



黑龙江省电力有限公司调度中心 编

现场运行人员继电保护知识 实用技术与问答(第二版)



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

责任编辑:姜丽敏

现场运行人员**继电保护知识**
实用技术与问答(第二版)

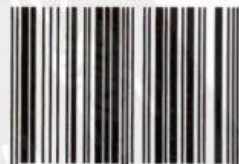


电力建设论坛

ELECTRIC POWER CONSTRUCTION

COPYRIGHT (C) HTTP://BBS.DIANJIAN.NET

ISBN 978-7-5083-5446-0



9 787508 354460 >

定价: 69.00 元

销售分类建议: 电力工程 / 供用电

现场运行人员继电保护知识 实用技术与问答(第二版)

黑龙江省电力有限公司调度中心 编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书是针对现场运行人员的有关继电保护知识的培训教材,全书共分两篇,第一篇系统地讲解了各种型号继电保护及自动装置的基本原理、装置的运行操作及有关运行规定。其内容包括:微机线路保护、高频收发信机、常规线路保护、母线保护和断路器失灵保护、电力变压器保护、发电机保护及自动装置、电力系统安全自动装置、稳控装置、厂用电动机保护、厂用母线保护、电气二次回路等。第二篇以问答的形式对以上内容进行了系统的复习。本书将是现场运行人员学习继电保护知识、提高技术素质的良师益友。

本书适用于电力系统发电厂电气运行值班人员、供电系统调度运行人员及变电站的现场运行值班人员学习、参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

现场运行人员继电保护知识实用技术与问答/黑龙江省电力有限公司调度中心编. —2 版. —北京:中国电力出版社, 2007

ISBN 978-7-5083-5446-0

I. 现… II. 黑… III. 电力系统-继电保护-问答
IV. TM77-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 058506 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2001 年 8 月第一版

2007 年 7 月第二版 2007 年 7 月北京第七次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 37.25 印张 891 千字

印数 24001 27000 册 定价 69.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究



第二版前言

黑龙江省电力有限公司调度中心2001年编写的《现场运行人员继电保护知识实用技术与问答》一书,目前已经5次印刷,销量达2万余册,得到广大读者的好评。随着继电保护装置的不断更新和发展,原《现场运行人员继电保护知识实用技术与问答》一书已经不能满足广大运行人员对新技术的要求,为此我们对原书进行了修编。增加的保护装置有:WXH—800、RCS—900、CSC—100、PSL—600型线路保护;RCS—915、WMZ—41、WMH—800、BP—2B型母线保护;RCS—978、PST—1200、WBH—800型变压器保护;YS—88、SH—2000、WGL—3000、WDGL—IV型故障录波器等。具体内容包括装置软硬件说明、保护原理、运行使用规定和技术问答等。

为方便现场运行人员培训和阅读,本书中部分文字符号采用现有设备上的旧文字符号。

由于水平有限,书中难免有遗漏和错误,欢迎广大读者批评、指正。

编者

2007年4月



第一版序言

电力系统的安全稳定运行,对国民经济和社会的发展意义巨大。电力系统一旦发生故障,不能及时消除,酿成大面积停电,将给社会带来灾难性的后果。继电保护及安全自动装置是保证电力设备安全,防止大面积停电的最有效的技术手段。国内外的大量事故表明,继电保护及安全自动装置一旦不能正确动作,往往酿成严重后果。所以,加强现场运行人员对继电保护知识的了解和掌握,提高现场运行人员对继电保护装置的运行操作水平,使现场运行人员能够在事故发生后,准确地向调度部门汇报事故信息,正确地进行事故分析和处理,是保证电网安全稳定运行的一项重要措施。因此,加强现场运行人员对继电保护知识的培训,不断提高现场运行人员对继电保护装置的运行管理水平,已成为电力企业的一项重要工作,其意义深远,作用重大。

本书是在总结了多年来对现场运行人员培训经验的基础上编写的,其内容包含了在220kV及以上系统上常用的各种型号继电保护、自动装置及部分厂用保护。全书贯穿着以实际应用为主线的特点,由浅入深,系统地介绍了各种型号继电保护装置的基本原理、基本的操作、有关运行规定等,并在全书的最后以问答的形式对本书的内容进行了复习,有利于现场运行人员对本书的理解和掌握。

本书不但是一本培训教材,同时也是现场运行人员必备的工具书。本书的出版必将有助于推进现场运行人员及相关专业人员的学习和培训工作,有助于现场运行人员系统完整地了解、掌握继电保护及自动装置的基本原理和相关的运行操作知识,有助于提高现场运行人员的技术水平,从而提高继电保护装置的运行水平,确保电网的安全稳定运行。

在本书的编辑、出版过程中,编委同志们以高度的事业责任感和严谨的治学态度,认真负责,一丝不苟。在本书即将正式出版的时候,我谨对所有参与和支持本书编辑出版的同志们表示崇高的敬意。并希望有更多的同志结合电网运行的实际,不断总结新经验,为使中国电网有一流的运行业绩而坚持不懈地努力。

2001.6.14



第一版前言

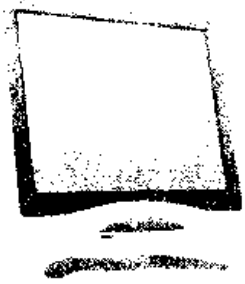
为了提高现场运行人员继电保护技术水平,使现场运行人员正确处理继电保护装置各种异常现象,准确向各级调度部门汇报继电保护装置动作情况,我们编写了本书。

本书内容包括线路保护、变压器保护、发电机—变压器组保护和电网安全自动装置的基本原理,并适当介绍了各种装置的使用方法。本教材由浅入深、通俗易懂,适合现场运行人员、电网调度人员及继电保护专业的调试人员使用。为了现场运行人员方便培训和阅读,本书中部分文字符号采用现有设备上的旧文字符号。

由于水平有限,书中难免有遗漏和答案不准确的地方,欢迎广大读者批评指正。

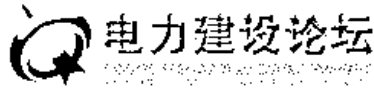
编者

2001年6月



目 录

第二版前言
第一版序言
第一版前言



第一篇 继电保护知识实用技术

第一章 微机保护的基本原理	1
第一节 微机保护装置的硬件结构.....	1
第二节 微机保护软件系统配置.....	6
第三节 微机距离保护程序逻辑原理.....	8
第四节 微机零序保护程序逻辑原理	16
第五节 微机高频保护的程序逻辑原理	22
第六节 微机重合闸的程序逻辑原理	29
第七节 微机型继电保护的特点	34
第二章 微机线路保护	36
第一节 WXB—11 型微机保护	36
第二节 LFP—900 型微机保护	52
第三节 CSL—100 型微机保护	67
第四节 PSL—600 型微机线路保护	86
第五节 CSC—100 型微机保护	99
第六节 RCS—900 型微机保护	128
第七节 WXH—800 型微机保护	140
第三章 高频收发信机	155
第一节 高频通道的组成.....	155
第二节 高频收发信机的基本原理.....	155
第三节 SF—500 (600) 型高频收发信机	157
第四节 YBX—1 型高频收发信机	160
第五节 GSF—6 型高频收发信机	162
第六节 高频收发信机的运行规定.....	163
第四章 常规线路保护	167
第一节 距离保护.....	167
第二节 220kV 平行双回线的分相横联保护	171
第三节 重合闸.....	173
第五章 3/2 断路器接线保护	180
第一节 3/2 断路器接线方式保护装置简介	180

第二节	进口 APLS 微机线路保护装置	181
第六章	母线及失灵保护	191
第一节	母线保护概述	191
第二节	母联电流相位比较式母线差动保护	191
第三节	断路器失灵保护	193
第四节	PMH—40 系列母差保护	194
第五节	BP—2A 型微机母线保护	198
第六节	BP—2B 型微机母线保护	205
第七节	RCS—915AB 型微机母线保护	218
第八节	WMZ—41B 型微机母线保护	232
第九节	WMH—800 型微机母线保护	242
第七章	电力变压器保护	250
第一节	变压器的故障和不正常工作情况	250
第二节	变压器差动保护	250
第三节	变压器接地保护	252
第四节	变压器瓦斯保护	252
第五节	变压器相间短路的后备保护	253
第六节	WBZ—1201 系列变压器保护	253
第七节	RCS—978E 型微机变压器保护	258
第八节	PST—1200 系列微机变压器保护	274
第九节	WBH—800 系列微机变压器保护	289
第八章	同步发电机的保护	297
第一节	同步发电机的故障及不正常工作情况	297
第二节	同步发电机的纵差动保护	298
第三节	同步发电机的匝间短路保护	298
第四节	同步发电机定子绕组的单相接地保护	299
第五节	同步发电机相间短路的后备保护	301
第六节	发电机—变压器组保护特点	302
第七节	WFBZ—01 型发电机—变压器组保护简介	303
第八节	WFB—100 型发电机—变压器组保护简介	308
第九章	电动机的继电保护	311
第一节	高压厂用电动机保护	311
第二节	380V 厂用电动机保护	315
第十章	发电厂厂用母线保护	316
第一节	厂用母线的过电流保护	316
第二节	厂用母线的低电压保护	316
第十一章	故障录波器	319
第一节	YS—8 型录波器	319
第二节	WGL—12F 型录波器	322

第三节	YS—88A 型故障录波器	326
第四节	SH—2000 型故障录波器	331
第五节	WGL—3000 型故障录波器	346
第六节	WDGL—IV/X 型故障录波器	353
第十二章	电网区域稳定控制装置	360
第一节	稳定控制装置概述	360
第二节	稳控装置系统的主要技术及实现简介	362
第三节	稳控装置硬件说明	365
第四节	稳控装置软件说明	378
第十三章	电力系统安全自动控制装置	389
第一节	自动低频减载	389
第二节	电力系统振荡解列	409
第三节	其他安全自动装置	428

第二篇 继电保护知识技术问答

第一章	微机保护基本原理	438
1.	微机保护与传统继电保护的主要区别是什么?	438
2.	微机保护装置一般由哪几部分硬件组成?	438
3.	微机保护装置的人机接口部分由哪些部分组成, 主要有什么作用?	438
4.	微机保护装置一般有哪几种工作状态?	438
5.	简述微机高频闭锁方向保护的逻辑要求。	438
6.	微机保护重合闸的启动方式有哪几种?	438
7.	微机保护如何实现重合闸的“充”、“放”电过程, 防止二次重合?	439
8.	微机距离保护由哪些保护功能组成?	439
9.	微机零序保护一般由哪些保护功能组成?	439
10.	采用多 CPU 并行工作方式的微机保护较单 CPU 微机 保护有哪些优点?	439
11.	微机保护与常规继电保护相比, 有哪些主要特点?	439
第二章	微机线路保护	440
1.	WXB—11 型微机保护能完成哪些保护功能?	440
2.	当电压互感器二次回路断线时, WXB—11 型微机保护中的 哪些保护功能被闭锁?	440
3.	WXB—11 型微机保护在系统故障时, 打印哪些信息?	440
4.	WXB—11 型微机保护“三取二”闭锁的含义是什么?	440
5.	WXB—11 型微机保护装置主要有哪些插件, 名称是什么?	440
6.	WXB—11 型微机保护可以存放几套定值?	441
7.	WXB—11 型微机保护装置的 CPU 插件面板上有哪些器件?	441
8.	WXB—11 型微机保护装置的人机对话插件面板上有哪些器件?	441

9. WXB—11 型微机保护人机对话插件有哪些功能？	441
10. WXB—11 型微机保护信号插件面板上有哪些信号显示？	441
11. WXB—11 型微机保护插件面板上有哪些告警信号？	442
12. 如何打印及修改 WXB—11 型微机保护装置的时钟？	442
13. 如何在运行状态下打印 WXB—11 型微机保护的采样值？	442
14. 如何在运行状态下打印 WXB—11 型微机保护的定值单？	442
15. 如何在运行状态下复制 WXB—11 型微机保护的故障报告？	443
16. 在正常运行状态下，WXB—11 型微机保护键盘上的“Q” 键有什么作用？	443
17. WXB—11C 型微机保护的面板键盘各键的主要功能是什么？	443
18. WXB—11C 型微机保护的液晶在运行状态下显示什么？	443
19. 如何进入 WXB—11C 型微机保护人机对话的运行主菜单？	444
20. WXB—11C 型微机保护人机对话运行主菜单有哪些内容，意义是什么？	444
21. 如何在运行状态下打印 WXB—11C 型微机保护的采样值？	444
22. 如何在运行状态下打印 WXB—11C 型微机保护的定值单？	444
23. 如何在运行状态下复制 WXB—11C 型微机保护的故障报告？	444
24. 如何校对 WXB—11C 型微机保护装置的时钟？	445
25. 在 WXB—11C 型微机保护装置如何从子菜单中返回到上一级菜单？	445
26. WXB—11 型微机保护具有哪些保护功能投入连接片？	445
27. 微机保护的重合闸有几种方式选择位置？	445
28. 如何对可整屏切换的微机保护屏进行整屏切换操作？	445
29. 在正常运行状态下，WXB—11 型微机保护装置面板各信号的 显示状态是怎样的？	445
30. WXB—11 型微机保护有哪些中央信号，意义是什么？ 来这些信号时，应如何处理？	446
31. 当线路上配有两套微机保护时，如何使用微机保护的重合闸？	447
32. 当线路配有一套微机保护和常规重合闸保护时，如何使用重合闸？	447
33. 当停用 WXB—11 型微机保护的零序保护，该套微机保护 还能否正常运行？	447
34. 微机保护的“信号复归”按钮与“整组复归”键的作用是否一样？	447
35. 现场运行人员如何检查微机保护打印机的运行状态？	447
36. 简述下列 WXB—11 型微机保护打印的故障信息。	447
37. 简述下列 WXB—11 型微机保护打印的故障信息。	447
38. 简述下列 WXB—11 型微机保护打印的故障信息。	448
39. 简述下列 WXB—11 型微机保护打印的故障信息。	448
40. 简述下列 WXB—11 型微机保护打印的故障信息。	448
41. 简述下列 WXB—11 型微机保护打印的故障信息。	449
42. 简述下列 WXB—11 型微机保护打印的故障信息。	449
43. 简述下列打印信息的含义：PTDX、DLBPH、OVLOAD、	

CTDX、DACERR。	449
44. LFP—901A 型微机保护具有哪些保护功能?	449
45. LFP—901B 型微机保护具有哪些保护功能?	449
46. LFP—902A 型微机保护具有哪些保护功能?	449
47. LFP—902B 型微机保护具有哪些保护功能?	450
48. LFP—900 型微机保护装置主要有哪些插件, 名称是什么?	450
49. LFP—900 型微机保护的 CPU1 (主保护插件) 具有哪些保护功能?	450
50. LFP—900 型微机保护的 CPU2 (距离保护插件) 具有哪些保护功能?	450
51. 在电压互感器二次回路断线时, LFP—900 型微机保护的 哪些保护功能将退出?	450
52. LFP—900 型微机保护 CPU1 插件 (主保护插件) 面板上有 哪些信号灯, 含义分别是什么?	451
53. LFP—900 型微机保护 CPU2 插件 (距离保护插件) 面板上 有哪些信号灯, 含义分别是什么?	451
54. LFP—900 型微机保护 SIG 插件 (信号插件) 面板上有 哪些信号灯, 含义分别是什么?	451
55. LFP—900 型微机保护可以存放几套定值?	451
56. 如何在运行中, 更改 LFP—900 型微机保护的定值区?	451
57. LFP—900 型微机保护在正常运行时, MON1 (人机对话管理) 插件显示什么信息?	451
58. 当保护动作时, LFP—900 型微机保护的 MON1 (人机对话管理) 插件显示什么信息?	452
59. LFP—900 型微机保护在运行过程中发生装置异常时, MON1 (人机对话管理) 插件显示什么信息?	452
60. 如何进入 LFP—900 型微机保护人机对话的运行主菜单?	452
61. LFP—900 型微机保护人机对话运行主菜单有哪些内容, 意义是什么?	453
62. 如何在运行状态下显示 LFP—900 型微机保护的采样值?	453
63. 如何在运行状态下打印 LFP—900 型微机保护的定值单?	454
64. 如何在运行状态下复制打印 LFP—900 型微机保护的故障报告?	454
65. 如何校对 LFP—900 型微机保护装置的时钟?	454
66. 在 LFP—900 型微机保护装置如何从子菜单中返回到上一级菜单?	455
67. LFP—900 型微机保护中的高频保护功能如何退出?	455
68. LFP—900 型微机保护中的突变量距离一段保护功能如何退出?	455
69. LFP—900 型微机保护中的零序保护功能如何退出?	455
70. LFP—900 型微机保护中的距离保护功能如何退出?	455
71. 在正常运行状态下, LFP—900 型微机保护装置面板 各信号的显示状态如何?	455
72. LFP—900 型微机保护有哪些中央信号, 意义是什么; 来这些信号时, 应如何处理?	455

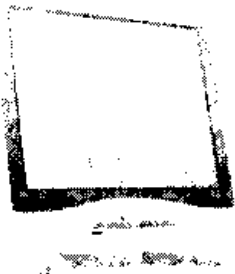
73. LFP—900 型微机保护的下列事故报告显示信息是什么含义?	456
74. CSL—100 型微机保护能完成哪些保护及附属功能?	456
75. CSL—100 型微机保护“三取二”闭锁的含义是什么?	457
76. CSL—100 型微机保护装置主要有哪些插件, 名称是什么?	457
77. 当电压互感器二次回路断线时, CSL—100 型微机保护中的 哪些保护功能被闭锁?	457
78. CSL—100 型微机保护在正常运行状态下, 显示什么内容?	457
79. 如何进入 CSL—100 型微机保护的主菜单?	457
80. 在主菜单显示状态下, 如何退回到 CSL—100 型微机保护的 正常显示状态是什么?	457
81. 在 CSL—100 型微机保护的主菜单下有哪些功能项, 有什么意义?	458
82. 如何在运行状态下打印 CSL—100 型微机保护的采样值?	458
83. 如何校对 CSL—100 型微机保护装置的时钟?	458
84. 如何在运行状态下打印 CSL—100 型微机保护的定值单?	458
85. 如何在运行状态下复制 CSL—100 型微机保护的故障报告?	459
86. CSL—100 型微机保护有哪些保护功能连接片?	459
87. 如何投入 CSL—100 型微机保护屏上的保护功能连接片?	459
88. 如何退出 CSL—100 型微机保护屏上的保护功能连接片?	459
89. 如何在运行状态下改变 CSL—100 型微机保护的定值区号?	459
90. 改变 CSL—100 型微机保护的连接片投退状态后, 如何通过装置 的液晶显示确认连接片的位置是否正确?	460
91. CSL—100 型微机保护装置面板上有什么信号灯, 含义是什么?	460
92. CSL—100 型微机保护在正常运行状态下, 面板各信号灯 及液晶显示状态是什么?	461
93. CSL—100 型微机保护有哪些中央信号, 意义是什么; 来这些信号时, 应如何处理?	461
94. 当停用 CSL—100 型微机保护的 distance 及零序保护, 该套微机 保护还能否正常运行?	461
95. 对于 CSL—100 型微机保护装置, 运行人员投退连接片和改变 定值区号操作时, 应注意什么?	461
96. 现场人员改变连接片或定值区号后, 如何进一步检验确认 连接片状态和定值区号?	462
97. CSL—100 型微机保护的下列事故报告显示信息是什么含义?	462
98. CSL—100 型微机保护的下列异常报告显示信息是什么含义?	463
99. PSL600 数字式超高压线路保护装置的 protection 特点是什么?	463
100. PSL600 组成装置的 module 有哪些?	463
101. 对于保护 module CPU1、CPU2、CPU3 来说功能上是否独立?	463
102. 系统元件 oscillation 轨迹 radius 检测法是什么?	463
103. PSL600 (A、C、D) 数字式高压线路保护 CPU module 是否可以	

正常保护启动继电器?	464
104. 装置的振荡闭锁开放元件采用那三种方法使保护不误动?	464
105. 微机保护屏上配置的开入量连接片有哪些?	464
106. 运行人员巡视时应检查项目有哪些?	464
107. CSC—101A/B、CSC—102A/B 数字式超高压线路保护装置， 适用于 220kV 及以上电压等级的高压输电线路， 其主要功能包括哪些?	464
108. CSC—101、CSC—102 保护装置主要有哪些插件，名称是什么?	465
109. 当 TV 断线后，CSC—101、CSC—102 微机保护中的 哪些保护功能被闭锁?	465
110. CSC—100 型微机保护中在正常运行状态下，显示什么内容?	465
111. 如何进入 CSC—100 型微机保护的主菜单?	465
112. CSC—100 型微机保护中“QUIT”键的功能是什么?	465
113. CSC—100 型微机保护中液晶屏下部四个快捷键及两个 功能键的功能是什么?	465
114. 如何校对 CSC—100 型微机保护装置的时钟?	466
115. 如何在运行状态下复制 CSC—100 型微机保护的故障报告?	466
116. CSC—101 型微机保护有哪些保护功能连接片?	466
117. CSC—101 型微机保护的功能连接片如何投退?	466
118. CSC—100 型微机保护的面板上有什么信号灯，含义是什么?	466
119. CSC—101 型微机保护在正常运行状态下，面板各信号灯及 液晶显示状态是什么?	467
120. CSC—100 型微机保护在出现跳闸、异常等如何处理?	467
121. CSC—100 型微机保护 CPU 插件有硬件和软件相同的两块， 即 CPU1 和 CPU2，CPU1 和 CPU2 的功能分别是什么?	467
122. CSC—100 型微机保护在保护模拟量里面有 I_a 和 I_{aR} ； I_b 和 I_{bR} 等模拟量，他们的区别是什么?	467
123. CSC—100 型微机保护电源插件采用了直流逆变电源插件， 输入直流 220V 或 110V，输出保护装置所需 5 组电源分别是何功能?	467
124. CSC—100 型微机保护 CPU 保护程序主要包括哪些?	468
125. CSC—100 型微机保护正常时运行主程序，主程序完成 装置的哪些功能?	468
126. CSC—100 型微机保护每隔一个采样间隔时间执行一次 采样中断程序，完成装置的哪些功能?	468
127. CSC—100 型微机保护启动元件的作用是什么?	468
128. CSC—100 型微机保护的启动元件包括哪些?	468
129. CSC—100 型微机保护纵联距离保护功能配置包括哪些?	468
130. CSC—100 型微机保护纵联方向保护功能配置包括哪些?	468

131. CSC—100 型微机保护重合闸方式包括哪几种?	468
132. CSC—100 型微机保护重合闸检定方式包括哪几种?	469
133. CSC—100 型微机保护在运行方式下怎样改变定值区?	469
134. CSC—100 型微机保护人工调出任何一次的录波报告 的具体方法是什么?	469
135. CSC—103 型数字式超高压线路保护装置与 CSC—101、 102 型保护功能主要区别有哪些?	469
136. RCS—901A 型微机保护具有哪些保护功能?	469
137. RCS—902A 型微机保护具有哪些保护功能?	469
138. RCS—931A 型微机保护具有哪些保护功能?	470
139. RCS—901B 型微机保护具有哪些保护功能?	470
140. RCS—902B 型微机保护具有哪些保护功能?	470
141. RCS—931B 型微机保护具有哪些保护功能?	470
142. RCS—900 型微机保护装置主要有哪些插件, 名称是什么?	470
143. 在电压互感器二次回路断线时, RCS—901、RCS—902、RCS—931 型微机保护的哪些保护功能将退出?	470
144. 在电流互感器二次回路断线时, RCS—901、RCS—902、RCS—931 型微机保护的哪些保护功能将退出?	471
145. RCS—900 型微机保护装置面板上有哪些指示灯, 含义是什么?	471
146. 在运行中如何更改 RCS—900 型微机保护的定值区?	471
147. RCS—900 型微机保护在正常运行时, 液晶屏幕将显示什么信息?	471
148. RCS—900 型微机保护在保护动作时, 液晶屏幕将显示什么信息?	472
149. RCS—900 型微机保护在装置异常时, 液晶屏幕将显示什么信息?	472
150. RCS—900 型微机保护如何进入主菜单和子菜单?	472
151. RCS—900 型微机保护中的高频保护功能如何退出?	472
152. RCS—900 型微机保护中的距离保护功能如何退出?	472
153. RCS—900 型微机保护中的零序保护功能如何退出?	472
154. RCS—900 型微机保护中的电流差动保护功能如何退出?	473
155. RCS—900 型微机保护中的工频变化量距离快速一段保护功能如何退出?	473
156. 在正常运行状态下, RCS—900 型微机保护面板液晶屏幕和 指示灯如何显示?	473
157. RCS—900 型微机保护有那些中央信号, 意义是什么? 应如何处理?	473
158. 如何打印 RCS—900 型微机保护动作报告?	473
159. 简述 RCS—901 型微机保护如何进行通道试验?	474
160. RCS—901A 型微机保护和 RCS—902A 型微机保护有何区别?	474
161. WXH—800 型微机保护“保护动作事件”可连续记录多少次? 具体记录哪些内容?	474
162. WXH—801 型微机保护的主要功能有哪些?	474
163. WXH—802 型微机保护的主要功能有哪些?	474

164. WXH—801/802 型微机保护有哪些插件?	475
165. WXH—801/802 型微机保护在电压互感器二次回路断线时 哪些保护功能将退出?	475
166. WXH—801/802 型微机保护有哪些监视装置正常与否的灯?	475
167. WXH—800 型微机保护对修改定值或定值区有什么要求?	475
168. WXH—800 型微机保护在正常运行时 MMI (人机接口) 插件显示什么信息?	475
169. WXH—800 型微机保护如何进入人机对话主菜单? 主菜单显示内容是什么?	476
170. 如何校对 WXH—800 型微机保护时钟?	476
171. WXH—800 型微机保护如何打印定值?	476
172. WXH—800 型微机保护如何进入报告管理菜单? 报告管理菜单包括哪些内容?	477
173. WXH—800 型微机保护如何打印总报告?	477
174. WXH—800 型微机保护如何打印分报告?	477
175. WXH—800 型微机保护如何查看事件报告?	477
176. WXH—800 型微机保护如何打印采样值?	477
177. WXH—800 型微机保护交流插件 (插件 1) 的作用是什么?	477
178. WXH—800 型微机保护 MMI 插件 (人机对话插件) 的作用是什么?	478
179. WXH—800 型微机保护三取二跳闸含义是什么?	478
180. WXH—800 型微机保护装置故障, 需要将保护全停时, 应注意什么?	478
181. WXH—800 型微机保护如果要将某保护退出如何操作?	478
182. 某线路有 WXH—800 型两套微机保护, 其重合闸投退有何规定?	478
183. WXH—800 型微机保护装置发中央信号有哪些?	478
184. WXH—800 型微机保护装置正常运行时监视装置正常与否灯光有哪些?	478
第三章 高频收发信机	479
1. 高频保护的通道加工设备有哪些, 作用是什么?	479
2. 简述高频收发信机进行通道交换信号的逻辑?	479
3. SF—600 型高频收发信机由哪些插件构成?	480
4. SF—600 型高频收发信机的开关电源 I (1 号插件) 有什么信号指示灯?	480
5. SF—600 型高频收发信机发信输出 (4 号插件) 上“本机—通道—负载” 插座的作用是什么, 正常运行时, 应在什么位置?	480
6. SF—600 型高频收发信机开关电源 II (5 号插件) 面板上有哪些指示灯, 熄灭时代表什么含义?	480
7. SF—600 型高频收发信机前置放大 (7 号插件) 有哪些信号指示灯, 有何作用?	480
8. SF—600 型高频收发信机载供电路 (8 号插件) 上有什么信号指示灯?	481
9. SF—600 型高频收发信机控制电路 (9 号插件) 上有哪些元器件, 作用是什么?	481
10. SF—600 型高频收发信机解调输出 (10 号插件) 有哪些信号指示灯?	481

11. YBX—1 型高频收发信机有哪些功能插件?	481
12. YBX—1 型高频收发信机的收信启动插件面板上信号指示灯的含义是什么?	481
13. YBX—1 型高频收发信机逻辑回路插件有哪些元器件, 作用分别是什么?	481
14. YBX—1 型高频收发信机接口回路插件上信号指示灯的含义是什么?	482
15. YBX—1 型高频收发信机晶振合成插件上信号指示灯的含义是什么?	482
16. GSF—6 型高频收发信机由哪些功能插件构成?	482
17. GSF—6 型高频收发信机逆变电源插件 (2 号插件) 有哪些信号指示灯, 熄灭时代表什么含义?	482
18. GSF—6 型高频收发信机测量插件 (3 号插件) 表头的作用是什么?	482
19. GSF—6 型高频收发信机触发插件 (5 号插件) 上电压表头的作用及 信号指示灯的含义是什么?	482
20. GSF—6 型高频收发信机振荡插件 (9 号插件) 信号指示灯的含义是什么?	483
21. 现场运行人员在正常运行状态下, 应对 YBX—1 型高频收发信机 做哪些监视和检查?	483
22. 简述 YBX—1 型高频收发信机交换信号的方法。	483
23. 简述 YBX—1 型高频收发信机异常情况时的处理方法。	483
24. 当高频保护动作时, 应记录高频收发信机的哪些信号?	484
25. 现场运行人员在正常运行状态下, 应对 GSF—6 型高频收发信机作 哪些监视和检查?	484
26. 简述 GSF—6 型高频收发信机交换信号的方法。	484
27. 简述 GSF—6 型高频收发信机异常情况时的处理方法。	484
28. 现场运行人员在正常运行状态下, 应对 SF—500 型高频收发信机作 哪些监视和检查?	485
29. 简述 SF—500 型高频收发信机交换信号的方法。	485
30. 简述 SF—500 型高频收发信机异常情况时的处理方法。	485
31. 现场运行人员在正常运行状态下, 应对 SF—600 型高频收发信机作 哪些监视和检查?	486
32. 简述 SF—600 型高频收发信机交换信号的方法。	486
33. 简述 SF—600 型高频收发信机异常情况时的处理方法。	486
第四章 常规线路保护	487
1. 简述距离保护的定义及其特点。	487
2. 距离保护装置按其作用可分成几部分?	487
3. PJH—11D 型距离保护正常运行时处于励磁状态的继电器有几块, 名称及作用分别是什么?	487
4. 简述运行中切换母线时, 距离保护的注意事项。	487
5. 距离保护运行中出现哪些信号时需停用?	487
6. 简述距离保护投入运行的顺序。	487
7. 重合闸按其作用于开关的方式、按重合闸方式如何进行分类?	488
8. JZZC—3 型综合重合闸装置利用切换开关 QK 可实现几种	



第一篇 继电保护知识实用技术

第一章 微机保护的基本原理

第一节 微机保护装置的硬件结构

一、微机保护装置的构成

微机保护与传统继电保护的最大区别就在于前者不仅有实现继电保护功能的硬件电路,而且还必须有保护和管理功能的软件——程序,而后者则只有硬件电路。本节所介绍的微机保护装置的构成指微机保护装置硬件电路构成的一般原则。

一般地,一套微机保护装置的硬件构成可分为四部分:数据采集系统、输入输出接口、微型计算机系统及电源。

(一) 数据采集系统

传统保护是把电压互感器二次侧电压信号及电流互感器二次电流信号直接引入继电保护装置,或者把二次电压、电流经过变换(信号幅值变化或相位变化)组合后再引入继电保护装置。因此,无论是电磁型、感应型继电器还是整流型、晶体管型继电保护装置都属于反应模拟信号的保护。尽管在集成电路保护装置中采用数字逻辑电路,但从保护装置测量元件原理来看,它仍属于反应模拟量的保护。

而微机保护中的微机则是处理数字信号的,即送入微型计算机的信号必须是数字信号。这就要求必须有一个将模拟信号变换成数字信号的系统,即数据采集系统。

(二) 微型计算机系统

微型计算机是微机保护装置的核心。目前计算机保护的计算机部分都是由微型计算或单片微型计算机构成的,这也是微机保护名称的由来。

由一片微处理器(CPU)配以程序存储器(EPROM)、数据存储器(RAM)、接口芯片(包括并行接口芯片、串行接口芯片)、定时器/计数器芯片等构成的微机系统称为单微机系统。而在一套微机型保护装置中有两片或两片以上的CPU构成的微机系统则称为多微机系统。

由单片微型计算机配以部分接口芯片也可以构成微机系统。同样地,在一套微机保护装置中仅有一个单片机称为单微机系统,而在一套保护装置中有两片或两片以上单片机则称为多微机系统。

单微机系统中只有一个CPU,整套保护装置的所有功能都是在它的管理之下实现的,而多微机系统中有两个或两个以上的CPU,每一个CPU可执行分配给它的一部分任务,几个CPU之间的任务是并行工作的。

目前,多微机系统的任务分配方法有多种方案。例如有两个CPU的系统,其中一个

CPU 负责完成数据采集任务，而另一个 CPU 则完成数据处理任务；另一种方案是一个 CPU 实现设备的主保护任务，而另一个 CPU 实现设备的后备保护的任务；也有的让两个 CPU 实现完全相同的任务，从而对微机系统来说，硬件电路与软件完全双重化，有利于提高微机保护的可靠性。在复杂的保护装置中，一般有两个以上的 CPU 或单片机。此时，可由一个 CPU 或单片机实现人机对话功能，其他 CPU 或单片机则分别完成不同的保护的功能。这种硬件结构称为主从式多 CPU 并行工作系统。

(三) 输入输出接口

输入输出接口是微机保护与外部设备的联系部分，因为输入信号、输出信号都是开关量信号（即触点的通、断），所以又称为开关量输入、开关量输出电路。

例如，保护装置连接片、屏上切换开关，其他保护动作的触点等均作为开关量输入到微机保护，而微机保护的执行结果则应通过开关量输出电路驱动一些继电器，如启动继电器、跳闸出口继电器、信号继电器等。

(四) 电源

微机保护装置的电源是一套微机保护装置的重要组成部分。电源工作的可靠性直接影响着微机保护装置的可靠性。微机保护装置不仅要求电源的电压等级多，而且要求电源特性好，且具有强的抗干扰能力。

目前微机保护装置的电源，通常采用逆变稳压电源。一般地，集成电路芯片的工作电压为 5V，而数据采集系统的芯片通常需要双极性的 $\pm 15V$ 或 $\pm 12V$ 工作电压，继电器则需要 24V 电压。因此，微机保护装置的电源至少要提供 5V、 $\pm 15V$ 、24V 等几个电压等级，而且各级电压之间应不共地，以避免相互干扰甚至损坏芯片。

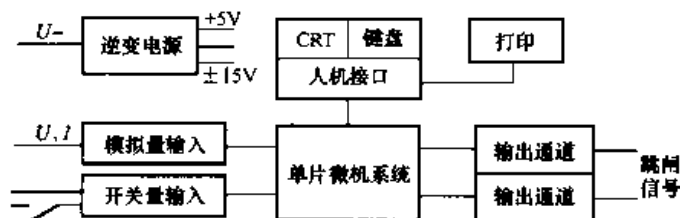


图 1-1-1 典型的微机保护装置系统框图

典型的微机保护装置系统框图如图 1-1-1 所示。图中微机系统一般为实现保护功能的插件，它接收数据采集系统的信号及有关的开关量信号，其输出控制一些继电器，发出跳闸命令和信号。

人机接口部分也由微型机实现。按键作为人机联系的输入手段，可输入命令、地址、数据。而打印机和液晶显示器则作为人机联系的输出设备，可打印和显示调试结果及故障后的报告。在多微机系统中，人机接口部分一般由一个单独的微机系统或单片机实现。

二、微机保护的结构框图原理

在实际应用中，微机保护装置分为单 CPU 和多 CPU 的结构方式。目前，单 CPU 结构的微机保护装置已逐渐被淘汰，多 CPU 结构的微机保护在高压及超高压电网中被广泛采用。

(一) 单 CPU 的结构原理

单 CPU 的微机保护装置是指整套微机保护共用一个单片机，无论是数据采集处理、开关量采集、人机接口及出口信号等均由一个单片机控制。WXB—01 型单 CPU 结构微机变压器保护装置硬件框图如图 1-1-2 所示，其他单 CPU 的微机保护结构与 WXB—01 的结

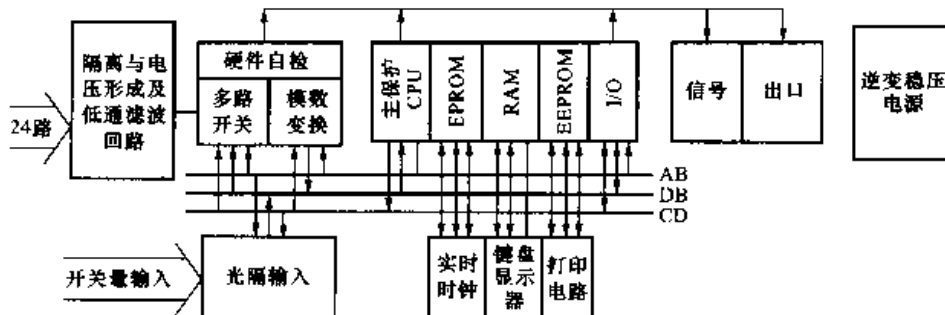


图 1-1-2 WXB 01 型单 CPU 结构微机变压器保护装置硬件框图

构相类似。

从图 1-1-2 还可以看出，模拟量输入回路、单片微机系统、开关量输入、人机接口和开关量输出各插件均通过总线（BUS）联系在一起，由 CPU 通过 BUS 实现信息数据传输和控制的。该总线（BUS）称为三总线：AB 地址总线、DB 数据总线、CB 控制总线。CPU 通过 AB 地址总线选通各功能芯片，通过 CB 控制总线控制各功能芯片的工作方式。最终由 DB 数据总线传送信息和数据。

单 CPU 结构的微机保护的基本原理如下：各交流量分别经信号输入回路、模拟低通滤波器送到 CPU 控制的多路开关，经模数转换后，由 DB 数据总线送到数据存储器（RAM）。CPU 通过调用程序存储器（EPROM）内的程序对采集的数据进行计算，其计算结果与存放在电可擦存储器（EEPROM）中的整定值进行比较，作出相应判断。再通过输入输出端口（I/O）将处理信号送到相应外设（信号与出口）发出报警信号或执行跳闸。键盘、显示器、打印机用于人机对话，以便对整个保护系统进行调试、整定、监视。开关量输入电路用于将高压断路器或隔离开关的辅助触点引入，对于变压器保护还需将瓦斯、温度等触点引入，以便 CPU 检测，作出相应控制。硬件自检电路用来检测 CPU 程序工作是否正常，一旦 CPU 工作不正常，立即闭锁保护并发出报警信号。

单 CPU 结构的微机保护虽然结构简单，但其容错能力不高，一旦 CPU 或其中某个插件工作不正常，就会影响到整套保护装置。由于后备保护与主保护共用同一个 CPU，因此主保护不能正常工作时往往也影响到后备保护，其可靠性必然下降。

（二）多 CPU 微机保护装置的结构原理

为了提高微机保护的可靠性，目前高压及超高压变电所微机保护都已采用多 CPU 的结构方式。所谓多 CPU 的结构方式就是在套微机保护装置中，按功能配置有多个 CPU 模块，分别完成不同保护原理的多重主保护和后备保护及人机接口等功能。显然这种多 CPU 结构方式的保护装置中，任何一个模块损坏均不影响其他模块保护的正常工作，有效地提高了保护装置的容错水平，防止了一般性硬件损坏而闭锁整套保护。多 CPU 结构的保护装置还提供了采用三取二保护启动方式的可能性，大大提高了保护装置启动的可靠性。多 CPU 结构的保护装置硬件框图如图 1-1-3 所示。

该套保护装置由 4 个硬件完全相同的保护 CPU 模块构成，分别完成高频保护、距离保护、零序电流保护及综合重合闸等保护功能。另外还配置了一块带 CPU 的接口模板（MONITOR），完成对保护（CPU）模块巡检、人机对话和与监控系统通信联络等功能。从框图

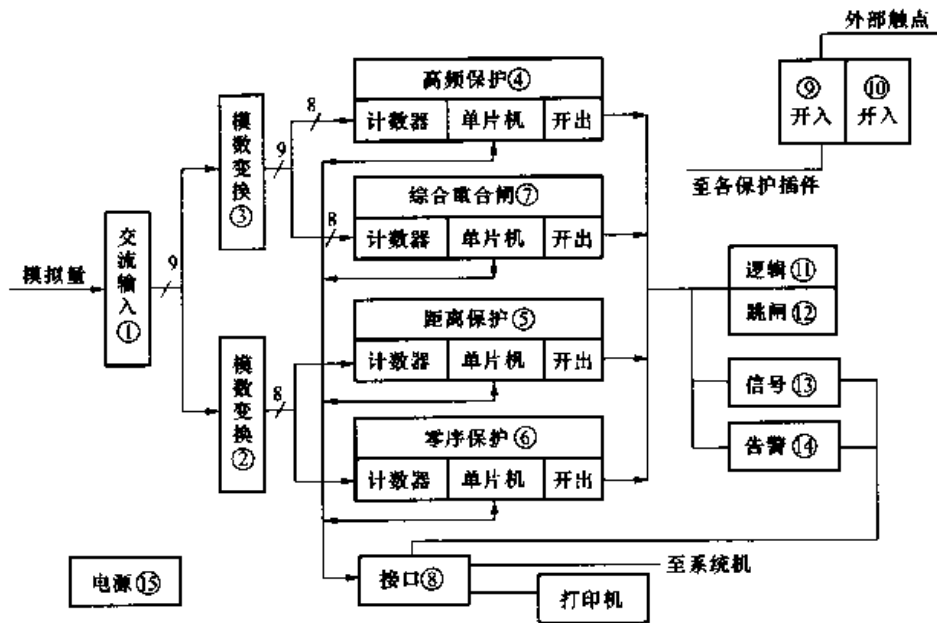


图 1-1-3 多 CPU 结构的保护装置硬件框图

可见，整套保护装置仍然由模拟量输入、单片微机系统、人机接口及开入开出回路、电源等组成。模拟量输入回路由交流输入①、模数变换②、③组成；单片微机系统即保护 CPU 模块由高频④、距离⑤、零序⑥、重合闸⑦等保护组成；人机接口模块由接口⑧和打印机构成；开关量输入由⑨、⑩组成，开关量输出通道由逻辑⑪、跳闸⑫、信号⑬、告警⑭组成，此外还有逆变电源⑮。

多 CPU 结构中某一种保护的工作原理同单 CPU 结构的保护基本相同。在图 1-1-2 和图 1-1-3 中都有模拟量输入部分，所不同的仅仅是数据采样的方式区别。这里的模拟量输入部分的作用同样是完成模拟量信号的强弱电变换、隔离、VFC 模数变换等任务。输入的交流信号是三相电压和三相电流， $3U_0$ 、 $3I_0$ 及重合闸鉴定同期的线路抽取电压 U_x 等 9 个模拟量的输入。单片微机保护部分由 4 个独立的保护 CPU 模块组成，其中高频保护和综合重合闸保护共用③号模数变换插件板，距离保护和零序电流保护共用②号模数变换插件板。这样的接线方式增加了保护的冗余量，从而进一步提高了保护的可靠性，但相对增加了保护的复杂性。

多 CPU 结构的保护装置中，每个保护 CPU 插件都可以独立工作，各保护之间不存在依赖关系。例如高频保护由高频距离和高频零序方向两个主保护组成，其中距离元件和零序方向元件都是独立的，不依赖于距离保护 CPU 和零序保护 CPU 插件中的距离元件及零序方向元件。保护 CPU 的完整性和独立性又大大提高了保护的可靠性。

人机接口的媒介是键盘、液晶（数码管）显示器、打印机、信号灯等。工作人员通过键入命令和数值，完成对各保护插件定值的输入、控制方式字的输入及对系统各部分的检查。计算机将系统自检结果及各部分运行状况数据通过液晶（数码管）显示器或打印机输出，完成人机对话。人机接口部分的任务还包括对各 CPU 保护插件的集中管理、巡检等。

多 CPU 结构的保护装置，实质上是主从分布式的微机工控系统，人机接口部分是主机，完成集中管理及人机对话的任务。而单片机保护部分是 4 个智能从机，它们分别独立完



成部分智能保护任务。4种保护综合完成一条高压输电线路的全部保护。

(三) 第三代微机保护装置的硬件结构

1. 硬件框图

第三代微机保护以 CSL-100 系列微机保护装置为代表，其结构框图如图 1-1-4 所示。

2. 模拟量输入

第三代微机保护装置的结构仍与图 1-1-1 所示的典型微机保护系统框图相类似。模拟量输入回路由交流插件 AC 和模数变换插件 VFC 构成。VFC 采用第三代模数变换技术，分辨率高达 14 位，提高了保护的精度。

3. 单片机系统

CSL 系列微机保护的单片机系统（以 CSL101B 为例）包括信号锁存、开关量输入和输出、保护 CPU1（图 1-1-4 中未画出 CPU2、CPU3 和 CPU4，其框图与 CPU1 相同）。显然，它仍然是多 CPU 系统。

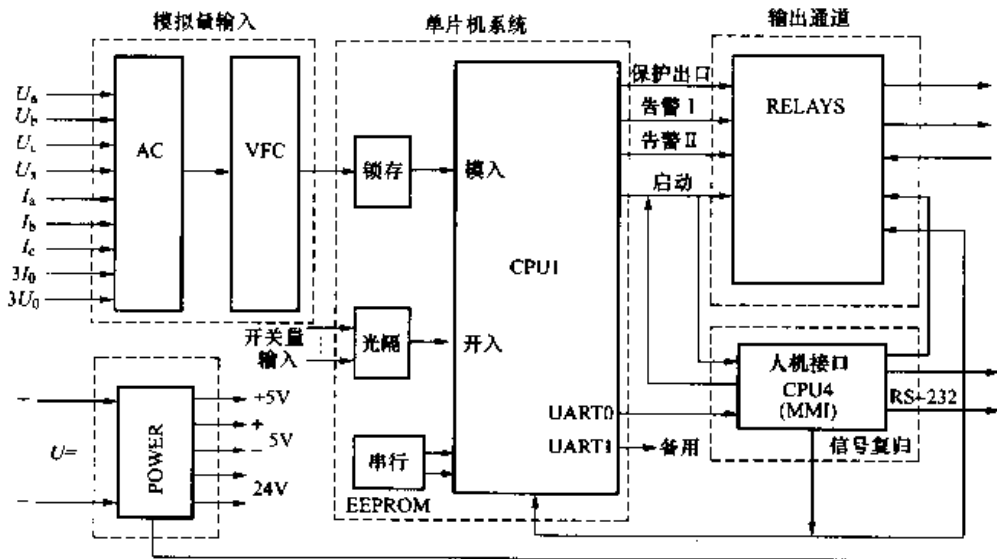


图 1-1-4 CSL-100 系列微机保护装置结构框图

第三代微机保护的 CPU 芯片，总线不引出芯片，是一种不扩展的单片机，因此抗干扰能力很强，调试也简单。在 CPU 芯片内集成了微处理器、RAM、EPROM。但 EEPROM 未集成在芯片内，采用串行 EEPROM 可避免总线引出芯片，因此它仅需要两根 I/O 线与 CPU 芯片相连，一根作串行数据线 (SD)，另一根作串行时钟线 (SC)。

在 CPU 插件上设置了储存器，在 CPU 的控制下锁存经 VFC 插件来的信号，可以使外部异步脉冲信号变成同步脉冲信号，对抗干扰有利，同时还起到了脉冲整形的作用。

为了进一步提高抗干扰能力，避免单片机的任一端子不经隔离直接引出插件，开关量输入和输出的光隔电路均安装在 CPU 插件上，而不另外设置开关量输入和输出插件。

4. 输出通道（继电器插件）

开关量输出通道有启动、闭锁、跳闸及信号继电器，此外还有告警和复位继电器。

5. 人机接口 (MMI)

人机接口部分硬件包括单片机、键盘、液晶显示器、串行硬时钟及与保护 CPU 和 PC



机的串行通信。

6. 录波插件

录波插件完成录波功能，打印波形及开关量变化及故障信息。

CSL 系列人机接口的最大特点是单片机芯片内集成了很强的计算机网络功能，可以通过在片外的网络驱动器直接连至高速数据通信网，与变电所内监控网络相连。

人机接口的串行通信口，可以与 PC 机及保护 CPU 的 UART0 串口通信。当保护 CPU 发信时，PC 机和 MMI 都能收到，通过键盘命令可切换 PC 机或 MMI 对保护 CPU 的发信。MMI 还设有开入及开出量，开入量用于监视启动继电器的状态，开出量用于驱动告警（MMI 本身出错）、复位、启动。启动继电器动作时发绿色闪光信号，且控制液晶显示背景光。

MMI 还设置了一个时钟芯片，并带有充电干电池，保证装置停电时时钟不停。

第二节 微机保护软件系统配置

由于微机保护的硬件分为人机接口和保护两大部分，因此相应地，其软件也就分为接口软件和保护软件两大部分。

一、接口软件

接口软件是指人机接口部分的软件，其程序可分为监控程序和运行程序。执行哪一部分程序由接口面板的工作方式或显示器上显示的菜单选择来决定的。调试方式下执行监控程序，运行方式下执行运行程序。

监控程序主要就是键盘命令处理程序，是为接口插件（或电路）及各 CPU 保护插件（或采样电路）进行调试和整定而设置的程序。

接口的运行程序由主程序和定时中断服务程序构成。主程序主要完成巡检（各 CPU 保护插件）、键盘扫描和处理及故障信息的排列和打印。定时中断服务程序包括以下几个部分：软件时钟程序；以硬件时钟控制并同步各 CPU 插件的软时钟；检测各 CPU 插件启动元件是否动作的检测启动程序。所谓软件时钟就是每经 1.66ms 产生一次定时中断，在中断服务程序中软计数器加 1，当软计数器加到 600 时，秒计数器加 1。

二、保护软件的配置

各保护 CPU 插件的保护软件配置为主程序和两个中断服务程序。主程序通常都有 3 个基本模块：初始化和自检循环模块、保护逻辑判断模块和跳闸（及后加速）处理模块。通常把保护逻辑判断和跳闸（及后加速）处理总称为故障处理模块。一般来说，前、后两个模块在不同的保护装置中基本上是相同的，而保护逻辑判断模块就随不同的保护装置而相差甚远。例如距离保护中保护逻辑就含有振荡闭锁程序部分，而零序电流保护就没有振荡闭锁程序部分。

中断服务程序有定时采样中断服务程序和串行口通信中断服务程序。在不同的保护装置中，采样算法是不相同的，例如采样算法上有些不同或者因保护装置有些特殊要求，使采样中断服务程序部分也不尽相同。不同保护的通信规约不同，也会造成程序的很大差异。

三、保护软件的三种工作状态

保护软件有三种工作状态：运行、调试和不对应状态。不同状态时的程序流程也不相

同。有的保护没有不对应状态，只有运行和调试两种工作状态。

当保护插件面板的方式开关或显示器菜单选择为“运行”时，该保护就处于运行状态，其软件执行保护主程序和中断服务程序。当选择为“调试”时，复位 CPU 后就工作在调试状态。当选择为“调试”但不复位 CPU，并且接口插件工作在运行状态时，就处于不对应状态。也就是说，保护 CPU 插件与接口插件状态不对应。设置不对应状态是为了对模数插件进行调整，防止在调整过程中保护频繁动作及告警。

四、中断服务程序及其配置

(一) 实时性与中断工作方式概述

绝大多数工控计算机应用软件都采用了中断技术，微机保护装置是实时性要求较强的工控计算机设备，更是离不开中断的工作方式。

所谓实时性就是指在限定的时间内对外来事件能够及时作出迅速反应的特性。例如保护装置需要在限定的极短时间内完成数据采样，在限定时间内完成分析、判断并发出跳合闸命令或告警信号，在其他系统对保护装置巡检或查询时及时响应。这些都是保护装置的实时性的具体表现。保护要对外来事件作出及时反应，就要求保护中断自己正在执行的程序，而去执行服务于外来事件的操作任务和程序。实时性还有一种层次的要求，即系统的各种操作的优先等级是不同的，高一级的优先操作应该首先得到处理。显然，这就意味着保护装置将中断低层次的操作任务，去执行高一级的优先操作的任务，也就是说保护装置为了要满足实时性要求，必须采用带层次要求的中断工作方式。在这里，中断成为保护装置软件的一个重要概念。

总之，由于外部事件是随机产生的，凡需要 CPU 立即响应并及时处理的事件，必须用中断的方式才可实现。

(二) 中断服务程序的概念

对保护装置而言，其外部事件主要是指电力网系统状态、人机对话、系统机的串行通信要求。电力网系统状态是保护最关心的外部事件，保护装置必须每时每刻掌握保护对象的系统状态。因此，要求保护定时采样系统状态一般采用定时器中断方式，每经 1.66ms 中断原程序的运行，转去执行采样计算的服务程序，采样结束后通过存储器中的特定存储单元将采样计算结果传送给原程序，然后再回去执行原被中断了的程序。这种采用定时中断方式的采样服务程序称为定时采样中断服务程序。

在采样中断服务程序中，除了有采样和计算外，通常还含有保护的启动元件程序及保护某些重要程序。例如高频保护在采样中断服务程序中安排检查收发信机的收信情况；距离保护中还设有两健全相电流差突变元件，用以检测发展性故障；零序保护中设有 $3U_0$ 突变量元件等，因此保护的采样中断服务程序是微机保护的重要软件组成部分。

保护装置还应随时接受工作人员的干预：改变保护装置的工作状态、查询系统运行参数、调试保护装置，这就是利用人机对话方式来干预保护工作。这种人机对话是通过键盘方式进行的，常用键盘中断服务程序来完成。有的保护装置不采用键盘中断方式，而采用查询方式。当按下键盘时，通过硬件产生了中断要求，中断响应时就转去执行中断服务程序。键盘中断服务程序或键盘处理程序常属于监控程序的一部分，它把被按的键符其含义翻译出来并传递给原程序。

系统机与保护的通信要求实际上是属于高一层次对保护的干预，这种通信要求常用主从

式串行口通信来实现。当系统主机对保护装置有通信要求时，或者接口 CPU 对保护 CPU 提出巡检要求时，保护的串行通信口就提出中断请求，在中断响应时，转去执行串行口通信的中断服务程序。串行通信是按一定的通信规约进行的，其通信数字帧常有地址帧和命令帧两种。系统机或接口 CPU（主机）通过地址帧呼唤通信对象，被呼唤的通信对象（从机）就执行命令帧中的操作任务。从机中的串行口中断服务程序就是按照一定的通信规约，鉴别通信地址和执行主机的操作命令的程序。

（三）保护的 interrupt 服务程序配置

根据中断服务程序基本概念的分析，一般保护装置总要配置有定时采样中断服务程序和串行通信中断服务程序。对单 CPU 保护，CPU 除保护任务之外还有人机接口任务，因此还可以配置有键盘中断服务程序。

第三节 微机距离保护程序逻辑原理

为了保证高压线路输电的稳定性和可靠性，通常要求高压电网构成多侧电源的环形电网。在这种电网中简单的电压电流保护往往不能满足保护的基本要求，例如方向电流保护往往不能保证有选择性地切除故障。为此，在多侧电源的环形电网的线路上配置了选择性较强的距离保护。这是一种反映保护安装处至故障点的距离，并根据距离远近而确定动作时限的保护装置。微机型距离保护与常规距离保护一样，是遵循这一原则的，不同之处在于其采用微机的软件方式来完成距离保护的阻抗计算与逻辑判断。

一、距离保护的 interrupt 服务程序原理

本节分析的高压线路距离保护软件以 11 型微机距离保护为原型，其采样中断服务程序见图 1-1-5。该型距离保护的程序逻辑反映了典型的距离保护的原理，因此它与常规的距离保护有类似之处，只不过它是用软件构成启动元件 DI1，选相元件，相继故障判别元件 DI2，阻抗元件 Z1、Z2、Z3 及振荡闭锁元件 ZDB。

与其他微机保护相比，距离保护有一定的特殊性，首先反映在采样中断服务程序上。因为微机型距离保护是采用计算故障线路阻抗来完成程序逻辑判断的一种保护，如果在单相接地故障后发展成两相接地故障，那么采样计算阻抗的变化必定要影响到保护其后的程序逻辑判断。所以在通用的采样中断服务程序中增加了相继故障的判断程序，如图 1-1-5 所示。

在图 1-1-5 中，有两个标志位 QDB 和 ZDB，它们起到对程序的切换作用。QDB 是启动标志位，ZDB 是振荡闭锁标志位，它们有以下四种状态：

（1）当 QDB=0、ZDB=0 时标志着系统正常运行。

（2）启动元件（DI1）启动后 QDB=1、ZDB=0，此时仍定时进入采样中断服务程序，但每次采样中断因 QDB=1，DI1 程序段被“旁路”而进入了相继故障判别（DI2），这还意味着距离保护的启动元件 DI1 启动后自保持。此时求和自检也停止了，一方面加快了保护动作，另一方面启动后如继续电流求和自检就可能受故障电流非周期分量影响使 TA 饱和而自检出错误报警。

（3）振荡闭锁时置 ZDB=1、QDB=0。这时 DI1 和 DI2 子程序均被旁路。这样就保证了振荡闭锁时，保护不被开放，达到闭锁 DI1 的目的。在振荡闭锁期间保护如需动作一律作

三跳处理，也就没有必要判相继故障了，因此 DI2 也被旁路。

(4) 在保护初始化时置 QDB=1、ZDB=1，即暂时退出采样外的所有其他功能，待开放中断后再置 QDB=ZDB=0，进入正常运行。

二、选相子程序原理

距离保护的故障处理程序逻辑的第一步是判别故障相，即选相。只有判定了故障的种类及相别，才能确定阻抗计算应取用什么相别的电流和电压，例如 BC 相故障取 I_{BC} 和 U_{BC} ，A 相接地故障取 U_A 和 $I_A + 3K_1 I_0$ 。显然只有故障相（间）的阻抗值才能反映故障距离，所以首要的是正确判别故障相。

在常规保护中，接地距离综合重合闸装置中设置了 3 个单相接地的选相元件，相间距离保护设有 3 个相间故障的选相元件。它们都是采用 3 个复杂的硬设备来实现选相功能，并且不能实现接地与相间故障的切换判别选相。为了实现高压线路的单相接地和相间故障判相，常规保护采用多套接地与相间保护装置并列运行，造成保护装置繁多而接线复杂，从而降低了保护的可靠性。微机距离保护在选相问题上利用相别软件切换原理彻底解决了上述困难，既能实现接地选相，又能实现相间故障选相。这种相别软件切换的方法还有一个优点，即对于两相接地短路，经判相后可按相间故障的方式计算阻抗，从而解决了两相接地时超前相的常规接地阻抗继电器定值超越的难题。

微机保护选相有许多方式，这里主要分析简单易行的相电流差突变量选相方式。相电流差突变量选相元件的原理是在系统发生故障时利用两相电流差的突变量的幅值特点来区分各种类型故障。下面讨论各种故障类型的两相电流差突变量幅值的特点。

先利用对称分量法的概念写出两相电流差的突变量的式子，如以 I_A 为基础相量，则有

$$\begin{aligned} \dot{I}_A &= \dot{I}_{A1} + \dot{I}_{A2} + \dot{I}_{A0} \\ \dot{I}_B &= \dot{I}_{B1} + \dot{I}_{B2} + \dot{I}_{B0} \\ &= a^2 \dot{I}_{A1} + a \dot{I}_{A2} + \dot{I}_{A0} \\ \dot{I}_C &= a \dot{I}_{A1} + a^2 \dot{I}_{A2} + \dot{I}_{A0} \end{aligned}$$

所以两相电流差及其突变量可表示为

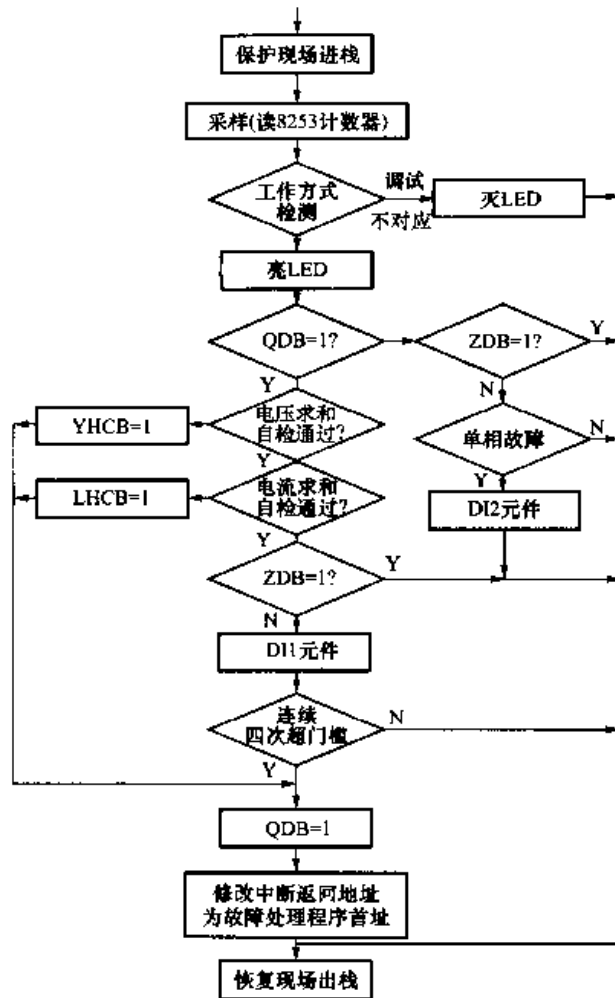


图 1-1-5 距离保护的采样中断服务程序

$$\dot{I}_A - \dot{I}_{B1} = (1 - a^2)\dot{I}_{A1} + (1 - a)\dot{I}_{A2}$$

$$\dot{I}_A = \dot{I}_{A1} + \dot{I}_{A2} + \dot{I}_{A0}$$

$$\dot{I}_B = \dot{I}_{B1} + \dot{I}_{B2} + \dot{I}_{B0}$$

下标 1、2、0 分别表示为故障的正、负、零序。还可以写出其他两相电流差突变量式

$$\Delta \dot{I}_{BC} = \Delta(\dot{I}_B - \dot{I}_C) = (a^2 - a)\Delta \dot{I}_{A1} + (a - a^2)\Delta \dot{I}_{A2}$$

最后按故障类型分别讨论幅值特点，有

$$\Delta \dot{I}_{CA} = \Delta(\dot{I}_C - \dot{I}_A) = (a - 1)\Delta \dot{I}_{A1} + (a^2 - 1)\Delta \dot{I}_{A2}$$

1. 单相接地短路

以 A 相接地短路为例， $\dot{I}_{A1} = \dot{I}_{A2}$ ，再将运算符 $a = e^{j\frac{2\pi}{3}}$ ，代入可得

$$|\Delta \dot{I}_{AB}| = 3 \times |\Delta \dot{I}_{A1}|$$

$$|\Delta \dot{I}_{BC}| = 0$$

$$|\Delta \dot{I}_{CA}| = 3 \times |\Delta \dot{I}_{A1}|$$

由此可见，单相接地短路的幅值最大特点是两非故障相电流差突变量为零。根据两相电流差的特点，画出单相接地（以 A 相接地为例）的相量图，如图 1-1-6 (a) 所示。两个非故障相电流可能和故障相电流相位相差 180° ，也可能同相，这决定于故障点两侧系统正序和零序阻抗分配系数。

2. 两相不接地短路

两相不接地短路（以 BC 相短路为例）时，有 $I_{A1} = -I_{A2}$ ，代入公式，得

$$|\Delta \dot{I}_{AB}| = |\sqrt{3}j\Delta \dot{I}_{A1}| = \sqrt{3}|\Delta \dot{I}_{A1}|$$

$$|\Delta \dot{I}_{BC}| = 2 \times \sqrt{3}|\Delta \dot{I}_{A1}|$$

$$|\Delta \dot{I}_{CA}| = \sqrt{3}|\Delta \dot{I}_{A1}|$$

可见，两相短路的幅值特征是两故障相电流差突变量绝对值最大，两故障相电流的相量图见图 1-1-6 (b)。

两相接地短路（以 BC 两相接地短路为例）的相量图见图 1-1-6，此时三种相电流差中仍然是两个故障相电流差最大，算法证明从略。

3. 三相短路

三相短路时，显然，三个相电流差的绝对值均相等，证明及相量图从略。从以上分析可见，只要比较两相电流差的突变量的最大和最小绝对值，就可以很容易判断故障类型，即可以选出故障相别。具体可得出简易判别式，式中的大、中、小是三个相电流差突变量绝对值按大小排序。

$$|大 - 中| \ll |中 - 小|$$

当满足上式时，可判断为单相接地故障，且最小的两相电流差值是两个健全相的，另一相必是故障相。当不满足上式时，最大值的两相是两个故障相。为了进一步区分是否是两相

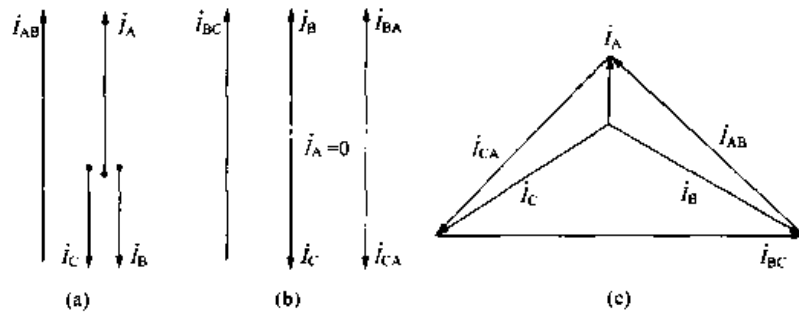


图 1-1-6 各种故障类型的相量图

(a) 单相接地相量图；(b) 两相短路相量图；(c) 两相接地短路相量图

接地短路，通常利用零序电压超定值来判断。

在微机保护中，上述选相原理的故障判别程序流程图如图 1-1-7 所示。

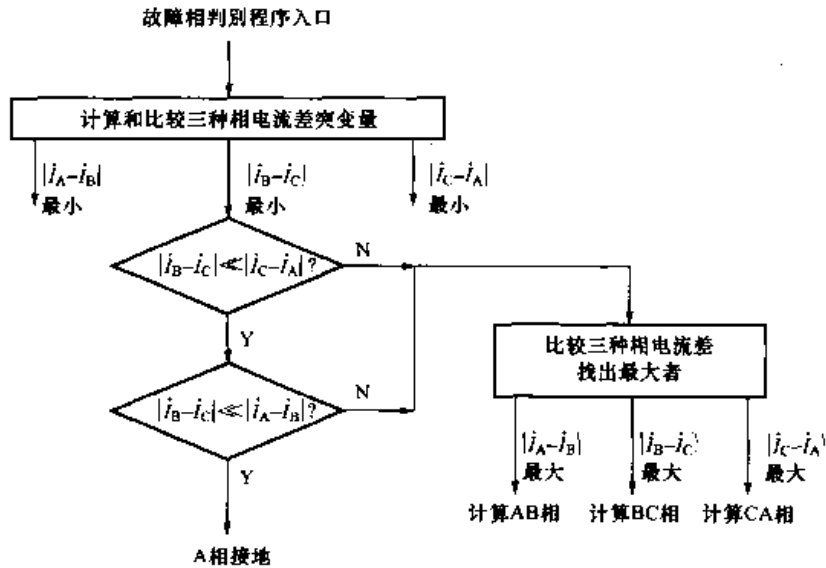


图 1-1-7 故障相判别程序流程图

判别开始先计算三个电流差突变量绝对值 $|\Delta I_{AB}|$ 、 $|\Delta I_{BC}|$ 、 $|\Delta I_{CA}|$ 。当计算出这三个量基本相等，且大于某定值时，可判三相短路，否则对该三个量进行比较，先找出最小值然后按以上判据式判断是否单相接地，如不是，则找出最大值，再通过零序电压超定值判断是否接地来区分两相接地或两相短路故障。

三、阻抗元件动作特性

阻抗元件的主要程序功能是阻抗计算，配合低通数字滤波器计算出故障点至保护安装处的感受电抗 X 和电阻 R 值，再同整定值比较以确定是否在区内。阻抗元件也可以采用其他算法计算阻抗，但应指出计算感受电抗和电阻分量的方法。其阻抗动态特性有较好的躲过系统振荡能力和提高保护允许过渡电阻的能力，使得阻抗元件有条件方便地实现多边形的动作特性。阻抗动作特性图如图 1-1-8 所示。图 1-1-8 中第二象限的边界线倾斜 15° ，是为了保证

线路发生金属性短路故障时保护可靠动作，该边界线长度由保护区 X 定值决定。为了克服线路末端故障过渡电阻的影响，使多边形与实轴相交 $45^\circ \sim 60^\circ$ ； α 值的选择原则应以躲线路末端故障的越线现象为准，通常选 $\tan\alpha=1/8$ 。为保证出口经过渡电阻短路能可靠动作，第四象限边界线应向下倾斜 15° 。

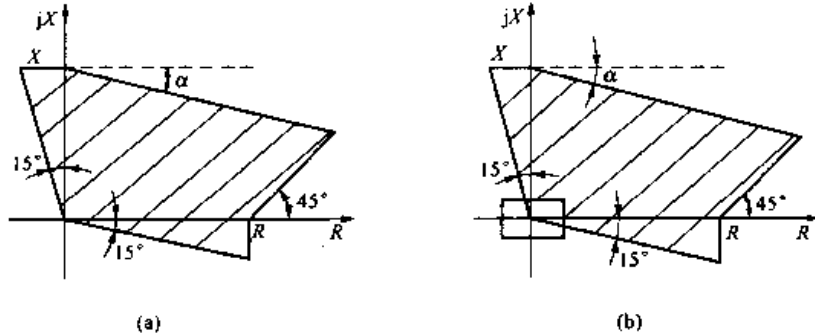


图 1-1-8 阻抗动作特性图

(a) 多边形阻抗特性；(b) 带偏移的阻抗特性

这种多边形阻抗特性在常规距离保护中也出现过，但微机保护采用软件算法实现起来就十分方便，其整定调整也很容易。此时 R 和 X 可以独立整定，以满足长线路和短线路的不同要求。如对短线路由于定值较小，容易受过渡电阻的影响，因此可以加大 R/X 比值，增强其允许过渡电阻的能力。对长线路，其过渡电阻影响小，主要问题是正常运行时要躲过负荷阻抗，则通过减小 R/X 比值调整多边形阻抗特性边界线，以避越负荷阻抗。因此在这类距离保护整定值清单中有一项 R/X 比值，可以根据需要选定。

微机保护实现多边形阻抗特性还提高了保护躲系统振荡的能力。相间和接地阻抗特性中，I 段～III 段电阻分量的整定值都是公用的，但有两个不同的整定值，即 R_1 （大值）和 R_2 （小值），程序将根据不同的场合自动选用大值和小值。例如在振荡闭锁状态下取 R_2 ，以提高躲振荡能力，避免保护误动。而第一次故障，即测量元件短路开放时，取 R_1 值以提高允许过渡电阻的能力。在这类微机距离保护整定清单中列有 R_2 和 R_1 整定值。

微机保护实现保护附加特性十分容易，只需要增加一些软件功能，然后按一定的逻辑关系插入原程序即可。例如出口短路时由于电压为零， X 和 R 的计算值均将接近于零，其符号不能正确代表短路方向。为此可以利用微机保护的记忆功能，调用故障前一周的电压同故障后电流进行比相。如是反方向，就经延时后转入振荡闭锁程序模块（ZDBS）；如是正方向，就可利用图 1-1-8 (b) 的偏移特性判断是否态区内。这种偏移特性是在图 1-1-8 (a) 的方向特性基础上叠加一个小矩形，构成“或”的逻辑关系，从而使动作特性包括了原点，保证了正向出口故障时可靠动作。增加了偏移特性还能适应电压互感器接在线路侧对保护的要求。例如当手合或重合至保护出口三相永久性短路故障时，由于电压全零，又无记忆作用，这时三段带偏移特性才能满足加速 III 段跳闸的需要。

偏移特性矩形的 X 和 R 值是由保护软件内部确定的，虽然每段的偏移 X 和 R 值不相同，但都是以每段各自的 X 和 R 值为基准自动选取确定的，并受到最大反向特性的限制，不需要在整定中人为选择。

四、距离 I 段快速动作程序逻辑框图

距离保护的故障处理程序主要有三个组成部分：手合及 I 段快速跳闸部分；II、III 段延时动作部分；跳闸及后加速部分。距离保护 I 段快速动作程序逻辑框图如图 1-1-9 所示。

程序首先根据中断服务程序自检标志位 LHCB、YHCB 判断采样的 I 、 U 是否出错。程序的逻辑判断是从选相元件判断故障类型及故障相别开始的，即先选相后计算故障相阻抗。如果是手合，就要检查计算的阻抗值是否在偏移矩形和 III 段范围内。为了防止手合断路器三相不同期合闸，先合相有电容电流引起误判故障相，所以手合需经延时并要计算 6 种故障类型 (Z_{AB} 、 Z_{BC} 、 Z_{CA} 、 Z_{AO} 、 Z_{BO} 、 Z_{CO}) 才能最终做出正确判断。如果不是手合，通过调前一周的电压与实时电流比相，判断方向。正向时，如检查计算阻抗是在偏移矩形及一段范围内即去选跳。这样做出的跳闸判断十分迅速。凡不是正向或手合时阻抗值不在偏移矩形和 III 段范围内的情况，均进入振荡闭锁模块，进一步判断是否系统振荡。如果是正向但不在 I 段范围内，又不是单相接地时才能转入相间 II、III 段延时动作的程序逻辑判断部分。

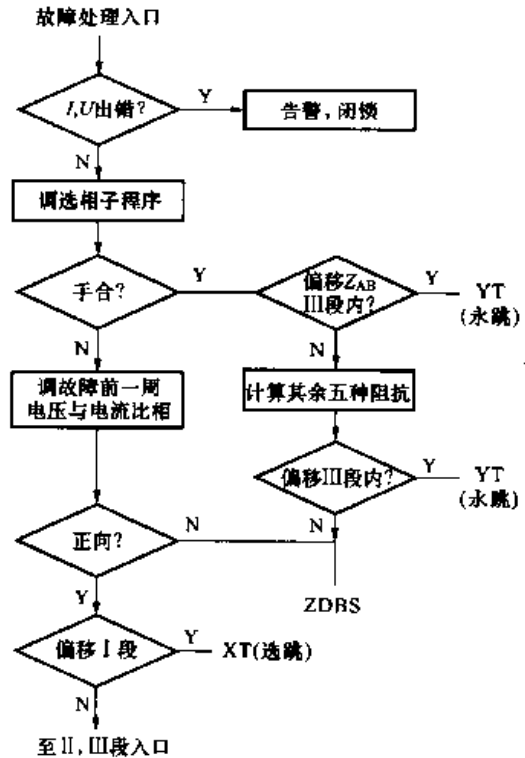


图 1-1-9 距离保护 I 段快速动作程序逻辑框图

五、单相接地与相继故障判别程序逻辑框图

(一) 相继故障判别

所谓相继故障就是单相接地故障发展为相间故障，即在程序中判单相故障后两个健全相又相继发生故障。启动元件 DI1 采用相电流差突变量超定值来判单相故障。显然，可以用两个健全相相电流差突变量来判断相继故障 (DI2)。判据类似于启动元件，但仅如此还是不够的，还必须经原健全相的 3 个阻抗元件计算来严格把关，才能判为发展性故障。例如选相元件判 A 相单相接地，但不在 I 段范围内，此后又发展为健全相 B 和 C 相故障，则可以通过计算 Z_B 、 Z_C 、 Z_{BC} 三种阻抗，只要任一种阻抗在偏移 II 段 III 段范围内，即可确定为故障已发展为相间故障，其程序逻辑

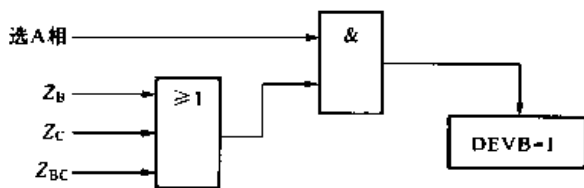


图 1-1-10 A 相故障后 BC 相相继故障判别程序原理 (DI2)

如图 1-1-10 所示。

(二) 相继故障距离 II、III 段程序逻辑原理

实际上，在 II、III 段的延时过程中是在不断复算阻抗，延时循环之中，其程序逻辑框图如图 1-1-11 所示。在复算和延时的时间里，每进入采样中断服务程序就要检测 DI2 是否动



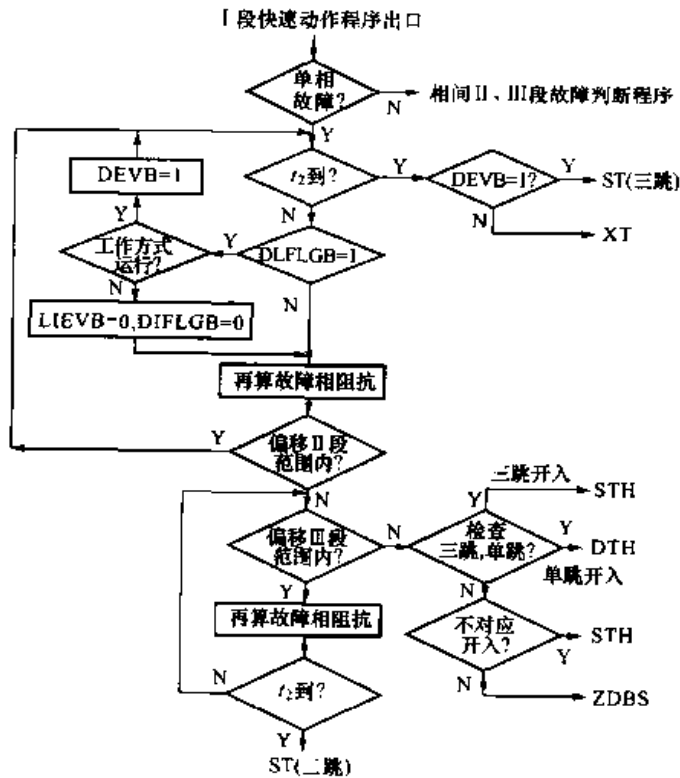


图 1-1-11 距离二、三段程序逻辑图

跳，断路器的辅助触点或这些保护的开出触点输入给距离保护。如检查到已有单跳或三跳开入、不对应开入，则程序就进入单跳后或三跳后的程序流程。

六、系统振荡的判断与振荡闭锁程序逻辑框图

(一) 系统振荡概述

电力系统的振荡大致可以分为两种情况：一种是静稳破坏引起系统振荡，另一种是由于系统内故障切除时间过长，导致系统的两侧电源之间的不同步而引起的系统振荡。系统振荡时距离保护的感受阻抗轨迹如图 1-1-12 所示。从图中可见系统振荡时感受阻抗相量可能穿过距离保护的动态阻抗特性区域，距离保护有可能动作，但是由于系统振荡周期不长，并且由于现代化自动装置的采用，系统振荡的两侧电源可以自动拉入同步状态，使振荡停止。因此在系统振荡过程中，只要不发生任何故障，就不应使保护动作于跳闸。显然，距离保护在单纯性的系统振荡中的动作是误动作。为了避免这种误动作，距离保护应设置振荡闭锁元件。

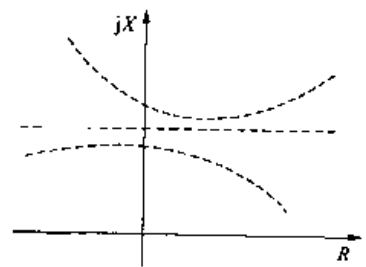


图 1-1-12 系统振荡时距离保护感受阻抗轨迹示意图

(二) 静稳破坏的判据及其检测程序框图

系统静稳破坏大致上有两种原因：一种是系统的有功功率储备不足，一旦系统中有个扰动，系统就很可能进入不平衡状态而失步，使系统发生振荡；另一种是大型机组突然失磁，导致失步引起系统振荡。这两种原因引起的失步过程是缓慢的，反映两相电流差突变量的 DI1 启动元件在失步的初期是不会启动的，但当两侧电源电

作，一旦动作就立标志位 $DIFLGB=1$ ，表示发生了相继故障。当检测到相继故障就转入计算两个非故障相的三种阻抗是否在 II 段范围内，如果在 II 段范围内就立标志位 $DEVB=1$ ，表示确实相继故障，再循环等待 5s 延时间到，进入三跳和选跳程序；如果没发生相继故障，再计算原故障相阻抗是否在偏移 II 段内，如果在 II 段范围内则返回循环等待 t_2 延时间到，去选跳故障相或三跳。故障如在三段范围内，在等待 t_3 延时间内反复计算故障相阻抗，直到 t_3 延时间到后去三跳。

如果故障未发展为相继故障，也不在偏移 II 段及 III 段范围内，那么就进入检查单跳或三跳开入及不对应开入的程序。因为在 II 段和 III 段的延时过程中其他保护有可能动作，如高频保护或零序保护动作并发生单跳或三

动势角度在 180° 附近时, 却可能因振荡电流很大使 TA 饱和造成 DI1 误启动。此时如开放 I、II 段阻抗元件就可能会造成误跳闸。

据此, 距离保护的软件有必要设置静稳破坏检测元件。它是由一个反映 BC 相的 III 段阻抗元件和反映 A 相电流的按躲过最大负荷电流整定的电流元件构成的。实际上 BC 相 III 段阻抗元件是按躲过最小负荷阻抗整定的, 其灵敏度很高, 因此在过负荷时这个 III 段阻抗元件可能也会动作。所以为了区分静稳破坏和过负荷, 另加了一个时间判据, 即这两个元件 30s 不返回就判为过负荷, 30s 内阻抗 III 段和电流元件均返回, 则判为静稳破坏, 程序即转入振荡闭锁模块。

在专用自检程序中, 除要检测采样中断服务程序的 TA 和 TV 求和自检的信号外, 最主要的还是检测静稳是否破坏。如果静稳破坏就置标志位 $ZDB=1$, (从而闭锁 DI1 启动元件) 并在驱动 KST (为振荡期间区内再发生短路故障做好开放保护的准备) 后转回专用自检入口继续循环, 直到 30s 后静稳检测两元件仍未返回就报过负荷信号。如在 30s 内两元件均返回, 而 $ZDB=1$, 说明静稳破坏即转去 ZDBS 程序, 否则再回到主程序自检循环首端 CX。

值得注意的是, 在进入振荡闭锁程序时立即置 $ZDB=1$ 、 $QDB=0$, 振荡期间进入定时采样中断服务程序时, DI1 启动元件被旁路, 也就是不再检测 DI1 启动元件, 确保了 $QDB=0$ 。只要振荡期间不再发生故障, 保护就不可能因振荡而进入故障处理程序, 达到了闭锁保护的目。

(三) 振荡与短路故障的区分

在系统发生振荡时, 又发生短路故障的机率虽然不多, 但万一发生, 应要求保护能可靠地动作于跳闸。这就要求保护能很好地区分振荡和短路故障。但是在常规距离保护中, 对振荡闭锁后再发生故障, 保护因不能正确区分振荡与故障, 只能以 III 段延时跳闸。这个问题在微机保护中得到了彻底解决。

微机保护能有效地区分振荡和短路故障是因为该保护在振荡期间仍然在不断地计算感受阻抗并监测其变化。其原理是系统振荡时保护装置的感受阻抗的电阻分量变化较大, 变化速率取决于振荡周期。而被保护线路短路时, 感受阻抗的电阻分量虽然因弧光放电而略有变化, 但分析计算表明, 其电弧电阻变化速率远小于振荡所对应的电阻变化速率。这一点可从图 1-1-12 的感受阻抗轨迹图看出来, 振荡时 R 分量的变化幅度较大, X 变化量较小。

据此原理, 距离保护对振荡闭锁期间又发生短路故障的判据是:

(1) 发生故障时感受阻抗的模值必定有一个突变量

$$|\Delta Z| = |Z(K) - Z(K-1)| > 8 \times D_R$$

式中 D_R 值是在判断的 0.2s 时间内, 感受阻抗的电阻分量基本不变的整定值, 该值在整定清单上列出。

(2) 以后的持续 0.2s 时间内感受阻抗的电阻分量基本不变 (小于整定的 D_R 值)。这里所述的 0.2s 实际上是在距离保护振荡闭锁程序里循环 4 次的时间。

(3) 突变后阻抗值在一段范围内。

在振荡闭锁期间, 凡满足以上 3 个判据时, 不选相作三跳处理。

(四) 振荡停息判据

无论是静稳破坏还是故障发生后系统振荡, 保护振荡闭锁后系统振荡停息时必须整组复归, 以便以后运行再次判断故障、振荡。而整组复归的条件就是振荡停息。判断振荡停息的判据是以下三类元件均持续 4.5s 不动作。

- (1) 6 种阻抗元件的Ⅲ段阻抗元件。
- (2) 按静稳破坏电流 (I_{set}) 整定的 A 相电流元件。
- (3) 按辅助零序电流 (I_{04}) 整定的零序电流元件。

只要以上任一条件不满足，就在振荡闭锁程序中继续循环计算判据。

(五) 振荡闭锁程序逻辑原理

振荡闭锁期间，一方面不停地检测是否发生短路故障，另一方面又在不停地检测振荡是否已停息，只要振荡未停息，就在振荡闭锁程序中不断地循环、不停地检测。距离保护振荡闭锁程序逻辑简图如图 1-1-13 所示。

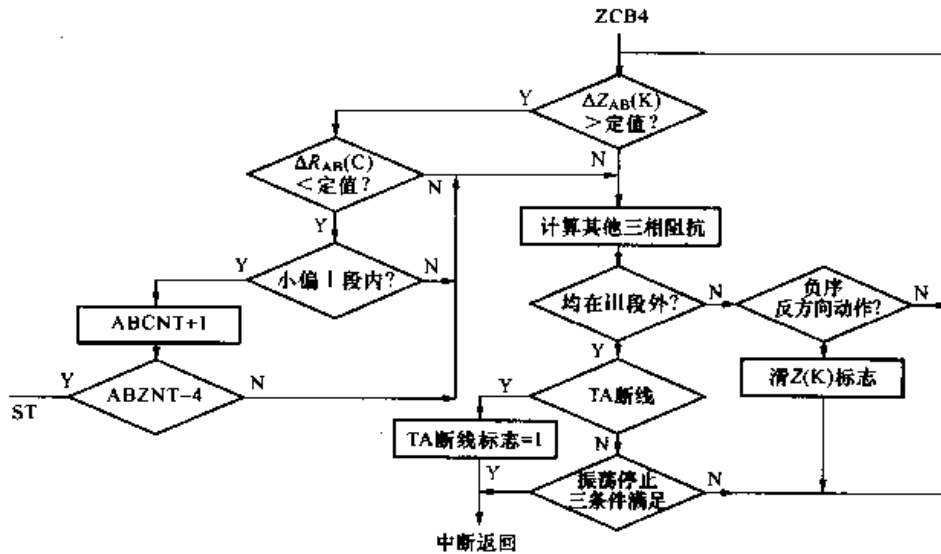


图 1-1-13 距离保护振荡闭锁程序逻辑简图

该程序段中有一个反方向动作的负序功率方向元件，是用于振荡闭锁期间发生出口短路的方向判据。由于振荡期间用故障前一周的振荡电压与实时电流比相的记忆方法是不可靠的，因此用负序方向元件来检测不对称故障时的方向性是比较可靠的方法。

进入振荡闭锁循环入口 ZDB4 时，程序首先检查是否发生故障，必须检查 6 个阻抗元件的感受阻抗的突变量 ΔR 是否小于整定值。如 ΔZ 超定值，而 ΔR 小于定值，那么肯定是发生短路故障了。然后再检测是否在小偏移一段范围内（即 R_s 的偏移 I 段范围）。如连续 4 次（振荡后故障标志加 1 等于 4，相当于延时了 0.2s） ΔR 均小于定值，且负序反方向元件均不动作，可判区内短路故障，三跳出口。如果负序反方向元件动作即清标志位，保证了振荡闭锁保护的要求。最后在检测满足振荡停息的三个条件后整组复归，即跳出振荡闭锁程序循环，回到主程序去自检循环。

第四节 微机零序保护程序逻辑原理

一、微机型零序电流方向保护概念

(一) 保护电流元件的配置

零序电流方向保护是反应大接地电流系统的线路发生接地故障时，零序电流分量大小和

方向的多段式电流方向保护。在我国大接地电流系统线路上都装设了这种接地保护装置，这种保护是大接地电流的基本保护。

微机型零序电流方向保护与常规的零序电流方向保护一样，遵循国家“四统一”的设计要求，因此在许多基本原则与常规的零序电流方向保护相一致。保护的零序电流元件具体可按如下配置：全相时设置4个灵敏段，即灵敏Ⅰ段、Ⅱ段、Ⅲ段、Ⅳ段；非全相时设置两个不灵敏段，即瞬时动作的不灵敏Ⅰ段和带延时的不灵敏Ⅱ段。

（二）零序保护整定原则及其作用

1. 零序灵敏Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ段的整定规则

所谓零序灵敏段是按如下方式整定的，零序Ⅰ段：躲过下一条线路出口处单相或两相接地短路时可能出现的最大零序电流 $3I_{0\max}$ 。零序Ⅱ段：其启动电流首先考虑和下一条线路零序电流一段相配合，并带有高出一个 Δt 的时限，以保证动作的选择性。零序Ⅲ段：其启动电流原则上按躲过下一条线路出口处相间短路时所出现的最大不平衡电流 $I_{\text{unb,max}}$ 来整定，同时还必须要求各保护之间在灵敏系数上要逐级配合，即本保护零序Ⅲ段不超过相邻线路上零序Ⅲ段的保护范围。

2. 零序Ⅳ段的整定原则及其作用

根据四统一设计的微机零序电流方向保护还设置有零序Ⅳ段。虽然三段式零序电流方向保护对于一些电力系统可以满足要求，但对于不同电压等级电力网和各种重合闸方式的不同要求，这种单纯三段式零序电流方向保护很难满足要求。对于旁路断路器上的保护而言，由于它要代替的线路保护较多，为了运行方便，一般也要求多设几段。为此，在微机零序电流方向保护装置内设置了一个附加零序电流元件 I_{04} 和时间元件 T_{04} ，该附加段就是零序电流Ⅳ段。实际上，零序Ⅳ段的保护区域已进入了区外范围，它是作为相邻线路的远后备保护，以及保证本线经较大的过渡电阻接地仍有足够灵敏度，其定值一般整定得较小，需经 $3U_0$ 突变量闭锁，防止 TA 断线误动。在线路重合过程中非全相运行时，在较大负荷电流的影响下，非全相零序电流有可能超过其整定值而引起保护动作，因此零序Ⅳ段时间元件的整定必须使保护躲过重合闸周期。由于零序Ⅳ段定值低，有足够高的灵敏度，在微机保护中常用该段整定值作为保护的零序辅助启动元件，它与相电流差突变量元件一起担负保护启动的功能。

3. 零序不灵敏Ⅰ段的整定原则及其作用

当零序电流方向保护与三相重合闸配合时，不灵敏Ⅰ段（IN1）的整定原则是躲过断路器三相触头不同期合闸时所出现的最大零序电流 $3I_{0.br}$ 。由于线路后重合的一侧断路器合闸不同期造成瞬时性（不超过 100ms）非全相运行，将产生较大的零序电流，因此设置不灵敏Ⅰ段可实现快速切除重合或手合于严重接地故障。而灵敏Ⅰ段必须在重合闸时带延时 0.1s 才能躲过这种非全相运行出现的零序电流。目前微机高压线路的零序电流方向保护在与三相重合闸配合使用时都设置有两个Ⅰ段，灵敏Ⅰ段按躲过线路末端的接地故障整定，重合闸时带 0.1s 延时；不灵敏Ⅰ段按躲过非全相运行整定不带时限。在与综合重合闸配合使用时零序电流方向保护同样也设置两个Ⅰ段，灵敏Ⅰ段仍按躲过线路末端接地故障整定，但单相重合闸期间因其整定值及时限一般躲不过非全相运行时的零序电流，因此该期间均退出运行。在该期间不退出运行的不灵敏Ⅰ段按躲过单相重合闸周期内非全相运行时的最大零序电流整定，并不带时限。此段与相邻线路Ⅱ段零序电流保护相配合，是相邻线路后备保护逐级配合

整定的基础段。

4. 零序不灵敏 II 段的整定原则及其作用

在与综合重合闸相配合时，还设置有带时延的不灵敏 II 段。设置不灵敏 II 段是为了在单相重合闸周期内使其与相邻线路的 II 段或 III 段配合好。以改善相邻线路后备段的整定配合条件，如图 1-1-14 所示。设置了不灵敏 II 段后，相邻线路的 II 段及 III 段的整定都可以与它 (IN2) 配合，否则相邻线路的 II 段只能同本线路的不灵敏 I 段 (IN1) 配合，相邻线路的 IV 段则需与本线路的重合闸后的 III 段配合。在本线路比较短或运行方式多变时相邻线路零序电流保护灵敏度往往很难与其配合。显然，设置了不灵敏 II 段后，相邻线路零序电流 II、III 段的整定就显得较灵活。

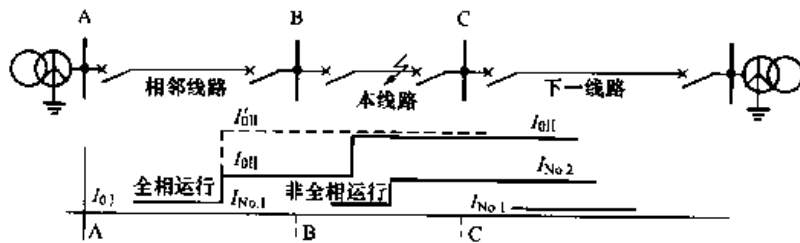


图 1-1-14 短线路的不灵敏 II 段与相邻线路的后备段相配合

二、零序电流方向保护的采样中断服务程序

零序电流方向保护与其他微机保护的采样中断服务程序相同，均有电压求和自检和电流求和自检及相电流差突变量启动元件 DI1。零序电流方向保护的采样中断服务程序中最突出的问题是通过 $3U_0$ 突变量元件来实现闭锁保护。零序保护采样中断服务程序逻辑框图如图 1-1-15 所示。由于线路接地故障和 TA 断线都将使保护采样值超过 $3I_0$ 定值，为了区分接地故障和 TA 断线，可以利用 TA 断线时无零序电压 $3U_0$ 这一特征。但在正常运行时 $3U_0$ 的工频不平衡分量较大，仅利用 $3U_0$ 来区分接地故障和 TA 断线还是不可靠的。

所以在保护采样中断服务程序中采用了 $3U_0$ 突变量元件 $\Delta 3U_0$ 来鉴别，其动作门槛值固定为 $2V$ 有效值。在 $\Delta 3U_0$ 超定值时置标志位 $VQDB=1$ ，以便在保护故障处理程序中用于开放零序功率方向元件，如 $\Delta 3U_0$ 未超定值，置 $VQDB=0$ 并闭锁零序功率方向元件，则保护进入全相循环流程中将进一步判断是否 TA 断线。

在零序保护采样中断服务程序中，没有检测故障发展的 DI2 元件，零序保护也无需振荡闭锁，因此只有一个启动标志位的程序流程切换，分为启动前、启动后两种状态。启动元件启动前

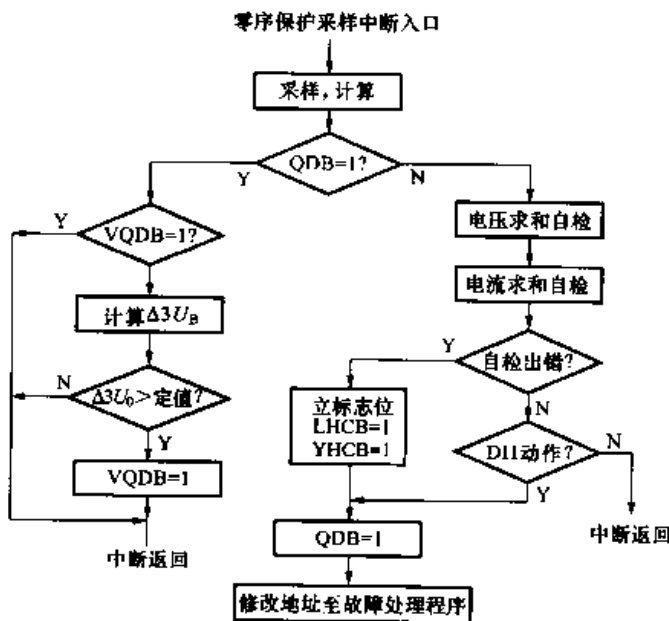


图 1-1-15 零序保护采样中断服务程序逻辑框图

($QDB=0$) 投入电流和电压求和自检及相电流差突变量启动元件 DI1, 启动后 ($QDB=1$) 退出求和自检和启动元件, 投入 $3U_0$ 突变量元件。从流程框图可看出, $3U_0$ 突变量元件在启动元件动作后才投入。动作后置 $VQDB=1$, 以后就不再检测 $\Delta 3U_0$, 这相当于 $3U_0$ 突变量元件自保持, 直至整组复归时才清 $VQDB=0$ 。

三、零序保护专用自检程序

零序保护专用自检循环程序中分为零序辅助启动元件及 TA 二次断线检测部分。与距离保护最大不同是零序保护不设静稳破坏检测元件, 这是因为系统振荡总是三相对称的, 对零序保护没有什么影响。零序保护的专用自检循环程序逻辑框图如图 1-1-16 所示。

在专用自检程序中, 电压求和自检正常情况下, 标志位 $YHCB=0$, 以后的程序流程中功率方向元件均用自产 $3U_0$ 。在电压求和自检异常后置标志位 $YHCB=1$, 则改用来自开口三角形的 $3U_0$ 可使保护免受 TV 断线影响。

零序保护的启动, 除在采样中断服务程序中设置 DI1 元件作为相电流突变量启动元件外, 在专用自检程序中还设置了零序电流启动元件, 它的判据是 $3I_0$ 大于 I_{01} 、 I_{02} 、 I_{03} 、 I_{04} , 启动时 $QDB=1$ 并驱动 QDJ。

图 1-1-16 中, 标志位 JWYB 为失压标志。

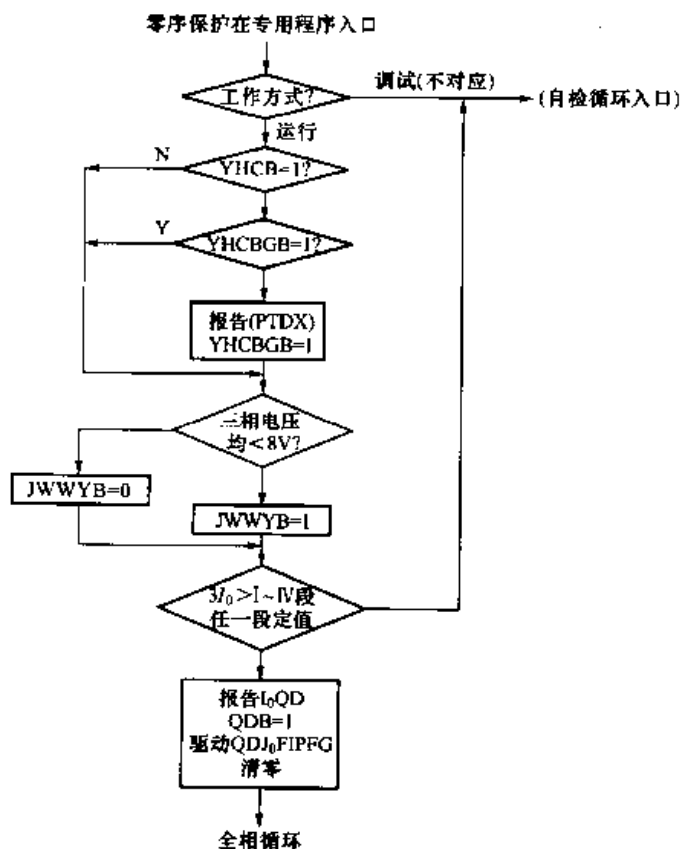


图 1-1-16 零序保护的专用自检循环程序逻辑框图

四、零序保护故障处理程序原理

零序保护逻辑程序可分为三个模块: 快速动作部分、全相循环和非全相循环模块。这是根据零序保护的特点而设计的。任何一种高压线路保护都要求快速处理 I 段范围内的严重故障, 所以零序保护与距离保护一样配有快速动作部分程序模块。如果故障不在 I 段范围内就首先进入全相循环程序模块。当保护与综合重合闸相配合, 在单相重合闸期间程序才有可能进入非全相循环模块。如果保护采用三相重合闸方式, 则程序只在全相循环程序中循环处理。

(一) 快速动作部分程序逻辑原理

零序保护快速动作部分程序逻辑框图如图 1-1-17 所示。

这部分程序与距离保护相类似, 首先调判相子程序, 将结果记录在判相标志 FTPFG 中, 以供后续程序选跳 (XT) 用。零序保护判相于程序原理同距离保护。判相子程序很重要, 利用判相元件选相选跳, 可以不经其他综合重合闸装置而独立选跳出口。

为了保证保护能快速动作, 首先进行粗算, 为了保证保护动作的可靠性, 将粗算结果乘

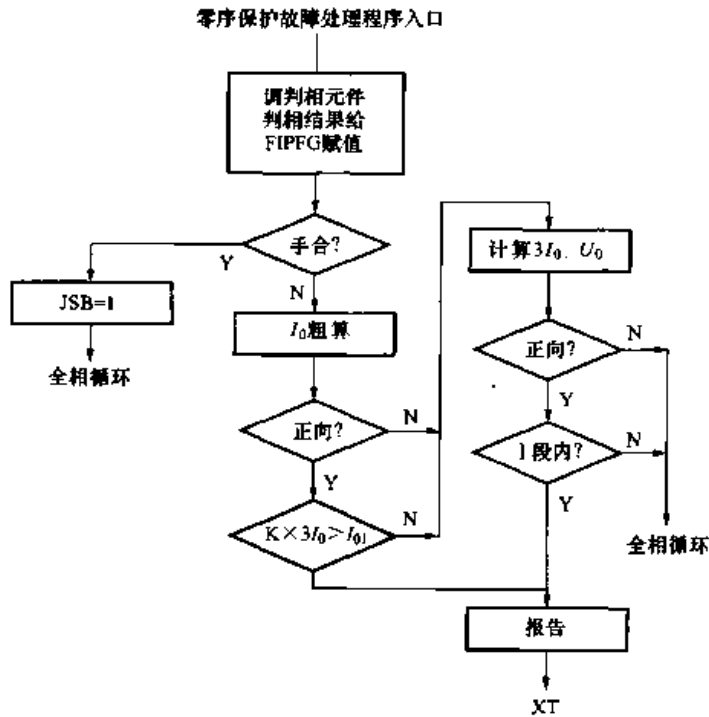


图 1-1-17 零序保护快速动作部分程序逻辑框图

以一个小于 1 的可靠系数以后才同灵敏 I 段的定值比较。如在 I 段正向范围内，即可快速进入选跳程序。如不在动作范围内就允许再进行一次精算，精算需要花 30ms（而粗算只需 16ms 时间）。精算结果如确定在 I 段范围内即去选跳，这样可以在误差范围内尽量选出 I 段末端临界动作状态下的故障。如确定不在 I 段范围内转入全相循环程序模块。

手合时先置加速标志 $JSB=1$ ，然后转入全相循环。手合于故障时灵敏 I 段要带 0.1s 延时，以躲开断路器三相不同期所产生的短路零序分量。

(二) 全相循环程序逻辑原理

1. 全相循环及其功能

全相循环是指在全相运行状态

下，保护启动后程序进入不断计算及延时循环、逻辑判断的过程中。

在全相循环过程中应具有如下功能及要求。

(1) 零序 I、II、III 及 IV 段的检测判断功能。除此之外，程序在全相循环中还设置了不灵敏 I 段，这是因为灵敏 I 段在手合后要带 0.1s 延时，以躲过三相不同期合闸出现的较大零序电流。在这个延时期内应由不灵敏 I 段保护实现快速切除重合及手合接地故障。

(2) 检测其他保护跳闸功能。在全相循环中，其他保护如距离、高频等保护可能动作跳闸，如检测到其他保护跳闸则需立即进入跳闸后的后加速程序处理。除此之外，还可能检测到位置不对应开入，也需要作进一步处理。

(3) 手合及重合闸后加速功能。当手合至故障线路保护立即作加速跳闸处理并且不允许重合闸。故障跳闸后投入重合闸后加速功能。

(4) 经接地阻抗元件把关，实现接地阻抗元件闭锁零序电流保护功能。目前电力网中短线路及自耦变压器日渐增多，一方面长短线路之间的零序电流保护较难配合，另一方面零序网络日趋复杂，为了保证零序电流 II、III 段保护的可靠动作，采用接地阻抗元件把关闭锁零序电流 II、III 段，这样对于改善接地保护性能具有明显的优越性。

(5) 整组复归功能。整组复归的条件是全相循环中检测到各段电流元件持续 4s 均不动作。如果任一电流元件持续 12s 不返回，则认为 TA 断线并告警。

2. 全相循环程序逻辑框图

零序保护全相循环程序逻辑框图如图 1-1-18 所示。程序入口首先检测标志位 $VQDB=1$ ，在采样中断服务程序中采用 $\Delta 3U_0$ 突变量来区分接地故障和 TA 断线，接地故障时 $\Delta 3U_0$ 大于定值，置标志位 $VQDB=1$ ，这是 11 型零序保护的一个特点。所以 $VQDB=1$ 时去完成

手合、重合闸后加速及接地故障处理，当 $VQDB=0$ 时转去检测 $CTDX$ 。在零序电流 II、III 段检测前插入接地阻抗元件把关的程序，实现了接地阻抗元件闭锁零序电流保护，这也是该程序的一个重要特点。应当指出，经接地阻抗元件闭锁零序保护未动作的流程出来，其零序电流元件可能已经动作了，因此必须进一步检测是否 TA 断线。

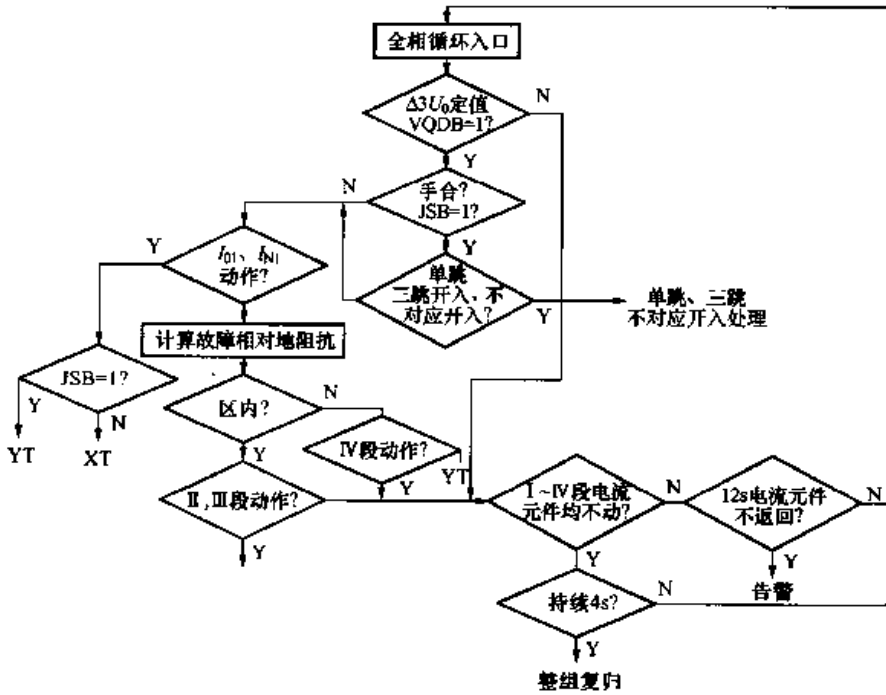


图 1-1-18 零序保护全相循环程序逻辑框图

(三) 非全相循环程序逻辑原理

非全相循环是指在与综合重合闸相配合时，单跳后进入非全相运行期间，此时程序流程为非全相对应循环阶段。在非全相循环期间不断地计算检测判断延时循环，并完成如下功能。

(1) 不灵敏 I 段和不灵敏 II 段的检测判断功能，超定值时，做永跳 (YT) 处理。

(2) 其他保护三跳的检测功能：单跳后如发现其他保护三跳，进入三跳后 (STH) 程序。

(3) 监视故障相电流，等待重合闸并后加速。通过监视故障相电流是否大于 I_{WI} (无电流定值)，判断重合闸动作与否。如重合闸动作，置后加速标志 $JSB=1$ 。

零序保护非全相循环程序逻辑框图如图 1-1-19 所示。

单跳后进入非全相运行，在此期间程序有足够的时间对零序电流和电压作精细计算。如果计算的自产 $3I_0 > IN1$ (不灵敏 I 段零序电流定值)，即去三跳 (ST)；如果 $3I_0 > IN2$ (不灵敏 II 段零序电流定值)，则经延时 0.5s 作三跳处理。当 $3I_0 < IN2$ 时，监视故障相电流 I_{ph} ，当 $I_{ph} > I_{w1}$ 时，表明已重合，即置 $JSB=1$ 重新进入全相循环逻辑判断；如 $I_{ph} < I_{w1}$ ，表明仍然在非全相运行状态，只要计时未达到 5s，就一直循环检测，定时进入采样中断服务程序，并循环精算 I_0 和 U_0 检测非全相运行期间是否又发生故障。这就是保护在非全相运行状态下循环检测的基本逻辑。

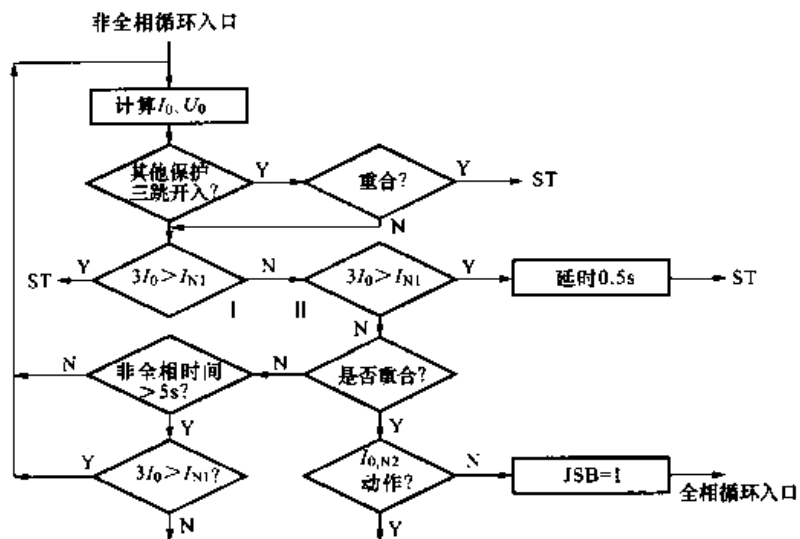


图 1-1-19 零序保护非全相循环程序逻辑框图

第五节 微机高频保护的程序逻辑原理

一、高频方向保护概念

(一) 对高频方向保护的基本要求

根据“四统一”的设计要求，高频方向保护应有独立的出口跳闸回路。因此高频方向保护应设置有高频距离和高频零序方向保护，由它们分别独立完成高压线路的相间故障和单相接地故障的保护。其中方向元件即方向阻抗和零序方向元件都应独立，不依赖于其他距离保护的方向阻抗元件和接地保护的零序方向元件。高频方向保护还应有独立的选相元件，以选择相间和接地故障的相别。由于方向阻抗元件在系统振荡时可能误动作，所以要设有振荡闭锁元件，而零序方向元件不怕振荡，不需要振荡闭锁。但要防止在环网或双回线路区外故障（L-3 线路 k 点）切除时，零序功率倒向引起（如图 1-1-20 所示）L-1 线路 B 侧保护改正向，而 A 侧改反向来不及发信，造成 B 侧保护误动作。高频闭锁方向

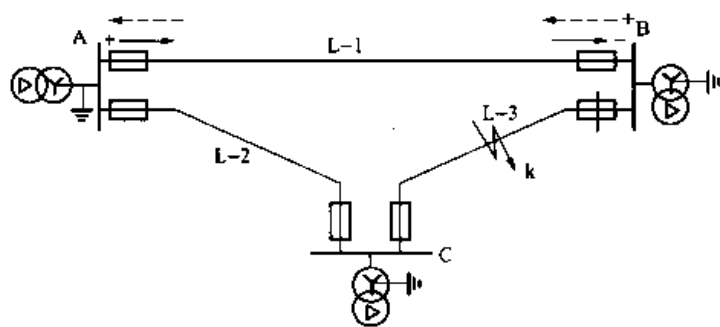


图 1-1-20 区外故障切除后零序功率倒向示意图

保护的启动元件有两个任务：一是启动后解除保护的闭锁，二是启动发信回路，因此要求启动元件灵敏度足够高，以防止故障时不能启动发信。

根据以上分析，微机高频方向保护应有如下几个特点。

根据以上分析，微机高频方向保护应有如下几个特点。

- (1) 由高灵敏的、反应故障量的相电流差突变量启动元件快速启动保护。
- (2) 相间故障采用方向阻抗元件判别方向，单相接地故障采用零序功率方向元件判别方向。

(3) 高频距离保护在第一次故障开放 100ms，如不动作即进入振荡闭锁。

(4) 高频零序保护不需经振荡闭锁。但为防止环网中区外故障切除后零序方向元件倒向的误动作，在第一次故障初开放 60ms，如不出口，以后再动作需带 60ms 延时。

(5) 高频闭锁保护有独立的选相元件，故障时首先选出故障相，如果是相间故障就转向相间故障处理程序；如果单相接地故障就转向接地故障处理程序。

(6) 单相接地故障发展为相间故障时，由发展性故障判别元件检测。单相故障切除后进入非全相时，高频距离和高频零序均退出，如健全相再故障，则由发展性故障判别元件加阻抗确认的方法瞬时切除三相。

(7) 零序方向元件在正常时采用自产 $3U_0$ ，TV 断线时自动切换为开口三角形电压，只投高频零序保护，高频距离自动退出。

(8) 手动合闸或重合闸时，延时 100ms 左右停信，以躲开断路器三相不同期合闸。

(二) 高频方向保护的基本原理

1. 故障时短路功率方向的分析

高频方向保护装置是一种利用载波信号传输输电线路两侧短路功率方向信息来判断保护线路内部或者外部故障的保护。高频方向保护的工作原理示意图如图 1-1-21 所示。

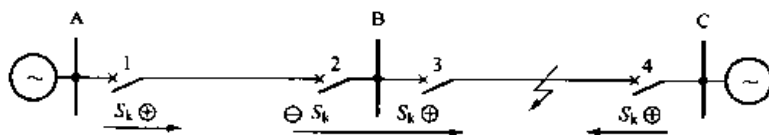


图 1-1-21 高频方向保护的工作原理示意图

设故障点 k 发生在 BC 线路范围内，流经断路器 3 和 4 的短路功率方向 S_k 均为正向，而流经断路器 1 和 2 的短路功率方向 S_k 分别为正向和反向。由此可见区内故障时两侧的短路功率方向均为正；区外故障时两侧短路功率方向却相反，而近故障侧总是负的，远故障侧总是正的。

2. 高频信号的传送方式

为了实现上述原理，显然不能由一端独立判定区内或区外故障，而必须由两端短路功率方向，经比较后，确认两端均为正方向时保护才能发出跳闸脉冲。可见正确传送方向信息十分重要。

(1) 高频闭锁信号与允许跳闸信号。高频方向保护传输短路功率方向信息有两种方法：一种是传输保护闭锁信号，另一种是传输允许跳闸信号。这两种方法的共同特点是故障时启动发信，所不同的是故障时沿通道传送的信息含义不相同：闭锁方式只传送负侧短路功率方向信息，表示故障不在本线路保护范围内，因此收信机收到的信号是闭锁信号；允许方式传送正侧短路功率方向信息，对侧收到的信号是允许跳闸的信号，当然最终是否跳闸还取决于本侧的短路功率方向，为正时才能跳闸。闭锁方式与允许方式信号逻辑框图如图 1-1-22 所示。

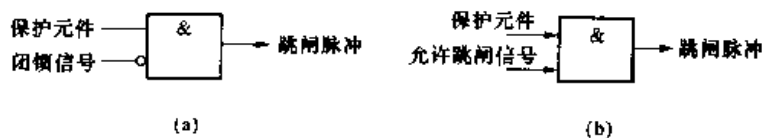


图 1-1-22 闭锁方式与允许方式信号逻辑框图

(a) 闭锁方式；(b) 允许方式

(2) 单频制与双频制。闭锁方式采用的是相地耦合单频制，即二侧传送信号是某相对地回路通信，其频率是单一的，收信机既可收到本侧的，同时也收到对侧的信号。允许方式采用相相耦合双频制，即二侧传送信号是相相耦合回路通信，每侧收信机均只能收到对侧发来的信号。

(3) 闭锁信号与监频信号。由于闭锁方式仅在区外故障时才能发出闭锁信号，区内故障时没有高频信号在线路上传送，因此如果区内故障造成高频通道阻塞对保护动作没有影响，不会造成拒动，这正是闭锁方式的主要优点。而允许方式则相反，必须防止本线路故障时阻塞高频通道而拒动。因此对允许方式通常在正常运行时发出监频信号（又称导频信号），使保护通道经常处于监视之下。在区内故障时停发监频信号。改发允许信号，收发信机提供一对监频消失时闭合的触点供保护逻辑查询。因在正常运行时收到监频信号，保护必然是处于闭锁状态，因此监频信号也可以看成是一种“闭锁”信号。然而在区内故障时，发出允许信号必然要停发监频信号，也就是保护要“解除闭锁”而动作，因此通常把允许方式下传送监频信号的工作方式称为“解除闭锁方式”。

(4) 专用通道与复用通道。电力系统的发展对继电保护的可靠性与速动性提出了更高的要求，在 220kV 及以上电压的输电线上通常要求全线速动，并要求装设两套原理不同的高频保护。为了解决通道拥挤的困难，我国继电保护技术规程规定一套高频保护用专用通道，另一套用复用通道。通常专用通道按闭锁方式，复用通道按允许方式实现高频方向保护。专用通道是高频保护长期单独占用一个通道，是目前广泛采用的一种通道使用方式，在这种方式下，电力线载波设备及通道专门用于传输继电保护信号。复用通道传输方式是将保护信号和远动信号复合在传输频带 4kHz 之内，保护信号只在故障条件下短时传送，所以正常时传送远动和监频信号，故障时当保护启动后切断远动和监频信号以全功率传送保护信号。

3. 闭锁式高频方向保护基本原理

闭锁式的高频方向保护原则上规定每端短路功率方向为正时不发送高频信号，为负时发送高频闭锁信号。因此在故障时收不到高频信号表示两侧都为正方向，允许出口跳闸。在一段相对较长时间内收到高频信号时表示两侧中有一例为负方向，闭锁保护。

但实际上，为了正确比较两侧短路功率方向、防止误动，故障时总是首先在两侧先发信，让高频闭锁方向保护在收到两侧的高频信号后再比较短路功率方向。因此闭锁式的高频方向保护先由相电流差突变量元件驱动的启动继电器 QDJ 控制发信，然后在短路功率正方向动作时用方向元件驱动停信继电器 TXJ 去控制停信。在正方向侧停信后，还要等待对侧的高频信号是否消失或继续存在，才能正确判断区内或区外故障。因此微机高频闭锁方向保护动作的逻辑要求为：① 启动后收到高频信号，而且收到的高频信号持续时间达 5~7ms；

② 收信机在收到上述持续信号后又收不到信号；③ 本侧判短路功率正方向并已停信，保护才能出口跳闸。以上条件同时满足并经过延时确认后才发跳闸脉冲。闭锁方式高频方向保护动作逻辑框图如图 1-1-23 所示。

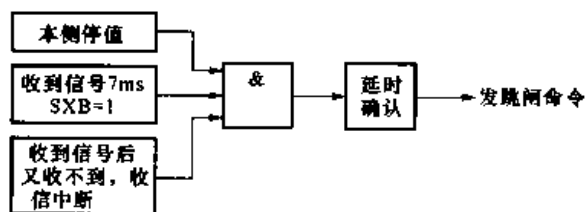


图 1-1-23 闭锁方式高频方向保护动作逻辑框图

为了对保护逻辑进一步理解，将区内和区外故障时收信机收信闭锁时间的配合绘制成图进行比较，如图 1-1-24 所示。

从图 1-1-24 中可见，区内故障时高频信号持续时间必须大于 A 和 B 两点的时间，即必须等待对侧传来高频信号及在本例停信后还要持续一段时间。这是因为高频信号的传递需要一定时间，闭锁信号比较也需要一定时间。信号的比较需要时间是闭锁式高频保护动作慢的主要原因。从图中还可以看出保护必须在收到高频信号 5~7ms 后又收不到信号才能确定是区内故障，即在对侧停信，高频信号消失，线路上不再传送高频信号后一段时（延时确认）才发出跳闸脉冲。

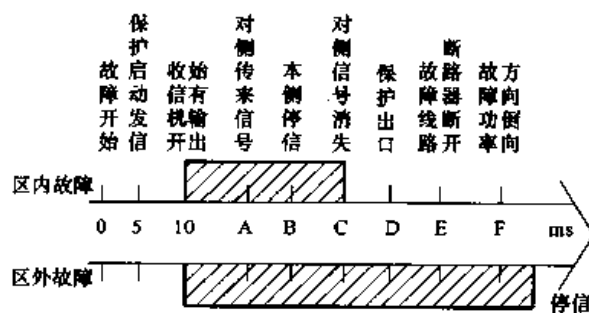


图 1-1-24 区内外故障收信闭锁时间示意图

对区外故障，最重要的是防止误动作，在区外故障线路的断路器断开后，近故障侧不能立即停信，必须延长一些时间用以防止区外故障切除后功率方向元件倒向而误动作，在 F 点后才能允许停信。图 1-1-24 中阴影线表示收信闭锁时间区域。

二、高频方向保护的主程序和专用自检程序

高频方向保护的主程序与距离保护的主程序相似，高频方向保护的专用自检循环程序距离保护的专用自检相似。

三、高频方向保护的采样中断服务程序原理

高频方向保护的采样中断服务全程序原理与距离保护也很相像，有电流求和自检、电压求和自检、相电流突变量启动元件 (DI1) 和发展性故障判别元件 (DI2)。与距离保护的采样中断程序主要区别是增加收信和发信的逻辑部分。闭锁式程序增加了查询收信输入的持续时间是否已达到 5~7ms，达到后置标志位 $SXB=1$ ，以便后续程序调用。允许式增加了“三跳回授”逻辑程序，在有“三跳回授”开入时，收信机收到对侧发来的允许信号后即发回授信号。高频方向保护采样中断服务程序逻辑框图如图 1-1-25 所示，图中 KG-15 是控制字 KG 的第 15 位，投入电压电流自检时为“1”。

高频方向保护在处理电压求和自检方面与距离保护也有不同。高频方向保护在电压求和自检出错后，置 $LHCB=1$ 但不闭锁高频保护装置。这是因为如果电压求和自检出错，保护将退出高频距离保护，高频零序方向保护还可以继续运行，这时零序电压元件将从原自产 $3U_0$ 自动切换至开口三角电压 $3U_0$ 。

在采样中断服务程序中与距离保护不同的地方还有：当保护未启动、系统也没振荡时，程序将进入 TA 和 TV 二次断线自检。一旦启动后自检就立即停止，一直到整组复归才恢复自检。这是为了防止 $3U_0$ 极性接反时高频零序保护仍可能在接反侧背后故障时误动作。因为故障时是用自产 $3U_0$ 判断为反方向，这时如恢复自检，会因为 $3U_0$ 极性接反误判为 TV 断线，保护改用开口三角形电压的 $3U_0$ ，于是又错认为是正方向故障而误动作。

四、故障处理程序原理

(一) 高频方向保护故障处理程序结构

高频方向保护的故障处理程序主要有手合、相间故障、接地故障、相继动作程序及振荡闭锁五部分。

高频方向保护在进入故障处理程序后，首先选相，即调选相子程序，然而检测是否手

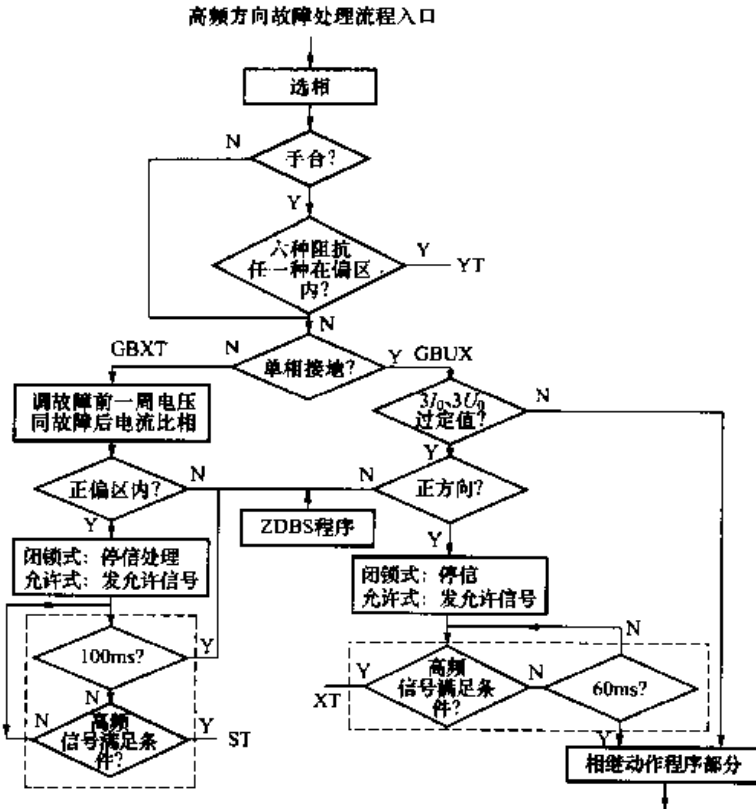


图 1-1-26 高频方向保护故障处理程序逻辑结构框图

(二) 高频信号处理的程序逻辑原理

无论是相间故障还是单相接地故障的处理程序，对高频信号的逻辑处理都是类似的，首先是查询保护的控制字，即查询是高频允许式还是闭锁式，然后进入允许式或闭锁式的高频信号处理逻辑循环中，其高频信号逻辑判断条件均同前所述，如图 1-1-27 所示。

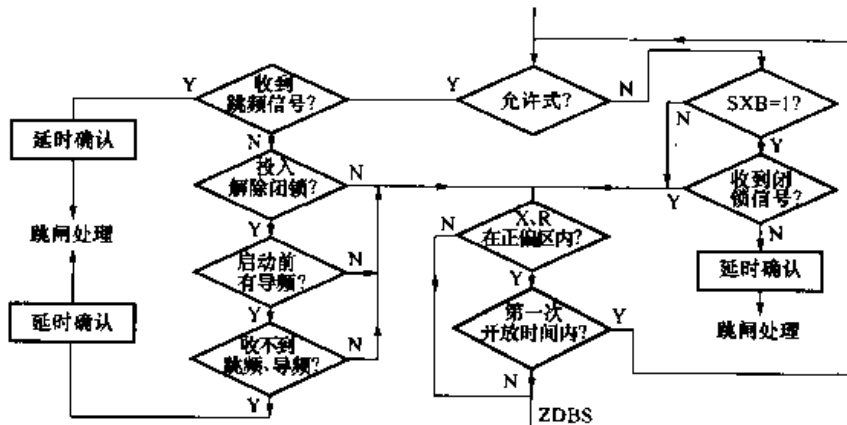


图 1-1-27 高频信号处理程序逻辑结构框图

图 1-1-27 是按相间故障的程序逻辑画出的，单相接地故障的程序基本与相间故障的程序相同，不同的仅是在“收到闭锁信号”后不进行“XR 在正偏区”的判断，直接进入

60ms 的开放延时程序。如超出开放时间不进入 ZDBS，而进入相继动作程序入口。

从图 1-1-27 还可以看出，高频允许式在正方向已动作条件下，只要收到允许信号经延时确认后就可跳闸处理。可见，允许式高频方向保护动作速度较高频闭锁式的快，不需要在延时循环中等待“ $SXB=1$ ”和“又收不到闭锁信号”两个条件的满足。在相间故障进入“解除闭锁”方式流程判断时，如启动前有导频（即监频信号）并满足收不到允许信号同时又收不到导频信号（即导频信号消失开入）的条件，经延时 20ms 确认后发跳三相命令。

（三）相继动作程序块

单相接地故障在 60ms 开放时间内不动作，就转入相继动作程序块。在进入该程序块后有以下几种情况需鉴别处理：因零序功率方向元件灵敏度不够，而进入一种等待相继动作状态；有可能因跳闸延时（进入单相接地程序块，保护动作必须带 60ms 延时），系统故障已发展为相间故障，应使保护尽快三跳处理；在带延时的高频零序保护跳闸前，故障有可能已由其他保护切除，故应检测其他保护是否已动作过。相继动作程序逻辑简图如图 1-1-28 所示。

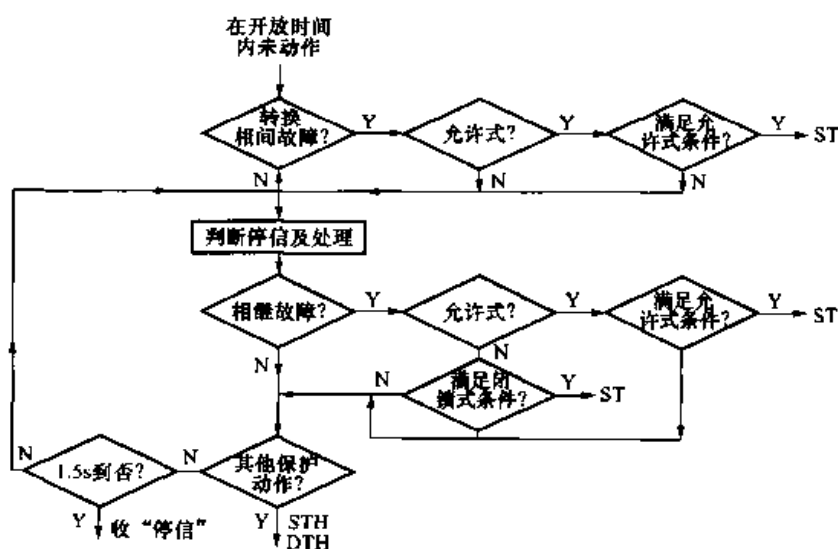


图 1-1-28 高频方向保护相继动作程序逻辑简图

(1) 等待相继动作状态。高频方向保护相继动作程序停信判断及处理如图 1-1-29 所示。如果故障发生在对侧，另一侧因零序功率方向元件灵敏度不够 ($3I_0$ 和 $3U_0$ 小于停信门槛值)，而转入相继动作程序。在对侧跳闸后， $3I_0$ 和 $3U_0$ 重新分布并发生了变化，所以必须重新计算 $3I_0$ 和 $3U_0$ 并判别故障方向。“停信判断及处理”的具体逻辑为：如果灵敏度不够或是反方向，则应使停信继电器 TXJ 返回；如果灵敏度够，且 $3U_0$ 、 $3I_0$ 超过门槛且为正方向，则应驱动 TXJ 停信。此时因对侧跳闸亦利用断路器跳闸位置触点作用于收发信机停信（这是本保护的要求），这就保证了先跳侧跳开后保持停信状态，使另一侧可靠相继动作，相继动作循环的等待时间为 1.5s。等待时间未到 1.5s 就再进入“判断停信及处理”程序，如此循环直到 1.5s 时间到，仍无故障即收“停信”。

(2) 系统故障已发展为相间故障。对于发展性故障的判别与距离保护相同。图 1-1-28 中，在“转换相间故障？”里要进行阻抗确认，然后置标志位 $DEVB=1$ ，供后续程序调用，

判定三跳还是单跳用。如判为发展性故障，其后的高频信号处理程序与图 1-1-27 所示的流程完全相同。程序最终仍然要求 60ms 延时，持续 60ms 中循环检查“ $SXB=1$ ”和“又收不到闭锁信号”两条件。

(3) 判其他保护动作否。如果其他保护动作过（三跳开入、单跳开入及位置不对应开入）则应返回 TXJ，退出等待相继动作循环，转入三跳后（STH）、单跳后（DTH）的程序。如果其他保护未动作，还必须继续等待相继动作 1.5s 时间到，才能结束相继动作的循环程序。

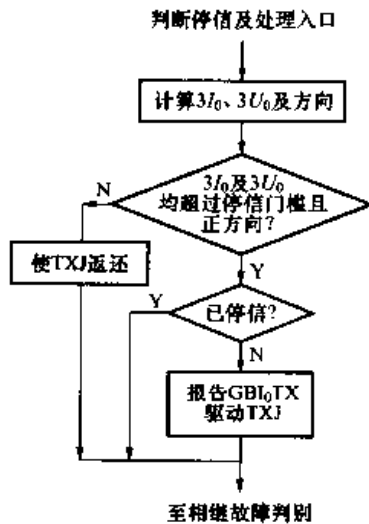


图 1-1-29 高频方向保护相继动作程序停信判断及处理

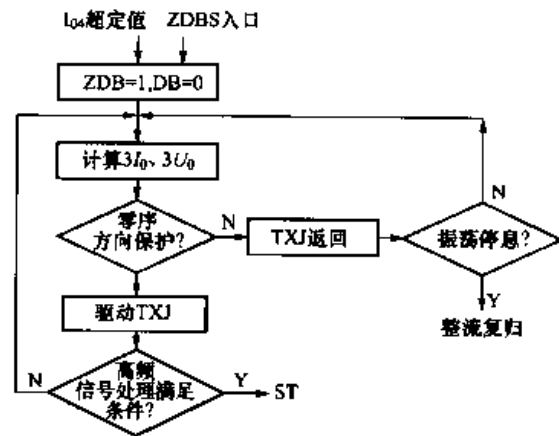


图 1-1-30 高频方向保护中的振荡闭锁程序框图

五、振荡闭锁程序

实际上，并非真正系统振荡才能进入振荡闭锁程序段，在上述的程序中凡无法处理的部分也可以进入振荡闭锁程序段处理。由于在振荡闭锁程序中还保留有不怕系统振荡的高频零序方向保护的程序，因此可以处理振荡闭锁期间的故障问题。

振荡闭锁程序是一个循环的程序，在循环中计算 $3U_0$ 和 $3I_0$ ，判断零序方向元件动作条件、高频信号处理逻辑、振荡停息的条件判断及 TA 断线报警。其中振荡停息条件同距离保护的振荡闭锁（ZDBS）部分，高频信号逻辑处理程序可参见图 1-1-27。高频方向保护中的振荡闭锁程序框图如图 1-1-30 所示。

第六节 微机重合闸的程序逻辑原理

一、微机综合重合闸的基本概念

(一) 微机保护装置中综合重合闸装置的作用

高压线路的微机保护装置中各保护都有独立选相能力，各保护均不需要通过综合重合闸装置选相出口，因此在微机保护装置中设置综合重合闸仅为了同装置内各保护配合及使用其合闸部分。但由于目前我国在使用微机保护装置的同时还运行着其他不能独立选相的保护装置，这些装置要经综合重合闸装置中的选相元件出口，并使用其合闸部分完成各种重合闸功

能。所以微机保护装置中的综合重合闸部分应设置独立的选相元件与其他保护装置配合完成选相出口功能。

(二) 重合闸的方式及其选用

综合重合闸有单相、三相、综合及停用重合闸四种工作方式。单相重合闸方式是：当线路发生单相故障时切除故障相，实现一次单相重合闸；当发生各类相间故障时均切除三相而不重合闸。三相重合闸方式是：当线路发生各种类型故障时均切除三相，实现一次三相重合闸。综合重合闸方式是：当线路发生单相故障时切除故障相，实现一次单相重合闸；当线路发生各种相间故障时则切除三相，实现一次三相重合闸。停用重合闸方式是：当线路发生各种故障时切除三相，不进行重合闸。

一般凡选用简单的三相重合闸方式能满足电力系统实际需要的，应优先使用三相重合闸方式。在 220kV 及以上电压的单回联络线，两侧电源相互之间联系薄弱的线路，或当电网发生单相接地故障时使用三相重合闸不能保证系统稳定的线路，拟采用单相重合闸或综合重合闸方式。当系统允许使用三相重合闸的线路，但使用单相重合闸对系统或恢复供电有较好效果时，可采用综合重合闸方式。微机保护的重合闸方式的选用是根据系统调度的命令执行的，重合闸可以采用以上四种方式中的任何一种。

(三) 综合重合闸的启动方式

综合重合闸一般有两种启动方式：一种是由保护启动；另一种是由断路器位置不对应启动。微机保护装置内的各保护是直接去驱动操作三跳和单跳继电器出口动作的，因此微机保护装置的综合重合闸启动是利用各 CPU 启动开出电源，依靠三跳固定继电器和单跳固定继电器的触点闭合经光耦合隔离器后接入综合重合闸的三跳和单跳启动重合闸的开入端。由各保护 CPU 启动重合闸电路图如图 1-1-31 所示。这是装置内部自己构成的保护启动重合闸回路。为了保证重合闸动作的正确性，设置了断路器位置不对应启动方式，当本保护未发跳闸令时，由其他保护动作时，由不对应启动重合闸。采用断路器位置不对应的启动方式，还可以在单相轻载偷跳时完成重合闸功能。所谓单相轻载偷跳是指选相为单相故障，而故障相又无电流，显然，这是由于空载时误碰或其他原因使单相断路器误跳闸，这时可以在收到断路器位置不对应开入信号后启动重合闸。

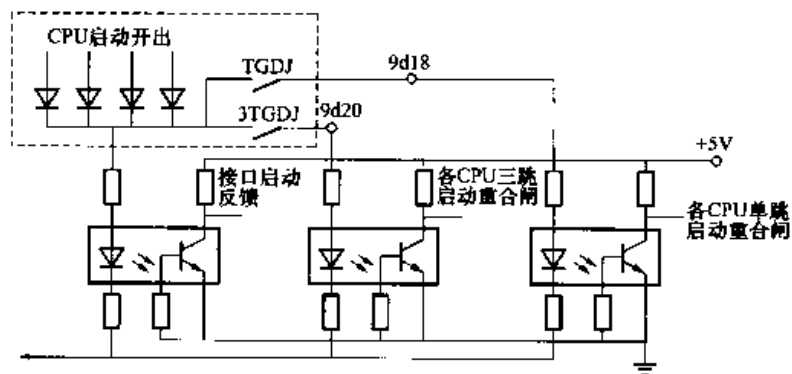


图 1-1-31 由各保护 CPU 启动重合闸电路图

重合闸在启动时，无论是单跳、三跳保护启动，还是断路器位置不对应方式启动，都要对单跳、三跳或断路器位置不对应确认后方能启动重合。确认的方法是经过一个计数据，循

环计数累计 20 次才被确认，其本质仍然是延时确认。

（四）选相元件类型及选用

综合重合闸装置的选相元件的作用是：当线路发生单相接地故障时，能准确地选出故障相。一般选相元件可以是接地距离选相元件和相电流差突变量选相元件两种。这两种原理可以兼用，互相取长补短的方法来为外部保护进行选相跳闸。阻抗选相一般不会误动（指选错相别或单相故障时误选为相间故障），然而阻抗选相元件在单相经特大过渡电阻接地时可能拒动；相电流差突变量选相元件的灵敏度高，不会在大过渡电阻时拒动，但它仅在故障刚发生时动作可靠，而在单相重合过程中可能由于联锁切机、切负荷或其他操作而引起误动，因此综合重合闸在启动元件刚动作时采用相电流差突变量选相元件，而后则采用阻抗选相元件。

（五）一次重合的要求和微机模拟方法

常规的重合闸为了防止两次重合，都用一个电容器构成一次合闸脉冲元件。电容器有 15s 左右的充电时间，对于微机型的重合闸装置并没有设置这样的充电电容器，但可以用软件计数器模拟这种一次合闸脉冲元件。在采样中断服务程序里每中断一次，计数器加 1，以此模拟充电延时。为了方便起见，程序流程图仍用“充电”和“放电”来描述这个“计数器”的计数和清零，用综合重合闸插件面板的 LED 指示预充电是否已充满。如果未充满电的情况下线路发生相间故障，综合重合闸装置作“放电”处理，就不再重合。如果此时线路发生单相故障，为防止单跳后长期非全相运行，综合重合闸装置也作“放电”处理，并且发出“三跳令”。重合闸在重合一次后迅速“放电”，如果重合至永久性故障线路保护再次跳闸时，因来不及“充满”电而不能进行第二次重合。

（六）三相重合闸的同期方式

在三相重合闸循环计数确认过程中，设置同期检定，在不满足同期条件时“放电”，即清零计数器，重合闸就不会被启动。同期方式可通过控制字选择，有以下几种方式：

（1）非同期重合。不检查同期，也不检查无压。

（2）检同期。要求线路侧必须有电压且母线与线路电压之差小于同期电压整定值。

（3）检无压。线路电压低于无电压整定值或线路有电压且与母线电压同期，后者是为了检无压侧开关偷跳时能进行重合。

二、综合重合闸的软件概述

综合重合闸程序与其他保护一样，分为三个部分：主程序（初始化和自检）、采样中断服务程序、故障处理程序。但在主程序中只有初始化和自检循环程序，而无专用自检程序，因为它既不需要静稳破坏检测元件也没有设 TV 断线、零序辅助启动元件等，当然就没有必要设置专门自检这些元件运行状态的程序。故障处理程序中仅有的阻抗选相元件，用于其他不能独立选相的保护经本装置综合重合闸选相跳闸。故障初始重合闸启动是由相电流差突变量选相元件在采样中断服务程序中完成。综合重合闸的程序主要部分就是采样中断服务程序，这部分程序中尤其以检查重合闸的重合条件为主。

三、综合重合闸采样中断服务程序原理

采样中断服务程序主要是对重合闸的如下 4 个重合条件检测：① 常规运行检测；② 电流求和自检（同距离保护相同）；③ 断路器低气压检测；④ 相电流差突变量元件动作，断路器位置不对应开入的检测。综合重合闸采样中断服务程序逻辑框图如图 1-1-32 所示。

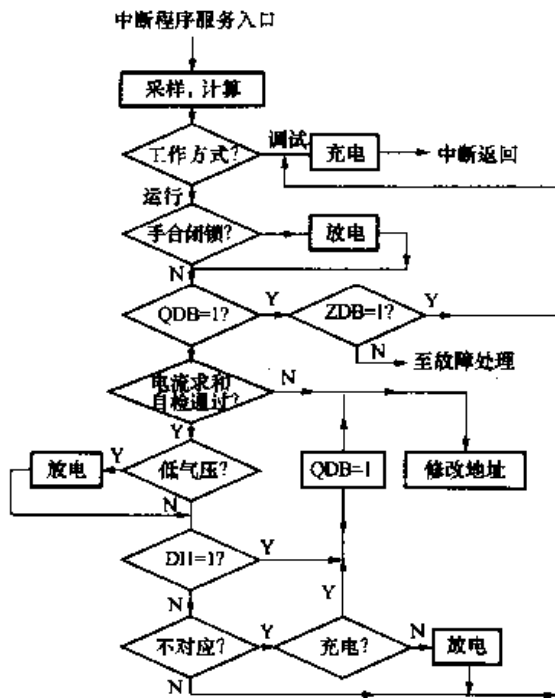


图 1-1-32 综合重合闸采样中断服务程序逻辑框图

之前，如果电流求和自检出错，则重合闸启动的程序流程被旁路，重合闸就不可能启动合闸。

在相电流差突变量元件动作或断路器不对应开入时，均置标志位 $QDB=1$ 重合闸闭锁解除，重合启动。如果断路器在轻载时（电流小于无流定值 IWI ）偷跳，相电流差突变量是不可能启动的，这时可以在收到断路器位置不对应开入信号后启动重合闸。为防止重合闸不成功在断路器位置不对应开入信号长期存在时，可能多次启动重合闸，要求只能在充电计数器“充满电”条件下投入。

四、综合重合闸故障处理程序流程原理

综合重合闸软件的故障处理程序流程分为三跳重合闸、单跳重合闸、不对应启动重合闸三个部分。程序流程次序是以三跳重合在先，单跳重合在后，以便在发展性故障过程中发单重命令前如出现保护三跳时，可以立即停止单重计时，并在三跳完成后重新按三重要求计时。综合重合闸软件故障处理程序流程框图如图 1-1-33 所示。

在综合重合闸故障处理程序中，有 4 个计数器，它们分别是三跳计数器、单跳计数器、不对应开入计数器及重合延时计数器。前三个是为确认三跳或单跳及不对应开入而设置的延时计数器，在累计 20 次（20 个采样间隔）后才确认。确认后就置标志位为 1，如 $T3Z=1$ 、 $TZ=1$ 、 $BTZ=1$ 分别表示三跳、单跳、不对应开入已被确认。 TZH 是重合延时计数器，在故障处理程序中的阻抗选相元件都返回，故障已切除后开始计时，即 $T3Z=1$ 或 $TZ=1$ 才开始计时使 $TZH=0$ 。在延时的预定时间内均满足同期条件才允许发出三相或单相合闸命令。 TZH 与采样中断服务程序中的 15s “充电”计数器是两个不相同的概念。“充电”计数器是为防止二次重合而设置的计数器；而 TZH 是在确认三跳、单跳后阻抗选相元件均已返回后才开始计时，并在预定的时间内必须连续满足同期条件，

与其他微机保护相同，在进入采样中断服务程序后即进行采样计算。接着就进行常规运行检测，它包括调试或运行、综合重合闸运行或停用、“充电”准备好三方面的检测。

程序中采用标志位控制程序流程。 $QDB=1$ 和 $ZDB=1$ 为初始状态时标志位，用以暂时退出突变量启动元件，求和自检及启动重合闸各流程，以防止在采样存储不足的采样值前出现不希望的动作。在采样存储了足够的采样值后，主程序中 $QDB=0$ 、 $ZDB=0$ 开始正常运行，并投入电流求和自检、低气压闭锁重合闸及突变量启动元件 $DI1$ 。 $QDB=1$ 、 $ZDB=0$ 是启动重合闸状态。

在手合或闭锁重合开入量输入及检测到低气压时，经延时确认后“放电”，禁止重合。电流求和自检在重合闸启动程序

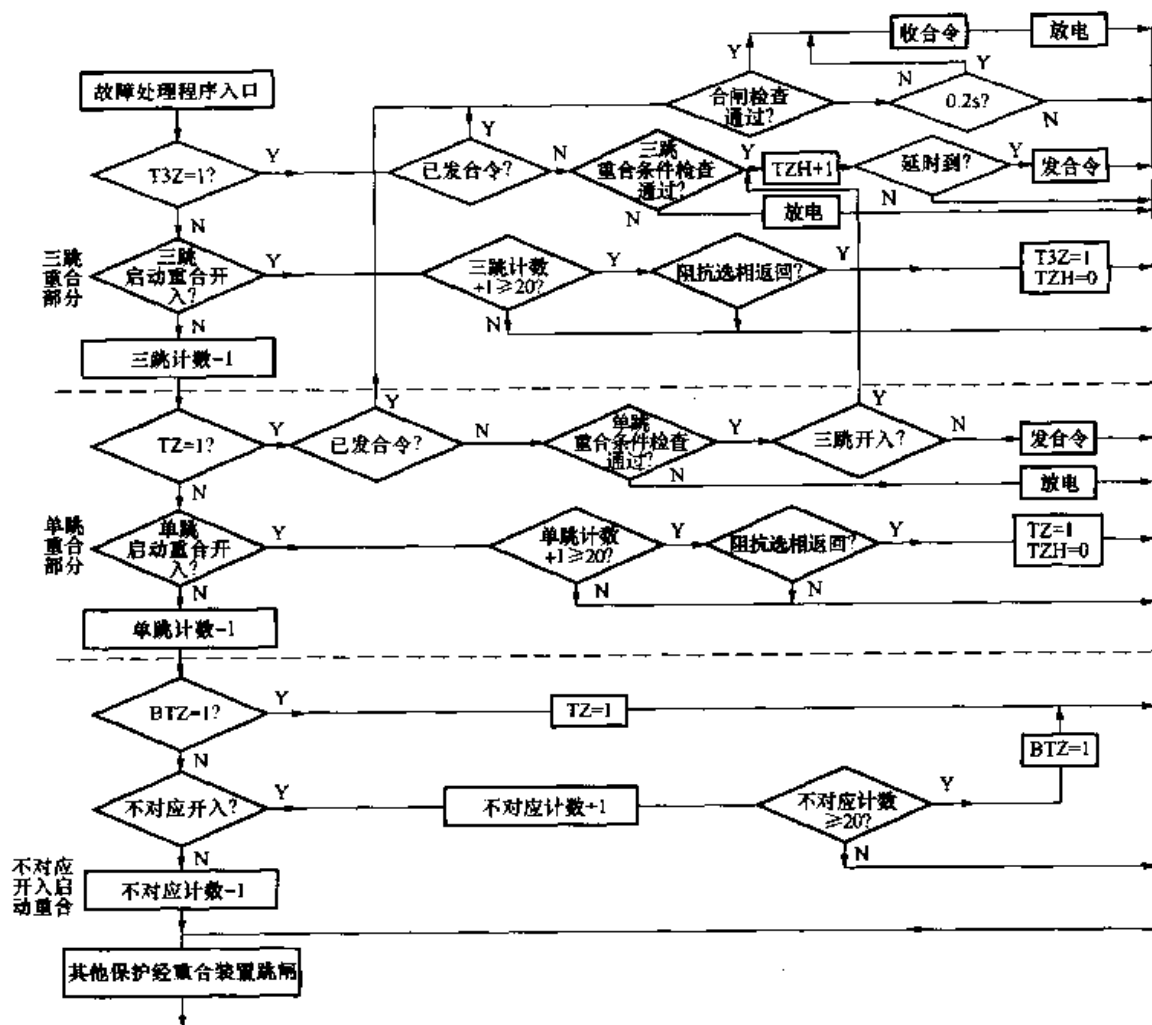


图 1-1-33 综合重合闸软件故障处理程序流程框图

才能允许发合闸命令。

三跳重合条件检查主要是检查充电已充满否；重合方式是综合重合闸、三相重合闸还是单相重合闸；满足同期条件否。在重合令发出后还要检查是否已重合，如已重合就要收回合闸命令，如未重合就要继续延时等待重合（延时 0.2s）。合闸令发出后还要检查是否偷跳，如没有偷跳则驱动后加速继电器以备重合至永久性故障线路时保护加速跳闸。图 1-1-33 中没画出全部过程，但均包含在三跳重合条件检查及合闸检查的程序中。当不满足重合条件时，就将“充电”计数器清零作“放电”处理。

单跳重合部分的逻辑程序完全类似三跳，不再重复介绍。考虑到单跳重合过程中有可能发展为相间故障，应保证作三跳处理。因此，在单跳重合条件检查部分有必要检查三跳位置开入，如有开入即转向三跳重合逻辑部分，处理三跳。

不对应启动重合开入也要经 20 次累计才能确认，确认后呼唤报告不对应启动重合。程序先假定是单跳，因此先置 $TZ=1$ ，从下一个采样点开始进入单跳启动重合计时状态，并由断路器三跳位置开入检查，如实际上是三跳启动再转向三跳重合逻辑程序部分。

其他保护经综合重合闸跳闸程序部分都要经过综合重合闸的相电流差突变量启动元件的闭锁，以防止外部保护误动或外部保护的开入光隔的光敏三极管击穿而误动。

第七节 微机型继电保护的特点

由于微型机继电保护装置中的计算机具有智能作用，因此，它与传统保护相比具有许多优点。

1. 易于解决常规保护难于解决的问题，使保护性能得到改善

计算机的应用使许多常规保护中存在的技术问题可以找到新的解决办法。例如常规距离保护应用在短距输电线路时，其允许过渡电阻能力差。在长距离重负荷输电线路躲负荷能力差；在振荡过程中，为防止距离保护Ⅰ、Ⅱ段误出口，通常是故障后短时开放Ⅰ、Ⅱ段之后即闭锁Ⅰ、Ⅱ段，这样在振荡过程中再发生Ⅰ、Ⅱ段范围内的故障时，只能依靠距离保护Ⅱ段切除故障。大型变压器区外故障时不平衡电流大，区内故障时灵敏度低，空载合闸时励磁涌流对差动保护影响大等问题，在微机中可以采用一些新原理，或利用微机的特点找到一些新的解决方法。

2. 灵活性大，可以缩短新型保护的研制周期

由于计算机保护的特性和功能主要是由软件决定的。所以在一定条件下，改变保护的功能和特性只要改变软件即可实现。例如对110~500kV的输电线路，保护装置硬件构成可采用统一设计的结构及电路，而各级电压等级输电线路的不同保护原理、保护方案可通过不同的软件实现。这就体现了微机继电保护的极大地灵活性。

3. 利用软件实现在线实时自检和互检，提高了微机保护的可靠性

在计算机的程序指挥下，微机保护装置可以在线实时对硬件电路的各个环节进行自检，多微机系统还可实现互检，利用软件和硬件结合，可有效地防止干扰造成的微机保护不正确动作。实践证明，微机继电保护装置正确动作率已经超过传统保护的正确动作率。而且微机保护装置体积小、占地面积小、价格低，同一设备采用完全双重化的微机保护，使得其可靠性有了保证。

4. 调试、维护方便

目前在国内大量使用的整流型或晶体管型继电保护装置的调试工作量大，尤其是一些复杂保护，其调试项目多、周期长，且难以保证调试质量。微机保护则不同，它的保护功能及特性都是由软件实现的，只要微机保护的硬件电路完好，保护的特性即可得到保证。调试人员只需作几项简单的操作，即可证明装置的完好性。此外，微机保护的整定值都是以数字量存放于EEPROM中，永久不变。因此不需要定期对定值再进行调试。

5. 利用微型机构成继电保护装置易于获得附加功能

应用微型计算机后，配置一台打印机或液晶显示器，在系统发生故障后，微机保护装置除了完成保护任务外，还可以提供多种信息。例如一套微机距离保护装置，在故障后可打印出故障相别、故障时间、故障前一周及故障后几个周波的电流、电压瞬时值及故障点位置，给分析事故原因提供了很大方便。

当然，微机保护也存在一些不足。由于微机保护与传统保护相比具有极其明显的差别，例如大量集成芯片的使用以及存放于EPROM中的程序，使得用户较难掌握微机保护装置

原理。另外，对微机保护来说，除了硬件电路可靠外，还要求软件过硬，且应具有对付程序“出格”的措施，微型计算机及单片的发展使得微机保护的硬件变化很快，现场人员难于适应。因此，为了更好地应用和掌握微机保护的原理及调试方法，必须对继电保护调试及运行人员进行专门培训，此外还应尽量实现通用化硬件，研制检查装置性能的标准化程序及相应的测试设备。

第二章 微机线路保护

第一节 WXB—11 型微机保护

一、装置概述

装置采用了多个单片机并行工作方式的硬件结构，配置了 4 个硬件完全相同的 CPU 插件，分别完成高频保护、距离保护、零序保护、综合重合闸等功能。另外配置了一块人机对话插件，完成对各保护 CPU 插件的巡检、人机对话和系统微机联机等功能。

高频保护可通过控制字构成闭锁式或允许式高频保护。相间故障由高频相间距离动作去跳闸，单相接地故障由高频零序方向动作去跳闸，零序电压由 U_a 、 U_b 、 U_c 相加产生。

距离保护由 III 段式相间距离和 III 段式接地距离组成。当经大电阻或弧光电阻短路时，接地阻抗和相间阻抗都用高阻算法进行计算。当发生转换性故障时，由两个非故障相的相电流差突变量 DI_2 启动，经 II 段阻抗控制跳闸。在振荡过程中发生区内故障由 dR/dt 鉴别延时 0.2s 跳闸。

零序电流保护包括零序 I 段至零序 IV 段、不灵敏 I 段和不灵敏 II 段。零序各段都可由控制字整定是否经零序功率方向闭锁。另可由控制字控制是否加速 II、III、IV 段。为了防止在电流互感器二次断线时零序保护误动，可由控制字投入零序保护经 $3U_0$ 突变量控制。在 U_a 、 U_b 、 U_c 三相电压平衡时，发生接地故障由 U_a 、 U_b 、 U_c 相加产生 $3U_0$ ，故障的 U_a 、 U_b 、 U_c 已不平衡，则零序方向保护用外部 $3U_0$ 。

重合闸装置包括重合闸、外部保护选相跳闸两部分。重合闸由三跳或单跳启动置合闸开关量输入启动，或由断路器位置不对应启动。为了与外部不能选相的保护配合，本装置设有 N、M、P 三种端子。

当电压互感器二次回路断线时，本装置自动将距离保护和高频保护中的高频距离退出，而零序保护及高频保护中的零序保护并不退出。

在系统故障时能通过打印机打印出多种信息。例如故障时刻（年、月、日、时、分、秒）、故障类型、短路点距保护安装处距离、各种保护动作情况和时间顺序及每次故障前 20ms 和故障后 40ms 的各相电压和各相电流的采样值（相当于故障录波）。

本装置采用 3 个相电流差突变量元件作为各套保护的启动元件（QDJ），高频保护的 QDJ 兼作启动发信用。为防止任一元件损坏引起误动，本装置启动回路采用互相闭锁方式，各 CPU 分别驱动各自的 QDJ，除综合重合闸 QDJ 之外的 3 个 QDJ 接成三取二方式，只有当 CPU1、CPU2、CPU3 中两个及以上同时发出启动命令时，才能开放跳闸回路。

为了提高装置工作的灵活性，同常规保护的跨线类似，本装置设有两种切换装置工作方式的途径：一种是考虑由运行人员操作的，如高频保护、距离保护的投入连片等，这些控制量均经过光电隔离，由装置端子排输入；另一种是考虑由继电人员操作的，如后加速方式等，利用控制字与各种定值一起存放在定值 EEPROM 中。

采用多单片机并行工作有如下优点：

(1) 提高了硬件冗余度，4 个 CPU 插件中如有 1 个损坏不影响其他 3 个 CPU 插件的工作。

(2) 采用了单片机，每个插件上包括了一种保护所需的几乎所有电子器件（VFC 除外）。易受干扰的部分均不引出插件，从而提高了抗干扰能力。

(3) 利用各 CPU 自检及 CPU 间互检相结合，可以做到大多数电子器件的故障能自动定位到插件。由于各保护 CPU 插件硬件相同，可使硬件故障的处理时间大大缩短。

(4) 每一个单片机只分担一种保护的功能，因而保护的動作速度、精度等指标较高。

装置采用了电压—频率变换原理构成的模数变换器（VFC），它具有工作稳定、精度高、同 CPU 接口简单和调试方便等一系列优点。

二、硬件说明

WXB—11 型微机保护装置采用插件式结构，共由 14 个插件组成。其中，1、2 号插件属于数据采集系统，3~7 号插件为微型计算机系统，8~13 号插件为开关量输入输出及继电器插件，14 号插件为电源插件。按其功能各插件的名称如下：

- 1 号插件（AC）— 交流变换器插件
- 2 号插件（VFC）— VFC 模/数变换插件
- 3 号插件（CPU1）— 高频保护插件
- 4 号插件（CPU2）— 距离保护插件
- 5 号插件（CPU3）— 零序保护插件
- 6 号插件（CPU4）— 综合重合闸插件
- 7 号插件（MONITOR）— 人机对话插件
- 8 号插件（DI1）— 开关量输入插件
- 9 号插件（DI2）— 开关量输入插件
- 10 号插件（TRIP）— 跳闸出口继电器插件
- 11 号插件（LOGIC）— 逻辑插件
- 12 号插件（SIGNAL）— 信号继电器插件
- 13 号插件（ALARM）— 告警继电器插件
- 14 号插件（POWER）— 逆变稳压电源插件

1. 交流变换器插件

本插件共设有 9 个模拟量输入变换器（TV 及 TA），分别用于三相电压、三相电流、 $3U_0$ 、 $3I_0$ 及重合闸检同期用的线路抽取电压 U_x 。各电流变换器 TA 二次并有电阻，每个 TA 都设两个相同阻值的电阻，利用跳线可以得到两种不同的阻值，以满足不同电流测量范围的要求。

2. VFC 模/数变换插件

本插件设有 9 路完全相同的电压—频率变换器（VFC），分别用于上述 9 路模拟量，每一路主要包括 VFC 及快速光隔两个芯片，如图 1-2-1 所示。

VFC 的功用是将输入电压变换成一串重复频率正比于输入电压瞬时值的等幅脉冲。

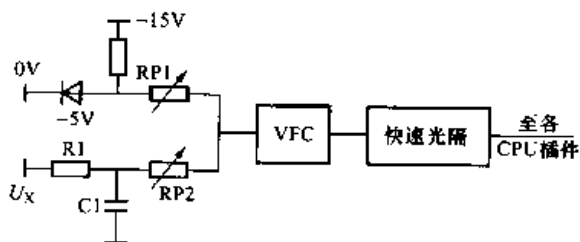


图 1-2-1 VFC 插件框图

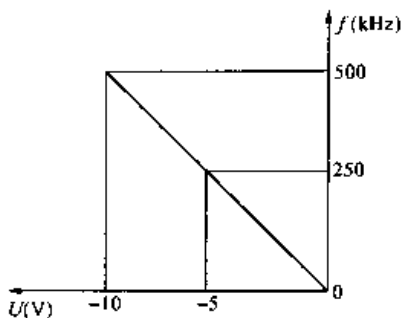


图 1-2-2 VFC 插件关系变换图

本装置采用负极性接线，U-f 变换关系如图 1-2-2 所示。由于 VFC 不能反映双极性信号，所以图 1-2-1 设置了 1 个 -5V 偏置电压，可用 RP1 微调偏置量，从而使输入交流电压的测量范围控制在 $\pm 5V$ 峰值内，如图 1-2-2 所示。各通道的平衡度及刻度比例可用 RP2 微调。图 1-2-1 中的 R1 和 C1 是浪涌吸收电路。

快速光隔的作用是使 VFC 芯片所用的电源 ($\pm 15V$) 和微机电源 ($+5V$) 电气上隔离，从而进一步抑制共模干扰 (光隔比变换器抗共模干扰能力更强)，提高微机工作的可靠性，快速光隔输出的脉冲引至各 CPU 插件，并

且为各 CPU 所共享。在每个 CPU 插件中都设有计数器，在一定间隔内计数器的计数值反映了输入电压的大小，从而实现了模数变换。

3. CPU 插件

CPU1~CPU4 四个插件硬件相同，但软件不同，它们分别是高频、距离、零序和综合重合闸。硬件配置如图 1-2-3 所示。

每个插件中有 3 个计数器共 9 个输入端，分别同 VFC 插件的输出相连，实际上每个插件只接入 8 个模拟量。高频、距离和零序插件不需要线路电压，而综合重合闸不接入 $3U_0$ 。本插件总共提供了 8 路经光隔的开出量，其中经并行接口驱动的 6 路开出量分别用于驱动 3 个分相出口继电器、永跳继电器、启动继电器及对高频保护用于控制收发信机停信或发允许信号 (对综合重合闸用于合闸出口、对距离和零序保护则作备用)。其中任意两个分相出口继电器 (CKJa、CKJb、CKJc) 动作驱动三跳继电器 CKJQ，CKJQ 触点接于操作继电器箱中的 TJQ，作为分相出口拒动的后备跳闸回路。永跳继电器 CKJR 触点用于驱动操作继电器箱中的 TJR，作为三相出口继电器拒动的后备跳闸回路。在发出单相跳闸命令 0.25s 后故障相仍有电流，发三相跳闸命令，驱动 3 个分相出口继电器及 CKJQ，再过 0.25s 三相中任一相仍有电流，驱动 CKJR。在发出三相跳闸命令 0.25s 后任一相仍有电流时驱动 CKJR。在手投故障线或重合到永久性故障时，发三跳命令的同时也驱动 CKJR。上述 6 路开出的 +24V 电源经告警插件中本 CPU 插件的告警继电器动断触点引来，以便在告警的同时断开跳 (合) 闸电源。

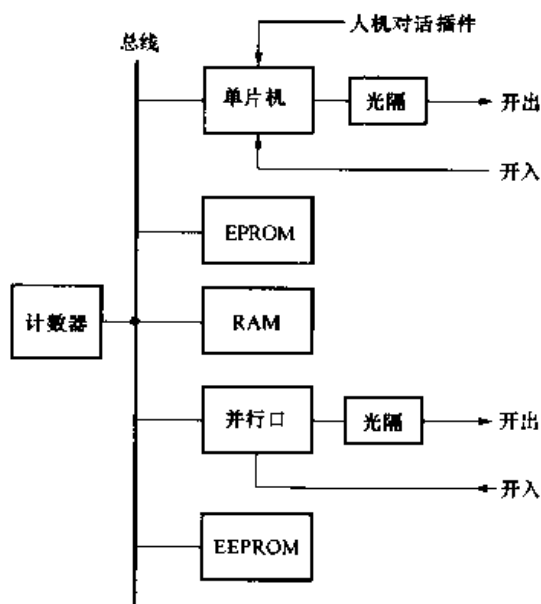


图 1-2-3 各 CPU 插件硬件结构图

由单片机本身的口线驱动的两路开出中，一路用于本插件自检报警，另一路用于驱动“巡检中断”告警继电器，但综合重合闸不接至“巡检中断”告警，而用于驱动后加速继电器，加速其他保护。本装置内各保护均利用电流控制判别，不需要后加速信号。

CPU 插件共设有 14 个开入端口，10 路由并行接口芯片提供，另 4 路由单片机本身口线提供。

EEPROM (2817A) 用于存放定值。插件面板上设有 1 个定值选择拨轮开关，可以在 EEPROM 中同时固化 10 套定值，用拨轮开关选择使用任一套，以便适应不同运行方式或旁路断路器带不同线路时的要求。

EPROM (27256) 用于存放程序。

RAM (6264) 用于存放采样值及计算结果。

单片机内部还有一个双向通信串行口，引至人机对话插件，以使各保护公用该插件的人机对话设施（键盘及打印机接口）。

本插件的总线（地址线、数据线、控制线）并不引出，从而提高了抗干扰能力。

CPU 插件面板上装有如下器件：

- (1) 复位按钮；
- (2) 定值选择拨轮开关；
- (3) EEPROM 允许和禁止固化开关；
- (4) 工作方式开关（运行和调试）；
- (5) 运行监视灯；
- (6) “有报告”灯。

4. 人机对话插件

人机对话插件硬件配置如图 1-2-4 所示。

该插件也设置一个单片机 (8031)，其片内串行口 (TXD) 同上述 4 个 CPU 插件的串行口 (8031 芯片中的 RXD) 按辐射状相连，即每个 CPU 插件都可以同人机对话插件进行双向通信，但 4 个 CPU 插件之间不通信。本插件除设有打印机及键盘外，还设有两路经光隔的开出（用于驱动总告警及呼唤继电器）以及 4 路不经光隔的开出（分别用于复位 CPU 插件）。

人机对话插件主要有人机对话和巡检两个功能。

本装置各 CPU 插件都设有自诊断程序，一般插件上不太重要的硬件损坏，可由各插件自诊断检出，一方面直接驱动相应插件告警继电器告警；另一方面通过串行口向人机对话插件报告，后者驱动总告警继电器并打印出故障插件报告的故障信息。如果某一 CPU 插件硬件发生致命故障，致使该 CPU 不能工作，因而也就不能执行自诊断程序和报警，此时可由人机对话插件通过巡检发现而告警。人机对话插件在运行状态时不断地通过串行口向各 CPU 发巡检令。当各 CPU 均正常时应作出回答，如果某一 CPU 插件在预定时间内不回答，人机对话插件将通过如图 1-2-4

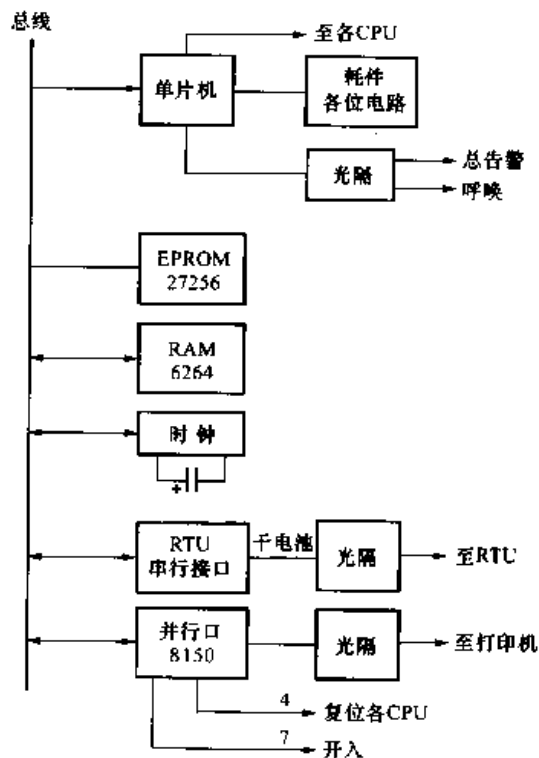


图 1-2-4 人机对话插件示意图

所示开出回路复位该 CPU，并再发巡检令，仍无回答时报警，并打印出该 CPU 异常的信息。采用先复位再报警是为了万一某 CPU 因干扰而程序出格但并无硬件损坏时，可以在复位后恢复正常工作，不必报警。

如人机对话插件发生致命硬件故障，不能由本身自诊断报警，其他 CPU（1、2、3）在预定时间收不到巡检令后将驱动巡检中断继电器报警。

所有报警继电器动作后都有自保持，并给出中央信号。人机对话插件上还有一个硬件自复位电路，万一程序出格时自动恢复正常工作。

人机对话插件上还配有硬件时钟，提高了计时精度，硬件时钟配有后备干电池，可以在短时外部直流电源中断的情况下继续计时。

本插件还设有串行通信接口，可以向远动设备及上位机传送信息，为数据、设备的集中管理提供了方便。

本插件面板上设有下列器件：

- (1) 复位按钮；
- (2) 4×4 键盘；
- (3) 4 个巡检投入或退出开关；
- (4) 工作方式开关（运行或调试）；
- (5) 运行监视灯；
- (6) 待打印灯。

5. 开关量输入插件

本装置设有 2 个完全相同的开入插件，各有 16 路开入光隔回路，如图 1-2-5 所示。

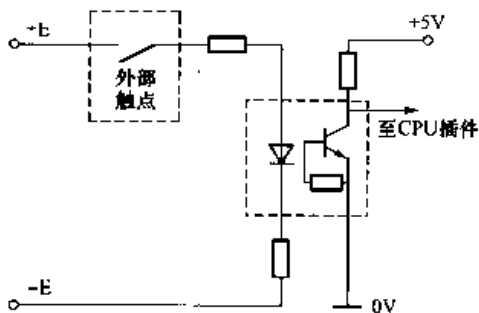


图 1-2-5 开关量输入回路接线示意图

图中 +E 和 -E 为开入专用电源，本装置采用 24V，但为了抗干扰不使用本装置内部的 24V 电源，而是在屏上单独设有 1 个外部电源，每一路的 -E 端连在一起后从装置外部端子引出。实际上每个插件的 16 路开入中，只有 12 路用于外部开关量，另 4 路留作装置内部自检用，这 4 路使用内部 24V 电源。

6. 跳闸出口插件

本插件装设了各跳闸出口继电器、启动继电器 KST（高频保护启动继电器用 GBQDJ 表示，距离保护启动继电器用 JLQDJ 表示，零序保护启动继电器

用 LXQDJ 表示，重合闸启动继电器用 CHQDJ 表示）及停信继电器 TXJ，如图 1-2-6 所示。

启动继电器同时兼作总开放继电器，由其动合触点接通各出口继电器绕组至负电源的回路。为了防止 4 个 CPU 之一出现故障而误动（从原理上讲单 CPU 不可避免会出现误动。原因是 QDJ 及跳闸都由 CPU 来控制，如核心元件损坏，就可能误动），本插件启动回路采用互锁方式，各 CPU 分别驱动各自的 QDJ，除综合重合闸 QDJ 之外的 3 个 QDJ 接成三取二方式，只有当 CPU1~CPU3 中有 2 个及以上同时发启动令，才能开放跳闸回路。当线路轻载时偷跳单相，不足以启动各保护 QDJ，这时由重合闸插件的 QDJ 开放 ZHJ、ZHXJ。互锁方式可由短接片 LX1、LX2 短接而退出。

TXJ 仅由高频保护驱动，在闭锁式时用于控制发信机停信，在允许式时由它控制发信

机发出允许信号。

7. 信号插件

本插件上的信号继电器均为磁自保持继电器，其驱动绕组同对应的出口继电器绕组并联，本插件给出下列信号：跳 A、跳 B、跳 C、永跳、重合、呼唤以及以上各种信号的中央信号。本插件信号由手动复归。

8. 逻辑插件

本插件设置下述继电器：

(1) 跳闸重动继电器 TZDJ。它在 3 个分相跳闸出口继电器中任一个动作时动作。

(2) 三跳重动继电器 3TZDJ。它在 3 个分相跳闸出口继电器中任 2 个动作时动作。TZDJ 及 3TZDJ 在保护返回时均立即返回。

(3) 跳闸固定继电器 TGDJ。在 3 个分相跳闸出口继电器中任一个动作时动作，并一直保持到 QDJ 返回时（整组复归）解除自保持。

(4) 三跳固定继电器 3TGDJ。在 3 个分相跳闸出口继电器中任 2 个动作时固定，保持到整组复归。

(5) 重合闸后加速继电器 JSJ。

上述继电器触点引出，供启动重合闸、联锁切机等多种用途。

由于出口插件无空间，将重合闸出口继电器 ZHJ 设在本插件。

9. 告警插件

本插件设置了下列告警继电器：

(1) 4 个 CPU 插件告警继电器，分别由对应的 CPU 插件驱动。

(2) 巡检中断告警继电器，由 CPU1~CPU3 驱动。

(3) 总告警继电器，由人机对话插件驱动。

(4) 失电告警继电器，正常处于吸合状态，在失去 5V 或 24V 电源时继电器返回，由动断触点给出失电中央信号。

由于出口插件无空间，将三跳继电器放在本插件，由逻辑插件驱动。

所有告警继电器均自保持，由手动复归。

10. 逆变电源插件

本插件提供了 4 组稳压电源 24V、5V 及 ±15V，4 组电源均不共地，且采用浮空方式。

三、软件程序说明

每种保护框图由 3 部分组成：①主程序，包括初始化、振荡闭锁、自检和打印报告部分；②中断服务程序；③故障处理程序。

1. 高频（方向）保护

本保护在相间故障时用高频距离保护，单相接地故障时用高频零序方向保护，但同装置

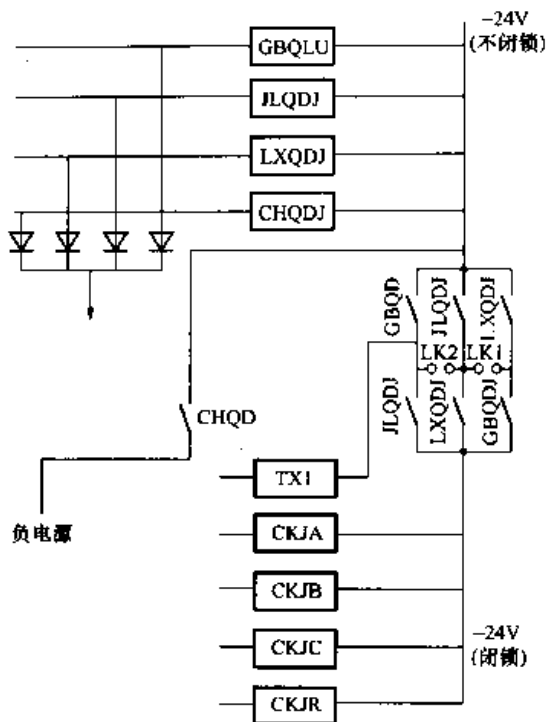


图 1-2-6 跳闸出口插件示意图

内的距离和零序保护插件无依赖关系。高频保护自身带有阻抗和零序方向判别元件。现将其主要性能介绍如下：

(1) 相电流差突变量启动元件在电网发生故障时动作驱动 QDJ，并首先执行一个由相电流差突变量原理构成的选相程序，判别故障类型及相别。

(2) 若判断为相间故障时，则计算故障相间阻抗，并由带记忆的多边形方向阻抗动作特性判别方向。正方向时，驱动 TXJ 动作，并等待对侧信息。在两侧均为正方向时出口跳三相。如果经 100ms 不跳闸，进入振荡闭锁状态，闭锁高频距离。

(3) 如判断为单相接地故障，由零序方向元件判断方向，在对侧也是正方向时出口跳闸。如判断为反方向，立即进入振荡闭锁状态。

(4) 在振荡闭锁状态中，高频零序保护不退出，但此时带 60ms 延时，即使区内接地短路两侧都延时 60ms 停信后才动作，以防止环网中区外故障切除后，零序功率倒向时误动作。在振荡闭锁中，高频零序保护动作是作用于三跳不选相。在振荡闭锁状态中设有判断振荡停息的电流和阻抗元件，在振荡停息后该两元件使装置整组复归。

(5) 在本线非全相过程中高频零序保护退出工作，此时高频保护不再利用通道信息，但不断计算两个健全相分别对地及两健全相相间 3 种阻抗值，在任一种阻抗值突变且突变后的阻抗值在高频距离控制的 TXJ 用的阻抗特性区内时，判断为本线路健全相发生故障，立即动作于跳三相。为保证可靠切除线路出口转换性故障，此时阻抗特性带偏移。

(6) 在手投故障线或重合到永久性故障时，高频方向保护也设置了按阻抗原理的瞬时加速切除三相的软件，此时本保护不受对侧高频信号的闭锁。所用阻抗特性也同于高频距离的阻抗判别元件。但为了可靠切除出口故障，特性略带偏移以包括原点。重合闸后的瞬时加速回路可在整定时利用控制字投入或退出。

(7) 在定值单中，设有控制字可以选择闭锁式或允许式两种工作方式。

1) 高频闭锁式：由 QDJ 触点启动发信机发信，由 TXJ 控制发信机停信。装置的收信输入端子监视收发信机的收信继电器触点的状态，保护动作的判据是 QDJ 动作后至少连续 5ms 后收不到信号，并且本侧在停信状态。

2) 高频允许式：不用 QDJ 触点去启动发信，而用 TXJ 动合触点去控制发信，向对侧发送允许信号，保护动作跳闸的判据是本侧判断为正方向，同时又收到对侧发来的允许信号。

有些高频收发信机带有高频闭锁保护的逻辑回路及出口继电器，此时可将收发信机中的出口继电器触点接至本装置收信输入端，但控制字却选用允许式，从而实现在收发信机中的出口继电器动作时，本装置收到允许信号而跳闸。

(8) 本装置软件没有考虑其他保护动作停信和断路器位置停信，应当将这些触点直接连至收发信机的相应停信接口。

(9) 本装置工作于闭锁方式时，要求收发信机具有远方启动功能。

2. 距离保护

本装置距离保护设有三段相间距离和三段接地距离，正常运行时，各段距离测量元件均不投入工作，仅在相电流差突变量元件启动后测量元件才短时投入测量。如故障不在本线路，程序转至振荡闭锁状态，振荡停息后整组复归，保护的逻辑关系完全符合四统一设计原则，保护的主要特点是：

(1) 本保护能独立选相，启动后先按相电流差突变量原理选相。如为单相接地故障则同高频一样，不断计算两健全相对地及两健全相相间的阻抗，在任一个阻抗值有突变且突变后的阻抗值在二段范围内（此时二段特性带偏移，以包括原点）确认健全相又发生故障，如故障转换发生在单跳令后，立即发三跳令；如果在发出单跳令前，则故障计算自动转至相间故障程序中。

(2) 常规距离保护在振荡闭锁过程中 I、II 段均被闭锁，本装置在振荡闭锁过程中除 III 段中，按感受阻抗先有突变而后持续 0.2s 不变的原理来检出振荡中短路，从而设置了带 0.2s 延时的相间 I 段和接地 I 段，打印 DZICK，但在振荡闭锁过程中保护动作不再选相，一律跳三相。

(3) 本装置设有测距功能，在本线路任何一种保护动作于跳闸时，由距离保护给出测距结果。

3. 零序保护

本装置零序保护的主要性能介绍如下：

(1) 设置了四段全相运行时投入的零序保护、两段非全相运行时投入的不灵敏段零序保护。各段零序保护的方向元件均可由控制字整定投入或退出；重合加速全相运行零序保护 II、III、IV 段亦可由控制字分别投入或退出；后加速时间固定为 0.1s。另外零序 I 段在重合闸后带 0.1s 延时投入。

(2) 本装置零序保护由 I_a 或 $3I_0$ 突变量启动，为防止电流互感器断线导致零序保护误动，设置了 $3U_0$ 突变量闭锁，此功能可由控制字整定投入或退出。

(3) 零序保护方向元件的 $3U_0$ ，正常情况下均取自产 $3U_0$ 。即软件根据 $U_a + U_b + U_c = 3U_0$ 获得。若故障前发现上述等式不成立（可能 PTDX），而此时 $U_a + U_b + U_c = 0$ 仍成立，故障时仍取自产 $3U_0$ ；若 $U_a + U_b + U_c \neq 0$ ，取外接 $3U_0$ ，不考虑 U_a 、 U_b 、 U_c 与 $3U_0$ 同时断线的情况。

4. 综合重合闸

本装置综重软件包括两部分：重合闸部分及不能选相的外部保护经本综合重合闸选跳出口部分，分述如下。

(1) 重合闸部分。综合重合闸也设有相电流差突变量启动元件，它不动作时，重合闸的各种功能均不投入，仅保留了轻载下断路器偷跳的重合回路；如果偷跳时，由于负荷电流小不足以使启动元件启动，可由不对应启动重合，此时不检查同期。在突变量启动元件启动后才投入全部功能。

1) 重合闸启动回路。如由本装置内任一种保护发出跳闸命令时，可由逻辑插件中的三跳或单跳固定继电器触点经光隔启动重合闸，从重合闸插件的电流元件判别故障切除时刻开始重合闸计时，单跳时不检同期，三跳时则按控制字整定要求，按以下 3 种方式之一进行检定：①不检查同期；②检查同期；③检查线路无电压或在线路有电压时检同期。

为了可靠防止非预期的非同期合闸，在单跳启动重合闸时仍通过开关量输入检查断路器是否在三跳位置，是则按三跳处理，否则按单跳处理。

如本保护装置未发跳令，而由其他外部保护发出跳闸命令，可由不对应启动重合，并由电流元件判别是三跳还是单跳，三跳要检查同期。本综合重合闸还设有偷跳判别回路，在突变量选相元件判别为单相故障、而故障相又无电流时认为是一相偷跳，重合后不发后加

速令。

2) 计时回路。如前所述,本装置由综重电流判别元件保证在故障切除后才开始计时。对于转换性故障,在单跳后又三跳时,由软件保证重新计时。重合整定时间分长延时和短延时,可由“重合闸时间选择”开关量输入端子经屏上连片控制,以便在无全线速动保护时采用长延时。

3) 一次合闸脉冲元件。本装置由软件设置一个计数器,以模拟重合闸电容充电,每次上电复位或重合后都有 15s 的充电准备时间,以防止多次重合。并由插件面板上的运行灯指示充电是否准备好,如保护发出单跳令,但综合重合闸充电未准备好,此时将由综合重合闸发出三跳令,以防止线路长期非全相运行。

(2) 选相部分。为同不能选相的外部保护配合,本装置设有 N、M、P 三个开关量输入端子,分别接至本线非全相不误动的保护(N)、本线路非全相要误动的保护(M)及相邻线非全相可能误动因而要用综合重合闸阻抗选相元件闭锁的保护(P)。不考虑同其他保护配合时,可用控制字退出这部分功能。

选相部分的软件主要是选相,本装置采用相电流差突变量选相和阻抗选相两种原理兼用、互相取长补短的方法。阻抗选相一般不会误动(指选错相别或单相故障选为相间)。特别是本装置采用多边形阻抗特性,第 I 象限动作区很小,更不容易误动,但阻抗选相元件在单相经大电阻接地时可能拒动。突变量选相元件灵敏度高,不会在经大过渡电阻时拒动,但它仅在故障刚发生时动作可靠,但单重过程中可能由于联锁切机、切负荷或其他操作误动作。因此本装置在启动元件刚启动时采用相电流差突变量原理选相,选出故障相后突变量选相元件即退出。以后如故障发展成相间故障则依赖阻抗选相。

四、键盘的操作说明

(一) WXB 11 型微机保护装置的键盘操作

1. 键盘设置

微型继电器保护装置通常设有装在面板上的简易键盘,作为人机对话手段的输入设备,键盘应设有数字键、命令键,为简化键盘电路,可使数字键和命令键复用。为了输入 16 进制地址和数据,通常设有“0~F”16 个数字键。对 11 型微机保护装置,在人机对话插件面板上设有 16 个触摸按键,分别表示“0~F”16 个数。其中“4~F”12 个键又作为命令键和一些特殊符号键,例如+、-、.、* 等。命令键的作用由软件规定。11 型微机保护装置的键盘设置见图 1-2-7。

2. 运行方式下的命令

运行方式下,对 CPU0 有两个命令,对 CPU1~CPU4 有四个命令。

(1) T 命令——对时命令,只对 CPU0 有效。

按下 T 键,打印当时的时间,并提示输入格式。

例如:

00 09 15 08 30 15
YY MM DD HH MM SS

如需修改时间,别输入 12 位数,顺序表示年、月、日、时、分、秒的值,如不修改,则应按大于 9 的键,则又打印出当时时间值。

(2) P 命令——打印采样值命令,只对 CPU1~CPU4 有效。

按下 P 键，则打印出：

P (1, 2, 3, 4)?

再输入 1~4 中的任一数字，则打印出一份采样报告。

(3) S 命令——打印定值命令，对 CPU1~CU4 有效。

按下 S 键，打印出：

S (1, 2, 3, 4)?

输入 1~4 中的任一数字，则打印出一份定值单。

(4) X 命令——复制报告命令。

按下 X 键后，打印机打印出：

X (0, 1, 2, 3, 4)?

当输入 0 时，可重新复制总报告。当输入 1 (或 2, 3, 4) 时，可复制该插件的事件报告及采样报告。

(5) Q 命令——停止打印命令，此命令单独使用无意义。在执行 P 命令时，打印机打印采样报告过程中按下 Q 键，可停止打印。

在执行 X 命令时，打印当前报告过程中按下 Q 键则停止打印当前报告，而将前一次故障的报告打印出来。

(二) WXB—11C 型微机保护的操作

1. 键盘与显示

装置采用了 16×4 液晶显示及新型键盘，使得操作更加简单，并易于掌握，面板示意图如图 1-2-8 所示：

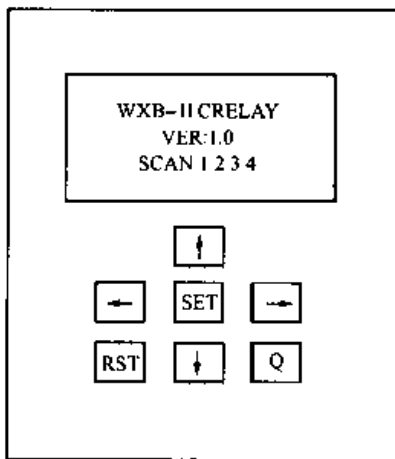


图 1-2-8 面板示意图

各键盘功能如下：

↑键：命令菜单选择、显示换行、数据修改及小数点右移。

↓键：命令菜单选择、显示换行、数据修改及小数点左移。

→键：数字位选择。

←键：数字位选择。

SET 键：命令菜单或数据确认。

Q 键：命令退出、返回上级菜单、装置正常运行时两种显示状态切换。

RST 键：复位键。

2. 运行和调试状态

装置上电或按复位键，监控程序进入运行状态，按住 Q 键后再上电或按复位键，监控程序进入调试状态。

3. 运行状态

(1) 显示。在正常运行状态下，装置有两种显示状态：

1) 显示时间，如图 1-2-9 所示。时间意义依次为：年一月一日一时一分一秒。

2) 显示装置名称、程序版本及巡检投入状态，如图 1-2-10 所示。

其意义为：WXB 11C 指本保护为 WXB—11C 型微机高压线路保护装置。

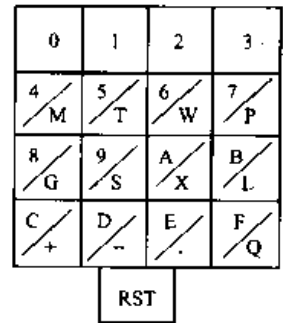


图 1-2-7 面板示意图

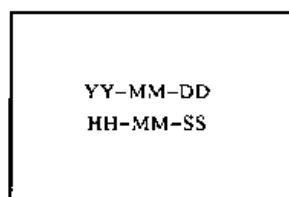


图 1-2-9 显示时间

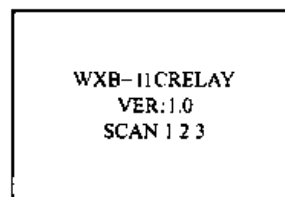


图 1-2-10 显示装置名称、程序版本及巡检投入状态

VER: 1.0 指所运行程序为 1.0 版本。

SCAN1 2 3 4 表示 CPU1、CPU2、CPU3、CPU4 巡检均投入，如某位为零，则表示对该 CPU 巡检退出，巡检的投入或退出可由控制字整定。

在运行状态下按 Q 键可实现两种显示状态的切换。

(2) 运行菜单。在上述显示状态下按“SET”键，则进入运行主菜单，运行菜单共有五项，意义见表 1-2-1。

表 1-2-1 运 行 菜 单

显 示	意 义
P-Sample datas	打印及显示 CPU 即刻采样值
X-Reports Copy	打印及显示 CPU 故障报告或总报告
L-VFC Calibrate	VFC 插件采样数据显示
T-TIME Change	时钟设定
S-Setting Print	定值打印及显示

(3) 命令的选择。进入菜单后，在显示的左上角有“-”光标，若要执行某一命令，可利用“↑”键和“↓”键将此光标移至该命令下，然后按“SET”键确认。

显示器只能显示 4 个命令，4 个以上的命令即被隐含，此时可利用“↑”键和“↓”键进行翻转。

1) P、X、S 命令。选择 P、X、S 或 L 命令后，显示器将显示 (0, 1, 2, 3, 4?) 或 (1, 2, 3, 4?) 其中 0 代表监控模块，1、2、3、4 分别代表 CPU1、CPU2、CPU3、CPU4。此时可利用“→”键和“←”键将光标移至所需访问的模块下，再按“SET”键确认。

2) L 命令子菜单。

- 0—DC (直流分量) 1—RMS (有效值)
- 2—ZAB (AB 相阻抗) 3—ZBC (BC 相阻抗)
- 4—ZCA (CA 相阻抗) 5—ZAN (A 相阻抗)
- 6—ZBN (B 相阻抗) 7—ZCN (C 相阻抗)

此命令只能当 CPU 在不对应状态下使用。

此命令用于交流采样通道的校正及测量精工电流、精工电压。

0—DC，用于调整通道的零漂，此反映为采样值的直流分量。

1—RMS，用于调整通道的有效值精度，此反映为采样值的交流分量。

以上两项在显示器上反应为八个值，分四行显示，每行两个值，排列顺序依次为第一行 U_a 、 U_b ，第二行 U_c 、 $3U_c$ (CPU4 则为 U_x)，第三行 I_a 、 I_b ，末行 I_c 、 $3I_c$ 。

2— Z_{ab} ~7— Z_{cn} 用于显示通道的测量阻抗值，可用于测量精工电流和精工电压。分两行显示，第一行为电抗分量，第二行为电阻分量。

3) T命令。选择T命令后，将显示：

YY—MM—DD

HH—MM—SS

此时可用“→”和“←”选择修改位，用“↑”或“↓”键修改数据，全部修改完毕后，再用“SET”键确认。

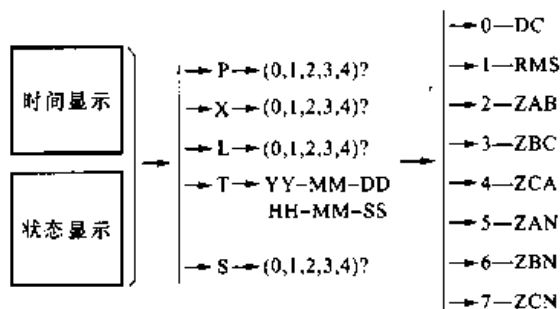


图 1-2-11 运行状态菜单

(4) 子菜单的返回。在每一子菜单下，按“Q”键，将返回到上一级菜单。

(5) 运行状态菜单如图 1-2-11 所示。

五、装置的运行规定

(一) 保护屏上应具备的连接片

(1) WXB-11 型微机保护组屏方式有：

1) 可整屏切换到旁路的线路微机保护的组屏方式，屏的型号为：

P(G)XW—32Q/ * * 型

2) 不能整屏切换到旁路的线路微机保护的组屏方式，屏的型号为：

P(G)XW—32/ * * 型。

3) 用于 3/2 断路器接线方式的线路微机保护的组屏方式，屏的型号为：

P(G)XW—42/ * * 型。

4) 用于旁路的微机保护的组屏方式，屏的型号为：

P(G)XW 31/ * * 型。

其中，各部分含义如下：P—微机保护的组屏为屏式；G—微机保护的组屏为柜式；X—线路保护；W—微机保护；Q—可整屏切换到旁路；* *—生产厂家代号。

(2) 微机保护屏上配置的出口连接片及把手。

1) P(G)XW—32Q/ * * 型微机保护应配置的连接片及把手。出口切换连接片有：A 相跳闸连接片、B 相跳闸连接片、C 相跳闸连接片、三相跳闸连接片、跳闸正电源连接片、重合闸出口连接片、重合闸正电源连接片，切换连接片具有“线路”、“旁路”、“断开”三个位置。

出口连接片有：启动线路失灵保护连接片、启动旁路失灵保护连接片。

切换把手有：1QK1、1QK2 两个切换把手，分别用于切换交流电压量、直流量，把手具有“线路”、“旁路”、“断开”三个位置。

电流试验端子用于切换交流电流量，标明“线路”及“旁路”位置。

2) P(G)XW—32/ * * 型微机保护应配置的连接片及把手。出口连接片有：A 相跳闸连接片、B 相跳闸连接片、C 相跳闸连接片、三相跳闸连接片、重合闸出口连接片、启动失灵保护连接片。

3) P(G)XW—42 型微机保护应配置的连接片及把手。出口连接片有：A 相跳闸连接片 1、B 相跳闸连接片 1、C 相跳闸连接片 1、三相跳闸连接片 1、启动 A 相失灵保护连接片 1、

启动 B 相失灵保护连接片 1、启动 C 相失灵保护连接片 1、启动重合闸连接片 1；A 相跳闸连接片 2、B 相跳闸连接片 2、C 相跳闸连接片 2、三相跳闸连接片 2、启动 A 相失灵保护连接片 2、启动 B 相失灵保护连接片 2、启动 C 相失灵保护连接片 2、启动重合闸连接片 2。

4) P(G)XW—31/* * 型微机保护应配置的连接片及把手。出口连接片有：A 相跳闸连接片、B 相跳闸连接片、C 相跳闸连接片、三相跳闸连接片、重合闸出口连接片、启动失灵保护连接片。

(3) 微机保护屏上应配置开入量连接片有：高频保护投入连接片、距离保护投入连接片、零序 I 段投入连接片、零序保护投入连接片、零序反时限投入连接片、重合闸时间控制连接片。

重合闸方式选择开关位置：“综合重合闸”、“单相重合闸”、“三相重合闸”、“停用重合闸”。

(4) P(G)XW—32Q/* * 型微机保护屏在进行整屏切换操作时，应将各切换连接片及切换把手端子切换到相应位置，电流试验端子也应切至相应位置，如在本线断路器运行应切换到“线路”位置，如在旁路断路器运行应切换到“旁路”位置。保护装置在正常运行时，各切换连接片、切换把手及电流试验端子不应在“断开”位置或状态。在电流试验端子由本线切换到旁路由旁路切换到本线时，应严格按现场运行交代执行，不应将电流回路开路。

(5) 各连接片及重合闸方式选择断路器位置应按调度令执行。

(二) 装置面板上信号灯含义

1. 装置动作信号灯含义：

“跳 A”灯——A 相跳闸

“跳 B”灯——B 相跳闸

“跳 C”灯——C 相跳闸

“永跳”灯——手动重合闸故障线路，重合不良或断路器拒动跳闸

“重合”灯——重合闸动作

2. 装置异常信号灯含义

“CPU1 告警”灯——高频保护异常

“CPU2 告警”灯——距离保护异常（除 TV 断线）

“CPU3 告警”灯——零序保护异常

“CPU4 告警”灯——重合闸异常

“总告警”灯——装置异常

“巡检中断”灯——人机对话插件异常

(三) 运行中的一般规定

(1) 运行人员巡视时必须检查装置下列各指示灯及开关位置：

1) 各保护 CPU 插件。各插件中“运行”灯亮、“有报告”灯不亮；方式开关在“运行”位置，固化开关在“禁止”位置。定值选择拨轮开关在所带线路相对应运行方式的保护定值号码位置上。

2) 人机对话插件。“运行”灯亮，“待打印”灯不亮；方式开关在“运行”位置。CPU1、CPU2、CPU3、CPU4 的巡检开关均在“投入”位置。

3) 信号插件。“跳 A”、“跳 B”、“跳 C”、“永跳”、“重合”、“启动”、“呼唤”灯均

不亮。

4) 告警插件。“CPU1”、“CPU2”、“CPU3”、“CPU4”、“总告警”、“巡检中断”灯均不亮。

5) 稳压电源插件。“+5V”、“+15V”、“-15V”、“+24V”灯均应亮。

(2) 中央信号。

保护动作—表示保护出口动作

重合闸动作—表示重合闸出口动作

呼唤—表示启动元件启动或输入开关量变化或电流互感器回路断线

装置异常—表示装置自检发现问题或直流消失或电压回路异常

当四个控制屏光字牌灯光信号任意一个表示时，应记下时间，并到微机保护屏前记下装置面板信号灯表示情况，作好记录，然后按照下述方法处理：

1) 保护动作同时呼唤表示或保护动作、重合闸动作、呼唤同时表示。

检查“跳A”、“跳B”、“跳C”、“永跳”、“重合”五个信号灯至少有一个灯亮，以及“呼唤”灯亮。表示本保护动作，应详细记下信号表示情况，包括跳闸相别、重合、永跳。检查当时线路开关位置及打印机是否打印出一份完整的故障报告（此时应打出一份事故报告，说明故障时间、保护动作情况、测距结果及60ms的录波）。记录复查无问题后按屏上“信号复归”按钮复归信号，向省调汇报记录结果及故障电流数值。

2) 呼唤表示。

装置面板的“呼唤”灯亮，且打印“DLBBH”，表示三相电流不平衡，检查打印出的采样报告，若一相、二相或三相电流明显增大时表示区外故障，若仅有一相无电流表示电流互感器回路断线。

若装置面板的“启动”灯和“呼唤”灯一直亮，且打印“CTDX”，按屏上“信号复归”按钮不能复归，则为电流回路断线，应立即断开本装置的跳闸连接片，并汇报调度及通知继电人员处理。

3) 装置异常表示。告警插件仅巡检灯亮（或巡检灯、总告警灯及信号插件中呼唤灯亮），不必停用保护，但应立即通知继电人员处理。

告警插件中总告警灯亮，同时高频、距离、零序、重合闸告警灯之一亮时（不论信号插件中呼唤灯是否亮），应将高频、距离、零序、重合闸所对应的保护投入连接片断开。

告警插件所有信号灯均亮时，应立即断开微机保护屏上的所有跳闸连接片。

告警插件中总告警灯亮，信号插件的呼唤灯亮时，检查打印的报告，若打印出“CPUX ERR”（X为1、2、3、4中的某一个数），断开微机保护屏上该CPU所对应的保护投入连接片。

告警插件中CPU2告警、总告警灯亮，且打印“PTDX”，表示可能电压回路断线。此时立即退出距离保护投入连接片，通知继电人员处理。

(3) 11C型微机保护的人机对话插件为液晶显示，在正常状态下，装置有两种显示状态：

1) 显示时间，依次为：年月日时分秒。

2) 显示装置名称、程序版本号及巡检投入状态如下：

WXB-11C	RELAY
VER: X.X	
SCAN 1 2 3 4	

其意义为：WXB—11C RELAY 指本保护为 WXB—11C 型微机高压线路保护装置；VER：X.X 指所运行程序为 X.X 版本；SCAN 1 2 3 4 表示 CPU1、CPU2、CPU3、CPU4 巡检均投入，如某位为零，则表示对该 CPU 巡检退出。

在正常运行状态下，要求 CPU1、CPU2、CPU3、CPU4 巡检均投入。

在正常状态下，按“Q”键可实现两种显示状态的切换，“11C”型微机保护其余插件均与“11”型微机保护一致。

(4) 当线路配有两套微机保护时，两套微机保护的重合闸方式把手投用方式应保持一致。运行时，无论是两套运行还是单套运行，只投一套微机保护的重合闸连接片。

(5) 当线路配有微机保护和常规重合闸保护时，两套保护的重合闸方式把手投相同位置，只投常规重合闸保护的重合闸连接片，微机保护的重合闸连接片停用。

(6) 装置中高频、距离、零序三种保护中任两种保护因异常停用时，则断开微机保护屏上的所有跳闸连接片。

(7) 保护全部停用是指将保护的跳闸连接片全部断开，不允许用停直流的方式来代替。

(8) 必须在两侧的高频保护停用后，才允许停用保护直流。合直流前，应先将两侧的高频保护停用，待两侧高频保护测试正常后，再汇报调度将高频保护同时投入运行。

(9) 应按现场继电保护运行交待的方法定期检查机内时钟，并及时校准机内时钟，保证与标准时钟相差 5min 以内。

(10) 装置电流、电压、开关量输入回路或屏内作业前，必须先向调度申请断开所有跳闸连接片。恢复时，继电保护人员应配合运行人员在检查各部分正确无误后，由运行人员投入跳闸连接片。

(11) 装置正常运行时，不得停直流。一旦直流消失后再恢复，应进行时钟校准。

(12) 可整屏切换的微机保护在进行切换操作时，线路断路器和旁路断路器均不得失去保护，否则不可直接进行切换操作。

(13) “信号复归”按钮与“整组复归”键不能用混。“信号复归”按钮是复归面板上信号灯和控制屏信号光字牌的，“整组复归”键是程序从头开始执行的命令。运行人员严禁按“整组复归”键。

(14) 运行人员每天应检查打印机的运行状态，其中打印机小面板上“POWER”灯、“READY”（准备好）灯、“ON LINE”（运行）灯均应亮，打印纸备用应足够。

六、装置的打印信息

(一) 跳闸类

GBI0CK 高频零序出口

GBJLCK 高频距离出口

GBJSCK 重合后高频保护出口

GB—DEVCK 高频保护转换性故障三跳出口

GB—HB3TCK 高频保护后备三跳出口

GB—HBRTCK 高频保护后备永跳出口
JL—SHCK 距离手动重合闸出口
1ZKJCK 阻抗Ⅰ段出口
2ZKJCK 阻抗Ⅱ段出口
3ZKJCK 阻抗Ⅲ段出口
DZICK 振荡中 0.2s 延时Ⅰ段出口
2DKJSCK 距离Ⅱ段瞬时后加速出口
3DKJSCK 距离Ⅲ段瞬时后加速或经 1.5s 延时加速出口
ZKXJCK 阻抗相近后加速出口
JL—DEVCK 距离保护转换性故障三跳出口
JL—HB3TCK 距离保护后备三跳出口
JL—HBRTCK 距离保护后备永跳出口
I01CK 零序Ⅰ段出口
I02CK 零序Ⅱ段出口
I03CK 零序Ⅲ段出口
I04CK 零序Ⅳ段出口
I0N1CK 零序不灵敏Ⅰ段出口
I0N2CK 零序不灵敏Ⅱ段出口
I01JSCK 零序Ⅰ段后加速出口
I02JSCK 零序Ⅱ段后加速出口
I03JSCK 零序Ⅲ段后加速出口
I04JSCK 零序Ⅳ段后加速出口
LX—HB3TCK 零序保护后备三跳出口
LX HBRTCK 零序保护后备永跳出口
CHCK 重合出口
CH—HB3TCK 重合闸后备三跳出口
CH—HBRTCK 重合闸后备永跳出口
BCHT3CK 保护单跳、重合充电未准备好，由综合重合闸发三跳令
2ZK—DEVCK 距离Ⅱ段发生转换性故障出口

(二) 不跳闸类

GBQD 高频保护启动
GBI0TX 高频零序停信
GBJLTX 高频距离停信
GB—DEVF 高频故障转换，但没出口
GB—ALJQD 高频保护静稳破坏，A 相电流元件启动
ZKQD 距离保护启动
JL—ALJQD 距离静稳破坏 A 相电流元件动作
JL—BCZKQD 距离静稳破坏 BC 相阻抗元件动作
JL—DEVF 距离保护发现故障转换，但没出口

T1QDCH 单跳启动重合闸
T3QDCH 三跳启动重合闸
BTQDCH 不对应启动重合闸

CJ 测距

GB—HBRTSB 高频保护永跳失败
JL HBRTSB 距离保护永跳失败
LX—HBRTSB 零序保护永跳失败
CH—HBRTSB 重合闸永跳失败

(三) 自检类

BAD6264 6264 芯片写读不一致

BADRAM2 人机对话插件中 6264 芯片读写不一致

BADRAM 内部 RAM 读写不一致

BADDRV 发某一开出命令时, 无反馈信号

BADDRV1 未发任何开出信号时, 有反馈信号

SETTERR 所选定值区定值校验码错

ROM1 (2) ERRXX EPROM 求和检验出错。ROM 在定值单中为 4 位, ROM1 为前两位, ROM2 为后两位

WP 总有外部 P

PTDX 电压互感器二次回路断线

DLBPH 电流回路不平衡

OVLOAD 过负荷

CTDX 电流互感器二次回路断线

DATAERR 阻抗计算原始数据出错

DACERR 模数变换系统故障

CPUXRESF CPIX 长期在振荡闭锁状态不能复归

CHANGE SETTING 定值区改变

DIGITAL INPUT CHANGED 开关输入量变化

CPUXERR CPIX 发生致命故障

BADEEPROM 2187 检测异常

BADPORT 人机对话插件中 8256 芯片检测异常

第二节 LFP—900 型微机保护

一、装置概述

LFP—900 型微机保护是由微机实现的数字式超高压线路成套快速保护装置。它设置有工频变化量方向元件和零序方向元件为主体的快速主保护, 由工频变化量距离元件构成的超快速 I 段主保护, 有三段式相间和接地距离及两个延时段零序方向过流作为全套后备保护。保护装置有分相出口并配置了重合闸出口, 根据需要可实现单相、三相重合和综合重合闸方式。

二、硬件说明

装置的硬件构成方框图如图 1-2-12 所示。

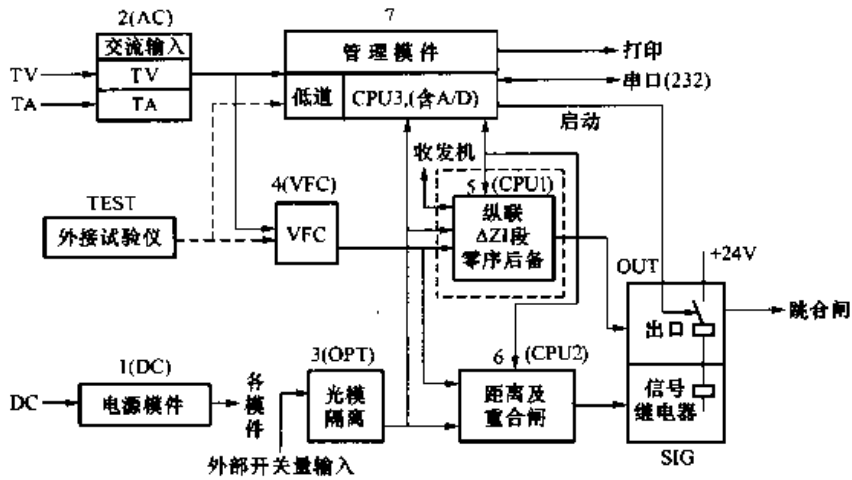


图 1-2-12 硬件构成框图

1. 直流电源模块 (DC)

它的作用是将 220V (或 110V) 交流电压变换成能满足各模块要求的弱电电源电压, 有 $\pm 12\text{V}$ 、两路 $+24\text{V}$ 、 $+5\text{V}$ 电压等级。 $\pm 12\text{V}$ 供运算放大器用。一路 $+24\text{V}$ 供信号、出口继电器用, 另一路供光耦用, $+5\text{V}$ 为 CPU 使用。

2. 交流输入模块 (AC)

它的作用是将电压或电流变换成满足模/数 (A/D) 变换器量程要求的电压。通常采用的都是电磁感应原理的变换器, 以便在电气上将电力系统与数据采集系统相隔离, 兼有安全隔离的作用。电力系统的过压往往对数据采集系统有干扰作用, 所以在这一环节也要采取一定的过电压防护措施和干扰抑制措施。

对于超高压线路保护, 为了消除直流分量对保护算法的影响, 电流回路往往选用中间电抗互感器。但电抗互感器对高频分量有放大作用, 需用滤波器或算法消除之。

交流电压互感器的变比为 15 : 1, 共四组, 分别用作 A、B、C 三相和线路 (或母线) 电压。电流电抗器变换比为 $I_n : 0.35\text{V}$, 转移阻抗角为 78° 。可容纳六组, 线路保护一般用四组, 分别用作 A、B、C 及零相电流。

3. 光耦隔离模块 (OPT)

它的作用是将外部的开关量输入信号变换为保护装置需要的弱电电平, 光耦选用 MOC8050。

4. VFC 模块 (VFC)

它的作用是完成对交流输入模块输出的模拟量进行数字量的转化。为方便多 CPU 的数据共享, 免去多 CPU 共享必须采用的十分复杂的接口电路, 本模块选用了 VFC 型模数变换器, 各路采样转换并行工作, 不再需要采样保持器。它的输出电压的频率与输入电压呈线性关系, 经计数器计数之后, 送总线供 CPU 使用。各路计数器均安排在各 CPU 模块上。各 CPU 使用的计数器也仍是并行工作的。这样处理的结果, 还提高了数字测量的精度和分辨率。它们的工作方式如图 1-2-13 所示。

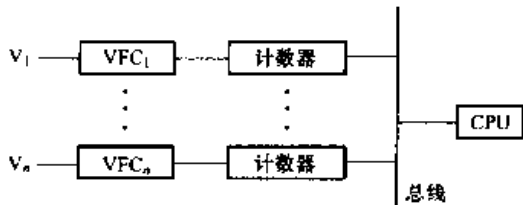


图 1-2-13 为每个输入量设置 VFC 及计数器

该模块配有自动调试接口，可方便地与配套的自动调试仪连接，自动进行定值校验，整组试验及输入输出接点检查。

5. CPU 模块

5 为 CPU1 模块，6 为 CPU2 模块，完成各种保护功能，两块模块硬件设置完全相同，只是根据使用功能的不同，更换软件而已。

CPU1、2 模块的构成框图如图 1-2-14 所示：

CPU 模块的核心器件为 80196 单片机，本机集中了微处理器、存储器、定时器及 I/O 接口等功能。晶振频率选 12MHz，精度为 16 位机，ACH 口为模拟量输入口（也可输入开关量），P 口为开关量输出口，HS 为快速输入输出口（跳闸信号及开入量将从此输出）。

80196CPU 送出的控制信号经 244 控制驱动器，去控制各存储器、计数器、译码器。

数据驱动器选两个 245 芯片，分别负责高 8 位和低 8 位的驱动。

EPROM 存储器选用两片 27256，存放保护程序用。写入程序很可靠，不容易丢失。在 12~24V 的高压下写入，必须用紫外线照射 15~20min，才可擦除。

EEPROM 为定值存储器，可以在线用电气方法擦除，选芯片 2817 完成 EEPROM 功能。

译码器简称 GAL，选用一片 16V8 完成。根据程序的规定和控制总线的控制，输出片选地址，确定参加运算的数据。

地址锁存器、选两片 373 完成，根据程序的要求，使控制总线依一定的时序工作，在读和写入数据时，关掉 AD 总线的地址编码。

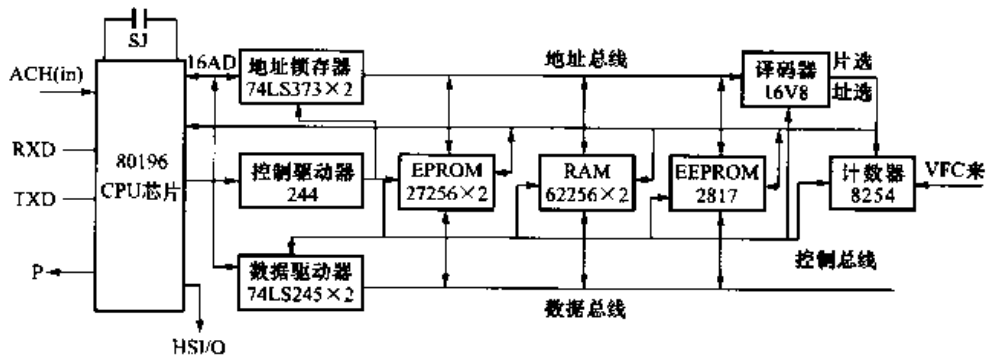


图 1-2-14 CPU1 (2) 构成框图

计数器，由交流模块输出的模拟小信号，经 VFC 变换为数字量以后，在本模块用 8254 计数。可以用一条指令把片内各计数器的计数值同时锁存，相当于同时采样，然后再逐个从锁存器中读取。一片 8254 内有三个计数器，多个 8254 系统，在硬件设计时可以做到各片同时锁存，即使分片锁存，其时差也不过几个微秒，是可以忽略的。

RAM 作为存放数据的锁存器，供读写数据及存放报告使用，掉电后用电池保持其中信息。

RXD、TXD 为 80196 与外面的串行通信接口，在这里与管理机的串口连接。

6. 人机对话管理模件

7号插件为人机对话管理板，它的功能如下：

(1) 内装置总启动元件，动作后开放出口继电器正电源。

(2) 产生通信中断，并负责进行对 CPU1、CPU2 的通信，完成装置的自检、报警、整定、打印、显示等功能。

(3) 负责完成与具有控制功能的输入输出设备的连接，具有友好的人机界面。

CPU3 模件的构成框图如图 1-2-15 所示。

图 1-2-15 与图 1-2-14 的构成结构相同，所不同的是增加了人机界面的内容。

液晶信号显示，正常工作时，可显示所测量的电流、电压幅值和相位，线路故障时则显示跳闸相别，跳闸类型和测距结果。

键盘操作简单，采用菜单工作方式，仅有 +、-、↑、↓、→、←、确定、取消、复位 9 个按键，非常易于掌握。

装置背后端子有一个串行口，可作为对外通信接口。另有一个串行口可与串行打印机相连，用于打印故障报告等。

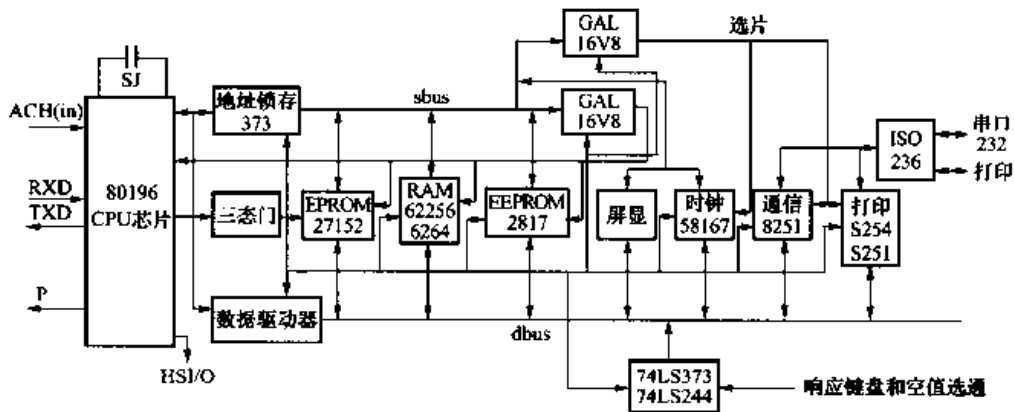


图 1-2-15 人机对话板构成框图

7. 信号插件 (SIG)

SIG 为信号输出插件，包括中央信号、远动信号。插件面板上有“OP”（运行）、“TA”（A 相跳闸）、“TB”（B 相跳闸）、“TC”（C 相跳闸）及“CH”（重合）五个指示灯，其中跳闸和重合灯均为磁保持，需要按该插件面板上“RST”或屏上的复归按钮来复归。

8. 保护出口插件 (OUT)

OUT 为保护出口插件，包括分相跳闸和合闸继电器。

9. 正面布置图

LFP—901A 正面布置图如图 1-2-16 所示，其他型号也基本相仿。

三、软件程序说明

(一) 总述

软件说明先以 LFP—901A (B) 型微机保护为依据，最后对 LFP—902A (B) 型微机保护的不同之处进行补充。

该保护适应于做 220~500kV 线路保护，含有主保护、后备保护、自动重合闸和测距功

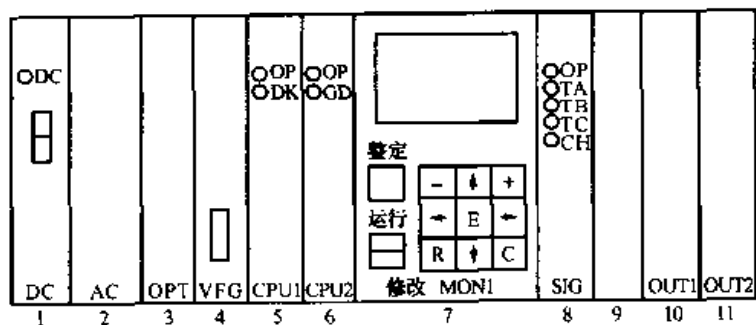


图 1-2-16 正面布置图

能，并能独自选相。

CPU3 内设装置总启动元件，启动后开放出口继电器正电源。

CPU1 内有方向纵联保护，还有 ΔZ I 段及 L02、L03。有独自の启动元件。

CPU2 内有后备距离及自动重合闸。有独自の启动元件。

保护输出至出口继电器。

CPU3 还作为通信管理机，负责三个 CPU 之间通信及人机对话。

保护的基本程序结构如图 1-2-17 所示，LFP—900 系列中各种型号保护程序结构均相同，以后不再说明。

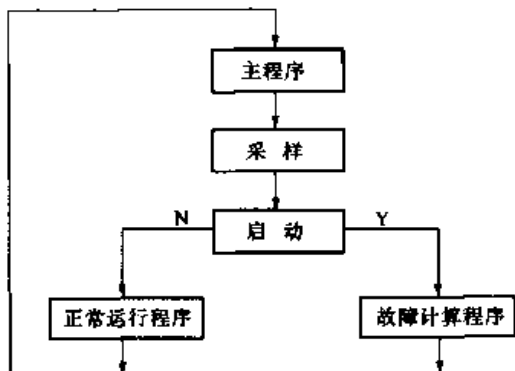


图 1-2-17 保护的程序结构

每个 CPU 的基本程序结构见图 1-2-17，主程序按固定的采样周期接受采样中断进入采样及计算程序，除管理 CPU (CPU3)，只有在主程序中允许接受通信中断与 CPU3 交换数据。

采样部分执行电流电压的采样、滤波及数据整理。当启动元件动作时，进入故障测量程序，进行各种故障的测量计算，发出跳合闸命令。当启动元件未动作时，执行正常运行程序，例如检查开关位置，检查 TV 断线，电流电压自动零漂调整，收发信通道检查报警等。启动元件的整组复归时间为最后一次动作后 7s。

程序采用实时数据计算，在每一个采样周期完成全部计算。另外，在故障计算程序中，故障测量是平行计算的，相当于各测量元件同时并行工作。因此，本保护有较高的固有安全性和可靠性。

(二) CPU1 的保护 (纵联、 ΔZ I 段、零序后备)

在 CPU1 中，可完成工频变化量方向和零序功率方向的纵联。突变量快速距离 I 段和零序 II、III 段保护功能。

1. 启动

启动元件为相电流差突变量启动元件，分高、低二个定值。低定值仅作为闭锁式方向比较保护收发信机的启动元件，低定值动作，而高定值不动作时，仍进入正常运行程序，高定值动作时，才进入故障测量程序。

当 $3I_0$ 大于启动值超过 10s, 自动生成 I_{0q} 报告, 同时发 BJJ 装置异常信号 (可反映 TA 断线), 并闭锁零序高频、零序过流三段保护当三相电流恢复正常后, 延时 10s 自动恢复正常运行。

2. 正常运行程序

(1) 在正常运行程序中, 当 TWJ 动作, 而线路有电流时, 延时 10s, 报装置异常信号, BJJ 动作。

(2) 当检查开关在跳开位置时 (TWJ 动且无电流), 开放准备好手动合闸加速保护 400ms 信号、待合闸时加速保护。

(3) 当判为 TV 断线时, 将 $\Delta F+$ 元件的补偿阻抗、方向比较的零序方向、带零序方向的零序过流保护 II 段、零序过流 III 段方向退出。保留 ΔZ , 非断线相的 ΔF 方向比较保护以及不带方向的 III 段零序过流保护。另自动投入 I 段 TV 断线下零序过流段和相电流过流段, 两个过流元件经同一个时间段跳闸。三相电压恢复正常后, 经 10s 延时后全部恢复正常运行。这是因为该装置中, 采用了自产 $3U_0$ 方式, 当发生电压断线时, 除必须闭锁相间及接地距离外, 还要处理零序方向元件失效的问题。

(4) 以闭锁式纵联保护为例说明通道检查回路:

1) 按下通道试验按钮, 本侧发信, 200ms 后本侧停信, 收到对侧信号达 5s 后, 本侧再次起信, 发信 10s 后解除。对收信侧而言, 如本侧断路器在合位 (TWJ 未动作), 则立即发信。如本侧断路器在跳位 (TWJ 动作状态), 则延时 100ms 发信, 给对侧跳闸留 100ms 跳闸窗口 (对应于对线路充电, 保证合闸侧纵联快跳)。

2) 当用于单端电源的受电端时, 若判断任一相电压低于 $0.6U_n$ 时 (说明本线有故障) 也延时 100ms 发信, 在线路轻负荷下发生故障, 启动元件包括零序启动元件不能启动时, 也可保证由对侧快速切除故障。

3. 故障测量程序

(1) 选相元件。选相元件为相电流差突变量选相元件, 它的测量判据是

$$\Delta I_{\text{非}} > 1.25\Delta I_{\text{非}} + m \cdot \Delta I_{\text{非max},m} + 0.2I_n$$

$\Delta I_{\text{非max},m}$ 是三个电流输出的最大值的记忆值, 并取其一部分作为制动值, 有效的防止了单相故障时非故障相的误动, 其制动系数 m 的取值考虑了系统正负序阻抗不等而非故障相间可能产生的最大不平衡分量, 同时还保证了二相经过渡电阻故障的最不利条件下不漏选相。

$\Delta I_{\text{非max},m}$ 带记忆, 可保证当本侧断路器经选相跳开后, 对侧后跳闸过程中本侧非故障相选相元件不误动。

(2) 快速 I 段阻抗继电器。快速 I 段阻抗继电器为工频变化量距离继电器 (ΔZ), 为防止对侧母线切除时, 工作电压由近于零突升至过电压引起的误动 (由于容升效果引起的末端过电压), 还引入了全阻抗继电器做它的开放元件。

(3) 工频变化量方向继电器。该继电器为工频变化量方向继电器 ($\Delta F+$ 、 $\Delta F-$), 该继电器比相所用的两个量, 均受浮动门坎的限制, 因此当系统中出现不平衡分量或系统振荡时, 继电器不会误动作, 只是自动降低灵敏度。

(4) 零序方向后备保护。该继电器设置了两段延时零序方向过流, 不设置速跳段, II 段 L02 受零序正方向元件 F_{0+} 控制, III 段 L03 则由用户选择经或不经方向元件控制。

方向比较的零序正方向元件受方向比较零序过流元件控制 (L_{0F}), 而零序反方向元件则受零序启动电流元件控制, 这样, 正反方向元件灵敏度得到了很好的配合。

(5) 方向比较 (F++)。工频变化量方向继电器和零序方向继电器经通道交换信号构成全线路快速跳闸的快速方向保护，通道信号可以来取允许式或闭锁式，以闭锁式为例：启动元件动作即进入故障程序，收发信机即被启动发闭锁信号。

$\Delta F-$ 或 $F0-$ 任一元件动作时，立即闭锁正方向元件的停信回路。即方向元件中反方向元件动作优先，这样有利于防止区外故障时误动作。

启动元件动作后，收信 10ms 后才允许正方向元件投入工作。区内故障时，反方向元件不动作，且经 10ms 延时后， $\Delta F+$ 或 $F0+$ 任一元件动作时，停止发信。

当其他保护如 ΔZ ，零序延时段，距离保护或母线差动保护动作跳闸时，无延时立即停信，跳闸信号返回后，继续停信 150ms，保证对侧跳闸。但这期间一旦反方向元件动作，停信立即返回，继续发信。以防止区内转区外异名相故障时误跳三相。

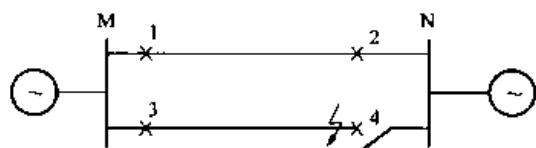


图 1-2-18 功率倒方向

三相跳闸固定回路动作且低电流元件不动作时，始终停止发信。保证后跳侧可靠跳闸。

装置内设有功率倒方向延时回路，例如图 1-2-18，本装置设于 1、2 两端，发生短路时，1 的 $\Delta F+$ ，2 的 $\Delta F-$ 动作，M 侧停信，N 侧发信。断路器 4 跳开时，产生的工频变化量使 1 的

$\Delta F-$ 、2 的 $\Delta F+$ 动作，如果 N 侧停信的速度快于 M 侧发信，则 N 侧可能瞬间出现正方向元件动作同时无收信信号，这种情况可以通过当连续收信 35ms 以后，方向比较保护延时 20ms 动作的方式来躲过。事实上，由于正、反方向元件灵敏度和动作时间上的配合以及反方向元件动作优先的原则，已不可能出现正方向元件动作且无收信信号的情况，加 20ms 延时只是更加突出了完全性。

(6) 非全相运行。非全相运行流程包括由本保护动作跳闸的非全相状态及本保护未动作，由断路器位置确定的非全相状态。

1) 由于保护动作而造成的非全相状态。

单相跳闸时，对应的 TG_{ϕ} (分相跳闸固定) 动作而过流元件 L_{ϕ} 不动作判为跳开相。

2) 由外部保护跳闸引起的非全相状态。

TWJ 动作经 50ms 置非全相，开放非全相保护。

在非全相运行中，方向比较的零序方向、带零序方向的零序过流保护 II 段、零序过流 III 段方向退出，保留 ΔZ ，非断线相的 ΔF 方向比较保护以及不带方向的 III 段零序过流保护。当再发生故障时，则测量健全二相电流差的工频变化量动作后，即选健全相测量距离和方向继电器，三相跳闸。三相跳闸时， TG_{abc} (三相跳闸固定) 动作，检查三相全部无压时置无压标志，做好三相重合闸于故障线路保护的准备。

(7) 合闸于线路故障。跳闸固定动作，同时该相有电流，则判为合闸，开放合闸于故障保护 200ms。

1) 单相重合闸时，由加速段零序过流继电器经 60ms 延时切除故障。对健全相可能发生的故障，则仍保留非全相运行时的程序。

2) 手动合闸时，由手动重合闸于故障线回路跳闸，分两个部分。

第一部分判据： $|I_{\phi} \times I_{zdw}| > |U_{\phi}|$

动作后延时 20ms 跳闸。取 $Z_{zdw} = U_n / 1.5 I_n$ 。可见这是一个全阻抗继电器。20ms 延时的

考虑是为了躲开当使用线路 TV 时, 手动合闸的电压建立过程。

第二部分判据是加速段零序过流保护, 当零序电流大于定值时, 经 100ms 延时三相跳闸。

3) 三相重合闸时, 若三相无压标志为 '1', 则合闸于线路故障保护程序与手动合闸时一样。如果无压标志为 '0', 则仅保留加速零序过流部分, 当零序电流大于定值时, 经 100ms 延时三相跳闸。因为, 对母线 TV, 母线始终有压; 如重合于二相不接地故障或三相故障, 则由距离保护 II 段加速动作跳闸 (CPU2) (当重合于出口近区三相故障时, 则由低压距离 II 段动作跳闸)。

(8) 跳闸逻辑。跳闸逻辑部分包括跳闸逻辑、跳闸固定、闭锁重合闸以及事件记录四个部分。

1) 跳闸逻辑: ①零序 III 段动作、合闸于故障线路及保护动作而选相元件不动作延时 150ms 后备跳闸等均为三相跳闸; ②工频变化量距离和方向比较保护动作时经选相跳闸; ③选相达二相以上时跳三相; ④零序 II 段保护动作时, 由用户选择经或不经选相跳闸; ⑤采用三相跳闸方式时, 任何故障三相跳闸。

2) 跳闸固定: 跳闸固定 TG_{ϕ} 主要用作非全相运行判别。①三相跳闸时, 三相电流全部消失时跳闸固定 TG_{abc} 动作; ②单相故障时, 故障相无电流时该相跳闸固定 TG_{ϕ} 动作; ③跳闸固定 TG_{ϕ} 动作的同时将零序 III 段延时减小 ΔT 。

3) 闭锁重合: ①严重故障时, 如零序 III 段跳闸, 合闸于故障线路跳闸, 后备跳闸回路跳闸时闭锁重合闸。II 段零序选择三跳方式时, 闭锁重合闸; ②经用户选择, 二相以上故障可输出闭锁重合闸信号; ③闭锁重合闸信号可通过 BCJ 触点输出, 同时通过内部连线至 CPU2 的重合闸逻辑。

4) 事件记录: 启动元件动作后, 过流、方向、距离、零序等继电器的动作或返回, 跳闸回路的动作或返回, 每一次状态变化时均由事件记录将变化的时刻、状态记录下来, 作分析用。

(三) CPU2 的保护 (距离和重合闸)

距离保护和重合闸由 CPU2 实现。

1. 启动

该启动继电器为正负序综合电流工频变化量和零序电流启动元件。

当 $3I_0$ 大于启动值 10s, 自动生成 L0q 报告, 同时发 BJJ 装置异常信号 (可反映 TV 断线), 并闭锁接地和相间距离 I 段保护, 保留其他段后备距离保护, 当三相电流恢复正常后, 延时 10s 自动恢复正常运行。

2. 正常运行程序

检查断路器位置状态同 CPU1 说明。

在 TV 断线后, 距离保护被闭锁。

轻负荷确认, 正常运行时, 若负荷电流小于 $0.1I_n$, 则确认为轻负荷, 置轻负荷标志, 作为重合闸的一项判据。

3. 故障测量程序

(1) 低压距离。振荡闭锁装置判为非振荡, 且正序电压小于 $15\%U_n$ 时, 进入低压距离程序, 只考虑三相短路, 仅测量相阻抗。

(2) 接地距离继电器共 III 段。

(3) 相间距离继电器共Ⅲ段。

(4) 选相元件为 I_0 与 I_2 比相的选相元件结合 Z_{0} 、 Z_{00} 的动作情况选相。

(5) 振荡闭锁。

(6) 跳闸逻辑。

跳闸逻辑部分包括跳闸逻辑，跳闸固定，闭锁重合闸以及事件记录四个部分。

1) 跳闸逻辑：①接地距离Ⅲ段，相间距离Ⅲ段，相间距离Ⅱ段，非全相运行故障，合闸于故障线路，后备跳闸（选相无效延时 150ms）时直接跳三相；②接地距离二段跳闸时，由用户选择经或不经选相跳闸；③二相以上故障跳三相；④采用三跳方式时，任何故障三相跳闸；⑤距离保护Ⅰ段动作时，经选相跳闸。

2) 跳闸固定：跳闸固定 TG_{0} 主要用作非全相运行判别：①三相跳闸时，三相电流全部消失时跳闸固定 TG_{abc} 动作；②单相故障时，故障相无电流时该相跳闸固定 TG 动作。

3) 闭锁重合闸（该功能用以闭锁本装置重合闸或利用输出触点闭锁外部装置重合闸）：①Ⅲ段距离跳闸或合闸于故障线路跳闸时，闭锁重合闸；②Ⅱ段相间距离，Ⅱ段接地距离，后备跳闸，非全相运行故障，可经用户选择闭锁重合闸；③经用户选择，二相以上故障可输出闭锁重合闸信号。

4) 事件记录：启动元件动作后，各过流继电器，各段阻抗继电器和跳闸回路等的状态变化都将作为事件记录下来，以供分析用。

(7) 重合闸逻辑。本装置重合闸为一次重合闸方式，用于单开关方式的线路，一般不用于 3/2 断路器方式，可实现单相重合闸，三相重合闸和综合重合闸，重合闸的启动方式可以由保护动作启动或开关位置不对应启动方式。

三相重合时，可选用检线路无压重合闸或检同期重合闸，也可选用不检而直接重合闸方式，检无压时，检查线路电压小于 $0.3U_n$ ， U_L 返回状态时为无压。

检同期时，检查线路电压大于 $0.7U_n$ ， U_h 动作状态且线路和母线电压间相位在整定范围内。

(8) 非全相运行。非全相运行判别分两种情况，跳闸固定动作和跳闸固定不动作而跳闸位置继电器 TWJ 动作，跳闸固定或 TWJ 动作经 80ms 后置非全相标志，非全相运行再故障时二段延时被短接。

1) 跳闸固定动作时完成以下任务：①确定跳闸相，然后对健全相求正序电压。②测量健全相间电流的工频变化量，作为非全相运行振荡闭锁开放元件。

$$\Delta I_{\text{00}} > 1.25\Delta I_1 + I_{\text{rs}} + 0.3I_n$$

ΔI_1 是浮动门坎， $0.3I_n$ 是固定门坎。 I_{rs} 是 0.125 健全相电流，引入此项是避免重合闸于振荡电流时，不平衡分量引起健全相误动。③准备合闸于故障的条件：当跳开相又有电流后，200ms 内准备合闸于故障跳闸，进低压程序时，阻抗特性包含原点。④ TG_{abc} 动作且三相无电流时，准备三相重合闸判据，有电流后开放 200ms，准备合闸于故障线路跳闸。

2) 跳闸固定不动作仅 TWJ 动作时：①一相无电流，二相有电流，测二有电流相间的电流工频变化量，作为开放振闭的判据。②不是二相有电流时，进全相运行的流程。

3) 单相运行时切除运行相。当线路因任何原因切除两相时，由后备跳闸切除第三相。其判据为：跳闸固定或 TWJ 动作，任两相无电流（小于 $0.06I_n$ ），零序电流大于 $0.15I_n$ ，

则延时 200ms 发后备三跳命令。

(四) LFP 901B 程序修改说明

该程序在 LFP 901A 基础上修改。其中 CPU2 中的距离保护及重合闸程序与 LFP—901 相同，主要修改 CPU1 中的零序后备保护程序。零序增加到四段，同时方式字也进行了相应修改。主要有：

(1) 增加了一个方式控制字 DZ 以控制工频变化量阻抗继电器 (DZ) 的投退；取消工频变化量方向保护投入方式字 “DF”；

(2) 零序 I 段时间固定为 0s；

(3) 取消了 DT 方式字，零序 IV 段在其他保护元件跳闸后，以 T04tg 的整定值跳闸；

(4) 同时有控制字 L02st (零序 II 段动作三跳) 及 L03st (零序 III 段动作三跳)。

(五) LFP—902A (B) 型超高压成套快速保护装置

1. LFP—902A 保护装置与 LFP—901A 保护装置的区别

902A 保护装置与 901A 保护装置是各种功能完全相同的装置。它们的区别仅在于以下两点：

(1) 901A CPU1 纵联保护交流动作继电器为工频变化量方向继电器。902A CPU1 纵联保护的交流动作继电器为复合式超范围整定的距离元件。

(2) 901A CPU1 的交流选相元件用相电流差突变量选相元件。902A CPU1 的交流选相元件用工作电压突变量选相元件。

除此以外，这两套保护装置再无其他区别。

(3) 将 901A CPU1 的启动元件中相电流差突变量元件 $\Delta I_{\phi\phi}$ 的更换为相电流突变量元件 ΔI_{ϕ} ，即可为 902A CPU1 的启动元件。

2. LFP—902B 程序修改说明

该程序在 LFP—902A 基础上修改。其中 CPU2 中的距离保护及重合闸程序与 LFP—902A 相同；主要修改 CPU1 中的零序后备保护程序。零序增加到四段，同时方式字也进行了相应修改。主要有：

(1) 增加了一个方式控制字 DZ 以控制工频变化量阻抗继电器 (DZ) 的投退。

(2) 零序 I 段时间固定为 0s。

(3) 取消了 DT 方式字，零序 IV 段在其他保护元件跳闸后，以 T04tg 的整定值跳闸。

(4) 同时有控制字 L02st (零序 II 段动作三跳) 及 L03st (零序 III 段动作三跳)。

四、键盘的操作说明

(一) 管理面板图示说明见图 1-2-19

(1) 为高亮度的 4×16 点阵式液晶显示器 (LCD)，用以显示正常运行状态、跳闸报告、自检信息以及菜单。

(2) 定值分页拨盘用来选择定值号，若保护有一种以上的运行方式，

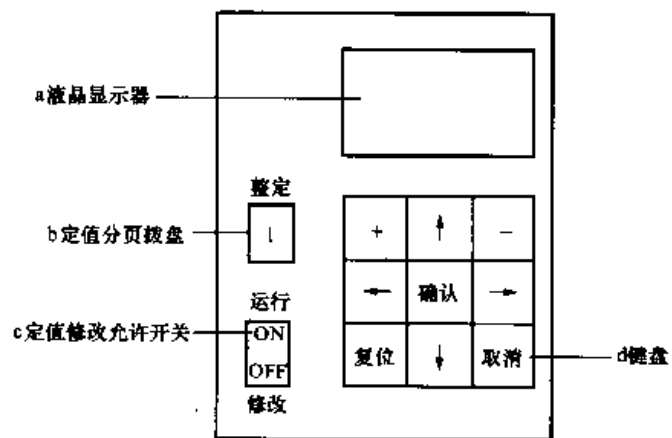


图 1-2-19 管理面板图示

有一套以上的整定值时，将每一套定值存放在不同的定值分页内。如：将拨盘拨至“1”，此时定值菜单中显示的定值号也应是“1”，整定好的定值将存放于“1”区。拨盘有“0”~“9”十个数字，故可存放十套定值。

当需要在运行中切换定值区时，在选择了你所希望的定值整定号后（按拨盘上的“上、下”两个小按钮，上面的是减，下面的是加），此时短时闭锁保护，再按键盘上的红色“复位”键使程序运行在新定值区。

(3) 定值修改允许开关，当保护装置正常运行时，此开关应在“运行”位置。需要修改定值时，先将该开关打在“修改”位置，此时保护装置的“OP”灯全灭，保护闭锁报警，液晶屏幕上出现“EEPROMWR”。修改完定值后必须将开关再恢复到“运行”位置，并按小键盘上的红色复位键，使保护程序恢复正常运行。若开关在“运行”位置时，修改定值无效，此时定值区数据处于受保护状态，液晶屏幕上出现“WRITE PROTECT”。

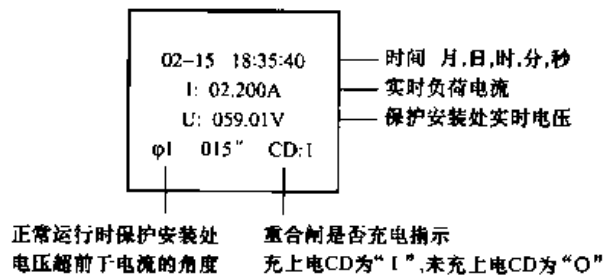


图 1-2-20 正常运行显示图

(4) 为 3×3 键盘，英语选择命令菜单和修改定值。

(二) 保护运行时液晶显示说明

装置上电后，装置正常运行，液晶屏幕光标闪动，稍后将显示信息如图 1-2-20 所示。

当保护动作时，液晶屏幕在保护整组复归后 15s 左右，将自动显示最新一次跳闸报告，如图 1-2-21 所示。

保护动作元件可能有多个，超过 4 个

时，将由右向左循环显示，跳闸元件名称。同一次序号的跳闸显示可对应于同一序号的打印报告，更详细的信息可见打印报告。保护装置运行中，自检出硬件出错或二次回路出错，将立即自动转为显示故障报告，格式如图 1-2-22 所示。

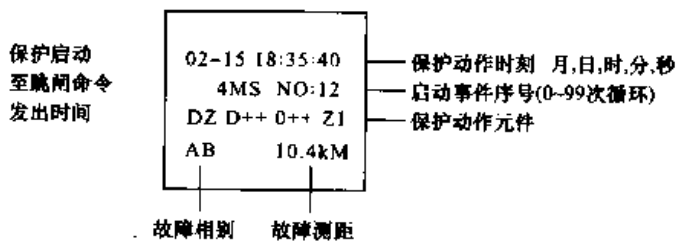


图 1-2-21 整组复归显示图

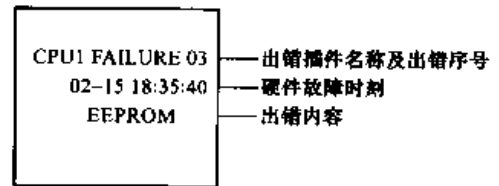


图 1-2-22 故障报告图

同样，同一序号的硬件出错显示可对应于同一序号的硬件出错打印报告。除以上三种自动切换显示方式外，保护还提供了若干命令菜单，供继电保护工程师调试保护和修改定值用。

(三) 命令菜单说明

命令菜单如下

1: SETTING — 整定定值 (下有 5 个子菜单)

- 若整定按确定，若不整定按取消，In、Vn、Fn 整定
- 1: CPU1 RELAY CPU1 定值
 - 2: CPU2 RELAY CPU2 定值
 - 3: MONITOR 管理板定值
 - 4: FAULT—LOCATION 故障测距定值
 - 0: EXIT 回到上一菜单
- 2: PRINT REPORT——打印报告（下有 8 个子菜单）
- 1: SETTING 定值
 - 2: TRIP REPORT 跳闸
 - 3: FAIT REPORT 硬件出错
 - 4: SWITCH REPORT 开关量日前状态
 - 5: SET SWITCH 定值页号变化
 - 6: TEST REPORT 自检
 - 7: CRC CHECK
 - 0: EXIT 回到上一菜单
- 3: RELAYSTATUS——保护状态（下有 4 个子菜单）
- 1: CPU1 STATUS（下有 5 个子菜单）
 - 1: SAMPLING DATA 实时电压电流采样值
 - 2: SWITCH STATUS 输入开关量状态
 - 3: PHASE ANGLES 电压超前电流的角度
 - 4: PHASE SEQUENCE 电压电流相序
 - 0: EXIT 回到上一级菜单
 - 2: CPU2 STATUS（下有 5 个子菜单）
 - 1: SAMPLING DATA 实时电压电流采样值
 - 2: SWITCH STATUS 输入开关量状态
 - 3: PHASE ANGLES 电压超前电流的角度
 - 4: PHASE SEQUENCE 电压电流相序
 - 0: EXIT 回到上一级菜单
 - 3: MONITOR 显示该插件电流采样
 - 0: EXIT 回到上一菜单
- 4: CLOCK 时钟整定（下有 2 个子菜单）
- 1: TIME 时钟修改
 - 0: EXIT 回到上一菜单
- 5: RELAY ON 保护投入（下有 3 个子菜单）
- 1: CPU1 ON CPU1 保护投入
 - 2: CPU2 ON CPU2 保护投入
 - 0: EXIT 回到上一菜单
- 6: CLEAR DATA 清报告
- 7: REPORT DISPLAY——报告显示（下有 5 个子菜单）



- | | |
|------------------|------------------------------|
| 1: TRIP REPORT | 跳闸报告显示 |
| 2: FAIL REPORT | 自检出错报告显示 |
| 3: SWITCH REPORT | 连接片变位记录 |
| 4: SET SWITCH | 定值页号变位显示 |
| 0: EXIT | 回上一菜单 |
| 8: CRC CHECK | CRC 码检查 (各 CPU 程序校验码及程序生成时间) |
| 0: EXIT | 退出 |

(四) 命令菜单的操作

(1) 在运行状态下, 按“↑”键可进入主菜单, 屏幕显示如图 1-2-23 所示。

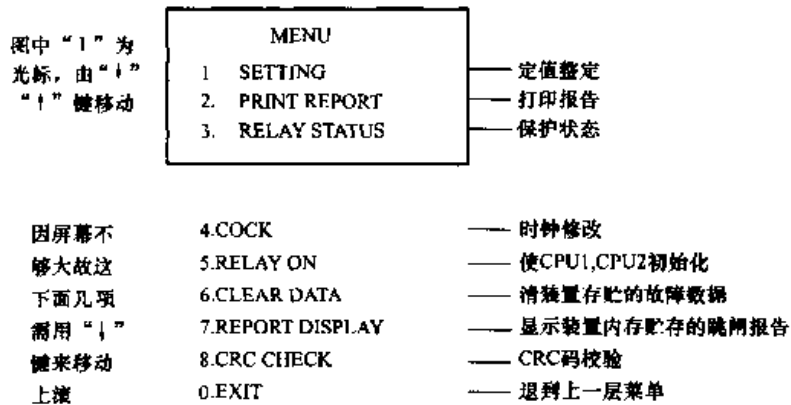


图 1-2-23 运行状态显示图

可用光标键上下移动选项。光标落在哪一项, 按“确认”键, 即选中该项功能。当该项被选中后, 会自动弹出下一级菜单。只有一个特例, 是当显示屏显示 In、Vn、Fn 时, 若不需要重新整定要进入下一级菜单, 需按取消键。

(2) 按菜单的树形目录结构所示, 用上述方法, 可逐步进入所需要的菜单, 当选中树形目录所示的最末梢项目时, 如 1: CPU1 RELAY 或 2: CPU2 RELAY 或 1: SAMPLING DATA 或 2: SWI·TCHSTATUS 等, 屏幕上所弹出的具体内容逐项按序排列, 但每一项的项首, 无数码序号。当屏幕显示在此状态下, 且需要进入上一级菜单时, 必需按取消键。除此以外, 当屏幕显示在非末梢菜单, 每项的项首均有数字序号, 在此状态下且需要进入上一级菜单时, 必须移动光标至最后一项 (0: EXIT), 然后按确认键。

五、装置的运行规定

(一) 装置的连接片的运行规定

(1) 保护屏上设有: A 相跳闸连接片、B 相跳闸连接片、C 相跳闸连接片、三相跳闸连接片、启动失灵连接片、合闸连接片、主保护投入连接片、零序电流保护投入连接片、距离保护投入连接片。

(2) 保护装置停用方法: 断开跳闸、合闸及启动失灵连接片。

(3) 高频保护停用方法: 断开主保护投入连接片 (停用工频突变量高频保护和零序方向高频保护)。

(4) 零序电流保护停用方法: 断开零序电流保护投入连接片 (停用零序电流保护 II、III)

段和零序方向高频保护)。

(5) 距离保护停用：断开距离保护投入连接片（停用Ⅲ段相间距离和Ⅲ段接地距离）。

(6) 屏上的重合闸把手有“综合重合闸”、“三相重合闸”、“单相重合闸”、“停用重合闸”四个位置，本线如有两套重合闸，两套重合闸把手必须一致，但只投入一套重合闸连接片。

(二) 装置面板上信号灯含义

1. 装置正常信号灯含义

“CPU1 OP”灯——该灯不亮表明高频和零序保护异常

“CPU2 OP”灯——该灯不亮表明距离保护和重合闸异常

“SIG OP”灯——该灯不亮表明装置异常

2. 装置动作信号灯含义

“TA”灯——A相跳闸

“TB”灯——B相跳闸

“TC”灯——C相跳闸

“CH”灯——重合闸动作

(三) 运行中的一般规定

(1) 运行人员巡视时必须检查装置下列指示灯及开关位置：

1) 电源插件(DC)，“DC”运行灯亮。

2) 主保护插件(CPU1)，“OP”运行灯亮，TV断线灯“DX”不应亮。

3) 后备保护插件(CPU2)，“OP”运行灯亮，“CD”灯亮（重合闸方式开关在投入位）。

4) 管理机插件(MON)，正常运行时液晶显示当前时间，实时负荷电流二次值，保护安装处实时电压二次值及二次电压超前电流角度，重合闸充电情况（完成充电后“CD”为“1”，未充满电时“CD”未“0”），并应无任何异常信息显示。

5) 信号输出插件(SIG)，“OP”运行灯亮，跳A(TA)、跳B(TB)、跳C(TC)、重合(CH)灯均不亮。

(2) 中央信号。保护动作—表示保护出口动作；重合闸动作—表示重合闸出口动作；装置闭锁—表示装置自检出错闭锁保护；装置异常—表示装置自检发现问题或直流消失或电压回路异常。

当四个控制屏光字牌灯光信号任意一个表示时，应记下时间，并到微机保护屏前记下装置面板信号灯表示情况，作好记录，然后按照下述方法处理：

1) 保护动作或重合闸动作表示。检查“TA”、“TB”、“TC”、“重合”四个信号灯至少有一个灯亮，表示本保护动作，详细记下信号表示情况，包括跳闸相别、重合、测距情况，检查当时线路断路器位置及打印机是否打印出一份完整的故障报告，记录复查无问题后按屏上“信号复归”按钮复归信号，向省调汇报记录结果及故障电流数值。

2) 装置异常表示。管理机(MON1)液晶将显示异常信息。

CPU1自检出错时，显示“CPU1 FAILURE”，同时该插件“OP”运行灯灭，此时应断开投主保护连接片和投零序保护连接片。

当CPU1插件上“OP”运行灯灭，同时“DX”TV断线灯亮，可不用立即停用保护，但应立即通知继电保护专业人员及时处理。

CPU2 自检出错时，显示“CPU2 FAILURE”，同时该插件“OP”运行灯灭，此时应断开投距离保护连接片和重合闸连接片。

MON1 自检出错时，显示“MONITOR FAILURE”。

SIG 插件上“OP”灯熄灭时，应立即上报省调整屏脱离保护，同时立即通知继电人员处理。

3) 装置闭锁表示。装置自检出错时将会闭锁对应保护，此时应通知继电人员处理。

(3) 保护全部停用是指将保护的跳闸连接片全部断开，不允许用停直流的方式来代替。

(4) 必须在两侧的高频保护停用后，才允许停用保护直流。合直流前，应先将两侧的高频保护停用，待两侧高频保护测试正常后，再汇报调度将高频保护同时投入运行。

(5) 应按现场继电保护运行交待的方法定期检查机内时钟，并及时校准机内时钟，保证与标准时钟相差 5min 以内。

(6) 装置电流、电压、开关量输入回路或屏内作业前，必须先向调度申请断开所有跳闸连接片。恢复时，继电保护人员应配合运行人员在检查各部分正确无误后，由运行人员投入跳闸连接片。

(7) 装置正常运行时，不得停直流。一旦直流消失后再恢复，应进行时钟校准。

(8) 可整屏切换的微机保护在进行切换操作时，线路断路器和旁路断路器均不得失去保护，否则不可直接进行切换操作。

(9) “信号复归”按钮与“整组复归”键不能用混。“信号复归”按钮是复归面板上信号灯和控制屏信号光字牌的，“整组复归”键是程序从头开始执行的命令。运行人员严禁按“整组复归”键。

(10) 运行人员每天应检查打印机的运行状态是否正常，备用打印纸是否足够。

六、装置的打印信息

(一) 主保护 (CPU1)

D++	高频突变量方向元件动作
O++	高频零序方向元件动作
DZ	突变量距离元件动作
L02	零序Ⅱ段出口
L03	零序Ⅲ段出口
CF1	合闸于故障加速 (包括手合后加速及重合后加速)
HBI	后备元件动作
LPT	交流电压回路断线后，零序或相电流元件动作
EPROM	EPROM 出错
RAM	RAM 出错
EEPROM	EEPROM 出错
TWJ	跳闸位置触点异常
TV	交流电压回路断线
LOQ	零序电流长期启动
D—CHANNEL	压频变换器或计数器出错

(二) 距离保护及重合闸 (CPU2)



Z1	距离 I 段出口
Z2	距离 II 段出口
Z3	距离 III 段出口
PO	非全相运行再故障加速距离 II 段
CF2	合闸于故障加速 (包括手动重合闸后加速及重合后加速)
HB2	后备元件动作
XPT	用于检重合条件的线路电压断线

(三) 管理机 (MONI TOR)

RAM	RAM 出错
EPROM	EPROM 出错
OPT DC	光耦电源坏
TA ABN	跳 A 出口回路异常
TB ABN	跳 B 出口回路异常
TC ABN	跳 C 出口回路异常
HJ ABN	重合闸出口回路异常
LoQ	零序电流长期启动 (大于 10s)
LQ	电流突变量长期动作 (大于 .5s)
CPU1 COMM	与 CPU1 通信异常
CPU2 COMM	与 CPU2 通信异常
L1QUID	液晶显示器出错

第三节 CSL—100 型微机保护

一、装置概述

CSL—101 (2) A (B) 微机高压输电线路成套保护装置包括高频保护、距离保护、零序保护、故障录波。CSL—100 系列中所有 A 型保护均不带重合闸功能, 以便于保护设计时方便地实现“保护随线路配置, 重合闸随开关配置”的原则; B 型保护增加了一个重合闸插件, 减少了一个跳闸插件。

其中高频保护作为全线速动的主保护, 瞬时切除全线路各种类型的故障, 以保证系统安全稳定的运行。距离保护、零序保护为后备保护。而其中的故障录波对保护的各路模拟量, 以及开入、开出进行监视、录波, 以便于事故后对事故过程及保护的动作情况进行分析。

二、硬件说明

下面以 CSL—101 (2) A 型微机保护为例, 对装置的硬件进行简单的介绍, 同时对 CSL—101 (2) B 型微机保护的不同之处进行了相应的补充。

1. 交流插件 (AC)

本插件将系统电压互感器、电流互感器二次侧信号变换成保护装置所需的弱电信号, 同时起隔离和抗干扰作用。

CSL—100 系列装置设有九个模拟量输入变压器 (TV 及 TA), 分别用以三相电压、三相电流, $3U_0$ 、 $3I_0$, CSL—101 (2) A 型另有一个备用的 TA, 可用于接双回平行线另一回

的零序电流，以考虑零序互感提高测量精度，CSL—101 (2) B型装置该位置为 TV 取线路电压 U_x 。

2. 模数变换 VFC 插件

本插件共有九路电路结构完全相同的电压频率变换器，分别将交流插件输出的电压、电流量变换成脉冲频率随输入模拟量幅值大小变化的脉冲量，并经快速光耦 (6N137) 光电隔离后送至 CPU 系统中的计数器计数，以实现模数转换。

用电压频率变换器 (VFC) 配合计数器构成模数变换器的基本原理与 11 型基本相同，本节仅就以下两个同 11 型保护装置中 VFC 插件的不同点说明如下：

(1) 本装置采用了国际上最新推出的第三代 VFC 芯片 (VFC110)，其电压——频率特性的线性范围为 $0\sim 4\text{MHz}$ ，较之 11 型保护所用 VFC (AD654) 的 0.5MHz 提高了 8 倍。因而本装置模数转换精度，距离保护精工电流和精工电压指标较 11 型有了较大提高。

(2) 本装置所用 VFC 芯片在片内带有一个高精度的偏置用的 5V 稳压电源，因而可取消原 11 型 VFC 插件上的各路公用的外加偏置稳压电源。

3. 保护 CPU 插件

CSL—100 系列所有保护所用 CPU 插件硬件都完全相同，仅单片机中固化的程序不同。

本插件所用单片机的总线不引出，片内包括了装置所要求的各种外设功能逻辑。有一些片内没有或不够的逻辑需要在片外扩展，但也不用总线，而是用 I/O 线连接。例如：本单片机片内无 EEPROM，因而在片外设置了一片串行 EEPROM，仅利用 CPU 的两根 I/O 线相连，一根作串行数据线 (SD)，另一根作串行时钟线 (SC)。

开出分成两种，一种是用于驱动出口及信号继电器的，此种开出的 $+24\text{V}$ 电源都是经过本插件告警继电器常闭接点闭锁的；另一种用于驱动告警继电器，其 $+24\text{V}$ 电源是不经过闭锁的。本装置设有两路告警，称告警 I 和告警 II，告警 I 用于检测到必须闭锁本 CPU 开出的致命异常状况时，告警 II 则用于不需闭锁开出的情况，详见继电器插件说明。

本插件的模入回路设置了锁存器 374，由 CPU 片内产生的时钟 ϕ_1 来锁存经 VFC 插件来的信号。其作用之一是将外部的异步脉冲信号变成同步脉冲信号，对抗干扰有利，作用之二是起到脉冲整形作用。

本装置设计时取消了开关量输入插件 (11 型装置的 DI1 及 DI2 插件) 而将开入部分的电路，包括电阻及光隔等，都安排在 CPU 插件上。这是经过抗干扰试验比较后确定的设计方案，因为试验证明，应尽量避免单片机的任一端子不经隔离直接引出插件。本插件的开出部分同 11 型的设计基本相同。

本装置的单片机片内设有两个串行通信口 (UART0 及 UART1)，均经过光隔后引出插件，UART0 用于同装在面板上的人机对话 CPU 通信。UART1 则留作备用。

4. 故障录波插件

本插件主要由单片机扩展系统和网络通信系统两部分组成，两者之间通过并行口，在握手信号控制下进行信息传递和交换。

单片机系统设有十路模拟量输入，十六路开关量输入，并设有 2K 串行 EEPROM 用于存放定值和参数， 0.5M 字节 RAM 用于存放录波采样数据，按每周 20 点采样，连续录波可达 22s 。此外还设有 128K 掉电不丢失的 RAM (FLASH RAM)，存放重要事件 (跳闸出口) 的录波。它还设有二路开关量输出用于告警，当自检发现硬件损坏或其他异常情况时，

驱动告警输出（告警Ⅱ），录波插件的告警输出对保护 CPU 插件没有任何影响。单片机系统还安排了两个光电隔离了的串行接口，一个串行口用于与 MMI 通信，另一个串口留作备用。

网络通信系统由网络芯片和网络驱动器组成。网络通信系统通过并口通信从单片机系统获取数据信息，并向网络发送。这个网络是一个高速通信网，通信速率最高可达 1.25MBit/s。每一个专用录波插件可作为故障录波专用网上的一个节点连接成网络，这个网络再经一个网络主站可连至一台 PC 机，这样 PC 机就可以作为每个故障录波插件的外设存储器。这样就实现了一种新型的故障录波方式——分散式故障录波。分散式录波具有许多优点，也代表着故障录波发展的一种趋势。

5. 人机接口板 (MMI)

人机接口板固定在面板后面，可分为以下几个部分说明。

MMI 板采用同各保护插件相同的 80 脚高性能单片机 (M77)，程序固化在片内，由 CPU 控制的各部分功用说明如下：

(1) 串口 UART0 和 UART1 (CPU 片脚 61~68)。UART1 通过光隔后经 34 针接插件 P1 连到背板，必要时可用它同其他制造部门提供的装置通信。UART0 用于同箱体各 CPU 通信。

本装置 MMI 板上装有一个九针插座，露在面板外，以便连接 PC 机代替 MMI 直接同箱体各 CPU 插件通信。所以用 MMI CPU 的一个口线 (P7—7) 作为选择线，通过 U9 和 U10 来切换 MMI 或 PC 机取得通信权。

(2) 键盘和液晶显示器。本装置面板上有六个键 (S1~S6)，直接接至 CPU 的开入端 P7—1~P7—6。液晶显示器则由数据总线经锁存器 373 (U14) 及相应控制线控制。其中 LED1—1 是显示器的背景光控制。

(3) 串行硬时钟。时钟芯片连接一个可充电干电池，保证了装置失去直流电源时时钟不停。

(4) 其他开入和开出。MMI 板还有若干个开入、开出，各开入开出端均经过光电隔离再外引。

6. 继电器插件

(1) 跳闸继电器板 1。本插件提供了两组跳闸出口继电器，可用于同时跳开两个断路器 QF1 及 QF2，每组跳闸出口都包括了三个分相出口继电器及分别用于驱动操作继电器箱中 TJQ 和 TJR 的三跳和永跳继电器。其中三跳继电器由三个分相出口继电器的触点接成三取二回路驱动，各分相出口及永跳继电器均由 CPU 插件开出光耦直接驱动（各保护 CPU 对应端子以或门方式连接）。

所有跳闸出口继电器线圈都经过由三个启动继电器触点接成的三取二回路才接至 24V 负端，三个启动继电器分别由高频、距离和零序三个 CPU 驱动，从而实现了必须有两个及以上 CPU 同时启动才可能接通跳闸回路。实践证明这是有效的防止误动作的措施。插件上装有三取二闭锁投退控制继电器，控制三取二闭锁的投退。

本插件上还提供了两个断路器的启动失灵回路，以及同高频收发信机连接的起信和停信触点。

此外三个 CPU 驱动 QDJ 的回路还接有三个二极管，构成“或”门接至人机对话及故障

录波插件。

(2) 跳闸继电器板 2 [CSL—101 (2) B 型微机保护没有该插件]。本插件提供了另外两组跳闸出口，连同跳闸插件 (1) 本装置共有四组跳闸出口，以满足跳双开关，而每组开关又都有双跳闸线圈的场合。

本插件还没有一个保护动作继电器 BDJ3，一般情况下，引出它的两副常开触点，用于在一个半断路器接线时，连至中间断路器的操作继电器箱（考虑双跳闸线圈，要两副触点），实现在重合至永久故障时第二个断路器不再重合。在必要时，对于非一个半断路器的应用场合，可以在印制板跳线改用两副动断触点，作其他用途，例如同其他重合闸配合。

(3) 逻辑继电器板。本插件设有三个分相出口继电器 CKJA3、CKJB3、CKJC3 和永跳继电器 CKJR2。用三个分相出口接点接成三取二回路后驱动三跳重动继电器 3TZDJ。而用三个二极管构成的“或”逻辑驱动跳闸重动继电器 TZDJ 及两个保护动作继电器 BDJ1 及 BDJ2。利用这些继电器接点分别构成联锁切机（分单跳、三跳及永跳切机三个触点输出回路）、启动重合闸及远动信号。BDJ1—2 及 BDJ2—2 用于连接其他保护（考虑最多连本保护共三套保护），告知本保护动作。

注意本装置考虑了两套启动重合闸回路，并且每套都分别提供了三跳启动重合闸（用 3TZDJ）及单跳（用 BDJ，实际是单、三跳都动作，要求重合闸内部逻辑来判别）启动重合闸回路。注意这些触点都是保护的跳闸重动继电器，因而重合闸内逻辑应在这些触点闭合时启动，而在返还时（表示故障已切除）开始计时。在单相重合闸过程中，如果三跳启动重合闸触点接通，应立即停止计时，并在此触点返还后再重新按三相重合闸要求计时。

(4) 保护信号插件。本插件适用于 CSL—101 (2) A、CSL—101 (2) B 型保护。

本插件可以分成以下两个部分：

1) 保护动作信号：包括三个分相动作信号继电器 CXJA、CXJB、CXJC 及一个永跳动作信号继电器 CXJR [CSL—101 (2) B 型微机保护为重合闸的动作信号]。这四个继电器都是磁自保持的，在失去直流电源时也不会返还，必须由装置面板上的信号复归按钮驱动复归继电器 FJ，由其触点 FJ—1 使之反向磁化才能消磁复归。

这四个继电器的触点一方面连至装置面板上的本地信号光字灯，一方面经过二极管“或”门驱动保护动作中央信号继电器 BDXJ，其触点引至中央信号回路。

2) 告警信号：本装置设计了两种告警方式：一种是各保护 CPU 自检发现有严重异常情况，必须立即切断本保护跳闸电源的，这种情况称告警 I，它包括了分别由三个 CPU 驱动的 GJ1、GJ2 和 GJ3 三个继电器。它们启动后一方面经过各自的动合触点自保持，另一方面由其动断触点切断本 CPU 插件的 24V 跳闸正电源，此外还经过另一组动合触点构成“或”门驱动一个磁保持的告警信号继电器 GJ，其触点 GJ—1 用以点亮面板上本地告警信号灯，GJ—2 用于中央信号。

另一种是不需要立即切断保护跳闸正 24V 电源的异常情况，称告警 II，它由一个磁保持的继电器 GJ5 构成，其触点 GJ5—1 及 GJ5—2 分别用于本地和中央信号。GJ5 可以由各保护 CPU 驱动，也可以由人机对话驱动。

三、软件程序说明

(一) CSL101 高频距离保护

1. 故障初期

在保护启动初期（从突变量启动元件启动开始的 50ms 内），采用相电流差的突变量选相元件，突变量选相元件的基本原理如表 1-2-2 所示（表中“+”表示有较大的变化，“+-”表示变化很大）。

表 1-2-2 突变量选相元件的基本原理

	Aφ	Bφ	Cφ	AB	BC	CA	ABC
ΔI_{AB}		+		++	+	+	++
ΔI_{BC}		+	+	+	++	+	++
ΔI_{CA}	+		+	+	+	++	++

CSL—101A 保护在故障初期保护如下：

高频相间方向距离、高频接地方向距离保护，高频零序方向作为接地方向距离高阻故障时的补充，在单相接地故障而接地阻抗方向元件不动作时自动投入。高频方向距离的动作特性为多边形特性。正常情况下零序方向的 $3U_0$ 采用软件由三个相电压相加而成的自产 $3U_0$ ，在 PT 断线的条件下，可通过控制字（KG1.5）选择退出高频零序方向保护或改为外接 $3U_0$ ，门槛值固定为 1.5V 有效值。KG1.5=0 时，PT 断线的条件下改用外接的 $3U_0$ ，本保护利用正常情况不对称故障时所出现的零序电压对外接 $3U_0$ 极性进行检查，即要求 $U_a+U_b+U_c-3U_0$ 很小，否则即认为外接 $3U_0$ 极性接反，报 $3U_0$ ERR，及时通知保护人员进行处理。

2. 发展性故障

不论 CSL—101A，还是 CSL—102A 保护，其第一次故障的跳闸选相都是根据突变量选相元件的选相结果。高频保护的发展性故障靠反映二个健全相相电流差突变量的 DI2 元件启动，其对应工频突变量方向元件正向，再加阻抗确认，即计算二个健全相分别对地及两个健全相相间阻抗，任一个在阻抗元件动作区内即确认。包括在发出单跳脉冲前转换及非全相运行过程中再发生的转换性故障，都采用这种方式。在非全相过程中检测到故障发展时保护停信（闭锁式），并在检测到对侧也停信时三跳。由于增设了方向元件，在 DI2 启动，方向元件检测为反向时，立即向对侧发闭锁信号，因此本保护在非全相过程中不会因相邻线路故障而误跳三相。

DI2 元件具有自适应功能，首先其在非全相振荡时，能自动根据振荡的快慢自动抬高其门槛值，保证 DI2 元件不因非全相振荡而误动作；其次，在单相接地故障时，当故障电流特别大时，能自适应地略提高 DI2 元件的门槛值，可靠地防止了在发电厂出口单相接地故障时 DI2 元件的误动作。

3. 振荡闭锁

如果突变量启动元件启动后方向元件判断为反向故障或虽判断为正方向但经过 50ms（从发生故障起计时）还未收到对侧高频保护判断为正方向的信号，程序即转入振荡闭锁模块中。

实际上在现代电力系统中，即使发生最严重的区外故障，且保护切除该故障所用时间较长而引起系统振荡，该振荡轨迹摆入高频距离保护停信范围内所用的时间也不会小于 150ms。因此，即使在振荡闭锁模块中，只要故障时间（从故障发生起计时）不大于



150ms，高频距离保护就不必考虑系统振荡的问题。

此外，本装置还设有零序辅助启动元件及静稳破坏检测元件，程序由这两种情况而进入振荡闭锁时，首先必须闭锁高频距离保护。注意零序辅助启动元件和静稳破坏检测元件都略带延时，保证了故障时突变量启动元件在时间上优先动作。

振荡闭锁模块中设置了高频零序方向和高频负序方向，保护所有不对称故障。另设有一个专用于保护三相短路的方向阻抗元件。这个阻抗元件仅装设在 BC 相，并且采用了模糊控制新概念，能可靠区分振荡和短路，注意，模糊识别的程序段在启动后的 150ms 内是不投入的。

零序、负序及阻抗元件都设有正、反两个方向的方向元件，正向元件的整定值可以整定，反向元件不整定，灵敏度自动比正向元件高（电流门槛取为正方向的 0.625 倍；阻抗整定值取为正方向的 1.25 倍）。注意同一条线路两端的零序、负序及阻抗整定值应该一样。

设置反方向元件有以下用处：

(1) 在环网中区外某些平衡点发生不对称接地故障时，穿越本线路的零序和负序电流方向可能相反。为防止一侧零序停信另一侧负序停信而造成高频保护误动作，本保护每侧的零序和负序方向元件都设有互相闭锁逻辑，即零序反向元件闭锁负序正向元件，负序反向元件闭锁零序正向元件。

(2) 为防止区外短路切除过程中因零序或负序功率倒向而造成误动作，本保护方向元件从反向到正向动作带 60ms 延时（40ms 延时停信，再加 20ms 延时确认两侧都停信才跳闸）。

(3) 在同复用载波机接口装置配合而用于闭锁式时要求有反方向元件启动发信。

高频零序和高频负序方向保护动作时，跳闸选相采用零序和负序电流比相加上阻抗识别的方法。

为可靠防止振荡过程中可能产生的不平衡负序电流和电压造成高频负序方向保护误动作，本保护对负序正向元件的动作增加了一个条件，要求： $I_2 > 0.125I_1$ 。

正常情况下区内发生不对称故障时，上式是一定满足的，而对称振荡过程中的负序不平衡电流是不可能达到上式条件的。在振荡闭锁模块中还设有一个判断振荡停息的程序模块，在持续一个可整定的时间 TR_3 ，零序辅助元件（I04）、静稳破坏检测元件（IJW）、以及六种阻抗停信元件都不动作时整组复归。

4. 相继动作

如果在大电源侧出口附近经大电阻接地，由于助增作用，可能使对侧高频保护停信灵敏度不足，此时靠大电源侧零序 I 段或接地距离 I 段先动作，在本侧断路器跳开助增消失后对侧高频保护再相继动作。本保护在任何情况下，先跳侧高频保护的停信元件在接收到本装置内零序或距离保护发出跳闸令后，检测原故障相确无电流后，将停信脉冲展宽 120ms。

5. 重合闸后加速

保护将故障相跳开后，在检测到故障相又有电流（单相重合闸），或任一相又有电流（三相重合闸）时，保护将根据整定值控制字中相应位的状态（KG1.9）决定是否投入重合闸后阻抗瞬时加速功能。阻抗瞬时加速功能所用的定值为停信阻抗元件定值。

6. TV 断线闭锁

装置设有检测 TV 断线的判据，两种判据都带延时，且仅在线路正常运行，启动元件不启动的情况下投入，一旦启动元件启动，TV 断线检测立即停止，等整组复归后才恢复。

(1) 三相电压之和不为零，用于检测一相或二相断线。判据是： $|U_a+U_b+U_c| > 7V$ (有效值)。

(2) 三相失压的检测。判据是： $|U_a|$ 、 $|U_b|$ 及 $|U_c|$ 均小于 8V，且任一相电流大于 0.04 倍额定电流，附加电流条件是防止 TV 在线路侧时，断路器合闸前误告警。为防止电流过小（例如对侧未合闸）时三相失压不能告警，本装置增设了断路器在合位（利用跳闸位置开入）的判据，作为补充。即三相电压均小于 8V，即使电流不大于 0.04 倍额定电流，但断路器在合位，也可以报警。检测到 TV 断线后，驱动告警 II 发出本地及中央告警信号，但不切断 CPU 的 +24V 电源。

在 TV 断线条件下高频距离保护将退出工作，装置继续监视 TV 电压，一旦电压恢复正常，高频距离保护将自动重新投入。

(二) CSL102 型高频方向保护

CSL102 保护为突变量高频方向保护，采用三种相间突变量电流 ΔI_{ab} 、 ΔI_{bc} 和 ΔI_{ca} 中最大者，与其对应的相间电压突变量比较方向，这样可以保证任一种故障类型突变量方向元件都具有最高的灵敏度。

工频突变量方向保护的基本原理如图 1-2-24 所示。

如图 1-2-24 所示，当在 F1 点故障时（区内故障），M 侧和 N 侧工频突变量电流超前工频突变量电压约 90° ，而在区外 F2 点故障时，M 侧工频突变量电流 ΔI_m 滞后于其工频突变量电压 ΔU_m 约 90° 。对于正、反方向故障时，其相位差约 180° ，具有明确的方向性。

CSL-102A 高频方向保护在突变量启动元件启动后的 50ms 以内，投入工频突变量方向元件，当工频突变量方向元件判为反向，或虽然判为正方向，但 50ms 以内未收到对侧亦判为正方向的信号，程序都将转入振荡闭锁模块中，以后的程序同 CSL-101A 的高频保护完全相同。本保护突变量方向仅用于启动后 50ms，是因为经过多年的实践证明，工频突变量元件在故障的初期，能够以其动作的快速性和可靠性迅速切除区内各类故障，但是在故障的后期，由于系统中可能会出现的一系列的操作，往往会引起这类元件的误动作。

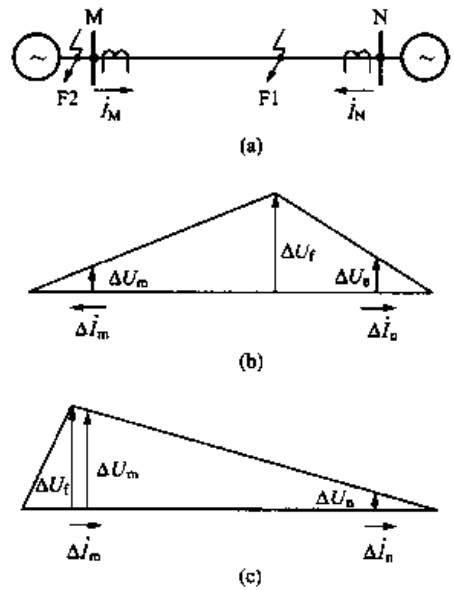


图 1-2-24 工频突变量方向保护的基本原理
(a) F1 点故障；(b) F2 点故障；
(c) 正、反方向故障

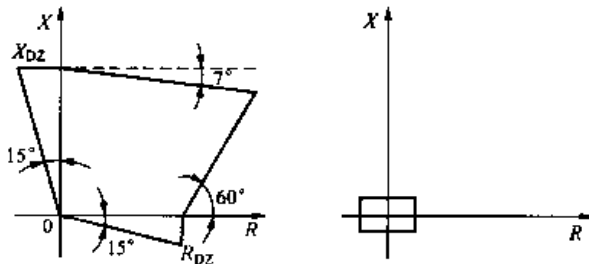


图 1-2-25 各阻抗元件动作特性

(三) 距离保护

距离保护设置有 III 段式相间和 III 段接地距离。

1. 阻抗动作特性

各阻抗元件动作特性均为多边形特性，如图 1-2-25 所示，注意仅 R_{DZ} 及 X_{DZ} 两个值可以整定。为保证出口短路明确方向性，采用电压记忆，即用故障前的电压顺移两个周波后，同故障后电流比相。

在重合闸或手动重合闸到故障线时，阻抗动作特性在原多边形特性的基础上加上一个包括坐标原点的小矩形特性，以保证 TV 在线路侧时也能可靠切除出口故障，矩形的 X、R 取值如表 1-2-3 所示。

表 1-2-3 矩形的 R、X 取值

X 取值	当 $X_{DZ} < 1\Omega$ 时，取 $X_{DZ}/2$ 当 $X_{DZ} > 1\Omega$ 时，取 0.5Ω	R 取值	8 倍上述 X 取值与 $R_{DZ}/4$ 两者中小者
------	-----------------------------------------------------------------------------	------	------------------------------

2. 振荡闭锁

采用突变量启动元件启动后的 0.15s 内短时开放测量元件的方法。在此 0.15s 内，程序不断地计算 AB、BC、CA 三种相间阻抗及 A、B、C 三种相对地阻抗，任一种在 I 段内瞬时出口，在 II 段内则固定。过 0.15s 后如果阻抗既不在 I 段又不在 II 段，就进入振荡闭锁状态，闭锁 I、II 段。距离保护的跳闸选相采用发出跳闸脉冲时的 I0 和 II2 比相并辅助以阻抗分析的方法。

本装置还设有静稳破坏检测元件及零序辅助启动元件，任一元件动作程序也进入振荡闭锁状态。

在振荡闭锁状态中，距离保护除保留相间和接地三段外，还根据整定计算规程增设了带 0.5s 延时的 I 段及带 1s 延时的 II 段（可用控制位投退），以及 I、II 段不经振荡闭锁的控制位。另外，振荡闭锁中还设有判断振荡停息的程序模块，在持续一个可整定的时间 TRS，零序辅助启动元件（I04）、静稳破坏检测元件（I1W）及三段阻抗元件都不动作时整组复归。

整组复归时间 TRS 应躲过相邻线重合闸周期及最长可能的振荡周期，还可以按三取二闭锁的需要来考虑，一般推荐整定为 3~4s。

3. 发展性故障的处理

距离保护判断发展性故障的原则如下：

- (1) DI2 启动及方向元件的判别同高频保护。
- (2) 两健全相相间及接地三种阻抗之一位于距离 I 段范围以内时，立即跳闸；位于距离 II 段范围以内时，则以相间 II 段延时跳闸。

4. 手动重合闸及重合闸后加速

本装置距离保护在突变量启动元件启动时如果判断为手动重合闸，程序将计算六种相别的阻抗，任一种在三段内即出口。

重合闸后加速不需要外部接点输入，装置在跳闸后能自动判断故障相是否有电流而实现后加速。整定单中有控制字提供多种后加速方式可供选择。

5. TV 断线闭锁

装置设有两种检测 TV 断线的判据，两种判据都带延时，且仅在线路正常运行，启动元件不启动的情况下投入，一旦启动元件启动，TV 断线检测立即停止，等整组复归后才恢复。

TV 断线的判据同高频保护部分。

在 TV 断线条件下距离保护退出工作，装置将继续监视 TV 电压，一旦电压恢复正常，距离保护将自动重新投入运行。

(四) 零序方向保护

1. 零序保护的配置及原理

本装置在全相运行时配置了四段零序方向保护，每段都可由控制字选择经方向或不经方向元件闭锁，零序方向元件的电压门槛固定为有效值 1.5V。

零序 I 段在手动重合闸和重合闸时均带 0.1s 延时，以躲开断路器三相不同期。

非全相时设置了瞬时段和延时段两段零序保护，通常称为不灵敏 I 段和 II 段。其方向也可由控制字投退。

2. $3U_0$ 极性问题

鉴于零序方向保护因 $3U_0$ 极性接反而误动作的事件屡见不鲜，本保护采用自产 $3U_0$ ，即由软件将三个相电压相加而获得 $3U_0$ ，供方向判别用，但 TV 断线时，又自动改用来自开口三角形的 $3U_0$ ，这样既利用了自产 $3U_0$ 保证接线正确的优点，又利用了开口三角提供的 $3U_0$ 不受 TV 断线的影响的优点。

本保护也考虑了零序保护不引入开口三角 $3U_0$ ，仅用自产 $3U_0$ 的情况 ($KG1.10=1$)，这种情况下，若 TV 断线，则零序保护改为零序过流，不带方向，零序过流出口时永跳。

3. TA 断线的问题

为防止 TA 断线引起灵敏的零序 III 段或 IV 段的误动作，可利用 TA 断线时无零序电压这一特征，使可能误动的段带方向，用零序方向元件实现闭锁。有的情况下，如正常运行时 $3U_0$ 的工频不平衡分量较大，怕方向元件闭锁不可靠，本装置还设置了一个 $3U_0$ 突变量元件，动作门槛固定为 2V 有效值，在控制字相应位置为“1”时，零序保护各段都经过此 $3U_0$ 突变量元件的闭锁。TA 断线时零序电流将长时间存在，本保护在零序电流持续 12s 大于四段整定值 I_{04} 时报警，并闭锁零序各段。

(五) 重合闸

1. 重合闸方式 (见表 1-2-4)

表 1-2-4

重合闸方式表

方式控制 2	方式控制 1	重合闸方式	方式控制 2	方式控制 1	重合闸方式
0	0	单重	1	0	三重
0	1	综重	1	1	停用

装置利用装设于屏上的切换开关，可以实现：单相重合闸，三相重合闸，综合重合闸，停用重合闸四种方式，四种方式与装置端子上重合方式控制开入的对应关系见下表，表中“1”表示相应端子接通 +24V 正电源，“0”表示相应端子断开 +24V 开入正电源。

单相重合闸方式：单相故障单跳单合，多相故障三跳不重合。

三相重合闸方式：任何故障三跳三合。

综合重合闸方式：单相故障单跳单合，多相故障三跳三合。

停用重合闸方式：重合闸退出。

重合闸长期不用时，应设置于停用方式。

2. 重合闸的充放电

在软件中，专门设置一个计数器，模仿“四统一”自动重合闸设计中电容器的充放电功能。重合闸的重合功能必须在“充电”完成后才能投入，以避免多次重合闸。

(1) 在如下条件满足时，充电计数器开始计数，模仿重合闸的充电功能：

- 1) 断路器在“合闸”位置，接进保护装置的跳闸位置继电器 TWJ 不动作；
- 2) 重合闸启动回路不动作；
- 3) 没有低气压闭锁重合闸和闭锁重合闸开入；
- 4) 重合闸不在停用位置。

以上条件均满足时重合闸充电，计数器开始计数，充电时间为 15s。对 CSL101A 型断路器控制装置，充电未充满前，装置面板上“重合闸充电”灯将点亮，重合闸充电完成后充电灯自动熄灭。对 CSL101B 型和 CSL102B 型保护装置，充电完成后，面板液晶上将显示：“CHZ: READY”字样。若充电未充满时，面板液晶上只有时间显示。

(2) 如下条件下，充电计数器清零，模仿重合闸放电的功能：

- 1) 重合闸方式在停用位置；
- 2) 重合闸在单重方式时保护动作三跳；
- 3) 收到外部闭锁重合闸信号（如手跳闭锁重合闸等）；
- 4) 重合闸出口命令发出的同时“放电”；
- 5) 重合闸“充电”未充满时，跳闸位置继电器 TWJ 动作或有保护启动重合闸信号开入。

3. 重合闸的启动

本装置设有两个启动重合闸的回路：保护启动以及断路器位置不对应启动。

(1) 保护启动：设有保护单跳启动重合闸、三跳启动重合闸两个开入端子，这些端子开入信号不要求来自跳闸固定继电器，而要求来自跳闸重动继电器，即要求跳闸成功后立即返还，重合闸在这些触点闭合又返还时启动。

如果单相故障，在发出合闸脉冲前健全相又故障，保护发出三跳命令，重合闸在单重计时过程中收到三跳启动重合闸信号，将立即停止单重计时，并在三跳启动重合闸触点返还时开始三重计时。保护启动重合闸虽然有单相和三相二个输入端，可以区分单跳还是三跳，但本装置还将根据三个跳位继电器触点进一步判别，防止三跳按单重处理。

(2) 断路器位置不对应启动：本装置考虑了断路器位置不对应启动重合闸，主要用于断路器偷跳。考虑到许多新设计的变电站不再使用传统的六个位置的 KK 操作手把，因而无法提供反映断路器在合后位置的触点。本装置仅利用三个跳位继电器触点启动重合闸，二次回路设计必须保证手跳时通过闭锁重合闸开入端子将重合闸“放电”，不对应启动重合闸时，单跳还是三跳的判别全靠三个跳位触点输入。单相断路器偷跳和三相断路器偷跳可分别由控制字设定禁止启动重合闸。

另外，本重合闸单元设有一个电流突变量启动元件，此元件启动后，启动一个计数器，若有重合出口（CHCK）报文时，其前面所带相对时标即由此计数器而来。若不发重合令，则 15s 后此计数器清零。这是为了使重合出口的报文和保护出口的报文计时起始点一致。

4. 重合

重合闸启动后，在未发重合令前，程序完成以下功能：

(1) 不断检测有无闭锁重合闸开入，若有开入，充电计数器清零，主程序查到充电计数器未充满整组复归。

(2) 若为单跳启动重合闸或单相偷跳启动重合闸，则不断检测是否有三跳启动重合闸开入和三跳位置，若有，则按三重处理。

(3) 主程序中, 根据重合闸控制字设置的检同期和检无压等方式, 进行电压检查, 不满足条件时, 重合计数器清零。

(4) 若重合闸一直未能重合, 等待一定延时后, 整组复归, 在单重方式下, 此延时为 $TS1 (TL1) + 12s$, 在三重方式下, 此延时为 $TS3 (TL3) + 12s$ 。

(5) 发出重合令后, 本装置将继续驱动加速继电器 $4s$, 然后整组复归。

线路侧电压接于 U_{xa} 、 U_{xb} 、 U_{xc} 端子上, 所以检无压时, 则检 U_{xa} 或 U_{xb} 或 U_{xc} 端子上的电压; 而对 CSL101B 和 CSL102B 型保护装置, 保护工作电压一般来自母线 TV, 所以检无压时, 则检 U_x 端子上的电压。若两侧均有压时, 自动转检同期方式。偷跳启动重合闸重合时不加速保护。

5. 同期手动重合闸

本装置设有“同期手动重合闸”开入, 可以进行手动同期合闸, 手动同期的方式不受重合闸检同期方式控制字的影响, 在收到“同期手动重合闸”命令时首先检查两侧是否有电压, 如果任一侧无电压就允许合闸, 若两侧均有电压则自动转为检同期方式。检无压或检同期的延时均为 $0.5s$ 。手合启动后, 若 $5.5s$ 不满足检无压或检同期要求, 则整组复归。

对同期手动重合闸功能, 在程序中安排了一个手动重合闸计数器, 此计数器在以下三种情况下清零:

- (1) 同期手动重合闸启动后整组复归时;
- (2) 断路器处于合闸状态即三个跳位继电器均打开;
- (3) 手动重合闸计数器未计满前又来同期手动重合闸开入。

此计数器计满 $10s$ 后方开放手动重合闸功能, 这样就可靠防止了手动重合闸于故障上, 断路器跳开后, 同期手动重合闸命令未消失前再次合于故障上。

加速触点在重合闸或手动合闸出口时闭合, 展宽至整组复归。

6. 沟通三跳

由于重合闸装置的原因不允许保护装置选跳时, 由重合闸箱体输出沟通三跳空触点, 连至各保护装置相应开入端, 实现任何故障跳三相。

例如重合方式转换开关在“三重”或“停用”位置, 重合闸未充好电, 重合闸装置发现“致命”错误而告警或装置失电等, 都将由重合闸装置输出沟通三跳触点。

在以下三种情况下, 本装置输出沟通三跳触点:

- (1) 重合方式把手在三重位置或停用位置;
- (2) 装置出现“致命”错误或装置失电;
- (3) 重合闸未充好电。

7. 重合闸单元的告警回路

本重合闸单元除正常的 ROM 自检, 开入开出自检外, 还设置有以下两个告警回路。

(1) 重合闸在检同期方式时, 未启动情况下, 检查到开关处于合位, 且有电流流过时, 则开始检查电压同期条件, 若电压同期条件不满足, 则告警报告电压出错 (DYCC)。此为告警 II, 只点告警灯, 不闭锁重合闸插件开出正电源。

(2) 当跳位继电器合上时, 即有跳位开入, 若检测到线路上相应相有电流流过, 则报告跳位出错 (C—DIERR 00xx)。此为告警 I, 点告警灯, 并且闭锁重合闸插件开出正电源。

(六) 故障录波功能

1. 启动和记录

本插件没有模拟量突变启动和开入量变位启动两种启动方式，其中每一路模拟量或开入量均可由控制字选择投入或退出启动录波功能。

录波按 20 点/周，即采样率为 1000Hz 采样，记录时可根据设定按分段或不分段方式记录。如果不分段，则连续记录时间可达 22s；如按分段记录，则每次记录故障前约 2 周半（48 点采样数据）和故障后十周（200 点采样数据）的 AB 段数据，然后按 C 段（4 点/周）的密度记录。如有再次启动，则记录再次启动前约 2 周半和启动后十周的 AB 段数据，再进入 C 段，如此循环，直至本次记录结束。每次录波的时间、长度设有二种方式可供选择，一种为固定长度记录方式，录波时间等于用户整定的时间。另一种为录波插件启动后，一直监视启动开入（由保护插件来），录波一直录至启动开入返回为止，即一直录至保护启动元件返回为止。

另外，为防止录波启动而保护不启动或保护启动元件长期不返回（保护启动开入长期有信号）的情况发生，本插件设定每次最短记录时间为约 250ms（即故障前约 2 周半和故障后 10 周数据），最长不超过 512K 的记录容量，即录满为止。

2. 录波数据的掉电不丢失存储

本插件安排了 128K 掉电不丢失 RAM（Flash RAM）用于存放如保护跳闸等重要的录波数据，作为 RAM 的一个掉电不丢失备份，保证在掉电情况下重要录波数据不丢失。

Flash RAM 的存储方式采用循环记录方式，最新报告覆盖最早的报告。

3. 模拟量输入（简称模入）和开关量输入（简称开入）

本插件共有模拟量输入通道 10 路，其中 9 路用于记录 U_a 、 U_b 、 U_c 、 $3U_0$ 、 I_a 、 I_b 、 I_c 、 $3I_0$ 及 U_x ，另一路留作备用或用于记录高频通道信号。

本插件共有 16 路开入，其中 14 路用于记录保护启动、高频启动、跳 A、跳 B、跳 C、其他保护动作、沟通三跳、收信输入、停信、导频消失、告警 I、高频备用开出、零序备用开出、距离备用开出等动作变化信号，另外 2 路留作备用。收信输入、停信和导频消失等内部逻辑量的记录为分析保护的動作行为提供了完整可靠的依据。

4. 数据输出

本插件的录波数据直接送往专用录波网。

如果用于非综合自动化的变电站，则可把录波网同站内所有四方公司产品的网络联在一起，经 CSN 010 连到打印机，录波数据可以数据或图形方式输出至打印机。

如果使用在综合自动化的变电站，则录波数据可以经专用录波网上送到工程师站的 PC 机存盘，也可通过公用电话线进一步上送到上级调度部门。

四、键盘的操作说明

（一）人机接口功能及其操作

1. 正常运行显示

本装置面板上设有一个双行，每行 16 字符的液晶显示器。正常运行时第一行显示装置的实时时钟。按四方键盘中央的“SET”键，显示器立即转为显示装置功能键的“一级菜单”。在任何时刻按左下角的 Q 键（英文 Quit 的缩写）可以退出当前状态或回到正常显示。在执行任何菜单命令时，如持续 30s 不按任何键，也将自动返还到正常显示。

2. 各种功能键

一级菜单分以下八项，用四方键的移动光标至所选的项目后再按 SET 键，即可进入。

VFC SET RPT CLK
CRC PC CTL ADR

以下分项对一级菜单进行说明：

(1) VFC：此项功能包括调整及检验 VFC 型模数变换器有关的各项命令，以及系统电压、电流、有功、无功及各保护元件连接片等，进入后 LCD 将显示四个菜单：DC、VI、ZK 和 SAM。

可用左、右键及 SET 键选择：

DC—用于调整及检验零漂，进入后 LCD 将显示各模入通道的零漂值。

VI—用于调整及检验各电压、电流通道的刻度，以及用于显示系统电压、电流、有功、无功及各保护元件的连接片等，进入后 LCD 将显示各模拟量的有效值及连接片投入情况。

IA—A 相电流输入。

IB—B 相电流输入。

IC—C 相电流输入。

$3I_0$ —零序电流输入。

UA—A 相电压输入。

UB—B 相电压输入。

UC—C 相电压输入。

$3U_0$ —零序电压输入。

DI—CPU 各开入量及对应端子。

以下列出各插件 CPU 的开入端子号。

CSL101A 和 CSL102A 型装置：

CPU1 (高频插件)	84	94	95	100	101	102
CPU2 (距离插件)	84	94	95	100		
CPU3 (零序插件)	84	94	95	100		

CSL101B 和 CSL102B 型装置：

CPU1	84	94	95	100	101	102	
CPU2	84	94	95	100			
CPU3	84	94	95	100			
CPU4	15	16	17	18	21	22	26

I2—折算到二次侧的系统三相电流值。

V2—折算到二次侧的系统三相电压值。

PQ2—系统有功、无功。

S—各保护元件连接片投、退状况和当前定值区号。

IV9—从打印机打印三相电压、电流值。

ZK—用于显示阻抗值，以便检验阻抗元件的精确工作电流和电压。

SAM—用于打印采样值，以便查看各模拟量输入的极性和相序是否正确。

VFC 菜单下各命令显示的数值均为二次值，即装置端子入口处的电压、电流等数值。

(2) SET：此项功能包括了与定值有关的各种命令，进入后显示三个子菜单，LST、

SEL 及 PNT。

LST—用于逐行显示和修改定值。

SEL—此功能对 CSL100 系列装置不起作用。

本装置的定值 EEPROM 中可同时固化 8 套定值，可以用装设在屏上的拨轮开关通过 3 线开入量来选择定值区号，为了满足综合自动化站的要求，适用于综合自动化的装置，如 110kV 保护装置 CSL163A 等可以利用 MMI 的 SEL 功能改变定值区号，也可以在远方操作。对于本装置，为了保证 220kV 及以上保护的独立性，目前暂不考虑由远方操作切换定值区，所以 SEL 命令将不起作用。

PRT—用于利用网络上的打印机打印整定值。这时液晶上不显示定值。

用左右键移动光标选择上述 LST、SEL、PNT 三个分菜单并用 SET 键确认后，液晶显示指示输入要操作的定值区号，这时可用上下键改变定值区号，选定后用 SET 确认。选择定值区号时液晶显示若显示“.”，表示选择缺省的定值区号，它总是指向当前的定值区号。

(3) RPT：这是用于显示记忆在存储器中本装置历次动作的记录，分两个子菜单，一是调用存放在 MMI 的 EEPROM 中的事件记录。另一个是调用存放在 CPU RAM 区中的记录。主要应使用前者，因为它在失电后不会丢失，而且存储量大，可记忆不低于 5 次故障的动作记录。每次故障的第一行总是发生故障的时间，此后是按动作先后排列的各事件。注意本装置仅记录导致跳闸出口的事件，区外故障启动而不跳闸不记录。每次故障后，动作事件可能大于一行，因而两行的 LCD 将不停地将完整的报告翻滚显示，一直至按 Q 键才恢复正常显示。在报告翻滚显示时，可以按上下键选择本次故障前后的各次故障动作信息。选择调存放在 CPU RAM 区的报告时，LCD 显示 RPT—NO: ××，用上下键可以改变 ×× 处显示的数字，选择要求的数字后按 SET 键确认即可。×× 显示 01 表示选择最后一次故障动作信息，×× 显示 02 表示选择往前第二次故障动作信息，依次类推。

(4) CLK (英文 CLOCK 的缩写)：用于整定 MMI 电路板上的硬件时钟的时间。

(5) CRC：用于显示软件版本号及 CRC 检验码，进入后将同时显示 MMI 及 CPU 的版本号及检验码，多 CPU 时还将逐行显示各 CPU 的信息，可用上、下键移动观察。

因为 MMI 的软件对各种不同保护装置是通用的，可以利用 CRC 命令设置有几个 CPU，进入 CRC 后选 RUN 项，LCD 将显示当前设置

1	2	3	4	5	6
×	×	×	×	×	×

× 为 0 或 1。

此时可用左、右键移动光标，至某一 CPU 号相应位置，按上、下键，置“1”表示设置，置“0”则取消，最后按 SET 键确认。

如果某一号 CPU 不存在、而又未取消，则 MMI 将告警并显示“CPU * COMM ERR!”表示对该 CPU 巡检不响应。如所有的 CPU 均未设置，装置一上电立即告警，LCD 显示“SET CPUS, PLEASE”提醒用户设置投入运行的 CPU 号。

CSL101 (2) A 基本配置仅四个 CPU，高频为“1”号，距离为“2”号，零序为“3”号，分散录波为“6”号，CSL101 (2) B 基本配置为 5 个 CPU，其中 1、2、3、6 号 CPU 同 CSL101 (2) A 型保护，重合闸为“4”号 CPU。所有 CPU 序号在出厂时均已设置好。

RCP—此功能对 CSL100 系列装置中不起作用。

(6) PC: 用于将人机对话功能由面板上的 MMI 切换至同面板上 RS-232 串口连接的 PC 机。实际上切换至 PC 机只是通知 MMI 将选通端 (上电时为低电平) 变为高电平, 从而使 CPU 的 RXD 端选择 PC 机的 TXD 端。

切换后 MMI 的 LCD 将显示: “Press Q to return” (按 Q 键使 MMI 重新得到控制权), 切换后 MMI 的 RXD 端仍可收到 CPU TXD 端的发信。在 MMI 发现 CPU 持续 60s 不发信时 (表示 PC 机未回话) 自动再切换重新取得控制, 以免工作人员工作完毕后忘记按 Q 键, 使 MMI 长期不工作。

(7) CTL (英文 Control 的缩写): 进入 CTL 功能后, 将显示二个子菜单, DOT 和 EN 分述如下:

1) DOT (开出传动) 用于检验装置的各路开出是否完好, 进入后显示器将询问要检验哪一路开出, 可用四方键盘的上、下键选择编号再用 SET 键确认。

2) EN (连接片投退) 只适用于为综合自动化站设计的装置, 同样考虑到保证 220kV 及以上保护的独立性, 目前暂不考虑由远方切换连接片, 所以 EN 命令对本装置不起作用。

(8) ADR (英文 address 缩写): 这是在将本装置接入通信网时, 用于设置本装置在网中地址的功能键。由制造部门在初始化时使用, 一般用户不会涉及。

(二) 连接片确认及改变定值区号确认

鉴于 220kV 以上电压等级线路的重要性, 本系列装置的连接片一律采用硬连接片, 定值区号亦采用开关量输入装置。

当连接片由退出到投入时, 面板上会显示: “DI-CHG? P-RST.” 此时需现场人员手动按复归按钮, 确认连接片由退出转为投入。此时, 面板上应显示 “DIN ×× OFF-ON”, 即第 ×× 号连接片由退出转入投入位置, 此 ×× 号均为该连接片接入的装置端子号。此时方表示此连接片已投入。

当连接片由投入到退出时, 同样, 面板上会显示: “DI-CHG? P-RST.”, 现场人员按复归按钮确认后, 面板上应显示: “DIN ×× ON-OFF”, 即第 ×× 号连接片由投入状态变为退出状态。

若改变连接片位置而未确认, 经过一定延时后, 装置将告警, 并显示: “DIERR ××××”。

当改变定值区号时, 把定值选择按钮调到所需区号后, 面板上将显示: “Setting changed, press reset ok”。此时按复归按钮确认后, 面板上显示: “SCHG0 ××1-××2” (××1 为改前区号, ××2 为改后区号)。若调整定值区号而不确认, 经一定延时后, 装置将告警并显示: “Setting error, press reset ok”。

投退连接片和改变定值区号操作后, 要求操作人员按信号复归按钮 (可以按装置面板上的按钮, 也可以按屏上的按钮) 确认, 是总结 11 型保护运行经验提出的改进措施, 它可以防止连接片或定值拨轮接点接触不良而导致错误地改变定值或退出保护。

本系列装置提供了一个非常方便的检验手段, 即 VFC 菜单下的 VI 菜单下的 S 菜单。此菜单显示当前定值区号及连接片状态。建议现场人员改变连接片或定值区号后能够打开此菜单以确认连接片状态和定值区号。

以下列出 S 菜单中连接片的状态表示:

GP 高频连接片投入

J1	距离 I 段连接片投入
J23	距离 II、III 段连接片投入
L1	零序 I 段连接片投入
L234	零序其他段投入（包括零序 II、III、IV 段）
ZC	综合重合闸方式
DC	单相重合闸方式
SC	三相重合闸方式
TY	重合闸停用方式
LONG	重合闸延时为长延时

五、装置的运行规定

（一）保护屏上应具备的连接片

1. CSL—100 型微机保护具有以下四种组屏方式

（1）可整屏切换到旁路的线路微机保护的组屏方式，屏的型号为：P（G）XW101B 32Q/* * 型。

（2）不能整屏切换到旁路的线路微机保护的组屏方式，屏的型号为：P（G）XW101B（102B）—32/* * 型。

（3）用于 3/2 断路器接线方式的线路微机保护的组屏方式，屏的型号为：P（G）XW101A（102A）—42/* * 型。

（4）用于旁路的微机保护的组屏方式，屏的型号为：P（G）XW101B（102B）—31/* * 型。

其中各部分含义如下：P—微机保护的组屏为屏式；G—微机保护的组屏为柜式；X—线路保护；W—微机保护；Q—可整屏切换到旁路；* *—生产厂家代号。

2. 微机保护屏上配置的出口连接片及开关

（1）P（G）XW101B—32Q/* * 型微机保护应配置的连接片及把手：出口切换连接片有：A 相跳闸连接片、B 相跳闸连接片、C 相跳闸连接片、三相跳闸连接片、跳闸正电源连接片、重合闸出口连接片、重合闸正电源连接片，切换连接片具有“线路”、“旁路”、“断开”三个位置。

出口连接片有：启动线路失灵保护连接片、启动旁路失灵保护连接片。

切换把手有：1QK1、1QK2 两个切换把手，分别用于切换交流电压量、直流量，把手具有“线路”、“旁路”、“断开”三个位置。

电流试验端子用于切换交流电流量，标明“线路”及“旁路”位置。

（2）P（G）XW101B（102B）—32/* * 型微机保护应配置的连接片及把手：出口连接片有：A 相跳闸连接片、B 相跳闸连接片、C 相跳闸连接片、三相跳闸连接片、重合闸出口连接片、启动失灵保护连接片。

（3）P（G）XW101A（102A）—42/* * 型微机保护应配置的连接片及把手：出口连接片有：A 相跳闸连接片 1、B 相跳闸连接片 1、C 相跳闸连接片 1、三相跳闸连接片 1、启动 A 相失灵保护连接片 1、启动 B 相失灵保护连接片 1、启动 C 相失灵保护连接片 1、启动重合闸连接片 1；A 相跳闸连接片 2、B 相跳闸连接片 2、C 相跳闸连接片 2、三相跳闸连接片 2、启动 A 相失灵保护连接片 2、启动 B 相失灵保护连接片 2、启动 C 相失灵保护连接片 2。

2、启动重合闸连接片 2。

(4) P (G) XW101B (102B) —31/ * * 型微机保护应配置的连接片及把手：出口连接片有：A 相跳闸连接片、B 相跳闸连接片、C 相跳闸连接片、三相跳闸连接片、重合闸出口连接片、启动失灵保护连接片。

3. 微机保护屏上应配置开入量连接片

高频保护投入连接片，距离 I 段投入连接片，距离 II、III 段投入连接片，零序 I 段投入连接片，零序其他段投入连接片，重合闸时间控制连接片

重合闸方式选择开关位置：“综合重合闸”、“单相重合闸”、“三相重合闸”、“停用重合闸”。

4. P (G) XW101B—32Q/ * * 型微机保护屏

在进行整屏切换操作时，应将各切换连接片及切换把手端子切换到相应位置，电流试验端子也应切至相应位置，如在本线断路器运行应切换到“线路”位置，如在旁路断路器运行应切换到“旁路”位置。保护装置在正常运行时，各切换连接片、切换把手及电流试验端子不应在“断开”位置或状态。在电流试验端子由本线切换到旁路或由旁路切换到本线时，应严格按现场运行交代执行，不应将电流回路开路。

5. 各连接片及重合闸方式选择断路器位置应按调度令执行

(二) 装置面板上信号灯含义

1. 装置动作信号灯含义

“A 相跳闸”灯——A 相跳闸；

“B 相跳闸”灯——B 相跳闸；

“C 相跳闸”灯——C 相跳闸；

“重合”灯——重合闸动作（对应 B 型微机保护装置）；

“永跳动作” 永跳动作（对应 A 型微机保护装置）。

2. 装置异常信号灯含义

“告警”灯——告警 I、II。

(三) 运行的一般规定

(1) 运行人员巡视时必须检查项目：

1) 保护装置面板上的“运行监视”灯应亮，液晶显示屏幕上显示当前时间和“CHZ REDAY”（重合闸充满电）字样，当重合闸把手切至“停用”位置时无此显示，而只显示当前时间，面板上“告警”灯应不亮，“A 相跳闸”、“B 相跳闸”、“C 相跳闸”、“重合闸动作”各灯均应不亮。

2) 屏上定值切换区所显示的定值区号应与继电保护人员交代相同。

(2) 中央信号：

保护动作—表示保护出口动作；

重合闸动作—表示重合闸出口动作；

告警—表示装置异常及呼唤。

当三个控制屏光字牌信号任意一个信号表示时，应记下时间，并到微机保护屏前记下装置面板信号灯表示及液晶显示屏显示情况，作好记录，然后按照下述方法处理：

1) 保护动作或重合闸动作信号表示：检查面板上“A 相跳闸”“B 相跳闸”“C 相跳闸”“重合闸动作”四个信号动作情况，记下信号表示及液晶显示屏显示情况，包括跳闸



相别、重合闸及相应的动作时间，检查此时线路开关位置及打印机是否打印出一份完整的故障报告（说明故障时间、故障相别、保护动作情况、测距结果及故障录波图形）。记录复查无问题后按屏上“微机保护信号复归”按钮复归信号，向省调汇报记录结果及故障电流数值。

2) 装置异常信号表示：装置失去直流电源，属于失电告警，此时应检查失电原因并及时处理。

装置面板上“告警”灯亮，这时检查装置液晶显示屏幕显示的异常信息为 CPUX-COMM. ERR (X=1, 2, 3, 4, 6) 时，表示“X”号 CPU 与人机对话 (MMI) 插件之间的通信异常，此时不必停用保护，但应立即通知继电人员处理。

装置面板上“告警”灯亮，这时检查装置液晶显示屏幕显示的异常信息为“PTDX”时，按屏上的“微机保护信号复归”按钮不能复归，表示装置电压回路断线，此时应立即退出距离保护连接片，通知继电人员处理。

装置面板上“告警”灯亮，这时检查装置液晶显示屏幕显示的异常信息为“CTDX”时，按屏上的“微机保护信号复归”按钮不能复归时，则为电流回路断线，此时应立即断开本装置的跳闸连接片并汇报调度及通知继电人员处理。

装置面板上“告警”灯亮，这时检查装置液晶显示屏幕显示的故障信息为“DIERR”同时显示当前开入状态并复归不掉时，表示开入回路异常，此时不必停用保护但应通知继电人员立即处理。

(3) 当线路配有两套微机保护时，两套微机保护的重合闸方式把手投用方式应保持一致。运行时，无论是两套运行还是单套运行，只投一套微机保护的重合闸连接片。

(4) 当线路配有微机保护和常规重合闸保护时，两套保护的重合闸方式把手投相同位置，只投常规重合闸保护的重合闸连接片，微机保护的重合闸连接片停用。

(5) 装置中高频、距离、零序三种保护中任两种保护停用时，则断开微机保护屏上的所有跳闸连接片。

(6) 保护全部停用是指将保护的跳闸连接片全部断开，不允许用停直流的方式来代替。

(7) 必须在两侧的高频保护停用后，才允许停用保护直流。合直流前，应先将两侧的高频保护停用，待两侧高频保护测试正常后，再汇报调度将高频保护同时投入运行。

(8) 应按现场继电保护运行交待的方法定期检查机内时钟，并及时校准机内时钟，保证与标准时钟相差 5min 以内。

(9) 装置电流、电压、开关量输入回路或屏内作业前，必须先向调度申请断开所有跳闸连接片。恢复时，继电保护人员应配合运行人员在检查各部分正确无误后，由运行人员投入跳闸连接片。

(10) 装置正常运行时，不得停直流。一旦直流消失后再恢复，应进行时钟校准。

(11) 可整屏切换的微机保护在进行切换操作时，线路断路器和旁路断路器均不得失去保护，否则不可直接进行切换操作。

(12) “信号复归”按钮与整组复归的“QUIT”键不能用混。“信号复归”按钮是复归面板上信号灯和控制屏信号光字牌的，整组复归的“QUIT”键是程序从头开始执行的命令。运行人员严禁按“整组复归”键。

(13) 运行人员每天应检查打印机的运行状态是否正常，打印纸备用是否足够。

六、装置的打印信息

(一) 高频保护

GPALJQD	高频过负荷启动
GPBCZQD	高频阻抗元件启动
GPQD	高频启动
GPSHCK	高频手动重合闸加速出口
GPTDZD	高频通道中断
GPI0TX	高频零序停信
GPI0CK	高频零序出口
RKTX	高频弱馈停信
RKCK	高频弱馈出口
GPTBTX	高频突变量停信
GPTBCK	高频突变量出口
GJJSCK	高频后加速出口
GPI2TX	高频负序停信
GPI2CK	高频负序出口
GPJLTX	高频距离停信
GPJLCK	高频距离出口
DTFAIL	单跳失败
STFAIL	三跳失败
YTFAIL	永跳失败
GPPTDX	高频电压互感器二次回路断线
GPCTDX	高频电流互感器二次回路断线
G—DACERR	数据采集系统异常
GPPTDX	高频 TV 断线
GPCTDX	高频 TA 断线
G—ROMER	高频 ROM 自检出错
G—SETER	高频定值出错
GBADDRV ××	高频第××号开出错
GBADDRV1	高频第××号开出错

(二) 距离保护

1ZKJCK	距离 I 段出口
2ZKJCK	距离 II 段出口
3ZKJCK	距离 III 段出口
JLSHCK	距离手动重合闸出口
JLALJQD	距离静稳破坏 A 相电流元件动作
JLBCZKQD	距离静稳破坏 BC 相阻抗元件动作
JLPTDX	距离电压互感器二次回路断线
JLCTDX	距离电流互感器二次回路断线

J-DACERR	数据采集系统异常
J-ROMER	距离 ROM 自检出错
J-SETER	距离定值出错
JBADDRV ××	距离第××号开出错
JBADDRV1	距离第××号开出错
(三) 零序保护	
LXCTDX	零序电流互感器二次回路断线
LXI0QD	零序Ⅳ段辅助启动
LXPTDX	零序电压互感器二次回路断线
I01CK	零序Ⅰ段出口
I02CK	零序Ⅱ段出口
I03CK	零序Ⅲ段出口
I04CK	零序Ⅳ段出口
IN1CK	零序不灵敏Ⅰ段出口
IN2CK	零序不灵敏Ⅱ段出口
L-DACERR	数据采集系统异常
L-SETER	零序定值出错
LBADDRV ××	零序第××号开出错
LBADDRV1	零序第××号开出错
(四) 重合闸	
SHCK	手动重合闸出口
CHCK	重合闸出口
SHFAIL	手动重合闸失败
CHFAIL	重合闸失败
C-DACERR	采样出错
C-ROMERR	重合闸 ROM 求和自检错
C-SETER	重合闸定值错
C BADDRV	开出错
DYCC	电压不正常
C-TXZD	重合闸插件中断
C-DIERR ××	重合闸第××号开入错

第四节 PSL—600 型微机线路保护

一、装置概述

PSL—600 数字式超高压线路保护装置以纵联距离和纵联零序作为全线速动主保护、以距离保护和零序方向电流保护作为后备保护。可用作 220kV 及以上电压等级的输电线路的主保护和后备保护。

保护功能由数字式中央处理器 CPU 模件完成，其中 CPU1 完成纵联保护，CPU2 完成

距离保护和零序电流保护功能，对于单断路器接线的线路保护装置中还增加了实现重合闸功能模块 CPU3，可根据需要实现单相重合闸、三相重合闸、综合重合闸或者退出。

二、硬件说明

组成装置的模块有：交流模块（AC）、AD 模块（AD）、保护模块（CPU1、CPU2、CPU3）、COM 模块（COM）、电源模块（POWER）、跳闸出口模块（TRIP1、TRIP2）、信号模块（SIGNAL）、重合闸出口模块（TRIP3）、人机对话模块（MMI）。

具体硬件模块图如图 1-2-26 所示。

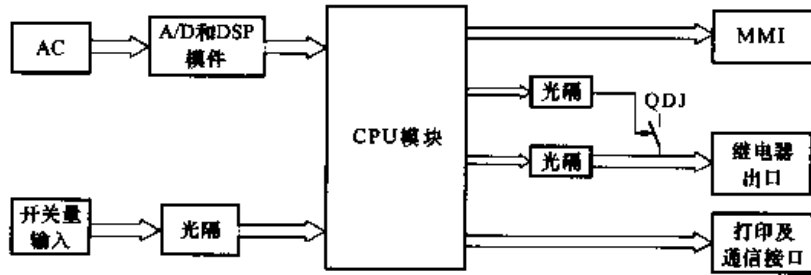


图 1-2-26 硬件模块图

(1) 交流模块 AC。交流模块原理接线如图 1-2-27 所示。

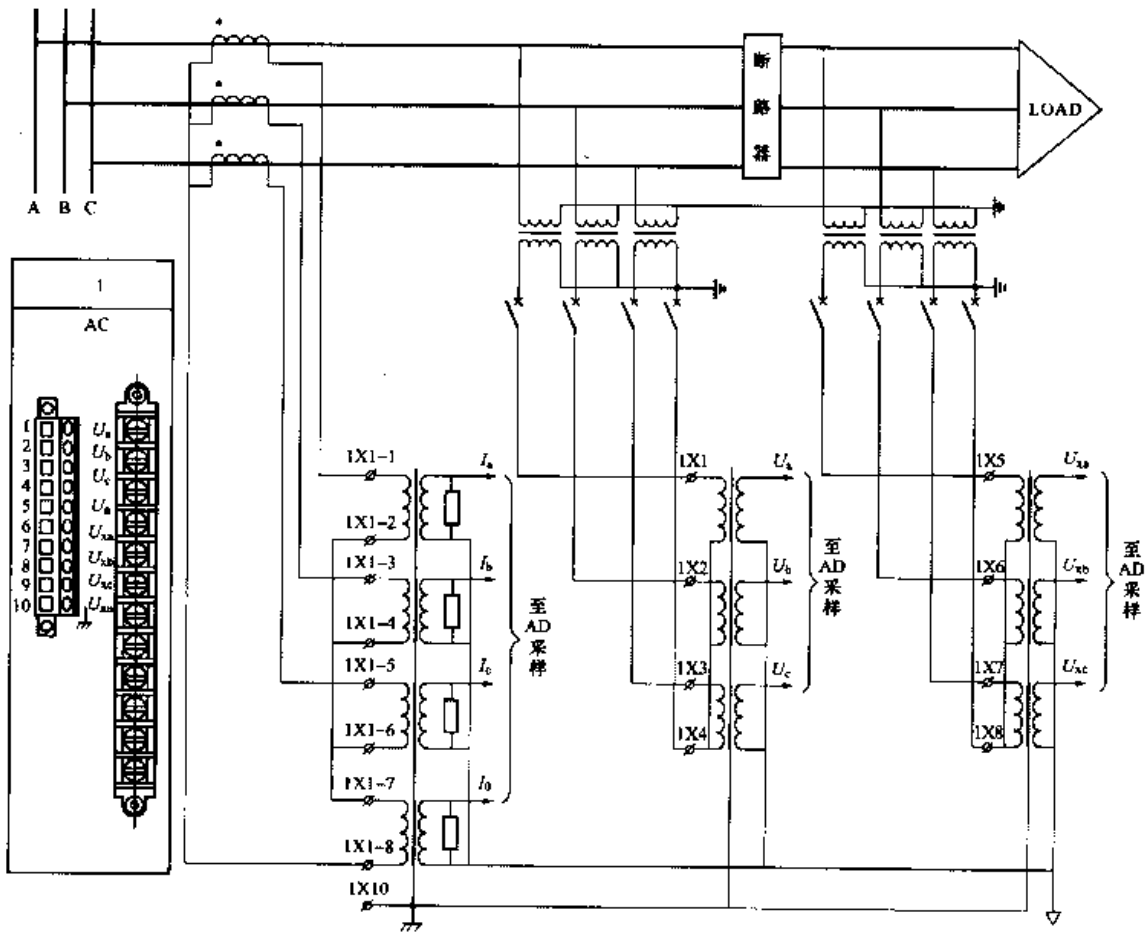


图 1-2-27 交流模块与系统接线图

I_A 、 I_B 、 I_C 、 I_0 分别为三相电流和零序电流输入，零序电流启动元件由外部的输入零序电流计算。如果零序电流不接，则所有与零序电流相关的保护均不能动作如纵联零序方向、零序过流等，电流变换器的线性工作范围为 $40I_N$ 。

U_A 、 U_B 、 U_C 为三相电压输入，额定电压为 $57.737V$ ， $3U_0$ 由装置内部自产。

U_{XA} 、 U_{XB} 、 U_{XC} 为三相线路抽取电压输入，当单重检三相有压时，要接三相，常用方式检无压或检同期只要接一个即可，接在任意一个线路抽取电压输入都可，同期电压的额定值、相别和极性，重合闸能够自适应。

(2) AD 模块。本模块通过 A/D 采样回路完成模拟量数据转换为数字量数据功能。

(3) 保护模块 CPU1、CPU2、CPU3。保护模块完成保护算法处理功能。在硬件上，三块 CPU 模块完全一样；在软件上，功能相互独立，其中 CPU1 完成高频保护功能，CPU2 为后备距离保护，CPU3 为重合闸功能模块。每个 CPU 模块单独有启动元件，而且启动门坎应该整定成一致。启动后开放出口继电器的正电源。同时保护装置的启动回路可以选择“三取二”功能、也可以取消“三取二”功能，相应地通过选择背板上的跳线来完成。

三、软件框图说明

(一) 保护程序结构说明

所有保护 CPU 程序主要包括主程序、采样中断程序和故障处理程序。

保护程序整体结构如图 1-2-28 所示。

正常运行主程序，每隔 $1ms$ 采样间隔定时执行一次采样中断程序，采样中断程序中执行启动元件，如果启动元件没有动作，返回主程序。如果启动元件动作，则进入故障处理程序（定时采样中断仍然执行），完成相应保护功能，整组复归时启动元件返回程序又返回，进入正常运行的主程序。

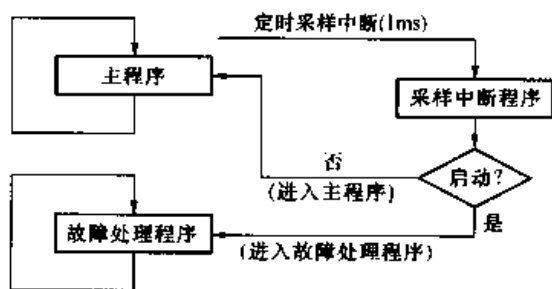


图 1-2-28 保护程序整体结构

主程序中进行硬件自检、交流电压断线检查、定值校验、开关位置判断、人机对话模块和 CPU 模块运行是否正常相互检查等。

采样中断程序中进行模拟量采集和相量计算、开关量的采集、交流电流断线判别、重合闸充电、通道逻辑合闸加速判断和启动元件计算等。

故障处理程序中进行各种保护的算法计算、跳合闸判断和执行、事件记录、故障录波、保护所有元件的动作过程记录，最后进行故障报

告的整理和记录所用定值。

(二) 保护启动元件

1. 启动继电器的闭锁措施

PSL—600 (A、C、D) 数字式高压线路保护 CPU 模块硬件完全相同，其出口回路完全独立。任意一块 CPU 模块故障均不影响其他 CPU 模块的正常动作。当采用三块 CPU 模块时，启动回路可以由 CPU1、CPU2、CPU3 其中两个 CPU 启动才开放保护出口继电器的负电源，即构成“三取二方式”。由于每个 CPU 都有较完善的硬件监视系统，单个器件故障

不会引起保护误动，因此启动回路可以选用“三取一方式”（当只有两个保护 CPU 模件时如 PSL—600A 型保护对应的启动继电器为“二取二方式”和“二取一方式”）。“三取一方式”或“三取二方式”，可以通过装置母板上的跳线 JP1 选择。

2. 整组复归

各保护模件启动后就发出“禁止整组复归”的信号，如果本保护所有的启动元件和故障测量元件都返回，并且持续 5s，本保护模件就收回“禁止整组复归”信号，保护收到任一个模件“禁止整组复归”的信号就保持原先的启动状态，直到所有模件都收回“禁止整组复归”信号时才能整组复归。这样就能保证所有模件均满足整组复归条件时，装置才整组复归。

3. 双 A/D 模件

PSL—600G 改进型增加了一块 A/D 模件，构成双 A/D 回路。交流模拟量分别引入两个 A/D 模件，由独立的数据采样回路进行转换，其中一块 A/D 模件的数据送给保护，完成保护功能，另一块 A/D 模件以“逻辑与”的方式和保护模件的启动回路构成启动继电器开放回路。只有两块 A/D 同时启动，保护才能出口，这样可以增强保护的可靠性，PSL—600G 改进型取消了“三取二”启动回路。

4. 振荡闭锁的开放元件

在相电流突变量启动 150ms 内，距离保护和纵联距离保护短时开放。在突变量启动 150ms 后或者零序电流辅助启动、静稳破坏启动后，保护程序进入振荡闭锁。在振荡闭锁期间，纵联距离和距离 I、II 段要在振荡闭锁开放元件动作后才投入。

振荡闭锁的开放元件要满足以下 4 点要求：

- (1) 系统不振荡时开放；
- (2) 系统纯振荡时不开放；
- (3) 系统振荡又发生区内故障时能够可靠快速开放；
- (4) 系统振荡又发生区外故障时在距离保护会误动期间不开放。

对于不可能出现系统振荡的线路，可由控制字退出振荡闭锁的功能，以提高保护的动作速度。本装置的振荡闭锁开放元件采用了阻抗不对称法、序分量法和振荡轨迹半径检测法的三种方法，任何一种动作时就开放纵联距离和距离 I、II 保护。前两种方法只能开放不对称故障，在线路非全相运行时退出；最后一种方法则在全相和非全相运行时都投入。

各种方法原理和判据说明如下：

1) 阻抗不对称法。选相元件选中 A 相，并且 BC 相间的测量阻抗在辅助阻抗范围外时开放 A 相的阻抗 I、II 段。对于 B 相接地距离保护和 C 相接地距离保护依次类推。

在系统振荡时，若两侧电动势的功角在 180° 附近时，相间阻抗的辅助段会动作，该元件不会开放接地距离保护；若两侧电动势的功角在 0° 附近时，该元件开放接地距离保护，但此时接地距离保护不会误动作。

2) 序分量法。当 $I_0 + I_2 > mI_1$ 时开放距离保护。该方法是根据不对称故障时产生的零序和负序分量来开放保护。 m 为可靠系数，以确保区外故障时保护不会误动。

3) 振荡轨迹半径检测法。系统纯振荡，或振荡时经过渡电阻发生的故障，测量阻抗的变化轨迹为圆。发生金属性故障时，轨迹圆蜕变为点。阻抗变化率 dz/dt 与轨迹圆的半径有

内在的关系。本方法是通过阻抗轨迹的测量来躲过会引起保护误动的振荡以及区外故障，具体方法为，在满足以下条件时，开放 BC 相间距离。

5. 纵联保护

(1) 距离方向元件。距离方向元件按回路分为 Z_{AB} 、 Z_{BC} 、 Z_{CA} 三个相间阻抗和 Z_A 、 Z_B 、 Z_C 三个接地阻抗。见图 1-2-29，每个回路的阻抗又分为正向元件和反向元件，由全阻抗四边形与方向元件组成。

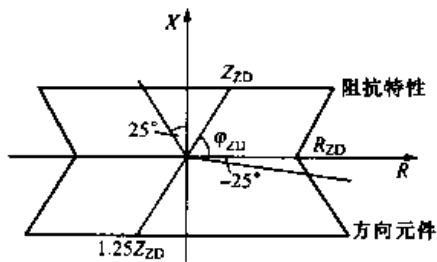


图 1-2-29 距离方向元件

当选相元件选中回路的测量阻抗在四边形范围内，而方向元件为正向时，判定正向故障；方向元件为反向时，判定反向故障。方向元件采用正序方向元件。反方向阻抗特性的动作值自动取为 Z_{zd} 的 1.25 倍，保证反方向元件比正方向元件灵敏。在振荡闭锁期间还有振荡闭锁的开放元件。

(2) 零序方向元件。零序方向元件设正、反两个方向元件。反向元件的灵敏度高于正向元件。正向元件的零序电流定值 I_{+0ZD} 与反向电流定值 I_{-0ZD} 之间的关系为：

$$I_{+0ZD} > I_{-0ZD}$$

$$I_{+0ZD} = \text{纵联零序电流定值}$$

$$I_{-0ZD} = \text{零序电流启动定值}$$

零序方向元件的电压门坎取为固定门坎 (0.5V) 加上浮动门坎。

(3) 纵联保护逻辑。纵联专用闭锁式逻辑，如图 1-2-30 所示：

纵联保护专用闭锁式逻辑可用于专用收发信机方式的载波通道，也可用于光纤通道的闭锁式。

1) 通道检查逻辑：通道试验、远方起信逻辑由本装置实现，这样进行通道试验时就把两侧的保护装置、收发信机、通道一起进行检查；与本装置配合时，收发信机内部的远方起信逻辑部分应取消。

有“手动通道检查”开入或定时通道检查定时到时，向对侧发送高频信号，本侧收到这一高频信号经延时 200ms 闭锁本侧不再发信；对侧收到高频信号后，立即发信 10s；本侧延时 5s 返回后，本侧收到对侧发出的高频信号，再次发信 10s；在对侧停信前通道上有两侧发出的高频信号。

若通道检查期间，线路发生内部短路故障，则两侧正方向元件动作，不影响保护动作。

2) 正向短路故障停信：正向短路故障时，启动元件动作，当收信信号持续 5ms，又因正向方向元件动作、反向方向元件不动作且断路器三相处于合闸状态，于是保护停信。

3) 保护动作停信：保护动作跳闸信号使保护停信；即使保护动作快速，因反方向元件不动作且时间延时 120ms，保护可以继续停信以保证对侧保护有可靠的动作跳闸时间。

(三) 距离保护

距离保护设有 Z_{bc} 、 Z_{ca} 、 Z_{ab} 三个相间阻抗继电器和 Z_a 、 Z_b 、 Z_c 三个接地阻抗继电器。除了三段距离外，还设有辅助阻抗元件，共有 24 个阻抗继电器。在全相运行时 24 个继电器同时投入；非全相运行时则只投入全相的阻抗继电器，例如：A 相断开时只投入 Z_{bc} 、 Z_b 和

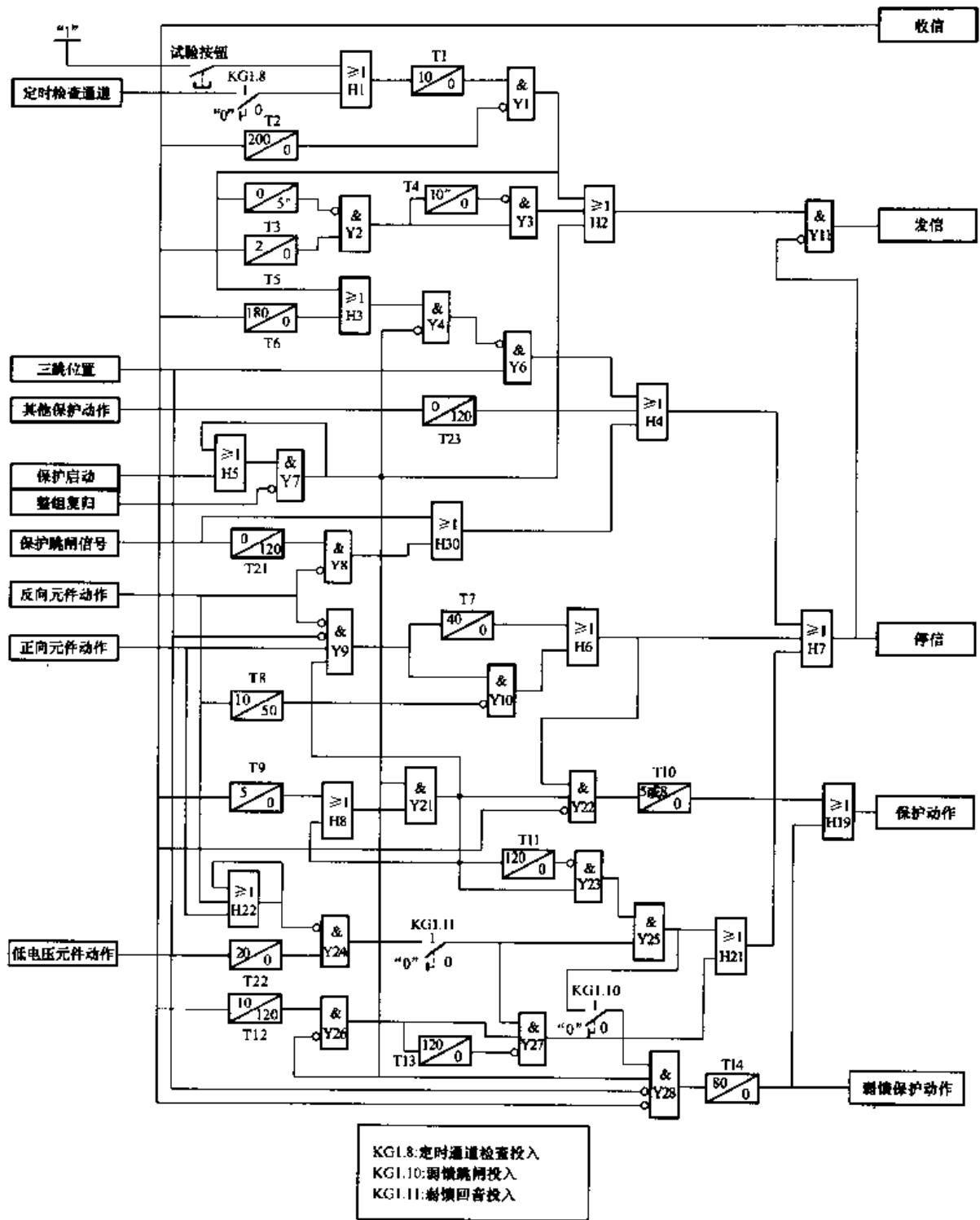


图 1-2-30 纵联专用闭锁式逻辑图

Z、回路的各段保护。

(1) 接地距离。接地距离由偏移阻抗元件 $Z_{PY\phi}$ 、零序电抗元件 $X_{0\phi}$ 和正序方向元件 $F_{1\phi}$ 组成 ($\phi = a, b, c$)。



(2) 相间距离。相间距离由偏移阻抗元件 $Z_{FV\#}$ 和正序方向元件 $F_{1\#}$ 组成 ($\phi=bc, ca, ab$)。

本装置设置了六个阻抗回路 (Z_{bc} 、 Z_{ca} 、 Z_{ab} 、 Z_a 、 Z_b 、 Z_c) 的阻抗辅助元件, 阻抗辅助元件不作为故障范围的判别应用于静稳破坏检测故障选相等元件中。

(四) 零序电流保护

本装置零序保护设有四段、加速段, 均可由控制字选择是否带方向元件, 还设有控制字投退的一段 TV 断线时投入的零序保护。设有零序 I 段、零序 II 段和零序总投连接片。零序总投连接片退出时, 零序保护各段都退出。零序 III 及加速段若需单独退出可将该段的电流定值及时间定值整定到最大值。

零序 IV 段电流定值也作为零序电流启动定值, 若需退出零序 IV 段, 可将时间定值整定为 100s, 要将零序段电流整定和其他保护模件的零序电流启动定值相同, 以便各保护模件有相同的零序电流启动灵敏度。

零序 I 段、零序 II 段可由控制字设定为不灵敏段或者灵敏段。在非全相运行和重合闸时, 设定为不灵敏段的 I 段或 II 段自动投入, 设定为灵敏段的 I 段或 II 段自动退出。在全相运行时只投入灵敏段的 I 段或 II 段。

零序 III 段在非全相运行时自动退出、零序 IV 段在非全相运行时不退出。

零序电压 $3U_0$ 由保护自动求和完成, 即 $3U_0 (U_a + U_b + U_c)$ 。零序电压的门坎按浮动计算, 再固定增加 0.5V, 所以零序电压的门坎最小值为 0.5V。

零序各段是否带方向可以由控制字选择投退。

线路 TV 时, 在非全相运行和合闸加速期间, 自产 $3U_0$ 已不单纯是故障形成, 零序功率方向元件退出, 按规程规定零序电流保护自动不带方向。

当 TV 断线后, 零序电流保护的方向元件将不能正常工作, 零序保护是否还带方向由“TV 断线零序方向投退”控制字选择。如果选择 TV 断线时零序方向投入, TV 断线时所有带方向的零序电流段均不能动作, 这样可以保证 TV 断线期间反向故障, 带方向的零序电流保护不会误动。

零序保护在重合加速脉冲和手合加速脉冲期间投入独立的加速段, 零序电流加速段定值及延时可整定。

零序 II、III、IV 段动作是永跳还是选跳可分别由控制字选择。

(五) 零序反时限保护

反时限保护元件是动作时限与被保护线路中电流大小自然配合的保护元件, 通过平移动作曲线, 可以非常方便地实现全线的配合。

(六) 非全相运行

(1) 单相跳开形成的非全相运行:

1) 单相 TWJ 持续动作 50ms 或者单相跳闸反馈开入量动作, 并且对应的相无流元件动作则对应相判为跳开相;

2) 测量两个健全相和健全相间的纵联距离保护和距离保护;

3) 对健全相求正序电压作为距离方向元件的极化电压;

4) 测量健全相间电流的突变量作为非全相运行振荡闭锁开放元件;

5) 断开相又有负荷电流则开放断开相的合闸加速保护 3s。

(2) 三相断开状态。三相 TWJ 均持续动作 50ms 或者三相跳闸反馈开入量均动作, 并

且三相无电流时，置三相为断开状态；三相断开时，闭锁式通道时开放三跳位置停信，允许式通道当收到允许信号时回发允许信号。有电流或三相 TWJ 返回后开放合闸于故障保护 3s，恢复全相运行。

(七) 合闸于故障线路保护

重合闸与手动重合闸加速脉冲固定为 3s。

在重合加速脉冲期间，距离保护可以瞬时加速不经振荡闭锁的带偏移特性的阻抗Ⅱ段或Ⅲ段，偏移特性的电阻分量为距离保护电阻定值的一半，可以根据需要由控制字分别投退。距离Ⅱ段受振荡闭锁控制自动投入经 20ms 延时加速三相跳闸的回路。零序加速段按整定的电流定值和时间定值动作。

在手合加速脉冲期间，距离保护瞬时加速带偏移特性的阻抗Ⅲ段，偏移特性的电阻分量为距离保护电阻定值的一半。零序加速段按整定的电流定值和时间定值动作。

在重合闸、手动重合闸后，距离保护Ⅰ段Ⅱ段和Ⅲ段仍能按各段的时间定值动作。

在手动重合闸、重合闸加速脉冲期间，纵联距离保护根据控制字投入带偏移特性的距离合闸加速保护，该段不经通道配合，因为距离保护可加速距离Ⅱ段或Ⅲ段，所以纵联保护的该加速段可以不投入。

(八) 重合闸模件

PSL 602 (C) 数字式线路保护装置对于单断路器接线的线路，保护装置中还增加了重合闸功能，根据需要，实现单相重合、三相重合或者综合重合闸功能。本系列保护装置中的重合闸为一次重合闸。重合闸可由本保护跳闸启动或者由断路器位置启动，也可以通过装置端子上的“单跳启动”、“三跳启动”由其他保护装置启动。

1. 启动重合闸

(1) 本装置的重合闸可以由以下三种方式启动：

- 1) 保护单跳跳闸启动重合闸（包括本保护单跳和外部引入的单跳启动开入）；
- 2) 保护三跳跳闸启动重合闸（包括本保护三跳和外部引入的三跳启动开入）；
- 3) 断路器位置启动重合闸。

2. 重合闸充放电

本装置重合闸逻辑中设有软件计数器；模拟的重合闸充电回路。

3. 同期/无压鉴定

本装置重合闸同期/无压鉴定有以下四种方式：

- (1) 检无压；
- (2) 检同期；
- (3) 检无压方式在有压时自动转检同期；
- (4) 非同期（不检同期也不检无压）。

4. 沟通三跳

本装置设有沟通三跳逻辑沟通三跳的条件为（或门条件）：

- (1) 重合闸处于三重方式或停用方式；
- (2) 重合闸充电未充满；
- (3) 重合闸失去电源。

满足沟通三跳条件后，重合闸出口板上的两副沟通三跳接点闭合，和另一保护装置的



BDJ 串接，连到操作箱的三跳回路；同时若本保护发单跳命令则重合闸 CPU 补发三跳命令。如果要考虑重合闸 CPU 失电或损坏的情况，可以用本保护的 BDJ 和沟通三跳接串接，连到操作箱的三跳回路。

5. 线路抽取电压断线

当重合闸投入且处于三重或综重方式，如果装置整定为重合闸检同期或检无压，则要用到线路抽取电压，当用作同期电压的那路线路抽取电压低于 8V，且任一相有流或者断路器在合位时，满足条件持续 10s 报“线路 TV 断线”。

当重合闸投入且处于单重方式时，如果装置整定为单重检三相有压，则要用到线路抽取电压，当断路器三相均在合闸位置，且任意一路线路抽取电压低于 8V，持续 10s 报“线路 TV 断线”。

如重合闸不投或者不检同期也不检无压时，线路抽取电压可以不接入本装置，装置也不进行线路抽取电压断线的判别。

当装置判定线路抽取电压断线后，重合闸逻辑中检同期和检无压的逻辑判断不进行特殊处理，只是报出“线路 TV 断线”信号和事件。

线路 TV 断线后若线路电压恢复正常，装置 TV 断线信号灯自动复归，并报“线路 TV 断线”消失事件。

6. 交流电流异常判别

装置上电 2h 之内，检查交流电流相序的正确性，判据：

(1) $3I_2 > 0.25I_n$ ；

(2) $3I_2 > 4 \times 3I_1$ ；

(3) 持续时间 I_{min} 。

上述判据都满足时，报“TA 反序”事件发呼唤不闭锁保护。

在最大相间电流差大于最大相电流的 50% 且最大电流相大于额定电流的 25% 时，延时 10min 报“负载不对称”发呼唤，不闭锁保护。

零序电流 $3I_0$ 大于零序电流启动定值，持续 10s 后报“TA 不平衡”并且闭锁零序电流启动元件。当零序电流返回 1s 后，保护也立即恢复正常。

四、键盘操作

检查面板上“跳 A”、“跳 B”、“跳 C”、“重合闸”四个信号动作情况，记下信号表示情况，包括跳闸相别、重合闸及相应的动作时间，检查此时线路开关位置及液晶显示屏显示情况。

如图 1-2-31 所示，液晶显示包括标题栏、状态栏、一组事件的开始事件、事件条目（相对事件、事件名称和事件来源）以及可能的事件参数。在面板的右侧是功能键，分别是“运行”、“重合允许”、“保护动作”、“重合动作”、“PT 断线”还有“告警”、“复归”键。若操作人员不操作键盘，则可能将若干次故障的事件显示在一个列表中，中间以空行和起始时间分割，可以用“<”键、“>”键翻页或“^”、“v”键滚屏。而“+”、“-”键则用来修改整定值。

五、装置运行使用规定

1. 微机保护屏上配置的开入量连接片

微机保护屏上配置的开入量连接片有高频保护连接片、相间距离连接片、接地距离连接

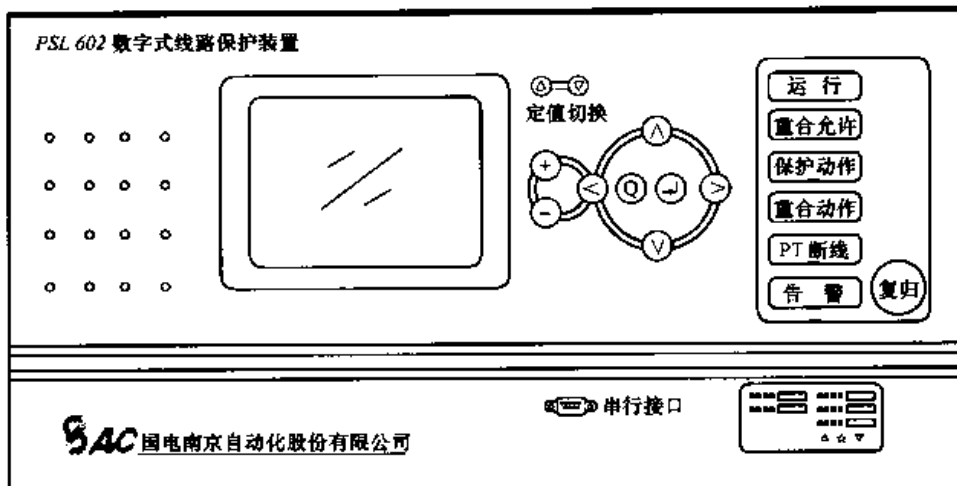


图 1-2-31 面板布置图

片、零序 I 段连接片、零序 II 段连接片、零序保护总连接片、重合闸时间控制。

2. 装置面板上信号灯含义

“运行”——指示装置处于运行状态，闪烁时指示装置启动；

“重合允许”——重合闸充电满指示灯，闪烁时指示正在充电；

“保护动作”——跳闸动作指示灯；

“重合动作”——重合闸动作指示灯；

“PT 断线”——表示 TV 断线；

“告警”——装置异常告警。

3. 正常运行时，液晶显示画面内容

装置正常运行状态下有两个典型的显示画面。画面 1 显示三相电压和三相电流的有效值和角度；画面 2 显示保护连接片投退状态（●=投入，○=退出）。

4. 运行中的一般规定

(1) 运行人员巡视时应检查项目：

- 1) 微机保护面板上的“运行”灯应亮；
- 2) 投重合闸时，“重合允许”灯应亮；
- 3) 面板上“告警”和“TV 断线”灯应不亮；
- 4) “保护动作”、“重合闸动作”各灯均应不亮；
- 5) 装置面板上的液晶的显示画面是否正常。

(2) 中央信号：

- 1) 保护动作—表示保护出口动作，此时面板的“保护动作”灯应亮；
- 2) 重合闸动作—表示重合闸出口动作，此时面板的“重合动作”灯应亮；
- 3) PT 断线—表示 TV 断线，此时面板的“PT 断线”灯应亮；
- 4) 告警—表示装置异常，此时面板的“告警”灯应亮。

六、装置打印及显示信息说明

装置打印及显示信息说明如表 1-2-5、表 1-2-6；

表 1-2-5

PSL—600 系列数字式线路保护事件信息一览表

事件名称	事件反应量	备注(原因等)
高频保护启动		
高频保护整组复归		
高频保护停信		
高频保护动作		
高频距离动作		
高频零序动作		
高频弱馈动作		弱电源侧或无电源侧的高频保护动作
高频选相失败		
高频 A 跳出口		高频保护发出 A 相单跳令, 若此时重合方式杂单重方式下, 则开关会单跳, 然后将跳开相重合
高频 B 跳出口		
高频 C 跳出口		
高频三跳出口		
高频永跳出口		高频发出三相永久跳闸令且闭锁重合闸(其他“永跳”含义与此相同)
高频单跳失败		单跳令发出 250ms 后, 开关未跳, 电流仍不消失
高频三跳失败		三跳令发出 250ms 后, 电流仍不消失
高频永跳失败		永跳 5s 后, 电流仍不消失
高频永跳失败返回		
高频过负荷告警		
过负荷告警返回		
高频通道异常		3dB 告警
高频通道异常恢复		3dB 告警异常解除
高频 TWJ 异常		断路器三相不一致
高频 TWJ 异常恢复		
距离零序保护启动		
距离零序保护复归		

续表

事件名称	事件反应量	备注(原因等)
相间距离Ⅰ段动作	跳闸回路的阻抗	此时均为相间故障,在单重方式下,断路器将三跳,不重合
相间距离Ⅱ段动作		
相间距离Ⅲ段动作		
接地距离Ⅰ段动作		此时为本线单相故障,单重方式下,会单跳后重合,此两个保护模块,已在保护整定中退出
接地距离Ⅱ段动作		
接地距离Ⅲ段动作		
距离重合加速动作		
距离手合加速动作	重合于故障线路时,距离保护的快速动作	
零序Ⅰ段动作	零序电流	此时断路器单跳重合
零序Ⅱ段动作		
零序Ⅲ段动作		此时断路器三跳不重合
零序Ⅳ段动作		
零序加速段动作		
TV断线零序段动作	TV断线后,发生单相故障时动作	
TV断线相过流动作	最大相电流	TV断线后,发生相间故障时动作
后备保护A相单跳出口	这里的后备指距离、零序保护	
后备保护B相单跳出口		
后备保护C相单跳出口		
后备保护三跳出口		
后备保护永跳出口		
后备保护单跳出口失败		单跳令发出250ms后,电流仍不消失
后备保护三跳出口失败		三跳令发出250ms后,电流仍不消失
后备保护永跳出口失败		永跳5s后,电流仍不消失,永跳失败后保护整组复归并闭锁零序辅助启动和静稳破坏检测
永跳出口失败返回		永跳失败后,保护检测到电流消失发永跳失败返回事件,不再闭锁零序辅助启动和静稳破坏检测
无选相后备跳闸		不选相的后备动作,如:距离Ⅲ段、零序Ⅳ段
距离过负荷告警		距离保护在偏移阻抗Ⅲ段内持续30s不返回
过负荷告警返回		过负荷告警后,偏移阻抗Ⅲ段返回
故障类型和测距	故障类型和故障点距离	
测距阻抗值	用于测距的回路阻抗值	

续表

事件名称	事件反应量	备注(原因等)
跳位继电器异常		该相仍有电流但 TWJ 动作, 持续 30s
跳位继电器返回		
保护长期不能复归		距离保护在阻抗辅助段内持续 1min 不返回。过负荷或阻抗 III 段及电阻定值整定的过大
综合重合闸电流启动		
综合重合闸电流复归		
综合重合闸启动		
综合重合闸复归		
综合重合闸出口		
综合重合闸沟通三跳		综重保护判断此类故障应该三跳
综合重合闸永跳出口		
综合重合闸低气压开入		断路器液压降低导致闭锁重合
综合重合闸三跳失败		三跳令 250ms 后, 电流仍不消失
综合重合闸永跳失败		永跳 5s 后, 电流仍不消失
综合重合闸永跳失败返回		
综合重合闸低气压消失		断路器液压恢复, 重新允许重合

表 1-2-6 PSL—600 系列数字式线路保护告警事件信息一览表

事件名称	装置反应	处理措施	备注
装置上电			
RAM 错误	告警、呼唤、闭锁保护	停机检修	
EPROM 错误	告警、呼唤、闭锁保护	停机检修	
闪存错误	呼唤	停机检修	
EEPROM 错误	告警、呼唤、闭锁保护	停机检修	
开出异常	告警、呼唤、闭锁保护	停机检修	
AD 错误	告警、呼唤、闭锁保护	停机检修	
另漂超限	告警、呼唤、闭锁保护	停机检修	
内部电源偏低	呼唤	停机检修	
定值区无效	告警、呼唤、闭锁保护	切换到有效定值区	
定值校验错误	告警、呼唤、闭锁保护	重新输入正确定值	
TV 断线	TV 断线灯亮、呼唤	检修 TV 回路	
TV 三相失压	TV 断线灯亮、呼唤	检修 TV 回路	
TV 反序	呼唤	检修 TV 回路	
TA 不平衡	呼唤	检修 TA 回路	
TA 反序	呼唤	检修 TA 回路	
负载不对称	呼唤		

第五节 CSC—100 型微机保护

一、装置概述

CSC—101A/B、CSC—102A/B 数字式超高压线路保护装置（以下简称 CSC—101、CSC—102 装置），适用于 220kV 及以上电压等级的高压输电线路，主保护包括纵联距离保护、纵联方向保护、（CSC—103A/103B 主保护为纵联电流差动保护）、后备保护为Ⅲ段式距离保护、Ⅳ段式零序电流保护，B 型保护增加了重合闸功能。

二、硬件说明

装置采用功能模块化设计，不同的装置由相同的各功能组件按需要组合配置，实现了功能模块的标准化。CSC—101、CSC—102 保护装置插件布置相同。A 型装置配置了 9 个插件，B 型装置配置了 10 个插件，多配置了一个开入插件。

1. 交流插件

交流插件的作用是将系统电压互感器 TV 和电流互感器 TA 二次模拟信号转换成保护装置所需的弱电模拟信号，同时起隔离和抗干扰作用。B 型有 8（A 型 7 个，无 U_X ）个模拟量输入变压器（TV 及 TA），分别用于 U_A 、 U_B 、 U_C 、 U_X 、 I_A 、 I_B 、 I_C 和 $3I_C$ 的输入变换。

2. CPU 插件

CPU 插件由 MCU 与 DSP 合一的 32 位单片机组成，CPU 插件有硬件和软件相同的两块，即 CPU1 和 CPU2，CPU1 是保护 CPU 插件，它是装置的核心插件，主要完成采样、A/D 变换计算、上送模拟量及开入量信息、保护动作原理判断、事故录波功能、软硬件自检等；装置的光纤差动保护 CPU 自带 64kbps、2Mbps 兼容的数据接口，可配置 1 个数据接口或 2 个数据接口；CPU2 是启动 CPU 插件，该插件完成保护的启动闭锁功能等。

在保护模拟量里面有 I_a 和 I_{aR} ； I_b 和 I_{bR} 等模拟量，它们的区别是同一路模拟量有两路 A/D 来采集以做备份和 A/D 自检， I_{aR} 、 I_{bR} 等后缀带大写“R”的模拟量起备用的作用。

3. 管理插件

管理插件也叫做通信板（Master），该插件是装置的管理和通信插件，是承接保护装置与外界通信及交换信息的管理插件，如与面板、PC 调试软件、监控后台、工程师站、远动、打印机等的联系，根据保护的配置组织上送遥测、遥信、SOE、事件报文和录波信息等。

4. 开入插件

A 型开入插件 1 的背板用来接入跳闸位置、各保护连接片、收信输入和告警等开关量输入信号。

B 型开入插件 1、2 的背板，用来接入跳闸位置、有关重合闸方式控制的各连接片、各开入量及收信输入等开关量信号。

每块开入板都有二组开入回路和自检回路，能对各路开入回路进行实时自检。

5. 开出插件

A、B 型设置了三块开出插件，插件主要输出跳闸、启动失灵、启动重合闸、告警信号等触点。

6. 电源插件

适用于 A 型和 B 型装置，采用了直流逆变电源。插件输入直流 220V 或 110V，输出保护装置所需 5 组电源。

(1) +24V 两组：开入、开出插件电源；

(2) ±12V：模拟量用电源；

(3) -5V：各 CPU 逻辑用电源。

三、软件程序说明

(一) 程序整体简介和保护基本元件介绍

1. 保护程序整体简介

CPU 保护程序主要包括主程序、采样中断服务程序和故障处理中断程序。

正常时运行主程序，主程序完成装置的硬件自检、投切连接片、固化定值、上送报告等功能。每隔一个采样间隔时间执行一次采样中断程序，进行电气量的采集、录波、突变量启动判别等。故障处理中断也是每隔固定时间执行一次，完成保护功能的逻辑和 TV 异常、TA 异常判别等。如果有异常，则发出相应的告警信号和报文。

对于普通告警（告警 II），发出信号提示运行人员注意检查处理；对于危及保护安全性和可靠性的严重告警（告警 I），发出信号的同时闭锁保护出口。

发生故障时，在故障处理中断中完成相应保护功能，直到整组复归，返回正常运行的主程序。

2. 保护基本元件

启动元件主要用于监视故障、启动保护及开放出口继电器的正电源。启动元件一旦动作后，要在保护整组复归时才返回。

保护的启动元件包括电流突变量启动、零序电流启动、静稳破坏的启动元件、弱馈低电压启动元件以及重合闸的启动元件（对于 B 型）。任一启动元件启动后，都将启动保护及开放出口继电器的正电源。

1) 电流突变量启动元件：在大部分故障情况下均能灵敏地启动，是保护的主要启动元件。其判据为：

$$\Delta i_{\Phi\Phi} > I_{QD} \text{ 或 } \Delta 3i_0 > I_{QD}$$

其中： $\Delta i_{\Phi\Phi} = \| i_{\Phi\Phi K} - i_{\Phi\Phi K-T} \| - \| i_{\Phi\Phi K-T} - i_{\Phi\Phi K-2T} \|$ ， $\Phi\Phi$ 指 AB、BC、CA 三种相别， K 指采样的当前时刻某一点， $T=24$ 为一周采样点数， $(K-T)$ 即指 K 点的 1 周前的采用值， $(K-2T)$ 即从 K 点的 2 周前采用值。 $\Delta 3i_0$ 为零序电流突变量； I_{QD} 为突变量启动定值。

当任一相间突变量或零序电流突变量连续 4 次超过启动门槛值时，保护启动。

2) 零序辅助启动元件：除突变量启动外，保护还设置了零序辅助启动，解决大过渡电阻（220kV 考虑 100Ω，500kV 考虑 300Ω）接地短路时，突变量启动元件灵敏度不够的问题，作为辅助启动元件带 30ms 延时动作。判据为：

$$3I_0 > 0.9 \times I_{0dz}$$

式中 $3I_0$ ——三倍的零序电流；

I_{0dz} ——下列情况的最小值：①零序 IV 段定值；②零序反时限电流定值；③纵联零序电流定值。

3) 静稳失稳启动元件：为保证静稳失稳情况下保护的正确动作，保护还设置了静稳失

稳启动元件。判据为：①A、B、C三相电流均大于静稳电流 I_{W} ，且电流突变量启动元件未启动；②AB、BC、CA三个相间阻抗，三个测量阻抗均落入阻抗Ⅲ段范围内，且电流突变量启动元件未启动。

以上任一条件满足持续 30ms 后，程序转入振荡闭锁模块，判断为静稳破坏，保护启动，动作后报“阻抗元件启动”、“静稳失稳启动”及“保护启动”。

4) 低电压启动元件：当被保护线路的一侧为弱电源或无电源时，可由低电压作为启动元件，判据为：相或相间电压低于 $0.5U_0$ ，且有收信。

5) 重合闸的启动元件：有保护跳闸启动和断路器位置不对应启动。

6) 弱馈启动元件（CSC—103 保护）：当被保护线路的一侧为弱电源或无电源时，其他启动元件不动，为此，装置设有弱馈启动，即由低电压和差流作为启动元件。

3. 选相元件

选相元件可以判别故障的相别，利用各种选相原理判别不同故障情况以满足保护选相跳闸的要求。

保护装置针对不同的情况，综合利用各种选相原理，在突变量启动后故障初期采用电流突变量选相元件，在故障后期，采用稳态序分量选相元件。电流突变量选相和稳态序分量选相均不适用于弱电源、终端变故障小电流或无电流的情况，此时采用低电压元件。

(1) 电流突变量选相元件：采用相电流差突变量 ΔI_{AB} 、 ΔI_{BC} 和 ΔI_{CA} ，通过对三个相间电流的大小比较，得到故障相别。

(2) 稳态序分量选相元件：主要根据零序电流和负序电流的角度关系，再加以相间故障排除法进行选相。

根据理论分析，当发生 A 相接地或 BC 相间短路并经较小弧光电阻接地时，以 I_{0a} 为基准， I_{2a} 位于 $-30^\circ \sim +30^\circ$ 区内，当 BC 两相短路接地电阻增大时， I_{2a} 越滞后于 I_{0a} 趋于 90° ，据 I_{2a}/I_{0a} 的角度关系划分为六个相区，如图 1-2-32 所示。

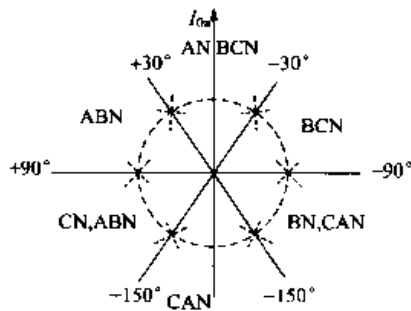


图 1-2-32 稳态序分量选相区域

- | | | |
|---------------------------------|----|----------|
| 1) $+30^\circ \sim -30^\circ$ | 对应 | AN 或 BCN |
| 2) $+90^\circ \sim +30^\circ$ | 对应 | ABN |
| 3) $+150^\circ \sim +90^\circ$ | 对应 | CN 或 ABN |
| 4) $-150^\circ \sim +150^\circ$ | 对应 | CAN |
| 5) $-90^\circ \sim -150^\circ$ | 对应 | BN 或 CAN |
| 6) $-30^\circ \sim -90^\circ$ | 对应 | BCN |

在以上 2)、4)、6) 单一故障类型的相区，直接确认为相应的相间故障，在 1)、3)、5) 有单相及相间两种故障类型的相区，由于两种故障类型的相别总是不相关的，通过计算相间阻抗，若相间阻抗大于相间阻抗整定值，则排除了相间故障的可能性，判为相应的单相接地故障，否则判为相应的相间故障。

(3) 低电压选相元件：主要是为了满足弱电源侧保护选相的要求，在电流突变量选相和零负序稳态序分量选相失败的情况下，且未出现 TV 断线时，投入低电压选相元件。低电压选相的判据为：

- 1) 任一相电压小于 $0.5U_n$ ，且其他两相电压都大于 $0.8U_n$ ，则判为第三相单相故障；
- 2) 相间电压低于 $0.5U_n$ ，判为相间故障。

4. 距离元件

距离元件分为距离测量元件和距离方向元件。

(1) 距离元件的动作特性。各段距离元件动作特性均为多边形特性，如图 1-2-20 所示。对于三段式相间距离保护： R_{DZ} 取值为 R_{X1} ；I、II、III 段的 X_{DZ} 取值分别为 $XX1$ 、 $XX2$ 和 $XX3$ 。对于三段式接地距离保护： R_{DZ} 取值为 R_{D1} ；I、II、III 段的 X_{DZ} 取值分别为 X_{D1} 、 X_{D2} 和 X_{D3} 。

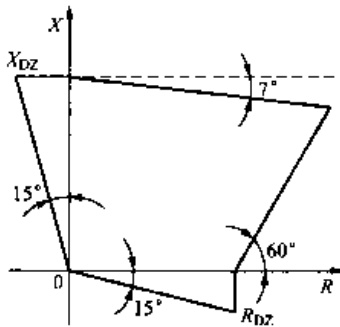


图 1-2-33 阻抗动作特性

对于纵联距离保护 R_{DZ} 和 X_{DZ} 取值分别为整定值中的 R_{DZ} 和 X_{DZ} 。

其中， X_{DZ} 按保护范围整定； R_{DZ} 按躲负荷阻抗整定（一般情况下），可满足长、短线路的不同要求，提高了短线路允许过渡电阻的能力，以及长线路避越负荷阻抗的能力；选择的多边形上边下倾角（如图 1-2-20 中的 7° 下倾角），可提高躲区外故障情况下的防超越能力。

在重合闸或手动重合闸时，阻抗动作特性在图 1-2-33 的基础上，再叠加上一个包括坐标原点的小矩形特性（如图 1-2-34 所示），称为阻抗偏移特性动作区，以保证 TV 在线路侧时也能可靠切除出口故障。在三相短路时，距离 III 段也采用偏移特性。

小矩形动作区的 X 、 R 取值见表 1-2-7。其中， X_{DZ} 是相应元件的电抗定值， R_{DZ} 是相应元件的电阻定值。

表 1-2-7 X、R 取值

表 1-2-7 X、R 取值	
X 取值	当 $X_{DZ} \leq \frac{5}{I_n} \Omega$ 时，取 $X_{DZ}/2$ 当 $X_{DZ} > \frac{5}{I_n} \Omega$ 时，取 $\frac{2.5}{I_n} \Omega$ ($I_n=1A, 5A$)
R 取值	8 倍上述 X 取值与 $R_{DZ}/4$ 两者中的最小值

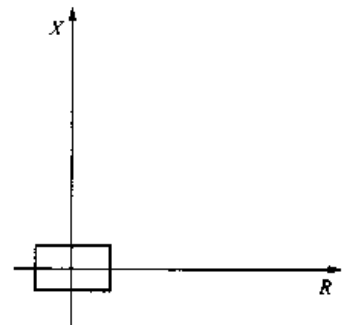


图 1-2-34 小矩形特性

(2) 距离测量元件。本保护中，距离测量元件采用解微分方程算法。

对单相接地阻抗有：
$$U_{\phi} = L_{\phi} \frac{d(I_{\phi} + K_x 3I_0)}{dt} + R_{\phi} (I_{\phi} + K_r 3I_0), \phi = A, B, C.$$

对相间阻抗有：
$$U_{\phi\phi} = L_{\phi\phi} \frac{dI_{\phi\phi}}{dt} + R_{\phi\phi} I_{\phi\phi}, \phi\phi = AB; BC; CA;$$

其中， $K_x = (X_0 - X_1) / (3X_1)$ ， $K_r = (R_0 - R_1) / (3R_1)$ 。

通过求解以上微分方程，可得保护安装处的测量故障电阻 R 和测量故障电抗 $X = \omega L = 2\pi fL$ 。

(3) 距离方向元件：为了解决距离保护出口故障的死区问题，在距离保护中设置了专门的方向元件。对于对称故障，采用记忆电压，即以故障前的记忆电压同故障后电流相比来判

别故障方向。对于不对称出口故障，采用负序方向来作为方向判别依据。距离元件的动作条件为：方向元件判为正方向，且计算阻抗在整定的四边形范围内。

5. 零序方向元件

零序方向也设有正、反两个方向的方向元件，动作区见图 1-2-35。正向元件的整定值可以整定，反向元件不需整定，灵敏度自动比正向元件高，电流门槛取为正方向的 0.625 倍。

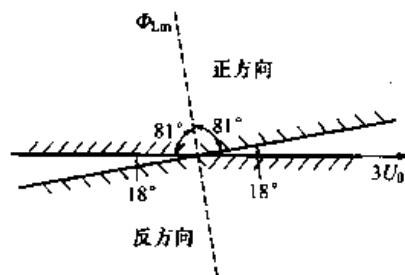


图 1-2-35 零序方向动作区

零序正方向动作区为 $18^\circ \leq \arg(3I_0/3U_0) \leq 180^\circ$

零序反方向动作区为 $-162^\circ \leq \arg(3I_0/3U_0) \leq 0^\circ$

(1) 零序正方向元件的动作判据为：位于零序正方向动作区， $3I_0 > 3I_{0LZ}$ 。

其中， $3I_{0LZ}$ 指纵联零序电流定值 $3I_0$ 、零序反时限电流定值 I_{set} 、零序 I~IV 段电流定值 I_{01} 、 I_{02} 、 I_{03} 和 I_{04} 值。

(2) 零序反方向元件的动作判据为：位于零序反方向动作区，且 $3I_0 > 0.625 \times 3I_{0LZ}$ 。

保护采用自产 $3U_0$ ，即由软件将三个相电压相加而获得 $3U_0$ ，供零序方向元件方向判别用，用于判零序方向的 $3U_0$ 门槛为 1V 有效值。

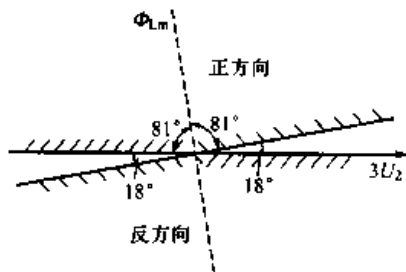


图 1-2-36 负序方向元件动作区

6. 负序方向元件

负序方向元件主要作为不对称故障时开放阻抗方向的判据。负序方向元件的动作区见图 1-2-36。

负序正方向动作区为 $18^\circ \leq \arg(3I_2/3U_2) \leq 180^\circ$

负序反方向动作区为 $-162^\circ \leq \arg(3I_2/3U_2) \leq 0^\circ$

在本保护装置中，纵联负序方向元件不设专门定值，采用纵联零序定值 $3I_0$ 作为负序方向元件的定值。

7. 突变量方向元件

突变量方向保护，采用三种相间突变量电流 ΔI_{AB} 、 ΔI_{BC} 和 ΔI_{CA} 中，与其对应的相间电压突变量比较方向，这样可以保证任一种故障类型下，突变量方向元件都具有最高的灵敏度。

突变量方向保护的基本原理如图 1-2-37 所示。

电力系统发生短路故障时，根据叠加原理，其电压、电流可按两部分进行计算，一是故障前负荷状态，另一是故障状态。在 F1 点故障时（区内故障），

因故障产生的突变量电流 $\Delta \dot{I}_{m1}$ 和 $\Delta \dot{I}_{n1}$ 超前突变量电压约 90° ，而在区外 F2 点故障时，M 侧突变量电流 $\Delta \dot{I}_{m2}$ 滞后于其突变量电压约 90° 。对于正、反方向故障时，其相位差约 180° ，具有明确的方向性。

突变量元件也设有正、反两个方向的方向元件，

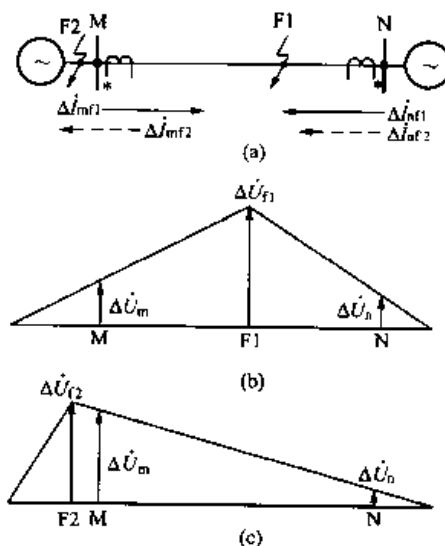


图 1-2-37 突变量方向保护基本原理
(a) F1 点故障；(b) F2 点故障；
(c) 正反方向故障

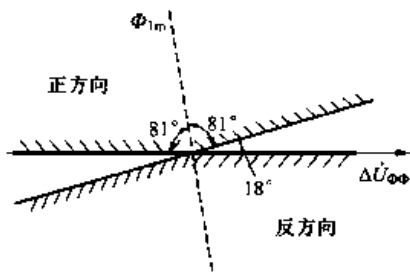


图 1-2-38 突变量方向元件动作区

动作区见图 1-2-38。正向元件的整定值大于突变量启动元件定值 I_{QD} 的 2.2 倍；反向元件不需整定，灵敏度自动比正向元件高，电流门槛为大于 1 倍电流突变量定值 I_{QD} 。

突变量正方向动作区为 $18^\circ \leq \arg(\Delta \dot{I}_{\varphi\varphi} / \Delta \dot{U}_{\varphi\varphi}) \leq 180^\circ$

突变量反方向动作区为 $-162^\circ \leq \arg(\Delta \dot{I}_{\varphi\varphi} / \Delta \dot{U}_{\varphi\varphi}) \leq 0^\circ$

(1) 突变量正方向元件动作判据为：

1) 电压突变量大于 2V，突变量电流大于 2.2 倍突变量定值 I_{QD} ；

2) 突变量方向判为正方向。

(2) 突变量反方向元件动作判据为：

1) 电压突变量大于 1V，突变量电流大于 1 倍电流突变量定值 I_{QD} ；

2) 突变量方向判为反方向。

8. 振荡闭锁开放元件

在电流突变量启动后的 150ms 之内，系统不会出现振荡情况，因此本保护装置不考虑振荡闭锁，固定投入所有距离元件；在电流突变量启动后 150ms 之后，或经静稳失稳及零序辅助启动后，距离元件需要经开放元件开放，以防止振荡过程中距离保护元件误动作。

对于不对称故障和三相短路，振荡闭锁开放元件是不同的。

(1) 不对称故障开放元件：利用零序和负序电流特征可区分是发生了故障还是振荡。其开放判据为：

$$|I_0| > m_1 |I_1| \text{ 或 } |I_2| > m_2 |I_1|$$

系统振荡时 I_0 、 I_2 接近零，上式不能满足；振荡又发生区外故障时，通过装置的电流较小，上式仍不能满足；振荡又发生区内故障时， I_0 、 I_2 将有较大数值，上式能满足，其中， m_1 和 m_2 的数值在最不利条件下，振荡时发生区外故障，距离保护不误动，而对于区内的不对称故障能够开放。为了防止振荡系统切除时零序和负序电流不平衡输出引起保护的误动，保护经延时确认后动作。

(2) 三相故障开放元件：

1) 系统振荡时，保护安装处的测量电阻或测量阻抗随时间不断地持续变化，且有时变化缓慢、有时变化剧烈，变化速率取决于振荡周期和功角 δ 。

2) 被保护线路发生短路后，测量阻抗的电阻分量虽然也可能因电弧拉长而有所变化，但分析和计算指出，电弧电阻的变化速率远小于迄今记录的最大可能的振荡周期所对应的电阻变化速率。短路后，测量电阻基本上为短路电阻 R_K ，其数值变化很小或几乎维持不变。

3) 被保护线路突然发生短路时，如果两侧功角没有摆到 180° ，或者不是在振荡中心发生三相短路，短路前后阻抗的大小和角度都会有很大的突变。利用这一点，可以在振荡不严重或保护启动 150ms 后但未发生振荡的情况下发生三相故障时快速开放距离元件。

(二) 异常检测和其他判别

1. 自检功能

(1) TV 断线检测。装置设有两种检测 TV 断线的判据，两种判据都带延时，且仅在线

路正常运行，启动元件不启动的情况下投入，一旦启动元件启动，TV断线检测立即停止，等整组复归后才恢复。

判据 1：三相电压之和不为零： $|U_a+U_b+U_c|>7V$ （有效值），该判据可以用于检测一相或二相断线。

判据 2：TV 在母线时，若 $|U_a|$ 、 $|U_b|$ 及 $|U_c|$ 任一相电压小于 8V，判为 TV 断线。

TV 在线路时，在任一相电流大于 0.01 倍额定电流或断路器在合位（检跳闸位置开入）时，若 $|U_a|$ 、 $|U_b|$ 及 $|U_c|$ 任一相电压小于 8V，判为 TV 断线。

该判据 2 附加电流条件是防止 TV 在线路侧时，断路器合闸前误告警。设置断路器在合位的条件是为了防止电流过小（例如对侧未合闸）时三相失压不能告警。

TV 断线后报“TV 断线告警”，在 TV 断线条件下所有距离元件、负序方向元件、突变量方向元件退出工作，带方向的零序保护也退出工作（CSC—103 保护中纵联电流差动保护不受 TV 断线的影响，可以继续工作）。装置将继续监视 TV 电压，一旦电压恢复正常，各元件将自动重新投入运行。

(2) TA 断线检测。CSC—101 保护中为防止 TA 断线引起保护误动作，装置还设置了 TA 断线检测，在零序电流持续 12s 大于 I_{04} 整定值时报“TA 断线告警”，并闭锁有关零序各段保护。

CSC—103 保护中差动保护 TA 断线检测：断线侧的零序电流连续 12s 大于 I_{04} 定值，而断线相电流小于 $0.06I_n$ （ I_n 为二次侧额定电流）；计算出正常两侧的差电流连续 12s 大于 $0.25I_n$ 而断线相电流小于 $0.06I_n$ 报“TA 断线告警”。判出 TA 断线后，可通过控制字选择闭锁或不闭锁差动保护，如果选择闭锁差动保护，还可以进一步选择闭锁三相或者只闭锁断线相。

(3) 双 A/D 冗余检测。为了有效地防止硬件损坏情况下保护的误动作，装置采用了双 A/D 冗余设计，通过对双 A/D 对比监视，实时监视模拟量采集回路的好坏，及时发现硬件损坏并闭锁保护。

(4) 电压电流相序自检。在系统无异常时通过比较三相电流、电压的相位，判别相序是否接错，如果不是正常相序报“三相相序不对应”。

(5) $3I_0$ 极性自检。通过比较自产 $3I_0$ （ $\dot{I}_A+\dot{I}_B+\dot{I}_C$ ）与外接 $3I_0$ 的幅值和相位，判别外接 $3I_0$ 的极性有无接反，若接反，则报“外接 $3I_0$ 接反”。

(6) 电压三次谐波自检。当电压回路串入三次谐波时，用以上 TV 断线检测判据不能判断电压异常。如果电压三次谐波过量，延时 30s 报“3 次谐波过量告警”，但不闭锁保护。

(7) 线路抽取电压断线检测。此功能仅 B 型保护中有。在重合闸投入三相重合闸或综合重合闸方式的情况下，若无跳位开入或线路有电流，表明断路器处于合闸状态，在装置整定为重合闸检同期或检无压方式时，若断路器两侧电压不满足整定的同期条件，则经 14s 延时确认后，报告“检同期电压异常”，这样就能随时检测线路抽取电压的完好性。

(8) 跳闸位置自检。若有跳位开入，且对应相有电流，则延时 2s 确认后，报“跳位 A（B，C）开入异常”。

(9) 过负荷告警。保护装置实时监测线路潮流情况。如果三相电流大于静稳失稳电流定值，持续 30s 后，报“过负荷告警”。

(10) 控制字设置不合理自检。在纵联保护控制字中,如“专用收发信机闭锁式投入”、“复用载波机闭锁式投入”、“允许式投入”三种方式中,任意两种方式同时投入或均不投入时,则装置告警“纵联控制字错”。

在 CSC-101B/102B 装置综合重合闸控制字中,如果“非同期方式投入”、“检无压方式投入”、“检同期投入”三种方式中,任意两种方式同时投入,则装置告警“重合闸控制字错”。

(11) 保护装置自检。

1) CPU 插件的自检。CPU 插件在上电过程中对本身的存储器、模拟通道、程序区等进行自检。在装置的运行过程中也对上述部分实时自检,当确认某一部分有问题时,给出告警信息,同时闭锁保护(CSC-103 保护硬件损坏,装置告警,复归后仍能告警。有严重告警时,差动保护对侧保护会报“对侧保护退出”保护恢复正常后对侧报“对侧保护恢复”)。

2) 由于模拟通道的冗余配置,还对采样数据进行实时互校,当差别越过设定的限度时,等同模拟通道故障。

3) 各 I/O 插件进行上电和实时自检,自检的内容包括开入通道和开出通道,同时还包括存储器和程序区等。开入通道的自检通过模拟变位进行,开出通道的自检分为线圈,自检范围广,彻底。确认有故障后,给出告警。

4) 通信通道进行实时自检:CPU 插件和 MASTER 插件对其所联系的各种职能插件进行实时通信自检,当发现通信中断后,进行告警处理。

5) MASTER 插件进行上电和实时自检,自检范围包括存储器、程序区和相关内外通信等。发现异常后,将给出告警。

6) 装置还对其使用的电源进行实时监测。

7) 定值、配置、程序等均做 CRC 校验。

(12) CSC-103 保护中差动保护 TA 饱和检测。采用模糊识别法对 TA 饱和进行检测,当判别出 TA 饱和后,自动抬高差动保护的制动系数。

2. 其他判别

(1) 手动重合闸加速判别。三相开关跳位 10s 后又有电流突变量启动,则判为手动合闸,投入手合加速功能,开放 1s 后整组复归。

纵联距离保护和距离保护采用阻抗加速判别是否手动重合闸于故障,零序保护采用延时 100ms 判别是否手动重合闸于故障。

(2) 重合加速判别。装置要求三个分相跳位分别作为开关量输入装置中开入;对于一个半接线方式,要求两个断路器分相跳位先串联后,再分别作为开关量输入装置串联接入。

保护检测到开关跳开后,在检测到故障相电流大于无电流门槛 $0.1I_n$ (单相重合闸)或任一相电流大于无电流门槛 $0.1I_n$ (三相重合闸)时,或跳位消失判为重合闸动作,距离保护和零序保护将根据整定控制字决定是否投入重合闸后加速功能。

(3) 重合加速延时。重合闸后加速均只投入 500ms。

(4) 整组复归判别。当装置持续 5s 同时满足以下 4 个条件后,装置才整组复归:

- 1) 纵联保护停信元件都不动作 (CSC-103 保护零序差动元件不动作);
- 2) 六种阻抗均在阻抗 III 段外;
- 3) 零序电流小于零序辅助启动元件;

4) 三相电流均小于静稳失稳电流定值 I_{JW} 。

(三) CSC—101A/B 纵联距离保护功能说明

1. 纵联距离保护功能配置

CSC—101A/B 纵联距离保护装置配置有纵联方向距离元件、纵联零序方向元件及负序方向元件，纵联方向距离保护包括接地方向距离元件和相间方向距离元件，负序方向元件主要用于在振荡闭锁中与纵联方向距离元件配合，以快速切除各种多相故障和单相接地故障。纵联零序方向元件灵敏度较高，可作为高阻接地故障时对纵联方向距离保护在灵敏度上的补充。纵联保护可由纵联连接片控制投退。

2. 振荡闭锁逻辑

电流突变量启动后的 150ms 内，保护装置固定开放纵联方向距离元件。在电流突变量启动 150ms 后或经静稳失稳启动、零序辅助启动时，纵联方向距离经负序方向元件开放（即经不对称故障开放元件），可保护不对称故障。如果发生三相故障，纵联方向距离元件须经三相故障开放元件开放后投入。纵联零序方向元件一直投入，做为接地故障的保护元件。

(四) CSC—102A/B 纵联方向保护功能说明

1. 纵联方向保护功能配置

CSC—102A/B 纵联方向保护装置配置有纵联突变量方向元件和纵联零序方向元件、纵联方向距离保护，纵联突变量方向元件具有灵敏度高、方向性好的特点，可快速切除多相故障和单相接地故障。纵联零序方向元件灵敏度高，可作为高阻接地故障时对纵联方向保护在灵敏度上的补充。纵联保护可由纵联连接片控制投退。

2. 纵联突变量方向元件说明

(1) 采用相间突变量方向。纵联突变量方向元件的方向性取决于保护安装背后的电源阻抗角。对于大多数的超高压系统，可以认为电源的正序序网和负序序网是相似的，而零序序网则和正序序网有较大的差别。CSC—102 纵联方向保护采用计算相间突变量方向来保证纵联突变量方向的灵敏性和正确性，能够消除零序序网的影响。

(2) 方向元件的电流门槛值定值自动与启动元件配合。纵联突变量方向元件定值不需特殊整定，采用大于 2.2 倍电流突变量启动定值。其反方向元件采用大于 1 倍电流突变量启动定值。

(3) 纵联突变量方向元件只在故障开始阶段投入。在故障发展的后期，由于考虑到故障切除、系统操作都可能产生电流电压突变量，使突变量方向元件的方向性不明确误停信，所以，在故障发展的后期退出纵联突变量方向元件，采用纵联方向距离加纵联零序方向的配置。

(4) 断路器合闸（包括手动重合闸、重合闸）时，纵联突变量方向元件退出。

3. 振荡闭锁逻辑

电流突变量启动后的 150ms 内，CSC—102 保护装置配置有纵联突变量方向、纵联零序方向切除各种故障。在电流突变量启动 150ms 后或经静稳失稳启动、零序辅助启动时，采用纵联方向距离经负序方向元件开放，可保护不对称故障。如果发生三相故障，纵联方向距离元件须经三相故障开放元件开放后投入。与 CSC—101 保护相似，纵联零序方向元件一直投入，做为接地故障的保护元件。

(五) 装置纵联保护其他逻辑说明



1. 跳闸后逻辑

在保护发出跳闸命令后，保护装置不断监视跳闸相电流，当跳闸相无电流后，保护装置则判断断路器跳开。如果跳闸相一直有电流，经 250ms 延时后，保护发补跳令：即如果保护发单跳令后，故障相持续 250ms 仍有电流，则表明断路器未断开，于是，保护发三跳令；若保护发三跳命令后，任一相持续 250ms 仍有电流，保护再发永跳命令；若断路器仍未断开，则 5s 后告“永跳失败”，并整组复归。

驱动跳闸令应在故障切除后收回，本装置在发出跳闸命令后的 40ms 内不考虑撤销命令，以保证可靠跳闸。

保护发三跳令后 12s 三相无电流，程序转至整组复归，12s 是考虑三相重合闸最长整定时间不会大于 10s。如果单跳后 5s 故障相仍无电流，程序转至整组复归，5s 是由于单相重合闸延时不可能大于 5s。

保护发跳闸命令后，则停信命令（允许式为允许命令）一直持续到跳闸命令收回后 120ms 才返回。以保证两侧纵联保护能够可靠动作。

2. 非全相保护逻辑

反映两个健全相相间电流突变量的 DI2 元件作为非全相启动元件。纵联距离保护对发展性故障的正反向判别条件与全相时不同。

其正方向元件为：

- (1) 健全相的突变量方向元件判断为正向。
- (2) 健全相对地或健全相间阻抗，任一阻抗元件在纵联距离动作区内。

正方向元件动作，则纵联保护发停信令或发允许信号，在检测到对侧停信或允许信号后，发跳闸命令。

反方向元件为：

- (1) 健全相的突变量方向元件判断为反向。
- (2) 健全相对地或健全相间阻抗，任一阻抗元件在纵联距离反向动作区内。

反方向元件动作，则纵联保护收回允许信号或发闭锁信号，因此本保护在非全相过程中不会因相邻线路故障而误跳三相。

3. 手动重合闸和重合闸后加速

线路手动合闸时，纵联距离保护投入阻抗加速元件，计算六种阻抗，任一种阻抗元件动作就永跳，不利用通道。为可靠切除出口故障，手动重合闸加速也采用发信阻抗值所限定的偏移特性动作区。任意相别的测量阻抗进入区内，则跳闸。

开关重合后，保护将根据整定值中纵联保护阻抗瞬时加速控制字投入与否决定是否投入重合闸后阻抗瞬时加速功能，阻抗瞬时加速功能保护的动作为纵联距离保护的偏移特性动作区，特性包括坐标原点。此时不利用通道，即无须判别对侧是否停信，本侧保护正方向元件动作就加速出口。

4. 反方向元件

零序、突变量及阻抗元件都设有正、反两个方向的方向元件，正向元件的整定值可以整定，反向元件不需整定，灵敏度自动比正向元件高。

注意：在同复用载波机接口装置配合而用于闭锁式时，同一条线路两端的零序、负序及阻抗整定值应相同。

设置反方向元件有以下 3 个要求：

(1) 为防止区外短路切除过程中因零序或负序功率倒向而造成误动作，本保护方向元件从反向到正向停信带 40ms 延时。

(2) 同复用载波机接口装置配合而用于闭锁式时要求有反方向元件启动发信。

(3) 弱电源侧保护逻辑中必须正、反方向元件均不动作才能投入低电压停信元件。

5. 弱电源侧保护

当被保护线路的一侧为弱电源或无电源方式时，弱电源侧保护的正能量发生线路故障时，流过弱电源侧保护的电流不再与通常双端电源线路故障时特征相同，此时应投入纵联保护的弱馈功能和弱馈跳闸功能，以便实现弱电源线路选跳功能。

投入弱馈功能后，本保护能够满足以下要求：

区内故障时本侧停信或发允许信号（允许式），以使强电侧保护快速出口。弱电源侧保护可以由控制字选择是否跳闸。如果选择跳闸，则保护可以正确选相跳闸。

保护选相元件可以满足弱电源侧时线路故障的选相要求，实现弱电源侧的正确选相跳闸。即使是终端负荷线路发生故障时，保护不仅能够准确快速地发出跳闸命令，而且可以正确选相。

(1) 低电压启动逻辑：当弱电源保护的功能投入时，如果在电流突变量元件不启动的情况下，保护满足以下条件，则弱电源侧保护也能启动。

- 1) 电压低于 $0.5U_n$ ；
- 2) 有收信信号（无论闭锁式还是允许式）。

启动后，弱馈侧保护将快速停信（允许式发信），展宽 120ms，可以保证强电源侧保护快速跳闸。

(2) 保护启动后弱电源动作逻辑说明：如果弱电源侧的保护启动且同时满足下列条件，则闭锁式保护停发闭锁信号、允许式保护发允许信号，若弱电源侧保护跳闸控制字投入，那么，则经对侧的闭锁或允许信号确认后就可以跳闸。

- 1) 至少有一相或相间电压低于 $0.5U_n$ ；
- 2) 保护正方向和反方向元件均不动作；
- 3) 启动时间小于 200ms；
- 4) 收不到闭锁信号 8ms 或收到允许信号 5ms。

6. 相继动作

如果在大电源侧出口附近经大电阻接地，由于助增作用，可能使对侧纵联保护停信灵敏度不足，此时靠大电源侧零序 I 段或接地距离 I 段先动作，在本侧断路器跳开助增消失后对侧纵联保护再相继动作。保护在任何情况下，先跳侧纵联保护的停信元件在检测到本装置内零序、距离保护发出跳闸令后，纵联保护停信，检测原故障相确无电流后，将停信脉冲展宽 120ms。

7. 功率倒向问题

为防止区外短路过程中因零序或负序功率倒向而造成误动作，保护方向元件从反向到正向元件动作带 40ms 延时，跳闸确认 15ms 延时。

(六) 装置与各种通道接口的配合及相关问题

CSC—101/102 纵联保护可适用于三种通道方式：专用闭锁式、允许式、复用载波机闭锁式。

1. 专用闭锁式

采用专用收发信机闭锁式是已往的传统用法，随着通信技术的发展，目前采用光纤技术传送继电保护信息已广泛被采用，可以实现专用闭锁式功能。

采用专用收发信机闭锁式时，运行人员要熟悉手动通道试验，手动通道试验方法：按下通道试验按钮，手动检查通道端子有开入时，本侧发信，200ms 后本侧停信。对侧保护收到闭锁信号立即连续发信 10s，本侧保护收到对侧闭锁信号达 5s 后，本侧再次发信 10s 后通道试验结束。

如果同时有收信输入和收到发信机告警信号，则报“纵联通道 3DB 告警”。长期有收信输入或通道自检过程中收信有缺口，则报告“纵联通道故障”。若没有进行通道自检时，有收发信告警信号，则报告“纵联通信设备告警”。

2. 允许式

允许式可采用各种通道，包括复用载波通道、微波通道、光纤通道等。在这种方式下，采用各种复用接口设备时，要求每侧都只接收对侧传来的命令信号。允许式只有发信触点。在保护判为正方向故障时，发允许信号，允许对侧跳闸，本侧接收到对侧允许信号，且保护判为正方向时也跳闸。

载波通道允许式的特殊问题是本线路故障引起纵联通道阻塞可能造成拒动，“解除闭锁”逻辑可解决这一问题。本装置不考虑单相接地故障造成通道阻塞的可能，因而解除闭锁只用于相间故障。本侧保护判为正方向区内相间故障，收不到对侧的允许信号，在投入解除闭锁功能的情况下，只要解除闭锁端子有开入，保护即可出口。解除闭锁只适用于相间故障，且只在保护启动后的 150ms 内投入。

3. 复用载波机闭锁式

装置同复用载波机接口配合而用于闭锁式时，由反方向元件控制发信是国外保护的传统做法，复用载波机接口装置也正是按此设计的。

非专用收发信机闭锁式可采用各种通道，包括复用载波通道、微波通道、光纤通道等。在这种方式下，采用各种复用接口设备时，要求每侧都只接收对侧传来的命令信号。闭锁式只有发信触点。保护与通信设备间的接口为通信设备接入保护的发信触点，保护接入通信设备的收信触点。其他保护停信、三跳位置停信和远方启动等功能均可由保护完成。

在保护判为非正方向故障时，发闭锁信号，闭锁对侧跳闸；正方向元件动作时，收回闭锁信号；对侧判为正方向故障，又收不到闭锁信号，就可以跳闸。

(七) CSC—103 纵联电流差动保护功能说明

1. 电流差动保护主要功能

(1) 电流差动保护配有分相式电流差动保护和零序电流差动保护，用于快速切除各种类型故障。

(2) 具有电容电流补偿功能。利用线路两侧电压对电容电流进行精确补偿，以提高差动保护的灵敏度。

(3) 具有 TA 断线闭锁、TA 饱和检测及 TA 变比补偿功能。

(4) 经保护的通信通道可传送“远跳”、“远传”命令。

(5) 有通道监视、误码检测、32 位 CRC 校验。

(6) 弱馈启动功能：如果被保护线路的一侧为弱电源或无电源，弱电源侧保护正方向发生线路故障时，流过弱电源侧保护的电流可能很小，装置无法启动，为此，装置设有弱馈启

动（差流+低电压启动）功能。

弱馈侧收到对侧启动信号后，满足以下所有条件时，弱馈侧保护被拉入故障处理程序，允许强电源侧保护出口，本侧也能跳闸。

- 1) 收到对侧启动信号。
- 2) 至少有一相差动电流大于动作值： $I_D > I_{DZ}$ 。
- 3) 对应的相电压低于 36V 或相间电压低于 60V。

(7) 远方召唤启动功能（差流+电压突变量启动）。如果被保护线路发生高阻接地时，近故障侧保护能够可靠启动，远故障侧保护的电流可能很小，装置无法启动，为此，装置设有远方召唤启动（差流+电压突变量启动）功能：

- 1) 到对侧启动信号。
- 2) 零序差动电流大于动作值： $I_{D0} > I_{0Z}$ ；或者分相差动电流大于动作值： $I_D > I_{DZ}$ 。
- 3) 本侧 $\Delta U_\phi > 8V$ 或 $\Delta 3U_0 > 1V$ 。

(8) 带通道远方环回试验功能。为方便进行带通道整组试验，装置提供带通道远方环回试验功能。正常运行时，必须退出该功能。

将两端装置的差动定值按照实际运行情况整定好后，将 M 侧装置“通道环回实验”控制位置 1，M 侧投入检修状态连接片，就可在 M 侧进行模拟区内短路试验。此时 N 侧装置收到 M 侧的采样报文后再回传给 M 侧。

2. 电流差动保护主要原理

(1) 数字电流差动保护系统的构成，见图 1-2-39。

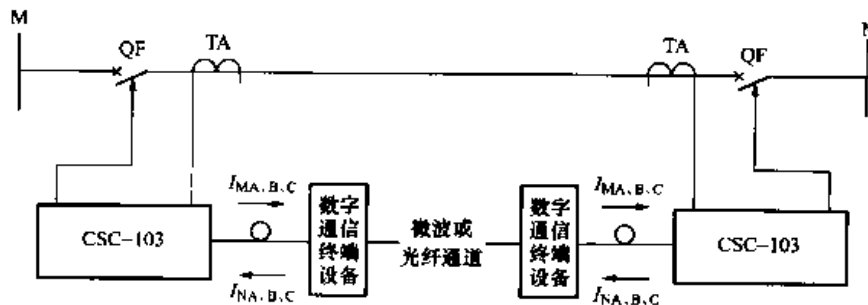


图 1-2-39 电流差动保护构成示意图

图 1-2-39 中 M、N 为两端均装设 CSC—103 高压线路保护装置，保护与通信终端设备间采用光缆连接。通信终端设备为光接口盒 CSC—186A/CSC—186B。

(2) 各种差动保护及其动作方程见表 1-2-8。

表 1-2-8 差动保护及其动作方程

保护	动作方程	备注
突变量差动	$\Delta I_D > I_H$ $\Delta I_D > 0.6 \Delta I_B \quad 0 < \Delta I_D < 3 I_H$ $\Delta I_D > 0.8 \Delta I_B - I_H \quad \Delta I_D > = 3 I_H$ 其中， $\Delta I_D = \Delta \dot{I}_M + \Delta \dot{I}_N $ $\Delta I_B = \Delta \dot{I}_M - \Delta \dot{I}_N $	ΔI_D ：经电容电流补偿后的突变量差动电流 ΔI_B ：经电容电流补偿后的突变量制动电流 $I_H = \text{MAX}(I_{DZH}, 2I_C)$ ，为经补偿高定值 $I_H = \text{MAX}(I_{DZH}, 2.5I_C)$ ，为不经补偿高定值 I_{DZH} ：分相差动高定值，按大于 2.5 倍电容电流整定 I_C ：正常运行时的实测电容电流

保护	动作方程	备注
高定值分相电流差动	$I_D > I_H$ $I_D > 0.6I_B \quad 0 < I_D < 3I_H$ $I_D > 0.8I_B - I_H \quad I_D > -3I_H$ 其中, $I_D = (\dot{I}_M - \dot{I}_{MC}) + (\dot{I}_N - \dot{I}_{NC}) $ $I_B = (\dot{I}_M - \dot{I}_{MC}) + (\dot{I}_N - \dot{I}_{NC}) $	I_D : 经电容电流补偿后的差动电流 I_B : 经电容电流补偿后的制动电流 $I_H = \text{MAX}(I_{DZH}, 2I_C)$, 为经补偿高定值 $I_H = \text{MAX}(I_{DZH}, 2.5I_C)$, 为不经补偿高定值 I_{DZH} : 分相差动高定值, 按大于 2.5 倍电容电流整定 I_C : 正常运行时的实测电容电流
低定值分相电流差动	$I_D > I_L$ $I_D > 0.6I_B \quad 0 < I_D < 3I_L$ $I_D > 0.8I_B - I_L \quad I_D > -3I_L$ 其中, $I_D = (\dot{I}_M - \dot{I}_{MC}) + (\dot{I}_N - \dot{I}_{NC}) $ $I_B = (\dot{I}_M - \dot{I}_{MC}) + (\dot{I}_N - \dot{I}_{NC}) $	I_D : 经电容电流补偿后的差动电流 I_B : 经电容电流补偿后的制动电流 $I_L = \text{MAX}(I_{DZL}, 1.5I_C)$, 为经补偿低定值 $I_L = \text{MAX}(I_{DZL}, 1.875I_C)$, 为不经补偿低定值 I_{DZL} : 分相差动低定值, 按大于 1.5 倍电容电流整定 I_C : 正常运行时的实测电容电流 低定值分相电流差动保护带 40ms 延时
零序电流差动保护	$I_{D0} > I_{0Z}$ $I_{D0} > 0.75I_{B0}$ (注)	I_{D0} : 经电容电流补偿后的零序差动电流 I_{B0} : 经电容电流补偿后的零序制动电流 I_{0Z} : 零序差动整定值, 按内部高阻接地故障有灵敏度整定; 有 T_{D0} 延时 (最短 100ms), 可由控制字设为永跳或选跳; TA 断线时退出

注: 其中,

$$I_{D0} = |[(\dot{I}_{MA} - \dot{I}_{MC}) + (\dot{I}_{MB} - \dot{I}_{MC}) + (\dot{I}_{MC} - \dot{I}_{MC})] + [(\dot{I}_{NA} - \dot{I}_{NC}) + (\dot{I}_{NB} - \dot{I}_{NC}) + (\dot{I}_{NC} - \dot{I}_{NC})]|$$

$$I_{B0} = [|(\dot{I}_{MA} - \dot{I}_{MC}) + (\dot{I}_{MB} - \dot{I}_{MC}) + (\dot{I}_{MC} - \dot{I}_{MC})| + |(\dot{I}_{NA} - \dot{I}_{NC}) + (\dot{I}_{NB} - \dot{I}_{NC}) + (\dot{I}_{NC} - \dot{I}_{NC})|]$$

T_{D0} : 零序电流差动保护的启动延时, 可整定

(3) 差动保护的制动特性。如图 1-2-40 和图 1-2-41 所示分别是分相电流差动保护和零序电流差动保护的制动特性。

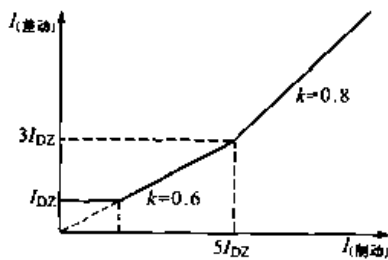


图 1-2-40 分相电流差动保护制动特性

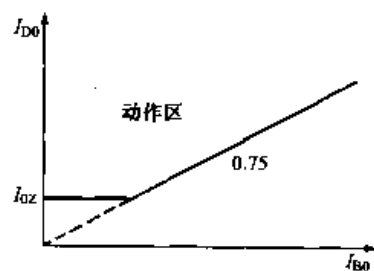


图 1-2-41 零序电流差动保护制动特性

(4) 差动保护的启动元件有以下三种。

- 1) 采用相电流差突变量启动元件。
- 2) 零序电流 ($3i_0$) 突变量启动元件。

3) 零序辅助启动元件。

当两侧差动保护启动元件均启动时，才允许分相电流差动和零序电流差动保护动作跳闸。

(5) 电容电流补偿方案：

1) 正常运行时（启动前），计算

$|\dot{I}_M + \dot{I}_N| = I_C$ 作为实测电容电流。

2) 在保护启动后，将 I_C 作为浮动门槛。

3) 利用故障后的线路两侧的实测电压对电容电流进行精确补偿，即半补偿方案：在线路两侧各补偿电容电流的一半。

如图 1-2-42 所示分别为 M、N 两端线路的正序、负序和零序 π 型等值电路，其电容电流的计算公式如下：

以 A 相为基准，M 侧的各序电容电流分别为：

$$\dot{I}_{MC1} = \dot{U}_{M1} / -j2X_{C1} \quad \dot{I}_{MC2} = \dot{U}_{M2} / -j2X_{C2} \quad \dot{I}_{MC0} = \dot{U}_{M0} / -j2X_{C0}$$

M 侧的各相电容电流为：设 $X_{C1} = X_{C2}$

$$\begin{aligned} \dot{I}_{MAC} &= \dot{I}_{MC1} + \dot{I}_{MC2} + \dot{I}_{MC0} = (\dot{U}_{M1} + \dot{U}_{M2} + \dot{U}_{M0} - \dot{U}_{M0}) / -j2X_{C1} + \dot{U}_{M0} / -j2X_{C0} \\ &= (\dot{U}_{MA} - \dot{U}_{M0}) / -j2X_{C1} + \dot{U}_{M0} / -j2X_{C0} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \dot{I}_{MBC} &= \alpha^2 \times \dot{I}_{MC1} + \alpha \times \dot{I}_{MC2} + \dot{I}_{MC0} \\ &= (\alpha^2 \times \dot{U}_{M1} + \alpha \times \dot{U}_{M2} + \dot{U}_{M0} - \dot{U}_{M0}) / -j2X_{C1} + \dot{U}_{M0} / -j2X_{C0} \\ &= (\dot{U}_{MB} - \dot{U}_{M0}) / -j2X_{C1} + \dot{U}_{M0} / -j2X_{C0} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \dot{I}_{MCC} &= \alpha \times \dot{I}_{MC1} + \alpha^2 \times \dot{I}_{MC2} + \dot{I}_{MC0} \\ &= (\alpha \times \dot{U}_{M1} + \alpha^2 \times \dot{U}_{M2} + \dot{U}_{M0} - \dot{U}_{M0}) / -j2X_{C1} + \dot{U}_{M0} / -j2X_{C0} \\ &= (\dot{U}_{MC} - \dot{U}_{M0}) / -j2X_{C1} + \dot{U}_{M0} / -j2X_{C0} \end{aligned}$$

同理，N 侧的各相电容电流为：

$$\dot{I}_{NAC} = (\dot{U}_{NA} - \dot{U}_{N0}) / -j2X_{C1} + \dot{U}_{N0} / -j2X_{C0}$$

$$\dot{I}_{NBC} = (\dot{U}_{NB} - \dot{U}_{N0}) / -j2X_{C1} + \dot{U}_{N0} / -j2X_{C0}$$

$$\dot{I}_{NCC} = (\dot{U}_{NC} - \dot{U}_{N0}) / -j2X_{C1} + \dot{U}_{N0} / -j2X_{C0}$$

(6) 线路两端 TA 变比补偿：当线路两端 TA 变比不一样时，可根据整定的 TA 变比调整系数，使两侧的二次电流一致。设 TA 一次额定电流大的装置补偿系数整定为 1；其他装置

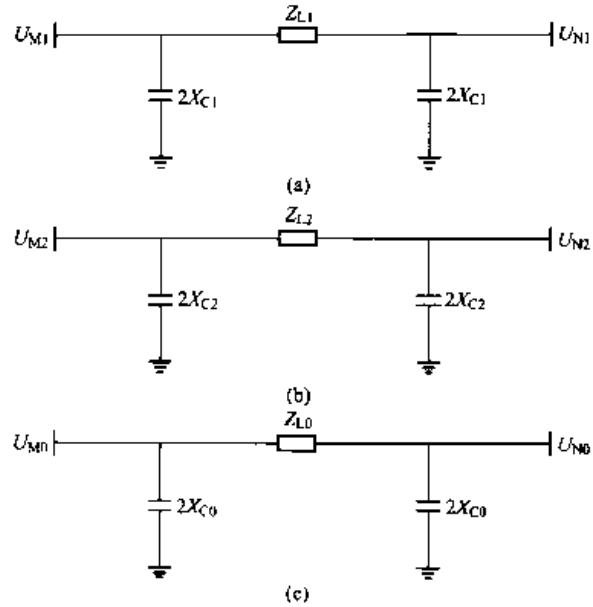


图 1-2-42 线路 π 型等值电路
(a) 正序；(b) 负序；(c) 零序

的补偿系数整定为本侧 TA 一次额定电流除以一次额定电流的最大值。例如：有三端系统，M 侧的 TA 变比为 1200/1，N 侧的 TA 变比为 800/5，T 侧的 TA 变比为 600/5。M 侧的补偿系数整定为 1，N 侧的补偿系数整定为 $800/1200=0.6667$ ，T 侧的补偿系数整定为 $600/1200=0.5$ 。

(7) 远传命令：保护装置设有两个经光电隔离的远传命令开入端子，即“远传命令 1”和“远传命令 2”，装置借助数字通道，利用每帧数据中的控制字向对侧传送，对侧保护收到远传命令后不是直接跳闸，而是输出两副空触点，供用户灵活选择使用。

(8) 远方跳闸：为使母线故障及断路器与电流互感器之间故障时对侧保护快速跳闸，装置设有一个远方跳闸开入端子，在本端启动元件启动情况下用于传送母差、失灵等保护的动作信号，对侧保护收到此信号后驱动永跳。远方跳闸可通过控制字选择经启动元件闭锁或者经方向元件（距离 II 段范围）闭锁。

(9) 差动保护的连接片：差动保护只有在两侧连接片都处于投入状态时才能动作，两侧连接片互为闭锁。

(10) 电流差动保护的通信：线路两侧保护根据本侧和对侧电流计算差动电流和制动电流，并根据计算结果判别区内还是区外故障，为此，两侧保护须借助通信通道双向传输电流数据，供两侧保护计算。

差动保护采用先算后送的方式，两侧电流差动保护对输入的各相电流模拟量，经过同步采样、傅氏滤波并将各相电流模拟量变换成 50Hz 基波分量的虚部 $jI\sin\varphi$ 和实部 $I\cos\varphi$ ，保护两侧的分相电流以向量虚部和实部数字数据形式组帧进行数据双向传输。

(11) 电流差动保护的通道误码监视和告警功能：

1) 正常运行时（启动前）：① A、B 两个通道的状态及丢帧（误码）数进行实时显示，对每个通道最近 6 天的丢帧（误码）数进行分时段存储，并对每个通道的累计丢帧（误码）数进行存储，可以通过“通道信息”子菜单进行查看。② 误码较轻时，如果每 600 帧报文中，因误码而丢失的报文帧数（以下简称丢帧数）大于 10 帧，驱动通道告警继电器（非保持），不闭锁保护。③ 误码较重时，如果连续丢帧大于 30 帧或者每 600 帧报文中，累计丢帧数大于 60 帧，驱动通道告警继电器，并给出告警报告：“通道 A（B）通信中断”，闭锁保护（双通道时，只闭锁相应通道）；误码消失后报：“通道 A（B）通信恢复”，保护自动投入。

2) 保护启动后，除了具备启动前的所有功能外，增加以下功能：

保护启动时，将当时 A、B 两个通道的状态、丢帧（误码）数、采样同步状态以报告的形式记录下来。

3) 具有自动识别工作状态的功能：① 当通道上出现环回时，保护装置能自动识别，闭锁差动保护（双通道时，只闭锁相应通道），并给出告警信号及告警报文。② 当两侧装置的“主机方式”、“从机方式”设置错时，保护装置能自动识别，闭锁差动保护，并给出告警信号及告警报文。

(12) 电流差动保护的通道检修开入说明：

1) 差动保护配置双通道情况：① 当通道 A（或通道 B）检修或出现异常时，建议投入相应的“通道 A（或通道 B）检修”开入，此时该通道退出运行，显示为退出，但仍监视该通道情况。② 当通道 A、B 都检修或都出现异常时，需退出差动保护连接片。如果“通道 A

检修”和“通道 B 检修”开入同时投入且差动连接片投入，则给出告警信号及告警报文。

2) 差动保护配置单通道情况：差动保护配置单通道时，固定只使用通道 A。当通道 A 检修或出现异常时，需退出差动保护连接片，否则给出告警信号。

(八) 三段式距离保护功能说明

距离保护设置了三段相间距离和三段接地距离保护，用于切除相间故障和单相接地故障，还设有快速距离 I 段，其最快速度小于 15ms。

距离 I 段和距离 II、III 段分别由距离 I 段投入连接片和距离 II、III 段投入连接片控制投退。快速距离 I 段由距离 I 段连接片控制投退。

1. 关于距离保护程序的一些说明

(1) 振荡闭锁。突变量启动元件动作后，转入故障处理程序，测量元件短时开放 150ms。电流突变量启动 150ms 内装置固定投入快速 I 段、距离 I、II 段元件，电流突变量启动 150ms 后或经静稳失稳启动、零序辅助启动时，则进入须经振荡闭锁模式，即距离 I 段和 II 段须经振荡闭锁开放元件开放。如果控制字设置为“距离 I (II) 段不经振荡闭锁”方式，则保护启动后，距离 I (II) 段固定投入。

距离 III 段固定投入（靠长延时躲振荡），不经振荡闭锁，动作后永跳或三跳。

在振荡闭锁期间有判断振荡停息的程序模块，即在持续 5s 后，零序辅助启动元件、静稳破坏检测元件和距离 III 段的六种阻抗都不动作时整组复归。

(2) 非全相保护逻辑。在非全相逻辑中，距离 I 段满足以下条件后出口跳闸：

- 1) 反映二个健全相相电流差的突变量元件 DI 2 启动。
- 2) DI 2 元件所对应突变量方向元件判断为正向。
- 3) 健全相对地阻抗或健全相间阻抗，任一阻抗元件在距离 I 段范围内。

满足以下条件后，距离 II 段动作：

- 1) 反映二个健全相相电流差的突变量元件 DI 2 启动。
- 2) DI 2 元件所对应突变量方向元件判断为正向。
- 3) 健全相对地阻抗或健全相间阻抗在距离 II 段范围内。
- 4) 经相间距离 II 段延时确认。

(3) 手动重合闸及重合闸后加速。手动合闸于故障，距离保护将加速距离 I、II、III 段。即程序将计算六种相别的阻抗，任一种在偏移特性动作区内即出口。

距离保护中提供以下后加速功能元件：

1) 电抗相近加速（重合后，原故障相的测量阻抗在 II 段内，且电抗分量同跳闸前的电抗分量相近时，则保护加速出口）。此功能固定投入 100ms。

2) 瞬时加速 II 段，此功能受“瞬时加速距离 II 段投入”控制字控制。

3) 瞬时加速 III 段，此功能受“瞬时加速距离 III 段投入”控制字控制。

4) 1.5s 躲振荡延时加速 III 段，此功能固定投入，不经控制字投退。

(4) TV 断线。TV 断线时距离保护退出工作，同时装置将继续监视 TV 电压，电压恢复正常后，距离保护将自动重新投入运行。TV 断线后，投入 TV 断线后的相过流保护和零序过流保护，动作后永跳。相过流和零序过流保护的定值均可独立整定，并公用一个延时定值和控制字。

(九) 零序保护功能说明

1. 零序保护的功能配置

CSC—101 (2) A/101 (2) B 保护装置的零序后备保护配置相同。在全相运行时配置了四段零序方向保护和零序反时限保护，零序 I 段自动带方向，其他各段都可由控制字选择经方向或不经方向元件闭锁。零序 I 段由零序 I 段连接片控制投退，其他段由零序其他段连接片控制投退，零序反时限保护由零序反时限连接片控制投退。

非全相时设置了瞬时段，通常称为不灵敏 I 段，固定带方向，不灵敏 I 段由零序 I 段连接片投退；另有带延时 ($T_{04}-500\text{ms}$) 的零序 IV 段（接线路 TV 时固定不带方向，接母线 TV 时经控制字控制投退）和零序反时限保护。

突变量启动元件或零序辅助启动元件动作后，转入故障处理程序，全相运行时投入零序 I、II、III、IV 段和零序反时限保护。零序 I、II、III 段动作后选相跳闸（II、III 段动作也可永跳），零序 IV 段动作后永跳或三跳，零序反时限动作后永跳或三跳。非全相运行时，闭锁零序 I、II、III、IV 段，投入零序不灵敏 I 段、短时限的零序 IV 段和零序反时限保护，动作后永跳或三跳出口。

在持续一定的时间内，零序各段和零序辅助启动元件均不动作，保护整组复归。

2. 零序反时限保护

零序反时限保护方向可经控制字投退。反时限特性曲线公式如下：

$$T = \frac{K}{\left(\frac{I_d}{I_{set}}\right)^R - 1} + T_s$$

式中 I_d ——短路电流；

K ——零序反时限时间系数；

R ——零序反时限指数定值；

I_{set} ——零序反时限电流定值；

T_s ——零序反时限延时定值，可满足零序反时限和不同保护配合的要求。

按以下参数设置可得到：

$R=0.02$ 和 $K=0.14$ ——标准反时限（IEC 标准）；

$R=1$ 和 $K=13.5$ ——甚反时限；

$R=2$ 和 $K=80$ ——极端反时限等不同的反时限曲线。

3. 关于零序保护程序的一些说明

(1) $3U_0$ 极性问题。保护采用自产 $3U_0$ ，即由软件将三个相电压相加而获得 $3U_0$ ，供方向判别用，TV 断线时，带方向的零序保护退出，不带方向的零序各段保留。

(2) TA 断线的问题。为防止 TA 断线引起灵敏的零序 III 段或 IV 段误动作，可利用 TA 断线时无零序电压这一特征，使可能误动的段带方向，用零序方向元件实现闭锁。有的情况下，如正常运行时 $3U_0$ 的工频不平衡分量较大，怕方向元件闭锁不可靠，装置还设置了一个 $3U_0$ 突变量元件，动作门槛固定为 $2V$ 有效值，在控制字 KG4.8 相应位置“1”时，零序保护各段都经过此 $3U_0$ 突变量元件的闭锁。TA 断线时零序电流将长时间存在，保护在零序电流持续 $12s$ 大于 IV 段整定值 I_{04} 时报“TA 断线告警”，并闭锁零序各段。

(3) 非全相零序保护逻辑。利用非全相运行中的不灵敏 I 段和零序 IV 段（动作时间为

T04-500ms) 切除非全相运行中的再故障。注意, 若 TV 在线路侧时, 非全相再故障零序电压量不是真正的故障零序电压, 所以对于带延时 (T04-500ms, 要大于单重时间) 的零序 IV 段固定不带方向。

(4) 手合及重合闸后加速。装置零序保护如果判断为手合, 投入不灵敏 I 段、零序各段, 除不灵敏 I 段动作不带延时效, 其他均带 0.1s 延时, 动作永跳。

手动重合闸时不判方向。

装置零序保护如果判断为重合闸动作时投入零序 I 段和零序不灵敏 I 段, 通过整定控制字还可以实现: 加速 II 段, 加速 III 段, 加速 IV 段, 不灵敏 I 段动作不带延时, 其他各段后加速时间固定为 0.1s, 动作永跳。

手动重合闸和重合闸加速段带 0.1s 延时, 是为了躲开断路器三相不同期。

(十) 综合重合闸

1. 重合闸方式

CSC-101B/102B 型装置具有综合重合闸功能, 该功能只负责合闸, 不承担保护跳闸选相。装置利用背面端子接切换开关可以实现四种重合闸方式切换 (硬连接片) 或软连接片方式切换, 只能投一种重合闸方式, 若同时投入两种以上方式, 则报“重合闸连接片异常”。

单相重合闸方式: 单相故障单跳单合, 多相故障进行三跳不重合;

三相重合闸方式: 任何故障三跳三合;

综合重合闸方式: 单相故障单跳单合, 多相故障进行三跳三合;

停用方式: 重合闸退出, 任何故障三跳不重合。重合闸长期不用时, 应设置于该方式。

2. 重合闸检定方式

装置可以在断路器三相跳开时的三种重合闸检定方式, 如下所示:

(1) 检同期: 线路侧电压和母线侧电压均有压, 且满足同期条件进行同期重合。

(2) 检无压: 检线路侧无电压重合, 若两侧均有压, 则自动转为检同期重合。

(3) 非同期: 无论线路侧和母线侧电压如何, 都重合。

说明:

1) 检“无压”为检定电压低于额定电压的 30%, 检“有压”门槛是额定电压的 70%, 检同期角度可以整定。

2) 检同期或检无压的相别不用整定, 采用装置软件自动识别的方式, 即如果装置重合闸方式选为三相重合闸方式或综合重合闸方式, 检定方式设为检同期或检无压方式, 装置自动根据两侧接入电压的情况判别鉴定相别。若不能找到两侧满足同期条件的相别, 在断路器合闸状态下, 告警“检同期电压异常”。

保护工作电压一般来自母线 TV, 所以检无压或检同期时, 指的是检 U_x 端子上的电压, 若两侧均有压时, 自动转检同期。

3) 若三种重合闸检定方式均未投则面板显示: “重合闸方式: 非同期”。

对于单相重合闸不受上面三条件限制。

3. 重合闸的充放电

在软件中, 专门设置一个计数器, 模仿“四统一”自动重合闸设计中电容器的充放电功能。此充电计时元件充满电所需时间为 15s, 重合闸的重合功能必须在“充电”完成后才能投入, 同时点亮面板上的充点灯, 未充满电时不允许重合, 以避免多次重合闸。

(1) 在满足如下条件时，充电计数器开始计数，模仿重合闸的充电功能：

- 1) 断路器在“合闸”位置，即接入保护装置的跳闸位置继电器不动作。
- 2) 重合闸不在“重合闸停用”位置。
- 3) 重合闸启动回路不动作。
- 4) 没有低气压闭锁重合闸和闭锁重合闸开入。

(2) 如下条件下，充电计数器清零，模仿重合闸放电的功能：

- 1) 重合闸方式在“重合闸停用”位置。
- 2) 重合闸在“单重”方式时保护动作三跳，或断路器断开三相。
- 3) 收到外部闭锁重合闸信号（如手跳、永跳、遥控闭锁重合闸等）。
- 4) 重合闸出口命令发出的同时“放电”。
- 5) 重合闸“充电”未满足时，跳闸位置继电器动作或有保护启动重合闸信号开入。
- 6) 重合闸启动前，收到低气压闭锁重合闸信号，经 200ms 延时后放电。
- 7) 重合闸启动过程中，跳开相有电流。

4. 重合闸的启动

装置设有两个启动重合闸的回路：保护启动和断路器位置不对应启动。

(1) 保护启动。设有保护单跳启动重合闸、三跳启动重合闸两种开入端子，这些端子开入信号不要求来自跳闸固定继电器，而要求来自跳闸重动继电器，即要求跳闸成功后立即返回，重合闸在这些触点闭合又返回时启动。

如果单相故障，重合闸在单重计时过程中收到三跳启动重合闸信号，将立即停止单重计时，并在三跳启动重合闸触点返回时开始三重计时。保护启动重合闸虽有单相和三相两个输入端，可以区分单跳还是三跳，但装置还将根据三个跳位继电器触点进一步判别，防止三跳按单重处理。

装置内保护功能发出跳闸命令时，已经内部启动重合闸，装置保护功能与重合闸功能配合时，不需要外部引入单跳启动重合闸和三跳启动重合闸信号。

(2) 断路器位置不对应启动。装置考虑了断路器位置不对应启动重合闸，主要用于断路器偷跳。装置利用三个跳位继电器触点启动重合闸，二次回路设计必须保证手跳时通过闭锁重合闸开入端子将重合闸“放电”，不对应启动重合闸时，单跳还是三跳的判别全靠三个跳位触点输入。单相断路器偷跳和三相断路器偷跳可分别由控制字设定是否启动重合闸。如果控制字不投，单相断路器偷跳报“单跳闭锁重合闸”，三相断路器偷跳报“三跳闭锁重合闸”。

另外，不对应启动重合闸重合后没有后加速触点给出。

5. 重合

重合闸启动后，在未发重合令前，程序完成以下功能：

(1) 不断检测有无闭锁重合闸开入，若有开入，充电计数器清零，主程序查到充电计数器未满足整组复归。

(2) 若为单跳启动重合闸或单相偷跳启动重合闸，则不断检测是否有三跳启动重合闸开入和三跳位置，若有，则按三重处理。

(3) 主程序中，根据重合闸控制字设置的检同期和检无压等方式，进行电压检查，不满足条件时，重合计数器清零。

(4) 若重合闸一直未能重合，等待一定延时后，整组复归，在单重方式下，此延时为

TS1 (TL1) +12s, 在三重方式下, 此延时为 TS3 (TL3) +12s。

(5) 若本装置发重合令, 则重合闸模块固定在 4s 后复归。

重合闸在启动过程中, 满足充电时间计数器放电条件, 即复归, 不再重合。

对 CSC—101 (2) B 型装置, 保护工作电压一般来自母线 TV, 所以检无压或检同期时, 指的是检 U_v 端子上的电压, 若两侧均有压时, 自动转到检同期。

6. 沟通三跳

在重合闸三重方式、停用方式、重合充电时间计数器未滿、在装置严重告警或失电情况下沟通三跳触点闭合, 需要注意: 沟通三跳触点是动断触点。本装置输出沟通三跳触点的同时, 已经内部通知相应保护功能。所以使用本装置重合闸功能时, 本保护不需要接入沟通三跳输入。

7. 有两套重合闸同时投入

CSC 100B 装置在软件上增加了对断路器合闸状况 (判跳位和电流) 的检测, 对同一个断路器配有两套重合闸的情况, 可同时投入两套重合闸, 而不会有二次重合的情况。

四、键盘的操作说明

(一) 键盘连接片等操作说明

1. 装置上电设置

(1) 在断电情况下, 按说明书中装置插件位置图插入全部插件, 连接好面板与管理板之间的扁平电缆线。

(2) 合上直流电源, 若装置告警, 需要对装置保护 CPU 进行初始化设定, 设定步骤如下:

QUIT 和 SET 键同时按下, 进入出厂调试菜单。

1) 进入“CPU 设置”菜单下, 将 CPU1 和 CPU2 都投入, 按 SET 键保存。并将装置重新上电。

2) 进入“连接片模式”菜单下, 选择装置需要的连接片模式即可。分为硬连接片和软硬连接片串联, 对于硬连接片, 将连接片对应的端子接入 +24V 电源。对于软硬连接片串联, 首先要确保装置后背板的连接片开入均已给入, 然后进入装置主菜单—测试操作—投退连接片菜单中, 根据要求投入相应保护连接片。注意一次只能投退一个连接片。

否则, 只成功最后一个连接片的投退。

(3) 装置设定。进入装置主菜单—修改时钟, 用“↑、↓、←、→”键盘将装置时钟设定为当前值。回到液晶正常显示下, 观察时钟应运行正常。拉掉装置电源 5min, 然后再上电, 检查液晶显示的时间和日期, 在掉电时间内装置时钟应保持运行, 并走时准确。

2. 软件版本检查

进入装置主菜单—运行工况—装置版本菜单, 记录装置型号、CPU 版本信息; 进入装置主菜单—运行工况—装置编码菜单, 记录管理板等其他版本信息。检查其与有效版本是否一致。

3. 打印功能检查

(1) 装置主菜单—打印—定值菜单中, 选择定值区打印定值。打印机应正确打印。

(2) 装置主菜单—打印—报告菜单中, 选择报告或操作记录应打印正确。

(3) 分别进入装置主菜单—打印—装置设定 (工况、装置参数、打印采样值) 菜单选定

后都能打印。

(4) 快捷键打印功能试验：操作面板上的快捷键应打印正常。

4. 连接片检查

进入装置主菜单—测试操作—查看连接片状态，检查所有连接片投退是否正常。其硬连接片符号对应的连接片名称如表 1-2-9 所示。

表 1-2-9 硬连接片符号对应的连接片名称

序号	连接片符号	连接片名称
1	GP (CSC—103 保护 CD)	纵联连接片 (CSC—103 保护差动连接片)
2	JLI	距离 I 段连接片
3	JLⅡ、Ⅲ	距离Ⅱ、Ⅲ段连接片
4	LXI	零序 I 段连接片
5	LXqt	零序其他段连接片
6	LXfs	零序反时限连接片
7	DZ	单相重合闸
8	SZ	三相重合闸
9	ZZ	综合重合闸
10	TY	重合闸停用
11	ZCYS	重合长延时控制

5. 面板上各元件说明

(1) 液晶左侧为运行、跳 A、跳 B、跳 C、重合、充电、通道告警、告警灯。A 型装置无重合功能，所以重合、充电两灯均为备用。

1) 运行灯：正常为绿色光，当有保护启动时闪烁。

2) 跳 A、跳 B、跳 C 灯：保护跳闸出口灯，动作后为红色，正常灭。

3) 重合灯：B 型装置重合闸出口灯，动作后为红色，正常灭。

4) 充电灯：B 型装置重合闸充满电后为绿灯亮，当重合闸停用、被闭锁或合闸放电后为灭。

5) 通道告警灯：正常灭，当通道异常时亮，为红色。

6) 告警灯：此灯正常灭，动作后为红色。有告警 I 时（严重告警），装置面板告警灯闪亮，退出所有保护的功能，装置闭锁保护出口电源；有告警 II 时（设备异常告警），装置面板告警灯常亮，仅退出相关保护功能（如 TV 断线），不闭锁保出口电源。

(2) 液晶右侧四方按键的说明：

1) SET：确认键，用于设置或确认。

2) QUIT：循环显示时，按此键，可固定显示当前屏幕的内容（显示屏右上角有一个钥匙标示，即定位当前屏），再按即可取消定位当前屏功能；菜单操作中按此键后，装置取消当前操作，回到上一级菜单；按此键，回到正常显示状态时可进行其他按键操作。

3) ▲、▼、←、→：选择键，用于从液晶显示器上选择菜单功能命令。选定后用←、→移动光标，↑、↓改动内容。

4) “信号复归”按钮：用来复归信号灯和使屏幕显示恢复正常状态。

5) 液晶屏显示可以根据运行单位要求由调试人员使用 CSPC 工具软件选择配置显示内

容，出厂时一般配置为电流、电压量及其角度和连接片投入情况。

6) 液晶屏下部四个快捷键及两个功能键，主要为运行人员的操作接口，可以实现运行人员的简单操作，按键后将提示如何操作：

F1 键：按一下后提示是否打印最近一次动作报告。选“是”提示：录波打印格式，图形、数据、可选择图形格式或数据格式打印，在定值菜单下可以向下翻页。

F2 键：按一下后提示是否打印当前定值区定值。在定值菜单下可以向上翻页。

F3 键：按一下后提示是否打印采样值。

F4 键：按一下后提示是否打印装置信息和运行工况。

+键：功能键，使定值区加 1。按一下后提示选择要切换到的定值区号：当前定值区号：xx；切换到定值区：xx。

-键：功能键，使定值区减 1。按一下后提示选择要切换到的定值区号：当前定值区号：xx；切换到定值区：xx。

7) SIO 插座：于连接外接 PC 机用的九针插座，为调试工具软件“CSPC”的专用接口。

(二) 正常运行显示与特殊说明

(1) CSC—101 保护装置面板正常显示运行状态的光字灯“运行”绿灯亮，对 B 型装置“充电”灯充满电后为绿色亮，其他灭，液晶屏循环显示顺序是：

年-月-日 时：分：秒；

$I_a, I_b, I_c, 3I_0, U_a, U_b, U_c, P, Q$ 的大小及相位角；

已投连接片；当前定值区；

对 B 型装置还显示：重合闸检定方式；右下角显示：“已充满”或“充电中”字样；刷新时间为 2~3s。

上电 5min 后若无有操作，液晶显示器变暗，按 SET 或 QUIT 又恢复到正常状态。

(2) CSC—103 装置面板正常显示运行状态的光字灯“运行”绿灯亮，对 B 型装置“充电”灯绿色亮，其他灭，液晶屏循环显示顺序是：

年-月-日 时：分：秒；

$U_a, U_b, U_c, I_a, I_b, I_c, 3I_0, U_x,$

P, Q 的大小及相位角；

已投连接片；当前定值区；通道状态及丢帧数、电容电流量

对 B 型装置还显示：重合闸方式、检同期方式；右下角常住显示：“已充满”；刷新时间为 2~3s。

(3) 特殊说明：

1) CSC—100 系列提供两种连接片方式，即软硬连接片串联方式和硬连接片方式（屏上连接片），出厂默认配置为软硬连接片串联方式。若仅需软连接片，则在屏上需将相应硬连接片投入（给上+24V 电源）。若仅需硬连接片，将相应软连接片全部投入。

软硬连接片串联模式时，可以通过监控后台进行软连接片投退，也可以在连接片操作—软连接片投退菜单中，进行软连接片投退。

在连接片操作—查看连接片状态菜单中，可以查看连接片投入情况。第一列为连接片名称，第二列为软连接片状态，第三列为总连接片状态。

硬连接片方式下，操作软连接片投退菜单会显示“切连接片操作失败”。



2) 若投入检修状态连接片, 动作报告不上送监控后台也不保存, 只输出打印和面板显示。

五、装置的运行规定

(一) 装置投运前检查

(1) 核对保护定值清单无误, 投入直流电源, 装置面板 LED 的运行绿灯亮、充电绿灯亮 (B 型), 其他灯灭; 液晶屏正常情况下循环显示“年 月 日 时:分:秒; 模拟量的大小和相位; 当前定值区号: 00; 已投连接片; 重合闸方式, 检同期方式, 已充满 (B 型)”的运行状态, 按 SET 键显示主菜单。按一次或数次 QUIT, 可一次或逐级退出当前菜单, 返回正常显示状态。拉合一次直流电源再核对装置时钟。

(2) 接入电流 (CSC-101 要求带负荷电流大于 $0.1I_n$, CSC-103 要求带负荷电流大于 $0.08I_n$) 和电压, 在正常循环显示状态下按 SET 键进入主菜单, 依次进入各菜单, 查看各模拟量输入的极性和相序是否正确; 核对保护采样值与实际相符。

(3) 核对保护定值, 打印出各种实际运行方式可能用的各套定值, 用来与定值通知单核对。

(4) 注意纵联通道是否完好。

(5) 核对各连接片投退情况及核对其他开入量的位置与实际相符合, 并做好记录, 尤其注意液晶屏右上角正常情况应无“小手”显示 (说明检修状态连接片已退出)。

(6) 若装置已连接打印机, 用 F4 快捷键打印装置信息和运行工况。

(二) 运行中的注意事项

(1) 投入运行后, 任何人不得再对装置的带电部位触摸或拔插设备及插件, 不允许随意按动面板上的键盘, 不允许操作如下命令: 开出传动、修改定值、固化定值、装置设定、改变装置在通信网中地址等。

(2) 运行中要停用装置的所有保护, 要先断跳闸连接片再停直流电源。运行中要停用装置的一种保护, 只停该保护的连接片即可。

(3) 运行中系统发生故障时, 若保护动作跳闸, 则面板上相应的跳闸信号灯亮, MMI 显示保护最新动作报告, 若重合闸动作合闸, 则“重合”信号灯亮, 应自动或手动打印保护动作报告、录波报告, 并详细记录各信号。

(4) 运行中直流电源消失, 应首先退出跳闸连接片。

(5) 运行中若出现告警 I, 应停用该保护装置, 记录告警信息并通知有关人员, 此时禁止按复归按钮。若出现告警 II, 应记录告警信息并通知有关人员进行分析处理。

(三) 几点说明

(1) 如果重合闸连接片都未投, 重合闸装置按“停用”对待, 面板上充电灯灭; 如果重合闸方式未设定, 面板上显示“重合闸方式: 非同期”, 即按非同期重合。

(2) 装置背板左上角设有测试端口, 接有 24V (开出)、±12V、5V 电源和 CAN 网接口, 供检查电源插件及自动测试使用。

(3) 运行定值区的选择方法: 使用面板左下部的快捷键“+”、“-”即可选择切换定值区。

六、装置的打印信息

1. 事件报文

事件报文如表 1-2-10 所示。

表 1-2-10

事 件 报 文

事件序号	报 文 名 称	事件序号	报 文 名 称
1	保护启动	29	单跳启动重合
2	阻抗元件启动	30	三跳启动重合
3	零序辅助启动	31	单相偷跳启动重合
4	静稳失稳启动	32	三相偷跳启动重合
5	I 段阻抗出口	33	三跳闭锁重合闸
6	II 段阻抗出口	34	同期相别改变 A (B、C) 相
7	III 段阻抗出口	35	单跳闭锁重合闸
8	阻抗 II 段加速出口	36	TV 断线过流出口
9	阻抗 III 段加速出口	37	纵联保护出口
10	阻抗手动重合闸加速出口	38	纵联保护发展出口
11	阻抗相近加速出口	39	纵联保护加速出口
12	三跳失败永跳	40	纵联手动重合闸出口
13	单跳失败三跳	41	闭锁重合闸
14	阻抗 I 段发展出口	42	纵联阻抗停信
15	阻抗 II 段发展出口	43	纵联零序停信
16	测距	44	纵联突变量停信
17	测距阻抗	45	保护跳闸停信
18	零序 I 段出口	46	跳闸位置停信
19	零序 II 段出口	47	纵联弱馈停信
20	零序 III 段出口	48	纵联阻抗发信
21	零序 IV 段出口	49	纵联零序发信
22	不灵敏 I 段出口	50	纵联突变量发信
23	零序 II 段加速出口	51	保护跳闸发信
24	零序 III 段加速出口	52	跳闸位置发信
25	零序 IV 段加速出口	53	纵联弱馈发信
26	零序手动重合闸加速出口	54	零序反时限出口
27	重合出口	55	联跳三跳
28	重合失败	56	

2. 告警报文

(1) I 类告警报文见表 1-2-11。

表 1-2-11

I 类告警报文

序 号	告 警 报 文	可能原因及处理措施
1	模拟量采集错	检查电源输出情况、更换保护 CPU 插件
2	装置参数错	重新固化装置参数, 若无效, 更换保护 CPU 插件
3	ROM 和校验错	更换保护 CPU 插件



续表

序 号	告 警 报 文	可能原因及处理措施
4	定值错	重新固化保护定值及装置参数, 若仍无效, 更换保护 CPU 插件
5	定值区指针错	切换定值区, 若仍无效, 更换保护 CPU 插件
6	开出无响应	检查是否有其他告警 I 导致闭锁 24V+失电, 否则更换相应开出插件
7	开出击穿	更换相应开出插件
8	连接片模式未确认	没有设置连接片模式, 进入出厂调试菜单进行设置
9	软连接片错	进行一次软连接片投退
10	开出 EEPROM 出错	更换相应开出插件

(2) II 类告警报文见表 I-2-12。

表 I-2-12

I 类告警报文

序 号	报 文 名 称	可能原因及处理措施
1	开入通信中断	检查开入插件是否插紧, 更换开入插件
2	开出通信中断	检查开出插件是否插紧, 更换开出插件
3	传动状态未复归	开出传动后没有复归, 按复归按钮
4	开入击穿	检查开入情况, 更换开入插件
5	开入输入不正常	检查装置电源 24V 输出情况, 或更换开入插件
6	开入自检回路出错	检查或更换开入插件
7	双位置输入不一致	建议查看 24V 电源或更换开入插件
8	开入 EEPROM 出错	更换相应开入插件
9	TV 断线告警	查看循环显示、打印采样值, 按运行规程执行, 检查电压回路接线
10	过负荷告警	提示线路过负荷, 检查线路负荷或静稳失稳定值
11	纵联通道故障	①专用收发信机闭锁式下, 保护启信后 300ms 收不到闭锁信号或通道自检时有收信缺口。②保护不启动, 连续收到闭锁或允许信号 20s。③允许式收到解除闭锁信号 200ms 以上。应检查通信设备和保护之间的连接和纵联通道
12	纵联通道 3DB 告警	通道自检过程中, 收到保护告警信号且有收信
13	纵联通信设备告警	有收发信机告警信号
14	TA 断线告警	查看循环显示、打印采样值, 按运行规程执行, 检查电流回路接线
15	跳位 A (B、C) 开入异常	有“跳位 A (B、C)”开入, 且有 A 相电流, 则发此告警。检查跳位开入 A (B、C) 开入触点及其开入回路
16	重合闸连接片异常	单相重合闸、三相重合闸、综合重合闸、停用重合闸四种方式中有任何两种同时投入, 则告警。查重合闸把手及其开入连线
17	检同期电压异常	检同期重合方式下, 系统正常运行时, 线路侧电压和母线侧电压不满足整定的同期条件告警。检查同期电压回路
18	三相相序不对应	正常运行时, 如果三相电流或三相电压相序不是正序相序, 则发此告警。应先查看循环显示模拟量, 打印采样值。查电流或电压回路
19	模拟通道异常	调整刻度时, 可能输入值和选择的基准值不一致。重新调整刻度
20	外部停信开入错	保护未启动时, 长期有外部停信开入, 则告警。应检查外部停信开入
21	外接 3I ₀ 接反	外接 3I ₀ 相位和自产 3I ₀ 相位相反。检查电流回路接线

续表

序号	报文名称	可能原因及处理措施
22	永跳失败	发永跳令后 5s 电流未断, 则发此告警。检查跳闸回路
23	3 次谐波过量告警	系统正常运行时, 电压中 3 次谐波过量, 则发此告警。请打印采样值, 检查电压回路
24	纵联控制字错	专用收发信机闭锁式、允许式、复用闭锁式任意两种同时投入或三种均不投入则告警。检查纵联控制字
25	重合闸控制字错	检同期、检无压、非同期三种方式任意两种同时投入, 则告警。检查综合重合闸控制字
26	SRAM 自检异常	芯片虚焊或损坏, 更换 CPU 插件
27	FLASH 自检异常	芯片虚焊或损坏, 更换 CPU 插件

(3) Master 板的告警信息见表 1-2-13。

表 1-2-13 Master 板的告警信息

序号	汉字代码	说明	解决方法
1	通信中断	CPU 与 MASTER 通信中断	CPU 工作不正常或 CAN 网通信异常, 可检查各 CPU 是否正常工作, 检查背板 CAN 网是否正常
2	定值区号不一致		再一次切换定值区号, 并重新上电, 应不再报定值区号不一致
3	定值不一致	CPU 冗余定值不一致	再一次固化定值, 并重新上电, 应不再报定值不一致
4	连接片不一致	CPU 冗余连接片不一致	再一次投退连接片, 并重新上电, 应不再报连接片不一致
5	LON1 通信中断	如果不配置 LON1, 请在出厂调试菜单的装置选项菜单中去掉已配置 LON1, 并重新上电, 应不再报 LON1 通信中断	
6	LON2 通信中断	如果不配置 LON2, 请在出厂调试菜单的装置选项菜单中去掉已配置 LON2, 并重新上电, 应不再报 LON2 通信中断	
告警代码××		有一块 CPU 未投入	
召唤 CPU 配置无应答		可能是两块 CPU 板地址相同、一块未插或接触不良	

3. 运行报文

装置的运行报文见表 1-2-14。

表 1-2-14 运行报文

序号	报文名称	序号	报文名称
1	定值区切换成功	8	清除配置
2	定值固化成功	9	连接片模式切换
3	装置参数固化成功	10	TV 恢复正常
4	配置固化成功	11	开出传动成功
5	刻度调整成功	12	升入变位
6	自描述变化	13	零漂调整成功
7	连接片投退成功		

七、装置保护动作报告及分析

(一) 保护动作报告及分析

1. 报告分类

保护在维护和运行当中出现的所有操作和动作行为都能按“报告”分类记录保存，报告分为动作报告、启动报告、告警报告、操作记录，根据需要每种报告都可以被打印和查询出来供运行和维护人员用。

2. 报告的调取

装置运行或调试时，如接入打印机，每次的运行报告或动作报告均能及时打印出来。若事后人工调取，根据汉化的人机对话菜单很方便地可调出来。

3. 典型动作报告分析

以下是一个典型动作报告，分析说明如下：

保护装置：84

北京四方 CSC101B (V1.22) 保护装置 动作报告

间隔名称：CSC—101B 装置地址：84 打印时间：2006-04-24 14:14:40

故障绝对时间：2006-04-24 14:11:51.303

2ms	保护启动	
14ms	零序 I 段出口	$3I_0=9.188A$ C相 跳 C相
17ms	纵联阻抗发信	$X=1.000\Omega$ $R=.0118\Omega$ C相
17ms	I 段阻抗出口	$X=1.000\Omega$ $R=.0118\Omega$ C相 跳 C相
23ms	纵联保护出口	C相 跳 C相
测距阻抗	$X=.9922\Omega$ $R=.0082\Omega$ C相	
测距	$L=9.938km$ C相	
123ms	单跳启动重合	
1124ms	重合出口	

第一行：装置号，即装置在网络中的地址为“84”的装置；

第二行：保护型号、版本号及报告类型；

第三行：间隔名称、装置地址、打印时间；

第四行：故障绝对时间：年一月一日 时一分一秒一毫秒；

第五行以后：是保护动作报文序列，按动作时间顺序排列，格式为 ms（相对时间），动作报文（如 14ms 零序 I 段出口、17ms I 段阻抗出口及 23ms 纵联保护出口等）、故障相别、跳闸相别、测距、重合闸启动及出口等。

(二) 故障录波报告调取及分析

1. 故障录波

保护启动后，CPU 开始记录故障录波数据，记录故障前约 3 周波（约 60ms）和故障后 5 周波（约 100ms），每一开关量动作开始再加 100ms 的采样数据，因此可以说装置能录下所有故障全过程。模拟量录波每周采样 24 点，采样间隔 0.833ms。储存容量达 4M，可保存不少于 24 次全过程记录故障数据。

保护启动后开始录波时，会在面板上显示“正在处理录波，请等待”，此时可以操作 ↑、↓ 键。

2. 故障录波的调取

模拟故障试验或故障，保护出口后，应能自动或手动打印保护动作报告和录波报告。

故障录波报告可以打印输出，也可以 Comtrade 兼容格式输出至串口或以太网接口（上传），根据需要人工也可方便地调出任何一次的录波报告。具体方法是：

首先进入主菜单，选打印—SET—选报告—SET—选动作报告—SET—选择最近几次报告或按照时间索引，选中某时间的报告后，按 SET 后显示所选报告的内容，按 SET 键继续，按 QUIT 取消。

如调取最近一次报告，可直接按 F1 快捷键。

注意：调试过程中，若投入“检修状态连接片”，则不保存也不上送，只能就地打印录波数据。

3. 典型录波报告分析

图形格式：装置录波可以记录整个故障过程中（包括故障前、故障后）电压、电流的波形，并且可以记录开关量信息（包括跳合闸信号、纵联收发信信号、保护内部开关量信号等）参见图 1-2-30，其前部分是保护动作报告，不再分析；后部分是录波报告的图形部分。分析如下：

(1) 第一行为装置号：84；

(2) 报告起始为本次录波的绝对时间，格式同保护的格式；

(3) 接下去是录波的模拟量、开关量的定义，此定义对 CSC—101B 型装置的（A 型装置的模拟量、开关量无下划线部分），说明如下：

模拟量：1— I_a ：（第一路表示 A 相电流）；

2 I_b ：（第二路表示 B 相电流），以下同；3— I_c ；4— $3I_0$ ；5— U_a ；6— U_b ；7— U_c ；8— $3U_0$ 自产；9— U_x 。

开关量：1—保护启动；2—跳 A（保护跳 A 开出）；3—跳 B（保护跳 B 开出）；4—跳 C（保护跳 C 开出）；5—永跳；6—沟通三跳开入；7—跳位 A（开入）；8—跳位 B（开入）；9—跳位 C（开入）；10—重合；11—其他保护停信；12—沟通三跳开出；13—发信控制；14—停信控制；15—收信；16—解除闭锁；17—单跳启动重合闸；18—三跳启动重合闸；19—闭锁重合闸；20—低气压闭锁重合闸。

接下去为比例尺，说明如下：

满量程：┌ 120.1V/7.37A 表示录波图上电压模拟量通道一格代表 120.1V；电流模拟量通道一格代表 7.37A。

图 1-2-43 是一个保护动作的录波波形图，横坐标依此为：9 路模拟量波形，24 路开关量波形（本装置只用 20 路，按定义顺序）紧接着模拟量波形，每 8 路开关量为—组，共两组，当某路开关量有信号时，本路信号为粗线条，可以明显地反映出开关量的变化。纵坐标表示时间（毫秒），记录从开关量事件前 52.3ms 开始记录到开关量事件后 100ms，即波形应一直到保护开关量动作再延时 100ms 为止，因此本保护装置的录波长度随保护动作事件多少而变。图中录波起点为“保护启动”由—52.3ms 开始，到“重合出口”（3126ms+100ms）=3226ms 为止，全过程都能录下来。

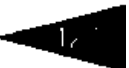
保护装置：84

北京四方 CSC101B (V1.22) 保护装置 动作报告

间隔名称：CSC—101B

装置地址：84

打印时间：2006-04-24 14:30:21



故障绝对时间: 2006-04-24 14:04:41.700

3ms	保护启动		
14ms	I段阻抗出口	X= .9922Ω R= .0171Ω	AB相 跳ABC相
18ms	纵联阻抗发信	X= .9922Ω R= .0176Ω	AB相
24ms	纵联保护出口		AB相 跳ABC相
测距阻抗		X= .9883Ω R= .0177Ω	AB相
测距		L=9.875km	AB相
126ms	三跳启动重合		
3126ms	重合出口		

录波装置: 84

时间: 2006-04-24 14:04:41.700

模拟量:	1— I_a	2— I_b	3— I_c	4— $3I_0$	5— U_a
	6— U_b	7— U_c	8— $3U_0$ 自产	9— U_x	
开关量:	1—保护启动	2—跳 A	3—跳 B	4—跳 C	
	5—永跳	6—沟通三跳开入	7—跳位 A	8—跳位 B	
	9—跳位 C	10—重合	11—其他保护停信	12—沟通三跳开出	
	13—发信控制	14—停信控制	15—收信	16—解除闭锁	
	17—单跳启动重合闸	18—三跳启动重合闸	19—闭锁重合闸	20—低气压闭锁重合	
满量程:	81.3V/12.78A				

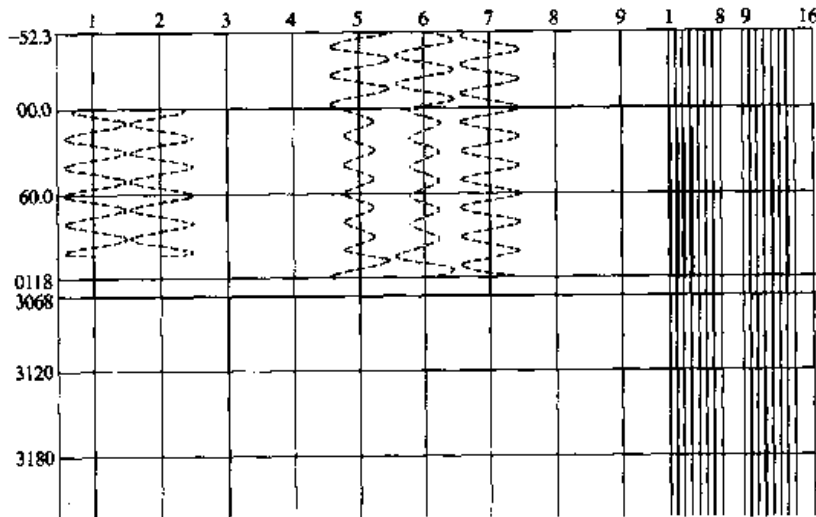


图 1-2-43 录波波形图

第六节 RCS—900 型微机保护

一、装置概述

RCS—900 型微机保护是由微机实现的数字式超高压线路成套快速保护装置。其中, RCS—901、RCS—902、RCS—931 型微机保护可用作 220kV 及以上电压等级输电线路的主保护及后备保护。

RCS—901A (B、D) 型微机保护包括以纵联变化量方向和零序方向元件为主体的快速

主保护，由工频变化量距离元件构成的快速一段保护。RCS—901A 由三段式相间和接地距离及两个延时段零序方向过流构成全套后备保护；RCS—901B 由三段式相间和接地距离及四个延时段零序方向过流构成全套后备保护；RCS—901D 以 RCS—901A 为基础，仅将零序Ⅲ段方向过流保护改为零序反时限方向过流保护。RCS—901A (B、D) 型保护有分相出口，配有自动重合闸功能，根据需要可实现单相、三相重合和综合重合闸方式。

RCS—902A (B、C、D) 包括以纵联距离和零序方向元件为主体的快速主保护，由工频变化量距离元件构成的快速一段保护。RCS—902A 由三段式相间和接地距离及两个延时段零序方向过流构成全套后备保护；RCS—902B 由三段式相间和接地距离及四个延时段零序方向过流构成全套后备保护；RCS—902C 设有分相命令，纵联保护的方向按相比较，适用于同杆并架双回线，后备保护配置同 RCS—902A；RCS—902D 以 RCS—902A 为基础，仅将零序Ⅲ段方向过流保护改为零序反时限方向过流保护。RCS—902A (B、C、D) 保护有分相出口，配有自动重合闸功能，RCS—902XS 适用于串联电容补偿的输电系统。

RCS—931 型微机保护设置有以分相电流差动和零序电流差动为主体的快速主保护，由工频变化量距离元件构成的快速一段保护，由三段式相间和接地距离及多个零序方向过流构成的全套后备保护。保护装置有分相出口并配置了重合闸出口，根据需要可实现单相、三相重合和综合重合闸方式。RCS—931 系列保护根据功能有一个或多个后缀，各后缀的含义如下：

- A 两个延时段零序方向过流；
- B 三个延时段零序方向过流；
- D—一个延时段零序方向过流和一个零序反时限方向过流；
- L—过负荷告警、过流跳闸；
- M—光纤通信为 2048kb/s 数据接口（缺省为 64kb/s 数据接口）；
- S—适用于串补线路。

二、硬件说明

装置硬件模块图见图 1-2-44。

1. 电源插件 (DC)

保护装置的电源输出 +5V、±12V、+24V（继电器电源）给保护装置其他插件供电，另外输出一组 24V 光耦电源。

2. 交流输入变换插件 (AC)

它的作用是将电压或电流转换成满足模/数 (A/D) 变换器量程要求的电压。

交流输入变换插件与系统接线图如图 1-2-45。

I_A 、 I_B 、 I_C 、 I_0 分别为三相电流和零序电流输入，额定电流可分为 1A、5A 两种。 U_A 、 U_B 、 U_C 为三相电压输入，额定电压为 $100/\sqrt{3}V$ ； U_x 为重合闸中检无

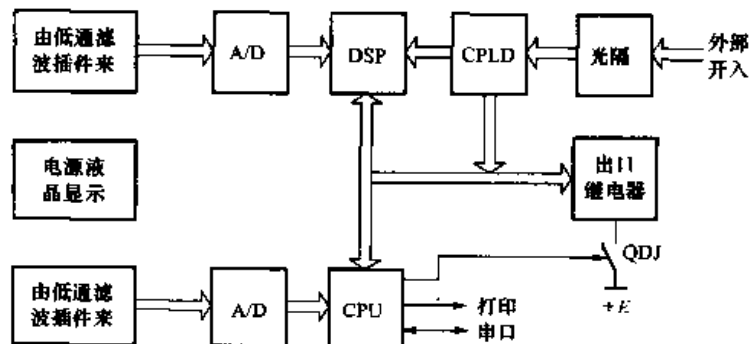


图 1-2-44 硬件模块图

压、检同期元件用的电压输入，额定电压为 100V 或 $100/\sqrt{3}\text{V}$ 。

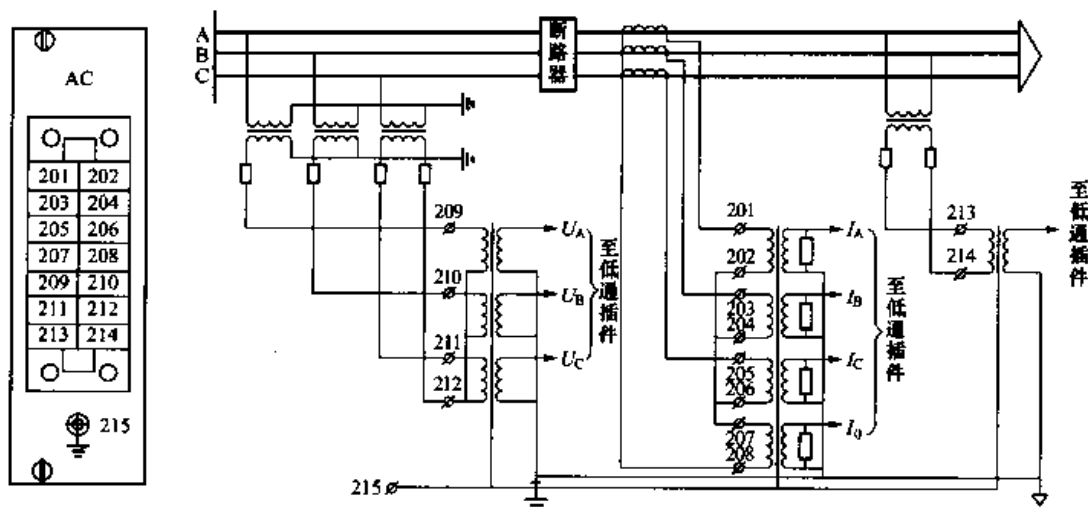


图 1-2-45 交流输入变换插件与系统接线图

3. 低通滤波插件 (LPF)

本插件主要作用是滤除高频信号和电平调整。

4. CPU 插件 (CPU)

该插件是装置核心部分，由单片机 (CPU) 和数字信号处理器 (DSP) 组成，CPU 完成装置的总启动元件和人机界面及后台通信功能，DSP 完成所有的保护算法和逻辑功能。装置采样率为每周波 24 点，在每个采样点对所有保护算法和逻辑进行并行实时计算，使得装置具有很高的固有可靠性及安全性。

启动 CPU 内设总启动元件，启动后开放出口继电器的正电源，同时完成事件记录及打印、保护部分的后台通信及与面板通信；另外还具有完整的故障录波功能，录波格式与 COMTRADE 格式兼容，录波数据可单独串口输出或打印输出。

对于 RCS—931 等保护，CPU 插件还带有光端机，用同步通信方式与对侧交换电流采样值和信号。

5. 通信插件 (COM)

通信插件的功能是完成与监控计算机或 RTU 的连接。

6. 24V 光耦插件 (OPT1)

24V 光耦插件用于输入各种功能的开入并监视光耦开入电源是否正常。

7. 高压光耦插件 (OPT2)

开入从较远处引入，如收信触点从通信机房的载波机接至控制室的保护屏，或某些情况下从断路器处引位置触点至保护屏，这时不宜采用 24V 光耦，为此，本装置设置了这个 220V/110V 的光耦插件。

8. 信号继电器插件 (SIG)

本插件主要是将 5V 的动作信号经三极管转换为 24V 信号，从而驱动继电器。正常运行时，装置会对所有三极管的出口进行检查，若有错则告警并闭锁保护。它还设置了总启动继电器，当 CPU 满足启动条件，则该继电器动作，触点闭合，开放出口继电器的正

电源。

9. 继电器出口 1 插件 (OUT1)

本插件包括装置故障告警继电器、装置异常告警继电器、跳闸和重合闸信号磁保持继电器、保护跳闸动作继电器、保护三跳命令动作继电器、闭锁重合闸继电器等。用于 RCS—901、902 时，有发信继电器和复归收发信机继电器；用于 RCS—931 时，有通道告警及远传继电器。

10. 继电器出口 2 插件 (OUT2)

该插件输出 5 组跳闸出口接点和 3 组重合闸出口触点，均为瞬动触点；用第一组跳闸和第一组合闸触点去接操作箱的跳合线圈，其他供作遥信、故障录波启动、失灵用。如果需跳两个断路器，则用第二组跳闸触点去跳第二个断路器。

11. 显示面板 (LCD)

显示面板单设一个单片机，负责汉字液晶显示、键盘处理，通过串口与 CPU 交换数据。

三、软件说明

1. 总述

软件说明以 RCS—901A、RCS—902A、RCS—931A 型微机保护为例，最后对其他型号微机保护的不同点进行说明。

保护的程序结构框图如图 1-2-46 所示。

主程序按固定的采样周期接收采样中断进入采样程序，在采样程序中进行模拟量采集与滤波，开关量的采集、装置硬件自检、交流电流断线和启动判据的计算，根据是否满足启动条件而进入正常运行程序或故障计算程序。硬件自检内容包括 RAM、EEPROM、跳闸出口三极管等。

当启动元件动作时，进入故障计算程序。故障计算程序中进行各种保护的算法计算，跳闸逻辑判断以及事件报告、故障报告及波形的整理。启动元件未动作时，执行正常运行程序。正常运行程序中进行采样值自动零漂调整及运行状态检查。运行状态检查包括交流电压断线、检查开关位置状态、变化量制动电压形成、重合闸充电、通道检查、准备手动重合闸判别等。不正常时发告警信号，信号分两种，一种是运行异常告警，这时不闭锁装置，提醒运行人员进行相应处理；另一种为闭锁告警信号，告警同时将装置闭锁，保护退出。

2. 装置的总启动和保护的启动

装置总启动元件的主体以反映相间工频变化量的过流继电器实现，同时又配以反映全电流的零序过流继电器互相补充。

反映工频变化量的启动元件采用浮动门坎，正常运行及系统振荡时变化量的不平衡输出均自动构成自适应式的门坎，浮动门坎始终略高于不平衡输出。在正常运行时由于不平衡分量很小，装置有很高的灵敏度，当系统振荡时，自动抬高浮动门坎而降低灵敏度，不需要设置专门的振荡闭锁回路。因此，启动元件有很高的灵敏度而又不会频繁启动，装置有很高的安全性。

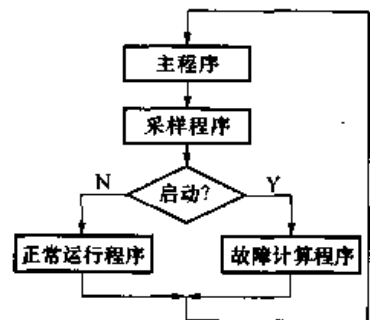


图 1-2-46 保护的程序结构

当外接和自产零序电流均大于整定值时，零序过流启动元件动作并展宽 7s，去开放出口继电器正电源。位置不对应启动由用户选择投入，条件满足总启动元件动作并展宽 15s，去开放出口继电器正电源。

对 RCS—901、RCS—902 型保护，保护启动元件与总启动元件相比，增加了一个电流变化量低定值启动元件，用以启动闭锁式方向保护的发信，电流变化量低定值启动元件动作仍进入正常运行程序，当电流变化量高定值启动元件或零序过流元件动作进入故障测量程序。

RCS—931 型保护的启动元件与总启动元件一致，增加了纵联差动或远跳启动。当发生区内三相故障，弱电源侧电流启动元件可能不动作，此时若收到对侧的差动保护允许信号，则判别差动继电器动作相关相、相间电压，若小于 $60\%U_n$ ，则辅助电压启动元件动作，去开放出口继电器正电源 7s。当本侧收到对侧的远跳信号且定值中“不经本侧启动控制”置“1”时，去开放出口继电器正电源 500ms。

3. 正常运行程序

(1) 检查开关位置状态。三相无电流，同时 TWJ 动作，则认为线路不在运行，开放准备手动重合闸故障 400ms；线路有电流但 TWJ 动作，或三相 TWJ 不一致，经 10s 延时报 TWJ 异常。

(2) 交流电压断线。三相电压相量和大于 8V，保护不启动，延时 1.25s 发 TV 断线异常信号；三相电压相量和小于 8V，但正序电压小于 33.3V 时，若采用母线 TV 则延时 1.25s 发 TV 断线异常信号；若采用线路 TV，则当任一相有流元件动作或 TWJ 不动作时，延时 1.25s 发 TV 断线异常信号。装置通过整定控制字来确定是采用母线 TV 还是线路 TV。

TV 断线信号动作的同时，保留工频变化量阻抗元件，将纵联变化量补偿阻抗（RCS—901 型）、纵联距离（RCS—902 型）和纵联零序（RCS—901、902 型）退出，退出距离保护，重合闸放电，自动投入 TV 断线相过流和 TV 断线零序过流保护。将零序过流保护二段退出，三段不经方向元件控制。三相电压正常后，经 10s 延时 TV 断线信号复归。

当重合闸投入且处于三相重合闸或综合重合闸方式，如果装置整定为重合闸检同期或检无压，则要用到线路电压，开关在合闸位置时检查输入的线路电压小于 40V 经 10s 延时报线路 TV 断线。如重合闸不投、不检定同期或无压时，线路电压可以不接入本装置，装置也不进行线路电压断线判别。当装置判定线路电压断线后，重合闸逻辑中不进行检同期和检无压的逻辑判别，不满足同期和无压条件。

(3) 交流电流断线。自产零序电流小于 0.75 倍的外接零序电流，或外接零序电流小于 0.75 倍的自产零序电流，延时 200ms 发 TA 断线异常信号。

有自产零序电流而无零序电压，则延时 10s 发 TA 断线异常信号。保护判出交流电流断线的同时，在装置总启动元件中不进行零序过流元件启动判别，亦退出纵联零序保护。将零序过流二段不经方向元件控制，退出零序过流三段。

(4) 通道试验。对闭锁式，正常运行需进行通道信号交换，按下通道试验按钮，本侧发信，200ms 后停信，收对侧信号达 5s 后，本侧再次发信，10s 后停信。

(5) 远方起信。对闭锁式，当收到对侧信号后，如 TWJ 未动作，则立即发信，如 TWJ 动作，则延时 100ms 发信。当用于弱电侧，判断任一相电压或相间电压低于 30V 时，延时

100ms 发信，在线路轻负荷下发生故障，启动元件不动作的情况下，保证由对侧保护快速切除故障。

对允许式，当收到对侧信号后，如 TWJ 未动作，则不发信，如 TWJ 动作，则给对侧发 100ms 允许信号。当用于弱电侧，判断任一相电压或相间电压低于 30V 时，当收到对侧信号后给对侧发 100ms 允许信号，在线路轻负荷下发生故障，启动元件不动作的情况下，保证由对侧保护快速切除故障。

(6) 其他。在正常运行中，随着温度变化和环境条件的改变，电压、电流的零点可能会发生漂移，装置将自动跟踪零点的漂移。工频变化量距离继电器的门坎电压形成，取正常运行时工作电压的半波积分值。

4. 故障计算程序

(1) 电流差动继电器：RCS—931 型保护的电流差动继电器由变化量相差动继电器、稳态相差动继电器和零序差动继电器三部分组成。其中，对于经高过渡电阻接地故障，采用零序差动继电器具有较高的灵敏度，由零序差动继电器，通过低比率制动系数的稳态差动元件选相，构成零序 I 段差动继电器，经 100ms 延时动作。对于较长的输电线路，电容电流较大，为提高经大过渡电阻故障时的灵敏度，进行电容电流补偿。计算的电容电流对于正常运行和区外故障都能给予较好的补偿。TA 断线瞬间，断线侧的启动元件和差动继电器可能动作，但对侧的启动元件不动作，不会向本侧发差动保护动作信号，从而保证纵联差动不会误动。非断线侧经延时后报“长期有差流”，与 TA 断线作同样处理。TA 断线时发生故障或系统扰动导致启动元件动作，若“TA 断线闭锁差动”整定为“1”，则闭锁电流差动保护；若“TA 断线闭锁差动”整定为“0”，且该相差流大于“TA 断线差流定值”，仍开放电流差动保护。当发生区外故障时，采用了较高的制动系数和自适应浮动制动门槛保证了在较严重的 TA 暂态饱和情况下不会误动。两侧装置一侧作为同步端（控制字“主机方式”置“1”），另一侧作为参考端（控制字“主机方式”置“0”）。以同步方式交换两侧信息，两侧装置采样同步的前提条件为通道单向最大传输时延 $\leq 15\text{ms}$ 。数字差动保护的关键是线路两侧装置之间的数据交换，装置采用同步通信方式，可采用“专用光纤”或“复用通道”。

(2) 变化量方向继电器：RCS—901 型由变化量方向和零序方向继电器，经通道交换信号构成全线路快速跳闸的方向保护，即装置的纵联保护。变化量方向继电器测量电压、电流故障分量的相位，当测量相角反相位时动作。在正方向元件中引入补偿电压可以改善继电器的灵敏度，使方向继电器不仅适用于短线路，而且适用于长距离输电线路。对各种故障，方向继电器都有优越的方向性，且过渡电阻不影响方向元件的测量相角。方向元件不受负荷电流影响，有很高的灵敏度，可允许测量很大的故障过渡电阻，不受串补电容的影响，受浮动门坎的限制，当系统中出现不平衡分量或者系统振荡时，继电器不会误动作，只是自动降低灵敏度。

(3) 距离方向继电器：RCS—902 型由距离方向和零序方向继电器，经通道交换信号构成全线路快速跳闸的方向保护，即装置的纵联保护。将按超范围整定的距离继电器构成方向比较元件，动作特性与距离保护基本一致，由低压距离继电器、接地距离继电器、相间距离继电器组成，反方向距离继电器仅在保护投退控制字“弱电侧”=1 时才投入，它由三个接地距离继电器和三个相间距离继电器组成。

(4) 零序方向继电器：零序正反方向元件（F0+、F0-）由零序功率 P_0 决定， P_0 由

$3U_0$ 和 $3I_0 \times ZD$ 的乘积获得 ($3U_0$ 、 $3I_0$ 为自产零序电压电流, ZD 是幅值为 1 相角为 78° 的相量), $P_0 > 0$ 时 $F0-$ 动作; $P_0 < -1VA$ ($I_0 = 5A$) 或 $P < -0.2VA$ ($I_0 = 1A$) 时 $F0+$ 动作。纵联零序保护的正方向元件由零序方向比较过流元件和 $F0+$ 的与门输出, 而纵联零序保护的负方向元件由零序启动过流元件和 $F0-$ 的与门输出。

(5) 工频变化量距离继电器: 电力系统发生短路故障时, 反映工频变化量的继电器只考虑故障分量, 不受负荷状态的影响。工频变化量距离继电器测量工作电压的工频变化量的幅值, 正方向故障时, 阻抗继电器有大的允许过渡电阻能力, 不存在由于对侧电流助增所引起的超越问题。对反方向短路, 阻抗元件有明确的方向性。

(6) 距离继电器: 设有三段式相间和接地距离继电器, 由正序电压极化, 有较大的测量故障过渡电阻的能力和很好的方向性。当正序电压小于 $10\%U_n$ 时, 进入低压距离程序。接地距离继电器设有零序电抗特性, 可防止接地故障时继电器超越现象。当用于长距离重负荷线路, 可引入负荷限制继电器, 负荷限制继电器和距离继电器的交集为动作区, 有效地防止了重负荷时测量阻抗进入距离继电器而引起的误动。装置的振荡闭锁分启动开放元件、不对称故障开放元件、对称故障开放元件、非全相运行时的振荡闭锁判四个部分, 任意一个动作开放保护。

(7) 选相元件:

1) RCS—901 型分变化量选相元件和稳态量选相元件, 所有反映变化量的保护 (如变化量方向、工频变化量阻抗) 用变化量选相元件, 所有反映稳态量的保护 (如阶段式距离保护) 用稳态量选相元件。采用相电流差变化量选相元件和 I_0 与 I_2A 比相的选相元件进行选相。

2) RCS—902 型分变化量选相元件和稳态量选相元件, 所有反映变化量的保护 (如工频变化量阻抗) 用变化量选相元件, 所有反映稳态量的保护 (如纵联距离、阶段式距离保护) 用稳态量选相元件。采用工作电压变化量选相元件和 I_0 与 I_2A 比相的选相元件进行选相。

3) RCS—931 型采用工作电压变化量选相元件、差动选相元件和 I_0 与 I_2A 比相的选相元件进行选相。电流差动选相元件在工频变化量和稳态差动继电器动作时, 动作相选为故障相。

(8) 纵联保护逻辑:

1) 闭锁式。启动元件动作即进入故障程序, 收发信机即被启动发闭锁信号。

反方向元件动作时, 立即闭锁正方向元件的停信回路, 即方向元件中反方向元件动作优先, 这样有利于防止区外故障时误动作。

启动元件动作后, 收信 8ms 后才允许正方向元件投入工作, 反方向元件不动作, 纵联变化量元件 (RCS—901 型)、纵联距离元件 (RCS—902 型) 或纵联零序元件任一动作时, 停止发信。

当其他保护如工频变化量阻抗、零序延时段、距离保护动作或母线差动保护动作跳闸时, 立即停止发信, 并在跳闸信号返回后, 继续停信 150ms, 但这期间若反方向元件动作, 立即返回, 继续发信。

对 RCS—902 型, 当本装置保护动作跳闸时, 立即停止发信, 并在跳闸信号返回后, 继续停信 100ms, 但这期间若反方向元件动作, 立即返回, 继续发信。用于弱电侧时, 投入纵

联反方向距离元件，当故障电压低于 30V，且反方向元件不动作，则判为正方向。

三相跳闸固定回路动作或三相跳闸位置继电器均动作且无流时，始终停止发信，保证后跳侧可靠跳闸。

区内故障时，正方向元件动作而反方向元件不动作，两侧均停信，经 8ms 延时纵联保护出口。装置内设有功率倒方向延时回路，该回路是为了防止区外故障后，在断合断路器的过程中，故障功率方向出现倒方向，短时出现一侧正方向

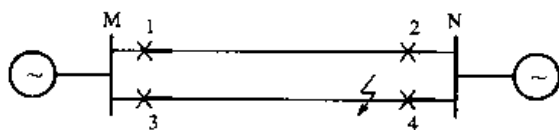


图 1-2-47 功率倒方向

元件未返回，另一侧正方向元件已动作而出现瞬时误动而设置的，如图 1-2-47 所示，本装置设于 1、2 二端，发生故障时，1 为正方向，2 为反方向，M 侧停信，N 侧发信，断路器 3 跳开时，故障功率倒向使 1 为反方向，2 为正方向，如果 N 侧停信的速度快于 M 侧发信，则 N 侧可能瞬间出现正方向元件动作同时无收信信号，这种情况可以通过当连续收信 40ms 以后，方向比较保护延时 20ms (RCS—902 型 25ms) 动作的方式来躲过。

2) 允许式。正方向元件动作且反方向元件不动，即发允许信号，同时收到对侧允许信号达 8ms 后纵联保护动作。

在连续 40ms 未收到对侧允许信号，则其后纵联保护动作需经 20ms (RCS—902 型 25ms) 延时，防止故障功率倒向时保护误动。

当装置其他保护如工频变化量阻抗、零序延时段、距离保护动作跳闸或母线差动保护动作跳闸时，立即发允许信号，并在跳闸信号返回后，连续发信 150ms，但这期间若反方向元件动作，则立即返回，停止发信。

三相跳闸固定回路动作或三相跳闸位置继电器均动作且无流时，始终发信。

(9) 非全相运行。非全相运行包括非全相状态和合闸于故障保护，跳闸固定动作或跳闸位置继电器 TWJ 动作且无流，经 50ms (RCS—931 型 30ms) 延时置非全相状态。非全相运行状态下，将纵联零序 (RCS—901、902 型) 退出，退出与断开相相关的相、相间变化量方向 (RCS—901 型)、变化量距离继电器。RCS—901A、902A、931A 将零序过流保护二段退出，三段不经方向元件控制。

(10) 跳闸逻辑：

1) RCS—901A 跳闸逻辑。工频变化量距离、纵联保护、距离 I 段、距离 II 段、零序 II 段动作时经选相跳闸；如果选相失败而动作元件不返回，则经 200ms 延时发选相无效三跳命令。

零序 III 段、相间距离 III 段、接地距离 III 段、合闸于故障线路、非全相运行再故障、TV 断线过流、选相无效延时 200ms、单跳失败延时 150ms、单相运行延时 150ms 直接跳三相。

发单跳令后如果该相持续有流 (大于 $0.06I_n$)，经 150ms 延时发单跳失败三跳命令。

选相达二相及以上时跳三相。

采用三相跳闸方式、有沟三闭重输入、重合闸投入时充电未完成或处于三相重合闸方式时，任何故障三相跳闸。

严重故障时，如零序 III 段跳闸、III 段距离跳闸、手动重合闸或合闸于故障线路跳闸、单跳不返回三跳、单相运行三跳、TV 断线时跳闸等闭锁重合闸。

零序 II 段、相间距离 II 段、接地距离 II 段等，经用户选择三跳方式时，闭锁重

合闸。

经用户选择，选相无效三跳、非全相运行再故障三跳、二相以上故障闭锁重合闸。

2) RCS—902A 跳闸逻辑同 RCS—901A。

3) RCS—931A 跳闸逻辑与 RCS—901A 基本相同，不同之处是：工频变化量距离、纵联差动、距离Ⅰ段、距离Ⅱ段、零序Ⅱ段动作时经选相跳闸。“远跳受本侧控制”，启动后收到远跳信号，三相跳闸并闭锁重合闸；“远跳不受本侧控制”，收到远跳信号后直接启动，三相跳闸并闭锁重合闸。

5. 其他型号保护的不同点

(1) 交流电压断线。RCS—901B、RCS—902B、RCS—931B 将零序过流保护Ⅰ、Ⅱ段退出，Ⅳ段不经方向元件控制，若“零序Ⅲ段经方向”则退出Ⅲ段零序方向过流，否则保留不经方向元件控制的Ⅲ段零序过流，RCS—901D、RCS—902D、RCS—931D 将零序过流保护Ⅱ段退出，零序反时限过流不经方向元件控制。

(2) 交流电流断线。RCS—901B、RCS—902B、RCS—931B 将零序过流保护Ⅰ、Ⅱ、Ⅳ段退出，Ⅲ段不经方向元件控制，RCS—901D 将零序过流保护Ⅱ段不经方向元件控制，退出零序反时限过流段。

(3) 非全相运行。RCS—901B、RCS—902B、RCS—931B 将零序过流保护Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ段退出，Ⅳ段不经方向元件控制，RCS—901D 将零序过流保护Ⅱ段退出，零序反时限过流不经方向元件控制。

(4) RCS—902C 设置有分相命令，其方向比较是按相比较的，适用于重要的同杆并架双回线，以保证跨线故障仅切除故障相，其测量元件的原理与 RCS—902A 相同。

(5) 零序方向过流。RCS—901A、RCS—902A、RCS—931A 设置了两个带延时段的零序方向过流保护，不设置速跳的Ⅰ段零序过流。Ⅱ段零序受零序正方向元件控制，Ⅲ段零序则由用户选择经或不经方向元件控制。当用户置“零二跳闸后加速”为“1”，则跳闸前零序Ⅲ段的动作时间为“零序过流Ⅲ段时间”，则跳闸后零序Ⅲ段的动作时间缩短 500ms。

RCS—901B、RCS—902B、RCS—931B 设置了速跳的Ⅰ段零序方向过流和三个带延时段的零序方向过流保护，Ⅰ、Ⅱ段零序受零序正方向元件控制，Ⅲ、Ⅳ段零序则由用户选择经或不经方向元件控制；当用户置“零四跳闸后加速”为“1”，则跳闸前零序Ⅳ段的动作时间为“零序过流Ⅳ段时间”，则跳闸后零序Ⅳ段的动作时间缩短 500ms。

RCS—901D、RCS—902D、RCS—931D 分别是在 RCS—901A、RCS—902A、RCS—931A 的基础上将原零序Ⅲ段定时限改为零序反时限过流保护。

(6) 跳闸逻辑。RCS—901B、RCS—902B 跳闸逻辑与 RCS—901A 基本相同，不同之处如下：

1) 零序Ⅰ段、零序Ⅱ段、零序Ⅲ段动作时经选相跳闸。

2) 零序Ⅳ段动作，三跳闭锁重合闸。

3) 零序Ⅱ段、零序Ⅲ段，经用户选择三跳方式，元件动作时闭锁重合闸。

RCS—901D 跳闸逻辑同 RCS—901A。RCS—902C/D 跳闸逻辑同 RCS—902A。

RCS—931B 跳闸逻辑与 RCS—931A 基本相同，不同之处如下：

1) 零序Ⅰ段、零序Ⅲ段动作时经选相跳闸。

2) 零序Ⅳ段动作，跳三相闭锁重合闸。

3) 零序Ⅲ段经用户选择三跳方式时, 闭锁重合闸。

RCS—931D跳闸逻辑同 RCS—931A。

四、键盘的操作说明

1. 面板图示

RCS—900型保护面板图示见图 1-2-48。

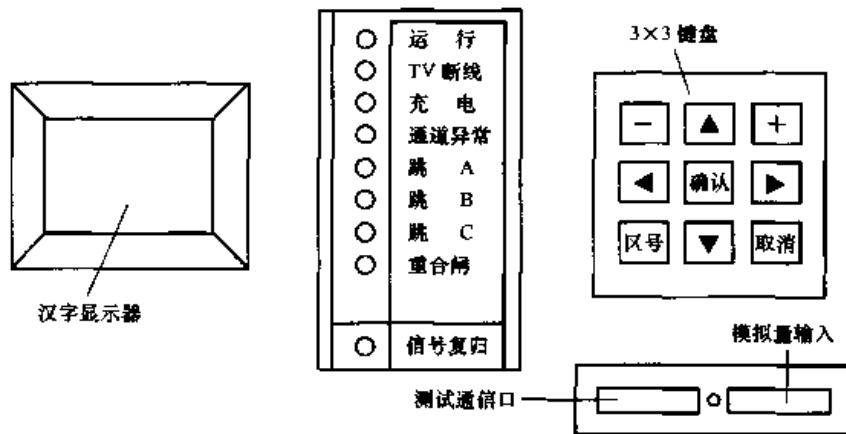


图 1-2-48 面板布置图

2. 保护运行时液晶显示说明

(1) 正常运行时液晶显示说明。装置上电后, 正常运行时液晶屏幕将显示主画面如图 1-2-49 所示。

(2) 保护动作时液晶显示说明。当保护动作时, 液晶屏幕自动显示最新一次保护动作报告, 当一次动作报告中有多个动作元件时, 所有动作元件及测距结果将滚屏显示, 格式如图 1-2-50 所示。

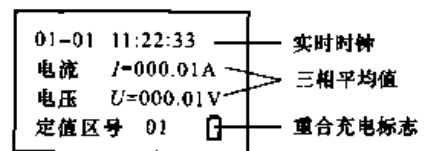


图 1-2-49 正常运行时液晶显示

(3) 异常状态时液晶显示说明。保护装置运行中, 硬件自检出错或系统运行异常将立即显示自检报告, 当一次自检报告中有多个出错信息时, 所有自检信息将滚屏显示, 格式如图 1-2-51 所示。

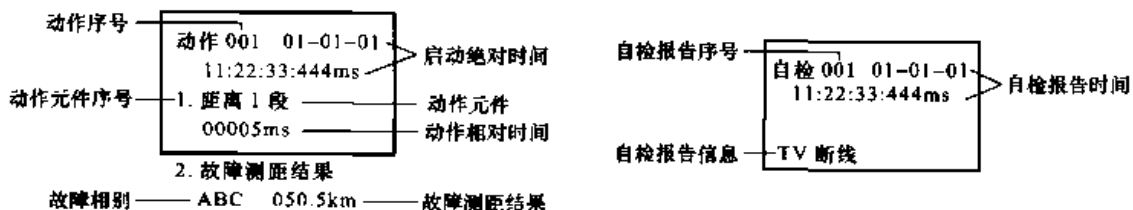


图 1-2-50 保护动作时液晶显示

图 1-2-51 硬件自检出错或系统运行异常时液晶显示

按装置或屏上复归按钮可切换显示跳闸报告、自检报告和装置正常运行状态。

3. 命令菜单结构

命令菜单采用如图 1-2-52 所示的树形目录结构。

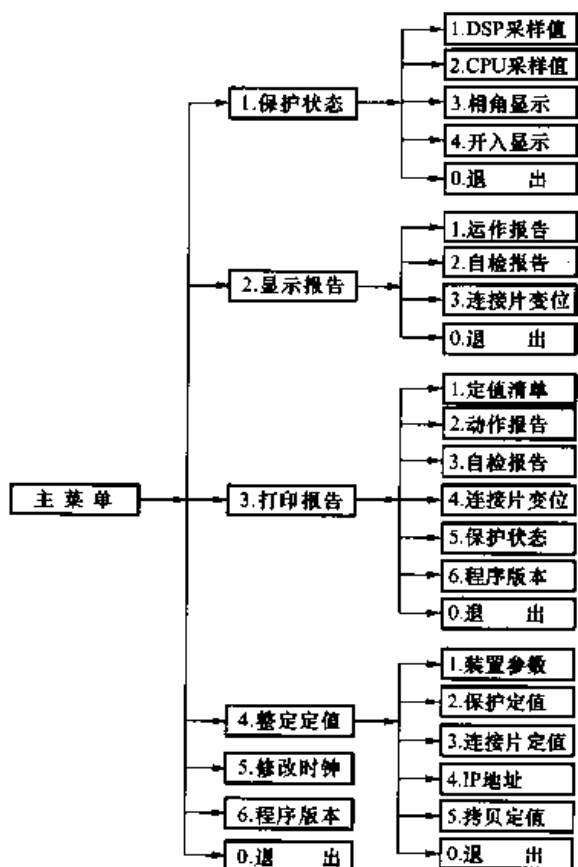


图 1-2-52 命令菜单树形目录结构图

形、对应保护定值等。

4) “修改时钟”显示当前的日期和时间。按“▲”、“▼”、“◀”、“▶”键用来选择位，按“+”和“-”键用来修改数值。按“取消”键不修改返回，按“确认”键修改后返回。

5) “程序版本”用来显示程序版本、校验码以及程序生成时间。

6) 修改定值区号。按键盘的“区号”键，液晶显示“当前区号”和“修改区号”，按“+”或“-”来修改区号，按“取消”键不修改返回，按“确认”键完成区号修改后返回。

五、装置的运行规定

1. 装置的连接片的运行规定

(1) 保护屏设有：A相跳闸、B相跳闸、C相跳闸、重合闸、失灵启动、主保护投入、距离保护投入、零序保护投入、检修状态投入连接片。

(2) 保护装置停用：断开跳闸、重合闸、失灵启动等连接片。

(3) 高频保护停用：断开主保护投入连接片（RCS-901型停用变化量方向和零序方向高频保护，RCS-902型停用距离方向和零序方向高频保护）。

(4) 电流差动保护：断开主保护投入连接片（RCS-931型停用电流差动保护）。

(5) 零序电流保护停用：断开零序保护投入连接片（停用零序电流保护、零序方向高频保护、TV断线下零序电流保护）。

(6) 距离保护停用：断开距离保护投入连接片（停用相间和接地距离保护、快速一段保

4. 命令菜单的操作

(1) 在主画面状态下，按“▲”键可进入主菜单，通过“▲”、“▼”、“确认”和“取消”键选择子菜单。

(2) 按菜单的树形目录结构可逐步进入所需要的菜单。

1) “保护状态”用来显示保护装置电流电压实时采样值和开入量状态，它全面地反映了该保护运行的环境，只要这些量的显示值与实际运行情况一致，则保护能正常运行，RCS-931型增加“通道状态”显示。

2) “显示报告”显示保护动作报告、自检报告及连接片变位报告。首先显示的是最新一次报告，按“▲”键显示前一个报告，按“▼”键显示后一个报告，按“取消”键退出至上一级菜单。

3) “打印报告”选择打印定值清单、动作报告、自检报告、连接片变位、保护状态、程序版本。打印动作报告时需选择动作报告序号，动作报告中包括动作元件、动作时间、动作初始状态、开关变位、动作波

护)。

(7) 检修状态投入连接片设备检修时投入，保护报文不上传。正常运行时断开。

(8) 屏上重合闸方式开关有“单相重合闸”、“三相重合闸”、“综合重合闸”、“停用”四个位置，线路如有两套重合闸，两套重合闸开关位置必须一致。

2. 装置面板指示灯含义

“运行”灯为绿色，装置正常运行时点亮；

“TV 断线”灯为黄色，发生电压回路断线时点亮；

“充电”灯为黄色，重合充电完成时点亮；

“通道异常”灯为黄色，通道故障时点亮；

“跳 A”、“跳 B”、“跳 C”、“重合闸”灯为红色，保护动作出口点亮，信号复归后熄灭。

3. 运行人员巡视时应检查装置下列指示灯

(1) “运行”灯亮；

(2) 满足充电条件时，“充电”灯应点亮；

(3) “跳 A”、“跳 B”、“跳 C”、“重合闸”、“TV 断线”、“通道异常”灯应不亮。

4. 装置异常信息及处理

(1) 中央信号：

保护动作—表示保护出口动作；

重合闸动作—表示重合闸出口动作；

装置闭锁—表示装置自检出错闭锁保护；

装置异常—表示装置自检发现问题或电压回路异常等；

通道异常—表示通道故障或两端数据无法同步。

当上述五个控制屏光字牌信号任意一个信号表示时，应记下时间，并到微机保护屏前记下装置面板信号灯表示情况及液晶显示屏显示的内容，做好记录，然后按照下述方法处理：

1) 保护动作或重合闸动作信号表示。检查面板上“跳 A”、“跳 B”、“跳 C”、“重合闸”四个信号动作情况，记下信号表示情况，包括跳闸相别、重合闸及相应的动作时间，检查此时线路断路器位置及液晶显示屏显示情况，当一次动作报告中有多个动作元件时所有动作元件及测距结果将滚屏显示。格式内容为动作序号、启动绝对时间、动作元件序号、动作元件、动作元件跳闸相别、动作相对时间，故障测距结果。

记录复查无问题后按屏上“信号复归”按钮复归信号，汇报调度记录结果及故障报告内容。

2) 装置闭锁信号表示。此时装置将退出运行，应立即将保护装置全部停用，汇报调度并通知继电人员处理。

3) 装置异常信号表示。装置在电压回路断线、跳闸位置继电器异常、电流回路断线等情况下发出的告警信号，此时仍有保护在运行。汇报调度并通知继电人员处理。

4) 通道异常信号表示。装置发通道异常信号，应汇报调度，停用主保护，并通知相关人员处理。

(2) 装置异常信息含义：装置异常信息见表 1-2-15。

表 1-2-15

装置异常信息表

序 号	自 检 出 错 信 息	含 义
1	存储器出错	RAM 芯片损坏, 闭锁保护
2	程序出错	FLASH 内容被破坏, 闭锁保护
3	定值出错	定值区内容被破坏, 闭锁保护
4	采样数据异常	模拟输入通道出错, 闭锁保护
5	跳合出口异常	出口三极管损坏, 闭锁保护
6	直流电源异常	直流电源不正常, 闭锁保护
7	DSP 定值出错	DSP 定值自检出错, 闭锁保护
8	该区定值无效	装置参数中二次额定电流更改后, 保护定值未重新整定
9	光耦电源异常	24V 或 220V 光耦正电源失去, 闭锁保护
10	零序长期启动	零序启动超过 10s, 发告警信号, 不闭锁保护
11	突变量长启动	突变量启动超过 10s, 发告警信号, 不闭锁保护
12	TV 断线	电压回路断线, 发告警信号, 闭锁部分保护
13	线路 TV 断线	线路电压回路断线, 发告警信号
14	同期 TV 断线	同期电压回路断线, 发告警信号
15	TA 断线	电流回路断线, 发告警信号, 不闭锁保护
16	TWJ 异常	TWJ=1 且该相有电流或三相长期不一致发告警信号, 不闭锁保护
17	角差整定异常	母线电压 U_A 与线路电压 U_X 的实际接线与固定角度差定值不符
18	控制回路断线	TWJ 和 HWJ 都为 0, 重合闸放电
19	长期有差流	本侧或对侧电流回路有问题, 发告警信号, 不闭锁保护

第七节 WXH—800 型微机保护

一、装置概述

WXH—801 (802) 系列数字式保护适用于 220kV 及以上输电线路, 包括 WXH—801 (/A)、WXH—802 (/A)、WXH—801/D、WXH—802/D 六种型号的保护。其中 WXH—801 (/A) 由带补偿的正序故障分量方向元件和零序方向元件构成全线速动主保护, 具有近端故障快速跳闸的不依赖通道的快速距离保护; WXH—801/D 型纵联保护与收发信机采用单接点形式, 具有通道自检及远方启信功能, 其他配置同 WXH—801; WXH—802 (/A) 由综合距离元件和零序方向元件构成全线速动主保护, 具有近端故障快速跳闸的不依赖通道的快速距离保护; WXH—802/D 型纵联保护与收发信机采用单接点形式, 具有通道自检及远方启信功能, 其他配置同 WXH—802。后备保护都是由三段式相间距离和接地距离、六段零序电流方向保护构成, 并配有自动重合闸功能。A 型保护无重合闸并满足双断路器跳闸要求, 部分开入采用强电, 适用于 330kV 及以上电压等级输电线路。此外, 本保护还设置了带延时的过流保护 I 段及过流保护 II 段, 仅在 TV 断线时由控制字选择投退。

二、硬件说明

1. 插件位置图 (见图 1-2-53)

2. CPU 保护插件

该插件由数字信号处理器 (DSP)、16 位 A/D 转换、I/O 等组成, 主要完成数据采集、保护算法和逻辑、控制功能等, 纵联、距离、零序、重合闸选用单独的 CPU 插件, 具有独立的 A/D, 每种保护数据采集损坏不影响其他保护。其中 CPU1 为纵联保护, CPU2 为距离保护, CPU3 为零序保护, CPU4 为重合闸 (可选)。

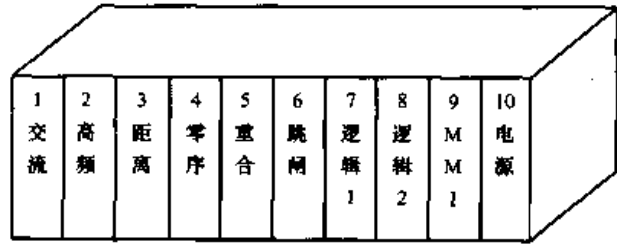


图 1-2-53 保护插件位置

3. MMI 接口插件

MMI 接口插件是通用的人机接口功能模块, 主要完成人机对话、管理功能及作为监控系统的智能终端。

4. 交流输入插件

本插件将系统电压互感器、电流互感器二次侧信号变换成保护装置所需的弱电信号, 同时起隔离和抗干扰作用。

5. 继电器插件

(1) 跳闸插件 (插件 6)。本插件提供了两组跳闸出口继电器 QF1 和 QF2, 可用于同时跳开断路器两组跳闸线圈, 每组跳闸出口都包括了三个分相出口继电器及分别用于驱动操作继电器箱中 TJQ 和 TJR 的三跳和永跳继电器, 其中三跳继电器由三个分相出口继电器的触点接成三取二回路驱动, 各分相出口及三跳永跳继电器均由 CPU 插件开出光耦直接驱动。所有跳闸出口继电器线圈都经过由三个启动继电器触点接成的三取二回路, 三个启动继电器分别由纵联、距离和零序三个 CPU 驱动; 可以通过逻辑插件上的短路环控制三取二闭锁的投退。

本插件还提供了两组断路器的启动失灵回路, 以及同高频收发信机及复用载波设备连接的启信和停信触点。

(2) 逻辑插件 1 (保护逻辑) (插件 7):

1) 本插件设有三个分相出口继电器 CKJA3、CKCB3、CKJC3 和三跳继电器 CKJQ2 永跳继电器 CKJR2。用三个分相出口触点接成三取二回路后驱动三跳重动继电器 3TZDJ。而用三个二极管构成的或门逻辑驱动跳闸重动继电器 TZDJ 及两个保护动作继电器 TZDJ2 及 TZDJ3。利用这些继电器触点分别构成连锁切机、启动重合闸及远动信号。TZDJ2-2 及 TZDJ3-2 用于连接其他保护, 告知本保护动作。各保护驱动 CKJR2 的回路还接有二极管接至重合闸作为永跳闭锁重合开入。

2) 保护动作信号。包括三个分相动作信号继电器 CXJA、CXJB、CXJC 及一个重合闸动作信号继电器 ZHXJ。这四个继电器都是磁保持的, 在失去直流电源时也不会返回, 必须由保护屏面板上的信号复归按钮或通过操作 MMI 中信号复归菜单驱动复归继电器 FJ, 由其触点 FJ-1 使之反向磁化才能消磁复归。

3) 告警信号。本装置设计了两种告警方式: 一种是各保护 CPU 自检发现有严重异常情

况，必须立即切断本保护跳闸电源，这种情况称告警Ⅰ，它包括了分别由四个 CPU 驱动的 GJ1、GJ2、GJ3 和 GJ4 四个继电器。它们启动后一方面经过各自的动合触点自保持，另一方面由其动断触点切断本 CPU 插件的 24V 跳闸正电源，此外还经过另一组动合触点构成或门驱动一个磁保持的告警信号继电器 GJ，其触点 GJ-1 用以点亮面板上本地告警信号灯，GJ-2 用于中央信号。

另一种是不需要立即切断保护跳闸+24V 电源的异常情况，称告警Ⅱ，它由一个磁保持的继电器 GJ5 构成，其触点 GJ5-1 及 GJ5-2 分别用于发本地和中央信号。

(3) 逻辑插件 2 (重合闸逻辑) (插件 8)：

1) 本插件中包括重合闸出口继电器 ZHJ、重合闸后加速继电器 JSJ、沟通三跳继电器 GTST。

重合闸逻辑在重合闸充电未满足状态、重合闸停用状态、三相重合闸方式、低气压、装置异常告警、装置失电状态时，都给出 GTST 开出触点，以通知保护配合。

2) 在用于 WXH—801/A 或 WXH—802/A 时，本插件用作三个分相跳闸扩展。

(4) 电源插件 (插件 10)：为直流逆变电源插件。

三、保护原理

(一) 装置主要元件

1. 启动元件

(1) 相电流突变量启动元件 DI1。

(2) 零序电流辅助启动元件 I04。

(3) 静稳破坏检测元件。

2. 选相元件

选相采用相电流差突变量选相、稳态量选相、电压选相结合的方法，再辅助以综合选相判据，区分单相故障、两相接地故障、两相短路故障、三相短路故障。

3. 模拟量检查

(1) 电压回路检查：

1) TV 断线检查：装置各保护均设有两种检测 TV 断线的判据：①三相电压之和不为零，用于检测一相或两相断线，判据为： $|U_A + U_B + U_C| > 7V$ (有效值)。②三相失压检测：三相电压有效值均低于 7V，且任一相电流大于 $0.04I_n$ 或三相电流均小于 $0.04I_n$ 且无跳闸位置开入。检测到 TV 断线后，驱动告警Ⅱ发出本地及中央告警信号。

2) 抽取电压检查：重合闸在综重或三重方式且投入检同期或检无压时对抽取电压 U_x 进行检查，在断路器处于合位，且线路有电流，并检查到抽取电压低于无压定值时，延时报抽取电压 TV 断线。

重合闸在检同期方式，未启动情况下，检查到断路器处于合位，且线路有电流，则开始检查抽取电压与母线电压是否同期，若不同期，则报告检同期合位不同期，同时驱动告警Ⅱ继电器，不闭锁重合闸开出正电源。

3) TV 反序检查：装置零序保护设有 TV 反序判据，且仅在线路正常运行，启动元件不启动的情况下投入，一旦启动元件启动，TV 反序检测立即停止，等整组复归后才重新投入。

TV 反序判据：负序电压 (U_2) 大于四倍正序电压 (U_1) 且负序电压 (U_2) 大于 12V。

此判据带 2min 延时，报 TV 反序，驱动告警 II 继电器。

(2) 电流回路检查：

1) TA 断线检查：801/802TA 断线时，零序电流将长时间存在，纵联、距离、零序保护在零序电流持续 12s 大于零序辅助启动定值 I_{04} 时将驱动告警 II 继电器发出本地及中央告警信号，并发出 TA 回路异常告警报告，闭锁保护，装置继续监视零序电流，一旦零序电流消失，保护将自动解除闭锁。

2) TA 反序检查：TA 反序判据：负序电流 (I_2) 大于四倍正序电流 (I_1) 且负序电流 (I_2) 大于 $0.04I_n$ 。

此判据带 2min 延时，报 TA 反序，驱动告警 II 继电器。

(3) 过负荷检查：纵联保护在未启动的情况下，BC 相阻抗在四边形全阻抗定值（纵联保护为 XD/RD、距离保护为 XD3/RD1）范围内且 I_{BC} 大于 0.5 倍额定电流或 A 相电流大于 IJW 定值持续 30s，报系统过负荷，驱动告警 II 继电器。

4. 故障分量方向元件

(1) 正序故障分量方向元件。本方向元件采用正序故障分量中的工频量 ΔU_1 和 ΔI_1 的相位关系来检测故障发生的方向。正方向故障时方向元件检测到电压和电流的关系有明显的区别。假定系统阻抗角和线路阻抗角为 90° ，当正方向故障时，正序电流故障分量超前正序电压故障分量 90° ，而反方向故障时则有截然相反的关系。由此可见，反应 ΔU_1 和 ΔI_1 的相位关系构成的正序故障分量方向元件具有明确的方向性，动作范围见图 1-2-54。

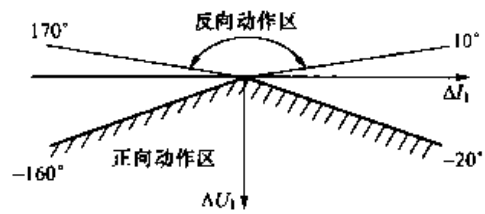


图 1-2-54 正序故障分量方向元件动作范围

(2) 工频变化量方向元件。利用保护安装处相间工频电流、电压的故障变化量的极性来判别故障的方向，其动作范围与正序故障分量方向元件相同。

(3) 带补偿的故障分量方向元件。为提高正方向元件电压灵敏度不足，装置采用带补偿的正序故障分量方向元件和工频变化量方向元件。

即：

$$\Delta U'_1 = \Delta U_1 - \Delta I_1 Z_{COM}$$

$$\Delta U'_{\#} = \Delta U_{\#} - \Delta I_{\#} Z_{COM}$$

$Z_{COM} = 0.5X_L$ ， X_L 为被保护线路全长电抗， Z_{COM} 为补偿阻抗。

正向元件引入补偿电压是为了在大系统长线路 Z_L 较小的情况下，可以改善方向元件的灵敏度，保护根据系统故障情况自适应采用电压补偿。

(4) 正序故障分量方向元件、工频变化量方向元件、带补偿的故障分量方向元件的特点：

- 1) 不受系统振荡的影响；
- 2) 不受过渡电阻的影响；
- 3) 不受串补电容的影响；
- 4) 不受零序序网的影响；
- 5) 正序故障分量方向元件的方向判断不受故障相别的影响。

5. 工频变化量阻抗元件 (ΔZ)

电力系统发生短路故障时，其短路电流、电压各分解为二部分计算，一部分为故障前负

荷状态的电流电压，另一部分为故障产生的故障分量，如图 1-2-55 (a) 的短路状态可分解为图 1-2-55 (b) 和图 1-2-55 (c) 二种状态下电流电压的叠加。由于反映工频变化量的继电器不受负荷状态的影响，因此，只要考虑图 1-2-55 (c) 的故障分量。

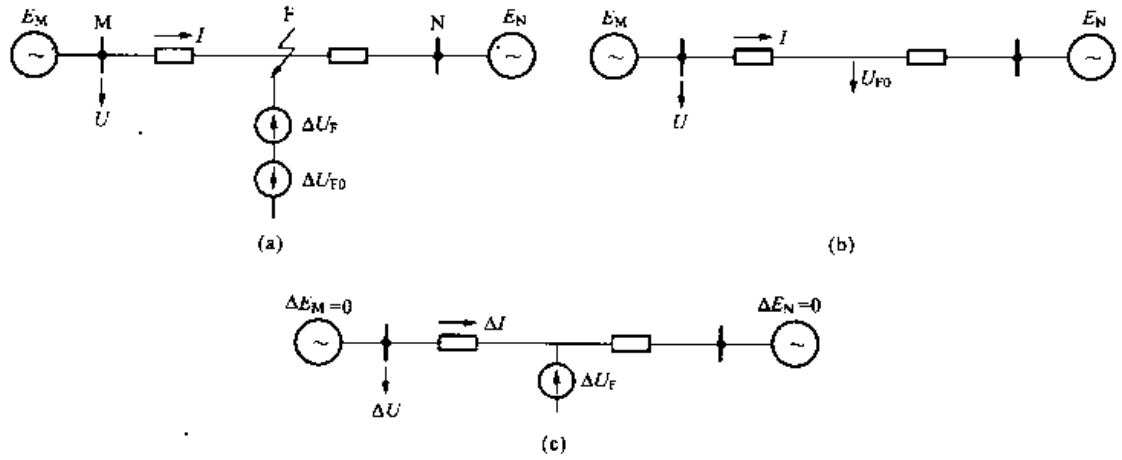


图 1-2-55 短路系统图

(a) 短路状态；(b) 故障分量一；(c) 故障分量二

工频变化量阻抗元件动作方程为：

$$|\Delta U_{OP}| > U_Z \quad (1-2-1)$$

对相间故障：

$$U_{OP\phi\phi} = U_{\phi\phi} - I_{\phi\phi} Z_{zd}$$

$$\phi\phi = AB, BC, CA$$

对接地故障：

$$U_{OP\phi} = U_{\phi} - (I_{\phi} + K \times 3I_0) Z_{zd}$$

$$\phi = A, B, C$$

Z_{zd} 为整定阻抗，装置中 $Z_{zd} = 0.1X_L$ ，

X_L 线路全长电抗值。

U_Z 为整定门槛，取故障前工作电压的记忆量。

图 1-2-56 表示出保护区内外各点金属性短路时的电压分布，设故障前各点电压一致，即各故障点故障前电压为 U_Z 。

对工频变化量阻抗元件，系统电动势不起作用，因而仅需考虑故障附加电压 ΔU_F 。

区内故障时，如图 1-2-56 (b) 所示， ΔU_{OP} 在本侧系统零电位至故障点的 ΔU_{F1} 连线的延长线上，可见， $\Delta U_{OP} > \Delta U_{F1}$ ，继电器动作。

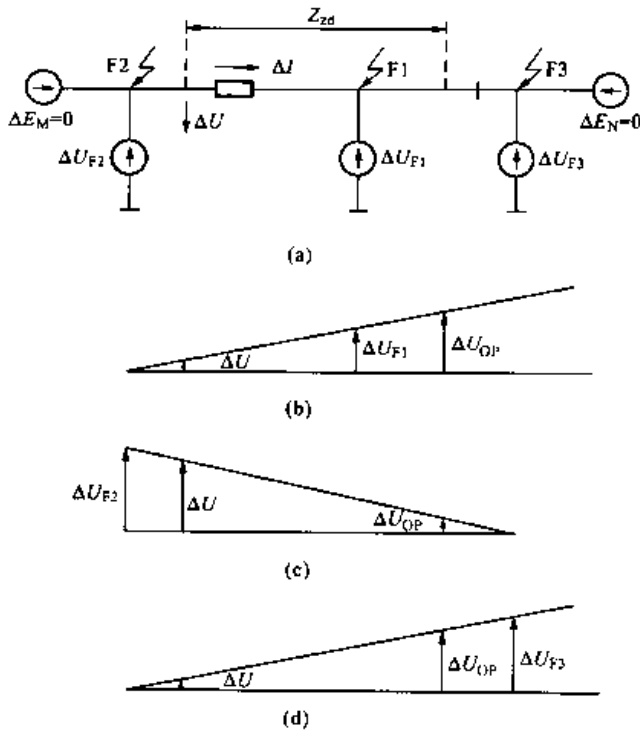


图 1-2-56 保护区内外各点金属性短路时电压分布图

(a) 电压分布；(b) 区内故障；(c) 反方向故障；(d) 区外故障

反方向故障时,如图 1-2-56 (c) 所示, ΔU_{OP} 在 ΔU_{F2} 与对侧系统的连线上,显然, $\Delta U_{OP} < \Delta U_{F2}$, 继电器不动作。

区外故障时,如图 1-2-56 (d) 所示, ΔU_{OP} 在 ΔU_{F3} 与本侧系统的连线上, $\Delta U_{OP} < \Delta U_{F3}$, 继电器不动作。

正方向故障时,经过渡电阻故障时的动作特性可用解析法分析,如图 1-2-57 所示。

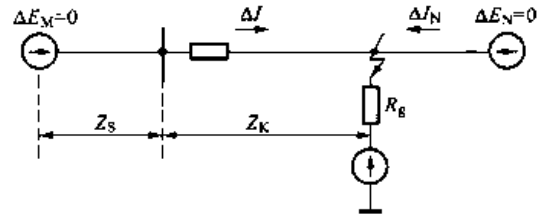


图 1-2-57 正方向故障计算用图

设
则

$$U_Z = |\Delta U_F|$$

$$\Delta U_F = -\Delta I (Z_S + Z_K)$$

$$\Delta U_{OP} = \Delta U - \Delta I Z_{zd} = -\Delta I (Z_S + Z_{zd})$$

代入式 (1-2-1) 得: $|\Delta I (Z_S + Z_{zd})| > |\Delta I (Z_S + Z_K)|$

即: $|Z_S + Z_{zd}| > |Z_S + Z_K|$

其中 Z_K 是阻抗元件的测量阻抗,是变量,在阻抗平面上是以矢量 $-Z_S$ 的末端为圆心,以 $|Z_S + Z_{zd}|$ 为半径的圆,如图 1-2-58 所示,当 Z_K 矢量末端落于圆内时动作。可见这种阻抗元件有大的允许过渡电阻的能力,并且,尽管过渡电阻数值上仍受助增电流 ΔI_n 的影响,但由于 ΔI_n 一般与 ΔI 同相位,过渡电阻压降始终与 ΔI 同相位,过渡电阻的影响始终呈电阻性,与 R 轴平行,因此,不存在由于对侧电流助增所引起的超越问题。

对反方向短路,如图 1-2-59 所示。

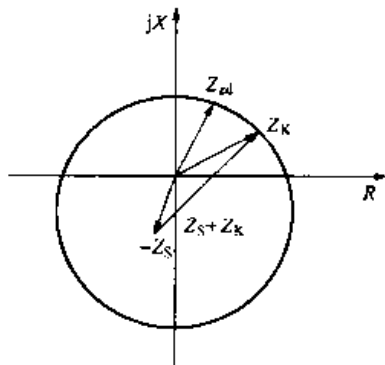


图 1-2-58 正方向短路阻抗元件动作特性

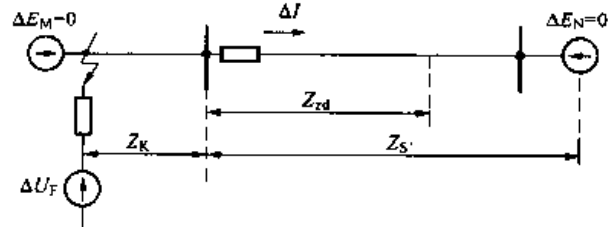


图 1-2-59 反方向故障计算用图

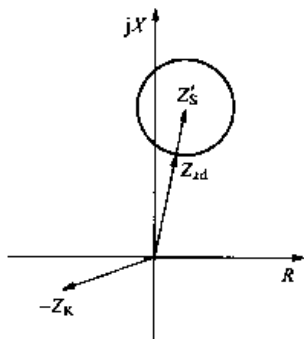


图 1-2-60 反方向故障阻抗元件动作特性

仍假设 $U_Z = \Delta U_F$

则

$$\Delta U_F = -\Delta I (Z'_S + Z_K)$$

$$\Delta U_{OP} = \Delta U - \Delta I Z_{zd} = \Delta I (Z'_S - Z_{zd})$$

代入式 (1-2-1) 得:

$$|\Delta I (Z'_S - Z_{zd})| > |\Delta I (Z'_S + Z_K)|$$

即: $|Z'_S - Z_{zd}| > |Z'_S + Z_K|$

这里以 $-Z_K$ 为变量, $-Z_K$ 的动作轨迹在阻抗平面上是以矢量 Z'_S 末端为圆心,以 $|Z'_S - Z_{zd}|$ 为半径的圆,见图 1-2-60,动作圆在第一象限,而因为 Z_K 总是电感性的, $-Z_K$ 在第三象限,因此,阻抗元件具有明显的方向性。

6. 多边形特性阻抗元件

接地距离保护和纵联距离保护采用多边形特性的综合阻抗元件。接地距离保护的多边形特性的综合阻抗元件由 Z_A 、 Z_B 、 Z_C 三个阻抗元件、偏移阻抗元件、电抗线、电阻线和零序方向元件组成。

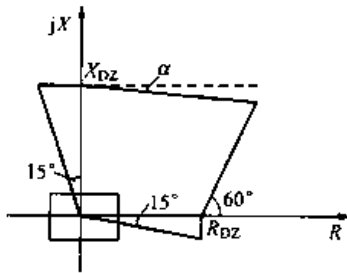


图 1-2-61 多边形特性

纵联距离保护的多边形特性的综合阻抗元件由 Z_A 、 Z_B 、 Z_C 三个阻抗元件、偏移阻抗元件、电抗线、电阻线组成。

多边形特性如图 1-2-61 所示，偏移阻抗元件是在原多边形特性基础上加一个包括坐标原点的小矩形特性，以保证出口短路可靠切除故障。

7. 圆特性阻抗元件

相间距离保护采用圆特性的阻抗元件。相间阻抗元件由 Z_{AB} 、 Z_{BC} 、 Z_{CA} 三个阻抗元件和全阻抗元件组成，相间阻抗元件是为保护两相、三相故障而设置。在故障发生 40ms 之内采用带记忆的正序电压作极化量的欧姆继电器，记忆电压采用故障前三周电压。

8. 故障开放元件

(1) 纵联保护。纵联方向保护采用正序故障分量方向元件、零序方向元件，具有不怕振荡的优点。纵联距离保护采用阻抗元件复合正序故障分量方向元件，也具有不怕振荡的优点。纵联保护在非全相期间采用反映健全相工频变化量方向元件复合健全相阻抗元件也不怕振荡。

(2) 距离保护：

1) 短时开放保护。相电流突变量启动元件 $DI1$ ，能灵敏反映各种不对称和对称故障，利用 $DI1$ 短时开放保护 150ms，150ms 以后系统可能已引起振荡，采用不对称故障判别元件及对称故障判别元件开放保护逻辑。零序电流辅助启动及静稳破坏检测启动后，直接采用不对称故障判别元件及对称故障判别元件开放保护逻辑。

2) 不对称故障判别元件。不对称故障判别元件的基本出发点就是检测三相不对称度。阻抗元件在振荡时的不正确动作只是发生在两侧电动势较大 δ 约 $130\sim 180^\circ$ 的时刻，若振荡中心落在被保护线路上，距离保护要误动。把以上两点结合起来，因此在振荡与短路同时发生时对故障判别元件的要求：在区外故障 $\delta \approx 0^\circ$ 时距离继电器能正确测量，开放了也不会误动，但在 $\delta \approx 180^\circ$ 时必须闭锁保护；在区内故障 $\delta \approx 180^\circ$ 时闭锁保护固然不好，但 δ 是变化的，只要在 $\delta \approx 0^\circ$ 时能开放保护就行。

3) 对称故障开放元件。在启动元件开放 150ms 以后或系统振荡过程中，如发生三相故障，则上述开放措施均不能开放保护，本装置中另设置了专门的振荡判别元件，即判别测量振荡中心的电压： $U_{CS} = U_{\#} \cos \varphi_1$ 。其中： φ_1 是线电流线电压的夹角， $U_{\#}$ 为线电压。振荡中实时自适应开放保护，确保保护较快地可靠切除故障。

4) 非全相运行时的故障开放判据。非全相运行时，设置了二次突变启动元件 $DI2$ ，当故障时该电流突然增大达一定幅值时开放距离保护，因而非全相运行发生相间故障时保护能快速动作。

9. 手动重合闸

满足下列条件，装置判为手动重合闸，保护程序进入相应的手动重合闸逻辑：跳位无流持续存在时间大于 20s 后跳位消失且线路有电流。

10. 纵联保护弱馈功能

线路有一侧是弱电源，甚至是无电源，在线路内部故障时该侧方向元件、距离元件很可能灵敏度不足。若是允许式保护，弱电源侧不发允许信号，强电侧也不能跳闸；若是闭锁式保护，弱电侧的收发信机也可能启动，例如被强电源侧远方启动。弱电源侧的方向元件不能停信，强电侧也不能跳闸。该装置纵联保护针对弱电源系统采取如下措施：

- (1) 弱馈端正、反方向元件均不动作。
- (2) 有一相或相间低电压。
- (3) 弱馈投入（控制字）。

满足以上条件，对专用收发信机闭锁式，弱电源端延时 10ms 停信，保证强电源侧快速跳闸。弱电源侧在确认收不到对侧闭锁信号 30ms 后，弱馈端跳闸。对允许式，在收到对侧允许信号 10ms 后向对侧发送允许信号，保证强电源侧快速跳闸，同时在收到对侧允许信号后，经 30ms 确认，弱馈端跳闸。对复用闭锁式，在收不到对侧闭锁信号时经 30ms 确认，弱馈端跳闸。

(二) 保护跳闸逻辑

保护跳闸逻辑说明：

(1) 纵联保护、距离Ⅰ段、距离Ⅱ段、零序Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ段动作时经选相跳闸；如果选相失败而动作元件不返回，则发三跳命令。

(2) 相间距离Ⅲ段、接地距离Ⅲ段、非全相运行再故障、单跳失败后、TV 断线后零序保护动作、收到沟通三跳开入后保护三跳。

(3) 零序Ⅳ段、三跳失败后、手动重合闸加速、重合加速保护永跳出口，闭锁重合闸。

(4) 发单跳令 40ms 后判别故障相电流，无流则收跳令；发三跳令 40ms 后判别三相电流，均无流则收跳令。

(三) 自动重合闸

1. 重合闸方式

装置利用重合闸切换开关，可以实现单相重合闸、三相重合闸、综合重合闸、停用重合闸四种方式。

2. 重合闸的充放电

在以下条件满足时，充电计数器开始计数：

- (1) 断路器在“合闸”位置，断路器跳闸位置继电器 TWJ 不动作。
- (2) 重合闸启动回路不动作。
- (3) 没有低气压闭锁重合闸和闭锁重合闸开入。
- (4) 重合闸不在停用位置。

充电时间为 15s。在以下条件下，充电计数器清零：

- (1) 重合闸方式在停用位置。
- (2) 重合闸在单重方式时保护三跳。
- (3) 收到外部闭锁重合闸信号（如手跳闭锁重合闸等）。
- (4) 重合闸脉冲发出的同时“放电”。
- (5) 重合闸“充电”未满足时，跳闸位置继电器 TWJ 动作或有保护启动重合闸信号开入。

3. 重合闸的启动

本装置设有两个启动重合闸的回路：保护启动以及断路器位置不对应启动（主要用于断路器偷跳）。

4. 重合

重合闸启动后，在未发重合令前，程序完成以下功能：

(1) 不断检测有无闭锁重合闸开入，若有，则充电计数器清零。

(2) 若为单相跳闸启动重合闸或单相偷跳启动重合闸，则不断检测是否有三相跳闸启动重合闸开入和三相跳闸位置，若有，则按三相重合闸处理。

(3) 主程序中，根据重合闸控制字设置的检同期和检无压等方式，进行电压检查，不满足条件时，重合计数器清零；检无压方式投入时无压开始重合计时，有压时转为检同期方式。

(4) 若重合闸一直未能重合，等待一定延时后，整组复归。

(5) 发出重合闸令后，本装置将驱动加速继电器并展宽 4s。

5. 沟通三跳

由于重合闸装置的原因不允许保护装置选相跳闸时，由重合闸输出沟通三相跳闸空触点，连至各保护装置相应开入端，实现任何故障跳三相。

在以下情况下，本装置输出沟通三相跳闸触点：

- 1) 重合方式把手在三相重合闸（或停用重合闸）位置。
- 2) 装置出现“致命”错误或装置失电。
- 3) 重合闸未充好电。

四、键盘操作说明

本装置采用带自动开启和关闭背景光的显示液晶。键盘有六个小按键，其示意图如 1-2-62 所示。

“→”、“←”键的主要功能是左右移动光标。

“▲”、“▼”键主要功能是在出现大光标时移动光标，在出现小光标时修改数据。

“ENTER”键主要功能表示确认和进入菜单。

“ESC”键主要功能是取消修改和返回上一级菜单。

“ESC”+“ENTER”键主要功能是复位接口。

正常显示时，显示界面共三屏，分别显示各 CPU 登录的状态、模拟量的实时采样值和连接片的投切状况，如图 1-2-63~图 1-2-65 所示。按“ESC”键固定显示一状态，屏幕左下角显示“STOP”。

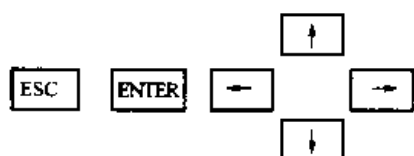


图 1-2-62 键盘


 许继电气		
	巡检	区号
CPU1	✓	00
CPU2	✓	00
CPU3	✓	00
CPU4	✓	00
<<<	2000-04-18	
STOP	09:19:57	

图 1-2-63 CPU 登录状态显示

$I_a = 0.200 \angle 207.$
$I_b = 0.203 \angle 87.4$
$I_c = 0.198 \angle 327$
$3I_0 = 0.02 \angle 327$
$U_a = 56.39 \angle 300.$
$U_b = 55.84 \angle 179.$
$U_c = 56.04 \angle 59.1$
<<< 2000-04-18
STOP 09:20:00

图 1-2-64 模拟量实时显示

纵联投
距离 I 投 II 投
零序 I 投其他投
重合闸投充满
<<< 2000-04-18
STOP 09:20:03

图 1-2-65 连接片投切状况显示

再按“ESC”键取消固定显示一状态。左下角的“<<<”对应三个通信口的通信状况。通信正常时相应的“<<<”会闪烁。

1. 操作说明

在正常运行状态下，按“ENTER”键，进入装置的“主菜单”，如图 1-2-66 所示。用“↑”、“↓”键移动光标至所选的项目后，再按“ENTER”键，即可进入相应功能的子菜单。

(1) 系统设置。其菜单如图 1-2-67 所示。



图 1-2-66 主菜单

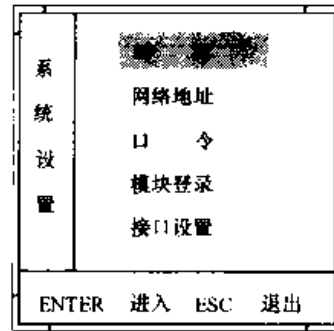


图 1-2-67 系统设置菜单

用“↑”、“↓”键移动光标至所选的项目后，再按“ENTER”键，即可进入相应功能的子菜单。

1) 时间设置。“时间”菜单如图 1-2-68 所示。

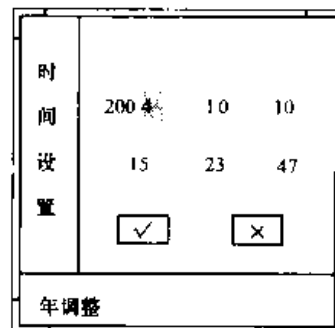
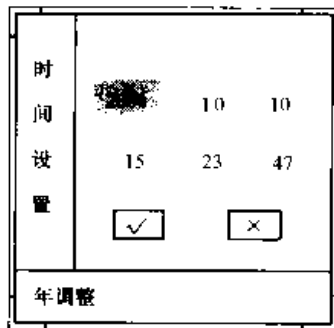


图 1-2-68 时间设置

“时间”菜单中，在大光标的状态下可以通过“↑”、“↓”或“→”、“←”键移动光标至所要修改的时间项上，按“ENTER”键可把大光标变成小光标，如图 1-2-69 所示的状态，这时可通过“↑”、“↓”键，对数据进行修改。按“↑”键数据增大，按“↓”键数据减小，数据是循环显示的。在小光标的状态下按“ENTER”或“ESC”键都会回到大光标状态下。当光标移到 [✓] 按“ENTER”键将保存所设置的时间，若在 [×] 上按“ENTER”键将不保存修改内容。按“ESC”键也将不保存修改内容返回上一级菜单。

2) 区号修改。在“定值管理”菜单中选择“区号修改”，按“ENTER”键进入，液晶显示如图 1-2-69 所示。

当光标停在保护模块右边的 CPU 上时按“ENTER”键能产生一个下拉菜单，下拉菜单显示已登录的 CPU 号，通过“↑”、“↓”键选择要修改定值区号的 CPU 号，按“ENTER”键选定该 CPU，如图 1-2-69 所示。通过“↑”、“↓”键把光标移至 [✓] 按钮上，按“ENTER”键确认，接口就与保护 CPU 通信，通信完后显示如图 1-2-70 所示的界面。

此时光标停在区号上，按“ENTER”键，光标在最后一位数字上闪烁，这时，可用“→”、“←”键移动光标，用“↑”、“↓”键修改数字大小，按“ENTER”键结束本次修改。再将光标移动到 [✓] 按钮上，按“ENTER”键确认本次修改，并固化定值区号；否则，取消本次修改。

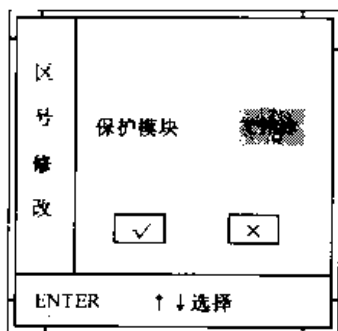


图 1-2-69 选择修改区号的 CPU

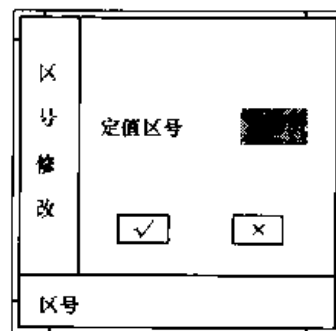


图 1-2-70 定值区号修改

(2) 定值打印。在“定值管理”菜单中通过“↑”、“↓”键选择“定值打印”菜单，按“ENTER”键进入后，接口会要求选择 CPU 号，选择完 CPU 号把光标移到 [✓] 按钮上按“ENTER”键就能打印定值。若把光标移到 [×] 上按“ENTER”键或直接按“ESC”键，则取消定值打印；若在打印中按“ESC”键将停止打印，并返回到上一级菜单。

(3) 报告管理。在“主菜单”中通过“↑”、“↓”键选择“报告管理”项，按“ENTER”键即可进入“报告管理”菜单。“报告管理”菜单共有三个子菜单，分别为“总报告”、“分报告”和“事件报告”。

1) 总报告。在“主菜单”中选择“报告管理”菜单按“ENTER”键进入后，操作者将看到三个小菜单：“总报告”、“分报告”、“事件报告”。“总报告”主要是接口保存的历史报告，“分报告”主要是各个保护插件保存的历史报告，“事件报告”保存了接口和保护的事件报告。

选择“总报告”，按“ENTER”键进入后，会显示如图 1-2-71 所示的界面。

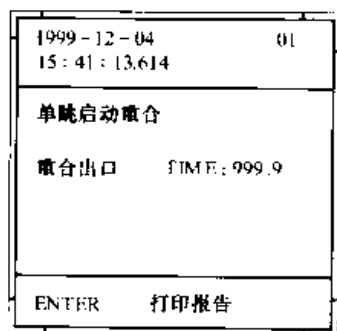


图 1-2-71 总报告

最上面两行是故障发生的起始时间，右上角的“01”表示现在显示的是最近一次的故障报告，最下一行移动显示的信息是操作提示，屏幕中间显示的是报告内容。操作提示信息是：按“↑”、“↓”键滚屏翻阅本次报告，按“→”、“←”键翻页查看不同历史时刻的报告内容，按“ENTER”键可打印屏幕显示的报告内容，按“ESC”键退出。

2) 分报告。“分报告”是各 CPU 保存的历史报告，接口通过通信可得到报告内容以及故障采样值。进入“分报告”菜单后屏幕要求选择 CPU 号，操作方法同前。选择完 CPU 号后，

把光标移到 [✓]，按“ENTER”键进入，操作者将看到与“总报告”相类似的界面，各个键的功能与“总报告”一致，但在按“ENTER”键打印报告后，会显示是否要打印采样值的提示。选 [✓] 将打印采样值，按“ENTER”键确认即开始打印，按“ESC”键退出。

3) 事件报告。“事件报告”是接口保存的保护和接口的历史事件报告，在进入“事件报告”后，屏幕显示最近一次事件报告的内容。如图 1-2-72 所示，最上面的两行是起始日期；右上角显示的“01/100”表示起始日期以前的报告序号和报告总数，即当前是第一个事件报告，起始日期以前共有 100 个事件报告；屏幕中间显示的是事件报告的内容；在屏幕最下一行显示操作提示信息。



图 1-2-72 事件报告

(4) 信号复归。在“主菜单”中选定“信号复归”菜单，按“ENTER”键能复归面板右侧的 7 个红色信号灯。

(5) 复位接口。同时按 ESC 键及 ENTER 键,MMI 复位。

五、装置正常运行使用规定

1. 正常运行信号

装置面板上设有“运行”、“告警 I”、“告警 II”等信号灯。正常时“运行”灯发绿光，装置启动时，闪亮；“告警 I”、“告警 II”及其他跳闸灯均不亮。

2. 中央信号反映装置异常信号

本装置发中央信号的有：保护动作、重合闸动作、告警 I、告警 II，前两种信号为保护动作和重合闸动作信号。“告警 I”在某 CPU 定值自检出错、开出自检出错时发出；“告警 II”为一般的异常监控信号。

3. 运行注意事项

(1) 修改定值时应先断开跳闸出口连接片，修改完毕，核查无误后，再重新投入跳闸连接片，正常运行时，不得随意修改定值。

(2) 装置有故障或需将保护全停时，应先断开跳闸出口连接片，再断开直流电源开关。装置发“告警 I”信号时，应通知调度或有关人员及时处理。

(3) 纵联（差动）保护的投入、退出，两侧保护应同时进行。高频通道异常或故障时应将两侧高频（差动）保护退出。

(4) 若需将某保护退出运行时，只需将对应保护的投入连接片断开即可。

(5) 本装置重合闸退出时，只断开重合闸出口连接片，且重合方式应与另一套运行的重合闸的重合方式一致，不能单独置于“停用”位置。

六、装置异常处理

装置异常告警及其处理见表 1-2-16。

表 1-2-16

装置异常告警及其处理

信号灯	显示	故障现象	故障原因	异常处理
运行	不发光	通信中断，无报告打印，但不影响保护运行和出口跳闸	1) 接口程序紊乱或丢失 2) 接口板芯片坏	1) 关断装置直流电源 2) 按面板上复位按钮 3) 重新写程序 4) 更换接口板

续表

信号灯	显示	故障现象	故障原因	异常处理
巡检	发红光	接口板与保护板不通信	接口板与保护通信中断	1) 更换接口板 2) 更换保护板
告警 I	发红光	发本地及中央告警信号, 切断保护出口回路 + 24V 电源	1) 开出自检错 2) 定值错	更换保护板
告警 II	发红光	发本地及中央告警信号	1) TV 断线或交流回路失压 2) 开关量错 3) TA 断线	1) 检查交流回路是否正常 2) 检查开入是否异常

出现上述告警时, 运行值班人员应详细记录各指示灯显示情况和有关事件打印报告, 并及时应通知调度或有关人员及时处理。

七、装置打印信息

1. 事件报告

事件报告的打印形式如下所示, 依次为 CPU 号、时间、事件内容。

CPU1 2001-05-09 11:26:25.667 纵联保护上电

2. 定值报告

各 CPU 保护定值的打印采用表格形式, 如表 1-2-17 所示。

表 1-2-17

WXH—801 保护定值表

距离保护 (CPU2) 区号: 0

打印时间: 2004-11-22 10:57:21

序号	整定项	整定值	序号	整定项	整定值
00	控制字 (KGZ)	00007F	11	接地电抗 III 段 (XD3)	5.000
01	TV 变比 (TV)	2200	12	相间阻抗 I 段 (ZZ1)	1.000
02	TA 变比 (TA)	240.0	13	相间阻抗 II 段 (ZZ2)	3.000
03	电抗补偿系数 (KX)	0.000	14	相间阻抗 III 段 (ZZ3)	5.000
04	电阻补偿系数 (KR)	0.000	15	接地 II 段时间 (TD2)	0.400
05	正序阻抗角 (PS1)	85.00	16	接地 III 段时间 (TD3)	2.000
06	相间阻抗偏移角 (DGI)	0.000	17	相间 II 段时间 (TX2)	0.400
07	每欧姆千米数 (DBL)	10.00	18	相间 III 段时间 (TX3)	2.000
08	接地电阻定值 (RD1)	10.00	19	静稳电流 (I _W)	5.000
09	接地电抗 I 段 (XD1)	1.000	20	无流门槛 (I _{WI})	0.500
10	接地电抗 II 段 (XD2)	3.000	21	辅助启动 (I04)	0.500

控制字 (00007F)

序号	整定项	整定值	序号	整定项	整定值
00	额定电流 (IN5)	投	05	I 段经振荡 (Z1KF)	投
01	求和自检 (ZJ)	投	06	II 段经振荡 (Z2KF)	投
02	加速 II 段 (JS2)	投	07	II 段永跳 (2YT)	退
03	加速 III 段 (JS3)	投	08	III 段永跳 (3YT)	退
04	延时加速 I、II、III 段 (JS3S)	投	09	相间永跳 (XJYT)	退

续表

软连接片 (000000)

序号	整定项	整定值	序号	整定项	整定值
00	接地Ⅰ段投入 (Z1)	退	03	相间Ⅰ段投入 (ZZ1)	退
01	接地Ⅱ段投入 (Z2)	退	04	相间Ⅱ段投入 (ZZ2)	退
02	接地Ⅲ段投入 (Z3)	退	05	相间Ⅲ段投入 (ZZ3)	退

定值报告

3. 保护动作报告如表 1-2-18 所示

表 1-2-18

WXH—802 保护动作报告

打印时间: 2004-11-22 17:05:03

CPU1 故障时刻: 2004-11-22 17:04:36.985

纵联启动 时间 (ms): 5.000

纵联保护发信 时间 (ms): 7.499

纵联保护发信 时间 (ms): 14.16

纵联保护收信 时间 (ms): 18.33

纵联距离出口 时间 (ms): 25.83 AN 实测 $X=35.61$ $R=0.376$ 定值 $X=50.00$ $R=50.00$

纵联单跳失败 时间 (ms): 275.8

纵联三跳失败 时间 (ms): 525.7

纵联永跳失败 时间 (ms): 1025

CPU2 故障时刻: 2004-11-22 17:04:36.986

距离启动 时间 (ms): 5.000

测距: 实测 $X=34.64$ $R=4.119$ 距离 (km) =485.0

CPU3 故障时刻: 2004-11-22 17:04:36.985

零序启动 时间 (ms): 5.000

零序Ⅰ段出口 时间 (ms) 21.66 AN 实测 $I_0=1.493$ 定值 1.250

零序单跳失败 时间 (ms): 271.6

零序三跳失败 时间 (ms): 521.6

零序永跳失败 时间 (ms): 1021

WXH—801 (802) 系列线路保护的動作报告采用表格形式, 全汉化输出, 如表 1-2-18 所示。该报告既可实时打印, 也可在故障发生后通过复制打印。動作报告的有关说明如下:

(1) 故障时钟为电力系统发生故障的起始时刻, 各保护的動作时间是以此为时标原点的相对值。

(2) 動作报告打印故障类型、動作时间和选相结果。时间以 ms 为单位, 选相结果分单相接地、两相接地、相间和三相短路。选相结果的具体报告格式如下:

单相接地: AN, BN, CN

两相接地: ABN, BCN, CAN

相间短路: AB, BC, CA

三相短路: ABC

(3) 选相结果后面打印的是保护定值的实测值和整定值。

4. 故障录波

录波可在故障发生后通过复制打印, 可采样值输出也可波形输出。

CPU1 分报告

2001年06月06日15时04分59秒168毫秒 纵联启动

2001年06月06日15时04分59秒189毫秒 正序纵联出口 TIME: 24.99 BCN=0.000 实测 $3I_1=2.241$ 定值 $IIS=0.300$

2001年06月06日15时04分59秒189毫秒 零序纵联出口 TIME: 24.99 BCN=0.000 实测 $3I_0=0.676$ 定值 $MS=0.119$

故障录波记录八个周波，每周波 24 个点，共 192 个采样点。序号“00”前的采样值为故障前两周波的数据，“00”后的采样值为故障后六周波的数据。每个采样点各电气量的排列顺序为 I_A 、 I_B 、 I_C 、 I_0 、 U_A 、 U_B 、 U_C 、KGL，即 A、B、C 相电流，零序电流，A、B、C 相电压和开关量。开关量的状态是以十六进制表示的。

第三章 高频收发信机

第一节 高频通道的组成

利用电力线作为传输媒介具有安全性和可靠性，它是我国电力调度和继电保护最普遍使用的通道。继电保护分为专用和复用通道两种，专用通道用相一地耦合，复用通道一般为允许式，采用相—相耦合。专用通道结构如图 1-3-1 所示。

高频通道由以下几部分组成。

(1) 阻波器。对于载波信号为高阻抗(大于 800Ω)，阻止载波信号向母线分流，使载波信号电流沿高压线路向对端传送，特别是防止当母线或其他出线发生故障时，将信息短路。对工频电流为低阻抗，畅通无阻。

常见故障有电容器击穿、引线焊接不良、连接螺丝松动或避雷器击穿后不能恢复，这些都会引起阻波器失调，将在区外故障时引起保护误动。

(2) 结合电容器。与阻波器相反，对载波信号为低阻抗，畅通无阻，对工频电流为高阻抗，阻止分流，防止高电压对通信设备的危害。

(3) 结合滤波器。它的作用主要是阻抗匹配， 220kV 高压输电线的波阻抗约为 4000Ω 左右， 330 、 500kV 线路阻抗约为 3000Ω 左右。系统中用的高频电缆一般有 75 、 100Ω 等，需要进行匹配，防止反射，以减少损耗。

(4) 高频电缆。高频电缆采用同轴电缆，早期阻抗为 100Ω ，近年采用 75Ω ，一是减少损耗，二是减少干扰。

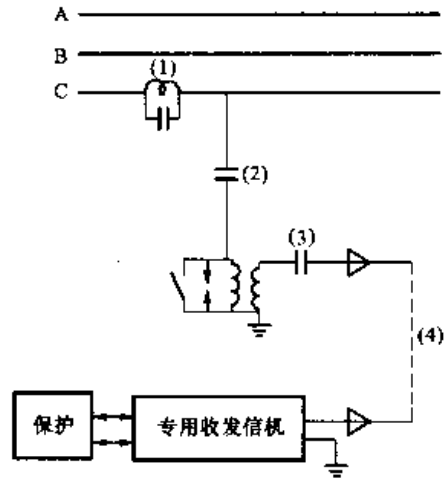


图 1-3-1 专用通道结构

第二节 高频收发信机的基本原理

专用收发信机一般为闭锁式方向纵联保护用，目前常用的专用收发信机方框图如图 1-3-2 所示。

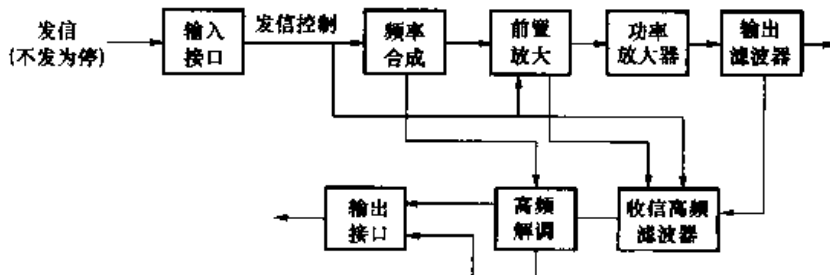


图 1-3-2 专用收发信机方框图

专用收发信机主要由以下几部分组成。

(1) 输入接口。接收发信，不发信为停信。输出控制频率合成器及前置放大的控制门关闭或开放，以及控制收信滤波器的门控电路。

(2) 频率合成器。按 $(50+2n)$ kHz, $n=0, 1, \dots, 175$, 组合成发送频率 $f_0=50\sim 400$ kHz 及载供信号频率 f_0+12 kHz。

(3) 前置放大。放大 f_0 信号，以推动功率放大器。在本机发信时，收信门控电路关闭，收信滤波器只接收来自本机前置放大的 f_0 信号，自发自收，以避免通道上的差拍。

(4) 功率放大器。将 f_0 的功率放大到额定值，例如 10W/40dBm。

(5) 输出滤波器。使占用带宽 $B=4$ kHz, 使允许并机间隔同相 >3 B, 邻相 >0 B, 分流衰减 ≤ 1 dB, 满功率发信时, 外线谐波电平 <-26 dBm。外线输出阻抗 75Ω, 使回波损耗 >10 dB。

(6) 收信滤波器。一般使用收信通频带 2kHz ($f_0 \pm 1$ kHz), 通带外衰减满足 35dB。

(7) 高频解调。将收信频率 (f_0) 与载供信号频率 f_0+12 kHz, 混频后解调出 12kHz 信号, 同时输出通道监视。

(8) 输出接口。将收信情况传给保护装置。

正常运行时, 没有发信启动命令输入, 输入接口的发信控制为“0”态。该控制信号使频率合成器和前置放大器中的控制门关闭, 从而使高频信号 (f_0) 不能送出。同时, 该控制信号还送到收信滤波器, 使它的控制门开放, 保证本机收信支路处于准备接收对侧高频信号 (f_0) 的状态。

这时, 如果收到对侧送来的高频信号 (f_0), 经收信高频带通滤波器输出, 该信号送入高频解调器, 经放大器后分成两路: 一路高频信号送到解调器, 因载供信号频率为 f_0+12 kHz, 故混频输出信号中含有 12kHz 的中频成分, 经 12kHz 中频带通滤波器选出后送到输出接口, 经处理后产生收信输出。另一路高频信号直接送到输出接口, 用作通道衰减的监视, 送到通道衰减增大 3dB 告警电路和收信输入电平指示电路。

当线路发生故障时, 保护装置相应继电器的触点闭合, 输出发信启动命令, 发信控制输出“1”态。该控制信号开放频率合成器及前置放大中的控制门, 频率合成器发出高频信号 (f_0), 并经前置放大、功率放大和输出滤波器送到外线端, 并经过高频通道传输到对侧。同时, 该控制信号使收信滤波器内的控制门 A1 关闭。这时, 无论是本机发出的信号, 还是对侧送来的信号, 都不能通过收信滤波器控制门 A1, 即本机收信支路拒绝接收这两种信号, 而在本机前置放大的输出端, 高频信号经衰减后送到收信滤波器第 2 放大器 A2 的输入端, 收信支路处于自发自收状态。可得到与收对侧信号时同样的收信输出。

高频收发信机一般具有远方启动功能, 以方便运行人员进行交换信号, 检查高频通道是否正常。远方启动试验框图、试验状态如图 1-3-3、图 1-3-4 所示。

当按动 A 侧高频收发信机远方启动的试验按钮, 发信回路瞬时起信将高频信号送至 B

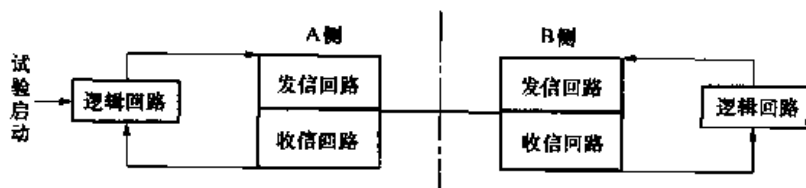


图 1-3-3 远方启动试验框图

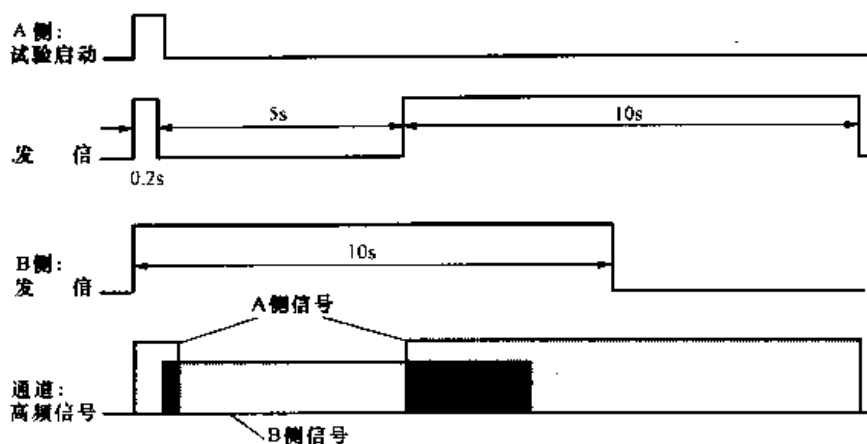


图 1-3-4 远方启动试验状态

侧，启动 B 侧发信以实现远方启动，B 侧被启动后发信 10s，A 侧启动 200ms 后，被收到的来自 B 侧的信号闭锁，同时启动 5s 计时回路，并使 A 侧停止 5s 发信，在此 5s 内 A 侧收信回路只收 B 侧发来的信号。5s 之后，A 侧重新启动发信 10s，然后自动停止发信，两侧解环，试验完毕。

第三节 SF—500（600）型高频收发信机

一、整机工作原理

SF—500/600 型收发信机采用故障启动发信的工作方式，正常时装置处于停信状态，通道无高频信号传递。电力系统故障时，受控于继电保护装置启信和停信。该装置仍采用自发自收方式，收信和发信频率可以相同，也可以相差 0.25kHz。

装置由 12 个功能插件组成，分别为：①开关电源 I；②功率放大；③线路滤波；④发信输出；⑤开关电源 II；⑥备用；⑦前置放大；⑧载供电路；⑨控制电路；⑩解调输出；⑪中频放大；⑫收信输入。

“载供电路”（8 号插件）的功能：①发信回路提供载波信号，即工作频率信号，记作 f_0 ；②收信回路提供本机振荡信号，其频率为 $(f_0 + 12)$ kHz，记作 f_1 ；③控制电路提供 32kHz 时钟信号，记作 f_c 。前两种信号分别由两种锁相环频率合成器及混频放大器完成。载频频率及本振频率分别由各自锁相环频率合成器的分频器分频比来决定，而其分频器的分频比则由 S1~S7DIP 拨动开关预置。

载波信号由载供电路送入“前置放大”电路（7 号插件）及“功率放大”（2 号插件）部分。该部分主要完成两个任务：一是将本装置“控制电路”（9 号插件）或继电保护装置送来的控制信号调制于载供电路送来的载波信号上。正常运行时，该装置处于停信状态，不向通道发送高频信号。当输电线路发生故障时，继电保护装置送来的启信或停信信号送入控制电路，使收发信机发信或停止发信，从而向通道传送或停止传送高频信号。二是将已调制信号放大到所需要的功率电平值，经高频通道传送后，以满足对侧收信机对信噪比的要求。

经过放大后的由保护信息调制的载频信号送入“线路滤波”（3 号插件）及“发信输出”（4 号插件）部分。该部分中线路滤波器具有较强的阻带衰耗和载频谐波抑制能力，保证装



置所需的谐波衰耗和并机分流衰耗，同时发信输出部分将发信回路、收信回路及高频通道有机地联系在一起。除上述功能外，该插件还具有高频电压及高频电流测量功能。

由通道收到的载频信号，通过“线路滤波”回路送到“收信输入”回路（12号插件）。收信回路对输入信号采用了时分工作方式，当装置处于发信状态时，由9号插件输出的启信信号控制12号插件中的收信控制门，使其关闭，以保证不接收由4号插件送来的高频信号，而只接收由8号插件直接送来的高频信号；当装置处于停信状态时，9号插件输出停信信号使12号插件中的收信控制门打开，接收由通道经4号插件送来的高频信号，即保证收信回路在装置发信时只收本侧信号不收对侧信号，仅当本侧停信时才收对侧信号，从而有效地解决了因收发同频产生的差拍现象而导致收信解调输出信号失真问题。

收信回路的工作原理为超外差接收方式，传送到9号插件的高频信号经收信衰耗器与高频接收带通滤波器选择后，送到混频器与由8号插件送来的本振信号($f_0 + 12\text{kHz}$)混频，其输出信号经“中频放大”(11号插件)中的中频带通滤波器选出12kHz中频信号。一路中频信号送到“解调输出”回路(10号插件)经解调得到继电保护信息送到继电保护装置及9号插件；另一路则作为收信电平显示、通道衰减损耗大于3dB告警显示及通道裕度告警显示的信号源。

“控制电路”(9号插件)设有装置异常闭锁回路，当该插件中逻辑关系发生异常时，其闭锁电路自动发出启信信号，闭锁两侧保护装置，以防止误动。

二、装置面板布置说明

1. 开关电源 I (1号插件)

该插件面板上部设有一个发光二极管表示“+48V”输出电压的工作状态，发光二极管熄灭表示该路电源失电。

面板下部右侧有一电源开关，当开关向“-”侧按下时，表示输入直流电源接通，“+48V”指示发光二极管应亮。

面板下部左侧设有一个五芯测试座XS，用于测试+48V输出电压，XS的1与2之间测量值应为+48V。

2. 功率放大 (2号插件)

位于面板下部的五芯测试座XS的3(红)与2(黑)用于测试功率放大插件的发信输出电平。

3. 发信输出 (4号插件)

面板左上部设有3个四芯插座，通过四芯短路插头插入不同位置，可完成发信机输出端以下各种不同连接状态：

当“本机—通道”插座插入四芯短路插头时，装置即可通过机箱背后出线端子11n38、11n40，与高频通道连接。

当“本机—负载”插座插入短路插头时，装置与通道断开并接到装置内部附设的75Ω模拟负载电阻上。

当“通道—负载”插座插入短路插头时，通道通过11n38、11n40端子与装置内设75Ω模拟负载接通。

面板左下部设有一个五芯插座，当装置与通道断开时；XS的3(红)与2(黑)用于测试装置发信时模拟负载电阻上的输出电平和工作频率；XS的1(蓝)与2(黑)用于测试通道端的高频信号电平。

面板的左中部为两个测量转换按钮，当这两个按钮都处于弹起位置时，表头用于指示收信输出电压，按下“高频电压”或“高频电流”按钮时，表头即用于测量高频电压或高频电流，此时根据通道阻抗的大小可粗略估测出功率电平值。靠近两个按钮的两个电位器 RP1、RP2 分别用于校准高频电压与高频电流表头指示值。

面板中部设有测量表头，它具有 4 条刻度线，最上端的用于测量收信输出电压，满刻度为 20V，装置正常工作状态下（即停信状态），表针应指示在刻度线的绿色标志区。第二条刻度线用于测量通道端的高频电压和高频电流，满刻度分别为 80V 和 800mA。第三条刻度线用于测量通道阻抗为 75Ω 的通道端功率电平，最下端刻度线则用于测量通道阻抗为 100Ω 的通道端功率电平。

4. 开关电源 II（5 号插件）

该插件面板上部有 4 个发光二极管，分别表示“+5V”“+15V”“-15V”“24V”四组输出电压的工作状态。

任何一个发光二极管熄灭都表示该路电源失电。

面板下部右侧有一电源开关，当开关向“-”侧按下时，表示输入直流电源接通。面板下部左侧设有两个五芯测试座 XS1 与 XS2，用于测试三组输出电压，其对应关系如下：

XS2 的 3（红）与 2（黑）：+5V

XS2 的 1（蓝）与 2（黑）：+15V

XS1 的 3（红）与 2（黑）：-15V

5. 前置放大（7 号插件）

面板上部设有两个发光二极管指示灯，用于指示“功率放大”插件的工作状态；“发信指示”灯是在装置处于正常发信状态时灯亮并保持。此信号可通过 9 号插件面板上的信号复归按钮复归；也可通过保护屏上的信号复归按钮复归。“过载指示”灯是当发信状态下输出端发生开路或短路时灯亮。“功率调整”电位器用于对收发信机的发信功率进行调整。

位于面板下部的五芯插座 XS 的 3（红）与 2（黑）用于测试前置放大的输出电平。

6. 载供电路（8 号插件）

该插件面板上部设有“载供异常”灯，当载供电路出现异常时，该灯亮并保持。

位于面板下部的五芯插座 XS 的 3（红）与 2（黑）用于测试载供插件载频信号的电平值或频率，1（蓝）与 2（黑）用于测量 32kHz 时钟频率。

7. 控制电路（9 号插件）

面板上部的一位数码管用于显示通道自动检测的次数，按保护屏上的复归按钮或装置信号复归按钮，可使数码管显示复零。

面板中部的“远方启信”四芯插座的作用是其上插入四芯短路插头时，装置具有远方启信功能，插头拔出此功能解除。在单独对收信回路测试时，必须解除远方启信功能，以防止引起发信机发信，因为发信机的强信号不仅会影响测试结果，而且会损坏测试仪器。

面板下部的四个按钮作用是：按下“启信按钮”可使装置启动发信；在发信状态下按“停信按钮”可使装置停止发信；“闭锁复归”按钮是当装置异常而闭锁电路动作后，装置恢复到正常状态时，按此按钮可使闭锁电路返回正常状态；按“信号复归”按钮，可以复归收发信机的保持信号。

面板右部的 6 个发光二极管用来记录保护装置送入到收发信机的各种启、停信动作信号

及本装置异常启信动作信号，这6个发光二极管分别指示“保护启信”、“位置停信”、“立即停信”、“其他保护停信”、“装置异常启信”、“保护故障启信”命令。

8. 解调输出（10号插件）

面板上部的“收信指示”灯为收信机接收到大于收信灵敏度信号的灯光显示；“裕度告警”灯用作通道衰耗大到接收信号电平低于装置所规定的裕度值时给出告警信号；如通道衰耗值超过正常值3dB，插件面板上的“通道异常”灯点亮。“通道检测调整”电位器用于通道对调时对不灵敏启动电平进行调整。

位于面板下部的五芯插座XS的3（红）与2（黑）用于测试收信回路的输出电压。

9. 中频放大（11号）插件

面板中部是标有9~21dBm的5个发光二极管，当收信输入衰耗器全部退出时，用于显示收信机接收电平大小。如投入衰耗器，显示值与投入的衰耗值之和共同反映出接收电平的大小。

位于面板下部的五芯插座XS的3（红）与2（黑）用于测试中频放大插件输出中频信号的电平和频率。

10. 收信输入（12号插件）

位于面板下部的五芯插座XS的3（红）与2（黑）用于测试混频输出信号的中频信号电平；XS的1（蓝）与2（黑）则用于测试输入到混频器的本机振荡信号电平和频率。

第四节 YBX—1型高频收发信机

一、整机原理

YBX—1型装置在正常时不向通道传送任何信号，故障时由保护继电器启动或停止发信。该装置收信频率和发信频率相同，为自发自收工作方式。

装置由10个功能插件组成，分别为：①收信高滤；②高频解调；③收信启动；④逻辑回路；⑤接口回路；⑥晶振合成；⑦前置放大；⑧线路滤波；⑨逆变电源；⑩功率放大。

该型装置在代替旧式GCH相差保护电子管收发信机时，要相应增加“相差接口”模块。

正常运行时，没有保护命令输入，装置不向通道发送高频信号；当线路发生故障时，保护继电器“启信”触点闭合，经“接口回路”、“逻辑回路”去控制“晶振合成”，发出 f_0 高频信号，该信号经“前置放大”、“功率放大”放大后，通过“线路滤波”送往通道，当保护继电器的“启信”触点返回或送来“停信”信号时，发信回路由“接口回路”控制立即停止发出 f_0 高频信号。在传送相差保护的操作方波信号时，保护继电器送出50Hz工频方波至“启信”接口，发信回路发出被调制的高频方波信号。

收信回路是按时分制方式工作，发信回路发信时由逻辑回路送出一直流电位控制“收信高滤”中的开关门，使其关闭，拒绝接收功率放大器来的高频大功率信号及对侧传送来的高频信号，而本侧的高频信号直接从“前置放大”引入小功率信号至“收信高滤”。本侧停信时，开关门打开，以接收对侧传来的高频信号，这样可有效地解决收发同频而产生的拍频问题。收信回路采用外差接收方式，被接收的信号经过高频解调，被解调成12kHz的中频信号，再经中频滤波和放大后输出两路信号，一路经“接口回路”作为收信输出信号送至保护

继电器，另一路作为通道衰减增加超过 3dB 的告警指示信号。

“保护故障”是保护设备发生故障时送出的报警触点，该触点闭合后经“接口回路”去启动发信回路发高频信号，以闭锁两侧的保护设备，防止误跳闸。

二、装置面板布置说明

1. 收信高滤

“衰耗”按钮：在进行通道信号交换时，按此按钮，收信回路即投入 8dB 的衰减，以检查收信裕度。

2. 收信启动

“电平正常”灯：正常运行时，通道中没有高频信号，灯不亮。在通道交换信号试验中，正常接收对侧高频信号时，灯亮。若灯不亮说明通道衰减变化已超过整定电平，或收信回路发生故障。

“接收信号”灯：收信回路收到本侧或对侧的高频信号时，灯亮。

“停信 2”灯：输入停信 2 信号灯亮。

“停信 3”灯：输入停信 3 信号灯亮。

3. 逻辑回路

“远方启动投入”插塞，将此插塞插上，装置的远方启动功能投入。

“试验”按钮：进行通道信号交换试验启动发信时，按此按钮。

4. 接口回路

“发信启动”灯：表示保护装置启动发信机发信，正常运行时不亮；保护启动发信后灯亮，并自保持。同时启动中央信号。

“停信 1”灯：表示保护装置停止发信机发信，正常运行时不亮，保护装置送来停止发信信号此灯亮并自保持，同时启动中央信号。

“收信输出”灯：收信回路收到本侧或对侧发来的高频信号时，此灯亮，并保持，同时启动中央信号，在进行通道信号交换时，仅收到对侧的高频信号时，此灯亮，并自保持。

“发信监视”灯：发信回路发信，功率放大器有高频放大信号输出时，灯亮，并自保持，同时启动中央信号。

“保护故障”灯：保护装置本身发生故障，送出触点以启动发信回路发信闭锁两侧保护设备，此灯亮，不保持。

“复归”按钮：按下此按钮，所有自保持信号复归。

5. 晶振合成

“合成”灯：正常运行时此灯亮，当该盘任一频率合成器的锁相环失锁或晶振源停振时，灯熄，信号灯不保持，并延时启动中央信号。

6. 线路滤波

4 脚短路插头应接于“线路”位置。

7. 逆变电源

“启动”按钮：按此按钮，启动电源，装置投入工作。

“关闭”按钮：按此按钮，关闭电源，装置退出工作。

8. 功率放大

“监视表头”：用作发信和收信指示。

“切换按钮”：正常时表头指示发信；按切换表头的按钮，改指示收信。

第五节 GSF—6 型高频收发信机

一、整机工作原理

GSF—6 型装置正常时不向通道传送任何信号；故障时由保护继电器启动或停止发信。该装置收信频率和发信频率相同，为自发自收工作方式。

装置由 12 个功能插件组成，分别为：①功率放大；②逆变电源；③测量；④发信滤波；⑤触发；⑥解调；⑦收信滤波；⑧控制；⑨振荡；⑩前置放大；⑪逻辑；⑫接口。

GSF—6 型装置可分为以下五部分：发信回路、收信回路、测量告警回路、接口和逻辑回路、逆变电源。

发信回路由振荡、前置放大、功率放大、发信滤波等 4 个插件组成。当收发信机置于发信状态时，振荡插件产生的工作信号，通过前置放大和功率放大插件放大，经发信滤波后输出，当置于停信状态时，振荡信号不能通过前置放大，使收发信机无输出信号。

收信回路由控制、收信滤波、解调、触发等 4 个插件组成，当收发信机置于发信状态时，由发信回路前置放大器输出信号输入控制插件，经电平调整后由收信滤波器选出 f_0 信号，经解调成 12kHz 信号在触发插件内经放大检波输出，这时收发信机输出将对应于“1”状态，在选择电位输出时收信输出为 -15V 的电压，当选择触点输出时，收信输出为一对闭合（或断开）触点，当本侧收发信机置于停信状态时，前置放大将没有信号输入收信回路，这时如对侧也不发信则收信输出对应于“0”状态，在选择电位输出时输出 0V 电压触点输出时为一对断开（或闭合）触点。

如本侧收发信机置于停信状态，而这时对侧收发信机发信，使对侧发信信号通过本侧收发信机的发信滤波插件后输入控制插件内经电平调整后按本侧收信同样的途径得到收信输出信号，当本侧收发信机输入口上的对侧收信信号电平大于灵敏启动功率，则收信输出信号为“1”，否则为“0”。

GSF—6 型高频收发信机所用电源为变电所内直流 220V 或 110V 操作电源。输入电源经逆变电源盘后输出 -30V 、 -24V 和 $\pm 15\text{V}$ ，分别提供功率放大器和除它以外的有源网络电路作电源。

测量盘是高频保护收发信机中心的附属设备。本盘共分测量、复归检测、录波等几个部分。

二、装置面板布置说明

1. 逆变电源（2 号插件）

该插件面板上部有 4 个发光二极管，分别表示“ -30V ”“ -24V ”“ -15V ”“ $+15\text{V}$ ”4 组输出电压的工作状态。

任何一个发光二极管熄灭都表示该路电源失电。

2. 测量（3 号插件）

面板上的表头作指示收发信电平使用，收发信电平指示由量程切换信号控制。面板上绿色量程切换指示灯亮，完成量程切换工作。

量程切换之前的表头指示电平是发送信号电平。在收发信机发信时，面板表头应指示在

发信蓝色区域中间。

量程切换之后的表头指示是接收信号电平。收发信机收对侧信号时，表头指示应在收信蓝色区域中间。

当在交换通道信号时，接收电平降低 3dB 时，表头应指示在 -3dB 红色告警范围内。

3. 触发（5号插件）

本盘的电压表头用于指示收发信状态。在正常状态下，表头指示在中间位置，当收发信机发信或接收对侧信号时，表头指示在“0”位置。

本盘的发光二极管为“3dB”告警灯。

4. 振荡（9号插件）

本盘的发光二极管用于指示振荡器晶振的工作状态。收发信机正常工作时，发光二极管不点亮；振荡器停振时，发光二极管应点亮，并送出一对告警触点。

第六节 高频收发信机的运行规定

一、YBX—1 型高频收发信机运行规定

(1) 正常运行状态下，值班运行人员在每日当班和交接班时，应巡视如下各插件上的信号灯的工作状况。

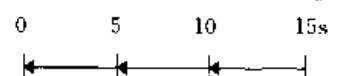
- 1) 逆变电源插件：+15、-15、24V 和 -40V 灯亮，电源起动开关在压入位置。
- 2) 晶振合成插件“合成”灯亮。
- 3) 功率放大插件表头指示值为零，收、发信按钮在弹出位置。
- 4) 接口回路及收信启动插件所有指示灯均不亮。
- 5) 逻辑回路插件作为高频闭锁方式使用时，“远方启动投入”插头在插入位置。

(2) 交换信号方法：作为高频闭锁方式使用时，按保护屏上的“通道试验”按钮，收信启动插件上的“电平正常”灯、“接收信号”灯、接口回路插件上的“收信输出”灯、“发信监视”灯中表示情况及功率放大插件上的表头指示应如表 1-3-1 所示（注意：不要按收信高通插件上的“8dB 衰耗”按钮）。

表 1-3-1 YBX—1 型交换信号试验流程表

名称	发信情况表示情况	对侧发信	两侧同时发信	本侧发信
表头	发信	*	V	V
	收信	V	V	V
高频相差方式 高频闭锁方式	电平正常灯	V	*	*
	接收信号灯	V	V	V
	收信输出灯	V	V	V
	发信监视灯	*	V	V
	发信启动灯	V	V	V

注 * 不作要求；V—表头有指示或信号灯亮。



(3) 异常情况时的处理方法。

1) 在交换信号时,如发现在0~5s内“接收信号”灯亮,而“电平正常”灯不亮,则说明能收到对侧高频信号,但通道衰耗已增加了3dB。应再交换一次信号,在0~5s内接收信高滤插件上的“8dB衰耗”,如“接收信号”灯仍然亮,则说明通道余量仍大于8dB。这时不必停用高频保护,但应立即报告省调并通知继电保护人员处理。

2) 下述情况之一,必须立即报告省调,由省调下令将本线路两侧高频保护同时停用,并通知继电保护人员处理。

a) 在交换信号时,如发现在0~5s内,“电平正常”灯和“接收信号”灯均不亮。

b) 在交换信号时,如发现在0~5s内,“接收信号”灯亮,但“电平正常”灯不亮,此时应再交换一次信号,在0~5s内按下“8dB衰耗”按钮,“接收信号”灯不亮时。

c) 晶振合成插件中的“合成”灯不亮。

d) 逆变电源插件中+15、-15、24、-40V灯之一不亮。

(4) YBX—1型远方信号传输装置至中央信号屏的光字牌只有一个,当该信号表示时,应记下时间,并到保护屏前记下各信号灯的表示情况,作好记录。若接口插件中的“发信监视”灯、“收信输出”灯、“停信1灯”及“发信启动灯”之一亮时,按保护屏上的复归按钮,上述自保持信号全部复归。

二、GSF—6型高频收发信机运行规定

(1) 在正常运行状态下,值班运行人员在每日当班和交接班时,应巡视以下内容。

1) 逆变电源插件上电源起动开关在“ON”的位置,并且+15、-15、-24V和-30V灯亮。

2) 振荡器插件上“停振告警”灯应不亮。

3) 发信滤波插件上的四脚插头应插在线路上。

4) 控制盘插件上常发开关打在“待发”位置上,“已发信”指示灯应不亮。

5) 接口插件上各指示灯应不亮。

6) 与LFP—900系列微机保护配合使用时,逻辑插件上的“远方启动”发信开关不投。

(2) 交换信号方法。保护屏上的“通道试验”按钮YA,0~5s为对侧单发,5~10s为两侧同发,10~15s为本侧单发。在对侧发信时,测量盘插件上表头的指针应落在收信蓝色区域中间,同时绿色量程切换指示灯亮。在本侧发信时,测量盘插件上表头的指针应落在发信蓝色区域中间,同时绿色量程切换指示灯应不亮。交换信号后,按复归按钮,复归收发信机所有的信号表示。

(3) 下述情况之一,必须立即上报省调并通知继电保护人员处理,由省调下令将两侧高频保护同时停用。

1) 在通道交换信号时,触发器插件上电平3dB“告警”灯亮,同时测量盘插件上表头的指针落在-3dB红色告警范围内。

2) 振荡器插件上“停振告警”灯亮。

3) 逆变电源插件上+15、-15、-24V和-30V灯之一不亮。

4) 接口插件上“保护故障”灯亮。

(4) 信号记录。保护动作后运行人员应记录收发信机面板上的指示灯表示情况,然后复归信号。

三、SF—500 型高频收发信机运行规定

(1) 在正常运行状态下, 值班运行人员在每日当班和交接班时, 应巡视以下内容:

1) 开关电源插件上电源开关 SA 在“ON”位置, 并且 +15、-15、+5V 和 +48V 四个电源指示灯应亮。

2) 载供电路插件上“锁定指示”灯应亮。

3) 发信输出插件上的四芯短路插头应插在“本机一通道”位置。

4) 控制电路 I 插件上“远方启信”插座上的四芯短路插头应插上。

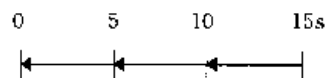
5) 与 LFP—900 系列微机保护配合使用时, 控制电路插件上的“远方启信”插座上的四芯短路插头不应插上。

(2) 交换信号方法: 按动一下保护屏上的“通道试验”按钮, 线路滤波插件上的“四位数码屏”, 解调输出插件上的“收信指示”灯及“裕度告警”灯, 控制电路 I 插件上的“通道异常”灯及功率放大插件上的“发信指示”灯的显示情况如表 1-3-2 所示。

表 1-3-2 SF—500 型交换信号流程表

名称	对侧发信	两侧同时发信	本侧发信
四位数码屏	0	*	f_0
发信指示灯	*	V	V
收信指示灯	V	V	V
裕度告警灯	×	×	×
通道异常灯	×	×	×

注 *—不作要求; V—信号灯亮; ×—信号灯不亮。



(3) 异常情况时的处理方法。

1) 在交换信号时, 发现控制电路 I 插件上“通道异常”灯亮, 说明通道衰耗已增加了 3dB。如此时解调输出插件上“收信指示”灯亮, 并且“裕度告警”灯不亮, 则说明仍能收到对侧高频信号。这时不必停用高频保护, 但应立即报告省调并通知继电保护人员处理。

2) 发生下述情况之一时, 必须立即报省调, 由省调下令将两侧高频保护停用, 并通知继电保护人员处理: ①在交换信号时, 功率放大插件上“过载指示”灯亮; ②在交换信号时, 解调输出插件上的“收信指示”灯不亮或“裕度告警”灯亮; ③载供电路插件上“锁定指示”灯不亮; ④开关电源插件上 +15、-15、+5V 和 +48V 灯之一不亮。

(4) 信号记录。保护动作后运行人员应记录收发信机面板上所有指示灯的情况, 然后复归信号。

四、SF—600 型高频收发信机运行规定

(1) 在正常运行状态下, 值班运行人员在每日当班和交接班时, 应巡视以下内容:

1) 开关电源插件 I、II 上电源开关在“—”位置, 并且 +15、-15、+5、+24V 和 +48V 几个电源指示灯应亮。

2) 载供电路插件上“载供异常”灯应不亮。

3) 发信输出插件上的四芯短路插头应插在“本机一通道”位置。

4) 控制电路插件上“远方启信”插座上的四芯短路插头应插上。

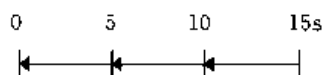
5) 与 LFP—900 系列微机保护配合使用时, 控制电路插件上的“远方启信”插座上的四芯短路插头不应插上。

(2) 交换信号方法: 按动一下保护屏上的“通道试验”按钮, 解调输出插件上的“收信指示”灯、“裕度告警”灯及“通道异常”灯, 前置放大插件上的“收信指示”灯、“过载指示”灯的显示情况如表 1-3-3 所示, 同时应记录中频放大插件上各电平灯及发信输出插件上表头指示位置。

表 1-3-3 SF—600 型交换信号流程表

名 称	对侧发信	两侧同时发信	本侧发信
发信指示灯	×	√	√
收信指示灯	√	√	√
裕度告警灯	×	×	×
通道异常灯	×	×	×
过载指示灯	×	×	×

注 √—信号灯亮; ×—信号灯不亮。



(3) 异常情况时的处理方法。

1) 在交换信号时, 发现解调输出插件上“通道异常”灯亮, 说明通道衰耗已增加了 3dB, 如“裕度告警”灯不亮, 则说明仍能收到对侧高频信号。这时不必停用高频保护, 但应立即报告省调并通知继电保护人员处理。

2) 发生下述情况之一时, 必须立即报省调, 由省调下令将两侧高频保护停用, 并通知继电保护人员处理: ①在交换信号时, 前置放大插件上“过载指示”灯亮; ②在交换信号时, 解调输出插件上的“收信指示”灯不亮或“裕度告警”灯亮; ③载供电路插件上“载供异常”灯亮; ④开关电源插件上+15、-15、+5、+24V 和+48V 灯之一不亮。

(4) 信号记录。保护动作后运行人员应记录收发信机面板上所用指示灯的情况, 然后复归信号。

第四章 常规线路保护

第一节 距离保护

一、概述

电力系统对继电保护装置的基本要求是可靠性、选择性、快速性和灵敏性。通常所述的保护用电流、电压的灵敏度（保护范围）都随系统运行方式的变化而变化。在某些运行方式下，无时限速断保护或带时限速断保护的保护区将变得很小，甚至没有什么灵敏度。特别是在长距离、重负荷线路上，即使采用过电流保护，保护的灵敏度也往往不能满足要求。而随着电力系统的发展，接线越来越复杂，简单的电流、电压保护甚至带方向的电流、电压保护也无法满足选择性要求。

在电力系统日益扩大，电压水平越来越高，以及系统运行方式多变的情况下，如何使继电保护装置的灵敏度不受（或很少受）系统运行方式的影响，有选择地切除故障，这就是系统发展对继电保护提出的新要求。距离保护就是适应此要求的一种保护。

二、距离保护的基本原理

所谓距离保护，就是反应保护安装处至故障点的距离（或阻抗），并根据距离的远近而确定动作时间的一种保护装置。

距离保护通过阻抗继电器来测量保护安装处的电压 \dot{U}_m 和电流 \dot{I}_m 的比值，来测量故障点至保护安装处的阻抗 Z_m ，即 $Z_m = \dot{U}_m / \dot{I}_m$ 。

当测量阻抗 Z_m 小于阻抗继电器的整定值时，阻抗继电器就动作。

由于距离保护的测量阻抗的数值不随运行方式而变。因此在采用电流、电压保护不能满足继电保护选择性、快速性、灵敏性的高压线路上，距离保护得到了广泛的应用。

距离保护的时限特性是指距离保护的动作时间和保护安装处至故障点距离的关系。一般在高压线路上广泛采用三段式距离保护。

距离保护各段的保护范围用整定值来表征。

距离保护第Ⅰ段保护本线路全长的 80%~85%。第Ⅰ段的动作时间为保护装置本身固有的动作时间。

距离保护第Ⅱ段必须能够保护线路的全长。也就是说，在对端母线故障时，距离保护有足够的灵敏度。在保证灵敏度的前提下，距离保护Ⅱ段或是和相邻线路的距离第Ⅰ段相配合，或是和其Ⅱ段（或第Ⅲ段）相配合，距离保护第Ⅱ段的动作时限必须大于与之相配合的相应段一个时限级差 ΔT ，以保证选择性。距离保护的阶梯时限特性如图 1-4-1 所示。

在对端母线接有变压器时，距离保护第Ⅱ段的保护范围还不能伸出变压器低压侧，以保证和变压器的速断保护相配合。距离保护的Ⅲ段作为相邻线路保护及断路器拒绝动作时的后备保护。距离保护第Ⅲ段的整定值按躲最大负荷时阻抗整定。因而在线路上流过最大负荷

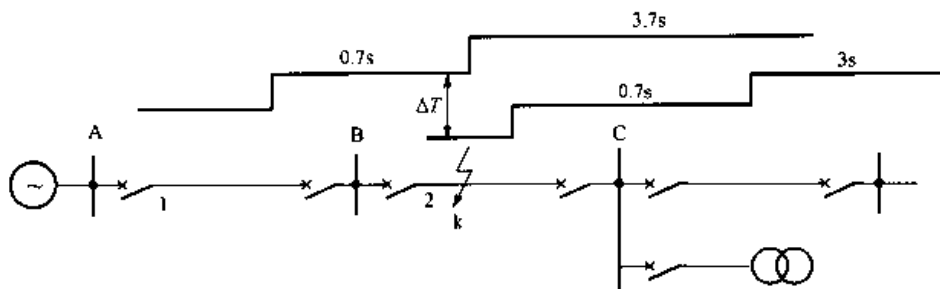


图 1-4-1 距离保护的阶梯时限特性（Ⅱ段与相邻Ⅰ段配合）

电流且母线电压最低时距离保护不动作。此外外部故障切除电动机自启动时距离保护第Ⅲ段应立即返回。距离保护第Ⅲ段的动作时限要比距离保护第Ⅲ段范围内的其他各保护的**最大动作时限大一个时限级差 ΔT

距离保护的时限阶梯特性反应了距离保护各段和相邻线路相应段的配合关系。例如图 1-4-1 中 k 点故障时保护 2 第Ⅰ段以 0s 动作跳闸。保护 2 第Ⅱ段以 0.7s 动作，第Ⅲ段以 3s 动作。保护 1 的第Ⅱ段以 0.7s 动作，第Ⅲ段以 3.7s 动作。如果保护 2 第Ⅰ段能以 0s 切除故障，则保护 2 和保护 1 的第Ⅱ段和第Ⅲ段就自动返回。如果保护 2 第Ⅰ段有问题不能切除故障，则由保护 2 和保护 1 的第Ⅱ段同时动作断开本线路断路器，两保护的**第Ⅲ段自动返回。如果因断路器 2 有问题，以至保护 2 动作切除不了故障，则由保护 1 的第Ⅱ段切除故障。

三、距离保护的组成

距离保护按作用分，可分为四部分。

1. 启动元件

启动元件的主要作用是在发生故障的瞬间启动整套保护。有的启动元件还兼作距离保护第Ⅲ段。启动元件通常用振荡闭锁装置的启动元件来完成，也可由各种阻抗继电器或电流继电器组成。

2. 测量元件

测量元件的职能是测量短路点至保护安装处之间的距离（即测量阻抗），以判断哪里发生了故障。在Ⅰ、Ⅱ段切换的距离保护装置中，由Ⅰ、Ⅱ段公用一组阻抗继电器，第Ⅲ段单独用一组阻抗继电器。在Ⅱ、Ⅲ段切换的距离保护装置中，由第Ⅰ段单独用一组阻抗继电器，Ⅱ、Ⅲ段公用一组阻抗继电器。测量元件一般由接于 AB、BC、CA 相间电压、电流的 3 个阻抗继电器组成。也有用一个方向阻抗继电器作三相短路的测量元件，再用一个多相补偿阻抗继电器作各种二相短路的测量元件。测量元件正常工作时，阻抗继电器的电压变换器 YB 的二次抽头位置放在第Ⅰ段（对于Ⅱ、Ⅲ段切换的距离保护来说为第Ⅱ段）整定值位置，发生故障时再由切换继电器将 YB 的二次抽头位置切换到第Ⅱ段（对于Ⅱ、Ⅲ段切换的距离保护为切换到第Ⅲ段）整定值位置。同时并断开第Ⅰ段（或第Ⅱ段）的跳闸回路以解除第Ⅰ段（或第Ⅱ段）的动作。切换时间足以使第Ⅰ段（或第Ⅱ段）保护区内故障时保护能可靠动作。

第Ⅱ段和第Ⅲ段都配置有时间继电器，根据测量元件所测距离（故障点至保护安装处的距离）的远近，分别以第Ⅱ段或第Ⅲ段时限动作，以构成所要求的时限特性。

3. 电压断线闭锁装置

因交流电压对距离保护影响非常大，如果电压断线时可能造成保护误动，故正常运行时要监视距离保护交流电压回路工作的完好性。当交流电压二次回路发生短路、接地或断线时，断线闭锁装置应可靠动作，断开保护的电源，闭锁整套保护装置，并发出断线闭锁信号，以便值班人员进行处理。当被保护线路故障但交流电压二次回路正常时，断线闭锁装置应可靠不动作。

4. 振荡闭锁装置

振荡闭锁装置的作用是当电力系统发生振荡时，对可能误动的保护段进行闭锁，使保护在系统振荡期间退出工作，防止其误动。

四、PJH—11D型距离保护

PJH—11D型距离保护在系统中运行比较广泛，保护电压回路是Ⅰ、Ⅱ段切换，其继电器的名称及作用如下。

(1) QHJ 距离保护Ⅰ、Ⅱ段电压切换继电器。正常励磁，延时复归时间为0.12~0.15s，失磁复归后将距离保护由Ⅰ段切换到Ⅱ段。该继电器采用桥式触点，以保证在失磁复归中动断触点先接通，动合触点后断开；而在励磁过程中动合触点先接通，动断触点再断开。

(2) 1ZZJ、2ZZJ 距离保护Ⅰ、Ⅱ段阻抗测量元件重动继电器。瞬时动作，瞬时返回。

(3) 3ZZJ 距离保护Ⅲ段阻抗测量元件重动继电器。瞬时动作，瞬时返回。

(4) 2SJ 距离保护Ⅱ段时间继电器。兼作重合闸后加速距离保护时间元件。

(5) 3SJ 距离保护Ⅲ段时间继电器。其终止触点启动总闭锁继电器。

(6) CKJ 距离保护出口继电器。为快速动作的中间继电器。

(7) 1XJ 距离Ⅰ段信号继电器。

(8) 2XJ 距离Ⅱ段信号继电器。

(9) 3XJ 距离Ⅲ段信号继电器。

(10) 4XJ 后加速信号继电器。

(11) 5XJ 距离保护总出口信号继电器。

(12) TGJ 跳闸固定继电器。当被保护线路的重合闸动作时即启动并保持到振荡闭锁整组复归，其触点供重合闸后加速距离保护用。

(13) QDJ 整组启动继电器，兼作负序、零序电流增量元件 FLJ 的重动继电器。正常时通过 FLJ 动断触点和自身的动合触点保持于励磁。当 FLJ 动作使其失磁后，需待振荡闭锁整组复归后才能重新励磁。它的几个动断触点分别串于距离保护的各段跳闸回路中。由于平时不通，所以在电压回路故障或过负荷等情况下，不会造成距离保护误动作。

(14) BZJ 振荡闭锁执行继电器。正常不励磁，其动断触点控制距离保护Ⅰ、Ⅱ段跳闸回路。

(15) BKJ 控制振荡闭锁开放时间（指Ⅱ段）的继电器，正常处于励磁状态，当 FLJ 动作使 QHJ 失磁，而 1ZZJ、2ZZJ 亦不动作的情况下，BKJ 的线圈被 QHJ 与 1ZZJ、2ZZJ 动断触点短接而复归。其一动断触点短接 FLJ 直流线圈使之复归；另一动断触点启动 BZJ，令它断开距离保护Ⅰ、Ⅱ段跳闸回路。

(16) 1SJ 振荡闭锁整组复归时间继电器。其滑动触点重新启动 QDJ，其终止触点复归 BZJ。要求其滑动触点先接通，而后终止触点再接通。并且终止触点闭合时，滑动触点仍应

在闭合状态。

(17) BSJ 总闭锁继电器。当电压回路故障，过负荷或元件损坏即使阻抗测量元件动作时，闭锁整套距离保护装置并发出信号，其动作自保持后需手动复归。

五、正常运行及运行中切换母线时距离保护的注意事项

PJH—11D 型距离保护通过不同的路线连接可以与各种重合闸配合，实现不同的后加速方式。现仅以重合闸后恢复 I、II 段运行为例加以说明。

正常运行情况下，励磁状态的继电器有 QDJ、QHJ 和 BKJ，其他继电器均处于失磁状态。

运行中切换母线时，距离保护应注意事项：运行中切换母线时，常常需要将距离保护由一组母线的电压互感器切换到另一组母线的电压互感器上，为了避免距离保护失去电压误动作，通常操作程序是先使两条母线都带电，再由两段母线的电压互感器二次侧带电并联供电给距离保护，然后断开欲停电的电压互感器二次侧断路器，最后，才断开母联断路器。但是有时由于运行人员误操作，在两个电压互感器二次侧还并联时，就拉开母联断路器，以致于造成带电母线通过两个电压互感器向停电母线反充电的事故。这种事故后果是极其严重的，因为这种事故往往造成变电所（或发电厂）所有装有距离保护的高压线路跳闸，导致全停电事故。原因是这样的：

对于停电母线所连接的电压互感器来说，从二次侧看进去的系统是很小的，它等于一次侧的阻抗除以电压互感器变比的平方。设停电的 220kV 母线未挂地线，其阻抗（考虑母线电容及绝缘电阻）为 $1M\Omega$ ，则从二次侧看到的阻抗为 $1M\Omega/2200^2$ 。

这样，运行的电压互感器除带全部电压负载外，还并联了这样一个小电阻，势必造成过电流而使二次侧熔断器三相熔断（该电流的数值主要决定于两个电压互感器的漏抗和电缆电阻）。虽然电压互感器二次侧的一相熔断器上并有电容器，但因并联小电阻分流太大，流过断线闭锁继电器的电流太小，使断线闭锁装置不能动作，以致于由该电压互感器供电的所有距离保护都会因失压而误动作。

造成电压互感器反充电的原因不仅是这一个，如误操作，或切换用的中间继电器触点粘住使电压回路不能自动地随一次系统隔离开关的操作而切换，也有因隔离开关辅助触点连杆断裂或操作不灵……由于这类事故后果严重，故在倒闸操作时应采取措施避免。

六、装置连接片及运行规定

1. PJH—11D 型距离保护装置有关连接片（各现场以实际情况及运行规程为准）

距离保护 I 段连接片，根据继电保护部门下发的定值单和保护运行方式交待或调度令进行投退：

距离保护 II 段连接片，正常运行投入；

距离保护 III 段连接片，正常运行投入；

距离保护总出口连接片，正常运行投入；

距离后加速连接片，正常运行投入。

2. 相间距离保护有关运行规定

(1) 当发出“交流电压回路断线”、“装置总闭锁”、“直流消失”、“振荡闭锁动作”不复归和“装置异常”信号时，应立即停用距离保护，相应的方向高频保护部分两侧停用，然后报告省调并通知继电保护人员处理，处理良好后再投入。

(2) 在距离保护失去交流电压、装置总闭锁动作、切合直流电源时,都必须先断跳闸连接片,只有在交流电压恢复正常后,才允许将距离保护重新投入。无论何种距离保护装置,在投入时首先要投交流电压回路,然后再投直流回路,确认无误后,方可投入跳闸连接片。

(3) 220kV 距离保护装置在下列情况下应停用:

- 1) 220kV 线路末端变电所当其低压侧无电源时,无电源侧的距离保护装置要停用。
- 2) II型接线低压侧无电源的 220kV 变电所,当 220kV II型接线入线中的一回线路断开时,另一回运行线路的距离保护装置应停用。

第二节 220kV 平行双回线的分相横联保护

一、用途、使用范围

分相横联保护包括分相横差保护和分相平衡保护,其用在 220kV 大电流接地系统的平行双回线上,作为双回线各种故障的主要保护,保护具有独立选相和跳开故障相的功能,与综合重合闸装置配合实现单相或三相重合闸。

保护装置回路结构简单、可靠性高、动作迅速、不反应系统振荡、不受区外故障暂态因素的影响。分相平衡保护(简称平衡保护)一般装设在有可靠电源的电源端,分相方向横差保护(简称横差保护)一般装在小电源或没有电源的受电端。

横联保护回路结构简单、造价便宜,但其原理本身带来一个弱点,即有 10%~15%的相继动作区,使线路不能达到全线速动。所以横联保护在要求切闸时间小于 0.1s 的 220kV 平行双回线上就不能使用,要采用双套高频。对于要求切闸时间小于 0.2s 的 220kV 平行双回线上可采用一套横联,一套高频。

二、分相横联保护的基本原理

横差保护是反应两平行线中电流之差的大小和方向而动作的,平衡保护是比较平行双回线路中电流的绝对值动作的。

下面介绍 BSXC-1 型分相横差保护及 BSXP-1 型分相平衡保护的主要构成元件及作用。

1. 分相差电流元件 7LJ~9LJ

三相差电流继电器,分别经和差变流器接入双回线同名相电流之差。作为线路内部故障及区外故障的判别元件,若两线电流方向均流向线路,差电流元件反应两线对应相电流之差,若两线电流方向相反(线路出口故障),差电流元件反应两线对应电流之和,因而保护安装处背后无电源时,该元件仍能正常工作。

2. 分相电流平衡元件 1LPJ~6LPJ

三相电流平衡继电器,动作线圈接入被保护线路相电流,制动线圈接入非保护线路同名相电流,作为线路内部故障或区外故障的判别元件,电压制动线圈正常时接对应相电压(制动线圈改造成 UE-57V),线路发生相间故障时,相间电压元件启动解除相电压制动,当保护安装处背侧无电源时,装置将不能反应线路故障。

3. 和差变流器 1CLH~3CLH

为了满足从双回线各一组变流器取出两线和电流及差电流的需要,设置该变流器(目前该装置中和电源部分未使用)。

双回线同名相两组 TA 的二次以反极性接入 CLH 的一次侧，在 CLH 的二次侧获得差电流。在分相横差保护中，差流元件、功率方向元件接在两线同名相差电流上，从和差变流器二次引出。

4. 电压闭锁元件 1YJ-6YJ (分相平衡仅有 1YJ-3YJ)

在分相横差保护中，电压闭锁元件是保护的启动元件，它可以降低差流元件定值、提高其灵敏度，同时也可以防止一回线变流器断线引起保护误动。横差保护分别设有相电压 (4YJ-6YJ) 和相间电压 (1YJ-3YJ) 闭锁元件，在单相接地故障时，相间电压闭锁元件不应启动，否则非故障相将失去闭锁，若非故障相电流不平衡时，有可能导致保护误动。

分相平衡保护中的相间电压闭锁元件在线路相间故障时动作，解除相电压制动，以提高保护的灵敏度。同样，在线路单相接地时，相间电压闭锁元件也不应启动。

5. 功率方向元件 1GJ~6GJ

在分相横差保护中，作为故障线路的选择元件，为消除出口三相短路方向元件的死区，装置使用了 LG—11/S 型带记忆作用的方向继电器 (记忆时大于 50ms)，内角取 $\gamma = -45^\circ$ 。

6. 邻流闭锁元件 1LJ~6LJ

当发生线路断线同时一侧接地故障时，断线不接地侧的横联保护将要无选择性地切除无故障线路，设置邻线对应相无电流闭锁，可以避免这类误动。同时带来的好处是：在一回线断开时，横联保护实现自动退出运行。因邻流闭锁继电器整定值很小，而正常负荷电流较大，短路电流比其动作电流大得更多，为防止触点振动，故使用 DL—4 型低定值电流继电器作为邻流闭锁元件。

7. 电压重动中间继电器 1ZYJ~3ZYJ

用来增加电压闭锁继电器触点，在分相横差中作低压闭锁元件，控制分相出口跳闸回路。在分相平衡中，当线路发生相间故障时，断开平衡继电器电压制动回路。

8. 出口跳闸电源控制中间继电器 1ZJ、2ZJ

用来控制双回线分相跳闸电源，当双回线断路器及母联断路器均处于合状态即双回线正常运行时，1ZJ、2ZJ 常闭触点给出正电源，允许保护分相跳闸；当甲线或乙线断路器其中有一个手动切开，1ZJ、2ZJ 立即断开保护跳闸的正电源；当母联断路器做两母线联络断路器用时，母联断路器无论由手动跳闸，还是由保护跳闸，1ZJ、2ZJ 立即返回，断开保护跳闸的正电源；母差动作时，由 2BSJ 常闭触点断开 1ZJ、2ZJ 励磁回路，将横联保护闭锁。横联保护跳闸电源至关重要，为可靠采用两块中间继电器给出，其触点状态由直流监视灯 XD 监视。

9. 分相跳闸出口信号 1XJ~6XJ

作为横联保护的相间跳闸出口信号元件。

10. 电压切换开关 QK

用作两组母线电压的切换，有停用电压不引入盘内位置，便于停保护试验。

三、装置连接片及运行规定

1. BSXC—1 型横差保护装置有关连接片 (各现场以实际情况及运行规程为准)

横差保护投入连接片，正常投入运行；

母联闭锁解除连接片，按继电保护部门要求使用；

横差保护跳甲线 A 相连接片，正常投入运行；



横差保护跳乙线 A 相连接片, 正常投入运行;
横差保护跳甲线 B 相连接片, 正常投入运行;
横差保护跳乙线 B 相连接片, 正常投入运行;
横差保护跳甲线 C 相连接片, 正常投入运行;
横差保护跳乙线 C 相连接片, 正常投入运行。

2. BSXP—1 型平衡保护装置有关连接片 (各现场以实际情况及运行规程为准)

平衡保护跳甲线 A 相连接片, 正常投入运行;
平衡保护跳乙线 A 相连接片, 正常投入运行;
平衡保护跳甲线 B 相连接片, 正常投入运行;
平衡保护跳乙线 B 相连接片, 正常投入运行;
平衡保护跳甲线 C 相连接片, 正常投入运行;
平衡保护跳乙线 C 相连接片, 正常投入运行。

1QP 连接片: ①增量启动; ②距离退出; ③甲线断开; 按继电保护部门要求使用。

2QP 连接片: ①增量启动; ②距离退出; ③乙线断开; 按继电保护部门要求使用。

3QP 连接片: ①母联投运; ②母联退出; 按继电保护部门要求使用。

3. 平衡、横差保护有关运行规定

(1) 双回线中一回线停运时, 双回线两侧平衡或横差保护均停用。

(2) 双回线中一回线一侧由旁路断路器代送时, 代送侧双回线平衡或横差保护停用。如果平衡或横差保护可切换至旁路断路器运行, 则不停。

(3) 双回线中之一由单侧空充电时, 投用充电线路充电侧的平衡或横差保护, 该线路对侧和另一线路两侧的平衡或横差保护跳闸连接片均断开。

第三节 重 合 闸

一、概述

在电力系统故障中, 输电线路的故障占绝大多数, 约占 90%, 因此, 提高输电线路运行的可靠性具有非常重要的意义。

运行经验表明: 在电力系统输电线路发生的故障中, 真正断线倒杆的事故较少, 有很多故障都是属于瞬时性的, 如雷击过电压引起的绝缘子表面闪络、大风时的碰线短路、通过鸟类的身体放电、风筝绳索或树枝落在导线上引起的短路等。从短路发生的形态讲, 单相接地故障占绝大多数, 约占 80%~90%。因为故障具有发展性, 由于故障地点、环境条件、风向、风速等因素, 使故障发展所需经历的时间各不相同, 如果继电保护装置迅速动作, 使断路器快速跳闸停电, 短路点很快脱离电源, 短路点的电弧会迅速熄灭, 周围介质的绝缘强度会迅速恢复, 故障随即自动消除。这时若重新使断路器合上, 往往能恢复供电, 从而减少停电时间, 提高供电的可靠性。当然, 重新合上断路器的工作也可以由运行人员手动操作进行, 但是手动操作停电时间太长, 用户电动机多数可能停转, 重新合闸取得的效果并不显著, 自动重合闸在电力系统中得到相当广泛的应用。

在输电线路路上装设自动重合闸以后, 由于其本身不能判断是瞬时性故障还是永久性故障, 因此在重合以后, 有可能成功 (即恢复送电), 也可能不成功。重合成功的次数与总动

作次数之比称为重合闸的成功率，据不完全统计：成功率在60%~90%之间，是相当高的。

在电力系统中采用自动重合闸的技术经济效果，主要可以归纳如下：

(1) 极大地提高了供电的可靠性，减少线路停电的机会对于单侧电源的单回线路尤为显著。

(2) 高压输电线路上采用自动重合闸，可以提高并列运行的稳定性。

(3) 在电网设计与建设过程中，在很多情况下，由于考虑了自动重合闸的作用，可以暂时缓架或不架双回线路，以节省投资。

(4) 对于断路器本身机构不良或继电保护装置误动引起的误跳闸，能起到纠正作用。

但是一切事物都是一分为二的，使用自动重合闸装置之后，给系统带来一些新问题。重合于永久性故障时的主要问题包括：①系统将承受二次冲击；②使断路器的工作条件变得更加严重，因为在短时间内将连续两次切断故障电源，对于油断路器必须加以考虑，因为在第一次跳闸时由于电弧的作用，油的绝缘已经降低，自动重合闸第二次切除故障，是在绝缘没有完全恢复正常的情况下进行的，因此，断路器的遮断容量要降低，一般降低到80%左右，这常常是限制自动重合闸使用的条件之一。

二、重合闸的分类及基本要求

1. 分类

按重合闸组成部分的结构原理来分，可分为机械式和电气式。按重合闸作用于断路器的方式来分，可分为单相重合闸、三相重合闸和综合重合闸。按重合闸方式来分，可分为检同期重合闸、捕捉同期重合闸及非同期重合闸。按动作次数来分，可以分为一次重合闸和多次重合闸。

2. 对重合闸装置的基本要求

(1) 在下列情况下，重合闸装置不应动作。

1) 由值班人员手动操作或通过遥控装置将断路器断开时。

2) 手动投入断路器，由于线路上存在故障，随即由保护动作将其断开时。因为在这种情况下的故障大多属于永久性的，可能由于检修质量不合格，隐患未能消除，或者线路接地线没有拆除等原因所造成。因此，再重合一次亦可能不成功。

3) 应考虑在某些不允许重合的情况下，自动地将重合闸闭锁。例如断路器处于不正常工作状态（如气压、液压降低等），不允许实现自动重合闸。变压器内部故障差动或瓦斯保护动作使断路器跳闸时均应闭锁重合闸，使之不进行重合闸。

(2) 除上述条件外，当断路器由继电保护动作或其他原因而跳闸时重合闸都应该动作，使断路器重新合闸。

(3) 为了能满足(1)、(2)项要求，应优先采用由控制开关与断路器位置不对应的原则来启动重合闸，即当控制开关在合闸后位置，而断路器在断开位置的情况下使重合闸启动。这样，就可以保证无论是什么原因，使断路器误跳闸以后，都可以进行一次重合。当手动操作控制开关使断路器跳闸后，由于二者是对应的，因此，重合闸不应启动。

(4) 重合闸装置的动作的次数应符合预先的规定，如一次重合闸就只应该动作一次，当重合于永久故障再次跳闸后，不应该再动作。

在任何情况下，例如装置本身的元件损坏，继电器触点粘住或拒动等原因。重合闸都不应该使断路器多次重合到永久性故障上去。

(5) 重合闸动作以后，应该能自动复归，准备好下次动作，以减少其操作和提高其可靠性。

(6) 重合闸的时间应尽可能短，以缩短停电时间，因为电源中断后电动机的转速急剧下降。当重合成功后，电动机要自启动，转速越低，自启动电流越大，时间越长，往往造成电网电压降低太多，使自启动更困难，拖延恢复正常工作的时间，但重合的时间也不能太短，因为：

1) 要使故障点的绝缘强度来得及恢复，即重合闸的时间应大于绝缘介质去游离的时间。

2) 要使断路器的操动机构来得及恢复到能够重新合闸。如油断路器，要使触头周围的绝缘强度来得及恢复，灭弧室来得及充满油。

重合闸动作时间一般取 0.5~1.5s。

(7) 重合闸装置应有在重合闸以前或重合闸以后加速保护动作的回路，以便更好地和保护装置相配合，加速故障的切除。

当用控制开关手动合闸时，如合于存在故障的线路上，也宜采用加速保护动作的措施，这是因为这种情况同实现重合闸后加速的要求是完全一样的。

如果采用重合闸后加速保护方式，当合闸瞬间所产生的冲击电流及断路器三相触头不同时闭合所产生的零序及负序电流有可能引起保护误动作时，则应采取措施予以防止。

(8) 在两侧电源的线路上采用重合闸，应考虑合闸时的同步问题。

三、综合重合闸

根据运行经验，在 110kV 以上的大电流接地系统的高压架空线路上，70% 以上的短路故障是单相接地短路，特别是 220~500kV 的架空线路，由于线间距离大，单相接地故障甚至可达 90% 左右。在这种情况下，如果只把发生故障的一相断开，然后再进行单相重合，而未发生故障的两相在重合闸周期内仍然继续运行，就能大大提高供电的可靠性和系统并列运行的稳定性。因此，在 220~500kV 大电流接地系统中，广泛采用了单相重合闸。

单相重合闸的特点是：在线路相间短路时，保护动作跳开三相断路器，不进行重合；在发生单相短路接地时，保护动作只跳开故障相断路器，然后进行单相重合。如果线路发生的是瞬时性故障，则单相重合成功，即恢复三相正常运行。如果是永久性故障，单相重合不成功，此时，根据系统的具体情况，如不允许长期非全相运行，则应切除三相，并不进行重合。如需要转入非全相运行，则应再切除单相，并不再进行重合。目前一般都是采用前一种方式。

在采用单相重合闸的线路上，一般发生相间故障跳开三相断路器后，仍然需要进行一次三相重合闸。因此，单相重合闸和三相重合闸实际上是在一起考虑的，所以将这种重合闸称为综合重合闸。

综合重合闸是用于大电流接地系统，并具有三相重合闸和单相重合闸两种性能的重合闸装置。在相间短路时，保护切除三相断路器后进行三相重合闸；在单相接地短路时，保护只切除故障相，然后进行单相重合闸。综合重合闸与一般三相重合闸相比，多了一个单相重合闸的功能，其他与三相重合闸的要求基本上一致。在高压网络中，除个别情况只用单相重合闸不用三相重合闸以外，一般都是综合重合闸。在单相重合闸装置中，增加相间故障跳三相并继之以三相重合闸的功能以后，即成为综合重合闸。因此，单相重合闸改为综合重合闸并不复杂。所以，单纯的单相重合闸装置是比较少的。综合重合闸装置具有单相重合闸、三相



重合闸、综合重合闸及重合闸停用四种运行方式。

四、JZZC—3 型综合重合闸装置

JZZC—3 型综合重合闸装置适用于具有分相操作断路器的大电流操作系统中，作为故障后实现一次自动重合闸的自动装置，利用切换开关 QK，可实现以下四种重合闸方式：①综合重合闸方式 [1] + [3]；②单相重合闸方式 [1]；③三相重合闸方式 [3]；④停用重合闸方式 [0]。

JZZC—3 型综合重合闸装置各元件名称及作用如下。

ZKJa、ZKJb 及 ZKJc——按相灵敏接线原理构成的带记忆作用的方向阻抗选相元件。

1LJa、1LJb 及 1LJc——分相电流速断，也可作为电流辅助选相元件，此时，其直流正电由 6QP 控制。

2LJa、2LJb 及 2LJc——分相后加速电流元件，其作用如下：

(1) 判别单相重合于永久性故障线路时，分相后加速跳闸。

(2) 判别断路器在保护动作发出跳闸脉冲命令后是否确实跳闸，控制启动开关失灵保护。

(3) 当阻抗选相元件使用线路侧电压互感器时，在单相接地短路情况下，故障相跳闸后，阻抗选相元件可能不返回，用 2LJ 触点闭锁。

GJ0——零序功率方向元件，根据需要可以分别控制各段零序电流保护。

1LJ01、1LJ02、2LJ0、3LJ0 及 4LJ0——分别为零序电流保护不灵敏 I 段、灵敏 I 段、II 段 (2LJ0、3LJ0) 及 III 段电流元件。这样设置的目的是为了满足不同短线路在整定配合时的需要。

LJ0——接于同一线路电流互感器另一组二次绕组的电流元件，用作对接地保护在最大负荷电流情况下电流二次回路断线时可能动作的各段进行闭锁。

ZGJ0——GJ0 的重动中间继电器，增加 GJ0 的触点数量，并提高触点断电消弧能力。

2~4SJ——零序电流保护二、三段用的时间元件。

TJa、TJb 及 TJc——分相跳闸快速出口继电器。

TJ——三相跳闸快速出口继电器。

LQJ——可以作为连锁切机、切负荷或其他用途的快速中间继电器，也可用于在重合前或重合不成功时的三相跳闸。

1SJ——选相元件或分相跳闸出口继电器拒动时仍能跳三相断路器的时间继电器，即用于以 0.25s 时间启动三相跳闸出口继电器 TJ。

GJa、GJb 及 GJc——分相跳闸固定中间继电器，由于它可以组成两相故障连跳回路。当转换性接地故障时，用此分相固定继电器触点构成可靠的三相连跳回路，而且还可联动三相跳闸继电器 TJ。另一作用是组成分相后加速回路。

GJ——三相跳闸固定中间继电器。在重合闸继电器 DH—4 的启动回路中，端子排 45 号 (033) 和 46 号 (035) 之间接入 GJ1 动断触点和同期检定等电压元件触点控制时，在发生单相故障时，GJ 不动作，不需要检查同期；经过 GJ1 动断触点直接启动重合闸时间继电器 SJ。当多相短路三相跳闸时，GJ 动作，其动断触点 GJ1 断开，重合闸继电器必须经同期检定继电器触点的控制才能启动。

JSJ——重合闸后加速中间继电器。

1ZQJ 及 2ZQJ——重合闸启动中间继电器。1SJ 的终止触点经 1ZQJ4 动断触点控制，以便能与阻抗选相元件在动作时间上可靠配合。如线路发生单相故障，进行单相跳闸时，则由 1ZQJ4 断开 1SJ 的三相跳闸回路，因而可以缩短选相回路拒动时的整定跳闸时间。

1FJJ 及 2FJJ——分相后加速延时（2FJJ）动作的中间继电器。因为要求 2FJJ 在失磁时不允许带延时返回，为了消除这一缺陷，在后期的产品中又增设一只 1FJJ 继电器，它的特点是瞬时动作，瞬时返回，弥补了上述缺陷。

DZJ——直流回路监视和对非全相运行会误动作的保护进行闭锁，并延时复归准备好三相跳闸回路。

ZHJ——重合闸中间继电器。

SJ——重合闸时间继电器。

1YJJ——断路器操作气（液）压降低时，闭锁重合闸的中间继电器。它仅反应重合闸前的气（液）压，如在重合前气（液）压在整定值以上时，就可以进行一个重合闸循环动作。2ZQJ3 触点的作用是防止在重合过程中，气（液）压瞬时降低导致不能重合。

2YJJ——气（液）压降低到不允许跳闸的中间继电器。其触点直接控制跳闸回路，并带有电流保持线圈，若一旦有跳闸电流时使其自保持，防止跳闸过程中由于气（液）压瞬时降低使其触点断开。由于这些触点控制了关键的跳闸回路，正常必须实行监视。运行中曾发生过由于控制跳闸的气（液）压触点接触不良，因无监视而未及时发现，在故障时保护动作后断路器拒跳的严重事故。

3YJJ——气（液）压异常中间继电器，它动作后将闭锁断路器的一切操作；

SHJ 及 STJ——手动合闸及跳闸中间继电器；

1XJ01——零序不灵敏 I 段动作信号；

1XJ02——零序灵敏 I 段动作信号；

2XJ0——零序 II 段动作信号；

3XJ0——零序不灵敏 II 段动作信号；

4XJ0——零序 III 段动作信号；

5XJ——手动及分相后加速动作信号；

6XJ——相电流速断动作信号；

7XJ——重合闸动作信号；

XJA——A 相跳闸信号；

XJB——B 相跳闸信号；

XJC——C 相跳闸信号；

XJ——三相跳闸信号。

五、装置连接片及运行规定

1. JZZC—3 型综合重合闸装置有关连接片（各现场以实际情况及运行规程为准）

零序灵敏 I 段连接片，正常运行投入；

零序不灵敏 I 段连接片，正常运行投入；

零序 II 段连接片，正常运行投入；

零序 III 段连接片，按继电保护部门要求使用；

零序 IV 段连接片，正常运行投入；

相电流速断连接片，按继电保护部门要求使用；

重合闸时间控制连接片，按继电保护部门要求使用；

启动失灵保护连接片，正常运行投入；

重合闸方式切换开关，正常运行投入，按继电保护部门要求使用。

2. 重合闸装置有关运行规定

(1) 220kV 线路采用的重合闸装置根据系统一次接线情况，可分为四种：

1) 多环线路（不同电源间除本线路连接外，尚有两条以上的线路相通，形成了两个以上的环状接线网络），可采用三相重合闸方式。

2) 单环线路（不同电源间除本线路外，尚有一条连通的线路形成一个单环网络），可采用单相不检定、三相检定的综合重合闸。

3) 两电源间仅一条联络线，只允许使用单相重合闸方式。如要使用三相重合闸必须带有控制元件（如检查线路无电压，检查同期，检查母线有电压或检查另一回线中有电流等条件的元件）。

4) 单侧电源的负荷线路采用三相重合闸。

(2) 综合重合闸装置可由开关切换成以下四种重合闸方式。

1) 综合重合闸方式。单相故障，切单相，单相重合，永久性故障再切三相。相间故障切三相，三相重合（带有或不带有控制元件），永久性故障再切三相。切换开关位置为“1+3”。

2) 三相重合闸方式。任何类型的故障都切三相，三相重合（有时带有控制元件），永久性故障再切三相，切换开关位置为“3”。

3) 单相重合闸方式。单相故障切单相，单相重合；相间故障三相跳闸后不重合。切换开关位置为“1”。

4) 重合闸停用方式。任何类型故障，跳三相不重合。切换开关位置为“0”。

(3) 综合重合闸装置（JZZC—3）的端子与保护接口的说明如下。

1) N 端子。接能躲开非全相运行的保护。如相差高频、零序电流不灵敏 I 段保护、距离 I 段、II 段。

2) M 端子。接不能躲开非全相运行的保护。如零序电流保护灵敏 I 段、II 段、III 段等。

3) Q 端子。接保护动作跳开三相开关后需进行重合闸的保护或需要实现高频保护停信的保护。

4) R 端子。接不启动重合闸的保护。如零序电流保护 IV 段、后加速段、距离 III 段等。各保护应连接的跳闸端子已在定值书中注明，由继电人员按要求连接。

(4) 三相重合闸装置（JSC—10、PLL—10）的端子与保护接口的说明：

1) K33 端子。快跳端子。接零序电流保护的延时段，距离保护 I 段、II 段，高频保护等。

2) M33 端子。慢跳端子。接零序电流保护的瞬时段。当被保护线路第一次故障时，M33 的功能与 K33 相同（经 JSJ 动断触点 M33 与 K33 连接）。

3) R33 端子。接不启动重合闸的保护。如零序电流保护的 IV 段，距离保护 III 段，后加速段，母差保护等。

4) 三相重合闸投是指连接片投入，三相重合闸停是指连接片断开。各保护应连接的跳

闸端子已在定值书中注明，由继电人员按要求连接。

(5) 一般情况下，线路重合闸装置均应投入使用。对于具有单独充电开关的线路重合闸（包括综合重合闸），停开关时应先停充电开关；送电时应先合开关，后合充电开关。

(6) 重合闸装置在下列情况时应停用。

- 1) 运行中发现装置异常。
- 2) 电源联络线路有可能造成非同期合闸时。
- 3) 充电线路或试运行的线路。

4) 经省调主管生产领导批准不宜使用重合闸的线路（如根据稳定要求不允许使用重合闸的）。

(7) 运行人员每月应使用重合闸试验按钮 YA 对重合闸进行一次检查，试验应在开关合闸状态下进行，观察重合闸继电器充放电情况应正确。按 YA 保持住，使重合闸时间继电器动作，当 ZJ 励磁瞬间氖灯熄灭，经 15~25s 氖灯应亮。

(8) 当装置发出液压降低禁止合闸或禁止操作信号时，值班人员应立即报告省调，并通知有关人员处理。

(9) 当 220kV 线路是双电源，同时 T 接分支未装故障解列装置，则线路重合闸停用；单侧电源时，线路重合闸投“3”。当 220kV 是双电源，同时 T 接分支装有故障解列装置，则线路重合闸投“1”或“1+3”；如双电源变为单电源，电源侧线路重合闸投“3”，分支线解列装置停用。

(10) 因电网稳定要求，对某些负荷线路实现单相故障跳三相允许重合，多相故障时跳三相不允许重合，称为故障判别重合闸。

1) 对由三相重合闸装置改造的故障判别重合闸，装置应投的连接片见装置所属单位的运行规定。

2) 对综合重合闸装置，重合闸方式切换开关 QK 放在投单位置。

3) 对微机保护的重合闸装置，重合闸方式切换开关 QK 放在投单位置。

(11) 线路配有微机保护和常规重合闸时，两套保护的重合闸方式切换开关投相同位置，投入常规重合闸合闸连接片，断开微机保护合闸连接片。

第五章 3/2 断路器接线保护

第一节 3/2 断路器接线方式保护装置简介

3/2 断路器接线方式的特点是线路停检操作简单、没有隔离开关倒闸操作，母线短路故障时输电线路可照常运行。线路短路故障，即使断路器失灵拒动，除故障线路不能运行外，最多导致增加一个电力设备（或线路）被断开，均不致造成全所停电。

一、3/2 断路器接线方式线路保护技术性能

(1) 线路保护以线路为单元装设。重合闸装置、三相重合闸的电压检定和同期检定，分相操作继电器箱，断路器失灵保护等按断路器为单元装设。

(2) 线路保护具有两套独立的选相跳闸逻辑装置，且分别受控于线路的不同的两套保护装置，并按故障类型发出单相或三相跳闸命令。

(3) 线路各套保护均应能分别投停、调试，不影响线路其他保护的正常运行。

(4) 断路器具有两组跳闸线圈，线路保护动作时分别作用其中一组跳闸线圈。

(5) 各套保护的跳闸输出触点应该是独立的空触点。

(6) 短引线保护装置设在母线侧断路器操作屏上。正常时不投入运行，只有在输电线路停运后，且该串断路器均运行时才投运。

(7) 中间断路器失灵保护应配备双套远方跳闸发信装置。

(8) 线路保护按接用线路电压互感器考虑，不考虑交流电压切换到母线电压互感器上。

(9) 重合闸能实现单相重合闸方式、三相重合闸方式、综合重合闸方式及停用重合闸方式。两组断路器可分别按要求使用相同或不不同的重合闸方式。

二、3/2 断路器接线方式的断路器失灵保护

3/2 断路器接线方式失灵保护按断路器为单元设置，断路器失灵保护动作后应先瞬时作用于本相拒动断路器的两个跳闸线圈使之跳闸，再经一短延时跳该拒动断路器三相及有关断路器。靠近两母线侧的断路器失灵保护应启动各自母线保护出口继电器，使该母线上的所有断路器跳闸，并使中间断路器也跳闸。中间断路器失灵保护动作后使靠近两母线的断路器跳闸，并均应能提供启动两套远方跳闸发信装置，远跳线路对侧断路器。

三、短引线保护

短引线保护是 3/2 断路器接线方式所特需的，当输电线路（发电机—变压器、高压备用变压器等其他连接元件）停电进行检修时，线路（或发电机—变压器、高压备用变压器等其他连接元件）隔离开关被断开，而 3/2 断路器接线中该串断路器仍保留在运行中时，若该串两电流互感器之间的短引线发生短路故障，原线路的各保护装置因使用线路出口上的电容式电压互感器而不能动作跳闸，故必须装设短引线保护。

短引线保护为简单的三相式电流差动保护，在输电线路正常运行时，该保护直流电源被断开，不投入运行。当输电线路停电、线路隔离开关被断开后，该保护的直流电源被接入，将短引线保护投入运行。

四、远方跳闸装置

通常，一座高压变电所的输电线路总数是要比变压器台数要多。以 3/2 断路器的一串是输电线路 L1 和 L2 为例说明 3/2 断路器接线方式设置远方跳闸装置的必要性。远方跳闸装置示意图如图 1-5-1 所示。

当任一线路 L1（或 L2）终端发生短路故障，线路 L1（或 L2）的两端的保护装置动作跳开断路器 QF1（或 QF2）及本端 QF3（或 QF5）和 QF4。此时若断路器 QF4 本身拒动，则 QF4 处断路器失灵保护动作可以跳开断路器 QF5（或 QF3），但短路故障仍然存在，

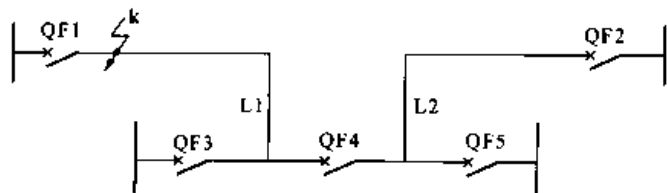


图 1-5-1 远方跳闸装置示意图

需要跳开相邻线 L2（或 L1）对端 QF2（或 QF1）处断路器。一般 QF2（或 QF1）处保护对相邻线路端短路的灵敏度不足而不能跳闸。因此在 QF4 处必须装设由断路器失灵保护启动发信装置发跳闸命令，QF2（或 QF1）处装设收信装置，在收对端 QF4 发来的跳闸命令时将 QF2（或 QF1）处断路器跳闸。

远方跳闸装置是一种发直接跳闸命令的，为了提高跳闸的可靠性，目前采用下列方式：

(1) 不通过就地故障判别元件按“二取二”瞬时跳闸方式。所谓“二取二”的方式是指使用两套远方收发信设备，两个通道，两个不同工作频率。只有当这两套装置同时动作发出跳闸命令才允许对端跳闸。本端只装发信装置，对端只装收信装置。

(2) 收信装置端增加就地故障判别元件控制的“二取一”延时跳闸方式。即两套远方跳闸收信装置中任一套收到跳闸命令后，须经故障判别元件判断是否存在故障才允许延时跳闸。

第二节 进口 APLS 微机线路保护装置

一、保护功能

ALPS 微机线路保护装置是美国 GE 公司生产的新一代的先进线路保护装置，配备有 4 段相间、接地距离元件（4 段可设置为反向闭锁），当既使用相间距离也使用接地距离元件时，可有 6 个独立的采用可变阻抗算法的测量元件，3 个用于相间距离，3 个用于接地距离。其中距离 II 段加接地方向过流兼作高频保护启动元件用。同时，还带有阶段式电流后备保护（包括相间、接地过流元件）。装置特点如下。

(1) ALPS 微机线路保护采用了每周 64 点高速采样技术，对于距离 I、II 段，采用了独特的小矢量计算及可变数据窗技术，当出口故障时，ALPS 可以自适应地选择小数据窗计算及相应的较小动作阻抗圆，从而达到半周快速且安全动作。当线路末端故障时，又可以自适应地加长计算数据窗及相应的动作阻抗圆，直至最大整定值为止，既能得到最快的动作速度，又保证了选择性。

(2) 采取各种有效措施，满足超高压串补电容及邻近串补线路保护的需要。

(3) 采用了负序方向电流保护及阶段式接地零序方向电流保护。

ALPS 设置了负序方向控制的零序电流及负序电流元件，并构成相间及接地故障的高频方向保护。此外，还配置了阶段式阶段零序方向过流保护。其中，负序方向电流保护能保证

在振荡过程中阻抗元件被闭锁后，在发生区内相间及接地故障时可靠地瞬时切除故障。

(4) 配置了自适应的振荡闭锁逻辑和可选的失步跳闸逻辑。

(5) 具备故障录波功能，能将最近的 150 个事件存储于存储器内，可通过面板 PL-1 口或 PL-2 口，以及一台 PC 机远方访问。

二、正常监视内容

1. 保护装置正常电源投入

液晶显示当时时间和保护状态指示灯 STATUS 正常时显示绿色，异常告警闭锁保护时显红色。

TRIP 灯正常时显示绿色，发生事故跳闸时显示红色。

2. 信息查询

INF 用来察看存于继电器内的信息，因而不需要任何优先级。按 INF 键，运行访问下列信息：

- 1) ALPS 状态信息。
- 2) 故障信息。
- 3) 当前值。
- 4) 触点转换器状态。
- 5) 数字量输出状态。
- 6) 事件信息。
- 7) 通信口令。
- 8) 站/线编号。
- 9) ALPS 模型/版本。
- 10) 录波捕捉。

现场液晶显示如下：

INFORMATION
1. ALPS Status
2. Faults
3. Present Values

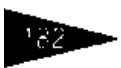
使用箭头键选择要求的目录，也可以使用直接输入目录编号的方法。

使用上下键可以滚动目录列表，也可键入目录的编号。如果键入了目录编号，将显示在右上角。当选择了某目录后，按下 ENT 键，该目录的前三项信息将显示出来。使用箭头键可以显示其他信息。只有在选择察看信息时，光标才显示出来，而当察看信息时又变得不可见。在任何时候都可按 INF 键回到目录列表，从而可以选择其他目录。

要求运行人员会察看如下信息。

(1) 状态信息。察看状态信息时，则继电器的总体状态将显示在第二行。如果继电器工作正常，将显示“STATUS: OK”，如果自检出致命错误，则显示“STATUS: FAIL”。如果不是致命错误而是非致命错误，则显示“STATUS: WARN”。如果硬件没有问题，但仍可能有许多其他状态，此时显示“STATUS: MISC”。

(2) 故障信息：此目录用于显示故障信息。选择此项后，所选择的故障信息汇总将显示出来，例如：



```

SELECT FAULT #1
XXX YYY MM/DD HH: MM
XXX YYY MM/DD HH: MM
XXX YYY MM/DD HH: MM

```

其中 XXX 表示故障类型，YYY 表示跳闸类型，MM/DD HH: MM 表示日期和时间。故障类型和跳闸类型如表 1-5-1 所示。在选择故障后按下 ENT 键可以察看所有的故障信息。对于每一故障所显示的内容说明如下。

Time: HH: MM: SS. XXX (XXX=msec) (故障发生的时间)。

Date: MM/DD/YY (故障发生的日期)。

Fault Type (故障类型): XXX (见故障类型列表)。

Trip Type (跳闸类型): YYY (见跳闸类型列表)。

Distance: ZZZ. ZMI/KM (故障点的距离)。

Relay Op Time: XXX XXX (以毫秒计的继电器动作时间)。

Brkr Op Time: XXX XXX (以毫秒计的断路器动作时间)。

表 1-5-1 故障类型和跳闸类型

故障类型	含 义	跳闸类型	含 义	跳闸类型	含 义
AG	A 相接地	Z1	距离 1 段	WI	弱馈
BG	B 相接地	Z2	距离 2 段	0SC	录波触发
CG	C 相接地	Z3	距离 3 段	SZ1	1 段单相跳闸
ABG	A-B 相短路接地	Z4	距离 4 段	SZ2	2 段单相跳闸
BCG	B-C 相短路接地	PLT	高频	SPI	高频单相跳闸
CAG	C-A 相短路接地	50G	接地瞬时过流	SWI	弱馈单相跳闸
AB	A-B 相短路	50P	相间瞬时过流	CTB	可编程跳闸母线跳闸
BC	B-C 相短路	51G	接地延时过流		
CA	C-A 相短路	LPU	线路充电		
3PH	三相短路	REM	远跳		

(3) 察看当前值。用于显示当前模拟量，每 4s 刷新显示一次。

当前值信息显示在 6 个不同的屏幕中。按下键，就显示下一屏的信息。使用上键就显示上一屏的信息。依次显示的信息分别为：①均方根值（显示一次值）；②功率因数，频率、有功功率、无功功率；③电压模拟量值；④电流模拟量值；⑤断路器容量；⑥断路器操作。

(4) 事件信息。用于察看当保护某一元件动作时记录的事件信息。每一事件显示的信息组成为：事件编号和产生的时间位于顶行，产生的日期位于第二行，详细的事件描述在第三行和第四行，可用↑、↓键来察看事件信息。

三、ALPS 装置的自动测试

ALPS 能自动地对主要功能及关键的硬件进行测试，并通过 LUI 显示器，LED 状态及严重告警触点来报告其状态。故障报告与故障类型及故障程度有关，有些故障启动严重告警

触点及 LED 状态显示，而有些只启动非严重告警触点。

ALPS 有三级自测试：

(1) 第一级指出严重的继电器故障（在显示器上用 FAIL 信息显示出），严重的告警触点断开、状态指示灯为红灯，发生这些故障时表明保护不再起作用。

(2) 第二级告警信息。在显示器上显示为一告警信息，并且此时非严重告警触点也合上。发生这种故障表明继电器只有某些保护功能起作用。

(3) 第三级指示系统状态错误，这可能是由于控制系统故障（跳闸回路开路）或因为 ALPS 命令使得继电器不工作（禁止输出）。这些情况的显示通过合上非严重告警触点，LED 指示灯红灯亮，或严重告警触点断开，但是只有在系统命令发出后，才有显示。自动测试显示如表 1-5-2 所示。

表 1-5-2 自动测试显示

错误	显示	状态	错误	显示	状态
WARN	NCA	告警状态	FAIL	CA/LED	故障状态
MISC	LED	混合状态			

注 LED：红灯状态指示灯；CA：严重告警触点闭合；NCA：非严重告警触点闭合。

四、异常的处理

1. 异常处理步骤（运行人员只执行第一步）

(1) 确定保护的状态，或为严重、不严重，或者二者的混合。现场运行人员在确定保护装置存在异常时，无论是严重告警或不严重告警，均应立即停用保护装置，并通知继电人员立即处理。

(2) 根据故障代码，警告代码或信息状态命令确定有缺陷的分板。

(3) 遵守防静电措施及安全措施更换有缺陷的分板。

2. 异常信息状态命令查找

(1) 按 INF 键，用 ↑、↓ 键滚动，直至显示 ALPS status。

(2) 按 ENT 键，显示器显示有故障存在，即 STATUS: FAIL。

(3) 按 ↑ 键得到所有故障的详细报告。

(4) 注意：启动或关闭电源超过 24h 后，时间及数据复归为 00:00:0001, 01/01/96。所有的事件及故障数据被复归。

3. 故障信息表

故障信息表如表 1-5-3 所示。

表 1-5-3 故障信息表

故障信息	含义
960 CPU BOARD	960 CPU 板
FAIL FLASH MEMORY	刷新存储器故障
FAIL-STATIC RAM	静态 RAM 故障
FAIL-STATIC RAM CRC	静态 RAM CRC 校验故障
FAIL-DPRAM 960 ACCESS	DPRAM 960 访问故障

续表

故 障 信 息	含 义
FAIL-I960 INTRPT CONTROLLER	I960 中断控制器故障
FAIL-CPU TIMER	CPU 定时器故障
FAIL-CPU EEPROM	CPU EEPROM 故障
FAIL-CPU CAPRAM	CPU CAPRAM 故障
FAIL-CPU RTC	CPU RTC 故障
FAIL-CPU WATCHDOG TIMER	CPU 看门狗定时器故障
FAIL-S/W PROT CONSTANTS	S/W 保护常量故障
FAIL-S/W CONFG. LOGIC	S/W 配置逻辑故障
FAIL-CONFIG S/W VERSION ERROR	配置 S/W 版本错误
FAIL-CPU SYSTEM IN RESET	CPU 系统复归
FAIL-CPU SYSTEM SHUTDOWN	CPU 系统关机
FAIL-DO FEED BACK	反馈在进行
FAIL-LUI LCD DISPLAY	LUI LCD 显示器故障
FAIL-IRIGB	IRIGB 故障
FAIL-TRIP CKT #1 CONTINUITY ERROR	CKT 1 号跳闸回路连续性故障
FAIL-TRIP CKT #2 CONTINUITY ERROR	CKT 2 号跳闸回路连续性故障
FAIL-TRIP CKT #3 CONTINUITY ERROR	CKT 3 号跳闸回路连续性故障
FAIL-TRIP CKT #4 CONTINUITY ERROR	CKT 4 号跳闸回路连续性故障
FAIL-TRIP CKT #5 CONTINUITY ERROR *	CKT 5 号跳闸回路连续性故障
FAIL-TRIP CKT #6 CONTINUITY ERROR *	CKT 6 号跳闸回路连续性故障
FAIL-CONFIG H/W MISMATCH	H/W 配置失配
FAIL-NO DMA INTERRUPT	没有 DMA 中断
FAIL-RUNTIME SETTINGS AREA	运行整定区域故障
FAIL-EEP CONTENTS ERROR	EEP 内容故障
STAT-DO DISABLED HARDWARE	硬件不能启动
MAGNETICS MODULE	磁模块
FAIL-MAG SEEPROM	MAG SEEPROM 故障
COMMUNICATIONS WARNING	通信告警
FRONT PORT LOGIN FAILURE	前板口逻辑故障
REAR PORT #1 LOGIN FAILURE	后板口 1 号逻辑故障
REAR PORT #2 LOGIN FAILURE	后板口 2 号逻辑故障
WARN-FRONT PORT FAIL	前板口故障告警
WARN-REAR PORT #1 FAIL	后板口 1 号故障告警
WARN-REAR PORT #2 FAIL	后板口 2 号故障告警
WARN-REAR PORT 1 ABSENT	无后板口 1 告警
WARN-REAR PORT 2 ABSENT	无后板口 2 告警

续表

故 障 信 息	含 义
MISCELLANEOUS FAILURES	混合故障
CON MONITOR ALARM	CON 监视器告警
UNBALANCED SYS ALARM	系统不平衡告警
FUSE FAILURE	熔丝断
TRIP BUS CHK FAIL	跳闸母线检查出错
TIME STROBE FAIL	时间脉冲出错
WARN-LUI KEYPAD ERROR	LUI 键盘错误告警
WARN-RTC	RTC 告警
WARN-DIGITAL INPUT LOGIC	数字输入逻辑告警
WARN-LCD DISPLAY	LCD 显示器告警
CCS	通过 CCS 切换激活组
LUI PASS WORDS DISABLED	LUI 口令不通过
DISABLED OUTPUTS	输出被冻结
DO DISABLED-SOFTWARE	软件被冻结
DO DISABLED-HARDWARE	硬件被冻结
RELAY TEST	继电器测试
DIGITAL OUTPUT TEST	数字输出测试
CHANNEL TEST	通道测试
PLAYBACK	回放
ANI/DSP BOARD	ANI/DSP 板
FAIL-ANI ADC CONTROLLER	ANI ADC 故障
FAIL-ANI ADC SEEPROM	ANI ADC SEEPROM 故障
FAIL-ANI REF. VOLTAGE	ANI 参考电压故障
FAIL-ANI ZERO CROSSING LOGIC	ANI 过零点逻辑故障
FAIL-DMA NO INTERRUPT	DMA 无中断故障
FAIL-DI INPUT LOGIC	DI 输入逻辑故障
FAIL-SERIAL EEP READ	串行 EEP 读数故障
FAIL-FREQUENCY OUT OF RANGE	频率超限
FAIL-DSP PROGRAM ROM	DSP 程序 ROM 故障
FAIL-DSP INTERNAL RAM	DSP 内部 RAM 故障
FAIL-DSP INTERNAL RAM CRC	DSP 内部 RAM CRC 校验故障
FAIL-DSP DPRAM DSP ACCESS	DSP DPRAM DSP 访问故障
FAIL-DSP 960-DSP INTERRUPT	DSP 960-DSP 中断故障
FAIL-RUN TIME DPRAM CHECKSUM	运行时 DPRAM 算术和校验故障
FAIL-DI SERIAL EEPROM	DI 串行 EEPROM 故障
FAIL-DO SERIAL EEPROM	DO 串行 EEPROM 故障

续表

故障信息	含义
FAIL-DSP SETTINGS	DSP 设定故障
FAIL-DSP TABLES	DSP 列表故障
FAILDSP I960 HANDSHAKE	DSP I960 握手故障
FAIL-DSP IN RESET	DSP 复归
FAIL-DSP S/W VERSION	DSP S/W 版本有错
FAIL-DSP IN SHUTDOWN	DSP 处于关闭
FAIL-ANI VREF1	ANI VREF1 故障
FAIL-ANI VREF2	ANI VREF2 故障
FAIL-ANI VREF3	ANI VREF3 故障
WARN-COMM FRONT PORT FAIL	面板上通信口故障
WARN-COMM REAR PORT #1 FAIL	后板通信口 1 号故障告警
WARN-COMM REAR PORT #2 FAIL	后板通信口 2 号故障告警
WARN-COMM LUI KEYPAD ERROR	LUI 键盘通信故障告警
STAT-DI ERROR CORRECTED	STAT-DI 校验出错

4. 装置故障的重新上电处理

严重故障表示保护已全部中断，当故障发生在某一板上（电源除外），LED 状态灯为红色，将电源拔掉重新再加电，试着解决显示器上的故障，如果 ALPS 重新启动成功，LDE 灯变绿。

5. 非严重故障

非严重故障表明 ALPS 保护有潜在中断的危险。LDE 指示灯仍为绿。非严重故障信息格式为 WARN * * *。* * * 为数字代码，表示故障性质。

五、保护操作的说明（各现场以实际情况及运行规程为准）

1. 屏上切换把手

- (1) 重合闸把手。1 位是单相重合闸；3 位是三相重合闸；0 位是停用重合闸。
- (2) 高频把手。ON 位置高频投入；OFF 位置高频退出。
- (3) 跳闸把手。1 位是单跳方式；3 位是三相方式。

2. 保护连接片

- (1) 电流连接片。可以连接外部进入保护电流，或断开进入保护回路。
- (2) 电压连接片。可以断开进入保护的外部电压回路。
- (3) 跳闸 1、2 两组跳闸出口连接片。
- (4) 失灵 1、2 两组启动失灵连接片。
- (5) 保护动作连接片。
- (6) 正常运行时所有连接片均处于合位。

六、500kV 操作屏的说明、规定

500kV 线路 3/2 接线方式是以 I、II 母间断路器串来划分单位的。每完整串应连接 3 台

断路器两条出线。对应每台断路器有一面操作屏。

1. GXF—42/A 型母线侧断路器操作屏功能说明

(1) 两套短引线保护。当此断路器连接的线路停用，而断路器仍保留运行时，将其投入。

(2) 失灵保护。断路器失灵时，跳开本串的中间联络断路器，并启动母差保护出口跳开与该断路器连接母线上的所有断路器。

(3) 手合、手跳、重合闸回路，跳闸出口信号回路。

(4) 微机保护，收发信机开入量。

(5) 非全相保护延时跳开断路器三相。

2. 母线侧断路器操作屏的连接片（各现场以实际情况及运行规程为准）

8XB1，失灵瞬时跳本侧断路器线圈Ⅰ，正常运行投入。

8XB2，失灵瞬时跳本侧断路器线圈Ⅱ，正常运行投入。

8XB3，失灵延时跳中间断路器Ⅰ，正常运行投入。

8XB4，失灵延时跳中间断路器Ⅱ，正常运行投入。

8XB5，失灵延时启动Ⅱ母断路器Ⅰ，正常运行投入。

8XB6，失灵延时启动Ⅱ母断路器Ⅱ，正常运行投入。

8XB9，开关失灵启动重合闸放电连接片，闭锁重合闸，正常运行投入。

10XB1，短引线保护Ⅰ跳本侧断路器Ⅰ，当与该串相连某一元件退出运行，仍保持整串运行时投入。

10XB2，短引线保护Ⅰ跳中间断路器Ⅰ，当与该串相连某一元件退出运行，仍保持整串运行时投入。

10XB3，短引线保护Ⅱ跳本侧断路器Ⅱ，当与该串相连某一元件退出运行，仍保持整串运行时投入。

10XB4，短引线保护Ⅱ跳中间断路器Ⅱ，当与该串相连某一元件退出运行，仍保持整串运行时投入。

3XB1，为检定线路无电压连接片，当开关重合闸投检线路无电压母线有电压方式时投入此连接片。使用单相重合闸方式时此连接片不投入。

3XB2，为检定母线无电压连接片。当开关重合闸投检母线无电压线路有电压方式时投入此连接片。

3XB3，为重合闸出口连接片，当投开关重合闸时投入此连接片。

3QP1，重合闸时间快、慢切换连接片，按继电保护部门要求投入。

3QP2，为检定同期及有电压连接片，左投为检同期及母线有电压方式，右投为检同期及线路有电压方式。正常运行时当开关重合闸投入时 3QP2 左投或右投必据其一（不对应启动重合闸只能经检定同期及有电压回路去启动重合闸，一般情况下应使用检同期及线路有电压方式）。

4XB1、4XB4，断路器位置停信短接。

4XB2、4XB3，其他保护三跳停信短接。

4XB5，断路器三跳位置停信短接。

3. 中间联络断路器操作屏

失灵、操作、重合闸三箱功能与母线断路器，操作屏相同，没有短引线保护。

该操作屏设有中间断路器失灵保护启动的远方跳闸回路，在该串所有元件投入运行的条件下连接片必须投入运行。

根据系统一次接线方式还设有远方收信跳闸回路和故障就地判别元件，正常运行投入。

4. 500kV 并联电抗器保护

(1) 装置构成 500kV 并联电抗器采用 GZK—JC 型集成电路保护，由以下几种保护装置构成。

1) 瓦斯保护。

2) 差动保护。由比例差动元件；二次谐波判别元件；差动速断元件；速断闭锁元件构成。

3) 过流元件。由 GL—2E 型电流继电器构成。

4) 过负荷保护。由 GL—2E 型电流继电器构成。

5) 小电抗器零序过流保护。由 GL—3E 型电流继电器构成。

6) 匝间保护。由 PGF—1 型偏移功率方向继电器构成电抗器匝间短路保护。

7) 温度保护。

(2) 保护运行使用说明。

1) 正常运行时以下指示灯及开关显示位置如下：

(a) 第五层通用逆变电源插件开关在“ON”位置，+12、-12、24V 绿灯亮。自投插件开关在启动位置，I、II 绿灯亮。

(b) 第四层直通插件开关在“运行”位置。

当上述 (a) 和 (b) 中指示灯其中之一不亮，应立即联系调度将保护停用。

2) 当差动保护显示以下动作信号，并且按复归按钮不能复归所显示的信号时应立即联系调度停用差动出口连接片 7XB 和速断出口连接片 8XB。

(a) 当保护屏“差动信号”插件信号灯亮，并且“装置动作”插件信号灯亮和控制屏“装置动作”光窗显示时。

(b) 当保护屏“差动速断信号”插件信号灯亮，并且“装置动作”插件信号灯亮和控制屏“装置动作”光窗显示时。

(c) 当保护屏“断线信号”插件信号灯亮，并且“装置动作”插件信号灯亮和控制屏“装置动作”光窗显示、“TA 断线”光窗显示时。

3) 当保护屏过流保护有关插件灯亮或过负荷保护有关插件灯亮，同时控制屏“装置动作”光窗显示时如按复归按钮上述显示的信号不能复归时应立即联系调度停用过流出口连接片 10XB。

4) 特殊运行规定：GZK—JC 集成电路保护屏必须加装金属屏蔽网，正常运行时前后屏门要关紧，不允许在 GZK—JC 集成电路保护屏附近使用对讲机或无线电话。

5. 500kV 并联电抗器连接片的操作（各现场以实际情况及运行规程为准）

1XB、2XB，I 母断路器跳闸 I，正常运行投入；

3XB、4XB，I 母断路器跳闸 II，正常运行投入；

5XB、6XB，联络断路器跳闸 I，正常运行投入；

25XB、12XB，联络断路器跳闸 II，正常运行投入；

7XB, 差动保护出口, 正常运行投入;
8XB, 速断保护出口, 正常运行投入;
9XB, 匝间保护出口, 正常运行投入;
10XB, 过流保护出口, 正常运行投入;
13XB, 重瓦斯出口, 正常运行投入;
22XB, 温度高出口, 正常运行投入;
20XB, 启动远方跳闸 1 号, 正常运行投入;
21XB, 启动远方跳闸 2 号, 正常运行投入。

第六章 母线及失灵保护

第一节 母线保护概述

发电厂和变电所的母线可能发生单相接地或者相间短路故障。运行经验表明，单相接地故障占母线故障的绝大多数，而相间短路则较少。发生引起母线故障的原因很多，其中主要有：因空气污染损坏绝缘，从而导致母线绝缘子、断路器、隔离开关套管闪络，母线电压互感器及装设在断路器和母线之间的电流互感器的故障，倒闸操作时引起断路器和隔离开关的支持绝缘子损坏，运行人员误操作，例如带负荷拉隔离开关与带地线合闸等，从而引起母线故障。母线故障远较线路故障机会少，但是由于母线故障后果特别严重，所以装设专门的母线保护，有选择性地迅速切除母线故障，对重要母线来说，因后备保护切除故障时间长且选择性差，往往不能满足运行上的要求。按照差动原理构成的母线保护，能够保证有较好的选择和快速性，因此，得到了广泛的应用。

对母线保护的基本要求如下：

(1) 保护装置在动作原理和接线上必须十分可靠，母线故障时应有足够的灵敏度，区外故障及装置本身故障时保证不误动。

(2) 保护装置应能快速且有选择性地切除故障母线。

(3) 大接地电流系统的母线保护应采用三相式接线，以便反应相间和接地故障；小接地电流系统的母线保护，应采用两相式接线，只要求反应相间故障。

第二节 母联电流相位比较式母线差动保护

母联电流相位比较式母差保护，可以克服元件固定连接式双母线差动保护的缺点。它不受元件连接方式的影响。具有较高的可靠性和动作选择性，目前在 110~220kV 电力系统中广泛采用。

一、基本工作原理

保护装置接线：差动继电器 1~3CQJ 是整套保护的启动元件，接在母线差动电流回路中，由它来判断是母线故障还是保护范围外故障。若故障发生在保护区内，则 1~3CQJ 动作，1~3LXB 是 I 母线和 II 母线故障的选择元件，用来判断故障发生在哪组母线上。

保护装置工作的基本原理是比较母联电流和差动回路电流的相位，作为选择故障母线的依据。当第 I 组母线故障时，母联故障电流（即母联断路器中的电流）从母线 II 流向母线 I，执行元件 1Ja、1Jb、1Jc 动作；当第 II 组母线上发生故障时，母联故障电流从母线 I 流向母线 II，执行元件 2Ja、2Jb、2Jc 动作。在上述两种情况下差回路电流相位是不变的，而母联电流相位改变了 180°。因此，通过对这两个电流的相位进行比较，就可以选择出故障母线。按此原理构成的保护装置，在任一组母线故障时，只要母联断路器中有故障电流流过，选择

元件就能正确工作。为此，母联断路器正常运行时必须处于合闸状态，且每组母线上都应有电源元件，以保证任一组母线上发生故障时，都有足够大的故障电流流过母联断路器进行相位比较。若两组母线中的一组母线无电源元件，则在有电源的母线上故障时，母联便无故障电流流过，相比元件就不能动作。当单母线运行或母联断路器停用时需将“P”隔离开关合上，此时就没有选择性了。如母线发生故障，则将两段母线上的元件全部跳掉。

二、三极隔离开关 P 的使用

双母线母联电流相比式母线差动保护，为保证选择元件在母线故障时能够正确动作，要求双母线运行时，母联断路器必须处于合闸状态，且每组母线均有电源。但是在运行过程中，有可能会出现如下运行方式：

- (1) 单母线运行。
- (2) 虽双母线运行，但其中一条母线没有电源。
- (3) 利用母联断路器向另一组母线充电。
- (4) 倒闸操作过程。
- (5) 利用母联断路器代替连接元件断路器运行。

在以上运行方式下，都有可能在母联回路中没有电流或不适合作为选择元件正常工作的比较电流，其结果在母线故障时，使选择元件不能正常工作，造成母差保护不正确动作。所以，出现上述运行方式时，必须把选择元件退出工作，用三极隔离开关 P 短接选择元件 1Ja、1Jb、1Jc，2Ja、2Jb、2Jc 触点。这时，母差保护按完全电流差动保护方式工作，只要启动元件 1—3CQJ 动作，就把母触线全部连接元件切除。三极隔离开关闭合后，信号灯 HD 亮，以示标志。

三、复合电压闭锁

加装复合电压闭锁回路的目的是，一是为了当母联断路器首先跳开后，无故障母线的复合电压闭锁装置将返回，使母差（失灵）保护跳无故障母线上的线路回路增加了一个断开点，进一步保证不误动。二是防止运行人员误碰母差（失灵）保护出口继电器时，发生母差（失灵）保护误动作。

四、信号回路

- XJL——母联出口信号；
- XJ I —— I 段母线母差出口信号；
- XJ III —— II 段母线母差出口信号；
- XJX——母差动作闭锁双回线保护信号。

五、装置连接片及运行规定

SMC—X 母联电流相位比较式母线保护连接片（以双母线专用母联、专用旁路接线为例，各现场以实际情况及运行规程为准）的使用方法如下：

I 段母线复合电压闭锁连接片，正常投入运行；

II 段母线复合电压闭锁连接片，正常投入运行；

I、II 段母线复合电压联络连接片，正常时不运行，当 I、II 段母线公用一段 TV 电压时投入运行，另一段母线复合电压闭锁连接片退出；

短接零相电流表连接片，正常投入运行，测量交流电流回路零相电流时断开；

母差保护跳各元件连接片，正常投入运行；

三极隔离开关的使用情况同前所述。

(1) 正常运行方式。

1) 双母线通过母联断路器并列运行，两母线分配一定数量的元件。

2) 电流相位比较式母差保护不受母线连接数量的限制，也不要求固定连接，但要保证每条母线至少有一个电源元件。

3) 母差保护使用的交流电流回路，其二次差流正常时用毫安表检查应不大于 100mA，当出现下述情况时，母差保护必须停用：①差流值大于 100mA；②正常无差流存在，突然出现差流，但不大于 100mA。

(2) 凡属下列情况之一者，则认为母差保护处于不正常运行方式，母线故障时，应无选择性地切除故障。

1) 相位比较式母差保护仅一条母线上接有电源时（接有电源的母线发生故障母差保护不能切除故障）。

2) 母联断路器断开或代替线路断路器运行时。

3) 各元件可按系统需要连接在任何一条母线上运行。当一条母线停电或一台电压互感器停用时，需相应地切换电压闭锁连接片。

4) 母联断路器断开时，母差保护不能动作，自动退出运行。如系统稳定要求需要无选择性地切除母线故障时，可投入无选择性隔离开关“P”。

5) 单母线运行时，母差保护投入无选择性隔离开关“P”。

6) 母联断路器代线路时，母差保护投入无选择性隔离开关“P”。

7) 当电压断线信号表示时，保护仍可继续运行。在此期间，母差保护回路上不允许作业。须通知有关人员迅速处理。

8) 当电流回路断线信号表示时，立即停用母差保护。

第三节 断路器失灵保护

系统发生故障，故障元件的保护动作，而其断路器操作失灵拒绝跳闸时，通过故障元件的保护作用于同一变电所相邻元件断路器使之跳闸的保护，称为断路器失灵保护（简称失灵保护）。

失灵保护主要用于 220kV 及以上电压等级的电力系统。因为在 220kV 电压等级以上的系统中线路输送功率大、距离远，为了提高线路的输送能力和保证系统稳定，要求能够快速切除故障，保证电网的安全运行。然而由于保护和断路器等存在的种种问题，往往出现故障线路断路器不能及时跳开将故障切除的情况，也就是需要失灵保护快速动作，将变电所同一母线上的元件全部跳开，达到尽快消除故障点、保证电网安全运行的目的。

目前应用于 220kV 电力系统的失灵保护，不考虑按相切除，采用跳三相的方式。

一、失灵保护的组成及基本原理

失灵保护由以下几部分组成：①启动回路；②时间元件；③出口跳闸回路；④信号回路；⑤防误动复合电压闭锁回路。

当线路（元件）发生故障、断路器跳闸发生断路器失灵时，线路（元件）保护出口继电器不返回，通过相电流判别断路器拒动相别去启动失灵保护，经复合电压闭锁把关，失灵保

护先以相对较短的时间跳开母联及分段断路器，然后以相对较长的时间跳开失灵断路器所在母线上的其他断路器。以某 DSL 型常规失灵保护为例。

1. 启动回路

(1) 线路启动回路：由线路保护出口继电器动合触点与相电流判别继电器动合触点串联组成。旁路断路器启动失灵保护回路与线路启动回路相同，此回路在线路操作屏或常规综合重合闸屏上。

(2) 变压器启动回路：在主变压器保护中设有专用失灵保护启动回路。由变压器出口中间继电器 BCJ 动合触点与相电流判别继电器动合触点串联组成，此回路在主变压器保护屏上。

(3) 母联断路器启动回路：由母联母差保护启动的出口继电器动合触点与相电流判别继电器动合触点串联组成。

相电流判别元件触点不能用断路器跳、合闸位置继电器的触点代替。

2. 时间元件

失灵保护中时间元件的作用是为了保证失灵保护在正常线路保护动作之后再动作，如在时间元件整定的时间 Δt 达到后，故障线路断路器仍不能跳开将故障切除，则认为是断路器拒动，失灵保护先以相对较短的时间跳开母联及分段断路器，然后以相对较长的时间跳开失灵断路器所在母线上的其他断路器。

3. 复合电压闭锁回路

同母差保护。

4. 出口跳闸回路

出口跳闸回路必须能够反应失灵的断路器运行在哪组母线上，并与复合电压闭锁启动的重动继电器 YZJ 的动合触点串联出口跳闸。

二、装置连接片及运行规定

DSL 型失灵保护装置有关连接片（以双母线专用母联、专用旁路接线为例，各现场以实际情况及运行规程为准）：

I 段母线复合电压闭锁连接片，正常投入运行；

II 段母线复合电压闭锁连接片，正常投入运行；

I、II 段母线复合电压联络连接片，正常时不运行，当 I、II 段母线公用一段 TV 电压时投入运行，另一段母线复合电压闭锁连接片退出；

失灵保护跳各元件连接片，正常投入运行；

失灵保护有关运行规定如下：

(1) 当一条母线停电或一台电压互感器停用时，应相应切换电压闭锁连接片。

(2) 当失灵保护“直流消失”信号表示时，立即将失灵保护停用并通知省调。

第四节 PMH—40 系列母差保护

PMH—40 系列母差保护由具有比率制动特性的启动元件、选择元件所构成，它是一种快速、灵敏、中阻型的电流瞬时值差动原理实现的常规母线差动保护。主要由辅助变流器、双位置继电器、启动元件、选择元件交流回路断线闭锁继电器、无源复合电压闭锁元件及出

口元件等组成，可以满足母线各种运行方式下对母线保护的配置要求。

一、PMH—40 系列母差保护装置特点

(1) 保护动作速度快，在 2 倍整定值下，整组动作时间小于 10ms。

(2) 能适应于不同变比的电流互感器的要求，由辅助变流器进行统一的变比变换。

(3) 不受运行方式的影响，该保护根据一次运行方式的改变自动切换相应二次回路。

(4) 保护交流回路切换在辅助变流器的二次侧进行，避免了主电流互感器的二次开路。

(5) 保护屏上具有切换位置指示信号灯，且与一次运行方式相对应。

(6) 当母线发生内部故障时，该保护能抢在电流互感器饱和前动作；当母线发生外部故障时，该保护不会由于电流互感器的饱和而误动。

(7) 在双母线并列运行、分列运行、单母线运行及 3/2 断路器接线方式下运行，保护均能正确反应母线内部的各种故障。

(8) 在双母线分列运行时，该保护具有分列运行方式的启动判别元件，从而保证母差保护正确动作。

(9) 在隔离开关双跨时，该保护具有内连运行回路，发生母线内部故障时，保护动作将跳开两组母线上的所有连接元件。

(10) 正常运行或倒闸操作时，如果母线保护交流回路发生断线，电流互感器、辅助变流器极性接反时，保护经延时闭锁整套保护，并发出交流电流回路断线告警信号。

(11) 保护装设了不需直流电源的复合电压闭锁元件，其闭锁触点与跳闸出口触点相串联，避免了母线保护因误碰而引起的误动作。

(12) 保护设有判别母联断路器失灵的电流继电器。

(13) 具有断路器失灵保护能力。当失灵保护动作时，首先以相对较短的时间跳开母联及分段断路器，然后以相对较长的时间跳开失灵断路器所在母线上的其他断路器。当母联及分段断路器失灵时，将跳开两段母线上的所有连接元件。

(14) 当母联或分段断路器与电流互感器之间发生故障（死区故障），保护将由母联失灵保护先后跳开两组母线上所有连接元件。

(15) 保护具有直流监视回路，及出口跳闸信号回路，并对应发出告警信号。

二、装置直流回路介绍

1. 启动元件执行回路

分别由三相启动元件 QDJA、QDJB、QDJC，启动自保持继电器 QBJ，启动重动继电器 QZJ 等组成。母线区内故障时启动并自保持。

2. 选择元件执行回路

在双母线的母线保护中设有两组选择元件，分别由三相选择元件 1 (2) XZJA、1 (2) XZJB、1 (2) ZXJC，选择自保持继电器 1 (2) XZBJ，选择重动继电器 1 (2) ZDJ，选择元件动作信号继电器 1 (2) XJ 等组成。母线区内故障时选择故障母线，只有启动元件动作并实现自保持后，选择元件才能实现自保持。

3. 母线保护出口跳闸回路

在母线保护出口跳闸回路中，XB0 的投入与退出决定母线保护的投入与退出。母线保护出口继电器是按与母线上的连接元件一一对应来配置的，出口继电器通过切换继电器触点

来控制。

4. 交流断线闭锁回路

在母线差动保护中，交流电流回路发生断线，该母线上的选择元件可能会发生误动，此时如果启动元件的定值过低，也有误动的可能。如果电流回路长时间发生断线后母线又出现外部故障，此时也有可能造成母差保护的误动作，因此加设了交流回路断线监视及闭锁回路。

5. 直流监视及自保持复归回路

当母差保护直流电源消失时，直流监视继电器 JJ 失磁复归并发出中央告警信号，同时也监视直流电源回路 BSJ 的触点和自保持 JJ 的触点。

6. 保护的交流和直流切换回路

为了保证母线保护在双母线连接元件倒闸操作后具有选择性，保护设置了交流电流回路和直流回路的切换回路。切换回路应具有足够的可靠性，即使切换回路不正常工作，也不应造成保护的误动作。应能及时发出告警信号。不能因电流回路开路而造成电流互感器的损坏。

7. 双母线内连运行回路

在双母线倒闸操作过程中，当隔离开关双跨时称之为双母线内连运行。这种运行方式破坏了两组选择元件的电流平衡分配。特别是在母线发生内部故障时，隔离开关双跨元件不提供短路电流或提供的短路电流远小于其他元件提供的短路电流时，两组选择元件动作异常，母线保护可能拒动。因此，此时投入内连回路（或连接片），如果发生内部故障，将由启动元件、复合电压闭锁元件动作，来跳开两段母线上的所有元件。

8. 复合电压闭锁回路

复合电压闭锁回路采用不需直流电源的复合电压继电器，每组复合电压继电器接于所对应的母线电压互感器的二次回路，并且能够正确反应该母线上的低电压、负序电压、零序电压，各电压回路各自独立，互不影响。低电压和零序电压的动作时间小于 10ms，只有母线保护动作、复合电压闭锁动作，母线保护才能出口跳闸。

9. 断路器失灵保护启动回路

当保护出口元件动作后不复归，同时相电流判别元件判断有电流流经断路器，此时判定断路器拒动，经本元件切换继电器触点启动相应的母线失灵保护。断路器失灵保护启动的触点由相应的保护屏引来，相电流判别元件的定值要保证其在被保护元件发生各种类型区内故障时有足够的灵敏度，因此，为了保证灵敏度要求，允许某些元件失灵保护相电流判别元件正常运行时处于动作状态。

10. 信号回路

(1) 交流回路断线信号。交流回路断线信号可监视电流互感器回路、辅助变流器二次切换继电器回路等。

(2) 直流电源监视信号。当直流电源消失时，由直流监视继电器 JJ 发出告警信号。

(3) 母差保护动作后，两组选择元件分别有信号发出。

(4) 母差保护动作后，两段母线跳闸启动出口回路，分别有信号发出。

(5) 电压闭锁动作后，两段母线复合电压启动回路，分别有信号发出。

(6) 失灵保护动作后，两段母线启动跳闸回路，分别有信号发出。

三、装置连接片

PMH—40 型母差保护装置有关连接片，以双母线专用母联、专用旁路接线为例，各现场以实际情况及运行规程为准；

母差保护投入连接片，正常投入运行；

失灵保护投入连接片，正常投入运行；

I 段母线复合电压闭锁连接片，正常投入运行；

II 段母线复合电压闭锁连接片，正常投入运行；

I、II 段母线复合电压联络连接片，正常时不运行，当 I、II 段母线公用一段 TV 电压时投入运行，另一段母线复合电压闭锁连接片退出；

内联回路连接片，双母线隔离开关倒闸操作，在隔离开关双跨之前投入，母差保护无选择跳闸，正常运行内联回路连接片必须断开；

母联分裂运行连接片，在母联断路器断开，双母线分裂运行时投入；

母差、失灵保护跳各元件连接片，正常投运。

四、PMH—50 系列母差保护

PMH—50 系列母差保护原理与 PMH—40 系列母差保护原理相同，不同之处是 PMH—50 系列母差保护和失灵保护相互独立，分别使用各自的出口中间继电器出口跳闸回路，且母差保护、失灵保护均经复合电压闭锁控制。装置原理及直流回路同 PMH—40 系列母差保护。

五、PMH 系列母差保护现场运行规定

(1) 母线差动保护不受双母线元件必须固定连接的限制，在母线元件倒闸操作后，由专门设置的隔离开关辅助触点控制的自动切换回路，对其二次交流电流回路、母差跳闸回路及开关失灵启动回路自动进行切换，使其与元件所在母线相对应。

(2) 下列运行方式装置能自动“有选择”地跳闸：

1) 双母线通过母联断路器并列运行，母线元件按固定连接或破坏固定连接时。

2) 母联断路器断开，两条母线元件仍按固定连接或破坏固定连接时。

(3) 下列运行方式装置能“无选择”地跳闸：

1) 母线倒闸操作，隔离开关双跨母线，需接入内连回路。

2) 单母线运行时自动无选择。

(4) PMH—1、40 系列母差保护不能由跳闸回路连接片控制母差保护或失灵保护的单独停运。只要求母差保护停用时，可断开母差保护回路连接片 XB0。只要求失灵保护停用时，可断开失灵保护连接片 XBS。

(5) 当“交流回路断线”信号表示时，要立即停用母差保护，然后报告省调，并通知继电保护人员处理（PMH—40 系列母差保护停用是指断开母差保护连接片 XB0）。失灵保护仍运行。

在母差屏上作业时，还应断开各元件跳闸连接片和与母差有关的其他回路。

(6) 用母联兼旁路断路器代线路时，母差保护的注意事项如下：

1) 母联断路器的母差电流互感器切换断路器应切换至“代线路”位置。

2) 母联断路器的母差跳闸连接片投在与断路器相对应的母线位置上。

3) 若被代线路电流互感器回路有作业时，应将该电流互感器从母差保护回路中

断开。

(7) 新投入的母差保护或运行中的母差保护回路有变动时，必须查明各回路直到出口继电器的正确性，并核对所有出口继电器的各对触点到跳闸连接片及到对应各断路器的全部接线是否正确，然后用负荷电流核对各变流器的相位和极性。上述内容核对无误后，方可投入运行。

(8) 新投元件必须接入母差回路。在新投元件充电试验时，母差保护只投新元件和与之串带断路器的跳闸连接片，母差保护跳其他元件的连接片全部断开。充电完毕后，新元件带负荷前，断开母差保护的所有跳闸连接片，然后利用负荷电流测量母差保护相位，确认相位正确之后，母差保护方可投入运行。

(9) 当母差保护“交流回路断线信号”显示时，要立即将母差保护停用；然后报告省调，并通知继电人员检查处理。

(10) 当电压闭锁元件动作信号表示时，保护可继续运行，但此期间不准在母差回路上进行作业。

(11) 用母联向不带电的空母线充电时，母差保护动作必须满足瞬时切开母联，切其他元件回路自动退出，否则在合母联前，必须断开母差保护跳其他元件连接片与高频停信连接片。

(12) 母差保护出口回路的连接片必须与母线当时运行的实际连接方式相对应。

第五节 BP—2A 型微机母线保护

BP—2A 型微机母线保护装置选用 Intel 80186CPU 芯片，采用集中控制方式，设有两套完全独立的微机系统，分别定义为差动元件和闭锁元件。差动元件包括母线充电保护、失灵保护出口逻辑、母线充电保护、TA 断线闭锁及告警、TV 断线告警等。闭锁元件主要由复合电压闭锁元件构成。

一、装置特点

(1) 装置采用复式比率差动原理，在区内故障无制动，在区外故障时则有极强的制动特性，差动保护的灵敏度及可靠性大为提高。

(2) 具有母联运行方式自适应能力，倒闸操作过程中，保护无需退出，并实时地无触点切换差动回路和出口回路。

(3) 以大差动判别故障，各段母线小差动保证选择性，对运行方式无特殊限制。

(4) 对 TA 变比无特殊要求，允许母线上各单元 TA 变比不一致，TA 变比可由用户在现场设置。

(5) 双微机系统，完全独立的差动元件和闭锁元件，保证装置安全、可靠。

(6) 全汉化人机界面，大屏幕液晶显示，可实时巡视所有电流、电压的大小和相位，可实时巡查开关量输入的状态，可记录最新 6 次区内故障的信息，并打印出故障波形。

二、保护配置及辅助功能

(1) 保护配置包括母线分相比率差动保护、失灵保护出口回路、母联失灵（死区）保护、母线充电保护、复合电压闭锁、TA 断线闭锁及告警、TV 断线告警等。

(2) 辅助功能包括定值整定及 TA 变比设置、系统自检及诊断、交流量输入的实时巡

测、开关量输入的实时巡测、故障信息的打印输出，时钟校对等。

三、保护原理说明

1. 复式比率差动原理

差动保护具有选择性好、灵敏度高、动作速度快的特点，因而得到广泛的应用。决定差动保护性能的关键因素是能否有效地克服区外故障时由于 TA 误差而产生的差动不平衡电流，特别是区外故障时，流过最大短路电流的 TA 发生饱和而产生的最大不平衡电流。传统的带制动特性的差动继电器（即比率差动继电器），由于采用一次的穿越电流作为制动电流，因此在区外故障时，若有较大的不平衡电流，难免要失去选择性，而且在区内故障时，若有电流流出母线，保护的灵敏度也会下降。

复式比率差动继电器是一种新原理的比率差动继电器，由于在制动量的计算中引入了差动电流，使得该继电器在区内故障时无制动，而在区外故障时则有极强的制动特性，制动系数的选择范围为 0 至 ∞ ，因此能更明确地区别区内故障和区外故障。

复式比率差动继电器的动作判据为

$$I_d > I_{d.set} \quad (1-6-1)$$

$$I_d / (I_r - I_d) > K_r \quad (1-6-2)$$

其中

$$I_d = \left| \sum_{i=1}^n I_i \right|;$$

$$I_r = \sum_{i=1}^n |I_i|$$

式中 I_i ($i=1, 2, \dots, n$) ——母线上各支路二次电流的矢量；

$I_{d.set}$ ——差电流定值；

K_r ——比率制动系数。

若忽略 TA 误差和流出电流的影响，在区外故障时， $I_d=0$ ， $I_r \neq 0$ ，(2) 式 (6-2) 左边为 0；在区内故障时， $I_d \neq 0$ ， $I_d = I_r$ ，式 (6-2) 左边为 ∞ 。由此可见，复式比率差动继电器能非常明确地区分区内和区外故障， K_r 值的选取范围达到最大，即从 0 到 ∞ 。

2. 母线差动回路的构成

BP-2A 型装置中，差动回路是由一个母线大差动和几个各段母线小差动所组成的。母线大差动是指除母联断路器和分段断路器以外的母线上所有其余支路电流所构成的差动回路。某段母线小差动是指与该段母线相连接的各支路电流构成的差动回路，其中包括了与该段母线相关联的母联断路器和分段断路器。

BP-2A 型装置通过母线大差动判别区内和区外故障，通过各段小差动来选择故障母线。一般情况下，母线大差动的构成不受母线运行方式变化的影响，而各段母线小差动则是根据各支路的隔离开关位置由母线运行方式自适应环节来自动、实时地进行组合。

以双母线为例，母线差动回路的逻辑关系如图 1-6-1 所示。

3. 复合电压闭锁

BP-2A 型装置中设有复合电压闭锁元

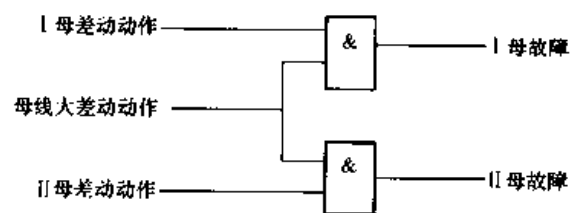


图 1-6-1 母线差动回路逻辑关系

件。复合电压包括低电压、零序电压和负序电压。

每一段母线都对应设有一个复合电压闭锁元件，只有当差动保护判断出某段母线故障，同时该段母线的复合电压动作，才认为该母线发生故障并予以切除。

4. 同步识别法克服 TA 饱和的影响

在区外故障时，流过最大穿越性电流的 TA 可能会严重饱和，使得差动保护误动。但是，在故障发生的初始和线路电流过零点附近存在一个线性转变区，在这线性转变区内，差动保护不会动作。这就说明，差动保护动作与实际故障在时间上是不同步的，差动保护动作滞后一个时间。

在区内故障时，因为差动电流就是故障电流的实际反映，所以，差动保护动作与实际故障是同步发生的。由此可见，通过判别差动动作与故障发生是否同步就可识别饱和情况。

考虑到 TA 饱和后，在每周中存在至少一个线性转变区，因此对饱和的闭锁应该是周期性的。在判出 TA 饱和后，差动保护先闭锁一周期，随后开放，这样即使出现故障发展，如区外故障转区内故障，差动保护仍能可靠地快速动作，以满足系统稳定要求。

5. 母联失灵（死区故障）保护

当母线保护动作，出口跳闸，而母联断路器失灵，或发生死区故障，即母联断路器和 TA 间发生短路，这时需进一步地切除母线上的其余单元。因此，在保护动作，发出跳开母联断路器的命令后，经延时，判别母联电流是否越限，如延时后，母联电流满足越限条件，且母线复合电压动作，则跳开母线上的所有断路器。

6. 倒闸过程中的差动逻辑

对于双母线而言，在倒闸过程中，当某一单元的两副隔离开关同时处于合位时，两段母线实际上经隔离开关短接，成为单母线。因此，当母线大差动动作后，将不再做故障母线的选择，而应将母线上的所有单元切除。

7. 线路失灵保护出口逻辑

线路发生故障时，若该线路断路器失灵，则需由母线保护跳开该线路所在线上的所有断路器。

BP-2A 型装置接受来自线路保护的失灵启动触点，经延时并确认其所在母线后，若相关的母线复合电压动作，则跳开该段母线上的所有单元。

该出口逻辑的复合电压动作定值，应按失灵保护的灵敏度要求进行整定。

8. 母线充电保护

当一段母线经母联断路器对另一段母线充电时，若被充电母线存在故障，此时需由充电保护将母联断路器跳开。为防止由于母联 TA 极性不对造成的误动，一般在充电的短时间内将母差保护闭锁。

BP-2A 型装置接受到充电保护投入的触点信号后，便将差动保护闭锁，同时判别母联电流是否越限，若母联电流越限且复合电压动作，则经过可整定延时后，将母联断路器跳开。

当母线充电保护投入触点延时返回时，差动保护将正常投入。

9. TA 断线闭锁及告警

BP-2A 型装置中采用了两种方法来判别 TA 断线。

一种方法是根据差电流来判别，当差电流越限且母线电压正常，则认为是 TA 断线。

另一种方法是依次检测各单元的三相电流，若某一相或两相电流为零而另两相或一相有负荷电流，则认为是 TA 断线。

以上两种方法取“或”的关系，当判别出 TA 断线后，立即闭锁差动保护，并延时告警。

10. TV 断线告警

TV 断线是通过母线复合电压来判别的。当判别母线上出现低电压、负序电压或零序电压时，装置将经延时发出 TV 断线告警信号。TV 断线不闭锁母差保护。

四、装置硬件说明

(1) BP231——CPU 模件：作为一通用模件，差动继电器和电压闭锁继电器都用此模件，只是固化于 EPROM 的程序不同，该模件主要提供：EEPROM 定值区，时钟，watchdog，串行口通信，打印机接口等功能。

(2) BP232——A/D 转换模件：该模件可输入 $\pm 10V$ 的信号，28 通道及电源自检 4 通道，每通道配有低通滤波回路，可有效滤掉三次以上谐波。该模件全部使用精密器件，免除了每通道的调节、校准环节，使调试维护，使用方便、可靠。

(3) BP233——光电隔离模件：连接于 CPU 模件上的光电隔离回路，可输入 24 通道 +24V 信号，输出 18 通道的 +24V 信号，分别连接到开关量输入回路、跳闸及信号输出回路，构成 2 阶光电隔离回路。

(4) BP234——汉字液晶及键盘模件：完成人一机接口功能， 128×64 点阵的汉字液晶提供了方便的人—机接口界面。

(5) BP239——电源模件：三个独立的电源，提供用于全装置的 +5、 ± 5 、+24V 信号，电源本身带有短路、过压、欠压保护功能。

(6) BP236——开关触点输入模件：引入开关量输入信号，能换成 24V 信号增强抗干扰的能力。

(7) BP235——跳闸出口模件：接收光电隔离后的 24V 信号，推动进口松下 DSP 继电器，用于快速跳闸出口。

(8) BP237——信号回路模件：采用进口松下 DSP 继电器驱动信号，并提供带自保持的触点。

(9) BP238——电源监测模件：监视电源正常与否，监视两个继电器的运行状态，控制跳闸出口的电源供给。

(10) BP230——交流电压、电流模件：每模件输入 12 回路模拟量，无电源提供，无有源器件，可靠性高，抗干扰能力强。

(11) BP236F——开入状态模件：指示各单元的隔离开关位置情况，可强制指定各单元的隔离开关位置。

五、装置连接片及现场运行

(一) 装置连接片

大差退出连接片，正常运行时断开，母联断路器断开，双母线分裂运行时投入；

充电保护投入连接片，正常运行时断开，利用母联断路器给母线充电时投入；

母差、失灵保护跳各元件连接片，正常运行投入；

各元件启动失灵保护连接片，正常运行投入。

(二) 现场运行

1. 保护运行说明

运行保护，首先须按下“差动投入（闭锁投入）”按钮。运行过程中，将循环显示运行状态，主要测量值和自检结果。

一般情况下液晶屏的背光熄灭，当有异常情况时，背光点亮，直至异常消失。当运行方式改变或系统复位或有任意键（除复位键）按下时，背光点亮，相关信息显示两遍后，背光熄灭。

正常运行状态下，液晶屏显示的信息为：

- (1) 保护配置：显示此时差动保护、失灵保护出口及充电保护的投退情况。
- (2) TV 切换：显示两段母线 TV 投、退情况。
- (3) 大差电流：保护实时测得的母线三相大差电流数值。
- (4) 母线电压：保护实时测定的各段母线三相电压，零序和负序电压数值。
- (5) 保护随机自检结果和出错信息。

装置随机自检包括保护定值的校验、数据采集通道的检查、失灵保护启动触点的检测等。

2. 装置正常运行面板指示

(1) 第一层机箱如图 1-6-2 所示。正常运行时，每单元有 2 个发光二极管，指示运行中隔离开关隔离位置的状态，红色灯亮表示该单元连接至 I 母，绿色灯亮表示该单元连接至 II 母。正常运行时，母线的运行方式由隔离开关位置触点输入，实现运行方式的自适应，若现

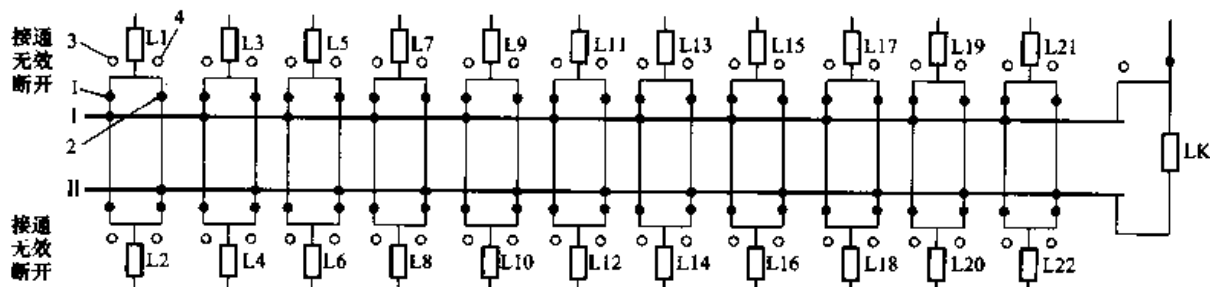


图 1-6-2 第一层机箱

- 1—红色发光二极管，指示该单元连接至 I 母；2—绿色发光二极管，指示该单元连接至 II 母；
- 3—三位置开关，向上拨至接通位置，强制该单元连接至 I 母；向下拨至断开位置，强制该单元与 I 母断开；中间位置运行方式自适应；4—三位置开关，向上拨至接通位置，强制该单元连接至 II 母；向下拨至断开位置，强制该单元与 II 母断开；中间位置运行方式自适应

场隔离开关位置触点接触不良或无法输入至本装置，可用该单元对应的三位置开关人工强制输入，如某单元已接至 I 母，而对应该单元的红色发光管不亮，则将该单元对应 I 母的二位置开关拨至接通位置，使红色发光管点亮。若隔离开关位置触点粘连，某单元已从 I 母断开，而对应该单元的红色发光管仍然点亮，则将该单元对应 I 母的小开关拨至断开位置，使指示灯熄灭。

(2) 第二层机箱如图 I-6-3 所示。跳闸出口 24 个红色发光管对应着 24 个单元的跳闸指示。差动信号，失灵信号跳 I、II、III、IV 母的红色发光管，指示了跳闸原因是差动动作或

失灵动作，使跳闸出口的某些单元跳闸动作。备用信号 I 指示充电保护动作，备用信号 III 指示母联过流动作。

跳闸出口	跳闸出口	跳闸出口	跳闸出口	跳闸出口	跳闸出口	差动信号	失灵信号	告警信号	备用信号
⊗ L1 ⊗ L2 ⊗ L3 ⊗ L4	⊗ L5 ⊗ L6 ⊗ L7 ⊗ L8	⊗ L9 ⊗ L10 ⊗ L11 ⊗ L12	⊗ L13 ⊗ L14 ⊗ L15 ⊗ L16	⊗ L17 ⊗ L18 ⊗ L19 ⊗ L20	⊗ L21 ⊗ L22 ⊗ LK ⊗ LN	⊗ 跳 I 母 ⊗ 跳 II 母 ⊗ 跳 III 母 ⊗ 跳 IV 母	⊗ 跳 I 母 ⊗ 跳 II 母 ⊗ 跳 III 母 ⊗ 跳 IV 母	⊗ TA 断线 ⊗ TV 断线 ⊗ 刀闸变位 ⊗ 差动异常	⊗ 信号 I ⊗ 信号 II ⊗ 信号 III ⊗ 信号 IV
BP235	BP235	BP235	BP235	BP235	BP235	BP237	BP237	BP237	BP237

图 1-6-3 第二层机箱

(3) 第三层机箱如图 1-6-4 所示。电源 I、II、III、IV 的黑色船形开关是输入电源 ±220V 的单刀双掷开关。+5、+15、-15、+24V 绿色发光管是各输出电源的指示信号。

电源 IV	管理单元	电源检测	电源 I (差动)	电源 II (闭锁)	电源 III (出口)
⊗ 运行 ⊗ +5 ⊗ +12V ⊗ -12V		⊗ 闭锁开放 ⊗ 出口投入 ⊗ 运行指示 ⊗ 闭锁异常 ⊗ 电源 II 正常 ⊗ 电源 I 正常	⊗ +5V ⊗ +15V ⊗ -15V	⊗ +5V ⊗ +15V ⊗ -15V	⊗ +24V
ON OFF WB26A	WB24	ON OFF BP238	ON OFF BP239	ON OFF BP239	ON OFF BP239

图 1-6-4 第三层机箱

电源检测上的船形开关是出口投入的手动开关。

电源 I、II 正常：指示差动、闭锁电源通过自检。

闭锁异常：闭锁元件出故障、异常报警输出。

运行指示：电源 I、II 正常，差动、闭锁元件自检正常。

出口投入：运行指示灯亮时，合上出口投入开关，出口投入灯亮。

闭锁开放：出口投入灯亮时，若闭锁元件动作，闭锁开放指示灯亮。

差动投入（闭锁投入）：按下自锁键，上方红色发光管点亮，进入保护运行状态。

定值整定：按下自锁键，上方红色发光管点亮，定值整定有效。

电位器旋钮，调节液晶对比度。

CPU 面板如图 1-6-5 所示。CPU 面板上有 9 个按键，定义如下：

- 1) RST 复位键，按该键可将微机复位。
- 2) ←、→ 键，按键一次可将光标向左（向右）移动一格。
- 3) ↑、↓ 键，按键一次可将光标向上（向下）移动一行，或者将显示向后（向前）翻动一屏。
- 4) +、- 键，按键一次，可将反白显示的数值加（减）1 或增加（减少）一个步长。
- 5) ENT 确认键，按键可选中光标所指选项，或者确认输入完毕。
- 6) ESC 退出键，退出当前操作并返回上一级菜单。



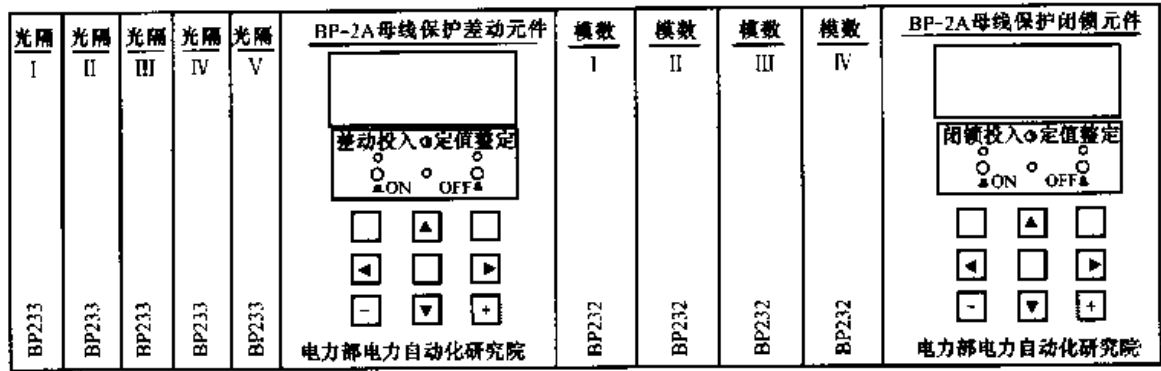


图 1-6-5 CPU 面板

3. 机柜上的把手和按钮

(1) RT: 复归按钮。

(2) QB1: TV 切换把手, 有三个位置。

1) 向上位置: I、II 段母线 TV 投入。

2) 向左位置: I 段母线 TV 退出, II 段母线 TV 投入。

3) 向右位置: II 段母线 TV 退出, I 段母线 TV 投入。

(3) QB2 保护切换把手, 有三个位置。

1) 向上位置: I 母差保护投入, 失灵保护投入。

2) 向左位置: 母差保护退出, 失灵保护投入。

3) 向右位置: 母差保护投入, 失灵保护退出。

(4) 背面开关说明。

1) 1S 开关: 保护用 +220V 电源开关。

2) 2S 开关: 开入、开出等操作用 ±220V 电源开关。

4. 正常运行注意事项

(1) 开机。先合上机柜背面 1K、2K 两个开关, 使 +220V 送入机柜, 依次合上差动元件电源开关 (电源 I); 闭锁元件电源开关 (电源 II), +24V 电源开关 (电源 III), 管理机电源开关 (电源 IV)。最后检查差动, 闭锁元件的液晶屏, 显示出自检正常后再合上电源检测插件的出口投入开关到 ON, 使整机运行。

(2) 关机。先关电源检测插件的出口投入开关到 OFF, 再依次关断 +24V 电源开关 (电源 III), 闭锁元件电源开关 (电源 II), 差动元件电源开关 (电源 I), 管理机电源开关 (电源 IV), 最后拉开机柜背面 1S、2S 两个开关, 使机柜断电。

(3) 运行方式检查。在保护运行状态下, 如有隔离开关变位信号发出, 应检查本装置的第一层运行方式模拟指示信号, 是否同实际的运行方式一致。若一致, 复归隔离开关变位信号, 若不一致, 可先强制按下对应单元的开关, 使指示灯同运行方式一致, 再去检查隔离开关信号的输入, 待恢复完毕后, 取消对应的强制开关, 使运行方式自适应有效。

5. 故障信息打印

装置具有故障录波功能, 可以记录区内故障时的故障信息和故障前一个周期到故障后 9 个周期的电流、电压波形。记录区共可储存 6 次最新的区内故障信息, 运行人员在主菜单中

选择“信息打印”，按 ENT 键确认，可以根据故障时间选择故障报告打印，进行故障和装置动作情况分析。故障信息包括如下内容：

- (1) 故障发生时间。
- (2) 故障时，装置的实际定值表，隔离开关辅助触点位置和失灵启动触点状态。
- (3) 故障发生在哪一段母线，故障相别。

故障波形包括所有与故障母线相连的各单元电流波形、各段母线电压波形、大差电流的波形、保护动作脉冲波形等。所有波形图从故障前 1 个周期开始，到故障后 9 个周期结束。

6. 时钟校对

运行人员要保证装置时钟的准确性，定期校验时钟。运行人员在主菜单中选择“时钟校对打印”，按 ENT 键确认，对时钟进行校对并显示时钟走时。该项有 3 个功能：时间校对、日期校对和时钟显示，可以设置月、日、时、分、秒。

第六节 BP—2B 型微机母线保护

一、装置概述

BP—2B 型微机母线保护是由微机实现的数字式母线保护及断路器失灵保护装置。本装置可提供母线所需要的全部保护，包括母线比率差动保护、死区保护、母联（分段）充电保护、母联（分段）过流保护及断路器失灵保护出口等功能。适用于 500kV 及以下电压等级，包括单母线、单母分段、双母线、双母线分段及 3/2 接线在内的各种主接线方式，还可以根据需要满足母联兼旁路、旁路兼母联、旁路兼分段等非标准主接线母线保护的要求。最大主接线规模为 36 个间隔（线路、元件和联络开关）。

二、硬件说明

1. 硬件概述

BP—2B 型微机母线保护由保护元件、闭锁元件和管理元件三大系统构成。保护元件主要完成各间隔模拟量、开关量采集，各保护功能的逻辑判别并出口至跳闸继电器；闭锁元件主要完成各电压量的采集，各段母线的闭锁逻辑并出口至闭锁继电器；管理元件的工作是实现人机交互、记录管理和后台通信。

装置的插件包括主机插件、管理机插件、保护单元插件、光耦输入输出和电源检测插件、电压闭锁插件、出口信号、告警信号插件、辅助电流互感器插件、辅助电压互感器插件及电源模块插件。

每个间隔配置两个“手动小开关”，模拟各间隔在母线侧的隔离开关。每个小开关有“左（强制合）、中（自动）、右（强制分）”三挡位置。

2. 各插件所完成的工作

(1) 主机插件。该插件是保护元件和闭锁元件的通用 CPU 插件，它完成所有保护功能的逻辑处理，另外还可完成 9 路模拟量的 A/D 转换。

(2) 管理机插件。该插件包括液晶控制和驱动模块、键盘输入电路及串口通信电路，以实现人机交互、打印报告。对于综合自动化变电站，它还可为监控系统提供通信接口。

(3) 保护单元插件。该插件以母线各间隔为划分对象，将 3 个间隔单元的输入、输出集中到一个插件来实现。即一块保护单元插件集成了 3 个间隔单元的隔离开关辅助触点输入、

失灵启动触点输入、电流量输入电路、保护跳闸出口回路、高频停信、闭锁重合闸触点输出电路。该插件与保护主机插件共同构成了母线保护的核心系统。

(4) 光耦输入输出和电源检测插件。该插件用来实现公共开关量输入、输出，保证微机系统与外回路的光电隔离。该插件还同时实现对装置直流电源的检测。如果系统所有的电源正常，则点亮装置面板上的相应电源指示灯，如果此时装置投入运行，则点亮面板上的相应运行指示灯，并接通 24V 操作电源。

(5) 电压闭锁插件。该插件用来实现各保护的分段复合电压闭锁功能，当收到保护主机发出的差动、失灵保护的分段动作信号及联络开关动作信号，同时又收到由闭锁主机发出的差动、失灵保护的复合电压闭锁分段开放信号后，则输出 24V 控制信号去控制各单元插件上闭锁继电器的触点。

(6) 出口信号、告警信号插件。该插件完成以继电器触点的方式输出装置的出口信号和告警信号。

(7) 辅助电流互感器插件。该插件完成将电流互感器二次电流变换成小电压信号，并将采样电压输出至保护单元插件。

(8) 辅助电压互感器插件。该插件完成将电压互感器二次电压变换成小电压信号，并将采样电压输出至保护主机和闭锁主机。

(9) 电源模块插件。该插件为本装置提供保护元件电源、闭锁元件电源、管理机电源和 24V 操作电源。

三、保护原理

1. 母线差动保护

本装置根据母线接线方式、电网运行方式的要求，对故障类型、电流互感器饱和，以及故障点过渡电阻等情况做出正确的反应，采用带制动特性的差动继电器构成母线保护。

(1) 启动元件。母线差动保护的启动元件由“和电流突变量”和“差电流越限”两个判据组成。“和电流”是指母线上所有连接元件电流的绝对值之和；“差电流”是指所有连接元件电流相量和的绝对值。启动元件分相启动、分相返回。

1) 和电流突变量判据。当任一相的和电流突变量大于突变量门坎时，该相启动元件动作。其表达式为

$$\Delta i_r > \Delta I_{dset}$$

式中 Δi_r ——和电流瞬时值比前一周期的突变量；

ΔI_{dset} ——突变量门坎定值。

2) 差电流越限判据。当任一相的差电流大于差电流门坎定值时，该相启动元件动作。其表达式为

$$I_d > I_{dset}$$

式中 I_d ——分相大差动电流；

I_{dset} ——差电流门坎定值。

3) 启动元件返回判据。启动元件一旦动作后自动展宽 40ms，再根据启动元件返回判据决定该元件何时返回。当任一相差电流小于差电流门坎定值的 75% 时，该相启动元件返回。其表达式为

$$I_d < 0.75 I_{dset}$$

(2) 差动元件。母线保护差动元件由分相复式比率差动判据和分相突变量复式比率差动判据构成。

1) 复式比率差动动作判据表达式为

$$\begin{aligned} I_d &> I_{dset} \\ I_d &> K_r \times (I_r - I_d) \end{aligned}$$

式中 I_{dset} ——差电流门坎定值；

K_r ——复式比率制动系数。

可以看出，复式比率差动判据相对于传统的比率制动判据，在制动量的计算中引入了差电流。使其在母线区外故障时有极强的制动特性，而在母线区内故障时无制动作用，因此能更明确地区分区外故障和区内故障。复式比率差动元件的动作特性如图 1-6-6 所示。

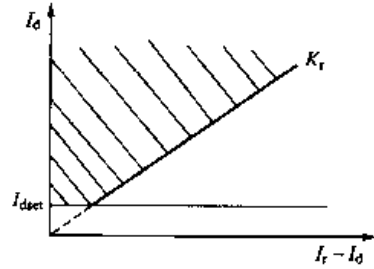


图 1-6-6 复式比率差动元件的动作特性

2) 故障分量复式比率差动判据。根据叠加原理，故障分量电流的特点是：母线内部故障时，即使故障前系统电源功角已经摆开，母线各支路同名相故障分量电流在相位上也接近相等。理论上，只要故障点过渡电阻不是 ∞ ，母线内部故障时故障分量电流的相位关系就不会改变。

为减少负荷电流对差动保护灵敏度的影响，减少故障前系统电源功角关系对保护动作特性的影响，提高保护切除经过渡电阻接地故障的能力，本装置采用电流故障分量分相差动构成复式比率差动判据。

本装置采用计算电流突变量的方法来提取故障分量，算法为

$$\Delta i(k) = i(k) - i(k - N)$$

$$\text{故障分量差电流} \quad \Delta I_d = \left| \sum_{j=1}^m \Delta I_j \right|$$

故障分量和电流

$$\Delta I_r = \sum_{j=1}^m |\Delta I_j|$$

式中 $i(k)$ ——当前电流采样值；

$i(k - N)$ ——一周前的采样值；

ΔI_j ——第 j 个连接元件的电流故障分量。

在故障发生后的一周内，其输出能较为准确地反映包括各种谐波分量在内的故障分量。

故障分量复式比率差动动作表达式为

$$\begin{cases} \Delta I_d > \Delta I_{dset} \\ \Delta I_d > K_r \times (\Delta I_r - \Delta I_d) \\ I_d > I_{dset} \\ I_d > 0.5 \times (I_r - I_d) \end{cases}$$

式中 ΔI_{dset} ——故障分量差电流门坎，由 I_{dset} 推得；

K_r ——复式比率制动系数。

由于电流故障分量的暂态特性，故障分量复式比率差动判据仅在和电流突变启动后的第

一周投入，并受使用低制动系数（0.5）的复式比率差动判据闭锁。

保护将母线上所有连接元件的电流采样值输入上述两个差动判据，即构成大差比率差动元件。对于分段母线，将每一段母线所连接元件的电流采样值输入上述差动判据，即构成小差比率差动元件。各元件连接在哪一段母线上，根据各连接元件的隔离开关位置来决定。

此外，为防止母线差动保护在母线近端发生区外故障时，由于TA严重饱和出现差电流的情况下误动作，本装置根据TA饱和发生的机理及TA饱和后二次电流波形的特点设置了TA饱和检测元件，用来判别差电流的产生是否由区外故障TA饱和引起。由于区外故障发生TA饱和与发生区内故障时， ΔI_d 元件与 ΔI_r 元件的动作时序截然不同，以及根据TA饱和时差电流波形畸变和每周都存在线性传变区等特点，可以准确检测出饱和发生的时刻。

（3）电压闭锁元件。为防止差动出口继电器误动作或失灵保护误启动造成母线连接元件误跳闸，在本装置出口回路中配置电压闭锁元件，提高保护整体的可靠性。

电压闭锁元件的动作表达式为：

$$\begin{cases} U_{ab} \leq U_{set} \\ 3U_0 \geq U_{0set} \\ U_2 \geq U_{2set} \end{cases}$$

式中 U_{ab} ——母线线电压（相间电压）；

$3U_0$ ——母线3倍零序电压；

U_2 ——母线负序相电压；

U_{set} 、 U_{0set} 、 U_{2set} ——各序电压闭锁定值。

三个判据中的任何一个被满足，该段母线的电压闭锁元件就会动作，本元件瞬时动作，动作后自动展宽40ms再返回。差动元件与失灵元件动作出口经相应母线段的相关复合电压元件闭锁。

（4）故障母线选择逻辑。大差比率差动元件的差动保护范围涵盖各段母线，大多数情况下不受运行方式的控制。小差比率差动元件受当时的运行方式控制，但差动保护范围只是相应的一段母线，具有选择性。

对于固定连接式分段母线，如单母线分段、3/2断路器主接线，由于各个元件固定连接在一段母线上，不在母线段之间切换，因此大差电流只作为启动条件之一，各段母线的小差比率差动元件既是区内故障判别元件，也是故障母线选择元件。

对于存在倒闸操作的双母线、双母线分段等主接线，差动保护使用大差比率差动元件作为区内故障判别元件，使用小差比率差动元件作为故障母线选择元件。即由大差比率元件是否动作，区分母线区外故障与母线区内故障。当大差比率元件动作时，由小差比率元件是否动作决定故障发生在哪一段母线。

考虑到分段母线的联络开关断开的情况下发生区内故障，非故障母线段有电流流出母线，影响大差比率元件的灵敏度，大差比率差动元件的比率制动系数可以自动调整。联络开关处于合位时，大差比率制动系数与小差比率制动系数相同（可整定）；当联络开关处于分位时，大差比率差动元件自动转用比率制动系数低值。

母线上的连接元件倒闸过程中，两条母线经隔离开关相连时，装置自动转入“互联”。此时一旦发生故障，则同时切除两段母线，不再进行故障母线的选择。当运行方式需要时，如母联操作回路失电，也可以投“互联连接片”；或者将装置中的“强制母线互联”控制字

设定为“1”，强制保护进入互联方式。

综上所述，以双母线其中的 I 段为例，差动保护的逻辑框图如图 1-6-7 所示。

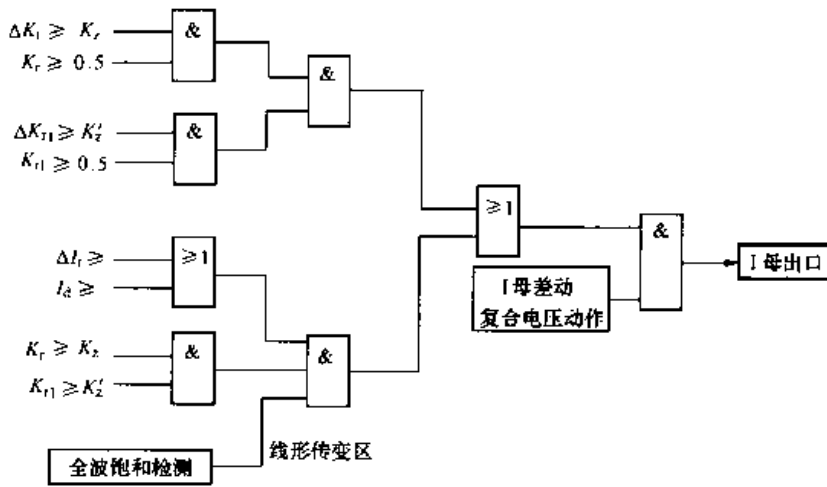


图 1-6-7 母差保护逻辑框图

$\Delta I_1 \geq 1$ —和电流突变量； ΔI_d —差电流突变量； $I_d \geq 1$ —差电流启动元件； $\Delta I_1 \geq 1$ —和电流突变启动元件； $\Delta K_{r1} \geq 1$ —大差突变量比率差动元件； $K_r \geq 1$ —大差复式比率差动元件； $\Delta K_{r11} \geq 1$ —I 母突变量比率差动元件； $K_{r11} \geq 1$ —I 母复式比率差动元件； K_2 —大差比率制动系数； K'_{11} —小差比率制动系数

(5) 差动回路和出口回路的切换。以标准接线中的双母线和非标准接线中的母联兼旁路、旁路兼母联为例，对本装置中差动回路和出口回路的形成作简要说明，并对其他类型的主接线作一简要介绍。这里所说的“差动回路”和“出口回路”是借用传统保护的概念，本装置中并不存在这样的硬件回路，各连接元件三相电流和隔离开关位置全部都转换为数字量，由保护程序来实现切换。

1) 双母线接线。各元件 TA 的极性端必须一致；一般母联 TA 的二次绕组中只有一卷提供给母线保护装置，本装置默认母联 TA 的极性与 II 母上的元件一致。则差流计算公式和出口逻辑计算公式如下。

大差电流	$I_d = I_1 + I_2 + \dots + I_n$
I 母小差电流	$I_{d1} = I_1 S_{11} + I_2 S_{12} + \dots + I_n S_{1n} - I_{lk} S_{lk}$
II 母小差电流	$I_{d2} = I_1 S_{21} + I_2 S_{22} + \dots + I_n S_{2n} + I_{lk} S_{lk}$
出口逻辑计算	$T_1 = F_1 S_{11} + F_2 S_{21}$
	$T_2 = F_1 S_{12} + F_2 S_{22}$

	$T_n = F_1 S_{1n} + F_2 S_{2n}$
	$T_{lk} = F_1 + F_2$

式中 I_1, I_2, \dots, I_n ——各元件电流数字量；

I_{lk} ——母联电流数字量；

$S_{11}, S_{12}, \dots, S_{1n}$ ——各元件 I 母隔离开关位置，0 表示隔离开关分，1 表示隔离开关合；

$S_{21}, S_{22}, \dots, S_{2n}$ ——各元件 II 母隔离开关位置;

S_{lk} ——母线并列运行状态, 0 表示分列运行, 1 表示并列运行;

T_1, T_2, \dots, T_n ——差动动作于各元件逻辑, 0 表示不动作, 1 表示动作;

T_{lk} ——差动动作于母联逻辑;

F_1, F_2 ——I 母、II 母故障, 0 表示无故障, 1 表示故障。

2) 母联兼旁路形式的双母线接线。对于此种主接线, 本装置必须引入母联到旁路母线的隔离开关位置, 以 S_{PL} 表示。当该隔离开关断开时, 即 $S_{PL}=0$, 此刻的断路器作母联用, 回路切换到 1) 双母线接线所述。

若以 II 母带旁路, 要求母联 TA 装于 I 母侧。断路器无论作母联用还是作旁路用, TA 的极性与 II 母上的元件都是一致的。母联的旁母隔离开关和 II 母隔离开关处于合位时, 该元件作旁路用, 回路切换成

$$\begin{aligned} I_d &= I_1 + I_2 + \dots + I_n + I_{lk} \\ I_{d1} &= I_1 S_{11} + I_2 S_{12} + \dots + I_n S_{1n} \\ I_{d2} &= I_1 S_{21} + I_2 S_{22} + \dots + I_n S_{2n} + I_{lk} \\ T_{lk} &= F_2 \end{aligned}$$

若以 I 母带旁路, 要求母联 TA 装于 II 母侧。由于已经定义断路器作母联用时, TA 的极性与 II 母上的元件一致; 那么断路器作旁路用时, TA 的极性与 I 母上的元件相反。母联的旁母隔离开关和 I 母隔离开关处于合位时, 该元件作旁路用, 回路切换成

$$\begin{aligned} I_d &= I_1 + I_2 + \dots + I_n - I_{lk} \\ I_{d1} &= I_1 S_{11} + I_2 S_{12} + \dots + I_n S_{1n} - I_{lk} \\ I_{d2} &= I_1 S_{21} + I_2 S_{22} + \dots + I_n S_{2n} \\ T_{lk} &= F_1 \end{aligned}$$

若 I、II 母都可能带旁路, 建议母联断路器两侧都要装设 TA。

3) 旁路兼母联形式的双母线接线。母联 TA 的极性与 II 母上的元件一致。定义第 4 单元为旁路单元, 旁母到 I 母 (或 II 母) 有跨条, 装置引入跨条隔离开关位置, 以 S_{KT} 表示。

若跨条接于 I 母, 当跨条隔离开关和旁路单元的 II 母隔离开关处于合位时, 即 $S_{KT}=1$ 且 $S_{2m}=1$, 旁路单元作为母联用, 回路切换成

$$\begin{aligned} I_d &= I_1 + I_2 + \dots + I_4 + \dots + I_n - I_4 \\ I_{d1} &= I_1 S_{11} + I_2 S_{12} + \dots + I_4 + \dots + I_n S_{1n} \\ I_{d2} &= I_1 S_{21} + I_2 S_{22} + \dots + I_4 + \dots + I_n S_{2n} \\ T_m &= F_1 + F_2 \end{aligned}$$

若跨条接于 II 母, 当跨条隔离开关和旁路单元的 I 母隔离开关处于合位时, 即 $S_{KT}=1$ 且 $S_{1m}=1$, 旁路单元作为母联用, 回路切换成

$$\begin{aligned} I_d &= I_1 + I_2 + \dots + I_4 + \dots + I_n - I_4 \\ I_{d1} &= I_1 S_{11} + I_2 S_{12} + \dots + I_4 + \dots + I_n S_{1n} \\ I_{d2} &= I_1 S_{21} + I_2 S_{22} + \dots + I_4 + \dots + I_n S_{2n} \\ T_m &= F_1 + F_2 \end{aligned}$$

4) 其他主接线对母差保护的要求。

a) 母线兼旁母形式的双母线接线。回路切换与母联兼旁路时不再有旁路母线，没有母联到旁母隔离开关，而是取决于出线到母线的跨条隔离开关 QS_{K1} 、 QS_{K2} 。母线兼旁路母线接线示意图如图 1-6-8 所示。

若母线的跨条隔离开关 (QS_{K2}) 闭合，则装置将 II 母作为旁母，将母联作为旁路。此时，母差保护范围为 I 母。II 母不在母差保护的范围内。

b) 各种分段母线的接线。单母分段，除分段单元外的元件都是固定连接；分段单元的处理同母联单元。

双母线单分段，如图 1-6-9 所示，三段母线分别形成小差回路，装置默认母联 QF1 的 TA 极性同 II 母上的元件，母联 QF2 的 TA 极性同 III 母上的元件，分段 QF 的 TA 极性同 II 母上的元件。

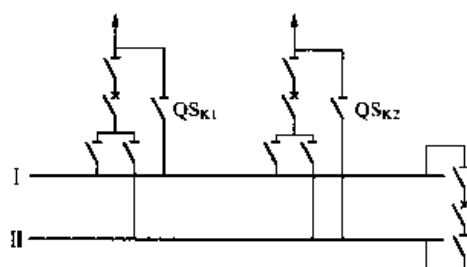


图 1-6-8 母线兼旁路母线接线示意图

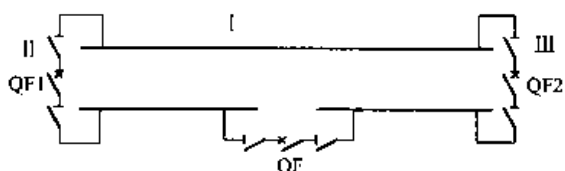


图 1-6-9 双母分段接线示意图

双母线双分段，一般考虑用两套 BP-2B 型装置配合实现各段母线的保护。一套装置保护分段断路器左侧的两段母线；另一套装置保护分段断路器右侧的两段母线；两套装置的保护范围在分段断路器处交叠。在差动逻辑中，将分段作为该段母线上的一个元件。

2. 母联（分段）失灵和死区保护

母线并列运行发生区内故障时，当保护向母联（分段）断路器发出跳令后，经整定延时若大差电流元件不返回，母联（分段）回路中仍然有电流，则母联（分段）失灵保护应经母线差动复合电压闭锁后切除相关母线各元件。

只有在母联（分段）断路器作为联络断路器时，才启动母联（分段）失灵保护，因此母差保护和母联（分段）充电保护启动母联（分段）失灵保护。

当母线并列运行，故障发生在母联（分段）断路器与母联（分段）电流互感器之间时，母联断路器侧母线段跳闸出口后，故障并未消除；而母联电流互感器侧母线段的小差元件不会动作，这种情况称之为死区故障。此时，母差保护已动作于一段母线，大差电流元件不返回，母联（分段）断路器已跳开而母联（分段）回路仍有电流，死区保护应经母线差动复合电压闭锁后切除相关母线。

上述两个保护有共同之处，即故障点在母线上，跳母联断路器经延时后，大差元件不返回且母联流互仍有电流，跳两段母线。因此可以共用一个保护逻辑，其逻辑框图如图 1-6-10 所示。

由于故障点在母线上，装置根据母联断路器的状态封母联 TA，差动元件即可动作隔离故障点。当母联断路器拒动时，需经过长于母联断路器灭弧时间并留有适当裕度的延时才能封母联 TA。当母线并列运行发生死区故障时，母联断路器触点一旦处于分位，再考虑主触点与辅助触点之间的先后时序，延时 50ms 封母联 TA，这样可以提高切除死区故障的动作速度。

当母线分列运行发生死区故障时，由于母联 TA 已被封闭，保护可以直接切除故障母

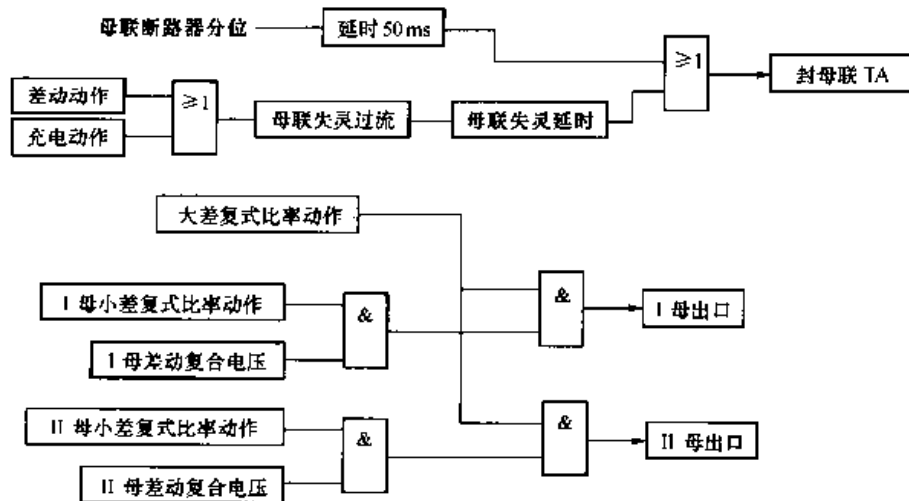


图 1-6-10 母联失灵保护、死区故障保护实现逻辑框图

线，避免了故障切除范围的扩大。

由上看出，由于母联断路器位置的正确读入对本装置的逻辑判断极为重要，因此本装置将母联断路器的动合触点（或 HWJ）和动断触点（TWJ）同时引入装置，以便相互校验。对分相断路器，将三相动合触点并联、三相动断触点串联接入装置。

3. 母联（分段）充电保护

分段母线其中一段母线停电检修后，可以通过母联（分段）断路器对检修母线充电以恢复双母运行。此时投入母联（分段）充电保护，当检修母线有故障时，跳开母联（分段）断路器，切除故障。

母联（分段）充电保护的启动需同时满足四个条件：①母联（分段）充电保护连接片投入；②其中一段母线已失压；③母联（分段）断路器在分位；④母联电流从无到有。

充电保护一旦投入自动展宽 200ms 后退出。充电保护投入后，当母联任一相电流大于充电电流定值，经可整定延时跳开母联断路器，不经复合电压闭锁。充电保护投入期间是否闭锁差动保护可设置保护控制字进行选择。

母联（分段）充电保护动作逻辑框图如图 1-6-11 所示。

4. 母联（分段）过流保护

母联（分段）过流保护既可以作为母线解列保护，也可以作为线路（变压器）的临时应急保护。母联（分段）过流保护连接片投入后，当母联任一相电流大于母联过流定值，或母联零序电流大于母联零序过流定值时，经整定延时跳开母联断路器，并且不经复合电压闭锁。母联过流保护动作逻辑框图如图 1-6-12 所示。

5. 电流回路断线闭锁

差电流大于 TA 断线定值，延时 9s 发 TA 断线告警信号，同时闭锁母差保护。电流回路正常后，0.9s 自动恢复正常运行。

当母联（分段）电流回路断线时，并不会影响保护对区内、区外故障的判别，只是会失去对故障母线的选择性。因此，联络断路器电流回路断线不需闭锁差动保护，只需转入母线互联（单母线方式）即可。母联（分段）电流回路正常后，需手动复归恢复正常运行。由于

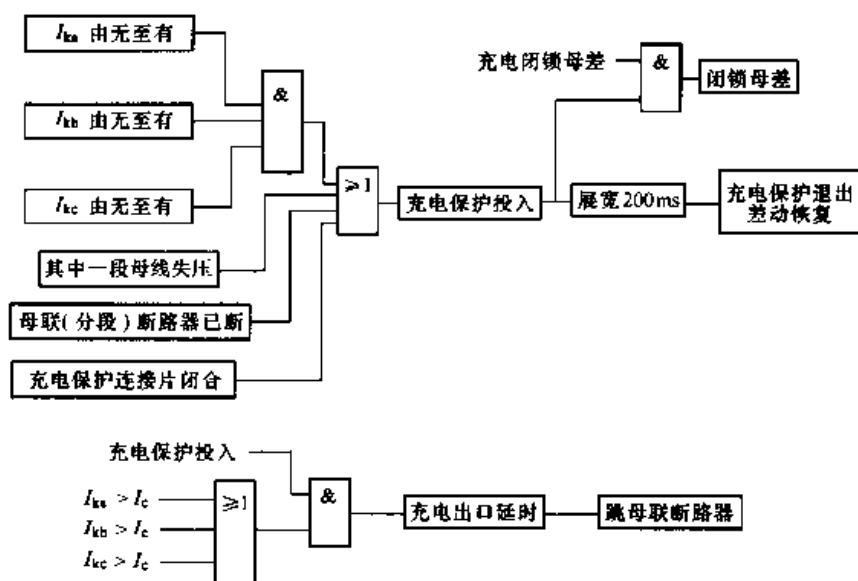


图 1-6-11 母联（分段）充电保护逻辑框图

I_{ka} —母联 A 相电流； I_{kb} —母联 B 相电流；
 I_{kc} —母联 C 相电流； I_c —充电保护电流定值

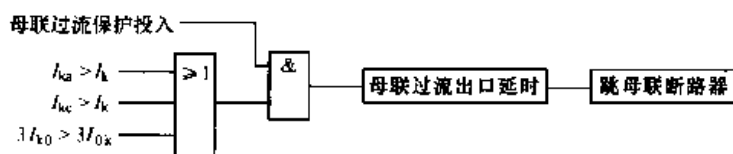


图 1-6-12 母联过流保护逻辑框图

I_{ka} —母联 A 相电流； I_{kc} —母联 C 相电流； $3I_{k0}$ —母联零序电流；
 I_k —母联过流定值； $3I_{ok}$ —母联零序过流定值

联络断路器的电流不计入大差，母联（分段）电流回路断线时判据并不会满足。而此时与该联络断路器相连的两段母线小差电流都会越限，且大小相等、方向相反。

6. 电压回路断线告警

某一段非空母线失去电压，延时 9s 发 TV 断线告警信号。除了该段母线的复合电压元件将一直动作外，对保护没有其他影响。

7. 母线运行方式的电流校验

双母线运行时，各连接元件经常在两段母线之间切换。母差保护需要正确跟随母线运行方式的变化，才能保证母线保护的正确动作。本装置引入隔离开关的辅助触点实现对母线运行方式的自适应。同时用各支路电流和电流分布来校验隔离开关辅助触点的正确性。当发现隔离开关辅助触点状态与实际不符，即发出“开入异常”告警信号，在状态确定的情况下自动修正错误的隔离开关触点，包括两段母线经两把隔离开关双跨（母线互联）。隔离开关辅助触点恢复正确后需按“复归”键才能解除修正。

8. 断路器失灵保护出口

断路器失灵保护可以与母线保护共用同一跳闸出口，本装置有两种方式供选择。

(1) 当采用与外部电流配合实现失灵启动时。当母线所连的某断路器拒动时，由该线路或元件的保护装置提供一个保护动作触点和过流动作触点给本装置。本装置检测到某一线路失灵启动触点闭合后，启动该断路器所连的母线段失灵出口逻辑，经失灵保护的复合电压闭锁，按装置中整定的“失灵出口延时 1”跳开联络断路器，按装置中整定的“失灵出口延时 2”跳开该母线连接的所有断路器。失灵启动逻辑框图如图 1-6-13 所示。

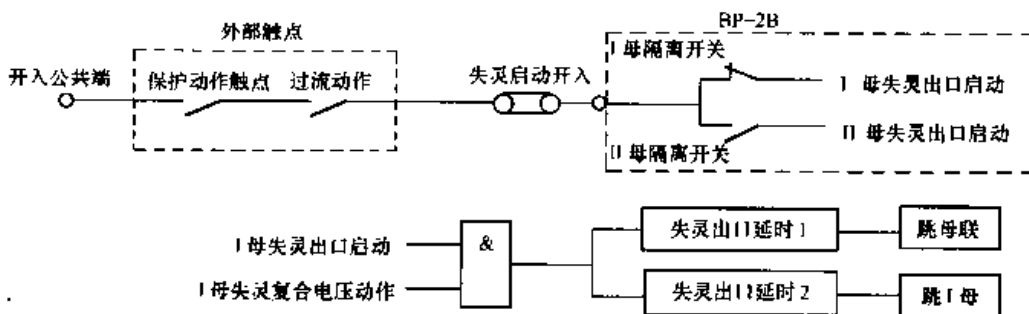


图 1-6-13 失灵启动逻辑框图

对于母联断路器，若有外部专用母联保护装置动作于母联断路器跳闸时发生拒动，则由该母联保护装置提供一个失灵启动触点给本装置。当本装置检测到外部母联失灵启动触点闭合后，启动母联断路器失灵出口逻辑，当母联电流大于母联失灵过流定值，经失灵复合电压闭锁，按装置中整定的“母联失灵延时”跳开 I 母线和 II 母线连接的所有断路器。母联外部失灵启动逻辑框图如图 1-6-14 所示。

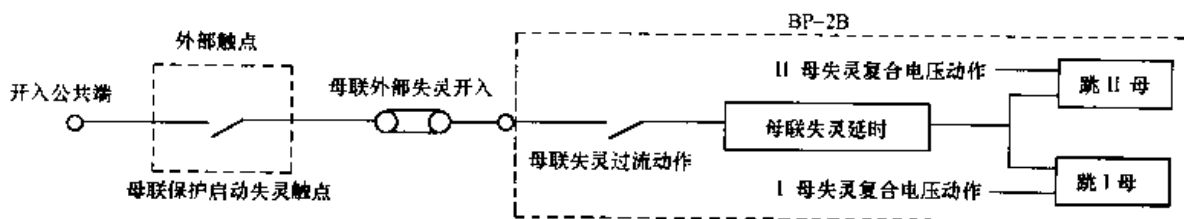


图 1-6-14 母联外部失灵启动逻辑框图

(2) 当采用自带电流检测元件实现失灵启动时。当没有外接电流触点时，根据技术协议要求，本装置自身可以提供检测断路器失灵的过流元件。只要将线路或元件保护的跳闸触点接入本装置；本装置对分相动作触点则分相检测电流，三跳动作触点则检测三相电流。而且对于 220kV 及以上系统，本装置需分别引入线路保护的三跳触点和单跳触点及变压器保护的三跳触点。具体实现方式如图 1-6-15 所示。

9. 失灵电压闭锁元件及主变失灵解除复合电压闭锁

失灵保护的电压闭锁元件与差动保护的电压闭锁元件类似，也是以低电压、负序电压和 3 倍零序电压构成的复合电压元件。只是使用的定值与差动保护不同，需要满足母线上最长的线路末端发生故障时的灵敏度。失灵出口动作，必须经相应母线段的失灵复合电压闭锁元件动作。

对于变压器或发电机-变压器组间隔，本装置设有“主变压器失灵解闭锁”的开入量连接片。当变压器或发电机-变压器组单元失灵保护启动时，同时该项主变压器失灵解闭锁功能投入；则可以实现解除所有母线的失灵保护电压闭锁。

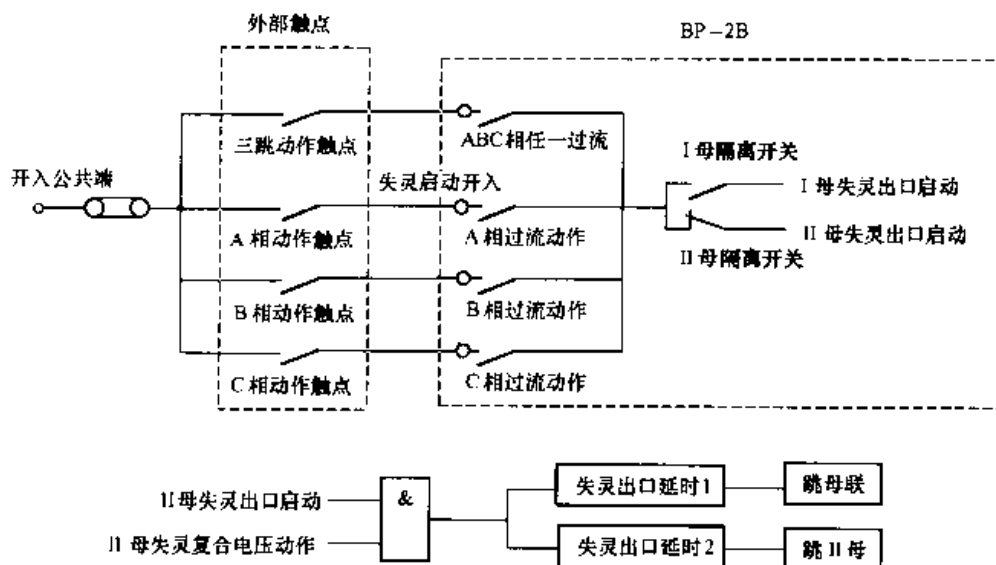


图 1-6-15 失灵过流逻辑框图

四、装置使用及运行说明

1. 界面显示说明

本装置主要由三层界面构成：主界面、一级界面、二级界面。主界面显示主接线图和装置状态信息；一级界面显示菜单列表及说明；二级界面显示菜单各选项的详细内容。

键盘由 6 个按键组成：“上”、“下”、“左”、“右”、“确认”和“取消”键。其中，“上”、“下”、“左”、“右”键只在本层界面内改变显示内容。各层界面之间的切换要通过“确认”键和“取消”键完成。

装置上电后，液晶显示主界面。按“确认”键进入一级界面，再按“确认”键可进入二级界面。此时，按“取消”键退回一级界面，再按“取消”键退至主界面。

(1) 主界面。主界面分上、下两个窗口，上窗口显示模拟主接线图，下窗口显示装置状态信息。母线各隔单元的顺序编号排列，第 1 间隔一般为母联。在主界面下，当隔离开关或母联的断路器状态发生变化时，模拟接线会实时刷新。

主界面的下窗口的显示内容有差动保护投退、失灵保护投退、充电和过流保护投退、自检结果和定值组别、差流和电压值。正常运行时，以上内容在下半窗口定时循环切换，时间间隔是 6s。也可通过按上、下或左、右键手动切换显示内容。当保护动作时，主界面的下窗口显示动作信息。

(2) 一级界面。由主界面按“确认”键进入一级界面，它分为两个窗口，上窗口是菜单列表，下窗口是菜单选项的说明。菜单有 5 列：查看、参数、整定、预设和自检。

右上角的“装置运行”（“装置调试”、“通信中断”）表示当前的运行状态；当保护元件和闭锁元件都投入运行时，显示为装置运行；当任一元件无法正常出口动作时（如自检异常、出口退出），显示为装置调试；当管理机无法与保护主机或闭锁主机联系上时，显示通信中断，此时界面显示的数据和状态可能无法实时刷新。

阴影部分表示光标所在位置。当按“上”、“下”键时，光标随按键在菜单列表内上下循环移动。当按“左”、“右”键时，光标随按键左右循环移动。光标移动时，屏幕下半窗口的菜单选项说明作相应的变动。

供运行人员使用的菜单选项详细内容如下。

1) 查看。此菜单主要是用于查看信息。

a) 间隔单元：实时显示各保护单元的电流量的幅值和相角、隔离开关辅助触点状态、失灵触点状态、TA 变比、间隔类型，以及闭锁单元的电压量的幅值和相角、母线投入状态。以上信息可以打印。

b) 整定值：显示所有组别的保护定值。

c) 事件记录：记录最近发生的 32 次事件的时间和事件名称。

d) 装置运行记录：在各个选项中分别记录最近发生的 32 次装置运行的相关内容。

e) 录波记录：记录最近 6 次保护动作的故障信息及录波图形。故障信息包括故障发生时间、故障母线、故障相别、保护动作类型、动作时间。录波图形记录母线各单元各相别的电流、电压和动作脉冲的波形，故障开始前、后各 1 周，保护动作前、后各 4 周，共 10 周。录波波形可放大或缩小，也可左右移动。录波记录按时间先后排序，最近一次动作录波记录编号为第 1 次。

f) 装置信息：显示母线主接线方式、电压等级、额定参数、软件版本等信息。

g) 通信报文：显示装置的串口通信报文。

(3) 二级界面。一级界面按“确认”键后进入二级界面。它分为两个窗口，上半窗口是所要显示的菜单项目，下半窗口是显示内容。

1) 查看一间隔单元一保护单元：按“右”键时，每个单元的大差、I 母小差、II 母小差、I 母电压、II 母电压的信息。以上部分循环显示。按左键时逆向显示。

2) 查看一间隔单元一闭锁单元：按“右”键时，显示 I 母电压、II 母电压、其他变量。循环显示方式同 1)。

3) 查看一整定值：按左、右键，阴影部分显示定值组别在 0 和 1 之间切换。按“上”、“下”键，整定值根据保护类别切换显示。

4) 查看 事件记录：记录最近 32 次事件信息，最近一次为第 1 次。每屏显示 4 次记录。按“上”、“下”键循环切换显示事件信息。

5) 查看 装置运行记录：包含详细的装置运行过程记录，每个选项记录 32 次信息。按键操作同上。记录类型说明如下：

a) 自检记录：记录自检出错原因及自检时间。

b) 通信无响应：记录管理机与保护主机或管理机与闭锁主机之间通信中断的时间。

c) 查看一录波记录：按“上”、“下”键时，光标上下移动，在录波次数上，按“左”、“右”键，录波次数发生改变，同时，相应的信息发生变化。当光标在录波波形选项时，按“确认”键，进入录波波形界面，左侧的光标可以上下移动。当光标移动到所选项时，按“左”、“右”键选择图形。左侧第一个选项是单元电流（差流，母线电压，动作脉冲），第二个选项是相别，第三个选项是放大倍数，每按一次“左”键或“右”键，倍数减 1 或加 1，对应的图形缩小或放大 2 倍。当级数变为 0 时，所对应的图形不显示，最大级数为 9 级。最后一个选项是时标，单位是毫秒，每按一次“左”键或“右”键，时标左移或右移一周，每个录波图形有 10 周。按“取消”键时，界面由录波图形退至录波记录界面。当“阴影”在打印选项时，按“确认”键，开始打印录波图形。

d) 查看一装置信息：显示本装置信息。

五、装置正常运行使用规定

1. 装置面板上的信号灯

(1) 装置液晶屏幕左侧有两列红色指示灯。左边一列为差动保护、失灵保护的分段动作信号，右边一列为差动保护、失灵保护的复合电压闭锁分段开放信号。装置一般考虑 3 个母线段，即差动动作 I、II、III；失灵动作 I、II、III；差动开放 I、II、III；失灵开放 I、II、III 共 12 个指示灯，后 6 个指示灯不带自保持。

(2) 装置液晶屏幕右侧的两列红色指示灯，分别为装置的出口信号灯和告警信号灯。出口信号包括差动动作、失灵动作、充电保护、母联过流和备用信号等。每一信号灯亮分别对应一种保护功能出口动作。告警信号包括有：TA 断线、TV 断线、母线互联、开入异常、开入变位、功能投退、出口退出、保护异常、闭锁异常、闭锁开放和备用信号。

(3) 装置正常运行时，差动元件，闭锁元件和管理机的电源灯和运行灯亮，通信灯闪亮。信号告警灯和保护动作灯灭。

2. 切换开关和按钮

(1) “RT” 为信号复归按钮。

(2) 切换开关“QB”为差动保护与失灵保护的投切开关，有三个位置：母差保护投入，失灵保护投入；母差保护投入，失灵保护退出；母差保护退出，失灵保护投入。

(3) 如果屏上配有 WBC 型操作继电器装置作为联络开关的操作箱时，还会有“KK”操作把手和“QK”把手。“QK”把手有两个位置：就地、远方。

六、装置显示信息说明

1. 当装置运行时出现下列告警信号的含义（见表 1-6-1）

表 1-6-1 告警信号的含义

告警信号	可能原因	导致后果
TA 断线	TA 的变比设置错误	闭锁差动保护
	TA 的极性接反	
	接入母差装置的 TA 断线	
	其他持续使差电流大于 TA 断线门坎定值的情况	
TV 断线	电压相序接错	保护元件中该段母线失去电压闭锁
	TV 断线或检修	
	母线停运	
	保护元件电压回路异常	
隔离开关双跨母线状态	母线处于经隔离开关互联状态	保护进入非选择状态，大差比率动作则切除互联母线
开入异常	隔离开关辅助触点与一次系统不对应	能自动修正则修正否则告警
	失灵触点误启动	闭锁失灵出口
	母联断路器常开与动断触点与实际不对应	默认母联断路器处于合位
	误投“母线分列运行”连接片	装置误认“母线分列运行”
开入变位	隔离开关辅助触点变位 母联断路器辅助触点变位 失灵启动触点变位	装置响应外部开入量的变化

续表

告警信号	可能原因	导致后果
保护异常	保护元件硬件故障	退出保护元件
闭锁异常	闭锁元件硬件故障	退出闭锁元件

第七节 RCS—915AB 型微机母线保护

一、装置概述

RCS—915AB 型微机母线保护装置适用于各种电压等级的单母线、单母分段、双母线等主接线方式，母线上允许所接的线路与元件数最多为 21 个（包括母联），并可满足有母联兼旁路运行方式主接线系统的要求。

装置设有母线差动保护、母联充电保护、母联死区保护、母联失灵保护、母联过流保护、母联非全相保护及断路器失灵保护等功能。

其主要特点有：允许 TA 变比不同，TA 调整系数可以整定；高灵敏比率差动保护；新型的自适应阻抗加权抗 TA 饱和判据；完善的事件报文处理；友好的全中文人机界面；灵活的后台通信方式，配有 RS-485 和光纤通信接口（可选）。

二、硬件说明

装置由开关量输入回路、出口与信号回路、电源插件、CPU 板和管理板插件、交流输入回路构成。核心部分采用 Motorola 公司的 32 位单片微处理器 MC68332，主要完成保护的出口逻辑及后台功能，保护运算采用 AD 公司的高速数字信号处理（DSP）芯片，使保护装置的数据处理能力大大增强。装置采样率为每周期 24 点，在故障全过程对所有保护算法进行并行实时计算，使得装置具有很高的可靠性及安全性。具体硬件模块图见图 1-6-16。

输入电流、电压首先经隔离互感器传变至二次侧，成为小电压信号分别进入 CPU 板和管理板。

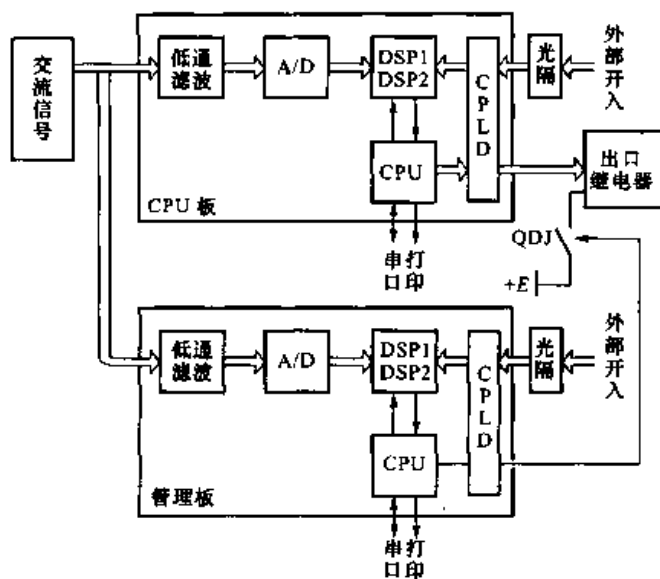


图 1-6-16 装置硬件模块图

管理板。CPU 板主要完成保护的逻辑及跳闸出口功能，同时完成事件记录及打印、保护部分的后台通信及与面板 CPU 的通信；管理板内设总启动元件，启动后开放出口继电器的正电源。另外，管理板还具有完整的故障录波功能，录波格式与 COMTRADE 格式兼容，录波数据可单独串口输出或打印输出。

三、原理说明

1. 装置启动元件

装置保护板和管理板对每种保护功能都设有启动元件，管理板启动后开放出口正电源，各启动元件构成见

各保护原理说明。

2. 母线差动保护

母线差动保护由分相式比率差动元件构成。主接线示意图如图 1-6-17 所示，TA 极性要求支路 TA 同名端在母线侧，母联 TA 同名端在母线 I 侧。

差动回路包括母线大差回路和各段母线小差回路。母线大差是指除母联断路器和分段断路器外所有支路电流所构成的差动回路。母线小差是指该段母线上所连接的所有支路（包括母联和分段断路器）电流所构成的差动回路。母线大差比率差动用于判别母线区内和区外故障，小差比率差动用于故障母线的选择。

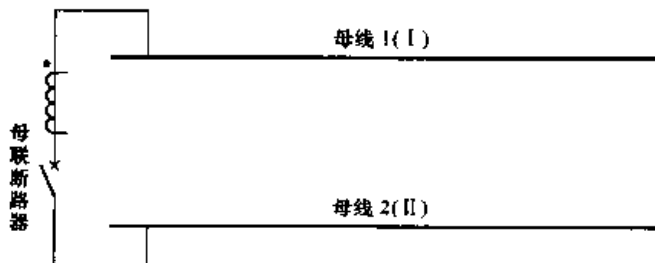


图 1-6-17 主接线示意图

(1) 启动元件。

1) 电压工频变化量元件。当两段母线任一相电压工频变化量大于门坎（由浮动门坎和固定门坎构成）时，电压工频变化量元件动作，其判据为

$$\Delta u > \Delta U_T + 0.05U_N$$

式中 Δu ——相电压工频变化量瞬时值；

$0.05U_N$ ——固定门坎；

ΔU_T ——浮动门坎，随着变化量输出变化而逐步自动调整。

2) 差流元件。当任一相差动电流大于差流启动值时差流元件动作，其判据为

$$I_d > I_{cdzd}$$

式中 I_d ——大差相电流；

I_{cdzd} ——差动电流启动定值。

母线差动保护电压工频变化量元件或差流元件启动后展宽 500ms。

(2) 比率差动元件。

1) 常规比率差动元件。其动作判据为

$$\left| \sum_{j=1}^m I_j \right| > I_{cdzd}$$
$$\left| \sum_{j=1}^m I_j \right| > K \sum_{j=1}^m |I_j|$$

式中 K ——比率制动系数；

I_j ——第 j 个连接元件的电流；

I_{cdzd} ——差动电流启动定值。

其动作特性曲线如图 1-6-18 所示。

为防止在母联断路器断开的情况下，弱电源侧母线发生故障时大差比率差动元件的灵敏度不够，大差比例差动元件的比率制动系数有高、低两个定值。母联断路器处于合闸位置及

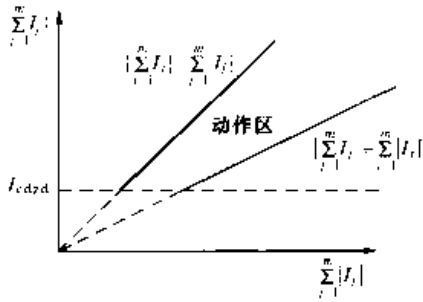


图 1-6-18 动作特性曲线图

投单母线或隔离开关双跨时大差比率差动元件采用比率制动系数高值，而当母线分列运行时自动转用比率制动系数低值。小差比例差动元件则固定取比率制动系数高值。

2) 工频变化量比例差动元件。为提高保护抗过渡电阻能力，减少保护性能受故障前系统功角关系的影响，本保护还采用工频变化量电流构成了工频变化量比率差动元件，与制动系数固定为 0.2 的常规比率差动元件配合构成快速差动保护。其动作判据为

$$\left| \Delta \sum_{j=1}^m I_j \right| > \Delta DI_T + DI_{cdzd}$$

$$\left| \Delta \sum_{j=1}^m I_j \right| > K' \sum_{j=1}^m |\Delta I_j|$$

式中 K' ——工频变化量比例制动系数，母联断路器处于合闸位置及投单母或隔离开关双跨时 K' 取 0.75，而当母线分列运行时则自动转用比率制动系数低值，小差则固定取 0.75；

ΔI_j ——第 j 个连接元件的工频变化量电流；

ΔDI_T ——差动电流启动浮动门坎；

DI_{cdzd} ——差流启动的固定门坎。

(3) 故障母线选择元件。差动保护根据母线上所有连接元件电流采样值计算出大差电流，构成大差比例差动元件，作为差动保护的区内故障判别元件。对于分段母线或双母线接线方式，根据各连接元件的隔离开关位置开入计算出两条母线的小差电流，构成小差比率差动元件，作为故障母线选择元件。当大差抗饱和母差动作（由谐波制动原理构成的 TA 饱和检测元件检测为母线区内故障），且任一小差比率差动元件动作，母差动作跳母联；当小差比率差动元件和小差谐波制动元件同时开放时，母差动作跳开相应母线。当双母线按单母线方式运行不需进行故障母线的选择时可投入单母方式连接片。当元件在倒闸过程中两条母线经隔离开关双跨，则装置自动识别为单母运行方式。这两种情况都不进行故障母线的选择，当母线发生故障时将所有母线同时切除。母差保护另设一后备段，当抗饱和母差动作，且无母线跳闸，则经过 250ms 切除母线上所有的元件。另外，装置在比率差动连续动作 500ms 后将退出所有的抗饱和措施，仅保留比率差动元件，若其动作仍不返回则跳相应母线。这是为了防止在某些复杂故障情况下保护误闭锁导致拒动，在这种情况下母线保护动作跳开相应母线对于保护系统稳定和防止事故扩大都是有好处的（而事实上真正发生区外故障时，TA 的暂态饱和过程也不可能持续超过 500ms）。

(4) TA 饱和检测元件。为防止母线保护在母线近端发生区外故障时 TA 严重饱和的情况下发生误动，本装置根据 TA 饱和波形特点设置了两个 TA 饱和检测元件，用以判别差电流是否由区外故障 TA 饱和引起，如果是则闭锁差动保护出口，否则开放保护出口。

1) TA 饱和检测元件一：采用新型的自适应阻抗加权抗饱和方法，即利用电压工频变化量启动元件自适应地开放加权算法。当发生母线区内故障时，工频变化量差动元件

Δ BLCD 和工频变化量阻抗元件 ΔZ 与工频变化量电压元件 ΔU 基本同时动作，而发生母线区外故障时，由于故障起始 TA 尚未进入饱和， Δ BLCD 元件和 ΔZ 元件的动作滞后于工频变化量电压元件。利用 Δ BLCD 元件、 ΔZ 元件与工频变化量电压元件动作的相对时序关系的特点，得到抗 TA 饱和的自适应阻抗加权判据。此判据充分利用了区外故障发生 TA 饱和时差流不同于区内故障时差流的特点，具有极强的抗 TA 饱和能力，而且区内故障和一般转换性故障（故障由母线区外转至区内）时的动作速度很快。

2) TA 饱和检测元件二：由谐波制动原理构成的 TA 饱和检测元件。这种原理利用了 TA 饱和时差流波形畸变和每周波存在线性传变区等特点，根据差流中谐波分量的波形特征检测 TA 是否发生饱和。以此原理实现的 TA 饱和检测元件同样具有很强抗 TA 饱和能力，而且在区外故障 TA 饱和后发生同名相转换性故障的极端情况下仍能快速切除母线故障。

(5) 电压闭锁元件。其判据为

$$\begin{aligned} U_{ph} &\leq U_{bs} \\ 3U_0 &\geq U_{0bs} \\ U_2 &\geq U_{2bs} \end{aligned}$$

式中 U_{ph} ——相电压；
 $3U_0$ ——三倍零序电压（自产）；
 U_2 ——负序相电压；
 U_{bs} ——相电压闭锁定值；
 U_{0bs} 、 U_{2bs} ——零序、负序电压闭锁定值。

以上三个判据任一个动作时，电压闭锁元件开放。在母差保护动作于故障母线跳闸时必须经相应的母线电压闭锁元件闭锁。

当用于中性点不接地系统时，将“投中性点不接地系统”控制字投入，此时电压闭锁元件为

$$\begin{aligned} U_1 &\leq U_{bs} \\ U_2 &\geq U_{2bs} \end{aligned}$$

式中 U_1 ——线电压；
 U_2 ——负序相电压；
 U_{bs} ——线电压闭锁定值；
 U_{2bs} ——负序电压闭锁定值。

3. 母联充电保护

当任一组母线检修后再投运之前，利用母联断路器对该母线进行充电试验时可投入母联充电保护，当被试验母线存在故障时，利用充电保护切除故障。母联充电保护有专门的启动元件。在母联充电保护投入时，当母联电流任一相大于母联充电保护整定值时，母联充电保护启动元件动作去控制母联充电保护部分。

当母联断路器跳位继电器由“1”变为“0”或母联 TWJ = 1 且由无电流变为有电流（大于 $0.04I_N$ ），或两母线变为均有电压状态，则开放充电保护 300ms，同时根据控制字决定在此期间是否闭锁母差保护。在充电保护开放期间，若母联电流大于充电保护整定电流，则将母联断路器切除。母联充电保护不经复合电压闭锁。另外，如果希望通过外部触点闭锁



本装置母差保护，将“投外部闭锁母差保护”控制字置1。装置检测到“闭锁母差保护”开入后，闭锁母差保护。该开入若保持1s不返回，装置报“闭锁母差开入异常”，同时解除对母差保护的闭锁。

4. 母联过流保护

当利用母联断路器作为线路的临时保护时可投入母联过流保护。母联过流保护有专门的启动元件。在母联过流保护投入时，当母联电流任一相大于母联过流整定值，或母联零序电流大于零序过流整定值时，母联过流启动元件动作去控制母联过流保护部分。母联过流保护在任一相母联电流大于过流整定值，或母联零序电流大于零序过流整定值时，经整定延时跳母联断路器，母联过流保护不经复合电压元件闭锁。

5. 母联失灵与母联死区保护

当保护向母联发跳令后，经整定延时母联电流仍然大于母联失灵电流定值时，母联失灵保护经两母线电压闭锁后切除两母线上所有连接元件。通常情况下，只有母差保护和母联充电保护才启动母联失灵保护。当投入“投母联过流启动母联失灵”控制字时，母联过流保护也可以启动母联失灵保护。如果希望通过外部保护启动本装置的母联失灵保护，应将系统参数中的“投外部启动母联失灵”控制字置1。装置检测到“外部启动母联失灵”开入后，经整定延时母联电流仍然大于母联失灵电流定值时，母联失灵保护经两母线电压闭锁后切除两母线上所有连接元件。该开入若保持10s不返回，装置报“外部启动母联失灵长期启动”，同时退出该启动功能。

若母联断路器和母联TA之间发生故障，断路器侧母线跳开后故障仍然存在，正好处于TA侧母线小差的死区，为提高保护动作速度，专设了母联死区保护。本装置的母联死区保护在差动保护发母线跳令后，母联断路器已跳开而母联TA仍有电流，且大差比率差动元件及断路器侧小差比率差动元件不返回的情况下，经死区动作延时 T_{dq} 跳开另一条母线。为防止母联在跳位时发生死区故障将母线全切除，当两母线都有电压且母联在跳位时，母联电流不计入小差。母联TWJ为三相动合触点（母联断路器处跳闸位置时触点闭合）串联。

6. 母联非全相保护

当母联断路器某相断开，母联非全相运行时，可由母联非全相保护延时跳开三相。非全相保护由母联TWJ和HWJ触点启动，并可采用零序和负序电流作为动作的辅助判据。在母联非全相保护投入时，有THWJ开入且母联零序电流大于母联非全相零序电流定值，或母联负序电流大于母联非全相负序电流定值，经整定延时跳母联断路器。

7. 母联带路运行方式

当主接线方式为母联兼旁路主接线方式时，应投入“投母联兼旁路主接线”控制字。当系统处于母联带路运行方式时，应投入母联带路连接片，并根据系统主接线情况决定是否投入带路TA极性负连接片。由于各支路的同名端均在母线侧，所以当带路TA极性端位于母线侧时，不投入此连接片；反之，当带路TA极性端位于线路侧时则需投入此连接片。当保护处于母联带路状态时，母联电流被视为等同于支路电流。根据“带路TA极性负”的连接片状态，决定如何将母联电流计入大差和小差电流；而根据“I母带路”和“II母带路”的开入状态，决定母联电流计入I母小差还是II母小差电流。当保护处于母联带路状态时，自动将母联断路器的部分保护功能（如母联充电保护、母联死区保护、母联失灵保护）退出，

另外将因母联断路器担负两母线连接功能而设置的一些保护功能（如发生母线故障时将母联断路器跳开）也同时退出。此时仍保留母联过流保护、母联非全相保护功能，带路时可用作带路支路的过流保护、母联非全相保护。投退母联带路功能过程中必须保证投退母联带路连接片时母联断路器空载无流。

8. 断路器失灵保护

断路器失灵保护由各连接元件保护装置提供的保护跳闸触点启动，逻辑如图 1-6-19 所示。输入本装置的跳闸触点有两种：一种是分相跳闸触点（虚框 1 所示），分别对应元件 2、3、4、5、7、8、9、10、12、13、14、15、17、18、19、20 的跳 A、跳 B、跳 C 触点，当失灵保护检测到此触点动作时，若该元件的对应相电流大于失灵相电流定值（或零序电流大于零序电流定值或负序电流大于负序电流定值时，零序、负序判据可整定投退），则经过失灵保护电压闭锁启动失灵保护；另一种是每个元件都有的三跳触点 T_3 （如图 1-6-19 中虚线框 2 所示），当失灵保护检测到此触点动作时，若该元件的任一相电流大于失灵相电流定值（或零序电流大于零序电流定值、或负序电流大于负序电流定值，零序、负序判据可整定投退），则经过失灵保护电压闭锁启动失灵保护。失灵保护启动后经跟跳延时再次动作于该线

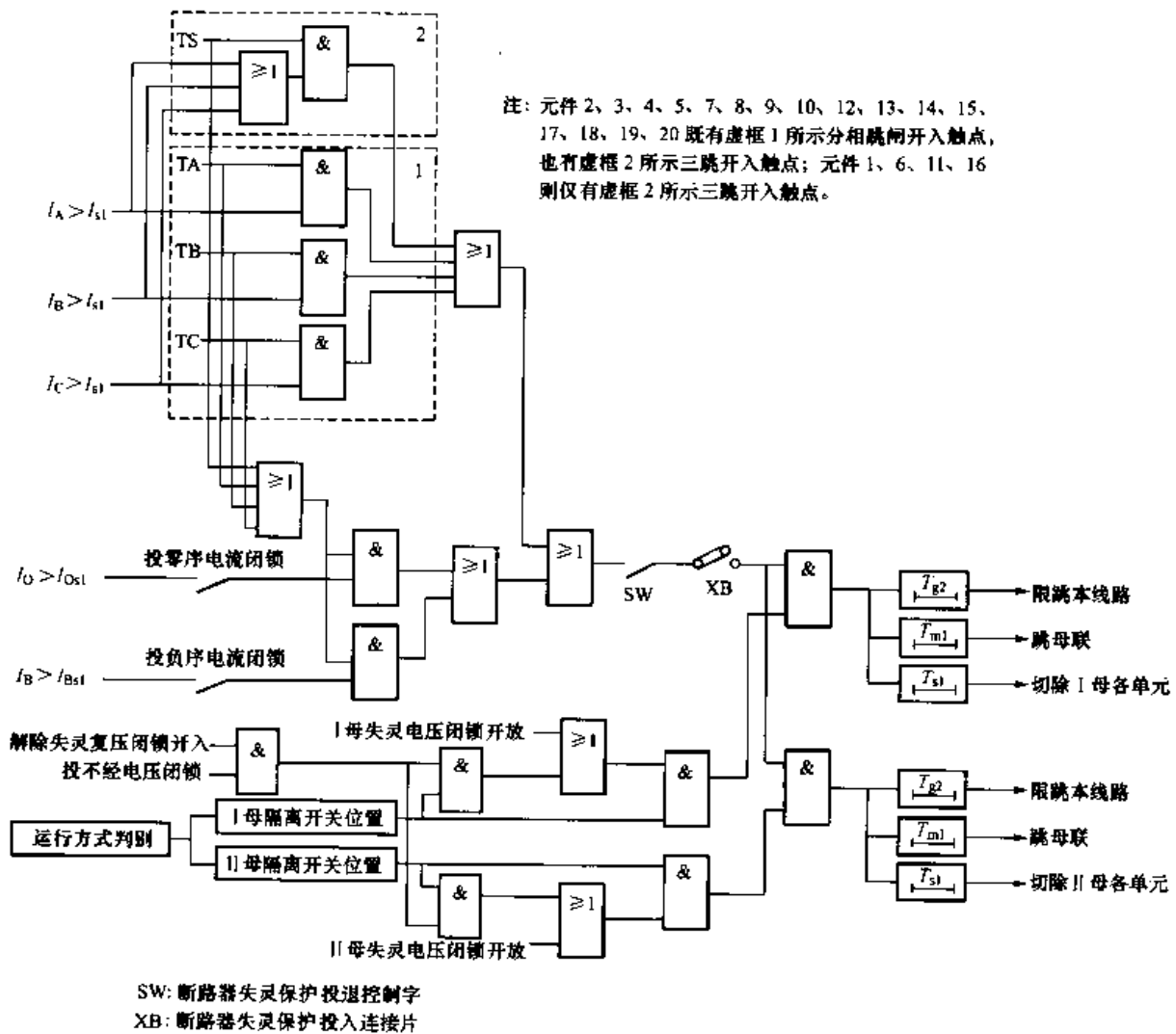


图 1-6-19 失灵保护逻辑原理图

路断路器，经跳母联延时动作于母联，经失灵延时切除该元件所在母线的各个连接元件。当直接和保护动作触点配合完成失灵保护的功能时，由于线路保护有跳 A、跳 B、跳 C 和三跳开出，而装置在支路 1、6、11、16 只有三跳的开入，所以线路不能接在支路 1、6、11、16；由于主变压器支路只有三跳，主变压器可以接在任意支路，但建议主变压器接在 1、6、11、16 这几个支路上，这样可以留出更多的间隔接线路。任一失灵开入保持 10s 不返回，装置报“保护板/管理板 DSP2 长期启动”，同时将失灵保护闭锁。

失灵保护电压闭锁判据为

$$U_{ph} \leq U_{sl}$$

$$3U_0 \geq U_{0sl}$$

$$U_2 \geq U_{2sl}$$

式中 U_{ph} ——相电压；

$3U_0$ ——3 倍零序电压；

U_2 ——负序相电压；

U_{sl} ——相电压闭锁定值；

U_{0sl} 、 U_{2sl} ——零序、负序电压闭锁定值。

以上三个判据任一动作时，电压闭锁元件开放。

当用于中性点不接地系统时，将“投中性点不接地系统”控制字投入，此时电压闭锁元件的判据为 $U_1 \leq U_{sl}$ 、 $U_2 \geq U_{2sl}$ (U_1 为线电压， U_{sl} 为线电压闭锁定值)。

考虑到主变压器低压侧故障高压侧断路器失灵时，高压侧母线的电压闭锁灵敏度有可能不够，因此可通过控制字选择主变压器支路跳闸时失灵保护不经电压闭锁，这种情况下应同时将另一副跳闸触点接至解除失灵复压闭锁开入，该触点动作时才允许解除电压闭锁。该开入若保持 10s 不返回，装置报“保护板/管理板 DSP2 长期启动”，同时解除电压闭锁功能暂时退出。

9. 母线运行方式识别

针对不同的主接线方式，应整定不同的系统主接线方式控制字。若主接线方式为单母线，则应将“投单母线主接线”控制字整定为 1；若主接线方式为单母线分段，则应将“投单母线分段主接线”控制字整定为 1；若该两控制字均为 0，则装置认为当前的主接线方式为双母线。对于单母线分段等固定连接的主接线方式无需外引隔离开关位置，装置提供隔离开关位置控制字可供整定。双母线上各连接元件在系统运行中需要经常在两条母线上切换，因此正确识别母线运行方式直接影响到母线保护动作的正确性。本装置引入隔离开关辅助触点判别母线运行方式，同时对隔离开关辅助触点进行自检。在以下几种情况下装置会发出隔离开关位置报警信号：

(1) 当有隔离开关位置变位时，需要运行人员检查无误后按隔离开关位置确认按钮复归。

(2) 隔离开关位置出现双跨时，此时不响应隔离开关位置确认按钮。

(3) 当某条支路有电流而无隔离开关位置时，装置能够记忆原来的隔离开关位置，并根据当前系统的电流分布情况校验该支路隔离开关位置的正确性，此时不响应隔离开关位置确认按钮，经处理的隔离开关位置保证了隔离开关位置异常时保护动作行为的正确

性。

(4) 由于隔离开关位置错误造成大差电流小于 TA 断线定值, 而小差电流大于 TA 断线定值时延时 10s 发隔离开关位置报警信号; 另外, 为防止无隔离开关位置的支路拒动, 当无论哪条母线发生故障时, 将切除 TA 调整系数不为 0 且无隔离开关位置 (且无调整或记忆隔离开关) 的支路。装置还提供与母差保护装置配套的模拟盘以减小隔离开关辅助触点的不可靠性对保护的影响。当隔离开关位置发生异常时保护发出报警信号, 通知有关人员检修。在检修期间, 可以通过模拟盘用强制断路器指定相应的隔离开关位置状态, 保证母差保护在此期间的正常运行。

当装置发出隔离开关位置报警信号时, 运行人员必须在保证隔离开关位置无误的情况下, 再按屏上隔离开关位置确认按钮复归报警信号。

10. 交流电压断线检查

(1) 母线负序电压 $3U_2 > 12V$, 延时 1.25s 报该母线 TV 断线。

(2) 母线三相电压幅值之和 ($|U_a| + |U_b| + |U_c|$) 小于 U_N , 且母联或任一出线的任一相有电流 ($> 0.04I_N$) 或母线任一相电压大于 $0.3U_N$, 延时 1.25s 延时报该母线 TV 断线。

(3) 当用于中性点不接地系统时, 将“投中性点不接地系统”控制字整定为 1, 此时 TV 断线判据改为 $3U_2 > 12V$ 或任一线电压低于 70V。

(4) 三相电压恢复正常后, 经 10s 延时后全部恢复正常运行。

(5) 当检测到系统有扰动或任一支路的零序电流大于 $0.1I_N$ 时不进行 TV 断线的检测, 以防止区外故障时误判。

(6) 若任一母线电压闭锁条件开放, 延时 3s 报该母线电压闭锁开放。

11. 交流电流断线检查

(1) 大差电流大于 TA 断线整定值 I_{DX} , 延时 5s 发 TA 断线报警信号。

(2) 大差电流小于 TA 断线整定值 I_{DX} , 两个小差电流均大于 I_{DX} 时, 延时 5s 报母联 TA 断线, 当母联代路时不进行该判据的判别。

(3) 如果仅母联 TA 断线不闭锁母差保护, 但此时自动切到单母线方式, 发生区内故障时不再进行故障母线的选择。由大差电流判出的 TA 断线闭锁母差保护 (其他保护功能不闭锁)。需按屏上复归按钮复归 TA 断线报警信号, 母差保护才能恢复正常运行。

(4) 当母线电压异常 (母差电压闭锁开放) 时不进行 TA 断线的检测。

(5) 任一支路 $3I_0 > 0.25I_{\Phi_{max}} + 0.04I_N$ 时延时 5s 发该支路 TA 异常报警信号, 对于母联支路发母联不平衡异常报警信号, 该判据可由控制字选择退出。

(6) 大差电流大于 TA 异常报警整定值 I_{DXB} 时, 延时 5s 报 TA 异常报警。

(7) 大差电流小于 TA 异常报警整定值 I_{DXB} , 两个小差电流均大于 I_{DXB} 时, 延时 5s 报母联 TA 异常报警。

(8) TA 异常报警不闭锁母差保护, 根据母差保护中“投 TA 异常自动恢复”控制字可以选择电流回路恢复正常后 TA 异常报警信号是否自动复归。

12. 母线电压切换

当有一组 TV 检修或故障时, 可利用屏上的电压切换开关进行切换。开关位置有双母、I 母、II 母三个位置, 所对应的开入触点 TV1、TV2 见表 1-6-2。

表 1-6-2

电压切换开关开入表

	双 母	I 母	II 母
I 母 TV	0	1	0
II 母 TV	0	0	1

当置在双母线位置，引入装置的电压分别为 I 母、II 母 TV 来的电压；当置在 I 母位置，引入装置的电压都为 I 母电压，即 $U_{A2}=U_{A1}$ ， $U_{B2}=U_{B1}$ ， $U_{C2}=U_{C1}$ ；当置在 II 母位置，引入装置的电压都为 II 母电压，即 $U_{A1}=U_{A2}$ ， $U_{B1}=U_{B2}$ ， $U_{C1}=U_{C2}$ 。

当母联代路运行或两母线分列运行时 TV 切换不再起作用，各母线取各自 TV 的电压，而双母线方式或单母线方式运行（包括投单母方式、双跨）时，TV 切换一直起作用，此时如果有 TV 检修则必须将 TV 切换至未检修侧 TV，不应打在双母线位置。如为单母线主接线方式，则程序中固定投 I 母线 TV。

四、装置使用说明

1. 装置液晶显示说明

(1) 保护运行时液晶显示说明。装置上电后，装置正常运行，液晶屏幕将根据系统运行方式的不同而显示不同的界面信息。

1) 单母主接线方式下，显示界面如图 1-6-20 所示。图 1-6-20 中上面部分的左侧显示为程序版本号，中间为 CPU 实时时钟。

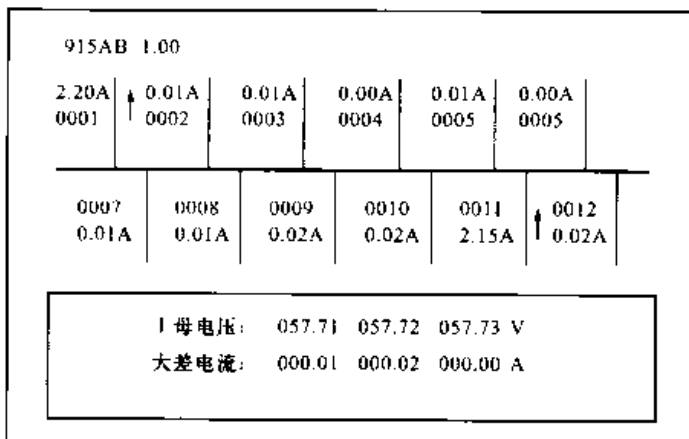


图 1-6-20 单母主接线显示界面图

图 1-6-20 中间部分为主接线图，根据保护装置中的系统参数中各个支路的调整系数是否为零，决定了主接线图是否显示该支路（调整系数为零的不再显示）。图中还显示各条支路的元件编号、电流大小及潮流方向。其中，元件编号由 4 位数字组成，可任意整定。在没有任何按键的情况下，该图形自动向左缓缓移动。图形下面部分显示了大差三相电流和该单母线的三相电压（从左至右依次为 A、B、C 相），其中电压的母线编号随系统定值的变化而变化。

在该界面下，按“←”键中间接线图加速向左移动，按“→”键中间接线图加速向右移动，按“确定”键中间主接线图不再移动。

2) 单母分段主接线方式下，显示界面如图 1-6-21 所示。分段断路器位置的指示原则为：实心方框表示断路器跳位（TWJ=1）；空心方框表示断路器处合位（TWJ=0）。且主接线显示的支路条数不仅取决于系统参数定值的支路调整系数，还决定于该支路在隔离开关位置控制字中是否投入。图形的下面部分将显示两条母线的三相电压、大差三相电流及两条母线小差三相电流，其中电压及小差电流的母线编号随系统定值的变化而变化。在没有任何按键的情况下，该部分向上循环滚动（每次滚动一行）。在按“确定”键的情况下，除了中

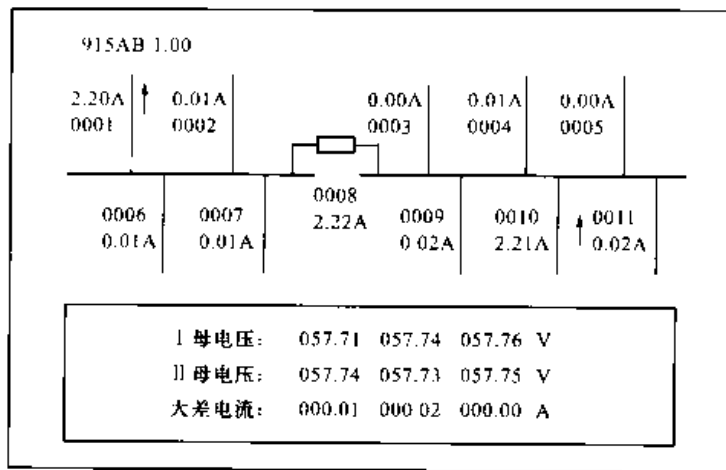


图 1-6-21 单母分段主接线显示界面图

间主接线图不再滚动外，图形下面的数据也不再滚动，此时数据继续保持更新。

3) 双母线主接线方式，显示界面见图 1-6-22。

4) 单母线运行方式（以双母线运行为例，见图 1-6-23）。在双母线主接线方式投单母线运行的情况下，同双母线运行方式相比，图形的上面右侧出现“单母”的汉字指示，同时，在图形中部的的主接线图中的两条母线被连接在了一起。其余各内容同双母线。

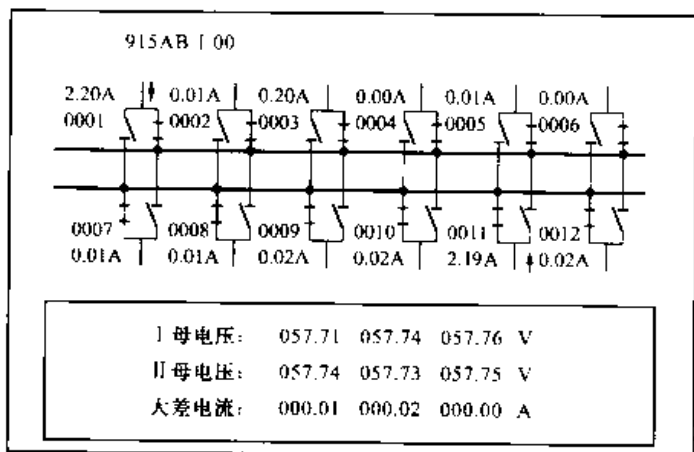


图 1-6-22 双母主接线显示界面图

5) 投母联兼旁路（以单母线分段为例，见图 1-6-24）。此时图形中间的分段断路器则变为代路显示形式，且图形上面右侧出现汉字“代路”指示。上图则是指明了当前分段断路器是通过右侧母线代路。

(2) 保护动作时液晶显示说明。

1) 当保护动作时，液晶屏幕自动显示最新一次保护动作报告，再根据当前是否有自检报告，液晶屏幕将可能显示以下两种界面：

a) 保护动作报告和自检报告同时存在，界面如图 1-6-25 所示。其中，上半部分为保护动作报告，下半部分为自检报告。对于上半部分，第 1 行的左侧显示为保护动作报告的记录号，第 1 行的中间为报告名称。第 2 行为保护动作报告的时间（格式为：年一月一日 时：分：秒：毫秒）。第 3~5 行为动作元件及跳闸元件，如果是动作元件，则动作元件前还会有动作的相对时间及动作相别。同时如果动作元件及跳闸元件的总行数大于 3，其右侧会显示出一滚动条，滚动条黑色部分的高度基本指示动作元件及跳闸元件的总行数，而其位置则表明当前正在显示行在总行中的位置。动作元件及跳闸元件和右侧的滚动条将以每次一行速度向上滚动，当滚动到最后 3 行的时候，则重新从最早的动作元件及跳闸元件开始滚动。下半

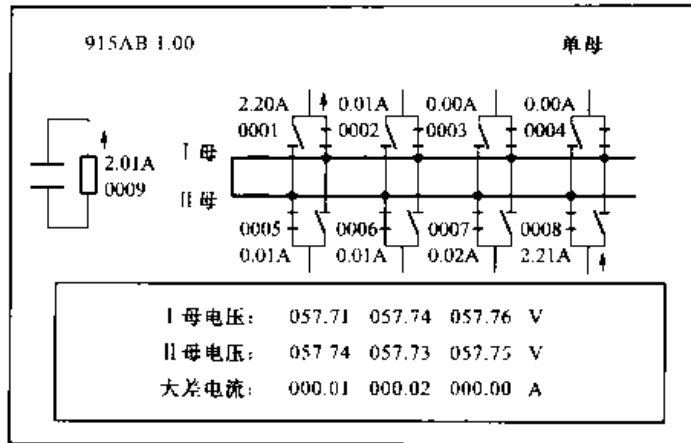


图 1 6 23 双母主接线单母运行时显示界面图

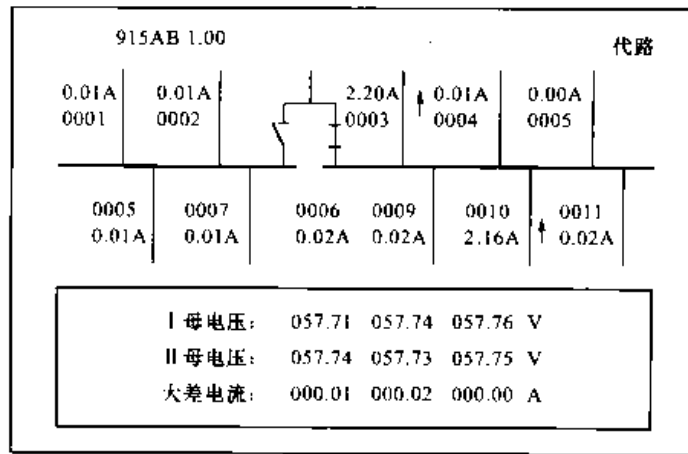


图 1-6-24 单母分段主接线投母联兼旁路运行时显示界面图

部分的格式可参考上半部分的说明。

No.002	保护动作报告
2002-07-15	04:15:00.003
5ms A/B	变化量差动跳 I 母
	0001, 0002, 0003, 0004
	0005, 0006, 0007, 0008
No.001	异常记录报告
2002-07-15	04:15:04:001
	刀闸位置报警
	I 母电压闭锁开放

图 1-6-25 保护动作报告和自检报告同时存在显示界面图

b) 有保护动作报告, 没有自检报告, 此时界面如图 1-6-26 所示。

图形中的内容可参考保护动作报告和自检报告同时存在的说明。

保护装置运行中, 硬件自检出错或系统运行异常将立即显示异常报告, 格式同上。按屏上复归按钮 (持续 1s) 可切换显示跳闸报告、自检报告和主接线图。除了以上几种自动切换显示方式外, 保护还提供了若干命令菜单。

2. 命令菜单使用说明

(1) 命令菜单采用如图 1-6-27 所示的树形目录结构。

(2) 命令菜单详解。在主接线图或保护动作报告或自检报告状态下，按“取消”键即可进入主菜单。图形如图 1-6-28 所示。

其中，反显的菜单条目为激活条目。“→”键为弹出下一级菜单（必须是菜单项中标有箭头指向的），“←”键为回到前一级菜单，“↑”、“↓”键为移动菜单项，该移动为循环移动。

1) 保护状态。本菜单的设置主要用来显示保护装置电流电压实时采样值和开入量状态，它全面地反映了该保护运行的环境，只要这些量的显示值与实际运行情况一致，则基本上保护能正常运行。保护状态分为保护板状态和管理板状态两个子菜单，分别显

No.002	保护动作报告
2002-07-15	04:15:00:003
5ms AB	变化量差动跳 I 母
	0001, 0002, 0003, 0004
	0005, 0006, 0007, 0008
	0009, 0010, 0011, 0012
	0013, 0014, 0015, 0016
	0017, 0018, 0019, 0020
	母联

图 1-6-26 有保护动作报告无自检报告显示界面图

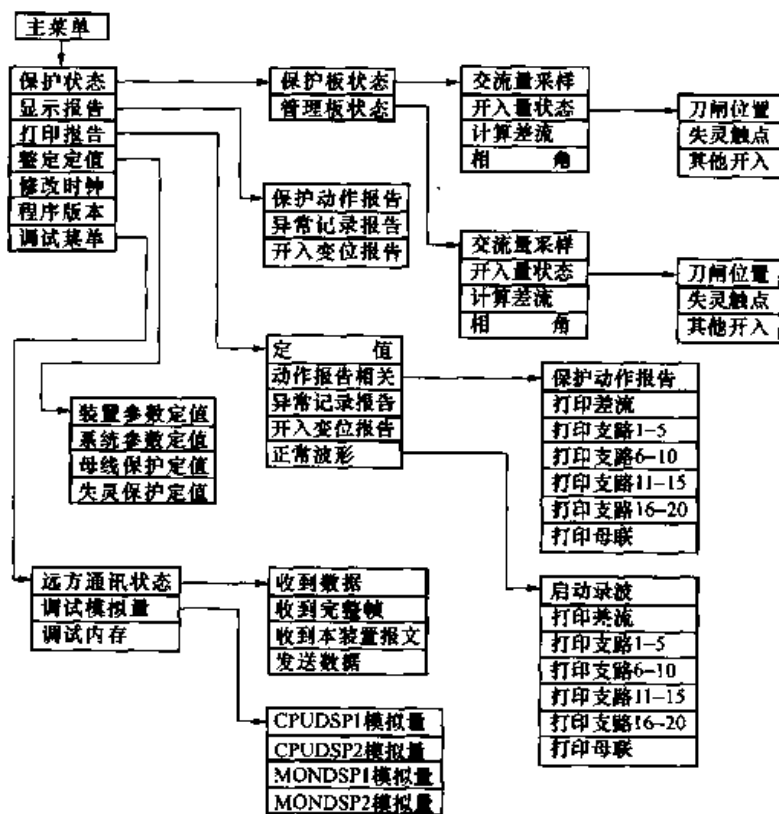


图 1-6-27 命令菜单树结构图

示保护板和管理板采样到的实时交流量、实时隔离开关位置、其他开入量状态（包括连接片位置）和实时差流大小及电压电流之间的相角。对于开入量状态，“1”表示投入或收到触点动作信号，“0”表示未投入或没收到触点动作信号。

2) 显示报告。本菜单显示保护动作报告，异常记录报告，及开入变位报告。由于本保护自带掉电保持，不管断电与否，它能记忆保护动作报告，异常记录报告及开入变位报告各

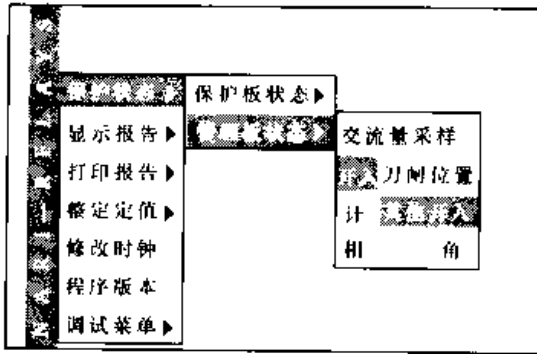


图 1-6-28 菜单显示图

告中包括大差电流波形、各母线小差电流波形和电压波形及各保护元件动作时序图，支路电流打印功能中可以选择打印各连接元件的故障前后支路电流波形。按键“↑”和“↓”用来上下滚动，选择要打印的报告，按“确定”键打印选择的报告。

1) 修改时钟。液晶显示当前的日期和时间。按键“↑”、“↓”、“←”、“→”用来选择要修改位，按键“+”和“-”用来修改。按“取消”键为不修改返回，“确定”键为修改后返回。

5) 程序版本。液晶显示保护板、管理板和液晶板的程序版本及程序生成时间。

(3) 模拟盘的使用。模拟盘面板布置如图 1-6-29。图中，LED 指示目前的各元件隔离开关（刀闸）位置状态，具有 I 母隔离开关、II 母隔离开关强制断路器（开关）。强制断路器有三种位置状态：自动、强制接通、强制断开。

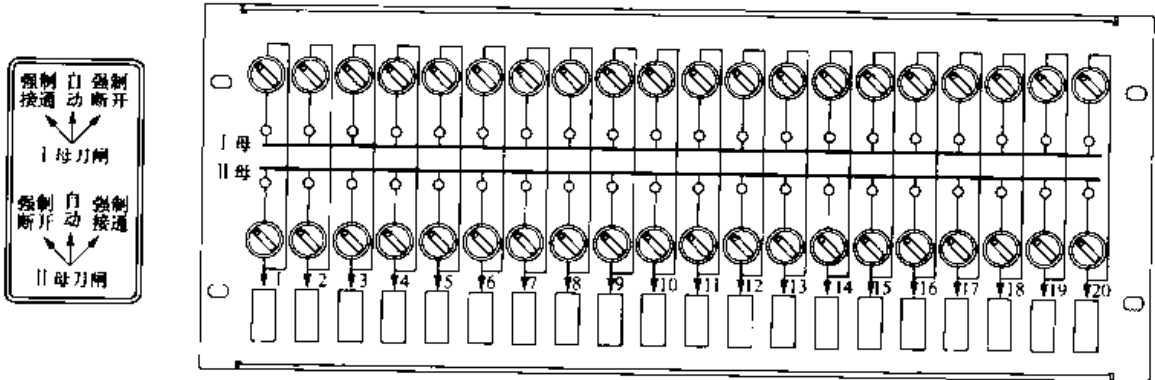


图 1-6-29 模拟盘面板布置图

五、装置运行规定

1. 装置信号灯说明

“运行”灯为绿色，装置正常运行时点亮；

“断线报警”灯为黄色，当发生交流回路异常时点亮；

“位置报警”灯为黄色，当发生隔离开关位置变位、双跨或自检异常时点亮；

“报警”灯为黄色，当发生装置其他异常情况时点亮；

“跳 I 母”、“跳 II 母”灯为红色，母差保护动作跳母线时点亮；

“母联保护”灯为红色，母差跳母联、母联充电、母联非全相、母联过流保护动作或失

灵保护跳母联时点亮；

“Ⅰ母失灵”、“Ⅱ母失灵”灯为红色，断路器失灵保护动作时点亮；

“线路跟跳”灯为红色，断路器失灵保护动作，线路跟跳时点亮。

2. 运行人员巡视必须检查装置的指示灯

“运行”灯亮，其他信号灯均不亮。

3. “断线报警”灯亮

判断为电流回路断线，立即断开本装置的跳闸连接片并通知继电人员处理。判断为电压回路断线，此时立即通知有关人员处理。

4. “位置报警”灯亮

运行人员检查隔离开关位置，通过模拟盘用强制断路器指定相应的隔离开关位置状态，必须在保证隔离开关位置无误的情况下，再按屏上隔离开关位置确认按钮复归报警信号。隔离开关辅助触点检修结束后必须及时将强制断路器恢复到自动位置。

5. “报警”灯亮

运行人员记录异常情况，通知继电人员处理。

6. “跳Ⅰ母”、“跳Ⅱ母”、“母联保护”、“Ⅰ母失灵”、“Ⅱ母失灵”、“线路跟跳”灯亮

表示保护动作跳闸，此时立即记录下保护动作类型，故障电流，检查各断路器位置，并汇报调度。

7. 定期核对装置时钟

当装置时钟与标准时钟误差大于5min时，需要手动修正时钟。

六、装置异常信息含义

装置异常信息含义见表 1-6-3。

表 1-6-3

装置异常信息含义表

自检信息	含 义
保护板（管理板） 内存出错	保护板（管理板）的 RAM 芯片损坏，发“装置闭锁”和“其他报警”信号，闭锁装置
保护板（管理板） 程序出错	保护板（管理板）的 FLASH 内容被破坏，发“装置闭锁”和“其他报警”信号，闭锁装置
保护板（管理板） 定值出错	保护板（管理板）定值区的内容被破坏，发“装置闭锁”和“其他报警”信号，闭锁装置
保护板（管理板） DSP 定值出错	保护板（管理板）DSP 定值区求和校验出错，发“装置闭锁”和“其他报警”信号，闭锁装置
保护板（管理板） FPGA 出错	保护板（管理板）FPGA 芯片校验出错，发“装置闭锁”和“其他报警”信号，闭锁装置
保护板（管理板） CPLD 出错	保护板（管理板）CPLD 芯片校验出错，发“装置闭锁”和“其他报警”信号，闭锁装置
跳闸出口报警	出口三极管损坏，发“装置闭锁”和“其他报警”信号，闭锁装置
保护板（管理板） DSP 出错	保护板（管理板）DSP 自检出错，FPGA 被复位，发“装置闭锁”和“其他报警”信号，闭锁装置

续表

自检信息	含 义
采样校验出错	保护板和管理板采样（包括开入量和模拟量）不一致，发“装置闭锁”和“其他报警”信号，闭锁装置
管理板启动开出报警	在保护板没有启动的情况下，管理板长期启动，发“其他报警”信号，不闭锁装置
该区定值无效	该定值区的定值无效，发“装置闭锁”和“其他报警”信号，闭锁装置
光耦失电	光耦正电源失去，发“其他报警”信号
内部通信出错	保护板与管理板之间的通信出错，发“其他报警”信号，不闭锁装置
保护板（管理板）DSP1 长期启动	保护板（管理板）DSP1 启动元件长期启动（包括母差、母联充电、母联非全相、母联过流长期启动），发“其他报警”信号，不闭锁保护
外部启动母联失灵开入异常	外部启动母联失灵触点 10s 不返回，报“外部启动母联失灵开入异常”，同时退出该启动功能
外部闭锁母差开入异常	外部闭锁母差触点 1s 不返回，发“其他报警”信号，同时解除对母差保护的闭锁
保护板（管理板）DSP2 长期启动	保护板（管理板）DSP2 启动元件长期启动（包括失灵保护长期启动，解除复压闭锁长期动作），发“其他报警”信号，闭锁失灵保护
隔离开关位置报警	隔离开关位置双跨，变位或与实际不符，发“位置报警”信号，不闭锁保护
母联 TWJ 报警	母联 TWJ=1 但任意相有电流，发“其他报警”信号，不闭锁保护
TV 断线	母线电压互感器二次断线，发“交流断线报警”信号，不闭锁保护
电压闭锁开放	母线电压闭锁元件开放，发“其他报警”信号，不闭锁保护。此时可能是电压互感器二次断线，也可能是区外远方发生故障长期未切除
闭锁母差开入异常	由外部保护提供的闭锁母差开入保持 1s 以上不返回，发“其他报警”信号，同时解除对母差保护的闭锁
TA 断线	电流互感器二次断线，发“断线报警”信号，闭锁母差保护
TA 异常	电流互感器二次回路异常，发“TA 异常报警”信号，不闭锁母差保护
面板通信出错	面板 CPU 与保护板 CPU 通信发生故障，发“其他报警”信号，不闭锁保护

第八节 WMZ—41B 型微机母线保护

一、装置概述

WMZ—41B 型微机母线保护装置适用于 500kV 及以下各种电压等级的母线保护。针对一次系统中各种不同类型的主接线形式，通过对保护配置、回路接线等方面的工程组屏设计构成的 GWMZ 系列微机母线保护柜，可实用于 3/2 断路器接线、单母线、单母分段、双母线、双母分段等各种典型及特殊接线方式的母线保护。

装置的功能：分相式电流差动保护；低电压、负序电压、零序电压判据的复合电压闭锁出口；线路断路器失灵保护；主变压器或发电机—变压器组单元失灵解除闭锁；母联断路器失灵保护及母联死区保护；母联充电保护（过流保护）；母联非全相保护；TA 断线告警、闭锁；TV 断线告警。

母线失灵保护可单独组柜，也可在母线保护柜中实现失灵保护功能。

二、装置硬件说明

WMZ-41B 型微机母线保护装置采用多 CPU 系统，由三层保护机箱组成。机箱采用“整面板，背插模块式结构”。

第 I 层装置为出口跳闸，实现“各单元出口跳闸、运行方式输入识别显示”等功能。双母线保护在第 I 层装置面板上绘制有“模拟一次系统接线图”，对应于每个单元均安装有两个绿色发光管及一个红色发光管。其中绿色发光管指示其运行方式，红色发光管指示其跳闸出口状态。

每个单元配置两个手动小开关，模拟各单元在母线两侧的隔离开关。每个小开关有上（强制闭合）、中（自动）、下（强制断开）三挡位置。

第 II 层装置为“A/D 转换、CPU、开关量 I/O 及人机界面”。

管理 CPU 实现电压闭锁及人机对话、通信管理等功能，保护 CPU 实现 A、B、C 各相电流差动保护及断路器失灵保护等功能。

第 III 层装置为交流模件，将各单元三相电流、母线电压等模拟量变换成弱电电压量输入到 A/D 模件。

三、保护原理说明

1. 电流差动保护

该型号母线差动保护具有比率制动特性。

接入母线上所有单元（包括母联或分段）的三相电流，通过各自的模拟通道、数据采集变换，形成相应的数字量后按各相别分别计算差电流。

对于每相的差动判据，取各单元电流向量和的绝对值作为差动电流 I_d ，取各单元电流绝对值之和作为制动电流 I_{res} ，其差动判据如下。

启动元件 $I_d \geq I_{op}$

动作元件 $I_d - K_{res} \times I_{res} \geq 0$

式中 I_{op} ——差动动作电流；

K_{res} ——制动系数 ($K_{res} < 1$)。

当任一相的差动判据同时满足“启动元件”和“动作元件”时，差动保护动作于出口。

差动保护动作后，出口跳闸命令保持 40ms，以确保母线所有连接的单元断路器可靠出口跳闸。若差电流不返回，则差动出口跳闸命令也不返回。

电流差动保护判据的计算采用电流瞬时值算法。

差动保护制动特性曲线如图 1-6-30 所示，动作区范围与差动动作电流 (I_{op}) 及制动系数 (K_{res}) 的整定值有关，其动作拐点为 (I_{op}/K_{res} , I_{op})。

对于 110kV 及以上电压等级的母线，一般采用由 A、B、C 三相构成的分相式电流差动保护，对于 35kV 及以下电压等级的中性点不接地母线，也可采用 A、C 两相电流差动保护。

2. 抗 TA 饱和措施

当系统故障、TA 发生饱和时，由于饱和 TA 的二次不能正确传变一次电流，这将使差

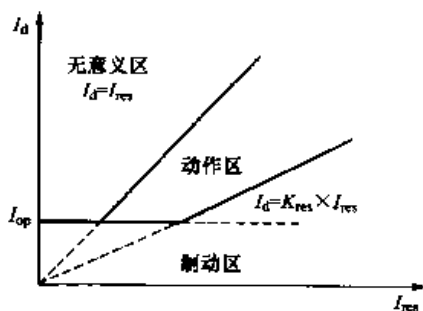


图 1-6-30 差动保护制动特性曲线

动判据中的差电流 I_d 产生偏差，严重时可能导致差动保护误判。

为解决由于 TA 饱和引起的差电流对差动保护判据的不利影响，保护装置采用“同步识别法”抗 TA 饱和措施。

同步识别法的实质：判别“差流越限”的出现与“故障发生”是否同步。“差流越限”即两差动保护判据同时满足，“故障发生”指制动电流量 I_{br} 或母线电压量发生突变。

若“差流越限”与“故障发生”同时出现，则认为“差流越限”是由母线发生区内故障而引起。此时差动保护在 5ms 以内即可发出“动作出口指令”并记忆保持 40ms。

若“差流越限”滞后于“故障发生”，两者不同步，则认为该“差流越限”是由母线区外故障 TA 发生饱和所引起，此时差动保护可靠不动作。

3. 电压闭锁

为防止差动出口继电器误动作或失灵保护误启动造成母线连接元件误跳闸，在母线保护装置出口回路中配置电压闭锁元件。

每段母线三相电压及零序电压量，通过各自的模拟通道、数据采集变换，形成相应的数字量，由低电压、零序电压及负序电压构成复合电压闭锁动作判据。

(1) 低电压。低电压实时检测各相电压量。动作判据为任一相电压量小于“低电压动作整定值”。

(2) 电压突变。电压突变是利用本周内电压的采样值与前一周内电压的对应采样值进行比较。动作判据为任一相本周内电压的采样值与前一周内电压的对应采样值之差大于电压突变动作整定值。

(3) 负序电压。负序电压实时检测由三相电压通过计算所得的负序电压量。动作判据为负序电压量大于负序电压动作整定值。

(4) 零序电压。零序电压实时检测自产零序电压或外接零序电压量（TV 开口三角形电压）。

动作判据为自产零序电压量或外接零序电压量大于“零序电压动作整定值”。

上述四个电压动作判据经“或”逻辑启动中间继电器，其动作触点接入差动失灵保护的出口跳闸回路中，构成开放母线保护出口跳闸闭锁的条件。

母联单元的出口跳闸回路可根据需要不经复合电压闭锁。

对于 330、500kV 超高压系统，3/2 断路器接线的母线，保护出口不经电压闭锁。

对于中性点不接地系统的母线保护，在复合电压动作判据中，“零序电压动作判据”不使用。

对双母线系统，当其中一段母线 TV 检修或 TV 二次回路发生断线时，由于其低电压判据动作将使母线保护失去电压闭锁。为解决此问题，在保护柜上配置 TV 投切开关，方便运行人员“投上”或“退出”该段母线的电压判别功能。

双母线正常并列运行时，“I 母 TV”及“II 母 TV”投切开关应同时置于“投”位。此时同时检测两段母线 TV 的输入电压量，电压动作按母线开放出口闭锁。当 I 母线停运或 I 母 TV 检修时，必须将“I 母 TV”投切开关置于“退”位，此时 II 母电压动作将同时开放两段母线保护出口的电压闭锁，装置同时发“I 母 TV 断线”信号提示运行人员注意。当 II 母线停运或 II 母 TV 检修时，必须将“II 母 TV”投切开关置于“退”位，此时 I 母电压动作将同时开放两段母线保护出口的电压闭锁，装置同时发“II 母 TV 断线”信号提示运行人

员注意。

当线路断路器失灵保护与母线差动保护共用出口跳闸及闭锁回路时，针对“线路末端发生故障，母线电压动作灵敏度下降”的问题，在母线保护电压判据中，设置高、低两组电压动作整定值，正常运行时，用于闭锁差动保护的电压动作判据采用常规的电压动作整定值组，当线路断路器失灵启动后，自动将电压动作判据切换到采用更为灵敏的电压动作整定值组，从而提高失灵保护的电压动作灵敏度，确保失灵保护动作时能够开放出口跳闸回路。

(5) 解除电压闭锁。当检测到变压器或发电机—变压器组单元失灵、且对应的解除电压闭锁触点闭合时，保护即根据当前的运行方式自动判别出该失灵单元所在母线，解除该母线段出口的电压闭锁。

4. 双母线保护

针对双母线系统运行特点，保护装置能自动识别一次系统的运行方式并跟踪系统倒闸操作，确保双母线保护动作的正确性及选择性。

(1) 运行方式的确定。双母线保护程序中设置有“Ⅰ母运行方式字”和“Ⅱ母运行方式字”。

运行方式字实时指示双母线所有单元的运行状态，运行方式字中的每一位对应于一个单元，“1”或“0”分别指示该单元运行或不运行于该段母线。

保护装置要求接入双母线系统所有单元的隔离开关辅助触点（动合触点），同时还必须接入母联断路器辅助触点。双母线的运行方式字按照各单元隔离开关触点输入情况经过Ⅰ母及Ⅱ母差电流的计算校验后确定。

(2) 小差及大差。双母线保护设置有“实时根据母线运行方式构成的分差动（小差）和包含整个双母线系统的总差动（大差）”。Ⅰ母小差根据“Ⅰ母运行方式字”计算差电流，即将Ⅰ母运行方式字中所有为“1”的对应单元电流按差动保护判据进行计算。Ⅱ母小差根据“Ⅱ母运行方式字”计算差电流，即将Ⅱ母运行方式字中所有为“1”的对应单元电流按差动保护判据进行计算。作为母联运行方式时的母联电流必须同时计入Ⅰ母及Ⅱ母小差，在Ⅰ母小差中“+”母联电流，在Ⅱ母小差中“-”母联电流。而大差是除母联单元电流之外的双母线系统上所有连接单元的电流按差动保护判据进行计算所得。小差制动电流的计算同样根据各段母线的运行方式字进行。大差制动电流计算不计入母联电流。大差将整个大差和两小差必须都平衡，保护的运行方式字才能确定。

在双母线保护中，大差作为启动元件，小差作为选择元件，只有启动元件和选择元件同时动作，差动保护才动作。若大差平衡，而两小差只要有一不平衡（差电流大于 $0.06I_N$ ）时，装置发“识别错误”信号，以提示运行维护人员解决。

(3) 互联状态。在双母线倒闸操作过程中，当同一单元的Ⅰ母及Ⅱ母隔离开关辅助触点同时闭合时，双母线处于并母方式，母线保护随之自动进入互联状态。在互联状态下，视Ⅰ母及Ⅱ母为单母线运行方式，母线保护仅由大差构成，两小差不起作用。此时无论Ⅰ母或Ⅱ母上发生故障，大差将动作于切除两段母线上所有连接单元。

互联状态的判定，除自动方式外，同时配置手动模式。通过保护柜上配置的“互联投切”开关操作。若大差平衡，而两小差都不平衡时，装置则强制互联。无论“自动互联”、“手动互联”或“强制互联”启动，装置均发“互联状态”信号，提示运行人员。

倒闸操作完毕后，一次系统恢复正常双母线并列运行，保护装置中的两运行方式字随之

跟踪，自适应双母线运行方式。

采用“手动互联”，当倒闸操作完毕后，应及时退出“互联投切”开关，并确认“互联状态”信号灯不亮。

5. 母联断路器失灵保护

在双母线或单母线分段系统，配置有母联断路器失灵保护。当母线保护装置某段保护动作出口后不返回，母联 TA 上故障电流仍存在，经延时母联断路器失灵保护动作。

母联断路器失灵保护动作后，跳开另一段母线上所有连接单元的出口。同时保护装置发“母联失灵”动作信号。

6. 母联死区保护

对于双母线或单母线分段系统，一般母联单元只安装一组电流互感器，此时母联互感器与母联断路器之间发生的故障称为死区故障。

母联死区故障接线示意图如图 1-6-31 所示，当 k 点发生故障时，I 母判为区内故障，II 母则判为区外故障。I 母保护动作并跳开母联断路器后，故障仍然存在，未能彻底切除。

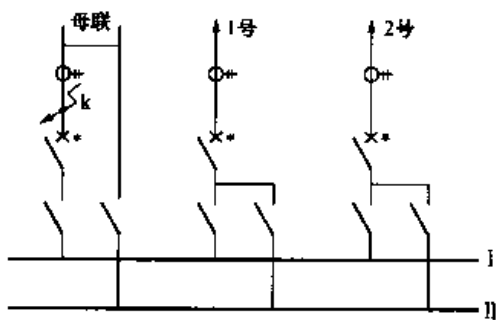


图 1-6-31 母联死区故障接线示意图

同时保护程序继续判别大差是否返回、母联 TA 上故障电流是否消失。若经过延时确保母联断路器可靠跳闸，大差未返回、母联 TA 仍有故障电流，则启动母联死区保护，动作于另一段母线保护的出口，从而彻底切除死区故障。

在双母线母联单元热备用状态下，若母线保护仍按母联隔离开关状态计算两小差，则此时发生死区故障将造成装置保护判据故障母线为区外，而非故障母线反为区内。为解决此问题，保护装置将母联断路器辅助触点接入保护装置，由断路器位置状

态决定小差判据是否计入母联电流。

当母联断路器辅助触点断开时，母线保护则按双母线分列运行时的保护逻辑判别及出口。I 母小差及 II 母小差判据中不计入母联电流。此时，若发生死区故障，故障母线判为区内而可靠动作，非故障母线则判为区外可靠不动作。

当母联断路器辅助触点闭合后，母线保护则按常规双母线并列运行时的保护逻辑判别及出口。

实际接线时宜将母联断路器的 3 个辅助触点并联后接入保护装置，以使任一相触点闭合后，保护即按双母线并列运行方式处理。

7. 断路器失灵保护

对于 220kV 及以上电压等级的母线系统（包括一些重要的 110kV 母线系统），其母线保护配置断路器失灵保护功能。当母线上连接单元（非母联）发生故障、保护动作而该单元断路器拒动，或故障发生在单元断路器与电流互感器之间时，断路器失灵保护将作为后备保护彻底切除故障。

断路器失灵保护启动条件：连接单元保护动作触点闭合不返回，同时该单元 TA 故障电流不消失。

8. 母联充电保护（母联过流保护）

对双母线或单母线分段系统，当其中一段母线新投运或检修后再投运，必须通过母联断路器对空母线作充电试验。充电试验期间，母联充电保护动作可迅速切除被充母线上可能存在的故障。

双母线正常运行时，充电保护（充电Ⅰ段）不投入；充电试验期间，将“充电启动”开关置于“投”位，充电保护功能投入。此时，若母联电流或大差电流大于充电保护电流定值，充电保护动作于母联断路器的跳闸，同时装置发“充电保护”事故信号。为防止母联断路器拒跳，充电保护动作后启动母联失灵保护。

充电保护动作于母联出口，由独立的出口连接片控制，不经电压闭锁。

通过装置控制字可选择“充电操作期间保护装置是否闭锁母线差动保护”。接入母联断路器的跳位触点（TWJ），当检测到 TWJ 由“1”变“0”，同时某段母线电压及母联电流由“无”到“有”时，保护装置自动短时闭锁母线差动保护 300~700ms。

母联过流保护（充电Ⅱ段）可作为母联代旁路时的后备保护，有相应的连接片控制投退。母联过流保护（充电Ⅱ段）投入后，若母联任一相电流大于其过流定值，经延时确认母联过流保护动作，由独立的出口连接片控制，不经电压闭锁。

9. TA 断线监视

正常运行过程中，装置实时检测大差电流及母联零序电流，若大差不平衡或母联零序电流越限且长时间不返回，装置发“TA 断线告警”信号。

TA 断线监视配置高、低两套整定值，低值告警、高值闭锁差动保护。当差电流或母联零序电流大于低值定值时，装置发“TA 断线告警”信号，不闭锁差动保护；当差电流大于高整定值时，装置闭锁差动保护同时发“TA 断线闭锁”信号。TA 断线闭锁采用“总闭锁差动保护”方式，当差动电流消失后，自动解除差动保护的闭锁。

10. TV 断线监视

正常运行过程中，若 TV 二次回路发生断线，电压元件动作后将使电压闭锁回路开放。装置发“TV 断线监视”信号。

TV 断线判据为利用自产零序电压与外接零序电压 $3U_0$ 进行比较，若两者差异较大时装置发“TV 断线”告警信号。

11. 直流稳压电源监视

当保护装置内部任何一个直流稳压电源发生故障或直流电源消失时，装置发“稳压电源消失”信号，提示运行人员检查直流电源输入回路及空气断路器、直流稳压电源等设备是否完好。

四、人机对话面板操作

1. 面板

装置面板上的人机对话接口界面采用大屏幕彩色液晶显示器及按键组成。操作键盘由“↑”、“↓”、“←”、“→”、“+”、“-”、“确认”、“退出”、“复位”、“复归”等 10 个键构成。键盘如图 1-6-32 所示。

“↑”、“↓”、“←”、“→”按键控制液晶屏幕中的光标位置。

“+”、“-”按键用于定值整定、修改过程中增减数值。

“复位”按钮用于复位 CPU。

“复归”按钮，用于信号灯复归。



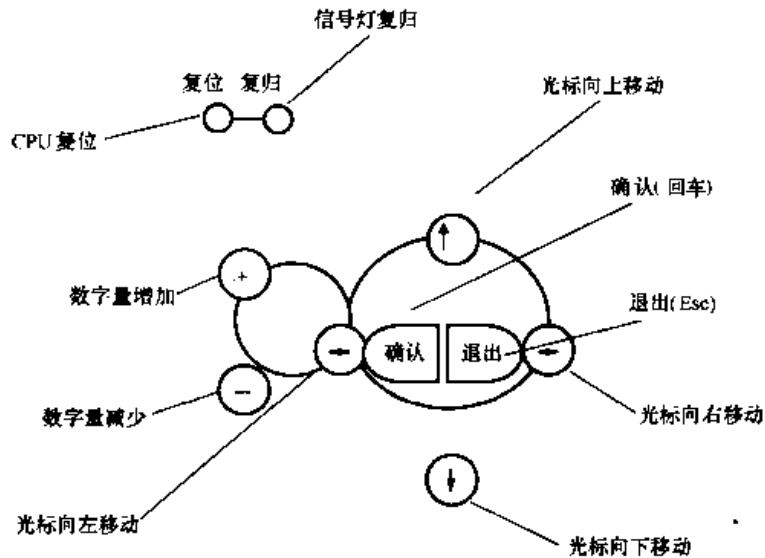


图 1-6-32 面板键盘示意图

主界面循环四屏显示“装置型号、软件版本号、当前时间”、“保护功能投退状态”、“母线线电压信息”、“母线各相差流”，按“退出”键可加快翻页速度。按“确认”键进入一级菜单，在每级菜单里都有提示性语句，提示相应的操作。树状菜单结构如图 1-6-33 所示。

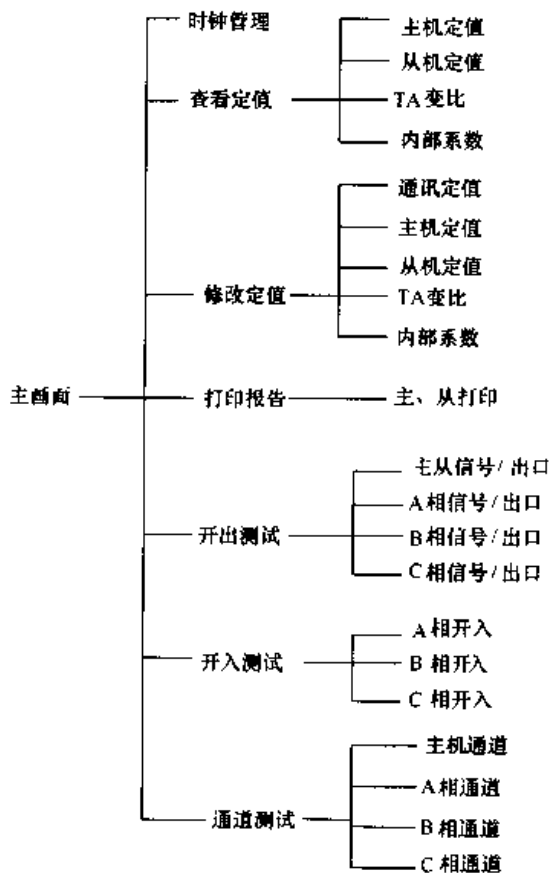


图 1-6-33 树状菜单结构

2. 命令菜单详解

(1) 时钟管理。液晶显示当前的日期和时间。按键“↑”、“↓”、“←”、“→”用来选择要修改的位置，“+”、“-”用来修改数值。

(2) 查看/修改定值。此菜单下分 7 个子菜单：主机定值、从机定值、通讯定值、TA 变比、失灵保护定值及控制字。进入定值整定，输入密码后可以查看或修改。

按键“↑”、“↓”用来选择要修改的哪一位，“+”、“-”用来修改数值，“确认”为修改返回，“退出”为不修改返回。

(3) 打印报告。可选择打印主机或从机整定值报告，主机电压和 A、B、C 各相从机电流的故障事件、采样值、采样波形、装置自检等报告。其中故障事件报告又分为简明故障报告，采样值故障报告及电流波形故障报告，故障报告记录 8 次保护动作事件，供选择打印、分析。

按键“↑”、“↓”用来选择要打印的报告，“+”、“-”用来修改报告打印项，“确认”为打印，“退出”为不打印并返回。

(4) 通道测试。实时显示母线各相电压、零序电压、负序电压及各单元电流的幅值和相位、各段各相大差和小差的差电流，方便运行人员监控装置各模拟通道的工作情况。

五、装置运行的一般规定

1. 切换开关

(1) 运行方式开关。在运行过程中，当发现某单元隔离开关辅助触点指示的运行状态与一次系统不符合时，可将对应单元的小开关拨在“强制闭合”位或“强制断开”位置，手动强制使母线差动保护的运行方式字与一次系统实际运行方式相符。

(2) 充电启动开关，有三挡位置。正常运行时把手应置于“中间位置”，充电保护功能退出；短充电状态下，把手置于“左挡位”，充电保护投入并按Ⅰ段定值计算；长充电状态下，把手置于“右挡位”，充电保护投入并按Ⅱ段定值计算。

(3) 互联手动开关，有两挡位置。正常运行时把手应置于“退出位置”，为非互联状态；倒闸操作时，建议将把手置于“投入”位置，此时保护柜上发“互联状态”信号。

(4) I母TV投切开关，有两挡位置。正常运行时把手应置于“投入”装置，I母电压输入量参与电压计算；当I母TV检修时，将把手置于“退出”位置，I母电压输入量不参与电压计算，此时保护柜上发“I母TV”信号。

(5) II母TV投切开关，有两挡位置。正常运行时把手应置于“投入”装置，II母电压输入量参与电压计算；当II母TV检修时，将把手置于“退出”位置，II母电压输入量不参与电压计算，此时保护柜上发“II母TV”信号。

(6) 调试/运行切换开关，有两挡位置。保护正常运行时把手应置于“运行”，保护程序处于运行状态，装置的运行指示灯闪烁；当母差装置在试验、硬件测试时，将把手置于“调试”位置，保护程序处于调试状态，装置的运行指示灯不再闪烁，状态为常亮或常灭（取决于把手操作瞬间指示灯的闪烁情况）。

(7) 差动保护切换开关。正常运行时把手应置于“投入”位置，差动保护正常投入运行，把手置于“退出”时差动保护退出运行。

(8) 失灵保护切换开关。正常运行时把手应置于“投入”位置，失灵保护正常投入运行，把手置于“退出”时失灵保护退出运行。

(9) 复归按钮。保护柜正面右侧中部装有复归按钮，用于对事故信号及出口动作保持信号的复归。

2. 装置的连接片

保护柜正面下部安装有用于控制出口跳闸的连接片，每个单元一般配置两个跳闸回路，每个跳闸回路均由各自独立的连接片控制。每个跳闸出口连接片的状态应与断路器状态一致。

3. 空气断路器

保护柜背面上部安装有交直流快速空气断路器，用于对保护装置直流控制电源及母线电压的控制和保护。

4. 装置的信号说明

保护柜体上装有信号指示灯，指示保护运行及动作情况。

(1) 运行监视。指示每个CPU元件的运行情况，装置上“运行监视”为绿色光字，CPU及保护程序工作时，“运行监视”信号闪烁。当调试/运行切换把手处于调试状态时



“运行监视”灯常亮或常灭。

(2) 动作信号（以双母线为例）。动作信号有：Ⅰ母差动、Ⅱ母差动、Ⅰ母失灵、Ⅱ母失灵、母联失灵、充电动作、Ⅰ母电压（动作）、Ⅱ母电压（动作）。

保护动作信号采用红色光字。

(3) 预告信号。预告信号有：TA断线告警、TA断线闭锁；Ⅰ母TV断线、Ⅱ母TV断线；自检错误、识别错误、互联状态。预告信号采用黄色发光字。

以上信号详细说明如下：

1) Ⅰ（Ⅱ）母差动：表示Ⅰ（Ⅱ）母差动动作，有硬触点信号和软报文信号。不经电压闭锁，信号保持。

2) Ⅰ（Ⅱ）母失灵：表示Ⅰ（Ⅱ）母失灵保护动作，有硬触点信号和软报文信号。信号保持。

3) 母联失灵：表示母联断路器失灵保护动作，有硬触点信号和软报文信号。不经电压闭锁，信号保持。

4) 充电动作：表示母联充电保护动作，有硬触点信号和软件报文信号。不经电压闭锁，信号保持。

5) Ⅰ（Ⅱ）母电压动作：表示Ⅰ（Ⅱ）母线复合电压动作，出口回路的电压闭锁开放，有硬触点信号和软报文信号。信号不保持。

当装置中“主变压器、发电机—变压器组单元失灵启动解除电压闭锁”输入触点闭合后，装置发“电压动作”信号，出口回路的电压闭锁开放。

6) TA断线告警：表示装置有较小的差电流，不闭锁差动保护，有硬触点信号和软报文信号。不经电压闭锁，信号不保持。

7) TA断线闭锁：表示装置有较大的差电流，闭锁差动保护，有硬触点信号和软报文信号。不经电压闭锁，信号不保持。

8) Ⅰ（Ⅱ）母TV断线：表示Ⅰ（Ⅱ）母TV二次回路某相断线，有硬触点信号和软报文信号。信号不保持。

9) 自检错误：指示保护装置内部CPU、RAM、定值区、A/D采样、断路器量I/O、通信环节等的自检结果发生异常，有硬触点信号和软报文信号，报文信号明确指示出错情况。信号不保持。

若失灵启动触点长期闭合，而电流不满足启动条件，装置发“自检错误”信号。

10) 识别错误：指示双母线各单元隔离开关触点输入状态与装置内部采样的电流计算不符，有硬触点信号和软报文信号。信号不保持。

11) 互联状态：指示保护装置处于双母互联状态。有硬触点信号和软报文信号。信号不保持。

12) 稳压电源消失：表示+24、±15、+5V稳压电源消失，仅有硬触点信号。

13) 稳压电源指示：每个直流稳压电源模块小面板上均有绿色发光二极管指示稳压电源工作情况，当直流电源投入并合上稳压电源模块上的小断路器时，稳压电源指示灯亮。仅屏上有信号，无硬触点信号。

14) 在保护柜背面，每个通信模块的通信口上端均有红、绿发光二极管指示“通信收、发”状态。在主、从CPU通信期间或保护柜与上层监控通信期间，指示灯将闪烁。

5. 运行人员正常巡视时必须检查的项目

(1) 正常运行，“运行监视”为绿色闪烁。“通信监视 A”、“通信监视 B”、“通信监视 C”循环闪亮。电源指示灯亮。通信指示灯正常。其他灯不亮。

(2) 检查并确认运行方式灯与一次运行方式一致。

(3) 液晶循环显示正常。

(4) 当相应中央信号发出时，应记录光字牌具体内容，并记录装置显示的具体信息，及时汇报相关部门处理。

(5) 经常核对装置时钟，当其与标准时钟误差大于 5min 时，需要手动修正时钟。

六、装置异常处理

运行人员应经常检查装置的运行状况，当装置发生异常时，按照表 1-6-4 处理。

表 1-6-4 装置异常及处理方法

信号名称	信号类型	可能原因	导致后果	处理方法
TA 断线告警	屏正面信号灯 触点输出 报文	TA 变比设置错误 TA 极性接反 电流回路断线或接触不良 母联 TA 断线	发出告警信号	查看各单元电流幅值、相位关系 确认变比设置正确 确认电流回路接线正确
TA 断线闭锁	屏正面信号灯 触点输出 报文	TA 变比设置错误 TA 极性接反 电流回路断线或接触不良	闭锁差动保护	查看各单元电流幅值、相位关系 确认变比设置正确 确认电流回路接线正确 如仍无法排除，则建议退出装置，尽快安排检修
电压动作	屏正面信号灯 触点输出 报文	电压回路空气断路器未合 电压相序接错 TV 检修 母线停运 保护元件电压回路异常 失灵解电压闭锁启动	保护出口回路电压开放	确认对应空气断路器合上 检查母线电压幅值、相位，确认电压回路接线正确 操作电压切换把手 尽快安排检修 确认有主变失灵解除电压触点输入
TV 断线	屏正面信号灯 触点输出 报文	TV 断线或检修	发告警信号	尽快安排检修 检查 TV 二次回路幅值及相位
识别错误	屏正面信号灯 触点输出 报文	隔离开关触点位置不对应，母线大差平衡，有任一小差不平衡 母联动合与动断触点开入异常 母联有电流无隔离开关 隔离开关触点异常变位	小差及出口回路改变	检查装置的运行方式，与一次符合则不用干预，否则使用面板上小断路器强制恢复装置正确的运行方式，另检查隔离开关辅助触点
互联	屏正面信号灯 触点输出 报文	隔离开关位置错误即母线大差平衡，两小差均不平衡，强制互联 手动互联把手投入 一次系统处于互联状态	小差退出装置自动进入单母方式	检查装置的运行方式应与一次相符，否则使用面板上小断路器强制恢复装置正确的运行方式，另检查隔离开关辅助触点 倒闸结束后尽快恢复正常，无需干预

续表

信号名称	信号类型	可能原因	导致后果	处理方法
自检错误	屏正面信号灯触点输出报文	失灵启动触点长期闭合 充电 KK 触点长期闭合 失灵解除电压闭锁触点长期闭合 A/D 采样出错 隔离开关 I/O 通道异常 失灵启动 I/O 通道异常 定值区定值出错 RAM 区异常 通信中断	闭锁差动及电压出口	打印自检报告, 确认错误问题和原因 若 I/O 通道长期闭合, 检查启动触点是否粘死 若为通信中断, 无需退出母差 其他错误, 通知制造厂家更换有关模块
稳压电源消失	触点信号	稳压电源消失	闭锁装置	退出保护装置, 尽快安排检修, 并检查装置直流电源工作情况
运行指示	屏正面信号灯	闭锁元件运行不正常 保护元件运行不正常	灯常亮或常灭闭锁装置	确认“运行/调试”把手应在“运行”位置 灯常亮或常灭时退出保护装置, 尽快安排检修 通知制造厂家处理

第九节 WMH—800 型微机母线保护

一、装置概述

WMH—800 型微机母线保护装置适用于 500kV 及以下各种主接线形式的母线, 作为发电厂、变电站母线的成套保护装置。

装置设有母线差动保护、母联充电保护、母联死区保护、母联失灵保护、母联过流保护、母联非全相保护及断路器失灵保护等功能。

其主要特点有:

(1) 采用具有比率制动特性的差动保护原理, 设置大差及各段母线小差, 大差作为母线区内故障的判别元件, 小差作为故障母线的选择元件。

(2) 自适应能力强, 可以适应母线的各种运行方式, 倒闸过程自动识别, 不需要退出保护, 通过方式识别程序完成各种运行方式的自动识别及各段母线小差计算、出口回路的动态切换。

(3) 采用瞬时值电流差动算法, 保护动作速度快、可靠性高、抗干扰能力强。

(4) 具有完善的抗 TA 饱和措施, 确保母线外部故障 TA 饱和式装置不误动; 而当发生区内故障或故障由区外转至区内时, 保护可靠动作。

(5) 对主 TA 变比无特殊要求, 允许母线上各连接元件 TA 变比不一致。

(6) 采用独立于差动保护计算机系统的复合电压元件作为差动保护的闭锁措施。

(7) 对电流、电压及断路器量输入实时监测, 具有多次区内故障记录功能及事件报告记录功能。

二、硬件说明

(1) WMH—800 型微机母线保护总体结构如图 1-6-34 所示。图 1-6-34 清楚地显示出保

护各单元之间的逻辑关系。A、B、C三相差动保护单元各自独立，分别完成各自的模拟量采集及转换、断路器量输入、保护逻辑运算、信号及跳令的开出。电压闭锁装置也是一个独立的单元，完成电压量的采集及转换、电压闭锁逻辑判断、信号及跳令的开出。差动保护单元的跳令开出驱动继电器 MCJ，电压闭锁单元动作开出驱动继电器 YJ，MCJ 和 YJ 的触点串联构成跳闸出口，完成保护功能并经电压闭锁防止误动。人机接口完成对保护各单元的管理，实现人机对话，作为监控系统的智能终端等。

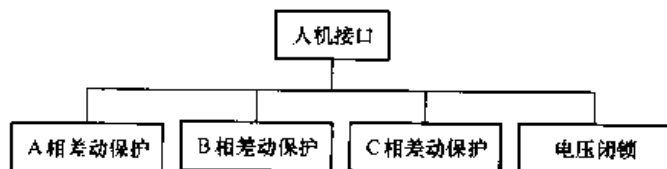


图 1-6-34 WMH-800 微机母线保护装置总体结构

(2) 差动保护机箱面板。

1) 主接线显示。典型双母线接线方式的差动 A 箱面板如图 1-6-35 所示。

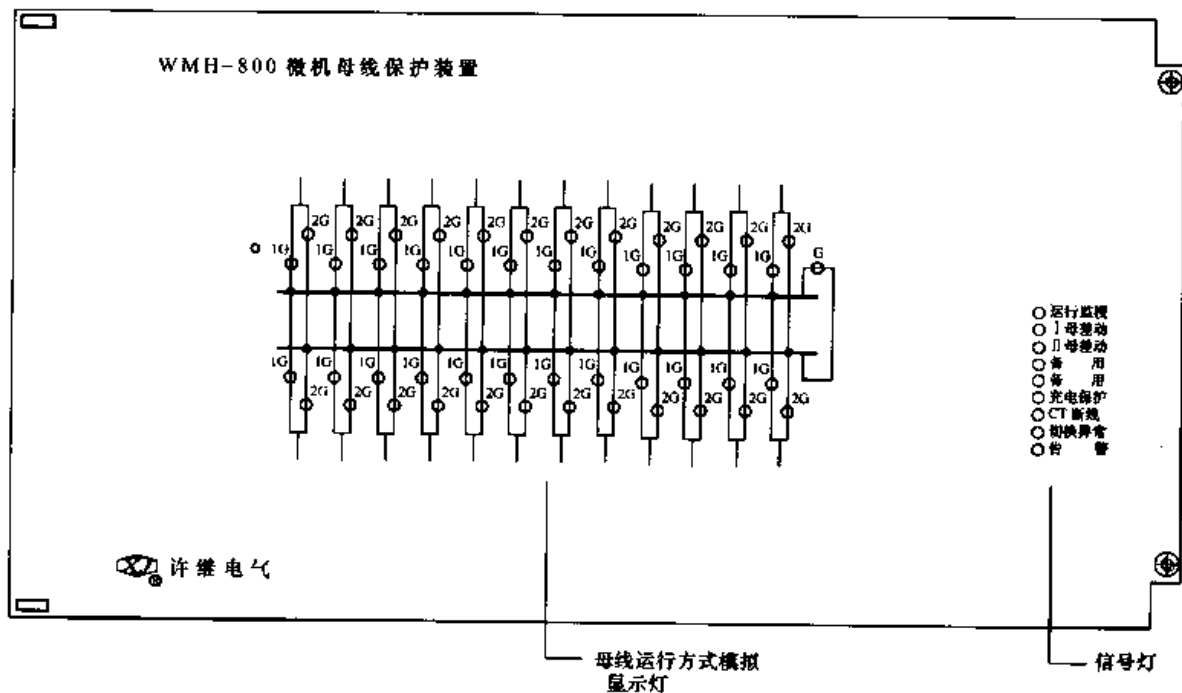


图 1-6-35 主接线显示图

差动 B、C 两箱面板不装母线运行方式模拟显示灯，只装设信号灯。对单母线（或 3/2 断路器接线）和单母分段接线，由于母线运行方式是固定的，不需要进行母线运行方式识别，因此不装设母线运行方式模拟显示灯。差动 A 箱、B 箱、C 箱面板都只装设信号灯。

2) 母线运行方式模拟显示灯。母线运行方式模拟显示灯如图 1-6-36 所示。

本装置用画线和小灯来模拟显示双母线运行方式。G 表示母联隔离开关，1G 表示 I 母隔离开关，2G 表示 II 母隔离开关……小灯的明灭表示隔离开关的合开。G 亮表示母联断路

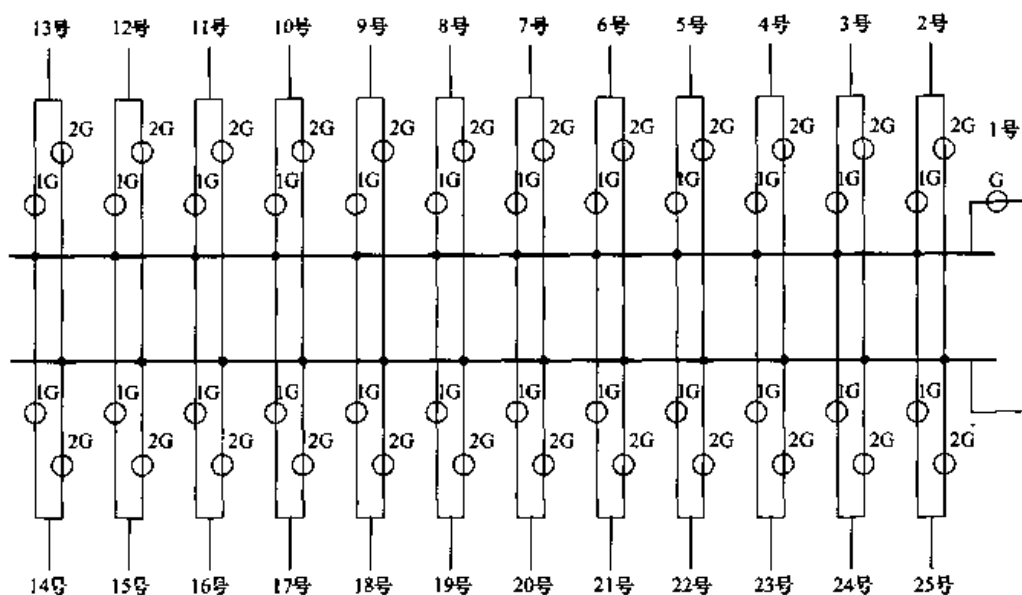


图 1-6-36 双母线运行方式模拟显示灯

器投入即两条母线并列运行，1G 亮表示对应的元件挂在 I 母线上，2G 亮表示对应的元件挂在 II 母线上，1G、2G 同时亮表示对应的元件处于倒闸过程中。元件编号按图 1-6-36。对于母联兼旁路或者旁路兼母联的情况，作旁路运行时，一般用图中 25 号元件的 1G、2G 来表示旁路是挂在 I 母还是 II 母，此时它仍然是 1 号元件，出口不会变。母线运行方式的模拟显示会自动跟踪隔离开关变位。

3) 信号灯。差动保护机箱面板上的信号灯的定義如图 1-6-37 所示。

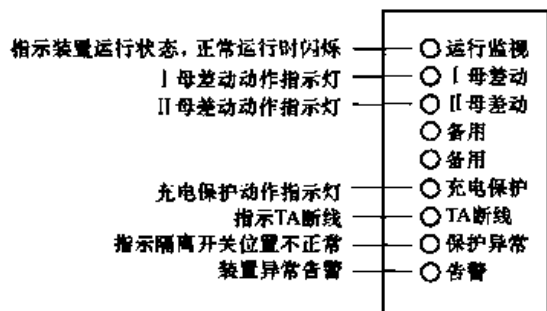


图 1-6-37 差动保护机箱面板上信号灯图

(3) 交流插件。每个交流插件装有电流变换器和 1 路电压变换器，将输入的电流、电压量转换为保护 CPU 使用的电压量。

(4) 信号插件。提供差动保护的動作信号和告警信号。

(5) DSP—11A 型保护插件。该插件完成数据采集及 A/D 转换、I/O、保护及控制功能等。

(6) 电源插件。将直流输入电源转换为 +5、+15、-15、+24V 四组稳压电源供保护使用。

(7) 出口插件。提供保护出口回路和相应信号。出口插件上的信号灯之反应差动的动作行为，不代表跳闸出口，跳闸出口还要经过电压闭锁。

(8) 人机接口 (MMI)。人机接口为整套保护提供管理功能和外部通信功能。MMI 包含一个接口板和一个液晶板，接口板作为一个单独插件放在电压闭锁箱中，液晶板装在电压闭锁箱面板上，液晶面板上的信号灯显示的信号即由 MMI 自身的信号也有电压闭锁装置的动作或告警信号。信号灯的定義如图 1-6-38 所示。

三、原理说明

1. 差动保护工作原理

差动保护设置大差及各段母线小差，大差作启小差的启动元件，用以区分母线区内外故障，小差为故障母线的选择元件。大差，小差均采用具有比率制动特性的瞬时值电流差动算法，其动作方程为

$$\begin{aligned} |I_d| &> I_{dd} \\ |I_d| &> KI_t \end{aligned}$$

式中 I_d ——某一时刻差动电流瞬时值；
 I_t ——同一时刻制动电流瞬时值；
 K ——比率制动系数；
 I_{dd} ——差动电流整定门坎。

大差不包括母联电流，每段母线小差只包括各自所有连接单元电流。制动电流也如此。即

$$\begin{aligned} I_d &= \sum_{i=1}^n I_i \\ I_t &= \sum_{i=1}^n |I_i| \end{aligned}$$

差动保护动作曲线如图 1-6-39 所示。

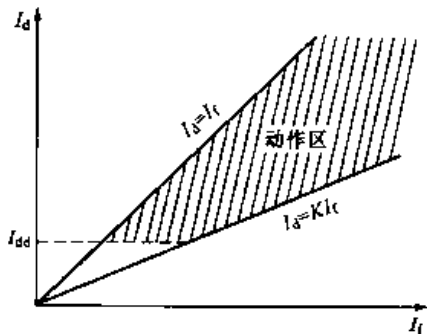


图 1-6-39 差动保护动作曲线

2. TA 饱和检测

当母线外部发生故障特别是母线近端发生外部故障时，由于直流分量的影响，TA 可能发生饱和，使 TA 的二次电流发生畸变，不能真实反映系统的一次电流，在差动回路中有差电流存在，对母线差动保护产生不利影响，若不采取必要的闭锁措施，差动保护就会误动，因此，在母线差动保护中必须对 TA 饱和采取相应的闭锁措施。

根据分析，即使 TA 严重饱和时，在故障发生的初始阶段和线路电流过零点附近 TA 存在一个线性传变区，在线性传变区内差动保护不会误动作。根据这一特性，利用 TA 饱和时差动保护动作时间滞后于故障发生时刻的特点，首先判断故障的发生时刻，若此时差动保护不动即判为母线外部故障，闭锁差动保护一周，然后利用波形识别法来开放差动保护，以确保母线区外转区内故障时，差动保护能可靠动作。

3. 母联死区

母联死区保护根据母联 TA 的不同布置分以下情况：

- (1) 母联断路器两侧装设两组 TA，交叉接线，不存在死区，差动保护不装设死区保护。
- (2) 母联断路器仅一侧装设 TA，如图 1-6-40 所示。

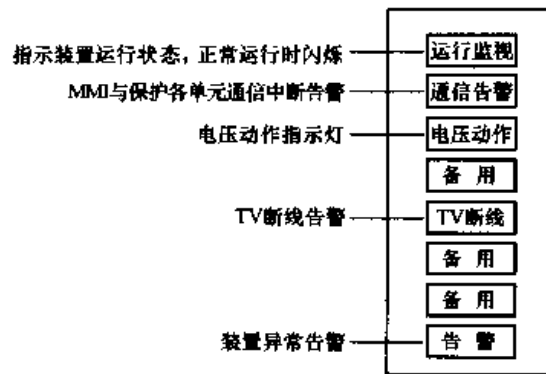


图 1-6-38 MMI 面板上的信号灯图

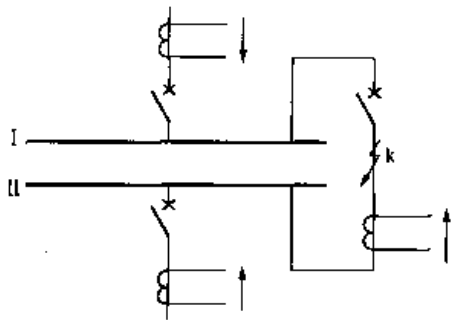


图 1-6-40 母联死区故障示意图

在双母线接线中，k 点发生故障，对 II 母差动保护来说为外部故障，II 母差动保护不动；对 I 母差动保护为内部故障，I 母差动保护动作，跳开 I 母上的连接元件及母联断路器。但此时故障仍不能切除，针对这种情况，采用 I 母母差动作跳开母联断路器后检测母联断路器的跳位开入，若有跳位开入，则封掉母联 TA，破坏 II 母电流平衡，加速 II 母差动保护动作，最终切除故障。若没有把母联的跳位触点引入保护装置，或者保护没有识别到母联 TWJ，则母联死区故障时保护自动按母联失灵来处理。

4. 母联失灵保护

母联失灵示意图如图 1-6-41 中所示，I 母线内部故障，I 母差动保护动作，跳母联及 I 母所有连接元件，若母联断路器失灵，故障依然存在，延时后，若大差动作且母联电流超限则跳开双母线上所有连接元件，最终切除故障。

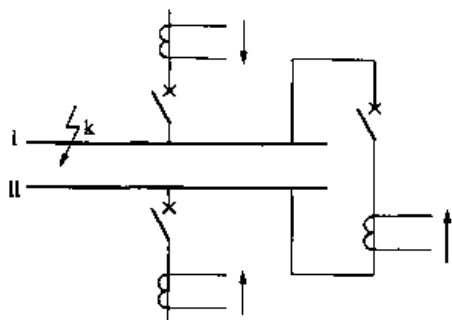


图 1-6-41 母联失灵示意图

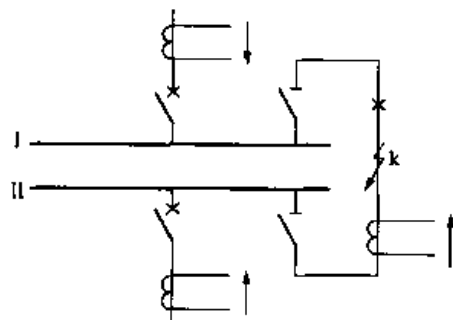


图 1-6-42 双母线分裂运行母联死区故障

母联断路器断开即双母线分裂运行时，若母联隔离开关未拉开，而仅靠隔离开关进行方式识别，则母联为运行状态，母联死区故障时就会引起双母线相继跳闸。双母线分裂运行母联死区故障如图 1-6-42 所示，k 点故障，I 母为区内，I 母差动动作跳 I 母，II 母延时跳闸。扩大了停电范围。为避免这种情况的发生，装置中引入母联断路器的辅助触点以判断母联断路器的投退情况，当母联断路器断开时，母联电流不计入小差的计算，这样 k 点故障相当于 II 母故障，II 母差动动作跳开 II 母线以切除故障。这种运行方式下不再进行死区及母联失灵的判别。

5. 方式识别

在双母线系统中，根据电力系统运行方式变化的需要，母线上的连接元件需在两条母线间频繁切换，为此要求母线保护能够自动跟踪一次系统的倒闸操作。本装置用软件实现母线运行方式的自动识别。A、B、C 差动箱均引入隔离开关的辅助触点（并联），各自完成运行方式的自动识别，作为差动电流计算及出口跳闸的依据。差动保护箱中由于引入各自相的电流，可利用电流对隔离开关的辅助触点位置进行校核，若大差平衡而小差不平衡，则发“切换异常”信号告警。隔离开关辅助触点的状态通过装置面板的发光二极管指示。当保护识别

到有元件隔离开关双跨时（母联除外），也发“切换异常”信号提示注意，防止因为光隔击穿而误识别为倒闸，若不及时处理，真正发生故障时扩大停电范围。

6. 倒闸过程中差动保护逻辑

双母线系统在倒闸过程中，当某一连接单元的两副隔离开关同时闭合时，两条母线通过隔离开关短接，成为单母线。因此，差动保护不再作故障母线的选择，而直接切除双母线上所有连接单元。

双母线系统在进行倒闸操作时，用户可能要求禁止跳母联断路器（去掉电源熔断器）。从去除熔断器到两隔离开关同时闭合，时间可能较长，若此过程母线发生故障，非故障母线只能靠母联失灵保护切除，增加了故障的切除时间。装置设置了一个“母线互联”连接片，倒闸前投入此连接片，即认为系统进入倒闸过程中。倒闸结束后退出此连接片。若母联失灵延时系统可以接受，也可不用该连接片。

7. 双母线分裂运行时的保护考虑

双母线分裂运行时，装置自动修改大差制动系数，以保证在某些运行方式下，母线内部故障大差有足够的灵敏度。双母线分裂运行如图 1-6-43 中所示，k 点故障时大差差动电流与制动电流之比为 0.33，若整定的制动系数 k 大于 0.33，大差将会拒动，此时自适应地把大差制动系数调整到 0.3，保证差动保护动作以切除故障。

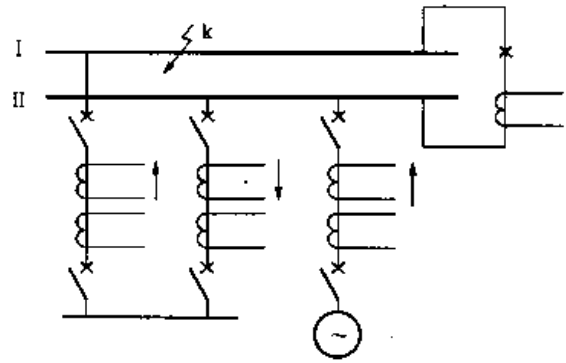


图 1-6-43 双母线分裂运行

8. 母联（分段）充电保护

当任一组母线检修后再投运之前，利用母联断路器对该母线进行充电试验时可投入母联充电保护，当被试验母线存在故障时，利用充电保护切除故障。

充电保护只能短时投入。充电保护投入的逻辑为：当母联断路器由“跳位”变为“合位”或母联 $TWJ=1$ 、母联由无电流变为有电流（大于 $0.04I_N$ ），且一组母线无压，则开放充电保护 5s，对有充电手合开入的情况，装置直接识别手合开入，若充电手合开入触点闭合则充电保护投入，投入时间不超过 5s。在充电保护投入期间，若母联电流任一相大于充电保护整定电流，则经整定的充电保护延时将母联断路器切除，母联充电保护出口经电压闭锁控制。

根据母联充电保护闭锁母差控制字的投退决定在充电保护投入期间是否闭锁母差保护。若控制字投入，在充电保护投入期间闭锁母差保护 500ms。考虑到可能有专门的母联保护，在进行母联充电试验时不使用本装置的母联充电保护，但又需要闭锁本装置的母差保护，引入充电手合开入触点，即使本装置的充电保护未投入，只要外部充电手合触点闭合，且母联充电保护闭锁母差控制字投入，则闭锁母差。

9. TA 断线闭锁及告警

装置利用差流进行 TA 断线的判别。正常运行时，大差以及各段母线小差为零。当差流连续越限时判为 TA 断线，闭锁断线相该段母线差动保护并发告警信号。

10. 电压闭锁元件

电压闭锁元件含母线各相低电压，负序电压，零序电压元件，各元件并行工作，构成或门关系。TV 断线时，退出断线相低电压元件和负序电压元件。

11. TV 断线告警

当 U_0 低于 TV 断线定值或负序、零序电压长时间过限 (7V) 时，即判为 TV 断线，装置延时发 TV 断线信号。TV 断线后退出断线相低电压元件和负序电压元件，保留健全相低电压、零序电压元件。

12. 断路器失灵保护

任一断路器失灵时，来自外部该元件的失灵启动触点启动失灵保护，失灵保护判出该元件所在母线，并经设定的延时时间切除母联和失灵元件所在的母线。

13. 母联过流保护

过流保护投入时，在任一相母联电流大于过流保护电流整定值，经整定延时跳母联断路器，过流保护出口不经复合电压元件闭锁。

14. 母联非全相保护

当母联断路器某相断开，母联非全相运行时，可由母联非全相保护延时跳开三相。在母联非全相保护投入时，若母联三相 TWJ 状态不一致，且母联零序电流大于母联非全相电流定值，经整定延时跳母联断路器。母联非全相保护出口不经复合电压元件闭锁。

四、装置使用说明

1. 键盘使用说明

在 MMI 面板上有 6 个按键，功能如下：

“→”、“←”键的主要功能是移动光标和在有 [√] [×] 图标时完成它们之间的切换。

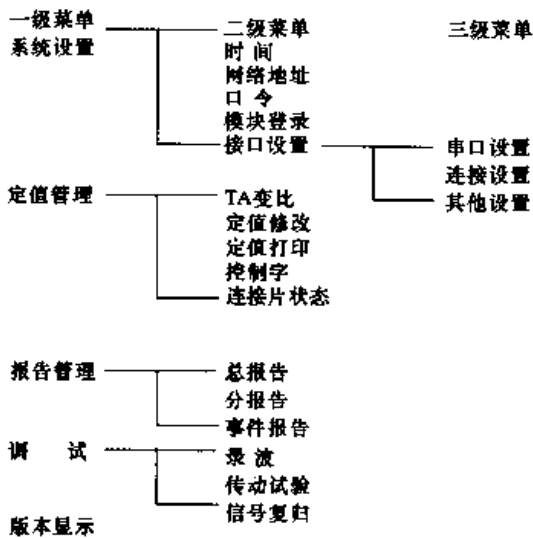


图 1-6-44 命令菜单树结构图

“↑”、“↓”键的主要功能是出现大光标时移动，在出现小光标时修改数据（以步长 1 递增或递减，此时不作移动功能）。

“ENTER”键的主要功能是表示确认或进入菜单。

“ESC”键的主要功能是取消修改或退出。

2. 保护正常运行时装置液晶显示说明

装置上电后，装置正常运行，液晶屏幕换屏显示 6 幅画面，分别为母线运行方式、A 相大小差电流及母线电压、B 相大小差电流及母线电压、C 相大小差电流及母线电压、电压闭锁元件测量的电压。

3. 命令菜单使用说明

(1) 命令菜单采用如图 1-6-44 所示的树形目录结构。

(2) 命令菜单详解。正常运行状态下，按“ENTER”键即可进入主菜单。图形如图 1-6-45 所示。

用“↑”、“↓”键移动光标至所选的项目，再按“ENTER”即可进入相应功能子菜单。

1) 修改时钟。在主菜单下选择“系统设置”，按“ENTER”键进入子菜单，选择“时

间”，按“ENTER”键，液晶显示当前的日期和时间。在大光标状态下通过“↑”、“↓”、“←”、“→”键移动光标至所要修改的时间项上，按“ENTER”键把大光标变为小光标。通过“↑”、“↓”键对数据进行修改。在小光标状态下按“ENTER”或“ESC”键变成大光标。当光标移到[√]位置时，按“ENTER”键保存所设置的时间，若在[×]上按“ENTER”键不保存修改内容，按“ESC”键也将不保存修改内容返回上一级菜单。



图 1-6-45 菜单显示图

2) 定值打印。在主菜单下选择“定值管理”，按“ENTER”键进入子菜单，选择“定值打印”，按“ENTER”键，将光标停在“保护模块”右边的CPU上时按“ENTER”键，产生一个下拉菜单，通过“↑”、“↓”键选择CPU号，按“ENTER”键，通过“↑”、“↓”键把光标移到[√]位置时，按“ENTER”键打印定值。

3) 查看连接片状态。在主菜单下选择“定值管理”，按“ENTER”键进入子菜单，选择“连接片投切”，按“ENTER”键进入后，查看各保护硬连接片的投退状态。

4) 显示总报告和打印总报告。在主菜单下选择“报告管理”，按“ENTER”键进入子菜单，出现3个子菜单：“总报告”、“分报告”、“事件报告”。“总报告”主要是接口保存的历史报告，“分报告”主要是各个保护板保存的历史报告，“事件报告”保存了接口和保护的事件报告。选择“分报告”，按“ENTER”键，液晶显示最上面两行是故障发生的时刻，右上角“01”表示现在的报告是刚发生的故障的报告。最下面一行移动的数据是提示，在屏幕中间是报告内容。提示的内容是：按“↑”、“↓”键滚屏看此报告，按“←”、“→”键看不同时刻的报告，按“ENTER”键将打印屏幕显示的报告内容。

5) 程序版本显示。在主菜单下选择“版本显示”，按“ENTER”键显示保护的版本号。

五、装置运行规定

(1) 运行人员巡视必须检查装置的指示灯。“运行监视”灯闪亮，母线运行方式模拟显示灯和实际投运的元件对应，其他信号灯均不亮。

(2) “运行监视”灯不亮。说明相应CPU板发生故障，此时立即停用保护，通知继电人员处理。

(3) 装置有故障或需将保护全停时，先断开跳闸出口连接片，在断开直流电源断路器。

(4) “TA断线”灯亮。若判断为电流回路断线，立即断开本装置的跳闸连接片并通知继电人员处理。

(5) “电压动作”或“TV断线”灯亮。若判断为电压回路断线，此时立即通知有关人员处理。

(6) “切换异常”灯亮。运行人员检查隔离开关位置，如母线运行方式模拟显示灯和实际投运的元件不对应，通知有关人员处理。

(7) “告警”或“通信告警”灯亮。运行人员记录异常情况，通知继电人员处理。

(8) “I母差动”、“II母差动”、“充电保护”灯亮。表示保护动作跳闸，此时立即记录下保护动作类型、故障电流，检查各断路器位置，并汇报调度。

(9) 定期核对装置时钟，当其与标准时钟误差大于5min时，需要手动修正时钟。

第七章 电力变压器保护

第一节 变压器的故障和不正常工作情况

电力变压器是电力系统中使用相当普遍和十分重要的电气设备。如果变压器发生故障，将给供电的可靠性和系统的正常运行带来严重的后果。为了保证变压器的安全运行、防止故障的扩大，按照变压器可能发生的故障，装设灵敏、快速、可靠和选择性好的保护装置是十分必要的。

变压器的故障包括单相线圈的匝间短路、线圈的多相短路、线圈和铁芯间绝缘破坏而引起的接地短路、高压与低压线圈之间的击穿短路及变压器油箱、套管等漏油和线圈引出线可能出现的故障等。

当变压器外部故障时，由于线圈中将流过较大的短路电流，会使变压器温度上升。另外，变压器长时间过负荷运行，也将引起线圈和铁芯过热。可见，因外部短路引起的过电流和长时间过负荷都是变压器运行所不允许的，它们都属于变压器的不正常运行情况。

下面将讨论变压器装设的各种保护的基本原理和实现方法。

第二节 变压器差动保护

一、概述

由线路的纵差动保护可知，把元件两侧的电流互感器按差接法接线，在正常和外部故障时，流入继电器的电流为两侧电流之差，其值接近为零，继电器不动作。内部故障时，流入继电器的电流为两侧电流之和，其值为短路电流，继电器动作。此原理可应用于变压器保护中，此外，纵差动保护不但能正确区别内外故障。而且由于不需要与其他元件的保护配合，可以无延时地切除故障。因此，纵差动保护可用作变压器的主保护。

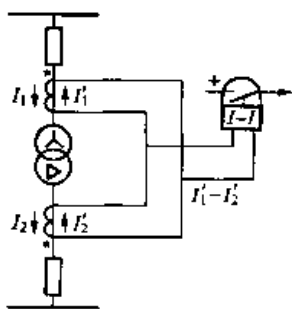


图 1-7-1 变压器差动保护原理图

图 1-7-1 为双绕组变压器纵差动保护的单相原理接线图。正常和外部故障时，有许多因素使得 $I'_1 \neq I'_2$ （下面讨论），从而使流入继电器的电流 $I_r = I'_1 - I'_2 \neq 0$ 。该电流叫做不平衡电流，不平衡电流太大，就将降低内部故障时保护的灵敏度。有时，甚至使保护无法正常工作，因此，减少不平衡电流及其对保护的影响就是实现纵差保护的重要问题。

二、稳态情况下的不平衡电流

- (1) 由电流互感器变比标准化产生的不平衡电流。
- (2) 三相变压器接线产生的不平衡电流。
- (3) 带负荷调整变压器的分接头产生的不平衡电流。
- (4) 由电流互感器变换误差引起的不平衡电流。

三、暂态情况下的不平衡电流

差动保护是瞬动保护，它是在一次系统的暂态过程中发出跳闸脉冲的。因此，暂态过程中的不平衡电流对它的影响必须给予考虑。在暂态过程中，一次侧的短路电流含有非周期分量，此分量对时间的变化率很小，它很难变换到二次侧而主要成为互感器的励磁电流，非周期分量产生的励磁电流在互感器铁芯中产生非周期分量磁通，使磁通的变化往磁化曲线一侧偏移，从而使互感器铁芯更加饱和。所以，本来按 10% 误差曲线选择的互感器在稳态外部短路时，已开始处于饱和状态，加上非周期分量的作用后，则铁芯将严重饱和。因而二次电流的误差更大；暂态过程中的不平衡电流也将更大。

除了上述暂态穿越性短路电流将增大差动保护回路的不平衡电流外，对于变压器的差动保护，还必须考虑在另一种情况下产生的不平衡电流——励磁电流的影响。

变压器的励磁电流只流入变压器接通电源一侧绕组的。对差动保护回路说，励磁电流的存在，就相当于变压器内部故障时的短路电流。因此，它必然给差动保护的正常工作带来影响。

正常情况下，变压器励磁电流很小，通常只有变压器额定电流的 2%~5%。故它使差动回路中的不平衡电流增加很少。在外部短路时，由于系统电压下降，励磁电流也减小。因此，在稳态情况下，励磁电流对差动保护的影响，常常略去不计。但是，在电压突然增加的特殊情况下，例如在空载投入变压器或外部故障切除后恢复供电等情况下，就可能产生很大的励磁电流，这种暂态过程中出现的变压器的励磁电流通常称为励磁涌流由于励磁涌流的存在，常常导致差动保护误动作，给变压器差动保护实现带来困难。

经过分析和实际证明，励磁涌流具有如下特点：

(1) 励磁涌流波形中含有很大的非周期分量，它偏于时间轴的一方，并迅速衰减，一般经 0.5~1s 后，其值小于 0.25~0.5 倍额定电流。

(2) 涌流的波形经削去负波之后出现间断。

(3) 涌流波形中，含有大量的高次谐波分量，其中以二次谐波为主。

四、减少不平衡电流的影响和提高差动保护灵敏度的方法

(1) 减少稳态情况下不平衡电流。

(2) 减少电流互感器的二次负荷。

(3) 采用带小气隙的电流互感器。

(4) 减少由电流互感器变比标准化产生的不平衡电流。

(5) 减少暂态过程中非周期分量的影响。

当采用以上措施仍不能满足灵敏度要求，或根据元件的具体情况需要进一步提高灵敏度时，可采用带制动特性的差动继电器，也可以采用其他新原理的差动保护装置。目前，国内外新原理的差动保护主要有：用判断波形间断角原理构成的差动保护；利用二次谐波作制动量构成的差动保护；利用内部和外部故障时，被保护元件两侧电流的相位变化不同构成的相位比较式差动保护。

下面，介绍几种变压器常规差动保护的基本原理。

五、带加强型速饱和中间变流器的差动保护 (BCH—2 型)

从前面的分析已经看出，差动保护的不平衡电流是相当大的，如果不采取措施，差动保护将无法正常工作。当采取了适当措施之后，不平衡电流有所减少，但不能完全消除。因

此，为实现差动保护，就要采取各种措施躲开不平衡电流的影响，并在满足选择性的前提下，保证内部故障时有足够的灵敏度和速动性。

差动保护的整定值按躲开最大不平衡电流整定时，这种原理的差动保护对减少外部故障时的短路电流非周期分量的影响是有效的，但对躲励磁涌流却是不理想的。因为涌流中含有许多谐波分量。现在，我国生产的带加强型速饱和中间变流器的差动保护就是针对解决励磁涌流问题而设计的。这种差动保护的核心部分是带短路线圈的饱和中间变流器和差动电流继电器构成。

这种原理的保护叫带加强型速饱和中间变流器的差动保护，典型的继电器是 BCH—2 型。

如灵敏度不能满足要求，则应采用带制动特性的差动保护（BCH—1 型）。

六、带制动特性的差动保护（BCH—1 型）

由于变压器差动保护的不平衡电流比较大，而且其值随着一次穿越短路电流的增大而增大，按躲开最大不平衡电流整定差动继电器时，继电器的动作电流是一个常数，且数值较大，显然，对于短路电流较小的内部故障，灵敏度往往不能满足要求。如果能利用变压器的穿越电流来产生制动作用使得穿越电流大时产生的制动作用大，穿越电流小时产生的制动作用小，并且使继电器的动作电流也随制动作用的大小而变化，即制动作用大时，动作电流也大，制动作用小时，动作电流也小。那么，在任何外部短路电流的情况下，继电器的动作电流都能大于相应的不平衡电流。从而既提高灵敏度，又不致误动作。带制动特性的差动保护正是建立在这一原则基础上的。

这种原理的变压器差动保护是带制动特性的差动保护。比较典型的继电器是 BCH—1 型等。

第三节 变压器接地保护

电力系统中，接地故障常常是故障的主要形式，因此，大接地电流系统中的变压器，一般要求在变压器上装设接地（零序）保护，作为变压器本身主保护的后备保护和相邻元件接地短路的后备保护。

系统接地短路时，零序电流的大小和分布是与系统中变压器中性点接地的数目和位置有很大关系的。通常，对只有一台变压器的升压变电所，变压器都采用中性点接地运行方式。对有若干台变压器并联运行的变电所，则采用一部分变压器中性点接地运行，而另一部分变压器中性点不接地运行的方式。因此，对只有一台变压器的升压变电所，通常装设普通的零序过电流保护，保护接于中性点引出线的电流互感器上。

当变电所部分变压器中性点接地运行时，应考虑下述两个问题：

- (1) 尽量减少故障的影响范围，即发生故障时，只应使故障的变压器退出运行。
- (2) 接地故障后，应考虑首先断开中性点不接地运行的变压器，以防止过电压造成的危害。

第四节 变压器瓦斯保护

变压器内部故障，有时故障电流较小，反映电流的保护往往不能动作。对于油冷却的变压器，油箱内短路时，在短路电流和短路点电弧的作用下，绝缘油和其他绝缘材料会因为受

热而分解，产生气体，这些气体必然会从油箱流向油枕上部，故障越严重，产生的气体就越多，流向油枕的气流速度也越快，利用这种气体来动作的保护装置，即为瓦斯保护。

瓦斯保护的主要元件是气体继电器，它安装在油箱与油枕之间的连接管道上，目前，国内采用的气体继电器主要是挡板式。

瓦斯保护的主要优点是动作快、灵敏度高、结构简单、并能反映变压器油箱内的各种短路、运行比较稳定、可靠性比较高、安装很简单。但由于不能反应油箱外套管及连接线上的故障，因此，不能完全取代差动保护的作用。

第五节 变压器相间短路的后备保护

为了防止变压器外部短路引起变压器线圈的过电流及作为变压器本身差动保护和瓦斯保护的后备，变压器必须装设相间短路过电流保护。

变压器上装设的过电流保护包括过电流保护、带低电压起动的过电流保护、复合电压起动的过电流保护和负序过电流保护等。

第六节 WBZ—1201 系列变压器保护

一、装置概述

WBZ—1201 系列保护是使用相同硬件实现的成套微机变压器保护装置（包括主保护、后备保护），可作为变电站综合自动化配套产品（也可单独使用），该系列装置适用于 220kV 及以下电压等级的电力变压器。其中 WBZ—1201（A）型的差动保护为二次谐波原理。WBZ—1201（B）型的差动保护为波形对称原理。该原理差动保护的最大特点是在变压器空投内部故障时，保护动作不受非故障相励磁涌流的影响，可以瞬时出口。

1. 装置硬件特点

本装置硬件是在 WXB 系列保护的基础上，经改进设计而成。主要特点是通用性强、可靠性高、便于生产和现场维护。装置整体硬件配置采用多 CPU 分层式结构，主保护、后备保护及监控管理都由独立的 CPU 模件完成。模数转换采用压频（VFC）技术，并经光隔与各保护 CPU 模件相连。提高了可靠性，并为多 CPU 共享 A/D 提供了可能。

各保护 CPU 模件都可独立进行自检，同时监控管理 CPU 单元对各保护 CPU 单元还进行巡检。监控管理 CPU 故障不影响保护 CPU 的工作。同时某一个保护用 CPU 模件故障不影响其他保护用 CPU 模件工作。

监控管理单元完成人机对话操作、信息收集、事件记录、时钟校对及对各保护单元巡检等，还设有信息就地输出接口，通过辅助设备，输出保护动作信息及简单录波等，同时设有一个 RS-232C 接口，与监控系统或其他就地管理系统相联，可实现保护事件的就地或异地管理。

2. 保护配置

(1) WBZ—1201（A）主保护：

1) 差动电流速断保护。

2) 二次谐波制动的比率制动差动保护。

(2) WBZ—1201 (B) 主保护:

- 1) 差动电流速断保护。
- 2) 波形对称原理的比率制动差动保护。

(3) 后备保护:

- 1) 复合电压闭锁过电流保护。
- 2) 复合电压闭锁方向过流保护。
- 3) 零序方向过电流保护。
- 4) 间隙零序保护。
- 5) 零序过电压保护。
- 6) 非全相保护。
- 7) 变压器过负荷保护。
- 8) 变压器风冷启动。

(4) 变压器本体保护:

- 1) 重瓦斯。
- 2) 有载重瓦斯。
- 3) 轻瓦斯。
- 4) 有载轻瓦斯。
- 5) 油温高。
- 6) 冷却器故障。
- 7) 风冷消失。
- 8) 压力释放。
- 9) 油位低。
- 10) 其他。

二、装置出口方式

任一相差动保护动作即出口跳闸，并配有 TA 断相检测功能，在 TA 断线时候闭锁保护（不闭锁差流速断），并延时发告警信号。TA 断线闭锁信号可根据需要整定选择，逻辑图如图 1-7-2 所示。

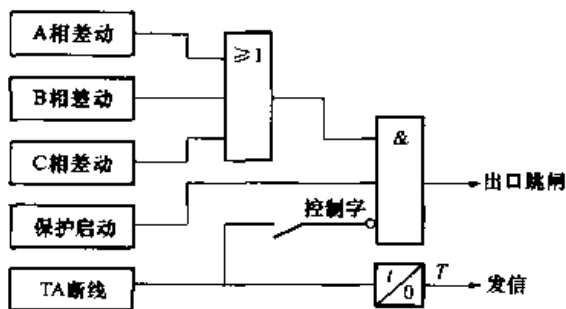


图 1-7-2 1201 微机变压器保护处方式

三、差动保护原理

目前在电力系统中配置的变压器主保护，主要是二次谐波或间断角原理的差动保护。随着微机保护的发展，其他原理的差动保护也得到了应用。本节介绍的 WBZ—1201A 型是利用二次谐波原理，WBZ—1201B 型是利用波形对称原理。

三相电力变压器由于剩磁的离散性，三相合闸角的不同以及 Y/△变换的原因使得变压器产生涌流时，会有某一相的二次谐波含量很小。二次谐波原理变压器差动保护，为了解决这一问题，都采用或门制动方式、即三相电流中有一相制动，则对三相全部制动。这样虽解决了涌流时的误动问题，但当变压器有涌流

时，发生单相或两相内部故障，差动保护要等健全相的涌流制动消失后动作，这是二次谐波原理差动保护的缺点。

波形对称原理差动保护提出了一种基于波形对称原理算法的差动，用微机实现。当变压器任何时刻发生故障，保护都能迅速、可靠地动作。

比例制动差动保护的動作特性见图 1-7-3，其中 I_{ZDmin} 为差动保护最小动作值， I_{SD} 为差速断保护动作值， K_T 为比例制动系数。

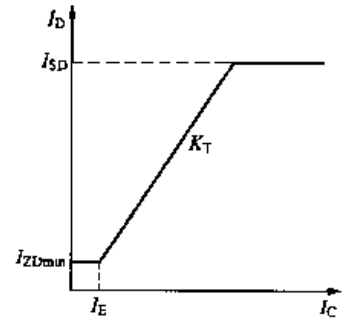


图 1-7-3 差动保护动作特性

四、变压器后备保护

(1) 后备保护启动元件。后备保护启动元件由五个测量元件构成：三个相电流突变量启动测量元件、零序电压突变量启动元件、零序电流辅助启动元件。上述五个元件的动作逻辑是“或”的关系。

(2) 变压器复合电压闭锁过流保护。

(3) 变压器零序过电流保护。该保护仅在变压器中性点接地运行时投入。

(4) 变压器间隙零序保护。保护反应变压器间隙零序电流电压大小，当变压器中性点不接地时保护变压器中性点过电压。该保护仅在变压器中性点不接地时投入。

(5) 断路器非全相保护。当保护检测到断路器位置不对应且具有一定的负序电流则保护启动出口，跳高压侧开关并发信号。

(6) 本体保护。本装置本体保护完全独立于电气保护部分，仅反应变压器本体开关量输入信号，驱动相应的出口继电器和信号继电器，为本体保护提供跳闸及信号指示，包括重瓦斯、有载重瓦斯、压力释放，冷却器故障等。

五、监控程序使用说明

1. 键盘与显示

本装置采用了 16×4 液晶显示及新型键盘，使得操作简单，并易于掌握，面板示意图如图 1-7-4 所示。

各键盘功能如下：

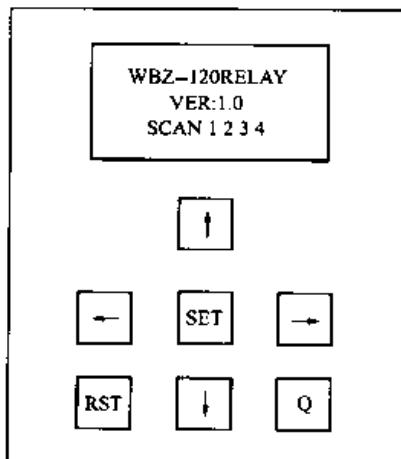


图 1-7-4 1201 微机变压器保护液晶显示

↑键：命令菜单选择、显示换行、数据修改及小数点右移。

↓键：命令菜单选择、显示换行、数据修改及小数点左移。

→键：数字位选择。

←键：数字位选择。

SET 键：命令菜单或数据确认。

Q 键：命令退出、返回上级菜单、装置正常运行时两种显示状态切换。

RST 键：复位键。

2. 运行和调试状态

装置上电或按复位键，监控程序进入运行状态，按住 Q 键后再上电或按复值键，监控程序进入调试状态。

3. 运行状态

(1) 显示：在正常运行状态下，装置有两种显示状态：

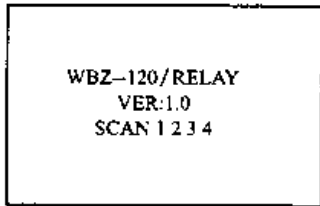


图 1-7-5 运行状态显示

(a) 显示时间，如图 1-7-5 所示。

时间含义依次为：年一月一日一时一分一秒。

(b) 显示装置名称、程序版本及巡检投入状态，如图 1-7-5 所示。

其意义为：WBZ—1201RELAY 指运行保护为 WBZ—1201 型微机变压器保护。

VER：1.0 指所运行程序为 1.0 版本。

SCAN1234 表示 CPU1、CPU2、CPU3、CPU4 巡检均投入，如某位为零，则表示对该 CPU 巡检退出，巡检的投入或退出可由控制字整定。

在运行状态下按 Q 键可实现两种显示状态的切换。

(2) 运行菜单：在上述显示状态下按“SET”键，则进入运行主菜单，运行菜单共有五项，含义如表 1-7-1 所示。

(3) 命令的选择：进入菜单后，在显示的左上角“-”光标，若要执行某一命令，可利用“↑”键和“↓”键将此光标移至该命令下，然后按“SET”键确认。

表 1-7-1 运行菜单

显示	意义	显示	意义
P-Sample dates	打印及显示 CPU 即刻采样值	T-TIME Change	时钟设定
X-Reports Copy	打印及显示 CPU 故障报告或总报告	S-Setting Print	定值打印及显示
L-VFC Calibrate	VFC 插件采样数据显示		

移至该命令下，然后按“SET”键确认。

显示器只能显示 4 个命令，4 个以上的命令即将被隐含，此时可利用“↑”键或“↓”键进行翻转。

1) P、X、S 或 L 命令：选择 P、X、S 或 L 命令后，显示器将显示 (0, 1, 2, 3, 4?) 或 (1, 2, 3, 4?)。其中 0 代表监控模块，1、2、3、4 分别代表 CPU1、CPU2、CPU3、CPU4。此时可利用“→”键和“←”键将光标移至所需访问的模块下，再按“SET”键确认。

2) T 命令：选择 T 命令后，将显示

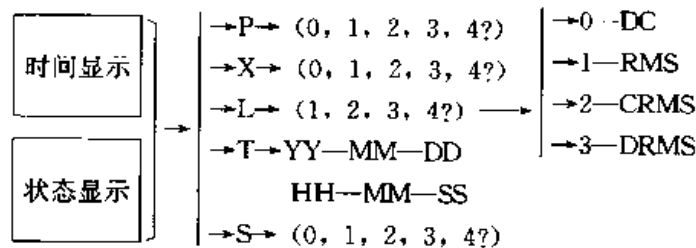
YY-MM-DD

HH-MM-SS

此时可用“→”和“←”选择修改位，用“↑”或“↓”键修改数据，全部修改完毕后，再用“SET”键确认。

(4) 子菜单的返回：在每一子菜单，按“Q”键，将返回到上一级菜单。

4. 运行状态菜单一览表



六、打印的主要信息

1. 跳闸类

CDSDCCK	差动速断出口
CDCK	差动出口
HFY11CK	高压侧复压过流 I 段时限出口
MFY11CK	中压侧复压过流 I 段时限出口
LFY11CK	低压侧复压过流 I 段时限出口
HFY12CK	高压侧复压过流 II 段时限出口
MFY12CK	中压侧复压过流 II 段时限出口
LIFY12CK	低压侧复压过流 II 段时限出口
HI01T1CK	中性点直接接地 I 段出口
HI02T1CK	中性点直接接地 II 段 1 时限出口
HI02T2CK	中性点直接接地 II 段 2 时限出口
HINCK	间隙过流过压出口
FQXCK	非全相保护出口

2. 信号类

HQD	高压侧启动
MQD	中压侧启动
LIQD	低压侧启动
HLOAD OVER	高压侧过负荷
MLOAD OVER	中压侧过负荷
LLOAD OVER	低压侧过负荷
HFLQD	高压侧风冷起动
PTDX	电压互感器二次回路断线
CTDX	电流互感器二次回路断线
BAD6264	6264 芯片写读不一致
BADRAM	内部 DAM 读写不一致
BADDRV	发某一开出命令时, 无反馈作号
BADDRV1	未发出任何开出信号, 有反馈信号
SETERR	所选定值区定值校验的错
ROM1 (2) ERRXX	EPROM 求和校验出错
WP	总有外部 P 键
CDOV	差流回路电流不平衡

七、保护运行使用规定

1. 运行人员巡视必须检查装置的指示灯及开关位置

(1) 差动、后备、本体插件。各插件中“运行”灯亮、“有报告”灯不亮；方式开关在“运行”位置，固化开关在“禁止”位置。

(2) 人机对话插件。液晶屏幕在正常运行状态有两种显示状态：

1) 变压器保护型号，程序版本号及各 CPU 巡检投入情况。

2) 显示时间, 运行中按 Q 键可实现两种显示状态的切换。

(3) 信号插件。

1) 差动保护: 差动、TA 断线、启动打印灯均不亮;

2) 后备保护: TV 断线、TA 断线、过负荷、起动、复压启动、启动打印灯、跳高压侧、跳中压侧、跳低压侧 1、跳低压侧 2、跳高母联、跳中母联、跳低分段均不应亮。

3) 本体保护: 各插件 I、II、III、时间、信号灯均不亮。

(4) 告警插件: “CPU1”、“CPU2”、“CPU3”、“CPU4”、“总告警”、“巡检中断”灯均不亮。

(5) 稳压电源插件。

1) 差动、后备: +5V、+15V、-15V、24V I、24V II 均亮。

2) 本体: +12V、-12V、24V 均亮。

2. 后备保护 TV 断线灯亮或复压起动灯亮

表示电压回路断线, 此时应立即通知继电人员处理、且应监视各侧负荷电流, 不超过各侧过流定值, 否则停用相应侧复压过流。

3. 装置面板的 TA 断线灯亮

此时可能为电流回路断线。若判断为电流回路断线, 立即断开本装置的跳闸连接片并通知继电保护人员处理。

八、装置异常表示

(1) 告警插件仅巡检灯亮, 不必停用保护, 但应立即通知继电人员处理。

(2) 差动保护告警插件总告警灯亮, 同时 CPU1 灯亮, 微机处理器模块, CPU1 运行灯灭时应将差动保护退出, 退差动保护连接片。

(3) 后备保护: 告警插件总告警灯亮, 同时 CPU1、CPU2、CPU3 灯之一亮, 微机处理器模块 CPU1、CPU2、CPU3 运行灯之一灭, 应将各 CPU 对应保护退出, 并通知继电人员处理。

(4) 告警插件中总告警灯亮, 检查打印报告, 若打印出 CPU_xERP (x 为 1、2、3 中某一个数), 断开微机屏上该 CPU 所对应保护投入连接片 (具体退出连接片见上条), 并通知继电保护人员处理。

(5) 在差动保护 CPU1 或后备保护 CPU1、CPU2、CPU3 任一插件进入调试状态前必须先将跳闸连接片断开, 反之进入“运行”状态后, 信号全部正常才能投入跳闸连接片。

(6) 装置冒烟或有较大异常声响等紧急情况时应立即将跳闸连接片断开并汇报省调。

(7) 正常运行中, 不得停直流, 一旦直流消失后再恢复, 应进行时钟校准工作。

(8) 运行中对装置的定期打印检查。

1) 装置正常投运时每两个星期检查一次。

2) 装置在新安装、定检拆拔插件时及异常处理后, 应每天定时检查如一切正常, 5 日后按正常投运检查。

第七节 RCS—978E 型微机变压器保护

一、装置概述

RCS-978E 型微机变压器保护是由微机实现的数字式超高压变压器成套保护装置。该

装置可提供一台变压器所需要的全部电量保护，主保护包括稳态比率差动、差动速断、工频变化量比率差动及零序比率差动/分侧比率差动保护；后备保护包括复合电压闭锁方向过流、零序方向过流、零序过压，以及间隙零序过流等保护。该装置还具备零序电压报警、公共绕组零序电流报警、差流异常报警、零序差流异常报警、差动回路 TA 断线、TA 异常报警及 TV 异常报警等异常告警功能。该保护装置适用于作为 220kV 及以上电压等级的双绕组变压器、三绕组变压器或自耦变压器、低压侧双分支等接线方式的变压器保护。

二、硬件说明

装置的硬件结构如图 1-7-6 所示。

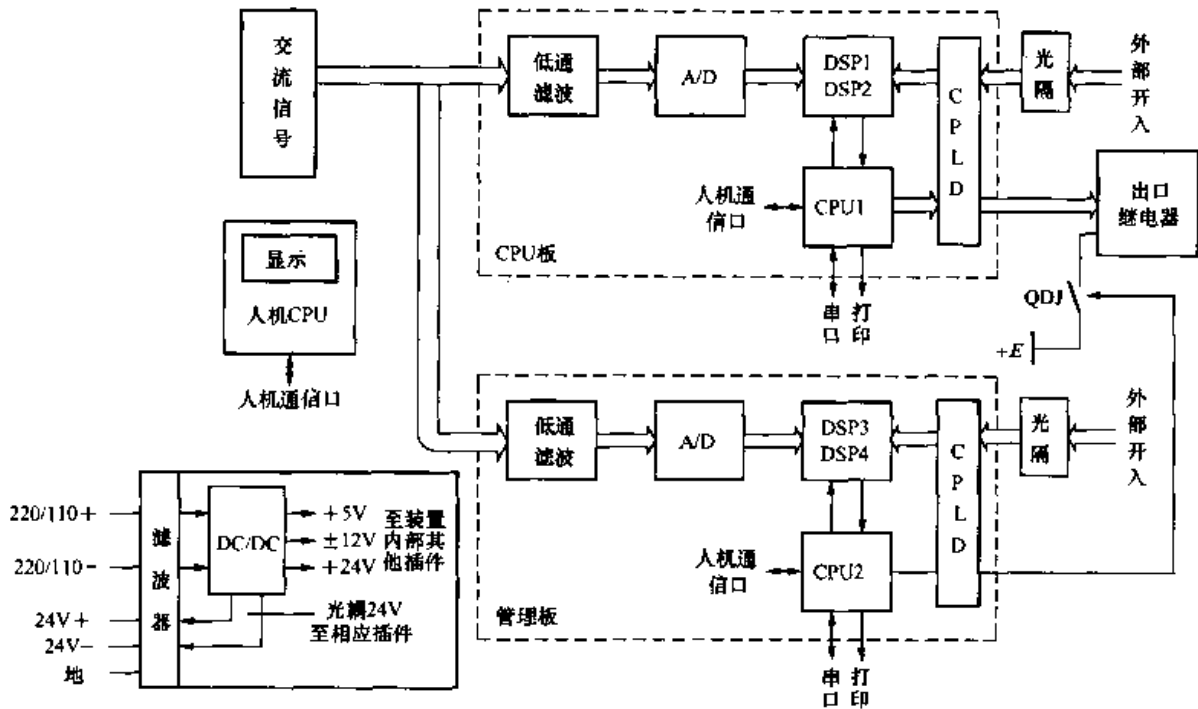


图 1-7-6 装置硬件结构图

装置的插件依次为：电流输入插件（AC1）、电压、电流输入插件 1（AC2）、管理/录波插件（MONI）、保护 CPU 插件（CPU）、电源插件（DC）、信号插件 2（SIG2）、信号插件 1（SIG1）、跳闸出口插件（OUT）。

本保护采用 32 位微处理器和双 DSP 的硬件结构，3 个 CPU 并行工作，32 位微处理器负责出口逻辑，2 个 DSP 负责保护运算。

装置的工作过程如下：

(1) 电流、电压首先转换成小电压信号，分别进入 CPU 板和管理板，经过滤波、A/D 转换后进入 DSP。

(2) DSP 进行保护的数据运算，结果传给 32 位 CPU。

(3) 32 位 CPU 进行逻辑运算及出口跳闸，同时完成事件记录、录波、打印、保护部分的后台通信及与人机 CPU 的通信。

(4) 管理板负责开放出口继电器正电源。另外，管理板还具备主变故障后的录波功能，录波数据可通过通信口输出或打印输出。

(5) 电源部分由一块电源插件构成, 功能是将 220V 或 110V 直流变换成装置内部需要的电压。另外还具有开关量输入功能, 开关量经由光耦输入。

(6) 模拟量转换部分由 2~3 块 AC 插件构成, 功能是将 TV 或 TA 二次侧电气量转换成小电压信号。

(7) CPU 板完成滤波、采样、保护的启动和运算。

(8) 出口和开入部分由 3 块开入开出插件构成, 完成跳闸出口、信号出口、开关量输入功能。

三、保护原理

1. 总述

保护工作原理基本程序结构如图 1-7-7 所示。

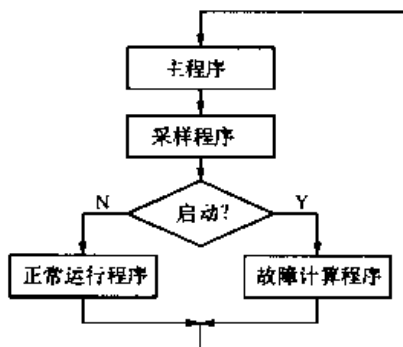


图 1-7-7 保护程序结构框图

主程序按固定的采样周期接受采样中断进入采样程序, 在采样程序中进行模拟量采集与滤波, 开关量的采集、装置硬件自检、外部异常情况检查和起动判据的计算, 根据是否满足起动条件而进入正常运行程序或故障计算程序。硬件自检内容包括 RAM、EEPROM、跳闸出口三极管等。

正常运行程序进行装置的自检, 装置不正常时发告警信号, 信号分两种: 一种是运行异常告警, 这时不闭锁装置, 提醒运行人员进行相应处理; 另一种为闭锁告警信号, 告警同时将装置闭锁, 保护退出。

故障计算程序中进行各种保护的算法计算, 跳闸逻辑判断。

2. 启动元件

装置管理板设有不同的启动元件, 启动后开放出口正电源, 同时开放 CPU 板相应的保护元件。只有在管理板相应的启动元件动作、同时 CPU 板对应的保护元件动作后才能跳闸出口, 否则无法跳闸。管理板的启动元件未动作, 而 CPU 板对应的保护元件动作, 装置会报警, 不会出口跳闸。此种方式杜绝了保护装置硬件故障引起的误动。

(1) 稳态差流启动元件。动作条件为

$$|I_{d,ph,max}| > I_{cdqd}$$

式中 $|I_{d,ph,max}|$ —— 三相差动电流最大值;

I_{cdqd} —— 差动电流启动整定值。

此启动元件用来开放稳态比率差动保护和差动速断保护。

(2) 工频变化量差流启动元件。动作条件为

$$\Delta I_d > 1.25\Delta I_{dt} + I_{dth}$$

$$\Delta I_d = |\Delta \dot{I}_1 + \Delta \dot{I}_2 + \dots + \Delta \dot{I}_m|$$

式中 ΔI_{dt} —— 浮动门坎, 随着变化量输出增大而逐步自动提高, 取 1.25 倍可保证门槛电压始终略高于不平衡输出;

$\Delta \dot{I}_1, \dot{I}_2, \dots, \dot{I}_m$ —— 变压器各侧电流的工频变化量;

ΔI_d —— 差流的半周积分值;

I_{dth} ——固定门坎。

工频变化量差流启动元件不受负荷电流影响，灵敏度很高。此启动元件用来开放工频变化量比率差动保护。

(3) 零序比率差动启动/分侧差动启动元件。该启动元件一般用于自耦变压器保护。当零序差电流大于零差电流启动整定值时动作；当分侧差动三相差流的最大值大于分侧差动电流启动整定值时动作。此启动元件用来开放零序或分侧比率差动保护。

(4) 相电流启动元件。当三相电流最大值大于整定值时动作。此启动元件用来开放相应侧的过流保护。

(5) 零序电流启动元件。当零序电流大于整定值时动作。此启动元件用来开放相应侧的零序过流保护。

(6) 零序电压启动元件。当开口三角零序电压大于整定值时动作。此启动元件用来开放相应侧的零序过压保护。

(7) 工频变化量相间电流启动元件。此启动元件用来开放相应侧的阻抗保护。

(8) 负序电流启动元件。此启动元件用来开放相应侧的阻抗保护。

3. 动作元件

(1) 主保护动作元件。

1) 稳态比率差动保护元件。该装置的稳态比率差动动作方程如式(1-7-1)和式(1-7-2)所示。

$$\begin{cases} I_d > 0.2I_r + I_{cdqd} & I_r \leq 0.5I_N \\ I_d > K_{bl}(I_r - 0.5I_N) + 0.1I_N + I_{cdqd} & 0.5I_N \leq I_r \leq 6I_N \\ I_d > 0.75(I_r - 6I_N) + 5.5K_{bl}I_N + 0.1I_N + I_{cdqd} & I_r > 6I_N \\ I_r = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^m |I_i| \\ I_d = \left| \sum_{i=1}^m I_i \right| \end{cases} \quad (1-7-1)$$

$$\begin{cases} I_d > 0.6(I_r - 0.8I_N) + 1.2I_N \\ I_r > 0.8I_N \end{cases} \quad (1-7-2)$$

式中 I_N ——变压器额定电流；

I_i ——变压器各侧电流；

I_{cdqd} ——稳态比率差动启动定值；

I_d ——差动电流；

I_r ——制动电流；

K_{bl} ——比率制动系数。

稳态比率制动特性曲线如图 1-7-8 所示。

稳态比率差动保护元件按相判别，满足以上条件时动作。式(1-7-1)所描述的比率差动保护元件经过 TA 饱和判别、TA 断线判别(可选择)、励磁涌流判别后出口。同时，在引入 TA 饱和判据后，区外故障引起的 TA 饱和不会造成误动。式(1-7-2)所描述的比率差动保护只经过 TA 断线判别(可选择)，励磁涌流判别即可出口。它利用其比率制动特性使该动作元件在区外故障 TA 饱和时可靠不动，而在区内故障 TA 饱和时能可靠正确动作。

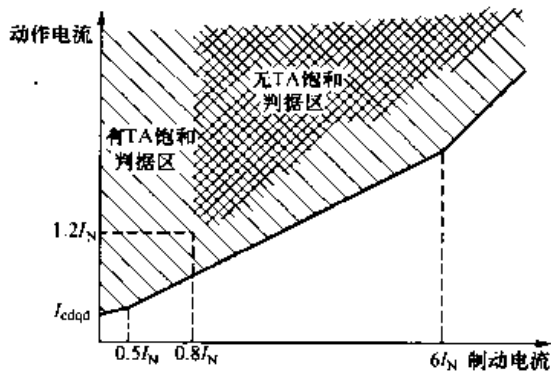


图 1-7-8 稳态比率差动保护的動作特性

稳态比率差动保护的動作逻辑框图如图 1-7-9 所示。

由图 1-7-9 看出，该装置采用三相差动电流中二次谐波、三次谐波的含量波形畸变来识别励磁涌流，当三相中某一相被判别为励磁涌流，只闭锁该相比率差动元件。

为防止在变压器区外故障等状态下 TA 的暂态与稳态饱和所引起的稳态比率差动保护元件误动作，装置利用电流中的二次和三次谐波含量来判别 TA 是否饱和。当与某相差动电流有关的电流中二次谐波和三次谐波的含量超过定值时，即

认为此相差流为 TA 饱和引起，闭锁稳态比率差动保护元件。

当变压器过励磁时，变压器励磁电流将激增，可能引起稳态比率差动保护元件误动作。该装置采用差电流中五次谐波的含量作为对过励磁的判断，当过励磁倍数大于一定数值时，不再闭锁稳态比率差动保护元件。

该装置将差回路的异常情况分为两种：

第一种：未引起差动保护启动的差回路异常报警。当任一相差流大于差流报警定值的时间超过 10s 时发出差流异常报警信号，此时不闭锁差动保护。

第二种：引起差动保护启动的差回路异常报警。差动保护启动后满足以下任一条件认为是故障情况，开放差动保护，否则认为是差回路 TA 异常造成的差动保护启动。

- a) 任一相间工频变化量电压元件启动。
- b) 任一侧负序相电压大于 6V。
- c) 启动后任一相电流比启动前增加。
- d) 启动后最大相电流大于 $1.1I_N$ 。

2) 工频变化量比率差动元件。工频变化量比率差动元件经过涌流判别元件、过励磁闭锁元件闭锁后出口。工频变化量差动元件能快速反应区内匝间故障。而且，由于工频变化量比率差动的制动系数可取较高的数值，发生区外故障时抗 TA 的暂态饱和、稳态饱和能力较强。工频变化量比率差动的逻辑框图如图 1-7-10 所示。

3) 零序比率差动保护元件。零序比率差动保护元件主要应用于自耦变压器，零差各侧零序电流通过装置自产得到。当发生区外三相短路故障时，由于 TA 暂态特性差异和 TA 饱和，差动回路会产生的零序电流，为避免这种零序电流对零序比率差动的影响，装置采用正序电流制动的闭锁判据和 TA 饱和判据来闭锁零序比率差动保护元件。正序电流制动的原理是：零差各侧的零序电流大于其正序电流的一定倍数时，认为零序电流是由故障造成。零序比率差动的逻辑框图如图 1-7-11 所示。

4) 分侧比率差动保护元件。分侧差动保护元件也主要应用于自耦变压器。分侧差动的逻辑框图如图 1-7-12 所示。

当发生零序或分侧差流异常时装置会发出报警信号。一种是未引起零序或分侧差动保护启动的差回路异常报警，表现为零序或分侧差流大于定值的时间超过 10s 时，发出零序或分侧差流异常报警信号，不闭锁零序差动或分侧差动保护。另一种是引起差动启动的差回路异

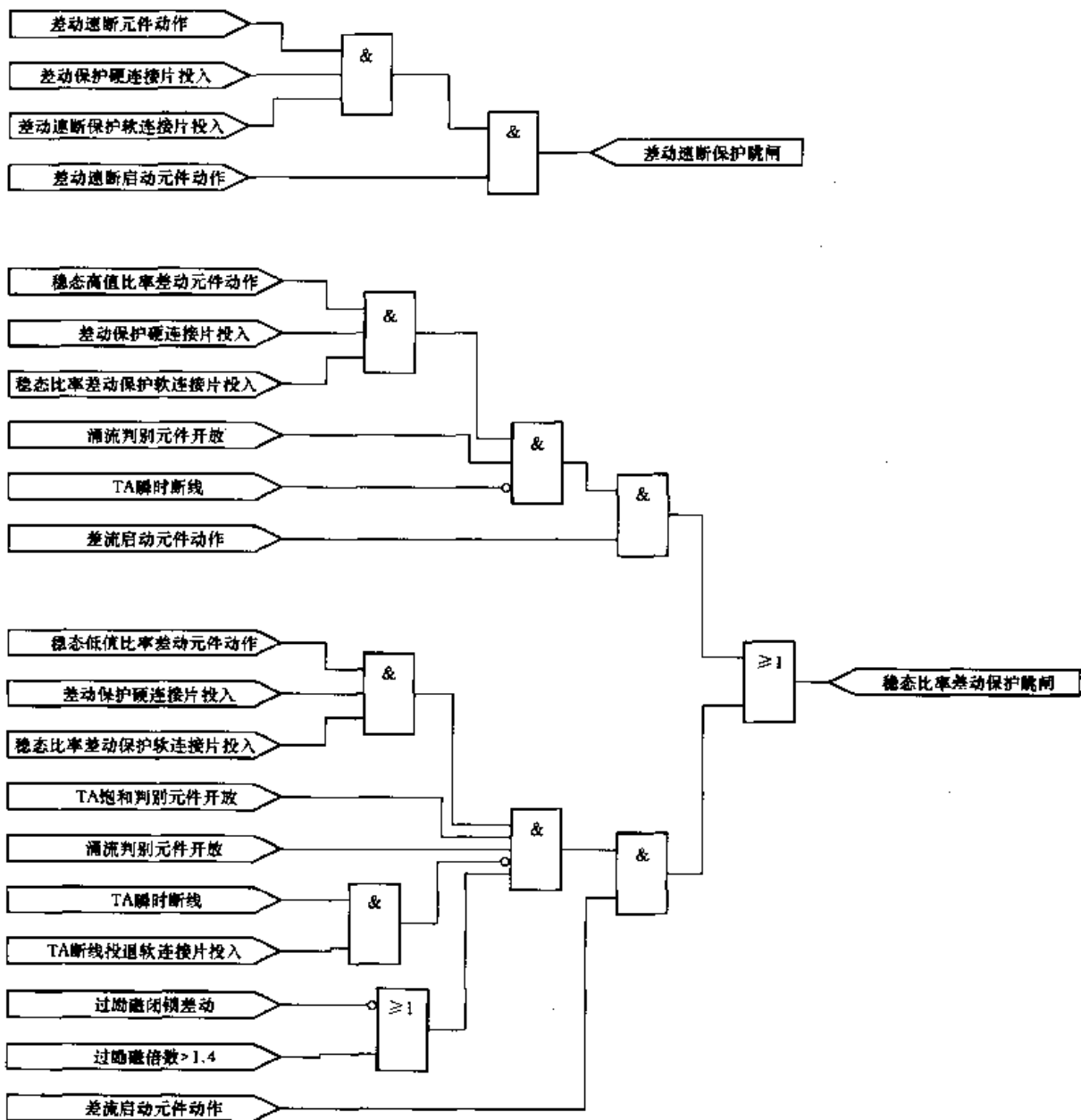


图 1-7-9 稳态比率差动的逻辑框图

常报警，判断方法同比率差动保护。

(2) 后备保护动作元件。

1) 复合电压闭锁方向过流元件。过流保护元件主要作为变压器相间故障的后备保护。各段过流保护元件可选择经过复合电压、方向闭锁；方向元件采用正序电压，并带有记忆，近处发生三相短路时，方向元件无电压死区。复合电压闭锁方向过流元件动作逻辑如图 1-7-13 所示。

2) 零序方向过流保护元件。零序过流保护元件主要作为变压器中性点接地运行时发生接地故障的后备保护。各段零序过流元件可通过控制字选择是否经方向闭锁，是否经零序电压闭锁，是否经谐波闭锁。

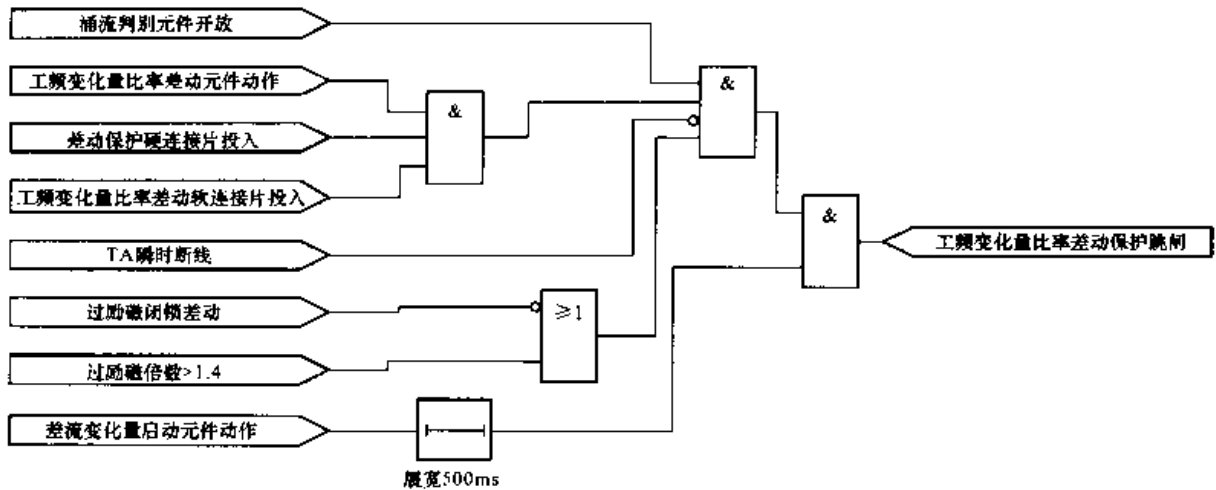


图 1-7-10 工频变化量比率差动的逻辑框图

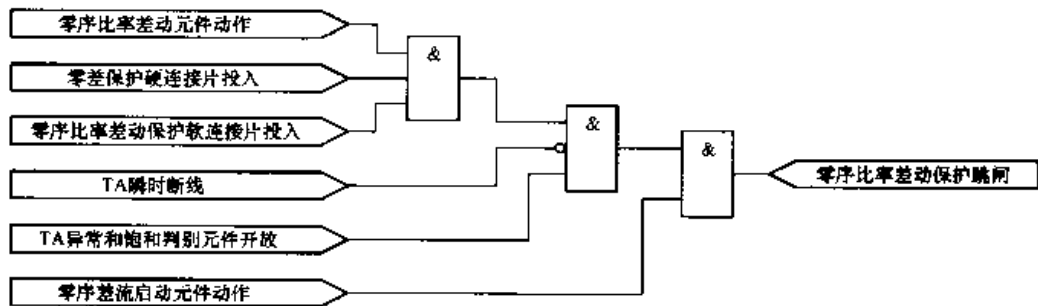


图 1-7-11 零序比率差动的逻辑框图

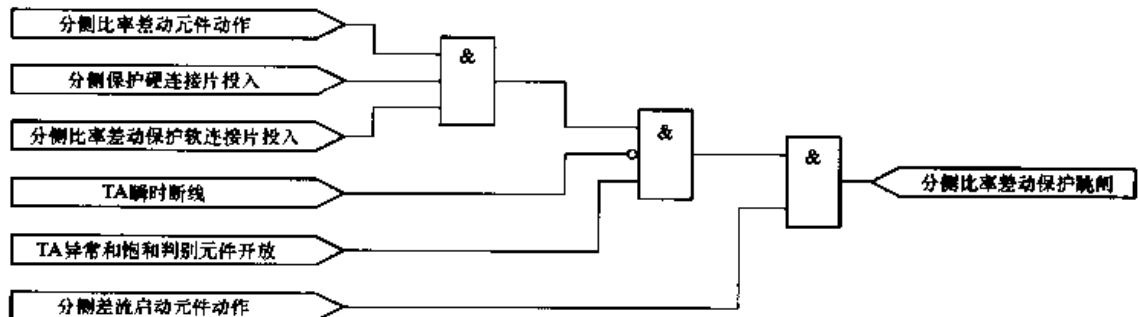


图 1-7-12 分侧比率差动的逻辑框图

当本侧 TV 检修或旁路代送线路未切换 TV 时，为保证本侧零序电压闭锁零序方向过流元件的正确动作，需投入“本侧电压退出”连接片，此时它对零序电压闭锁零序方向过流元件有如下影响：①零序电压闭锁元件开放；②方向元件输出为正方向。

为防止变压器和应涌流对零序过流保护的影响，装置设有谐波制动闭锁措施。零序过流保护元件动作逻辑框图如图 1-7-14 所示。

3) 过励磁保护元件。过励磁保护元件主要防止过电压和低频率对变压器造成的损坏。装置设有两段定时限过励磁跳闸元件和一段报警元件。由于变压器在不同的过励磁情况下允

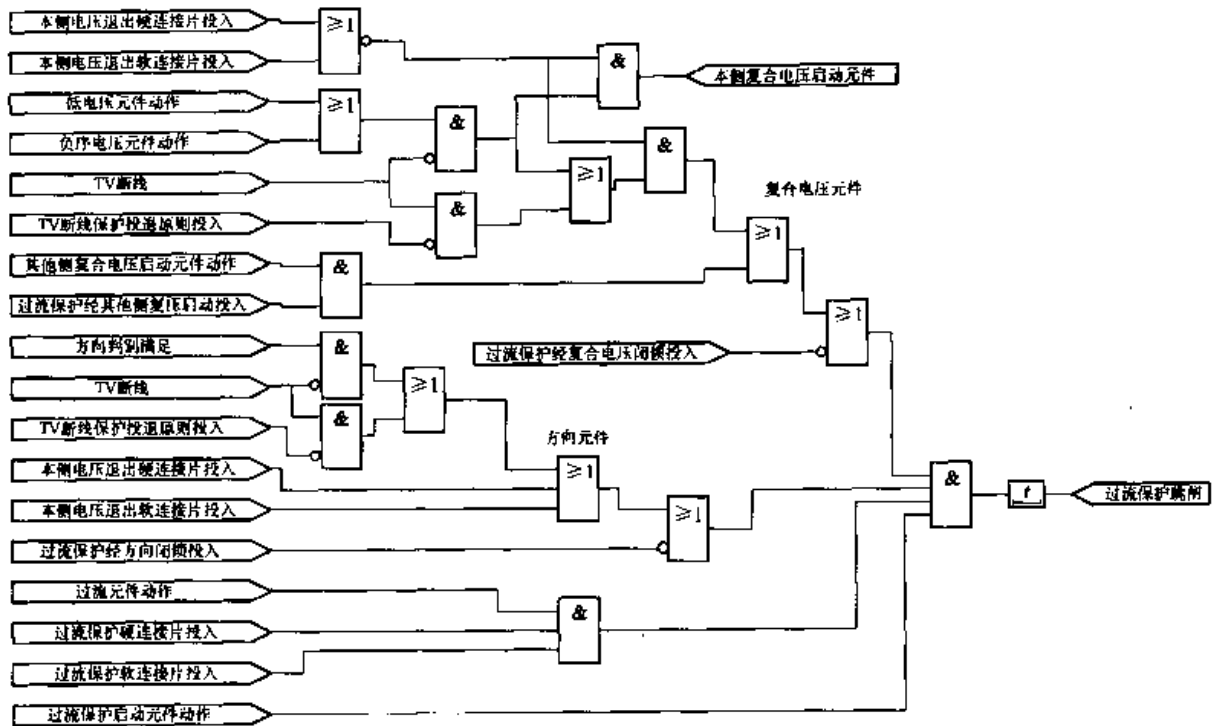


图 1-7-13 复合电压闭锁方向过流逻辑框图

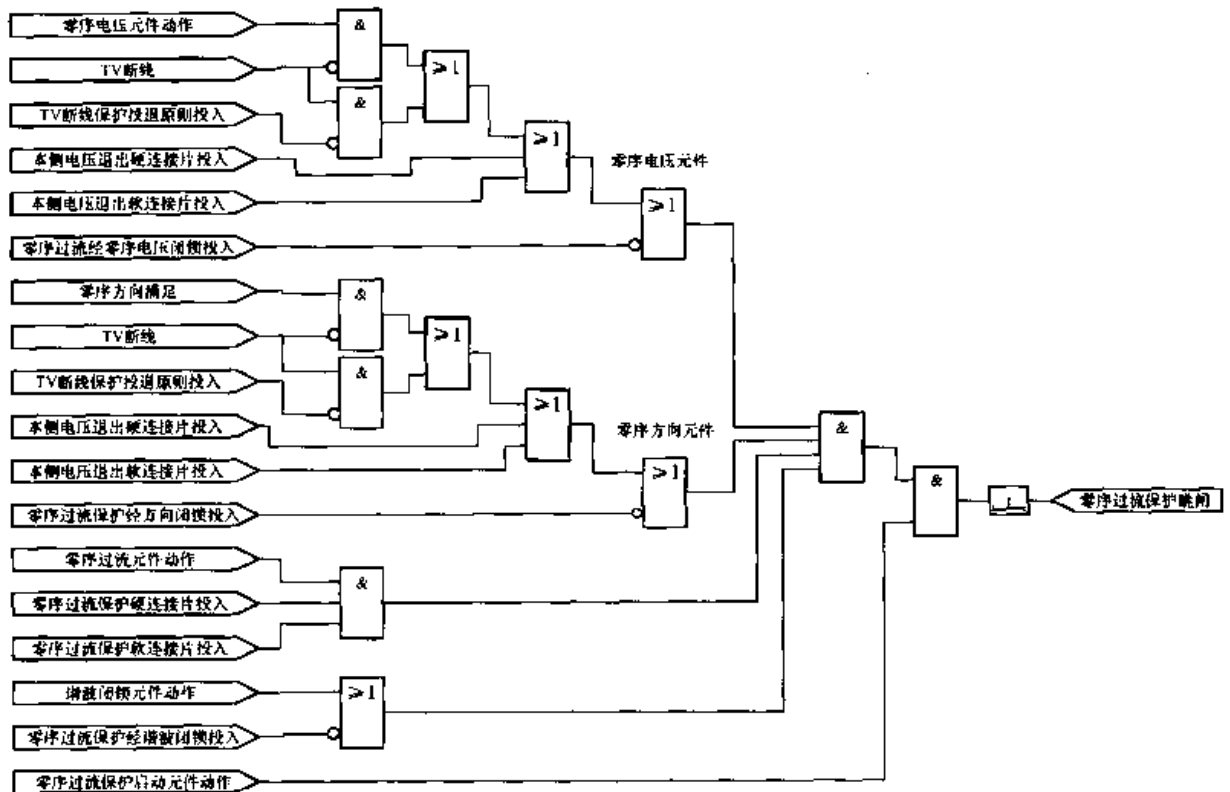


图 1-7-14 零序过流保护逻辑框图

许运行相应的时间，因此本装置还设有反时限过励磁元件。

4) 相间阻抗保护元件。相间阻抗保护元件主要作为变压器相间故障的后备保护，可选择保护方向。阻抗元件的动作特性如图 1-7-15 所示。

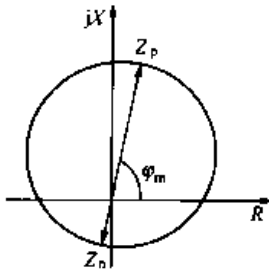


图 1-7-15 阻抗元件动作特性

Z_p —阻抗反向整定值；
 Z_n —阻抗正向整定值。

阻抗元件的比相方程为

$$90^\circ < \arg \frac{(\dot{U} - \dot{I}Z_p)}{(\dot{U} + \dot{I}Z_n)} < 270^\circ$$

阻抗保护的启动元件采用相间电流工频变化量启动和负序电流启动，启动元件启动后开放 500ms，期间若阻抗元件动作则保持。启动元件的动作方程为

$$\Delta I > 1.25\Delta I_t + I_{th}$$

$$I_2 > 0.2I_N$$

ΔI_t 为浮动门坎，随着变化量输出增大而逐步自动提高。取 1.25 倍可保证门槛电流始终略高于不平衡输出，保证在系统振荡和频率偏移情况下，保护不误启动。 I_{th} 为固定门坎。负序电流大于 $0.2I_N$ 时，启动元件动作。

当装置判断出本侧 TV 断线或异常时，自动退出阻抗保护元件。相间阻抗保护元件动作逻辑框图如图 1-7-16 所示。

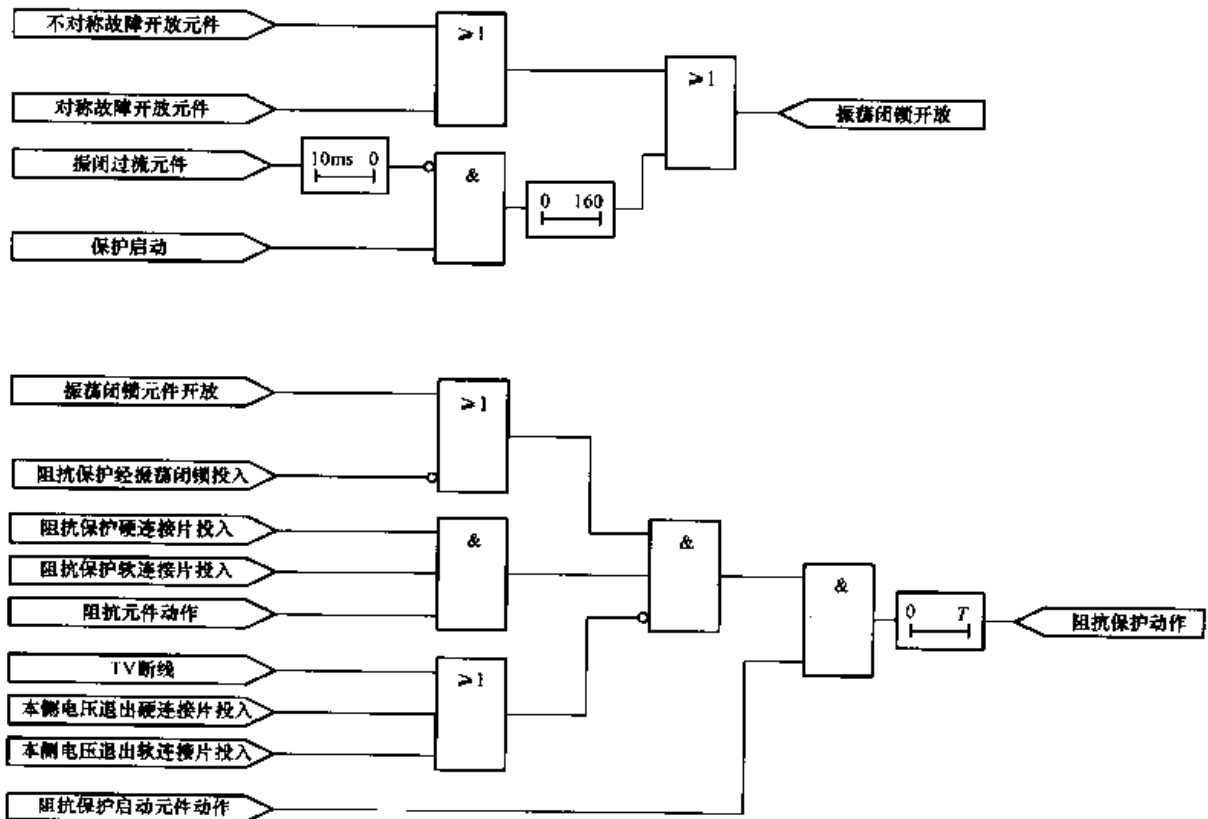


图 1-7-16 阻抗保护逻辑框图

5) 间隙零序过流过压保护元件。该装置设有一段两时限间隙零序过流保护元件和一段两时限零序过压保护元件，用来作为变压器中性点经间隙接地运行时的接地故障后备保护。零序过压和零序过流元件动作后相互保持，此时，间隙保护的動作时间以间隙零序过流保护的时间定值为准。

6) 零序过压保护元件。由于 220~500kV 变压器低压侧常为不接地系统，该装置设有一段零序过压保护作为变压器低压侧接地故障保护。

四、装置使用及运行说明

1. RCS—978E 装置液晶显示说明

(1) 正常运行时保护液晶显示说明。装置正常运行状态，液晶屏幕将显示如图 1-7-17 所示信息。

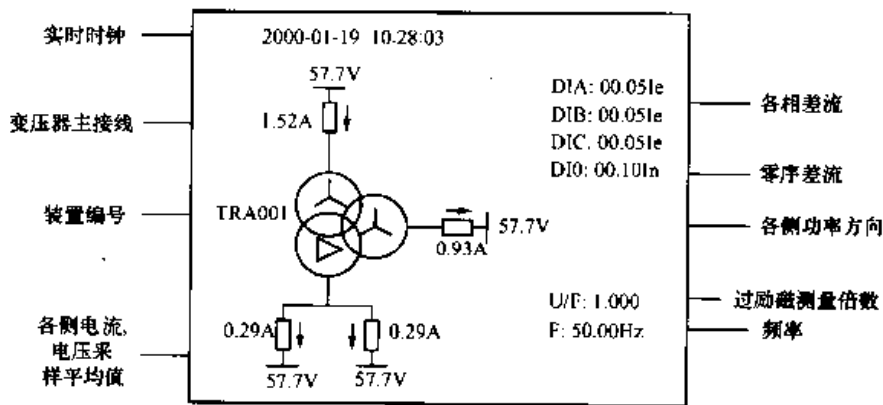


图 1-7-17 正常运行时保护液晶显示

(2) 动作时保护液晶显示说明。当保护动作时，液晶屏幕自动显示最新一次保护动作报告，格式如图 1-7-18 所示。

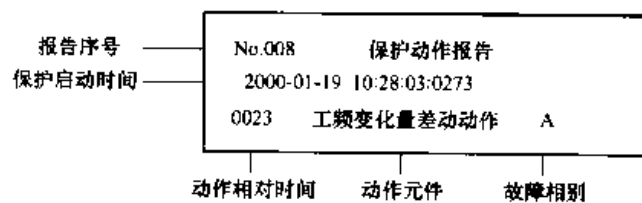


图 1-7-18 保护动作时液晶显示

(3) 异常状态时保护液晶显示说明。液晶屏幕在硬件自检出错或系统运行异常时将自动显示最新一次异常报告，格式如图 1-7-19 所示。

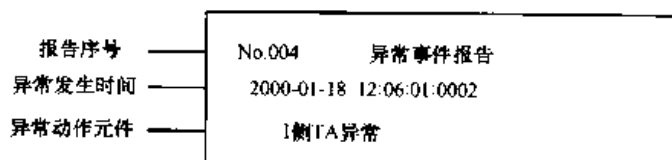


图 1-7-19 异常状态时保护液晶显示

(4) 开关量变位时保护液晶显示说明。液晶屏幕在任一开关量发生变位时将自动显示最新一次开关量变位报告，格式如图 1-7-20 所示。

报告序号	No.006	开入变位报告
开入变位时间	2000-01-13 22:06:01:0870	
开入变位元件	管理板I侧后备保护启动	0->1

图 1-7-20 开关量变位时保护液晶显示

记录开入变位报告后，按“取消”键可以从显示报告状态退到正常运行时保护液晶显示状态。

2. 保护装置面板按键说明

“▲”、“▼”、“◀”、“▶”为方向键。

“+”、“-”为修改键。

“确认”、“取消”为命令键。

“区号”为定值区切换功能键。

3. 装置菜单操作使用说明

除了以上几种自动切换显示方式外，保护还提供了若干命令菜单，供运行人员选择使用。菜单结构如图 1-7-21 所示，命令菜单使用方法如下。

在主接线图状态下，按“确认”键可进入主菜单；在自动切换至新报告的状态下，按“取消”键可进入主接线图，再按“确认”键可进入主菜单。

按“▲”和“▼”键实现上下滚动，光标落在某一项，按“确认”键，即选中该项功能。

(1) 保护状态。保护状态分为保护板状态和管理板状态两个子菜单，分别显示保护板、管理板的电流、电压实时采样值和开入量状态，它全面地反映了保护运行的环境。对于开关量状态，“1”表示投入或收到触点动作信号；“0”表示未投入或没收到触点动作信号。

该装置正常运行时的显示值与实际运行情况一致。

(2) 显示报告。菜单显示保护动作报告、异常事件报告及开入变位报告。报告失电不丢失。

进入菜单后，按“▲”和“▼”键上下滚动，选择要显示的报告后按“确认”键。首先显示最新的一条报告。按“-”键显示前一个报告，按“+”键，显示后一个报告，若一个报告整屏显示不下，则通过按“▲”和“▼”键上下滚动。按“取消”键退出至上一级菜单。

(3) 打印报告。菜单可选择“打印定值”、“正常波形”、“故障波形”、“异常事件报告”及开入变位报告。按“▲”和“▼”键上下滚动，选择要打印的报告，按键“确认”打印锁选定的报告。

(4) 修改时钟。进入“时钟修改”菜单后，液晶显示当前的日期和时间。按“▲”、“▼”、“◀”、“▶”键选择要修改的数字，按“+”和“-”键修改数值，修改后按“确认”键返回；若按“取消”键则为不修改返回；若日期或时间修改出错，会显示“日期时间值越界”，并要求重新修改。

(5) 程序版本。进入“程序版本”菜单后，液晶显示保护板、管理板和液晶板的程序版本及程序生成时间。

(6) 显示控制。进入“显示控制”菜单后，选择液晶对比度菜单；在液晶对比度菜单

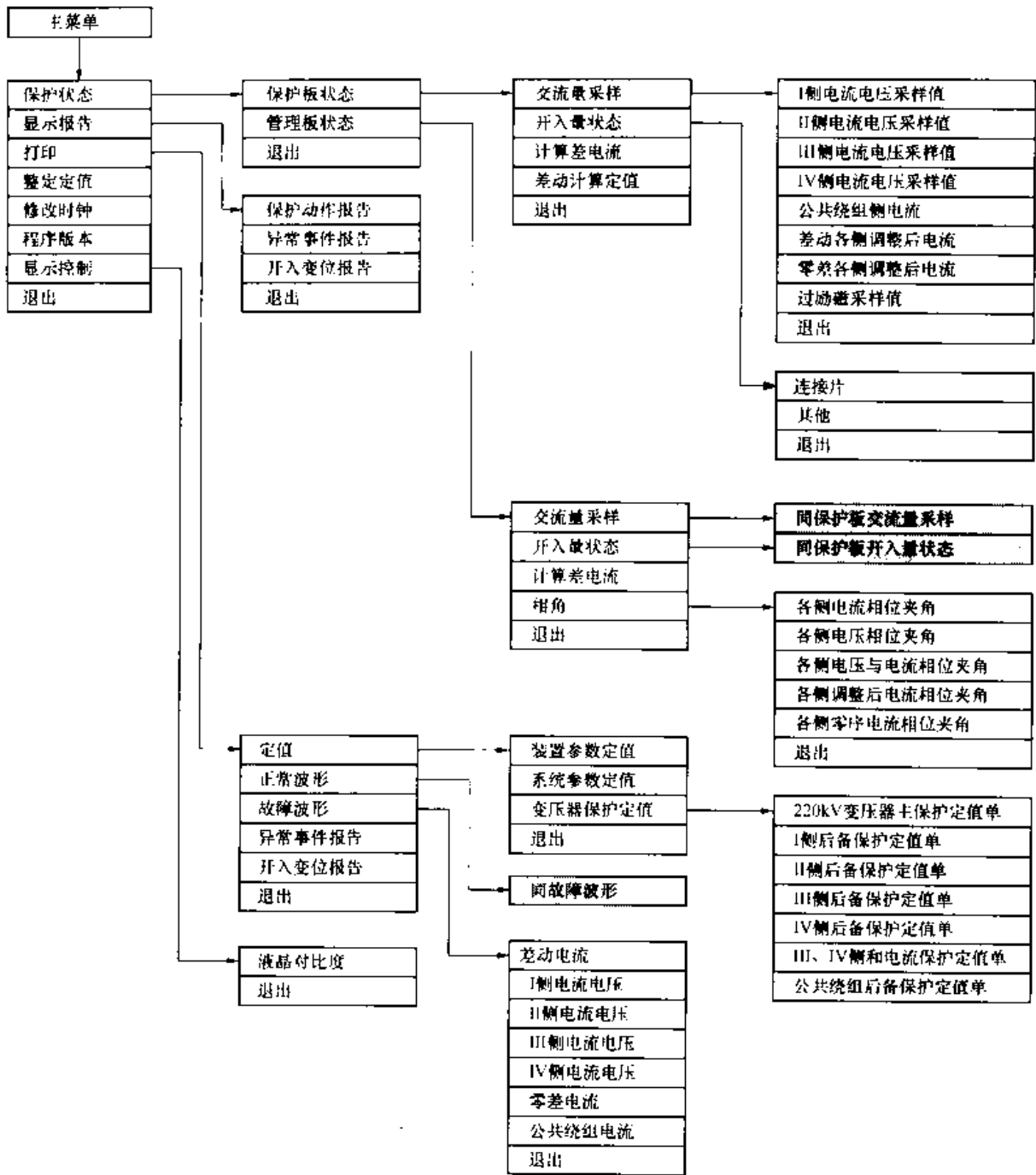


图 1-7-21 命令菜单目录结构

中，按“+”和“-”键来调整液晶显示对比度，修改后按“确认”键返回，若按“取消”键则为不修改返回。

(7) 退出。在上述菜单中的工作完毕后，退至主菜单中选择此项命令将退出主菜单，此时液晶面板显示变压器主接线图或新报告。

五、装置正常运行使用规定

1. 保护屏概述

由于 220kV 及以上的电气设备实行主保护双重化，因此 RCS 978E 型微机保护装置作

为变压器主保护时，一般均配备两套保护并分装的两面屏上，其中一面屏上还配有 RCS—974C 非电量保护装置，它与两套 RCS—978E 型装置共同构成完整的变压器保护。而且在旁路开关在代送变压器时，这两面屏均可整屏切换到旁路。

(1) 变压器微机保护屏上的连接片（以三绕组变压器保护为例，各侧主断路器及高压侧旁路断路器为双跳闸线圈，并且低压侧无旁路母线）。

1) RCS—978E 型装置应配备的连接片。开入量连接片有：差动保护连接片、高压侧相间后备连接片、高压侧接地零序连接片、高压侧不接地零序连接片、中压侧相间后备连接片、中压侧接地零序连接片、中压侧不接地零序连接片、低压侧后备保护连接片、退高压侧电压连接片、退中压侧电压连接片及退低压侧电压连接片。

出口连接片有：跳高压侧一连接片、跳高压侧二连接片、跳高压侧旁路一连接片、跳高压侧旁路二连接片、跳中压侧一连接片、跳中压侧二连接片、跳中压侧旁路一连接片、跳中压侧母联连接片、跳低压侧一连接片以及跳低压侧二连接片、高压侧启动失灵连接片、1 时限解除失灵复压闭锁、2 时限启动失灵、高压侧旁路启动失灵、跳高压侧母联一、跳高压侧母联二、跳中压侧旁路备用、跳低压侧分段、差动保护加速备投、闭锁中压备投、闭锁低压备投、闭锁有载调压、复压启动解除母差失灵电压闭锁 1、复压启动解除母差失灵电压闭锁 2 等连接片。

2) RCS—974C 非电量保护装置配置的连接片。

a) 开入量连接片一般有：非电量延时保护连接片、本体重瓦斯连接片、有载重瓦斯连接片、压力释放一连接片、压力释放二连接片、冷控失电连接片、冷却器全停跳闸连接片及非电量延时跳闸。

b) 出口连接片还有：非全相跳高压侧一连接片、非全相跳高压侧二连接片、非电量跳高压侧一连接片、非电量跳高压侧二连接片、非电量跳高压侧旁路一连接片、非电量跳高压侧旁路二连接片、非电量跳中压侧一连接片、非电量跳中压侧二连接片、非电量跳中压侧旁路连接片、非电量跳低压侧一连接片及非电量跳低压侧二连接片。

(2) 变压器微机保护屏上的切换开关。每一面保护屏上都配有 220kV 电压切换开关和 66kV 电压切换开关，分别用于切换交流电压量。切换开关具有“本线”和“旁路”两个位置。

(3) 变压器微机保护屏上的电流端子（以连片式端子为例）。每一面保护屏上都配有电流切换端子，在旁路代送主开关时用于切换交流电流量，电流切换端子一般分为横向三排，每一排分别对应“主 TA”、“装置”和“套管 TA”三个位置。

(4) 特殊连接片说明。

1) 高压侧电压互感器检修时，投入“退高压侧电压”连接片；高压侧电压互感器检修完毕投入运行后，停用“退高压侧电压”连接片。

2) 中压侧电压互感器检修时，投入“退中压侧电压”连接片；中压侧电压互感器检修完毕投入运行后，停用“退中压侧电压”连接片。

3) 低压侧电压互感器检修时，投入“退低压侧电压”连接片；低压侧电压互感器检修完毕投入运行后，停用“退低压侧电压”连接片。

4) 装置检修时，投入“检修状态”连接片；装置检修完毕，投入运行后，停用“检修状态”连接片。

2. 装置面板上的信号灯

“运行”灯为绿色，装置正常运行时点亮。

“报警”灯为黄色，装置有报警信号时点亮。

“跳闸”灯为红色，当保护动作并出口时点亮。

当“报警”灯由于 TA 断线原因点亮，必须待外部恢复正常，复位装置后才会熄灭，由于其他异常情况点亮时，待异常情况消失后会自动熄灭。

“跳闸”信号灯只在按下“信号复归”或远方信号复归后才熄灭。

六、装置打印及显示信息说明

装置始终对硬件回路和运行状态进行自检。当 CPU 检测到装置本身硬件故障时，发装置闭锁信号，闭锁整套保护。硬件故障包括：RAM 异常、程序存储器出错、EEPROM 出错、定值无效、光电隔离失电报警、DSP 出错和跳闸出口异常等。此时装置不能够继续工作。

当 CPU 检测到装置长期启动、不对应启动、装置内部通信出错、TA 断线或异常、TV 异常时，发出装置报警信号。此时装置还可以继续工作。

1. 装置信息含义（见表 1-7-2）

表 1-7-2 装置信息含义

	信 息	含 义
1	保护板内存出错	RAM 芯片损坏
2	保护板程序区出错	FLASH 内容被破坏
3	读区定值无效	二次额定电流更改后 保护定值未重新整定
4	光耦失电	24V 或 220V 光耦 正电源失去
5	跳闸出口报警	出口三极管损坏
6	内部通信出错	CPU 与 MONI 板无法通信
7	保护板 DSP 出错	CPU 板上 DSP 损坏
8	管理板内存出错	管理板内存出错
9	管理板程序区出错	管理板程序区出错
10	管理板定值区出错	管理板定值区出错
11	管理板 DSP 出错	管理板 DSP 出错
12	面板 EPROM 错	EPROM 损坏
13	面板通信出错	人机面板与 CPU 板无法通信
14	不对应启动报警	CPU 板动作元件与 MONI 板启动元件不对应
15	保护板长期启动	CPU 板启动元件启动时间超过 10s
16	管理板长期启动	MONI 板启动元件启动时间超过 10s
17	日期时间值越界	日期时间值整定越界
18	公共绕组 TA 异常	此 TA 回路异常或采样回路异常
19	IV 侧 TA 异常	IV 侧 TA 回路异常或采样回路异常

续表

	信 息	含 义
20	Ⅲ侧 TA 异常	Ⅲ侧 TA 回路异常或采样回路异常
21	Ⅱ侧 TA 异常	Ⅱ侧 TA 回路异常或采样回路异常
22	I 侧 TA 异常	I 侧 TA 回路异常或采样回路异常
23	I 侧 TV 异常	I 侧 TV 回路异常或采样回路异常
24	Ⅱ侧 TV 异常	Ⅱ侧 TV 回路异常或采样回路异常
25	Ⅲ侧 TV 异常	Ⅲ侧 TV 回路异常或采样回路异常
26	Ⅳ侧 TV 异常	Ⅳ侧 TV 回路异常或采样回路异常
27	零序差动保护差流异常	此回路异常
28	差动保护差流异常	此回路异常
29	公共绕组 TA 断线	此回路 TA 断线、短路
30	Ⅳ侧 TA 断线	此回路 TA 断线、短路
31	Ⅲ侧 TA 断线	此回路 TA 断线、短路
32	Ⅱ侧 TA 断线	此回路 TA 断线、短路
33	I 侧 TA 断线	此回路 TA 断线、短路
34	TA 断线	差动回路、零差回路 TA 断线、短路, 但装置无法判断具体位置
35	启动	装置只启动, 无元件动作
36	I 侧过负荷 I 段	异常元件动作, I 侧过负荷 I 段
37	I 侧过负荷 II 段	异常元件动作, I 侧过负荷 II 段
38	I 侧启动风冷 I 段	异常元件动作, I 侧启动风冷 I 段
39	I 侧启动风冷 II 段	异常元件动作, I 侧启动风冷 II 段
40	I 侧过载闭锁调压	异常元件动作, I 侧过载闭锁调压
41	Ⅱ侧过负荷 I 段	异常元件动作, Ⅱ侧过负荷 I 段
42	Ⅱ侧过负荷 II 段	异常元件动作, Ⅱ侧过负荷 II 段
43	Ⅱ侧启动风冷 I 段	异常元件动作, Ⅱ侧启动风冷 I 段
44	Ⅱ侧启动风冷 II 段	异常元件动作, Ⅱ侧启动风冷 II 段
45	Ⅱ侧过载闭锁调压	异常元件动作, Ⅱ侧过载闭锁调压
46	低压侧和电流过负荷	异常元件动作, 低压侧和电流过负荷
47	Ⅲ侧过负荷	异常元件动作, Ⅲ侧过负荷
48	Ⅳ侧过负荷	异常元件动作, Ⅳ侧过负荷
49	Ⅲ侧零序电压告警	异常元件动作, Ⅲ侧零序电压告警
50	Ⅳ侧零序电压告警	异常元件动作, Ⅳ侧零序电压告警
51	公共绕组启动风冷	异常元件动作, 公共绕组启动风冷
52	Ⅳ侧复压启动	异常元件动作, Ⅳ侧复压启动
53	Ⅲ侧复压启动	异常元件动作, Ⅲ侧复压启动
54	公共绕组零序电流报警	异常元件动作, 公共绕组零序电流报警
55	公共绕组过负荷	异常元件动作, 公共绕组过负荷

续表

	信 息	含 义
56	差动速断	保护元件动作, 差动速断
57	比率差动	保护元件动作, 比率差动
58	零序差动速断	保护元件动作, 零序差动速断
59	零序比率差动	保护元件动作, 零序比率差动
60	工频变化量差动	保护元件动作, 工频变化量差动
61	I 侧过流 T11	保护元件动作, I 侧过流 T11
62	I 侧过流 T12	保护元件动作, I 侧过流 T12
63	I 侧过流 T21	保护元件动作, I 侧过流 T21
64	I 侧过流 T22	保护元件动作, I 侧过流 T22
65	I 侧过流 T31	保护元件动作, I 侧过流 T31
66	I 侧过流 T32	保护元件动作, I 侧过流 T32
67	I 侧零序过流 T011	保护元件动作, I 侧零序过流 T011
68	I 侧零序过流 T012	保护元件动作, I 侧零序过流 T012
69	I 侧零序过流 T021	保护元件动作, I 侧零序过流 T021
70	I 侧零序过流 T022	保护元件动作, I 侧零序过流 T022
71	I 侧零序过流 T031	保护元件动作, I 侧零序过流 T031
72	I 侧零序过流 T032	保护元件动作, I 侧零序过流 T032
73	I 侧间隙 T0j1	保护元件动作, I 侧间隙 T0j1
74	I 侧间隙 T0j2	保护元件动作, I 侧间隙 T0j2
75	公共绕组零序过流	保护元件动作, 公共绕组零序过流
76	公共绕组过流	保护元件动作, 公共绕组过流
77	II 侧过流 T11	保护元件动作, II 侧过流 T11
78	II 侧过流 T12	保护元件动作, II 侧过流 T12
79	II 侧过流 T21	保护元件动作, II 侧过流 T21
80	II 侧过流 T22	保护元件动作, II 侧过流 T22
81	II 侧过流 T31	保护元件动作, II 侧过流 T31
82	II 侧过流 T32	保护元件动作, II 侧过流 T32
83	II 侧零序过流 T011	保护元件动作, II 侧零序过流 T011
84	II 侧零序过流 T012	保护元件动作, II 侧零序过流 T012
85	II 侧零序过流 T021	保护元件动作, II 侧零序过流 T021
86	II 侧零序过流 T022	保护元件动作, II 侧零序过流 T022
87	II 侧零序过流 T031	保护元件动作, II 侧零序过流 T031
88	II 侧零序过流 T032	保护元件动作, II 侧零序过流 T032
89	II 侧间隙 T0j1	保护元件动作, II 侧间隙 T0j1
90	II 侧间隙 T0j2	保护元件动作, II 侧间隙 T0j2
91	III 侧过流 I 段	保护元件动作, III 侧过流 I 段

续表

	信 息	含 义
92	Ⅲ侧过流Ⅱ段	保护元件动作, Ⅲ侧过流Ⅱ段
93	Ⅲ侧过流Ⅲ段	保护元件动作, Ⅲ侧过流Ⅲ段
94	Ⅲ侧过流Ⅳ段	保护元件动作, Ⅲ侧过流Ⅳ段
95	Ⅲ侧过流Ⅴ段	保护元件动作, Ⅲ侧过流Ⅴ段
96	Ⅳ侧过流Ⅰ段	保护元件动作, Ⅳ侧过流Ⅰ段
97	Ⅳ侧过流Ⅱ段	保护元件动作, Ⅳ侧过流Ⅱ段
98	Ⅳ侧过流Ⅲ段	保护元件动作, Ⅳ侧过流Ⅲ段
99	Ⅳ侧过流Ⅳ段	保护元件动作, Ⅳ侧过流Ⅳ段
100	Ⅳ侧过流Ⅴ段	保护元件动作, Ⅳ侧过流Ⅴ段
101	Ⅰ侧间隙过流 T0j1	保护元件动作, Ⅰ侧间隙过流 T0j1
102	Ⅰ侧间隙过流 T0j2	保护元件动作, Ⅰ侧间隙过流 T0j2
103	Ⅰ侧零序过压 T0j1	保护元件动作, Ⅰ侧零序过压 T0j1
104	Ⅰ侧零序过压 T0j2	保护元件动作, Ⅰ侧零序过压 T0j2
105	Ⅱ侧间隙过流 T0j1	保护元件动作, Ⅱ侧间隙过流 T0j1
106	Ⅱ侧间隙过流 T0j2	保护元件动作, Ⅱ侧间隙过流 T0j2
107	Ⅱ侧零序过压 T0j1	保护元件动作, Ⅱ侧零序过压 T0j1
108	Ⅱ侧零序过压 T0j2	保护元件动作, Ⅱ侧零序过压 T0j2
109	Ⅰ侧零序过流 T023	保护元件动作, Ⅰ侧零序过流 T023
110	Ⅱ侧零序过流 T023	保护元件动作, Ⅱ侧零序过流 T023
111	Ⅲ侧零序过压	保护元件动作, Ⅲ侧零序过压
112	Ⅳ侧零序过压	保护元件动作, Ⅳ侧零序过压
113	低压侧和电流 T1	保护元件动作, 低压侧和电流 T1
114	低压侧和电流 T2	保护元件动作, 低压侧和电流 T2

2. 表 1-7-2 中有关字符和标记的说明

T1 表示过流Ⅰ段, T11 表示过流Ⅰ段 1 时限, T011 表示零序过流Ⅰ段 1 时限, T0j1 表示间隙保护Ⅰ段, 其他类推。

第八节 PST—1200 系列微机变压器保护

一、装置概述

PST-1200 系列微机变压器保护装置是以差动保护、后备保护和瓦斯保护为基本配置的成套变压器保护装置, 适用于 500、330、220、110kV 等大型电力变压器。PST-1202A 的差动保护为二次谐波闭锁原理。PST-1202B 的差动保护为波形对称原理。该系列保护装置基本配置设有完全相同的 CPU 插件, 分别完成差动保护功能、高压侧后备保护功能、中压侧后备保护功能、低压侧后备保护功能, 各种保护功能均由软件实现。PST-1210B 保护装置包括非电量保护。PST-1206B 保护装置为断路器保护, 包括相电流判别、零序电流判别、负序电流判别、解锁母差保护复压元件、非全相保护、非电量延时回路等。

1. 装置硬件特点

本装置硬件采用背后插拔方式，使强、弱电分离，完全汉化技术，人机界面友好，事件和定值全部采用汉字显示或打印，摒弃了字符表述方式；定值以表格方式输出，录波数据可选择波形输出或数据输出；可独立整定 32 套定值，供改变运行方式时切换使用。

保护功能模块（CPU）的核心为 32 位微处理器，配以 RAM 和 Flash RAM，具有数据处理能力和存储能力，可记录的录波报告为 8~50 个，可记录的事件不少于 1000 条。数据存入 FLASH-RAM 中，装置掉电后可保持。A/D 模块采用 14 位的 A/D 转换和无源低通滤波，具有极高的测量精度。采用 CAN 网作为内部通信网络，数据信息进出流畅，事件可随时上传。

2. 保护配置

(1) PST—1202A (B) 型保护：

- 1) 差动电流速断保护；
- 2) 二次谐波闭锁原理的比例差动保护（PST—1202B 为波形对称原理的比例差动保护）；
- 3) 高压侧复合电压闭锁方向过流保护；
- 4) 高压侧复合电压闭锁过流保护；
- 5) 高压侧零序方向过流保护；
- 6) 高压侧零序过流保护；
- 7) 高压侧间隙保护；
- 8) 高压侧过负荷；
- 9) 启动冷却器；
- 10) 闭锁有载调压；
- 11) 中压侧复合电压闭锁方向过流保护；
- 12) 中压侧复合电压闭锁过流保护；
- 13) 中压侧零序方向过流保护；
- 14) 中压侧零序过流保护；
- 15) 中压侧间隙保护；
- 16) 中压侧过负荷；
- 17) 低压侧复合电压闭锁过流保护；
- 18) 低压侧过负荷。

(2) PST—1206B 型保护：

- 1) 相电流判别元件；
- 2) 零序电流判别元件；
- 3) 负序电流判别元件；
- 4) 解锁母差保护复压元件；
- 5) 非全相保护。

(3) PST—1210B 型保护：

- 1) 重瓦斯保护；
- 2) 有载重瓦斯保护；
- 3) 轻瓦斯保护；

- 4) 有载轻瓦斯保护;
- 5) 油温高保护;
- 6) 压力释放保护;
- 7) 冷却器全停保护;
- 8) 油位异常保护;
- 9) 其他。

二、装置出口方式

各保护时限的跳闸逻辑可在线编程。任一相差动保护动作即出口跳闸，并配有 TA 断线检测功能，在 TA 断线时闭锁保护（不闭锁差动电流速断），并延时发告警信号。TA 断线闭锁信号可根据需要整定选择。

三、差动保护原理（以 PST—1202A 型保护为例）

1. 启动元件

保护启动元件用于开放保护跳闸出口继电器的电源及启动该保护故障处理程序。

启动元件包括差流突变量启动元件、差流越限启动元件。任一启动元件动作则保护启动。

(1) 差电流突变量启动元件的判据为

$$|i_{\phi}(t) - 2i_{\phi}(t-T) + i_{\phi}(t-2T)| > 0.5I_{cd}$$

式中 ϕ ——a, b, c 三种相别;

I_{cd} ——差动保护动作定值。

当任一差电流突变量连续三次大于启动门坎时，保护启动。

(2) 差流越限启动元件是为了防止经大电阻故障时相电流突变量启动元件灵敏度不够而设置的辅助启动元件。该元件在差动电流大于差流越限启动门坎并持续 5ms 后启动。差流越限启动门坎为差动动作定值的 80%。

2. 差动电流速断保护元件

该元件是为了在变压器区内严重性故障时快速跳开变压器各侧开关设置的，其动作判据为

$$I_d > I_{cd}$$

式中 I_d ——变压器差动电流;

I_{cd} ——差动电流速断保护定值。

3. 二次谐波制动元件

本元件是为了在变压器空投时防止励磁涌流引起差动保护误动，其动作判据为

$$I_{(2)} > I_d K_{X2}$$

式中 $I_{(2)}$ ——差动电流中的二次谐波含量;

I_d ——变压器差动电流;

K_{X2} ——差动保护二次谐波制动系数。

二次谐波闭锁原理的差动保护原理逻辑框图如图 1-7-22 所示。

4. 五次谐波制动元件

本元件是为了在变压器过励磁时防止差动保护误动，其动作判据为

$$I_{(5)} > I_d K_{X5}$$

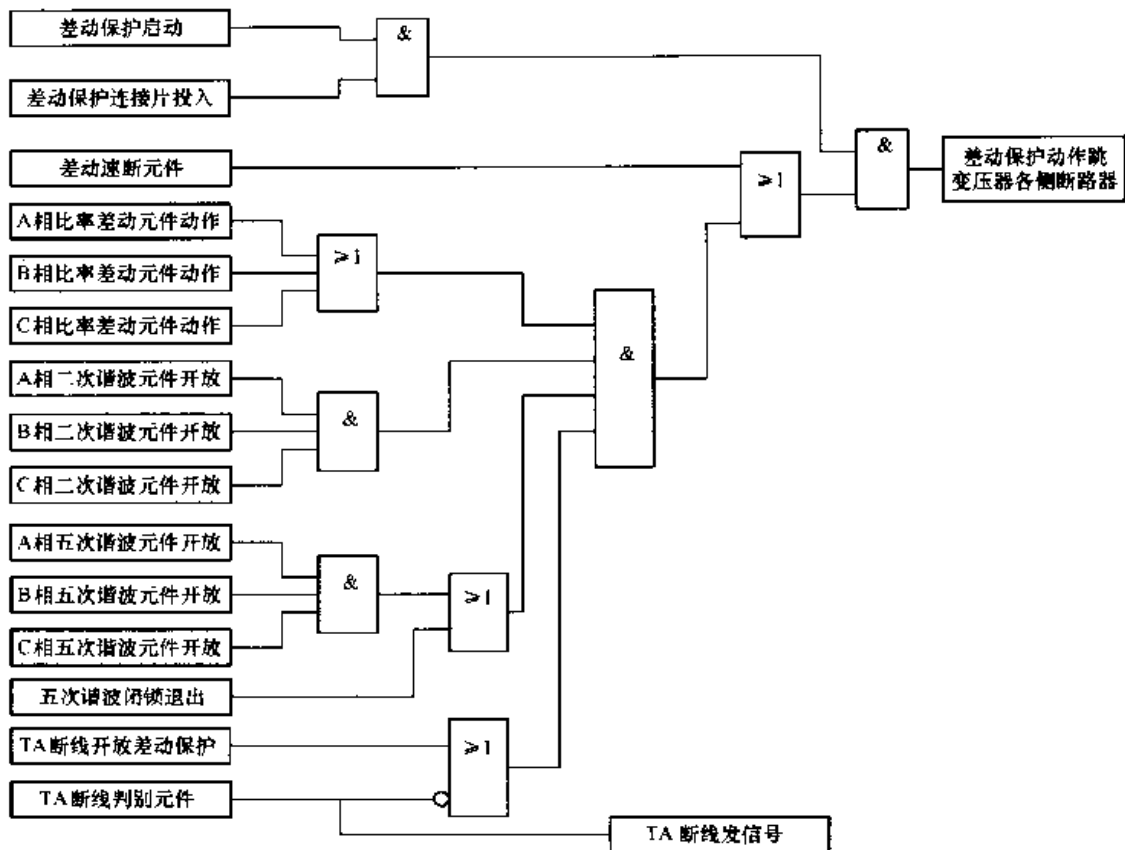


图 1-7-22 二次谐波闭锁原理的差动保护原理逻辑框图

式中 $I_{(5)}$ —— 差动电流中的五次谐波含量；

I_d —— 变压器差动电流；

K_{KBS} —— 差动保护五次谐波制动系数，软件设定为 0.38。

5. 比率制动元件

本元件是为了在变压器区外故障时差动保护有可靠的制动作用，同时在内部故障时有较高的灵敏度，其动作判据如下。

两侧差动 $I_{cdd} = |I_1 + I_2|$ ， $I_{zdd} = \max(|I_1|, |I_2|)$

三侧差动 $I_{cdd} = |I_1 + I_2 + I_3|$ ， $I_{zdd} = \max(|I_1|, |I_2|, |I_3|)$

四侧差动 $I_{cdd} = |I_1 + I_2 + I_3 + I_4|$ ， $I_{zdd} = \max(|I_1|, |I_2|, |I_3|, |I_4|)$

五侧差动 $I_{cdd} = |I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5|$ ， $I_{zdd} = (|I_1| + |I_2| + |I_3| + |I_4| + |I_5|) / 2$

$I_{cdd} \geq I_{cd}$ 且 $I_{zdd} \leq I_{zd}$

或 $3I_{zd} > I_{zdd} > I_{zd}$ ， $I_{cdd} - I_{cd} \geq K_1(I_{zdd} - I_{zd})$

或 $I_{zdd} > 3I_{zd}$ ， $I_{cdd} - I_{cd} - K_1 \times 2I_{zd} \geq K_2(I_{zdd} - 3I_{zd})$

式中 I_1 —— I 侧电流；

I_2 —— II 侧电流；

I_3 —— III 侧电流；

I_4 —— IV 侧电流；



I_3 ——V侧电流；

I_{cd} ——差动保护电流定值；

I_{cdd} ——变压器差动电流；

I_{zdd} ——变压器差动保护制动电流；

I_{zd} ——差动保护比率制动拐点电流定值，软件设定为高压侧额定电流值；

K_1 、 K_2 ——比率制动系数，软件设定为 $K_1=0.5$ ， $K_2=0.7$ 。

比率制动特性见图 1-7-23。

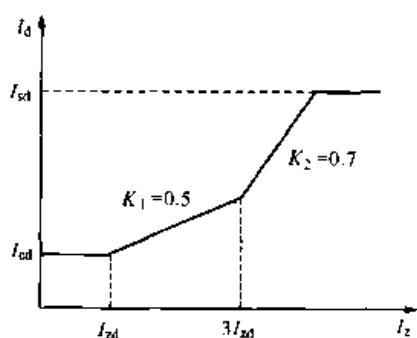


图 1-7-23 比率制动特性曲线图

6. TA 回路异常判别元件

此元件是为了变压器在正常运行时判别 TA 回路状况，发现异常情况发告警信号，并可由控制字投退来决定是否闭锁差动保护。其动作判据如下。

(1) $|\Delta i_{ph}| \geq 0.1 I_n$ 且 $|I_H| < |I_Q|$ 。

(2) $I_{ph} \leq I_{wt}$ 且 $I_D \geq I_{wt}$ 。

(3) 本侧 $|I_a + I_b + I_c| \geq I_{wt}$ (仅对 TA 为 Y 形接线方式)。

(4) $\max(I_{da}, I_{db}, I_{dc}) > I_{wt}$

(5) $\max(I_{da}, I_{db}, I_{dc}) > 0.577 I_{cd}$

式中 Δi_{ph} ——相电流突变量；

I_{da}, I_{db}, I_{dc} ——A, B, C 三相差流值；

I_{cd} ——差动保护电流定值；

I_n ——额定电流；

I_Q ——前一次测量电流；

I_H ——前测量电流；

I_D ——无流相的差动电流；

I_{wt} ——无电流门槛值，取 0.04 倍的 TA 额定电流。

以上条件同时满足 (1)、(2)、(3)、(4) 判 TA 断线，仅条件 (5) 满足，判为差流越限。

7. 变压器各侧电流相位补偿元件

变压器各侧 TA 采用 Y 形接线，二次电流直接接入本装置。电流互感器各侧的极性以母线侧为极性端。

变压器各侧 TA 二次电流相位由软件调整。对于 Y0d11 的接线，其校正方法为

$$I'_a = (I_A - I_B) / \sqrt{3}$$

$$I'_b = (I_B - I_C) / \sqrt{3}$$

$$I'_c = (I_C - I_A) / \sqrt{3}$$

8. 过负荷监测元件

此保护反应变压器的负荷情况，仅监测变压器各侧的三相电流。动作判据为

$$\max(I_a, I_b, I_c) > I_{gh}$$

式中 I_a, I_b, I_c ——变压器各侧三相电流；

I_{gh} ——变压器过负荷电流定值，返回系数为 0.875。

过负荷保护原理如图 1-7-24 所示。

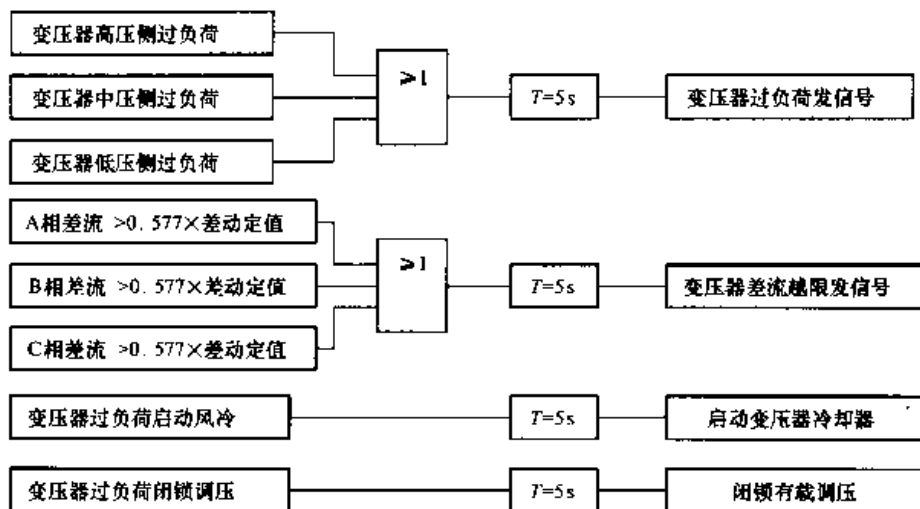


图 1-7-24 过负荷保护原理

9. 过负荷启动冷却器元件

此保护反应变压器的负荷情况，监测变压器高压侧三相电流。动作判据为

$$\max(I_{ah}, I_{bh}, I_{ch}) > I_{TFH}$$

式中 I_{ah} 、 I_{bh} 、 I_{ch} ——变压器高压侧三相电流；

I_{TFH} ——变压器过负荷启动冷却器元件电流定值，返回系数为 0.875。

10. 过负荷闭锁调压元件

此保护反应变压器的负荷情况，仅监测变压器高压侧三相电流。动作判据为

$$\max(I_a, I_b, I_c) > I_{TY}$$

式中 I_a 、 I_b 、 I_c ——变压器高压侧三相电流；

I_{TY} ——变压器过负荷闭锁调压元件电流定值，返回系数为 0.875。

11. 波形对称判别元件

本元件应用于 PST-1202B 型保护，采用波形对称算法，将变压器空载合闸时产生的励磁涌流与故障电流分开。当变压器空载合闸至内部故障或外部故障切除转化为内部故障时，保护能瞬时动作。波形对称原理的差动保护原理如图 1-7-25 所示。

四、变压器后备保护

1. 复合电压闭锁（方向）过流保护

此保护反应相间短路故障，可作为变压器的后备保护。交流回路采用 90° 接线，本侧 TV 断线时，本保护的方向元件退出。TV 断线后若电压恢复正常，保护也随之恢复正常。此保护包括以下元件。

(1) 复合电压元件，电压取自本侧的 TV 或变压器各侧 TV，动作判据为

$$\min(U_{ab}, U_{bc}, U_{ca}) < U_{dly}$$

$$U_2 > U_{tx}$$

以上两个条件为“或”的关系。

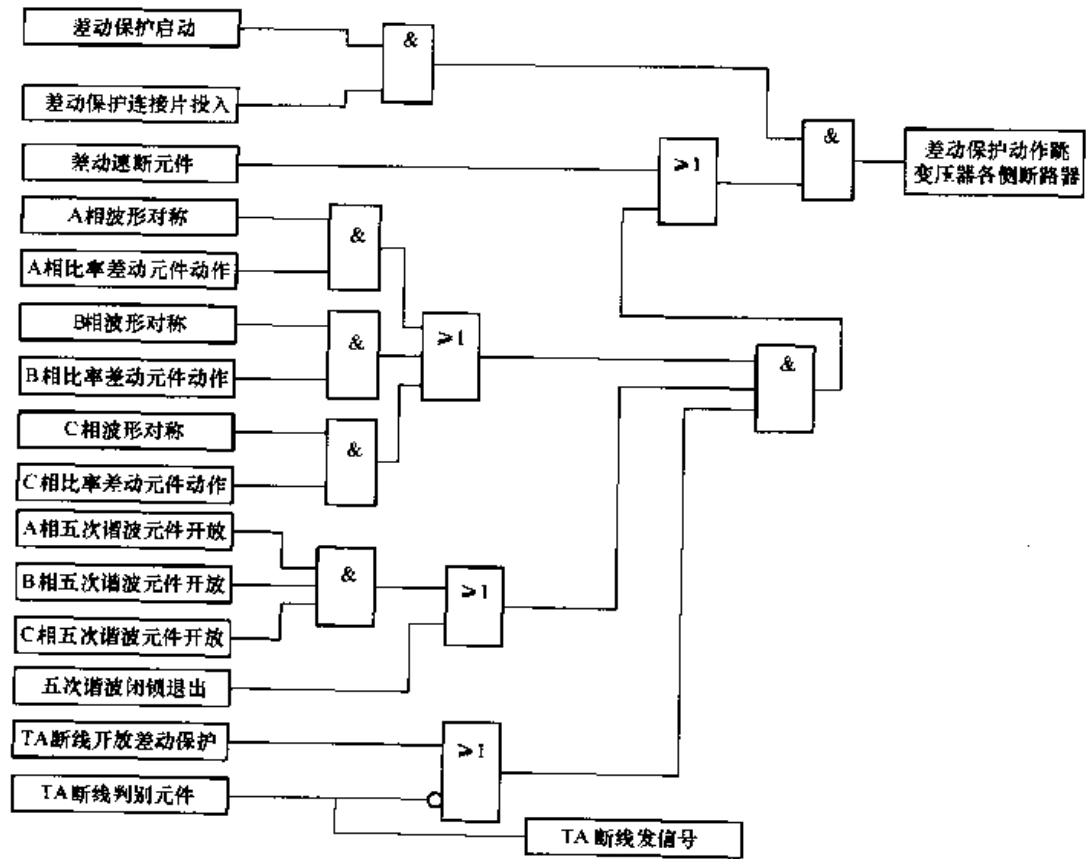


图 1-7-25 波形对称原理的差动保护原理

式中 U_{ab} 、 U_{bc} 、 U_{ca} ——线电压；

U_{ddy} ——低电压定值；

U_2 ——负序电压；

U_{2x} ——负序电压定值。

(2) 功率方向元件，电压电流取自本侧的 TV 和 TA，动作判据为

1) 若方向由控制字选择为正向：

U_{ab} 与 I_c 、 U_{bc} 与 I_a 、 U_{ca} 与 I_b 三个夹角（电流落后电压时角度为正）中任一个满足 $45^\circ > \delta > -135^\circ$ ，最大灵敏角为 -45° 动作，动作特性见图 1-7-26。

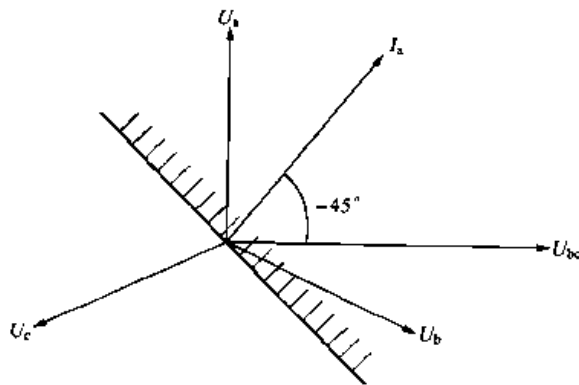


图 1-7-26 方向元件动作特性图

2) 若方向由控制字选择为反向，则动作区与正向相反。

(3) 过流元件，电流取自本侧的 TA。动作判据为

$$I_a > I_{gl}$$

$$I_b > I_{gl}$$

$$I_c > I_{gl}$$

式中 I_a 、 I_b 、 I_c ——三相电流；

I_{gl} ——过电流定值。

本保护配置两段六时限，其中第一段为

三时限，方向不可退出，第二段三时限方向可通过控制字投退。每一时限的跳闸逻辑可整定。保护原理图见图 1-7-27。

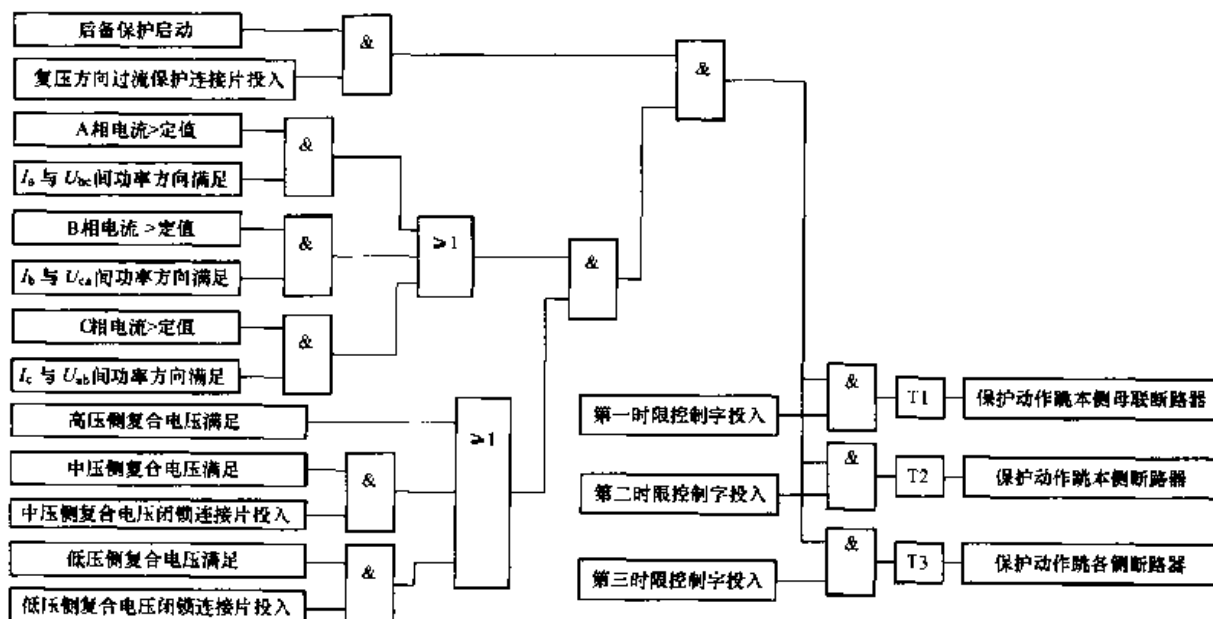


图 1-7-27 复合电压闭锁（方向）过流保护原理图（以高压侧为例）

2. 复合电压闭锁过流保护

此保护反应相间短路故障，可作为变压器的后备保护。此保护包括以下元件。

(1) 复合电压元件，电压取自本侧的 TV 或变压器各侧 TV，动作判据为

$$\min(U_{ab}, U_{bc}, U_{ca}) < U_{\text{ddy}}$$

$$U_2 > U_{\text{fx}}$$

以上两个条件为“或”的关系。

式中 U_{ab} 、 U_{bc} 、 U_{ca} ——线电压；

U_{ddy} ——低电压定值；

U_2 ——负序电压；

U_{fx} ——负序电压定值。

(2) 过流元件，电流取自本侧的 TA。动作判据为

$$I_a > I_{\text{gl}}$$

$$I_b > I_{\text{gl}}$$

$$I_c > I_{\text{gl}}$$

以上三个条件为“或”的关系。

式中 I_a 、 I_b 、 I_c ——三相电流；

I_{gl} ——过电流定值。

本保护配置一段两时限，每一时限的跳闸逻辑可整定，保护原理图见图 1-7-28。

3. 零序（方向）过流保护

此保护反应单相接地故障，可作为变压器的后备保护。交流回路采用 0° 接线，电压电流

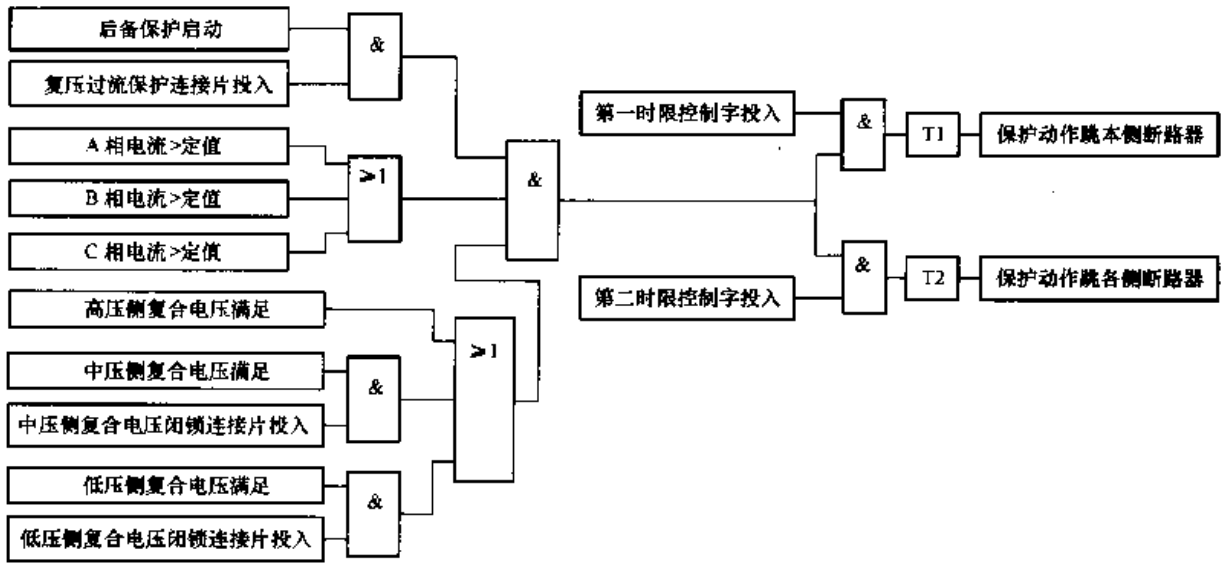


图 1-7-28 复合电压闭锁过流保护原理图 (以高压侧为例)

取自本侧的 TV 和 TA。TV 断线时, 保护的方向元件退出。TV 断线后若电压恢复正常, 保护也随之恢复正常。保护包括以下元件。

(1) 零序过流元件, 动作判据为

$$3I_0 > I_{0gl}$$

式中 $3I_0$ ——零序电流, 取自本侧零序 TA;

I_{0gl} ——零序过流的电流定值。

(2) 零序功率方向元件, 动作判据为: $3U_0$ 与 $3I_0$ 间夹角 δ (电流落后电压时角度为正, $3U_0 > 5V$) 满足 $-15^\circ > \delta > -195^\circ$

$$3I_0 = I_a + I_b + I_c$$

$$3U_0 = U_a + U_b + U_c$$

式中 $3I_0$ ——三相电流 I_a 、 I_b 、 I_c 在软件中合成的零序电流或外接通道的电流;

$3U_0$ ——三相电压 U_a 、 U_b 、 U_c 在软件中合成的零序电压。

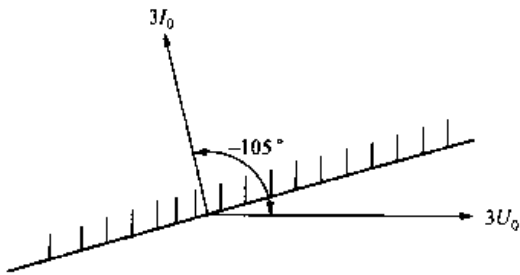


图 1-7-29 零序功率方向元件动作特性图

式中 $3I_0$ ——零序电流, 取自本侧零序 TA;

I_{0gl} ——零序过流的电流定值。

此保护配置一段两时限, 每一时限的跳闸逻辑可整定。此保护原理图见图 1-7-31。

5. 间隙零序保护

最大灵敏角为 -105° , 动作特性见图 1-7-29。

此保护配置两段六时限, 其中第一段为三时限, 第二段也为三时限。每一时限的跳闸逻辑可整定。此保护原理图见图 1-7-30。

4. 零序过流保护

此保护反应单相接地故障, 可作为变压器的后备保护。动作判据为

$$3I_0 > I_{0gl}$$

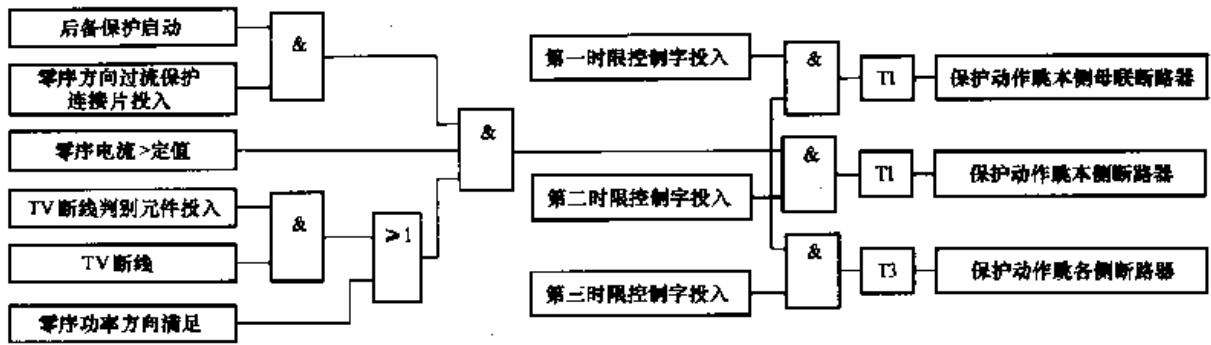


图 1-7-30 零序（方向）过流保护原理图

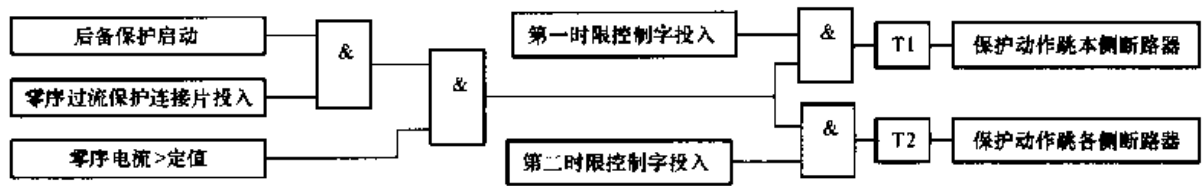


图 1-7-31 零序过流保护原理图

此保护反应变压器间隙电压和间隙击穿的零序电流，可作为变压器的后备保护。保护包括以下元件。

(1) 间隙零序过压元件，动作判据为

$$3U_0 > U_{0L}$$

式中 $3U_0$ ——零序电压，取自本侧零序 TV；

U_{0L} ——间隙零序过压的电压定值。

(2) 间隙零序过流元件，动作判据为

$$3I_{0g} > I_{gr1}$$

式中 $3I_{0g}$ ——间隙零序电流，取自本侧中性点间隙 TA；

I_{gr1} ——间隙零序过流的电流定值。

此保护配置一段两时限；每一时限的跳闸逻辑可整定。此保护原理图见图 1-7-32。

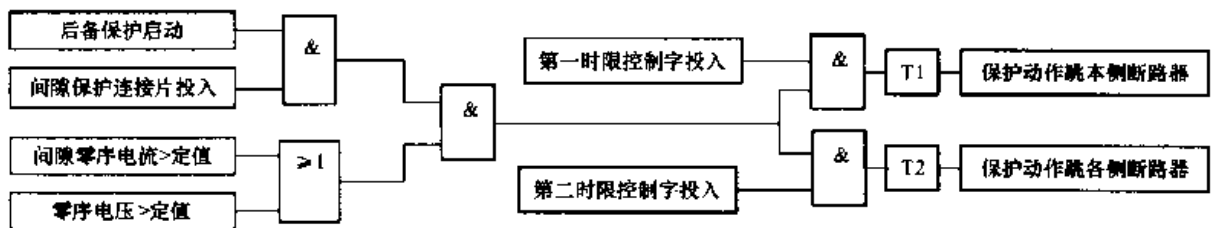


图 1-7-32 间隙零序保护原理图

6. 中性点过流保护

本保护反应变压器中性点电流，仅作为自耦变压器的后备保护。动作判据为

$$I_{zxd} > I_z$$

式中 I_{zxd} ——中性点电流，取自本侧中性点 TA；

I_2 ——中性点过流的电流定值。

7. 非全相保护

本保护检测断路器位置节点，同时判零序电流或负序电流，保护动作出口仅跳本侧断路器或变压器各侧断路器。本保护仅适用于分相跳闸的断路器。此保护包括以下元件。

(1) 过流元件，动作判据为

$$3I_0 > I_{dqx}$$

$$I_2 > I_{2dx}$$

$$3I_0 = I_a + I_b + I_c$$

式中 $3I_0$ ——三相电流 I_a 、 I_b 、 I_c 在软件中合成的零序电流；

I_2 ——负序电流；

I_{dqx} ——零序过流的电流定值；

I_{2dx} ——负序过流的电流定值。

(2) 断路器位置节点检测元件。

此保护原理图见图 1-7-33。

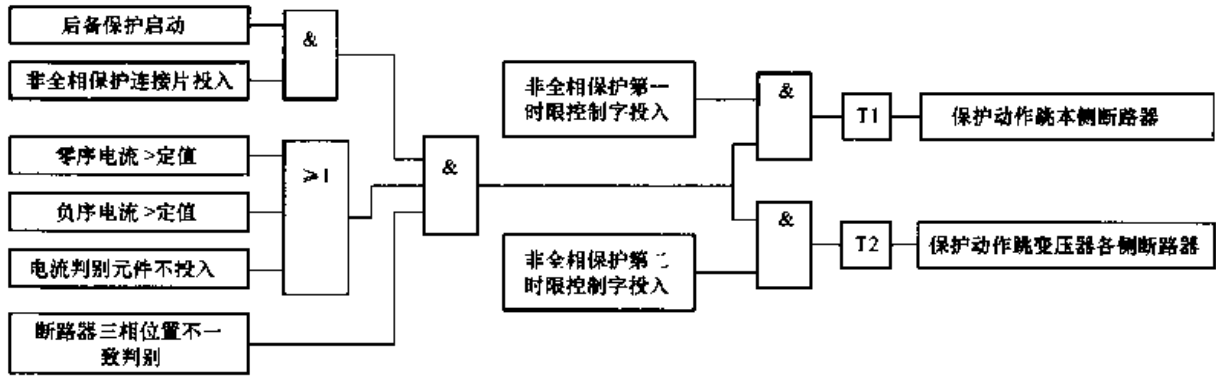


图 1-7-33 非全相保护原理图

8. 公共绕组过负荷保护

此保护仅反应自耦变压器公共绕组情况，仅监测公共绕组 A 相电流。动作判据为

$$I_a > I_{gh}$$

式中 I_a ——公共绕组 A 相电流；

I_{gh} ——变压器公共绕组过负荷电流定值。

9. TV 回路异常判别元件

此元件仅在保护正常运行时投入。当保护启动后，退出本元件。动作判据为

(1)
$$U_2 > 8V$$

(2)
$$\min(U_{ab}, U_{bc}, U_{ca}) < 70V$$

(3)
$$U_1 < 4V$$

式中 U_1 、 U_2 ——本侧的正序电压和负序电压。

满足条件 (1)、(2) 判为 TV 断线，满足 (3) 判为 TV 三相失压。

五、非电量保护

此保护完全独立于电气保护，仅反应变压器本体开关量输入信号，驱动相应的出口继电器和信号继电器，为本体保护提供跳闸功能和信号指示。

此保护包括本体重瓦斯、调压重瓦斯、压力释放 1、本体轻瓦斯、调压轻瓦斯、压力释放 2、冷却器故障、油温高、本体油位异常、风冷消失、绕组温度高、调压油位异常。

六、失灵启动判别

此元件共有 3 个电流判别元件和解锁母差保护复压元件。电流判别元件分别为相电流判别元件、零序电流判别元件、负序电流判别元件。

七、监控程序使用说明

1. 键盘

此保护有以下按键：

“^”键：向上方向键。

“v”键：向下方向键。

“<”键：向左方向键。

“>”键：向右方向键。

“←”键：确认并执行命令。

“Q”键：退出菜单，返回上一级操作，切换正常显示的两画面。

“+”键：修改编辑（增加）。

“-”键：修改编辑（减少）。

“定值切换”键：激活定值切换画面，选择切换的目标定值区号。

2. 菜单结构

PST—1200 系列数字式保护的键盘操作和液晶显示界面采用对话框结合菜单式操作方式。如图 1-7-34 所示。

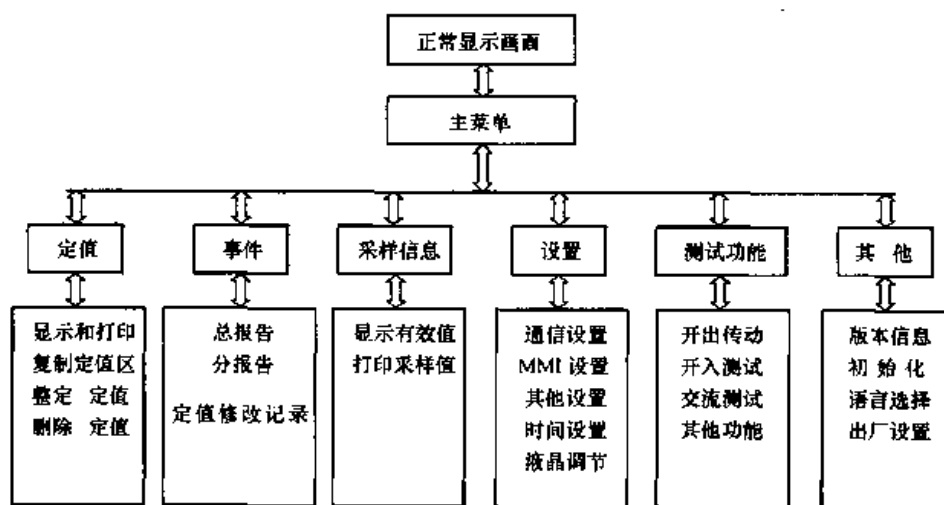


图 1-7-34 菜单结构图

3. 运行状态

装置上电后，保护装置进入运行状态。

如图 1-7-35、图 1-7-36 所示是 PST—1200 系列数字式保护中使用的两个典型的正常显示画面。图 1-7-35 显示三相电压和三相电流的有效值和角度，图 1-7-36 显示保护连接片状态（●=投入，○=退出）。

装置正常上电运行或者超过 5min 无键盘操作或从主菜单返回，进入正常显示画面，装置轮流显示图 1-7-35 和图 1-7-36 的内容，此时，可以用“Q”键使装置停止显示自动切换，

而停留在图 1-7-35 或图 1-7-36（画面内容本身仍然继续刷新），继续按“Q”键则切换图 1-7-35 和图 1-7-36。

如果需要对装置操作，按“←”键即可进入主菜单。

对不同的保护装置，画面显示的模拟量数目和名称可能不同，如差动保护显示差流，而后备保护显示电压、电流等。

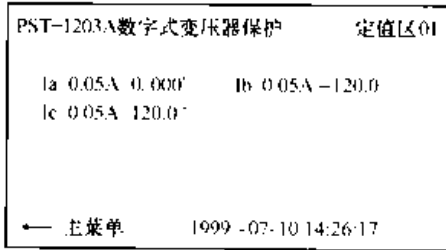


图 1-7-35 正常显示画面示意图 1

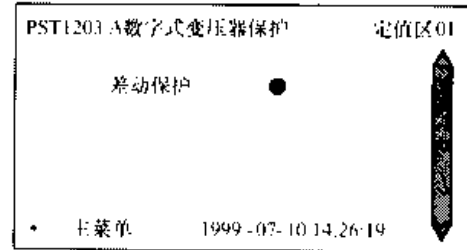


图 1-7-36 正常显示画面示意图 2

4. 运行菜单

进入主菜单可以有以下若干途径：

- 1) 在正常显示画面下按“←”键进入主菜单。
- 2) 在事件显示画面下按“Q”键进入主菜单。
- 3) 在其他操作画面下按“Q”键并按提示退回到主菜单。如图 1-7-37 所示。

标题栏说明此菜单的功能类型。

状态栏提示当前所选定的命令控件和所能执行的主要操作。

命令控件组提供通过此菜单执行操作的接口，其中每次只能有一个命令控件可以被选择，以反显方式（黑底白字）表示被选择的命令控件。

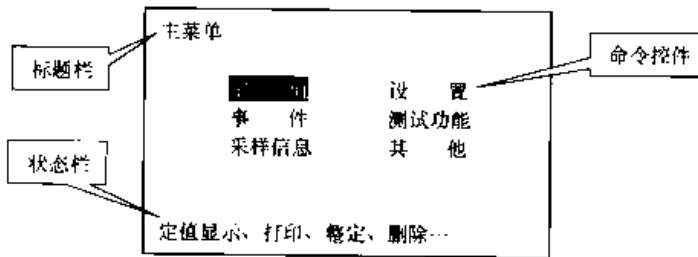


图 1-7-37 主菜单图

进入菜单后，操作人员可以用“^”键、“v”键、“<”键或“>”键选择命令控件，选择到需要操作的命令控件后按“←”键确认并执行此命令。此过程如下：

选择指定的命令控件。

按“←”键执行或进入命令控件指定的下一级操作。

以上过程任何时候可以按“Q”

键退出菜单，返回上一级操作。

5. 运行人员有关操作

(1) 打印定值。PST-1200 系列数字式保护可以用表格的形式打印出保护模块保存的整定值，操作步骤如下：

- 1) 进入主菜单。
- 2) 在主菜单中选择“定值”命令控件，按“←”键进入定值操作对话框。
- 3) 在定值操作对话框中选择“显示和打印”命令控件，按“←”键进入“定值打印

/显示”操作对话框。

4) 在“定值显示/打印”操作对话框中选择保护模块（对于单个保护模块的装置不用选择）。

5) 用“^”键或“V”键将输入焦点改变到定值区号编辑框上，并用“+”键或“-”键选择定值区号。

6) 用“^”键或“V”键将输入焦点改变到“打印”命令控件上。

7) 按“←”键打印定值。

若打印机未连接则会出现一个消息窗口，提示打印机忙或故障，打印失败。

(2) 切换运行定值区。PST-1200 系列数字式保护的面板上设有两个定值切换按钮，用以切换当前运行定值区。操作步骤如下：

1) 在任何时候按“V”键或“^”键，即出现图 1-7-38 所示的定值切换对话框。

2) 按“^”键、“V”键、“+”键或“-”键，选择切换的目标定值区区号。

3) 按“←”键，确认要执行切换操作，装置显示密码窗口，提示是否将定值切换到所选择的定值区。

4) 按“<”键把光标移到“是”按“←”键执行定值区切换。

5) 切换完毕后，装置显示一个消息窗口，提示定值切换已经成功。

6) 按任意键即返回切换之前的状态。

以上步骤执行过程中，请注意以下几点：

a. 若装置有多个保护模块，则多个保护模块将同时切换运行定值区。

b. 在第 4) 步中，若输入密码错误（≠99），液晶显示器上会提示密码错误，需重新输入。重复执行第 4) 步，输入密码后继续执行固化命令。

c. 在输入正确的密码并按“←”键之前，定值区不会切换，按“Q”键可以退回切换之前的状态，同样，若在这之前，停止键盘操作 5min 也会自动放弃定值区切换操作而退回正常显示画面。

(3) 时钟设置。PST-1200 系列数字式保护的人机对话模块设有硬件日历时钟，用以给各保护模块提供基准时间。由人机对话模块操作设置日历时钟的步骤如下：

1) 进入主菜单，并选择“设置”命令控件。

2) 按“←”键进入监控设置操作对话框。用“^”键或“V”键选择“时间设置”命令控件。

3) 按“←”键进入时钟日期设置操作对话框。用“<”键或“>”键选择年、月、日、时、分、秒编辑框并用“+”键或“-”键设置新的值。

4) 按“←”键确认设置或按“Q”放弃修改，返回监控设置对话框（第 2）步）。

5) 按“Q”键逐级退回主菜单。

(4) 液晶调节。设置液晶的操作步骤如下：

1) 进入主菜单，并选择“设置”命令控件。

2) “←”键进入监控设置操作对话框。用“^”键或“V”键选择“液晶调节”命令

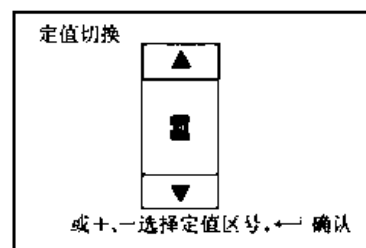


图 1-7-38 切换定值区对话框示意图—选择定值区号

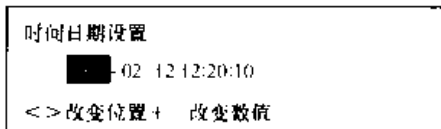


图 1-7-39 时间日期设置对话框示意图
图 设置新的日历时钟值(年份)

控件。

3) 按“+”增强对比度,“-”减弱对比度。

4) 调节完毕,“Q”键退出。

(5) 打印采样值。PST-1200 系列数字式保护可以

打印两个周波的波形。操作步骤如下:

1) 进入主菜单,并选择“采样信息”命令控件。

2) 按“←|”键,进入采样信息操作对话框。用

“+”键或“-”键选择保护模件。

对于单个保护模件的装置,则不会提示“±”字样,此时“+”、“-”键不起作用。

3) 用“^”键或“v”键选择“打印采样值”命令控件。

4) 按“←|”键打印采样值波形。

(6) 打印总报告。PST-1200 系列数字式保护提供一个简单的列表选择对话框,可以选择显示/打印保存在人机对话模件中的某一次事件报告记录。操作过程如下:

1) 进入主菜单,在主菜单中选择“事件”命令控件。

2) 按“←|”键进入事件报告操作对话框,并选择“总报告”命令控件。

3) 按“←|”键进入事件显示-选择对话框,用“^”键或“v”键选择某次故障的事件记录,状态栏会提示相应的报告类型(故障报告、告警报告、开关量变位报告等)。列表中的事件记录是按事件发生的时间的先后顺序排列的,以方便用户查找。

4) 按“←|”键进入事件显示对话框。事件显示对话框中每个事件记录的条目的前面带有以毫秒为单位的相对时间,标题栏下的时间为此相对时间的参考时间。

5) 若需要打印则按“←|”键,否则按“Q”键退回第 3) 步。按“←|”键后打印事件,如果是故障事件则进入询问是否打印录波对话框,若选择“是”后按“←|”键则开始打印录波图形。

6) 以“Q”键逐级退回到主菜单。

八、保护装置运行的一般规定

1. 运行人员巡视必须检查装置的指示灯

“运行”灯亮,“过负荷”、“保护动作”、“CT 回路异常”、“PT 回路异常”、“告警”灯均不亮。

2. “CT 回路异常”灯亮

此时可能为电流回路断线;若判断为电流回路断线,立即断开本装置的跳闸连接片并通知继电人员处理。

3. “PT 回路异常”灯亮

表示电压回路断线,此时立即通知继电保护人员处理,且应监视各侧负荷电流,不应超过各侧过流定值,否则停用相应侧复压过流。

4. “过负荷”灯亮

表示变压器有一侧过负荷,此时立即记录下过负荷电流,并通知调度人员转移负荷。

5. “保护动作”灯亮

表示有变压器保护动作跳闸,此时立即记录下保护动作类型,故障电流,检查各侧断路器位置,并汇报调度。

6. 核对装置时钟

定期核对装置的时钟，当与标准时钟误差大于 5min 时，需要手动修正时钟。

九、装置异常表示

(1) 告警灯亮，运行灯灭，立即断开本装置的跳闸连接片并通知继电保护人员处理。

(2) 装置冒烟或有较大异常响声等紧急情况时应立即断开本装置的跳闸连接片并汇报省调。

(3) 正常运行时，不得停用直流，一旦直流消失后再恢复，应进行时钟校准工作。

(4) 运行中对装置的定期打印检查：

1) 装置正常投运时每两周检查一次。

2) 装置在新安装、定检拆、拔插件时及异常处理后，应每日定时检查，如一切正常，5 日后按正常投运检查。

第九节 WBH—800 系列微机变压器保护

一、装置概述

WBH—800 系列微机变压器保护测控装置适用于 220kV 及以下各级电压等级的成套保护装置。它采用 I、II 屏双套保护。I 屏配置 ZFZ—812 分相操作箱 (220kV 侧)、WBH—802 非电气量保护装置、WBH—801 电气量保护装置；II 屏配置 ZSZ—211/A 三相操作箱 (110kV 及 35kV 侧)、WBH—801 电气量保护装置。

WBH—800 系列保护采用 32 位 DSP 作为保护 CPU，采用 16 位 A/D 作为数据采集，采用实时多任务操作系统，硬件存储容量大，并采用液晶显示器，图形显示。后台分析软件，集保护、遥测、遥信、遥控、遥脉、录波功能于一体。

二、硬件说明

WBH—800 保护装置由以下插件构成：电源插件、交流插件、CPU 插件、信号插件、人机对话插件及非电量插件。

(1) 电源插件。电源插件把由外部提供的交、直流电源转换为保护装置工作所需电压。输出 +5、±15V 和 +24V 电压。+5V 电压用于装置数字回路，±15V 电压用于模拟量回路，24V 电压用于继电器驱动及脉冲输入使用。

此外，插件上还装有电源消失告警继电器和三个继电器，WBH—821 为调压升、调压降、调压停，WBH—822 为过负荷、启动通风、闭锁调压。

(2) 交流变换插件。交流变换部分包括电流变换器 TA 和电压变换器 TV，用于将系统 TA、TV 的二次侧电流、电压信号转换为弱电信号，供保护插件转换，并起到强弱电隔离作用。

(3) 保护插件。CPU 插件原理示意图如图 1-7-40 所示。

(4) 信号插件。信号部分主要包括跳闸信号继电器 (TXJ)、本体跳闸 (合闸) 信号继电器 (HXJ)、告警继电器 (GXJ)。

跳合闸部分主要包括 4 个跳闸继电器 (TJ1~4)、遥跳继电器 (YTJ)、遥合继电器 (YHJ)、跳闸保持继电器 (TBJ)、合闸保持继电器 (HBJ)、压力异常继电器 (YLYC)、合后继电器 (HHJ)。还包括反映断路器位置的跳闸位置继电器 (TWJ1、TWJ2)、合闸位置

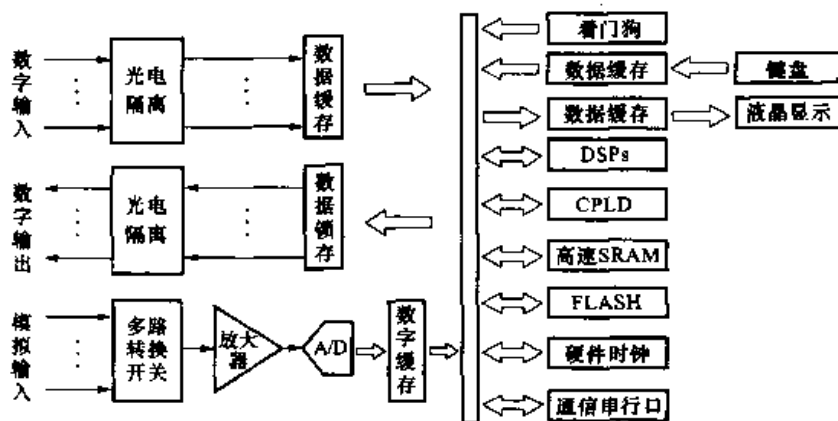


图 1-7-40 CPU 插件原理示意图

继电器 (HWJ)。

(5) 人机对话插件。人机对话插件安装于装置面板上。采用全汉化液晶显示。主要功能为键盘操作、液晶显示、信号灯指示。

(6) 非电量插件。重瓦斯跳闸/告警、调压重瓦斯跳闸/告警、温度保护跳闸/告警、油位高跳闸/告警、油位低跳闸/告警、压力释放跳闸/告警、轻瓦斯告警、调压轻瓦斯告警、风冷消失告警，非电量跳闸出口由本插件硬件直跳，CPU 仅执行信号及遥信功能。

三、软件说明

装置选用 Nucleus Plus 实时多任务操作系统。保护功能独立为一个任务，与通信、显示、自检等功能互不影响，并优先保证保护功能的执行。

1. 二次谐波原理比率制动差动保护

比率制动式差动保护是变压器的主保护。能反映变压器内部相间短路故障、高压侧单相接地短路及匝间层间短路故障，保护采用二次谐波制动原理，用以躲过变压器空投时励磁涌流造成的保护误动。

动作特性如图 1-7-41 所示，图中阴影部要经过励磁涌流判别、TA 断线判别后才出口。

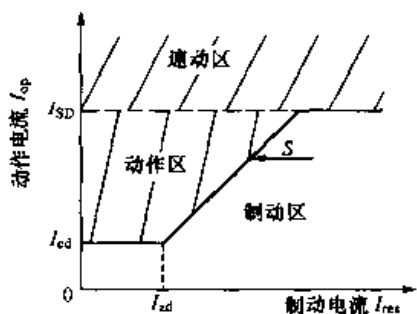


图 1-7-41 比率差动动作特性图

差动动作方程为

$$I_{op} > I_{cd} \quad (I_{res} \leq I_{zd} \text{时})$$

$$I_{op} \geq I_{cd} + S(I_{res} - I_{zd}) \quad (I_{res} > I_{zd} \text{时})$$

式中 I_{op} —— 差动电流；
 I_{cd} —— 差动最小动作电流整定值；
 I_{res} —— 制动电流；
 I_{zd} —— 最小制动电流整定值；
 S —— 比率制动特性斜率。

以上公式中各侧电流的方向都以指向变压器为正方向。

满足上述两个方程差动元件动作。

对于两侧差动，有

$$I_{op} = | I_1 + K_b I_2 |$$

$$I_{res} = | I_1 - K_b I_2 | / 2$$

式中 I_1 、 I_2 ——高压侧、低压侧电流互感器二次侧的电流；

K_b ——差动平衡系数。

二次谐波制动动作方程为

$$I_{op,2} > K_2 I_{op}$$

式中 $I_{op,2}$ ——A、B、C三相差动电流中最大二次谐波电流；

K_2 ——二次谐波制动系数；

I_{op} ——三相差流中的最大基波电流。

(1) 差流越限告警。正常情况下监视各相差流，如果任一相差流大于差流越限定值（一般设为最小动作电流的 1/2），经延时启动告警继电器。

(2) TA 断线判别。当三相电流都大于 0.2 倍的额定电流且差动电流大于 0.1 倍的额定电流时，启动 TA 断线判别程序，满足下列条件认为 TA 断线：

- 1) 断线相电流小于 0.04 倍的额定电流。
 - 2) 本侧三相电流中至少有一相电流不变。
 - 3) 最大相电流小于 1.2 倍的额定电流。
- (3) 差流速断保护。当任一相差动电流大于差动速断整定值时瞬时动作于出口。
- (4) 差动保护逻辑框图如图 1-7-42 所示。

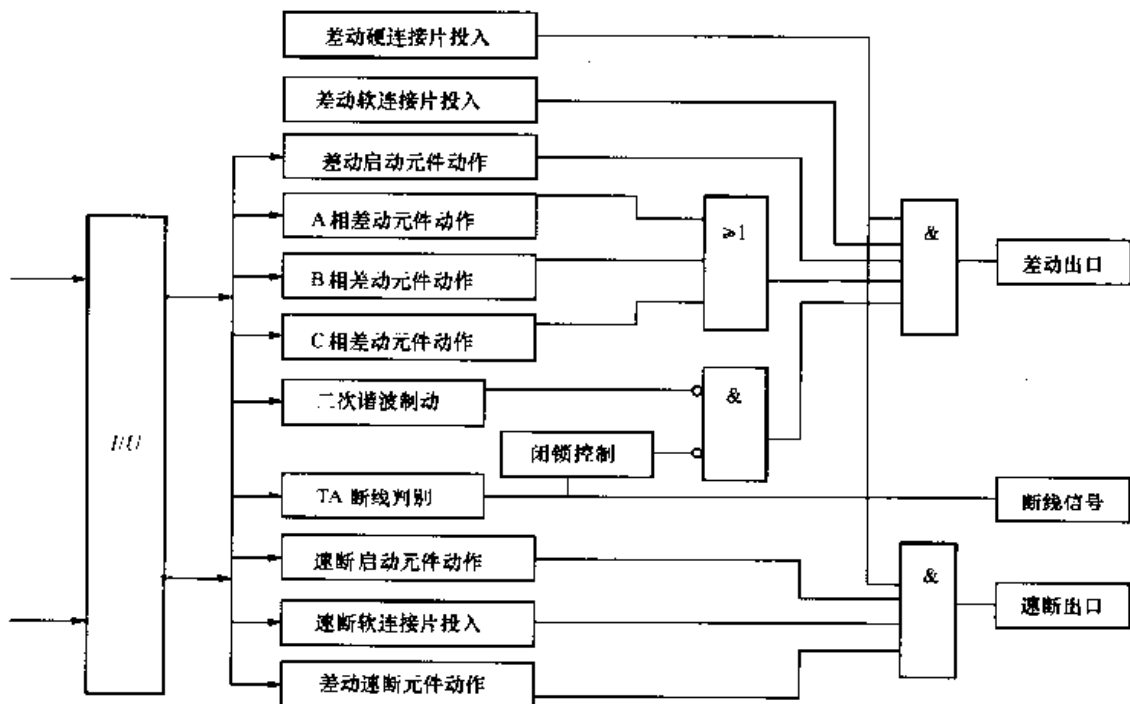


图 1-7-42 差动保护逻辑框图

2. 复合电压保护原理

复合电压元件由负序过电压和低电压部分组成。负序电压反映系统的不对称故障，低电压反映系统对称故障。

(1) 两段式高压侧过流（复压开放，各两时限）。软、硬连接片与门投退，高压侧任一相电流大于定值，经整定延时动作。

复压过流可选择本侧复压或对侧复压，本侧为计算复压，对侧为复压开入，本侧及对侧复压可单独由硬连接片投退。若控制字整定为两侧复压均不投入时，过流不经复合电压闭锁。

当接入电压与电流方向对应时（接入高压侧电压，或接入低压侧电压且相对高压侧角度不变），可由控制字投入方向元件，方向可选母线或主变压器方向。

(2) 三段式低压侧过流（复压开放，各两时限）。软、硬连接片与门投退，低压侧任一相电流大于定值，经整定延时动作。

复压计算本侧复压，并读取对侧复压开入。复压可单独由硬连接片投退。

(3) 高压侧负序过流（TA 断线或缺相运行）。高压侧负序电流大于定值电流，经整定延时动作。

(4) 低压侧负序过流（TA 断线或缺相运行）。低压侧负序电流大于定值，经整定延时动作。

(5) 零序过压（自产）。自产零压大于定值，经整定延时动作（告警）。

(6) TV 断线检测（由控制字投退复压功能）：

1) 最大线电压与最小线电压差大于 18V，判为 TV 断线；

2) 三个线电压均小于 18V，高、低压侧任一相有流 ($>0.04I_N$)。

投退，满足以上任一条件，5s 后报 TV 断线，并根据控制字闭锁/开放本侧复压功能；不满足以上情况，且线电压均大于 80V，0.5s 后 TV 断线返回。

(7) 高压侧过负荷。高压侧电流大于定值，经整定延时开启过负荷出口。

(8) 低压侧过负荷。低压侧电流大于定值，经整定延时开启过负荷出口。

(9) 闭锁调压。高压侧电流大于定值，经整定延时开启闭锁调压出口。

(10) 控制回路异常、弹簧未储能、压力异常。使用装置自带操作回路时，对操作回路状态自检。

1) 控制回路异常：跳、合位同时存在或同时消失。

2) 弹簧未储能：给 CPU 输入一路开入信息，用于遥信及发告警信号，闭锁合闸回路由工程接线完成。

3) 压力异常：闭锁跳、合闸出口。

四、键盘操作说明

本装置采用 128×64 点阵大屏幕液晶图形化显示，采用 Windows 图标，界面友好，操作方便，具体说明如下：

按“确认”键进入主菜单，如图 1-7-43~图 1-7-45 所示。



图 1-7-43 主菜单页 1

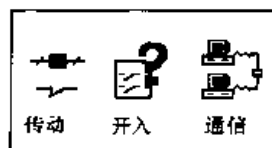


图 1-7-44 主菜单页 2



图 1-7-45 主菜单页 3

主菜单共 9 项，分三页显示，用户可按“→”、“←”、“↑”、“↓”键选择，被选中的菜单反白显示，选中菜单后，按“确认”键进入。各菜单功能如下。

(1) “浏览”：查看实时参数，二次侧各路采样值均按保护功能进行分类，进入后选择某保护，即可查看与该保护相关的模拟量值。

(2) “定值”：查看及修改保护定值、保护连接片投退。该菜单分三个子菜单（如图 1-7-46 所示），为确保安全，防止非法操作，进入任何一个子菜单时均要求输入密码。



图 1-7-46 定值子菜单

1) 区号：切换当前运行定值区。

2) 定值：查看及修改定值，定值按保护功能进行分类，进入后先选择定值区，再选择某保护，即可查看或修改本区内与该保护相关的定值。

3) 压板：投退某个保护的软连接片。

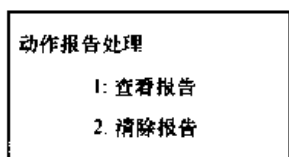


图 1-7-47 报告子菜单

(3) “报告”：进行与报告相关的操作，本装置 FLASH 区最多可保存 200 个最近发生的历史报告，该菜单分两个子菜单。如图 1-7-47 所示。

(4) “传动”：用于试验装置的继电器输出回路。试验时，按“+”、“-”键选择某路开出通道，按确认键执行。如图 1-7-48 所示。

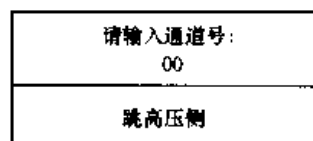


图 1-7-48 开出传动

(5) “开入”：显示装置采集的 32 路开入量的状态，“0”表示开入未接通，“1”表示开入接通。如图 1-7-49 所示。

可用键“→”、“←”、“↑”、“↓”移动光标，下面一行是相应注释。

1) WBH-821;

08: 正向有功脉冲、正向无功脉冲、反向有功脉冲、反向无功脉冲、遥信 1、遥信 2、遥信 3、挡位 1。

01-08:	10101001
09-16:	10101001
17-24:	10101001
25-32:	10101001
重瓦斯	

图 1-7-49 开入状态

09-16: 挡位 2、挡位 3、挡位 4、挡位 5、闭锁调压、弹簧未储能、差动投入、检修状态。

17-24: 未使用。

25-32: 未使用、压力异常、合后位、遥控允许、合位、跳位、未使用、复归。

2) WBH-822;

01-08: 正向有功脉冲、正向无功脉冲、反向有功脉冲、反向无功脉冲、开入 1、开入 2、开入 3、开入 4;

09-16: 开入 5、开入 6、高压侧过流压板、低压侧过流压板、本侧复压、对侧复压、弹簧未储能、检修状态;

17-24: 重瓦斯、调压重瓦斯、温度保护、油位高、油位低、压力释放、轻瓦斯、调压轻瓦斯;

25-32: 风冷消失、压力异常、合后位、遥控允许、合位、跳位、未使用、复归。

(6) “通信”：该菜单分两个子菜单。如图 1-7-50 所示。

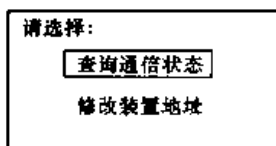


图 1-7-50 通信子菜单

- 1) 查询通信状态：指示装置当前通信状态。
 - 2) 修改装置地址：用于修改本装置所代表的子站地址。
- (7) “设置”：该菜单分三个子菜单，如图 1-7-51 所示。

- 1) 刻度：可通过“+”“-”键，修整各模拟量的采样值。
- 2) 角度：可通过“+”“-”键，修整各模拟量的相序值。
- 3) 密码：用户可以通过此菜单设定自己的操作密码，密码出厂

设置为 222。

4) 时间：用于设置时钟。修改后按“确认”键执行。与后台主站通信时，应由主站校对。

5) 参数：用于设置装置 TA 变比、TV 变比。TA、TV 变比均指一次侧比二次侧的值。

6) 电度：用于清除脉冲计数。

(8) “打印”：通过该菜单可实现装置打印功能，该菜单分四个子菜单（见图 1-7-52），分别打印出装置定值、压板、报告、实时参数。

(9) “版本”：用于显示装置软件版本信息及 CRC 校验码。如图 1-7-53 所示。

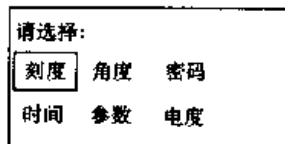


图 1-7-51 设置子菜单

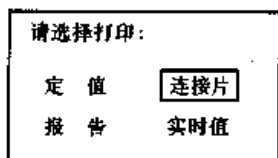


图 1-7-52 打印菜单

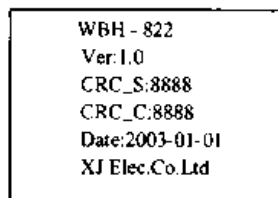


图 1-7-53 装置版本信息

五、装置运行规定

1. 正常运行时工作状态

- (1) ZFZ-812 分相操作箱：合闸位置红灯亮（Ⅲ母切换灯无用）。
- (2) WBH-802 微机变压器装置保护：CPU1（绿灯）有规律闪动（闪动频率约为 5Hz）。

(3) WBH-801 微机变压器装置保护：CPU1、CPU2（绿灯）有规律闪动（闪动频率约为 5Hz）；管理机液晶显示内容正确，无任何告警灯信息。

(4) 电源插件在屏上 +5、±15V 及 +24V 处指示灯指示正常。

(5) 打印机电源断开，当保护动作或出现异常时，电源自动接通，另通过管理机（WBH-801）。中“打印××××”选项亦可驱动打印机电源导通。

2. 注意事项及部分保护连接片说明

- (1) 运行中不允许修改定值，在修改定值要先将保护整屏停用，修改完毕后重新投入。
- (2) 变压器保护全部停用是指停用全部跳闸连接片及“启动失灵回路”、“解除复压闭锁”连接片。
- (3) 若仅停用重瓦斯保护，仅断开“瓦斯跳闸”连接片即可。
- (4) 运行人员不允许不按规定操作程序随意按动装置插件上的键盘、开关。
- (5) 非电量（重瓦斯）动作时，必须分别使用 WBH-801 面板上和 WBH-802 面板上

的“复归”按钮复归。用 WBH—801 面板上的“复归”按钮复归信号（“信号、跳闸”灯复归）；用 WBH—802 面板上的“复归”按钮复归动作继电器出口保持回路。

(6) 主变压器 220kV 侧复合电压闭锁过流保护，所用复合电压采用三侧电压闭锁，如某侧 TV 有问题，需脱对应侧电压投入连接片（高压侧电压投入、中压侧电压投入、低压侧电压投入），然后再进行电压处理。

(7) 只有当 WBH—801 微机保护装置面板上“启动”灯灭，“信号”、“跳闸”灯亮时，才能按“复归”按钮（保持约 1s）复归信号。

(8) 2 号主变压器单台变运行时，“低压侧限时速断投入”连接片投入（“低压侧复压方向过流投入”连接片脱离）；1 号、2 号主变压器双台变并列运行时，“低压侧复压方向过流投入”连接片投入（“低压侧限时速断投入”连接片脱离）。

(9) CPU1 为跳闸信息处理；CPU2 为信号信息处理。

(10) TV 断线时，复压闭锁方向过流保护自动解除复压闭锁；当用于方向判别侧的 TV 断线时，自动退出方向。

(11) 当 2 号主变压器 110kV 侧断路器停运时，110kV 侧断路器跳闸连接片、110kV 母联断路器跳闸连接片应断开、110kV 侧“间隙零序投入”连接片应断开。当 2 号变压器 35kV 侧断路器停运时，35kV 侧断路器跳闸连接片及 1 号、2 号电抗器跳闸连接片应断开。

3. 装置异常及处理

(1) I 组控制回路断线：第一组控制回路断线时，红、绿灯均不亮，此时断路器无法合闸，但在第二组跳闸线圈的作用下仍可以由保护跳闸，但手动跳合无效，汇报调度，通知相关人员处理。

(2) II 组控制回路断线：第二组控制回路断线时，仅第二组跳闸回路失效，红、绿灯监视及手动跳合、保护跳闸功能均有效，汇报调度，通知相关人员处理。

(3) 1DL 电动机运转回路故障：1DL 储能电动机运转时，合闸回路断开，若断路器在分位，绿灯会灭，同时 I、II 组控制回路断线会表示。若断路器在合位，红灯仍会点亮，I、II 组控制回路断线不会表示，汇报调度，通知相关人员处理。

(4) 1DL 压力闭锁：SF₆ 压力禁止跳、合时点亮，会同时断开跳、合闸回路，所以“I、II 组控制回路断线”均会同时点亮，汇报调度，通知相关人员处理。

(5) 1DL 压力异常：SF₆ 压力异常时点亮，但不会闭锁跳、合闸回路，汇报调度，通知相关人员处理。

(6) TA 断线：即电流互感器二次断线，此时应停用差动保护，汇报调度，通知相关人员处理。

(7) 差流越限：差动电流大于“越限定值”时点亮，但不闭锁保护，汇报调度，通知相关人员处理。

(8) 电压断线：运行人员立即判断是何电压等级发生电压二次回路断线，如果 220kV TV 二次侧断线，可断开相应的高压侧电压投入连接片；如果 35kV TV 二次侧断线，应断开低压侧电压投入连接片并停用 35kV 侧复压方向过流保护及 220kV 复压过流保护；如果 110kV TV 断线，应断开“中压侧电压投入”连接片，并停用中压侧复压方向过流保护，汇报调度，通知相关人员处理。

(9) 220kV 侧第 I 组操作直流：①为开关合闸线圈，主跳线圈提供电源；②为红绿灯

监视回路提供电源；③为 SF₆ 压力监视回路提供电源；④为手动跳、合断路器提供电源；⑤为常规型母差、失灵保护提供跳 2 号变压器 220kV 侧断路器电源，汇报调度，通知相关人员处理。

(10) 220kV 侧第 II 操作直流：为断路器副跳闸线圈提供电源，汇报调度，通知相关人员处理。

注意：当第 I 组操作直流消失后，若断路器跳闸由于 TWJ（用于监视合闸回路良好的跳位继电器）不会动作，从而不会启动音响。

(11) 储能电动机运转信号：取自启动储能电动机运转接触器动合触点在弹簧能量消失后，依靠微动开关启动该接触器，接通电动机交流动力回路，在电动机运转过程中，对合闸回路进行闭锁，汇报调度，通知相关人员处理。

(12) 储能电动机回路故障：取自断路器机构箱内储能电动机交流动力电源空气断路器辅助触点，当该空气断路器跳闸时，发此信号，汇报调度，通知相关人员处理。

(13) “装置故障或失电”：表示硬件损坏或电源消失，汇报调度，通知相关人员处理。

4. 保护动作后处理

(1) 保护跳闸。保护动作发出跳闸命令时点亮。

(2) 收集和保存动作打印报告。保护动作后，打印机自动记录打印动作报告，记录动作类型、动作时间及动作参数。应保存好动作报告。

(3) 复归信号。手动复归信号，可按装置面板上的复归键，复位该装置的面板指示灯及保护动作信息。

保护装置正常运行期间若有保护动作，现场运行人员必须在详细记录保护动作信息后，方可复归该装置的面板指示灯及保护动作信息。

第八章 同步发电机的保护

第一节 同步发电机的故障及不正常工作情况

电力系统中，同步发电机是十分重要和贵重的电气设备，它的安全运行对电力系统的正常工作、用户的不间断供电、保证电能的质量等方面，都起着极其重要的作用。

由于发电机是长期连续运转的设备，它既要承受机身的振动，又要承受电流、电压的冲击，因而常常导致定子绕组和转子绕组绝缘的损坏。因此，同步发电机在运行中，定子绕组和转子励磁回路都有可能产生危险的故障和不正常的运行情况。

为了使同步发电机能根据故障的情况有选择地、迅速地发出信号或将故障发电机从系统中切除，以保证发电机免受更为严重的损坏，减少对系统运行所产生的不良后果，使系统其余部分继续正常运行，在发电机上装设能反应各种故障的继电保护是十分必要的。

一般说来，发电机的故障和不正常工作情况有以下几种。

(1) 定子绕组的多相相间短路：定子绕组的多相相间短路是对发电机危害最大的一种故障。故障时，短路电流可能把发电机烧毁。

(2) 定子绕组的匝间短路：定子绕组匝间短路时，在匝间电压的作用下产生环流，可能使匝间短路发展为单相接地短路和相间短路。

(3) 定子绕组的单相接地故障：定子绕组的单相接地故障是发电机内较常见的一种故障，故障时，发电机电压系统的电容电流流过定子铁芯，造成铁芯烧伤，当此电流较大时，将使铁芯局部熔化。

(4) 发电机励磁电流急剧下降或消失：发电机励磁电流急剧下降或消失时，发电机将从系统吸收大量无功功率，发电机可能与系统失步并转入异步运行状态，从而引起系统电压下降，甚至可使系统崩溃。

(5) 发电机励磁回路一点或两点接地：发电机励磁回路一点或两点接地时，一般说来，转子一点接地对发电机的危害并不严重，但一点接地后，如不及时处理，就有可能导致两点接地，而发生两点接地时，由于破坏了转子磁通的平衡，可能引起发电机的强烈振动，或将转子绕组烧损。

(6) 调速系统惯性较大发电机的过电压：调速系统惯性较大的发电机，如水轮发电机或大容量的汽轮发电机，在突然甩负荷时，可能出现过电压，造成发电机绕组绝缘击穿。

(7) 过负荷：超过发电机额定容量运行形成过负荷时，将引起发电机定子温度升高，加速绝缘老化，缩短发电机的寿命，长时间过负荷，可能导致发电机发生其他故障。

(8) 定子过电流：由于外部短路或系统振荡而引起定子过电流时，也将引起发电机定子温度升高，加速绝缘老化等后果，长时间过电流，也可能导致发生其他故障。

针对上述故障和不正常运行情况，发电机上应有相应的继电保护装置。本章将讨论发电机装设的主要保护装置及其作用原理。

第二节 同步发电机的纵差动保护

一、发电机纵差动保护的作用原理

对发电机相间短路的主保护，不但要求能正确区别发电机内、外故障，而且还要求无延时地切除内部故障。由变压器差动保护的讨论可知，差动保护可以满足作为发电机主保护的基本要求。

二、发电机纵差动保护的特点

由于被保护的對象是定子绕组，因此，当定子一相绕组发生匝间短路时，绕组两端的电流仍同方向，流入差动继电器的只有不平衡电流，差动继电器不会动作，故它不能反应匝间短路。

在定子绕组不同地点相间短路时，由于定子绕组各点感应电动势不同，以及短路回路阻抗不同，所以短路电流的大小不一样。经分析得出如下结论：

1) 当过渡电阻不为零时，在中性点附近短路时，差动保护可能不动作，即在中性点附近经电弧电阻短路时，可能出现死区。因此，要求发电机纵差动保护灵敏度尽可能高，尽可能减少它的死区。

2) 由于发电机电压系统的中性点一般不接地的或经大阻抗接地，单相接地时的短路电流较小，差动保护不能动作。故必须设置独立的接地保护。

第三节 同步发电机的匝间短路保护

由于纵差动保护不反应发电机定子绕组一相匝间短路，因此，发电机定子绕组一相匝间短路后，如不能及时处理故障，则可能发展成为相间故障，造成发电机的严重损坏。因此，在发电机上（尤其是大型发电机）应装设定子匝间短路保护。

一、匝间短路的特点

(1) 发电机定子绕组一相匝间短路时，在短路电流中有正序、负序和零序分量且各序电流相等，同时短路初瞬也出现非周期分量。

(2) 发电机不同相匝间短路时，必将出现环流的短路电流。

(3) 发电机定子绕组的线圈匝间短路时，由于破坏了发电机 A、B、C 三相对中性点之间的电动势平衡，三相不平衡电动势中的零序分量反映到电压互感器时，开口三角形绕组的输出端就有 $3U_0$ ，而一次回路中产生的零序电流则会在并联分支绕组两个中点之间的连线形成环流。

(4) 由于一相匝间短路时，出现负序分量，它产生反向旋转磁场，因而在转子回路中感应出二倍频率的电流，转子中的电流反过来又在定子中感应出其他次谐波分量，这样，定子和转子反复互相影响，就在定子和转子回路中产生一系列谐波分量。而且由于一相中一部分线圈被短接，就可能使得在不同极性下的电枢反应不对称，也将在转子回路中产生谐波分量。

(5) 一相匝间短路时的负序功率的方向与发电机其他内部及外部不对称短路时的负序功率方向相反。

根据发电机匝间短路的上述各种特点，可以提出各种不同原理的匝间短路保护方案。在国内，目前匝间保护除采用横差动保护外，负序功率闭锁转子二次谐波电流方案和零序电压方案也被应用。

二、发电机定子绕组的横差动电流保护

现代的大型发电机，每相定子绕组都具有两个及以上的并联分支，匝间短路保护，可以采用横差动电流保护。

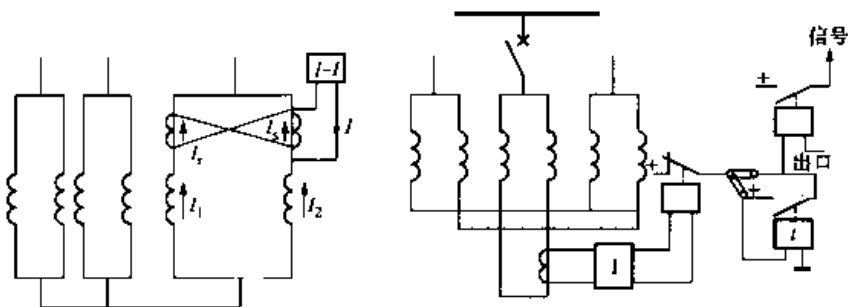


图 1-8-1 发电机横差保护原理

横差动电流保护的原理，可用图 1-8-1 来说明。图 1-8-1 中为一相具有两个并联分支的发电机，安装在两分支线上的电流互感器具有相同的变比和型号，它们的二次侧线圈按环流法接线，电流继电器并联接在 TA 连接导线之间。显然这种接线是以并联分支作为保护整体的。

在正常情况下，每个并联分支的电动势是相等的，阻抗也相等，故 $I_1 = I_2$ ，即两分支的电流相等，因而流入继电器的电流为 $I_r = (I_1 - I_2) / N_{ct} = 0$ 。

当一个分支匝间短路时，两分支线圈的电动势不再相等，因而两分支的电流也不相等，并且，由于两分支之间存在电动势差而产生一个环流在两线圈中流通。流入继电器的电流为 $I_r = (I_1 - I_2 + 2I_k) / N_{ct} = 2I_k / N_{ct}$ (I_k 为非故障分支产生的环流)。当 I_r 大于继电器的整定电流时，保护就动作。这就是发电机横差动电流保护的原理。

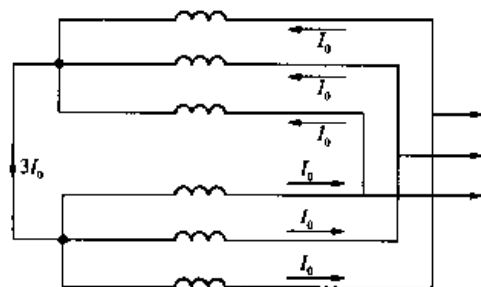


图 1-8-2 单互感器横差保护接线图

当在发电机并联分支上应用横差动保护时，实际上是只采用一个电流互感器，它装于两分支绕组中性点的连线如图 1-8-2 所示。这是因为匝间短路时，可利用分支绕组之间的中性点连线上流过零序电流来实现保护。这种保护没有由电流互感器特性不同而引起的不平衡电流，因此，保护灵敏度较高，接线也较简单。

第四节 同步发电机定子绕组的单相接地保护

一、发电机定子绕组单相接地的特点

与发电机定子绕组相间短路和匝间短路比较，定子绕组的单相接地是比较容易发生的，这是因为发电机的外壳根据保安的要求都是接地的，所以只要发电机定子绕组的绝缘损坏时未被发现，则当绕组又发生另一点接地时，就会造成匝间或严重的相间故障，使发电机定子

遭受到更严重的破坏，因此，对于定子绕组的接地保护问题，一向都比较重视，特别是当前，大容量发电机组投产运行越来越多，大型机组采用了水内冷的新技术，使得发生漏水而接地的可能性增加了。大型机组高速旋转，振动较大，发生机械损伤接地的可能性也增大了。大型机组的体积大，定子绕组的对地电容电流相对增加了。同时大型机组的工艺复杂，造价贵，因此，发电机需要采用灵敏度较好（死区小）、可靠性高的接地保护。

对于定子绕组中性点不接地的发电机，它具有一般不接地系统单相短路的特点（见图 1-8-3）。

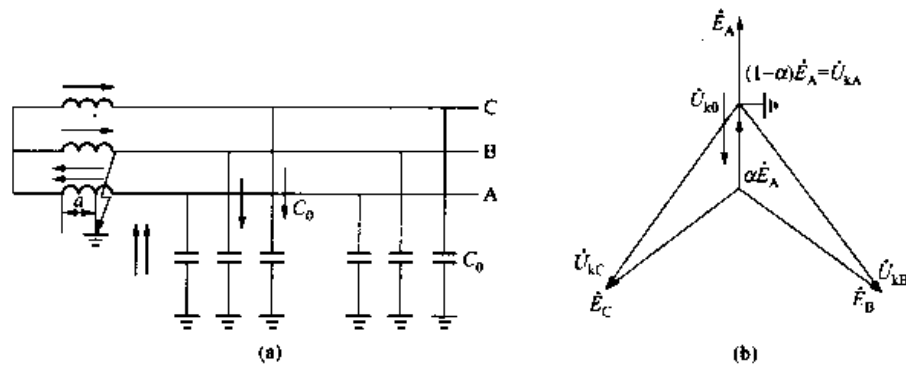


图 1-8-3 发电机单相接地原理图
(a) 接线图；(b) 相量图

对如图 1-8-3 所示发电机，假如在某一相（如 A 相）定子绕组离中性点位置为 a 处单相接地，这时发电机中性点将发生位移，产生零序电压。其相量关系如图 1-8-3 (b) 所示。各相对地电压为

$$\left. \begin{aligned} \dot{U}_{kA} &= (1-a) \dot{E}_A \\ \dot{U}_{kB} &= \dot{E}_B - a\dot{E}_A \\ \dot{U}_{kC} &= \dot{E}_C - a\dot{E}_A \end{aligned} \right\}$$

故障点的对地电压为

$$\dot{U}_{k0} = \frac{1}{3} (\dot{U}_{kA} + \dot{U}_{kB} + \dot{U}_{kC}) = -a\dot{E}_A$$

上式表明，发电机定子绕组某一相任意点单相接地时，故障点的零序电压将随着故障点位置的不同而改变。在中性点附近 ($a=0$) 定子单相接地时， $U_k=0$ ；而当机端 ($a=1$ 处) 单相接地时， $U_k=-E_a$ 。对于中性点不接地的发电机，当发生接地故障时，还将产生接地故障电流。此电流将通过定子绕组和与发电机有直接电联系的各元件的对地电容构成回路。通常认为，接地电流大于允许值时，将严重烧伤定子绕组，这时应在发电机中性点装设消弧线圈，并使发电机中性点经消弧线圈接地方式运行。在这种接地运行方式下，正常运行时，发电机中性点对地电位为零，消弧线圈不起作用；而发生单相接地时，因出现零序电压，在接地点就有一电感分量的电流通过，此电流和接地电容电流相抵消，从而使接地电流减小到 $5A$ 以下。

必须指出，装设消弧线圈时，应该用过补偿方式选择消弧线圈的电感，以防止系统的总

容抗和消弧绕组的感抗在数值上相等发生谐振而引起过电压。

二、利用基波零序分量的发电机定子单相接地保护

由前述已知，发电机定子单相接地短路时，将产生零序电压和零序电流。发电机定子单相接地保护采用零序电流方式还是采用零序电压方式应根据发电机的具体工作条件而定。通常发电机的工作方式有两种：第一种是发电机直接连在发电机电压母线上，这时发电机有电联系的元件比较多，外接元件每相对地电容较大，从外接元件流来的电容电流也较大。因此，其定子单相接地故障时的接地电流也比较大，当此电流大于或等于允许值时，应装设动作于跳闸的定子单相接地保护。第二种是发电机和变压器组成单元接线，这时发电机与系统中其他元件无电的联系，故定子单相接地时，不会从系统其他元件流来电容电流，仅有由发电机本身的电容、连接发电机与升压变压器导线的电容、变压器一次绕组与二次绕组之间的耦合电容引起的电容电流。此接地电流通常不会很大，大多数情况下小于允许值。故只要求定子单相接地保护动作于信号。

在现有的定子单相接地保护中，对于发电机的第一种工作方式，通常采用零序电流保护；对于发电机的第二种工作方式，往往采用零序电压保护。

反应基波零序电压而动作的发电机定子单相接地保护原理接线图，如图 1-8-4 所示。过电压继电器电压 U 大于接于发电机出口端电压互感器开口三角形的绕组上。这种接线简单、可靠，被广泛用作发电机变压器组单相接地保护的信号装置。

对于大容量的发电机—变压器组，由于对地电容大，接地电流可能大于允许值，但装设消弧绕组后，完全可以把接地电流补偿到很小，并且不会因运行方式的改变使得接地电容电流增大。因此，仍可采作用用于信号的零序电压保护。

零序电压保护电压继电器的整定值要躲开正常运行时的不平衡电流及三次谐波电压。

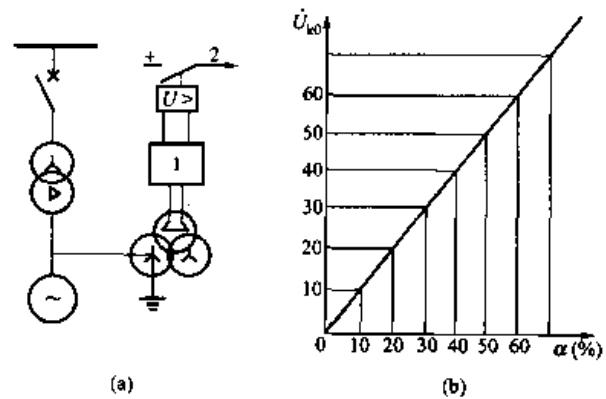


图 1-8-4 零序电压保护原理

第五节 同步发电机相间短路的后备保护

发电机的后备保护在下列情况下应动作发出信号，并经延时切除发电机：

- (1) 发电机内部故障而纵差动保护或其他主要保护没有动作时。
- (2) 发电机电压母线故障，而该母线没有专门的母线保护或有保护而拒动时。
- (3) 连接在母线上的电气元件，如变压器、线路故障，而相应的保护装置或断路器拒动时。

目前发电机的后备保护方式主要有带低电压启动的过电流保护、复合电压启动的过电流保护和负序电流保护三种方式。当对后备保护的灵敏度，时限特性或可靠性等方面要求较高时，有时也采用全阻抗继电器作为测量元件的距离保护作为后备保护。

一、低电压启动的过电流保护

发电机的低电压启动过电流保护包括三个接相电流的过电流继电器和三个接线电压的低

电压继电器。过电流继电器所用的电流互感器装在定子绕组中性点侧，以保证发电机在未并入系统之前，或从系统解列之后出现内部故障时能可靠动作。保护装置只在电流元件和电压元件同时动作时，才能启动时间元件，经预定延时跳闸。保护装置电流元件的动作电流按大于发电机额定电流整定。装置的动作时间应比发电机电压母线上其他连接元件过电流保护的最大动作时间大。

二、复合电压启动的过电流保护

发电机复合电压启动的过电流保护的原理接线图与变压器的复合电压启动的过电流保护原理接线图相同。这里不再赘述。

三、负序电流保护

对于大容量发电机，由于其额定电流比较大，电流元件的动作电流也大。而在相邻元件末端两相短路时，短路电流却较小，复合电压启动的过电流保护往往不能满足灵敏度的要求。此外，当发电机三相负荷不平衡时，将出现负序电流，它将在转子回路中感应出倍频电流引起转子过热，危害发电机安全。因此，发电机长期存在负序电流显然是不允许的。

研究表明，为了使转子不致过热，负序电流与允许它通过发电机的时间的关系为

$$I_2^2 \cdot t = A$$

式中 I_2 ——以发电机额定电流倍数表示的负序电流的标么值；

A ——与发电机型式和冷却方式有关的允许过热时间常数。

发电机允许负序过电流的时间随着负序电流 I_2 的大小而变化的。 I_2 大时，允许的时间短； I_2 小时，允许的时间长。这种变化特性称为反时限特性。

为此设置了定限时负序电流保护、反限时负序电流保护。

此外，发电机还设置了失磁保护、失步保护、转子一点接地保护、转子两点接地保护、过励磁保护、过电压保护、逆功率保护、低频保护、断路器非全相保护等。

第六节 发电机—变压器组保护特点

随着发电机容量的增大，发电机—变压器组的接线方式在电力系统中获得了广泛的应用。由于发电机—变压器组相当于一个工作元件，因此它们的某些类型相同的保护如纵差动保护、后备保护和过负荷保护等可以全组公用，以减少保护的总套数，节省投资。

下面介绍发电机—变压器组纵差动保护的特点。

根据发电机—变压器组接线和容量的不同，其纵差动保护的配置方案有如图 1-8-5 所示的几种。

当发电机和变压器间无断路器时，一般公用一套纵差动保护，如图 1-8-5 (a) 所示。该方案适用于容量不大的机组，或发电机装有横差动保护的机组。若机组容量大于 100MW 或采用一套公用纵差动保护对发电机内部故障的灵敏性不满足要求时，发电机本身加装一套纵差动保护，如图 1-8-5 (b) 所示。

对于发电机—变压器间有断路器的接线方式，发电机、变压器应分别装设纵差动保护，厂用分支线应包括在变压器的纵差动保护范围内，如图 1-8-5 (c) 所示。

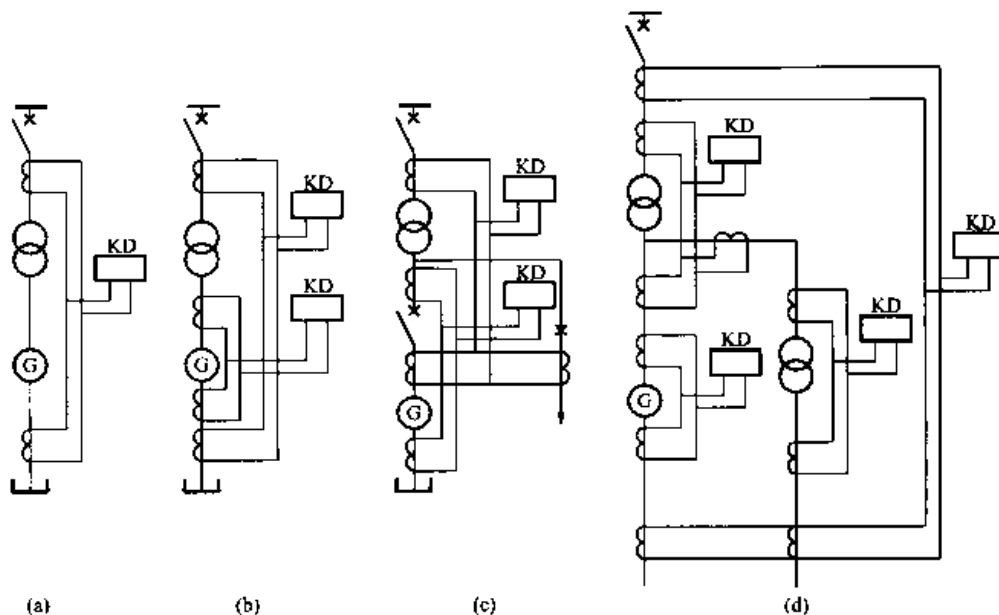


图 1-8-5 发电机—变压器组保护配置

(a) 公用一套纵差动保护；(b) 发电机加装一套纵差动保护；(c) 发电机、变压器分别装设纵差动保护；(d) 双重化纵差动保护

对于大容量的发电机—变压器组，通常如图 1-8-5 (d) 所示，采用双重化纵差动保护。发电机、变压器和厂用变压器各自装设纵差动保护作为主保护，再装一套公用的纵差动保护作为后备保护，以确保快速切除发电机、变压器和厂用变压器的内部故障。

第七节 WFBZ—01 型发电机—变压器组保护简介

一、装置概述

WFBZ—01 型微机发电机—变压器组保护装置是由东南大学和南京电力自动化设备厂联合研制成功的 600MW 及以下容量发电机变压器组成套微机保护装置。它由标准 16 位总线主机构成，可提供三十多种保护功能和非电量保护接口，分布于若干个相互完全独立的 CPU 系统，可满足各种容量的火电或水电发电机—变压器组保护要求，也可单独用于发电机、主变压器、厂用变压器、高压备用变压器、励磁变压器及大型同步调相机的保护。

二、保护种类

- (1) 发电机差动保护。
- (2) 定子匝间保护。
- (3) $3U_0$ 定子接地保护。
- (4) 三次谐波式 100% 定子接地保护。
- (5) $3I_0$ 定子接地保护。
- (6) 失磁保护。
- (7) 失步保护。
- (8) 逆功率保护。

- (9) 低频保护。
- (10) 过励磁保护。
- (11) 过电压保护。
- (12) 定时限对称过电流（过负荷）保护。
- (13) 反时限对称过负荷保护。
- (14) 定时限负序过电流（过负荷）保护。
- (15) 反时限负序过负荷保护。
- (16) 单元件横差保护。
- (17) 转子一点接地保护。
- (18) 转子两点接地保护。
- (19) 定时限励磁回路过电流（过负荷）保护（反应直流或交流）。
- (20) 反时限励磁回路过负荷保护（反应直流或交流）。
- (21) 发电机—变压器组（变压器）差动保护。
- (22) 轴电流保护。
- (23) 轴电压保护。
- (24) 低压过流保护（可带电流记忆）。
- (25) 阻抗保护。
- (26) 变压器零序电流保护。
- (27) 变压器间隙零序电流保护。
- (28) 变压器零序过电压保护。
- (29) 复合电压过流保护（可带电流记忆）。
- (30) 负序功率方向保护。
- (31) 零序功率方向保护。
- (32) 相间功率方向保护。
- (33) 厂用变压器分支过流保护。
- (34) 高压断路器失灵启动。
- (35) 高压断路器非全相保护。
- (36) 机组误上电保护。

(37) 各种非电量保护接口：发电机断水、热工、变压器瓦斯、温度、压力释放、油位、冷却器全停等。

- (38) 高压引线差动保护。
- (39) 多分支不完全差动保护。
- (40) 叠加低频交流式 100% 定子接地保护。
- (41) 抽水蓄能电站各种特殊保护。
- (42) WFBZ-01 型微机保护管理一体化系统。

保护装置按屏柜设计，与外围的接口与传统设计完全兼容，如交流信号输入、直流信号输入、开关量信号输入，装置直流电源、交流电源，保护信号触点输出、跳闸干簧触点输出，另外还有串行通信接口、并行通信接口（连接打印机）。一般每个柜由 2~4 个独立的 CPU 微机系统和一套出口系统构成，每个 CPU 系统可负担 5 个左右保护（不多于 8 个）。

一个机组单元成套保护可由 1~3 个柜组成，且有一台管理计算机进行一体化管理。一体化管理计算机可与各 CPU 系统进行信息交换，从而对机组和保护运行状况进行监视和记录，也可进行时钟校对和定值管理。此管理机可作为一个子站与电厂计算机管理系统进行联网，实现保护设备自动化管理。

三、本装置特点

本装置采用 Intel 8086 作为主机 CPU，它可与外围电路严格匹配，运行可靠，抗干扰能力强，完全能满足保护要求，且升级换代容易。

在工艺上，本装置采用进口的接插件和小密封继电器，主要芯片采用军级品，并采用直接装焊工艺，使硬件系统极为可靠，工作环境要求低，装置使用安全。

完善的自检手段可及时发现和帮助查找装置各插件的故障，使维护变得简单。

每一 CPU 系统有高可靠的键盘/数码显示系统，提供独立的本机监控手段，有友好的人机界面和丰富的操作指令。

保护设有软件投退功能，另设有连接片可以投退跳闸回路。投入的保护有明确指示。

有 Watchdog 电路监视 CPU 工作。CPU 故障时自动发出报警。

出口干簧线包正常时悬浮不带电，动作时自动提供电源，任何一点碰线不会引起误出口。

十进制连续式整定，操作简单直观。定值分区放置 EEPROM 中，以便自动校核。定值一旦整定完毕便可永久保存，直至下次被修改。

提供现场自动和半自动整定手段，简化调试方法，也解决特殊保护的调试困难。

提供在线监视功能，可随时观察定值、各通道电气量数值、保护计算结果、开关量状态，以及日期、时间、频率等。

提供全表格化随机打印功能和故障自动打印功能，清晰明了，便于存档。

打印机自动上电，并延时自动关电源，可提高打印机使用寿命。

四、运行状态使用说明

1. 概述

当装置面板上“调试/运行”方式开关拨在运行位置，一经接通电源，软件进入运行监控程序，装置就处于运行状态。此时保护功能程序以中断方式周期性的执行，运行监控程序同时提供各种手段对装置进行监视。

此时，保护投运开关按要求投退，装置上各种灯作相应指示：

装置故障灯：正常时不亮，异常时亮，红色；

待打印灯：正常时不亮，有报告时亮，绿色；

自检灯：正常时闪动，异常时一直亮或者一直不亮；

保护投运灯 8 个：正常时亮或者不亮，异常时闪动；

信号灯：正常时不亮，异常时亮，红色；

电源灯：正常时亮，绿色，异常时不亮（除关掉开关外）。

2. 保护投退功能

面板上设置了 8 位拨指开关，每个开关代表一个保护的投切功能。故所有保护的投入或退出可独立地选择，并由投运灯相应地指示。若投运灯有指示，并且自检闪光灯不断闪烁，说明该保护已投入运行。跟常规保护相同，各动作出口均有连接片连接。按运行要求投退相应出口连接片。

但装置正常投入运行时，拨轮开关处于“00”位置，显示器无任何显示信息。

3. 随机打印功能

装置提供了随机打印功能，随机打印按钮在 WBT—111C—A 插件的下部，运行时可打印。装置的运行工况可通过随机打印按钮，由打印机打印出来。随机打印可打印出各输入信号及有关的保护计算值。

4. 保护动作打印功能

保护动作时，除送出出口跳闸或信号外，还启动打印机打印保护动作报告。一般分为以下四部分。

(1) 哪个微机系统启动打印。如 GZFB—106 (A) —CPU1 代表 GZFB106 装置的 A 柜 CPU1 微机系统。

(2) 哪个保护出口。详见使用说明书。如 Differential Protection for Generator Trip 表示发电机差动保护动作。

(3) 动作时间。包括年、月、日、时、分、秒。如 1995.03.20 10:30:30 表示 1995 年 3 月 20 日 10 时 30 分 30 秒。

(4) 有关参数。打印参数中电流电压一般均为 TA 及 TV 的二次值，电流单位为 A，电压单位为 V。电阻、电抗及功率也折算为 TA、TV 的二次值，电阻、电抗的单位为 Ω ，有功功率、无功功率及容量的单位为 W、var 及 VA。频率单位为 Hz，接地电阻单位为 $k\Omega$ 。

1) 差动保护：差动保护动作后，打印机打印出动作相别及动作前、后各一周的各侧电流瞬时值。对发电机差动，打印的是机端和中性点侧 A、B、C 三相电流瞬时值。对变压器差动或发电机—变压器组差动，打印的是差动所有分支的各相电流。

2) $3U_0$ 发电机定子接地保护：打印保护动作时刻的发电机 $3U_0$ 值。

3) 三次谐波式发电机定子接地保护：打印保护动作时刻的三次谐波动作量和制动量。

4) 发电机（变压器）过励磁保护：打印保护动作时刻的发电机（变压器）过励磁倍数。若保护为反时限特性，还打印出保护动作延时时间。

5) 发电机过电压保护：打印保护动作时刻的发电机某一相机端电压（一般为线电压），即过电压保护所引入的电压。

6) 发电机失磁保护和失步保护：打印记录失磁保护动作前 50 组、后 25 组的电气参数。每相数据包括转子电压 U_d 、系统电压 U_h 、机端电压 U 、定子电流 I 、有功功率 P 、无功功率 Q ，以及阻抗 R 和 X 。

每组数据的间隔时间可改变（一般内部定义为 0.1s）。可分析失磁过程和失步过程。

7) 发电机负序过流保护：打印保护动作时刻的负序电流值。若保护为反时限特性，还打印出保护动作延时时间。

8) 发电机对称过流保护：打印保护动作时刻的某相电流值。若保护为反时限特性，还打印出保护动作延时时间。

9) 发电机逆功率保护：打印保护动作时刻的发电机有功功率。

10) 发电机低频保护：打印保护动作时刻的发电机频率。

11) 发电机定子匝间保护：打印保护动作时刻的发电机纵向零序电压的基波分量和三次谐波分量。

12) 发电机转子一点接地保护：打印保护动作时刻的转子绝缘电阻。

13) 发电机转子两点接地保护：打印保护动作时刻发电机机端各相电压及发电机各相电流值及机端电压中二次谐波分量“正”序及“负”序量。

14) 发电机励磁回路过负荷保护：打印保护动作时刻分流器输出毫伏值或三相交流励磁电流值。

15) 主变压器阻抗保护：打印保护动作时刻的电阻 R 和电抗 X 。

16) 主变压器零序电流保护及主变压器间隙零序电流保护：打印保护动作时刻的主变压器零序电流或主变压器间隙零序电流。

17) 主变压器零序电压保护：打印保护动作时刻的主变压器零序电压。

18) 断路器失灵保护：打印保护动作时刻的三相电流及零序电流。

19) 非全相保护：打印保护动作时刻的负序电流。

20) 低压过流保护：打印保护动作时刻的三相电流和三相电压。

21) 复合低压过流保护：打印保护动作时刻的三相电流、一相电压和负序电压。

五、运行维护

1. 在日常维护中运行人员应做的工作

(1) 巡查面板，各指示应正常：

1) 装置故障灯应不亮。

2) 自检闪光灯应正常，闪动频率为 10Hz。

3) 投运灯指示应正确，确认有关保护已经投入。

4) 电源各指示灯应正常。

5) 正常时全柜应无红色指示出现。

6) 检查时钟是否正确。

(2) 打印机有无输出，若有输出应及时通知继电保护人员取报告。

(3) 检查装置所处环境，以此决定是否计划安排进行清洁处理。

(4) 收集各种指示信息及打印报告，进行记录。

2. 保护动作后的处理

(1) 保护正确动作时，收集和保存动作打印报告。保护动作后，打印机自动记录打印报告，记录动作类型、动作时间及动作参数。应保存好打印报告。

(2) 若怀疑是不正确动作时在复位前应作更多处理：

1) 打印机自动记录打印报告，记录动作类型、动作时间及动作参数。请保存好打印报告。

2) 按表监视该层 CPU 提供观察的有关参数，并作记录。

3) 随机打印一次。

4) 该 CPU 复位一次后重复以上两项。

5) 用“AS”键打印波形。

(3) 集中所有报告、记录，立即通知继电保护部门进行分析。

(4) 复归信号（一定在进行完事故记录后进行），信号复归手动进行。可按机柜上的每层信号复归按钮，复位该层的所有保持信号。

六、装置异常及紧急处理

在长期的运行中，由于受环境的影响或者因元器件寿命的分散性造成装置硬件故障，这时装置会自检出有故障，或出现自检灯不闪烁、运行指示灯不正常、显示器不正常等现象，

同时自动发出装置故障信号等，保留全部打印数据，记录有关灯光现象。同时通知继电保护人员处理。

第八节 WFB—100 型发电机—变压器组保护简介

一、概述

1. 用途

WFB 100 型发电机—变压器组成套保护装置（简称装置）主要适用于大型发电机—变压器组的保护，也适用于各种中、小型容量的发电机—变压器组保护及各种 500kV 及以下电压等级的变压器，也可作为 500kV 及以下各种电压等级电抗器的保护。

2. 装置的主要功能及特点

- (1) 采用分层多 CPU 并行运行的系统结构，各模块系统相关性少。
- (2) 软硬件模块化设计，可适应各种配置要求。
- (3) 主保护配置双重化或多重化。
- (4) 单元管理机采用一体化工业控制计算机，集中人机接口和信息处理，兼容性好、可靠性高。
- (5) 每个 CPU 由单独的开关电源供电，可靠性更高，检修更方便。
- (6) 友好的人机接口界面，全汉化菜单操作，在线定值修改，十进制数定值整定方式。
- (7) 故障报告及调试信息自动存入工控机硬磁盘，并可随时查阅和打印输出。
- (8) 完备的软硬件自检功能，独立的 Watchdog 电路，具有较强的抗干扰能力。
- (9) 自动化程度高，单元管理机可直接与综合自动化系统连接。
- (10) 自检功能，能检测各种硬件故障，并有信号触点输出。
- (11) 实时参数显示功能，在线监视电流、电压有效值及相位。
- (12) 手动实验功能，可通过工控机键盘传动保护，检查二次回路接线的正确性。
- (13) 调试功能，提供调试软件，使操作更为方便。
- (14) 录波功能，可录取保护动作前 40Hz、动作后 10Hz 的采样数据，保护动作时启动录波，提供离线分析软件，可用于判断保护动作行为。

(15) 可接收 GPS 卫星校时系统信号。

二、硬件说明

装置采用分层式多 CPU 并行工作方式构成，其总体框图如图 1-8-6 所示。下层若干个保护模块共同构成整套保护，上层单元管理机负责人机接口和全部信息处理，保护模块之间及保护模块与单元管理机之间相互独立。这种构成方式可大大简化保护模块硬件设计，减少各部分之间的关联性，有利于提高整体可靠性。单元管理机

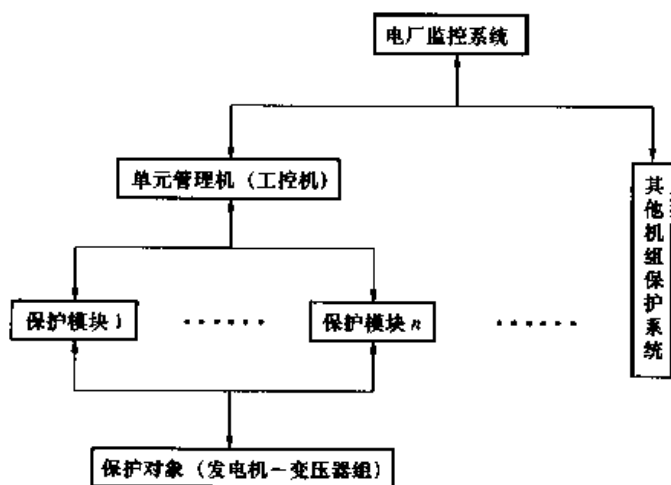


图 1-8-6 WFB—100 型微机发电机—变压器组保护总体结构

以串行通信或网络通信方式与全厂监控系统相联，并可通过全厂监控系统对保护系统所具有的各种功能实现全遥控操作。

三、发电机差动保护原理

比率制动式差动保护是发电机内部相间短路故障的主保护。

1. 保护原理

差动动作方程为

$$I_{op} \geq I_{op,0} \quad (I_{res} \leq I_{res,0} \text{ 时})$$

$$I_{op} \geq I_{op,0} + S(I_{res} - I_{res,0}) \quad (I_{res} > I_{res,0} \text{ 时})$$

满足上述两个方程差动元件动作，其中 I_{op} 为差动电流， $I_{op,0}$ 为差动最小动作电流整定值， I_{res} 为制动电流， $I_{res,0}$ 为最小制动电流整定值， S 为比率制动特性的斜率， I_{res} 为制动电流。各侧电流的方向都以指向发电机为正方向。

$$\text{动作电流 } I_{op} = | \dot{I}_T + \dot{I}_N |$$

$$\text{制动电流 } I_{res} = \left| \frac{\dot{I}_T - \dot{I}_N}{2} \right|$$

其中， I_T ， I_N 分别为机端、中性点电流互感器（TA）二次侧的电流，TA 的极性如图 1-8-7 所示。

2. 差流越限告警

正常情况下监视各相差流，如果任一相差流大于越限启动门槛（一般设为最小动作电流的 1/2），发灯光告警信号。

3. TA 断线判别

当任一相差动电流大于 $0.1I_N$ 时启动 TA 断线判别程序，满足下列条件时认为是 TA 断线：

- (1) 本侧三相电流中一相无电流；
- (2) 其他两相与启动前电流相等。

4. 保护逻辑框图（见图 1-8-8）

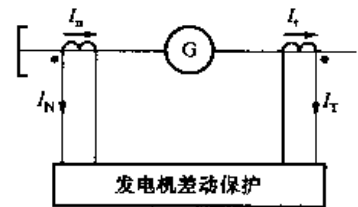


图 1-8-7 发电机差动保护接线

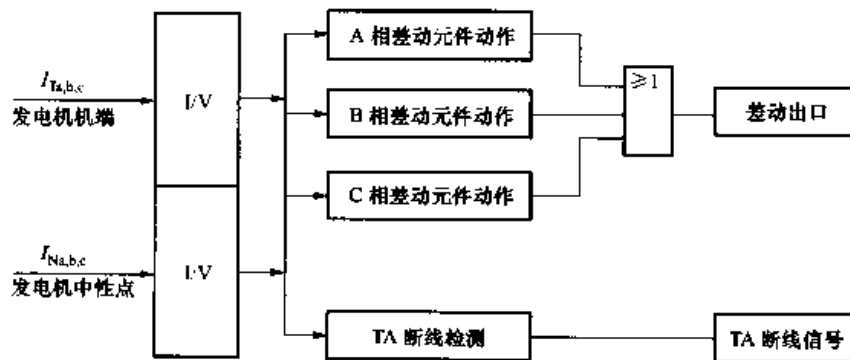


图 1-8-8 保护逻辑图

四、运行状态使用

1. 保护模块

在插件面板上设置有 3 个 LED 指示灯，分别为“运行”、“告警”和“启动”。运行灯为

绿色，采用动态监视方式，快闪（5Hz）表示运行态，慢闪（1Hz）表示调试态。

告警灯为红色，用来指示装置异常。

起动灯为橙色，用来指示保护起动判据动作。

2. 通信接口

在插件面板上设置有 3 个 LED 指示灯，分别为“运行”、“告警”和“打印机启动”。运行灯快闪（5Hz）表示正常运行。

告警灯为红色，用来指示装置故障。

打印灯亮表示接通打印机电源。

3. 出口插件

每个插件提供 8 个相同的出口继电器及信号回路，继电器动作信号有 LED 灯指示。

4. 稳压电源插件

采用开关式逆变电源，插件中电源开关及 LED 指示灯等。

5. 保护投退功能

跟常规保护相同，凡出口的保护都有连接片。按运行要求投退相应出口连接片。

五、运行维护

1. 在日常维护中，运行人员应做工作

(1) 保护有“调试”和“运行”两种状态，可通过管理机统一切换。在发电机—变压器组运行期间，保护系统必须处于“运行”状态。

(2) 保护模块的状态由 CPU 插件面板上 LED 灯指示，在“运行”状态下，LED 灯闪动速度快，在“调试”状态下，闪动速度慢。

(3) 电源各指示灯应正常。巡查面板，各指示应正常。

(4) 同一保护屏内具有相同名称的连接片，需同时投断（如启动失灵保护）。

2. 保护动作后处理

(1) 收集和保存动作打印报告。保护动作后，打印机自动记录打印报告，记录动作类型、动作时间及动作参数。应保存好打印报告。

(2) 记录所有中央信号和装置上各种信号灯、告警灯、起动灯、电源灯等的情况，立即通知继电保护部门进行分析。

(3) 复归信号（一定在进行完事故记录后进行）。

六、装置异常及紧急处理

在长期的运行中，由于受环境的影响或者因元器件寿命的分散性造成装置硬件故障，这时装置会自检出有故障，或出现告警灯指示、运行指示灯不正常、显示器不正常等现象，同时自动发出装置故障信号等，保留全部打印数据，记录有关灯光现象，同时通知继电保护人员处理。

第九章 电动机的继电保护

第一节 高压厂用电动机保护

一、高压厂用电动机常见故障和不正常工作状态

在发电厂厂用电动机中，主要故障是定子绕组的相间短路，其次是单相接地故障及一相绕组的匝间短路。

定子绕组的相间短路是电动机最严重的故障，它会引起电动机的本身的严重损坏，使供电网电压显著降低，破坏其他用电设备的正常工作。因此，厂用主要电动机都装有差动保护和速断保护作为电动机相间短路的主保护，容量 2000kW 及以上的电动机或 2000kW 以下中性点具有分相引出线的电动机，当电流速断保护灵敏系数不够时，应装设差动保护。

当电动机装设差动保护或速断保护时，宜装设过电流保护，作为差动保护或速断保护的后备保护。保护装置采用两相两继电器式接线。定时限或反时限动作于断路器跳闸。

单相接地对电动机的危害程度取决于供电网络中性点的接地方式，对于小电流接地系统中的厂用电动机，若发生接地故障，会烧损线圈和铁芯，故装设接地保护，并动作于跳闸。当系统单相接地电流小于 10A 时，应装设接地检测装置。在 10A 及以上时，厂用电动机回路的单相接地保护应瞬时动作于跳闸。

一相绕组匝间短路，会破坏电动机的对称运行，并使电流增大。最严重的情况是电动机一相绕组全部短接，此时，非故障相的两个绕组将承受线电压，使电动机遭到损坏，但是，目前还没有简单而又完善的方法来保护匝间短路，所以，一般不装设专门的匝间短路保护。

电动机的不正常工作状态，主要是过负荷动作，长时间性过负荷运行会使电动机温升超过允许值，加速绕组绝缘老化，甚至将电动机烧坏。为此，对于易发生过负荷的电动机应装设过负荷保护。以下电动机应装设过负荷保护：

(1) 生产过程中易发生过负荷的电动机，其保护装置应根据负荷特性，带时限动作于信号、跳闸或自动减负荷。

(2) 启动或自启动困难，需要防止启动或自启动时间过长烧坏电动机，其保护装置动作于跳闸。

低电压保护：

(1) 对于 I 类电动机，当装有自动投入的备用机械时，或为保证人身和设备安全，在电源电压长时间消失后，必须从电力网络中自动断开时，应装设 9~10s 时限的低电压保护，动作于断路器跳闸，否则不装设低电压保护装置。

(2) 为了保证接于同段母线的 I 类电动机自启动，对要求不自启动的 II、III 类电动机和不能自启动的电动机，宜装设 0.5s 时限的低电压保护，动作于断路器跳闸。

(3) 对于压力侧无止回阀的循环水泵，为避免水泵在倒转情况下自启动而烧毁电动机，应装设电动机低电压保护。

(4) 当一台设备由两台及以上的电动机共同拖动时，保护装置应满足对每台电动机灵敏

系数的要求，必要时可按电动机分别装设保护。对于双速电动机的速断保护和过负荷保护，应按不同转速的容量分别装设（Ⅰ类负荷：短时的停用可能影响人身和设备的安全，使锅炉、汽轮机的出力减少。Ⅱ类负荷可以短时间停用，虽影响锅炉、汽轮机的出力，但在短时间内，能够恢复生产的电动机，Ⅲ类负荷停电与锅炉、汽轮机的出力没有直接的关系）。

综合保护：电动机（变压器）厂用综合保护，装置采用先进的软硬件技术开发的单片机保护技术，一般采用两相三元件方式，B相由软件产生，具备有以下功能：①速断保护；②过流保护；③过负荷保护；④负序电流保护；⑤零序电流保护；⑥热过负载保护。

二、高压厂用电动机的保护

1. 纵差保护

电动机纵差保护原理接线如图 1-9-1 所示。在小电流接地系统中应采用两相式接线，并用两个 BCH—Z 型差动继电器或两个 DL—Ⅱ 型电流继电器构成，保护装置动作于断路器跳闸。

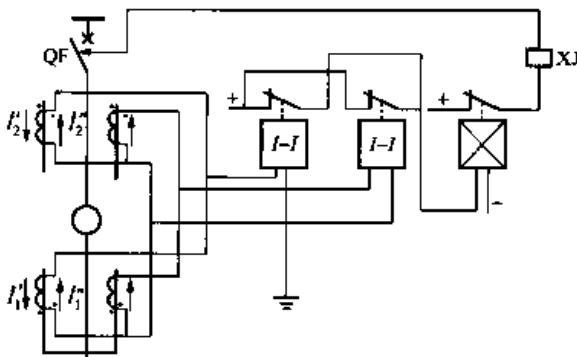


图 1-9-1 电动机纵差保护原理接线图

纵差保护是利用比较被保护设备两端电流的幅值和相位的原理构成，在电动机头尾引出线装设特性和变比完全相同的电流互感器。电流互感器二次回路的同极性端子相连接，差动继电器则连在电流互感器的二次端，此接法称之为环流法构成的差动保护。

(1) 当正常运行或保护范围外部短路时，因为 $\dot{I}'_1 = -\dot{I}''_1$ ，如果不计及电流互感器励磁电流的影响，则 $\dot{I}'_2 = -\dot{I}''_2$ ，流入继电器的电流为 0。

(2) 当内部故障，故障点的电流为 $\dot{I}'_1 + \dot{I}''_1$ ，流入继电器电流为 $(\dot{I}'_1 + \dot{I}''_1) / n_{ct}$ 。当该电流大于继电器的整定值时，继电器动作于跳闸。可见，差动保护在保护范围内部故障时，仅应故障点的总电流而动作。

2. 速断保护

电动机速断保护的原理接线如图 1-9-2 所示，它是电动机相间短路的主保护。为了在电

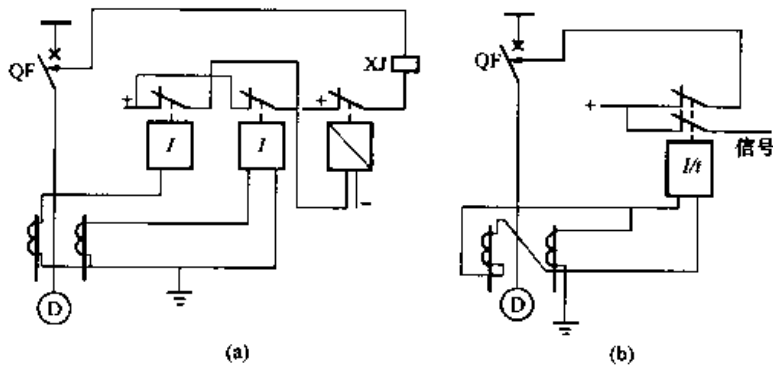


图 1-9-2 电动机电流速断保护原理接线图
(a) 不完全星形接线；(b) 两相电流差接线

动机内部及电动机与断路器之间连接电缆上发生故障时，保护装置均能动作。电流互感器应尽可能安装在靠近断路器侧，在小电流接地系统中应采用两相式接线（即不完全星形接线）。在灵敏度满足要求时，应优先采用两相电流差的接线方式。

对于不易遭受过负荷电动机，保护装置可采用一般的 DL-11 型电流继电器；对于易遭受过负荷电动机，保护装置应采用感应型电流继电器（GL-10 型）。感应型电流继电器的瞬动接点作用于断路器跳闸，作为电动机的相间短路保护；感应型电流继电器的反时限元件作用于信号（也可作用于跳闸），作为电动机的过负荷保护。

3. 过电流保护

过电流保护作为差动（或速断）保护的后备保护，当差动（或速断）等快速动作保护拒动时，由过电流保护经过整定时限后，动作于断路器跳闸。保护装置采用两相两继电器式接线。动作时限比速断保护高出一个阶段 Δt 。考虑到多方因素 Δt 数值在 0.3~0.6s 之间，通常取 0.5s。

4. 过负荷保护

电动机的过负荷保护采用定时限过流保护，延时可达 6~9s。作用于信号作为电动机绕组因过负荷造成的过热保护。保护装置为单相（B 相）单继电器接线。

5. 低电压保护

高压电动机装设低电压保护主要是为了当电源电压短时降低或中断后的恢复过程中，为了保证主要电动机的自启动，通常应将一部分不重要的电动机利用低电压保护装置将其切除。另外，对于某些负荷根据生产过程和技术安全等要求不允许自启动的电动机也利用低电压保护将其切除。

低电压保护一般装置两段：第 I 段动作时限为 0.5s，第 II 段动作时限为 9s。第 I 段的动作电压一般整定为 $U_{d1} = (0.7 \sim 0.75) U_N$ ，第 II 段的动作电压一般整定为 $U_{d2} = 0.45 U_N$ （ U_N 为电动机的额定线电压）。

低电压保护的第 I 段动作后，一般跳开不重要的电动机，如锅炉的磨煤机，除灰系统及输煤系统的高压电动机，低电压保护的第 II 段动作后，一般应跳开锅炉的送风机、汽轮机的凝结水泵、给水泵。

为了保证锅炉的安全和对汽轮机系统的继续冷却。一般不应跳开引风机和循环水泵电动机。以保证电压恢复时的自启动。但电压中断时间超过规定应由各专责人将上述两种电动机拉开。以避免厂用电重新送电时，电动机启动电流过大而使厂用电断路器跳闸。

低电压保护装置的基本要求：

(1) 当电压互感器一次侧或二次侧断线时，保护装置不应误动，只发信号，但在电压回路断线期间，若母线真正失去电压（或电压下降至规定值）。保护装置应能正确动作。

(2) 当电压互感器一次侧隔离开关因操作被断开时，保护装置不应误动。

(3) 0.5s 和 9s 的低电压保护的動作电压应分别整定。

(4) 接线中应采用能长期承受电压的时间继电器。

6. 综合保护

电动机厂用综合保护装置采用先进的软硬件技术开发的单片机保护技术。一般采用两相三元件方式。保护配置如下：

(1) I、II 电流保护：I、II 段保护原理框图如图 1-9-3 所示，其中 I 段电流保护（速断保

护)用于保护相间短路,Ⅱ段电流保护(过流保护)用于保护电动机堵转及启动时间过长。

(2) 过负荷保护:过负荷保护原理框图如图 1-9-4。

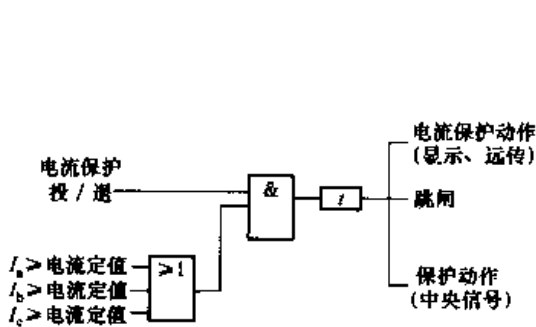


图 1-9-3 I、II 段保护原理框图

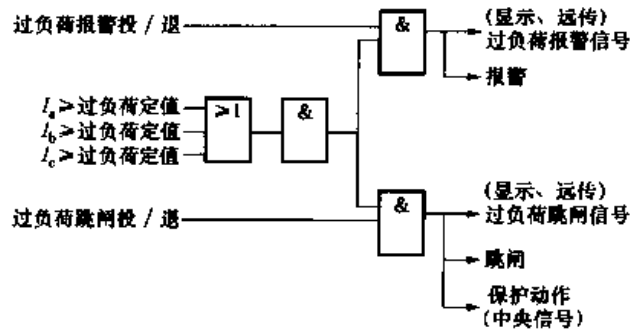


图 1-9-4 过负荷保护原理框图

(3) 反时限电流保护:反时限电流保护用于保护电动机的发热。反时限电流保护原理如图 1-9-5 所示。

(4) 零序电流保护:零序电流保护按小电流接地系统设计,用于保护电动机的接地。 $3I_0$ 为电容电流,整定范围为 $0.02 \sim 1\text{A}$,保护原理框图如图 1-9-6 所示。

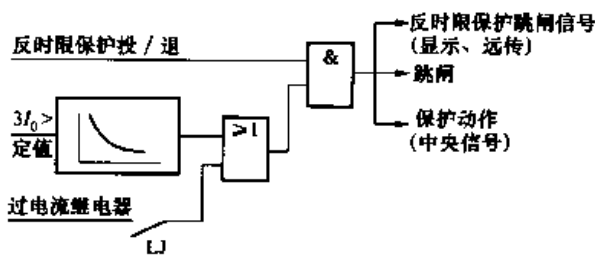


图 1-9-5 反时限电流保护原理框图

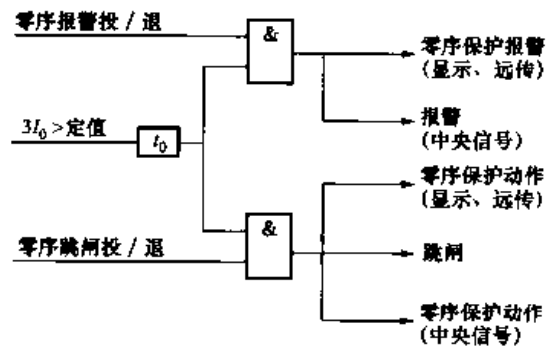


图 1-9-6 零序电流保护原理框图

(5) 低电压保护:当电源电压短时降低或短时中断恢复时,为保护重要电动机的自启动,要断开次要电动机,就需要配置低电压保护,低电压保护原理框图如图 1-9-7 所示。

(6) 负序电流保护:负序电流保护在电动机反相启动或不对称时动作,用于保护电动机的逆相序或缺相,保护原理框图如图 1-9-8 所示。

(7) 控制回路断线报警:控制回路断线报警保护原理框图如图 1-9-9 所示。

(8) TV 断线保护:TV 断线保护原理框图如图 1-9-10 所示。

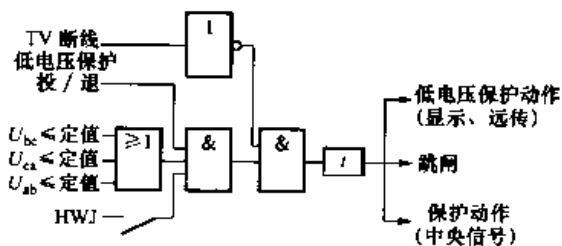


图 1-9-7 低电压保护原理框图

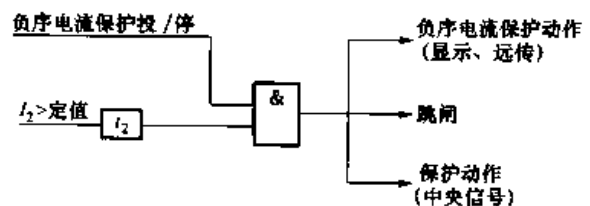


图 1-9-8 负序电流保护原理框图

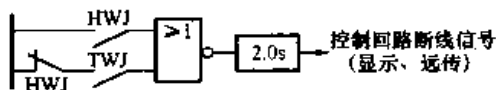


图 1-9-9 控制回路断线报警原理框图

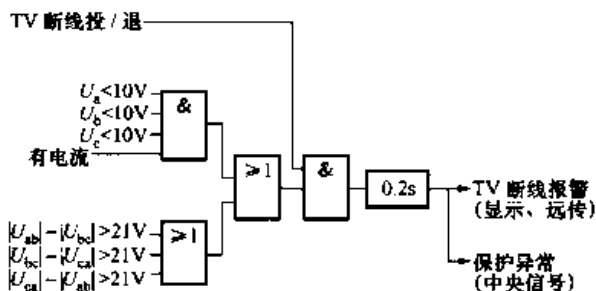


图 1-9-10 TV 断线保护原理框图

第二节 380V 厂用电动机保护

1. 相间短路保护

相间短路保护用于电动机绕组内及引出线上相间短路故障的保护装置，可按电动机的重要性及所选用的一次设备，由下列方式构成：

(1) 自动开关（或熔断器）与磁力启动器（或接触器）组成的回路，由自动开关（或熔断器）作为相间短路保护。

(2) 自动开关或自动开关与操作设备组成的回路，可用自动开关本身的短路脱扣器作为相间短路保护。

(3) 用自动开关保护的 I、II 类电动机，当自动开关本身的短路脱扣器不能保证可靠动作时，宜将短路脱扣器拆除，另装继电器。保护装置可采用两相两继电器式接线，瞬时动作与自动开关跳闸。

2. 接地保护

用于保护电动机内部及引出线上的单相接地短路故障。低压厂用电系统中性点为直接接地时，应装设单相接地短路保护。当相间短路保护能满足单相接地短路的灵敏系数时，可由相间短路保护兼作接地短路保护。当不能满足时，应另外装设接地保护。保护装置一般由一个接于零序电流互感器上的电流互感器构成，瞬时动作于断路器跳闸。当电动机的容量为 110kW 及以上时，一般装设本保护。

3. 过负荷保护

对易于过负荷的电动机应装设过负荷保护。保护装置可根据负荷的特点动作于信号或跳闸。其构成方式如下：

(1) 操作电器为磁力启动器或接触器的供电回路，其过负荷保护由热继电器构成。

(2) 由自动开关组成的回路，当装设单独的继电保护时，可采用反时限电流继电器作为过负荷保护。但电动机型自动开关也可采用本身的热脱扣器作为过负荷保护。

4. 低电压保护

操作电器为磁力启动器或接触器的供电回路，由于磁力启动器或接触器的保持线圈在低电压时能自动释放，所以不需另设低电压保护。



第十章 发电厂厂用母线保护

在发电厂的厂用母线上，可能发生单相接地或相间短路故障。发生厂用母线故障的原因多数是由于空气污秽，其中含有损坏绝缘的气体或固体物质，从而导致与母线连接的绝缘子和断路器套管等发生闪络，母线绝缘子和断路器套管及隔离开关支持绝缘子的损坏，装设在母线上的电压互感器及装设在断路器与母线之间的电流互感器发生故障以及由于运行人员的误操作（如带负荷拉开隔离开关产生电弧或带地线误合闸等造成母线故障）等。

厂用母线故障虽不常见，但却是发电厂电气设备最严重的故障之一。因为它将使故障母线所带负荷被迫停电，可能造成发电厂机组的停运，危及整个电力系统的安全运行，所以发电厂的厂用母线应装设保护。

第一节 厂用母线的过电流保护

发电厂的厂用变压器应根据机组容量选择双绕组或三绕组的变压器。

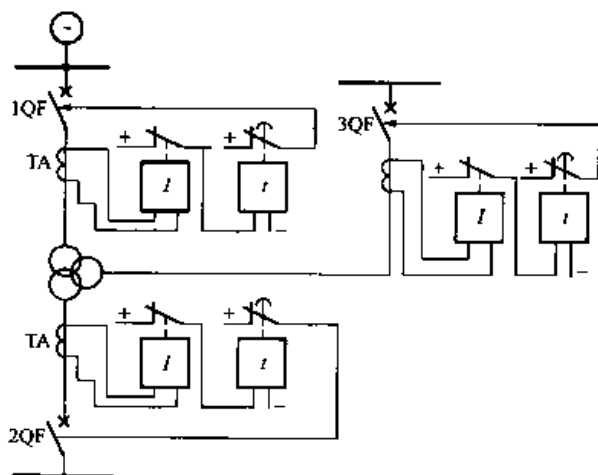


图 1-10-1 三绕组变压器带厂用母线的过电流保护

1. 双绕组变压器带厂用母线的过电流保护

(1) 双绕组变压器带单母线的过电流保护与变压器过电流保护相同（略）。

(2) 双绕组变压器带分段母线的过电流保护除与变压器过电流保护相同外，应在分段断路器上装设过电流保护。

2. 三绕组变压器带厂用母线的过电流保护

当厂用母线或厂用负荷（本身断路器拒动）故障时，过电流保护应保证有选择性的只断开直接供给故障点短路电流一侧的断路器，从而使另两侧绕组仍然可以继续运行，如图1-10-1所示。

第二节 厂用母线的低电压保护

为了保证厂用负荷的正常运行，厂用母线电压应保持在 $90\%U_N$ 以上。当厂用电压低至 $70\% \sim 75\%U_N$ 时，电动机低电压保护动作，0.5s 切除部分厂用负荷；当厂用电压低至 $45\% \sim 65\%U_N$ 时，电动机低电压保护动作，9s 切除部分厂用负荷；当厂用电压低至 $25\%U_N$ 时，进行厂用电源 BZT 切换，如图 1-10-2~图 1-10-5 所示。

备用电源自动投入装置就是当工作电源因故障被断开之后，能自动、迅速地将备用电源投入工作或将用户切换到备用电源上，使用户不至于停电的一种装置，简称 BZT 装置。

常见备用电源自动投入方式有以下几种：

- (1) 变压器自动投入。
- (2) 线路自动投入。
- (3) 线路和变压器自动投入。
- (4) 母联断路器自动投入。

BZT 装置应满足以下基本要求：

- (1) 当电压互感器一次侧或二次侧断线时，保护装置不应误动，只发信号，但在电压回路断线期间，若母线真正失去电压（或电压下降至规定值），保护装置应能正确动作。
- (2) 当电压互感器一次侧隔离开关因操作被断开时，保护装置不应误动。
- (3) 0.5s 和 9s 的低电压保护的电压应分别整定。
- (4) 接线中应采用能长期承受电压的时间继电器。

图 1-10-5 为备用变压器自动投入装置原理接线图，装置分两部分：

(1) 启动部分。其作用是当母线因各种原因失去电压时，断开工作电源。主要包括闭锁开关 BK，两个低电压继电器 1YJ、2YJ，时间继电器 SJ，断相闭锁触点 1ZJ，备用电源电压监视继电器 YJ。正常运行时闭锁开关 BK 触点接通，1YJ、2YJ 动断触点断开，YJ 动合触点闭合，工作电源开关辅助动合触点 DL，为启动作好准备。

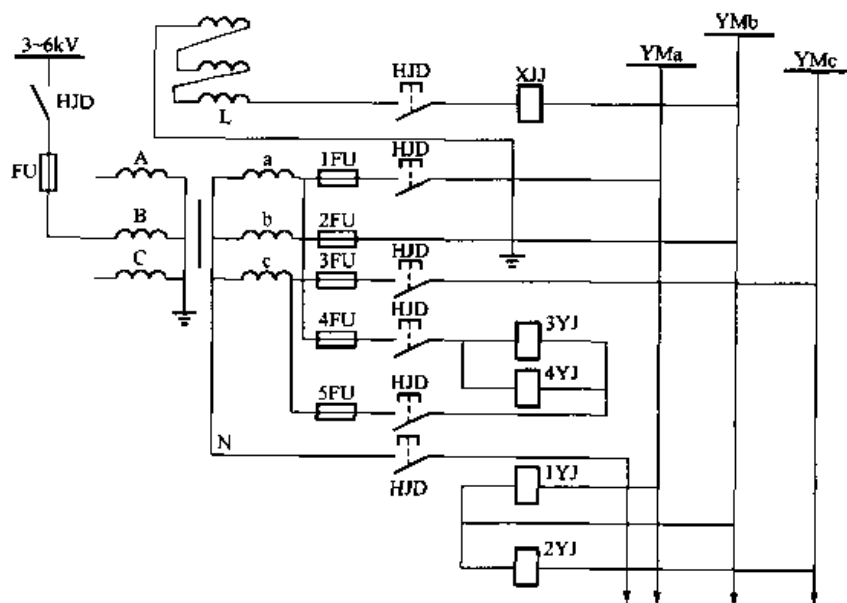


图 1-10-2 电压互感器交流回路图

(2) 低电压启动部分。其作用时当工作电源开关断开后，将备用电源开关投入。自动合闸部分由闭锁中间继电器 BSJ 与 YJ 组成。BSJ 具有瞬时动作，延时返回特点。正常运行时，BSJ 线圈经工作电源开关 DL 辅助动合触点 DL 带电，其线圈失电后，触点 0.5~0.8s 才断开。

工作电源开关断开后，BSJ 失电，但在其触点打开之前，由工作电源开关辅助动断 QF

触点启动自动合闸中间继电器 ZJ，ZJ 启动后，其动合触点闭合，合上备用电源开关。

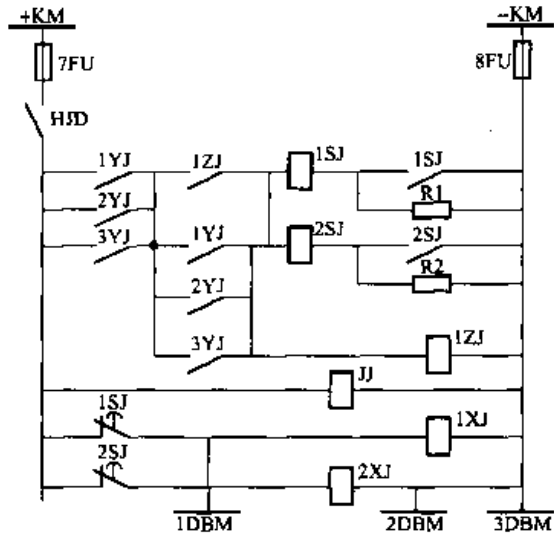


图 1-10-3 电压互感器直流回路图

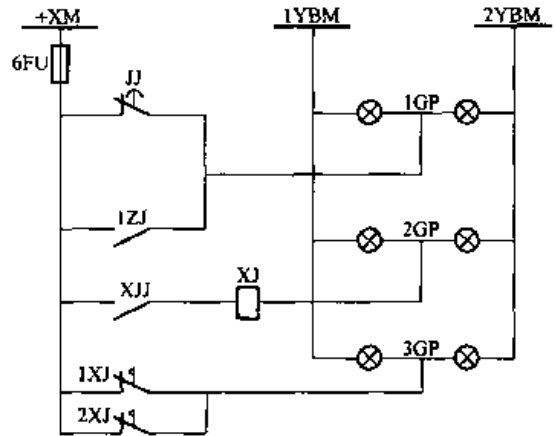


图 1-10-4 电压互感器信号回路图

若母线失压，这时 1YJ、2YJ 启动经一定延时后通过低电压保护连接片，跳开工作电源开关。

如果 BZT 装置将备用电源自动投入到永久性故障上，由备用电源保护动作切除故障，由于 BSJ 绕组时在备用电源开关重新合闸之前是断开的，所以保证 BZT 装置只动作一次。

闭锁开关 BK 用于手动投入或解除 BZT 装置。

1YJ、2YJ 按 V 形连接于相电压上，其触点串联是为了防止一个熔断器熔断时 BZT 装置误动。

监视备用电源电压的触点 YJ 串接于低电压启动回路，保证只当备用电源有电压时低电压启动部分才能动作。

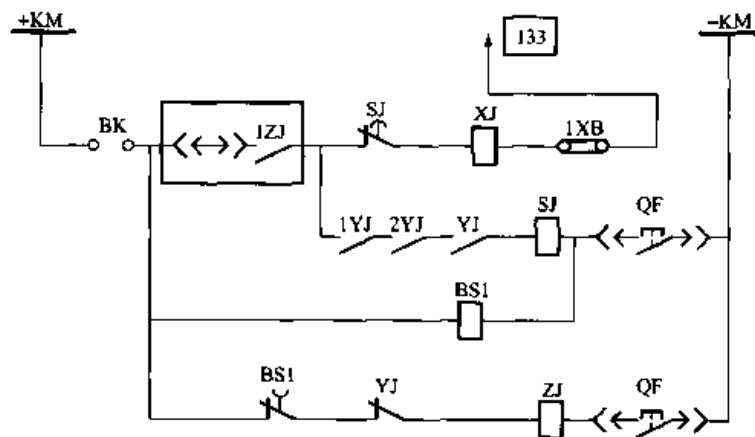


图 1-10-5 BZT 回路接线图

低电压启动的时限应尽量缩短，SJ 一般整定在 1~1.5s，以便躲近端故障保护切除故障的时间。

第十一章 故障录波器

第一节 YS—8 型录波器

一、装置特点

1. 记录电量种类齐全

可记录电流、电压、零序、负序、高频、开关等，其中高频量采取记录包络线的形式，准确反映高频通道的相差信号。

2. 记录方式灵活

可记录长期振荡及长期电压、电流和频率越限。

3. 启动判据全面

可以频率越限和变化率启动，能够识别振荡。

4. 采样精度高

使用 12 位 A/D，采样频率为 1000Hz，谐波分辨率为 7 次。

5. 采用 Watchdog 技术

每一个软硬件模块都配有一个 Watchdog，任一模块受到干扰出现异常时，都将使系统重新加载，彻底避免死机现象。

6. 组网功能

在省调配置一台微机和高速调制解调器，通过电话交换网即可与各变电所录波器进行数据交换，并监控各录波器的工作状态、整定参数、控制录波器的一些操作，统一校时，真正实现了监控组网功能。

7. 巡检功能

本装置除了开机进行一次自检外，还定时对各前置机插件进行巡检，在任一插件出现异常时，立即在屏幕上显示出来，并给出告警信号，提示处理方法，最大限度地保证了装置的正常运行。

8. 实时监测功能

装置能实时显示最新 12 次录波文件名，各前置机工作状态，电流、电压波形，以及 P 、 Q 、 I 、 U 、 f 等有关电量。

9. 卫星校时 (GPS) 接口

装置上设有校时接口，可接收 GPS 对时信号。

二、硬件说明

1. 原理概述

本装置采用以单片机为前置机，工控机为后台机的模块化结构，后台机和各前置机相对独立，每个模拟量前置机可管理 8 路模拟量，每个开关量前置机可管理 64 路开关量。

输入装置的开关量信号、模拟量信号分别经过光电隔离和电磁隔离进入前置机数据采集系统，前置机再通过高速通信接口传给后台机，后台机把这些数据存盘、分析、打印，并通

过 RS-232 口向上级部门传送，本装置原理框图如图 1-11-1 所示。

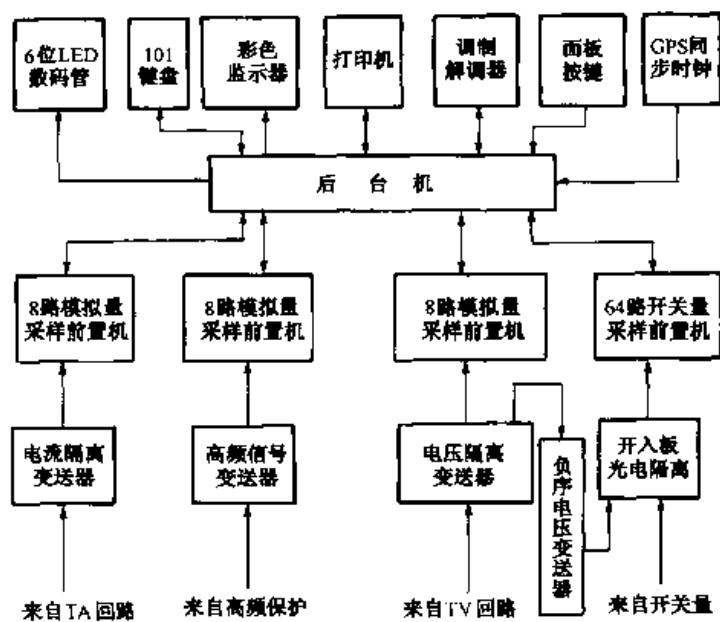


图 1-11-1 YS-8A 装置原理图

2. 硬件组成

本装置从上到下依次为电源、微机插件、变送器插件、显示器、调制解调器、键盘、打印机、交直流转换层。

3. 部件说明

(1) 电源层：电源层插有一个电源箱，箱内有两个开关电源，其中一个给前置机和后台机使用，另一个专用于输入信号隔离调整。

(2) 微机层：微机层由模拟量前置机插件，开关量前置机插件，后台机（工控机）插件组成，完成数据的采集及处理工作。

1) 模拟量前置机：模拟量前置机是一个独立的数据采集单元，可输入 8 路模拟量。它包括几个主要部分：8032CPU，数据存储器，隔离放大器，模拟开关，A/D 转换器，将输入的电流、电压、高频等电量经过整理转换为数字信号。

2) 开关量前置机：每个开关量前置机，可输入 64 路开关量，开关量前置机将开关触点信号经过光电隔离转变成数字信号，存入数据存储器，然后再传给后台机。

3) 后台机：后台机是整个录波器的核心，它负责录波器的人机对话、数据处理、数据存储，与各前置机交换数据，并负责与上级部门通信。后台机由工控机主板、接口卡、译码卡、VGA 显示卡、数码管显示卡、软驱、硬驱、风扇、防尘罩等组成。

(3) 变送器层：该层包括电流、电压、高频、负序、告警插件。电流插件由 8 个电流变送器组成，二次电流经过分流器，变成弱电压信号，经过该插件隔离，送给前置机采样。电压插件由 8 个电压变送器组成，将 TV 信号隔离后送给电压前置机。高频插件由 8 个隔离变送器组成，可输入直流信号，由高频收发信机录波口输出的高频信号经过高频插件的隔离后，送给模拟量前置机采样。负序插件采用集成电路构成负序过滤器，通过与门限值比较，如果越限，产生触发信号，送给开关量前置机。告警板由告警继电器组成，输入信号为后台

机输出的告警信号和电源箱的失电告警信号，输出为触点信号，类型有掉电、录波、故障 3 种，可接至控制室的光字牌。

(4) 交直流电源切换层：该层有一个交流电源隔离变压器，交直流开关，交流电源经过隔离后，同直流电源一起送至电源层。

4. 指示灯及按键说明

(1) 电源指示灯：电源箱面板上有 8 个绿色指示灯，分别指示各组电压是否正常，电源工作正常时，灯常亮。

(2) 前置机指示灯：前置机面板有一红色指示灯，该灯指示前置机的工作状态。前置机复位时，该灯亮。复位结束后，灯应灭。录波启动，灯亮。当前置机既没有处于复位状态也没有启动录波时，灯应灭。否则表示前置机有故障。

(3) 告警灯：告警板上有 3 个指示灯，分别为电源指示灯、录波指示灯、故障指示灯。电源工作正常时，电源指示灯应常亮。

告警板上的录波灯及故障灯与后台机上的录波灯和故障灯是相关的，但二者有区别，告警板上的指示灯可通过按复位键清除，而后台机上的指示灯直接反应设备工作状态，是由程序控制的，只要其状态不消失则对应的灯一直亮，以提示值班人员了解本设备是否有录波、是否发生故障。

(4) 后台机指示灯及按键：

1) 6 个数码显示器，用来显示时间及故障录波次数。

2) 启动灯：灯亮表示录波启动，提示用户插入软盘取走录波数据。

3) 故障灯：灯亮表示装置故障。

4) 运行灯：灯亮表示软件已启动运行，灯不亮，可能是装置发生严重故障。

5) 试验按键：按一次，录波器启动一次 2s 左右的录波过程。

6) 复位按键：录波器整组复归。

7) 故障显示键：单独按下，显示故障内容类型。

8) 录波次数键：单独按下，显示已录波的次数，该次数指存在录波器硬盘内，而且没有用软盘自动拷贝出的次数。每次取走一次录波数据后，录波器发出“滴、滴”的声响，提示取走软盘，再按下该键后，音响消失，可进行下一次录波数据的拷贝。

9) 时间/清除键：单独按下，显示时间，同时再按下故障显示键，则清除故障状态，这主要用来清除非硬件故障标志。同时按下时间/清除键和录波次数键，则清除录波次数记忆，不再自动拷贝。

三、修改时间操作

在主画面上单击“s”键或移动鼠标到设置按回车，即可进入系统设置操作的菜单。

时间设定：设定系统的实时时钟

系统时钟
年 1996 时 9
月 03 分 58
日 05 秒 18
确认 否认 放弃



用←（鼠标左键）、→（鼠标右键）键可以修改时间，用↑、↓键选择修改值（年、月、日、时、分、秒）或用鼠标拖动修改完成后，按“Y”键确认修改，按“N”键否定修改，按“ESC”键放弃修改。

使用鼠标，只需将光标移至“确认”，或“否认”或“放弃”处，按鼠标左键即可。此项功能用于设定或校准系统的实时时钟。

四、打印

装置启动后自动打印。

也可复制报告，用“←、→”键移动光标至“测距”，按回车键，屏幕显示“简要分析”，按回车键。键入日期即可按回车键，用“CTRL+↓”选文件名回车，按“P”键，将打印分析结果。

五、后台机的数码管显示含义

装置正常运行时，数码管显示时间，装置录波后，迅速转为显示录波次数，显示 2min 后，再转为时间显示，同时显示窗内录波灯亮，装置若发生故障，转为故障信息显示，同时显示窗内故障灯亮。

数码管提供的故障类型共 6 种，分别对应数码管显示的 6 位数据，当第一位显示“F”时就表示发生“频繁启动”故障，频繁启动故障是因装置在一定时间内启动次数太频繁而引起的自我保护，若 40s 内录波器无启动、信号将自动恢复正常，注意出现该故障后，录波器将禁止录波，值班人员若认为此时禁止录波不安全，应按下“时间显示键”+“故障显示键”，清掉故障状态，恢复正常录波，但正在录波时，不允许进行此项功能操作。

第二节 WGL—12F 型录波器

一、主要功能和特点

WGL—12F 微机型故障录波及测距装置是以微处理机为核心、后台计算机作故障分析、GPS 进行全球卫星定位对时及远传自动上电的微机故障录波装置。装置的主要功能和特点如下：

(1) 打破了目前国内外定长录波器的局限，实现了 3s~10min 之间的动态不定长录波。

(2) 装置为单元式的多 CPU 结构，某个 CPU 的损坏不会影响到别的 CPU，但各 CPU 单元的数据采集是同步的，这样就决定了不同的 CPU 单元之间的数据可以共享，模拟通道独立，而不需要在不同的 CPU 单元重复设置公用电压通道而浪费模拟量通道。

(3) 装置的启动模式为一路启动，所有通道数据全记录，这便于事后对整个站全面情况进行分析，而不只局限于故障线路。

(4) 母线软切换，取消以往录波器上的电压转换开关，改用软件实现，灵活、方便、简单。

(5) 远传自动上电，实现了现场免操作。

(6) 装置通过 GPS 实现了精确的卫星对时及定位。

(7) 记录和输出的故障参量更全面。除了对一般电流、电压、开关量的记录外，还能对有关线路的 P 、 Q 值，三相综合功率平均值，电流的非周期分量的初值及衰减时间常数，系统频率变化，各种参量变化及其变化的准确时间等进行记录和输出。

(8) 装置具备用户可编辑的能力，使用户有可能对故障中一些感兴趣的现象和问题进一步进行探索和研究，制定出更完善的软件包。

现场 PC 机会自动上电、自动远传，挂机之后会自动复归。此外，现场一条电话线可用于 3 台录波器的 3 个 Modem 进行远传，省调方只需在拨号时加分机号，现场就可自动识别不同的录波器，这样，可以节省电话线路。

二、装置启动工作流程

当故障发生时，装置的工作情况：在故障发生前，装置上所有表示运行的绿色发光二极管点亮，其他灯均不亮，假如接入某个或某几个 CPU 的参量满足了启动条件，则装置启动，这时装置所配备的所有 CPU 插件全部启动，装置会给出呼唤信号，表现为各 CPU 插件上的有报告灯及告警插件上的呼唤灯 (Call) 均被点亮 (它们均为红色发光管)。与此同时，后台机自动上电，并开始接收前置机送来的故障数据，这时，后台机的显示屏上会有说明，接收时间视故障情况不等。接收完毕，后台机要进行运算和处理，显示屏上也会有说明，然后，计算机自动给出故障分析的紧急制表输出。

至此，计算机将不再自动执行任何程序，用户可按自己的意愿操作计算机。如不再操作，则可按下屏面上的复归按钮，则后台机断电，同时前置机呼唤灯熄灭。装置恢复正常运行状态。

以上过程用框图如图 1-11-2 所示。

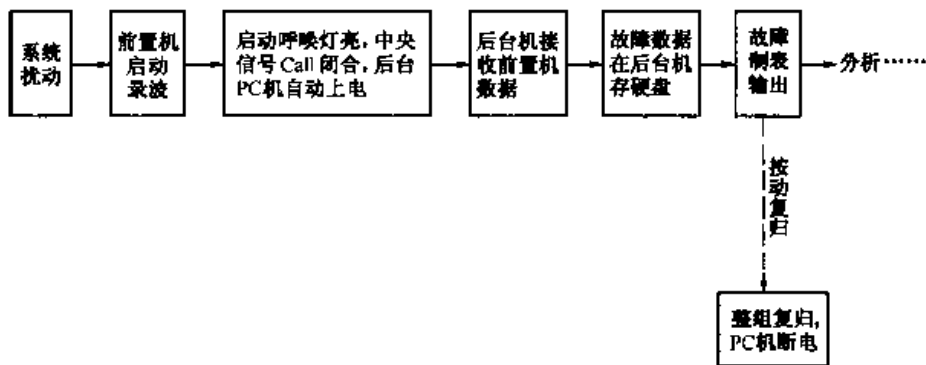


图 1-11-2 WGL—12F 录波器启动工作流程

三、部分插件的功能

1. MONITOR 插件功能

(1) 人机对话。

(2) 发同步采样信号，使 4 个 CPU 插件同步采样。(由 8032 上的 P3.5 发出至 CPU)。

(3) 将 CPU 插件送来的录波数据经串口送到 PC 机。

(4) 巡检，本插件在运行状态时不断地通过串口向各 CPU 插件发出巡检命令。当各 CPU 均正常时应作出回答，如果某一 CPU 插件在预定的时间内不回答，则 MONITOR 插件将复位 CPU，再发巡检命令。如仍无回答，则报警并打印该 CPU 异常信息。采用先复位再报警，是为了万一某 CPU 因干扰而程序出格而并无硬件损坏时，可以在复位后恢复正常工作，不必报警。

本插件面板上装有复归按键、4×4 键盘、4 个巡检投入/巡检退出切换开关、运行/调试

切换开关、运行指示 LED 及打印指示 LED。

2. 告警 (ALARM) 插件

本插件上设置了下列告警继电器:

(1) CPU 告警继电器。4 个 CPU 插件均可驱动。面板上标有“CPU”的指示其是否动作。

(2) 总告警继电器。由 MONITOR 驱动, 当 MONITOR 检测出 CPU 或 MONITOR 有故障时动作, 面板上标有“MON”的 LED 指示其是否动作。

(3) 启动及呼唤继电器。由 MONITOR 驱动, 当录波屏启动录波时动作。面板上标有“Call”的 LED 指示其是否动作。

以上继电器动作后都可自保持, 由人工复归。CPU 告警及总告警继电器动作后可驱动触点容量更大的继电器给出中央信号, 启动及呼唤继电器将驱动一个中间继电器去启动后台 PC 机。

3. 后台 PC 机及外设

本装置配置了一台 486 工业控制机体为故障录波及测距装置的后台机。后台 PC 机用于与前台机通信、储存录波数据, 并承担故障分析、故障报告制表、故障波形显示等一系列任务。

故障报告制表及故障波形可由打印机输出, 装置配备的是 LQ—1600K 打印机。

四、使用操作说明

1. 前置机部分

前置机共有 POWER1、POWER2、VFC、CPU、DI、MONITOR、ALARM、YC、GPS、POWER3 等共 10 种插件。前置机的所有操作都是通过 MONITOR 板上的 4×4 小键盘来实现的。前置机的操作主要有以下三个用途: ①生产和调试时用于调试各 CPU 及 VFC 的零漂、刻度; ②用户现场的启动定值的整定和修改; ③用户现场的时钟初值整定及打印正常运行四周曲线。

(1) MONITOR、CPU 面板及 4×4 小键盘说明 (见图 1-11-3):

1) MONITOR 面板上的有报告灯为红色。当操作打印机、装置启动向后台机送数或装置异常时打印机不能打印时此灯亮。

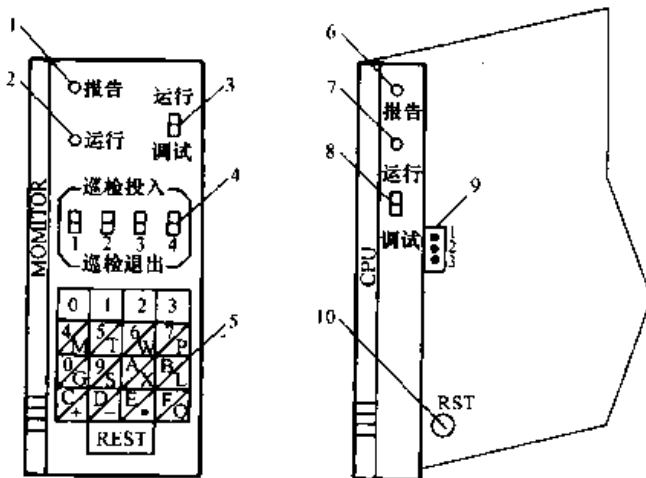


图 1-11-3 WGL—12F 小键盘示意图

2) MONITOR 面板上的运行灯为绿色, 正常运行时点亮此灯。

3) MONITOR 面板上的方式开关, 有运行和调试两个位置。

4) MONITOR 面板上的巡检开关, 有投入和退出两个位置, 4 个巡检开关分别对应 CPU1~CPU4, 只有对应的巡检开关打到投入位置, 相应的 CPU 才能投入正常运行。

5) MONITOR 面板的 4×4 人机对话小键盘。其中 0~9, 以及 A、B、C、D、E、F 是数字键, 12 个命令键与数字

键构成双功能键，是数字功能还是命令功能由前置机所处的操作状态来决定。相同的键在不同的操作状态下所起的作用不同。

6) CPU 插件的有报告灯为红色，当装置启动或装置异常时此灯点亮。

7) CPU 插件的运行灯为绿色，正常运行时此灯点亮。

8) CPU 插件的方式开关，有运行和调试两个位置。

9) 在 CPU 印制板上的跳针开关的作用是禁止或允许固化 EEPROM 定值开关。此开关跳到如图 1-11-3 所示的位置系禁止位，跳到上面两个针上是允许位。

10) CPU 印制板上的复位按键，在调试状态下用于主从连机。

(2) 前置机运行状态：对前置机的操作是通过 MONITOR 面板上的 4×4 小键盘和 MONITOR 及 CPU 板上的方式开关等来实现。据实际需要，设置了三种操作状态：调试状态、运行状态和不对应状态。

运行状态是装置投入正常使用的状态。进入此状态的操作为：

1) 将 MONITOR 插件上的方式开关打到运行位置，再将要投入运行的 CPU 插件的方式开关也打到运行位置。

2) 投入 MONITOR 插件上的巡检开关（即将欲投入运行的 CPU 插件号对应的巡检开关拨向上方）至此，如果面板上所有的绿灯都点亮，而所有的红灯均不亮，装置进入了运行状态。

3) 前置机人机对话操作。运行状态下的操作：

a) 时钟初值整定命令（用 T 键）：首先装置是正常运行状态，前置机和打印机连接，此时按下 T 键，打印机打印当时机内时间“*****”，接着换行打印输入格式提示“YYMMDDHHMMSS”。如要修正，可按此格式依次输入年、月、日、分、秒，每项用两个键，如不需修改，可按一个大于 9 的数字键，即可退出 T 键服务程序；这里需要注意两点：①年、月、日、分、秒都各输两位十进制数，如 1993 年，则只输入“93”即可；3 月输“03”，11 月输“11”，时间用 0~23 点示。如 1996 年 3 月 8 日 14 时 2 分 50 秒，可输入 960308140250；②如装置内带有 GPS 插件，时钟初值可在 ±30min 的误差范围内随意整定，整点一到，自动对准。

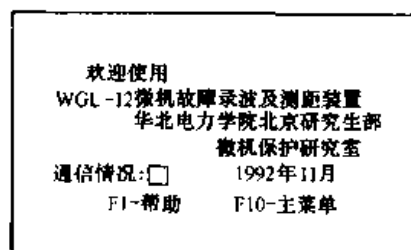
b) 打印正常运行四周波曲线的命令（用“2”键）：首先判定装置在正常运行态，前置机和打印机连接。此时按下“2”键，打印机打印 W (1, 2, 3, 4)?，用小键盘输入对应的 CPU 号（1~4），打印机就开始打印该 CPU 的 12 个模拟量和 18 个开关量的正常运行曲线，一直连续不断的可打印 4 周，如中途想停止曲线的打印，可一直按下“Q”键不动，直到打印机停止打印时松开。

五、后台机说明

图 1-11-4 为 WGL-12F 型后台机软件界面，屏幕显示的“通信情况：□”里的小方块光标“□”如果是在不间断地闪烁，表示后台机与前置机是正常联机，这时，前置机如果启动，前置机的数据就会连续不断地传送到后台机，屏幕显示如图 1-11-4 所示。

当不断显示“+”时，表示数据正常接收。有时屏幕

左下方会突然显示“接收和核验出错”，这时也不必惊慌，图 1-11-4 WGL-12F 型后台机主界面



因为前、后台之间是异步串行通信，“接收和核验出错”时前置机会自动重发，直到后台机接收正确为止。屏幕上显示“+”的多少，表明了前台机传送到后台机数据报告的长短。

六、装置故障处理

设备正常运行时，各状态指示灯应正常，故障告警灯不亮，数码管应显示时间或录波次数，设备出现异常时，将发出故障告警，运行人员通知继电保护人员处理。

第三节 YS—88A 型故障录波器

一、装置概述

YS—88A 型故障录波器测距装置适用于 220kV 以上的变电所。装置可连续记录故障 6 次，能同时完成数据存储、录波分析、测距、通信、巡检、显示等功能。本装置除了开机进行一次自检外，还定时对各前置机插件进行巡检，在任一插件出现异常时，将发出告警信号。装置可采用软、硬两种校时方法，分别可接 COM 口软校时和硬触点分校时。

二、硬件说明

本装置原理框图如图 1-11-5 所示。

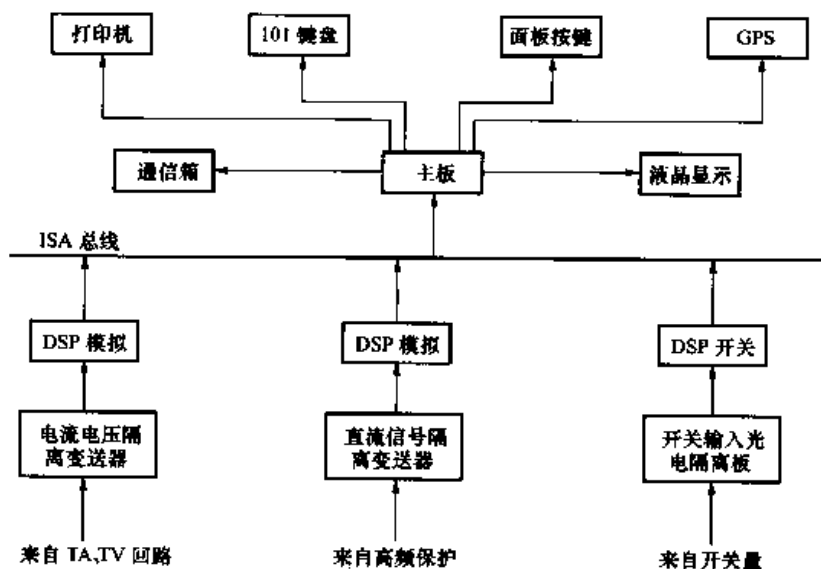


图 1-11-5 装置原理框图

1. 主机箱

本装置由工控主机板、模拟量采集卡、数字量采集卡、I/O 接口卡等组成，各功能卡性能如下：

(1) I/O 接口卡：负责总线适配、PC 机与前置机之间的数据传输、按键控制、面板指示灯控制，以及送出故障自控信号和 Watchdog（看门狗）功能。

(2) 模拟量采集卡：采用双 DSP 芯片设计，其中一片负责模拟量数据采集，另一片负责分析判断，DSP 与 PC 机之间采用双口 RAM 方式进行通信，运行程序分为固化加载程序和实际运行程序并可进行运行程序的在线修改。

(3) 数字量采集卡：采用 DSP 芯片设计，可采集 128 路开关量信息，采用固化程序和运行程序相结合的运行模式，固化程序负责上载运行程序和自检，运行程序负责采集并判断是否

要启动录波，同样 DSP 和 PC 机之间采用双口 RAM 通信方式，可进行运行程序的更改。

2. 有源变送器箱

(1) 有源箱开关量插板：完成开关量的隔离转换，开关量输入为空触点信号，经两级光电隔离后送至数字采集卡。

(2) 有源箱高频量插板：完成直流量的隔离转换，对高频收发信机录波口直流量输出信号进行变换送至模拟量采集单元进行采集。

(3) 有源箱告警插板：对 I/O 卡送来的告警及电源掉电信号进行处理，将其隔离转换成空触点信号送至光字牌。

3. 无源变送器箱

无源变送器箱内装配有电流变送器和电压变送器，电流变送器将 0~200A 电流变送为 -10~+10V 的电压量信号，送至模拟量采集卡采集。电压变送器将 0~200V 电压变送为 -10~+10V 电压量信号送至模拟量采集卡采集。每个模拟量采集箱处理 12 路模拟量。

4. 通信箱

(1) 网络通信拨号服务器 TX01：内装调制解调器、路由器、集线器、光纤转换器，用以实现光纤以太网通信方式，同时也具备电话拨号通信的功能。

(2) 网络通信拨号单元 TX02：当采用网络通信方式时，内装光纤转换器，用以实现和 TX01 连接。当采用电话拨号方式时，内装调制解调器。

5. 其他

包括键盘、打印机、交直流转换单元和 GPS。

三、装置面板说明

1. 装置面板指示灯说明

(1) 运行指示灯：正常运行时，此灯亮。

(2) 硬盘指示灯：有硬盘操作时，此灯亮或闪烁。

(3) 录波指示灯：有录波产生时，此灯亮，并接通录波铃。5min 后，自动取消录波铃，或按“取消”键，熄灭此灯并取消录波铃。

(4) 故障指示灯：装置故障时，此灯亮，并接通告警铃。

(5) 自检指示灯：正常运行情况下，隔数秒亮一次，表示装置进行了一次自检。

(6) 高速指示灯：处于高速录波时，此灯亮。

(7) 低速指示灯：处于低速录波时，此灯亮。

(8) 压缩指示灯：处于压缩录波时，此灯亮。

2. 装置面板按键说明

复位：两个复位键同时按下，系统主机复位。

实验：手动录波。

取消：等同于键盘“ESC”。

确认：等同于键盘“ENTER”。

换挡：等同于键盘“Numlock”。

换挡+↑：等同于键盘“F2”。

换挡+↓：等同于键盘“F3”。

换挡+←：等同于键盘“F5”。

换挡+→：等同于键盘“F6”。

3. 装置面板屏幕显示及使用说明

正常运行时屏幕显示如图 1-11-6 所示。

ys-88 录波系统	2001-11-01	09:16:20
2001-11-1	9:04 第 1 次	
2001-9-11	16:14 第 1 次	s114
2001-11-1	9:04 第 3 次	s97
2001-9-11	16:14 第 2 次	s64
2001-11-1	9:04 第 1 次	s49
2001-9-11	16:14 第 2 次	s80
2001-11-1	9:04 第 1 次	s65
2001-9-11	16:14 第 6 次	s128
2001-11-1	9:04 第 5 次	s113
2001-9-11	16:14 第 4 次	
2001-11-1	9:04 第 3 次	s96
2001-9-11	16:14 第 2 次	
2001-11-1	9:04 第 1 次	s65
2001-9-11	16:14 第 5 次	s17
开始		正常

图 1-11-6 正常运行时屏幕显示

屏幕上部显示系统时间，是录波时间的依据，可通过在线修改、远传校时和 GPS 校时等方法校正。屏幕的中间部分显示最新 14 次录波文件，左边为录波时间，包括年、月、日、时、分、秒及次数，右边在正常工作状态下显示相应信息，如故障类型、故障距离、启动线路、启动方式等。

屏幕的下边右部显示录波器的运行状态。共有以下几种运行状态：正常、录波、故障，如图 1-11-7 所示。

ys-88 录波系统	2001-11-01	09:17:09
2001-11-1	9:04 第 1 次	CPU5: 类型配置错
2001-9-11	16:14 第 1 次	CPU6: 类型配置错
2001-11-1	9:04 第 3 次	
2001-9-11	16:14 第 2 次	
2001-11-1	9:04 第 1 次	
2001-9-11	16:14 第 2 次	
2001-9-11	16:14 第 6 次	
2001-11-1	9:04 第 5 次	
2001-9-11	16:14 第 4 次	
2001-11-1	9:04 第 3 次	
2001-9-11	16:14 第 2 次	
2001-11-1	9:04 第 1 次	
2001-9-11	16:14 第 5 次	
开始		正常

系统监测
 系统设置
 通道定值
 分析拷贝
 参数打印
 传送参数

系统配置
 硬件配置
 采样设置
 网络设置

图 1-11-7 装置运行状态

将光标移到屏幕下部左边“开始”按钮处按回车，即弹出菜单，通过此菜单可对装置进行监测、参数设置和录波分析等各种操作。

4. 时钟整定

在主界面上，点击“开始”菜单，进入“系统设置”子菜单，在“系统设置”子菜单界面下，设定时间（年、月、日、时、分、秒）。设定后应将光标移至“时间确认”按钮处，按回车键确认。

5. 系统监测

(1) 波形监测。监测每一块模拟前置几个通道的波形，并显示其有效值。

(2) 相量监测。相量监测的作用是监测通道所接入的线路电流及其对应的母线电压，以相量圆的形式表示电流、电压的角度；以表格的形式表示它们的幅值和相位，同时可以显示系统的频率、有功功率、无功功率、正序阻抗、负序阻抗、正序电压、负序电压、正序电流、负序电流等。

6. 录波数据处理

将光标移至某一录波文件（如 2004-1-20 9:30 第一次），按回车键或方向键，将出现一个菜单，包括波形显示、故障分析、报表打印和数据拷贝四个选项。

(1) 波形显示。波形显示可以同时显示 4 个通道模拟量的波形，并给出瞬时值、有效值，或同时显示 16 个开关量通道的变位情况。在此界面下按回车键一次，屏幕左下角显示光标所在通道名称，再按回车键一次将弹出一个菜单，包括压缩、拉伸、缩小、放大、打印选择、波形打印和返回等 7 项。若需打印通道波形，则光标移至“打印选择”上按回车键，该项变成“取消打印”，在选波形打印机开始打印。最多可以同时选择 12 路模拟量通道一起打印。“返回”即退出此菜单。此界面下其他键盘操作：

→和 PgDn 光标右移，显示后一时间的波形。

←和 PgUp 光标左移，显示前一时间的波形。

↑和 Home 光标上移，显示上 4 个模拟量通道的波形。

↓和 End 光标下移，显示下 4 个模拟量通道的波形。

Numlock 换挡，以 10 倍的关系切换光标左右移动的毫秒数。

(2) 故障分析。对该次录波进行自动分析，给出如下内容：录波时间、故障线路、故障相别、故障距离、故障电压电流有效值、启动通道名称、启动类型、跳闸相别、跳闸时间、重合闸时间、再次故障类型等。打印该报告会包含故障线路各通道的波形。

(3) 报表打印。打印本次录波故障报告文字部分，不含波形打印部分。

(4) 数据拷贝。将该录波文件拷贝至软盘，可按提示进行拷贝。

四、运行状态检查

(1) 录波检查。按下主机上的试验键，启动录波，此时，主机面板上高速、低速、压缩灯同时点亮，录波告警灯亮，录波告警继电器闭合，显示器显示“录波”。录波结束后，将本次录波文件名加在显示器上的最新录波文件单中。按上、下键将光标移到本文件上，按下确认键即可观察本次录波波形。录波器启动后，在打印完录波图后，运行人员才能按复归键，复归录波器。

(2) 屏后上部两个空气断路器为交流电压空气断路器，正常运行时，Ⅰ段母线交流电压空气断路器投入，Ⅱ段母线交流电压空气断路器退出；下部两个空气断路器为交流电源断路

器和直流电源断路器，正常运行时需同时投入。

(3) 每天检查打印纸的剩余量，剩余不足时，应及时添加打印纸。

(4) 每周手动启动录波器一次，以检查录波器工作是否正常。

五、装置异常及处理方法

1. 装置异常信息

装置异常时屏幕右边将显示异常信息如图 1-11-8 所示。

ys-88 录波系统	2001-11-01	09:17:09
2001-11-1 9:04 第1次	CPU5: 类型配置错	
2001-9-11 16:14 第1次	CPU6: 类型配置错	
2001-11-1 9:04 第3次		
2001-9-11 16:14 第2次		
2001-11-1 9:04 第1次		
2001-9-11 16:14 第2次		
2001-9-11 16:14 第6次		
2001-11-1 9:04 第5次		
2001-9-11 16:14 第4次		
2001-11-1 9:04 第3次		
2001-9-11 16:14 第2次		
2001-11-1 9:04 第1次		
2001-9-11 16:14 第5次		
开始		故障

图 1-11-8 装置异常信息

装置异常包括以下几种：没有参数、启动错误、C 盘错误、D 盘错误、E 盘错误、缓冲区满、扩展内存错误、前置机错误。

其中前置机错误包括以下几种信息：CPU×× RAM0 错、CPU×× RAM1 错、CPU×× PRAM1 错、CPU×× RAM2 错、CPU×× PRAM2 错、CPU×× 采集程序校验错、CPU×× 运算程序校验错、CPU×× 数据传输错、CPU×× 参数错、CPU×× 类型配置错、CPU×× 复位错、CPU×× PCRAM 错、CPU×× 页序错、CPU×× 巡检错、CPU×× 不录波等。

2. 装置异常处理方法

设备正常运行时，各状态指示灯应正常，设备出现异常时，将发出故障告警，运行人员首先按下面板上的取消键，清除告警继电器信号，如告警信号不能复归，应通知有关人员处理。

(1) 前置机故障：显示器将显示××CPU××类型故障，可换备用插件。

(2) 频繁启动：显示器提示频繁启动故障。出现该故障后，将停止录波，并检测前置机的工作状态。若 40s 内无录波启动信号，则自动恢复正常状态。

(3) 电源故障：若整机掉电，则应检查装置供电电源及交直流空气断路器是否完好。若是某几路电压丢失，导致装置电源告警，则可能是输出该组电压的断路器电源损坏，或该组电压被短路引起电源保护，出现此现象，应立即关掉电源，排除故障后，方可恢复运行。

(4) 通道正常：手动录波后，进行波形分析，若波形图上该通道无正常波形，则是该通

道不正常，原因可能是接线不好、内部接触不良、对应变送器损坏、前置机损坏等。

(5) 主机故障：若装置出现故障告警，运行灯不亮，按下试验键后，无录波现象，则可能是主机故障。

第四节 SH—2000 型故障录波器

一、装置概述

1. 录波功能

可记录电流、电压、零序、负序、高频量、开关量等，录波数据保存不丢失。

2. 录波量

本装置最多可记录 72 路模拟量，144 路开关量，16 路高频量。

3. 具有巡检功能

本装置定时对前置机的各插件进行巡检，当发现任一插件出现异常时，立即发出告警信号，并指示出异常信息。

4. 具有远传功能

通过本装置的接口和数据线，可以将录波数据进行上传。

5. 卫星校时功能

装置上设有校时接口，可以接收 GPS 的对时信号，对录波器进行校时。

二、硬件结构

1. 录波器的分类

录波器按功能分为前置机和后台机两部分：

(1) 前置机。前置机主要实现电流、电压、高频量、直流量、开关量等电气量的采集和启动判断及数据存储、GPS 同步、告警信号输出、与后台机通信等功能。

主要有以下几部分组成：前置计算机、CPU 采集板、高频/直流隔离板、开关量隔离板、GPS 对时设备等。

(2) 后台机。后台机是一个工控计算机，运行平台为 Windows 98 操作系统，主要实现人机界面、数据备份、录波数据分析和远传通信等功能。

录波器在线工作时会自动关闭后台机，一般无操作 30min 自动关闭后台机，当启动录波时，后台机会自动上电运行。需要使用后台机时，可以按录波器面板上的“手动启动”按钮。

2. SH—2000 型故障录波器装置平面结构

本装置由 1N 机箱（包括前置机 CPU 插件—3、后台工控机—5），2N 机箱（互感器箱—11），3N 机箱（包括开关量输入插件—6、GPS 对时插件—9、高频隔离插件—7）组成。GPS 卫星对时插件，采用 GARMIN25 模块，通过卫星天线接收卫星的对时信号，经过处理后对计算机主机进行精确对时。高频变换插件使用直流隔离放大器接在收发信机和前置机箱之间，对收发信机输出“高频通道录波”信号进行隔离，然后接入前置机插件，以保证高频信号录波的正确和安全。计算机主机装有 CPU 专用的通信分析软件，主要完成定值的整定、故障数据的保存和分析。柜体平面布置如图 1-11-9、图 1-11-10 所示。

3. 硬件设备的连接

(1) 端子和输入量的关系。1D 端子为电压输入端子，2D 为电流输入端子，3D 为信号

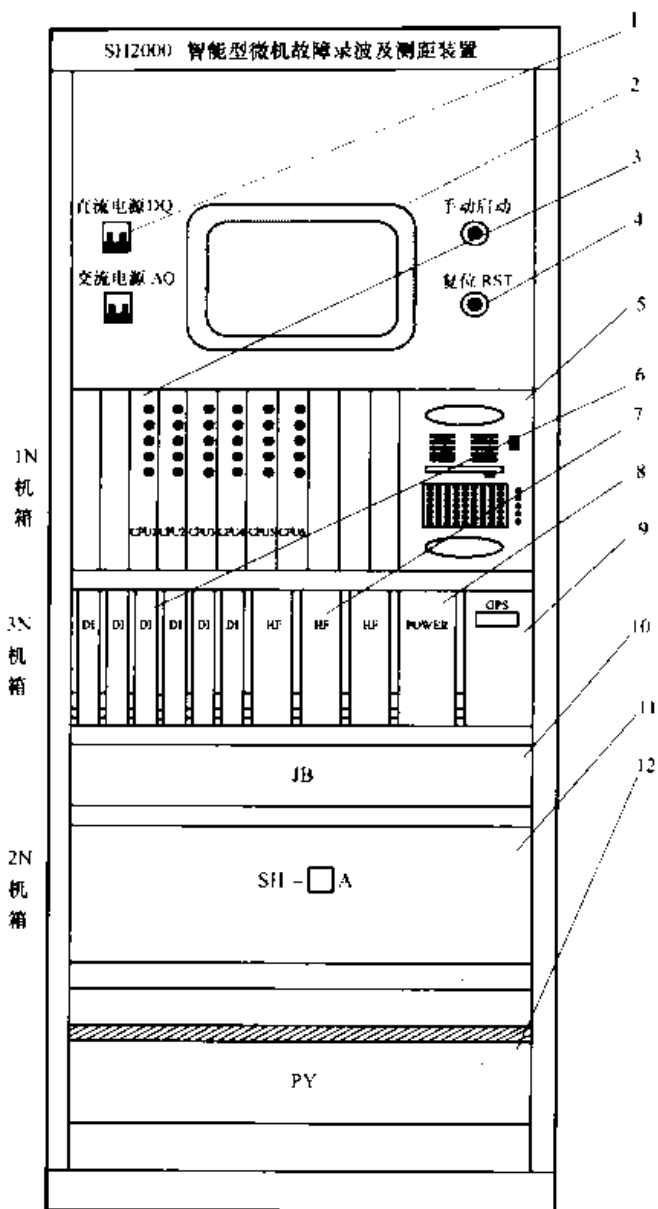


图 1-11-9 柜体正面布置图

1 交、直流开关；2—显示器；3 采集存储控制功能块；4 复位按钮；5 后台分析通信功能块；6 开关量采集功能块；7—高频量采集功能块；8 电源系统功能块；9 GPS 对时系统功能；10 键盘；11 交流信号交换功能块；12 打印机

- L2 通信灯，前置机通信时闪烁
- L3 录波灯，启动录波时闪烁
- L4 报警灯，CPU 板有故障时亮
- L5 调试灯，前置机进入调试状态时闪烁

三、软件介绍

1. SH—2000 系统目录

【C:\SH2000】是主目录，系统文件都存储在此目录下。

端子（启动呼唤、装置异常、通信、卫星对时等），4D 开关量输入端子，5D 为高频量输入端子，6D 为电源输入端子。

(2) 硬件 GPS 的连接。SH-2000 的 GPS 的接线方式为录波器提供串口，GPS 数据通过工控机 COM 口接入。

(3) 通信端口的连接。通信接口常规配置以太网口，也可根据要求配置数据 Modem、光纤接口。

(4) 机箱插座定义。1N 机箱插板从左向右依次为 CPU1、CPU2、CPU3、CPU4、CPU5、CPU6。背板有两排 DUBP25 座，上一排从左向右依次为 XS1、XS2、XS3、XS4、XS5、XS6，分别对应 2N 机箱的 XS1、XS2、XS3、XS4、XS5、XS6；下一排从左向右依次为 XS7、XS8、XS9、XS10、XS11、XS12、XS13、XS14，分别对应 3N 机箱的 XS1、XS2、XS3、XS4、XS5、XS6、XS7、XS8。

2N 为互感器箱，满配置 72 路，有 6 个输出端口，依次为 XS1、XS2、XS3、XS4、XS5、XS6，各输出 16 路。

3N 机箱为直流隔离箱，有 144 路开关量和 16 路高频量的隔离，依次为 XS1、XS2、XS3、XS4、XS5、XS6、XS7、XS8、XS9 等 9 个端口。

4. 面板信号灯定义

SH—2000 CPU 板指示灯定义：

L1 运行灯，闪烁

【C:\SH2000\DATA】存储原始录波数据目录。

【C:\SH2000\STANDARD】是存储标准录波数据目录，在录波产生文件时，程序自动生成 SHW 格式。

【C:\SH2000\REPORT】存储录波报告目录，保存最近 1000 个录波报告和录波文件。

【C:\SH2000\TXT】存储文本格式录波报告，保存最近 1000 个录波报告和录波文件，与序号对应。

【C:\SH2000\DIARY】存储运行日记的目录，每天一个文件，以年月日为文件名。

2. SH-2000 命名规则

(1) SH 2000 文件命名规则：

□□□□ □□
 年 1800~2200 月 01~12
 □□ □□ □□
 日 01~31 时 00~23 分 00~59
 □□□
 序号 000~999

(2) 运行日记命名规则：

□□□□ □□ □□
 年 1800~2200 月 01~12 日 01~31

(3) 录波报告命名规则：

SHR

□□□□

对应录波文件序号 000~999

3. SH-2000 系统文件说明如表 1-11-1 所示

表 1-11-1

系统文件说明

文件名称	说 明	文件名称	说 明
Sh2000.exe	SH-2000 运行主程序	Hardint7.vxd	SH-2000 设备驱动程序
Sh2000debug.exe	SH-2000 调试主程序	Sh.txt.cip	加密的人员管理文件
Myvxddi.dii	运行主程序的动态加载库	Sendfile.dat	自动上传信息文件
Debugvxd.dii	调试主程序的动态加载库	SH-2000.ini	系统配置文件
Shconst.sys	定值文件		

四、主画面介绍

1. 采集板状态区

采集板状态区位于主界面左上方，【系统状态】菜单内容包括 1 号采集板、2 号采集板、

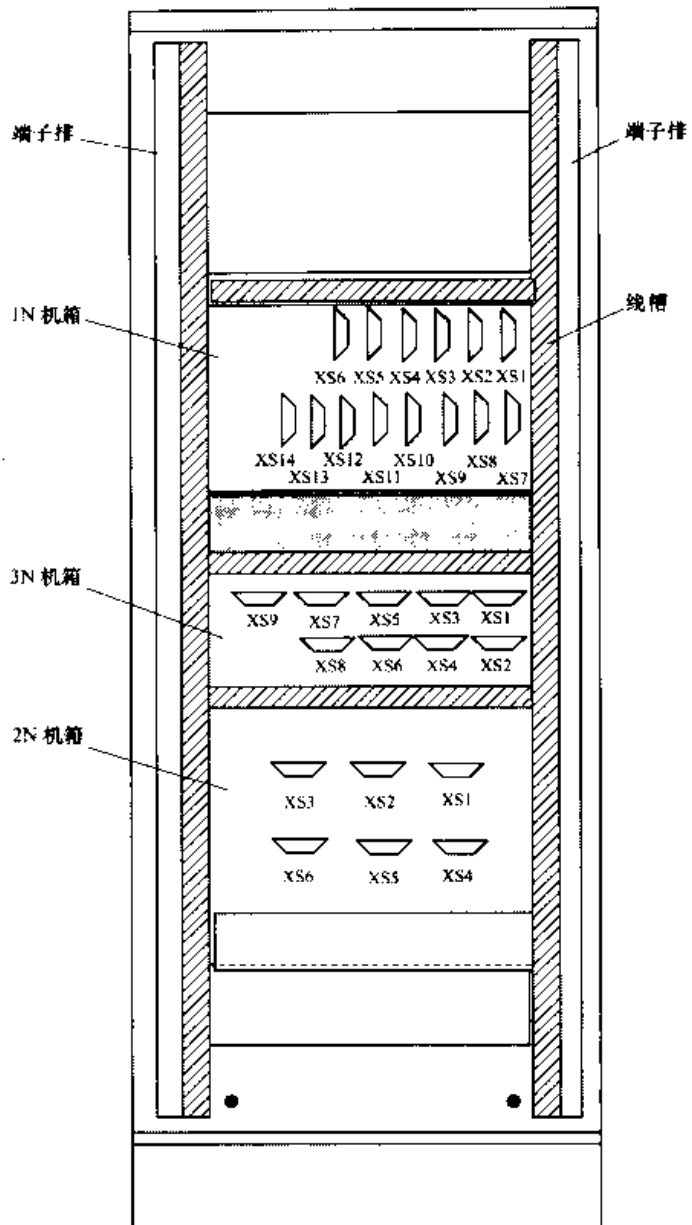


图 1-11-10 柜体背面布置图



3号采集板、4号采集板、5号采集板、6号采集板六个子菜单。

采集板的信号灯的含义如下：

绿色灯：采集板工作正常；

红色灯：采集板工作故障；

黄色灯：采集板异常；

灰色灯：无采集板。

2. 主板状态区

主板状态区是显示后台机的状态，有电源电压、CPU工作电压、CPU核心电压、I/O设备电压、主板现在温度的额定值和测量值。

3. 录波器配置状态区

录波器配置状态区是显示本台设备硬件配置情况信息。模拟量是包含电压量和电流量，每一个量是一个采样通道。一般习惯称一条线路对应A、B、C、N四个采样通道。

4. 录波区

录波状态有3种：没有录波、正在录波、录波结束。

【录波序号】：显示最近录波文件的序号，录波序号范围为000~999。

【录波文件】：显示最近录波文件SHD格式文件名，此文件存放在“C:\SH2000\DATA”目录下，如果要查找SHW格式文件，可以在“C:\SH2000\STANDARD”目录下查找。

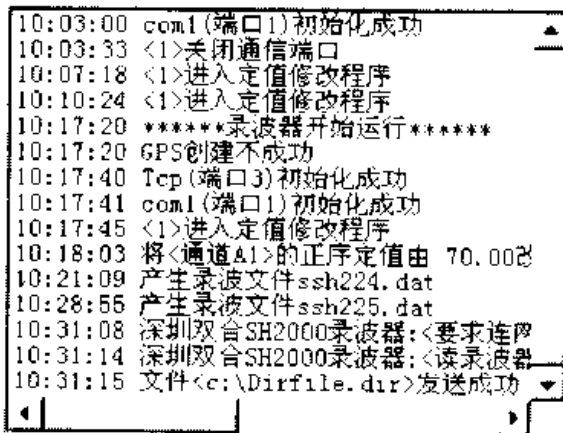
【录波进度】：显示录波文件的记录长度。

5. 运行日记状态区

运行记录如图1-11-11所示。记录当天0:00~23:59所有发生的事件。超过0时后将当前运行日记按运行日记文件格式存入“C:\SH2000\DIARY”目录变成历史运行日记，历史运行日记文件可以用“写字板”程序打开。

6. 通信状态区

如果通信状态灯是灰色说明端口没有打开，没有进行通信设置。无通信状态如图1-11-12所示。



```
10:03:00 com1(端口1)初始化成功
10:03:33 <1>关闭通信端口
10:07:18 <1>进入定值修改程序
10:10:24 <1>进入定值修改程序
10:17:20 *****录波器开始运行*****
10:17:20 GPS创建不成功
10:17:40 Tcp(端口3)初始化成功
10:17:41 com1(端口1)初始化成功
10:17:45 <1>进入定值修改程序
10:18:03 将<通道A1>的正序定值由 70.00%
10:21:09 产生录波文件ssh224.dat
10:28:56 产生录波文件ssh225.dat
10:31:08 深圳双合SH2000录波器:<要求连接
10:31:14 深圳双合SH2000录波器:<读录波器
10:31:15 文件<c:\Dirfile.dir>发送成功
```

图 1-11-11 运行记录

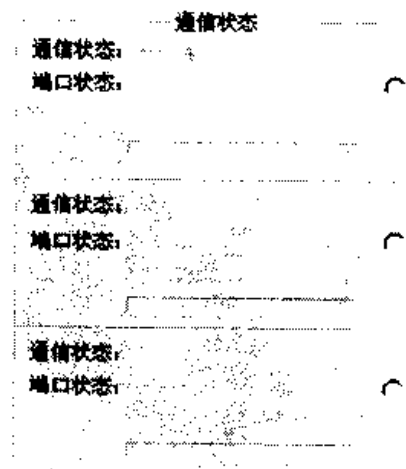


图 1-11-12 无通信状态

等待通信状态如图 1-11-13 所示。等待通信状态说明硬件连接正常（SHRS31 和 SHLAN20 协议不能证明硬件连接正常），软件设置正常可以通信，如果有主站呼入就可以通信。

正在通信传输状态如图 1-11-14 所示。

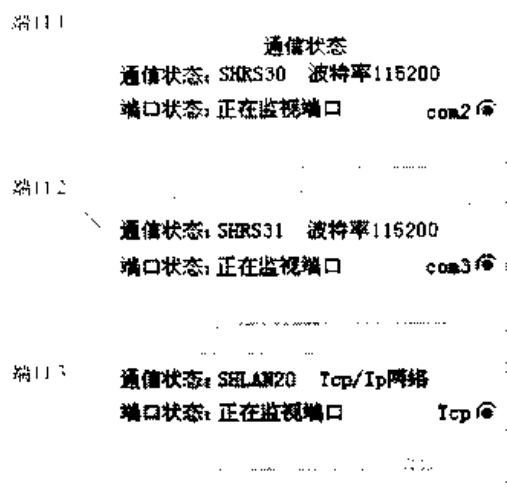


图 1-11-13 等待通信状态

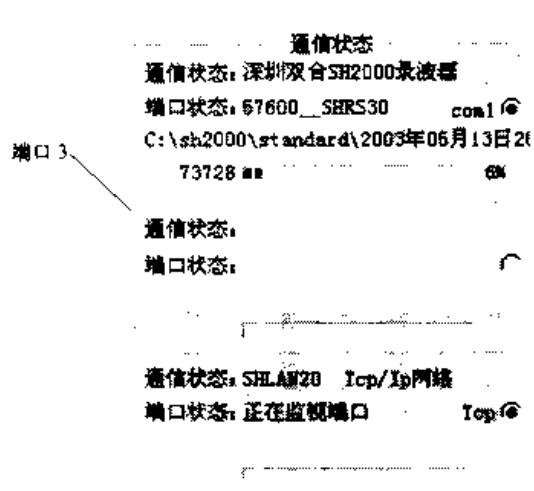


图 1-11-14 正在通信传输状态

端口 1：SHRS3.0 用于通过 MODEM 和远方调度连接。

端口 2：SHRS3.1 用于通过 RS232 或 RS485D 和本地自动化系统连接。

端口 3：SHLAN2.0 用于通过以太网（TCP/IP）和本地及远方调度连接。

7. 最近 20 个录波文件显示

最近 20 个录波文件列表，每个文件显示：录波文件名称、故障类型、启动原因、故障线路名称、记录长度。双击鼠标可以直接打开对应的录波文件。

表中字体的颜色含义为：

红色 没有通过双击鼠标直接打开对应的录波文件，说明录波图还没有看过。

蓝色 已经双击鼠标直接打开对应的录波文件，录波图已看过。

录波文件表格如图 1-11-15 所示。

录波文件名称	故障类型	启动原因	故障
2003年05月14日10时00分25秒_ssh223.shw	区内无故障	[信号启动]	
2003年05月13日21时07分15秒_ssh222.shw	区内无故障	[信号启动]	
2003年05月13日20时57分21秒_ssh221.shw	区内无故障	[信号启动]	
2003年05月13日20时46分12秒_ssh220.shw	区内无故障	[信号启动]	
2003年11月05日22时48分59秒_ssh219.shw	区内无故障	[信号启动]	
2003年11月05日18时35分52秒_ssh218.shw	区内无故障	[信号启动]	
2003年11月05日12时29分22秒_ssh215.shw	区内无故障	[信号启动]	

图 1-11-15 录波文件表格

五、菜单介绍

1. 主菜单介绍

SH—2000 主菜单如图 1-11-16 所示：

参数设置(S) 分析计算(A) 系统管理(M) 打印(P) 关于(O)

图 1-11-16 主菜单

(1) 点击【参数设置】，弹出子菜单，如图 1-11-17 所示：

系统参数设置(S)
通信参数设置(T) ▶
清除所有通信断点(C)

图 1-11-17 【参数设置】子菜单

【系统参数设置】：设置前置机启动定值和故障分析、波形显示的参数。

【通信参数设置】：设置 SH—2000 型和调度端、综合自动化系统相连的通信参数。

【清除所有通信断点】：SH—2000 型有断点续传功能和自动上传功能，在设定了自动上传功能后，如果故障文件因通信原因无法上传，则会不停顿的自动上传，直到成功。断点续传功能用来删除未上传完的通信参数，使其不再上传。

(2) 点击【分析计算】，弹出子菜单，如图 1-11-18 所示：

波形分析
谐波分析
浏览故障分析报告
浏览录波文件定值

图 1-11-18 【分析计算】子菜单

【波形分析】：对录波文件定量分析。

【谐波分析】：对录波文件进行谐波分析和矢量分析。

【浏览故障分析报告】：对 standard 目录下和 report 目录的故障报告进行查看。

【浏览录波文件定值】：SH—2000 型的 SHW 文件是复合文件，在录波时已经将启动时录波器的参数也存在文件中，方便以后查看和分析。

(3) 点击【系统管理】，弹出子菜单，如图 1-11-19 所示：

文件备份
更改密码
人员权限设置
硬盘最小容量设置

图 1-11-19 【系统管理】子菜单

【文件备份】：SH—2000 型的采样率高，录波文件长度大，超过软驱的容量，用此菜单。能将录波文件自动切为磁盘能保存的长度，并能将切分的文件恢复。

【人员权限设置】：SH—2000 型提供四种操作管理权限，防止用户误操作。

【硬盘最小容量设置】：提供一个硬盘维护计划，满足用户运行需要。

(4) 点击【打印】，弹出子菜单，主要打印录波器的定值参数，如图 1-11-20 所示：

打印定值表
打印零漂值
打印线路参数
打印开关量表

图 1-11-20 【打印】子菜单

2. 波形分析主菜单介绍

点击【分析计算】中的【波形分析】，窗口菜单如图 1-11-21 所示：

文件(F) 线路显示(L) 分析(A) 设置(S)

图 1-11-21 【波形分析】子菜单

(1) 点击【文件】，弹出菜单，如图 1-11-22 所示：

文件查找(F)... Ctrl+F
打开(O)... Ctrl+O

开关变位表
打印(P)... Ctrl+P

最近文件

退出(X)

图 1-11-22 【文件】子菜单

【文件查找】提供一个可按时间或故障类型查找文件的功能。

【打开】打开波形数据文件。

【开关变位表】产生一个变位开关的列表，可打印。

【打印】提供一个选择打印线路和打印时间段的功能。

【最近文件】最近打开的文件，暂未使用。

【退出】退出波形分析窗口，返回主界面。

(2) 点击【线路显示】，弹出子菜单，如图 1-11-23 所示：

组合显示(C)

图 1-11-23 【线路显示】子菜单

【组合显示】提供一个选择显示哪些条线路的一个对话框，默认显示故障线路或第一条线路。

(3) 点击【分析】，弹出子菜单，如图 1-11-24 所示：

前导曲线(D)... Ctrl+D
分析简报(A)... Ctrl+A
显示定值文件...

谐波分析...

图 1-11-24 【分析】子菜单

【分析简报】显示一个简报窗口，其中包括故障时间、故障相别、故障距离等、故障前2周和故障后5周的有效值等。通过它就可了解故障的全貌。

【显示定值文件】显示定值、录波产生时刻的定值文件。

【谐波分析】显示当前线路的谐波分析和序分量分析。

(4) 点击【设置】，弹出子菜单，如图 1-11-25 所示：

窗口设置 (W)
背景设置
颜色设置

图 1-11-25 【设置】子菜单

【窗口设置】提供设置波形显示数值上的设定，包括数值和时间。

【背景设置】设置波形显示的背景色。

【颜色设置】设置当前显示的波的颜色。

3. 波形分析弹出菜单介绍

在【波形分析】窗口中，波形上点鼠标右键，弹出菜单条，如图 1-11-26 所示：

故障报告
谐波分析
启动原因

定值文件
测量幅值

通道颜色设置
故障分析阈值
通道显示比例修改
重新设定分析电压

录波各段周波数

图 1-11-26 【波形分析】窗口弹出菜单

【故障报告】显示当前录波文件的故障分析报告。

【谐波分析】显示当前线路的谐波分析和序分量分析。

【启动原因】显示当前录波文件启动通道、启动定值，如果是开关量显示信号启动。

【定值文件】录波器的数据文件保存着数据产生时的定值环境，点击此选项显示定值。

【测量幅值】点击“测量幅值”，再将光标在波形图上想要测量的位置点击，就显示当前点的瞬时值和时间，连续点并在同一通道显示当前点的瞬时值、时间和第一个点的相对瞬时值、相对时间。点击鼠标右键全部消失，结束此命令。

【通道颜色设置】修改当前选择通道的颜色。

【故障分析阈值】在个别复杂情况下，如果故障分析报告不对，通过修改此阈值，可以得到正确的故障分析报告。

【通道显示比例修改】通过减少当前通道的最大值可以让一个通道或一条线路放大。如图 1-11-27 所示。

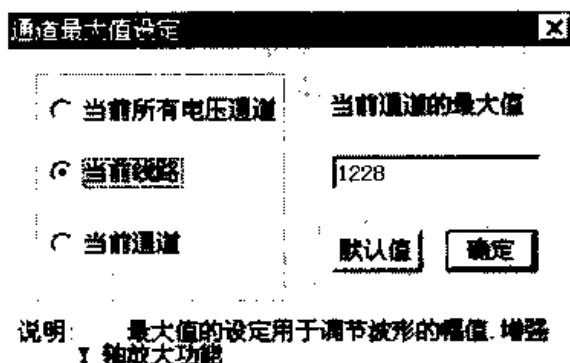


图 1-11-27 通道显示比例修改画面

【重新设定分析电压】当选择电流线路时变为有效，电压线路无效变灰。如果是双母线，当倒换母线时，可以通过它修改指定电压，再重新分析计算。

【录波各段周波数】显示当前录波文件重入次数和各段的周波数或点数。

六、功能介绍

1. 录波文件的打开

在【波形分析】窗口下，选择【文件】菜单，点击【打开】即可。

2. 波形显示说明

波形显示以线路为单位来显示，开关量、高频量也随它所在的线路一起显示，图形上 AB 段分界线以红色竖线标记，BC 段、CD 段、DA 段分界线以黄色竖线标记。

3. 波形的幅值和时间的测量

方法一：在要测量的点上按鼠标左键，在屏幕的左边显示为要测的点的幅值，下边为该点的时间。

方法二：在要测量的点上按鼠标右键，在弹出的菜单中选择【测量幅值】会显示该点的时间和幅值，用左键点第二个点会显示第二个点的幅值和时间，还有第一个点的相应幅值，和相对的时间。再次按鼠标的右键取消测量。

4. 设定显示线路

设定显示线路在【线路显示】菜单中选择【组合显示】，在弹出的对话框中选择要显示的线路，【故障线路】为默认的显示的线路，在所选的线路前打对钩，按【显示】即可。

5. 波形的打印方法

在【波形分析窗口】中点击状态栏中的打印机图标，或点击文件下拉菜单中的【打印】，进入【波形打印】设置，与【组合显示】一样，选择要打印的波形和线路，点击【波形打印】即可，【默认设置】即设置为默认的线路和时段。默认线路是有故障时为故障线路，没有时为第一条线路，时间长度为整个录波时间长度。

6. 波形颜色的改变

点击鼠标右键弹出菜单，选择【通道颜色设置】即可。

7. 开关量和高频量波形的显示方法

开关量和高频量随它所在的线路一起显示。开关量只显示高低状态，高频和电压通道显示相同的幅值，在 SH—2000 系列录波器中，高频和开关量不能作为一个独立的通道显示，

必须将其加入相关的电流或电压中才能显示。

如果要显示的开关量没有添加在任何电流或电压中，可以修改定值文件中的【线路参数设置】的【添加开关量】，保存后，以后生成的录波文件当显示对应线路或母线时自动显示开关量。

如果录波文件已经完成，想显示开关量可以修改定值文件中的【线路参数设置】的【添加开关量】，保存定值。打开【波形分析】窗口，使用【打开文件】将文件类型选择原始数据文件，在 SH-2000\data 目录下寻找对应的文件，按【确定】就可以显示开关量波形。

8. 开关量和高频量波形的打印方法

开关量和高频量随它所在的线路一起打印。具体打印方法见波形打印。

变位开关量可以单独打印，在【开关变位表】，在复选框中，选变位开关量，只打印变位的开关量；不选，则打印所有的开关量。如图 1-11-28 所示。

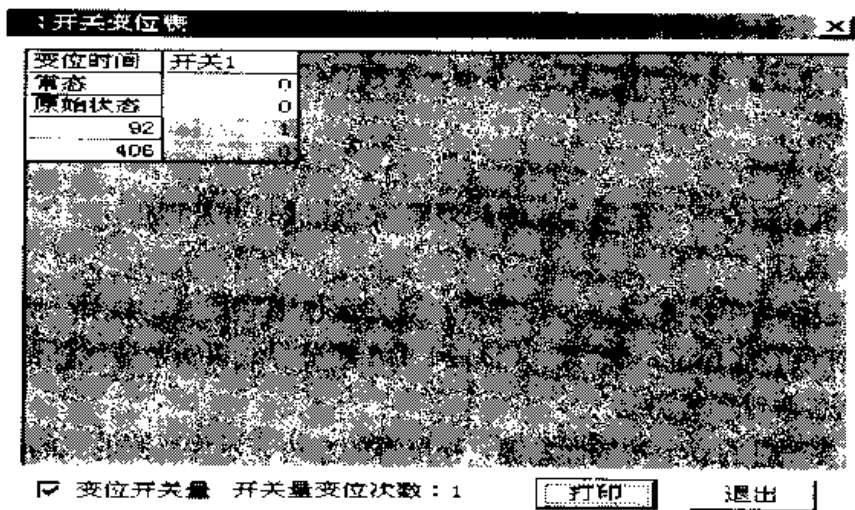


图 1-11-28 开关变位表画面

9. 开关量变位表

在【波形分析窗口】中，打开波形文件，在【文件】菜单中选择【开关变位表】即可。

10. 录波文件定值的显示

在波形图上点击鼠标右键，弹出菜单，选择【定值文件】即可。

11. 录波文件启动原因

在波形图上点击鼠标右键，弹出菜单，选择【启动原因】即可。录波启动分析画面如图 1-11-29 所示。

12. 录波文件参数

在波形图上点击鼠标右键，弹出菜单，选择【录波各段周波数】即可。

【显示 AB 段周波数】不选择此项，列表显示的是 AB 段的采样点数。

波形分段长度设定画面如图 1-11-30 所示。

13. 故障分析报告

SH-2000 系列录波器的故障报告是以录波数据为基础分析得到的，所以只要有录波数据和对应的定值文件，就能产生报告。SHW 格式文件就是包含定值和数据的录波文件，

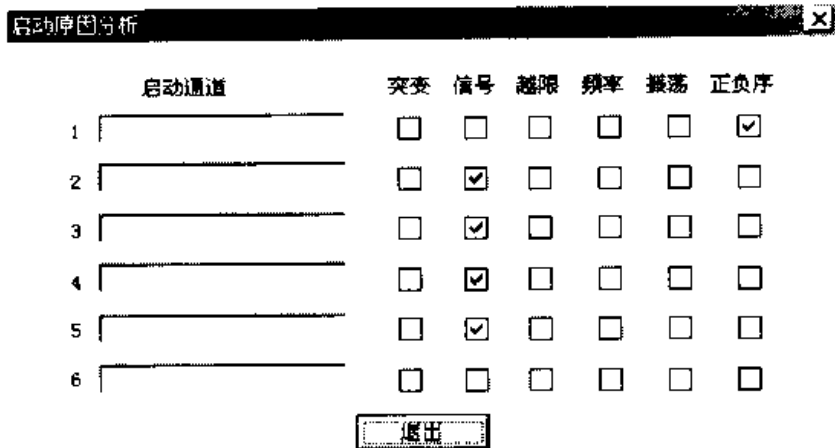


图 1-11-29 录波启动分析画面

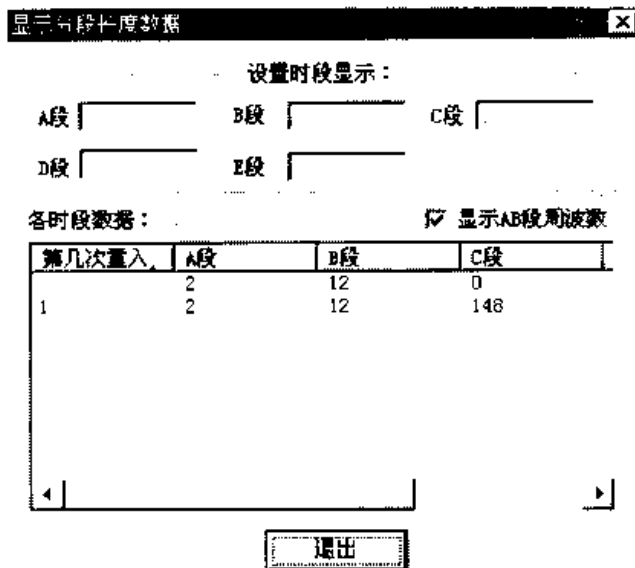


图 1-11-30 波形分段长度设定画面

SHD 只有录波数据不能产生报告。

14. 录波报告的分类

SH-2000 型录波器录波报告分为 3 类：SHR、TXT、SHW。

SHR——SH-2000 型录波器标准的录波报告没有波形数据，以 2 进制文件形式存储。

TXT——SH-2000 型录波器标准的录波报告没有波形数据，以文本文件的形式保存，一般用在 MIS 系统中做数据交换。

SHW——包含波形和故障报告的文件，SH-2000 系列录波器的标准录波文件保存形式。

15. 录波报告的打开

SHR 和 SHW 格式的打开方式：用鼠标点击菜单“分析计算”的“浏览故障分析报告”，出现如下窗口，选择打开的文件类型 SHR，按“打开”按钮，就能打开 SHR 故障报告。SHR 格式故障报告保存在“C:\SH2000\REPORT”目录下，最多保存 1000 个。

16. 录波报告和波形的显示

用鼠标点击菜单【分析计算】的【波形分析】，进入波形分析界面后再点【打开文件】，选择录波数据文件，打开文件的窗口如图 1-11-31 所示。

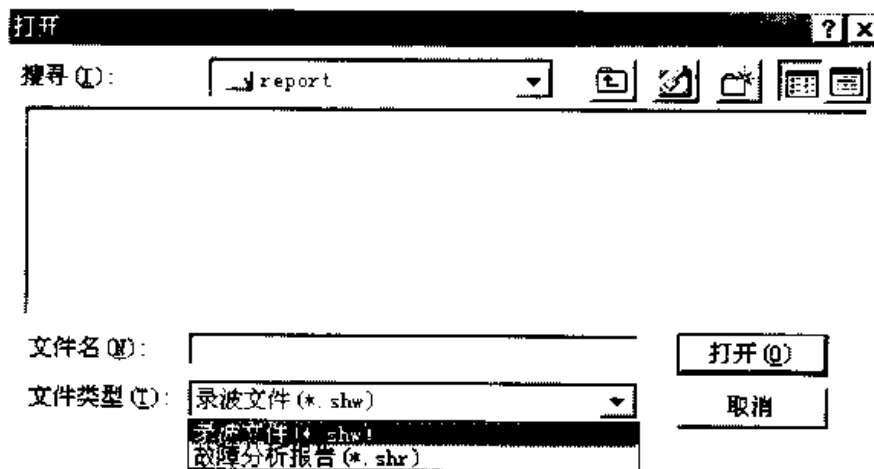


图 1-11-31 打开文件的窗口

点鼠标右键，弹出菜单。选择故障报告将根据设定的故障分析参数逐条线路计算故障报告，如果有故障，就显示故障报告，否则显示区内无故障报告。

17. 录波文件的故障分析参数设置

在“波形分析”窗口点击鼠标右键，选择“故障分析阈值”出现如图 1-11-32 所示窗口。

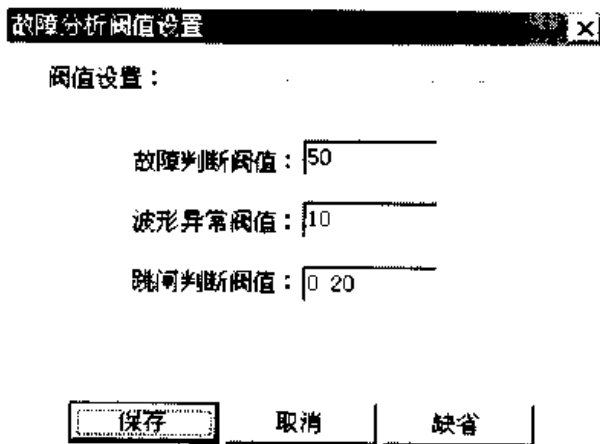


图 1-11-32 故障分析阈值设置窗口

由于录波数据很大，每个周波都进行故障计算会很慢，所以采用波形比较方法，发现波形有异常时再进行故障计算，【故障分析阈值】就是检查波形异常的参数。

【故障判断阈值】：如果发生故障时有多条线路也感应有故障电流，通过将此阈值调高，可以过滤故障电流小的线路。只有大于阈值，才进行故障分析计算。阈值和故障电流有效值成正比。公式为

故障判断阈值 = 故障电流有效值 × 28.654

【波形异常阈值】：2个周波连续3个相同相位的点幅值超过此阈值才进行故障分析。相当于突变点的幅值。公式为

波形异常阈值 = 突变幅值 × 14.327

【跳闸判断阈值】：装置的跳闸是以电流消失为判断依据的，小于此值为是电流消失。跳闸判断阈值是电流有效值。由于装置判跳闸是以电流消失的先后为依据，在有些三相连跳系统中，可能跳闸不一致而误判，如果跳闸类型不对可以增大其值。

18. 故障分析报告的保存

故障分析报告可以保存为 SHR 和 TXT 格式，SHR 格式可以转化为 TXT 格式，但不能反过来操作。在故障报告窗口中，选择菜单，可以保存为 SHR 或 TXT 格式。

19. 故障分析报告的查找

录波器中存放录波文件的目录是在 C:\SH2000\STANDARD 中，可在此目录下查找录波文件。

在“波形分析”窗口中，选择“文件”的“文件查找”项，显示窗口如图 1-11-33 所示。

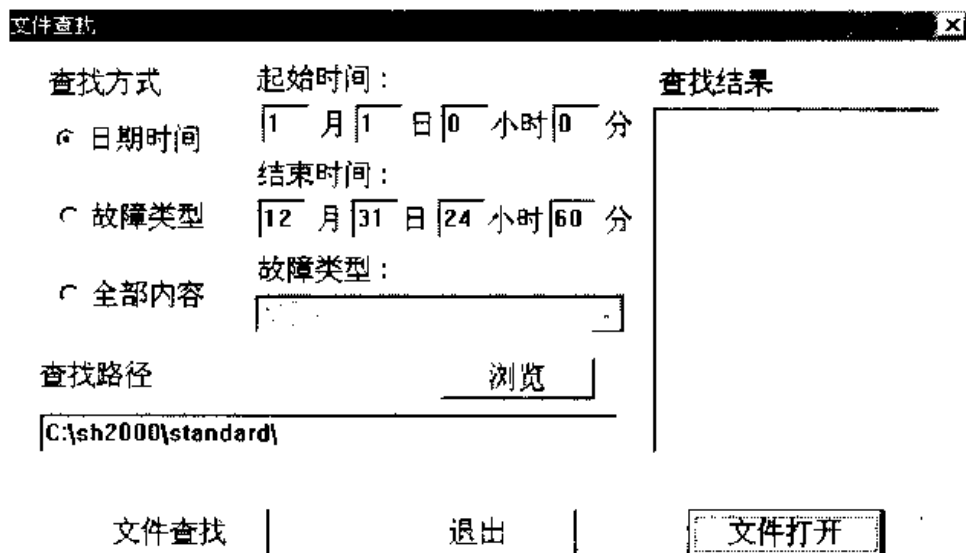


图 1-11-33 文件查找窗口

【日期时间】：选择以时间方式查找，输入“起始时间”和“结束时间”，按“确定”按钮，如果有满足条件的就显示在“查找结果”列表中。选择列表的文件按“打开”按钮就可以直接显示波形文件。

【故障类型】：选择以故障类型方式查找，“故障类型”变有效，选择要找的故障类型，按“确定”按钮，如果有满足条件的就显示在“查找结果”列表中。选择列表的文件按“打开”按钮就可以直接显示波形文件。

【全部内容】：选择以时间和故障类型都满足的方式查找。要输入“起始时间”和“结束时间”，选择要找的“故障类型”，按“确定”按钮，如果有满足条件的就显示在“查找结果”列表中。选择列表的文件按“打开”按钮就可以直接显示波形文件。

【查找路径】：系统默认的目录是 C:\SH2000\STANDARD，用户可以指定其他目录。查找只找目录下的文件，不支持目录嵌套，不查找子目录下的文件。

【浏览】：选择其他查找的目录。

20. 谐波分析和矢量分析

谐波分析主要是进行故障分析时根据谐波的特点判断故障原因，在正常时，可以检查电能质量。矢量分析是观察故障发生时的各相之间相位的变化情况，对故障进行定性分析，是判断故障的主要工具。在谐波分析中，0次谐波是指直流量，只有在 AB 段才能进行谐波和矢量分析。

21. 谐波和矢量分析的打开

方法一：选择菜单“分析计算”的“谐波分析”项，弹出如图 1-11-34 所示窗口。

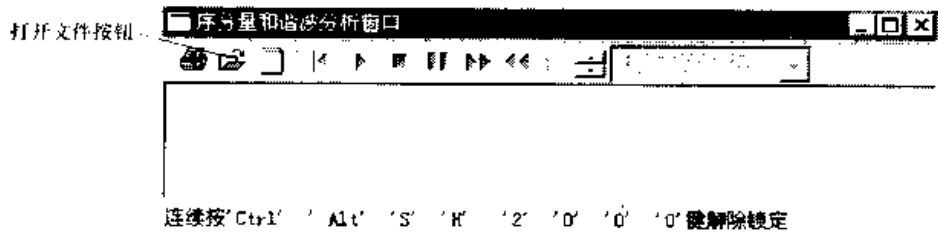


图 1-11-34 序分量和谐波分析窗口

按打开文件按钮，选择录波文件，就可以进行谐波分析和矢量计算。

方法二：在“波形分析”中，打开录波文件，用鼠标选择要分析计算的线路，用鼠标左键指定时间，点右键在弹出的菜单项中选择“谐波分析”，弹出分析窗口。

窗口的标题显示分析的文件名称和故障时间。显示的数据是以鼠标设定点开始一个周波的录波数据分析结果。黄、绿、红分别表示 A、B、C 相，零序不进行谐波和矢量分析。

【幅值】：显示各次谐波的有效值。

【相角】：显示各次谐波当前点的相位。

【百分比】：显示各次谐波在此周波内的百分比含量。

【有效值】：此相线路的当前周波的有效值。

22. 谐波和矢量计算界面介绍

谐波和矢量计算界面如图 1-11-35 所示。

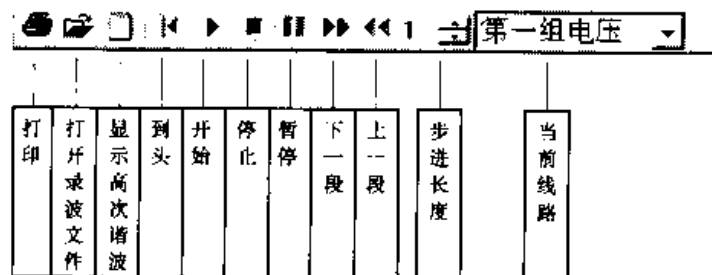


图 1-11-35 谐波和矢量计算界面

【打印】：打印当前谐波分析和矢量计算结果。

【显示高次谐波】：在电力系统中，每次故障都会有一定数量的高次谐波产生，对 13 次

以下谐波，可以用棒图和表显示。13次以上谐波由于量大，只有特殊情况使用，所以就以表格的形式显示有效值和相位。此按钮可以打开或关闭高次谐波窗口。

【到头】：将播放指针指向录波文件的开头。

【开始】：将播放指针指向录波文件的开头，以设定的步进长度开始自动顺序显示谐波分析和矢量计算。

【停止】：将播放指针指向录波文件的开头，停止顺序显示谐波分析和矢量计算。

【暂停】：保存播放指针当前位置，停止顺序显示谐波分析和矢量计算。

【下一段】：如果录波文件有重入段，将播放指针指向下个重入段的开始。

【上一段】：如果录波文件有重入段，将播放指针指向上个重入段的开始。

【步进长度】：设定顺序显示谐波分析和矢量计算的每次步进长度，单位是采样点，最大是24。

23. 人员权限管理

人员权限管理是指给不同的操作员不同权限，以保护设备的正常使用。使用者分为管理员和用户，管理员可建立新用户、删除用户、分配用户操作权限，只有第一个管理员可以建立新的管理员，查看所有使用者的密码，管理员拥有所有操作权限。用户无法更改权限。

24. 故障分析报告打印

在【波形分析窗口】中，点击【分析】，弹出下拉菜单，点击【分析简报】。如图 1-11-36 所示，按“打印”即可。

故障分析报告窗口如图 1-11-36 所示。

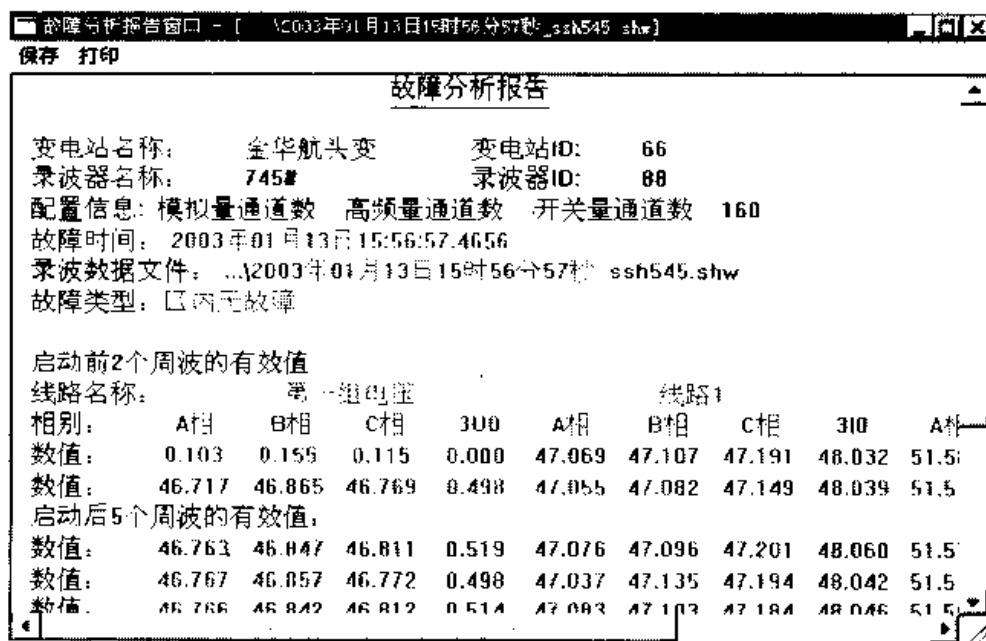


图 1-11-36 故障分析报告窗口

25. 自动打印

自动打印有自动打印波形和自动故障报告，在 sh2000.ini 中 [SYS_SETUP] 下，设 AutoPrintReport=1 为自动打印故障报告，AutoPrintWave=1 为自动打印波形。

七、录波器的日常运行规定

1. 手动启动录波检查

定时或定期手动启动录波，以观察录波器的启动和运行情况，具体方法为：按录波器屏上的“手动录波”按钮可启动录波。

2. 查看运行日记

每天应查看主页上运行记录栏，可知当日录波器启动和运行情况。

3. 观察录波器状态灯

每天应查看录波器面板上的状态灯。

运行指示灯闪烁表示前置机处于运行状态；

通信指示灯闪烁表示前置机正在通信；

录波指示灯闪烁表示录波器正在录波；

告警指示灯闪烁表示 CPU 板故障；

调试指示灯闪烁表示前置机处于调试状态。

4. 通信端口状态检查

(1) 对于采用以太网卡通信，在正常情况下，主页面通信状态栏会显示 SHLAN2.0 协议，TCP/IP 网络，端口状态正在监视端口。

(2) 对于采用拨号 Modem 通信，在正常情况下，主页面通信状态栏会显示 SHLRS3.0 协议，端口状态正在监视 COM 口。

(3) 对于采用光纤 Modem 通信，在正常情况下，主页面通信状态栏会显示 SHLRS3.1 协议，端口状态正在监视 COM 口。

第五节 WGL—3000 型故障录波器

一、装置概述

1. 硬件平台

32 位微处理器、高速 16 位 A/D、双端口 RAM。采样频率 10000 点/s 可调，开关量分辨率 0.1ms，谐波分辨率可达 99 次。智能 GPS 接口，可接受 GPS 分脉冲和 IRIG—B 信号，与 GPS 同步时钟，同步误差 $\leq -1\mu\text{s}$ ；通过 CPU 内含的智能定时处理单元 TPU（与 CPU 并行工作），使所有通道采样时刻与 GPS 的秒脉冲 1pps 信号上升沿严格同步，完成高速同步采样。

2. 故障录波数据存取

数据缓冲及自动更新技术，在故障记录的同时，通过高速隔离并行通道，将录波数据转存到硬盘数据存储区，可记录连续故障；输出录波数据格式符合 COMTRADE 标准，可在继电保护测试仪上回放；支持 USB 接口和移动磁盘存取技术。

3. 启动判据，记录方式

除高频信号外，所有信号均可作为启动量，任一路输入信号满足定值给定条件均可启动录波；监测电能质量指标，超标时可启动录波；可记录交流电压量、电流量，高频量和开关量；高频量采样速率为 10kHz，能准确反映高频通道的信号；不定长动态录波，自动测距和用户分析测距，可真实记录长期振荡的整个过程。对长期低电压能记录电压、电流的变化

曲线，长期频率越限能记录频率的变化曲线；具备慢扫描功能，可显示、打印指定时段的曲线和报表。

4. 自诊断和实时功能

装置自检、互检，诊断定位到芯片。通过屏幕显示、指示灯、信号触点、通信报文等多种方式给出告警信息；实时显示各线路 U 、 I 、 P 、 Q 、 F 等有关电量，开关量状态，电压、电流波形以及不平衡度、谐波畸变率等电能质量指标和最近的录波文件。

5. 组网通信功能

组网通信功能如表 1-11-2 所示。

表 1-11-2 组网通信功能表

RS232 接口	RS485 接口	RJ45 接口	光纤接口
通过 Modem 与调度端进行拨号方式组网	与自动化系统连接，采用 IEC870—5—103 规约	可与本地以太网连接，采用 TCP/IP 协议	可组成本地以太光纤网，采用 TCP/IP 协议

三级用户管理，本地/远方启动录波，对装置进行调试、监控和维护。故障时，录波数据和故障报告自动上报，支持断点续传。

6. 监视、分析功能

Windows 操作系统，中文界面，显示和打印输出；除了具有选线、判相、测距及图形分析等主要功能外，还集成了谐波、相量、功角测量、有功功率、无功功率、频率、阻抗、 $X-Y$ 特性曲线及公式编辑等方便实用的分析功能。

二、硬件说明

WGL—3000 采用分层模块化结构，装置由变换器箱、前置机箱、后台工控机、打印机等组成。

WGL—3000 的核心部件为前置机箱，由监控插件 (MMI)，1~6 个录波单元，电源 (POWER) 插件、告警 (PALM) 插件等组成，完成高速数据采集。其中每个录波单元包含 1 个 CPU 插件和 1 个 DI 输入插件，可采集模拟量 (含高频量) 16 路，开关量 32 路。单台前置机最多可采集模拟量 (含高频量) 96 路，开关量 192 路。装置从上至下分布如表 1-11-3 所示。

表 1-11-3 分层模块结构表

部件名称	描述说明
变换器箱	由 TV、TA 变换板，高频变送板组成，实现电平变换及电气隔离交流量转换为 $-5\sim+5V$ ，高频量转换为 $0\sim5V$ ，送 A/D
显示器	15 英寸彩显或 12.1 英寸液晶显示
前置机箱	按照工业要求设计，适应恶劣工作环境连续工作 由监控 (MMI) 插件，1 至 6 个录波单元，电源 (POWER) 插件、告警 (PALM) 插件等组成，完成高速数据采集
键盘、鼠标	
工控机	嵌入式低功耗工业级主板，40G 硬盘，64M 内存，内置以太网卡，Modem，Windows98/2000 操作系统 负责转存、分析录波数据，实现监控和通信功能

部件名称	描述说明
GPS时钟箱	可选, 输出分脉冲和 IRIG-B 信号
打印机	24 点阵窄行打印机
打印纸箱	
电源切换箱	可选

1. 前置机原理

(1) 电源插件 (POWER): 提供主机 +5V、±15V、+24V 电源。

(2) 告警插件 (PALM): 为开关量提供 +24V 电源, 驱动呼唤、告警继电器。

(3) 监控插件 (MMI): 完成与 CPU、工控机交换数据, 接受 GPS 时钟信号, 巡检 CPU 插件, 发出呼唤、告警信号等功能。

MMI 插件内含时钟芯片, 并接收 GPS 的时钟信号, 与 GPS 对时, 为整个装置提供必须的时钟同步信息。同时, 还将监视时钟芯片和 GPS 时钟信号的正确与否, 异常时, 给出告警信号。此外, MMI 插件还将对“巡检开关”定值中设定投入的 CPU 插件进行巡检, 异常时, 给出告警信号。

(4) CPU 插件: 负责接受 GPS 时钟信号, 完成判故障启动和录波, 完成模拟量、开关量的数据采集等功能; 启动录波时, CPU 插件发出呼唤信号。内部异常时, 发出告警信号。CPU 插件以 32 位微处理器为核心, 其内含的智能定时处理单元 (TPU), 与 MMI 插件内的时钟信号同步, 是保证各通道同步采样和同步记录的关键。

除单纯的频率量启动外, 录波单元的启动模式为一启动, 其余通道同时启动, 所有通道同时记录, 这样, 便于事件后对整个站的全面情况进行分析, 而不局限于故障线路。

A/D 转换电路和以 CPU 为核心的数字电路之间采取电气隔离, 从而大大提高了 CPU 插件电路的可靠性。电力系统故障时强烈的电磁干扰, 至多只影响某瞬间的采样值 (可通过滤波等算法来消除), 不会因此造成 CPU 的死机。

2. 装置自检和告警

装置自检包括开机启动时的自检和正常运行时的巡检, 因此, 在任何情况下, 装置的任何异常都能即时反映出来, 并准确定位。自检内容包括:

(1) CPU 插件、MMI 插件内部电路 (包括外围辅助电路) 的自检。插件内部的时钟芯片、CPU、ROM、RAM、DRAM、GPS 同步、定值、零漂刻度、采样同步、信号开出异常时均发出告警, 并上报详细资料至后台。

(2) MMI 插件对各 CPU 插件巡检。

(3) 工控机未检测到 MMI 插件通信信号时, 给出通信异常信号。

装置异常时, 告警继电器动作发出告警信号, 告警继电器采取自保持, 消除告警后, 需人工复归。一般情况下, 告警信号由 MMI 插件发出, 当 MMI 插件故障时, 由 CPU 插件发出。

装置异常时, 后台界面将显示总告警信号, 在“装置自检”中, 给出告警的详细报表, 确定告警原因。

3. 面板指示灯说明

面板上有指示灯其说明如表 1-11-4 所示。

表 1-11-4

面板上指示灯说明

工作	正常运行时，常亮
启动	启动录波后点亮，直至手动复归后熄灭
告警	有告警输出时点亮，消除告警并手动复归后熄灭
电源	机箱内部电源 5、±15、-21V 异常时点亮

装置启动录波时，呼唤继电器动作发出呼唤信号，同时启动工控机接受录波数据。呼唤继电器采取自保持，需人工复归。一般情况下，呼唤信号由 MMI 插件发出，当 MMI 插件故障时，由 CPU 插件发出。

三、软件使用说明

WGL 3000 所有操作均在后台机上进行。包括录波器运行参数的配置、零漂/刻度的调整、故障波形的分析、打印管理等，此外后台还负责完成故障数据的自动存储、拨号通信及网络通信功能。

WGL 3000 软件工作在 Windows 环境下，包括主界面、故障分析、通信管理、定值管理、运行管理、用户管理等功能。

1. 主界面

WGL 3000 后台软件主界面如图 1-11-37 所示。

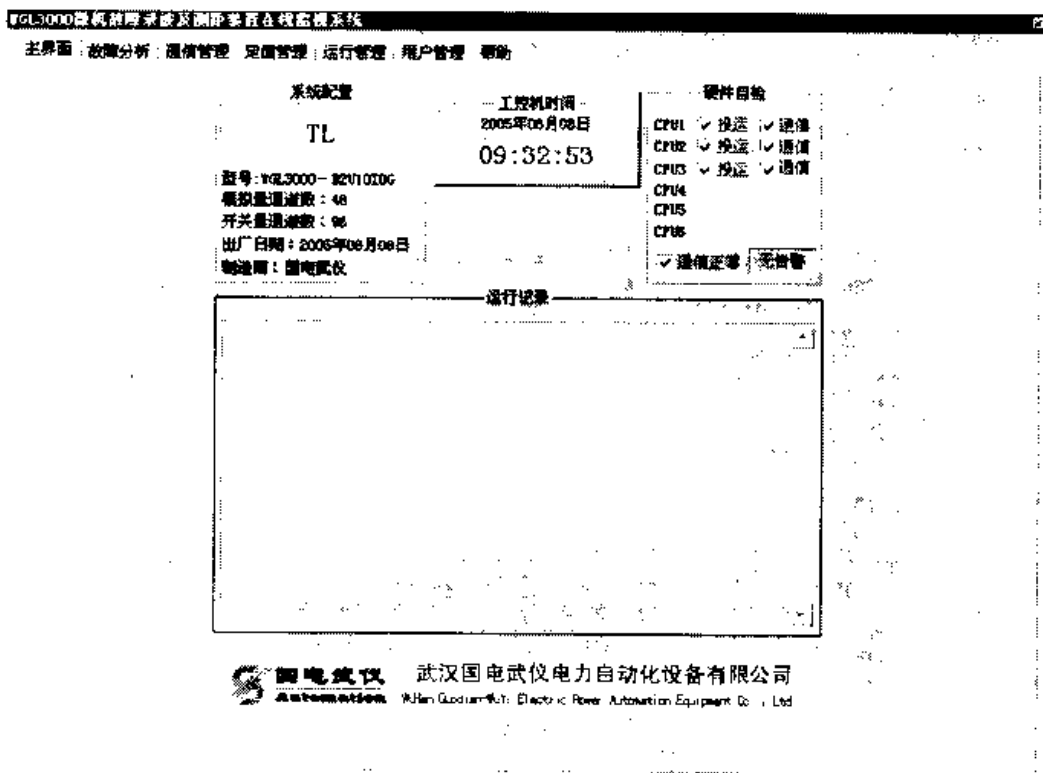


图 1-11-37 WGL 3000 后台软件主界面

系统时钟与 GPS 时钟同步，每 30s 对时一次。当 GPS 故障时，系统时钟为装置内部时钟芯片时钟。

2. 通信管理

选择通信管理标签，进入“通信管理”界面，在这里可以配置组网信息、设置拨号通信的有关参数（串口号、波特率、电话号码、拨号方式、Modem 初始化 AT 命令以及挂机指令），设置网络参数、查看网络客户信息等。

3. 故障分析

包括故障波形分析、打印和故障数据文件的管理。

4. 定值管理

包括设定定值，校验、打印、导入/备份定值，以及零漂/刻度系数的自适应等功能。

5. 运行管理

运行管理对前置机装置各 CPU 单元的投退方式、装置运行方式、时钟及版本信息等进行设置和监视。

(1) 装置运行方式

装置运行方式包括自动远传、自动开工控机、自动关工控机、高采样率四个选项：

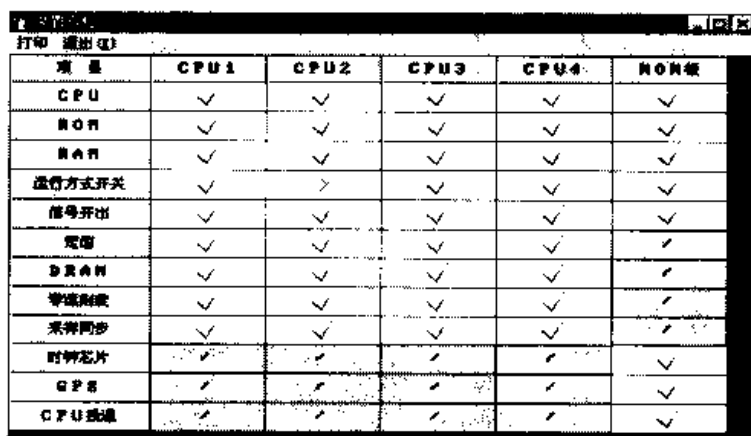
1) 自动远传：当前置机启动录波后，变电站软件将会自动记录故障数据，并自动将因故障启动的数据上传。

2) 自动开工控机：是指启动录波后自动打开后台工控机。

3) 自动关工控机：是指传输完录波数据后自动关后台工控机，以提高工控机的使用寿命。

4) 高采样率：选择“高采样率”项，便打开了前置机的对应项功能，可以选择 5K 或 10K，不选择时默认为 1K。

(2) 自检报告。选择“运行管理”标签，单击“自检报告”按钮，弹出报告。如图 1-11-38 所示。



项 目	CPU1	CPU2	CPU3	CPU4	NON 项
CPU	✓	✓	✓	✓	✓
ROM	✓	✓	✓	✓	✓
RAM	✓	✓	✓	✓	✓
运行方式开关	✓	✓	✓	✓	✓
信号开出	✓	✓	✓	✓	✓
定值	✓	✓	✓	✓	✓
DIRAM	✓	✓	✓	✓	✓
零漂刻度	✓	✓	✓	✓	✓
采样同步	✓	✓	✓	✓	✓
时钟芯片	✓	✓	✓	✓	✓
GPS	✓	✓	✓	✓	✓
CPU 投退	✓	✓	✓	✓	✓

图 1-11-38 装置自检图

装置告警时，可通过“自检报告”，快速查找故障原因，使系统尽快恢复正常。

(3) 手动启动录波。在前置机与后台工控机处于联机状态且装置工作正常的情况下，选择“运行管理”标签，单击“手动启动”按钮，系统会给出如图 1-11-39 所示的状态信息框。

通信状态信息框消失就表示数据接受完毕，可以在“故障分析”界面对其进行分析。若

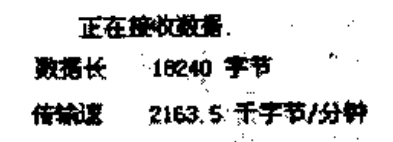


图 1-11-39 状态信息框

通信不正常时，系统将给出如图 1-11-40 所示的告警信息框。



图 1-11-40 告警信息框

(4) 分析计算。图形辅助分析包括谐波分析、相量分析、有功/无功功率计算、序分量分析、电阻电抗计算、高精度阻抗及故障方向等。

6. 用户管理

负责用户信息的登记和管理，包括用户名称、密码的修改及权限的分配、用户登陆/注销等。

四、打印管理

打开“文件”菜单，可以看到和打印有关的几条命令，有打印设置、打印故障线路、自定义打印、波形打印浏览几个选项。如图 1-11-41 所示。

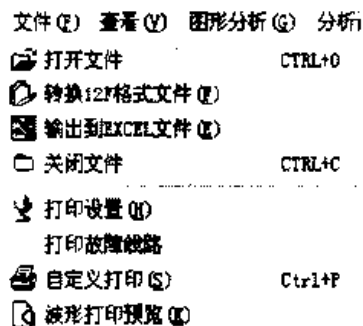


图 1-11-41 文件菜单

打印波形之前若要先预览，打开“文件”菜单，选择“波形打印预览”项。无论选择打印预览还是直接打印，系统都会弹出“选择打印通道”对话框，如图 1-11-42 所示。

选择打印哪些通道、是否彩色打印、是否按 CPU 单元打印、是否压缩打印（只在高采样率 5K/10K 时有效）、打印的时间长度等。如果选择了打印时间长度，打印出的图形会截止到选择的时间点。选择压缩打印功能时，采样率为 5K 的图形压缩 5 倍，采样率为 10K 的图形压缩 10 倍。按“确定”按钮，会弹出“打印设置”对话框，对打印范围、打印份数及纸张等进行设置。

打印预览图如图 1-11-43 所示。

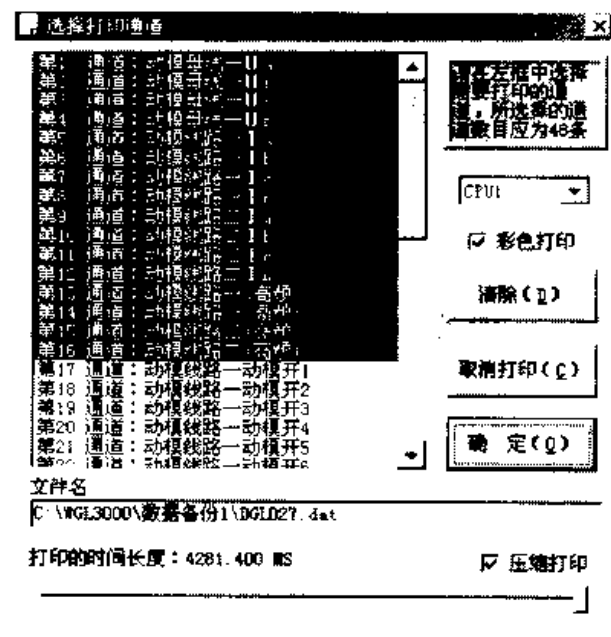


图 1-11-42 选择打印通道对话框

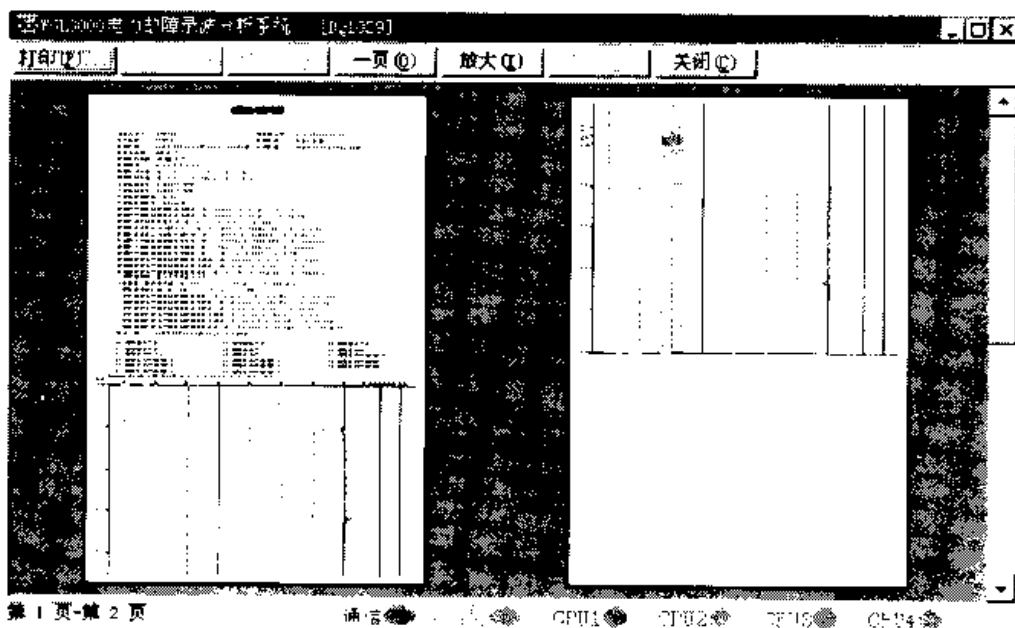


图 1-11-43 打印预览图

五、运行要求

- (1) 运行人员每天巡视录波器状态灯情况，如不符合装置原理或继电保护部门的运行交代应立即通知继电保护人员处理。
- (2) 每天检查打印纸的剩余量，剩余不足时，及时添加打印纸。
- (3) 每周人工手动录波一次，以检查录波器工作是否正常。
- (4) 每周都要检查一次录波器时钟，以便在故障录波时提供准确的时间。

第六节 WDGL—IV/X 型故障录波器

一、硬件构成

硬件系统全部采用模块化，支持远方参数配置、远方手动自检、远方启动录波等功能。装置硬件主要由前置机、后台机、变送箱三部分组成。其硬件原理如图 1-11-44 所示。

前置机采用插件式结构，包括管理 CPU 板、智能 A/D 板、开关量输入板、装置信号板、电源板。管理 CPU 板和智能 A/D 板以多 CPU 并行处理。每块 A/D 板可管理 16 路模拟量和 32 路开关量。前置机最多可管理 6 块 A/D 板，主要用以实现数据采集、数据预处理、存储管理、启动判断、频率跟踪、同步时序控制、时钟管理，通过同步串行口与后台数据处理部分的通信功能等。

后台机采用工控机并加扩展的通信板组成。除具有自动接收前置机数据、故障分析测距、远传通信、打印报告等功能外，还具备以下基本菜单功能：系统配置、时钟设置、变比校正、参数设置、定值设定、故障记录查询、实时模拟量波形显示、实时开关量显示、通道整定、启动量屏蔽等。

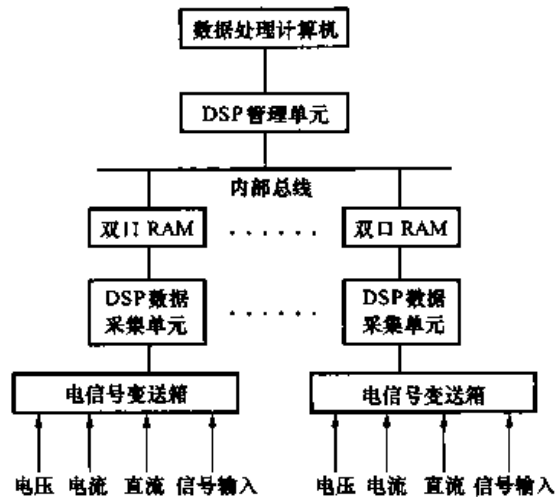


图 1-11-44 硬件原理图

二、硬件系统各模块原理说明

1. 智能 A/D 采样模块

输入装置的模拟量和开关量信号分别经电磁隔离和光电隔离进入前置机，由智能 A/D 板完成对模拟量和开关量的数据采集、预处理，并通过双口 RAM 实现与管理 CPU 之间的数据交换。其工作原理如图 1-11-45 所示。

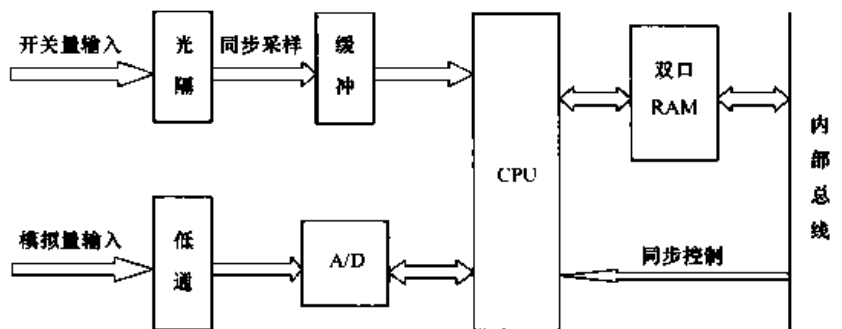


图 1-11-45 A/D 采样原理图

2. 管理板模块

管理 CPU 为数据管理机，带有一个大容量掉电保持 RAM（常规配置 4M），主要完成部分故障启动判断、故障数据存储管理、通信管理等功能。其构成原理如图 1-11-46 所示。

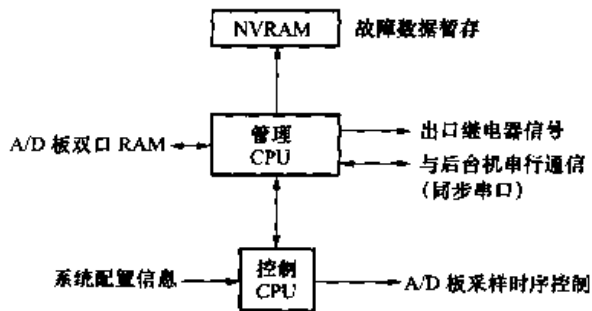


图 1-11-46 管理 CPU 原理图

3. 通信模块

通信板是前置机与后台机进行数据交换的桥梁，通过通信板的同步串口，完成两者之间的数据交换，其工作原理如图 1-11-47 所示。

后台机是故障录波器的数据处理和交换中心，主要完成数据的分析及处理、数据存盘、故障测距、故障分析结果打印、数据远传、向上级站联网通信、通信规约转换及数据格式转换等功能。

由于采用此通信板，前置机与后台机之间采用同步串口方式，通信速度很快。因此本装置能在故障发生数秒钟内完成数据存盘、数据分析及测距，并将数据远传到上级部门。

三、前置机面板布置及按键说明

(1) 装置前面板布置如图 1-11-48 所示。

(2) 电源为直流电源插件，“+5V”和“+24V”分别为+5V、+24V 电源监视灯。

(3) 装置信号为出口继电器插件，各按键及信号灯说明如下：

录波启动：模拟量输入超过定值或开关量发生变位时，装置启动，灯亮，并一直保持，待按“信号复位”键时熄灭。

自检异常：自检发现板卡出错时，该灯亮。

内存记录：当前置机内存有数据时，该灯亮。

内存满：前置机、RAM 缓存满。

试验启动：手动启动一次录波。

信号复位：使录波启动继电器输出信号复位。

(4) 管理 CPU 为管理板插件

CPU1 运行：管理板 DSP 运行灯。

CPU2 运行：管理板单片机运行灯。

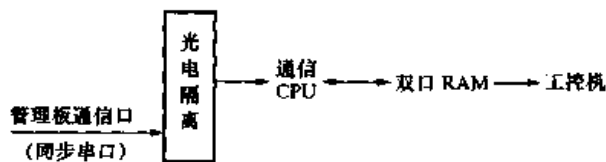


图 1-11-47 通信板原理图

电源	装置信号	管理 CPU	智能 AD0	智能 AD1	智能 AD2	智能 AD3	智能 AD4	智能 AD5
○ +5V	○ 录波启动	○ CPU1 运行	○ 运行	○ 运行	○ 运行	○ 运行	○ 运行	○ 运行
○ +24V	○ 自检异常	○ CPU2 运行						
	○ 内存记录	○ 通信发送						
	○ 内存满	○ 通信接收						
		□ 系统复位						
ON	□ 试验启动	□ 开关屏蔽						
OFF	□ 信号复位	□ 定值写入						

图 1-11-48 前置机前面板图

通信发送：管理 CPU 向后台机发送数据指示灯。

通信接收：管理 CPU 接收后台机数据指示灯。

系统复位：前置机复位。

开关屏蔽：屏蔽所有开关量启动。

定值写入：修改定值时，先将该键按下，定值方能写入前置机。定值修改完成后，将该键恢复原位，否则将屏蔽所有启动量。

(5) 智能 AD0~AD5 为 AD 板插件。

运行：智能 AD 工作指示灯，正常运行状态时灯亮。


四、后台机软件主要功能


主要功能选项包括实时监视、故障分析、时钟设置、参数设置、通道整定。如果有误操作，使后台机退出该应用程序，2min 后前置机将复位后台机，系统将重新自动运行 FDR40 应用程序（开机后，系统自动运行 FDR40 应用程序，屏幕顶端会出现可自动消隐的任务条）。


1. 实时监视

此视窗实现对实时波形和实时数据的实时监视功能，包括模拟量、开关量、变压器差动电流和电气接线图等的实时监视。

点击“文件”，选中“退出”选项，退出实时监测。

锁定显示 ：显示波形将固定在显示屏上，不再动态刷新。

一次系统值 ：显示 TV (TA) 一次侧有效值，波形每 3s 自动刷新一次。

二次系统值 ：显示 TV (TA) 二次侧有效值，波形每 3s 自动刷新一次。

(1) 模拟量监测。单击工具条  按钮，可以实时监测模拟量。

(2) 监测模拟量有效值。单击工具条  按钮，可以全屏实时监测模拟量有效值。

(3) 监测开关量。单击工具条  按钮，可以实时监测开关量。

(4) 差动电流监测。单击工具条  按钮，可以实时监测差动电流。

(5) 电气接线图监测。单击工具条  按钮，可以对电气接线图进行监测。

2. 故障分析

对录波数据进行全面分析处理是后台软件的重要功能之一，分析处理的主要内容包括故障前后模拟量、开关量、有功功率、无功功率、系统频率的波形显示，时间标尺显示，故障过程分析，任一时刻的有效值、瞬时值、谐波、相位、序分量、频率、有功功率、无功功率、视在功率的显示等。操作说明如下：

(1) 故障查询。系统提供四种故障查询的方法，可方便地进行故障检索。

1) 直接打开故障文件。选中“故障分析”，单击“文件”，选择“打开故障文件”，弹出对话框。可根据文件名，选中要打开的故障文件，单击“打开”即可。单击“取消”，取消当前操作。

2) 根据故障档案进行故障查询。单击“文件”，选择“按故障档案选择故障”，弹出对

话框。选中要打开的故障文件，单击“确定”。如果要将此文件上发到主站，选中后单击“数据远传”即可。单击“取消”，取消当前操作。单击“删除”，删除当前档案及对应的数据文件。

3) 按日期进行故障查询。单击“文件”，选择“按日期选择故障”，弹出对话框。故障文件按时间顺序排列，最近发生的故障排在最前面。在“日期输入”一项中，输入要查询故障的日期，在“时间范围”一项中，输入要查询故障所处的时间段范围，在“对应文件列表”中将自动列出符合条件的故障文件。选中后，单击“确定”，即可打开此故障文件；单击“取消”，取消当前操作。

4) 按跳闸选择故障。选择“按跳闸选择故障”，弹出对话框。根据故障过程是否有断路器动作选择故障。在“起始日期”和“终止日期”项中，输入要查询故障的日期，在“断路器动作文件列表”中自动列出符合条件的并且故障过程中有断路器跳闸的文件。选中后，单击“确定”，即可打开此故障文件，单击“取消”，取消当前操作。

(2) 打印。后台软件提供两种打印方式：自动打印和手动打印。

1) 自动打印：自动打印是指故障发生后，系统自动启动打印机而进行的打印。在自动打印前必须先进行自动打印内容的设置。

2) 手动打印：根据需要，选择打印内容。选择“手动打印”，菜单列出如下8种打印选项：

模拟量波形打印：选择要打印的线路及时间范围来打印模拟量波形。

开关量波形打印：选择要打印的开关量及时间范围来打印开关量波形。

有功波形打印：选择要打印的线路及时间范围来打印有功波形。

无功波形打印：选择要打印的线路及时间范围来打印无功波形。

系统频率波形打印：选择要打印的时间范围来打印系统频率。

故障分析结果打印：打印故障分析结果。

模拟量开关量打印：选择要打印的模拟量和开关量打印波形，模拟量波形和开关量波形打印到一起，并且可选择某一时间段的波形来打印，有助于故障分析。

故障综合分析打印：打印启动量分析报告、故障分析报告、故障前后及重合闸后电压流的有效值分析、故障线路的波形变化。

模拟量波形打印选择如图 1-11-49 所示，在左边的可选通道列表框中列出了所有的可选

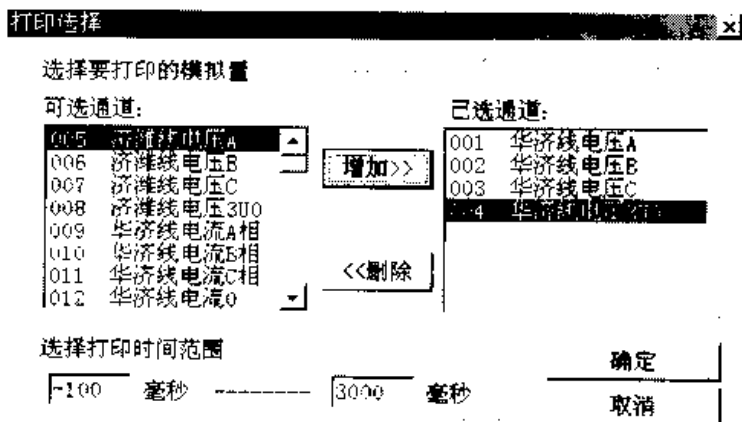


图 1-11-49 模拟量波形打印选择

通道，右边的已选通道列表框显示已选线路。双击左边可选通道列表框中的通道名称或选择后点按“增加”按钮，可将其增加到右边已选通道列表框中；同样双击右边已选通道列表框中的线路名称或选择后点按“删除”按钮，可将其从已选通道列表框中删除。选择完成后，点按“确定”按钮，进入打印设置画面（已设好默认值），在这里可以选择打印机、纸张及打印方向等，选择后点击“确定”按钮，即开始进行打印输出。

其他几种打印过程与模拟量波形打印过程基本相同。

3. 时钟设置

(1) 单击系统任务栏时钟设置按钮，显示如图 1-11-50 所示对话框。该功能用于显示前置机时钟及修改前置机时钟，使前置机与后台机用同一时钟同步工作。方框内显示当前从前置机读出的时间。

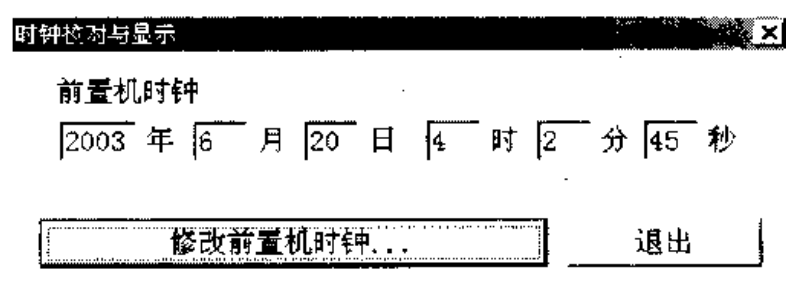


图 1-11-50 前置机时钟设置

(2) 如果需修改后台机时钟，可调出 Windows 的日期/时间属性对话框，如图 1-11-51 所示。根据当前时间，修改后台机的时间，单击“确定”，完成对后台机时钟的修改。

正常运行时，如果没有外接 GPS，则以后台机时间为准（此时校时设置设为后台机校时），每隔 1h 自动校前置机时钟一次。如果接有 GPS，可选择通过前置机或后台机校时。如果选择通过前置机校时，则将 GPS 的接点输出接到前置机的“校时输入”接点，前置机

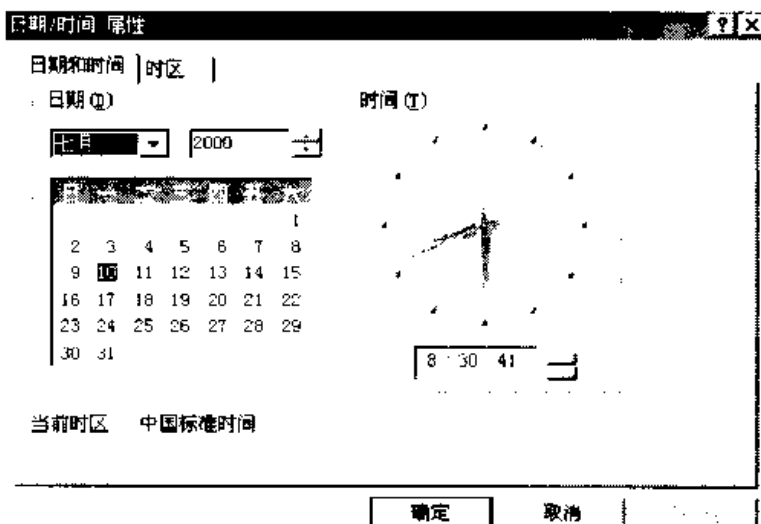


图 1-11-51 后台机的时钟修改

每 1h (或每 1min) 接收一次 GPS 脉冲, 此时以前置机时间为准, 每隔 1h (或每 1min) 自动校后台机时钟一次; 如果选择通过后台机校时, 则将 GPS 的串口输出接到后台机的串口, 此时以后台机时间为准, 每隔 1h 自动校前置机时钟一次。如选择前置机校时则应根据实际情况选择分校时或时校时, 如接入 GPS 分校时接点则选择“每分钟”校时, 如接入 GPS 时校时接点则选择“每小时”校时。

正常运行时, 程序主界面显示时间为后台机时间。

4. 参数设置

参数设置选项包括系统配置、模拟量、开关量、线路参数、序分量、其他、串口。进入参数设置后, 首先在屏幕上弹出一个要求输入密码的对话框。在正确输入密码后 (系统默认为无密码, 也可自行设定), 单击“确认”, 进入参数设置对话框, 进行参数设置。

串口参数的设置: 本装置具备联网功能, 可实现经电话交换网的拨号方式、专线 Modem 方式、RS232 数字通道、基于 TCP/IP 的网络连接方式等。

远传数据格式: 可选择自动远传所采用的数据格式, 有三种格式——ANSI/IEEE C37.111 标准格式、厂家标准格式和其他格式。缺省为厂家标准格式。

(1) 自动远传报文: 选择该项, 发生故障后, 录波器自动将故障分析结果传到主站。

(2) 自动远传数据: 选择该项, 发生故障后, 录波器自动将故障数据传到主站。

(3) 主站电话号码/IP 地址: 联网时, 将主站的电话号码或 IP 地址输入。

(4) 联网采用电话交换网拨号方式时, 远传串口一般为串口号为 COM4, 波特率、数据位、校验位、停止位、流控制应根据实际情况而定, 其他联网方式根据现场要求另行确定。

(5) GPS 串口设置根据实际情况已定好, 不必修改。

5. 通道整定

通道整定功能为厂家调试设备用, 不用操作此菜单。

五、主机运行状态检查

正常运行时, 值班人员可定期观察前置机面板各指示灯状态, 判断其是否处于正常运行状态。正常时, “+5V”、“+24V”灯亮, 各个运行灯亮, 其余灯不亮。电力系统发生故障时, 装置启动录波, 前置机前面板“录波启动”、“内存记录”灯亮, “通讯发送”、“通讯接收”指示灯闪亮。“通讯发送”、“通讯接收”指示灯熄灭后, 说明前置机已将故障数据传到后台机, “内存记录”指示灯灭。后台机进行数据分析计算, 若配有数据远传功能, 故障数据、故障分析报告、测距结果将上传到主站。如后台机设为自动打印, 则自动启动打印机, 打印故障波形、故障分析报告, 待打印结束, 自动关闭打印机。按“信号复位”键, “录波启动”指示灯灭。在后台机打开故障文件, 进行故障分析。正常运行时, 关闭后台机显示器, 以提高显示器寿命。由于录波装置启动灵敏, 记录较多, 因此, 一般将打印机设置为不自动打印, 待故障后手动选择打印。

六、装置自检

正常运行时, 每天上午 8 时, 装置自动自检, 并将自检结果传到后台机, 自检内容包括 RAM、ROM、CRC 校验和 EEPROM 校验, 若有异常, 发“装置异常”远方信号。亦可选择手动自检, 让前置机自检一次, 传回自检结果。

七、装置异常处理方法

(1) 运行时，如“通讯发送”或“通讯接收”指示灯一直闪亮，可能是前置机与后台机之间的通信线插头松动，关掉前置机和后台机，将插头紧固。重新开机后，指示灯仍然闪亮，可能是通信板松动，关掉后台机，打开机箱，紧固通信板。如问题还不能解决，更换通信板。

(2) 远方信号不工作。

1) 直流电源输出不正常。

2) 熔丝熔断。

3) 装置信号板故障。

(3) 打印机故障。

故障现象：缺纸，卡纸。

打印机电源开关应处于“ON”状态，打印机电缆应连接好，每次打印后，应及时取走打印结果，避免绞纸、卡纸现象。如不因缺纸、卡纸原因发生打印机不能打印，应请专业人员检修或更换打印机。

(4) 线路故障不能录波。

1) 前置机面板“定值写入”键被按下，应将其松开。

2) 定值设置不当，重新校对参数，重新写定值。

3) 线路的启动参量在参数设置里被屏蔽，重新校对参数，重新写定值。

(5) 开机后，运行灯都不亮。

1) 直流电源模块接触不良，关掉电源，紧固电源模块。

2) 直流电源模块坏，更换直流电源模块。



第十二章 电网区域稳定控制装置

稳定控制的作用主要是电力系统承受扰动时保持运行稳定性和防止事故扩大,并保持供电的持续性。

区域稳定控制系统是电力系统整个安全控制的重要部分。它与正常稳定运行状态下的安全控制(如自动调节电压、自动调节频率和功率等)和事故时的继电保护及事故后的恢复控制(如线路重合闸、备用电源自动投入等)共同协调工作,保证电力系统安全稳定运行。

较常使用的稳定控制内容是:防止稳定破坏的控制、终止异步运行状态的控制、限制频率异常降低或升高的控制、限制电压异常降低或升高的控制,以及限制过负荷的控制。

区域稳定控制系统应由一组协调动作的装置组成,其整定参数应相互配合。控制系统可以是中央集中式(有中央控制设备,用远方信息传送通道与各就地设备联系)或分散式(仅有就地控制设备,无中央设备)。对于复杂电网的复杂控制系统(如防止稳定破坏控制系统)可按地区、分层次构成分区分层控制系统。各层设备具有不同的功能,一般主要控制功能由较低层装置实现,高层装置通常负责协调各低层的控制作用。本章主要综合介绍黑龙江省区域稳定控制系统(简称稳控装置)在电力系统中的配置及其构成。

第一节 稳定控制装置概述

一、稳定控制装置原理

一个电网一般可划分为一个或几个电源送出端和负荷受入端,作为电网电源端,电力需通过电网大量外送,如果此时送端电网内部发生严重故障,送端电网内机组将产生大量的过剩功率,使整个送端电网内机组转子加速,相对于主网机组的功角拉大,如果不采取措施就有可能与主网机组之间失步,造成送端电网与受端电网之间振荡和解列。如果这时采取措施,减少原动机出力,即按等面积法则应减小送端电网机组的加速面积、增大减速面积,使原本发生故障后不稳定的系统达到稳定,就可以提高电网送出暂态稳定极限水平。

黑龙江省现阶段的稳控装置主要是通过在与电网送出有关的电厂和变电所设立子站,每个子站均采集母线和线路信息量及保护动作情况,实时进行判断控制,当与之有关的母线和线路发生故障后,根据设定的定值判断是否切除送端电网内有关电厂的机组及切除机组容量值。如果需要切除,即对有关机组发切机命令,以减少原动机功率使系统达到稳定。

通过计算,一期在黑龙江省双厂、牡二厂、佳南变、西格木变、哈东变设立稳定控制装置,解决当时东部电网的双厂和牡二厂“窝电”问题,使东部电网电力外送能力有了一定程度的提高。二期增加鹤岗厂、方正变两个子站,按双机双通道设计配置。

二、区域稳定控制系统的基本配置

一期区域稳定控制系统在双厂、牡二厂及哈东变电所、西格木变电所和佳南变电所(二厂、三变),二期在鹤岗厂、方正变电所(一厂、一变)各装设控制子站,子站之间经微波通道连接,东部网区域稳定控制系统通信拓扑关系见图 1-12-1,正常运行情况下各子站之间

通过微波通道传输电压相量信息，故障情况下按图 1-12-1 中箭头所示方向传送必要的切机命令。

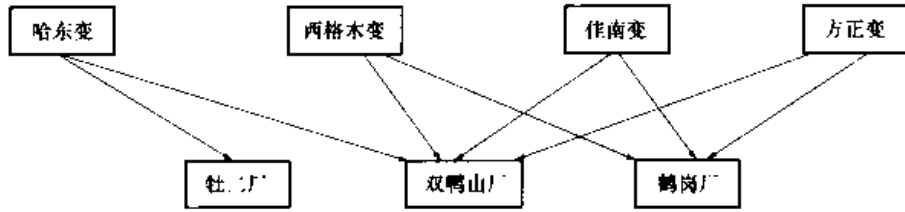


图 1-12-1 东部网区域稳定控制系统通信拓扑关系

一期各控制子站包括两面标准柜，二期按双重化配置三面标准柜，由工业级控制计算机、通信设备、数据采集设备、GPS 接受设备、UPS、TV 及 TA 等组成。区域稳定控制装置基本结构见图 1-12-2。由数据采集设备和 GPS 接受设备组成的下位机负责采集系统数据并将变电所采集的结果打上精确的时标后经 Arc-Net 网络送给上位机，工业级 PentiumIII 微机作为上位机从 Arc-Net 网络中实时获得数据并进行计算、处理和分析，在需要时经下位机或微波通道发出控制命令。

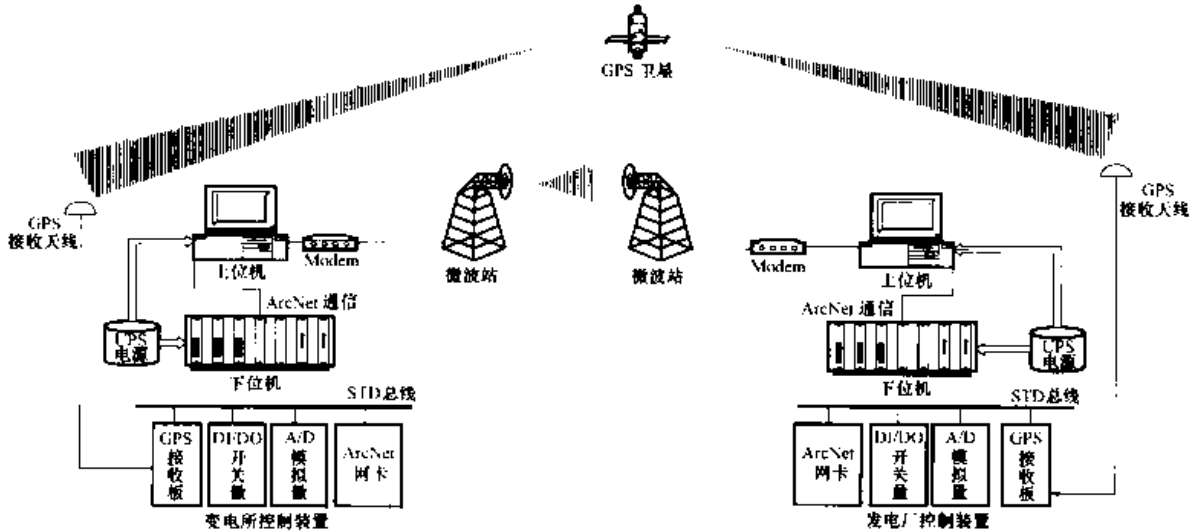


图 1-12-2 区域稳定控制装置基本结构

发电厂子站的主要设计目的是当发电厂的出线或母线发生故障时，根据装置本身判断的故障类型及运行情况查对策表决定切机方式，并在得到继电保护信号确认后发出相应的切机命令；同时还接受远方变电所装置发来的切机信号，并根据本厂运行情况决定切机措施，发出切机命令。变电所子站设计为根据故障判别情况、运行方式及对策表，同样在得到继电保护信号确认后，通过微波通信向远方发电厂发送切机命令，稳控装置切机逻辑关系如图 1-12-3 所示。

三、稳定控制装置的主要功能

根据设计要求，稳控装置主要具有以下功能：

- (1) 故障判别功能，可区分单相、两相、两相接地

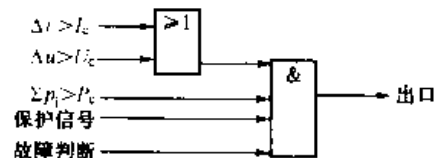


图 1-12-3 稳控装置切机逻辑

ΔI 瞬时相电流差； ΔU 瞬时相电压差； ΣP_i 瞬时断面功率； I_c 电流启动定值； U_c 电压启动定值； P_c 断面功率定值

和三相短路，并考虑可能的故障转换。

(2) 具有就地（发电厂）切机和远方（变电所）切机功能。

(3) 运行方式判别，能够输入东部电网 220kV 线路的近百种运行方式加上一种特殊方式。

(4) 计算并显示本厂（变电所）主接线、母线电压、频率及发电机（输电线路）功率。

(5) 测量并显示电厂、变电所间电压相角。

(6) 以曲线、表格的形式对数据及计算结果进行在线监测。

(7) 故障事件的报警、记录及事故的追忆。

第二节 稳控装置系统的主要技术及实现简介

一、硬件实现简介

稳控装置系统由上位机、下位机及通信装置三部分组成。一期稳控装置共有两面屏：开关量屏和模拟量屏。开关量屏包括电源开关、信号灯、复归按钮、开关量板和投停连接片等。模拟量屏包括一台工业控制机、一个显示器、一个键盘、一个鼠标、一台下位机，以及电流插件和电压插件等。二期稳控装置共有三面屏：两面屏为 1 号、2 号稳定控制装置屏（也称从机），第三面屏 3 号为稳定控制装置管理屏（也称主机）。1 号、2 号屏屏面相同，每个屏包括一台工业控制机、一台下位机以及电流插件和电压插件、开关量输入板、电源开关等。管理屏包括一台工控机、一个显示器、一个键盘、一个鼠标、信号灯、复归按钮、投停连接片等。

下位机和上位机通过 ArcNet 网络进行数据交换，本地上位机和远方上位机通过基于 DSP 技术的智能通信接口卡和 Modem 远程连接。

具体硬件实现与操作将在后面做详细介绍。

二、上、下位机软件

上位机软件：上位机程序 MON 是在 DOS 操作系统下使用 MetaWare 公司的 High C 和 CUIMS 中文人机界面开发工具库的环境下开发的 32 位保护模式程序，可以有效地利用计算机的硬件资源和性能。

下位机软件：由于本系统为多个复杂任务的集合且需要多个 CPU 协调工作，所以下位机软件由 V40 板程序、GPS 时钟处理程序、A/D 采集板程序和频率跟踪程序等多个模块组成。V40 板程序是主管理程序，其他各程序均在它的管理协调下同步运行。

GPS 时钟处理程序：该程序包括 GPS 报文处理模块、时间标签记录模块、与主 CPU 接口的模块等模块。GPS 报文处理模块发送和接受 GPS 报文、提取 GPS 时间，作为系统定时标记；时间标签记录模块记录每个采样脉冲的时间作为标签来标识 A/D 采集数据；在接口模块中完成时间标签传送，状态检查等任务。

相量测量程序：该程序对输入信号进行采样，采用递推算法，计算出母线电压和线路电流的正序基波相量，实现相角直接测量，每套稳控装置子站都可以同时显示本地和远方厂站的电压相量图。黑龙江区域稳定控制系统是我国电力系统中首次大规模应用同步相量测量技术的稳定控制系统，在我国相量测量技术发展占有非常重要的位置。

三、数据通信的实现

通信装置各部分说明如下：

信道：选用微波信道，通信信道的误码率优于 0.000001，选取全双工传输的有效速率为 9600 bit/s。

差错控制方式：当采用远方切机时，应该进行差错控制。具备 CRC/FEC 纠错保证无差错无丢失的信息传输。

通信协议：由于通信网采用标准化体系结构，因此遵循系统互连的网络协议和网络通信软件。

为了实现稳控系统数据传输和远方切机命令传输的功能，每个子站的数据采集、处理与微波接口之间，配置多通道通信前置处理器及调制解调器，通信前置处理任务由插在上位机里的智能式多通道通信控制卡完成。通信卡采用 DSP 技术开发，作为数据终端设备的通信前置处理部件，一方面通过 PC 总线与上位机连接，另一方面通过数据电路连接微波接口，完成各子站之间的双向实时数据传输任务。

四、对策表的计算

采用电科院电网综合稳定计算程序进行稳定计算，发电机模型采用 E'_q 恒定的二阶模型，计及暂态凸极效应，原动机模型采用通用的汽轮机或水轮机调速器模型，负荷模型采用电动机负荷比例为 50%，恒定阻抗比例为 50%，感应电动机模型计及机电暂态效应。继电保护装置（包括开关动作时间）动作时间：在线路出口侧故障时按照一段动作时间 100ms、在线路末段按高频保护动作 120ms 计算，重合闸方式为单相重合闸。

在计算中，将计算负荷方式分为尖峰负荷、腰峰负荷、低谷负荷，考虑机组可能出现的各种组合方式，检修方式按主网受电情况下考虑东部网内及哈东变转送线路每一条 220kV 线路和 500kV 合南线停电检修情况，并配合相应机组停机。具体停电检修方式按 N-1 原则进行，即考虑停一条线路为一个检修方式。

根据不同的运行方式，如牡尚乙线停电为一个检修方式，在此种方式下，将几种机组运行方式进行组合计算，得出一个结论：根据不同厂、变的不同界面功率、不同的故障类型及不同故障地点发出的不同切机方式，各厂、变均存有近百种不同的运行方式下的对策，以此作为稳控装置切机的对策表（定值）。

五、稳控装置启动判别

装置由相电流及零序电流的突变量启动，这样只考虑了故障电流，去掉了负荷的影响。其表达式为

$$\Delta i = | i(k) - i(k-n) | - | i(k-n) - i(k-2n) |$$

式中 Δi ——瞬时相电流差；

$i(k)$ ——当前的电流采样值；

n ——一个周期的采样点数；

$i(k-n)$ ——一个周期前的电流采样值；

$i(k-2n)$ ——两个周期前的电流采样值。

采用上述启动电流表达式可以补偿频率偏离 50Hz 产生的不平衡电流。本装置在连续的三个采样值均大于启动值时启动。

六、故障类型判断

稳定计算结果要求本控制系统能区分出单相短路、两相短路、两相接地及三相短路四种故障类型，并能对转换性故障（一种故障转换成另一种故障）作出判断。以往在判断故障类型时较多采用故障电流（电流的突变量），但在近点发生故障时，由于短路电流大，现场及装置中的 TA 均可能会饱和，导致在故障后前两个周期内电流波形严重失真，从而难以根据电流对故障类型作出正确判断。考虑到此时对应的母线电压将下降很多，且无饱和问题，因此装置中变电所采取的方法是在发生故障后如母线电压明显降低，则根据电压判断，否则根据逐条线路的短路电流进行判断。

经对装置所在的厂（变电所）进行核算，电压和电流分别对故障类型作出判断时，两者能正确判断的范围有重叠，不会出现在某个区域内故障时电压未明显下降而电流互感器已饱和的情况，因而本方案是可行的，并通过动模试验得到了验证。

(1) 电压判断部分：单相、三相短路分别由一相及三相电压下降判定；两相短路由一个线电压下降较多判定；两相接地短路由两个相电压下降并由零序电压决定。

(2) 电流判断部分：单相短路用相电流突变量之差来判定。单相短路时，在故障点的非故障电流突变量应为零。但由于故障点两侧的正、负序和零序电流并不按照相同的比例分配，所以故障点两侧的两个非故障相电流突变量并不为零。但两个非故障相电流突变量的大小均相同，两者的向量差理论上应为零。故用某两个相电流突变量之差为零来判定单相短路非常有效，因为任何其余类型的故障和经两个相电流突变量之差均不为零。利用电流判定故障类型的方法同微机继电保护的原理相同，这里不再赘述。

(3) 转换性故障判断部分：转换性故障由电流突变量判断。如装置启动后，判定为两相短路或两相接地。在保护信号出现前（约 50ms 之内），非故障相电流未突变，则故障类型未转换，如非故障相电流突变，则判定转换为三相短路。当保护信号出现后，装置就不再等待，即按当时判定的故障类型，采取相应的切机措施。如此后故障转换为三相故障，装置已不可能再作出判断，并采取相应的措施。

装置启动后，判定为单相短路，如在一个重合闸周期内，非故障相电流未变，则故障未转换，如两个非故障相电流突变，但大小不同（同时发生），则判定转换为两相接地（单相接地转换为两相接地时，还有由于故障点两侧的正负序及零序电流的不按比例分配，非故障相也有电流突变）；如电流突变较小的一相又发生突变或两个非故障相同时发生大小相近的电流突变，则判定转换为三相短路（单相重合闸重合于永久性故障，两个非故障相也有短路突变，但根据现场记录，此突变量较小，不会大于对策表门坎值）。当保护信号出现后，装置就不再等待，即按当时判定的故障类型，采取相应的切机措施。如此后再发生故障转换，装置已不能够再作出判断，并采取相应的切机措施。

七、 ΔP 积分作为切机判据

与多数区域稳定控制系统类似，本稳定控制系统采取切机措施的主要依据也是来自离线计算得到的对策表。对策表是根据对 220kV 系统不同的运行方式、不同的界面功率、不同的故障类型及不同的故障线路进行大量稳定仿真计算得到的，数据量大、实现复杂、修改困难，且不能区分线路上不同点的故障，因而对不同情况只能按照最严重情况考虑保证系统稳定，可能造成切机量过大。为解决以上问题，本稳控装置采用反映故障后机组加速能量的 ΔP （原动机功率与输出功率之差）积分作为辅助策略。由于对 ΔP 积分判据的研究和使用

均刚刚开始，在本装置中仅将其作为一辅助手段，用于校核远方切机信号并积累运行经验。

八、GPS 技术和相量监测

本套区域稳定控制系统在 7 个子站分别安装有 GPS（全球卫星定时定位系统）信号接

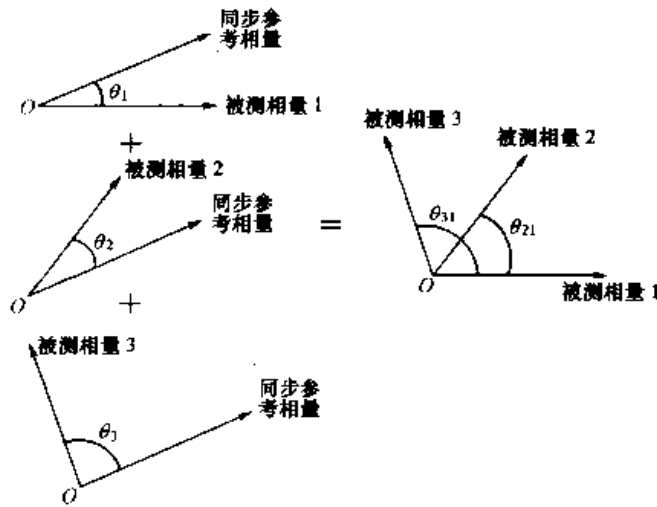


图 1-12-4 相对相角测量原理示意图

收和处理系统，通过接收 GPS 时间保证各子站时钟统一，计时误差约为 $5\mu\text{s}$ 。由于各子站时钟统一，因而它们记录的事故数据及报警信息具有可比性，系统中任意节点处均可根据所得到的高精度时间构造一个按额定频率旋转的同步参考相量，进而得到待测交流量相对于该参考相量的相对角，借助于通信手段可以得到不同地点交流量之间的相角差。相对相角测量原理示意图见图 1-12-4。由于 GPS 提供的统一时间精度可以达到 $5\mu\text{s}$ ，理论上对应的同步参考相量的相角精度为 0.09° ，考虑到各种测量误差，实际上可达到 1° 的相角测量精度。同时，GPS 的应用可根据不同站记录的事件时间在站间比较事件发生的先后顺序，有利于事故分析。

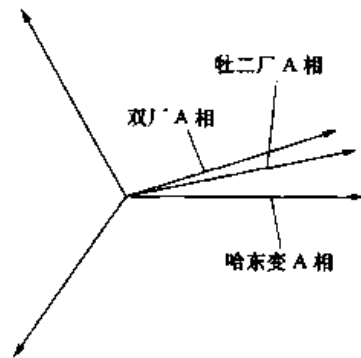


图 1-12-5 黑龙江省东部电网电压相角同步监测

图 1-12-5 所示为在哈东变电所实测得到的牡二厂、双厂及本地的电压相量图，稳定控制系统的研究实现了黑龙江省东部电网的电压角度的同步监测，为将来利用相角测量结果进行稳定控制的研究打下了基础。

第三节 稳控装置硬件说明

一、硬件系统概述

电力系统稳定控制装置可以保证系统安全稳定运行，同时还可以完成电力系统全网的实际运行中各种复杂的运行状态监测、报警信号记录、事故过程记录和事故分析等任务。可以应用于对电力系统静态稳定过程、机电暂态过程、频率动态过程等各种稳定过程等过程的研究。

电力系统稳定控制装置具有以下特点：

(1) 采用 GPS 作为授时源并经过处理得到同步的采集时钟信号，其同步精度可达到 $5\mu\text{s}$ 。

(2) 采用在线算法，在保证效率的同时保证精度。

(3) 通过局域网，形成分层结构，下位机提供数据，上位机进行处理，接口分明。可以多上位机、多下位机工作。多下位机，可以根据现场要求使得信号就近接入。多上位机，可以分工合作对数据进行各种处理，从而满足各种应用的要求。

(4) 三机的区域稳定系统可以实现双机热备地采集数据和对策表查询，主机（管理机）、从机 A 和从机 B 之间的逻辑关系可以通过配置文件灵活加以确定。双机系统的模拟屏和数字屏相当与三机系统中一台从机附加通信系统。

(5) 主机提供了友好、开放的用户界面，可以自定义监测对象及其图形显示，设置记录启动条件和事故记录长度等。

(6) 数据采集采用多 CPU 协调作业的方式，由同步时钟板提供同步时钟，由主 CPU 板进行协调管理。

(7) 下位机的设计严格按照工业标准，选件精良，可在各种干扰下正常工作。

整个同步监测系统分为三层，STD 下位机和从上位机通过 ArcNet 网络相连，两从上位机和主机通过千兆 Ethernet 网络相连，主机通过其内置的 Modem 通信卡经由电力载波线与远程站进行通信。图 1-12-6 表示出区域稳控装置二期三机系统结构图，一期双机系统机构和二期从机的类似。一期的决策表和通信功能放在模拟屏中的上位机执行，故障数据记录在上位机里；二期的决策表放在从机的上位机执行，修改决策表在主机执行，通信功能也在主机执行，故障数据记录在从机上。

下位机系统完成的工作主要有：

(1) 采集开关量输入信号。

(2) 采集模拟量输入信号。

(3) 采集 GPS 同步时钟信号。

(4) 为上位机系统提供精确时钟和日期。

(5) 将采集的开关量、模拟量数据通过网卡提供给上位机。

二、主机系统硬件实现

稳控装置主机系统（对应一期模拟屏内的上位机）硬件框图如图 1-12-7 所示。

(1) 主机系统由“主机”、“显示器”、“键盘”、“鼠标器”和“打印机”组成。

(2) 主机通过其内置的 EtherNet 卡接入集线器（HUB），与接入集线器的两个从上位机构成星形以太网，主机与从机通过以太网完成数据交换。

(3) 主机系统通过内置 Modem 通信卡与远方站建立通信联系，完成本站和远程站间的通信功能。

稳控装置主机（后面）连接示意图如图 1-12-8 所示（对应一期模拟屏内的上位工控机），其中标有“电源”的两个插座是主机电源和显示器电源；标有“键盘”的插座是标准键盘插座；标有“打印机”的插座是连接打印机的 25 脚并行口插座；标有“鼠标”的插座是连接鼠标器的 9 针插座；标有“显示器”的插座是连接显示器的视频口插座；标有“以太网网卡”的插座是连接集线器（HUB）的 RJ-45 口；标有“MDCP 通信卡”的插座是连接远方站的 RJ-45 口，通信卡个数根据实际情况决定；开关量输出卡的插座是连接机柜内继

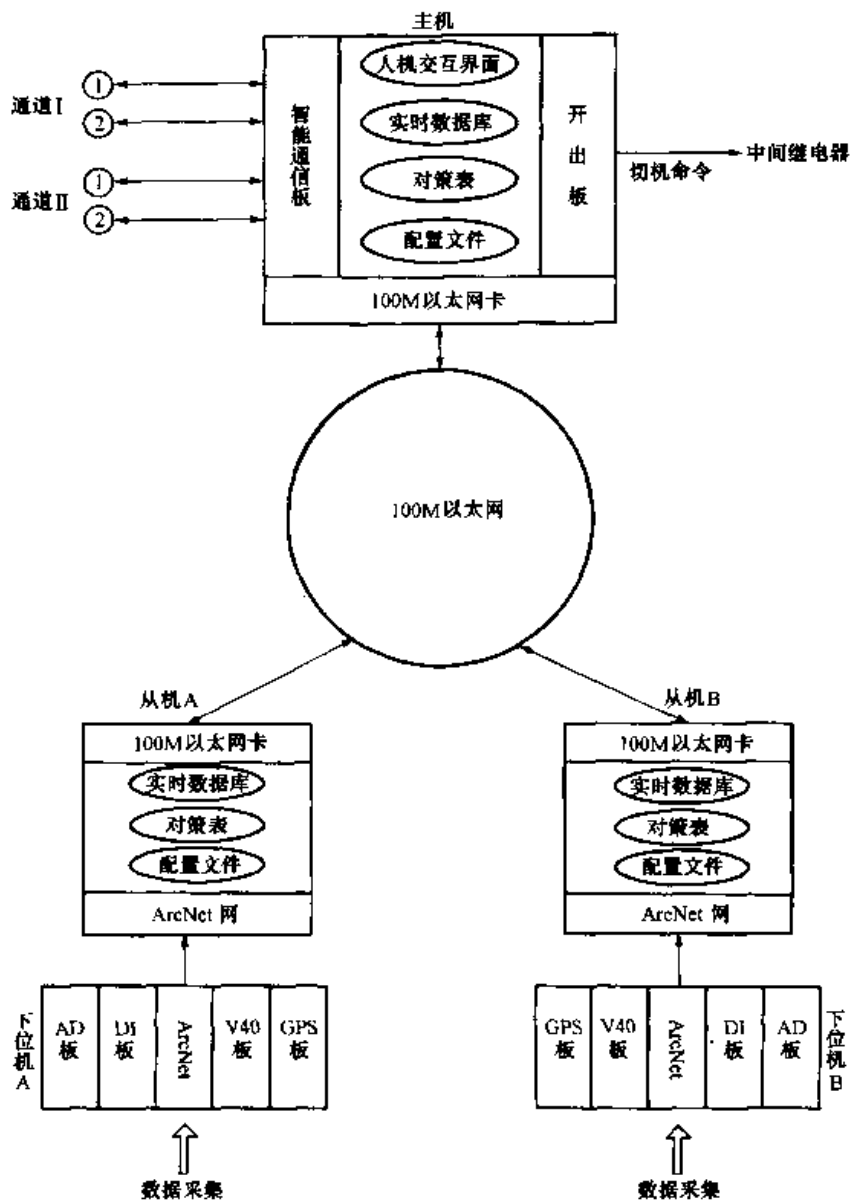


图 1-12-6 区域稳控装置的三机系统结构图

电器板的 25 脚插座。

三、上位机系统硬件实现

上位机系统是指三机系统中从机 PC 总线工控机和双机系统模拟屏内的 PC 总线工控机。其硬件结构为：

(1) 上位机系统主要实现数据处理和对策表查寻功能，故人机接口部分如“显示器”、“键盘”、“鼠标器”并未配置。

(2) 上位机系统采用同轴电缆经 ArcNet 网卡和下位机系统的 ArcNet 网卡连接，完成上位机和下位机之间的数据通信。

(3) 上位机系统通过其内置的 ETHERNET 卡与主机系统的 ETHERNET 卡连接，完成从机与主机间的数据交换。

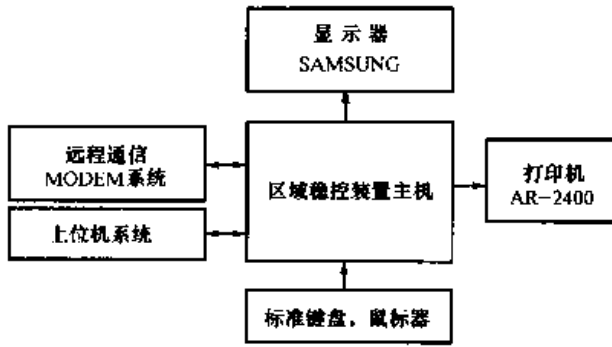


图 1-12-7 稳控装置主机系统硬件框图

上位机系统主机（后面）连接示意图如图 1-12-9 所示。图 1-12-9 中，标有“电源”的两个插座是上位机主机电源；上位机 ArcNet 网络卡上“SWJ”是和下位机连接的同轴电缆插座；标有“以太网网卡”的插座是连接集线器（HUB）的 RJ-45 口。图中的打印机、鼠标和显示器接口实际运行中并未连接。

四、下位机系统硬件实现

下位机是指三机系统中从机 STD 总线工控机和双机系统模拟屏内的 STD 总线工控机。下位机系统硬件原理组成框图如图 1-12-10 所示。从图 1-12-10 中可以看出：

- (1) “模拟量入”、“同步采保板”和“A/D 转换板”共同完成模拟量的同步采集和 A/D 转换工作。
- (2) “开关量输入板”完成开关量的输入工作。

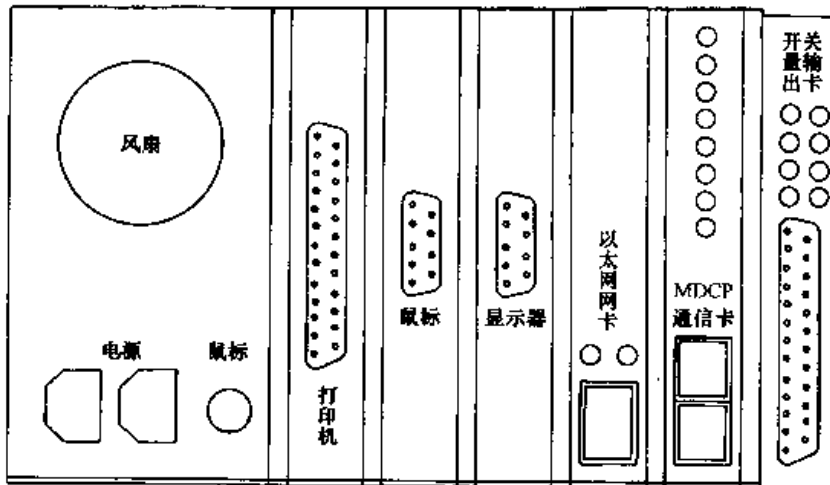


图 1-12-8 稳控装置主机连接示意图

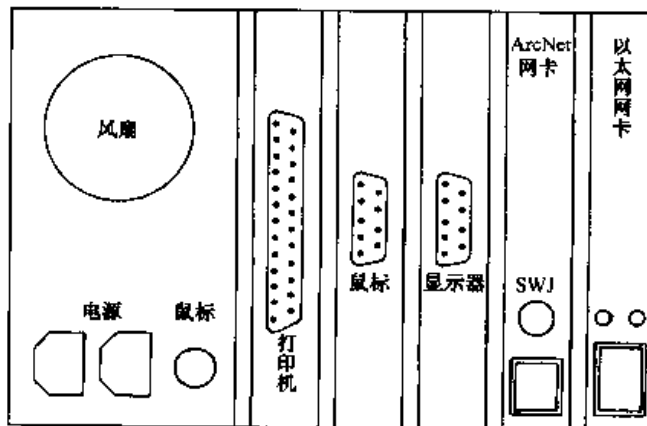


图 1-12-9 上位机主机连接示意图



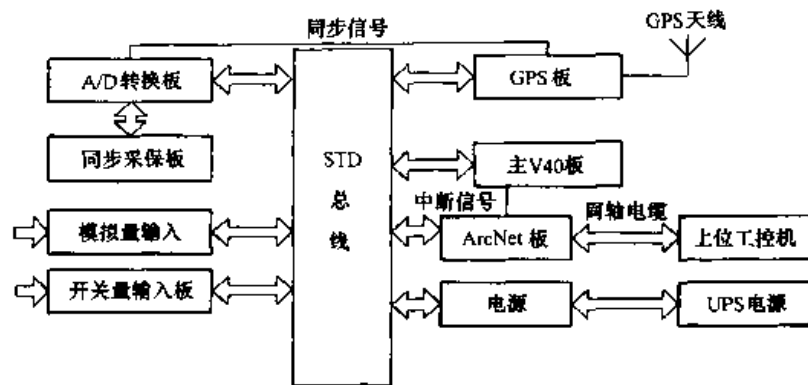


图 1-12-10 下位机系统硬件组成框图

(3) “GPS 板”通过“GPS 天线”完成同步时钟的采集并通过“同步信号”线给“A/D 转换板”提供同步信号。

(4) “主 V40 板”是整个下位机系统的 CPU 板，是控制系统的核心。

(5) “ArcNet 板”完成上位机和下位机之间的通信并给 V40CPU 板提供外部中断信号。

(6) 上述所有板卡都插在“STD 总线”上工作。

下位机 STD 总线工业控制系统结构框图如图 1-12-11 所示。下位机控制系统有电源板和各种接口板共 14 块：

- (1) POWER 微机专用电源板 1 块（安装在 STD 总线机笼的外边）；
- (2) A/D 模拟量/数字量转换板 4 块；
- (3) SYN 同步采集板 4 块；
- (4) GPS 同步时钟板 1 块；
- (5) 开关量输入板 2 块；
- (6) V40 主 CPU 板 1 块；
- (7) ArcNet 网卡板 1 块。

V40 主板和 ArcNet 网卡均为通用产品，其他插板内部问题一般不需要现场人员维护，需由专业人员负责。如需具体了解各插板原理，可参考清华大学相关培训资料，此处不再赘述。

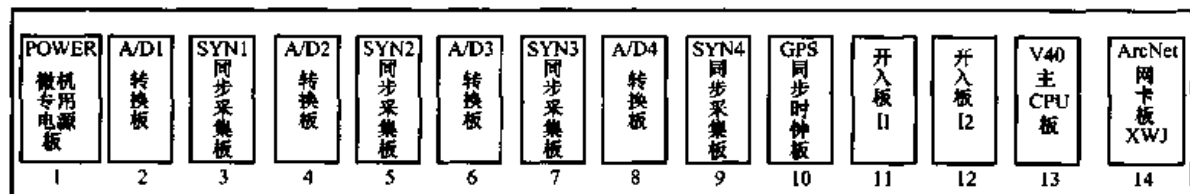


图 1-12-11 下位机 STD 总线工业控制系统结构框图

图 1-12-11 中 ArcNet 工业局域网完成上位机和下位机之间的通信。ArcNet 传输速率为 2.5Mbit/s。该网络采用同轴电缆或光缆连接(稳控装置中采用同轴电缆连接)，可总线或星形连接。由于采用逻辑令牌传送方式，其网络利用效率比较高，同时能满足实时传送的要求。

五、MDCP 远程通信卡

一期稳定控制系统采用外置调制解调器实现远方通信，在二期改造中，全部更换为内置

调制解调器 (MDCP 卡)。它位于三机系统的主机 (或双机系统上位机) 内, 连接数字微波通道, 通信速率为 9600bit/s。目前正在开发 64Kbit/s 高速数字通信设备, 提高稳控系统的反应速度。

MDCP 智能 Modem 通信卡是设计在 PC 机上使用的具有 ISA 总线接口的专线异步通信控制卡, 可以实现波特率分别为 2400、4800、9600bit/s 和 14400bit/s (以及 28800bit/s) 的 2 线/4 线全双工异步通信。每块卡上集成有 2 套数据通信组件, 分别经过 RJ-11 电话线接口由 4 芯电话电缆连接对应同一目的子站的 2 路热备通道, 即通过一块通信卡就可以实现到目的子站的双通道远程通信。

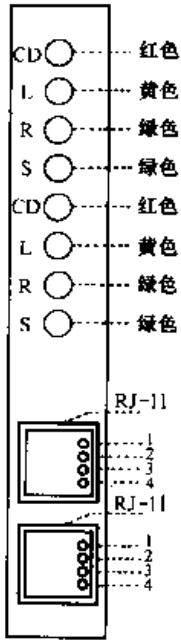


图 1-12-12 MDCP 外观

MDCP 通信卡的外观示意图如图 1-12-12 所示, 卡上有 6 组跳线: JP1 ~ JP6。用于设置通信卡的工作方式和参数。该通信卡具有 8 个指示灯和 2 个 RJ-11 插口。其中, 指示灯可分为两组, 分别对应的两路通道: 每组自上而下分别是红灯 CD (载波信号)、黄灯 L (连接状态)、绿灯 R (接收状态) 和绿灯 S (发送状态)。两个 RJ-11 插口也分别对应两路通道。

1. 操作方法与正常运行状态

(1) 启动: 计算机上电时或者由稳控程序复位后, 通信卡将进行初始化和连接。从指示灯可以分辨出通信卡的工作状态。

首先红灯亮起, 持续约 1s, 熄灭;

然后黄灯亮起, 同时绿灯 (R 和 S) 分别进行间歇的闪烁。

稳控系统采用 GPS 信号定时, 使通信双方实现同步连接。如果连接不成功, 程序将控制通信卡在下一个同步时刻——即下一分钟的 0s (应答方) 或者 3s (拨号方) 进行连接, 如此反复, 直到连接建立。

(2) 正常状态指示: 与远方子站建立通信以后, 通信卡上对应通道的红灯 (CD) 和黄灯 (L) 将亮起, 表示该通道载波正常、连接已经建立。数据通信过程中, 只要有数据不断从通信卡送出, 卡上的 S 灯将闪烁, 只要通信卡不断接收到数据, R 灯将闪烁。

(3) 退出: 不需要对通信卡的退出做特别的处理。但是, 如果需要拔插通信卡, 则需要先关闭计算机。

2. 异常状态识别与处理方法

(1) 双方无法连接: 如果稳控程序运行一段时间后 (超过 3min), 还没有收到远方传来的数据, 则应依次进行如下检查:

1) 首先检查主界面下部的信息提示区, 如果其中没有显示 “MDCP 通信卡复位”、“MDCP 通信卡 1 路通道连接失败, 重新复位”、“MDCP 通信卡连接失败, 重新复位” 等信息, 则说明配置文件中没有加入 MDCP 通信卡的配置。检查相应的配置文件, 并在正确的位置上添加 MDCP 通信卡的内容。

2) 如果已经配置有 MDCP 通信卡, 则需要到机箱后部观察通信卡的指示灯。如果在 2min 内始终看不到前面所描述的正常启动过程 (即长时间看不到红灯亮起), 则说明主机不能复位通信卡:

检查配置文件中通信卡端口地址是否与实际跳线一致, 如果二者一致, 则应该检查通信卡的端口地址是否与 ArcNet 卡等硬件的地址存在冲突, 如果是, 则应该更改通信卡的跳线

和配置文件中的端口地址，直到不发生冲突为止。

3) 如果主机能够复位通信卡，但是每次通信卡复位，红灯亮起又熄灭后，黄灯出现周期性闪烁（例如：每 1.5s 闪烁 1 次、2 次或者 3 次），则表明通信卡的初始化过程有问题：

内部 RAM 自检失败：每 1.5s 闪烁 1 次，亮 0.5s；

内部 ROM 自检失败：每 1.5s 闪烁 2 次；

Modem 芯片自检失败：每 1.5s 闪烁 3 次。

如果连续复位均出现该现象，则需要更换通信卡。

4) 如果指示灯指示了正确的启动过程，则需要确认本地和远方通信卡采用了相同的波特率并且分别设置为拨号方和应答方，纠正错误的跳线设置，并注意修改配置文件中的相应内容，使之与跳线设置一致。

5) 如果跳线正确，则需要检查本地的 GPS 信号接收正常。如果不正常，则应要进行相应的处理。

6) 如果 GPS 信号正常，则应该检查信道本身是否正常。如果不正常，则需要进行相应的处理。

7) 如果信道没有问题，则需要取出本地的通信卡，和另一块可以正常工作的通信卡进行脱机自检测试。如果也无法建立连接，则表明原来的通信卡存在故障，需要更换通信卡。

(2) 连接成功后收不到远方数据：如果主界面的信息提示区已经提示“MDCP 通信卡连接成功”，但是图形显示区中没有显示对端送来的数据和相量，说明没有收到远方数据。如果连接成功后一段时间内收不到数据，程序将再次复位通信卡的相应通道。这时，应该到机箱后面检查通信卡的指示灯。

如果发现连接建立以后，通信卡上某通道的 S 灯在闪烁，但是 R 灯常亮，则表明该通道发数据正常，但是无法解调出正确的数据。

如果通信卡另一通道 R 灯和 S 灯闪烁正常，取出通信卡改变 JP3—3 调整两个通道的优先级也可以继续使用，虽然数据收发过程完全没有影响，但是此时通信卡已经不能实现双通道热备用，因此仍然需要更换通信卡。

如果两路通道指示灯现象相同，则应检查信道情况是否良好。如果信道情况不良，则应对信道作相应的处理。同时，应该取出本地对应通信卡和一块可以正常工作的通信卡进行脱机自检测试，如果指示灯指示类似，则表明通信卡的解调部分存在问题，应该更换通信卡，否则表明通信卡状态良好。

(3) 短时间通信后通信中断：如果连接成功后，能够收到远方数据，但是很快（几秒钟后）就收不到新数据，程序将控制通信卡在下一个同步时间进行初始化和连接。这时应该提前到机箱后面准备观察通信卡的指示灯。

如果发现连接成功以后，R 灯和 S 灯都闪烁，但是很快 S 灯熄灭，CD 灯、L 灯正常，则表明本地数据发送间隔偏短，或者数据长度过长，应该在配置文件中作相应调整。

如果是 R 灯很快熄灭，CD 灯、L 灯正常，则表明对端存在这样的问题，应该由对端在配置文件中进行调整。

(4) 长时间通信后通信中断：稳控程序能够自动控制通信卡实现双通道热备用。如果连接成功后，能够收到远方数据，但是经过一段时间后（数分钟到几天）收不到新数据，程序将控制通信卡的两个通道在下一个同步时间进行初始化和连接。

如果从通信卡指示灯上可以看出 CD 灯、L 灯正常，R 灯、S 灯闪烁，之后 R 灯常亮，S 灯熄灭的现象，则表明信道状况不良，使通信双方失去连接。

如果每次连接成功后，正常通信持续的时间很短（几分钟），则表明信道状况不能满足正常通信需要，应该对信道进行相应的处理和调整。

六、控制机柜

稳定控制装置各硬件模块合理、整齐地布置于控制机柜中，这些模块主要包括：TA 机箱、TV 机箱、输入继电器板、输出继电器板、转接板、STD 机笼及插件、电源系统、光子排、连片、端子排、空气开关等。

一期装置由模拟量屏和开关量屏组成，二期装置由主机、1 号从机和 2 号从机组成。此处仅介绍二期装置。一期装置类同二期的从机结构，只是把模拟量和开关量分别放在两个保护屏内，上位机和下位机（类同从机）放在模拟屏内，上位机配备显示器。三机系统仅给主机配有显示器。

1. 主机柜（以方正变为例，见图 1-12-13）

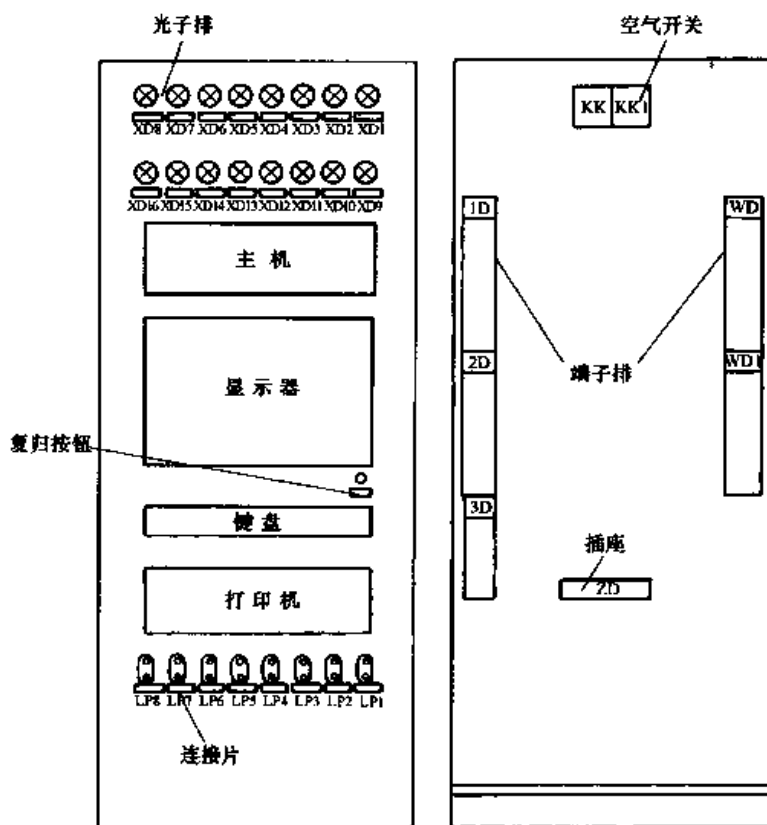


图 1-12-13 主机柜布置图

(1) 光子排：当稳控装置检测到远方或就地有异常发生，控制柜上的光子灯点亮，光子灯由主机内置的开关量输出板控制，各光子灯的意义如表 1-12-1 所示。

(2) 复归按钮：现场运行人员手工按动复归按钮，控制柜上的光子灯复位。

(3) 连接片：开出继电器通过连片输出切机信号，对于无切机信号的端口可以断开连接片，这样便于运行人员可靠控制，LP1~LP8 对应于光子灯的 XD9~XD16。

表 1-12-1

光子灯意义

XD1	XD2	XD3	XD4	XD9	XD10	XD11	其他
发鹤岗切机信号	发双厂切机信号	鹤岗通信异常	双厂通信异常	切机报警	功率超限报警	装置异常报警	未用

(4) 空气断路器：空气断路器是控制机柜的电源总断路器，合上空气断路器后控制柜才有电源接入，KK1 合上后外部交流电源接入机柜，KK 合上后控制机柜各部分真正得到电源。

(5) 端子排：为输入输出电气接线提供端子，1D 接开出量和连片，2D 接柜内直流电源系统，3D 接开出量，WD 接交流电源系统，WD1 接外部交流电源输入。

(6) 电源插座：为主机，显示器，打印机等用电设备提供电源。

2. 1号从机柜（见图 1-12-14）

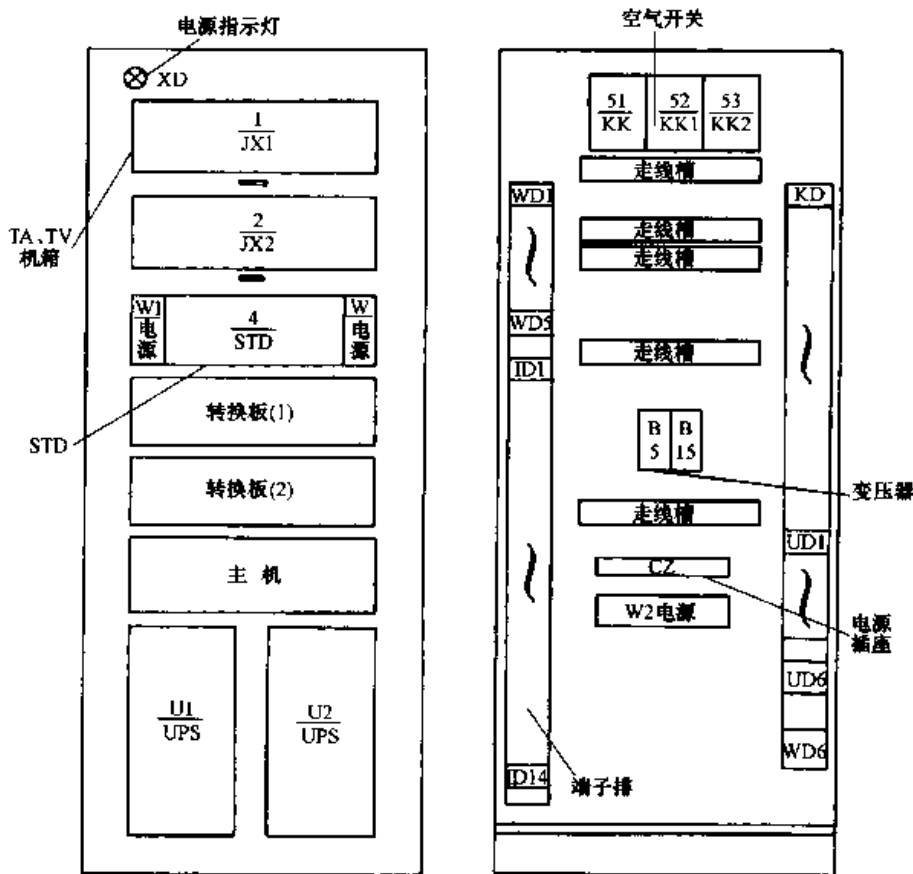


图 1-12-14 1号从机柜布置图

(1) 电源指示灯：柜内各部分有正常交流供电（包括 UPS 的供电）时，XD 点亮。

(2) TA、TV 机箱：TA、TV 机箱的空间布置见图 1-12-15。



图 1-12-15 机箱空间布置

(3) 电源 W、W1、W2：电源 W 为 STD 机笼提供 5V、正负 12V 直流电源；电源 W1 为 AD 板和开关量输入板提供直流电源；电源 W2 为开关量输入、输出板提供 24V 直流电源。

(4) STD 机笼：STD 机笼相当于带有固定插槽的 STD 总线主板，各 STD 插件模块插在机笼的插槽中。

(5) UPS 电源：正常情况下，UPS “在线”工作，从交流输入直接向负载（计算机等）供电，UPS 中的逆变电路用来给蓄电池进行浮动充电；当 UPS 交流输入断开，逆变器向负载提供交流电源，负载正常运行，直到 UPS 关闭或蓄电池枯竭。

(6) 空气断路器：空气断路器是控制机柜的电源总开关，合上空气断路器后控制柜才有电源接入。KK 合上后 UPS 有电源输入；KK1 合上后控制机柜各部分真正得到电源，此时，电源指示灯 XD 点亮；KK2 合上后外部交流电源接入机柜。

(7) 端子排：WD1 为 220V 交流电源进线，WD2 为 UPS 一次侧接线，WD3、WD4 为 UPS 二次侧接线，WD5 提供外供电源，WD6 为 5V 直流电源接线，ID1~ID14 为电流模拟量输入，UD1~UD6 为电压模拟量输入，KD 为开关量输入。上面模拟量输入由外部进 1 号信号采集柜，再由 1 号信号采集柜进 2 号信号采集柜；而开关量输入由外部先进 2 号信号采集柜，再由 2 号信号采集柜进 1 号信号采集柜。

(8) 变压器：将交流 220V 电压变换为交流 5、15V 电压。

3. 2 号从机柜（见图 1-12-16）

(1) 连接片：保护用开关量入通过连接片接入开入继电器，LP1~LP16 对应于端子 KD1~KD16。

(2) 空气开关：空气开关是控制机柜的电源总开关，合上空气开关后控制柜才有电源接入。KK 合上后控制机柜各部分真正得到电源，此时，电源指示灯 XD 点亮；KK1 合上后外部交流电源接入机柜。

(3) 端子排：WD1 为 220V 交流电源进线，WD2 为 UPS 二次侧接线，WD3 提供外供电源，WD4 为 5V 直流电源接线，ID1~ID14 为电流模拟量输入，UD1~UD6 为电压模拟量输入，KD 为开关量输入。

(4) 其他：参见 1 号信号采集柜相关说明。

4. 三面控制柜间的关系

稳控装置的三机系统结构可参见图 1-12-6 所示。

STD 下位机 A 和 STD 下位机 B 的配置完全相同，二者同时工作、互为热备用，主要完成模拟量、数字开关量的数据采集，并对采集的数据进行预处理工作，将数据打包，通过 ArcNet 局域网上传给从机。

从机 A 和从机 B 的配置也完全相同并且互为热备用。它们分别与各自的下位机交换数据，进行表达式分析和内部函数处理，并将数据存入实时数据库和历史库，通过网络模块进行数据同步，当判断出故障时，进行对策表查询，并将查询的结果通过网络送给主机，由主机进行仲裁和动作出口。

主机是稳控系统最重要的部分，它负责人机交互，显示电力系统当前的运行参数、状态曲线等。用户可以通过主机对稳控系统进行设置，修改对策表内容的操作。远传通信由插在主机上的智能 Modem 通信卡来管理，主机通过通信卡发送和接收实时数据和紧急切机命

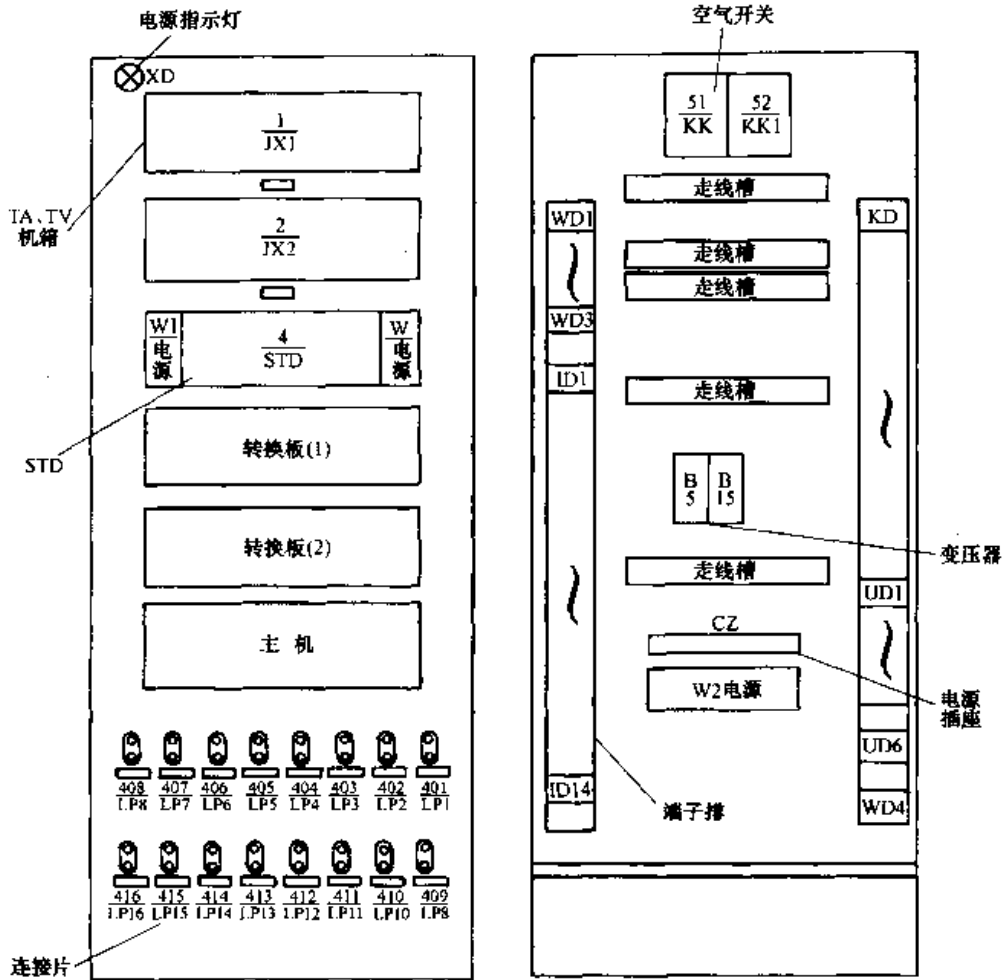


图 1-12-16 2号从机柜布置图

令。切机命令是系统实现稳定控制的关键手段。接收到切机命令后，主机将切机命令下达到从机 A 和从机 B 去查询对策表，并根据两从机返送的信息决定是否出口，即是否切除相应的发电机组。

主机和从机的稳控应用软件是相同的，但是通过不同的配置文件来确定是从机还是主机，以及应该完成的功能。配置文件在主机上进行编制和修改，通过网络将配置文件传送给从机 A 和从机 B。

七、电源系统

1. 概述

稳控装置的电源系统包括：抗干扰微机专用电源板、工业控制微机开关电源、交/直电源模块和 UPS 不间断电源组成。

- (1) 微机专用电源板给 A/D 板和开关量输出板供电。
- (2) 工控开关电源给 STD 系统供电。
- (3) 交/直电源模块提供 DC 24V 电源。
- (4) UPS 为整个稳控装置提供不停电电源。

稳控装置电源系统结构图如图 1-12-17 所示。



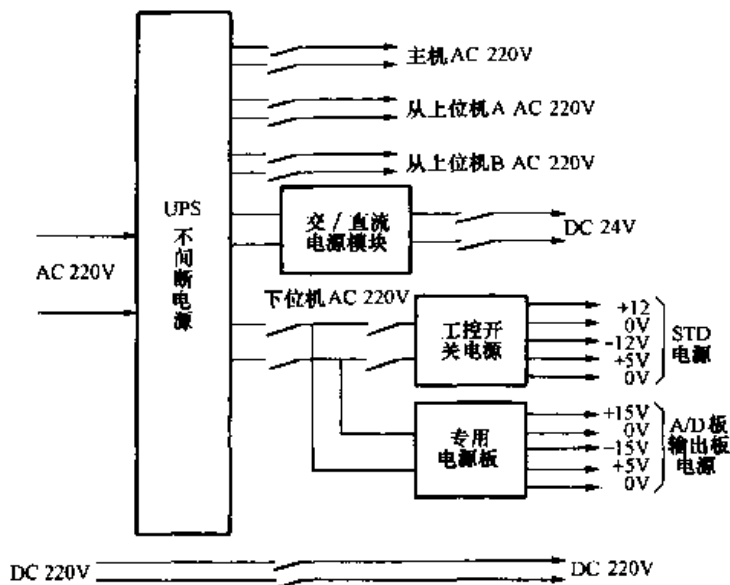


图 1-12-17 稳控装置电源系统结构图

2. 使用说明

微机专用电源板的输出供电系统（电源板前面）连接如图 1-12-18 所示。“5 芯”含义为该连线是由 5 根导线绞成。电源板提供 4 路相同的 5 芯绞线电源和 1 路 2 芯绞线电源。

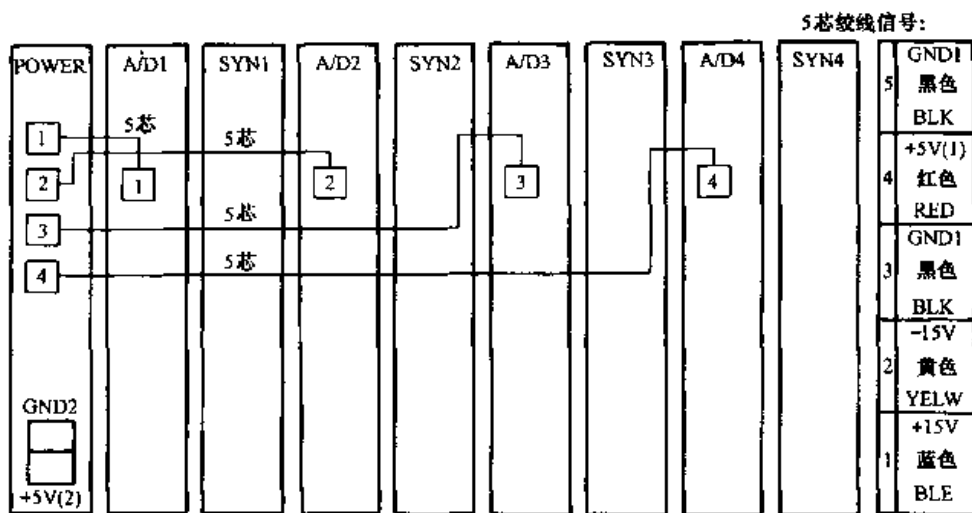


图 1-12-18 微机专用电源板的输出供电系统连接

微机专用电源板的输入电源系统（电源板后面）连接图如图 1-12-19 所示。将由端子排来的 5 芯绞线和 2 芯绞线的插头插到电源板输入插座（见图 1-12-19 左边）。

微机专用电源板的元器件物理位置图如图 1-12-18 所示。

(1) 将电源板安装好。

(2) 接通输入、输出连线；输入连线见图 1-12-19，将一个 5 芯孔插头和一个 2 芯孔插头插到电源的输入插头上（在电源板后面）。

(3) 检查无误后接通输入电源。

(4) 电源板上的熔断器（3A）为 I/O 板所用 +5V（2）电源的保险。

(5) 输出端子 (5 针) 从下到上为: +15V, -15V, GND1, +5V (1), GND1; 5 芯绞线的定义见图 1-12-19 的右侧。

(6) 输出端子 (2 针) 从下到上为: +5V (2), GND2; 参见图 1-12-19 的左侧。

(7) 输入交流不分中性线、相线, 不要接到直流输出端。

3. 工业控制开关电源

工业控制开关电源的连接如图 1-12-20 所示。工业控制开关电源的输出, 连接到 STD 下位机系统的背面, 6 芯绞线的 9 孔插头插在上面的 9 针插座上。3 芯绞线的 5 孔插头插在下方的 5 针插座上。还有一个 4 孔插座是备用的。

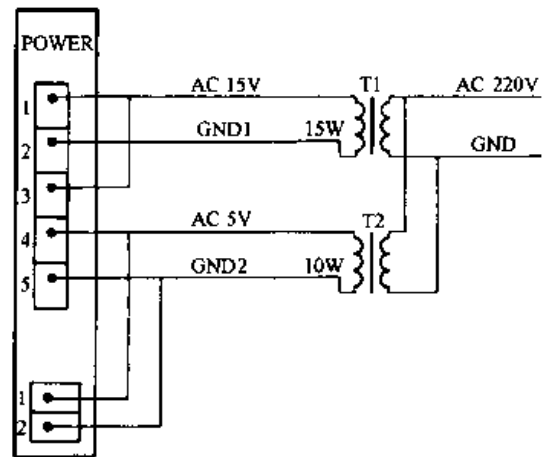


图 1-12-19 微机专用电源板的输入电源系统连接

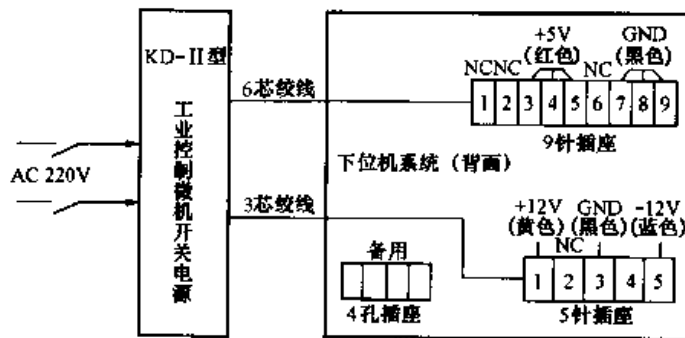


图 1-12-20 工业控制开关电源的连接

4. 交/直电源模块

交/直电源模块供电原理框图如图 1-12-21 所示。它给稳控装置提供 DC 24V 电源, 主要用于开关量的输入输出与运行现场的接口部分。

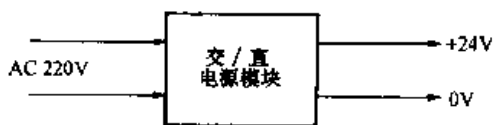


图 1-12-21 交/直电源模块供电原理框图

5. UPS 不间断电源使用方法

(1) UPS 电源的面板说明: UPS 的面板如图 1-12-22 所示, 面板有 16 个 LED 指示灯和 2 个按钮:

1) “负荷指示”: 显示 UPS 输出给负荷的功率与其额定功率的百分比。

2) “充电指示”: 显示当前电池的充电水平与电池容量的百分比; 此组指示灯还可以用来显示 UPS 输入电压, 按住启动/自检按钮约 4s, 指示灯会显示输入电压值, 从上到下依次为: 264、247、230、213、196V。

3) “补偿高压”: 输入电压过高, UPS 补偿高压时点亮。

4) “供电指示”: UPS 有正常交流输入时, 此灯点亮。

5) “补偿低压”: 输入电压过低, UPS 补偿低压时点亮。

6) “超负荷”: 负荷超过了 UPS 的容量。

7) “电池供电”: UPS 没有正常交流输入时, 电池开始供电。

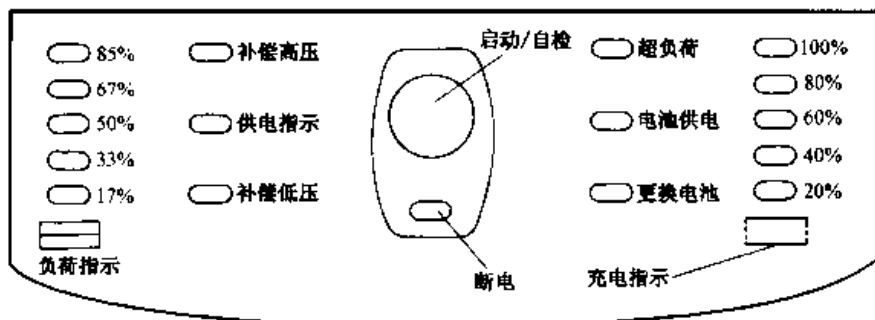


图 1-12-22 UPS 电源的面板图

- 8) “更换电池”：若电池自检失败，此灯提示需更换电池。
- 9) “启动/自检”：按下此按钮，UPS 启动同时进行自检。
- 10) “断电”：按下此按钮，UPS 停止向负荷供电。

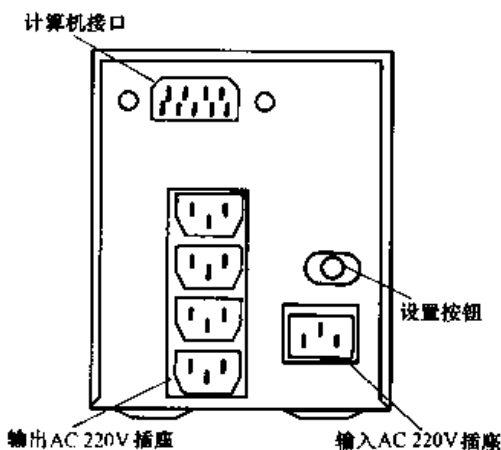


图 1-12-23 UPS 电源输入/输出接线图

UPS 电源的输入/输出接线图如图 1-12-23 所示。

(2) UPS 的操作：

1) UPS 电源的开启/关闭。按“开/自检”按钮，可接通 UPS 电源，给负载供电。UPS 短音响过并进行自检后，负载即可获得电源。按“断电”按钮，关断 UPS 电源。

2) UPS 电源的自检。UPS 自检是证实 UPS 和蓄电池工作正常。按“开/自检”按钮，UPS 即进行自检。

自检时 UPS 用电池给负载供电，“电池供电”灯亮，自检通过则“供电指示”灯亮而“电池供电”灯灭；自检不通过则“供电指示”灯亮而且“更换电池”灯亮，要求换电池（或充电）。

(3) UPS 电源的报警：

- 1) 电池供电。电池供电时，“电池供电”灯亮，UPS 发出“嘟”音警报，以后每秒响 4 次，直到正常运行。
- 2) 电池亏电。UPS 使用电池时，当电池电量不足则 UPS 连续地发出警报音响，直到电池耗尽或回到“供电指示”状态。
- 3) 超负荷。超负荷时，“超负荷”灯点亮，UPS 发出不间断的声音警报，直到过载消失。
- 4) 更换电池。电池不能通过自检时，UPS 发出 1min 的短音警报且“更换电池”灯亮，以后每 5h 发一次警报。

第四节 稳控装置软件说明

一、监控软件 MON 程序概述

MON 程序是清华大学电机工程系 FACTS 研究所为满足电力系统各种监控要求专门开

发的电力系统通用监控装置所配套的上位机监控软件。

MON 程序采用数据文件驱动，通过正确定义系统的配置文件，来实现各种复杂的监测功能。黑龙江稳定控制系统的主机、从机（三机系统）和上位机（双机系统）都采用 MON 程序作为控制程序的基础平台。

在 Windows 系统中，启动 MON 程序有两种方法：

(1) 若在桌面上存在有 monMain 的快捷方式，可直接双击，启动程序。

(2) 打开“我的电脑”到目录 C:\monMain，在其下会看到有相应的批处理文件（以 bat 作为文件名后缀的文件），可直接双击启动。

MON 程序亦可在 DOS 模式下启动，方法如下：

将目录切换到 C:\monMain，运行相应的批处理文件（以 bat 作为文件名后缀的文件）即可。

1. 显示方式

本程序执行后将屏幕划分为如图 1-12-24 的 7 个区域：

程序标题区：该区位于屏幕上方第一行，用于显示程序当前运行的配置文件及程序名称。

顶行菜单区：该区位于屏幕上方第二行，用于显示程序的主菜单。

操作按钮区：操作按钮区位于屏幕右侧，其中包含数个按钮，用于快速执行某些指定功能。

时间显示区：时间显示区位于屏幕下方的右侧，用于实时显示当前日期和时间。

信息提示区：屏幕最下面一行用于显示各种报警信息或提示信息。

运行状态区：运行状态区位于屏幕的第一行右侧，实时指明当前程序所处于的运行方式，本系统设有“检测”和“追忆”两种主要的运行方式，但在程序处于打印、存盘和初始化等运行状态时，本区内也将有相应的指示信息。

图形显示区：屏幕的其他部分构成系统的显示区域，根据当前显示画面的不同，系统自

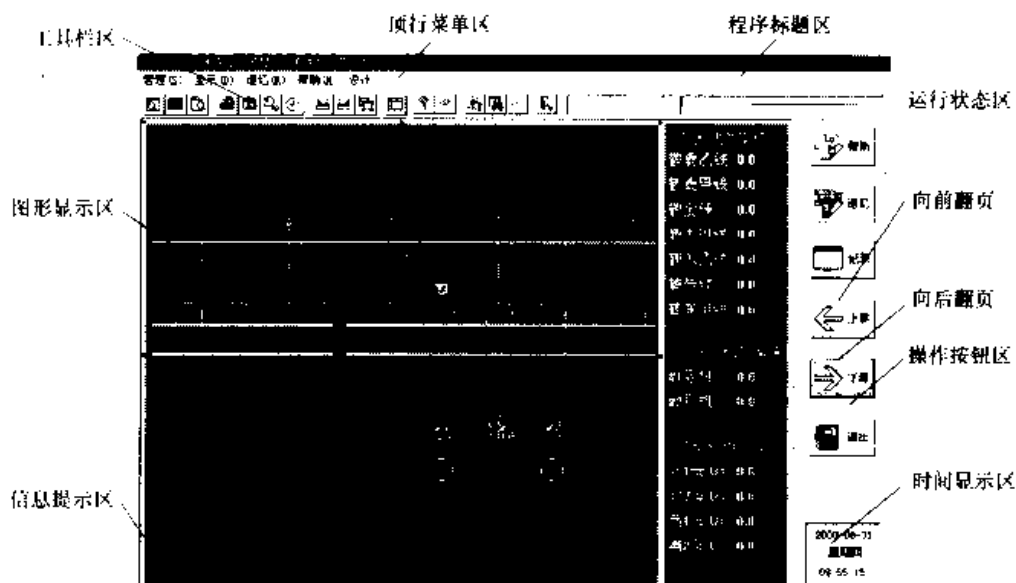


图 1-12-24 MON 程序的屏幕划分

动对显示区域内定义的各种图形元素进行动态刷新。用户可使用键盘或鼠标切换不同的显示画面。在程序处于“追忆”状态或有对话工具如下拉式菜单、快捷菜单或对话框弹出时，画面的动态刷新将暂时停止，但系统内部的数据采集和处理仍正常进行。

在程序处于“追忆”状态或有对话工具如下拉式菜单、快捷菜单或对话框弹出时，画面的动态刷新将暂时停止。但系统内部的数据采集和处理仍正常进行。

2. 主菜单及下拉式菜单功能说明

程序界面上部主菜单由以下各项组成，参见图 1-12-24 中所示的 MON 程序的屏幕划分（画面左上角）。对应下拉式菜单含有以下子项：

管理

显示

追忆

帮助

设计

各项菜单均定义有对应的下拉式菜单。以下各节分别介绍上述各项菜单及其子菜单的功能。

(1) 管理选项。在图 1-12-24 用鼠标点击左上角“管理”，对应下拉式菜单含有以下子项：

设置系统时间

设置时间显示方式

打印

打印设置

拷贝文件

改变口令

退出

在激活管理项菜单后屏幕的显示如图 1-12-25 所示。

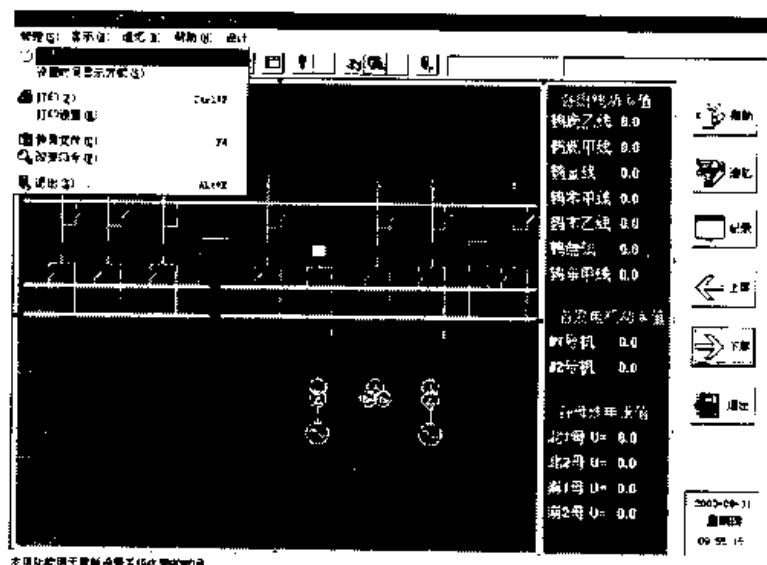


图 1-12-25 管理项菜单

1) 设置系统时间选项。本选项用于修改系统内部时钟, 用户在所显示的年、月、日及时、分、秒各输入域中输入相应的数值后, 选择确认按钮, 本程序即将用户的输入值设置为系统的当前时间, 用户不合法的输入值将被忽略并提示用户进行重新输入。

2) 设置时间显示方式选项。本系统提供了以 12h 制、24h 制显示时间及不显示时间等三种选择, 本选项用于用户进行相应的设置。缺省状态是 24h 制。

本选项只能改变程序的显示方式, 不能改变其他场合下使用的时间记录格式。例如不管本选项如何设置, 事件起始时间的显示将总使用的是 24h 制。

3) 打印选项。本选项是标准的 Windows 打印对话框, 在其中可以方便地设置打印页数、打印份数等打印机属性。

4) 打印设置选项。本选项是标准的 Windows 打印设置对话框, 在其中可以方便地设置打印机的纸张大小、纸张来源等打印机设置属性。

5) 文件拷贝功能选项。为便于用户处理本系统所记录的数据, 本选项允许用户将所选择的文件拷贝到指定目录。

由于本系统设置为最多保存 128 个事件记录文件, 超过这个数目后系统将自动覆盖最早的记录文件。因此如果用户认为某个记录文件的内容值得保存, 应及时使用本选项将该文件拷贝到指定目录处。

激活本选项后程序将分别提示用户输入源文件名和目标文件名, 缺省的源文件所在目录在程序运行目录下, 但用户可以指定希望拷贝的 Data 目录下的任何记录文件。目标文件可以选定目录。

6) 改变程序口令选项。本选项用于改变程序的退出口令。当激活本选项时, 程序首先要求用户输入原口令, 新口令, 新口令要求输入两遍以进行确认。当原口令输入不正确, 或新口令校核失败, 则程序会给出提示信息并要求用户重新输入口令; 若取消该操作, 则新口令被取消, 起作用的仍是系统的原口令, 否则系统用新的口令替代原口令。

7) 退出选项。本选项弹出一对话框提请用户确认是否退出本程序, 如用户按下“确认”按钮, 则程序要求用户输入正确的口令。不知道正确口令的用户无权退出本程序。

(2) 显示选项。在图 1-12-24 用鼠标点击左上部“选项”, 对应的下拉式菜单含有以下子项:

显示前屏

显示下屏

画面选择

对策表

变量列表

报警量列表

启动条件列表

1) 显示前屏选项。本选项允许用户将当前画面切换到前一屏画面。

2) 显示下屏选项。本选项允许用户将当前画面切换到下一屏画面。

3) 画面选择选项。本选项列出定义的所有画面。用户通过对其选择, 可直接进行画面切换。

4) 对策表选项。选择本选项, 程序可在线修改对策表。

点击该项，出现对策表对话框，如图 1-12-26 所示，根据实际情况选择根据 Table ID、

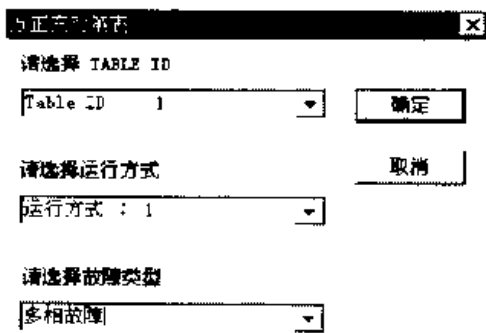


图 1-12-26 对策表对话框

运行方式及故障类型。点击“确定”，可出现对策表表格，如图 1-12-27 所示。在“其他”项处填写本对策的条件表达式，变量必须是右方变量表中有的，其他位置根据下发的对策表在格内填入数字，空格表示空对策，不起作用。修改结束，点击“保存修改退出”后，对策表直接通过网络传到从机，会有信息提示是否传输成功。放弃修改，点击“忽略修改退出”。如果某条线路有多种对策，将光标移至要加的线路，点击“增加一行”，即可出现新行，相应填入数据。多种对策情况下，搜索对策表后，将取其中最严重的对策处理。

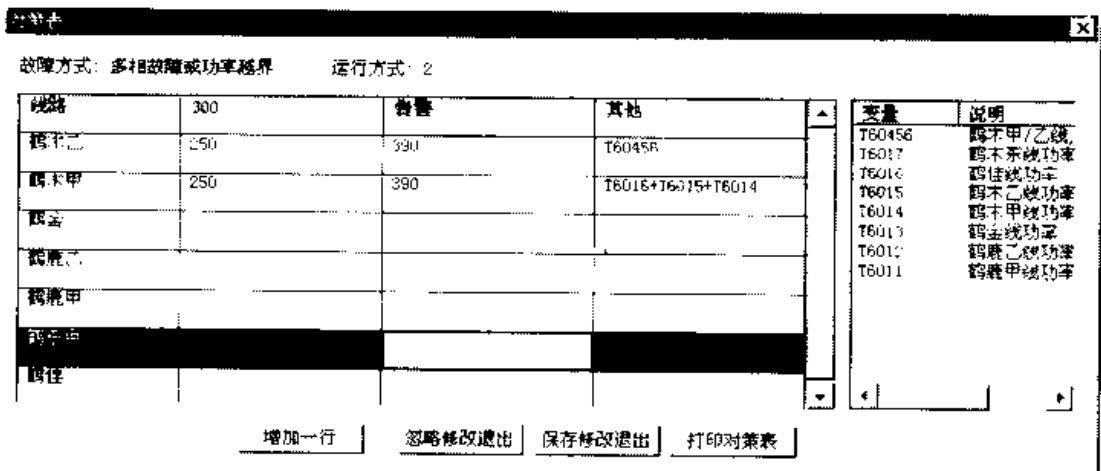


图 1-12-27 对策表表格

5) 变量列表选项。本选项列出定义的所有变量，包括系统内部变量（通常以 \$ 开头）、原始的数据采集量、计算推导量等。图 1-12-28 为激活本菜单子项后的显示。

6) 报警量列表选项。本选项列出配置系统时定义的所有报警量。

7) 启动条件列表选项。本选项列出配置系统时定义的所有事件启动条件。

(3) 追忆选项。追忆项对应的下拉式菜单含有以下子项：

启动事件记录

事件追忆

返回监控状态

1) 启动事件记录选项。本选项允许用户启动系统的事件记录功能。所记录事件的启动条件被设置为“用户启动”。其后用户可使用本系统提供的追忆功能对所记录的数据进行分析处理。在“追忆”状态下本选项不可用。

为保证系统运行的可靠性，本选项被激活时将要求用户输入口令。不能正确输入口令的用户将不能使用本选项提供的功能。

2) 事件追忆选项。本选项将系统运行方式改变为事件追忆方式。已处于“追忆”状态

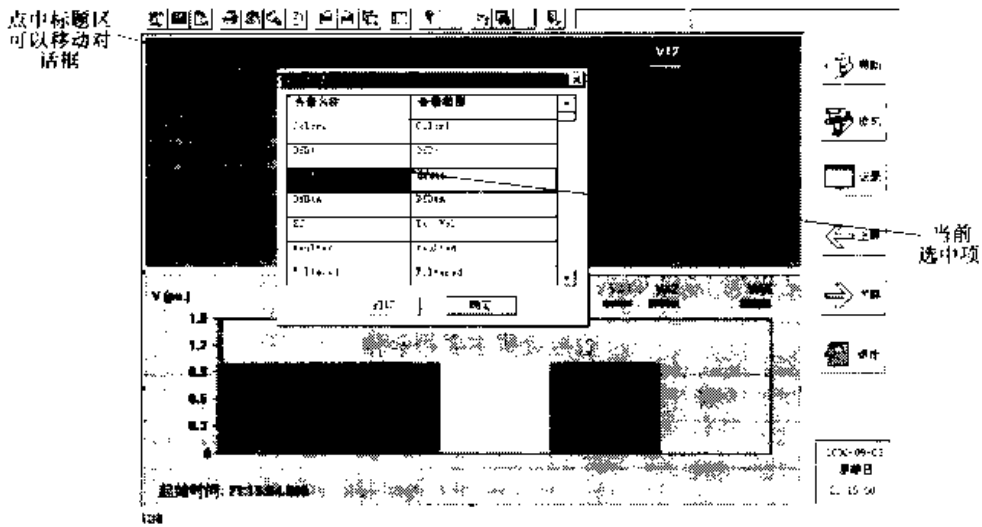


图 1-12-28 变量列表屏幕

下时本选项不可用。

进入本选项时，系统列出在缺省目录区下找到的所有事件追忆记录供用户选择，如不能输入一个合法的事件记录文件名将不能进入事件追忆状态。

3) 返回监控状态选项。本选项用于退出事件追忆状态。未处于“追忆”状态下时本选项不可用。

(4) 帮助选项。本选项弹出系统的版本信息。

(5) 设计选项。设计项菜单仅在带有 SET 选项运行 MON 程序时才可用，一般不允许运行人员操作。

二、相角监测画面配置和操作

进入 MON 后首先是相角监控画面，如图 1-12-29 所示，它共分为三个区域：相量显示

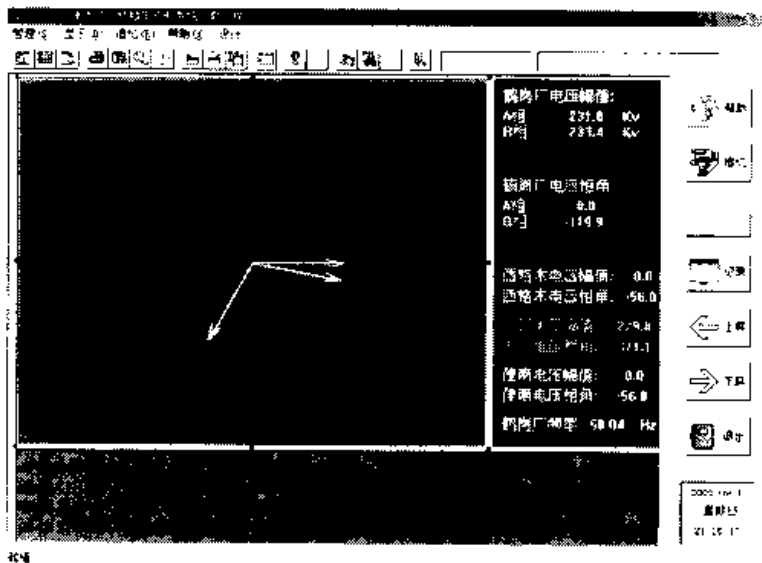


图 1-12-29 相角监测画面

区域，电压相角频率数值显示区域和报警区。

(1) 相量显示区域：显示本厂站三相电压相量和与之通信子站的母线 A 相电压相量，在通信异常时，异常子站的相量会顺时针或逆时针旋转，由当时电网频率决定。

(2) 数值显示区域：显示 1 区域对应相量数值（幅度和角度）（注：角度值均以本厂母线电压 A 相相角为参考）。

(3) 报警区域：显示与稳控装置相关的内部报警信息，点击鼠标右键，出现快捷菜单，选择数据浏览，可看到所有记录的内部报警信息，选择磁盘数据浏览，可看到更早出现的历史内部报警信息。常见报警信息如表 1-12-2 所示。

表 1-12-2 稳控装置主要报警信息

报 警	说 明
进入 MON 程序	表明进入监控程序
退出 MON 程序	表明退出监控程序
* 号从机工作不正常	表明 1 号或 2 号屏工作不正常
主机系统中，* 号从机上线	表明 1 号或 2 号屏可以开始正常工作
* * * 异常（装置灯亮）	表明通信异常或 1 号或 2 号屏工作不正常
* 号 MIXP 卡 * 路通道连接失败，重新复位	表明通信异常，重新开始连接
对策表上传成功	表明对策表已被从机（1 号及 2 号屏）接受，可以允许对策搜索
* 号从机：数据记录结束	表明短路故障产生后，1 号或 2 号屏数据记录结束
* 号从机：ArcNet 网络通信失败	表明 1 号或 2 号屏数据采集出现问题
主机将 * 号从机设为缺省的从机	当出现 1 号或 2 号屏状态异常时，程序将自动将没有故障的 1 号或 2 号屏设为缺省的从机

三、人工设置其他厂站线路投运状态画面

选择屏幕右侧“下屏”按钮，切换到“人工设置其他厂站线路投运状态画面”，如图 1-12-30 所示。第二期稳控系统至少有 42 种运行方式，其中方式 1 为正常方式，方式 42 为特

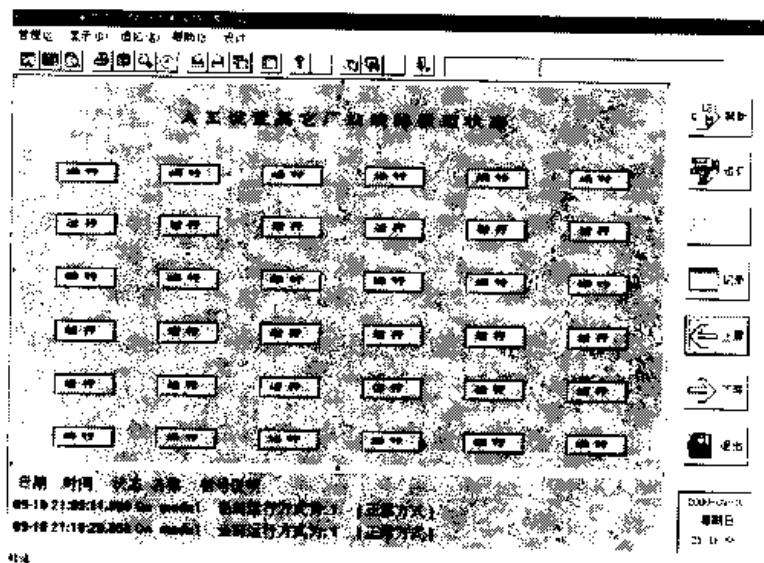


图 1-12-30 人工设置其他厂站线路投运状态画面

殊方式,表示有两条以上线路停运,方式 2~41 为检修方式,各对应一条线路检修。本厂站出线的运行方式由程序自动判断得出,不需人工设置,非本厂站出线的运行方式必须由运行人员人工设定。本画面分为两个区域:设置区和运行方式报警区。在设置区相应线路的按钮上点击鼠标左键,弹出确认对话框,正确输入密码后,按确认,屏幕按钮的提示信息由“运行”变为“检修”,或者由“检修”变为“运行”。运行方式报警区显示当前运行方式的说明,其显示信息随设置区中线路状态修改及下页中隔离开关状态的改变而改变。点击鼠标右键出现的快捷菜单,选择数据浏览,可看到以往运行方式的记录。运行方式设置正确与否直接影响切机对策的正确性,所以必须及时调整人工设置运行方式,设置过程中要认真核对提示内容与口令,并检查操作后结果是否正确。

(1) 更改隔离开关的状态。例如鹤岗厂需要人工设置的对象包括:

- 1) 各出线南/北母隔离开关及其旁路隔离开关;
- 2) 发电机南/北母隔离开关状态旁路南/北母隔离开关(变电所子站除外);
- 3) 母联断路器;
- 4) 子站投运状态(1号或2号屏是否运行);
- 5) 是否允许对策表搜索;
- 6) 切机允许方式,是否允许切1号或2号机(变电所子站除外)。

再例如方正变需要人工设置的对象包括:

- 1) 各出线南/北母隔离开关及其旁路隔离开关;
- 2) 母联断路器及其隔离开关;
- 3) 子站投运状态(1号或2号屏是否运行);
- 4) 是否允许对策表搜索。

断开(或闭合)隔离开关在人工隔离开关设置画面进行;用鼠标点击操作即可。

(2) 更改对策表。修改对策表时,一定要先“停止对策搜索”,待修改完成后,再“允许对策搜索”。对策表修改应该由继电人员负责执行,所以其修改方法在稳控系统维护手册中介绍。

(3) 设置从机运行状态。设置从机运行状态仅适用于三机系统。正常运行时,从机1和从机2(对应1号屏和2号屏)都处在允许运行状态,稳控装置自动检测两个从机的状态。如果发现从机异常,稳控装置会点亮管理屏上的从机异常指示灯和装置异常指示灯。运行人员复归后,报警信号依然出现,则说明从机有严重异常,此时可暂时把故障从机设置为退出运行状态。并告知维护人员处理。稳控程序将不检再检查该从机的状态,并自动转为单机运行状态。如果两个从机都出现长期不可复归的异常信号,则稳控装置必须退出运行。告知维护人员处理。

(4) 设置机组允许切除。在正常运行状态下,发电厂的运行机组都处于允许切除状态,稳控装置将自动选择出力较大的执行切机控制命令。如果在某种状态下不允许切除某台机组,可以将它设为“禁止切机”状态,稳控装置将不会对该机组发出切机命令。禁止切机时,可同时断开管理屏下部对应机组的切机出口连接片。切机允许设置必须由电厂和省调度运行部门协商确定。

四、主接线图显示画面

选择屏幕右侧“下屏”按钮切换到主接线图显示画面,见图 1-12-31。它由两个区域组成:主接线显示区和功率数值显示区。

主接线显示区再现本站一次系统运行情况。将鼠标移到隔离开关所在位置，点击左键，输入密码，确认即可更改隔离开关状态。隔离开关状态设置只需在主接线图上或人工隔离开关设置画面中的任意一个进行即可，无须重复进行。更改隔离开关状态可以在一次设备操作后进行，尽可能缩短稳控程序和一次侧隔离开关状态不一致的时间。

功率显示为主要出线功率值和高压母线电压值。电厂端的程序还将显示各发电机的当前功率值。

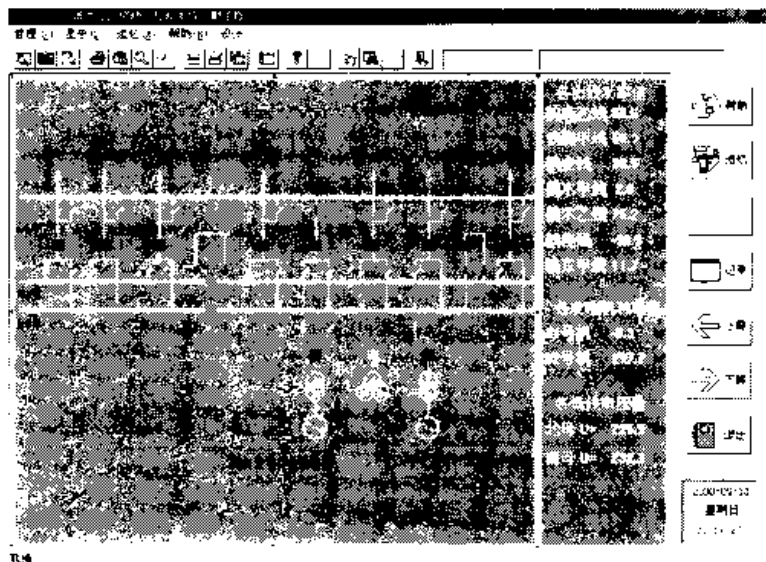


图 1-12-31 主接线图显示画面

五、报警信息显示画面

选择屏幕右侧“下屏”按钮切换到报警信息显示画面，见图 1-12-32。报警信息分为三个显示框，显示内容分别为：

框 1：隔离开关状态的改变；

框 2：保护的的动作结果，线路发生故障信息（即判线判相结果），线路故障解除，功率

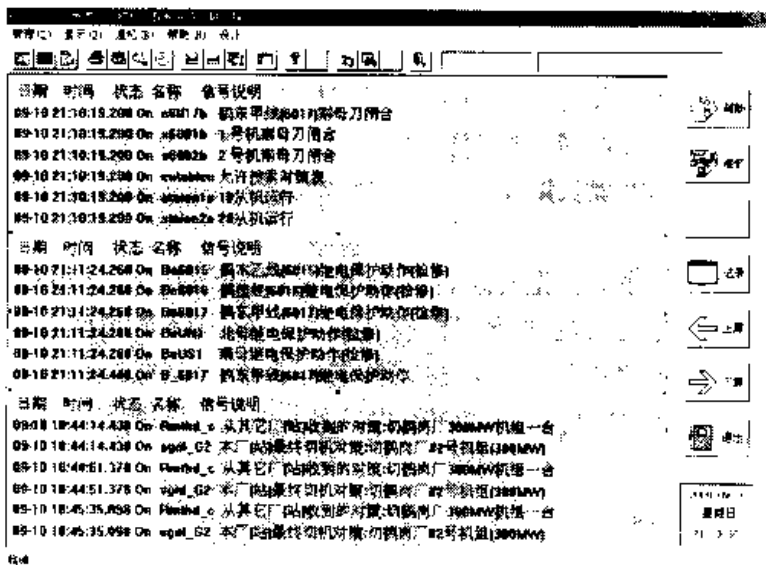


图 1-12-32 报警信息显示画面

越限，两从机状态不一致等；

框 3：本地的切机对策，从远方收到的切机对策和本厂站最终切机对策结果。

六、报警灯

稳控装置管理屏上方有两排红色报警灯（一期仅有一排），其含义如表 1-12-3 所示。

表 1-12-3 稳控装置报警灯说明

报警灯	说 明
功率越限报警	线路功率越限，通知调度处理，等功率恢复正常后，用复归键复归
远切灯	只在发电厂子站有，亮表示有远方变电所子站发来切机命令，要求切除本厂的机组
从机异常灯	表示对应从机状态异常。在管理屏重起，或从机重起时，都会暂时性出现从机异常，运行人员可在报警信息框中出现“从机上线”后按屏幕右下方的红色复归按钮复归从机异常灯。若 5min 后仍无法手动复归，可再次重起相应从机，若 5min 后仍无法手动复归，需通知继电保护人员处理
通信异常灯	表示与本地交换数据的远方子站与本地通信出现故障。若 5min 后仍无法手动复归，需通知继电人员处理
装置异常	从机异常或通信异常的同时，都会自动点亮装置异常灯
切机报警灯	表示本地发出切机命令。运行人员在记录下各报警信息的动作时间后，手动复归
切机灯	只在发电厂子站有，表示被切机组

七、对策表修改

(1) 稳定控制系统对策表格式。运行人员可以在线修改稳定控制系统的定值和定值属性，选择“显示\对策表”菜单执行此功能。对策表涉及多种运行方式，故障方式和故障线路，每个决策最多受三个条件控制。对策表的结构如下：

1) 每个厂站的对策表由若干个基础表组成。运行方式+故障类型的每种组合决定一张基础表。

2) 运行方式包括 1~n 种。

3) 故障方式包括无故障功率越限、无故障跳线、单相故障、多相故障。

4) 基础表格的格式如表 1-12-4 所示。

表 1-12-4 方正变电所正常方式对策表（多相故障，运行方式 1）

线路	500	400	300	200	100	告警	其他	变量列表
方哈线		300	300	300			PFH	PFH：方哈线功率 PZB500：主变功率 P1411：达方甲线 功率 P1412：达方乙线 功率
		730	650				P1411+P1412	
主变		300	300	300			PZB500	P1421：方东甲线 P1422：方东乙线 P1424：莲方甲线 P1425：莲方乙线
		730	650				P1411+P1412	
达方甲			550	460			P1411+P1412	
达方乙			550	460			P1411+P1412	
莲方甲								
方东甲								

表 1-12-4 的标题为该表对应的故障方式和运行方式；表 1-12-4 的第一行为控制对策行，100 表示切 100MW，200 表示切 200MW，依此类推，对策表建立后，其第一列按控制对策



从大到小由左向右排列；表 1-12-4 第一列表示故障线路。“其他”一列列出了定值的属性表达式，表达式可以是变量列表中所列变量的任意四则代数运算组合。表 3 内每个单元格表示同行“其他”列的计算值，又称为对策表的定值。

每条线路的控制对策由该对策所对应列的相关行条件的与构成。对策表采用从左向右的搜索方法，只要找到满足条件的对策就停止继续判断，直接返回对应的控制对策。

[对策示例 1]

1) 方哈线故障切 400MW 机组对策——在运行方式 1，方哈线发生多相故障时，如果 $PFH > 300$ 且 $P1411 + P1412 > 730$ （即方哈线潮流大于 300MW，达方甲乙线潮流和大于 730MW）时执行切 400MW 对策。

2) 方哈线故障切 200MW 机组对策——在运行方式 1，方哈线发生多相故障时，如果 $PFH > 300$ （即方哈线潮流大于 300MW）时执行切 200MW 对策。

3) 达方甲线切 300MW 机组对策——在运行方式 1，方哈线发生多相故障时，如果 $P1411 + P1412 > 550$ （即达方甲乙线潮流和大于 550MW）时执行切 300MW 对策。

4) 莲方甲线无对策——在运行方式 1，莲方甲线发生多相故障后，由于对策表中为空，所以对策表返回无控制对策。

表 1-12-5 为功率越限表。表 1-12-5 中的定值只能放在功率越限一列，严禁放在其他列，否则会导致误切机。

表 1-12-5 方正变电所正常方式对策表（无故障越限，运行方式 1）

线 路	500	400	300	200	100	告警	其他	变量列表
方哈线						600	PFH	PFH: 方哈线功率 PZB500: 主变功率 P1411: 达方甲线功率 P1412: 达方乙线功率 P1421: 方东甲线 P1422: 方东乙线 P1424: 莲方甲线 P1425: 莲方乙线
主 变						740	PZB500	
达方甲						500	P1411+P1412	
达方乙						500	P1411+P1412	
莲方甲								
方东甲								

[对策示例 2]

方哈线功率越限——在运行方式 1，方哈线无故障时，如 $PFH > 600$ （即方哈线潮流大于 600MW）则对策表返回功率越限。

(2) 在线修改方法：

- 1) 只有授权人员才可以在线修改控制对策。
- 2) 各控制子站的对策修改必须依据调度的指令进行。
- 3) 修改对策表必须有监护人员同时到场。

4) 对策修改步骤：①禁止对策搜寻；②选择对策表修改功能，在弹出的对话框中选择对策表 ID 号（目前只有 1），运行方式号（1~42），故障类型（无故障跳开，单相故障，多相故障），按“确定”，开始修改对应的基础表格；③根据调度指令更改定值或表达式；④确定更改正确后按“保存退出”；⑤重新选择对策表修改功能，打开刚编辑过的基础表，检查修改内容是否被正确保存，有条件的应打印对策表；⑥恢复对策表搜索。



第十三章 电力系统安全自动控制装置

当电力系统发生某些故障时，如不及时采取措施，就有可能引起连锁反应，使事故扩大，以致危及整个系统的安全稳定运行。电力系统中常见的几种自动装置就是针对危及系统安全运行的故障所采用的自动化对策，它们的主要任务是，当系统发生某些事故时，按照预定的控制准则迅速作出反应，采取必要措施避免事故扩大。

第一节 自动低频减载

一、概述

电力系统的频率反映了发电机组所发出的有功功率与负荷所需有功功率之间的平衡情况。当电厂发出的有功功率不满足用户要求而出现缺额时，系统频率就会下降。

当系统发生较大事故时，系统可能出现严重的功率缺额，其缺额值超出了正常热备用可以调节的能力，这时即使令系统中运行的所有发电机组都发出其设备可能的最大功率，仍不能满足负荷功率的需要，此时由于功率缺额所引起的系统频率下降，将远远超出系统安全运行所允许的范围，甚至出现频率崩溃的事故。在这种情况下从保证系统安全运行的观点出发，为了保证对重要用户的供电，不得不采取应急措施，切除部分负荷，以使系统频率恢复到可以安全运行的范围以内。

当电力系统因事故而出现严重的有功功率缺额时，其频率将随之急剧下降，其下降值与功率缺额有关，根据负荷频率特性曲线不难求得其下降频率的稳态值。

频率降低较大时，对系统运行极为不利，甚至会造成严重后果，主要表现在如下几个方面：

1. 对汽轮机的影响

运行经验表明，某些汽轮机长时期在频率低于 49~49.5Hz 以下运行时，叶片容易产生裂纹，当频率低到 45Hz 附近时，个别级的叶片可能发生共振而引起断裂事故。

2. 发生频率崩溃现象

当频率下降到 47~48Hz 时，火电厂的厂用机械（如给水泵等）的出力将显著降低，使锅炉出力减少，导致发电厂发出功率进一步减少，致使功率缺额更为严重，于是系统频率进一步下降，这样恶性反馈将使发电厂安全运行受到破坏，从而造成所谓“频率崩溃”事故。

3. 引起电压崩溃事故

当频率降低时，励磁机、发电机等的转速相应降低，由于发电机的电势下降，使系统电压的水平下降。运行经验表明，当频率降至 46~45Hz 时，系统电压水平受到严重影响，系统运行的稳定性遭到破坏，出现所谓“电压崩溃”现象，最后导致系统瓦解。一旦发生上述恶性事故，将会引起大面积停电，而且需要较长时间才能恢复系统的正常供电。

自动低频减载装置是防止发生上述事故的重要对策之一，当频率下降时，采用迅速切除不重要负荷的办法来制止频率下降，以保障系统安全，防止事故扩大。

二、电力系统频率特性

在电力系统出现一定功率缺额时，如能在较低的频率继续维持运行，主要是依靠了负荷频率特性所起的调节作用。其物理概念是当频率降低时，负荷按照自身的频率特性，自动地减少了从系统中所取用的功率，使其在某一频率值时与发电机所发的功率保持平衡。

电力系统在稳态运行情况下，各母线电压的频率为全网统一的运行参数，系统受到微小扰动，频率 f_i 仍能维持为 f_x 。但是由原线路传输的功率发生了变化，节点 i 的输入功率和输出功率 P_{Ai} 和 P_{Bi} 也发生了变化，于是母线电压相角 δ_i 也将随之发生变化。

可见，在扰动过程中，各母线电压的相角不可能具有相同的变化率，因此系统中各母线电压的瞬时频率就并不一致，它与全网统一的频率 f_x 相差 Δf_i ，其值决定于相角 δ_i 的变化情况。

电力系统由于功率平衡遭到破坏而引起系统频率发生变化，频率从正常状态过渡到另一个稳定值所经历的时间过程，称为电力系统的动态频率特性。当系统中出现功率缺额时，系统中旋转机组的动能都为支持电网的能耗作出贡献，频率随时间变化的过程主要决定于功率缺额的大小与系统中所有转动部分的机械惯性，其中包括汽轮机、同步发电机、同步补偿机、电动机及电动机拖动的机械设备等。

三、自动低频减载装置的工作原理

当系统发生严重功率缺额时，自动低频减载装置的任务是迅速断开相应数量的用户，恢复电网有功功率的平衡状态，使系统频率不低于某一允许值，确保电力系统安全稳定运行，防止事故的扩大。

1. 最大功率缺额的确定

在电力系统中，自动低频减载装置是用来对付严重功率缺额事故的重要措施之一，它通过切除负荷功率（通常是比较不重要的负荷）的办法来制止系统频率的大幅度下降，借以取得逐步恢复系统正常工作的条件。因此，必须考虑即使系统发生最严重事故的情况下，即出现最大可能的功率缺额时，切除接至自动低频减载装置的用户功率量也能使系统频率恢复到可运行的水平，以避免系统事故的扩大。可见，确定系统事故情况下的最大可能功率缺额，以及接入自动低频减载装置的相应负荷馈线的功率值，是保证系统安全运行的重要环节。确定系统中可能发生的功率缺额涉及到对系统事故的设想，为此应作具体分析。有时按系统中断开最大机组或某一电厂来考虑，如果系统有可能解列成几个子系统（即几个部分）运行时，还必须考虑各子系统可能发生的最大功率缺额。

自动低频减载装置是针对事故情况的一种反事故措施，并不要求系统频率恢复至额定值，一般希望它的恢复频率低于额定值，所以接到自动低频减载装置最大可能的断开功率可小于最大功率缺额。当系统负荷、系统最大功率缺额已知后，只要系统恢复频率确定，就可求得接到自动减负荷装置的被切功率总数。

2. 自动低频减载装置的动作顺序

当电力系统发生低频事故时，被迫采取切除部分负荷的办法以确保系统的安全稳定运行，这对于被切除负荷的用户来说，无疑会造成不少损失；因此，应力求尽可能少地切除负荷，接于自动低频减载装置的总功率是按系统最严重事故的情况来考虑的。然而，系统的运行方式很多，而且事故的严重程度也有很大差别，对于各种可能发生的事故，都要求自动低频减载装置能作出恰当的反应，切除相应数量的负荷功率，既不过多又不要不足，只有分级

断开负荷功率采用逐步修正的办法，才能取得较为满意的结果。

由分析系统频率下降的动态过程可知，在频率下降速度 df_x/dt 的信号中，载有功率缺额的信息。从理论上讲它提供了切除相应功率量的数学描述，是较为理想的检测信号。然而，由于实施中的一系列问题难以解决，至今仍未被很好的采用。目前得到实际应用的主要是按频率降低值切除负荷，即按频率自动减载。

自动低频减载装置是在电力系统发生事故时系统频率下降过程中，按照频率的不同数值按顺序地分级切除负荷。也就是将接至低频减载装置的总功率 ΔP_{Lmax} 分配在不同启动频率值分批地切除，以适应不同功率缺额的需要。根据启动频率的不同低频减载可分为若干级，也称为若干轮。

为了确定自动低频减载装置的级数，首先应定出装置的动作频率范围，即选定第一级启动频率 f_1 和最末一级启动频率 f_N 的数值。

(1) 第一级启动频率 f_1 的选择：由系统频率动态特性曲线的规律可知在事故初期如能及早切除负荷功率，这对于延缓频率下降过程是有利的。因此第一级的启动频率宜选择得高些，但又必须计及电力系统动用旋转备用容量所需的时间延迟。避免因暂时性频率下降而不必要地断开负荷功率的情况，所以一般第一级的启动频率整定在 48.8~49.2Hz。在以水电厂为主的电力系统中，由于水轮机调速系统动作较慢，所以第一级启动频率宜取低值。

(2) 末级启动频率 f_N 的选择：电力系统允许的最低频率受“频率崩溃”或“电压崩溃”的限制，对于高温高压的火电厂，在频率低于 46~46.5Hz 时，厂用电已不能正常工作。在频率低于 45Hz 时，就有“电压崩溃”的危险。因此，末级的启动频率以不低于 46~46.5Hz 为宜。

(3) 频率级差问题：当 f_1 和 f_N 确定以后，就可在这二者之间的频率范围内按频率级差 Δf 分成 N 级断开负荷，级数 N 越大，每级断开的负荷就越小，这样装置所切除的负荷量就越有可能近于实际功率缺额，具有较好的适应性。

关于频率级差 Δf 的选择问题，当前有两种截然不同的原则：

(1) 按选择性确定级差。强调各级动作次序，要在前一级动作以后还不能制止频率下降的情况下，才动作后一级。

设频率测量元件的测量误差为 $\pm \Delta f_0$ ，最严重的情况是前一级启动频率具有最大负误差，而本级的测频元件为最大正误差，如图 1-13-1 所示。设第 i 级在频率为 $f_i - \Delta f_0$ 时启动，经 Δt 时间后断开用户，这时频率已下降至 $f_i - \Delta f_0 - f_i$ 。第 i 级断开负荷后如果频率不继续下降，则第 $i+1$ 级就不切除负荷，这才算是有选择性。这时考虑选择性的最小频率级差为

$$\Delta f = 2\Delta f_0 + \Delta f_i + \Delta f_y$$

式中 Δf_0 ——频率测量元件的最大误差频率；

Δf_i ——对应于 Δt 时间内的频率变化，一般可取 0.15Hz；

Δf_y ——频差裕度，一般可取 0.05Hz。

按照各级有选择性地顺序切断负荷功率，级差 Δf 的值主要决定于频率测量元件的最大

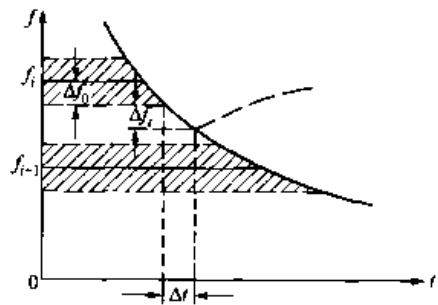


图 1-13-1 频率选择性级差的确定



误差 Δf_0 和 Δt 时间内频率的下降数值 Δf_i 。当频率测量元件本身的最大误差为 $\pm 0.15\text{Hz}$ 时，选择性级差 Δf 一般取 0.2Hz ，这样整个低频减载装置只可分成 $5\sim 6$ 级。

(2) 级差不强调选择性，由于电力系统运行方式和负荷水平是不固定的，针对电力系统发生事故时功率缺额有很大分散性的特点，低频减载装置遵循逐步试探求解的原则分级切除少量负荷，以求达到较佳的控制效果。这都要求减小级差 Δf ，增加总的频率动作级数 N ，同时相应地减少每级的切除功率，这样即使两轮无选择性启动，系统恢复频率也不会过高。

在电力系统中，自动低频减载装置总是分设在各个地区变电所和带地区负荷的中小型发电厂内，前面已讲到在系统频率下降的动态过程中，如果计及暂态频率修正项 Δf_i ，各母线电压的频率并不一致，所以分散在各地的同一级低频减载装置，事实上也有可能不同时启动，现在使用的低频减载装置频率的测量精度也很高，如果增加级数 N ，减小各级的切除负荷功率，则两级间的选择性问题就不突出，所以近来减载方案的趋势是采用增加级数 N 的方法。

3. 每级切除负荷 ΔP_L 的限制

低频减载装置采用了分级切除负荷的办法，以适应各种事故条件下系统功率缺额大小不等的情况。在同一事故情况下，切除负荷越多系统恢复频率就越高，可见每一级切除负荷的功率受到恢复频率的限制。我们不希望恢复频率过高，更不希望频率恢复值大于额定值。

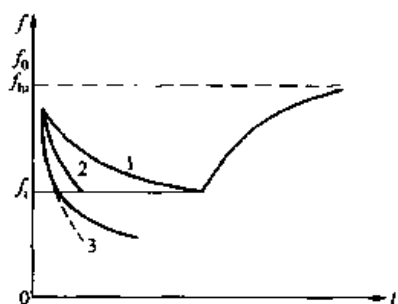


图 1-13-2 典型的系统
频率变化过程

设第 i 级的动作频率为 f_i ，它所切除的用户功率为 ΔP_{Li} 。电力系统频率 f_x 下降特性是与功率缺额相对应的。典型的系统频率变化过程如图 1-13-2 所示。其中特性曲线 1 的稳态频率正好为 f_i ，这是能使第 i 级启动的功率缺额为最小的临界情况，因此当切除 ΔP_{Li} 后，系统频率恢复值 f_{hw} 达最大值。在其他功率缺额较大的事故情况下，也能使第 i

级启动，不过他们的恢复频率均低于 f_{hw} ，如典型曲线 2、3 所示。曲线 2 表示切除 ΔP_{Li} 后频率稳定在 f_i 。曲线 3 表示切除 ΔP_{Li} 后，频率继续下降。

在自动低频减载装置的动作过程中，当第 i 级启动切除负荷以后，如系统频率仍继续下降，则下面各级会相继动作，直到频率下降被制止为止。如果出现的情况是：第 i 级动作后，系统频率可能悬停在 f_i ，它低于恢复频率的极限值，但又不足以使下一级减载装置启动，如图 1-13-2 中曲线 2 所示，因此要装设后备段，以便使频率恢复到允许的限值以上。后备段的动作频率应不低于前面基本段第一级的启动频率。它是在系统频率已经比较稳定时动作的。因此其动作时限可以为系统时间常数 T_i 的 $2\sim 3$ 倍，国内一般为 $15\sim 25\text{s}$ 。后备段可按时间分为若干级，也就是其启动频率相同，但动作时延不一样，各级时间差可不小于 5s ，按时间先后次序分批切除用户，以适应功率缺额大小不等的需要。在分批切除负荷的过程中，一旦系统恢复频率高于后备段的返回频率，低频减载装置就停止切除负荷。

当系统发生事故基本段第 i 级动作后频率稳定在稍低于后备段的动作频率的数值上，此时后备段开始动作，切除部分负荷，但希望切除负荷后系统频率恢复到不低于 49.5Hz 水平，不高于正常运行频率。因此后备段每次动作切除负荷的功率值可以按此原则进行计算。

接于后备段的功率总数应按最不利的情况来考虑，即低频减载装置切除负荷后系统频率

稳定在可能最低的频率值，按此条件考虑后备段所切除用户功率总数的最大值，并且保证具有足以使系统频率恢复到 f_h 的能力。

4. 自动低频减载装置的动作时延

自动低频减载装置动作时，原则上应尽可能快，这是延缓系统频率下降的最有效措施。但考虑到系统发生短路事故时，电压波形的急剧变化有可能引起频率测量的不正确而引起装置误动作，所以一般采用一个较小的延时（通常用 0.15~0.3s）以躲过暂态过程可能出现的低频现象。

四、自动低频减载装置

目前采用最多的自动低频减载装置是 UFV—A、B 微机型低频低压减载装置及 SZH—2 数字低频率继电器。

(一) SZH—2 型低频率继电器

1. SZH—2 型低频率继电器的工作原理

其原理框图如图 1-13-3 所示。在图 1-13-3 中，输入的交流电压信号经变压器隔离变换后，一路供频率测量回路用，一路供低电压闭锁及稳压电源用。频率测量原理是依据被测交流电压信号每周期内能计得晶体振荡器产生的脉冲个数，来换算频率的工作正常级、解除闭锁级及欠频动作级的频率，分别不同频率定值进行比较的频率继电器。工作正常级的定值选在 51Hz，当频率测量回路测出的频率低于 51Hz 时，工作正常级监视灯亮，因此正常运行时总是处于动作状态，可以监视低频率继电器内部主回路是否正常，并有灯光信号和光字告警输出端子。解除闭锁级的频率定值选为 49.5Hz 或 49.26Hz，只有在系统频率低于 49.5Hz 或 49.26Hz 时，才允许低频继电器出口动作，否则使出口回路闭锁，可防止由于欠频动作回路损坏造成继电器误动作，提高动作的可靠性。输出级定值用拨盘开关按需要整定，当频率测量回路测到的正弦电压周期值大于整定周期值时继电器就动作输出。

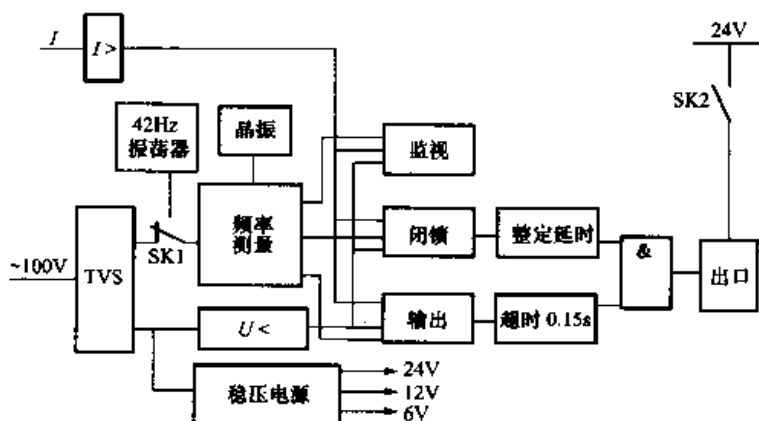


图 1-13-3 SZH—2 型低频率继电器原理框图

转差闭锁回路工作过程如下。

当 $df/dt > K$ (K 值一般可取 5Hz/s) 时将装置闭锁，不允许出口跳闸，并发出告警信号。转差闭锁回路能起以下作用：

- (1) 防止装置内部清零脉冲回路，计数回路等元件损坏引起的误动作。
- (2) 防止输入电压相位连续突变引起装置误动作。

(3) 防止母线电压互感器二次侧回路内接触不良, 装置输入电压断断续续引起的误动。

(4) 防止负荷反馈效应引起的误动作。

(5) 对负荷反馈效应与功率缺额造成的事故状态下的频率下降具有良好的选择性, 因此欠频动作回路的延时时间可缩短到 80ms。

它的测量精度在 50Hz 时综合误差小于 $\pm 0.015\text{Hz}$; 低频率继电器频率整定范围为 41~50Hz (用于切机的高频率继电器频率整定范围为 50.1~65Hz), 最小整定级差为 0.0125Hz。

为了在运行中试验继电器的完好性, 设有低频振荡器及试验开关 SK。当 SK 置于试验位置时, 整个装置进行传动试验直至出口接点均可动作, 因而试验前首先解开跳闸回路连接片。本继电器还有低电压闭锁回路, 输入电压在 60V 以下时, 自动对继电器进行闭锁, 其主要目的是为防止电源电压过低时引起内部逻辑不正确而造成的误动。SZH—2 型低频率继电器还有的设有低负荷电流闭锁回路, 当负荷电流低于整定值时, 装置亦闭锁不允许有输出, 这主要也是为解决当供电电源中断时, 负荷反馈电压造成的误动, 增强装置的工作可靠性, 这种方案已不推荐使用, 因为 df/dt 闭锁功能已保证在负荷反馈时继电器不会误动作。

2. SZH—2 型低频率继电器使用方法

(1) 定期使用试验开关检查装置动作情况, 试验前首先断开出口跳闸回路连接片, 防止误切负荷。

(2) 运行过程中应定期查看信号指示灯, 正常时工作正常灯发出显示, 动作时解除闭锁灯及欠频动作灯发出显示。装置动作后需按下面板上的复归按钮, 将动作信号复归。

(3) 装置需定期进行检查。

(4) 下列情况属于装置异常:

1) 电网频率低于 51Hz 且正常工作情况下工作正常指示灯熄灭并发出中央信号, 此时说明装置主回路损坏。

2) 电网频率正常工作情况下, 欠频动作指示灯发出显示且复归不掉, 并发出中央信号, 此时说明装置欠频动作回路损坏。

发现以上情况应将装置退出运行。

(5) 下列情况不属于装置损坏:

1) 电网由于频率缺额使频率下降到装置的整定值, 装置正确动作, 此时发出中央信号应视为动作信号, 不表示装置损坏。

2) 装置滑差闭锁回路起作用时, 面板上 3 个指示灯均灭, 此时发出中央信号, 不表示装置损坏。

3) 装置的交流输入端失压造成装置发出中央信号, 不表示装置损坏。

继电器面板上设有工作正常、解除闭锁、欠频动作 3 个指示灯, 其欠频动作、解除闭锁灯是由磁保持信号继电器启动的, 具有记忆功能。当电网频率恢复后, 运行人员应手动复归按钮, 使欠频动作、解除闭锁灯复原。

(二) UFV—A、B 型微机型低频低压减载装置

1. 装置的主要功能

测量装置安装处母线电压、频率及它们的变化率。在电力系统由于有功缺额引起频率下降时, 装置自动根据频率降低值切除部分电力用户负荷, 使系统的电源与负荷重新平衡。本

装置设有 4 个独立的基本轮和 1 个特殊轮。当电力系统功率缺额较大时，本装置具有根据 df/dt 加速切负荷的功能，在切第一轮时可加速切第二轮或第二、三两轮，尽早制止频率的下降，防止出现频率崩溃事故。在电力系统由于无功不足引起电压下降时，装置自动根据电压降低值切除部分电力用户负荷，确保系统内无功的平衡，使电网的电压恢复正常。本装置根据电压切负荷的轮次与根据频率切负荷轮次相同，也可以在五轮范围内设定为频率与电压轮次分开。当电力系统电压下降太快时，可根据 dU/dt 加速切负荷，尽早制止系统电压的下降，避免发生电压崩溃事故，并使电压恢复到允许的运行范围内。本装置具有独特的短路故障判断自适应功能，低电压减载的整定时间不需要与保护动作时间相配合，保证系统低电压时快速动作，短路故障时可靠不动作。本装置设有根据 df/dt 、 dU/dt 闭锁功能，以防止由于短路故障、负荷反馈、频率或电压的异常情况可能引起的误动作；具有 TV 断线闭锁功能。本装置还可用于低频解列、低压解列。装置具有液晶屏显示、事件记录、数据记录、回路自检、整组试验等功能。装置可以配置打印机接口板，输出打印事件记录、事故数据记录、定值、装置运行状态等。

2. 主要技术参数

(1) 额定交流输入参数。

交流电压： U_{AB} 、 U_{BC} ，100V，50Hz。

TV 变比：6.3~500kV/100V，根据需要以定值方式设定。

双母线或两段母线时可分别接入每段母线的 U_{AB} 、 U_{BC} 电压；也可接入两个不同电压等级的 U_{AB} 、 U_{BC} 。当两段母线电压均正常时，必须两段电压同时降低时，低电压才能动作；当其中一段母线电压消失时，自动按正常的哪一段母线电压进行判断。根据需要也可以接入四段母线的电压。

(2) 装置的输入量与输出量。

1) 装置的输入量：①模拟量 2~6 个，母线电压 U_{AB} 、 U_{BC} ，双母线或两段母线时可分别输入每段母线的 U_{AB} 、 U_{BC} 。②开关量：4 个，可用于某些特殊的逻辑功能或远方切负荷命令信号输入。

2) 装置的输出量：

a) 装置的出口继电器及触点：①装置输出分为五级（轮），第 1~4 级作为基本级，第 5 级可作为长延时的特殊级使用，每一级可以带多个出口继电器，装置配置 4~20 个出口继电器，出口继电器的数量按照需要选用；②每个出口继电器提供两对触点（一对用于跳闸，另一对用于闭锁重合闸），该触点容量为直流 220V、闭合电流 5A。每个出口继电器可以选择跳接在任一输出级上，控制切除一台机或一回负荷线路；③出口跳闸触点可以经保护装置的操作箱回路作用于断路器跳闸线圈，也可直接作用于断路器跳闸线圈，装置的出口继电器板配置有电流自保持继电器。

b) 装置的中央信号输出：装置输出的中央信号一般包括装置动作信号（带保持）、TV 断线信号、回路异常信号、直流电源消失信号。动作信号由运行人员手动复归，异常信号在异常状态消除后自动复归。另外还提供一对触点作为装置动作的遥信信号或故障录波器的录波信号。

3) 装置具有串行通信接口一个，用户可选用串并转换的打印机接口插件，连接标准的带汉字库的并行口打印机（目前选用 EPSON LQ—300K 型打印机）。

(3) 显示与操作方式。

1) 通过主机面板上的 4×16 字符的液晶显示屏 (逐步改为汉字显示屏) 以菜单的方式显示时间、测量值、整定值、动作状态、事件记录、数据记录、装置异常状态的内容等。通过主机面板上的 9 个按键来实现菜单的选择、定值的修改、时钟的设定、整组试验、CPU 复位等操作。

2) 运行状态指示灯: ①主机面板上有 4 个 LED 指示灯, 分别指示装置处于运行、启动、动作、异常状态; ②输出中间板 (SZ) 面板上有 9 个 LED 指示灯, 分别指示 1~5 级输出情况, 启动、动作、TV 断线及异常状态。1~5 级输出与动作信号均为保持信号, 其余不保持; ③各出口继电器板上有 4 个红色的 LED 指示灯, 表示板上 4 个出口继电器的动作状态, 该指示灯为保持信号, 需手动复归后才能熄灭; ④稳压电源板上的 4 个绿色 LED 指示灯, 分别表示 +5、+12、-12、+24V 的状态; 灯亮表示电源基本正常。

3. 装置的基本原理

(1) 电压 (U)、频率 (f) 的测量方法: 装置的微机部分对经过变换后的输入交流电压 U_{AB} 、 U_{BC} 的瞬时值进行采样, 采样周期为 $T/12$ (当 T 为 20ms 时, 采样周期为 1.666ms), 再按以下公式计算出电压有效值及频率值:

$$U_{ABk} = \sqrt{\frac{1}{12} \sum_{k=1}^{12} u_{ABk}^2} \quad \text{kV}$$

$$U_{BCk} = \sqrt{\frac{1}{12} \sum_{k=1}^{12} u_{BCk}^2} \quad \text{kV}$$

$$u_{AC} = u_{AB} + u_{BC} \quad \text{kV}$$

$$U_{ACk} = \sqrt{\frac{1}{12} \sum_{k=1}^{12} u_{ACk}^2} \quad \text{kV}$$

$$U_k = 0.5 \times (U_{ABk} + U_{BCk}) \quad \text{kV}$$

$$dU/dt \leq 10 \times [U_k - U_{(k-0.1)^*}] \quad \%U_N/s$$

$$f_k = 0.5 (f_{ABk} + f_{BCk}) \quad \text{Hz} (|f_{ABk} - f_{BCk}| < 0.2 \text{Hz})$$

$$df/dt \leq 10 \times [f_k - f_{(k-0.1)^*}] \quad \text{Hz/s}$$

(2) UFV—A、B 型装置母线电压的切换方式:

1) 两组母线电压均正常时 (见图 1-13-4), 装置首先选用 I 母电压、频率进行判断, 如果满足动作条件则再经 II 母电压、频率判断确认。判断的电压、频率取同一段母线的两个电压、频率的平均值。

2) 当一组母线电压消失 (即 $U < k_2 U_N$ 或 TV 断线 ($|U_{AC} - U_{AB}|$ 或 $|U_{AC} - U_{BC}| >$

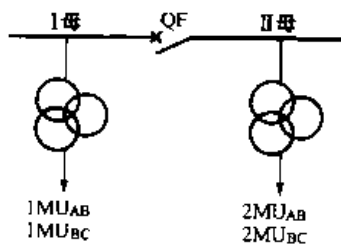


图 1-13-4 两段母线电压示意图

$K_3 U_N$) 时装置自动选用另一组母线电压进行判断, 装置仍能正常运行, 但延时发出该母线电压消失或 TV 断线的告警信号。

3) 当两组母线电压均不正常时, 装置闭锁出口, 发出告警信号。

(3) 低电压事故的判别方法及动作特性:

1) 低电压自动减载的动作过程逻辑如图 1-13-5 所示。

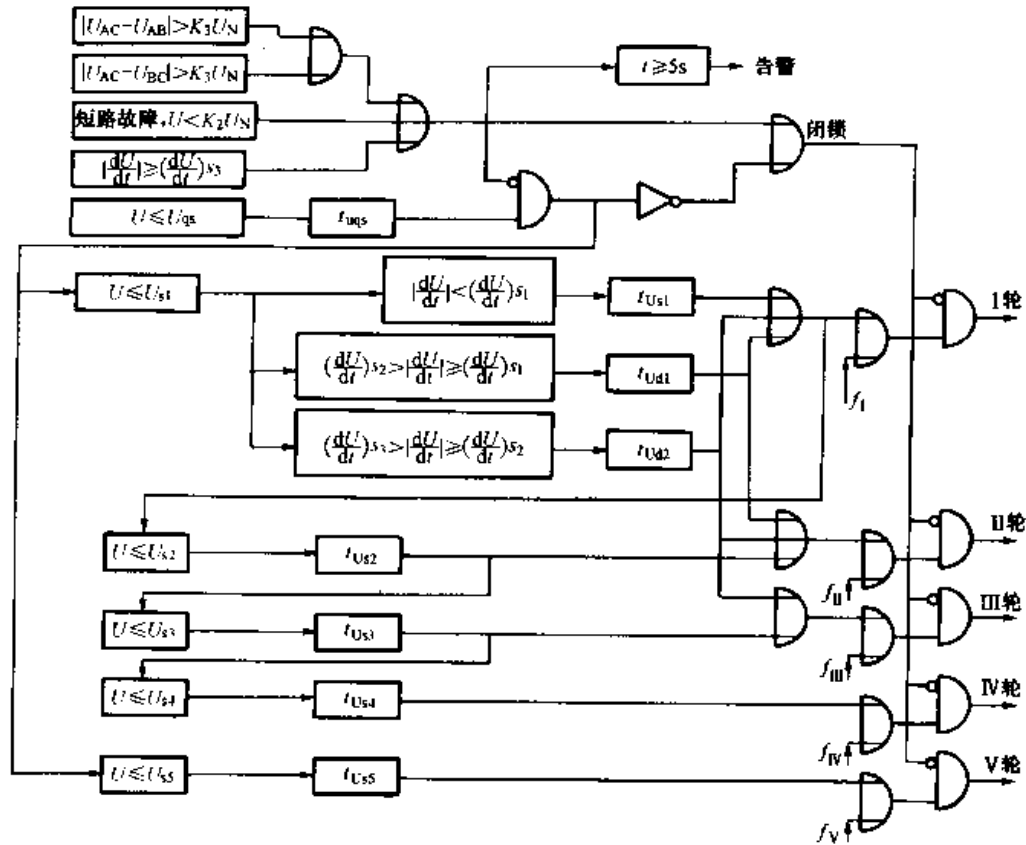


图 1-13-5 低电压自动减载动作过程示意图

2) 短路故障闭锁及系统短路故障切除后立即允许低电压切负荷功能。当系统发生短路故障时，母线电压迅速降低，此时本装置立即闭锁，不再进行低电压判断。而当保护动作切除故障元件后，装置安装处的电压迅速回升，但如果恢复不到正常的数值，则装置立即解除闭锁，允许装置快速切除相应数量的负荷，使电压恢复。本装置不需要与保护二、三段的动作时间相配合。这一功能的判别框图见图 1-13-6。注意：该框图所示过程每 1.666ms 循环一次。

图 1-13-5 与图 1-13-6 中 U_N 为额定电压； K_1 表示故障切除后应回升到的电压定值，该定值应大于相邻线路三相短路时的残压值，建议该值一般为 70%~80%； t_{Us6} 为等待短路故障切除的时间，一般应大于后备保护的動作时间，若后备保护最长时间为 4s，则 t_{Us6} 可以设为 4.5~5s。超过 t_{Us6} 以后装置将闭锁出口，并发出异常告警信号。

3) 防止负荷反馈、TV 断线、电压回路接触不良等电压异常情况引起装置误动作的闭锁措施：①电压过低闭锁。当 $U \leq K_2 U_N$ 时，不进行低压判断，闭锁出口；②电压突变闭锁。当 $|dU/dt| \geq (dU/dt)_{s3}$ 时，不进行低压判断，闭锁出口。 dU/dt 闭锁后，当电压再恢复至启动电压值以上时自动解除闭锁；③TV 断线闭锁。当 $|U_{AC} - U_{AB}| \geq K_3 U_N$ 或 $|U_{AC} - U_{BC}| \geq K_3 U_N$ ，判为 TV 回路断线，不进行低压判断，立即闭锁出口，延时 5s 发 TV 断线告警信号；④低频闭锁。只适用于从系统受电的地区电网，当联络线断开时地区电网的频率、电压都降低。闭锁频率值 f_{s6} 可略低于电网正常频率范围。

(4) 频率下降事故的判别方法及动作特性：

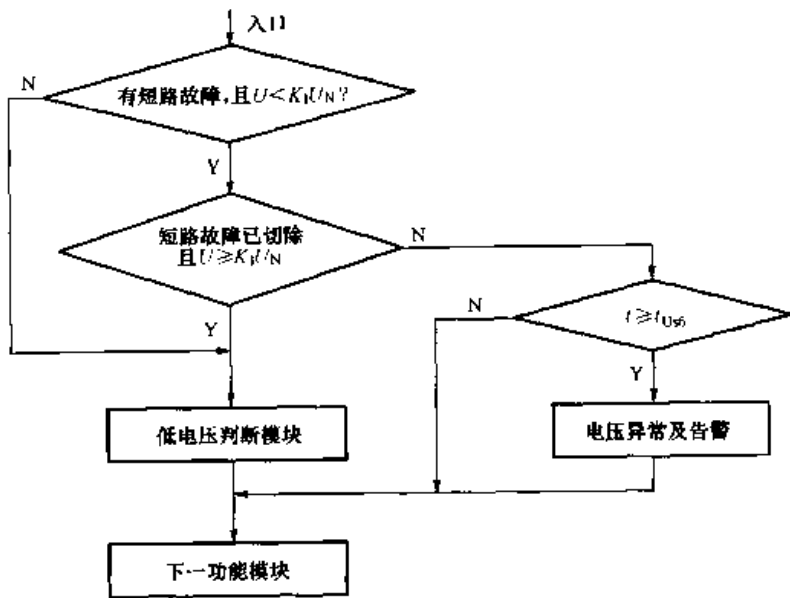


图 1-13-6 系统短路故障闭锁及故障切除后立即允许低压切负荷判别框图

- 1) 低频自动减载动作过程逻辑如图 1-13-7 所示。
- 2) 防止负荷反馈、高次谐波、电压回路接触不良等异常情况下引起装置误动作的闭锁措施：①低电压闭锁。当 $U \leq K_2 U_N$ 时，不进行低频判断，闭锁出口；② df/dt 闭锁。当

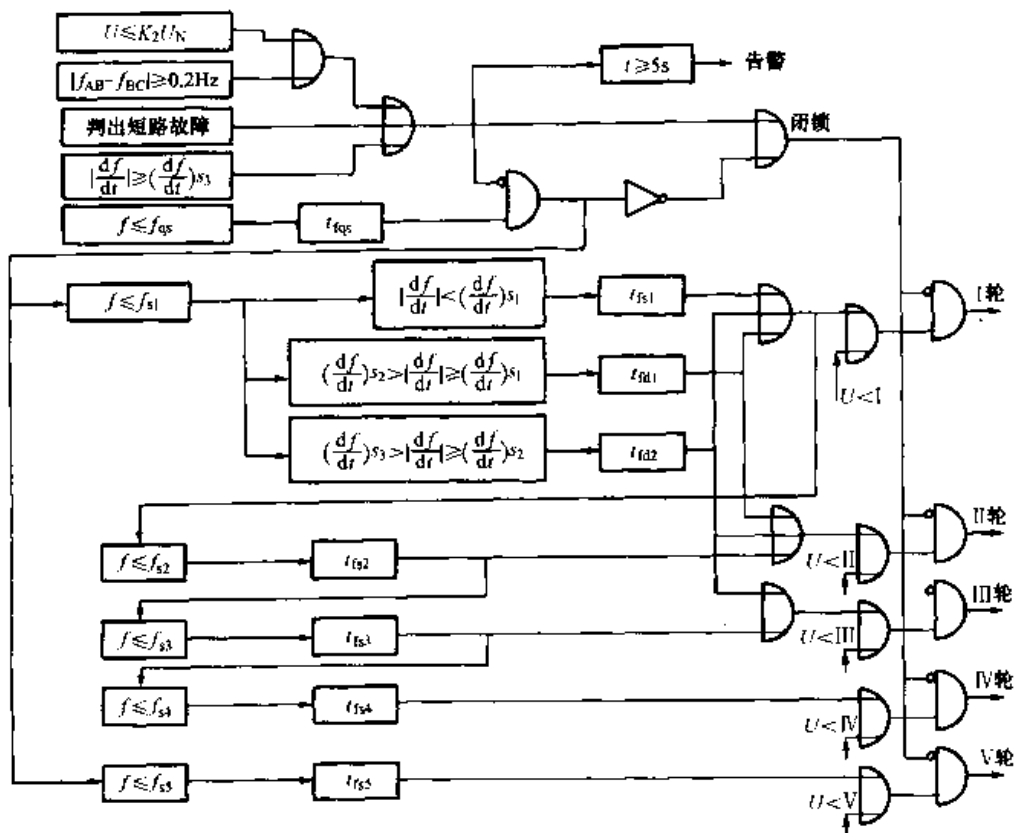


图 1-13-7 低频自动减载动作过程图

① $|df/dt| \geq (df/dt)_{s3}$ 时, 不进行低频判断, 闭锁出口。 df/dt 闭锁后直到频率再恢复至启动频率值以上时才自动解除闭锁; ③ 频率差闭锁。当 $|f_{AB} - f_{BC}| \geq 0.2\text{Hz}$ 时, 不进行低频判断, 闭锁出口; ④ 频率值异常闭锁。当 $f < 45\text{Hz}$ 或 $f > 55\text{Hz}$ 时, 认为测量频率值异常。对于某些地区小电网事故时频率可能超出此范围, 可将频率异常范围改为 $f < 40\text{Hz}$ 或 $f > 60\text{Hz}$ 。当检测到一段母线上的电压异常时自动切换到另一段母线电压, 如该段母线电压也异常, 则立即闭锁装置, 不再动作, 同时延时 5s 发出告警信号; ⑤ 增加滤波电路防止谐波影响。当安装处有冲击负荷、电铁负荷等谐波源时, 应安装带硬件滤波电路的交流变换器板, 滤除高次谐波分量。

(5) 防止过切负荷的措施: 在低频减载实际动作过程中, 可能会出现前一轮动作后系统的有功功率已经不再缺额, 频率开始回升, 但频率回升的拐点可能在下轮动作范围之内, 如图 1-13-8

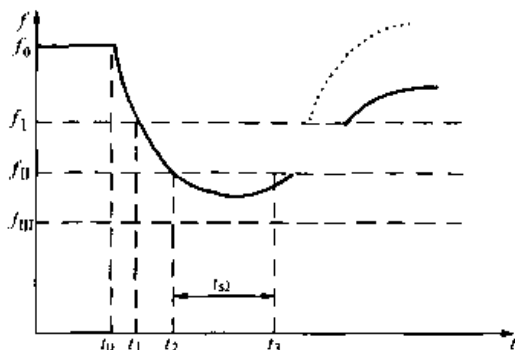


图 1-13-8 低频第二轮过切示意图

所示, 第一轮切负荷后频率开始上升, 但在第二轮频率定值以下的时间超过了第二轮的延时定值 t_2 , 则第二轮动作, 不必要的多切了负荷, 导致频率上升超过了正常值 (图中虚线所示)。过切的现象在地区小电网容易发生。为此, 在每一轮动作的判据中增加 $df/dt > 0$ 的闭锁判据, 可以有效防止过切现象发生, 即每一轮同时满足以下三个条件时才能动作出口:

- 1) $f \leq f_{Ns}$
- 2) $df/dt < 0$
- 3) $t \geq t_{Ns}$

其中 N 表示第 N 轮, $N=1 \sim 5$ 。

对于从主网受电比例较大的地区电网, 例如受电功率占地区总负荷的比例达 30%~50% 时, 一方面应尽量考虑采用在联络线跳闸时联切一定数量的负荷; 另一方面在每一轮动作条件中应增加 $df/dt < 0$, 且 $|df/dt| \geq (df/dt)_{s0}$ 的判别。当 $(df/dt)_{s0}$ 设为“0”时, 与上述情况一致。如果 $(df/dt)_{s0}$ 为一个小的值时, 还可以在地区网孤立运行时, 防止频率的波动引起误切负荷。该 $(df/dt)_{s0}$ 称为人为设定的频率变化率不灵敏区。

(6) 频率上升事故的判别方法及动作特性:

- 1) 防止高次谐波、电压回路接触不良等异常情况下引起过频误动作的闭锁措施。
- 2) 低电压闭锁: 当 $U \leq K_2 U_N$ 时, 不进行过频判断, 闭锁出口。
- 3) df/dt 闭锁: 当 $|df/dt| \geq (df/dt)_{s3}$ 时, 不进行过频判断, 闭锁出口。 df/dt 闭锁后直到频率再恢复至启动频率值以下时才自动解除闭锁。

5) 频率差闭锁: 当 $|f_{AB} - f_{BC}| \geq 0.2\text{Hz}$ 时, 不进行过频判断, 闭锁出口。

6) 频率值异常闭锁: 当 $f < 45\text{Hz}$ 或 $f > 55\text{Hz}$ 时, 认为测量频率值异常, 并将频率显示值置为零。对于某些地区小电网事故时频率可能超出此范围, 可将频率异常范围改为 $f < 40\text{Hz}$ 或 $f > 60\text{Hz}$ 。当检测到一段母线上的电压异常时自动切换到另一段母线电压, 如该段母线电压也异常, 则立即闭锁装置, 不再动作, 同时延时 5s 发出告警信号。

7) 增加滤波电路, 防止谐波影响。

4. 装置的硬件配置

(1) 装置的硬件框图。装置的硬件框图如图 1-13-9 所示，十六位单片微机是装置的核心，装置的软件存放在 EPROM 之内，EEPROM 存放定值，RAM 是数据存储器，存放运行数据、事件记录等。电流环的 RS232 串行通信口可以连接打印接口板或与其他微机通信。时钟芯片带有后备电池，供 CPU 读取日期、时间。交流信号 U_{AB} 、 U_{BC} 经隔离变换后送采样保持回路，再由单片微机内部的 A/D 变换器变为数字信号，CPU 进行采样和有效值计算。另外交流信号波形变为方波后，进行周期测量，再由单片机计算出频率和频率的变化率。晶振分频产生 600Hz 的信号，作为采样保持信号及 CPU 的中断源。并行 I/O 扩展芯片的 C 口用于开关量输入，A 口、B 口经过出口逻辑电路同时控制输出信号继电器和各轮中间继电器，各轮中间继电器再驱动相应的出口继电器，以空触点方式输出中央信号及进行出口控制。

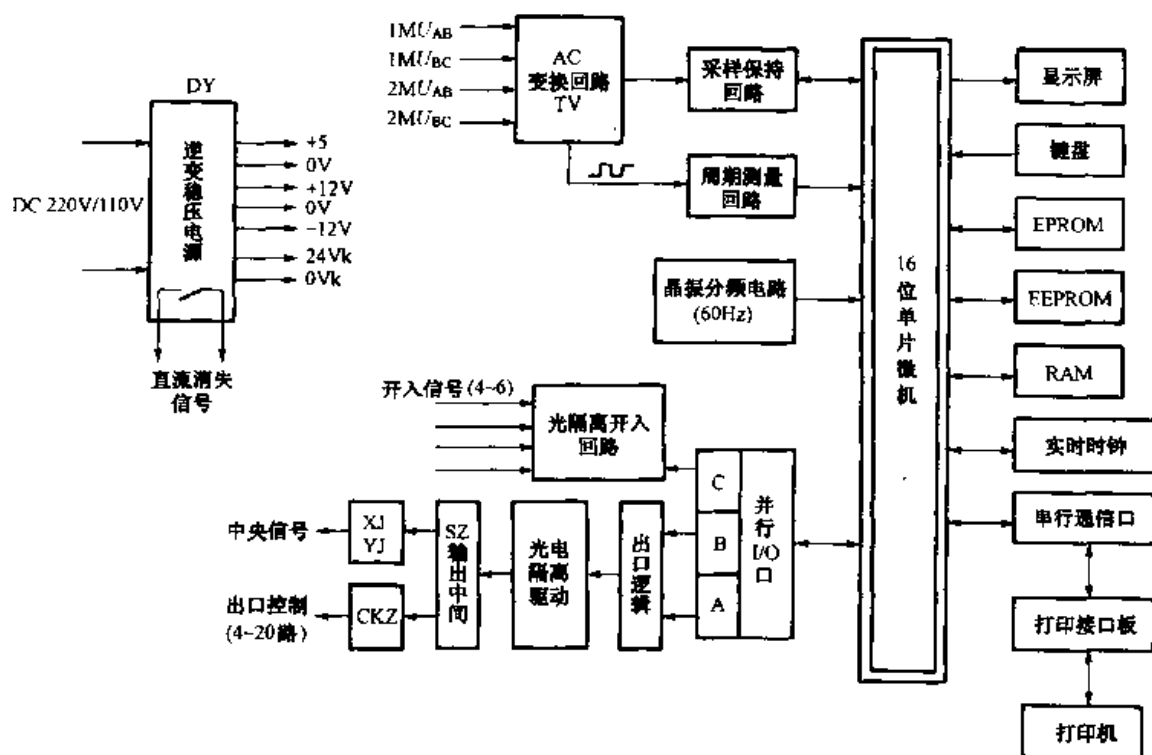


图 1-13-9 EFV 装置硬件示意图

(2) 装置输出回路原理图。装置的输出回路原理为主机板上 CPU 发出的输出命令经光电耦合器驱动输出中间继电器板 (SZ) 上相应的中间继电器。启动继电器 QJ 动作后，其触点 QJ2 闭合，允许各轮输出。QJ 及 I ~ VJ 动作，各相应轮输出线变为 0V_k，使接在各输出线上的出口继电器 CKJ 动作，发出线路跳闸命令。本装置的出口继电器板按照需要可安装 1~5 块，板上有 4 个继电器，每个继电器可经选择开关 W1~W4 跳接到五轮中任一轮的输出线上。输出中间继电器及出口继电器均在面板上接有动作指示信号灯。

1) 输出中间板 (SZ)。SZ 板目前使用的电路为 1~5J 为 1~5 轮的输出中间继电器，1BXJ~5BXJ 为 1~5 轮的磁保持信号继电器，XJ 与 YJ 分别为动作信号继电器与异常信号继电器，PTJ 为电压回断线告警继电器。只有启动继电器 QJ 动作之后，1~5 轮的输出中间

继电器触点闭合才有效，因此启动继电器 QJ 能起到出口闭锁作用。

2) 出口继电器板 (CKZ)。目前使用的 CKZ 板都带有信号保持与出口电流保持回路，J1~J4 为出口中间继电器；J5~J8 为电流继电器，当出口继电器闭合接通断路器跳闸线圈回路时，该继电器励磁，其触点将出口中间的触点短接，防止因断路器拒动而出口中间返回时触点拉弧被烧坏；J9~J12 为磁保持信号继电器，当出口中间动作时该继电器把动作信号保持到手动复归为止。二极管 5D~24D 用作出口中间同时接入不同的输出轮上时相互隔离，例如出口中间 J1 同时接在 I 轮与 III 轮输出上，二极管 5D、7D 将 I 轮输出与 III 轮输出隔开。W1~W4 为选择跳线器，通过选择跳线器上短接片的位置可使出口中间连接到 I~V 轮的任一轮上。

(3) 打印接口板 (DYK)。EFV 型装置配置打印接口板 (DYK) 1 块，原理见图 1-13-10。板上设有 RS232 串行电流环通信接口 4 个，均经过光电隔离，可同时接收 4 套同类装置的打印信息，板上的 CPU 按接收的顺序经并行口送打印机打印，实现了 4 套装置共用一台打印机。该板也可作为通信扩展板，完成 1 对 2 或 1 对 3 的通信。板上设有 bit 率选择开关，SW1 提供 600、1200、2400、4800、9600bit 等 5 种通信速率给用户选择，4 个通信口速率相同。面板上的运行灯亮表示 CPU 工作正常；准备灯亮表示已连接打印机，且打印机处于接收准备状态；打印接收灯闪亮表示正在从通信口接收打印信息，该灯监视使用的通信口情况，在 SW2 跳线器上应将不使用的通信口断开。

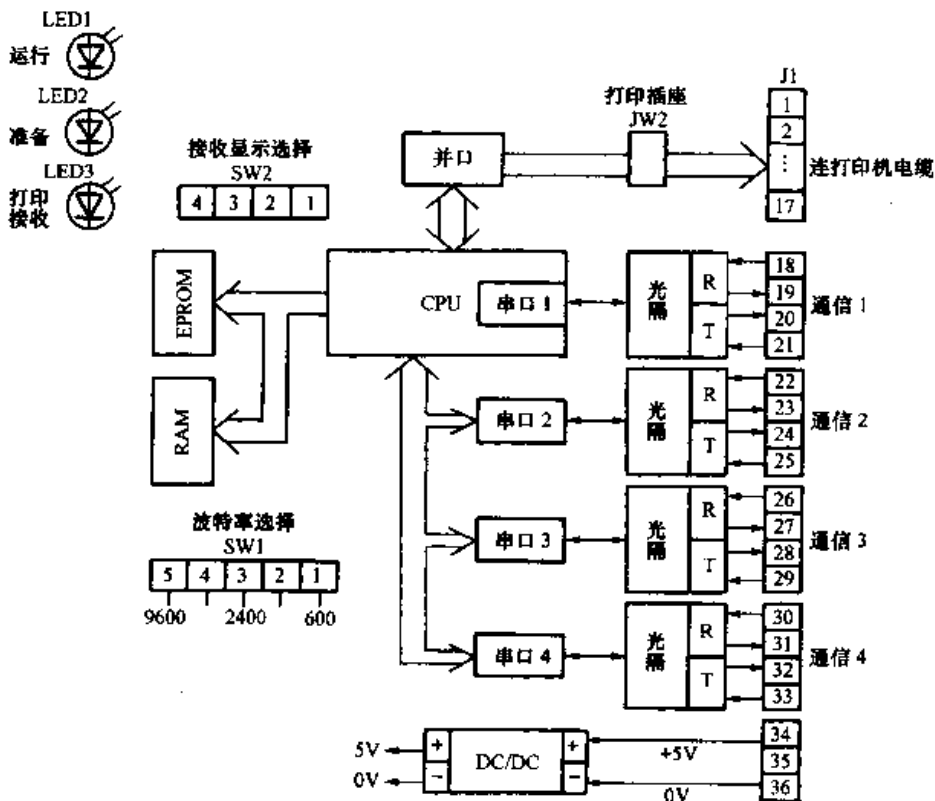


图 1-13-10 打印接口板 DYK 示意框图

(4) 装置的交流输入回路。见图 1-13-11，当安装地点谐波严重时，为了测量的正确性，应采用带滤波器的交流变换插件。

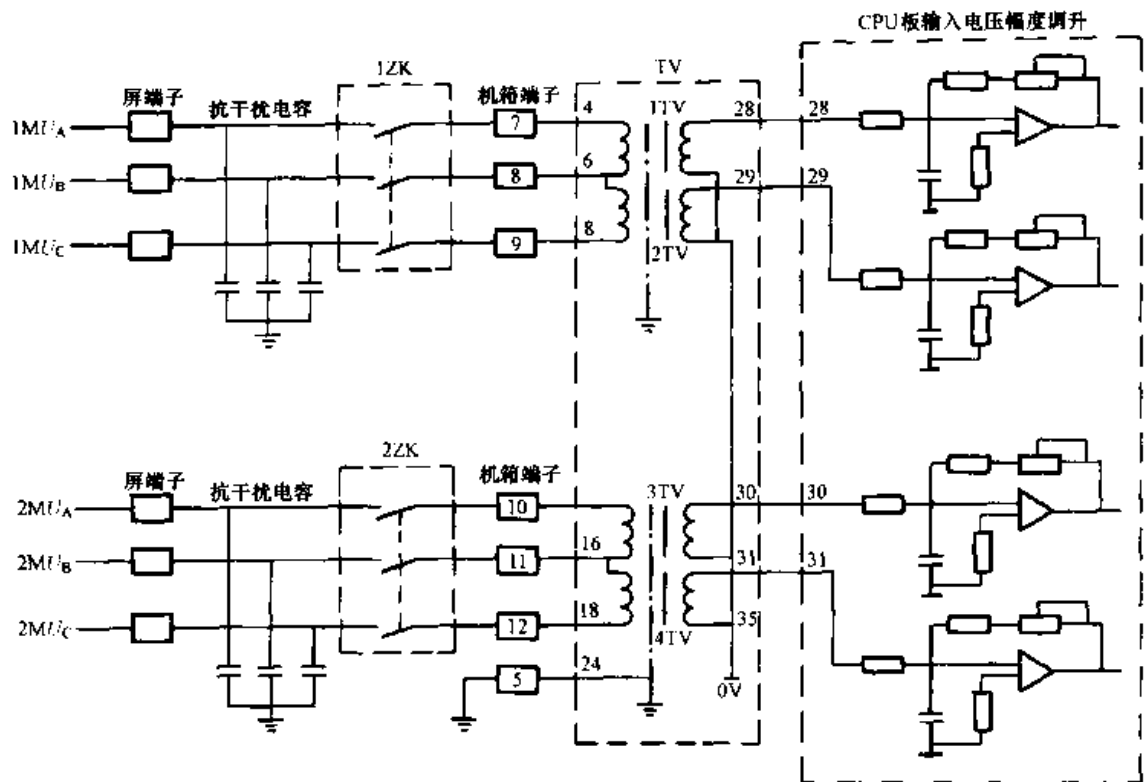


图 1-13-11 EFV-A、2D 交流输入回路连接图

(5) 双母线各接一套 EFV-B 装置出口跳闸回路的接线方式。正常运行时母联断路器合上，两套 EFV-B 装置并联运行。当母联解列时，两段母线电压将不一致；如果解列为两个独立的系统，则两个系统的频率值也不相同。因此要求两套装置分别切除本段母线所带的出线负荷，为此采用的接线方式见图 1-13-10。

(6) 装置的结构及正面布置。装置由稳压电源插件 (DY)、交流变换插件 (YH)、主机板插件 (CPU)、输出中间继电器插件 (SZ)、出口继电器插件 (CKZ)、打印接口插件 (DYK) 等组成，插件全部插在标准的 4U 机箱内。电源插件内装有一套开关式直流稳压电源，输入为 DC 220V (或 DC 110V)，输出为 5、±12、24V。交流变换插件装有电压变换器，需要时还装有谐波滤波器，将引入的电压信号变换为 CPU 板可以采样的信号。主机插件内由主机板、液晶显示屏、定值设置允许开关、键盘等各部分组成。打印接口板内的 CPU 把从主机板串行口接收的打印数据转换成标准的并行口数据送给打印机，最多可同时接收 4 台 EFV 的打印数据，控制一台带汉字库的打印机，该板带有 5V/5V 隔离变换电源，使打印机电源与装置电源完全隔离，防止打印机对装置的干扰。

5. 装置软件配置及面板操作

(1) 装置的软件结构。装置软件结构分为主循环程序和中断事故处理程序两大部分。定时中断由晶振电路分频产生，每隔 1.666ms 进入一次中断。中断程序主要完成电压瞬时值采样，电压有效值、频率值计算、 dU/dt 与 df/dt 计算，启动判断，低频事故判断，低压事故判断等，输出控制及中央信号等。主循环程序主要完成面板显示、定值修改、回路自检、信号复归及整组试验、打印输出等功能。

(2) 装置面板的显示及操作。

1) 主菜单。装置主要通过液晶显示屏(4×16字符)以菜单的方式显示装置测量结果、定值、事件记录、数据记录、动作情况等。主菜单内容为:

1. DISPLAY -X- 正常显示菜单, X表示该装置型号
2. SET UP V1.5 定值显示与修改菜单, V1.5表示软件版本号
3. EVENTRECORD1 事件记录 I 显示
4. EVENTRECORD2 事件记录 II 显示
5. DATARECORD1 数据记录 I 显示
6. DATARECORD2 数据记录 II 显示
7. PRINT 打印选择菜单
8. SET TIME 时钟设定
9. SELF-DETECT 整组试验菜单

装置加电或复位后自动进入主菜单,光标停在菜单第一行的开始处,按“上移”或“下移”键可进行菜单的选择,选定菜单后按“确认”键则可进入各子菜单的显示。在各子菜单显示状态下,按下“返回”键,液晶屏显示返回主菜单。

2) 装置正常显示菜单(DISPLAY)。将光标移至主菜单的“DISPLAY”处,按下“确认”键就进入 DISPLAY 菜单,在主菜单下经过约 10s 延时,也可自动转入 DISPLAY 菜单。DISPLAY 菜单内容如下:

```
DATE: 01-03-19
TIME: 08: 30: 56
1Uab=xxx. xkV
1Ubc=xxx. xkV
1Uac=xxx. xkV
2Uab=xxx. xkV (EFV—B 型装置无此项显示)
2Ubc=xxx. xkV (EFV—B 型装置无此项显示)
2Uac=xxx. xkV (EFV—B 型装置无此项显示)
1fab=xx. xxHz
1fbc=xx. xxHz
2fab=xx. xxHz (EFV—B 型装置无此项显示)
2fbc=xx. xxHz (EFV—B 型装置无此项显示)
SWITCH H|D|D|D| (H: 合, D: 断)
INT Time=x. xxxms (中断时间)
```

通过按“上移”或“下移”键,可以移动光标,使显示内容上移或下移。按下“返回”键,显示内容返回主菜单。

3) 装置定值显示与修改菜单(SET UP)。

a) 定值显示。在主菜单方式下,将光标移至“SET UP”项目下,按“确认”键则进入 SET UP 菜单。SET UP 定值设置内容如下:

- ① $1U_N$ xxx. xkV 一段母线 TV 一次侧额定电压值(10~500kV)
- ② $2U_N$ xxx. xkV 另一段母线 TV 一次额定电压值(10~500kV)
(EFV—B 型装置无 $2U_N$ 内容)

② Freq Step Set 低频减载轮级设定

f1 f2 f3 f4 f5

1 1 1 0 0 0—表示该轮不使用, 1 表示该轮使用

③ Voltage Step Set 低压减载轮级设定

U1 U2 U3 U4 U5

1 1 0 0 0 0—表示该轮不使用, 1—表示该轮使用

④ fqs xx.xxHz 低频启动定值 (建议值 49.20~49.50Hz)

⑤ fs1 xx.xxHz 低频第一轮动作定值 (根据系统需要设定)

⑥ fs2 xx.xxHz 低频第二轮动作定值 (根据系统需要设定)

⑦ fs3 xx.xxHz 低频第三轮动作定值 (根据系统需要设定)

⑧ fs4 xx.xxHz 低频第四轮动作定值 (根据系统需要设定)

⑨ fs5 xx.xxHz 低频第五轮动作定值 (建议值 48.50~49.30Hz)

⑩ (df/dt) s1 x.xHz/s 加速切二轮 df/dt 定值 (建议值 0.8~1.5Hz/s)

⑪ (df/dt) s2 x.xHz/s 加速切二、三轮 df/dt 定值 (建议值 1.5~2.5Hz/s)

⑫ (df/dt) s3 x.xHz/s 频率变化率闭锁定值 (建议值 4~6Hz/s)

⑬ tfqs xx.xxs 低频启动延时定值 (建议值 0.1~0.2s)

⑭ tfs1 xx.xxs 低频第一轮延时定值 (建议值 0.1~0.2s)

⑮ tfs2 xx.xxs 低频第二轮延时定值 (建议值 0.1~0.2s)

⑯ tfs3 xx.xxs 低频第三轮延时定值 (建议值 0.1~0.2s)

⑰ tfs4 xx.xxs 低频第四轮延时定值 (建议值 0.1~0.2s)

⑱ tfs5 xx.xxs 低频第五轮延时定值 (建议值 10~60s)

⑲ tfD1 xx.xxs 加速切二轮延时定值 (建议值 0.1~0.2s)

⑳ tfD2 xx.xxs 加速切二、三轮延时定值 (建议值 0.1~0.2s)

㉑ Uqs* xxx%U_N 低压启动百分数定值 (建议值 85~90%U_N)

㉒ Us1* xxx%U_N 低压第一轮动作百分数定值 (根据系统需要, 80%~85%U_N)

㉓ Us2* xxx%U_N 低压第二轮动作百分数定值 (根据系统需要, 75%~80%U_N)

㉔ Us3* xxx%U_N 低压第三轮动作百分数定值 (根据系统需要, 70%~75%U_N)

㉕ Us4* xxx%U_N 低压第四轮动作百分数定值 (根据系统需要, 65%~70%U_N)

㉖ Us5* xxx%U_N 低压第五轮动作百分数定值 (建议值 80%~85%U_N)

㉗ (dU/dt) s1 xxx%/s 加速切二轮 dU/dt 定值 (建议值 20~30%U_N/s)

㉘ (dU/dt) s2 xxx%/s 加速切二、三轮 dU/dt 定值 (建议值 30~60%U_N/s)

㉙ (dU/dt) s3 xxx%/s dU/dt 闭锁定值 (建议值 60~120%U_N/s)

㉚ K1 xxx%U_N 故障切除后电压恢复定值 (建议值 70~80%U_N)

㉛ K2 xxx%U_N 判母线电压消失定值 (建议值 10~20%U_N)

㉜ K3 xxx%U_N 判 PT 断线不平衡电压定值 (建议值 10%U_N)

㉝ tvqs xx.xxs 低压启动延时定值 (建议值 0.1~0.2s)

㉞ tvs1 xx.xxs 低压第一轮动作延时定值 (建议值 0.1~0.2s)

㉟ tvs2 xx.xxs 低压第二轮动作延时定值 (建议值 0.1~0.2s)

㊱ tvs3 xx.xxs 低压第三轮动作延时定值 (建议值 0.1~0.2s)

- ⑳ tvs4 xx. xxs 低压第四轮动作延时定值 (建议值 0.1~0.2s)
- ㉑ tvs5 xx. xxs 低压第五轮动作延时定值 (建议值 10~60s)
- ㉒ tVD1 xx. xxs 加速切二轮延时定值 (建议值 0.1~0.2s)
- ㉓ tVD2 xx. xxs 加速切二、三轮延时定值 (建议值 0.1~0.2s)
- ㉔ tVS6 xx. xxs 等待短路故障切除时间定值 (建议值 4~6s)
- ㉕ Print Set 1 (0-OFF 1-ON)
- ㉖ Data Print Set 1 (0-OFF 1-ON)
- ㉗ Print No. xxx 本装置设定的打印编号

b) 定值修改。在 SET UP 菜单下, 先将定值设置开关拨到“允许”位置, 按“上移”或“下移”键, 将光标移至需要修改的定值行下面, 按“左移”或“右移”键把光标移至被修改的那一位数字下, 按“+1”键与“-1”键改到新的值, 定值的一行修改完毕, 核对无误后按下“确认”键, 则新的定值自动被写入 EEPROM 内, 光标以黑方块的形式闪动, 说明已写入。如果按“确认”键后, 液晶屏上出现以下提示:

WR Protectin OFF (写保护开关设在禁止位置)

or

Write EEPROM err (写入回路异常)

Press ENTER Key (请按“确认”键后返回定值菜单重新修改)

则说明定值写不进去, 可能原因有两种: ①写保护开关未放在允许位置; ②EEPROM 写入回路出现异常。请检查后重新写入。

定值修改完毕后, 再按“上移”或“下移”键, 检查定值修改是否正确无误, 修改完毕后, 请按“返回”键返回主菜单。装置如果配备打印机, 应将新的定值表打印备案。

4) 事件记录显示 (EVENT RECORD)。在主菜单内有两个事件记录的子目录: EVENT RECORD1, EVENT RECORD2。前者表示当前的事件记录, 后者表示前一次的事件记录。在主菜单显示方式下, 可通过移动光标选择显示事件记录的内容。事件记录的格式为:

a) STARTD: 01-03-19

T: 11: 08: 56

0.0s: VOLT START 低电压启动

[89.6kV 50.00Hz]

0.41s: UNDERV1 低压第一轮动作

[84.3kV 49.99Hz]

0.98s: UNDERV2 低压第二轮动作

[79.4kV 49.99Hz]

1.32s: UNDERF1 低频第一轮动作

[77.3kV 48.96Hz]

2.04s: UNDERF2 低频第二轮动作

[77.3kV 48.43Hz]

06: 28s: URECOVER 电压恢复至启动值以上

[97.8kV 49.60Hz]

b) STARTD: 01-03-19

T: 16; 26; 20
 0.0s: FREQSTART 低频率启动
 [110.2kV 49.48Hz]
 2.50s: UNDERF1 低频第一轮动作
 [108.8kV 48.97Hz]
 5.02s: UNDERF2 低频第二轮动作
 [106.6kV 48.46Hz]
 06; 36s: FRECOVER 频率恢复至启动值以上
 [109.0kV 49.62Hz]

其中: D表示日期

T表示时间

xx.xxs表示相对于启动时刻的时间值

xx:xxs表示恢复时刻时钟的分秒值

[xxx.xkVxx.xxHz]表示动作时刻的电压、频率值。

5) 数据记录显示 (DATA RECORD)。在主菜单内有两个数据记录的子目录: DATA RECORD1, DATA RECORD2。前者显示的是当前一次事故记录的数据, 后者显示的是前一次事故记录的数据。数据记录以启动时刻为基准 (即 0s), 0~10s 间隔为 20ms 一点, 10~30s 间隔为 0.1s 一点。在 30s 之内如果电压、频率均已恢复, 则停止记录。数据记录的格式为:

T (s)	U (kV)	F (Hz)
-0.20	xxx.x	xx.xx
0.00	xxx.x	xx.xx
0.02	xxx.x	xx.xx
0.04	xxx.x	xx.xx
.....		
9.98	xxx.x	xx.xx
10.0	xxx.x	xx.xx
10.1	xxx.x	xx.xx
10.2	xxx.x	xx.xx
.....		
30.0	xxx.x	xx.xx

6) 装置动作后的显示。装置动作后一方面输出动作的中央信号 (XJ 继电器触点闭合) 及动作指示灯, 一方面在液晶屏上立即显示出动作的内容 (自动停止显示当前菜单的内容)。显示的动作内容和格式如下:

UNDER VOLTAGE 1~4	低压第 1~4 轮动作
UNDER FREQUENCY 1~4	低频第 1~4 轮动作
UNDER FREQUENCY5	低频第 5 轮动作
(UNDER VOLTAGE5)	(低压第 5 轮动作)
LOAD SHED	切负荷输出

以上 1~3 行的内容如果有的没有动作，则不进行显示。若系统频率或电压均已恢复，显示仍保持动作的状态，按下“确认”键或装置外接的复归按钮方可清除动作显示，返回主菜单，并同时复归装置动作信号（XJ 继电器触点断开）及动作指示灯。

7) 打印选择菜单（PRINT）。在主菜单显示方式下，移动光标至“PRINT”一行，按下“确认”键，显示打印内容如下：

- a. Current State 打印当前测量状态
- b. Defined Value 打印定值表
- c. Event Record1 打印事件记录 1 内容
- d. Event Record2 打印事件记录 2 内容
- e. Data Record1 打印数据记录 1 内容
- f. Data Record2 打印数据记录 2 内容

移动光标选择需要打印的内容，然后按“确认”键后则可打印出相应的内容。当定值表（SET UP）内打印设置内容为“0”时，则不能进入打印菜单。异常状态开始及异常状态消失的打印都是当时立即打印的；事件记录打印是自动进行打印的。进行打印过程中，液晶屏上显示打印内容，如：

Printing
Current State

当打印接口部件或打印机状态不正常时，在等待一定时间后液晶屏上显示以下内容：

Printer Error!
Please Check
and
Press ENTER Key

此时需要检查打印接口部件及打印机：电源是否已打开？连线是否正确？有无其他不正常状态？应予以逐个排除。按“确认”键返回打印选择菜单，按“返回”键，显示返回主菜单。

8) 时钟设定菜单（SET TIME）。在装置开始通电运行或运行中发现时间误差较大时，需利用 SET TIME 菜单重新设定准确的时间。SET TIME 的显示格式为：

SET TIME
YEAR 01 MONT 03
DATE 19 HOUR 08
MINU 11 SECO 58

移动光标至需要设定的单位时间的个位位置，按“+1”、“-1”键进行修改，全部时间改完后按“确认”键，新的时间被设定，光标以方块形式闪动，表示时间已写进，否则没有写进。按“返回”键，显示返回主菜单，再进入显示菜单，检查时钟是否确实被设定。

装置接有远方数字通道、并有对时报文时，可实现自动对时功能。

(3) 装置的回路自检：装置的回路自检主要包括 RAM 自检，电压测量回路自检、频率测量回路自检、输入/输出回路自检等，发现异常后延时发出告警信号。

1) 程序自检：装置上电时，CPU 首先对存放在 EPROM 内的软件程序代码进行 CRC 检查，如果发现与预先设定的 CRC 值不一致，则发出校验出错告警信号，并闭锁装置的

出口。

2) RAM 自检: 在上电或复位时, CPU 进行内存 RAM 检查, 发现 RAM 读/写错误时, 显示: RAM ERR!。

3) 电压测量回路自检:

a) $|U_{AC}-U_{AB}| \geq K_3 U_N$ 或 $|U_{AC}-U_{BC}| \geq K_3 U_N$, 判为 TV 断线, 闭锁低压判断, 延时 5s 告警、显示: TV BREAK! (TV 断线)

b) U_{AB} 、 U_{BC} 均低于 $K_2 U_N$, 延时 5s 告警、显示: 1M/2M VOLT DISAPPEAR! (一母/二母电压消失)。一母电压消失时, 装置自动切换到二母电压进行判断, 如果二母电压正常, 装置仍能继续正常运行。

c) 当 $U \leq U_{qs}$ 时, $|dU/dt| \geq (dU/dt)_{s3}$, 闭锁出口, 显示: VOLT dU/dt ERR! (电压变化率异常)。

4) 频率测量回路自检:

a) $f < 45\text{Hz}$, 延时 5s 告警, 显示: FREQ DOWN ERR! (频率过低异常)。

b) $f > 55\text{Hz}$, 延时 5s 告警, 显示: FREQ UP ERR! (频率过高异常)。

c) 当 $f \leq f_{qs}$ 时, $|df/dt| \geq (df/dt)_{s3}$, 则闭锁出口, 显示: FREQ df/dt ERR! (频率变化率异常)。

5) 输入回路自检: 当输入开关量是短暂闭合信号时, 如果输入的该开关量信号持续 5s 仍不消失, 则认为该回路触点粘连, 显示: INPUT SWITCH ERR (输入开关量异常)。

6) 输出回路自检: 当没有输出动作时, CPU 查到有输出回读信号; 或有输出动作, CPU 查不到回读信号, 均显示: OUTPUT ERR!。

当自检出现异常时, 除发出中央告警信号外, 同时在液晶屏显示菜单的第一行显示上述相应的异常内容, 连接打印机时自动打印出异常的内容。如果有两个以上异常情况出现, 显示时后出现的异常内容会覆盖先出现的异常内容。

(4) 装置的指示灯信号。

1) 电源插件指示灯: 5V、 $\pm 12\text{V}$ 、24V 共 4 个电源指示灯亮, 分别表示 4 路稳压电压基本正常。

2) CPU 插件指示灯: 4 个指示灯分别表示装置运行、启动、动作、异常的状态, 动作信号灯应保持到手动复归时为止。

3) 输出中间 A 继电器插件上指示灯: 共 9 个指示灯, 由上向下依次代表: 启动、输出 I 轮、输出 II 轮、输出 III 轮、输出 IV 轮、输出 V 轮、动作、TV 断线、异常。除 I ~ V 轮输出灯及动作信号灯保持到手动复归时外, 其他灯均不保持, 该状态消失, 信号灯也熄灭。

4) 出口继电器插件上指示灯: 共 4 个指示灯, 由上向下依次代表本板的出口 1、出口 2、出口 3、出口 4。

6. 装置的运行与维护

装置在现场投入系统运行后, 应按照 DL 497—1992《电力系统自动低频减负荷工作管理规程》、继电保护及安全自动装置运行的有关规定, 做好装置的运行管理和维护工作。在运行维护过程中应注意以下事项:

(1) 正常运行中的巡视和检查。

1) 运行人员应每日到装置安装处巡视检查一次。检查的主要内容有: ①装置电源指示

灯均应点亮；②主机板及继电器板上指示灯应显示正确；③液晶显示屏上显示的时间基本正确，电压及频率测量结果应正确。如果时间误差较大，应重新设定时间。如果测量误差较大，应查明原因，进行排除。

2) 母线操作时的注意事项：当其中一段母线退出进行试验时，注意先断开本屏（柜）后上方相应的 TV 空气开关，核对装置显示的母线电压确已消失，再进行母线的有关操作。停运的母线恢复运行后，应再合上被断开的 TV 空气开关。由于高于 V1.5 版本的软件中已采用了两段母线的频率同时都降低才动作，一般情况下母线停电检修时不按此操作也不会引起装置误动作。

(2) 电网发生事故时，应及时检查装置动作情况。当系统发生失步振荡或频率、电压事故时，应检查装置动作情况是否正确，记录动作后的指示和事件记录内容，必要时还应打印出数据记录的结果，然后复归动作信号，把装置动作情况上报调度部门。接有打印机的装置，应将打印结果上报调度部门分析事故及备案。

(3) 装置出现异常告警时的检查。装置出现异常信号时，应及时到装置安装处检查装置的显示结果，查明是哪一部分异常，并尽快排除。如果是 TV 回路断线引起的异常，应尽快查清断线原因，使 TV 回路恢复正常。如果是一段母线停运引起的“母线电压消失”异常，装置仍能正常运行，不需要进行处理，在该段母线投运后该异常即自动消失。如果装置指示灯紊乱或显示不正常，在一时无法查清原因时，应先将装置出口连接片退出，通知继电保护维护人员进行处理。

(4) 关于定值修改。在装置投运之前，应按照调度部门下达的定值通知单设置各项定值。在装置运行过程中必须将定值设置开关设在“禁止”位置。当需要修改定值时应按照有关方法修改定值，在修改完毕后一定要仔细检查、核对。注意在修改定值之前应先断开出口连接片（或断开出口总解除连接片），定值修改完毕之后再投上被断开的连接片。接有打印机时，应将定值表打印存档。注意：定值设置开关在“允许”位置时，装置不进行事故判断，定值修改完毕后必须将该开关拨回“禁止”位置。

第二节 电力系统振荡解列

一、电力系统稳定概述

暂态稳定是指电力系统在某个运行情况下突然受到大的扰动后，能否经过一个短暂的过程达到新的稳定运行状态或者恢复到原来的运行状态。所谓的大扰动，一般是指短路故障、突然断开线路或发电机等。如果系统受到大的扰动后仍能维持稳定运行，则系统在这种运行方式下是稳定的。反之，如果系统受大的扰动后不能再建立新的稳定运行状态，而是各发电机组转子间发生相对运动，相对角度不断变化，因而系统的功率、电流、电压都不断振荡，以至整个系统不能继续同步运行下去，则称系统在这种运行方式下不能保持暂态稳定。

系统受到大的扰动，经过一段时间后，或是逐步趋向稳定运行或是趋向失去同步，这段时间的长短与系统本身运行方式有关，有的 1s，有的几秒钟，也就是说，在某些情况下只要分析 1s 左右的暂态过程就可以判断系统能否保持稳定，而另一些情况则必须分析更长时间。由于在扰动后的不同时间里系统的各部分反应不一样，在分析暂态稳定时往往按下面三种不同时间分类：

(1) 起始阶段：即指故障后约一秒钟时间段。在这期间系统中保护和自动装置有一系列的动作，例如切除线路故障和重新合闸，切除发电机等。但是在这段时间内发电机的调节系统还来不及起明显作用。

(2) 中间阶段：在起始阶段后，大约数秒钟时间段，在此期间发电机的调节系统将发挥作用。

(3) 后期阶段：在故障后数秒至更长的时间内。这时热力设备的调节过程将影响电力系统的稳定过程，另外，系统还将发生永久性切除线路以及由于频率下降自动装置切除部分负荷等操作。

二、振荡的现象及原因

振荡产生后的现象主要有：各发电机和电源联络线上的功率、电流、以及某些节点的电压将有不同程度的周期性的变化。连接失去同步的发电机或系统的联络线上的电流表和功率表摆动很大。

电压变化最大的地方是系统振荡中心附近，每一周期降低至接近零值一次。随着离振荡中心距离越远，电压波动的幅度越小。

在失去同步的发电机处可以看到定子电流表指针的摆动最为激烈，可能在全表盘范围内来回摆动，有功和无功功率表的摆动也很厉害，定子电压亦有摆动但不会降到零，转子电流（它对应于发电机的同步电势值）和电压都在正常值左右摆动，发电机将发出不正常的有节奏的声音，此时强行励磁一般不会动作。

振荡时系统内各点频率不一致，系统送端的频率高，受端频率低。

产生振荡的主要原因有：

(1) 电厂经线路（即联系阻抗较大）送电到系统中去，当送电潮流超过规定时，易引起静稳定破坏而失去同步。

(2) 系统中发生事故特别是邻近重负荷送电长线路的地方发生短路事故时，易引起暂态稳定破坏而失去同步。

(3) 环状系统（或并列双回线）突然解环，使两部分系统联系阻抗突然增大，引起暂态稳定破坏而失去同步。

(4) 大容量机组跳闸或失磁，使系统联络线负荷增大或使系统电压严重下降，造成联络线稳定极限降低，易引起稳定破坏。

(5) 电源间非同步合闸未能拖入同步，也易引起稳定破坏。

下面我们以单机对无穷大系统为例，说明暂态失稳的过程。

正常运行时，发电机轴上作用着两个力矩：一个是由原动机功率 P_M 决定的原动力矩 T_M （或称主力矩）；另一个是由发电机的输出功率 P_E 决定的制动力矩（或称阻力矩）。

发电机的输出有功功率（为简单起见，忽略发电机定子电阻，故认为电磁功率等于输出功率）可表示为

$$P_E = \frac{E_A U}{X_\Sigma} \sin \delta$$

式中 E_A ——发电机电动势；

U ——无穷大系统母线电压；

X_{Σ} ——包括发电机阻抗在内的发电机到无穷大系统母线的总阻抗；

δ ——发电机电势 E_A 与无穷大系统电压 U 之间的夹角。

图 1-13-12 为功角特性曲线，即表征发电机的输出有功功率 P_E 随 E_A 、 U 之间的夹角 δ 的变化关系曲线。图中， P_M 为原动机供给发电机的功率。由图可见，功率直线和正弦曲线有两个交点，一个交点对应 δ_1 角，另一个交点对应 δ_2 角。 δ_1 角是稳定平衡角， δ_2 角是不稳定平衡角。正常运行时，发电机稳定运行在 δ_1 角。

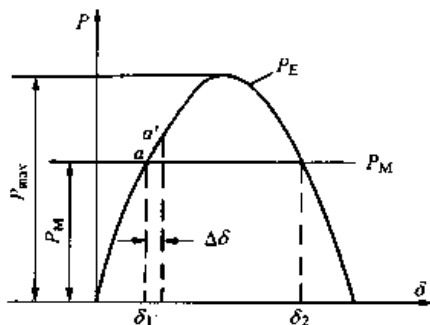


图 1-13-12 功角特征曲线

在 δ_1 角运行时，发电机的输入功率和输出功率是平衡的。如系统一小扰动使 δ 增加，引起 P_E 增加时，发电机输出功率 P_E 大于原动机的输入功率，由 P_E 产生的制动力矩大于 P_M 产生的原动力矩，发电机轴上作用着减速的剩余力矩，发电机就减速；使 δ 角减小， P_E 减小，使运行状态又恢复原来的稳定运行角 δ_1 。反之，当系统小扰动使 δ 减小时，发电机轴上将出现加速的剩余力矩，使 δ 加大，使运行状态又恢复到原来的稳定运行角 δ_1 。

在 δ_2 角运行时，如小扰动使 δ 略增，引起 P_E 减少时，发电机轴上就作用着加速的剩余力矩，使发电机加速， δ 角增大，而当 δ 角增大后，输出功率 P_E 更减少，功率得不到平衡，从而使发电机不能稳定运行。如小扰动使 δ 减小，则发电机减速， δ 进一步减小，一直回到 δ_1 才达到稳定运行。

在 δ_2 角运行时，如小扰动使 δ 略增，引起 P_E 减少时，发电机轴上就作用着加速的剩余力矩，使发电机加速， δ 角增大，而当 δ 角增大后，输出功率 P_E 更减少，功率得不到平衡，从而使发电机不能稳定运行。如小扰动使 δ 减小，则发电机减速， δ 进一步减小，一直回到 δ_1 才达到稳定运行。

当一回输电线发生故障切除后，线路电抗增大，回路的综合电抗 X_{Σ} 变大，功率极限值将变小，功角特性将由曲线 1 变为曲线 2，如图 1-13-13 所示。

由于发电机的转子存在惯性，转子的转速不能突变，故在切除线路瞬间 δ 角不变，发电机的运行点将由曲线 1 的 a 点落到曲线 2 的 b 点上。但是，在 b 点运行时，功率是不平衡的。这时，原动机供给发电机的功率仍为 P_M ，但发电机的输出功率 P_E 却减少了，于是，发电机轴上作用的原动力矩特大于制动力矩，故发电机加速， δ 角增大，运行点将由 b 点沿曲线 2 向 c 点移动。

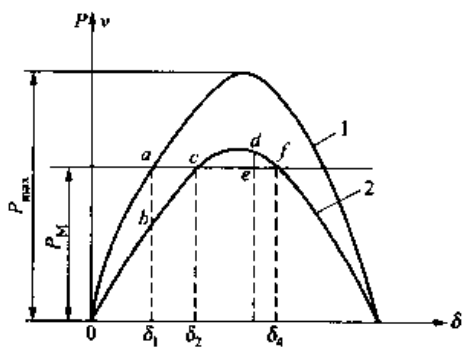


图 1-13-13 系统故障时功角特征曲线

与此同时，转子的相对速度 v （相对速度指的是发电机转速相对无穷大电源系统等效发电机的转速）也由零逐渐增大，至 c 点时，功率 P_M 和 P_E 又达到平衡。由于剩余功率为零，故转子没有加速度，但此时发电机的相对速度 v 为最大值， δ 角继续增大。过 c 点后，由于发电机的输出功率大于输入功率，发电机轴上将出现减速的过剩力矩，故从 c 点开始，转子的相对速度 v 将逐渐减小，转子速度逐渐变慢，但仍大于同步转速，故 δ 角继续增大。直至 d 点，减速面积 cde 等于加速面积 abc ，转子的相对速度 v 减至零，发电机转速达同步转速。但此时发电机轴上仍作用着减速的剩余力矩，故发电机的转速继续减小。从 d 点起，相对速度 v 变负，因而 δ 角开始减少。至 δ 角又摆回 c 点时，功率又达平衡，负的加速度为零，反向的相对速度 v 达最大。过 c 点后，发电机轴上又出现加速的剩余力矩，正向的加速度使反向的相对速度 v 又逐渐减小。 v 减至 0 后，由于功率不平

衡，发电机转子又开始新的摆动。

由于阻尼作用， δ 角在 c 点摆动的幅度将会越来越小，最后稳定在 c 点以 δ_2 运行。这种情况称为电力系统保持了暂态稳定。反之，如果短路开始时加速的剩余力矩很大， δ 角摆动得超过了临界角 δ_1 （不稳定平衡角，对应图 1-13-13 中的 f 点），则加速的剩余力矩会随 δ 角的增大而越来越大， δ 达 180° ， P_E 为 0 ，加速更大，系统失步，电网处于异步振荡的情况。

三、系统振荡的处理方法

1. 人工再同步

系统振荡后，如果失去同步的系统之间在某一瞬间频率相同，即滑差为零，就说明该瞬间两系统内发电机是同步的。如果其他条件（例如发电机的相对角度）也是合适的，系统就能不再失去同步。使滑差为零的办法有：

- (1) 使失去同步的系统频率相同，亦即设法减少滑差的平均值（平均滑差）。
- (2) 增大滑差的脉动振幅，使滑差瞬时值经过零值。

使频率相等的措施是：降低频率升高的送端系统发电机出力，增加频率降低的受端发电机的出力。降低送端频率时，应不低于系统内低频减负荷的最高一级的定值并留有一裕度。当受端没有备用容量无法提高频率时，可切除部分负荷使频率升高。

增大滑差脉动振幅的措施是增加发电机的励磁电流和提高系统电压。发电机励磁电流（即发电机电动势）和系统 U 的增加，使发电机的同步功率的振幅增大，也就是使机组的加速和减速转矩的最大值变大，这促使机组的加速度的正负范围变大，最后导致滑差瞬时值的振幅增加，也就是滑差瞬时值的最大值增大，最小值缩小。当最小值为零时就有了恢复同步的条件。应当指出，增加滑差瞬时值的振幅只有在平均滑差即频率差比较小时才能起到作用。若频率差较大，增加滑差瞬时值振幅使能瞬间同步，之后多半会脱出同步。因此在处理系统振荡事故时首先是使频率相等，再辅以提高发电机励磁和提高系统输送电力的措施。

频率相等之后再同步的过程如图 1-13-14 (a) 所示，经过减少原动机出力之后，在 $\delta = \delta_{TB}$ 时滑差为零，这时发电机的异步转矩为零，只有同步转矩，而 $M_{TB} > M_{YD}$ ，于是发电机因制动而减速，角度开始减小，滑差变号。当角度向回摆至 $M_{TB} = M_{YD}$ 时，加速由负变为零，但因这时发电机转速已低于系统，由于惯性，发电机将越过此平衡点。过此点 $M_{TB} < M_{YD}$ ，发电机又开始加速，转速逐渐增加，当转速增加至与系统相等时， M_{TB} 仍然小于 M_{YD} ，于是角度又开始增大。经过数次衰减的振荡，最后稳定于 $\delta = \delta_\infty$ 处，即同步获得了成功。图 1-13-14 (b) 则是另一种情形，滑差瞬时值为零时 $M_{TB} < M_{YD}$ ，显然这是不能够再同步成功的，因为存在着加速性的过剩转矩，在过剩转矩作用下滑差和角度又开始增大，从瞬时同步那一点滑了出去，不再恢复。

分析可见，滑差过零时，总转矩的符号对拖入同步是非常重要的。发电机失步后频率降至与受端相等。发电机的转矩必须大于原动机转矩才有可能拖入同步。在频率差接近于零时总是会获得再同步的成功的，不会较长时间停留在异步状态。

2. 系统解列

处理系统振荡的第二种方法是在适当的地点将系统解列，使振荡的系统之间失去联系。然后再经过并列操作恢复系统。

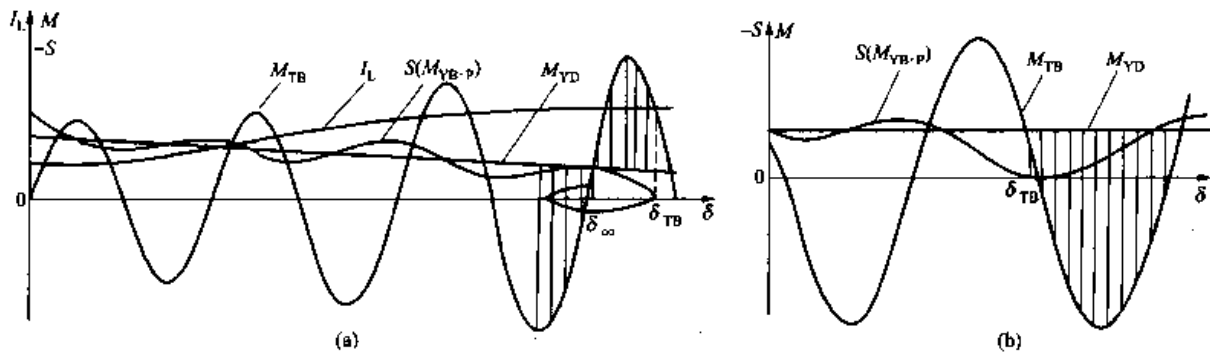


图 1-13-14 再同步两种情况

(a) 成功的再同步 ($\delta = \delta_{TB}$ 时, $M_{TB} > M_{YD}$); (b) 不成功的再同步 ($\delta = \delta_{TB}$ 时, $M_{TB} < M_{YD}$)

解列点设置的原则如下:

(1) 应尽量保持解列后各部分系统的功率平衡以防止频率、电压大幅度变化。这种过大的变化有时会导致解列后的部分系统内机组的失步或发生过负荷跳闸、频率电压崩溃等事故。如图 1-13-15 (a) 的系统, 远区电厂 A 经受端变电所断路器 QF 与系统并列运行, 振荡时在 QF 处解列。因此, 解列点应选择在易于振荡的系统部分之间交换功率最小处。适当调整母线负荷分布, 使断路器 QF 处通过负荷为最小, 见图 1-13-15 (b)。

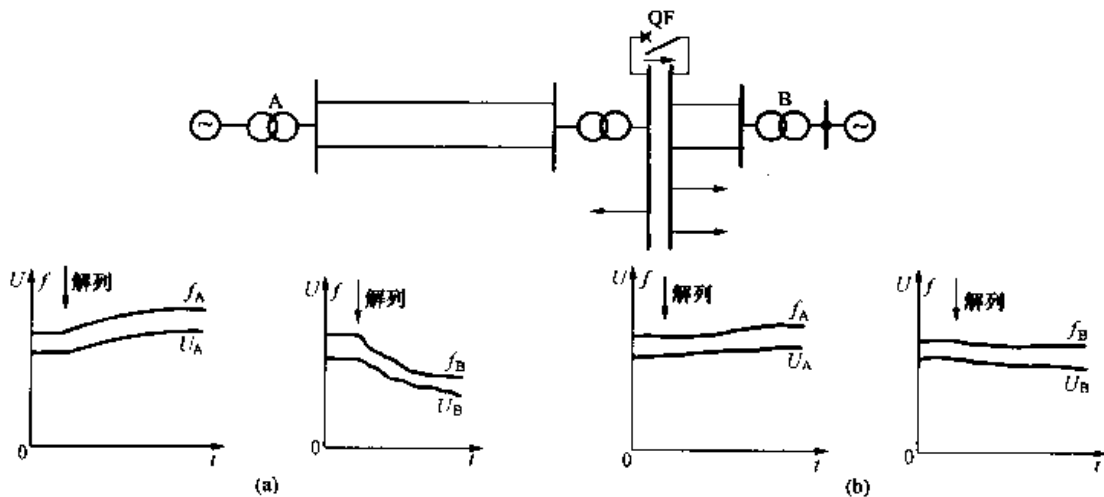


图 1-13-15 系统振荡解列点的设置

(a) 解列开关解列后功率不能平衡; (b) 解列开关解列后功率能够平衡

(2) 应使解列后的剩余的系统容量足够大, 尽量只解列为两个部分, 设置的振荡解列点应尽量少, 因为大的系统容量抗扰动的能力也大。因此只在振荡的系统之间设置少量的解列点, 一般来说发电机出口不应设置解列点。

(3) 适当地考虑操作方便, 例如解列后的系统能进行恢复同步的并列操作 (如解列点具有同期装置等)。

解列系统与人工再同步的具体运用如下:

(1) 远区水电厂与大容量受端系统失步时宜采取人工再同步的方法, 因为水电厂增减出力快, 可以将频率迅速调整至与受端频率相等。

(2) 无恰当的功率分界点可作为解列点，或因系统经多路联络线而且还分布在各个变电所时宜采取人工再同步的方法。因为用解列的方法时，前者要损失负荷，后者在解列操作中容易产生新的事故。

(3) 系统内容易发生失步的电厂较多时，宜采取人工再同步的方法。在这种系统内，难分清同步机群。不知道应该解列哪一部分，调度员也只有了解到系统内各主要地点频率数值之后，才能做出判断。下令解列，这要拖延时间。

(4) 由大系统受电的小地区系统，即所谓“大送端—小受端”系统，发生振荡时，“小受端”常无足够的备用容量提高频率，“大受端”又不易降下频率，人工再同步常常难以实现。此外对于这种系统，振荡中心一般位于受端电网内部，振荡时负荷点电压变化非常之大，应迅速消除振荡，防止过多地甩掉负荷。因此，宜采取用系统解列的方法消除振荡事故，并应采用自动解列的方式。

(5) 采取人工再同步方法做为消除系统振荡事故措施的，还应以系统解列作为辅助措施。实践证明，在顺利的条件下，仅需 1~2min 甚至几十秒钟就可以实现人工再同步，因此一般规定 3~4min 如仍未实现人工再同步时应立即在解列点解列。

某些距离保护在系统振荡时，开关操作产生的负序电压、电流会解除振荡闭锁而误动作，解列系统时应予注意。

四、振荡解列装置

目前采用最多的振荡解列装置是 UFV—F 型微机型振荡解列装置及 ZZJ—2 型常规型振荡启动装置。

(一) ZZJ—2 型常规型振荡启动装置

1. 装置功能

在系统发生失步振荡事故时，根据整定的动作区范围、振荡周期次数，有选择地将系统按照预定的解列点进行解列、切机、切负荷、投制动电阻等，以恢复系统的稳定，防止事故进一步扩大。在送端电厂也可采用振荡切机或压出力，使电力系统迅速实现再同期，以尽量保持电网的完整性。

2. 结构及动作原理

装置由插件结构方式构成，同一机芯可构成一般嵌入式 A33K 和拼块嵌入式 A33P 两种结构形式。装置面板上有 5 个指示灯，其中 1XJ、2XJ、3XJ 分别表示阻抗轨迹进入阻抗矩阵 I、II、III，4XJ 表示阻抗轨迹正向划区穿越阻抗矩阵 I、II、III，5XJ 表示阻抗轨迹反向划区穿越阻抗矩阵 I、II、III。还有一个手动复归按钮。

装置由 3 个四边形特性阻抗继电器及直流回路构成，3 个阻抗继电器阻抗矩阵并列排

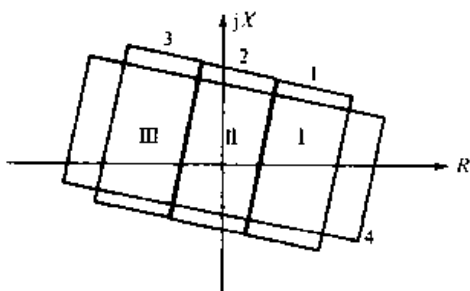


图 1-13-16 阻抗矩阵构成

列，阻抗 II 与阻抗 I 及阻抗 III 之间有很小的缝隙。当振荡轨迹自 I 区穿过 II 区进入到 III 区或者自 III 区穿过 II 区进入到 I 区时装置发出跳闸脉冲。阻抗继电器的构成的基本原理基于比较多个向量的相位，由 4 个向量构成一个四边形特性阻抗矩阵。

本装置三个阻抗继电器阻抗矩阵按图 1-13-16 方式构成，其中 I、II、III 阻抗矩阵由 3 个并列特性 1、2、3 再加特性 4 组合成，即阻抗矩阵 I 由特征 1 与特

征 4 组合而成，阻抗矩阵Ⅱ由特征 2 与特征 4 组合而成，阻抗矩阵Ⅲ由特征 3 与特征 4 组合而成，加入特性 4 是为了使四边形特性更为理想。

3. ZZJ—2 型阻抗振荡解列装置的信号显示说明

(1) 正常工作时，系统无振荡及扰动继电器内部无故障，装置信号指示灯都不亮。

(2) 当系统出现振荡时，装置表示阻抗继电器动作的信号指示灯 1XD, 2XD, 3XD 亮起，而后表示正向穿越阻抗矩阵的 4XD 或反向穿越的 5XD 亮起，表示装置出口动作，同时信号装置发出装置起动及装置出口动作信号。

(3) 当系统出现非振荡性的扰动时，装置能予以体现，即信号指示灯 1XD, 2XD 或 2XD, 3XD 或 2XD 亮，表示故障发生在阻抗矩阵的哪一区，信号装置发出装置起动信号。

(4) 当本装置的交流电压回路出现电压回路断线情况时，装置能可靠躲过，不会误动。而且同时信号指示灯 1XD, 2XD 或 2XD, 3XD 或 2XD 亮起，信号装置发出装置起动信号。

(5) 该装置的中心环节为系统振荡轨迹穿越阻抗矩阵 3 个区时，装置无延时出口动作。定值由面板上插孔整定。

4. ZZJ—2 型继电器运行和维护

(1) 值班人员每班定期查看装置运行情况：

1) 正常运行时，信号指示灯都不亮。

2) 系统出现振荡时，继电器动作，信号指示灯的 1XD、2XD、3XD、4XD 或 1XD、2XD、3XD、5XD 亮，装置动作后，需手动按继电器面板上的复归按钮将动作信号复归。

3) 系统出现扰动及电压回路断线，继电器起动，信号指示灯 1XD、2XD 或 2XD、3XD 或 2XD 亮，需手动复归。

(2) 下述情况下，属于装置异常，应将保护退出运行，断开出口连接片，且通知专业人员处理。

1) 信号指示灯 1XD、2XD、3XD 中一个或两个亮，检查电压回路无断线情况，手动不能复归。

2) 装置出口动作后，信号指示灯亮，手动不能复归。

(3) 装置进行试验前应首先断开出口跳闸连接片。

(二) UFV—F 型微机型振荡解列装置

1. 装置主要功能

测量系统联络线/机组的三相电压、三相电流，计算出有功功率、无功功率、相位角、系统频率，进行失步振荡、低频、低压或过频、过压判断。如果同一个电厂或变电站有多回联络线需要进行失步解列时，本装置通过增加单元处理机 DCJ 模块，来实现按每回线路（包括旁路）进行失步判断和解列的配置，既可减少解列装置的套数，而且还可以综合协调，选择最合适的解列点；当同一送电断面为双回线时，可实现二取二或二取一解列方式。在系统发生失步振荡事故时，根据整定的动作区范围、振荡周期次数，有选择地将电网解列运行，防止事故进一步扩大。在送端电厂也可采用振荡切机或压出力，使电力系统迅速实现再同期，以尽量保持电网的完整性。具有低频低压解列或自动切负荷的功能。当地区电网与系统解列后，如果有功或无功功率缺额较大，则通过快速低频低压减载，保证地区电网的电源与负荷功率重新平衡。具有过频率解列或切机的功能。当地区电网与主系统解列后，如果功

率过剩较多，则通过过频切机来保证地区电网的电源与负荷功率重新平衡。具有短路故障判断及自适应躲过短路的功能，低电压动作的时间不需要与保护动作的时间相配合，在短路故障期间装置能可靠地闭锁。该装置提供三种不同的判断失步的判据，供用户根据电网的具体情况选择使用。独特的功角失步预测判据，使 F 型装置能在系统失去同步之前就将联络线快速解列，防止事故扩大。

2. 装置主要技术参数

(1) 额定交流输入参数。

交流电压：相电压 $100/\sqrt{3}\text{V}$ ，50Hz，
线电压 100V，50Hz。

TV 变比：根据安装处的电压等级，以定值方式将 TV 一次侧额定电压值作为 U_N 输入。
交流电流：5A 或 1A。

TA 变比：根据安装处的 TA 变比，以定值方式将 TA 一次侧额定电流值作为 I_N 输入。
变比正确设定后，装置显示的电压、电流、功率值就是实际系统的一次值。

(2) 装置的开关量输入与输出。

1) 装置的开关量输入：开关量输入最多 5 个。开入量主要用于实现用户某些特殊需要的动作逻辑。

2) 装置的开关量输出：①装置输出分为五级（轮），每一级可以带多个出口继电器，每块出口板上装有 4 个出口继电器，装置可配置 4~20 个出口继电器，每个出口继电器提供两对触点（一对用于跳闸，另一对用于闭锁重合闸），每个出口继电器可以选择跳接在任一输出级上；②装置输出的中央信号包括装置动作信号（带保持）、TV 断线信号、回路异常信号、直流电源消失信号，另外还提供一对触点作为装置动作的遥信信号。

(3) 显示与操作方式。

1) 通过主机面板上液晶显示屏以菜单的方式显示时间、测量值、定值、动作状态、事件记录、数据记录、装置异常状态的内容等，暂用 4×16 字符的显示屏，以后改用 4 行汉字化的显示屏。通过主机面板上的 9 个功能按键来实现菜单的选择、定值的修改、时钟的设定、整组试验、动作信号复归及 CPU 的复位等操作。

2) 运行状态指示灯：①主机面板上有 4 个 LED 指示灯，分别指示装置处于正常运行状态（绿色），启动、动作、异常状态（红色）；②输出中间板（SZ）面板上有 9 个红色 LED 指示灯，分别指示 1~5 级输出情况，启动、动作、TV 断线及异常状态。1~5 级输出与动作信号均为保持信号，其余都不保持；③各出口继电器板面板上有 4 个红色 LED 指示灯，表示板内 4 个出口继电器的动作状态，该指示灯为保持信号，需手动按下屏上的复归按钮后才能熄灭；④稳压电源板面板上的 4 个绿色 LED 指示灯，分别表示 +5V、+12V、-12V、+24V 的状态，灯亮表示电源基本正常。

3. 装置的基本原理

(1) 电气量测量方法。

1) 电压 (U)、电流 (I)、有功功率 (P)、无功功率 (Q) 的测量方法。装置的微机部分对输入的三相交流电压及三相交流电流的瞬时值进行采样，采样周期为 $T/12$ （当 T 为 20ms 时，采样周期为 1.666ms），再按以下公式计算出各电气量

$$U_k = \sqrt{\frac{1}{12} \sum_{k=1}^{12} u_k^2} \quad \text{kV}$$

$$I_k = \sqrt{\frac{1}{12} \sum_{k=1}^{12} i_k^2} \quad \text{A}$$

$$P = \frac{1}{12} \sum_{k=1}^{12} (u_A i_A + u_B i_B + u_C i_C)_k \quad \text{MW}$$

$$Q = \frac{1}{12} \sum_{k=1}^{12} [u_{A(k-3)} \cdot i_A + u_{B(k-3)} \cdot i_B + u_{C(k-3)} \cdot i_C]_k$$

2) 频率 f 与相位角 φ 的测量方法。

a) 频率 f 的测量方法：①用电压波形过零点检测的方法测出周期值 T_k (s)，再计算出频率值及频率的变化率。②采用旋转向量测频方法，具有很强的抗干扰能力。

b) 相位角 φ 和相角差 ν 的求取方法。电压与电流之间相位角 φ ：先计算出有功功率 P 及无功功率 Q ，再用公式 $\text{tg}\varphi = Q/P$ 求出相位角 φ 。这一测量方法有良好的连续性与抗扰动性。

3) 阻抗测量方法。F 型装置采用全阻抗测量方法，即 $Z = U_{\text{ph}}/I_{\text{ph}}$ (Ω)。

当系统发生失步振荡时，装置测出的最小阻抗值则代表振荡中心至装置安装处之间的距离。

(2) 失步振荡判据。

1) 相位角原理的失步振荡判据。

(a) 电力系统失步振荡过程中相位角 φ 的变化规律。对图 1-13-17 所示的两机系统进行仿真计算和分析，可以得知失步振荡过程中电压与电流之间的相位角 φ 的变化规律为：

①若振荡中心落在装置安装处的正方向（即 MB 之间），且 M 点处于送端位置，在失步过

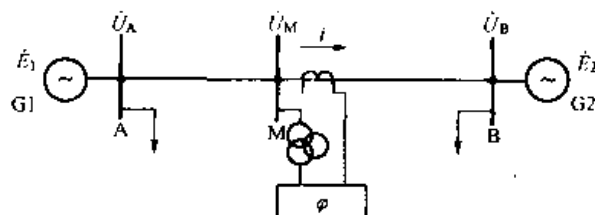


图 1-13-17 两机等值系统图

程中相位角 φ 从 0° 增加到 180° ，即在 I、II 象限范围内周期变化；而当 M 点处于受端位置时，相位角 φ 从 180° 减少到 0° ，即在 II、I 象限范围内周期变化；②若振荡中心落在装置安装处的反方向（即 AM 之间），且 M 点处于受端位置（功率从 M 流向 B），在失步振荡过程中相位角 φ 从 360° 减少到 180° ，即在 IV、III 象限范围内周期变化；而当 M 点处于送端位置时（功率从 B 流向 M），相位角 φ 从 180° 增加到 360° ，即在 III、IV 象限范围内周期变化；③若振荡中心恰好落在装置安装处附近，则相位角 φ 在 0° 与 180° 两个状态之间来回翻转。

(b) 相位角失步振荡判据。首先把 4 个象限内的相位角 φ 划分为 6 个区： $\varphi_1 \sim \varphi_2$ 之间为 I 区， $\varphi_2 \sim 90^\circ$ 之间为 II 区， $90^\circ \sim \varphi_3$ 之间为 III 区， $\varphi_3 \sim \varphi_4$ 之间为 IV 区， $\varphi_4 \sim 270^\circ$ 之间为 V 区， $270^\circ \sim \varphi_1$ 之间为 VI 区。系统正常情况下一般运行在 I 区与 IV 区。根据上述失步振荡过程中相位角的变化规律，我们把 I—II—III—IV 作为正方向判断区 [见图 1-13-18 (a)]，把 IV—V—VI—I 作为反方向判断区 [见图 1-13-18 (b)]，把 I—IV 作为振荡中心附近的判断区 [见图 1-13-18 (c)]。

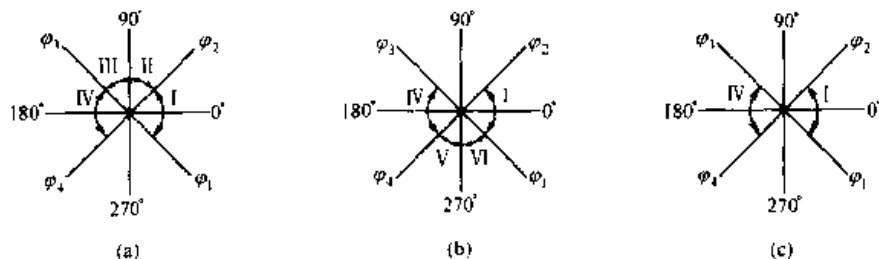


图 1-13-18 相位角 φ 判断区划分

(a) 正方向判断区；(b) 反方向判断区；(c) 振荡中心判断区

a) 判断振荡中心在正方向：①正常运行在 I 区时（送端），从 I 区开始按顺序经过 II 区、III 区、IV 区，则认为经历了一个振荡周期；②正常运行在 IV 区时（受端），从 IV 区开始按顺序经过 III 区、II 区、I 区，也认为经历了一个振荡周期。

b) 判断振荡中心在反方向：①正常运行在 I 区时，从 I 区开始按顺序经过 VI 区、V 区、IV 区，则认为经历了一个振荡周期；②正常运行在 IV 区时，从 IV 区开始按顺序经过 V 区、VI 区、I 区，也认为经历了一个振荡周期。

c) 判断振荡中心就在安装处附近：①电压包络线的最小值必须出现很低数值（检测到电压有效值低于 $20\%U_N$ ）；②正常运行在 I 区时，从 I 区开始突变到 IV 区（或跨越 II、III 中的一个区），再回到 I 区，作为一个失步振荡周期；③正常运行在 IV 区，从 IV 区开始变到 I 区（或跨越 III、II 中的一个区），再回 IV 区，作为一个失步振荡周期。

同时满足(1)、(2)或(1)、(3)条件时，判为出现失步振荡，且振荡中心就在安装处附近。

2) 补偿原理的失步振荡判据。

a) 补偿电压及功角（相角差）的计算方法：设装置安装在图 1-13-17 中的 A 点，机组的等值阻抗为 Z_G ，电流为 I_G ，线路的阻抗为 Z_L ，线路电流为 I_L ，系统的等值阻抗为 Z_S ，则可求出本侧的等值电动势 E_1 与系统的等值 E_2 、功角 δ

$$\dot{E}_1 = \dot{U}_A + \dot{I} Z_G$$

$$\dot{E}_2 = \dot{U}_A - \dot{I} Z_L$$

$$\delta = \arg(\dot{E}_1 / \dot{E}_2)$$

b) 功角（相角差）的失步判据：系统失步过程中功角 δ 的变化规律如图 1-13-18 所示，我们把 360° 划分为 7 个区域，正常运行时功角在 I 区范围内。如果装置安装在送端电网，系统出现失步振荡， δ 从 I 区经 II 区、III 区、IV 区进入 V 区时即完成了一个振荡周期；如果装置安装在受端电网，系统出现失步振荡， δ 从 I 区经 VI 区、V 区进入 IV 区时即完成了一个振荡周期。如果装置安装点不在振荡中心附近， δ 角在加速或减速变化过程中跳过 1~2 个区，则装置不判为失步。如果装置安装点在振荡中心附近， δ 角在加速或减速变化过程中可能跳过 1~2 个区，此时需另加电压等辅助闭锁条件。

3) 利用电厂机端电压与从系统侧引入的启备电源电压的相角差判断失步的判据。送端电厂的启备电源一般从系统侧的变电站或电厂接入，该电源电压的相位一般与系统侧等值电

动势的相位接近，因此直接比较发电机机端电压与启备变电压之间的相角差能准确地判断机组对系统出现失步振荡。为了更准确地反映发电机电动势与系统之间的角度，可以对测量出的角度进行必要的补偿，例如增加一定的度数。另外，如果机端电压相量与启备变电压相量有固定相位移时，还应根据有关变压器的 Y/△ 变换情况进行 30° 的补偿。

4) 动作区范围的判断。对于失步振荡解列装置来说，其动作区是指系统发生失步振荡时，振荡中心落在该区范围内装置应能动作，换言之，振荡中心不在预定的动作范围内时装置应该不动作。确定动作范围时，需要考虑的因素是：① 是否与同一系统内的其他解列装置相配合，如有其他解列装置，则应划分各装置的动作区范围；② 一般应考虑动作区为本线路全长及相邻线路的一部分。

a) 采用振荡时电压包络线的最低值来确定动作区的范围：振荡中心处包络线的最低电压值为零，离振荡中心越远，包络线的最低电压值也就越高，对于一个具体的系统来说，振荡中心确定了，系统各点的最低电压值是可以计算出来的。假定振荡中心落在动作区的边界上时，可以求出解列装置安装点处的最低电压值，考虑到运行方式的某些变化后乘以一定的可靠系数，就可确定出最低电压的定值 U_{LS} 。当检测到包络线的最低电压小于 U_{LS} 定值时，就可判出振荡中心落在动作区范围之内。

b) 采用振荡时最小阻抗值来确定动作区的范围：对于动作区范围比较明确，例如只有振荡中心落在本线路上时才动作或网络结构变化比较小的情况下，可选用测定安装处至振荡中心的阻抗值来确定动作区。设 Z_{ML} 为振荡过程中测量到的最小阻抗值， Z_{LS} 为设定的动作范围定值，如果不考虑振荡中心位置的方向性，那么装置动作区的特性为

$$Z_{ML} = \left(\frac{U_X}{I_X} \right)_{ML} \leq Z_{LS}$$

上式的特性在 $R-X$ 平面上为以零点为中心的 Z_{LS} 为半径的一个圆，圆内为动作区。如果选择了振荡中心位置的方向性，则动作区范围在装置安装处的正方向位置时才动作。振荡中心在安装点附近时，在一个很小范围内没有方向性。

5) 振荡周期次数的整定。本装置定值表中振荡周期次数 N_S 是一个重要参数， N_S 选定为 n 则表示满足 n 个振荡周期时就发出解列命令。为了与相邻线的解列装置取得配合，在相邻线的解列装置 ($N_S=1$) 不动作之后本装置才能动作，此时 N_S 可选为 3；如果在失步振荡之后希望通过采取切机措施使失步的系统再拉入同步，则只有经过规定的振荡周期次数以后仍拉入不了同期时才进行解列，这种情况下 N_S 可取 5~10。总之， N_S 的选择应根据系统的实际情况及解列装置之间的选择配合情况来确定。

6) 预测失步快速解列判据。对于某些大区之间联网线或稳定问题比较严重的电网，系统一旦失步后果相当严重，需要在失步之前能预测出失步的结果，提前将电网解列，防止事故扩大。采用以功角变化为主的综合预测失步判据，实现电网的快速解列。综合预测失步判据如下：

a) 按以下算法求出联络线两端电网的等值电动势及功角值。

$$A \text{ 电网等值电动势} \quad \dot{E}_A = \dot{U}_M + \dot{I} Z_A$$

$$B \text{ 电网等值电动势} \quad \dot{E}_B = \dot{U}_M - \dot{I} (Z_L + Z_B)$$

A 电网与 B 电网之间的等值功角 $\delta = \arg(\dot{E}_A / \dot{E}_B)$

b) 功角大于最大送电潮流情况下的功角定值 $\delta \geq \delta_s$ 。

δ_s 定值可按 (1) 的模型及最大送电潮流求出, 再考虑增加一定的裕度。例如 80° 。

c) 功角的变化率 $|d\delta/dt| \geq (d\delta/dt)_s$ 。

$(d\delta/dt)_s$ 定值可根据稳定分析计算过程中得到的功角曲线来选择确定一个较低值, 例如 $80^\circ \sim 100^\circ/s$ (振荡周期为 2s 时, 功角的平均变化率为 $180^\circ/s$, 前半个周期的变化率要慢一些)。

d) 电压低于定值, 即 $U \leq U_s$ (U_s 可取 $80\%U_N$)。

e) 联络线功率大于定值, 即 $P \geq P_s$ 。

同时满足上述 a) ~ e) 条件, 不经延时就出口解列联络线。

4. 装置软件配置及面板操作

(1) 装置的软件结构。装置软件结构分为主循环程序和中断事故处理程序两大部分。定时中断由晶振电路分频产生, 每隔 1.666ms 进入一次中断。中断程序主要完成电压、电流瞬时值采样, 电压、电流有效值、功率和频率值计算, 相位角计算, dU/dt 与 df/dt 计算, 启动判断, 低频 (过频) 事故判断, 低压 (过压) 事故判断, 失步振荡判断等, 输出控制及中央信号等。主循环程序主要完成面板显示、定值修改、回路自检、信号复归及整组试验、打印输出等功能。

(2) 装置面板的显示及操作。

1) 主菜单。装置主要通过液晶显示屏 (4×16 字符) 以菜单的方式显示装置测量结果、定值、事件记录、数据记录、动作情况等。主菜单内容为:

- | | |
|------------------|-----------------------|
| 1. DISPLAY -X- | 正常显示菜单, X 表示该装置软件具体型号 |
| 2. SETUP | 定值显示与修改菜单 |
| 3. EVENT RECORD1 | 事件记录 I 显示 |
| 4. EVENT RECORD2 | 事件记录 II 显示 |
| 5. DATA RECORD1 | 数据记录 I 显示 |
| 6. DATA RECORD2 | 数据记录 II 显示 |
| 7. PRINT | 打印选择菜单 |
| 8. SET TIME | 时钟设定 |
| 9. SELF-DETECT | 整组试验菜单 |

装置加电或复位后自动进入主菜单, 光标停在菜单第一行的开始处, 按“上移”或“下移”键可进行菜单的选择, 选定菜单后按“确认”键则可进入各子菜单的显示。在各子菜单显示状态下, 同时按下“左移”与“右移”键, 液晶屏显示返回主菜单。

2) 装置正常显示菜单 (DISPLAY)。将光标移至主菜单的“DISPLAY”处, 按下“确认”键就进入 DISPLAY 菜单, 在主菜单下经过约 10s 延时, 也可自动转入 DISPLAY 菜单。DISPLAY 菜单内容如下:

DATE: 01-03-19	日期
TIME: 08:30:00	时间
Ua=xxx.xkV	A 相电压或 AB 相电压

Ub=xxx. xkV	B相电压或BC相电压
Uc=xxx. xkV	C相电压或CA相电压
3U0=xxx. xkV	零序电压
IA=xxxxA	A相电流
IB=xxxxA	B相电流
IC=xxxxA	C相电流
3I0=xxxxA	零序电流
P=+xxx. xMW	三相有功功率
Q=+xxx. xMVAR	三相无功功率
PHASE=xxx. xdeg	电压与电流之间的相位角
fa=xx. xxHz	A相频率值
fb=xx. xxHz	B相频率值
TV ABNORMAL	TV状态: 异常
TA NORMAL	TA状态: 正常
KR: D D D D H	开入状态, 最右边为1, D为断开, H为闭合
INT TIMEx. xxxms	中断占用时间

通过按“上移”或“下移”键, 可以移动光标, 使显示内容上移或下移。按下“返回”键, 显示内容返回主菜单。

3) F型装置定值显示与修改菜单 (SETUP)。

a) 定值显示: 在主菜单方式下, 将光标移至“SETUP”项目下, 按“确认”键则进入SETUP菜单。

F1型装置定值清单:

UN 127.0kV TV一次侧额定相电压 (例如 $220\text{kV}/\sqrt{3}=127\text{kV}$)

IN 1200A TA一次侧额定电流 (例如 1200A, 600A)

Freq & SB Step Set 低频与失步输出设定

f1 f2 f3 f4 SB

1 1 0 0 1 (0—表示该轮不使用, 1—表示该轮使用)

Voltage Step Set 低压输出轮设定

U1 U2 U3 U4

1 1 0 0 (0—表示该轮不使用, 1—表示该轮使用)

ULs* 050%UN 失步解列动作区范围低电压定值 (一般为 40%~60%UN)

3U0S* 010%UN 零序电压定值 (用于判断 TV 回路断线、短路故障, 一般取 10%~15%UN)

3I0S 0120A 零序电流定值

ΔPs 020.0MW 功率突变量启动定值 (一般可取额定功率值的 0.05)

P0S068.0MW 允许振荡解列动作的事故前功率定值 (一般可取额定功率值的 0.1 倍)

Power Sign Set 判失步振荡的事故前功率方向选择

P<0; Y, P>0; NY 该方向允许动作, N—该方向不允许动作

Directive Set: N 振荡中心位置方向选择 (Y—只允许正方向, N—无方向)

Ns 0003 振荡周期次数定值 (一般设为 1~3)
 fqs 49.50Hz 低频启动定值 (一般设为 49.5Hz)
 fs1 49.00Hz 低频第一轮动作定值 (一般设为 48.5~49.2Hz)
 fs2 48.50Hz 低频第二轮动作定值 (一般设为 48.0~48.8Hz)
 fs3 48.00Hz 低频第三轮动作定值 (一般设为 47.0~48.0Hz)
 fs4 48.60Hz 低频第四轮动作定值 (一般设为 46.5~49.2Hz)
 (df/dt) s1 1.0Hz/s 频率变化率定值 1 (用于加速第 2 轮)
 (df/dt) s2 3.0Hz/s 频率变化率定值 2 (用于加速第 2、3 两轮)
 (df/dt) s3 5.0Hz/s 频率变化率定值 3 (用于 df/dt 闭锁)
 tfqs 00.10s 低频启动延时定值 (一般设为 0.1~0.2s)
 tfs1 00.20s 低频第一轮延时定值 (一般设为 0.1~0.2s)
 tfs2 00.20s 低频第二轮延时定值 (一般设为 0.1~0.2s)
 tfs3 00.20s 低频第三轮延时定值 (一般设为 0.1~0.2s)
 tfs4 00.20s 低频第四轮延时定值 (一般设为 0.1~30.0s)
 tfd1 00.10s (df/dt) 1 加速延时定值 (一般设为 0.1~0.2s)
 tfd2 00.10s (df/dt) 2 加速延时定值 (一般设为 0.1~0.2s)
 Uqs* 090%UN 低压启动百分数定值 (一般设为 85%~90%UN)
 Us1* 085%UN 低压第一轮动作百分数定值 (一般设为 84%~88%UN)
 Us2* 080%UN 低压第二轮动作百分数定值 (一般设为 80%~85%UN)
 Us3* 075%UN 低压第三轮动作百分数定值 (一般设为 75%~80%UN)
 Us4* 070%UN 低压第四轮动作百分数定值 (一般设为 65%~75%UN)
 (dU/dt) s1 030%UN/s 电压变化率定值 1 (用于加速第 2 轮)
 (dU/dt) s2 050%UN/s 电压变化率定值 2 (用于加速第 2、3 两轮)
 (dU/dt) s3 090%UN/s 电压变化率定值 3 (用于 dU/dt 闭锁)
 K1 075%UN 故障切除后电压恢复定值 (一般设为 75%~80%UN)
 K2 020%UN 判电压消失定值 (一般设为 10%~20%UN)
 tuqs 00.10s 低压启动延时定值 (一般设为 0.1~0.2s)
 tus1 00.20s 低压第一轮动作延时定值 (一般设为 0.1~0.2s)
 tus2 00.20s 低压第二轮动作延时定值 (一般设为 0.1~0.2s)
 tus3 00.20s 低压第三轮动作延时定值 (一般设为 0.1~0.2s)
 tus4 00.20s 低压第四轮动作延时定值 (一般设为 0.1~90s)
 tud1 00.10s (dU/dt) 1 加速延时定值
 tud2 00.10s (dU/dt) 2 加速延时定值
 tus6 05.00s 判断短路故障的最长时间定值
 Print Set 打印功能设置
 1 (0=OFF1=ON)
 Data Record Prn 数据记录自动打印功能设置
 0 (0=OFF1=ON)
 b) 定值修改: 在 SETUP 菜单下, 先将定值设置开关拨到“允许”位置, 按“上移”

或“下移”键，将光标移至需要修改的定值数字下面，按“左移”或“右移”键把光标移至被修改的那一位数字下，按“+1”键改到新的值，定值的一行修改完毕，核对无误后按下“确认”键，则新的定值自动被写入 EEPROM 内，光标以黑方块的形式闪动，说明已写入。如果按“确认”键后，液晶屏上出现以下提示：

WR Protectin OFF (写保护开关设在禁止位置)

or

Write EEPROM Err (写入回路异常)

Press ENTER Key (请按“确认”键后返回定值菜单重新修改)

则说明定值写不进去，可能原因有两种：①写保护开关未放在允许位置；②EEPROM 写入回路出现异常。请检查后重新写入。

定值修改完毕后，再按“上移”或“下移”键，检查定值修改是否正确无误，修改完毕后，按“返回”键显示返回主菜单。装置如果配备打印机，应将新的定值表打印备案。

4) 事件记录显示 (EVENT RECORD)。在主菜单内有两个事件记录的子目录：EVENT RECORD 1, EVENT RECORD 2。前者表示当前的事件记录，后者表示前一次的事件记录。在主菜单显示方式下，可通过移动光标选择显示事件记录的内容。事件记录的格式为：

EVENT RECORD

START D: 01-03-18 启动日期

T: 12:34:56 启动时间

0.0s Di Ping QD 启动类型

0.20s low f1 动作时间及动作类型

2.20s RETURN 返回时间

启动类型：

Di Ping QD 低频启动

Di Ya QD 低压启动

dP QD 功率变化量启动

dθ QD 相位角启动

动作类型

sb jl 失步解列

l f1&2 低频减载，加速切第 2 轮

l f1&2&3 低频减载，加速切第 2、3 轮

low f1 低频减载 1

low f2 低频减载 2

low f3 低频减载 3

low f4 低频减载 4

l u1&2 低压减载，加速切第 2 轮

l u1&2&3 低压减载，加速切第 2、3 轮

low u1 低压减载 1

low u2 低压减载 2

low u3 低压减载 3



and

Press ENTER Key

此时需要检查打印接口部件及打印机：电源是否已打开？连线是否正确？有无其他不正常状态？应予以逐个排除。按“确认”键返回打印选择菜单，按“返回”键显示返回主菜单。

8) 特殊显示行。当装置动作后会将动作信息及异常状态以特殊显示行显示在屏幕的第一行，其内容含义如下：

3U0 UP ERROR!	零序电压过大异常
VOLT DISAPPEAR!	电压消失
3I0 UP ERROR!	零序电流过大异常
fa OUT OF RANGE!	A 相频率越限
fb OUT OF RANGE!	B 相频率越限
FREQ df/dt ERROR	频率变化率过大异常
VOLT dU/dt ERROR	电压变化率过大异常
dP START!	功率变化量启动
dθ START!	相位角启动
SB JIE LIE	失步解列
LOW f START!	低频启动
low f shed 1&2	低频减载，加速切第 2 轮
low f shed 1&2&3	低频减载，加速切第 2、3 轮
low f shed 1	低频减载 1
low f shed 2	低频减载 2
low f shed 3	低频减载 3
low f shed 4	低频减载 4
LOW VOLT START!	低压启动
low u shed 1	低压减载 1
low u shed 2	低压减载 2
low u shed 3	低压减载 3
low u shed 4	低压减载 4
low u shed 1&2	低压减载，加速切第 2 轮
low u shed 1&2&3	低压减载，加速切第 2、3 轮
CRC ERR SYS HALT	CRC 码异常，装置停止工作

(CRC 码是指可执行程序代码的累加和)

9) 自检菜单：在主菜单的“SELF-DETECT”项目下，同时按“确认”键和屏上的复归按钮，进入整组试验菜单，移动光标，选定试验内容后按确认键，则进入试验状态，其内容如下：

SELF DETECT MENU

1. SB0→90→180 相位角在 $0^{\circ}\sim 180^{\circ}$ 范围内递增做失步自检，在 180° 处突变到 0° ；
2. SB 180→90→0 相位角在 $180^{\circ}\sim 0^{\circ}$ 范围内递减做失步自检，在 0° 处突变到 180° ；
3. SB 180→270→0 相位角在 $180^{\circ}\sim 360^{\circ}$ 范围内递增做失步自检，在 360° 处突变

到 180° ;

4. SB 0 \rightarrow 270 \rightarrow 180 相位角在 $360^\circ\sim 180^\circ$ 范围内递减做失步自检, 在 180° 处突变到 360° ;

5. $df/dt=0.6\text{Hz/s}$ 频率以 0.6Hz/s 的速率下降做低频试验;

6. $df/dt=6.0\text{Hz/s}$ 频率以 6.0Hz/s 的速率下降做低频试验;

7. $du/dt=12\%U_N/s$ 电压以 $12\%U_N/s$ 的速率下降做低压试验;

8. $du/dt=117\%U_N/s$ 电压以 $117\%U_N/s$ 的速率下降做低压试验。

经 20s 后自动恢复正常测量, 按“确认”键复归动作信号, 显示返回主菜单。

进行装置整组试验时, 出口继电器均要动作, 因此一定要退出连接片。有出口总解除连接片时, 也可断开该连接片。为了防止轻易进入整组试验状态, 装置已加闭锁措施, 不按规定步骤操作进入不了整组试验菜单。

10) 时钟设定菜单 (SETTIME): 在装置开始通电运行或运行中发现时间误差较大时, 需利用 SETTIME 菜单重新设定准确的时间。SETTIME 的显示格式为:

```
SET TIME
YEAR 01 MONT 03
DATE 18 HOUR 12
MINU 34 SECO 56
```

移动光标至需要设定的单位时间的个位位置, 按“+1”、“-1”键进行修改, 全部时间改完后按“确认”键, 新的时间被设定, 光标以方块形式闪动, 表示时间已写进, 否则没有写进。按“返回”键, 显示返回主菜单, 再进入显示菜单, 检查时钟是否确实被设定。

装置接有远方数字通道、并有对时报文时, 可实现自动对时功能。

(3) 装置的回路自检: 装置的回路自检主要包括 RAM 自检、EPROM 内程序自检、电压测量回路自检、频率测量回路自检、输入/输出回路自检等, 发现异常后延时发出告警信号。

1) RAM 自检: 在上电或复位时, CPU 进行内存 RAM 检查, 发现 RAM 读/写错误时, 显示: RAMERR!。

2) EPROM 内程序自检: 对可执行程序代码的累加和 (即 CRC 码) 进行校验, 发现异常, 装置停止工作, 并进行告警。

3) 电压测量回路自检:

a) $3U_0 \geq 3U_{0S}$ (或 $\Delta U = U_{AB} - U_{BC}$ 及 $U_{BC} - U_{CA}$, $\Delta U \geq K_3 U_N$), 延时 5s 告警显示: $3U_0$ UP ERROR! (零序电压过大异常)。此时不进行失步振荡判断。

b) 三相电压均低于 $k_2 U_N$, 延时 5s 告警: VOLT DISAPPEAR! (电压消失)。

c) $|dU/dt| \geq (dU/dt) S_3$ 时, 闭锁低电压出口, 显示: VOLT dU/dt ERR! (电压变化率过大异常)。

4) 频率测量回路自检:

a) $f < 45\text{Hz}$, $f > 55\text{Hz}$, 延时 5s 告警, 显示: fa OUT OF RANGE! /fb OUT OF RANGE! A 相频率越限/B 相频率越限。

b) 当 $f \leq f_{qs}$ 时, $|df/dt| \geq (df/dt) S_3$, 则闭锁出口, 显示: FREQ df/dt ERR! (频率变化率过大异常)。

5) 输入回路自检：当输入开关量是短暂闭合信号时，如果输入的该开关量信号持续 5s 仍不消失，则认为该回路触点粘连，显示：INPUTSWITCHERR（输入开关量异常）。

当自检出现异常时，除发出中央告警信号外，同时在液晶屏显示菜单的第一行显示上述相应的异常内容，连接打印机时自动打印出异常的内容。如果有两个以上异常情况出现，显示过程中后出现的异常内容会覆盖先出现的异常内容。

(4) 装置的指示灯信号：

1) 电源插件指示灯：5V、±12V、24V 等 4 个指示灯亮，分别表示 4 路稳压电压基本正常。

2) CPU 插件指示灯：4 个指示灯分别表示装置运行、启动、动作、异常的状态，动作信号灯应保持到手动复归时为止。

3) 输出中间继电器插件上指示灯：共 9 个指示灯，由上向下依次代表：启动、输出 I、输出 II、输出 III、输出 IV、输出 V、动作、TV 断线、异常。除 I ~ V 输出灯及动作信号灯保持到手动复归时外，其他灯均不保持，该状态消失，信号灯也自动熄灭。

4) 出口继电器插件上指示灯：共 4 个指示灯，由上向下依次代表本板的出口 1、出口 2、出口 3、出口 4。

5) 装置配有电压切换插件（YQH）时，该板上有 4 个灯，上面两个绿色灯分别表示当前输出的是 I 母电压还是 II 母电压，下面两个红灯分别表示 I 母或 II 母电压异常。

6) 打印机接口插件面板上有 3 个指示灯，分别显示打印接口板的 CPU 运行正常、打印机在准备状态、装置主 CPU 正向接口板发送打印的数据。

5. 装置的运行与维护

装置在现场投入系统运行后，应按照 DL 497—1992《电力系统自动低频减负荷工作管理规程》、继电保护及安全自动装置运行的有关规定，做好装置的运行管理和维护工作。在运行维护过程中应注意以下事项：

(1) 正常运行中的巡视和检查。

1) 运行人员应每日到装置安装处巡视检查一次。检查的主要内容有：①装置电源指示灯均应点亮；②主机板及继电器板上指示灯应显示正确；③液晶显示屏上显示的时间基本正确，电压、电流、功率、相位角及频率测量结果应正确。如果时间误差较大，应重新设定时间。如果测量误差较大，应查明原因，进行排除。

2) 母线操作时的注意事项：当其中一段母线检修或试验时，一定要注意先断开本屏（柜）后上方相应的 TV 空气断路器，核对装置显示的母线电压确已消失，再进行母线的有关操作。防止在母线试验时引起误动作。停运的母线恢复运行后，应再合上被断开的 TV 空气断路器。

(2) 电网发生事故时，应及时检查装置动作情况。当系统发生失步振荡或频率、电压事故时，应检查装置动作情况是否正确，记录动作后的指示和事件记录内容，必要时还应记录数据记录的结果，复归动作信号，把装置动作情况上报调度部门。接有打印机的装置，应将打印结果送报调度部门分析事故及备案。

(3) 装置出现异常告警时的检查。装置出现异常信号时，应及时到装置安装处检查装置的显示结果，查明是哪一部分异常，并尽快排除。如果是 TV 回路断线引起的异常，应尽快查清断线原因，使 TV 回路恢复正常。如果是一段母线停运引起的“母线电压消失”异常，

装置仍能正常运行，不需要进行处理，在该段母线投运后该异常即自动消失。如果装置指示灯紊乱或显示不正常，在一时无法查清原因时，应先将装置出口连接片退出，通知继电保护维护人员进行处理。

(4) 关于定值修改。在装置投运之前，应按照调度部门下达的定值通知单设置各项定值。在装置运行过程中必须将定值设置开关设在“禁止”位置。当需要修改定值时应修改定值，在修改完毕后一定要仔细检查、核对。注意在修改定值之前应先断开出口连接片（或断开出口总解除连接片），定值修改完毕之后再投上被断开的连接片。接有打印机时，应将定值表打印存档。注意：定值设置开关在“允许”位置时，装置不进行事故判断，定值修改完毕后必须将该开关拨回“禁止”位置。

第三节 其他安全自动装置

一、备用电源自动投入概述

(一) 备用电源自动投入装置的作用

发电厂厂用电供电中断，可能造成全厂停电，后果十分严重；工矿企业的重要用户供电中断，将使生产遭到严重破坏，给国民经济带来不应有的损失。备用电源自动投入装置就是当工作电源因故障断开后，能自动而又迅速地将备用电源投入工作或者说将用户切换到备用电源上去，从而使用户不致停电的一种装置或称 BSAW 装置。

运行经验证明，真正的故障是不多的，永久性故障占的比例就更少了。瞬时性故障、误操作和继电保护误动作造成母线、变压器、线路停电的机率较高。故障母线或其他故障点切断后，被弧光破坏的绝缘很快就能恢复，随后加上电压，恢复正常供电，所以 BSAW 的投入成功率是较高的。

在发电厂和变电所，备用电源自动投入装置得到广泛应用。以图 1-13-19 (a) 为例，正常运行时 I、II 母线由变压器 T1、T2 供电，备用变压器 T0 处于备用状态，这种接线方式称为明备用的接线方式。当变压器 T1（或 T2）发生故障，继电保护动作将断路器 QF1 和 QF2（或 QF6 和 QF7）断开，BSAW 动作，将 QF3 和 QF4（或 QF3 和 QF5）投入，备用变压器 T0 投入工作，使 I 母线或 II 母线恢复供电。若 I 母线或 II 母线由于某种原因失去电压时，此时 BSAW 装置动作，将 QF1 和 QF2（或 QF6 和 QF7）跳开，然后将 QF3 和 QF4（或 QF3 和 QF5）投入，使 I 母线（或 II 母线）继续得到供电。

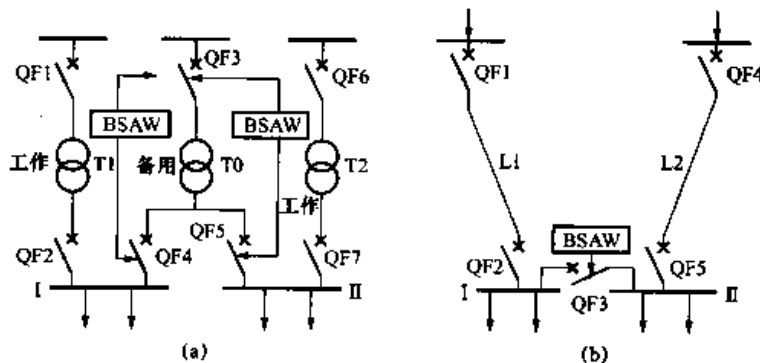


图 1-13-19 采用 BSAW 装置的一次接线图

(a) 明备用；(b) 暗备用

图 1-13-19 (b) 情况与图 1-13-19 (a) 类似，正常运行时，I、II 段母线分别由 L1、L2 馈电线供电，分段断路器 QF3 断开。当 L1 馈电线发生故障，继电保护动作，将 L1 馈电线 QF1 和 QF2 断开，然后 BSAW 动作，将分段断路器 QF3 投入，使接在 I 段母线上的用户由 L2 号馈电线重新得到供电。通过

QF3 互为备用的接线方式称为暗备用接线方式。当然，每条工作馈电线的容量必须按 I、II 段上总负荷来考虑，否则在 BSAW 动作后会造造成过负荷运行。

(二) 对 BSAW 装置的基本要求

(1) 母线上因任何原因失去电压时，BSAW 均应动作。母线失压的原因有：①工作电源故障；②母线上的故障；③母线负荷侧故障，而断路器拒动；④上一级的工作电源断开；⑤工作电源断路器误动；

(2) 工作电源断开后，备用电源才能投入。其目的是不使备用电源投到故障线上去，以致扩大故障，扩大设备损坏程度，达不到 BSAW 预期的效果。

(3) BSAW 装置只应动作一次，以免在母线或引出线上发生永久性故障时，备用电源多次投到故障元件上去，造成更严重的事故。

(4) BSAW 装置的动作时间以使母线停电时间尽可能短为原则。母线停电时间越短，对电动机的自启动就越有利。如果停电时间较长，电动机的启动过程过长，将引起绕组过分发热，影响电动机寿命。而且过大的启动电流，将使系统电压降低，不利于安全运行。根据经验，停电时间不超过 0.5~1.5s。BSAW 的动作时间，并非越短越好；还要考虑故障点介质被电弧击穿后恢复绝缘性能的去游离时间。一般情况，断路器本身的合闸时间远大于介质去游离时间，因而对 BSAW 装置的动作时间影响不大。

(5) 电压互感器熔断器熔断时，BSAW 不应动作。

(6) 当备用电源无电压时 BSAW 装置不应动作。因为在这种情况下备用电源投入没有实际意义。

为满足上述基本要求，BSAW 装置由下面的两部分组成：①低电压启动部分。当母线因某种原因失去电压时，断开工作电源断路器。②自动合闸部分。在工作电源的断路器断开后，将备用电源的断路器合闸。

(三) 备用电源自动投入装置

1. 备用电源自动投入装置的典型接线图

图 1-13-20 为发电厂厂用备用变压器自动投入原理接线图，也适用于变电所备用变压器的自动投入。

2. BSAW 装置的电路结构

由图 1-13-20 可知，BSAW 装置由两部分组成：第一部分是低电压启动部分，它由接在 I 段工作母线电压互感器上的低电压继电器 KV1 和 KV2、时间继电器 KT、中间继电器 KM1 和监视备用变压器电源侧电压的过电压继电器 KV3、中间继电器 KM3 等组成。正常运行情况下，工作母线和备用母线都有电压时，低电压继电器 KV1、KV2 的触点打开，过电压继电器 KV3 的触点闭合，为 BSAW 装置启动作好准备。电压继电器的动作都经过各自电压互感器的辅助触点控制。

第二部分是自动合闸部分，包括中间继电器 KLT 和 KC2。KLT 是瞬时动作延时返回继电器，它的线圈由工作变压器 QF2 断路器的动合辅助触点控制，而它的延时返回触点则由 QF2 的动断辅助触点控制。QF2 跳开后，KLT 的动合触点需经 0.5~0.8s 延时打开。

3. 工作原理

当 I 段母线不论任何原因失去电压时，低电压继电器 KV1、KV2 的触点闭合，启动时间继电器 KT，经一定延时后，启动中间继电器 KM1，断路器 QF1、QF2 跳闸。QF2 动合

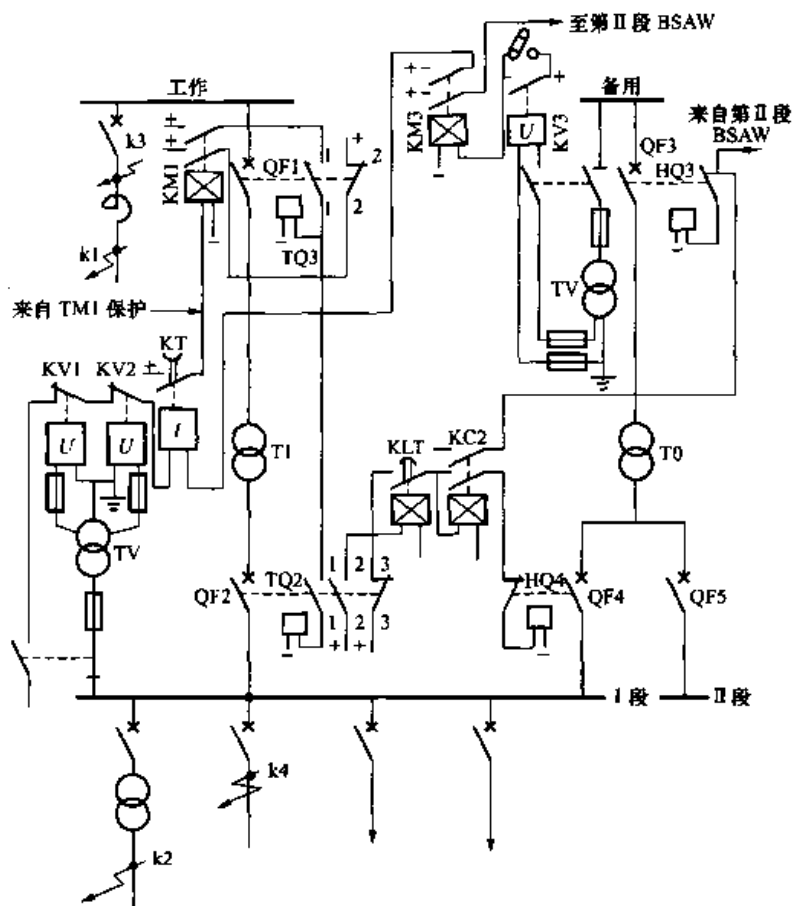


图 1-13-20 备用变压器自动投入装置典型接线图

辅助触点 2—2 打开，中间继电器 KLT 线圈失电，其动合触点延时打开，经 QF2 动断辅助触点 3—3 启动自动合闸中间继电器 KC2，断路器 QF3 和 QF4 自动合上。合闸后，KLT 动合触点延时打开，保证 BSAW 只动作一次。

只有在工作电源跳开后备用电源才能投入，这个要求是借 QF2 跳开后的动断触点 3—3 启动合闸中间继电器 KC2 实现的。

两个低电压继电器 KV1、KV2 线圈接成 V 形连接，将其触点互相串联，保证了当电压互感器熔断器熔断时，BSAW 装置不致误动作。

只有当备用电源母线有电压时才允许工作电源母线低电压跳闸，这个要求是借助于备用母线过电压继电器 KV3 控制的中间继电器 KM3 来实现的。

当人为地操作断开工作电源母线和备用电源母线电压互感器时，为防止 BSAW 装置误动，低电压继电器 KV1、KV2 和过电压继电器 KV3 的触点操作电源经电压互感器隔离开关的动合辅助触点直接或间接控制。

当工作变压器高压侧断路器 QF1 误断开时，通过其动断辅助触点 2—2 联跳 QF2 断路器，然后备用电源自动投入。

(四) 参数整定

1. 低电压继电器 KV1、KV2 动作电压整定

首先考虑在工作变压器 T1 高、低压母线出线电抗器或变压器后短路（如图 1-13-20 中的 k1 点、k2 点）时，工作母线残余电压相当高，此时不需将工作电源断开，也即低电压继电器 KV1、KV2 不应动作。

其次在工作母线出线上发生故障（如图 1-13-20 中的 k3 或 k4 点），母线的残压很低，接近于零，低电压继电器 KV1、KV2 必然动作。故障由出线断路器切除后，工作电源母线电压恢复；但电压不能立即恢复到额定值，这时低电压继电器应能可靠地返回，防止低电压起动跳闸。

还有，当厂用工作母线电压因电动机自启动而降低时，低电压继电器不应动作。

考虑以上三个因素低电压继电器的动作电压一般选择额定电压的 25%，就可满足上述要求。

2. 时间继电器 KT 时限的整定

时间继电器 KT 的整定应与低电压继电器配合考虑，即当系统内发生故障时，母线上的残余电压可能降低到低电压继电器的动作值，根据选择性的要求，故障应由系统内相应的保护来切除，而 BSAW 不应动作，即

$$t_{KT} = t_{op \cdot max} + \Delta t$$

式中 $t_{op \cdot max}$ ——工作母线出线保护的最大动作时限；

Δt ——时间余度，取 0.5~0.7s。

若工作变压器高低压侧有几路电源时，每套低电压保护的動作时限应错开，不应整定得相同，防止几条线路同时动作时，备用电源容量吃不消。因为，原则上—台备用变压器可以作为好几台工作变压器的备用电源。

3. 过电压继电器 KV3 的整定

过电压继电器的动作电压 U_{act} ，即其常开触点打开时的电压，应按备用电源母线最低运行电压和保证电动机自启动两个条件来整定。计算公式为

$$U_{act} = \frac{K_{re} U_{R, min}}{K_{rel} N_{TV}}$$

式中 $U_{R, min}$ ——备用母线最低运行电压；

K_{rel} ——可靠系数，取 1.1~1.2；

K_{re} ——返回系数，取 0.85~0.9；

N_{TV} ——电压互感器变比。

保证电动机自启动的电压按不低于额定电压的 75% 考虑。—般情况，过电压继电器按额定电压的 75% 整定。

4. 中间继电器 KLT 延时返回时间 t_{KLT} 的整定

工作变压器 T1 的断路器 QF2 跳开后，中间继电器 KLT 的动合触点延时打开，保证 QF3、QF4 只合—次，为保证可靠起见，KLT 的延时返回时间应大于 QF3、QF4 的合闸时间，并少于 2 倍的合闸时间，即

$$t_{HQ} < t_{KLT} < 2t_{HQ}$$

式中 t_{HQ} ——断路器全部合闸时间；

t_{KLT} ———般取 0.5~0.8s。

二、线路过负荷

线路过负荷主要分为负荷线路过载和电源间联络线（包括发电厂与系统间的联络线及系统与系统间的联络线）过负荷。

(1) 电源联络线过负荷表现为超过联络线（或联络变压器包括其相关元件）本身允许电流值或超过静态、动态稳定规定的数值。原因可能有以下几种：受端系统的发电厂减发电出力或机组事故跳闸；联络线并联回路的切除；发电厂日负荷曲线分配不当（包括运行方式安排不当）。当出现由于设备本身原因引起的过负荷时，应立即做如下工作：

1) 受端系统的发电厂迅速增加出力，快速起动受端水电厂的备用机组，包括调相的发电机快速改为发电运行。

2) 送端系统的发电厂降低有功出力，并提高电压，必要时可适当降低频率以降低线路的过负荷程度。

3) 有条件时，改变系统接线，使潮流强迫分配。

4) 当联络线已达到规定极限负荷时，在采取上述措施仍过负荷时，受端切除部分负荷（或由专用的自动装置切除负荷）。

至于系统稳定的极限，对一条线路而言有动态稳定极限和静态稳定极限两类。当系统在规定的静态稳定极限值（离理论静态极限尚有一定的储备系数）运行时，说明系统已经承受不住较大的冲击，负荷较大幅度的增长和系统内其他地方故障都能使稳定破坏。

为此，应当尽快调整使线路的潮流在动态稳定极限以内运行。为保证系统安全，一般应采取下列措施：

1) 提高全系统特别是联络线附近的电压水平。由单机对无穷大系统的简单关系可知，输送功率与发电机电动势和系统电压成比例，提高系统的电压可使静态输送功率极限增大，或在输送一定的功率时使相对角减小，因而提高了静态稳定和动态稳定的储备。

2) 保持同步电机自动励磁调节装置投入运行。自动励磁装置可在发电机增加出力时增大它的励磁电流，从而限制发电机相对角度的增大和系统电压的下降。按比例调节的无失灵区的自动励磁调节装置能使发电机在接近发电机电动势常数所决定的功率极限内运行，而按一次微分和二次微分调节的强有力式自动励磁调节装置能使发电机在端电压为常数决定的功率极限内运行。

3) 系统有“弱联路线”时，若发电机出力或用户负荷变化大时，都可能发生过负荷。为防止扩大事故，可在“弱联络线”的受端装设联络线过负荷自动切除装置，自动切除部分用户负荷。

4) 限制负荷，当联络线超过动态稳定极限时，可根据系统备用情况、天气情况、可能的运行时间等因素决定是否限制负荷，除极特殊情况均不能按静态稳定极限运行。

(2) 负荷线路过载主要表现为超过线路本身允许电流值。原因主要有并联线路的切除、受端地区负荷快速增长、地区电压偏低，导致线路传输电流增大。

消除方法主要有以下两种方法：

1) 提高全系统特别是受端地区的电压水平，因为输送功率与发电机电动势和系统电压成比例，提高系统的电压可使静态输送功率极限增大。

2) 切除受端地区部分负荷，减少线路传输电流。为防止扩大事故，可在负荷线路的受端装设线路过负荷自动切除装置，自动切除部分用户负荷装置。

(3) 线路过载联切负荷装置。线路过载联切负荷装置一般具备联络线过负荷告警和过负荷减载功能，当联络线过负荷时，通过受端系统分级切除负荷措施，自动消除联络线过负荷状态，防止联络线过负荷跳闸（或线路烧断）引起大面积停电事故。

线路过载联切负荷装置安装于变电站或发电厂内，当联络线的功率方向为从线路指向母线时，即本站为受进功率情况，当联络线电流超过告警值时，装置应发出过负荷告警信号，当联络线电流超过热稳定允许值时，分时段切除相应负荷。具体判别条件如下：

联络线过负荷告警须同时满足以下条件，装置发出过负荷告警信号。

- 1) 线路功率方向为安装地点受进。
- 2) 线路电流大于启动电流值且时间大于启动延时。
- 3) 线路电流大于电流越限告警值且时间大于告警延时。

联络线过负荷减载须同时满足以下条件，装置按预先设定的时限分轮次出口跳闸。

- 1) 线路功率方向为安装地点受进。
- 2) 线路电流大于启动电流值且时间大于启动延时。
- 3) 线路电流大于电流越限告警值且时间大于告警延时。
- 4) 线路电流大于电流整定动作值且时间大于跳闸轮次整定延时。

三、电力系统稳定器 (PSS)

(一) 低频振荡的产生及采用 PSS 改善系统阻尼

随着电力系统的扩大及快速励磁控制系统的应用，不少电力系统出现了联络线低功率振荡。远距离送电的、按电压偏差进行调节的快速励磁的发电机，当输电线负荷较重时容易产生负阻尼，在转子相位角发生振荡时，励磁电流的相位具有使振荡角度加大的趋势。这是引起系统低频振荡的重要原因之一。

近年来，由于大型发电机普遍采用由集成电路和可控硅组成的快速励磁调节器，使自动励磁调节器 (AER) 的时间常数从过去的几秒缩短到 20ms 左右。快速励磁系统（晶闸管直接给发电机转子励磁或高起始响应励磁系统，无一例外都采用了快速励磁调节器）的广泛采用，使励磁控制系统的等效时间常数大为减小，在远距离、重负荷送电的情况下，容易降低电力系统的阻尼，对联系较弱的系统甚至出现负阻尼。

原苏联早在 20 世纪 50 年代，在发展快速励磁系统的同时，就研制了具有发电机定子电流偏差及微分 ($\Delta I, I'$) 或频率偏差及微分 ($\Delta f, f'$) 附加反馈的强力式励磁调节器。它有效地抑制大干扰后输电线路的低频振荡。但由于当时还没有发现在小干扰时系统发生等幅振荡或增幅振荡的事故，因此低频振荡问题未引起其他国家的重视。20 世纪 60 年代后，美国、西欧、日本等地先后多次发生输电线功率低频振荡的事例，造成联络线跳闸，低频振荡才越来越引起各国的普遍关注。研究表明，采用电力系统稳定器 (PSS) 产生正阻尼转矩以抵消励磁控制系统引起的负阻尼转矩，是一个比较有效的办法。

采用 PSS，是用 ΔP 、 ΔW 、 Δf 等一个或两个信号作为附加反馈控制，增加正阻尼，它不降低励磁系统电压环的增益，不影响励磁控制系统的暂态性能。广泛应用 PSS，对于避免由于个别机组的 PSS 退出运行，或系统运行方式改变，阻尼减弱时产生低频振荡是有利的。

使 PSS 的特性在较宽的频率范围内都有好的效果，这对于静止励磁是容易达到的，但对于常规励磁系统，因有效频率范围较窄，所以有时不能同时满足抑制几个振荡模的要求。因此要求系统中主力发电机普遍装 PSS，各机组可以互相配合，分别抑制系统中的不同振荡模。

美国第一台用于抑制低频振荡的 PSS 于 1966 年投入工业试验，我国第一台 PSS 于 1980 年在八盘峡电厂投运，取得了良好的效果。现在 PSS 已是一种提高电力系统动态稳定的成熟技术，在大型发电机上得到了广泛的应用。因此掌握 PSS 的原理、参数及装置情况已成为电力系统工程的基础技术之一。

(二) PSS 的原理及作用

1. PSS 增强系统阻尼防止自发振荡

早期的自动励磁调节器是为了自动调节发电机电压，所以称为自动电压调节器 (AVR)，近年来励磁调节器的功能不断扩大，特别是由于励磁控制系统响应速度的加快，对电力系统稳定的影响越来越大。励磁系统已成为提高电力系统稳定的一项基本措施。因此励磁调节器除了按发电机电压调节外，还根据系统稳定需要，进行调节，增加了为提高系统

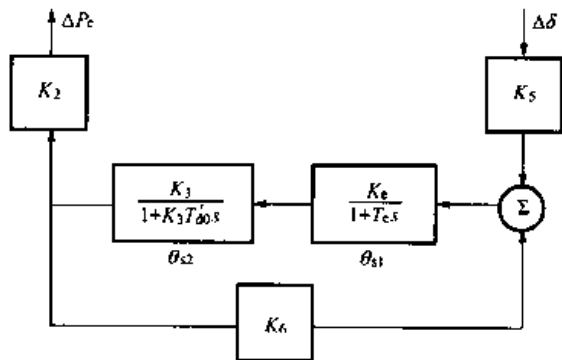


图 1-13-21 励磁控制系统传递函数

稳定性的附加反馈，并将自动电压调节器改称为自动励磁调节器 (AER)。

PSS 是采取转速偏差 ($\Delta\omega$)，频率偏差 (Δf)，加速功率偏差 (ΔP_a)，电功率偏差 (ΔP_e) 中的一个信号或几个信号 (一般为两个)，作为 AER 的附加输入，产生阻尼力矩，提高电力系统动态稳定。

励磁系统是一个迟后单元，它由励磁迟后角 θ_{e1} ，发电机磁场回路迟后角 θ_{e2} 构成，经 K_6 闭环后，其总迟后角 $\theta_e < \theta_{e1} + \theta_{e2}$ ，如图 1-13-21 所示。若用 $GEC(s)$ 表示 $\Delta P_e / \Delta \delta$ 的传递函

数，则由图 1-13-21，得出

$$GEC(s) = \frac{K_2 K_5 K_3 K_e}{(1 + K_3 T'_{ao} s)(1 + T_c s) + K_3 K_6 K_e}$$

由于 $GEC(s)$ 的迟后作用，当 K_5 为负时，电压调节产生负阻尼如图 1-13-22 (a) 所示，由电压调节器产生的电磁转矩 ΔT_E 在 $\Delta\omega$ 轴上的投影为负。

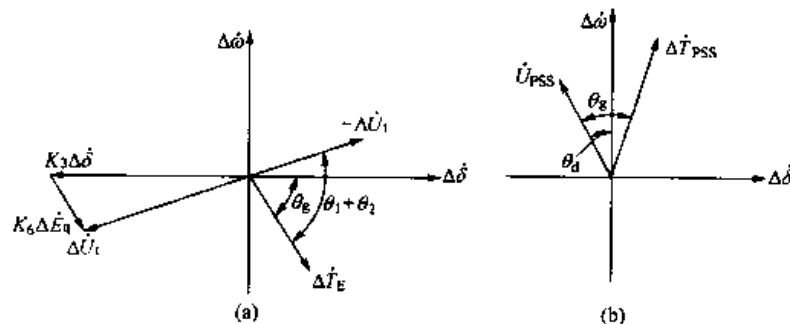


图 1-13-22 AVR 及 PSS 产生的阻尼转矩

(a) AVR 产生负阻尼；(b) PSS 产生正阻尼

常规励磁系统 ($T_c=0.5s$) 和快速励磁系统 ($T_c=0.1s$)，不同频率时 $GEC(s)$ 的迟后角，举例如表 1-13-1 (设 $K_3=0.5$ ， $K_6=0.7$ ， $T'_{ao}=5s$ ， $K_e=20$)。

表 1-13-1

励磁系统在不同频率时的迟后角 θ_g

励磁方式 \ 振荡频率 ω (rad/s)	1	2	4	6	8
常规励磁系统 (θ_g)	24	47.6	76	88.4	95
快速励磁系统 (θ_g)	16	33	55.7	64.4	73.6

当 PSS 输入信号为 $\Delta \dot{\omega}$ 时, 为了使 PSS 产生的附加力矩与 $\Delta \dot{\omega}$ 轴同相位, PSS 应有超前角 θ_d , $\theta_d = \theta_g$ 。但 θ_d 及 θ_g 均是 ω 的函数, 要求在整个振荡频率范围内保持 $\theta_d = \theta_g$ 是不可能的, 因此一般设计使 θ_d 略小于 θ_g , 见图 1-13-22 (b)。当 ω 变化时, 使 $\Delta \dot{T}_{PSS}$ 迟后 $\Delta \dot{\omega}$ 轴 $0^\circ \sim 45^\circ$ 。在 $f = 0.2 \sim 2\text{Hz}$ 范围内, $\Delta \dot{T}_{PSS}$ 所产生的正阻尼大于由电压调节所产生的负阻尼, 从而使 AER 提供正阻尼。

PSS 输入信号为 ΔP_e 或 $-\Delta P_e$ 时, 因为 $\Delta \dot{P}_e$ 超前 $\Delta \dot{\omega}$ 轴接近 90° , 因此 PSS 需要超前角度为 $\theta_d = \theta_g - 90^\circ$ 。对于快速励磁系统 $\theta_g < 90^\circ$, 这时 PSS 需要适当滞后。

2. PSS 电路

PSS 电路的通用框图如图 1-13-23 (a)。图中隔直电路 $n=1$ 或 2, 通常一级在信号变换器后, 一级在限幅单元前。放大单元也由几部分组成。另外还有一些为电路稳定需要的时间常数图中未予表示。对于快速励磁系统, 输入信号为 ΔP_e 时, 也可以采用 1-13-23 (b) 所示框图。图 1-13-23 (b) 中 PSS 相位迟后由 K_p 及 $K_w/(1+T_w s)$ 的合成相位构成, 它与 ω 有关。 ω 增大, PSS 迟后角及励磁系统的迟后角均增大, 因此虽然电路较简单, 但其相频特

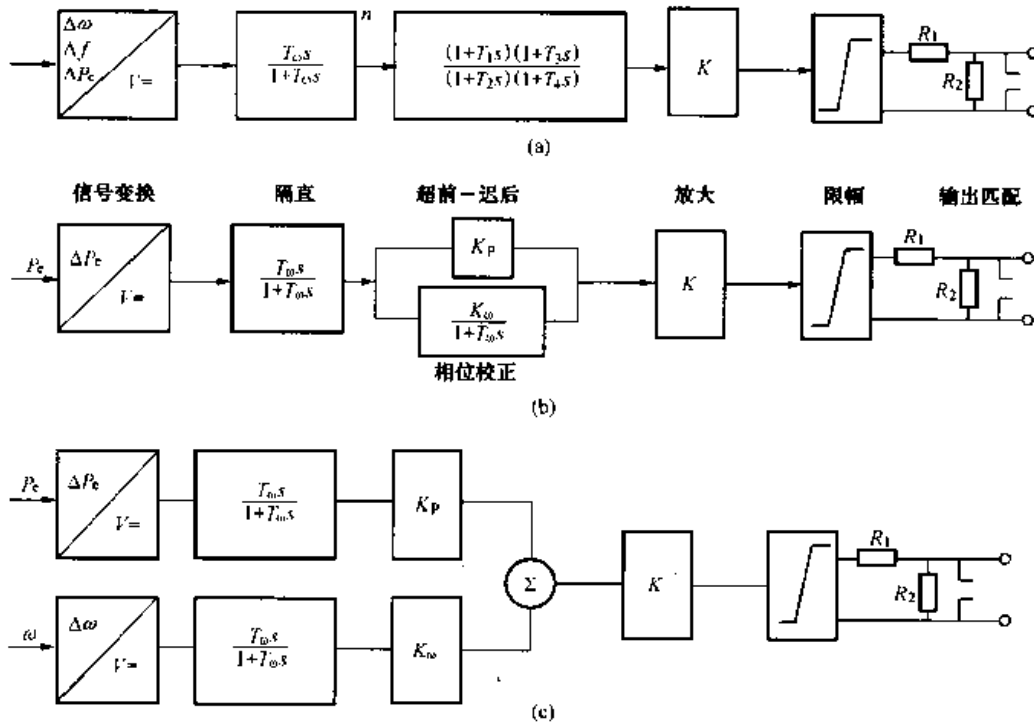


图 1-13-23 PSS 框图

(a) 通用框图; (b) 输入信号为 ΔP_e ; (c) 输入信号为 $\Delta P_e + \Delta \omega$

性较差。为了减小反调，也有采用图 1-13-23 (c) 所示框图，即取 ΔP_e 及 $\Delta\omega$ 两个输入信号直接相加。

(三) 黑龙江电网部分机组 PSS 模型

计算研究表明，东北电网与华北电网联网以后，某些运行方式下大区域联络线将出现负阻尼，东北电网 PSS 的投入对联网以后的安全运行起着至关重要的作用。为此，在 2001 年 3~5 月，对东北网部分机组进行了 PSS 的现场试验和参数整定，黑龙江电网有 20 台机组参与了试验，并在东北、华北联网运行时将 PSS 投入运行。

黑龙江电网机组的 PSS 模型大致可分如下三种类型。

1. 模型 1

采用此模型的机组有大庆自备电厂 1 号、2 号机组，为中国电科院制造的 WKKL 励磁调节器，采用电功率作为 PSS 信号，其 PSS 模型见图 1-13-24。

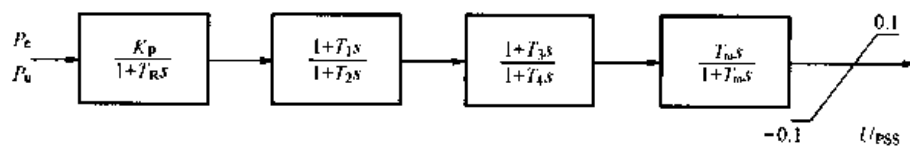


图 1-13-24 模型 1

2. 模型 2

采用此模型的机组有富二 1 号、2 号机组、鹤岗 1 号机组和双厂 1 号、2 号机组。这 5 台机均采用清华大学制造的励磁调节器，调节器内具有非线性最优控制方式和模糊 PSS 两种附加控制方式供选择，试验前均投入非线性最优控制方式。因为附加控制要达到阻尼电力系统低频振荡的目的，与 PSS 目标一致，因此统一称为 PSS。其 PSS 模型见图 1-13-25，图中 $I_q = \frac{PU_1}{U_1^2 + X_d'Q}$ 。

$$\text{中 } I_q = \frac{PU_1}{U_1^2 + X_d'Q}$$

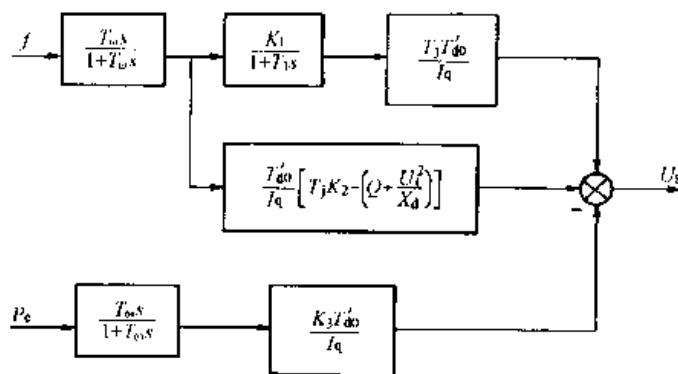


图 1-13-25 模型 2

3. 模型 3

采用此模型的机组有鹤岗 2 号机组、双厂 3 号机组、牡二 2 号、5 号、6 号、7 号机组、莲花 1 号~4 号机组、哈三 3 号、4 号机组和新华 5 号机组。鹤岗 2 号机采用南瑞公司制造的 SJ-800 型励磁调节器，AVR 主环采用 PID 调节，无主励磁机励磁电流负反馈，所以，励磁调节器在小信号时的响应基本上与三机慢速励磁系统相同。双厂 3 号机组为他励可控硅

快速励磁系统，采用俄罗斯生产的模拟强力式励磁调节器，加装中国电科院生产的模拟式 PSS 装置。牡二厂 2 号、5 号、6 号、7 号机组均采用南瑞公司制造的 SJ-800 型微机励磁调节器。莲花电厂 4 台自并励励磁水轮发电机组均采用南瑞公司制造的 SJ-800 型微机励磁调节器。哈三电厂 3 号和 4 号机励磁系统为高起始无刷交流励磁机励磁方式，励磁调节器为哈尔滨电机厂生产的 HWTA 型产品，安装了中国电科院制作的模拟式 PSS 装置。新华电厂 5 号发电机采用交流励磁机静止整流励磁系统，励磁调节器采用南瑞制造的 SAVR-2000 型微机励磁调节器。这些机组的 PSS 模型图如图 1-13-26 所示。

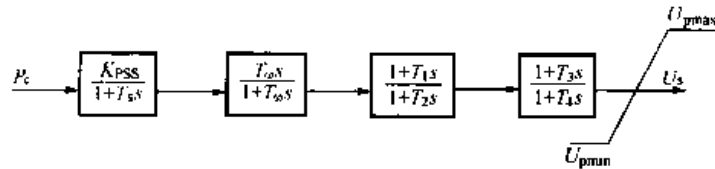


图 1-13-26 模型 3



第二篇 继电保护知识技术问答

第一章 微机保护基本原理

1. 微机保护与传统继电保护的主要区别是什么?

答: 微机保护与传统继电保护的主要区别就在于微机保护不仅有实现继电保护功能的硬件电路, 而且还必须有保护和管理功能的软件程序; 而常规继电保护则只有硬件电路。

2. 微机保护装置一般由哪几部分硬件组成?

答: 一般地, 一套微机保护装置的硬件结构可分为四部分, 即数据采集系统, 输出输入接口部分, 微型计算机系统, 电源部分。

3. 微机保护装置的人机接口部分由哪些部分组成, 主要有什么作用?

答: 人机接口部分有键盘、液晶(数码管)显示器、打印机。工作人员通过键入命令和数值, 完成对各保护插件定值的输入、控制方式字的输入及对系统各部分的检查, 计算机将系统自检结果及各部分运行状况数据通过液晶(数码管)显示器或打印机输出, 完成人机对话。人机接口部分的任务还包括对各 CPU 保护插件的集中管理、巡检等。

4. 微机保护装置一般有哪几种工作状态?

答: 微机保护装置一般有三种工作状态: 运行、调试和不对应状态。不同状态时程序流程也就不相同。有的保护没有不对应状态, 只有运行和调试两种工作状态。

当保护插件面板的方式开关或显示器菜单选择为“运行”, 则该保护就处于运行状态, 其软件就执行保护主程序和中断服务程序。当选择为“调试”时, 复位 CPU 后就工作在调试状态。当选择为“调试”但不复位 CPU 并且接口插件工作在运行状态时, 就处于不对应状态。也就是说保护 CPU 插件与接口插件状态不对应。设置不对应状态是为了对模数插件进行调整, 防止在调整过程中保护频繁动作及告警。

5. 简述微机高频闭锁方向保护的逻辑要求。

答: 微机高频闭锁方向保护动作的逻辑要求为: ①启动后收到高频信号, 而且收到的高频信号持续时间达 5~7ms; ②收信机在收到上述持续信号后又收不到信号; ③本侧判短路功率正方向并已停信, 保护才能出口跳闸。以上条件同时满足并经过延时确认后发跳闸脉冲。

6. 微机保护重合闸的启动方式有哪几种?

答: 微机保护重合闸一般有两种启动方式: 一种是由保护启动; 另一种是由断路器位置

不对应启动。

7. 微机保护如何实现重合闸的“充”、“放”电过程，防止二次重合？

答：常规的重合闸为了防止两次重合，都用一个电容器构成一次合闸脉冲元件。电容器有一个 15s 左右的充电时间，对于微机型的重合闸装置并没有设置这样的充电电容器，但用软件计数器模拟这种一次合闸脉冲元件。

8. 微机距离保护由哪些保护功能组成？

答：距离保护由Ⅲ段式相间距离和Ⅲ段式接地距离组成。

9. 微机零序保护一般由哪些保护功能组成？

答：微机零序电流保护包括零序灵敏Ⅰ段、零序灵敏Ⅱ段、零序灵敏Ⅲ段、零序灵敏Ⅳ段、零序不灵敏Ⅰ段和零序不灵敏Ⅱ段。

10. 采用多 CPU 并行工作方式的微机保护较单 CPU 微机保护有哪些优点？

答：采用多 CPU 并行工作有如下优点：

(1) 提高了硬件冗余度，4 个 CPU 插件中如有 1 个损坏不影响其他几个 CPU 插件的工作。

(2) 采用了单片机，每个插件上包括了一种保护所需的几乎所有电子器件（VFC 除外）。易受干扰的部分均不引出插件，从而提高了抗干扰能力。

(3) 利用各 CPU 自检及 CPU 间互检相结合，可以做到大多数电子器件的故障能自动定位到插件。由于各保护 CPU 插件硬件相同，可使硬件故障的处理时间大大缩短。

(4) 每一个单片机只分担一种保护的功能，因而保护的動作速度、精度等指标较高。

11. 微机保护与常规继电保护相比，有哪些主要特点？

答：由于微型机继电保护装置中的计算机具有智能作用，因此，它与传统保护相比具有许多优点。

(1) 易于解决常规保护难于解决的问题，使保护性能得到改善。由于计算机的应用，使许多常规保护中存在的技术问题，可以找到新的解决办法。

(2) 灵活性大，可以缩短新型保护的研制周期。由于计算机保护的特性和功能主要是由软件决定的。所以在一定条件下，改变保护的功能和特性只要改变软件即可实现。

(3) 利用软件实现在线实时自检和互检，提高了微机保护的可靠性。在计算机的程序指挥下，微机保护装置可以在线实时对硬件电路的各个环节进行自检，多微机系统还可实现互检，利用软件和硬件结合，可有效地防止干扰造成的微机保护不正确动作。

(4) 调试维护方便。

(5) 利用微型机构成继电保护装置易于获得附加功能。例如一套微机距离保护装置，在故障后可打印出故障相别、故障时间，故障前一周波及故障后几个周波的电流、电压瞬时值及故障点位置，给分析事故原因提供了很大方便等。



第二章 微机线路保护

1. WXB—11 型微机保护能完成哪些保护功能？

答：WXB—11 型微机保护可完成高频保护、距离保护、零序保护、综合重合闸等功能。另外，用在 3/2 接线方式的 11A 型微机保护没有重合闸功能，其他保护功能与 WXB—11 型微机保护一致。

2. 当电压互感器二次回路断线时，WXB—11 型微机保护中的哪些保护功能被闭锁？

答：当电压互感器二次回路断线时，WXB—11 型微机保护自动将距离保护和高频保护中的高频距离退出，而零序保护及高频保护中的高频零序保护并不退出。

3. WXB—11 型微机保护在系统故障时，打印哪些信息？

答：在系统故障时 WXB—11 型微机保护打印机打印如下信息：故障时刻（年、月、日、时、分、秒）、故障类型、短路点距保护安装处距离、各种保护动作情况和时间顺序及每次故障前 20ms 和故障后 40ms 的各相电压和各相电流的采样值（相当于故障录波）。

4. WXB—11 型微机保护“三取二”闭锁的含义是什么？

答：WXB—11 型微机保护为防止任一元件损坏引起误动，在装置启动回路中采用互相闭锁方式，各保护 CPU 分别驱动各自的 QDJ（启动继电器），除综合重合闸 QDJ 之外的 3 个 QDJ 接成三取二方式，只有当 CPU1（高频保护）、CPU2（距离保护）、CPU3（零序保护）中两个及以上同时发出启动命令时，才能开放跳闸回路。

5. WXB—11 型微机保护装置主要有哪些插件，名称是什么？

答：WXB—11 型微机保护主要有 14 个插件组成。分别为：

- 1 号插件（AC）—交流变换器插件
- 2 号插件（VFC）—VFC 模/数变换插件
- 3 号插件（CPU1）—高频保护插件
- 4 号插件（CPU2）—距离保护插件
- 5 号插件（CPU3）—零序保护插件
- 6 号插件（CPU4）—综合重合闸插件
- 7 号插件（MONITOR）—人机对话插件
- 8 号插件（DI1）—开关量输入插件
- 9 号插件（DI2）—开关量输入插件
- 10 号插件（TRIP）—跳闸出口继电器插件
- 11 号插件（LOGIC）—逻辑插件
- 12 号插件（SIGNAL）—信号继电器插件

- 13号插件 (ALARM) —告警继电器插件
- 14号插件 (POWER) —逆变稳压电源插件

6. WXB—11型微机保护可以存放几套定值?

答: WXB—11型微机保护可以存在10套定值。靠插件面板上设有的定值选择拨轮开关选择使用任一套定值,以便适应不同运行方式或旁路断路器带不同线路时的要求。

7. WXB—11型微机保护装置的保护CPU插件面板上有哪些器件?

答:主要有以下一些器件:

- (1) 复位按钮;
- (2) 定值选择拨轮开关;
- (3) EEPROM允许和禁止固化开关;
- (4) 工作方式开关(运行和调试);
- (5) 运行监视灯;
- (6) “有报告”灯。

8. WXB—11型微机保护装置的人机对话插件面板上有哪些器件?

答:该插件面板上设有下列器件:

- (1) 复位按钮;
- (2) 4×4键盘;
- (3) 4个巡检投入或退出开关;
- (4) 工作方式开关(运行或调试);
- (5) 运行监视灯;
- (6) 待打印灯。

9. WXB—11型微机保护人机对话插件有哪些功能?

答:WXB—11型微机保护人机对话插件主要有两个功能:

- (1) 人机对话;
- (2) 巡检。

装置中各CPU插件都设有自诊断程序,一般插件上不太重要的硬件损坏,可由各插件自诊断检出,一方面直接驱动相应插件告警继电器告警,另一方面通过串行口向人机对话插件报告,后者驱动总告警继电器并打印出故障插件报告的故障信息。如果某一CPU插件硬件发生致命故障,致使该CPU不能工作,因而也就不能执行自诊断程序和报警,此时可由人机对话插件通过巡检发现而告警。人机对话插件在运行状态时不断地通过串行口向各CPU发巡检令。当各CPU均正常时应作出回答,如果某一CPU插件在预定时间内不回答,人机对话插件将复位该CPU,并再发巡检令,仍无回答时报警,并打印出该CPU异常的信息。

10. WXB—11型微机保护信号插件面板上有哪些信号显示?

答：该插件面板上有下列信号：跳 A、跳 B、跳 C、永跳、重合、呼唤信号。这些信号继电器均为磁自保持继电器，需要由手动复归。

11. WXB—11 型微机保护插件面板上有哪些告警信号？

答：该插件面板上设置了下列告警信号：

- (1) 4 个 CPU 插件的告警信号。其中 CPU1 为高频保护插件异常告警；CPU2 为距离保护插件异常告警；CPU3 为零序保护插件异常告警；CPU4 为重合闸插件异常告警。
- (2) 巡检中断告警信号，表示人机对话插件异常。
- (3) 总告警信号。

12. 如何打印及修改 WXB—11 型微机保护装置的时钟？

答：在运行状态下，按 WXB—11 型微机保护装置人机对话插件键盘的“T”键，即打印出装置的当前时钟，并提示输入格式。

例如：

```
00   09   15   08   30   15
YY  MM  DD   HH   MM   SS
```

如需修改时间，另输入 12 位数，顺序表示年、月、日、时、分、秒的值，如不修改，则应按大于 9 的键，则又打印出当时时间值。

13. 如何在运行状态下打印 WXB—11 型微机保护的采样值？

答：使用 WXB—11 型微机保护键盘上的“P”键——打印采样值命令键，只对 CPU1～CPU4 有效。

按下 P 键，则打印出

P (1, 2, 3, 4)?

再输入 1~4 中的任一数字，则打印出一份采样报告。

其中，按“1”打印 CPU1（高频保护插件）的采样值；按“2”打印 CPU2（距离保护插件）的采样值；按“3”打印 CPU3（零序保护插件）的采样值；按“4”打印 CPU4（重合闸插件）的采样值。或按微机保护屏上的外部“P”键，依次打印 CPU1～CPU4 的采样值。

14. 如何在运行状态下打印 WXB—11 型微机保护的定值单？

答：使用 WXB—11 型微机保护键盘上的“S”键——打印定值命令键，对 CPU1～CPU4 有效。

按下 S 键，打印出：

S (1, 2, 3, 4)?

输入 1~4 中的任一数字，则打印出一份定值单。

其中，按“1”打印 CPU1（高频保护插件）的定值单；按“2”打印 CPU2（距离保护插件）的定值单；按“3”打印 CPU3（零序保护插件）的定值单；按“4”打印 CPU4（重合闸插件）的定值单。

15. 如何在运行状态下复制 WXB—11 型微机保护的故障报告?

答: 使用 WXB—11 型微机保护键盘上的“X”键——复制报告命令键。

按下 X 键后, 打印机打印出:

X (0, 1, 2, 3, 4)?

当输入 0 时, 可重新复制总报告。当输入 1 (或 2, 3, 4) 时, 可复制该插件的事件报告及采样报告。

其中, 按“1”复制 CPU1 (高频保护插件) 的故障报告; 按“2”复制 CPU2 (距离保护插件) 的故障报告; 按“3”复制 CPU3 (零序保护插件) 的故障报告; 按“4”复制 CPU4 (重合闸插件) 的故障报告。

16. 在正常运行状态下, WXB—11 型微机保护键盘上的“Q”键有什么作用?

答: “Q”键为停止打印命令键, 此命令键单独使用无意义。

在执行 P 命令时, 打印机打印采样报告过程中按下 Q 键, 可停止打印。

在执行 X 命令时, 打印当前报告过程中按下 Q 键则停止打印当前报告, 而将前一次故障的报告打印出来。

17. WXB—11C 型微机保护的面板键盘各键的主要功能是什么?

答: 键盘各键的主要功能如下:

↑键: 命令菜单选择、显示换行、数据修改及小数点右移。

↓键: 命令菜单选择、显示换行、数据修改及小数点左移。

→键: 数字位选择。

←键: 数字位选择。

SET 键: 命令菜单或数据确认。

Q 键: 命令退出、返回上级菜单、装置正常运行时两种显示状态切换。

RST 键: 复位键。

18. WXB—11C 型微机保护的液晶在运行状态下显示什么?

答: WXB—11C 型微机保护在运行状态下有两种显示状态:

(1) 显示时间, 显示内容为:

YY—MM—DD

HH—MM—SS

时间意义依次为: 年一月一日一时一分一秒

(2) 显示装置名称、程序版本及巡检投入状态。显示内容为:

WXB—11C	RELAY
VER: X.X	
SCAN 1 2 3 4	

其意义为: WXB—11C 指本保护为 WXB—11C 型微机高压线路保护装置

VER: X.X 指所运行程序的版本号。

SCAN1234 表示 CPU1、CPU2、CPU3、CPU4 巡检均投入, 如某位为零, 则表示对该

CPU 巡检退出，巡检的投入或退出可由控制字整定。

在正常运行状态下，要求 CPU1、CPU2、CPU3、CPU4 巡检均投入。

在运行状态下按“Q”键可实现两种显示状态的切换。

19. 如何进入 WXB—11C 型微机保护人机对话的运行主菜单？

答：在正常运行状态下，按“SET”键，则进入运行主菜单。

20. WXB—11C 型微机保护人机对话运行主菜单有哪些内容，意义是什么？

答：在运行主菜单下共有五项内容，意义如下：

- (1) “P—Sample datas”——打印及显示 CPU 即刻采样值；
- (2) “X—Reports Copy”——打印及显示 CPU 故障报告或总报告；
- (3) “L—VFC Calibrate”——VFC 插件采样数据显示；
- (4) “T—TIME Change”——时钟设定；
- (5) “S—Setting Print”——定值打印及显示。

21. 如何在运行状态下打印 WXB—11C 型微机保护的采样值？

答：进入 WXB—11C 型微机保护的运行主菜单后，在液晶显示的左上角有“—”光标，可利用“↑”键和“↓”键将此光标移至“P”命令下，然后按“SET”键确认。

液晶将显示 (1, 2, 3, 4?)。此时可利用“→”键和“←”键将光标移至所需访问的插件下，再按“SET”键确认。

其中，选择“1”打印 CPU1（高频保护插件）的采样值；选择“2”打印 CPU2（距离保护插件）的采样值；选择“3”打印 CPU3（零序保护插件）的采样值；选择“4”打印 CPU4（重合闸插件）的采样值。

22. 如何在运行状态下打印 WXB—11C 型微机保护的定值单？

答：进入运行主菜单后，在液晶显示的左上角有“—”光标，可利用“↑”键和“↓”键将此光标移至“S”命令下，然后按“SET”键确认。

液晶将显示 (1, 2, 3, 4?)。此时可利用“→”键和“←”键将光标移至所需访问的插件下，再按“SET”键确认。

其中，选择“1”打印 CPU1（高频保护插件）的定值单；选择“2”打印 CPU2（距离保护插件）的定值单；选择“3”打印 CPU3（零序保护插件）的定值单；选择“4”打印 CPU4（重合闸插件）的定值单。

23. 如何在运行状态下复制 WXB—11C 型微机保护的故障报告？

答：进入运行主菜单后，在液晶显示的左上角有“—”光标，可利用“↑”键和“↓”键将此光标移至“X”命令下，然后按“SET”键确认。

液晶将显示 (0, 1, 2, 3, 4?)。此时可利用“→”键和“←”键将光标移至所需访问的插件下，再按“SET”键确认。

其中，选择“0”复制事故的总报告；选择“1”复制 CPU1（高频保护插件）的事故报

告；选择“2”复制 CPU2（距离保护插件）的事故报告；选择“3”复制 CPU3（零序保护插件）的事故报告；选择“4”复制 CPU4（重合闸插件）的事故报告。

24. 如何校对 WXB—11C 型微机保护装置的时钟？

答：进入运行主菜单后，在液晶显示的左上角有“—”光标，可利用“↑”键和“↓”键将此光标移至“T”命令下，然后按“SET”键确认。

选择 T 命令后，将显示：

YY—MM—DD

HH—MM—SS

其意义为年一月一日一时一分一秒

此时可用“→”和“←”选择修改位，用“↑”或“↓”键修改数据，全部修改完毕后，再用“SET”键确认。

25. 在 WXB—11C 型微机保护装置如何从子菜单中返回到上一级菜单？

答：在每一子菜单下，按“Q”键，将返回到上一级菜单。

26. WXB—11 型微机保护具有哪些保护功能投入连接片？

答：高频保护投入连接片、距离保护投入连接片、零序 I 段投入连接片、零序保护投入连接片、零序反时限投入连接片、重合闸时间控制连接片。

27. 微机保护的重合闸有几种方式选择位置？

答：重合闸方式选择开关位置有四种，分别为：“综合重合闸”、“单相重合闸”、“三相重合闸”、“停用重合闸”。

28. 如何对可整屏切换的微机保护屏进行整屏切换操作？

答：旁路代送线路操作前，旁路保护投代送该线路定值；停用被代线路能够切换到旁路运行的高频保护（线路对侧相应的高频保护同时停用），然后进行保护切换；线路断路器和旁路断路器解列后，对被代线路切换到旁路的高频保护进行信号交换，合格后投入，被代线路其他保护停用。

PX（G）W—32Q 型微机保护屏在进行整屏切换操作时，应将各切换连接片及切换把手切换到相应位置，电流试验端子也应切致相应位置，如在本线开关运行应切换到“线路”位置，如在旁路开关运行应切换到“旁路”位置。保护装置在正常运行时，各切换连接片、切换把手及电流试验端子不应在“断开”位置或状态。在电流试验端子由本线切换到旁路或由旁路切换到本线时，应严格按现场运行交代执行，不应将电流回路开路。

29. 在正常运行状态下，WXB—11 型微机保护装置面板各信号的显示状态是怎样的？

答：（1）各保护 CPU 插件。各插件中“运行”灯亮、“有报告”灯不亮；方式开关在“运行”位置，固化开关在“禁止”位置。定值选择拨轮开关在所带线路相对应运行方式的保护定值号码位置上。

(2) 人机对话插件。“运行”灯亮，“待打印”灯不亮；方式开关在“运行”位置。CPU1、CPU2、CPU3、CPU4 的巡检开关均在“投入”位置。

(3) 信号插件。“跳 A”、“跳 B”、“跳 C”、“永跳”、“重合”、“启动”、“呼唤”灯均不亮。

(4) 告警插件。“CPU1”、“CPU2”、“CPU3”、“CPU4”、“总告警”、“巡检中断”灯均不亮。

(5) 稳压电源插件。“+5V”、“+15V”、“-15V”、“+24V”灯均应亮。

30. WXB—11 型微机保护有哪些中央信号，意义是什么？来这些信号时，应如何处理？

答：WXB—11 型微机保护有以下一些中央信号：

“保护动作”信号—表示保护出口动作

“重合闸动作”信号—表示重合闸出口动作

“呼唤”信号—表示启动元件启动或输入开关量变化或电流互感器回路断线

“装置异常”信号—表示装置自检发现问题或直流消失或电压回路异常

当四个控制屏光字牌灯光信号任意一个表示时，应记下时间，并到微机保护屏前记下装置面板信号灯表示情况，作好记录，然后按照下述方法处理：

(1) 保护动作同时呼唤表示或保护动作、重合闸动作、呼唤同时表示。

检查“跳 A”、“跳 B”、“跳 C”、“永跳”、“重合”五个信号灯至少有一个灯亮，以及“呼唤”灯亮。表示本保护动作，应详细记下信号表示情况，包括跳闸相别、重合、永跳。检查当时线路开关位置及打印机是否打印出一份完整的故障报告（此时应打出一份事故报告，说明故障时间、保护动作情况、测距结果及 60ms 的录波）。记录复查无问题后按屏上“信号复归”按钮复归信号，向省调汇报记录结果及故障电流数值。

(2) 呼唤表示。

装置面板的“呼唤”灯亮，且打印“DLBBH”，表示三相电流不平衡，检查打印出的采样报告，若一相、二相或三相电流明显增大时表示区外故障，若仅有一相无电流表示电流互感器回路断线。

若装置面板的“启动”灯和“呼唤”灯一直亮，且打印“CTDX”，按屏上“信号复归”按钮不能复归，则为电流回路断线，应立即断开本装置的跳闸连接片，并汇报调度及通知继电人员处理。

(3) 装置异常表示。

告警插件仅巡检灯亮（或巡检灯、总告警灯及信号插件中呼唤灯亮），不必停用保护，但应立即通知继电人员处理。

告警插件中总告警灯亮，同时高频、距离、零序、重合闸告警灯之一亮时（不论信号插件中呼唤灯是否亮），应将高频、距离、零序、重合闸所对应的保护投入连接片断开。

告警插件所有信号灯均亮时，应立即断开微机保护屏上的所有跳闸连接片。

告警插件中总告警灯亮，信号插件的呼唤灯亮时，检查打印的报告，若打印出“CPUXERR”（X 为 1、2、3、4 中的某一个数），断开微机保护屏上该 CPU 所对应的保护投入连接片。

告警插件中 CPU2 告警、总告警灯亮，且打印“PTDX”，表示可能电压回路断线。此

时立即退出距离保护投入连接片，通知继电人员处理。

31. 当线路上配有两套微机保护时，如何使用微机保护的重合闸？

答：当线路配有两套微机保护时，两套微机保护的重合闸方式把手投用方式应保持一致。运行时，无论是两套运行还是单套运行，只投一套微机保护的重合闸连接片。

32. 当线路配有一套微机保护和常规重合闸保护时，如何使用重合闸？

答：当线路配有微机保护和常规重合闸保护时，两套保护的重合闸方式把手投相同位置，只投常规重合闸保护的重合闸连接片，微机保护的重合闸连接片停用。

33. 当停用 WXB—11 型微机保护的零序保护，该套微机保护还能否正常运行？

答：该套微机保护不能再正常运行，应断开该套微机保护屏上的所有跳合闸连接片。

34. 微机保护的“信号复归”按钮与“整组复归”键的作用是否一样？

答：微机保护的“信号复归”按钮与“整组复归”键的作用不一样，不能用混。“信号复归”按钮是复归面板上信号灯和控制屏信号光字牌的，“整组复归”键是程序从头开始执行的命令。运行人员严禁按“整组复归”键。

35. 现场运行人员如何检查微机保护打印机的运行状态？

答：运行人员每天应检查打印机的运行状态，其中打印机小面板上“POWER”灯、“READY”（准备好）灯、“ON LINE”（运行）灯均应亮，打印纸备用应足够。

36. 简述下列 WXB—11 型微机保护打印的故障信息。

QD 01, 02, 23, 09, 27, 19, 143

23 GBI0CK

25 1ZKJCK

26 IO1CK

1500 CHCK

答：简述如下：

事故发生时间：2001年2月23日9时27分19秒

23ms 高频零序出口动作

25ms 一段阻抗出口动作

26ms 零序 I 段出口动作

1500ms 重合出口

37. 简述下列 WXB—11 型微机保护打印的故障信息。

QD 01, 02, 23, 09, 27, 19, 143

24 GBJLCK

25 1ZKJCK



答：简述如下：

事故发生时间：2001年2月23日9时27分19秒

24ms 高频距离出口动作

25ms 一段阻抗出口动作

38. 简述下列 WXB—11 型微机保护打印的故障信息。

QD 01, 02, 23, 09, 27, 19, 143

25 GBI0CK

25 1ZKJCK

27 IO1CK

1500 CHCK

1567 GBJSCK

1587 2ZKJSCK

答：简述如下：

事故发生时间：2001年2月23日9时27分19秒

25ms 高频零序出口动作

25ms I段阻抗出口动作

27ms 零序 I段出口动作

1500ms 重合出口

1567ms 重合后高频保护后加速出口

1587ms 距离 II段瞬时而加速出口

39. 简述下列 WXB—11 型微机保护打印的故障信息。

* * * CPU1

8 GBQD

16 GBIOTX

28 GBI0CK

答：高频保护 CPU1 的分报告内容如下：

第 8 点 高频启动

第 16 点 高频零序停信

第 28 点 高频零序出口

40. 简述下列 WXB—11 型微机保护打印的故障信息。

* * * CPU2

12 1ZKJCK

3834 CJ X=0.2 R=0.01 BN D=23km

答：距离保护 CPU2 的分报告内容如下：

第 12 点 距离保护出口

故障类型为 B 相接地故障，测距结果是 23km。



41. 简述下列 WXB—11 型微机保护打印的故障信息。

* * * CPU3

15 IOICK

1693 I02JSCK

答：零序保护 CPU3 的分报告内容如下：

第 15 点 零序 I 段出口

第 1693 点 零序 II 段后加速出口

42. 简述下列 WXB—11 型微机保护打印的故障信息。

* * * CPU4

38 T1QDCH

915 CHCK

答：重合闸 CPU4 的分报告内容如下：

第 38 点 单跳启动重合闸

第 915 点 重合出口

43. 简述下列打印信息的含义：PTDX、DLBPH、OVLOAD、CTDX、DACERR。

答：PTDX 表示电压互感器二次回路断线；

DLBPH 表示电流回路不平衡；

OVLOAD 表示过负荷；

CTDX 表示电流互感器二次回路断线；

DACERR 表示模数变换系统故障。

44. LFP—901A 型微机保护具有哪些保护功能？

答：该装置具有四种保护功能。

(1) 高频保护：包括工频突变量高频保护和零序方向高频保护。

(2) 突变量距离和零序电流保护：包括突变量距离 I 段和零序电流 II、III 段。

(3) 距离保护：包括 III 段相间距离保护和 III 段接地距离保护。

(4) 综合重合闸。

45. LFP—901B 型微机保护具有哪些保护功能？

答：该装置具有四种保护功能。

(1) 高频保护：包括工频突变量高频保护和零序方向高频保护。

(2) 突变量距离和零序电流保护：包括突变量距离 I 段和零序电流 I、II、III、IV 段。

(3) 距离保护：包括 III 段相间距离保护和 III 段接地距离保护。

(4) 综合重合闸。

46. LFP—902A 型微机保护具有哪些保护功能？

答：该装置具有四种保护功能。

- (1) 高频保护：高频闭锁距离保护、高频闭锁零序方向保护。
- (2) 突变量距离和零序电流保护：包括突变量距离 I 段和零序电流 II、III 段。
- (3) 距离保护：包括 III 段相间距离保护和 III 段接地距离保护。
- (4) 综合重合闸。

47. LFP—902B 型微机保护具有哪些保护功能？

答：该装置具有四种保护功能。

- (1) 高频保护：包括高频闭锁距离保护和高频零序方向保护。
- (2) 突变量距离和零序电流保护：包括突变量距离 I 段和零序电流 I、II、III、IV 段。
- (3) 距离保护：包括 III 段相间距离保护和 III 段接地距离保护。
- (4) 综合重合闸。

48. LFP—900 型微机保护装置主要有哪些插件，名称是什么？

答：共有 11 个插件，分别为：

- 1 号插件 (DC) —— 直流电源插件
- 2 号插件 (AC) —— 交流输入插件
- 3 号插件 (OPT) —— 光耦隔离插件
- 4 号插件 (VFC) —— 模数变换插件
- 5 号插件 (CPU1) —— 主保护插件
- 6 号插件 (CPU2) —— 距离保护插件
- 7 号插件 (MON1) —— 人机对话管理插件
- 8 号插件 (SIG) —— 信号插件
- 9 号插件 —— 备用
- 10 号插件 (OUT1) —— 保护出口插件 1
- 11 号插件 (OUT2) —— 保护出口插件 2

49. LFP—900 型微机保护的 CPU1 (主保护插件) 具有哪些保护功能？

答：在 CPU1 (主保护) 中，具有高频保护、突变量快速距离 I 段保护和零序保护。

50. LFP—900 型微机保护的 CPU2 (距离保护插件) 具有哪些保护功能？

答：在 CPU2 (距离保护) 中，具有距离保护、综合重合闸。

51. 在电压互感器二次回路断线时，LFP—900 型微机保护的哪些保护功能将退出？

答：当 LFP—900 型微机保护判为 TV 断线时，将 CPU1 插件 (主保护) 中的 $\Delta F +$ (工频变化量) 元件的补偿阻抗、方向比较的零序方向、带零序方向的零序过流保护各段方向、零序过流 II 段退出。保留 ΔZ ，非断线相的 ΔF 方向比较保护以及不带方向的 III 段零序过流保护。另自动投入 I 段 TV 断线下零序过流段和相电流过流段，两个过流元件经同一个时间段跳闸。同时将 CPU2 插件 (距离保护) 中的相间及接地距离闭锁。

52. LFP—900 型微机保护 CPU1 插件（主保护插件）面板上有哪些信号灯，含义分别是什么？

答：有两个信号指示灯，分别为：

“OP 灯——运行正常灯，该灯不亮表明高频和零序保护异常。

“DX”灯——TV 断线指示灯，正常时不亮。

53. LFP—900 型微机保护 CPU2 插件（距离保护插件）面板上有哪些信号灯，含义分别是什么？

答：有两个信号指示灯，分别为：

“OP 灯——运行正常灯，该灯不亮表明距离保护和重合闸异常。

“CD”灯——重合闸充电指示灯。

54. LFP—900 型微机保护 SIG 插件（信号插件）面板上有哪些信号灯，含义分别是什么？

答：五个信号指示灯，分别为：

“OP 灯——运行正常灯，该灯不亮表明装置异常。

“TA”灯——A 相跳闸

“TB”灯——B 相跳闸

“TC”灯——C 相跳闸

“CH”灯——重合闸动作灯

其中跳闸和重合灯均为磁保持，需要按该插件面板上“RST”或屏上的复归按钮来复归。

55. LFP—900 型微机保护可以存放几套定值？

答：可以存放 10 套定值。

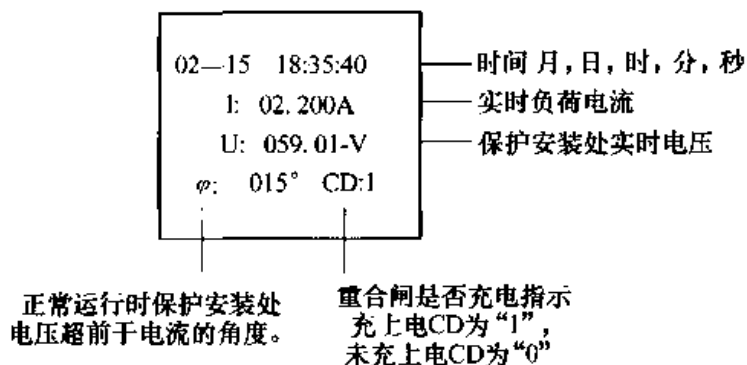
其中 MON1 插件（人机对话管理插件）面板上的定值分页拨盘用来选择定值区号，若保护有一种以上的运行方式，有一套以上的整定值时，将每一套定值存放在不同的定值分页内。如：将拨盘拨至“1”，此时定值菜单中显示的定值号也应是“1”，整定好的定值将存放于“1”区。拨盘有“0”~“9”十个数字，故可存放十套定值。

56. 如何在运行中，更改 LFP—900 型微机保护的定值区？

答：当需要在运行中切换定值区时，在选择了你所希望的定值整定号后（按拨盘上的上下两个小按钮，上面的是减，下面的是加），此时短时闭锁保护，再按键盘上的红色“复位”键使程序运行在新定值区。

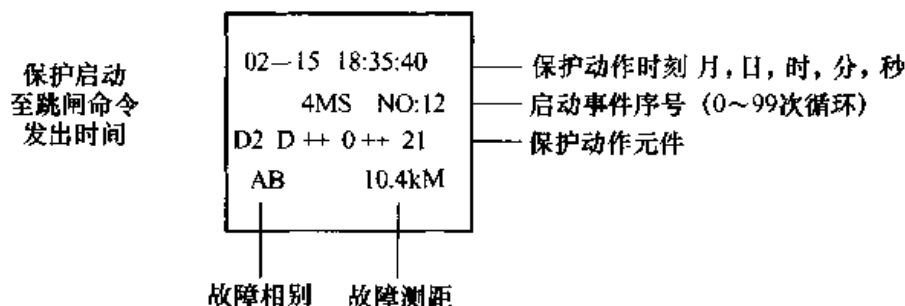
57. LFP—900 型微机保护在正常运行时，MON1（人机对话管理）插件显示什么信息？

答：LFP—900 型微机保护装置上电后，装置正常运行，液晶屏幕光标闪动，稍后将显示如下信息：



58. 当保护动作时, LFP-900 型微机保护的 MONI (人机对话管理) 插件显示什么信息?

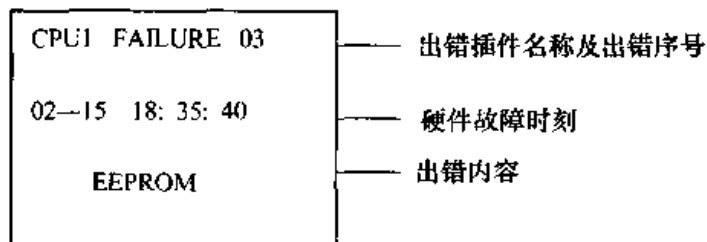
答: 当保护动作时, 液晶屏幕在保护整组复归后 15s 左右, 将自动显示最新一次跳闸报告:



保护动作元件可能有多个, 超过 4 个时, 将由右向左循环跳闸元件名称。同一次序号的跳闸显示可对应于同一序号的打印报告, 更详细的信息可见打印报告。

59. LFP-900 型微机保护在运行过程中发生装置异常时, MONI (人机对话管理) 插件显示什么信息?

答: 保护装置运行中, 自检出硬件出错或二次回路出错, 将立即自动转为显示故障报告, 格式如下:



同一序号的硬件出错显示可对应于同一序号的硬件出错打印报告。

60. 如何进入 LFP-900 型微机保护人机对话的运行主菜单?

答: 在运行状态下, 按“↑”键可进入主菜单。



61. LFP—900 型微机保护人机对话运行主菜单有哪些内容，意义是什么？

答：在运行主菜单下共有 9 项内容，意义如下：

1. “SETTING” —— 定值整定
2. “PRINT REPORT” —— 打印报告；
3. “RELAY STATUS” —— 保护状态
4. “CLOCK” —— 时钟修改
5. “RELAY ON” —— 使 CPU1、CPU2 初始化
6. “CLEAR DATAPRINT REPORT” —— 清除装置存储的故障数据；
7. “REPORT DISPLAY” —— 显示装置内存存储的跳闸报告
8. “CRC CHECK” —— CRC 码效验
0. “EXIT” —— 退到上一层菜单

62. 如何在运行状态下显示 LFP—900 型微机保护的采样值？

答：进入 LFP—900 型微机保护的运行主菜单后，可利用“↑”键和“↓”键将此光标移至“3: RELAY STATUS”下，然后按“确定”键确认。

此时显示如下菜单：

- 1: CPU1 STATUS
- 2: CPU2 STATUS
- 3: MONITOR 显示该插件电流采样
- 0: EXIT 回到上一菜单

可利用“↑”键和“↓”键选择“1: CPU1 STATUS”、“2: CPU2 STATUS”、“3: MONITOR”，然后按“确定”键确认。

其中选择“1: CPU1 STATUS”为将显示主保护插件的采样值；此时进入下一级菜单，显示如下：

- 1: SAMPLING DATA 实时电压电流采样值
- 2: SWITCH STATUS 输入开关量状态
- 3: PHASE ANGLES 电压超前电流的角度
- 4: PHASE SEQUENCE 电压电流相序
- 0: EXIT 回到上一级菜单

可利用“↑”键和“↓”键选择“1: SAMPLING DATA”，然后按“确定”键确认。

选择“2: CPU2 STATUS”为将显示距离保护插件的采样值；此时进入下一级菜单，显示如下：

- 1: SAMPLING DATA 实时电压电流采样值
- 2: SWITCH STATUS 输入开关量状态
- 3: PHASE ANGLES 电压超前电流的角度
- 4: PHASE SEQUENCE 电压电流相序
- 0: EXIT 回到上一级菜单

可利用“↑”键和“↓”键选择“1: SAMPLING DATA”，然后按“确定”键确认。

选择“3: MONITOR”立即显示人机对话管理插件的采样值（只是电流采样）

如选择“0: EXIT”将逐级退回到上一菜单

63. 如何在运行状态下打印 LFP—900 型微机保护的定值单?

答: 进入 LFP -900 型微机保护的运行主菜单后, 可利用“↑”键和“↓”键将此光标移至“2: PRINT REPORT”下, 然后按“确定”键确认。

此时显示如下菜单:

- 1: SETTING 定值
- 2: TRIP REPORT 跳闸
- 3: FAIT REPORT 硬件出错
- 4: SWITCH REPORT 开关量目前状态
- 5: SET SWITCH 定值页号变化
- 6: TEST REPORT 自检
- 7: CRC CHECK
- 0: EXIT 回到上一菜单

然后, 利用“↑”键和“↓”键将此光标移至“1: SETTING”下, 然后按“确定”键确认即可。

64. 如何在运行状态下复制打印 LFP—900 型微机保护的故障报告?

答: 进入 LFP 900 型微机保护的运行主菜单后, 可利用“↑”键和“↓”键将此光标移至“2: PRINT REPORT”下, 然后按“确定”键确认。

此时显示如下菜单:

- 1: SETTING 打印定值
- 2: TRIP REPORT 打印跳闸报告
- 3: FAIL REPORT 打印故障报告
- 0: EXIT 回上一菜单

然后, 利用“↑”键和“↓”键将此光标移至“2: TRIP REPORT”下, 然后按“确定”键确认, 屏幕显示: PRINT NO: XX

此显示为最后一次故障文件编号, 用“-”键选择其他故障文件编号或用“+”键选择所用故障文件, 后按“确认”键, 打印机将打印出相应的跳闸报告。

或者只需按微机保护屏上的外部按钮, 就可打印出最新一次故障报告和当前定值。

65. 如何校对 LFP—900 型微机保护装置的时钟?

答: 进入 LFP—900 型微机保护的运行主菜单后, 可利用“↑”键和“↓”键将此光标移至“4: CLOCK”下, 然后按“确定”键确认。

此时显示如下菜单:

- 1: TIME 时钟修改
- 0: EXIT 回到上一菜单

然后, 利用“↑”键和“↓”键将此光标移至“1: TIME”下, 然后按“确定”键确认即可修改。

66. 在 LFP—900 型微机保护装置如何从子菜单中返回到上一级菜单？

答：选择“0：EXIT”将退回到上一菜单。

按菜单的树形目录结构，用上述方法，可逐步进入所需要的菜单，当选中树形目录所示的最末稍项目时，如 1：CPU1 RELAY 或 2：CPU2 RELAY 或 1：SAMPLING DATA 等，屏幕上所弹出的具体内容逐项按序排列，但每一项的项首，无数码序号。当屏幕显示在此状态下，且需要进入上一级菜单时，必需按“取消”键。除此以外，当屏幕显示在非末稍菜单，每项的项首均有数字序号，在此状态下且需要进入上一级菜单时，必须移动光标至最后一项（0：EXIT），然后按确认键。

67. LFP—900 型微机保护中的高频保护功能如何退出？

答：断开主保护投入连接片。

68. LFP—900 型微机保护中的突变量距离一段保护功能如何退出？

答：断开主保护和零序电流保护投入连接片。

69. LFP—900 型微机保护中的零序保护功能如何退出？

答：断开零序电流保护投入连接片（注：同时停用了零序方向高频保护）。

70. LFP—900 型微机保护中的距离保护功能如何退出？

答：断开距离保护投入连接片。

71. 在正常运行状态下，LFP—900 型微机保护装置面板各信号的显示状态如何？

答：在正常运行状态下，LFP—900 型微机保护装置面板各信号的显示如下：

(1) 电源插件（DC）：“DC”运行灯亮。

(2) 主保护插件（CPU1）：“OP”运行灯亮，PTV 断线灯“DX”不应亮。

(3) 后备保护插件（CPU2）：“OP”运行灯亮，“CD”灯亮（重合闸方式开关在投入位）。

(4) 管理机插件（MON）：正常运行时液晶显示当前时间，实时负荷电流二次值，保护安装处实时电压二次值及二次电压超前电流角度，重合闸充电情况（完成充电后“CD”为“1”，未充满电时“CD”为“0”），并应无任何异常信息显示。

(5) 信号输出插件（SIG）：“OP”运行灯亮，跳 A（TA）、跳 B（TB）、跳 C（TC）、重合（CH）灯均不亮。

72. LFP—900 型微机保护有哪些中央信号，意义是什么；来这些信号时，应如何处理？

答：中央信号：

保护动作—表示保护出口动作。

重合闸动作—表示重合闸出口动作。

装置闭锁—表示装置自检出错闭锁保护。

装置异常—表示装置自检发现问题或直流消失或电压回路异常。

当四个控制屏光字牌灯光信号任意一个表示时，应记下时间，并到微机保护屏前记下装置面板信号灯表示情况，作好记录，然后按照下述方法处理：

(1) 保护动作或重合闸动作表示。检查“TA”、“TB”、“TC”、“重合”四个信号灯至少有一个灯亮，表示本保护动作，详细记下信号表示情况，包括跳闸相别、重合、测距情况，检查当时线路开关位置及打印机是否打印出一份完整的故障报告，记录复查无问题后按屏上“信号复归”按钮复归信号，向省调汇报记录结果及故障电流数值。

(2) 装置异常表示。管理机(MONI)液晶将显示异常信息：

CPU1 自检出错时，显示“CPU1 FAILURE”，同时该插件“OP”运行灯灭，此时应断开投主保护连接片和投零序保护连接片。

当 CPU1 插件上“OP”运行灯灭，同时“DX”TV 断线灯亮，可不用立即停用保护，但应立即通知继电保护专业人员及时处理。

CPU2 自检出错时，显示“CPU2 FAILURE”，同时该插件“OP”运行灯灭，此时应断开投距离保护连接片和重合闸连接片。

MON1 自检出错时，显示“MONITOR FAILURE”。

SIG 插件上“OP”灯熄灭时，应立即上报省调整屏脱离保护，同时立即通知继电人员处理。

(3) 装置闭锁表示。装置自检出错时将会闭锁对应保护，此时应通知继电人员处理。

73. LFP—900 型微机保护的下列事故报告显示信息是什么含义？

D++、O++、DZ、L02、L03、CF1、HB1、Z1、Z2、Z3、PO、CF2、HB2

答：显示信息含义如下：

D++	高频突变量方向元件动作
O++	高频零序方向元件动作
DZ	突变量距离元件动作
L02	零序Ⅱ段出口
L03	零序Ⅲ段出口
CF1	主保护合闸于故障加速（包括手动重合闸后加速及重合闸后加速）
HB1	CPU1 主保护后备元件动作
Z1	距离Ⅰ段出口
Z2	距离Ⅱ段出口
Z3	距离Ⅲ段出口
PO	非全相运行再故障加速距离Ⅱ段
CF2	距离保护合闸于故障加速（包括手动重合闸后加速及重合闸后加速）
HB2	CPU2 距离保护后备元件动作

74. CSL—100 型微机保护能完成哪些保护及附属功能？

答：CSL—101 (2) B 型微机保护可完成高频保护、距离保护、零序保护、综合重合闸、故障录波等功能。另外，用在 3/2 接线方式的 CSL—101 (2) A 型微机保护没有重合闸功能，其他保护功能与 CSL—101 (2) B 型微机保护一致。

75. CSL—100 型微机保护“三取二”闭锁的含义是什么？

答：CSL—100 型微机保护为防止任一元件损坏引起误动，在装置启动回路中采用互相闭锁方式，各保护 CPU 分别驱动各自的 QDJ（启动继电器），除综重 QDJ 之外的 3 个 QDJ 接成三取二方式，只有当 CPU1（高频保护）、CPU2（距离保护）、CPU3（零序保护）中两个及以上同时发出启动命令时，才能开放跳闸回路。

76. CSL—100 型微机保护装置主要有哪些插件，名称是什么？

答：CSL—101（2）B 型微机保护主要有 12 个插件组成。分别为：

- 1 号插件（AC）—交流变换器插件
- 2 号插件（VFC）—VFC 模/数变换插件
- 3 号插件（CPU1）—高频保护插件
- 4 号插件（CPU2）—距离保护插件
- 5 号插件（CPU3）—零序保护插件
- 6 号插件（CPU4）—综合重合闸插件
- 7 号插件（CPU6）—录波插件
- 8 号插件（TRIP）—跳闸插件
- 9 号插件（LOG1）—逻辑 1 插件
- 10 号插件（LOG2）—逻辑 2 插件
- 11 号插件（SIGNAL）—信号插件
- 12 号插件（POWER）—电源插件

CSL—101（2）A 型微机保护没有重合闸插件，增加了一个跳闸插件。

CSL—100 型微机保护的人机对话部分放在装置的前面板上。

77. 当电压互感器二次回路断线时，CSL—100 型微机保护中的哪些保护功能被闭锁？

答：当电压互感器二次回路断线时，CSL—100 型微机保护自动将距离保护和高频保护中的高频距离退出，而零序保护及高频保护中的零序保护并不退出。

78. CSL—100 型微机保护在正常运行状态下，显示什么内容？

答：CSL—100 型微机保护装置面板上设有一个双行，每行 16 字符的液晶显示器。在正常运行状态下在第一行显示装置的实时时钟。

79. 如何进入 CSL—100 型微机保护的主菜单？

答：在正常运行状态下，按四方键盘中央的“SET”键，显示器立即转为显示装置功能键的主菜单。

80. 在主菜单显示状态下，如何退回到 CSL—100 型微机保护的正常显示状态是什么？

答：在主菜单显示状态下，按左下角的“Q”键（英文 Quit 的缩写）可以退出回到正常显示。或则在执行任何菜单命令时，如持续 30s 不按任何键，也将自动返还到正常显示。

81. 在 CSL—100 型微机保护的主菜单下有哪些功能项，有什么意义？

答：在主菜单下，有八个功能选项，分别为：

VFC——用于调整及检验 VFC 型模数变换器有关的各项命令，以及系统电压、电流、有功、无功及各保护元件连接片等。

SET——此项功能包括了与定值有关的各种命令。

RPT——这是用于显示记忆在存储器中本装置历次动作的记录。

CLK——用于整定 MMI（人机对话）电路板上的硬件时钟的时间。

CRC——用于显示软件版本号及 CRC 检验码。

PC——用于将人机对话功能由面板上的 MMI（人机对话）切换至同面板上 RS—232 串口连接的 PC 机。

CTL——用于检验装置的各路开出是否完好。

ADR——这是在将本装置接入通信网时，用于设置本装置在网中地址的功能键。

82. 如何在运行状态下打印 CSL—100 型微机保护的采样值？

答：装置正常运行时，按面板上的“SET”键，屏幕将显示主菜单：

VFC SET RPT CLK

CRC PC CTL ADR

（“VFC”下有一小横线，为光标。可利用面板上的“↑”、“↓”、“←”、“→”键来移动光标，选择操作项目）。

将光标移至 VFC 下，按“SET”键确认“VFC”功能，屏幕将显示：

DC VI ZK SAM

其中“SAM”功能为打印采样值，用光标确认“SAM”功能后，屏幕将显示：

CPU NO. 00

利用光标及“↑”、“↓”键来选择各 CPU 后，按“SET”键，打印机将自动打印当前本 CPU 的采样值。

83. 如何校对 CSL—100 型微机保护装置的时钟？

答：在主菜单中选择“CLK”命令，按面板上“SET”键后，屏幕将显示如下：

DATE: 00 11 12

TIME: 17 14 09

运行人员可利用“↑”、“↓”、“←”、“→”键来对时钟进行修改，修改完成后按面板上的“SET”键，屏幕将恢复正常显示。

84. 如何在运行状态下打印 CSL—100 型微机保护的定值单？

答：在主菜单中选择“SET”命令，按面板上的“SET”键确认后，屏幕将显示：

LST SET PNT

选择其中的“PNT”命令，按面板上的“SET”键，屏幕将显示：

CPU NO 00

用“↑”、“↓”键选择 CPU，然后按面板上的“SET”键，屏幕将显示：

S NO 00

用↑、↓键选择该 CPU 的定值区，然后按面板上的“SET”键，打印机将自动打印该 CPU 的定值。

85. 如何在运行状态下复制 CSL—100 型微机保护的故障报告？

答：在主菜单中选择“RPT”命令，按面板上的“SET”键确认后，屏幕将显示：

这是用于显示记忆在存储器中本装置历次动作的记录，分两个子菜单，一是调用存放在 MMI 的 EEPROM 中的事件记录。另一个是调用存放在 CPU RAM 区中的记录。主要应使用前者，因为它在失电后不会丢失，而且存储量大，可记忆不低于 5 次故障的动作记录。每次故障的第一行总是发生故障的时间，此后是按动作先后排列的各事件。注意本装置仅记录导致跳闸出口的事件，区外故障启动而不跳闸不记录。每次故障后，动作事件可能大于一行，因而两行的 LCD 将不停地将完整的报告翻滚显示，一直至按“Q”键才恢复正常显示。在报告翻滚显示时，可以按“↑”、“↓”键选择本次故障前后的各次故障动作信息。选择调存放在 CPU RAM 区的报告时，LCD 显示 PRT-NO: ××，用“↑”、“↓”键可以改变 ×× 处显示的数字，选择要求的数字后按“SET”键确认即可。××显示 01 表示选择最后一次故障动作信息，××显示 02 表示选择往前第二次故障动作信息，依次类推。

86. CSL—100 型微机保护有哪些保护功能连接片？

答：CSL—100 型微机保护屏上有以下保护功能连接片：

高频保护投入连接片，距离 I 段投入连接片，距离 II、III 段投入连接片，零序 I 段投入连接片，零序其他段投入连接片，重合闸时间控制连接片。

重合闸方式选择开关位置：“综合重合闸”、“单相重合闸”、“三相重合闸”、“停用重合闸”。

87. 如何投入 CSL—100 型微机保护屏上的保护功能连接片？

答：当连接片由退出到投入时，面板上会显示：“DI-CHG? P-RST.”（开入量变位，请按面板复归按钮确认），此时需现场人员手动按复归按钮，确认连接片由退出转为投入。此时，面板上应显示“DIN XX OFF-ON”，即第 XX 号连接片由退出转入投入位置，此 XX 号均为该连接片接入的装置端子号。此时方表示此连接片已投入。若改变连接片位置而未确认，经过一定延时后，装置将告警，并显示：“DIERR XXXX”。

88. 如何退出 CSL—100 型微机保护屏上的保护功能连接片？

答：当连接片由投入到退出时，同样，面板上会显示：“DI-CHG? P-RST.”（开入量变位，请按面板复归按钮确认），现场人员按复归按钮确认后，面板上应显示：“DIN XX-ON-OFF”，即第 XX 号连接片由投入状态变为退出状态。若改变连接片位置而未确认，经过一定延时后，装置将告警，并显示：“DIERR XXXX”。

89. 如何在运行状态下改变 CSL—100 型微机保护的定值区号？

答：当改变定值区号时，把定值选择按钮调到所需区号后，面板上将显示：“Setting changed, press reset ok”。此时按复归按钮确认后，面板上显示：“SCHG0 XX1-XX2”

(XX1 为改前区号, XX2 为改后区号)。若调整定值区号而不确认, 经一定延时后, 装置将告警并显示: “Setting error, press reset ok”。

90. 改变 CSL—100 型微机保护的连接片投退状态后, 如何通过装置的液晶显示确认连接片的位置是否正确?

答: 当改变 CSL—100 型微机保护的连接片投退状态后, 按面板上的“SET”键, 屏幕将显示主菜单:

VFC SET RPT CLK
CRC PC CTL ADR

(“VFC”下有一小横线, 为光标。可利用面板上的“↑”、“↓”、“←”、“→”键来移动光标, 选择操作项目)。

将光标移至 VFC 下, 按“SET”键确认“VFC”功能, 屏幕将显示:

DC VI ZK SAM

选择其中的“VI”命令, 按面板上的“SET”键, 再选择“VI”菜单下的“S”菜单。此菜单显示当前定值区号及连接片状态。建议现场人员改变连接片或定值区号后能够打开此菜单以确认连接片状态和定值区号。

以下列出 S 菜单中连接片的状态表示:

GP 高频连接片投入
J1 距离 I 段连接片投入
J23 距离 II、III 段连接片投入
L1 零序 I 段连接片投入
L234 零序 II、III、IV 段连接片投入
ZC 综合重合闸方式
DC 单相重合闸方式
SC 三相重合闸方式
TY 重合闸停用方式
LONG 重合闸延时为长延时

91. CSL—100 型微机保护装置面板上有什么信号灯, 含义是什么?

答: CSL—100 型微机保护装置面板上有如下信号灯, 含义分别如下:

(1) 装置动作信号灯含义:

“A 相跳闸”灯——A 相跳闸;

“B 相跳闸”灯——B 相跳闸;

“C 相跳闸”灯——C 相跳闸;

“重合”灯——重合闸动作 (对应 B 型微机保护装置);

“永跳动作”——永跳动作 (对应 A 型微机保护装置)。

(2) 装置异常信号灯含义:

“告警”灯——告警 I、II。

92. CSL—100 型微机保护在正常运行状态下，面板各信号灯及液晶显示状态是什么？

答：（1）保护装置面板上的“运行监视”灯应亮，液晶显示屏幕上显示当前时间和“CHZ REDAY”（重合闸充满电）字样，（注：当重合闸把手切至“停用”位置时无此显示，而只显示当前时间），面板上“告警”灯应不亮，“A 相跳闸”、“B 相跳闸”、“C 相跳闸”、“重合闸动作”各灯均应不亮。

（2）屏上定值切换区所显示的定值区号应与继电保护人员交代相同。

93. CSL—100 型微机保护有哪些中央信号，意义是什么；来这些信号时，应如何处理？

答：中央信号：

保护动作—表示保护出口动作

重合闸动作—表示重合闸出口动作

告警—表示装置异常及呼唤

当三个控制屏光字牌信号任意一个信号表示时，应记下时间，并到微机保护屏前记下装置面板信号灯表示，及液晶显示屏显示情况，作好记录，然后按照下述方法处理：

（1）保护动作或重合闸动作信号表示。

检查面板上“A 相跳闸”、“B 相跳闸”、“C 相跳闸”、“重合闸动作”四个信号动作情况，记下信号表示及液晶显示屏显示情况，包括跳闸相别、重合闸及相应的动作时间，检查此时线路开关位置及打印机是否打印出一份完整的故障报告（说明故障时间、故障相别、保护动作情况、测距结果及故障录波图形）。记录复查无问题后按屏上“微机保护信号复归”按钮复归信号，向省调汇报记录结果及故障电流数值。

（2）装置异常信号表示。

装置失去直流电源，属于失电告警，此时应检查失电原因并及时处理。

装置面板上“告警”灯亮，这时检查装置液晶显示屏显示的故障信息为 CPUX COMM. ERR (X=1, 2, 3, 4, 6) 时，表示“X”号 CPU 与人机对话 (MMI) 插件之间的通信异常，此时不必停用保护，但应立即通知继电人员处理。

装置面板上“告警”灯亮，这时检查装置液晶显示屏显示的故障信息为“PTDX”时，按屏上的“微机保护信号复归”按钮不能复归，表示装置电压回路断线，此时应立即退出距离保护连接片，通知继电人员处理。

装置面板上“告警”灯亮，这时检查装置液晶显示屏显示的故障信息为“CTDX”时，且按屏上的“微机保护信号复归”按钮不能复归，则为电流回路断线，此时应立即断开本装置的跳闸连接片并汇报调度及通知继电人员处理。

装置面板上“告警”灯亮，这时检查装置液晶显示屏显示的故障信息为“DIERR”同时显示当前开入状态并复归不掉时，表示开入回路异常，此时不必停用保护但应通知继电人员立即处理。

94. 当停用 CSL—100 型微机保护的电压及零序保护，该套微机保护还能否正常运行？

答：该套微机保护不能再正常运行，应断开微机保护屏上的所有跳合闸连接片。

95. 对于 CSL—100 型微机保护装置，运行人员投退连接片和改变定值区号操作时，应

注意什么？

答：当投退连接片和改变定值区号时，面板上将显示连接片和定值区的变位提示，这时需运行人员按信号复归按钮（可以按装置面板上的按钮，也可以按屏上的按钮）确认，确认投退连接片和定值区变位后，面板应显示相应的开入量序号变位指示，运行人员认真检查后，方可确认投退连接片和定值区变位可靠。

若投退连接片和定值区变位后而未按复归键确认，经一定时间延时后，装置将告警并显示提示，这时则需多次按复归钮方可恢复正常。

96. 现场人员改变连接片或定值区号后，如何进一步检验确认连接片状态和定值区号？

答：进入 VFC 菜单下的 VI 菜单下的 S 菜单，在此菜单下检查显示的当前定值区号及连接片状态。

97. CSL—100 型微机保护的下列事故报告显示信息是什么含义？

GPSHCK、GPI0TX、GPI0CK、RKTX、RKCK、GPTBTX、GPTBCK、GJJSCK、GPI2TX、GPI2CK、GPJLTX、GPJLCK、DTFAIL、STFAIL、YTFAIL、1ZKJCK、2ZKJCK、3ZKJCK、JLSHCK、LXI0QD I01CK、I02CK、I03CK、I04CK、IN1CK、IN2CK、CHCK。

答：GPSHCK 高频手动重合闸出口
GPI0TX 高频零序停信
GPI0CK 高频零序出口
RKTX 高频弱馈停信
RKCK 高频弱馈出口
GPTBTX 高频突变量停信
GPTBCK 高频突变量出口
GJJSCK 高频后加速出口
GPI2TX 高频负序停信
GPI2CK 高频负序出口
GPJLTX 高频距离停信
GPJLCK 高频距离出口
DTFAIL 单跳失败
STFAIL 三跳失败
YTFAIL 永跳失败
1ZKJCK 距离Ⅰ段出口
2ZKJCK 距离Ⅱ段出口
3ZKJCK 距离Ⅲ段出口
JLSHCK 距离手动重合闸出口
LXI0QD 零序Ⅳ段辅助启动
I01CK 零序Ⅰ段出口
I02CK 零序Ⅱ段出口

I03CK	零序Ⅲ段出口
I04CK	零序Ⅳ段出口
IN1CK	零序不灵敏Ⅰ段出口
IN2CK	零序不灵敏Ⅱ段出口
CHCK	重合出口

98. CSL—100 型微机保护的下列异常报告显示信息是什么含义？

GPTDZD、GPPTDX、GPCTDX、DACERR、JLALJQD、JLBCZKQD、JLPTDX、JLCTDX、DACERR、LXCTDX、LXPTDX。

答：GPTDZD	高频通道中断
GPPTDX	高频电压互感器二次回路断线
GPCTDX	高频电流互感器二次回路断线
DACERR	数据采集系统异常
JLALJQD	距离静稳破坏 A 相电流元件动作
JLBCZKQD	距离静稳破坏 BC 相阻抗元件动作
JLPTDX	距离电压互感器二次回路断线
JLCTDX	距离电流互感器二次回路断线
DACERR	数据采集系统异常
LXCTDX	零序电流互感器二次回路断线
LXPTDX	零序电压互感器二次回路断线

99. PSL600 数字式超高压线路保护装置的保护特点是什么？

答：保护功能由数字式中央处理器 CPU 模块完成，其中 CPU1 完成纵联保护，CPU2 完成距离保护和零序电流保护功能，对于单断路器接线的线路保护装置中还增加了实现重合闸功能模块 CPU3，可根据需要实现单相重合闸、三相重合闸、综合重合闸或者退出。

100. PSL600 组成装置的模块有哪些？

答：组成装置的模块有：交流模块（AC）、AD 模块（AD）、保护模块（CPU1、CPU2、CPU3）、COM 模块（COM）、电源模块（POWER）、跳闸出口模块（TRIP1、TRIP2）、信号模块（SIGNAL）、重合闸出口模块（TRIP3）、人机对话模块（MMI）。

101. 对于保护模块 CPU1、CPU2、CPU3 来说功能上是否独立？

答：在硬件上，三块 CPU 模块完全一样；在软件上，功能相互独立，其中 CPU1 完成高频保护功能，CPU2 为后备距离保护，CPU3 为重合闸功能模块。每个 CPU 模块单独有启动元件，而且启动门坎应该整定成一致。

102. 系统元件振荡轨迹半径检测法是什么？

答：系统纯振荡，或振荡时发生经过渡电阻的故障，测量阻抗的变化轨迹为圆。金属性故障时，轨迹圆蜕变为点。阻抗变化率 dz/dt 与轨迹圆的半径有内在的关系。本方法是通过

阻抗轨迹的测量来躲过会引起保护误动的振荡以及区外故障，并在满足一定的条件时，开放 BC 相间距离。

103. PSL600 (A、C、D) 数字式高压线路保护 CPU 模件是否可以正常保护启动继电器？

答：当采用三块 CPU 模件时，启动回路可以由 CPU1、CPU2、CPU3 其中两个 CPU 启动才开放保护出口继电器的负电源，即构成“三取二方式”。由于每个 CPU 都有较完善的硬件监视系统，单个器件故障不会引起保护误动，因此启动回路可以选用“三取一方式”。（当只有两个保护 CPU 模件时如 PSL600A 型保护对应的启动继电器为“二取二方式”和“二取一方式”）。“三取一方式”或“三取二方式”，可以通过装置母板上的跳线 JP1 选择。

104. 装置的振荡闭锁开放元件采用哪三种方法使保护不误动？

答：（1）阻抗不对称法。选相元件选中 A 相，并且 BC 相间的测量阻抗在辅助阻抗范围外时开放 A 相的阻抗 I、II 段。对于 B 相接地距离保护和 C 相接地距离保护依次类推。在系统振荡时，若两侧电动势的功角在 180° 附近时，相间阻抗的辅助段会动作，该元件不会开放接地距离保护；若两侧电动势的功角在 0° 附近时，该元件开放接地距离保护，但此时接地距离保护不会误动作。

（2）序分量法。当 $I_0 + I_2 > mI_1$ 时开放距离保护。该方法是根据不对称故障时产生的零序和负序分量来开放保护。 m 为可靠系数，以确保区外故障时保护不会误动。

（3）振荡轨迹半径检测法。系统纯振荡，或振荡时发生经过渡电阻的故障，测量阻抗的变化轨迹为圆。金属性故障时，轨迹圆蜕变为点。阻抗变化率 dz/dt 与轨迹圆的半径有内在的关系。本方法是通过阻抗轨迹的测量来躲过会引起保护误动的振荡以及区外故障，并在满足一定的条件时，开放 BC 相间距离。

105. 微机保护屏上配置的开入量连接片有哪些？

答：高频保护连接片、相间距离连接片、接地距离连接片、零序 I 段连接片、零序 II 段连接片、零序保护总连接片、重合闸时间控制。

106. 运行人员巡视时应检查项目有哪些？

- 答：（1）微机保护面板上的“运行”灯应亮；
（2）投重合闸时，“重合允许”灯应亮；
（3）面板上“告警”和“TV 断线”灯应不亮；
（4）“保护动作”、“重合闸动作”各灯均应不亮；
（5）装置面板上的液晶的显示画面是否正常。

107. CSC—101A/B、CSC—102A/B 数字式超高压线路保护装置，适用于 220kV 及以上电压等级的高压输电线路，其主要功能包括哪些？

答：纵联距离保护、纵联方向保护、三段式距离保护、四段式零序保护、综合重合闸等，A 型微机保护没有重合闸功能，其他保护功能与 CSC—101（2）B 型微机保护一致。

108. CSC—101、CSC—102 保护装置主要有哪些插件，名称是什么？

答：A 型装置配置了 9 个插件，依次为交流插件、保护 CPU1 插件、启动 CPU2 插件、管理板、开入插件 1，开出插件 1，开出插件 2，开出插件 3，电源插件。另外，装置面板上配有人机接口组件。

B 型装置配置了 10 个插件，增加了一个开入插件 2。

109. 当 TV 断线后，CSC—101、CSC—102 微机保护中的哪些保护功能被闭锁？

答：TV 断线后报“TV 断线告警”，在 TV 断线条件下所有距离元件、负序方向元件、突变量方向元件退出工作，带方向的零序保护也退出工作，装置将继续监视 TV 电压，一旦电压恢复正常，各元件将自动重新投入运行。

110. CSC—100 型微机保护中在正常运行状态下，显示什么内容？

答：装置面板正常显示运行状态的光字灯“运行”绿灯亮，对 B 型装置“充电”灯充满电后为绿色亮，其他灭，液晶屏循环显示顺序是：

年一月一日 时：分：秒；

$I_a, I_b, I_c, 3I_0, U_a, U_b, U_c, P, Q$ 的大小及相位角；

已投连接片；当前定值区；

对 B 型装置还显示：重合闸检定方式；右下角显示：“已充满”或“充电中”字样；刷新时间为 2~3s。

上电 5min 后若无操作，液晶显示器变暗，按“SET”或“QUIT”键又恢复到正常状态。

111. 如何进入 CSC—100 型微机保护的主菜单？

答：在循环显示时按“SET”键进入装置主菜单。

112. CSC—100 型微机保护中“QUIT”键的功能是什么？

答：“QUIT”：循环显示时，按此键，可固定显示当前屏幕的内容（显示屏右上角有一个钥匙标示，即：定位当前屏），再按即可取消定位当前屏功能；菜单操作中按此键后，装置取消当前操作，回到上一级菜单；按此键，回到正常显示状态时可进行其他按键操作。

113. CSC—100 型微机保护中液晶屏下部四个快捷键及两个功能键的功能是什么？

答：液晶屏下部四个快捷键及两个功能键，主要为运行人员的操作接口，可以实现运行人员的简单操作，按键后将提示如何操作：

“F1”键：按一下后提示是否打印最近一次动作报告？是 否

选是提示 录波打印格式？图形 数据 可选择图形格式或数据格式打印；

在定值菜单下可以向下翻页。

“F2”键：按一下后提示是否打印当前定值区定值？

在定值菜单下可以向上翻页。

“F3”键：按一下后提示是否打印采样值？

“F4”键：按一下后提示是否打印装置信息和运行工况？

“+”键：功能键，使定值区加1。按一下后提示选择要切换到的定值区号：

当前定值区号：xx；切换到定值区：xx。

“-”键：功能键，使定值区减1。按一下后提示选择要切换到的定值区号：

当前定值区号：xx；切换到定值区：xx。

114. 如何校对 CSC—100 型微机保护装置的时钟？

答：在循环显示时按“SET”键进入装置主菜单，选择修改时钟项，显示当前时间，格式 年 月 日 时 分 秒，在整定时间项上，格式 年 月 日 时 分 秒，用上下左右键修改，修改后按“SET”键确认。

115. 如何在运行状态下复制 CSC—100 型微机保护的故障报告？

答：根据需要人工也可方便的调出任何一次的录波报告。具体方法是：

首先进入主菜单，选打印 “SET” —选报告—“SET” —选动作报告—“SET” —选择最近几次报告或按照时间索引，选中某时间的报告后，按“SET”键后显示所选报告的内容，按“SET”键继续，按“QUIT”键取消。

如调取最近一次报告，可直接按“F1”快捷键。

116. CSC—101 型微机保护有哪些保护功能连接片？

答：纵联连接片，距离Ⅰ段连接片，距离Ⅱ、Ⅲ段连接片，零序Ⅰ段连接片，零序其他段连接片，零序反时限连接片，检修状态连接片，重合闸长延时控制连接片。

重合闸方式选择开关位置：“综合重合闸”、“单相重合闸”、“三相重合闸”、“停用重合闸”。

117. CSC—101 型微机保护的功能连接片如何投退？

答：CSC—101（2）系列提供两种连接片方式，即软硬连接片串联方式和硬连接片方式（屏上连接片）。若仅需软连接片，则在屏上需将相应硬连接片投入（给上+24V电源）。若仅需硬连接片，将相应软连接片全部投入。

软硬连接片串联模式时，可以通过监控后台进行软连接片投退，也可以在连接片操作—软连接片投退菜单中，进行软连接片投退。

在连接片操作—查看连接片状态菜单中，可以查看连接片投入情况。第一列为连接片名称，第二列为软连接片状态，第三列为总连接片状态。

硬连接片方式下，操作软连接片投退菜单会显示“切连接片操作失败”。

118. CSC—100 型微机保护的面板上有什么信号灯，含义是什么？

答：液晶左侧为“运行”、“跳 A”、“跳 B”、“跳 C”、“重合”、“充电”、“通道告警”、“告警”灯。A 型装置无重合功能，所以“重合”、“充电”两灯均为备用。

(1) “运行”灯：正常为绿色光，当有保护启动时闪烁；

(2) “跳 A”、“跳 B”、“跳 C”灯：保护跳闸出口灯，动作后为红色，正常灭；

(3) “重合”灯：B型装置重合闸出口灯，动作后为红色，正常灭；

(4) “充电”灯：B型装置重合闸充满电后为绿灯亮，当重合闸停用、被闭锁或合闸放电后为灭；

(5) “通道告警”灯：正常灭，当通道异常时亮，为红色；

(6) “告警”灯：此灯正常灭，动作后为红色。有告警Ⅰ时（严重告警），装置面板告警灯闪亮，退出所有保护的功能，装置闭锁保护出口电源；有告警Ⅱ时（设备异常告警），装置面板告警灯常亮，仅退出相关保护功能（如TV断线），不闭锁保护出口电源。

119. CSC—101型微机保护在正常运行状态下，面板各信号灯及液晶显示状态是什么？

答：投入直流电源，装置面板LED的“运行”绿灯亮、“充电”绿灯亮（B型），其他灯灭；液晶屏正常情况下循环显示“年 月 日 时：分：秒；模拟量的大小和相位；当前定值区号：00；已投连接片；重合闸方式，检同期方式，已充满（B型）”的运行状态。

120. CSC—100型微机保护在出现跳闸、异常等如何处理？

答：运行中系统发生故障时，若保护动作跳闸，则面板上相应的跳闸信号灯亮，MMI显示保护最新动作报告，若重合闸动作合闸，则“重合”信号灯亮，应自动或手动打印保护动作报告、录波报告，并详细记录各信号。

运行中直流电源消失，应首先退出跳闸连接片。

运行中若出现告警Ⅰ，应停用该保护装置，记录告警信息并通知继电保护负责人员，此时禁止按复归按钮。若出现告警Ⅱ，应记录告警信息并通知继电保护负责人员进行分析处理。

121. CSC—100型微机保护CPU插件有硬件和软件相同的两块，即CPU1和CPU2，CPU1和CPU2的功能分别是什么？

答：CPU1是保护CPU插件，它是装置的核心插件，主要完成采样、A/D变换计算、上送模拟量及开入量信息、保护动作原理判断、事故录波功能、软硬件自检等；CPU2是启动CPU插件，该插件完成保护的启动闭锁功能等。

122. CSC—100型微机保护在保护模拟量里面有 I_a 和 I_{aR} ； I_b 和 I_{bR} 等模拟量，他们的区别是什么？

答：同一路模拟量有两路A/D来采集以做备份和A/D自检， I_{aR} 、 I_{bR} 等后缀带大写字母“R”的模拟量起备用的作用。

123. CSC—100型微机保护电源插件采用了直流逆变电源插件，输入直流220V或110V，输出保护装置所需5组电源分别是何功能？

答：(1) +24V两组：开入、开出插件电源；

(2) ±12V：模拟量用电源；

(3) +5V：各CPU逻辑用电源。

124. CSC—100 型微机保护 CPU 保护程序主要包括哪些？

答：主程序、采样中断服务程序和故障处理中断程序。

125. CSC—100 型微机保护正常时运行主程序，主程序完成装置的哪些功能？

答：硬件自检、投切连接片、固化定值、上送报告等功能。

126. CSC—100 型微机保护每隔一个采样间隔时间执行一次采样中断程序，完成装置的哪些功能？

答：进行电气量的采集、录波、突变量启动判别等。故障处理中断也是每隔固定时间执行一次，完成保护功能的逻辑和 TV 异常、TA 异常判别等。如果有异常，则发出相应的告警信号和报文。

对于普通告警（告警Ⅱ），发出信号提示运行人员注意检查处理；对于危及保护安全性和可靠性的严重告警（告警Ⅰ），发出信号的同时闭锁保护出口。

发生故障时，在故障处理中断中完成相应保护功能，直到整组复归，返回正常运行的主程序。

127. CSC—100 型微机保护启动元件的作用是什么？

答：启动元件主要用于监视故障、启动保护及开放出口继电器的正电源。启动元件一旦动作后，要在保护整组复归时才返回。

128. CSC—100 型微机保护的启动元件包括哪些？

答：保护的启动元件包括电流突变量启动、零序电流启动、静稳破坏的启动元件、弱馈低电压启动元件及重合闸的启动元件（对于 B 型）。任一启动元件启动后，都将启动保护及开放出口继电器的正电源。

129. CSC—100 型微机保护纵联距离保护功能配置包括哪些？

答：CSC—101A/B 纵联距离保护装置配置有纵联方向距离元件、纵联零序方向元件及负序方向元件，纵联方向距离保护包括接地方向距离元件和相间方向距离元件，负序方向元件主要用于在振荡闭锁中与纵联方向距离元件配合，以快速切除各种多相故障和单相接地故障。纵联零序方向元件灵敏度较高，可作为高阻接地故障时对纵联方向距离保护在灵敏度上的补充。纵联保护可由纵联连接片控制投退。

130. CSC—100 型微机保护纵联方向保护功能配置包括哪些？

答：CSC—102A/B 纵联方向保护装置配置有纵联突变量方向元件和纵联零序方向元件、纵联方向距离保护，纵联突变量方向元件具有灵敏度高、方向性好的特点，可快速切除多相故障和单相接地故障。纵联零序方向元件灵敏度高，可作为高阻接地故障时对纵联方向保护在灵敏度上的补充。纵联保护可由纵联连接片控制投退。

131. CSC—100 型微机保护重合闸方式包括哪几种？

答：CSC—101B/102B 型装置具有综合重合闸功能，该功能只负责合闸，不承担保护跳闸选相。

单相重合闸方式：单相故障单跳单合，多相故障进行三跳不重合；

三相重合闸方式：任何故障三跳三合；

综合重合闸方式：单相故障单跳单合，多相故障进行三跳三合；

停用重合闸方式：重合闸退出，任何故障三跳不重合。重合闸长期不用时，应设置于该方式。

132. CSC—100 型微机保护重合闸检定方式包括哪几种？

答：装置可以实现在断路器三相跳开时的三种重合闸检定方式，如下所示：

(1) 检同期：线路侧电压和母线侧电压均有压，且满足同期条件进行同期重合；

(2) 检无压：检线路侧无电压重合，若两侧均有压，则自动转为检同期重合；

(3) 非同期：无论线路侧和母线侧电压如何，都重合。

133. CSC—100 型微机保护在运行方式下怎样改变定值区？

答：在运行方式下改变定值区的选择方法：使用面板左下部的快捷键“+”、“-”即可选择切换定值区。

134. CSC—100 型微机保护人工调出任何一次的录波报告的具体方法是什么？

答：人工也可方便的调出任何一次的录波报告。具体方法是：

首先进入主菜单，选打印—“SET”—选报告—“SET”—选动作报告—“SET”—选择最近几次报告或按照时间索引，选中某时间的报告后，按“SET”后显示所选报告的内容，按“SET”键继续，按“QUIT”键取消。

如调取最近一次报告，可直接按“F1”快捷键。

135. CSC—103 型数字式超高压线路保护装置与 CSC—101、102 型保护功能主要区别有哪些？

答：主要区别在主保护，CSC—103 型保护主保护为电流差动保护，电流差动保护配有分相式电流差动保护和零序电流差动保护，用于快速切除各种类型故障。

136. RCS—901A 型微机保护具有哪些保护功能？

答：以纵联变化量方向和零序方向元件为主体的快速主保护，由工频变化量距离元件构成的快速 I 段保护，由 III 段式相间和接地距离及两个延时段零序方向过流构成全套后备保护，可实现单相、三相重合和综合重合闸方式。

137. RCS—902A 型微机保护具有哪些保护功能？

答：以纵联距离和零序方向元件为主体的快速主保护，由工频变化量距离元件构成的快速 I 段保护，由 III 段式相间和接地距离及两个延时段零序方向过流构成全套后备保护，可实现单相、三相重合和综合重合闸方式。



138. RCS—931A 型微机保护具有哪些保护功能？

答：以分相电流差动和零序电流差动为主体的快速主保护，由工频变化量距离元件构成的快速 I 段保护，由 III 段式相间和接地距离及两个带延时段零序方向过流保护构成的全套后备保护，可实现单相、三相重合和综合重合闸方式。

139. RCS—901B 型微机保护具有哪些保护功能？

答：以纵联变化量方向和零序方向元件为主体的快速主保护，由工频变化量距离元件构成的快速 I 段保护，由 III 段式相间和接地距离及四个延时段零序方向过流构成全套后备保护，可实现单相、三相重合和综合重合闸方式。

140. RCS—902B 型微机保护具有哪些保护功能？

答：以纵联距离和零序方向元件为主体的快速主保护，由工频变化量距离元件构成的快速 I 段保护，由 III 段式相间和接地距离及四个延时段零序方向过流构成全套后备保护，可实现单相、三相重合和综合重合闸方式。

141. RCS—931B 型微机保护具有哪些保护功能？

答：以分相电流差动和零序电流差动为主体的快速主保护，由工频变化量距离元件构成的快速 I 段保护，由 III 段式相间和接地距离及三个带延时段零序方向过流保护构成的全套后备保护，可实现单相、三相重合和综合重合闸方式。

142. RCS—900 型微机保护装置主要有哪一些插件，名称是什么？

答：组成装置的插件有：电源插件（DC）、交流插件（AC）、低通滤波器（LPF）、CPU 插件（CPU）、通信插件（COM）、24V 光耦插件（OPT1）、高压光耦插件（OPT2，可选）、信号插件（SIG）、跳闸出口插件（OUT1、OUT2）、扩展跳闸出口（OUT，可选）、显示面板（LCD）。

143. 在电压互感器二次回路断线时，RCS—901、RCS—902、RCS—931 型微机保护的哪些保护功能将退出？

答：RCS—901 型微机保护判为 TV 断线时，将纵联变化量补偿阻抗和纵联零序退出，保留工频变化量阻抗元件，退出距离保护，自动投入 TV 断线相过流和 TV 断线零序过流保护，TV 断线相过流保护由距离连接片投退，TV 断线零序过流保护由零序连接片投退。RCS—901A 将零序过流保护 II 段退出，III 段不经方向元件控制，RCS—901B 将零序过流保护 I、II 段退出，IV 段不经方向元件控制，若“零序 III 段经方向”则退出 III 段零序方向过流，否则保留不经方向元件控制的 III 段零序过流，RCS—901D 将零序过流保护 II 段退出，零序反时限过流不经方向元件控制。

RCS—902 型微机保护判为 TV 断线信号动作的同时，将纵联距离和纵联零序退出，保留工频变化量阻抗元件，退出距离保护，自动投入 TV 断线相过流和 TV 断线零序过流保护。RCS—902A/C 将零序过流保护 II 段退出，III 段不经方向元件控制，RCS—902B 将零序过流保护 I、II 段退出，IV 段不经方向元件控制，若“零序 III 段经方向”则退出 III 段零序方

向过流，否则保留不经方向元件控制的Ⅲ段零序过流，RCS—902D将零序过流保护Ⅱ段退出，零序反时限过流不经方向元件控制。

RCS—931型微机保护判为TV断线信号动作的同时，保留工频变化量阻抗元件，退出距离保护，自动投入TV断线相过流和TV断线零序过流保护。RCS—931A将零序过流保护Ⅱ段退出，Ⅲ段不经方向元件控制，RCS—931B将零序过流保护Ⅰ、Ⅱ段退出，Ⅳ段不经方向元件控制，若“零序Ⅲ段经方向”则退出Ⅲ段零序方向过流，否则保留不经方向元件控制的Ⅲ段零序过流，RCS—931D将零序过流保护Ⅱ段退出，零序反时限过流不经方向元件控制。

144. 在电流互感器二次回路断线时，RCS—901、RCS—902、RCS—931型微机保护的哪些保护功能将退出？

答：RCS—901型微机保护判出交流电流断线的同时，在装置总启动元件中不进行零序过流元件启动判别，亦退出纵联零序保护；RCS—901A将零序过流保护Ⅱ段不经方向元件控制，退出零序过流Ⅲ段，RCS—901B将零序过流保护Ⅰ、Ⅱ、Ⅳ段退出，Ⅲ段不经方向元件控制，RCS—901D将零序过流保护Ⅱ段不经方向元件控制，退出零序反时限过流段。

RCS—902型微机保护判出交流电流断线的同时，在装置总启动元件中不进行零序过流元件启动判别，亦退出纵联零序保护；RCS—902A/C将零序过流Ⅱ段不经方向元件控制，退出零序过流Ⅲ段，RCS—902B将零序过流Ⅰ、Ⅱ、Ⅳ段退出，Ⅲ段不经方向元件控制，RCS—902D将零序过流Ⅱ段不经方向元件控制，退出零序反时限过流段。

RCS—931型微机保护判出交流电流断线的同时，在装置总启动元件中不进行零序过流元件启动判别，RCS—931A将零序过流保护Ⅱ段不经方向元件控制，退出零序过流Ⅲ段，RCS—931B将零序过流保护Ⅰ、Ⅱ、Ⅳ段退出，Ⅲ段不经方向元件控制，RCS—931D将零序过流保护Ⅱ段不经方向元件控制，退出零序反时限过流段。

145. RCS—900型微机保护装置面板上有哪些指示灯，含义是什么？

答：装置面板指示灯及含义如下：

“运行”灯，绿色，装置正常运行时点亮；

“TV断线”灯，黄色，发生电压回路断线时点亮；

“充电”灯，黄色，重合充电完成时点亮；

“通道异常”灯，黄色，通道故障时点亮；

“跳A”、“跳B”、“跳C”、“重合闸”灯，红色，保护动作出口点亮，“信号复归”后熄灭。

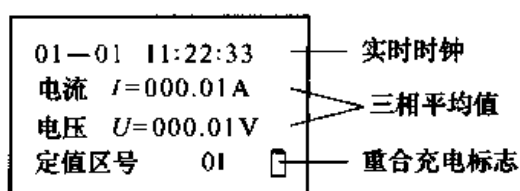
146. 在运行中如何更改RCS—900型微机保护的定值区？

答：当需要在运行中切换定值区时，先按键盘的“区号”键，液晶显示“当前区号”和“修改区号”，按“+”或“-”来修改区号，选择要整定的定值区号，按“确认”键完成区号修改后返回。检查液晶屏幕主画面显示的定值区号应与要整定的定值区号一致。

147. RCS—900型微机保护在正常运行时，液晶屏幕将显示什么信息？

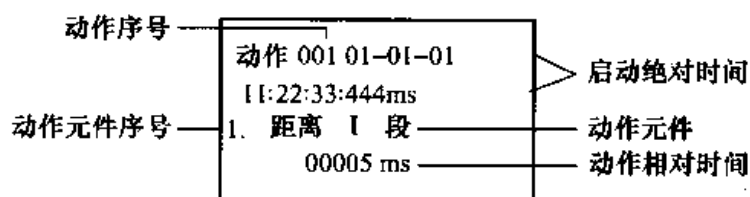


答：RCS—900 型微机保护装置上电后，正常运行时液晶屏幕将显示主画面如下：



148. RCS—900 型微机保护在保护动作时，液晶屏幕将显示什么信息？

答：当保护动作时，RCS—900 型微机保护装置液晶屏幕自动显示最新一次保护动作报告，当一次动作报告中有多个动作元件时，所有动作元件及测距结果将滚屏显示，格式如下：

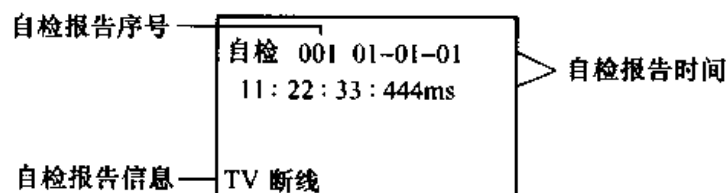


2. 故障测距结果

故障相别—ABC 050.5km—故障测距结果

149. RCS—900 型微机保护在装置异常时，液晶屏幕将显示什么信息？

答：RCS—900 型微机保护装置运行中，硬件自检出错或系统运行异常将立即显示自检报告，当一次自检报告中有多个出错信息时，所有自检信息将滚屏显示，格式如下：



150. RCS—900 型微机保护如何进入主菜单和子菜单？

答：在主画面状态下，按“▲”键可进入主菜单，通过“▲”、“▼”、“确认”和“取消”键选择子菜单。按菜单的树型目录结构可逐步进入所需要的菜单。

151. RCS—900 型微机保护中的高频保护功能如何退出？

答：断开主保护投入连接片。

152. RCS—900 型微机保护中的距离保护功能如何退出？

答：断开距离保护投入连接片。

153. RCS—900 型微机保护中的零序保护功能如何退出？

答：断开零序保护投入连接片。

154. RCS—900 型微机保护中的电流差动保护功能如何退出？

答：断开主保护投入连接片。

155. RCS—900 型微机保护中的工频变化量距离快速一段保护功能如何退出？

答：断开距离保护投入连接片。

156. 在正常运行状态下，RCS—900 型微机保护面板液晶屏幕和指示灯如何显示？

答：正常运行状态下，液晶屏幕和指示灯显示如下：

(1) 绿色“运行”灯点亮。满足充电条件时，黄色“充电”灯应点亮。

(2) 液晶屏幕显示当前时间、电流二次值、电压二次值、当前定值区和重合闸充电情况。

157. RCS—900 型微机保护有哪些中央信号，意义是什么？应如何处理？

答：有以下中央信号：

保护动作—表示保护出口动作；

重合闸动作—表示重合闸出口动作；

装置闭锁—表示装置自检出错闭锁保护；

装置异常—表示装置自检发现问题或电压回路异常等；

通道异常—表示通道故障或两端数据无法同步。

当上述五个控制屏光字牌信号任意一个信号表示时，应记下时间，并到微机保护屏前记下装置面板信号灯表示情况及液晶显示屏显示的内容，作好记录，然后按照下述方法处理：

(1) 保护动作或重合闸动作信号表示。

检查面板上“跳 A”、“跳 B”、“跳 C”、“重合闸”四个信号动作情况，记下信号表示情况，包括跳闸相别、重合闸及相应的动作时间，检查此时线路开关位置及液晶显示屏显示情况，当一次动作报告中有多个动作元件时所有动作元件及测距结果将滚屏显示。格式内容为动作序号、启动绝对时间、动作元件序号、动作元件、动作元件跳闸相别、动作相对时间、故障测距结果。

记录复查无问题后按屏上“信号复归”按钮复归信号，汇报调度记录结果及故障报告内容。

(2) 装置闭锁信号表示。此时装置将退出运行，应立即将保护装置全部停用，汇报调度并通知继电人员处理。

(3) 装置异常信号表示。装置在电压回路断线、跳闸位置继电器异常、电流回路断线等情况下发出的告警信号，此时仍有保护在运行。汇报调度并通知继电人员处理。

(4) 通道异常信号表示。装置发通道异常信号，应汇报调度，停用主保护，并通知相关人员处理。

158. 如何打印 RCS—900 型微机保护动作报告？

答：在主画面状态下，按“▲”键进入主菜单，通过“▲”、“▼”键选择“打印报告”子菜单，按“确认”键进入下一级子菜单。选择“动作报告”子菜单，按“确认”键，选择动作报告序号，按“确认”键开始打印。打印完成连续选择“退出”键回到原始状态。

159. 简述 RCS—901 型微机保护如何进行通道试验？

答：对闭锁式通道，正常运行时需进行通道信号交换，由人工在保护屏上按下通道试验按钮，本侧发信，收信 200ms 后停止发信；收对侧信号达 5s 后本侧再次发信，10s 后停止发信。在通道试验过程中，若保护装置启动，则结束本次通道试验。

160. RCS—901A 型微机保护和 RCS—902A 型微机保护有何区别？

(1) RCS—901A 型纵联保护采用了变化量方向继电器，RCS—902A 型纵联保护采用了按超范围整定的距离继电器构成的方向比较元件。

(2) RCS—901A 型采用了相电流差变化量选相元件，RCS—902A 型采用了工作电压变化量选相元件。

(3) 远方起信时，RCS—901A、RCS—902A 型用于弱电侧时，判断任一相电压或相间电压低于 30V 时，对闭锁式，延时 100ms 发信；对允许式，当收到对侧信号后给对侧发 100ms 允许信号。在线路轻负荷下发生故障，启动元件不动作的情况下，保证由对侧保护快速切除故障。在故障测量程序中，RCS—902A 型用于弱电侧时，投入纵联反方向距离元件，当故障电压低于 30V，且反方向元件不动作，则判为正方向。

161. WXH—800 型微机保护“保护动作事件”可连续记录多少次？具体记录哪些内容？

答：保护动作事件可连续记录 16 次，具体记录发信、停信、收信及保护各种动作情况，每次可记录故障前 2 周、故障后 6 周采样数据，报告全汉化输出，可显示保护动作的测量值与整定值，采样数据可波形输出也可采样值输出。

162. WXH—801 型微机保护的主要功能有哪些？

答：(1) 采用带补偿的正序故障分量的纵联方向保护。具有近端故障快速跳闸的不依赖通道的快速距离保护。

(2) 三段式相间距离及接地距离保护。

(3) 六段零序电流方向保护。

(4) 自动重合闸。

163. WXH—802 型微机保护的主要功能有哪些？

答：(1) 采用综合距离方向保护。具有近端故障快速跳闸的不依赖通道的快速距离保护。

(2) 三段式相间距离及接地距离保护。

(3) 六段零序电流方向保护。

(4) 自动重合闸。

164. WXH—801/802 型微机保护有哪些插件?

答: (1) 交流输入插件: 将系统电压互感器、电流互感器二次侧信号变换成保护装置所需的弱电信号, 同时起隔离和抗干扰作用。

(2) CPU 保护插件: 主要完成数据采集、保护算法和逻辑、控制功能等。纵联、距离、零序、重合闸选用单独的 CPU 插件, 具有独立的 A/D, 每种保护数据采集损坏不影响其他保护, 其中 CPU1 为纵联保护, CPU2 为距离保护, CPU3 为零序保护, CPU4 为重合闸(可选)。

(3) 继电器插件:

1) 跳闸插件: 提供了两组跳闸出口继电器和两组断路器的启动失灵回路, 以及同高频收发信机及复用载波设备连接的起信和停信触点。

2) 逻辑插件 1: 设有三个分相出口继电器 CKJA3、CKCB3、CKJC3 和三跳继电器 CK-JQ2、永跳继电器 CKJR2、三个分相动作信号继电器 CXJA、CXJB、CXJC 及一个重合闸动作信号继电器 ZHXJ。本装置设计了两种告警方式: 一种是各保护 CPU 自检发现有严重异常情况, 必须立即切断本保护跳闸电源, 这种情况称告警 I, 另一种是不需要立即切断保护跳闸+24V 电源的异常情况, 称告警 II。

3) 逻辑插件 2: 包括重合闸出口继电器 ZHJ、重合闸后加速继电器 JSJ、沟通三跳继电器 GTST。

(4) MMI 接口插件: 是通用的人机接口功能模块, 主要完成人机对话、管理功能及作为监控系统的智能终端。

(5) 电源插件: 为直流逆变电源插件。

165. WXH—801/802 型微机保护在电压互感器二次回路断线时哪些保护功能将退出?

答: 在 TV 断线的条件下, 纵联、距离保护将被闭锁, 后备零序保护可根据控制字退出方向元件或将受零序功率方向元件控制的各段退出, 另外可根据软连接片投入 TV 断线后两段相过流保护, 作为断线时保护的后备, 装置继续监视 TV 电压, 一旦电压恢复正常, 纵联、距离保护将延时 1.25s 自动解除闭锁, 零序保护退出两段相过流保护而恢复为常规保护。

166. WXH—801/802 型微机保护有哪些监视装置正常与否的灯?

答: 装置面板上设有“运行”、“告警 I”、“告警 II”等监视装置运行正常与否的信号灯。正常时“运行”灯发绿光, 装置启动时, 闪亮; “告警 I”、“告警 II”及其他跳闸灯均不亮。

167. WXH—800 型微机保护对修改定值或定值区有什么要求?

答: 修改定值或定值区时应先断开跳闸出口连接片, 修改完毕, 核查无误后, 再重新投入跳闸连接片; 正常运行时, 不得随意修改定值。

168. WXH—800 型微机保护在正常运行时 MMI (人机接口) 插件显示什么信息?

答: 正常显示时, 显示界面共三屏, 分别显示各 CPU 登录的状态、模拟量的实时采样

值和连接片的投切状况，按“ESC”键固定显示一状态，屏幕左下角显示 STOP，再按“ESC”键取消固定显示一状态。左下角的“<<<”对应三个通信口的通信状况，通信正常时相应的“<<<”会闪烁。

169. WXH—800 型微机保护如何进入人机对话主菜单？主菜单显示内容是什么？

答：在正常运行状态下，按“ENTER”键，进入装置的“主菜单”，用“↑”、“↓”键移动光标至所选的项目后，再按 [ENTER] 键，即可进入相应功能的子菜单。主菜单显示的内容有：①系统设置；②定值管理；③报告管理；④调试；⑤信号复归。用“↑”、“↓”键移动光标至所选的项目后，再按“ENTER”键，即可进入相应功能的子菜单。

170. 如何校对 WXH—800 型微机保护时钟？

答：“时间”菜单如图 2-2-1 所示。

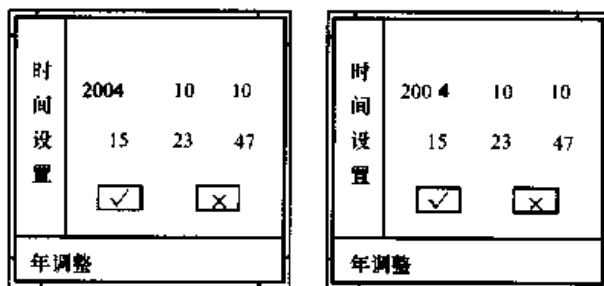


图 2-2-1 时间菜单图

“时间”菜单中，在大光标的状态下可以通过“↑”、“↓”或“→”、“←”键移动光标至所要修改的时间项上，按“ENTER”键可把大光标变成小光标，如图 2-2-1 右图所示的状态，这时可通过“↑”、“↓”键，对数据进行修改。按“↑”键数据增大，按“↓”键数据减小，数据是循环显示的。在小光标的状态下按“ENTER”或“ESC”键都会回到大光标状态下。当光标移到 [✓] 按“ENTER”键将保存所设置的时间，若在 [×] 上按“ENTER”键将不保存修改内容。按“ESC”键也将不保存修改内容返回上一级菜单。

171. WXH—800 型微机保护如何打印定值？

答：在“定值管理”菜单中通过“↑”、“↓”键选择“定值打印”菜单，按“ENTER”键进入后，接口会要求选择 CPU 号，光标停在保护模块右边的 CPU 上时按“ENTER”键能产生一个下拉菜单，下拉菜单显示已登录的 CPU 号，通过“↑”、“↓”键选择要修改定值区号的 CPU 号，按“ENTER”键选定该 CPU，通过“↑”、“↓”键把光标移至 [✓] 按钮上，按“ENTER”键确认，此时光标停在区号上，按“ENTER”键，光标在最后一位数字上闪烁，这时，可用“→”、“←”键移动光标，用“↑”、“↓”键修改数字大小，按“ENTER”键结束本次修改。选择完 CPU 号把光标移到 [✓] 按钮上按“ENTER”键就能打印定值。若把光标移到 [×] 上按“ENTER”键或直接按“ESC”键，则取消定值打印；若在打印中按“ESC”键将停止打印，并返回到上一级菜单。

172. WXH—800 型微机保护如何进入报告管理菜单？报告管理菜单包括哪些内容？

答：在“主菜单”中通过“↑”、“↓”键选择“报告管理”项，按“ENTER”键即可进入“报告管理”菜单。“报告管理”菜单共有三个子菜单，分别为“总报告”、“分报告”和“事件报告”。“总报告”主要是接口保存的历史报告；“分报告”主要是各个保护插件保存的历史报告；“事件报告”保存了接口和保护的事件报告。

173. WXH—800 型微机保护如何打印总报告？

答：在“主菜单”中选择“报告管理”菜单按“ENTER”键进入后，操作者将看到三个小菜单：“总报告”、“分报告”、“事件报告”。选择“总报告”，按“ENTER”键进入后，会显示“总报告”界面。最上面两行是故障发生的起始时间，右上角的“01”表示现在显示的是最近一次的故障报告，最下一行移动显示的信息是操作提示，屏幕中间显示的是报告内容。操作提示信息是：按“↑”、“↓”键滚屏翻阅本次报告，按“→”、“←”键翻页查看不同历史时刻的报告内容，按“ENTER”键可打印屏幕显示的报告内容，按“ESC”键退出。

174. WXH—800 型微机保护如何打印分报告？

答：“分报告”是各 CPU 保存的历史报告，接口通过通信可得到报告内容以及故障采样值。进入“分报告”菜单后屏幕要求选择 CPU 号，操作方法同前。选择完 CPU 号后，把光标移到“√”，按“ENTER”键进入，操作者将看到与“总报告”相类似的界面，各个键的功能与“总报告”一致，但在按“ENTER”键打印报告后，会显示是否要打印采样值的提示。选“√”将打印采样值，按“ENTER”键确认即开始打印，按“ESC”键退出。

175. WXH—800 型微机保护如何查看事件报告？

答：“事件报告”是接口保存的保护和接口的历史事件报告，在进入“事件报告”后，屏幕显示最近一次事件报告的内容。最上面的两行是起始日期；右上角显示的“01/100”表示起始日期以前的报告序号和报告总数，即当前是第一个事件报告，起始日期以前共有 100 个事件报告；屏幕中间显示的是事件报告的内容；在屏幕最下一行显示操作提示信息。

176. WXH—800 型微机保护如何打印采样值？

答：在“调试”菜单中通过“↑”、“↓”键选择进入“实时量”菜单，菜单中有“模拟量”和“开关量”两个选项。

在“实时量”菜单中通过“↑”、“↓”键选择进入“模拟量”菜单，接口会要求操作者选择 CPU 号，选择方法同前。选择完 CPU 号后进入即可看到相应 CPU 的模拟量实时值。在该菜单下按下键盘“ENTER”，表示要打印模拟量，此时接口会提示“打印录波图”或是“打印采样值”，通过键盘“↑”、“↓”选择需要打印的方式，然后按下键盘“ENTER”即可打印；如果按下“ESC”键，退到上一级菜单。

177. WXH—800 型微机保护交流插件（插件 1）的作用是什么？

答：本插件将系统电压互感器、电流互感器二次侧信号变换成保护装置所需的弱电信号，同时起隔离和抗干扰作用。

178. WXH—800 型微机保护 MMI 插件（人机对话插件）的作用是什么？

答：MMI 接口插件是通用的人机接口功能模块，主要完成人机对话、管理功能及作为监控系统的智能终端。

179. WXH—800 型微机保护三取二跳闸含义是什么？

答：三取二方式投保护跳闸，即纵联、距离、零序三个插件中至少有两个同时启动，保护才能开放出口+24V。

180. WXH—800 型微机保护装置故障，需要将保护全停时，应注意什么？

答：装置有故障或需将保护全停时，应先断开跳闸出口连接片，再断开直流电源开关。装置发“告警 I”信号时相应闭锁保护出口回路的+24V 电源，此故障信号作为紧急缺陷通知调度或有关人员及时处理。发生故障后，不需将保护断电，不应断电否则分报告将消失。

181. WXH—800 型微机保护如果要某保护退出如何操作？

答：保护投入连接片断开，表示该保护退出运行；若需将某保护退出运行时，只需将对应保护的投入连接片断开即可。

182. 某线路有 WXH—800 型两套微机保护，其重合闸投退有何规定？

答：某线路有两套保护装置运行时，其中一套装置重合闸应退出，不能只断开该装置重合闸出口连接片，且应将该装置重合闸方式切换开关与另一套重合闸方式切换开关一致，即将两套重合闸方式把手都置于“停用”位置。

183. WXH—800 型微机保护装置发中央信号有哪些？

答：本装置发中央信号：保护动作、重合闸动作、告警 I、告警 II，另外 WXH—803 型微机保护还发通道出错信号，前两种信号为保护动作和重合闸动作信号。“告警 I”在某 CPU 定值自检出错、开出自检出错时发出，同时闭锁该 CPU 出口回路的+24V 电源，使该 CPU 不能出口跳闸。“告警 II”为一般的异常监控信号，它不闭锁出口回路的+24V 电源。通道出错信号在装置长时间接收不到对侧采样数据或误码超过一定范围时发出。

184. WXH—800 型微机保护装置正常运行时监视装置正常与否灯光有哪些？

答：装置面板上设有“运行”、“告警 I”、“告警 II”等监视装置运行正常与否的信号灯。正常时“运行”灯发绿光，装置启动时，闪亮；“告警 I”、“告警 II”及其他跳闸灯均不亮。

第三章 高频收发信机

1. 高频保护的通道加工设备有哪些，作用是什么？

答：高频保护的通道加工设备有：

(1) 阻波器——对于载波信号为高阻抗（大于 800Ω ），阻止载波信号向母线分流，使载波信号电流沿高压线路向对端传送，特别是防止当母线或其他出线发生故障时，将信息短路；对于工频电流为低阻抗，畅通无阻。

(2) 结合电容器——与阻波器相反，对载波信号为低阻抗，畅通无阻；对工频电流为高阻抗，阻止分流，防止高电压对通信设备的危害。

(3) 结合滤波器——主要是阻抗匹配，220kV 高压输电线的波阻抗约为 4000Ω 左右，330、500kV 线路，波阻抗约为 3000Ω 左右。系统中用的高频电缆一般有 75、 100Ω 等，需要进行匹配，防止反射，以减少衰耗。

(4) 高频电缆——高频电缆采用同轴电缆，早期阻抗为 100Ω ，近年按通信标准采用 75Ω ，一是减少衰耗，二是减少干扰。

2. 简述高频收发信机进行通道交换信号的逻辑？

答：高频收发信机一般具有远方启动功能，以方便运行人员进行交换信号、检查高频通道是否正常，见图 2-3-1、图 2-3-2。

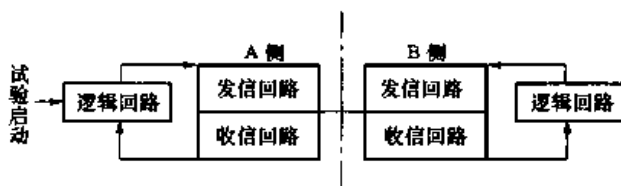


图 2-3-1 远方启动试验框图

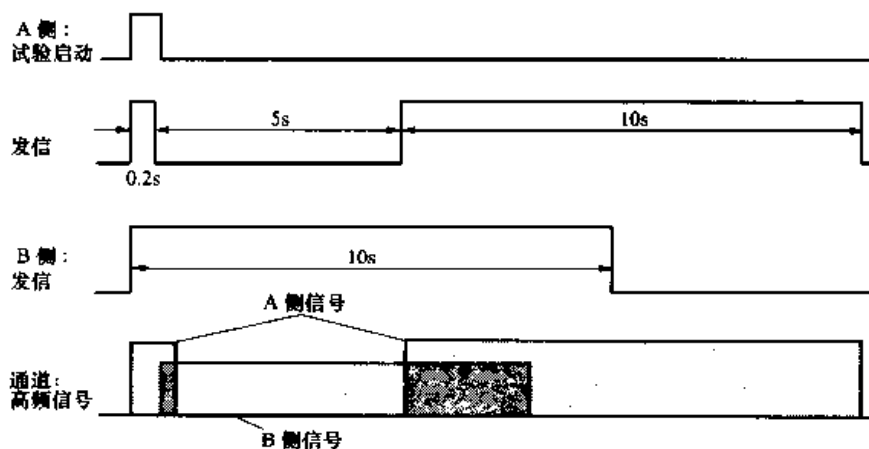


图 2-3-2 远方启动试验状态

当按动 A 侧高频收发信机远方启动的试验按钮，发信回路瞬时启动将高频信号送至 B 侧，启动 B 侧发信，以实现远方启动，B 侧被启动后发信 10s，A 侧启动 200ms 后，被收到的来自 B 侧的信号闭锁，同时启动 5s 计时回路，并使 A 侧停止 5s 发信，在此 5s 内 A 侧收信回路只接收 B 侧发来的信号。5s 之后，A 侧重新启动发信 10s，然后自动停止发信，两侧解环，试验完毕。

3. SF—600 型高频收发信机由哪些插件构成？

答：SF—600 型高频收发信机装置由 12 个功能插件组成，分别为：① 开关电源 I；② 功率放大；③ 线路滤波；④ 发信输出；⑤ 开关电源 II；⑥ 备用；⑦ 前置放大；⑧ 载供电路；⑨ 控制电路；⑩ 解调输出；⑪ 中频放大；⑫ 收信输入。

4. SF—600 型高频收发信机的开关电源 I（1 号插件）有什么信号指示灯？

答：开关电源 I（1 号插件）插件面板上部设有一个发光二极管表示“+48V”输出电压的工作状态，发光二极管熄灭表示该路电源失电。

5. SF—600 型高频收发信机发信输出（4 号插件）上“本机—通道—负载”插座的作用是什么，正常运行时，应在什么位置？

答：面板左上部设有 3 个四芯插座，通过四芯短路插头插入不同位置，可完成发信机输出端以下各种不同连接状态：

当“本机—通道”插座插入四芯短路插头时，装置即可通过机箱背后出线端子 11n38、11n40，与高频通道连接；

当“本机—负载”插座插入短路插头时，装置与通道断开并接到装置内部附设的 75Ω 模拟负载电阻上；

当“通道—负载”插座插入短路插头时，通道通过 11n38、11n40 端子与装置内设 75Ω 模拟负载接通。

在正常运行状态下，应在“本机—通道”插座插入四芯短路插头。

6. SF—600 型高频收发信机开关电源 II（5 号插件）面板上有哪些指示灯，熄灭时代表什么含义？

答：该插件面板上部有 4 个发光二极管，分别表示“+5V”、“+15V”、“-15V”、“+24V”四组输出电压的工作状态。

任何一个发光二极管熄灭都表示该路电源失电。

7. SF—600 型高频收发信机前置放大（7 号插件）有哪些信号指示灯，有何作用？

答：该面板上部设有两个发光二极管指示灯，用于指示“功率放大”插件的工作状态。

(1) “发信指示”灯是在装置处于正常发信状态时点亮并保持。此信号可通过 9 号插件面板上的信号复归按钮复归，也可通过保护屏上的信号复归按钮复归。

(2) “过载指示”灯在发信状态下输出端发生开路或短路时点亮。

8. SF—600 型高频收发信机载供电路（8号插件）上有什么信号指示灯？

答：该插件面板上部设有“载供异常”灯，当载供电路出现异常时，该灯点亮并保持。

9. SF—600 型高频收发信机控制电路（9号插件）上有哪些元器件，作用是什么？

答：面板上部的一位数码管用于显示通道自动检测的次数，按保护屏上的复归按钮或装置信号复归按钮，可使数码管显示复零。

面板中部的“远方启信”四芯插座的作用是其上插入四芯短路插头时，装置具有远方启信功能，插头拔出此功能解除。在单独对收信回路测试时，必须解除远方启信功能，以防止引起发信机发信。因为发信机的强信号不仅会影响测试结果，而且会损坏测试仪器。

面板下部的四个按钮作用是：按“启信按钮”可使装置启动发信；在发信状态下按“停信按钮”可使装置停止发信；“闭锁复归”按钮是当装置异常而闭锁电路动作后，装置恢复到正常状态时，按此按钮可使闭锁电路返回正常状态；按下“信号复归”按钮，可以复归收发信机的保持信号。

面板右部的6个发光二极管用来记录保护装置送入到收发信机的各种启、停信动作信号以及本装置异常启信动作信号，这6个发光二极管分别指示“保护启信”、“位置停信”、“立即停信”、“其他保护停信”、“装置异常启信”、“保护故障启信”6个命令。

10. SF—600 型高频收发信机解调输出（10号插件）有哪些信号指示灯？

答：该面板上部的“收信指示”灯为收信机接收到大于收信灵敏度信号的灯光显示；“裕度告警”灯用作通道衰耗大到接收信号电平低于装置所规定的裕度值时给出告警信号；如通道衰耗值超过正常值3dB，插件面板上的“通道异常”灯点亮。

11. YBX—1 型高频收发信机有哪些功能插件？

答：该装置由10个功能插件组成，分别为：①收信高滤；②高频解调；③收信启动；④逻辑回路；⑤接口回路；⑥晶振合成；⑦前置放大；⑧线路滤波；⑨逆变电源；⑩功率放大。

12. YBX—1 型高频收发信机的收信启动插件面板上信号指示灯的含义是什么？

答：“电平正常”灯：正常运行时，通道中没有高频信号，灯不亮。在通道交换信号试验中，正常接收对侧高频信号时，灯亮。若灯不亮说明通道衰减变化已超过整定电平，或收信回路发生故障。

“接收信号”灯：收信回路收到本侧或对侧的高频信号时，灯亮。

“停信2”灯：输入停信2信号灯亮。

“停信3”灯：输入停信3信号灯亮。

13. YBX—1 型高频收发信机逻辑回路插件有哪些元器件，作用分别是什么？

答：“远方启动投入”插塞，将此插塞插上，装置的远方启动功能投入。

“试验”按钮：进行通道信号交换试验启动发信时，按此按钮。

14. YBX—1 型高频收发信机接口回路插件上信号指示灯的含义是什么？

答：“发信启动”灯：表示保护装置启动发信机发信，正常运行时不亮；保护启动发信后灯亮，并自保持。同时启动中央信号。

“停信 1”灯：表示保护装置停止发信机发信，正常运行时不亮，保护装置送来停止发信信号后此灯亮并自保持，同时启动中央信号。

“收信输出”灯：收信回路收到本侧或对侧发来的高频信号时，此灯亮，并保持，同时启动中央信号。在进行通道信号交换时，仅收到对侧的高频信号时，此灯亮，并自保持。

“发信监视”灯：发信回路发信，功率放大器有高频放大功率信号输出时，灯亮，并自保持，同时启动中央信号。

“保护故障”灯：保护装置本身发生故障送出触点以启动发信回路发信闭锁两侧保护设备，此灯亮，不保持。

“复归”按钮：按下此按钮，所有自保持信号复归。

15. YBX—1 型高频收发信机晶振合成插件上信号指示灯的含义是什么？

答：“合成”灯：正常运行时此灯亮，当该盘任一频率合成器的锁相环失锁或晶振源停振时，灯熄，信号灯不保持，并延时启动中央信号。

16. GSF—6 型高频收发信机由哪些功能插件构成？

答：该装置由 12 个功能插件组成，分别为：① 功率放大；② 逆变电源；③ 测量；④ 发信滤波；⑤ 触发；⑥ 解调；⑦ 收信滤波；⑧ 控制；⑨ 振荡；⑩ 前置放大；⑪ 逻辑；⑫ 接口。

17. GSF—6 型高频收发信机逆变电源插件（2 号插件）有哪些信号指示灯，熄灭时代表什么含义？

答：该插件面板上部有 4 个发光二极管，分别表示“-30V”、“-24V”、“-15V”、“+15V”4 组输出电压的工作状态。

任何一个发光二极管熄灭都表示该路电源失电。

18. GSF—6 型高频收发信机测量插件（3 号插件）表头的作用是什么？

答：本盘面板上的表头作指示收发信电平使用，收发信电平指示由量程切换信号控制。面板上绿色量程切换指示灯亮，完成量程切换工作。

量程切换之前的表头指示电平是发送信号电平。在收发信机发信时，面板表面应指示在发信蓝色区域中间。

量程切换之后的表头指示是接收信号电平。收发信机收对侧信号时，表头指示应在收信蓝色区域中间。

当在交换通道信号时，接收电平降低 3dB 时，表面应指示在-3dB 红色告警范围内。

19. GSF—6 型高频收发信机触发插件（5 号插件）上电压表头的作用及信号指示灯的含义是什么？

答：本盘的电压表头用于指示收发信状态。在正常状态下，表头指示在中间位置，当收发信机发信或接收对侧信号时，表头指示在“0”位置。

本盘的发光二极管为“3dB”告警灯。正常时不亮，衰耗大于或等于 3dB 时灯亮。

20. GSF—6 型高频收发信机振荡插件（9 号插件）信号指示灯的含义是什么？

答：本盘的发光二极管用于指示振荡器晶振的工作状态。收发信机正常工作时，发光二极管不点亮；振荡器停振时，发光二极管应点亮，并送出一对告警触点。

21. 现场运行人员在正常运行状态下，应对 YBX—1 型高频收发信机做哪些监视和检查？

答：正常运行状态下，值班运行人员在每日当班和交接班时，应巡视以下各插件上的信号灯的工作状况：

- (1) 逆变电源插件：+15、-15、+24V 和 -40V 灯亮，电源启动开关在压入位置。
- (2) 晶振合成插件“合成”灯亮。
- (3) 功率放大插件表头指示值为零，收、发信按钮在弹出位置。
- (4) 接口回路及收信启动插件所有指示灯均不亮。
- (5) 逻辑回路插件作为高频闭锁方式使用时，“远方启动投入”插头在插入位置。

22. 简述 YBX—1 型高频收发信机交换信号的方法。

答：作为高频闭锁方式使用时，按动一下保护屏上的“通道试验”按钮，收信启动插件上的“电平正常”灯、“接收信号”灯，接口回路插件上的“收信输出”灯、“发信监视”灯表示情况及功率放大插件上的表头指示应如表 2-3-1 所示（注意：不要按收信高滤插件上的“8dB 衰耗”按钮）。

表 2-3-1 YBX—1 型交换信号试验流程表

名 称	发信情况 表示情况	对侧发信	两侧同时发信	本侧发信
表头	发信	※	V	V
	收信	V	V	V
高频 相差 方式	电平正常灯	V	※	※
	接收信号灯	V	V	V
	收信输出灯	V	V	V
	发信监视灯	※	V	V
	发信启动灯	V	V	V

0 5 10 15s

注 ※ 不作要求；V—表头有指示或信号灯亮。

23. 简述 YBX—1 型高频收发信机异常情况时的处理方法。

答：(1) 在交换信号时，如发现在 0~5s 内“接收信号”灯亮，而“电平正常”灯不

亮，则说明能收到对侧高频信号，但通道衰耗已增加了 3dB。应再交换一次信号，在 0~5s 内按下收信高滤插件上的“8dB 衰耗”，如“接收信号”灯仍然亮，则说明通道余量仍大于 8dB。这时不必停用高频保护，但应立即报告省调并通知继电保护人员处理。

(2) 遇有下述情况之一，必须立即报告省调，由省调下令将本线路两侧高频保护同时停用，并通知继电保护人员处理：

1) 在交换信号时，如发现在 0~5s 内，“电平正常”灯和“接收信号”灯均不亮。

2) 在交换信号时，如发现在 0~5s 内，“接收信号”灯亮，但“电平正常”灯不亮，此时应再交换一次信号，在 0~5s 内按下“8dB 衰耗”按钮，“接收信号”灯不亮时。

(3) 晶振合成插件中的“合成”灯不亮。

(4) 逆变电源插件中 +15、-15、+24、-40V 灯之一不亮。

24. 当高频保护动作时，应记录高频收发信机的哪些信号？

答：保护动作后运行人员应记录收发信机面板上的“发信”灯与“停信”灯情况，然后复归信号。

25. 现场运行人员在正常运行状态下，应对 GSF—6 型高频收发信机作哪些监视和检查？

答：在正常运行状态下，值班运行人员在每日当班和交接班时，应巡视以下内容：

(1) 逆变电源插件上电源启动开关在“ON”的位置，并且 +15、-15、-24V 和 -30V 灯亮。

(2) 振荡器插件上“停振告警”灯应不亮。

(3) 发信滤波插件上的四脚插头应插在线路上。

(4) 控制盘插件上常发开关打在“待发”位置上，“已发信”指示灯应不亮。

(5) 接口插件上各指示灯应不亮。

26. 简述 GSF—6 型高频收发信机交换信号的方法。

答：按动一下保护屏上的“通道试验”按钮 YA，0~5s 为对侧单发，5~10s 为两侧同发，10~15s 为本侧单发。在对侧发信时，测量盘插件上表头的指针应落在收信蓝色区域中间，同时绿色量程切换指示灯亮。在本侧发信时，测量盘插件上表头的指针应落在发信蓝色区域中间，同时绿色量程切换指示灯应不亮。交换信号后，按复归按钮，复归收发信机所有的信号表示。

27. 简述 GSF—6 型高频收发信机异常情况时的处理方法。

答：遇有下述情况之一，必须立即上报省调并通知继电保护人员处理，由省调下令将两侧高频保护同时停用：

(1) 在通道交换信号时，触发器插件上电平 3dB “告警”灯亮，同时测量盘插件上表头的指针落在 -3dB 红色告警范围内。

(2) 振荡器插件上“停振告警”灯亮。

(3) 逆变电源插件上 +15、-15、-24V 和 -30V 灯之一不亮。

(4) 接口插件上“保护故障”灯亮。



28. 现场运行人员在正常运行状态下，应对 SF—500 型高频收发信机作哪些监视和检查？

答：在正常运行状态下，值班运行人员在每日当班和交接班时，应巡视以下内容：

- (1) 开关电源插件上电源开关 SA 在“ON”位置，并且 +15V、-15V、+5V 和 +48V 4 个电源指示灯应亮。
- (2) 载供电路插件上“锁定指示”灯应亮。
- (3) 发信输出插件上的四芯短路插头应插在“本机—通道”位置。
- (4) 控制电路 I 插件上“远方启信”插座上的四芯短路插头应插上。
- (5) 与 LFP—900 系列微机保护配合使用时，控制电路插件上的“远方启信”插座上的四芯短路插头不应插上。

29. 简述 SF—500 型高频收发信机交换信号的方法。

答：按动一下保护屏上的“通道试验”按钮，线路滤波插件上的“四位数码屏”，解调输出插件上的“收信指示”灯及“裕度告警”灯，控制电路 I 插件上的“通道异常”灯及功率放大插件上的“发信指示”灯的显示情况如表 2-3-2 所示。

表 2-3-2 SF—500 型交换信号流程表

名 称	对侧发信	两侧同时发信	本侧发信
四位数码屏	×	※	f0
发信指示灯	※	V	V
收信指示灯	V	V	V
裕度告警灯	×	×	×
通道异常灯	×	×	×

注 ※—不作要求；V—信号灯亮；×—信号灯不亮。

30. 简述 SF—500 型高频收发信机异常情况时的处理方法。

答：异常情况时的处理方法如下：

(1) 在交换信号时，发现控制电路 I 插件上“通道异常”灯亮，说明通道衰耗已增加了 3dB。如此时解调输出插件上“收信指示”灯亮，并且“裕度告警”灯不亮，则说明仍能收到对侧高频信号。这时不必停用高频保护，但应立即报告省调并通知继电保护人员处理。

(2) 下述情况之一，必须立即报省调，由省调下令将两侧高频保护停用，并通知继电保护人员处理。

- 1) 在交换信号时，功率放大插件上“过载指示”灯亮。
- 2) 在交换信号时，解调输出插件上的“收信指示”灯不亮或“裕度告警”灯亮。
- 3) 载供电路插件上“锁定指示”灯不亮。
- 4) 开关电源插件上 +15、-15、+5V 和 +48V 灯之一不亮。

第四章 常规线路保护

1. 简述距离保护的定义及其特点。

答：所谓距离保护，就是反应保护安装处至故障点的距离（或阻抗），并根据距离的远近而确定动作时间的一种保护装置。它是通过阻抗继电器来测量保护安装处的电压 U_j 和电流 I_j 的比值，以测量故障点至保护安装处的阻抗 Z_j ，即 $Z_j = U_j / I_j$ 。当测量阻抗 Z_j 小于阻抗继电器的整定值时，阻抗继电器就动作。

由于距离保护的测量阻抗的数值不随运行方式而变。因此在采用电流、电压保护不能满足继电保护选择性、快速性、灵敏性的高压线路上，距离保护得到了广泛的应用。

2. 距离保护装置按其作用可分成几部分？

答：距离保护按作用分，可分为四部分：①启动元件；②测量元件；③电压断线闭锁装置；④振荡闭锁装置。

3. PJH—11D 型距离保护正常运行时处于励磁状态的继电器有几块，名称及作用分别是什么？

答：PJH—11D 型距离保护正常运行时处于励磁状态的继电器有 3 块，它们是：

- (1) QDJ 整组启动继电器，兼作负序、零序电流增量元件 FLJ 的重动继电器。
- (2) QHJ 距离保护 I、II 段电压切换继电器。
- (3) BKJ 控制振荡闭锁开放时间（指 II 段）的继电器。

4. 简述运行中切换母线时，距离保护的注意事项。

答：运行中切换母线时，常常需要将距离保护由一组母线的电压互感器切换到另一组母线的电压互感器上，为了避免距离保护失去电压误动作，通常操作程序是先使两条母线都带电，再由两段母线的电压互感器二次侧带电并联供电给距离保护，然后断开欲停电的电压互感器二次侧断路器，最后，才断开母联断路器。严禁由于操作顺序错误造成的电压互感器反充电，使得保护失压。

5. 距离保护运行中出现哪些信号时需停用？

答：当发出“交流电压回路断线”、“装置总闭锁”、“直流消失”、“振荡闭锁动作”不复归和“装置异常”信号时，应立即停用距离保护。

6. 简述距离保护投入运行的顺序。

答：无论何种距离保护装置，在投入时首先要投交流电压回路，然后再投直流回路，确认无误后，方可投入跳闸连接片。

7. 重合闸按其作用于开关的方式、按重合闸方式如何进行分类？

答：按重合闸作用于开关的方式可分为三相重合闸、单相重合闸和综合重合闸，按重合闸方式可分为检同期重合闸、捕捉同期重合闸及非同期重合闸。

8. JZZC—3 型综合重合闸装置利用切换开关 QK 可实现几种重合闸方式，分别是什么？

答：可实现四种重合闸方式：

- (1) 综合重合闸方式 [1+3]。
- (2) 单相重合闸方式 [1]。
- (3) 三相重合闸方式 [3]。
- (4) 停用重合闸方式 [0]。

9. 简述线路采用综合重合闸方式在发生单相、相间永久性故障时的动作行为。

答：单相故障：切单相，单相重合，如确定为永久性故障再切三相。相间故障：切三相，三相重合（带有或不带有控制元件），如确定为永久性故障再切三相。

10. 简述 JZZC—3 型综合重合闸装置中 1YJJ、2YJJ、3YJJ 继电器的作用。

答：1YJJ——断路器操作气（液）压降低时，闭锁了重合闸的中间继电器。它仅反应重合闸前的气（液）压，如在重合前气（液）压在整定值以上时，就可以进行一个重合闸循环动作。

2YJJ——气（液）压降低到不允许跳闸的中间继电器。

3YJJ——气（液）压异常中间继电器，它动作后将闭锁断路器的一切操作。

11. 重合闸装置何时应停用？

答：重合闸装置在下列情况时应停用：

- (1) 运行中发现装置异常。
- (2) 电源联络线路有可能造成非同期合闸时。
- (3) 充电线路或试运行的线路。
- (4) 经省调主管生产领导批准不宜使用重合闸的线路（如根据稳定要求不允许使用重合闸的）。

12. 运行人员在运行中每月应检查几次重合闸，如何检查？

答：运行人员每月应使用重合闸试验按钮 YA 对重合闸进行一次检查，试验应在断路器合闸状态下进行，观察重合闸继电器充放电情况应正确。按 YA 保持住，使重合闸时间继电器动作，当 ZJ 励磁瞬间氖灯熄灭，经 15~25s 氖灯应点亮。

13. 当一条线路配有微机保护和常规重合闸时，怎样投重合闸？

答：线路配有微机保护和常规重合闸时，两套保护的重合闸把手投相同位置，投入常规重合闸合闸连接片，断开微机保护合闸连接片。

14. 何为故障判别重合闸？

答：因电网稳定要求，对某些负荷线路实现单相故障跳三相允许重合，多相故障时跳三相不允许重合，称为故障判别重合闸。

15. 分相横联保护分为哪两种，主要应用在哪种线路上，其原理本身存在的缺陷是什么？

答：分相横联保护包括分相横差保护和分相平衡保护，其用在 220kV 大电流接地系统的平行双回线上，作为双回线各种故障的主要保护，其原理本身带来一个缺点，即有 10%~15% 的相继动作区，使线路不能达到全线速动。

16. 双回线中一回线停运时，如何处理横差、平衡保护？

答：双回线中一回线停运时，双回线两侧平衡或横差保护均停用。

17. 双回线中一回线一侧由旁路断路器代送时，如何处理横差、平衡保护？

答：双回线中一回线一侧由旁路断路器代送时，代送侧双回线平衡或横差保护停用。如果平衡或横差保护可切换至旁路断路器运行，则不停。

18. 双回线中之一由单侧空充电时，如何处理横差、平衡保护？

答：双回线中之一由单侧空充电时，投入充电线路充电侧的平衡或横差保护，该线路对侧和另一线路两侧的平衡或横差保护跳闸连接片均断开。

第五章 3/2 接线断路器保护

1. 简述 3/2 断路器接线的断路器失灵保护的配置原则和动作过程。

答：3/2 断路器接线失灵保护按断路器为单元设置，断路器失灵保护，失灵保护动作后应先瞬时作用于本相拒动断路器的两个跳闸线圈使之跳闸，再经一短延时跳该拒动断路器三相及有关断路器。靠近两母线侧的断路器失灵保护应启动各自母线保护出口继电器，使该母线上的所有断路器跳闸，并使中间断路器也跳闸。中间断路器失灵保护动作后使靠近两母线的断路器跳闸，并均应能提供启动两套远方跳闸发信装置，远跳线路对侧断路器。

2. 远方跳闸装置目前采用何种跳闸方式？

答：（1）不通过就地故障判别元件按“二取二”瞬时跳闸方式。所谓“二取二”方式是指使用两套远方收发信设备，两个通道，两个不同工作频率。只有当这两套装置同时动作发出跳闸命令才允许对端跳闸。本端只装发信装置，对端只装收信装置。

（2）收信装置端增加就地故障判别元件控制的“二取一”延时跳闸方式。即两套远方跳闸收信装置中任一套收到跳闸命令后，须经故障判别元件判断是否存在故障后才允许延时跳闸。

3. 为什么 3/2 断路器接线方式需装设短引线保护？

答：短引线保护是 3/2 断路器接线方式所特需的，当输电线路（或发电机—变压器组、高压备用变压器等其他连接元件）停电进行检修时，线路（或发电机—变压器组、高压备用变压器等其他连接元件）隔离开关被断开后，而 3/2 断路器接线中该串断路器仍保留在运行中，此时该串两电流互感器之间的短引线发生短路故障时，原线路的各保护装置因使用线路出口上的电容式电压互感器而不能动作跳闸，故必须装设短引线保护。

4. 简述 ALPS 保护正常运行的监视内容。

答：保护装置正常电源投入，液晶显示当时时间和保护状态指示灯 STATUS—正常时绿色，异常告警闭锁保护时红色。

TRIP 灯——正常时绿色，发生事故跳闸时红色。

5. 运行中怎样查询 ALPS 信息？

答：INF 用来查看存于继电器内的信息，因而不需要任何优先级。按 INF 键，运行访问下列信息：①ALPS 状态信息；②故障信息；③当前值；④触点转换器状态；⑤数字量输出状态；⑥事件信息；⑦通信口令；⑧站/线编号；⑨ALPS 模型/版本；⑩录波捕捉。

使用箭头键选择要求的目录，也可以使用直接输入目录编号的方法。使用上下键可以滚动目录列表，也可键入目录的编号。如果键入了目录编号，将显示在右上角。当选择了某目录后按下 ENT 键，该目录的头三项信息将显示出来。使用箭头键可以显示其他的信息。只

有在选择查看信息时，光标才显示出来，而当查看信息时又变得不可见。在任何时候都可按 INF 键回到目录列表，从而可选择其他目录。

6. ALPS 保护装置工作正常，自检出致命错误、非致命错误，其他状态时各显示什么信息？

答：如果继电器工作正常，将显示“STATUS: OK”，如果自检出致命错误，则显示“STATUS: FAIL”。如果不是致命错误而是非致命错误，则显示“STATUS: WARN”。如果硬件没有问题，但仍可能有许多其他状态，此时显示“STATUS: MISC”。

7. ALPS 保护装置如何进行异常信息状态命令查找？

答：异常信息状态命令查找的方法为：

- (1) 按 INF 键，用↑、↓键滚动，直至显示为 1、ALPS status。
- (2) 按 ENT 键，显示器显示有故障存在 STATUS: FAIL。
- (3) 按↑键得到所有故障的详细报告。

8. ALPS 保护装置出现异常如何处理？

答：现场运行人员在确定保护装置存在异常时，无论是严重告警或不严重告警，均应立即停用保护装置，并通知继电保护人员立即处理。

9. ALPS 保护屏上重合闸开关 1、3、0 位，高频开关 ON、OFF 位，跳闸开关 1、3 位的含义是什么？

- 答：(1) 重合闸开关：1 位是单相重合闸；3 位是三相重合闸；0 位是停用重合闸。
- (2) 高频开关：ON 位置高频投入；OFF 位置高频退出。
- (3) 跳闸开关：1 位是单跳方式；3 位是三相方式。

10. 对并联电抗器 GZK—JC 集成电路保护屏特殊运行规定是什么？

答：GZK—JC 集成电路保护屏必须加装金属屏蔽网，正常运行时前、后屏门要关紧，不允许在 GZK—JC 集成电路保护屏附近使用对讲机或无线电话。



第六章 母线及失灵保护

1. 对母线保护的基本要求是什么？

答：(1) 保护装置在动作原理和接线上必须十分可靠，母线故障时应有足够的灵敏度，区外故障及装置本身故障时保证不误动。

(2) 保护装置应能快速地、有选择性地切除故障母线。

(3) 大接地电流系统的母线保护，应采用三相式接线，以便反应相间和接地故障；小接地电流系统的母线保护，应采用两相式接线，只要求反应相间故障。

2. 简述母联电流相位比较式母差保护三极刀闸 P 如何使用？

答：在运行过程中，有可能出现下述运行方式：

(1) 单母线运行；

(2) 虽双母线运行，但其中一条母线没有电源；

(3) 利用母联断路器向另一组母线充电；

(4) 倒闸操作过程；

(5) 利用母联断路器代替连接元件断路器运行。

在以上运行方式下，都有可能在母联回路中没有电流或不适合作为选择元件正常工作的比较电流，其结果在母线故障时，使选择元件不能正常工作，造成母差保护不正确动作。所以，出现上述运行方式时，必须把选择元件退出工作，用三极隔离开关 P 短接选择元件，这时，母差保护按完全电流差动保护方式工作，只要启动元件动作，就把母线全部连接元件切除。P 闭合后，信号灯 HD 亮，以示标志。

3. 简述母差、失灵保护加装复合电压闭锁的目的。

答：加装复合电压闭锁回路的目的是，一是为了当母联断路器首先跳开后，无故障母线的复合电压闭锁装置将返回，使母差（失灵）保护跳无故障母线上的线路回路增加了一个断开点，进一步保证不误动。二是防止运行人员误碰母差（失灵）保护出口继电器时，发生母差（失灵）保护误动作。

4. 简述对母联电流相位比较式母差保护的正常运行要求。

答：(1) 双母线通过母联断路器并列运行，两母线分配一定数量的元件。

(2) 电流相位比较式母差保护不受母线连接数量的限制，也不要求固定连接，但要保证每条母线至少有一个电源元件。

(3) 母差保护使用的交流电流回路，其二次差流，正常时用毫安表检查应不大于 100mA。

5. 运行中检测母线保护差流，何时停用母差保护？

答：当出现下述情况时，母差保护须停用：①差流值大于 100mA；②正常无差流存在，突然出现差流，但不大于 100mA。

6. 当母差保护出现电压回路断线、电流回路断线信号表示时应如何处理？

答：当电压回路断线信号表示时，保护仍可继续运行。在此期间，母差保护回路上不允许作业，须通知有关人员迅速处理。

当电流回路断线信号表示时，立即停用母差保护。

7. 何谓断路器失灵保护？

答：系统发生故障，故障元件的保护动作，而其断路器操作失灵拒绝跳闸时，通过故障元件的保护作用于同一变电所相邻元件断路器使之跳闸的保护，称为断路器失灵保护。

8. 断路器失灵保护由哪几部分组成？简述其动作过程。

答：失灵保护由以下几部分组成：①启动回路；②时间元件；③出口跳闸回路；④信号回路；⑤防误动复合电压闭锁回路。

当线路（元件）发生故障，断路器跳闸时发生断路器失灵，此时线路（元件）保护出口继电器不返回，通过相电流判别断路器拒动相别去启动失灵保护，经复合电压闭锁把关，失灵保护先以相对较短的时间跳开母联断路器及分段断路器，然后以相对较长的时间跳开失灵断路器所在母线上的其他断路器。

9. 母差、失灵保护电压切换连接片如何使用？

答：母差、失灵保护电压切换连接片正常时不投入使用，当一条母线停电或一台电压互感器停用时，应相应切换电压闭锁连接片，停电母线或电压互感器电压闭锁连接片退出运行。

10. 失灵保护相电流判别元件正常可否处在动作状态，为什么？

答：可以。

相电流判别元件的定值要保证对被保护元件发生各种类型区内故障时有足够的灵敏度，因此为了保证灵敏度要求，允许某些元件失灵保护相电流判别元件正常运行时处于动作状态。

11. PMH 系列母差保护内连运行回路作用是什么？

答：在双母线倒闸操作过程中，当隔离开关双跨时称为双母线内连运行方式。这种运行方式破坏了两组选择元件的电流平衡分配，特别是在母线发生内部故障时，隔离开关双跨元件不提供短路电流或提供的短路电流远小于其他元件提供的短路电流时，两组选择元件动作异常，母线保护可能拒动。因此，此时投入内连回路（或连接片），如果发生内部故障，将由启动元件、复合电压闭锁元件动作，来跳开两段母线上的所有元件。

12. PMH 系列母差保护交、直流切换回路的作用是什么，对其的要求是什么？

答：为了保证母线保护在双母线连接元件倒闸操作后，母线保护具有选择性，保护设置了交流电流回路和直流回路的切换回路。

切换回路应具有足够的可靠性，即使切换回路不正常工作也不应造成保护的误动作，应能及时发出告警信号，更不能因电流回路开路而造成电流互感器的损坏。

13. 当 PMH—40 系列母差保护出现“交流断线信号”、“电压断线信号”表示时如何处理？

答：当“交流断线”信号表示时，要立即停用母差保护，即停用母差保护连接片 LP0，然后报省调，并通知继电保护人员处理。失灵保护仍运行。

当电压断线信号表示时，保护可继续运行，但此期间不准在母差回路上进行作业。

14. 新设备投产时，母差保护应如何操作？

答：新投元件必须接入母差回路。在新元件充电试验时，母差保护只投新元件和与之串带开关的跳闸连接片，母差保护跳其他元件的连接片全部断开。充电完毕后，新元件带负荷前，断开母差保护的所有跳闸连接片，然后利用负荷电流测量母差保护相位，确认相位正确之后，母差保护方可投入运行。

15. 简述用母联兼旁路断路器代线路时、母差保护的注意事项。

答：（1）母联断路器的母差电流互感器切换开关应切换至“代线路”位置。

（2）母联断路器的母差跳闸连接片投在与开关相对应的母线位置上。

（3）若被代线路电流互感器回路有作业时，应将该电流互感器从母差保护回路中断开。

16. 简述 PMH—40 系列母差保护构成及原理。

答：PMH—40 系列母差保护由具有比率制动特性的启动元件、选择元件所构成，是一种快速、灵敏、中阻型的电流瞬时值差动原理实现的常规母线差动保护。主要由辅助变流器、双位置继电器、启动元件、选择元件交流回路断线闭锁继电器、无源复合电压闭锁元件及出口元件等组成，可以满足母线各种运行方式下对母线保护的配置要求。

17. 为什么要设置母线充电保护，BP—2A 型装置如何实现母差保护？

答：一段母线经母联断路器对另一段母线充电时，若被充电母线存在故障，此时需由充电保护将母联断路器跳开。为防止由于母联 TA 极性不对造成的误动，一般在充电的短时间内将母差保护闭锁。

BP—2A 型装置接到充电保护投入的触点信号后，便将差动保护闭锁，同时判别母联电流是否越限，若母联电流越限且复合电压动作，则经过可整定延时后，将母联断路器跳开。当母线充电保护投入触点延时返回时，差动保护将正常投入。

18. BP—2A 型装置中采用哪两种方法来判别 TA 断线？

答：一种方法是根据差电流来判别，当差电流越限且母线电压正常，则认为是 TA 断线。

另一种方法是依次检测各单元的三相电流，若某一相或两相电流为零而另两相或一相有负荷电流，则认为是 TA 断线。

以上两种方法取“或”的关系，当判别出 TA 断线后，立即闭锁差动保护，并延时告警。

19. BP—2A 型装置如何判 TV 断线，TV 断线后是否闭锁母差保护？

答：TV 断线是通过母线复合电压来判别的。当判别母线上出现低电压、负序电压或零序电压时，装置将经延时发出 TV 断线告警信号。TV 断线不闭锁母差保护。

20. 如何操作 BP—2A 型装置大差退出连接片、充电保护投入连接片？

答：大差退出连接片，正常运行时断开，母联断路器断开，双母线分裂运行时投入；充电保护投入连接片，正常运行时断开，利用母联断路器给母线充电时投入。

21. BP—2A 型装置运行时液晶屏循环显示哪些信息？

答：在保护运行时液晶屏循环显示如下信息：

- (1) 保护配置：显示此时差动保护、失灵保护出口及充电保护的投退情况。
- (2) TV 切换：显示两段母线 TV 投、退情况。
- (3) 大差电流：保护实时测得的母线三相大差电流数值。
- (4) 母线电压：保护实时测定的各段母线三相电压，零序和负序电压数值。
- (5) 保护随机自检结果和出错信息。

22. 简述 BP—2A 型装置故障打印报告内容。

答：该装置具有故障录波功能，可以记录区内故障时的故障信息和故障前 1 个周波到故障后 9 个周波的电流、电压波形。记录区共可储存 6 次最新的区内故障信息，运行人员可以根据故障时间选择打印，进行故障和装置动作情况分析。故障信息包括：

- (1) 故障发生时间。
- (2) 故障时，装置的实际定值表，隔离开关辅助触点位置和失灵启动接点状态。
- (3) 故障发生在哪一段母线，以及故障相别。

故障波形包括所有与故障母线相连的各单元电流波形、各段母线电压波形、大差电流的波形、保护动作脉冲波形。所有波形图，从故障前 1 个周波开始到故障后 9 个周波结束。

23. BP—2A 型装置在保护运行状态下，如有隔离开关变位信号发出，隔离开关强制开关如何使用？

答：在保护运行状态下，如有隔离开关变位信号发出，应检查本装置的第一层运行方式模拟指示信号，是否同实际的运行方式一致。若一致，复归隔离开关变位信号，若不一致，可先强制按下对应单元的开关，使指示灯同运行方式一致，再去检查隔离开关信号的输入，待恢复完毕后，取消对应的强制开关，使运行方式自适应有效。

24. BP—2A 型母差保护 TV 切换把手有几个位置，各位置的含义分别是什么？



答：TV 切换把手有三个位置：

- (1) 向上位置：I、II 段母线 TV 投入；
- (2) 向左位置：I 段母线 TV 退出，II 段母线 TV 投入；
- (3) 向右位置：II 段母线 TV 退出，I 段母线 TV 投入。

25. BP—2A 型母差保护切换把手有几个位置，各位置的含义分别是什么？

答：保护切换把手有三个位置：

- (1) 向上位置：I 母差保护投入，失灵保护投入；
- (2) 向左位置：母差保护退出，失灵保护投入；
- (3) 向右位置：母差保护投入，失灵保护退出。

26. BP—2A 型母差保护运行中怎样开机？

答：先合上机柜背面 1K、2K 两个开关，使 +220V 电压送入机柜，依次合上差动元件电源开关（电源 I）、闭锁元件电源开关（电源 II）、+24V 电源开关（电源 III）、管理机电源开关（电源 IV）。最后检查差动、闭锁元件的液晶屏，显示出自检正常后再合上电源检测插件的出口投入开关到“ON”位置，使整机运行。

27. BP—2A 型母差保护运行中怎样关机？

答：先关电源检测插件的出口投入开关到“OFF”位置，再依次关断 +24V 电源开关（电源 III）、闭锁元件电源开关（电源 II）、差动元件电源开关（电源 I）、管理机电源开关（电源 IV），最后拉开机柜背面 1K、2K 两个开关，使机柜断电。

28. 运行人员如何校对 BP—2A 型母差保护的时钟？

答：运行人员要保证装置时钟的准确性，定期校验时钟。运行人员在主菜单中选择“时钟校对打印”，按 ENT 键确认，对时钟进行校对并显示时钟走时。该项分为三个功能：时间校对、日期校对和时钟显示，可以设置月、日、时、分、秒。

29. S—915AB 型微机母线保护装置有哪些保护功能？

答：该装置设有母线差动保护、母联充电保护、母联死区保护、母联失灵保护、母联过流保护、母联非全相保护及断路器失灵保护功能。

30. RCS—915AB 型微机母线保护装置有几种比率差动保护元件？

答：装置设有常规比率差动元件和工频变化量比例差动元件。

31. RCS—915AB 型微机母线保护装置中，有哪几种保护启动母联失灵保护？

答：通常情况下，只有母差保护和母联充电保护才启动母联失灵保护。当投入“投母联过流启动母联失灵”控制字时，母联过流保护也可以启动母联失灵保护。

32. RCS—915AB 型微机母线保护，如何打印报告？

答：进入主菜单，选择“打印报告”，按“→”键，按键“↑”和“↓”用来上下滚动，选择要打印的报告，按“确定”键打印选择的报告。

33. RCS—915AB 型微机母线保护，如何修改时钟？

答：进入主菜单，选择“修改时钟”，按“确定”键，液晶显示当前的日期和时间。按键“↑”、“↓”、“←”、“→”用来选择要修改位，按键“+”和“-”用来修改。按“取消”键为不修改返回，“确定”键为修改后返回。

34. RCS—915AB 型微机母线保护“位置报警”灯亮，应如何处理？

答：运行人员检查隔离开关位置，通过模拟盘用强制开关指定相应的隔离开关位置状态，必须在保证隔离开关位置无误的情况下，再按屏上隔离开关位置确认按钮复归报警信号。隔离开关辅助触点检修结束后必须及时将强制开关恢复到自动位置。

35. WMZ—41B 型微机母线保护有哪些预告信号？

答：WMZ—41B 型微机母线保护预告信号包括 TA 断线告警、TA 断线闭锁、I 母 TV 断线、II 母 TV 断线、自检错误、识别错误、互联状态。预告信号采用黄色发光字。

36. 正常运行时装置的主界面都显示什么？

答：正常运行时装置的主界面循环显示四屏：“装置型号、软件版本号、当前时间”、“保护功能投退状态”、“母线线电压信息”、“母线各相差流”，按“退出”键可加快翻页速度。按“确认”键进入一级菜单，在每级菜单里都有提示性语句，提示相应的操作。

37. 如何进行电流通道系数的整定？

答：当母线连接的各单元主 TA 变比不一致时，必须将各单元电流变换后的数值乘以各自相应的通道平衡系数，使同一差动判据中所有单元电流有相同的总传变变比（即主 TA 变比与通道平衡系数之积）相同，从而达到电流平衡的目的。本母线保护装置中电流通道平衡系数可通过键盘整定，各主 TA 变比差异允许为非整数倍。

电流通道系数的设定方法为：以所有单元中最大 TA 变比 N 为基准进行折算，即将 TA 变比最大的单元所对应的通道系数设定为 1，其他各单元的通道系数则为该单元 TA 变比除以基准变比 N 的商值。例如，母线连接的各单元 TA 变比为 L1: 1200/5, L2: 800/5, L3: 600/1, L4: 300/5，则将 1200/5 作为基准变比，各单元的通道系数为 L1: 1, L2: $800/1200=0.667$, L3: $600/1200=0.5$, L4: $300/1200=0.25$ 。

38. 在运行过程中，当发现某单元隔离开关辅助触点指示的运行状态与一次系统不符合时，如何处理？

答：在运行过程中，当发现某单元隔离开关辅助触点指示的运行状态与一次系统不符合时，可将对应单元的小开关拨在“强制闭合”位或“强制断开”位置，手动强制使母线差动保护的运行方式字与一次系统实际运行方式相符。然后检查隔离开关的实际位置及辅助触点的接触情况。

39. 什么叫母线的“互联状态”，WMZ—41B型微机母线保护如何适应？

答：在双母线倒闸操作过程中，当同一单元的Ⅰ母及Ⅱ母隔离开关辅助触点同时闭合时，双母线处于互联方式，这就叫母线的“互联状态”。WMZ—41B型微机母线保护随之也自动进入互联状态。在互联状态下，视“Ⅰ母及Ⅱ母”为单母线运行方式，母线保护仅由大差构成，两小差不起作用。此时无论Ⅰ母或Ⅱ母上发生故障，大差将动作于切除两段母线上所有连接单元。

此外，WMZ—41B型微机母线保护除自动适应母线互联状态外，还配置手动“互联投切”开关操作。若大差平衡，而两小差都不平衡时，装置则强制互联。无论“自动互联”“手动互联”或“强制互联”启动，装置均发“互联状态”信号，提示运行人员。

倒闸操作完毕后，一次系统恢复正常双母线并列运行，保护装置中的两运行方式字随之跟踪，自适应双母线运行方式。

采用“手动互联”，当倒闸操作完毕后，应及时退出“互联投切”开关，并确认“互联状态”信号灯不亮。

40. 运行人员正常巡视时必须检查哪些项目？

答：(1) 正常运行，“运行监视”灯为绿色闪烁。“通讯监视 A”、“通讯监视 B”、“通讯监视 C”灯循环闪亮。电源指示灯亮。通信指示灯正常。其他灯不亮。

(2) 检查并确认运行方式灯与一次运行方式一致。

(3) 液晶循环显示正常。

(4) 当相应中央信号发出时，应记录光字牌具体内容，并记录装置显示的具体信息，及时汇报相关部门处理。

(5) 经常核对装置的时钟，当与标准时钟误差大于 5min 时，需要手动修正时钟。

41. WMH—800 型微机母线保护装置有哪些保护功能？

答：装置设有母线差动保护、母联充电保护、母联死区保护、母联失灵保护、母联过流保护、母联非全相保护及断路器失灵保护等功能。

42. 画出 WMH—800 型微机母线保护总体结构示意图。

答：该总体结构示意图如图 2-6-1 所示。

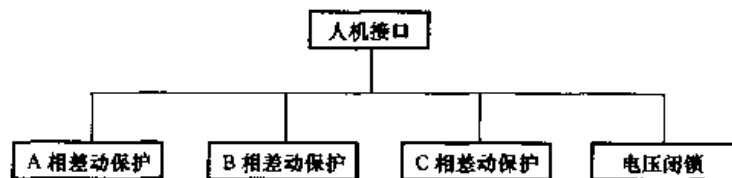


图 2-6-1 WMH—800 微机母线保护装置总体结构示意图

43. 说明 WMH—800 型微机母线保护中，死区保护原理？

答：母联死区保护根据母联 TA 的不同布置分以下情况：

(1) 母联断路器两侧装设两组 TA，交叉接线，不存在死区，差动保护不装设死区保护。

(2) 母联断路器仅一侧装设 TA，如图 2-6-2 所示。

在双母线接线中，k 点发生故障，对 II 母差动保护来说为外部故障，II 母差动保护不动；对 I 母差动保护为内部故障，I 母差动保护动作，跳开 I 母上的连接元件及母联断路器。但此时故障仍不能切除，针对这种情况，采用 I 母母差动作跳开母联断路器后检测母联断路器的跳位开入，若有跳位开入，则封掉母联 TA，破坏

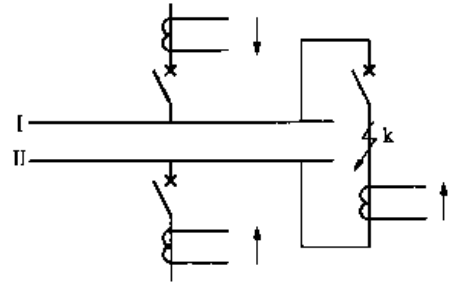


图 2-6-2 母联死区故障示意图

II 母电流平衡，加速 II 母差动保护动作，最终切除故障。若没有把母联的跳位触点引入保护装置，或者保护没有识别到母联 TWJ，则母联死区故障时保护自动按母联失灵来处理。

44. WMH—800 型微机母线保护如何打印定值？

答：在主菜单下选择“定值管理”，按“ENTER”键进入子菜单，选择“定值打印”，按“ENTER”键，将光标停在“保护模块”右边的 CPU 上时按“ENTER”键，产生一个下拉菜单，通过“↑”、“↓”键选择 CPU 号，按“ENTER”键，通过“↑”、“↓”键把光标移到“√”位置时，按“ENTER”键打印定值。

45. 说明 WMH—800 型微机母线保护倒闸过程中差动保护逻辑。

答：倒闸过程中差动保护逻辑如下：

双母线系统，在倒闸过程中，当某一连接单元的两副隔离开关同时闭合时，两条母线通过隔离开关短接，成为单母线。因此，差动保护不再作故障母线的选择，而直接切除双母线上所有连接单元。

双母线系统在进行倒闸操作时，用户可能要求禁止跳母联断路器（去掉电源熔断器）。从去除保险到两隔离开关同时闭合，时间可能较长，若此过程母线发生故障，非故障母线只能靠母联失灵保护切除，增加了故障的切除时间。装置设置了一个“母线互联”连接片，倒闸前投入此连接片，即认为系统进入倒闸过程中。倒闸结束后退出此连接片。若母联失灵延时系统可以接受，也可不用该连接片。

46. WMH—800 型微机母线保护装置全停时注意什么？

答：装置有故障或需将保护全停时，先断开跳闸出口连接片，再断开直流电源开关。

第七章 电力变压器保护

1. 变压器应装设哪些保护，各有什么特点？

答：(1) 重瓦斯、轻瓦斯保护：防止变压器油箱内部故障和油位降低，重瓦斯作用于跳闸，轻瓦斯作用于信号。

(2) 纵联差动和电流速断保护：防止变压器引出线相间故障，预防中性点直接接地电网侧绕组和引出线的接地短路及匝间短路，作用于跳闸。

(3) 过流保护：作为瓦斯、纵差、速断及穿越故障的后备保护，作用于跳闸。

(4) 零序保护：预防中性点直接接地电网中外部接地短路故障，作用于跳闸。

(5) 防止对称过负荷的过负荷保护：作用于信号。

2. 变压器常见故障有哪些？

答：(1) 芯体发生故障：各部分绝缘老化，绕组层间、匝间发生短路，铜线质量不好形成局部过热，绕组绝缘受潮，系统短路使绕组造成机械损伤，冲击电流造成机械损伤等。

(2) 变压器油故障：绝缘油因高温运行而氧化，吸收空气中水分造成电气绝缘性能下降，油泥沉积阻塞油道使散热性能变坏，油绝缘性能降低造成闪路放电等。

(3) 磁路故障：芯片间绝缘老化，穿芯螺丝或轭铁夹件碰接铁芯，压铁松动引起电磁振动和噪声，芯片叠装不良造成铁损增加等。

(4) 结构方面故障：分接头接触不良而局部过热，分接头之间因油泥造成相间短路或表面闪络，油箱漏油，油温指示失灵，防爆管故障使油受潮等。

(5) 检查瓦斯继电器中是否有气体产生，如有气体，应从颜色、气味及化学成分等方面分析故障和产生部位。

3. 如何检查变压器的故障？

答：变压器发生故障，一般会以温升、异常声响、产生气体、发现信号及继电保护动作等现象表现出来，通常可以从下面几方面进行检查：

(1) 外观检查：有无异常声响和气味，温度指示值是否超出规定，油枕油位是否正常，箱外有无溅油，防爆膜是否破碎，高低压引线接头是否因过热而变色，绝缘瓷管是否完整无损。

(2) 对于小型电力变压器，应检查熔丝是否符合要求的规格，有无局部损伤或接触不良现象。

(3) 检查继电保护是否按规定的电流和规定的时间发生信号或跳闸。

4. 跳闸连接片安装使用有哪些要求？

答：(1) 使用连接片时开口端必须向上，防止连接片解除使用时固定螺丝压不紧自动投入造成保护误动作。

(2) 如果使用 YY_{1D} 型连接片, 把“+”电源或跳闸回路的来线接在开口侧, 即上部, 以防连接片碰连。

(3) 禁止使用一个连接片控制两个回路, 严防混用。

(4) 连接片安装时相互距离应保证在打开, 投入连接片时不会相互碰连。

(5) 在连接片投入前检查继电器触点位置是否正确, 对于晶体管保护回路应用万用表测量确无电压再投。

(6) 连接片应注明用途和名称。

(7) 长期不用的连接片应取下, 短期不用的连接片应拧紧。

5. 哪些原因可能引起变压器轻瓦斯保护动作?

答: (1) 因滤油、加油或冷却系统不严密以致空气进入变压器。

(2) 因温度下降或漏油致使油面缓慢下降。

(3) 因变压器故障产生少量气体。

(4) 由于发生穿越性短路故障而引起。

6. 气体继电器的动作原理是什么, 常用有几种形式, 各有什么特点?

答: (1) 当变压器内部故障时, 产生气体聚集在气体继电器上部, 使油面降低, 当油面降低到一定程度, 上浮筒下沉, 水银触点接通, 发出信号。当变压器内部发生严重故障时, 油流冲击挡板, 挡板偏转并带动板后的连动杆转动上升, 挑动与水银触点卡环相连的连动环, 使水银触点分别向与油流垂直的两侧转动, 两水银触点同时接通, 使断路器跳闸或发出信号。

(2) 常用的气体继电器有浮子式和挡板式两种, 挡板式气体继电器是将浮子式继电器的下浮子改为挡板结构。

(3) 挡板式和浮子式气体继电器的区别为: 挡板结构不随着油面下降而动作, 而是根据油的流速达到每秒 $0.6 \sim 1m$ 时动作, 所以挡板式气体继电器遇到油面下降或严重缺油时, 不会造成重瓦斯误动掉闸。

7. 现代大型变压器的重瓦斯保护在什么情况下由跳闸改为信号?

答: 现代大型变压器的特点是电压高、容量大, 并具有先进的冷却方式和有载调压等。这些特点给瓦斯保护的运行、操作及管理带来一些新要求。为了防止误动, 重瓦斯保护一般在下列情况下应由跳闸改为信号:

(1) 变压器虽停电或处于备用, 但其重瓦斯保护动作后, 仍可能使运行中的设备跳闸时。如: ①由单相变压器组成的三相变压器, 当运行相转为备用时; ②工作厂用变压器重瓦斯保护跳发电机—变压器组, 该厂用变压器停电时; ③发电机变压器组停电后, 重瓦斯动作可能使 $3/2$ 断路器接线“串”上的运行断路器误跳时。

(2) 变压器在运行中加油、滤油或换硅胶时, 或潜油泵、冷油器(散热器)放油检修后投入时。

(3) 需要打开呼吸系统的放气门或放油塞子, 或清理吸湿器时。

(4) 有载调压开关油路上有工作时。

(5) 气体继电器或其连接电缆有缺陷时，或保护回路有人工作时。

(6) 根据抗震的需要，接到地震预报后临时退出运行时。

由于重瓦斯保护正确率只有 50% 左右，故在运行中防止误动作应引起足够重视。

8. 测量二次回路的绝缘应使用什么规格的绝缘电阻表，绝缘标准为多少？

答：测量二次回路的绝缘电阻值最好是使用 1000V 绝缘电阻表，如果没有 1000V 的也可用 500V 的绝缘电阻表。其绝缘标准：运行中的不低于 $1M\Omega$ ，新投入的，室内不低于 $20M\Omega$ ，室外不低于 $10M\Omega$ 。

9. 有的变压器为什么三侧都安装过电流保护，它们的保护范围是什么？

答：当变压器任意一侧有故障时，过流保护动作，无需将变压器全部停运。因为三侧都装设了过电流保护，使其有选择性地切除故障。

各侧的过流保护可作为本侧母线、线路、变压器的主保护或后备保护，主电源侧过流保护可作为另两侧的后备保护。

10. 变压器气体保护动作跳闸的原因有哪些？

答：主要原因有：

(1) 变压器内部发生严重故障。

(2) 保护装置二次回路有故障（如直流接地等）。

(3) 在某种情况下，如变压器检修后油中气体分离出来的太快，亦可能使气体继电器动作跳闸等。

(4) 运行中的变压器若呼吸器下部的透气孔堵塞，当变压器油温变化时，会引起呼吸器或油枕内出现真空状态或压力升高，可能引起气体继电器误动作。

11. 新装或大修后变压器投入运行，为什么有时气体继电器动作频繁，如何判断处理？

答：新装或大修后的变压器在加油、滤油时，将空气带入变压器内部，没有能够及时排出，当变压器运行后油温逐渐上升，形成油的对流，内部储存的空气逐渐排出，使气体继电器动作，气体继电器动作的次数与变压器内部储存的气体多少有关。

遇到上述情况时，应根据变压器的音响、温度、油面以及加油、滤油工作情况综合分析。如变压器运行正常，可判断为进入空气所致，否则应取气做点燃试验，判断是否变压器内部有故障。

12. 气体保护的反事故措施要求有哪些？

答：(1) 气体继电器的引出线应采用防油导线经中间端子盒与电缆连接。

(2) 中间端子盒的安装应高出气体继电器。

(3) 气体继电器和中间端子盒应有防雨措施。

(4) 气体继电器的探针、放气阀应作好明显标志，防止取气时误扭探针造成误跳闸。

13. 过电压，过电流是怎样产生的，它对变压器有什么影响？

答：过电压产生大致有下列三种原因：

- (1) 线路断路器拉合闸时形成的操作过电压。
- (2) 系统发生短路或间歇弧光放电时引起的故障过电压。
- (3) 直接雷击或大气雷电放电，在输电网中感应的脉冲电压波。

这些过电压的特点是作用时间短、瞬时幅度大。通常由电力系统本身造成的过电压很少超过变压器相电压的4倍，而由大气放电或雷击造成的过电压有可能超出十几倍甚至于几十倍。只是后者持续时间极短，在微秒数量级。过电压的危害可使变压器绝缘击穿，为防止其危害，在线路和变压器结构设计上采取了一系列保护措施。如装设避雷器、静电环、加强绝缘、中心点接地等。

过电流的形成有下列两种情况：

- (1) 变压器空载合闸形成的瞬时冲击过电流。
- (2) 二次侧负载突然短路造成的事故过电流。

空载合闸电流最大可以达到额定电流的5~10倍，它对变压器本身不至于造成什么危害，但它有可能造成继电保护装置的误动作，对于小容量变压器可采取多次合闸，而对于大容量变压器则要采取专门的措施。

二次负载短路所造成的过电流，一般要超出额定电流的几十倍，如果保护装置失灵或动作迟缓将会造成直接的危害。巨大的短路电流会在绕组中产生极大的径向力，高压绕组向外，低压绕组向里。这种力会把线圈扯断、扭曲或破坏绝缘。短路电流还会使铜损比之在正常情况下急剧增长几百倍，一造成内部温度骤增而烧毁变压器。因此，运行中应尽力避免发生短路，通常在继电保护及变压器结构设计上也都充分考虑到短路事故的发生。

14. 变压器的不正常工作状态有哪些？

答：变压器的不正常工作状态主要包括：由于外部短路或过负荷引起的过电流、由于油箱漏油造成的油面降低、变压器中性点电压升高、由于外加电压过高或频率降低引起的过励磁等。

15. 变压器可能发生的故障有哪些？

答：变压器的故障可分为内部故障和外部故障两种。内部故障系指变压器油箱里面发生的各种故障，主要包括各相绕组之间发生的相间短路、单相绕组部分线匝之间发生的匝间短路、单相绕组或引出线通过外壳发生的单相接地故障等。变压器外部故障系指变压器油箱外部绝缘套管及其引出线上发生的各种故障，主要包括绝缘套管闪络或破碎而发生的单相接地（通过外壳）短路、引出线之间发生的相间故障等。

16. 变压器一般应装设哪些继电保护装置？

答：变压器一般应装设以下继电保护装置：

- (1) 防御变压器油箱内部各种短路故障和油面降低的气体保护。
- (2) 防御变压器绕组和引出线多相短路、大接地电流系统侧绕组和引出线的单相接地短路及绕组匝间短路的（纵联）差动保护或电流速断保护。
- (3) 防御变压器外部相间短路并作为气体保护和差动保护（或电流速断保护）后备的过

电流保护（或复合电压启动的过电流保护、或负序过电流保护）。

- (4) 防御大接地电流系统中变压器外部接地短路的零序电流保护。
- (5) 防御变压器对称过负荷的过负荷保护。
- (6) 防御变压器对称过励磁的励磁保护。

17. 试述变压器气体保护的基本工作原理。

答：气体保护是变压器的主要保护，能有效地反应变压器内部故障。轻气体继电器作用于信号。重气体继电器作用于跳闸。

正常运行时，气体继电器充满油。当变压器内部故障时，故障点局部发生高热，引起附近的变压器油膨胀，油内溶解的空气被逐出，形成气泡上升，同时油和其他材料在电弧和放电等的作用下电离而产生气体。当故障轻微时，排出的气体缓慢地上升而进入气体继电器，使油面下降，轻气体继电器动作，发出信号。

当变压器内部故障严重时，产生强烈的气体，使变压器内部压力突增，产生很大的油流向油枕方向冲击，重气体继电器动作，作用于跳闸。

18. 为什么差动保护不能代替气体保护？

答：气体保护能反应变压器油箱内的任何故障，如铁芯过热烧伤、油面降低等，但差动保护对此无反应。又如变压器绕组发生少数线匝的匝间短路，虽然短路匝内短路电流很大会造成局部绕组严重过热产生强烈的油流向油枕方向冲击，但表现在相电流上却并不大，因此差动保护没有反应，但气体保护对此却能灵敏地加以反应，这就是差动保护不能代替气体保护的原因。

19. 对新安装的差动保护在投入运行前应做哪些试验？

答：应作如下检查：

- (1) 必须进行带负荷测相位和差电压（或差电流），以检查电流回路接线的正确性。
 - 1) 在变压器充电时，将差动保护投入。
 - 2) 带负荷前将差动保护停用，测量各侧各相电流的有效值和相位。
 - 3) 测量各相差电压（或差电流）。
- (2) 变压器充电合闸 5 次，以检查差动保护躲励磁涌流的性能。

20. 变压器差动保护动作原因包括什么？

答：根据变压器差动保护的動作原理和保护范围，造成变压器差动保护动作的原因有：

- (1) 变压器套管或引出线故障。
- (2) 变压器内部故障。
- (3) 直流回路两点接地或二次线碰接引起的保护误动作。
- (4) 差动保护的电流互感器开路或短路引起的保护误动作。
- (5) 差动保护本身元件损坏，误整定等原因引起的保护误动作。

运行人员首先记录保护所有信号和现象，异常时，应通知继电保护人员处理。

21. 运行中的变压器气体保护，当现场进行什么工作时，重瓦斯保护应由“跳闸”位置改为“信号”位置运行。

答：当现场进行下述工作时，重瓦斯保护应由“跳闸”位置改为“信号”位置运行：

(1) 进行注油和滤油时。

(2) 进行呼吸器畅通工作或更换硅胶时。

(3) 除采油样和气体继电器上部放气阀放气外，在其他所有地方打开放气、放油和进油风门时。

(4) 开、闭气体继电器连接管上的阀门时。

(5) 在气体保护及其二次回路上进行工作时。

(6) 对于充氮变压器，当油枕抽真空或补充氮气时，变压器注油、滤油、更换硅胶及处理呼吸器时，在上述工作完毕后，经 1h 试运行后，方可将重瓦斯投入跳闸。

22. 变压器主保护包括什么，其投停有什么要求？

答：主变压器差动保护和气体保护。

220kV 主变压器的差动保护和气体保护需只停用其中之一者由本单位总工程师批准，同时停用须由省调主管局长或总工程师批准。

23. WBZ—1201 装置各插件有什么信号灯、指示灯，分别有什么具体的含义（正常时、异常时）？

答：(1) CPU 插件：正常时，运行灯亮表示运行正常，运行灯灭表示 CPU 没有运行；报告灯，当 CPU 有报告需要输出到打印机此灯亮，报告打印完毕灯灭。

异常时，运行灯熄灭，报告灯可亮可灭。

(2) 信号插件：有跳高压侧、跳中压侧、跳低压侧、跳高压侧母联、跳中压侧母联、跳低压分段、TV 断线、TA 断线、过负荷、启动、打印。

(3) 告警插件：有 CPU1、CPU2、CPU3、CPU4 巡检断总告警。分别表示 CPU1~CPU4 故障，人机对话插件和 CPU 插件通信中断装置有故障。

24. WBZ—1201 型装置各插件有什么按钮，什么时候操作？

答：信号插件和告警插件有复归按钮，在信号灯亮时，复归此按钮可复归信号（保护屏复归按钮和此按钮功能相同）。

复归信号应在运行人员确认并记录后进行。

25. WBZ—1201 型装置如何检查装置时间，如何调整装置时间？

答：检查装置时间，在人机对话插件按 Q 键即可看到时间。

修改时间，在运行状态下按 SET 键将光标移动到 T 菜单再按 SET 键即可修改时间，不用进入调试状态。

26. WBZ—1201 型装置调试态下，变压器有故障保护能否动作出口？

答：调试状态下，变压器有故障保护不能出口。

27. WBZ—1201 型装置保护动作后如何打印，如何复制动作报告？

答：运行中打印定值：在运行状态下按“SET”键进入运行菜单。利用移动键将光标移至“S”命令下，然后按“SET”键确认，显示器将显示：“0、1、2、3、4？”。其中“0”代表监控模块；“1、2、3、4”分别代表 CPU1、CPU2、CPU3、CPU4，可利用移动键将光标移至所需访问的模块下再按“SET”键确认。

复制故障报告按上述方法进入主菜单后，选择“X”命令按“SET”键确认，显示器将显示“0、1、2、3、4？”，然后利用移动键进行选择，再按“SET”确认，其今选择“0”将打印总报告，选择“1、2、3、”将分别打印 CPU1、CPU2、CPU3 各模块的分报告及故障时刻采样值。

28. WBZ—1201 型装置是否所有保护都有连接片？还是某些保护共用一个连接片？

答：所有保护都有对应的连接片。

29. WBZ—1201 型装置是否一个保护对应一个出口？任一个保护动作出口插件上的指示灯都有指示？

答：跳同一开关的所有保护共用一个出口，动作出口后插件上有跳什么开关的指示灯。

30. WBZ—1201 型装置运行状态时拨动拨轮开关是否影响保护动作？

答：运行状态下拨动拨轮开关会改变保护的定值区，此时装置来告警信号，有故障时用原定值动作。如果按外部“P”键后，装置的定值将改变。

31. RCS—978E 型微机保护具有哪些功能？

答：（1）主保护包括：稳态比率差动、差动速断、工频变化量比率差动及零序比率差动/分侧比率差动保护。

（2）后备保护包括：复合电压闭锁方向过流、零序方向过流、零序过压、间隙零序过流保护，而且上述后备保护可以根据需要灵活配置于各侧。

（3）异常告警功能：过负荷报警启动冷却器、过载闭锁有载调压、零序电压报警、公共绕组零序电流报警、差流异常报警、零序差流异常报警、差动回路 TA 断线、TA 异常报警及 TV 异常报警功能。

32. RCS—978E 型微机保护装置启动元件的特点是什么？

答：装置管理板设有不同的启动元件，启动后开放出口正电源，同时开放 CPU 板相应的保护元件。只有在管理板相应的启动元件动作，同时 CPU 板对应的保护元件动作后才能跳闸出口；否则无法跳闸。管理板的启动元件未动作，而 CPU 板对应的保护元件动作，装置会报警，不会出口跳闸。此种方式杜绝了保护装置硬件故障引起的误动。

33. RCS—978E 型微机保护装置中主保护有哪些启动元件？

答：主保护的启动元件有：稳态差流启动、工频变化量差流启动和零序比率差动启动/分侧差动启动（自耦变压器）。

34. RCS—978E 型微机保护装置中后备保护有哪些启动元件？

答：后备保护启动元件有：相电流启动、零序电流启动、零序电压启动、工频变化量相间电流启动及负序电流启动元件。

35. RCS—978E 型微机保护装置的差速断保护功能开放，应由哪个启动元件动作？

答：应由稳态差流启动元件动作。

36. RCS—978E 型微机保护装置的工频变化量差动保护功能开放，应由哪个启动元件动作？

答：应由工频变化量差流启动元件动作。

37. RCS—978E 型微机保护装置的差动保护功能开放，应由哪个启动元件动作？

答：应由稳态差流启动元件动作。

38. 对于自耦变压器，RCS—978E 型微机保护装置的零序比率差动保护与分侧比率差动保护功能开放，应由哪个启动元件动作？

答：应由零序比率差动启动/分侧差动启动元件动作。

39. 区外故障时不平衡电流对差动保护有何影响，在 RCS—978E 型微机保护装置中是如何考虑防治措施的？

答：(1) 区外故障时不平衡电流对差动保护的影响。变压器在正常负荷状态下，电流互感器的误差很小，这时差动保护的差回路不平衡电流 I_{ub} 也很小。但随着外部短路电流的增大，电流互感器就可能饱和，误差也随着增大，这时不平衡电流也就随之增大。当 I_{ub} 超过保护动作电流时，差动保护就误动。

(2) RCS—978E 型微机保护装置采取的防治措施。在 RCS—978E 中，设置了多个比率制动特性，并设有抗 TA 饱和的相电流二、三次谐波闭锁；有用高定值、高比率特性的抗区外故障 TA 饱和区内故障快速动作的比率制动特性；有快速反应区内匝间故障的工频变化量差动，它们各负其责，协同工作，解决了区外故障可靠不动、区内故障灵敏而快速动作的问题。

40. 变压器励磁涌流有何特点，在 RCS—978E 型微机保护装置中是如何考虑防治措施的？

答：(1) 变压器励磁涌流的特点。根据试验和理论分析结果得知，励磁涌流在最初瞬间可能完全偏于时间轴的一侧，且其中含有大量的高次谐波分量，其中二次谐波分量所占比例最大，四次以上谐波分量很小。在最初几个周期内，励磁涌流的波形是间断的。可利用谐波识别励磁涌流。

(2) RCS—978E 型微机保护装置采取的防治措施。在 RCS—978E 型微机保护装置中，为更好地完成谐波制动功能，在使用谐波制动判据时，除使用传统的二次谐波制动外，还增加了三次谐波制动；同时还设置了利用波形畸变识别涌流，完成制动功能。RCS—978E 型微机保护装置采用三相差动电流中二次谐波、三次谐波的含量来识别励磁涌流。当三相中某

一相被判别为励磁涌流，只闭锁该相比率差动元件。

41. RCS—978E 型微机保护装置在何种情况会引起差动保护启动的差回路异常报警，判据是什么，有何优点？

答：差动保护启动后满足以下任一条件认为是故障情况，开放差动保护，否则认为是差回路 TA 异常造成的差动保护启动。

- (1) 任一側任一相間工頻变化量电压元件启动。
- (2) 任一側負序相电压大于 6V。
- (3) 启动后任一側任一相电流比启动前增加。
- (4) 启动后最大相电流大于 $1.1I_N$ 。

由于上述判据采用了电压量与电流量相结合的方法，使得差回路 TA 二次回路断线与短路判别更准确、更可靠。

42. 过励磁对变压器保护有什么影响，RCS—978E 型微机保护装置是如何处理的？

答：由于在变压器过励磁时，变压器励磁电流将激增，可能引起差动保护误动作。因此应该判断出这种情况，闭锁差动保护。RCS—978E 微机保护装置中采用差电流中五次谐波的含量作为对过激磁的判断。

当过励磁倍数大于一定数值时，不再闭锁差动保护。

43. 工频变化量比率差动保护的优点是什么？

答：由于工频变化量比率差动的制动系数可取较高的数值，其本身的特性抗区外故障时，TA 的暂态和稳态饱和能力较强。工频变化量比率差动元件提高了装置在变压器正常运行时内部发生轻微匝间故障的灵敏度。此外，只有工频变化量差动保护能快速反应区内匝间故障，解决了区外故障可靠不动、区内故障灵敏而快速动作的问题。

44. RCS—978E 型微机保护装置的差速断保护功能开放，应由哪个启动元件动作？

答：应由稳态差流启动元件动作。

45. RCS—978E 型微机保护装置的过流保护功能开放，应由哪个启动元件动作？

答：相电流启动元件动作用来开放相应侧的过流保护。

46. RCS—978E 型微机保护装置的零序过流功能开放，应由哪个启动元件动作？

答：由零序电流启动元件动作用来开放相应侧的零序过流保护。

47. RCS—978E 型微机保护装置的零序过压保护功能开放，应由哪个启动元件动作？

答：零序电压元件动作用来开放相应侧的零序过压保护。

48. RCS—978E 型微机保护装置的阻抗保护功能开放，应由哪个启动元件动作？

答：工频变化量相间电流元件启动和负序电流元件启动用来开放相应侧的阻抗保护。

49. 复合电压闭锁方向过流的极化电压有何特点？

答：方向元件采用正序电压，并带有记忆，近处三相短路时方向元件无死区。

50. 若本侧 TV 检修或旁路代路未切换 TV 时，为保证本侧零序电压闭锁零序方向过流的正确动作，RCS—978E 型微机保护装置采用何种方式解决，此时，对零序电压闭锁零序方向过流保护有何影响，对和应涌流采取何种方式进行防治？

答：若本侧 TV 检修或旁路代送未切换 TV 时，需投入“本侧电压退出”连接片。此时它对零序电压闭锁零序方向过流有如下影响：

- (1) 零序电压闭锁元件开放。
- (2) 方向元件输出为正方向。

为防止变压器和应涌流对零序过流保护的影响，装置设有谐波制动闭锁措施。当谐波含量超过一定比例时，可选择采用闭锁零序过流保护。

51. TV 断线或异常对阻抗保护有何影响？

答：当装置判断出本侧 TV 断线或异常时，自动退出阻抗保护。

52. TA、TV 的异常判据是什么？

答：TV 异常判别判据如下：

- (1) 正序电压小于 30V，且任一相电流大于 $0.04I_N$ 或断路器在合位状态。
- (2) 负序电压大于 8V。

满足上述任一条件，同时保护启动元件未启动，延时 10s 报该侧母线 TV 异常，并发出报警信号，在电压恢复正常后延时 10s 恢复。另外，当某侧电压退出时（投入“退电压连接片”时），该侧 TV 异常判别功能自动解除。

TA 异常判别判据如下：

装置设有 TA 异常判别判据为：当负序电流大于 $0.06I_N$ 后延时 10s 报该侧 TA 异常，同时发出报警信号，在电流恢复正常后延时 10s 恢复。

53. 简述 RCS—978E 型微机保护装置面板上信号灯的含意。

答：装置面板上信号灯含意如下：

“运行”灯为绿色，装置正常运行时点亮，熄灭表明装置不处于工作状态。

“报警”灯为黄色，装置有报警信号时点亮。

“跳闸”灯为红色，当保护动作并出口时点亮。

当“报警”由于 TA 断线造成点亮，必须待外部恢复正常，复位装置后才会熄灭，由于其他异常情况点亮时，待异常情况消失后会自动熄灭。

“跳闸”信号灯只在按下“信号复归”或远方信号复归后才熄灭。

54. RCS—978E 型微机保护屏上的配置开入量连接片有哪些？

答：主要有差动保护连接片、高压侧相间后备连接片、高压侧接地零序连接片、高压侧不接地零序连接片、中压侧相间后备连接片、中压侧接地零序连接片、中压侧不接地零序连

接片及低压侧后备保护连接片。

55. 如何修改 RCS—978E 型微机保护装置的时钟?

答: 按“确认”键进入装置主菜单, 按“▲”, “▼”键选择“修改时钟”选项, 按“确认”键进入。液晶显示当前的日期和时间。

按“▲”, “▼”, “◀”, “▶”键选择要修改的位置, 按“+”和“-”键修改后, 按“确认”键修改后返回。按“取消”键为不修改返回。

若日期和时间修改出错, 会显示“日期时间值越界”, 并要求重新修改。

56. 如何打印 RCS—978E 型微机保护装置报告?

答: 按“确认”键进入装置主菜单, 按“▲”, “▼”键选择“打印”选项, 按“确认”键进入。可选择菜单打印“定值”, “正常波形”, “故障波形(保护动作报告)”, “异常事件报告”及“开入变位报告”等。按“▲”和“▼”键上下滚动, 选择要打印的报告, 按键“确认”打印锁选定的报告。

57. PST—1200 型变压器保护在 TA 断线时是否闭锁差动电流速断保护?

答: 在 TA 断线时不闭锁差动电流速断保护。

58. PST—1200 型变压器保护中启动元件的作用是什么?

答: 保护启动元件用于开放保护跳闸出口继电器的电源及启动该保护故障处理程序。

59. PST—1200 型变压器保护中, 对于 Y0D11 的接线变压器如何调整 TA 二次电流相位?

答: 变压器各侧 TA 二次电流相位由软件调整, 装置采用 Y—△变化调整差流平衡。对于 Y0D11 的接线, 其校正方法为

$$I'_a = (I_A - I_B) / \sqrt{3}$$

$$I'_b = (I_B - I_C) / \sqrt{3}$$

$$I'_c = (I_C - I_A) / \sqrt{3}$$

60. PST—1200 型变压器保护中, 复合电压闭锁方向过流保护如何判别功率方向?

答: 交流回路采用 90°接线, 即判断 $U_{ab}-I_c$ 、 $U_{bc}-I_a$ 、 $U_{ca}-I_b$ 三个夹角 (电流落后电压时角度为正), 若方向由控制字选择为正向, 其中任一个满足式 $45^\circ > \delta > -135^\circ$ 最大灵敏角为 -45° 动作。

61. PST—1200 型变压器保护中, 非全相保护如何动作?

答: 非全相保护检测断路器位置节点, 同时判零序电流或负序电流, 保护动作出口仅跳本侧断路器或变压器各侧断路器。本保护仅适用于分相跳闸的断路器。

62. PST—1200 型变压器保护，如何由人机对话模块修改时钟？

答：PST—1200 系列数字式保护的人机对话模块设有硬件日历时钟，用以给各保护模块提供基准时间。由人机对话模块操作设置日历时钟的步骤如下：

(1) 进入主菜单，并选择“设置”命令控件。

(2) 按“←”键进入监控设置操作对话框。用“∧”键或“∨”键选择“时间设置”命令控件。

(3) 按“←”键进入时钟日期设置操作对话框。用“<”键或“>”键选择年、月、日、时、分、秒编辑框并用“+”键或“-”键设置新的值，如图 2-7-1 所示。

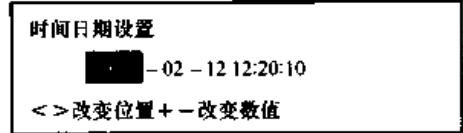


图 2-7-1 时间日期设置对话框示意图—设置新的日历时钟值（年份）

(4) 按“←”键确认设置或按“Q”放弃修改，返回监控设置对话框，即第（2）步。

(5) 按“Q”键逐级退回主菜单。

63. PST—1200 型变压器保护，如何打印定值？

答：PST—1200 系列数字式保护可以用表格的形式打印出保护模块保存的整定值，操作步骤如下：

(1) 进入主菜单。

(2) 在主菜单中选择“定值”命令控件，按“←”键进入定值操作对话框。

(3) 在定值操作对话框中选择“显示和打印”命令控件，按“←”键进入“定值打印/显示”操作对话框。

(4) 在“定值显示/打印”操作对话框中选择保护模块（对于单个保护模块的装置不用选择）。

(5) 用“∧”键或“∨”键将输入焦点改变到定值区号编辑框上，并用“+”键或“-”键选择定值区号。

(6) 用“∧”键或“∨”键将输入焦点改变到“打印”命令控件上。

(7) 按“←”键打印定值。

64. PST—1200 型变压器保护，如何切换运行定值区？

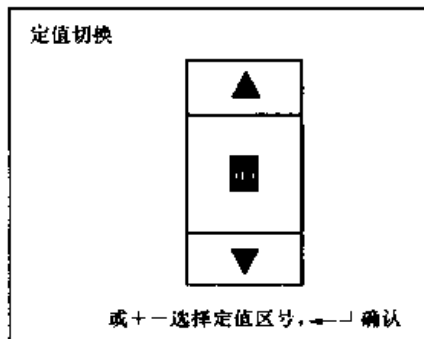


图 2-7-2 切换定值区对话框示意图—选择定值区号

答：PST—1200 系列数字式保护的面板上设有两个定值切换按键，用以切换当前运行定值区。操作步骤如下：

(1) 在任何时候按“▼”键或“▲”键，即出现如图 2-7-2 所示的定值切换对话框。

(2) 按“▲”键、“▼”键、“+”键或“-”键，选择切换的目标定值区区号。

(3) 按“←”键，确认要执行切换操作，装置显示密码窗口，提示是否将定值切换到所选择的定值区。

(4) 按“<”键把光标移到“是”按“←”键

执行定值区切换。

- (5) 切换完毕后，装置显示一个消息窗口，提示定值切换已经成功。
- (6) 按任意键即返回切换之前的状态。

65. PST—1200 型变压器保护，如何打印总报告？

答：PST—1200 系列数字式保护提供一个简单的列表选择对话框，可以选择显示/打印保存在人机对话模件中的某一次事件报告记录。操作过程如下：

- (1) 进入主菜单，在主菜单中选择“事件”命令控件。
- (2) 按“←|”键进入事件报告操作对话框，并选择“总报告”命令控件。
- (3) 按“←|”键进入事件显示-选择对话框，用“^”键或“v”键选择某次故障的事件记录，状态栏会提示相应的报告类型（故障报告、告警报告、开关量变位报告等）。列表中的事件记录是按事件发生的时间的先后顺序排列的，以方便用户查找。
- (4) 按“←|”键进入事件显示对话框。事件显示对话框中每个事件记录的条目前面带有以毫秒为单位的相对时间，标题栏下的时间为此相对时间的参考时间。
- (5) 若需要打印则按“←|”键，否则按“Q”键退回第（3）步。按“←|”键后打印事件，如果是故障事件则进入询问是否打印录波对话框，若选择“是”后按“←|”键则开始打印录波图形。
- (6) 以“Q”键逐级退回到主菜单。

66. PST—1200 型变压器保护如何进行液晶调节？

答：设置液晶的操作步骤如下：

- (1) 进入主菜单，并选择“设置”命令控件。
- (2) “←|”键进入监控设置操作对话框。用“^”键或“v”键选择“液晶调节”命令控件。
- (3) 按“+”增强对比度，“-”减弱对比度。
- (4) 调节完毕，“Q”键退出。

67. WBH—800 系列微机变压器保护测控装置采用什么保护，配备什么装置？

答：该装置采用 I、II 屏双套保护。I 屏配置 ZFZ—812 分相操作箱（220kV 侧）、WBH—802 非电气量保护装置、WBH—801 电气量保护装置；II 屏配置 ZSZ—211/A 三相操作箱（110kV 及 35kV 侧）、WBH—801 电气量保护装置。

68. WBH—800 的功能和特点是什么？

答：WBH—800 采用 32 位 DSP 作为保护 CPU，采用 16 位 A/D 作为数据采集，采用实时多任务操作系统，硬件存储容量大，并采用液晶显示器，全中文、图形显示。后台分析软件，集保护、遥测、遥信、遥控、遥脉、录波功能于一体。

69. WBH—800 保护装置由几种插件组成?

答: 大致由以下插件构成: 电源插件、交流插件、CPU 插件、信号插件、人机对话插件及非电量插件。

70. 交流变换插件包括什么, 它的用途是什么?

答: 交流变换部分包括电流变换器 TA 和电压变换器 TV, 用于将系统 TA、TV 的二次侧电流、电压信号转换为弱电信号, 供保护插件转换, 并起到强、弱电隔离作用。

71. 什么是二次谐波原理比率制动差动保护?

答: 比率制动式差动保护是变压器的主保护。能反映变压器内部相间短路故障、高压侧单相接地短路及匝间层间短路故障, 保护采用二次谐波制动原理, 用以躲过变压器空投时励磁涌流造成的保护误动。

72. 复合电压过流的解决方法是什么?

答: 复压过流可选择本侧复压或对侧复压, 本侧为计算复压, 对侧为复压开入, 本侧及对侧复压可单独由硬连接片投退。若控制字整定为两侧复压均不投入时, 过流不经复合电压闭锁。

当接入电压与电流方向对应时 (接入高压侧电压, 或接入低压侧电压且相对高压侧角度不变), 可由控制字投入方向元件, 方向可选母线或主变压器方向。

73. 220kV 侧第 II 组操作直流的注意事项是什么?

答: 当第 I 组操作直流消失后, 若开关跳闸由于 TWJ (用于监视合闸回路良好的跳位继电器) 不会动作, 从而不会启动音响。

74. WBH—800 系列正常运行时的工作状态是什么?

答: (1) ZFZ—812 分相操作箱: 合闸位置红灯亮 (Ⅲ母切换灯没用)。

(2) WBH—802 微机变压器装置保护: CPU1 (绿灯) 有规律闪动 (闪动频率约为 5Hz)。

(3) WBH—801 微机变压器装置保护: CPU1、CPU2 (绿灯) 有规律闪动 (闪动频率约为 5Hz); 管理机液晶显示内容正确, 无任何告警灯信息。

(4) 电源插件在屏上 +5V, ±15V 及 +24V 指示灯指示正常。



第八章 同步发电机的保护

1. 发电机可能发生的故障和不正常工作状态有哪些类型？

答：在电力系统中运行的发电机，小型的为 6~12MW，大型的为 200~600MW。由于发电机的容量相差悬殊，在设计、结构、工艺、励磁乃至运行等方面都有很大差异，这就使发电机及其励磁回路可能发生的故障、故障几率和不正常工作状态有所不同。

(1) 可能发生的主要故障：定子绕组相间短路；定子绕组一相匝间短路；定子绕组一相绝缘破坏引起的单相接地；转子绕组（励磁回路）接地；转子励磁回路低励（励磁电流低于静稳极限所对应的励磁电流）、失去励磁。

(2) 主要的不正常工作状态：过负荷、定子绕组过电流、定子绕组过电压（水轮发电机、大型汽轮发电机）、三相电流不对称、失步（大型发电机）、逆功率、过励磁、断路器断口闪络、非全相运行等。

2. 发电机应装设哪些保护，它们的作用是什么？

答：对于发电机可能发生的故障和不正常工作状态，应根据发电机的容量有选择地装设以下保护：

(1) 纵联差动保护：为定子绕组及其引出线的相间短路保护。

(2) 横联差动保护：为定子绕组一相匝间短路保护。只有当一相定子绕组有两个及以上并联分支而构成两个或三个中性点引出端时，才装设该种保护。

(3) 单相接地保护：为发电机定子绕组的单相接地保护。

(4) 励磁回路接地保护：为励磁回路的接地故障保护，分为一点接地保护和两点接地保护两种。水轮发电机都装设一点接地保护，动作于信号，而不装设两点接地保护。中小型汽轮发电机，当检查出励磁回路一点接地后再投入两点接地保护，大型汽轮发电机应装设一点接地保护。

(5) 低励、失磁保护：为防止大型发电机低励（励磁电流低于静稳极限所对应的励磁电流）或失去励磁（励磁电流为零）后，从系统中吸收大量无功功率而对系统产生不利影响，100MW 及以上容量的发电机都装设这种保护。

(6) 过负荷保护：发电机长时间超过额定负荷运行时作用于信号的保护。中小型发电机只装设定子过负荷保护，大型发电机应分别装设定子过负荷和励磁绕组过负荷保护。

(7) 定子绕组过电流保护：当发电机纵差保护范围外发生短路，而短路元件的保护或断路器拒绝动作，为了可靠切除故障，则应装设反应外部短路的过电流保护。这种保护兼作纵差保护的后备保护。

(8) 定子绕组过电压保护：中小型汽轮发电机通常不装设过电压保护。水轮发电机和大型汽轮发电机都装设过电压保护，以切除突然甩去全部负荷后引起定子绕组过电压。

(9) 负序电流保护：电力系统发生不对称短路或者三相负荷不对称（如电气机车、电弧炉等单相负荷的比重太大）时，发电机定子绕组中就有负序电流。该负序电流产生反向旋转磁场，相对于转子为两倍同步转速，因此在转子中出现 100Hz 的倍频电流，它会使转子端

部、护环内表面等电流密度很大的部位过热，造成转子的局部灼伤，因此应装设负序电流保护。中、小型发电机多装设负序定时限电流保护；大型发电机多装设负序反时限电流保护，其动作时限完全由发电机转子承受负序发热的能力（A）决定，不考虑与系统保护配合。

（10）失步保护：大型发电机应装设反应系统振荡过程的失步保护。中小型发电机都不装设失步保护，当系统发生振荡时，由运行人员判断，根据情况用人工增加励磁电流、增加或减少原动机出力、局部解列等方法来处理。

（11）逆功率保护：当汽轮机主汽门误关闭或机炉保护动作关闭主汽门而发电机出口断路器未跳闸时，发电机失去原动力变成电动机运行，从电力系统吸收有功功率。这种工况对发电机并无危险，但由于鼓风损失，汽轮机尾部叶片有可能过热而造成汽轮机事故，故大型机组要装设逆功率继电器构成的逆功率保护，用于保护汽轮机。

3. 发电机定子绕组中的负序电流对发电机有什么危害？

答：发电机正常运行时发出的是三相对称的正序电流。发电机转子的旋转方向和旋转速度与三相正序对称电流所形成的正向旋转磁场的转向和转速一致，即转子的转动与正序旋转磁场之间无相对运动，此即“同步”的概念。当电力系统发生不对称短路或负荷三相不对称（接有电力机车、电弧炉等单相负荷）时，在发电机定子绕组中就流有负序电流。该负序电流在发电机气隙中产生反向（与正序电流产生的正向旋转磁场相对）旋转磁场，它相对于转子来说为2倍的同步转速，因此在转子中就会感应出100Hz的电流，即所谓的倍频电流。该倍频电流的主要部分流经转子本体、槽楔和阻尼条，而在转子端部附近沿周界方向形成闭合回路，这就使得转子端部、护环内表面、槽楔和小齿接触面等部位局部灼伤，严重时会使护环受热松脱，给发电机造成灾难性的破坏，即通常所说的“负序电流烧机”，这是负序电流对发电机的危害之一。此外，负序（反向）气隙旋转磁场与转子电流之间，正序（正向）气隙旋转磁场与定子负序电流之间所产生的频率为100Hz交变电磁力矩，将同时作用于转子大轴和定子机座上，引起频率为100Hz的振动，此为负序电流危害之二。发电机承受负序电流的能力，一般取决于转子的负序电流发热条件，而不是发生的振动。鉴于以上原因，发电机应装设负序电流保护。负序电流保护按其动作时限又分为定时限和反时限两种。前者用于中型发电机，后者用于大型发电机。

4. 发电机为什么要装设定子绕组单相接地保护？

答：发电机是电力系统中最重要设备之一，其外壳应进行安全接地。发电机定子绕组与铁芯间的绝缘破坏，就形成了定子单相接地故障，这是一种最常见的发电机故障。发生定子单相接地后，接地电流经故障点、三相对地电容、三相定于绕组而构成通路。当接地电流较大能在故障点引起电弧时，将使定子绕组的绝缘和定子铁芯烧坏，也容易发展成危害更大的定子绕组相间或匝间短路。因此，应装设发电机定子绕组单相接地保护。

5. 试述发电机励磁回路接地故障的危害。

答：发电机正常运行时，励磁回路对地之间有一定的绝缘电阻和分布电容，它们的大小与发电机转子的结构、冷却方式等因素有关。当转子绝缘损坏时，就可能引起励磁回路接地故障，常见的是一点接地故障，如不及时处理，还可能接着发生两点接地故障。

励磁回路的一点接地故障，由于构不成电流通路，对发电机不会构成直接的危害。对于励磁回路一点接地故障的危害，主要是担心再发生第二点接地故障，因为在一点接地故障后，励磁回路对地电压将有所增高，就有可能再发生第二个接地故障点。发电机励磁回路两点接地的危害表现为：

(1) 转子绕组的一部分被短路，另一部分绕组的电流增加，这就破坏了发电机气隙磁场的对称性，引起发电机的剧烈振动，同时无功出力降低。

(2) 转子电流通过转子本体，如果转子电流比较大（通常以 1500A 为界限），就可能烧损转子，有时还造成转子和汽轮机叶片等部件被磁化。

(3) 由于转子本体局部通过转子电流，引起局部发热，使转子发生缓慢变形而形成偏心，进一步加剧振动。

6. 为什么在水轮发电机上要装设过电压保护？

答：由于水轮发电机的调速系统惯性较大、动作缓慢，因此在突然甩去负荷时，转速将超过额定值，这时机端电压有可能高达额定值的 1.8~2 倍。为了防止水轮发电机定子绕组绝缘遭受破坏，在水轮发电机上应装设过电压保护。

根据发电机的绝缘状况，水轮发电机过电压保护的動作电压应取 1.5 倍额定电压，经 0.5s 动作于出口断路器跳闸并灭磁。对晶闸管整流励磁的水轮发电机，動作电压取 1.3 倍额定电压，经 0.3s 跳闸。

7. 为什么现代大型发电机应装设过励磁保护？

答：大容量发电机无论在设计 and 用材方面裕度都比较小，其工作磁密很接近饱和磁密。当由于调压器故障或手动调压时甩负荷或频率下降等原因，使发电机产生过励磁时，其后果非常严重，有可能造成发电机金属部分的严重过热，在极端情况下，能使局部矽钢片很快熔化。因此，对大容量发电机应装设过励磁保护。

对于发电机—变压器组，其过励磁保护装于机端。如果发电机与变压器的过励磁特性相近（应由制造厂提供曲线），当变压器的低压侧额定电压比发电机额定电压低（一般约低 5%）时，则过励磁保护的動作值应按变压器的磁密整定，这样既保护了变压器，对发电机也是安全的。若变压器低压侧额定电压大于或等于发电机的额定电压，则过励磁保护的動作值应按发电机的磁密整定，对发电机和变压器都能起到保护作用。

8. 什么是同步发电机的并列运行，什么叫同期装置？

答：为了提高供电的可靠性和供电质量、合理地分配负荷、减少系统备用容量、达到经济运行的目的，发电厂的同步发电机和电力系统内各发电厂应按照一定的条件并列在一起运行，这种运行方式称为同步发电机并列运行。

实现并列运行的操作称为并列操作或同期操作。进行并列操作所需要的装置称为同期装置。

9. 实现发电机并列有几种方法，其特点和用途是什么？

答：实现发电机并列的方法有准同期并列和自同期并列两种。

(1) 准同期并列的方法为：发电机在并列合闸前已经投入励磁，当发电机电压的频率、

位、大小分别和并列点处系统侧电压的频率、相位、大小接近相同时，将发电机断路器合闸，完成并列操作。

(2) 自同期并列的方法为：先将未励磁、接近同步转速的发电机投入系统，然后给发电机加上励磁，利用原动机转矩、同步转矩把发电机拖入同步。

自同期并列的最大特点是并列过程短，操作简单，在系统电压和频率降低的情况下，仍有可能将发电机并入系统，容易实现自动化。但是，由于自同期并列时，发电机未经励磁，等于把一个有铁芯的电感线圈接入系统，会从系统中吸取很大的无功电流而导致系统电压降低，同时合闸时的冲击电流较大，所以自同期方式仅在系统中的小容量发电机上采用。大中型发电机均采用准同期并列的方法。

10. 准同期并列的条件有哪些，条件不满足将产生哪些影响？

答：准同期并列的条件是待并发电机的电压和系统的电压大小相等、相位相同和频率相等。

上述条件不被满足时进行并列，会引起冲击电流。电压的差值越大，冲击电流就越大；频率的差值越大，冲击电流的振荡周期越短，经历冲击电流的时间也越长，而冲击电流对发电机和电力系统都是不利的。

11. 按自动化程度不同，准同期并列有哪几种方式？

答：准同期并列可分为下列三种方式：

(1) 手动准同期：发电机的频率调整、电压调整及合闸操作都由运行人员手动进行，是在控制回路中装设了非同期合闸的闭锁装置（同期检查继电器），用以防止由于运行人员误发合闸脉冲造成的非同期合闸。

(2) 半自动准同期：发电机电压及频率的调整由手动进行，同期装置能自动检查同期条件，并选择适当的时机发出合闸脉冲。

(3) 自动准同期，同期装置能自动地调整频率，至于电压调整，有些装置能自动进行，也有一些装置没有电压自动调节功能，需要靠发电机的自动调节励磁装置或由运行人员手动进行调整。当同期条件满足后，同期装置能选择合适的时机自动发出合闸脉冲。

12. WFBZ—01 型装置各插件有什么信号灯、指示灯，都有什么具体的含义（正常时、异常时）？

答：装置故障灯：正常时不亮，异常时亮，红色；

待打印灯：正常时不亮，有报告时亮，绿色；

自检灯：正常时闪动，异常时一直亮或者一直不亮；

保护投运灯（8个）：正常时亮或者不亮，异常时闪动；

信号灯：正常时不亮，异常时亮，红色；

装置故障信号灯：正常时不亮，异常时亮，红色；

电源灯：正常时亮，绿色，异常时不亮（除关掉开关外）。

13. WFBZ—01 型装置各插件有什么按钮，什么时候操作？

答：EEPROM 按钮：写入定值时操作；



装置复位：复位整个 CPU 系统；

信号复位：复位动作的信号灯。

14. WFBZ—01 装置如何调整装置时间？

调整装置时间必须在调试态下进行调整，因此调整时间由继电保护人员完成。步骤如下：

在“dup”状态下，按下“TS”键，装置处于 A 状态。

(1) A 状态：年、月、日的显示及月、日的设定。

上排显示器显示年，下排显示器显示月、日，并且下排显示器的一位小数点亮，表示可以整定月、日（年的整定放在整定值整定命令 PE 中，“49”号功能）。这时有三种操作可选择：

1) 按“:”键，设定月和日。格式为下排显示器的最后输入的 4 位数据有效（月、日各占两位）。并以“.”键结束月日的输入。装置完成月、日的整定后转到 B 状态。

2) 按“,”键，直接转到 B 状态。

3) 按“END”键，结束 TS 命令，返回到“dub”状态。

(2) B 状态：时、分、秒的显示及设定。

上排显示器显示时、分（各两位数据），下排显示器显示秒、毫秒（各两位数据）。并且上、下排各有一位小数点亮，表示可以重新整定时、分和秒、毫秒。这时也有三种操作可选择：

1) 按“:”键，重新整定时、分和秒、毫秒。格式为上、下排显示器最后输入的 8 位数据（分别占两位，位置与显示时一致），并以“.”键结束数据的输入。装置完成时、分和秒、毫秒的整定后返回到 B 状态。

2) 按“,”键，转到 A 状态。

3) 按“END”键，结束 TS 命令，返回到“dub”状态。

注意：所有日期和时间的输入均为 2 位数据，如 4 月 1 日 9 时 05 分 0 秒 0 毫秒应输入 0401 及 09050000。

15. WFBZ—01 装置保护动作后如何打印，随机打印按钮在什么位置？

答：(1) 保护动作打印功能：保护动作时，除送出出口跳闸或信号外，还启动打印机打印记录保护动作报告。一般分为四个部分：

1) 哪个微机系统启动打印。如 GZFB—106 (A) —CPU1，代表 GZFB—106 型装置的 A 柜 CPU1 微机系统。

2) 哪个保护出口。详见出口信号打印一览表。如 Differential Protection for Generator Trip（发电机差动保护动作）。

3) 动作时间。包括年、月、日、时、分、秒。如 1995.03.20 10:30:30（1995 年 3 月 20 日 10 时 30 分 30 秒）。

4) 有关参数。打印参数中电流电压一般均为 TA 及 TV 的二次值，电流单位为 A，电压单位为 V。电阻、电抗及功率也折算为 TA、TV 的二次值，电阻、电抗的单位为 Ω ，有功功率、无功功率及容量的单位为 W、var 及 VA。频率的单位为 Hz，接地电阻的单位为 $k\Omega$ 。

(2) 随机打印功能：装置提供了随机打印功能，随机打印按钮在 WBT—111C—A 型插件的下部，运行时可打印。装置的运行工况可通过随机打印按钮，由打印机打印出来。随机打印可打印出各输入信号及有关的保护计算值。

16. WFBZ—01 型装置是否所有保护都有连接片？还是某些保护共用一个连接片？

答：所有要跳闸的保护都有连接片，不共用。

17. WFBZ—01 型装置是否一个保护对应一个出口，任一保护动作出口插件上的指示灯都有指示吗？

答：一个保护对应一个出口，任一保护动作出口插件上指示灯都有指示。

18. WFBZ—01 装置的版本和校验码分别是什么？

答：装置的版本是 1.2，无校验码。

19. WFB—100 型发电机—变压器组保护装置各插件有什么信号灯、指示灯，其具体的含义（正常时、异常时）是什么？

答：保护插件有“运行”、“告警”、“启动”三个指示灯，其中“运行”灯为绿色，快速闪动表示运行态，慢闪表示调试状态；“告警”灯为红色，用来指示装置异常；“启动”灯为橙色，用来指示保护启动判据动作。

出口及非电量插件每个插件有 8 个指示灯，表明继电器动作，保护出口或非电量启动。

电源插件有 4 个指示灯，指示输出电压的等级。

通信管理插件有 1 个指示灯，闪烁表明装置正常运行。

直流变换插件上有“状态切换”指示灯，闪烁表明装置正常运行。

通信接口插件上有运行告警打印机启动 3 个指示灯，运行灯亮表示装置运行正常，告警灯亮表明通信故障，打印机启动灯亮表示正在打印。

20. WFB—100 型发电机—变压器组保护装置各插件有什么按钮，什么时候操作？

答：出口及非电量插件有信号复归按钮，作为复归用。

电源插件有开关按钮，插拔插件时要关闭电源。

21. WFB—100 型发电机—变压器组保护装置有哪些状态，运行状态和调试状态如何区分？

答：保护插件有“运行”、“告警”、“启动”三个指示灯，其中“运行”灯为绿色，快速闪动表示运行态，慢闪表示调试状态。

另外从管理机上信息行左侧按钮现实装置的工况，有运行和调试两种表示。

22. WFB—100 型发电机—变压器组保护管理机掉电是否影响保护装置的正确动作？

答：管理机掉电对保护没有任何影响，两者相互独立。

23. WFB—100 型发电机—变压器组保护在装置运行时，可否通过管理机检查装置的运行状态，此时可否修改装置的定值等参数？

答：装置运行时，可通过管理机检查装置的运行状态，可以观看实时运行参数、打印等，可以修改装置定值。

24. WFB—100 型发电机—变压器组保护如何检查装置时间，如何调整装置时间？

答：装置管理机有显示和设定时间的功能，在运行和调试状态均可。

25. WFB—100 型发电机—变压器组保护是否一个保护对应一个出口，任一保护动作出口插件上的指示灯是否都有指示？

答：每个保护都有单独出口，每个保护动作响应的指示灯都会亮。

26. WFB—100 型发电机—变压器组保护调试态下，机组有故障保护能否动作出口，调试态下，保护连接片是否可以脱离？

答：调试态下，机组有故障保护不能出口，连接片可不脱离。

27. WFB—100 型发电机—变压器组保护动作后如何打印，复制打印报告如何完成？

答：保护动作后自动打印，打印可分为定期、自动、召唤等三种方式，打印报告以文件形式自动存储，复制文件即可复制报告。

28. WFB—100 型发电机—变压器组保护是否所有保护都有连接片，还是某些保护共用一个连接片？

答：凡是跳闸的保护都有连接片，发信号的保护没有，一个保护对应一个连接片。

29. WFB—101、102、103 型装置之间有什么区别？

答：不同型号的交流电流、电压的个数不同。

30. WFB—100 型发电机—变压器组保护如何检查装置的版本和校验码？

答：装置的版本和校验码在管理机中一一列出。

31. WFB—100 型发电机—变压器组保护直流和供电还是交流供电？

答：保护箱为直流供电，打印机和工控机为交流供电。

32. WFB—100 型发电机—变压器组保护同一保护屏内，具有相同名称的连接片，应怎样投断？

答：同时投断，例如启动失灵保护等需要将 LP1、LP2 两个启动失灵保护连接片同时投断，如图 2-8-1 所示。

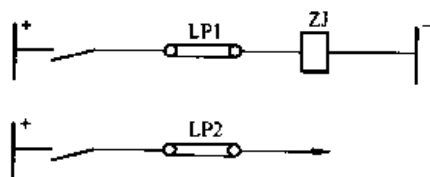


图 2-8-1 例 33 题图

第九章 电动机保护及厂用母线

1. 高压厂用母线为什么装设低电压保护，保护分几段？

答：一般高压厂用母线都装设低电压保护，实际上这是高压电动机的低电压保护。

在电源电压短时降低或中断后的恢复过程中，为了保证重要电动机的自启动，通常应将一部分不重要的电动机利用低电压保护装置切除。另外，对于某些负荷根据生产过程和技术安全等要求而不允许自启动的电动机，也利用低电压保护将其切除。低电压保护一般设置两段：第Ⅰ段的动作时限为0.5s，第Ⅱ段的动作时限为9s。第Ⅰ段的动作电压一般整定为 $U_{d1} = (0.7 \sim 0.75) U_N$ ；第Ⅱ段的动作电压一般整定为 $U_{d2} = 0.45 U_N$ （ U_N 为电动机的额定线电压）。

2. 高压厂用母线低电压保护的基本要求是什么？

答：（1）当电压互感器一次侧或二次侧断线时，保护装置不应误动，只发信号，但在电压回路断线期间，若母线真正失去电压（或电压下降至规定值），保护装置应能正确动作。

（2）当电压互感器一次侧隔离开关因操作被断开时，保护装置不应误动。

（3）0.5s和9s的低电压保护的电压应分别整定。

（4）接线中应采用能长期承受电压的时间继电器。

3. 高压厂用电源BZT装置具有哪些功能？

答：高压厂用备用电源自动投入装置简称BZT装置，它应具有以下功能：

（1）装置的启动部分应能反应工作母线失去电压的状态。

（2）工作电源断开后，备用电源才能投入。

（3）备用电源自动投入装置只应动作一次。

（4）备用电源自动投入装置的动作时间以使负荷的停电时间尽可能短为原则。

（5）电压互感器二次侧的熔断器熔断时，备用电源自动投入装置不应动作。

（6）当备用电源无电压时，备用电源自动投入装置不应动作。

4. 高压厂用系统发生单相接地时有无危害，为什么规定接地时间不允许超过2h？

答：当发生单相接地时，接地点的接地电流是两个非故障相对地电容电流的相量和，而且这个接地电流是在设计时是不准超过规定的，因此，发生单相接地时的接地电流对系统的正常运行基本上不受任何影响。

当发生单相接地时，系统线电压的大小和相位差仍维持不变。从而接在线电压上的电气设备的工作，并不因为某一相接地而受到破坏。同时，这种系统中相对地的绝缘水平是根据线电压设计的，虽然无故障相对地电压升高到线电压，对设备的绝缘并不构成危险。

规定接地时间不允许超过2h，应从以下两点考虑：

(1) 电压互感器不符合制造标准不允许长期接地运行。

(2) 同时发生两相接地将造成相间短路。

鉴于以上两种原因，必须对单相接地的运行时间有一个限制。规定不超过 2h。

5. 高压厂用母线电压互感器停、送电的操作原则是什么？

答：(1) 停电操作原则：

1) 高压厂用工作电源运行时，应停用高压厂用 BZT 回路低电压跳闸连接片，以防电压互感器停电后造成高压厂用工作电源断路器跳闸。

2) 拉开高压厂用母线低电压保护直流铅丝，以防电压互感器停电后，造成高压厂用母线低电压保护误动，使高压厂用电动机跳闸。

3) 拉开高压厂用母线电压互感器二次铅丝。

4) 拉开高压厂用母线电压互感器二次插件。

5) 将高压厂用母线电压互感器小车拉出或拉开高压厂用母线电压互感器的一次隔离开关。

6) 短路用于低压厂用 BZT 回路的高压厂用母线电压监视继电器触点，不致使相应的低压厂用 BZT 装置失效。

(2) 送电操作原则：送电操作与停电操作顺序相反。

6. 高压厂用母线电压互感器高、低压侧熔断器熔断的现象是什么？

答：(1) 高压侧熔断器熔断一相时，熔断相相电压指示降低，未熔断相相电压指示不变，与熔断相相关的线电压指示降低，与熔断相无关的线电压指示正常。

(2) 高压侧熔断器熔断两相时，熔断的两相相电压指示很小或接近于零，未熔断相相电压指示接近于正常相电压，熔断的两相线电压为零，其他两个线电压为正常线电压低 50% 左右。

(3) 低压侧熔断器熔断一相时，熔断相相电压指示值小，未熔断相相电压指示正常，与熔断相有关的线电压指示降低，与熔断相无关的线电压维持正常值。

(4) 低压侧熔断器熔断两相时，熔断的两相相电压指示值降低很多，但不为零，未熔断相相电压指示正常。

7. 高压厂用系统一般采用何种接地方式，有何特点？

答：高压厂用系统一般采用中性点不接地方式，其主要特点是：

(1) 发生单相接地故障时，流过故障点的电流为电容性电流。

(2) 当厂用电（具有电气连系的）系统的单相接地电容电流小于 10A 时，允许继续运行 2h，为处理故障赢得了时间。

(3) 当厂用电系统单相接地电容电流大于 10A 时，接地电弧不能自动消除，将产生较高的电弧接地过电压（可达到额定相电压的 3~3.5 倍），并易发展为多相短路。接地保护应动作于跳闸，中断对厂用设备的供电。

(4) 实现有选择性的接地保护比较困难，需要采用灵敏的零序方向保护。

(5) 不需要中性接地装置。

8. 低压厂用系统一般采用何种接地方式，有何特点？

答：低压厂用系统一般直接接地方式，其主要特点是单相接地时：

(1) 中性点不发生位移，防止相电压出现不对称和超过 380V。

(2) 保护装置应立即动作于跳闸。

(3) 对于采用熔断器保护的电动机，由于熔断器一相熔断，电动机会因两相运行而烧毁。

(4) 为了获得足够的灵敏度，又要躲开电动机的启动电流，往往不能利用自动开关的过流瞬动脱扣器，必须加装零序电流互感器组成的单相接地保护。

(5) 对于熔断器保护的电动机，为了满足馈线电缆末端单相接地短路电流大于熔断器额定电流的 4 倍，常需要加大电缆截面或改用四芯电缆，甚至采用自动开关作保护电器。

(6) 正常运行时动力、照明、检修网络可以共用。

9. 在中性点不接地系统中为何要安装绝缘监察装置？

答：在中性点不接地系统中，当发生单相接地时由于非接地相对地电压升高，极有可能有发生第二点接地，即形成两点接地短路，尤其是发生电弧性间歇接地而引起网络过电压。因此要及时发现单相接地情况，既必须装设绝缘监察装置检查判别接地情况，并及时处理。

10. 高压厂用电动机综合保护具有哪些功能？

答：电动机（变压器）厂用综合保护，装置采用先进的软硬件技术开发的单片机保护技术，一般采用两相三元件方式，B 相由软件产生，一般具备有以下功能：①速断保护；②过流保护；③过负荷保护；④负序电流保护；⑤零序电流保护；⑥热过负载保护。

11. 高压厂用电动机一般装设有哪些保护，保护是如何配置的？

答：对于 1000V 及以上的厂用电动机，应装设由继电器构成的相间短路保护装置，通常采用无时限的速断保护，并且一般用两相式，动作于跳闸。容量 2000kW 及以上的电动机或 2000kW 以下中性点具有分相引出线的电动机，当电流速断保护灵敏系数不够时，应装设差动保护。

过流保护：当电动机装设差动保护或速断保护时，宜装设过电流保护，作为差动保护或速断保护的后备保护。

对于运行中易发生过负荷的电动机或启动、自启动条件较差而使启动、自启动时间过长的电动机应装设过负荷保护。

低电压保护主要是为了当电源电压短时降低或中断后的恢复过程中，为了保证主要电动机的自启动，通常应将一部分不重要的电动机利用低电压保护装置将其切除。另外，对于某些负荷根据生产过程和技术安全等要求不允许自启动的电动机也利用低电压保护将其切除。

12. 低压厂用电动机一般装设有哪些保护？

答：对于 1000V 以下小于 75kW 的低压厂用电动机，广泛采用熔断器或低压断路器本身的脱扣器作为相间短路保护。

低压厂用电系统中性点为直接接地时，当相间短路保护能满足单相接地短路的灵敏系数

时，可由相间短路保护兼作接地短路保护。当不能满足时，应另外装设接地保护。保护装置一般由一个接于零序电流互感器上的电流继电器构成，瞬时动作于断路器跳闸。

对易于过负荷的电动机应装设过负荷保护。保护装置可根据负荷的特点动作于信号或跳闸。电动机操作电器为磁力启动器或接触器的供电回路，其过负荷保护由热继电器构成。由自动开关组成的回路，当装设单独的继电保护时，可采用反时限电流继电器作为过负荷保护。但电动机型自动开关也可采用本身的热脱扣器作为过负荷保护。

操作电器为磁力启动器或接触器的供电回路，由于磁力启动器或接触器的保持线圈在低电压时能自动释放，所以不需另设低电压保护。

13. 常见电动机故障和不正常工作状态有哪些？

答：在发电厂厂用电动机中，定子绕组的相间短路是电动机最严重的故障，这种故障产生的短路电流，会引起电动机的绝缘的严重损坏，同时使供电网络电压显著降低，破坏其他用电设备的正常工作。因此，必须装设相间短路保护，无时限地切除故障电动机。

电动机的故障还有单相接地故障及一相绕组的匝间短路。单相接地对电动机的危害程度，取决于供电网络中性点的接地方式。在3~6kV高压厂用电网中，中性点是不接地的，是否装设接地保护应视电容电流的大小而定。对于380V直接接地系统中的厂用电动机，若发生接地故障会烧损线圈和铁芯，故装设接地保护，无时限地切除故障电动机。

电动机的不正常工作状态主要是过电流，长时间性过电流运行会使电动机温升超过允许值，加速线圈绝缘老化，甚至将电动机烧坏。

14. 电动机常见的故障原因有哪些？

答：(1) 电动机及其电动回路发生短路等故障，使得保护动作于熔断器熔丝熔断或动作于断路器跳闸。

(2) 电动机所带机械部分严重故障，电动机负荷急剧增大而过负荷，使过电流保护动作于断路器跳闸。

(3) 电动机保护误动，如纯属此错误原因时，系统无冲击现象。

(4) 电动机所带的设备受连锁条件控制，连锁动作。

15. 什么原因会造成三相异步电动机的非全相运行，非全相运行时现象如何？

答：原因：三相异步电动机在运行中，如果有一相熔断器烧坏或接触不良，隔离开关，断路器，电缆头及导线一相接触松动以及定子绕组一相断线，均会造成电动机单相运行。

现象：电动机在单相运行时，电流表指示上升或为零（如正好安装电流表的一相断线时，电流指示为零），转速下降，声音异常，振动增大，电动机温度升高，时间长了可能烧毁电动机。

16. 熔断器能否作为异步电动机的过载保护？

答：熔断器不能作为异步电动机的过载保护。

为了在电动机启动时不使熔断器熔断，所以选用的熔断器的额定电流要比电动机额定电流大1.5~2.5倍，这样即使电动机过负荷50%，熔断器也不会熔断，但电动机不会到1h

就烧坏。所以熔断器只能作为电动机、导线、开关设备的短路保护，而不能起过载保护的作用。只有加装热继电器等设备才能作为电动机的过载保护。

17. 熔断器的作用及特点是什么？

答：熔断器是最简单的一种保护电器，它串联于电路中，是借熔体电流超过限定值而融化、分断电路的一种用于过载和短路保护的电器。熔断器最大特点是结构简单、体积小、质量轻、使用维护方便、价格低廉。由于可靠性高，故广泛使用在低压（1000V）系统中。在35kV及以下的高压系统中，则广泛用于保护电压互感器和小容量电器设备，在短路容量较小的电路中，熔断器配合负荷开关可以代替昂贵的高压熔断器。

18. 什么是断路器，它的作用是什么？

答：断路器是电力系统最重要的控制和保护设备，它起两方面的作用：

(1) 在正常运行时，根据运行的需要，接通或断开电路的空载电流和负荷电流，这时起控制作用。

(2) 当发生故障时，断路器和保护装置及自动装置相配合，迅速自动切断故障电流，将故障电流从电网中断开，保证电网无故障部分的安全运行，以减少停电范围，防止事故扩大，起到保护作用。

19. 什么是自动开关，它有何作用？

答：自动开关融隔离开关、熔断器、热继电器和低电压继电器的功能于一体，是用于当电路中发生过载、短路和欠电压等不正常情况时，能自动分断电路的电器；也可作不频繁启动电动机或接通、分断电路。它是低压交、直流配电系统中重要的保护电器之一。

20. 什么是电磁启动器，它有何作用？

答：电磁启动器由交流接触器和热继电器组成的直接启动电动机的电器，专门用来控制电动机的启动、停止或反转用的具有过载延时保护的控制器。它由接触器接通和断开电源，而将热继电器的发热元件串入电动机的两相或三相电源线路中。当电动机发生过载时线路电流增加，热继电器按事先整定好的值动作，使串入接触器吸引线圈回路的动断速动触头分断接触器切断电流，从而使电动机得到保护。

21. 熔断器选用的原则是什么？

答：(1) 熔断器的保护特性必须与被保护对象的过载特性有良好的配合，使其在整个曲线范围内获得可靠的保护。

(2) 熔断器的极限分断电流应大于或等于所保护回路可能出现的短路冲击电流的有效值，否则就不能获得可靠的保护。

(3) 在配电系统中，各级熔断器必须相互配合以实现选择性，一般要求前一级熔体比后一级熔体的额定电流大2~3倍，这样才能避免因发生越级动作而扩大停电范围。

(4) 有要求不高的电动机才采用熔断器作过载和短路保护，一般过载保护最宜用热继电器，而熔断器只作短路保护。

第十章 故障录波器

1. YS—8A 型装置是直流供电还是交流供电？

答：该装置的交直流电源互为备用，自动切换，正常运行时均在投入状态。运行人员要定期检查交直流两路电源是否均在投入状态。

2. YS—8A 型装置正常运行时，有哪些灯光指示？

答：正常运行时，第一层电源指示灯 8 个均亮；第二层后台机数码管显示时间，同时运行灯亮；第三层告警板上电源指示灯亮，表示各组电压正常。

3. YS—8A 型装置各插件各种灯的含义是什么？

答：装置正常运行时，数码管显示时间，装置录波后，迅速转为显示录波次数，显示 2min 后，再转为时间显示，同时显示窗内录波灯亮，装置若发生故障，转为故障信息显示，同时显示窗内故障灯亮。

- (1) 运行灯：灯亮表示设备正在运行中，灯灭表示退出运行；
- (2) 硬驱灯：表示后台机正在读写硬盘；
- (3) 录波灯：表示装置已录波，并且录波数据没有通过软盘取走；
- (4) 故障灯：表示设备已发生故障。

第三层告警板的三个指示灯如下：

- (1) 电源指示灯：灯亮表示电源各组电压正常；
- (2) 录波灯：表示设备刚启动一次录波过程；
- (3) 故障灯：表示设备刚发生一次故障。

4. YS—8A 型装置告警板上的录波灯及故障灯与后台机上的录波灯和故障灯有什么关系？

答：告警板上的录波灯及故障灯与后台机上的录波灯和故障灯是相关的，但二者有区别：告警板上的指示灯可通过按复键清除，而后台机上的指示灯是直接反应设备工作状态，是程序控制的，只要其状态不消失，则对应的灯一直在亮，以提示值班人员了解本设备是否有录波、是否发生故障。

5. YS—8A 型装置数码管当第一位显示“F”时就表示发生“频繁启动”故障，值班人员应如何处理？

答：数码管提供的故障类型共 6 种，分别对应数码管显示的 6 位数据，当第一位显示“F”时就表示发生“频繁启动”故障，值班人员应综合各告警显示器显示后台机显示判断故障类型，其中频繁启动故障是因装置在一定时间内启动次数太频繁而引起的自我保护，若 40s 内录波器无启动、信号将自动恢复正常，注意出现该故障后，录波器将禁止录波，值班人员若认为此时禁止录波不安全，应按下“时间显示键”+“故障显示键”，清掉故障状态，

恢复正常录波，但正在录波时，不允许进行此项功能操作。

6. YS—8A 型装置对打印机有何要求？

答：对打印机应经常检查，保证打印机一直有纸并及时取走报告，如缺纸无备用打印纸时应关掉打印机。

7. YS—8A 型装置如何修改装置的时间？

答：在主画面上单击“s”键或移动鼠标到设置按回车，即可进入系统设置操作的菜单。

时间设定：设定系统的实时时钟

用←（鼠标左键）、→（鼠标右键）可以修改时间，用↑、↓键选择修改值（年、月、日、时、分、秒）或用鼠标拖动修改完成后，按“Y”确认修改，按“N”否定修改，按“ESC”放弃修改。

使用鼠标，只需将光标移至“确认”、“否认”或“放弃”处，按鼠标左键即可。此项功能用于设定或校准系统的实时时钟。

8. YS—8A 型装置对运行人员有何要求？

答：（1）运行人员每天巡视录波器状态灯闪动情况，如状态灯闪动情况不符合装置原理或继电保护部门的运行交待，应立即通知继电保护人员处理。

（2）每天检查打印纸的剩余量，剩余不足时，及时安装打印纸。

（3）每周人工启动录波器一次，以检查录波器工作是否正常。

（4）无论有无 GPS 对时装置，每周都要检查一次录波器时钟，以便在故障时提供准确的时间。

（5）录波器启动后，在打印完录波图后，运行人员才能按复位键复位录波器。

9. WGL—12F 型装置是直流还是交流供电？

答：该装置的交直流电源互为备用，自动切换。

10. WGL—12F 型装置前置机有哪些灯光指示？

答：MONITOR 和 CPU1~CPU4 均有两个指示灯：

（1）运行灯（绿色）：正常运行时亮；

（2）报告灯（红色）：打印机或装置启动向后台机送数或装置异常时打印机不能打印时亮，CPU1~CPU4 装置启动或异常时亮。

11. 告警插件（ALARM）各种灯光分别代表什么含义？

答：（1）四个 CPU 插件任一个驱动录波时，运行灯亮。

（2）总告警继电器，当 MONITOR 检测出 CPU 或 MONITOR 有故障时动作，使人机对话灯亮。

（3）启动或呼唤，当录波器启动录波时呼唤灯亮。

（4）GPS 插件正常时“RUN”灯闪烁。

12. 对打印机有何要求?

答: 对打印机应经常检查, 保证打印机一直有纸并及时取走报告, 如缺纸无备用打印纸时应关掉打印机。

13. 如何修改 WGL—12F 型装置的时间?

答: 当装置是正常运行状态, 前置机和打印机连接时按下 T 键, 打印机打印当时机内时间 “* * * * *”, 接着换行打印输入格式提示 “YYMMDDHHMMSS”。如要修正, 可按此格式依次输入年、月、日、分、秒, 每项用两个键, 如不需修改, 可按一个大于 9 的数字键, 即可退出 T 键服务程序; 这里需要注意两点:

(1) 年、月、日、分、秒都各输两位十进制数, 如 1993 年只输入 “93” 即可; 3 月输 “03”, 11 月输 “11”, 时间用 0 时~23 时表示。如 1996 年 3 月 8 日 14 时 2 分 50 秒, 可输入 960308140250。

(2) 如装置内带有 GPS 插件, 时钟初值可在 $\pm 30\text{min}$ 的误差范围内随意整定, 整点一到, 自动对准。

14. WGL—12F 型装置正常运行时, 如何打印各 CPU 曲线?

答: 首先判定装置在正常运行态, 前置机和打印机连接。此时按下 “2” 键, 打印机打印 W (1, 2, 3, 4)?, 用小键盘输入对应的 CPU 号 (1~4), 打印机就开始打印该 CPU 的 12 个模拟量和 18 个开关量的正常运行曲线, 可一直连续不断地打印 4 个周波, 如中途想停止曲线的打印, 可一直按下 “Q” 键不动, 直到打印机停止打印时松开。

15. 如何复制 WGL—12F 型装置的报告?

答: (1) 用 \downarrow 、 \uparrow 、 \leftarrow 、 \rightarrow 键上下左右移动选择数据文件, 并按 “Y” 键确认。按 “ESC” 键放弃选择, 并返回主菜单。

(2) 打印用 “F7” 键, 按回车键 “ENTER” 则会打印出所选故障的报告。

16. WGL—12F 型装置对运行人员有何要求?

答: (1) 运行人员每天巡视录波器状态灯闪动情况, 如状态灯闪动情况不符合装置原理或继电保护部门的运行交待, 应立即通知继电保护人员处理。

(2) 每天检查打印纸的剩余量, 剩余不足时, 及时安装打印纸。

(3) 每周人工启动录波器一次, 以检查录波器工作是否正常。

(4) 无论有无 GPS 对时装置, 每周都要检查一次录波器时钟, 以便在故障时提供准确的时间。

(5) 对于 WGL—12 型或 WGL—12F 型录波器, 每周要开机 4h, 以保证工业控制机 CMOS 电源可靠工作。

(6) 录波器启动后, 在打印完录波图后, 运行人员才能按复位键复位录波器。

17. 如何进行装置的录波检查?

答: 按下主机上的试验键, 启动录波, 此时, 主机面板上高速、低速、压缩灯同时点

亮，录波告警灯亮，录波告警继电器闭合，显示器显示“录波”。录波结束后，将本次录波文件名加在显示器上的最新录波文件单中。按上、下键将光标移到所选文件上，按下确认键即可观察本次录波波形。录波器启动后，在打印完录波图后，运行人员才能按复归键，复归录波器。

18. YS—88A 型故障录波器面板上各种指示灯的含义是什么？

答：（1）运行指示灯：正常情况下此灯常亮。

（2）硬盘指示灯：有硬盘操作时此灯亮或闪烁。

（3）录波指示灯：有录波产生时此灯亮，并接通录波铃。5min 后自动取消录波铃，或按“取消”键熄灭此灯并取消录波铃。

（4）故障指示灯：装置故障时此灯亮，并接通告警铃。

（5）自检指示灯：正常运行情况下，隔数秒亮一次，表示装置进行了一次自检。

（6）高速指示灯：处于高速录波时此灯亮。

（7）低速指示灯：处于低速录波时此灯亮。

（8）压缩指示灯：处于压缩录波时此灯亮。

19. YS—88A 型故障录波器正常运行时显示哪些内容？

答：屏幕上部显示系统时间，是录波时间的依据。可通过在线修改、远传校时和 GPS 校时等方法校正。屏幕的中间部分显示最新 14 次录波文件。左边为录波时间，包括年、月、日、时、分、秒及次数。右边在正常工作状态下显示相应信息，如某某线、某某类型故障、故障距离、启动线路、启动方式等。

20. 装置异常包括哪几种？

答：装置异常包括以下几种：没有参数、启动错误、C 盘错误、D 盘错误、E 盘错误、缓冲区满、扩展内存错误、前置机错误。

21. YS—88A 型故障录波器如何整定时钟？

答：在主界面上，点击“开始”菜单，进入“系统设置”子菜单，在“系统设置”子菜单界面下，设定时间（年、月、日、时、分、秒）。设定后应将光标移至“时间确认”按钮处，按回车键确认。

22. 运行人员在录波器启动后如何处理？

答：当录波器启动时，将故障报告打印出来，汇报相关部门。然后按下面板上的取消键，复归录波告警信号，通知继电保护人员，取走录波数据。

23. 运行人员对 YS—88A 型故障录波器的维护项目有哪些？

答：（1）运行人员每天巡视录波器状态闪动情况，如状态灯闪动情况，不符合装置原理或与继电保护的运行交待不符，应立即通知继电保护人员处理。

（2）每天检查打印纸的剩余量，剩余不足时，及时安装打印纸。

(3) 每周人工启动录波器一次，以检查录波器工作是否正常。

(4) 录波器启动后，在打印完录波图后，运行人员才能按复归键复归录波器。

24. 录波器频繁启动应如何处理？

答：点击 Windows98 的开始按钮，将程序中的启动项 SH2000 删除，重新启动计算机。运行 SH2000debug.exe，前置机进入调试状态不启动录波。将定值修改写入前置机，正确则录波器不再启动录波，将桌面 SH2000 快捷方式复制到开始按钮程序菜单的启动项。

25. 故障分析报告错误的原因是什么？

答：故障分析报告错误的原因一般是“录波文件的故障分析参数设置”一项有错误。

26. 录波文件无法打开应如何处理？

答：(1) 在“波形分析”窗口中点击“打开”，将“打开”对话框的文件类型设为“原始录波数据”，选择 C:\SH2000\data 目录的同名文件，系统将自动用新定值生成 SHM 文件，并打开文件。

(2) 如果录波文件太大，在转换数据时，看门狗电路会启动，这时只有将数据备份到后台机上，用离线分析软件 DLF2000 打开分析。

27. 无法解锁操作的处理方法是什么？

答：键盘在设定的时间内不操作，键盘将被锁定，在连续按 ctrl、alt、s、h、2、0、0、0 不能解锁时，查看键盘。SH 2000 系统录波器的键盘启动默认“NUMLOCK”键有效，在按数字时已经转换为字符键，而使用者却不知道，因此无法解锁操作。所以在输入解锁操作前，要使“NUMLOCK”灯熄灭，在无法解锁操作时，录波器正常工作。

28. 如何打印故障分析简报？

答：点击“计算分析”下的“波形分析”，弹出窗口，点击“分析”，弹出下拉菜单，点击“分析简报”。按打印即可。

29. 如何打印录波组合波形？

答：点击“计算分析”下的“波形分析”，弹出窗口，点击“文件”，弹出下拉菜单，选择录波文件打开，选“线路组合”组合显示线路名称及母线的电压，要在同一录波片上打印的线路及母线电压前点击窗口打“√”（可选一条线路或一段母线电压），依次点击“显示”、“文件”、“打印”。

30. 如何打开录波文件和分析报告？

答：点击主菜单“计算分析”下的菜单“波形分析”，打开波形分析窗口，点击菜单“文件”下的菜单“打开”，选择目录 C:\SH2000\standanrd、文件类型“SH—2000 录波数据”，打开相应的录波文件*.SHW 即可。或者选择目录 C:\SH2000\data 文件类型“原始录波数据”，打开相应的录波文件*.SHW 即可。



31. 如何查看录波器是否启动录波?

答: 录波器启动后, 录波器面板上的“报告”指示灯亮, 同时发出录波器启动光字牌, 后台机自动上电。

32. 录波文件的查找方法?

答: 查找录波文件的方法有三种: 一是按时间, 二是按故障类型, 三是查找全部文件。

点击菜单“分析计算”下的“波形分析”打开波形分析窗口, 点击菜单“文件”下的“文件查找”打开文件查找页面, 在查找方式栏选中目前时间, 在查找目录栏输入 C: \SH2000 \standanrd, 然后输入起始时间和结束时间, 最后点击“文件查找”查找起始时间和结束时间之间的文件。

用同样的方法在查找目录栏输入 C: \SH2000 \standanrd, 然会选择一种故障类型 AN, BN, BCN 等, 最后点击“文件查找”查找相应的故障类型文件, 也可查找全部文件。

33. 手动启动录波的方法?

答: 手动启动录波的方法有两种, 一是点击“监控操作”下的“手动启动录波”启动一次录波, 二是按面板上的“手动启动”按钮启动一次录波。

34. 前置机箱由哪几个主要插件组成?

答: 前置机箱由监控插件 (MMI) 插件, 1~6 个录波单元, 电源 (POWER) 插件、告警 (PALM) 插件等组成。

35. 监控插件 (MMI) 的功能是什么?

答: 它主要完成与 CPU、工控机交换数据, 接受 GPS 时钟信号, 巡检 CPU 插件, 发出呼唤、告警信号等功能。

36. CPU 插件的功能是什么?

答: CPU 插件负责接受 GPS 时钟信号, 完成判故障启动和录波, 完成模拟量、开关量的数据采集等功能。

37. 装置自检的内容包括什么?

答: (1) CPU 插件、MMI 插件内部电路 (包括外围辅助电路) 的自检即插件内部的时钟芯片、CPU、ROM、RAM、DRAM、GPS 同步、定值、零漂刻度、采样同步、信号开出异常时均发出告警, 并上报详细资料至后台。

(2) MMI 插件对各 CPU 插件巡检。

(3) 工控机未检测到 MMI 插件通信信号时, 给出通信异常信号。

38. 系统时钟以什么为准?

答: 系统时钟与 GPS 时钟同步, 每 30s 对时一次。当 GPS 故障时, 系统时钟为装置内部时钟。

39. WGL—3000 型装置对运行人员有什么要求?

答: (1) 运行人员每天巡视录波器状态灯情况, 如不符合装置原理或继电保护部门的运行交代, 应立即通知继电保护人员处理。

(2) 每天检查打印纸的剩余量, 剩余不足时, 及时安装打印纸。

(3) 每周人工手动录波一次, 以检查录波器工作是否正常。

(4) 每周都要检查一次录波器时钟, 以便在故障录波时提供准确的时间。

40. WDGL—IV/X 型装置是直流还是交流供电的?

答: 该装置的交直流电源互为备用, 自动切换。

41. WDGL—IV/X 型装置电源插件灯的含义是什么?

答: 该装置为直流电源插件, “+5V” 和 “+24V” 分别为 +5V、+24V 电源监视灯。

42. WDGL—IV/X 型装置有哪些插件?

答: 该装置有管理 CPU 板、智能 A/D 板、开关量输入板、装置信号板、电源板等插件。

43. WDGL—IV/X 型装置信号 (出口继电器插件) 各按键及信号灯的含义是什么?

答: 录波启动: 模拟量输入超过定值或开关量发生变位时, 装置启动, 该灯亮, 并一直保持, 待按“信号复位”键时熄灭。

自检异常: 自检发现板卡出错时, 该灯亮。

内存记录: 当前置机内存有数据时, 该灯亮。

内存满: 前置机、RAM 缓存满。

试验启动: 手动启动一次录波。

信号复位: 使录波启动继电器输出信号复位。

44. WDGL—IV/X 型装置管理 CPU (管理板插件) 各按键及信号灯的含义是什么?

答: CPU1 运行: 管理板 DSP 运行灯。

CPU2 运行: 管理板单片机运行灯。

通讯发送: 管理 CPU 向后台机发送数据指示灯。

通讯接收: 管理 CPU 接收后台机数据指示灯。

系统复位: 前置机复位。

开关屏蔽: 屏蔽所有开关量启动。

定值写入: 修改定值时, 先将该键按下, 定值方能写入前置机。定值修改完成以后, 将该键恢复原位, 否则将屏蔽所有启动量。

45. WDGL—IV/X 型装置智能 AD0~AD5 板插件信号灯的含义是什么?

答: 智能 AD0~AD5 为 AD 板插件。

运行: 智能 AD 工作指示灯, 正常运行状态时灯亮。

46. WDGL—IV/X 型装置如何进行主机运行状态检查?

答：正常运行时，值班人员可定期观察前置机面板各指示灯状态，判断其是否处于正常运行状态。正常时，“+5V”、“+24V”灯亮，各个运行灯亮，其余灯不亮。电力系统发生故障时，装置启动录波，前置机面板“录波启动”、“内存记录”灯亮，“通讯发送”、“通讯接收”指示灯闪亮。“通讯发送”、“通讯接收”指示灯熄灭后，说明前置机已将故障数据传到后台机，“内存记录”指示灯灭。后台机进行数据分析计算，若配有数据远传功能，故障数据、故障分析报告、测距结果将上传到主站。如后台机设为自动打印，则自动启动打印机，打印故障波形、故障分析报告，待打印结束，自动关闭打印机。按“信号复位”键，“录波启动”指示灯灭。在后台机打开故障文件，进行故障分析。正常运行时，关闭后台机显示器，以提高显示器寿命。由于录波装置启动灵敏、记录较多，因此，一般将打印机设置为不自动打印，待故障后手动选择打印。

47. WDGL—IV/X 型装置如何进行故障查询?

答：系统提供四种故障查询的方法。

(1) 直接打开故障文件。如某故障的发生时间为 2000 年 6 月 28 日 13 时 9 分 42 秒 756 毫秒，则形成的故障文件名为 20000628130942.756，通过故障文件名知道该故障的发生时间。选中“故障分析”，单击“文件”，选择“打开故障文件”，弹出对话框。根据文件名选中要打开的故障文件，单击“打开”即可。单击“取消”可取消当前操作。

(2) 根据故障档案进行故障查询。单击“文件”，选择“按故障档案选择故障”，弹出对话框。选中要打开的故障文件，单击“确定”。如果要将此文件上发到主站，选中后单击“数据远传”即可。单击“取消”可取消当前操作。单击“删除”可删除当前档案及对应的数据文件。

(3) 按日期进行故障查询。单击“文件”，选择“按日期选择故障”，弹出对话框。故障文件按时间顺序排列，最近发生的故障排在最前面。在“日期输入”一项中，输入要查询故障的日期，在“时间范围”一项中输入要查询故障所处的时间段范围，在“对应文件列表”中将自动列出符合条件的故障文件。选中后，单击“确定”即可打开此故障文件，单击“取消”可取消当前操作。

(4) 按跳闸选择故障。选择“按跳闸选择故障”，弹出对话框。根据故障过程是否有断路器动作选择故障。在“起始日期”和“终止日期”项中输入要查询故障的日期，在“断路器动作文件列表”中自动列出符合条件的并且故障过程中有断路器跳闸的文件。选中后，单击“确定”即可打开此故障文件，单击“取消”可取消当前操作。

48. WDGL—IV/X 型装置如何打印报告?

答：后台软件提供两种打印方式：自动打印和手动打印。

(1) 自动打印：自动打印是指故障发生后，系统自动启动打印选定的打印内容。打印模拟量波形、打印开关量波形、打印系统频率波形、打印故障分析报告。

(2) 手动打印：菜单列出 8 种打印选项：模拟量波形打印、开关量波形打印、有功波形打印、无功波形打印、系统频率波形打印、故障分析结果打印、模拟量开关量打印、故障综合分析打印。根据需要选择后，再双击左边可选通道列表框中的通道名称，选择后点击“确

定”按钮，即开始进行打印输出。

49. WDGL—IV/X 型装置如何自检？自检内容包括哪些？

答：正常运行时，每天上午 8 时，装置自动自检，并将自检结果传到后台机，自检内容包括 RAM、ROM、CRC 校验和 EEPROM，若有异常，发“装置异常”远方信号。亦可选择手动自检，让前置机自检一次，传回自检结果。

50. WDGL—IV/X 型装置在线路故障时不能录波的原因是什么？

答：（1）前置机面板“定值写入”键被按下，应将其松开。

（2）定值设置不当，应重新校对参数、重新写定值。

（3）线路的启动参量在参数设置里被屏蔽，应重新校对参数、重新写定值。

51. WDGL—IV/X 型装置开机后，运行灯都不亮的原因及处理方法是什么？

答：（1）直流电源模块接触不良，应关掉电源，紧固电源模块。

（2）直流电源模块坏，应更换直流电源模块。

52. WDGL—IV/X 型装置远方信号不工作的原因是什么？

答：（1）直流电源输出不正常。

（2）熔丝熔断。

（3）装置信号板有问题。

53. WDGL—IV/X 型装置运行时，“通讯发送”或“通讯接收”指示灯一直闪亮，如何解决？

答：运行时，如“通讯发送”或“通讯接收”指示灯一直闪亮，可能是前置机与后台机之间的通信线插头松动，关掉前置机和后台机，将插头紧固。重新开机后，指示灯仍然闪亮，可能是通信板松动，应关掉后台机，打开机箱，紧固通信板。如问题还不能解决，应更换通信板。



第十一章 电网区域稳定控制装置

1. 当稳控装置发生计算死机时，在重新启动计算机前是否需断开切机连接片？

答：稳控装置重新启动前应该断开切机连接片，待装置进入正常运行后再恢复连接切机连接片。

2. 当机组停运时，稳控装置中的相应切机连接片是否需要断开？

答：机组停运时，应断开稳控装置中相应切机连接片。

3. 稳控装置投停操作顺序颠倒有何危害？

答：必须严格按照稳控装置投停操作规定顺序执行，否则可能导致硬盘损坏、数据采集系统故障，甚至装置误动。

4. 当“交流电源消失”时，需停用切机连接片吗？

答：稳控装置自带 UPS 电源，在外接交流电源消失后，可以持续供电 15min 以上，在此期间不停用切机连接片。长时间交流电源消失时，稳控装置退出运行，停用切机连接片。

5. “直流电源消失”需停用切机连接片吗？

答：必须停用切机连接片。直流电源给数据采集系统供电，直流电源消失会导致数据采集异常、开关量输入输出异常、稳控装置不能正常工作。

6. “GPS”出错时应如何处理，需先停用切机连接片吗？

答：必须停用切机连接片。GPS 给稳控装置提供均匀采样脉冲，GPS 出错导致数据采集异常，稳控装置不能正常工作。应及时更换 GPS 接收板或接收天线。

7. 倒旁路时，稳控装置上的“电压、电流”信号是否需随一次系统切换吗，否则有何危害？

答：必须保持和一次系统一致，否则稳控装置不能正确判断故障位置，会引起误动或拒动。

8. 通信卡上 8 个指示灯出现异常时应如何处理？

答：通信通道故障、稳控通信板 MDPCPG 故障、主机（管理机）程序配置错误等都可导致主机（双机系统上位机）通信异常提示。从通信卡上的指示灯可以初步判断通信异常的原因。CD 灯异常表明通信通道出现异常，应检查整个通路，处理参见本章第 15 题；L 灯异常说明不能建立连接，处理参见本章第 16 题，R 灯异常说明数据接收异常，S 灯异常说明数据发送异常，处理参见本章第 17、18 题。

9. DC 24V 电源有何用途？出现异常时如何处理？

答：DC 24V 电源提供开关量输入、输出所需 24V 直流电源。出现故障后应稳控装置退出，检查稳控装置内部的相关接线。

10. 稳控装置中线路跳闸连接片有何使用规定及要求？

答：线路保护信号通过稳控装置中线路跳闸连接片进入稳控，因此在某线路退出运行时应及时退出该线路对应的跳闸连接片。

11. 在进入程序时，提示用户读取配置文件存在问题，应如何处理？

答：配置文件定义错误，例如使用了未定义的变量。打开运行程序所在的目录下的 MonError.lst 文件，其中给出了配置文件所出现的错误的类型及其在配置文件中的位置。发生此类情况请专业人员处理。

12. 读取追忆文件失败如何处理？

答：记录文件错误或配置文件有关追忆部分定义错误。打开运行程序所在目录下的 MonError.lst 文件，其中给出了配置文件所出现的错误的类型及其在配置文件中的位置。发生此类情况请专业人员处理。

13. 键盘/鼠标无响应后如何处理？

答：首先检查键盘/鼠标接线是否正确或有无松动。如果硬件连接没有问题，则说明主机已经死机，需重新启动主机。

14. 系统长时间内既无刷新又无响应，应如何处理？

答：可首先按 Ctrl+Alt+Delete 键，关闭程序；若系统长时间没有响应（大于 5min），则需连续两次按下 Ctrl+Alt+Delete 重新启动计算机；若系统此时仍没有响应，可打开工控机小门，按“reset”键重启。

15. 长时间无法建立通信连接如何处理？

答：应依次进行如下检查：

(1) 检查主界面下部的信息提示区，如果其中没有显示“MDCP 通信卡复位”、“MDCP 通信卡 1 路通道连接失败，重新复位”、“MDCP 通信卡连接失败，重新复位”等信息，则说明配置文件中没有 MDCP 通信卡的配置。检查相应的配置文件，并在正确的位置上添加 MDCP 通信卡的内容。

(2) 到机柜后部观察通信卡的指示灯。如果在 2min 内看不到红灯亮起，则说明主机不能复位通信卡。

(3) 检查配置文件中通信卡端口地址是否与实际跳线一致；如果二者一致，则应该检查通信卡的端口地址是否与 Arcnet 卡等硬件的地址存在冲突，如果是，则应该更改通信卡的跳线和配置文件中的端口地址，直到不发生冲突为止。

(4) 如果每次通信卡复位，红灯亮起又熄灭后，红灯出现周期性闪烁（例如：每 1.5s

闪烁一次、两次或者三次)，则表明通信卡的初始化过程有问题，如果连续复位均出现该现象，则需要更换通信卡。

(5) 需要确认本地和远方通信卡采用了相同的波特率并且分别设置为拨号方和应答方，纠正错误的跳线设置，并注意修改配置文件中的相应内容，使之与跳线设置一致。

(6) 检查本地的 GPS 信号接受正常。如果不正常，则应进行相应的处理。

(7) 检查信道本身是否正常。如果不正常，则需要进行相应的处理。

(8) 取出本地的通信卡，和另一块可以正常工作的通信卡进行脱机自检测试。如果也无法建立连接，则表明原来的通信卡存在故障，需要更换通信卡。

16. 连接成功后收不到远方数据如何处理？

答：如果主界面的信息提示区已经提示“MDCP 通信卡连接成功”，但是图形显示区中没有显示远方送来的数据和相量，说明没有收到远方数据。如果连接成功后一段时间内收不到数据，程序将再次复位通信卡的相应通道。这时，应该到机箱后面检查通信卡的指示灯。

如果发现连接建立以后，通信卡上某通道的 S 灯在闪烁，但是 R 灯常亮，则表明该通道发数据正常但是无法解调出正确的数据。

如果通信卡另一通道 R 灯和 S 灯闪烁正常，取出通信卡改变 JP3—3 调两个通道的优先级也可以继续使用，虽然数据收发过程完全没有影响，但是此时通信卡已经不能实现双通道热备，因此仍然需要更换通信卡。

如果两路通道指示灯现象相同，则应检查信道情况是否良好。如果信道情况不良，则应对信道作相应的处理。同时，应该取出本地对应通信卡和一块可以正常工作的通信卡进行脱机自检测试，如果指示灯指示类似，则表明通信卡的解调部分存在问题，应该更换通信卡，否则表明通信卡状态良好。

17. 短时间通信后出现通信中断如何处理？

答：如果连接成功后，能够收到远方数据，但是很快（几秒钟后）就收不到新数据，程序将控制通信卡在下一个同步时间进行初始化和连接。这时应该提前到机箱后面准备观察通信卡的指示灯。

如果发现连接成功以后，R 灯和 S 灯都闪烁，但是很快 S 灯熄灭，CD 灯、L 灯正常，则表明本地数据发送间隔偏短；或者数据长度过长，应该在配置文件中作相应调整。发生此类情况请专业人员处理。

如果是 R 灯很快熄灭，CD 灯、L 灯正常，则表明对端存在着这样的问题，应该由对端在配置文件中作相应调整。

18. 长时间通信后出现通信中断如何处理？

答：稳控程序能够自动控制通信卡实现双通道热备。如果连接成功后，能够收到远方数据，但是经过一段时间后（数分钟或几天）收不到新数据，程序将控制通信卡的两个通道在下一个同步时间进行初始化和连接。

如果从通信卡指示灯上可以看出 CD 灯、L 灯正常，R 灯、S 灯闪烁，之后 R 灯常亮、S 灯熄灭的现象，则表明信道状况不良导致双方失去连接。

如果每次连接成功后，正常通信持续的时间很短（几分钟），则表明信道状况不能满足正常通信需要，应该对信道进行相应的处理和调整。

19. 管理机显示主机下线如何处理？

答：依次检查以下各项：

(1) 从机是否关机，如果已关机，启动从机。

(2) 主机的主程序是否启动，如果没有，启动主程序。

(3) 检查局域网的通信情况：可以先使用 Windows 操作系统中的 ping 命令连接从机；如果连接正常，说明网络工作正常，这时很可能是网络设置中的某些选项不符合需要，应该检查网络设置的所有选项；如果连接不上，说明网络工作不正常，这时应该检查相关网络硬件的连接和工作情况及网络设置，建议按照下面方法检查：

1) 网线是否从计算机或者 HUB 上脱落，如果脱落，把网线重新接上即可解决问题。

2) 网络设置。

3) 网线本身有否断线或故障，可以通过用一根好的网线替换被检查的网线，如果这时网络工作正常，就说明原来的网线坏了，只需换上一根好的网线即可解决问题。

4) 检查 HUB 本身是否有故障，这可以通过把网线接到 HUB 上其他接口，如果这时网络工作正常，说明原来用的接口有故障，只需换一个接口接网线即可解决问题。或者直接换上一个好的 HUB，如果这时网络工作正常，说明原来用的 HUB 有故障，只需换一个好的 HUB 即可解决问题。

5) 检查计算机上的网卡是否有故障，在检查前，必须先关机。检查时，可以把网卡拔出再重新插入计算机的主板，再启动计算机和主程序，如果这时网络工作正常，说明原先网卡松了或者插得不平，导致网卡和主板接触有问题。

6) 如果还没有解决问题，先关机，换上一个运行正常的网卡，再开机，先重新进行网络设置，具体的设置参照本章第 25 题的网络设置说明，再启动主程序，如果这时网络工作正常，说明原来的网卡损坏了。

20. GPS 接收机锁星失败的主要原因是什么，如何处理？

答：GPS 接收机锁星失败的原因较多，主要包括：

(1) 天线转接头接触不良，此时需重焊转接头或更换转接头。

(2) GPS 接收天线位置不理想，GPS 天线应置于开阔地带，近处高大建筑物、树木或其他天线都可能影响其接收效果，通常将 GPS 接收天线置于建筑物顶端并远离其他天线。

(3) GPS 接收天线走线收到其他线路的电磁干扰，避免天线走线与大电流线路平行走线。

(4) 天气变化或卫星位置的变化也可能引起 GPS 接收机锁星的暂时失败，应观察一段时间。

21. 出现异常网络错误如何处理？

答：出现异常网络错误时，通常是主、从机上的网络设置或者相关网络硬件的连接和工作情况有问题。检查方法参考本章第 19 题。

22. A/D 板工作不正常的主要原因是什么，如何处理？

答：A/D 板工作不正常的原因及相应处理方法主要有以下几点：

(1) STD 下位机电源系统中的工业控制开关电源损坏。工业控制开关电源为 STD 系统供电，其正常工作时，面板电源指示灯常亮，同时由 GPS 板上的电源指示灯可以观察到开关电源输出的 +12V、-12V 和 +5V 是否正常。GPS 板上共有 5 个灯，从上到下依次为 +5V、+12V、-12V、PPS、TE（输出允许）。若工业控制开关电源的确损坏，应尽快更换开关电源。

(2) GPS 板输出的 600Hz 采样脉冲被禁止，此时 TE 灯熄灭，等待 GPS 板输出自动重新恢复正常即可，也可手动复位 GPS 板上的 RESET 按钮。

(3) Arcnet 板与上位机通信失败。Arcnet 板上有一个通信状态指示灯，上电后，Arcnet 板会向上位机的 Arcnet 板发查询包，此时指示灯闪烁；正常通信建立后，指示灯常亮；若 Arcnet 板或 V40 板损坏，则通信完全中断，指示灯熄灭。此时应更换 Arcnet 板或 V40 板。

23. 数据采集失败如何处理？

答：主机（管理机）或模拟屏提示“数据采集失败”说明从机（三机系统）或上下位机（两机系统）数据采集通道出现异常。应检查以下各项：

- (1) 上、下位机之间的 Arcnet 通信电缆是否连接正常；
- (2) 下位机 GPS 板指示灯是否正确；
- (3) 下位机 AD 板的外加电源电压水平是否满足要求；
- (4) 上位机配置文件的设置是否与下位机的硬件配置一致；
- (5) 下位机 AD 板是否出现过热，如果出现过热的 AD 板，则需更换。

24. 三机系统主机（管理机）频繁启动、继电器异音，如何处理？

答：频繁启动说明从机的数据采集工作不稳定，反复报警出口导致继电器疲劳，继电器异常。应请专业人员检查数据采集系统，更换异常的继电器。

25. 稳控装置主机 Windows 网络属性是如何配置的？

答：在 Windows 的网络属性中，必须具有以下几方面内容：

(1) 网络适配器（网卡驱动）：最好安装网卡自带的驱动，如果使用 Windows 自带的网卡驱动，选择的网卡驱动必须适用于该计算机上安装的网卡。

(2) TCP/IP 协议：双击 TCP/IP 协议，打开“TCP/IP 属性”对话框。

1) “IP 地址”选项卡：选定“指定 IP 地址”一项。对于“子网掩码”一项，必须保证局域网中所有计算机（包括主、从机）都一样，建议为 255.255.0.0；对于“IP 地址”一项，必须保证局域网中所有计算机（包括主、从机）的 IP 地址中对应于子网掩码中不为 0 的前几位都是同样的值，剩下后面的几位则必须局域网中使各个计算机不相同，如主机为 166.111.60.1，两台从机分别为 166.111.60.2 和 166.111.60.3。

2) “WINS 配置”选项卡：选定“禁用 WINS 解析”一项。

- 3) “DNS 配置”选项卡：选定“禁用 DNS”一项。
 - 4) “网关”选项卡：把“已安装的网关”中列出的所有网关删除。
 - 5) “绑定”选项卡：核选列表中所有的选项。
- (3) Microsoft 网络用户：Microsoft 网络上的文件与打印机共享。在“高级”选项卡中，把“LM 广播”一项的值设为“否”，“浏览主控服务器”的值设为“自动”。
- (4) “主网络登录”一项的值设为“Microsoft 网络用户”。

第十二章 电力系统安全自动控制装置

1. UFV—A、B型微机低频、低压减载装置都有哪些功能？

答：在电力系统由于有功缺额引起频率下降时，装置自动根据频率降低值切除部分电力用户负荷，使系统的电源与负荷重新平衡。本装置设有四个独立的基本轮和一个特殊轮。

当电力系统功率缺额较大时，本装置具有根据 df/dt 加速切负荷的功能，在切第一轮时可加速切第二轮或第二、第三两轮，尽早制止频率的下降，防止出现频率崩溃事故。

在电力系统由于无功不足引起电压下降时，装置自动根据电压降低值切除部分电力用户负荷，确保系统内无功的平衡，使电网的电压恢复正常。本装置根据电压切负荷的轮次与根据频率切负荷轮次相同，也可以在五轮范围内设定为频率与电压轮次分开。

当电力系统电压下降太快时，可根据 dU/dt 加速切负荷，尽早制止系统电压的下降，避免发生电压崩溃事故，并使电压恢复到允许的运行范围内。

装置具有独特的短路故障判断自适应功能，低电压减载的整定时间不需要与保护动作时间相配合，保证系统低电压时快速动作，短路故障时可靠不动作。

装置设有根据 df/dt 、 dU/dt 闭锁功能，以防止由于短路故障、负荷反馈、频率或电压的异常情况可能引起的误动作；具有 TV 断线闭锁功能。

装置还可用于低频解列、低压解列。

2. 在电压二次回路断线时，对 UFV—A、B型微机低频、低压减载装置功能有什么影响？

答：当两段母线电压均正常时，必须在两段电压（或频率）同时降低时，低电压（或低频）才能动作。当其中一段母线电压消失时，自动按正常的那一段母线电压进行判断。

3. UFV—A、B型微机低频、低压减载装置有哪些插件？

答：装置由稳压电源插件（DY）、交流变换插件（YH）、主机板插件（CPU）、输出中间继电器插件（SZ）、出口继电器插件（CKZ）、打印接口插件（DYK）等组成。

4. UFV—A、B型微机低频、低压减载装置主机板插件面板上有哪些器件？

答：主机插件由主机板、液晶显示屏、定值设置允许开关、键盘、指示灯等部分组成。

5. UFV—A、B型微机低频、低压减载装置主机板插件有哪些功能？

答：（1）主机板插件内 16 位单片机是装置的核心，装置的软件存放在 EPROM 之内，EEPROM 存放定值，RAM 是数据存储器，存放运行数据、事件记录等。电流环的 RS232 串行通信口可以连接打印接口板或与其他微机通信。时钟芯片带有后备电池，供 CPU 读取日期、时间。交流信号 U_{AB} 、 U_{BC} 经隔离变换后送采样保持回路，再由单片机内

部的 A/D 变换器变为数字信号，CPU 进行采样和有效值计算。另外交流信号波形变为方波后，进行周期测量，再由单片机计算出频率和频率的变化率。晶振分频产生 600Hz 的信号，作为采样保持信号及 CPU 的中断源。并行 I/O 扩展芯片的 C 口用于开关量输入，A 口、B 口经过出口逻辑电路同时控制输出信号继电器和各轮中间继电器。

(2) 进行人机对话，完成定值设置，整组试验，打印输出，装置自检、显示装置采样值等功能。

(3) 进行低频或低压事故的判断和处理。

6. UFV—A、B 型微机低频、低压减载装置主机板插件面板上有哪些信号显示？

答：有 4 个指示灯，分别表示装置运行、启动、动作、异常的状态。

7. 如何修改 UFV—A、B 型微机低频、低压减载装置时钟？

答：在装置开始通电运行或运行中发现时间误差较大时，用 SET TIME 菜单重新设定准确的时间。SET TIME 的显示格式为：

SET TIME	
YEAR	01
MONT	03
DATE	19
HOUR	08
MINU	11
SECO	58

移动光标至需要设定的单位时间的个位位置，按“+1”、“-1”键进行修改，全部时间改完后按“确认”键，新的时间被设定，光标以方块形式闪动，表示时间已写进，否则没有写进。按“返回”键，显示返回主菜单，再进入显示菜单，检查时钟是否确实被设定。

8. 如何打印 UFV—A、B 型微机低频、低压减载装置采样值？

答：在主菜单显示方式下，移动光标至“PRINT”一行，按下“确认”键，显示打印内容如下：

a. Current State

打印当前测量状态

b. Defined Value

打印定值表

c. Event Record 1

打印事件记录 1 内容

d. Event Record 2

打印事件记录 2 内容

e. Data Record 1

打印数据记录 1 内容

f. Data Record 2

打印数据记录 2 内容

移动光标选择“a. Current State”，然后按“确认”键，即可打印出相应的内容。

9. 如何在运行状态打印 UFV—A、B 型微机低频、低压减载装置定值？

答：在主菜单显示方式下，移动光标至“PRINT”一行，按下“确认”键，移动光标选择：

b. Defined Value

打印定值表，然后按“确认”键后则可打印出相应的内容。当定值表（SET UP）内打印设置内容为“0”时，则不能进入打印菜单。

10. 如何在运行状态复制 UFV—A、B 型微机低频、低压减载装置故障报告？

答：在主菜单显示方式下，移动光标至“PRINT”一行，按下“确认”键，移动光标选择：

c. Event Record 1

打印事件记录 1 内容；

d. Event Record 2

打印事件记录 2 内容，按“确认”键后则可打印出相应的内容。

11. UFV—A、B 型微机低频、低压减载装置主机板插件面板键盘上各键的功能是什么？

答：主机板插件面板键盘由 9 个功能键组成，依次是“-1”、“上移”、“+1”、“左移”、“确认”、“右移”、“复位”、“下移”、“返回”。

12. UFV—A、B 型微机低频、低压减载装置主机板插件面板液晶屏在运行状态下显示什么？

答：运行状态下显示菜单内容如下：

DATE: 01—03—19

TIME: 08 : 30 : 56

1Uab=xxx. xkV

1Ubc=xxx. xkV

1Uac=xxx. xkV

2Uab=xxx. xkV (UFV—B 型装置无此项显示)

2Ubc=xxx. xkV (UFV—B 型装置无此项显示)

2Uac=xxx. xkV (UFV—B 型装置无此项显示)

1fab=xx. xxHz

1fbc=xx. xxHz

2fab=xx. xxHz (UFV—B 型装置无此项显示)

2fbc=xx. xxHz (UFV—B 型装置无此项显示)

SWITCH H | D | D | D | (H: 合, D: 断)

INT Time=x. xxxms (中断时间)



通过按“上移”或“下移”键，可以移动光标，使显示内容上移或下移。

13. 如何进入 UFV—A、B 型微机低频、低压减载装置人机对话主菜单？

答：装置加电或复位后自动进入主菜单，光标停在菜单第一行的开始处，按“上移”或“下移”键可进行菜单的选择，选定菜单后按“确认”键则可进入各子菜单的显示。在各子菜单显示状态下，按下“返回”键，液晶屏显示返回主菜单。

14. UFV—A、B 型微机低频、低压减载装置人机对话主菜单有哪些内容，分别表示什么意义？

答：主菜单内容为：

- | | |
|-------------------|------------------------|
| (1) DISPLAY —X— | 正常显示菜单，X 表示该装置型号 |
| (2) SET UP V1.5 | 定值显示与修改菜单，V1.5 表示软件版本号 |
| (3) EVENT RECORD1 | 事件记录 I 显示 |
| (4) EVENT RECORD2 | 事件记录 II 显示 |
| (5) DATA RECORD1 | 数据记录 I 显示 |
| (6) DATA RECORD2 | 数据记录 II 显示 |
| (7) PRINT | 打印选择菜单 |
| (8) SET TIME | 时钟设定 |
| (9) SELF—DETECT | 整组试验菜单 |

15. 正常状态下 UFV—A、B 型微机低频、低压减载装置各插件面板上信号显示状态分别是什么？

答：(1) 电源插件指示灯：5V、±12V、24V 四个电源指示灯亮，分别表示四路稳压电压基本正常。

(2) CPU 插件指示灯：4 个指示灯分别表示装置运行、启动、动作、异常的状态，动作信号灯应保持到手动复归时为止。

(3) 输出中间 SZ 插件上指示灯：共 9 个指示灯，由上向下依次代表启动、输出 I 轮、输出 II 轮、输出 III 轮、输出 IV 轮、输出 V 轮、动作、TV 断线、异常。除 I ~ V 轮输出灯及动作信号灯保持到手动复归时外，其他灯均不保持，该状态消失，信号灯自动熄灭。

(4) 出口继电器插件上指示灯：共 4 个指示灯，由上向下依次代表本板的出口 1、出口 2、出口 3、出口 4。

(5) 打印机接口插件面板上有 3 个指示灯，分别表示打印接口板的 CPU 运行正常、打印机在准备状态、装置主 CPU 正向接口板发送打印的数据。

16. UFV—A、B 型微机低频、低压减载装置有哪些中央信号，其代表意义分别是什么，应如何处理？

答：装置输出的中央信号一般包括：

- | | |
|-------------|--------------------|
| 装置动作信号（带保持） | ——表示装置出口动作； |
| TV 断线信号 | ——表示装置输入电压断线或电压消失； |

回路异常信号 — 表示装置自检发现问题；

直流电源消失信号 —— 表示装置直流电源消失。

动作信号由运行人员手动复归，异常信号在异常状态消除后自动复归。

(1) 装置出口动作：应检查装置动作情况是否正确，记录动作后的指示和事件记录内容，必要时还应记录数据记录的结果，复归动作信号，把装置动作情况上报调度部门。接有打印机的装置，应将打印结果上报调度部门分析事故及备案。

(2) 装置输入交流电压消失：检查是否出现 TV 断线的情况，还是母线电压消失，如果是 TV 回路断线引起的异常，应尽快查清断线原因，使 TV 回路恢复正常。如果是一段母线停运引起的“母线电压消失”异常，装置仍能正常运行，不需要进行处理，在该段母线投运后该异常即自动消失。

(3) 装置自检发现问题：装置出现异常信号时，应及时到装置安装处检查装置的显示结果，查明是哪部分异常，并尽快排除。如果装置指示灯紊乱或显示不正常，在一时无法查清原因时，应先将装置出口压板退出，通知继电保护维护人员进行处理。

(4) 装置直流电源消失：检查装置直流电源消失原因，尽快恢复送电，装置本身不需要退出。

17. UFV—A、B 型微机低频、低压减载装置异常状态显示含义是什么？

答：(1) 程序自检：装置上电时，CPU 首先对存放在 EPROM 内的软件程序代码进行 CRC 检查，如果发现与预先设定的 CRC 值不一致，则发出校验出错告警信号，并闭锁装置的出口。

(2) 显示：RAM ERR! —— 发现 RAM 读/写错误；

(3) 显示：PT BREAK ! —— 发现 TV 断线；

(4) 显示：1M/2M VOLT DISAPPEAR! —— I 母/II 母电压消失；

(5) 显示：VOLT dU/dt ERR! —— 电压变化率异常；

(6) 显示：FREQ DOWN ERR! —— 频率过低异常；

(7) 显示：FREQ UP ERR! —— 频率过高异常；

(8) 显示：FREQ df/dt ERR! —— 频率变化率异常；

(9) 显示：INPUT SWITCH ERR! —— 输入开关量异常；

(10) 显示：OUTPUT ERR! —— 当没有输出动作时，CPU 查到有输出回读信号；或有输出动作，CPU 查不到回读信号。

18. UFV—A、B 型微机低频、低压减载装置异常打印报告含义是什么？

答：内容同本章第 17 题。

19. UFV—A、B 型微机低频、低压减载装置在动作后，显示哪些信息？

答：显示的动作内容和格式如下：

UNDER VOLTAGE 1~4 —— 低压第 1~4 轮动作；

UNDER FREQUENCY 1~4 —— 低频第 1~4 轮动作；

UNDER FREQUENCY 5 —— 低频第 5 轮动作；

23. 正常状态下 UFV—F 型微机振荡解列装置各插件面板上信号显示状态是什么？

答：(1) 电源插件指示灯：5V、±12V、24V 四个指示灯亮，分别表示四路稳压电压基本正常。

(2) CPU 插件指示灯：4 个指示灯分别表示装置运行、启动、动作、异常的状态，动作信号灯应保持到手动复归时为止。

(3) 输出中间继电器插件上指示灯：共 9 个指示灯，由上向下依次代表：启动、输出 I、输出 II、输出 III、输出 IV、输出 V、动作、TV 断线、异常。除 I ~ V 输出灯及动作信号灯保持到手动复归时外，其他灯均不保持，该状态消失，信号灯也自动熄灭。

(4) 出口继电器插件上指示灯：共 4 个指示灯，由上向下依次代表本板的出口 1、出口 2、出口 3、出口 4。

(5) 装置配有电压切换插件 (YQH) 时，该板上有 4 个灯，上面两个绿色灯分别表示当前输出的是 I 母电压还是 II 母电压。下面两个红灯分别表示 I 母或 II 母电压异常。

(6) 打印机接口插件面板上有 3 个指示灯，分别表示打印接口板的 CPU 运行正常、打印机在准备状态、装置主 CPU 正向接口板发送打印的数据。

24. UFV—F 型微机振荡解列装置异常状态显示的含义是什么？

答：(1) 程序自检：装置上电时，CPU 首先对存放在 EPROM 内的软件程序代码进行 CRC 检查，如果发现与预先设定的 CRC 值不一致，则发出校验出错告警信号，并闭锁装置的出口。

(2) 显示：RAM ERR! ——发现 RAM 读/写错误；

(3) 显示：3U0 UP ERROR! ——发现零序电压过大异常 (装置闭锁)；

(4) 显示：1M/2M VOLT DISAPPEAR! —— I 母/II 母电压消失；

(5) 显示：VOLT dU/dt ERR! ——电压变化率异常；

(6) 显示：FREQ DOWN ERR! ——频率过低异常；

(7) 显示：FREQ UP ERR! ——频率过高异常；

(8) 显示：FREQ df/dt ERR! ——频率变化率异常；

(9) 显示：INPUT SWITCH ERR! ——输入开关量异常；

(10) 显示：OUTPUT ERR! ——当没有输出动作时，CPU 查到有输出回读信号；或有输出动作，CPU 查不到回读信号。

25. UFV—F 型微机振荡解列装置异常打印报告含义？

答：内容同本章第 24 题。

26. SzH—2 型低频率继电器信号指示灯代表的意义是什么？

答：继电器面板上设有工作正常、解除闭锁、欠频动作 3 个指示灯，其中工作正常灯用以监视低频率继电器内部主回路是否正常，正常时总是亮起，只有当回路出现异常或频率出现异常波动时才熄灭。解除闭锁动作灯在当频率低于设定定值、开放继电器出口时才亮起。欠频动作灯在继电器动作出口时亮起。由磁保持信号继电器启动，具有记忆功能。当电网频率恢复后，运行人员应手动复归按钮，使欠频动作灯复原。



27. ZZJ—2 型振荡解列装置信号表示的含义是什么？

答：（1）正常工作时，系统无振荡及扰动继电器内部无故障，装置信号指示灯都不亮。

（2）当系统出现振荡时，装置表示阻抗继电器动作的信号指示灯 1XD，2XD，3XD 亮起，而后表示正向穿越阻抗矩阵的 4XD 或反向穿越的 5XD 亮起，表示装置出口动作，同时信号装置发出装置启动及装置出口动作信号。

（3）当系统出现非振荡性的扰动时，装置能予以体现，即信号指示灯 1XD，2XD 或 2XD，3XD 或 2XD 亮，表示故障发生在阻抗矩阵的哪一区，信号装置发出装置启动信号。

（4）当本装置的交流电压回路出现电压回路断线情况时，装置能可靠躲过，不会误动。而且同时信号指示灯 1XD，2XD 或 2XD，3XD 或 2XD 亮起，信号装置发出装置启动信号。

28. ZZJ—2 型振荡解列装置在什么情况下须退出运行？

答：（1）在系统操作过程中母线 TV 短时失压，或出现电压回路断线导致装置输入电压消失。

（2）系统无扰动，装置电压回路正常，信号显示装置启动，且信号不能手动复归。

（3）系统无扰动，信号显示装置频繁启动。



第十三章 二次回路

1. 什么是电气一次设备和一次回路，什么是电气二次设备和二次回路？

答：一次设备是指直接生产、输送和分配电能的高压电气设备。它包括发电机、变压器、断路器、隔离开关、自动开关、接触器、刀开关、母线、输电线路、电力电缆、电抗器、电动机等。由一次设备相互连接，构成发电、输电、配电或进行其他生产的电气回路称为一次回路或一次接线系统。

二次设备是指对一次设备的工作进行监测、控制、调节、保护及为运行、维护人员提供运行工况或生产指挥信号所需的低压电气设备。如熔断器、控制开关、继电器、控制电缆等。由二次设备相互连接，构成对一次设备进行监测、控制、调节和保护的电气回路称为二次回路或二次接线系统。

2. 哪些回路属于连接保护装置的二次回路？

答：连接保护装置的二次回路有以下几种回路：

- (1) 从电流互感器、电压互感器二次侧端子开始到有关继电保护装置的二次回路（对多油断路器或变压器等套管互感器，自端子箱开始）。
- (2) 从继电保护直流分路熔丝开始到有关保护装置的二次回路。
- (3) 从保护装置到控制屏和中央信号屏间的直流回路。
- (4) 继电保护装置出口端子排到断路器操作箱端子排的跳、合闸回路。

3. 举例简述二次回路的重要性。

答：二次回路的故障常会破坏或影响电力生产的正常运行。例如若某变电所差动保护的二次回路接线有错误，当变压器带的负荷较大或发生穿越性相间短路时，就会发生误跳闸。若线路保护接线有错误时，一旦系统发生故障，则可能会使断路器该跳闸的不跳闸，不该跳闸的却跳了闸，就会造成设备损坏、电力系统瓦解的大事故。若测量回路有问题，就将影响计量，少收或多收用户的电费，同时也难以判定电能质量是否合格。因此，二次回路虽非主体，但它在保证电力生产的安全，向用户提供合格的电能等方面都起着极其重要的作用。

4. 什么是二次回路标号，二次回路标号的基本原则是什么？

答：为便于安装、运行和维护，在二次回路中的所有设备间的连线都要进行标号，这就是二次回路标号。标号一般采用数字或数字和文字的组合，它表明了回路的性质和用途。

回路标号的基本原则是：凡是各设备间要用控制电缆经端子排进行联系的，都要按回路原则进行标号。此外，某些装在屏顶上的设备与屏内设备的连接，也需要经过端子排，此时屏顶设备就可看作是屏外设备，而在其连接线上同样按回路编号原则给予相应的标号。

为了明确起见，对直流回路和交流回路采用不同的标号方法，而在交、直流回路中，对各种不同的回路又赋予不同的数字符号，因此在二次回路接线图中，人们看到标号后，就能



够知道这一回路的性质，便于维护和检修。

5. 二次回路标号的基本方法是什么？

答：(1) 用三位或三位以下的数字组成，需要标明回路的相别或某些主要特征时，可在数字标号的前面（或后面）增注文字符号。

(2) 按“等电位”的原则标注，即在电气回路中，连于一点上的所有导线（包括接触连接的可折线段）须标以相同的回路标号。

(3) 电气设备的触点、线圈、电阻、电容等元件所间隔的线段，即看作不同的线段，一般给予不同的标号；对于在接线图中不经过端子而在屏内直接连接的回路，可不标号。

6. 简述直流回路的标号细则。

答：(1) 对于不同用途的直流回路，使用不同的数字范围，如控制和保护回路用 001~099 及 1~599、励磁回路用 601~699 表示。

(2) 控制和保护回路使用的数字标号，按熔断器所属的回路进行分组，每一百个数分一组，如 101~199, 201~299, 301~399... 其中每段里面先按正极性回路（编为奇数）由小到大，再编负极性回路（偶数）由大到小，如 100, 101, 103, 133, ..., 142, 140...

(3) 信号回路的数字标号，按事故、位置、预告、指挥信号进行分组，按数字大小进行排列。

(4) 开关设备、控制回路的数字标号组，应按开关设备的数字序号进行选取。例如有 3 个控制开关 1KK、2KK、3KK，则 1KK 对应的控制回路数字标号选 101~199，2KK 所对应的选 201~299，3KK 所对应的选 301~399。

(5) 正极回路的线段按奇数标号，负极回路的线段按偶数标号。每经过回路的主要压降元（部）件（如线圈、绕组、电阻等）后，即行改变其极性，其奇偶顺序即随之改变。对不能标明极性或其极性在工作中改变的线段，可任选奇数或偶数。

(6) 对于某些特定的主要回路通常给予专用的标号组。例如：正电源为 101、201，负电源为 102、202；合闸回路中的绿灯回路为 105、205、305、405；跳闸回路中的红灯回路编号为 35、135、235 等。

7. 简述交流回路的标号细则。

答：(1) 交流回路按相别顺序标号，除用三位数字编号外，还加有文字标号以示区别。例如 A411、B411、C411，如表 2-13-1 所示。

(2) 对于不同用途的交流回路，使用不同的数字组，如表 2-13-2 所示。

表 2-13-1 交流回路的文字标号 (一)

相 别 类 别	A 相	B 相	C 相	中性	零	开口三角形连接的电压互感器回路中的任一相
文字标号	A	B	C	N	L	X
角注标号	a	b	c	n	l	x

表 2-13-2

交流回路的文字标号 (二)

回路类别	控制、保护、信号回路	电流回路	电压回路
标号范围	1~399	400~599	600~799

电流回路的数字标号一般以十位数字为一组，如 A401~A409，B401~B409，C401~C409，…，A591~A599，B591~B599。若不够亦可以 20 位数为组，供一套电流互感器使用。

几组相互并联的电流互感器的并联回路；应先取数字组中最小的一组数字标号。不同相的电流互感器并联时，并联回路应选任何一相电流互感器的数字组进行标号。

电压回路的数字标号应以十位数字为一组。如 A601~A609，B601~B609，C601~C609，A791~A799…以供一个单独互感器回路标号之用。

(3) 电流互感器和电压互感器的回路，均须在分配给它们的数字标号范围内，自互感器引出端开始，按顺序编号，例如“TA”的回路标号用 411~419，“2TV”的回路标号用 621~629 等。

(4) 某些特定的交流回路（如母线电流差动保护公共回路、绝缘监察电压表的公共回路等）给予专用的标号组。

8. 简述二次回路图阅图的基本方法。

答：二次回路图的逻辑性很强，在绘制时遵循着一定的规律，看图时若能抓住此规律就很容易看懂。阅图前首先应弄通该张图纸所绘制的继电保护装置的動作原理及其功能和图纸上所标符号代表的设备名称，然后再看图纸。看图的要领为：“先交流、后直流；交流看电源，直流找线圈；抓住触点不放松、一个一个全查清。先上后下，先左后右，屏外设备一个也不漏。”

“先交流、后直流”是指先看二次接线图的交流回路，把交流回路看完弄懂后，根据交流回路的电气量及在系统中发生故障时这些电气量的变化特点，向直流逻辑回路推断，再看直流回路。一般说来，交流回路比较简单，容易看懂。

“交流看电源，直流找线圈”是指交流回路要从电源入手。交流回路有交流电流和电压回路两部分，先找出电源来自哪组电流互感器或哪组电压互感器，在两种互感器中传输的电流或电压量起什么作用，与直流回路有何关系，这些电气量是由哪些继电器反应出来的，找出它们的符号和相应的触点回路，看它们用在什么回路，与什么回路有关，在心中形成一个基本轮廓。

“抓住触点不放松，一个一个全查清”是指继电器线圈找到后，再找出与之相应的触点。根据触点的闭合或开断引起回路变化的情况，再进一步分析，直至查清整个逻辑回路的动作过程。

“先上后下，先左后右，屏外设备一个也不漏”，这个要领主要是针对端子排图和屏后安装而言。看端子排图一定要配合展开图来看，展开图有如下规律：

- (1) 直流母线或交流电压母线用粗线条表示，以区别于其他回路的联络线。
- (2) 继电器和各种电气元件的文字符号与相应原理接线图中的文字符号一致。
- (3) 继电器和每一个小的逻辑回路的作用都在展开图的右侧注明。

(4) 继电器的触点和电气元件之间的连接线段都有回路标号。

(5) 同一个继电器的线圈与触点采用相同的文字符号。

(6) 各种小母线和辅助小母线都有标号。

(7) 对于个别继电器或触点在另一张图中表示, 或在其他安装单位中有表示, 都在图纸中说明去向, 对任何引进触点或回路也说明来处。

(8) 直流“+”极按奇数顺序标号, “-”极则按偶数标号。回路经过电气元件(如线圈、电阻、电容等)后, 其标号性质随着改变。

(9) 常用的回路都有固定的标号, 如断路器 QF 的跳闸回路用 33, 合闸回路用 3 等。

(10) 交流回路的标号除用 3 位数外, 前面还加注文字符号。交流电流回路数字范围为 400~599; 电压回路为 600~799。其中个位数表示不同回路; 十位数表示互感器组数。回路使用的标号组, 要与互感器文字后的“序号”相对应。如: 电流互感器 TA1 的 U 相回路标号是 U411~U419; 电压互感器 TV2 的 U 相回路标号应是 U621~U629。

展开图上凡屏内与屏外有联系的回路, 均在端子排图上有一个回路标号, 单纯看端子排图是不易看懂的。端子排图是一系列的数字和文字符号的集合, 把它与展开图结合起来看就可清楚它的连接回路。

9. 二次回路电缆芯线和导线截面的选择原则是什么?

答: (1) 按机械强度要求。铜芯控制电缆或绝缘导线的芯线最小截面为: 连接强电端子的不应小于 1.5mm^2 , 连接弱电端子的直径不应小于 0.5mm^2 。

(2) 按电气性能要求。

1) 在保护和测量仪表中, 电流回路的导线截面不应小于 2.5mm^2 。

2) 在保护装置中, 电流回路的导线截面还应根据电流互感器 10% 误差曲线进行校核。在差动保护装置中, 如电缆芯线或导线线芯的截面过小, 将因误差过大会导致保护误动作。

3) 在电压回路中; 应按允许的电压降选择电缆芯线或导线线芯的截面: 电压互感器至计费用电能表的电压降不得超过电压互感器二次额定电压的 0.5%。在正常负荷下, 至测量仪表的电压降不得超过其额定电压的 3%。当全部保护装置动作和接入全部测量仪表(即电压互感器负荷最大)时, 至保护和自动装置的电压降不得超过其额定电压的 3%。

4) 在操作回路中, 应按在正常最大负荷下, 至各设备的电压降不得超过其额定电压的 10% 进行校核。

10. 怎样测量一路的二次线整体绝缘? 应注意哪些问题?

答: 测量项目有电流回路对地、电压回路对地、直流回路对地、信号回路对地、正极对跳闸回路、各回路间等。如需测所有回路对地, 应将它们用线连起来测量。

测量时应注意的是: ①断开本路交直流电源; ②断开与其他回路的连线; ③拆除电路的接地点; ④测量完毕应恢复原状。

11. 熔断器熔丝校验的基本要求是什么?

答: 熔断器熔丝校验的基本要求是:

- (1) 可熔熔丝应长时间内承受其铭牌上所规定的额定电流值。
- (2) 当电流值为最小试验值时，可熔熔丝的熔断时间应大于 1h。
- (3) 当电流值为最大试验值时，可熔熔丝应在 1h 内熔断（最小试验电流值、最大试验电流值，对于不同型式、不同规格的熔丝，有一定的电流倍数，可查厂家数据和有关规程）。

12. 电压互感器二次回路中熔断器的配置原则是什么？

答：(1) 在电压互感器二次回路的出口应装设总熔断器或自动开关，用以切除二次回路的短路故障。自动调节励磁装置及强行励磁用的电压互感器的二次侧不得装设熔断器，因为熔断器熔断会使它们拒动或误动。

(2) 若电压互感器二次回路发生故障，由于延迟切断二次回路故障时间可能使保护装置和自动装置发生误动作或拒动，因此应装设监视电压回路完好的装置。此时宜采用自动开关作为短路保护，并利用其辅助触点发出信号。

(3) 在正常运行时，电压互感器二次开口三角辅助绕组两端无电压，不能监视熔断器是否断开，且熔丝熔断时，若系统发生接地，保护会拒绝动作，因此开口三角绕组出口不应装设熔断器。

(4) 接至仪表及变送器的电压互感器二次电压分支回路应装设熔断器。

(5) 电压互感器中性点引出线上，一般不装设熔断器或自动开关。采用 B 相接地时，其熔断器或自动开关应装设在电压互感器 B 相的二次绕组引出端与接地点之间。

13. 对断路器控制回路有哪些基本要求？

答：(1) 应有对控制电源的监视回路。断路器的控制电源最为重要，一旦失去电源断路器便无法操作。因此，无论何种原因，当断路器控制电源消失时，应发出声、光信号，提示值班人员及时处理。对于遥控变电所，断路器控制电源的消失，应发出遥信。

(2) 应经常监视断路器跳闸、合闸回路的完好性。当跳闸或合闸回路故障时，应发出断路器控制回路断线信号。

(3) 应有防止断路器“跳跃”的电气闭锁装置，发生“跳跃”对断路器是非常危险的，容易引起机构损伤，甚至引起断路器的爆炸，故必须采取闭锁措施。断路器的“跳跃”现象一般是在跳闸、合闸回路同时接通时才发生。

“防跳”回路的设计应使得断路器出现“跳跃”时，将断路器闭锁到跳闸位置。

(4) 跳、合闸命令应保持足够长的时间，并且当跳闸或合闸完成后，命令脉冲应能自动解除。因断路器的机构动作需要有一定的时间，跳、合闸时主触头到达规定位置也要有一定的行程，这些加起来就是断路器的固有动作时间及灭弧时间。命令保持足够长的时间就是保障断路器能可靠地跳、合闸。为了加快断路器的动作，增加跳、合闸线圈中电流的增长速度，要尽可能减小跳、合闸线圈的电感量。为此，跳、合闸线圈都是按短时带电设计的。因此，跳、合闸操作完成后，必须自动断开跳、合闸回路，否则，会烧坏跳闸或合闸线圈；通常由断路器的辅助触点自动断开跳合闸回路。

(5) 对于断路器的合闸、跳闸状态，应有明显的位置信号，故障自动跳闸、自动合闸时，应有明显的动作信号。

(6) 断路器的操作动力消失或不足时，例如弹簧机构的弹簧未拉紧，液压或气压机构的

压力降低等，应闭锁断路器的动作，并发出信号。

SF₆ 气体绝缘的断路器，当 SF₆ 气体压力降低而断路器不能可靠运行时，也应闭锁断路器的动作并发出信号。

(7) 在满足上述的要求条件下，力求控制回路接线简单，采用的设备和使用的电缆最少。

14. 画出断路器灯光监视的控制、信号回路图。并说明其接线特点。

答：断路器灯光监视的控制、信号回路图如图 2-13-1 所示。其接线特点如下。

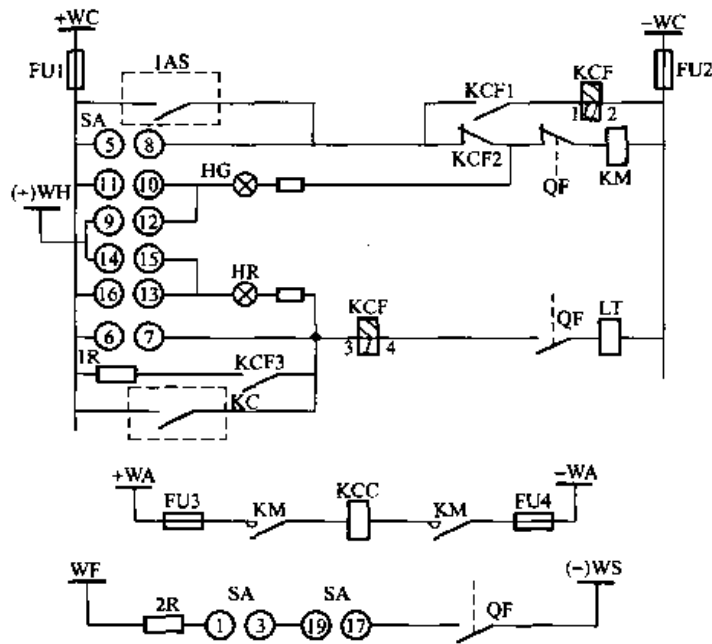


图 2-13-1 灯光监视的断路器控制信号回路图

(1) 控制开关 SA 采用 LW2—2 型。断路器的位置状态以红、绿灯表示。红灯亮表示断路器在合闸状态，并表示其跳闸回路完好；绿灯亮表示断路器在跳闸状态，并表示其合闸回路完好。合闸接触器 KM 的线圈电阻为 224Ω（采用 CZ 型直流接触器），断路器跳闸线圈电阻一般为 88Ω。如果红、绿灯都不亮，则表示直流控制电源有问题，但此时不发音响信号。

(2) 当自动同期或备用电源自动投入触点 1AS 闭合时，断路器合闸，红灯 HR 闪光；当保护动作，出口中间继电器 KC 触点闭合时，断路器跳闸，绿灯 HG 闪光，表明断路器实际位置与控制开关位置不一致。当断路器在合闸位置，其控制开关 SA1—3、SA17—19 闭合，如此时保护动作或断路器误脱扣时，断路器辅助触点 QF 闭合，接通事故信号小母线 WF 回路，发事故音响信号。

(3) 断路器合闸和跳闸线圈的短脉冲，是靠其回路串入的断路器的辅助触点 QF 来保证的。

(4) 当控制开关 SA 在“预合”或“预分”位置时，指示灯通过 SA9—10 或 SA14—13 触点接通闪光小母线 (+)WH 回路，指示灯闪光。

(5) 断路器的防跳，由专设的防跳继电器 KCF 实现。

15. 画出断路器音响监视的控制、信号回路图。并说明其接线特点。

答：断路器音响监视的控制、信号回路图，如图 2-13-2 所示。其接线特点如下。

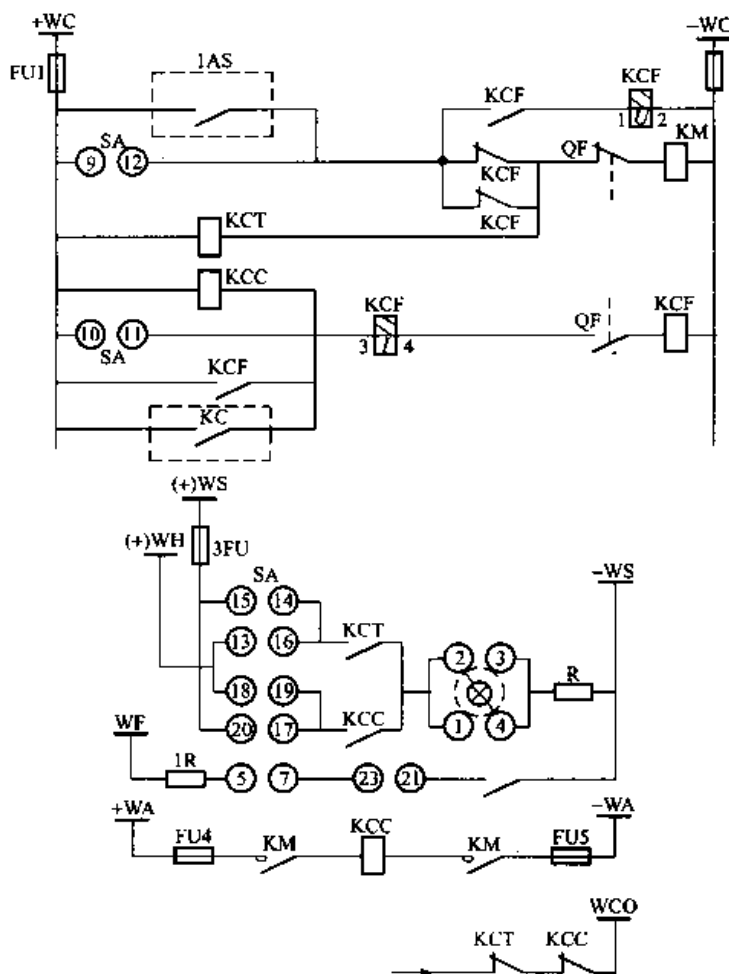


图 2-13-2 音响监视的断路器控制、信号回路图

(1) 控制开关 SA 采用手柄内附信号灯的 LW2—YZ 型。断路器的正常合闸位置指示，是以 SA 手柄在合闸位置，其触点 SA20—17 和 KCC 触点接通信号灯来实现；跳闸位置指示，是以手柄在跳闸位置，其触点 SA14—15 和 KCT 触点接通信号灯来实现。当断路器的位置与 SA 手柄位置不对应时，指示灯发出闪光。如手柄在合闸位置，指示灯闪光，表明断路器已跳闸；如手柄在跳闸位置，指示灯闪光，表明断路器自动合闸。

(2) 控制回路的熔断器 FU1、FU2 熔断时，继电器 KCC 和 KCT 的线圈同时断电，其常闭触点均闭合，接通断线信号小母线 WCO，发出音响信号。此时从信号灯熄灭，可以找出故障的控制回路。该音响信号装置应带延时，应当发出合闸或跳闸脉冲时，相应的 KCC 或 KCT 被短路而失压，此时音响信号亦可能动作。

(3) KCT 和 KCC 继电器可以用作下次操作回路的监视。如断路器在合闸位置时，KCC 启动，其动断触点断开；同时 KCT 断电，其常闭触点闭合。当合闸回路断线时，KCC 断电，KCC 动断触点接通，从而发出音响信号。跳闸回路的监视与此类似。从指示灯的熄灭来找出故障的控制回路。

(4) 在手动合闸或跳闸的过程中（即 SA 在“预合”或“预分”位置），指示灯还能通过 SA13—14 或 SA18—17 发出闪光。

(5) 此接线正常时可按暗屏运行，并能使信号灯燃亮，以利检查回路的完整性。图中 2-15-2 (+) WS 即为可控制暗灯或亮灯运行的小母线。

16. 设置中央信号的原则是什么？

答：在控制室应设中央信号装置，中央信号装置由事故信号和预告信号组成。

发电厂应装设能重复动作并延时自动解除音响的事故信号和预告信号装置。

有人值班的变电所，应装设能重复动作，延时自动或手动解除音响的事故和预告信号装置。

驻所值班的变电所，可装设简单的事故信号装置和能重复动作的预告信号装置。

无人值班的变电所，只装设简单的音响信号装置，该信号装置仅当远动装置停用并转变为变电所就地控制时投入。

单元控制室的中央信号装置宜与热控专业共用事故报警装置。

17. 简述事故信号装置的功能。

答：事故信号装置应具有以下功能：

(1) 发生事故时应无延时地发出音响信号，同时有相应的灯光信号指出发生事故的对象。

(2) 事故时应立即启动远动装置，发出遥信信号。

(3) 能手动或自动地复归音响信号，能手动试验声光信号，但在试验时不发遥信信号。

(4) 事故时应有光信号或其他形式的信号（如机械掉牌），指明继电保护和自动装置的动作情况。

(5) 能自动记录发生事故的时间。

(6) 能重复动作，当一台断路器事故跳闸后，在值班人员没来得及确认事故之前又发生了新的事故跳闸时，事故信号装置还能发出音响和灯光信号。

(7) 当需要时，应能启动计算机监控系统。

18. 简要分析常用冲击继电器的工作原理。

答：ZC—23 型冲击继电器由微分变压器构成，其内部接线如图 2-13-3 所示。继电器的

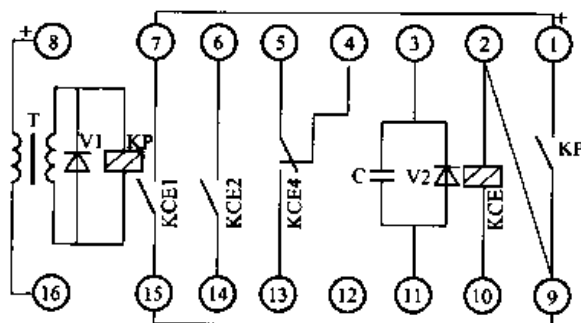


图 2-13-3 ZC—23 型冲击继电器的内部接线

端子 8、16 之间是微分变压器 T 的一次绕组。

T 的二次侧接有灵敏的极化继电器 KP。当微分变压器 T 的一次绕组回路有电流变化时，二次侧便感应出电动势，使极化继电器 KP 动作，KP 又使重动继电器 KCE 动作，后者在信号系统中起启动音响回路。冲击继电器的动作情况与微分变压器 T 中一次绕组中的电流变化方向有关，只有电流从正极性端子流入时继电器才动作，两台冲击继电器反极性串

联能实现信号回路的自动复归。

JC—2 型冲击继电器是根据电容器充、放电原理工作的，其内部接线如图 2-13-4 所示。继电器的端子 5、7 串联接入信号启动回路。当启动回路接通时，启动电流在电阻 R1 两端产生一个电压增量，该电压通过极化继电器的绕组使电容器充电，极化继电器动作，后者的触点在信号系统中启动音响。当端子 2 接通正电源时，极化继电器的一个绕组中流过反向电流，使极化继电器复归。

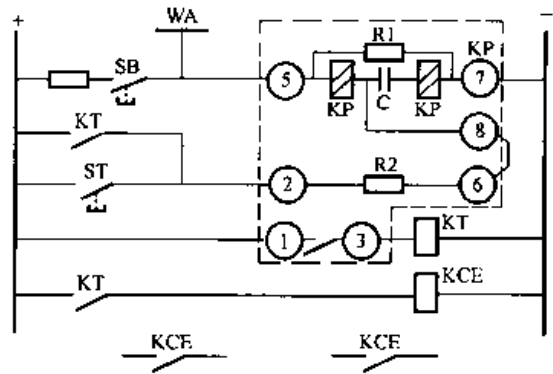


图 2-13-4 JC—2 型冲击继电器内部接线图

BC—4 型冲击继电器是由半导体元件构成的，其内部接线如图 2-13-5 所示。继电器端子 8、16 串入信号启动回路。当启动回路接通时启动电流流过电阻 R0，并产生电压降，该电压经电感 L 向电容 C1 和 C2 充电。C1 和 C2 的充电回路参数不同，充电速度也不同。电容 C1 充电快，C2 充电慢。在 C2 充电过程中电阻 R2 两端产生电压差，当启动回路电流增加到一定值时，R2 两端电压使三极管 V5 导通，出口继电器 KCO 动作，其触点启动音响回路，发出音响信号。出口继电器 KCO 的另一触点闭合并通过导通的三极管 V6 使出口继电器 KCO 自保持。当电容 C2 充电结束，电阻 R2 两端电压消失，三极管 V5 截止。如通过复归按钮，使复归继电器 KCE2 励磁，则 KCE2 的动断触点打开使 KCO 断开返回。整个回路恢复到原始状态，准备下次动作。

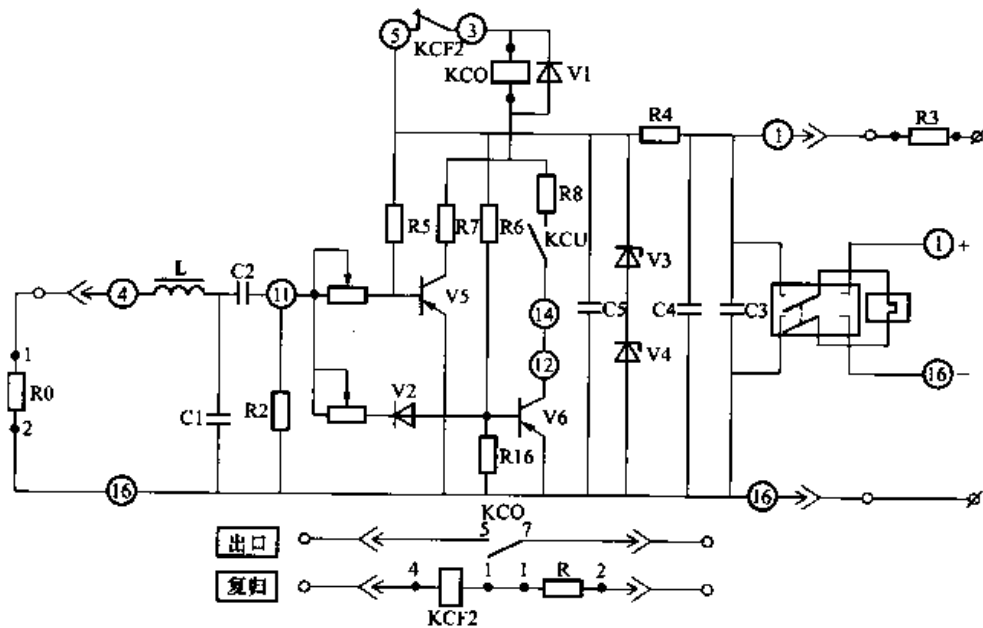


图 2-13-5 BC—4 型冲击继电器内部接线图

19. 控制回路中防跳闭锁继电器的接线及动作原理是什么？

答：防跳跃闭锁继电器接线图如图 2-13-6 所示。

防跳跃闭锁继电器回路接线原理中 KCF 为专设的“防跳”继电器。当控制开关 SA5—8

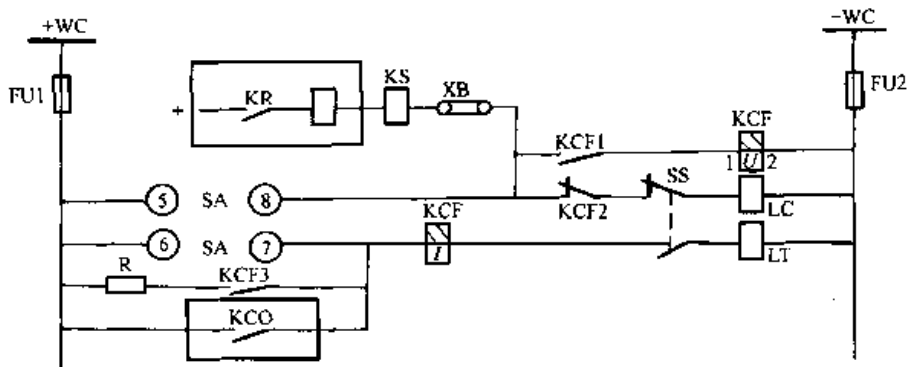


图 2-13-6 防跳跃闭锁继电器接线图

SA 控制开关；KR—自动重合闸继电器；KCF、KCF1~KCF3 防跳跃闭锁继电器；
KCO—保护用出口继电器；KS—信号继电器；SS—开关；LC—合闸线圈；
LT—跳闸线圈；XB—连接片；R—电阻；FU1、FU2—熔断器

接通，使断路器合闸后，如保护动作，其触点 KCO 闭合，使断路器跳闸。此时 KCF 的电流线圈带电，其触点 KCF1 闭合。如果合闸脉冲未解除（例如控制开关未复归，其触点 SA5~8 仍接通，或自动重合闸继电器触点，SA5—8 触点卡住等情况），KCF 的电压线圈自保持，其触点 KCF2 断开合闸线圈回路，使断路器不致再次合闸。只有合闸脉冲解除，KCF 的电压线圈断电后，接线才恢复原来状态。

20. 直流母线电压为什么不能过高或过低，其允许范围是多少？

答：电压过高时，长期带电的继电器、指示灯等容易过热或损坏。电压过低时，可能造成断路器、保护的動作不可靠。允许范围一般是 $\pm 10\%$ 。

21. 对监视直流回路绝缘状态所用直流表计的内阻有何规定？

答：变电所的直流母线都设有经过切换的直流绝缘检测装置，即用直流电压表分别测量母线正对地、负对地的电压，要求电压表计有较高的内阻，220V 的不小于 $20k\Omega$ ，110V 的不小于 $10k\Omega$ 。

22. 为什么交、直流回路不能共用一条电缆？

答：交、直流回路都是独立系统。直流回路是绝缘系统而交流回路是接地系统。若共用一条电缆，两者之间一旦发生短路就造成直流接地，同时影响了交、直流两个系统。平常也容易互相干扰，还有可能降低对直流回路的绝缘电阻。所以交直流回路不能共用一条电缆。

23. 查找直流接地的操作步骤和注意事项有哪些？

答：根据运行方式、操作情况、气候影响进行判断可能接地的处所，采取拉路寻找分段处理的方法，以先信号和照明部分后操作部分、先室外部分后室内部分为原则。在切断各专用直流回路时，切断时间不得超过 3s，不论回路接地与否均应合上。当发现某一专用直流回路有接地时，应及时找出接地点并尽快消除。

查找直流接地的注意事项如下：

- (1) 查找接地点禁止使用灯泡寻找的方法；
- (2) 用仪表检查时所用仪表的内阻不应低于 $2000\Omega/V$ ；
- (3) 当直流发生接地时禁止在二次回路上工作；
- (4) 处理时不得造成直流短路和另一点接地；
- (5) 查找和处理必须由两人同时进行；
- (6) 拉路前应采取必要措施，以防止直流失电可能引起保护及自动装置的误动。

24. 用试停方法查找直流接地有时找不到接地点在哪个系统，可能是什么原因？

答：当直流接地发生在充电设备、蓄电池本身和直流母线上时，用拉路方法是找不到接地点的。当直流采取环路供电方式时，如不首先断开环路也是不能找到接地点的。除上述情况外，还有直流串电（寄生回路）、同极两点接地、直流系统绝缘不良，多处出现虚接地点，形成很高的接地电压，在表计上出现接地指示。所以在拉路查找时，往往不能一下全部拉掉接地点，因而仍然有接地现象的存在。

25. 直流两点接地为什么有时造成断路器误跳闸、有时造成断路器拒跳、有时造成熔丝熔断？

答：(1) 两点接地可能造成断路器误跳闸：

如图 2-13-7 所示，当直流接地发生在 A、B 两点时，将电流继电器 1KA、2KA 触点短接，而将 KC 启动，KC 触点闭合而跳闸。A、C 两点接地时短接 KC 触点而跳闸。在 A、D 两点，D、F 两点等同样都能造成断路器误跳闸。

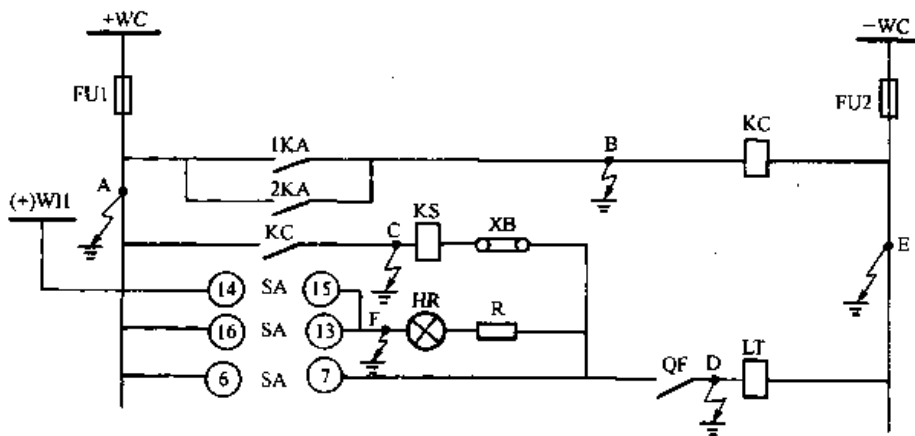


图 2-13-7 直流系统接地情况图

SA 控制开关；KS—信号继电器；1KA~2KA—电流继电器；KC 中间继电器；LT—跳闸线圈；QF—断路器触点；XB—连接片；HR—红灯；R—电阻；FU1~FU2—熔断器

(2) 两点接地可能造成断路器拒动：如图 2-13-7 所示，接地发生在 B、E 两点，D、E 两点或 C、E 两点，断路器可能造成拒动。

(3) 两点接地引起熔丝熔断：如图 2-13-7 所示，接地点发生在 A、E 两点，引起熔丝熔断。

当接地点发生在 B、E 和 C、E 两点，保护动作时，不但断路器拒跳，而且引起熔丝熔

断，同时有烧坏继电器触点的可能。

26. 直流正、负极接地对运行有哪些危害？

答：直流正极接地有造成保护误动的可能。因为一般跳闸线圈（如出口中间继电器线圈和跳合闸线圈等）均接负极电源，若这些回路再发生接地或绝缘不良就会引起保护误动作。直流负极接地与正极接地的道理相同，如回路中再有一点接地就可能造成保护拒绝动作（越级扩大事故）。因为两点接地将跳闸或合闸回路短路，这时还可能烧坏继电器触点。

27. 为什么要测量跳、合闸回路电压降，怎样测量，怎样才算合格？

答：测量跳、合闸回路电压降是为了使断路器在跳、合闸时，跳、合闸线圈有足够的电压，保证可靠跳、合闸。

跳、合闸回路电压降测量方法如下：

(1) 测量前应先先将合闸熔断器取下。断路器在合闸位置时测量合闸线圈电压降，将合闸回路接通（如有重合闸时应先将重合闸继电器中间元件按住），用高内阻直流电压表与合闸线圈两端并接，然后短接断路器的合闸辅助触点，合闸继电器动作，即可读出合闸辅助线圈的动作电压降。

(2) 断路器在跳闸位置时测量跳闸线圈电压降，将保护跳闸回路接通，用高内阻直流电压表（万用表即可）并接在跳闸线圈两端，短接断路器的跳闸辅助触点使跳闸线圈动作，即可读出跳闸线圈电压降。

跳、合闸的线圈的电压降均不小于电源电压的 90% 为合格。

28. 如何标志电流互感器的极性？

答：在交流电路中，电流的方向随时改变，因此很难确定哪个是正极，哪个是负极。但是，可以假定在某一瞬间，一次绕组的两个头必定有一个是电流流入，另一个流出，二次绕组感应出来的电流也同样有一个流入，一个流出。所谓电流互感器的极性就是指它的一次绕组和二次绕组间电流方向的关系。按照规定，电流互感器一次绕组的首端标为 L1，尾端标为 L2；二次绕组的首端标为 K1，尾端标为 K2。在接线中，L1 和 K1 称为同极性端，L2 和 K2 也为同极性端。

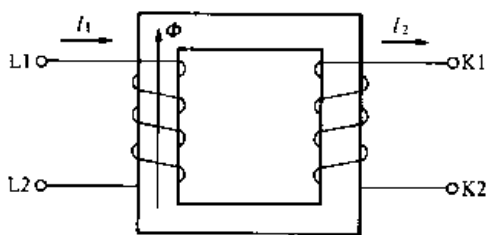


图 2-13-8 电流互感器的极性标志（减极性）

假定一次电流 I_1 从首端 L1 流入，从尾端 L2 流出，感应的二次电流 I_2 是从首端 K1 流出，从尾端 K2 流入；或者当电流互感器一、二次绕组同时同极性端子通入电流时，它们在铁芯中产生的磁通方向相同，这样的电流互感器极性标志称为减极性，如图 2-15-8 所示。反之，将 K1 和 K2 的标志调换位置时，称为加极性。电流互感器，除特殊情况外，均采用减极性。

29. 电压互感器和电流互感器在作用原理上有什么区别？

答：主要区别是正常运行时工作状态很不相同，表现为：

(1) 电流互感器二次可以短路，但不得开路；电压互感器二次可以开路，但不得短路。

(2) 相对于二次侧的负载来说，电压互感器的一次内阻抗较小以至可以忽略，可以认为电压互感器是一个电压源；而电流互感器的一次内阻很大，以至可以认为是一个内阻无穷大的电流源。

(3) 电压互感器正常工作时的磁通密度接近饱和值，故障时磁通密度下降；电流互感器正常工作时磁通密度很低，而短路时由于一次侧短路电流变得很大，使磁通密度大大增加，有时甚至远远超过饱和值。

30. 什么是电抗变压器，它与电流互感器有什么区别？

答：电抗变压器是把输入电流转换成输出电压的中间转换装置，同时也起隔离作用。它要求输入电流与输出电压成线性关系。

电流互感器是改变电流的转换装置。它将高压大电流转换成低压小电流，呈线性转变，因此要求励磁阻抗大，即励磁电流小、负载阻抗小。而电抗变压器正好与其相反。电抗变压器的励磁电流大、二次负载阻抗大，处于开路工作状态。而电流互感器二次负载阻抗远小于其励磁阻抗，处于短路工作状态。

31. 电流互感器的二次负载阻抗如果超过了其容许的二次负载阻抗，为什么准确度就会下降？

答：电流互感器二次负载阻抗的大小对互感器的准确度有很大影响。这是因为，如果电流互感器的二次负载阻抗增加得很多，超出了所容许的二次负载阻抗时，励磁电流的数值就会大大增加，而使铁芯进入饱和状态，在这种情况下，一次电流的很大一部分将用来提供励磁电流，从而使互感器的误差大为增加，其准确度就随之下降了。

32. 电流互感器在运行中为什么要严防二次侧开路？

答：电流互感器在正常运行时，二次电流产生的磁通势对一次电流产生的磁通势起去磁作用，励磁电流甚小，铁芯中的总磁通很小，二次绕组的感应电动势不超过几十伏。如果二次侧开路，二次电流的去磁作用消失，其一次电流完全变为励磁电流，引起铁芯内磁通剧增，铁芯处于高度饱和状态，加之二次绕组的匝数很多，根据电磁感应定律 $E=4.44FN\Phi$ ，就会在二次绕组两端产生很高（甚至可达数千伏）的电压，不但可能损坏二次绕组的绝缘，而且将严重危及人身安全。再者，由于磁感应强度剧增，使铁芯损耗增大，严重发热，甚至烧坏绝缘。因此，电流互感器二次侧开路是绝对不允许的，这是电气试验人员的一个大忌。鉴于以上原因，电流互感器的二次回路中不能装设熔断器；二次回路一般不进行切换，若需要切换时，应有防止开路的可靠措施。

33. 电压互感器在运行中为什么要严防二次侧短路？

答：电压互感器是一个内阻极小的电压源，正常运行时负载阻抗很大，相当于开路状态，二次侧仅有很小的负载电流。当二次侧短路时，负载阻抗为零，将产生很大的短路电流，会将电压互感器烧坏。因此，电压互感器二次侧短路是电气试验人员的又一大忌。

34. 什么是主保护、后备保护、辅助保护和异常运行保护？

答：(1) 主保护是满足系统稳定和设备安全要求，能以最快速度有选择地切除被保护设备和线路故障的保护。

(2) 后备保护是主保护或断路器拒动时，用来切除故障的保护。后备保护可分为远后备保护和近后备保护两种。

1) 远后备保护是当主保护或断路器拒动时，由相邻电力设备或线路的保护来实现的后备保护。

2) 近后备保护是当主保护拒动时，由本电力设备或线路的另一套保护来实现后备的保护；当断路器拒动时，由断路器失灵保护来实现后备保护。

(3) 辅助保护是为补充主保护和后备保护的性能或当主保护和后备保护退出运行而增设的简单保护。

(4) 异常运行保护是反应被保护电力设备或线路异常运行状态的保护。

35. 电磁式电压互感器的误差表现在哪两个方面？画出其等值电路和相量图说明。

答：电磁式电压互感器可用图 2-13-9 (a) 所示的等值电路表示。从图 2-13-9 (a) 可得

$$\dot{U}'_1 = \dot{U}_2 + \Delta U = \dot{U}_2 + \dot{I}'_e Z'_1 + \dot{I}_2 (Z_2 + Z'_1)$$

式中 \dot{U}'_1 ——电压互感器一次电压（归算到二次）；

\dot{U}_2 ——电压互感器二次负载电压；

\dot{I}'_e ——励磁电流（归算到二次）；

Z_2 、 Z'_1 ——电压互感器一次漏抗（归算到二次）、二次漏抗。

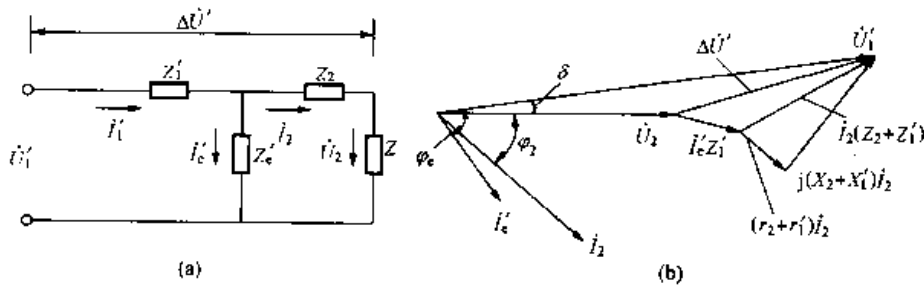


图 2-13-9 电压互感器的基本原理

(a) 电压互感器等值电路，(b) 电压互感器的相量图

电压互感器一、二次侧各相量如图 2-13-9 (b) 所示，图中所有参数都归算到二次侧。

电压互感器的误差表现为 U'_1 与 U_2 的差异，二者不但在数值上不完全相等，在相位上亦存在差值。

因此，电压互感器的误差表现在幅值误差和角度误差两个方面。电压互感器二次负载的大小和功率因数的大小均对误差有影响。

36. 造成电流互感器测量误差的原因是什么？

答：测量误差就是电流互感器的二次输出量 I_2 与其归算到二次侧的一次输入量 I'_1 的大小不相等、幅角不相同所造成的差值。因此测量误差分为数值（变比）误差和相位（角度）

误差两种。

产生测量误差的原因一是电流互感器本身造成的，二是运行和使用条件造成的。

电流互感器本身造成的测量误差是由于电流互感器有励磁电流 I_0 存在，而 I_0 是输入电流的一部分，它不传变到二次侧，故形成了变比误差。 I_0 除在铁芯中产生磁通外，尚产生铁芯损耗，包括涡流损失和磁滞损失。 I_0 所流经的励磁支路是一个呈电感性的支路， I_0 与 I_2 不同相位，这是造成角度误差的主要原因。

运行和使用中造成的测量误差过大是电流互感器铁芯饱和和二次负载过大所致。

37. 对保护二次回路电压切换有些什么反措要求？

答：对保护二次回路电压切换的反措要求有：

- (1) 用隔离开关辅助触点控制的电压切换继电器，应有一副电压切换继电器触点作监视用；不得在运行中维修隔离开关辅助触点。
- (2) 检查并保证在切换过程中，不会产生电压互感器二次反充电。
- (3) 手动进行电压切换的，应有专用的运行规程，并由运行人员执行。
- (4) 用隔离开关辅助触点控制的切换继电器，应同时控制可能误动作的保护正电源，有处理切换继电器同时动作与同时不动作等异常情况的专用运行规程。

38. 运行中的距离保护在失去电压或总闭锁继电器动作的情况下，应怎样处理？

答：应采取如下步骤：

- (1) 停用接入该电压互感器的所有距离保护总连接片。
- (2) 此时若同时出现直流接地时，在距离保护连接片未断开前，不允许拉、合直流电源来查找直流接地点。
- (3) 立即去开关场恢复电压互感器二次回路中被断开的熔断器，或消除其他原因造成的失压，使电压互感器二次恢复正常。
- (4) 在确保将电压互感器二次恢复正常，并经电压表测量各相电压正常后，才允许解除距离保护的闭锁，按规定程序投入各套被停用的距离保护总连接片。
- (5) 当只有一套距离保护失去电压时，则只停用该套保护的总连接片，并检查其接入的电压回路是否良好。

39. 对跳闸连接片的安装有什么要求？

答：对跳闸连接片的安装要求有：①跳闸连接片的开口端应装在上方，接到短路器的跳闸线圈回路；②跳闸连接片在落下过程中必须和相邻跳闸连接片有足够的距离，以保证在操作跳闸连接片时不会碰到相邻的跳闸连接片；③检查并确证跳闸连接片在拧紧螺栓后能可靠的接通回路；④穿过保护屏的跳闸连接片导电杆必须有绝缘套，并距屏孔有明显距离；⑤检查跳闸连接片在拧紧后不会接地。

不符合上述要求的需立即处理或更换。

40. 为什么发电厂内要装设备用电源自动投入装置？

答：为了提高发电厂厂用电系统的供电可靠性，通常在高、低压母线及分段母线上设有

两路电源，一路电源供电（工作电源），一路电源断开做明备用（备用电源）。由于某种原因工作电源跳闸时，自动装置应将备用电源自动投入，以保证厂用母线电源不中断，保障发电厂安全运行。

41. 电压互感器的两套低压线圈各有什么用途？

答：电压互感器的两套低压线圈，其中一组为副线圈，接成星形并中性点接地（有些厂、站为b相接地）。用以测量相电压和线电压，以及供给保护装置和电能表、功率表等所需要的电压；另一组为辅助组，接成开口三角形，供继电保护装置和检漏装置。

42. 电压互感器二次侧为什么不许短路但必须接地？

答：电压互感器本身阻抗很小，如二次短路，二次侧通过的电流增大，使二次熔断器熔断，影响表计指示及引起保护误动作的可能，所以在电压互感器二次回路工作时，应特别注意防止短路。

电压互感器二次接地属于保护接地，主要是防止一、二次绝缘击穿，高压侧串到二次侧，对人身和设备造成危害，另外，因二次回路绝缘水平低，若没有接地点，也会打穿，使绝缘损坏更严重，所以二次侧必须接地。

43. 电压互感器一般接有哪些保护及自动装置，停用电压互感器时应注意哪些问题？

答：（1）接的保护有：①距离保护；②高频保护；③方向保护；④低频减载和低电压减载；⑤低电压闭锁；⑥自投装置；⑦同期重合闸。

（2）在停用时应考虑：①电压互感器所接的保护装置和自动装置防止误动，应首先停用；②电压互感器停用后，应取下二次熔断器，防止反充电。

44. 电流互感器二次侧为什么不许开路，开路后如何处理？

答：（1）电流互感器一次电流大小与二次负载的电流大小无关，互感器正常工作时，由于阻抗很小，接近于短路状态，一次电流所产生的磁化力大部分被二次电流所补偿，总磁通密度不大，二次线圈电动势也不大。当电流互感器开路时，阻抗无限增大，二次电流等于零，副磁化力等于零，总磁化力等于原绕组磁化力。也就是一次电流完全变成了励磁电流，在二次线圈产生很高的电动势，其峰值可达几千伏，威胁人身安全或造成仪表、保护装置、互感器二次绝缘损坏。另一方面，原绕组磁化力使铁芯磁通密度过度增大，可能造成铁芯强烈过热而损坏。

（2）电流互感器开路时，产生的电动势大小与一次电流大小有关，在处理电流互感器开路时，一定将负荷减小或使负荷为零，然后带上绝缘工具进行处理，在处理前应停用相应的保护装置。

45. 电流互感器和电压互感器二次为什么不许互相连接，否则会造成什么后果？

答：电压互感器连接的是高阻抗回路，称为电压回路，电流互感器连接的是低阻抗回路，称为电流回路。如果电流回路接于电压互感器二次会使电压互感器短路，造成电压互感器熔断器熔断或电压互感器烧坏及造成保护误动等事故。如电压回路接于电流互感器二次，

则会造成电流互感器近似开路，出现高电压，威胁人身和设备安全。

46. 如何利用电流互感器的音响判断其是否有故障？

答：如电流互感器有较小的、均匀的“嗡嗡”声，说明电流互感器运行正常。若电流互感器“嗡嗡”声较大时，可能是铁芯穿芯螺丝夹得不紧，硅钢片松弛，随着铁芯里交变磁通的变化，硅钢片振动幅度增大而引起。如果电流互感器一次负荷突然增大或过载，其内部出现较大的“嗡嗡”声。若“嗡嗡”声很大，也可能是二次回路开路引起的，若内部有较大的“噼啪”放电声，可能是线圈故障。

47. 高压厂用母线电压互感器停、送电的操作原则是什么？

答：(1) 停电操作原则：

1) 高压厂用工作电源运行时，应停用高压厂用 BZT 回路低电压保护连接片，以防电压互感器停电后造成高压厂用工作电源断路器跳闸。

2) 拉开高压厂用母线低电压保护直流保险，以防电压互感器停电后，造成高压厂用母线电压保护误动，使高压厂用负荷跳闸。

3) 拉开高压厂用母线电压互感器二次熔断器（或小开关）。

4) 拉开高压厂用母线电压互感器的一次侧隔离开关。

5) 视工况短接低压厂用 BZT 回路的高压厂用母线电压监视继电器触点，保证低压厂用 BZT 装置正常。

(2) 送电操作原则：与停电顺序相反。

参 考 文 献

- 1 国家电力调度通信中心. 电力系统继电保护实用技术问答. 第2版. 北京: 中国电力出版社, 2000
- 2 王维俭. 发电机变压器继电保护整定算例. 北京: 中国电力出版社, 2000
- 3 王维俭. 电气主设备继电保护原理与应用. 北京: 中国电力出版社, 1996
- 4 陈曾田. 《继电保护丛书》电力变压器保护. 第2版. 北京: 中国电力出版社, 1998
- 5 洪佩孙, 许正亚. 《继电保护丛书》输电线路距离保护. 北京: 中国电力出版社, 1998
- 6 熊为群, 陶然. 继电保护自动装置及二次回路. 第2版. 北京: 中国电力出版社, 2000
- 7 杨新民等. 电力系统微机保护培训教材. 北京: 中国电力出版社, 2000
- 8 陈德树, 张哲, 尹项根. 电力新技术丛书: 微机继电保护. 北京: 中国电力出版社, 2000
- 9 苏玉林, 刘志民, 熊森. 怎样看电气二次回路图. 北京: 水利电力出版社, 1992
- 10 杨冠城. 电力系统自动装置原理. 北京: 水利电力出版社, 1986
- 11 王世楨. 电网调度运行技术. 沈阳: 东北大学出版社, 1997
- 12 山西电力局. 继电保护. 北京: 中国电力出版社, 1996
- 13 方思立, 朱方. 电力系统稳定器的原理及其应用. 北京: 中国电力出版社, 1992

[G e n e r a l I n f o r m a t i o n]

书名 = 现场运行人员继电保护知识实用技术与问答 (第二版)

作者 = _

页数 = _

SS号 = 1 1 8 8 8 7 4 7

出版社 = _

出版日期 = _