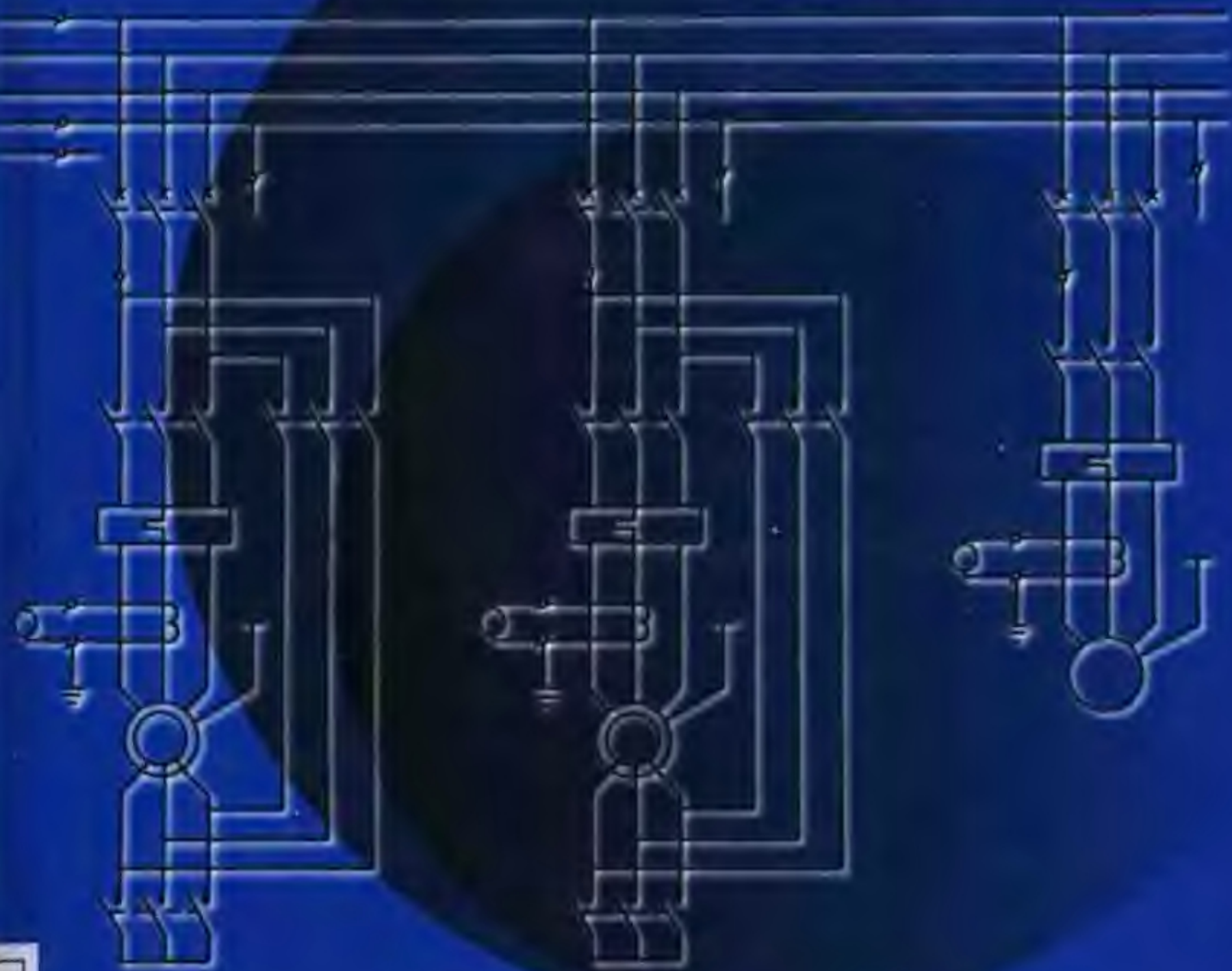


怎样阅读

电气工程图

白公 编著



机械工业出版社
China Machine Press

● ISBN 7-111-08699-6/TM·865

封面设计 / 电脑制作：
方芬

ISBN 7-111-08699-6



9 787111 086994 >

定价：47.00 元

TM02
B-356

怎样阅读电气工程图

白 公 编著
傅江涛 主审
马俊山
梁 川 制图



机械工业出版社

本书从电气工程图的国家标准（基本图形符号、文字符号、基本画法）出发，结合实践经验和亲身体会，详细介绍各类电气工程图样的读图方法、技巧、要点、注意事项，并以现行的工程图样为例，分门别类地进行系统分析。

全书共 13 章，主要内容有：读图程序、要点、方法；图形符号、文字符号、标注方法及其使用；民用住宅、综合楼、工业锅炉房、工业车间、变配电装置、架空线路及电缆、起重机械、电梯、空调系统、高层建筑等电气线路的识读，并详细介绍各部分内容中微机的应用及其线路的识读以及与强电系统的接口线路等。

本书可供电气工作人员及电气专业师生参考，并可作为工科院校电气专业的教材，也可作为电工培训教材及青年工人、电气爱好者自学的读物。本书是《电气工程安装及调试技术手册》一书配套的姊妹篇。

图书在版编目 (CIP) 数据

怎样阅读电气工程图/白公编著. —北京: 机械工业出版社, 2001.4

ISBN 7-111-08699-6

I. 怎… II. 白… III. 电气工程—识图法 IV. TM02

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 02607 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 牛新国 版式设计: 霍永明 责任校对: 张佳

封面设计: 方芬 责任印制: 郭景龙

中国农业出版社印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2001 年 6 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm¹/₁₆·28.5 印张·6 插页·727 千字

0 001—4 000 册

定价: 47.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68993821、68326677-2527

前 言

本书的雏型是作者近几年在几所高等院校、职工大学、电视大学、职业中专、职工技协电气专业课上有关识图部分的讲稿，加之很多年轻朋友经常咨询电气工程识图一事，为了使更多的青年朋友掌握识图技术，几经整理修改而编写了这部有关电气工程识图的教材。本书以作者从事30多年电气工程设计、安装、运行及教学经验为主，参考国家电气工程制图的标准及有关专著文献，从识图的最基本知识开始，系统地讲述了35kV及以下各类电气工程及弱电工程图样的识读，并补充了微机在电气工程中应用的图样的识读，是《电气工程安装及调试技术手册》一书的姊妹篇。

本书选用典型的工程实际图样，按照工程的难易程度，从简单到复杂，从强电到弱电，从一般电气线路到微机应用接口线路，详细介绍了电气工程图样识读的程序、要点、方法及注意事项，按照本书的内容循序渐近地学习，便能很快掌握常规电气工程识图的方法，以及掌握更复杂线路的识读技能，它是青年朋友走向成功的良师益友，是成为电气工程师的桥梁。因此，电气工程的读图必须由易到难，由简单到复杂，不要急于求成。如果你想学会读图，那么就必须从第1章开始仔细阅读本书，当你看到最后一章时，就会觉得你学会了读图。

这里需要声明一点，本书选用的图样只是为了讲述的需要和方便，不是标准图样，也不是最先进最科学的设计图样，限于本人的条件也不可能收集到代表当今最先进技术的图样，而是抛砖引玉，引导读者尽快掌握识图的技能和要领，提高读图能力。书中涉及到的图样仅供读者参考，实际工程中要以设计给出的施工图为准，以免误贻。限于原图样较大，故将相同部分删掉，请读者阅读时注意。

本书的编写目的是为初学者及工科院校电气专业师生提供一本便于自学的教材，弥补长期以来工科院校电气专业没有一本合适的讲述电气工程识图教材的不足。

另一个目的是使读者在较短的时间内掌握各类电气工程图样识读的技能技巧，缩短从理论到实践的时间和距离，按照本书讲述的方法和技巧便可顺利阅读电气工程中的各种图样，并完成电气线路的安装及调试。

第三个目的就是技术的公开，近几年来，由于技术的断档，想学技术越来越难，为了满足愿意从事电气工作的初学者的需要，可在不方便求教于别人的时候，只要阅读本书有关章节便可找到识读的方法和要领。当然，这里我们还要强调一次，本书讲到的内容不是唯一的，也不是最先进、最科学、最正确的方法，请读者谅解。

本书的特点是以介绍实践经验为主，实用性强、可操作性强、通用性强，且通俗易懂，简单的一代而过，复杂的仔细分析，虽然达不到天衣无缝、滴水不漏，但也可以是万无一失，有备无患，这在实际工作中是很重要的。

本书共13章，第1章讲述读图步骤、方法、要点、技巧及注意事项，第2章为国家标准图形符号、文字符号、标注方法及其实际应用，从第3章开始按照循序渐进的方法，由浅入深，从易而难，系统讲述各类电气工程图样的识图要点、注意事项和方法技巧，并结合微

IV

机及先进技术在电气工程中应用的实例，系统介绍微机与强电接口线路的识读。最后一章介绍了电工读图中有关的名词及术语。专家认为，该书是一般电气工作者及初学者走向成功的一本好书。

本书尽量采用最新国家标准和一些专著中的图表，但是由于图表的量较大以及收集的渠道不同、涉及专业门类较多、校对及审核的误贻等原因，难免有些旧标准符号，请读者见谅。

本书的编写受到了各方面的支持和协助，有电业部门长期从事技术工作的技术人员，有设计部门从事电气工程设计的工程师，有专职从事电气工程教学的教师、有专职从事电气工程监理的监理工程师，有多年从事安装调试的工人师傅。本书由教授级高级工程师白公（白玉岷）执笔编写，其中参加各章节编写的人员还有陶玉林（第2章）、刘冀钢（第3章）、罗军（第4章）、朱桂英（第5章）、李根生（第6章）、武占斌（第7章）、谢凤梅（第8章）、张学功、杨晓敏（第9章）、赵展明（第10章）、周泽寰（第11章）、杨中（第12章）、刘继亮、赵洪山（第13章）。张家口市建设委员会刘冀钢、张家口市工程建设监理公司罗军和周泽寰、张家口铁路机务段朱桂英、张家口市劳动局李根生和谢凤梅、张家口市建筑工程施工安全监督站武占斌、张家口市锅炉压力容器检验研究所张学功、宣化化工厂杨晓敏、张家口市工程承包公司赵展明、河北建筑工程学院杨中除了参加本书的编写工作外，还为本书的出版做了大量的工作，并提供了很多珍贵的资料。这里向支持和协助本书编写和出版的全体工作人员及本书的主审傅江涛高级工程师、马俊山教授，审稿人员刘中林、朱玉山、刘志刚、姚亮、贺祖贤、董仁辉、张效林、吴青、刘玉丰、张志强、谢辉、周志荣、玉强、陈富春、杨亦斌、孙文直、史红柳、王国选、雷振义、赵树德，顾问徐尚英、杜万顺、张顺金、郝连凤以及制图梁川、刘玉萍表示衷心的感谢。

由于作者水平有限，书中不妥之处恳请各位同仁批评指正。

作者

目 录

前言			
第1章 读图概论	1	线路的识读	77
第一节 电气工程的图样类别	2	第一节 一般住宅的电气线路	77
一、电气总平面图	2	一、配电系统图的识读	79
二、电气系统图	2	二、平面图的识读	82
三、电气设备平面图	2	三、弱电系统图样的识读	86
四、控制原理图	2	四、防雷系统图样的识读	90
五、二次接线图(接线图)	2	第二节 平房住宅的电气线路	93
六、大样图	2	第三节 高层住宅的电气线路	93
七、电缆清册	2	第4章 企业用综合楼电气	
八、图例	3	线路的识读	94
九、设备材料表	3	第一节 设计说明及配电系统图	94
十、设计说明	3	一、配电室系统图的识读	97
第二节 读图的程序、要点、方法	3	二、地下室机房配电系统图的识读	99
一、读图程序	3	三、一~七层动力配电系统图	103
二、读图要点	3	四、一~七层照明配电系统图	105
三、读图步骤及方法	19	第二节 动力平面图	107
四、读图注意事项	20	一、配电室平面布置图	107
五、电气工程读图应具备的 知识及技能	23	二、地下室机房动力平面图	109
第三节 读图的方法和步骤	23	三、首层动力平面图	111
一、读图的方法和步骤	23	四、二层动力平面图	112
二、读图的方法和步骤	23	五、三~五层动力平面图	114
三、读图的方法和步骤	23	六、六层动力平面图	115
四、读图的方法和步骤	23	七、屋顶电气平面图	115
五、读图的方法和步骤	23	八、七层机房电气平面图	115
第2章 图形符号、文字符号、标注 方法及其使用	25	第三节 照明平面图	118
第一节 电气工程施工图的 符号及标注	25	一、地下二层照明平面图	118
一、图形符号	25	二、地下一层照明平面图	118
二、文字符号	46	三、首层照明平面图	120
三、电气设备及线路的标注 方法及其使用	47	四、二层照明平面图	121
第二节 自动化仪表及自动装置施 工图的符号及标注	65	五、三~六层照明平面图	121
一、图形符号	65	第四节 防雷接地平面图	124
二、文字符号	68	一、屋顶防雷平面图	124
三、图形符号和仪表位号常用举例	72	二、基础接地平面图	124
第3章 一般民用住宅电气		第五节 弱电系统的读图	125

VI

一、火灾报警及广播控制系 统图的识读	126	二、35kV 主进线断路器控制及保护 二次回路原理图	242
二、电话系统图的识读	127	三、35kV 主变压器控制及保护 二次回路原理图	246
三、弱电平面图的识读	128	四、35kV 电压互感器二次回路 原理图	248
第 5 章 工业锅炉房电气线路 的识读	138	五、闪光装置原理图	250
第一节 小型锅炉房的电气线路	138	六、直流系统绝缘监察装置原理图	250
一、电气系统图的识读	138	七、直流母线电压监察装置原理图	251
二、动力平面图的识读	142	八、中央信号系统接线原理图	251
三、照明平面图的识读	145	九、高压架空引出线路控制保护二次 回路原理图	254
第二节 工业锅炉房电气线路 的识读	146	十、二次回路的接线图	255
一、工程概况	146	第三节 微机在变电所二次回路中 的应用及图样识读	263
二、电气主回路线路的识读	148	第四节 电缆线路图样的识读	269
三、照明回路线路的识读	164	第五节 防雷与接地图样的识读	269
四、接地干线平面图的识读	167	第 8 章 电力架空线路及电缆 线路的识读	275
五、二次回路的识读	168	第一节 电力架空线路	275
六、自动化仪表及自动装置 线路的识读	175	一、线路路径图	276
七、锅炉微机控制系统线路的识读	198	二、线路平断面图	278
第 6 章 一般工业车间电气线路 的识读	222	三、直线杆组装图样的识读	282
第一节 工业车间的动力线路	222	四、耐张杆组装图样的识读	284
一、工程概况	222	五、转角杆组装图样的识读	286
二、线路的敷设	222	六、终端杆组装图样的识读	290
三、设备的安装	224	七、部件大样图的识读	292
四、电动机的起动控制线路	224	八、其它形式的架空线路	296
第二节 工业车间的照明线路	231	第二节 电缆线路	297
一、工程概况	231	一、埋地电缆	297
二、车间及附设照明线路的设置	231	二、电缆沟电缆	297
第 7 章 变配电装置电气线路 的识读	233	三、隧道电缆	297
第一节 厂用中心变电所总图 的识读	236	四、架空电缆	297
一、电气主接线图	236	五、电缆桥架电缆	298
二、电气总平面布置图	238	六、明设电缆	298
第二节 变电所二次回路图样 的识读	241	七、竖井电缆	298
一、主控制室及小母线	242	第 9 章 电动起重机械电气 线路的识读	299
		第一节 桥式起重机的控制线路	299

一、凸轮控制器的电气线路	299	四、送风机的控制原理图	351
二、主令控制器的电气线路	301	第三节 制冷机组自控系统电气	
三、桥式起重机常用的控制线路	302	原理图的识读	354
第二节 其他形式起重机的控制		一、机组的分类	354
制线路	307	二、溴化锂吸收式制冷机组	
第 10 章 电梯电气线路的识读	308	自动控制原理图	354
第一节 电梯的总体要求及总体		三、一台制冷机一套附泵系统顺时控	
布置	308	制系统及冷却水温度调节自动	
一、总体要求	308	控制原理图	361
二、总体布置	311	四、两台制、三台制系统	368
第二节 电梯继电器控制线路的		第四节 空调系统的微机	
识读	313	控制系统	376
一、电梯继电器控制线路的概况	313	一、空调系统微机控制系统	
二、电源及主机拖动线路图	313	图的识读	376
三、电梯运行的控制过程	318	二、DDC 分布系统图的识读	378
四、安全保护装置的电气线路	323	三、新风机组 (PAU) DDC 监控原	
第三节 电梯微机控制线路的		理图的识读	378
识读	324	四、空气处理机组 (AHU) DDC 监控	
一、线路概况	325	原理图的识读	378
二、主回路部分的线路	325	五、制冷机冷却水系统 DDC 监控	
三、保护回路及照明系统	325	原理图的识读	382
四、可编程序控制器主控板	335	六、制冷机及冷冻水系统 DDC 监控	
五、门机系统	335	原理图的识读	382
六、接线图	335	七、热交换及供热系统 DDC 监控	
第 11 章 空气调节自动控制系统电		原理图的识读	385
气线路图的识读	339	第 12 章 高层建筑电气工程	
第一节 风机盘管自控系统电气		图样的识读	388
图样的识读	340	第一节 工程概况	388
一、风机盘管两管制送冷风/热风		第二节 高层建筑电气工程	
控制电气原理图	341	的特殊装置	405
二、同一房间多台风机盘管的电气		一、电气竖井	405
控制原理图	342	二、设备层	406
第二节 新风及空气处理机组自控		三、机房	409
系统电气原理图的识读	343	四、电梯	410
一、机组的分类	343	第三节 高层建筑的弱电系统	410
二、新风机组两管制送冷/热风且加湿		一、火灾自动报警及自动消防系统	410
控制电气原理图	344	二、保安防盗系统	411
三、空气处理机组四管制送冷风和		三、通信及电视系统	411
热风且加湿控制电气原理图	347	四、微机系统	412
		第四节 屋顶设施、吊顶及基	

VIII

基础接地工程	415
一、屋顶设施	415
二、室内吊顶及基础接地工程	415

第 13 章 电气工程读图技术有关名词	
及术语	417
参考文献	448

第1章 读图概论

电气工程的门类繁多，如果细分将会有几十种。其中，我们常把电气装置安装工程中的照明、动力、变配电装置、35kV及以下架空线路及电缆线路、天车或桥式起重机电气线路、电梯、通信系统、广播系统、有线电视、火灾自动报警及自动消防系统、防盗保安系统、建筑物内微机监测控制系统及自动化仪表、空调及冷库电气装置等与建筑物关联的新建、扩建和改造的电气工程统一称作建筑电气工程。

建筑电气工程在电气工程中占有很重要的地位，并且涉及到土建、暖通、设备、管道、装饰、空调制冷等专业。因此，从技术的角度上讲，要求高而难度大。同时，建筑电气在建筑物中更占据显赫位置，它是建筑物功能能否实现的重要保证，像高层建筑、工业车间及其生产线、宾馆饭店、民用住宅、体育场馆、剧院会堂、经贸商厦、教学课堂、实验楼、写字楼等建筑物内，电气功能俱全，照明动力、电热空调、通信广播、防灾保安、微机监控、仪表监测、自动装置等，应有尽有，构成了错综复杂的电气系统，使建筑物的功能实现了自动化，并使之完美无缺。特别是电梯空调、火灾报警、防盗保安、微机管理等进入建筑物，更使其如虎添翼，锦上添花，加快了人们工作和生活的节奏，丰富了人们的业余生活，使建筑物的功能更完善、更舒适、更安全。

但是，往往由于对图样的误读或疏忽，导致安装上的失误，至使建筑物的电气功能不能完美实现，更有甚者，则是因为一点很小的错误而导致了很大的功能上的损害。

因此，对于电气安装人员来说，必须精读图样，理解设计意图，熟悉建筑物的各种电气功能；掌握设备、元件、材料的规格、型号、数量及安装方式、位置、标高；熟练掌握建筑物内电气管线的走向、布置、敷设方式、位置、标高；掌握控制、联动、联锁、监控、监测、计量、报警、显示、摄录等电路的原理及线路；掌握各类机房（如变配电室、电梯机房、电话总机、消防中心、保安中心、微机室、电视及广播机房、空调机房、仪表室等）的布置及功能；掌握系统保护方式及防雷接地等，只有这样才能准确编制施工组织设计（施工方案），编制工程预决算，编制设备、材料、机具清单；只有这样才能统配人力、物力、财力进行施工，才能正确安装电气设备及线路，保证其安全运行；只有这样才能节约原材料、节约工时，才有利于工程的质量、工期、投资的控制，也就是说才能完美地干好一项工程，从而保证其功能的实现。

综上所述，读图是电气安装工程中最重要的一步。图样是工程的依据，是指导人们安装的技术文件，同时，工程图样具有法律效力，任何违背图样的施工或误读而导致的损失对于安装人员来说要负法律责任。因此，对于电气安装人员要通过读图，熟悉图样，熟悉工程，正确安装，这是半点也不能含糊的，特别是对于初学者来说尤为重要，作为一名电气工作人员首先必须要作到的就是这一点，任何时候、任何情况、任何条件下是绝对不能违背的。需要说明的一点，就是书中提供的图样只作为讲述用，而不能作为施工图样，图中的误胎有的则是有意安排的，为的是讲述方便。

第一节 电气工程的图样类别

建筑电气工程的图样一般有电气总平面图、电气系统图、单元电气平面图、控制原理图、接线图、大样图、电缆清册、图例及设备材料表等。

一、电气总平面图

电气总平面图是在建筑总平面图上表示电源及电力负荷分布的图样，主要表示各建筑物的名称或用途、电力负荷的装机容量、电气线路的走向及变配电装置的位置、容量和电源进户的方向等。通过电气总平面图可了解该项工程的概况，掌握电气负荷的分布及电源装置等。一般大型工程都有电气总平面图，中小型工程则由动力平面图或照明平面图代替。

二、电气系统图

电气系统图是用单线图表示电能或电信号按回路分配出去的图样，主要表示各个回路的名称、用途、容量以及主要电气设备、开关元件及导线电缆的规格型号等。通过电气系统图可以知道该系统的回路个数及主要用电设备的容量、控制方式等。建筑电气工程中系统图用的很多，动力、照明、变配电装置、通信广播、有线电视、火灾报警、防盗保安、微机监控、自动化仪表等都要用到系统图。

三、电气设备平面图

电气设备平面图是在建筑物的平面图上标出电气设备、元件、管线实际布置的图样，主要表示其安装位置、安装方式、规格型号数量及接地网等。通过平面图可以知道每幢建筑物及其各个不同的标高上装设的电气设备、元件及其管线等。建筑电气平面图用的很多，动力、照明、变配电装置、各种机房、通信广播、有线电视、火灾报警、防盗保安、微机监控、自动化仪表、架空线路、电缆线路及防雷接地等都要用到平面图。

四、控制原理图

控制原理图是单独用来表示电气设备及其元件控制方式及其控制线路的图样，主要表示电气设备及其元件的起动、保护、信号、联锁、自动控制及测量等。通过控制原理图可以知道各设备元件的工作原理、控制方式，掌握建筑物的功能实现的方法等。控制原理图用的很多，动力、变配电装置、火灾报警、防盗保安、微机监控、自动化仪表、电梯等都要用到控制原理图，较复杂的照明及声光系统也要用到控制原理图。

五、二次接线图（接线图）

二次接线图是与控制原理图配套的图样，用来表示设备元件外部接线以及设备元件之间接线的。通过接线图可以知道系统控制的接线及控制电缆、控制线的走向及布置等。动力、变配电装置、火灾报警、防盗保安、微机监控、自动化仪表、电梯等都要用到接线图。一些简单的控制系统一般没有接线图。

六、大样图

大样图一般是用来表示某一具体部位或某一设备元件的结构或具体安装方法的，通过大样图可以了解该项工程的复杂程度。一般非标的控制柜、箱，检测元件和架空线路的安装等都要用到大样图，大样图通常均采用标准通用图集。其中剖面图也是大样图的一种。

七、电缆清册

电缆清册是用表格的形式表示该系统中电缆的规格、型号、数量、走向、敷设方法、头

尾接线部位等内容的，一般使用电缆较多的工程均有电缆清册，简单的工程通常没有电缆清册。

八、图例

图例是用表格的形式列出该系统中使用的图形符号或文字符号的，目的是使读图者容易读懂图样。

九、设备材料表

设备材料表一般都要列出系统主要设备及主要材料的规格、型号、数量、具体要求或产地。但是表中的数量一般只作为概算估计数，不作为设备和材料的供货依据。

十、设计说明

设计说明主要标注图中交待不清或没有必要用图表示的要求、标准、规范等。

上述图样类别具体到工程上则按工程的规模大小、难易程度等原因有所不同，其中系统图、平面图、原理图是必不可少的，也是读图的重点，是掌握工程进度、质量、投资及编制施工组织设计和预决算书的主要依据。

第二节 读图的程序、要点、方法

一、读图程序

实践中读图的程序一般按设计说明、电气总平面图、电气系统图、电气设备平面图、控制原理图、二次接线图和电缆清册、大样图、设备材料表和图例并进的程序进行，详见图 1-1。

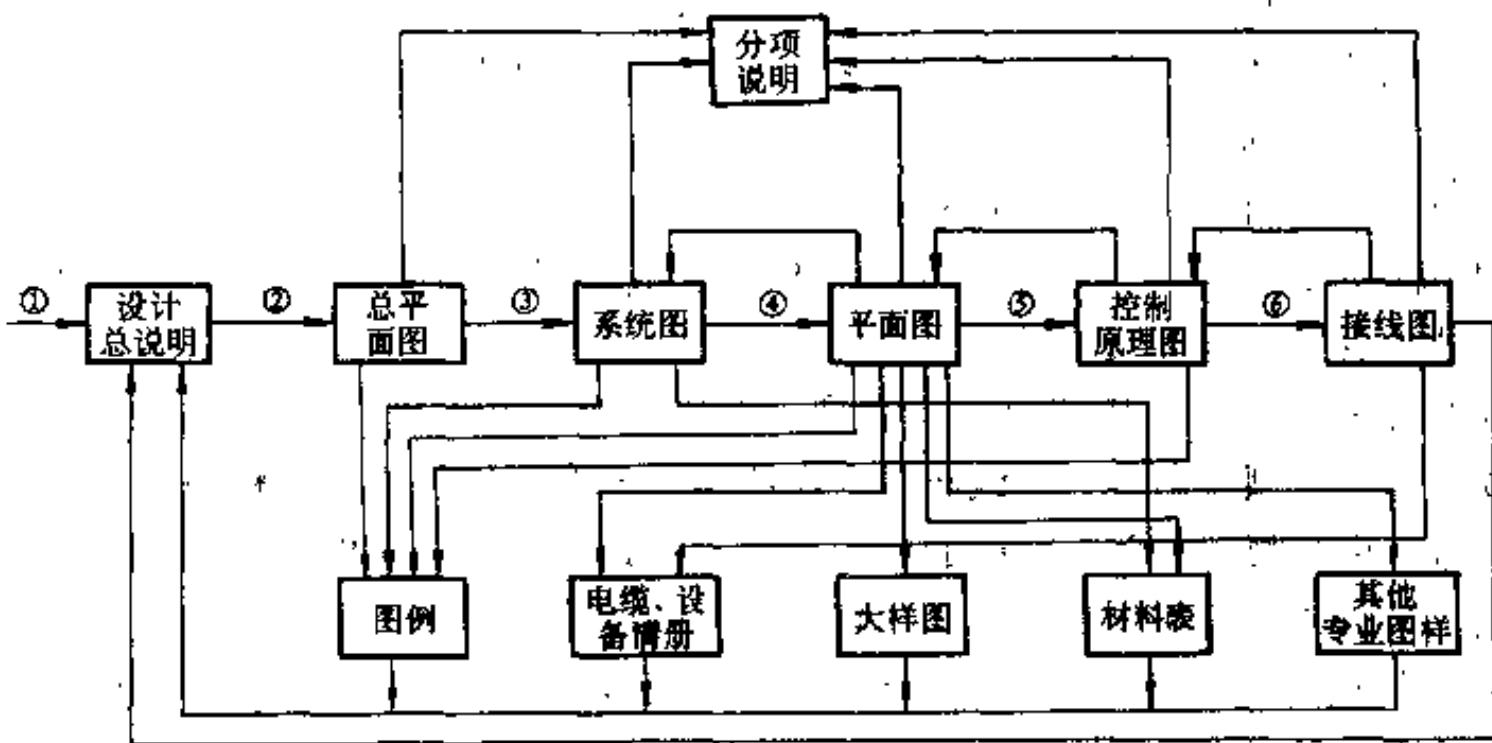


图 1-1 读图的程序框图

二、读图要点

(一) 设计说明

阅读设计说明时，要注意并掌握下列内容：

1. 工程规模概况、总体要求、采用的标准规范、标准图册及图号、负荷级别、供电要求、电压等级、供电线路及杆号、电源进户要求和方式、电压质量、弱电信号分贝要求等。
2. 系统保护方式及接地电阻要求、系统防雷等级、防雷技术措施及要求、系统安全用

电技术措施及要求、系统对过电压和跨步电压及漏电采取的技术措施。

3. 工作电源与备用电源的切换程序及要求、供电系统短路参数、计算电流、有功负荷、无功负荷、功率因数及要求、电容补偿及切换程序要求、调整参数、试验要求及参数、大容量电动机起动方式及要求、继电保护装置的参数及要求、母线联络方式、信号装置、操作电源、报警方式。

4. 高低压配电线路型式及敷设方法要求、厂区线路及户外照明装置的型式、控制方式、某些具体部位或特殊环境（爆炸及火灾危险、高温、潮湿、多尘、腐蚀、静电、电磁等）安装要求及方法、系统对设备、材料、元件的要求及选择原则，动力及照明线路的敷设方法及要求。

5. 供电及配电采用的控制方式、工艺装置采用的控制方法及连锁信号、检测和调节系统的技术方法及调整参数、自动化仪表的配置及调整参数、安装要求及其管线敷设要求、系统联动或自动控制的要求及参数、工艺系统的参数及要求。

6. 弱电系统的机房安装要求、供电电源的要求、管线敷设方式、防雷接地要求及具体安装方法，探测器、终端及控制报警系统安装要求，信号传输分贝要求、调整及试验要求。

7. 铁构件加工制作和控制盘柜制作要求、防腐要求、密封要求、焊接工艺要求、大型部件吊装要求及其混凝土基础工程施工要求及其标号、设备冷却管路试验要求、蒸馏水及电解液配制要求、化学法降低接地电阻剂配制要求等非电气的有关要求。

8. 所有图中交待不清、不能表达或没有必要用图表示的要求、标准、规范、方法等。

9. 除设计说明外，其它每张图上的文字说明或注明的个别、局部的一些要求等，如，相同或同一类别元件的安装标高及要求等。

10. 土建、暖通、设备、管道、装饰、空调制冷等专业对电气系统的要求或相互配合的有关说明、图样，如电气竖井、管道交叉、抹灰厚度、基准线等。

（二）总电气平面图

阅读总电气平面图时，要注意并掌握以下有关内容：

1. 建筑物名称、编号、用途、层数、标高、等高线、用电设备容量及大型电机容量台数、弱电装置类别、电源及信号进户位置。

2. 变配电所位置、变压器台数及容量、电压等级、电源进户位置及方式、系统架空线路及电缆走向、杆型及路灯、拉线布置，电缆沟及电缆井的位置、回路编号、主要负荷导线截面及根数、电缆根数、弱电线路的走向及敷设方式、大型电动机及主要用电负荷位置以及电压等级、特殊或直流用电负荷位置、容量及其电压等级等。

3. 系统周围环境、河道、公路、铁路、工业设施、电网方位及电压等级、居民区、自然条件、地理位置、海拔等。

4. 设备材料表中的主要设备材料的规格、型号、数量、进货要求、特殊要求等。

5. 文字标注、符号意义、其他有关说明、要求等。

（三）电气系统图

1. 阅读变配电装置系统图时，要注意并掌握以下有关内容：

（1）进线回路个数及编号、电压等级、进线方式（架空、电缆）、导线电缆规格型号、计量方式、电流电压互感器及仪表规格型号数量、防雷方式及避雷器规格型号数量。

（2）进线开关规格型号及数量、进线柜的规格型号及台数、高压侧联络开关规格型号。

(3) 变压器规格型号及台数、母线规格型号及低压侧联络开关(柜)规格型号。

(4) 低压出线开关(柜)的规格型号及台数、回路个数用途及编号、计量方式及表计、有无直控电动机或设备及其规格型号台数起动方法、导线电缆规格型号,同时对照单元系统图和平面图查阅送出回路是否一致。

(5) 有无自备发电设备或 UPS,其规格型号容量与系统连接方式及切换方式、切换开关及线路的规格型号、计量方式及仪表。

(6) 电容补偿装置的规格型号及容量、切换方式及切换装置的规格型号。

2. 阅读动力系统图时,要注意并掌握以下内容:

(1) 进线回路编号、电压等级、进线方式、导线电缆及穿管的规格型号。

(2) 进线盘、柜、箱、开关、熔断器及导线规格的型号、计量方式及表计。

(3) 出线盘、柜、箱、开关、熔断器及导线规格型号、回路个数用途、编号及容量,穿管规格、起动柜或箱的规格型号、电动机及设备的规格型号容量、起动方式,同时核对该系统动力平面图回路标号与系统图是否一致。

(4) 有无自备发电设备或 UPS,内容同前。

(5) 电容补偿装置,内容同前。

3. 阅读照明系统图时,要注意并掌握以下内容:

(1) 进线回路编号、进线线制(三相五线、三相四线、单相两线制)、进线方式、导线电缆及穿管的规格型号。

(2) 照明箱、盘、柜的规格型号、各回路开关熔断器及总开关熔断器的规格型号、回路编号及相序分配、各回路容量及导线穿管规格、计量方式及表计、电流互感器规格型号,同时核对该系统照明平面图回路标号与系统图是否一致。

(3) 直控回路编号、容量及导线穿管规格、控制开关型号规格。

(4) 箱、柜、盘有无漏电保护装置,其规格型号,保护级别及范围。

(5) 应急照明装置的规格型号台数。

4. 阅读通信系统图时,要注意并掌握以下内容:

(1) 总机规格型号及门数、外线进户对数、电源装置的规格型号、总配线架或接线箱的规格型号及接线对数、外线进户方式及导线电缆穿管规格型号。

(2) 各分路送出导线对数、房号插孔数量、导线及穿管规格型号,同时对照平面布置图,核对房号及编号。

(3) 发射天线规格型号、根数、引入电缆规格型号。

5. 阅读广播音响系统图时,要注意并掌握以下内容:

(1) 广播音响设备规格型号、电源装置规格型号,送出回路个数及其开关规格型号,导线及管路规格型号,自办节目的设备规格型号及天线规格、型号、电缆引入方式。

(2) 各分路送出导线回路数、房号、编号、对照平面图,核对房号及编号。

6. 阅读有线电视系统图时,要注意并掌握以下内容:

(1) 天线个数及其规格型号、天线引入信号的 dB 值、前端设备的规格型号及输出信号的 dB 值、自办节目的设备规格型号、电缆的规格型号、电源装置规格型号及功能。

(2) 系统的回路个数及电缆的规格型号、各回路从顶层至最底首各房间信号 dB 值及编号、中间放大器、线路放大器规格型号、送至架空电缆的规格型号及信号的 dB 值、各插孔

规格型号。

(3) 对照平面图核对编号及信号 dB 数。

(4) 系统与保安系统的联络方式及控制功能。

7. 阅读火灾自动报警及消防系统图时, 要注意并掌握以下内容:

(1) 集中报警控制器、区域报警控制器规格型号台数、电源装置规格型号台数、火警报警装置和消防控制设备规格型号、消防通信设置规格型号、火灾事故广播设备型号规格、信号盘及操作控制柜规格型号功能、监视器规格型号台数, 上述各设备送出的回路个数、编号及导线或电缆的规格型号、被控制设备的名称规格型号及编号、机房及其他设施规格型号及管线电缆规格型号。

(2) 各区域报警控制器输入回路个数、探测器规格型号数量编号及房号、输出回路个数、导线及穿管规格型号。

(3) 集中报警控制器输入回路个数、导线或电缆穿管规格。

(4) 喷洒灭火系统中喷洒头规格型号个数及编号和房号、水流报警阀规格型号个数及编号、气压水罐规格型号, 泵房动力系统图(水泵、稳压泵、消防泵等)同动力系统图。

(5) 卤代烷灭火系统中喷头规格型号个数及编号房号、瓶头阀、分配阀及储罐规格型号个数及编号。

(6) 二氧化碳、泡沫、干粉、蒸气及氮气等灭火系统主要设备的型号、规格及分布的编号房号等。

(7) 防排烟系统中防火阀、送风机、排风机、排烟机规格型号编号房号及其电气动力系统图。

(8) 安全疏散系统中疏散指示标志、防火门、防火卷帘的规格型号编号及房号, 以及上述设施中的管线规格型号。事故照明系统图和消防电源系统图及消防电梯系统图同前。

(9) 通风空调系统中的动力系统图。

(10) 消防栓系统中的消防水泵、气压水罐、稳压泵的规格型号及动力系统图。

(11) 系统中其他设施的规格型号及管线缆的规格型号。

(12) 火灾事故广播系统及消防通信系统同 4 和 5。

(13) 对照平面图核对送入回路及探测器的编号、房号。

8. 阅读保安防盗系统图时, 应注意并掌握以下内容:

(1) 机房监视器规格型号台数、信号报警装置型号规格、传输电缆规格型号、送入信号回路个数、编号及房号、摄像探测器型号规格及个数、电源装置的规格型号。

(2) 电门锁系统中控制盘的规格型号、监控回路个数、编号、房号、电源装置、管线缆规格型号。

(3) 系统与电视和通信广播系统的联络方式。

(4) 对照平面图核对回路的编号、房号等。

9. 阅读微机监控系统图, 应注意并掌握以下内容:

(1) CPU 主机规格型号台数、打印机、监视器、模拟信号装置的规格型号台数、电源装置及 UPS 规格型号、接线箱规格型号、引入回路个数、编号及房号、引入回路的管线电缆规格型号。

(2) 数据采集器规格型号台数及功能、电磁量传感器及执行器规格型号台数、热工量和

机械量传感器及执行器规格型号及台数、爆炸危险环境探测器及传感器执行器的规格型号台数、火灾探测器及传感器执行器的规格型号台数、有毒有害气体及环境保护监测传感器和执行器规格型号及台数、其他传感器、探测器、执行器规格型号及台数，传输信号管线电缆规格型号、各类传感器、探测器、执行器的编号及房号，并对照弱电平面图核对编号、房号。

(3) 系统电源装置、系统与其他系统的联络及其管线缆等。其它系统指火灾自动报警、防盗保安、通信广播、有线电视、自动化仪表系统等。

10. 阅读自动化仪表系统图时，应注意并掌握以下内容：

(1) 被测量的类别（温度、压力、流量、物位、机械量、化学量等），被测介质（蒸汽、水、烟气、空气、风、 CO_2 、 CO 、 SO_2 、pH值等）、一次仪表及取样装置的规格型号及编号、就地安装仪表及变送器的规格型号及编号、一次导线导管的规格型号及长度及编号、接线盒及二次导线或电缆导管的规格型号和长度及编号走向、仪表盘上仪表及二次仪表的规格型号、仪表盘上切换开关、信号指示、报警装置及其它电气装置的规格型号。

(2) 仪表、电动调整装置与其它装置或电气设备的联锁条件及方式、调节阀或调节挡板与仪表或仪表盘上装置的关系、执行器的规格型号用途及其联锁控制方式。

(3) 现场就地仪表接线盒接线图、现场其它非仪表件的规格型号、个数（包括截止阀、针型阀、冷凝器、平衡器、保温箱等）。

(4) 仪表电源装置及连线方式。

(四) 电气平面图

1. 变配电装置平面图

(1) 阅读户外变电所平面布置图时，要注意并掌握以下有关内容：

1) 变电所在总平面图上的位置及其占地面积的几何形状及尺寸，电源进户回路个数、编号、电压等级、进线方位、进线方式及第一接线点的形式（杆、塔）、进线电缆或导线的规格型号、电缆头规格型号，进线杆塔规格、悬式绝缘子的规格片数及进线横担的规格。

2) 混凝土构架及其基础的布置、间距、比例、高度、形式（门型、单杆支柱）、中心线位置、数量、规格、用途及其结构型式，避雷针的位置、个数、规格、型式结构，电缆沟的位置、盖板结构及其沟断面布置，控制室及室内部分配电装置、电容器室以及休息室、检修间、备品库等房间的位置、面积、几何尺寸、开间布置等。

3) 隔离开关、避雷器、电流互感器、电压互感器及其熔断器、断路器、电力变压器、跌落熔断器、所用变压器、阻波器、滤波器、耦合电容器等室外主要设备的规格、型号、数量、安装位置。

4) 一次母线、二次母线的规格及组数，悬式绝缘子规格片数组数，穿墙套管规格、型号、组数、安装位置及标高，二次侧母线桥的结构型式、标高材料规格、支柱绝缘子型号规格及数量、安装位置、间距。

5) 控制室信号盘、控制盘、电源柜、直流柜、模拟盘规格型号、数量、安装位置，室内电缆沟位置。

6) 二次配电室进线柜、计量柜、开关柜、控制柜、联络柜、避雷柜的规格、型号、台数安装位置，室内电缆沟位置，引出线的穿墙套管规格、型号、编号、安装位置及标高，引出电缆的位置、编号。室内敷设管路的规格及导线电缆规格根数。

7) 修理间电源柜、动力配电柜的规格、型号、安装位置、电缆沟位置，管路布置及其

规格、导线及电缆规格。

8) 电容器室电容柜或台架的规格、型号、安装位置、电缆沟位置。

9) 接地极、接地网平面布置及其材料的规格、型号、数量、引入室内的位置及室内布置方式、接地电阻要求、与设备接地点连接要求、敷设要求。

10) 上述各条内容有无与设计规范不符、有无与土建、采暖、通风、给排水等专业冲突矛盾之处。

变配电所对建筑、采暖、通风、给排水的要求见表 1-1~表 1-3, 变压器布置要求见表 1-4~表 1-7。

表 1-1 变、配电所各房间对建筑的要求

房间名称	高压配电室(有充油设备)	高压电容器室	油浸变压器室	低压配电室	控制室	值班室
建筑物耐火等级	二级	二级 (油浸式)	一级	二级		
屋面	应有保温、隔热层及良好的防水和排水措施					
顶棚	刷白					
屋檐	防止屋面的雨水沿墙面流下					
内墙面	邻近带电部分的内墙面只刷白, 其它部分抹灰刷白		勾缝并刷白, 墙基应防止油浸蚀, 与有爆炸危险场所相邻的墙壁内侧应抹灰并刷白	抹灰并刷白		
地坪	水泥压光	水泥压光 采用抬高地坪方案通风效果较好	低式布置采用卵石或碎石铺设, 厚度为 250mm 高式布置采用水泥地坪, 应向中间通风及排油孔作 2% 的坡度	水泥压光	水磨石或水泥压光	水泥压光
采光和采光窗	宜有自然采光, 允许用木窗, 能开启的窗应设置纱窗, 第一层开向变电所范围以外的窗应加保护网, 其窗台高度应 $\leq 1.8\text{m}$, 靠近带电部分的窗应为固定窗, 在空气污秽或风沙大的地区, 不宜设置可开启的窗	可设采光窗, 其要求与高压配电室相同	不设采光窗	允许用木窗	允许用木窗 能开启的窗应设置纱窗, 在寒冷或风沙大的地区采用双层玻璃窗	
通风窗	允许用木制百叶窗加保护网(网孔 $\leq 10\text{mm} \times 10\text{mm}$), 防止小动物进入	通风窗用百叶窗并设有网孔 $> 10\text{mm} \times 10\text{mm}$ 的铁丝网	车间内变压器室的通风窗应是非燃烧材料制成, 其它变压器室则允许用木制。出风窗应有防止雨、雪进入的措施, 进风窗应有防止小动物进入的措施。 门上的进风窗可采用百叶窗, 内设网孔 $\leq 10\text{mm} \times 10\text{mm}$ 的铁丝网, 当进风有效面积不能满足要求时, 可只装设网孔 $\leq 10\text{mm} \times 10\text{mm}$ 的铁丝网			

(续)

房间名称	高压配电室(有充油设备)	高压电 容器室	油浸变压器室	低 压 配电室	控制室	值班室
门	门向外开,当相邻房间都有电气设备时,门应能向两个方向开或开向电压较低的房间					
	通往室外的门一般为非防火门,当室内总油量 $\geq 60\text{kg}$,且门开向建筑物内时,门应用非燃烧体或难燃烧体做成	与高压配 电室相同	采用铁门或木门内侧包铁皮 单扇门宽 $\geq 1.5\text{m}$ 时,应在大门上加开小门,小门上应装弹簧锁,锁的高度应考虑室外开启方便。大门及大门上的小门应向外开启,其开启角度为 180° ,同时要尽量降低小门的门槛高度,使在室内外地坪标高不同时,出入方便	允许用木 制	允许用木制 在南方炎热地区经常开启的通向屋外的门内还宜设置纱门	
电缆沟	水泥抹光并采取防水、排水措施 若采用钢筋混凝土盖板,要求平整光洁,重量 $\leq 50\text{kg}$			水泥抹光并采取防水、排水措施		

(2) 阅读户外变压器台平面布置图时,要注意并掌握以下有关内容:

1) 变压器台的容量及安装位置、电源电压等级、回路编号、进户方位、进线方式、第一接线点形式、进线规格型号、电缆头规格、进线杆规格、悬式绝缘子规格、片数及进线横担规格。

2) 变压器安装方式(落地、杆上)、变压器基础面积高度、围栏形式(墙、栏杆或网)高度及设置、跌开式熔断器和避雷器规格型号安装位置、横担构件支撑规格及要求、杆头金具布置形式、接地引线及接地板的布置、接地电阻要求、悬式绝缘子及针式绝缘子数量及规格、高低压母线规格及安装方式、电杆规格及数量、卡盘和底盘、隔离开关规格型号及安装方式、低压侧熔断器的规格型号、低压侧总柜或总箱的位置、规格、结构型式以及低压出线方式、计量方式等。

(3) 阅读户内变配电所平面布置图时,要注意并掌握以下有关内容:

1) 见户外变配电所平面图的 1)。

2) 变配电所的层数、开间布置及用途、楼板孔洞用途及几何尺寸。

3) 各层设备平面布置情况、开关柜、计量柜、控制柜、联络柜、避雷柜、信号盘、电源柜、操作柜、模拟盘、电容柜、变压器等规格、型号、台数、安装位置,首层电缆沟位置、引出线穿墙套管规格、型号、编号、安装位置、引出电缆的位置编号、母线及母线桥结构型式及规格型号组数等。室内敷设管路的规格及导线电缆的规格型号根数。

4) 见户外变配电所的 9) 和 10)。

2. 阅读动力平面图时,应注意并掌握以下有关内容:

(1) 设备基础及电动机位置、电动机容量、电压、台数及编号、控制柜箱的位置及规格型号、从控制柜箱到电动机安装位置的管路、线槽、电缆沟的规格型号及线缆规格型号根数和安装方式、直控大型电动机线缆敷设方式及引入位置、规格型号。

表 1-2 变压蓄室通风窗有效面积 (m²)

进出 风窗 中心 高度/m	进出风窗 面积之比	SJL ₁ -630						SJL ₁ -1250						SJ ₁ -560						SJ ₁ -1000					
		进风温度 30°C		进风温度 35°C		进风温度 30°C		进风温度 35°C		进风温度 30°C		进风温度 35°C		进风温度 30°C		进风温度 35°C		进风温度 30°C		进风温度 35°C		进风温度 30°C		进风温度 35°C	
		进风窗 有效面积	出风窗 有效面积	进风窗 有效面积	出风窗 有效面积	进风窗 有效面积	出风窗 有效面积	进风窗 有效面积	出风窗 有效面积	进风窗 有效面积	出风窗 有效面积	进风窗 有效面积	出风窗 有效面积	进风窗 有效面积	出风窗 有效面积	进风窗 有效面积	出风窗 有效面积	进风窗 有效面积	出风窗 有效面积	进风窗 有效面积	出风窗 有效面积	进风窗 有效面积	出风窗 有效面积	进风窗 有效面积	出风窗 有效面积
3.0	1:1	1.12	1.12	1.96	1.96	1.97	1.97	3.45	3.45	1.36	1.36	2.38	2.38	1.36	1.36	2.38	2.38	1.36	1.36	2.38	2.38	1.36	1.36	2.38	2.38
	1:1.5	0.91	1.36	1.59	2.38	1.97	2.38	2.79	4.18	1.10	1.65	1.92	2.88	0.99	1.98	1.74	3.48	1.10	1.65	1.92	2.88	0.99	1.98	1.74	3.48
	1:2	0.82	1.64	1.43	2.86	1.44	2.88	2.52	5.04	0.92	1.84	1.61	3.22	0.92	1.84	1.61	3.22	0.92	1.84	1.61	3.22	0.92	1.84	1.61	3.22
3.5	1:1	1.04	1.04	1.82	1.82	1.97	1.97	3.45	3.45	1.26	1.26	2.20	2.20	1.26	1.26	2.20	2.20	1.26	1.26	2.20	2.20	1.26	1.26	2.20	2.20
	1:1.5	0.84	1.26	1.47	2.20	1.59	2.38	2.79	4.18	1.02	1.53	1.78	2.67	1.02	1.53	1.78	2.67	1.02	1.53	1.78	2.67	1.02	1.53	1.78	2.67
	1:2	0.76	1.52	1.33	2.66	1.44	2.88	2.52	5.04	0.92	1.84	1.61	3.22	0.92	1.84	1.61	3.22	0.92	1.84	1.61	3.22	0.92	1.84	1.61	3.22
4.0	1:1	0.97	0.97	1.70	1.70	1.84	1.84	3.23	3.23	1.17	1.17	2.06	2.06	1.17	1.17	2.06	2.06	1.17	1.17	2.06	2.06	1.17	1.17	2.06	2.06
	1:1.5	0.79	1.18	1.37	2.05	1.49	2.23	2.61	3.91	0.95	1.42	1.67	2.50	0.95	1.42	1.67	2.50	0.95	1.42	1.67	2.50	0.95	1.42	1.67	2.50
	1:2	0.71	1.42	1.24	2.48	1.34	2.68	2.36	4.72	0.86	1.72	1.50	3.00	0.86	1.72	1.50	3.00	0.86	1.72	1.50	3.00	0.86	1.72	1.50	3.00
4.5	1:1	0.92	0.92	1.60	1.60	1.73	1.73	3.04	3.04	1.11	1.11	1.94	1.94	1.11	1.11	1.94	1.94	1.11	1.11	1.94	1.94	1.11	1.11	1.94	1.94
	1:1.5	0.74	1.11	1.30	1.95	1.40	2.10	2.46	3.69	0.90	1.35	1.57	2.35	0.90	1.35	1.57	2.35	0.90	1.35	1.57	2.35	0.90	1.35	1.57	2.35
	1:2	0.67	1.34	1.17	2.34	1.27	2.54	2.22	4.44	0.81	1.62	1.42	2.84	0.81	1.62	1.42	2.84	0.81	1.62	1.42	2.84	0.81	1.62	1.42	2.84
5.0	1:1	1.65	1.65	2.88	2.88	1.65	1.65	2.88	2.88	1.73	1.73	3.02	3.02	1.73	1.73	3.02	3.02	1.73	1.73	3.02	3.02	1.73	1.73	3.02	3.02
	1:1.5	1.32	1.99	2.33	3.49	1.32	1.99	2.33	3.49	1.40	2.10	2.45	3.67	1.40	2.10	2.45	3.67	1.40	2.10	2.45	3.67	1.40	2.10	2.45	3.67
	1:2	1.20	2.40	2.11	4.22	1.20	2.40	2.11	4.22	1.26	2.52	2.21	4.42	1.26	2.52	2.21	4.42	1.26	2.52	2.21	4.42	1.26	2.52	2.21	4.42

表 1-3 变配电所内各房间采暖、通风、给排水要求

项 目	房 间 名 称				
	高压配电室 (有充油电气设备)	高压电容器室	油浸变压器室	低压配电室	控制室、 值班室
通 风	宜有自然通风, 当装有事故通风装置时, 其换气量每小时应不小于6次, 事故排风机的控制开关宜装在便于开启处	应有良好的自然通风, 按排风温度不 > 40°C 计算, 当自然通风不能满足要求时, 应增设机械通风	应有良好的自然通风, 按排风温度不 > 45°C 计算, 当自然通风不能满足要求时, 应增设机械通风	一般靠自然通风	
采 暖	一般不采暖	一般不采暖, 当温度低于制造厂规定值以下, 应采暖		一般不采暖, 当兼作控制室或值班室时, 在规定采暖区则采暖	在规定采暖区要采暖
水 道	有人值班的配电所一般设给、排水管道; 车间变电所一般不设给、排水管道				

表 1-4 户外变压器基础尺寸

(mm)

变压器型号	电压/kV		容量 /kVA	尺寸 (见图 1-2)				
	高压	低压		L	c	b/a		
						混凝土	砖	块石或毛石 混凝土
SJL (R8 系列)	6, 10	0.4	180~240	1000	550	300/250	370/180	400/150
			320~560	1200	660	300/360	370/290	400/260
			750~1000	1600	820	300/520	370/450	400/420
SJL (R10 系列)	6, 10	0.4	200~315	1000	550	300/250	370/180	400/150
			500~630	1200	660	300/360	370/290	400/260
			800~1000	1600	820	300/450	370/520	400/420
SJL ₁ (R10 系列)	6, 10	0.4	200~315	1000	550	300/250	370/180	400/150
			400~630	1200	660	300/360	370/290	400/260
			800~1000	1600	820	300/520	370/450	400/420
SJ (R8 系列)	6, 10	0.4	180~320	1200	660	300/360	370/290	400/260
			420~1000	1600	820	300/520	370/450	400/420
BSJL	6	0.4	320	1000	660	300/360	370/290	400/260
			560	1200	820	370/520	370/450	400/420
			750	1200				
BSJ	6	0.4	1000	1600	820	300/520	370/450	400/420

注: 上表适用于混凝土 (100 号), 砖 (75 号砖、50 号水泥砂浆), 石 (200 号块石、50 号水泥砂浆), 基础顶面作法与屋内变压器相同。

表 1-5 普通型电力变压器基础尺寸

(mm)

变压器容量/kVA		尺寸(见图1-3)			
		F_1	F_2	F_0	H
铝线	200~630 (180~560)	550	660	605	500
	800~1250 (750~1000)	660	820	740	300
铜线	180~560	660	820	740	500
	750~1000	820	1070	945	300

注:本图所示为不抬高地坪方案,当采用抬高地坪方案时,图中轨距仍然适用。

表 1-6 控制室各屏间及通道距离

(mm)

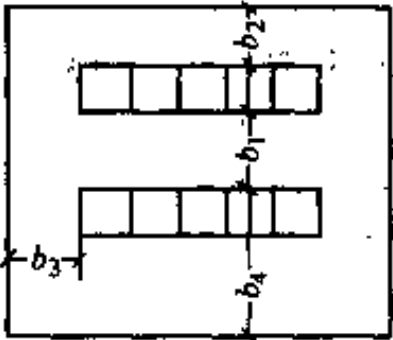
简图	符号	名称	一般值	最小值
	b_1	屏正面—屏背面	1300~1500	1200
	b_2	屏背面—墙	1000~1200	800
	b_3	屏边—墙	1000~1200	800
	b_4	主屏正面—墙	3000	—

表 1-7 变压器外廓与变压器室墙壁和门的最小净距

(m)

变压器容量/kVA	≤ 1000	1250
至后壁和侧壁的净距	0.6	0.8
至门的净距	0.8	1.0

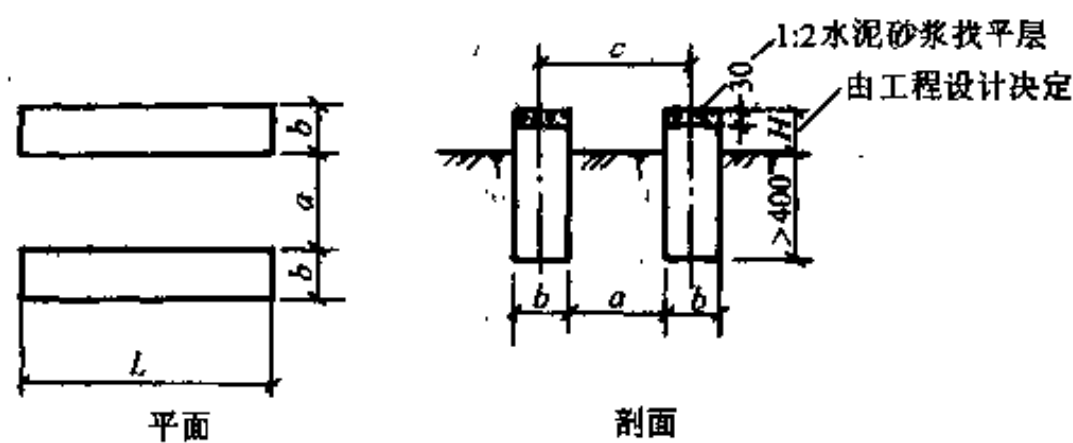


图 1-2 户外变压器基础示意图

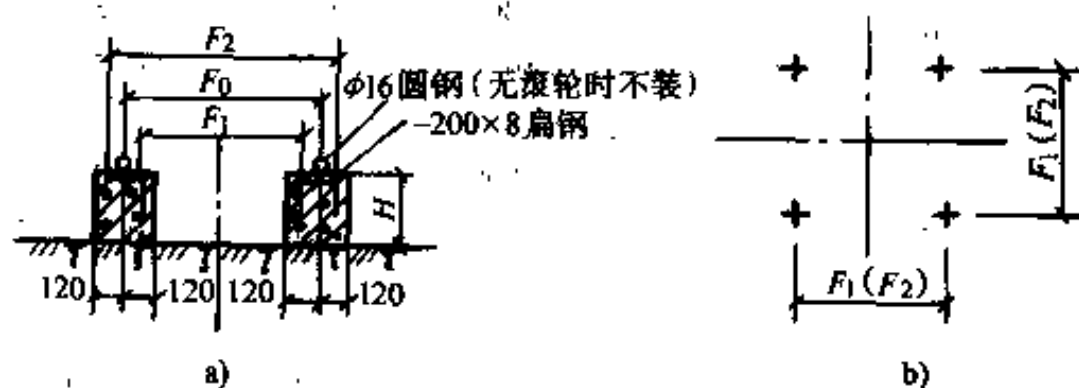


图 1-3 户内变压器基础示意图

a) 变压器基础 b) 荷重分布

(2) 电源进户位置、方式、线缆规格型号、第一接线点位置及引入方式、电源总柜规格型号及安装位置、总柜与各控制柜箱的连接形式及线缆规格型号。

(3) 接地母线、引线、接地极的规格型号数量、敷设方式、接地电阻要求。

(4) 控制回路、检测回路的线缆规格型号数量及敷设方式，控制元件、检测元件规格型号及安装位置。

(5) 核对系统图与动力平面图的回路编号、用途名称、容量及控制方式是否相同。

(6) 建筑物为多层结构时，上下穿越的线缆敷设方式（管、槽、插接或封闭母线、竖井等）及其规格、型号、根数、相互联络方式。单层结构的不同标高下的上述各有关内容及平面布置图。

(7) 系统采用的接地保护方式及要求。

(8) 单独设立控制室的动力平面图，应掌握控制室的位置、控制回路数、控制柜结构或规格型号，并对照控制原理图及电缆清册核对控制方式、联锁回路，控制柜排列安装位置、电缆沟或线槽的安装位置和安装方式。

(9) 具有仪表检测的动力电路应对照仪表平面布置图核对联锁回路、调节回路的元件及线缆的布置及安装敷设方式。

(10) 室内采用明装架空母线的规格、绝缘子规格型号、电源引入及引下线规格、安装方式、对应设备及开关箱柜的规格型号等。

(11) 各类特殊环境电气设备及管线的上述内容。

3. 阅读照明平面图时，应注意并掌握以下有关内容：

(1) 灯具、插座、开关的位置、规格型号、数量，控制箱的安装位置及规格型号、台数、从控制箱到灯具插座、开关安装位置的管路（包括线槽、槽板、明装线路等）的规格走向及导线规格型号根数和安装方式，上述各元件的标高及安装方式和各户计量方法等。

(2) 电源进户位置、方式、线缆规格型号、第一接线点位置及引入方式、总电源箱规格型号及安装位置，总箱与各分箱的连接形式及线缆规格型号。

(3) 核对系统图与照明平面图的回路编号、用途名称、容量及控制方式（集中、单独控制）是否相同。

(4) 建筑物为多层结构时，上下穿越的线缆敷设方式（管、槽、竖井等）及其规格、型号、根数、走向、连接方式（盒内、箱内等）。单层结构的不同标高下的上述各有关内容及平面布置图。

(5) 系统采用的接地保护方式及要求。

(6) 采用明装线路时，其导线或电缆的规格、绝缘子规格型号、钢索规格型号、支柱塔架结构、电源引入及安装方式、控制方式及对应设备开关元件的规格型号等。

(7) 其它特殊照明装置的安装要求及布线要求、控制方式等。

(8) 土建工程的层高、墙厚、抹灰厚度、开间布置、梁窗柱梯井厅的结构尺寸、装饰结构形式及其要求等土建资料。

(9) 各类机房照明要求及上述有关内容。

(10) 各类特殊环境照明布置要求及上述有关内容。

4. 阅读通信、广播、音响平面图时，应注意并掌握以下有关内容：

(1) 机房位置及平面布置、总机柜、配线架、电源柜、操作台的规格型号及安装位置要

求, 交流电源进户方式、要求、线缆规格型号, 天线引入位置及方式。

(2) 市局外线对数、引入方式、敷设要求、规格型号, 内部电话引出线对数、引出方式(管、槽、桥架、竖井等)、规格型号、线缆走向。

(3) 广播线路引出对数、引出方式及线缆的规格型号、线缆走向、敷设方式及要求。

(4) 各房间话机插座、音箱及元器件安装位置标高、安装方式、规格型号及数量、线缆管路规格型号及走向, 多层结构时, 上下穿越线缆敷设方式、规格型号根数、走向、连接方式。

(5) 屋顶天线布置位置、天线规格型号数量、安装方式, 信号线缆引下及引入方式及引入位置、信号线缆规格型号。

(6) 核对系统图与平面图的信号回路编号、用途名称等。

(7) 见照明平面图中的(8)。

5. 阅读电缆电视平面布置图时, 应注意并掌握以下有关内容:

(1) 机房位置及平面布置、前端设备规格型号、台数、电源柜和操作台规格型号及安装位置要求, 交流电源进户方式、要求、线缆规格型号, 天线引入位置及方式、天线数量。

(2) 信号引出回路数、线缆规格型号、电缆敷设方式及要求、走向。

(3) 各房间电视插座安装位置标高、安装方式、规格型号数量、线缆规格型号及走向、敷设方式; 多层结构时, 上下穿越电缆敷设方式及线缆规格型; 有无中间放大器, 其规格型号数量、安装方式及电源位置等。

(4) 有自办节目时, 机房、演播厅平面布置及其摄像设备的规格型号、电缆及电源位置等。

(5) 屋顶天线布置、天线规格型号数量、安装方式、信号电缆引下及引入方式、引入位置、电缆规格型号、天线电源引上方式及其规格型号, 天线安装要求(方向、仰角、电平等)。

(6) 见通信广播音响平面图的(6)和(7)。

6. 阅读火灾自动报警及自动消防平面图时, 应注意并掌握以下有关内容:

(1) 机房平面布置及机房(消防中心)位置、集中报警控制柜、电源柜及UPS柜、火灾报警柜、消防控制柜、消防通信总机、火灾事故广播系统柜、信号盘、操作柜等机柜室内安装排列位置、台数、规格型号、安装要求及方式, 交流电源引入方式、相数及其线缆规格型号、敷设方法, 各类信号线、负荷线、控制线的引出方式、根数、线缆规格型号、敷设方法, 电缆沟、桥架及竖井位置、线缆敷设要求。

(2) 火灾报警及消防区域的划分、区域报警器、探测器、手动报警按钮安装位置标高、安装方式, 引入引出线缆规格型号根数及敷设方式、管路及线槽安装方式及要求、走向。

(3) 消防系统中喷洒头、水流报警阀、卤代烷喷头、二氧化碳等喷头安装位置标高房号、管路布置走向及电气管线布置走向导线根数、卤代烷及二氧化碳等储罐或管路安装位置标高房号等。

(4) 防火阀、送风机、排风机、排烟机、消防泵及设施、消火栓等设施安装位置标高、安装方式及管线布置走向、导线规格根数、台数、控制方式。

(5) 疏散指示灯、防火门、防火卷帘、消防电梯安装位置标高、安装方式及管线布置走向、导线规格根数、台数及控制方式。

(6) 多层建筑结构时见动力平面图的 (6)。

(7) 系统采用的接地保护方式及要求。

(8) 核对系统图与平面图的回路编号、用途名称、房间号、管线槽井是否相同。

7. 阅读保安防盗平面图时, 应注意并掌握以下内容:

(1) 机房平面布置及机房(保安中心)位置、监视器、电源柜及 UPS 柜、模拟信号盘、通信总柜、操作柜等机柜室内安装排列位置、台数、规格型号、安装要求及方式, 交流电源引入方式、相数及其线缆规格型号、敷设方法, 各类信号线、控制线的引入引出方式、根数、线缆规格型号、敷设方法、电缆沟、桥架及竖井位置、线缆敷设要求。

(2) 各监控点摄像头或探测器、手动报警按钮的安装位置标高、安装及隐蔽方式、线缆规格型号、根数、敷设方法要求, 管路或线槽安装方式及走向。

(3) 电门锁系统中控制盘、摄像头、电门锁安装位置标高、安装方式及要求, 管线敷设方法及要求、走向, 终端监视器及电话安装位置方法。

(4) 对照系统图核对回路编号、数量、元件编号。

(5) 同火灾系统平面图的 (6) 和 (7)。

8. 阅读微机监控平面图时, 应注意并掌握以下内容:

(1) 机房(计算机中心)平面布置及位置、CPU 主机、打印机、监视器、终端机、模拟信号装置的规格型号台数及安装位置, 电源装置及 UPS、接线箱规格型号及安装位置, 引入信号回路个数、编号、房号、引入方式、线缆规格型号, 机房铜排接地网布置及其结构型式。

(2) 各房间、监控区域内, 数据采集器、传感器、探测器、执行器的回路编号、房号、安装方式及位置标高, 管线槽架布置方式及走向、安装方式, 竖井及槽架位置及其内部线槽排列方式、密封隔离要求, 线缆管槽上下引入方式及要求。线缆槽架规格型号、根数、敷设要求。各元件电源管路布置走向及线缆规格型号、安装敷设方式等。

(3) 消防中心、保安中心、通信广播机房、有线电视机房, 电气及仪表控制室与计算机中心联络的管线槽架规格型号、安装方式、敷设要及走向。

(4) 对照系统图核对回路编号、房号, 上下穿越及接地要求等。

9. 阅读自动化仪表平面布置图时, 应注意并掌握以下有关内容:

(1) 仪表控制室(机房)平面布置及位置、仪表柜、操作台、模拟盘、电源柜及 UPS 安装位置、排列方式、安装方式, 线缆管架敷设位置标高、安装方式, 引入引出管线规格型号、根数, 电缆沟、竖井位置, 电源引入方式及线缆规格型号。

(2) 不同标高下, 一次仪表及取样元件或传感器、变送器、就地仪表、执行器及非仪表元件(截止阀、针型阀、冷凝器、平衡器、保温箱等)的规格型号、个数、安装位置标高及方法, 管线槽架规格型号、敷设方式及走向、回路编号、用途名称、上引下引位置及方式。

(3) 各类仪表电源装置及其管线槽架平面布置、规格型号、走向、安装敷设方式等。

(五) 控制原理图(包括二次回路、自动装置)

1. 阅读动力(主要指电动机)控制原理图时, 应注意并掌握以下有关内容:

(1) 电动机及起动柜、规格型号、电压等级、起动方式(直接、串联阻抗、自耦变压器、星角、延边三角等)、被施负载的机械特性(恒转矩、恒功率、反抗性通风机)、冷却方式(风冷、油循环、水循环)、油路水路提供的检测信号型式(压力、温度、流速)、被拖负

载的运行方式（连续、间断、周期性间断）、电动机及设备的基础是否与电机容量及转速相符等。

(2) 开关（断路器、接触器、胶盖手动刀开关）规格型号及台数用途（起动、运转、切换），保护方式（熔断器、热继电器、空气开关延时脱扣器、过电流继电器、电压继电器、差动保护）及其保护元件的规格型号、功能作用，切换方式及切换元件（时间继电器、速度继电器、电流继电器）的规格型号、功能作用。

(3) 电子调节及控制设备的双向晶闸管、触发电路、电源装置、保护元件及其它形式电子电路元件的规格型号、功能作用。

(4) 调速方式（变极、调压、调频）及其控制电路中各个元件的规格型号、功能及调速要求。非电类信号或触点的位置和功能。

(5) 系统报警指示元件的规格型号、功能，系统联锁装置的功能及各继电器接点的分布、通断后的功能作用及对电路的影响。

2. 阅读断路器控制及信号回路的原理时，应注意并掌握以下有关内容：

(1) 断路器规格型号、操作机构的类别（手力操作机构、电磁操作机构、电动操作机构、重锤操作机构、压缩空气操作机构、液压传动操作机构）规格型号，机构内熔断器、继电器、信号灯、操作转换开关、接触器、小型电动机、各类线圈、整流元件（二极管）的规格型号及作用功能。

(2) 操作电源类别（交流、直流）名称及电压、各开关辅助接点和继电器接点的分布位置及其作用功能、保护回路的作用功能及其来自继电保护回路的接点编号、位置、接入方式。

(3) 断路器事故跳闸后，中央事故音响信号回路的工作状态。

(4) 继电保护回路动作后，断路器跳闸过程及信号系统的工作状态。

(5) 继电保护回路与断路器控制回路的连接方式、接点编号。

3. 阅读接地信号监察装置原理图时，应注意并掌握以下有关内容：

(1) 电压互感器、继电器规格型号及各继电器的功能作用。

(2) 继电器接点分布情况。

4. 阅读操作电源原理图时，应注意并掌握以下有关内容：

(1) 操作电源的类别（交流、直流）、元件规格型号及功能作用。

(2) 直流操作电源的类别（电容储能、镉镍蓄电池组、复式整流）、整流器、继电器、闪光装置、绝缘监察装置、蓄电池组规格型号及功能作用。

(3) 各组操作电源的形成及作用。

5. 阅读备用电源自动投入装置的原理图时，应注意并掌握以下有关内容：

(1) 自投开关的类别（自动开关、接触器）及继电器的规格型号、功能作用。

(2) 继电器及自投开关辅助接点的分布情况，其动作后对电路所产生的影响。

6. 阅读自动重合闸装置的原理图时，应注意并掌握以下有关内容：

(1) 重合闸继电器工作原理、功能作用、规格型号，各继电器功能作用、接点分布，转换开关的规格型号及功能作用。

(2) 自动重合闸回路断路器控制回路及保护回路的关系和控制功能。

(3) 重合闸装置的电源回路。

7. 阅读电力变压器继电保护控制原理图时, 应注意并掌握以下内容:

(1) 变压器规格型号、继电保护的方式(差动保护、瓦斯保护、过电流保护、低电压保护、过负荷保护、温度保护低压侧单相接地)、各继电器规格型号及功能作用、继电器接点分布以及接点动作后对电路所产生的影响、电流互感器规格型号及装设位置。

(2) 继电保护回路与控制掉闸回路的连接方式、信号系统功能作用。

8. 阅读电力线路继电保护原理图时, 应注意并掌握以下内容:

(1) 线路电压等级、继电保护方式(电流速断、过电流、单相接地、距离保护、横差保护)、各继电器规格型号及功能作用, 继电器接点分布、电流互感器规格型号及装设位置。

(2) 保护回路与控制掉闸回路的连接方式, 信号系统功能作用。

9. 母线继电保护同电力线路继电保护。

10. 阅读电力电容器组继电保护原理图时, 应注意并掌握以下内容:

(1) 电力电容器规格型号及数量、继电保护方式(过电流保护、横联差动保护、过电压保护、单相接地保护)、各继电器规格型号及功能作用、继电器接点分布、电流互感器规格型号及装设位置。

(2) 保护回路与控制掉闸回路的连接方式, 信号系统功能作用。

11. 阅读开关柜控制原理图时, 应注意并掌握以下内容:

(1) 开关柜规格型号、电压等级、功能作用及所控设备、采用的继电保护方式(短路、过电流、断相、温度等)、控制开关作用功能、继电器接点分布、电流互感器规格型号及装设位置。

(2) 保护回路与控制掉闸回路的连接方式、信号系统功能作用。

12. 阅读火灾自动报警装置的控制原理图时, 应注意并掌握以下内容:

(1) 报警控制器、探测器规格型号及工作原理、线制(多线制、两线制)、编码方式、联动系统的功能作用。

(2) 探测器的分布、区域报警控制器与集中报警控制器(消防中心)联络方式。

13. 阅读电梯控制原理图时, 应注意并掌握以下内容:

(1) 继电器逻辑控制原理图

1) 电动机调速原理(变极、调压)、系统保护装置(极限、行程、超重、断绳、错相、过电流、超速、短路、欠电压、弱磁、断相等)工作原理、元件规格型号及安装位置、接点分布、功能作用、与机械配合的各种安全装置(选层器钢带张紧轮、限速器、超重装置、门关闭或门锁、安全绳等)的工作原理及与电气保护的配合、安装位置、功能作用。

2) 各接触器、继电器功能作用、接点分布及通断后对电路的影响。

3) 电动机主回路、主操作回路、呼梯招唤回路、开门机回路、平层回路、信号回路、各保护回路的功能作用及工作原理。

(2) 微机控制原理图

1) 微机控制分微机、可编程序控制器、微处理器、单片机等几种, 一般情况下, 这些部件的主控板和控制板是为电梯专门设计生产的, 为了调速的方便通常配用变频器与曳引电机连接, 同时设置旋转编码器与主机同轴, 记录层站位置, 进而准确减速、平层、停梯。开关门机构有采用变频门机系统的, 与主控板配合使用。微机控制电梯也都配置一些接触器、继电器、行程开关、按钮、信号装置、速度信号感应器等, 有些设置与继电器梯相同。

2) 主控板规格型号、电源型式及电压, 主控板与接触器、继电器、按钮、行程限位开关、楼层显示器、信号装置、感应器、指令控制信号等器件端子的连接方式。

3) 主回路元器件及变频器规格型号, 连接方式、主回路控制及保护方式, 主机与编码器连接方式, 变频器与主控板指令控制信号的连接方式, 主机及主回路的保护方式及元件的规格型号。

4) 系统保护回路中运行计数器、急停继电器、门联锁继电器的保护方式、保护内容以及元器件的连接方式, 与主控板、主电路的联系方式。

5) 门机系统采用的门机型式及与主控板的联系方式。

6) 掌握系统与继电器控制方式的相同之处, 对继电器控制系统的理解有助于对微机控制系统的理解。

7) 上述继电器梯的相关内容。

8) 接线图有助于对整机的理解。

14. 阅读自动化仪表调节控制原理图时, 应注意并掌握以下内容:

(1) 调节框图, 变送器、调节器、伺服放大器、执行器、操作器规格型号及功能作用、反馈回路作用功能。

(2) 调节参数、各元件之间接线方式。

15. 阅读其它控制、调整原理图时, 主要是掌握元件功能作用、辅助接点分布、接线方式、工艺系统要求、信号指示系统的功能作用等。

(六) 安装接线图

阅读接线图必须对照上述各类原理图, 弄清元件型号规格及接线端子是否一致, 要正确区分哪些接线已在设备本身或元件内部接好, 哪些接线应另用导线或电缆进行重新接线; 必须正确掌握每段导线的头和尾与设备或元件的连接点; 当标有引至×××或来自×××时, 应立即找出×××的位置或其接线端子板, 认真核对线芯数和接线点位置; 当接较为复杂的安装接线图时, 应将其分割为几部分; 连接导线或电缆的线芯数必须满足接线端子的数量; 要弄清楚元件或设备安装位置及端子板安装位置。

(七) 电缆清册

阅读电缆清册时, 应注意并掌握以下内容:

安装单位名称 (指使用这条电缆的设备, 如风机、水泵、压力变送器等)、电缆编号、电缆类别 (电力电缆、信号或控制电缆, 交流电缆、直流电缆)、电压等级、规格型号芯数、电缆走向及起止位置地点、电缆计算长度 (这个数值只作为参考数值, 不作为割锯电缆的凭证, 割锯电缆一般应实测实量)、电缆的用途。核对电缆清册上的电缆应与平面图和接线图上的编号、规格型号、芯数是否相等。

(八) 大样图

阅读大样图时, 应注意并掌握以下内容:

材料及材质要求, 几何尺寸、加工要求、焊接防腐要求、安装具体位置、内部结构形式、元件规格型号及功能作用、具体接线部位及接线方式、元件排列安装位置、制作比例、开孔要求及其部位尺寸、螺纹加工要求、安装操作程序及要求、组装程序、与其它图样的联系及要求等。

(九) 架空线路施工图

阅读架空线路施工图时，应注意并掌握以下内容：

1. 电压等级、输送距离及容量、线路型式（单杆、双杆、铁塔、混合）、起止地点及主要路径。
2. 杆塔编号、杆塔型式（直线、转角、耐张、终端）、标志高、档距、耐张段长度、转角角度、跨越物（河、渠、树林、道路、田地、土埂、草坪、碱滩、砂丘、山坡等）。
3. 杆塔型式的结构、主要材料、数量，拉线结构，主要材料、数量，三盘（底盘、卡盘、拉线盘）规格数量，各类金具、横担、抱箍、栏杆、叉梁、支撑、拉板、垫板、垫块、拉环、等零件加工大样图，杆头及整杆、绝缘子串组装图等。
4. 线路始端从变配电所引出示意图、末端引入变配电所示意图、引入引出装置的结构、材料、加工图。
5. 避雷线接地要求、接地杆数量及具体接地部位、连接方式、接地要求，大跨越具体安装技术要求等。

（十）设备材料表

阅读设备材料表时，主要是掌握工程中的设备、材料、元件的规格型号、数量或质量、有出指定厂家供货、并应与前述各图相符。需要说明的是，设备材料表中的内容不作为工程施工备料或安装的依据。施工备料的依据，必须是经过会审后的施工图、会签的设计变更、现场实际发生的经甲方或监理或设计签发的技术文件。

三、读图步骤及方法

阅读电气工程施工图时，一般可分三个步骤：

（一）粗读

所谓粗读就是将施工图从头到尾大概浏览一遍，主要了解工程的概况，作到心中有数。粗读应掌握工程所包含的项目内容（变配电、动力、照明、架空线路或电缆、电动起重机械、电梯、通信、广播、有线电视、火灾报警、保安防盗、微机监控、自动化仪表等项目）、电压等级、变压器容量及台数、大电机容量和电压及起动方式、系统工艺要求、输电距离、厂区负荷及单元分布、弱电设施及系统要求、主要设备材料元件的规格型号、联锁或调节功能作用、厂区平面布置、防爆防火及特殊环境的要求及措施、负荷级别、有无自备发电机组及 UPS 及其规格型号容量、土建工程要求及其他专业要求等。粗读除浏览外，主要是阅读电气总平面图、电气系统图、设备材料表和设计说明。

（二）细读

所谓细读就是按本节的读图程序和读图要点即每项应注意并掌握的内容仔细阅读每一张施工图，达到读图要点中的要求，并对以下内容作到了如指掌：

1. 每台设备和元件安装位置及要求；
2. 每条管线走向、布置及敷设要求；
3. 所有线缆连接部位及接线要求；
4. 所有控制、调节、信号、报警工作原理及参数；
5. 系统图、平面图及关联图样标注一致，无差错；
6. 系统层次清楚、关联部位或复杂部位清楚；
7. 土建、设备、采暖、通风等其它专业分工协作明确。

（三）精读

所谓精读就是将施工图中的关键部位及设备、贵重设备及元件、电力变压器、大型电机及机房设施、复杂控制装置的施工图重新仔细阅读，系统掌握中心作业内容和施工图要求，不但作到了如指掌，而还应做到胸有成竹、点水不漏。

对于一般小型且较简单或项目单一的工程，在读图时可直接进行精读，而对大、中型且项目较多的工程，在读图时应按粗读—细读—精读的步骤进行。通过这三个步骤后，我们心中便会有一个活地图，就像录了像一样，随时脑海里都会浮现任何一个部位的图样。当然，读图过程中，有时对某一部门还要进行复读或翻来复去的阅读，除了正确理解图样外，主要目的是为了加强对施工图的印象，这样对编制预算、编制设备材料清单、编制施工组织设计、进行安装调试是有绝大益处的，常言道，磨刀不误劈柴工就是这个道理。当然，每个人都有自己读图的习惯和方法，与他人不尽相同，但是其目的是一样的，只要能作到上述几点，其目的是会达到的。

四、读图注意事项

1. 读图切忌粗糙，而应精细，读图忌讳囫圇吞枣，而应细嚼慢咽。我们说的粗读，是读图的一个步骤，粗读而不粗，必须掌握一定的内容，了解工程的概况，做到心中有数。如果按前述的三个步骤读图，那么就应按其要求，扎扎实实地一步一个脚印读下去，掌握全部内容。如果不按前述的三个步骤读图，那么一开始便应进行细读，细读而要精，并按其要求掌握施工图的全部内容。

2. 读图时要准备好记录，要做到边读边记。做好读图记录，一方面帮助记忆，另一方面而为了便于携带，以便随时查阅及会审图纸时提出。记录的主要内容有：主要设备规格型号及台数、变压器控制及保护方式、大型电动机起动方式、机房设施平面布置及引入引出管线的分布走向和编号、管线及设备与其他专业交叉打架部位、标注前后不符、图样前后不符、缺项或漏项、图样表达不清或不齐全不能施工部位、图样有误或功能不能实现、图样与标准不符或经核算后设备材料规格有较大出入者、图样与国家政策有较大误差及偏离者、读图者认为图样有误或不清疑问等部位。记录除上述内容外，应记录图号并在该图上用铅笔标注，以便核查。

3. 读图切忌无头无绪，杂乱无章。一般应按房号、回路、车间、某一子系统、某一子项为单位，按读图程序一一阅读。每张图全部读完后读下一张图，如读该图中间，遇有与另外图有关联或标注说明时，应找出另张图，但只读到关连部位了解连接方式即可，然后返回来再继续读完原图。

4. 读图时，对图中所有设备、元件、材料的规格、型号、数量、备注要求要准确掌握。其中材料的数量要按工程预算的规则计算，图中列出的材料数量只是一个概算估计数，不以此为准。同时手头应有常用电气设备及材料手册，以便及时查阅。

5. 读图时，凡遇到涉及到土建、设备、暖通、空调等其它专业的问题时要及时翻阅对应的其它专业的图样，读图后除详细记录外，应与其它专业技术负责人取得联系，对其中交叉跨越、并行打架或其它需要互相配合的问题要取得共识，并且在会审图样纪要上写明责任范围，共同遵守。

6. 读图时要尊重原设计，不得随意更改图中的任何内容，因为施工图的设计者是负有法律责任的。对于图中确为不妥之处须经有经验的第三人证实后且应做好笔录，以便在图样会审时提出；对于图中确为错误部分除经第三人证实外，还应进行核算。经核算证实为误

时，应与设计进行商榷，由设计提出设计变更。当设计不能接纳时，可在会审图样时提出，由设计回复。所谓不妥，是指按图中的要求和方法去施工将会浪费大量原材料、增加施工工期、有碍安全施工或有碍于工程质量。对于那些这样作也行、那样作也行，对工程质量、安全、工期、投资没有什么太大影响，只是个人意见不统一的地方，不得按不妥处理。所谓错误，是指按图中的要求和方法去施工将会造成电气功能不能实现、酿成施工事故或发生危险、对生产工艺有不良影响或对投入使用后的运行有不良影响。不妥和错误要严格区分，但无论怎样都要妥善解决，对图样提出疑义时必有足够的证据，要讲究方法，一是要依理服人，二是要感情上过得去。这里举几个这方面的例子，供参考。

1988年某煤气站工程，电源容量为两台10/0.4kV 800kVA变压器，4台380V 240kW加压机，原设计采用DW10-1500空气断路器直接起动。当时看过图后，觉得空压机直接起动有问题，应采用降压起动，便与另外一电气技术人员商讨，他也觉得直起有问题。这样，这个问题拿到了图纸会审会上。当场设计人员一口认为没问题，说电源容量够，距离很近，能起动。工程按设计进行，但是等到试车时便出现了问题，一是起车时间太长，电机发热，起不了车，如坚持起动就有烧电机的可能，谁也不敢起车。二是一起车其它接触器掉闸，电压降太大。这时建设单位找安装单位，安装单位说是设计原因，最后只能修改设计，改原设计为补偿起动。但是在原柜上加补偿器已没有空间，最后只能将自耦变压器装在地下的通道里。修改后的起动柜，起动时间18s，一起就成功，对系统没有任何影响，至今运行良好。

1987年华北某电厂启动锅炉房炉排电动机为一台三速笼型电动机，在看控制原理图时，发现主回路接线有错误，照此接线安装电动机不会起动。图中主要错误是三条横向的三相回路与三条竖向的三相回交叉处没有涂上圆点“十”，导致主回路不能正确接通。通过建设单位找到原设计本人，当即承认图中有错，出据变更后进行安装接线，试车时电动机调速正常，运行良好。

1992年某厂锅炉房55kW引风机电动机原设计为星角起动，读图时觉得不妥，建议改为降压补偿器起动。但原设计人认为没有改的必要，坚决不改，照图施工后勉强起动，有时很困难，起动时间长、电流大。交工后在系统试运行，便出现接触器烧坏、起动困难、引起其它设备跳闸等故障，最后电动机线圈被烧。建设单位提出索赔，安装单位推到设计，设计不服，最终告到法院，对簿公堂，设计败诉，不但赔偿建设单位的损失，也失了自己的市场。更换后的原型号原厂家同批55kW电动机采用75kW补偿器起动，一次起动成功，至今运行良好。

7. 读图必须弄清各种图形符号和文字符号，弄清各种标注的意义。对于一些不规范或旧标准的符号和标注，应查阅依据或经人旁证，不得随意定义其含义。必要时应询问设计人。

8. 读图时应注意图中采用的比例，特别是图多时，各图上的比例都不同，否则对编制预算和材料单将会有很大影响。导线、电缆、管路、槽钢、防雷线等以长度单位计算工作量的都要用到比例。

9. 读图时应注意图中采用的标准、规范、标准图册或图集，凡是涉及到的都应按读图要点的要求仔细阅读，不能漏掉，同时应及早准备图中涉及到的标准和图册。

10. 读控制原理时，特别是较复杂的原理图时，必须先弄清图中各种元件（包括继电器、转换开关、机械触点等）的功能及得电、失电后的动作状况以及每副触点在图上的分布位置，分析操作后或得电失电后每个回路（指每个继电器及其串接的各种触点与电源形成的

回路)的动作情况,然后再分析联动情况。一个回路一个回路的分析,就把一个很复杂的电路分解成了数个简单的回路,同时看该回路涉及的触点所接成的回路动作情况,这样便于分析电路。

11. 读图切忌烦躁、切忌急于求成,对于大型工程或工期很紧的工程,可按子系统分开,分别设人读图、分工协作,有利于取长补短,有利于互相研究探讨。单独一人读较大工程的施工图时,要注意时间上的安排,注意劳逸结合,读图时要精力充沛。读图一定要一张一张、一个回路一个回路、一个子系统一个子系统、一个单元一个单元、一房号一个房号的逐一阅读,不得求成心切。

12. 读图切忌不懂装懂、切忌只知其一、不知其二,对于图中不懂之处应及时查找资料或咨询他人,要做到不耻下问,以免影响下面的读图。读图如写文章一样,要一气呵成、不留死角、不留尾巴。

13. 读图时要根据电源或变压器的容量、回路个数、负荷分布、线路的距离,考虑末端压降,必要时要进行核算,以防末端电压太低,造成电动机起动困难或发生其它事故。

14. 读平面图时要考虑管线在垂直高度上的敷设情况,多层建筑时,要考虑相同位置上的元件、设备、管路的敷设,考虑标准层和非标准层的区别。对于图中由此穿上 \nearrow ,由此引下 \searrow ,由下经此引上 \nearrow 及由上经此引下 \searrow 等标注及箭头所指具体位置应一一对应,并且应正确无误。

15. 读图时,对于回路较多、系统较复杂、且工程较大的要注意回路编号,柜、箱、盘编号及其它按顺序标注的符号应前后一致,如有差错要及时纠正,并在会审图样时提出。各图之间的衔接点应标注明确,正确无误。

16. 读接线图时要对照原理图和电缆清册,要正确区分哪些线已在柜内接好,哪些线是用电缆或导线重新配线连接,电缆编号、图中所指由 $\times\times\times$ 引来或去 $\times\times\times$ 必须核查,应正确无误。要核对电缆线芯数与端子板数是否适应,要正确区分电力电缆和控制电缆的使用。

17. 读大样图时,几何尺寸的标注与安装位置的具体尺寸应适应,要核查安装位置的图样及尺寸,同时要核查加工件的质量(重量)与安装位置的承载能力是否适应。

18. 读控制原理图时要注意控制电源小母线的标注及系统的接线方式;要掌握各类小母线从控制电源引出的方式,一是不要记错,二是要记住它们的作用,三是要记住它们的极性,这样读图会得心应手。

19. 读图时要核对图样目录所列与实际图数是否相符,如漏装或错装要及时与设计取得联系,得以更正。工程中应有的图而设计没有出图的应经过图样会审向设计索取。

20. 读图时要核查施工图的设计与国家有关设计技术规范、规程是否相符;图与图之间有无矛盾或标注编号是否统一;各设备元件之间的联系是否清楚;工程规模及难度与施工队伍的技术水平、技术装备是否适应,能否实现设计要求,如有困难应进行协商解决。

21. 图中的设备、材料、元件规格型号繁多,与市场行情有无矛盾,有无特殊器件市场难以满足。上述器件能否改为通用器件,加快工程进度,在不影响工程质量且能满足设计要求时可建议设计进行修订,以市场通用器件为主,以降低成本,缩短工期。

22. 对图中交待不明确的地方和疑问点经他人核实且解决不了的应及时请设计解释清楚,需要用图表示的,可向设计索取补充图样。对于能降低成本、缩短工期、保证系统功能

正常安全使用的合理化建议应在会审图纸时提出，当好建设单位的参谋。

23. 读图时要注意原设计是否符合国家建设方针和政策；设计图样安全性能是否合理，能否保证今后运行安全；设计与当地的施工条件是否一致；埋地线缆与原地下管道有无矛盾；电气安装与土建施工的配合上存在哪些技术问题及矛盾，安装技术的一些特殊要求，土建施工水平能否达到等。

24. 读图时要特别注重各类机房设施及布置、40kW 以上电动机及其控制线路、压力等涉及安全的各类仪表、电子控制设备及大型整流设备或逆变装置、各类高压电气设备及线路、自备发电装置及并网或同期装置、电梯及电动起重机的安全装置及保护系统、火灾自动报警及其联动系统、防盗保安系统及其装置、爆炸火灾环境的电气装置、贵重设备、进口电气设备等，上述问题搞好了，清楚了，该项工程也就有保证了。必要时，上述设备的图样应由专业工程师负责且由二人及二人以上的技师或技术人员读图。

五、电气工程读图应具备的知识及技能

作为一名优秀的电气安装工作者阅读建筑电气工程图应具备多方面的知识及技能，才能准确无误地阅读图样，掌握图样。这里用到的不仅仅是电气专业方面的知识及技能，还涉及到其它几个专业方面的知识及技能，这与其它电气专业是不同的。阅读建筑电气工程图应具备哪些知识及技能呢？

(一) 电气专业方面的知识及技能

1. 熟练掌握电气（包括自动化仪表及其弱电工程）图形符号、文字符号、标注方法及其含义，熟悉建筑电气工程制图标准、常用画法及图样类别。

2. 熟悉建筑电气工程经常采用的标准图册图集、电气装置安装工程施工及验收规范、设计规范、安装工程质量验评标准及有关部委标准规范等。主要标准、规范及图册有：

(1) 国家标准 电气装置安装工程施工及验收规范，标准号：GBJ233—90、GBJ147—90 ~ 149—90、GB50168—92 ~ 50173—92、GB50150—91、GB50254—96 ~ 50259—96、GB50182—93

(2) 国家标准 火灾自动报警系统施工及验收规范 标准号：GB50166—92

(3) 国家标准 民用闭路监视电视系统工程技术规范 标准号：GB50198—94

(4) 国家标准 建筑电气安装工程质量检验评定标准 标准号：GBJ303—88

(5) 国家标准 电梯安装工程质量检验评定标准 标准号：GBJ310—88

(6) 国家标准 35~110kV 变电所设计规范 标准号：GB50059—92

(7) 国家标准 3~110kV 高压配电装置设计规范 标准号：GB50060—92

(8) 国家标准 电力装置的电测量仪表装置设计规范 标准号：GBJ63—90

(9) 国家标准 电力装置的继电保护和自动装置设计规范 标准号：GB50062—92

(10) 国家标准 火灾自动报警系统设计规范 标准号：GBJ166—88

(11) 国家标准 建筑物防雷设计规范 标准号：GB50057—94

(12) GB10058—88 电梯技术条件

(13) GB10059—88 电梯试验方法

(14) GB10060—88 电梯安装验收规范

(15) JGJ/T16—92 民用建筑电气设计规范

(16) 电气制图及图形符号国家标准汇编 标准号：GB6988.1 ~ 6988.7—86、

GB7356—87、GB5489—85、GB4728.1~13⁸⁴、GB5094—85、GB7159—87、GB4026—83、GB4884—85

(17) 吕光大主编 中国电力出版社出版《建筑电气安装工程图集》

(18) 行业标准 92DQ1~13 建筑电气通用图集(华北标准)

(19) 电气装置重复使用图集(国家行业标准)

(20) 行业标准 98D1~13 98系列建筑标准设计图集

3. 掌握电力变压器、变配电装置的设置及其常用的控制保护电路和方式,掌握各种电动机起动控制电路及保护方式,掌握架空线路和电缆线路常用的安装方法,掌握室内电气线路、电气设备常用的安装方法及设置,掌握防雷接地技术及电气系统常用的保护方式;熟悉特殊环境电气线路及设备的设置,熟悉电梯控制线路及各种保护功能,熟悉火灾自动报警及自动消防、有线电视、通信广播等弱电技术及线路的设置,熟悉电子技术、微机技术、自动化仪表技术及其线路的设置,能分析电子线路的工作原理及电气系统中常用控制调节原理图。

4. 熟练掌握电气工程中常用的电气设备、元件、材料(如变压器、电动机、开关柜、导线电缆、起动柜、绝缘子、继电器、各类开关和接触器、探测器、传感器、管材、钢材、电气仪表、灯具、信号装置、低压电器、熔断器、避雷器、小五金件、电气控制装置等)的性能作用、工作原理、规格型号,了解其生产厂家和市场价格。

5. 熟悉电气工程有关设计的规程规范及标准,了解设计的一般程序、内容及方法。

6. 熟悉一般电气工程的安装工艺、程序、方法及调试方法,详细内容见《电气工程安装及调试技术手册》一书。

(二) 土建专业方面的知识

熟悉土建工程、装饰工程和混凝土工程施工图中常用的图形符号、文字符号和标注方法;了解土建工程的制图标准及常用画法,了解一般土建工程施工工艺和程序。

(三) 工业管道和采暖通风专业方面的知识

熟悉工业管道、采暖卫生、通风空调工程施工图中常用的图形符号、文字符号和标注方法;了解制图标准及常用画法;熟悉工业管道、采暖卫生、通风空调工程施工工艺和程序,掌握与电气关联部位及其一般要求。

(四) 设备安装专业方面的知识

熟悉工业设备、锅炉、破碎粉磨设备、压缩机、风机、泵类设备、起重设备、连续输送设备、制冷空气分离设备、金属切削机床、锻压设备、铸造设备等安装工程施工图常用图形符号、文字符号和标注方法;了解制图标准及常用画法,熟悉工程施工工艺和程序,掌握与电气关联部位及其一般要求。

综上所述,可以看出一名电气安装工作人员必须具备多方面的知识和技术技能,其中电气专业方面的知识和技能是必须具备的,有关土建、管道、设备等方面的知识和技能是应该具备的。但是,上述各方面的知识和技能对于一个人来讲,不可能同时一下子具备,这是随着时间而积累起来的,这就要求我们在平时要加强这方面的学习,不要等到了读图时才学习,那时已不适应读图的要求了。对于初学者或院校的学生来讲,正值青春时代,风华正茂,精力充沛,正是学习的好机会,为了适应国家经济建设的发展和市场经济的需要,具备多个专业方面知识和技能的人才,才能立足于时代的浪尖风口上,才能使我们的电气工程技术与世界接轨,与世界发达国家同步,才能参与国际市场的竞争。万丈高楼平地起,我们必须扎扎实实地从第一个台阶起步。

第2章 图形符号、文字符号、标注方法及其使用

建筑电气工程的施工图样是用各种图形符号、文字符号以及各种文字标注来表达的。其中文字符号和标注方法适用于系统图、平面图、原理图等各种图样，而图形符号则不同，有的仅适用于系统图和原理图，有的仅适用于平面图，使用和读图时要注意区别。常用的符号及标注应熟练掌握并深刻记忆，不常用的应会查找，会准确使用。

电气工程的图形符号、文字符号及标注方法在我国已经历了三代，50年代是套用前苏联的标准，到了60年代中叶编制了我们国家的标准。为了与国际标准 IEC 和 ISO 接轨，参与国际市场的竞争，从1984年到1988年我国逐步颁布了新的按国际标准制订的电气工程制图标准。但是由于种种的原因，到了90年代中期，新的标准才得以较全面的贯彻和执行，然而并不排除个别的设计中仍沿用部分旧的标准，这样也给我们读图带来一些困难，特别是对一些年轻的初学者更是这样。我们这里讲到的图形符号、文字符号及标注方法全部使用新标准，个别的地方列出了新旧对照，便于读者学习和参考。

本章只讲述了电气工程和自动化仪表及自动化装置的各种符号及标注；限于篇幅，其他相关专业的图形符号、文字符号和标注方法没有列出。

第一节 电气工程施工图的符号及标注

一、图形符号

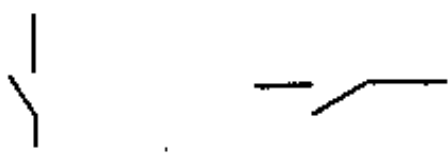

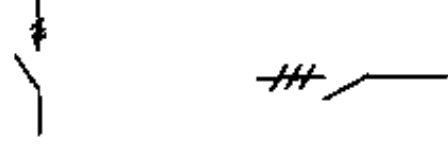

电气工程图形符号的种类很多，一般都画在电气系统图、平面图、原理图和接线图上，用以标明电气设备、装置、元器件及电气线路在电气系统中的位置、功能和作用。为了读者自学和读图的需要，我们也列出了旧标准中的图形符号。

电气工程图中通用的图形符号见表2-1和表2-2。

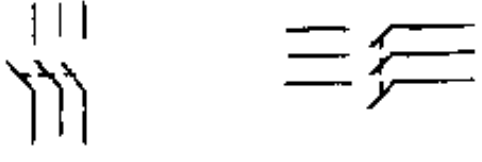

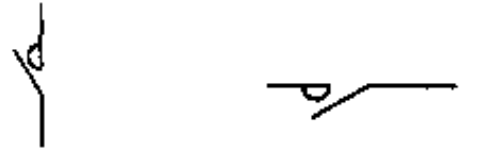

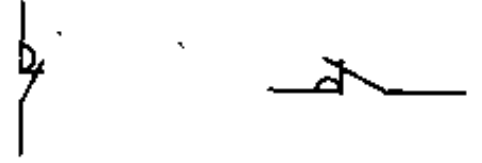

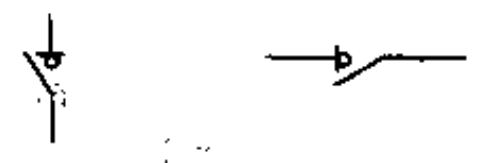

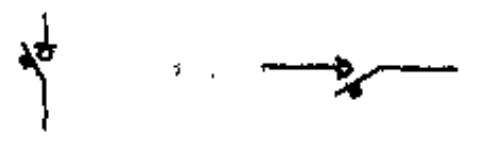

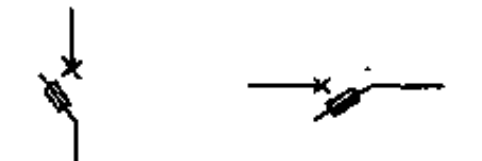

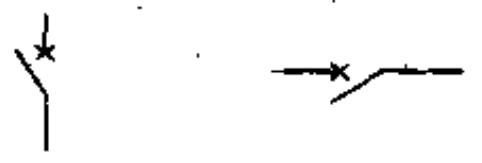

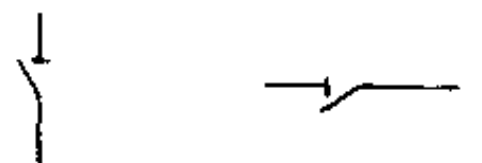
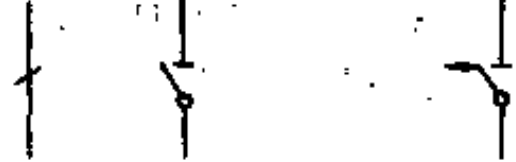
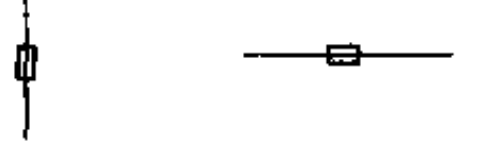



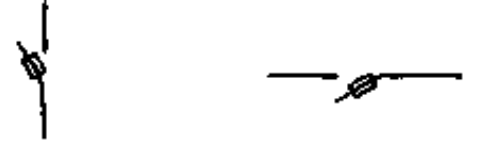

建筑电气工程平面图中常用图形符号见表2-3。

上述各种图形符号全部采用 GB4728.2-85 中的规定。





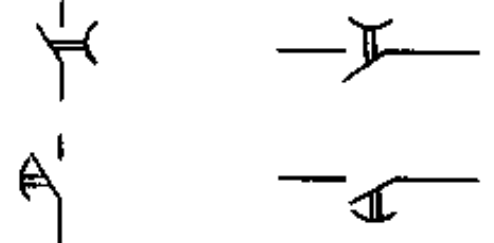
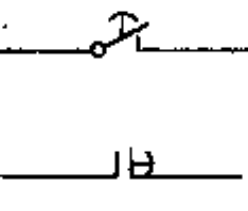
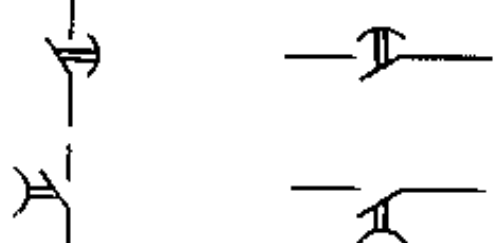
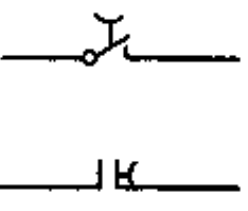
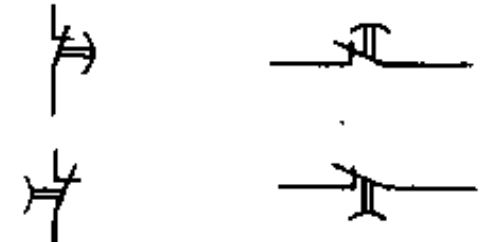
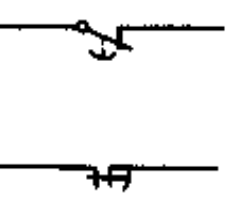
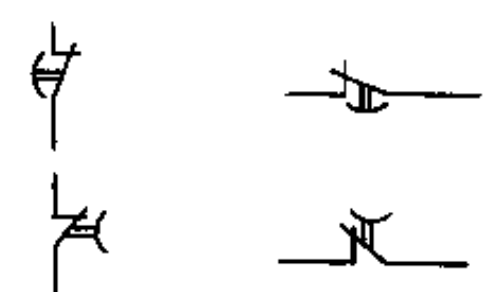
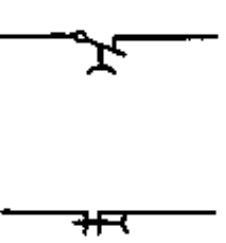
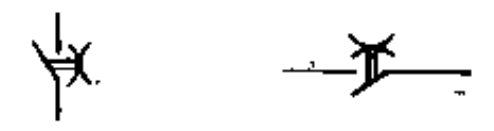

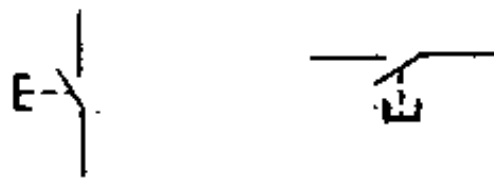
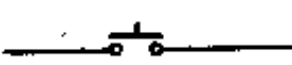
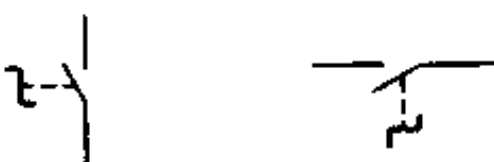
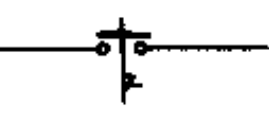
表2-1 电气工程图中通用图形符号（一）

新符号	说明	IEC	旧符号
	开关（机械式）	=	
	多极开关一般符号单线表示	=	

(续)

新 符 号	说 明	IEC	旧 符 号
	多极开关一般符号多线表示	=	
	接触器 (在非动作位置触点断开)	=	
	接触器 (在非动作位置触点闭合)	=	
	负荷开关 (负荷隔离开关)	=	
	具有自动释放功能的负荷开关	=	
	熔断器式断路器	=	
	断路器	=	
	隔离开关	=	
	熔断器一般符号	=	
	跌落式熔断器	=	
	熔断器式开关	=	

(续)

新 符 号	说 明	IEC	旧 符 号
	熔断器式隔离开关	=	
	熔断器式负荷开关	=	
	当操作器件被吸合时延时 闭合的动合触点	=	
	当操作器件被释放时延时 断开的动合触点	=	
	当操作器件被释放时延时 闭合的动断触点	=	
	当操作器件被吸合时延时 断开的动断触点	=	
	当操作器件被吸合时延时 闭合和释放时延时断开的动 合触点	=	
	按钮开关 (不闭锁)	=	
	旋钮开关、旋转开关 (闭 锁)	=	



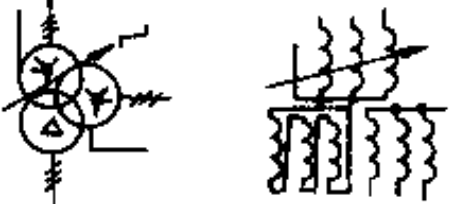
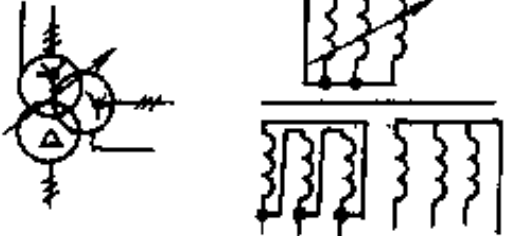
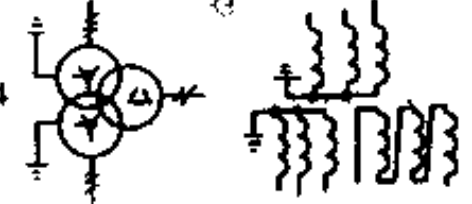
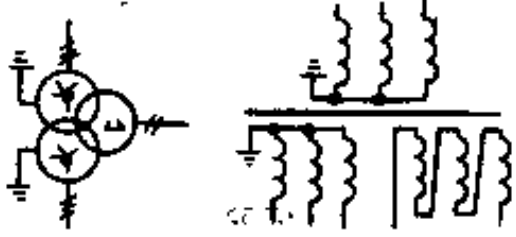
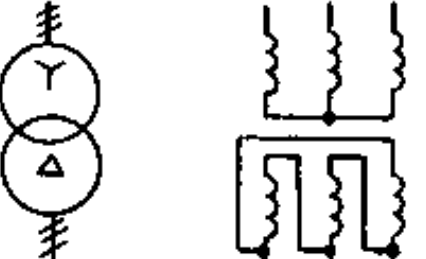

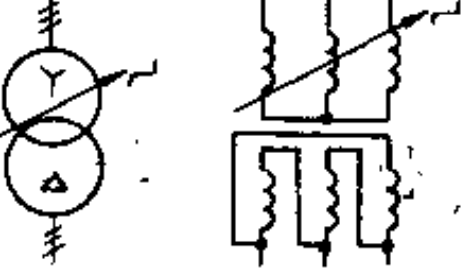

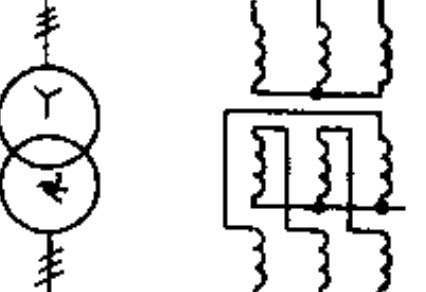
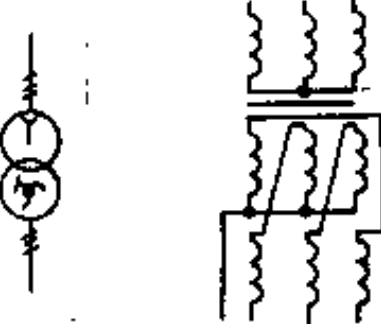


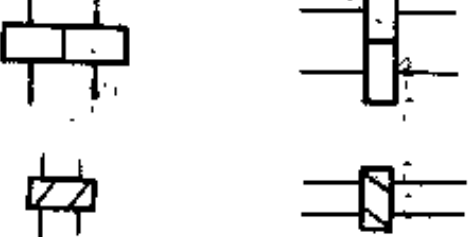
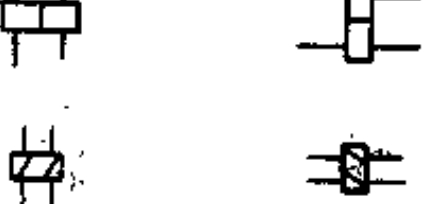
(续)

新 符 号	说 明	IEC	旧 符 号
	位置开关，动合触点限制开关、动合触点	=	
	位置开关，动断触点限制开关，动断触点	=	
	热敏开关，动合触点 注： θ 可用动作温度代替	=	
	热敏自动开关，动断触点 注：注意区别此触点和下图所示热继电器的触点	=	
	具有热元件的气体放电管 荧光灯起动器	=	
	动合（常开）触点 注：本符号也可以用作开关一般符号	=	
	动断（常闭）触点	=	
	先断后合的转换触点	=	
	当操作器件被吸合或释放时，暂时闭合的过渡动合触点	=	
	插座（内孔的）或插座的一个极	=	
		=	



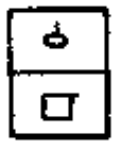






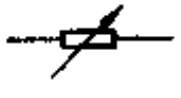
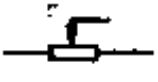

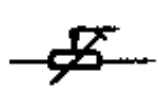
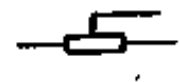

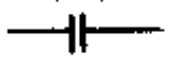



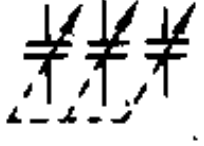








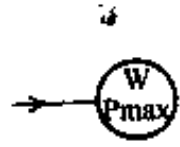

(续)

新符号	说明	IEC	旧符号
	插头(凸头的)或插头的 一个极	=	
		=	
	插头和插座(凸头和内孔 的)	=	
		=	
	接通的连接片	=	
	换接片	=	
	双绕组变压器	=	
	三绕组变压器	=	
	自耦变压器	=	
	电抗器 扼流圈	=	
	电流互感器 脉冲变压器	=	
	具有两个铁心和两个二次 绕组的电流互感器	=	


















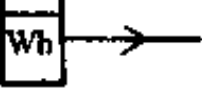
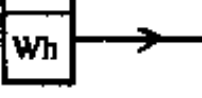

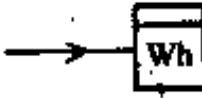
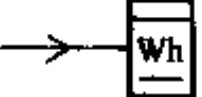
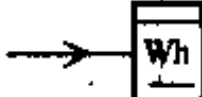
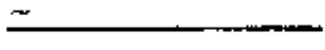

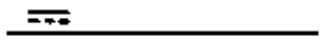





(续)

新 符 号	说 明	IEC	旧 符 号
	<p>在一个铁心上具有两个二次绕组的电流互感器</p>	=	
	<p>具有有载分接开关的三相三绕组变压器，有中性点引出线的星形-三角形连接</p>	=	
	<p>三相三绕组变压器，两个绕组为有中性点引出线的星形，中性点接地，第三绕组为开口三角形连接</p>	=	
	<p>三相变压器 星形-三角形连接</p>	=	
	<p>具有有载分接开关的三相变压器 星形-三角形连接</p>	=	
	<p>三相变压器 星形-曲折形连接</p>	=	
	<p>操作器件一般符号</p>	=	
	<p>具有两个绕组的操作器件 组合表示法</p>	=	

(续)

新 符 号	说 明	IEC	旧 符 号
	热继电器的驱动器件	=	
	气体继电器	=	
	自动重闭合器件	=	
	电阻器一般符号	=	
	可变电阻器 可调电阻器	=	
	滑动触点电位器	=	
	预调电位器	=	
	电容器一般符号	=	
	可变电容器 可调电容器	=	
	双联同调可变电容器	=	
	指示仪表 (星号必须按规定予以代替)	=	
	电压表	=	
	电流表	=	
	无功电流表	=	
	最大需量指示器 (由一台积算仪表操纵的)	=	

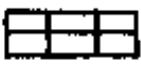
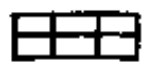
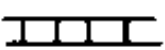
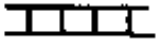
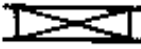

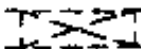




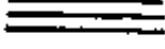
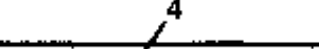
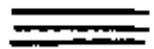






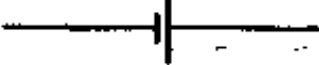
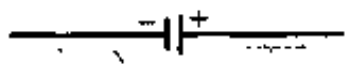


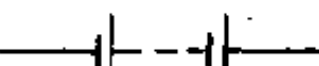
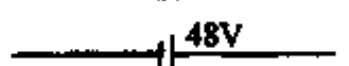








(续)

新 符 号	说 明	IEC	旧 符 号
	无功功率表	=	
	功率因数表	=	
	频率表	=	
	温度计、高温计 (θ 可由 t° 代替)	=	
	转速表	=	
	积算仪表、电能表 (星号必须按照规定予以代替)	=	
	安培小时计	=	
	电能表 (瓦特小时表)	=	
	无功电能表	=	
	带发送器电能表	=	
	由电能表操纵的遥测仪表 (转发器)	=	
	由电能表操纵的带有打印 器件的遥测仪表 (转发器)	=	
	交流母线		
	直流母线		
	装在支柱上的封闭式母线		
	母线伸缩接头		


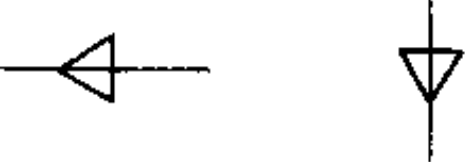

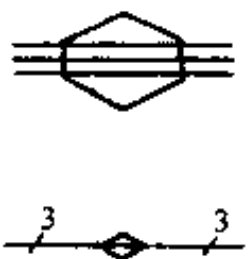

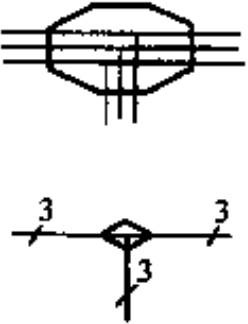


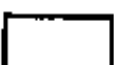

















(续)

新符号	说明	IEC	旧符号
	中性线	=	
	保护线	=	
	保护和中性共用线	=	
	具有保护线和中性线的三相配线	=	
	滑触线		
	地下线路	=	
	架空线路	=	
	管道线路	=	
	多孔(如6孔)管道线路	=	
	具有埋入地下连接点的线路	=	
	水下线路	=	
	沿建筑物明敷设通信线路		
	沿建筑物暗敷设通信线路		
	电气排流电缆		
	挂在钢索上的线路		
	用单线表示的多回路线路 (或电缆管束)		
	屏、盘、架一般符号 注:可用文字符号或型号表示设备名称		
	列架一般符号		
	人工交换台、中继台、测量台、业务台等一般符号		
	总配线架		

(续)

新 符 号	说 明	IEC	旧 符 号
	中间配线架		
	走线架, 电缆走道		
	地面上明装走线槽		
	地面下暗装走线槽		
	导线、导线组、电路线路、 母线一般符号	=	
	三根导线	=	
	四根导线	=	
	事故照明线		
	50V 及其以下电力及照明 线路		
	控制及信号线路 (电力及 照明用)		
	原电池或蓄电池	=	
	原电池组或蓄电池组	=	
		=	
	带抽头的原电池组或蓄电 池组	=	
	接地一般符号	=	
	接机壳或接底板	=	
	无噪声接地	=	
	保护接地	=	

(续)

新符号	说明	IEC	旧符号
	等电位	=	
	电缆终端头	=	
	电力电缆直通接线盒	=	
	电力电缆连接盒 电力电缆分线盒	=	
	控制和指示设备	=	
	报警启动装置 (点式 - 手动或自动)	=	
	线型探测器	=	
	火灾报警装置	=	
	热	=	
	烟	=	
	易爆气体	=	
	手动启动	=	
	电铃	=	
	扬声器	=	

(续)






























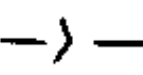

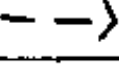






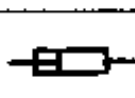
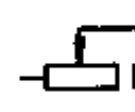
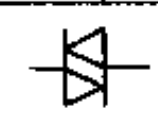
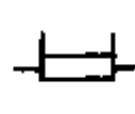
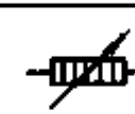
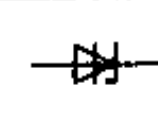
新 符 号	说 明	IEC	旧 符 号
	发声器	=	
	电话机	=	
	照明信号	=	
	手动报警器	=	
	感烟火灾探测器	=	
	感温火灾探测器	=	
	气体火灾探测器	=	
	火警电话机	=	
	报警发声器	=	
	有视听信号的控制和显示设备	=	
	在专用电路上的事故照明灯		
	自带电源的事故照明灯装置(应急灯)		
	警卫信号探测器		
	警卫信号区域报警器		
	警卫信号总报警器		
	逃生路线、逃生方向	=	
	逃生路线, 最终出口	=	
	二氧化碳消防设备辅助符号	=	
	氧化剂消防设备辅助符号	=	
	卤代烷消防设备辅助符号	=	

表 2-2 电气工程图中通用图形符号 (二)

图形符号	说 明	IEC	图形符号	说 明	IEC
	压敏电阻器 变阻器 注: U 可以用 V 代替	=		极性电容器	=
	热敏电阻器 注: θ 可以用 t 代替			半导体二极管一般符号	=
	0.125W 电阻器			发光二极管一般符号	=
	0.25W 电阻器			利用温度效应的二极管 注: θ 可以用 t 代替	=
	0.5W 电阻器			用作电容性器件的二极管 (变容二极管)	=
	1W 电阻器 注: 大于 1W 电阻器都用阿拉伯数字表示			隧道二极管	=
	熔断电阻器			单向击穿二极管 电压调整二极管 江崎二极管	=
	滑线式变阻器	=		双向击穿二极管	=
	带滑动触点和断开位置的电阻器	=		反向二极管 (单隧道二极管)	=
	两个固定抽头的电阻器 注: 可增加或减少抽头数目	=		双向二极管 交流开关二极管	=
	两个固定抽头的可变电阻器 注: 可增加或减少抽头数目			阶跃恢复二极管	
	分路器 带分流和分压接线头的电阻器	=		体效应二极管	
	碳堆电阻器	=		反向阻断二极晶体闸流管	=
	加热元件	=		反向导通二极晶体闸流管	=
	滑动触点电位器	=		双向二极晶体闸流管	=
	带开关的滑动触点电位器			三极晶体闸流管 注: 当没有必要规定控制极的类型时, 这个符号用于表示反向阻断三极晶体闸流管	=
	预调电位器	=		反向阻断三极晶体闸流管, N 型控制极 (阳极侧受控)	=

(续)

图形符号	说 明	IEC	图形符号	说 明	IEC
	反向阻断三极晶体闸流管, P型控制极(阴极侧受控)	=		与本征区有欧姆接触的PNIP型半导体管	=
	可关断三极晶体闸流管, 未规定控制极	=		与本征区有欧姆接触的PNIN型半导体管	=
	可关断三极晶体闸流管, N型控制极(阳极侧受控)	=		N型沟道结型场效应半导体管 注: 栅极与源极的引线应绘在一直线上	=
	可关断三极晶体闸流管, P型控制极(阴极侧受控)	=		P型沟道结型场效应半导体管	=
	反向阻断四极晶体闸流管	=		增强型、单栅、P沟道和衬底无引出线的绝缘栅场效应半导体管	=
	双向三极晶体闸流管 三端双向晶体闸流管	=		增强型、单栅、N沟道和衬底无引出线的绝缘栅场效应半导体管	=
	反向导通三极晶体闸流管, 未规定控制极	=		增强型、单栅、P沟道和衬底有引出线的绝缘栅场效应半导体管	=
	反向导通三极晶体闸流管, N型控制极(阳极侧受控)	=		增强型、单栅、N沟道和衬底与源极在内部连接的绝缘栅场效应半导体管	=
	反向导通三极晶体闸流管, P型控制极(阴极侧受控)	=		耗尽型、单栅、N沟道和衬底无引出线的绝缘栅场效应半导体管	=
	光控晶体闸流管			耗尽型、单栅、P沟道和衬底无引出线的绝缘栅场效应半导体管	=
	PNP型半导体管	=		耗尽型、双栅、N沟道和衬底有引出线的绝缘栅场效应半导体管 注: 在多栅的情况下, 主栅极与源极的引线应在一条直线上	=
	NPN型半导体管, 集电极接管壳	=			
	NPN型雪崩半导体管	=			
	具有P型基极单结型半导体管	=			
	具有N型基极单结型半导体管	=			
	有横向偏压基极的NPN型半导体管	=			


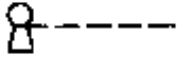

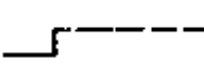

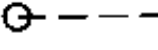

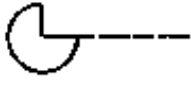

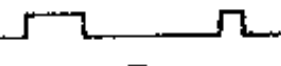
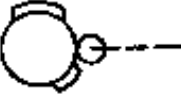
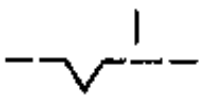

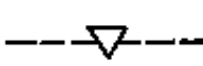
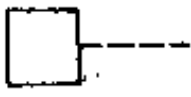

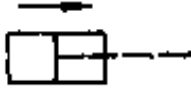
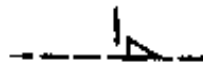
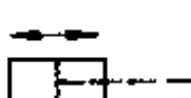
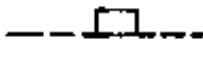
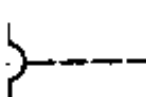
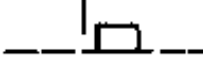
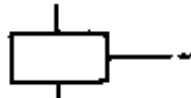

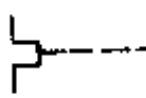
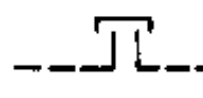
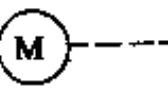
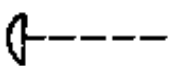
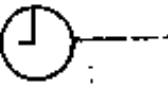

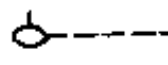

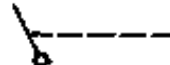
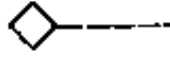
(续)

图形符号	说 明	IEC	图形符号	说 明	IEC
	N 沟道结型场效应半导体对管			光电三极管型光耦合器	
	光敏电阻 具有对称导电性的光电器件	=		光电二极管和半导体管 (NPN 型) 光耦合器	
	光电二极管 具有非对称导电性的光电器件	=		集成电路光耦合器	
	光电池	=		磁耦合器 磁隔离器	=
	光电半导体管 (示出 PNP 型)	=		光耦合器 光隔离器 (示出发光二极管和光电半导体管)	=
	半导体激光器			供电端由粗线表示的熔断器	=
	发光数码管			带机械连杆的熔断器 (撞击器式熔断器)	=
	有四个欧姆接触的霍尔发生器	=		具有报警触点的三端熔断器	=
	磁敏电阻器 (示出线性型)	=		具有独立报警电路的熔断器	=
	磁敏二极管			任何一个撞击器式熔断器熔断而自动释放的三相开关	=
	NPN 型磁敏半导体管			频敏变阻器	
	光电二极管型光耦合器				
	达林顿型光耦合器				

(续)

图形符号	说 明	IEC	图形符号	说 明	IEC
	分裂电抗器			双火花间隙	=
	接近传感器	=		避雷器	=
	接近传感器方框符号 注：操作方法可以表示出来	=		保护用充气放电管	=
	示例：固体材料接近时操作的电容性的接近检测器			保护用对称充气放电管	=
	接触传感器	=		直流交流器	=
	接触敏感开关动合触点	=		整流器	=
	接近开关动合触点	=		桥式全波整流器	=
	磁铁接近时动作的接近开关，动合触点	=		逆变器	=
	铁接近时动作的接近开关，动断触点	=		整流器/逆变器	=
	火花间隙	=	<p>机械的连接</p> <p>气动的连接</p> <p>减压的连接</p> <p>示例：具有力或运动指示方向的机械连接</p> <p>形式1</p> <p>形式2</p> <p>示例：具有指示旋转方向的机械连接</p> <p>注：箭头应视作从连接符号前面向里旋转</p>	=	

(续)

图形符号	说 明	IEC	图形符号	说 明	IEC
形式1 	延时动作	=		钥匙操作	=
形式2 	注: 从圆弧向圆心方向移动的延时动作			曲柄操作	=
	自动复位 注: 三角为指向返回方向	=		滚轮(滚柱)操作	=
	定位 非自动复位 维持给定位置的器件	=	   	凸轮操作 注: 需要时, 可示出详细凸轮图, 对仿形样板也适用 示例: 仿形凸轮	=
	脱离定位	=		示例: 仿形样板, 仿形凸轮(展开图)	
	进入定位	=		示例: 凸轮和滚轮(滚柱)操作	
	两器件间的机械联锁	=		贮存机械能操作 注: 贮存能的方式可以填入方框符号内	=
	脱扣的锁扣器件	=		单向作用的气动或液压控制操作	=
	扣住的锁扣器件	=			双向作用的气动或液压控制操作
	堵塞器件	=			过电流保护的电磁操作
	向左边移动被堵塞的已堵住的堵塞器件	=			电磁执行器操作
	机械联轴器、离合器	=			热执行器操作(如热继电器、热过电流保护)
	脱开的机械联轴器	=			电动机操作
	紧急开关(蘑菇头安全按钮)	=			电钟操作
	手轮操作	=			液位控制
	脚踏操作	=			
	杠杆操作	=			
	可拆卸的手柄操作	=			

(续)

图形符号	说 明	IEC	图形符号	说 明	IEC
	计数控制	=		旋转操作	=
	流体控制	=		推动操作	=
	相对湿度控制	=		接近效应操作	=
	温度控制 注: θ 可用 t 代替	=		接触效应操作	=
	压力控制			电动机起动器一般符号 注: 特殊类型的起动器可以在一般符号内加上限定符号	=
	转速控制			步进起动器 注: 起动步数可以示出	=
	线性速率或速度控制			调节-起动器	=
	联接的机械联轴器 示例: 转动(活轮)用的单向联轴器	=		带自动释放的起动器	=
	制动器 示例: 带制动器并已制动的电动机 示例: 带制动器未制动的电动机	=		可逆式电动机直接在线接触器式起动器 可逆式电动机满压接触器式起动器	=
	齿轮啮合	=		星-三角起动器	=
	一般情况下手动控制	=		自耦变压器式起动器	=
	受限制的手动控制	=		带可控整流器的调节-起动器	=
	拉拔操作	=		动力控制器 示出有两个无灭弧装置的动断(常闭)触点, 四个有灭弧装置的动合(常开)触点和一个有灭弧装置的动断(常闭)触点, 共七段电路	

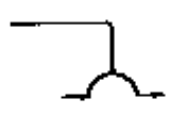
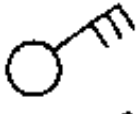






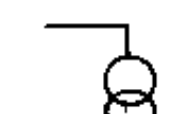



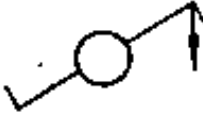
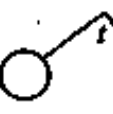



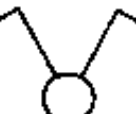

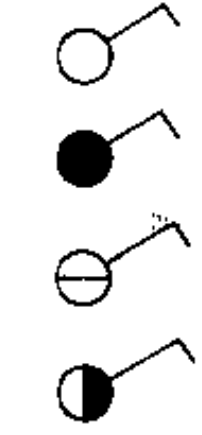
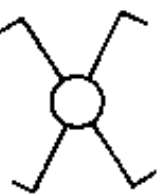


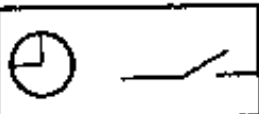


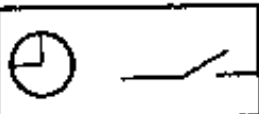
(续)

图形符号	说 明	IEC	图形符号	说 明	IEC
	<p>控制器或操作开关</p> <p>示出五个位置的控制器或操作开关。以“0”代表操作手柄在中间位置，两侧的数字表示操作位置数，此数字处亦可写手柄转动位置的角度。在该数字上方可注文字符号表示操作（如向前、向后、自动、手动等）。短划表示手柄操作触点开闭的位置线，有黑点“·”者表示手柄（手轮）转向此位置时触点接通，无黑点者表示触头不接通。复杂开关允许不以黑点的有无来表示触点的开闭而另用触点闭合来表示。多于一个以上的触点分别接于各线路中，可以在触点符号上加注触点的线路号（本图例为4个线路号）或触点号。若操作位置数多于或少于五个时，线路号多于或少于四个时可仿本图形增减。一个开关的各触点允许不画在一起</p>			<p>自动复归控制器或操作开关</p> <p>示出两侧自动复位到中央两个位置，黑箭头表示自动复归的符号</p>	



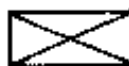


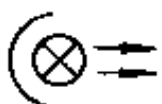



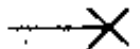

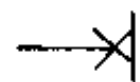

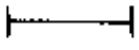

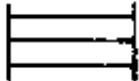
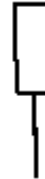
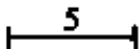

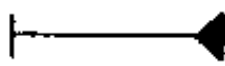
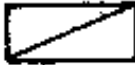

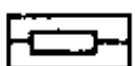







表 2-3 电气工程平面图常用图形符号

图形符号	说 明	IEC	图形符号	说 明	IEC
	单相插座	=		带接地插孔的三相插座	=
	暗装			暗装	
	密闭（防水）			带接地插孔的三相插座 密闭（防水）	
	防爆			防爆	
	带保护接点插座	=		插座箱（板）	=
	带接地插孔的单相插座 暗装			多个插座（示出三个）	
	密闭（防水）				
	防爆				

(续)

图形符号	说明	IEC	图形符号	说明	IEC
	具有护板的插座	=		三极开关	
	具有单极开关的插座	=		暗装	
	具有联锁开关的插座	=		密闭 (防水)	
	具有联锁开关的插座	=		防爆	
	具有隔离变压器的插座 (如电动剃刀用的插座)	=		单极拉线开关	=
	电信插座的一般符号 注: 可用文字或符号加以区别 如: TP —— 电话  —— 扬声器 TX —— 电传 M —— 传声器 TV —— 电视 FM —— 调频	=		单极双控拉线开关	
				单极限时开关	
				双控开关 (单极三线)	
				具有指示灯的开关	
	带熔断器的插座	n		多拉开关 (如用于不同照度)	
	开关一般符号	=			
	单极开关 暗装 密闭 (防水) 防爆			中间开关	
				等效电路图	
				调光器	
				定时开关	
	双极开关 暗装 密闭 (防水) 防爆	=		限时装置	
				定时开关	

(续)

图形符号	说 明	IEC	图形符号	说 明	IEC
	钥匙开关			电缆交接间	
见符号 08-10-01	灯或信号灯的一般符号	=		架空交接箱	
	投光灯一般符号	=		落地交接箱	
	聚光灯	=		壁龛交接箱	
	泛光灯	=		分线盒的一般符号 注: 可加注 $\frac{A-B}{C} D$ A——编号 B——容量 C——线序 D——用户数	
	示出配线的照明引出线位置	=		室内分线盒	
	在墙上的照明引出线 (示出配线向左边)	=		室外分线盒	
	荧光灯一般符号			分线箱	
	三管荧光灯	=		壁龛分线箱	
	五管荧光灯			避雷针	
	防爆荧光灯			电源自动切换箱 (屏)	
	在专用电路上的事故照明灯	=		电阻箱	
	自带电源的事故照明灯装置 (应急灯)	=		铃形控制器	
	气体放电灯的辅助设备 注: 仅用于辅助设备与光源 不在一起时	=		自动开关箱	
	警卫信号探测器				
	警卫信号区域报警器				
	警卫信号总报警器				

(续)

图形符号	说 明	IEC	图形符号	说 明	IEC
	刀开关箱			局部照明灯	
	带熔断器的刀开关箱			矿山灯	
	熔断器箱			安全灯	
	组合开关箱			隔爆灯	
	深照型灯			天棚灯	
	广照型灯 (配照型灯)			花灯	
	防水防尘灯			弯灯	
	球形灯			壁灯	

二、文字符号

电气工程文字符号分基本文字符号和辅助文字符号两种。一般标注在电气设备、装置和元器件图形符号上或其近旁，以标明电气设备、装置和元器件的名称、功能、状态和特征。

(一) 单字母基本文字符号

单字母符号是按拉丁字母将各种电气设备、装置和元器件分为 23 大类，每大类用一个专用单字母表示，如电容器类用“C”表示，电动机用“M”表示，单字母应优先使用。

(二) 双字母基本文字符号

双字母符号是由一个表示种类的单字母符号与另一个进一步详细具体表示电气设备、装置和元器件名称、功能、状态和特征的字母组成，种类字母在前，功能名称字母在后，如 KA 表示交流继电器，KM 表示接触器。

电气工程中常用的基本文字符号见表 2-4。该符号由 GB7159—87《电气技术中的文字符号制订通则》引出，并补充了一些工程中常用的文字符号。这些文字符号与旧标准的文字符号是根本不同的，旧标准使用的是汉语拼音的字头。

(三) 辅助文字符号

辅助文字符号是用来表示电气设备、装置和元器件以及线路的功能、状态和特征的，基本上使用的是英文名称的缩写，如异步的英文全称为 asynchronizing，其文字符号为 ASY，一般用大写；又如闭合的英文是 Close.on，而文字符号为 ON。辅助文字符号可单独使用，如 OFF 表示断开，P 表示压力等。

电气工程中常用的辅助文字符号见表 2-5，同样由 GB7159—87 引出。这里将建筑电气工程图中常用的电气设备、元件及标注的文字符号新旧对照列出，供读图时参考，见表 2-6。

三、电气设备及线路的标注方法及其使用

电气工程图中常用一些文字（包括英文、汉语拼音字母）和数字按照一定的格式书写，来表示电气设备及线路的规格型号、编号、容量、安装方式、标高及位置等。这些标注方法必须熟练掌握，在读图中有很大用途。

电气设备及线路的标注方法见表 2-7。

（一）用电设备的标注

用电设备的标注一般为 $\frac{a}{b}$ 或 $\frac{a+c}{b+d}$ ，如 $\frac{15}{75}$ 表示这台电动机在系统中的编号为第 15，电动机的额定功率为 75kW；如 $\frac{15}{75} \frac{200}{0.8}$ ，表示这台电动机的编号为第 15，功率为 75kW，自动开关脱扣器电流为 200A，安装标高为 0.8m；再如 $\frac{6}{7} \frac{30}{1.5}$ ，表示编号第 6，功率 7kW，熔丝电流 30A，安装标高 1.5m。

表 2-4 电气工程及电气设备常用基本文字符号

设备、装置和 元器件种类	举 例		基本文字符号		IEC		
	中文名称	英文名称	单字母	双字母			
组 件 部 件	分离元件放大器	Amplifier using discrete components	A		=		
	激光器	Laser					
	调节器	Regulator					
	本表其他地方未提及的组件、部件						
	电桥	Bridge				AB	
	晶体管放大器	Transistor amplifier				AD	=
	集成电路放大器	Integrated circuit amplifier				AJ	=
	磁放大器	Magnetic amplifier				AM	=
	电子管放大器	Valve amplifier				AV	=
	印制电路板	Printed circuit board				AP	=
	抽屉柜	Drawer				AT	=
	支架盘	Rack				AR	=
	电流调节器					ACR	
	频率调节器					AFR	
	转速调节器					AMR	
	速度调节器					ASR	
	电压调节器					AUR	
励磁电流调节器		AMCR					
非电量到电 量变换器或 电量到非电 量变换器	热电传感器 热电池 光电池 测功计 晶体换能器 送话器 拾音器 扬声器 耳机 自整角机 旋转变压器 模拟和多级数字 变换器或传感器 (用作指示和测量)	Thermoelectric sensor Thermo-cell Photoelectric cell Dynamometer Crystal transducer Microphone Pick up Loudspeaker Earphone Synchro Resolver Analogue and multiple-step digital transducers or sensors (as used indicating or measuring purposes)	B		=		

(续)

设备、装置和 元器件种类	举 例		基本文字符号		IEC
	中文名称	英文名称	单字母	双字母	
非电量到电 量变换器或 电量到非电 量变换器	电流变换器			BC	=
	压力变换器	Pressure transducer		BP	
	磁通变换器			BM	
	光电耦合器			BO	=
	位置变换器	Position transducer		BQ	
	旋转变换器 (测速发电机)	Rotation transducer (tachogenerator)		BR	=
	温度变换器	Temperature transducer		BT	=
	速度变换器	Velocity transducer		BV	=
	触发器			BPF	
		电压-频率变换器			BUF
电容器	电容器	Capacitor	C		=
二进制元件 延迟器件 存储器件	数字集成电路和 器件; 延迟线 双稳态元件 单稳态元件 磁芯存储器 寄存器 磁带记录机 盘式记录机	Digital integrated circuits and devices; Delay line Bistable element Monostable element Core storage Register Magnetic tape recorder Disk recorder	D		=
其他元器件	本表其他地方未 规定的器件		E		=
	发热器件	Heating device		EH	=
	照明灯	Lamp for lighting		EL	=
	空气调节器	Ventilator		EV	=
保护器件	过电压放电器件 避雷器	Over voltage discharge device Arrester	F		=
	具有瞬时动作的 限流保护器件	Current threshold protective device with instantaneous action		FA	=
	具有延时动作的 限流保护器件 热保护器	Current threshold protective device with time-lag action		FR	=
	具有延时和瞬时 动作的限流保护 器件	Current threshold protective device with instantaneous and time-lag action		FS	=
	熔断器	Fuse		FU	=
	快速熔断器			FF	
	限压保护器件	Voltage threshold protective device		FV	=

(续)

设备、装置和 元器件种类	举 例		基本文字符号		IEC	
	中文名称	英文名称	单字母	双字母		
发生器 发电机 电源	旋转发电机	Rotating generator	G		=	
	振荡器	Oscillator				
	发生器	Generator			GS	=
	同步发电机	Synchronous generator				
	异步发电机	Asynchronous generator			GA	
	给定积分器				GI	
	蓄电池	Battery			GB	=
	函数发生器 旋转式或固定式 变频器	Rotating or static frequency converter			GF	=
	绝对值发生器			GAB		
压频(变换)器		GVF				
信号器件			H		=	
	声响指示器	Acoustical indicator			HA	=
	光指示器	Optical indicator			HL	=
	指示灯	Indicator lamp			HL	=
继电器 接触器			K		=	
	瞬时接触继电器	Instantaneous contactor relay			KA	=
	瞬 时 有或无继电器	Instantaneous all or nothing relay			KA	=
	交流继电器	Alternating relay			KA	
	闭锁接触继电器 (机械闭锁或永 磁铁式有或无继电器)	Latching contactor relay (all - or - nothing relay with me - chanical latch or perma- nent magnet)			KL	=
	双稳态继电器	Bistable relay			KL	=
	接触器	Contactor			KM	=
	极化继电器	Polarized relay			KP	=
	簧片继电器	Reed relay			KR	=
	延时 有或无继电器	Time - delay all - or - nothing relay			KT	=
	逆流继电器	Reverse current relay			KR	=
电感器 电抗器	感应线圈 线路陷波器 电抗器(并联和串联)	Induction coil Line trap Reactors (shunt and series)	L		=	
	桥臂电抗器			LA		
	平衡电抗器			LB		
	平波电抗器			LF		
	进线电抗器			LL		
	饱和电抗器			LS		

(续)

设备、装置和 元器件种类	举 例		基本文字符号		IEC
	中文名称	英文名称	单字母	双字母	
电动机	电动机	Motor	M		=
	异步电动机			MA	
	同步电动机	Synchronous motor		MS	
	可做发电机或电 动机用的电机	Machine capable of use as a generator or motor		MG	
	力矩电动机	Torque motor		MT	
模拟元件	运算放大器 混合模拟/数字器件	Operational amplifier Hybrid analogue/digital de- vice	N		=
测量设备 试验设备	指示器件 记录器件 积算测量器件 信号发生器	Indicating devices Recording devices Integrating measuring de- vices Signal generator	P		=
	电流表	Ammeter		PA	=
	(脉冲)计数器	(Pulse) Counter		PC	=
	电度表	Watt hour meter		PJ	=
	记录仪器	Recording instrument		PS	*
	时钟、操作时间表	Clock, Operating time meter		PT	=
	电压表	Voltmeter		PV	
	电动、制动检测环节			PET	=
	环形计数器			PRC	
	电力电路 的开关器 件	断路器 快速开关		Circuit-breaker	Q
电动机保护开关 自动开关		Motor protection switch	QM	=	
隔离开关		Disconnecter (isolator)	QS	=	
电阻器	电阻器	Resistor	R		=
	变阻器	Rheostat			
	电位器	Potentiometer		RP	=
	测量分路表	Measuring shunt		RS	=
	热敏电阻器	Resistor with inherent vari- ability dependent on the tem- perature		RT	=
	压敏电阻器	Resistor with inherent vari- ability dependent on the voltage		RV	=

(续)

设备、装置和 元器件种类	举 例		基本文字符号		IEC	
	中文名称	英文名称	单字母	双字母		
控制、记忆、 信号电路的开 关器件选择器	拨号接触器	Dial contact	S		=	
	连接级	Connecting stage				
	控制开关	Control switch		SA	=	
	选择开关、转换开关	Selector switch		SA	=	
	按钮开关	Push - button		SB	=	
	机电式有或无传感器 (单级数字传感器)	All - or - nothing sensors of mechanical and electronic nature (one - step digital sen- sors)				
	行程开关 液体标高传感器 极限开关	Liquid level sensor		SL	=	
	主令开关			SM	=	
	压力传感器	Pressure sensor		SP	=	
	位置传感器 (包括接 近传感器)	Position sensor (including proximity - sensor)		SQ	=	
	转数传感器	Rotation sensor		SR	=	
	温度传感器	Temperature sensor		ST	=	
变压器			T		=	
	电流互感器	Current transformer		TA	=	
	控制电路电源用 变压器	Transformer for control ci- -rcuit supply		TC	=	
	逆变变压器			TI		
	电力变压器	Power transformer		TM	=	
	脉冲变压器			TP		
	整流变压器			TR		
	磁稳压器 同步变压器	Magnetic stabilizer		TS	=	
	电压互感器	Voltage transformer		TV	=	
调制器 变换器	鉴频器	Disoriminator	U		=	
	解调器	Demodulator		UD		
	变频器	Frequency changer		UF		
	编码器	Coder				
	变流器	Converter		UI		
	逆变器	Inverter		UR		
	整流器	Rectifier		UT		
	电板译码器	Telegraph translator				

(续)

设备、装置和 元器件种类	举 例		基本文字符号		IEC		
	中文名称	英文名称	单字母	双字母			
电子管 晶体管	气体放电管	Gas - discharge tube	V	VD	=		
	二极管	Diode					
	晶体管	Transistor		VT			
	晶闸管	Thyristor					
	单结晶体管						
电子管	Electronic tube	VE					
	控制电路用电源的整流器	Rectifier for control circuit supply	VC	=			
	稳压管		VS				
	可关断晶闸管		VTO				
传输通道 波导 天线	导线	Conductor	W		=		
	电缆	Cable					
	母线	Busbar					
	波导	Waveguide					
	波导定向耦合器	Waveguide directional coupler					
	偶极天线	Dipole					
	抛物天线	Parabolic aerial					
端子 插头 插座	连接插头和插座	Connecting plug and socket	X		=		
	接线柱	Clip					
	电缆封端和接头	Cable sealing end and joint					
	焊接端子板	Soldering terminal strip					
	连接片	Link				XB	=
	测试插孔	Test jack				XJ	=
插头	Plug	XP	=				
插座	Socket	XS	=				
端子板	Terminal board	XT	=				
电气操作的 机械器件	气阀	Pneumatic valve	Y		=		
	电磁铁	Electromagnet				YA	=
	电磁制动器	Electromagnetically operated brake				YB	=
	电磁离合器	Electromagnetically operated clutch				YC	=
	电磁吸盘	Magnetic chuck				YH	=
	电动阀	Motor operated valve				YM	
	电磁阀	Electromagnetically operated valve				YV	=

(续)

设备、装置和 元器件种类	举 例		基本文字符号		IEC
	中文名称	英文名称	单字母	双字母	
终端设备	电缆平衡网络	Cable balancing network	Z		=
混合变压器	压缩扩展器	Companzor			
滤波器	晶体滤波器	Crystal filter			
均衡器					
限幅器	网络	Network			

注：凡文字符号与 IEC 相一致即标示“=”。

表 2-5 电气工程常用辅助文字符号

序 号	文字符号	名 称	英 文 名 称	IEC
1	A	电 流	Current	
2	A	模 拟	Analog	
3	AC	交 流	Alternating current	=
4	A AUT	自 动	Automatic	
5	ACC	加 速	Accelerating	
6	ADD	附 加	Add	
7	ADJ	可 调	Adjustability	
8	AUX	辅 助	Auxiliary	
9	ASY	异 步	Asynchronizing	
10	B BRK	制 动	Braking	
11	BK	黑	Black	=
12	BL	蓝	Blue	=
13	BW	向 后	Backward	
14	C	控 制	Control	
15	CW	顺 时 针	Clockwise	
16	CCW	逆 时 针	Counter clockwise	
17	D	延 时 (延 迟)	Delay	
18	D	差 动	Differential	=
19	D	数 字	Digital	
20	D	降	Down, Lower	
21	DC	直 流	Direct current	=
22	DEC	减	Decrease	
23	E	接 地	Earthing	=
24	EM	紧 急	Emergency	
25	F	快 速	Fast	
26	FB	反 馈	Feedback	

(续)

序 号	文字符号	名 称	英 文 名 称	IEC
27	FW	正, 向前	Forward	
28	GN	绿	Green	=
29	H	高	High	=
30	IN	输 入	Input	
31	INC	增	Increase	
32	IND	感 应	Induction	
33	L	左	Left	
34	L	限 制	Limiting	
35	L	低	Low	=
36	LA	闭 锁	Latching	
37	M	主	Main	
38	M	中	Medium	
39	M	中间线	Mid-wire	=
40	M MAN	手 动	Manual	
41	N	中性线	Neutral	=
42	OFF	断 开	Open, off	
43	ON	闭 合	Close, on	
44	OUT	输 出	Output	
45	P	压 力	Pressure	
46	P	保 护	Protection	
47	PE	保护接地	Protective earthing	=
48	PEN	保护接地与中性线共用	Protective earthing neutral	=
49	PU	不接地保护	Protective unearthing	=
50	R	记 录	Recording	
51	R	右	Right	
52	R	反	Reverse	
53	RD	红	Red	=
54	R RST	复 位	Reset	
55	RES	备 用	Reservation	=
56	RUN	运 转	Run	
57	S	信 号	Signal	
58	ST	起 动	Start	

(续)

序号	文字符号	名称	英文名称	IEC
59	S SET	置位, 定位	Setting	
60	SAT	饱和	Saturate	
61	STE	步进	Stepping	
62	STP	停止	Stop	
63	SYN	同步	Synchronizing	
64	T	温度	Temperature	
65	T	时间	Time	
66	TE	无噪声(防干扰)接地	Noiseless earthing	=
67	V	真空	Vacuum	
68	V	速度	Velocity	
69	V	电压	Voltage	
70	WH	白	White	=
71	YE	黄	Yellow	=

注: 凡文字符号与 IEC 相一致即标示“=”。

表 2-6 常用电气设备、元件文字符号新旧对照表

设备名称	文字符号		
	新符号	IEC	旧符号
发电机	G	=	F
直流发电机	GD		ZF
交流发电机	GA		JF
同步发电机	GS		TF
异步发电机	GA		YF
永磁发电机	GH		YCF
电动机	M	=	D
直流电动机	MD		ZD
交流电动机	MA		JD
同步电动机	MS		TD
异步电动机	MA		YD
笼型电动机	MC		LD
励磁机	GE		L
电枢绕组	WA		SQ
定子绕组	WS		DQ
转子绕组	WR		ZQ
励磁绕组	WC		KQ
电力变压器	TM	=	B

(续)

设备名称	文字符号		
	新符号	IEC	旧符号
控制变压器	TC		KB
自耦变压器	TA		OB
整流变压器	TR		ZB
电炉变压器	TF		LB
稳压器	TS		WY
电流互感器	TA	=	LH
电压互感器	TV	=	YH
熔断器	FU	=	RD
断路器	QF	=	DL
接触器	KM	=	C
调节器	A	=	T
继电器	K	=	J
电阻器	R	=	R
压敏电阻器	RV	=	YR
起动电阻器	RS		QR
制动电阻器	RB		ZDR
频敏变阻器	RF		PR
电感器	L	=	L
电抗器	L	=	DK
起动电抗器	LS		QK
电容器	C	=	C
整流器	U	=	ZL
变流器	U		BL
逆变器	U		NB
变频器	U		BP
压力变换器	BP		YB
位置变换器	BQ		WZB
温度变换器	BT		WDB
速度变换器	BV		SDB
避雷器	F		B
母线	W	=	M
电压小母线	WV	=	YM
控制小母线	WCL	=	KM
合闸小母线	WCL	=	HM
信号小母线	WS	=	XM

(续)

设备名称	文字符号		
	新符号	IEC	旧符号
事故音响小母线	WFS	=	SYM
预告音响小母线	WPS	=	YBM
闪光小母线	WF	=	(+) SM
直流母线	WB	=	ZM
电力干线	WPM	=	LG
照明干线	WLM	=	MG
电力分支线	WP	=	LFZ
照明分支线	WL	=	MFZ
应急照明干线	WEM	=	YJG
应急照明分支线	WE	=	YJZ
插接式母线	WIB	=	CJM
继电器	K	=	J
电流继电器	KA	=	LJ
电压继电器	KV	=	YJ
时间继电器	KT	=	SJ
差动继电器	KD	=	CJ
功率继电器	KPR	=	GJ
接地继电器	KE	=	JDJ
瓦斯继电器	KB	=	WSJ
逆流继电器	KR	=	NLJ
中间继电器	KM	=	ZJ
信号继电器	KS	=	XJ
闪光继电器	KFR	=	DMJ
热继电器 (热元件)	KH	=	RJ
温度继电器	KTE	=	WJ
重合闸继电器	KRr	=	CJ
阻抗继电器	KZ	=	ZKJ
零序电流继电器	KCZ	=	NJ
频率继电器	KF	=	FJ
压力继电器	KP	=	YLJ
控制继电器	KC	=	KJ
电磁铁	YA	=	DT
制动电磁铁	YB	=	ZDT
电磁阀	YY	=	DCF
电动阀	YM	=	DF

(续)

设备名称	文字符号		
	新符号	IEC	旧符号
牵引电磁铁	YT		QYT
起重电磁铁	YL		QZT
电磁离合器	YC		CLH
开关	Q	=	K
隔离开关	QS	=	G
控制开关	SA	=	KK
选择开关(转换开关)	SA	=	KZ
负荷开关	QL	=	FK
自动开关	QA		ZB
刀开关	QK		DK
行程开关	ST		CK
限位开关	SL		XK
终点开关	SE		ZDK
微动开关	SS		WK
接近开关	SP		JK
按钮	SB	=	AN
合闸按钮	SB	=	HA
停止按钮	SBS	=	TA
试验按钮	SBT	=	YA
合闸线圈	YC	=	HQ
跳闸线圈	YT	=	TQ
接线柱	X	=	JX
连接片	XB	=	LP
插座	XS	=	CZ
插头	XP	=	CT
端子板	XT	=	DB
测量设备(仪表)	P	=	—
电流表	PA	=	A
电压表	PV	=	V
有功功率表	PW	=	W
无功功率表	PR	=	var
电能表	PJ	=	Wh
有功电能表	PJ	=	Wh
无功电能表	RJR	=	varh
频率表	PF	=	Hz

(续)

设备名称	文字符号		
	新符号	IEC	旧符号
功率因数表	PPF	=	$\cos\varphi$
指示灯	HL	=	D
红色指示灯	HR	=	HD
绿色指示灯	HG	=	LD
蓝色指示灯	HB	=	LAD
黄色指示灯	HY	=	UD
白色指示灯	HW	=	BD
照明灯	EL		ZD
蓄电池	GB	=	XDC
光电池	B		GDC
电子管	VE		G
二极管	VD		D
三极管	V		BG
稳压管	VS		WY
晶闸管	VT		GZ
单结晶体管	V		BG
电位器	RP		W
调节器	A		T
放大器	A		FD
测速发电机	BR		CSF
送话器	B		S
受话器	B		SH
扬声器	B		Y

自动开关脱扣器与熔丝的判断区别，一是电动机容量，二是标注数值与电动机额定电流的倍数（倍数 ≤ 2 时为自动开关脱扣器，倍数 > 2 时为熔丝），其中，额定电流取额定功率数值的2倍。第一例 $\frac{15}{75} + \frac{200}{0.8}$ ，电机功率较大，标注数C为200，为额定电流 2×75 的1.33倍，因此，200为自动开关脱扣器的整定值；第二例 $\frac{6}{7} + \frac{30}{1.5}$ ，电机功率较小，C为30，为额定电流 2×7 的2.14倍，因此，30为熔丝电流。

(二) 电力和照明设备的标注

1. 一般标注方法为 $a \frac{b}{c}$ 或 $a-b-c$ ，如 $5 \frac{Y200L-4}{30}$ 或 $5-(Y200L-4)-30$ ，表示这台电动机在该系统的编号为第5，型号是Y系列笼型感应电动机，机座中心高200mm，机座为长机座，四极，同步转速1500r/min，额定功率30kW。

2. 需要标注引入线时的标注为 $a \frac{b-c}{d(e \times f)} - g$ ，如 $5 \frac{(Y200L-4)-30}{BL(3 \times 35)G40-DA}$ ，表示这



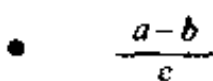
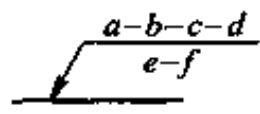
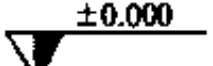
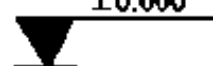
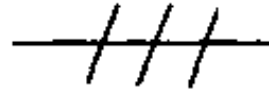
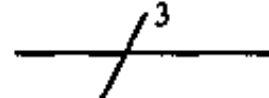
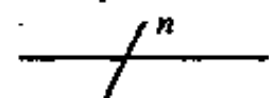
台电动机在系统的编号为第5, Y系列笼型电动机, 机座中心高200mm, 机座为长机座, 四极, 同步转速1500r/min, 功率30kW, 三根35mm²的橡皮绝缘铝芯导线穿直径为40mm的水煤气钢管沿地板埋地敷设引入电源负荷线。其中, DA(汉语拼音)也可写作FC(英文)。

表2-7中有关g的表达含义见表2-8和表2-9。

表2-7 电气设备及线路标注方法

标注方式	说 明	IEC
$\frac{a}{b}$ 或 $\frac{a}{b} + \frac{c}{d}$	用电设备 <i>a</i> ——设备编号 <i>b</i> ——额定功率 (kW) <i>c</i> ——线路首端熔断片或自动开关释放器的电流 (A) <i>d</i> ——标高 (m)	
(1) $a \frac{b}{c}$ 或 $a-b-c$ (2) $a \frac{b-c}{d(e \times f) - g}$	电力和照明设备 (1) 一般标注方法 (2) 当需要标注引入线的规格时 <i>a</i> ——设备编号 <i>b</i> ——设备型号 <i>c</i> ——设备功率 (kW) <i>d</i> ——导线型号 <i>e</i> ——导线根数 <i>f</i> ——导线截面 (mm ²) <i>g</i> ——导线敷设方式及部位	
(1) $a \frac{b}{c/i}$ 或 $a-b-c/i$ (2) $a \frac{b-c/i}{d(e \times f) - g}$	开关及熔断器 (1) 一般标注方法 (2) 当需要标注引入线的规格时 <i>a</i> ——设备编号 <i>b</i> ——设备型号 <i>c</i> ——额定电流 (A) <i>i</i> ——整定电流 (A) <i>d</i> ——导线型号 <i>e</i> ——导线根数 <i>f</i> ——导线截面 (mm ²) <i>g</i> ——导线敷设方式	
$a/b-c$	照明变压器 <i>a</i> ——一次电压 (V) <i>b</i> ——二次电压 (V) <i>c</i> ——额定容量 (A)	
(1) $a-b \frac{c \times d \times L}{e} f$ (2) $a-b \frac{c \times d \times L}{-}$	照明灯具 (1) 一般标注方法 (2) 灯具吸顶安装 <i>a</i> ——灯数 <i>b</i> ——型号或编号 <i>c</i> ——每盏照明灯具的灯泡数 <i>d</i> ——灯泡容量 (W) <i>e</i> ——灯泡安装高度 (m) <i>f</i> ——安装方式 <i>L</i> ——光源种类	

(续)

标注方式	说 明	IEC
	最低照度 \odot (示出 15lx)	
(1)  a (2)  $\frac{a-b}{c}$	照明照度检查点 (1) a : 水平照度 (lx) (2) $a-b$: 双侧垂直照度 (lx) c : 水平照度 (lx)	
	电缆与其他设施交叉点 a —— 保护管根数 b —— 保护管直径 (mm) c —— 管长 (m) d —— 地面标高 (m) e —— 保护管埋设深度 (m) f —— 交叉点坐标	
(1)  ± 0.000 (2)  ± 0.000	安装或敷设标高 (m) (1) 用于室内平面、剖面图上 (2) 用于总平面图上的室外地面	
(1)  (2)  (3) 	导线根数, 当用单线表示一组导线时, 若需要示出导线数, 可用加小短斜线或画一条短斜线加数字表示 例: (1) 表示 3 根 (2) 表示 3 根 (3) 表示 n 根	
(1) $\frac{3 \times 16}{\times} \frac{3 \times 10}{\times}$ (2) $\text{---} \times \frac{\phi 2 \frac{1}{2}}{2}$	导线型号规格或敷设方式的改变 (1) $3 \times 16 \text{mm}^2$ 导线改为 $3 \times 10 \text{mm}^2$ (2) 无穿管敷设改为导线穿管 ($\phi 2 \frac{1}{2} \text{in}$) 敷设	
V	电压损失 %	
- 220V	直流电压 220V	
$m \sim fV$	交流电 m —— 相数 f —— 频率 (Hz) V —— 电压 (V)	
3N~50Hz, 380V	例: 示出交流, 三相带中性线 50Hz 380V	
L_1 (可用 A) L_2 (可用 B) L_3 (可用 C) U V W	相 序 交流系统电源第一相 交流系统电源第二相 交流系统电源第三相 交流系统设备端第一相 交流系统设备端第二相 交流系统设备端第三相	

(续)

标注方式	说 明	IEC
N	中性线	
PE	保护线	
PEN	保护和中性共用线	

表 2-8 电气工程图中表达线路敷设方式标注的文字代号

表 达 内 容	标 注 代 号	
	英 文 代 号	汉 语 拼 音 代 号
用轨型护套线敷设		
用塑料线槽敷设	PR	XC
用硬质塑料管敷设	PC	VG
用半硬塑料管敷设	FEC	ZVG
用可挠型塑料管敷设		
用薄电线管敷设	TC	DG
用厚电线管敷设		
用水煤气钢管敷设	SC	G
用金属线槽敷设	SR	GC
用电线桥架(或托盘)敷设	CT	
用瓷夹敷设	PL	CJ
用塑料夹敷设	PCL	VT
用蛇皮管敷设	CP	
用瓷瓶式或瓷柱式绝缘子敷设	K	CP

表 2-9 电气工程图中表达线路敷设部位标注的文字代号

表 达 内 容	标 注 代 号	
	英 文 代 号	汉 语 拼 音 代 号
沿钢索敷设	SR	S
沿屋架或层架下弦敷设	BE	LM
沿柱敷设	CLE	ZM
沿墙敷设	WE	QM
沿天棚敷设	CE	PM
在能进入的吊顶内敷设	ACE	PNM
暗敷在梁内	BC	LA
暗敷在柱内	CLC	ZA
暗敷在墙面内或顶板内	GC	PA
暗敷在地面内或地板内	FC	DA
暗敷在不能进入的吊顶内	AC	PNA
暗敷在墙内	WC	QA

(三) 配电线路的标注

配电线路的标注一般为 $a-b(c \times d + n + h)e-f$, 如 $24-BV(3 \times 70 + 1 \times 50)G70-DA$, 表示这条线路在系统的编号为第 24, 聚氯乙烯绝缘铜芯导线 70mm^2 的三根、 50mm^2 的一根穿直径为 70mm 的水煤气钢管沿地板埋地敷设。

在工程中若采用三相四线制供电一般均采用上述的标注方式; 如为三相三线制供电, 则上式中的 n 和 h 则为 0; 如为三相五线制供电, 若采用专用保护零线, 则 n 为 2; 若用钢管做为接零保护的公用线, 则 n 为 1。

上述三例的回路编号在实际工程中有时不单独采用数字, 有时在数字的前面或后面常标有字母 (英文或汉语拼音), 这个字母是设计者为了区分复杂而多个回路时设置的, 在制图标准中没有定义, 读图时应按设计者的标注去理解。如 M1 或 1M、或 3M1 等。

(四) 照明灯具的标注

照明灯具的标注通常有两种。

1. 一般标注方法为 $a-b \frac{c \times d \times L}{e} f$, 如 $8-YZ40RR \frac{2 \times 40}{2.5} L$, 表示这个房间或某一区域安装 8 只型号为 YZ40RR 的荧光灯, 直管形、日光色, 每只灯 2 根 40W 灯管, 用链吊安装, 吊高 2.5m, 指灯具底部与地面距离。其中光源种类 L, 设计者一般不标出, 因为灯具型号已示出光源的种类。

光源种类 L 主要指: 白炽灯 (IN)、荧光灯 (FL)、荧光高压汞灯 (Hg)、金属卤化物灯、高压钠灯 (Na)、碘钨灯 (I)、氙灯 (Xe)、弧光灯 (ARC) 及用上述光源组成的混光灯、红外线灯 (IR)、紫外线灯 (UV) 等。如果需要时, 则在光源种类 L 处标出代表光源种类的括号内的字母。

有关标注方法中, f 表达照明灯具安装方式标注的代号及意义见表 2-10。

表 2-10 电气工程图中表达照明灯具安装方式标注的文字代号

表 达 内 容	标 注 代 号	
	英 文 代 号	汉 语 拼 音 代 号
线吊式	CP	
自在器线吊式	CP	X
固定线吊式	CP1	X1
防水线吊式	CP2	X2
吊线器式	CP3	X3
链吊式	Ch	L
管吊式	P	G
吸顶式或直附式	S	D
嵌入式 (嵌入不可进入的顶棚)	R	R
顶棚内安装 (嵌入可进入的顶棚)	CR	DR
墙壁内安装	WR	BR
台上安装	T	T
支架上安装	SP	J
壁挂式	W	B
柱上安装	CL	Z
座装	HM	ZH

2. 灯具吸顶安装标注方为 $a - b \frac{c \times d \times L}{\quad}$, 各种符号的意义同 1., 因为吸顶安装, 所以安装方式 f 和安装高度就不再标注。如某房间灯具的标注为 $2 - \text{JXD6} \frac{2 \times 60}{\quad}$, 表示这个房间安装两只型号为 JXD6 的灯具, 每只灯具 2 个 60W 的白炽灯泡, 吸顶安装。

这里需要强调说明一点, 一般的设计不在图上标注出电气设备、电动机、绝缘导线及灯具的型号, 其型号都随图标注在图上的设备及材料表内, 这样前述的几种标注即为以下方式, 但意义同上:

$$5 \frac{\text{Y200L} - 4}{30} \text{ 或 } 5 - (\text{Y200L} - 4) - 30 \text{ 简化为 } \frac{5}{30};$$

$$5 \frac{(\text{Y200L} - 4) - 30}{\text{BL} (3 \times 35) \text{ G40} - \text{DA}} \text{ 简化为 } 5 \frac{30}{(3 \times 35) \text{ G40} - \text{DA}};$$

$$24 - \text{BV} (3 \times 70 + 1 \times 50) \text{ G70} - \text{DA} \text{ 简化为}$$

$$24 (3 \times 70 + 1 \times 50) \text{ G70} - \text{DA};$$

$$8 - \text{YZ40RR} \frac{2 \times 40}{2.5} \text{ L} \text{ 简化为 } 8 \frac{2 \times 40}{2.5} \text{ L};$$

$$2 - \text{JXD6} \frac{2 \times 60}{\quad} \text{ 简化为 } 2 \frac{2 \times 60}{\quad}.$$

另外, 图中有关一些电气设备及材料的内容应及时查找电气设备材料手册, 以便核对。

(五) 开关及熔断器的标注

1. 一般标注方法为 $a \frac{b}{c/i}$ 或 $a - b - c/i$, 如 $m_1 \frac{\text{DZ20Y} - 200}{200/200}$ 或 $m_1 - (\text{DZ20Y} - 200) - 200/200$, 表示设备编号为 m_1 (m 是设计者为区分回路而设置的), 开关的型号为 DZ20Y - 200, 即为额定电流为 200A 的低压空气断路器, 断路器的整定值为 200A。

2. 需要标注引入线时的标注方法为 $a \frac{b - c/i}{d (e \times f) - g}$, 如 $m_1 \frac{(\text{DZ20Y} - 200) - 200/200}{\text{BV} \times (3 \times 50) \text{ CP} - \text{LM}}$, 表示为设备编号为 m_1 , 开关型号为 DZ20Y - 200 低压空气断路器, 整定电流为 200A, 引入导线为橡皮绝缘铜线, 三根 50mm^2 , 用瓷瓶沿屋架敷设。

同样, 上述的标注也可以用下列方式表达:

$$\frac{m_1}{200/200} \text{ 或 } m_1 - 200/200;$$

$$m_1 \frac{200/200}{(3 \times 50) \text{ CP} - \text{LM}}.$$

(六) 电缆的标注方式

电缆的标注方式基本同配电线路标注的方式相同, 如 $n20 - \text{YJLV} (3 \times 185) \text{ CT} - \text{WE}$, 表示编号为第 20, $3 \times 185\text{mm}^2$ 的交联聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套 10kV 电力电缆, 用电缆桥架沿车间墙壁敷设。其中 CT、WE 采用的是英文标注, 见表 2-8 和表 2-9。

当电缆与其它设施交叉时的标注用下面的方式, $\frac{a - b - c - d}{e - f}$, 如 $\frac{4 - 100 - 8 - 1.0}{0.8 - f}$, 表示 4 根保护管, 直径 100mm, 管长 8m 于标高 1.0m 处且埋深 0.8m, 交叉点坐标 f 一般用文字标注, 如与 $\times \times$ 管道交叉, $\times \times$ 管应见管道平面布置图。

(七) 有关变更的表示方法

导线或电缆型号规格及敷设方式的改变可采用 $\frac{3 \times 16}{\text{——}} \times \frac{3 \times 10}{\text{——}}$ 及 $\text{——} \times \frac{\phi 40}{\text{——}}$ 的方式标注,但在工程中一般则采用设计变更或图纸会审纪要的方法来用文字说明,且须由设计者签字。

(八) 其他的标注方法

有关其他的标注方法详见表 2-8~表 2-10。

第二节 自动化仪表及自动装置施工图的符号及标注

相比电气图形符号,自动化仪表及自动装置的图形符号要简单些,它主要分检测点、检测元件、执行元件、调节元件以及文字代号等。

一、图形符号

(一) 检测点

1. 检测点一般由过程设备轮廓线或管道直线引至仪表或检测元件的直线组成,我们把这条直线的起点叫做检测点或测量点,见表 2-11。

2. 当必须标注检测点在过程设备中的位置时,直线应引到过程设备轮廓线内的适当位置上并在起点加画一个直径为 2mm 的小圆,见表 2-11。

这里要注意,检测点的位置在功能及过程顺序上必须正确,一般情况下不表示确切的测量位置。

(二) 检测元件

检测元件一般用仪表圆圈和仪表位号表示,也可用表 2-12 的图形符号表示。表中嵌在管道中的检测元件是指检测元件本身占有一段管道。其中变送器为一检测元件。

(三) 仪表圆圈

仪表一般用直径 10mm 的细实圆表示,有时也可适当放大或缩小,当仪表的位号字数较多时,圆圈可断开,见表 2-11。

仪表圆圈的使用应注意以下几点:

1. 一台仪表一般只有一个仪表圆圈来表示,必要时,一台仪表可用两个或多个仪表圆圈来表示。

2. 仪表的安装位置可按表 2-13 的方法来表示。

3. 检测两个或多个变量的仪表或检测一个变量但有多个功能的仪表,可用两个或多个相切的仪表圆圈表示,见表 2-11。但当两个检测点在图样上相距较远,或不在同一张图面上时,可在两个检测点附近分别用两个相切的圆圈表示,其中一个为虚线圆圈,见表 2-11。

(四) 执行器

执行器本身是由执行机构和调节机构组合的,因此,其图形符号则是由这两部分的图形符号组合而成。

1. 执行机构的通用图形符号是直径 5mm 的细实线圆和与调节机构图形符号相连接的细实线,见表 2-14。区分执行机构型式时,一般采用表 2-14 中所列的图形符号。

表 2-11 仪表的一般符号


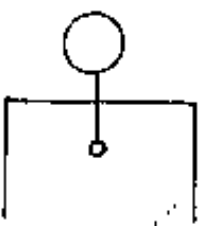


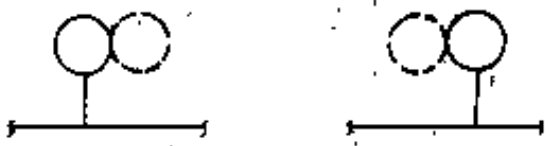
意 义	一 般 符 号
检测点	
检测点在过程设备中的位置 (必须标注时使用)	
仪表圆	
检测两个或多个变量的仪表、检测一个变量多功能的仪表	
两个测量点相距较远、两个测量点不在同一图面上	

表 2-12 常用检测元件图形符号





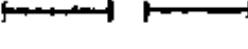
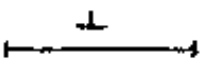

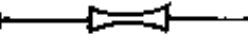
序号	检测元件名称	图 形 符 号	备 注
1	热电阻		
2	热电阻		
3	热敏电阻		
4	嵌在管道中的检测元件		图圈内应标志 仪表位号
5	取压接头 (无孔板)		
6	取压口		
7	孔板		
8	文丘里管及喷嘴		

表 2-13 仪表安装位置的图形符号


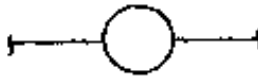


序号	安装位置	图 形 符 号	备 注
1	就地安装		
			嵌在管道中
2	盘上安装		
3	就地盘上安装		

表 2-14 执行机构的图形符号










序号	执行机构型式	图 形 符 号	备 注
0	通用图形符号		
1	薄膜执行机构		
2	活塞执行机构		
3	电动机执行机构		
4	电磁执行机构		

表 2-15 调节机构的图形符号

序号	阀的型式	图 形 符 号	备 注
0	通用图形符号		
1	二通阀		
2	三通阀		
3	蝶阀、风阀、百叶窗		

2. 调节机构的通用图形符号是边长 5mm 的等边三角形, 见表 2-15。当调节机构为阀时, 一般采用表 2-15 中所列的图形符号。

二、文字符号

自动化仪表及自动装置的文字符号可分仪表(装置)位号和字母代号两种, 其中位号是表示被测量及其功能以及装置的安装位置的, 而字母代号则是用英文字母表示装置的功能及作用的。一般情况下, 文字符号均写在仪表圆圈内。

(一) 仪表位号

仪表位号由字母代号和数字编号组成, 两部之间用一短划线(-)隔开, 有时数字编号之后可附加尾缀。其中, 字母代号是由表示被测量或初始量的第一位英文字母和表示功能作用的若干个后继字母组成, 字母代号应符合(二)中字母代号的规定。

数字编号由区域编号和回路编号组成, 其中, 区域编号为一位数字, 用来表示车间、工段、装置、系统、设备等, 或者表示其中两者。回路编号为两位数字。数字编号一律为阿拉伯数字, 有时数字位数可以增减, 也可省略区域编号。

尾缀一般为大写英文字母或短划线之后的阿拉伯数字。

仪表位号的举例, 如: TRC-302A 或 TRC-302-2

其中, T 表示温度;

RC 表示记录调节;

3 表示区域;

02 表示回路;

$\frac{A}{2}$ 表示尾缀。

(二) 字母代号

字母代号应按规定选用表 2-16 中的字母, 使用及识别时应注意以下几点:

1. 第一位字母中的修饰词字母“d”(差)、“f”(比)、“q”(积分、累计)之一与被测

表 2-16 字母代号及其意义

字 母	第一位字母		后继字母 (6)
	被测变量或初始变量	修饰词	功 能
A	分析 (2)		报警 (4) (8)
B	喷嘴火焰		
C	电导率		控制 (调节)
D	密度或比重	差 (1)	
E	电压 (电动势)		检测元件
F	流量	比 (分数) (1)	
G	尺度 (尺寸)		玻璃
H	手动 (人工触发)		

(续)

字母	第一位字母		后继字母 (6)
	被测变量或初始变量	修饰词	功能
I	电流		指示 (4) (7)
J	功率	扫描	
K	时间或时间程序		操作器
L	物位		灯 (4)
M	水分或湿度		
N			
O			节流孔
P	压力或真空		试验点 (接头)
Q	数量或件数	积分、累计 (1)	积分、累计
R	放射性		记录或打印 (7)
S	速度或频率	安全	开关或连锁 (8)
T	温度		传送, 变送器
U	多变量 (3)		多功能
V	粘度		阀、风门、百叶窗
W	重量或力		套管
X			
Y			继电器 (5)
Z	位置		驱动、执行或未分类的执行器

注: 括号中的数字见正文中 (二) 字母代号中注意几点的序号。

量或初始量的字母组合后便构成另一种意义的被测量, 因此, 应看成一个字母, 如 TdI 为温差指示, 而 TI 则为温度指示。其中, 修饰字母一律小写, 字母组合的意义见表 2-17。

2. 第一位字“A”(分析)包括表中未规定的分析项目, 必须注明分析项目时, 仪表圆圈中必须写明“A”, 只是在圆圈外上方注明分析项目。如氧的分析应写“O₂”, 但不能用 O₂ 代替圆圈中的“A”。

3. 第一位字母“U”(多变量)用来表示多个被测量, 而后继字母“U”(多功能)用来表示多个功能。

4. 后继字母“L”(灯)和“A”(报警)的区别, A指不正常状态的声、光报警。

5. 继电器包括计算器、转换器、选择器、放大器等元器件。

6. 后继字母的书写顺序为:

I R C T Q S A

表 2-17 字母代号组合示例

被测变量及文字符号	温度 T	温差 Td	压力或 真空 P	压差 Pd	流量 F	流量比 率 Ff	液位或 料位 L	分析 A	密度或相 对密度 D	位置 Z	数量或 件数 Q	速度或 频率 S	多变量 U	粘度 V	重量 或力 W
检测元件	TE		PE		FE		LE	AE	DE	ZE	QE	SE		VE	WE
变送	TT	TdT	PT	PdT	FT		LT	AT	DT	ZT	QT	ST		VT	WT
指示	TI	TdI	PI	PdI	FI	FfI	LI	AI	DI	ZI	QI	SI		VI	WI
扫描指示	TJI	TdJI	PJI	PdJI	FJI	FfJI	LJI	AJI	DJI	ZJI	QJI	SJI	UJI	VJI	WJI
扫描指示、报警	TJIA	TdJIA	PJIA	PdJIA	FJIA	FfJIA	LJIA	AJIA	DJIA	ZJIA	QJIA	SJIA	UJIA	VJIA	WJIA
指示、变送	TIT	TdIT	PIT	PdIT	FIT	FfIT	LIT	AIT	DIT	ZIT	QIT	SIT		VIT	WIT
指示、调节	TIC	TdIC	PIC	PdIC	FIC	FfIC	LIC	AIC	DIC	ZIC	QIC	SIC		VIC	WIC
指示、报警	TIA	TdIA	PIA	PdIA	FIA	FfIA	LIA	AIA	DIA	ZIA	QIA	SIA		VIA	WIA
指示、联锁、报警	TISA	TdISA	PISA	PdISA	FISA	FfISA	LISA	AISA	DISA	ZISA	QISA	SISA		VISA	WISA
指示、开关	TIS	TdIS	PIS	PdIS	FIS	FfIS	LIS	AIS	DIS	ZIS	QIS	SIS		VIS	WIS
指示、积算					FIQ						QIQ				WIQ
指示、自动-手动操作	TIK	TdIK	PIK	PdIK	FIK	FfIK	LIK	AIK	DIK	ZIK	QIK	SIK		VIK	WIK
指示、自力式调节阀	TICV	TdICV	PICV	PdICV	FICV		LICV					SICV			WICV
记录	TR	TdR	PR	PdR	FR	FfR	LR	AR	DR	ZR	QR	SR		VR	WR
扫描记录	TJR	TdJR	PJR	PdJR	FJR	FfJR	LJR	AJR	DJR	ZJR	QJR	SJR	UJR	VJR	WJR
扫描记录、报警	TJRA	TdJRA	PJRA	PdJRA	FJRA	FfJRA	LJRA	AJRA	DJRA	ZJRA	QJRA	SJRA	UJRA	VJRA	WJRA
记录、调节	TRC	TdRC	PRC	PdRC	FRC	FfRC	LRC	ARC	DRC	ZRC	QRC	SRC		VRC	WRC
记录、报警	TRA	TdRA	PRA	PdRA	FRA	FfRA	LRA	ARA	DRA	ZRA	QRA	SRA		VRA	WRA
记录、联锁、报警	TRSA	TdRSA	PRSA	PdRSA	FRSA	FfRSA	LRSA	ARSA	DRSA	ZRSA	QRS	SRSA		VRSA	WRSA
记录、开关	TRS	TdRS	PRS	PdRS	FRS	FfRS	LRS	ARS	DRS	ZRS	QRS	SRS		VRS	WRS
记录、积算				PdC	FRS						QRQ				WRQ

(续)

被测变量及文字符号	温度 T	温差 Td	压力或真空 P	压差 Pd	流量 F	流量比 率Fi	液位或斜位 L	分析 A	密度或相对密度 D	位置 Z	数量或件数 Q	速度或频率 S	多变量 U	粘度 V	重量或力 W
调节	TC	TdC	PC	PdC	FC	FIC	LC	AC	DC	ZC	QC	SC		VC	WC
调节、变送	TCT	TdCT	PCT	PdCT	FCT		LCT	ACT	DCT	ZCT	QCT	SCT		VCT	WCT
自力式调节阀	TCV	TdCV	PCV	PdCV	FCV		LCV					SCV			
报警	TA	TdA	PA	PdA	FA	FIA	LA	AA	DA	ZA	QA	SA	UA	VA	WA
联锁、报警	TSA	TdSA	PSA	PdSA	FSA	FISA	LSA	ASA	DSA	ZSA	QSA	SSA	USA	VSA	WSA
积算指示					FqI (FQ)						QqI (QQ)				WqI (WQ)
开关	TS	TdS	PS	PdS	FS	FIS	LS	AS	DS	ZS	QS	SS		VS	WS
指示灯	TL	TdL	PL	PdL	FL	FIL	LL	AL	DL	ZL	QL	SL		VL	WL
多功能	TU	TdU	PU	PdU	FU	FIU	LU	AU	DU	ZU	QU	SU	UU	VU	WU
阀、挡板	TV	TdV	PV	PdV	FV	FIV	LV	AV	DV	ZV	QV	SV		VV	WV
继电器	TY	TdY	PY	PdY	FY	FY	LY	AY	DY	ZY	QY	SY	UY	VY	WY
	TW			FqA		流量积算报警		CJR				MR			水分或湿度记录
				FqY		流量积算继电器		CIA				MIC			水分或湿度指示调节
	HS			BE		火焰检测元件		CIS				MRC			水分或湿度记录调节
	HIC			BS		火焰检测开关		KI				QqIS			数量或件数积算指示开关
	PP			BA		火焰报警		KIC				QqSA			数量或件数积算联锁报警
	PH			CI		电导率指示		MT							
	FO			CE		电导率检测元件		MI				WqT			重量积算变送

其它

7. 仪表同时具有指示 (I) 和记录 (R) 功能时, 字母代号只写出 R, 不必再写出 I。

8. 后继字母 S 是指开关或联锁, 而 SA 是专指联锁加报警, 如果是经过开关触发报警, 则 S 可省略, 只写 A。

9. 在串级调节系统中, 执行器回路编号的第一个字母一般是按主要被调节量选用的。



10. 在回路编号的后继字母中, 仪表功能中的多笔记录应选用 R, 多点自动巡回记录或扫描应选用 JR。各种功能的自力式调节阀应选用 CV, 双通调节阀、三通调节阀及风门调节阀应选用 V。

11. 双支感温元件在图形符号上与单支的表示没有区别, 仅表示两支而已, 在设备明细表中应注意写法。如单支写为 TE-120 或 TE-120-1, 而双支则写成 TE-120-1/2 或 TE-120/121。

12. 对被测量值进行放大、衰减或线性化等组合单元时, 如放大器、开方器、阻尼器、缓冲器等, 在回路中一般可不表示, 但在设备明细中应列出。

13. 书中图形符号及文字代号是按 GB2625—81 制定的, 只表达仪表所处理的参量和功能, 不能说明仪表的具体名称、规格、型号等内容。因此, 检测、控制、调节系统图必须附有明细表, 详细说明仪表的名称、规格、型号以至厂家等内容。

(三) 仪表位号的书写规则

1. 在仪表圆圈中, 字母代号写在圆圈的上半圆中, 数字编号和尾缀写在下半圆中, 如就地仪表 , 盘上或柜内仪表 。

2. 其中数字编号的区域编号和回路编号应从 1 开始按序排列, 但中间可为空号, 不同被测量的仪表可合在一起统一连续排列回路编号。

3. 同一回路有 1 个以上相同字代号的仪表, 仪表的被测量及其功能相同, 则应在回路编号之后加大写英文字以示区分, 如 FT-201A、FT-201B 则表示回路中的两台流量变送器。

4. 不同区域的多个检测元件共用一台仪表时, 检测元件可略去区域编号, 并在回路编号后加短划线, 再加数字顺序号, 如 TE-25-1、TE-25-2 则表示回路中的两个温度检测元件。

5. 具有两个或多个被测量的仪表应给出全部仪表号位, 如附有压力记录 PR-104 的流量记录仪 FR-104, 应写为 FR-104/PR-104, 或写为 UR-104; 两笔压力记录仪应写为 PR-107A/PR-107B, 双支感温元件应写为 TE-109-1/109-2。

6. 当表示高、低、中时 (常用于报警、联锁), 一般是在仪表圆圈的右上方、右下方和左方中部写 H (高位)、L (低位)、M (中位), 或 HH (高高位) 和 LL (低低位)。其中 HH 表示有 H 和 HH, LL 表示有 L 和 LL, 当表示双重意义时, 则略去 H 或 L, 只标注 HH 或 LL。H 和 L 除上述意义外, 还用来表示阀或其他开关元件的状态, 其中 H 表示阀位于或趋于全开位置、开关闭合位置; L 表示阀位于或趋于全闭位、开关断开位置。

三、图形符号和仪表位号常用举例

这里将自动化仪表及装置的常用的图形符号画法、仪表号位表注列出, 供读者读图时参考, 见图 2-1~图 2-6。

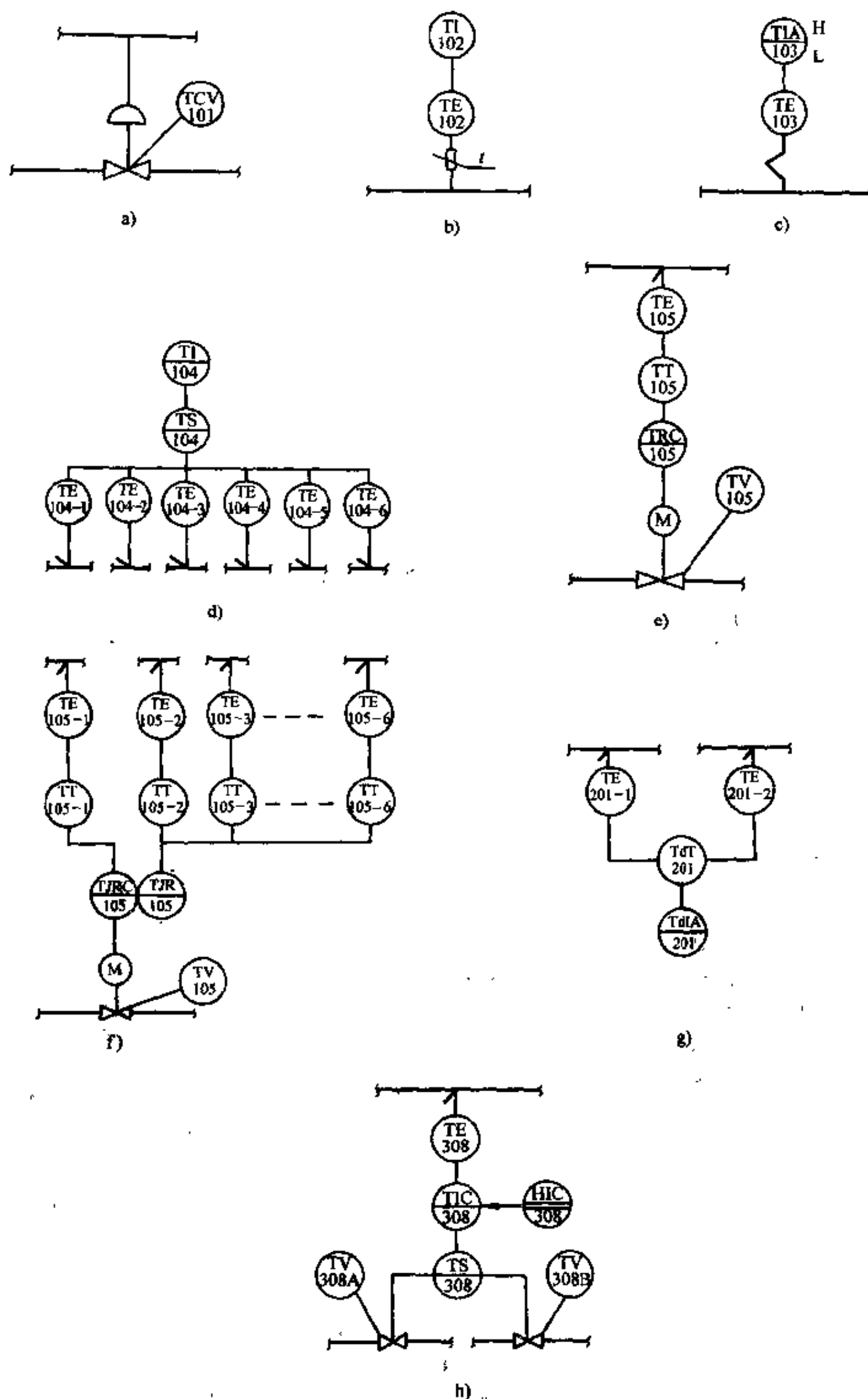


图 2-1 温度仪表常用图例

- a) 自力式温度调节阀 b) 温度指示 c) 温度指示带报警 d) 温度指示 (六点温度手动切换)
 e) 带变送器的温度指示、记录和调节 f) 带变送器的六点温度巡回记录, 其中1点带调节
 g) 温度指示带报警 (带变送器) h) 带手动切换的温度指示调节系统

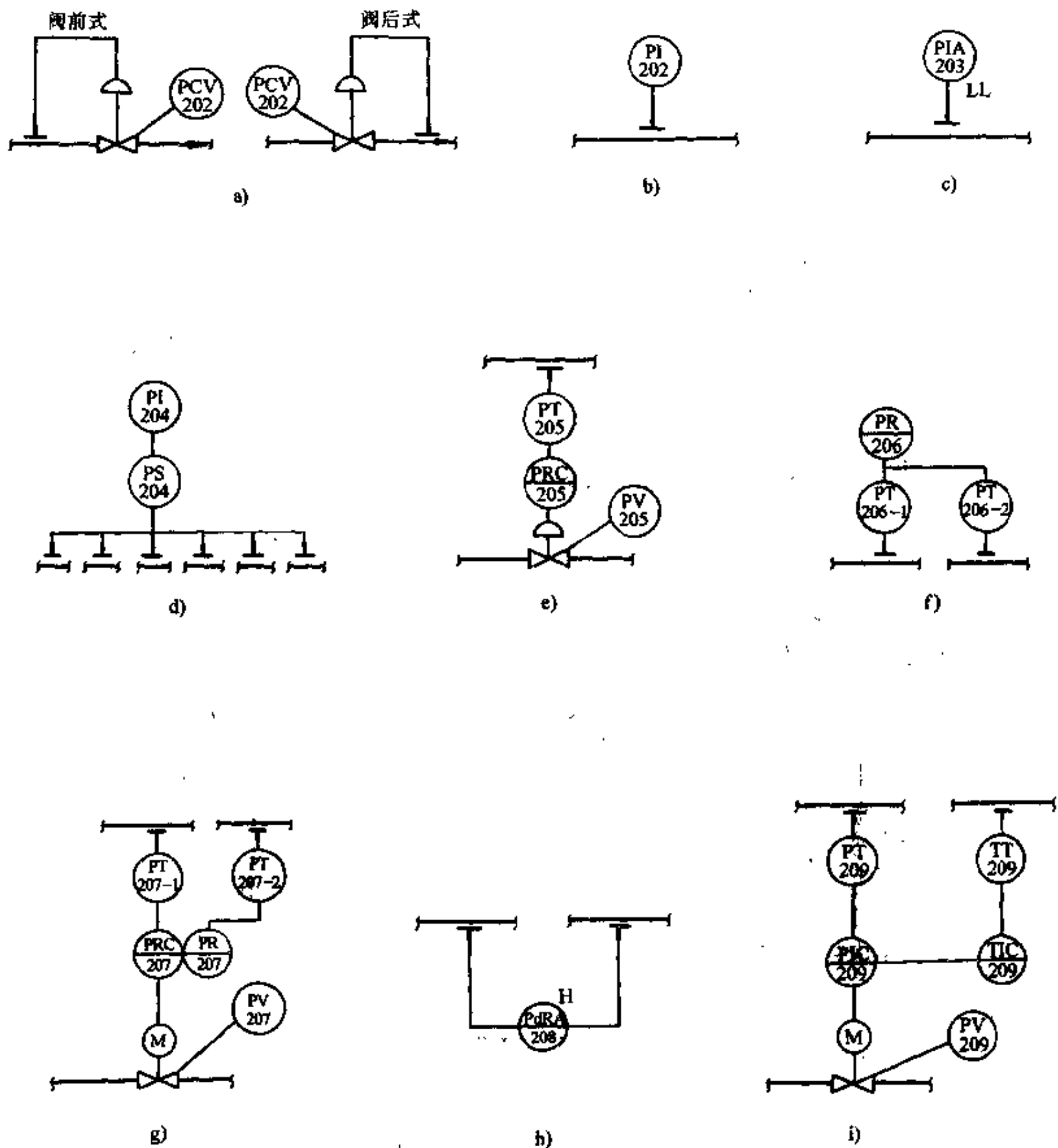


图 2-2 压力或真空常用图例

- a) 自力式压力调节阀 b) 压力 (或真空) 指示 c) 压力 (或真空) 指示带报警
 d) 压力 (或真空) 指示 (六点手动切换) e) 带变送器的压力 (或真空) 指示、记录、调节
 f) 带变送器的压力 (或真空) 双笔记录 g) 带变送器的压力 (或真空) 双笔记录其中 1 点带调节
 h) 压差记录带高位报警 i) 带变送器的温度、压力单级调节

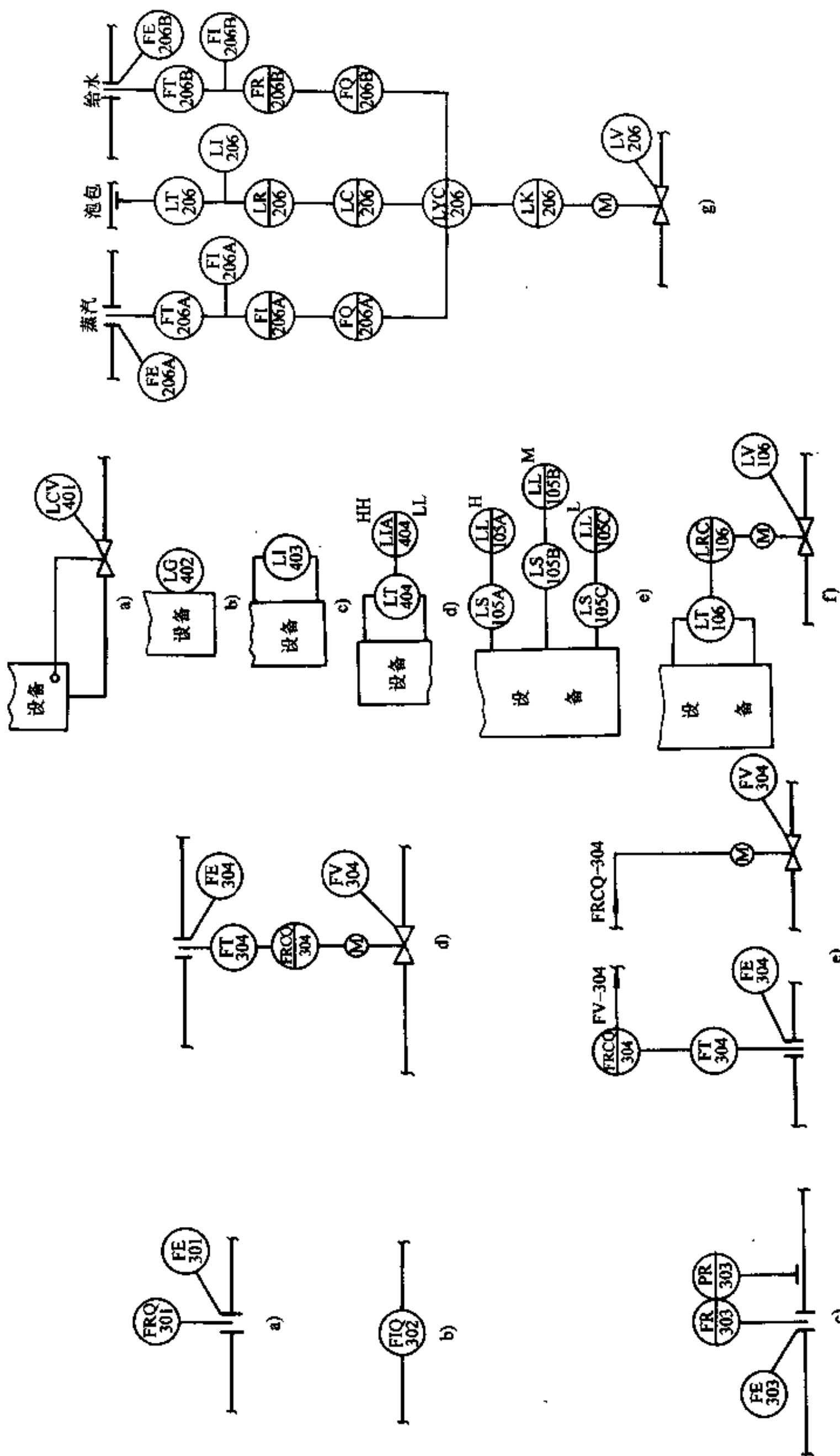


图 2-3 流量仪表常用图例

a) 流量记录带积算 b) 就地安装流量指示带积算 c) 流量、压力双笔记录
d) 带变送器的流量记录、积算和调节 e) 同 d), 但不在同一张图样的表示方法

图 2-4 液位仪表常用图例

a) 机械联动自力式液位调节 b) 设备外壁上的玻璃液位计
c) 设备外壁的玻璃(或磁性)液位计
d) 带变送器的液位指示和高、低报警 e) 液位高度指示灯
f) 带变送器的液位指示、记录和调节 g) 三冲量锅炉汽包水位调节

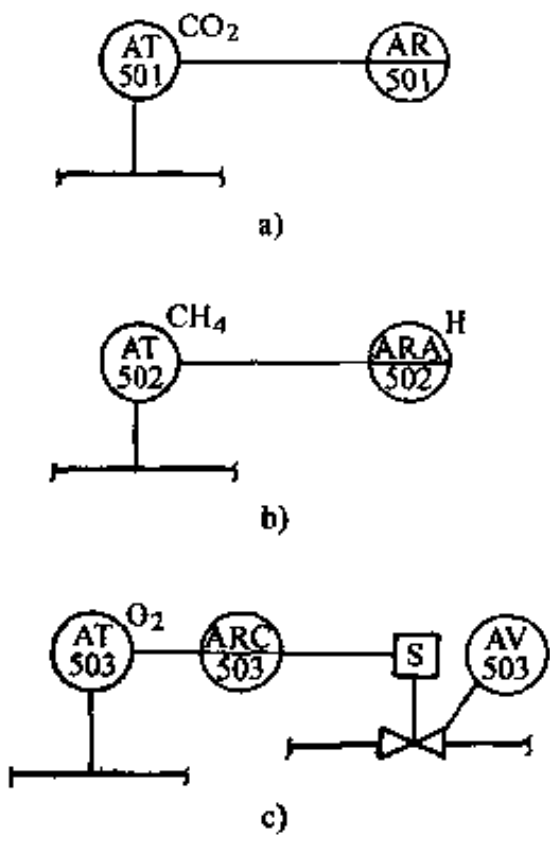


图 2-5 分析仪表常用图例
 a) 带变送器的分析记录
 b) 带变送器的分析记录和报警
 c) 带变送器的分析记录调节

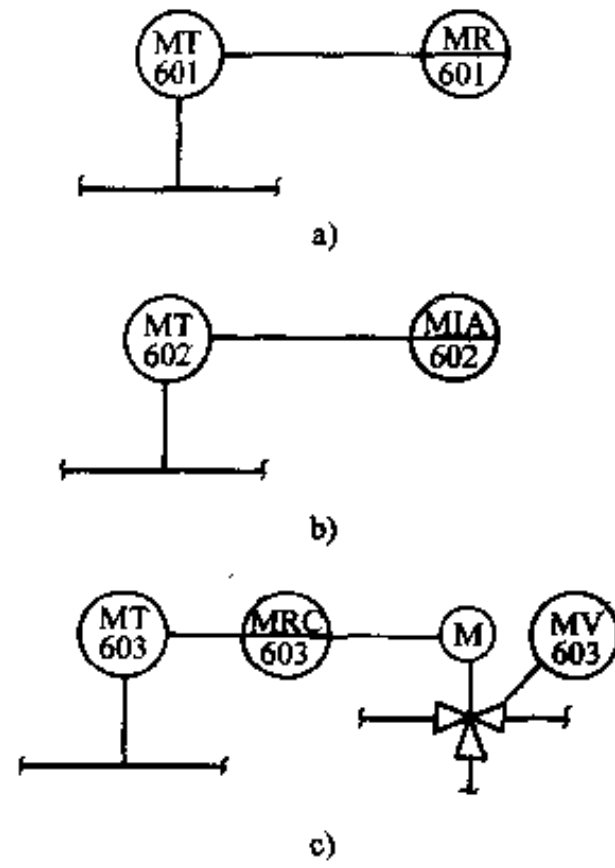


图 2-6 水分或湿度仪表用图例
 a) 带变送器的水分(或湿度)指示和调节
 b) 带变送器的相对湿度指示和报警
 c) 带变送器的相对湿度记录 and 调节

第 3 章 一般民用住宅电气线路的识读

民用住宅通常分三种类型，即一般平房、住宅楼、高层建筑，其中住宅楼指 2~7 层的住宅楼房，但是它最具有代表性，掌握了住宅楼的电气线路，对于平房和高层建筑住宅的电气线路也就基本掌握了。民用住宅楼的电气线路较为简单，一般包括照明、电话、有线电视，较高级的住宅还有空调、火灾自动报警及自动消防系统、防盗保安系统、电子监控系统及其附属的动力装置等。

第一节 一般住宅的电气线路

这里我们以某建筑设计院为某制氧机厂设计的住宅楼电气线路为例，说明其读图方法。

表 3-1 是该项工程的图纸目录，从目录可知该住宅楼的电气线路主要包括照明、电话、有线电视及防雷四部分。

表 3-1 图样目录 (格式)

××市设计院		图样目录		工程编号		
		工程名称	××制氧机厂		98-046	
1998年8月14日		项 目	住宅楼		共1页第1页	
序号	图别图号	图 纸 名 称	采用标准图或重复使用图		图纸尺寸	备 注
			图集编号或工程编号	图别图号		
1	电施 1/12	说明 设备材料表			2#	
2	电施 2/12	底层组合平面图			2#加长	
3	电施 3/12	配电系统图			2#加长	
4	电施 4/12	BA型标准层照明平面图			2#加长	
5	电施 5/12	BA型标准层弱电平面图			2#加长	
6	电施 6/12	B型标准层照明平面图			2#	
7	电施 7/12	B型标准层弱电平面图			2#	
8	电施 8/12	C型标准层照明平面图			2#	
9	电施 9/12	C型标准层弱电平面图			2#	
10	电施 10/12	地下室照明平面图			2#加长	
11	电施 11/12	屋顶防雷平面图			2#加长	
12	电施 12/12	CATV系统图				
		电话系统图			2#	

审查

校对

填表人

表 3-2 是该项工程的设备材料表及设计说明,表达了主要设备的规格型号、安装方式及标高,说明了系统的基本概况及保安方式。我们可知系统采用三相四线制进线,进线后采用三相五线制。这里我们要注意到,重复接地和防雷接地是利用基础地梁内的主钢筋为接地极的,其引线必须与主筋可靠焊接,同时防雷的避雷带的引下线是利用结构柱内的主钢筋作为引下线的。重复接地和保护接地共用同一接地极,接地电阻不应大于 4Ω ,否则应补打接地极。有关照明配电箱内的开关设备、计量仪表的规格型号表中没有说明,但在配电系统图中做了详尽说明。

表 3-2 设备材料表

图例	设备名称	设备型号	单位	备注
	照明配电箱	XRB03-G1(A) 改	个	底距地 1.4m 暗装
	照明配电箱	XRB03-G2(B) 改	个	底距地 1.4m 暗装
	荧光灯	30W	套	距地 2.2m 安装
	荧光灯	20W	套	距地 2.2m 安装
③	环型荧光吸顶灯	32W	套	吸顶安装
①	玻璃罩吸顶灯	40W	套	吸顶安装
②	平盘灯	40W	套	吸顶安装
⊗	平灯口	40W	套	吸顶安装
	二联单控翘板开关	P86K21-10	个	距地 1.4m 暗装
	二极扁圆两用插座	P86Z223A10	个	除卫生间、厨房阳台插座安装高度为 1.6m 外其他插座安装高度均为 0.3m,卫生间插座采用防溅型
	单联单控翘板防溅开关	P86K21F-10	个	距地 1.4m 暗装
	单联单控翘板开关	P86K11-10	个	距地 1.4m 暗装
	拉线开关	220V 4A	个	距顶 0.3m
	光声控开关	P86KSGY	个	距顶 1.3m 暗装
	电话组线箱	ST0-10 ST0-30	个	底距地 0.5m
	电话过路接线盒	146HS60	个	底距地 0.5m
	电视前端箱	400×400×180	个	距地 2.2m 暗装
	分支器盒	200×200×180	个	距地 2.2m 暗装
Ⓣ	电话出线座	P86ZD-I	个	距地 0.3m 暗装
Ⓣ	有线电视出线座	P86ZTV-I	个	距地 0.3m 暗装
	二极扁圆两用插座	220V 10A	个	距地 2.3m 安装
	接地母线	-40x4 镀锌扁钢或基础梁内主筋	m	
	避雷带	φ8 镀锌圆钢	m	
	管内导线	BX35mm ² BX25mm ²	m	
	管内导线	BV35mm ² BV25mm ² BV10mm ²	m	

(续)

图例	设备名称	设备型号	单位	备注
	管内导线	BV2.5mm ²	m	
	电话电缆	HYV (2x0.5) x10	m	
	电话电缆	HYV (2x0.5) x20	m	
	电视电缆	SYV-75-9	m	
	电视电缆	SYV-75-5	m	
	电话线	RVB (2x0.2)	m	
	焊接钢管	SC50 SC32 SC25	m	
	PVC 阻燃塑料管	PVC15	m	

设计说明:

1. 土建概况: 本工程为砖混结构, 标准层层高 2.8m。
2. 供电方式: 本工程电源为三相四线架空引入, 引自外电杆, 电压 380/220V。
3. 导线敷设: 采用焊接钢管或 PVC 管在墙、楼板内暗敷, 图中未注明处为 BV (3x2.5) SC15 或 BV (3x2.5) PVC150 相序分配上 1~2 层为 A 相, 3~4 层为 B 相、5~6 层为 C 相。
4. 保护: 本工程采用 TN-C-S 制, 电源在进户总箱重复接地。利用基础地梁做接地极接地电阻不大于 4Ω, 否则补打接地极。所有配电箱外壳, 穿线钢管均应可靠接地。
5. 防雷: 屋顶四周做避雷带, 并利用图中所示结构柱内两根主筋做引下线, 顶部与避雷带焊接, 底部与基础地梁焊为一体, 实测接地电阻不大于 4Ω, 否则补打接地极。
6. 电话及电视: 电话采用架空引入, 电话干线采用电缆, 分支线采用 RVB (2x0.2) 型电话线, 有线电视采用架空引入, 各层设置分支器盒, 有线电视干线采用 SYV-75-9 型电缆, 分支线采用 SYV-75-5 型电缆。
7. 其他: (1) 本工程做法均参见《建筑电气通用图集》。
(2) 施工中应密切配合土建、设备等其他专业, 做好预埋及孔洞预留工作。

一、配电系统图的识读

图 3-1 是该照明电路的系统图。

(一) 系统特点

系统采用三相四线制, 架空引入, 导线为三根 35mm² 加一根 25mm² 的橡皮绝缘铜线 (BX) 引入后穿直径为 50mm 的水煤气管 (SC) 埋地板 (FC), 引入到第一单元的总配电箱。第二单元总配电箱的电源是由第一单元总配电箱经导线穿埋地板引入的, 导线为三根 35mm² 加两根 25mm² 的塑料绝缘铜线 (BV), 35mm² 的导线为相线, 25mm² 的导线一根为工作零线, 一根为保护零线。穿管均为直径 50mm 的水煤气管。其它三个单元总配电箱的电源的取得与上述相同, 见图 3-2。

这里需要说明一点, 经重复接地后的工作零线引入第一单元总配电箱后, 必须在该箱内设置两组接线板, 一组为工作零线接线板, 各个单元回路的工作零线必须由此接出, 另一组为保护零线接线板, 各个单元回路的保护零线必须由此接出, 两组接线板的接线不得接错, 不得混接。最后将这两组接线板的第一个端子用 25mm² 的铜线可靠的连接起来。这样, 就形成了说明中要求的 TN-C-S 保护方式。

(二) 照明配电箱

照明配电箱分两种, 首层采用 XRB03-G1 (A) 型改制, 其它层采用 XRB03-G2 (B) 型改制, 其主要区别是前者有单元的总计量电能表, 并增加了地下室照明和楼梯间照明回路。

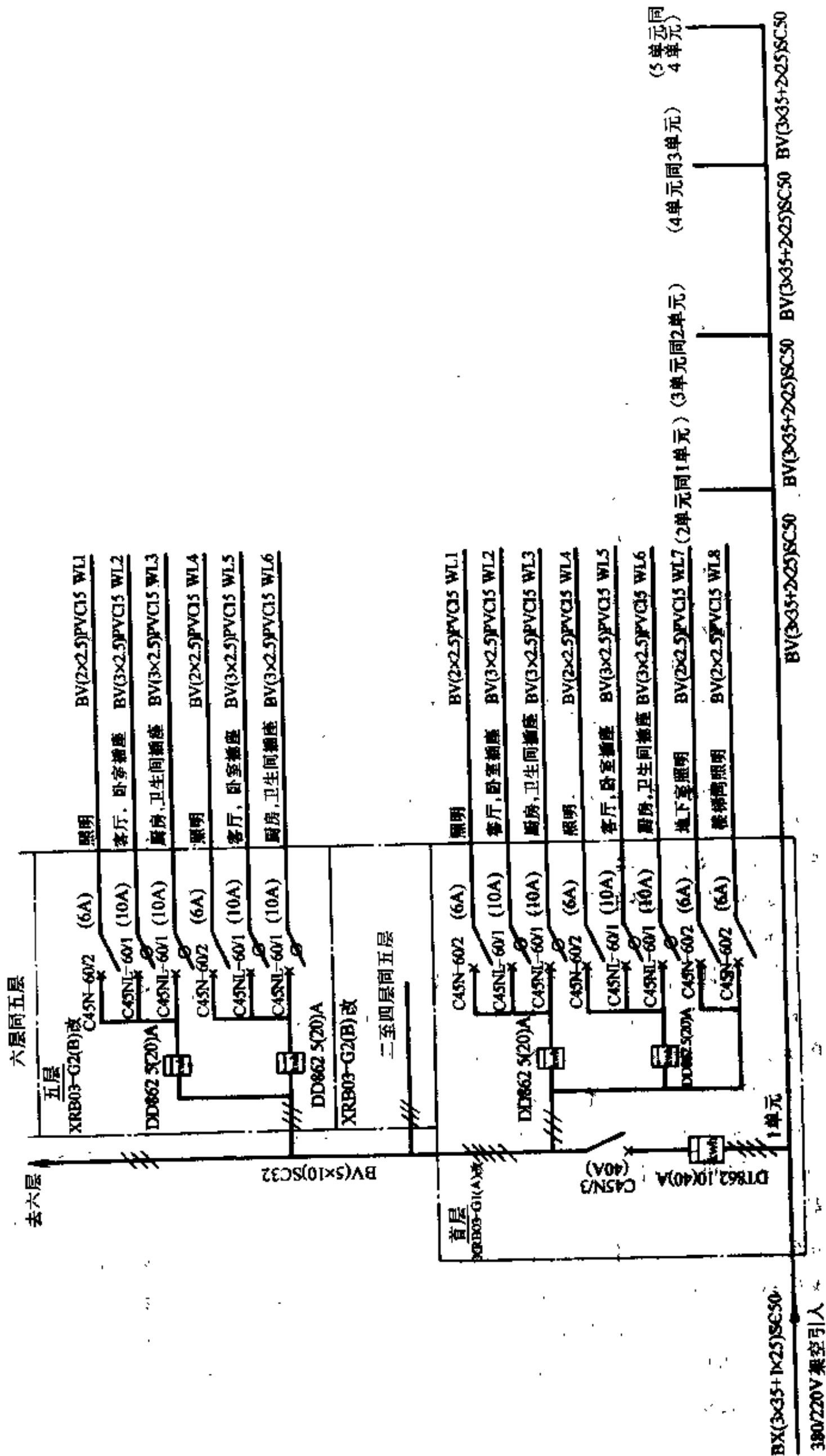


图 3-1 照明配电系统图

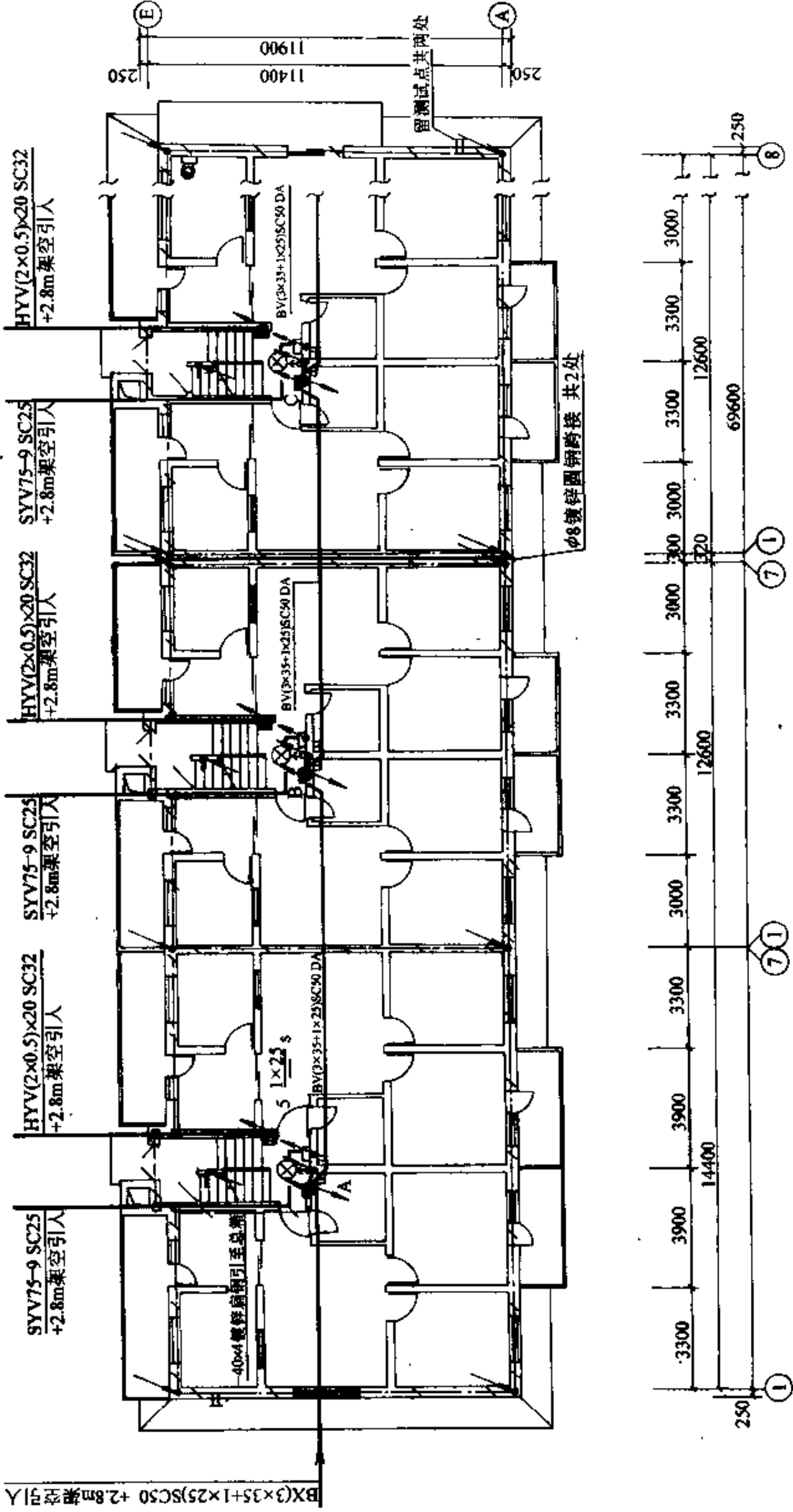


图 3-2 底层组合平面图

1. XRB03-G1 (A) 型配电箱配备三相四线总电能表一块, 型号 DT862-10 (40) A, 额定电流 10A, 最大负载 40A; 配备总控三极空气开关一块, 型号 C45N/3 (40A), 整定电流 40A。该箱有三个回路, 其中两个配备电能表的回路分别是供首层两个住户使用的, 另一个没有配备电能表的回路是供该单元各层楼梯间及地下室公用照明使用的。

其中供住户使用的回路, 配备单相电能表一块, 型号 DD862-5 (20) A, 额定电流 5A, 最大负载 20A, 不设总开关。每个回路又分三个支路, 分别供照明、客厅及卧室插座、厨房及卫生间插座, 支路标号为 WL1~WL6。照明支路设双极空气开关作为控制和保护用, 型号 C45N-60/2, 整定电流 6A; 另外两个插座支路均设单极空气漏电开关作为控制和保护用, 型号 C45NL-60/1, 整定电流 10A。公用照明回路分两个支路, 分别供地下室和楼梯间照明用, 支路标号为 WL7 和 WL8。每个支路均设双极空气开关作为控制和保护, 型号为 CN45-60/2, 整定电流 6A。

从配电箱引自各个支路的导线均采用塑料绝缘铜线穿阻燃塑料管 (PVC), 保护管径 15mm, 其中照明支路均为两根 2.5mm^2 的导线 (一零一火), 而插座支路均为三根 2.5mm^2 的导线, 即相线、工作零线、保护零线各一根。

2. XRB03-G2 (B) 型配电箱不设总电能表, 只分两个回路, 供每层的两个住户使用, 每个回路又分三个支路, 其它内容与 XRB03-G1 (A) 型相同。

3. 该住宅为 6 层, 相序分配上 A 相 1~2 层, B 相 3~4 层, C 相 5~6 层, 因此由一层到六层垂直管路内导线是这样分配的:

- (1) 进户四根线, 三根相线一根工作零线;
- (2) 1~2 层管内五根线, 三根相线, 一根工作零线, 一根保护零线;
- (3) 2~3 层管内四根线, 二根相线 (B、C), 一根工作零线, 一根保护零线;
- (4) 3~4 层管内四根线, 二根相线 (B、C), 一根工作零线, 一根保护零线;
- (5) 4~5 层管内三根线, 一根相线 (C), 一根工作零线, 一根保护零线;
- (6) 5~6 层管内三根线, 一根相线 (C), 一根工作零线, 一根保护零线。

这样需要说明一点, 如果支路采用金属保护管, 管内的保护零线可以省掉, 而利用金属管路作为保护零线。

二、平面图的识读

(一) 底层组合平面图

图 3-2 为该电气线路的组合平面图, 是一附加图, 主要说明电源引入、电话线引入、有线电视引入以及楼梯间管线引上引下的, 仅以某一单元为例加以说明, 见图 3-2 左侧第一单元。

1. 电源的引入是在标高 2.8m 处架空引入的, 然后埋地板引到楼梯间的总配电箱 A 内。由 A 箱引出三个回路, 其中引上 (↗) 是由首层引至二层配电箱的电源, 引下 (↘) 是由首层引至地下室照明的电源, 引至声控开关 (♂) 是楼梯照明的电源, 同时由声控开关处上引至上层楼梯照明处, 然后再引至上层直到顶层。这个声控开关就是这层楼梯照明的开关。楼梯间照明共为 5 盏平灯口灯吸顶安装, 每层一盏, 每盏 25W。

这里还有一个引出回路, 就是经楼板穿管后引至相邻单元总照明箱的电源, 在系统图中已进行了说明。

2. 单元入口处的地下室门口有一拉线开关 (♀) 并标有由下引来的符号 ↙, 这是地下室

进口处照明灯的开关，导线是穿管由下引来的。

3. 单元入口处的左隔墙上标有有线电视电缆的引入，标高 2.8m，用同轴电缆穿水煤气管埋楼板引入至楼梯间声控开关右侧的前端箱内，这里标有向上引的符号 \nearrow ，表示由此向上层同样位置引管，然后再引管直至顶层。引入电缆采用 SYV75-9 同轴电缆，穿管采用水煤气管，直径 25mm。

4. 单元入口处的右隔墙上标有外线电话电缆的引入，标高 2.8m，用电话电缆穿管理楼板引入至楼梯间入口处的电话组线箱内，同样标有向上引的符号，表示由此向上层同样位置引管，然后再引管直到顶层。引入电缆采用 HYV (2×0.5)×20 电话电缆，20 对线，线芯直径 0.5mm，穿管采用水煤气管，直径 32mm。

5. 墙体四周标有 \nearrow 符号共 14 处，表示柱内主钢筋为接地避雷引下线，主筋连接必须电焊可靠。在伸缩缝处应用 $\phi 8$ 镀锌圆钢焊接跨接。

6. 左、右边墙上留有接地测试点各一处，一般用铁盒装饰。

(二) 标准层照明平面图

按图 3-2 可知，该楼分五个单元，其中中间三个单元的开间尺寸及布置相同，两个边单元各不相同，并与中间单元开间布置不同，因此，五个单元照明平面图只有三种布置，现以右边单元 BA 型标准层照明平面图为例，说明照明平面图的识读，见图 3-3。

1. 左侧①~④轴房号

(1) 根据设计说明中的要求，图中所有管线均采用焊接钢管或 PVC 阻燃塑料管沿墙或楼板内敷设，管径 15mm，采用塑料绝缘铜线，截面积 2.5mm^2 ，管内导线根数按图中标注，在黑线（表示管线）上没有标注的均为两根导线，凡用斜线标注的应按斜线标注的根数计，如 \diagup 即为三根导线。

(2) 电源是从楼梯间的照明配电箱 E 引入的，共有三个支路，即 WL_1 、 WL_2 、 WL_3 ，这和系统图是对应的，但是其中 WL_3 引出两个分路，一是引至卫生间的 \bullet （二三极扁圆两用插座）上，图中的标注是经 1/B 轴用直角引至 B 轴上的，实际中这根管是由 E 箱直接引至插座上去的，不必有直角弯。另一是经③轴沿墙引至厨房的两个插座，③轴内侧一只，D 轴外侧阳台一只，实际工程也应为直接埋楼板引去，不必沿墙拐直角弯引去。按照设计说明的要求，这三只插座的安装高度为 1.6m，且卫生间应采用防溅式，全部暗装。

(3) WL_1 支路引出后的第一接线点是卫生间的玻璃罩吸顶灯 ($\textcircled{1}^{\#}$) 40W、吸顶安装，标注为 $3 \frac{1 \times 40}{\text{—}}\text{S}$ ，这里的 3 是与相邻房号卫生间共同标注的。然后再从这里分散出去，共有三个分路，即 WL_{1-1} 、 WL_{1-2} 、 WL_{1-3} 。我们注意到这里还有引至卫生间入口处的一管线，接至单联单控翘板防溅开关 (σ) 上，这一管线不能做为一分路，因为它只是控制 1# 灯的一开关。该开关暗装，标高 1.4m，图中标注的三根导线，其中一根为保护线。

1) WL_{1-1} 分路是引至 A-B 轴卧室照明的电源，在这里 3# 又分散出，共有两个分支路，其中一路是引至另一卧室荧光灯 (—) 的电源，另一路是引至阳台平灯口吸顶灯 (\otimes) 的电源。 WL_{1-1} 分路的三个房间的入口处，均有一单联单控翘板开关 (σ)，控制线由灯盒处引来，分别控制各灯。其中荧光灯为 30W，吊高 2.2m，链吊安装 (ch)，标注为 $4 \frac{1 \times 30}{2.2}\text{ch}$ ，

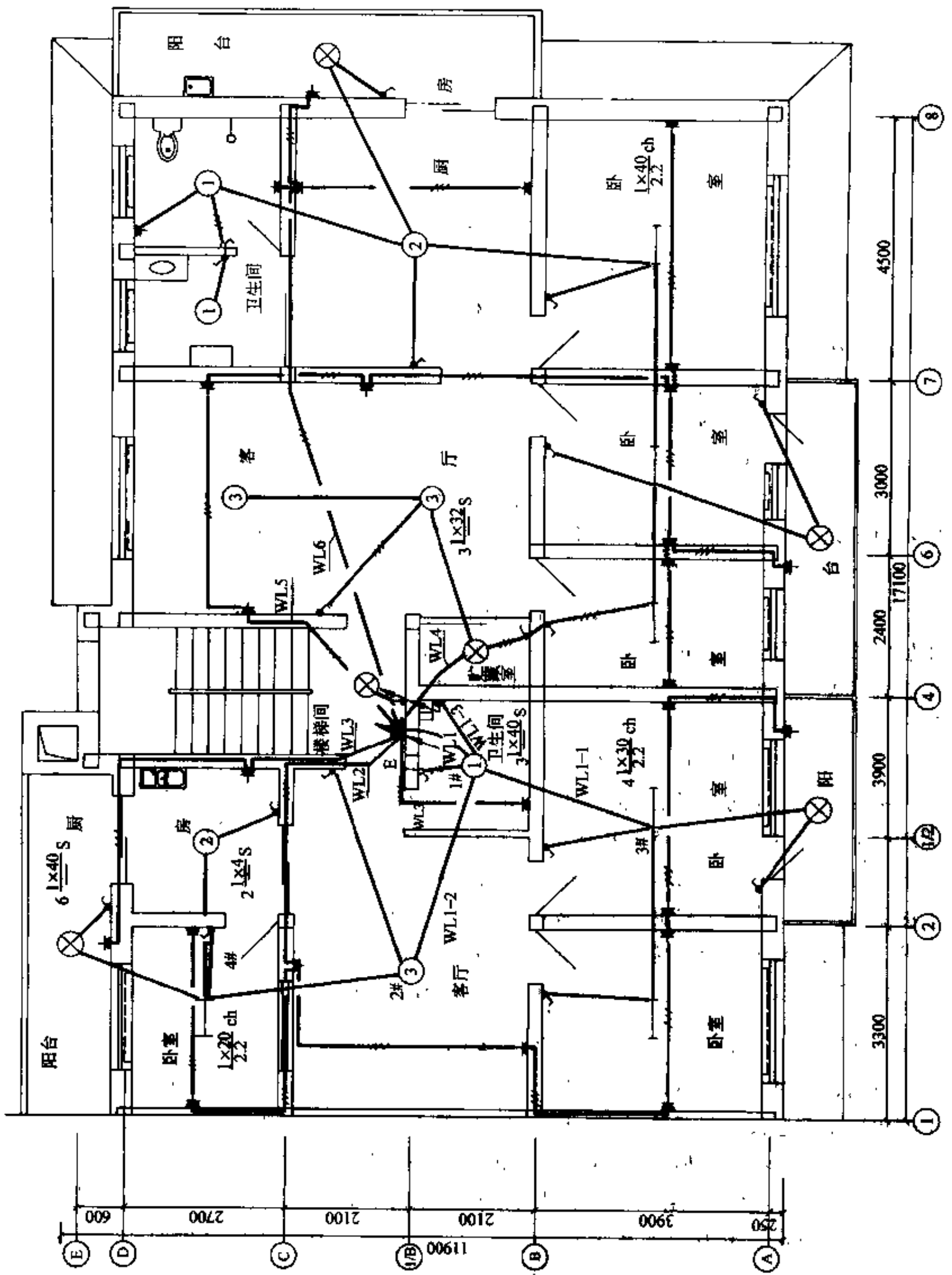


图 3-3 BA 型标准层照明平面图

这里的4是与相邻房号共同标注的；而阳台平灯口吸灯为40W，吸顶安装，标注为 $6 \frac{1 \times 40}{\text{—}}$ S，这标注在 WL_{1-2} 分路的阳台上，见该图左上角D-E轴的阳台。而单控翘板开关均为暗装，标高1.4m。这里的6包括贮藏室和楼梯间的吸顶灯。

2) WL_{1-2} 分路是引至客厅、厨房及C-E轴卧室及阳台的电源。其中，客厅为一环型荧光吸顶灯③^{2#}，32W，吸顶安装，标注为 $3 \frac{1 \times 32}{\text{—}}$ S，这个标注写在相邻房号的客厅内。这吸顶灯的控制为一单联单控翘板开关，安装于进口处，暗装，同前。从2[#]灯将电源引至C-D轴的卧室一荧光灯处，该灯20W，吊高2.2m，链吊，其控制为门口处的单联单控翘板开关，暗装同前。从该灯4[#]又将电源引至阳台和厨房，阳台灯具同前阳台，厨房灯具为一平盘吸顶灯，40W，吸顶安装，标注为 $2 \frac{1 \times 40}{\text{—}}$ S，又为共同标注，控制开关于入口处，安装同前。

3) WL_{1-3} 分路是引至卫生间本室内④轴的二级扁圆两用插座■暗装，安装高度2.3m（为了与另一插座取得一致，应为1.6m）。

由上分析可知，1[#]、2[#]、3[#]、4[#]灯处有两个用途，一是安装本身的灯具，二是将电源分散出去，起到分线盒的作用，这在照明电路中最常用的。再者从灯具标注上看，同一张图样上同类灯具的标注可只标注一处，这在识读中要注意。

(4) WL_2 支路引出后沿③轴、C轴、①轴及楼板引至客厅和卧室的二三极两用插座上，实际工程均为埋楼板直线引入，没有沿墙直角弯，只有相邻且于同一墙上安装时，才在墙内敷设管路见⑦轴墙上插座。插座回路均为三线（一相线、一保护线、一工作零线），全部暗装，安装高度厨房和阳台为1.6m，卧室均为0.3m。

(5) 楼梯间照明为40W平灯口吸顶安装，声控开关距顶0.3m；配电箱暗装，下皮距地面1.4m。

2. 右侧④~⑧轴房号的线路布置及安装方式基本与①~④轴相同，只是灯具及管线较多而已，需要说明一点的就是于1/7轴上的两只翘板开关对应安装，标高一致即可。

综上所述，可以明确看出，标注在同一张图样上的管线，凡是照明及其开关的管线均是由照明箱引出后上翻至该层顶板上敷设安装，并由顶板再引下至开关上；而插座的管线均是由照明箱引出后下翻至该层地板上敷设安装，并由地板上翻引至插座上，只有从照明回路引出的插座才从顶板上引下至插座处。

图3-4和图3-5是该楼C型标准层和B型标准层的照明平面图，读者可自行分析，方法与BA型基本相同。为了进一步说明插座回路应尽量减少直角管线，我们在图中做了部分修改，请读者注意左右对照。

(三) 地下室照明平面图

图3-6是该楼地下室照明平面图，由图可知，地下室也分五个单元，仅以BA型为例进行说明。

电源的引入是从一层楼梯间总照明配电箱引入的，见图中走廊墙上由上向下引入的标注(✓)，这与图3-1~图3-2是对应的。电源是引入在这里设置的一个接线盒，盒暗装距顶0.15m，然后从该盒将电源分为两个支路，一个是走廊的三盏平顶口吸顶灯，其控制开关是由设在④轴墙上的管引至地下室入口处且上翻至门口开关的（见图3-2）。另一个支路是先

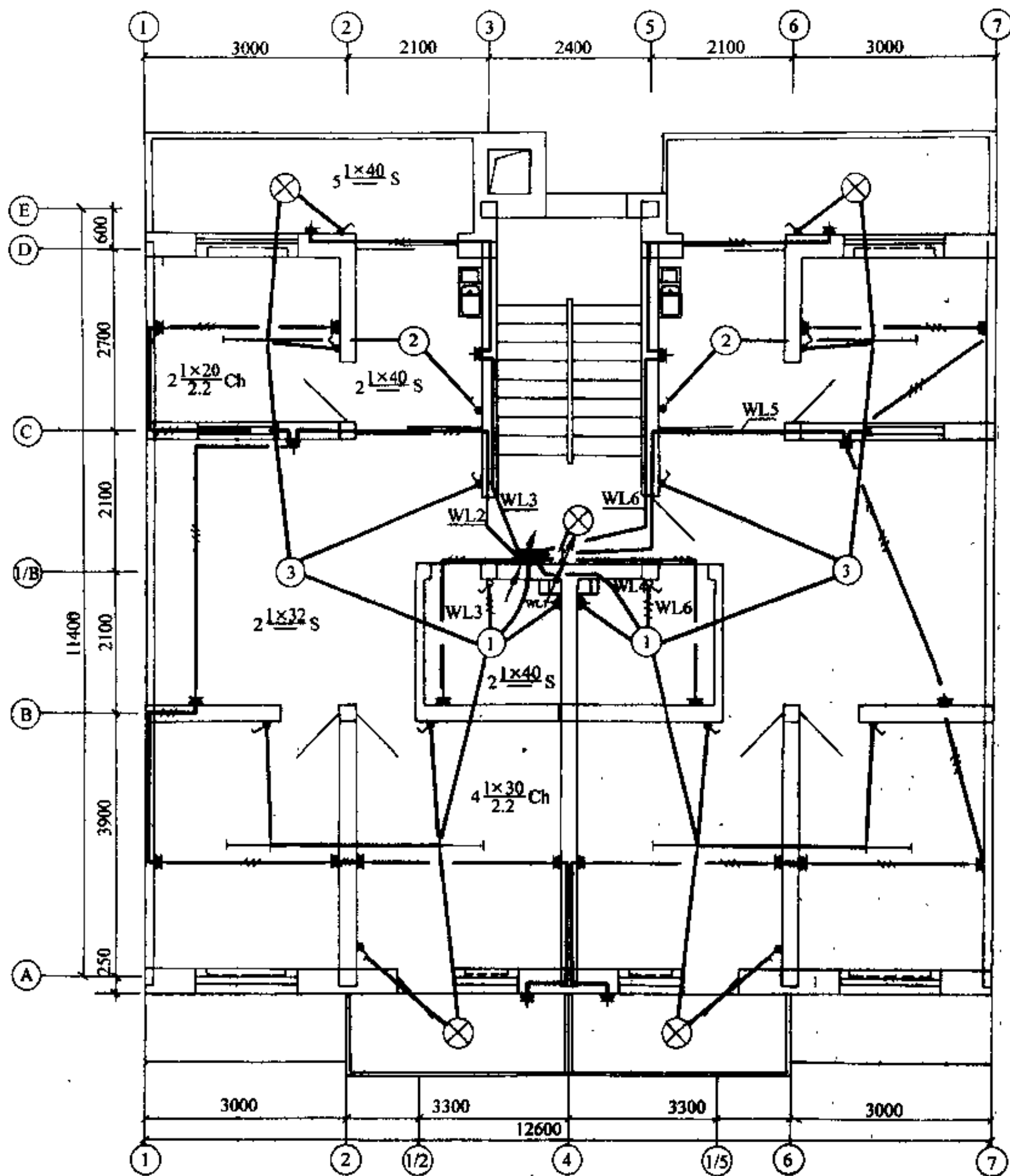


图 3-4 C型标准层照明平面图

引至1#地下室，然后再从1#引至2#，从2#再引至其它各室，每室均在门口开门处设置拉线开关（ \uparrow ），一般明装，距顶0.15m。所有的管线均采用BV（ 3×2.5 ）穿钢管暗设于顶板内，管径15mm，灯具标注为 $18 \frac{1 \times 25}{-} S$ ，即共18盏，每盏25W，吸顶安装。其它单元与之基本相同，可自行分析。

三、弱电系统图样的识读

该住宅楼弱电只包括电话和有线电视，且均为直接使用，没有机房设备，因此较为简单。

（一）系统图

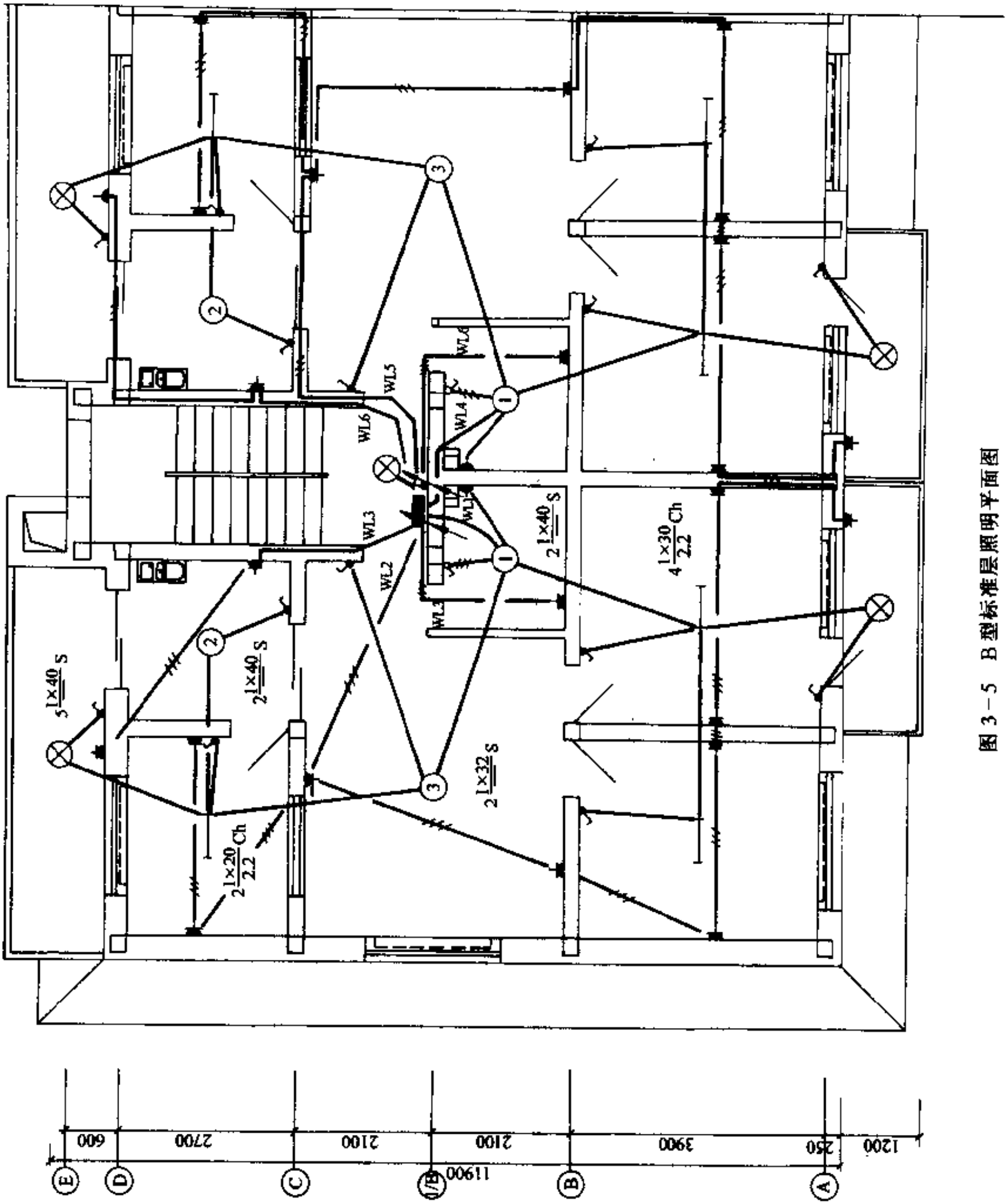


图 3-5 B 型标准层照明平面图

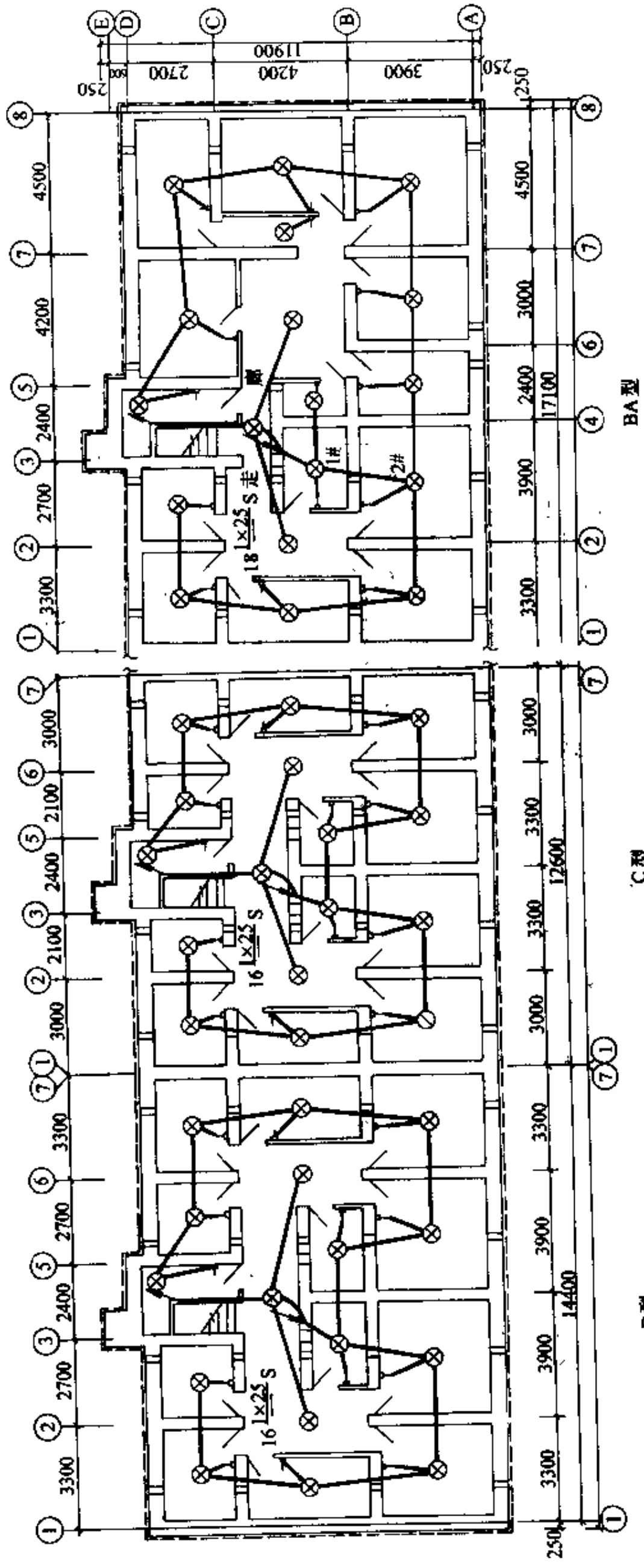


图 3-6 地下室照明平面图

图 3-7 和图 3-8，分别是有线电视系统图和电话系统图。

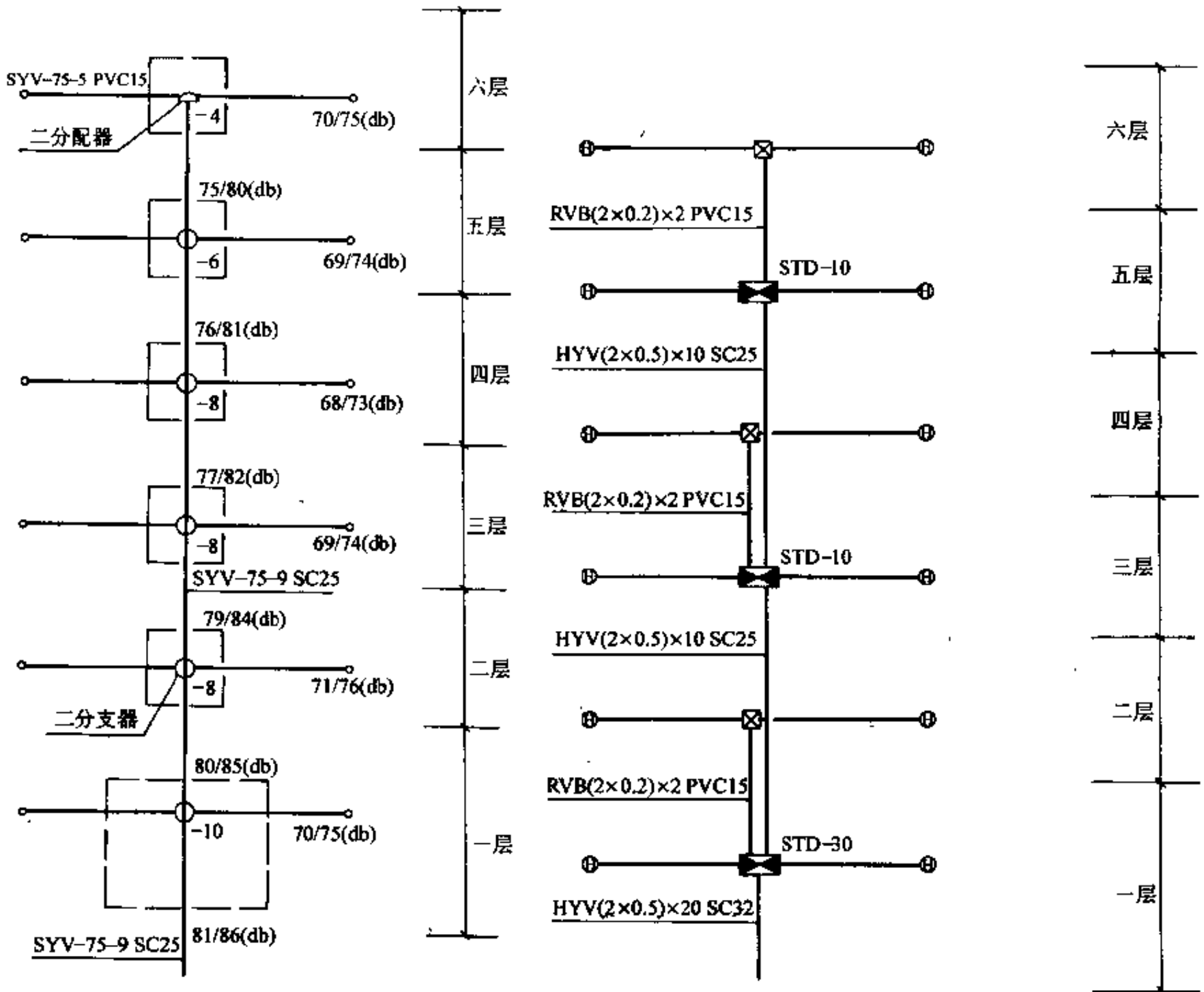


图 3-7 有线电视系统图

图 3-8 电话系统图

1. 由图 3-7 可知，有线电视的信号用 SYV-75-9 同轴电缆架空引入后穿管引至前端箱，引入信号的电平为 81/86dB，分子表示低频道电平值，分母表示高频道电平值，其电缆衰减为 1dB，即前端的输出为 80/85dB，其前端插接损耗为 10dB，即一层用户电平为 70/75dB，用户端电平标准规定为 70 ± 5 dB，因此可正常收看。

由一层前端到二楼二分支器为 SYV-75-9 同轴电缆穿管垂直敷设，电缆衰减为 1dB，则二分支器输出为 79/84dB，二分支器插接损耗为 8dB，二层用户电平为 71/76dB。

由二楼到五楼二分支器输出电平分别为 77/82、76/81、75/80dB，用户电平分别为 69/74、68/73、69/74dB。

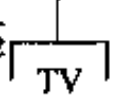
六楼二分配器损耗为 4dB，电缆损耗为 1dB，因此用户电平为 70/75dB。

每层均为两个用户，其接收终端电平均在标准允许范围以内。

2. 由图 3-8 可知，电话线路由 HYV 电话电缆架空引入后穿管引至一层的电话组线箱，STD 这个组线箱有四个作用，一是一层用户的接线箱，二是二层用户的分线箱（由此引至二层的过路接线盒），三是三层组线箱的接线箱，四是架空引入接线箱。三层和五层设置的组线箱与此基本相同。干线电缆使用 HYV(2x0.5)x10 电话电缆，穿焊接钢管，管径 25mm，垂直埋墙敷设，支线使用 RVB(2x0.2)x2 电话电线，穿管埋墙敷设、管为 PVC

阻燃塑料管，管径 15mm。

(二) 平面图

图 3-9、图 3-10、图 3-11 分别是 BA 型、C 型、B 型标准层弱电系统图。仅以图 3-9 为例说明，由图可知，设在楼梯间的电缆电视前端箱 ZTV 暗装于 1/B 轴的墙上，下皮距地 2.2m，管线由下引来并再引上 (/)，一层 ZTV 管线由 2.8m 标高处引入后经一层顶板到 1/B 轴处再下翻引入箱内，二层的 ZTV 管线由一层的 ZTV 前端箱顶部引出经一层顶板到二层的 1/B 轴 2.2m 处引入箱内。由箱内引出只有两个用户插座 ，用 SYV-75-5 同轴电缆穿 PVC 管径 1/B 轴的墙体及地板引至用户插座，管径 15mm，用户插座暗装，距地面 0.3m，分别位于客厅的 B 轴和 ⑤轴上。同样指出，这一管线不应有直角弯，应直线引入，这里不做修改，可参见图 3-4 和图 3-5。三层的引入同上，直到顶层。

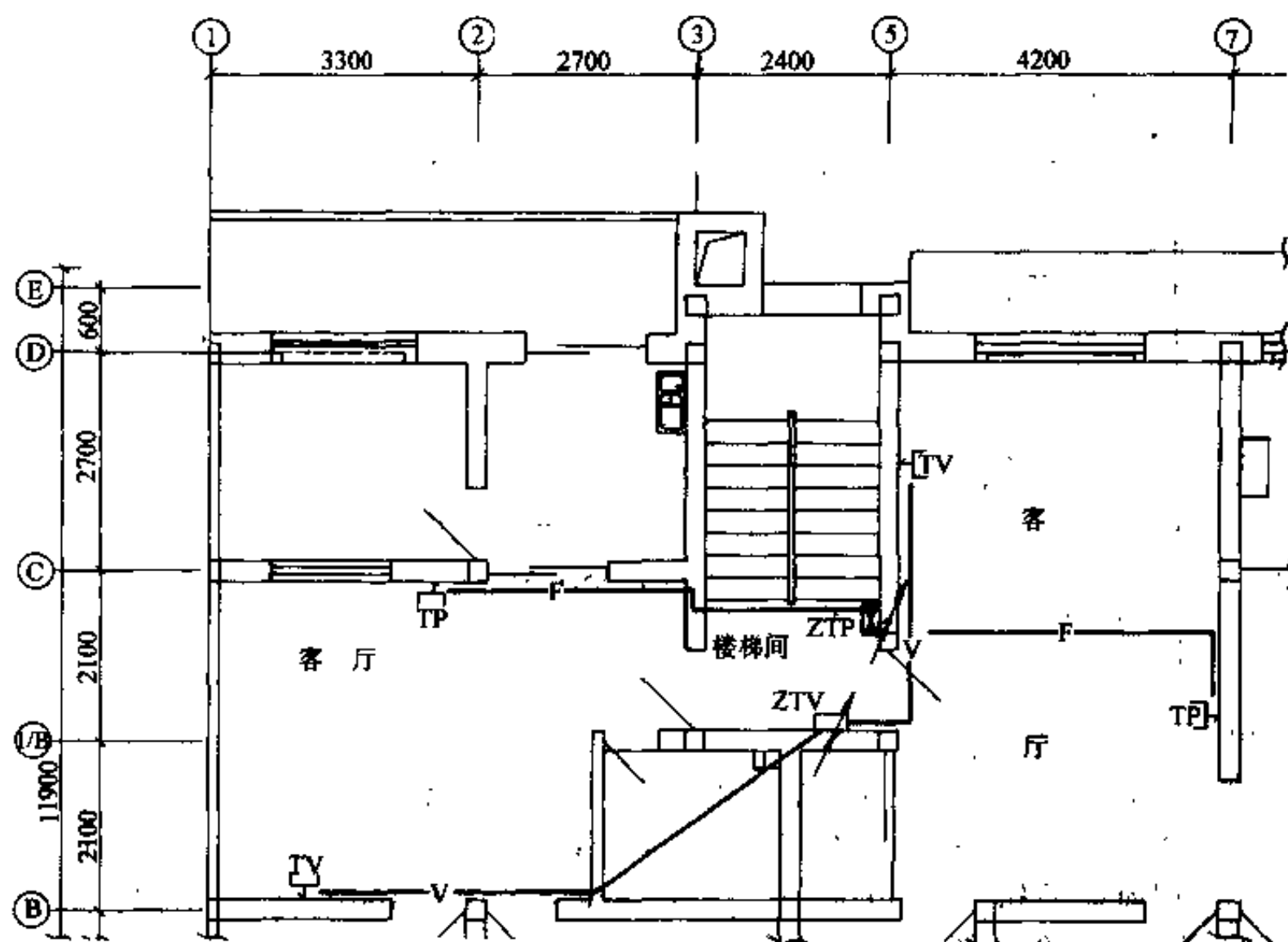



图 3-9 BA 型标准层弱电平面图

设在楼梯间的电话组线箱 ZTP 暗装于 ⑤轴的墙上，下皮距地 0.5m；管线由下引来并再引上，一层的 ZTP 管线由 2.8m 标高处引入经 ⑤轴墙体下翻至箱内。由箱内只引出两个用户插座 ，用电话软线 RVB (2×0.2) 穿 PVC 管经地板引至用户插座，管径 15mm，用户插座距地面 0.3m 暗装，分别位于客厅的 C 轴和 7 轴上。二层以上的引入同电缆电视。

其他与照明电路基本相同。

四、防雷系统图样的识读

一般民用住宅楼的防雷系统只画出屋顶防雷平面图并附有说明，只有高层建筑除屋顶防雷外，还有防侧雷的避雷带以及接地装置的布置等，这部分内容我们安排在第四章和十二章

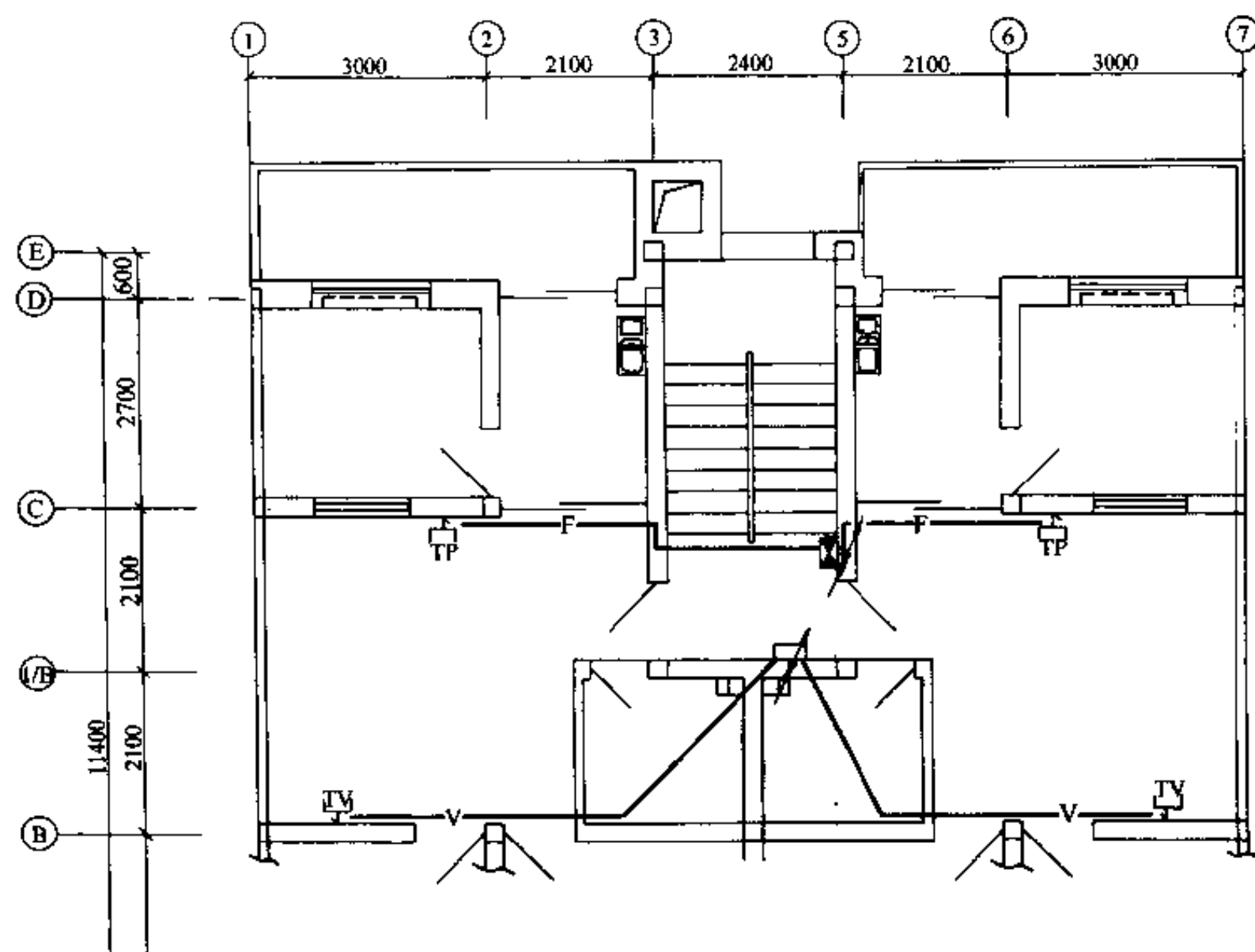


图 3-10 C型标准层弱电平面图

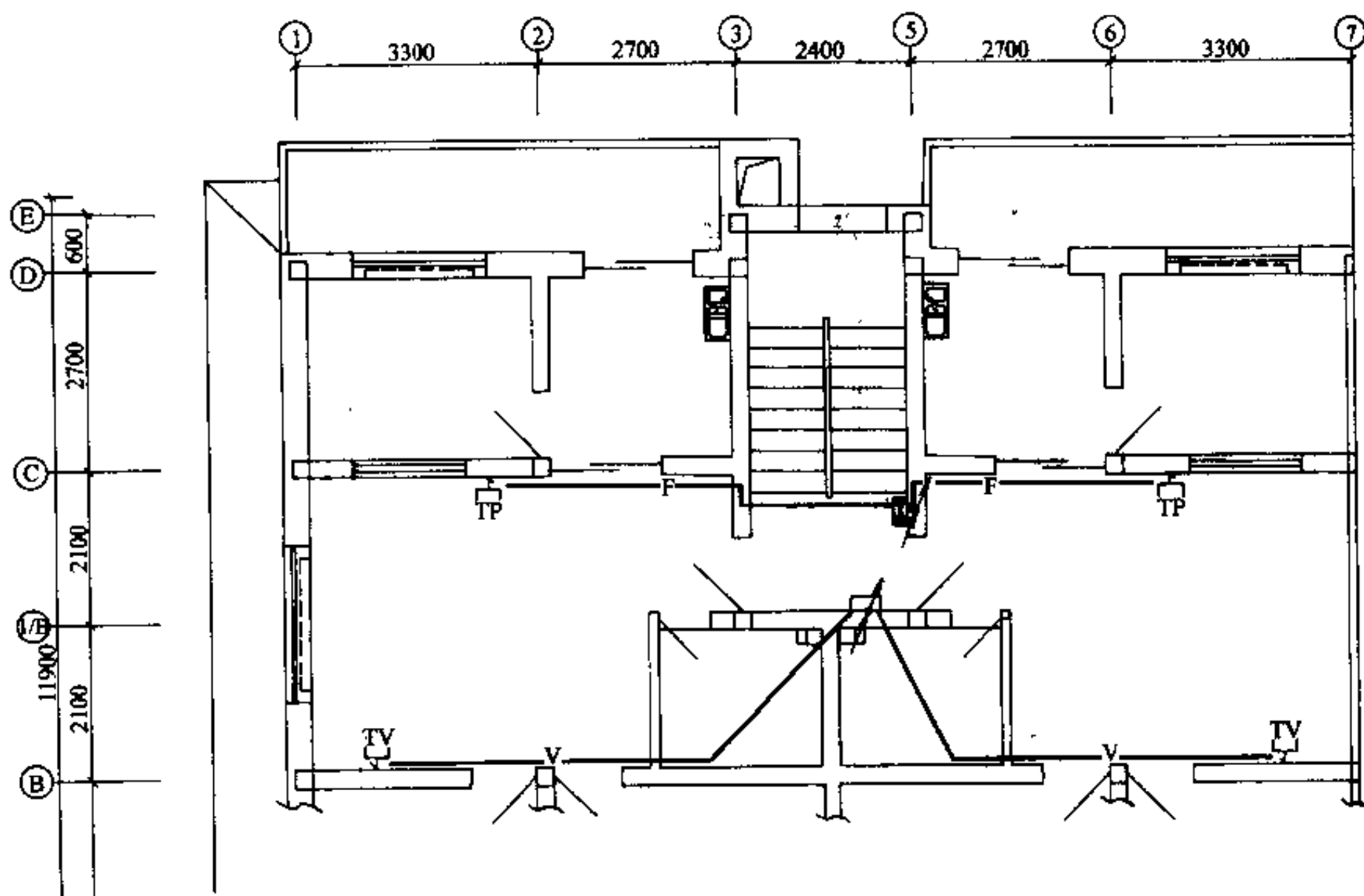


图 3-11 B型标准层弱电平面图

结合高层建筑进行说明，这里只说明一般民用住宅楼的屋顶防雷平面图，见图 3-12。

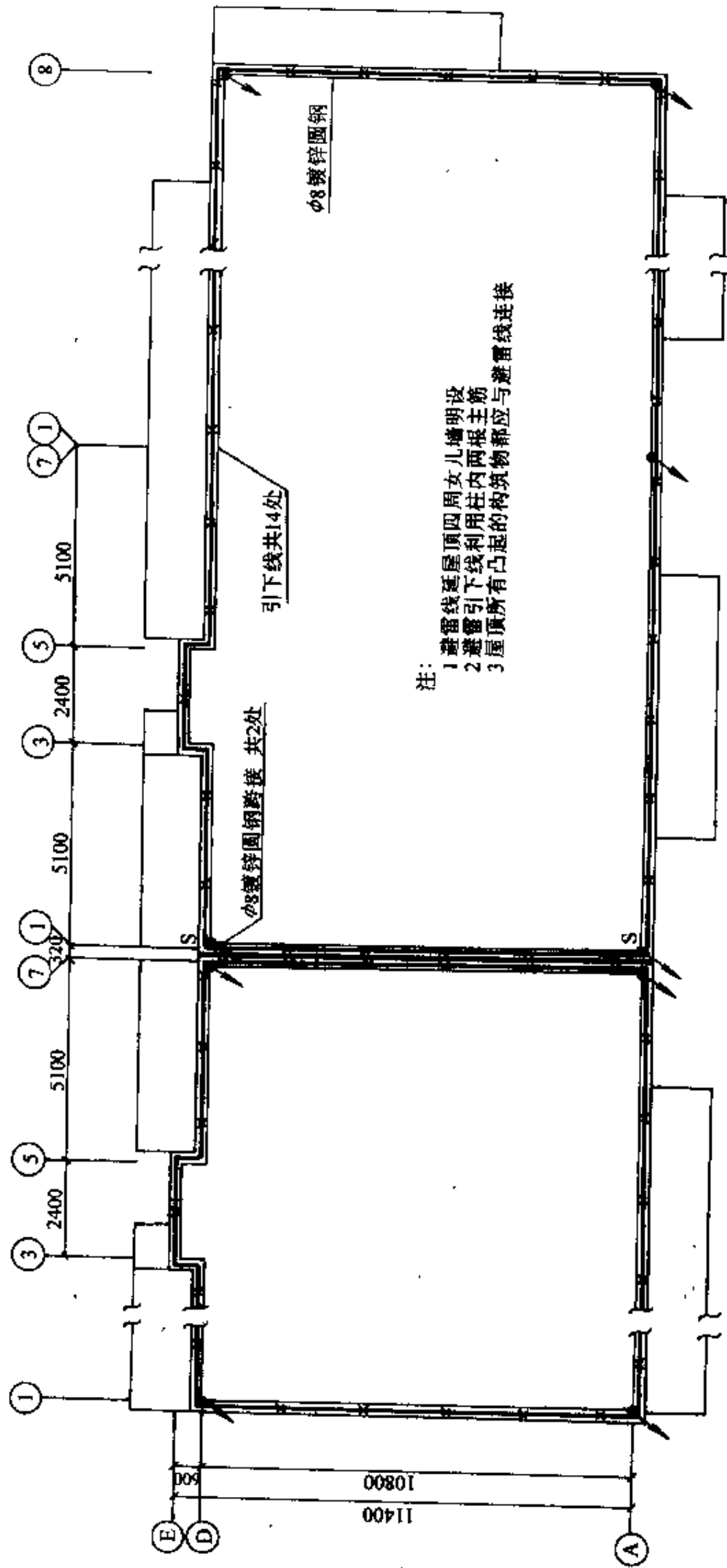


图 3-12 屋顶防雷平面图

屋顶避雷线用 $\phi 8 \sim \phi 12$ 镀锌圆钢沿屋顶边缘或四周女儿墙明设安装，其支持件是专用镀锌卡子，间距一般是 $600 \sim 800\text{mm}$ （图中未标出），这个避雷线是与结构柱子中主钢筋可靠焊接的，做为引下线，共有 14 处（ \swarrow ），这与图 3-2 是对应的。屋顶其他凸出物（如烟窗、抽气筒、水箱间或其他金属物等）均应用 $\phi 8$ 镀锌圆钢与其可靠连接。图中伸缩缝 S 处应分别设置避雷线，且用 $\phi 8$ 镀锌圆钢跨接。要求柱内与梁内主筋应可靠焊接，接地电阻 $\leq 4\Omega$ ，如果达不到则应在距底梁水平距离 3m 处增设接地极并用镀锌扁钢与梁内主筋可靠连接。防雷接地与保护接地如单独使用，防雷接地电阻可为 $\leq 10\Omega$ 。系统如不用主筋下引，则应在墙外单独设置引下线（ $\phi 8 \sim \phi 12$ 镀锌圆钢用卡子支持）并与接地极连接，引下处数与图中相同。

第二节 平房住宅的电气线路

平房住宅的电气线路基本与楼房某一层的电气线路相同，只是电源的引入则只与首层相同，另外还要看配电箱的安装位置。如果配电箱安装在房子四周的墙上，则可架空或电缆直接引入；如果安装在房子内部某一墙上，则引入线应穿管引至配电箱。

房内照明灯具、开关及其线路的布置方式应按其屋顶结构来决定，如明线明装、明线暗装（将导线装于顶棚内并用绝缘支持物支持，如瓷柱、瓷瓶等支持绝缘）、穿管明装、穿管暗装等。

第三节 高层住宅的电气线路

高层住宅的电气线路要比平房及一般住宅楼复杂的多，除上述的内容外还增加了火灾自动报警及自动消防、防盗保安、电子或微机监控、空调、广播及附属的动力装置等。此外，还增加了机房设置，如变配电所、电话总机房、电缆电视机房、消防机房、保安机房、监控中心、电梯及其机房等。因此，要识读高层建筑的电气线路要掌握上列的各种知识。为了学习上的循序渐进，我们先讲述各种单元的知识，在最后一章再讲述高层建筑电气线路的识读。

需要说明的一点，就照明电路及电话、电缆电视来说，第一节的内容可用于高层建筑，只是电源的取得、电话线的引入、电视信号的取得则与第一节不同，它们是通过设在高层建筑物内的电缆竖井（也称电气竖井）、电缆桥架、电线槽架等装置引入的，这些内容将在后面章节详细讲述。

第4章 企业用综合楼电气线路的识读

综合楼就是能够用来办公、会议、展销、就餐、娱乐、生产以及住宿等多功能的楼宇，是现代企业、单位常用的建筑物，层数有的达几十层，电气功能齐全，包括照明、动力、火灾报警、自动消防、保安系统、微机监控、通信广播、有线电视以及变配电装置、电梯等设备。这里以某设计院为一公司设计的综合楼电气线路为例，说明一般综合楼电气工程图的读图方法。

第一节 设计说明及配电系统图

表4-1和表4-2是该项工程的图纸目录，目录（一）是强电部分，目录（二）是弱电部分。

表4-1 图纸目录（一）

××市设计院		图纸目录（一）		工程编号	
1997年11月28日		××葡萄酒有限公司		97-004-4	
		综合楼		共2页第1页	
1	电施1	设计说明 设备材料表		1#	
2	电施2	地下室动力平面图		1#	
3	电施3	地下室照明平面图		1#	
4	电施4	首层动力平面图		1#	
5	电施5	首层照明平面图		1#	
6	电施6	二层动力平面图		1#	
7	电施7	二层照明平面图		1#	
8	电施8	三层动力平面图		1#	
9	电施9	三层照明平面图		1#	
10	电施10	四层动力平面图		1#	
11	电施11	四层照明平面图		1#	
12	电施12	五层动力平面图		1#	
13	电施13	五层照明平面图		1#	
14	电施14	六层动力平面图		1#	
15	电施15	六层照明平面图		1#	
16	电施16	七层电气平面图 屋顶电气平面图		1#	
17	电施17	屋顶防雷平面图		1#	
18	电施18	配电室设备布置平剖面图			
		配电系统图（一）		1#	
19	电施19	配电系统图（二）		1#	
20	电施20	配电系统图（三）		1#	
21	电施21	配电系统图（四）		1#	
22	电施22	基础接地平面图		1#	

表 4-2 图纸目录 (二)











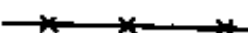
××市设计院		图纸目录 (二)		工程编号	
		××葡萄酒有限公司		97-004 4	
1997年11月28日		综合楼		共2页第2页	
1	弱电 1	设计说明 设备材料表			1#
2	弱电 2	地下室弱电平面图			1#
3	弱电 3	首层弱电平面图			1#
4	弱电 4	二层弱电平面图			1#
5	弱电 5	三层弱电平面图			1#
6	弱电 6	四层弱电平面图			1#
7	弱电 7	五层弱电平面图			1#
8	弱电 8	六、七层弱电平面图			1#
9	弱电 9	火灾报警及广播系统图			1#
10	弱电 10	电话系统图			1#

表 4-3 是该项工程的设备材料表及设计说明, 概括主要设备、材料、保安方式及安装要求, 同样采用三相四线进线, 而系统采用三相五线即 TN-C-S 系统。

表 4-3 设备材料表

图 例	名 称	规格型号		备 注
	照明配电箱	PZ30-(型号详见系统图)		距地 1.4m 暗装
	动力配电箱	PZ30-(型号详见系统图)		距地 1.4m 暗装
	动力配电箱	AC701-(型号详见系统图)		距地 1.4m 明装
	低压配电柜	GGD2(型号详见系统图)		落地安装
	动力配电箱	GHL(型号详见系统图)		落地安装
	嵌入式双管荧光灯	AX-0070B	2×40W	嵌入式安装
	嵌入式单管荧光灯	AX-0067B	1×40W	嵌入式安装
	单管荧光灯	AX0094	1×40W	顶下吊装
①	吸顶灯	AXT008	1×60W	吸顶安装
②	板块灯	AX0477	GGY125W	顶下吊装
③	吸顶灯	AX0269	4×60W	吸顶安装
④	平盘灯	AXG726	1×100W	顶下吊装
⊗	平灯口		1×60W	吸顶安装
○	吸顶灯	AXT009	1×60W	吸顶安装
○	筒灯	AX0348	1×60W	嵌入式安装
⊖	筒灯	AX0351	2×9W	嵌入式安装
ⓑ	壁灯	YBD3309-2	2×60W	壁装
ⓐ	壁灯	YBD3316	1×60W	壁装
⊗	金属卤化物灯	YTG115	1×250W	壁装
EXIT	疏散指示灯	AX0447N	1×20W	壁装
I EXIT	疏散指示灯	AX0445N	1×20W	壁装
	疏散指示灯	AX0447K	1×20W	壁装
	疏散指示灯	AX0447J	1×20W	壁装

(续)

图 例	名 称	规格型号	备 注
	单联单极开关(单极开关)	P86K11-10	距地 1.4m 暗装
	二联单极开关(双极开关)	P86K21-10	距地 1.4m 暗装
	三联单极开关(三极开关)	P86K31-10	距地 1.4m 暗装
	单联双极开关	P86K12-10	距地 1.4m 暗装
	风机盘管控制开关	(详见设备图)	距地 1.4m 暗装
	二位两极双用带接地插座	P86Z223-10	距地 0.3m 暗装
	两极双用插座	P86Z12T10	距地 0.3m 暗装
	三极带接地插座	P86Z14-25	距地 0.3m 暗装
	风机盘管	(详见设备图)	(详见设备图)
	液位传感器	UQK-2型 H=1100	安装做法见 92DQ7-47
	电接点压力表		
	插接母线	CFW-3A-400A	
	电力电缆	VV(3×150+2×75) VV(3×70+2×35) VV(5×10) VV(5×6) VV(5×4)	
	信号电缆	KVV(4×1.5) KVV(6×1.5)	
	管内穿线	BV1.5mm ² 2.5mm ² 4mm ² 6mm ² 10mm ² 16mm ² 25mm ²	
	电缆桥架	WBJ-F-200×150 WBJ-F-300×150	
	接地线	-40×4 镀锌扁钢	
	避雷线	φ10 镀锌圆钢	
	焊接钢管	SC15 SC20 SC25 SC32	

设计说明

- 设计依据：甲方要求及有关国家标准规范。
- 土建概况：本工程为七层框架结构，一层层高 4.2m，地下车库及二至七层层高 3.9m，建筑面积 7929.00m²。
- 电源：本工程以地下电缆直埋方式引自厂区院内变电站，三相四线制供电，为确保部分重要负荷的用电可靠性，另从变电站内不同母线段引来一路备用电源，备用电源在本楼配电室内手动切换。
- 线路敷设：各干线采用电缆及绝缘母线在电缆桥架及竖井内敷设，其余管线均采用焊接钢管内穿 BV 型导线在现浇板内及吊顶内暗设，插座回路为
BV(3×4) SC20，其它未注明处为 BV(2×2.5) SC15，BV(3×2.5) SC15，
BV(4×2.5) SC15，BV(5×2.5) SC20，BV(6×2.5) SC20，BV(7×2.5) SC20。
- 保护接地：本工程接地系统为 TN-C-S 系统，电源中性线在配电室重复接地，其余线路的保护线 (PE 线) 与中性线 (N 线) 分开单设不得再次相连，所有电气设备外壳，穿线钢管均应可靠接地。本工程利用基础梁内及柱内主筋作为自然接地体并用 -40×4 镀锌扁钢做闭合连接，要求接地电阻不大于 4Ω。
- 建筑防雷：本工程在屋顶女儿墙设避雷带，并利用柱内主筋作为引下线，屋顶所有凸出屋面的构筑物均应与避雷带可靠连接。本工程防雷接地与保护接地共用接地体，要求接地电阻不得大于 4Ω。
- 其它：1. 本工程电气施工应与土建，设备等工种密切配合。
2. 有关施工做法详见《建筑电气通用图集》。

一、配电室系统图的识读

图 4-1 是首层配电室低压配电系统图，由图可知，这是一个低压供电的配电系统，因容量较大、回路较多，在首层设置了低压配电室。由系统图可以看出，系统有 5 台低压开关柜，采用 GGD2 系列，电源引入为两个回路，有一为备用电源，系统送出 6 个回路，另有备用回路一个，无功补偿回路一个，总容量 507.9kW，无补偿容量 160kvar。

1. 进户电源两路，主电源采用 2 根塑料低压电缆进户，型号 VV 22 (3×185+1×95)×2，引至进线柜 AA1 隔离刀闸上闸口；备用电源用 1 根电缆进户，型号 VV 22 (3×185+1×95) 经断路器倒送引至 AA1 旁路隔离刀闸上闸口。均为四芯铜芯电缆，相线 185mm²，零线 95mm²，由厂区配电所引来，380/220V。

2. 进线柜型号 GGD2-15-0108D，进线开关隔离刀开关为 HSBX-1000/31 型，断路器为 DWX15-1000/3，脱扣器整定电流 600A，电流互感器为 LMZ-0.66-800/5 型。母线采用铝母线，型号 LMY-100/10。

3. 低压出线柜共三台，其中 AA3[#] 为 GGD2-38B-0502D 型，AA4[#] 为 GGD2-39C-0513D 型，AA5[#] 为 GGD2-38-0502D 型。

(1) AA3[#] 共两个出线回路，即 WPM1 和 WPM2，其中 WPM1 为空调机房专用回路，容量 156kW，隔离刀开关 HD13BX-600/31 型，断路器 DWX15-400/3 型，脱扣器整定电流 300A，电流互感器 3 只 LMZ-0.66-300/5 型，引出线为 VV22 (3×150+2×70) 铜芯塑电缆。WPM2 为系统动力干线回路，供 1~6 层动力用，容量 113kW，隔离刀开关 HD13BX-600/31 型，断路器 DWX15-400/3 型，整定电流 250A，互感器 3 只 LMZ-0.66-300/5 型，引出线为 VV22 (3×120+2×70) 铜芯塑电缆。

(2) AA4[#] 共四个出线回路，其中有一路备用，WPM3 为水泵房专用回路，容量 66.9kW，隔离刀开关 HD13BX-400/31 型，断路器 DXZ10-200 型，脱扣器整定电流 140A，电流互感器一只，LMZ-0.66-200/5 型，引出线为 VV22 (4×150+1×75) 铜芯电缆；WLM2 为消防中心专用回路，与 WPW3 共用一只刀开关，断路器 DXZ10-100 型，整定电流 60A，互感器一台，LMZ-0.66-50/5 型，引出线为 VV22 (5×6) 铜芯电缆。WPM4 为电梯专用回路，容量 18.5kW，与备用回路共用一只刀开关，HD13BX-400/31，断路器 DZX10-100 型，整定电流 60A，电流互感器一只，LMZ-0.66-100/5 型，出线为 VV₂₂ (5×10) 铜芯电缆。备用回路断路器为 DZX10-200 型，整定电流 200A，互感器 LMZ0.66-200/5 型。

(3) AA5[#] 引出两个回路，有一备用回路，WLM1 为系统照明干线回路，与 AA3[#] 引出回路基本相同，可自行分析。

4. 低压配电室设置一台无功补偿柜，型号 GGJ2-01-0801D 型，编号 AA2[#]，容量 160kvar，隔离刀开关 HD13BX-400/31 型，三只电流互感器，LMZ-0.66-400/5 型。共有十个投切回路，每个回路熔断器三只，aM3-32 型，接触器 CJ16-32 型，热继电器 JR16-60/32 型，电容器 BCMJ0.4-16-3 型，刀开关下闸口设低压避雷器三只，型号 FYS-0.22。DWB 为功率因数自动调节器。

上述低压配电室的作用是把厂区变电所引来的电源分配到综合楼各个用户上去，使用元件有十多种，现将常用元件的用途列出，供读者分析电路时参考，见表 4-4。

编号	AA5	AA4	AA3	AA2	AA1
型号	GGD2-38-0502D	GGD2-39C-0513D	GGD2-38B-0502D	GGJ2-01-0801D	GGD2-15-0108D
主电路方案					
设备(回路)编号	WLM1	WPM3	WPM2		
用途	照明干线	水泵房	动力干线	无功补偿	引入线 总柜
容量/kW	153.5	66.9	113	160kvar	507.9
刀开关(HD1BX-)	600/31	400/31	600/31	400/31	HSBX-1000/31
断路器(DWX15-)	400/3		400/3		1000/3
断路器(DZX10-)		200			400
脱扣器额定电流/A	400	140	250		600
接触器					
热继电器					
电流互感器(LM-46-)	300/5	200/5	300/5	400/5×3	800/5
熔断器				aM3-32×30	
避雷器				FYS-0.22G	
电容器				BCMJ 0.4-16-3×10	
管状电抗器VV-0.6kV	(4×150+1×75) (3×70×35)	(5×10)	(3×120+2×70)		
备注(柜宽/mm)	800	800	800	1000	1000

LMY-100/10

由I区配电所引来
VV22(3×185+1×95)×2
主电源
VV22(3×185+1×95)
备用电源

图 4-1 配电室低压配电系统图

表 4-4 低压配电柜常用元件用途表

名 称	用 途
刀开关	用来切断电压, 使回路与主母线有一明显断开点
刀熔开关	除刀开关的作用外, 有回路短路保护的功能
断路器	切断电流, 作回路过载、短路保护
接触器	接通和断开负载的电流
热继电器	回路及负载过负荷保护
电流互感器	用于测量及保护回路, 取得电流信号
熔断器	回路短路保护, 回路容量较小时兼保过载保护
避雷器	防雷及过电压保护
电容器	用来补偿功率因数
$\cos\phi$ 调节器	取得电流信号后使电容自动投切
起动器	起动电动机
母线	汇集各回路电流的导体
接地母线	各回路地线或零线的汇集导体
记录仪	记录电流、电压、功率、电能、频率、 $\cos\phi$ 的仪器
电流表	显示电流的仪表
电压表	显示电压的仪表
电能表	累计电能并记录的仪表
电流继电器	电路过电流或过负荷保护
电压继电器	电路过电压或欠电压保护
信号继电器	用于电路信号回路
时间继电器	用于控制回路的延时
零序电流继电器	用于零序保护回路
整流器	用于将交流变为直流的电路
逆变器	用于将直流变为交流的电路
变频器	用于交流频率变化的回路, 如变频起动
变流器	用于电流变换回路
中间继电器	补充控制回路接点或用于信号回路

二、地下室机房配电系统图的识读

地下室机房分空调机房和水泵房两种, 其中空调机房设一台进线柜, 三台控制柜, 采用 GHJ 系列, 电源由低压配电室电缆引入。水泵房设电控柜三台, 总柜为 GHJ 型, 消防给水泵及生活给水泵的控制柜与水泵配套供应, 见图 4-2 (因原图较大, 这里将其分为三部分)。

(一) 水泵房配电系统图

WPM3 (水泵房)	AP-0-1 GHL-09/53	AP-0-2 消防给水设备电控柜	AP-0-3 生活给水设备电控柜											
VV-(3x70+2x35)														
主电路方案														
设备(回路)编号	AP-0-2	AP-0-3	011	012	013	021	022	023	024	025	031	032	033	
用途	消防给水	生活给水	备用	排污水泵	送风机	排风机	水泵	水泵	水泵	补水泵	水泵	水泵	补水泵	
容量/kW	67.5	13.2		2.2	2.2	2.2	15	15	15	7.5	3.0	3.0	2.2	
管径/mm	(3x25+2x16)	(5x6)SC25		(3x2.5)SC15	(3x2.5)SC15	(3x2.5)SC15	(6x10)SC40	(6x10)SC40	(6x10)SC40	(3x2.5)SC15	(3x2.5)SC15	(3x2.5)SC15	(3x2.5)SC15	
刀熔开关	QSA-250/3													
熔断器电流/A	160													
断路器	DZ20Y-200	DZ20Y-100	DZ20Y-100	C45N/3P	C45N/3P	C45N/3P	详见设备说明书						详见设备说明书	
脱扣器额定电流/A	125	63	63	15	15	15	详见设备说明书						详见设备说明书	
接触器				B16	B16	B16	详见设备说明书						详见设备说明书	
热继电器				T16-6A	T16-6A	T16-6A	详见设备说明书						详见设备说明书	
电流互感器(LMZ-0.60)	150/5													
二次线路图	92DQ7-79													
备注(柜宽/柜深/mm)	800/400													
	1000/600										660/460			

a)

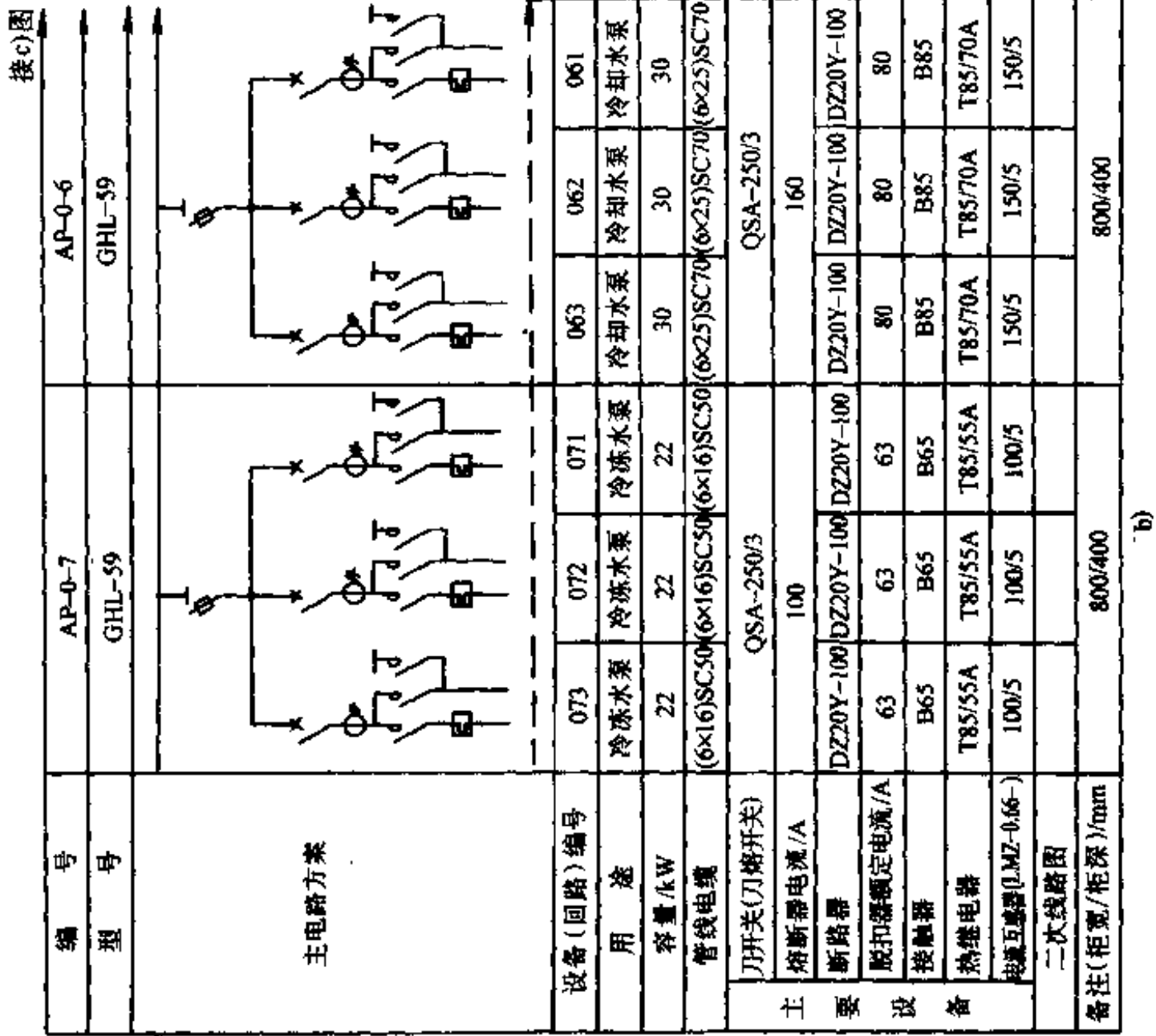
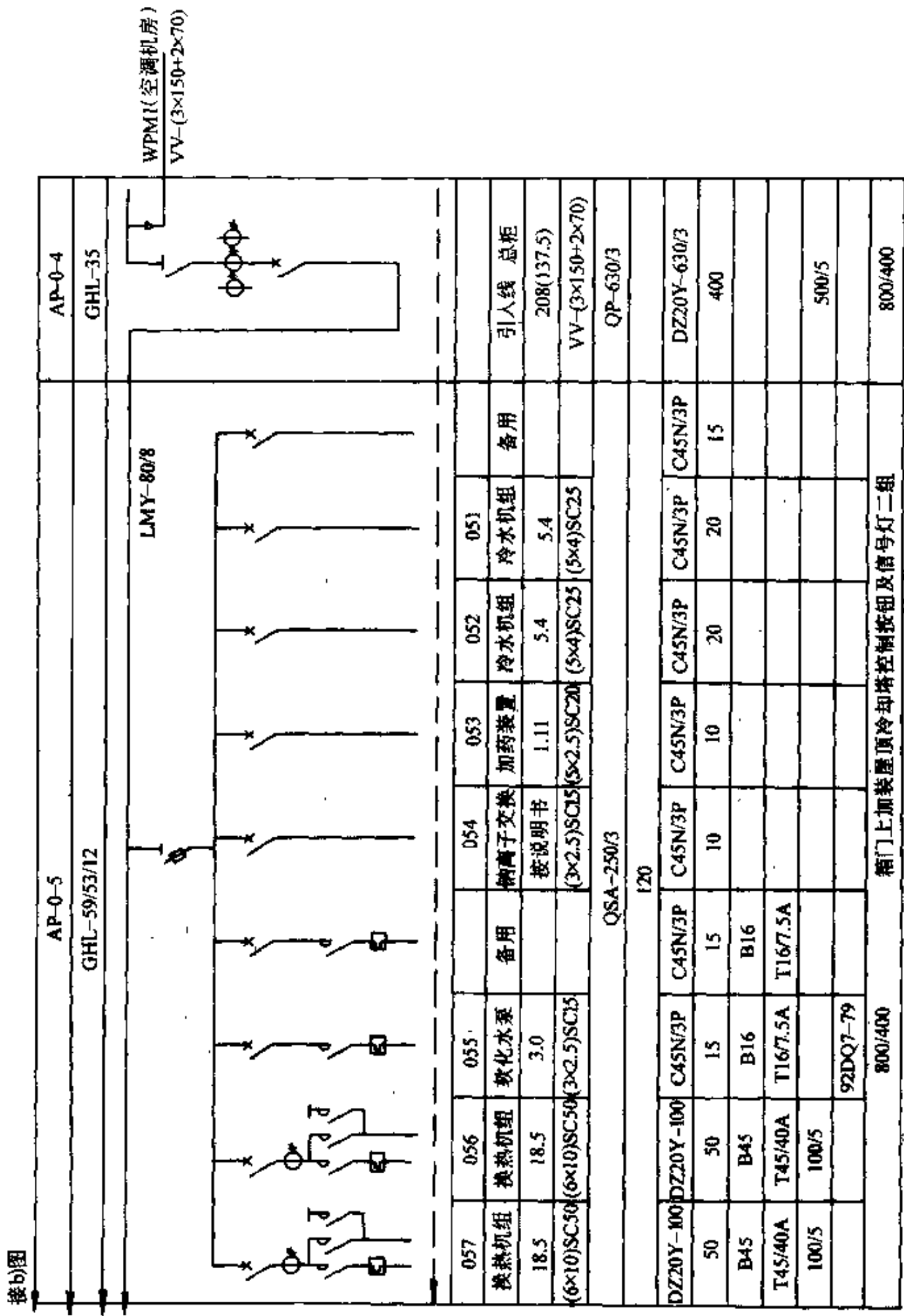


图 4-2 地下室机房配电系统图
a) 水泵房配电系统图 b) 空调机房配电系统图 (一)



c)

图 4-2 地下室机房配电系统图 (续)

c) 空调机房配电系统图 (二)

1. 水泵房电控柜的回路编号为 AP-0-1、AP-0-2、AP-0-3，其中 AP-0-1[#] 为 GHL-09/53 型成套柜，它的功能有三个，即进线、配电和控制。电源进线为 VV (3×70+2×35) 铜芯塑缆，编号 WPM3，由低压配室 AA4[#] 柜引来，接在柜内母线上；该柜 AP-0-2[#] 和 AP-0-3[#] 回路是把电源分配给消防给水泵电控柜和生活给水泵电控柜；该柜 11[#]、12[#]、13[#] 回路则是控制排污泵、送风机和排风机的。

2. GHL-09/53 型柜中总开关采用刀熔开关，QSA-250/3 型，其中熔断器为 160A；11[#]~13[#] 的排泵污、送风机、排风机采用接触器直接起动，接触器型号 B16；空气开关作短路保护，空开型号 C45N/3P、脱扣器整定电流 15A；热继电器作过载及断相保护，型号 T16-6A。二次线路图参见华北标 92DQ7-79。

3. AP-0-2[#] 消防给水设备电控柜和 AP-0-3 生活给水设备电控柜是随设备成套供应的，其系统图详见设备说明书，这里只列出水泵电动机的容量和管线电缆的规格，由标注可知，15kW 的管线均为 (6×10) SC40，则为星角起动方式，其它为直接起动，管线为 (3×2.5) SC15。管直径分别为 40mm 和 15mm。

(二) 空调机房配电系统图

1. 空调机房进线柜型号为 GHL-35，回路编号 AP-0-4，电源电缆 VV (3×150+2×70) 铜芯塑缆，由低压配电室 AA3[#] 柜引来，编号 WPM1，接于总隔离刀开关上闸口，总容量 208kW。刀熔开关 QP-630/3 型，断路器 DZ20Y-630/3 型，整定电流 400A，互感器 LMZ-0.66-500/5。

2. 控制柜的编号为 AP-0-5~AP-0-7 共三台，其中 6[#]、7[#] 为 GHL-59 型，每台各控电动机三台，均为星角起动。AP-0-6[#] 柜起动 30kW 冷却水泵三台，管线为 (6×25) SC70 塑铜线，总开柜为刀熔开关 QSA-250/3 型，熔断器 160A，断路器 DZ20Y-100，整定电流 80A，接触器 B85 型，热继电器 T85/70A，其中 70A 整定电流，电流互感器 LMZ-0.66-150/5。AP-0-7[#] 柜起动 22kW 冷却水泵三台，导线及开关元件均与 30kW 小一个规格，读者按图自行分析。

3. AP-0-5[#] 柜为 GHL-59/53/12 型，共有九个回路，其中有两个备用。57[#] 和 56[#] 为换热机组，18.5kW，星角起动；55[#] 为软化水泵，3kW，直接起动；51[#]~54[#] 为冷水机组、加药装置及钠离子交换装置的电源，C45N/3P 型空开控制。有关该柜其它内容，读者可参照前述内容自行分析。

三、一~七层动力配电系统图

一~七层的动力分为两种，即电梯和各层动力装置，其中电梯动力较简单，由低压配电室 AA4[#] 柜 WPM4 回路用电缆经竖井引至 7 层电梯机房，接至 AP-7-1[#] 箱上，箱型 PZ30-3003，电缆型号 VV (5×10) 铜芯塑缆。该箱两个回路，电梯动力 18.5kW，主开关为 CN45/3P (50A) 空开，照明回路主开关为 CN45/1P (10A)。各层动力装置回路较多，见图 4-3。

(一) 一~六层的动力配电系统图

1. 一~六层的动力母线是用安装在电气竖井内的插接母线完成的，母线型号 CFW-3A-400A/4，额定容量 400A，三相加一根保护线。母线的电源是用电缆从低压配电室 AA3[#] 柜 WPM2 回路引入的，电缆为 VV (3×120+2×70) 铜芯塑电缆。

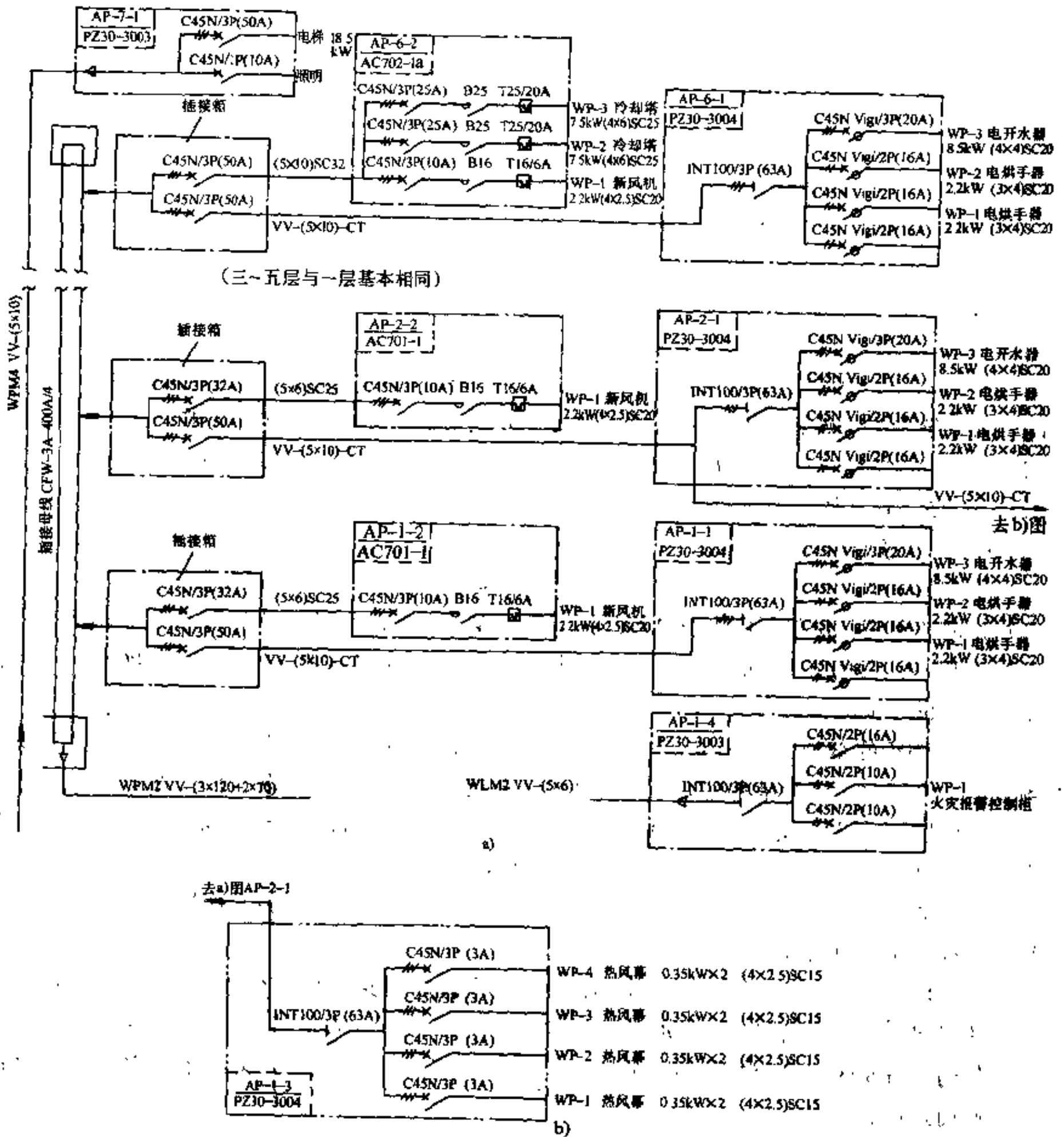


图 4-3 七层动力配电系统图 (删节)

说明: AP-6-2 (AC702-1a) 为原 92DQ7 中 AC702-1 的改型箱, 箱宽 B 改为 600, 内装三路启动设备。箱中冷却塔控制电路为两地控制, 控制信号电缆送至地下室空调机房 AP-0-5 柜。

2. 各层的动力电源是经插接箱取得的, 插接箱与母线成套供应, 箱内设两只 CN45N/3P (32A) (50A) 空气断路器, 括号内数值为整定值, 将电源分为两路, 这里仅以一层为例加以说明。

其中一路是用电缆桥架 (CT) 将电缆 VV (5x10) 铜芯电缆引至 AP-1-1# 配电箱, 型号 PZ30-3004。另一路是用导线穿管将铜芯导线引至 AP-1-2# 配电箱, 型号 AC701-1。

(1) AP-1-1# 配电箱分为四路, 其中有一备用回路, 总开关为隔离刀开关, 型号

INT100/3P (63A), 第一分路 WP-1 为电烘手器 2.2kW, 用铜芯塑线 (3×4) SC20 引入, 开关采用 C45NVigi/2P (16A), 两相 380V (2P), 有漏电报警功能 (Vigi); 第二分路 WP-2 为电烘手器, 同上; 第三分路为电开水器 8.5kW, 用铜芯塑线 (4×4) SC20 引入, 采用 C45NVigi/3P (20A), 有报警功能。

(2) AP-1-2# 配电箱为一路 WP-1, 新风机 2.2kW, 用铜芯塑线 (4×2.5) SC20 引入, 开关采用 C45N/3P (10A), B16 型接触器直接起动, 热继电器保护过载和断相, 型号 T16/6A, 6A 为整定值。

(3) 二~六层与一层基本相同, 但 AP-2-1# 箱增了一个回路, 这个回路是为 1 层设置的, 编号 AP-1-3#, 型号 PZ30-3004, 回路热风幕, 0.35kW×2, 用 VV-(5×10)-CT 铜芯塑线经桥架从 AP-2-1 上闸口引入, 支路用塑铜线穿管引入 (4×2.5) SC15。

3. 六层与一层略有不同, 其中 AP-6-1# 与一层相同, 而 AP-6-2# 增加了两个回路, 即两个冷却塔 7.5kW, 用铜塑线 (4×6) SC25 引入, 主开关为 C45N/3P (25A) 空开, 接触器 B25 直接起动, 热继电器 T25/20A 作为过载及断相保护。增加回路后, 插接箱的容量也作了调整, 两路均为 C45N/3P (50A), 引入线变为 (5×10) SC32。

(二) 一层除了上述回路外, 还从低压配电室 AA4# 柜 WLM2# 引入消防中心火灾报警控制柜一路电源, 编号 AP-1-4#, 箱型号 PZ30-3003, 总开关为 INT100/3P (63A) 刀开关, 分三路, 均为 C45N/2P (16A)。

四、一~七层照明配电系统图

一~七层的照明母线同样采用竖井内插接母线 CFW-3A-400A, 母线电源由低压配电室 AA5# 柜 WLM1 回路电缆引出, 电缆为 VV (4×150+1×75) 铜芯塑电缆, 照明配电系统图见图 4-4。

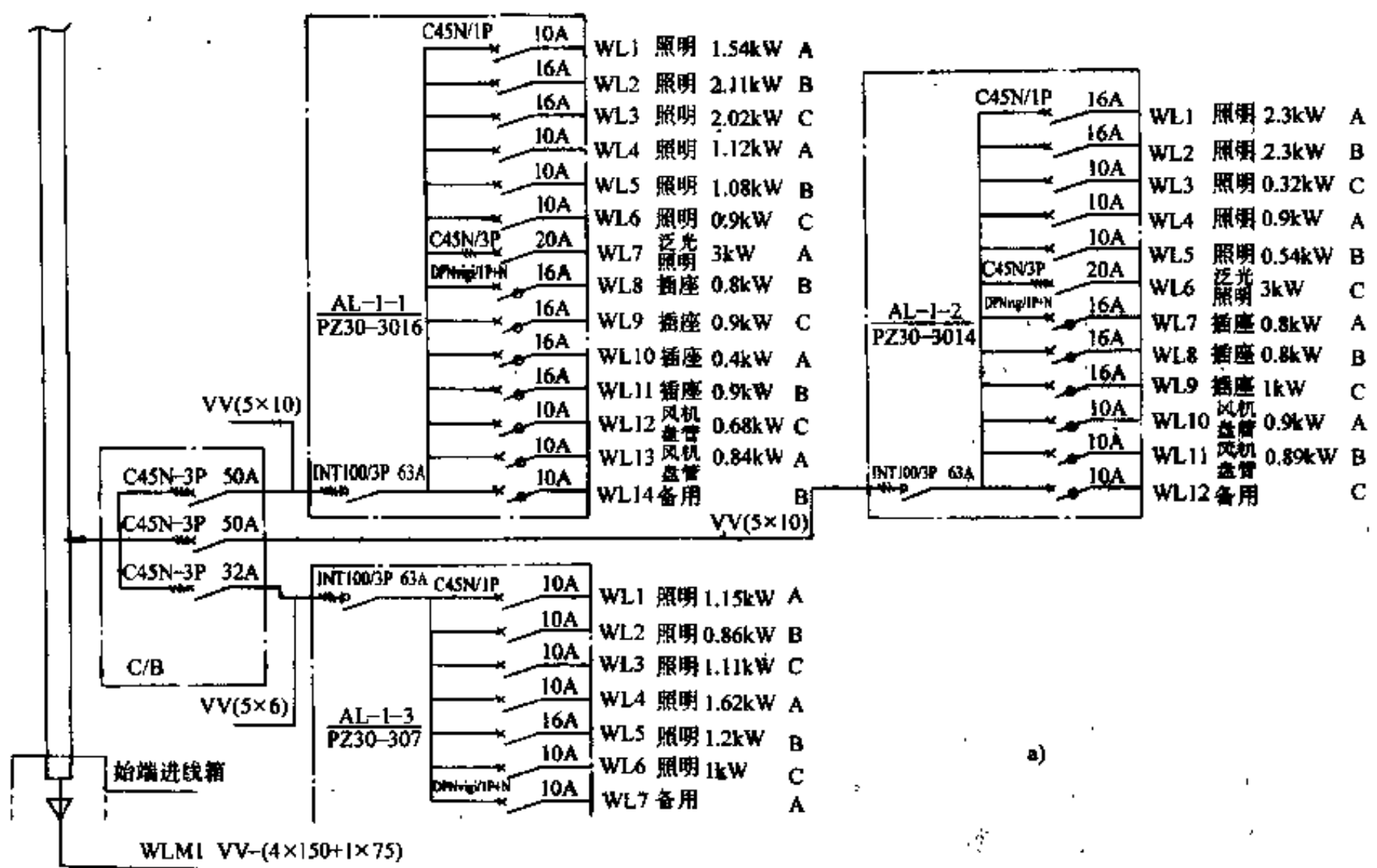


图 4-4 一~七层照明配电系统图 (删节)

a) 一层照明配电系统图

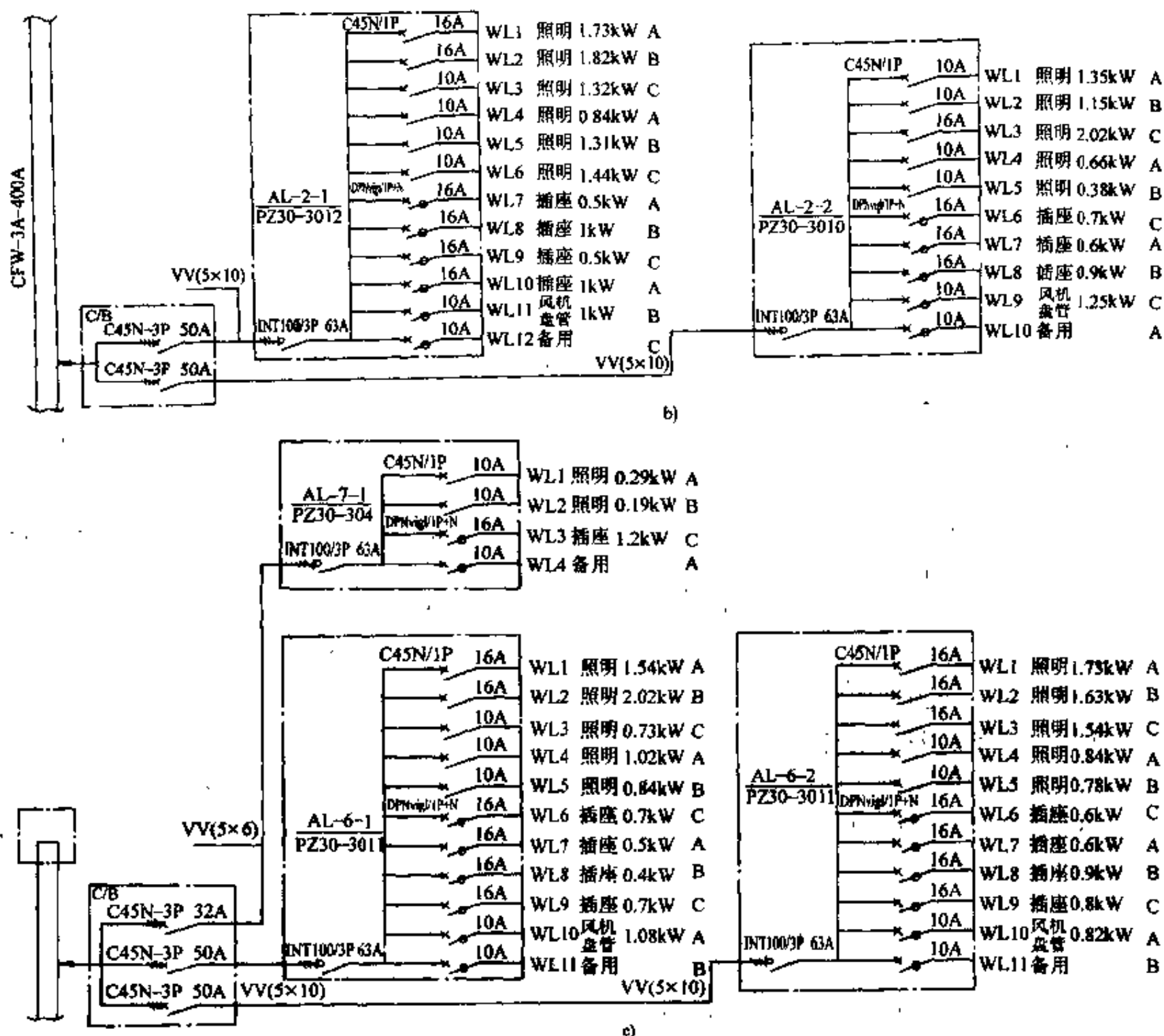


图 4-4 一~七层照明配电系统图 (删节) (续)

b) 二~五层照明配电系统图 c) 六~七层照明配电系统图

(一) 一层照明配电系统图

一层照明电源是经插接箱从插接母线取得的, 插箱共分三路, 其中 AL-1-1[#] 和 AL-1-2[#] 是供一层照明回路的, 而 AL-1-3[#] 是供地下一层和二层照明回路的。

1. 插接箱内的三路均采用 C45N-3P-50A 空开为总开关, 三相供电引入配电箱, 配电箱均为 PZ30-30□□, 方框内数字为回路数, 用 INT100/3P-63A 空开为分路总开关。

2. 配电箱照明支路采用单极空开, 型号 C45N/1P-10A, 泛光照明采用三极空开, 型号 C45N/3P-20A, 插座及风机盘管支路采用双极报警开关, 型号 DPNVigi/1P+N- $\frac{10}{16}$ A, 备用回路也采用 DPNVigi/1P+N-10 型空开。

3. 因为三相供电, 所以各支路均标出电源的相序, 从插接箱到配电箱均采用 VV(5×10) 五芯铜塑电缆沿桥架敷设。

(二) 二~五层照明配电系统

二~五层照明配电系统与一层基本相同, 但每层只有两个回路。

(三) 六层照明系统

六层照明系统与一层相同，插接箱引出三个回路，其中 AL-7-1 为七层照明回路。

经过对电气系统图的识读，我们基本掌握了系统的概况，掌握了电源引入后直到各个用电设备及器具的来龙去脉，掌握了层与层的供电关系，同时掌握系统各个用电单位的名称、用途、容量、器件的规格型号及整定数值、控制方式及保护功能、回路个数、材料的规格型号及安装方式等内容。如从图 4-1~图 4-4 可知：

1. 低压配电室设在一层，电源由厂区变电所电缆引入，设备用电缆一路，共 5 台柜，送出 6 个回路，配电室设电容补偿柜，装机容量 507.9kW。

2. 地下室为空调机房和水泵房，动力为两级配电（配电室和机房）、四级保护（配电柜的空开、控制柜的刀熔开关、空开和热继电器）、15kW 及以上的电动机为星角起动，最大电动机 30kW，15kW 以下的电动机接触器直接起动，最小电动机 2.2kW，无正反转电动机。地下室照明电源由一层引来，照明配电箱设在一层。

3. 一~六层动力为两级配电（配电室和母线插接箱），冷却塔和新风机阻为四级保护（配电室空开、插接箱空开、起动柜空开和热继电器）、直接起动，最大电动机 7.5kW，最小电动机 2.2kW；开水器、烘手器、热风幕为三级保护（配电室空开、插接箱空开、起动器空开）、空开直接起动、最大电动机 8.5kW，最小电动机 0.7kW。

4. 一~七层照明为两级配电（配电室和插接箱）、四级保护（配电室、插接箱、控制箱总开关及分路开关，均为空开）。照明为三相供电，分路开关为单极空开。七层照明电源由六层插接箱引来。

5. 照明负荷的类别为照明、插座、风机盘管，支路最大负荷 3kW，最小负荷 0.4kW。

6. 系统全部采用铜芯塑缆和铜芯塑线，一~六的动力及照明的母线采用插接母线，其它为电缆引入。照明干线采用电缆桥架送至配电箱，电负荷均采用导线穿钢管暗设。

7. 系统三相四线制供电，用电则为三相五线制，工作零线和保护线严格分开，不得混用。

8. 消防中心和电梯机房均采用独立电源，由配电室直接引入，两级保护、两级配电、均为空开。

9. 各级配电均设备用回路。

10. 凡 380V 的负荷列为动力，如电烘手器；凡 220V 的负荷列入照明，如泛光照明、风机盘管。照明回路中的插座、风机盘管及备用回路均采用报警空开。

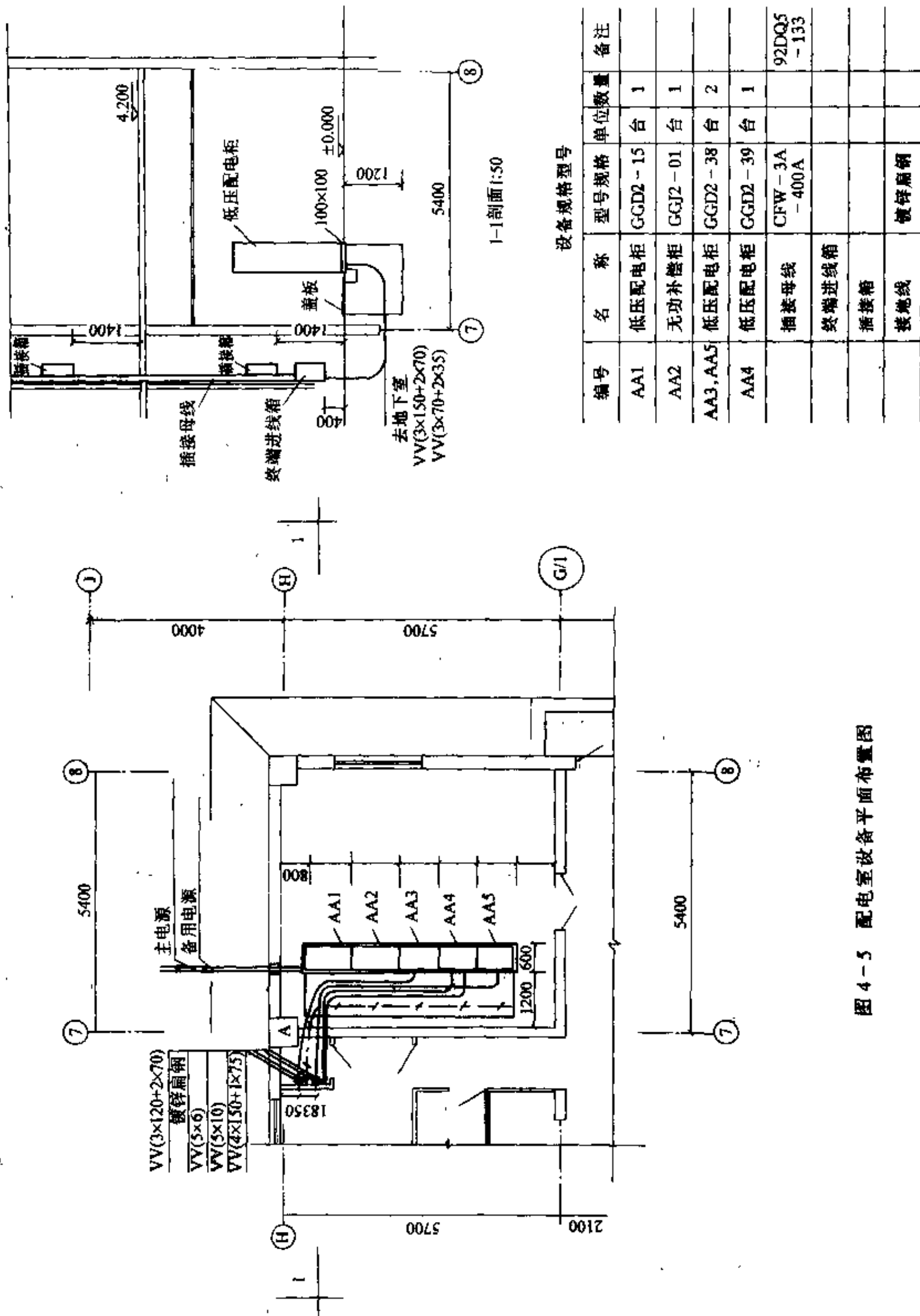
第二节 动力平面图

该系统的动力分四种类型，即配电室设备、空调机房、水泵房和各种动力装置，我们常常把配电室也列为动力，因为有些配电室有直控设备，并且为电源引入及分配集中地点，均为三相，控制系统所有的动力及照明。

一、配电室平面布置图

图 4-5 是配电室设备平面布置图，并列剖面图和主要设备规格型号。

配电室位于一层右上角⑦~⑧和 H~G/1 轴间，面积 5400mm×5700mm。两路电源进户，其中有一备用，380/220V，电缆埋地引入，进户位置 H 轴距⑦轴 1200mm 并引入电缆



设备规格型号

编号	名称	型号规格	单位	数量	备注
AA1	低压配电柜	GGD2-15	台	1	
AA2	无功补偿柜	GGJ2-01	台	1	
AA3, AA5	低压配电柜	GGD2-38	台	2	
AA4	低压配电柜	GGD2-39	台	1	
	插接母线	CFW-3A -400A			92DQ5 -133
	终端进线箱				
	插接箱				
	接地线	镀锌扁钢			

图 4-5 配电室设备平面布置图

沟内，进户后直接接于AA1#柜总隔离刀开关上闸口。进户电缆VV22 (3×185+1×95) × 2，备用电缆VV22 (3×185+1×95)，由厂区变电所引来。

室内设柜5台，成列布置于电缆沟上，距H轴800mm，距⑦轴1200mm。出线经电缆沟引至⑦轴与H轴所成直角的电缆竖井内，通往地下室的电缆引出沟后埋地-0.8m引入，见图4-5。其中，柜体型号及元器件规格型号见图4-1中的设备规格型号标注。槽钢底座100mm×100mm槽钢。电缆沟设木盖板厚50mm。

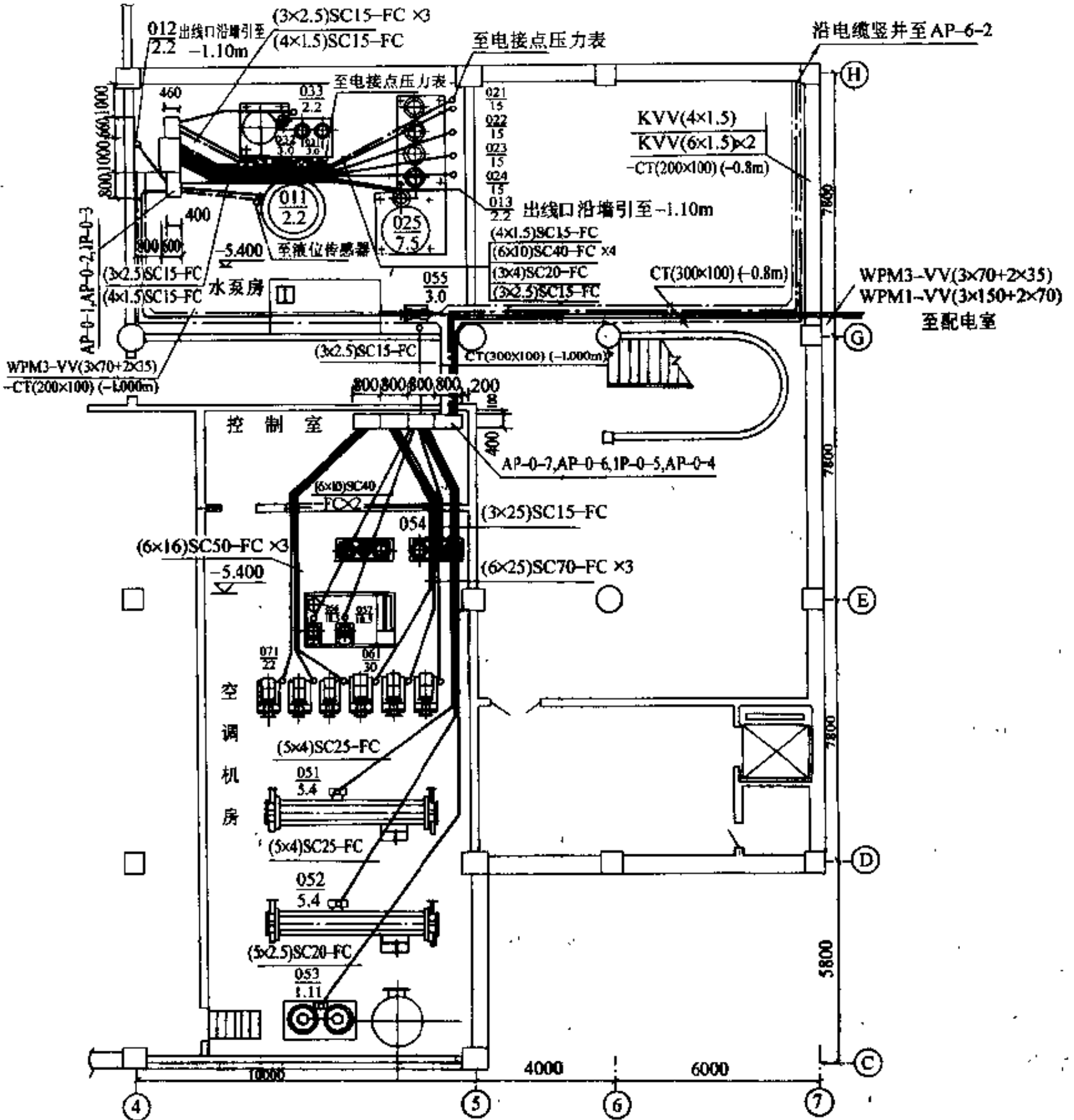


图4-6 地下室机房动力平面图(删节)

接地线由⑦轴与H轴交叉柱A引出到电缆沟内并引到竖井内，材料为-40mm×4mm镀锌扁钢，系统接地电阻 $\leq 4\Omega$ 。

二、地下室机房动力平面图

图4-6是地下室机房动力平面图，分两个部分，即空调机房和水泵房。地下室标高

-5.4m, 因此, 这里安装部位的标高均为负值。

(一) 空调机房动力平面图

空调机房分控制室和设备间两部分, 控制柜位于控制室右上角, 距墙 100mm, 按柜序号排列, 型号规格及母线见图 4-2。

1. 电源由低压配电室沿电缆沟埋地引来, 引入位置由 G 轴引入电缆桥架 (电缆桥架是为机房设置的, 沿⑦轴、G 轴、④轴和⑤轴部分设置, 标高 -0.8m 和 -1.0m)。引入后沿 G 轴桥架 CT (300×100) (-0.8m) 和⑤轴桥架 CT (300×100) (-1.0m) 引入 AP-0-4# 总柜。桥架规格 300mm 宽、100mm 高, -1.0m 安装。电缆为 VV (3×150+2×70), 编号 WPM1。

2. 设备基础及电动机位置顺横轴排列见图 4-6, 共六列。从 AP-0-5# 柜共引出 7 个管线回路, 从图中柜前右至左数第一路为送至加药装置的电源 $\frac{053}{1.11}$, 编号 53, 容量 1.11kW, 导线 (5×2.5) SC20-FC, 埋地敷设 (FC), 5×2.5 为五根 2.5mm² 导线即三相五线的电源; 第二路为送至冷水机组的电源 $\frac{52}{5.4}$, 编号 52, 容量 5.4kW, 导线 (5×4) SC25-FC 埋地敷设; 第三路同第二路冷水机组的电源, 编号 53; 第四路为送至钠离子交换器的负荷线, 编号 54, 容量由设备说明书定, 导线 (3×2.5) SC15-FC; 第五路和第六路相同, 均为送至换热机组的负荷线, $\frac{056}{18.5}$ 、 $\frac{057}{18.5}$, 即编号为 56、57, 容量为 18.5, 导线 (6×10) SC40-FC, 六根线为星角启动; 第七路是从柜后引出的, 送至水泵间的软化水泵 $\frac{055}{3.0}$, 编号 55, 容量 3kW, 导线 (3×2.5) SC15-FC, 直接启动。

3. 从 AP-0-6# 柜引出三个管线回路, 是送至第一组冷却水泵的负荷线, $\frac{061}{30}$ 、 $\frac{062}{30}$ 、 $\frac{063}{30}$, 设备编号为 61、62、63, 容量均为 30kW, 导线 (6×25) SC70-FC, 星角启动, 管路埋地敷设。

4. 从 AP-0-7# 柜引出三个管线回路, 是送至第二组冷却水泵的负荷线, $\frac{071}{22}$ 、 $\frac{072}{22}$ 、 $\frac{073}{22}$, 编号 71、72、73, 容量均为 22kW, 导线 (6×16) SC-FC, 星角启动, 管路埋地敷设。

图中钠离子交换器若有混凝土基础, 则图中穿过基础的管线应绕开基础敷设。经与配电系统图核对, 两图回路编号、用途名称、容量及启动控制方式, 导线管路均相同无误。

5. 经⑤轴、G 轴和⑦轴的电缆桥架从空调机控制柜内引出三根控制电缆 (见图上标注) 至电缆竖井引至六层控制箱 AP-6-2, 见图 4-12 和图 4-3, 作为屋顶冷却塔的控制线和水位控制线, 实现屋顶、机房联动控制。冷却塔控制为两地控制, 电缆为 KVV (6×1.5), 其中三根为电源, 三根为控制线。

(二) 水泵房动力平面图

水泵房控制柜位于④轴侧, 距墙 800mm, 距边墙 1000mm, 按序号排列, 型号、规格及母线见图 4-2。

1. 电源电缆引入与空调机房相同, 用电缆桥架引入 AP-01-1# 柜, 电缆为

VV (3×70+2×35), 编号 WPM3。

2. 设备基础及电动机位置见图 4-6。从 AP-0-1[#] 柜前引出两个管线回路即 11[#] 和 13[#]，其中 11[#] 回路为排污水泵负荷线管， $\frac{11}{2.2}$ ，2.2kW，并附有液位传感器管线，管线标

注 $\frac{(3 \times 2.5) \text{ SC15-FC}}{(4 \times 1.5) \text{ SC15-FC}}$ ，分子为电动机用，分母为传感器用，这样的标注，工程图中常用。

13[#] 回路为排风机负荷线管， $\frac{13}{2.2}$ ，2.2kW，管线与 AP-0-2[#] 柜引出管线共同标注，为 (3×2.5) SC15-FC，并指明其出线口高度，应沿墙引至顶板下 -1.1m，这里是排风机的安装位置。

从柜后引出一路管线回路即 12[#]，引至墙上沿顶板下翻 -1.1m 处，这里是送风机安装位置，管线及功率同排风机。一送一排是为了减小泵房的湿度。

3. 从 AP-0-2[#] 柜共引出六路管线，从图上从上往下数第一回路为电接点压表管线，(4×1.5) SC15-FC；第二~第六回路均为水泵管线，编号 21~24，容量 15kW，管线标注为 (6×10) SC40-FC×4，六根线，星角起动。第七回路为补水泵管线，编号 25，7.5kW，管线 (3×2.5) SC15-FC。

4. 从 AP-0-3[#] 柜共引出四路管线，从图上从上往下数第一回路为补水泵，33[#]、2.2kW，管线与其三共同标注 (3×2.5) SC15-FC；第二、三回路为水泵，32[#]、31[#]、3.0kW，管线同上。第四回路为电接点压力表管线，(4×1.5) SC15-FC。

5. 经与系统图核对编号、容量、用途名称、起动控制方式、管线均相同无误。

三、首层动力平面图

首层动力平面图见图 4-7 (见书后插页)，图中标注了该层电缆竖井的位置及平面布置。图 4-7 标注了动力系统图中的配电箱 AP-1，同时也标注了照明系统图中的配电箱 AL-1，并把照明中的插座和风机盘管回路标注在动力平面图上，这完全是设计者为了画图的方便和需要，否则因图面较小，10 多个回路画出后会影影响清晰。这样，照明装置的回路便和插座及风机盘管的回路分开，也给读图带来方便。

(一) 电源的引入

电源的引入是从设在⑦轴和 H 轴交叉点的竖井中五线制插接母线取得的，插接母线在每层设插接箱，见图 4-5，插接母线型号为 CFW-3A-400。从插接箱上取得电源的是 VV 电缆，引出竖井后沿桥架敷设送至各配电箱，桥架是沿⑦轴、G 轴、③轴敷设的，标高 +3.3m，标注为 CT $\left(\frac{300}{200} \times 150\right)$ (+3.300m) 两种，其中的电缆是截断面画出的，只画出引至配电箱的一段，并标注规格型号，如 VV (5×10)。

(二) 动力配电箱

1. AP-1-1[#] 配电箱位于⑦轴配电室墙的外侧，暗装距地 1.4m。电源用 VV (5×10) 电缆经桥架引入。引出的第一回路 WP1 和第二回路 WP2 送至卫生间的烘手器，2.2kW，管线 BV (3×4) SC20，埋地板内敷设，烘手器安装距地 1.2m。第三回路 WP3，用管线引至开水间三相带接地插座，型号 P86Z14-25，暗装距地 0.3m，管线 BV (4×4) SC20，埋地板内敷设。

2. AP-1-2[#] 配电箱位于设备间竖井侧，暗装距地 1.4m；用管线从电缆槽架内引入，

BV (5×6) SC25 - WC, 暗设在墙内 (WC)。引出一个回路 WP1, 新风机组, 容量 2.2kW, 管线 BV (4×2.5) SC15 - FC。

3. AP-1-3[#] 配电箱位于楼梯间⑤轴上, 暗装距地 1.4m, 电源由上层引来见图 4-8A 点, 垂直相同位置, 引出四个回路, 热风幕每组容量 0.35kW×2, 管线分两路, BV (8×2.5) SC20 - BC, 架内敷设, 热风幕安装在大门口上房吊顶上皮, 风口朝下。

4. AP-1-4[#] 配电箱位于右大厅 D 轴处, 电源由上层引来见图 4-8B 点, 垂直相同位置, 暗装距地 1.4m, 其它见弱电平面图及弱电系统图。

(三) 照明配电箱

1. AL-1-1[#] 配电箱设置于右大厅楼梯间外侧, 暗装, 距地 1.4m。电源经桥架由插母引来, 电缆 VV (5×10)。引出六个回路, 其中 WL8 为插座回路, 用管线引出后引至⑤轴、J 轴和④围成的大厅内, 埋墙设置 8 只二位两极双用带接地插座, 型号 P86Z223-10, 暗装距地 0.3m。管线为 BV (3×4) SC20, 埋地或埋墙敷设。其它回路的插座, 其规格型号、安装方式、管线敷设均与此相同。

WL9 为插座回路, 管线引出后引至右侧 G 轴和⑧轴, 设置 10 只插座, 并从 2[#] 插座处引至配电室 7[#] 插座, 并从 4[#] 插座处引至大厅 Z₁[#] 柱子上对称设置两只插, 然后从 Z₁[#] 再引至电梯间后侧设置 10[#] 插座。

WL10 为插座回路, 管线引出后引至左侧 G 轴至 Z₂[#] 柱后沿⑥轴引至消防中心, 埋墙设置四只插座。

WL11 为插座回路, 管线引出后沿大厅地板引至 D 轴后沿⑧轴墙体设置 5 只插座, 其中由 22[#] 插座处引至大厅 Z₃[#] 柱子上对称设置两只插座, 然后从 Z₃[#] 再引至 AP-1-4 配电箱处设置一插座。

WL12 为风机盘管回路, 因为风机盘管为吊顶内安装, 因此风机盘管之间的管线及风机盘管至其控制开关间的管线也布吊顶内敷设。所不同的是由配电箱引出的管线和控制开关引出的管线是在墙内暗设到吊顶线以上 100mm 处的接线盒处。由每个回路 1[#] 风机盘管到配电箱埋墙引出的该盒处以及每台风机盘管到控制开关引出的该盒处的管线也是在吊顶内敷设的。同样落地安装的风机盘管到吊顶内风机盘管的管线也是用上述方法连接的, 先敷管到吊顶线以上 100mm, 然后顶内再敷管连接。

WL12 回路, 管线从配电箱埋墙引至顶上后再引至 1[#] 风机盘管, 这里分为两路, 一路右引至配电室, 另路给 2[#] 后再引至中大厅, 从 3[#] 再引至中大厅入口处落地安装的风机盘管。

风机盘管的管线均为 BV (3×2.5) SC15、BV (6×2.5) SC20, 控制开关均为暗装距地面 1.4m。

WL13 回路为风机盘管回路, 风机盘管均分布在右大厅内, 读者可自行分析。

2. AL-1-2[#] 配电箱设置于左大厅③轴与 D 轴交点处, 电缆由桥架 VV (5×10) 电源引入, 引出 5 个回路, 其中 WL7~WL9 为插座回路, WL10、WL11 为风机盘管回路, 读者可自行分析。

3. AL-1-3[#] 配电箱设置于左大厅楼梯间④轴上, 供地下室用。

四、二层动力平面图

二层动力平面图见图 4-8, 图中也标注了该层电缆竖井的位置及平面布置。二层动力平面与首层动平面基本相同, 读者可自行分析, 但要注意以下几点:

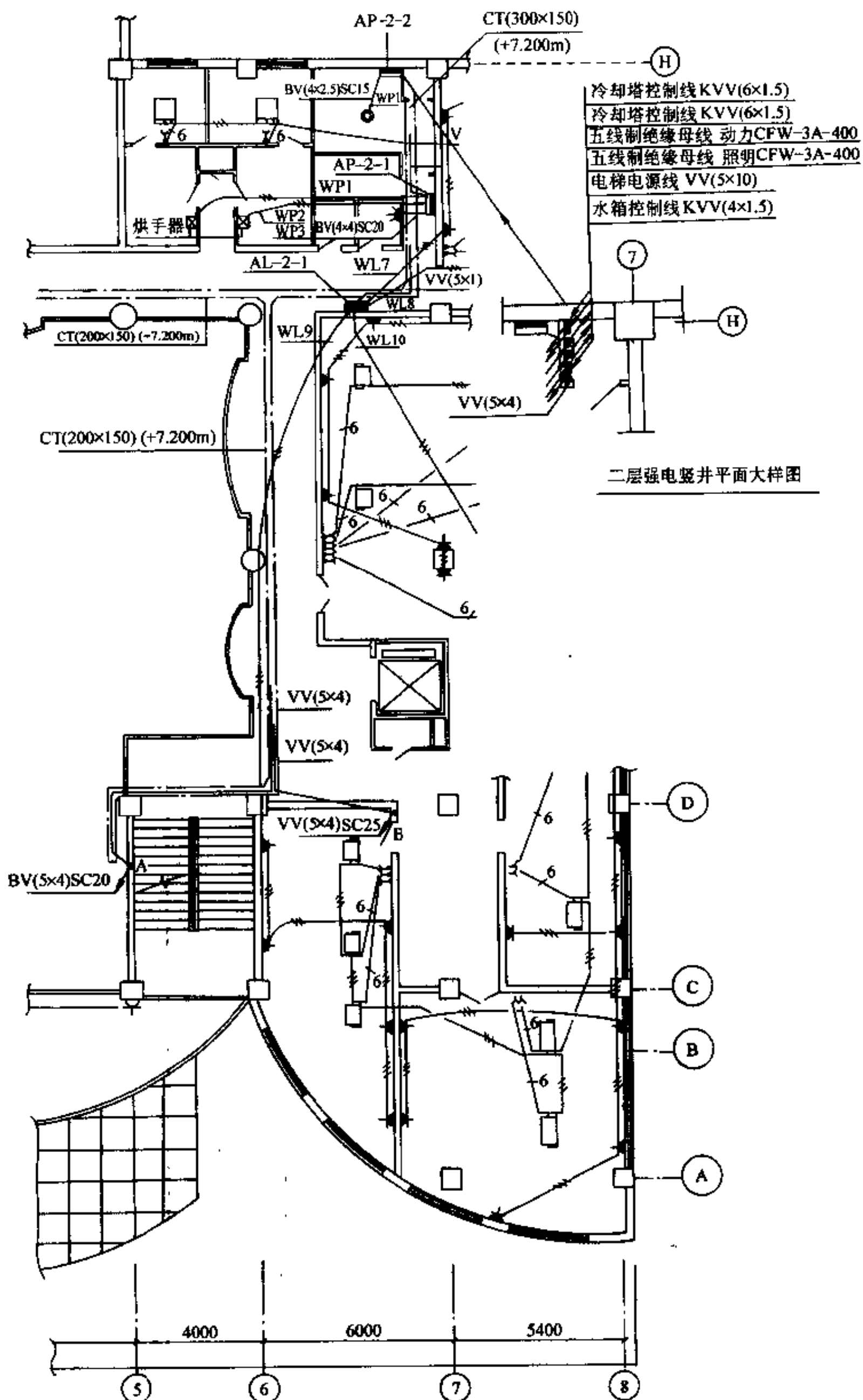


图 4-8 二层动平面图 (局部)

1. 二层增加一趟电缆桥架，是沿⑥、D轴及⑤轴的部敷设的，目的是将电缆引入到⑤轴的A点和D轴的B点，以便把电缆引到首层相同部位的AP-1-3[#]和AP-1-4[#]配电箱，见图4-7。主电缆是两根VV(5×4)铜芯塑缆，引下线分别为BV(5×4)SC20铜芯塑线和VV(5×4)SC25铜芯塑缆。

2. 中大厅取消了风机盘管，右大厅管线变动稍大，左大厅管线也有变化，因图幅较大，图4-8未标出这些内容。

3. 图中电缆桥架的敷设标高+7.200m是从首层地面计算的。

五、三~五层动力平面图

三~五层动力平面图中电缆桥架的布置同首层布置，标高11.100m。图中增加了前厅和后厅的风机盘管。图中除竖井外没有穿上或引下的管线。其它相同，三层的动力平面图，见图4-9。为了便于分析竖井线路，这里仅列出三~五层强电竖井平面大样图(见图4-10)，读者自行分析。

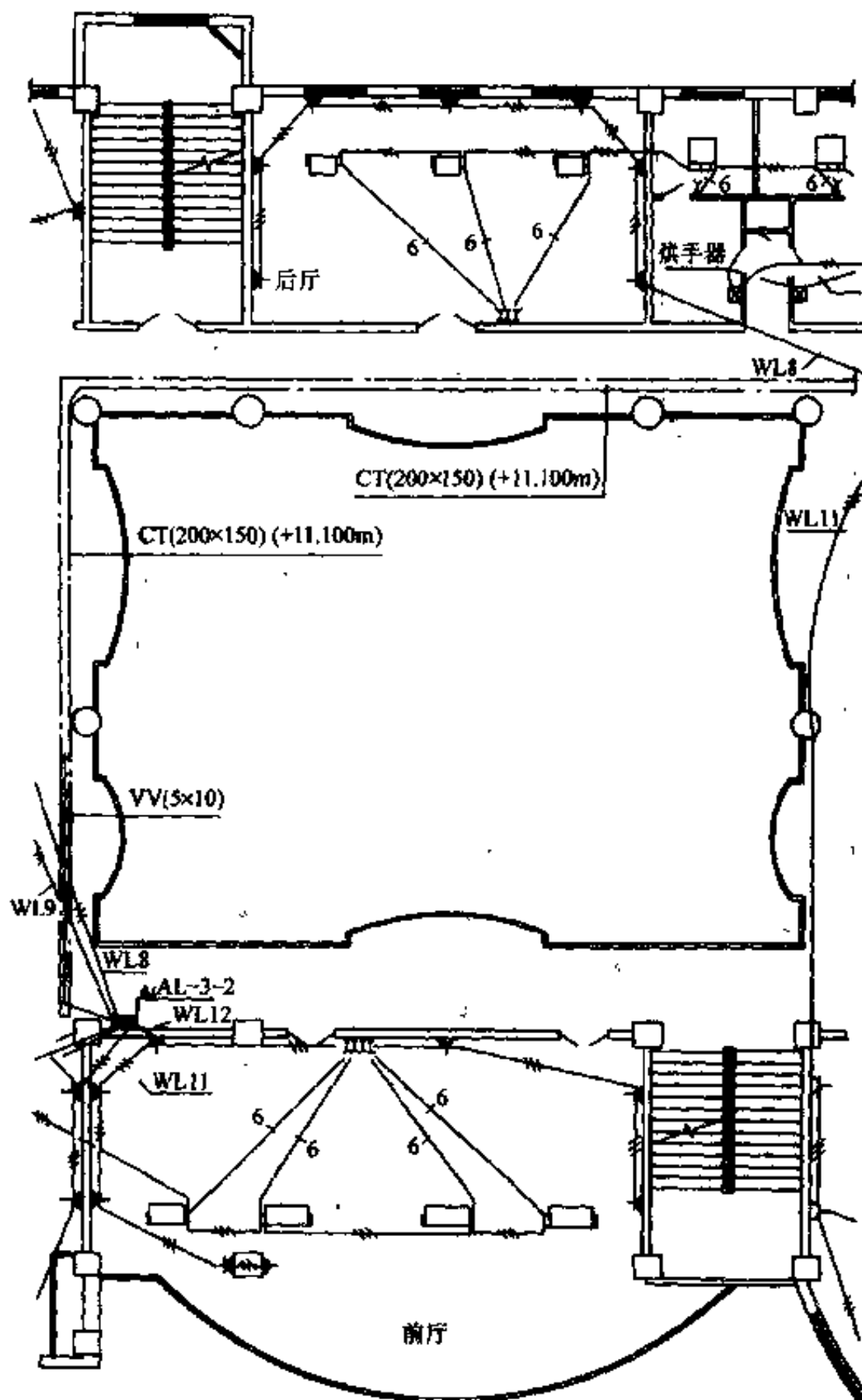


图4-9 三层动力平面图(局部)

六、六层动力平面图

六层动力平面图见图 4-11。六层动力平面开间有了较大变化，但与三~五层基本相同，读图时应注意以下几点：

1. 增加了沿⑦轴敷设的电缆桥架，目的是将电源由 A 点引至七层，并将水箱控制线引下至竖井，电源线 VV (5×10) SC50 和 VV (5×6) SC32 铜芯塑缆，控制线 KVV (4×1.5) 铜芯控制塑缆。桥架标高 22.800m。其中 VV (5×10) 是电梯电源线。

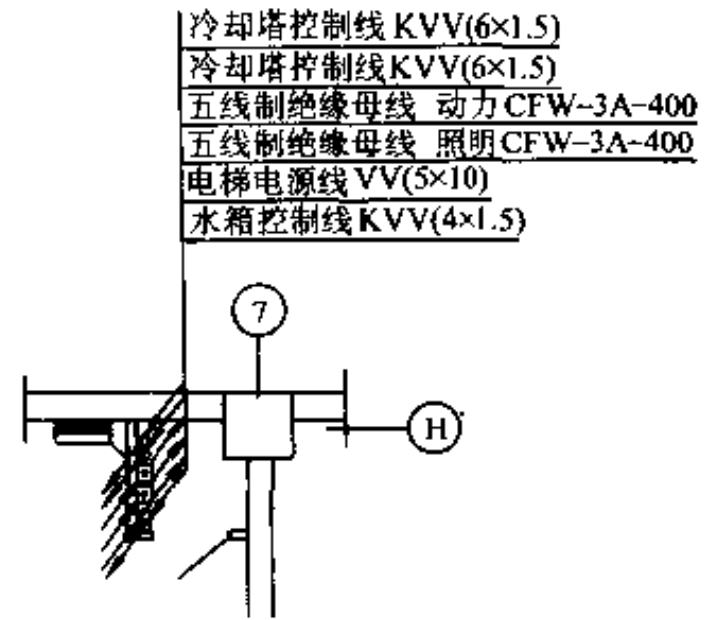


图 4-10 三~五层强电竖井平面大样图

2. 在 H 轴竖井处引两根向上的管线，目的是将配电箱内两根控制电线引至房顶，电线为 BV (4×6) SC32，同时将控制电缆 KVV (6×1.5) 两根从竖井引入配电箱 AP-6-2[#]，见图中竖井平面图。

七、屋顶电气平面图

顶层电气平面图见图 4-12。顶层设冷却塔两台，电源由六层配电箱 AP-6-2[#] 穿管引上，见图中 A 点，管线 BV (4×6) SC32 埋入地板，出线口高度 5.9m，冷却塔两地控制，一地为六层 AP-6-2[#] 箱，二地为地下室空调机房，控制线由竖井从机房引入 AP-6-2[#] 箱，见电气竖井平面图及图 4-11。

八、七层机房电气平面图

七层机房电气平面图见图 4-13。机房分电梯机房和水箱间两部分，其中电梯机房的电源由六层电缆桥架从竖井引入，经 B 点至配电箱 AL-7-1，管线为 VV (5×10) SC50 铜芯塑缆。引出回路未标出，详见电梯有关资料。

AL-7-1[#] 配电箱为照明配电箱，电源引入同 AP-7-1[#]，VV (5×6) SC32 铜芯塑缆。AL-7-1[#] 的引出回路为三路，WL1 和 WL2 是共同引出的，三线引出（一 A 相、一 B 相，一工作零线），然后在图中 C 点分开，WL1 引至水箱间，共六只荧光灯，WL2 至电梯机房，共四只荧光灯，标注为 $10 \frac{1 \times 40}{3.0}$ Ch，链吊，距地 3.0m。从 C 点引至电梯机房入口处的两只二联单极开关的导线为 5 根，将四只灯分四路单独控制。从 D 点引至水箱间入口处的单极开关为 4 根线，将六只灯分三路控制，但其中两路是由一只开关控制的。WL3 为插座回路，其中电梯机房两只，水箱间三只，安装及管线同前。

引至水箱间的水位控制线由 B 点引出后至水箱间⑦轴，出线口标高 1.50m，管线 KVV (4×1.5) SC20。

楼梯间的照明是从 E 点由六层照明线路引来的吸顶灯两只 $2 \times \frac{1 \times 60}{\quad}$ S，单控，单控开关暗装距地 1.4m。另一路是壁灯两只 $2 \frac{1 \times 60}{\quad}$ W，F 点设一联双极开关，管线由下垂直引来，详看照明平面图。

七层的管线属照明回路的敷于顶板上，开关管线由上埋墙引下至高 1.4m 处，属插座和水箱控制线则敷于地面上后再上引至要求标高处（插座 0.3m）。管线均为 BV (2×2.5) SC15、

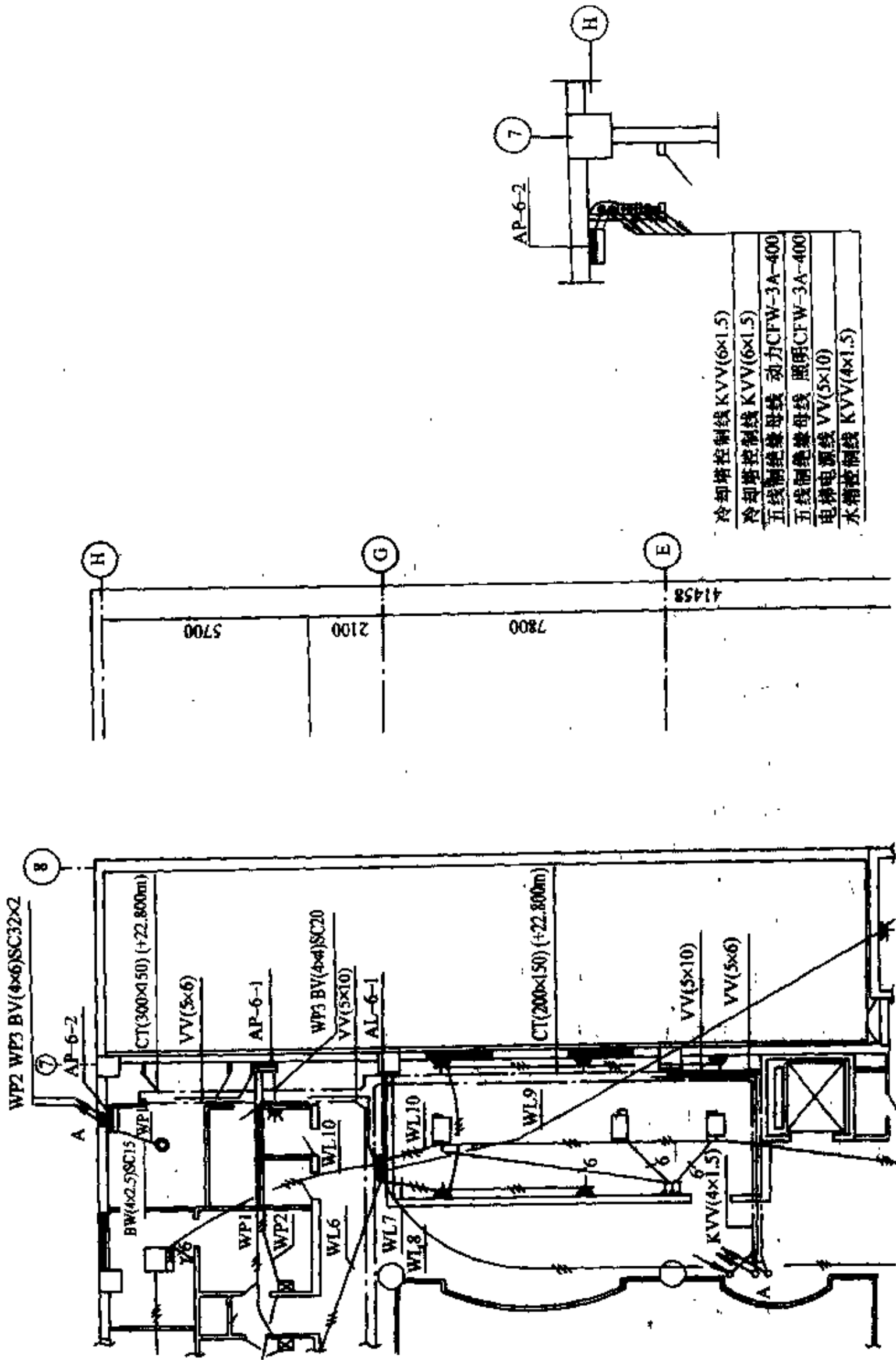


图 4-11 六层动力平面图 (局部)

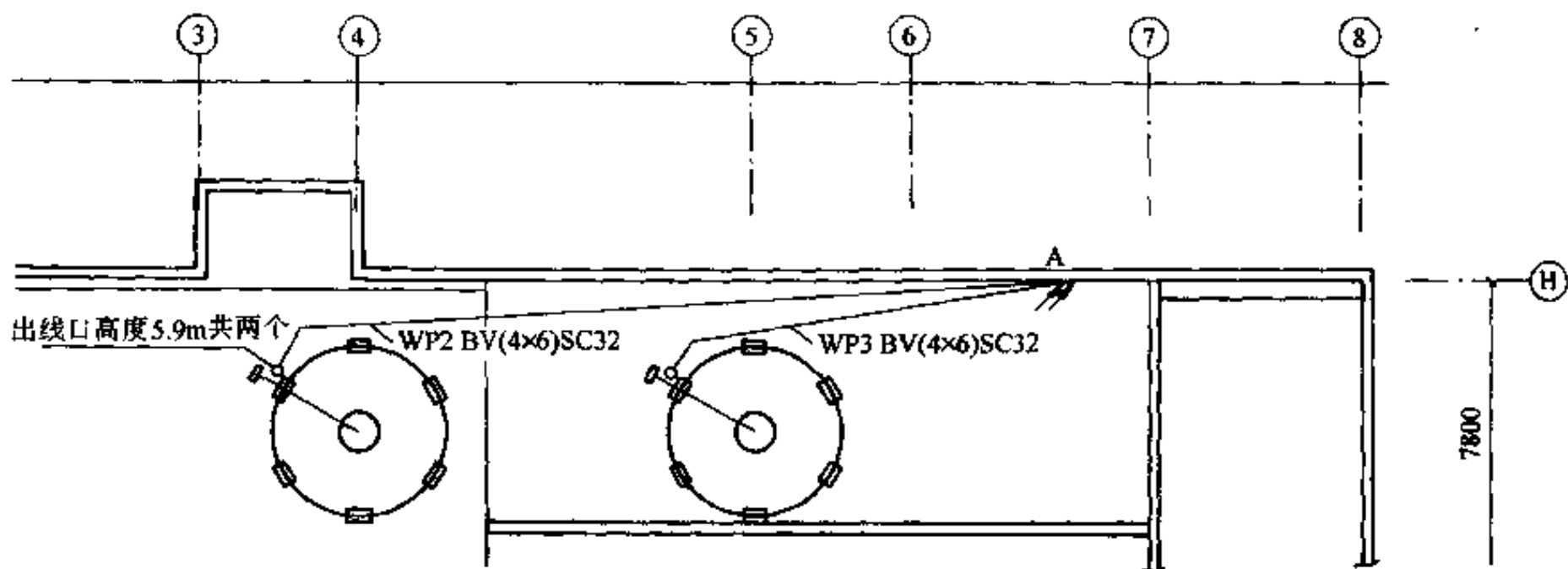


图 4-12 屋顶电气平面图 (局部)

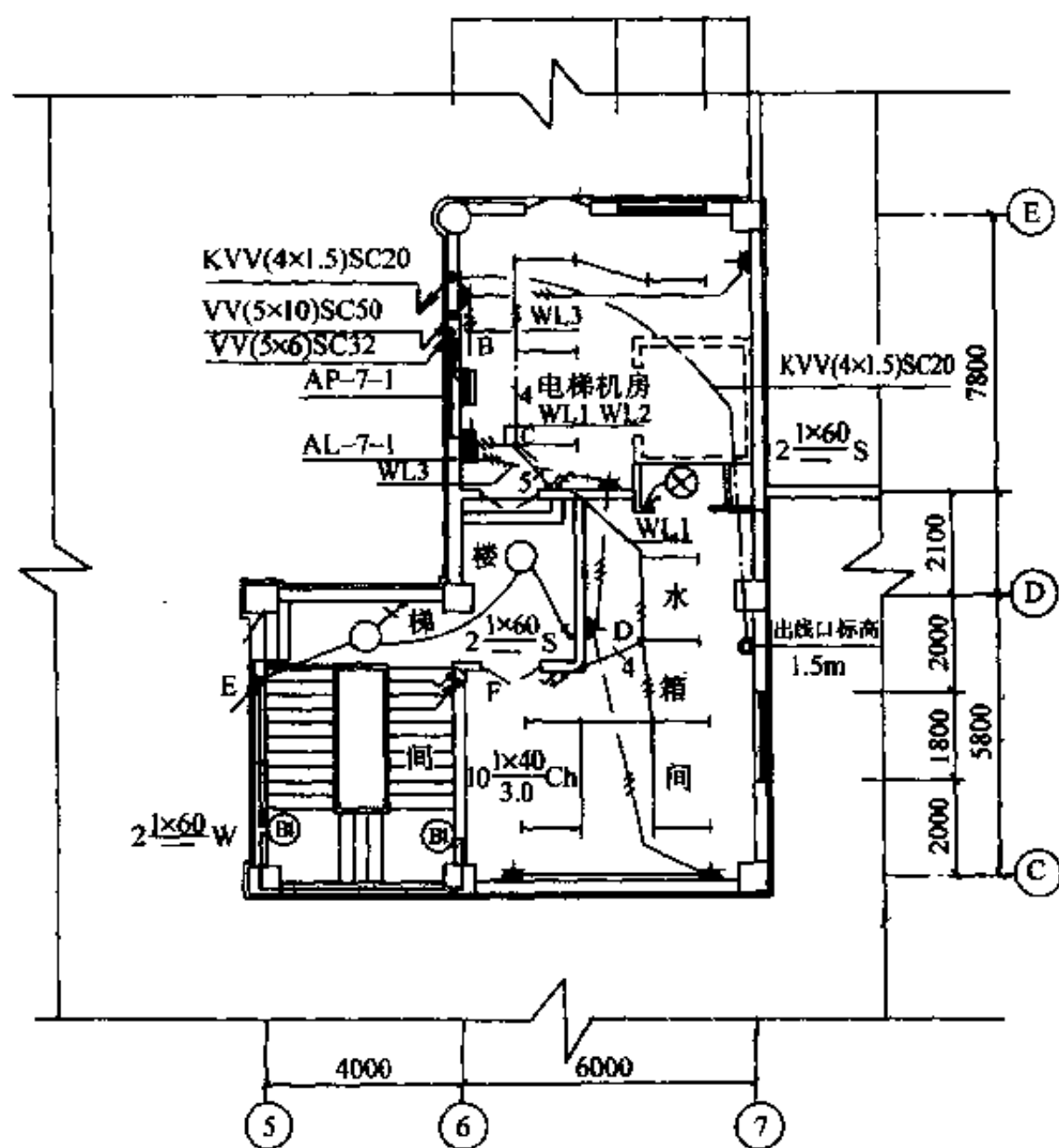


图 4-13 七层机房电气平面图

BV (3×2.5) SC15、BV (4×2.5) SC15、BV (5×2.5) SC20、BV (6×2.5) SC20。

通过对动力平面图的分析，我们对动力装置在楼内各层的分布以及管线布置、楼层之间关系有了充分的了解，并与系统图进行了比较核对，基本无误。需要进一步说明的有几点：

1. 地下室机房图中只标注动力部分，而一~七层除动力电路外还标注了部分照明电路中的线路，主要是插座和风机盘管。

2. 电缆竖井内的设置和电缆桥架的敷设是多层或高层建筑的特点，图中标注要掌握。二层到一层，一层到地下室、六层到顶层都有穿上或穿下的部分管线，要掌握穿上及穿下的

具体位置。

3. 风机盘管是安装在吊顶内的设备, 对其管线的敷设及开关、电源引上管线和引下管线的敷设要心中有数。

4. 出线口高度除图中标注说明外, 其它应与设备安装高度相适应。

5. 读动力平面图必须与系统图对照。

第三节 照明平面图

照明电路的识读应注意以下几点:

1. 照明电路的管线敷设基本与一~六层动力管线的敷设相同, 其中干线(引入配电箱的电源线)已在动力电路中敷设在竖井或电缆桥架内, 其余管线均采用焊接钢管内穿 BV 铜塑线在现浇板内或吊顶内暗设。其中插座回路为 BV (3×4) SC20, 其余未注明处为 BV (2×2.5) SC15、BV (3×2.5) S15、BV (4×2.5) SC15、BV (5×2.5) SC20, BV (6×2.5) SC20。开关全部暗装, 距地 1.4m。

2. 灯具的安装分顶板上吊装或吸顶装、吊顶嵌入式装或吸顶安装、壁装等, 因此应与土建图纸相相应。该楼地下室不吊顶, 七层不吊顶, 一~六层均吊顶, 因此管线敷设应适应灯具安装方式, 凡吊顶处管线应与动力线路中的风机盘管的管线敷设相同。

3. 注意管线敷设的穿上或引下, 要对应上层与下层的具体位置。开关及其规格型号应与所控灯具的回路相对应。

4. 与系统图对照读图。

一、地下二层照明平面图

地下二层照明平面图见图 4-14。

地下二层照明的电源经④轴 A 点由一层配电箱 AL-1-3 穿管引入 WL5, 引入后分两路, 一路为大厅的照明, 共 8 只板块灯 $\frac{8 \times 125}{4.5}$ Ch, 每只 125W, 链吊装, 吊高 4.5m, 管线敷设于顶板内。分四路控制, 两只开关装于入口处, 暗装距地 1.4m。

另一路经④轴引入楼梯间, 共 2 只壁灯 $2 \frac{1 \times 60}{3.0}$ W, 安装高度 3m, 单独控制, 两只开关分别装于楼梯处及门口 B 处, 暗装距地 1.4m。

二、地下一层照明平面图

地下一层照明平面图见图 4-15。

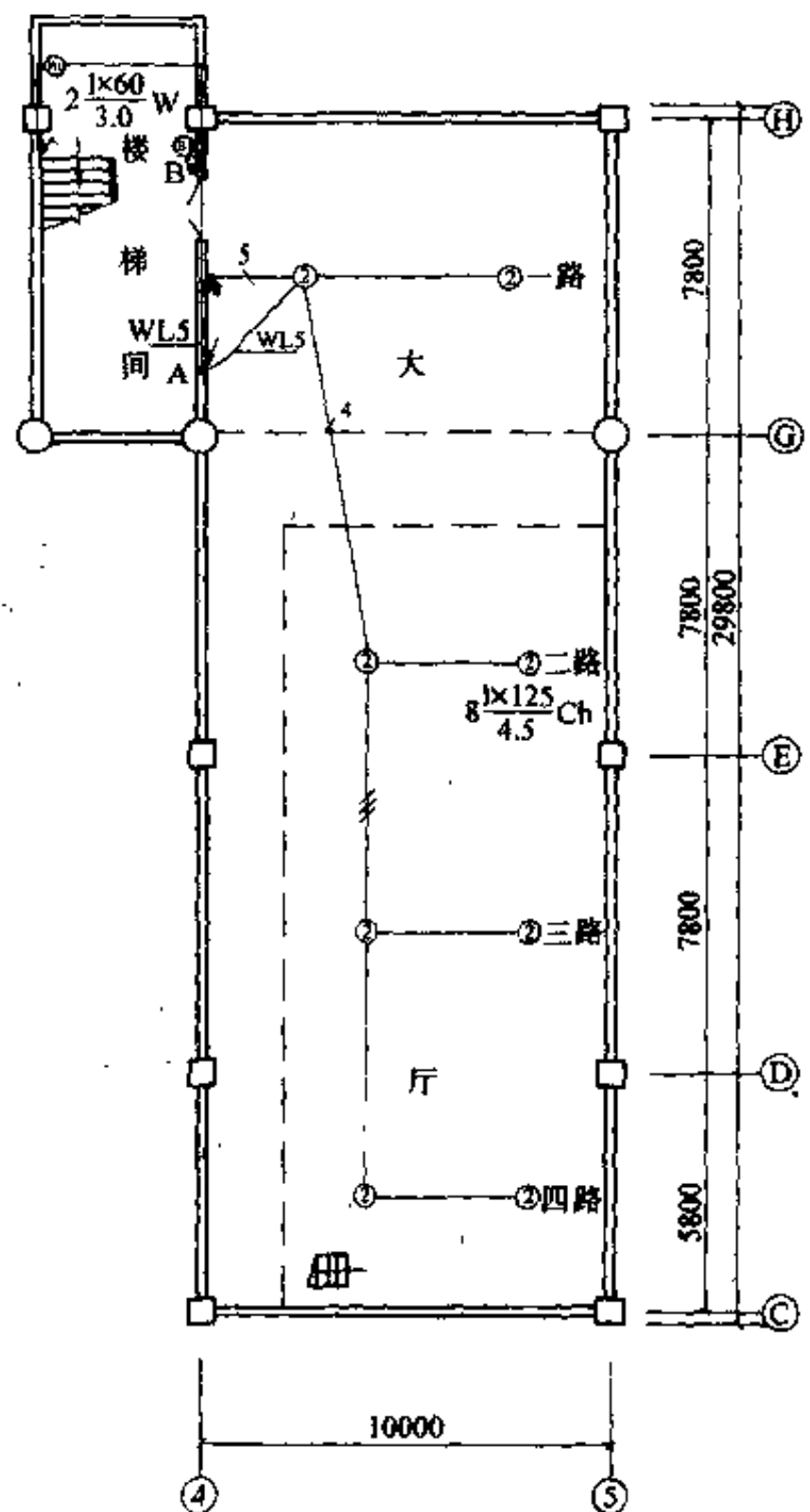


图 4-14 地下二层照明平面图

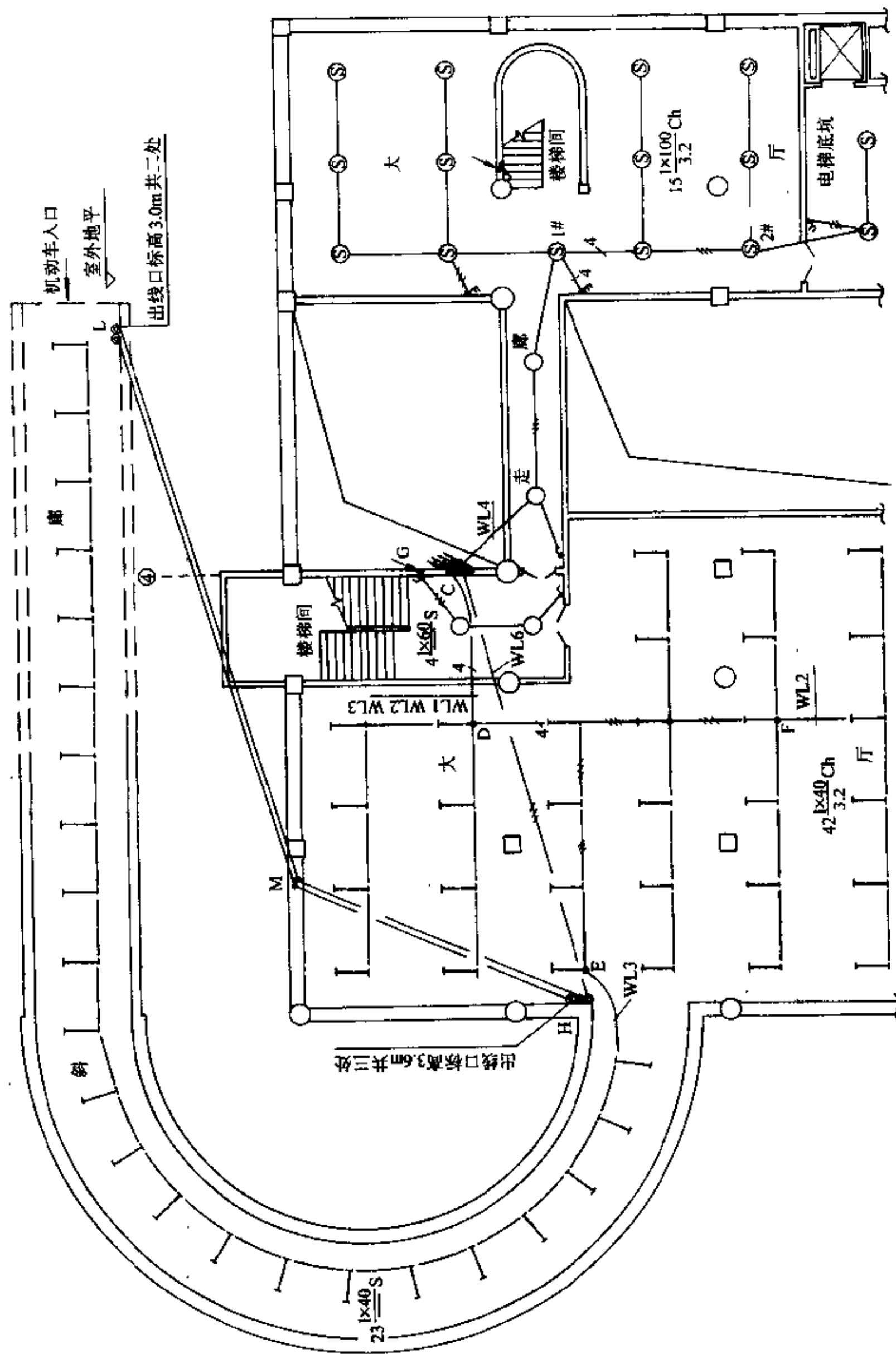


图 4-15 地下一层照明平面图 (局部)

地下一层的照明电源经④轴 C 点由一层配电箱 AL-1-3 穿管引入 WL1、WL2、WL3、WL4、WL6，并由此把 WL5 送入地下二层。

1. C 点的第一根管是 WL1~WL3 的引入管，引入后沿顶板引至 D 点，线路标注为 4 根导线，即三相一零，在此将分为三路，一路至 F 点再分出一路 WL2，一路至 E 点再分出一路 WL3，其余该大厅内均为 WL1，各路均为配电箱集中控制。标注为 $42 \frac{1 \times 40}{3.2}$ Ch，42 只 40W 荧光灯，链吊，吊高 3.2m。

2. C 点的第二根管是 WL4 的引入管，引入后沿走廊顶板引至右大厅 1[#] 灯位，在此分为五路多联开关分别控制，大厅由圆形楼梯间为界各两路，1[#] 灯为一路，电梯底坑为另一路两只灯单控。标注为 $15 \times \frac{1 \times 100}{3.2}$ Ch，15 只 100W 平盘灯，链吊，吊高 3.2m。另外走廊的两只吸顶灯为单控，与楼梯间共同标注。

3. C 点的第三根管是 WL6 的引入管，引入后沿地板至①轴 H 点上翻至 3.6m，设分线盒三只，HM 的管线沿顶板，ML 的管线沿室外埋地，L 出线口标高 3.0m。两只接线盒，管线 BV (2×2.5) SC15。此管线是为机动车出入信号而设置的，进车时 H 处信号灯亮，出车时 L 处灯亮，警示只能同一方向出或入。

4. C 点的第四根管是引至地下二层的电源管。

5. 经④轴 G 点由上引下的管线为楼梯间照明的电源，两只吸顶灯单控，与走廊共同标注， $4 \frac{1 \times 60}{\quad}$ S，4 只吸顶灯，每只 60W。

三、首层照明平面图

首层照明平面图见图 4-16 (见书后插页)。

首层照明平面图共设三个配电箱，其中 AL-1-1[#] 供楼梯间中大厅、卫生间、开水间、配电室、右大厅及消防中心、圆形楼梯间照明电源。AL-1-2[#] 供左大厅、大门及大门楼梯间照明电源。AL-1-3[#] 供地下室照明电源。另外 AL-1-2[#] 和 AL-1-1[#] 还要供楼体室外泛光照明。

(一) AL-1-1[#] 配电箱的回路

AL-1-1[#] 配电箱共分出七个回路。

1. 由配电箱到 A 点 (A 点为一走廊用筒灯，吊顶内安装) 为四根线，三相一零共三路，即 WL1、WL5 (部分) 和 WL6。

(1) 走廊的筒灯、疏导指示灯及由 3[#] 筒灯分至圆形楼梯间 E 点的电源为 WL5 (部分，另部分在电梯厅内) 回路。其中筒灯为两地控制，采用单联双极开关 (↗) 控制，疏导指示灯单独控制。E 点电源由此引下至地下一层 ↘ 处，并经地板引至 F 点，使壁灯 ⊙ 形成两地控制。

(2) C 点将 WL1 引至中大厅，将 WL6 引至 D 点，大厅内设四组荧光灯由多联开关单独分组控制。从 D 点将 WL6 引至 G 点，G 点一是将电源穿上引下作为二层及以上楼梯间照明的电源，二是将管线引至 H 点并引至二层作为两地控制开关 ↗ 的控制线，三是将管线经④轴引至本层楼梯间吸顶灯、入口处吸顶灯及疏导灯。入口处和本层楼梯间的吸顶灯、疏导灯均为双联开关单独控制。四是引至门厅吸顶灯疏导灯，单联单控。其中荧光灯的标注为共同标注 $115 \frac{2 \times 40}{\quad}$ R，双管 40W，顶篷内嵌入式安装。楼梯间吸顶灯为 $2 \frac{1 \times 60}{\quad}$ S，门厅为

1 $\frac{4 \times 60}{3}$ S, 4只60W灯泡的吸顶灯, 疏导灯为 $3 \frac{1 \times 20}{2.3}$ W, 壁装。

2. 由配电箱到B点也为四根导线, 即三个回路WL2、WL3和WL5(部分)。

(1) 右大厅上半部为WL2路, 设在M、N、L点的双联单极开关将荧光灯分为6路控制。

(2) 从E点将线路引至右大厅下半部和电梯间, 下半部为WL3路, 其中消防中心为三路控制, 大厅为5路控制, WL5路为3路控, 均采用多联开关。

3. 由配电箱到开水间为WL4路, 包括配电室、开水间、设备间、卫生间的照明, 其中配电室、设备间和卫生间的一只吸顶灯及预留1.3m处的照明装置为双联控制外, 其余均为单控。另外卫生间设插座两只, 标高1.9m。读者自行分析。

4. 由配电箱经地板预埋管线至室外为泛光照明电源, BV(4×6)SC32DA, 引入点到投光灯处(图中未标, 由现场定)。

(二) AL-1-2#配电箱

AL-1-2#配电箱共分出六个回路, 其中WL6为室外泛光照明的电源。

1. 由配电箱到左大厅P点引出WL1和WL2两个回路共12组荧光灯, 上半部为WL1, 下半部为WL2, 各分6路均由两只三联开关单控。

2. 由配电箱引至传达室荧光灯三个回路, WL3、WL4和WL5, 传达室、门卫室及传达室门口筒灯为WL3路。其中日光灯单控, 筒灯与疏导灯由两联开关分两路控制。

3. 由门卫室引至大门筒灯为WL4路, 配电箱集中控制, 通过筒灯回路将电源WL5路引至楼梯间的Q点上引并设单极双联开关并完成该楼梯间照明的两地控制, 同时经地板将管线引至S点并在此点将管线上引至二层该位置。

4. ⑤轴R点由二层引来管线并在此设三联单极开关, 完成二层前大庭筒灯的三路控制。

(二) AL-1-3#配电箱

AL-1-3#配电箱是为地下室照明而设置的, 共引出6个回路, 详见图4-14和图4-15。

四、二层照明平面图

二层照明平面图见图4-17。二层的照明平面布置有很多与首层相同之处, 主要不同之处及注意事项有以下几点。

1. 天井四周的走廊和前门庭设置了筒灯, 其中走廊筒灯为单联双极开关两地控制, 而回路中引出的疏导指示灯则为单独控制。前门庭的筒灯则由⑤轴R点引下由首层同位置设三联单极开关分三路控制。

2. 图中的大厅荧光灯、中大厅吸顶灯、除走廊以外的筒灯均采用多联开关分路控制。

3. 楼梯间有穿上引下的管线, 控制方式为两地控制, 同首层。

五、三~六层照明平面图

三~六层照明平面图基本相同, 并与二层及首层有相似之处, 读图时应注意以下几点。

1. 三层在天井的柱子上增设了6只金属卤化物灯, 标注为 $6 \frac{1 \times 125}{+12.00}$ W, 每只125W, 安装标高12m, 壁装式, 由AL-3-1#和AL-3-2#配电箱分两路集中控制。

2. 除楼梯间外没有穿上引下的管线。

3. 注意多联单极开关的使用及其对应的回路以及配电箱的位置变化和房间的开间变化。

4. 四层左大厅部分改为单管荧光灯。

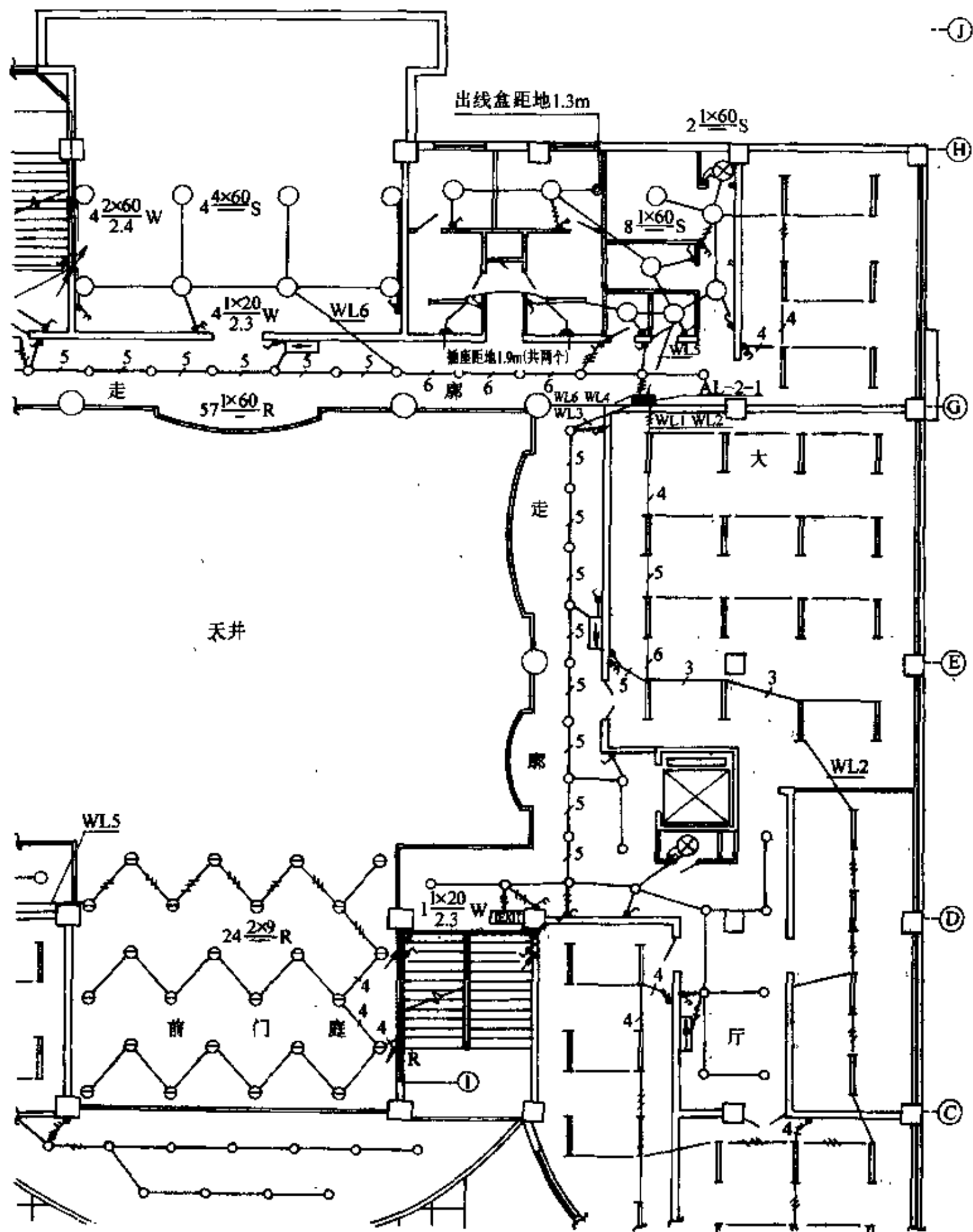


图 4-17 二层照明平面图 (局部)

5. 六层⑤~⑥轴楼梯间除楼梯间照明控制的由下引来管线外, 在⑤轴和⑥轴的 E 和 F 点向七层引去管线作为七层楼梯间壁灯电源及控制开关线, 见图 4-13。E 和 F 点均由控制开关 M、N 处引来管线。

6. 分析平面图时应与系统图对照, 见图 4-18 和图 4-19。

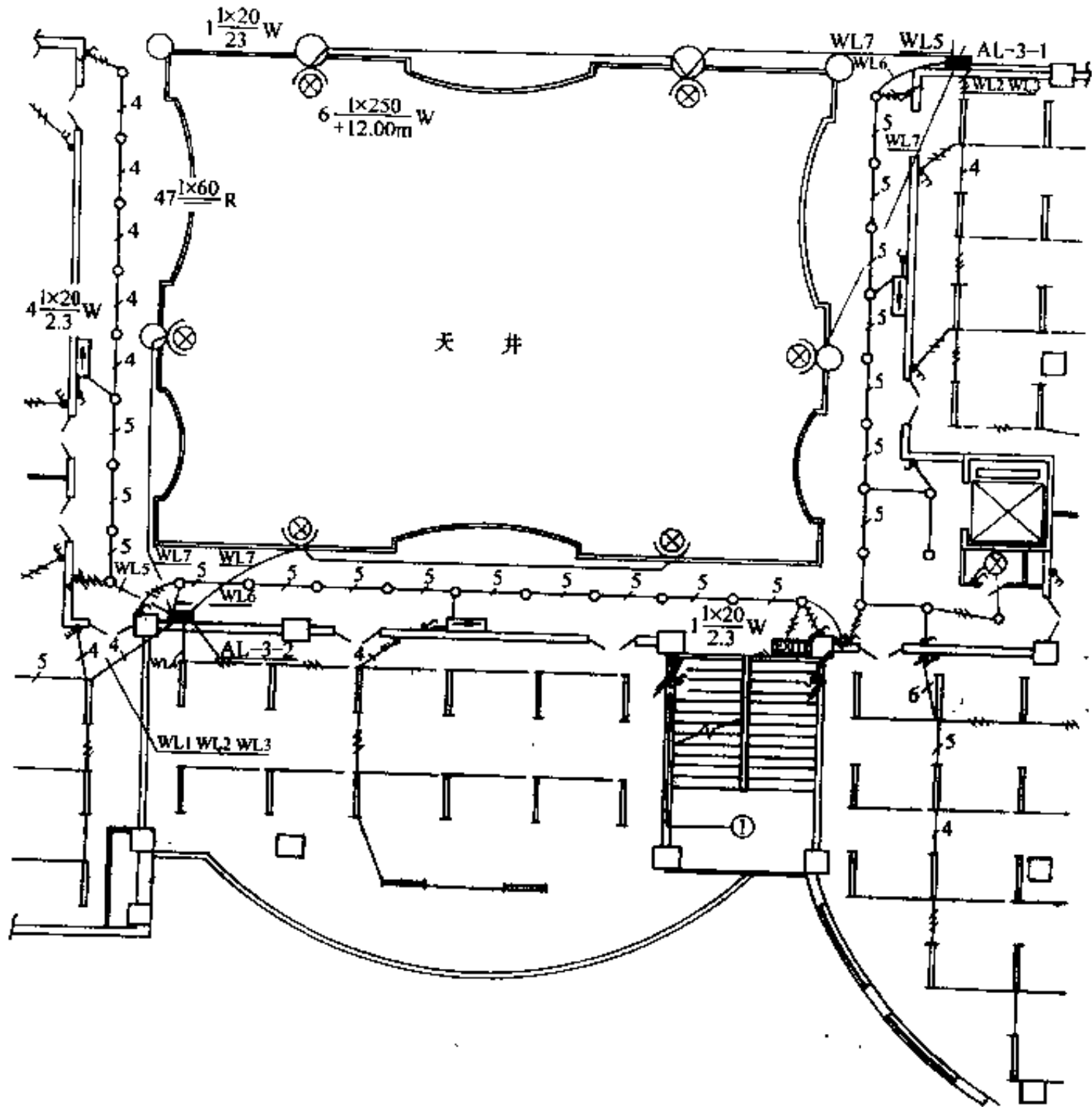


图 4-18 三层照明平面图 (局部)

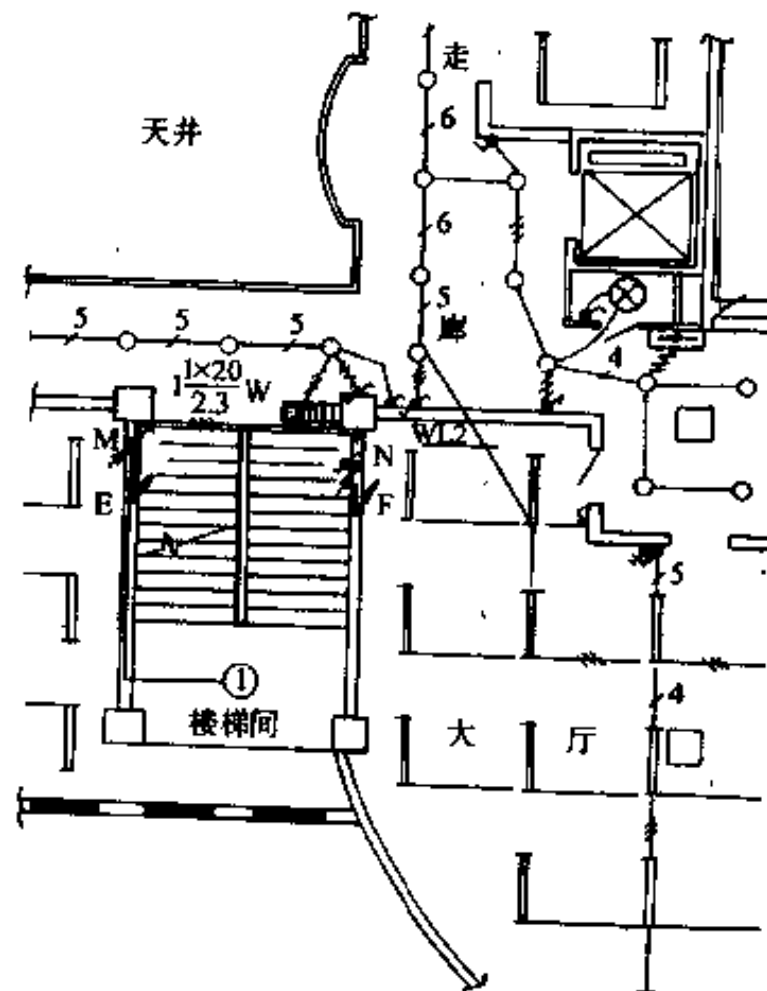


图 4-19 六层照明平面图 (局部)

第四节 防雷接地平面图

一、屋顶防雷平面图

屋顶防雷平面图见图 4-20 (见书后插页)。

从照明平面图可知, 屋顶 1# 平台和 2# 平台位于五层的屋顶, 则比屋顶 (六层顶板) 低一层, 而电梯机房和水箱间则比屋顶高一层。同时屋顶又设置了冷却塔及天井上的玻璃屋顶, 这些都凸出了屋顶, 因此从标高看防雷的布置则有三个不同的平面。

1. 1# 和 2# 平台沿其边缘每隔 600mm 设支架一个, 然后用 $\phi 10\text{mm}$ 镀锌圆钢架设避雷线, 因为平台上设有不锈钢管栏杆, 因此该栏杆应与避雷线焊接。同时平台上的 1、2、3、4 点避雷线应与由柱内引上的主钢筋焊接, 并作为避雷引下线, 下端则与地梁主筋焊接。

2. 屋顶沿其边缘每隔 600mm 设支架并用 $\phi 10\text{mm}$ 镀锌圆钢架设避雷线, 同时屋顶的 5、6、7、8、9 点的避雷线与由柱内引上的主钢筋焊接, 作为引下线。由六层 AP-6-2# 配电箱引至冷却塔的电线管出线口高 5.9m, 则应与避雷线焊接, 同时应在塔顶部设立 1.2m 高的避雷针, 避雷针的下端与避雷线焊接。避雷针的作法可参考华北标 92DQ13, 一般可用 $\phi 25\text{mm}$ 镀锌圆钢顶端锻尖而作。天井顶部的锥形玻璃屋顶的铝合金条也应与避雷线焊接。

3. 电梯机房水箱间顶部的边缘也用上述方法设避雷线, 同时其顶部的不锈钢杆架也与避雷线焊接。在顶部的 10 点为一引下线, 与柱内主筋焊接。

4. 上述避雷线均在屋顶女儿墙上设置, 除上述说明外其它凸出屋顶的构筑物均应与避雷线可靠焊接, 防雷接地与保护接地共同接地体, 接地电阻 $\leq 4\Omega$ 。

二、基础接地平面图

基础接地平面图见图 4-21 (见书后插页)。

本工程是利用基础、地梁及柱内主筋作为自然接地体的, 要求接地电阻 $\leq 4\Omega$, 如果达不到则应补充接地板棒使之达到要求。在柱与柱、梁与柱间若为间断部位则用 $40\text{mm} \times 4\text{mm}$ 的镀锌扁钢进行连接, 使之成为一闭合网。

1. 图中 1# ~ 10# 点的柱式基础内的主钢筋作为垂直接地体, 并且一直引至顶层, 与顶层的避雷线可靠焊接, 这样将避雷线引下至接地板。

2. 在 -1.87m 设置了地梁, 梁内主筋作为地下一层外缘柱体的水平接地线。地下一层外边的柱体则用 $40\text{mm} \times 4\text{mm}$ 的镀锌扁钢连接, 标高 -1.87m , 形成基础外缘的闭合网, 其它 7#、8#、4#、11# 柱体也用扁钢与主网连接。

3. 在地下二层机房的基础底部底圈梁内用主筋作为水平接地体将所有柱体连接起来。

4. 总体上基础最外缘的柱体均用主筋或镀锌扁钢连接。

相比之下, 防雷接地平面图要比动力, 照明简单了许多, 但是其重要性却远远超过了它们, 它涉及到了楼体的安全, 这是不容忽视的, 读图时要注意。

到目前为止, 我们已经把强电部分的动力及照明管线布置、设备元件布置、系统电气结构的读图作了详尽介绍, 其中动力系统的控制电路的读图将放在后续章节介绍, 作为单独控制电路来讲述。上述部分的内容是建筑电气工程图识读的基础, 特别是平面图中管线的布置

是读图的重点，也是建筑电气工程图读图的难点，对于一个初学者来说是很重要的，是第一步。

第五节 弱电系统的读图

本工程的弱电系统仅包括火灾报警、广播及电话系统，其中火灾报警和广播设立机房，电话则为市内直拨电话，不设机房。表4-5是该项工程弱电系统的设备材料表及设计说明，概括主要弱电设备、材料、安装要求、管线敷设方式及弱电部分图例。

表4-5 设备材料表

图例	名称	型号规格	单位	数量	备注
	火灾报警控制器	H8415	台		落地安装
	火警广播控制柜	H8480	台		落地安装
	两总线多态离子感烟探测器	H8403	个		吸顶安装
	两总线地址编码感温探测器	H8407	个		吸顶安装
	地编中继器	H8451	个		壁挂距地2.0m
	地编控制模块	H8456	个		壁挂距地2.0m
	地编手动报警按钮	H8470A	个		消防箱内安装
	总线隔离器	H8477	个		弱电竖井内壁挂
	水流指示器	见设施图	个		
	压力开关	见设施图	个		
	防火阀	见设施图	个		
	吸顶扬声器	H8026B	个		吸顶安装
	壁挂扬声器	H8025B	个		壁挂距地2.0m
	电话分线箱	XRH01	个		墙内暗装距地0.3m
	电话分线箱	XXH01	个		竖井内明装
	电话出线口	AP86ZD	个		墙内暗装距地0.3m
	火灾报警线路	SVR(2×1.5)SC15			
	火灾报警线路	SVR(4×1.5)SC15			
	广播线路	RVS(2×1.5)SC15			
	电话线路	RVS(2×0.5)SC15			
		RVS(2×0.5)×2 SC15			
		RVS(2×0.5)×3 SC15			
		RVS(2×0.5)×4 SC15			
		RVS(2×0.5)×5 SC20			
	电缆桥架	WBJ-C-(200×100)			
	电缆桥架	WBJ-C-(300×100)			

(续)

图 例	名 称	型 号 规 格	单 位	数 量	备 注
	电话电缆	HYV-(2×0.5)×10			
	电话电缆	HYV-(2×0.5)×20			
	电话电缆	HYV-(2×0.5)×30			
	电话电缆	HYV-(2×0.5)×50			
	焊接钢管				

设计说明

1. 本工程设计范围包括火灾报警, 广播及电话系统。
2. 火灾报警系统选用国营四零四厂生产的 H8400 系列智能型火灾报警设备。在首层消防中心设一台 H8415 型控制柜用以实现火灾报警与联动控制。
3. 与火灾报警控制柜并列安装一台 H8480 型火警广播柜。广播输出线按楼层分路, 平时作正常广播, 火警时自动切换为火警广播。
4. 楼内电话系统电缆接引自厂区院内交接箱, 电话接线序号及话机选型由甲方确定。
5. 各系统干线线路沿电缆竖井或电缆桥架内敷设, 分支线路均为钢管暗配线。
6. 其他具体施工做法与要求, 请参见有关国标, 华北标准图集及设备安装说明书。

一、火灾报警及广播控制系统图的识读

图 4-22 (见书后插页) 是该项工程火灾报警及广播控制系统图, 由图可知, 系统采用一台 H8415 型集中报警控制器作为全楼的报警监控设备, 采用一台 H8480 型火灾广播控制柜作为全楼广播设备, 同时 H8480 与 H8415 配套使用, 正常时作为广播使用, 而火灾时则作为火警广播。其中火灾集中报警控制器共有 8 个回路, 分别监控一~七层及地下室的火警情况并与消防水泵及空调机组联锁, 实现消防与火警联动。而广播控制则分 7 个回路对 1~7 层及地下室集中广播或单控广播。

(一) 火灾报警系统图

该系统因较小, 只设一台集中火灾报警控制器, 每层不设区域报警器, 而设一台总线隔离器。集中报警控制器共送出 8 个回路, 除地下室电控柜外, 各层探测器回路可分为两个支路, 一个为探测器支路, 一个为地址编号控制模块联锁支路。元件及设备均采用 H8400 系列产品, 线路均采用 SVR 软铜塑导线, 见表 4-5。

1. 通往地下室 (b1) 共两个回路, 一个为探测器回路, 一个为机房联锁回路。其中探测器回路包括总线隔离器一只 (□), 感烟探测器 2 只 (⊗), 感温探测器 16 只 (⊙), 控制模块 2 只 (K), 报警按钮 4 只 (⊕), 其中控制模块与空调机组和消防水泵联锁。机房联锁回路是在消防中心可以按火情和火警电话起动消防水泵和空调机组的控制回路。

2. 通往首层 (1f) 只有一个探测器回路, 包括总线隔离器一只, 感烟探测器 19 只, 控制模块 1 只, 与新风机组联锁, 中继器 Z 3 只, 分别与压力开关 □、水流指示器 ⊕、防火阀 ⊕ 联锁, 报警按钮 4 只。

3. 通往 2~6 层 (2f~6f) 只有探测器回路, 基本与首层相同, 只是元件个数不同, 但没有压力开关的设置, 可自行分析。

4. 通往 7 层 (7f) 只有探测器回路, 这个回路是由六层分出去的, 包括总线隔离器一只, 感烟探测器 4 只, 按钮报警 1 只, 控制模块一只并与电梯联锁。

(二) 广播控制系统图

广播系统设广播控制器一台，包括录放盘、功放盘和分路开关，共送出七个回路，每个回路设有壁挂或吸顶扬声器，每只 3W，数量不同，元件及柜均采用 H8400 系列产品，线路采用 RVS 塑软铜线。

二、电话系统图的识读

图 4-23 是该楼的电话系统图，因不设总交换机则系统较简单。由图可知，由室外厂区电话交接箱用 $\text{HYV}-(2 \times 0.5) \times 50$ 电话电缆（50 对线，每对线两根 0.5mm^2 ）引入直接接在弱电竖井内的电话分线箱内，首层~三层为一路，四层~六层为一路，然后从竖井分线箱用管线将电话线路再引至各层的分箱去，其中首层不设分线箱，均由二层分线箱引来。管线均采用电话电缆 $\text{HYV} (2 \times 0.5) \times n$ ，分线箱采用 XRH101 型。

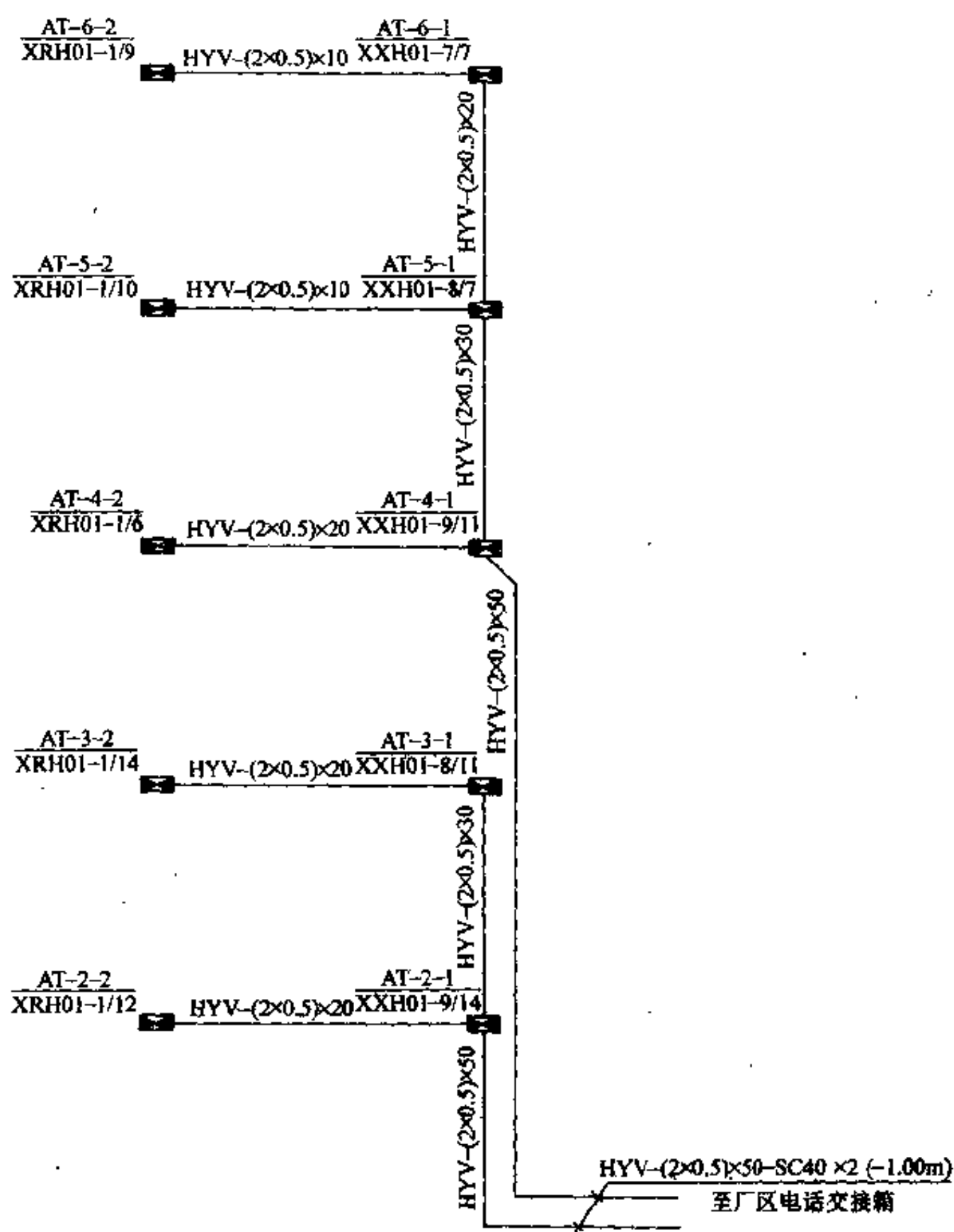


图 4-23 电话系统图

三、弱电平面图的识读

弱电平面图包括火灾报警、广播和电话三个系统。弱电平面图的识读基本同照明平面图，主要是设备元件的布置、管线的敷设、管线上下联络以及安装方式等。

(一) 地下室弱电平面图

图 4-24 是地下室弱电平面图，由图可知：

1. 电话电缆 HYV (2×0.5×50) 穿钢管 $\phi 40\text{mm}$ 分两路埋于地下 -1.00m 引入至大厅内沿⑥轴的电缆桥架 (标注为 $\frac{\text{HYC} (2 \times 0.5 \times 50) \times 2 - \text{CT}}{(200 \times 100) (-1.00)}$) 引到弱电竖井上翻到顶层，见竖井左数第一上引标注 HYC (2×0.5×50) ×2。

2. 弱电竖井左数第二上引标注为 SVR (6×1.5) SC20，此线由⑤轴 A 点引下至地下二层 A 点，见图 4-24b，这是系统图中直接引至 AP-0-5# 空调机组控制柜那个回路。

3. 弱电竖井左数第三上引标注为 SVR (6×1.5) SC20，此线由④轴楼梯间 B 点经管线 SVR (6×1.5) SC20 埋于顶板引下至地下二层 B 点，见图 4-24b，这是系统图中直接引至 AP-0-2# 消防水泵电控柜的那个回路。

4. 弱电竖井左数第四上引标注为 SVR (4×1.5) SC15，这是地下室火灾报警回路，由弱电竖井引至消防中心火灾报警控制柜的。地下室火灾报警探测器、报警按钮的布置见图 4-24。

大厅布置感温探测器 16 只，楼梯间和电梯底坑布置感烟探测器 2 只，在 C、D、E 点布置报警按钮 3 只，并从④轴 F 点将管线引下至地下二层 F 点布置报警按钮 1 只，同时在地下二层的 F 点、A 点布置控制模块 2 只，管线均由上引下，元件的连接是与系统图对应的。管线均采用钢管埋于顶板。因吊顶，探测器等元件及引线同吊顶上照明灯具。

5. 弱电竖井左数第五上引标注为 RVS (2×1.5) SC15，这是地下室广播回路，图中用虚线表示，由竖井引至消防中心广播柜。图中共设壁挂扬声器六只，其中一只设在地下二层 A 点，管线由一层 D 点引下。管线均采用钢管埋于顶板或墙内。

(二) 首层弱电平面图

首层弱电平面图见图 4-25，由图可知：

1. H8415 和 H8480 柜安装于消防中心内，并在标高 3.3m 处设桥架将柜与弱电竖井沟通，桥架标注 CT (200×100) - ACC/ (3.300m)，经桥架和竖井内桥架将火灾回路送至各层。

2. 由弱电竖井的桥架内引出火灾报警回路至电梯厅的感烟探测器，然后至右大厅、消防中心、走廊、配电室、中大厅、左大厅和传达室，共设感烟探测器 19 只；于设备间设控制模块一只，以及与走廊分别设置压力开关、水流指示器和防火阀各一只；同时在③轴 A 点、G 轴 B 点、E/2 轴 C 点、D 轴 D 点设手动报警按钮各一只并将其装于消火栓箱内。此平面图应对照给水专业图纸，与自动喷淋平面图对应。管线布置均为钢管暗设于顶板内。与系统图对照应相同。

3. 由弱电竖井的桥架内引出广播回路 (见图中虚线) 至电梯厅的吸顶扬声器，然后经右大厅、走廊、中大厅和左大厅，共设吸顶扬声器 8 只，壁挂扬声器 4 只。管线同前，布置与系统图对照相同。

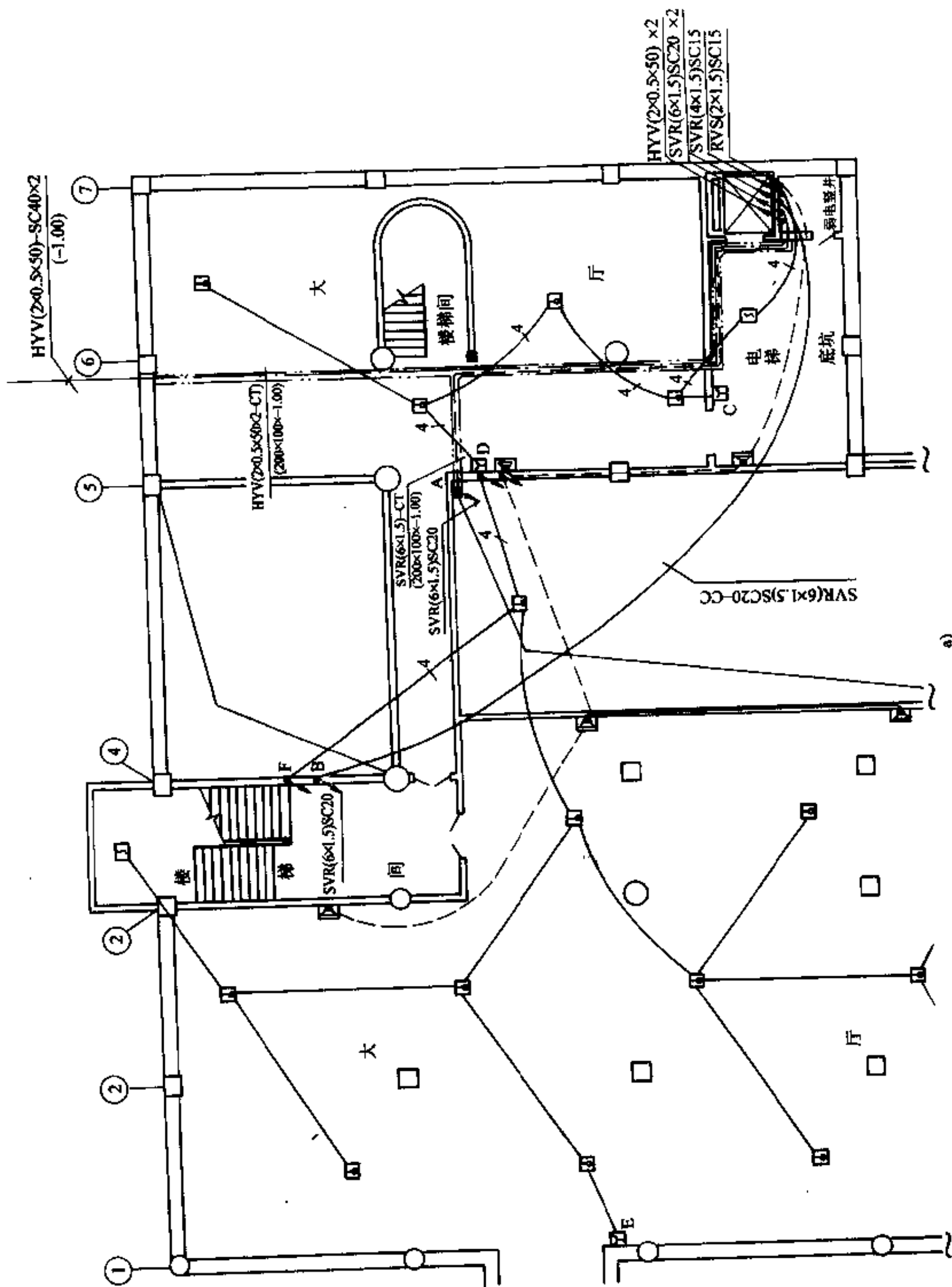


图 4-24 地下室弱电平面图

a) 地下一层

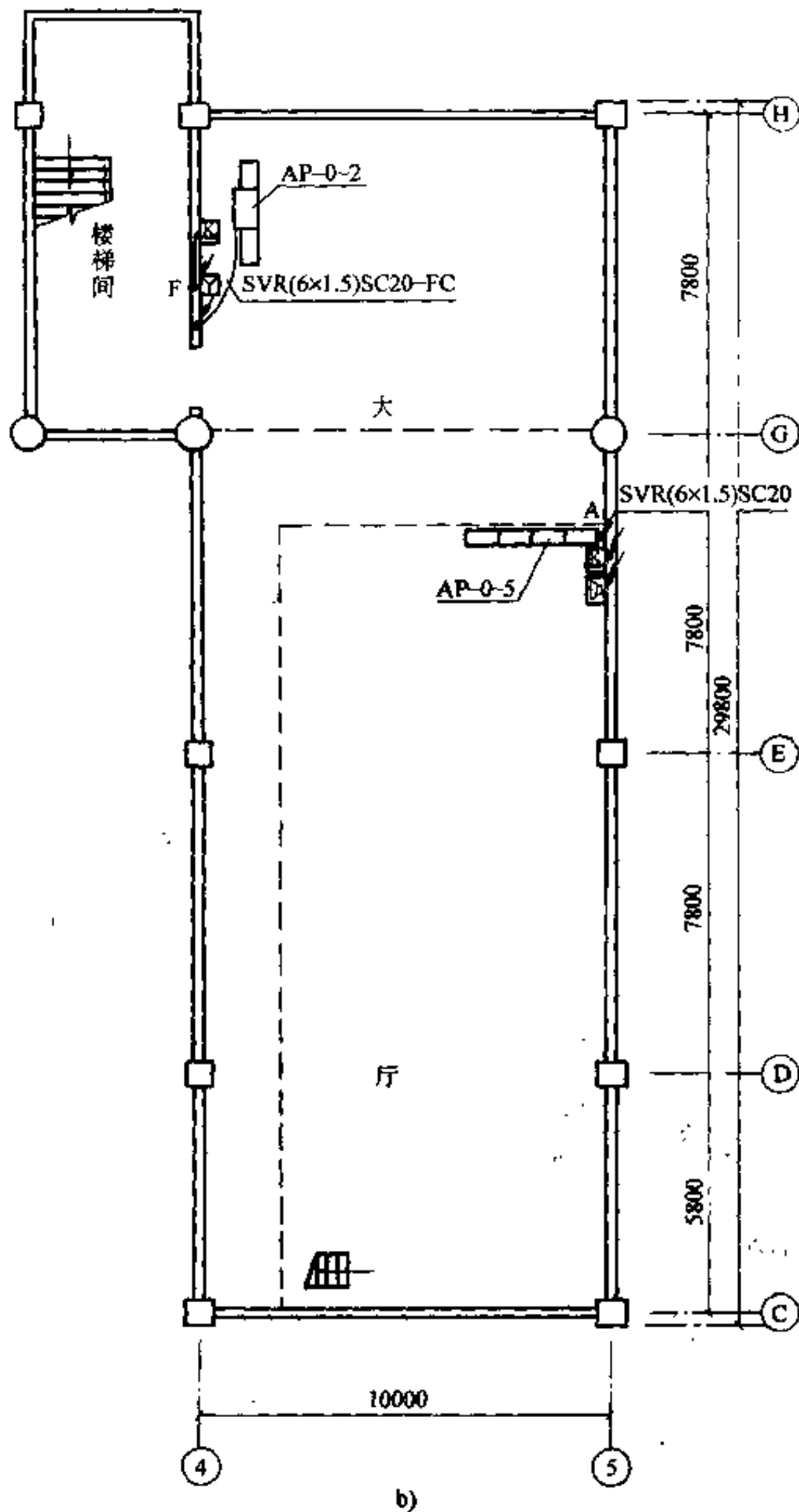


图 4-24 地下室弱电平面图 (续)

b) 地下二层

4. 图中消防中心 E 点、配电室 F 点、传达室 G 点、⑤轴 M 点及③轴 H 点设电话插孔，共设 7 部电话，管线均由二层引来，标注为 $RVS(2 \times 0.5) SC15-WC$ 。

5. 图 4-26 为首层弱电竖井及消防中心平面图，由图可知，弱电竖井内有由地下室引来的电话电缆 $HYV-(2 \times 0.5) \times 50$ 两路并引至二层。另外电缆桥架是用 $\phi 10mm$ 圆钢吊杆吊挂的，圆钢吊杆埋注在混凝土顶板上，竖井内桥架一直设到顶层。从二层开始在竖井内安装电话分线箱，明装距地板 500mm，电话电缆引入后直接接入。两台柜安装距后墙 900mm，距 D 轴 1950mm，10# 槽钢作基础框架。

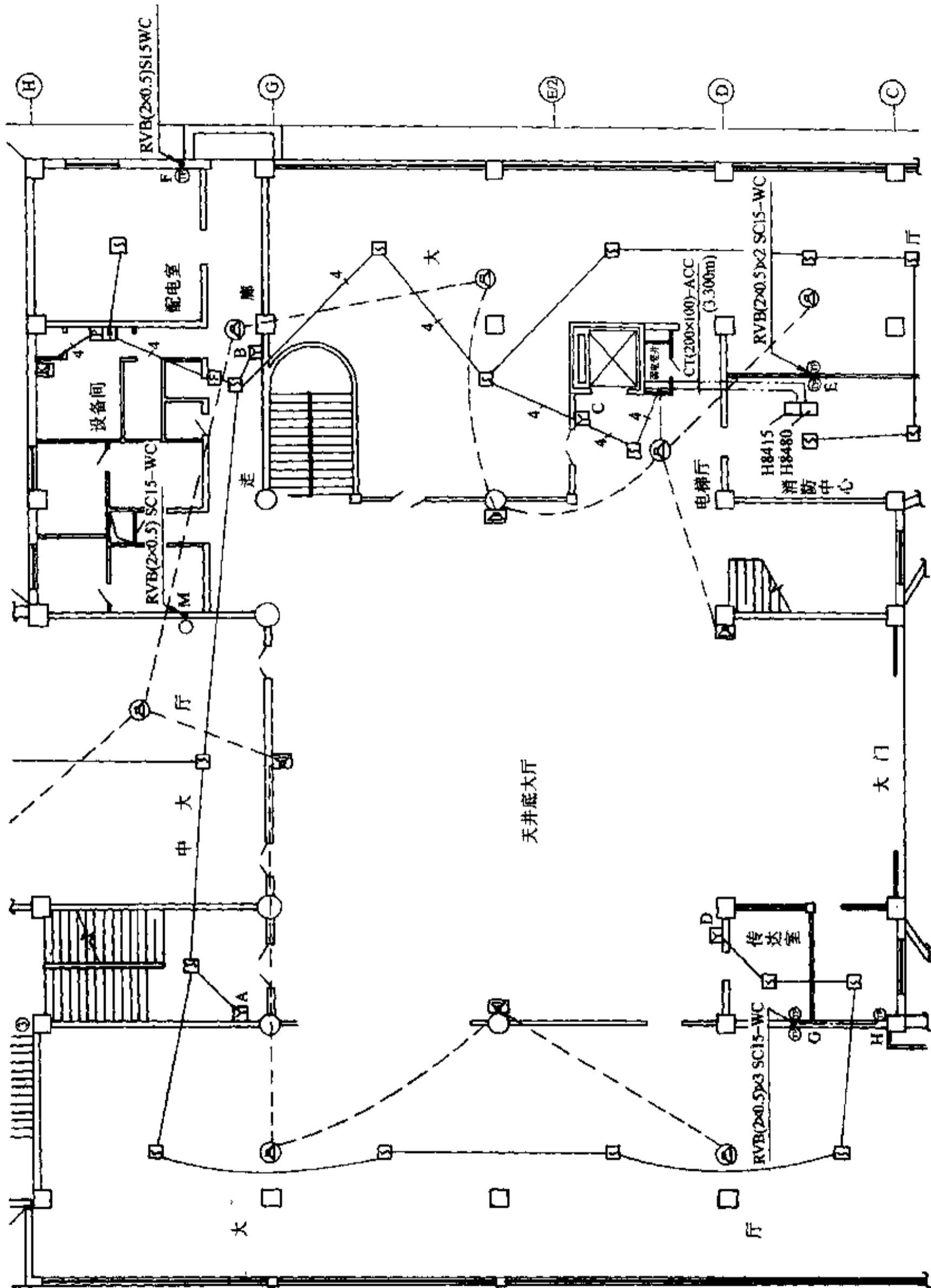


图 4-25 首层弱电平面图 (局部)

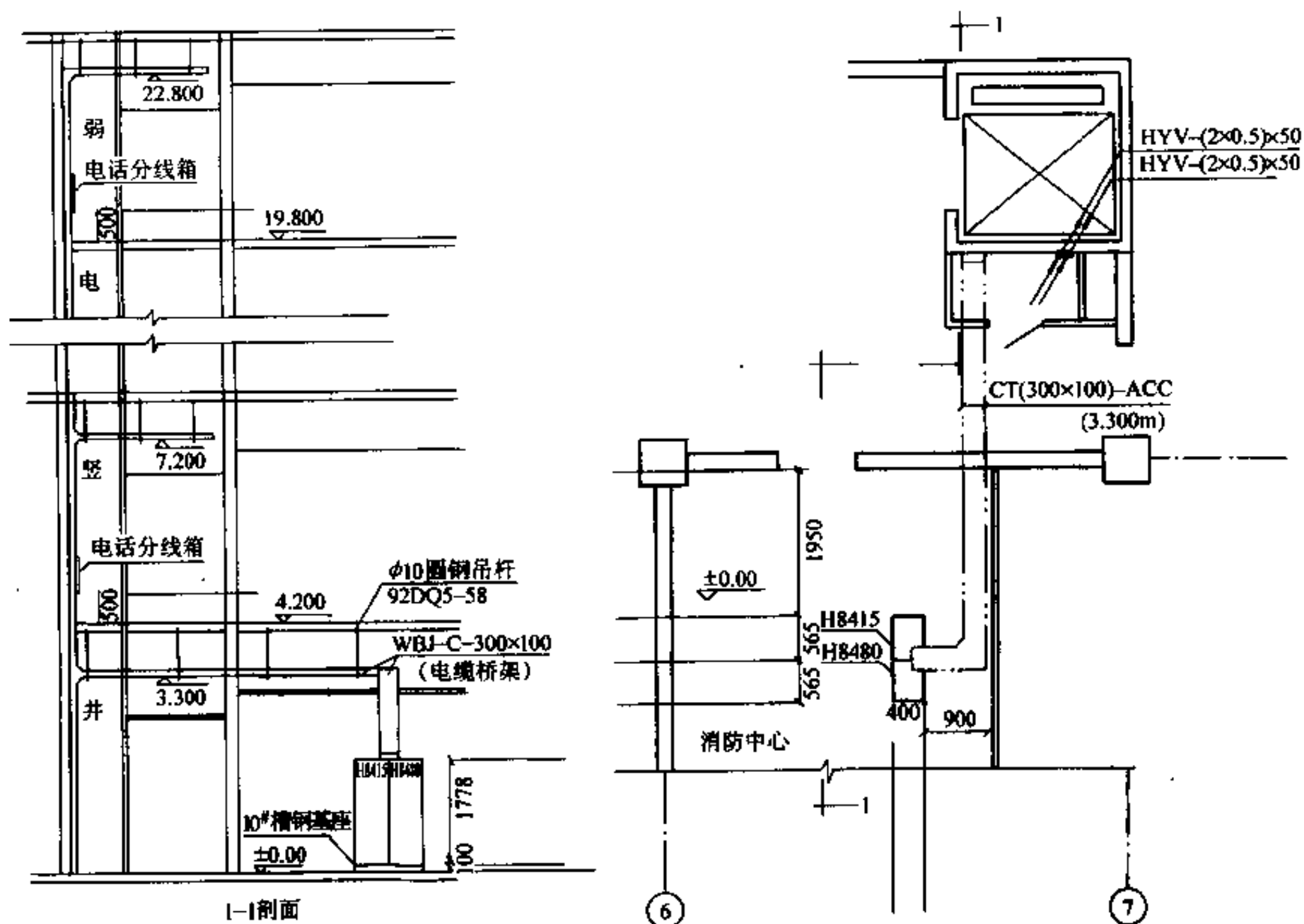


图 4-26 首层弱电竖井及消防中心平面图

(三) 二层弱电平面图

二层弱电平面图见图 4-27, 由图可知:

1. 从弱电竖井设置电缆桥架沿 D 轴方向于首层吊顶内引至电话分线箱 AT-2-2[#], 标注为 $\frac{\text{HYV}-(2 \times 0.5) \times 20}{\text{CT}(200 \times 100)-\text{ACC}}$, 这里一定要注意该桥架是设在首层吊顶内而上翻至分线箱的, 分线箱暗装距地平 0.3m。

2. 从竖井内的桥架上引出管线至电梯门厅的感烟探测器, 然后从这里将火灾报警回路引至大厅各处共三路, 设感烟探测器 18 只 (系统图中为二支路 16 只, 数量不符, 记录后通知设计); 在设备间设控制模块一只、流水指示器一只与走廊防火阀联锁。在 A、B、C、D 点设手动消防报警按钮 4 只于消火栓箱内。

3. 从竖井内桥架内引出广播管线至电梯门厅 1[#] 扬声器, 然后再引至走廊, 共设 5 只吸顶扬声器 (系统图中是 6 只, 与设计联系)。

4. 从竖井内 AT-2-1[#] 电话分线箱共接出 ①~④ 4 个电话支路, 管线沿地板敷设, 同时在 ① 支路的 E 点, ③ 支路的 F 点 (⑧ 轴)、④ 支路的 M 点 (⑤ 轴) 用 RVB (2 × 0.5) × 2SC15-WC 将管线引下至首层对应点上 (见图 4-25)。

5. 从 AT-2-2[#] 电话分线箱接出 ⑤~⑦ 支路, 并在 ③ 轴 G 点将管线引下至首层对应点 G 上 (见图 4-25), 所有电话电线盒均暗装于墙上, 距地 0.3m。

(四) 三~六层弱电平面图

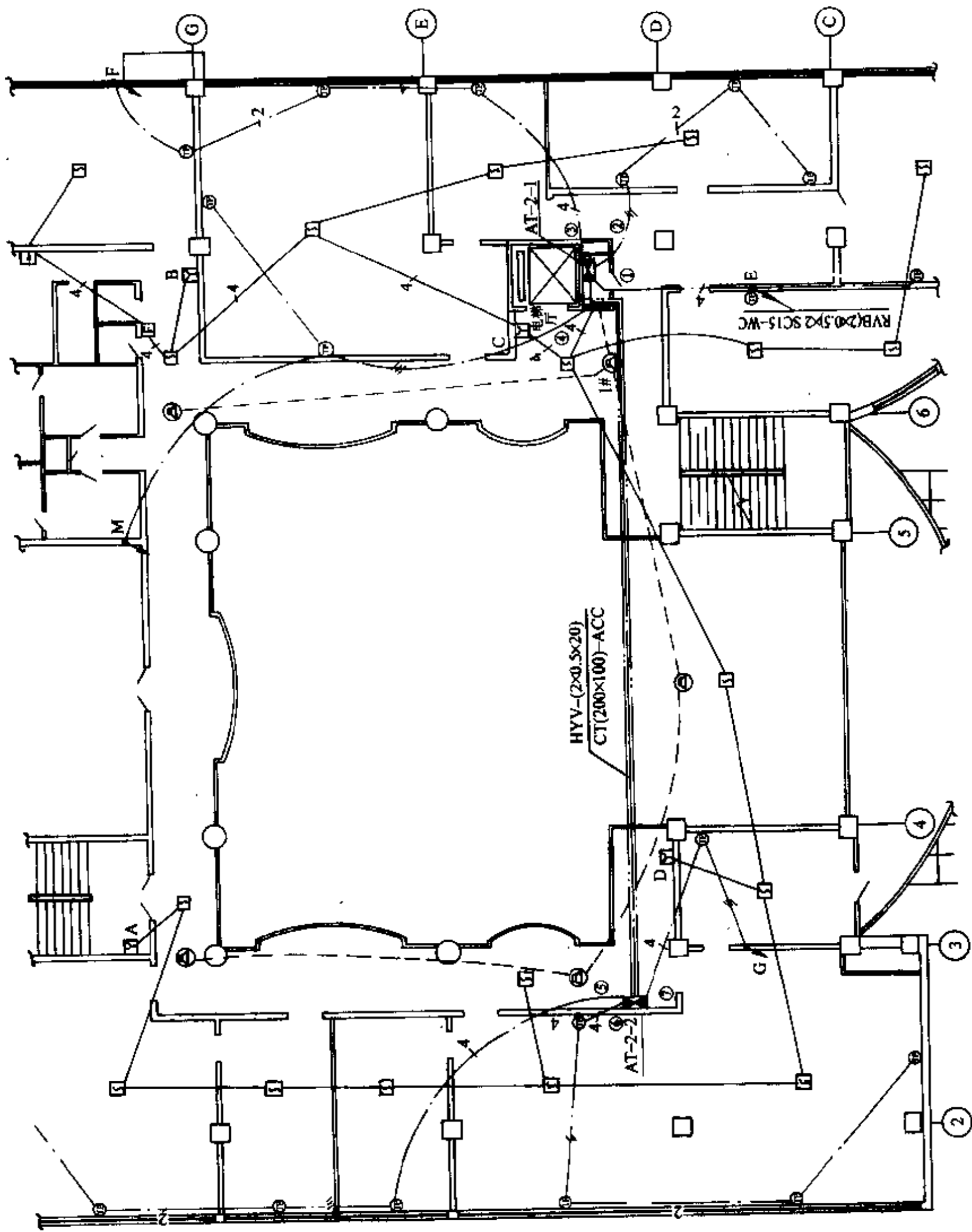


图 4-27 二层弱电平面图

三~六层弱电平面布置基本相同,这里仅列出三层平面图,没有上下穿越的管线,只是在三层和六层的弱电竖井和强电竖井内设置了一只感烟探测器,见图4-28中A点、B点,手动报警按钮位置不变,四层至六层的AF-4-2[#],AT-5-2[#]、AT-6-2[#]电话分线箱位置改在了D轴上。其它不变,读者可自行分析。

(五) 七层弱电平面图

七层弱电平面图见图4-29。七层的火灾报警回路同样是由竖井管线直接引出,在机房、楼梯间、水箱间各设感烟探测器一只,并在楼梯间设手动报警按钮一只,在电梯机房设控制模块,与电梯电源联锁。

从竖井管线直接引出广播回路,在楼梯间设壁挂扬声器一只。七层不设电话。

弱电竖井内由六层竖井桥架引出管线,其中RVS(2×1.5)SC15为广播回路,SVR(4×1.5)SC15为火灾报警回路。

(六) 弱电竖井平面图

二至六层弱电竖井平面图见图4-30。

1. a图为二层竖井平面,RVS(2×1.5)×4-CT为广播回路经竖井内桥架直接从首层消防广播柜引来并引上;SVR(4×1.5)×4-CT为火警报警回路经竖井内桥架直接从首层消防控制柜引来并引上。其中×4为四个回路,即三~六层的回路,二层引入后已接入二层的回路。

2. b图为三层竖井平面,RVS和SVR的标注为×3,即引至四~六层的回路,三层引入后已接入三层的回路。

3. c图为四层竖井平面,RVS和SVR的标注为×2,即引至五~六层的回路,四层引入后已接入四层的回路。

4. d图为五层竖井平面,RVS和SVR的标注为×1(图中未标),即引至六层的回路,五层引入后已接入五层的回路。

5. e图为六层竖井平面,RVS和SVR的标注仍为×1(图中未标),即引至七层的回路,七层的回路和六层的回路是并联的,即同一回路见系统图,即图4-25。

6. 图中HYV为电话电缆回路,从室外经地下室引来为HYV-(2×0.5)×50×2即两根50对的电话电缆,AF-2-1[#]分线箱用去20对,即标注为HYV-(2×0.5)×30,另根仍为HYV-(2×0.5)×50,继续上引。到三层后AF-3-1[#]分线箱用去30对,第一根电话全用完,另根继续上引。到四层后AT-4-1[#]用去20对,标注为HYV-(2×2.5)×30,继续上引。到五层后AT-5-1[#]用去10对,标注为HYV-(2×0.5)×20,继续上引,到六层的AT-6-1[#]分线箱全部用完。

至此,综合楼电气线路已全部讲完,由于我们找不到合适的图样,因此对保安系统、微机监控系统,有线电视系不再介绍。其中有有线电视系统已在第3章做了初步介绍,只是系统较小,线路简单且不设置机房。

保安系统和微机监控系统,一般都设置机房,线路设置可是桥架、线槽、竖井及管线敷设,传感器、探测器、变送器的设置基本同火灾报警系统。机房一般设有电源柜、UPS柜、主机柜、监视屏、信号屏、电话总机柜及直拨电话、控制屏等。一般情况下,可按照明、动力、弱电系统有关读图方法以及第1章第二节的有关要点要求进行。

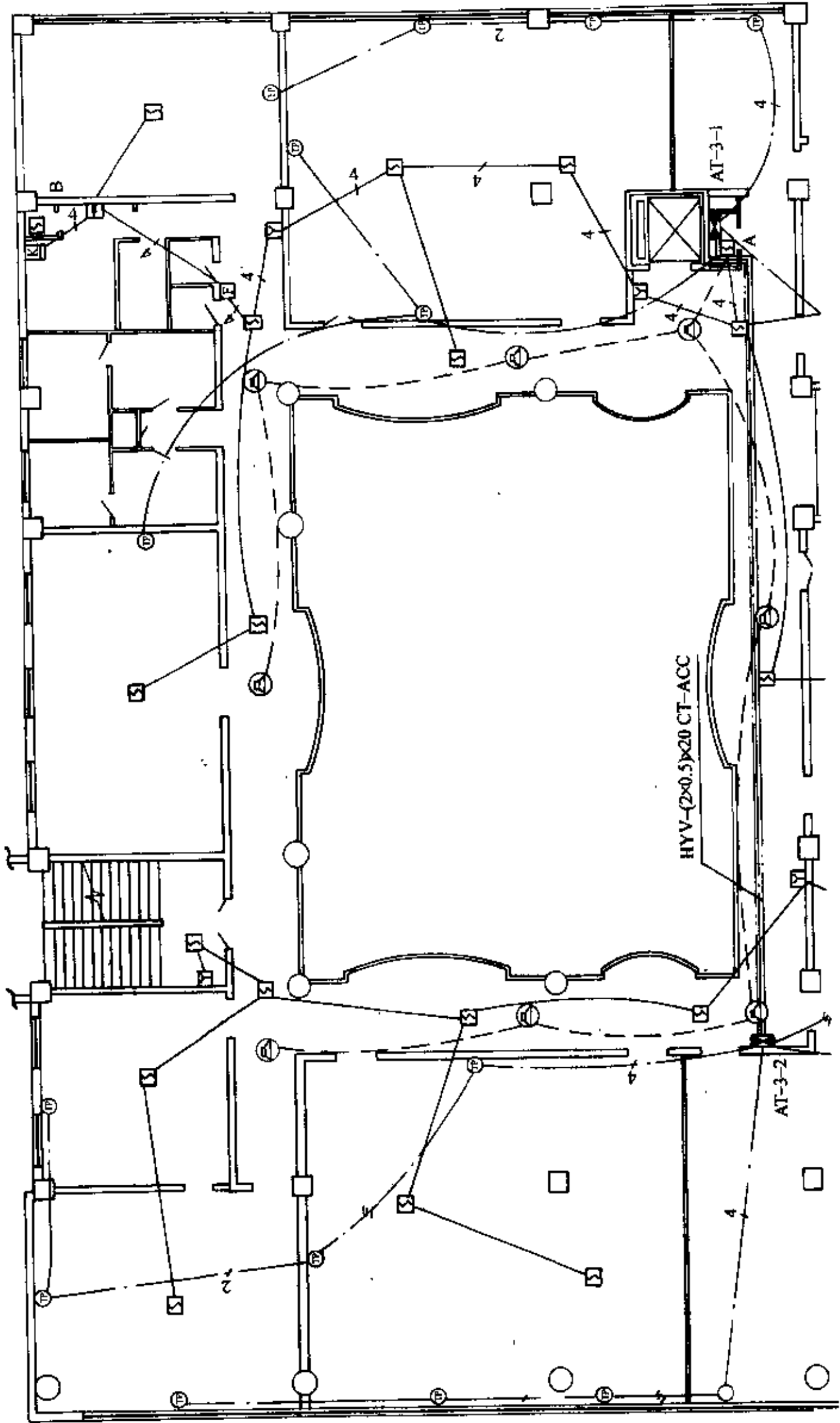


图 4-28 三层弱电平面图 (局部)

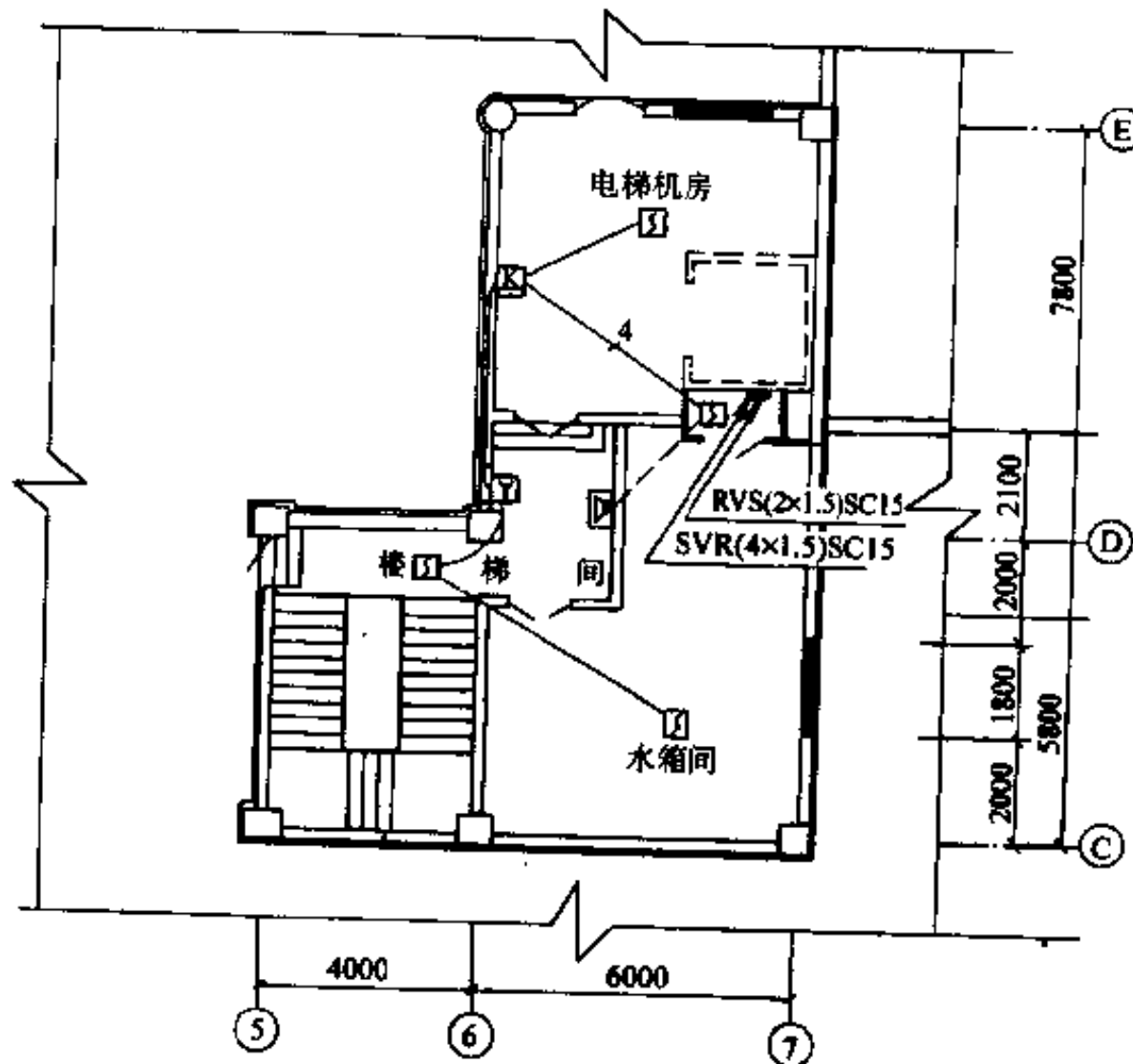


图 4-29 七层弱电平面图

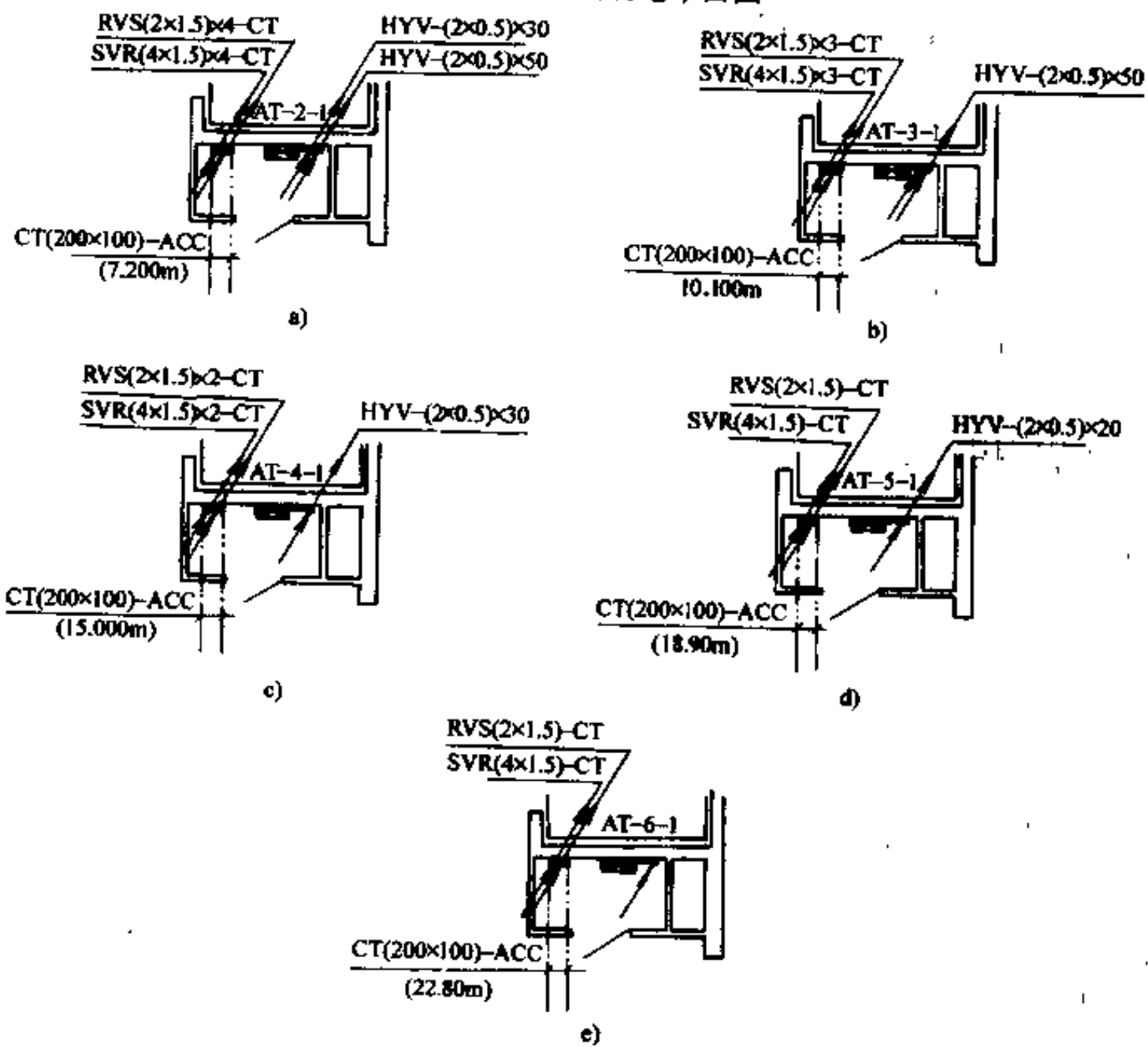


图 4-30 弱电竖井平面布置图

a) 二层竖井平面 b) 三层竖井平面 c) 四层竖井平面 d) 五层竖井平面 e) 六层竖井平面

由上述读图方法可总结出以下几点：

1. 系统图必须与平面图布置一致。
2. 桥架、线槽、管线布置及引上引下位置各层应对应，线路必须形成回路。
3. 导线根数及电缆线芯数应符合控制或使用的要求。
4. 元件、设备的安装地点、标高、方式必须符合现场条件的要求。
5. 仔细阅读设计说明、元件设备材料表、图中文字说明及各种标注。
6. 注意接地系统及接地电阻要求。
7. 注意系统采用的保护方式及要求。
8. 注意动力、照明、弱电之间的联系及功能的联锁。
9. 注意火灾报警与消防给水系统的联锁关系。
10. 注意弱电系统电源的取得以及机房的设置。

第 5 章 工业锅炉房电气线路的识读

锅炉房是工业及民用常用的动力装置，一般可分为小型锅炉房和工业锅炉房两种。其中，小型锅炉房主要以热水锅炉为主，蒸汽锅炉为辅，用以民用建筑中的采暖、生活用气或小型工业用气等。其锅炉的容量及工作压力较小，电气线路也较简单，是民用建筑中常用的配套装置。而工业锅炉房主要为蒸汽锅炉，用以工业生产中的生产用汽，其余热或部分用以生活，其锅炉容量及工作压力较大，电气线路复杂并配以自动化仪表或微机自动控制装置，是工业生产中常用的配套设施。本章介绍小型锅炉房和工业锅炉房电气线路的识读，包括动力、照明、自动化仪表及自动装置，工业锅炉房的变配电装置将在后续章节中介绍。

第一节 小型锅炉房的电气线路

小型锅炉房的电气线路包括照明、动力及电源装置三部分。其中，动力有引风机、鼓风机、出渣机、炉排驱动机、上煤机、给水泵及循环泵等；电源装置有电源柜及进户装置等，有的小型锅炉房还往往和浴室、食堂、理发室等设在一起。有的小型锅炉房装有简单的温度、压力仪表和水位控制。这里以一小型锅炉房的电气线路为例，说明其读图方法。

一、电气系统图的识读

图 5-1 是某小型锅炉房的电气系统图，设备材料表和设计说明见表 5-1，此表给出了该设计的一些有关内容。

1. 由图 5-1 可知，该系统包括以下内容

(1) 系统共分 8 个回路，其中 PG1 为一小动力配电箱 AP-4 供电回路，PG2 为食堂照明配电箱 AL-1 供电回路，PG3、PG4 为两台小型锅炉的电控柜 AP-3、AP-2 供电回路，PG5 为锅炉房照明回路，PG6、PG7 为两台循环泵的起动电路，另外一回路为备用。

(2) AP-4 动力配电箱分三路，两路备用，一路为立式泵的起动电路，固容量很小，直接起动，空开 C45NAD/10 保护短路，热继电器保护过载，接触器控制起动。

(3) AL-1 照明配电箱有三个作用：

- 1) 作为食堂照明及单相插座的电源；
- 2) 作为食堂三相动力插座的电源，并由此分出两个插座箱；
- 3) 作为浴室照明的电源，并由此分出一小照明配电箱 AL-2。

(4) AP-2、AP-3 两台锅炉控制柜回路相同，固容量较小，均采用接触器直接起动，空开 C45NAD 保护短路，热继电器保护过载。其中炉排机为双速电机，因此为 6 根 2.5mm^2 的导线。这里需要说明一点，图中 11kW 的引风机也采用了直接起动，这是设计者的失误，一般风机类负载应采用降压起动，对于 11kW 的电动机至少应采用星角起动，否则将会给运行带来很多麻烦，因为风机往往是重载起动。上煤机为正反转控制，用两只接触器。

(5) 两台 15kW 循环泵均采用了星角起动，减小了起动冲击电流，这是正确的。循环泵虽为轻载起动，但容量偏大，起动电流达 180A ，星角起动的起动电流可降至 100A 左右。

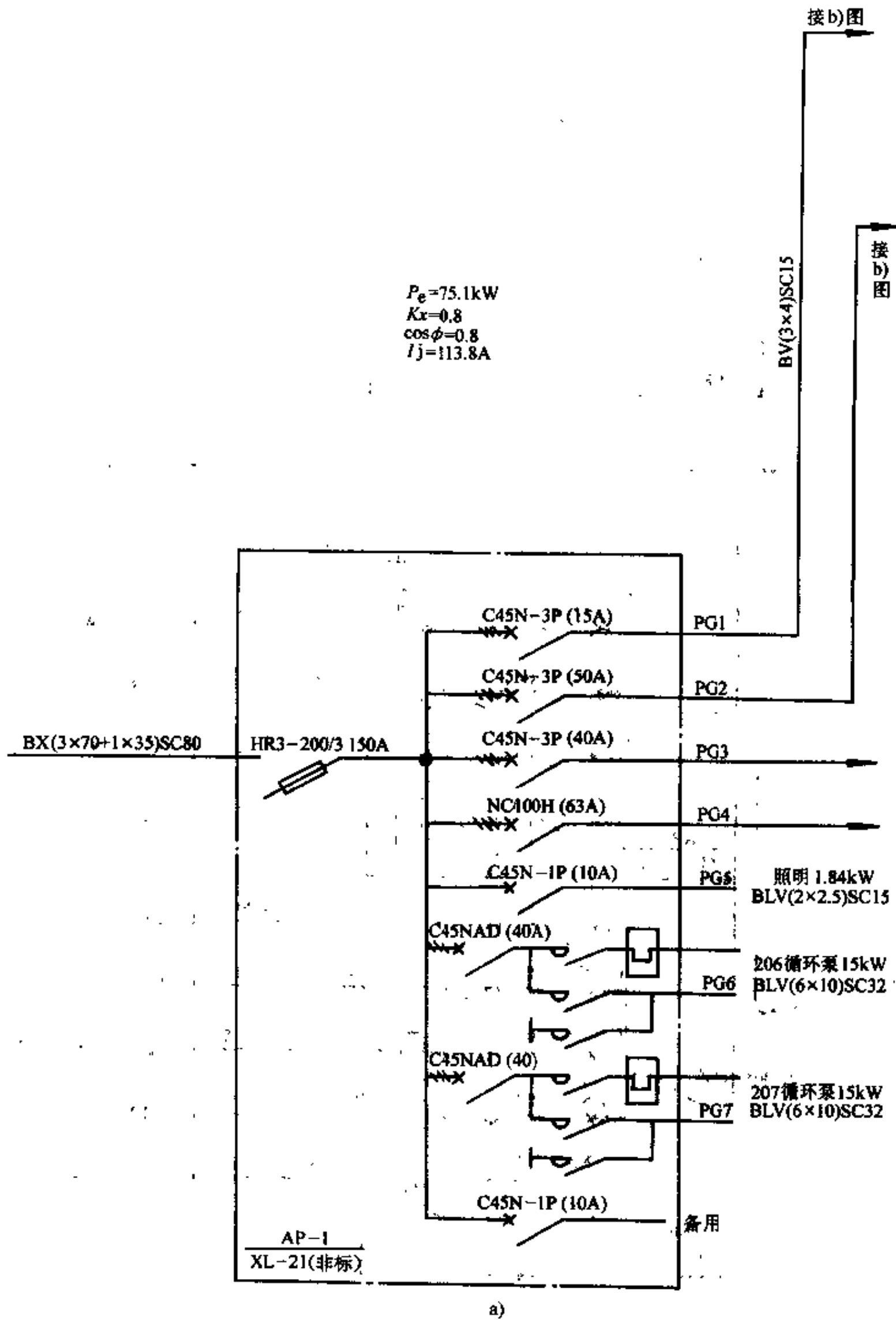


图 5-1 电气系统图

a) 总动力配电柜系统

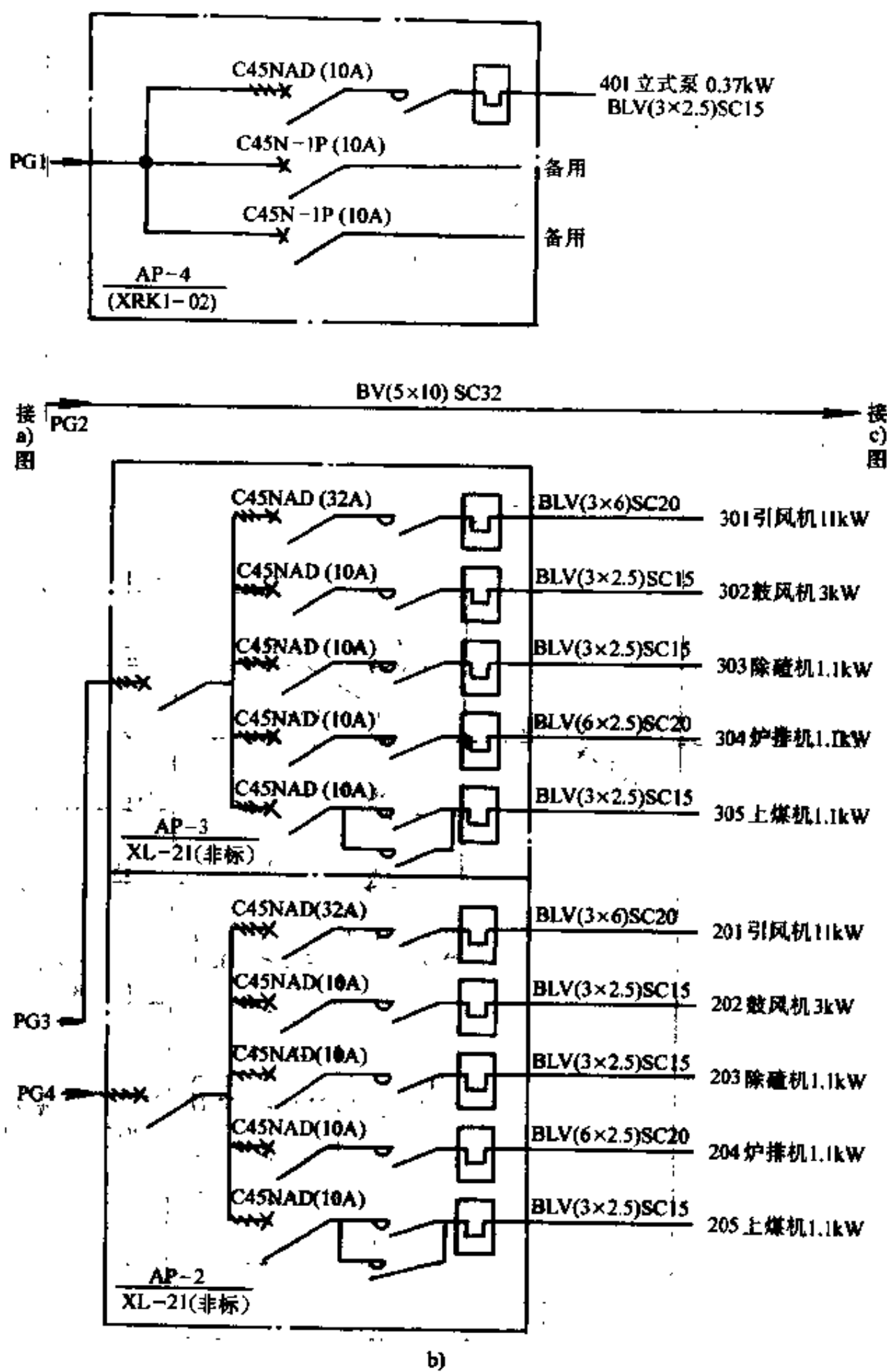
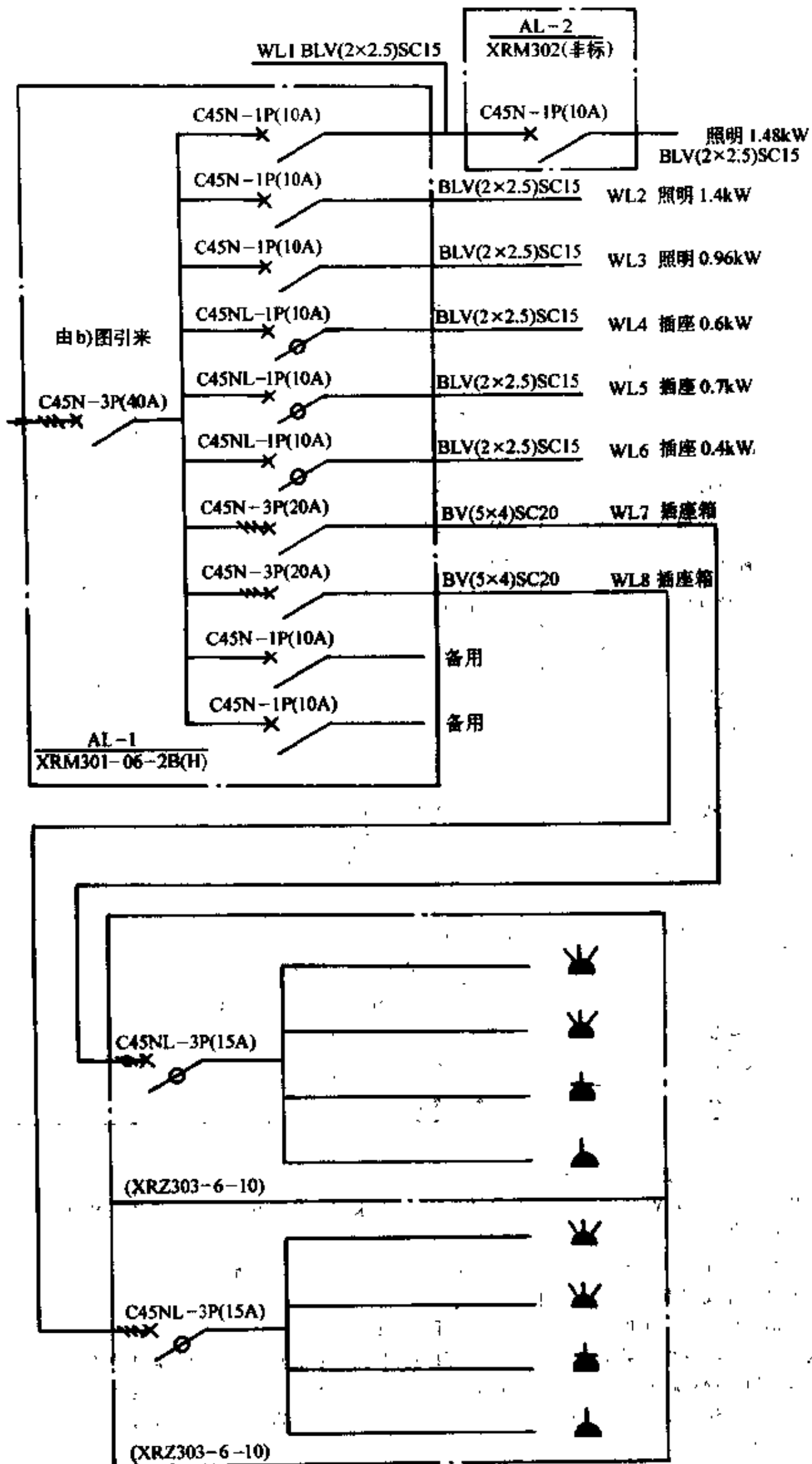


图 5-1 电气
b) 动力系统



c)

系统图 (续)

c) 照明系统

表 5-1 设备材料表

图 例	设备名称	设备型号	备注
	动力配电柜	XL-21 (非标)	落地安装
	锅炉电控柜	XL-21 (非标)	落地安装
	动力配电箱	XRK1-02	底距地 1.4m 暗装
	照明配电箱	XRM301-06-2B (H)	底距地 1.4m 暗装
	照明配电箱	XRM302 (非标)	底距地 1.4m 暗装
	荧光灯	YYG205-1 1×40W	顶下吊装
	马路弯灯	YGD7228 1×100W	距地 3.0m 壁装
	平盘吊线灯	GC3 1×100W	顶下吊装
	吸顶灯	YGD7259 1×60W	吸顶安装
	防水灯	GC33 1×100W	顶下吊装
	吸顶灯	YXD2236 5×60W	吸顶安装
	二三极扁圆两用插座	A86Z223A-10	除注明外距地 0.3m 暗装
	插座箱	XRZ303-6-10	距地 1.2m 暗装
	单联单控翘板开关	A86K11-10	距地 1.4m 暗装
	双联单控翘板开关	A86K21-10	距地 1.4m 暗装
	拉线开关	250V-10A	距地 3.0m 安装
	按钮箱	ANX-12	距地 1.2m 明装
	接地极	φ25 镀锌圆钢 L=2500	
	接地母线	-40×4 镀锌扁钢	
	管内导线	B×70mm ² B×35mm ² 1.5mm ² BV4mm ² BV10mm ² BLV2.5mm ² BLV6mm ² BLV10mm ²	
	焊接钢管	SC80 SC32 SC20 SC15	
	避雷针	φ25 镀锌圆钢 L=1000	
	引下线	φ8 镀锌圆钢	

设计说明

1. 本工程设计依据为甲方要求及有关国家规范。
2. 本工程装机容量为 90.1kW 额定负荷为 75.1kW (循环水泵按一备一用计算), 采用三相四线制 380/220V 供电, 引入线采用架空方式。
3. 本工程接地系统为 TN-C-S 系统, 电源引入线在总箱做重复接地, 接地电阻不得大于 4 欧姆。本工程所有电气设备金属外壳及穿线钢管均应可靠接地。
4. 本工程所有烟囱均设避雷针并经引下线与接地极可靠连接。
5. 本工程电控柜其二次系统水泵及引风、鼓风机为两地控制并在泵房及风机房设就地控制按钮箱。
6. 室内电气线路均为钢管暗配线, 未注明导线均为 BLV2.5mm² 导线, 未注明标高的地面出线口均为出地面 0.3m。
7. 本工程施工应与土建及设备安装工程密切配合, 并应严格遵照有关施工规范。其它具体施工做法请参照《建筑电气安装工程图集》。

AP-1、AP-2、AP-3 均为非标产品, 可自制, 其它箱、柜均为标准系列产品。

二、动力平面图的识读

图 5-2 是该小型锅炉房的动力平面图, 图中的内容有以下几个方面。

1. AP-1、AP-2、AP-3 三台柜设在控制室内，落地安装，电源 BX (3×70+1×35) 穿 $\phi 80$ 钢管、埋地经锅炉房由室外引来，引入 AP-1。同时，在引入点处⑬轴设置了接线盒，见图中—●—符号。

2. 两台循环泵、每台锅炉的引风、送风、出碴、炉排、上炉 5 台电动机的负荷管线均由控制室的 AP-1 埋地引出至电动机接线盒处，导线规格、根数、管径见图中标注。其中有三根管线在⑫轴设置了接线盒，见图中—●—符号。

3. 循环泵房、锅炉房引风机室设按钮箱各一个，分别控制循环泵以及引风机、鼓风机，标高 1.2m，墙上明装，其控制管线也由 AP-1 埋地引出，控制线为 1.5mm^2 铜塑线，穿管 $\phi 15$ 。按钮箱的箱门布置见大样图。

4. AP-4 动力箱暗装于立式小锅炉房的墙上，距地 1.4m，电源管由 AP-1 埋地引入。立式 0.37kW 泵的负荷管由 AP-4 箱埋地引至电动机接线盒处。

5. AL-1 照明箱暗装于食堂⑬轴的墙上，距地 1.4m，电源 BV (5×10) 穿 $\phi 32$ 钢管埋地经浴室由 AP-1 引来，并且在图中标出了各种插座的安装位置，均为暗装，除注明标高外，均为 0.3m 标高，管路全部埋地上翻至元件处，导线标注见系统图。

6. 接地极采用 $\phi 25 \times 2500$ 镀锌圆钢，接地母线采用 40×4 镀锌扁钢，埋设于锅炉房前侧并经⑫轴埋地引入控制室于柜体上。

7. 其他内容详细看图，读者自行分析。

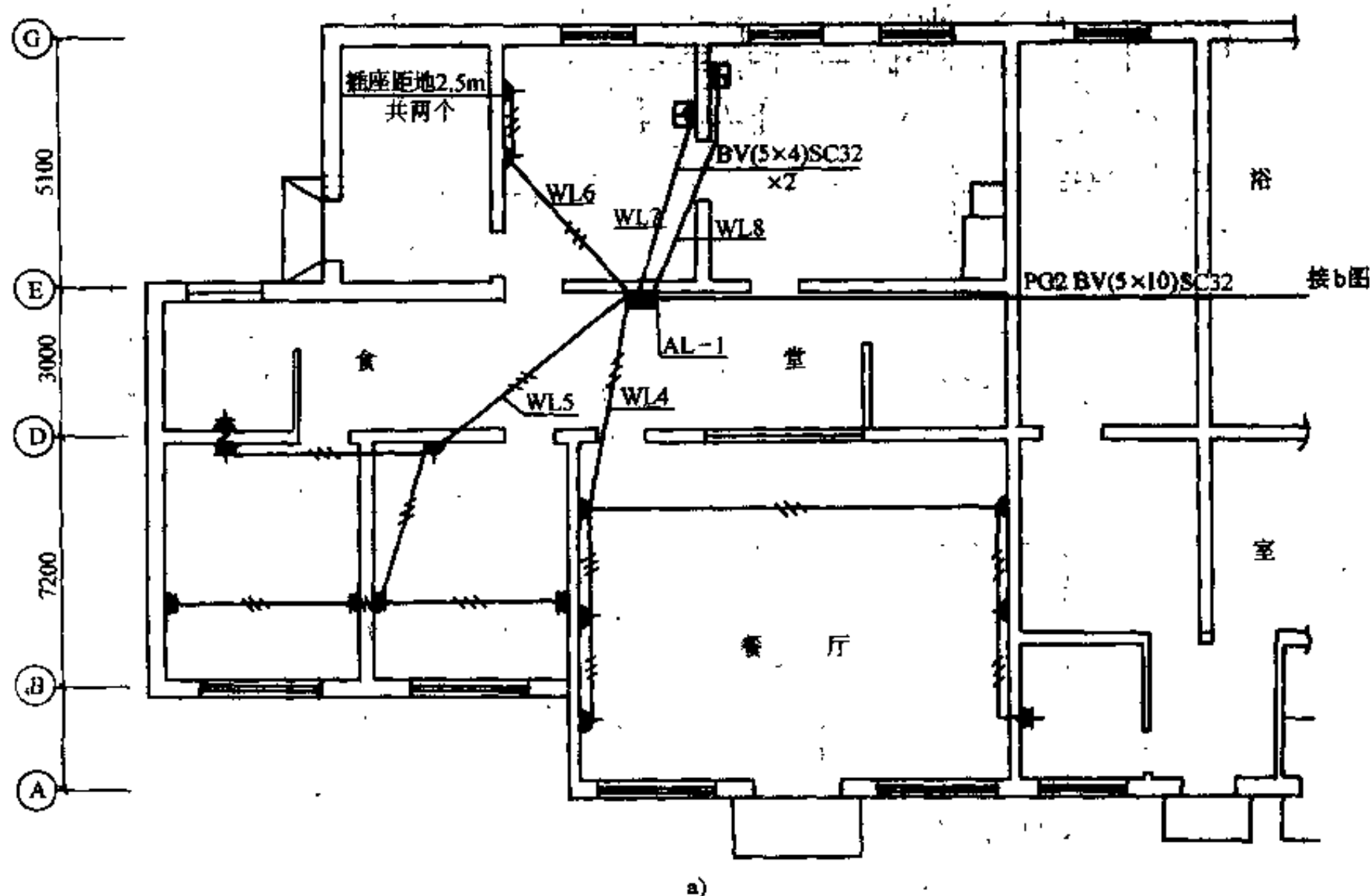


图 5-2 动力平面图

a) 生活区动力

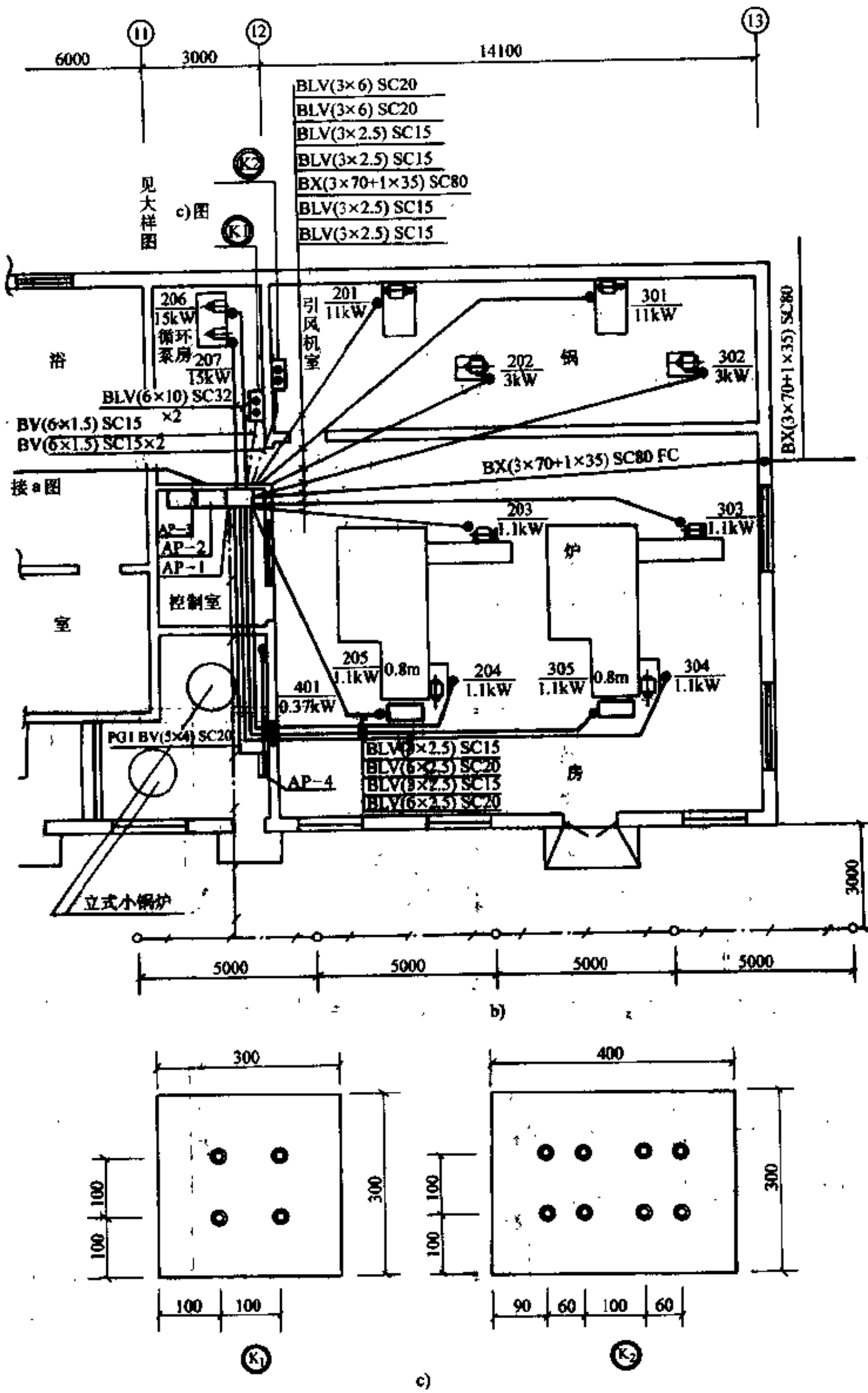


图 5-2 动力平面图 (续)
b) 锅炉房动力 c) 按钮箱门大样图

三、照明平面图的识读

图 5-3 是该小型锅炉房的照明平面图，图中内容有以下几个方面。

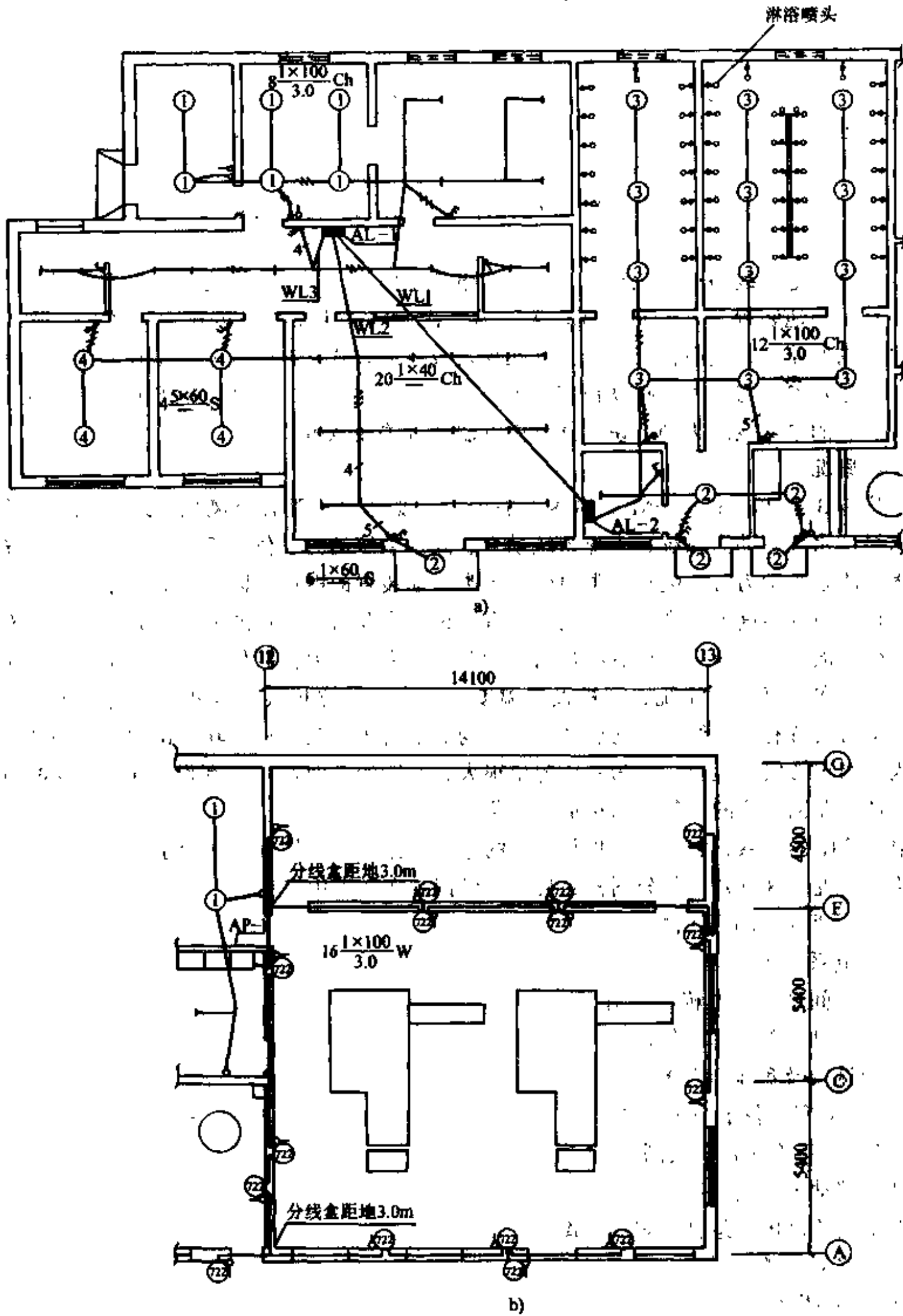


图 5-3 照明平面图

a) 生活区照明 b) 锅炉房照明

1. 锅炉房采用弯灯照明, 管路由 AP-1 埋地引至⑫轴 3m 标高处沿墙暗设, 灯头单独由拉线电门控制。该回路还包括循环泵房、控制室及小型立炉室的照明。

2. 食堂的照明均由 AL-1 引出, 共分三路, 其中一路 WL1 是浴室照明箱 AL-2 的电源。浴室采用防水灯, 导线、管路见系统图的标注, 其他内容读者自行分析。

最后说明一点, 小型锅炉房均有较高的烟囱, 一般设在引风机侧, 并装设避雷针, 接地网可与保护接地共设, 接地电阻 $\leq 4\Omega$, 图中未标出, 这是设计者的笔误。

第二节 工业锅炉房电气线路的识读

工业锅炉房的电气线路可分三部分, 第一为电气主回路, 主要包括变配电装置、动力回路、照明回路、接地装置、电缆布置等; 第二为二次回路, 主要包括变配电装置的二次回路、电动机控制回路的接线图; 第三为自动化仪表及自动装置, 有时也称热工控制部分, 主要包括热工信号及参数与动力回路联锁装置及控制、自动化仪表的管线及电缆布置等。这里以一工业锅炉房的电气线路为例, 说明其读图方法及有关注意事项。

一、工程概况

该锅炉房有 3 台 20t/h、1.6MPa 的蒸汽锅炉, 主要动力装置有引风机、送风机、二次风机、给水泵、水处理动力系统、上煤系统动力、除灰系统动力、供油系统动力、维修系统动力、给煤碎渣系统动力等, 配有各类照明和各类自动装置的电源。同时配有测量蒸汽、给水、烟气、风道空气温度的温度控制仪表, 配有测试蒸汽和给水流量的流量积算仪表, 配有测量汽包水位的液位控制仪表, 配有测量给水和蒸汽压力的压力控制仪表以及测量风压及负压的压力仪表, 在除氧给水系统, 同样设置温度、压力、液位仪表。这些仪表与引风、送风、水泵等动力装置有着错综复杂的联锁关系, 构成了给水、蒸汽汽包其水位的自动调节系统, 保证锅炉的正常安全运行。因为系统容量很大, 一般的工业锅炉房都设置 10kV 变配电装置, 这样使工业锅炉房的电气线路更加复杂化。

这里限于篇幅的关系, 我们只分析其主要的电气线路。为了使读者全面了解工业锅炉房的电气线路及装置, 这里列出部分图样的目录, 供读者在学习中参考。

(一) 电气主回路的主要图样

1. 中央配电系统图
2. 锅炉房车间动力配电箱系统图
3. 除灰系统动力配电箱系统图
4. 动力箱接线及盘面布置图
5. 10kV 配电室设备平面布置图
6. 10kV 配电室变压器安装图
7. 抓斗机移动电缆安装图
8. 电源滑线移动电缆悬挂装置大样图
9. 灰渣塔移动电缆安装图
10. 锅炉房照明装置断面图
11. 锅炉房 0m 标高照明装置平面图
12. 锅炉房 4m 标高照明装置平面图

13. 锅炉房 8m、14.2m、19m 标高照明装置平面图
14. 锅炉本体照明装置图
15. 灰渣塔照明装置布置图
16. 锅炉房照明配电系统图
17. 锅炉本体低压插座安装图
18. 沿锅炉本体管线敷设安装示意图
19. 锅炉房 0m 标高电缆敷设平面图
20. 锅炉房 4m 标高电缆敷设平面图
21. 变配电间电缆敷设平面图
22. 上煤及水处理间电缆敷设平面图
23. 除尘器电缆敷设平面图
24. 锅炉房接地干线平面布置图
25. 主回路电缆清册
26. 综合材料设备表

(二) 二次回路的主要图样

1. 变压器控制、测量及信号回路原理图
2. 变压器保护回路原理图
3. 变压器端子箱接线图
4. 380V 配电装置电压互感器接线图
5. 380V 备用电源保护回路原理图
6. 控制屏事故音响回路原理图
7. 75kW 引风机电动机起动控制原理图
8. 55kW 送风机电动机起动控制原理图
9. 15kW 二次风机电动机起动控制原理图
10. 6.6kW 炉排电动机起动控制原理图
11. 1.1kW 抛煤机电动机起动控制原理图
12. 1.5kW 给煤机电动机起动控制原理图
13. 给水控制屏事故音响回路原理图
14. 30kW 给水泵电动机起动控制原理图
15. 辅机联锁接线原理图
16. 4kW 上煤机电动机起动控制原理图

(三) 自动化仪表及自动装置的主要图样

1. 锅炉房热工测量控制系统图
2. 锅炉房控制盘盘面布置图
3. 热工信号安装接线图
4. 汽包水位调节系统安装接线图
5. ZKJ 型电动执行机构控制接线原理图
6. 锅炉事故信号安装接线图
7. 锅炉总联锁及引送风机电动机安装接线图

8. 二次风机电动机安装接线图
9. 炉排电动机安装接线图
10. 给煤机电动机安装接线图
11. 抛煤机电动机安装接线图
12. DK-2 型滑差电动机控制器安装接线图
13. XWD-102 型记录仪接线图
14. XWD-200 型记录仪接线图
15. XCT-121 型动圈仪(温度)接线图
16. XCZ-102 型动圈仪(温度)接线图
17. 锅炉控制盘安装接线图
18. 锅炉控制盘端子排接线图
19. 锅炉热工仪表导管电缆连接图
20. 锅炉除氧给水系统热工测量控制系统图
21. 锅炉除氧给水控制盘盘面布置图
22. 除氧给水热工信号安装接线图
23. 给水泵电动机及事故信号安装接线图
24. 除氧给水控制盘安装接线图
25. 除氧给水热工仪表导管电缆连接图
26. 自动化仪表及自动装置电缆清册
27. 自动化仪表及电缆主通道布置图

二、电气主回路线路的识读

(一) 中央配电系统图

工业锅炉房的动力及其回路较多,我们将配电系统图分为两部分,见图 5-4 和图 5-5 (见书后插页)。

由图可知,系统采用 12 台 PGL 低压配电柜,其中 1[#] 柜为低压电源进线柜,10[#] 柜为备用电源进线柜,配电系统的两部分是用母线桥连接的。母线桥就是用型钢架及绝缘子架设的一段母线,系统的母线均采用 100mm×10mm 的铝质矩形母线,配电柜接地母线采用 80mm×4mm 的钢质矩形母线。系统中的送出回路均采用 1kV VLV₂₉ 塑料电缆,1[#] 柜的引入采用硬母线直接由变电室引入,10[#] 柜的引入采用 7 根 (3×185+1×50) 的 VLV₂₉ 电缆。

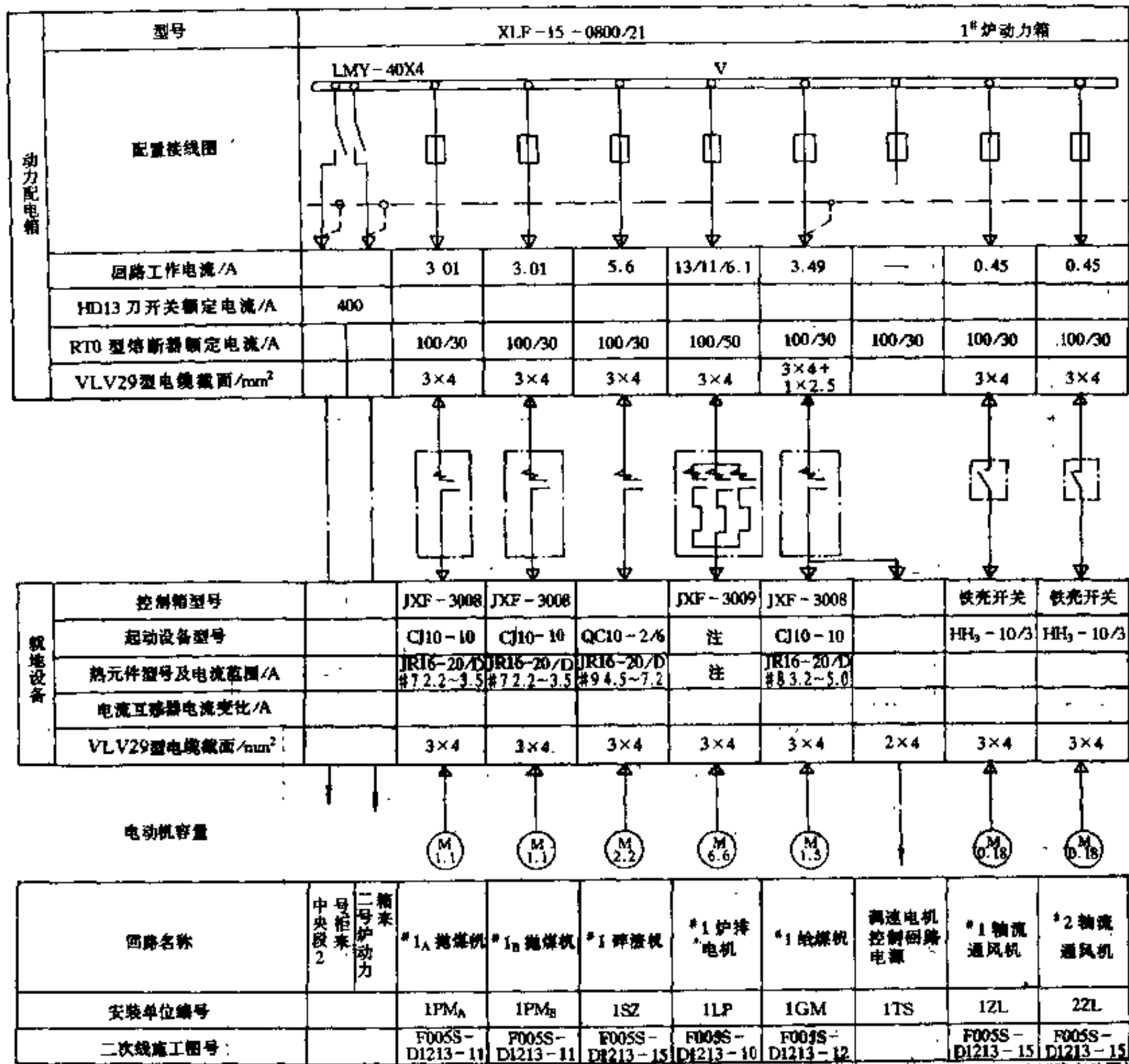
由图可知,系统分配电室安装的设备 and 现场就地安装的设备;现场就地安装的设备有各种动力箱、照明箱、电焊箱、55kW 及以下电动机的起动设备、配电箱、控制柜、整流柜等。

由图可知,系统中各种电动机(包括 100kW 的供油泵)均采用空气开关或接触器直接起动,因此要求系统的供电容量足够大,同时要求电动机起动机必须把风门、油门、截门关住,避免带负荷直接起动。系统中 100kW 和 75kW 的电动机均采用了零序保护,除 75kW 电动机外均采用了热继电器作过载保护和断相保护,75kW 电动机采用了空气开关 DW15-400/3 电流脱扣保护。

其它内容读者可参考第四章的内容自行分析,掌握系统的动力分布情况。

(二) 动力配电箱系统图

系统中除中央配电室外，在现场设置了动力配电箱，供其附近的动装置使用，动力箱有1#~3#炉动力箱、化学水动力箱、上煤动力箱、除灰系统动力箱和点火油泵房动力箱。动力箱配电系统图见图5-6~图5-10。点火油泵房动力箱没有列出。



注：炉排电机控制箱内设备见二次回路有关图样。

图5-6 1#炉动力箱系统图

由图可知，每台动力箱的电源均为双回路，一为直接由中央配电室引来，二为由邻近动力箱引来，互为备用；动力箱配电系统也为两部分，一为动力配电箱本身，二为现场就地安装的启动设备；系统的线路均采用VLV₂₉型电缆；用接触器起动的电动机均采用热继电器保护过载和断相，部分较小的电机采用铁壳开关控制，熔断器保护；炉排电机为三速电机，有级调速，给煤机电机为滑差调速电动机。其它内容读者自行分析。

(三) 10kV 配电室设备平面布置图

见图5-11，由图可知，系统图中的12台PGL柜是成两列设置的，为了节约材料，可以把母线桥设在1#和12#柜之间，母线采用共箱封闭母线，型号MQ-I型，并给出了吊架

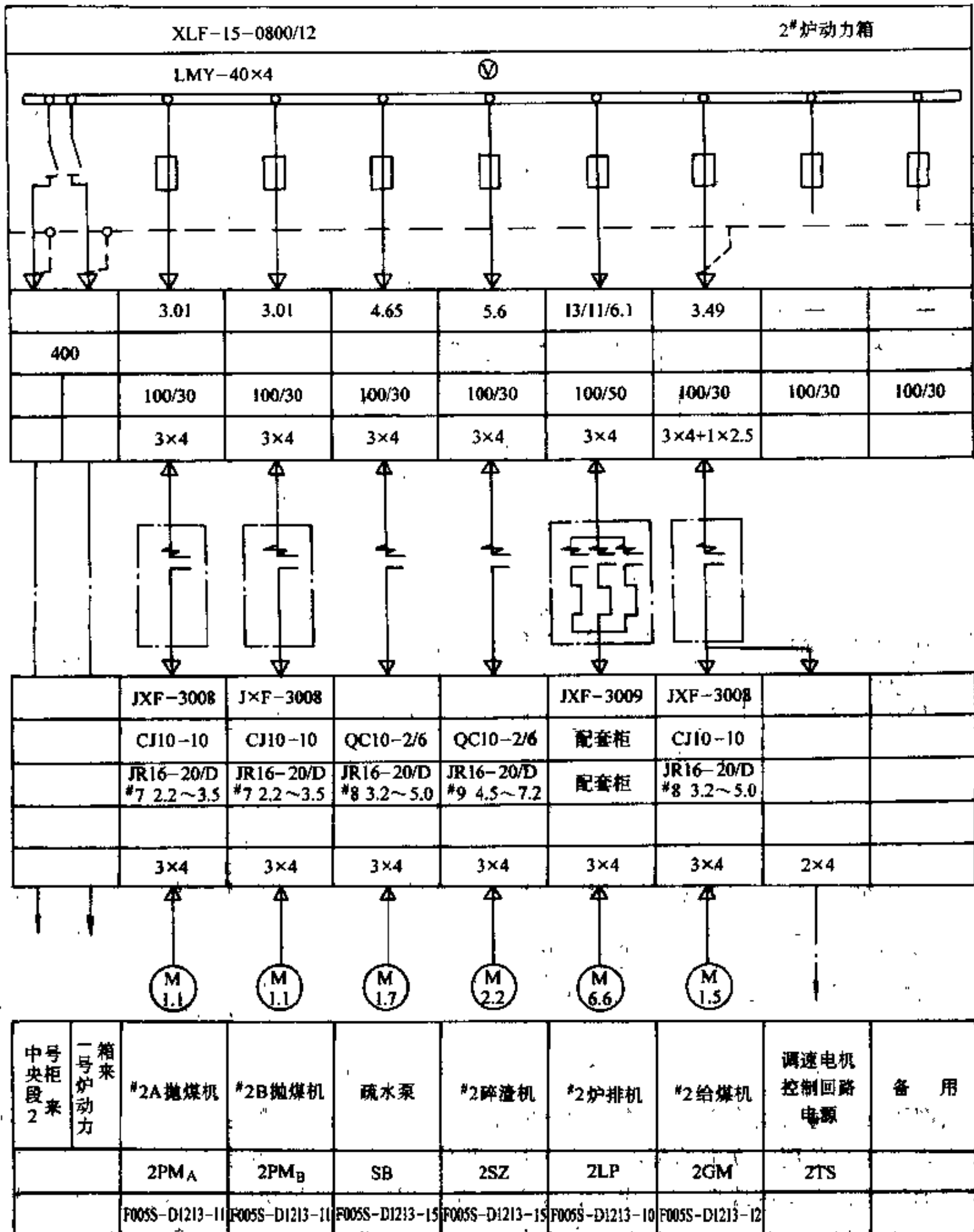


图 5-7 2#炉动力箱系统图

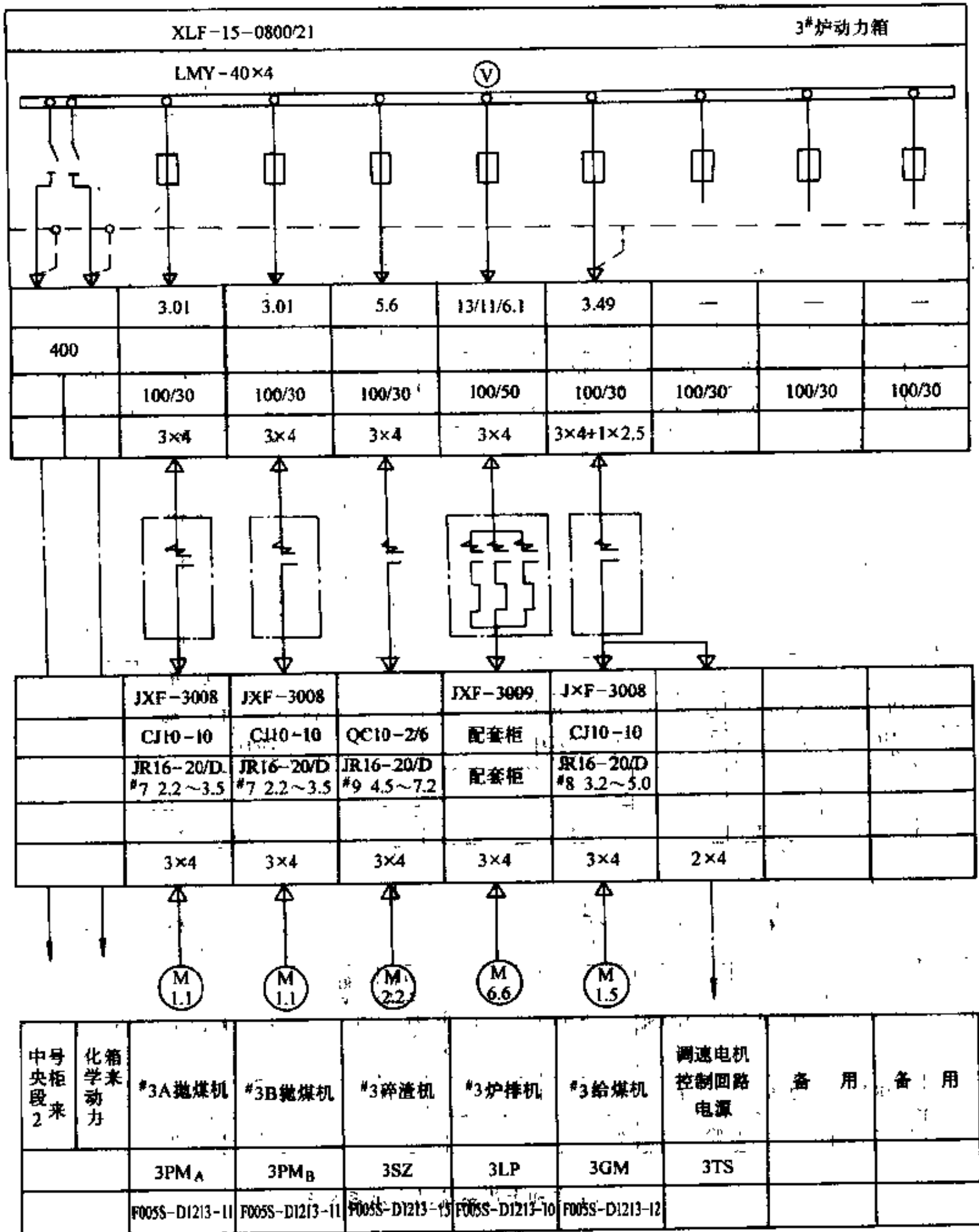


图 5-8 3#炉动力箱系统图

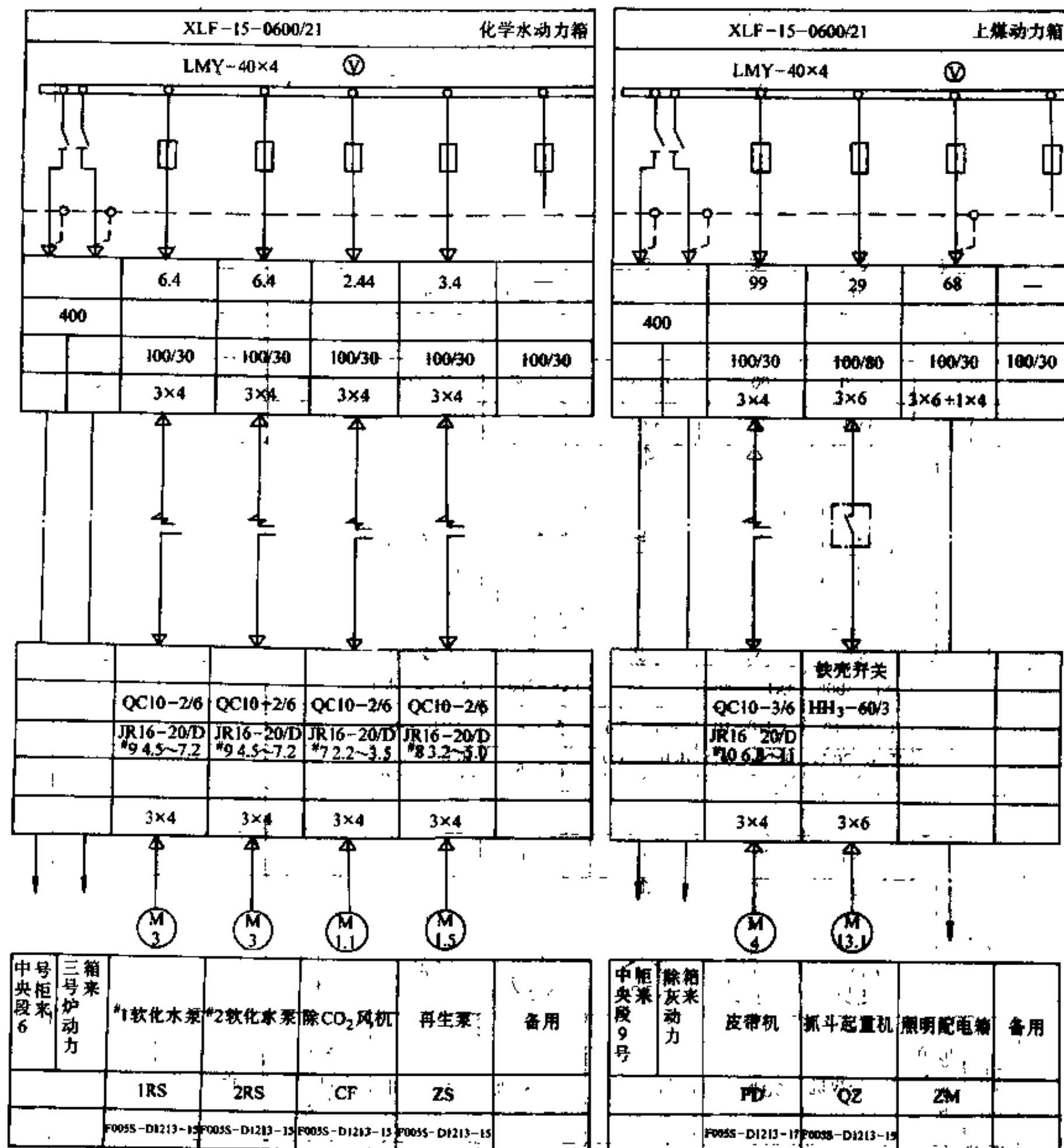


图 5-9 化学水和上煤系统动力箱系统图

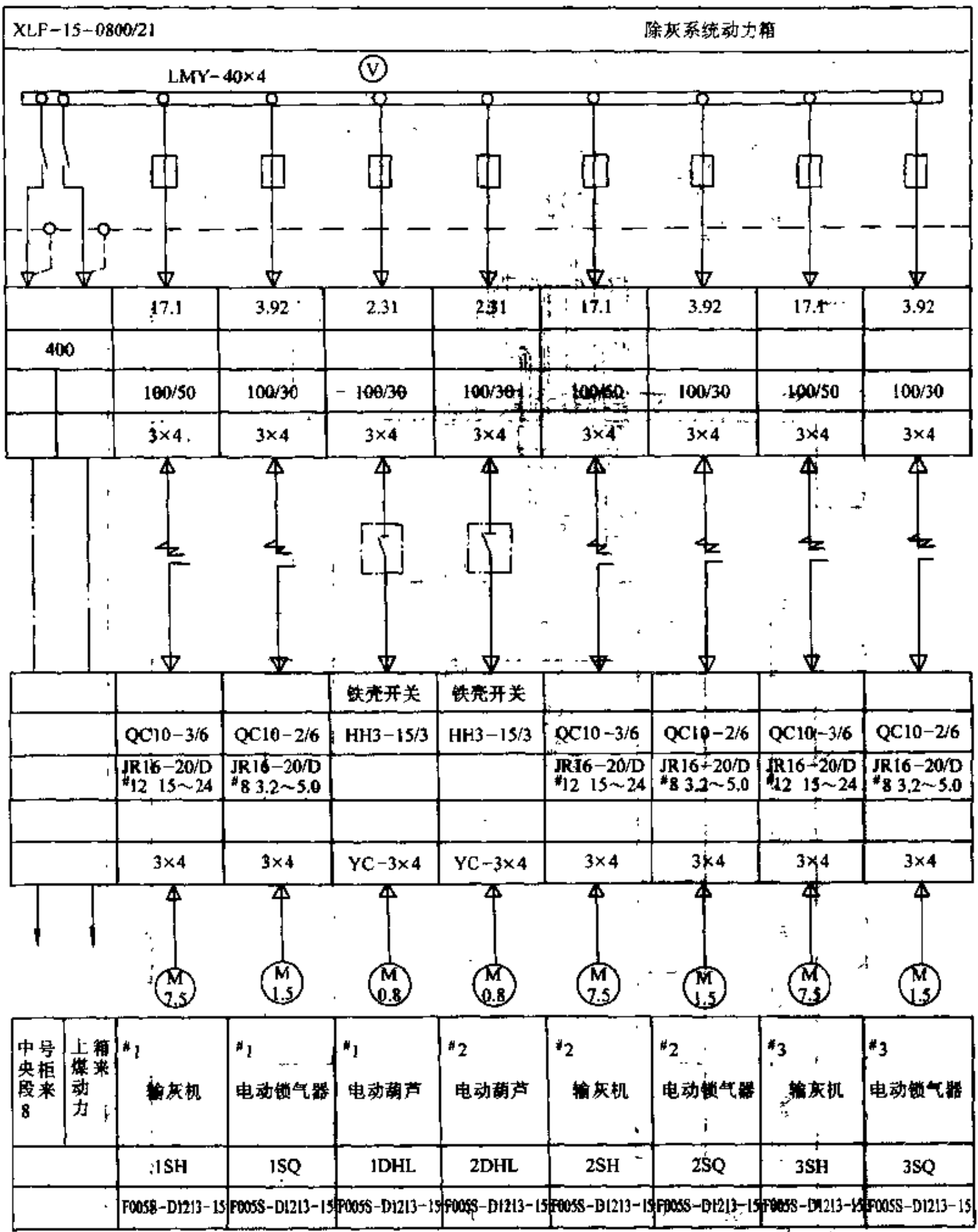


图 5-10 除灰系统动力箱系统图

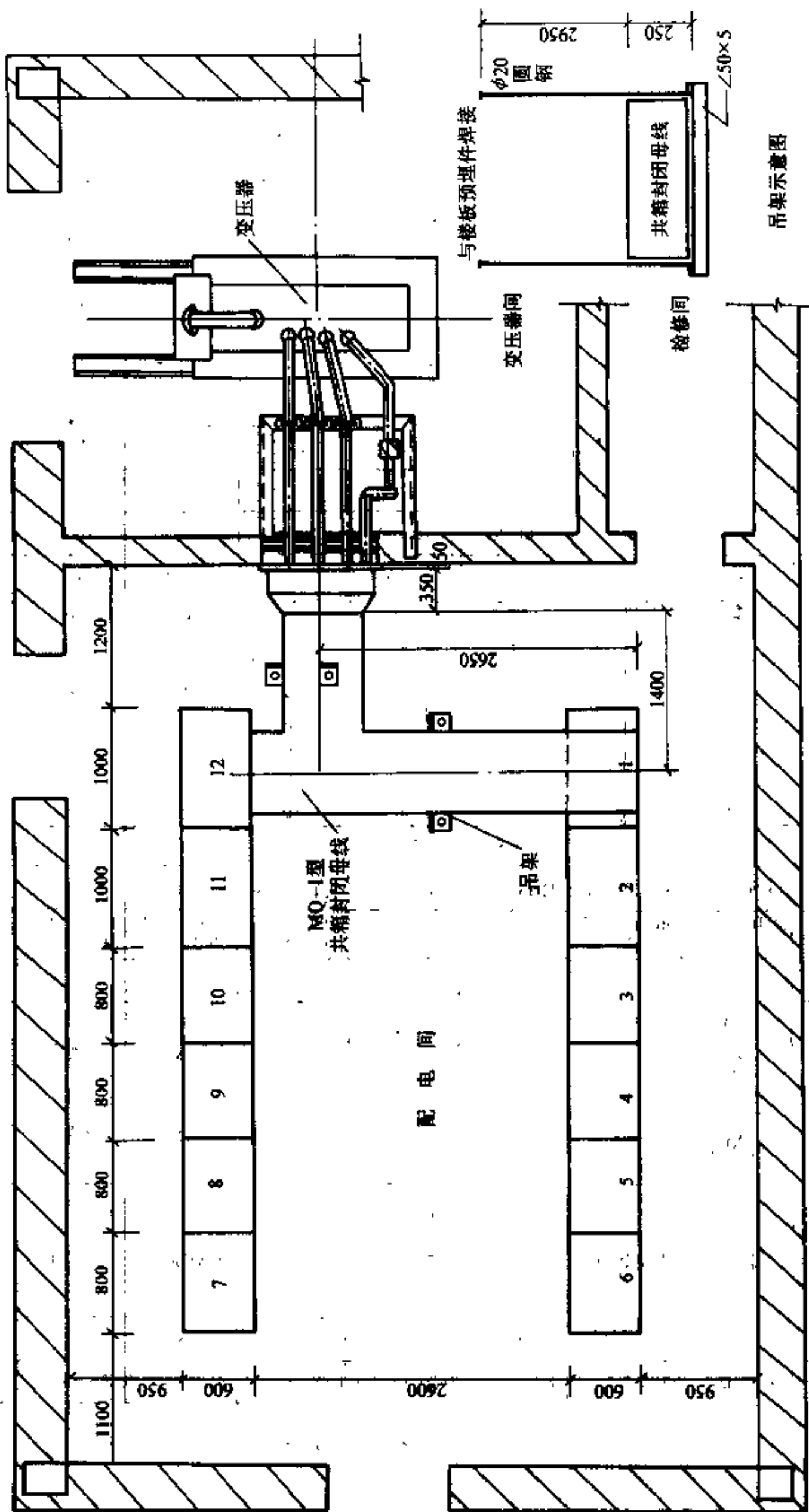


图 5-11 中央配电室平面布置图

安装示意图。吊架由 50×5 的角钢和 φ20 的圆钢组成，吊杆与楼板预埋铁件焊接，共两组。柜的安装位置及室内几何尺寸见图中标注。

(四) 变配电间电缆敷设平面图

见图 5-12，图中所示有以下内容：

1. 各台柜引出引入的电缆及其电缆的编号，是用条形格中的字母及数字标注的，如 3# 柜的 12Z、11Z、1XF-01、1SF-01 1XF-150、1XF-151 等，这些标注的意义可以通过配电系统图和电缆清册来说明，见图 5-12 和表 5-2。需要说明的是该表只列出了锅炉房的部分电缆，因为篇幅的关系我们删去了大部分电缆。

(1) 12Z 是 2# 炉引风机的合闸电源，电缆型号 ZQ20-1000、线芯 2 根 4mm² 的直流电缆，起点是 3# 柜，终点是 4# 柜，长度为 3m。

(2) 11Z 是 1# 炉引风机的合闸电源，型号同 12Z，起点 3# 柜，终点 1# 柜，长度 4m。由系统图可知，5# 柜有一路是送至整流柜的，在平面图中，5# 柜中的 ZLG-01# 电缆是经电缆沟送至检修间的整流柜的，整流柜共分出四路，其中 2Z 又送回 1# 柜，1# 柜又给 3# 柜，

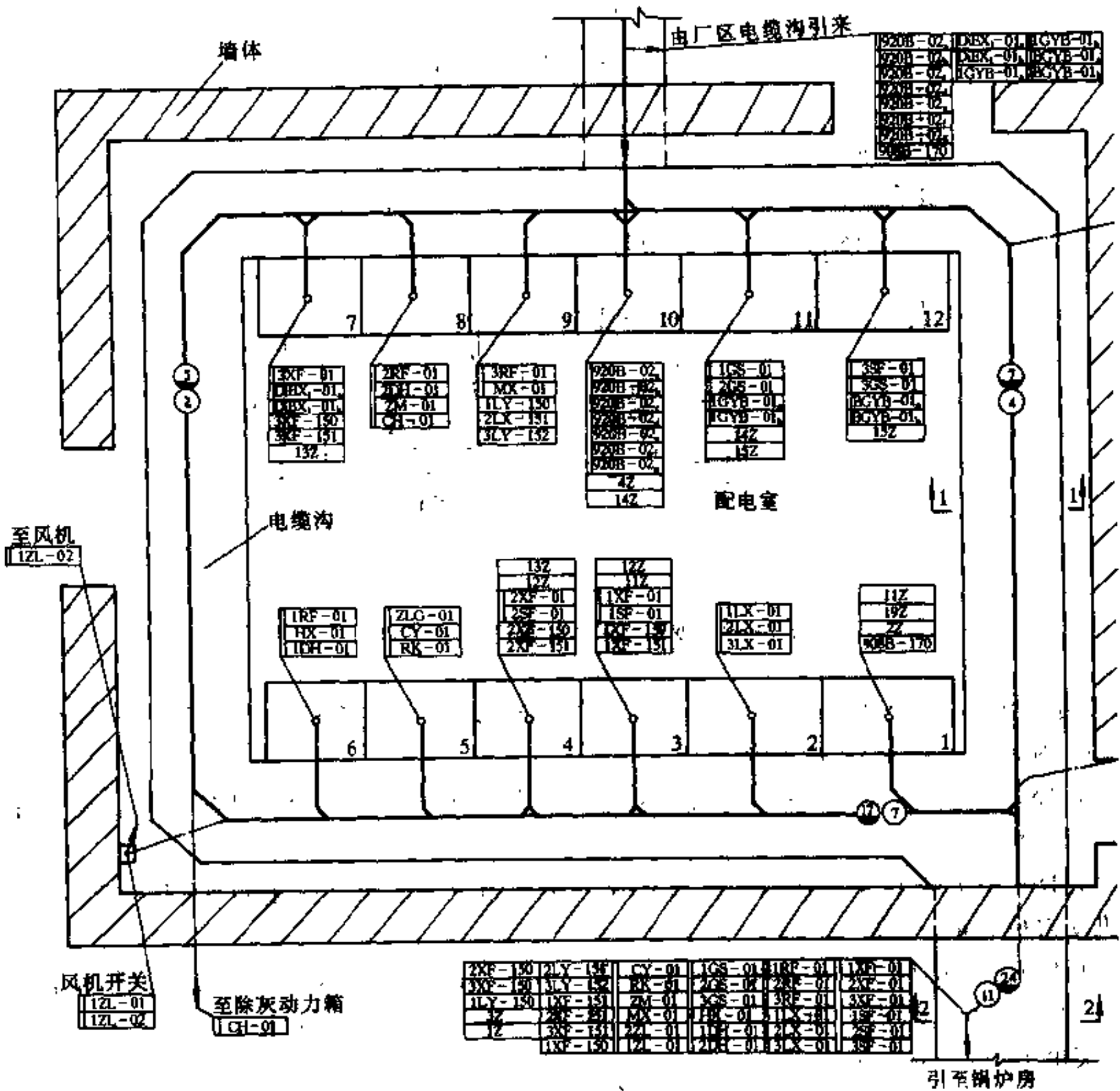


图 5-12 变配电间电缆敷设平面图

a) 配电室

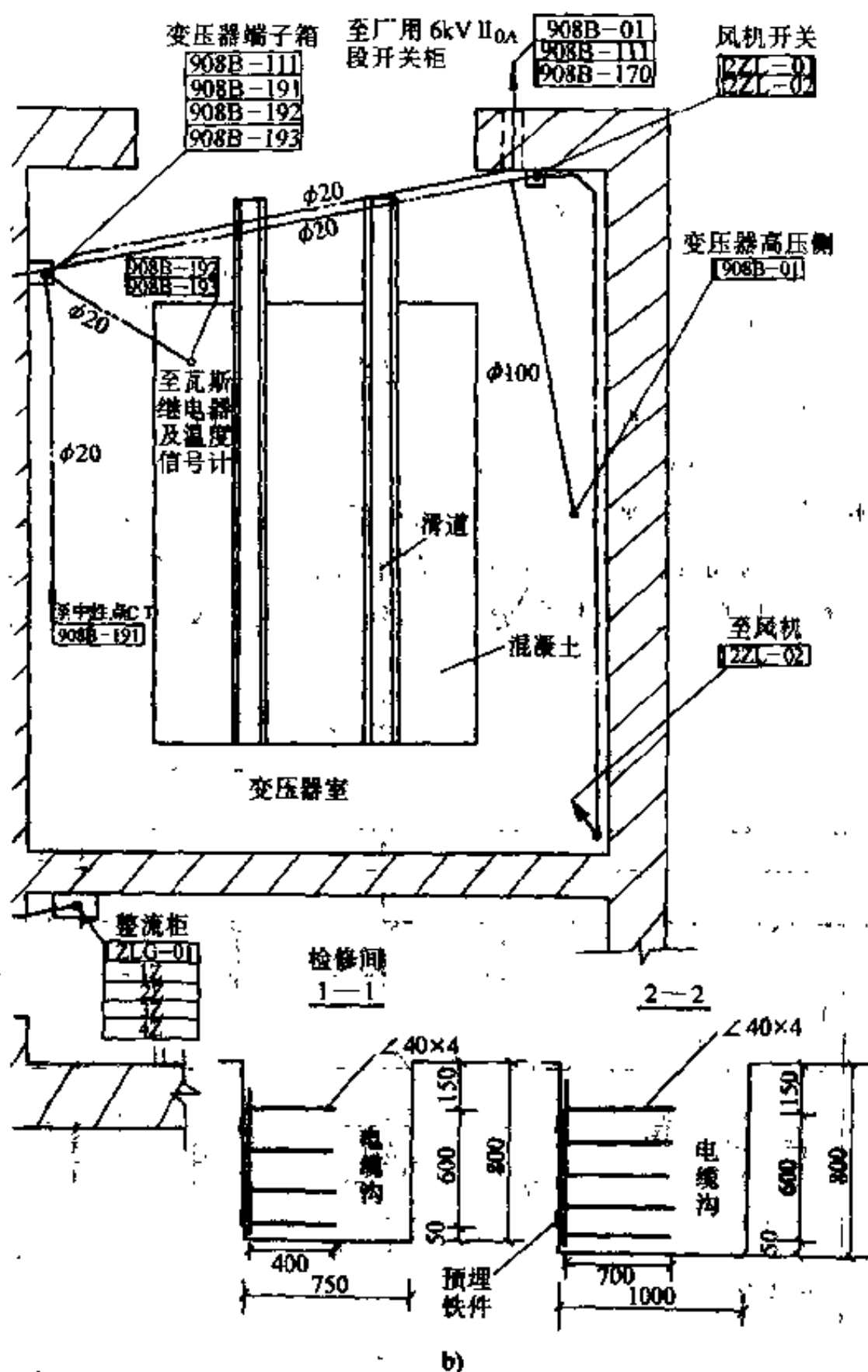


图 5-12 变配电间电缆敷设平面图 (续)

b) 变压器室

3#柜又给4#柜,4#柜又给7#,均作为引风机的合闸电源。整流柜的另两路3Z和1Z经电缆沟送至锅炉房,见图5-12中的标注。

(3) 1XF-01是1#炉引风机的电源电缆,型号VLV29-3×120,起点3#柜,终点1#炉引风机,长度33m。

(4) 1SF-01是1#炉送风机的电源电缆,型号VLV29-3×95,起点3#柜,终点1#炉送风机动力控制箱,长度23m。

(5) 1XF-150是1#炉引风机控制电缆,型号KVV29-14×1.5,线芯数为14根1.5mm²的铜软线,起点3#柜,终点1#炉控制屏(在自动化仪表的图中,后面介绍),备用1芯,实用13芯,全长32m。

(6) 1XF-151是1#炉引风机控制电缆,型号同1XF-150,起点3#柜,终点1#炉引风机旁,备用2芯,实用12芯,全长37m。

表 5-2 电缆清册

部分控制电缆清册		电缆去向				电缆长度/m							
序号	安装单位名称	电缆编号	电缆型号及截面	备用芯数	起点	终点	型号						
							14×1.5	4×1.5	3×1.5	2×4			
1	电磁分离器	1Z	ZQ20-1000 2×10		检修间硅整流盘	电磁分离器				40			
2	380V 电源进线合闸电源	2Z	ZQ20-1000 2×4		检修间硅整流盘	380V 配电装置*1屏				9			
3	*1 炉引风机合闸电源	11Z	ZQ20-1000 2×4		380V 配电装置*3屏	380V 配电装置*1屏				4			
4	*2 炉引风机合闸电源	12Z	ZQ20-1000 2×4		380V 配电装置*3屏	380V 配电装置*4屏				3			
5	*3 炉引风机合闸电源	13Z	ZQ20-1000 2×4		380V 配电装置*7屏	380V 配电装置*4屏				7			
6	380V 备用电源进线保护电源	4Z ¹	ZQ20-1000 2×4		检修间硅整流盘	380V 配电装置*10屏				10			
7	启动炉控制屏电源	3Z	ZQ20-1000 2×4		检修间硅整流盘	*1 炉控制屏				37			
8	*1 炉引风机	1XF-150	KVV29- 14×1.5	1	380V 厂用配电装置*3屏	*1 启动炉控制屏			32				
	*1 炉引风机	1XF-151	KVV- 4×1.5	2	380V 厂用配电装置*3屏	*1 炉引风机旁			37				
9	启动炉变压器	908B-191 908B-192	KVV29- 4×1.5 RVZ- 4×1.5	2 0	启动炉变压器端子箱	启动炉变中性点 CT 启动炉变瓦斯继电器			6				3

(续)

部分动力电缆清册

序号	安装单位名称	电缆编号	电缆型号及截面	电压/kV	电缆去向		电缆长度/m										
					起点	终点	3×185+1×50	3×6	3×10+1×6	3×4	3×95+1×35	3×35	3×4				
5	输灰机	2SH-01	3×4	0.5	除灰动力箱	*2 电磁起动器	25					3×4	3×35	3×4			
		-02	3×4	0.5	*2 输灰机	*2 电磁起动器	4								4		
		3SH-01	3×4	0.5	除灰动力箱	*3 电磁起动器	35									35	
		-02	3×4	0.5	*3 输灰机	*3 电磁起动器	4									4	
		1SQ-01	3×4	0.5	除灰动力箱	*1 电磁起动器	15									15	
		-02	3×4	0.5	*1 电动锁气器	*1 电磁起动器	4									4	
		2SQ-01	3×4	0.5	除灰动力箱	*2 电磁起动器	25									25	
		-02	3×4	0.5	*2 电动锁气器	*2 电磁起动器	4									4	
		3SQ-01	3×4	0.5	除灰动力箱	*3 电磁起动器	35									35	
6	引风机	1XF-01	3×120	0.5	中央盘3号柜	*1 引风机	33										
		2XF-01	3×120	0.5	中央盘4号柜	*2 引风机	42										
		3XF-01	3×120	0.5	中央盘7号柜	*3 引风机	58										
7	送风机	1SF-01	3×95	0.5	中央盘3号柜	*1 送风机动力控制箱			23								
		-02	3×95	0.5	*1 送风机	*1 送风机动力控制箱			4								

由(5)、(6)可知1XF-150和1XF-151在3#柜内连接,将在后面二次回路中介绍。通过上述介绍可以看出,图中标注一致的电缆编号即为同一根电缆的头或尾,因为电缆较多,我们不一一列出。

2. 电缆沟引至本室内的管路共三根

(1) 引至配电室风机开关电缆1ZL-01,该电缆由表5-2可知,起点是1#炉动力配电箱,终点是风机控制开关(HH₃铁壳开关),也可从图5-6中看出,同时该电缆由控制开关处上引至风机安装处,编号1ZL-02,也可看表5-2的标注。从图5-12中引至锅炉房的标注中可找出1ZL-01#电缆。

(2) 引至检修间整流柜的电缆ZLG-01,该电缆由图5-12可知,起点是5#柜,终点是整流柜。同时,整流柜要引出4根电缆1Z~4Z,其中1Z、3Z送至锅炉房,1Z送至电磁分离器,3Z送至1#炉控制屏;2Z送至1#柜,4Z送至10#柜,均作为直流电源,见表5-2。

(3) 引至变压器室变压器端子箱的电缆908B,其中,908B-170是由1#柜引至厂用6kVⅡ_{0A}段开关柜的;908B-111是由变压器端子箱引至厂用6kVⅡ_{0A}段开关柜的;2ZL-01是由锅炉房1#动力箱引至变压器风机开关的,并从风机开关引至本室风机(2ZL-02);同时变压器端子箱又引出三根电缆908B-191、908B192、908B193,分别至本室中性点CT(电压互感器)、瓦斯继电器、温度信号计,见表5-2。图中的 $\phi 20$ 表示穿管的直径。另外,908B-01电缆是由厂用6kVⅡ_{0A}段引来的变压器高压电源的电缆,引至变压器高压侧,穿管直径 $\phi 100$ 。

3. 电缆沟引至室外的电缆还有一根CH-01#电缆,这是引至锅炉房外除灰动力箱的,起点8#柜,终点除灰动力箱,见表5-2。

4. 图中标注出电缆沟的位置及其断面图和沟内电缆支架的结构图,支架均为L 40×4角钢制作。

综上所述,在识读电缆敷设平面图时,必须同时翻阅系统图和电缆清册,这样才能掌握所有电缆的来龙去脉,掌握电缆的用途及规格型号。需要说明一点的就是,电缆清册中提供的电缆长度不得作为电缆安装时切割电缆的依据,仅供读图时参考。对于复杂的系统,电缆清册是不可缺少的。

(五) 锅炉房0m标高电缆敷设平面图

这里我们只列出锅炉房0m标高电缆敷设平面图的局部来分析线路的布置(因图幅较大,作了删节),见图5-13,图中所示有以下内容:

1. 由配电室引来的电缆共35根与图5-13(见全文后插页)中引至锅炉房的电缆根数是一致的,其中,②4表示24根标有01的电源电缆,⑪表示11根控制或直流电缆,共35(24+11)根。这些电缆在图中的分布如下:

(1) 1XF-01、2XF-01、3XF-01、1XF-151、2XF-151、3XF-151共6根电缆直接去引风机除尘器场地电缆沟并引至引风机,见图中下部电缆沟转弯处的标注;

(2) 1ZL-01、2ZL-01、1LX-01直接经 $3 \times \phi 50$ 管引至1#炉动力配电箱,见图中下部标注;而2LX-1、3LX-1则直接经 $\phi 50$ 管由电缆沟引至2#和3#炉动力配电箱,2#和3#箱在图另一部分未标出;

(3) 1SF-01、2SF-01、3SF-01分别直接经 $\phi 70$ 管由电缆沟引至1#~3#送风机控制箱,其中2#、3#送风机控制箱在图的另一部分未标出;

(4) 1RF-01、2RF-01、3RF-01 分别直接经 $\phi 40$ 管由电缆沟引至 1#~3# 二次风机控制箱, 其中 2#、3# 二次风机控制箱在图的另一部分未标出;

(5) CY-01 直接经 $\phi 40$ 管由电缆沟引至除氧给水控制盘, 见图右上部标注;

(6) RK-01、1XF-150、2XF-150、3XF-150、1LY-150、2LY-151、3LY-152、3Z 直接经 $\phi 40$ 、 $\phi 25$ 管由电缆沟引至图中 A 柱上的电缆保护罩内再引至 4m 标高处的 1# 炉控制屏;

(7) HX-01 是送至化学水动力配电箱的电源, 在图的另一部分未标出;

(8) 1DH-01、2DH-01 分别经 $\phi 40$ 管由电缆沟直接引至 1# 电焊箱、2# 电焊箱, 其中 2DH-01 是沿 C 柱引至 4m 标高处的 2# 电焊箱的, 见图中 B 柱、C 柱的标注, 电焊箱距地 1.5m;

(9) ZM-01 是送至照明箱的电源并由此引至 4m 标高处的照明箱, 其中 0m 标高处的照明箱在图的另一部分;

(10) MX-01、1Z 分别经 $\phi 100$ 、 $\phi 40$ 管由电缆沟直接引至 14.2m 标高处的上煤动力箱, 见图中 D 柱处的标注, 沿柱上引;

(11) 1GS-01、2GS-01、3GS-01 分别经 $\phi 40$ 管由电缆沟直接引至 1#~3# 给水泵控制箱, 见图中 E 柱处的标注, 其中 2#、3# 在图的另一部分。

2. 由配电室 8# 柜引来的 CH-01# 电缆直接引至除灰动力箱, 进箱的分布如下:

(1) 1SH-01、2SH-01、3SH-01、1SQ-01、2SQ-01、3SQ-01 经 $6 \times \phi 40$ 管引入电缆沟后再经沟引至引风机、除尘器场地电缆沟到现场, 终点见表 5-2;

(2) 1DHL-01、2DHL-01 经 $2 \times \phi 40$ 管引至灰渣塔, 灰渣塔图中未标出;

(3) MX-02 经 $\phi 50$ 管引至电缆沟内, 然后沿沟引至 14.2m 标高处的上煤动力箱, 见图中 D 柱处的标注, 并由此沿柱引至 14.2m 标高处的照明箱。

3. 1# 炉动力配电箱电缆的分布

(1) 1PMA-01、1PMB-01、1LP-01、1GM-01 经 $4 \times \phi 40$ 管并沿 F 柱上引至 4.0m 标高处;

(2) 1SZ-01 经 $\phi 40$ 管进入电缆沟后再经 $\phi 40$ 管引至 B 柱处的 1# 碎渣机磁力起动器控制箱, 并由此用 $\phi 40$ 管引至碎渣机电动机出线口处;

(3) 1LX-02 是与 2# 炉动力配电箱的联络电缆, 2# 炉动力箱在图的另一部分。

4. 1# 送风机控制箱电缆的分布

(1) 电源电缆 1SF-01 直接由配电室引来, 见 1-(3);

(2) 1SF-02 负荷电缆经 $\phi 70$ 管送至 1# 送风机电动机出线口处;

(3) 1SF-150 控制电缆经保护管 $\phi 25$ 埋地送入电缆沟, 经电缆沟引至 A 柱电缆保护罩后再引至 4.0m 标高处的 1# 炉控制屏, 途中跨越地沟处均设 $\phi 25$ 钢管保护。

5. 1# 二次风机控制箱电缆分布

(1) 电源电缆 1RF-01 直接由配电室引来, 见 1-(4);

(2) 1RF-2 负荷电缆经 $\phi 40$ 管送至 1# 二次风机电动机出线口处;

(3) 1RF-150 控制电缆经保护管 $\phi 25$ 埋地送入电缆沟, 经电缆沟引至 A 柱电缆保护罩后再引至 4.0m 标高处的 1# 炉控制屏, 途中跨越地沟处均设 $\phi 25$ 钢管保护。

这里要说明一点，A柱处的标注中，2SF-150、3SF-150、2RF-150、3RF-150为2#炉、3#炉送风机及二次风机的控制电缆，始点在图的另一部分。

6. 疏水泵控制箱电缆分布

(1) 疏水泵电源电缆 SB-01 是由 2# 炉动力配电箱穿 $\phi 40$ 管埋地后经电缆沟引来的，2# 炉动力箱在图的另一部分；

(2) SB-02 负荷电缆穿 $\phi 40$ 管埋地引至疏水泵电动机出线口处。

7. 1# 给水泵控制箱的电缆分布

(1) 电源电缆 1GS-01 直接由电配电室引来，见 1-(11)；

(2) 1GS-02 负荷电缆穿 $\phi 50$ 管埋地引至 1# 给水泵电机出线口处；

(3) 1GS-150 控制电缆穿 $\phi 25$ 管埋地引至除氧给水泵控制盘。

8. 除氧给水泵控制盘的电缆分布

(1) 电源电缆 CY-01 直接由配电室引来，见 1-(5)；

(2) 1# 给水泵控制电缆 1GS-150 穿管直接引来，见 7-(3)；2#、3# 给水泵控制电缆 2GS-150、3GS-150 经电缆沟引来并穿 $\phi 25$ 管引入；

(3) RK-02 联络电缆穿 $\phi 25$ 管引入电缆沟并沿沟引至 A 柱保护罩后再引至 4.0m 标高处的 1# 炉控制盘。

9. 图中动力配电箱、除氧给水泵控制盘均为落地安装，引入引出电缆均穿钢管埋地。图中控制箱、电焊箱均在柱上安装，给水泵控制箱在墙上安装，控制箱中心距地 1.5m，引入引出电缆均穿管埋地沿柱或沿墙敷设。

10. 图中引至 4.0m 标高处的管路均为沿柱明设引上，并在 A 柱设保护罩（管路较多）。

11. 图中电动机功率、磁力起动器规格等由系统图中查找，电缆规格型号由电缆清册查找。因此，识读时必须同时翻阅系统图和电缆清册。

12. 2#、3# 炉的电缆分布与 1# 炉基本相同，化学水动力配电箱及其电缆分布也可用上述方法进行分析。

(六) 锅炉房 4m 标高电缆敷设平面图

4m 标高是锅炉的主体运转层，电缆敷设平面图见图 5-14（见书后插页）这里我只分析 1# 炉的电缆敷设，2#、3# 炉读者自行分析。

1. A 柱处由 0m 标高引来的电缆及分布由图可知，RK-01、1SF-150、1RF-150、1LY-150、3Z、RK-02、1XF-150 经设在 4m 标高楼板下梁上的电缆支架引至 1# 锅炉控制屏。支架见图 4-15。2XF-150、3XF-150、2LY-151、3LY-152、2SF-150、2RF-150、3SF-150、3RF-150 经电缆支架分别引至 2#、3# 炉控制屏。支架可用电缆桥架代替，位置不变。所有电缆均由 4m 标高板上的预留孔引入。

2. F 柱处由 0m 标高 1# 炉动力配电箱引来的电缆分布

(1) 1PMA-01 经 4m 标高板下支架引至 1# 抛煤机控制箱，其 1# 箱电缆分布如下：

1) 1PMA-02 经 $\phi 40$ 管埋地板引至 1# 抛煤机电动机的出线口；

2) 1PMA-150 经 $\phi 40$ 管和支架送至 1# 炉控制屏；

3) 1PMA-151 经 $\phi 40$ 管埋地板引至 2# 抛煤机控制箱。

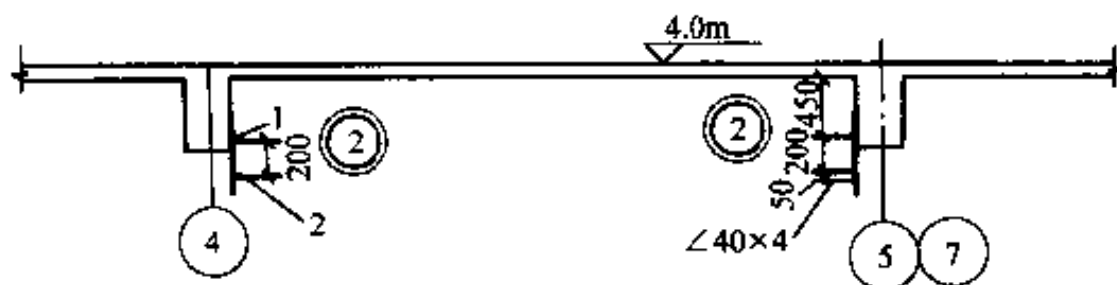


图 5-15 锅炉房电缆支架设置图

(2) 1PMB-01 经 4m 标高板下支架引至 2# 抛煤机控制箱，其箱电缆分布如下：

- 1) 1PMB-02 经 $\phi 40$ 管埋地板引至 2# 抛煤机电动机的出线口；
- 2) 1PMB-150 经 $\phi 40$ 管和支架送至 1# 炉控制屏；
- 3) 见 1# 抛煤机电缆分布 3)。

(3) 1GM-01 经 4m 标高板下支架引至 1# 给煤机控制箱，其箱电缆分布如下：

- 1) 1GM-02 经 $\phi 40$ 管埋地板引至 1# 给煤机电动机出线口；
- 2) 1TS-01 经 $\phi 40$ 管和支架送至 1# 炉控制屏；
- 3) 1GM-150 经 $\phi 40$ 管和支架送至 1# 炉控制屏。

(4) 1LP-01 经 4m 标高板下支架引至 1# 炉排控制箱，其箱电缆分布如下：

- 1) 1LP-02 经 $\phi 40$ 管埋地板引至 1# 炉排电动机出线口；
- 2) 1LP-150 经 $\phi 40$ 管和支架送至 1# 炉控制屏。

(5) 1# 炉控制屏电缆中的 RK-01b、RK-02b，2# 炉控制屏电缆中的 RK-01b、RK-02b、RK-01c、RK-02c，3# 炉控制屏电缆中的 RK-01c、RK-02c 是联络电源，详见图 5-16，均通过支架敷设。

3. C 柱处由 0m 标高引来的 2DH-01 电箱为 4m 标高处 2# 电焊箱的电源。

4. D 柱处由 0m 标高引来的 1Z、MX-02、MX-01 电缆在 4m 标高处穿过，并用 $2 \times \phi 100$ 、 $\phi 40$ 管保护，管长 2m，上引至 14.2m 标高处。

(七) 引风机、除尘器场地电缆敷设平面图

这里我们只列出 1# 炉的引风、除尘电缆敷设平面图来分析线路的布置，见图 5-17，图中所示有以下内容：

1. 引入电缆与图 5-13 引至的电缆标注相同；
2. 1XF-01、2XF-01、3XF-01 分别穿 $\phi 70$ 管由沟引至引风机电动机出线口处；
3. 1XF-151、2XF-151、3XF-151 分别穿 $\phi 20$ 管由沟引至引风机事故按钮处，沿柱 1.20m 处设置。

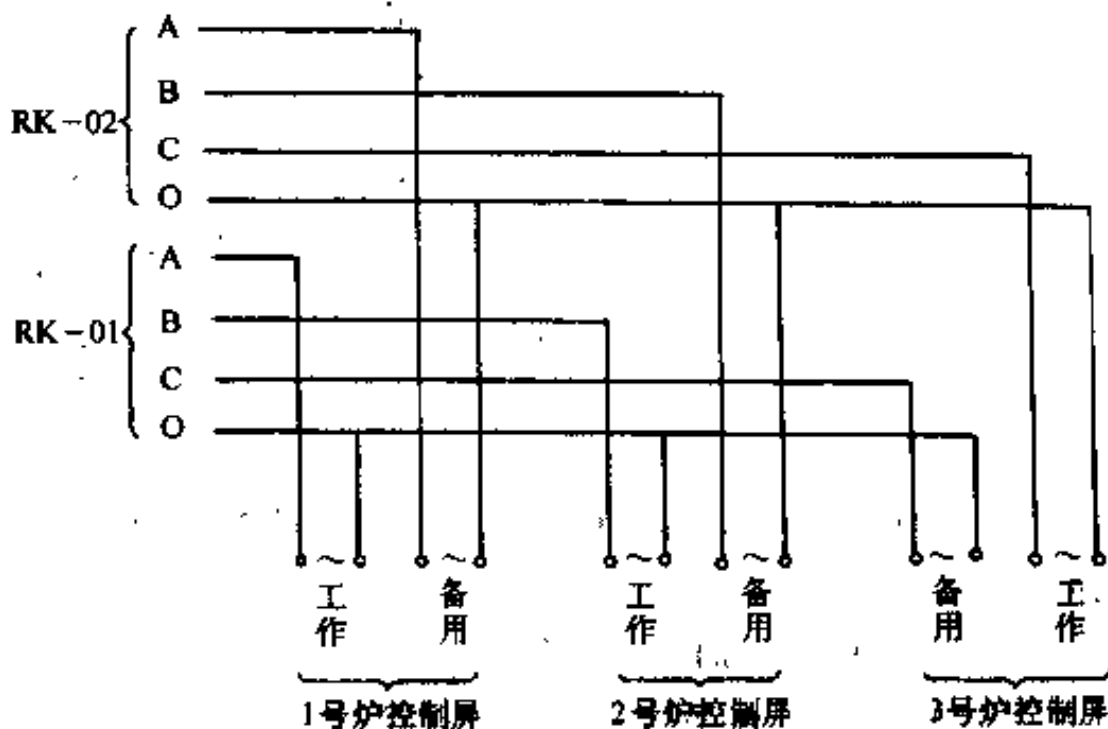


图 5-16 锅炉控制屏电源联接示意图

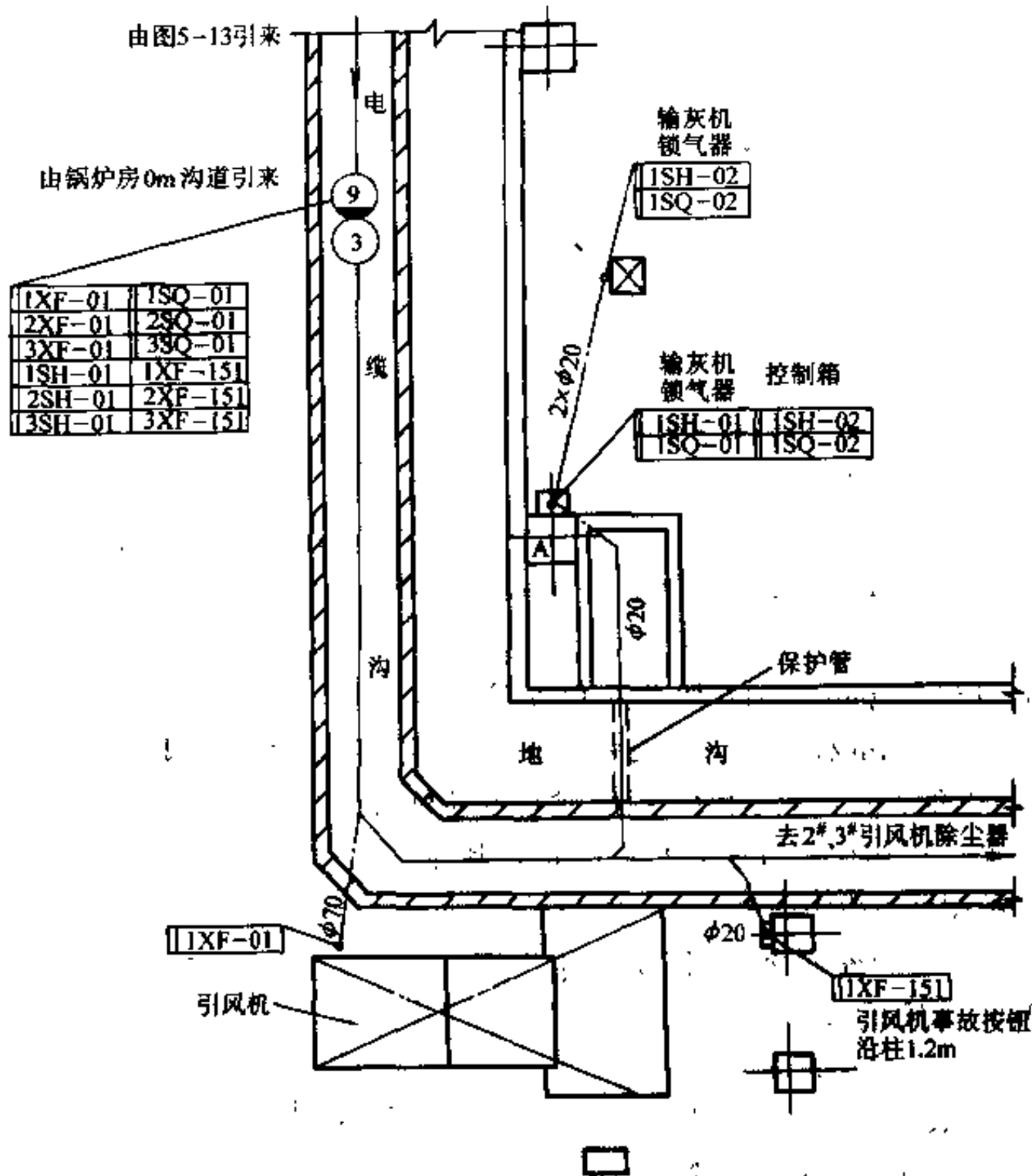


图 5-17 引风机除尘器场地电缆敷设平面图 (局部)

4. 1SH-01、1SQ-01 分别穿 $\phi 20$ 管引至输灰机、锁气器控制箱，控制箱于 A 柱 1.5m 标高处。

5. 由控制箱分别穿 $\phi 20$ 管将 1SH-02 和 1SQ-02 引至输灰机电动机出线口处和锁气器处。

(八) 14.2m 标高皮带间电缆敷设图

见图 5-18，图中上煤动力箱的电源 MX-01 是由 0m 标高配电室经电缆沟沿柱上引至此的，同时还有 MX-02 和 1Z，引上后进行分配，读者可按前述的方法进行分析。

(九) 化学水处理室电缆敷设图

见图 5-19，电源 RS-01、ZS-01、CF-01 是由化学水动力配电箱穿 $3 \times \phi 40$ 管引来的，引入后进行分配，读者可自行分析。

三、照明回路线路的识读

工业锅炉房的照明线路相对动力线路要简单的多，但照明线路是服务于动力设备的，因此也进行分层设置，共有三个系统即 0m 标高 ZM-1 系统，4m 标高 ZM-2 系统和 14.2m 标高（包括 8m、19m 标高）ZM-3 系统。

(一) 照明回路系统图

照明回路系统图见图 5-20，电源由配电室 8# 柜引来接在 ZM-1# 照明配电箱上，并由

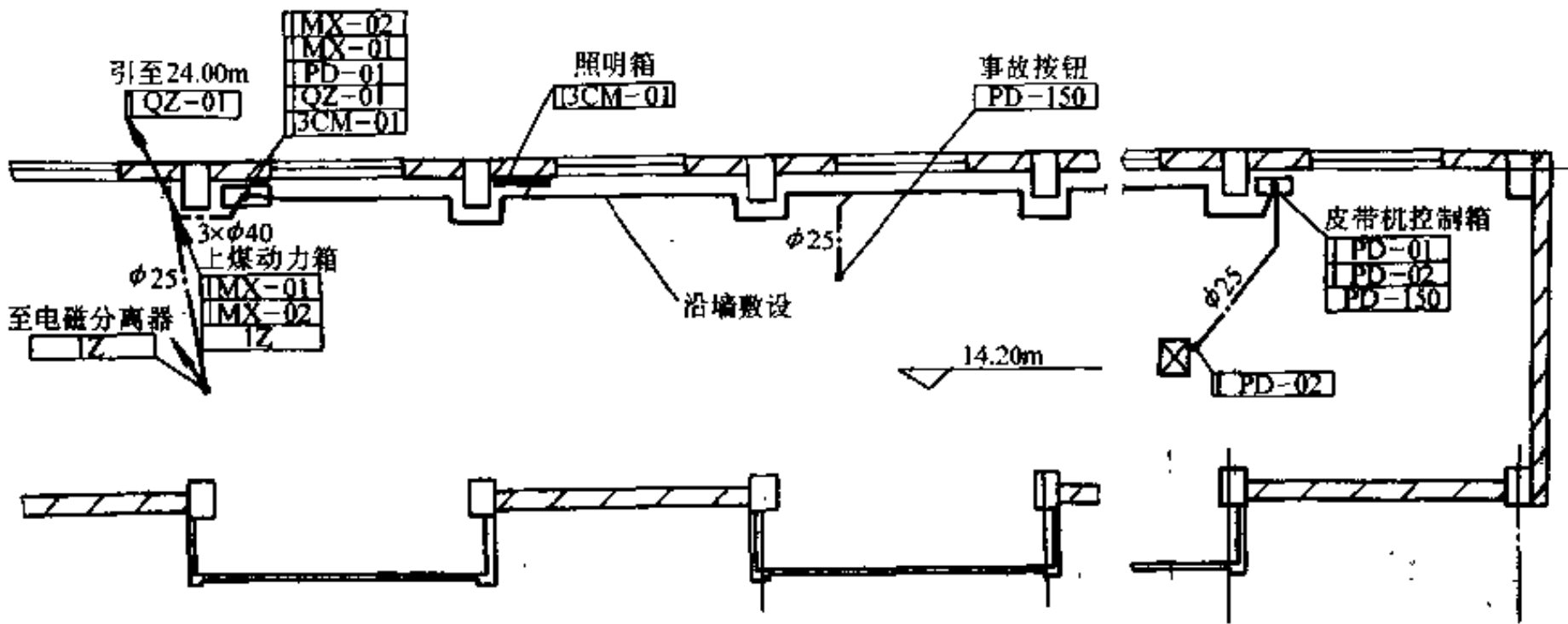


图 5-18 皮带间电缆敷设图

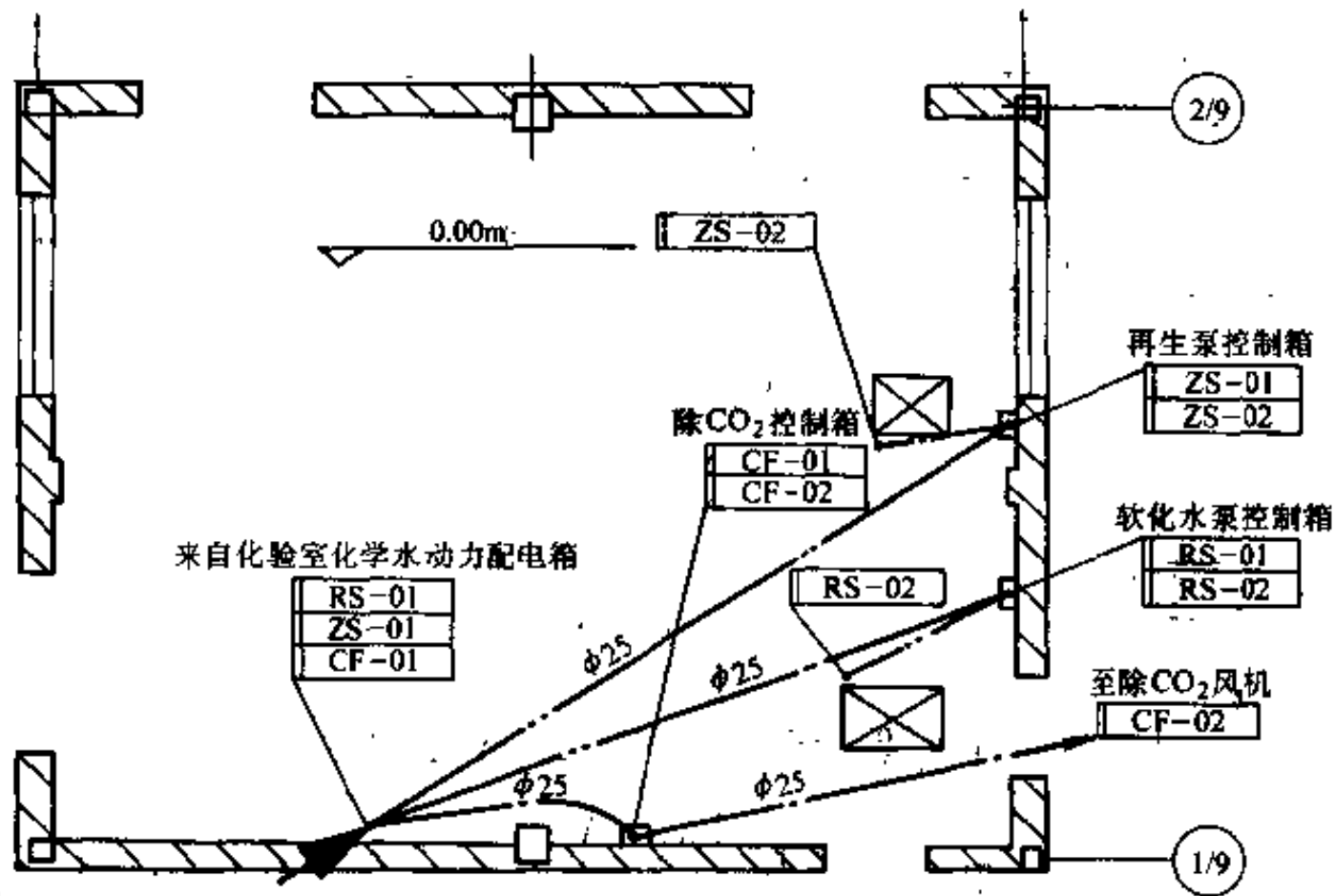
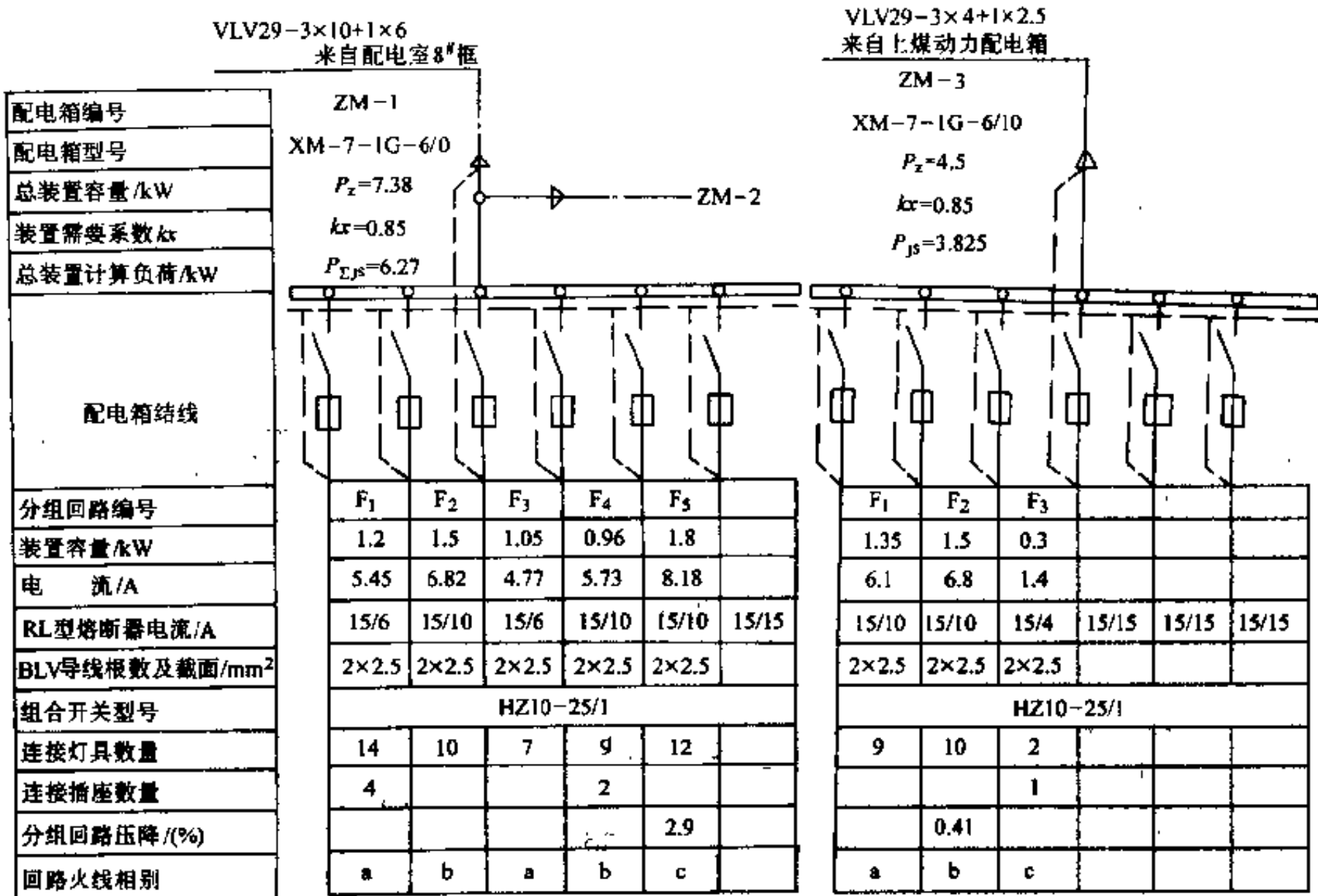


图 5-19 化学水处理室电缆敷设图

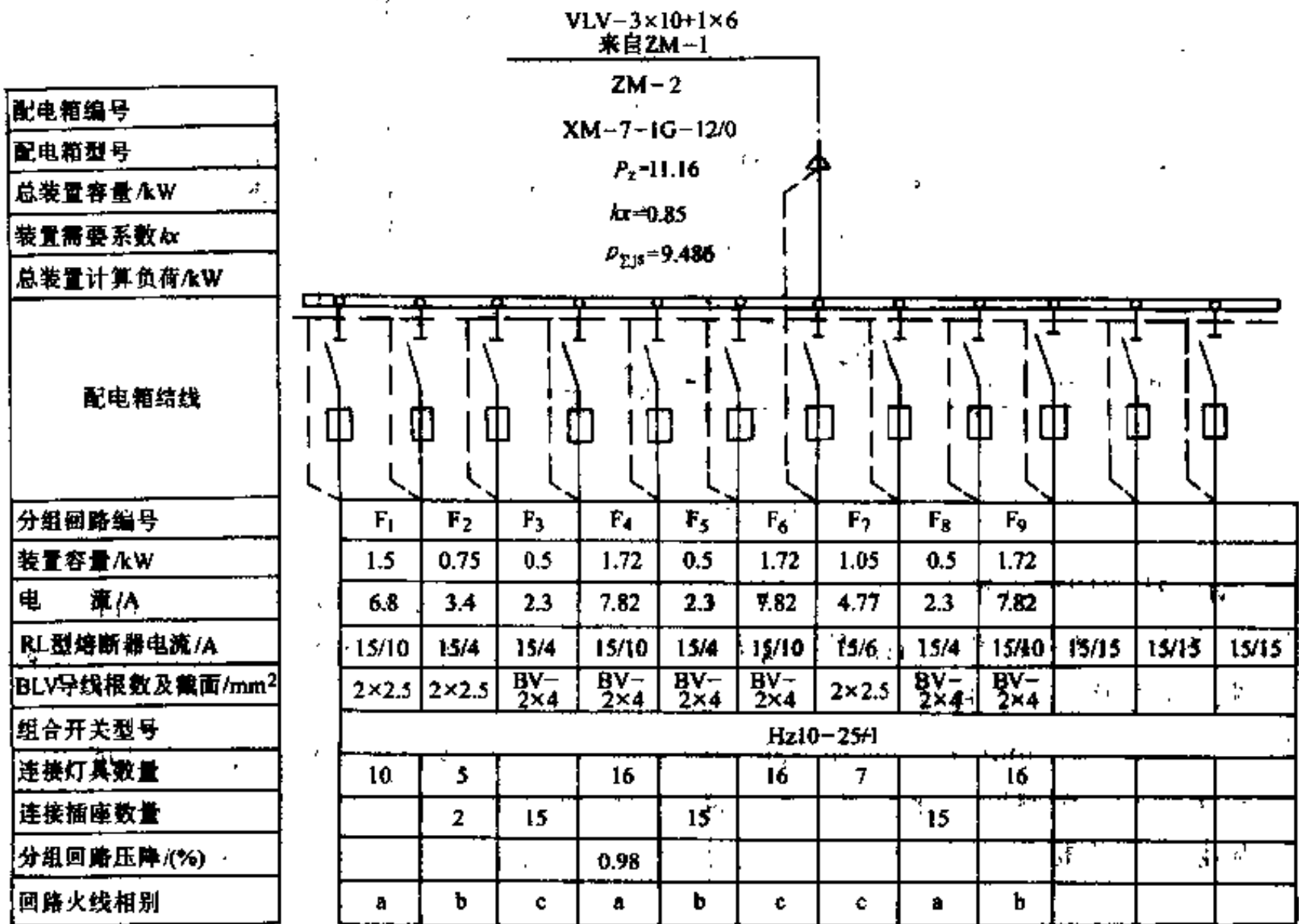
此引至 ZM-2[#] 照明配电箱上。ZM-3[#] 电源是由上煤动力配电箱引入的，其他自行分析。

(二) 锅炉房照明装置平面图因图较大且简单，故没有列出，可参考前述内容在实际工程中读图，这里说明一下其特点。

1. 一般为 $2 \times 2.5\text{mm}^2$ 的导线穿 $\phi 20$ 钢管沿墙、柱、梁或顶板吊装敷设，全部明设。
2. 变压器室、配电间、化验室、水处理均为单独控制，锅炉房采用集中控制。
3. 配电箱、单极开关标高 1.4m，插座 0.3m，灯具按图中标注标高，管路一般为 $\phi 25\text{mm}$ 。
4. 设置锅炉本体照明及检修回路使用的安全电压及隔离变压器，全部采用 $2 \times 4\text{mm}^2$ 的导线穿 $\phi 25$ 钢管明设，在炉上沿钢柱、踏板、梯架、栏杆敷设。



a)



b)

图 5-20 照明回路系统图

四、接地干线平面图的识读

作为工业厂房其接地干线的设置一般可分两个部分，即室外和室内，并且这两个部分是连为一体的。锅炉房接地干线平面布置图局部见图 5-21，由图可知：

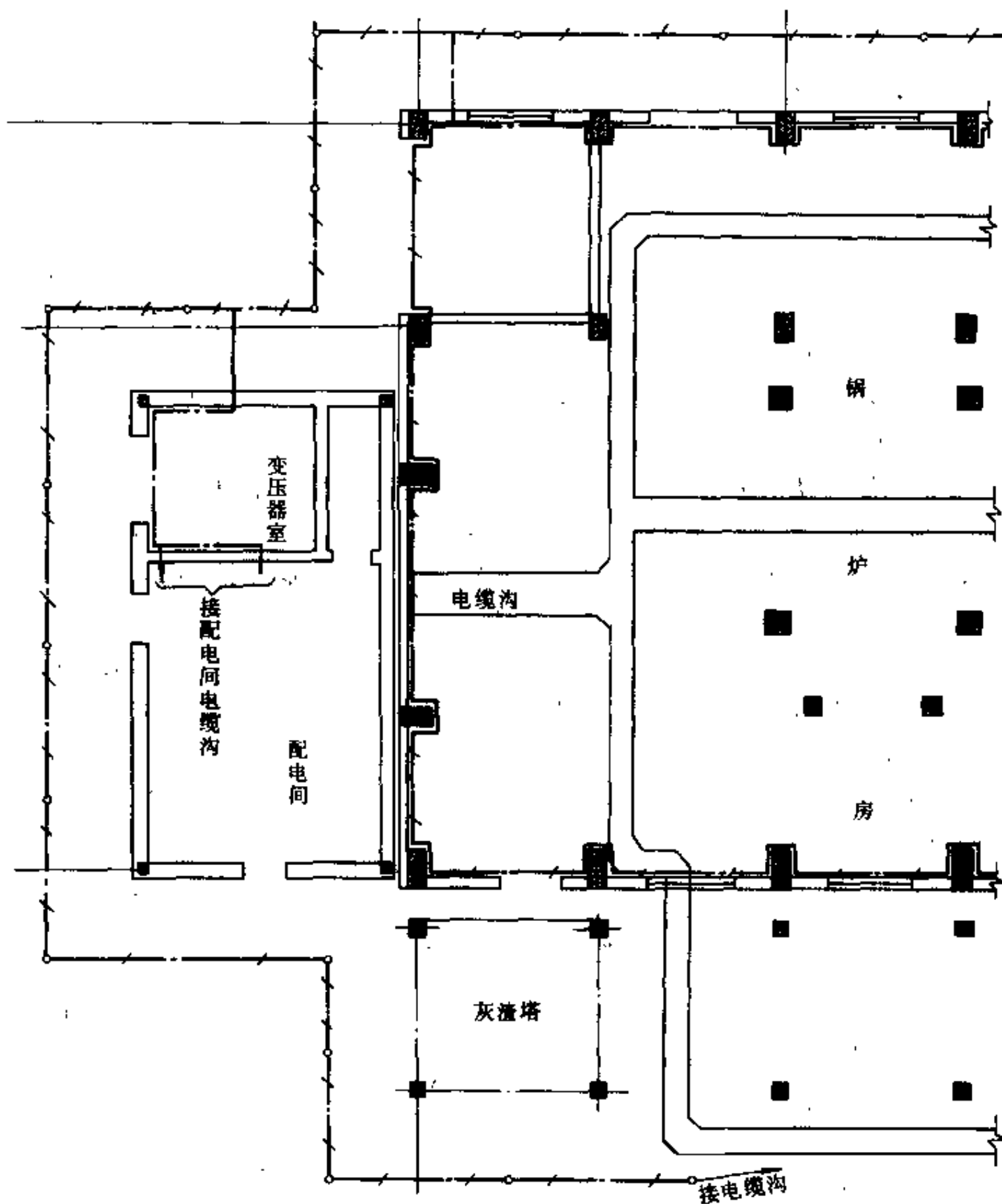


图 5-21 锅炉房接地干线平面布置图 (局部)

说明：

1. 室外接地干线距厂房等建筑物 2m，埋深 -1.35m，与沟道交叉处理于沟道下，室内接地干线沿墙敷设高 0.3m，过门处绕下于地面抹面内，且均应构成完整的电气通路。
 2. 屋外 50m 烟囱的防雷接地，详见土建有关施工图纸。
 3. 凡交流电力设备如电动机、配电盘、控制箱照明箱、电缆水煤气管等设备的金属外壳均应可靠接地，并按“电力设备接地技术规程”及有关规定进行施工。
1. 接地干线的室外部分距厂房 2m，埋深 3.5m，与沟道交叉时埋于沟道的下面。
 2. 接地干线的室内部分是沿墙柱明设的，距地 0.3m，过门口处理于地面抹灰面下面。

3. 室内、室外部分有四处连接, 并将室外部分引入变压器室 0.3m 标高的墙上, 然后引入配电室的电缆沟内, 同时将室外部分引入锅炉房及室外的电缆沟内。

4. 接地干线的材料全部用 4×40 的镀锌扁钢。

5. 交流电气设备、电动机、配电盘柜箱、电缆金属护套护层、金属管路及设备金属外壳、锅炉本体及金属构架均应可靠接地。

五、二次回路的识读

二次回路包括变压器控制、测量、信号、保护及其电流、电压互感器以及电动机起动控制原理图、辅机联锁接线原理图等, 这里只讲述电动机的有关内容, 有关变压器的内容我们放在变配电装置电气线路一章中讲述。

电动机起动控制电路受电动机的起动方式影响, 一般分直接起动和间接起动两种, 我们介绍的工业锅炉房为电厂启动锅炉房, 所有的电动机均采用直接起动, 但是有很多起动条件, 这是运行操作人员必须遵守的, 也是电厂动力线路的特点, 也是电气人员应该掌握的内容。一些常用的起动控制线路, 将在后面章节介绍。

(一) 75kW 引风机电动机起动控制原理图

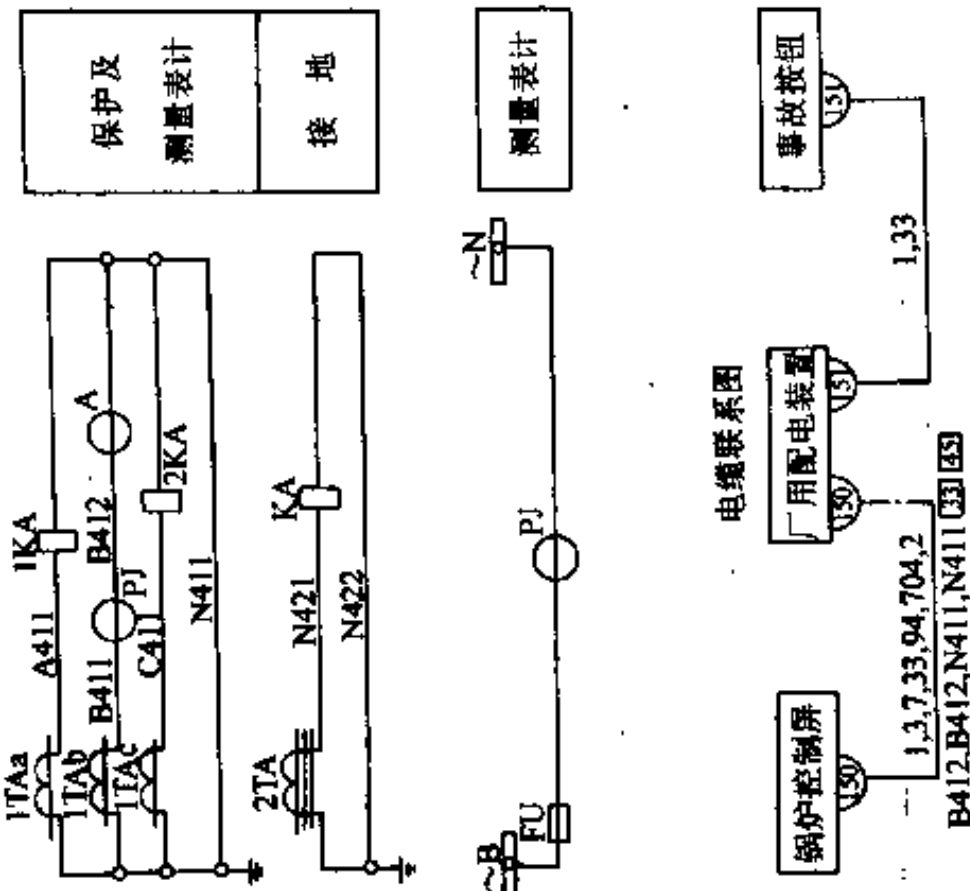
图 5-22 是电厂启动锅炉房 75kW 引风机电动机的起动控制原理图, 电动机采用空气开关直接起动, 但控制、保护、联锁、信号、计量却有着复杂的关系, 特别是系统采用 LW5-15、B4815/5 型控制开关作为手动操作元件, 为上述功能的实现起了很关键的作用。

1. LW5-15、B4815/5 型控制开关是一种自复位式转换开关, 操作手柄的转动角度为 45° , 有三个档位, 即跳闸、跳闸后、合闸、合闸后, 其中跳闸后和合闸后的档位相同, 但是其触点闭合状态则不同。图中 X 为触点接通, 一为断开。合闸或跳闸动作完成后, 松开手柄, 手柄则自动转换到下垂位置。

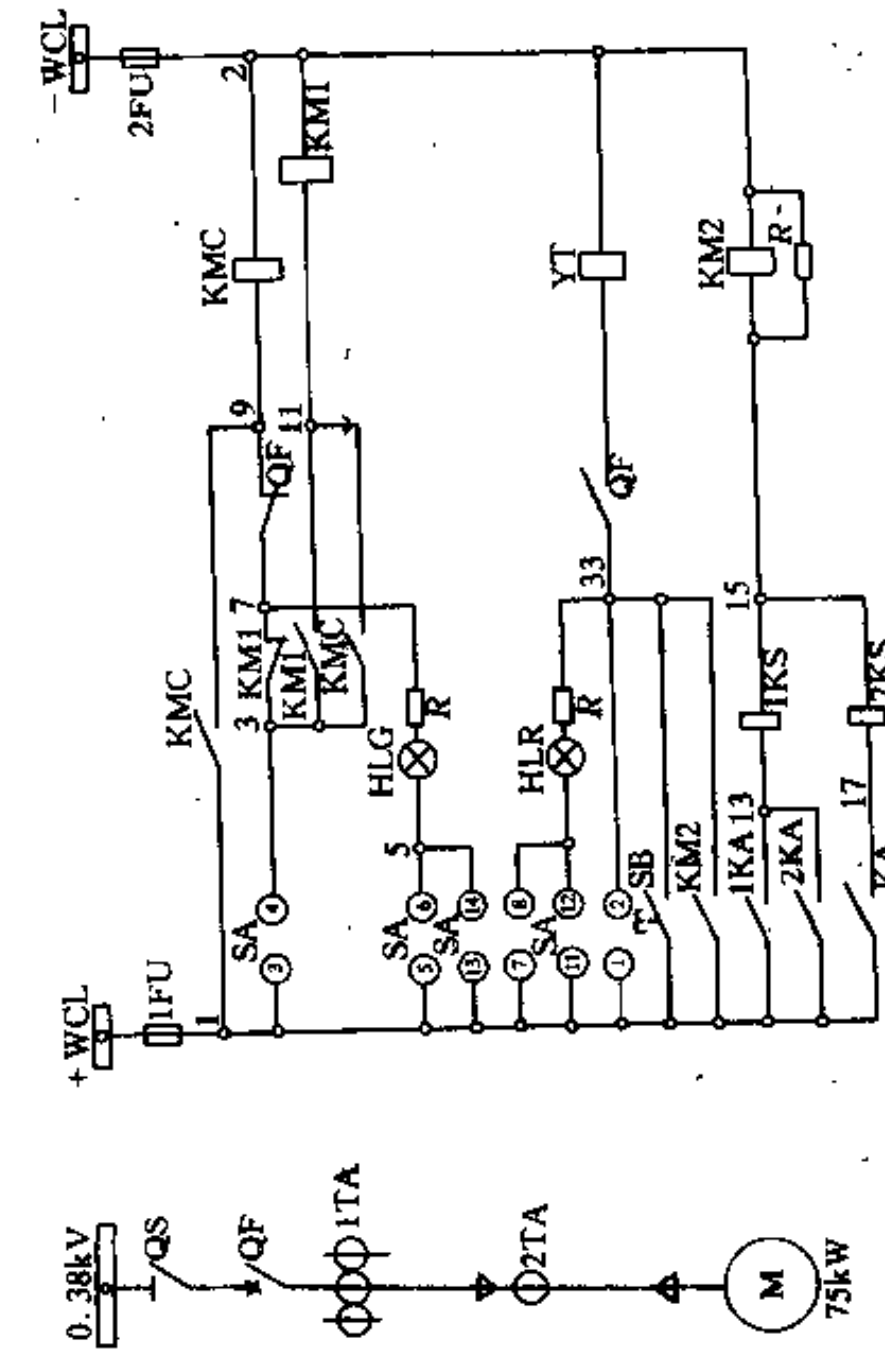
2. 主回路用单线图表示, 元件的数据见图 5-4、图 5-5 中的数据标注。控制回路元件的有关数据见表 5-3。

表 5-3 图 5-22 中元件设备表

符 号	名 称	型 式	技术特性
锅 炉 控 制 屏			
SA	控制开关	LW ₅ -15 B4815/5	
HLG	绿灯	XD ₅ -220	220V
HLR	红灯	XD ₅ -220	220V
A	电流表	16T ₂ -A	300/5A
1FU 2FU	熔断器	R ₁ -10/6A	250V
0.38kV 厂用配电装置			
PJ	电度表	DD5	220V、5A
KMC	合闸接触器	CZO-40CA	220V
KM1	中间继电器	DZ-31B	220V
1KA、2KA	电流继电器	GL-14/5	5A
KA	电流继电器	DL-11/2	2A
KM2	中间继电器	DZ-31B	220V
1KS、2KS	信号继电器	DX-11	0.025A
R	电阻	ZG-11-50	7500Ω、50W
3FU、4FU	熔断器	RM10-60/15A	440V
FU	熔断器	R ₁ -10/6A	250V
电 动 机 旁			
SB	按钮	LA5-1H	500V 303/1

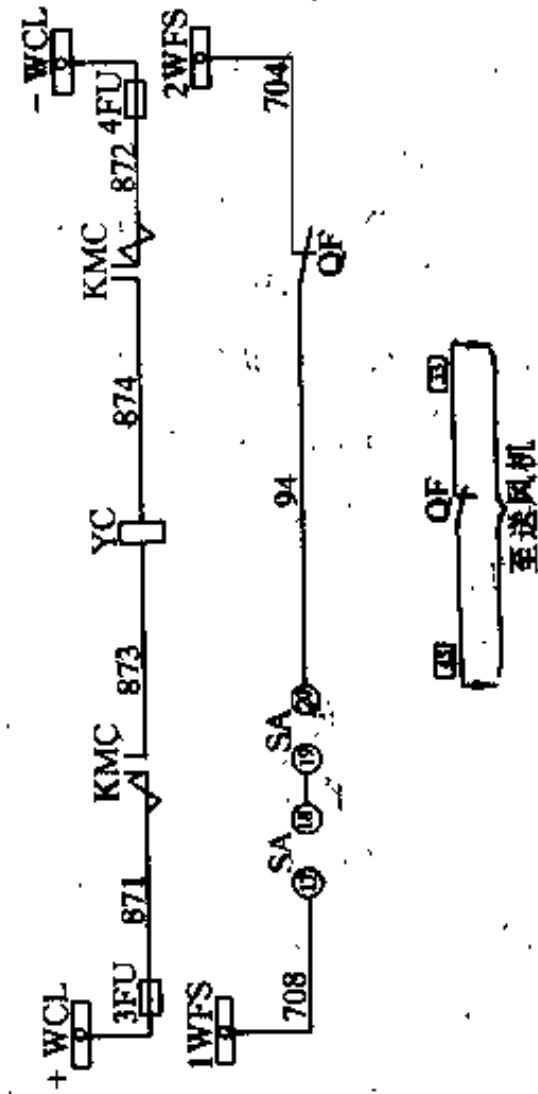


小母线及熔断器	合闸控制	防跳	绿灯	红灯	控制	联锁	事故按钮	保护	网	保	护
								电流速断			接地



主回路单线图

合闸线圈	事故音响	联锁
------	------	----



a)

小母线及熔断器	合闸控制	防跳	绿灯	红灯	控制	联锁	事故按钮	保护	网	保	护
								电流速断			接地



LW5-15 B4815/5控制开关接线图

段号	位置																				
	Z	Y	X	W	V	U	T	S	R	Q	P	O	N	M	L	K	J	I	H	G	
I	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
II	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
III	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
IV	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
V	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
VI	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
VII	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
VIII	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
IX	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
X	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

b)

图 5-22 75kW 引风机电动机启动控制原理图

a) 主回路和控制回路 b) 测量、保护回路

3. 控制及保护回路

(1) 控制回路的电源是从控制小母线 WCL 上取得，因为均采用直流继电器控制，因此 WCL 有正极和负极，同时用 1FU 和 2FU 熔断器保护。

(2) 在未起动前，控制开关 SA 处于“跳闸后”的位置，其触点⑤-⑥、⑦-⑧闭合，此时断路器 QF 是断开的，其常闭辅助触点(7-9)是闭合的，因此绿灯 HLG 点亮。此时合闸接触器 KMC 虽被上述回路接通，但不能吸合，因为 HLG 及其串联的电阻 R 总阻值远远大于 KMC 线圈的直流电阻，因此全部压降都加在 HLG 上。HLG 的点亮，说明不仅控制回路有电，而且说明断路器处于跳闸位置，同时证明合闸回路完好正确，可以合闸。起动前应将闸刀开关 QS 合上。

(3) 将 SA 的手柄向左转动 45°即投入合闸位置，这时 SA 的触点③-④闭合，合闸接触器 KMC 经过 KM1 常闭触点(3-7)和 QF 常闭辅助触点(7-9)得电吸合。这时 KMC 的主触点(874-872)、(871-873)闭合，QF 的合闸线圈 YC 得电吸合，QF 的主触点闭合，电动机在全压下起动。因系统采用 GL-14/5 型电流继电器，其触点有延时功能，因此，在起动时限内其触点(1-13)不会动作，电动机正常起动，但起动时间应小于其动作时间，整定时使动作时间略大于起动时间即可。

(4) 合闸系统设置了防跳装置，所谓防跳就防止断路器合闸后，由于某些原因使保护装置动作，进而使断路器跳闸，出现多次跳-合的现象，断路器跳跃是不允许的。合闸系统增设了中间继电器 KM1，将其常闭触点(3-7)串接在合闸回路中，常开触点(3-11)串接于自身的回路，然后将其并联于合闸接触器回路中。这样，当合闸于短路故障上，QF 跳闸，其常闭触点(7-9)复位，但是由于 KM1 得电吸合，其常闭触点(3-7)打开，即使 SA 不复位或触点粘连都不至于使 KMC 重新得电，防止了跳-合现象。由图可以看出，合闸操作后 KMC 和 KM1 都是由于 KMC 常开触点(1-9)、(3-11)并联于得电回路中而实现自保的，这样便使 KMC 只能一次得电。

(5) 合闸后，QF 辅助常闭触点(7-9)断开，HG 熄灭，而 SA⑩-⑪闭合，QF 辅助常开触点闭合，同样使红灯 HLR 点亮而跳闭线圈 YT 不动作。这样说明跳闸回路完好正确，随时可由于故障跳闸或停车。同时 HLG 和 HLR 正确的点亮也监视了电源回路中 1FU、2FU 熔断器的完好性。

(6) 当系统出现故障或需要停车时，可操作现场的停车按钮 SB(1-33)或者在控制屏上操作 SA 向右转 45°使①-②闭合均可使 YT 得电，使断路器跳闸。

(7) 当系统过流的时间值和电流值均超过电流继电器 1KA、2KA 的整定值后，其常开触点(1-13)闭合，使信号继电器 1KS 和跳闸中间继电器 KM2 得电。其中 1KS 为电流型继电器(0.025A)，不影响 KM2 的得电，1KS 可发出信号，KM2 的常开触点(1-33)闭合，使 YT 得电跳闸。

(8) 当系统发生接地故障时，电流继电器 KA 动作，其常开触点(1-17)闭合，信号继电器 2KS 动作，发出信号。其中 KA 信号的取得是由零序电流互感器 2TA 提供的。

(9) 系统采用了 SA⑰-⑱和 SA⑲-⑳两副触点串联接于事故音响回路，这样，只有在

合闸后，由于故障使 QF 跳闸，当手柄复位至跳闸后的位置时，发出音响报警。其中 WFS 为事故音响小母线。

(10) 引风机与送风机有联锁装置，也就是把引风机回路的一个常闭触点 (33-45) 接至送风机的回路中，这样当引风机事故跳闸时，必须按顺序先跳送风机，详见机组联锁原理图。

(11) 由图中设备表可以看出，一些元件装设在控制屏上，一些元件装设在厂用配电装置上，有的元件装设在现场，它们之间触点的连系是用控制电缆完成的，图中标出了引风机的电缆联系图，其中 1XF-151 由厂用配电装置引至引风机旁的事故按钮，标注的端子号为 1-33，也就是说控制原理图中的事故按钮 SB 安装在现场，用电缆将 1-33 端子引入。1XF-150 由厂用配电装置引至控制屏，标注的端子号为 1、3、7、33、94、704、2、B412、B412、N411、N411、33、45。

(12) 其他读者可自行分析，如操作 SA 使回路跳闸等。

4. 计量回路中电度表 PJ 的电流线圈、电流表串接在 B 相互感器的回路里，而 PJ 的电压线圈则是并联在 B 相与零线 N 的回路里，也就是说电压线圈的额定电压为 220V。

这里说明一点，55kW 送风机的起动控制原理图与引风机基本相同，只是联锁不同，这里不再列出原图进行分析。

(二) 15kW 二次风机电动机起动控制原理图

图 5-23 是该启动锅炉房 15kW 二次风机电动机的起动控制原理图，电动机采用接触器直接起动，熔断器保护短路，控制、保护、联锁、信号、计量较为简单。系统同样采用 LW5-15 B4815/5 为操作元件。

1. 主回路用单线图表示，元件的数据见图 5-4、图 5-5 中的标注。控制回路元件的有关数据见表 5-4。

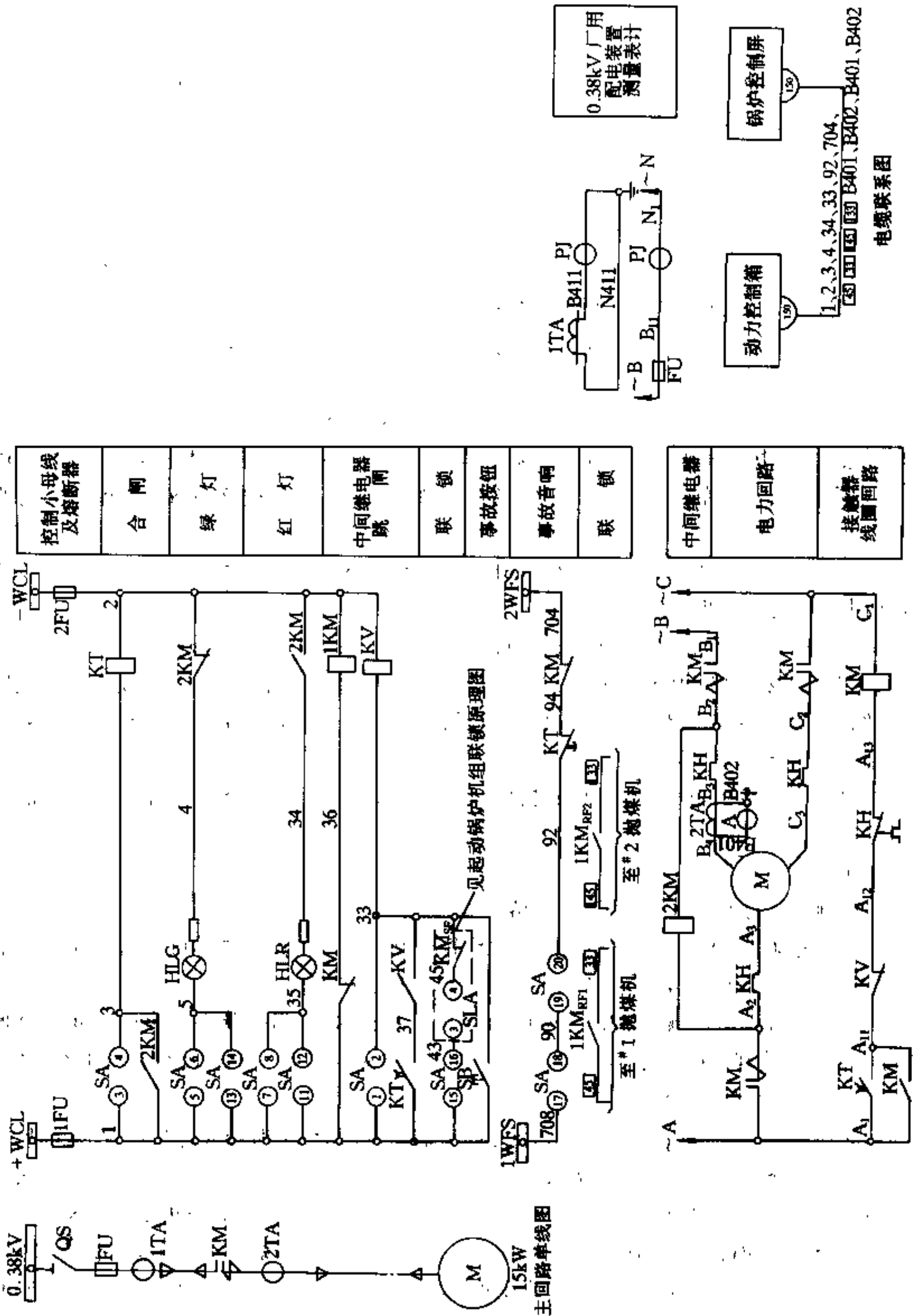
2. 控制及保护回路

(1) 控制回路的电源由 WCL 取得，熔断器保护。

(2) 在未起动前，SA 处于“跳闸后”的位置，其触点⑤-⑥、⑦-⑧闭合，中间继电器 2KM 未得电，其触点 (4-22) 闭合，因此绿灯 HLG 点亮。

(3) 未起动前，主接触器 KM 的辅助触点 (1-36) 处于闭合状态，因此中间继电器 1KM 得电吸合，使其联锁触点 $1KM_{RF1}$ (45-33)、 $1KM_{PF2}$ (45-33) 闭合，分别给 1# 抛煤机和 2# 抛煤机的联锁回路。

(4) 起动前将主回路的 QS 合上，将 SA 的手柄向左转动 45° 即投入合闸位置，这时 SA 的触点③-④闭合，电磁时间继电器 KT 得电吸合，其常开触点 (A_1-A_{11}) 闭合，主接触器 KM 的线圈经 KV 常闭触点 ($A_{11}-A_{12}$)、KH 常闭触点 ($A_{12}-A_{13}$) 得电吸合，KM 的三副主触点闭合，电动机得电全压起动。起动后，并联在 A 相、B 相上的中间继电器 2KM 得电吸合，其触点 (1-3) 闭合，使 KT 保持吸合，当 SA 手柄复位后不至使 KT 失电。同时其常闭触点与常开触点的切换 (4-2)、(34-2) 使 HLG 熄灭，HLR 点亮，电动机开始运行。



控制小母线及熔断器
合闸
绿灯
红灯
中间继电器跳
联锁
事故按钮
事故音响
联锁

中间继电器
电力回路
接触器线圈回路

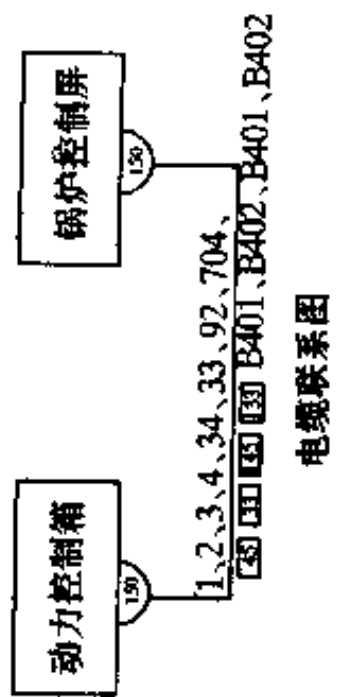
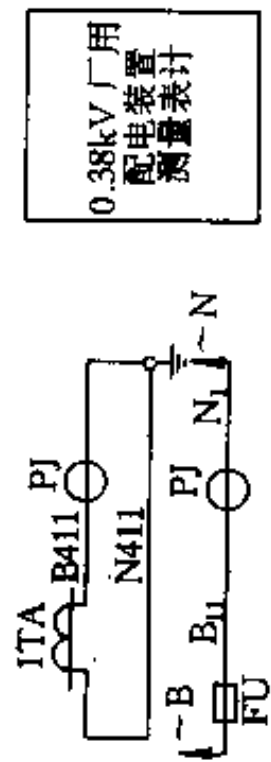


图 5-23 15kW 二次风机电动机启动控制原理图

表 5-4 图 5-23 中元件设备表

符 号	名 称	型 式	技术特性
锅 炉 控 制 屏			
SA	控制开关	LW5-15、B4815/5	
HR	红灯	XD5	220V
HG	绿灯	XD5	220V
A	电流表	16T2-A	50/5A
1FU 2FU	熔断器	R1-10/6A	250V、6A
动力控制箱 (JXF-3008)			
KT	电磁时间继电器	JT3-21/5	220V
KV	电磁继电器	JT3-11	220V
2KM	中间继电器	DZ-52/22	~380V
1KM	中间继电器	DZ-52/40	220V
KM	接触器	CJ10-	线圈电压~380V
KH	热继电器	JR16-	
2TA	电流互感器	LQG3-0.5	50/5A, 0.5级, 1.2Ω
SB	按钮	LA10-1K	
0.38kV 厂用配电装置			
PJ	电度表	DD1	220V、5A
1TA	电流互感器	LQG3-0.5	50/5A, 0.5级, 1.2Ω
FU	熔断器	R1-10/6A	250V

(5) KM吸合后,其常闭触点(1-36)打开,1KM失电,与抛煤机的联锁触点(45-33)打开,解除了一个并联的联锁回路。

(6)当系统出现故障或需要停车时,可操作SB或SA①-②闭合(向右转动手柄45°),均可使KV得电吸合,这时KV的常闭触点(A₁₁-A₁₂)断开,KM失电,电动机停止。如果送风机事故跳闸,这时在联锁回路中,KT(1-37)闭合,联锁开关SLA③-④闭,送风机主接触器KM_{SF}一断开,其常闭辅助触点KM_{SF}(45-33)复位闭合,跳闸继电器KV接成通路,KV吸合,其常闭触点(A₁₁-A₁₂)打开,KM失电,电动机停止。运行中过载,热继电器KH动作,其常闭触点(A₁₂-A₁₃)打开,KM失电,电动机停止。

(7)系统同样采用了SA⑦-⑧、SA⑨-⑩两副触点串联于事故音响回路,合闸后由于故障使KM失电或KT失电,当手柄复位至跳闸后位置时,发出音响报警。

(8)读者可根据图中设备表列出的元件安装的不同位置(控制屏、控制箱、厂用配电装置),自行分析电缆联系图。

(9)电能表的接线可自行分析。

需要说明一点,抛煤机、给煤机与二次风机的控制基本相同,只是联锁不同;给水泵与此也基本相同,但无联锁回路。限于篇幅的关系不再列出原图进行分析,分析时要注意电缆联系图的不同及端子的编号。

(三) 锅炉机组联锁原理图

图 5-24 是该启动锅炉房机组联锁原理图，并给出了联锁要求。联锁回路采用了联锁开关 SLA，型号 LW5-15D1587/5。

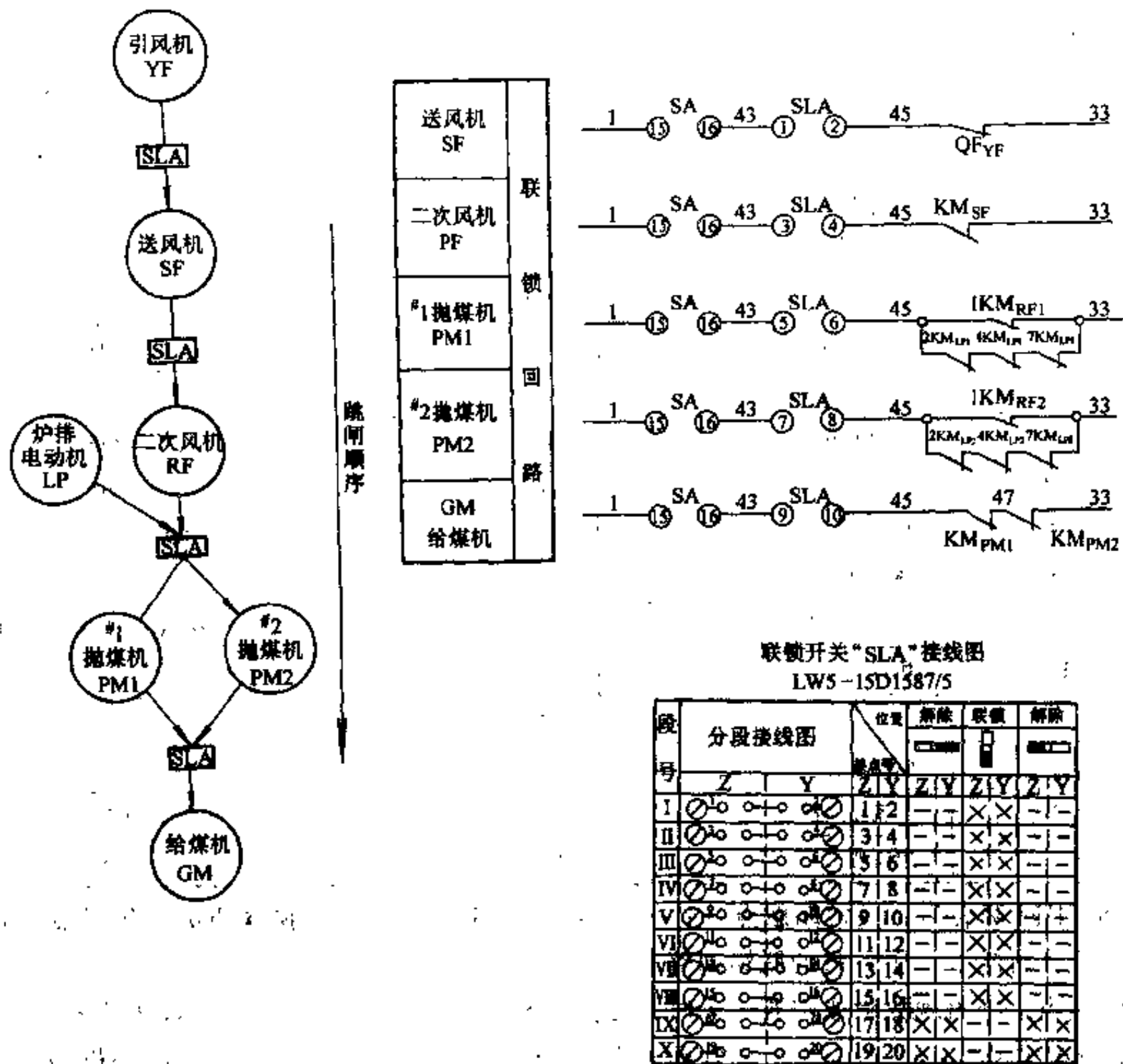


图 5-24 锅炉机组联锁原理

1. LW5-15D1587/5 型联锁开关是一种定位式转换开关，操作手柄转动的角度为左或右 90°，只有两个档位，即联锁和解除，左右解除其触点状态相同。

2. 系统的联锁要求：

- (1) 当引风机事故跳闸时，必须顺序跳送风机、二次风机、#1、#2 抛煤机及给煤机。
- (2) 当送风机事故跳闸时，必须顺序跳二次风机、#1、#2 抛煤机及给煤机。
- (3) 当二次风机事故跳闸时，必须顺序跳 #1、#2 抛煤机及给煤机。
- (4) 当 #1、#2 抛煤机均为事故跳闸时，必须跳给煤机。
- (5) 当炉排机事故跳闸时，必须顺序跳 #1、#2 抛煤机及给煤机。

3. 从联锁回路可以看出，当 SA 处于合闸后的位置时，SA ⑮ - ⑯ 是闭合的，这时 SLA 处于联锁位置，SLA 的 ① - ②、③ - ④、⑤ - ⑥、⑦ - ⑧、⑨ - ⑩ 也是闭合的，这样当前级的电动机因故障跳闸后，其主控开关或与其同步动作的继电器失电，主控开关的常闭辅助触点或同步继电器的常闭触点复位闭合，接通下一级的跳闸回路；便使下级电动机跳闸。不

难看出联锁原理图是可以实现联锁要求的。我们在二次风机的电路中已分析了由于送风机故障而引起二次风机跳闸的线路。而抛煤机则会因为二次风机故障 ($1KM_{RF1}$ 、 $1KM_{RF2}$) 而跳闸, 也会因为炉排故障而跳闸。图中三副常闭触点的串联 ($2KM_{LP1}$ 、 $4KM_{LP1}$ 、 $7KM_{LP1}$ 或 $2KM_{LP2}$ 、 $4KM_{LP2}$ 、 $7KM_{LP2}$) 是指炉排电机的三种速度状态都停止时, 抛煤机则自动跳闸; 而两台抛煤机故障跳闸 (KM_{PM1} 、 KM_{PM2} 串联) 则给煤机自动跳闸。

(四) 三速炉排电动机起动变速控制原理图

图 5-25 和图 5-26 是该起动锅炉房炉排电动机起动变速控制原理图。该电动机型号是 JDO₂-52-8/4/2 型, 功率 2.2/5.5/6.6kW, 采用三速电动机完全是为了锅炉运行的需要。

1. 主回路采用接触器组控制, 其中 1KM、2KM 控制高速运转, 3KM、4KM、5KM 控制中速运转, 6KM、7KM、8KM 控制低速运转, 每一组的接触器是同步动作的。组与组之间是互锁的, 如 3KM、6KM 辅助触点 ($A_{12}-A_{13}$ 、 $A_{13}-A_{14}$) 的串联, 使得第二组和第三组接触器只有在非得电状态下第一组接触器才能工作而吸合, 同时常闭触点 1KM ($A_{17}-A_{18}$)、1KM ($A_{23}-A_{24}$) 分别串接在第二组和第三组接触器的回路里, 当第一组接触器工作时, 断开了第一组和第二组的得电回路而使其不会吸合。联锁的使用, 使得三组接触器组不能同时得电工作。

在每一组的自保回路里, 采用了本组所有接触器常开触点的串联, 保证了只有本组所有接触器都正常吸合工作才能有自保功能。

经过上述分析, 对于继电器或开关元件触点的串联或并联的使用, 可以得出如下的结论, 见表 5-5。图 5-26 中的元件设备见表 5-6。

2. 按动按钮 1SB, 继电器 1KV 得电吸合, 其触点 (1-3) 闭合实现自保。1KV 吸合后, 控制回路中的触点 ($A_{11}-A_{12}$) 闭合, 使第一接触器组 (1KM、2KM) 得电吸合, 电动机高速运转。其触点 1KM ($A_{11}-A_{16}$)、2KM ($A_{16}-A_{12}$) 闭合实现自保。1KM ($A_{17}-A_{18}$) 和 ($A_{23}-A_{24}$) 打开, 使第二组, 第三组接触器组不能得电, 实现联锁。

同样按动 2SB 或 3SB 电动机则中速运转或低速运转, 同时, 蓝灯 HLG、黄灯 HLR、白灯 HLW 则分别点亮, 表示电动机的运转状态。

3. 当需要停车或出现故障需紧急立即停车时, 可按动 SBS 或 SB, 则 KV 得电吸合, 其常闭触点 KV (A_1-A_{11}) 打开, 切断控制回路的电源, 接触器组失电而断开, 电动机停止。

当某转速时, 电动机过载, 则热继电器 KH 的常闭触点自动打开, 即 1KH ($A_{15}-C_1$) 或 2KH ($A_{26}-C_1$) 或 3KH ($A_{20}-C_1$), 电动机停止, 保护了电动机。

4. 电动机起动后, 在事故音响回路中 1KV (92-94) 或 2KV (92-96) 或 3KV (92-98) 是闭合的, 而 2KM (94-704) 或 4KM (98-704) 或 7KM (98-704) 是打开的, 只要是故障停机, 则 2KM、4KM、7KM 准有一个闭合则接通音响回路报警, 而常闭按钮 SBS (708-92) 则可消除报警。

5. 联锁回路和电缆联系图读者自行分析。

六、自动化仪表及自动装置线路的识读

工业锅炉房自动化仪表及自动装置通常称为热工仪表, 主要包括温度、压力、流量、水位的测量及汽包水位自动调节、与电动机联锁、各类仪表接线等。此外, 还有除氧给水系统的仪表及电缆清册等。工业锅炉房的仪表装置很复杂, 也是一个难点, 它与电动机的联锁构成了锅炉房内复杂的控制系统。

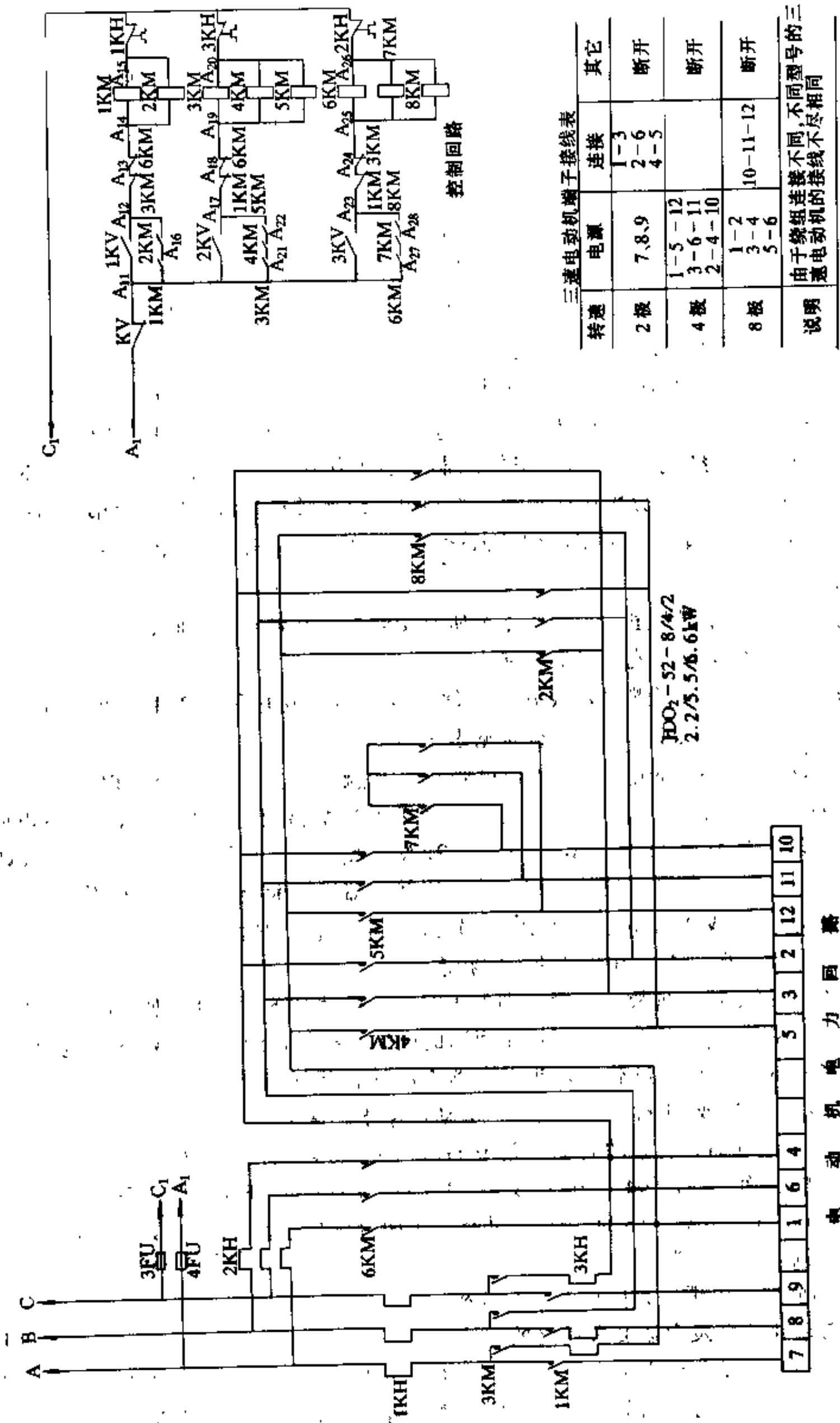
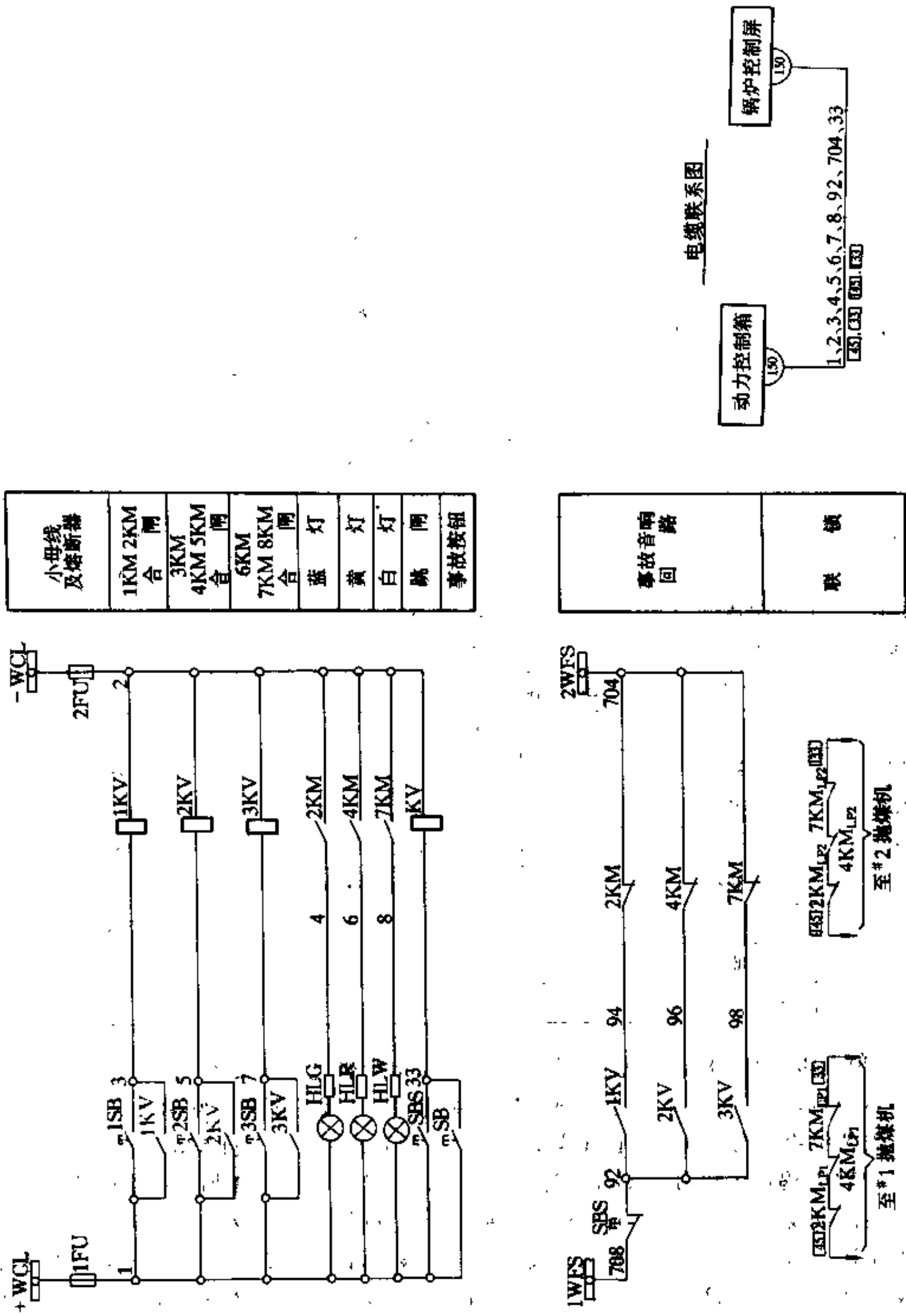


图 5-25 三速炉排电动机启动变速控制原理图



小母线及熔断器
1KM 2KM 合闸
3KM 4KM 5KM 合闸
6KM 7KM 8KM 合闸
蓝灯
黄灯
白灯
跳闸
事故按钮

事故音响回路	联锁
--------	----

图 5-26 三速炉排电动机起变速的操作回路

表 5-5 触点串联或并联使用的功能作用

触头形式	连接方式	功能作用	逻辑关系
常开	串联	所有触点都闭合, 电路才能得电	与
		有一个触点打开, 电路便断电	或
常开	并联	有一个触点闭合, 电路便得电	或
		所有触点都打开, 电路才能断电	与
常闭	串联	所有触点都闭合, 电路才能得电	与
		有一个触点打开, 电路便断电	或
常闭	并联	所有触点都打开, 电路才能断电	与
		有一个触点闭合, 电路便得电	或

表 5-6 图 5-26 中元件设备表

符 号	名 称	型 式	技术特性
锅 炉 控 制 屏			
SES	按钮	LA18-22	220V =
1~3SB	按钮	LA18-22	220V =
1FU 2FU	熔断器	R ₁ -10/6A	250V
HLG、HLR HLW	信号灯	XD5-220	220V
动力控制箱 JXF-3009			
1~3KV	电磁继电器	JT3-21/5	220V
1~5KM	接触器	CJ10-20	~380V
6~8KM	接触器	CJ10-10	~380V
1KH, 3KH	热继电器	JR16-20/D [#] 12、15~24	16A
2KH	热继电器	JR16-20/D [#] 10 6.8~11	7.2A
3FU、4FU	熔断器	RL1	15/4A
KV	电磁继电器	JT3-11	220V
SB	按钮	LA10-1K	

(一) 锅炉房热工测量控制系统图和锅炉房热工仪表导管电缆连接图

热工测量控制系统和导管电缆连接图是热工测量中最重要的图样, 它给出了测量参数、仪表型式、安装位置、控制方式、管线型号规格、调节方式、工艺流程等重要数据。

1. 图 5-27 是锅炉房常用仪表的图例, 由图可以看出, 一般仪表均用一个圆表示, 其中在盘上安装的仪表均用⊖表示, 而在现场安装的仪表只用一个○表示, 并且用英文字母来表示仪表的用途, 如, E 表示电压或电源或元件, T 表示温度 (有时表示变送器); P 表示压力、F 表示流量、L 表示液 (物) 位、R 表示记录、Q 表示积算、A 表示报警、S 表示开关或按钮、I 表示指示、C 表示调节、H 表示高、L 表示低, M 表示电动等。一般用这些字母的组合表示仪表或装置的功能, 详见第二章第 2 节。

2. 图 5-28 是锅炉正面的热工测量控制系统图, 图 5-29 是锅炉平面的热工测量控制系统图, 图 5-30 是锅炉热工仪表导管电缆连接图, 由图可以知道以下内容:






	热电偶		就地安装液位变送器
	热电阻		盘上安装带高、低信号液位记录表
	流量孔板		盘上安装信号灯、控制开关有连锁
	盘上安装电压指示表		盘上安装电流表、信号灯开关有连锁
	盘上安装温度指示表		盘上安装电流表控制设备
	盘上安装温度切换开关		电动调整门
	盘上安装带高信号温度指示表		电动调整挡板
	就地安装压力指示表		盘上安装信号灯控制按钮
	盘上安装压力指示表		盘上安装控制开关有连锁
	盘上安装带高信号压力指示表		盘上安装控制按钮报警
	就地安装流量变送器		盘上安装信号灯控制按钮报警
	盘上安装流量记录表		就地安装(低谈)液位指示表

图 5-27 工业锅炉房常用仪表及自动装置图例

(1) 温度的测量有四个点

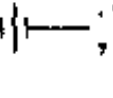


1) 主蒸气温度的测量, 测量元件为热电偶, 热电偶编号 TE-902-1, 用补偿导线接至冷端补偿器 WPRB 上, 然后用控制电缆 KVV 将信号引至锅炉控制盘(简称控制盘)上的  即带高信号报警的温度指示仪表上(动圈指示仪)。其中, WPRB 的 ~220V 电源由控制电缆引入(A63、N63), WPRB 和热电偶为就地现场安装, 热电偶的安装位置于主蒸气管道出口后的水平直管段上, 见图 5-29 中的 A 点。

2) 给水温度的测量, 测量元件为热电阻, 编号 TE-901-1, 用塑铜线接至接线盒 WPX-12 上, 然后用控制电缆将信号引至控制盘上的  即温度指示表上, 这个仪表是用切换开关控制度的, 切换开关为 。热电阻和接线盒就地安装, 其中热电阻安装位置于给水进口孔板之后的直管段上, 见图 5-29 中的 B 点。

3) 烟道尾部烟气温度的测量, 测量元件为热电阻, 编号 TE-901-2, 其它与 2) 中给水温度的测量相同, 并与其共用一个切换开关, 共用一只温度指示仪表, 安装位置为烟道尾部, 见图 5-29 中的 C 点。

4) 空气预热出口风道空气温度的测量, 测量元件热电阻, 编号 TE-901-3, 其它与 3) 中烟气温度测量相同, 安装位置见图 5-29 中的 D 点。

(2) 流量的测量有两个点

1) 主蒸气管道中蒸气流量的测量, 测量元件为孔板 ; 用导压管与冷凝器连接, 经阀门组用导压管引至流量变送器 , 流量变送器现场就地安装, 变送器输出的电信号用 BVV 铜塑线接至接线盒 WPX-12, 然而用控制电缆引至控制盘上的记录仪  上并引

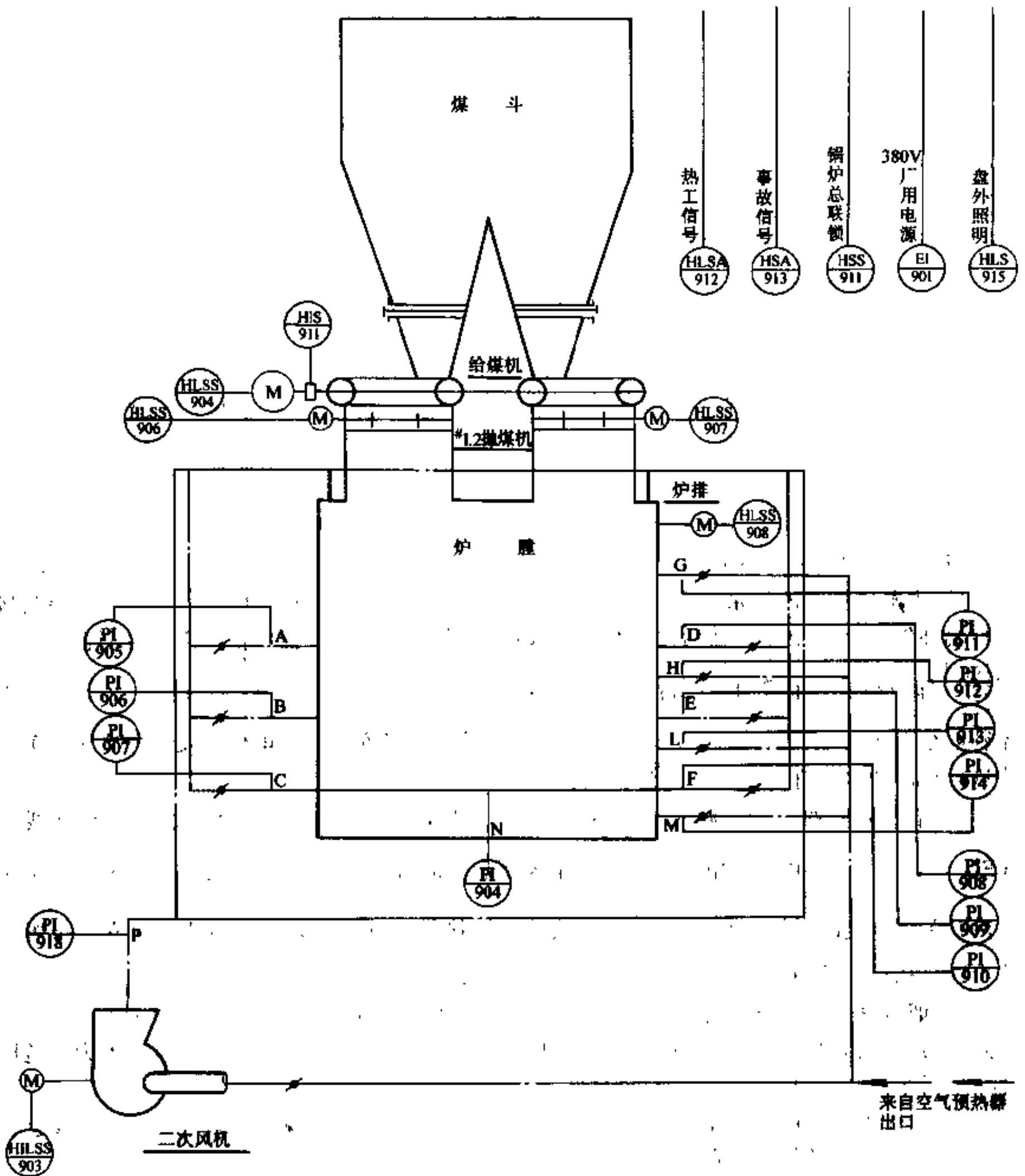


图 5-28 某工业锅炉热工测量系统图 (正面)

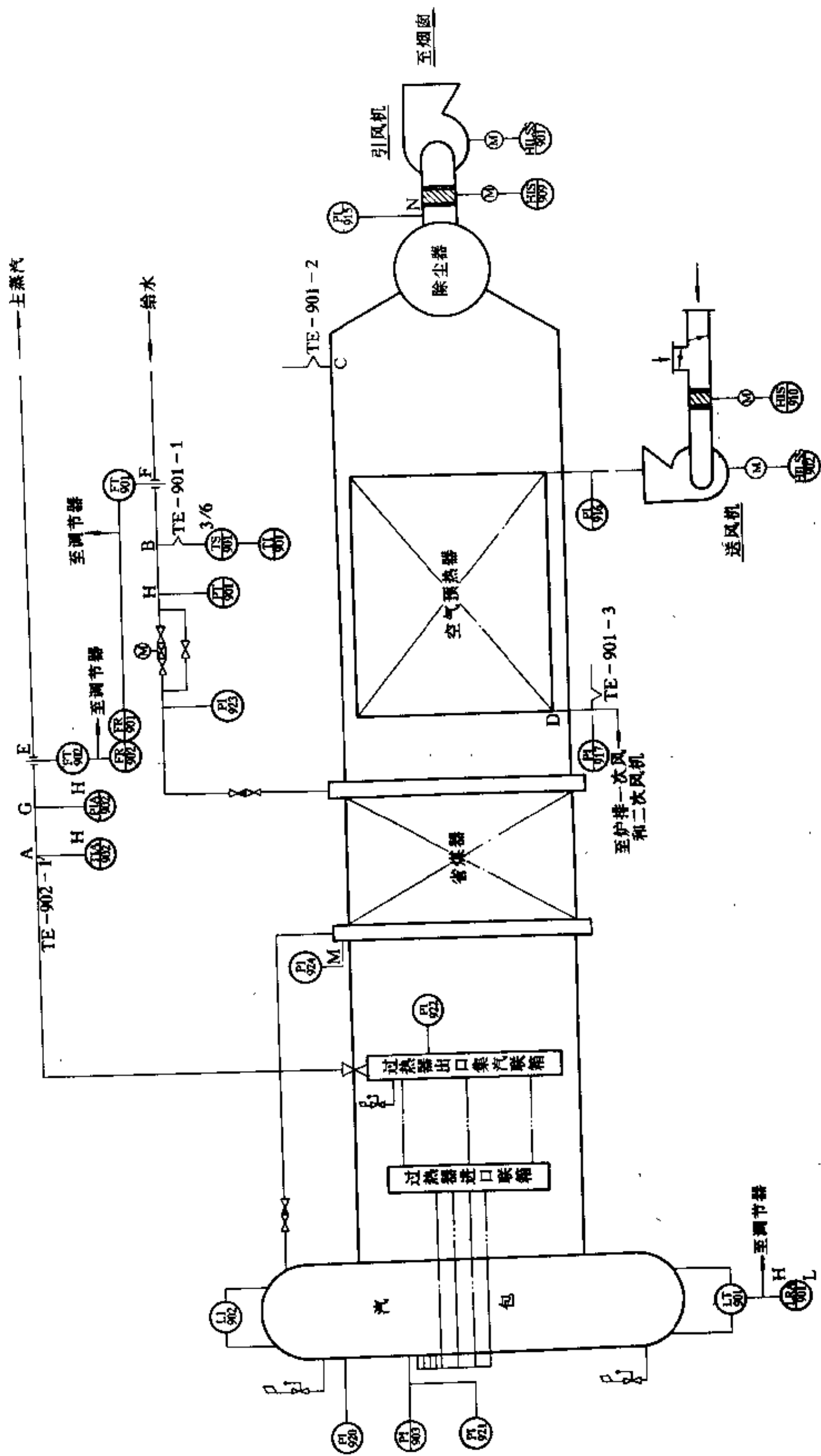
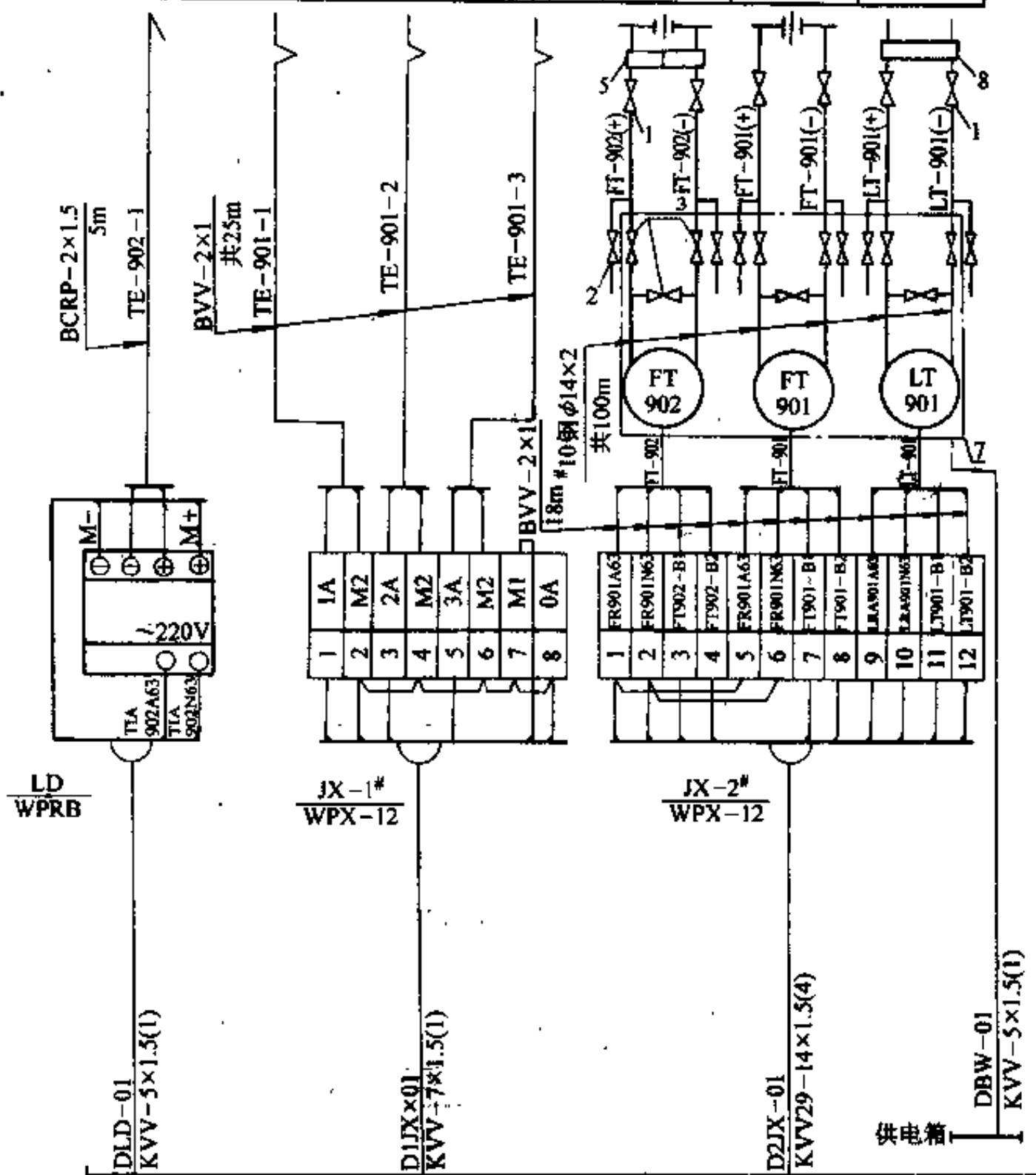


图 5-29. 某工业锅炉热工测量系统图 (平面)

测量类别
被测介质
取样装置 安装位置
一次仪表及取样编号
一次仪表及取样装置
导线导管的编 号型号规格及 长度
就地安装的仪 表和变送器
接线盒
电缆导管的编 号型号规格及长度
锅炉控制盘

温 度				流 量		水 位
蒸汽	给水	烟气	空气	蒸汽	给水	
主蒸汽管道	给水管道	尾部烟道	空气 出口风道 空气预热	主蒸汽管道	给水管道	汽包
TE-902-1	TE-901-1	TE-901-2	TE-901-3			



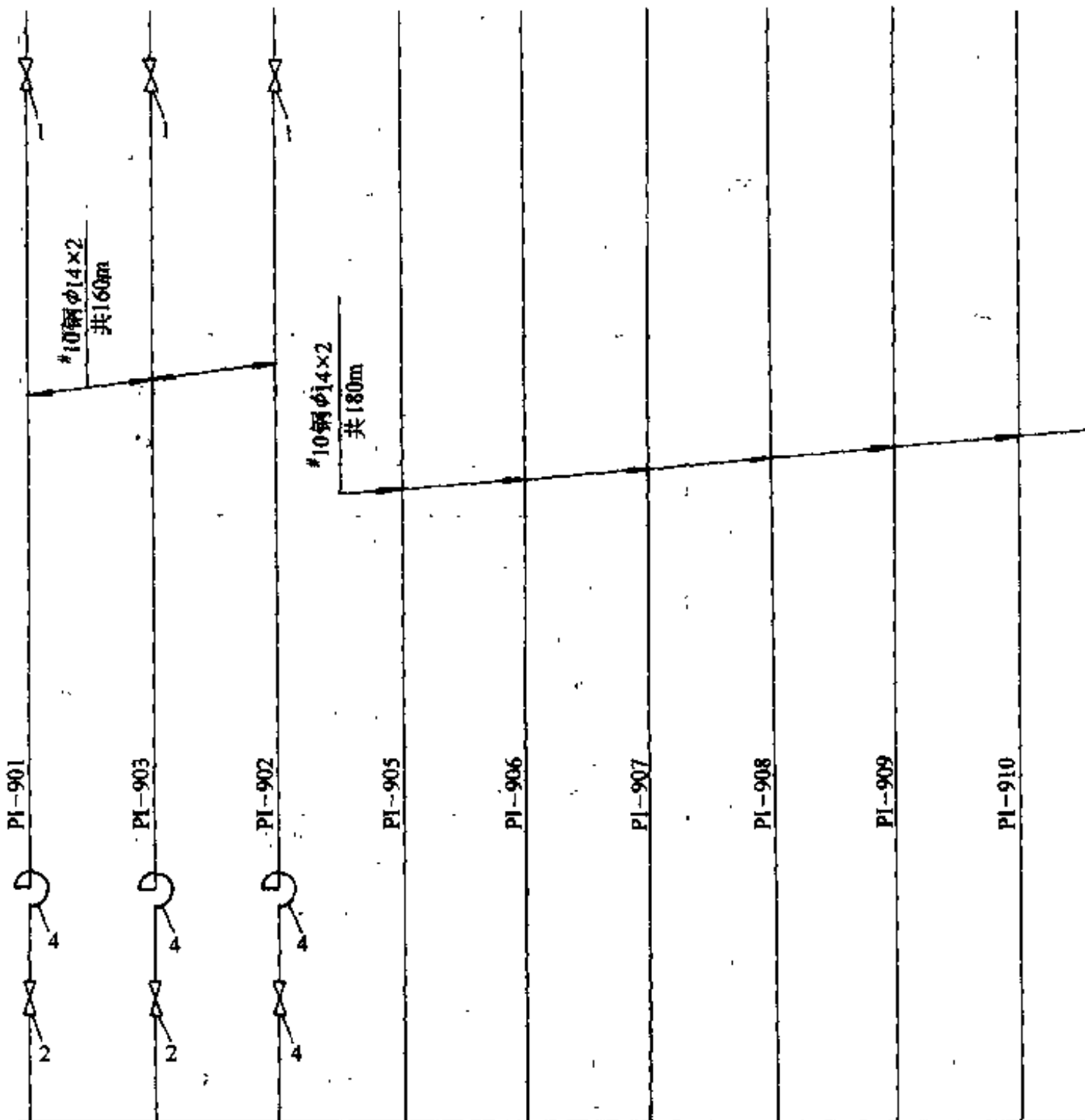
a)

接b)图

图 5-30 某工业锅炉导

接a)图

压 力			风 压					
给 水	饱和蒸汽	蒸 汽	二 次 风					
调 整 门 前	汽 包	主 蒸 汽 管	左 侧 第 一 点 二 次 风	左 侧 第 二 点 二 次 风	左 侧 第 三 点 二 次 风	右 侧 第 一 点 二 次 风	右 侧 第 二 点 二 次 风	右 侧 第 三 点 二 次 风



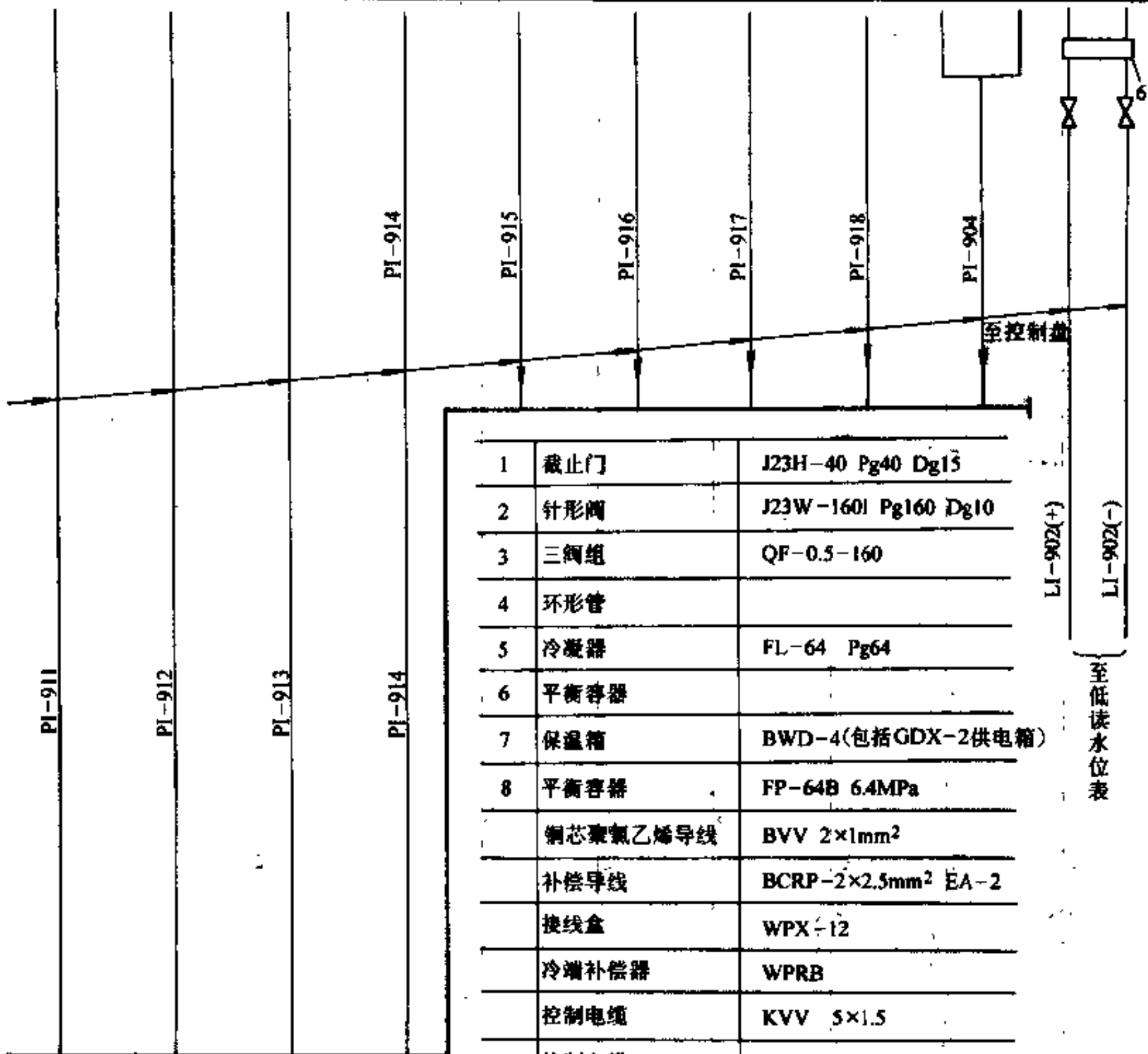
b)

接c)图

管电缆连接图

接b)图

风 压				负压	风 压			负压	水位
一次风				烟气	空 气				
炉排一点 一次风	炉排二点 一次风	炉排三点 一次风	炉排四点 一次风	除尘器前 烟道	送风机出口 风道	空气预热器 出口风道	二次风机出 口风道	炉 膛	汽 包



1	截止门	J23H-40 Pg40 Dg15
2	针形阀	J23W-160I Pg160 Dg10
3	三阀组	QF-0.5-160
4	环形管	
5	冷凝器	FL-64 Pg64
6	平衡容器	
7	保温箱	BWD-4(包括GDX-2供电箱)
8	平衡容器	FP-64B 6.4MPa
	铜芯聚氯乙烯导线	BVV 2×1mm ²
	补偿导线	BCRP-2×2.5mm ² EA-2
	接线盒	WPX-12
	冷端补偿器	WPRB
	控制电缆	KVV 5×1.5
	控制电缆	KVV 7×1.5
	控制电缆	KVV ₂₉ 14×1.5
	瓦斯管	φ15(φ1/2in)

c)

接b)图

图 5-30 某工业锅炉导管电缆连接图 (续)

至调节器。其中导压管为 10# 钢 $\phi 14$ 无缝管。为了保证测量的精度，变送器放置于保温箱中，保温箱由供电箱供电。变送器的电源是由控制盘经控制电缆得到的，见 WPX-12 中的 FR901 A63 和 FR901 N63，电压 220V，FR902-B1 和 FR902-B2 为变送器输出的信号线。孔板的安装位置应于水平直管段上，见图 5-29 中的 E 点。

2) 给水管道中给水流量的测量，测量元件为孔板，其他与 D 中蒸气流量测量相同，变送器共用一个保温箱，孔板安装位置于给水进口水平直管段上，见图 5-29 中的 F 点。

(3) 汽包水位的测量只有一点，直接将水位信号（差压）用导压管经平衡容器和阀门组引至液位变送器 LT_{901} ，变送器与流量变送器供同一个保温箱，其它基本同流量变送器。变送器的输出信号用电缆引至控制盘上的有高低信号报警的液位记录仪 $\text{LRA}_{901}^{\text{H}}$ 上并引至调节器上。汽包水位信号、给水流量信号和蒸气流量信号引至调节器后构成了三冲量水位自动调节系统，这是工业锅炉一个重要的调节方式。安装位置见图 5-29 汽包两端，另一端的变送器 LI_{902} 的设置是为了现场观察水位的，直接用导压管引至现场的低读水位表。

(4) 压力的测量有三个部分，这就是给水压力、汽包蒸气压力和主蒸气管道压力。压力的测量均用导压管经阀和环形管引至控制盘上的压力指示仪表，其中主蒸气管道的压力为带高位信号的压力表 $\text{PIA}_{902}^{\text{H}}$ ，取压点位于主蒸气管道温度测量点 A 和流量测量点 E 之间，见图 5-29 的 G 点。给水压力测量的取压点位于给水管道电动调整门的前端（进水端），见图 5-29 中的 H 点，同时其后端（出水端）安装就地压力表 PI_{923} 。而汽包的蒸气压力取压点设在汽包的中部，同时设置了两块就地测量压力的仪表 PI_{920} 和 PI_{921} ，见图 5-29 中的汽包。此外，在过热器出口集气联箱上设就地压力表 PI_{922} 一块，在省煤器上设就地压力表 PI_{924} 一块，见图 5-29 的 Z、M 点。

(5) 二次风压的测量共有六个点，均为用导压管直接引至控制盘上的压力表上，其中取压点见图 5-28 中的 A、B、C、D、E、F 点。

(6) 炉排一次风压的测量点共有四个点，用导压管直接引至控制盘上的压力表上，取压点见图 5-28 的 G、H、L、M 点。

(7) 负压的测量共有两个点

1) 除尘器前烟道负压的测量，用导压管直接引至控制盘上的压力表上，取压点见图 5-29 的 N 点。

2) 炉堂负压的测量，用导压管直接引至控制盘上的压力表上，取压点见图 5-28 的 N 点。

(8) 风压的测量共有三个点，均由导压管直接引至控制盘上的压力表上，其中空气预热器入口风压取样点见图 5-29 的送风机出口 PI_{916} ，空气预热器出口风压取样点见图 5-29 的 D 点 PI_{917} ，二次风机出口风压取样点见图 5-28 的 P 点 PI_{918} 。

(9) 蒸气流量、给水流量、汽包水位三个参量经一个调节器进行自动调节，随时根据蒸气流量的大小和汽包水位的高低自动调节给水的流量，给水总阀门为电动调整门并受调节器

的控制。

(10) 送风机设有联锁的转换开关, 手动操作并设电流表和信号灯监视, 见图 5-29 送风机的标注 $\text{HILSS} \frac{902}{902}$, 这个功能在实际中是由三个元件完成的, 即转换开关、电流表和指示灯。送风机入口的挡板设电动调整挡板, 设按钮操作, 电流表监视, 见图 5-29 送风机的标注 $\text{HIS} \frac{910}{910}$ 。

(11) 引风机控制的设置与送风机相同, 见图 5-29 的标注 $\text{HILSS} \frac{901}{901}$ 和 $\text{HIS} \frac{909}{909}$ 。

(12) 二次风机控制的设置有联锁的转换开关, 手动操作并设电流表和信号灯监视, 见图 5-28 二次风机的标注 $\text{HILSS} \frac{903}{903}$, 二次风机不设电动挡板。

(13) 炉排控制的设置有联锁的按钮开关和信号灯监视, 手动操作换速。

(14) 给煤机控制的设置有联锁的转换开关, 手动操作并设信号灯监视, 见图 5-28 给煤机的标注 $\text{HILSS} \frac{904}{904}$, 同时给煤机速度的控制由控制器完成, 见图 5-28 的标注 $\text{HIS} \frac{911}{911}$, 由手动控制。

(15) 抛煤机由两台电动机拖动, 分别设置有联锁的转换开关控制并设有信号灯监视, 手动控制, 见图 5-28 的标注 $\text{HILSS} \frac{906}{906}$ 和 $\text{HILSS} \frac{907}{907}$ 。

(二) 锅炉控制盘正面元件布置图

图 5-31 是锅炉房热工仪表控制盘正面元件布置图, 它给出了仪表及元件的规格型号及其控制单元的组合格况, 读者可根据图 5-31 和表 5-7 分析上述内容, 同时由图我们可知以下内容。

1. 主蒸汽管道的温度测量信号经控制电缆 $\text{KVV}-5 \times 1.5$ 由冷端补偿器接至控制盘上主蒸汽温度仪表 $\text{XCT}-121$ 上, 该表是动圈调节指示仪, 可高位报警, 测量范围 $0 \sim 400^\circ\text{C}$, 分度号 $\text{EA}-2$, 与热电偶配套。

2. 给水管道给水温度测量信号、尾部烟道烟气温度信号、空气预热出口风道空气温度信号同时经控制电缆 $\text{KVV}-7 \times 1.5$ 由 1# 接线盒接至控制盘上 $\text{TS}-901$ 切换开关上, 型号 $\text{FK}-6$, 而后再接至温度仪表 $\text{XCZ}-102$ 上, 该表是动圈指示仪, 测量范围 $0 \sim 300^\circ\text{C}$, 分度号 $\text{BA}2$, 与热电阻配套。

3. 主管蒸汽道蒸汽流量、给水管道给流量和汽包水位的测量信号经控制电缆 $\text{KVV}29-14 \times 1.5$ 由 2# 接线盒引至控制盘上分别接至盘上的小型长图平衡记录仪 $\text{XWD}-200$ 、 $\text{XWD}-102$ 和汽包水位调节器 $\text{DTL}-231$ 上, 进行流量的记录、水位的记录和三冲量的比例积分调节 (三冲量指蒸汽流量、给水流量和汽包水位)。其中 $\text{XWD}-200$ 是双笔记录仪, 可同时记录两个参数, 信号 $0 \sim 20\text{mA}$, 流量 $0 \sim 25\text{t/h}$; $\text{XWD}-102$ 为单笔, 信号 $0 \sim 10\text{mA}$, 记录汽包水位并设有高低水位报警。 $\text{DTL}-231$ 为比例积分调节器, 信号 $0 \sim 10\text{mA}$, 可进行四个参数的调节, 同时设 $\text{DFD}-05$ 操作器一只。

4. 给水压力、汽包蒸汽压力和主管道蒸汽压力由取样点经导压管分别直接引至盘上的压力表 $\text{Y}-150\text{ZT}0 \sim 4\text{MPa}$ 、 $\text{Y}-150\text{ZT}0 \sim 2.5\text{MPa}$ 和 $\text{YX}-150 0 \sim 2.5\text{MPa}$ 上, 其中 $\text{Y}-150\text{ZT}$ 为普通弹簧管压力表, 而 $\text{YX}-150$ 为电接点压力表, 设有高位报警功能。

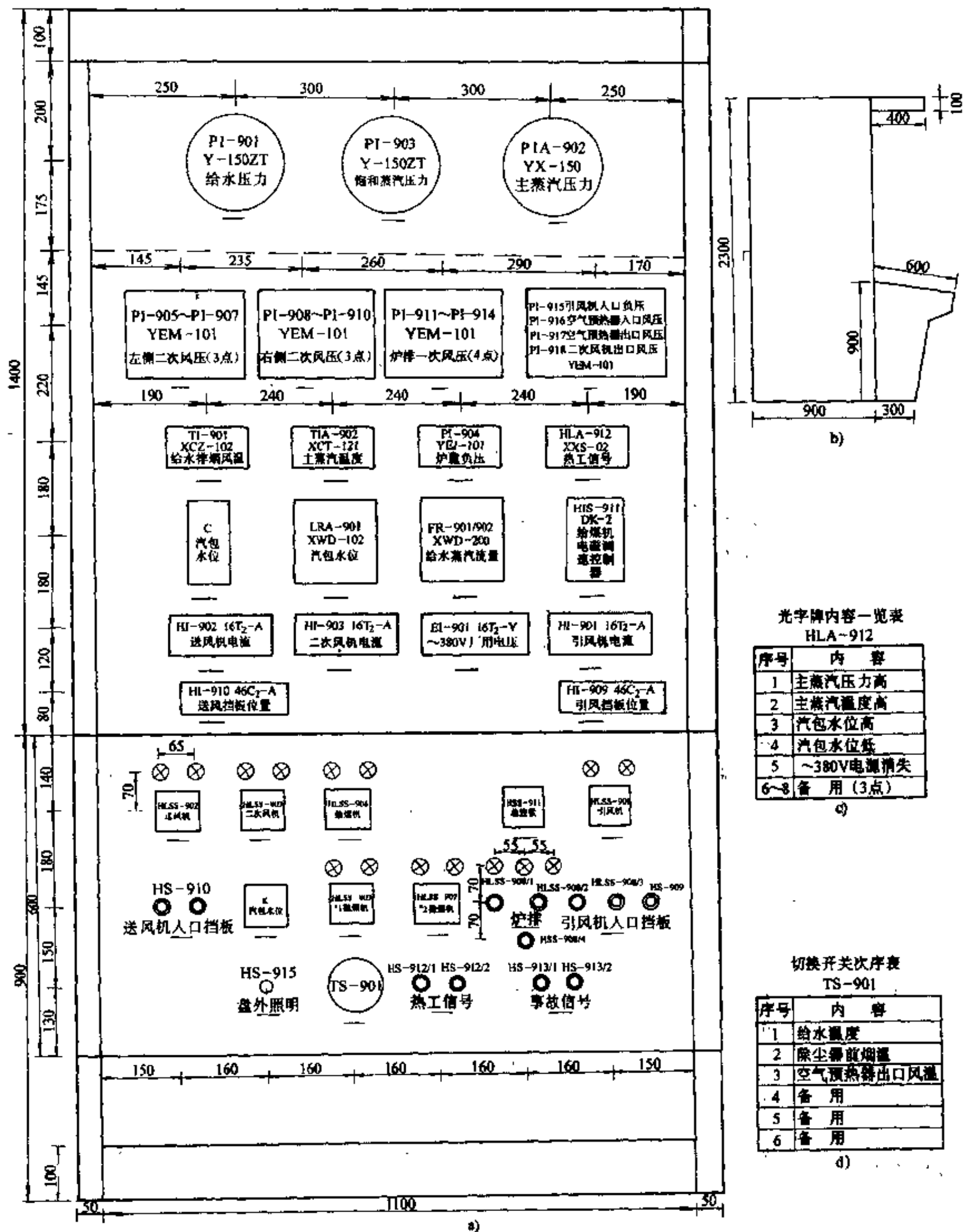


图 5-31 锅炉控制盘正面元件布置及柜体尺寸图

a) 正视图 b) 侧视图 c) 光字牌内容一览表 d) 切换开关次序表

表 5-7 图 5-31 设备元件表 (仅供参考)

编号	名称	型式规格	数量	备注
PI-901	弹簧管压力表	Y-150ZT 0~4MPa	1	
PI-903	弹簧管压力表	Y-150ZT 0~2.5MPa	1	
PIA-902	电接点压力表	YX-150 0~2.5MPa	1	
PI-905-PI-907 PI-908-PI-910	集装式压力指示表	YEM-101 0~8kPa	2	3台装
PI-911-PI-914	集装式压力指示表	YEM-101 0~4kPa	1	4台装
PI-915-PI-918	集装式压力指示表	YEM-101 PI-915: 4~0kPa PI-916, 917: 0~4kPa, PI-918: 0~8kPa	1	4台装
LRA-901	小型长图平衡记录仪	XWD-102 0~10mA 0~2.5kPa	1	
FR-901/902	小型长图平衡记录仪	XWD-200 0~10mA 0~25t/h	1	
TI-901	动圈式温度指示仪	XCZ-102 0~300℃ BA2	1	
TIA-902	动圈式温度指示调节仪	XCT-121 0~400℃ EA-2	1	
PI-904	矩形膜盒压力表	YEJ-101 -3~+3kPa	1	
TS-901	切换开关	FK-6 切换六点	1	
C	比例积分调节器	DTL-231 0~10mA 四通道	1	
K	操作器	DFD-05 0~10mA	1	
HLA-912	闪光信号报警器	XXS-02	1	
	标志框		36	
HIS-911	控制器	DK-2	1	锅炉厂供
HSS-911	转换开关	LW5-P 1587/5	1	
HLSS-901~ 904, 906~907	转换开关	LW5-15 B4815/5	6	
HI-909 HI-910	电流表	46C2-A 0~10mA 0~100%	2	
HI-901	电流表	16T2-A 300/5A	1	
HI-902	电流表	16T2-A 150/5A	1	
HI-903	电流表	16T2-A 75/5A	1	
EI-901	电压表	16T2-V 0~450V 380/100V	1	
HSS-908/4 HLSS-908/1、2、3	按钮	LA18-22 红、绿、白色	各1	其中1个HSS-908/4为黑色按钮
HLS-909 HLS-910	按钮	LA18-22 红、绿色	各2	
HS-912/1、2 HS-913/1、2	按钮	LA18-22 红、绿色	各2	热工事故信号试验及解除

(续)

编号	名称	型式规格	数量	备注
HS-915	钮子开关	KN3-A/1Z1D 单刀单掷	1	
	信号灯	XD5 红色、绿色	各 6	附 2.2k Ω 电阻灯泡 12V12W
	信号灯	XD5 蓝、黄、白色(控制炉排用)	各 1	
	电铃	~220V 75mm	1	
	蜂鸣器	DDZ1 = 220V	1	
	日光灯	~220V 100W 带灯具	2	用作盘外照明

5. 风压和负压的测量信号均由取样点经导压管分别直接接至盘上的集装式压力指示仪表上, 其中二次风按左右用两块表、炉排一次风用一块表、空气出口风压和烟气负压共用一块表。集装式压力指示仪表型号 YEM-101, 是几块压力表装设在一起的压力测量装置, 其规格见表 5-7。

6. 炉膛负压的测量由取样点经导压管直接引至盘上的 YEJ-101 膜盒式压力表上, 规格 $-3 \sim +3\text{kPa}$ 。

7. 送风机电动机的控制由 16T2-A、信号灯 XD₅ 和转换开关 LW5-15 B4815/5 组成, 电动调整挡板的控制由按钮 LA18-22 和电流表 46C₂-A 组成, 其中电流表 46C₂-A 是 0~10mA, 用 0~100% 来表示挡板的开度。

8. 引风机电动机及其电动挡板与送风机相同, 其中电流表 16T2-A 为主机电流, 需配互感器。

9. 二次风机电动机的控制与送风机相同。

10. 炉排电动机的控制由按钮 LA18-22 和信号灯 XD₅ 组成。

11. 给煤机电动的控制由转换开关 LW5-15、B4815/5、信号灯及控制器 DK-2 组成, 其中 DK-2 控制其转速, 是与电磁调速电动机配套的。


12. 抛煤电动机的控制由转换开关 LW5-15B₄815/5 和信号灯组成。

13. 控制盘设热工信号, 由闪光信号报警器 XXS-02 完成, 当主蒸汽压力或温度过高、汽包水位过高或过低、电源消失均闪光报警, 并由热工信号按钮试验, 由事故信号按钮解除。

14. 控制盘设盘上照明, 220V100W 荧光灯。

15. 有关控制盘及其元件的接线见下述内容。

16. 控制盘设总联锁转换开关 LW5-P1587/5, 这是与图 5-24 是对应的。

综上所述, 在系统图中标注的一些复杂的控制及测量回路, 有时不是由一个元件完成的, 而是由几个元件的组合来完成, 但各个元件的功能应符合控制回路的要求, 如  则由 HI 和 HLSS 来完成。这是自动化仪表中常用的方法。

(三) 仪表及控制元件的接线图

锅炉控制盘上的诸多仪表除了各类压力仪表外大多为电动仪表, 这类仪表必须按照接线图进行接线 (包括电源的接线), 才能正常工作, 才能实现其显示、记录、调节、报警的功能。因此, 接线图是自动化仪表的重要图样。这些图与前述的二次回路有着错综复杂的联系,

并与其构成了复杂的控制系统。另外，接线图还包括控制盘本身的一些接线。

1. 汽包水位自动调节接线图 汽包水位的调节是锅炉运行时最重要的一项技术措施，它的目的和作用是为了保证运行的锅炉汽包水位永远保持在安全的允许范围之内。它的工作原理见图 5-32，表 5-8 是主要设备表。由框图可以看出，蒸汽流量、汽包水位、给水流量经变送器 T 变成 $0\sim 10\text{mA}$ 的电信号后送入比例积分调节器，经比例积分运算后将 $0\sim 10\text{mA}$ 的电信号送给伺服放大器和操作器，这个信号经放大器放大后，送给操作器，如果操作器在“自动”位置，电动执行器则按这个信号动作，加大或减小阀门的开度；如果在“手动”位置，执行器则由操作器的控制开关操作。这个过程中，执行器要把动作情况反馈给操作器和放大器，同时操作器也将把信号反馈给调节器，见图 5-32 的反馈信号线 $fx1$ 和 $fx2$ 。

图 5-33 是汽包水位三冲量自动调节的原理接线图，图中将记录仪也画在一起，这是一种常用的接线方法。如果我们把开方器和记录仪去掉，得到的框图则和图 5-32 相同。图中的“+”和“-”号表示信号的极性；“ \perp ”号表示接地端子；“ $\sim 220\text{V}$ ”表示交流电源，其附近的 $\underline{0}$ 则表示工作零线端子；“ R ”则表示并接

电阻。这里我们介绍了另外一种三冲量调节原理图，见图 5-33b 读者可与 a 图和图 5-32 进行比较，这是一种标准的图样。

表 5-8 汽包水位调节设备表

序号	符 号	名 称	型式规格	数量	备 注
控 制 盘 上 设 备					
1	C	比例积分调节器(PI)	DTL-231 0~10mA	1	
2	K	操作器(C)	DFD-05 0~10mA	1	
3		普通端子	D-1	19	
4		连接端子	D-2/D-3	5/5	
5		名牌端子	D-9	1	
墙 挂 设 备					
1	SF	伺服放大器(SF)	FC-01 0~10mA	1	

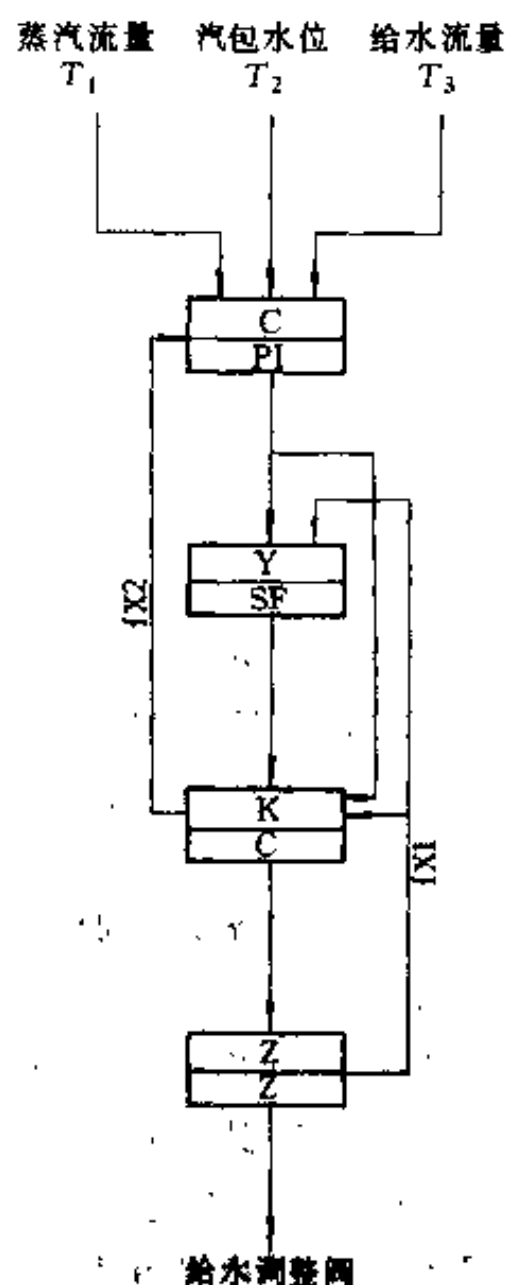


图 5-32 汽包水位三冲量自动调节框图

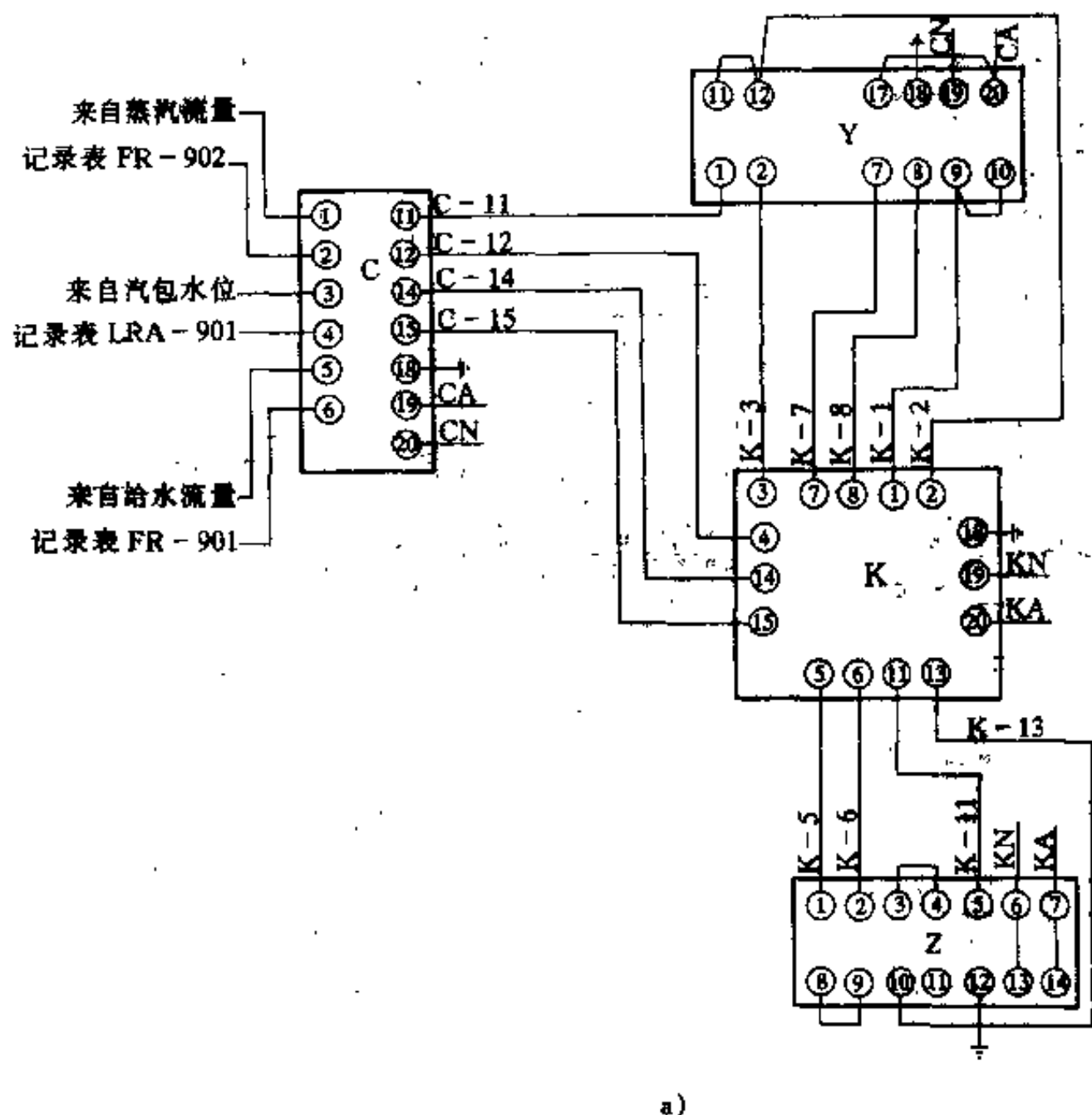
(续)

序号	符号	名称	型式规格	数量	备注
就地安装设备					
1	Z	电动机执行器 (Z)	ZKJ-31F 250N·m 0~10mA	1	
2	J	端子盒	JD-1	1	与执行器配套设备

图 5-34 是控制盘内的接线图, 该图不包括记录仪和开方器的接线, 图中 CA、CN、KA、KN 是交流 220V 电源, N 为工作零线, C-1~C-6 信号线的引入是由 FR901 给水流量记录仪、FR902 蒸气流量记录仪和 LRA901 汽包水位记录仪引来的。我们把图 5-33 中开方器和记录仪的接线短接后所得到的图便是图 5-34。图中线束中的 13、15 表示线束导线的根数。

2. 记录仪接线图 该锅炉房蒸气流量和给水流量是由 XWD-200 双笔记录仪记录的, 接线图见图 5-35, 图中 1B1 和 1B3、2B1 和 2B3 并联的电阻 R_0 为调整电阻, 至调节器就是指接到调节器相应的端子上。

汽包水位是由 XWD-102 单笔记录仪记录的, 接线图见图 5-36, 其中端子板上的 9~11 (G、D、Z) 端子是引至热工信号的报警信号, 上限高位和下限低位均报警, 其他同图 5-35。两台记录仪由现场到盘上的连接是用电缆完成的, 电缆详见电缆清册。



a)

图 5-33 汽包水位三冲量自动调节原理图

附注
汽包高低水位信号可用水位记录仪中上限和下限信号接点组成报警系统。

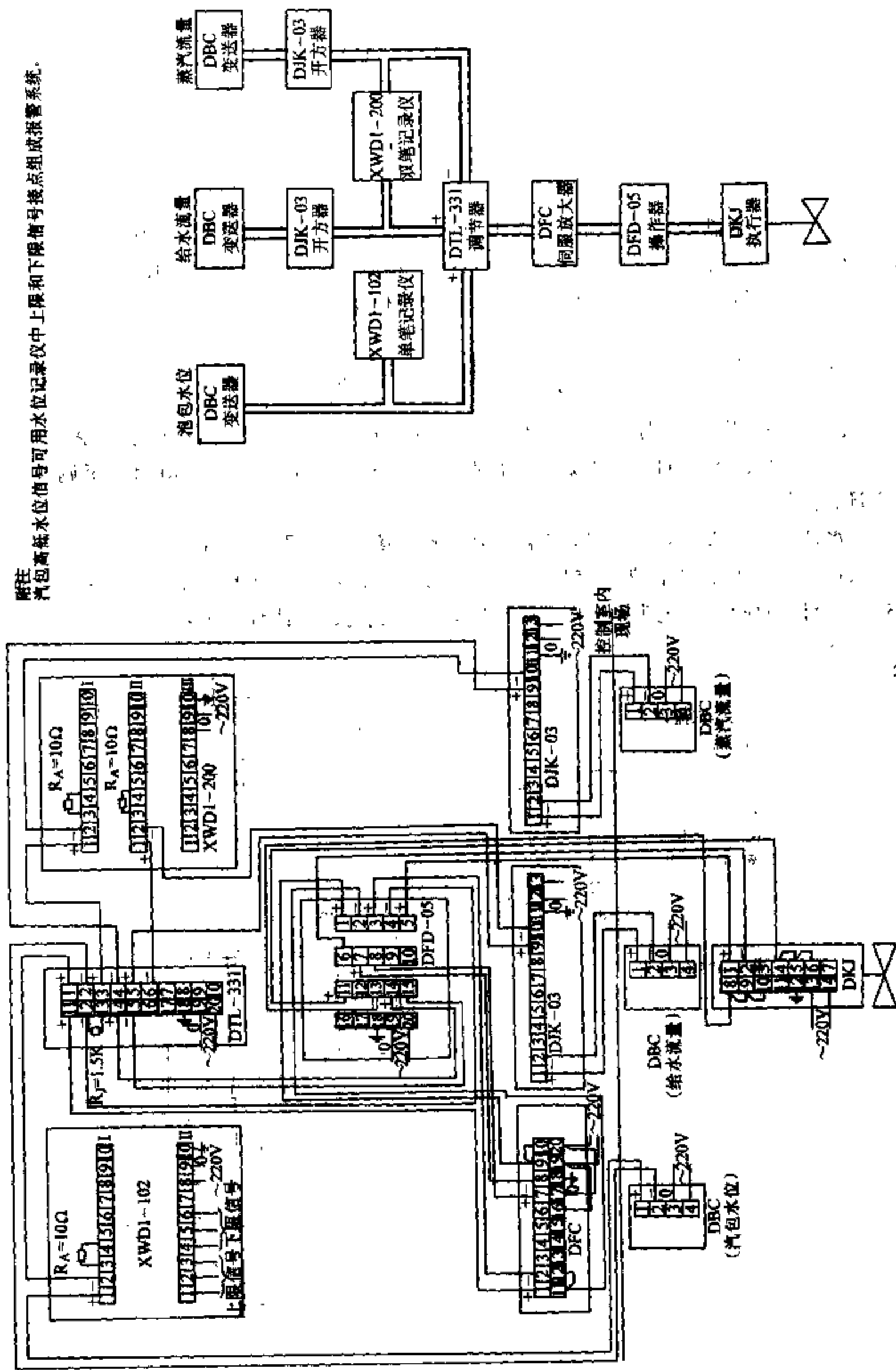


图 5-33 汽包水位三冲量自动调节原理图(续)

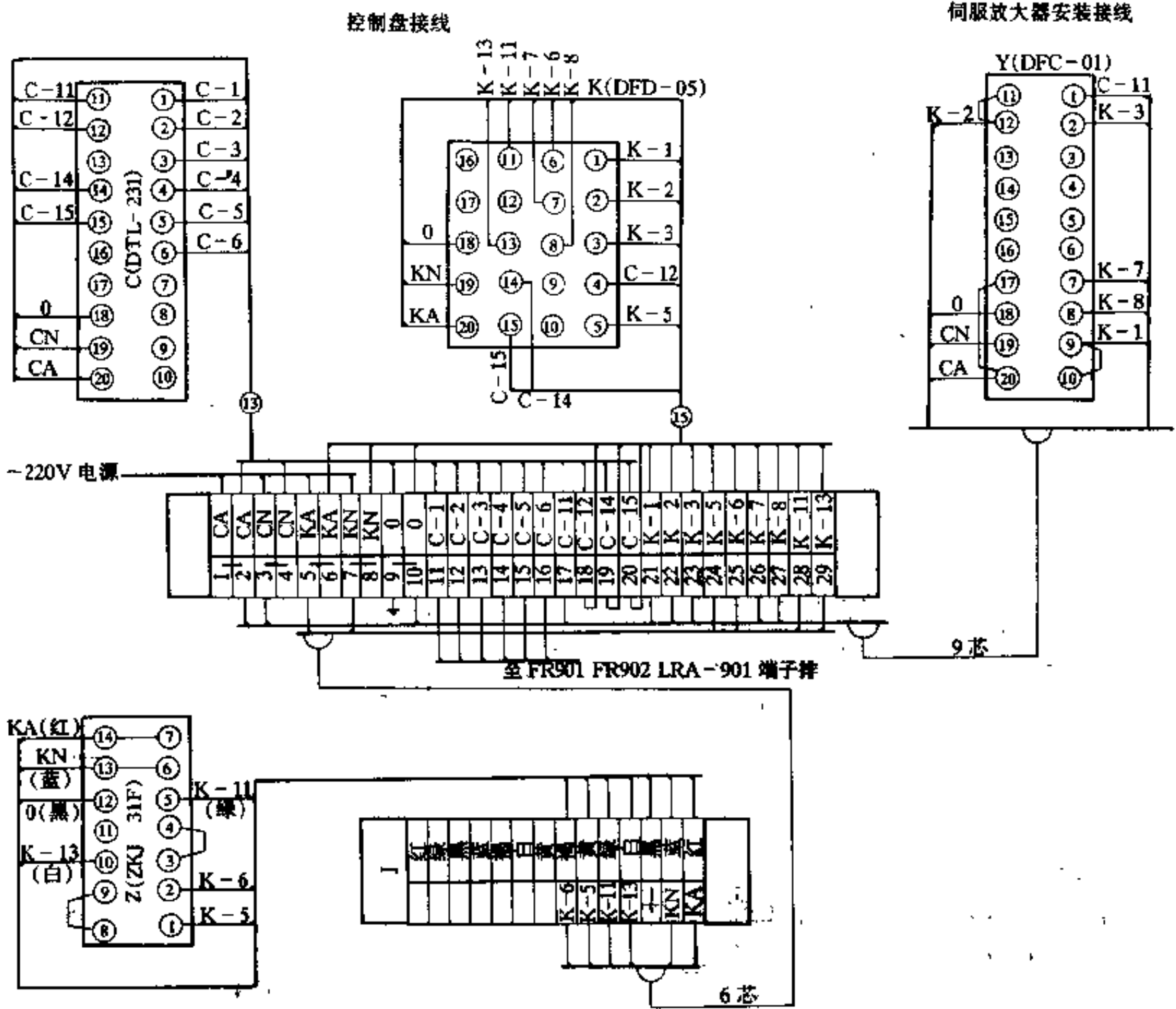


图 5-34 控制盘内汽包水位调节接线图

3. 动圈温度仪表的接线 该锅炉房蒸气温度的测量是由传感元件热电偶和动圈调节仪表完成的，其接线图见图 5-37，图中有上、下限报警功能，并由 8#、9# 端子引至热工报警信号。而给水温度、排烟温度、风温三个温度量则由三只热电阻和一只动圈表完成，接线图见图 5-38。该图是六只热电阻共用一块动圈温度表测量六个点的接线图，用 FK-6 型切换开关单点显示，本锅炉只用三只热电阻。其中，XCZ-102 动圈温度表画了两只，这是因为各地厂商制造时表的端子编号不一致而画的，A 端子为相线，N 端子为工作零线，O 端子为接地线，零位电阻和调整电阻是动圈表单独设置的。

4. 电动执行机构控制接线图 电动执行机构是控制风机电动调整挡板（门）的开闭程度并用 0~10mA 和 0~100% 双刻度盘的直流电流表显示其开闭程度（位置指示）。图 5-39 是电动执行机构的原理接图，图 5-40 是控制盘上控制显示电动执行机构的接线图，表 5-9 是设备元件表。

由图 5-39 可知，执行机构本身设行程开关两只 STON（开）和 STOF（关）控制开度的极限，并有直流电流输出以显示其开度的大小，可用直流电流表显示。按钮 SBON 动作时电动机正转，开度增大，到极限位置行程开关动作，电动机停转，按钮 SBOF 动作时与上述相反。

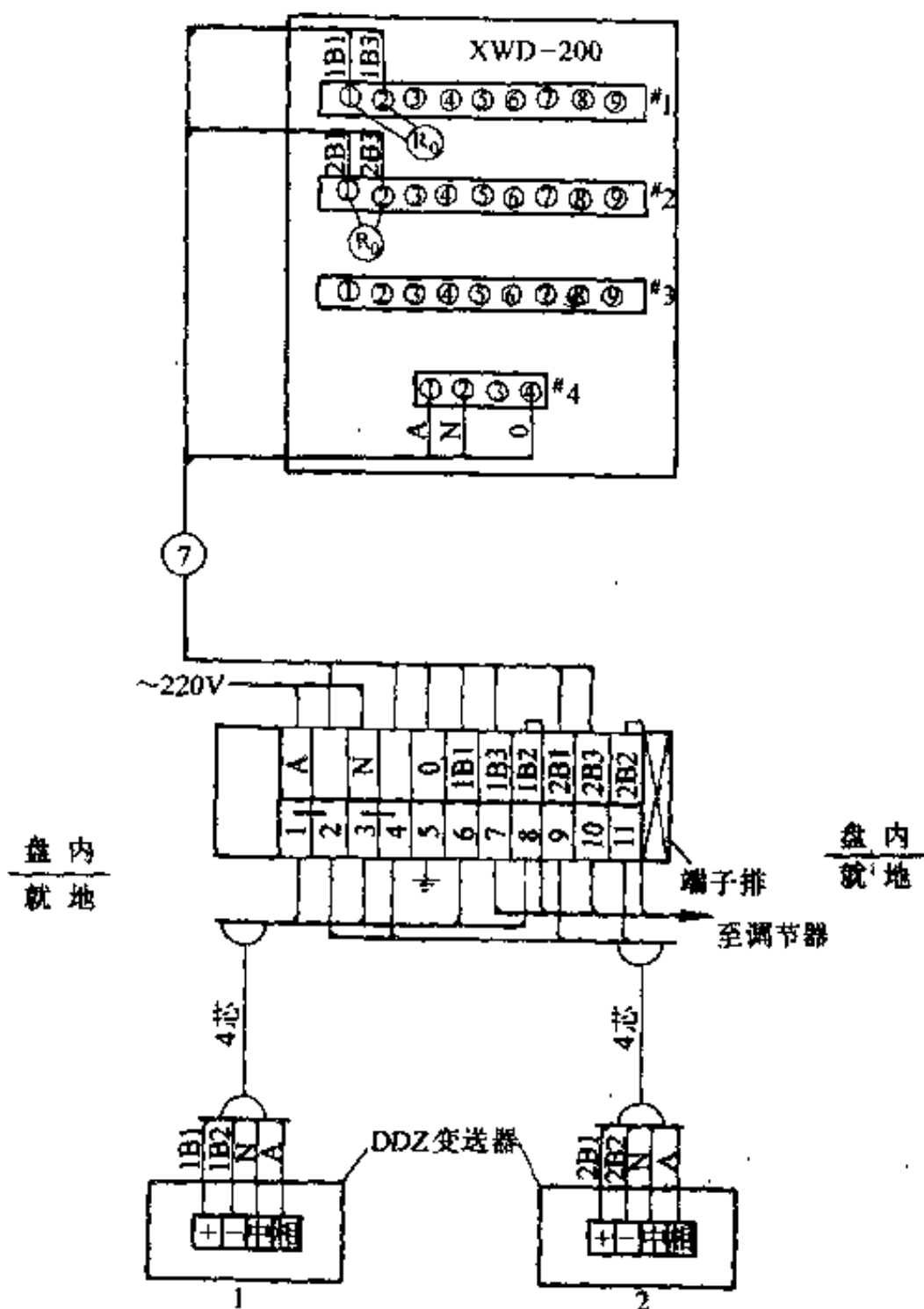


图 5-35 XWD-200 双笔记录仪接线图

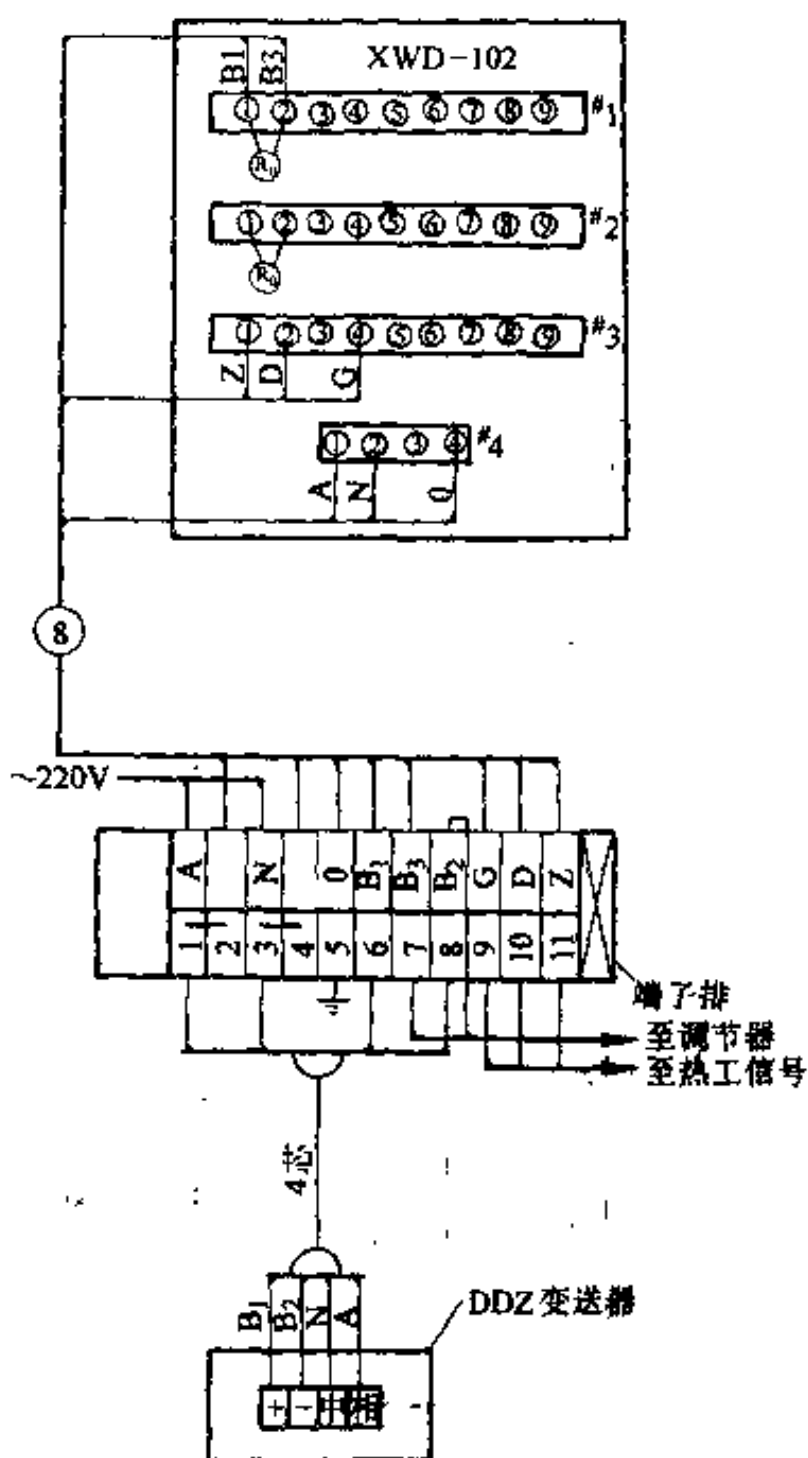


图 5-36 XWD-102 单笔记录仪接线图 (上下限报警)

图 5-40 中, A 为相线, N 为工作零线, 盘上与现场用 6 芯电缆连接。这根电缆详见电缆清册。

5. 给煤机电磁调速异步电动机控制器的接线图 给煤机是用可无级调速的电磁调速异步电动机拖动的, 该电动机的控制分两部分, 一部分是将三相交流电送入定子, 这与一般异步电动机相同; 另一部分是与异步电动机同轴的离合器电磁线圈供电的晶闸管直流调速装置, 这就是电磁调速控制器, 其接线图见图 5-41。AN 为交流 220V 电源, O 为接地端子, DK-11、DK-13 为直流输出给电磁线圈, DK-6、DK-7、DK-8 为与异步电动机同轴的测速发电机 (三相) 的三根相线。

6. 锅炉机组总联锁及引风、送风机电动机控制接线图 从图 5-22 和图 5-24 可知引风机电动机是用转换开关 SA 控制的, 与其他机组是用联锁开关 SLA 联锁的, SA 和 SLA 均安装在控制盘上, 其接线图见图 5-42, 这里的 SA_引 和 SLA 与图 5-22、图 5-24 是一致的, 所有标注的端子号及元件也是一致的, 读者可一一对照。

由图可知, B412 和 N411 是由厂用配电装置的保护及测量表计引来的, 电压 220V 是供电动机控制回路的电源, 至邻近端子排是指事故音响的小母线电源 1WFS 和 2WFS, [45] 和

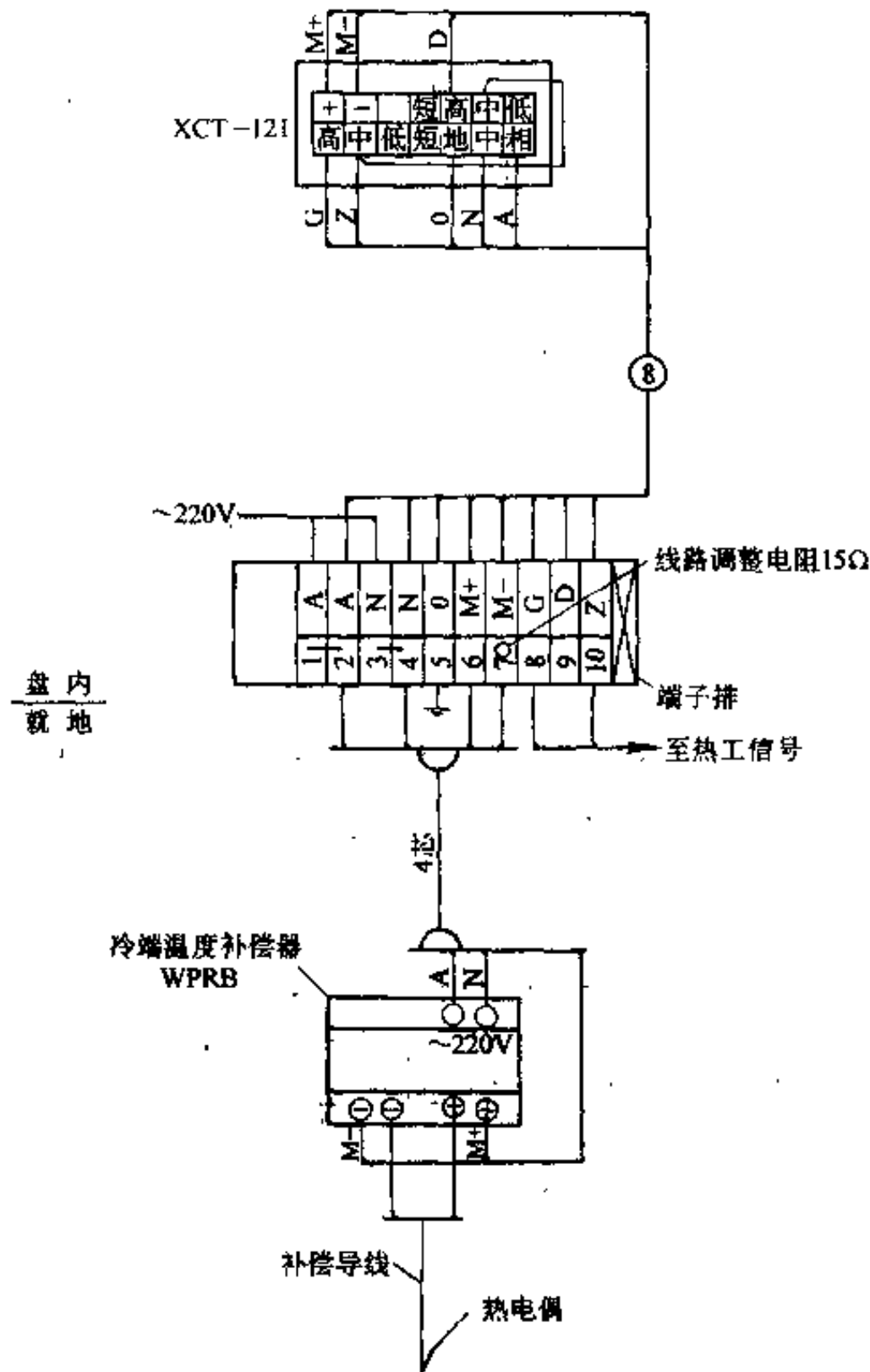


图 5-37 热电偶与动圈调节仪 XCT-121 的接线图

33 端子是联锁端子。SLA 的接线与图 5-24 标注完全相同。因为送风机电动机与引风机电动机的二次回路相同，我们在前面省略了送风机电动机的二次回路，因此，图 5-42 中的 SA_送 接线可参照图 5-22 分析。

7. 二次风机电动机控制接线图见图 5-43，我们可用 6 中的方法分析，该图与图 5-23 是一致的。同样抛煤机和给煤机及给水泵电动机的控制接线图与之基本相同，因此也没有列出，主要区别是未装电流表。

8. 炉排电动机控制接线图见图 5-44，该图与图 5-26 是一致的，分析方法同前。

9. 锅炉热工信号接线图见图 5-45，图中闪光信号报警器 HLA-912 是显示锅炉运行中压力、温度、水位极限位置的装置，当出现极限位置时，报警器信号灯闪光且盘上电铃响报警，其中主蒸汽压力高的信号来自控制盘上的高位信号压力表 YX-150，主蒸汽温度信号来自盘上动圈温度表 XCT-121，汽包水位信号来自盘汽包水位记录仪 XWD-102，在前述我们已提到了这点，其中两只按钮为试验按钮和消除按钮。

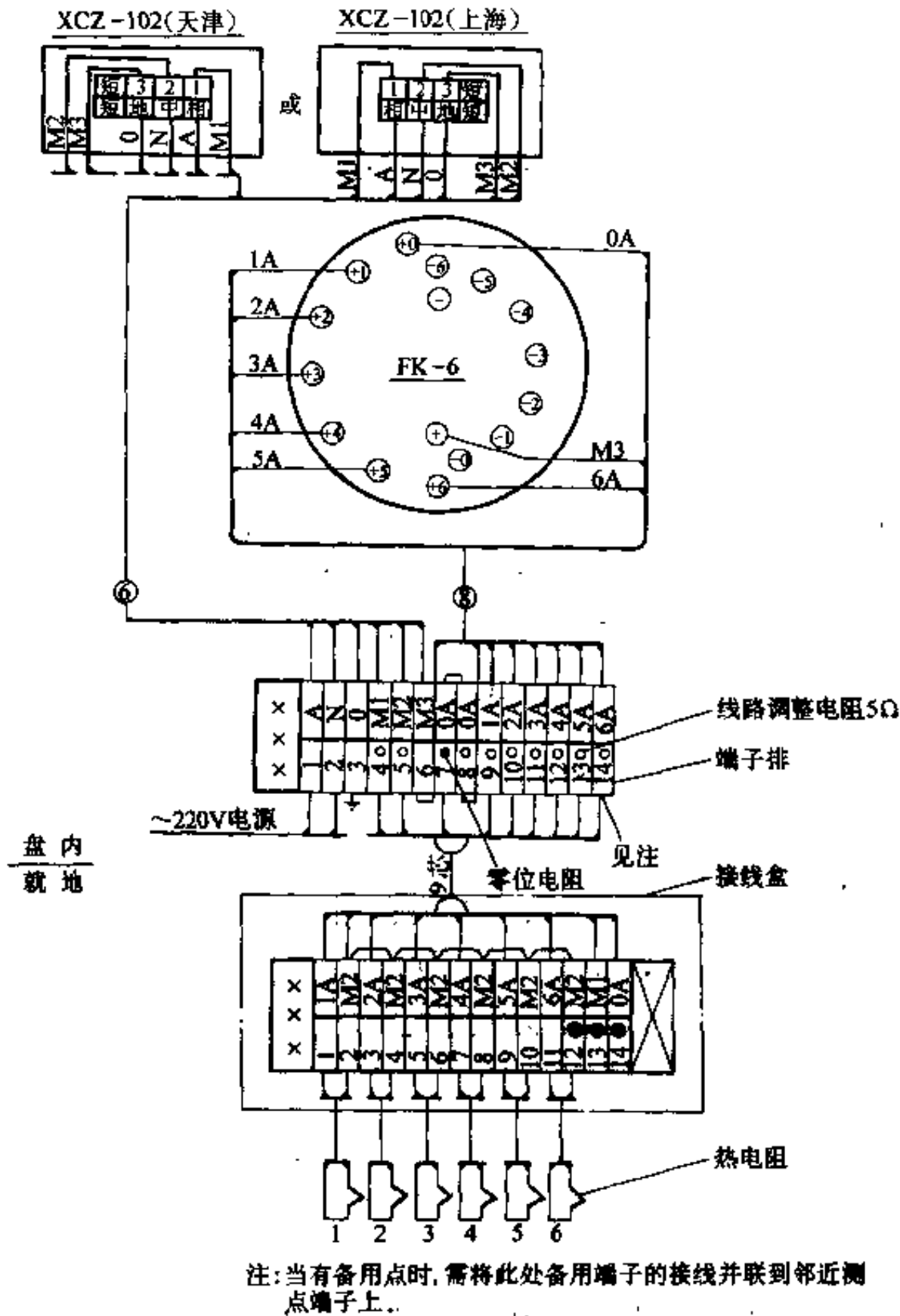
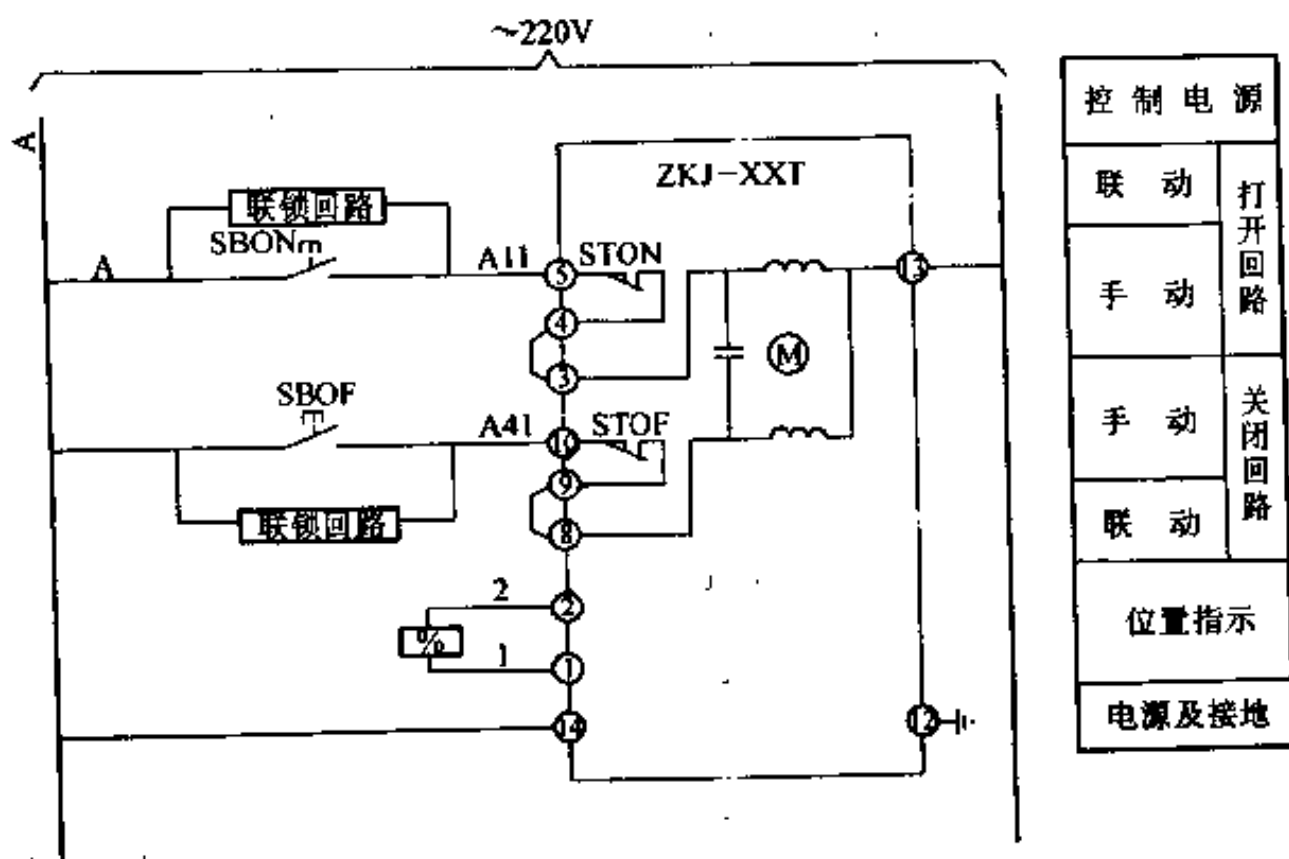


图 5-38 一只动圈表 XCZ-102 测量多点温度时的接线图 (6 点)

10. 锅炉事故信号回路及其安装接线图 锅炉设置事故信号回路, 见图 5-46, 其安装接线图见图 5-47, 信号回路将在变配电装置一章中讲述, 读者可用上述方法分析图 5-47, 进一步了解接线图与原理图的关系。

(四) 锅炉房热工仪表及电缆主通道布置图的识读

热工仪表与电气设备一样用电缆布置图来表达其安装位置及电缆、导压管的布置, 有关一次元件我们已在图 5-28 和图 5-29 中作了介绍, 其他设备及电缆、导压管及其桥架则用图 5-48 来表达。图中导标明了伺服放大器、供电箱、锅炉控制盘、接线盒、保温箱、给水阀执行器、送风挡板和引风挡板执行器、冷端补偿器及给煤机电磁调速器的安装位置及标高, 同时给出双层桥架的安装位置和标高, 注明了上层为导压管, 下层为电缆。该图除与图 5-28 和图 5-29 有联系外, 还应与图 5-13、图 5-14 一同时阅读, 便能掌握更多的东西。



控制电源	
联动	打开回路
手动	关闭回路
手动	关闭回路
联动	关闭回路
位置指示	
电源及接地	

行程开关图表

符号	图例	状态		
		关闭	中途	打开
STON		闭合	打开	打开
STOF		闭合	打开	闭合

闭合 打开

图 5-39 ZKJ 电动执行机构原理接线图

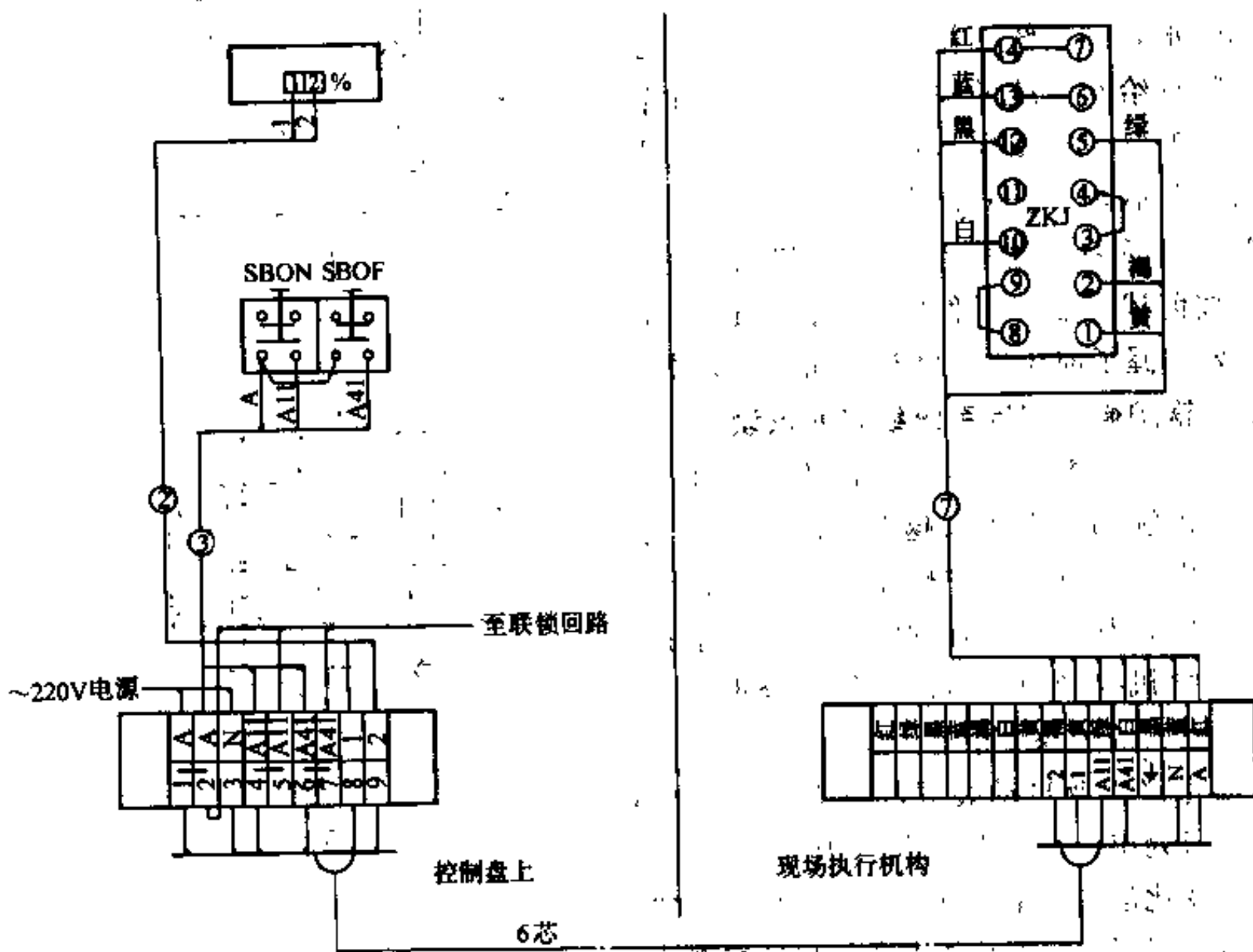


图 5-40 控制盘控制、显示及执行机构接线图

表 5-9 图 5-40 设备元件表

序号	符号	名称	型式规格	数量	备注
控制盘(台)上的设备					
1	SBON SBOF	控制按钮(红、绿各一)	LA18-22	2	
2	%	位置指示	46C2-A, 0~100% 0~10mA	1	
3		名牌端子	D-9	1	
4		普通端子	D-1	3	
5		连接端子	D-2	3	
6		连接端子	D-3	3	
电动执行器处的设备					
1		电动执行器	ZKJ-XXT	1	
2	ZDK、ZDG	开向、关向行程开关		2	随电动执行器供货
3		端子盒	JD-1	1	与执行器配套设备
4		2号附件	AT-14-7 接线组件	1套	与执行器配套设备

(五) 电缆清册

热工仪表与电气设备一样用电缆清册来表达电缆的根数、型号、规格、起始位置, 见表 5-10。

(六) 锅炉房除氧给水系统图样的识读

工业锅炉房都设置了除氧给水系统, 有时也称做水处理系统, 在工程概况中我们已列出了除氧给水系统的图样目录, 这些图样与锅炉热工仪表的图样是对应一致的, 只是测量的参数不同, 管线不同, 接线方法不同, 限于篇幅的关系, 这里不再一一列出讲述, 读者可按前述方法和工程提供的图样进行分析, 只要掌握了前述内容则是轻而易举之事。

七、锅炉微机控制系统线路的识读

由于微机技术的发展, 将微机用于工业锅炉控制系统的实例越来越多, 性能越来越完备。微机技术引入锅炉控制系统后, 简化了自动化仪表及自动装置的线路, 提高了控制精度。微机控制引入后, 电气部分没有太大的变化, 与前述基本相同, 因此这里不再介绍。自动化仪表及自动装置部分有的变化较大, 我们只列出变化较大的部分加以介绍。引入微机后变化最大的是检测的点和检测量增加了, 充分利用了微机多功能多变量测量控制功能, 使控制系统更完善, 更精确, 更适时。

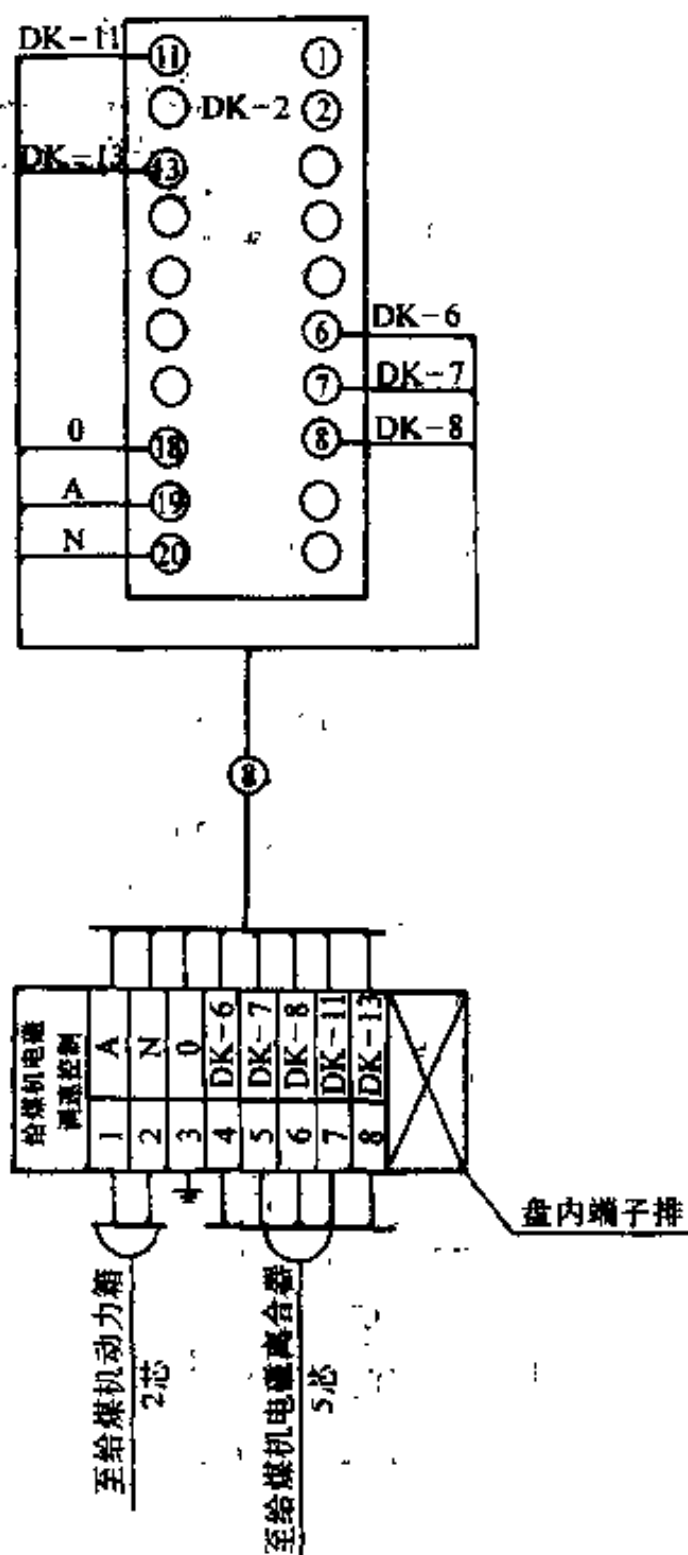


图 5-41 DK-2 型电磁调速控制器接线图

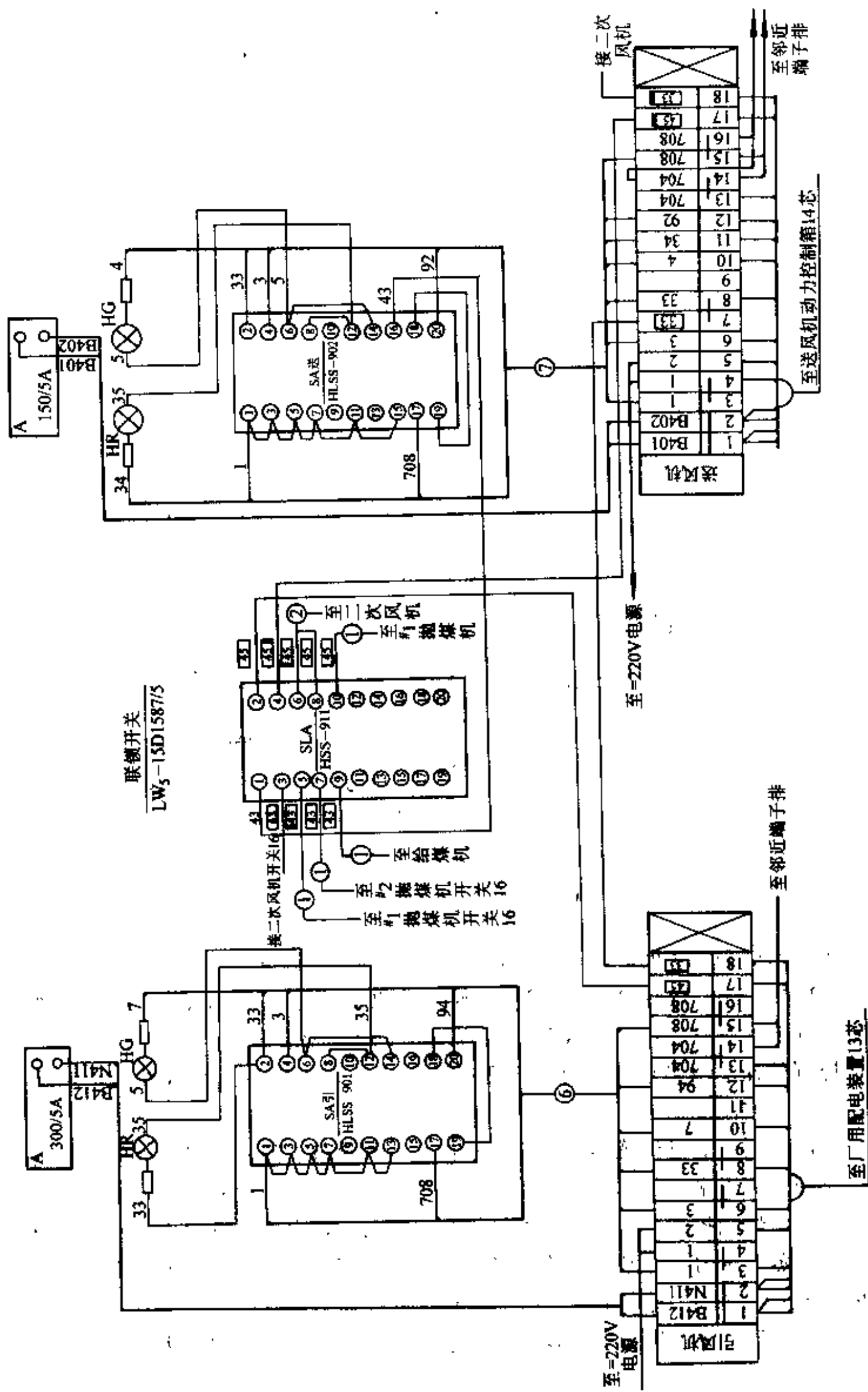


图 5-42 锅炉机组总联锁及引风、送风机电动机控制接线图

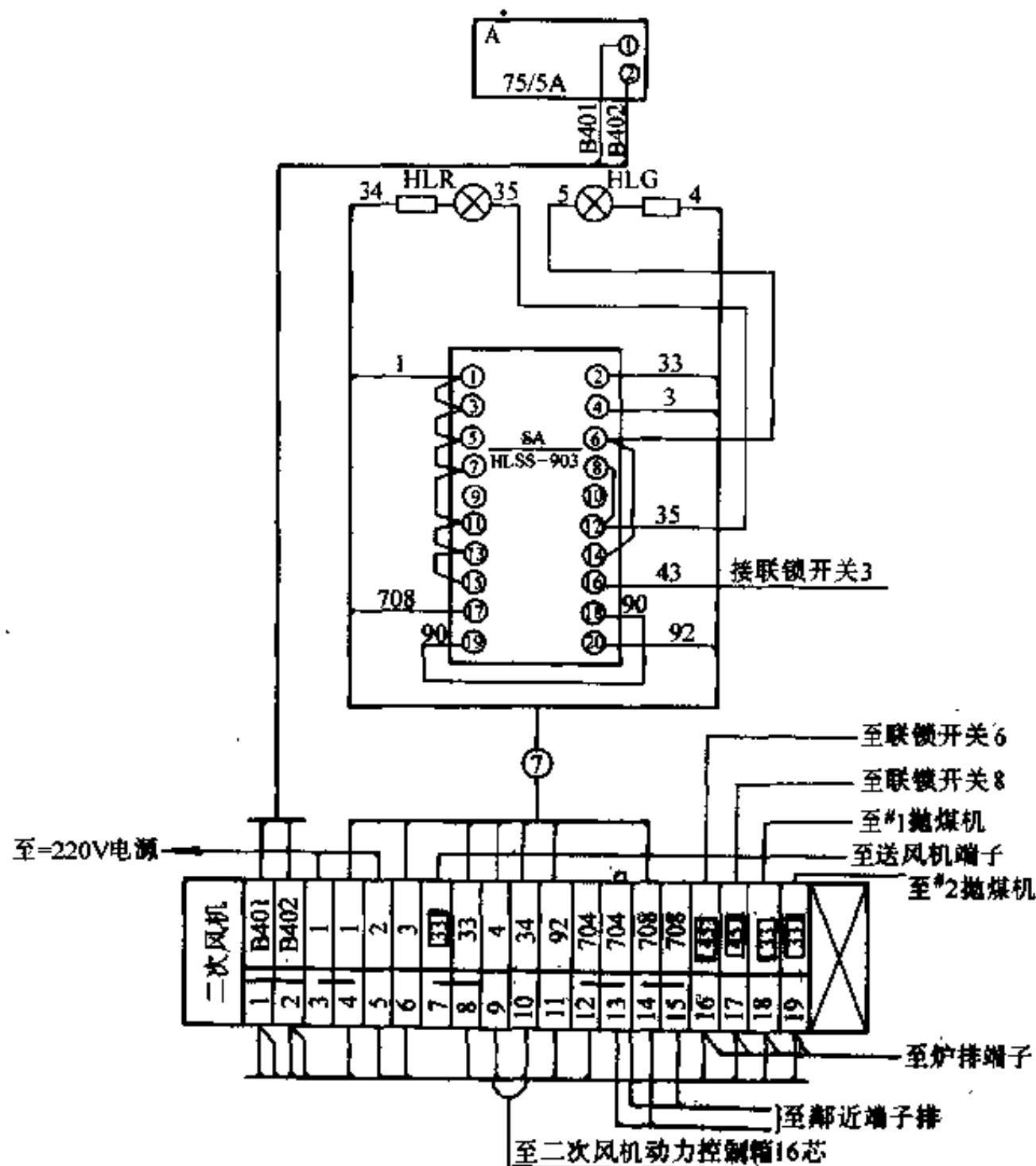


图 5-43 二次风机电动机控制接线图

1. 系统概况

(1) 工业锅炉微机控制系统一般采用专为工业锅炉控制开发的微机控制系统，这里介绍的机型为 IPC486/66，内存 2M，硬盘 400M，软驱 1.2M + 1.44M，14" 彩色监视器，备有 UPS、交流抗干扰滤波装置及 12A/D、8D/A、32I/O 变换装置等。

(2) 控制软件采用 C 语言，也可采用其他语言，运用模块化结构对锅炉和除氧器的运行检测、控制，控制周期 1s。

(3) 水位控制 通过传感器测量汽包水位、蒸汽流量、给水流量，经过微机的运算后控制给水调节阀。由于采用了非线性及去耦合调节，使控制精度达到 $\pm 5\text{mm}$ 。

(4) 汽压与燃烧控制 通过传感器测量汽包压力，用自适应算法，控制炉排给煤速度和送风量，保证蒸汽压力。并利用氧化锆氧量分析仪校正风量煤量的配比，实现最佳燃烧，压力控制精度 $\pm 0.05\text{MPa}$ ，对负荷较大时的调整具有很强的适应性。

(5) 炉膛负压控制 通过传感器测量炉膛负压，控制鼓风量和引风量，炉膛负压控制精度 $\pm 5\text{Pa}$ 。

(6) 运行的监视 运行过程中随时可将运行模拟画面、参数报表、控制参数、直方图、负荷曲线等画面在监视器上进行分析 and 监控，掌握锅炉运行情况。

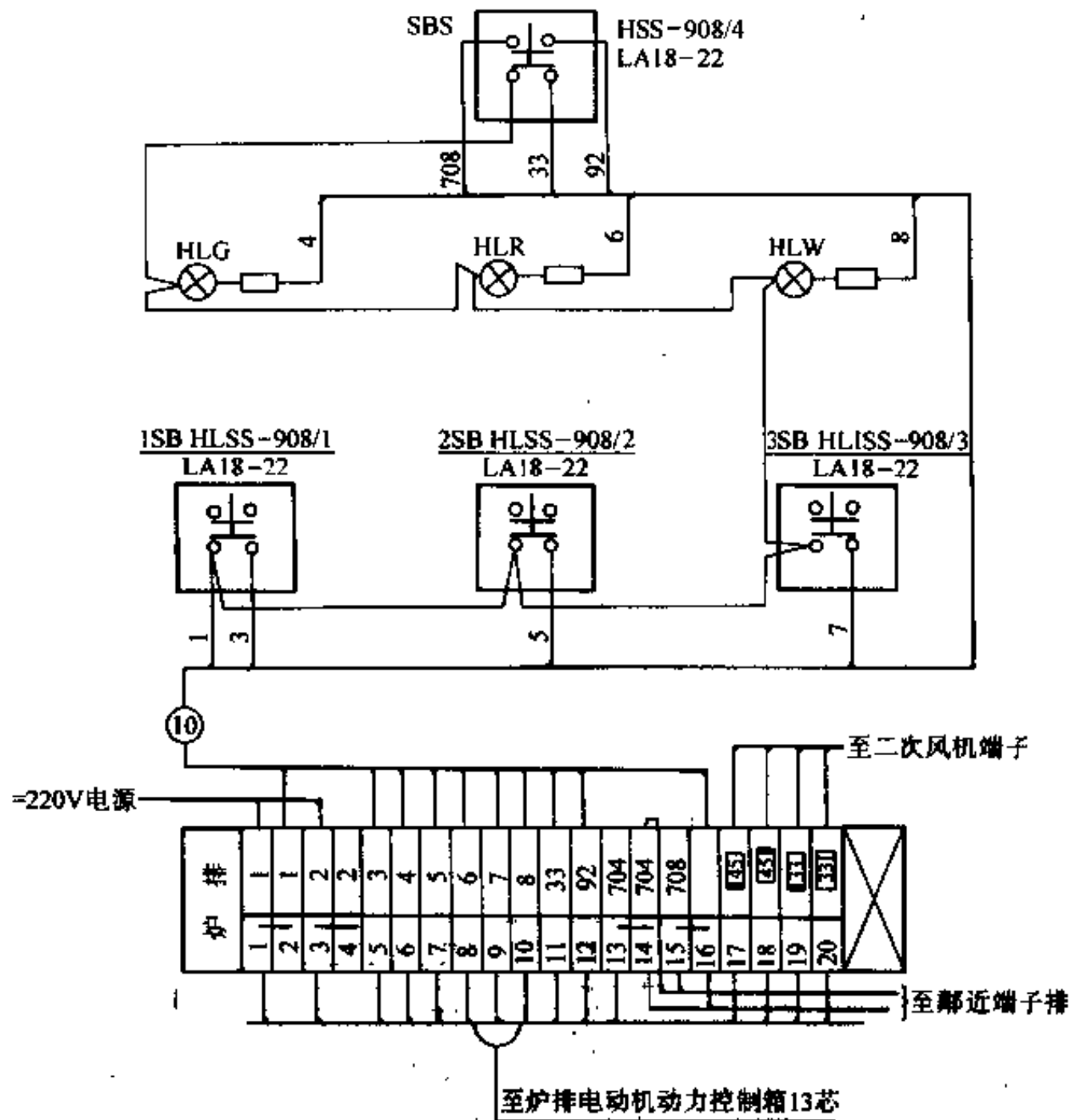


图 5-44 三速炉排电动机控制接线图

(7) 测量参数有给水、蒸气、压力、水位、氧含量、炉膛负压、阀门开度及各点温度以及除氧器的压力、温度、水位等，并对水位、压力、温度等参数的上下限报警。

(8) 设置后备仪表，保证调试和检修时使用。

2. 锅炉微机控制系统流程图 由于该图较大，我们将其分成4部分列出，见图5-49~图5-52。读者可与图5-28和图5-29进行比较，图中的测量参数和测量点增加了，测量元件没有太大变化，图中增加了微机系统 M ，并且所有的测量参数均引入 M ，实现多功能、多变量的集中控制，集中显示。这里我们不再详细讲述这些图样，读者可用上述方法进行分析。控制测量仪表见表5-11。

3. 锅炉微机控制系统导管电缆连接图，见图5-53，读者可与图5-30进行比较。由图可以看出，所有测量信号引入仪表柜后将全部再引入微机控制系统，以便集中控制和监视。

4. 锅炉微机控制系统单元接线图 单元接线图基本相同，且较简单，这里列出几个典型的例子供参考。

(1) 带显示仪表的温度测量及控制单元接线见图5-54。由图可知，这里采用的是带热电偶一体化的温度变送器，温度信号经配电器后，一是作为显示仪表的信号，二是引入微机控制系统。

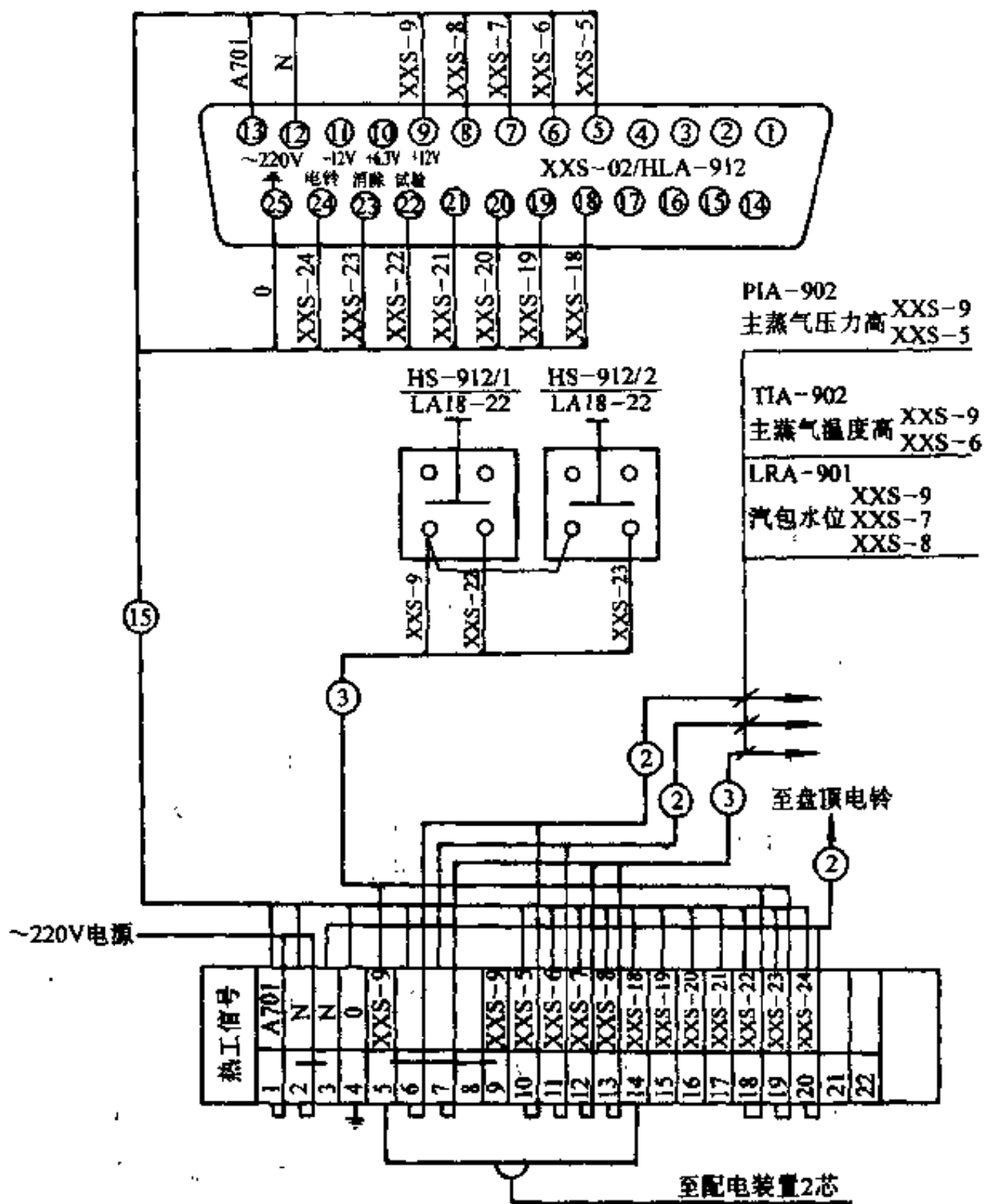


图 5-45 锅炉热工信号接线图

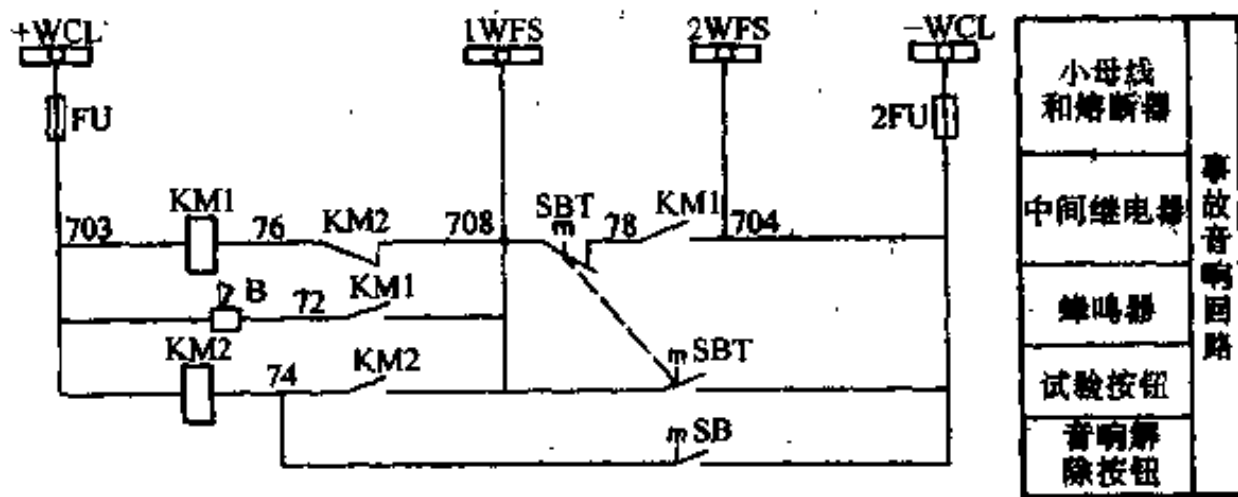


图 5-46 锅炉事故信号回路

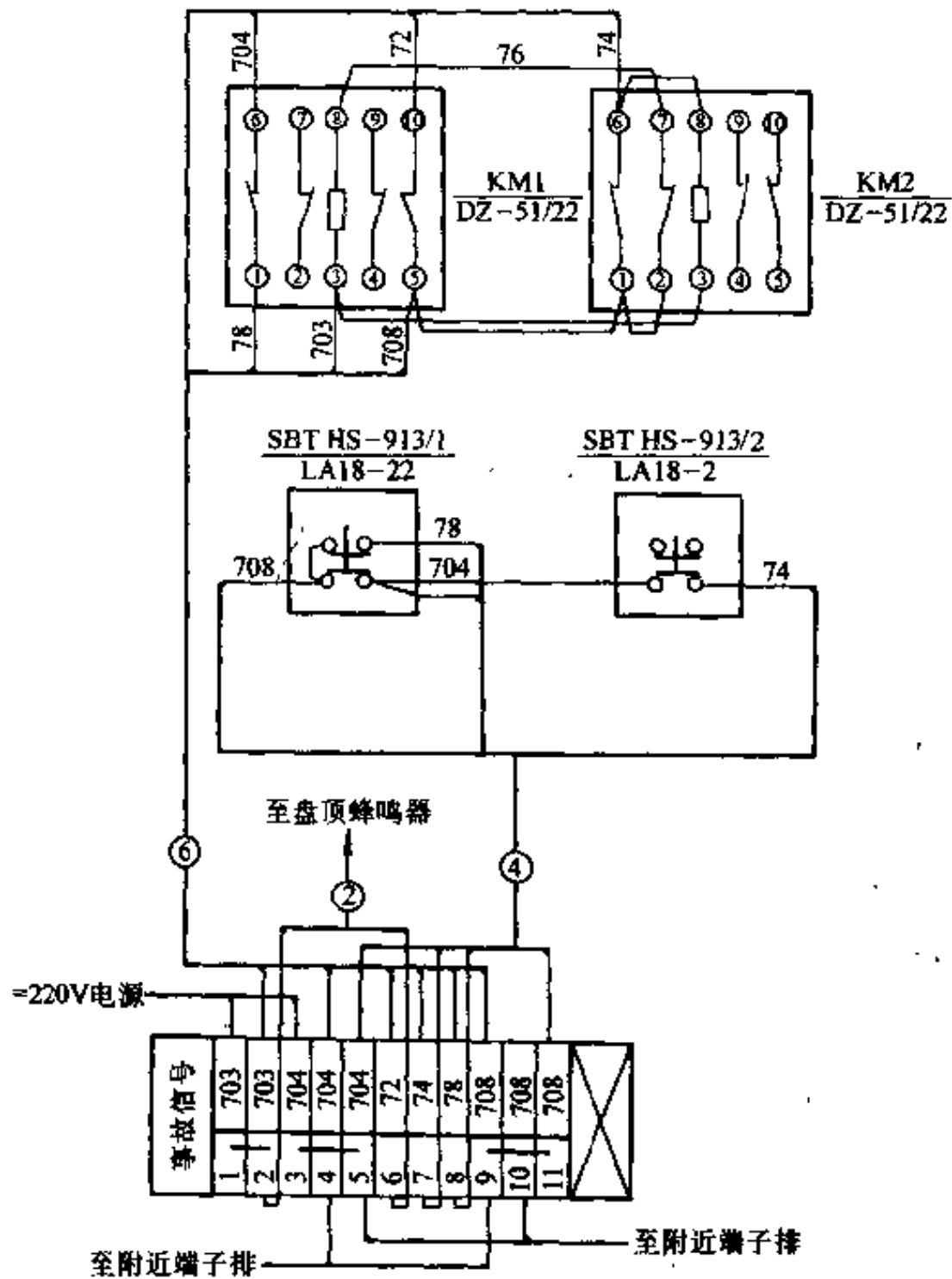


图 5-47 锅炉事故信号回路接线图

(2) 无显示仪表的给水流量测量及控制单元接线见图 5-55。给水流量是由 $\sqrt{\Delta P}$ 流量变送器测量，流量信号经配电器后引入微机控制系统。其他信号的测量与图 5-53 基本相同。

(3) ZKZN 电动调节阀微机控制单元接线见图 5-56。微机控制系统接收的有关给水流量的信号经运算后输出控制信号，这个信号给电动操作器、伺服放大器，使电动调节阀的开度变化而改变了给水的流量。我们在前述的仪表控制中，是由三冲量自动调节系统完成的，见图 5-32~图 5-34。

(4) DKJ 电动执行机构微机控制单元接线见图 5-57，可与前述图 5-39 和图 5-40 进行比较，请读者自行分析。

(5) 炉排转速调速微机控制单元接线见图 5-58，可与前述图 5-41 进行比较，请读者自行分析。

5. 除了上述图样外，锅炉微机控制系统还有很多图样，这些图样与前述自动化仪表控制系统是对应的，这里不再一一例举。关于微机控制本身的技术涉及到微机的构造原理、程序编制等内容已超过了本书的范围，限于篇幅的关系，不再讲述，读者可参阅有关专著。

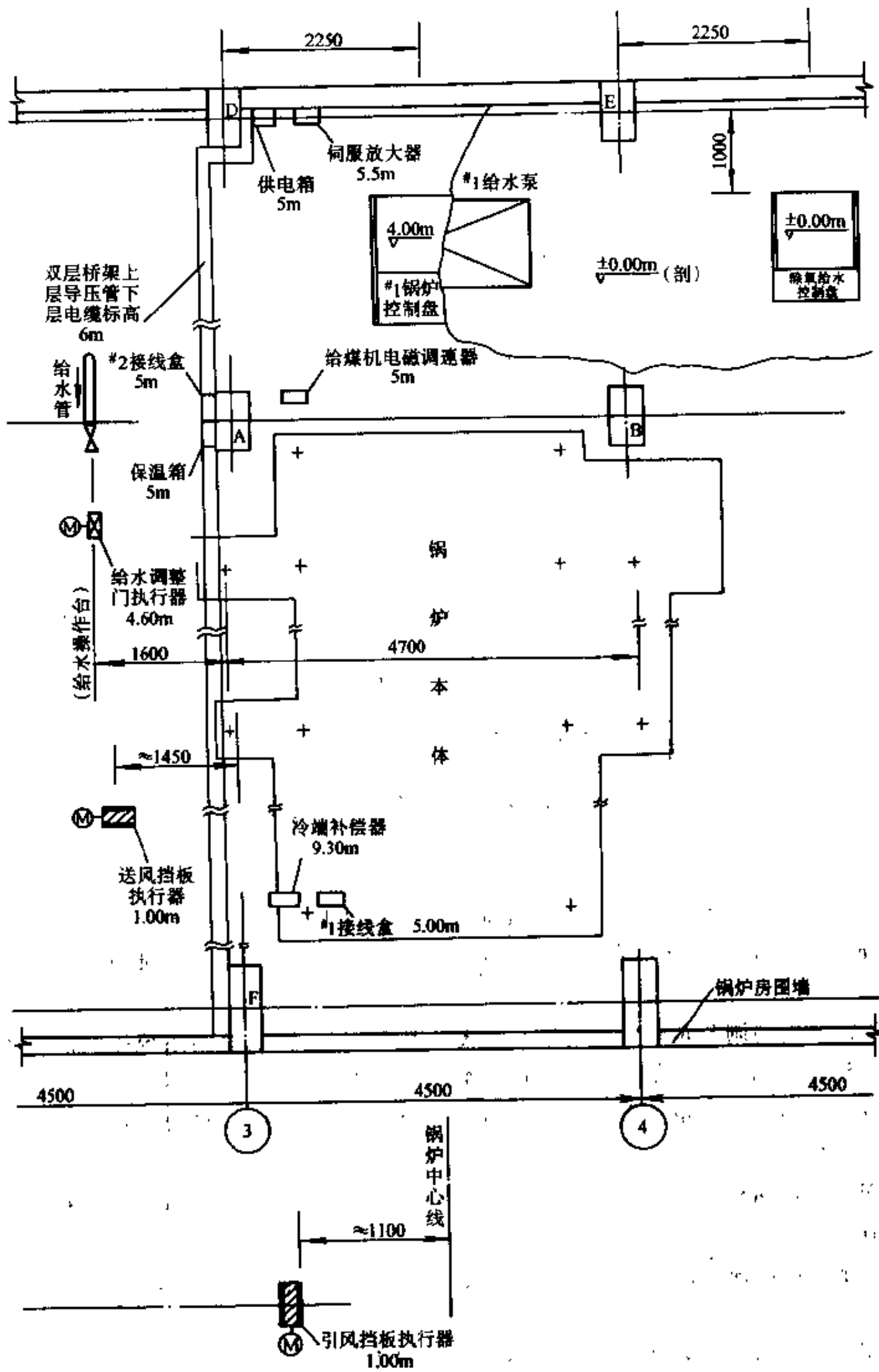


图 5-48 锅炉房热工仪表及电缆主通道布置图 (局部)

表 5-10 锅炉房热工仪表电缆清单 (局部)

序号	安装单位名称	电缆编号	电缆型号及截面	备用芯数	电缆去向		长度/m				
					起点	终点	14×1.5	10×1.5	4×1.5	5×1.5	7×1.5
锅炉房热控 部分控制电缆											
1	主蒸汽温度	DLD-01	5×1.5	1	冷端补偿器	锅炉控制盘右侧				25	
2	给水、烟气、风温	D1JX-01	7×1.5	1	*1 接线盒	锅炉控制盘右侧					20
3	给水、蒸汽、流量、汽包水位	D2JX-01	14×1.5	2	*2 接线盒	锅炉控制盘右侧		10			
4	给水、蒸汽、流量、汽包水位	DBW-01	5×1.5	1	保温箱	供电箱				2	
5	汽包水位调节	DZ-01	7×1.5	1	执行机构	锅炉控制盘右侧					15
6	送风远方操作	DZ-03	7×1.5	1	执行机构	锅炉控制盘右侧					30
7	引风远方操作	DZ-03	7×1.5	1	执行机构	锅炉控制盘右侧					50
8	盘间电缆	DP-01	4×1.5	2	供电箱	锅炉控制盘右侧			10		
9	盘间电缆	DP-02	10×1.5	1	伺服放大器	锅炉控制盘右侧		5			
10	除氧水箱水温	D3JX-01	7×1.5	1	*3 接线盒	除氧给水控制盘右侧					15
11	除氧水箱水位	D4JX-01	5×1.5	1	*4 接线盒	除氧给水控制盘右侧				15	
12	盘间电缆	DP-03	7×1.5	2	给煤机电磁离合器	锅炉控制盘右侧					15

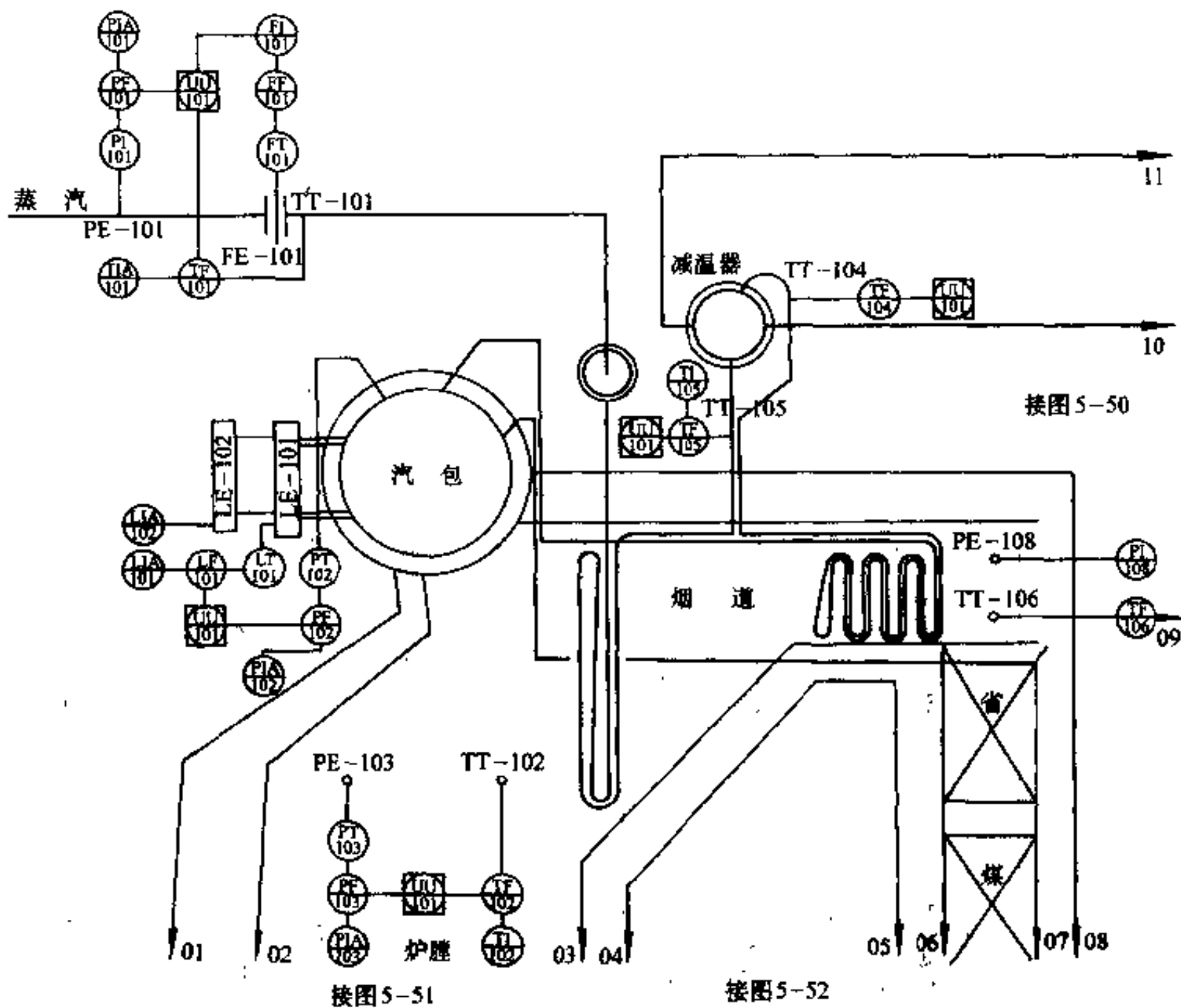


图 5-49 锅炉微机控制系统流程图汽包部分

注：图 5-49~图 5-52 箭线所标数字序号是一致的。

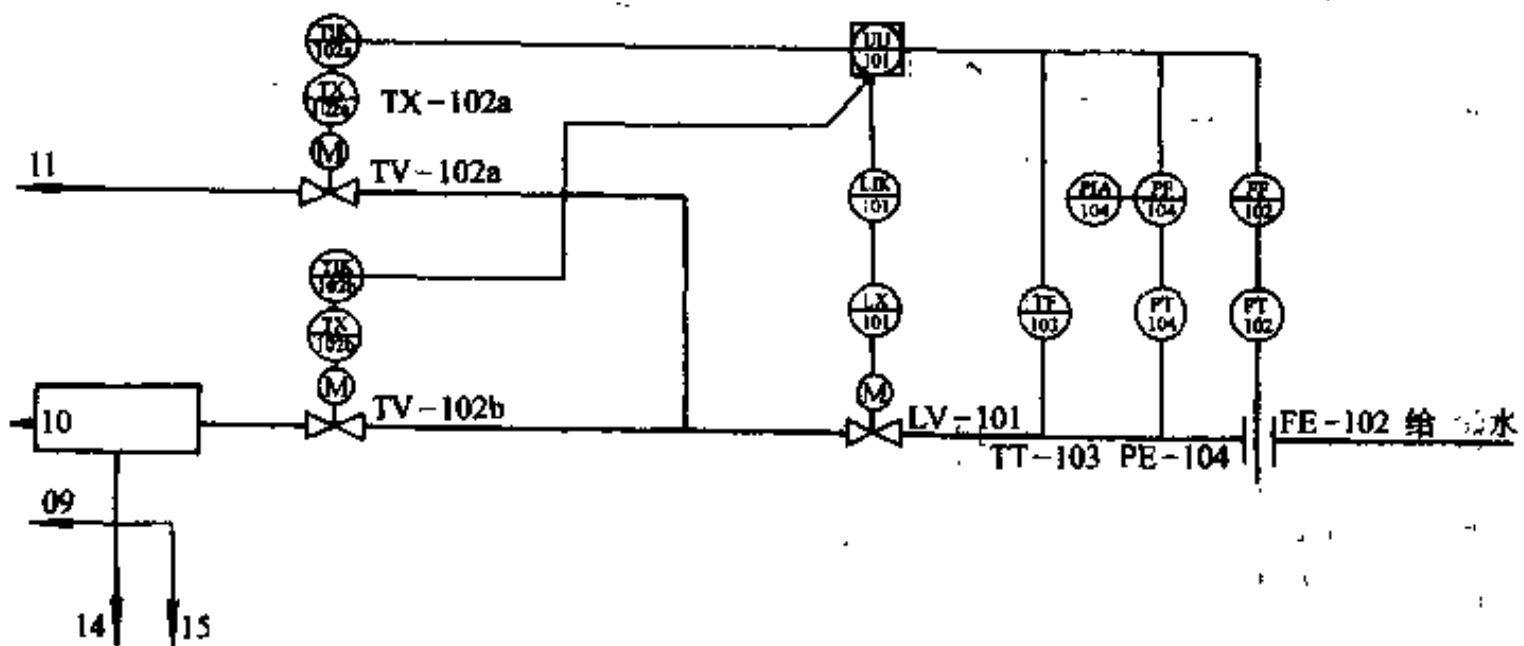


图 5-50 锅炉微机控制系统流程图给水部分

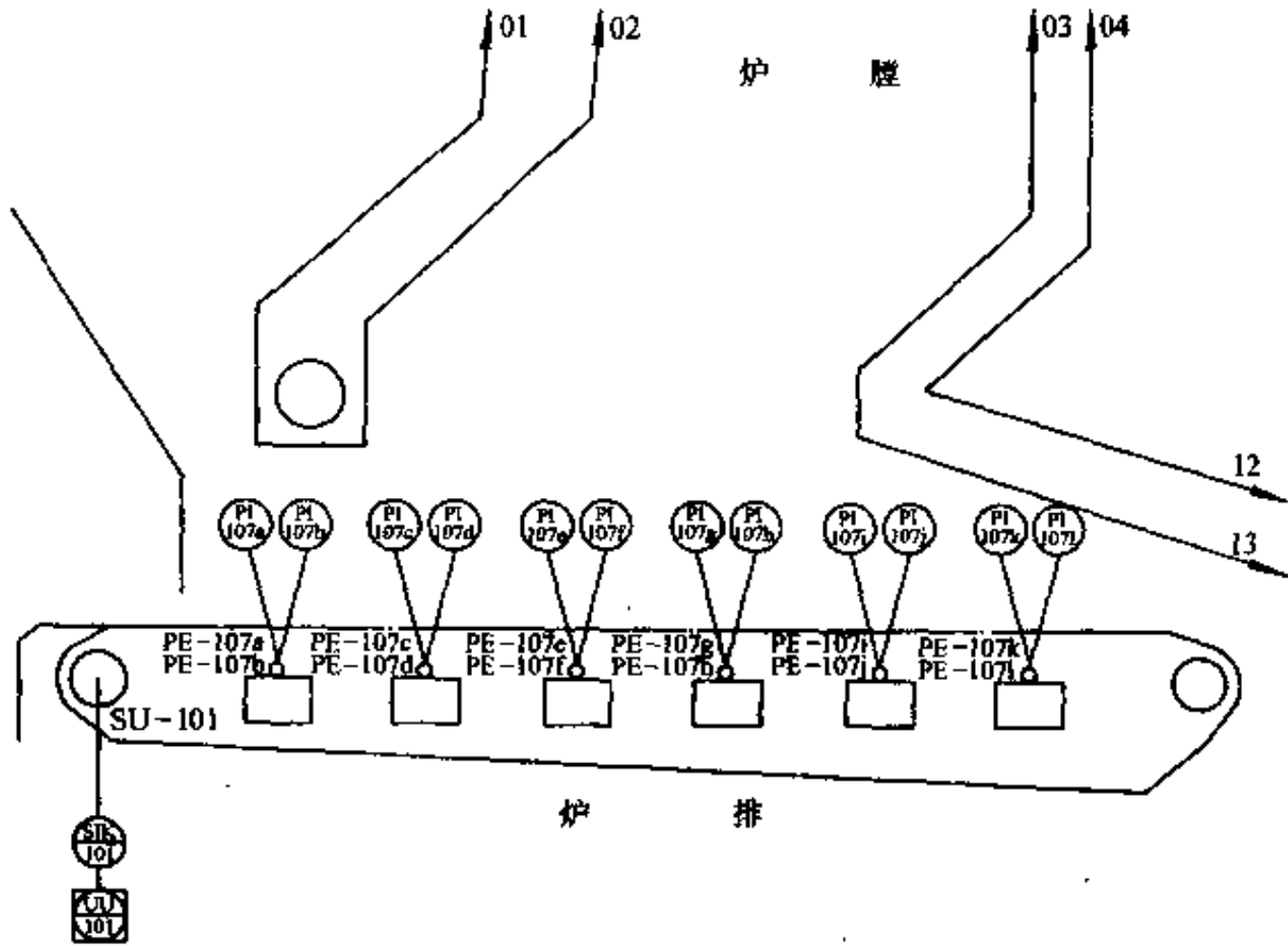


图 5-51 锅炉微机控制系统流程图炉膛炉排部分

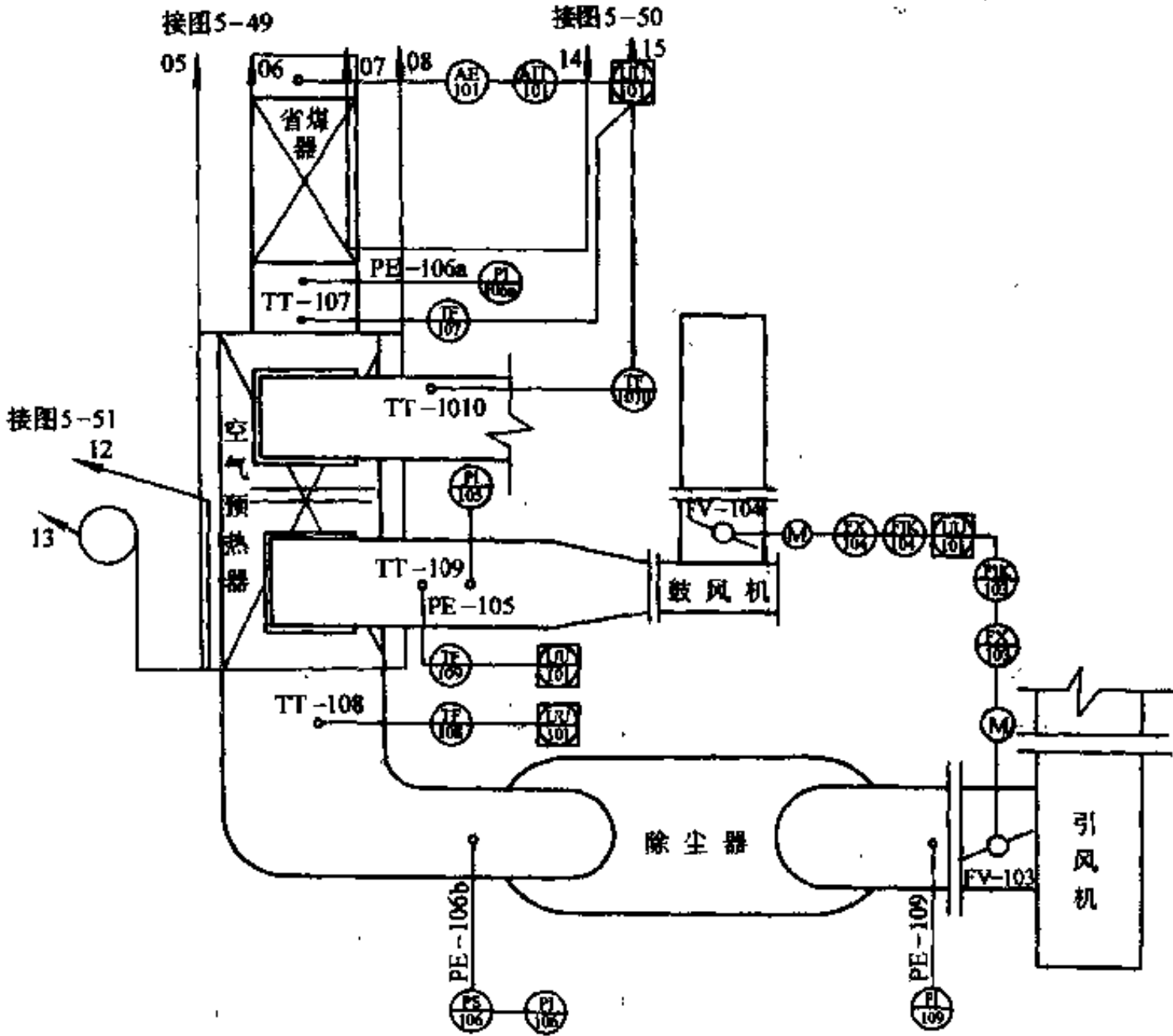


图 5-52 锅炉微机控制系统流程图引风鼓风部分

表 5-11 控制测量仪表一览表

图位号	测量参数	测量介质	介质特性	安装地点	仪表名称及规格	仪表型号	数量	
							单位	总计
UU-101~201				锅炉控制部分				
PT-101~201	压力	过热蒸汽	3.82MPa	锅炉控制室	锅炉微机控制系统	BGK-III	套	2
PIA-101~201	压力	过热蒸汽	3.82MPa	变送器支架	压力变送器	SBYC-1800	台	2
PF-101~201	压力	过热蒸汽	3.82MPa	锅炉仪表盘	数字显示仪	XMT-125G	台	2
PT-102~202	压力	蒸汽	3.82MPa	锅炉仪表盘	配电器	DFP-2100	台	2
PIA-102~202	压力	蒸汽	3.82MPa	变送器支架	压力变送器	SBYC-1800	台	2
PF-102~202	压力	蒸汽	3.82MPa	锅炉仪表盘	数字显示仪	XMT-125G	台	2
PT-103~203	负压	烟气	-20Pa	锅炉仪表盘	配电器	DFP-2100	台	2
PIA-103~203	负压	烟气	-20Pa	变送器支架	差压变送器	SBCC-1100	台	2
PF-103~203				锅炉仪表盘	动圈指示仪	XFT-125	台	2
PT-104~204	压力	软水	4.7MPa	变送器支架	压力变送器	DFP-2100	台	2
PIA-104~204	压力	软水	4.7MPa	锅炉仪表盘	数字显示仪	SBYC-1800	台	2
PF-104~204				锅炉仪表盘	配电器	XMT-125G	台	2
PE-105~205	风压	空气	2.57kPa	送风机出口风管		DFP-2100	台	2
PI-105~205	风压	空气	2.57kPa	锅炉仪表盘	膜盒压力表	YEJ-101	台	2
PE-108~208	负压	烟气	-250Pa	省煤器进口烟道				
PE-106a~206a	负压	烟气	-850Pa	省煤器出口烟道				
PE-106b~106b	负压	烟气	-1250Pa	除尘器进口烟道				
PE-109~109	负压	烟气	-2250Pa	除尘器出口烟道				
PI-108~208	负压	烟气	-250Pa	锅炉仪表盘	膜盒压力表	YEJ-101	台	2
PI-109~209	负压	烟气	-2250Pa	锅炉仪表盘	膜盒压力表	YEJ-101	台	2
PS-106~206				锅炉仪表盘	六通阀	QF-06	个	2

(续)

图位号	测量参数	测量介质	介质特性	安装地点	仪表名称及规格	仪表型号	数量	
							单位	单计总计
PI-106~206	负压	烟气	-850~1250Pa	锅炉仪表盘	膜盒压力表 -1600~0Pa	YEJ-101	台 1	2
PI-107a~1071	风压	热空气	1000Pa	1号锅炉各送风室就地	膜盒压力表 0~1600Pa	YE-150	台 12	12
PI-207a~2071	风压	热空气	1000Pa	2号锅炉各送风室就地	膜盒压力表 0~1600Pa	YE-150	台 12	12
TT-101~201	温度	过热蒸汽	450℃	锅炉出汽管	一体化温度变送器 SBWR-2160/2303 L=350 I=200 φ16.0~600℃	SBWR-2160	支 1	2
TIA-101~201	温度	过热蒸汽	450℃	锅炉仪表盘	数字显示仪 4~20mA DC 0~600℃	XMT-125G	台 1	2
TF-101~201				锅炉仪表盘	配电器	DFP-2100	台 1	2
TT-102~202	温度	炉膛烟气	970℃	锅炉侧壁测孔	一体化温度变送器 SBWR-2560/131 L=1150 φ25.0~1200℃	SBWR-2560	支 1	2
TI-102~202	温度	炉膛烟气	970℃	锅炉仪表盘	数字显示仪 4~20mA DC 0~1200℃	XMZ-105G	台 1	2
TF-102~202				锅炉仪表盘	配电器	DFP-2100	台 1	2
TT-103~203	温度	软水	104℃	锅炉给水管 D89×4.5	一体化温度变送器 SBWZ-2460/230 L=300 I=150 φ16.0~400℃	SBWZ-2460	支 1	2
TF-103~203				锅炉仪表盘	配电器	DFP-2100	台 1	2
TT-104~204	温度	过热蒸汽	360℃	减温器进汽管	一体化温度变送器 SBWZ-2460/230 L=300 I=150 φ16.0~400℃	SBWZ-2460	支 1	2
TF-104~204				锅炉仪表盘	配电器	DFP-2100	台 1	2
TT-105~205	温度	过热蒸汽	330℃	减温器出口管	一体化温度变送器 SBWZ-2460/230 L=500 I=350 φ16.0~400℃	SBWZ-2460	支 1	2
TI-105~205	温度	过热蒸汽	330℃	锅炉仪表盘	数字显示仪 4~20mA DC 0~400℃	XMZ-105G	台 1	2
TF-105~205				锅炉仪表盘	配电器	DFP-2100	台 1	2
TT-106~206	温度	烟气	815℃	省煤器前烟道	一体化温度变送器 SBWR-2160/131 L=1150 φ25.0~1200℃	SBWR-2160	支 1	2
TF-106~206					配电器	DFP-2100	台 1	2
TT-107~207	温度	烟气	655℃	空气预热器前烟道	一体化温度变送器 SBWR-2160/131 L=1150 φ25.0~800℃	SBWR-2160	支 1	2

(续)

图位号	测量参数	测量介质	介质特性	安装地点	仪表名称及规格	仪表型号	单位	数量	
								单	总计
TF-107~207					配电器	DFP-2100	台	1	2
TT-108~208	温度	烟气	167℃	除尘器前烟道	一体化温度变送器 SBWZ-2460/330 L=500 φ16 0~400℃	SBWZ-2460	支	1	2
TF-108~208					配电器	DFP-2100	台	1	2
TT-109~209	温度	空气	30℃	空气预热器进风管	一体化温度变送器 SBWZ-2460/330 L=500 φ16 0~200℃	SBWZ-2460	支	1	2
TF-109~209					配电器	DFP-2100	台	1	2
TT-1010~2010	温度	热空气	150℃	空气预热器出口风管	一体化温度变送器 SBWZ-2460/330 L=500 φ16 0~200℃	SBWZ-2460	支	1	2
TF-1010~2010					配电器	DFP-2100	台	1	2
LE-102~202	水位	汽水	±50mm	锅炉汽包侧	电接点液位测量筒	UDZ-01/19	台	1	2
LIA-102~202	水位	汽水	±50mm	锅炉仪表盘	电接点液位计	UDZ-01S/19	台	1	2
AE-101~201	氧含量	烟气	0~10%	锅炉烟道	氧化锆探头	ZO-12B	套	1	2
AIT-101~201	氧含量	烟气	0~10%	锅炉仪表盘	氧量变送器 4~20mA DC 0~10%				
SIK-101~201	转速	炉排电机		锅炉仪表盘	控制器	DTK-2A	台	1	2
LV-101~201	液位	水	35t/h	给水操作台总给水管	角行电动机执行机构 4~20mA DC	DKJ-3100	台	1	2
LX-101~201	液位	水	35t/h	锅炉仪表盘	伺服放大器	ZPE-04J	台	1	2
LJK-101~201	液位	水	35t/h	锅炉仪表盘	电动操作器	DFD-1000A	台	1	2
TV-102a~202a	流量	减温水	2.1t/h	给水操作台减温阀	角行电动机执行机构 4~20mA DC	DKJ-3100	台	1	2
TX-102a~202a	流量	减温水	2.1t/h	锅炉仪表盘	伺服放大器	ZPE-04J	台	1	2
TIK-102a~202a	流量	减温水	2.1t/h	锅炉仪表盘	电动操作器	DFD-1000A	台	1	2
TV-102b~202b	流量	锅炉上水	32.9t/h	给水操作台分配阀	角行电动机执行机构 4~20mA DC	DKJ-3100	台	1	2
TX-102b~202b	流量	锅炉上水	32.9t/h	锅炉仪表盘	伺服放大器	ZPE-04J	台	1	2
TIK-102b~202b	流量	锅炉上水	32.9t/h	锅炉仪表盘	电动操作器	DFD-1000A	台	1	2
FV-103~203	烟量	烟气		引风机入口处	角行电动机执行机构 4~20mA DC	DKJ-3100	台	1	2

(续)

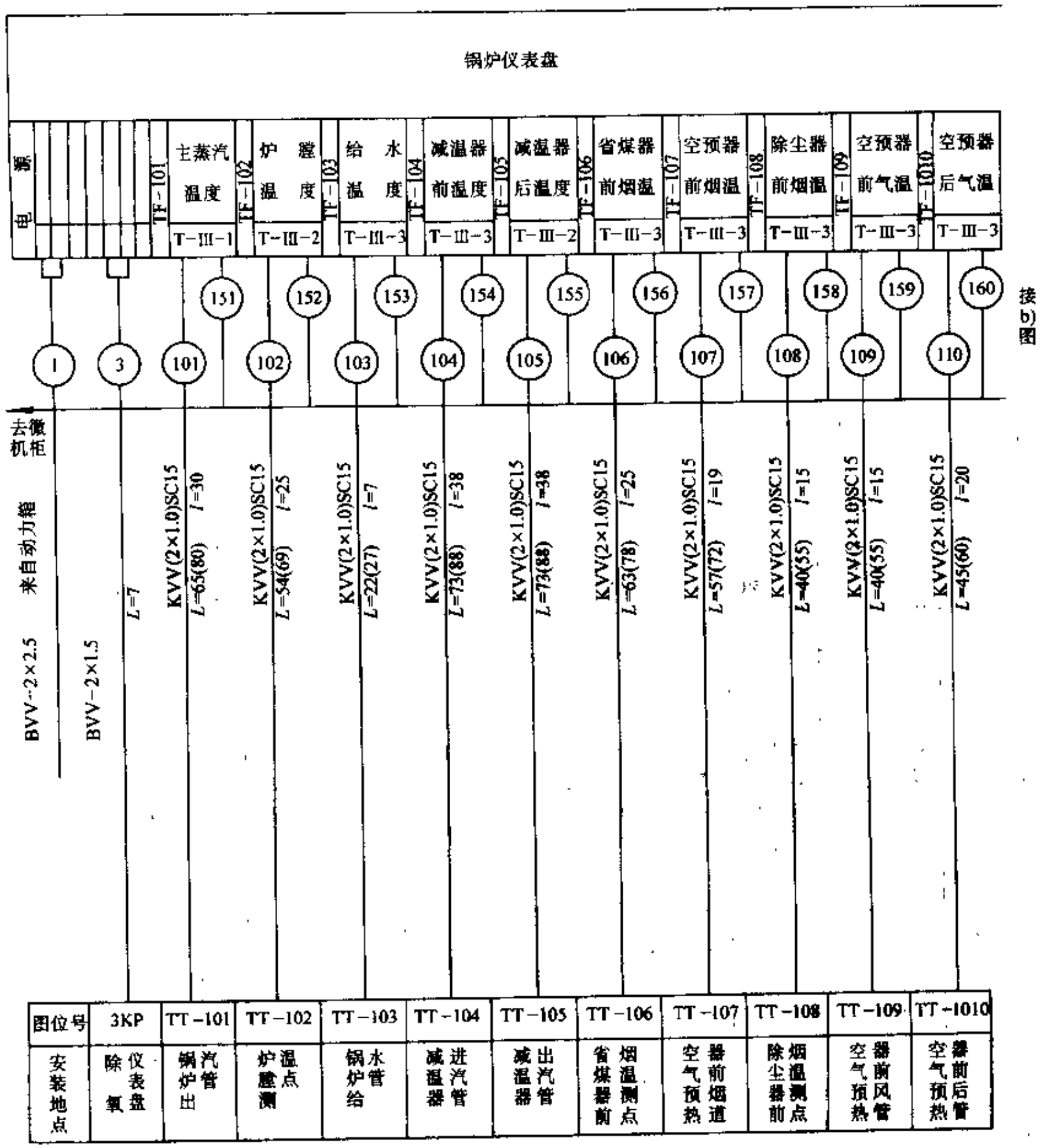
图位号	测量参数	测量介质	介质特性	安装地点	仪表名称及规格	仪表型号	数量	
							单位	单计总计
FX-103~203	烟量	烟气		锅炉仪表盘	伺服放大器	ZPE-04J	台	1 2
FIK-103~203	烟量	烟气		锅炉仪表盘	电动操作器	DFD-1000A	台	1 2
FV-104~204	风量	空气		送风机入口处	角行电动程执行机构 4~20mA DC	DKJ-3100	台	1 2
FX-104~204	风量	空气		锅炉仪表盘	伺服放大器	ZPE-04J	台	1 2
FIK-104~204	风量	空气		锅炉仪表盘	电动操作器	DFD-1000A	台	1 2
UA-101~201	多参数			锅炉仪表盘	闪光信号报警器	XXS-01	台	1 2
UA-102~202	多参数			锅炉仪表盘	闪光信号报警器	XXS-01	台	1 2
FE-101~201	流量	过热蒸汽	35t/h	锅炉出汽管 D159×7	标准孔板 (环室取压)	LGK	套	1 2
					1. 最大流量 40t/h			
					2. 工作流量 35t/h			
					3. 最小流量 15t/h			
					4. 工作压力 3.82MPa			
					5. 管道内径 145mm (D159×7)			
					6. 变送器型号 SBCC-15212/032 (0~60kPa)			
					7. 允许压力损失 <0.05MPa			
					8. 工作温度 450℃			
					9. 安装方式 水平			
FT-101~201	流量	过热蒸汽	35t/h	变送器支架	$\sqrt{\Delta P}$ 流量变送器 4~20mA DC, 0~60kPa	SBCC-15212/032	台	1 2
FI-101~201	流量	过热蒸汽	35t/h	锅炉仪表盘	数字显示仪 4~20mA DC, 0~40t/h	XMZ-105G	台	1 2
FF-101~201				锅炉仪表盘	配电器	DFP-2100	台	1 2
FE-102~202	流量	软水	35t/h	锅炉给水管 D89×4.5	标准孔板 (环室取压)	LGK	套	1 2
					1. 最大流量 40t/h			
					2. 工作流量 35t/h			
					3. 最小流量 15t/h			

(续)

图位号	测量参数	测量介质	介质特性	安装地点	仪表名称及规格	仪表型号	数量	
							单位	单计总计
					4. 工作压力 5.5MPa			
					5. 管道内径 80mm (D89×4.5)			
					6. 变送器型号 SBCC-15212/032 (0~60kPa)			
					7. 允许压力损失 <0.05MPa			
					8. 工作温度 104℃			
					9. 安装方式 水平			
FT-102~202	流量	软水	35t/h	变送器支架	$\sqrt{\Delta P}$ 流量变送器 4~20mA DC, 0~60kPa	SBCC-1521/032	台 1	2
FF-102~202				锅炉仪表盘	配电器	DFP-2100	台 1	2
LE-101~201	水位	汽水	±50mm	锅炉汽包侧	双室平衡容器 ±320mmH ₂ O	FP-64B	台 1	2
LT-101~201	水位	汽水	±50mm	变送器支架	差压变送器 4~20mA DC, 0~6000Pa	SBCC-5400	台 1	2
LIA-101~201	水位	汽水	±50mm	锅炉仪表盘	色带指示仪 4~20mA DC, ±320mm H ₂ O	DXD-1100	台 1	2
LF-101~201				锅炉仪表盘	配电器	DFP-2100	台 1	2
				除氧器部分				
PT-301~302	压力	除氧蒸汽	0.02MPa	就地	压力变送器 4~20mA DC, 0~0.03MPa	SBYC-1500	台 1	2
PIA-301~302	压力	除氧蒸汽	0.02MPa	除氧仪表盘	数字显示仪 4~20mA DC, 0~0.03MPa	XMT-125G	台 1	2
PF-301~302				除氧仪表盘	配电器	DFP-2100	台 1	2
PI-303~305	压力	水	5.5MPa	给水泵后就地	压力表 0~10MPa	YE-100	台 1	3
PT-306	压力	水	5.5MPa	变送器支架	压力变送器 4~20mA DC, 0~10MPa	SBYC-1800	台 1	1
PI-306	压力	水	5.5MPa	除氧仪表盘	数字显示仪 4~20mA DC, 0~10MPa	XMZ-105G	台 1	1
PF-306				除氧仪表盘	配电器	DFP-2100	台 1	1
PT-307	压力	过热蒸汽	3.82MPa	变送器支架	压力变送器 4~20mA DC, 0~10MPa	SBYC-1800	台 1	1
PI-307	压力	过热蒸汽	3.82MPa	除氧仪表盘	数字显示仪 4~20mA DC, 0~10MPa	XMZ-105G	台 1	1

(续)

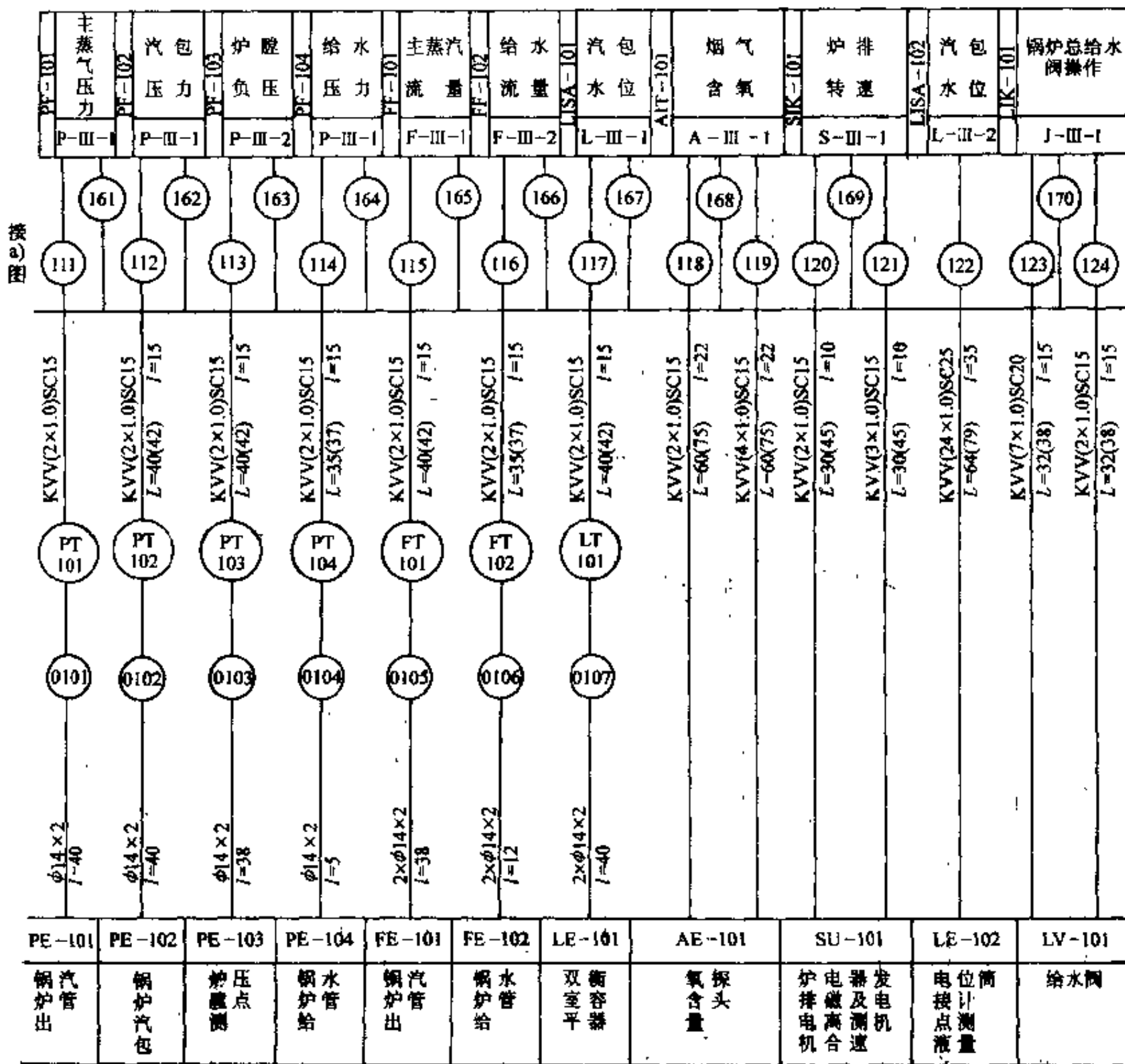
图位号	测量参数	测量介质	介质特性	安装地点	仪表名称及规格	仪表型号	数量	
							单位	单计总计
PF-307				除氧仪表盘	配电器	DFP-2100	台 1	1
TT-301~302	温度	水	104℃	除氧水箱	一体化温度变送器 SBWZ-2460/230 φ16 L=300 t=150 0~400℃	SBWZ-2460	台 1	2
TI-301~302	温度	水	104℃	除氧仪表盘	数字显示仪 4~20mA DC, 0~400℃	XMZ-105G	台 1	2
TF-301~302				除氧仪表盘	配电器	DFP-2100	台 1	2
LE-301~302	液位	水	±100mm	除氧水箱侧	单室平衡容器 ±220mmH ₂ O	FP-64A	台 1	2
LT-301~302	液位	水	±100mm	就地	差压变送器 4~20mA DC, 0~6kPa	SBCC-5400	台 1	2
LJA-301~302	液位	水	±100mm	除氧仪表盘	色带指示仪 4~20mA DC, ±320mmH ₂ O	DXD-1100	台 1	2
LF-301~302				除氧仪表盘	配电器	DFP-2100	台 1	2
LV-301~302	液位	水		除氧器进水管 D108×4	电动调节阀 等百分比 C=25 Dg50 铸钢 输入 4~20mA DC	ZKZN-16K	台 1	2
LX-301~302	液位	水		除氧仪表盘	伺服放大器	ZPE-04J	台 1	2
LJK-301~302	液位			除氧仪表盘	电动操作器	DFD-1000A	台 1	2
PV-301~302	压力	除氧蒸汽		除氧器蒸汽管 D219×6	电动调节阀 等百分比 C=250 Dg125 铸钢 输入 4~20mA DC	ZKZN-16K	台 1	2
PX-301~302	压力	除氧蒸汽		除氧仪表盘	伺服放大器	ZPE-04J	台 1	2
PIK-301~302	压力			除氧仪表盘	电动操作器	DFD-1000A	台 1	2
UA-301	多参数			除氧仪表盘	闪光信号报警器	XXS-01	台 1	1



a)

图 5-53 锅炉微机控制

锅炉仪表盘



b)

系统导管电缆连接图

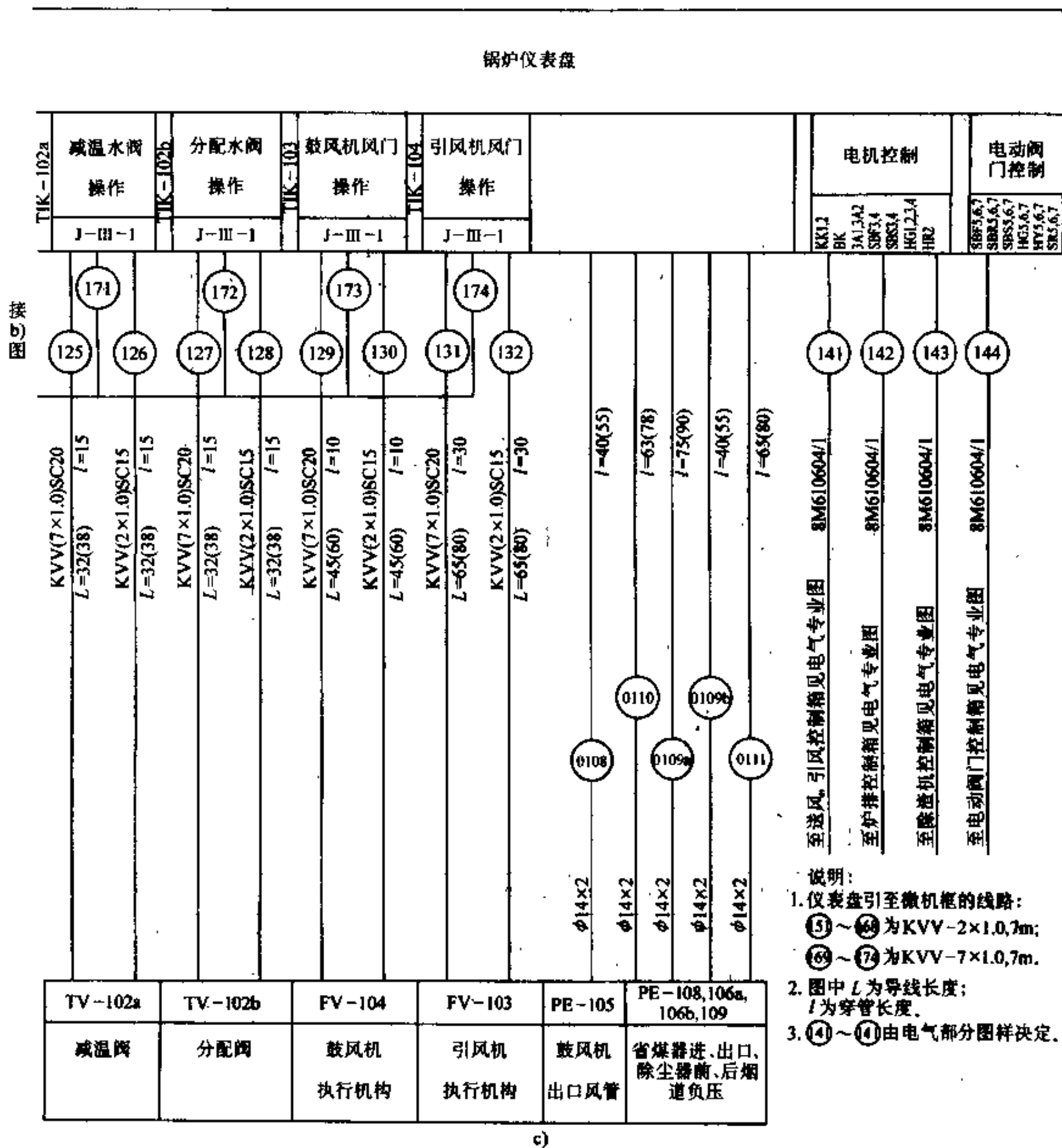


图 5-53 锅炉微机控制系统导管电缆连接图 (续)

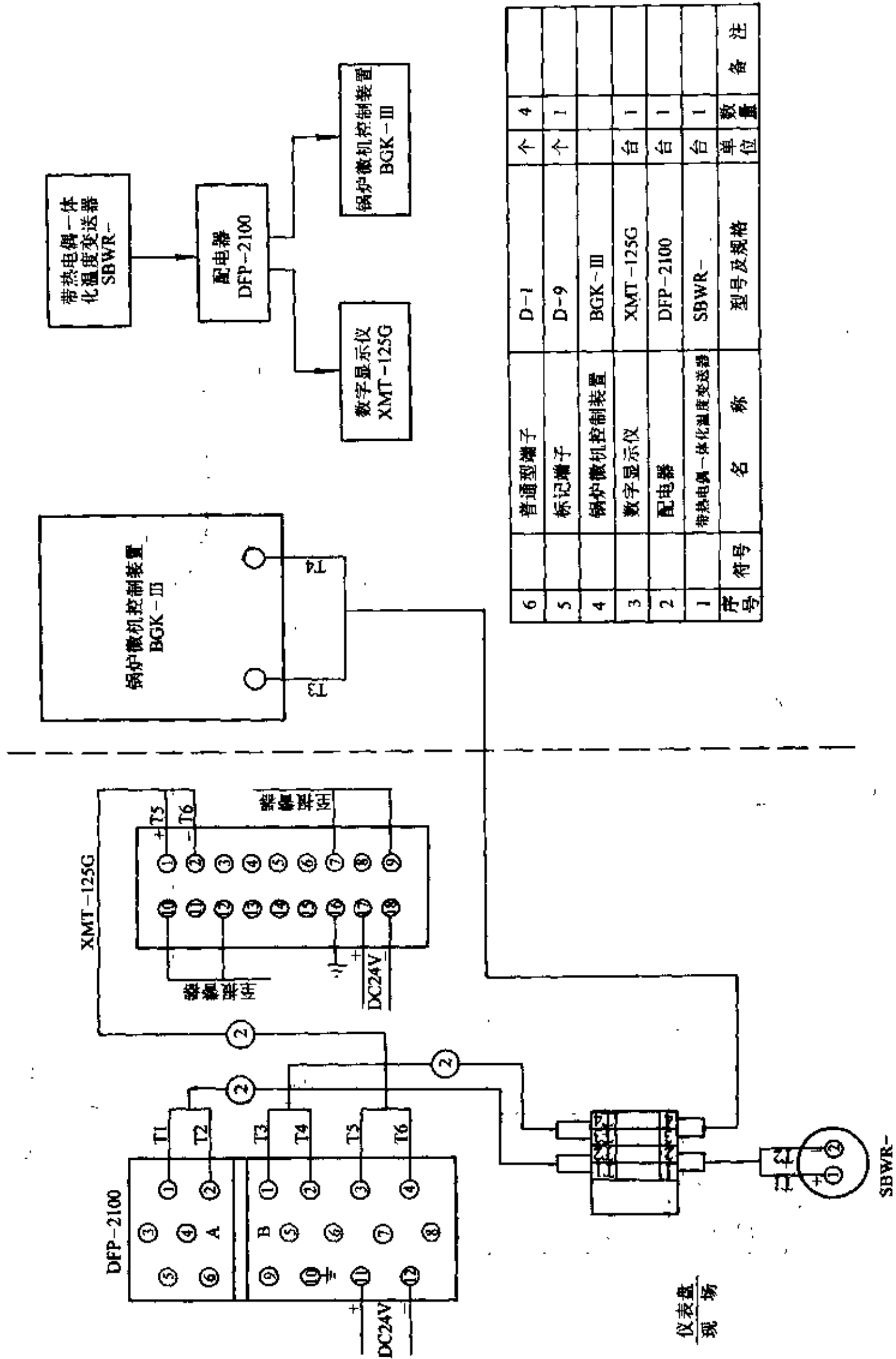


图 5-54 带显示仪表的温度测量及控制单元接线图

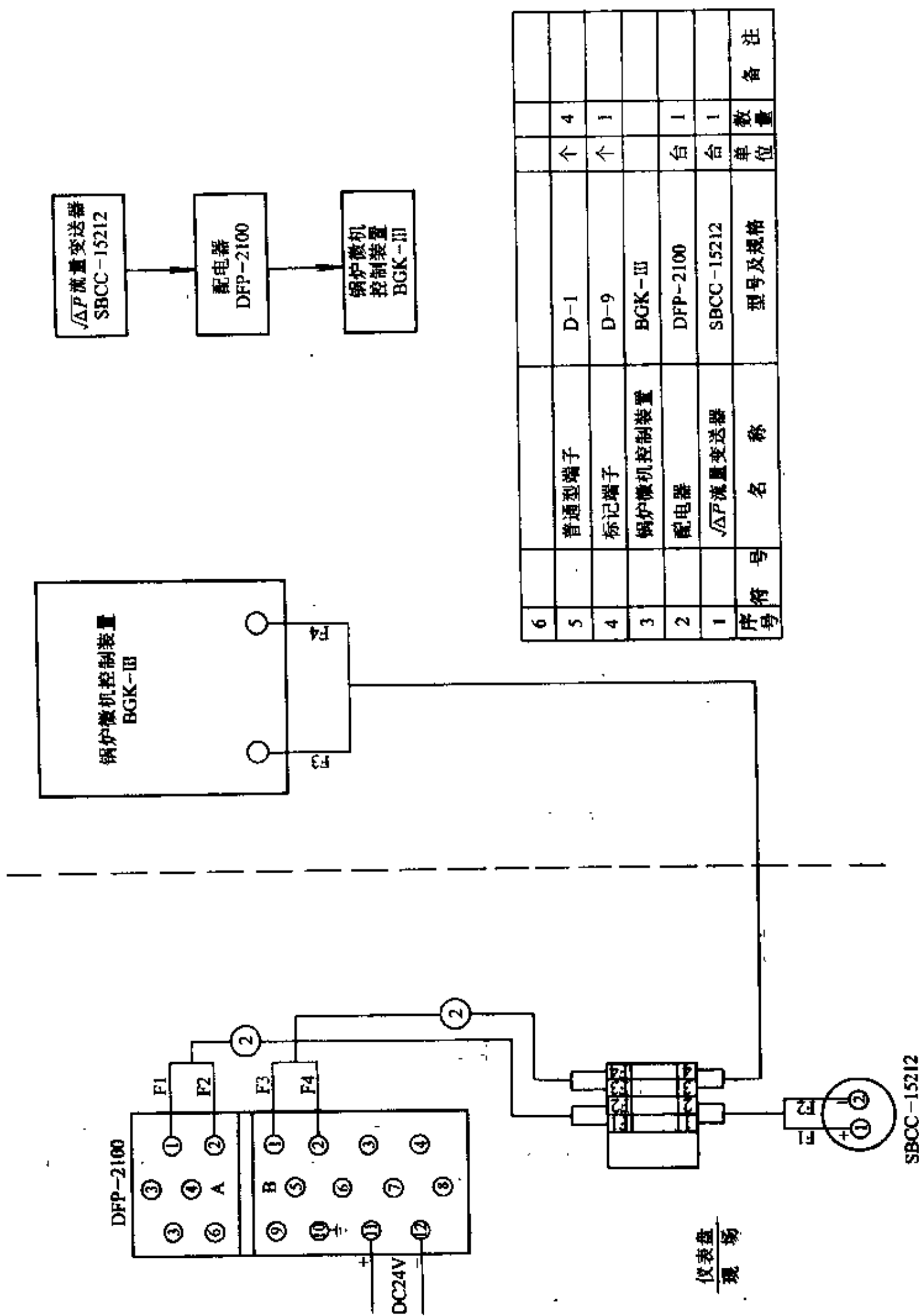
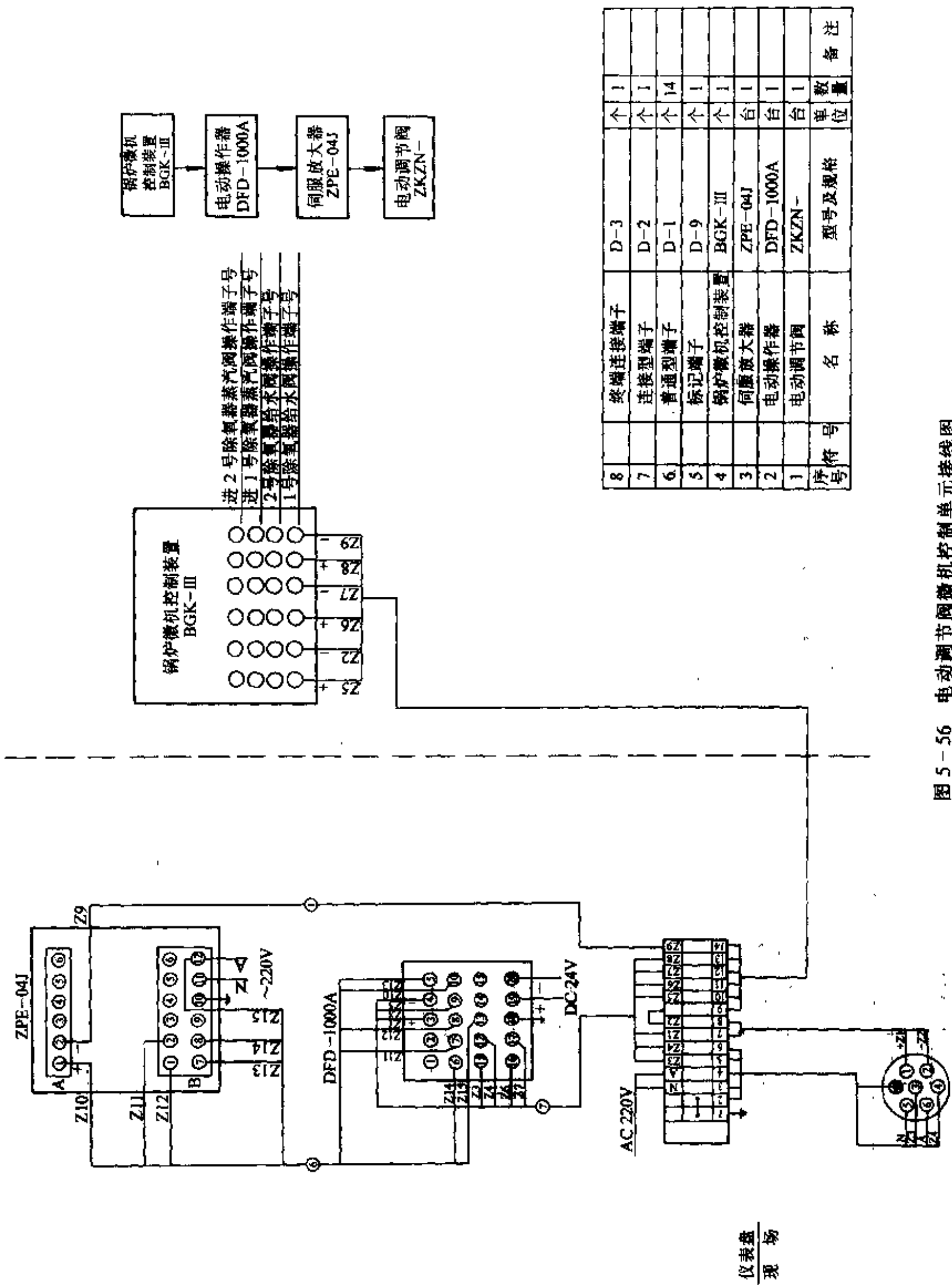


图 5-55 不带显示仪表的给水流量测量及控制单元接线图



序号	符号	名称	型号及规格	单位	数量	备注
8		终端连接端子	D-3	个	1	
7		连接型端子	D-2	个	1	
6		普通型端子	D-1	个	14	
5		标记端子	D-9	个	1	
4		锅炉微机控制装置	BGK-III	个	1	
3		伺服放大器	ZPE-04J	台	1	
2		电动操作器	DFD-1000A	台	1	
1		电动调节阀	ZKZN-	台	1	

图 5-56 电动调节阀微机控制单元接线图

仪表盘
现场

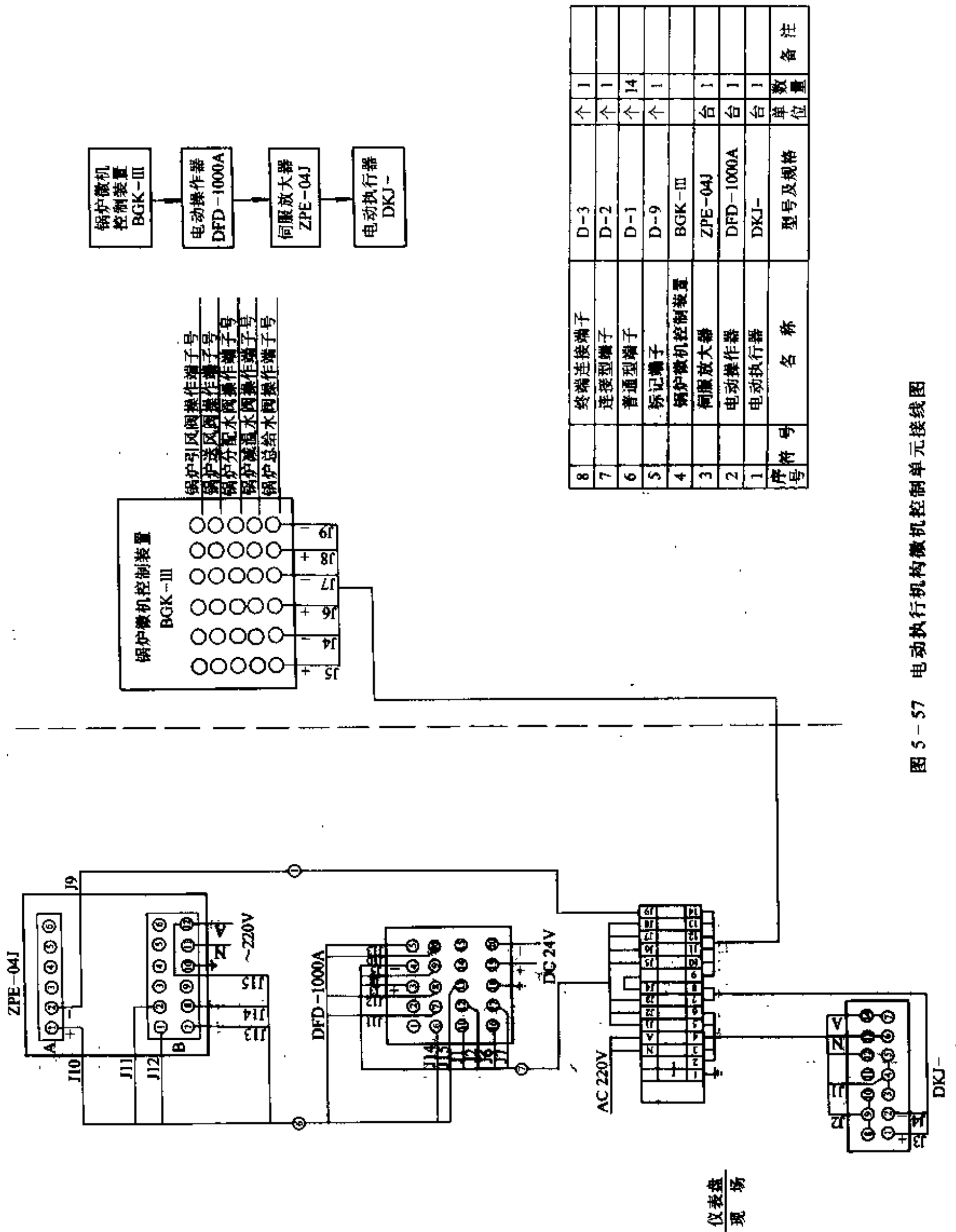


图 5-57 电动执行机构微机控制单元接线图

仪表盘
现场

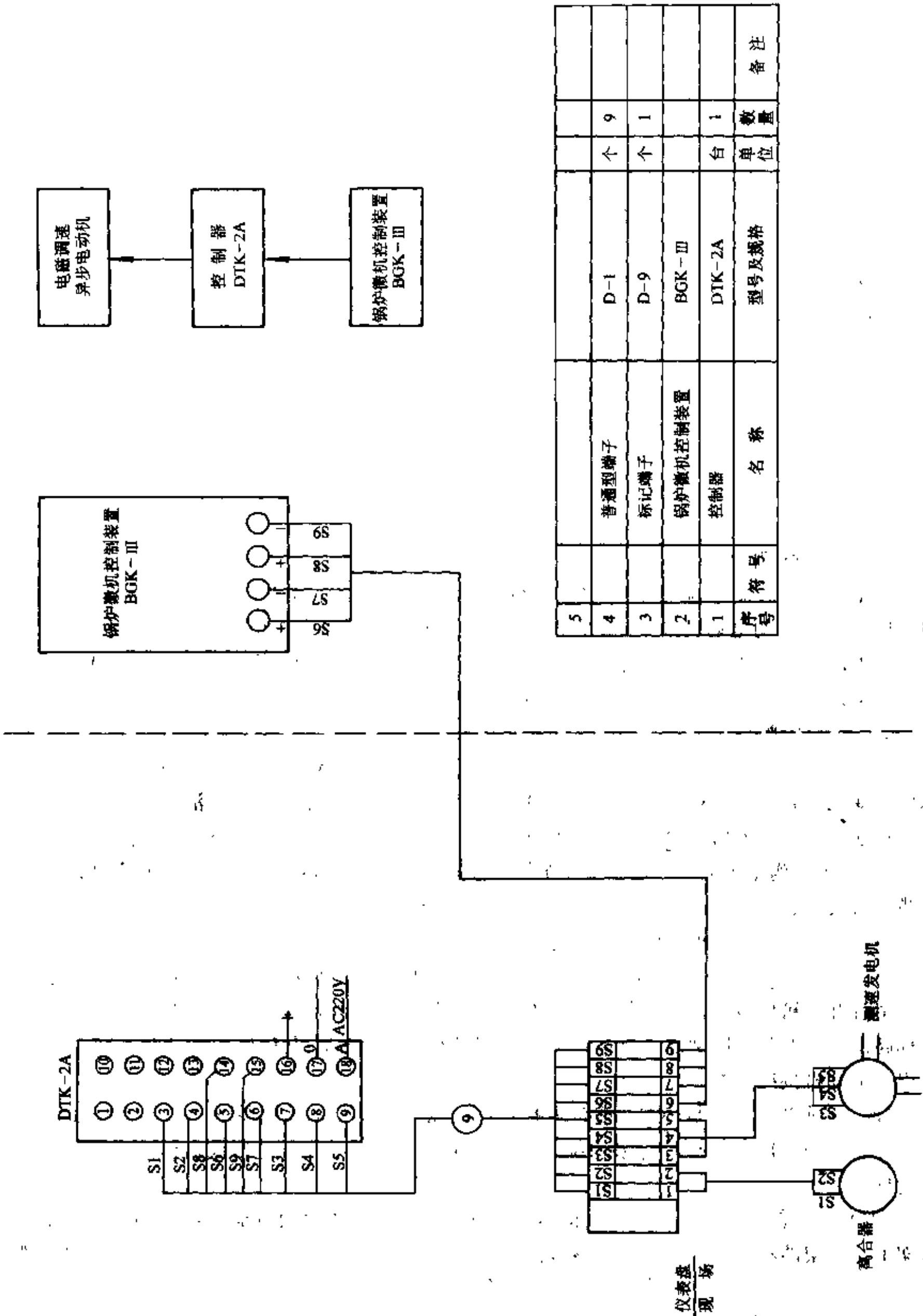


图 5-58 炉排转速调速微机单元接线图

第6章 一般工业车间电气线路的识读

工业车间的电气线路多种多样，根据其生产的功能流程和产品类别不同而复杂程度也不同。但是，工业车间电气线路又有很多相同的地方，工业车间是以动力线路为主的，辅以部分生产照明，有的还有自动化仪表。工业车间电路的敷设以电缆沟为主，并配以电缆桥架；多层结构时则以桥架、封闭插接母线和竖井为主，辅以部分照明管线；容量较大的工业车间均设变配电室和控制室，电动机的容量有时很大，有时采用高压电动机，高压电源由厂区总变电所引来。这里我们以一实例说明工业车间电气线路的识读，需要说明的一点就是前面已详细讲过的系统图、自动化仪表、接线图等限于篇幅的关系不再介绍，只从动力和照明平面布置、电动机间接起动线路的识读进一步分析前面几章没有介绍的一些内容。

第一节 工业车间的动力线路

一、工程概况

该车间单层框架结构，局部三层，设有室外变压器两台，10kV 800kVA，供低压动力照明用；215kW 的电动机采用 10kV 高压电动机，电源由总变电缆引来，并设有配电室、控制室，采用集中和就地控制，所有信号均引入控制室。系统采用柱内主筋为接地引线，接地体室外单设，接地电阻不大于 4Ω ，动力平面布置见图 6-1。

二、线路的敷设

(一) 电源电缆共 8 根由厂区总变电所埋地引来，其中 VV 29 (3×25) 两根为变压器电源引至变压器高压侧，VV 29 (3×16) 两根为高压电动机电源，引入后沿电缆沟送至高压电动机起动柜处，见图中② ③ ⑤ ⑥柜，另外两根为备用，引入到电缆沟里即可。

(二) 电缆沟把配电室、控制室及车间两边路连通，送往各柜、箱的电缆和导线均经过电缆沟敷设。通往 215kW 电动机的负荷电缆也是经电缆沟敷设的，这一段电缆沟是为其单独设置的，沟通了起动柜和电动机的连接。

(三) 通往① ④ ⑦ ⑨ ⑫ ⑭开关箱的电源是穿管 G32 和 G50 由电缆沟引入的。由各开关箱到电动机的负荷管均为 G20 埋地且穿过电缆沟引至电动机接线盒处，出线口标高由设备安装高度确定。由高压电动机起动柜引至 15kW 电动机的负荷管 G20 直接埋地引至电动机接线盒处。

(四) 由⑧ ⑩ ⑪ ⑬ ⑮起动柜引至 115kW 电动机的负荷管 $2\times G100$ 埋地引至电动机接线盒处，115kW 电动机采用绕线电机、定子、转子各一根，出线口标高由设备安装高度确定。

(五) 电气信号、运行参数、反馈信号、仪表导管线缆等直流或弱电电缆均敷设在电缆桥架上，桥架的布置见图 6-2。桥架通往每台大型电动机处，并引至配电室（交流电源部分、电流表及电压表等）和控制室（上述所有信号）。桥架安装分三种标高，主桥 3.5m，引至电动机 2.5m，引入控制室 2.2m。

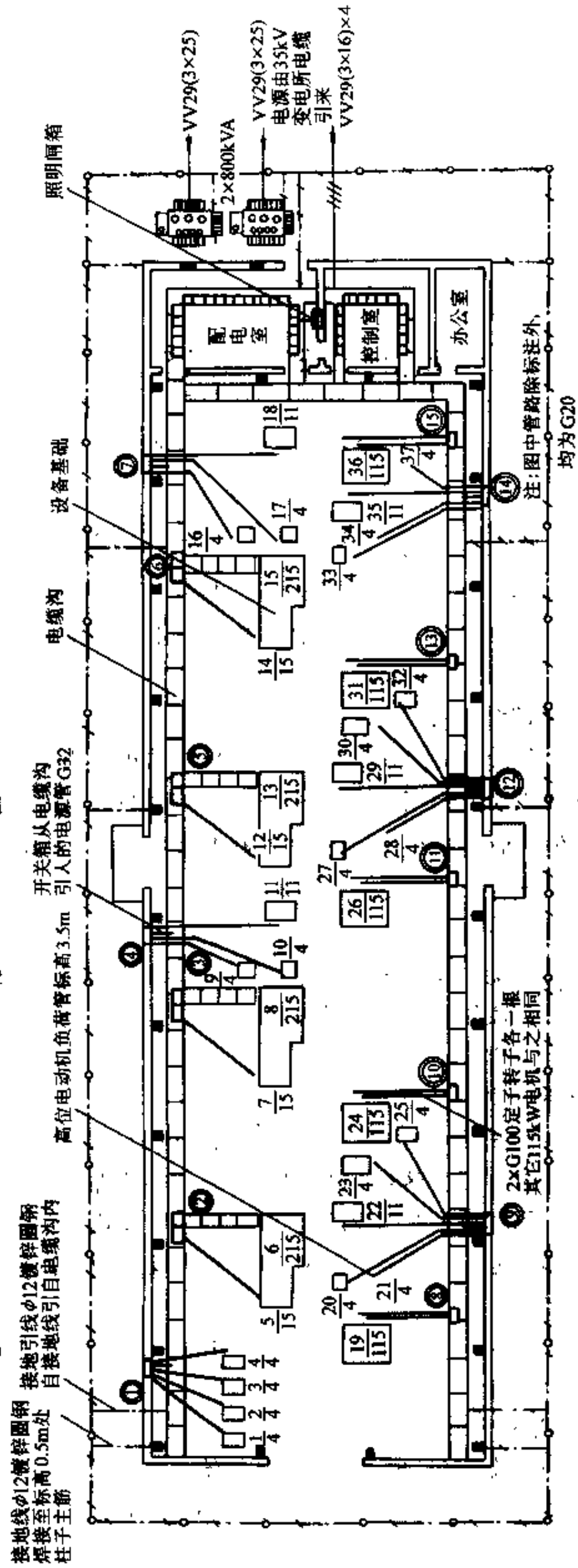


图 6-1 某车间动力平面及设备布置图

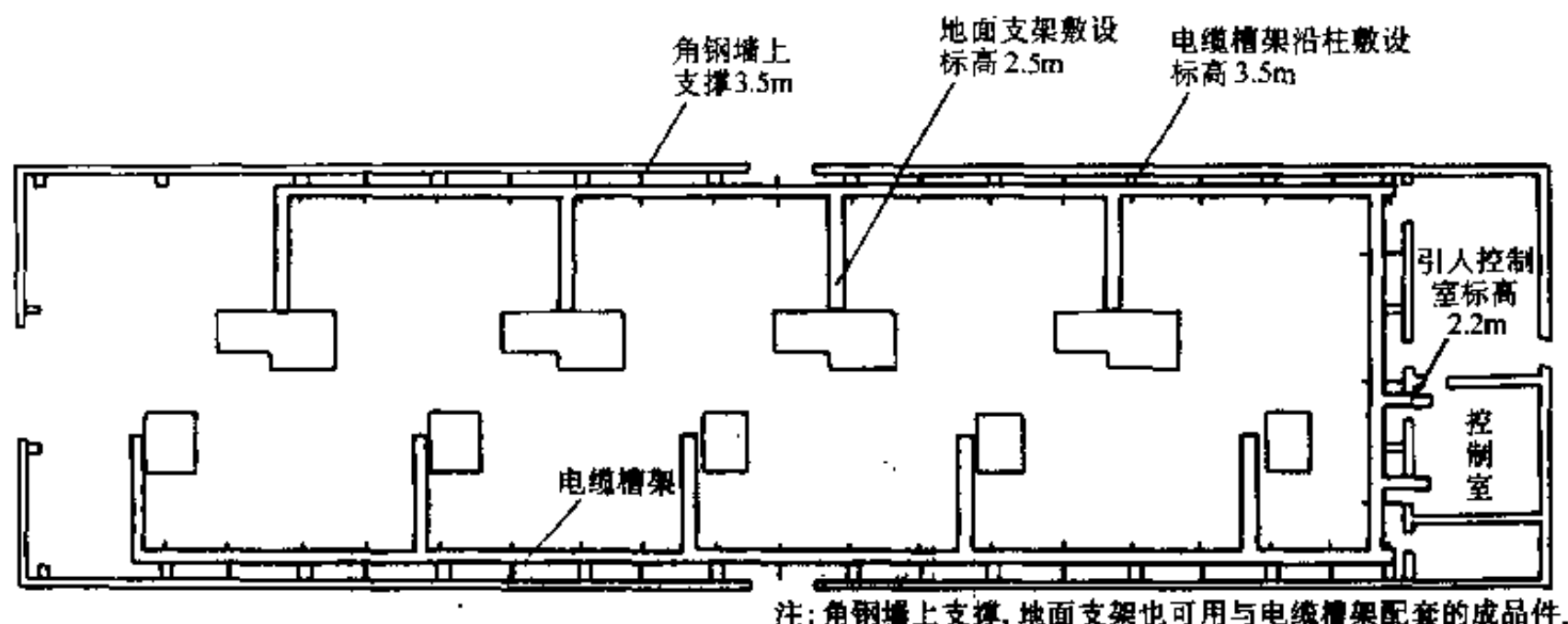


图 6-2 某车间电缆桥架布置图

三、设备的安装

开关箱①④⑦⑨⑫⑭均安装在墙上，明装，下底距地 1.2m。起动柜②③⑤⑥⑧⑩⑪⑬⑮及控制室、配电室的盘柜均安装在电缆沟上端面的槽钢架上，落地式安装。变压器安装在室外基础上，图中未标注标高，因此按一般规定，标高 0.5m，距墙 1.2m，并与低压引入窗口对正。

四、电动机的起动控制线路

本工程电动机的控制分为五类，215kW、10kV 电动机采用断路器直接起动，115kW 绕线转子电动机采用频敏变阻器间接起动，④⑦箱控制的电动机为直接起动循环定时工作，⑨⑫⑭箱控制的电动机其中三台为程序控制直接起动，其他电动机为接触器直接起动。车间设天车，有关天车的内容将后述章节介绍。

(一) 215kW、10kV 电动机直接起动线路的识读

高压电动机有直接起动、串联电抗起动和转子串联频敏变阻器起动，后两种主要是为了减小起动电流，其保护和联锁与直接起动相同。图 6-3 是 215kW、10kV 电动机起动控制原理图，由图可知以下内容。

1. 主回路的设置和功能

(1) 主回路设置隔离开关 QS 和断路器 QF，由 QF 直接起动。

(2) 主回路设置两组电压互感器 1TV 和 2TV，作为线路电压保护继电器及测量仪表电压线圈的电压信号源。同时设置控制变压器 TC，为整流装置 EU 提供电源。

(3) 主回路设置两组电流互感器，其中 1TA 作为线路的过流保护，2TA 作为测量仪表电流线圈的电流信号源。

(4) 主回路设置阻容吸收装置 1~3C 和 1~3R，当停车时，将高压线圈的剩余电荷放掉。

2. 控制回路的功能和控制原理

(1) 控制回路采用直流 220V 电源，由 EU 供给。

(2) 起动时，先闭合主回路的 QS，电压表有指示，同时闭合组合开关 QC，控制回路有电。

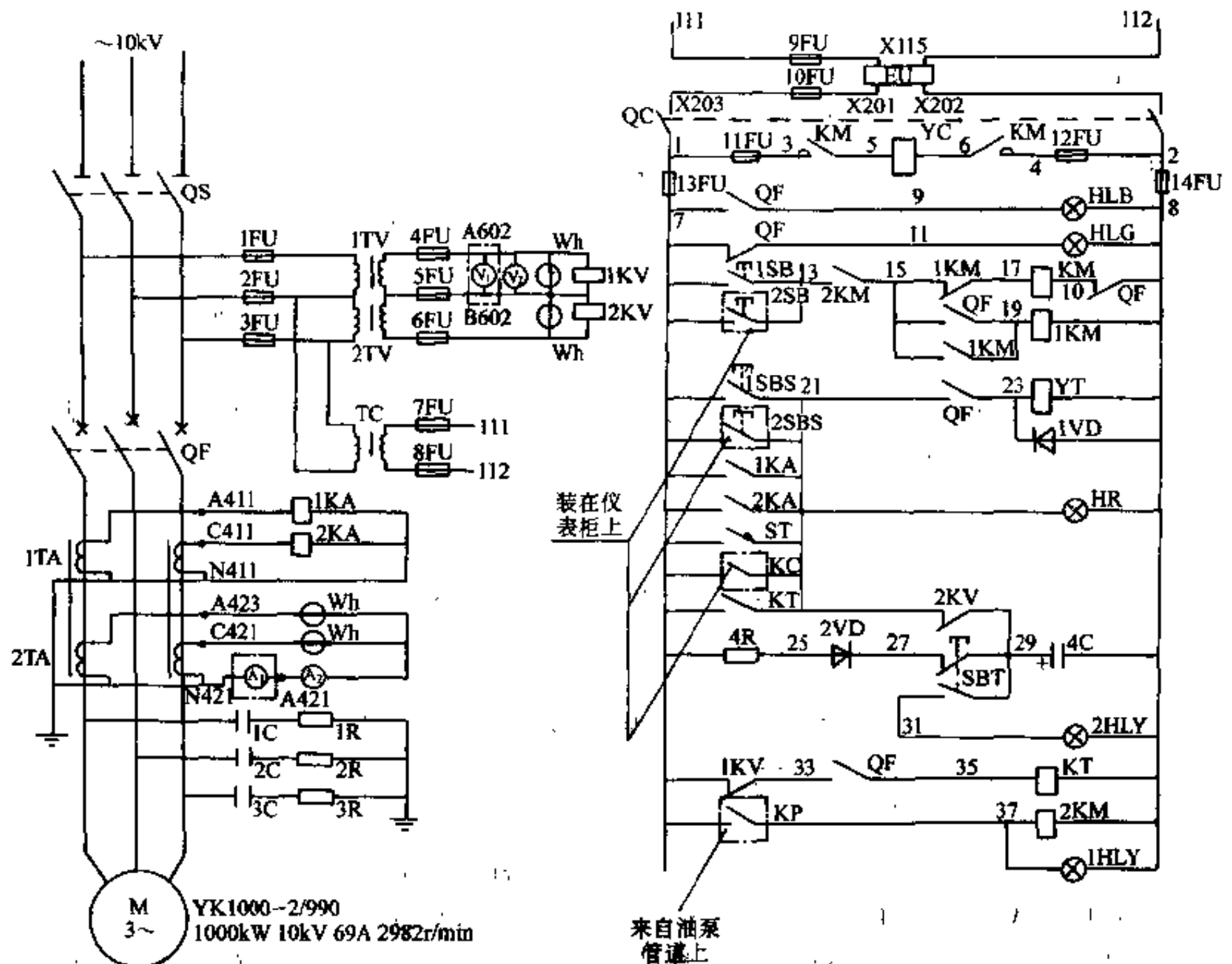


图 6-3 215kW、10kV 交流异步电动机起动控制原理图

(3) 起动油泵，并使系统油压达到额定值，油压继电器 KP 动作，其触点 KP (7-37) 闭合，使中间继电器 2KM 得电吸合。2KM 得电后，其触点 2KM (13-15) 闭合，为起动作准备。油压继电器装设在油泵管道上。

(4) 按动常开按钮 1SB，直流接触器 KM 得电吸合，其主触点 KM (3-5、6-4) 闭合，断路器的合闸线圈 YC (装在断路器上) 得电吸合使断路器合闸，电动机全压起动。

(5) 电动机起动时电压下降，电压继电器 1KV、2KV 欠压释放，其触点 1KV (7-33) 复位闭合，时间继电器 KT 得电，但其动作时间大于起动时间，所以触点 KT (7-21) 不会动作；2KV 触点 (21-29) 复位闭合，把电容器 4C 并联于跳闸线圈 YT 上，因此，起动时虽然电流继电器 1KA、2KA 动作，但电容两端电压不能突变、保持 YT 不动作，因此电动机正常起动。

(6) 电动机起动后，断路器辅助触点 QF (15-19) 闭合，1KM 得电，其常闭点 (15-17) 打开，常开点 (15-19) 闭合使其长期得电自保，使 KM 不能发生跳跃，1KM (15-17) 和 QF 辅助触点 (10-8) 使 KM 脱离电源，只有它们复位后 KM 才能重新得电起动。

(7) 电机起动后，1KV、2KV 正常吸合，其常开触点打开。2KV (21-29) 打开后，电容器 4C 为一通路，4C 充电，4R 和 2VD 是限制充电电流的，按钮 SBT 是 4C 放电按钮，按动 SBT，4C 通过 2HY 放电，并能鉴别 4C 的好坏。

(8) 与跳闸线圈 (装在断路器上) 串接的 7 个并联的常开触点均为跳闸输入信号，其中

1SBS、2SBS 是停车按钮，2SBS 装在仪表柜上；1KA、2KA 是过电流信号触点，电机启动后电流超过 1KA 或 2KA 的整定电流（一般为 1.1~1.25 倍额定电流）便动作，使 YT 得电跳闸；行程开关 ST 是装设在电机轴上测量轴位移的，轴位移超过允许值时 ST 便动作，使 YT 得电跳闸；中间继电器 KC 是来自仪表柜的或门电路，见图 6-4，当电机或设备各部的温度超过允许值时 KC 动作，使 YT 得电跳闸；时间继电器 KT 是测量欠压时间超过允许值时 KT 动作，使 YT 得电跳闸。电机运行时，只要有一个跳闸信号输入，电机便跳闸停车，保护电动机。信号灯 HR 与 YT 并联，是表示跳闸信号的。二极管 1VD 是为 YT 失电后提供放电回路的。

(9) 信号灯 HLB、HLG 是表示电动机运行状态的，1HY 是表示油压信号的。

(10) 高压电动机一般都设置仪表监控柜，与启动柜并列，并将电流表、电压表、启动按钮、停车按钮引至仪表柜内，把仪表柜的控制接点引到控制上。

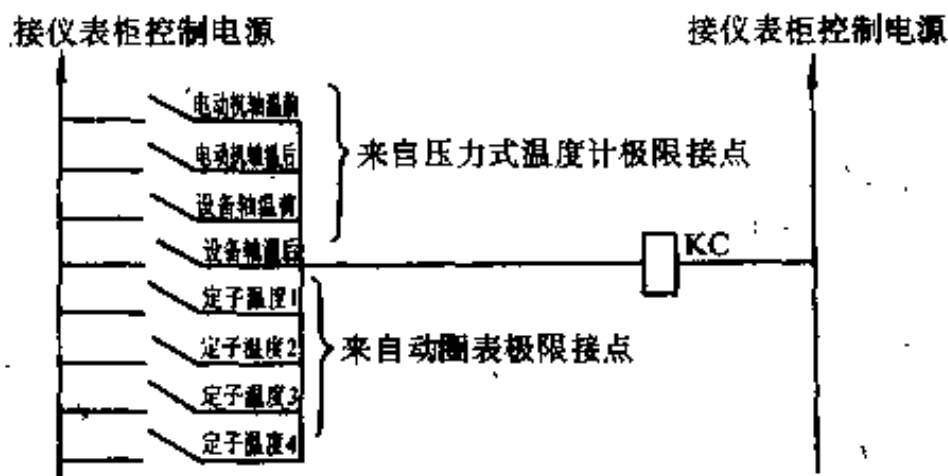


图 6-4 仪表柜上动作信号的或门电路

(二) 115kW 绕线转子电动机频敏变阻器启动线路的识读

绕线转子电动机一般采用转子串联频敏变阻器或串联电阻启动，工作原理基本相同。图 6-5 是 115kW，380V 绕线转子电动机频敏变阻器启动控制原理图，由图可知以下内容。

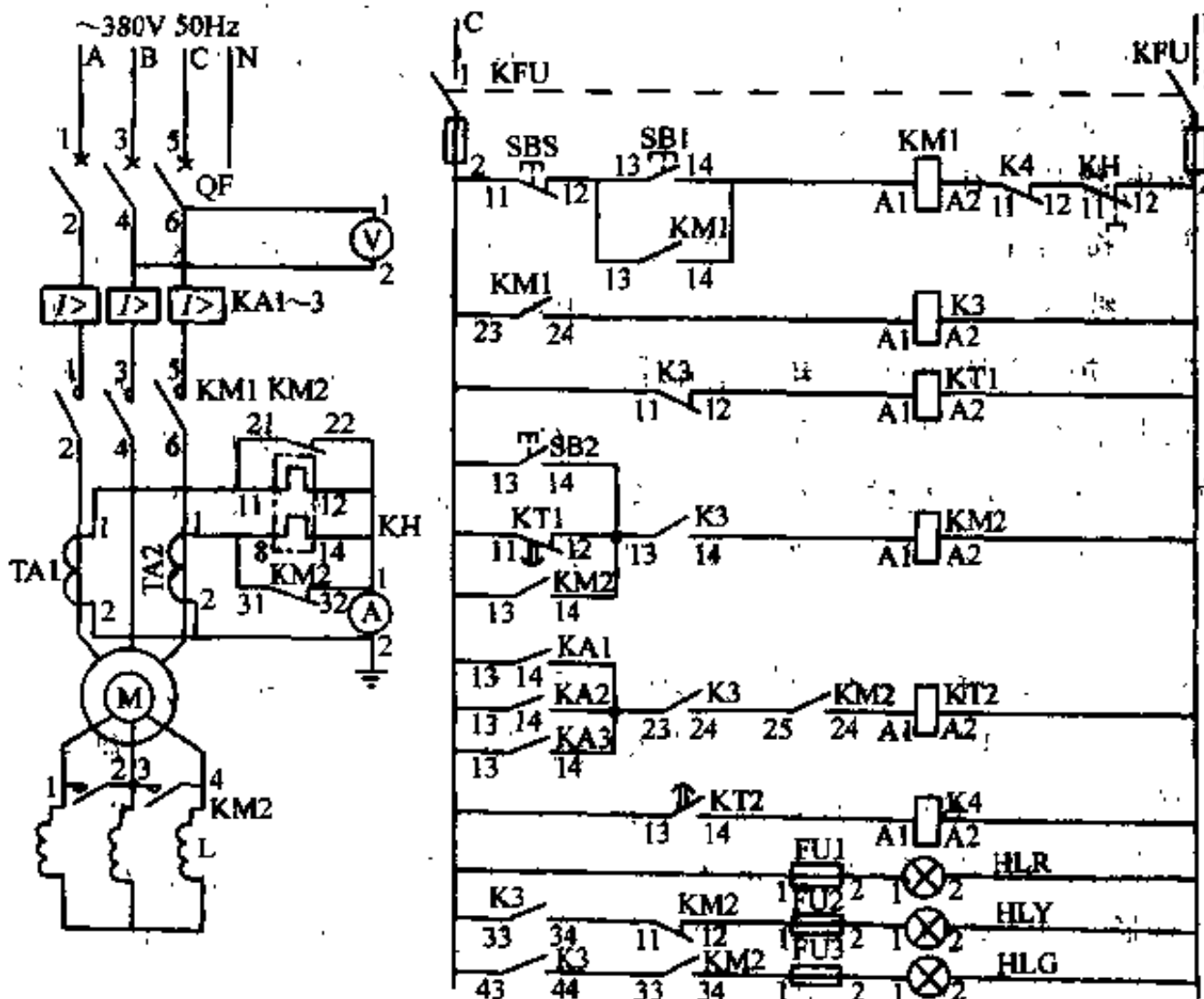


图 6-5 115kW 绕线转子电动机频敏变阻器启动原理图

1. 主回路的设置和功能

(1) 主回路设置低压断路器 QF 和接触器 KM1, 转子回路设置 KM2 和频敏变阻器 L。QF 作为线路的总开关且保护短路, KM1 接通定子电流起动电机, L 限制转子电流, KM2 短接 L。

(2) 主回路设置过电流继电器 KA1~3, 保护过负荷。

(3) 主回路设置电流互感器 TA1~2, 为电流表 A 提供电流信号, 同时串接热继电器 KH, 作为过负荷的后备保护和断相保护。

2. 控制回路的功能和控制原理

(1) 控制回路采用交流 220V 电源, 由 QF 上闸口供给, 由上闸口供给对维修和调试有很大的方便。

(2) 起动时, 先闭合闸刀开关 KFU, 接通控制回路电源, 这时时间继电器 KT1 被中间继电器 K3 (11-12) 常闭点接通有电, 其串接在接触器 KM2 回路中的 KT1 (11-12) 常闭点打开, 为短接 L 作准备。信号灯 HLR 点亮, 表示系统有电。

(3) 将主回路的断路器闭合, 主回路有电, 按动起动按钮 SB1, 主接触器 KM1 回路为一通路, KM1 得电吸合, 将定子与电源接通, 电动机起动且转子串入 L 转动, 这时定子电流约为 (3~5) 倍额定电流, 随着转速的增加定子电流在逐渐减小。同时, KM1 的辅助常开点 (23-24) 闭合将中间继电器 K3 接通, K3 的常闭点 (11-12) 立即打开, KT1 失电且开始延时, K3 的常开点 (13-14) 立即闭合, 为 KM2 吸合作准备。另外, KM1 (13-14) 闭合自保, K3 (23-24) 闭合, 为 KT2 得电作准备。

(4) 电流接近额定电流时 (这段时间即为起动时间 t_1 , 也就是时间继电器 KT1 的整定时间), KT1 延时终止, 其常闭 KT1 (11-12) 闭合, 使短接接触器 KM2 得电吸合, 其主触点闭合将 L 短接, 转子封为星点, 电动机起动完毕。KM2 (23-24) 闭合, 为 KT2 得电作准备。

(5) 起动过程中, 在 KM2 未通电前, 其并接在热元件 KH 两端的常闭点 (21-22) 和 (31-32) 是闭合的, 因此 KH 不会动作。也就是说, 由于起动电流的过负荷, 热继电器不动作。起动后, KM2 (21-22) 和 (31-32) 打开, 这时运行电流如超过热元件的动作电流, 热继电器动作, 其串接在主接触器 KM1 回路的常闭点 KH (11-12) 打开, KM1 断电, 切断定子电流, 电动机停止, 保护了电动机。

(6) 起动过程中, 过电流继电器 KA1~3 由于起动电流的冲击均动作, 其接点 (13-14) 闭合, 这时 KT2 不会动作, 因为 KM2 (25-24) 没有闭合, KT2 的整定时间即允许过载时间 t_2 应大于 t_1 且小于电动机最大允许过载时间; 起动后, 有一相过流, 只要过流时间达到 t_2 , 则 KT2 (13-14) 常开点闭合, 中间继电器 K4 得电, 其常闭点 K4 (11-12) 打开, 切断 KM1 回路, 电机停止, 保护了电机。

(7) 起动中, 由于某种原因, 电动机某相或电源某相断开, 则另两相电流增大, 只要有一个热元件动作, 电动机主回路便切断, 保护电动机。

(8) 信号灯回路表示电动机的运行状态, 读者自行分析。SBS 为停车按钮, SB2 是为手动起动设置的短接 L 的按钮。

(9) 系统发生短路时, QF 跳闸, 切断电机电源、保护电动机。

(10) 电流表指示中相电流, 也就是每相的电流, 因为电动机为三相平衡负荷, 正常时,

三相的电流是相等的。

(三) 三台电动机循环定时工作控制电路的识读

由于系统工艺要求，图 6-1 中④、⑦箱控制的三台电动机为循环定时工作，三台电动机容量较小，均采用直接起动，控制电路见图 6-6。

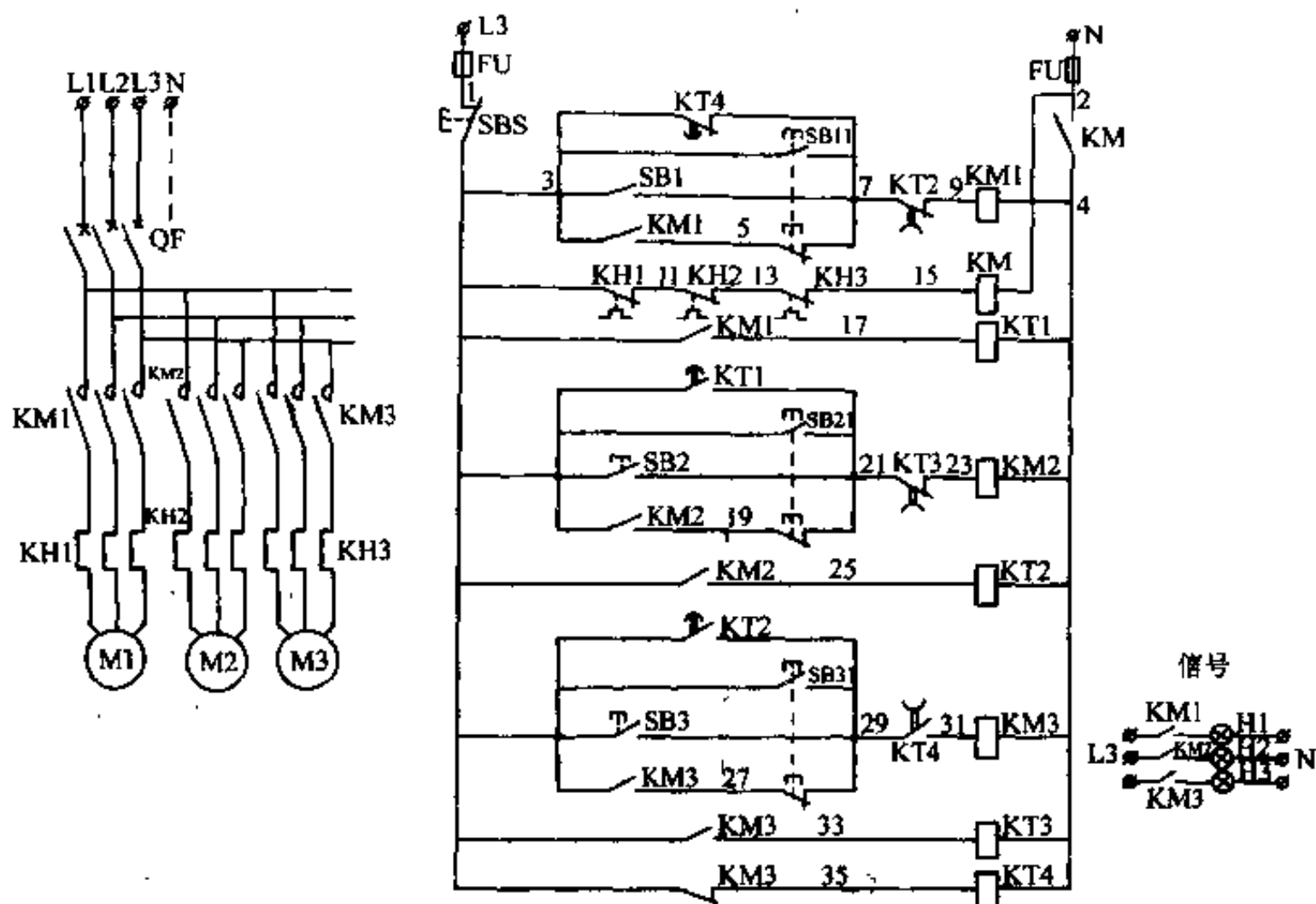


图 6-6 三台小型电动机循环定时工作线路图

1. 主回路的设置及功能

(1) 主回路设置一只低压断路器 QF，作为三台电动机的总开关，并作为短路保护，每台电动机均由交流接触器直接起动。

(2) 每台电动机设置热继电器 KH，作为过负荷保护和断相保护。

2. 控制回路的功能和控制原理

(1) 起动前先将熔断器 FU 装好，KM 得电，其触点 KM (2-4) 闭合，控制回路有电，时间继电器 KT4 得电，其常闭点 KT4 (3-7) 打开，常开点 KT4 (3-29) 闭合，为 KM1 自动得电、KM3 自动失电作准备。

(2) 起动时将断路器 QF 闭合，接触器 KM1~3 上闸口有电，为起动作准备。

(3) 按下起动按钮 SB1，KM1 得电，电动机 M1 起动，其常开点 KM1 (3-5) 闭合自保，常开点 KM1 (3-17) 闭合，使时间继电器 KT1 得电并开始延时。

(4) 到达 KT1 整定时间后，其常开点 KT1 (3-21) 闭合，KM2 得电，电动机 M2 起动。KM2 常开点 (3-19) 闭合自保，常开点 KM2 (3-25) 闭合，使时间继电器 KT2 得电并开始延时。

(5) 到达 KT2 整定时间后，其常开点 KT2 (3-29) 闭合，KM3 得电，电动机 M3 起动，同时 KT2 常闭点 (7-9) 打开，KM1 失电，M1 停转同时 KT1 失电，其触点复位，为下次动作作准备。KM3 (3-27) 常开点闭合自保，常开点 KM3 (3-33) 闭合，使时间继

电器 KT3 得电并开始延时。常闭点 KM3 (3-35) 打开, 使时间继电器 KT4 失电并开始延时。

(6) 到达 KT3 整定时间后, 其常闭点 KT3 (21-23) 打开, KM2 失电, M2 停转。同时 KT2 失电, 其触点复位, 为下次动作作准备。

(7) 到达 KT4 整定时间后, 其常开点 KT4 (29-31) 打开, KM3 失电, M3 停转, 同时 KT4 常闭点 (3-7) 闭合, 接通了 KM1 的回路, KM1 重新自动得电, 开始第二个循环工作。KM3 失电后, 其触点 (3-35)、(3-37) 复位, 使 KT3 失电, KT4 得电, 为下一循环作准备。

(8) 运行中, 任一电机过负荷, KH 动作, 将中间继电器 KM 断电, 其触点 KM (2-4) 将控制回路的电源断开, 接触器失电, 电机全都停止。运行中需要停车时, 按动停止按钮 SBS, 断开控制回路电源, 接触器失电, 电动机停止。

(9) SB2 和 SB3 的设置可使系统从任一电动机开始循环工作, 再者是当时间继电器有失灵者可将时间继电器接点短接后手动循环工作, 不影响工艺流程。

(10) 信号灯表示过负荷电动机的过负荷信号, 复位后可从该台电动机开始循环工作, 即按动该台电动机的起动按钮 SB。

(11) 点动按钮 SB11、SB21、SB31 的设置是为了调整试车而设置的, 按动该按钮时只能点车而不能进入循环工作。

(12) 时间继电器均为长延时 (0~360s) 元件, 其中 KT1、KT2、KT3 为得电延时元件, KT4 为断电延时元件。每只时间继电器的整定均按工艺要求进行。

(四) 多台电动机顺序起动控制线路的识读

由于系统工艺要求, 图 6-1 中⑨ ⑫ ⑭箱控制的电动机有三台为顺序起动、顺序停止工作制, 因容量较小, 可采用直接起动, 顺序控制电路见图 6-7。

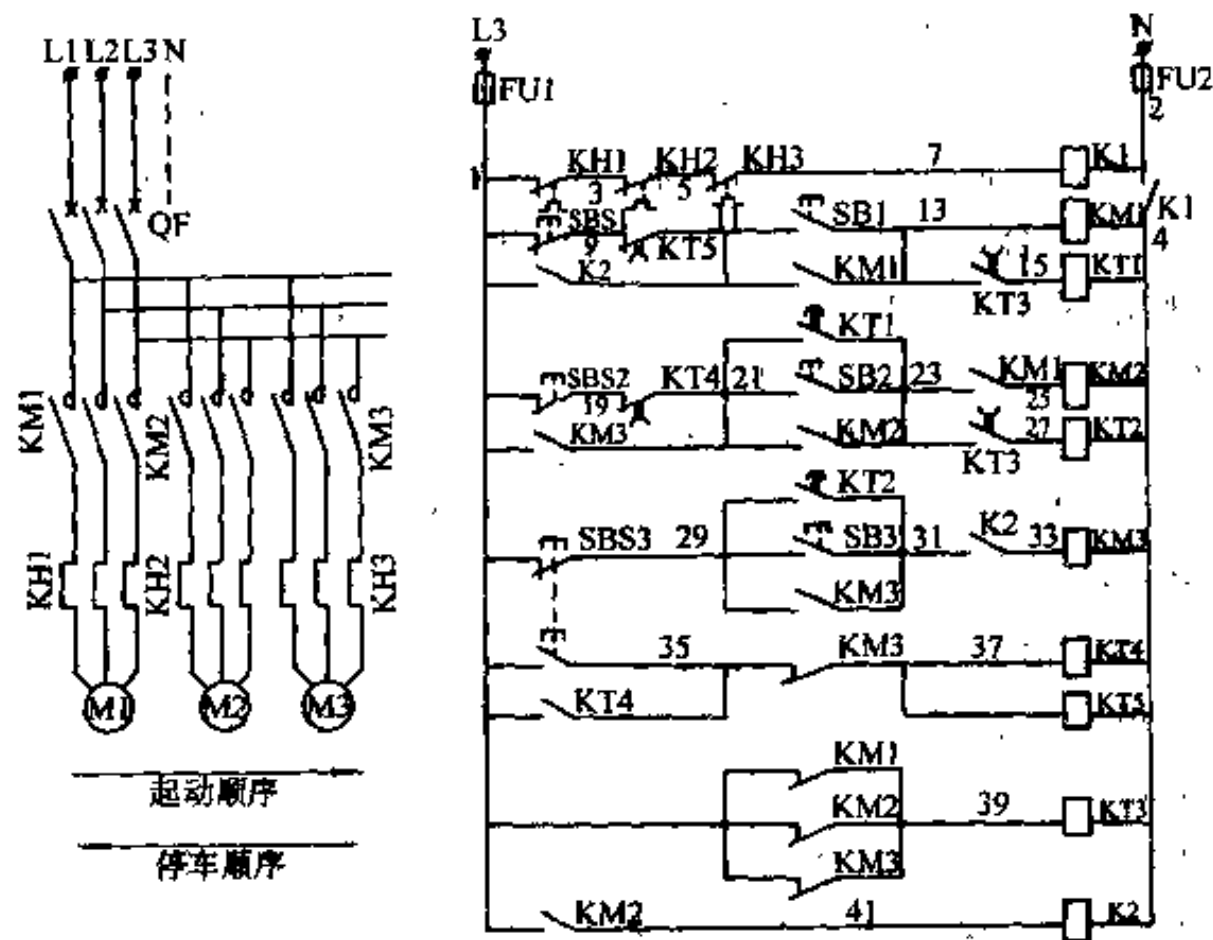


图 6-7 多台电动机顺序控制电路原理图

1. 主回路的设置及功能 主回路的设置及功能同图 6-6。

2. 控制回路的设置及控制原理

(1) 起动前先将熔断器 FU 装好, 控制回路有电。这时中间继电器 K1 得电吸合, 其常开点 K1 (2-4) 闭合, 将电源接通。

(2) 时间继电器 KT3 得电吸合, 其常开点 KT3 (13-15)、(23-27) 吸合, 为时间继电器 KT1、KT2 工作作准备。因接触器 KM1、KM2 的辅助触点 KM1 (23-25)、KM2 (31-33) 分别串接在 KM2 和 KM3 的线圈回路里, 因此 M2 和 M3 不能先行起动, 只能先起动 M1。起动时先闭合 QF, 接触器上闸口有电。

(3) 按动按钮 SB1, KM1 得电吸合, M1 直接起动。KM1 吸合后, 其辅助触点 KM1 (11-13) 闭合自保, KM1 (23-25) 闭合, 为 KM2 得电作准备, KM1 (1-39) 打开。同时时间继电器 KT1 得电吸合并开始延时, 为 M2 自动起动作准备。

(4) KT1 的整定时间达到后, 其常开点 KT1 (21-23) 闭合, 使 KM2 得电吸合, M2 直接起动。KM2 (21-23) 闭合自保, KM2 (1-41) 闭合, 使中间继电器 K2 得电吸合 (补充 KM2 辅助触点不足), 其常开点 K2 (31-33) 闭合, 为 KM3 得电作准备, 常开点 K2 (1-11) 闭合将 KT1 失电回路封死, 使 M1 不能停车。KM2 的常闭点 KM2 (1-39) 打开, 为 KT3 失电作准备。同时时间继电器 KT2 得电吸合并开始延时, 为 M3 自动起动作准备。

(5) KT2 的整定时间达到后, 其常开点 KT2 (29-31) 闭合, 使 KM3 得电吸合, M3 直接起动。KM3 (29-31) 闭合自保, 常闭点 KM3 (35-37) 打开, 使停车时间继电器 KT4、KT5 不能得电。KM3 (1-39) 打开, 这样时间继电器 KT3 失电, 并且开始延时。到达 KT3 整定时间后, 其常闭点 KT3 (13-15)、(23-27) 打开, 切断 KT1 和 KT2, 其常开点 KT1 (21-23)、KT2 (29-31) 打开, 准备下次工作。

这样, M1、M2 和 M3 按控制程序一一起动, 运行过程中, 有一电机过载, KH 动作, 将 K1 断电, 其常开点 K1 (2-1) 打开, 断开控制回路电源, 过载电机停止, 所有继电器复位, 准备重新起动。

(6) 运行中, 如需要停车, 可按动停车按钮 SBS3, KM3 失电, 电动机 M3 停止, 因 SBS3 是双联 (一常闭、一常开按钮) 按钮, 常闭打开后常开闭合, 这时应注意到 KM3 (35-37) 由于 KM3 失电而闭合, KM3 (1-21) 则打开。KT4 和 KT5 同时得电吸合并开始延时, 由于 KT5 的整定时间大于 KT4 的整定时间, 因此 KT4 (19-21) 到达整定时间后先打开, 切断 KM2 的电源, M2 停止, 同时 K2 (1-11) 打开为 KM1 断作准备。到达 KT5 整定时间后, KT5 (9-11) 打开, 切断 KM1 的电源, M3 停止, 这样 M3、M2、M1 按顺序一一停车。停车后继电器复位, 准备下次起动, 且重复以上的动作。

(7) 时间继电器的整定值是按工艺要求决定的, 一般情况下, KT1、KT2、KT3 的整定值基本相等, KT5 整定值大于 KT4 整定值, 同时 KT4 和 KT5 的整定值应小于 KT1、KT2、KT3 的整定值, 这里向读者提一个简单的问题, 这是为什么? 并分析每台时间继电器是断电延时还是得电延时?

(8) 按钮 SBS1、SBS2、SB2、SB3 的设置是为了时间继电器故障时, 可将延时接点暂时短接, 便可用按钮进行手动操作, 保证工艺流程的进行。

(9) 该电路程序起动的基本要点是 KM1 常开点 (23-25) 串联在 KM2 线圈回路里, 与 KM2 同步动作的 K2 常开点 (31-33) 串联在 KM3 线圈回路里。程序停车的基本要点是

KM3 常开点 (1-21) 并联在 KM2 的断电接点上, K2 常开点 (1-11) 并联在 KM1 的断电接点上。

(10) 此电路运用了双联按钮 SBS3, 如果不用按钮来解决停车顺序能否有其他方法, 请读者思考, 同时思考用其它电路来实现程序控制的方法和电路。

(五) 接触器直接起动线路 (略)

第二节 工业车间的照明线路

一、工程概况

该车间的照明系统, 低处采用柱上日光灯照明, 高处采用高压钠灯照明, 均为集中控制。配电室、控制室及办公间采用日光灯照明, 单独控制, 分三层布置, 层高 3.5m。同时, 在照明平面图上标注了电话的管线盒, 这也是一种常用画法, 但只适用于较简单的电话线路中。照明平面图见图 6-8。

二、车间及附设照明线路的设置

(一) 车间内的线路

1. 每柱 2.5m 处设三管日光灯, 电源由电缆沟穿管引入, 由控制室照明柜分相集中控制, 边门设雨篷吸顶灯, 单独控制, 电源由电缆沟引至门柱 1.4m 处的照明开关, 然后再引至雨篷。大门处设室外柱灯, 标高 3.5m, 电源由电缆沟引至门柱 1.4m 处的照明开关, 然后再上引至 3.5m 处。

2. 2、4、6、8、10 轴的 9.5m 处的柱上设钢索吊灯三套, 电源由 10 轴电缆沟穿管引至 9.5m 处并由此水平设管至 2 轴, 且上述各轴设接线盒, 钢索由每轴上的耳环牵引, 吊灯由控制室分三相集中控制。

3. 天车电源管由电缆沟穿管引至 7m 处的天车母线上。

(二) 配电室、控制室、办公间的线路

1. 照明闸箱设在首层 D 轴墙上, 暗装距地 1.4m, 电源由电缆沟穿管从下皮引入, 见图 6-1。

2. 由闸箱引管至首层顶板, 设日光灯和插座, 同时再引管至二层三层顶板并设日光灯, 单独分相控制, 管线布置读者自行分析。

3. 电话进户管由二层顶上 0.8m 的 D 轴引入至距 12 轴 0.8m 处, 并由该处设管垂直下引至首层 0.8m 处, 同时上引至三层 0.8m 处。在二层地板设管将电话引至 B 轴、F 轴的 0.8m 处, 二层 B 轴、D 轴电话盒处设管上引至三层的 0.8m, 所有电话盒距地 0.8m。

其他读者可自行分析。

最后说明一点, 限于篇幅的关系, 有关工业车间的电气系统图、自动化仪表图列及其他电气设备及线路图这里不再列出, 因前几章均作了详尽介绍, 只是元件规格、型号不同而已, 变配电的内容将在第 7 章讲述。

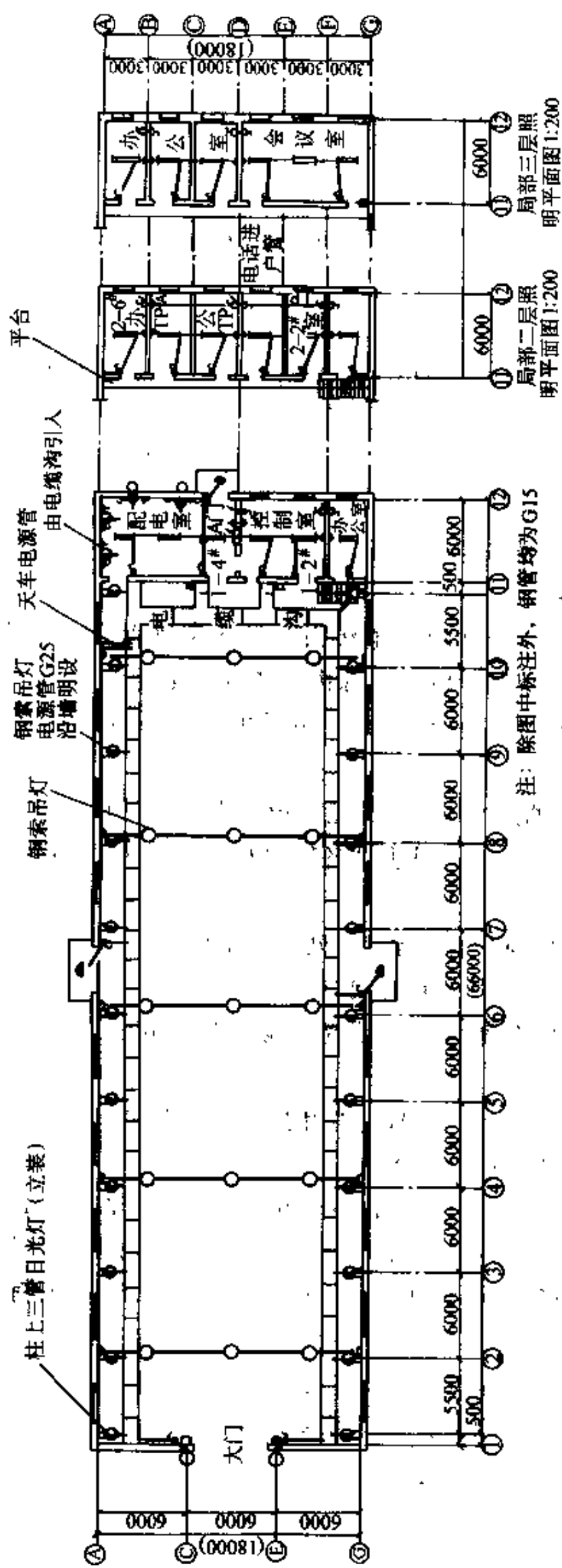


图 6-8 某车间照明、电话平面图

第7章 变配电装置电气线路的识读

变配电装置系指电力变压器和控制变压器的开关设备、输出回路的控制及继电保护、测量回路、信号系统、保护装置的总称，它的作用是把电网送来的较高电压变为适合工作的较低电压并且分配给用户（设备）。变配电装置和电压等级有密切关系，一般将室内10kV/400V的变配装置称为变电室，设在室外时则称变压器台；将35kV/10kV、35kV/6kV、35kV/400V的各级变配电装置称为变电所（站），变电所又分室内和室外两种，各有不同；将高于35kV的各级变配电装置称为变电中心或变电枢纽。这里我们以某一35kV/10kV变电所为例，讲述变配电装置的读图方法，这样既能包括10kV变电室的电气线路，又能概括35kV以上电压等级的变配电中心的电气线路。

35kV变电所电气线路的图样很多，也很复杂，我们先列出其图样目录，然后再进行重点分析，这样可使读者更深刻地掌握读图方法，又能了解变配电装置的图样概况。

变配电装置的图样，通常可分十个部分。

1. 总图

- (1) 设计说明
- (2) 电气主结线（系统图）
- (3) 电气总平面布置图
- (4) 设备材料汇总表

2. 室外变电装置

- (1) 设计说明
- (2) 配置接线系统图及设备平面布置图
- (3) 进线间隔断面图
- (4) 出线间隔断面图
- (5) 变压器间隔断面图
- (6) 避雷器及所用变压器间隔断面图
- (7) 母线平面、断面布置图
- (8) 母线安装曲线图
- (9) 10kV架空馈线平面、断面图
- (10) 设备材料表

3. 室外设备安装

- (1) 35kV/10kV电力变压器安装图
- (2) 35kV/400V所用变压器安装图
- (3) 35kV断路器安装图
- (4) 35kV隔离开关（包括操动机构）安装图
- (5) 35kV限流熔断器及35kV避雷器安装图
- (6) 35kV跌落式熔断器安装图

- (7) 棒型支柱绝缘子安装图
- (8) 耦合电容器、滤波器、高频阻波器安装图
- (9) 绝缘子串安装图
- (10) 抱箍横担、金具及砣件加工图

4. 室内配电装置

- (1) 10kV 配电装置配置接线系统图
- (2) 10kV 配电装置平面布置图
- (3) 10kV 配电装置进线、出线平面、断面图
- (4) 开关柜后间隔遮栏及网门加工图
- (5) 室外母线桥支架安装图
- (6) 进线支架安装图
- (7) 出线支架安装图
- (8) 10kV 避雷器安装图
- (9) 10kV 穿墙套管安装图
- (10) 支柱绝缘子在角钢上安装示意图
- (11) 10kV 配电装置设备材料表

5. 电力电容器

- (1) 10kV 电力电容器配置接线系统图
- (2) 10kV 电力电容器室平面布置图
- (3) 电容器支架加工制作图
- (4) 端子箱加工图
- (5) 电容器间隔网门加工图
- (6) 10kV 隔离开关及操动机构安装图
- (7) 辅助开关及电磁锁安装图
- (8) 10kV 电压互感器安装图
- (9) 10kV 电流互感器安装图
- (10) 10kV 避雷器安装图
- (11) 支柱绝缘子在钢板上安装示意图
- (12) 支柱绝缘子在墙上安装示意图
- (13) 电缆芯线在绝缘子上固定示意图
- (14) 设计说明
- (15) 设备材料表

6. 二次回路

- (1) 主控制室平面布置图
- (2) 主控制室小母线布置图
- (3) 主变压器控制屏正面元件布置图
- (4) 主变压器保护屏正面元件布置图
- (5) 所用变配电屏正面元件布置图
- (6) 直流屏正面元件布置图

- (7) 中央信号屏正面元件布置图
- (8) 35kV 送出线路保护屏正面元件布置图
- (9) 中央信号系统接线原理图
- (10) 中央信号屏端子排接线图
- (11) 主变压器电流和电压回路原理图
- (12) 主变压器控制和信号回路原理图
- (13) 主变压器控制屏端子排接线图
- (14) 主变压器保护回路原理图
- (15) 主变压器保护屏端子排接线图
- (16) 35kV 送出线路接线图
- (17) 35kV 送出线路控制及保护屏端子排接线图
- (18) 10kV 母线电压互感器接线图
- (19) 10kV 线路接线图
- (20) 10kV 电容器组接线图
- (21) 所用变接线图
- (22) 所用变压器测量表计接线图
- (23) 直流系统接线原理图
- (24) 合闸电源接线原理图
- (25) 绝缘监察装置接线原理图
- (26) 直流屏端子排接线图
- (27) 闪光信号装置接线原理图
- (28) 电压监察装置接线原理图
- (29) 隔离变压器制造加工图
- (30) 直流电压消失信号接线图
- (31) 主变 35kV 侧断路器接线图
- (32) 主变压器二次回路接线图
- (33) 35kV 送出线路断路器接线图
- (34) 10kV 配电装置小母线联系图
- (35) 10kV 电容器组安装接线图
- (36) LW 型控制开关、转换开关接线图表
- (37) 设计说明

7. 10kV/400V 变电室

- (1) 电气系统图
- (2) 电气设备平面布置图
- (3) 400V 母线安装大样图
- (4) 二次回路接线图
- (5) 400V 电压互感器接线图
- (6) 直控电动机控制原理图

8. 室内、室外照明回路 (略)

9. 电缆

- (1) 电缆布置敷设图
- (2) 电缆支架制作安装图
- (3) 电缆在支架上固定示意图
- (4) 电缆敷设要求简图
- (5) 电缆清册

10. 防雷与接地

- (1) 设计说明
- (2) 防雷保护范围图
- (3) 接地网平面布置图
- (4) 接地部件安装图
- (5) 塔式避雷针基础结构图
- (6) 塔式避雷针组装图
- (7) 避雷针上探照灯支架制作安装图
- (8) 主要材料表

因为图样较多，这里只介绍电气方面的主要图样，有关安装、制作、加工、结构、大样等以几何尺寸、加工要求、材料规格的图样读者可自行分析。

第一节 厂用中心变电所总图的识读

一座 35kV 厂用中心变电所包括 35/10kV 中心变电所和 10/0.4kV 变电室两个部分，中心变电所的作用是把 35kV 电源降压至 10kV，并把 10kV 送至厂区各个车间的 10kV 变电室中去，供车间动力、照明及自动装置用电；10/0.4kV 中心变电室的作用是把 10kV 电源降至 0.4kV，并把 0.4kV 送至厂区办公、营销、食堂、文化娱乐、宿舍、泵站、厂区照明、仓库等公共用电场所用电。

35kV 厂用中心变电所的总图包括电气主接线（系统图）和电气总平面布置图两大部分，其中总平面布置图又分室内、室外及室内双层、三层等不同形式。

一、电气主接线图

电气主接线图又称电气系统图，某厂用中心变电所的电气主接线见图 7-1。在前几章中我们介绍的系统图，只有一级电压，是直接把电能送给负载。而这里的系统图则有三级电压，这三级电压是用变压器连接的，它的主要作用是把电能分配出去，再送给各个用户。变配电装置设置了保护、控制、测量、信号及功能齐全的自动装置，由此构成了变配电装置的复杂性。

（一）图 7-1 说明的主要内容

1. 系统为两路 35kV 供电，来自不同的电站，进户处设置接地隔离开关、避雷器、电压互感器。其中隔离开关的设置目的是线路停电时，该接地隔离开关闭合接地，站内可进行检修，减去了挂临时接地线的工作。

2. 与接地隔离开关并联的另一组隔离开关是把电源送到高压母线上的开关，并设置电流互感器，与电压互感器构成测量电能的取样元件。

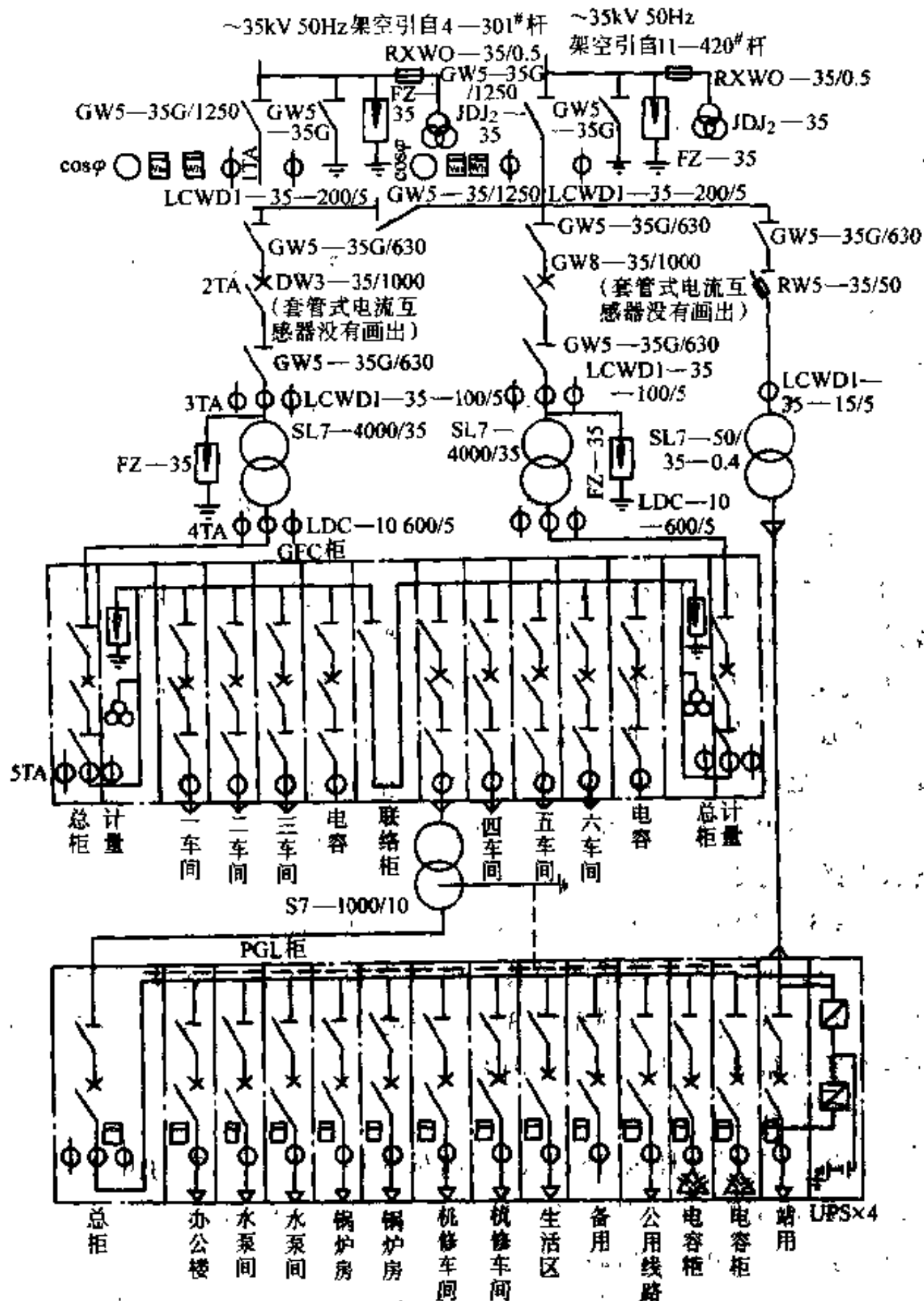


图 7-1 某厂用 35kV 中心变电所主接线

3. 高压母线分两段，并用隔离开关作为联络开关，当一路电源故障或停电时，可将联络开关合上，两台主变可由另一路电源供电。联络开关两侧的母线必须经过核相，保证其相序相同。

4. 每段母线设置一台主变压器，变压器由 DWS 油断路器控制，并在断路器的两侧设置隔离开关 GW5，以保证断路器的检修和安全。

5. 变压器两侧设置电流互感器 3TA 和 4TA，以便构成差动保护的测量回路，同时主变进口侧设置一组避雷器，保护主变过电压。在进户处设置的避雷器是保护电源进线和母线过电压的。油断路器的套管式电流互感器 2TA 可做为过负荷保护的检测元件。

6. 变压器出口侧引入高压室内的 GFC 型开关计量总柜，柜内设电流互感器、电压互感器供测量保护用，设避雷器保护 10kV 母线过电压。柜内一般设少油断路器或真空断路器，

并在其两侧设隔离开关。10kV 母线由联络柜联络。

7. 馈电柜由 10kV 母线接出, GFC 馈开关柜设断路器和隔离开关。其中一台柜直接控制 10kV 公共变压器。GFC 型柜为封闭式手车柜。

8. 馈电柜将 10kV 电源送至各个车间及大型用户, 10kV 公共变压器的出口引入低压室内的低压总柜上, 总柜设刀开关和低压空气断路器, 并设电流互感器和电能表作为测量元件。馈电柜由 400V 母线接出, 均设刀开关和低压空气断路器, 并有电能测量元件。低压柜均为 PGL 型低压柜。

9. 由 35kV 母线经 GW5 隔离开关, RW5 跌落式熔断器引至一台站用变压器 SL7-50/35-0.4, 专供站内用电, 并经电缆引至低压中心变电室的站用柜内。这是一台直接将 35kV 变为 400V 的变压器, 与主变的电压等级相同。

10. 低压变电室内设 4 台 UPS 柜, 供停电时动力和照明用, 以备检修有足够的电力。

(二) 35kV 变电所的布置方式

1. 将变压器和 35kV 电压等级的设备、母线设置在室外, 把 10kV、400V 电压等级的设备、柜、母线设置在室内, 是一般变电所常用的布置方式, 即室外一室内式。

2. 全部室内式又分单层、双层、三层三种, 主要是将 35kV 的设备采用柜式设备, 即 GBC-35 型柜, 变压器采用干式变压器, 全部布置在室内, 但增加了造价, 在土地使用紧张的地方且资金较充足时, 可采用室内式, 又可根据不同情况采用单层, 双层或三层布置。

本设计以室外一室内式为主, 并将室内式作一初步介绍。

二、电气总平面布置图

图 7-1 某厂用 35kV 中心变电所主接线的电气总平面图见图 7-2 (见书后插页)。在前几章中我们介绍的平面图, 只有管路的设置、电气设备的位置、电缆沟的设置、不同标高处的电气设备的联系方式等。而这里则是将 35kV 的电压逐级变为 400V 的各种电气装置的布置, 除前述内容外还有很多未曾介绍过的内容。

(一) 图 7-2 说明的主要内容

1. 标注为①~③的混凝土杆为 35kV 的 4 组母线段, 所有设备均由母线上接线。隔离开关 QS、避雷器 F、限流熔断器 FU1、跌开式熔断器 FU2、电流互感器 TA、支柱绝缘子 ZJ 等设备均装在混凝土支架上的槽钢横梁上。

2. 主变压器和 10kV 变压器落地安装于基础之上, 站用变压器安装于混凝土杆的支架上, 油断路器安装于混凝土基础上, 电压互感器安装在安装限流熔断器的混凝土支架上的角钢架上。其中主变和 10kV 变压器的二次由硬母线经穿墙套管和穿墙板引入配电间内的总柜上, 站用变的二次则由电缆经电缆沟引入室内站用屏上。

3. 由室内引出两条电缆沟经主变引至电缆进户处, 隔离开关的辅助开关及其联锁装置、电压互感器和电流互感器的二次线、油断路器的控制、10kV 变压器的电源电缆、主变的温度瓦斯信号、电容器室的电缆等控制信号电缆、电力电缆、站内照明电缆等均敷设在电缆沟内。

4. 站内设 4 支避雷针, 接地网见另图。

5. 站外设铁塔两座将电源引入。

6. 室内布置分四个部分。

(1) 配电间布置两列柜, 一列为 10kV GFC 高压柜, 另列为 400V PGL 低压柜和 4 台

UPS柜，中间用铁丝网隔开。

(2) 主控室内的屏柜按 π 型布置，操作台于中央布置。

(3) 维修间、休息间。

(4) 电容器室。

室内电缆沟沿四周布置并与室外电缆沟相通，同时从室内两端分高低压引出。

(二) 室内 35kV 变配电所的布置

1. 单层室内布置示意图见图 7-3，系统接线图见图 7-4，读者可与图 7-1 和图 7-2 进行比较。

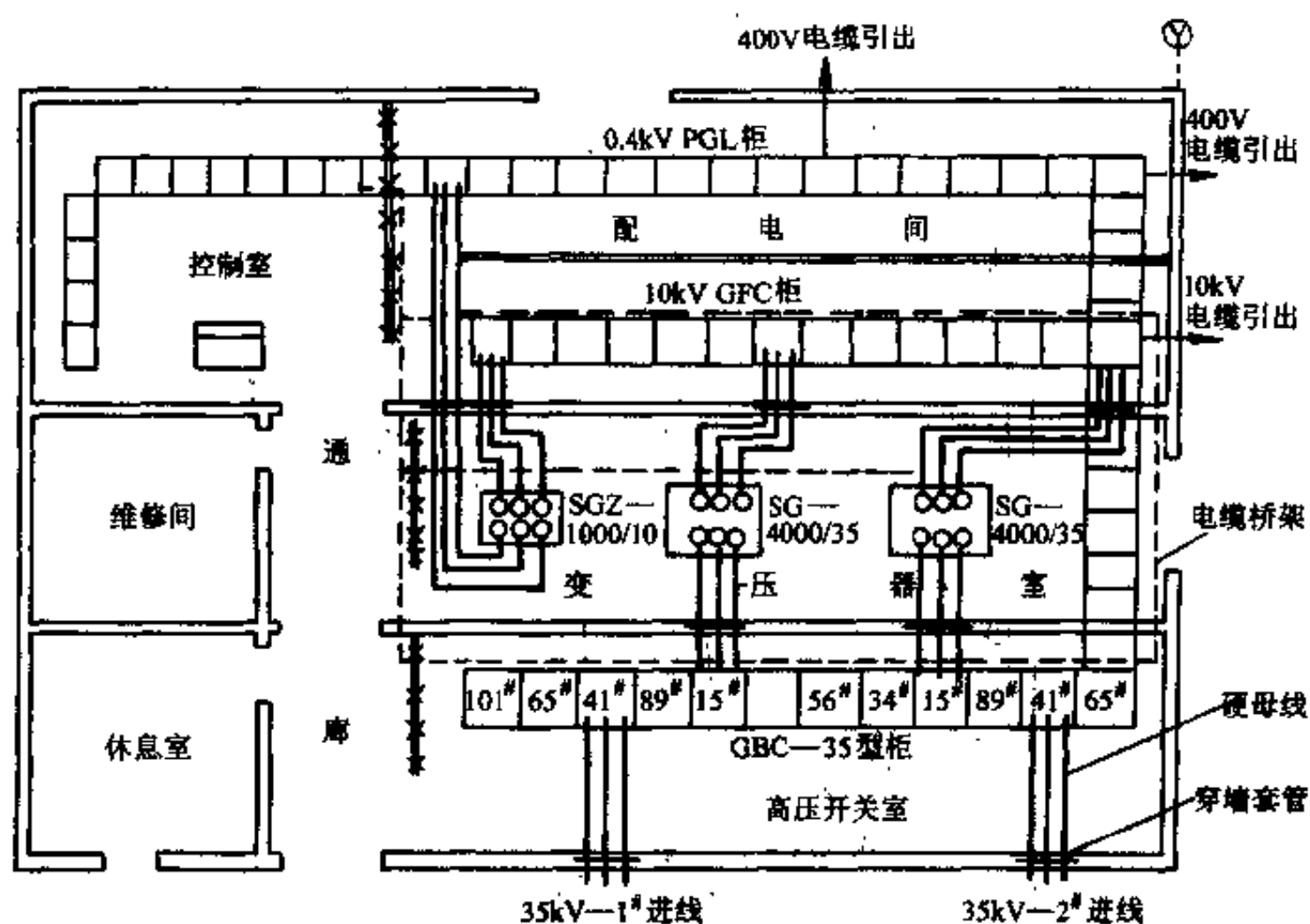


图 7-3 单层室内 35kV 变电所平面布置图

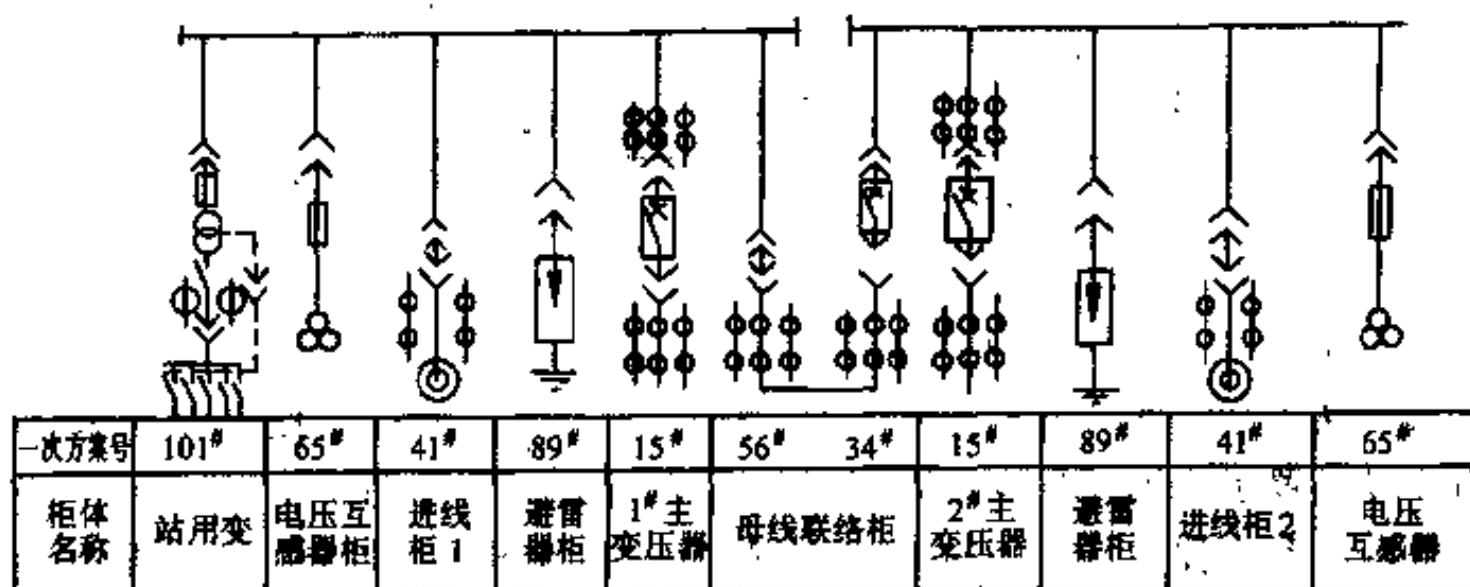


图 7-4 35kV 室内变电所开关室系统接线图

由图 7-3 可知，室内变电所可分高压开关室、变压器室、配电间、控制室和附属部分。

(1) 高压开关室设置 GBC-35 型柜，柜体编号及柜体名称见图 7-4，其中 89# 柜为避雷器柜。35kV 高压电源经穿墙套管、硬母线由室外杆塔架空或电缆引入进线柜，15#、

89[#]、41[#]和65[#]用硬母线连接，56[#]和34[#]为母线联络柜。101[#]柜为所用变柜，顶部母线与65[#]柜连通，二次380/220V由电缆沟引至控制室的所用盘柜上。

(2) 两台主变和一台10kV变压器均为干式变压器，其中两台主变一次侧用硬母线经穿墙套管与15[#]柜接通，二次侧也用硬母线经穿墙套管与10kV开关柜接通。10kV变压器的一次、二次均为硬母线经穿墙套管与开关柜连接。

(3) 配电室分10kV GFC柜和0.4kV PGL柜两列，中间用钢网隔开。接地设置同室外、由电缆沟引入。

(4) 控制室的两列柜为直角布置，其中4台柜列为直流屏，操作台位于中间。

(5) 室内所有盘柜均置于电缆沟上的槽钢基础架上，且电缆沟在Y轴处联通，以便引出和联络。

(6) 室内设置电缆桥架，将所有盘柜及变压器联通，以便装设二次回路电缆，实现控制、保护、测量及信号系统的联络。

2. 双层室内35kV变电所立面布置示意图见图7-5，系统图同上。

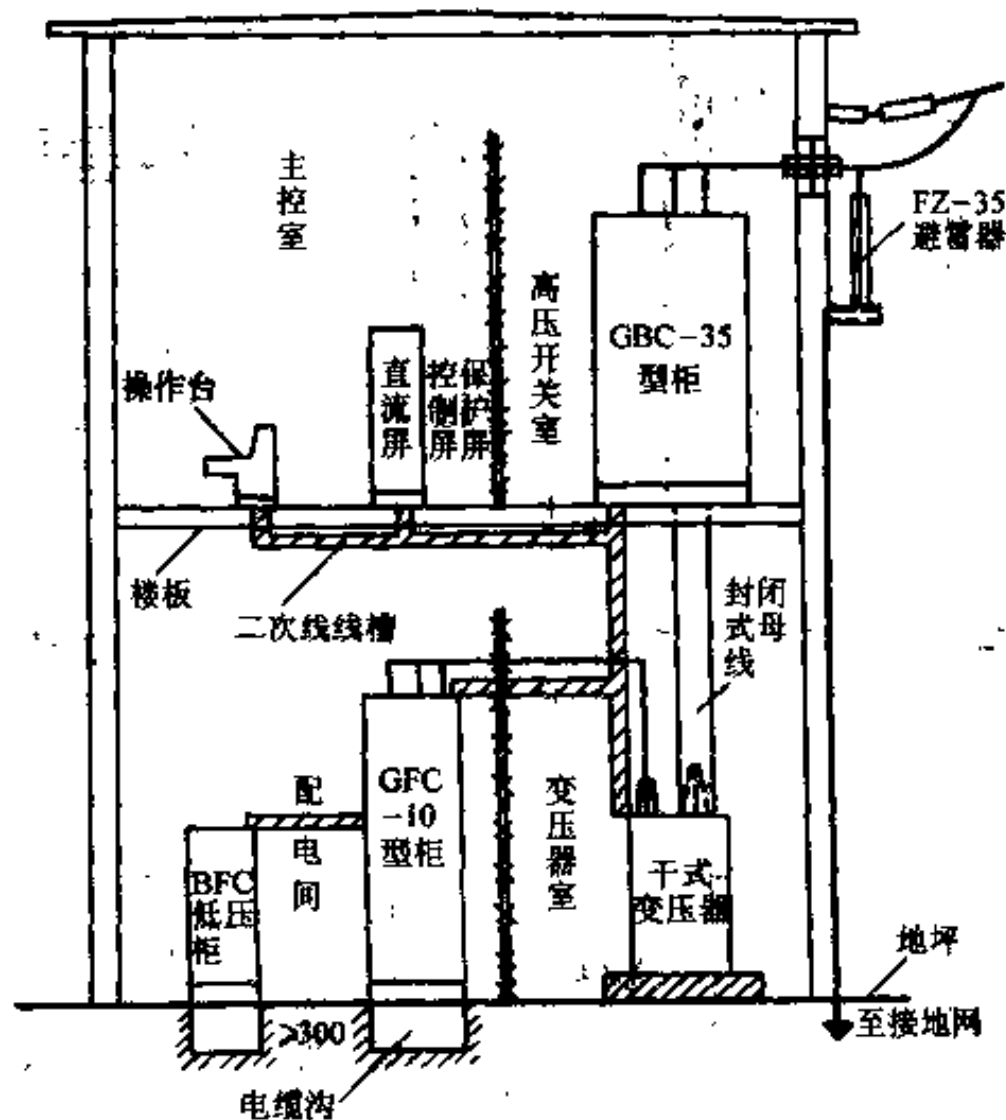


图7-5 双层室内35kV变电所立面布置示意图

(1) 上层为高压开关室，设置GBC-35型柜，并将电源用硬母线经穿墙套管引入，同时在室外引入处设置了一组FZ-35型避雷器，高压柜的布置同图7-3。

(2) 上层还设置主控室，与GBC用钢网隔开，直流屏、保护屏、控制屏成一列设置，操作台置于中央位置。

(3) 下层为变压器室，主变直对41[#]柜，并设置封闭式高压母线，将GBC和一次接通。同时设置GFC-10型柜，与变压器室用钢网隔开，变压器二次与GFC-10型柜可用硬母线或封闭式母线连通。GFC-10型柜布置同图7-3。

(4) 下层同时设置BFC低压柜，布置同图7-3。GFC-10型与10kV变压器一次连接

可用电缆经电缆沟接通。变压器二次与 BFC 低压柜用硬母线连通。

(5) 一层柜下设电缆沟，以便电缆的引出，一层顶部直对操作台、直流屏、GBC-35 柜设线槽或桥架，将变压器、GFC 柜、BFC 柜连通，以便设置二次回路的电缆或导线，完成控制、保护、测量、信号回路。

(6) 接地设置同室外，由电缆沟引入。

3. 三层室内 35kV 变电所立面布置示意图见图 7-6，系统图同上。

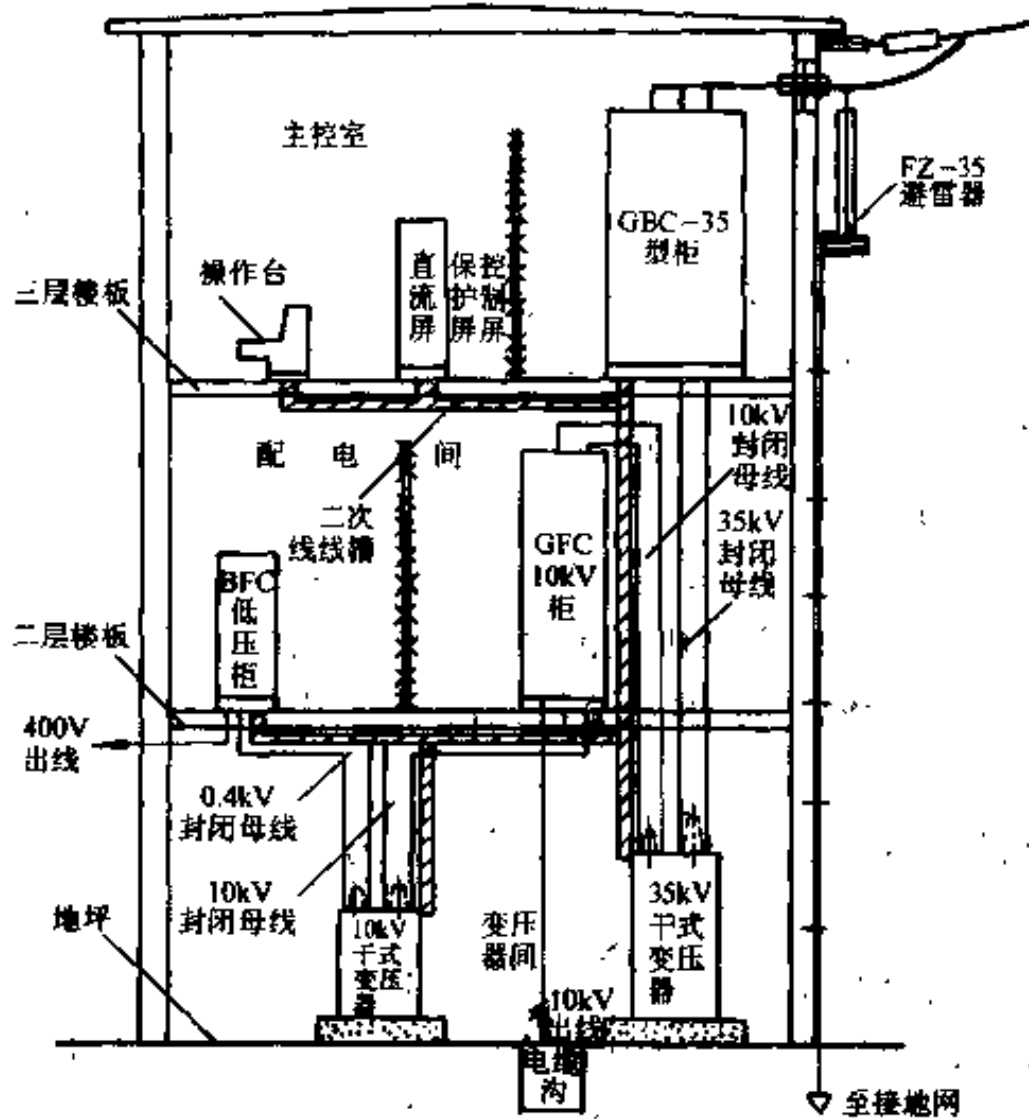


图 7-6 三层室内 35kV 变电所立面布置示意图

(1) 上层布置同图 7-5。

(2) 中层为配电间，设置 GFC-10 和 BFC-0.4 柜两列，并用钢网隔开，平面同图 7-3 配电间。

(3) 下层为变压器间，变压器的一次侧直对相应的开关柜，并用封闭式母线连通，二次侧应对着低压柜的后侧，也用封闭母线连通。

(4) 二次回路设置线槽沿顶板设置，将柜、变压器处连通，供二次回路电缆敷设。

室内布置的三种型式可与图 7-2 进行比较。多层布置一般不设地下室，如必须设置，必须有良好的通风措施和保证地下室内干燥的装置，严格保证地下室的墙壁和基础不渗不漏。为了运输方便，可将配电间设于地下室，变压器间设在地平间，上层为主控室和 GBC 开关间，其他同前。

第二节 变电所二次回路图样的识读

变电所二次回路是指变配电装置中测量、保护、信号、控制、直流电源、自动装置等低电压小电流系统装置的总称，是主体设备的辅助电路，它们的工作状态及逻辑功能决定着主

体设备的工作状态并监控和保护主体设备，它们使用低电压、小电流却控制着主电路的高电压、大电流。它们构成了复杂的线路，是变配电装置中的难点。

一、主控制室及小母线

(一) 主控制室

35kV 及以上的变配电装置均设置主控制室，主控制室一般包括操作台、保护屏、控制屏、继电器屏、中央信号屏、计量屏、直流屏、所内装置模拟屏、UPS 屏等，并配有电缆沟或电缆桥架，见图 7-2 至图 7-6。主控室内均为低压设备，它是通过电缆沟或电缆桥架将系统中的所有电气信号及参数引到主控室内相应的屏或柜内，以便控制、保护、报警或计量。10kV 配电室一般不设控制室，但有些设计也设置主控室。主控室是变配电装置的“心脏”。

(二) 小母线

二次回路图样的识读必须弄清什么是小母线，小母线是指配电装置中屏柜之间二次回路电源干线连接所采用的一种铜棒或铜管，它是由直流屏引出的（指直流操作）供控制、保护、报警、计量用的一种特殊的母线。

1. 小母线的类别及用途

(1) 控制回路电源小母线 +WCL 和 -WCL，是供操作回路使用的电源母线，如断路器的控制回路及合闸接触器电源，它是由直流屏直接供给的。

(2) 闪光信号小母线 +WF，是供系统闪光信号使用的电源，它是由直流屏中闪光装置提供的。

(3) 信号回路电源 +WS 和 -WS，是供系统信号回路使用的电源母线，如事故信号、预告信号等，它是由直流屏直接提供的。

(4) 预告信号小母线 WPS，是由信号母线派生的小母线，一般经预告信号接点接入，如熔断器熔丝熔断接点，变压器瓦斯或温度接点等，作为信号预告母线。

(5) 事故音响信号小母线 WFS、WAS，是由信号母线派生的小母线，WFS 由 +WS 直接接入；WAS 由 WFS 经转换开关或断路器辅助触点接入，它们是用来驱动音响信号直接报警的。

(6) “掉牌未复归”光字牌小母线 WSF，是由信号母线 +WS 派生的，直接接入。

(7) 电源电压小母线 WVa、WVb、WVc，在 35/10kV 系统中设两组电源电压小母线，用来指示电压和电能测量用，它们分别由 35kV 和 10kV 电压互感器提供。

(8) 合闸小母线 +WO 和 -WO，是专供断路器合闸线圈工作的电源母线，是由直流屏直接提供的。

其它小母线应参考图样中的标注及说明。

2. 小母线的连接一般可用图 7-7（见书后插页）来表示，该图与 1 中的内容是相符的。

二、35kV 主进线断路器控制及保护二次回路原理图

图 7-8 是 35kV 变电所主进线断路器控制保护二次回路原理图，表 7-1 是该图的材料设备表。图 7-8 可表达五个方面的内容。

(一) 电气主结线

断路器 QF 与母线的连接采用了高压插头和插座，省略了隔离开关，这说明 QF 是装设在柜内，且为手车柜或固定式开关柜，此结线适用于室内变电所。QF 下闸口设两组电流互感器，其中 1TA 为测量回路所用，2TA 为保护回路所用。

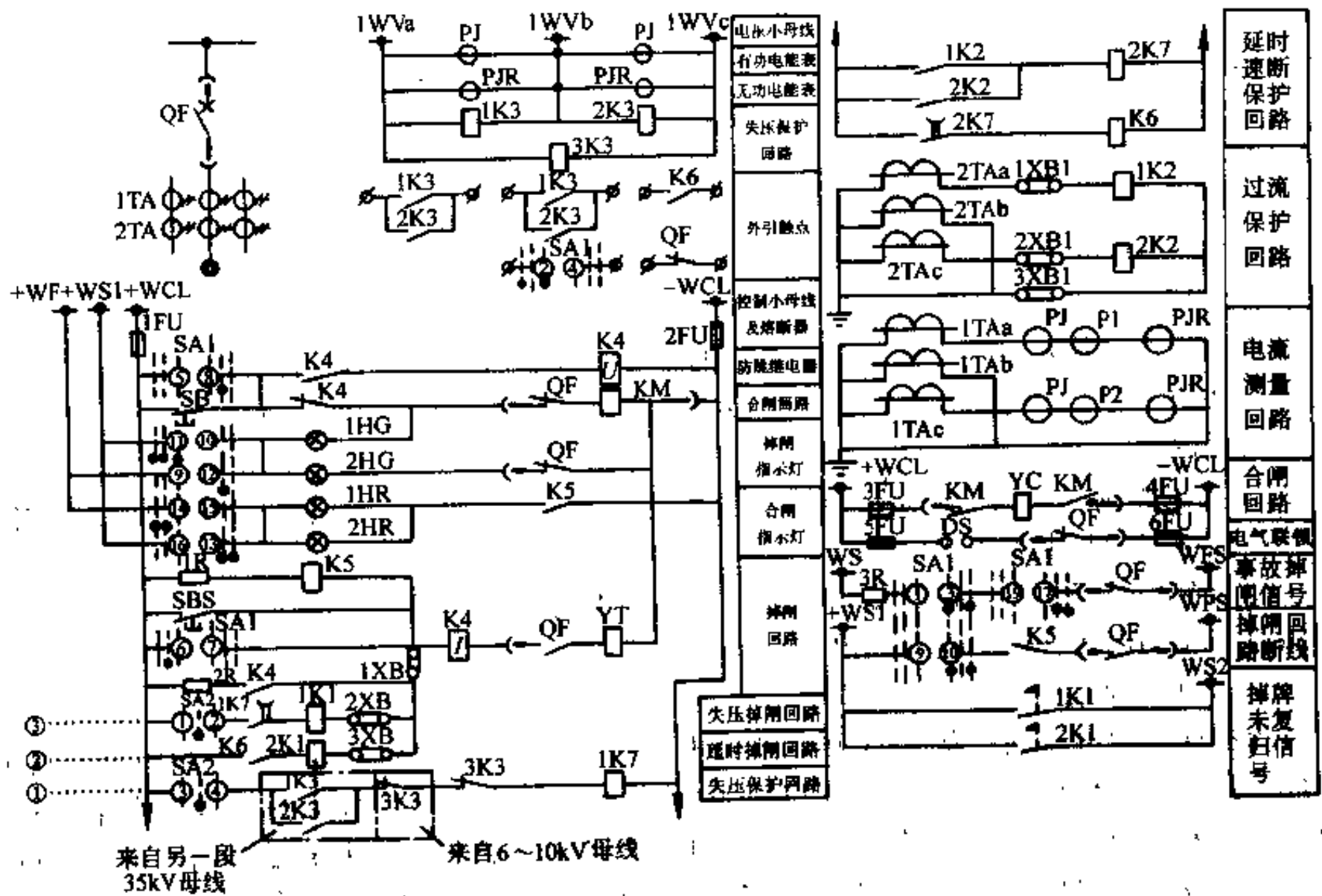


图 7-8 35kV 主进线断路器控制及保护二次回路原理图

表 7-1 图 7-8 设备表

符号	名称	规格	数量	符号	名称	规格	数量
安装在 35kV 柜上的设备				安装在保护屏上的设备			
2HG	指示灯	XDS - □V, 绿	1	1~2K1	信号继电器	DX-11/1A	2
2HR	指示灯	XDS - □V, 红	1	1~2K2	电流继电器	DL-11/□	2
P2	电流表	1T1 - A□A	1	1~2K3	电压继电器	DY-37/160	2
SBS、SB	按钮	LA2	2	K4	中间继电器	DZB-14B□	1
5~6FU	熔断器	R1-10/□A	2	K5	中间继电器	DZ-51/220□V	1
KM	直流接触器	CZ0-40D/□V	1	K6	中间继电器	DZ-17□V	1
3~4FU	熔断器	RL1-60/□A	2	1K7	时间继电器	DS-113C□V	1
安装在控制屏上的设备				2K7	时间继电器	DS-115□V	1
SA1	控制开关	LW2-□	1	2R	电阻	ZG11-50, 1Ω	1
P1	电流表	16T2-A□A	1	1R	电阻	ZG11-50, 5kΩ	1
3R	电阻	ZG11-50, 1kΩ	1	1~3XB	连接片	YY1-D	3
1~2FU	熔断器	R1-10/□A	2	3K3	电压继电器	DY-34/60C	1
1HG	指示灯	XDS-□V, 绿	1	安装在 BZT 装置屏上的设备			
1HR	指示灯	XDS-□V, 红	1	SA2	转换开关	LW5-15P0627/2	1
				安装在进线隔离开关操作机构上的设备			
				DS	电锁	BY1, 220V	1

(二) 测量回路

测量回路是由电压继电器、电流互感器、表计和继电器组成的，该图测量回路分两部分。

1. 电压测量回路的电源是由电压小母线 WVa、WVb、WVc 得到的，并用两元件的有功电能表 PJ 和两元件的无功电能表 PJR 的电压线圈并接在小母线上，作为电能表的电压信号。同时在电压小母线上分别并接三只电压继电器 1~3K3，作为失压保护的测量元件，其中 3K3 的常闭点串接在失压保护回路里，见图中标注①（这些标注原图没有，只是为了讲述的方便），当 3K3 失电时，常闭点闭合，使时间继电器 1K7 得电吸合并开始延时，准备掉闸回路动作。另外两只继电器 1K3、2K3 的常开点并联后，接至另一段 35kV 母线的控制回路里，并与 10kV 母线段的电压继电器 3K3 的常闭点串联，作为失压保护的動作回路，见图中虚线框内图示。

2. 电流测量回路的电源是由电流互感器 1TA 得到的，除了串接两元件电能表的电流线圈外，还串接两只电流表 P1 和 P2。

电压测量回路中，如在电压继电器 1~3K3 两端分别并联一只电压表 (35000/100) 即可测量三相的电压，图中没有标出。

(三) 保护回路

保护回路由电流互感器 2TA 和电流继电器 1~2K2、时间继电器 2K7、中间继电器 K6 构成。1~2K2 分别串接在 2TAa、2TAc 的回路中，作为电流信号检测元件。当某相过流时，1K2 或 2K2 动作，其常开点闭合，时间继电器 2K7 得电吸合并开始延时，准备掉闸回路动作。过流时间超过整定时间后，2K7 常开点闭合，中间继电器 K6 得电吸合，其串接在延时掉闸回路里的常开点闭合，见图中标注②，信号继电器 2K1 吸合其触点发出信号并使跳闸线圈 YT 动作。

(四) 断路器控制回路



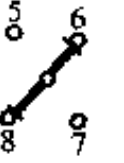
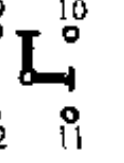

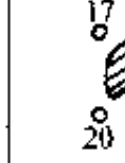





断路器的控制回路较为复杂，由控制开关 SA1、按钮 SB 和 SBS、直流接触器 KM、时间继电器 1K7、中间继电器 K4 和 K5、断路器跳闸线圈 YT 和合闸线圈 YC、各种熔断器和电阻器、电锁 DS、转换开关 SA2 等组成，其中 SA1 和 K4 为关键元件且功能独特。

1. SA1 是 LW2-Z 型控制开关，这是一种封闭式万能转换开关，其转动手柄有 6 个不同位置，在不同位置时，各触点有不同的通断情况。断路器在跳闸位置时，开关的手柄在水平位置即“跳闸后”位置，合闸时先将手柄顺时针转动 90° 到垂直位置即“预备合闸”位置，然后再继续转动 45° 即“合闸”位置，这时将手柄松开，手柄自动返回到垂直位置即称为“合闸后”位置。跳闸时先将手柄逆时针转动 90° 到水平位置即“预备跳闸”位置，然后再继续转动 45° 即“跳闸”位置，松开手柄后手柄自动返回到水平位置即“跳闸后”位置，详见表 7-2。

2. K4 是一种特殊的中间继电器，它有两只线圈，其中电流起动线圈串联在跳闸回路中，额定电流与断路器跳闸线圈的动作电流匹配，灵敏度高于跳闸线圈。另外一只为电压保持线圈，经过自身的常开点并联在合闸接触器 KM 的线圈上，其常闭点串联在 KM 的线圈回路里。无论哪组线圈得电都会使继电器的触点动作，因此常用在防跳回路中。

当断路器合闸时，由于种种原因造成 SA1 手柄未自动返回或触点粘连，此时如有短路存在，继电保护装置则使断路器自动跳闸，但合闸回路未断开，则会出现多次“跳—合”现象，这种跳跃会使断路器损坏，造成事故扩大。K4 的设置则是为了防止这种跳跃的发生，因此称 K4 为跳跃闭锁继电器。

表 7-2 LW2-YZ-1a、4、6a、40、20/F1 触点图表

在“跳闸后”位置的手柄（正面）的样式和触点盒（背面）的接线图																
手柄和触点盒的型式		F1	灯	1a	4	6a	40	20								
触点号		—	—	5-7	6-8	9-12	10-11	13-14	13-16	14-15	17-18	18-19	17-20	21-23	21-22	22-24
位 置	跳闸后			—	×	—	—	—	—	×	—	×	—	—	—	×
	预备合闸			×	—	—	—	×	—	—	×	—	—	—	×	—
	合闸			—	—	×	—	—	×	—	—	—	×	×	—	—
	合闸后			×	—	—	—	×	—	—	—	—	×	×	—	—
	跳闸			—	×	—	—	—	—	×	×	×	—	—	×	—

K4 在电路中是这样工作的：合闸时，如正逢短路，继保动作，YT 得电吸合，使断路器跳闸，这时串联在 YT 回路的 K4 电流线圈也通以电流则使 K4 吸合，其常闭点断开了 KM 的得电回路，使其不能得电，而常开点闭合接通了 K4 的电压线圈，断开了 KM，使其不能得电再次吸合，防止了跳跃的发生。只有当 SA1 或合闸信号恢复正常后，K4 电压线圈断电，才能正常合闸起动。

3. 断路器的合闸跳闸过程

(1) SA1 的手柄在“跳闸后”位置且断路器 QF 也在跳闸位置时，其触点 10-11 闭合，绿灯 1HG 与 KM 串联，将信号小母线 +WS1 与控制小母线 -WCL 接通，1HG 点亮，表示断路器在跳闸位置，但 KM 不吸合，因为被 1HG 分压，KM 两端的电压不足以使其吸合。1HG 点亮一是说明 KM 回路完好，二是说明 1FU、2FU 完好。在触点 10-11 闭合的同时，2HG 经 QF 的辅助常闭触点将闪光小母线 +WF 与 -WCL 接通，这时 2HG 将闪光，提醒运行人员注意。有关闪光小母线的内容将后面介绍。

(2) 按 1. 中的要求将手柄经“预备合闸”位置转到“合闸”位置时，触点 5+8 闭合，KM 得到全部控制电压而吸合，其主触头闭合将合闸线圈 YC 与合闸母线 WO 连接，YC 动作，QF 合闸。1HG、2HG 熄灭。

(3) 松开手柄，SA1 返回“合闸后”位置，触点 16-13 闭合，2HR、1HR 经 K5 常开点分别与 -WCL 和 +WF 连接。K5 为一中间继电器，其线圈经 1R、K4 电流线圈、YT 电流线圈及 QF 的辅助常开点（QF 合闸后已闭合）接于控制母线上而吸合，其常开点闭合，2HR 点亮，1HR 闪光，指示 QF 已合闸完毕。K5 的吸合还表示 YT 回路正常，但不足以 YT 动作。

(4) 按 1. 中的要求将手柄转到“跳闸”位置时，触点 6-7 闭合，YT 经 K4 电流线圈和 QF 常开点与控制电源连接，YT 动作，QF 跳闸。松开手柄后，手柄自动返回到“跳闸后”位置，1HG、2HG 重新点亮、闪光。

(五) 信号装置

1. 当失压保护回路 1K7 动作、当过流时间继电器 2K7 动作，都能使 YT 得电跳闸，并

由信号继电器 1K1 和 2K1 发出跳闸信号，掉牌未复归光字牌发光。因故障继保动作而使 QF 跳闸后，SA1 未动作，由表 7-2 可知 SA1 的触点 9-10 在“预备合闸”及“合闸后”位置均为闭合，这时 QF 辅助常闭点复位，因此 1HG 点亮而 2HG 闪光，表示 QF 事故跳闸。

2. 事故跳闸还发出音响信号，图 7-8 是利用“合闸后”SA1 的触点 1-3 和 19-17 的接通完成的，但 QF 辅助常闭点合闸后是断开的，但事故跳闸后，QF 辅助常闭复位，SA1 保持原合闸后位置，这时事故掉闸音响回路接通起动，发出音响，表示事故跳闸，有关事故音响小母线 WFS 的内容将在后面介绍。

3. 掉闸回路断线报警信号，图 7-8 是利用“合闸后”SA1 的触点 9-10 的接通和 K5 的常开完成的，当事故发生时，如①、②、③回路不足以引起 YT 动作时，K5 吸合，这时 SA1 的 9-10 闭合、QF 闭合，只要 K5 吸合，便起动信号预告小母线 WPS，发生警铃信号。有关 WPS 小母线将在后面介绍。

在跳闸、合闸控制回路有时可用按钮 SBS、SB 来实现，直接将 YT、YC 接通，使 QF 跳闸、合，其他同前述。

三、35kV 主变压器控制及保护二次回路原理图

图 7-9 是 35kV 变电所主变压器控制保护二次回路原理图，表 7-3 是该图的材料设备表。图 7-9 可表达五个方面的内容。

(一) 电气主结线

主变压器 T 的一次用插头和插座式断路器 QF 与 35kV 母线连接，一次侧设置两组电流互感器 1TA 和 2TA；二次侧也设两组电流互感器 3TA 和 4TA，其中 1TA 和 3TA 是构成差动保护的取样元件，用来保护变压器内部、套管及引出线上的各种短路故障，4TA 是构成 6~10kV 侧过电流、过负荷保护的取样元件，用来保护低压侧母线、线路过负荷的。同时在变压器进口侧又设两组电流互感器 TA，是用来计量电能的。

(二) 差动保护的结线

一次侧电流互感器 1TA_a、1TA_b、1TA_c 接成角形后与差动继电器 1~3K2 连接，二次侧电流互感器 3TA_a、3TA_b、3TA_c 接成星形后与 1~3K2 连接，相序与一次是对应的，星点可靠接地。

过电流、过负荷保护回路的接线是与电流继电器 1~4K1 连接的，其中 4K1 是保护过负荷的，连接后的星点是接地的。

(三) 控制合闸回路

控制合闸回路基本与图 7-8 相同，可自行分析。

(四) 保护回路

1. 差动继电器 1~3K2 有一只动作时，中间继电器 K5 动作，串接在掉闸回路的常开点闭合使跳闸线圈 1YT 动作跳闸，同时信号继电器 1K7 发出掉闸信号，2K7 发出差动信号。中间继电器 K5 是双线圈（电压、电流）继电器，有防跳功能。

2. 瓦斯继电器 K2（装在变压器油管道上）动作时也可使 K5 动作，至使跳闸，同时信号继电器 3K7 动作发出瓦斯信号；如果 3K7 接在 XB 上，6K7 动作发出瓦斯动作信号。

3. 过流继电器 1~3K1 有一动作时，时间继电器 1K6 动作并开始延时，当过流时间大于整定时间时，其常开点闭合，也能使 K5 动作，至使跳闸，同时信号继电器 4K7 发出过流信号。同时会使时间继电器 2K6 的外引常开点延时动作，将信号引自别处。

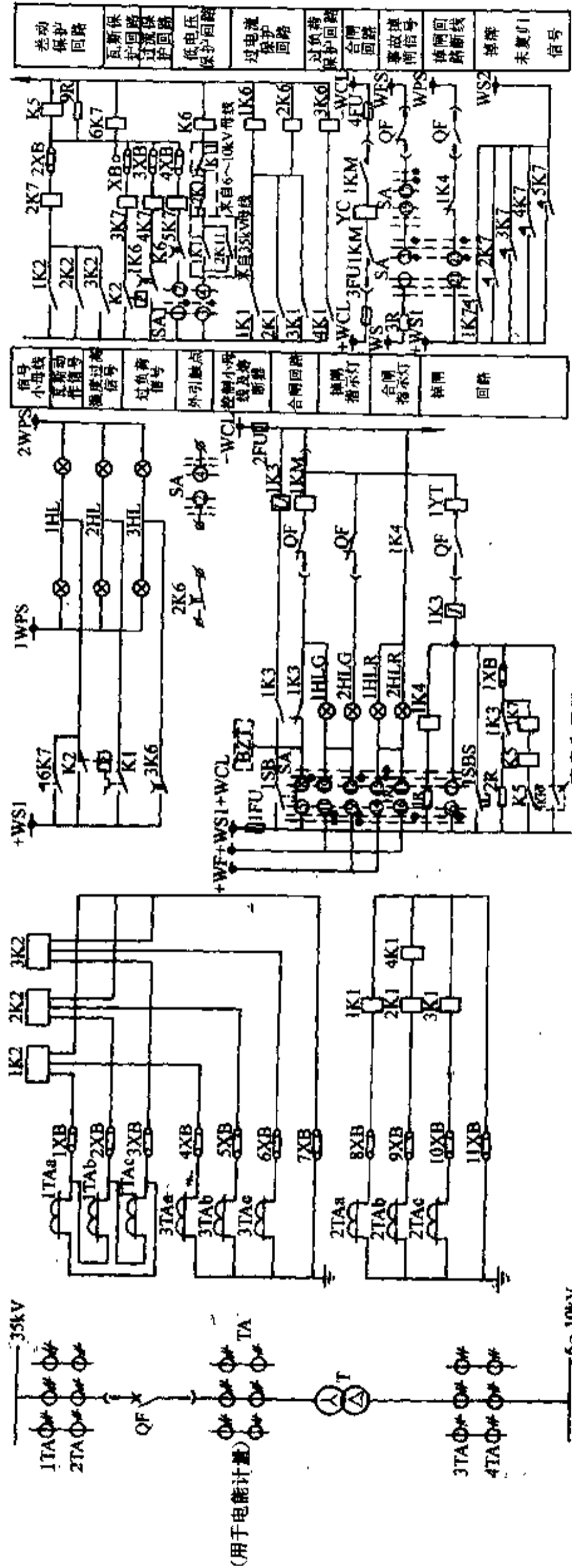


图 7-9 35kV 主变压器控制及保护二次回路原理图

表 7-3 图 7-9 设备表

符号	名称	规格	数量	符号	名称	规格	数量
安装在 35kV 开关柜上的设备				安装在变压器自投装置屏上的设备			
2HLG	指示灯	XD5-□V, 绿	1	SA1	转换开关	LW2-111/F4	1
2HLR	指示灯	XD5-□V, 红	1	安装在保护屏上的设备			
1KM	直流接触器	CZ0-40D□V	1	1K3	中间继电器	DZB-14B□V	1
3~4FU	熔断器	RL1-60□A	2	1K4	中间继电器	DZ-51/22□V	1
1SB	按钮	LA2	1	K5	中间继电器	DZB-12B□V	1
1SBS	按钮	LA2	1	1~2K6	时间继电器	DS-112□V	2
安装在控制屏上的设备				3K6、K6	时间继电器	DS-113C□V	2
SA	控制开关	LW2-□	1	1K7	信号继电器	DX-11/1A	1
1HLG	指示灯	XD5-□V, 绿	1	2~6K7	信号继电器	DX-11/□A	4
1HLR	指示灯	XD5-□V, 红	1	1~3K1	电流继电器	DL-11/□	3
1~3HL	光字牌	XD10-□V	3	4K1	电流继电器	DL-11/□	1
1~2FU	熔断器	R1-10/□	2	1~3K2	差动继电器	BCH-2	3
3R	电阻	ZG11-50, 1kΩ	1	XB	切换片	YY1-S	1
变压器自带设备				1~4XB	连接片	YY1-D	4
K1	温度继电器	WTZ-288	1	1R	电阻	ZG11-15.5kΩ	1
K2	瓦斯继电器	QJ1-80	1	2R	电阻	ZG11-50, 1Ω	1

4. 低电压保护回路动作时, 时间继电器 K6 动作, 当低电压时间大于 K6 整定时间时, K6 常开点延时闭合, 也能使 K5 动作至使跳闸, 同时信号继电器 5K7 动作, 并发出低电压信号。

(五) 其他信号报警回路读者可自行分析

四、35kV 电压互感器二次回路原理图

图 7-10 是 35kV 电压互感器二次回路原理图, 表 7-4 是该图的材料设备表, 图 7-10 可表达三个方面的内容。

(一) 主结线

电压互感器 TV 与母线的连接是采用插头插座式并用熔断器 FU 进行保护。

(二) 接线方式

1. 电压互感器的一次接成星形, 二次有两组线圈, 一组线圈接成星形, 作为电压小母线的引出线。另一组线圈接成开口三角形, 作为绝缘监视回路。

2. 电压小母线相与相间分别接一只电压继电器 1~3K1, 作为断相保护的检测原件, 每相接一只电压表, 监视电压是否正常, 绝缘监视回路在三角形开口处接一只电压继电器 K2, 监视母线是否有接地故障。正常运行时, 三相电压对称, 三只电压表读数相等, 电压继电器 K2 不动作。当母线发生接地故障时, 系统失去平衡, 电压表指示不同且 K2 动作, 发出接地故障信号, 并转动 SA2 可找出接地故障相。

(三) 信号回路

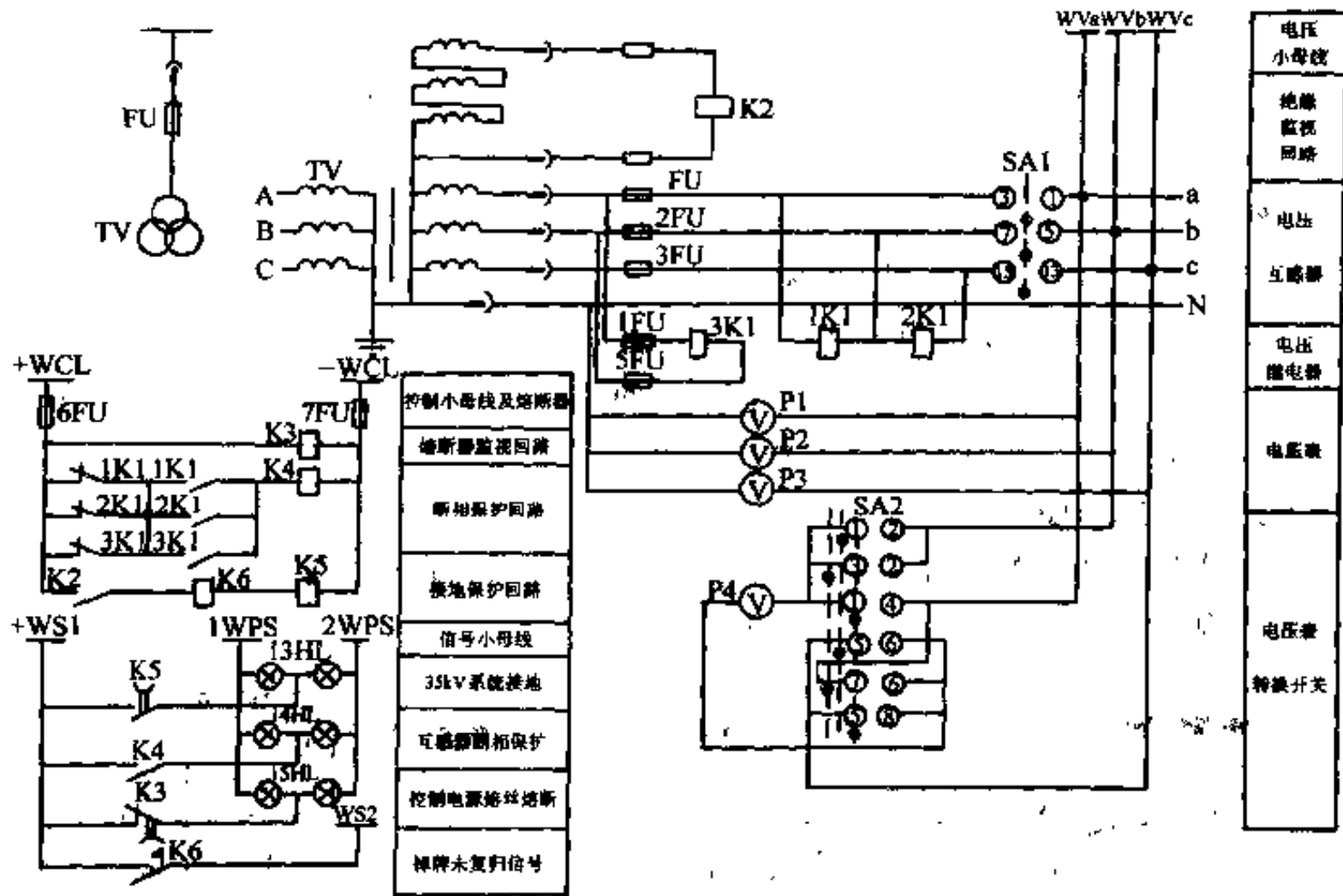


图 7-10 35kV 电压互感器二次接线原理图

表 7-4 图 7-10 设备表

符 号	名 称	规 格	数 量
安装在 35 千伏开关柜上的设备			
1~3K1	电压继电器	DJ-132/160	3
K2	电流继电器	DJ-131/60CN	1
K3	中间继电器	DZS-115□V	1
K4	中间继电器	DZ-15□V	1
K5	时间继电器	DS-113C□V	1
K6	信号继电器	DX-31/□	1
SA1	转换开关	LW2-111/F4	1
1~3、6~7FU	熔断器	R1-10/4A	5
P1~P3	电压表	1T1-V, 42/0.1kV	3
4~5FU	熔断器	R1-10/10A	2
安装在控制屏上的设备			
P4	电压表	16T2-V, 42/0.1kV	1
SA2	电压表转换开关	LW2-5.5/F4	1
安装在中央信号屏上的设备			
13~15HL	光字牌	XD10-□V, 白	

1. K3 作为控制小母线熔丝熔断的检测元件,正常时 K3 吸合,其常闭点打开,信号灯 15HL 熄灭,当 6FU 或 7KU 有一熔断时, K3 失电,其常闭点延时闭合, 15HL 点亮报警。

2. K4 作为断相的检测元件,正常时 1~3K1 全部吸合, 1~3K1 的常闭并联后与 1~3K1 的常开串联,有一相断相,其 1~3K1 则有一只失电,常闭有一只闭合复位,而对应的常开则有一只打开, K4 接通电源动作,其常开闭合, 14HL 点亮报警。

3. K2 动作时,其常开闭合,接通接地保护回路,时间继电器 K5 动作,其常闭延时闭合,使 13HL 点亮报警,同时信号继电器 K6 动作,发出掉牌未复归信号。

五、闪光装置原理图

图 7-11 是变配电装置中常用的闪光装置,当断路器 QF 和控制开关 SA 状态不对应时,信号灯被接到闪光母线 (+) WF 上,并开始闪光。

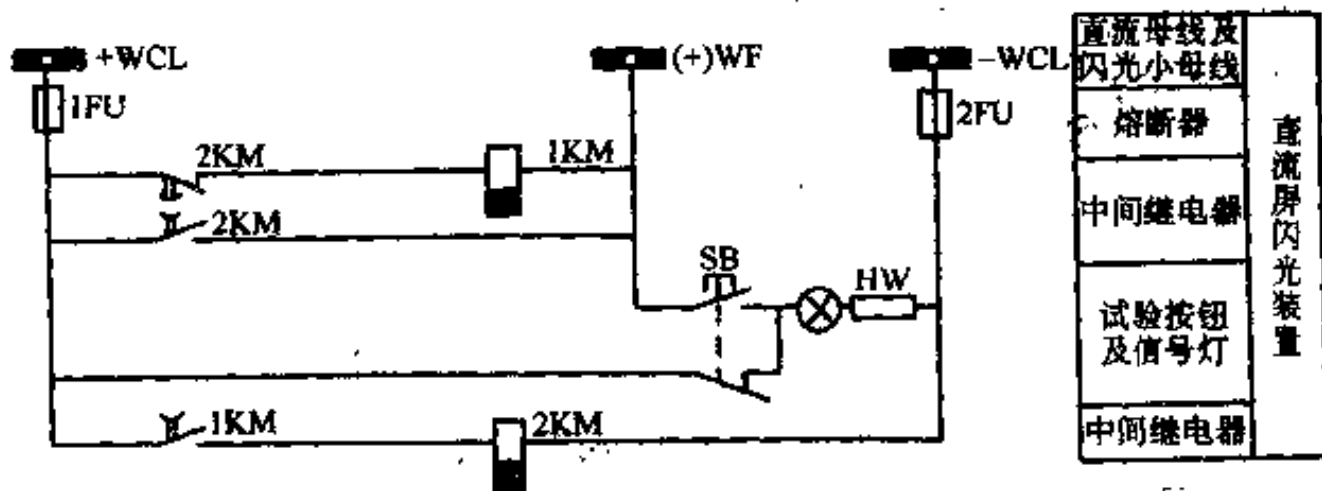


图 7-11 闪光装置原理图

1. 闪光装置一般由两个中间继电器、一个按钮、一个信号灯组成,其中中间继电器有延时功能,型号 JT3-11/1 型-220V。

2. 当 QF 的位置与 SA 的位置不对应时,负直流主电源 -W 即通过“不对应”回路与闪光母线 +WF 接通,使中间继电器 1KM 有电,1KM 动作电压较低,即使回路中有信号灯 1HG、1HR 及线圈,也能吸合。其常开点闭合,接通 2KM,2KM 的常闭断开 1KM,2KM 的常开闭合将正直流主电源 +W 直接接到 +WF 上,使不对应回路的信号灯发出强光,1KM 失电后,其常开点延时返回又切断了 2KM 的回路,这时 2KM 常开点、常闭点延时切换,常开打开切断了正直流主电源 +W 与 WF 的连接,常闭复位使 1KM 再次通电,“不对应”回路中的信号灯由于 1KM 线圈的串联接入而变暗。这样连续重复下去,信号灯将明暗闪光。SB 是试验按钮,信号灯 HW 平时经 SB 常闭接于 ±W 之间,监视直流主电源 ±W 和 1FU、2FU。按下 SB 时,HW 接至 WF 上,SB 常开点充当了不对应回路,HW 充当了断路器的位置指示灯,正常时 HW 应明显闪光。

3. 图 7-12 是闪光装置和“不对称”起动回路画在一起的原理图,供分析时参考。因为配电系统中有很多控制回路,有一个出现不对称,闪光装置将进入工作状态进行闪光。

六、直流系统绝缘监察装置原理图

图 7-13 是变配电装置中常用的直流系统绝缘监察装置原理图,它是利用电桥平衡的原理进行正常工作的,图 7-13a 可简化为图 7-13b。由图可知, $1R = 2R$,调节 3R 使 V_1 的读数为零,信号继电器 KS 不动作,这时 V_2 的读数为母线电压。操作母线电压表转换开关

时 V_2 应指示正母线或负母线的电压，这两个电压应相等。

当正负母线有一接地时，电桥失去平衡，KS 动作， V_1 有指示 1HL 点亮报警。将母线电压表转换开关打在测量位置 I 或 II， V_2 的指示应为零，表示该母线已接地。这时先调节 3R，使 V_1 读数为零，然后再把转换开关打在与前面操作相反的 II 或 I 上，这时 V_1 的指示即为直流系统对地的总绝缘电阻。 V_1 采用有双刻度（电压、电阻）的电表。

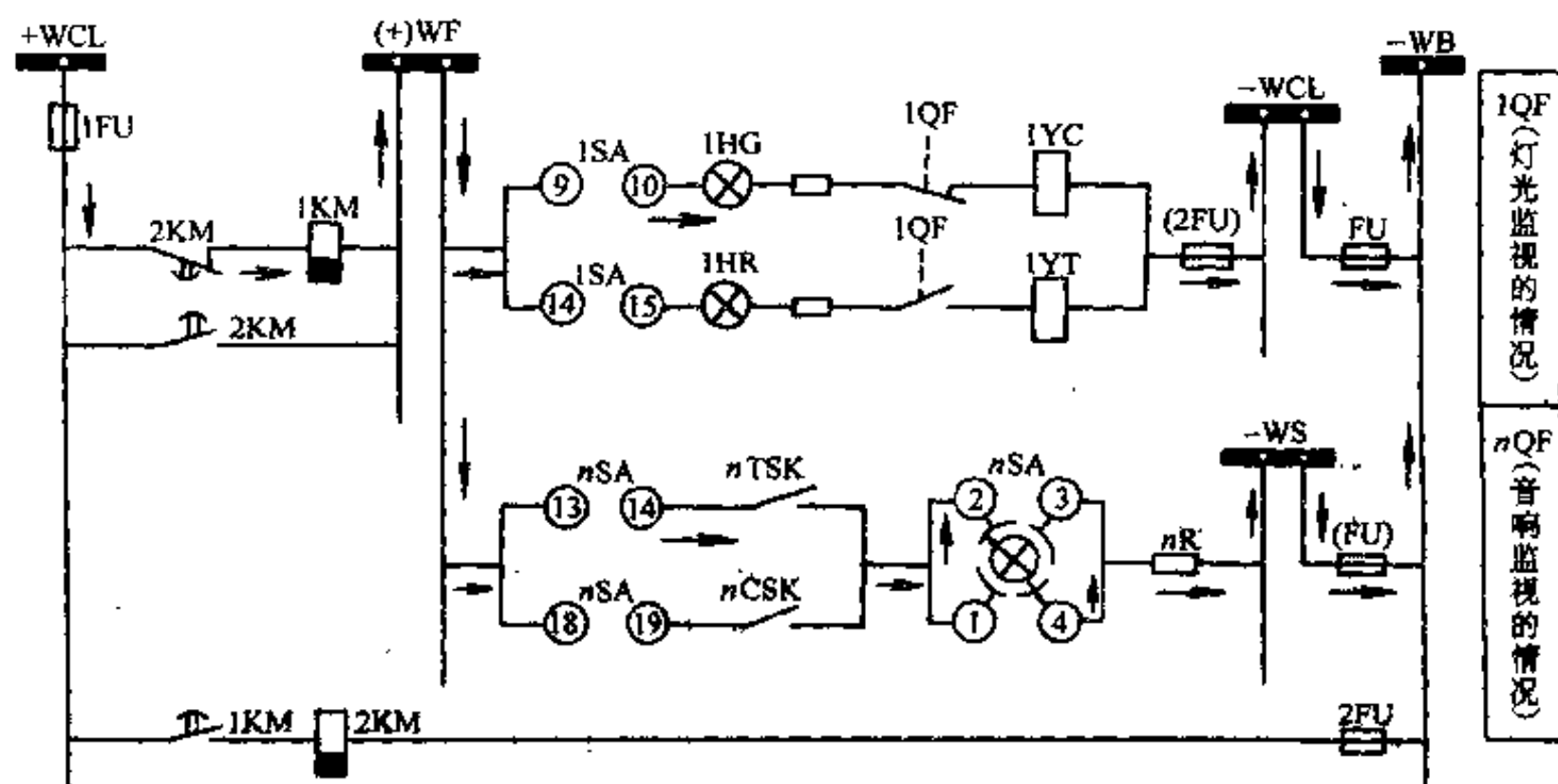


图 7-12 闪光装置及起动回路

七、直流母线电压监察装置原理图

见图 11-13，其中低电压继电器 1KV 的返回电压整定为 $0.75U_N$ ，过电压继电器 2KV 的动作电压为 $1.25U_N$ ， U_N 为直流母线额定电压。当实际电压小于 $0.75U_N$ 时，1KV 失电，1KV (5-7) 常闭点复位，3HL 点亮报警；当大于 $1.25U_N$ 时，2KV (1-3) 常开点闭合，2HL 点亮报警。

八、中央信号系统接线原理图

图 7-14 是变配电装置中央信号系统常用电路，可分两个部分的内容。

(一) 事故信号

事故信号是指断路器因继电保护动作或其他原因使断路器误断开而发出的音响信号，一般是由蜂鸣器或电喇叭发出。

由图可以看出，断路器辅助接点 QF 与控制开关 1SA “不对应”回路是通过事故信号小母线 WFS、WAS 并联于音响试验按钮 2SB 上的，只要断路器事故跳闸，其辅助常闭点复位便接通 HA1 发出音响，同时可按动解除按钮 1SB，3KM 吸合后，其常闭点 3KM (727-731) 打开，可将音响切除。

(二) 预告信号

预告信号是指某些设备出现不正常工作情况时，如轻瓦斯、油温过高、接地等，而发出的音响信号，但是由警铃发出的，以便与事故信号区别。

由图可以看出，起动警铃 HA2 的有关接点是经过预告信号小母线 WFS、WPS 并联在预告信号音响试验按钮上的，只要这些接点有一闭合，便接通 HA2，同样可用 3SB 解除。其中接点 6KM、5KM 是来自电压互感器回路的，KS 是来自母线绝缘监察回路信号继电器 KS

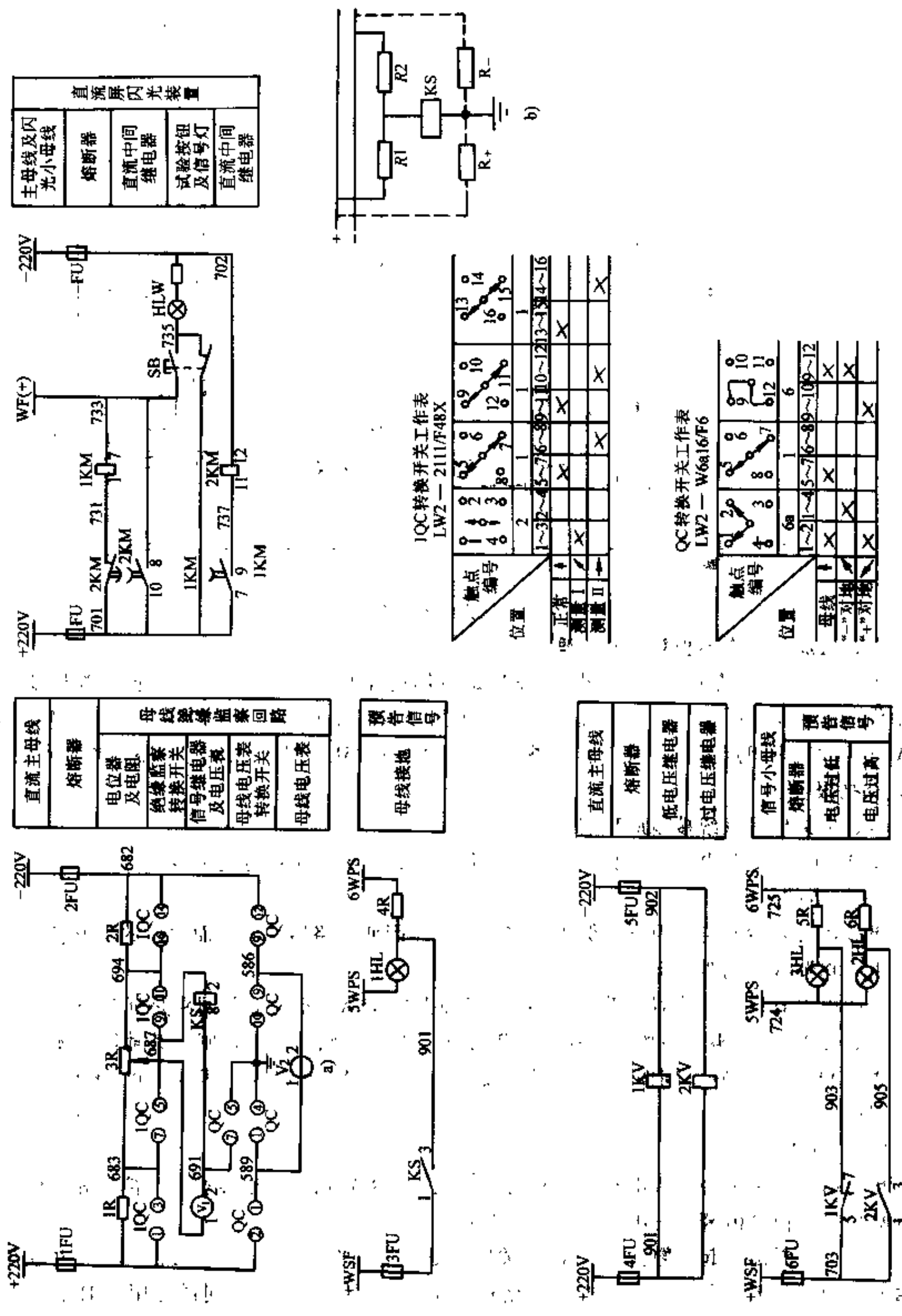


图 7-13 直流系统绝缘监察装置原理图

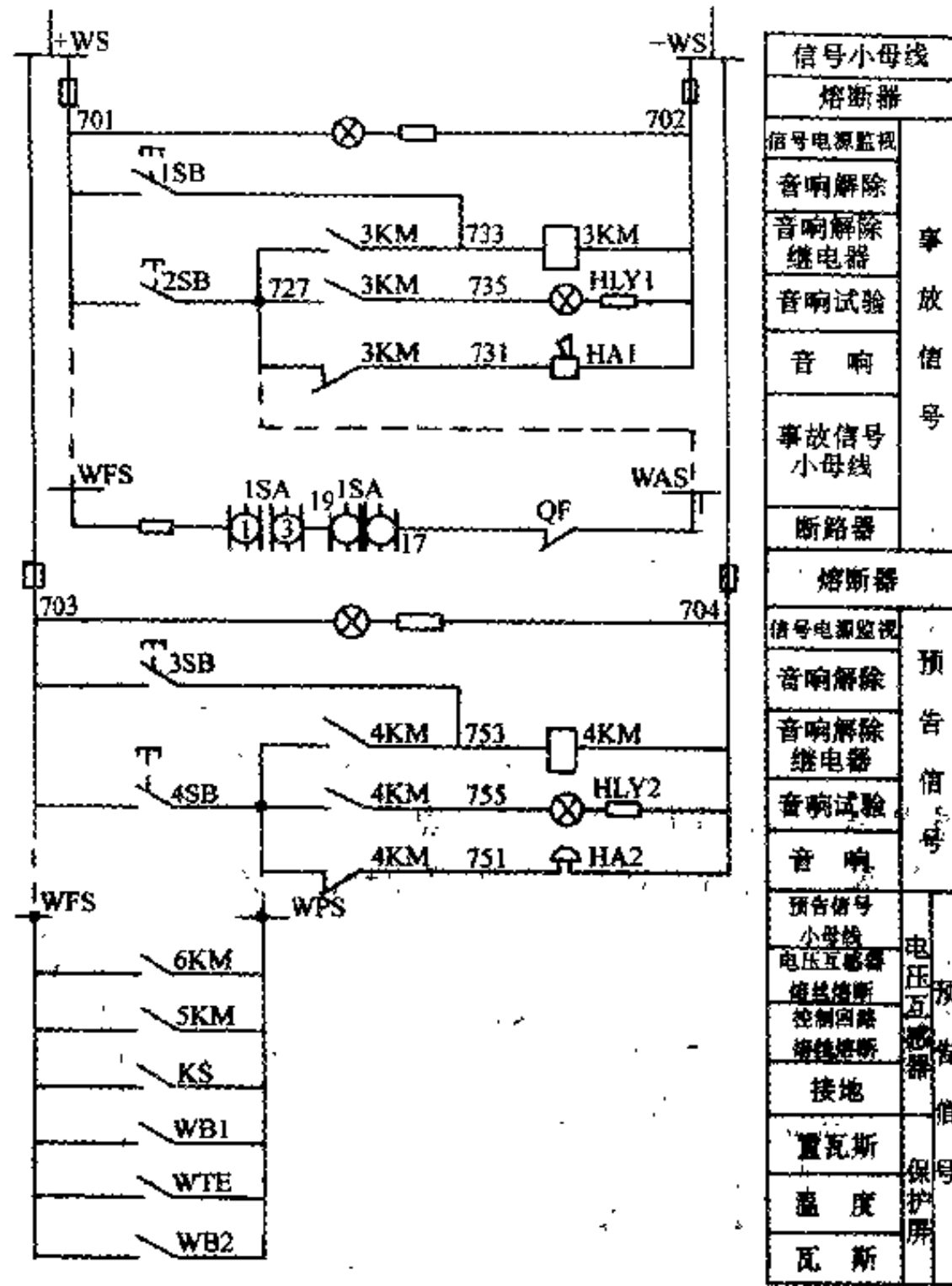


图 7-14 中央信号系统接线原理

的，瓦斯信号 WB1、WB2 是来自变压器上瓦斯继电器的，温度信号 WTE 是来自变压器上油温计上的。

有的设计在预告信号接点回路里串联光字牌（能写上字的信号灯），铃报警时光字牌可点亮，见图 7-15。

中央信号系统及变压器、断路器控制系统还常用到掉牌未归信号，这个信号是取自信号继电器的接点，并将其接在辅助小母线 WAUX 与掉牌未复归光字牌小母线 WSF 之间，见图 7-16。信号继电器动作时掉牌，常闭点接通 WAUX (WS1) 和 WSF (WS2) 见图 7-8 和图 7-9，信号灯 1HL 点亮，指示信号继电器掉牌，亦说明保护装置动作。这时运行人员可手动复位掉牌，处理故障。

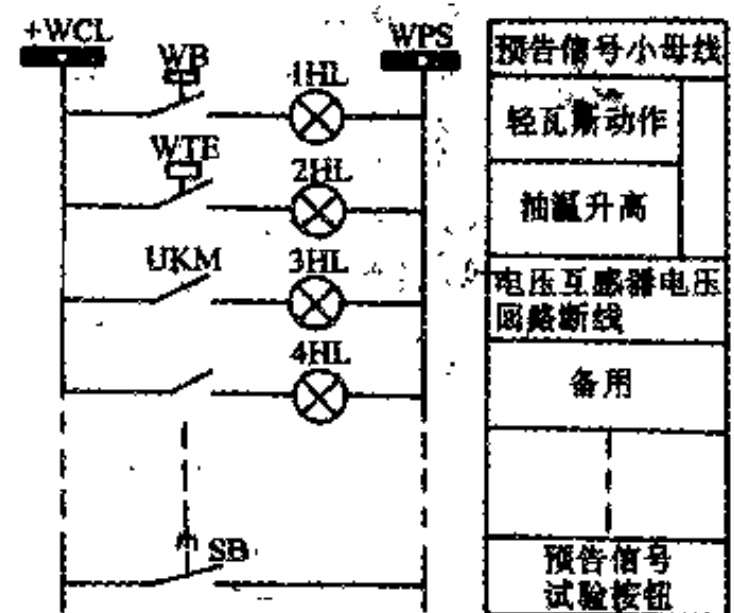


图 7-15 预报音响及光字牌信号起动回路

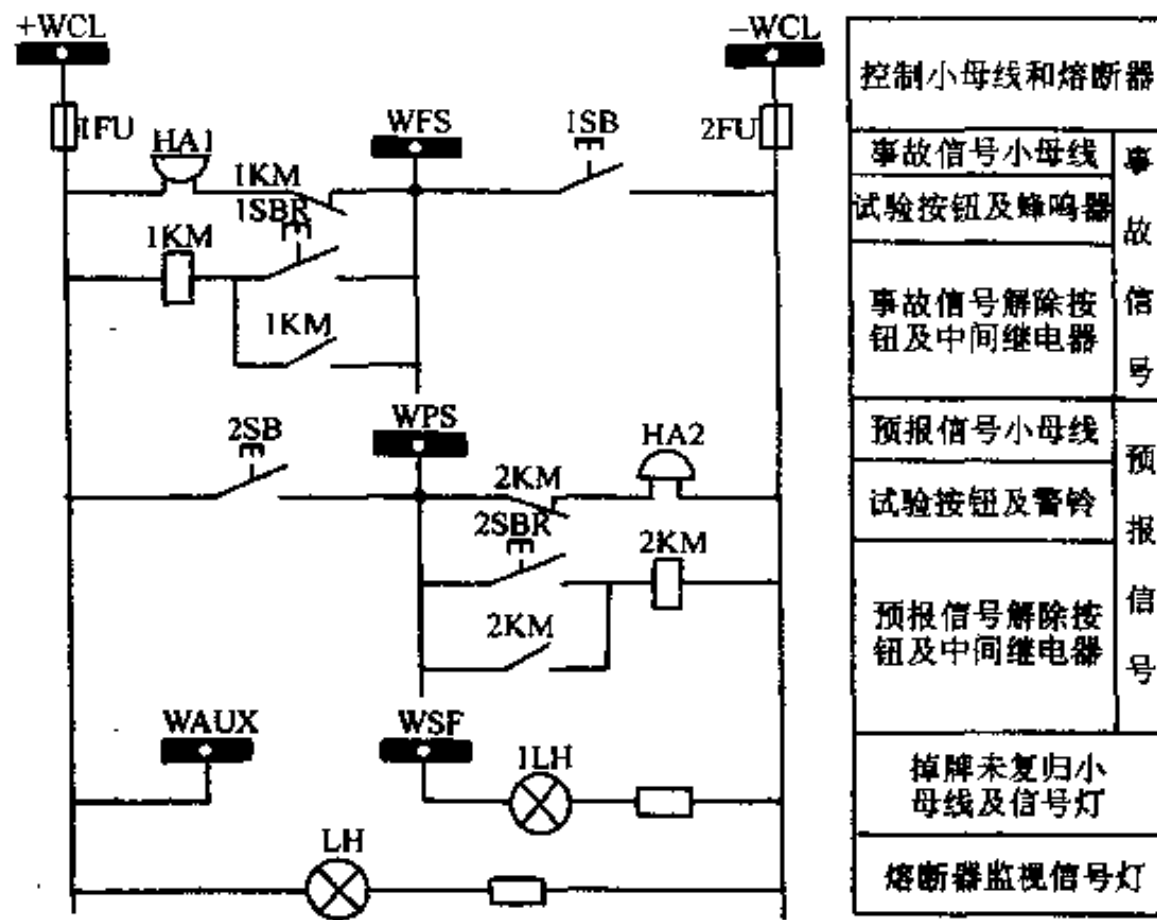


图 7-16 掉牌未复归信号起动回路

九、高压架空引出线路控制保护二次回路原理图

图 7-17 是 10kV 输电线路控制保护二次回路原理图，该图可分三部分内容。

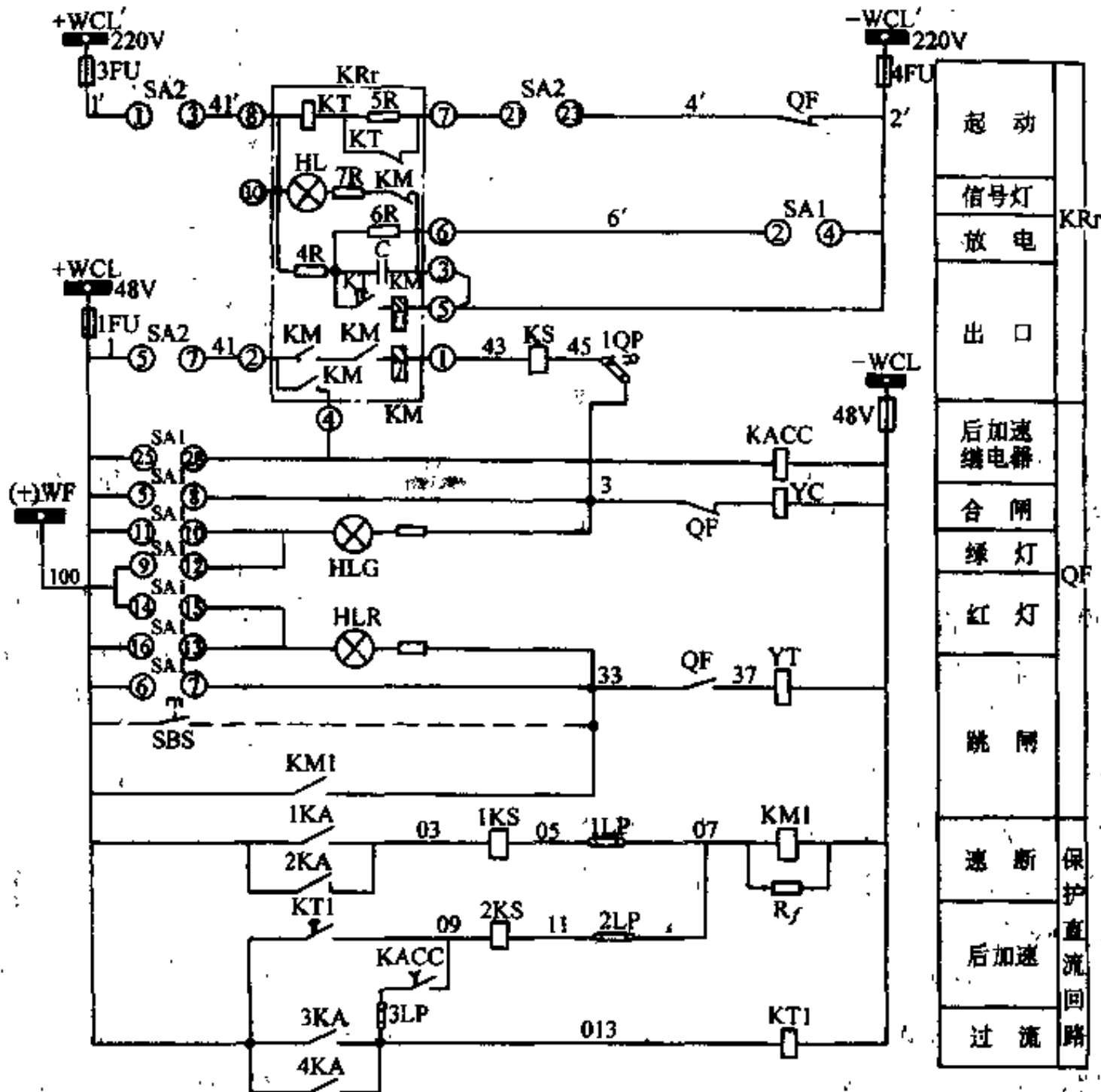


图 7-17 10kV 输电线路控制保护二次回路原理图

(一) 自动重合闸回路

对于架空线路暂时性的故障，如雷电过电压、大风使导线短路、风筝或异物使导线短路等常采用自动重合闸继电器进行保护，这样当断路器跳闸后，由于故障被短路电路消除烧毁或过电压消失，重合闸继电器动作使断路器自动合闸。一般情况下，只重合一次，若为永久性故障，保护装置再次动作后将不再重合。

1. 当线路正常工作时，断路器 QF 合闸，重合闸继电器 KR_r 投入工作，转换开关 SA₂ 置于投入位置，KR_r 中的电容 C 处于被充电状态，充电回路是经 SA₂ (1-3) —4R—C—③ 到电源，同时信号灯 HL 经中间继电器 KM 的常闭点接通经 C 充电的回路到电源而使 HL 点亮，一方面监视电源电压及熔断器，同时说明 C 处于充电状态。

2. 由于线路故障继保动作使断路器 QF 跳闸后，其辅助常闭点 QF (4'-2') 闭合，打破原来 SA₂ 与 QF 的不对应，使起动回路接通，回路是经 SA₂ (1-3) —KT 线圈—5R 及并联的 KT 瞬时常闭点—SA₂ (21-23) —QF (4'-2') 到电源，这时 KT 瞬时常闭点打开，时间继电器 KT 开始延时。当整定时间到达时，其延时闭合的常开点闭合，将 DZB 型中间继电器 KM 的电压线圈与电容 C 并联接通，C 即向 KM 冲击放电，KM 吸合。

3. KM 电压线圈吸合后，其常闭点打开，HL 熄灭，而常开点（两个常开点串联）闭合，将出口回路接通，回路是经 SA₂ (5-7) —②—两个常开点 KM 串联—KM 电流线圈—①—信号继电器 KS—1QP—QF 辅助常闭—合闸线圈 YC 到电源，YC 吸合后断路器重合。同时由于 KM 电流线圈的接入而实现了自保，而合闸后，QF 辅助常闭打开而解除自保，其中信号继电器 KS 的接入是为了记录 KR_r 动作的继电信号。

4. 中间继电器 KM 动作时，接点 KM②—④ 闭合接通了后加速继电器 KACC，其延时打开的常开接点立即闭合，如为永久性故障，电流继电器 3KA, 4KA 动作，其接点直接起动出口中间继电器 KM₁，使 QF 不经时间继电器 KT₁ 延时而迅速动作而跳闸。SA₂⑤—⑦ 并联了 SA₁⑤—⑧，该接点在 SA₁ 合闸位置上是接通的，它的作用是当线路上本来就有故障存在时，而操作 SA₁ 合闸则可使加速断开线路。

5. 重合闸继电器只能动作一次，当故障为暂时性的断路器可重合闸，使线路恢复正常运行。若为永久性故障，一次重合闸再次由保护装置动而跳闸则不会重合，这是因为电容器 C 重新充足电需 15~20s 的时间，当重合闸继电器再次起动时 KT 动作，C 来不及充足电使 KM 冲击动作，故重合闸继电器的出口回路不会接通，这样保证了只能动作一次。

(二) 断路器控制回路

断路器控制回路与前述基本相同，只是在 3~10kV 线路一般不设防跳回路，这里只将防跳回路的接线列出，用于 35kV 及以上的线路，断路器控制回路的接线请读者自行分析。

(三) 继电保护回路

继电保护回路较简单，读者按前述方法自行分析。

十、二次回路的接线图

二次回路接线图是按照二次回路的原理图绘制的一种供二次回路安装时使用的施工图样，一般由盘面布置图、安装接线图、端子排接线图组成。

(一) 盘面布置图

盘面布置图是表明二次设备元件（继电器、仪表、信号装置、主令开关等）在控制盘、保护盘、信号盘上安装排列位置和相互间距离尺寸以及盘面几何尺寸的图样，一般按一定的

比例画出，图 7-18 是某变电所继电器屏盘面布置图。盘面布置图直观简单，识读时要掌握元件的规格型号。

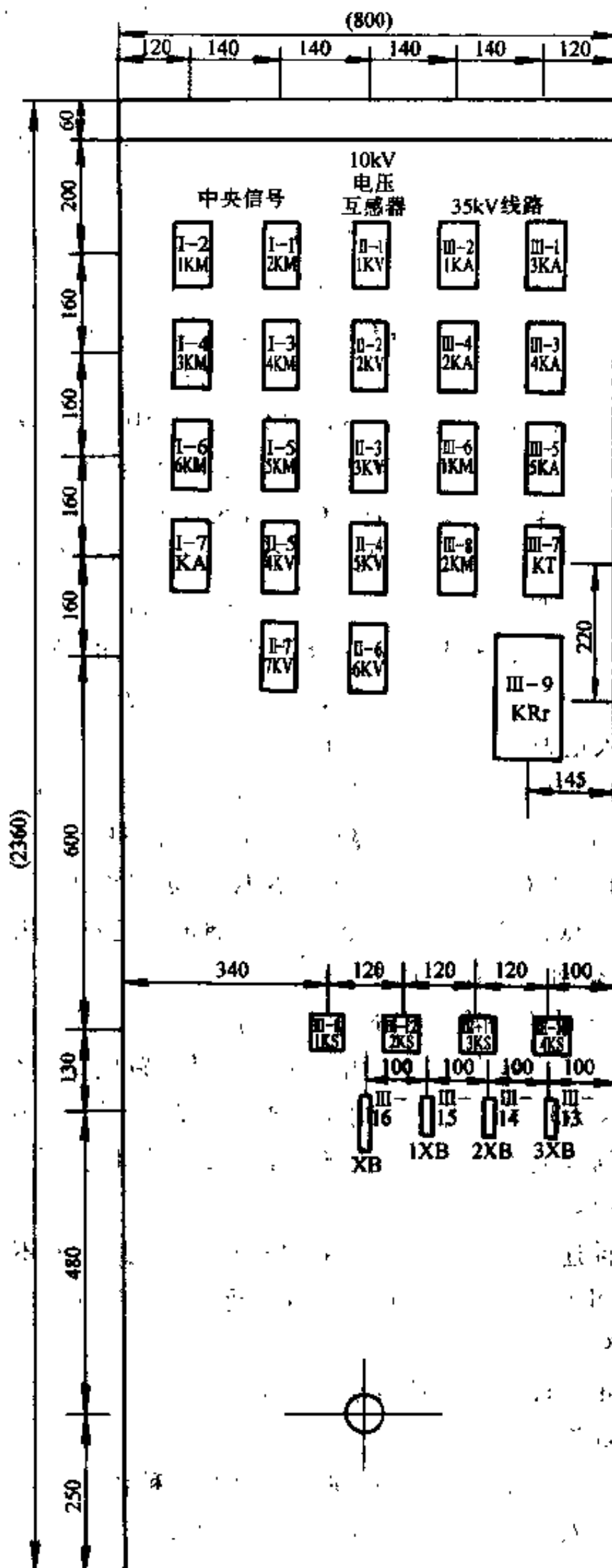


图 7-18 某变电所继电器屏盘面布置图

(二) 安装接线图

安装接线图表明盘面布置图上二次设备元件内部接线及相互之间接线的图样，其中较简单的元件可不画出其内部接线。一般情况下，二次设备元件装设在盘的正面，但接线在盘的背面，因此安装接线图则是盘的后视图。元件之间的接线和元件与外部的接线是经过端子排进行的，因此，端子排的接线成了二次回路接线图的主要接线图。

(三) 端子排接线图

1. 端子排标注的意义及方法见图 7-19。

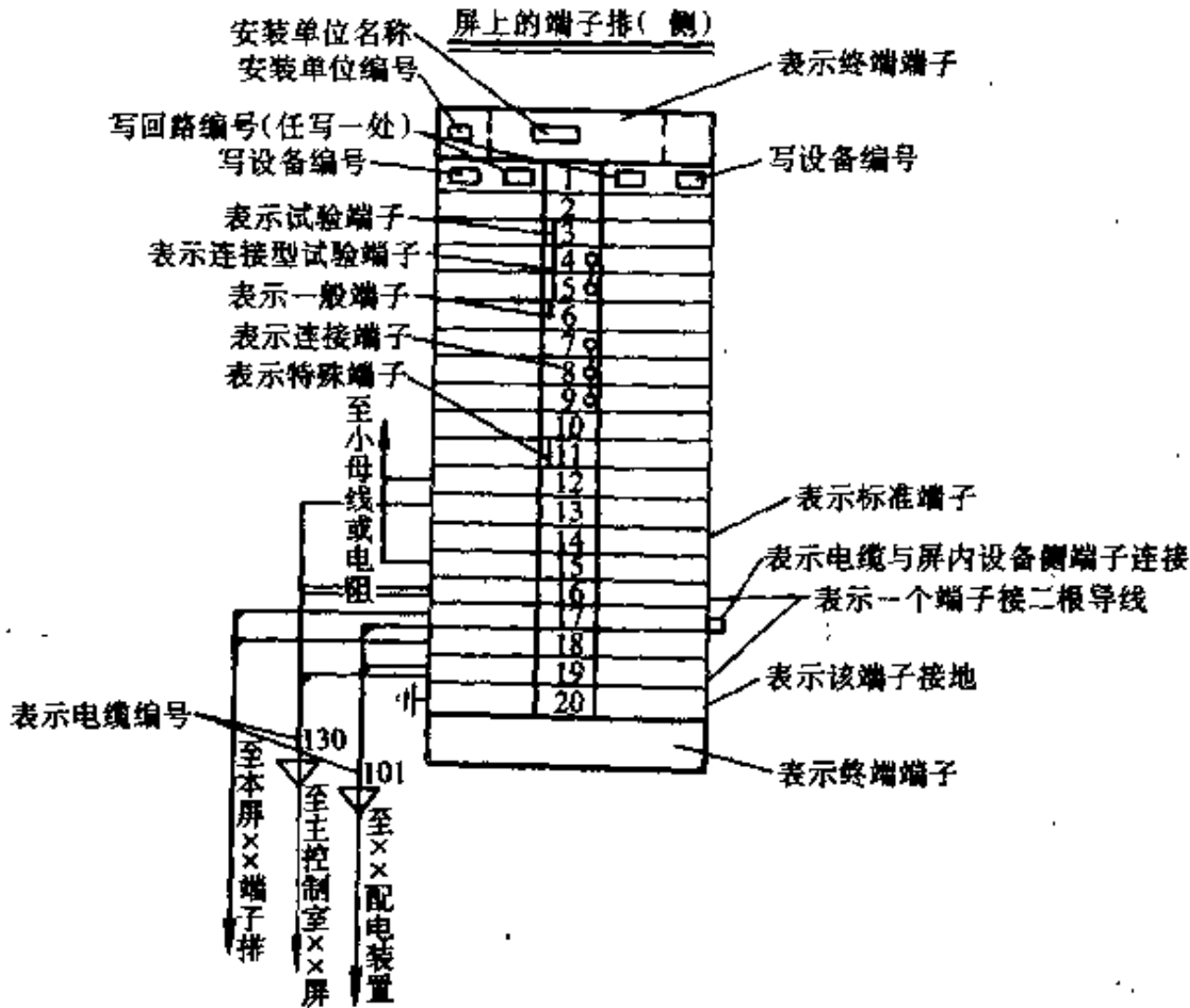


图 7-19 端子排标注的意义及方法

2. 二次接线的标号 二次回路中，对所有二次设备、原理图中的所有连接导线、端子排及它们之间的连接导线，都要进行统一标号。标号可说明设备或回路的性质和用途。

(1) 二次设备的标号 同一盘柜上常常安装着来自不同装置的二次设备，如发电机、变压器、线路、母线、断路器等装置，这些装置叫做安装单位。为了区分同一盘柜上不同安装单位的设备，采用罗马数字 I、II、III、……来表示安装单位的编号。同一安装单位的所有设备，则按其在盘上的位置，依次用阿拉伯数字编出顺序号，见图 7-20。

(2) 二次接线的回路标号实际上是对二次接线的导线进行编号，编号采用等电位原则，即在回路中连接到同一点的全部支路只使用同一数字编号，由二次设备的线圈、接点或电阻等元件所间隔的线段，要作为不同电位的线段，给以不同数字的编号。二次回路按用途分组，每组给以一定的数字范围，交流回路在数字前要加上相别 A、B、C、

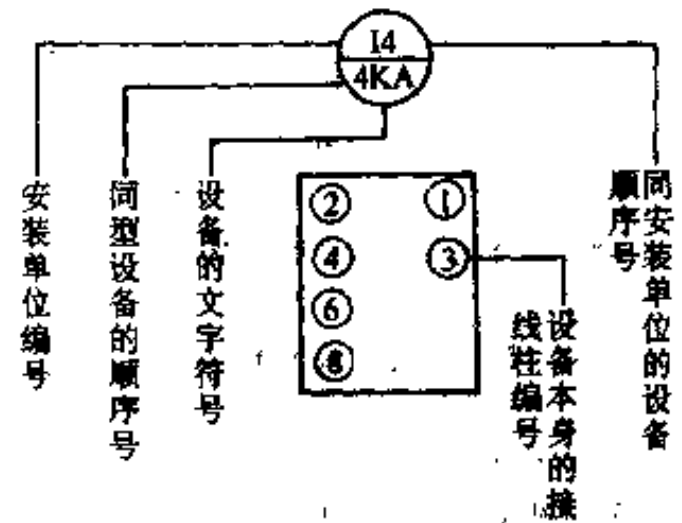


图 7-20 安装接线图中设备编号举例

N、P。数字编号一般不超过三位数，表7-5~表7-7给出了不同用途和回路类别的编号数字范围，下面举例说明一下用法。

表7-5 二次回路数字标号范围表

回路类别		标号范围
直流回路	保护回路	01~099 (或 J1~J99)
	控制回路	1~599
	励磁回路	601~699
	信号及其他回路	701~999
交流回路	控制、保护及信号回路	1~399
	电流互感器回路	400~599
	电压互感器回路	600~799

表7-6 交流回路数字标号组

回路名称	互感器的文字符号	回路标号组				
		A相	B相	C相	中线(N)	零序(L)
保护装置及 测量表的 电流回路	TA	A401~A409	B401~B409	C401~C409	N401~N409	L401~L409
	1TA	A411~A419	B411~B419	C411~C419	N411~N419	L411~L419
	2TA	A421~A429	B421~B429	C421~C429	N421~N429	L421~L429
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
保护装置及 测量表的 电压回路	TV	A601~A609	B601~B609	C601~C609	N601~N609	L601~L609
	1TV	A611~A619	B611~B619	C611~C619	N611~N619	L611~L619
	2TV	A621~A629	B621~B629	C621~C629	N621~N629	L621~L629
控制、保护及信号回路		A1~A399	B1~B399	C1~C399	N1~N399	—
绝缘监察电压表的公共回路		A700	B700	C700	N700	—

表7-7 直流回路数字标号组

回路名称	数字标号组			
	I	II	III	IV
控制回路“+”电源	1	101	201	301
控制回路“-”电源	2	102	202	302
合闸回路	3~31	103~131	203~231	303~331
绿灯或合闸回路监视继电器回路	5	105	205	305
跳闸回路	33~49	133~149	233~249	333~349
红灯或跳闸回路监视继电器回路	35	135	235	335
备用电源自动合闸回路	50~69	150~169	250~269	350~369
开关器具的信号回路	70~89	170~189	270~289	370~389
事故跳闸音响信号回路	90~99	190~199	290~299	390~399
信号回路“+”电源		701, 703, 705		
信号回路“-”电源		702, 704, 706		
事故跳闸信号小母线		707, 708		
预告信号小母线		709, 710, 711, 712		
掉牌未复归小母线		716		

1) 表 7-5 中电流互感器回路的数字范围是 400~599, 对于第二组电流互感器 2TA, A 相电流互感器的引出线段就记作 A421, 经电流表线圈后记作 A412。C 相记作 C421、C422, 地线记作 N421。

2) 有两组电流互感器 1TA、2TA, 1TA 的 A 相回路用 A411、A412……来标注, 2TA 的 A 相则用 A421、A422……来标注, 也就是同类电器的回路标号互相用十位数或百位数来区别。

3) 某些主要回路则标以固定的编号, 如控制回路正电源用 1, 负电源用 2; 信号回路正电源用 701, 负电源用 702; 直流正极回路按奇数顺序编号, 负极回路按偶数顺序编号; 回路中, 从正电源开始每经过电压线圈、电容、电阻等, 回路极性改变, 编号则由奇变偶。

(四) 二次回路接线图实例

这里仅以某 35kV 线路控制、保护、信号回路二次回路接线图为例, 说明二次回路接线图的读图方法。图 7-21 是某 35kV 线路控制保护原理图, 图 7-22 是该 35kV 线路控制屏盘面布置图, 图 7-23 是该 35kV 线路控制屏端子排接线图。

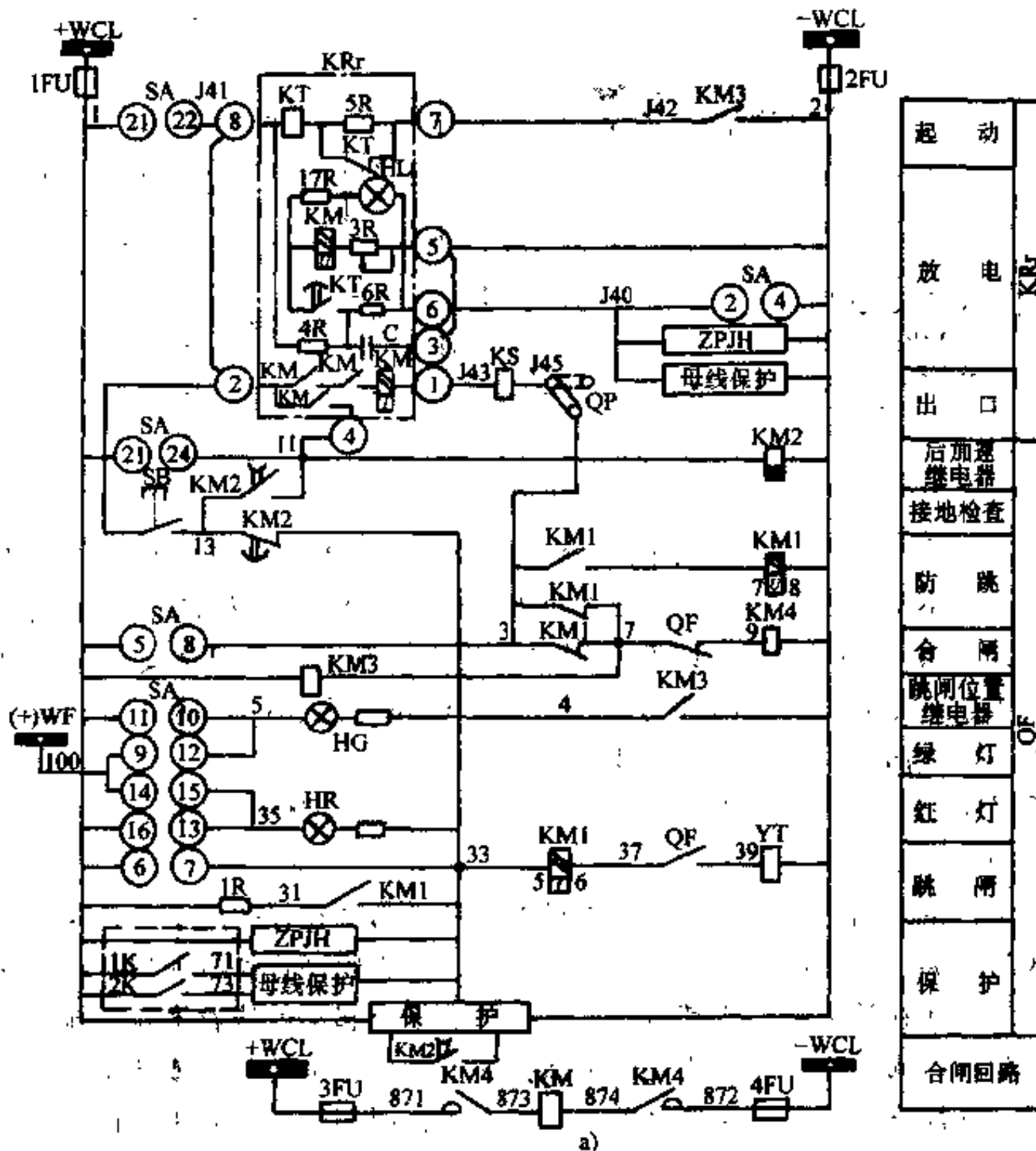


图 7-21 35kV 线路控制保护原理图

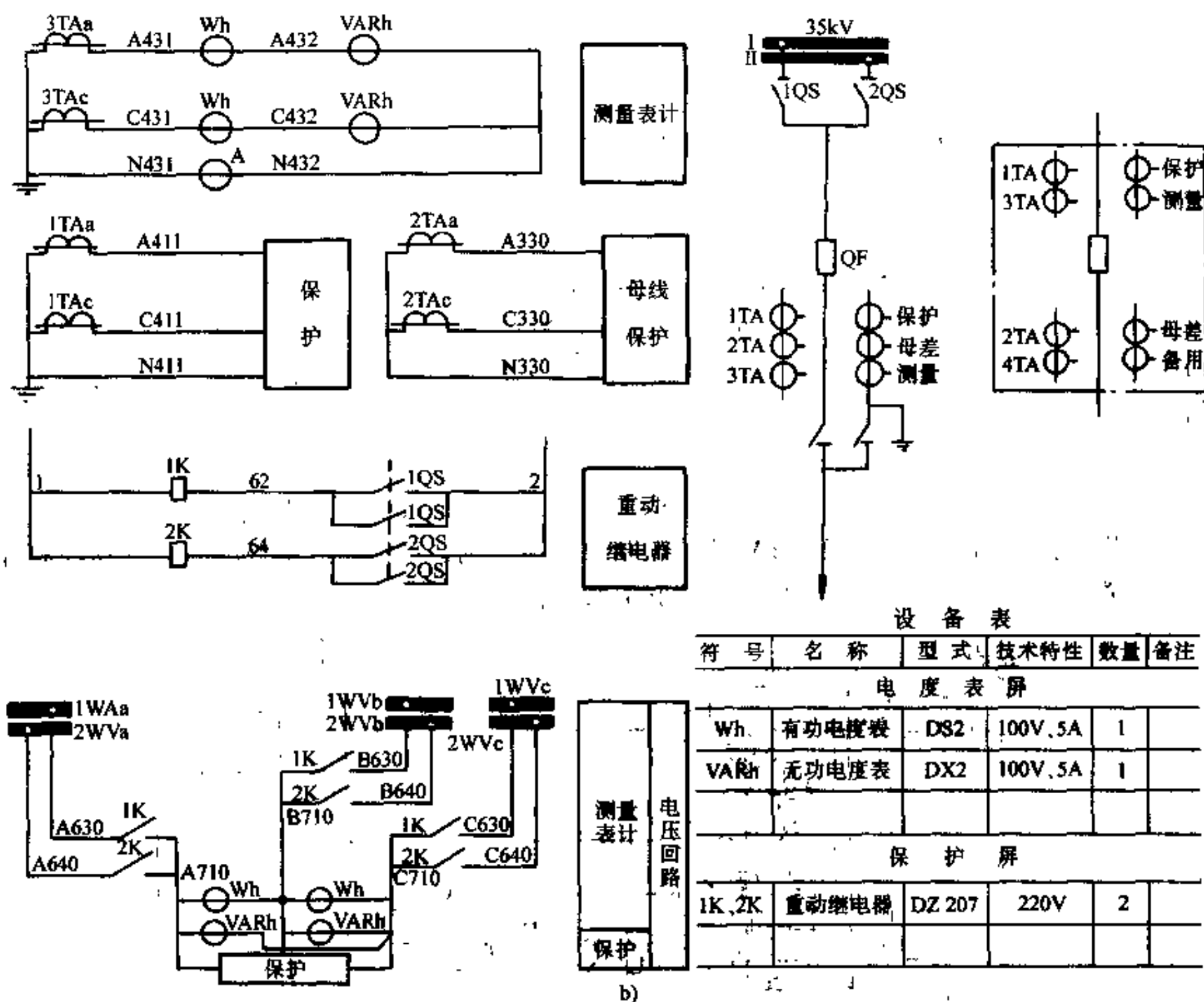


图 7-21 35kV 线路控制保护原理图 (续)

1. 图 7-21 与图 7-17 有很多相同之处, 同时在前述内容中已详细介绍了电压、电流回路。因此, 这里不讲述其电路原理, 读者可参考前述内容看懂该图的每个部分。

2. 图 7-22 是用于四条 35kV 线路控制屏的盘面控制图, 有四个安装单位 (I ~ IV), 图中只标出了 I* 安装单位设备的编号, 其它三个回路与之相同。而电阻、熔断器、刀开关、继电器等不在盘面上画出的设备则装在了屏的背面。

3. 这里我们将详细介绍端子排接线图的识读, 前面就识图基本知识作了介绍, 这里要对照应用, 见图 7-21 和图 7-23。

(1) 读端子排接线图时, 应先弄清端子排的用处, 是用于保护屏上、还是控制屏上、还是计量屏上或其他屏上, 然后看懂控制保护原理图, 并正确确定哪些元器件在控制屏上, 哪些在保护屏上, 哪些在计量屏上或其他屏上, 这两点结合起来就能看懂端子排接线图。这里还要注意到屏与屏之间的连系, 有些元件是保护屏上的, 但是控制屏或计量屏上也要用到这些元件的端子, 这样就必须用电缆将这些不同屏上的相同端子连接起来, 这些电缆也有特定的编号, 编号方法见表 7-8。

(2) 下列回路一般应经过端子排:

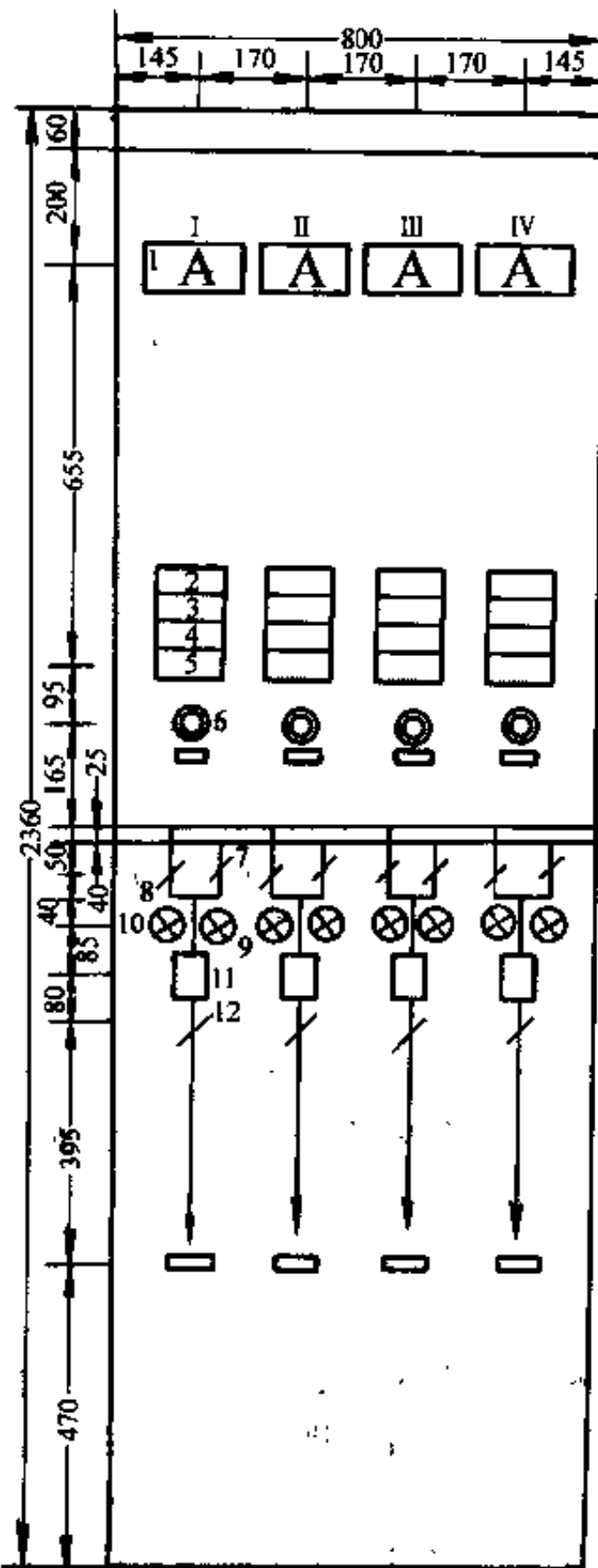


图 7-22 35kV 线路控制屏盘面布置图

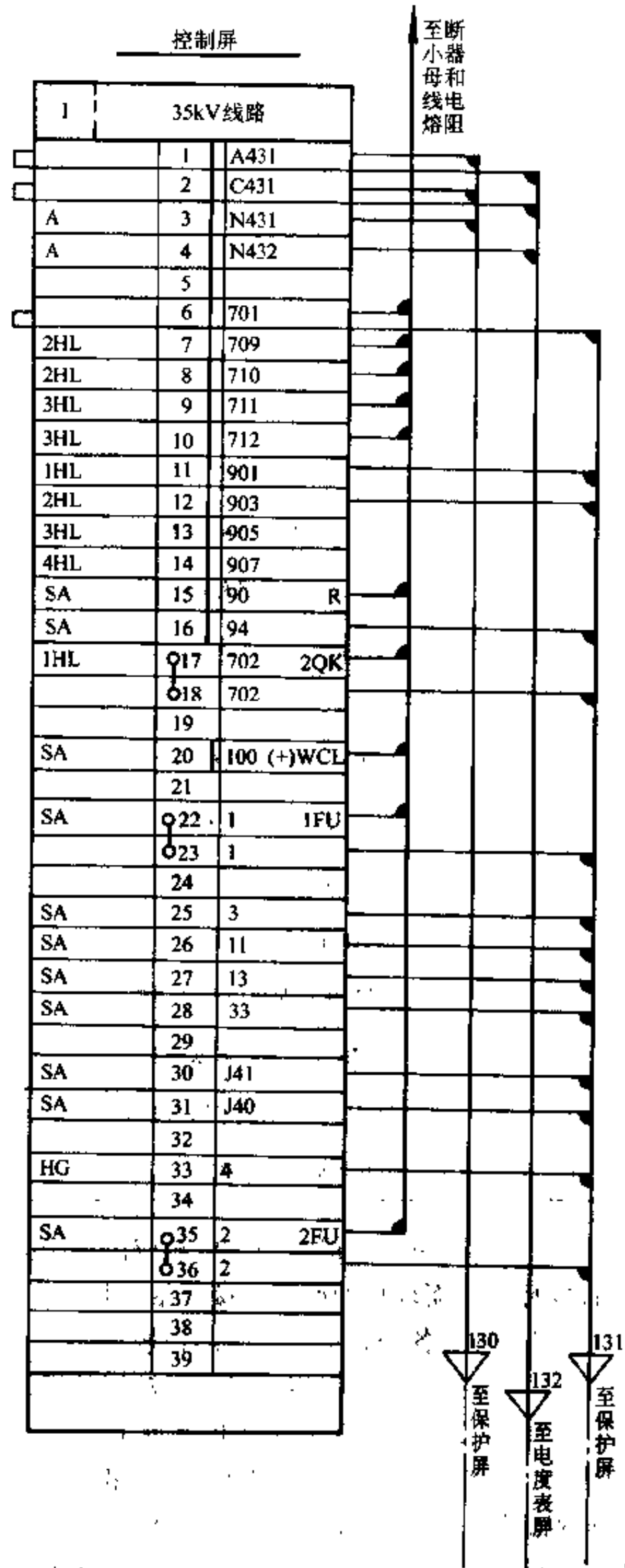


图 7-23 35kV 线路控制屏端子排接线图

- 1) 屏内设备与屏外设备之间连接，其中交流回路应经过试验端子；事故音响信号回路及预告信号回路及其他在运行中需要方便断开的回路应经过特殊端子或试验端子；
- 2) 屏内设备与直接接至小母线的元件（如附加电阻、熔断器或小空开等）的连接；

表 7-8 电缆数字标号组

序 号	电 缆 起 止 点	电 缆 号
1	主控制室到汽机房	100~110
2	主控制室到 6~10kV 配电装置	111~115
3	主控制室到 35kV 配电装置	116~120
4	主控制室到 110kV 配电装置	121~125
5	主控制室到变压器	126~129
	其中:	
5.1	控制屏到变压器端子箱	126
5.2	控制屏到变压器调压装置	127
5.3	控制屏到变压器套管电流互感器	128
6	主控制室内屏间联系电缆	130~149
	其中:	
6.1	用于 6~10kV 母线保护屏	145
6.2	用于 35kV 母线保护屏	146
6.3	用于 110kV 母线保护屏	147
7	汽机间内联系电缆	150~159
8	35kV 配电装置内联系电缆	160~169
9	其它配电装置内联系电缆	170~179
10	110kV 配电装置内联系电缆	180~189
11	变压器处联系电缆	190~199

3) 各安装单位主要保护的电源应由端子排上接引保护的负电源则应在屏内设备元件间布置成环形，而环形的两端应接至端子排；

4) 同一屏上各安装单位之间的连接；

5) 为节约控制电缆，需要经本屏转接的回路等。

(3) 由图可知，电流表 A 在控制屏上，有功表 Wh 和无功表 VARh 在计量屏上，中间继电器 1K、2K 在保护屏上，因此 A 的端子 N431、N432 在该屏端子排上，但是由于电流互感器的信号来自保护屏上，因此设 A431、C431 及 N432 并用电缆 130[#] 由保护屏引来，为了节约电缆再由此用电缆 132[#] 转接至计量屏上去。图中 1~4[#] 端子为交流回路，5[#] 空置备用。

(4) 6~10[#]、15[#]、17[#]、20[#]、22[#]、35[#] 端子为接至屏顶小母线熔断器和电阻的端子，其中：

1) 6[#] 端子接 701，控制屏上元件并不接至 701，信号继电器 KS 原本装在保护屏上，但

保护屏上不设辅助母线 WAUX, 这样 6# 端子引至屏顶经小开关 1SH 接至 +WAUX 上, 然后再转接到保护屏上, KS 的触点一端也按图接在 701 上。

2) 7~10# 端子引至屏顶预告信号小母 1~4WPS 上, 左侧接到光字牌 2~3HL 上。11~14# 端子为光字牌的回路, 编号 901、903、905、907, 虽 905、907 未用上但应引至端子排。

3) 15~16# 端子为事故音响信号回路端子, 编号 90 和 94, 电阻 R 和小母线 WFS 都在本屏屏顶, 而跳闸位置继电器 KM3 的接点在保护屏上, 因此要经端子排, 左侧接 SA。

4) 17# 端经小开关 2QK 引至信号负电源 -WAUX 上, 编号 702, 左侧接光字牌 1HL。利用 18# 端子将 702 引至保护屏, 以便 KM3 接点接线。

5) 20# 端子是接至闪光小母线 (+) WF 的编号 100, 左侧接 SA; 22# 端子接控制正电源 +WCL, 左侧接 SA, 并经 23# 端子引至保护屏, 保护屏也需要 +WCL。

6) 35# 端子是接 -WCL 的, 编号 2, 左侧接 SA, 同样经 36# 引至保护屏。

(5) 6#、11#、12#、16#、18#、23#、25#~28#、30#、31#、33#、36# 端子是引至保护屏的端子, 其中 6#、16#、18#、23#、36# 已在 (4) 中转至保护屏。

1) 11# 端子编号 901 线是连接装在控制屏上的光字牌 HL 和装在保护屏上的 KS 的引出端子, 12# 与 11# 相同。

2) 25#~28# 端子分别接编号 3、11、13、33 线, 其中 25# 端子 3# 线是将保护屏上的中间继电器 KM1 的接点一端引入控制屏; 26# 端子 11# 线是把保护屏上的重合闸继电器 KR_r 的端子④引入到控制屏; 27# 端子 13# 线和 28# 端子 33# 线是把保护屏上的中间继电器 KM2 的接点两端分别引入到控制屏, 同时 33# 线也把其他的保护屏上的接点引入到控制屏。

3) 30# 端子 J41# 线是把 KR_r 的端子⑧引入到控制屏上, 31# 端子 J40# 线把 KR_r 的端子⑥引入到控制屏上。

4) 36# 端子 2# 线是把保护屏上的 KM3 接点的一端引入到控制屏上的 2FU 下端。

5) 5#、19#、24#、29#、32#、34# 及 37#~39# 端子为备用端子。前述端子可按组分开, 以便识别。

限于篇幅的关系, 有关 10kV 电容柜、10/0.4kV 变电室二次回路等内容, 读者可按前述的内容自行分析。这里需要特别指出的是, 对于复杂的线路, 尤其是二次回路, 读图时应先弄清元件本身的作用、功能和工作原理。如, 元件在什么条件下工作, 什么条件下不工作; 工作过程中, 条件变化了, 元件是何种状态, 非工作过程中, 条件变化了, 元件又是何种状态以及有无延时报警功能等。这样便要求读图时, 应备有元件手册, 以便及时查找或翻阅。

有关变电室直控电动机的内容, 其一次部分与配电的内容相同, 二次控制部分已在前述章节中作了分析, 敬请参阅。

第三节 微机在变电所二次回路中的应用及图样识读

传统的电磁式变电所二次回路的电路复杂, 元件繁多, 保护性能较差, 由于上述原因给安装、调试、运行、维护带来了很多的不便。70~80 年代, 曾试图用晶体管电路代替传统的电磁式保护, 但由于多方面的原因而没有取得成功, 同时也给电子学在供配电系统中的应

用蒙上了一层阴影。

微机及微机技术的发展给供配电系统带来了很大的变革，用于供配电系统的微机单元是专门为供配电系统设计制造的，它除了能准确按强电信号工作外，还能与调度中心的微机联网。这里仅以四方公司生产的 CSL-2□A 型和 CSP-2□A 微机保护装置用于 10kV 配电装置的保护为例，讲述该系统的读图方法，有关微机本身的内容请读者参阅其他有关专著。

CSL-216A 型微机保护装置，具有三段式相间电流、电压保护及三相一次重合闸及分布式单相接地故障选线、低频减载功能，并备有遥控、遥测、遥信接口。

CSP-25A 和 CSP-26A 型微机保护装置，具有两段相间过流保护、电流闭锁、失压保护、过压保护及不平衡电压保护（25A 型）、不平衡电流（26A 型）保护，同时具有遥控、遥测、遥信接口。

该保护装置在原开关柜上并联且接在总线网上，通过总线网该装置上送有关运行状态及数据，从而在主控室实现集中监控，事故信号和预告信号一方面通过装置本身报警，另一方面通过中央信号装置报警。

该保护装置及其技术仍在发展之中，同时也存在着一些缺陷，如抗低温问题。这需要制造厂商及有关设计、制造、运行人员总结经验，不断完善产品的性能，提高产品的质量及抗干扰能力，使微机保护装置进入良好发展状态，保证变配供电系统稳定安全运行。

微机保护装置在变电所二次回路中图样很多，这里仅以 10kV 为例进行说明，与前述内容相同部分不再重复。

1. 图 7-24 是某变电所 10kV 配电系统图，该图与前述高压配电系统图基本相同，所不同的是该系统采用的主变压器是三线圈电力变压器，其中 110kV 为进线，35kV 为第一出线，是供距变电所较远的公共变电所（35/10kV）及 35kV 用户的；10kV 为第二出线，是供距变电所较近的公共变电所（10/0.4kV）及 10kV 用户的。该图也常用于集中监控调度画面模拟图，并用监视器显示，供运行人员监控。

2. 图 7-25 是图 7-24 配电系统保护测量配置一览表，该图可表达以下内容。

(1) 两路电容器回路采用 CSP-25A 微机保护装置，一路电容器回路采用 CSP-26A 微机保护装置。

(2) 两台主变压器的 10kV 出线采用纵联差动保护。

(3) 两台站用变压器采用 CSL-216A 微机保护装置。

(4) 两段 10kV 母线的联络开关回路采用 CSL-216A 微机保护装置。

(5) 一路电抗器回路采用 CSL-216A 微机保护装置。

(6) 10kV 母线送出的 11 个用电回路均采用 CSL-216A 微机保护装置。

(7) 所有微机保护装置的网络通信信号均引入 Lon Work（监控总线网）并送至计算机中心且为闭环监控或调度。

3. 图 7-26 是该 10kV 配电系统交流控制及微机保护回路的接线图，图中所示以下内容。

(1) 主回路采用断路器控制，并设有测量用、保护用、接地选线用和备用四组电流互感器，作为检测电流信号用。

(2) 电流回路中，测量电流回路与前述相同，而保护电流回路则将电流互感器的电流信号送到 CSL-216A 型微机保护装置的相应端子上。

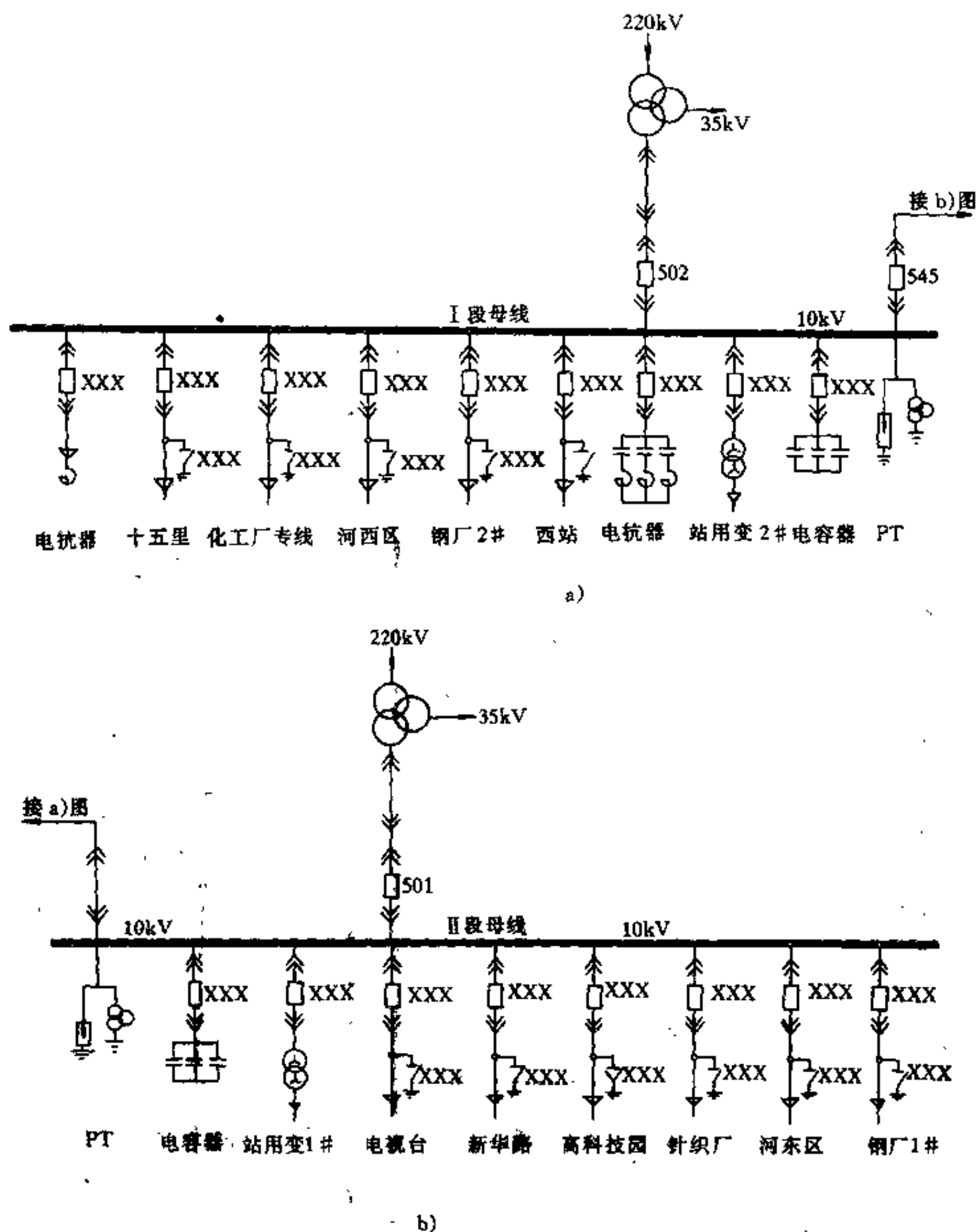


图 7-24 某变电所 10kV 配电系统图 (模拟板图)

a) I 段母线 b) II 段母线

(3) 电压回路中, 测量电压回路与前述相同, 而电压保护回路则将电压小母线的电压信号送到 CSL-216A 微机保护装置的相应端子上。

(4) 断路器的控制线路与前述相同, 所不同的是跳闸回路的跳闸信号是由微机保护装置提供的, 见图中 n35# - n55# 接点。

有关微机保护装置端子板接线图见图 7-27。

4. 图 7-27 是 10kV 开关柜端子板及微机保护装置端子板接线图, 图中有三种标号:

(1) nXX 为 CSL-216A 端子号;

说明：
 控制、保护分布在开关柜，具有计算机集中监控功能，
 并留有“三通”接口。

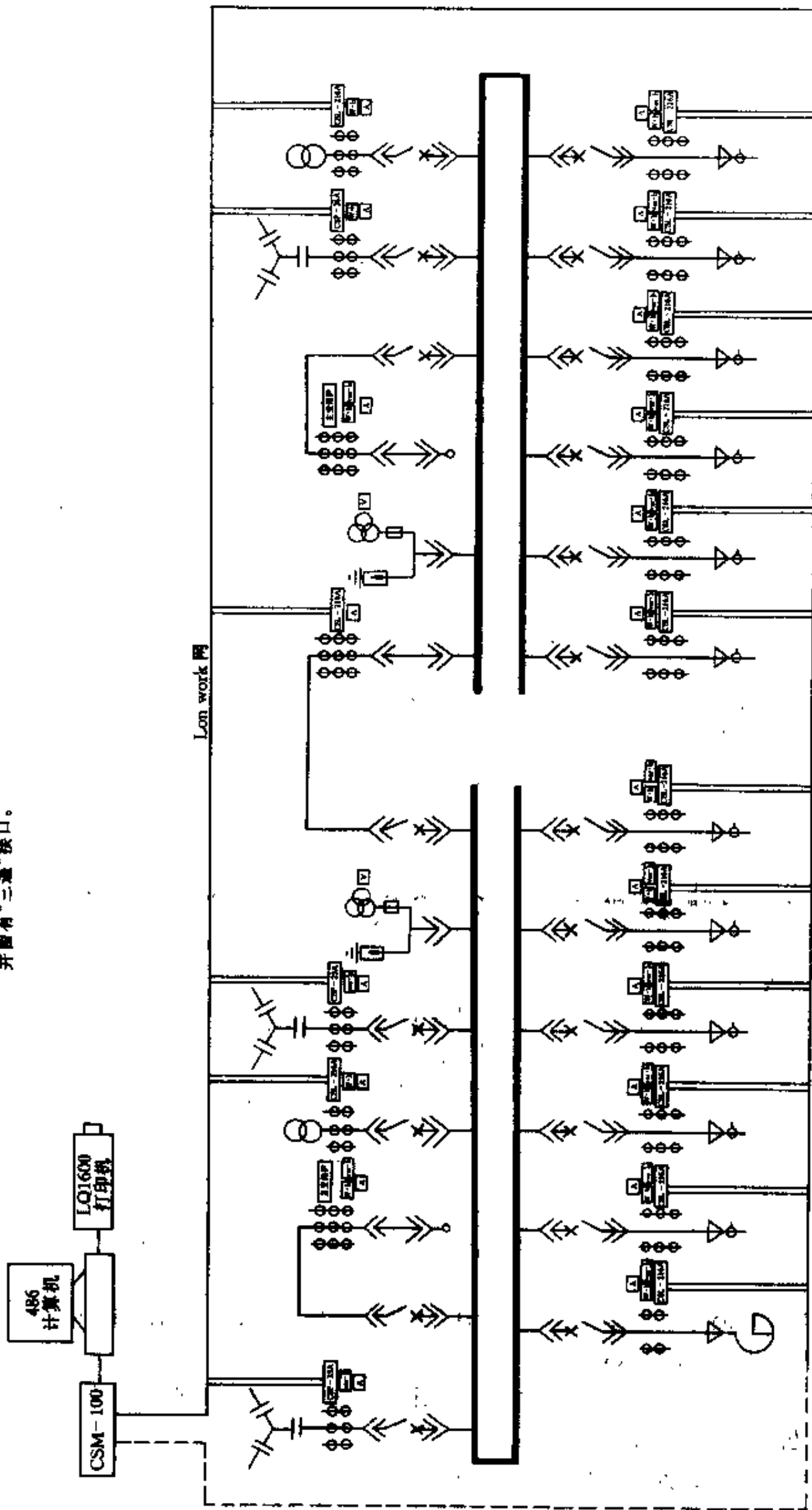


图 7-25 10kV 配电系统保护及测量配置一览表

设备表

序号	名称	型式	技术特性	数量	备注
出线开关柜上设备					
	微机保护装置	CSL-216A		1	
HG	绿色信号灯	AD11-25/21	220V	1	
HR	红色信号灯	AD11-25/21	220V	1	
SA	控制组合开关	LW2-2-1a-4.5a-40.20.5a/78		1	
1LP, 2LP	刀片	YY1-D		2	
1FU, 2FU	熔断器	RJ-10	6A	2	
A	电表表	ZJ102-30	星型比一电表	1	R寸 110×110

注：1. 电表表利用原来的
2. 本图也适用于站用变，电抗器开关柜。
但到电表表电缆不接线。

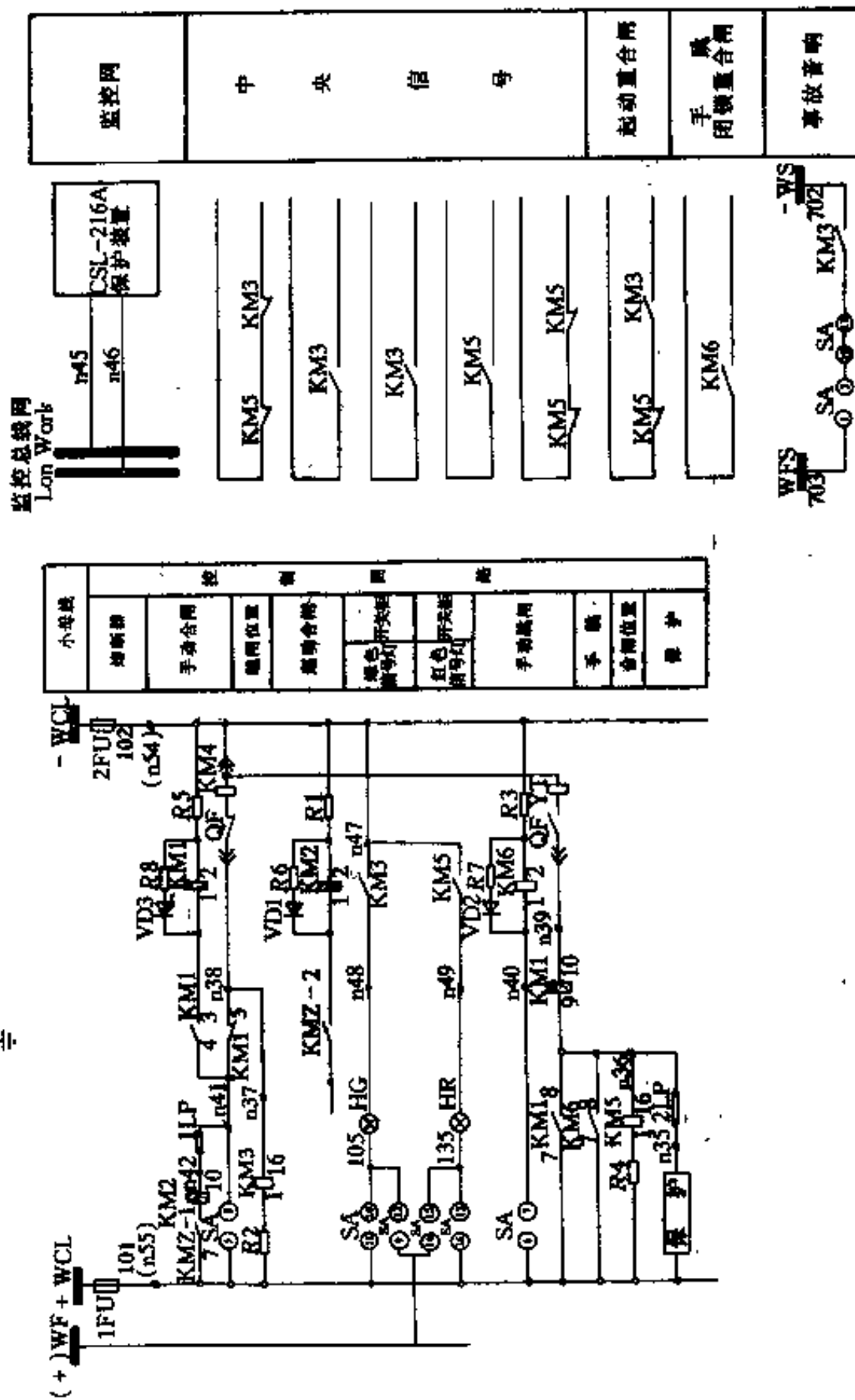
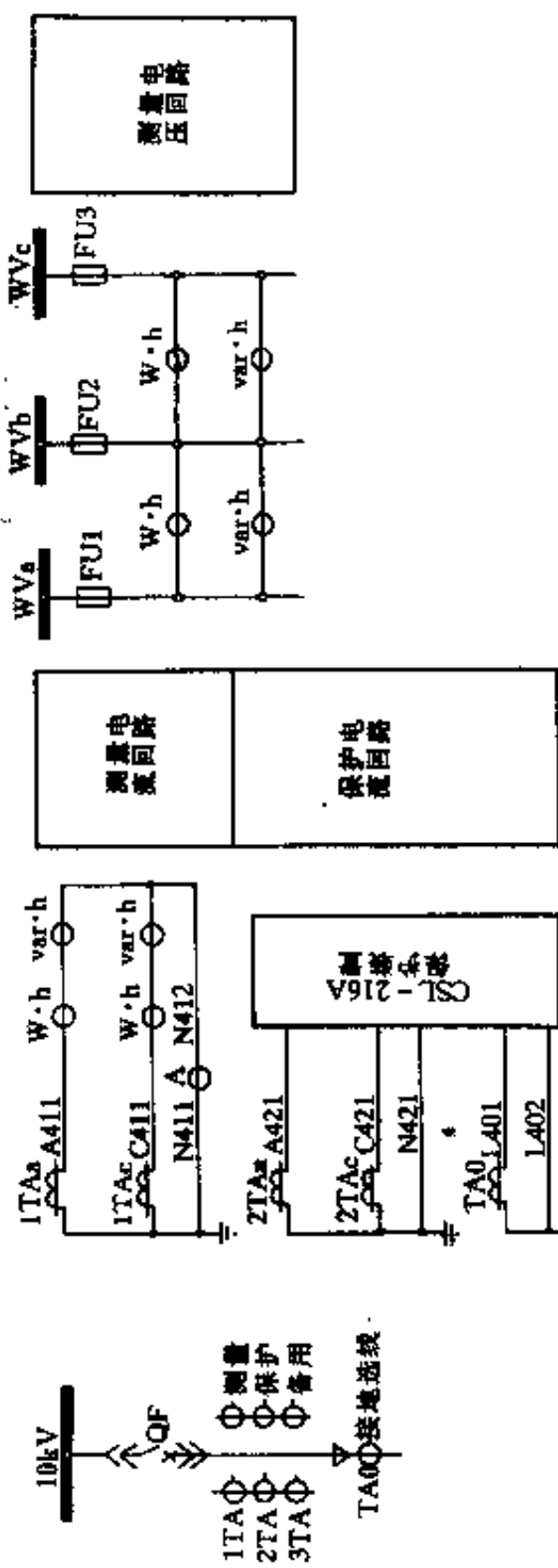
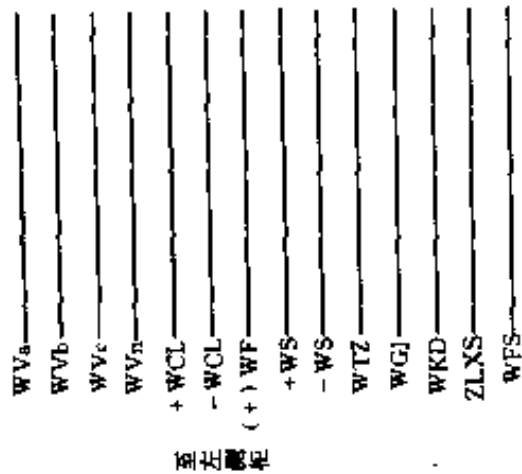
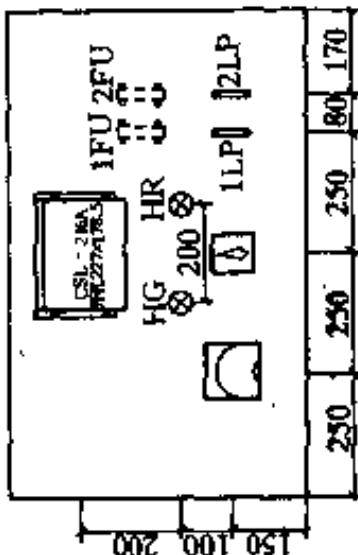


图 7-26 10kV 配电系统交流控制及微机保护回路接线图



符号	名称	型式	技术特性	数量	备注
出线开关柜上设备					
HG	微机保护装置	CSL-216A		1	
HR	绿色信号灯	AD11-25/2	220V	1	
HR	红色信号灯	AD11-25/2	220V	1	
SA	控制组合开关	LW2-Z-1a-4.5a-40.70.6a/18		1	
1LP, 2LP	刀片	YY1-D		2	
1FU, 2FU	熔断器	R1-10	6A	2	装在继电器小室内
A	绝缘端子	Z102-30	见变比一表	1	尺寸 110×110
	合闸绝缘端子			4	



进线开关柜面板布置

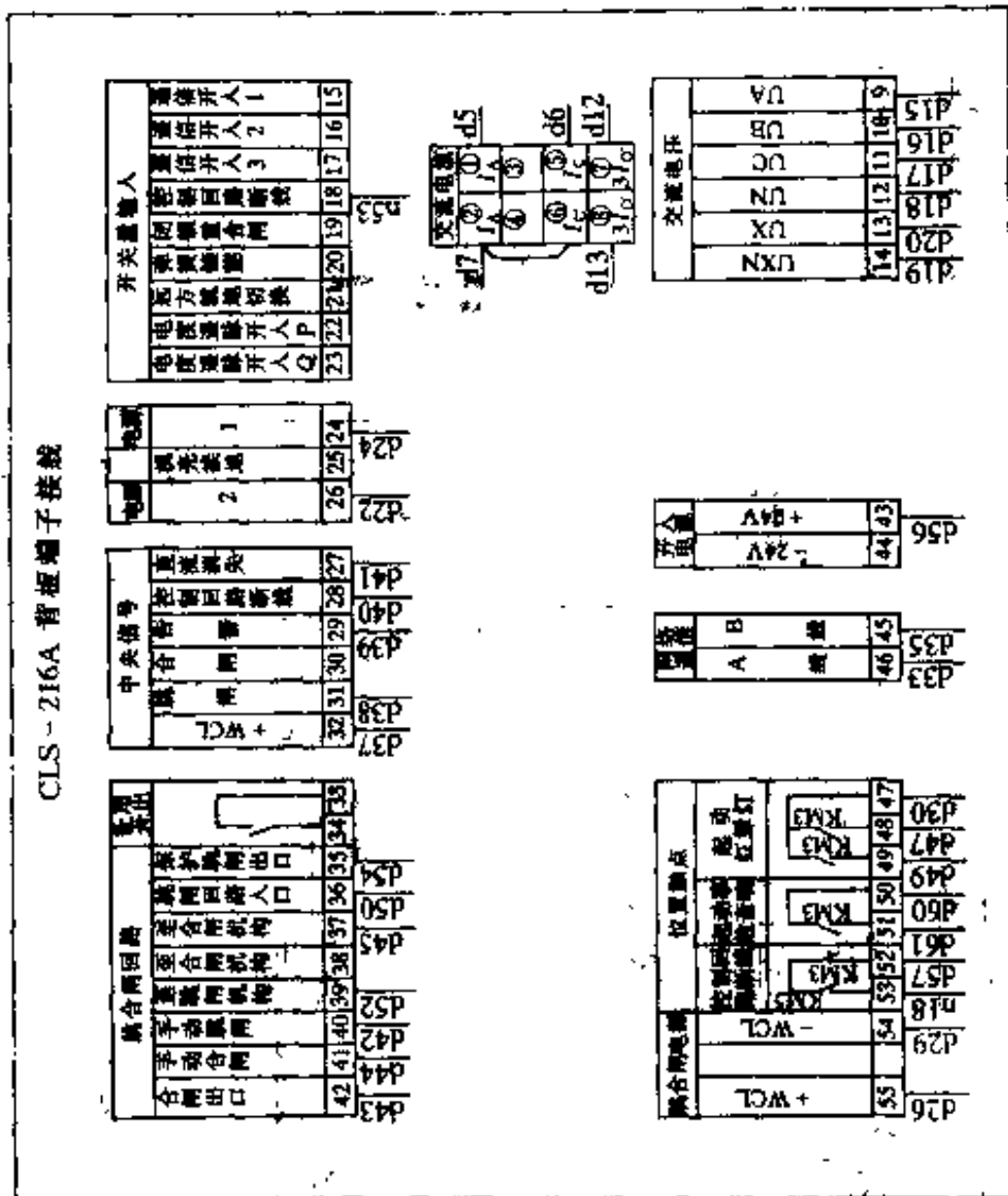
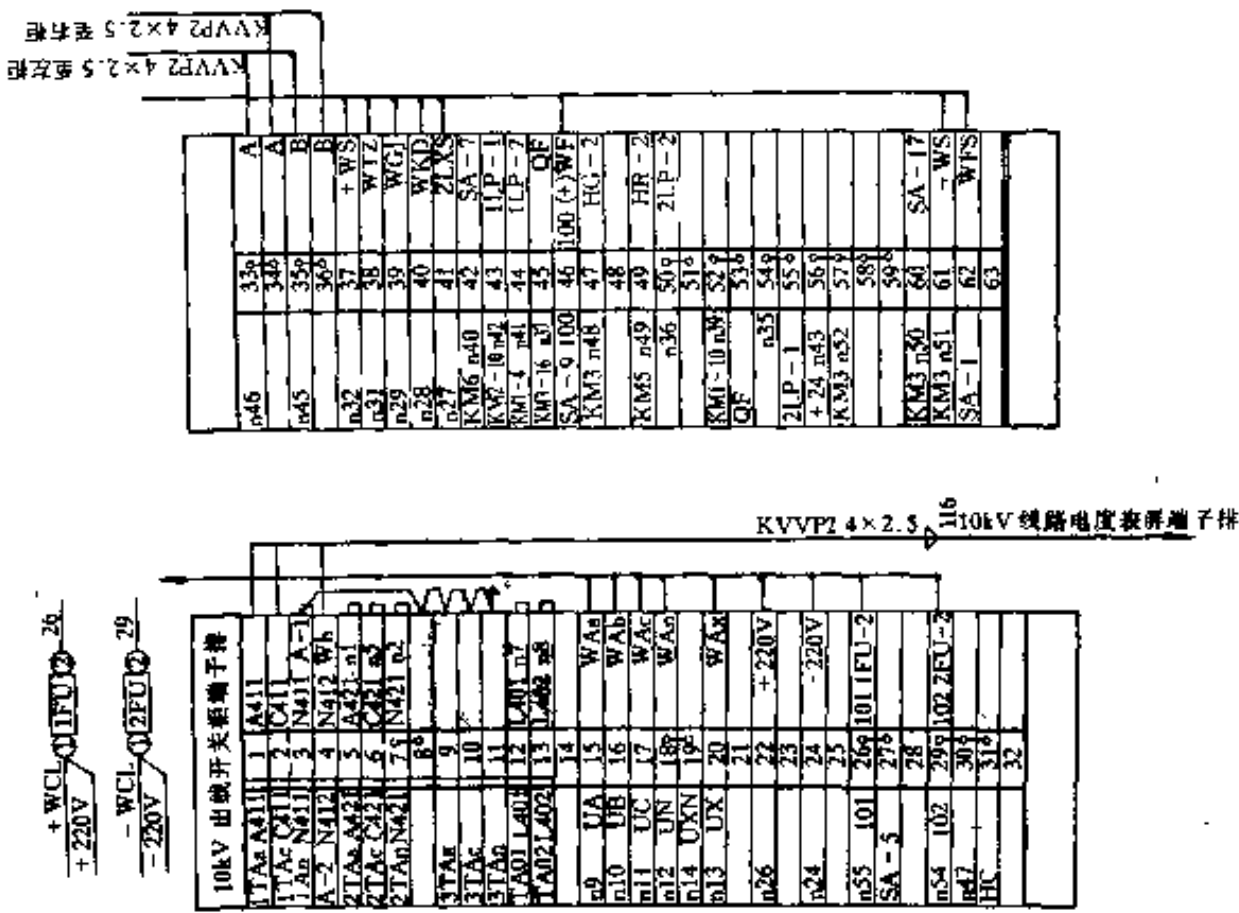


图 7-27 10kV 开关柜端子板及微机保护装置端子板接线图

注：1. 端子排中标号 n x x 为 CSL-216A 端子号；d x x 为开关柜端子号。2. 本图也适用于站用变开关柜。

(2) $b \times \times$ 为 10kV 开关柜端子号;

(3) 控制回路中接点的编号, 如 A411、101、102 等。

读图时除注意编号外, 还应注意 CSL-216A 端子上的文字标注, 这对看懂图 7-26 有很大益处, 在读图时应一一对照, 并且能熟悉 CSL-216A 的功能。

这里我们仅用 10kV 微机保护装置简单地说明了微机在供配电系统中应用的一个侧面, 其实微机在电力系统中的应用是一专门的学科, 内容很多且很复杂, 有些内容已超出了本书的范围, 限于篇幅的关系, 我们只讲到这里, 其它有关内容请读者参阅计算机技术在电力系统中应用的其他专著。

第四节 电缆线路图样的识读

变配电装置用到的电缆很多, 特别是二次回路用到的电缆更多。变配电装置中的电缆有两种, 其中电力电缆是电源的引入或者是配电线路的引出, 而信及控制号电缆则作为二次回路中元件之间连接用。我们在前述章节也提到了电缆线路, 这里仅以两个例子简单说明。

图 7-2 为某 35kV 中心变电所电气总平面图, 图中标出了电缆沟的具体位置, 从配电间内引出的有 10kV 电缆、400V 电缆, 贯穿于室内以至室外一次设备的电缆沟主要用于二次回路的控制及信号电缆。电缆沟的具体位置实际上就是电缆敷设的平面图, 为了说明沟内电缆的具体内容, 一般用电缆联系示意图表示。

图 7-28 是第三节微机保护装置用于 10kV 配电系统中的二次回路电缆联系示意图, 为了说明图样还列出了电缆清册, 见表 7-9, 读者可对照图和表自行分析。

第五节 防雷与接地图样的识读

防雷与接地系统的图样虽然简单, 但是在供配电系统中却很重要, 这里作一简单分析。图 7-29 是图 7-2 的 35kV 中心变电所防雷接地平面布置图, 图中可表达以下内容。

1. 该变电所设四支 30m 高塔式避雷针, 这样可保护所内及周边线路和电气设施, 有关避雷针保护范围及计算书的图样未列出, 请读者参阅有关专著。其中避雷针的制造参见标准图册, 避雷针的接地网是单独设置的, 是一直径为 7m 的圆, 塔架有四点与接地网可靠连接。

2. 所内设置网格式接地网, 并将接地网引入到电缆沟内, 供室内设备接地, 同时室内电缆沟专门设置接地母线, 见图中 A 点和 B 点。

3. 室外电气设备、金属塔架、水泥电杆钢圈、端子箱等电气设施应就近与接地网用 $\phi 16$ 镀锌圆钢可靠焊接。

4. 避雷针接地及网格接地网的接地电阻不应大于 1Ω 。

5. 网格接地网周边的四角应采用圆形, 其弧度半径应大于 3m。

6. 有关材料规格见标准图册。

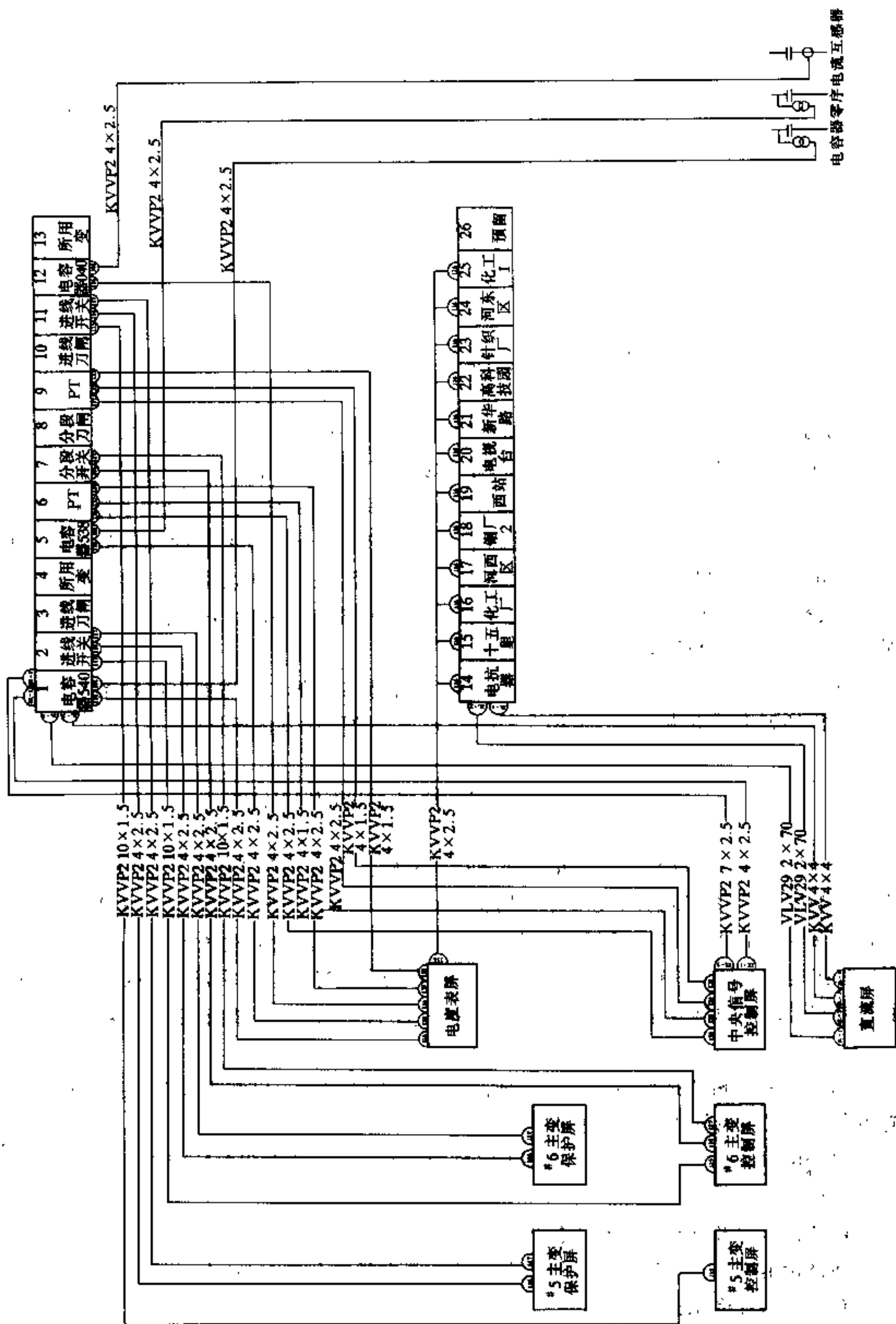


图 7-28 微机保护 10kV 配电系统二次回路电缆联系示意图

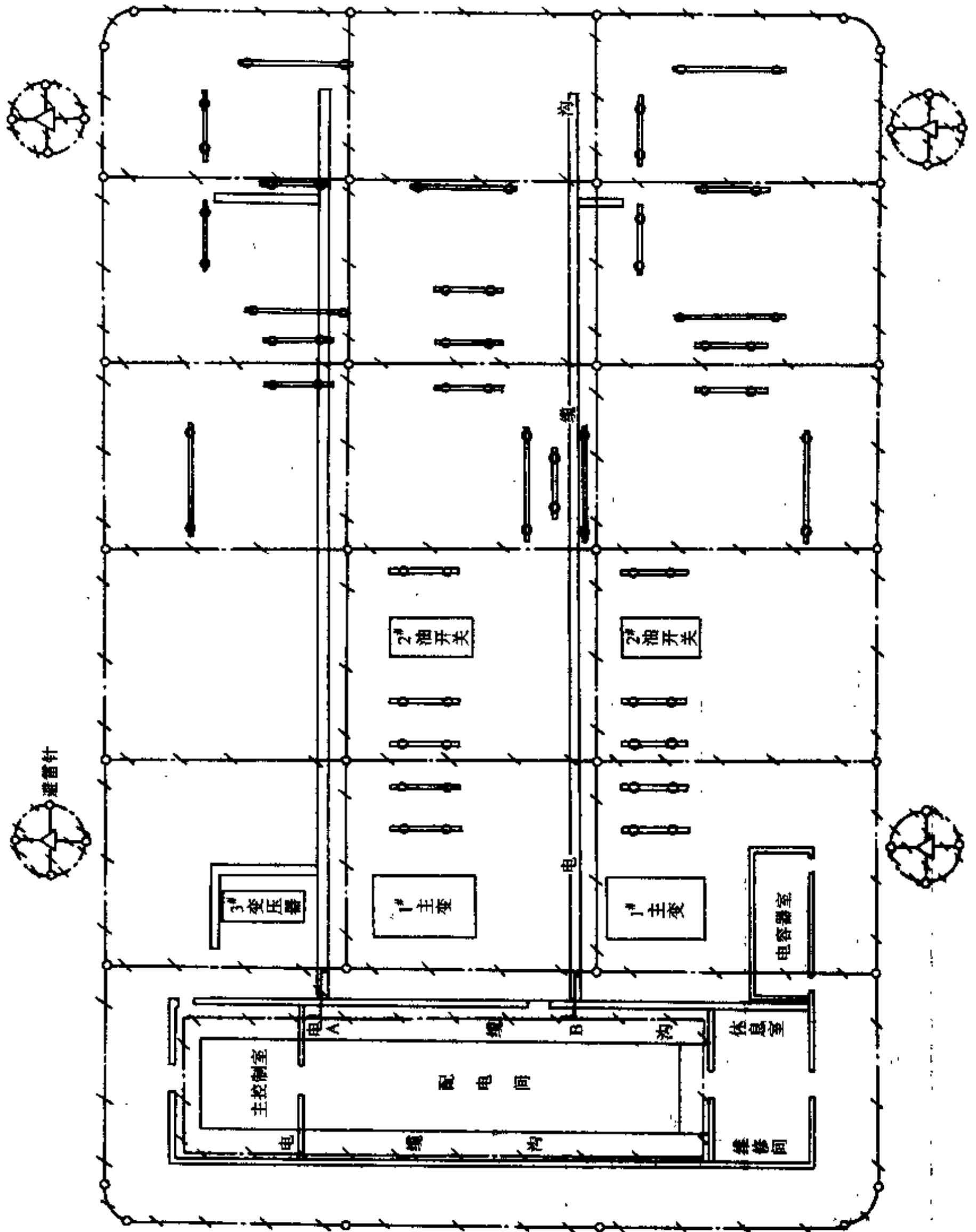


图 7-29 某中心变电所防雷接地平面布置图

注：引至设备的接地支线未画出，安装时应就近与接地网连接

第 8 章 电力架空线路及电缆线路的识读

架空线路和电缆线路都是输送电能的，有时也可输送电信号，与其他电气线路相比，架空线路和电缆线路的图样要简单的多，读起来也容易的多。因此，架空线路和电缆线路的图样往往不被人们重视。其实不然，这些线路的复杂程度是随着其电压的高低、电流的大小而决定的。电压高、电流大，其线路复杂，反之电压低、电流小，其线路较简单。

第一节 电力架空线路

架空线路是指室外架空导线借助于杆塔输送电能装置的总称。我们常把 35~500kV 的架空线路叫做输电线路或送电线路，是专门用于输送电能的；把 220/380V~10kV 的架空线路叫做配电线路，是用于分配电能的。有时把送电线路称为高压电力线路，把 3~10kV 的配电线路称为高压线路，而把 220/380V 的配电线路称为低压线路。电压等级的高低决定了架空线路的杆塔结构、送电距离、档距、基础、弧垂、金具、绝缘子以及导线型号材质。

架空线路的图样主要以线路路径图、平断面图、杆塔线构图、部件大样图为主。这里用某一 35kV 架空线路实例介绍架空线路的读图方法。35kV 线路的图样很多，一般有 70 余张，限于篇幅的关系，我们只介绍其中主要部分，为了便于读者了解架空线路的图样，这里列出某一 35kV 架空线路的图样目录，供参考。

1. 线路路径图；
2. 线路平断面图；
3. 塔杆平面图；
4. 线路进线平面图；
5. 线路出线平面图；
6. 线路地理接线示意图；
7. 导线机械特性曲线图；
8. 避雷线机械特性曲线图；
9. 钢筋混凝土杆型一览图；
10. 绝缘子串组装一览图；
11. 直线杆组装图；
12. 直线杆地线接地组装图；
13. 直线杆导线横担加工图；
14. 直线杆拉线抱箍加工图；
15. 耐张杆组装图；
16. 耐张杆、转角杆地线接地组装图；
17. 耐张杆、转角杆绝缘子串组装图；
18. 导线耐张绝缘子串安装图；
19. 避雷线耐张组装图；

20. 避雷线耐张线夹安装图；
21. 30°角耐张型杆组装图；
22. 30°角耐张杆横担加工图；
23. 30°角耐张杆吊杆、拉杆加工图；
24. 30°角耐张杆地线横担加工图；
25. 60°转角杆组装图；
26. 60°转角杆导线横担加工图；
27. 60°转角杆地线横担加工图；
28. 60°转角杆吊杆、拉杆加工图；
29. 90°转角杆组装图；
30. 90°转角杆拉线抱箍加工图；
31. 终端杆组装图；
32. 终端杆地线横担加工图；
33. 终端杆导线横担加工图；
34. 终端杆横担吊杆及调节螺栓加工图；
35. 分角拉线组装图；
36. 拉线基础组装图；
37. 拉线棒加工图；
38. 拉线组装图；
39. 叉梁加工图；
40. 叉梁抱箍加工图；
41. 叉梁联板加工图；
42. 方垫片、铸铁垫块加工图；
43. 底盘加工图；
44. 卡盘加工图；
45. 拉线盘加工图；
46. 导线防震锤安装示意图；
47. 避雷线防震锤安装示意图；
48. 导线跳线安装示意图；
49. 导线单联悬式绝缘子串组装图；
50. 避雷线悬式绝缘子串组装图；
51. 接地引线固定抱箍加工图；
52. 避雷线悬垂线夹及抱箍加工组装图；
53. 全线三盘一览图；
54. 设备材料清册等。

一、线路路径图

线路路径图是在地形及地貌图上标注出线路起始位置、线路进行方向、转角位置、路径道路、河流、山脉、村镇等的平面图，某35kV架空线路的线路路径图见图8-1。

路径图是供线路测量、材料运输、编制施工组织设计、绘制平断面图的主要依据。

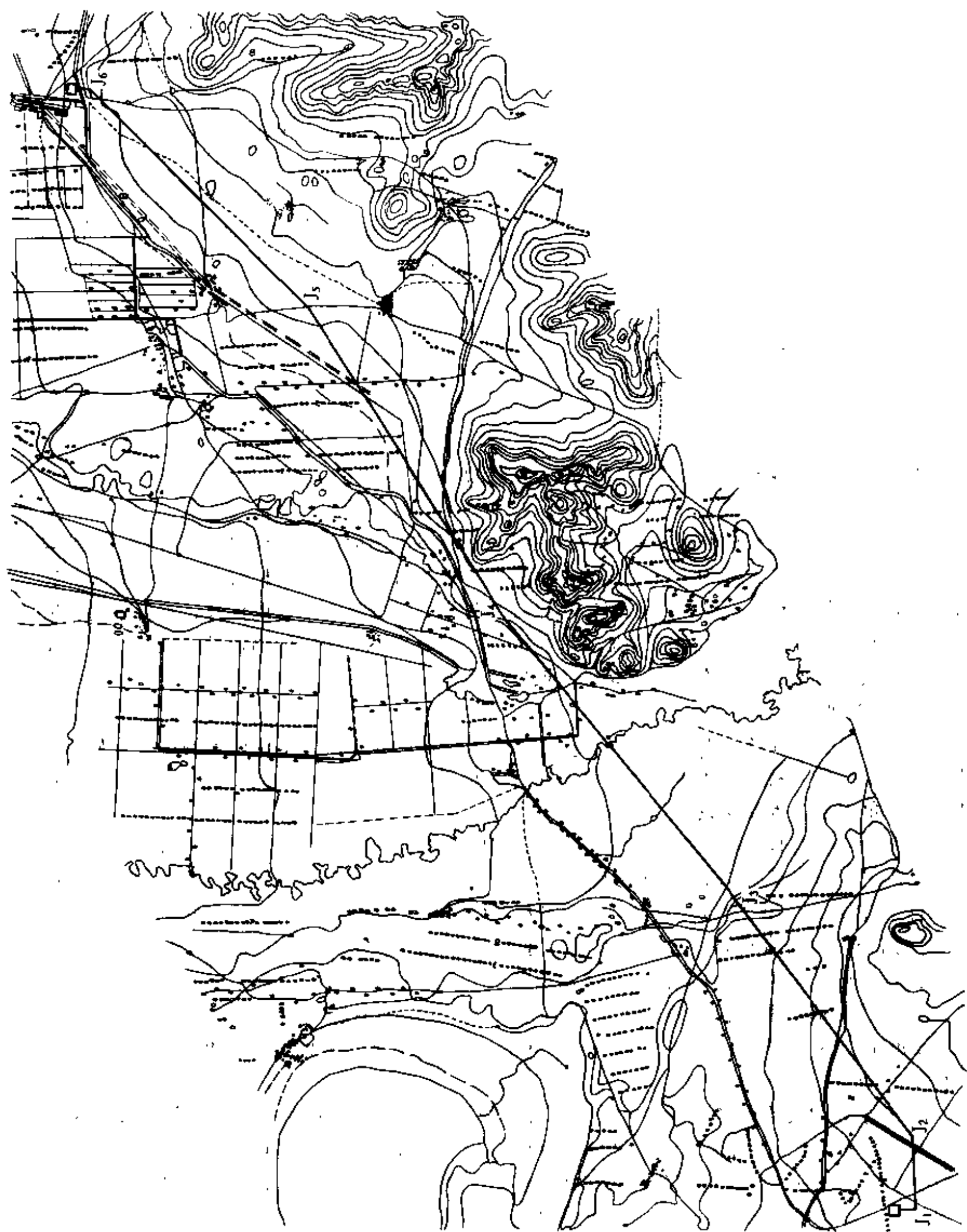


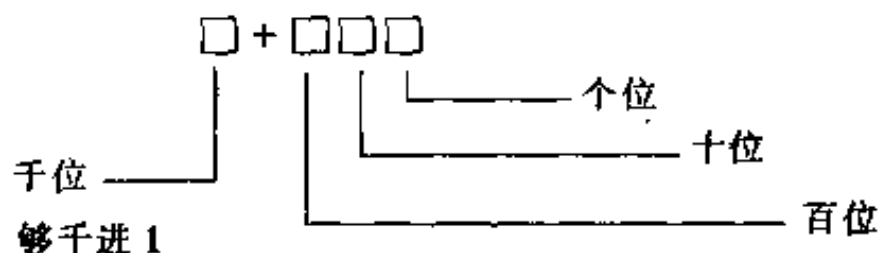
图 8-1 某 35kV 架空电力线路路径图

二、线路平断面图

线路平断面图是在路径图的基础上绘制的详细表述线路平面和断面的图样，见图 8-2。平断面图主要表述以下内容。

(一) 主方向桩

主方向桩是表示线路路径的主要依据，从始点开始，按照线路的方向将木桩打入地，木桩上标有编号，顶部标有方向，直到终端。主方向桩的距离是按地形地貌的实际情况决定的。地势平坦时桩距可为 300~500m，地势凹凸严重时或有转角时桩距可为几十米，并且在凹凸处有桩。当线路有转角时，必须在转角点有桩。通常用 Z_n 表示直线桩， J_n 为转角桩，其中 n 为 1、2…… n 序号，在路径图中也标出了转角处，见图 8-1 中的 $J_1 \sim J_6$ 。主方向桩的距离可用比例尺量出，用 $\square + \square\square\square$ 的方式注明：



本设计共有直线桩 81 个，转角桩 6 个，线路总长 19481m。

(二) 断面图

断面图是在方向桩的基础上绘制的，主要表示杆塔的侧面以及导线架设的状态。在地势平坦处杆距（档距）一般为 150~250m，地势凹凸严重时或遇有转角桩时可为 50~60m，转角桩处必须有转角杆。相邻两杆根部的连线必须与主方向桩连线平行或重合，平行距离一般不大于 10m。同样用比例尺可直接量出档距。这个档距与平面图中的档距是一致的。断面图还表示了线路的坡度或者说表示了路径的坡度或高差。

(三) 平面图

平面图是在路径图、方向桩和断面图的基础上绘制的表示线路平面设置的图样，从始点到终点画出杆型、路径物或跨越物、杆基位置，杆塔号、杆塔型、档距、耐张段、标志高、转角杆转角度数等重要参数。

1. 杆型主要有直线杆、耐张杆、转角杆、终端杆等，并用字母 Z、N、JM、D 分别表示，由图可知，1[#] 杆为终端杆，2[#] 杆为直线杆，3[#] 杆为 90° 转角杆，……106[#] 杆为 60° 转角杆，107[#] 杆为直线杆，108[#] 杆为终端杆。因为平断面图较大，我们截去了中间 4~105[#] 杆部分。

2. 路径物主要有道路、耕地、水渠、池塘、洼地、山包、树丛、堤坝、干河滩等。跨越物主要有通信线路、电力线路、高空水渠等。

3. 线路全部采用双杆，共 108 基，其档距与断面图是对应一致的，1[#] - 2[#] 130m，2[#] - 3[#] 106m，106 - 107[#] 158m，107 - 108[#] 60m，并标注了转角杆的杆号及角度，如 106[#] 杆的转角为 51°22'。

4. 耐张段的设置受多个条件的影响，其目的是加大线路的强度，并为安装紧线提供条件。耐张段的距离在平坦路段一般不大于 4000m，转角杆的两端均应是耐张段，起始端杆与前段线路及终端杆与后段线路均为耐张段，其距离视现场情况而定。如图中 1[#] 杆与 3[#] 杆为一耐张段，耐张段长度为 236m，3[#] 杆为 90° 转角杆。同样 3[#] 杆与前段线路 8[#] 杆为一耐张段，耐张段长度为 928m。本设计最长耐张段为 3786m，于 57[#] 杆与 78[#] 杆之间，同样终端杆 108[#] 与 106[#] 转角杆为一耐张段，距离 218m。为了更清楚了解线路的整体结构，我们将耐张段列出，见表 8-1，线路杆塔汇总见表 8-2。本设计共设耐张段 11 段。图中标注

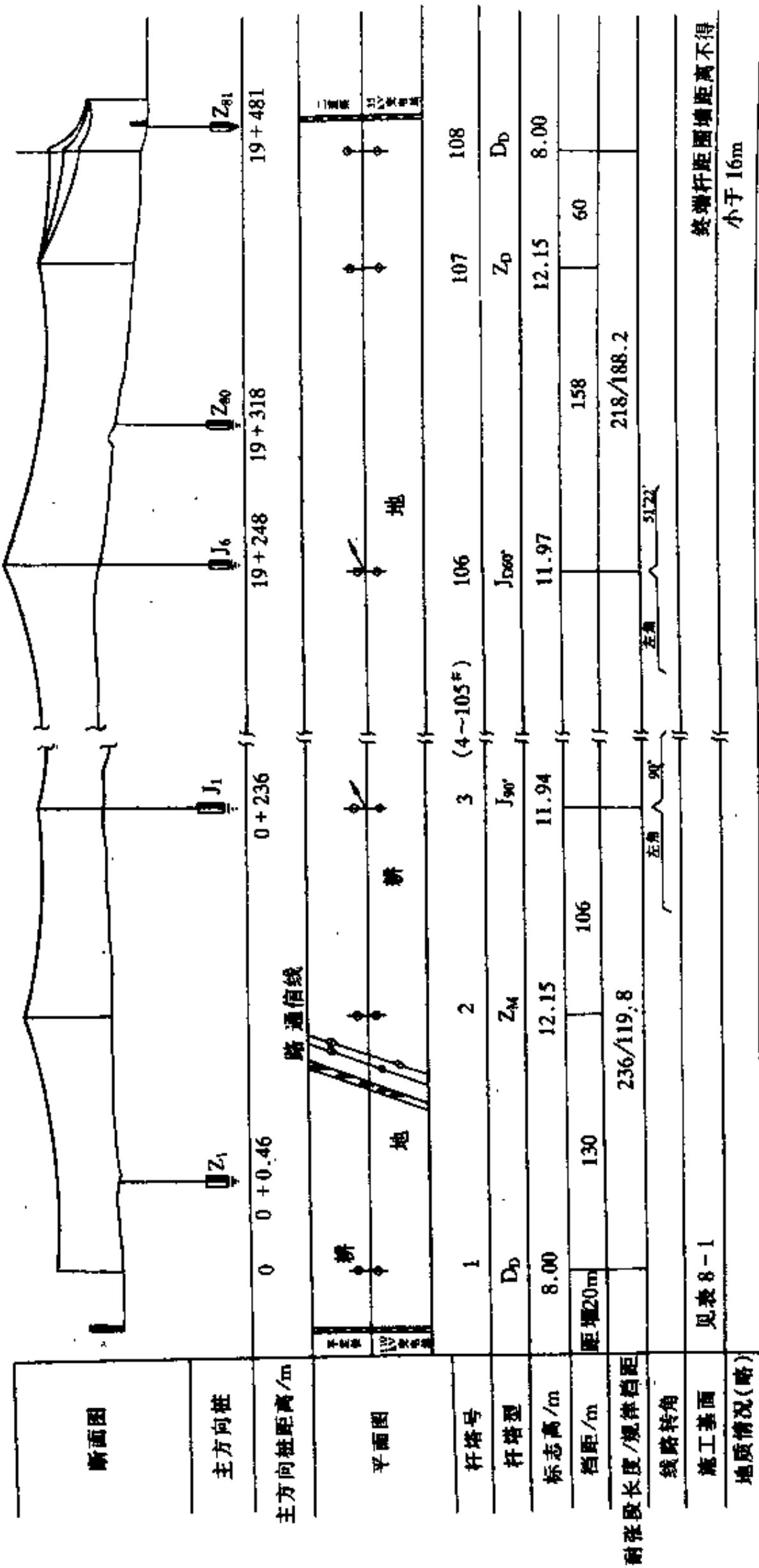


图 8-2 某 35kV 架空电力线路平面断面图

表 8-1 35kV 电

1	杆塔编号	0	1	2	3	4-7	8	9-16	17	18-28	29	30-45	46			
2	杆塔型		D	Z	J90°	Z	J30°	Z	N	Z	J30°	Z	N			
3	转角度数/°		/		左角 90°	/	左角 31° 42' 33"	/			左角 4° 36' 40"	/				
4	标志高/m		8	12.5	11.94	12.5	11.97	11.25	11.85	11.25	11.45	11.25				
5	档距/m		130	106	113	~	184	192	~	154	176	~	229	200	~	201
6	导线防震锤数/个		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
7	地线防震锤数/个		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
8	耐张段长 规律档距/m		$\frac{236}{119.8}$		$\frac{928}{186.7}$		$\frac{1630}{182.9}$		$\frac{2265}{190.9}$		$\frac{3274}{193.9}$					
9	接地装置杆号		1	/	3	/	8	13	17	21、25	29	35、46	46			
10	施工基面		△	△	△	△	△	△	△	△	△	○	○			
11	交叉跨越物															
12	备注	1. △表示施工基面为土质 ○表示施工基面为泥水						2. 该表在工程中是从1#杆开始,一直到末端止,很长,为了节约篇幅,中途直线杆用—及……表示								

力线路明细表

47~56	57	58~77	78	79~84	85	86-100	101	102~105	106	107	108					
Z	J30°	Z	N	Z	J30°	Z	N	Z	J60°	Z	D					
	左角 7° 31'	/			左角 10° 30'	/			左角 51° 22'	/						
11.25	11.45	11.35	11.55	11.25	11.45	11.25	11.97	12.50	11.97	12.50	8.0					
~	174	164	~	173	146	~	167	200	~	196	200	~	226	158	60	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
$\frac{2081}{190.8}$		$\frac{3786}{178.1}$			$\frac{1102}{158.5}$			$\frac{2957}{186.4}$		$\frac{1063}{213.7}$		$\frac{218}{188.2}$				
51	57	62、67、72	78	82	85	90、95	101	/	106	/	108					
○	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△					

3. 交叉跨越物: -----通信线 ——道路
 = = = 大渠 ~~~~~ 干河

表 8-2 杆塔汇总表

杆 型	代 号	基 数	其 中		
			9m 以上	9m 以下	8m 以下
直线杆	Zn	96	90	6	
耐张杆	Nn	4	4		
转角杆 $\leq 30^\circ$	Jn 30°	4	4		
转角杆 $\leq 60^\circ$	Jn 60°	1	1		
转角杆 $\leq 90^\circ$	Jn 90°	1	1		
终端杆	D	2		2	
合计		108	100	8	0

的标志高一般指杆立起后从地面到最低一层横担的距离，这在杆塔组装图中要用到。

5. 平断面图还标注了标志高、档距、耐张段长度/规律档距、转角角度、施工基面和地质情况等，阅读时应参照电力线路明细表，见表 8-1。另外，塔杆平面图、进线出线平面图及线路地理接线示意图均较简单，这里不再介绍。

三、直线杆组装图样的识读

直线杆是架空线路中用得最多的杆型，直线杆的主要特点是对称，因为直线杆在运行中只承受两侧导线部分较小的拉力和自身的压力。图 8-3 是有避雷线悬垂吊架的双杆直线杆，表 8-3 是材料表，由图和表可知以下内容。

1. 杆体结构主要由预应力电杆、横担和叉梁组成。

(1) 预应力电杆是由两段电杆组对焊接起来的，组对处杆内设置钢圈供焊接用，组对焊接必须保证两段杆的同心。

(2) 横担是由角钢焊成的行架组成，与杆的连接是用穿钉螺栓并垫以铸铁垫块紧固面固定的，杆在预制时已在横担处留下了穿钉的穿孔，横担应保证水平。横担设置了水平拉杆和内外斜拉杆，以保证横担的强度。拉杆与杆的连接是通过拉杆抱箍完成的，与横担的

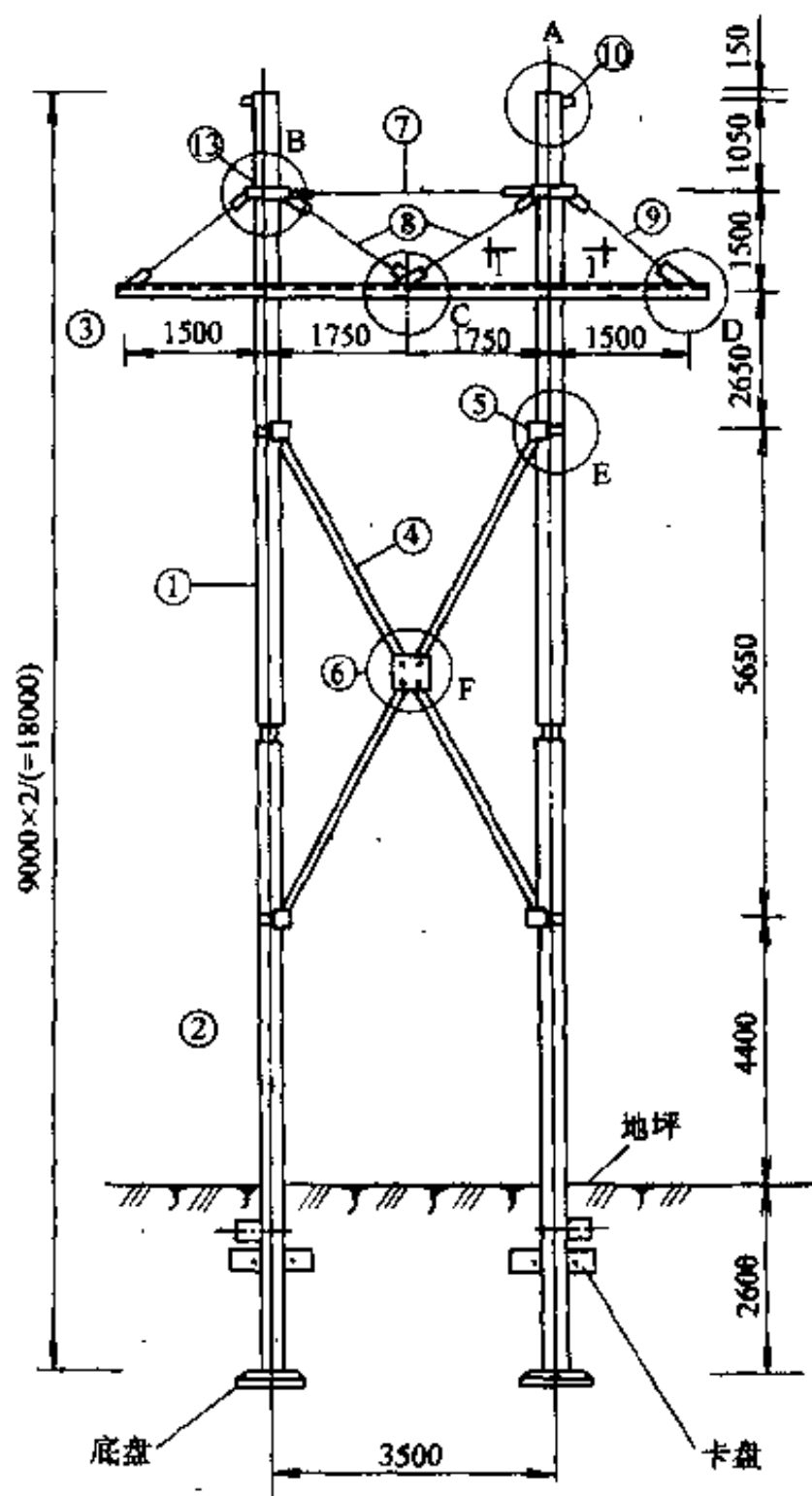


图 8-3 有避雷线垂吊架的双杆直线杆组装图

表 8-3 图 8-3 直线杆组装图材料表

编号	材料名称	规格	单位	数量	重量/kg		备注
					一件	小计	
1	预应力电杆	$\frac{\phi 300-9}{16\phi 7}$ 上	段	2	87.5	175.0	300 916 B
2	预应力电杆	$\frac{\phi 300-9}{18\phi 7}$ 中		2	84.3	168.6	300918B
3	导线横担	6500	基	1	129.48	139.48	
4	叉梁	3226	根	4	26.96	104.24	
5	叉梁抱箍		副	4	9.8	39.2	
6	叉梁联板	-8	块	2	8.1	16.2	
7	水平拉杆	2823	根	1	6.64	6.64	
8	内斜拉杆	1649		2	5.04	10.08	
9	外斜拉杆	1376		2	4.88	9.76	
10	避雷线悬垂吊架	BD-2451	副	2	5.25	10.5	
11	铸铁垫块		块	4	2.3	9.2	
12	穿钉螺栓	$\phi 20 \times 550$	根	2	1.8	3.6	
13	吊杆抱箍		副	2	6.4	12.8	
14	叉梁穿钉	$\phi 20 \times 200$	块	8	1.0	8.0	
15	镀锌垫圈	-3 \times 50 ϕ 22 孔	个	4	0.05	0.2	

连接是通过连接板用穿钉螺栓固定的。

(3) 叉梁是用角钢制作的，与杆的连接是用抱箍通过叉梁穿钉固定的，叉梁与叉梁的连接是通过叉梁连板用穿钉固定的。叉梁的设置使两杆成为整体，加强了杆的整体强度，保证不偏不扭。叉梁和横担保证了两杆的平行及间距（根开），两杆根开为 3.5m。

(4) 两杆顶部设避雷线悬垂吊架，吊架是用抱箍与杆的连接而完成的。

材料表内的部件均有加工制作图样，这里不再列出。

2. 组装的几何尺寸图中均有明确标注，基件埋深为 2.6m，并设置底盘和卡盘。其中底盘是防止杆体下沉的，卡盘是防止杆体前后左右晃动的，同时也加强了杆体基础的强度。底盘和卡盘的组装是在立杆时于坑内组装的。

3. 35kV 架空线路也有采用单杆的，只是杆头的结构不同，通常为上字形的或三角形的，但强度较差，一般用于送电距离较小的线路上，图样结构可参阅《电气工程安装及调试技术手册》一书。

这里将无避雷线的双杆直线杆组装图列出，读者可自行分析，见图 8-4 和表 8-4。

四、耐张杆组装图样的识读

耐张杆是用在耐张段两端或与终端杆组成的耐张段一端的杆型，它不但要承受两侧导线的拉力和自身的压力，还要承受一侧导线事故（如断线）后另一侧导线的冲击力及冲击后的拉力。因此，耐张杆的结构和强度要比直线杆复杂和大得多，除了加强自身的结构强度外，耐张杆主要是靠两侧的拉线加强的。耐张杆的特点也是对称，并且也是用在直线段上，只有角度很小时，才可以用在转角杆上。图 8-5 耐张杆的结构组装图，表 8-5 是其材料表。

1. 杆体结构主要由电杆、横担、拉线及卡盘组成。

(1) 电杆及横担基本与直线杆相同，但横担的型钢要加强。有的耐张杆也设置叉梁，该设计将叉梁取掉了。避雷线设置了横担，用抱箍固定。

(2) 拉线设置分导线拉线和地线拉线两种，其中导线拉线为×型交叉拉线，地线拉线为斜拉线，两种拉线共用一组拉线盘，但拉线棒单设，拉线盘位置距线路直线方向的距离为 1m。

(3) 卡盘的设置是在原直线杆受电侧卡盘的另侧（送电侧）增加一块卡盘，加强了耐张杆的强度，顺线路方向的卡盘不变。

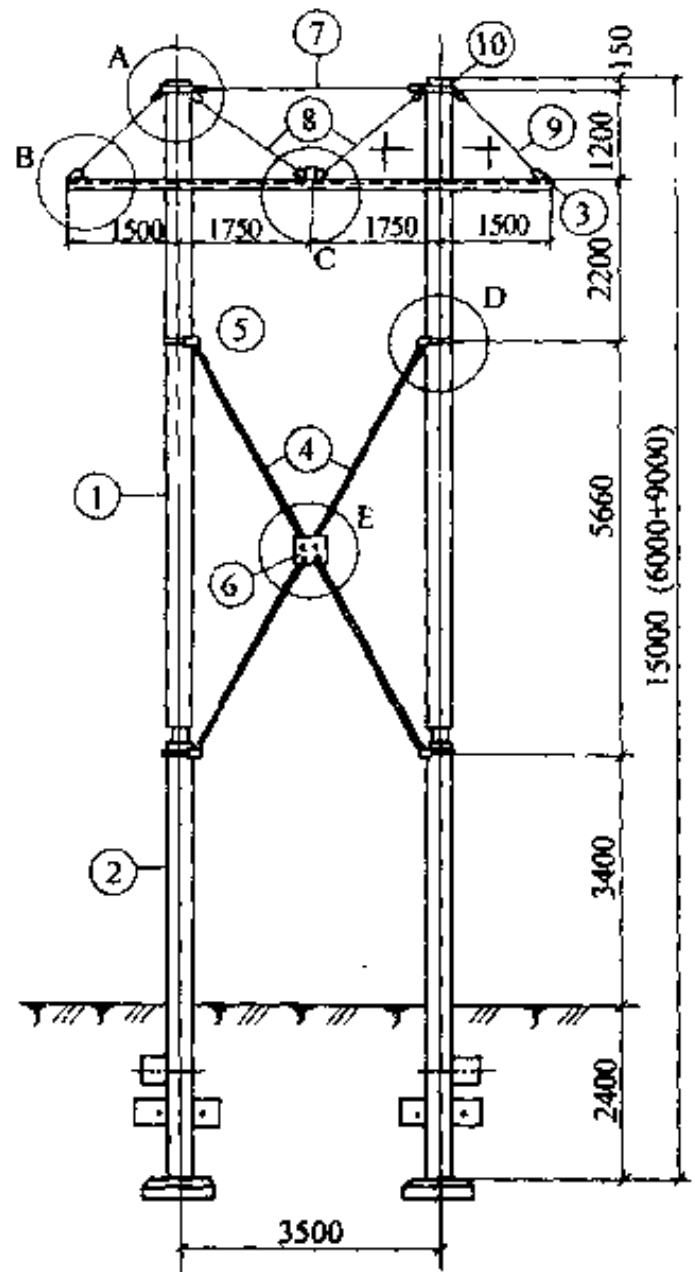


图 8-4 无避雷线双直线杆组装图

表 8-4 图 8-4 直线杆组装图材料表

编号	材料名称	规格	单位	数量	重量/kg	
					一件	小计
1	预应力电杆	φ300-9/12φ7 上	段	2	87.5	175.0
2	预应力电杆	φ300-6/12φ7 下	段	2	62.2	124.4
3	导线横担	6500	基	1	129.48	129.48
4	叉梁	3226	根	4	26.06	104.24
5	叉梁抱箍		副	4	9.8	39.2
6	叉梁联板		块	2	8.1	16.2
7	水平拉杆	2823	根	1	6.46	6.46
8	内斜拉杆	1649		2	5.04	10.08
9	外斜拉杆	1376		2	4.88	9.42
10	吊杆抱箍			2	6.4	12.8
11	铸铁垫块		块	4	2.3	9.2
12	穿钉螺栓	φ20×550	根	2	1.8	3.6
13	叉梁穿钉	φ20×200		8	1.0	8.0

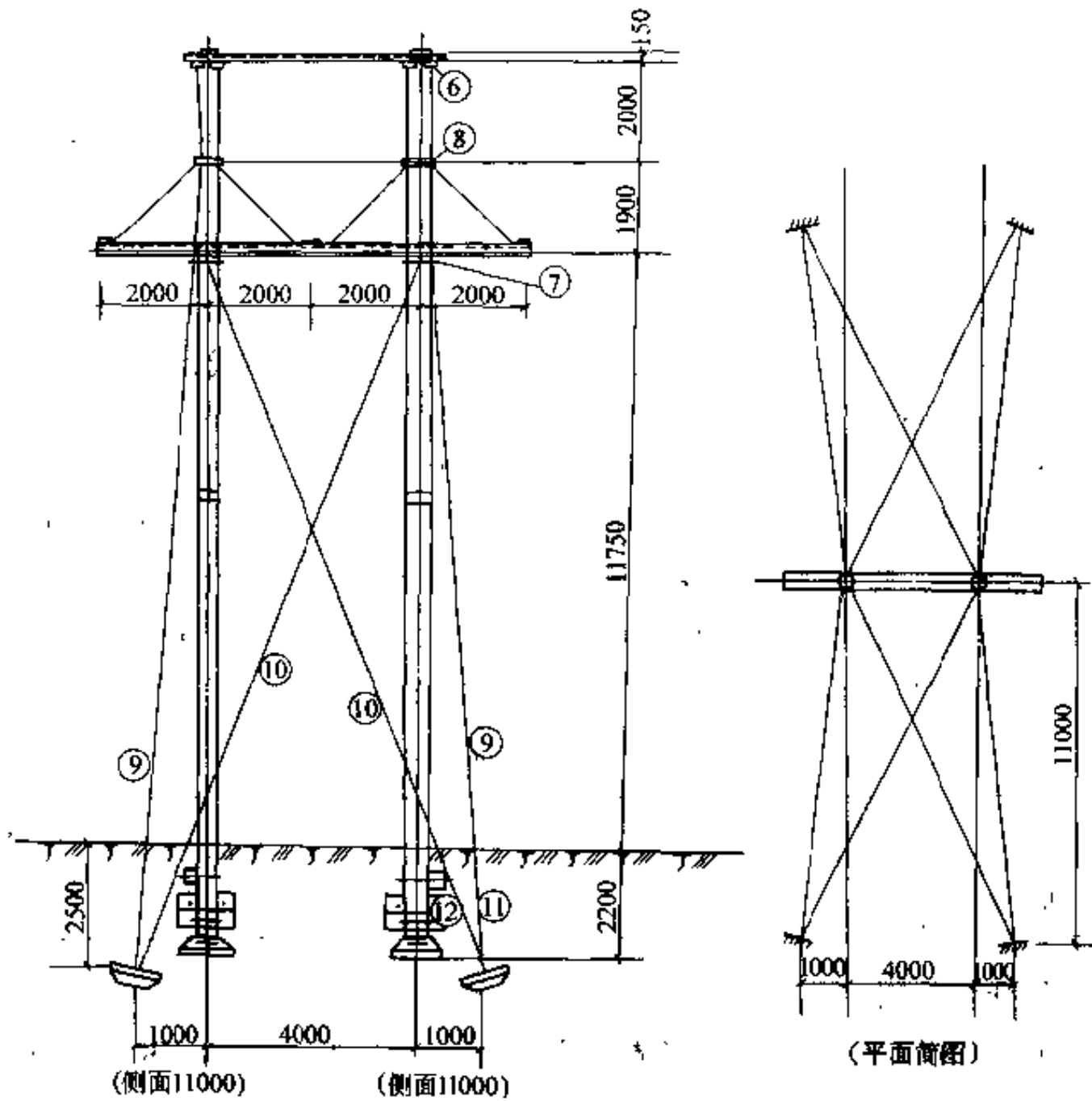


图 8-5 双杆耐张杆组装图 (带避雷线)

表 8-5 图 8-5 耐张杆组装图材料表

编号	名称	规格	单位	数量	质量/kg	
					一件	小计
1	主杆上段	$\phi 300$ 9m 14 $\phi 16$	根	2	232.0	464.0
2	主杆下段	$\phi 300$ 9m 14 $\phi 16$		2	217.0	434.0
3	地线横担	5000	件	1	92.83	92.83
4	导线横担	8000		1	200.4	200.4
5	吊拉杆		基	1	48.3	48.3
6	地线横担抱箍	D=302	副	2	14.84	29.7
7	导线横担抱箍	D=302		2	24.0	48.0
8	吊杆抱箍	D=302		2	6.41	12.82
9	地线拉线	GJ-50	件	4	15.5	62.0
10	导线拉线	GJ-100		4	45.0	180.0
11	$\phi 20$ 拉线棒	3500	根	4	10.71	42.8
12	$\phi 28$ 拉线棒	3500		4	21.1	84.4

2. 同直线杆一样设置底盘。

3. 耐张杆的根开为 4m，其横担加工尺寸和型钢材料与直线杆不同。

4. 同样耐张杆也可采用单杆，但是只用在小距离的线路上。35kV 单杆线路的耐张杆一般应采用双杆，但结构较图 8-5 简单，只设置横担，无拉杆及避雷线横担，拉线、卡盘、底盘设置相同。

五、转角杆组装图样的识读

转角杆是用于在线路方向转角拐弯处的杆型，它承受的两侧导线的拉力方向与横担不垂直，也就是说与线路方向有一个夹角，平衡这个拉力的拉线方向与这个夹角方向相反，同时在两侧拉线合力的相反方向再设置分角拉线，只有这样才能保证转角杆的平衡。另外，转角杆还要承受一侧导线事故后另一侧导线的冲击及冲击后的拉力。因此，转角杆的结构和强度要比耐张杆复杂和大得多，除了加强自身的结构强度外，转角杆的拉线具有举足轻重的作用。从某种意义上讲，转角杆是耐张杆的特殊形式。转角杆一般可分为 30° 转角杆、60° 转角杆、90° 转角杆三种，其角度的含义不是绝对的。其中的含义见表 8-6。

表 8-6 转角杆度数的含义

转角杆度数	30°	60°	90°
适合线路角度	$0^\circ < \theta \leq 35^\circ$	$35^\circ < \theta \leq 65^\circ$	$65^\circ < \theta \leq 90^\circ$

(一) 30° 转角杆组装图

30° 转角杆的组装图见图 8-6，材料表见表 8-7，由图可以看出，30° 转角杆共设置 5 根拉线。

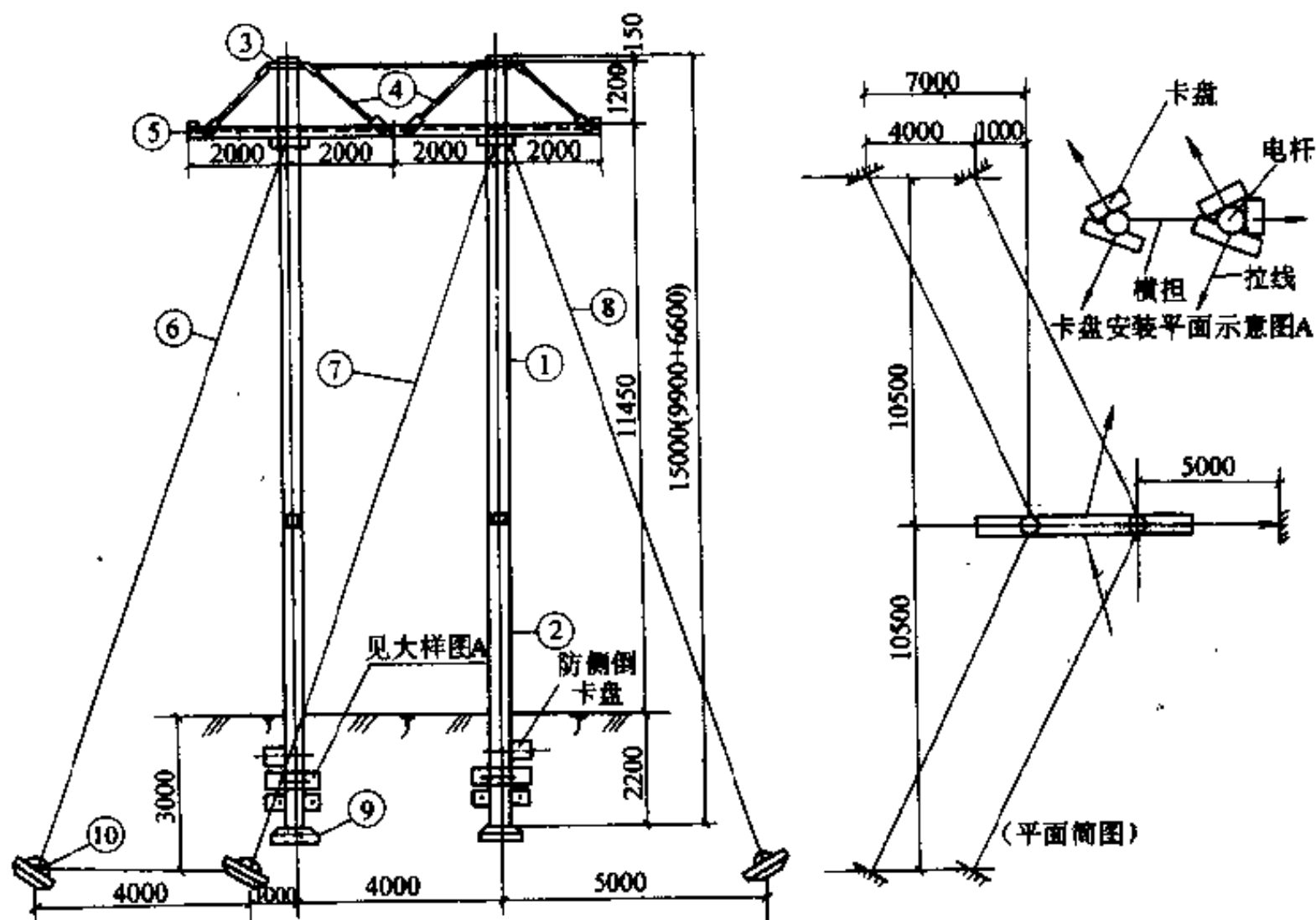


图 8-6 30° 转角杆组装结构图

表 8-7 图 8-6 30°转角杆组装材料表

编 号	名 称	规 格	单 位	数 量
1	水泥杆上段	$\frac{\phi 300}{9m} 14\phi 16$	根	2
2	水泥杆下段	$\frac{\phi 300}{6m} 14\phi 16$		2
3	吊拉杆抱箍	D=302	套	2
4	吊拉杆			1
5	导线横担	8000	件	1
6	导线拉线	GJ-100	条	2
7	导线拉线	GJ-100		2
8	分角拉线	GJ-100		1
9	底盘	1.2×1.2	块	2
10	拉线盘	1.0×0.5		5
11	导担抱箍		副	2

1. 杆体结构主要由电杆、横担、拉线、卡盘组成，一般不设叉梁、电杆和横担与直线杆相同，但横杆是加强型的，根开距 4m。

2. 拉线设置分顺向拉线、反向拉线和分角拉线三种，如有避雷线则也应分别设置上述三种拉线。导线拉线和避雷线可共用拉线棒。这里要注意到转角杆拉线盘的埋深为 3m。

3. 卡盘的设置除防侧倒卡盘外，每组拉线均设置卡盘，其安装位置见图中 A 大样图，卡盘与拉线的投影是垂直的。另外，拉线抱箍是加强型的。

4. 单杆线路时转角杆也可为单杆结构，横担为加强型，拉线、卡盘的设置与双杆相同。

5. 这里还要注意到拉线的规格均采用 100mm^2 的钢绞线，拉线棒也为加强型的。

(二) 60°转角杆组装图

60°转角杆组装图见图 8-7，材料表见表 8-8，由图可以看出，60°转角杆共设置 9 根拉线。根开 4.6m。

1. 杆体结构主要由电杆、横担、拉线、卡盘组成，其中横担除型钢加强外，几何尺寸为非对称型，则在线路转角外侧较长，而在内侧较短，但导线绝缘子悬挂点的间距相同，见图中 A、B、C 点，其它同前。

2. 拉线设置分顺向拉线、反向拉线、地线拉线和分角拉线四种。其中地线拉线的投影与横担垂直，其它同 30°转角杆。如果转角角度较大、导线直线较粗、转角前后的档距较大除拉线直径、拉线棒直径、拉线抱箍加强外，还应在地线横担处增设顺向、反向和分角拉线，拉线则增加到 14 根，但同一角度的拉线可共用拉线棒，但拉线棒应加强。因此，有些设计在转角较大的转角杆处设置转角铁塔，减少了占地面积，且增加了转角的强度。

3. 卡盘设置同 30°转角杆，即每组拉线均设卡盘。

4. 其它同 30°转角杆。

(三) 90°转角杆组装图

90°转角杆组装图见图 8-8，其材料表见表 8-9，由图可以看出，90°转角杆采用的是三杆转角型，每杆一相，边杆设避雷线。

1. 杆体结构由电杆、叉梁、水平拉杆、拉线、卡盘组成。其中叉梁组装同前，并由水平拉杆将三杆组成一排，中相杆较边相杆低 3m。卡盘设置同前。

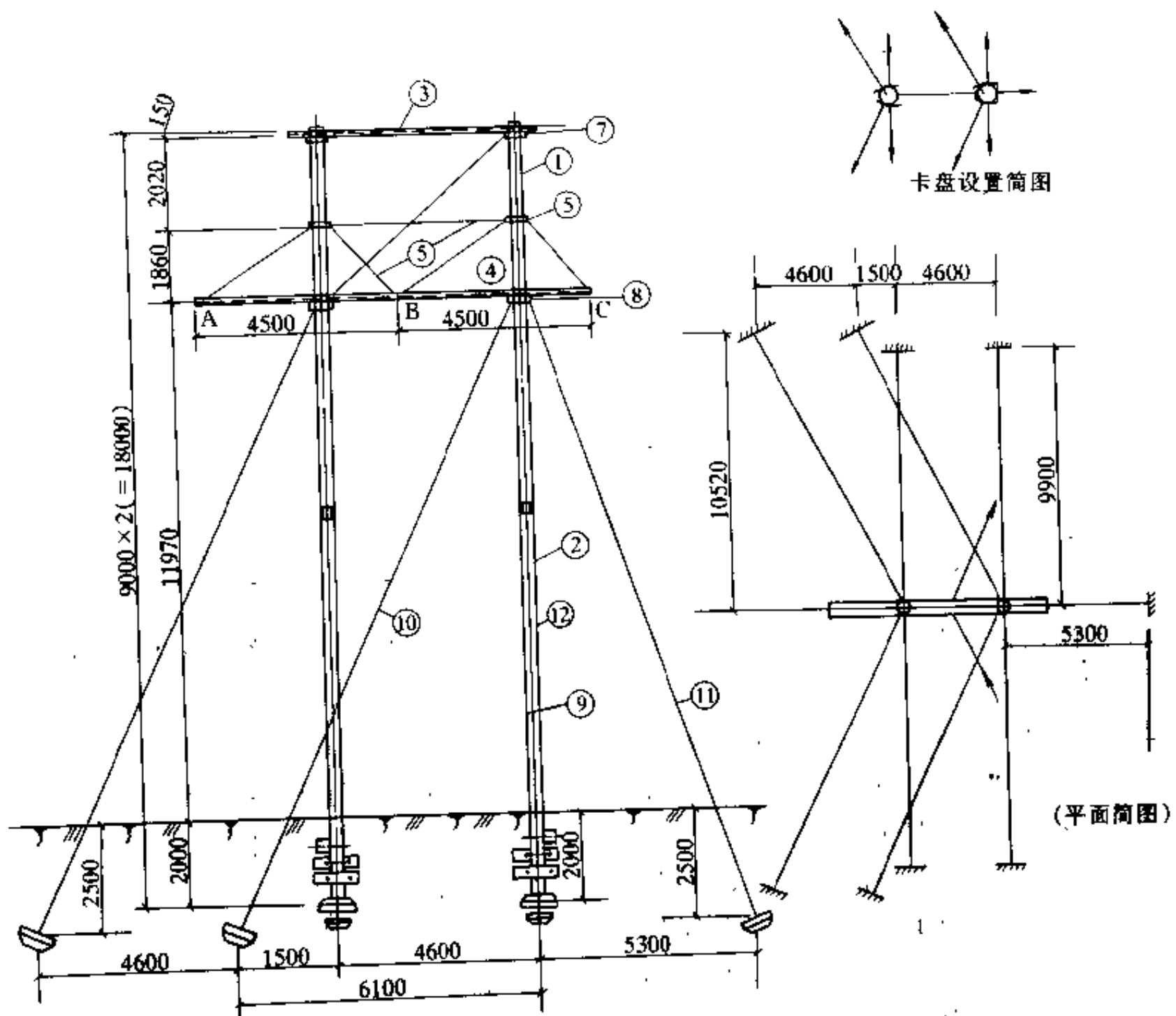


图 8-7 60°转角杆组装结构图

表 8-8 图 8-7 60°转角杆材料表

序号	构件名称	规格	单位	数量	质量/kg	
					一件	小计
1	水泥电杆	$\frac{\phi 300}{9}$ 上 14 ϕ 10	根	2	232	464
2	水泥电杆	$\frac{\phi 300}{9}$ 下 14 ϕ 16		2	217	434
3	地线横担	5800	副	1		105
4	导线横担	9200		1		344
5	吊柱杆		基	1		55.15
6	吊杆抱箍		付	3	6.41	19.23
7	地担抱箍			2	14.84	29.7
8	导担抱箍			2	2.4	4.8
9	地线拉线	GJ-50	条	4	15.5	62
10	导线拉线	GJ-100		4	4.5	18.0
11	分角拉线	GJ-100		1	30	30
12	拉线棒	$\phi 20 \times 2800$	根	4	8.35	33.4
13	拉线棒	$\phi 28 \times 3500$		4	21.1	84.4
14	拉线棒	$\phi 28 \times 3200$		1	19.6	19.6

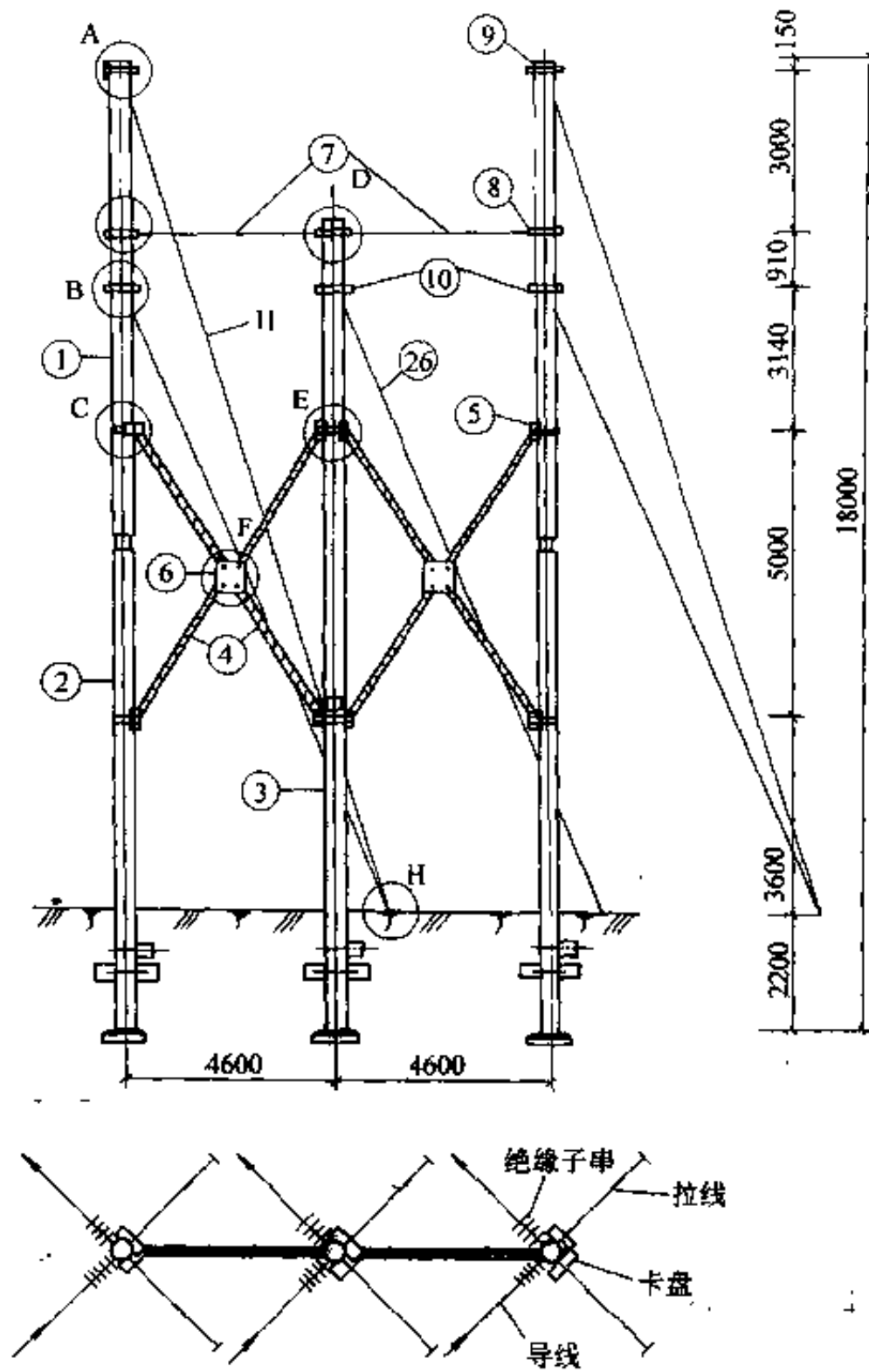


图 8-8 90°转角杆组装图

表 8-9 图 8-8 90°转角杆材料表

编号	材料名称	规格	单位	数量	质量/kg	
					一件	小计
1	水泥电杆	$\phi 300-9/16\phi 1$ 上	根	2	84.5	169
2	水泥电杆	$\phi 300-9/18\phi 7$ 下		2	87.5	175.0
3	水泥电杆	$\phi 300-6/18\phi 7$ 下		1	62.2	62.2
4	叉梁	3226	根	8	26.06	208.48
5	叉梁抱箍		副	8	9.8	78.4
6	叉梁联板		块	2	8.1	16.2
7	水平拉杆	3923	根	2	4.7	9.4
8	吊杆抱箍		副	3	6.4	19.2
9	地线抱箍	$-10 \times 80 r=152 < 90^\circ$		2	15.92	
10	导线抱箍	$-10 \times 80 r=152 < 90^\circ$		3	13.5	
11	拉线	GJ-50	条	4	30	120

(续)

编号	材料名称	规格	单位	数量	质量/kg	
					一件	小计
12	拉线棒	$\phi 28 \times 3500$	条	10	21.1	211
13	叉梁穿钉			16		
14	穿钉螺栓		个	30		
15	镀锌垫圈			30		
16	二眼板		块	10		
17	拉线抱箍		副	5	13.5	67.5
18	楔形线夹	LX-1		8		
19	UT线夹	UT-1		12		
20	底盘	$1.2 \times 1.2 \times 0.2$	块	3		
21	拉线盘	1.0×0.5		6		
22	绝缘子串	X-4.5-5片	组	6		
23	耐张线夹	NLD-3	副	6		
24	并沟线夹	B-3	个	12		
25	并沟线夹	BB-1		4		
26	拉线	GJ-100	条	6	45	270

2. 拉线设置分导线拉线和地线拉线两种, 其中中相只设导线拉线, 地线拉线和导线拉线共用拉线盘、分设拉线棒。每杆两组拉线的投影成直角, 且于导线投影互成 180° 。

3. 根开 4.6m, 埋深 2.2m, 拉线、拉杆、叉梁、绝缘子串, 均由抱箍与杆直接连接。

90° 转角杆一般可用转角铁塔, 以减小占地面积和增加强度, 但铁塔造价较昂贵。有些设计在 90° 转角处仍用双杆转角杆, 双杆转角 90° 时, 其横担、绝缘子串、抱箍、拉线、叉梁、拉线棒等主要材料均应采用加强型的, 拉线的设置三杆相同且成 90° , 这里由于篇幅的关系不再列图说明。

送电距离较小的 10kV 线路的 90° 转角有时也采用单杆, 但横担、绝缘子串、抱箍、拉线、拉线棒均应采用加强型的, 拉线的设置分杆顶拉线和横担拉线两种, 要求同上。

六、终端杆组装图样的识读

终端杆是用于线路起始端位的杆型, 它只承受一侧导线的拉力和自身的压力, 同时它又是耐张段的一个耐张杆, 还要承受事故后的冲击力。因此, 终端杆结构复杂, 除了加强自身的结构强度外, 主要靠两侧的拉线来加强。终端杆一般为铁塔, 图 8-9 是双杆型终端杆组装图, 表 8-10 是材料表, 该型可用于双回路电源的终端。

1. 杆体主要由电杆、横担、拉线、卡盘、组成, 其中电杆和避雷线横担与前述基本相同, 下面说明不同点。

(1) 横担设置三层, 用吊杆和抱箍固定。每层横担的端头悬挂绝缘子串, 每侧三层绝缘子串作为一路电源进出线端。

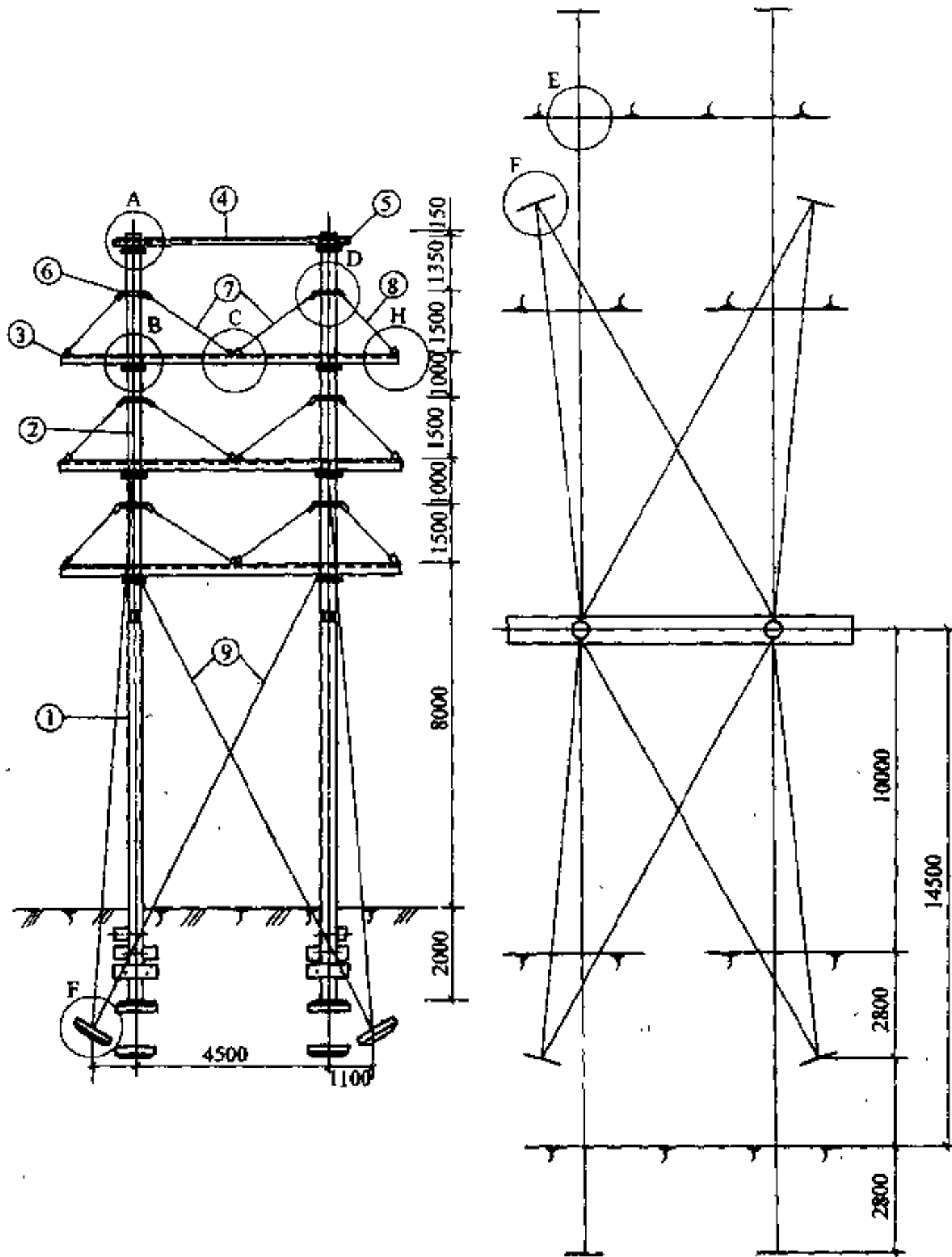


图 8-9 双杆型终端杆组装结构图

表 8-10 图 8-9 终端杆材料表

编号	材料名称	规格	单位	数量
1	水泥电杆	$\phi 300 \times 9m$ 下	根	2
2	水泥电杆	$\phi 300 \times 9m$ 上		2
3	导线横担	L 63 \times 6 \times 8000	副	3
4	地线横担	L 75 \times 6 \times 5500	副	1
5	拉线抱箍	-10 \times 8 r=152	副	8
6	吊杆抱箍	-10 \times 8 r=152		6
7	内斜吊杆	2256	根	12
8	外斜吊杆	1895		12

(续)

编号	材料名称	规格	单位	数量
9	拉线	GJ-100	条	8
	拉线	GJ-100		4
	拉线	GJ-50		4
10	楔形线夹		副	16
11	拉线盘		块	8
12	拉线棒	$\phi 28 \times 3500$	根	12
13	UT线夹		副	16
14	导线横担抱箍		副	6
15	穿钉螺栓		个	12
16	横担联板		块	12
17	地线横担抱箍		副	2
18	拉线棒	$\phi 20 \times 3500$	根	4

(2) 拉线每侧设置四层拉线，第一层为避雷线拉线，第二层为横担导线拉线，并与避雷线拉线共用一组拉线盘；第三层为横担导线倾拉线，其拉线盘距线路投影的距离为1100mm，第四层为横担导线X型交叉拉线，并与第三层拉线共用一组拉线盘。该终端杆共设16根拉线，拉线棒均单设，拉线抱箍同杆同层共用。

(3) 卡盘设置同耐张杆，防侧倒卡盘，顺线卡盘和反线卡盘。

2. 底盘设置同前，根开4.5m。

3. 送电距离较小的10kV线路的终端杆（单回路）可用单杆作为终端杆，但部件应为加强型，拉线设置应有杆顶拉线和横担拉线，要求同上。

七、部件大样图的识读

从前面图样目录可知，架空线路的部件很多，这里只列出部分图样进行简单的分析，其它读者可在实践中自行分析。部件大样图是用来说明部件加工制作和实际安装的图样，比较直观易懂。

(一) 拉线基础组装图

图8-10是上下层拉线或避雷线拉线与导线拉线共用一拉线盘、分别用拉线棒的拉线基础组装图，其中上层拉线或避雷线拉线的仰角 β_1 为 54° ，下层拉线的仰角 β_2 为 45° 。

拉线棒的制作其上下拉环的焊接长度为圆钢直径的10倍，且为双面焊接，最后镀锌处理。拉线盘的制作应符合图样的要求，混凝土标号200[#]。拉线棒出地面长度一般不大于

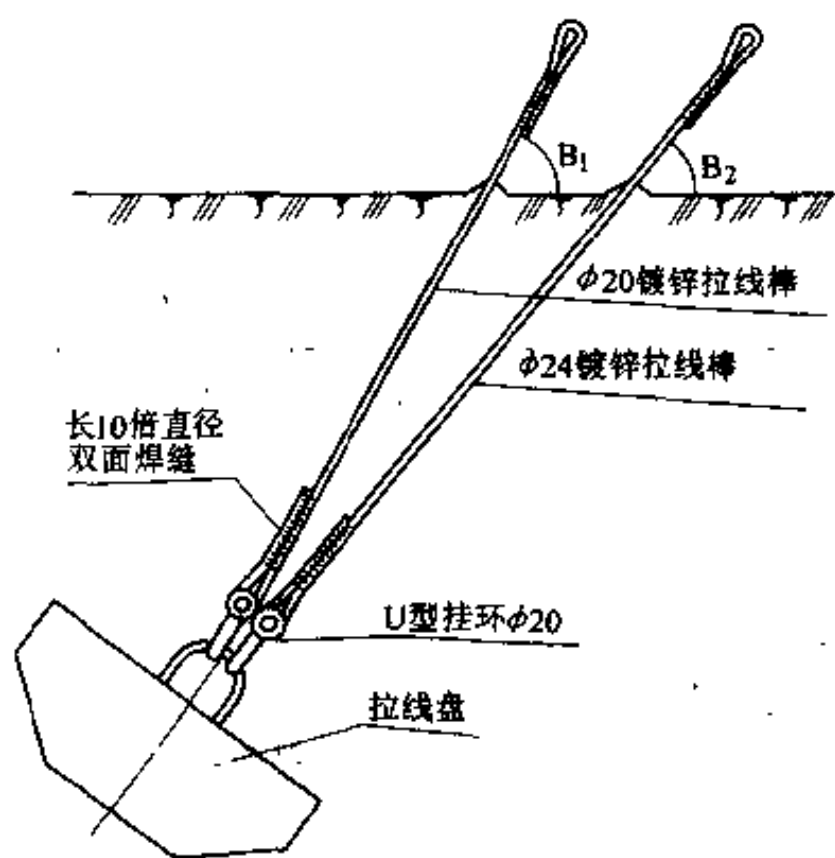


图8-10 拉线基础组装图

0.8m。拉线基础要求土质坚硬。

(二) 导线悬挂组装图

图 8-11 是导线悬挂组装图，其中直线悬垂是导线在直线杆横担上悬挂的组装图，绝缘子串的片数是由线路电压决定的，见表 8-11。导线与绝缘子串的连接是经过悬垂线夹完成的。防震锤安装在悬垂线夹两侧的导线上，与线夹的距离应按图中表内的数据安装，防震锤的规格应与导线匹配。

耐张、转角悬垂是导线在耐张、转角、终端杆横担上悬挂的组装图，导线与绝缘子串的连接是通过耐张线夹完成的，防震锤及绝缘子串同直线悬垂。

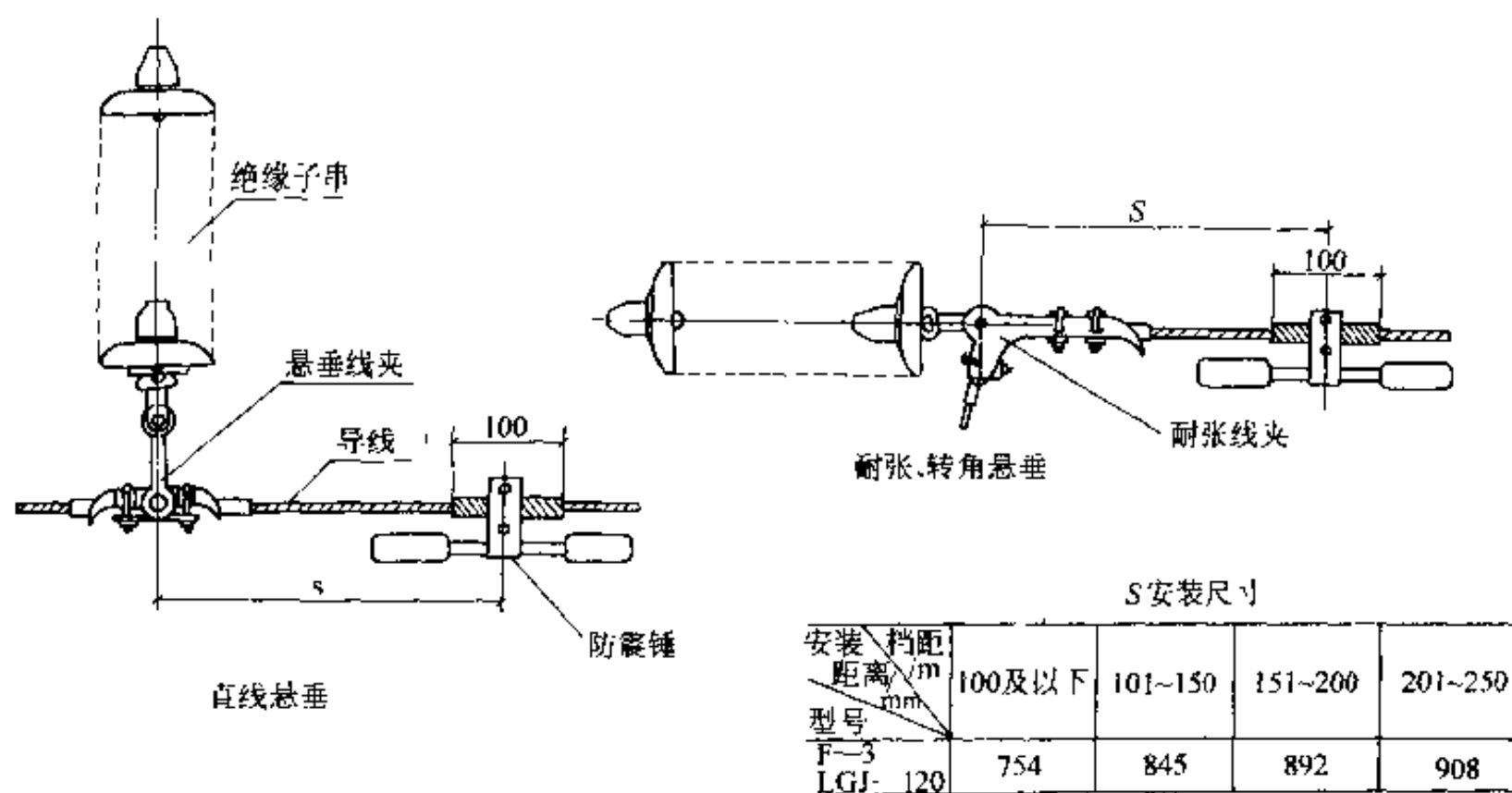


图 8-11 导线悬挂组装图

表 8-11 X-4.5 型悬式绝缘子使用片数

线路电压/kV	10	35	60	110	154	220
绝缘子串片数/片	2	3	5	7	10	13

注：用于耐张串子应增加一片，用于 110kV 及以上的耐张串时，应两串并联使用。

(三) 避雷线悬挂组装

图 8-12 是避雷线悬挂组装图，其中直线悬垂是避雷线直线杆上悬挂的组装图，悬垂线夹是通过 U 形挂环和 U 形螺栓与横担连接的。防震锤的安装同前，但与线夹的间距应按图 8-12 中的数据安装。

耐张、转角悬垂是避雷线在耐张杆（包括终端杆）、转角杆上悬挂的组装图，线夹是通过 U 型挂环与横担连接的，防震锤的安装同上。

(四) 避雷线接地组装图

1. 直线杆避雷线接地组装图见图 8-13，由图可知，悬垂线夹是用 U 形挂环挂在杆头抱箍上的，接地钢绞线是用并沟线夹和避雷线联接的，并经压接管与接地引下线在卡子上连接，引下线引至地面后与接地体联接。有的电杆则用砼内主筋作为引下线，这样电杆制作时

应在端部留出接线的钢筋端头，选用电杆时应加以说明。

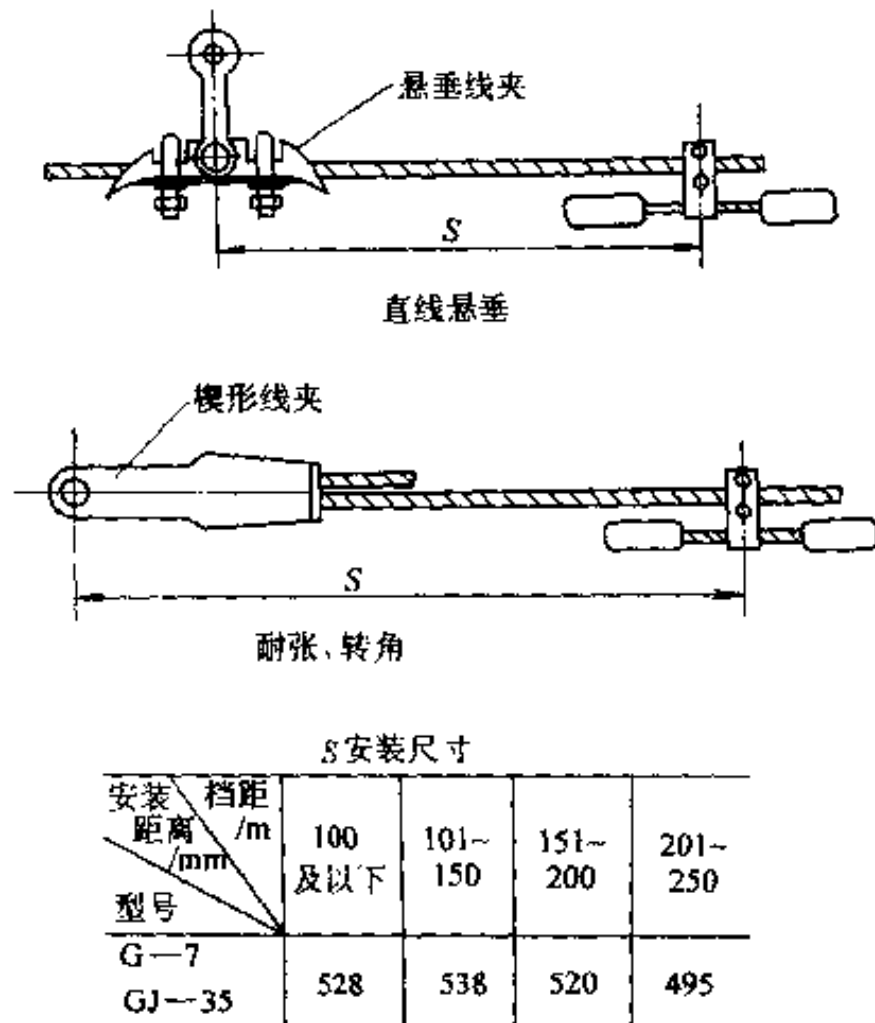


图 8-12 避雷线悬挂组装图

2. 转角、耐张杆避雷线接地组装图见图 8-14，由图可知，楔形线夹是用 U 形挂环挂在横担上的，并用接地联板将两端的避雷线联接起来，避雷线本身的接地方式同直线杆。如采用铁塔则可用塔身作为引下线接地。

(五) 抱箍加工图

架空线路用的抱箍品种很多，这里介绍两种。

1. 吊杆、直线杆拉线抱箍加工图见图 8-15。该抱箍是用 8mm 厚 100mm 宽的扁钢煨制成两个 Ω 形的半圆做成，半径 152mm，耳长 80mm，中心开 $\phi 28$ mm 孔，两耳处设三角形加劲板，加劲板的一边是一段弧，其半径是 $152\text{mm} \pm 8\text{mm}$ 。加劲板的焊缝应双面焊，且全部围焊，抱箍做好后应镀锌处理。该抱箍用在吊杆组装上，也可用在直线拉线上。

2. 地线横担抱箍加工图见图 8-16。材料及尺寸基本同图 8-14，耳长 120mm，并焊接上劲板和下劲板，焊接及镀锌要求同图 8-15，其中上劲板除了加强抱箍的强度外，主要是要支承地线横担，并用螺栓与地线横担连接，下劲板上的 $\phi 21.5\text{mm} \times 28\text{mm}$ 的长孔就是连接孔，这四个孔的尺寸与地线横担的安装孔是对应的。除了上述的作用外，该横担抱箍还可以装置拉线，作为地线拉线抱箍。

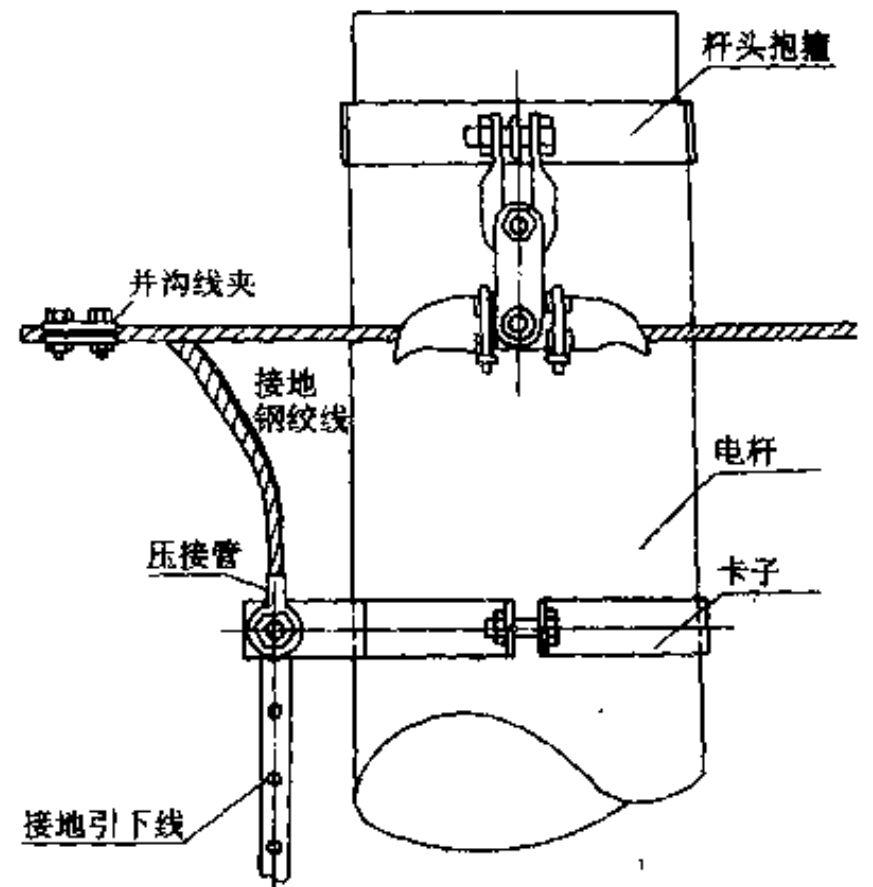


图 8-13 直线杆避雷线接地组装图

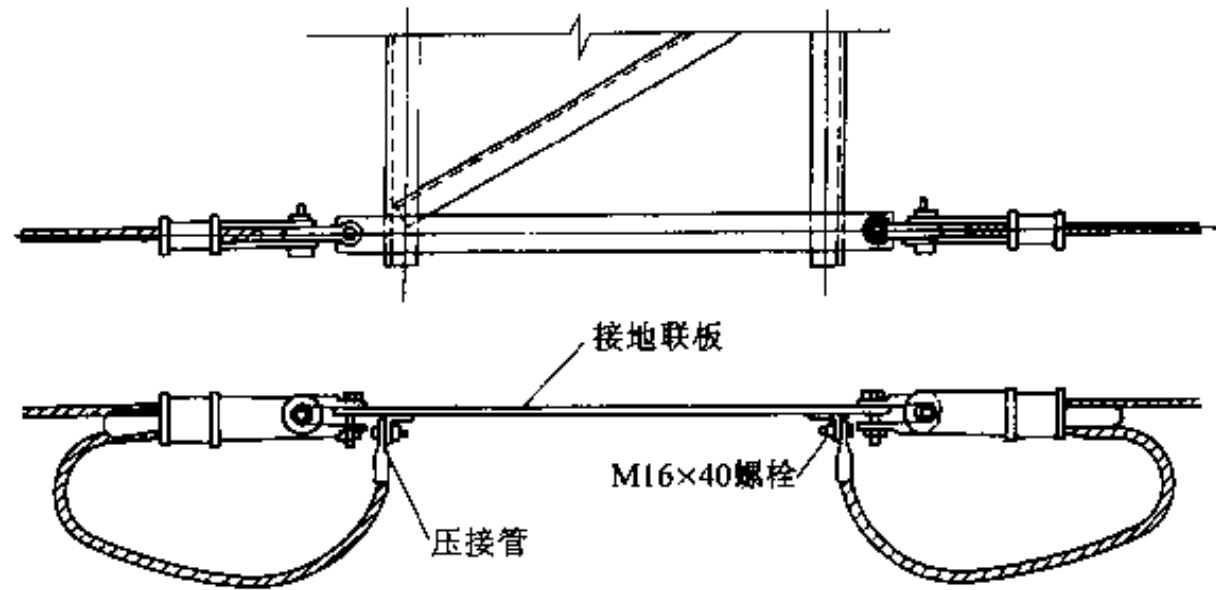


图 8-14 转角、耐张杆避雷线接地组装

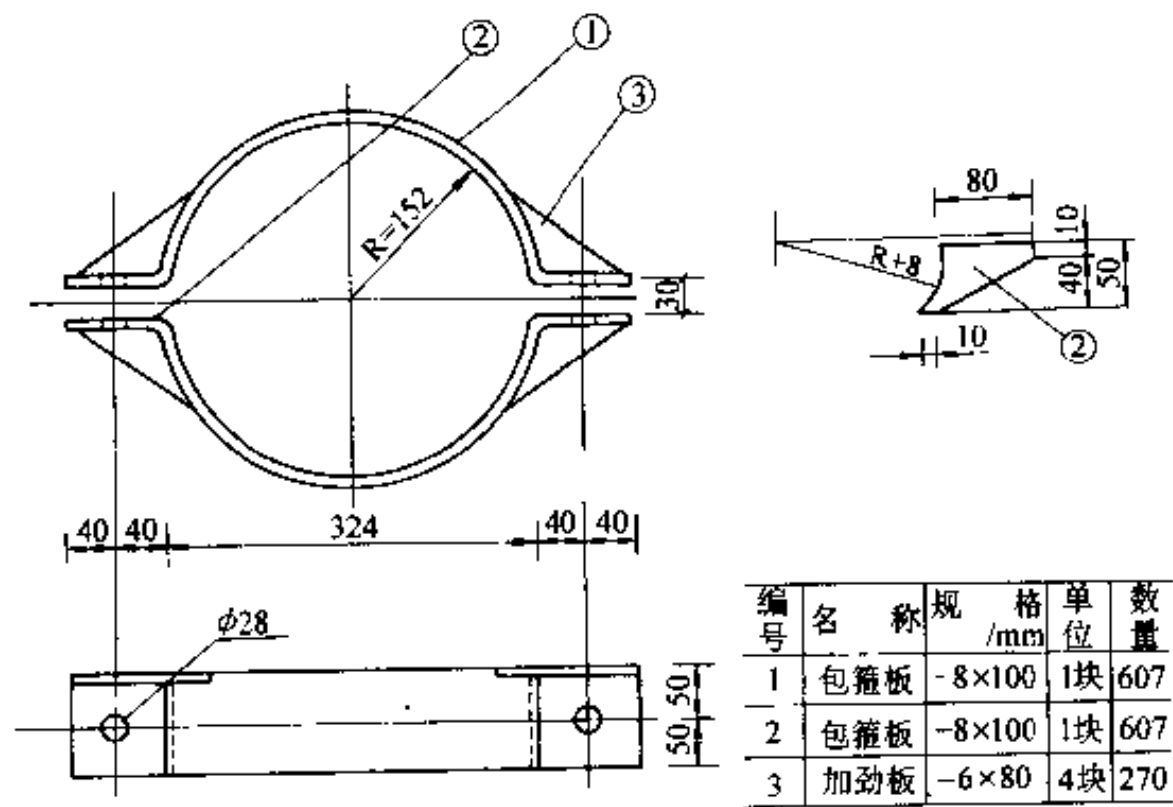


图 8-15 吊杆抱箍、直线拉线抱箍加工图

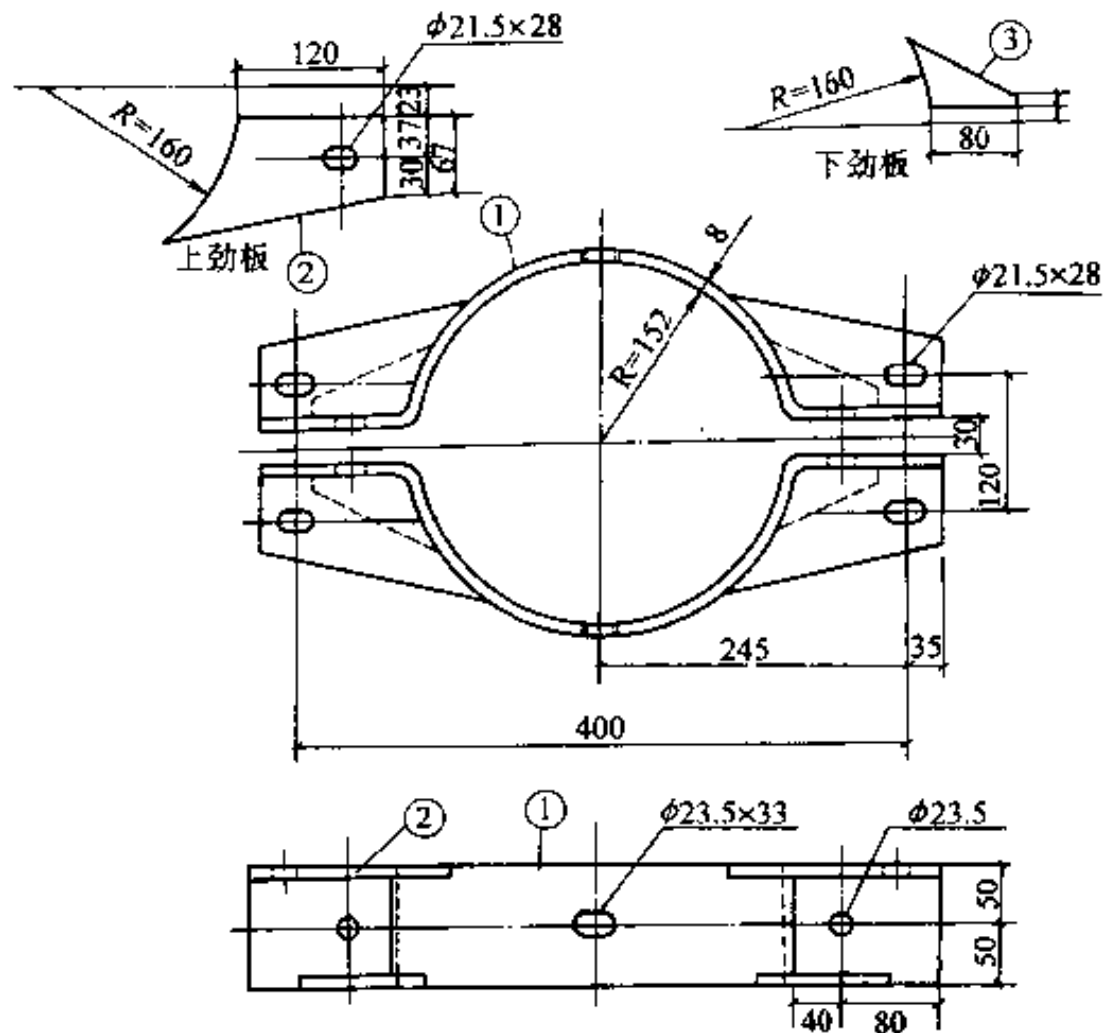


图 8-16 地线横担抱箍加工图

(六) 横担加工图

架空线路用的横担品种很多，这里介绍一种。图 8-17 是地线横担加工图，由图可知以下内容。

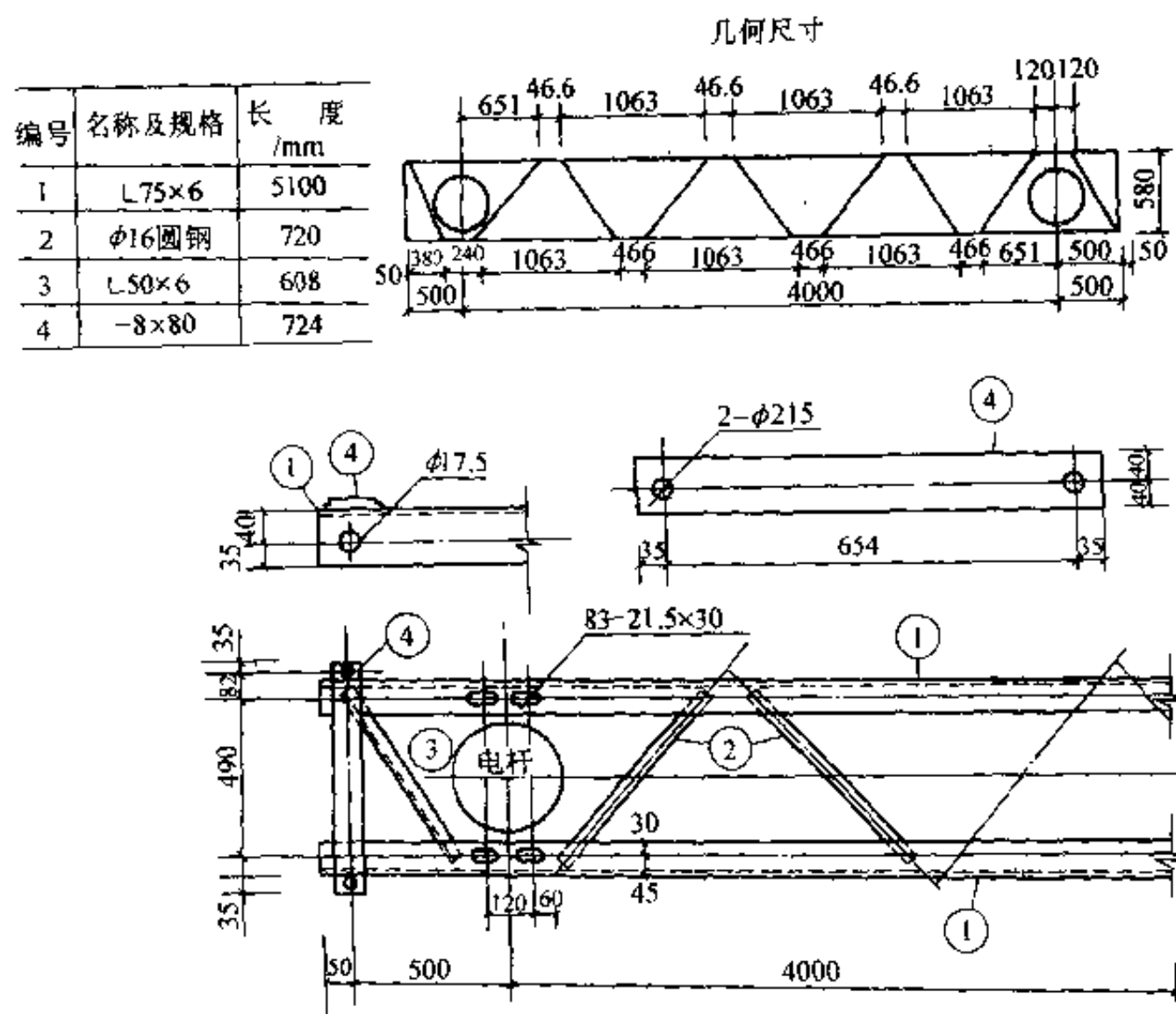


图 8-17 耐张杆地线横担加工图

1. 该横担主体是用 L 75mm×6mm 的角钢和 φ16mm 的圆钢作成，几何尺寸及主体布置图已经给出，因为对称横担，故取主体的一半。

2. φ16mm 圆钢按给出的几何尺寸与角钢面下焊接，焊缝均为双面焊。

3. 拉板④为 8mm 厚 80mm 宽的扁钢，与面上焊接，全面围焊（与角钢接触的四周全焊），一方面将角钢端部连接，另一作用是悬挂地线的楔形线夹，见图 8-14。但有些设计的拉板是用螺栓与角钢连接的。

4. 电杆与横担的结合处的角钢面上开长孔，这四个孔的尺寸与图 8-16 抱箍尺寸的开孔是一致的，用螺栓将横担固定在抱箍上。

5. 横担作成后应酸洗和镀锌，组装时用的螺栓及垫片全部使用镀锌件。

八、其它形式的架空线路

前面我们介绍了双杆 35kV 架空线路图样的识读方法，这对识读其他形式的架空线路是有很大的益处的。工业及民用架空线路还有以下几种形式：

1. 单杆低压四线架空线路（包括多层横担）。
2. 单杆低压四线和通信广播同杆架设的架空线路（常用于厂区或街道）。
3. 单杆低压五线架空线路（增加一路路灯照明并包括 1、2 的形式）。
4. 单杆 10kV 架空线路。
5. 单杆 10kV、低压 400V 同杆架空线路。

6. 单杆 10kV、低压 400V 和通信广播同杆架设的架空线路，有的架有电缆（常用于厂区或街道）。

7. 单杆 35kV 架空线路（包括避雷线）。

8. 单杆 35kV、10kV 同杆架空线路（转角、耐张、终端常用双杆或简易铁塔）。

9. 单杆 10kV 绝缘线夹架空线路（距离较小）。

10. 单杆 35kV 绝缘线夹架空线路（距离较小）。

11. 铁塔 35~500kV 电力架空线路。

12. 铁塔和混凝土杆混合架空线路等。

上述形式的架空线路的读图方法与我们介绍的方法基本相同，只是在杆型结构、部件大样上有所不同。另外，在横担、绝缘子、导线、基础的选择上也有很大差异。这些内容有的在《电气工程安装及调试技术手册》一书中已有了介绍，这里不再赘述，请参阅。

第二节 电缆线路

电缆线路是指借助于电缆输送电能或信号装置的总称。电缆线路的分类方式一般有以下几种：

1. 按电压：高压电缆、低压电缆、直流电缆等。

2. 按用途：电力电缆、控制电缆、信号电缆、通信电缆、广播电视电缆等。

3. 按敷设方式：埋地电缆、电缆沟电缆、隧道电缆、架空电缆、电缆桥架、沿建筑物明设电缆、竖井电缆等。

4. 结构型式：油浸电缆、橡皮电缆、塑料电缆、铠装或无铠装电缆、光纤电缆、防火电缆、充油电缆、屏蔽电缆、铝包电缆、铅包电缆、交联电缆、单芯、双芯、三芯、四芯、五芯及多芯电缆等。

电缆线路的图样是按敷设方式绘制的，有些图样与架空线路基本相同，限于篇幅的关系，这里只介绍读图要点。

一、埋地电缆

埋地电缆主要掌握路径、土质状况、交叉（道路、管道、河流、电缆、铁路等）、转角、标志、检查井、接头盒、电缆头及安装位置、线路长度、电缆型号规格及用途、敷设要求、路径高差、根数及电缆埋设的断面图。埋地电缆有的采用穿管或穿混凝土管敷设。

二、电缆沟电缆

电缆沟电缆主要掌握电缆沟断面图、支架及盖板的结构设置、电缆摆放形式及埋地电缆的有关内容。电缆沟电缆一般用于变配电所或工业车间内。

三、隧道电缆

隧道电缆主要掌握隧道断面图、支架结构设置、电缆摆放方式、排水及封闭设施、照明线路及埋地电缆的一些内容。

四、架空电缆

架空电缆主要掌握杆身结构，钢绞线或钢丝绳型号规格、档距、转角、耐张、终端等架空线路的内容及埋地电缆的有关内容。

五、电缆桥架电缆

桥架电缆主要掌握桥架的规格型号、安装方式（沿墙、地上支架、吊架等）、支架制作以及埋地电缆的一些内容。桥架电缆一般用于室内、工业或民用均可。

六、明设电缆

明设电缆主要掌握吊架或支架的结构设置以及埋地电缆的一些有关内容。在跨越架空段或沿建筑物、构筑物敷设时可采用钢索或钢绞线吊挂式。可用于一般工业或民用建筑中不重要的电缆或者采取补救措施时采用。

七、竖井电缆

竖井电缆主要掌握竖井类别（坑道、电梯、高层建筑）、断面布置图、电缆固定方法及部件加工、中间层站、配电间布置等，以及埋地电缆的一些有关内容。常用于工业及民用建筑中高层建筑、电梯竖井、矿业坑道的电缆敷设之中。

电力架空线路及电缆线路除了上述介绍的内容外，读图时必须掌握起始端电气设备的设置、用途及工作方式，电气线路的工作原理、正常及事故时的工作状态等，必须读懂起始端电气装置的图样，以便正确接线，保证线路的正常运行。

另外，在架空线路和电缆线路的识图过程中要仔细阅读“设备材料清册”和各个图中所附的材料表，因为清册这个表很大不便列出，但它是识图和安装过程中的重要资料。设备材料清册列出了工程中所需要全部设备和材料，包括导线、电缆、钢绞线、电杆、铁塔、绝缘子、横担、金具、穿钉螺栓、平垫弹垫、铝包带、水泥、木材、角钢、槽钢、圆钢、扁钢、拉线棒、抱箍、吊拉杆、叉梁、平拉杆、支梁、吊架等的规格型号、数量、重量参数，这对识图、备料、编制施工组织设计、安装及调试均有极大的意义。

第9章 电动起重机械电气线路的识读

电动起重机械一般指室内天车、室外龙门吊和塔吊等大型起重设备及电动葫芦、卷扬机、建筑用电梯等起重设备。电动起重机械的电气线路有的较简单，有的确实很复杂，这与起重机械的吨位、保护要求及安装环境有关系。

第一节 桥式起重机的控制线路

桥式起重机的电气控制线路具有代表性，一般的天车、龙门吊、塔吊等大型起重设备的电气控制线路与之基本相同。

一、凸轮控制器的电气线路

凸轮控制器是电动起重机械中控制电动机启动、调速、停止、正反运行的专用装置，它是通过凸轮的转动而带动触点的闭合与打开，从而使电源接通或短接电阻。凸轮控制器的基本接线见图9-1。

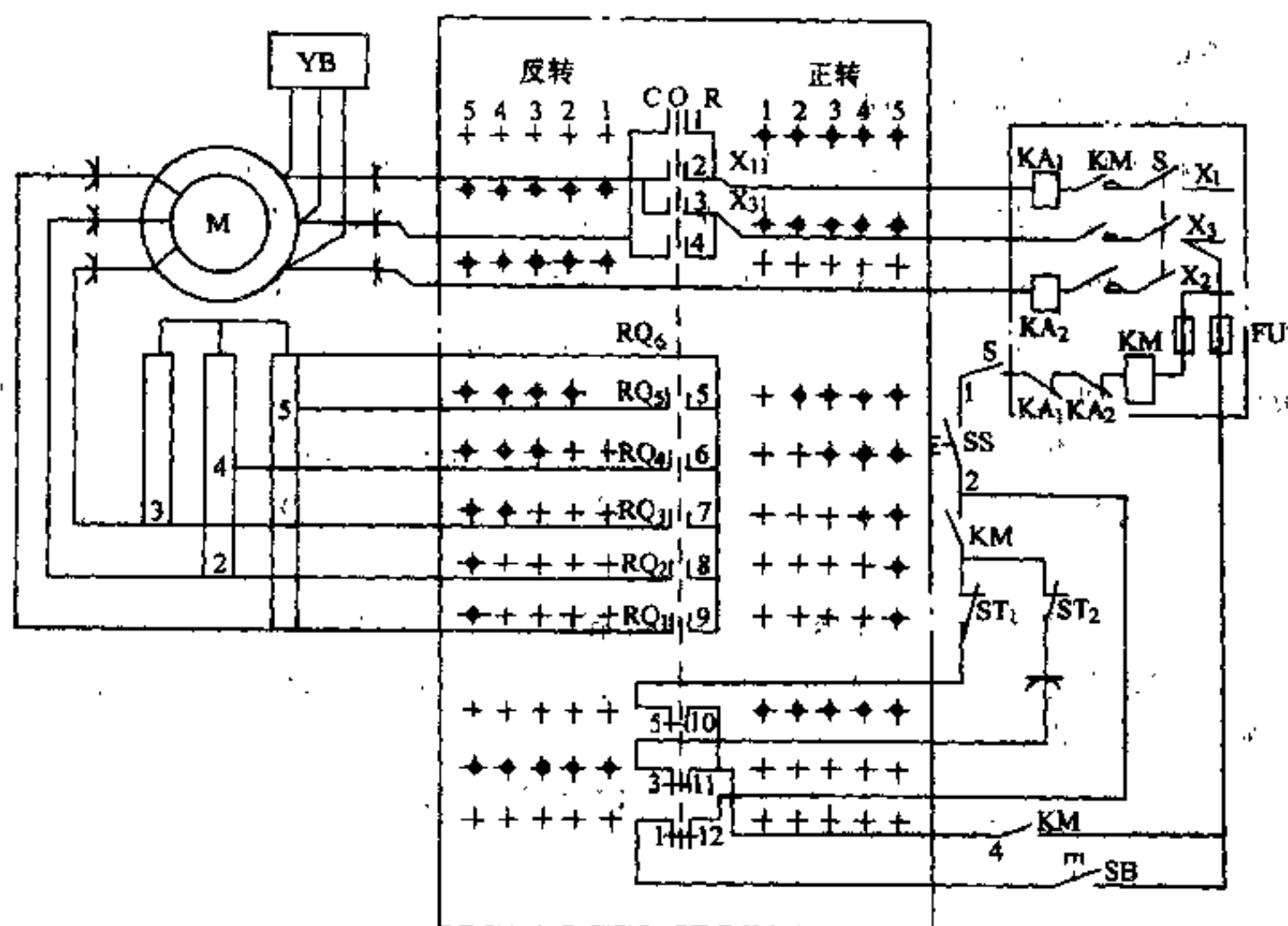


图9-1 凸轮控制器原理接线图

凸轮控制器一般有12副触头，且每副触头均有正反方向闭合的功能且正反方向联锁。其1~4#触头是接通和切断电动机定子回路的，只控制电动机的两相，另一相不经过触头控制，直接由电源接至电动机定子，这是电动起重机械中电动机接线的一个特点。5~9#触头是分段切除转子串接电阻的；10~12#触头均为常闭触头，是用于保护回路的。图中标有

的位置则表示该触头在这个位置是接通的，而标有+的位置则表示该触头在这个位置是断开的。而常闭触头10~12[#]在“0”位时是接通的。

下面我们分析凸轮控制器的工作原理。

1. 凸轮控制器是与交流接触器配合使用的。由图可知，接触器的线圈经过按钮SB、行程开关ST₁和ST₂以及凸轮控制器的三副常闭触头组成了控制回路。在“0”位时，10~12[#]触头是闭合的，操作按钮SB。电流经X₃、FU、SB、12[#]触头、SS（紧急开关，已闭合）、S（舱门开关，已闭合）、KA₁、KA₂与线圈形成回路，接触器吸合。同时，接触器的两副常开辅助触头KM闭合自保。这样当凸轮无论转向正或反时，12[#]触头打开而接触器线圈仍有电吸合。假如转向正转位置1时，这时12[#]、11[#]触头打开，而10[#]触头闭合，电流经X₃、FU、辅助触点KM、10[#]触头、ST₁、辅助触点KM、SS、S、KA₁、KA₂与线圈形成回路，接触器保持吸合。假如转向反转位置1时，12[#]、10[#]触头打开，11[#]触头闭合，电流经X₃、FU、辅助触点KM、11[#]触头、ST₂、辅助触头KM、SS、S、KA₁、KA₂与线圈形成回路，接触保持吸合。

凸轮控制器的正转触头在正向操作时，一经闭合将不再打开，反向操作时，一经打开将不再闭合，不会出现交流接触器失电现象。反转触头与之相同。其他触头只有在打黑点和不打黑点间进行闭合和断开或断开与闭合的切换。

因电源失电、KA动作、ST动作、SS动作，接触器失电断开，要使其重新得电，必须将凸轮控制器的手柄反向转到“0”位，这时12[#]触头闭合，这样才能重新起动。因此，12[#]触头则称为零位保护或零压保护触头。

2. 1~4[#]触头中，1[#]、3[#]为正转触头，2[#]、4[#]为反转触头，当正转或反转触头接通时，非控制相因先直接给了电动机，电磁抱闸得电松开，电机在转子串接全部电阻下慢速起动。如需要加速，可将手柄从1的位置转到2的位置，这时5[#]触头闭合，将5~0段电阻短接，电动机则加速。同样6[#]触头短接4~0段电阻，7[#]触头短接3~0段电阻，8[#]触头短接2~4段电阻，9[#]触头短接1~5段电阻，电机达到最高速。然后手柄反向转动，则触头打开，电阻增加，电动机则减速，到“0”位时电机停止。反转操作同正转。

3. 运行中，行程开关ST、紧急开关SS、舱门开关S、过电流继电器KA将起到保护作用。

其中KA一般采用过电流延时继电器，具有起动延时、过载延时、过电流迅速动作的反时限特性，其性能见表9-1。由表可以看出，该线路既可躲过起动电流，又能在过载或过电流时跳闸，保护电动机。

表9-1 JL12系列过流继电器反时限特性

电流/A	动作时间及说明
I_N (额定电流)	不动作 持续一小时不动作为合格
$1.5I_N$	<3min (热态)
$2.5I_N$	$10s \pm 6s$ (热态)
$6I_N$	< (1~3) s 当环境温度大于0℃时，动作时间小于1s， 当环境温度小于0℃时，动作时间小于3s

二、主令控制器的电气线路

主令控制器是在凸轮控制器的基础上发展起来的。它是用容量很小的类似凸轮的触头去控制接触器，而用接触器的触头去控制电动机的主电路，实现电动机的起动、制动、调速和反转、停止等功能。主令控制器的基本接线见图 9-2。主令控制器一般常用于容量较大且工作频繁的主钩电机上。

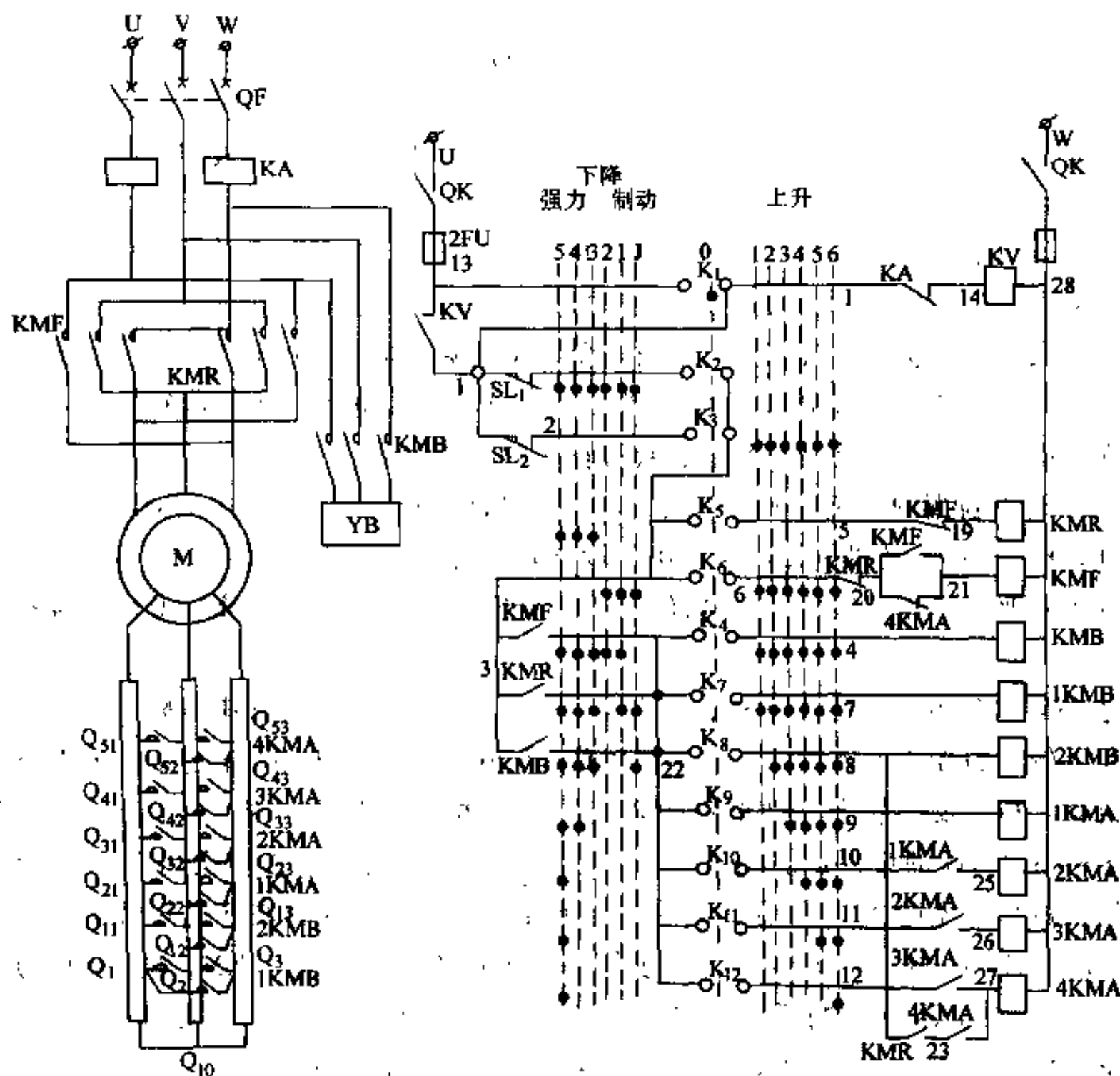


图 9-2 主令控制器的控制主钩电机原理图

主令控制器也有 12 副触头，其中 K_1 是零位保护触头，控制的是电压继电器 KV，其接点 KV (13-1) 闭锁了控制回路的电源，实现了零压保护。同时过电流继电器的接点 KA (1-14) 串接在 KV 线圈的回路里，过载时可切断控制回路的电源，实现过负荷保护。 K_2 、 K_3 则为正反转行程限位保护触头，由行程开关 SL_1 、 SL_2 执行。 K_4 控制制动接触器 KMB，通电后 KMB 吸合，使电磁制动器 YB 打开，断开后 YB 失电制动。 K_5 控制下降接触器 KMR， K_6 控制上升接触器 KMF。 $K_7 \sim K_{12}$ 控制短接电阻接触器 1KMB、2KMB、(1-4) KMA。主令控制器的触头闭合或打开以有无黑点“ \bullet ”为准，与凸轮控制器基本相同。

下面分析主令控制器的工作原理。

1. 将控制回路电源开关 QK 闭合，主令控制器手柄置于“0”位， K_1 闭合，KV 通过

KA 常闭触点 (1-14) 得电吸合, KV (1-13) 闭合自锁。

2. 在上升位置 1 时, K_3 、 K_4 、 K_6 、 K_7 闭合, 接触器 KMB、KMF、1KMB 吸合, 电磁抱闸 YB 松开, 电动机得电起动, 这时第一段反接电阻被 1KMB 短接。如果将上升位置从 1 逐次切换到 2、3、4、5、6 位置时, 接触器 2KMB、1KMA~4KMA 相继吸合, 逐级切除电阻, 电动机升速。触点 1KMA (10-25)、2KMA (11-26)、3KMA (12-27) 提供电气连锁, 保证按顺序切除。上升阶段电动机工作在电动状态。

3. 在下降 J 位置时, 转子串入四段电阻 (因 1KMB 切除一段电阻)、电动机有较大的起制动作用的转矩, 同时 K_4 断开, KMB 失电、YB 制动, 这样重物保持一定的位置静止不动。因此, J 这个位置则用于下降制动停止。在下降的其它位置上, K_4 始终接通, KMB 得电, YB 解除制动。

4. 在下降 1 位置时, K_2 、 K_4 、 K_6 、 K_7 闭合, KMF、KMB、1KMB 吸合, 电动机转子串接 5 段电阻, 电动机还是接成上升相序, 抱闸松开; 在下降 2 位置时, K_2 、 K_4 、 K_6 闭合、电动机串 6 段电阻, 仍为上升相序。这时若负载不能克服电动机的转矩, 则会出现重物上升的现象。因此, 1、2 位置常用于重物下降, 这时因串较大电阻, 在位能转矩作用下, 电动机运行在速度反向倒拉反接制动状态、获得较小的下降速度。

5. 在下降 3 位置时, K_2 、 K_4 、 K_5 、 K_7 、 K_8 闭合, KMR、KMB、1KMB、2KMB 吸合, 抱闸松开, KMR 将电动机倒相反转, 串四段电阻, 转矩反了转速反了; 在 4 位置, 又有 K_9 闭合, 1KMA 吸合, 串三段电阻。这样在 3、4 位置上可强迫负载下降, 即使负载较轻也能得到下降速度。

6. 在下降位置 5 时, 除上述外, 又有 K_{10} 、 K_{11} 、 K_{12} 闭合, 除常串电阻外, 电阻全部切除, 可获得较大的强迫下降速度。如重物较重, 转速超过电动机同步转速时, 在其作用下可使电动机进入再生发电状态, 把重物的势能转变为电能反送回电网。 $4KMA$ (23-27) 和 KMR (8-23) 串联的设置是使 $4KMA$ 线圈自锁, 这样在由 5 位置切换到 J、1、2 位置时, 避免了切换过程中经过 3、4 位置造成的高速下降, 而是使其保持在 5 的特性上。当切换到上升挡位时, KMR (8-23) 断开, 自锁解除、不影响提升调速。KMF 的自锁接点 KMF (20-21) 只有在 $4KMA$ 切断后才起作用, 这样, 当由下降 5、4、3 切换到 2、1、J 时, 转子电阻全部接入才能进入反接制动, 防止反接制动过程的电流冲击。

KMB (3-22) 与 KMR (3-22)、KMF (3-22) 并联的设置, 保证了下降位置 2、3 的切换中只有一只接触器吸合而另一只接触器断开, 不至发生电动机高速下机械制动而引起的剧烈震动。

7. 运行中, 过载由 KA 保护, 上升及下降极限位置由 SL 保护, 突然停电由 KV 保护, 切断控制回路的电源, 重新起动必须使手柄回到“0”位。

三、桥式起重机常用的控制线路

桥式起重机一般有五台电动机拖动, 其中主钩电动机容量较大, 由主令控制器控制, 副钩电动机、小车移动电动机、大车移动电动机 (两台) 容量较小, 一般由凸轮控制器控制。同时设置保护柜和控制柜, 保护柜、控制柜均有系列成套产品, 请参阅有关手册, 电源设置滑线和辅助滑线。上述内容构成了复杂的控制系统。桥式起重机常用的电气控制线路见图 9-3。

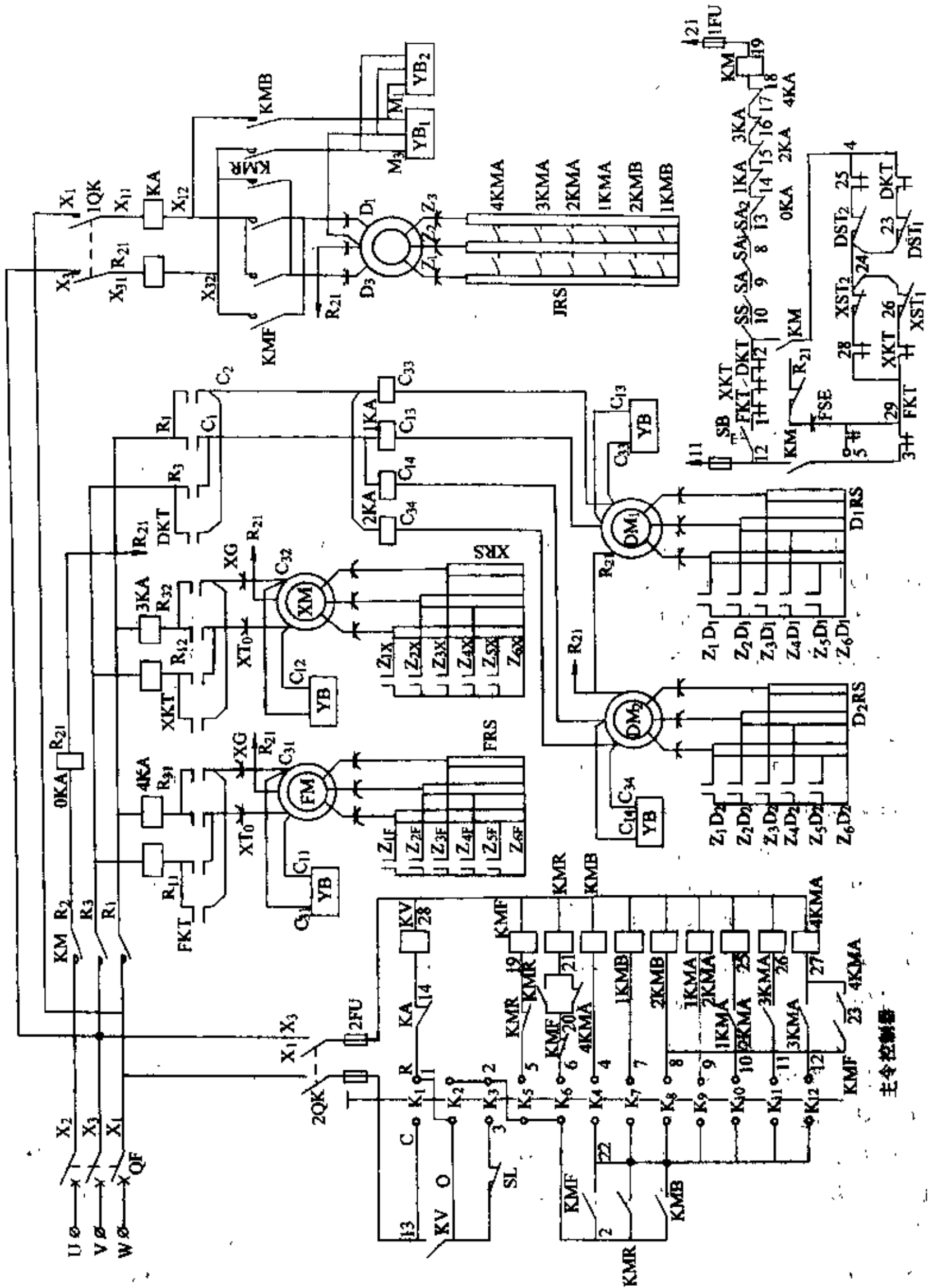



图 9-3 桥式起重机常用的电气控制线路

(一) 主钩的控制和控制柜

1. 由图 9-3 可以看出主钩控制由两个部分构成，一是主令控制器，这部分与前述及图 9-2 是相同的，只是在下降回路中省略了一只行程开关 SL，同时将主令控制器的闭合和断开的标注黑圆点取掉了，读图时可与图 9-2 对照。二是主钩电动机 JM 的主回路，这部分与前述及图 9-2 是基本相同的，所不同的是增加了一只电磁抱闸，两只同步运行。另外，主回路中定子与转子的接线是由电刷与滑线（）完成的，见 JM 的 D_1 、 D_3 和 R_{21} ，同时 R_{21} 是一非控制相，直接由主钩定子滑线引来，这一点与图 9-1 相同。

2. 工程中常把主钩主回路中的 1QK、KA、KMF、KMR、KMB 以及主令控制器回路中的 2QK、2FU、KV、1KMB、2KMB、(1~4) KMA 等电气元件装在一台柜（屏）上，把与主令的接线和与总开关的接线甩出，以便接线。我们把这个柜（屏）称为控制柜（屏），控制屏一般装在轿厢内，也有装在起重机的主桥架上的。同时把转子电阻 JRS 装在箱内，也安装在主桥架上。

(二) 副钩及大车、小车的控制

1. 副钩及小车的控制是用凸轮控制器进行的，与图 9-1 基本相同，定子与转子的接线也是由电刷与滑线完成的，其中定子的一相 R_{21} 为非控制相。凸轮控制器的保护功能由单独的保护柜来完成。

2. 大车的控制也是由凸轮控制器进行，所不同的是凸轮控制器切换电阻的触头有两套分别同时切换两台电机的转子电阻 D_1RS 和 D_2RS ，定子则由一套触头控制，保护触头也为一套，以便实现两台电机的同步控制。因为大车为两台电机拖动，因此这两台电机的同步性是很重要的，不只是控制系统有严格的要求，而且两台电机本身的各种参数必须相同，才能保证同步。同时两台电机分别设置的电磁抱闸 YB 的参数（包括间隙）也必须相同。

(三) 保护柜

1. 工程中常把主开关 QF、主接触 KM、大车小车副钩的过电流继电器 (1~4) KA、总电流继电器 0KA、按钮 SB 以及信号装置等电气元件装在一台柜（屏）上，其他与控制屏相同，我们把这个屏叫作保护屏。

2. 图 9-3 给出了保护屏的原理接线图，见图 9-3 的右下角，该图是主接触器 KM 的控制原理图，可分四部分解说明。

(1) 未起车前，副钩、小车、大车的凸轮控制器的零位触头 FKT、XKT、DKT 是闭合的，这时先闭合主桥架上横梁栏杆安全门开关 SA_1 和 SA_2 ，进入轿厢后将厢门开好，厢门安全开关 SA 闭合，然后闭合紧急开关 SS，因为过电流继电器 0KA、(13~14) 常闭点是闭合的，操作起车按钮 SB，KM 线圈接为通路得电吸合，主接触器闭合。这些触点任一个断开都会使 KM 失电而使主机停车。

(2) 主接触器 KM 闭合后，其辅助触点 KM (12-3)、KM (2-4) 同步闭合自锁，自锁回路中均为常闭触点。其中 XKT (29-28)、XKT (29-26) 是小车凸轮控制器的正反联锁触点， XST_2 (28-24) 和 XST_1 (26-24) 分别为小车向左和向右的行程极限开关；DKT (4-25)、DKT (4-23) 是大车凸轮控制器的正反联锁触点， DST_2 (25-24) 和 DST_1 (23-24) 分别为大车向前和向后的行程极限开关。这些触点任一个断开都会切断自保回路而使 KM 断电。

(3) KM 自锁回路中，FKT (3-29) 是副钩凸轮控制器的一副正反联锁触点，因为提

升机构只需要向上极限的保护，这里则采用了向下连锁触点 FKT (3-29)，并串联上行极限开关 PSE，这样当副钩上行时，FKT (3-9) 打开，到极限位置时行程开关 PSE 打开，副钩电机停转。但是这里要注意到，FKT (3-9) 的打开还切断了自保接点 KM (12-3)，因此，熔断器 (11-12) 的 11 点必须与 R_{21} 非同相，这样才能起到保护作用。

(4) 保护屏的原理接线图与图 9-1 有相同的部分，并且为图 9-1 的基础上发展的。需要说明的是原理接线图中的与熔断器 FU 的接线必须正确无误，即 11[#] 接电源总线的 X_1 ，21[#] 线接电源总线的 X_3 。

(四) 滑线

滑线分两种，一种是主滑线（或称电源滑线），是由低压电网引至轿厢控制柜中主开关 QF 上闸口的，另一种是辅助滑线，是连接提升机构电机、小车电机定子、电机转子电阻和提升机构行程开关的。

1. 主滑线一般标注在平面图上，可由圆钢、角钢、钢轨制成，见桥式起重机平面布置图 9-4。室内天车的滑线则安装在天车梁上，见图 9-5。容量较小的起重机主滑线也有采用悬挂或卷筒软电缆的。采用哪种方式是由设计选定或建设单位确定的，滑线的配套部件应与主机配套。平面图上一般要标出电源与滑线的连接方式及进户位置，容量等。其它有关内容详见设计说明，限于篇幅的关系这里不再列出。

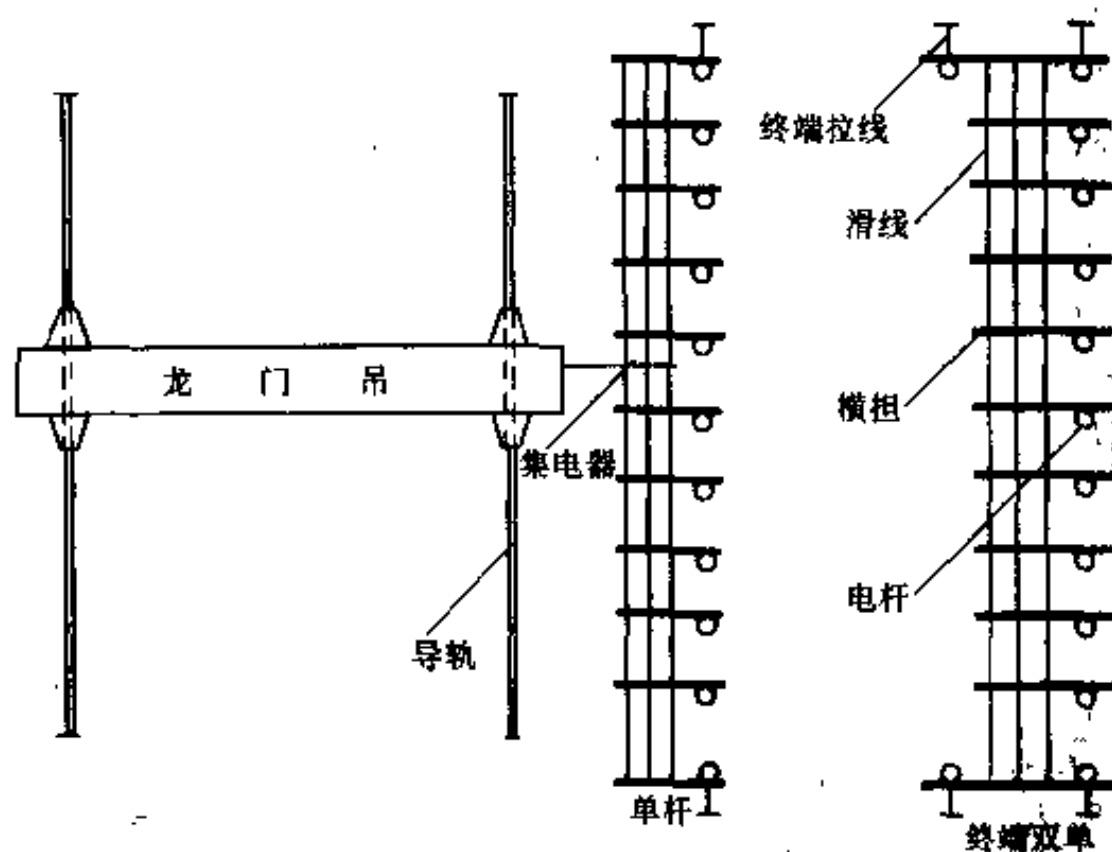
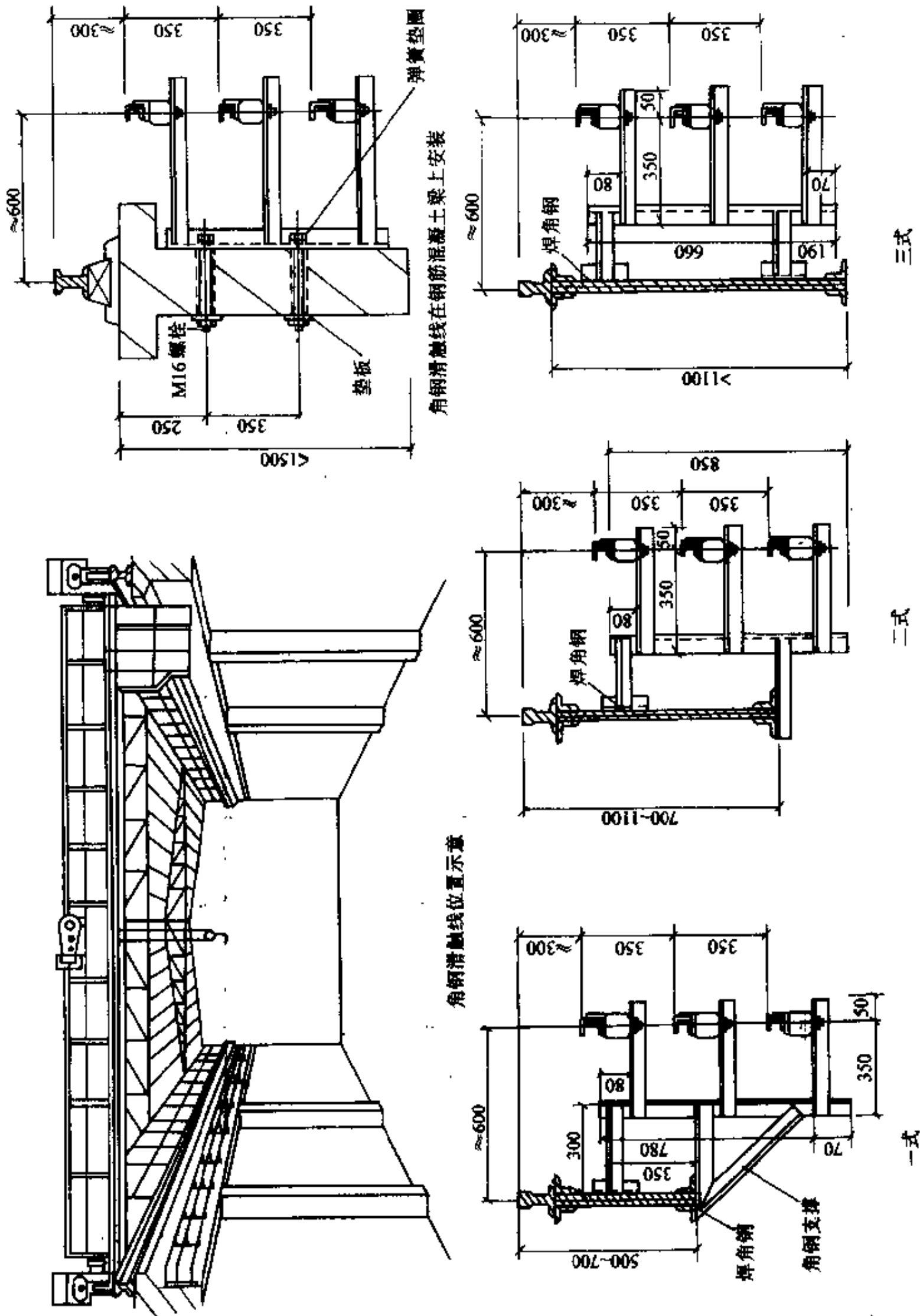


图 9-4 桥式起重机平面布置图

2. 辅助滑线是随主机配套供应的，一般都安装在主桥架上。辅助滑线的形式与主滑线基本相同。

(五) 桥式起重机电气线路的接线图

接线图是按原理图绘制的，并把电动机、电阻器、控制柜、保护柜、主令控制器、凸轮控制器、电磁抱闸、行程限位开关、滑线等部件画出，然后按原理图将各部件的接线点用细线连起来，见图 9-6（见书后插页）。通过接线图我们能更好地了解原理图。



注：角钢规格为50×50×5，
绝缘子为WX-01电车绝缘子。

图 9-5 室内天车滑线安装示意图

第二节 其他形式起重机的控制线路

电动起重机的形式很多，如塔吊、龙门吊等，其线路及控制方式与桥式起重机基本相同，读者可按第一节的分析方法去分析具体的线路。在工业车间中，经常设置吨位较小的单梁电动葫芦，吨位0.5~5吨，并设置提升机构和水平移动装置，分别由两台电动机拖动，其中提升机构的电动机采用锥形转子电动机，用锥形制动圈制动，控制线路简单，一般均为点动控制，常用线路见图9-7，读者可自行分析。

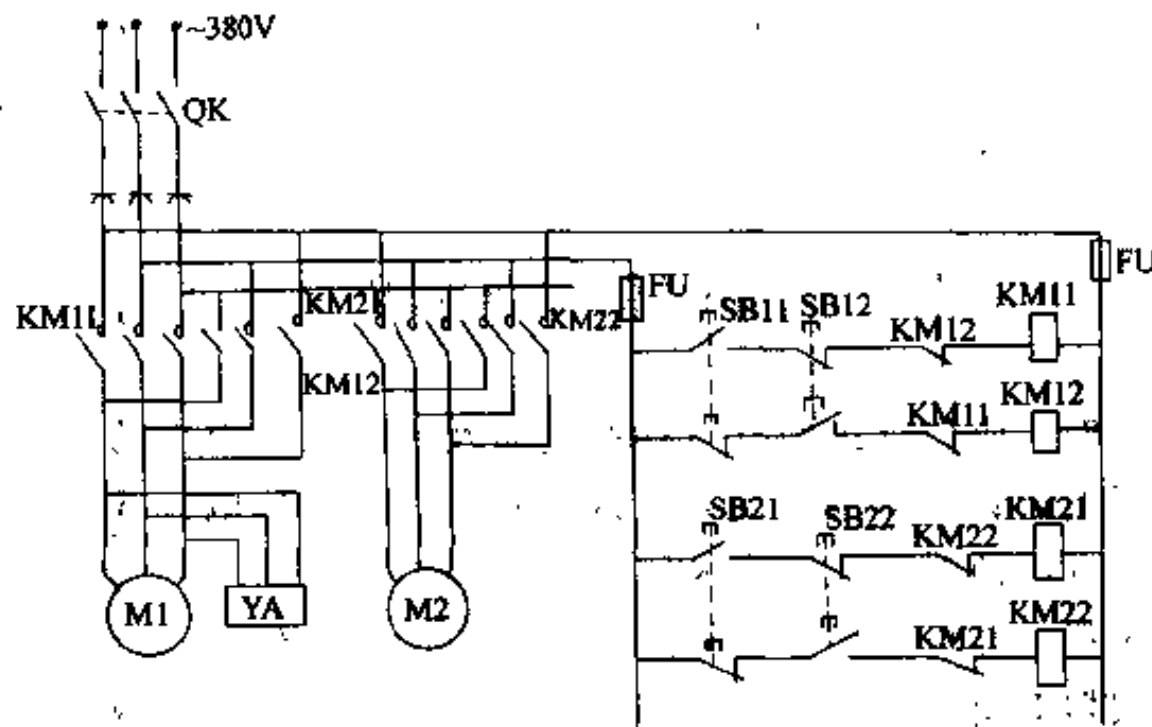


图9-7 电动葫芦电气控制原理图

第 10 章 电梯电气线路的识读

电梯是高层建筑中不可缺少的交通代步工具，按其运行路线可分为斜梯和直梯两种，其中斜梯（或称扶梯）及自动人行道的控制电路简单，这里不作介绍。而直梯分类较多，控制电路复杂，且要求很高，特别是安全要求是电梯最重要的内容，机械上和电气上都设置了很多保护装置，使得电梯的控制系统很复杂。随着电子技术的发展，微机和变频器都在电梯控制上得到了应用，使得其线路又变得简单了许多。本章以一般的继电器控制线路和微机控制线路为主，讲述电梯电气线路的识读。

第一节 电梯的总体要求及总体布置

在阅读电梯图样时，应先仔细阅读电梯制造商及土建工程提供的有关电梯的图样和资料，这对电梯电气线路的识读有很大益处，因为我们阅读电梯电气线路的目的主要是为安装、维修、运行，因此必须对电梯的整体有一个全面的了解。另外，电梯是机电一体的电气装置，对曳引机及钢梁、导轨及配套装置、轿厢、配重、钢丝绳、缓冲器、厅门、限速器、机械安全装置、选层器等机械装置也必须有深刻的了解，这方面的内容请读者参阅有关专著。

一、总体要求

1. 土建工程应满足电梯的工作环境要求如下：

- (1) 机房的空气温度应保持在 5~40℃ 之间；
- (2) 环境相对湿度不大于 85%（在 25℃ 时）；
- (3) 介质中无爆炸危险、无足以腐蚀金属和破坏绝缘的气体及导电尘埃；
- (4) 供电电压波动应在 ±7% 范围内。

2. 机房

(1) 机房地板应能承受 6865Pa 的压力。

(2) 机房地面应采用防滑材料。

(3) 曳引机承重梁如需埋入承重墙内，则支承长度应超过墙厚中心 20mm，且不应小于 75mm。

(4) 机房地面应平整，门窗应防风雨。机房人口楼梯或爬梯应设扶手，通向机房的道路应畅通。机房门应加锁。门的外侧应设有包括下列简短字句的须知“电梯曳引机—危险，未经许可禁止入内”以示警告。

(5) 机房内钢丝绳与楼板孔洞每边间隙应为 20~40mm，通向井道孔洞四周应筑一高 50mm 以上，宽度适当的台阶。

(6) 当机房地面包括几个不同高度并相差大于 0.5m 时，应设置楼梯或台阶和护栏。

(7) 当机房地面有任何深度大于 0.5m，宽度小于 0.5m 的凹坑或任何槽坑时，均应盖住。

(8) 当建筑物的功能有要求时, (如住宅、旅馆、医院、学校、图书馆等), 机房的墙壁、地板和房顶应能大量吸收电梯运行时产生的噪音。

(9) 机房必须通风。从建筑物其他部分抽出的陈腐空气, 不得排入机房内。

(10) 承重梁和吊钩上应标明最大允许载荷。

(11) 在机房内每台电梯应设一切断该梯的主电源开关, 其容量可切断电梯正常使用情况下的最大电流, 但该开关不应切断下列供电电路:

- 1) 轿厢照明和通风;
- 2) 轿顶电源插座;
- 3) 机房和隔音层照明;
- 4) 机房内电源插座;
- 5) 电梯井道照明;
- 6) 报警装置。

(12) 主电源开关应装在机房内入口处距地面 1.3~1.5m 的墙上。如几台电梯共用同一机房, 各台电梯的主电源开关的操纵机构应易于识别。

(13) 机房应设有固定式电气照明, 地板表面上的照度应不小于 200lx。机房内靠近入口(或几个入口)的适当高度应设有一个开关, 以便进入时能控制机房照明。

(14) 机房内应设置一个或多个电源插座, 其电源应取自第 15 条所述之照明电路, 这些插座是 2P+PE 型 250V。

(15) 动力电源和照明电源应分开, 并都送至机房门旁的墙上, 或通过第 11 条所述主电源开关供电侧相连而获得照明电源。

(16) 零线和接地线应始终分开。

(17) 通往机房的通道和楼梯应有充分的照明, 需使用楼梯运主机等时, 应能承受主机的重量, 并能方便地通过。此外, 楼梯宽度应不小于 1200mm, 坡度应不大于 45°。

3. 井道

(1) 每一电梯的井道均应由无孔的墙、底板和顶板完全封闭起来。只允许有下述开口:

- 1) 厅门开口;
- 2) 通往井道的检修门, 安全门以及检修活板门的开口;
- 3) 火灾情况下, 排除气体与烟雾的排气孔;
- 4) 通风孔;
- 5) 井道与机房之间的永久性开口如钢丝绳孔洞等。

(2) 井道的墙、底面和顶板应具有足够的机械强度, 应用坚固、非易燃材料制造, 而这种材料本身不应助长灰尘产生。

(3) 当相邻两层门地坎间的距离超过 11m 时, 其间应设置安全门, 以确保相邻地坎间的距离不超过 11m。

(4) 安全门的高度不得小于 1.8m, 宽度不得小于 0.35m, 检修门的高度不得小于 1.4m, 宽度不得小于 0.6m, 且它们均不得朝里开启。

(5) 门与活板门均应装设用钥匙操纵的锁, 当门与活板门开启后不用钥匙亦能将其关闭和锁住。检修门和安全门即使在锁住的情况下, 也应能不用钥匙从井道内部将门打开。

(6) 检修门、安全门以及检修活板门均应是无孔的, 并应具有与层门一样的机械强

度。

(7) 井道顶部应设置通风孔，其面积不得小于井道水平断面面积的 1%，通风孔可直接通向室外，或经机房通向室外。除为电梯服务的房间外，井道不得用于其他房间的通风。

(8) 规定的电梯井道水平尺寸，是用铅锤测定的最小净空尺寸。

允许偏差值为：

高度不大于 30m 的井道；0~+25mm；

高度不大于 60m 的井道；0~+35mm；

高度不大于 90m 的井道；0~+50mm。

(9) 同一井道装有多台电梯时，在井道的下部，不同的电梯运动部件（轿厢或对重装置）之间应设置护棚，高度从轿厢或对重行程最低点延伸到底坑地面以上 2.5m，如果运行部件间水平距离小于 0.3m，则护棚应贯穿整个井道，其有效宽度应不小于被防护的运动部件（或其部分）的宽度每边各加 0.1m。

(10) 井道应为电梯专用。井道内不得装设与电梯无关的设备、电缆等（井道内允许装设采暖设备，但不能用热水或蒸汽作热源，采暖设备的控制与调节装置应装在井道外面）。

(11) 井道应设置永久性的照明，在井道最高和最低点 0.5m 内，各装一盏灯。中间每隔 7m（最大值）设一盏灯。

(12) 井道处井道检修门近旁应设有一文字须知，以示警告，指出：“电梯井道一危险，未经许可禁止入内”。

(13) 采用膨胀螺栓安装电梯导轨支架时应满足下列要求：

1) 混凝土墙应坚固结实，其耐压强度不低于 24MPa。

2) 混凝土墙壁的厚度应在 120mm 以上。

4. 底坑

(1) 井道下部应设置底坑及排水装置，底坑不得渗水，底坑底部应光滑平整。

(2) 电梯井道最好不设置在人们能到达的空间上面。如果轿厢或对重之下确有人能到达的空间存在，底坑的底面应至少按 5000Pa 载荷设计，并且：

1) 将对重缓冲器安装在一直延伸到坚固地面上的实心桩墩上；

2) 或对重应装备安全钳。

(3) 底坑内应设有一个电源插座〔同 2、(14)〕。

5. 厅门

(1) 在厅门附近，层站的自然或人工照明，在地面上应至少为 50lx。

(2) 层站候梯厅深度尺寸，至少在整个井道宽度范围应符合表 10-1。

6. 本技术要求是土建图的不可分割部分。

表 10-1 候梯厅深度 (mm)

电梯种类	安装方式	候梯厅深度
乘客电梯 (住宅用)	单台	$\geq B$
	多台并列成排	$\geq B$

(续)

电梯种类	安装方式	候梯厅深度
乘客电梯 (非住宅用) 观光电梯	单台	$\geq 1.5B$
	多台并列成排	$\geq 1.5B$ 当电梯群为四台时该尺寸 ≥ 2400
	多台面对面排列	\geq 相对电梯 B 之和 < 4500

注：1 候梯厅深度尺寸未考虑不乘电梯人员穿越层站对交通道的要求；
客货电梯候梯厅深度尺寸应选取相应的乘客电梯或医用电梯的候梯厅深度尺寸；
服务于残疾人的电梯层站候梯厅深度应不小于 1.5m。

2. B 为梯群中最大的轿厢深度值。

二、总体布置

电梯土建总体布置是土建设计按电梯厂商和建设单位的要求进行设计的，图 10-1 给出了一电梯土建总体布置，同时电气设计按上述要求也给出机房管线平面布置，见图 10-2。图 10-1 中未标注的有关数据见表 10-2。

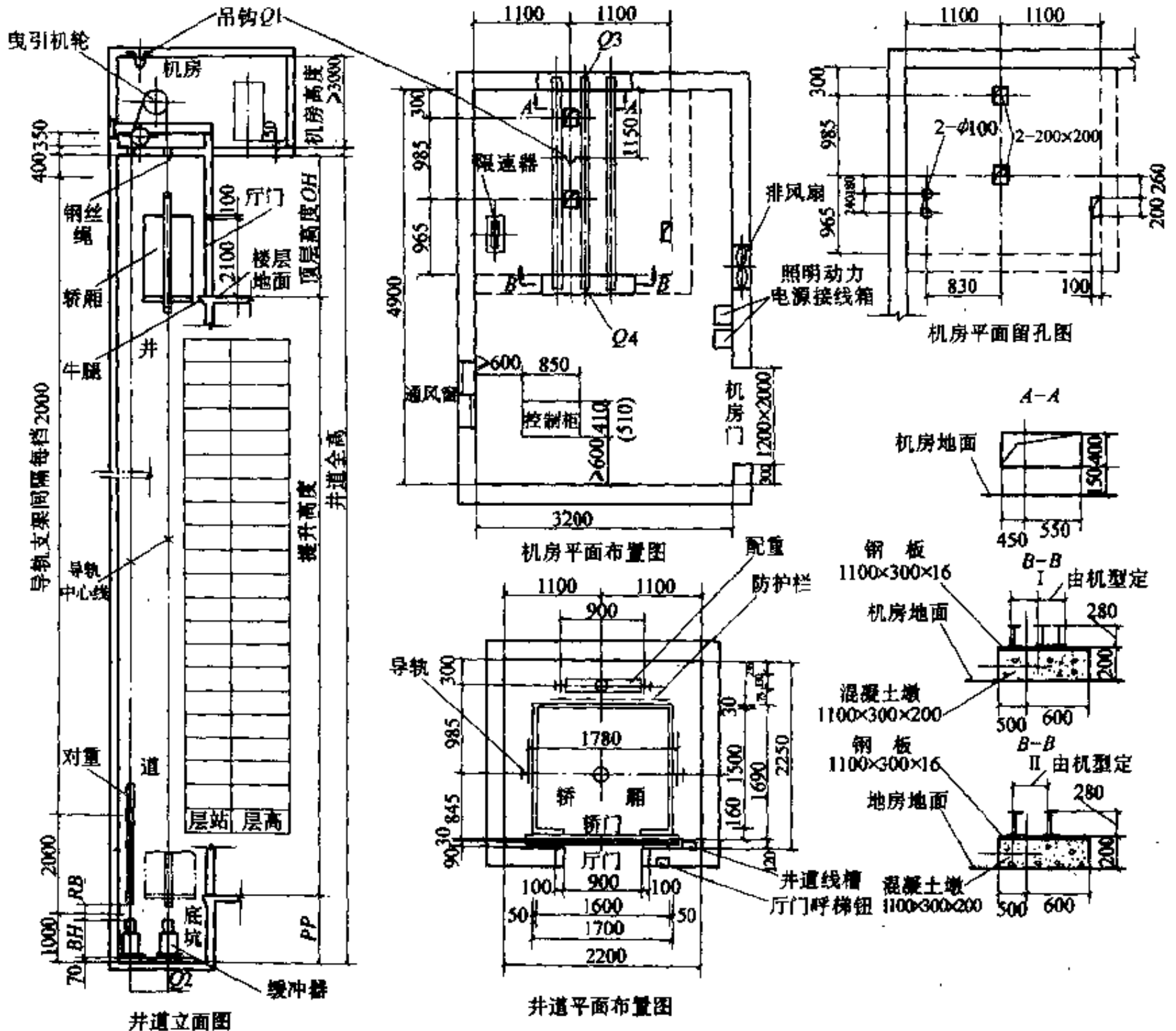


图 10-1 电梯土建工程总体布置图

1. 由图中井道立面图可略知电梯的运行系统是由曳引机拖动轿厢及对重上下运动的, 除曳引机和轿厢本身的性能外, 导轨及其垂直度是保证电梯稳定运行的重要装置, 图中标注了机房层高, 其中吊钩是为曳引机安装及修理设置的; 顶层高度 OH 提供了轿厢安装条件; 层站层高决定了提升高度。上述高度及曳引方式又决定了钢丝绳的长度。

2. 由图中机房平面布置图可知钢梁的安装位及高度, 预留孔作为钢丝绳穿引机房与井道的通道, 从而决定了曳引机的安装位置。控制柜的安装位置决定了电源开关及机房管线布置, 见图 10-2。

3. 由图中井道平面布置图可知轿厢及配重、导轨在井道中的位置, 同时可知井道线槽和厅门呼梯钮的位置。

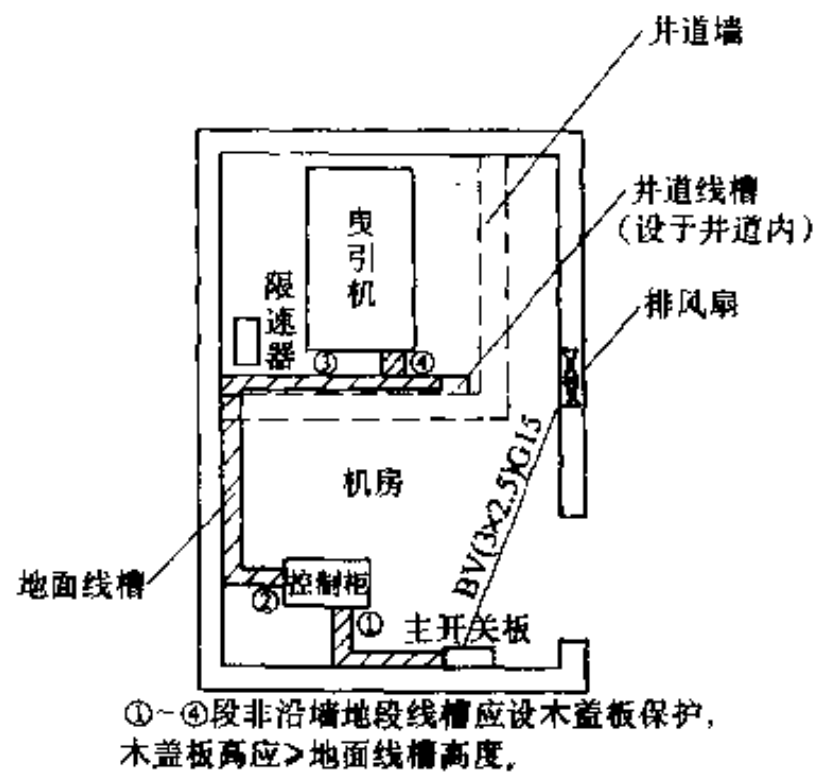


图 10-2 电梯机房电气平面图

表 10-2

轿厢内净尺寸/mm		1600 × 1500	
轿厢外尺寸/mm		1700 × 1690	
层门口净尺寸/mm		900	
支承反力	Q1	2000kg	2000kg
	Q2	75420N	118200N
	Q3	53250N	53250N
	Q4	46450N	46450N
速度/(m/s)	代号	尺寸/mm	
	OH	≥4200	
1	PP	1500	
	RB	300	
	BH	600	
	1.6	OH	4200
PP		1700	
RB		350	
BH		600	

注: 此表仅以某一电梯为例, 不同的电梯有关数据不同, 必须参阅制造商的原图。

4. 由图 10-2 可知主开关设在进门左侧, 由控制柜到控制柜的电源线用地面线槽敷设, 由控制柜到曳引机的电动机负荷线和由控制柜到井道线槽的控制信号线也用地面线槽敷设, 其中, 不沿墙敷设的地面线槽用木盖板保护, 以保证不受到损坏。通至排风扇的电源用钢管暗设。机房照明电路没有给出, 一般钢管暗设。

第二节 电梯继电器控制线路的识读

继电器控制是一种传统的控制方式，在原有电梯中占统治地位，新型电梯的控制随着电子技术的发展已逐步被微机取代，但继电器控制仍不失为重要的控制方式。为了使读者掌握分析复杂继电器控制线路（不只是电梯）的能力，这里将详细介绍电梯的继电器控制线路，一方面满足上述的要求，另一方对继电器控制的分析能促进对微机控制线路的理解，这和学数学一样，继电器控制好比高中的代数，而微机控制就是大学的微积分。掌握继电器控制对旧有电梯的改造、维修及运行有很大益处，对分析其他设备的复杂控制也有一定的帮助。

一、电梯继电器控制线路的概况

继电器控制线路是以继电器、接触器为主的逻辑控制线路，电梯运行的起动、加速、快速、减速、慢速、平层、停止、信号显示、呼梯操作、选层控制、同向截车、厅门轿门自动控制等自动功能均由逻辑控制线路实现，因此触点多、接线多、故障多。一般的电梯继电器逻辑控制线路图可分八个部分，即 a 电源及主机拖动图、b 运行过程控制图、c 主机拖动控制图、d 轿内选层记忆及信号消除控制图、e 轿外各层呼梯记忆及信号消除控制图、f 轿内自动定向及截车控制图、g 自动门控制图、h 信号显示及照明控制图，这八个控制图构成了复杂的控制系统，但是一定要记住复杂的系统是由简单的系统组合而成的，这对读图很重要。双速交流电梯继电器逻辑控制电气原理图见图 10-3。图中符号标注对照见表 10-3。

二、电源及主机拖动线路图

电源及主机拖动线路就是我们常说的主回路，由图可以知道以下内容。

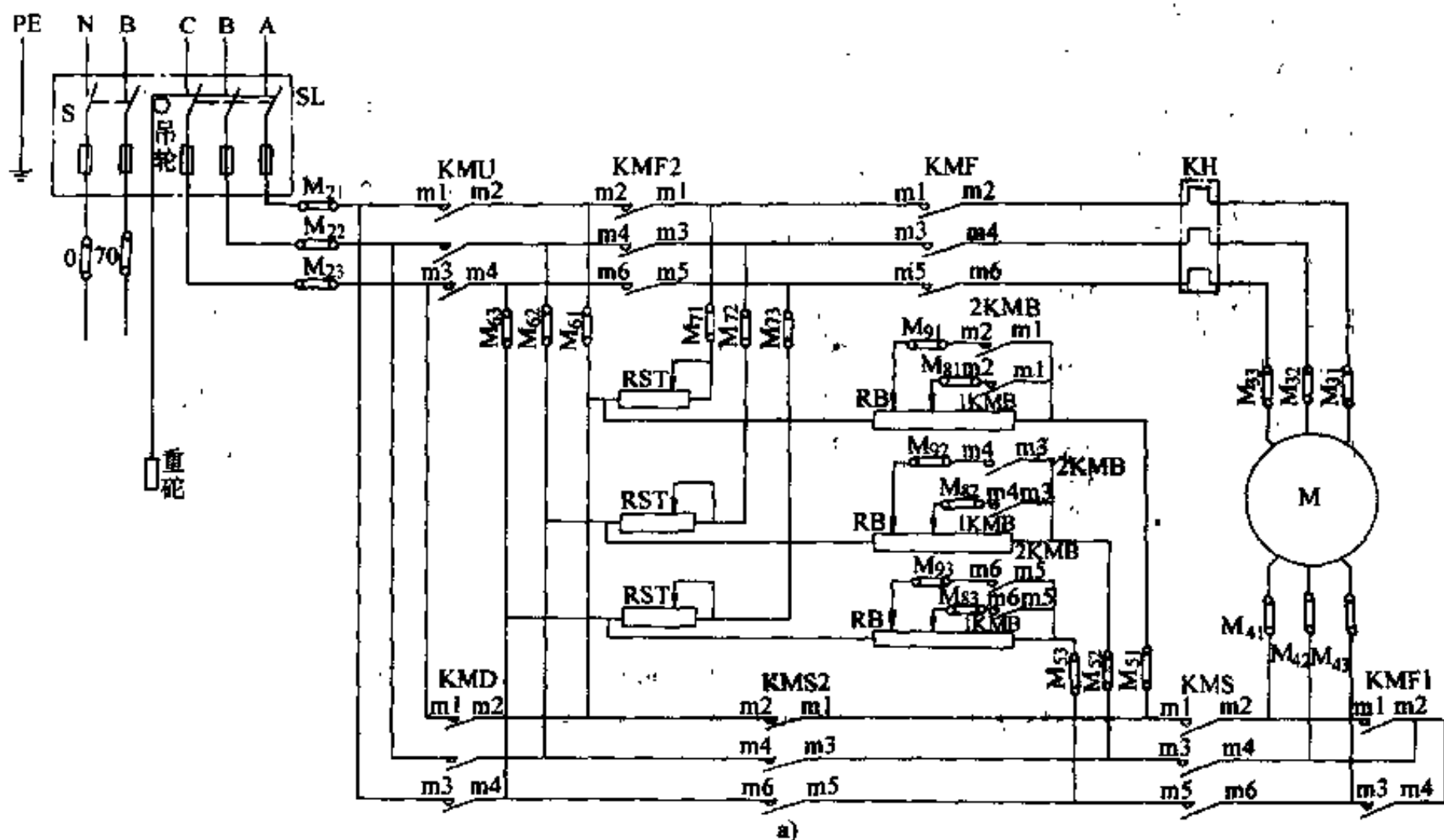


图 10-3 双速交流电梯继电器逻辑控制电气原理图

a) 电源及主拖动图

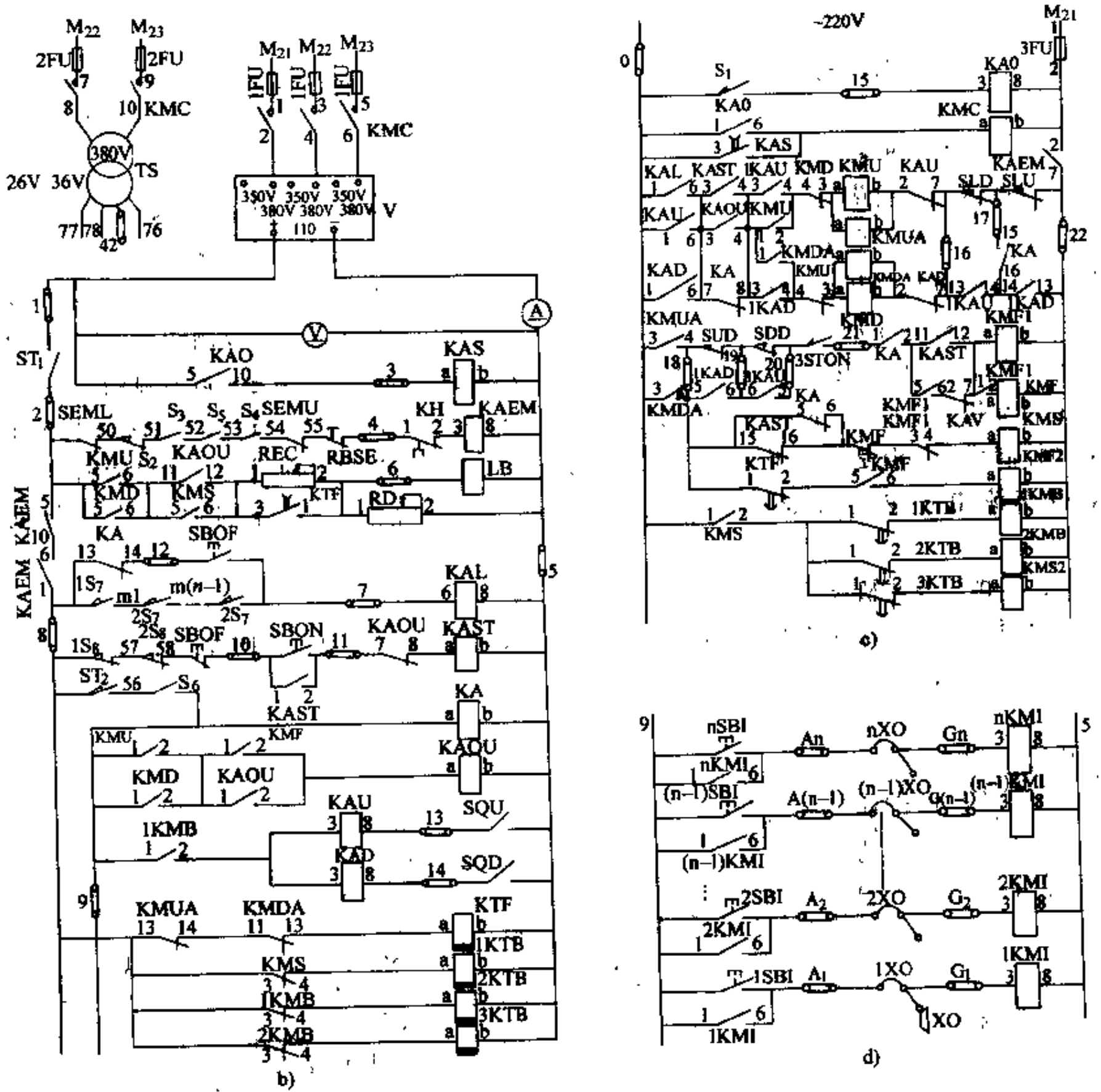


图 10-3 双速交流电梯继电器逻辑控制电气原理图 (续)
 b) 运行过程控制图 c) 主拖动控制图 d) 轿内选层记忆及信号控制图

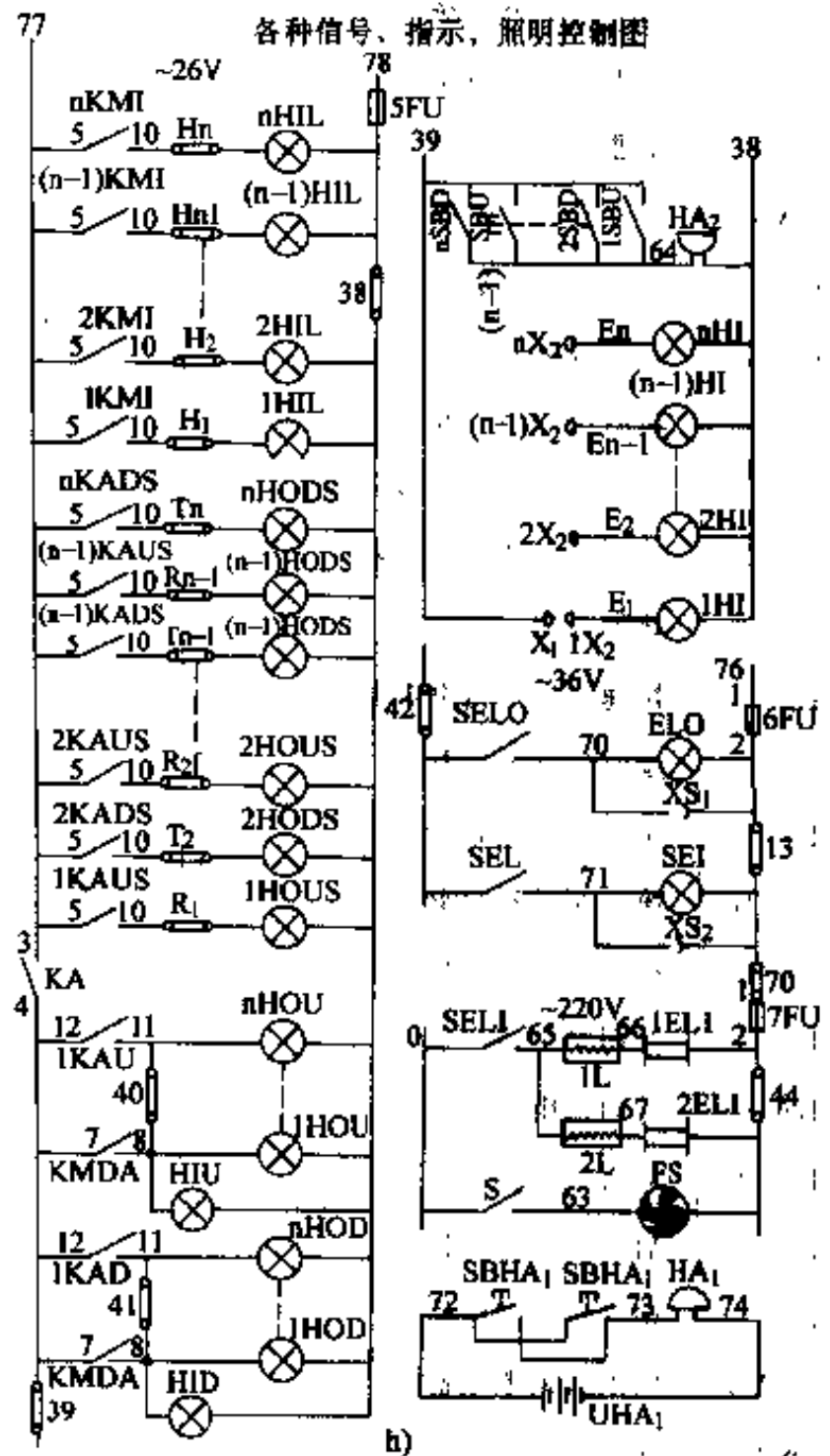
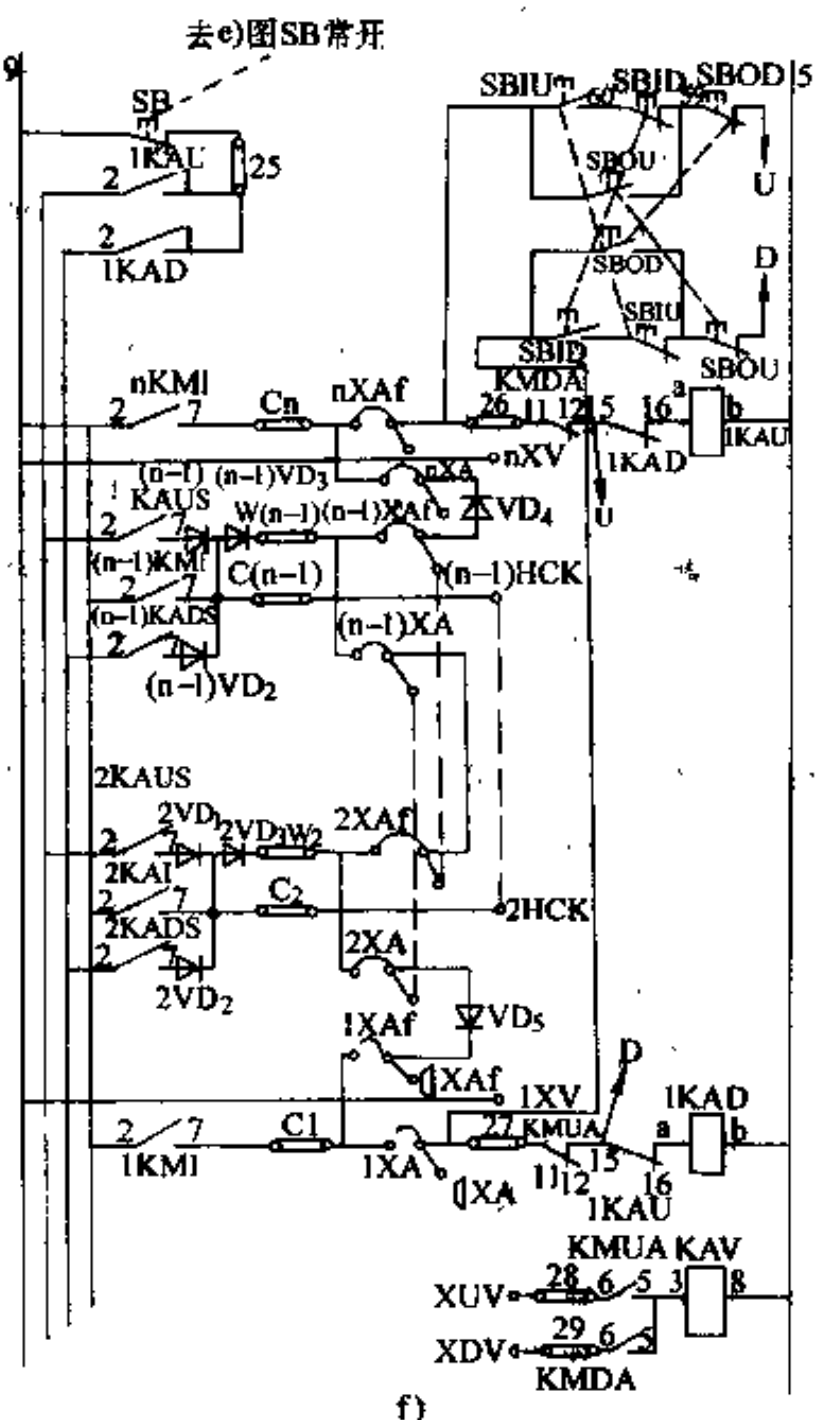
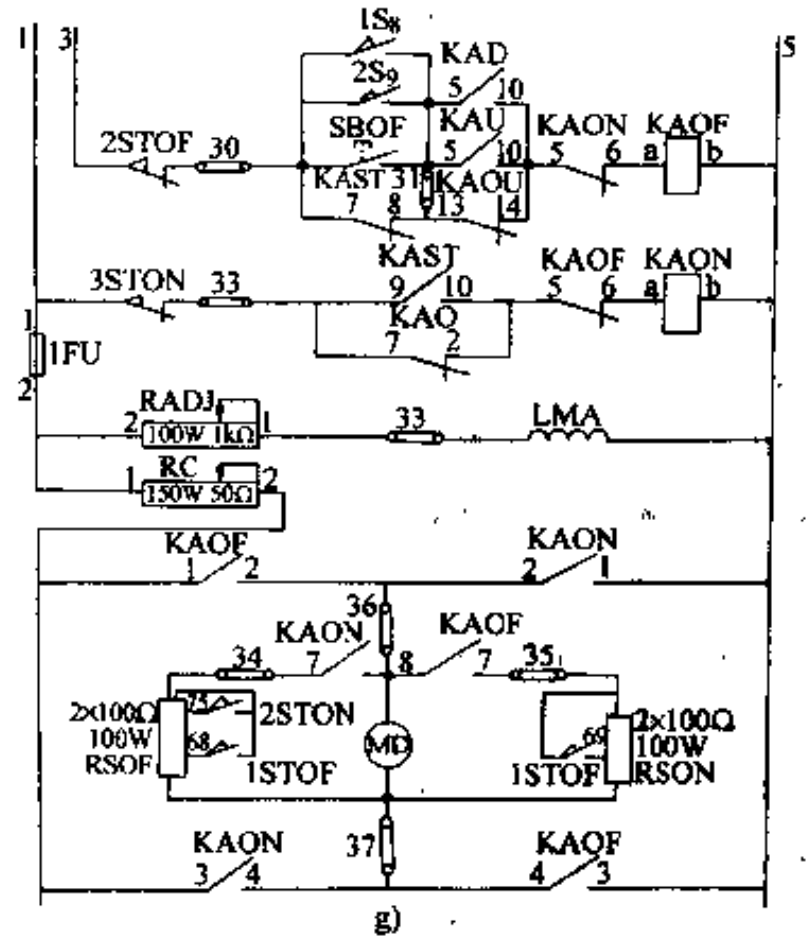
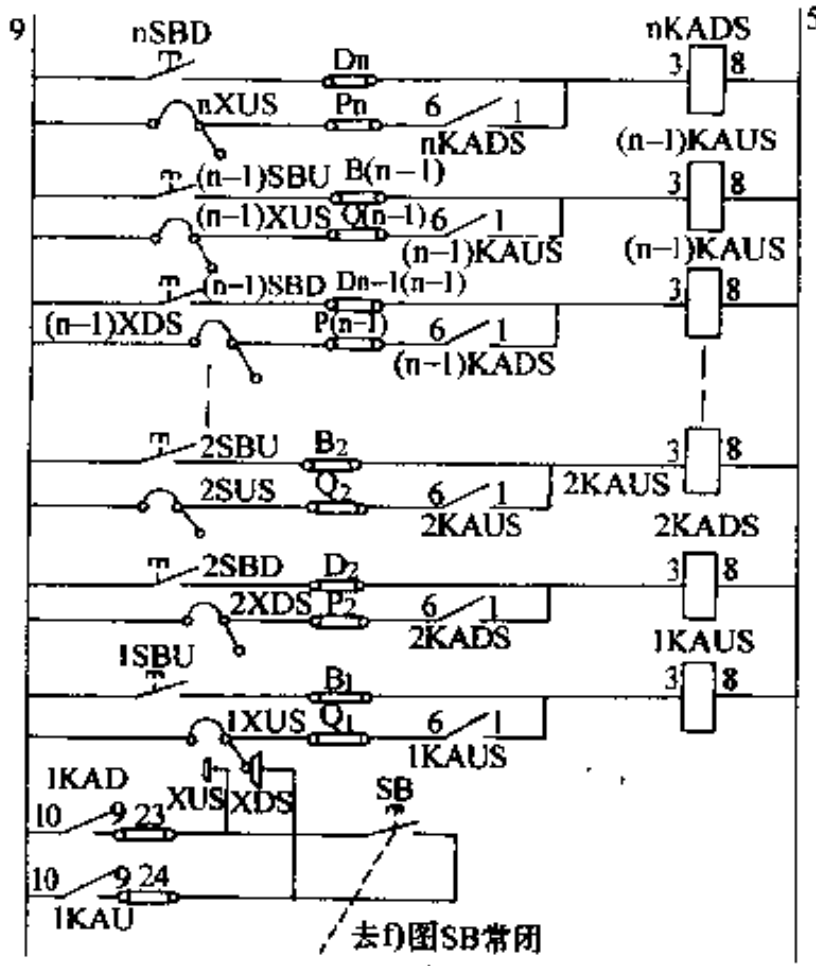


图 10-3 双速交流电梯继电器逻辑控制电气原理图 (续)
 e) 各种呼梯、记忆及信号控制图 f) 轿内自动定向外截车控制图
 g) 自动门控制图 h) 信号显示及照明控制图

表 10-3 图 10-3 电梯控制原理图中符号名称表及安装位置

代号	名称	安装位置	代号	名称	安装位置	
KMU	上行接触器	控制柜内	M	交流双速电动机	机房曳引机	
KMD	下行接触器		RST	起动电阻	机房电阻箱	
KMF	快速接触器		RB	制动电阻		
KMF1	准备快速运行接触器		U	硅整流器	控制柜内	
KMF2	快速运行接触器		TS	信号变压器		
KMS2	慢速运行接触器		V	直流电压表		
KMS	慢速接触器		A	直流电流表		
1KMB	第一制动接触器		1FU	硅整流器初级熔断器		
2KMB	第二制动接触器		2FU	信号变压器初级熔断器		
KMC	控制电源接触器		3FU	交流电源熔断器		
KMUA	上行辅助接触器		4FU	开关门电路熔断器		
KMDA	下行辅助接触器		5FU	信号灯电路熔断器		
KAU	向上平层继电器		6FU	检视灯电路熔断器		
KAD	向下平层继电器		7FU	照明及电扇电路熔断器		
KAV	换速继电器		S ₁	底层钥匙开关		底层呼梯钮
KAO	厅外开门继电器		S ₁₁	轿内电源钥匙开关		轿厢内操作盘
KAL	门联锁继电器		LB	制动器电磁线圈	机房电动机	
KAEM	急停继电器		MA	自动开关门电动机	轿顶	
KMI	轿内选层继电器		LMA	自动开关门电动机励磁线圈	轿顶	
KAUS	厅外上行呼叫继电器		SEML	底坑检修急停开关	底坑	
KADS	厅外下行呼叫继电器		S ₂	选层器钢带张紧开关	钢带张紧轮	
KH	热继电器		S ₃	断绳开关	机房限速器	
KTF	快速加速延时继电器		S ₄	安全钳开关	轿厢安全钳	
KAS	延时停梯继电器		S ₅	安全窗开关	轿厢安全窗口	
1KTB	第一制动延时继电器		SEMU	轿上检修急停开关	轿厢操作盘	
2KTB	第二制动延时继电器		SBSE	急停按钮	轿厢操作盘	
3KTB	第三制动延时继电器		S ₆	轿顶检修开关	轿顶	
KAOF	开门继电器		S ₇	厅门开关	厅门滑道	
KAON	关门继电器		S ₈	安全触板开关	轿门	
KAOU	运行继电器		SLU	上行限位开关	井道	
KAST	启动关门继电器		SLD	下行限位开关		
KA	检修状态继电器		SUD	上行缓速开关	井道	
1KAU	向上方向继电器		SDD	下行缓速开关		
1KAD	向下方向继电器		STOF	开门行程开关	轿门滑道	
SL	极限开关		STON	关门行程开关		
S	单相刀闸开关				机房墙壁开关板	

(续)

代号	名称	安装位置	代号	名称	安装位置
SBOF	开门按钮	轿厢操作盘	VD4、 VD5	晒堆	选层器
SBON	关门按钮		X1 X2	指层灯动触头 指层灯静触头	选层器
SBIU	轿内上行检修按钮				
SBID	轿内下行检修按钮				
SB	直驶按钮				
SBOU	轿顶上行检修按钮	轿顶	HIL	轿内选层信号灯	轿厢操作盘
SBOD	轿顶下行检修按钮		HID	轿内向下方向指示灯	
SBI	轿内选层按钮	轿厢操作盘	HIU	轿内向上方向指示灯	
SBU	上行召唤按钮	厅门侧	HOUS	向上呼唤信号灯	厅门侧
SBD	下行召唤按钮		HODS	向下召唤信号灯	
XO	轿内选层记忆消失接点	选层器	HI	轿内指层灯	轿厢
XUS	向上召唤清除接点		HOD HOU	厅门外下方向指示灯 厅门外上方向指示灯	厅门上侧
XDS	向下召唤清除接点				
XUS	向上召唤清除接点		ELI SELI L S	轿内照明荧光灯 风扇 轿内照明开关 镇流器 风扇开关	轿厢操作盘
XDS	向下召唤清除接点				
XA	自动定向接点				
XAf	自动定向接点				
XV	换速接点		ELO SELD	轿顶检修灯 轿顶检修灯开关	轿顶
XUV	上行换速接点				
XDV	下行换速接点		选层器		
SQU	上平层干簧管传感器	轿厢顶	HA2	蜂鸣器	轿厢操作盘
SQD	下平层干簧管传感器				
REC	LB的经济电阻	控制柜	XS1	轿顶插座	轿顶
RD	LB的放电电阻				
RADJ	LMA的可调电阻	控制柜	ELIL SEL XS2	底坑检修灯 底坑检修灯开关 底坑插座	底坑
RC	开门机限流电阻				
RSOF	关门分流电阻	轿顶电阻箱	HA1 SBHA1 UHA1	警铃 警铃按钮 警铃电源	轿厢操作盘
RSON	开门分流电阻				
VD1	晒堆	控制柜	SI2	轿内检修开关	轿厢操作盘
VD2	晒堆				
VD3	晒堆				

1. 电源采用三相六线制, 其中 A、B、C 为主机电源, 由极限开关 SL 控制, 当电梯上行或下行限位开关失灵、冒顶越过极限或冲底越过极限时, 这时上碰轮或下碰轮动作, 在重砣的重力作用下将 SL 断开切断主机的电源, 见示意图 10-4。N 为工作零线, 与 B 相作为单相照明的电源, 这个电源与主机电源是分开单独设置的, 以保证 SL 断开时正常照明。PE 为保护零线, 与 N 是分开单独设置的, 并且引入系统后一直单独设置, 做为系统的保护线。

2. 电动机 M 为交流双绕组双速电动机, 其中一套绕组接成 6 极, 同步转速

1000r/min,另一套绕组接成24极,同步转速250r/min,6极作为起动和快车运行,24极作为平层及检修慢车运行。

3. 交流双绕组双速电动机主电路工作原理及程序

(1) 图中上行接触器 KMU 与下行接触器 KMD 互锁,快速接触器 KMF 与慢行接触器 KMS 互锁,快速运行接触器 KMF2 与慢行运行接触器 KMS2 互锁,以保证可靠运行,见图中主拖动控制图 c 图。

(2) 起动时,若上行 KMU 吸合,若下行 KMD 吸合,并使 KMF1 吸合,短接24极慢车绕组。然后 KMF 吸合且抱闸松开,电动机在接入全部起动电阻 RST 下6极快车减压起动。起动延时到达后,KMF2 吸合短接 RST,电动机进入快车运行。

(3) 停车时、KMF1、KMF、KMF2 顺序断开,然后 KMS 吸合,电动机在快车惯性下24极慢车绕组接入制动电阻 RB 减速运行,这时制动接触器 1KMB 和 2KMB 按整定时间顺序吸合,短接 RB,电动机缓入慢车,最后 KMS2 吸合短接全部 RB,电动机进入24极慢车运行,直到 KMU 或 KMD 断开电源,抱闸制动,电动机停止。

(4) 主回路中 RST 的设置是为了起动平滑而逐渐加速直到接近全速时才能短接,并且可用滑动触头调节电阻的大小以便改进起动性能。RB 的设置是为了由快车到慢车减速平滑克服快车惯性而逐步过渡到慢车,改变其滑动触头调节电阻的大小也可改变减速的性能,而使电机的转速平稳减小,克服跃变,增加电梯的舒适感。有的电梯在主回路中还引入电感线圈,与电阻配合使用,以改变电机起动加速和停车减速的性能,尽量做到平滑平稳。但是,由于惯性,阻抗不能使其理想化,总有不同程度的阶跃感,最好的办法是采用直流电动机拖动,改变电压达到无级调速,或是将变频技术引入交流电机的调速系统而达到无级调速,以满足电梯发展的需要。

三、电梯运行的控制过程

电梯运行的控制主要是指运行过程控制图 b 图和主机拖动控制图 c 图的工作过程,这两部分是电梯运行的核心,也是难点,因继电器和接触器较多,电路复杂,分析电路时要注意继电器和接触器的接点分布区及其动作所引起的电路变化和结果。

1. 起动前的准备工作

(1) 合上主机电源开关 SL 和单相电源开关 S。这里要注意,SL 和 S 闭合后,在非事故情况下,一般的下班或停机将不再打开。

(2) 将底层呼梯钮处的钥匙开关 c 图, S_1 闭合,使厅外开门继电器 KAO 得电吸合,轿门打开(如轿厢没停在底层可按动首层呼梯钮,将轿厢召回底层,门自动打开)。其接点 KAO (1-6) 闭合,使控制电源接触器 KMC 得电吸合,接通整流器 U 和信号变压器 TS, U 和 TS 进入工作状态。

②图 KAO (5-10) 闭合,使延时停梯继电器 KAS 得电,其接点 KAS (3-6) 并联于 c 图的 KAO (1-6) 上并瞬时闭合,为停梯时 S_1 断开、KMC 延时断开做准备。

(3) b 图合上轿内电源开关 ST_1 , 这时如果各种安全保护开关 SEML、 S_2 、 S_3 、 S_4 、 S_5 、

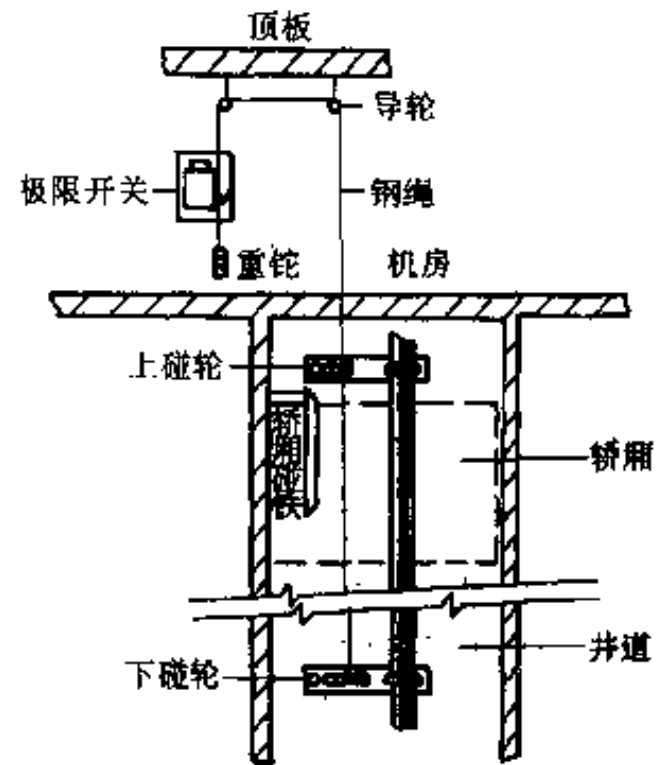


图 10-4 极限开关动作示意图

SEMU、RBSE、KH 都闭合，急停继电器 KAEM 得电吸合，其接点 KAEM (5-10)、(6-1) 闭合，使 8# 端子线有电；c 图接点 KAEM (2-7) 闭合，使 22# 端子线有电。

(4) 8# 端子线有电后快速加速时间继电器 KTF 得电吸合，其接点 KTF (3-1) 闭合短接制动器经济电阻 REC，c 图接点 KTF (1-2) 打开，快速运行接触器 KMF2 暂被断开回路。

(5) 同时第一制动延时继电器 1KTB 得电吸合，其接点 c 图 1KTB (1-2) 打开，切断第一制动接触器 1KMB；第二制动延时继电器 2KTB 得电吸合，其接点 c 图 2KTB (1-2) 打开，切断第二制动接触器 2KMB；第三制动延时继电器 3KTB 得电吸合，其接点 c 图 3KTB (1-2) 打开，切断慢速运行接触器 KMS2。

(6) 将 b 图的检修开关 ST_2 和 S_6 闭合（闭合为运行状态，打开为检修状态），9# 端子线有电，且检修继电器 KA 得电吸合，其接点 c 图 KA (1-2) 闭合，为准备快速运行接触器 KMF1 和快速运行接触器 KMF 得电作准备，同时 KA (5-6)、KA (7-8)、KA (15-16) 及 b 图 KA (13-14) 四副常闭点打开。

(7) 将 b 图关门按钮 SBON 按动，启动关门继电器 KAST 得电吸合，其接点 KAST (1-2) 闭合自保；c 图 KAST (11-12) 闭合，为 KMF1 得电作准备，KAST (3-4) 闭合，为方向接触器 KMU、KMD 得电作准备，同时 KAST (15-16) 常闭打开，使慢速接触器 KMS 不能得电吸合。由于关门，使关门行程开关 3STON 闭合，这时快速回路接触器 KMF1 和 KMF 只待起动信号发出，KMUA 或 KMDA 有一吸合立即起动。

(8) 由于关门，所有厅门行程开关 S_7 闭合，门锁继电器 KAL 吸合，c 图接点 KAL (1-6) 闭合，使方向接触器准备起动。

到目前电梯已具备了起动的条件，有关开门关门的电路分析将在后面单独讲述。

2. 电梯的起动运行 电梯的起动运行包括选层、定向、起动运行、平层、停车等程序，我们以 1 到 5 层为例说明，假设电梯轿厢停在首层。

(1) 按下轿内选层按钮 d 图的 5SBI，选层继电器 5KMI 吸合，其接点 5KMI (1-6) 闭合自保，f 图接点 5KMI (2-7) 闭合，使向上方向继电器 1KAU 得电吸合，1KAU 的接点使用的较多，其中：

e 图 1KAU (9-10) 闭合，保持反向呼梯记忆；

f 图 1KAU (1-2) 闭合，接通顺向呼梯电源；1KAU (15-16) 打开，切断向下方向继电器 1KAD 的回路；

c 图 1KAU (5-6) 闭合，短接下行缓速行程开关 SDD；1KAU (13-14) 闭合，短接下行限位开关 SLD；1KAU (3-4) 闭合，使上行方向接触器 KMU 得电吸合。

(2) KMU 吸合后，其 b 图接点 KMU (1-2) 闭合，使运行继电器 KAOU 准备得电，KMU (5-6) 闭合，使电磁抱闸 LB 准备得电；c 图接点 KMU (3-4) 打开，使下行方向接触器 KMD 不能得电（互锁）。

(3) 上行辅助接触器 KMUA 与 KMU 同时吸合，由接点 KMU (1-2) 常开闭合自保，其它接点：

b 图接点 KMUA (13-14) 常闭打开，断开加速时间继电器 KTF 得电回路；

f 图接点 KMUA (5-6) 闭合，换速继电器 KAU 准备接通，KMDA (11-12) 打开，使下行方向继电器 1KAU 不能得电（互锁）。

c 图接点 KMUA (3-4) 闭合，将快速运行接触器 KMF1 得电吸合，主触点短接电机慢速运行绕组。

(4) KMF1 吸合后, 其接点 KMF1 (5-6) 闭合自保, KMF1 (3-4) 常闭触点打开, 切断慢速接触器 KMS, KMF1 (1-2) 闭合, 使快速接触器 KMF 得电吸合, 其主触点闭合, 电动机在接入起动电阻 RST 后起动。

(5) KMF 吸合后, 其 c 图接点 KMF (3-4) 切断 KMS, KMF (5-6) 闭合为快速运行接触器 KMF2 得电作准备; b 图接点 KMF (1-2) 闭合, 使运行继电器 KAOU 得电吸合。

(6) KAOU 吸合后, 其接点 KAOU (1-2) 闭合自保, KAOU (11-12) 闭合, 抱闸 LB 得电松闸, KAOU (7-8) 常闭打开, 断开起动关门继电器 KAST。

(7) 电动机起动后, 轿厢上行。当加速时间继电器 KTF 整定时间到达后即发出信号, 其 c 图接点 KTF (1-2) 闭合, 使快速运行接触器 KMF2 得电吸合, 其主触头将 RST 短接, 电梯进入快速运行。

(8) 轿厢即将到达预选层站时 (这里选的 5 层), 模拟轿厢运动的选层器经过链条与主机同步转动后, 其滑动碰块 XUV (f 区 28[#] 端子) 与 5XV 相遇, 换速继电器 KAV 得电吸合。其 c 图接点 KAV (2-7) 断开, KMF1 失电, KMF 失电, KMF2 失电。这时 KMF (3-4)、KMF1 (3-4) 复位闭合, 使慢速接触器 KMS 吸合, 电机接入制动电阻 RB 开始减速运行。机械选层器见图 10-5。

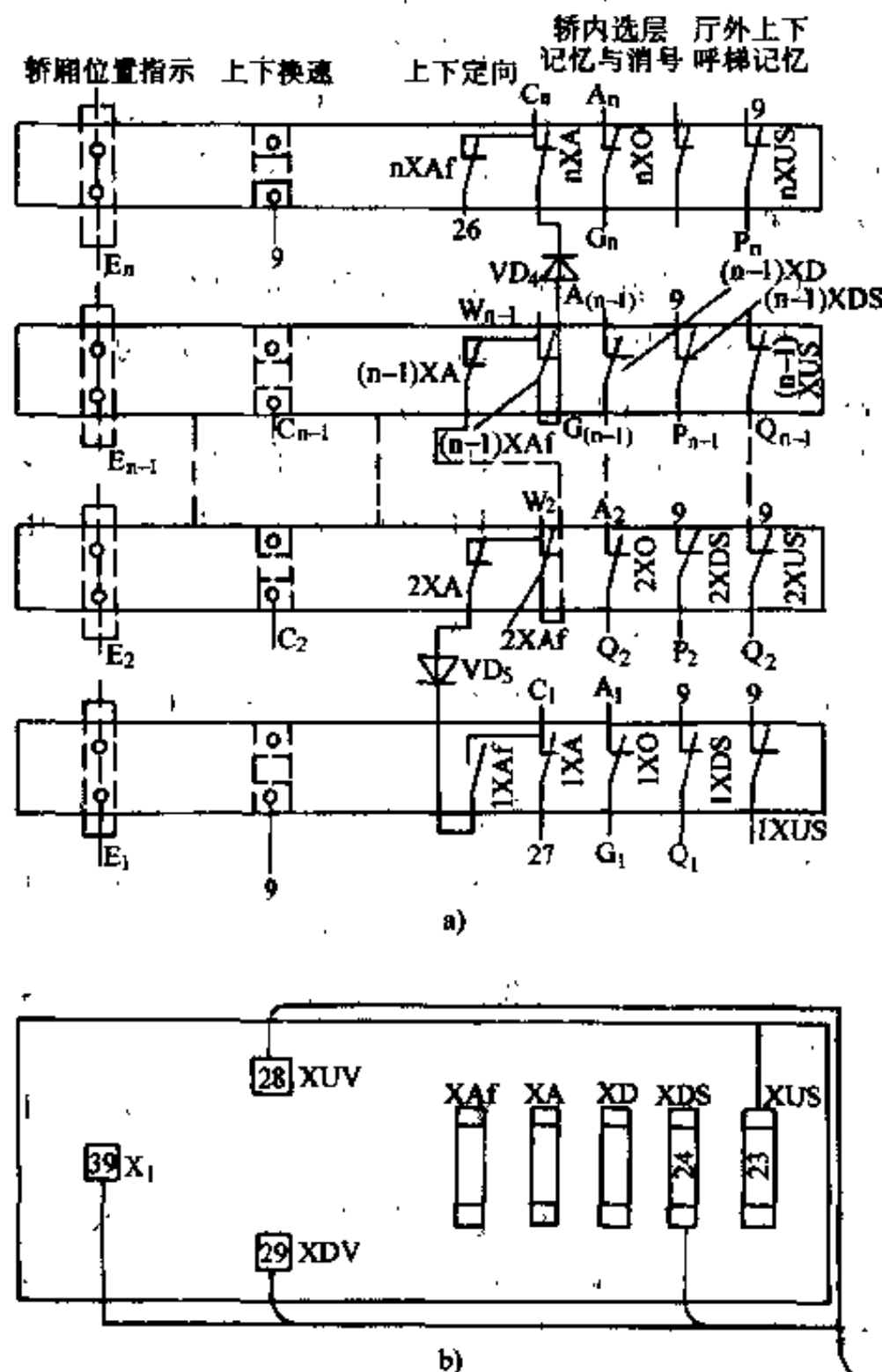


图 10-5 机械式选层器示意图

(9) KMS吸合后, 其c图接点KMS(1-2)闭合, 为制动接触器(1-2)KMB和慢行接触器KMS2得电作准备; b图接点KMS(5-6)闭合, 保持抱闸有电松开, KMS(3-4)打开, 1KTB失电, c图接点1KTB(1-2)延时闭合, 使1KMB吸合, 主触点闭合, 短接部分RB。

(10) 1KMB吸合后, b图辅助触点1KMB(1-2)闭合, 为上行平层继电器KAU得电作准备; 1KMB(3-4)打开, 使2KTB失电, 其c图接点2KTB(1-2)延时闭合, 使2KMB得电吸合, 其主触头又短接部分RB。

(11) 2KMB吸合后, b图辅助触点2KMB(3-4)打开, 使3KTB失电, 其c图接点3KTB(1-2)延时闭合, 使KMS2得电吸合, 其主触头闭合, 短接剩余全部RB, 电动机进入24极慢速运行。从(9)~(11)电梯是从快速逐步减速运行的, 直至慢速运行。

(12) 轿厢进入平层区后, 导轨架上设置的感应铁板插入设在轿厢外的感应器中, b图下平层干簧管SQD闭合, 下平层继电器KAD吸合, 其c图接点KAD(1-6)闭合, 保持向上方向; KAD(2-7)打开, 断开向下方向接触器, 同时g图KAD(5-10)闭合准备开门, 但轿厢仍向上慢行。平层感应器见图10-6。

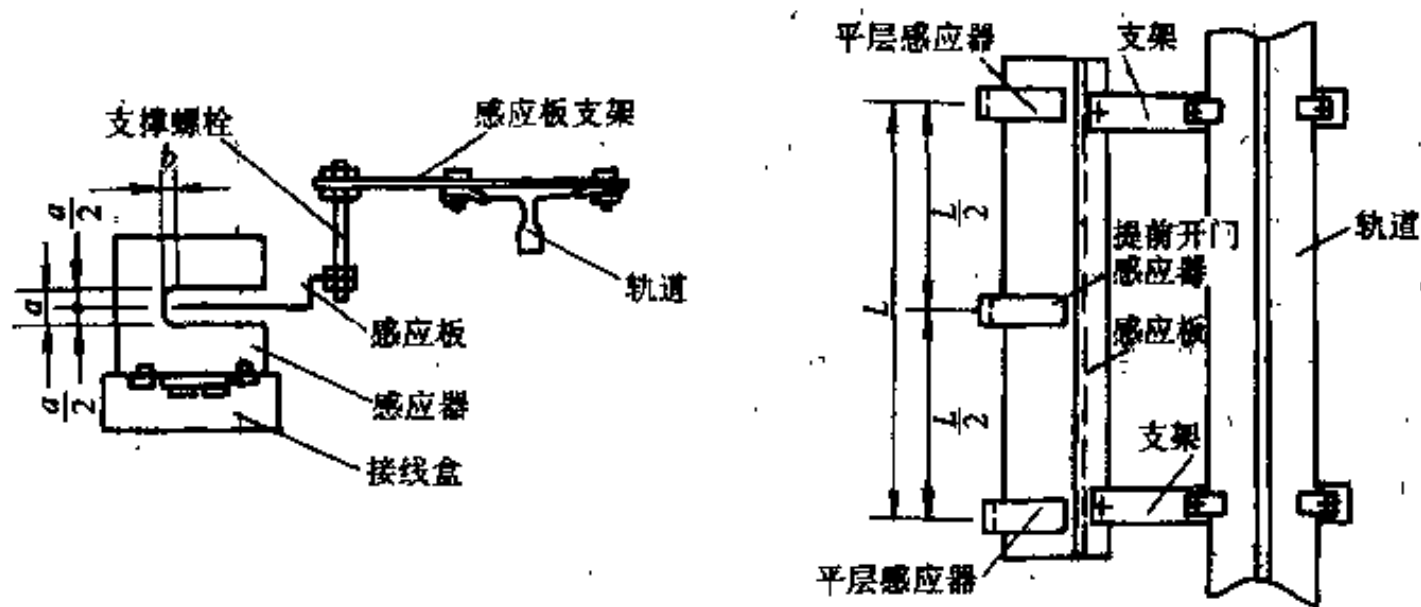


图10-6 平层感应器示意图

(13) 下平层干簧管SQU闭合, 上平层继电器KAU得电吸合, c图接点KAU(1-6)闭合, 保证向上慢速, KAU(2-7)打开, KMU和KMUA失电断开, 电机停转, 抱闸制动, 同时门打开, 轿厢平层停止。同时选层器上滑动碰块f图XA、XAf撞开5XA、5XAf并使1KAU断电, 消除向上方向信号。d图滑动碰块XO撞开5XO, 使5KMI断电, 消除轿内选层信号。

3. 轿外厅门呼梯见e图和f图 电梯各层站厅门装有呼梯按钮(向上或向下, 但底层只有向上, 顶层只有向下), 乘客可按自己处于的层站和厅门指示的电梯运行方向或层站, 选择向上或向下并按动按钮, 现在假设电梯从底层向上运行。

(1) 顺向呼梯(指乘客呼梯方向与电梯运行方向相同, 且轿厢未到达乘客所处层站以前, 若三层有人按动向上呼梯按钮3SBU, 上行呼梯继电器3KAUS得电吸合, 接点3KAUS(1-6)闭合自保。f图接点3KAUS(2-7)闭合, 这时1KAU(1-2)也闭合, 3XV有电, 当轿厢到达3层时可进行换速停车, 前2-(8)条。

(2) 反向呼梯(指乘客呼梯方向与电梯运行方向相反), 若三层呼梯按动3SBD, 下行呼梯继电器3KADS吸合, 3KADS(1-6)闭合自保。f图3KADS(2-7)闭合, 但1KAD

不会得电工作，因此轿厢到达3层时不会换速停车。但是，1KAU (9-10) 接点闭合，24# 端子线有电，轿厢由 XDS 和 3XDS 相碰使 3KADS 得电吸合，保持3层向下呼梯的记忆，一旦电梯下行进入3层缓速区必然慢速停车。

4. 轿门及厅门的自动控制线路 轿门、厅门装置及其自动控制线路在电梯中占有很重要的位置，往往因为门及其线路的故障，使得电梯不能正常运行。

(1) 从前述准备工作中可知，底层钥匙开关 S_1 使开门继电器 KAO 得电后，1#、5# 端子线有电，开关门电机励磁线圈 1MA 得电励磁，同时 b 图 3# 端子有电，这样 g 图开门继电器 KAOF 得电吸合，常闭接点 KAOF (5-6) 打开，使关门继电器 KAON 不能得电，常闭接点 KAO (2-7) 也打开，切断 KAON 电源。KAOF (1-2、3-4、7-8) 闭合，使开关门电机 MD 并联低速开门分流电阻 RSON 起动，门即开启，门开至使行程开关 1STOF 闭合时短接部分电阻，开门速度减慢，门全部开展前一瞬间行程开关 2STOF 被打开，MD 断电停止，门惯性开展。

(2) 厅门是随轿门同步打开的，因为轿厢平层停止前轿厢门上的开门刀插入了厅门滚轮门锁，轿门开启时，开门刀拨开了厅门的钩子锁，带动厅门同步开启。

(3) 当开门的整定时间到达（本图没设自动关门时间继电器）或按动关门按钮 b 图的 SBON，启动关门继电器 KAST 得电吸合，接点 KAST (1-2) 闭合自保，g 图 KAST (7-8) 打开，KAST (9-10) 闭合使关门继电器 KAON 得电吸合，其常闭接点 KAON (5-6) 打开 KAOF (互锁)。KAON 接点 (1-2、3-4、7-8) 闭合，使 MD 并联低速关门分流电阻 RSOF 起动，电动机反转（相对于开门方向）门即关闭，门关至使行程开关 1STON、2STON 分别闭合逐步短接电阻 RSOF，分流增大，电动机减速，门全部关闭前一瞬间行程开关 3STON 打开，KAON 失电，MD 断电停止，门惯性关闭，关门弹簧使门关紧，电梯方可内选或外呼运行。

(4) 下班时，司机将电梯停在底层，轿厢内用钥匙断开 ST_1 ，然后断开底层呼梯钮处的钥匙开关 S_1 ，厅外开门继电器 KAO 断电，g 图接点 KAO (2-7) 闭合复位，关门继电器 KAON 得电，门机关门。KAO 的 b 图接点 KAO (5-10) 打开，延时停梯继电器 KAS 延时断电，KAO 的 c 图接点 KAO (1-6) 打开，KMC 经 KAS (3-4) 延时断电释放，电梯信号及控制电源系统断电，且门已关好，等待明日上班重新开机运行。

(5) 自动门控制电路中，共有四组电阻，部可以调节，其中 RADJ 可用来调节励磁线圈 1MA；RC 可用来调节 MD 的电流和速度，RSON 和 RSOF 可分别用来调节开门和关的速度。

5. 电梯的其它运行方式

(1) 直驶且中间层站不停 指轿内操作直行到选定层站，中间不因呼梯截车而停车，常用在有突发事情时使用，一般不使用，可作为消防按钮，直驶底层。

在轿内先选定所去层站，然后按住 f 图直驶按钮 SB，其常闭接点将 25# 端子线断电，切断了外呼截梯的电源，使外呼截梯失去作用；e 图常开接点短接 23# 和 24# 端子线，呼梯继电器得电自保，可保持记忆，直行结束后松开 SB，可恢复正常运行，并按呼梯继电器的记忆自动行驶。

(2) 检修状态慢车运行 指电梯需检修或发生事故时，电梯可打慢车运行。

b 图轿顶检修开关 S_0 和轿内检修开关 ST_2 为专为慢车检修设置的，其中有一只打开，

电梯则进入检修慢车状态。检修开关打开后，检修继电器 KA 断电打开，接点 KA (13-14) 复位闭合，12[#] 端子线得电、为门锁继电器 KAL 得电作准备。c 图接点 KA (1-2) 打开，使 KMF1 和 KMF 不能得电，解除快车运行，KMF (3-4) 和 KMF1 (3-4) 复位闭合为 KMS 得电作准备；KA (5-6) 复位闭合，为 KMS 得电作准备；KA (7-8) 闭合准备接通方向接触器 KMU 或 KMD；KA (15-16) 闭合，在上限位开关 SLU 或下限位开关 SLD 打开时能使 KMU 或 KMD 得电。

1) 关门进行检修 所有层站厅门关好后，门联锁继电器 KAL 得电吸合，c 图接点 KAL (1-6) 闭合，为方向接触器得电作准备。按下 f 图慢上或慢下按钮 SBIU 或 SBID，其常闭点断开向下方向继电器 1KAD 或 1KAU 的得电回路，实现互锁，同时常开点接通了由 12[#] 线（接 b 图 12[#] 端子线）到 26[#] 或 27[#] 端子线使 1KAU 或 1KAD 得电吸合。这时 c 图接点 1KAU (3-4) 或 1KAD (3-4) 闭合，使方向接触器 KMU 和 KMUA 或 KMD 和 KMDA 经 KAL (1-6)、KA (7-8)、KAD (3-4) 或 KAU (3-4) 得电吸合；同时 KMS 和 KMS2 经 KMVA (3-4) 或 KMDA (3-4) 得电吸合，电机 M24 极绕组接通电源，电机则慢速起动，轿厢慢车行驶，抱闸打开。松开慢行按钮，电机断电，抱闸制动，随意停车可进行检修。若在轿厢顶上检修，可按下轿顶慢车按钮 SBOU 或 SBOD，动作原理同上。

2) 开门进行检修 按住 b 图开门按钮 SBOF，门联锁继电器 KAL 得电，c 图接点 KAL (1-6) 闭合，方向接触器准备得电，然后按下慢行按钮，工作原理同上。

6. 电梯电气信号、指示及照明控制系统见图中 h 图线路，这部分线路较简单，但与前述电路有联系，读图时应对照前述内容。

(1) (1~n) HIL 为轿内选层信号灯，直接由 d 图的轿内选层继电器 KMI 控制，选层时点亮。

(2) (1~(n-1)) HOUS 和 (2~n) HODS 为上下呼梯信号灯，直接由呼梯继电器 KAUS 和 KAUS 控制，呼梯时点亮。

(3) (1~n) HOU、(1~n) HOD 为厅门外运行方向灯，HIU 和 HID 为轿内运行方向灯，直接由方向继电器 1KAU 和 1KAD 或方向辅助接触器 KMUA 和 KMDA 控制，电梯运行时点亮。

(4) HA2 为蜂鸣器，直接由呼梯按钮 SBD、SBU 控制，呼梯时鸣响。

(5) (1~n) HI 为轿内指层灯，由选层器 X₁ 和 (1~n) X₂ 控制，电梯运行时点亮。

(6) EL0 和 ELI 为轿顶和底坑检修照明灯，直接控制。

(7) (1~2) ELI 为轿内照明灯，直接控制。

(8) FS 为轿内排风扇，直接控制。

(9) HA1 为警铃，由急停按钮控制，与紧急停梯配合使用。

四、安全保护装置的电气线路

电梯的安全保护装置分电气保护和机械保护两种，有的保护装置电气和机械又有着密切的联系，如选层器、限速器、安全钳、安全触板等。安全保护装置在电梯线路中占有很重要的位置。

1. a 图极限开关 SL 的保护作用 如电梯超过上限位开关和下限位开关后仍不能停车时，轿厢碰铁则碰到 SL 的上碰轮或下碰轮上，碰轮带动钢丝绳在重锤作用下拉开 SL，断开总电源，电机断开停止；电动机制动，轿厢停止；见图 10-4。

2. a 图热继电器 KH 的保护作用 与动力电路中的电机一样, 当电梯电机过载时 KH 动作, 其 b 图接点 KH (1-2) 打开, 使急停继电器 KAEM 断电, 其接点切断控制回路电源, 电机停止。

3. b 图底坑检修急停开关 SEML, 轿厢检修急停开关 SEMU、急停按钮 SBSE, 均可在发生事故时切断急停继电器 KAEM 断电, 切断控制电源。

4. b 图机械选层器钢带张紧开关 S_2 的保护作用 当钢带变形拉长或断带时 S_2 断开, 切断 KAEM。

5. b 图限速器绳轮张紧开关 S_3 的保护作用 当限速器钢绳变形拉长不起作用时, S_3 断开, 切断急停继电器。

6. b 图轿厢安全窗开关 S_5 的保护作用 当厢顶安全窗打开时 (人为或因厢内事故), S_5 断开, 切断急停继电器。

7. b 图安全钳 (一种机械保护装置) 开关 S_4 的保护作用 电梯发生事故超速时 (如钢丝绳断开), 限速器动作, 安全钳被提拉抱住导轨, S_4 断开, 切断急停继电器。

8. b 图各厅门门锁开关 S_7 的保护作用 其中有一只断开, 电梯不能起动, 避免坠落。

9. b 和 g 图电梯门安全触板开关 $1S_8$ 、 $2S_8$ 的保护作用 当关门时人或物触及安全触板, b 图的 S_8 切断起动开关继电器 KAOU, 停止关门, 而 g 图的 S_8 闭合接通开门回路, 电梯门即打开, 由关门变为开门。

10. c 图上行或下行缓速开关 SUD、SDD 的保护作用 当轿厢接近顶层或底坑时, 撞及 SUD 或 SDD, 使 KMF1, 断电打开, 电机变为慢速, 保护冒顶或冲底; 见图 10-7。

11. c 图上行或下行限位开关 SLU 或 SLD, 轿厢冒顶或冲底时撞及 SLU 或 SLD, 使方向撞接器 KMU 或 KMD 断电, 电梯停止。

12. 电磁抱闸 LB 的保护作用 电机通电松开抱闸, 电机运行, 电机断电抱闸抱住制动轮, 电机无惯性停止, 避免溜车。

13. SL 装设熔断器保护电机短路。

14. 接地或接零保护。

15. 一般电梯都装设超速保护、超载保护、错相保护、缺相保护等。但本图未设置。其中超速保护由与主机同轴的发电机及电子开关电路来实现; 超载保护由装在厢底的压力传感器及电子开关电路或机械称重装置来实现; 错相保护由装在主机电源上的相序继电器来实现; 缺相保护由缺相继电器来实现, 它们都能控制电源, 电源断开电动机立即停止。

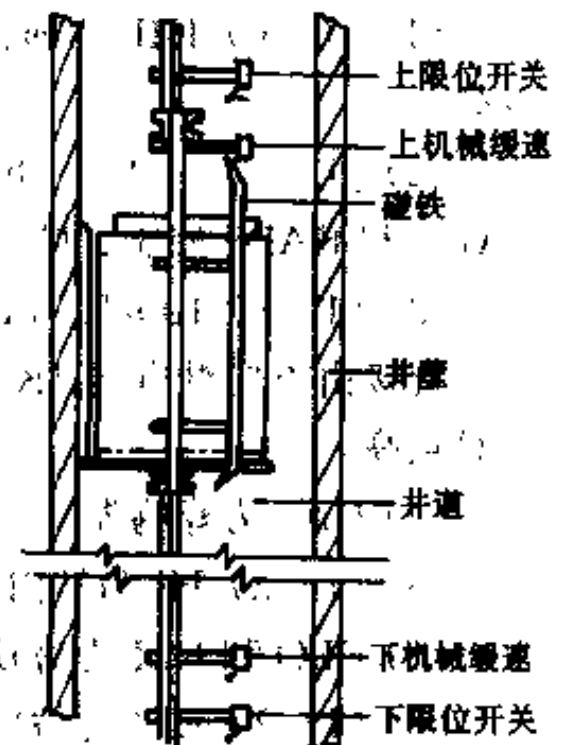


图 10-7 缓速及限位开关的设置示意图

第三节 电梯微机控制线路的识读

由第二节的内容可以看出继电器控制的电梯线路很复杂, 元件多、接点多, 故障多, 且舒适感差。而微机控制的电梯线路则简单了很多, 复杂的逻辑控制系统由微机及其人为编制的程序指令代替了, 但一些大电流回路的由交流接触器控制; 这给维修也带来了方便; 这里

介绍一种沈阳富士电梯有限公司生产的由可编程序控制器控制的高速电梯，并由变频器担任变速装置，电路简单、安全可靠，舒适感好。读者可借鉴此图进而分析其它形式的电路、限于篇幅的关系不一列出。

一、线路概况

电梯微机控制线路是以微机或可编程序控制器（PLC）和变频器为主，接触器、继电器为辅的通过程序存储器中的程序或指令来完成控制功能的程序控制系统，电梯运行的起动、加速、快速、减速、慢速、平层、停车、信号显示、呼梯操作、选层控制、同向截车、门机自动控制、安全保护等自动功能均由 PLC 板来实现，电路一般可分五个部分，其中主回路部分见图 10-8，保护回路及照明系统见图 10-9，选层，呼梯、截车及信号记忆系统见图 10-10，主控制板部分见图 10-11，门机系统见图 10-12，图中标注符号对照见表 10-4。图中用到的接触器、继电器、按钮、行程开关、照明装置等与图 10-3 有些相同的地方，这样给我们读图分析带来了方便。

二、主回路部分的线路

主回路可分四个部分组成。

1. 电源与继电器梯基本相同，也采用三相六线制，分别用电梯电源开关 Q 和照明电源开关 Q_1 控制。并用主电源接触器 KMP 将动力电源送至变频器 VG5N。

2. 控制电源与继电器梯基本相同，控制变压器 TB_1 由接触器 KP 和保护器 F_1 控制。控制电路由安装在首层呼梯钮处的电锁 SP 控制，当 SP 接通电锁接触器 KSP 后，其接点 KSP (1-2) 闭合，使控制电源接触器 KP 得电吸合。当 F_1 闭合后 TB_1 有电，但是当上极限限位开关 SUL 或下极限限位开关 SDL 闭合不良或由于轿厢上行或下行引起 SUL 或 SDL 动作时，KP 断电， TB_1 失电，电梯将不能起动或停止运行。 TB_1 送出三个回路，作为系统的电源回路，其中 100-103 为直流回路，供开门机使用；200-203 为可编程序控制器的楼层指示及信号系统的交流电源；300-303 为可编程序控制器的交流电源，同时接风机接触器 KMF 的线圈引入变频器。

3. 变频器 VG5N 是电梯的核心部件，电梯的起动、加速、快速、减速、慢速、平层、停车、均由 VG5N 完成并且变速平滑、无阶跃感，这是继电器梯无法比拟的。变频器直接与曳引电机 M、旋转编码器 PG 连接且为同轴，同时设制动线圈 YB。变频器设热敏电阻 RJ 作为温度保护，并由风机 MFAN 作为散热装置。变频器的工作过程受主控制板 PLC 控制，控制信号端 30B、601、 Y_1 、 Y_2 、 Y_3 和 X_1 、 X_2 、 X_3 、 X_4 、CM 直接由 PLC 引来。变频器取代了继电器梯中双速电机变速系统的复杂线路，读者可与图 10-3 中的 a 图、b 图、c 图的线路和变速过程进行比较。

4. 轿厢内设电话 TEL，可与外界直接通话。

三、保护回路及照明系统

1. 保护回路分四个部分

(1) 制动器 YB 控制回路设限流电阻 R，制动器 YB 在上行接触器 KU 或下行接触器工作时得电打开，但必须在急停继电器 KAE 和运行接触器 KR 同时工作时才能打开。

(2) 运行计数器 PC 由 KR 控制，记录电梯的运行次数。

(3) 急停继电器 KAE 线路与继电器梯基本相同，只是增加了一些接点，读者可对照图 10-3 中 b 图进行分析。

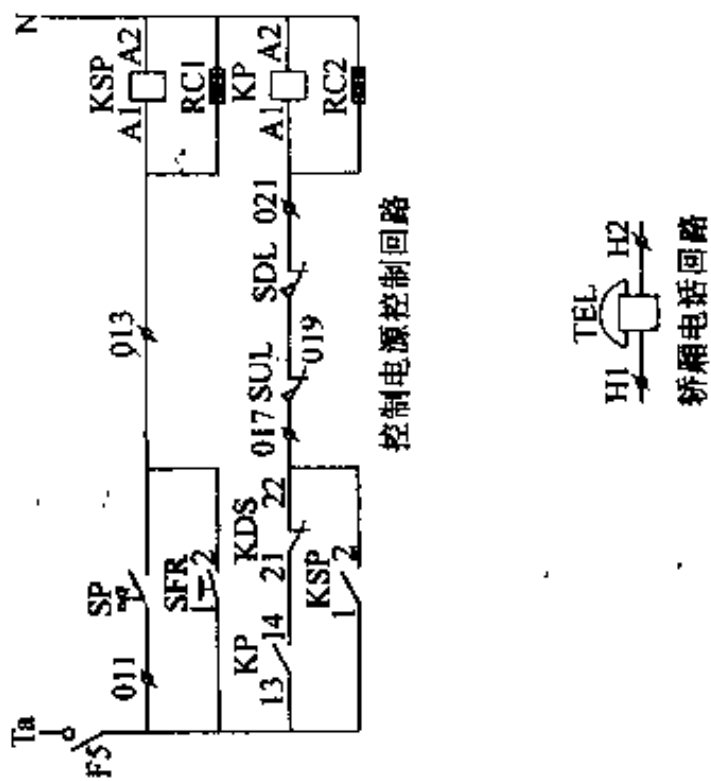
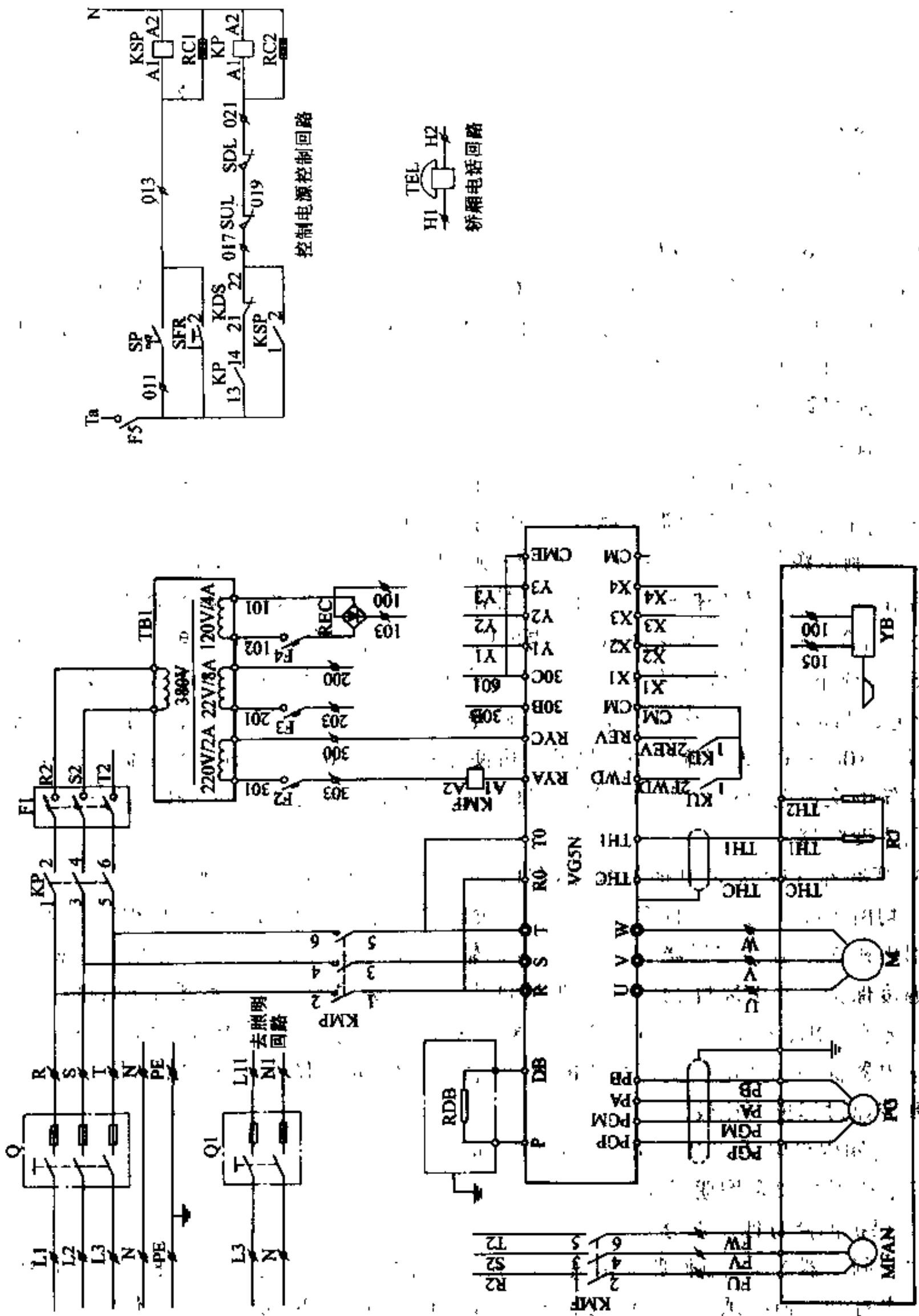


图 10-8 主回路部分接线原理图

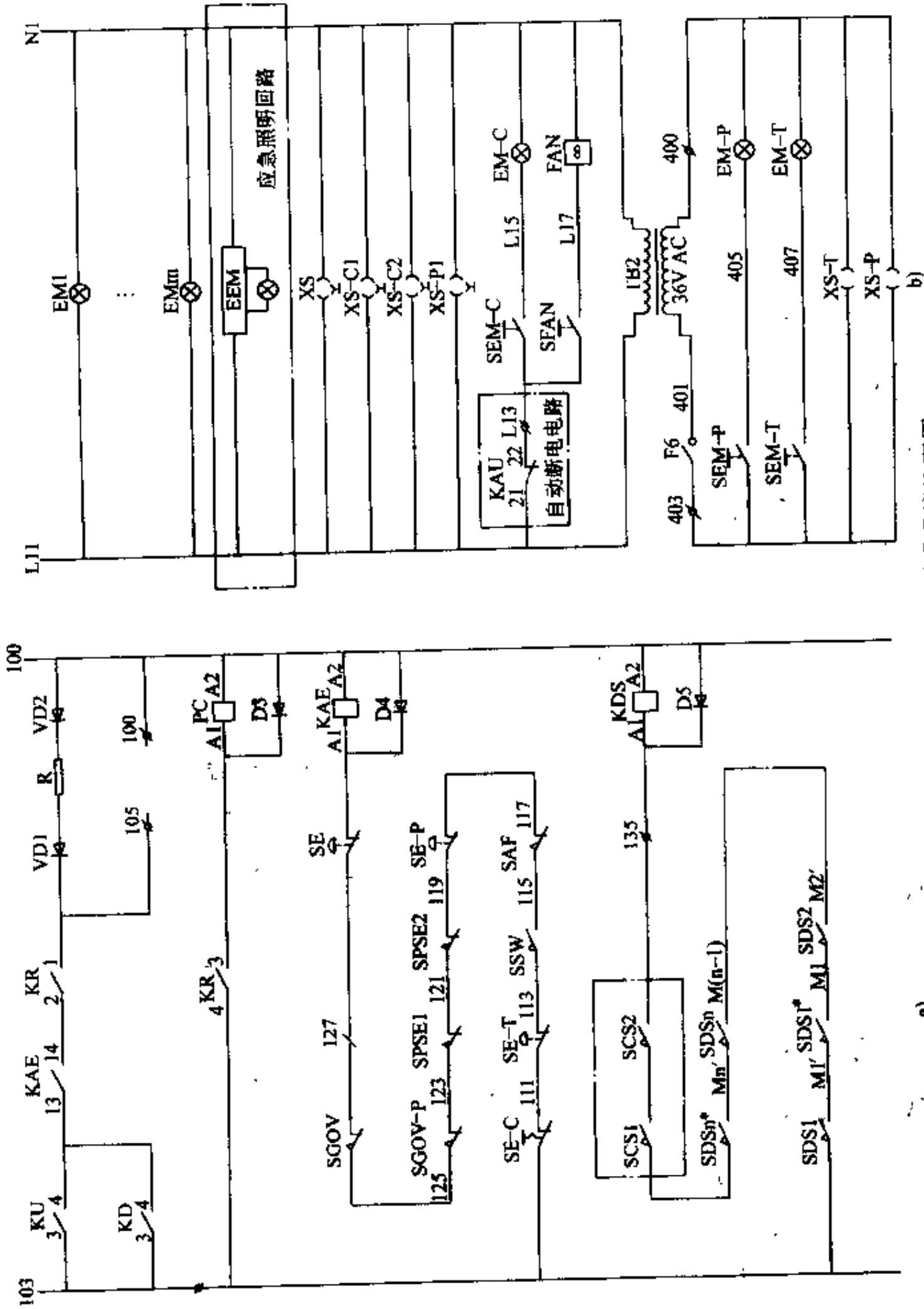
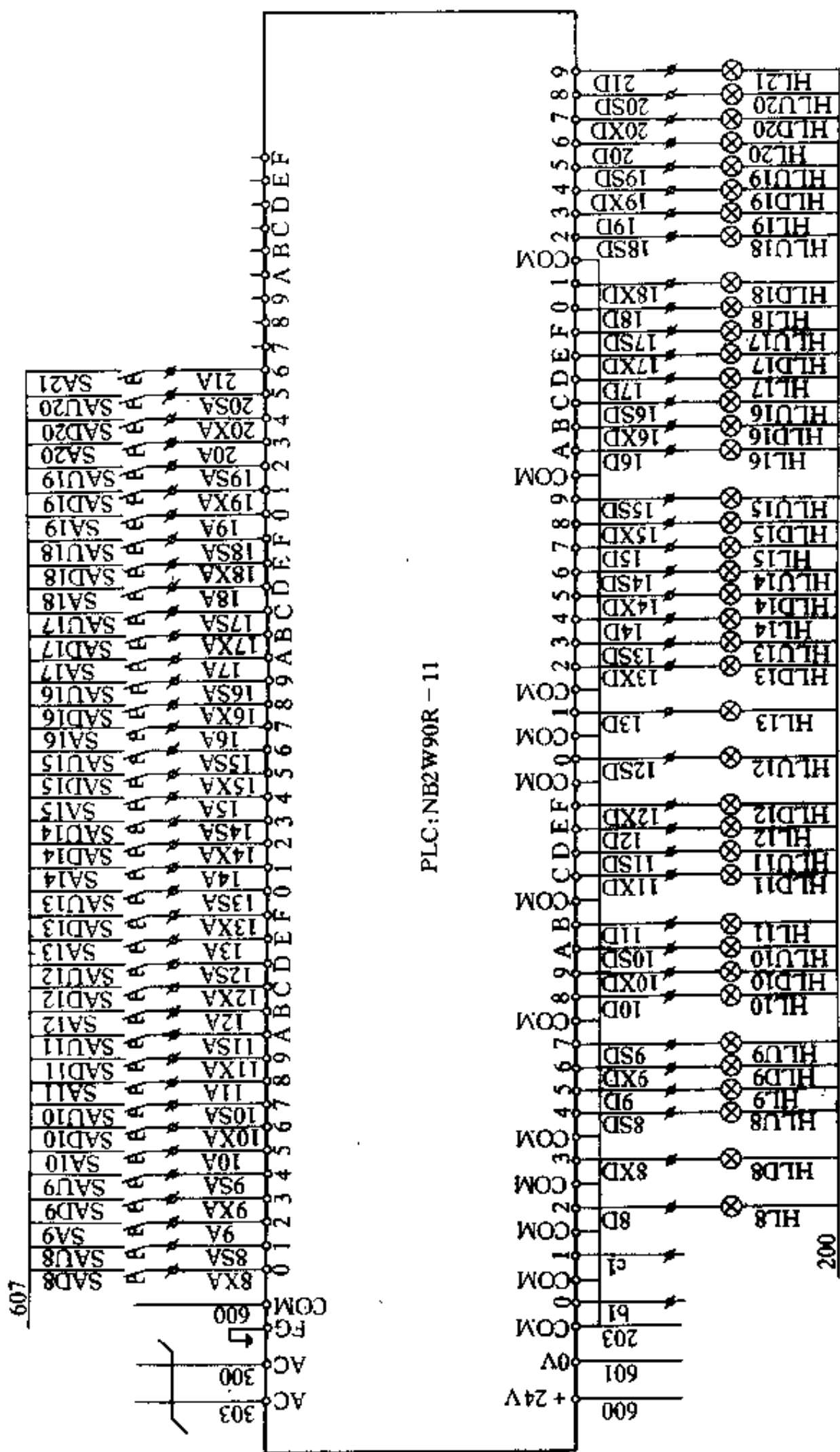
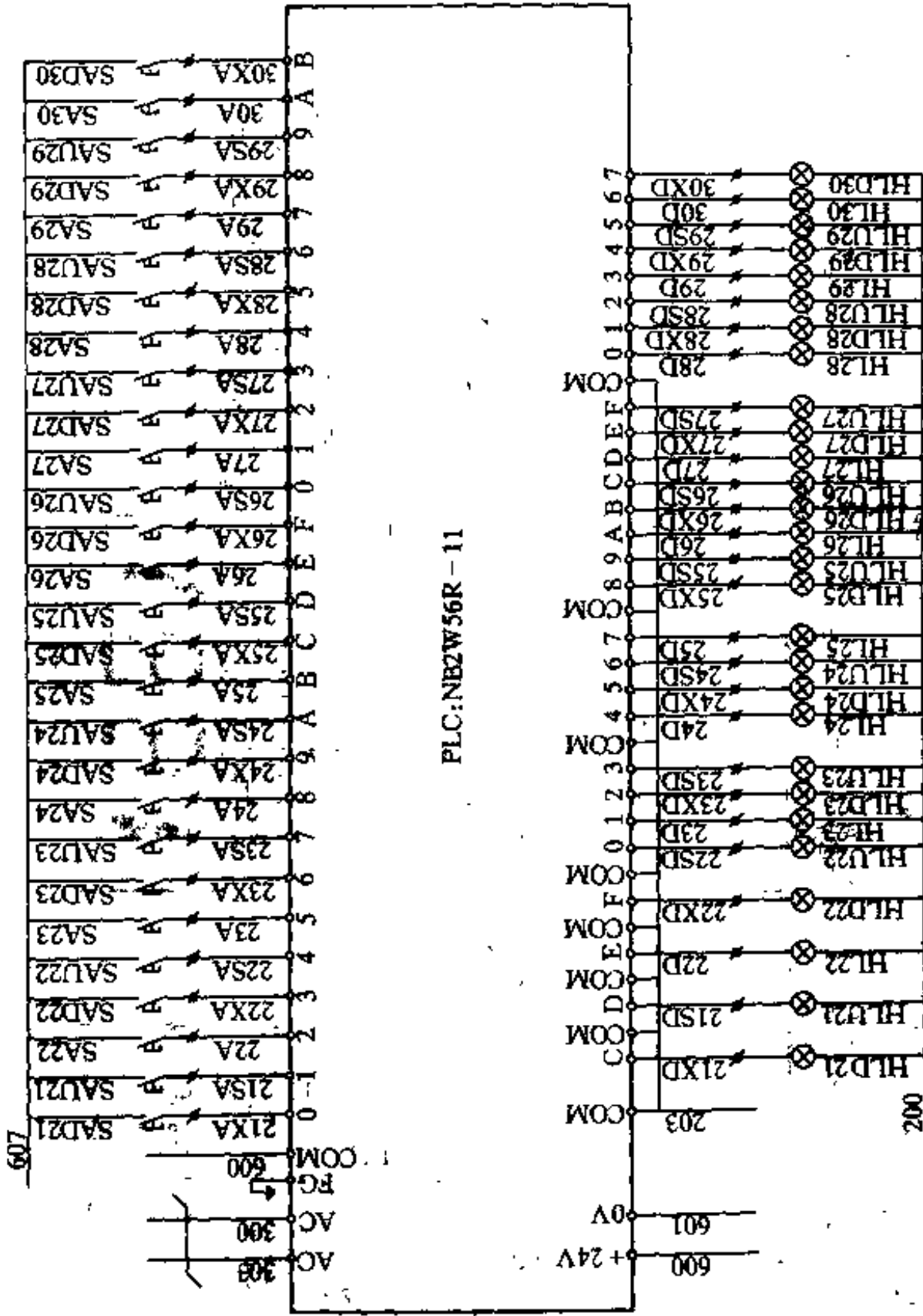


图 10-9 保护回路及照明系统原理图

a) 保护回路 b) 照明系统

- 说明：1. 虚框内部分，仅在有具体要求时，才接线。
 2. 没有自动断电功能时，L13 与 L11 短接。
 3. 在采用富士件时，PC 挂在 KR 接触器上。





b)

图 10-10 选层、呼梯、截车及信号记忆系统图

a) PLC: NB2W90R-11 b) PLC: NB2W56R-11

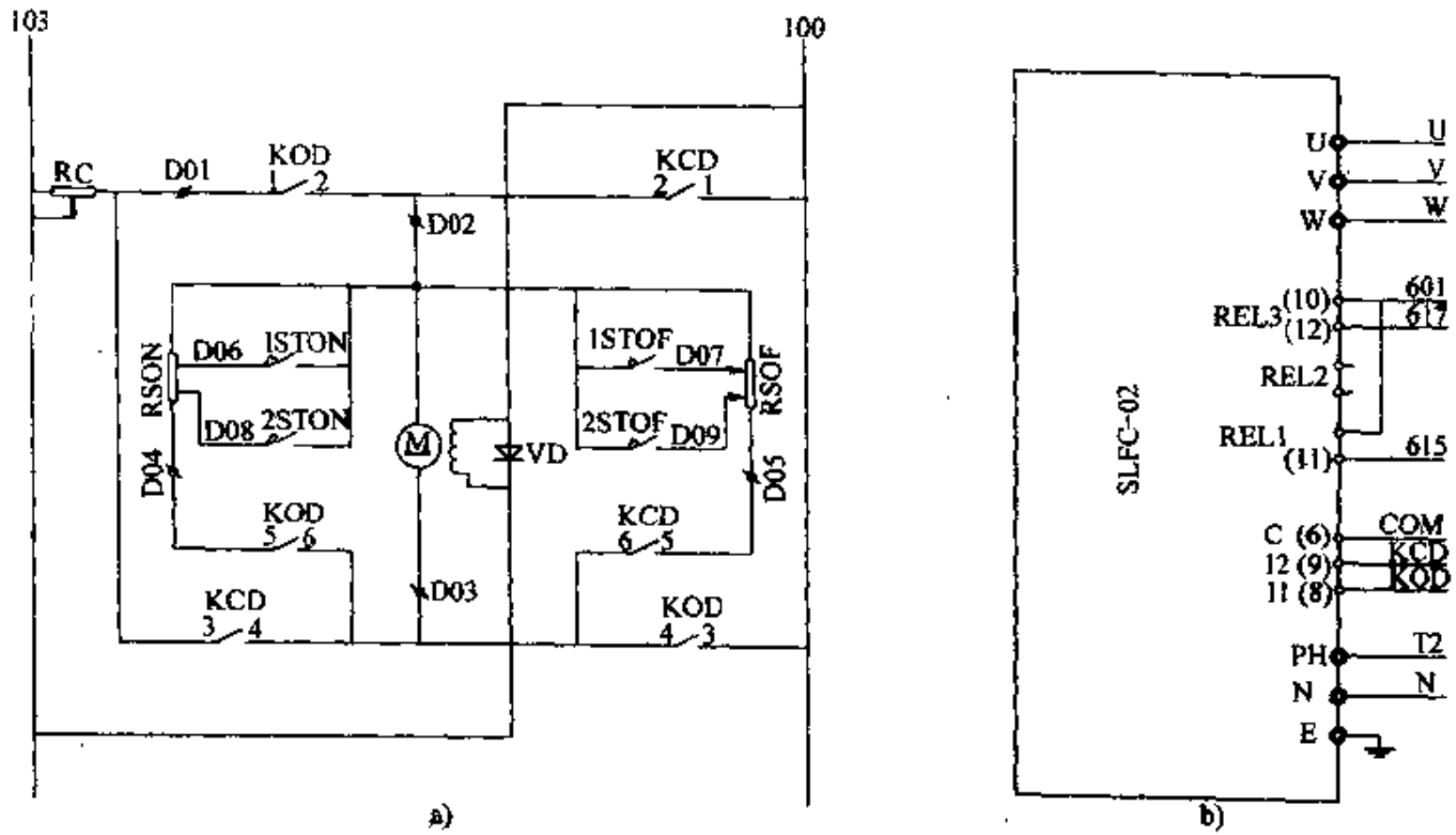


图 10-12 门机系统原理图

a) 直流电机门机系统 b) 变频门机系统

说明: 1. 当采用该型变频门机时, 不用开、关门到位开关。

2. 括弧内线号为 NBSL 其它型变频门机端子号。

表 10-4 元件明细表

序号	代号	型号	名称	数量	位置	备注
1	KMP	LC1-D 系列	主电源接触器	1	控制柜	
2	KU	LC1-D0601M5N	上行接触器	1	控制柜	
3	KD	LC1-D0601M5N	下行接触器	1	控制柜	
4	KSP	LC1-D0610M5N	电锁接触器	1	控制柜	
5	KP	LC1-D0610M5N	电源接触器	1	控制柜	
6	KMF	LC1-D0601M5N	风机接触器	1	控制柜	
7	KR	LC1-D0601M5N	运行接触器	1	控制柜	
8	KAU	LC1-D0601M5N	自动断电接触器	1	控制柜	
9	KOD	LC1-D0601M5N	开门接触器	1	控制柜	
10	KCD	LC1-D0601M5N	关门接触器	1	控制柜	
11	KAE	3TH8031-0B	急停继电器	1	控制柜	
12	KDS	3TH8031-0B	门联锁继电器	1	控制柜	
13		150Ω + 0.47uf1000V/AC	灭弧阻容块	8	控制柜	
14	PC	SZ-J	运行次数计数器	1	控制柜	
15	D1-D4	1N-5408	二极管	4	控制柜	

(续)

序号	代号	型号	名称	数量	位置	备注
16	R	10W/51Ω	制动器限流电阻	1	控制柜	
17	F1	MD310P 10A 3P	电路保护器	1	控制柜	
18	F2 - F6	MC106P 6A 1P	电路保护器	5	控制柜	
19	TB1	1.1KVA	电梯控制电源	1	控制柜	
20	TB2	150VA	安全照明变压器	1	控制柜	
21	XS	2P + PE 插座	电源插座	1	控制柜	5A
22	SRI	XB2 - ED21	轿顶检修开关	1	检修盒	
23	SCS	D2A - 1 - R	轿顶控制按钮	1	检修盒	
24	SU	D2A - 1 - Y	轿顶慢上按钮	1	检修盒	
25	SD	D2A - 1 - G	轿顶慢下按钮	1	检修盒	
26	INV	VG5N - 4 系列	变频器	1	控制柜	
27	RDB	与变频器相配合	制动电阻	1	控制柜	
28	PLC	NB2 系列	可编程控制器		控制柜	
29	SE	XB2 - ES542	急停按钮	1	控制柜	红
30	H	HLA - C	控制柜层楼指示器	1	控制柜	
31	REC	100 V/50A	整流桥	1	控制柜	
32	Q	DZ10 - 60A	电梯电源开关	1	机房	
33	Q1	刀闸开关 10A	照明电源开关	1	机房	
34	M		曳引电机	1	曳引机	
35	PG	ZKT 33C	旋转编码器	1	曳引机	
36	YB	DC110V	电机制动线圈	1	曳引机	
37	SP	DSKJ (220V 5A)	电锁	1	基站	
38	SUL	S3 - B EL - 1370	上极限开关	1	井道	
39	SDL	S3 - B EL - 1370	下极限开关	1	井道	
40	SGOV	UKS	限速器开关	1	机房	
41	SE - P	XB2 - ES542	底坑急停按钮	1	底坑	红
42	SGOV - P	UKS	限速器断绳开关	1	底坑	
43	SPSE1	UKS	轿厢缓冲器开关	1	底坑	
44	SPSE2	UKS	对重缓冲器开关	1	底坑	
45	SAF	UKS	安全钳开关	1	轿顶	

(续)

序号	代号	型号	名称	数量	位置	备注
46	SSW		安全窗开关	1	轿顶	
47	SE-T	XB2-ES542	轿顶急停按钮	1	检修盒	红
48	SE-C	KD2(非复位型)	轿内急停开关	1	操纵盘	红
49	SUL1	S3-B EL1370	上限位开关	1	井道	
50	SLD1	S3-B EL-1370	下限位开关	1	井道	
51	EM1~m	220V 60W	井道照明灯	m	井道	m=h/7
52	SDS1~n		厅门联锁开关	n	门锁内	带
53	XS-C1	2P+PE	轿顶插座	1	检修盒	10A
54	XS-C2	2P+PE	轿顶插座	1	检修盒	10A
55	XS-P	2P+PE	底坑插座	1	底坑	10A
56	SEM-C	KCD3-Y	轿内照明开关	1	操纵盘	
57	SRI-T	XB2-ED21	轿顶检修开关	1	检修盒	
58	SCS-T	D2A ¹ -1-R	轿顶控制按钮	1	检修盒	
59	SU-T	D2A-1-Y	轿顶慢上按钮	1	检修盒	
60	SD-T	D2A-1-G	轿顶慢下按钮	1	检修盒	
61	SRI-C	KCD3-Y	轿内检修开关	1	操纵盘	
62	SCS-C	KD2(复位型)	轿内控制按钮	1	操纵盘	
63	SU-C	KD2(复位型)	轿内慢上按钮	1	操纵盘	
64	SD-C	KD2(复位型)	轿内慢下按钮	1	操纵盘	
65	TEL		通讯电话机	1	轿内	
66	SFAN	KCD3-Y	轿厢风扇开关	1	操纵盘	
67	FAN		轿厢风扇	1	轿顶	三菱
68	SEM-P	LAY3-11X2	底坑安全照明开关	1	底坑	
69	SEM-T	LAY3-11X2	轿顶安全照明开关	1	检修盒	
70	EM-P	36V 60W	底坑安全照明灯	1	底坑	
71	EM-T	36V 60W	轿顶安全照明灯	1	轿顶	
72	XS-T	2P(250V 10A)	轿顶 36V 插座	1	轿顶	
73	XS-P	2P(250V 10A)	底坑 36V 插座	1	底坑	
74	SDE1, 2	LX29-7/2	门触板开关	2	轿门	
75	SOD		开门按钮	1	操纵盘	

(续)

序号	代号	型号	名称	数量	位置	备注
76	SCD		关门按钮	1	操纵盘	
77	M		开门机	1套	轿顶	
78	SODL		开门到位开关	1	开门机	
79	SCDL		关门到位开关	1	开门机	
80	SDZ1, 2	YG-1	上下门区感应器	2	轿顶	
81	SB-U, D	YG-1	上下换速感应器	2	轿顶	
82	SJ-U, D	YG-1	上下校号感应器	2	井道	
83	SF-U, D	YG-1	上下强换感应器	2	井道	
84	SFR	KCD2	消防开关	1	消防盒	红
85	SOL1	LXW5-11M	超载开关	1	轿底	
86	SOL2	LXW5-11M	满载开关	1	轿底	
87	SNS	KD2 (复位型)	直驶按钮	1	操纵盘	
88	SA-M	KCD3-Y	有/无司机开关	1	操纵盘	
89	HLOL		超载指示灯	1	操纵盘	
90	CLK	AC 24V	到站钟	1	轿顶	
91	H-C		轿厢层楼指示器	1	操纵盘	
92	H1-H _n		厅门层楼指示器	n	呼梯盒	
93	SA1-SA _n		选层按钮	n	操纵盘	
94	SAU1~n-1		上呼梯按钮	n-1	呼梯盒	
95	SAD2~n		下呼梯按钮	n-1	呼梯盒	
96	HL1~n		选层指示灯	n	操纵盘	自带
97	HLU1~n-1		上呼梯指示灯	n-1	呼梯盒	自带
98	HLD2~n		下呼梯指示灯	n-1	呼梯盒	自带
99	RC		开门机限流电阻		开门机	
100	RSON		开门分流电阻		开门机	
101	(1~2) STON		开门调速行程开关		开门机	
102	RSOF		关门分流电阻		开门机	
103	(1~2) STOF		关门调速行程开关		开门机	
104	VD		续流二极管		开门机	

(4) 门联锁继电器 KDS 线路与图 10-3 中 b 图门联锁继电器相同。

2. 照明系统较图 10-3 复杂, 增设了插座, 读者自行分析。

四、可编程序控制器主控板

主控板是电梯的核心部件，是实现电梯所有功能的指挥所，用程序和指令代替了复杂的继电器电路，主控板分六部分内容。

1. 主控部分由接触器及线路构成，这部分相当于图 10-3 中 c 图，但要简单的多。开门接触器 KOD 和关门接触器 KCD 互锁，主电源接触器 KMP 只有在急停继电器 KAE 和门联锁继电器 KDS 都正常工作时才能得电吸合；上行和下行接触器 KU、KD 互锁且只有上下限位开关 SUL1 和 SDL1 正常闭合才能得电吸合，当越限时即自动停止上行或下行；主控板控制电梯一即工作，运行接触器 KR 便投入运行。

2. 楼层及上下行显示器 H 直接由主控板控制，并通过 KU (5-6)、KD (5-6) 控制上下行指示，这部分内容相当于图 10-3h 图的楼层及上下行指示信号。

3. 信号部分直接由主控板控制，其中 CLK 为到站钟，轿厢到站即响；HLOL 为超载信号灯；HL1~n 为轿内选层指示灯；HLU 和 HLD 为轿外呼梯显示灯。元件右侧标注的文字符号为旧符号。这部分内容相当于图 10-3h 图的部分内容。

4. 电梯操作部分直接由主控板经各种开关元件构成，其中包括开门关门按钮 SOD 和 SCD、安全触板开关 SDE、开关门到位开关 SODL 和 SCDL、上下门区感应器 SDZ、上下换速感应器 SB-U 和 SB-D、上下校号感应器 SJ-U 和 SJ-D、上下强换感应器 SF-U 和 SF-D 等以及轿顶轿内检修、控制、慢上慢下按钮。这部分内容与图 10-3 中 b、c、e、f、g 图的内容相符。

5. 选层、呼梯、截车及信号记忆部分直接由主控板引出，其中 SA (1~n) 为轿内选层按钮、SAU 和 SAD 为门厅上下呼梯按钮，层数较多时 (8 层以上) 补充控制板 (图 10-11)，这部分内容与图 10-3 的 d 图、e 图、f 图内容相符。元件左侧标注的文字符号为旧符号。

6. 程序信号输出部分由 30B、Y₁、Y₂、Y₃ 和 X₁、X₂、X₃、X₄、CM 组成，直接引至变频器的相应端，其中 601 由主控板“0V”端子引出。程序信号输出是主控板接受外输入指令或信号经运算及程序处理后输出的信号，并指挥变频器工作，这部分内综合了图 10-3 的所有内容，并简化了继电器逻辑控制的复杂线路。

有关可编程序控制器内部构造、程序编制、功能作用等内容请读者参阅有关专著，这部分内容已超出本书的范围，不再赘述。

五、门机系统

门机有两种型式，一种是采用直流电机的门机系统，一种是采用变频门机系统。其中直流电机门机系统与图 10-3g 图基本相同；不再赘述。变频门机系统是一种机电一体的变频动力装置，使用时不用关门开门接触器，也不使用开关门到位开关，直受 PLC 的控制。其中，U、V、W 接三相电源，601、617、615 直接与 PLC 相应端子连接，COM 与主控板 COM 连接，KCD 和 KOD 端直接与主控板接 KCD、KOD 端 2、3 端子连接，将原 KCD、KOD 接触器拆下。变频门机系统简化了直流门机系统，且无噪音，是一种理想的门机系统。

六、接线图

一般电梯图样中均给出接线图，给安装布线带来方便。接线图包括机房接线图，并道接线图和轿厢接线图，见图 10-13、图 10-14、图 10-15。接线图中的标注与原理图的标注是一致的，读者可自行分析。

电梯的控制线路很多，也有简易电梯，线路更为简单，这里不一一介绍，读者可根据图样的实际情况，按本章的内容进行分析，一般情况都能够有满意的结果。

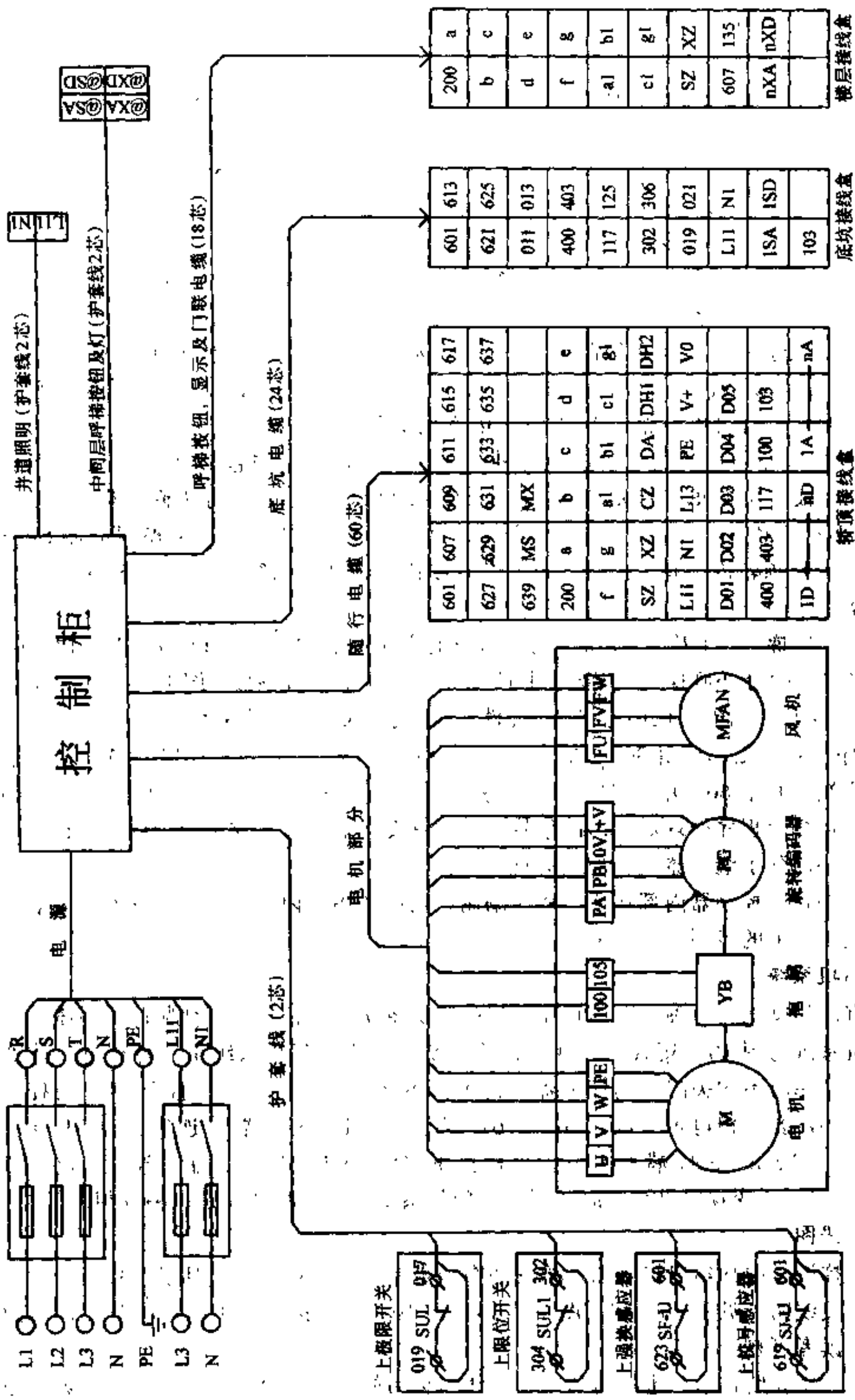


图 10-13 机房接线图

说明: n 为最高楼层数, @ 为中间楼层数

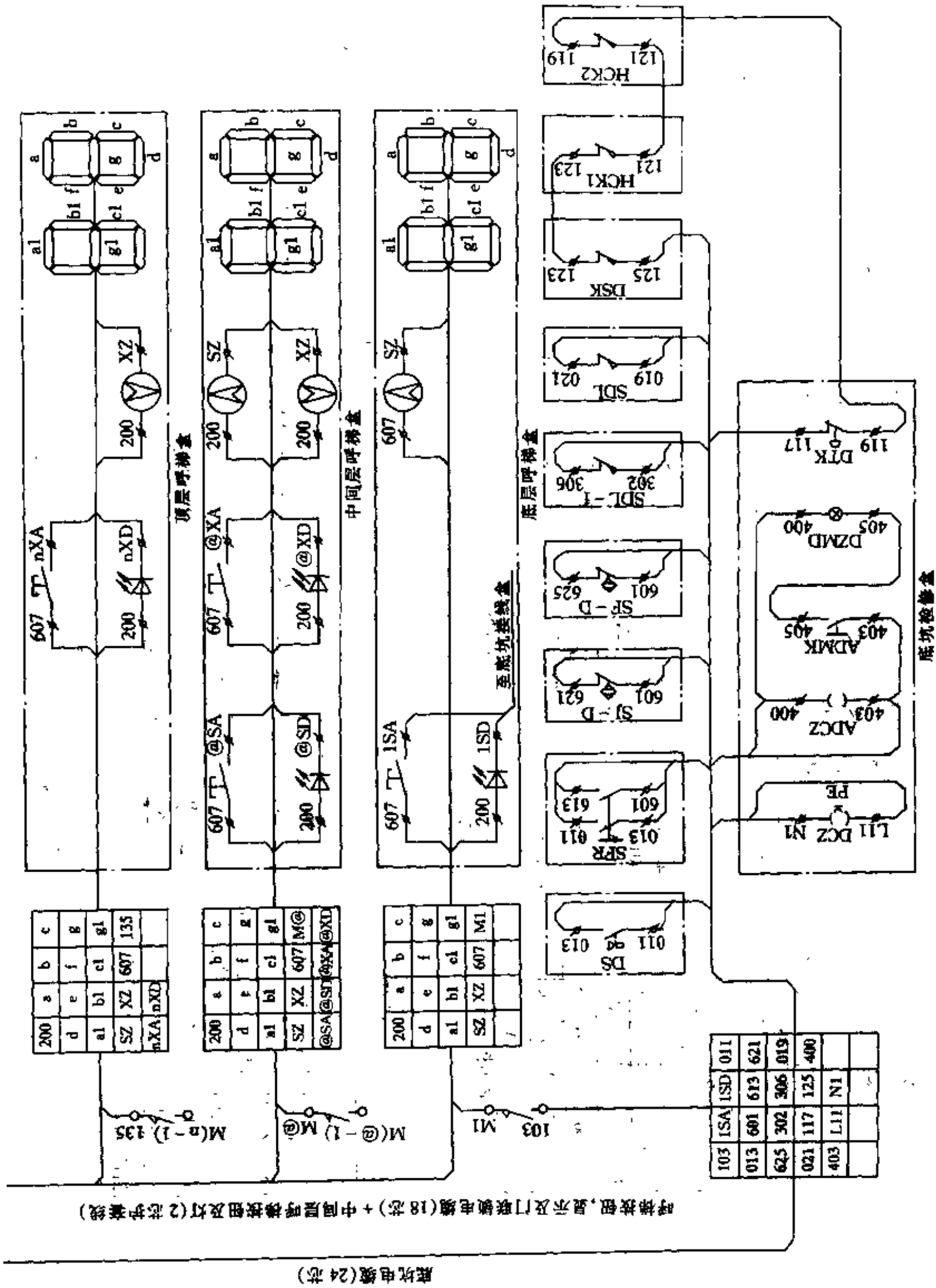


图 10-14 井道接线图

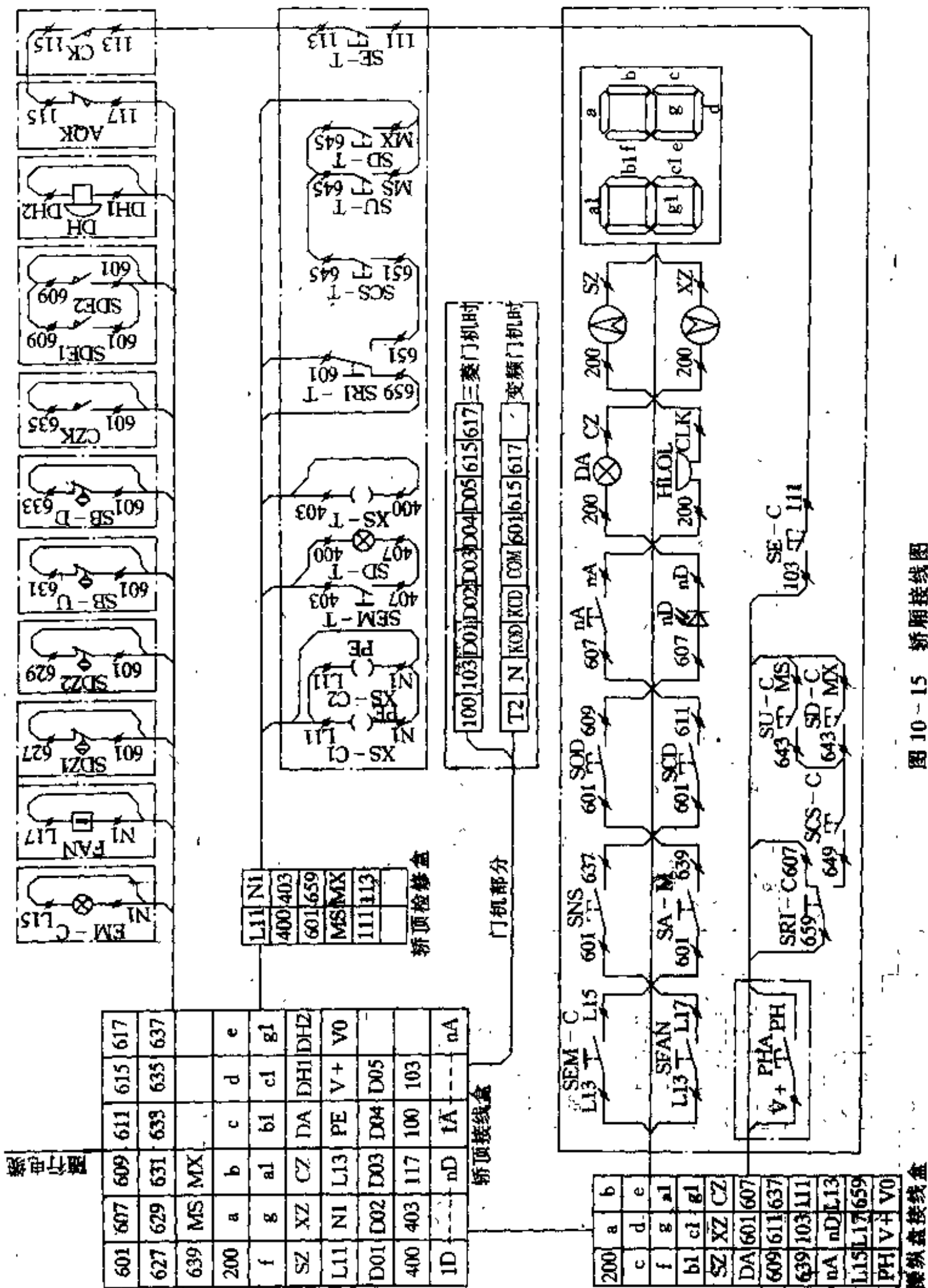


图 10-15 桥顶接线图

说明: nA 为 n 个内选按钮, nD 为 n 个内选灯

第 11 章 空气调节自动控制系统电气线路图的识读

空气调节系统一般指对空气的温度、湿度、二氧化碳浓度等参数或其中某些参数进行调节、指示和报警而达到舒适性要求的系统装置，空气调节系统简称空调。空调系统从工艺流程上讲，与给水专业有密切的联系，并配以传感器、变送器、调节器、电动阀、仪表装置，与常规电气装置组成闭环的控制系统，实现对空气的调节，这与第 5 章的自动化仪表有相同之处，又有很大区别。空调系统适合于宾馆、饭店、商厦、写字楼等高层或大型工业或民用建筑，通常有风机盘管自动控制系统、新风和空气处理机组自动控制系统、制冷机组自动控制系统和空调微机控制系统。空调系统的图样很多，本书只就其基本内容进行讲述，读者可掌握基本读图方法，然后即可分析空调自控系统电气线路的一般图样。

这里将空气调节自动控制系统常用的图形符号列出，供讲述和读图时参考，这些符号和电气图形符号应熟记，见表 11-1。

表 11-1 图形符号

图形符号来源	图形符号	说 明	图形符号来源	图形符号	说 明
		风机 注：流向自圆弧边至直线边	GBJ 114-88 8-7		空气冷却器
		水泵 注：流向自三角形的底边至顶点	GBJ 114-88 8-6		空气加热器
GBJ 114-88 8-2		空气过滤器			空气加热或冷却两用器
GBJ 114-88 7-3		手动对开多叶调节阀	GBJ 114-88 8-3		加湿器
GBJ 114-88 7-8		电动对开多叶调节阀			水冷机组
GBJ 114-88 2-13		电磁阀			冷却塔
GBJ 114-88 9-8		电动两通阀			区域直接数字控制器
GBJ 114-88 2-15 9-8		电动三通阀			电力控制装置

(续)

图形符号来源	图形符号	说明	图形符号来源	图形符号	说明																																							
		室内型传感器	GBJ 114-88 11-1		指示器(计)																																							
		风道型 插入式传感器			工况转换开关																																							
		水管型 插入式传感器		GBJ 11-18 -45		钥匙开关																																						
		热电阻	92DQ1 1-40		三速开关																																							
		热电偶	92DQ1 1-40		温度与三速开关控制器																																							
		风挡			最大信号选择器																																							
		压力变送器			就地安装仪表的一般形式 注:功能和参数符号详见下表																																							
		差压变送器			集中安装仪表的一般形式 注:功能和参数符号详见下表																																							
		流量变送器	* 参数符号																																									
		限位开关	* 参数符号																																									
			* 功能符号																																									
		* : T — 温度检测 φ — 湿度检测 ΔP — 压差检测 F — 水流检测 A — 风流检测 H — 高液位检测 L — 低液位检测	<table border="1"> <tr> <td>T</td><td>温度</td><td>φ</td><td>湿度</td><td>P</td><td>压力</td><td>F</td><td>流量</td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>ΔT</td><td>温差</td><td>i</td><td>焓值</td><td>ΔP</td><td>压差</td><td>CO₂</td><td>二氧化碳</td><td></td><td></td> </tr> </table>	T	温度	φ	湿度	P	压力	F	流量			ΔT	温差	i	焓值	ΔP	压差	CO ₂	二氧化碳			<table border="1"> <tr> <td>T</td><td>调节</td><td>Z</td><td>指示</td><td>X</td><td>信号</td><td>R</td><td>人工遥控</td><td>H</td><td>液位</td> </tr> <tr> <td>J</td><td>记录</td><td>S</td><td>积算</td><td>L</td><td>联锁</td><td>B</td><td>报警</td><td>K</td><td>控制</td> </tr> </table>	T	调节	Z	指示	X	信号	R	人工遥控	H	液位	J	记录	S	积算	L	联锁	B	报警	K	控制
T	温度	φ	湿度	P	压力	F	流量																																					
ΔT	温差	i	焓值	ΔP	压差	CO ₂	二氧化碳																																					
T	调节	Z	指示	X	信号	R	人工遥控	H	液位																																			
J	记录	S	积算	L	联锁	B	报警	K	控制																																			

第一节 风机盘管自控系统电气图样的识读

风机盘管空气调节装置是一种传统而简单的空调装置,通俗地讲就是风机的风,把一组通以热水或冷水的金属盘管放出的热或冷以风的形式送到需要调节温度的场所进而改变场所温度的装置。如果我们把场所的温度测出(实际值)与场所需要温度(设定值)进行比较后去调节风机的转速和进水阀门的开度或通断,这样就构成了最简单的自动控制系统。风机盘管是空调系统的末端设备,其控制方式可分为三种,一是仅手动控制风机的风速,二是即控制风机的风速又控制供水阀门通断的位式调节,三是即控制风机的风速又控制供水阀门开度的比例调节。风机盘管可按其供水管路的根数及其所供水温分以下几种形式:

(1) 两管制手动控制风速控制 进出水管路共两根,可通热水(冬天)或冷水(夏天),

管路无阀门控制，仅用三速开关控制风机的转速，分高、中、低，人工调节温度。

(2) 两管制送冷风控制 进出水管路共两根，只通冷水，管路水流由电动阀门控制，用温度三速开关控制器控制风机转速和阀门开度或通断，分高、中、低自动调节温度，适用于夏季。

(3) 两管制送热风控制 同 (2)，但只通热水，适用于冬季。

(4) 两管制送冷风/热风控制 进出水管路共两根，可通热水或冷水，管路设电动调节阀，用温度三速开关控制风机转速和阀门，并用工况转换开关确定冷热工作状态，也分高、中、低自动调节温度，可用于冬季或夏季。

(5) 四管制送冷风/热风控制 进出水管路共四根，冷水、热水分别用其两根管进出，冷水管热水管分别设电动调节阀，用温度三速开关控制风速和阀门，分高、中、低自动调节，夏季开冷水，冬季开热水。

这里我们只就其典型线路进行分析。

一、风机盘管两管制送冷风/热风控制电气原理图

图 11-1 是风机盘管两管制送冷风/热风控制电气原理图，该图分三个部分。

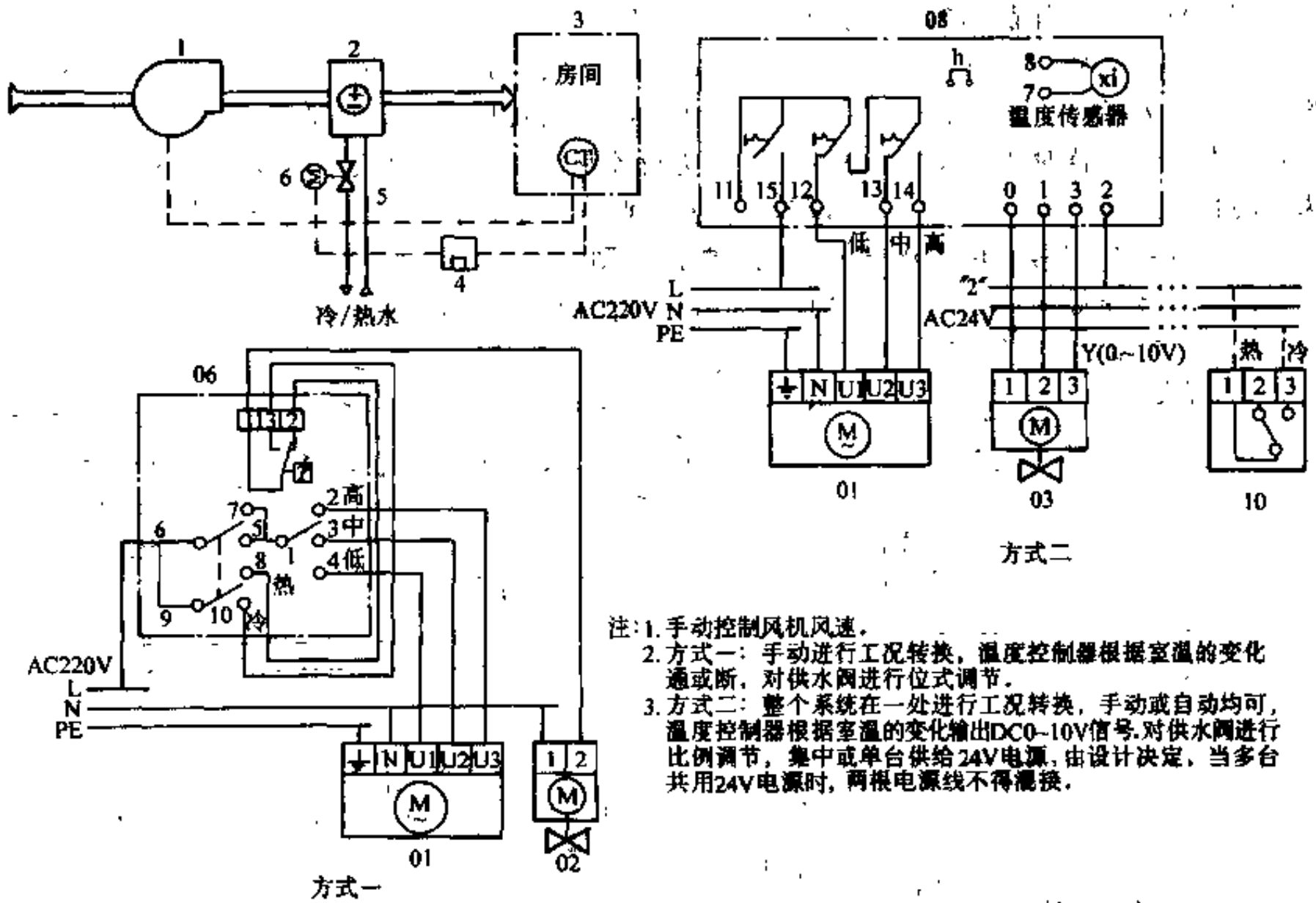


图 11-1 风机盘管两管制送冷风/热风控制电气原理图

(一) 工艺流程图及设置

图中 1 为风机，2 为盘管（也称空气加热或冷却两用器），3 为温度三速开关控制器，4 为工况转换开关，5 为管路，6 为电动调节阀。由图可知 3 测出的温度信号控制风速和电动阀，工作状态由 4 决定。

(二) 位式调节电气原理图（方式一）

1. 系统采用 ~220V 电源，工况转换及风速由人工手动控制，其中开关 06 触点 9-8 闭

合为加热，9-10 闭合为冷却；1-2 闭合为高速，1-3 闭合为中速，1-4 闭合为低速，6(9)-7 闭合电机停止。

2. 电动位式调节阀 01 的通断受温度控制器 06 的控制，温度传感器 T 测出温度后，按温度高低断开或接通调节阀，只能进行位式调节。如 9-8 闭合进行加热时，温度高于定值，阀门自动关闭，停止供热水，温度则降低；当温度低于定值时阀门自动打开，开始供热水，温度则升高。9-10 闭合进行冷却时与上述相反。

(三) 比例调节电气原理图 (方式 2)

1. 系统风机采用 ~220V 电源，调节部分采用 ~24V 电源。

2. 工况转换由工况开关确定，可自动或手动，其触点 1-2 闭合为加热，1-3 闭合为冷却。风速为手动控制，图中触点将 15-12 接通为低速，将 15-13 接通为中速，将 15-14 接通为高速。

3. 电动调节阀 03 受温度控制器 08 的控制，温度传感器测出温度后可输出 DC 0~10V 的电信号，阀门 03 的打开和关闭的时间受直流电压信号的控制，实现比例调节。

图 11-1 若将温度控制器的 7-8 端子引出并与门锁联动的继电器接点短接，可将其变为房门自锁扩大工作静压的节能控制，这里不再列图。

图 11-1 若将空气加热或冷却两用器改为两个单独的空气加热器和冷却器，并用双路水管分别供热水冷水，分别用电动调节阀控制，则可实现风机盘管四管制送冷风/热风控制，位式调节时可交替对热水阀和冷水阀的开闭进行控制，调节室温恒定；比例调节时又可交替对热水阀和冷水阀开闭时间进行比例调节，使室温保持恒定。限于篇幅，这里不再列图讲述。

二、同一房间多台风机盘管的电气控制原理图

图 11-2 是同一房间多台风机盘管的电气控制原理图，该图可分三个部分。

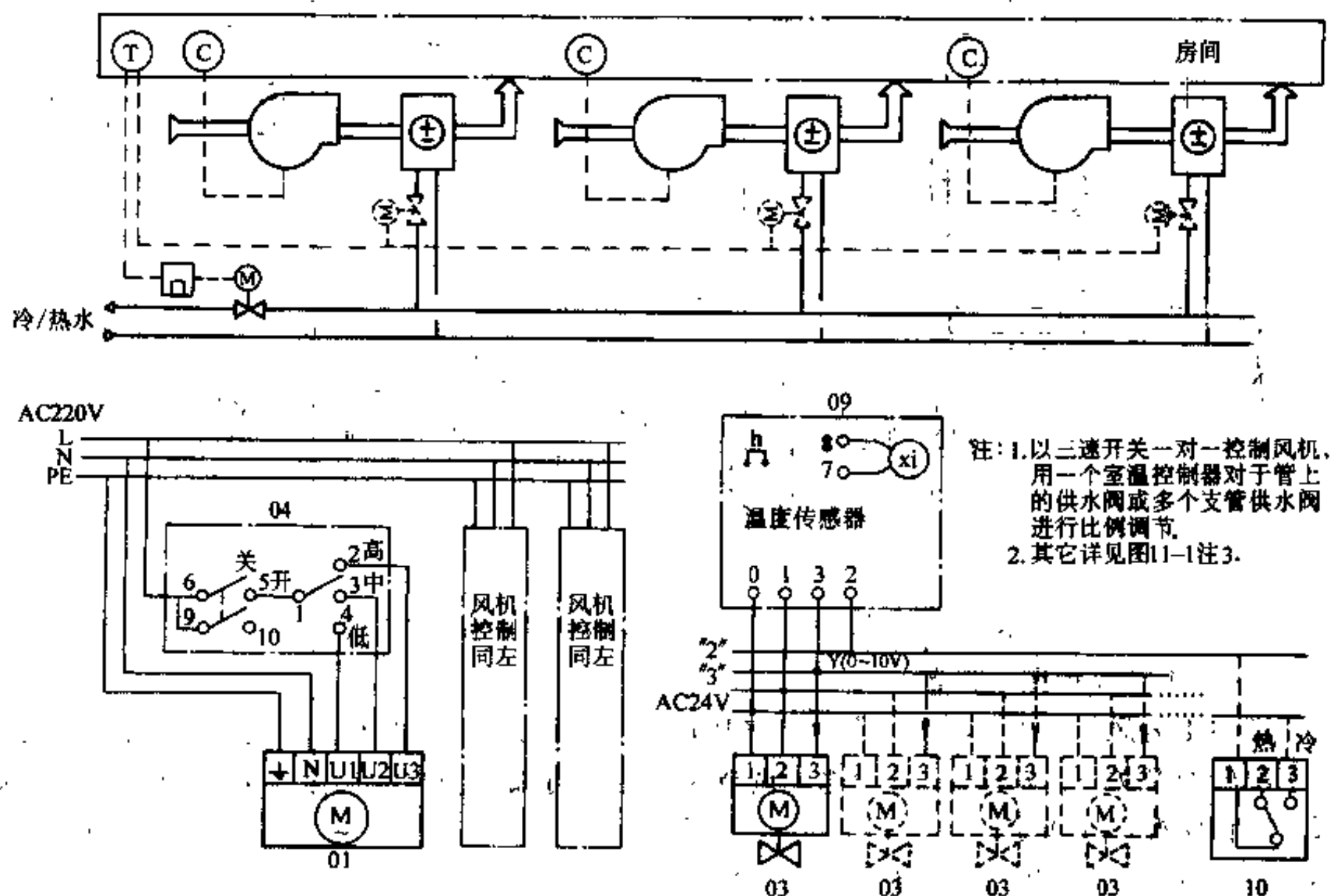


图 11-2 同一房间多台风机盘管电气控制原理图

(一) 工艺流程图及设置

图 11-2 的工艺流程图与图 11-1 基本相同, 所不同的是: 房间内设置三台风机盘管, 每台只设三速开关Ⓒ, 房间内设一只温度控制器Ⓓ, 设冷/热水总干管并有电动调节阀控制, 工作状况由一只工况开关统一控制, 只设比例调节。

(二) 比例调节电气原理图

比例调节电气原理图分两部分, 即风速调节和阀门开闭的时间比例调节。

1. 风速调节与图 11-1 相同, 每台风机盘管均可单独控制风速。
2. 支管及干管上的电动调节阀受温度控制器控制, 同样按所测温度输出 DC 0~10V 电压信号、对阀门打开和关闭时间实行比例调节, 使室内温度恒定。
3. 工况开关受温控器控制, 实现冷/热转换。

最后说明一点, 风机盘管电气线路的识读应与给水专业图样的识读结合起来, 这样可避免失误。

第二节 新风及空气处理机组自控系统电气原理图的识读

新风及空气处理机组空气调节装置是一种常见的空调装置, 简单地讲就是把新鲜空气用引风机吸到风管中, 并在风管中设置加热、冷却、加湿、过滤等装置, 然后再用送风机将新风送到房间的风口处, 进而调节房间的温度和空气的质量, 同时设置各种传感器及自动装置, 进行自动调节。调节过程一般可采用比例 (P)、比例积分 (PI) 或比例积分微分 (PID) 调节器进行, 自动控制系统设置各种联锁、联动、报警、远控装置, 使系统更为复杂。

一、机组的分类

机组分两大类, 即新风处理机组 (简称新风机组) 和空气处理机组, 这两类有很多相同之处, 所不同的是新风机组只设一路风管, 新风—送风管, 而空气处理机组则设两路风管, 即新风—送风管和回风—排风管。另外新风机组无二氧化碳浓度的测量, 而空气处理机组设置了二氧化碳浓度的测量和调节装置, 提高了空气品质, 这也是空气处理名称的由来。在自动控制和调节上两类机组也有较大的差异。

(一) 新风机组按供水管路分类的形式

1. 两管制送冷风控制 冷冻水管共设两根, 并由电动三通阀控制, 风管设电动对开调节阀、空气过滤器、送风机、温度传感器等, 并设有报警、联锁、信号及仪表装置。
2. 两管制送冷/热风控制 冷冻水和热水共用两根管路并由工况转换开关确定工况, 增设温度限位装置, 其他与 1. 基本相同。
3. 两管制送冷/热风且加湿控制, 增设蒸气加湿器, 并由电动阀门控制, 其他基本同 2.。
4. 四管制送冷风和热风控制 冷却水和热水分别由各自的两根管路输送到冷却器和加热器, 均用电动阀控制, 其他基本同 1.。
5. 四管制送冷风和热风且加湿控制, 基本同 4 和 3, 并设最大信号选择器 MAX。

(二) 空气处理机组按供水管路分类的形式

1. 二管制送冷风控制 新风送风管上设置与新风机组 1. 相同, 回风排风管上设排风机和排风电动对开调节阀, 风管均设温度传感器。室内设温度、二氧化碳传感器, 进行温度、

二氧化碳调节指示，系统进行自动调节。

2. 二管制送冷/热风控制 供水管路冷热水共用，工况由工况开关确定，其他同 1.。

3. 二管制送冷/热风且加湿控制 新风送风管增蒸气加湿器，由电动阀控制，并设湿度传感器，其他同 2.。

4. 四管制送冷和热风控制 冷却水和热水分别由各自的两根管道输送到冷却器和加热器，均用电动阀控制，其他同 1.。

5. 四管制送冷风和热风且加湿控制，基本同 4 和 3。

这里只就其典型线路进行分析，各举一例。

二、新风机组两管制送冷/热风且加湿控制电气原理图

图 11-3 是新风机组两管制送冷/热风且加湿电气控制原理图，该图可分两个部分。

(一) 工艺流程图及设置

1. 新风—送风管 1 中设置电动对开多叶调节阀 2、空气过滤器 3、空气加热/冷却器 4、送风机 5、加湿器 6、温度传感器 7、湿度传感器 8 和热电阻 9。

2. 送风机与电动多叶阀 2、冷/热水电动阀、蒸气调节阀联锁；风速受热电阻 9 控制且受差压信号控制。蒸气阀受湿度传感器和调节器的控制，冷/热水阀受温度传感器和调节器的控制。

(二) 调节控制原理图

调节控制原理图可分两部分内容，即调节自控和信号报警系统。

1. 调节及自动控制系统

(1) 系统采用 220V 交流电源，控制部分采用经 TC 变压后的 24V 交流电源。

(2) 系统送风采用 DWS-6P 温湿度传感器测量温度、湿度并将其变为电信号送到 WSZ-ZA 温湿度调节器中，这两个信号与设定的值比较后断续输出三位 PI 调节信号去开启或关闭冷却/加热阀及加湿阀，其中冷却/加热则由工况转换开关来完成，因为温度调节信号是经过工况转换开关的，并由中间继电器 KA4 去完成。阀位显示信号电源为直流 +15V，是由调节器输出的。

(3) 冷却/加热阀、加湿阀和新风风阀与风机是联锁的且同时动作；新风风阀的开启及关闭是受调节器控制的。

2. 信号报警系统

(1) 将主令开关 SA 打在联锁的位置上，系统将自动工作。

(2) 压差开关 06 装设在风管空气过滤器的两侧，当过滤网良好时两侧的压差不足以使 06 动作，信号灯 HB 不点亮；当滤网被污物阻塞且两侧的压差超过允许值时，压差开关 06 动作，使 HB 点亮，提醒运行人员注意应更换滤网。

(3) 压差开关 07 装设在风机的两侧，风机起动后，风机起动装置的起动信号接点 KA (13-14) 是闭合的，如果风速过小，压差开关 07 的 (2-1) 接点是接通的，这时时间继电器 KT 得电吸合并开始延时，风速过小或风机无风故障出现的时间超过系统的允许时间 (KT 整定时间)，其接点 KT (13-14) 闭合，使中间继电器 KA2 得电吸合，其接点 KT2 (33-34) 闭合发出风机故障信号，并且 KA2 (13-14) 闭合，使信号灯 HR1 点亮，提醒运行人员注意。这时 KA2 (23-24) 闭合，通过 KA5 (11-12) 常闭点将电铃 HA 接通，发出报警铃声。运行人员可按动 SB1 (13-14) 使 KA5 得电解除警铃。如果风速超过限值，

接b)图

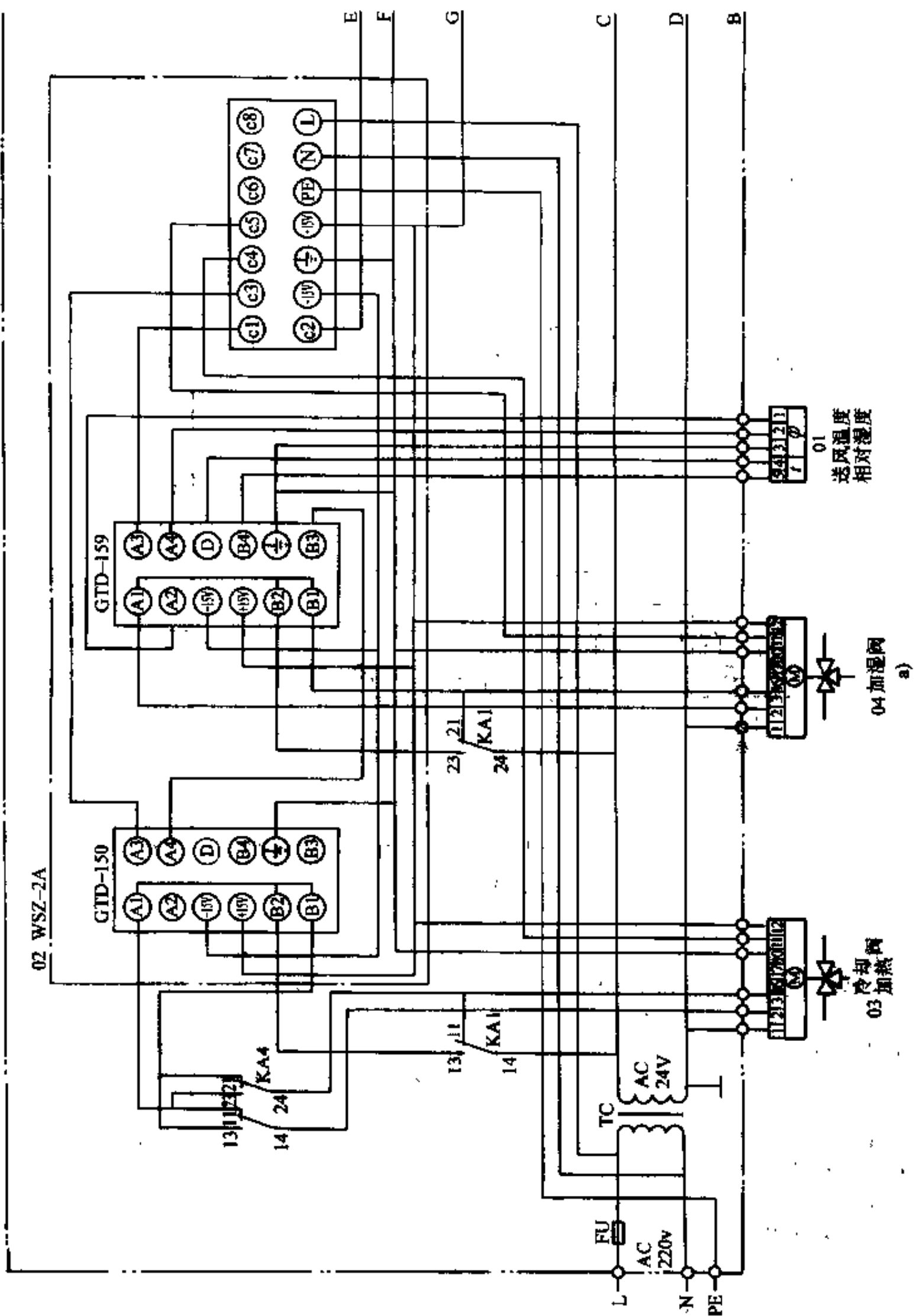


图 11-3 新风机组两管制送冷/热风且加湿电气控制原理图

a) 温度调节器接线图

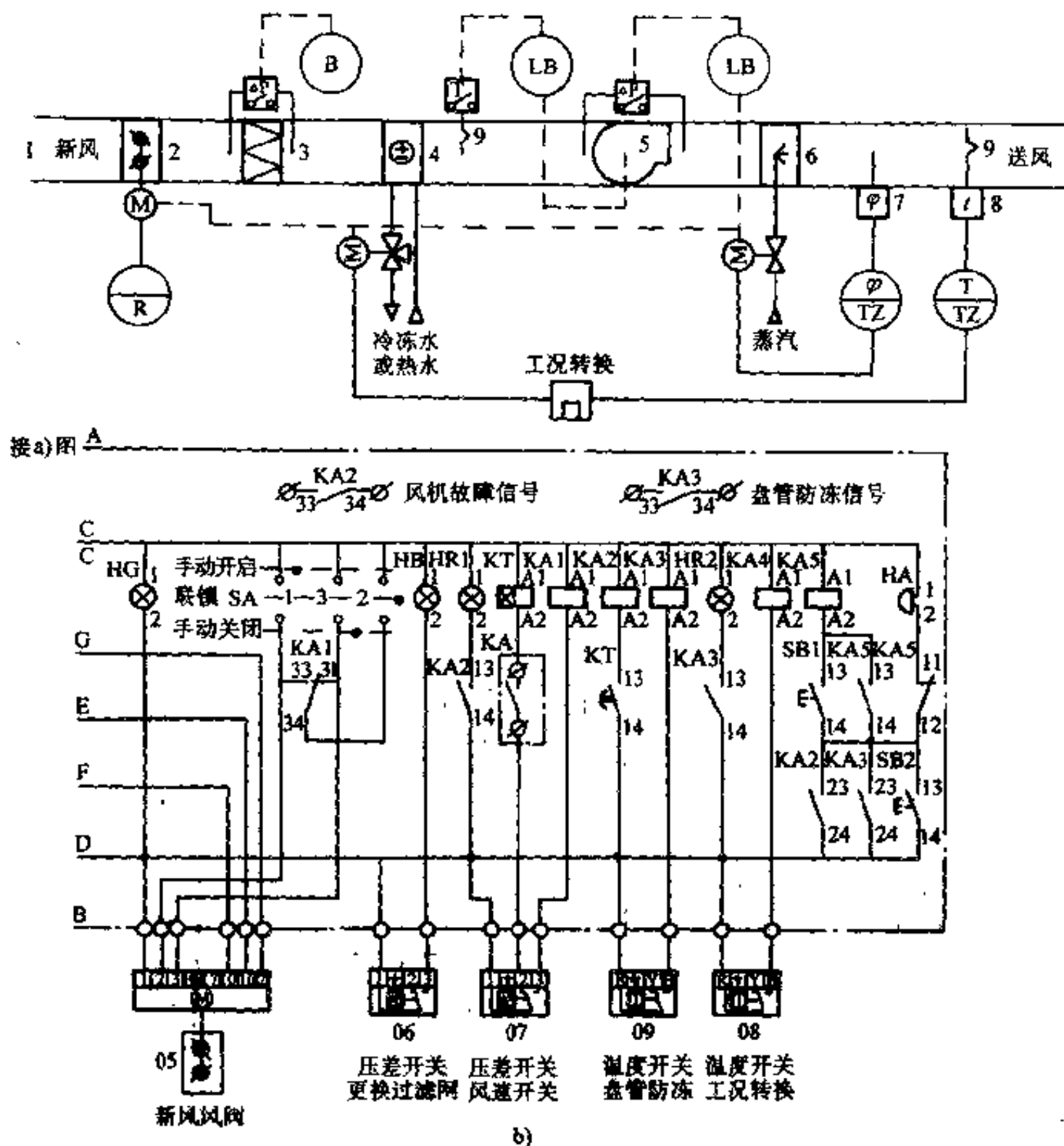


图 11-3 新风机组两管制送冷/热风且加温电气控制原理图 (续)

b) 系统及控制原理图

所需器件:

编号	器件名称	型号	符号	器件名称	型号
01	温湿度传感器 (送风)	DWS-6P (10 ⁺ 40 ⁺ RH)	FU	熔断器	RT9-20/6A
02	温湿度调节器	WSZ-2A (5 ⁺ 15 ⁺)	TC	控制变压器	DBK2-250VA AC 220V/24V
03	电动调节阀 (冷却/加热)	EGSVD (AC 24V)	KA1 KA4	中间继电器	HH54W AC 24V
04	电动调节阀 (加湿)	EGSVD (AC 24V)	KA2 KA3 KA5	中间继电器	HH54 AC 24V
05	电动风阀 (新风)	ESM (AC 24V)	KT	时间继电器	JSF-12 AC 24V
06	压差开关 (过滤网)	CYM (AC 24V)	SB1	控制按钮	LA101-P11-2230
07	压差开关 (风机)	CYM (AC 24V)	SB2	控制按钮	LA101-P11-2250
08	温度开关 (工况转换)	A190HK	SA	主令开关	LS2-3
09	温度开关 (盘管防冻)	A11D-4	HG	信号灯	AD11-10/11 绿色
			HB	信号灯	AD11-10/11 蓝色
			HR1 HR2	信号灯	AD11-10/11 红色
			HA	电铃	UC4-75 AC 24V

注: 1. KA 为风机起动装置引来的风机起动信号。

2. 阀位显示信号电源为 DC +15V, 应将反馈电阻调整为输出 DC 0~10V。

3. 01 温湿度传感器接线应采用有绝缘护套的四芯屏蔽导线 (如 RVVP 型), 端子 3 接屏蔽层。

压差开关 07 将动作, 先将 KT 回路断开, 解除前述报警信号并使 07 (1-3) 接通, 使中间继电器 KA1 得电吸合。KA1 的接点进行切换, KA1 (31-34、21-24、11-14) 打开, KA1 (33-34、23-24、13-14) 闭合, 风机正常运行。

(4) 温度正常时, 温度开关 09 不动作, 当温度太低至使盘管即将结冰时 09 动作, 至使 09 (R-B) 闭合, 中间继电器 KA3 得电吸合, 其常开点 KA3 (13-14) 闭合, 将 HR2 点亮, 发出报警信号, 同时 KA3 (33-34) 闭合发出盘管防冻信号。同样 KA3 (23-24) 闭合使 HA 发出警铃信号。

(5) 温度正常时, 温度开关 08 不动作, 当温度过低/过高时, 使 B-R 闭合, 使中间继电器 KA4 吸合, 其接点进行切换, KA4 (21-24、11-14) 打开, KA4 (23-24、13-14) 闭合, 调节器进行调节, 保持系统温度正常。

(6) 系统装设温度调节指示仪表和湿度调节指示仪表 $\frac{T}{TZ}$ 和 $\frac{\Phi}{TZ}$, 这是与温湿度调节器设在一起的仪表, 装设在仪表柜上, 同时对温度、湿度和阀位可手动显示。

其他四种形式的新风机组电气控制原理与上述内容有很大相同之处, 只是在工艺上差异较大, 读者可按上述分析的方法自行分析。

三、空气处理机组四管制送冷风和热风且加湿控制电气原理图

图 11-4 是空气处理机组四管制送冷风和热风且加湿控制电气原理图, 该图分两部分。

(一) 工艺流程图及设置

1. 工艺上设新风—送风管和回风—排风管, 其中新风—送风管 1、中设置新风阀、空气过滤器、空气冷却器和加热器、送风机、加湿器、湿度传感器、温度传感器和热电阻。回风—排风管 2 中设置排风风阀、排风机、湿度传感器、温度传感器。新风和回风管间设回风风阀。在被调节空气的室内设湿度传感器、温度传感器和 CO₂ 传感器。

2. 系统设联锁装置, 并设温度调节指示仪、CO₂ 调节指示仪、湿度调节指示仪、焓值调节器和最大信号选择器, 其他设置与上述新风机组基本相同。

(二) 调节控制原理图

调节控制原理可分调节自控和信号报警两个内容。

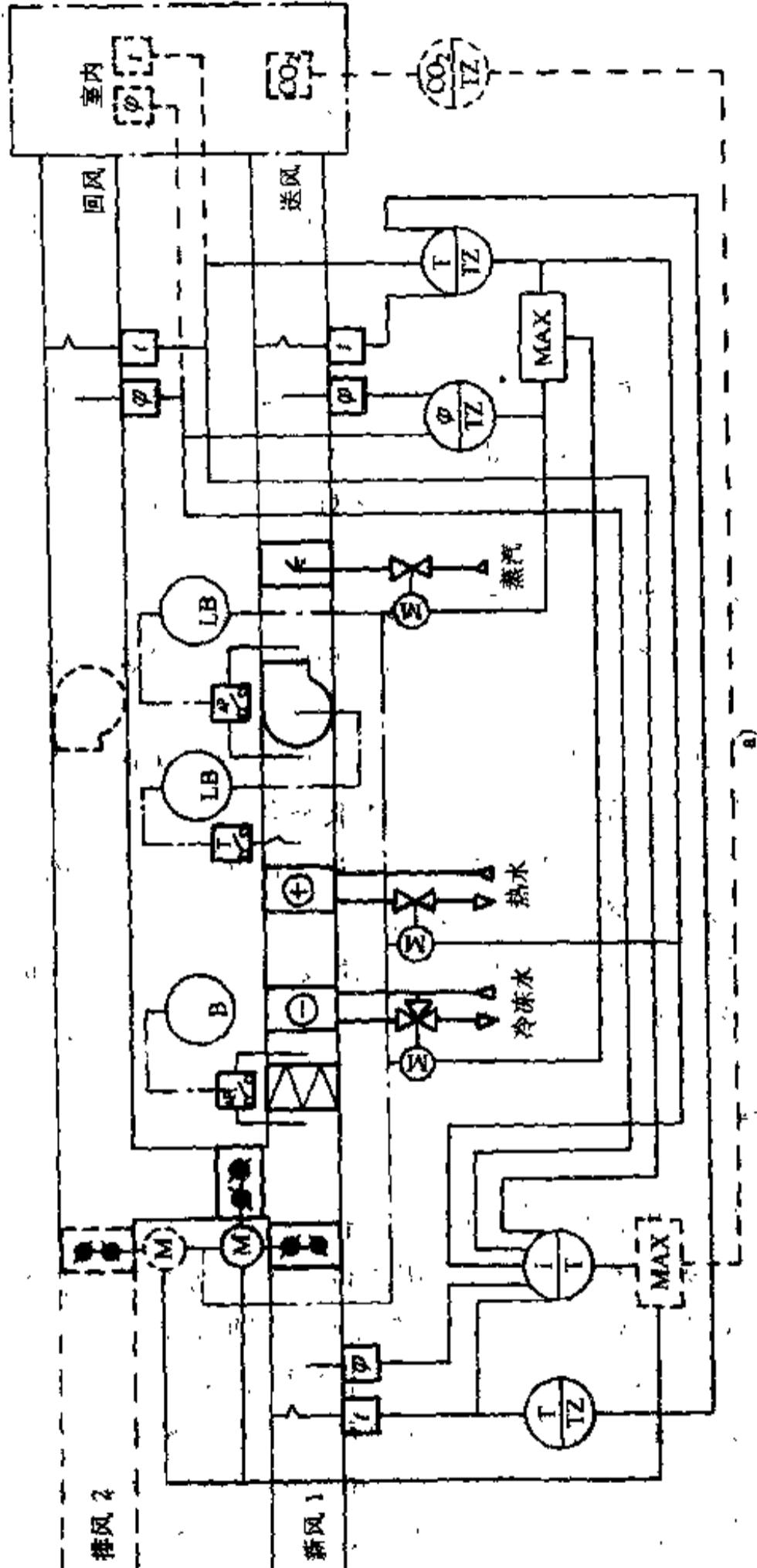
1. 调节及自动控制系统

(1) 系统采用 220V 交流电源, 控制部分采用经 TC 变压后的交流 24V 电源。

(2) 调节控制系统采用串级调节, 所谓串级调节就是系统采用主调节器与副调节器串接的形式, 其中主调节器的输出作为副调节器副调参数的给定值, 进而形成双回路闭环调节, 见图 11-5。本系统中主调参数为回风温度和湿度, 副调参数为送风温度和湿度。

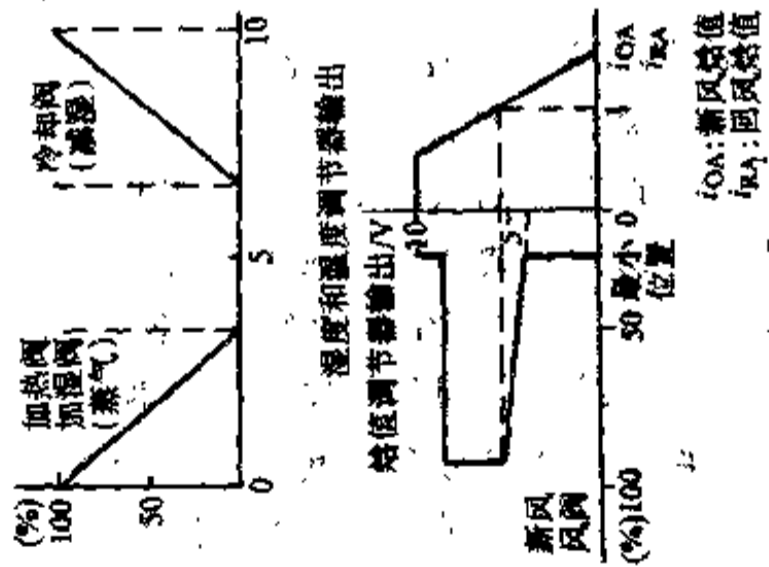
(3) 系统设置四只温湿度传感器, 分别去测量新风、送风、回风和被调室内的湿度和湿度, 被调室内还设有 CO₂ 传感器, 测量室内的 CO₂ 浓度, 并且将测量到的非电信号变为电信号。其中送风、回风和室内的信号送到温度调节器和湿度调节器中, 与给定信号比较后输出连续 PI 调节信号去控制冷水、热水和蒸气电动阀的开度, 同时将信号送至新风处的焓值调节器中。焓值调节器是调节热能的, 它接受温度和湿度信号, 可进行 PI 调节。

(4) 焓值调节器一方面接受新风的温度、湿度信号, 同时又接受回风和室内的温度、湿度信号, 此外还接受送风被调节后的调节信号和室内 CO₂ 浓度调节器的信号, 根据新风和回风的焓值比较来调节新风阀、排风阀和回风阀的开度, 达到经济运行的开度。



所需器件:

编号	器件名称	所需器件:
01	温湿度传感器 (回风)	ESRL11
02	温湿度传感器 (送风)	ESTS
03	温湿度传感器 (新风)	EGSVD (EPOS) (AC 24V)
04	指针式显示器 (回风温度)	EGSVD (EPOS) (AC 24V)
05	指针式显示器 (送风温度)	EGSVD (EPOS) (AC 24V)
06	指针式显示器 (新风温度)	ESM (EPOS) (AC 24V)
07	指针式显示器 (回风相对湿度)	ESM (EPOS) (AC 24V)
08	指针式显示器 (送风相对湿度)	ESM (EPOS) (AC 24V)
09	指针式显示器 (新风相对湿度)	CYM (AC 24V)
10	湿度调节器	CYM (AC 24V)
11	温度调节器	AIID-4
12	熔值调节器	ESRL51



注: 图中虚线为可选控制方案。

编号	器件名称	型号	型号
13	补偿调节器	EKFM020/40	ESRL11
14	电压给定器	EKFM020/40	ESTS
15	电动调节阀 (加湿)	EKFM020/40	EGSVD (EPOS) (AC 24V)
16	电动调节阀 (加热)	EAKT020/40	EGSVD (EPOS) (AC 24V)
17	电动调节阀 (冷却)	EAKT020/40	EGSVD (EPOS) (AC 24V)
18	电动风阀 (新风)	EAKT020/40	ESM (EPOS) (AC 24V)
19	电动风阀 (回风)	EAKED/100	ESM (EPOS) (AC 24V)
20	电动风阀 (排风)	EAKE0/100	ESM (EPOS) (AC 24V)
21	压差开关 (过滤网)	EAKE0/100	CYM (AC 24V)
22	压差开关 (风机)	ESRL31	CYM (AC 24V)
23	温度开关 (盘管防冻)	ESRL31	AIID-4
		ESRL51	

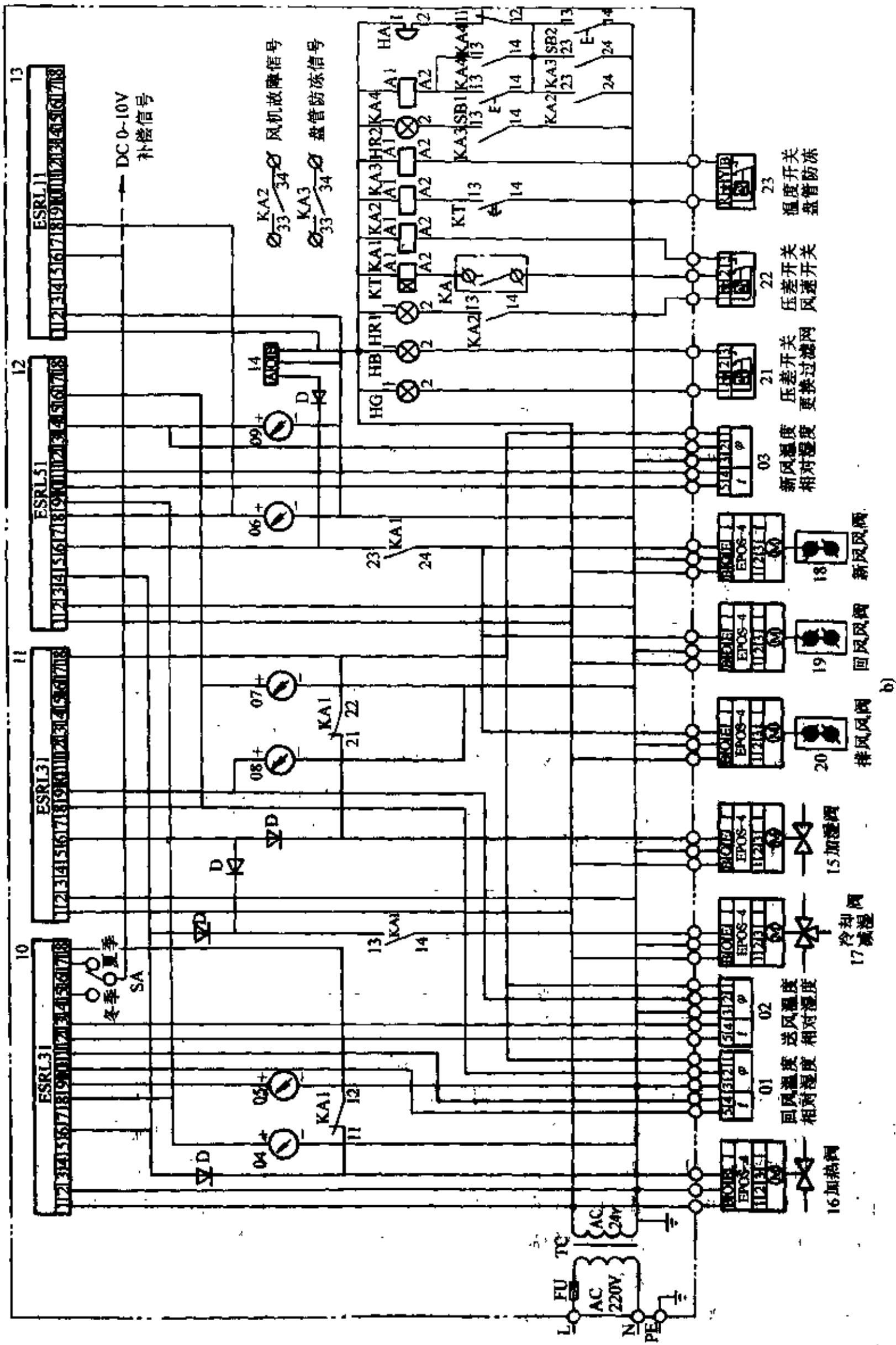


图 11-4 空气处理机组四管制送冷风和热风且加湿控制电气原理图

a) 工艺流程及设置 b) 控制原理

注：1. KA 为风机启动装置引来的风机启动信号。

2. SA 为温度补偿季节转换开关，采用 KN3-BZZ1D。

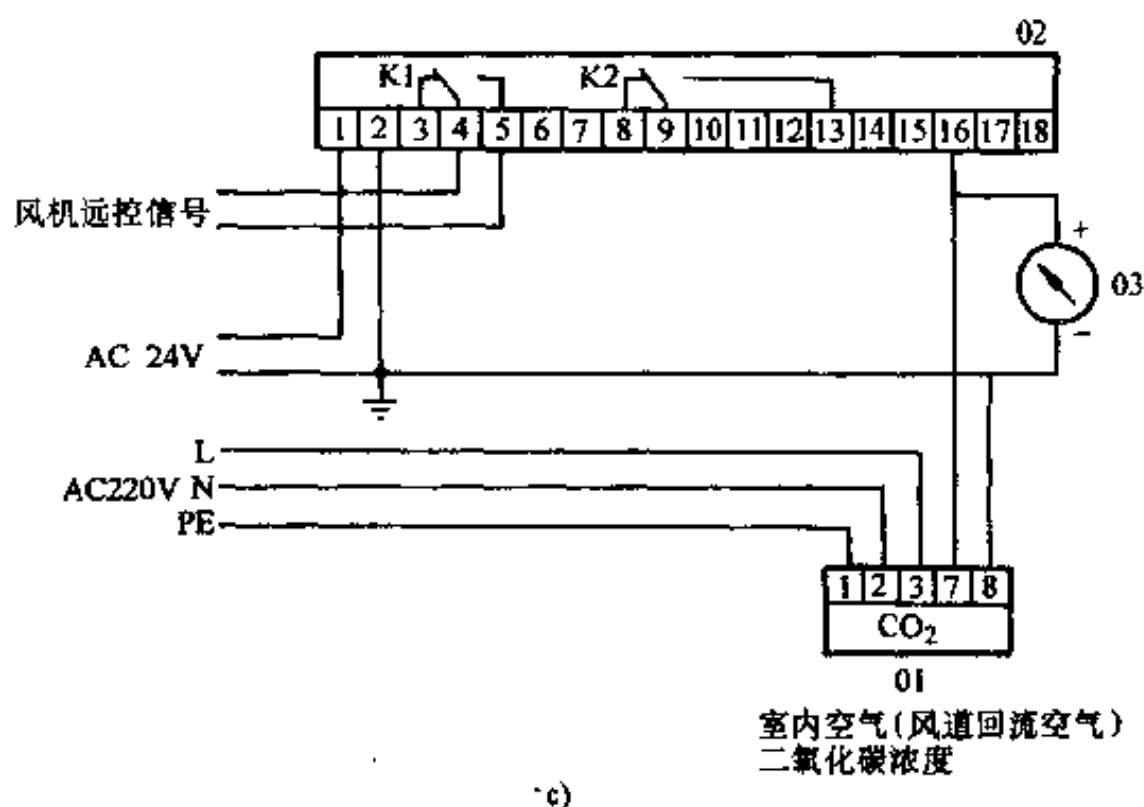


图 11-4 空气处理机组四管制送冷风和热风且加湿控制电气原理图 (续)

c) 空气品质控制原理

所需器件:

编号	器件名称	型号
01	室内空气二氧化碳浓度传感器	AQ/S (DC 0~10V)
	风道回流空气二氧化碳浓度传感器	AQ/D (DC 0~10V)
02	电子二步继电器	ESR1
03	指针式显示器 (二氧化碳浓度)	EAK0/100

注: 1. 采用本方案应将本图作为自控系统的一部分, 纳入相应的控制原理图中。

2. 空气品质的检测应根据所在场所的特性, 选择相适应的传感器。

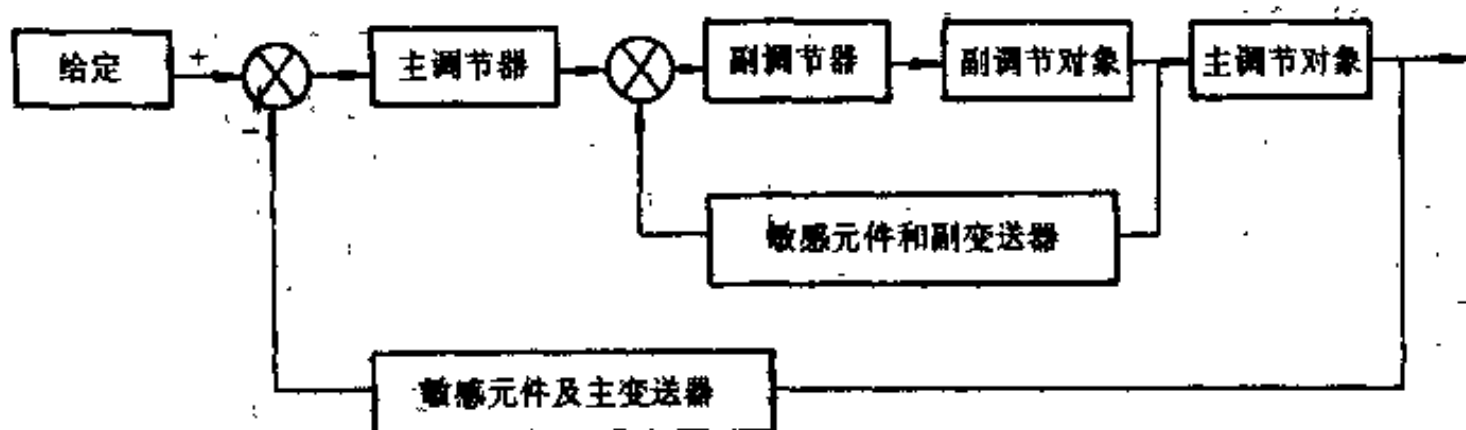


图 11-5 串级调节方框示意图

(5) 根据以上分析可以看出系统是通过两个调节器串联的方式进行工作的。串级温度调节器分程调节加热阀、冷却阀和控制焓值调节器, 来控制回风的温度, 副调送风温度, 又按新风温度通过补偿调节器设定回风温度给定值。同时串级湿度调节器也是分程调节蒸气加热阀、冷却减湿阀来控制回风的相对湿度, 副调送风湿度, 其中冷却阀的控制是取之温度湿度调节器输出的最大(max)信号来自动选择调节的。焓值调节器的调节方式使两组串级调节(温度、湿度)达到配合合理, 促使系统经济运行。

(6) 调节系统中设置了转换开关 SA, 并由其决定冬季和夏季的工作方式。同时设置了六块针式显式仪表, 显示回风、送风、新风的温度和相对湿度。

2. 信号报警系统与图 11-3 基本相同, 只是取掉了工况转换中间继电器, 读者自行分

析。同时系统设置两只温度调节指示仪，一只湿度调节指示仪，一只焓值调节仪，一只 CO_2 调节指示仪，均装在仪表柜上。

该系统可人为按最小新风需要量设置风阀的最小位置，也可选用指针式仪表显示探测部位的温度和阀位，这些应按工艺设计要求进行。

其他形式的几种空气调节机组电气控制原理与上述内容基本相同，除了工艺上的差异外，在新风调节上采用的是混风调节器，实际上是一温差调节器 $\left(\frac{\Delta T}{T}\right)$ ，它只接受新风、回风的温度信号及送风温度调节器的调节信号，然后进行超驰控制来调节新风阀、回风阀和排风阀而达到经济开度。超驰控制是指某参数达到临界时，为了系统安全，执行器受此参数控制，或处于最大或处于最小位置，有时比临界值稍小一点，保证系统安全。

四、送风机的控制原理图

空气调节自动控制系统中风机的控制原理图与前述章节中电动机的控制基本相同，一般采用双速电机直接起动或单速电机直接起动，容量较大的采用 $Y-\Delta$ 起动，这里只介绍一起电动机控制原理图的另一种画法，供读者在识图中参考。图 11-6 是送风机 $Y-\Delta$ 控制原理图，表 11-2 是主要电气元件表，图中 $X\boxed{}:\boxed{}$ （方框中为数字）是接线座的一种标注方法，表示接线座的序号，图中同一标注的序号是连接的。图中每一回路均用 1、2…按顺序表示，并在序号的下面画出该回路接触器辅助接点或继电器接点在图中各个回路的分布情况，其中数字表示回路的序号， \triangle 表示外引接点， $-|$ 各表示常开接点、常闭接点。这种画法为分析电路带来了极大的方便。

（一）工作原理

1. 手动运行（SA1 打在手动运行/试验上）

(1) 电源有电、熔断器 FU 完好，第一回路接通，绿色信号灯 HG 点亮，说明控制电源正常。

(2) 第三回路中，KA3 (11-12)、KH (81-82)、SB2 (11-12)、KM3 (11-12) KA2 (21-22) 均为常闭接点，接线座 (X1:7-X1:8) 是由仪表控制回路的盘管防冻信号引来的常闭接点，SA1-1 手动运行中是闭合的，因此手按动 SB1 按钮时接触器 KM1 吸合，其主触点将主回路中电动机的 W2、U2、V2 接成星形。其辅助触点的分布使第四回路的常开点 KM1 (13-14) 闭合自保，使第十回路的常闭点 KM1 (11-12) 打开，实现 KM1 和 KM3 的互锁。

(3) 第四回路中，KT (11-12) 为常闭，中间继电器 KA1 得电吸合，其接点的分布使第七回路的常开点 KA1 (13-14) 闭合，使第九回路的常闭点 KA1 (11-12) 打开。这样第七回路的接触器 KM2 得电吸合，电动机接成星形全压起动。KM2 接点的分布使第八回路的常开点 KM2 (13-14) 闭合实现自保，使第五回路的常开点 KM2 (23-24) 闭合，这样时间继电器 KT 得电吸合并开始延时。

(4) KT 接点的分布使第四回路的 KT (11-12) 延时打开，这样 KA1 失电，其分布在第七回路的常开断开，因 KM2 (13-14) 自保，不影响 KM2 的工作状态；分布在第九回路的常闭点 KA1 (11-12) 复位闭合，KT 分布在第九回路的 KT (13-14) 延时闭合，这样第九回路接为通路，中间继电器 KA2 得电吸合。

(5) KA2 接点的分布使第三回路的 KA2 (21-22) 打开，KM1 失电，其分布在第四回

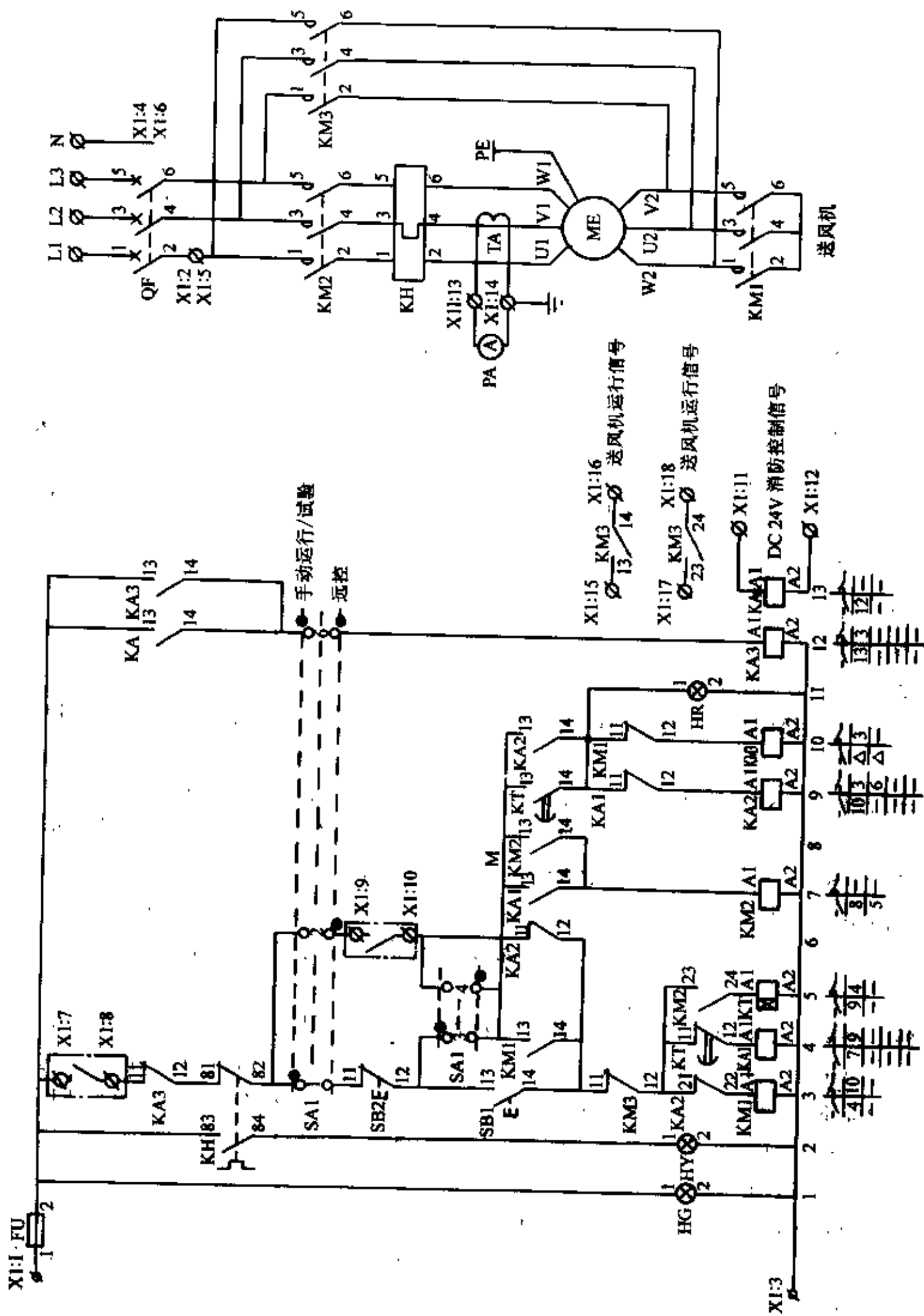


图 11-6 送风机 Y Δ 起停控制原理图

注：1. 图中二次电路中点接线框内接线座 X1:7 和 X1:8 连接的触头为来自仪表控制回路的盘管防冻信号，接线座 X1:9 和 X1:10 连接的触头为来自外电路的远控信号。
 2. 二次电路中接线座 X1:1 和 X1:2、X1:3 和 X1:4 短接。接线座 X1:5 和 X1:6 作为仪表控制回路电源引至仪表控制装置。

表 11-2 主要电气元件表

文字符号	名称	型号规格
QF	断路器	设计确定
KM1~3 KM4~6	接触器	设计确定
KH KH1 KH2	热继电器	设计确定
TA TA1 TA2	电流互感器	设计确定
PA PA1 PA2	电流表	设计确定
FU	熔断器	RT9-20/6A
SA1	转换开关	LW5-15D1044/4
SA2	转换开关	LW5-15D1370/5
SA3	钮子开关	KN3-B1Z1D
SB1 SB3	控制按钮	LA101-P11-2220
SB2 SB4	控制按钮	LA101-P11-2210
KT1 KT2	时间继电器	JS23-31/2
KA1~5	中间继电器	JDJ1-44
KA	中间继电器	HH52 DC 24V
HG	信号灯	AD11-10/21 绿色
HY HY1 HY2	信号灯	AD11-10/21 黄色
HR HR1 HR2	信号灯	AD11-10/21 红色
X1	接线座	JH2-2.5L l=300mm

注：未注明的二次电路元件额定电压均为 AC220V。

路的 KM1 (13-14) 打开解除自保，第十回路的 KM1 (11-12) 复位闭合为 KM3 得电作准备，这时电机星点被 KM1 解开。KA2 在第六回路的接点 KA2 (11-12) 打开，KA2 在第十回路的常开点 KA2 (13-14) 闭合，接通了接触器 KM3，电动机完成了星形起动到角形运行的过渡，这时电动机 U_1W_2 、 V_1U_2 、 W_1V_2 被 KM3 连接为 Δ 形，起动完毕。

(6) KM3 辅助接点的分布使第三回路的常闭点 KM3 (11-12) 打开，解除与 KM1 的互锁，两对常开点 KM3 (13-14)、KM3 (23-24) 闭合，发出风机运行的信号，供外引电路使用。同时 KT 失电，其第九回路的接点 KT (13-14) 打开，因 KA2 (13-14) 闭合自保，不影响 KM3 和 KA2 的工作状态。

这时我们要注意到， Δ 形运行后 KM2、KA2、KM3 的得电回路是直接从 SB2 (12) - SA1 (3) - KM2 (13) - KA2 (13) 的连线 M 上得到的 (图中 M 的标注是作者为了识读的讲述而画上的，原图无 M 字样)。另外， Δ 形运行后，KM2 仍然吸合，这时图中 KH 和 TA 是接在电动机的相绕组上的，测得到的电流是相电流，而不是线电流，在调整中应注意，这也是本电路的一个缺点。

(7) 在风机正常运行中，若发生以下情况，电动机将失电停止运行。

- 1) 操作 SA1 或 SB2 可将电机手动停止，为运行人员提供了一旦发生事故可及时停车。
- 2) 运行过程中电动机过负荷时限超过热继电器 KH 的时限，KH 则动作，其常闭点 KH (81-82) 打开切断控制电源的回路，接触器 KM2、KM3 失电，电动机自动停止；KH (83-

84) 闭合点亮事故信号灯 HY。

3) 当火灾发生时,第十三回路的信号继电器 KA 得电吸合,发出火警信号,分布在第十二回路的常开点 KA (13-14) 闭合,使 KA3 接通吸合,第十三回路的常开点 KA3 (13-14) 闭合自保,第三回路的常闭 KA3 (11-12) 打开切断控制回路电源,电机停止。

4) 空调系统盘管防冻信号继电器 KA3 吸合后,外引入接点接线座 (X1:7-X1:8) 打开,切断控制回路电源,电机停止。

5) 当电动机内部发生短路或主回路发生短路时,空气开关 QF 自动跳闸,切断电机电源,电机停止。

2. 远控运行 (SA1 打在远控上)

(1) 同1-(1)。

(2) SA1 (2) 接通,远控信号由接线座 (X1:9-X1:10) 引入,电源经 SA1 (4) 引入图中标注 M 的线段上,同时电源经 X1:10-KA2 常闭点 (11-12)-KM3 常闭点 (11-12) 使 KM1、KA1 得电吸合,以下控制程序基本同手动控制的程序,可按1-(2)及以下的內容进行分析。

(3) 停车同 1.。

最后说明一点,新风及空气处理机组自控系统采用的传感器、调节器、电动阀、压差开关、温度开关及各种电子器件等,均应以工程提供的施工图样中标注的型号为准,电路及工作方式应以其产品说明书为准,这里的图样及型号则是为了讲述的方便而选用的。

第三节 制冷机组自控系统电气原理图的识读

制冷机组是为空气调节系统提供冷冻水及其它制冷装置提供冷源的机械装置,有着整套的自动控制系统。系统设置各类电动阀、电磁阀、调节器、传感器、压差或压力控制器、水流信号装置、仪表及配套元件等,加之常规的电气控制装置,构成了复杂的自动控制系统。

一、机组的分类

机组一般是按机组的机械结构分类的,可分为活塞式、螺杆式、离心式、溴化锂吸收式及其它形式的制冷机组。其中活塞式、螺杆式、离心式机组一般由制冷机、冷冻水泵、冷却水泵、冷却塔风机组成机泵(附泵)系统,几个机泵系统又组成一个大系统,可分为:

1. 一台制冷机一套附泵系统(简称一台制);
2. 两台制冷机两套附泵系统(简称两台制);
3. 三台制冷机三套附泵系统(简称三台制)。

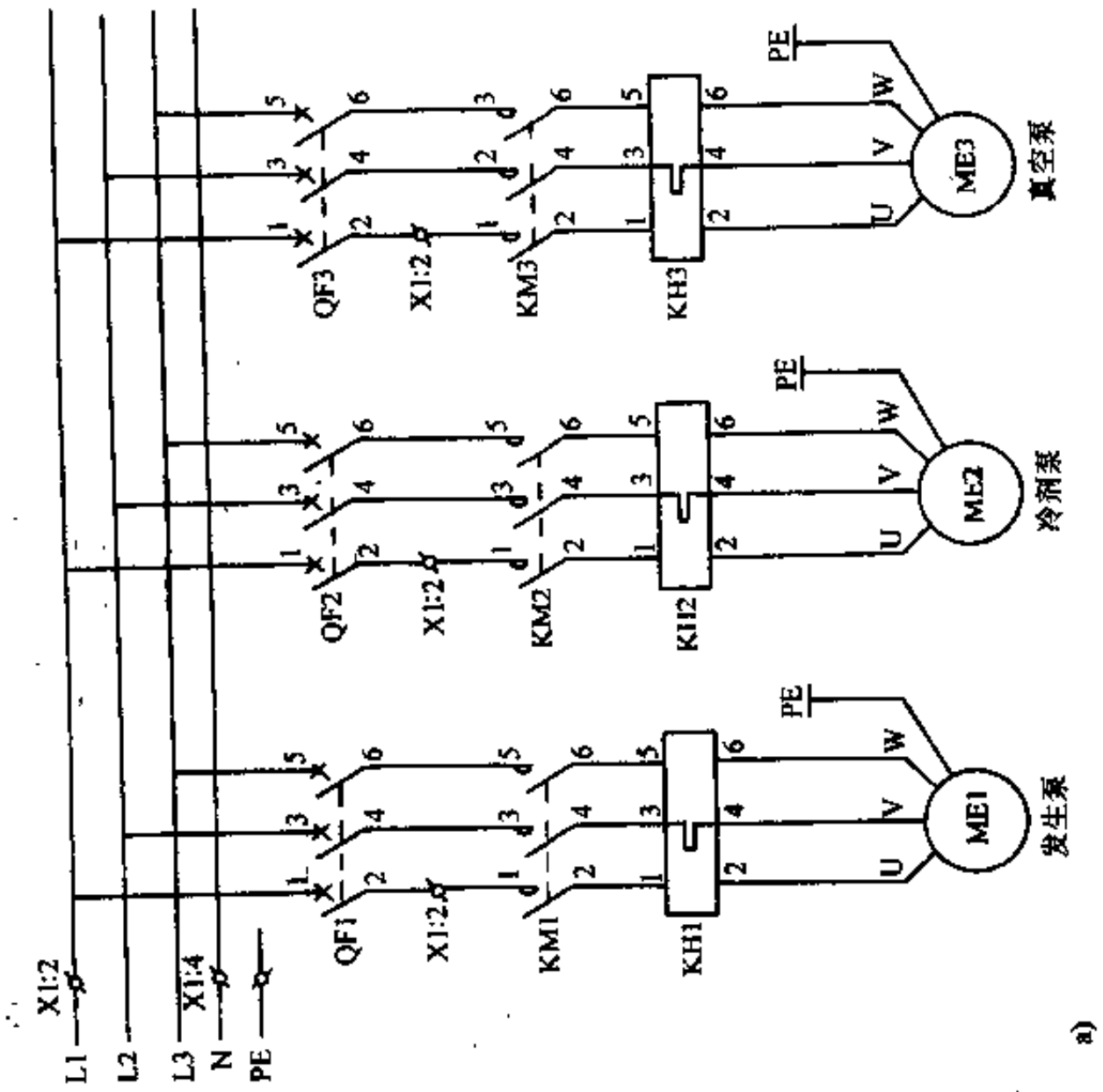
溴化锂吸收式制冷机组由发生泵、冷剂泵、真空泵及配套的冷却水泵、冷水泵及冷却塔风机组成。

二、溴化锂吸收式制冷机组自动控制原理图

图 11-7 是溴化锂吸收式制冷机组控制原理图。图中不包括配套的冷却水部分,可参考后述的一台制冷机一套附泵系统,见图 11-11。图 11-8 是溴化锂吸收式制冷机组工艺流程及仪表配置图,溴化锂吸收式制冷机组顺序控制方式如下:

系统运行方式:自动手动两种方式,在电控箱上转换。

溴化锂吸收式制冷机是利用热能来制冷的,热量的供入与否则表示制冷机是否处于工作

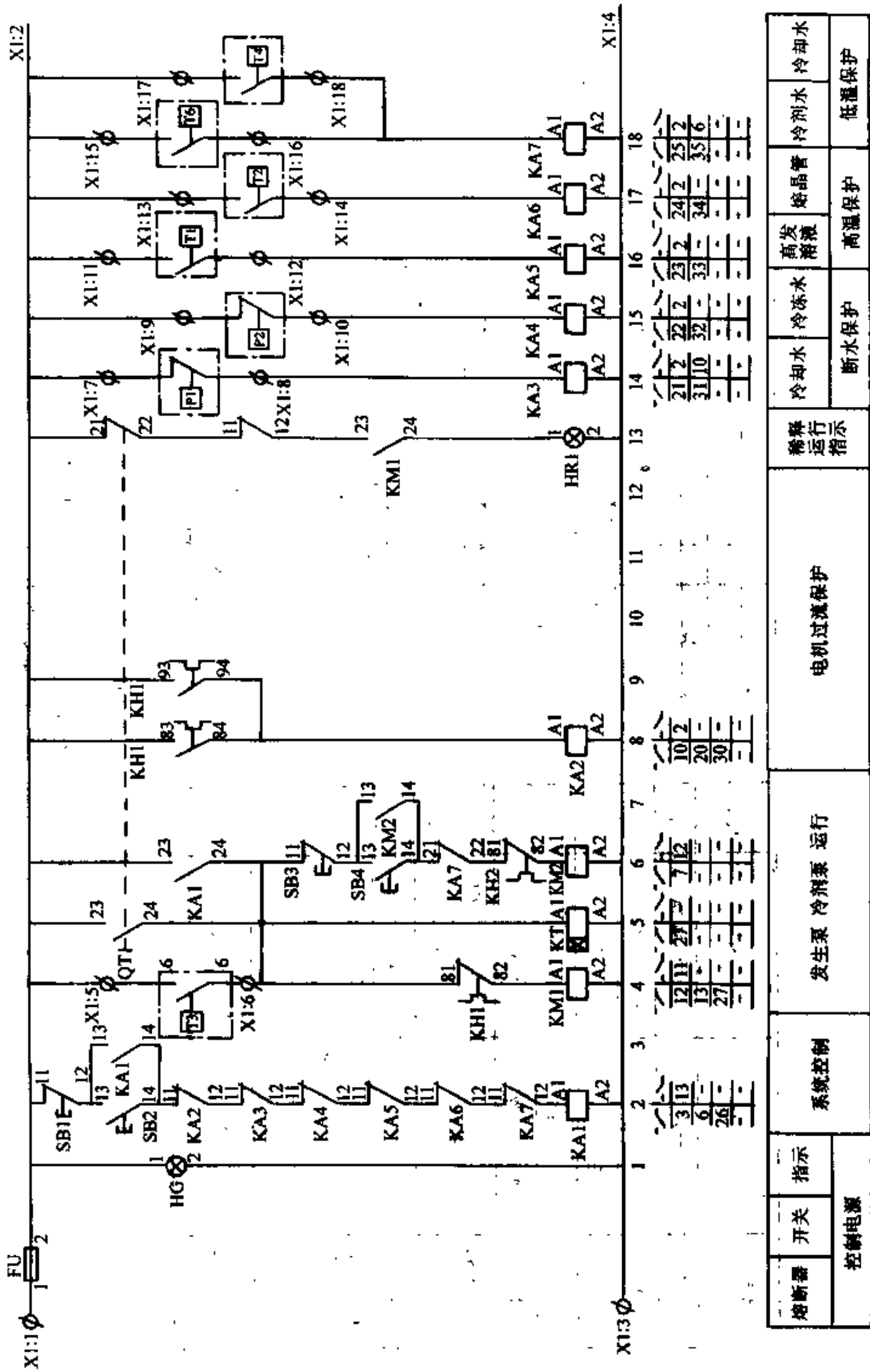


a)

文字符号	名称	型号	数量
FU1	熔断器	RT9-20/6A	1
QT	选择开关	LA101Z-FXB20	
QT1, QT2	主令开关	LS2-2	1
KA1~KA8	中间继电器	JDZ1-44	15
KT	时间继电器	JS23-31/2	5
SB1, SB3, SB5	控制按钮	LA101-P11-2220	3
SB2, SB4		LA101-P11-2230	2
HG1	信号灯	AD11/21	1
HR1~HR4		AD11/21	3
HY1~HY6		AD11/21	2
HA	电铃	65-1-75	1
X1	接线座	JH2-2.5L 1=400mm	1

图 11-7 溴化锂吸收式制冷机组控制原理图

a) 主回路及元件表



b)

图 11-7 溴化锂吸收式制冷机组控制原理图 (续)

b) 控制原理图 (一)

熔断器	开关	系统控制	发生泵 制冷剂泵 运行	电机过流保护	稀释运行指示	冷却水	冷冻水	蒸发器	熔晶管	冷却剂水	冷却水
	指示					断水保护	高温保护	低温保护			
控制电源											

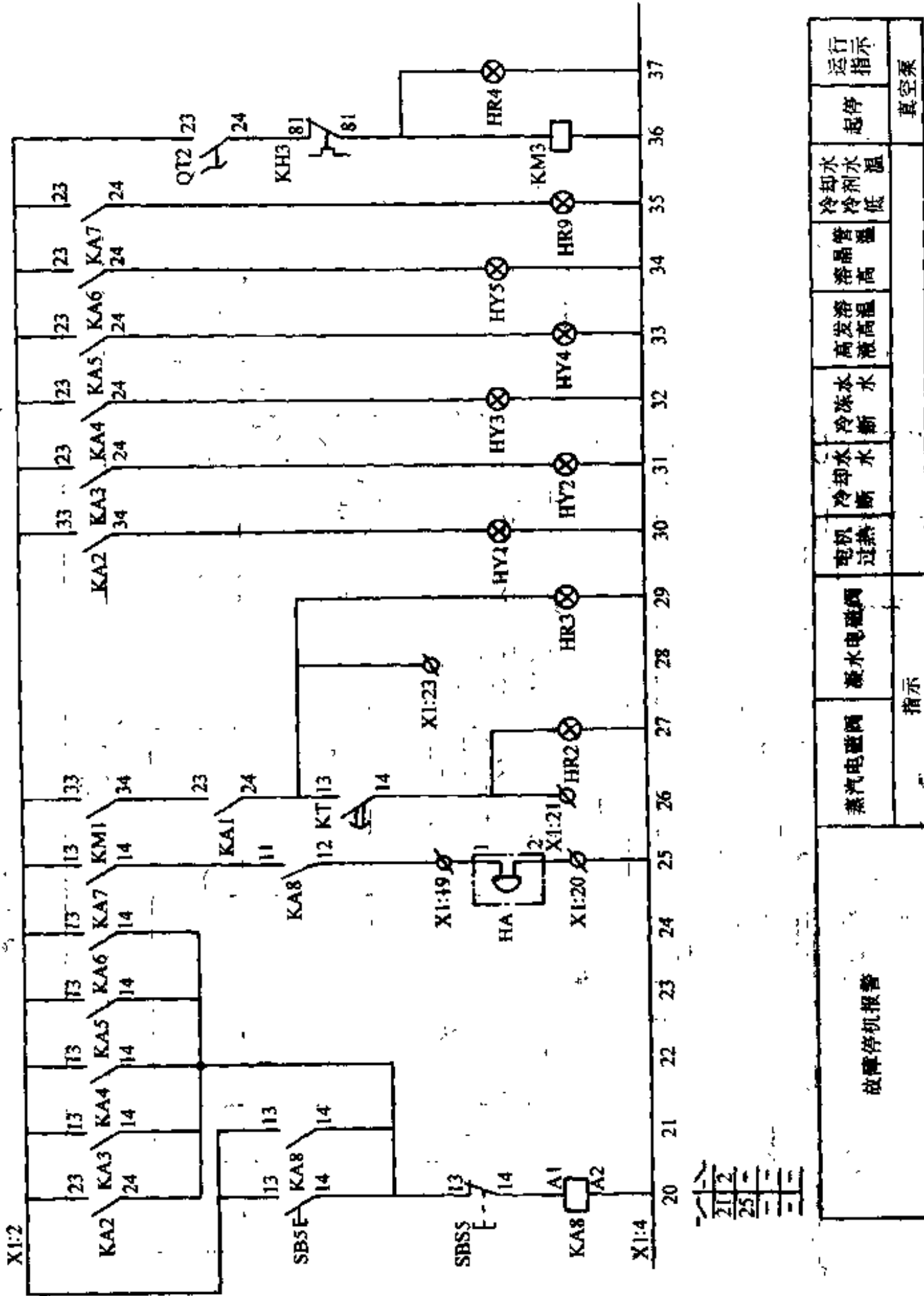


图 11-7 溴化锂吸收式制冷机组控制原理图 (续)

c) 控制原理图 (二)

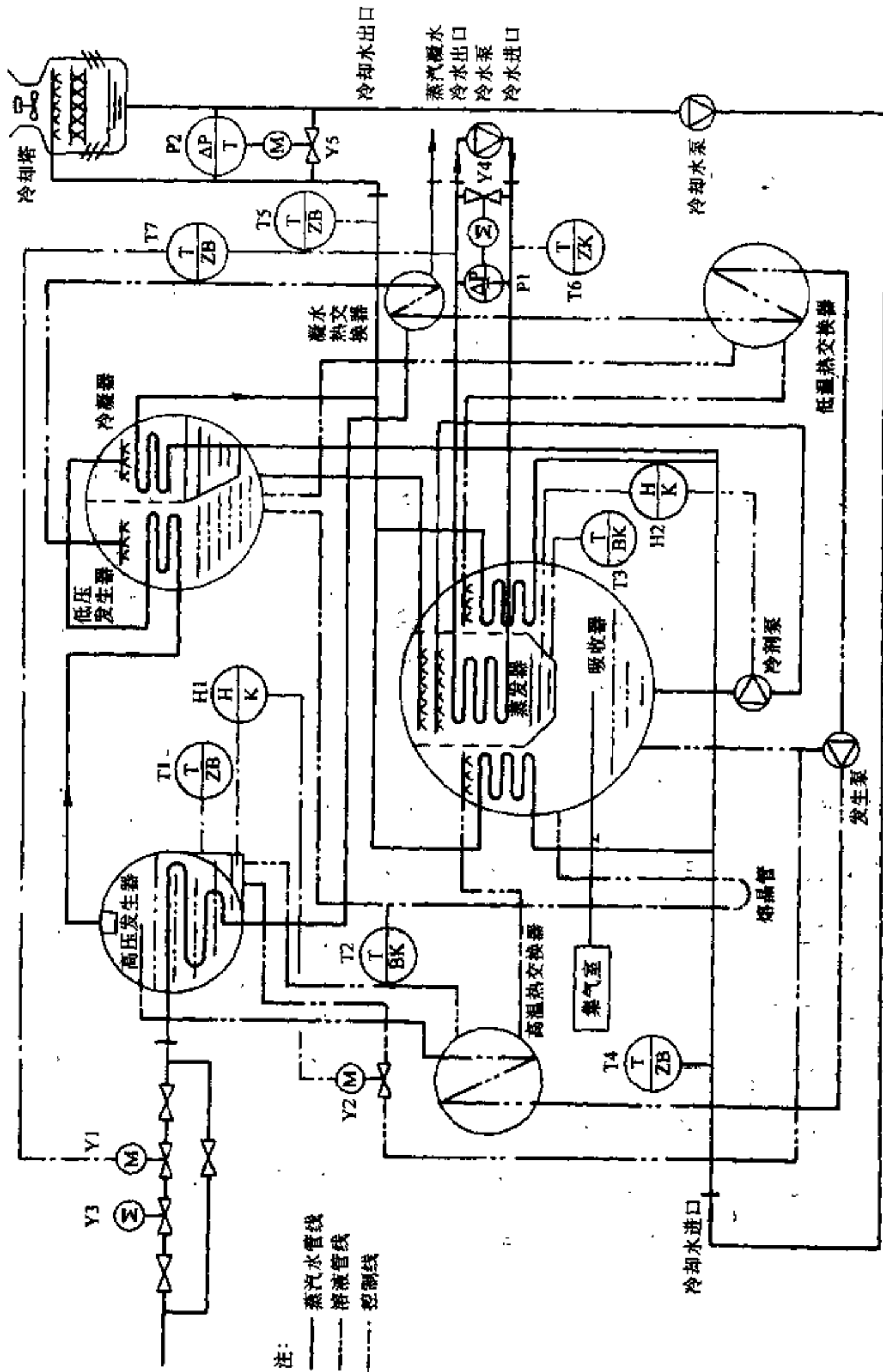


图 11-8 溴化锂吸收式制冷机组工艺流程及仪表配置图

状态，根据该制冷机的特点，在机组的启动和停车过程中，蒸汽的供人或切断以及机组各泵的运行或停止应按一定的程序进行。

自动运行方式（电控箱上转换开关置于“自动”位置）。

启动顺序见图 11-9a)。

停机顺序见图 11-9b)。

手动运行方式：（电控箱上转换开关置于“手动”位置）

发生泵起（停），冷剂泵启（停），溶液回流阀开（关），蒸汽调节阀开度均由“手动”开关控制，真空泵操作只具备“手动”方式。这里以某系列制冷机为实例，介绍其手动控制原理。

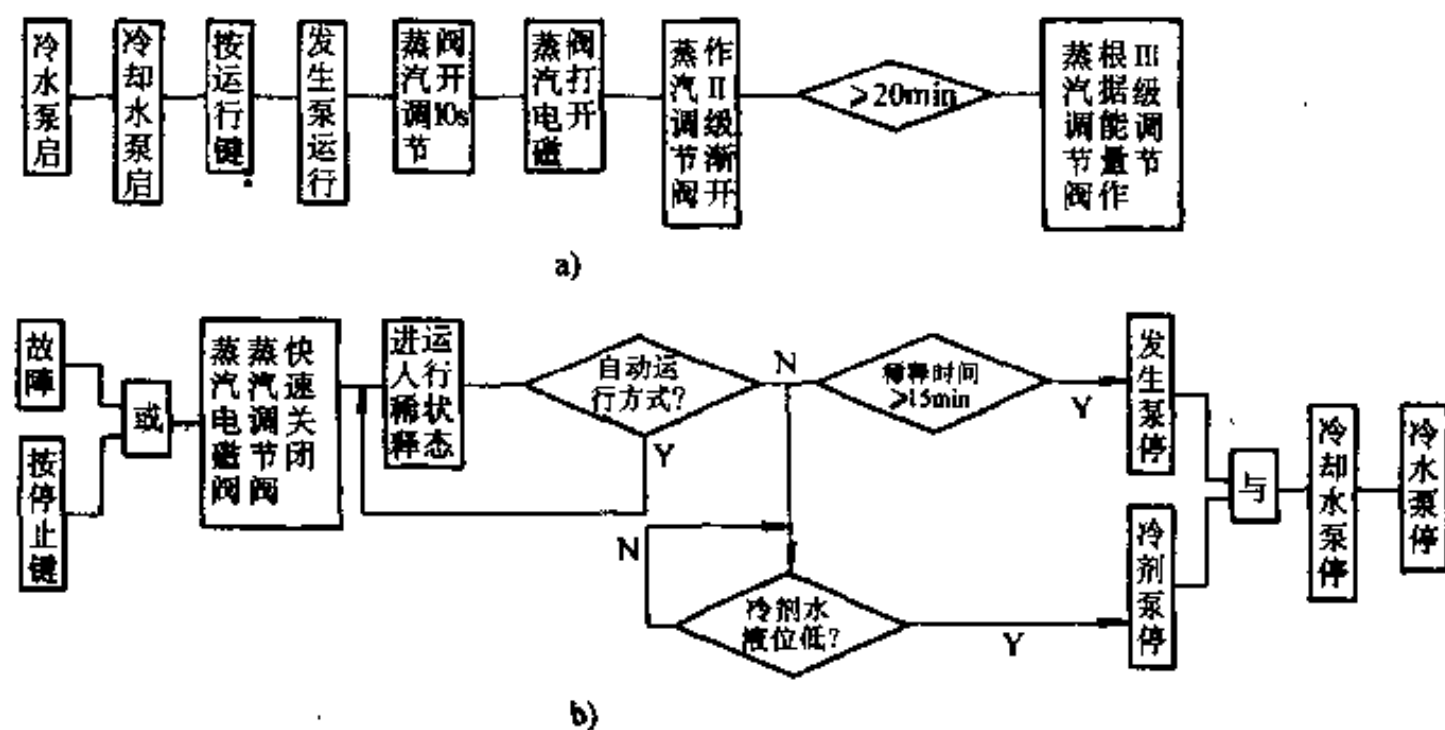


图 11-9 双效溴化锂吸收式制冷机组系统起停顺序

a) 启动顺序 b) 停机顺序

（一）工艺流程及设置

1. 工艺流程 由图 11-8 可知，系统被真空泵（图中未画出）抽到高真空后，发生泵启动将吸收器内的溴化锂水溶液分别送到高、低压发生器中，高压发生器中的蒸汽将其浓缩，这样较稀的溶液则变成浓溶液，同时产生高压冷剂蒸汽，这个高压冷剂蒸汽进入低压发生器的换热管内后加热浓缩稀溶液，同时也产生冷剂蒸汽。

发生器产生的冷剂蒸汽（包括冷剂水）在冷凝器中被由冷却水泵打来的冷却水冷却和冷凝后送到蒸发器，再由冷剂泵将其打回到蒸发器进行喷淋，进而高真空下吸收管内冷水的热量而低温沸腾，这样产生巨大的冷剂蒸汽，同时制取低温的冷水。

发生器里的浓溶液分别经热交换器进入吸收器，吸收器吸收冷剂蒸汽后使浓溶液变为稀溶液，再由发生泵打到发生器中，进而循环起来。冷水泵则将冷冻水打到需要冷量的系统中去，而冷却水泵则将吸收器中热水打到冷却塔中经散热后又回到吸收器中，循环工作便将热量带走并散发出去。

2. 仪表及自动装置的设置

（1）温度仪表的设置

1) 高压发生器设置 T1，指示发生器的温度并有报警装置。

2) 由吸收器到低压发生器的熔晶管溶液管道上设置 T2, 对溶液的温度进行控制并有报警装置。

3) 蒸发器的底部设置 T3, 对蒸发器的温度进行控制并有报警装置。

4) 在冷却水进入系统的进口处设置 T4, 对冷却水的温度进行指示并设报警装置。

5) 在蒸发器至冷却塔的热水管道上设置 T5, 指示热水温度并有报警装置。

6) 在冷水进口处设置 T6, 指示并控制进口冷水的温度。

7) 在冷水出口处设置 T7, 指示出口冷水温度并设报警装置, 同时设信号控制蒸汽水管路进口处的电动阀门 Y1。

(2) 液位仪表的设置

1) 高压发生器的底部设置溶液液位检测仪表 H1, 由此控制由吸收器到发生器溶液管线上的电动阀门 Y2。

2) 蒸发器底部设置液位检测仪表 H2, 由此控制制冷剂泵。

(3) 压差调节器的设置

1) 在冷水进出口的管道上设置压差调节器 P1, 由此调节电动阀 Y4 的开度, 以保持系统的平衡。

2) 在冷却水进出口的管道上设置压差调节器 P2, 由此调节电动阀 Y5 的开度, 以保持冷却水系统的平衡。

(4) 电动阀的设置 见上述 (1)~(3)。

(二) 调节控制原理

1. 系统运行方式 系统可自动或手动两种方式运行, 由电控柜上的转换开关决定, 我们这里只列出了手动运行的原理图。

2. 系统运行的程序

(1) 自动运行的启停程序见图 11-9。

(2) 手动运行时启停均为手动操作, 发生泵启停、制冷剂泵启停、溶液回流阀开或关、蒸气调节阀的开关都由手动开关控制, 真空泵只能手动操作启停。

3. 图 11-7 手动控制电路的分析 为了分析的方便, 这里简略了类似图 11-6 的分析方法, 请读者注意。

(1) 主回路中的三台电动机均为直接起动, 设断路器 QF 为短路保护、热继电器 KH 为过载保护, PE 为接零保护。

(2) 1 回路的电源指示灯 HG 点亮时说明控制电源有电且熔断器 FU 完好。

(3) 起动前将 QF 手动闭合, 按动 2 回路的 SB2, 中间继电器 KA1 得电吸合且 3 回路的常开点 KA1 (13-14) 闭合自保。

(4) KA1 吸合后其 6 回路的常开点 KA1 (23-24) 闭合, 使 4 回路的接触器 KM1 得电吸合, 使电动机 ME1 起动, 发生泵开始工作; 同时时间继电器 KT 得电吸合, 并开始计时; 这时如按动 SB4, KM2 吸合, 电动机 ME2 起动, 制冷剂泵开始工作, 这里要注意到制冷剂泵只有在发生泵正常工作后才能工作, ME2 被 ME1 联锁。

同时, 由 4 回路可以看出, 温度仪表 T3 的常开点闭合后也能使 KM1 吸合; 若手动操

作 5 回路的选择开关 QT 也能使 KM1 吸合, 同时使 13 回路的稀释运行指示灯 HR1 点亮。由此看出发生泵的工作有三个起动方式。

(5) KT 整定时间到达后, 其 26 回路的接点 KT (13-14) 闭合, 使接线柱 X1:21 有电, 可接通蒸汽电磁阀, 并由 27 回路指示灯 HR2 点亮指示。同时 KM1 和 KA1 吸合后使 28 回路接线柱 X1:23 有电, 可接通凝水电磁阀, 并由 29 回路指示灯 HR3 点亮指示。

(6) 操作 36 回路主令开关 QT2 可使 KM3 得电吸合, 使真空泵电动机 ME3 工作, 并由 37 回路 HR4 指示灯指示运行。

(7) 系统发生故障时可停机报警, 可按动 SB5 使 KA8 有电吸合, 将 25 回路的电铃 HA 回路接通铃响报警, 即可操作停止按钮, 使系统停车。如系统有以下故障时可自动停机报警, 并由指示灯 HY1-HY5 和 HR9 指示故障。

1) 14 回路的 KA3 因冷却水压力不够时至使差压调节器 P1 的常闭点闭合复位而得电吸合, KA3 常闭点 (11-12) 打开使 KA1 失电, KA1 (23-24) 打开使 KM1、KM2 失电停机。同时 KA3 (13-14) 使 KA8 得电报警。

2) 15 回路的 KA4 因冷冻水压力不足时至使差压调节器 P2 的常闭点闭合复位而得电吸合, 同样使 KM1、KM2 失电, KA8 报警。

3) 16 回路的 KA5 因高发溶液温度太高至使温度仪表 T1 的常闭点闭合复位而得电吸合, 同样使 KM1、KM2 失电, KA8 报警。

4) 17 回路的 KA6 因熔晶管溶液温度过高, 使温度仪表 T2 的常闭点复位闭合而得电吸合, 同样使 KM1、KM2 失电, KA8 报警。

5) 18 回路的 KA7 因冷却水或冷剂水的温度太低, 使温度仪表 T4 或 T6 的常闭点复位闭合而得电吸合, 同样使 KM1、KM2 失电, KA8 报警。

(8) 电动机发生过流时, 热继电器 KH1 动作、KH2 动作, 可使 KA2 得电吸合, 至使 KM1、KM2 失电, 并使 KA8 报警。

(9) 系统发生故障时, 可按动常闭按钮 SB1、SB3 使系统停车。

(10) 系统发生短路故障时, 断路器 QF 动作可切断电动机的电源而停车。

(11) 电动机外壳可靠接零, 可防止电机漏电, 一旦漏电 QF 跳闸, 而保证人身安全不至触电。

三、一台制冷机一套附泵系统顺时控制系统及冷却水温度调节自动控制原理图

图 11-10 是一台制冷机一套附泵系统顺时控制及冷却水温度调节自动控制的工艺流程及仪表配置图, 图 11-11 是图 11-10 的自动控制原理图, 表 11-3 是主要电气元件表。

(一) 工艺流程及设置

1. 工艺流程 由图 11-10 可以看出, 冷冻水回水进入冷冻机后, 冷冻机的工作将其冷冻降温, 然后将冷冻后的冷冻水供到需制冷的系统中去, 这个循环由冷冻水泵完成。冷冻水回水放出的热量由冷却水带走到冷却塔进行冷却, 然后再送回到冷冻机中去, 这个循环由冷却水泵完成。第一个循环是把冷量带走而把热量带回, 第二个循环则是把热量带走而把冷量带回。

两个循环起动后, 制冷机将正常工作, 同时在系统设置测量元件、调节控制装置和水流信号元件, 以保证系统的正常运转。

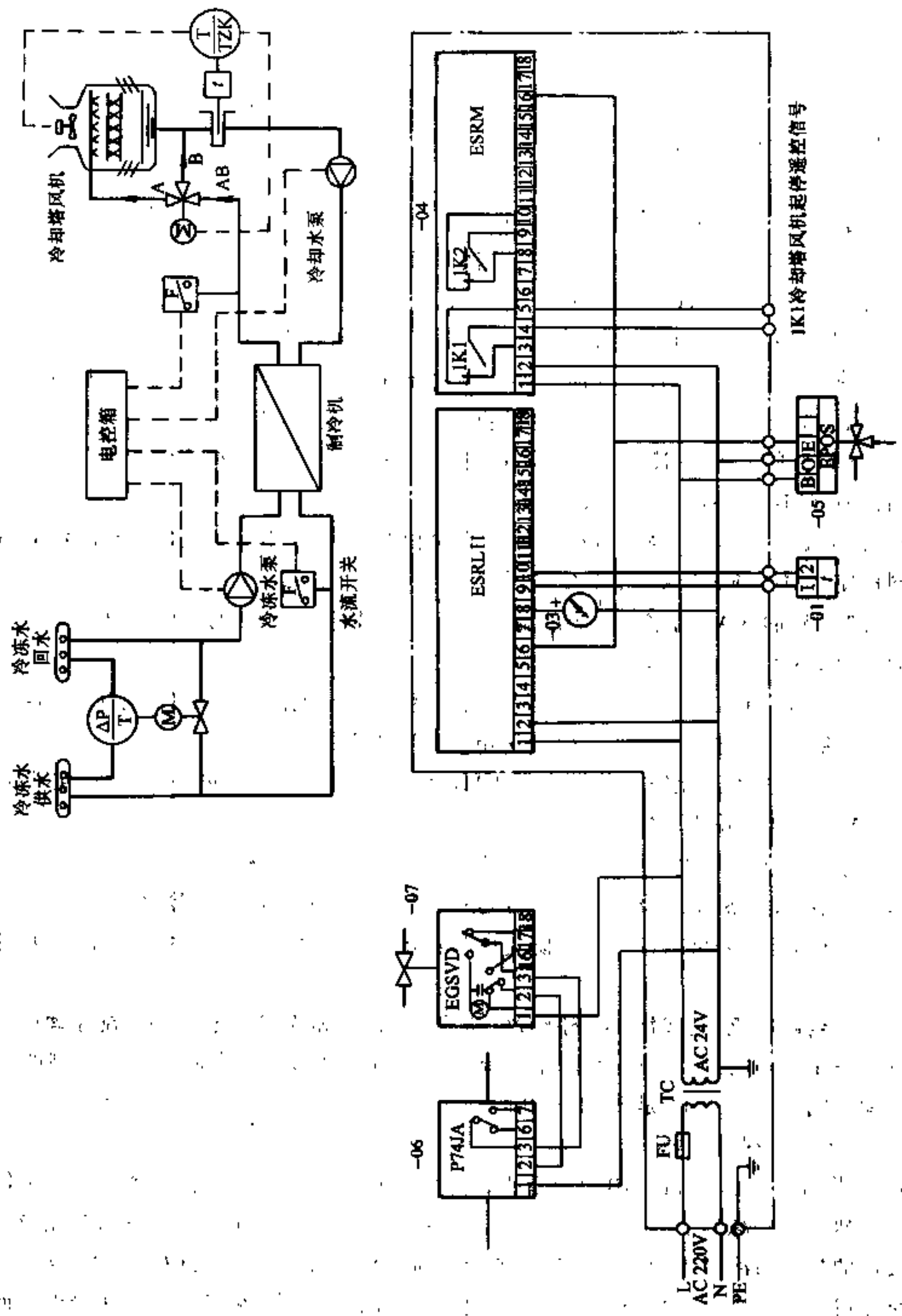


图 11-10 一台制冷机一套附泵顺时控制系统及冷却水温度调节自动控制工艺流程及仪表配置图

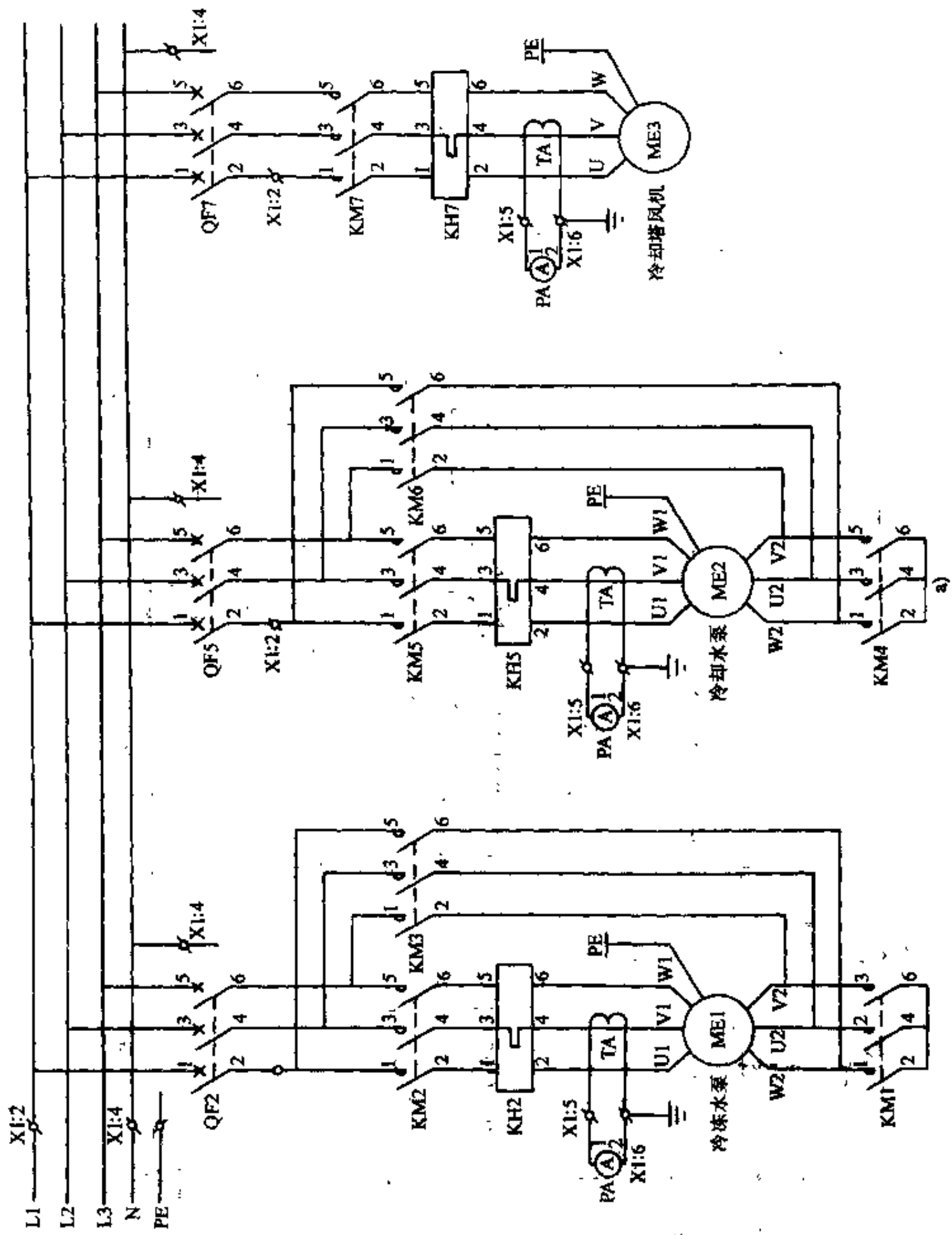


图 11-11 一套制冷机一套附泵顺时控制系统及冷却水温度调节自动控制原理图

a) 主回路

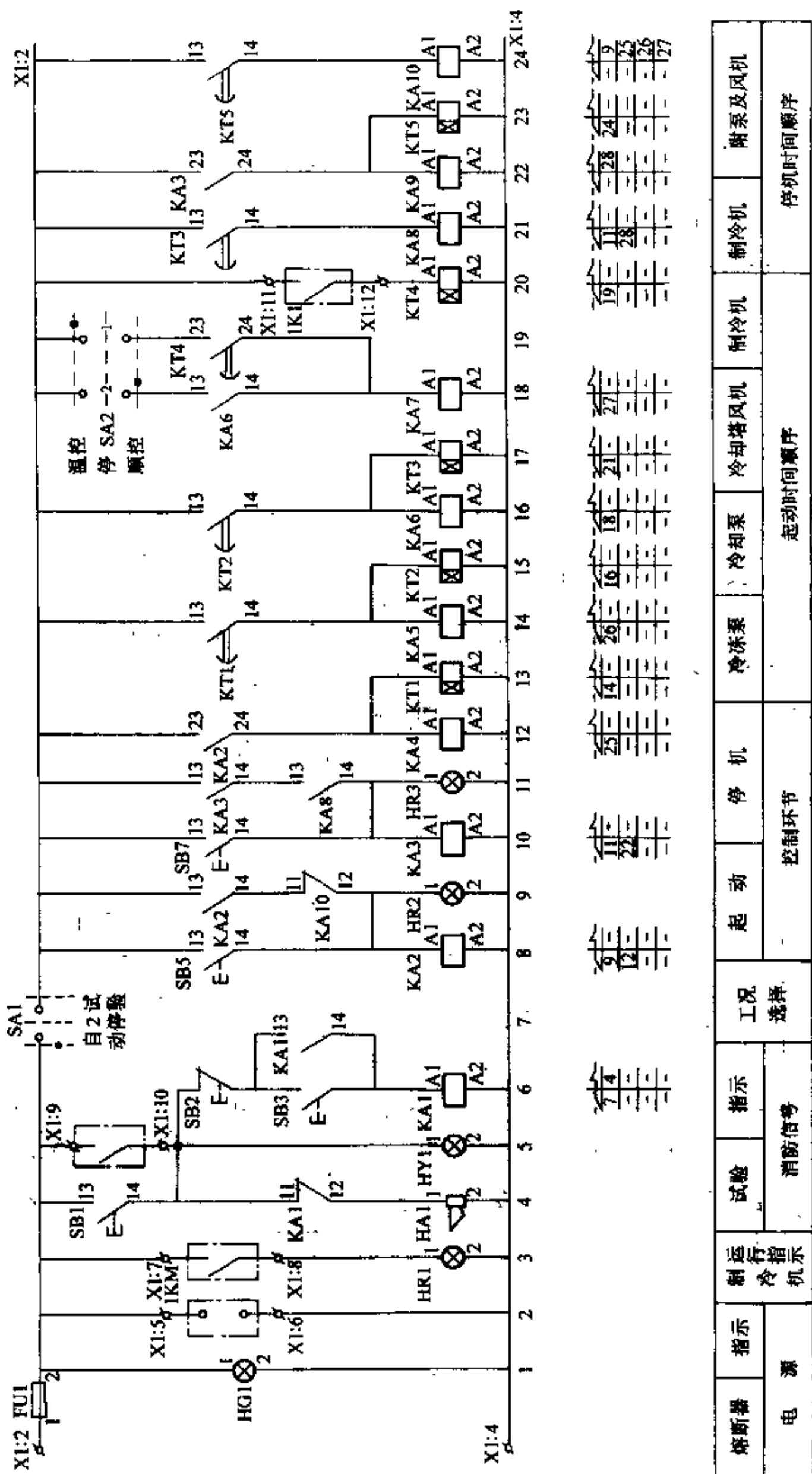


图 11-11 一套附泵顺时控制系统及冷却水温度调节自动控制原理图 (续)

b) 控制原理图 (一)

熔断器	指示	制运行指示	制运行指示	试验	指示	工况选择	启动	停机	冷却泵	冷却塔风机	制冷机	制冷机	附泵及风机
电源		制冷机	制冷机	消防信号			启动时间顺序			停机时间顺序			

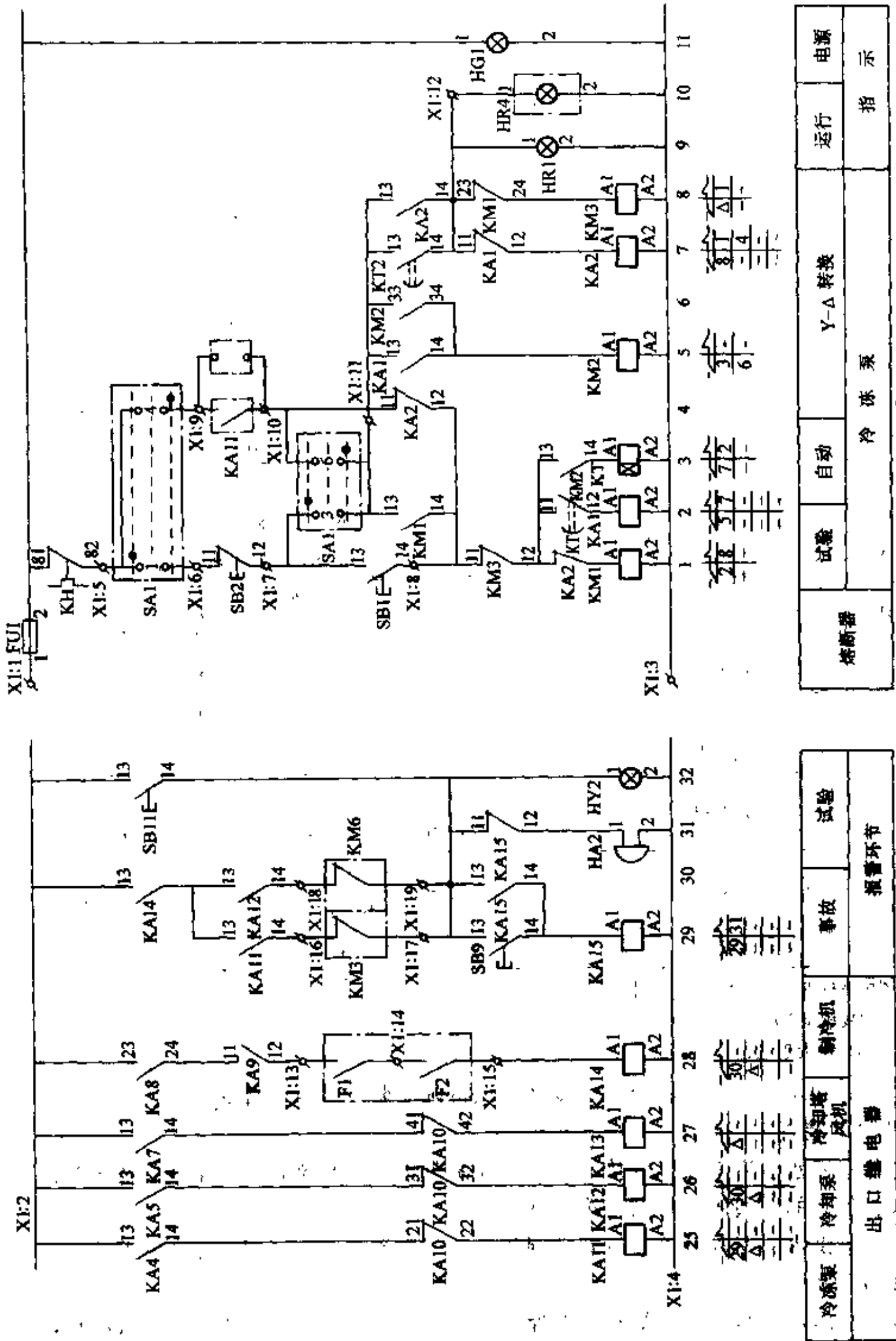


图 11-11 一台制冷机一套附泵顺时控制系统及冷却水温度调节自动控制原理图 (续)

c). 控制原理图 (二)

表 11-3 主要电气元件表

文字符号	名称	数量		主控回路
		型号		
FU1	熔断器	RT9-20/6A	1	1
SA1	转换开关	LW5-15D2001/7	1	1
SA2		LW5-15D0081/1	1	1
KA1~15	中间继电器	JDZ1-44	15	15
KT1~5	时间继电器	JS23-31/2	5	5
SB1、3、5、7、9、11	控制按钮	LA101-P11-2220	6	6
SB2		LA101-P11-2230	1	1
HG1	信号灯	AD11-10/21	1	1
HR1~3		AD11-10/21	3	3
HY1~2		AD11-10/21	2	2
HA1	电笛	DDJ1	1	1
HA2	电铃	65-1+75	1	1
X1	接线座	JH2-2.5L l=400mm	1	1

文字符号	名称	数量		冷冻泵	冷却泵	冷风机塔
		型号				
FU1	熔断器	RT9-20/6A	1	1	1	1
KA1-2	中间继电器	JDZ1-44	2	2	2	
KT	时间继电器	JS23-31/2	1	1	1	
SB1	控制按钮	LA101-P11-2220	1	1	1	1
SB2		LA101-P11-2230	1	1	1	1
HG1	信号灯	AD11-10/21	1	1	1	1
HR1		AD11-10/21	1	1	1	1
X1	接线座	JH2-2.5L l=400mm	1	1	1	1

注：1. 电路图中遥控点表示预留计算机控制节点

2. 电路图中接线座 X1-1、2号短接，X1-3、4号短接。

3. KT3 延时时间大于 KT4 延时时间。

冷冻水泵和冷却水泵由电控箱控制，冷却塔风机则受调节控制装置的控制。

2. 仪表及自动装置的设置

(1) 在冷却水回水管道上设温度传感器和温度调节指示控制仪表，控制冷却塔风机的启停并调节供水管道上的三通阀，控制其进水量。

(2) 在冷冻水供水、回水管道上设差压调节器，测量系统供水、回水之间的差压值，然后控制电动阀的开度，使系统稳定。

(3) 在冷冻水回水管路上和冷却水供水管路上分别设置水流开关，作为制冷机起动的联锁条件。

(二) 调节控制原理

1. 系统起动程序为冷冻水泵、冷却水泵、冷却塔风机、制冷机。停机程序为制冷机、

冷冻水泵、冷却水泵、冷却塔风机。为了系统控制程序的可靠，冷冻水流开关和冷却水流开关的接点串接在冷冻机起动的出口继电器回路里，使之与附泵联锁。

2. 调节及自控系统

(1) 系统采用 220V 交流电源，调节控制部分采用经 TC 变压后的 24V 交流电源。

(2) 系统中冷却水回水温度采用 EVF020/40 型温度传感器 01，将水温信号变为电信号送到 ESRL11 型连续式定值调节器 02 中，调节器输出为连续的 P 或 PI 信号，对系统冷却水回水温度进行调节。设置回水温度为 T_0 ，对应调节器输出电压为 0V，偏差为 0，当偏差为正值时，输出信号则控制二步继电器 ESRM 动作，其接点 1K1 遥控冷却塔风机的启停状态；当偏差为负时，则改变电动阀 05（带定位器）EGSVD 的开度，调节送入冷却塔的水量。同时由指针温度显示器 03，型号 FA1 T020/40，用其显示探测部位的回水水温。

(3) 系统中冷冻水差压采用 P74JA 型差压控制器 06 测量压差，并用其接点控制电动阀 07 的开度，使系统保持稳定。

(三) 控制回路分析（见图 11-11）。

1. 当控制电源有电时 HG1 点亮，且说明 FU1 完好。2 回路中接线座（X1:5 - X1:6）为计算机预留接点。3 回路 1KM 常开点为制冷机运行接触器引来的常开点。

2. 4 回路中 SB1 为消防信号试验按钮，按动 SB1 时电笛 HA1 响鸣，信号灯 HY1 点亮。当外引火警信号接点（X1:9 - X1:10）接通时，HA1 和 HY1 同时工作报警，这时可按动 SB3 使中间继电器 KA1 吸合，其接点 KA1（11 - 12）打开可消音。再按动 SB2 使 KA1 失电，可知火警是否解除，如 HA1 响鸣则火警未解除。

3. 转换开关 SA1 可决定系统的工作状态，也可使系统停车。现将其打在自动位置上，前述已讲到，本电路采用程序控制，并由出口继电器完成电动机的自动起动。

4. 控制环节 SB5 是系统启动的主令开关，SB7 是系统停车的主令开关。

(1) 系统启动，按动 8 回路的 SB5，中间继电器 KA2 得电吸合且自保，其 12 回路的常开点 KA2（23 - 24）闭合，接通 KA4 和 KT1 且 KT1 开始延时。25 回路的常开点 KA4（13 - 14）闭合，使出口继电器 KA11 吸合，发出冷冻泵的起动指令。

KT1 延时到达后，其 14 回路的常开点 KT1（13 - 14）闭合，接通 KA5 和 KT2，且 KT2 开始延时。26 回路的常开点 KA5（13 - 14）闭合，使出口继电器 KA12 吸合，发出冷却泵的起动指令。

KT2 延时到达后，其 16 回路的常开点 KT2（13 - 14）闭合，接通 KA6 和 KT3，且 KT3 开始延时。设 SA2 打在顺控位置上，18 回路的常开点 KA6（13 - 14）闭合，使 KA7 得电吸合，其 27 回路的常开点 KA7（13 - 14）闭合，使出口继电器 KA13 吸合，发出冷却塔风机起动指令。

KT3 延时到达后，其 21 回路的常开点 KT3（13 - 14）闭合，使 KA8 吸合，其 28 回路的常开点 KA8（23 - 24）闭合，使出口继电器 KA14 吸合（水流开关接点 FI、F2 已闭合），发出制冷机的起动指令。

(2) 系统停车 按动 10 回路的 SB7，KA3 吸合，由于 KA8 已吸合，KA3（13 - 14）闭合自保。其 22 回路的常开点 KA3（23 - 24）闭合，使 KA9 和 KT5 得电且 KT5 开始延时。28 回路的常闭点 KA9（11 - 12）打开，切断了 KA14 的得电回路，解除了制冷机的起动指令。

KT5 延时到达后, 24 回路常开点 KT5 (13-14) 闭合, KA10 得电吸合, 其 9、25、26、27 回路的常闭点打开, 使 KA2、KA11、KA12、KA13 失电, 解除了冷冻泵、冷却泵、冷却塔风机的起动指令并使前述继电器复位, 准备再次起动。

控制环节中的启动和停车的程序符合系统要求的启动、停车程序, 可安全运行。

5. 报警环节

(1) 按动 SB11 时电铃 HA2 响, 指示灯 HY2 点亮, 说明报警装置完好, 且线路正确。

(2) 当冷冻水泵或冷却水泵因故障跳闸时, KM3 (X1:16-X1:17)、KM6 (X1:18-X1:19) 引入接点复位闭合, 接通 HA2 和 HY2 回路, 发出声光信号报警, 这时按动 SB9 可解除 HA2 报警。

6. 电动机 (附泵系统) 的运行

(1) 冷冻泵采用 Y- Δ 起动, 与图 11-6 基本相同, 这里只说明一下不同点。

1) 系统工况由转换开关 SA1 决定, 手动时则由 SB1 和 SB2 控制起停。自动时则由信号出口继电器 KA11 的常开点 (X1:9-X1:10) 控制, 如采用计算机控制, 也由该点引入起动信号。

2) 该系统没有单独设置消防控制信号, 则由前述控制环节统一设置。

(2) 冷却泵同冷冻泵, Y- Δ 起动, 由出口继电器 KA12 控制。

(3) 冷却塔风机采用接触器直接起动, 设 SA1 为工况转换开关, 自动起动由出口继电器 KA13 控制, 或由计算机控制。

7. 制冷机控制该图未给出。

四、两台制、三台制系统

制冷机组两台制、三台制系统与一台制基本相同, 限于篇幅的关系这里不再列出详述, 读者可按上述的分析方法去分析电路, 这里列出不同点和三机制并接的部分图样, 读者自行分析时可参考和注意。

图 11-12 是三台制冷机三套附泵 (并接) 系统工艺流程及仪表配置图, 图 11-13 是三台制冷机三套附泵 (并接) 控制原理图。二机制比三机制少一套机组。

1. 系统冷冻水回水总管路增设温度传感器, 并设调节指示控制仪表 TK , 偏差为正时, 输出控制二步继电器动作, 控制冷冻机组的起停。正常工作时, 先手动控制选定任意一台机组运行, 其他两台机组由温度控制投入 (温度高) 或退出 (温度低) 运行。

2. 系统冷却水回水总管路设温度传感器, 并增设调节指示控制仪 TK , 偏差为正时, 输出控制三步继电器动作, 逐步控制冷却塔风机的起停。当偏差为负时, 输出则控制供回水管上电动阀的开度, 调节流入冷却塔的水量。其中进水管上的电动阀与冷却泵动作联锁, 同步运行。

3. 系统正常运行时, 附泵与制冷机可对应运行或组合后不对应运行。故障时或只需一套或两套系统运行时, 同类附泵可互为备用。

4. 电动机起动的主回路与图 11-11 相同, 只是每一个主回路表示三台相同的电动机。每台泵的电动机均采用 Y- Δ 起动, 并与图 11-11 的起动控制回路相同; 冷却塔风机采用直接起动, 也与图 11-11 相同。因此, 这两部分图样这里没有给出, 只给出系统的控制环节。

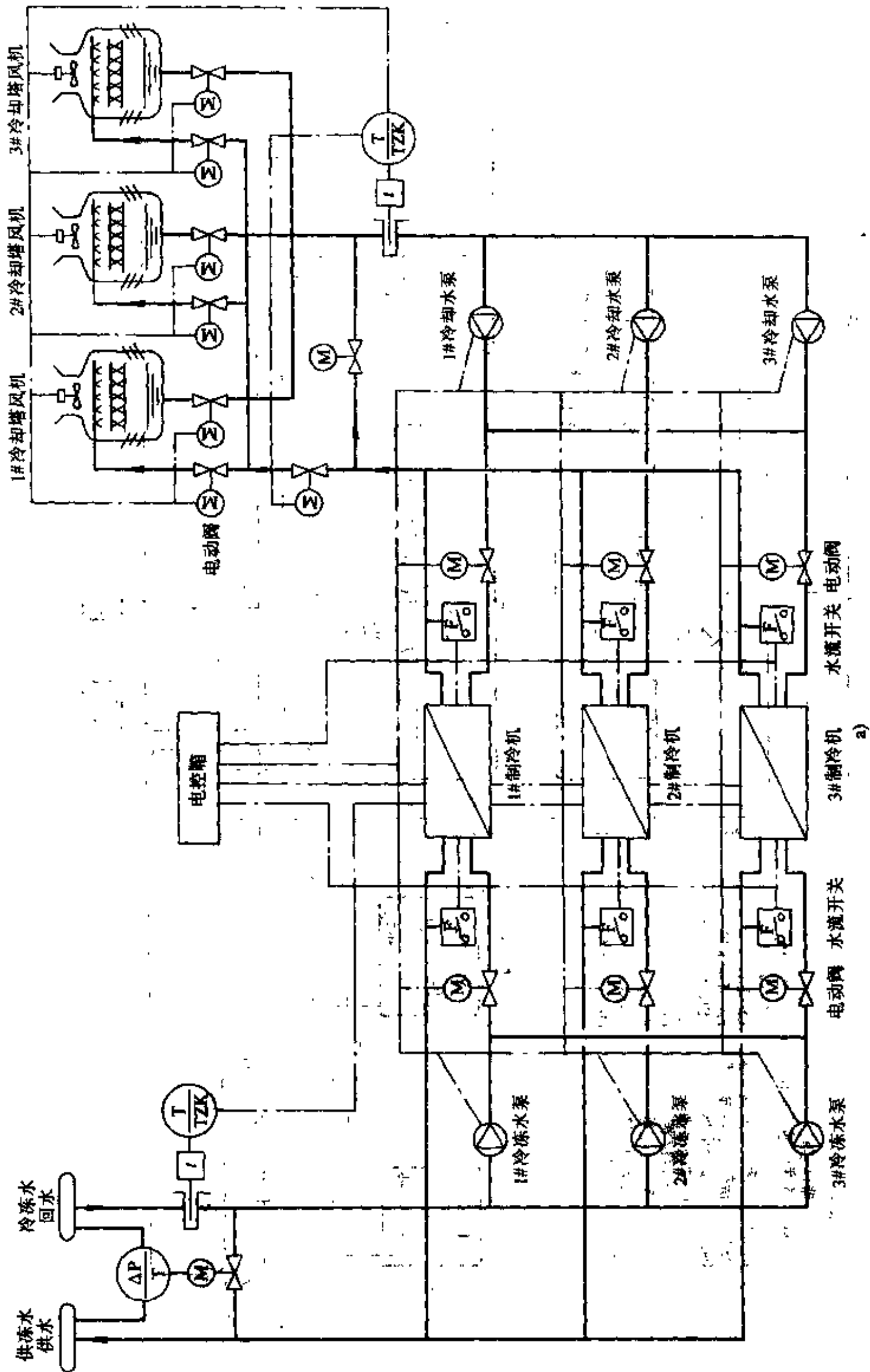
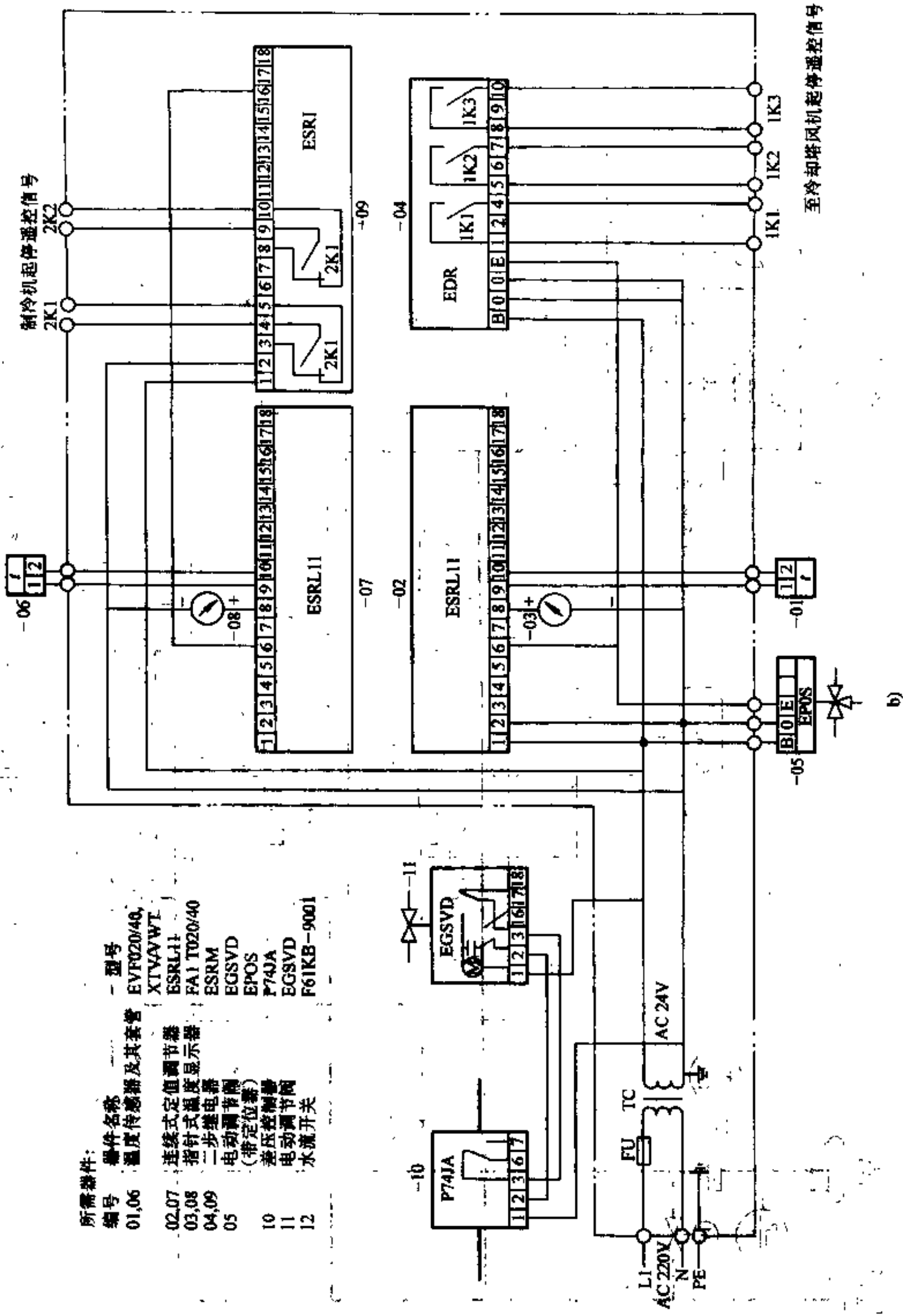


图 11-12 三台制冷机三套附泵（并接）系统工艺流程及仪表配置图

a) 工艺流程及配设



- 所需器件:
- | 编号 | 器件名称 | 型号 |
|-------|--------------|-------------------|
| 01,06 | 温度传感器及其套管 | EVF020/40, XTVVWT |
| 02,07 | 连续式定值调节器 | ESRL11 |
| 03,08 | 指针式温度显示器 | FA1 T020/40 |
| 04,09 | 继电器 | ESRM |
| 05 | 电动调节阀 (带定位器) | EGSVD |
| 10 | 差压控制器 | EPOS |
| 11 | 电动调节阀 | P74JA |
| 12 | 水流开关 | EGSVD, F61KB-9001 |

至冷却塔风机起停通信号

b)

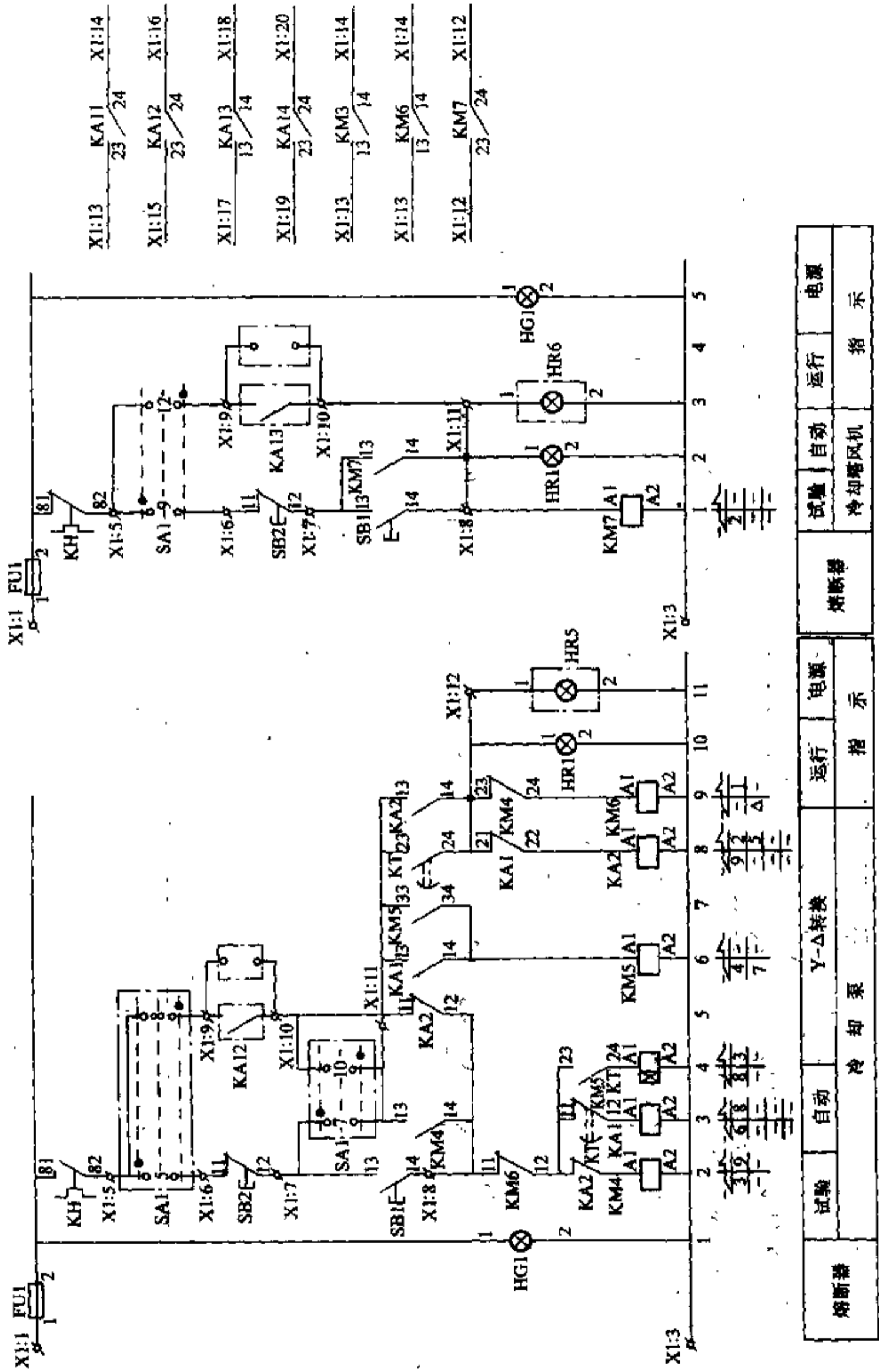
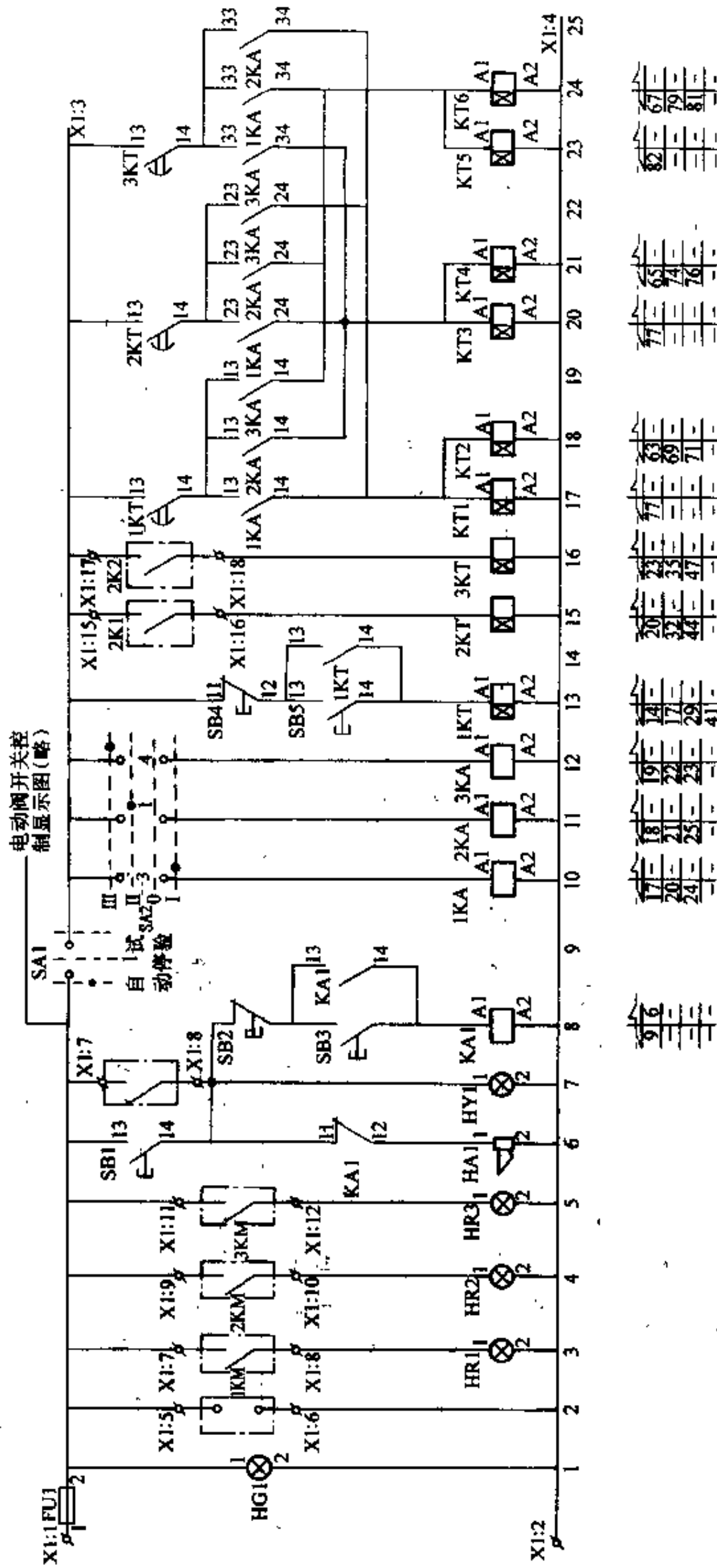
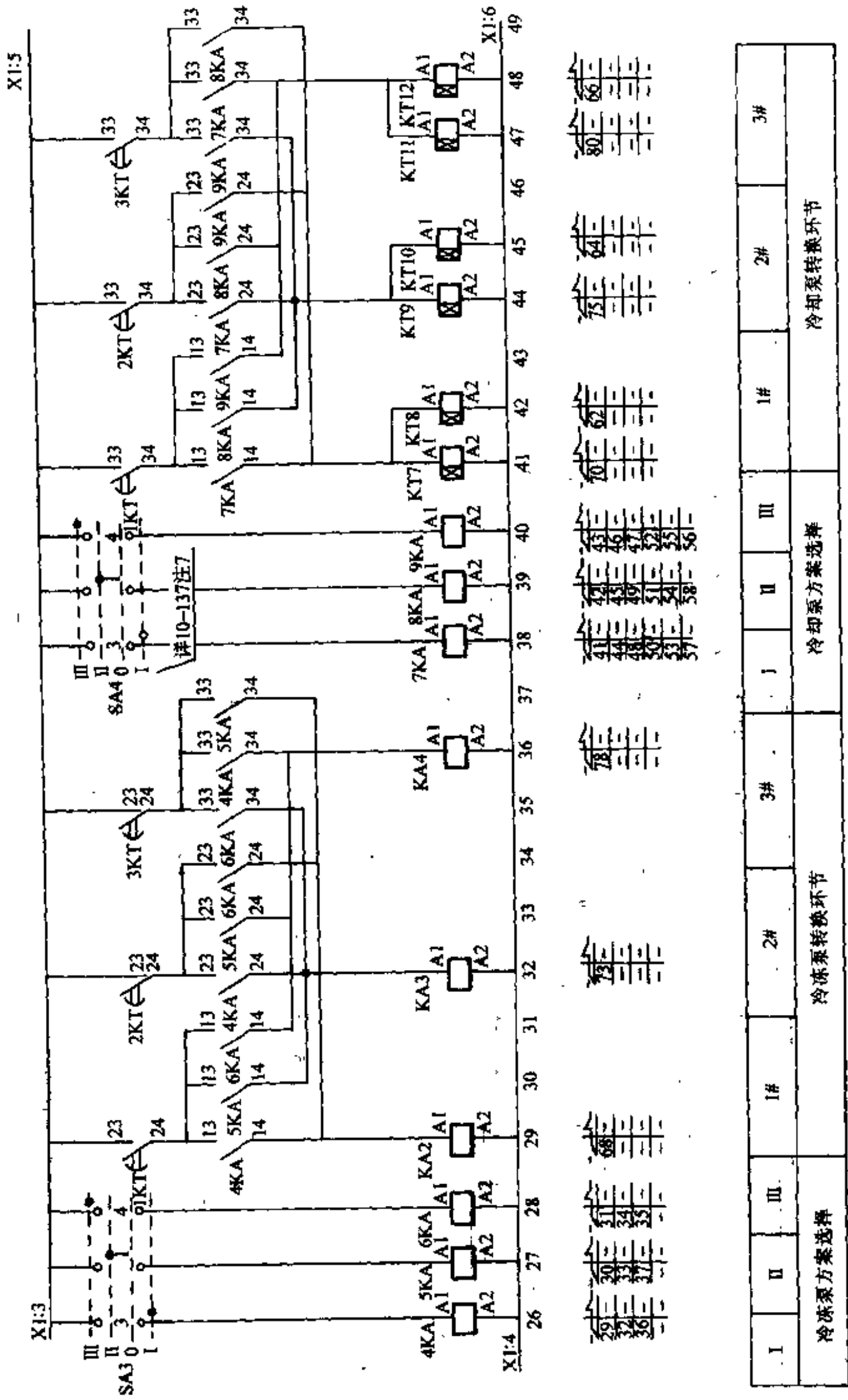


图 11-12 三台制冷机三套附泵（并接）系统工艺流程及仪表配置图（续）
 b) 自动控制原理（一） c) 自动控制原理（二）



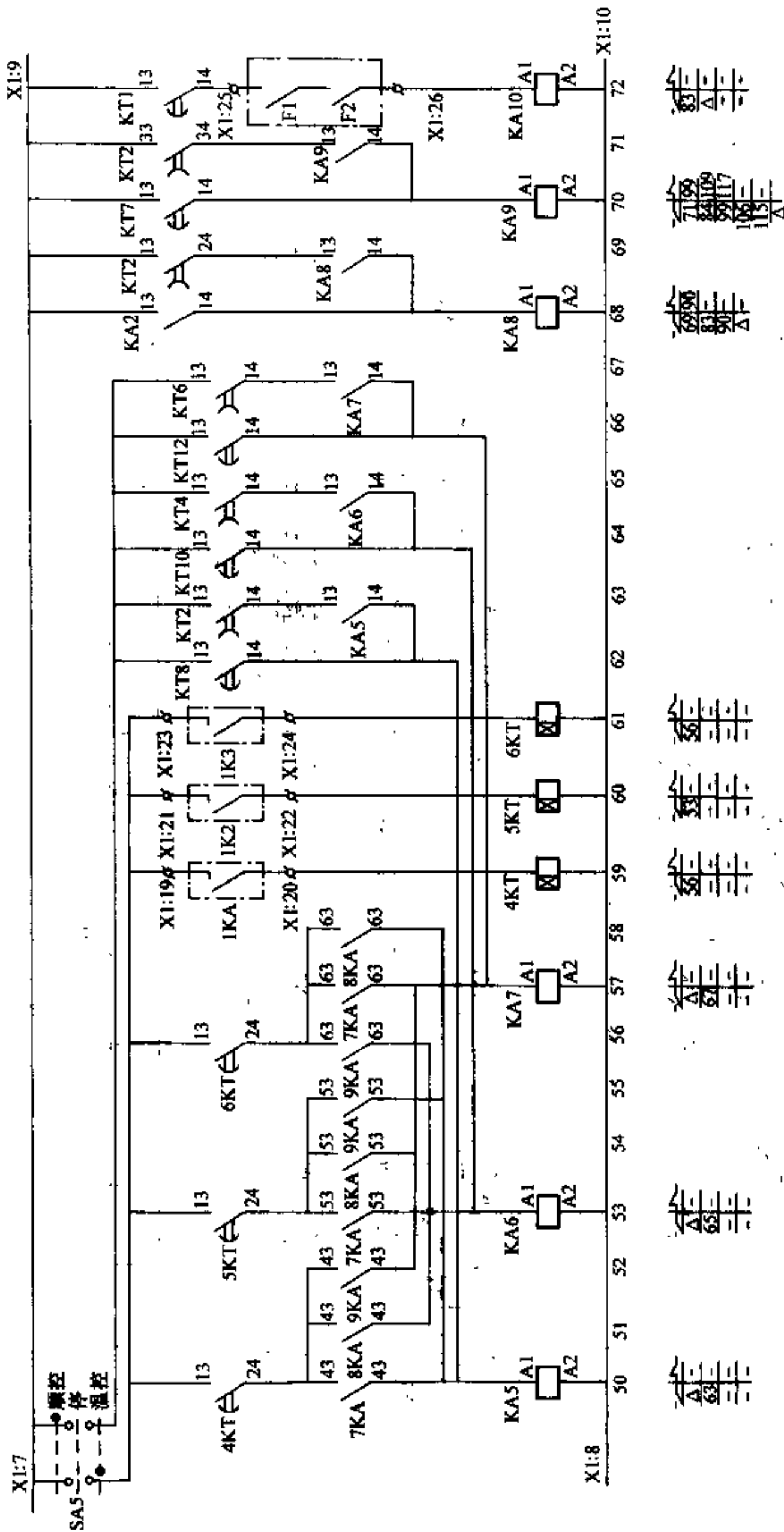
指示	仪表回路	1#	2#	3#	指示	试验	工况选择	I	II	III	系统起停	一步	二步	1#	2#	3#
	电源	制冷机运行指示										消防信号				

a)



b)

图 11-13 三台制冷机三套附泵（并接）电气控制原理图（部分）



工况选择	1#	2#	3#	一步	二步	三步	1#	2#	3#	冷冻泵	冷却泵	制冷机
	冷却塔风机转换出口继电器			冷却水温控环节			冷却塔风机转换环节			1# 系统出口继电器		

c)

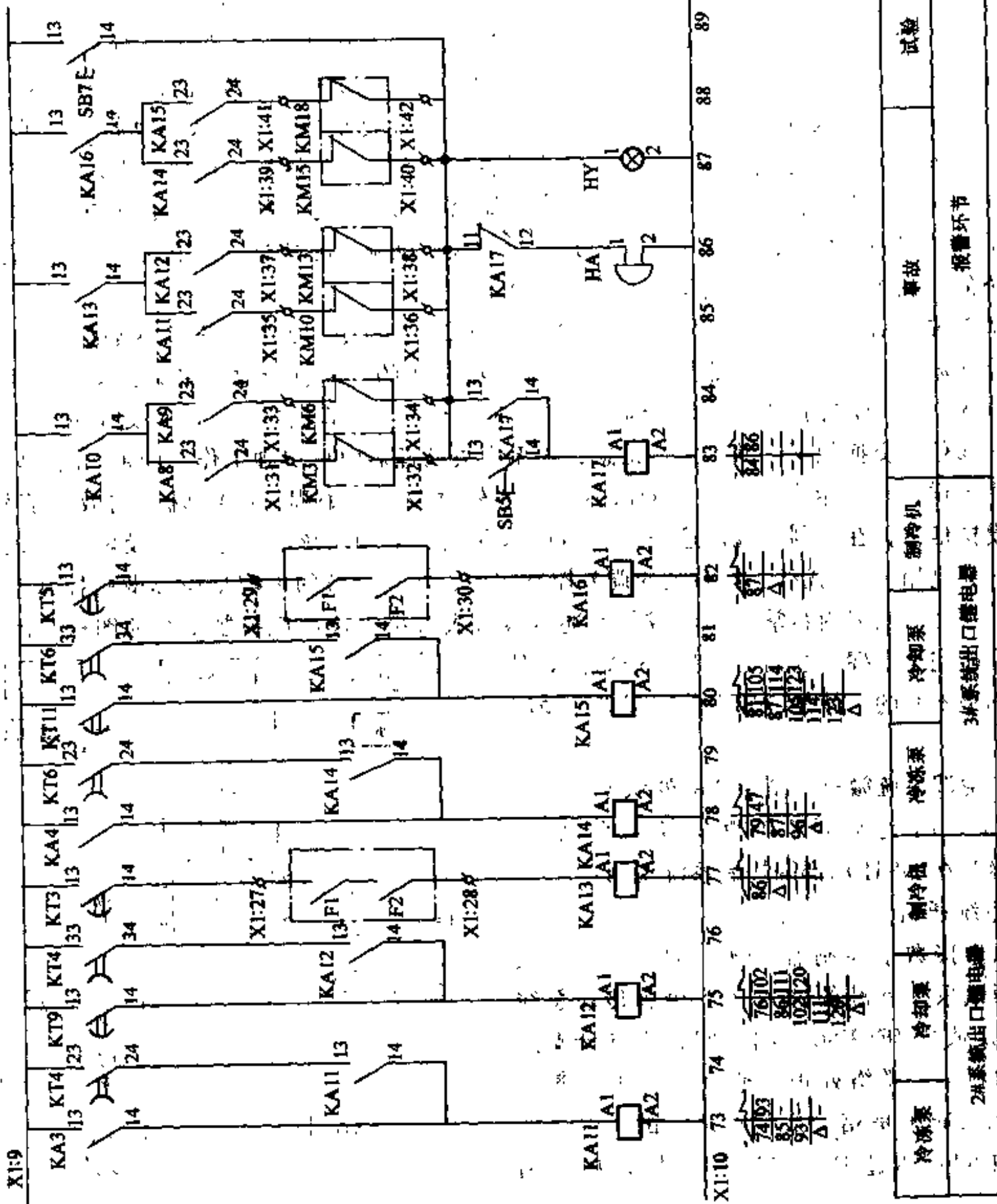


图 11-13 三台制冷机三套附泵(并接)电气控制原理图(部分)(续)

第四节 空调系统的微机控制系统

空气调节自动控制系统一般采用传统的传感器—调节器—执行器—电气动力系统的控制方法，均能达到较理想的效果。但是，对于系统较大或者高层建筑等功能齐全的智能型建筑物来讲，由于检测点多、控制线路长、功能要求较高，加上其他的自动控制系统更使其复杂化，这样，传统的控制方法就显得力不从心了。因此，大系统的空调系统常采用微机控制，这样既能克服上述的缺点，又能满足控制要求，并与其他自动装置（火灾自动报警及消防、防盗保安系统、电梯、通讯广播、电力及动力设备检测系统等）联网，构成中央计算机控制系统。空调系统微型机控制所使用的直接数字控制器（DDC）与变配电、工业锅炉房、电梯等控制系统使用的微机控制单元一样，均是专门为该系统制造的微机控制单元，一方面适用于本系统的功能要求，另一方面又能与中央控制系统联网。

空调系统采用的 DDC 控制系统由一个中央处理器 MPU 通过总线与各个区域的 DDC 构成，被控参数的传感器、执行器是通过 DDC 与系统连接的，即进行数据采集，又进行闭环控制，在 MPU 的控制下操纵系统协调工作，同时可与中央计算机连接。DDC 之间可以进行点对点的通信并交换数据，共用区域信息，在无中央处理器时可单独工作。DDC 功能单一，组合形式多样，易于组合和扩展，同时有丰富的软件及汉语编程。DDC 既识别数字信号，又识别模拟信号，在控制系统用途很广。DDC 采用后，空调系统的工艺设置及电气系统变化不大，只是用 DDC 代替了原系统的调节控制装置，前述三节的内容是识读微机控制系统的基础，往往对前述内容掌握不够或将前述内容舍去直接去读微机控制系统的图样是困难的，是不能完全掌握系统的内容和原理的，对图样的识读是不利的，就是说知识的积累必须循序渐进。

一、空调系统微机控制系统图的识读

图 11-14 是空调系统微机控制系统图，SYSTEM7/ZONEII 局部网控制系统说明：

1. 系统通信

区域直接数字控制器 DDC，简称分站，其之间的通讯采用标准的 RS-485 令牌传递总线（网络协议依据 IEEE802.4 标准），不同分支间由网桥（PLB）联络处理，整个系统中的各个 DDC 之间的通讯是相等或“可见”的，中央处理器（MPU）通过 RS-232 串行接口接入网桥。

2. 系统特点

组成本系统的所有 DDC（分站）均由微处理器组成，具有独立的数据处理和控制功能，具备网络通讯能力，它们都挂在计算机网络上工作，这种系统结构应具以下特点：

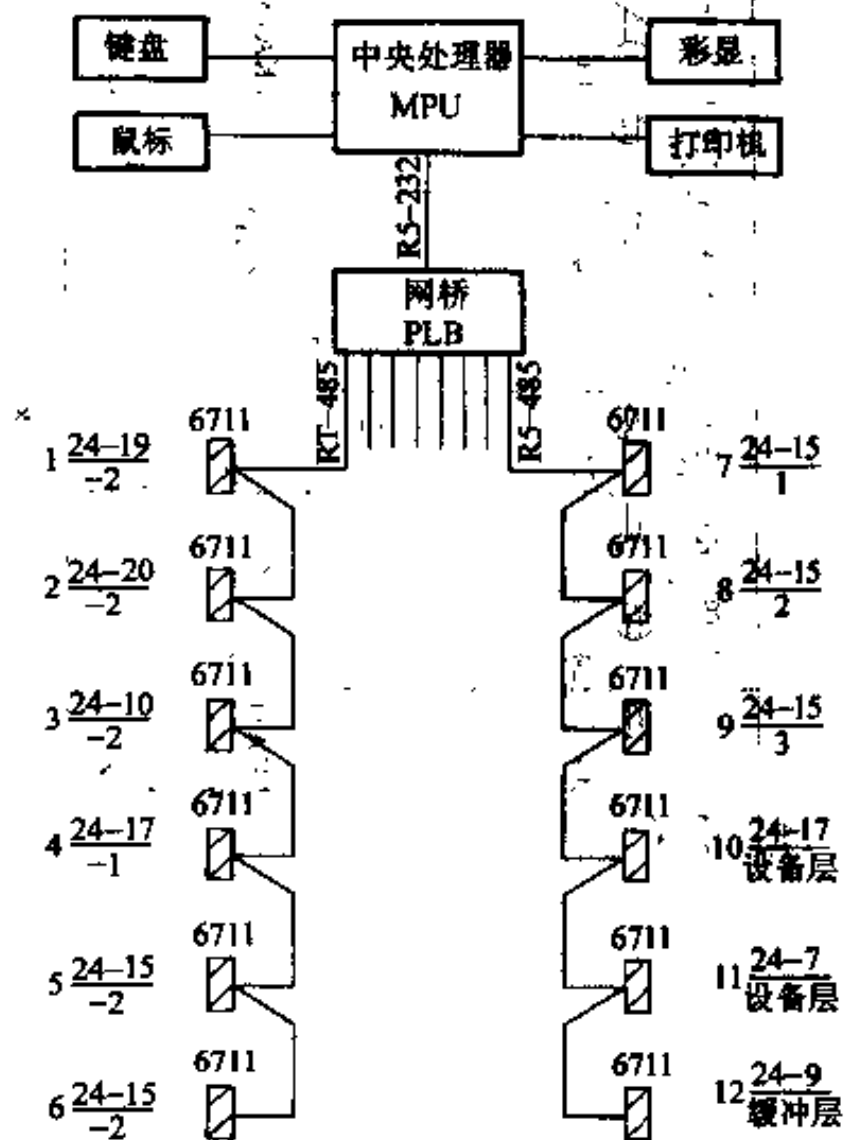


图 11-14 空调系统微机控制系统图

(1) DDC 就地安装, 实现了彻底分散, DDC 与工艺设备结合在一起完成了“一体化”功能智能化。

(2) DDC 之间可以实现点对点的通讯交换数据, 共享局域网信息, 在没有中央处理器的情况下, 照样可单独协调控制。

(3) DDC 功能单一, 组态多样, 易于组配和扩展。

(4) 提供丰富成熟的软件及汉语编程。

(5) 本工程因设备分散, 选用 24 个监控点的分站, 更有效地发挥了分布式 DDC 系统的特点。

3. 符号说明

$\frac{b-c}{a-d}$ a—分站编号 b—监控点数
c—实际占用点数 d—设置地点或层数

由图 11-14 可看出以下内容:

(1) 系统采用型号 TA6711 区域直接数字控制器 (DDC), 简称分站, 按建筑物的结构设 12 台 DDC, 每台监控 24 点, 监控内容及监控点分类见表 11-4。

表 11-4

序号	分站编号	监控内容	监控点分类						位置
			DI	DO	AI	AO	占用点数	剩余点数	
1	1	制冷机冷却水系统监控	12	6	1		19	5	地下二层
2	2	制冷机及冷冻水系统监控	9	6	4	1	20	4	地下二层
3	3	热交换及供热系统监控	3	3	2	2	10	14	地下二层
4	4	1PAU 1AHU	6	2	5	4	17	7	一层
5	5	2PAU 2AHU	6	2	3	4	15	9	二层
6	6	3PAU 3AHU	6	2	3	4	15	9	三层
7	7	4PAU 4AHU	6	2	3	4	15	9	一层
8	8	5PAU 5AHU	6	2	3	4	15	9	二层
9	9	6PAU 6AHU	6	2	3	4	15	9	三层
10	10	7PAU	3	1	1	2	7	17	设备层
11	11	8PAU	3	1	1	2	7	17	设备层
12	12	9PAU	5	1	1	2	9	15	缓冲层
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19			71	30	30	33	164	124	

注: 每个 6711 分站有 24 个监控点, 总计 $12 \times 24 = 288$ 点。

(2) 中央处理器与 DDC 的连接是经过网络桥 PLB 进行的, 图中标注的 RS-232 和 RS-485 是令牌传递总线, 不同支路由 PLB 联络处理。

(3) DDC 就地安装, 与工艺设备结合在一起实现功能、智能一体化。

(4) 系统采用的传输线应属 DDC 厂家配套供应, 一般采用钢管敷设, 传输线不得有接头, 其中模拟量的传输线应使用 BVVP 屏蔽线, 数字量的传输线应使用 BV 导线, 导线直径为 1.0~1.5mm。屏蔽线应在 DDC 柜内接地。

二、DDC 分布系统图的识读

图 11-15 是 DDC 布置系统图, 该图与图 11-14 和表 11-4 是对应的, 其中 4~9[#] DDC 将同时监控新风机组 (PAU) 及空气处理机组 (AHU)。在缓冲层设置高位水箱, 并在水箱中设高液位及低液位检测开关。10~12[#] DDC 只监控新风机组。

三、新风机组 (PAU) DDC 监控原理图的识读

图 11-16 是新风机组 (PAU) DDC 监控原理图, 由图我们可以知道以下内容:

1. 工艺流程及设置与第二节中的内容基本相同, 只是在风管中增加了风流检测的限位开关及风机运行状态信号, 用以限制风流的速度。

2. 在监控系统中, 我们常把信号分为两种, 其中以数值表达的量叫做模拟量, 如温度、湿度、CO₂ 浓度、电动阀门的开度、压力及差压、电压、电流等; 以开关状态表达的量叫做数字量, 如电动机的启或停、电动机的过载信号、各种参量的限位开关信号、蝶式阀门的开或关等。同时用英文字头 A 表示模拟量, 用 D 表示数字量, 用 in (英语: 进入) 的字头 I 表示输入, 用 out (英语: 引出) 的字头 O 表示输出。图中按上述的规定将信号接到 DDC 的输入、输出端。

3. 系统共监控 9 套 PAU, 但只有 1PAU 装新风温度传感器, DDC 按其测量值分别对 9 台 PAU 的送风设定温度进行自动再设定控制。送风湿度的调节是按送风湿度的测量值与设定值的差值, 经 DDC 比例积分调节冷/热水阀及风阀, 进而使送风温度保持在设定范围之内。

4. 风机按时间程序自动启停, 并累积运行时间。系统对送风温度、新风温度、送风机状态、过滤器状态进行监测, 并对温度超限、风机故障、过滤器阻塞进行报警。同时对各种参数、状态进行显示打印。

四、空气处理机组 (AHU) DDC 监控原理图的识读

图 11-17 是空气处理机组 (AHU) DDC 监控原理图, 由图可知以下内容:

1. 工艺流程及设置与第二节中的内容基本相同, 只是增加了风流检测及风机运行状态信号。并按规定将各种信号接到 DDC 的输入、输出端。

2. 系统共监控 6 套空气处理机组, 但只有 1AHU 装设新风温度传感器, DDC 按其测量值分别对 6 台 AHU 的回风设定温度进行自动再设定控制, 一般只在夏季重调。回风湿度的调节是按回风温度与设定值的差值, 经 DDC 比例积分调节冷/热水阀, 使回风温度保持在设定范围之内。季节转换是手动进行的, 调节风阀来改变混风比, 适应季节的需要。

3. 风机按时间程序自动启停, 并积累运行时间。系统对回风温度、新风温度、送风机状态、过滤器状态阻碍报警进行监测。并对 CO₂ 浓度进行监测, 进而调节新风阀门开启分度, 改变空气品质。

4. 对各种参数、状态进行显示打印。

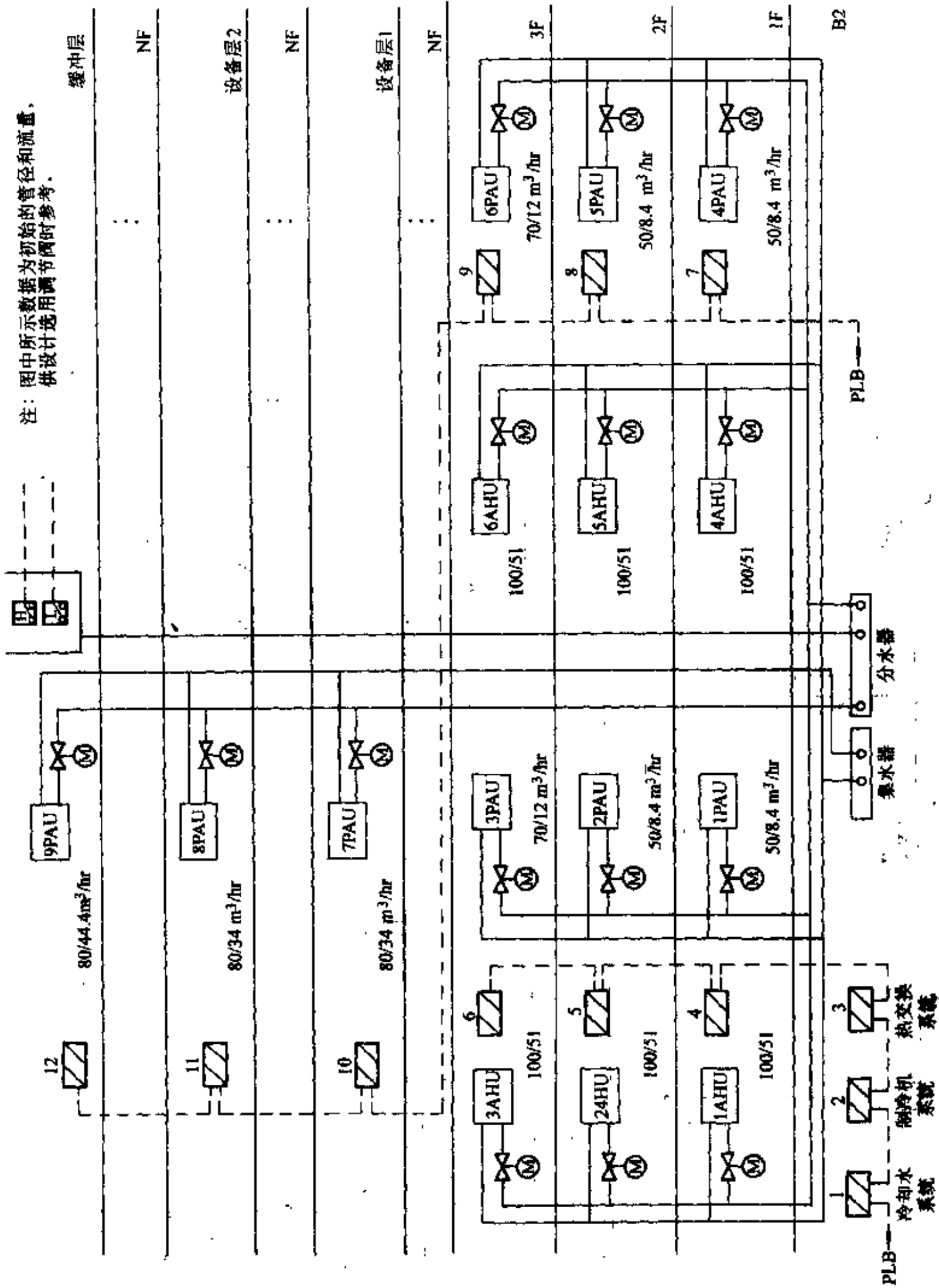


图 11-15 DDC 布置系统图

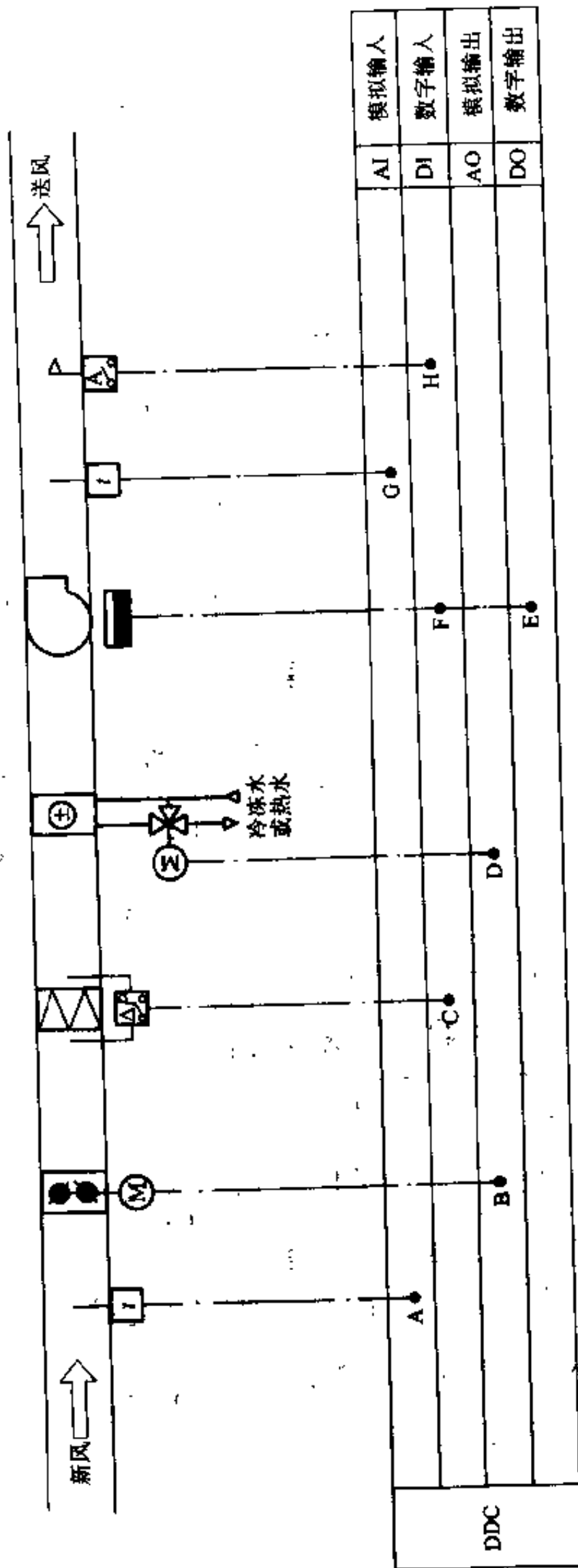


图 11-16 新风机组 (PAU) DDC 监控原理图

DDC 外部线路表

符号	用途	状态	型号规格
A	新风温度	AI	BVVP-2×1.0
B	电动调节阀	AO	BVV-3×1.0
C	过滤器阻塞信号	DI	BV-2×1.0
D	电动调节阀冷/热水阀	AO	BVV-3×1.0
E	风机启停	DO	BV-2×1.5
F	风机过载信号	DI	BV-2×1.0
G	送风温度	AI	BVVP-2×1.0
H	风量开关信号	DI	BV-2×1.0

注：1. 控制对象：新风机组 9 台 1~9PAU。

2. 监控功能：

- ① 风机控制：风机按时间程序自动启/停，运行时间累积。
 - ② 温度控制：根据测量送风温度与设定值之偏差，经比例积分规律调节冷/热水阀，使送风温度维持在设定范围内。
 - ③ 再设定控制：根据 1PAU 新风温度测量值分别对 9 台 PAU 的送风设定温度进行自动再设定。
 - ④ 监测：送风温度，新风温度，送风机状态，过滤器状态。
 - ⑤ 报警：温度参数超限报警，风机故障报警，过滤器阻塞报警。
 - ⑥ 显示打印：参数状态报警，动态流程图设定值，再设定和测量值状态。
 - ⑦ 电动调节阀：根据室内需要量，自动调节风阀。
3. 1~9PAU 新风机组，共 9 套，其中新风温度传感器仅 1PAU 装。

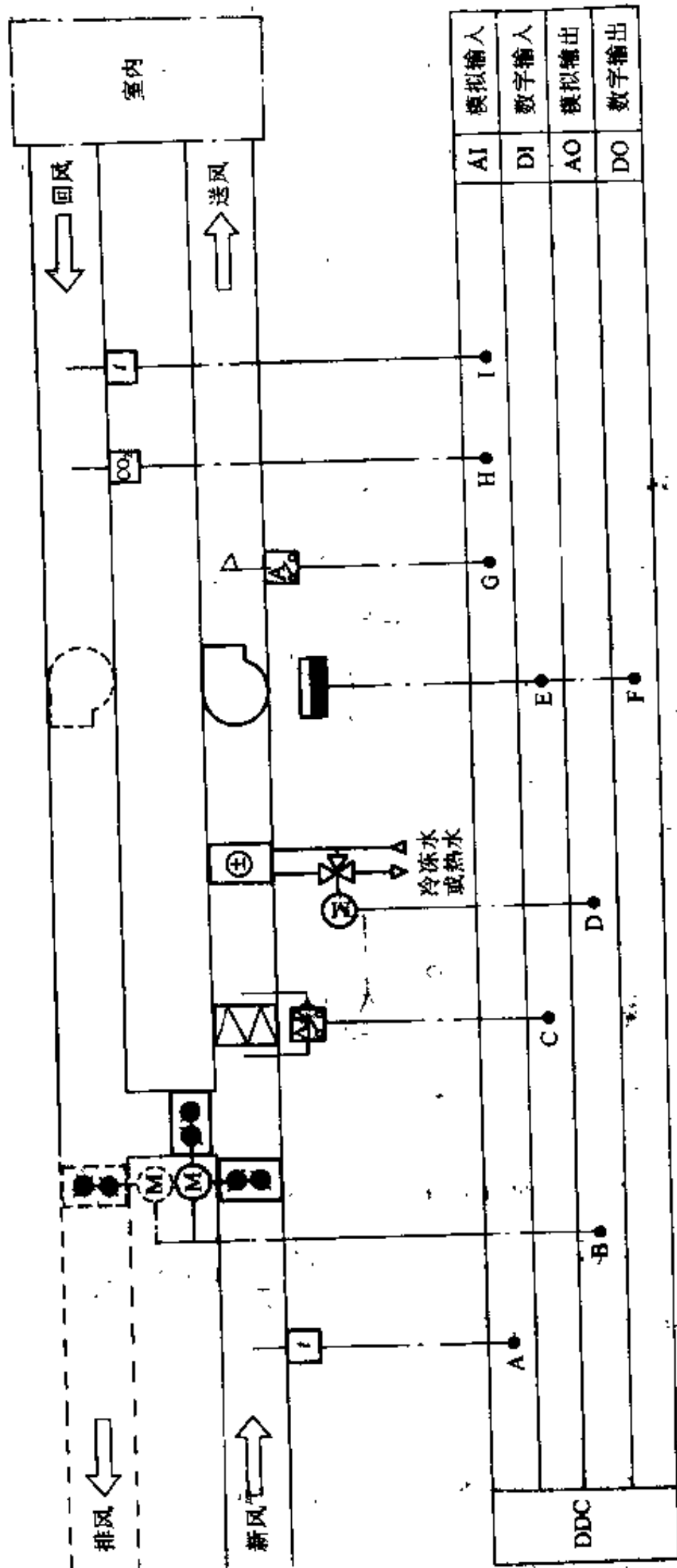


图 11-17 空气处理机组 (AHU) DDC 监控原理图

DDC 外部线路表

符号	用途	状态	型号规格
A	新风温度	AI	BVVP-2×1.0
B	电动调节风阀	AO	BVV-3×1.0
C	过滤器阻塞信号	DI	BV-2×1.0
D	电动调节冷/热水阀	AO	BVV-3×1.0
E	风机过载信号	DI	BV-2×1.0
F	风机启停	DO	BV-2×1.5
G	风阀开关信号	DI	BV-2×1.0
H	CO ₂ 浓度传感器	AI	BVVP-2×1.0
I	回风温度	AI	BVVP-2×1.0

注: 1. 控制对象: 空气处理机组 6 台 1~6AHU 商场。

2. 监控功能

- ① 风机控制: 风机按时间程序自动启/停, 运行时间累积。
- ② 温度控制: 根据回风温度与设定值之偏差, 经比例积分规律调节冷/热水阀, 使回风温度维持在设定的范围内, 春秋季节调节风阀, 改变混风比, 手动进行换季转换。
- ③ 空气质量控制: 根据空气中 CO₂ 浓度调节新风风门开启分度。
- ④ 再设控制: 根据 1AHU 新风温度测量值分别对 6 台 AHU 的回风设定温度进行自动再设定。(只考虑夏季时的重调)
- ⑤ 监测: 回风温度, 新风温度, 送风机状态, 过滤器阻塞报警。
- ⑥ 显示打印: 参数状态报警, 动态流程图设定值, 再设值和测量值状态。

3. 1~6AHU 空气处理机组, 共 6 套, 其中新风温度传感器仅 1AHU 装。

五、制冷机冷却水系统 DDC 监控原理图的识读

图 11-18 是制冷机冷却水系统 DDC 监控原理图，表 11-5 是其 DDC 外部接线表，由图可知以下内容：

1. 工艺流程及设置与第二中的内容基本相同，只在冷却塔内增加了低水位报警的开关信号，并将冷却塔风机的起停及冷却水泵的起停信号及其它各种信号按规定接到 DDC 的输入、输出端。

2. 系统共监控冷却水泵、冷却水塔各三台，监测回水温度、水泵及冷却塔风机运行状态，并按冷却水温度自动控制冷却塔风机启停。

3. 水泵起停是按冷却塔运行状态（低水位），按程序自动启停，并将冷却塔蝶阀与冷却泵联锁开或关。

4. 系统对温度超限、水泵故障、冷却塔集水盘低水位进行报警，并对参数、状态、流程显示打印。

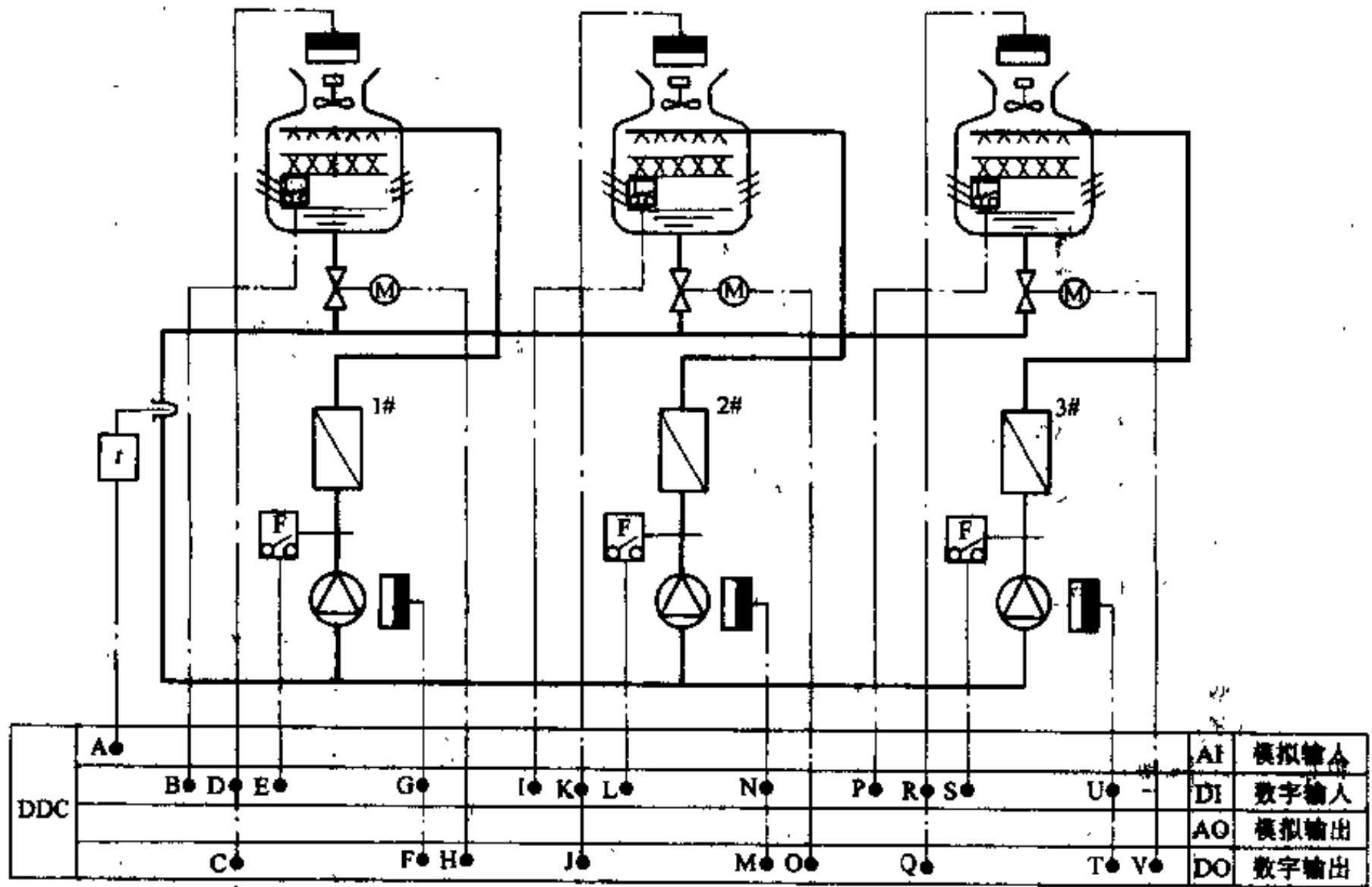


图 11-18 制冷机冷却水系统 DDC 监控原理图

注：1. 监控对象：冷却水泵、冷却水塔各三台。

2. 监控功能

- ① 温度控制：根据冷却水温度自动控制冷却塔风机启/停。
- ② 水泵控制：根据冷却塔运行状态，按程序自动启/停。冷却塔蝶阀与冷却水泵联锁开关。
- ③ 监测：回水温度、水泵、冷却塔风机运行状态。
- ④ 报警：温度超限报警、水泵故障报警、冷却塔集水盘低水位报警。
- ⑤ 显示打印：参数、状态、动态流程图（设定值、测量值）。

六、制冷机及冷冻水系统 DDC 监控原理图的识读

图 11-19 是制冷机及冷冻水系统 DDC 监控原理图，表 11-6 是其 DDC 外部接线表，由

表 11-5 图 11-18 DDC 外部线路表

符 号	用 途	状 态	规格型号
A	回水温度	AI	BVVP-2×1.0
B	1#冷却塔水位信号	DI	BV-2×1.0
C	1#冷却塔风机启/停	DO	BV-2×1.5
D	1#冷却塔风机过载	DI	BV-2×1.0
E	1#水流开关信号	DI	BV-2×1.0
F	1#冷却水泵启/停	DO	BV-2×1.5
G	1#冷却水泵过载	DI	BV-2×1.0
H	1#冷却塔蝶阀开关	DO	BV-3×1.5
I	2#冷却塔水位信号	DI	BV-2×1.0
J	2#冷却塔风机启/停	DO	BV-2×1.5
K	2#冷却塔风机过载	DI	BV-2×1.0
L	2#水流开关信号	DI	BV-2×1.0
M	2#冷却水泵启/停	DO	BV-2×1.5
N	2#冷却水泵过载	DI	BV-2×1.0
O	2#冷却塔蝶阀开关	DO	BV-3×1.5
P	3#冷却塔水位信号	DI	BV-2×1.0
Q	3#冷却塔风机启/停	DO	BV-2×1.5
R	3#冷却塔风机过载	DI	BV-2×1.0
S	3#水流开关信号	DI	BV-2×1.0
T	3#冷却水泵启/停	DO	BV-2×1.5
U	3#冷却水泵过载	DI	BV-2×1.0
V	3#冷却塔蝶阀开关	DO	BV-3×1.5

图我们可知道以下内容:

1. 工艺流程及设置

(1) 工艺流程较简单,分水器中的冷冻水供到空调系统中吸热后回到集水器,集水器的回水由冷冻泵打到制冷机中冷冻后又回到分水器中,如此往复循环,调节空调系统的温度。

(2) 工艺检测设置

1) 分水器 and 集水器均设置温度传感器,测量供水和回水的温度,为冷冻机提供工作依据。分水器 and 集水器间设差压变送器,并设旁通电磁阀,以保持供水、回水差压平衡。

2) 冷冻机进水管道上设水流检测开关,以监督冷冻水泵的运行,并在冷冻机总出水管道上流量变送器,以监控负荷的变化。

2. DDC 监控工作原理

(1) 按上述规定,将系统的参量 A 和 D 接入 DDC 的 I 端或 O 端,见图 11-19。同时将冷冻机和冷冻水泵控制柜的开关信号也引入 DDC。

(2) DDC 根据供水、回水的温差及流量计算空调负荷,并按供水、回水差压及负荷变动趋向决定冷冻机和冷冻水泵的起停台数和工作程序。

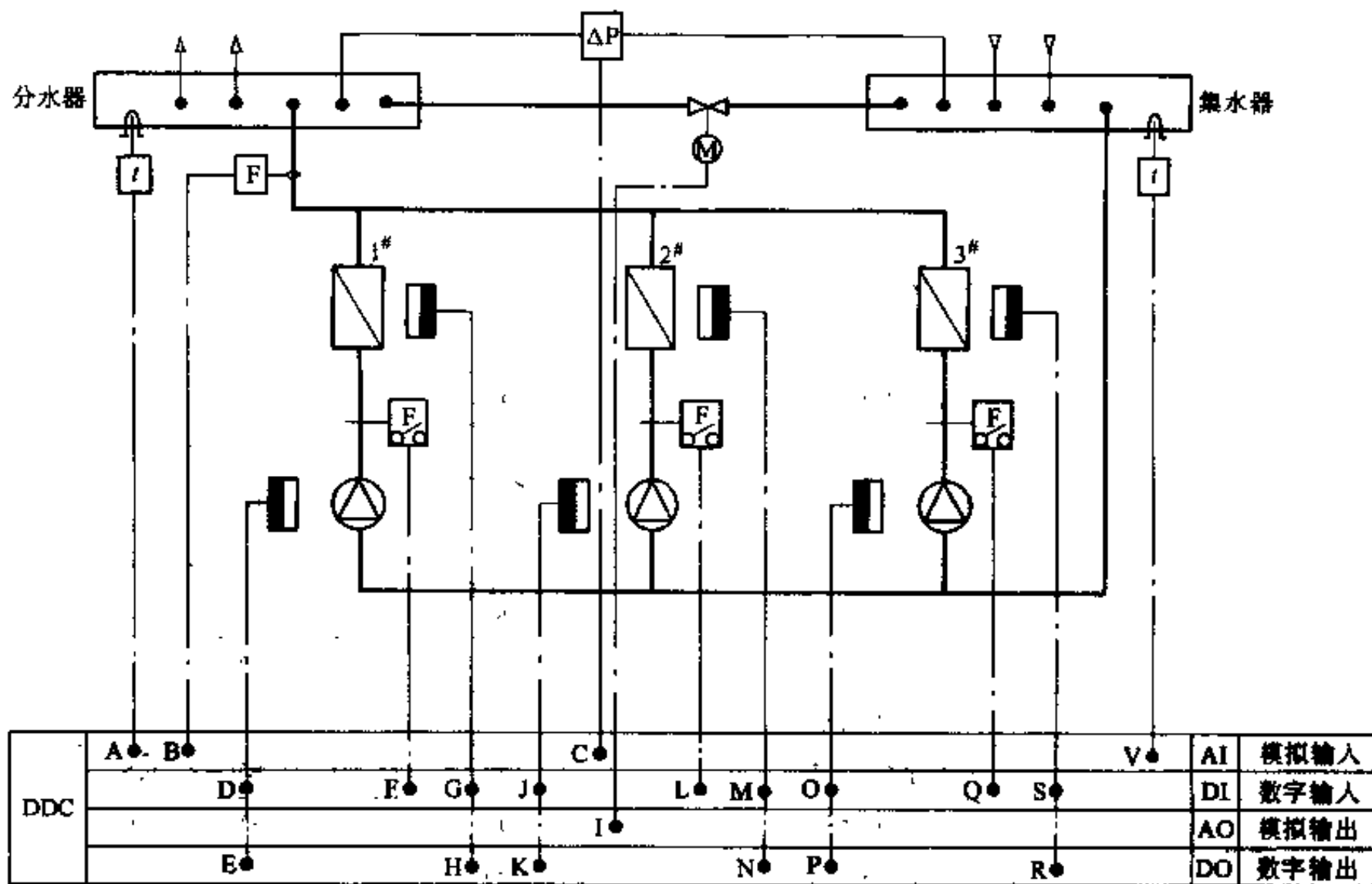


图 11-19 制冷机及冷冻水系统 DDC 监控原理图

注：1. 监控对象：冷源系统 冷水机组 500T 二台 300T 一台

2. 监控功能

- ① 负荷控制：根据供回水温差及流量计算空调负荷台数，参考供回水压差及负荷趋势改变启停台数及次序。
- ② 差压控制：根据供回水压差自动调节旁通阀门保持供回水压差平衡。当差压超过一台泵的流量时，发出启停机组信号，按程序自动进行。
- ③ 联锁控制：配套机组先启冷冻水泵→冷却水泵→冷却塔风机→制冷机。停机首先停制冷机→冷冻水泵→冷却水泵→冷却塔风机。运行时间分别累积，组织均衡检修。
- ④ 监测：供回水温度、水泵运行状态、制冷机运行状态。
- ⑤ 报警：供回水温度超限报警、水泵故障报警。
- ⑥ 显示打印：参数、状态、动态流程图（设定值、测量值）。

表 11-6 图 11-19 DDC 外部线路表

符 号	用 途	状 态	规格型号
A	冷冻水供水温度	AI	BVVP-2×1.0
B	冷冻水供水流量	AI	BVVP-2×1.0+BV-3×1.5
C	冷冻水供回水压差	AI	BVVP-2×1.0+BV-2×1.5
D	1#冷冻水泵过载	DI	BV-2×1.0
E	1#冷冻水泵启/停	DO	BV-2×1.5
F	1#制冷机冷冻水水流信号	DI	BV-2×1.0
G	1#制冷机过载	DI	BV-2×1.0
H	1#制冷机启/停	DO	BV-2×1.5

(续)

符 号	用 途	状 态	规格型号
I	调节冷冻水旁通电动阀	AO	BVV-3×1.0
J	2#冷冻水泵过载	DI	BV-2×1.0
K	2#冷冻水泵启/停	DO	BV-2×1.5
L	2#制冷机冷冻水水流信号	DI	BV-2×1.0
M	2#制冷机过载	DI	BV-2×1.0
N	2#制冷机启/停	DO	BV-2×1.5
O	3#冷冻水泵过载	DI	BV-2×1.0
P	3#冷冻水泵启/停	DO	BV-2×1.5
Q	3#冷水机冷冻水水流信号	DI	BV-2×1.0
R	3#制冷机启/停	DO	BV-2×1.5
S	3#制冷机过载	DI	BV-2×1.0
V	冷冻水回水温度	AI	BVVP-2×1.0

(3) DDC 按供水、回水差压自动调节电动旁通阀以保持供水、回水差压平衡。当系统差压超过一台泵的流量时，发出启停机组的信号，并按程序自动启停。

(4) 控制及联锁程序

1) 起车程序 冷冻水泵—冷却水泵—冷却塔风机—制冷机。

2) 停车程序 制冷机—冷冻水泵—冷却水泵—冷却塔风机。

(5) DDC 对供水、回水温度，水泵运行状态、制冷机运行状态进行监控，并对运行时间分别积算。如系统供水、回水温度超限、水泵发生故障则进行报警，并对系统的参数、工作状态、设定值、被测值等参数（包括动态流程图）进行显示并打印。

七、热交换及供热系统 DDC 监控原理图的识读

图 11-20 是热交换及供热系统 DDC 监控原理图，由图可知道以下内容：

1. 工艺流量及设置

(1) 这是两个独立的子系统，一为热交换系统，一为供热系统。其中热交换系统是为供热系统服务的，空调系统的冷却水回到集水器中（即回水），回水进入热交换器后吸收蒸汽的热量变为热水，这个热水由热水泵打到分水器中（即供水），这个供水则送到空调系统中，使空调系统的温度上升。这个供热系统的循环是靠热水泵的工作进行的。

(2) 热交换系统中蒸汽是由锅炉或其他热工设备提供的，进入热交换器后其热量被空调系统的回水吸收，蒸汽变为冷凝水，这个冷凝水又回到锅炉或热工设备中继续加热至蒸汽，这个循环是由锅炉或热工设备中的泵完成的，图中未详细画出。在热交换器中，两个循环只进行热量的交换，工质（两个循环中的水）是隔离的。

(3) 工艺检测设置 在热交换器热水出口管路上装设温度传感器、测量其水温；在蒸汽进口管路上装设电动阀，控制其开度，调节蒸汽量。

2. DDC 监控工作原理

(1) 按上述规定，将系统参量 A 和 D 接入 DDC 的 I 或 O 端，见图。同时将热水泵开关信号也引入 DDC。

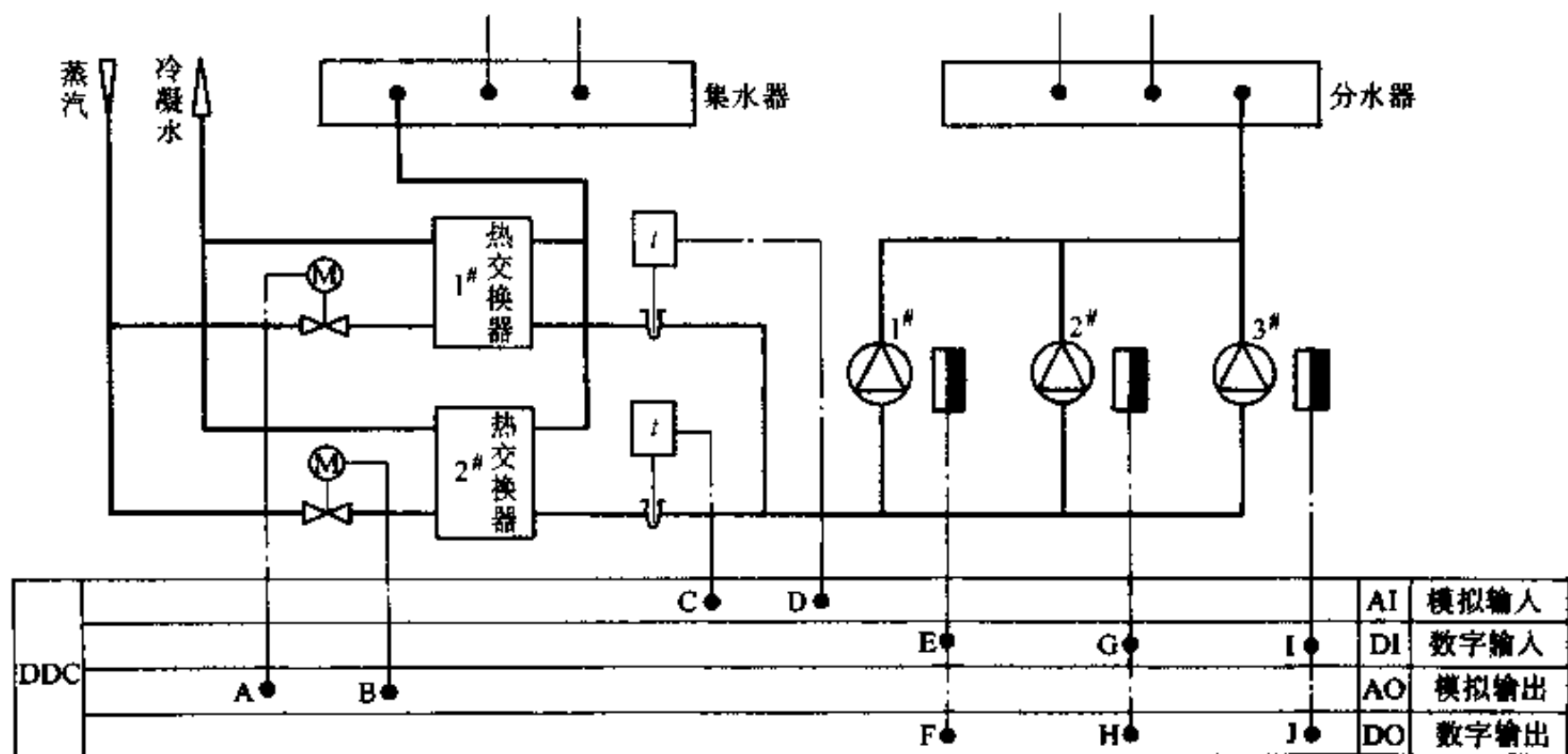


图 11-20 热交换及供热系统 DDC 监控原理图

DDC 外部线路表

符号	用途	状态	型号规格	符号	用途	状态	型号规格
A	1# 供热蒸汽电动调节阀	AO	BVV-3×1.0	F	1# 供热水泵启/停	DO	BV-2×1.5
B	2# 供热蒸汽电动调节阀	AO	BVV-3×1.0	G	2# 供热水泵过载	DI	BV-2×1.0
C	1# 热交换器供水温度	AI	BVVP-2×1.0	H	2# 供热水泵启/停	DO	BV-2×1.5
D	2# 热交换器供水温度	AI	BVVP-2×1.0	I	3# 供热水泵过载	DI	BV-2×1.0
E	1# 供热水泵过载	DI	BV-2×1.0	J	3# 供热水泵启/停	DO	BV-2×1.5

注：1. 监控对象：热源系统（冬季使用纳入冷冻水网）。

2. 监控功能

- 1) 热交换器控制：根据热交换器供水出口温度与设定值之偏差，按比例积分规律自动调节供热蒸汽电动阀。
- 2) 监测：供水温度超限报警、水泵故障报警。
- 3) 显示打印：参数、状态、动态流程图（设定值、测量值）。

(2) DDC 按热交换器热水出口温度与给定值之差值，比例积分规律自动调节蒸汽进口管路上的电动阀，保持热水出口温度的恒定，进而使系统温度恒定。

(3) DDC 监控热水出口温度及热水泵正常运行，并对温度超限、水泵故障进行报警。对系统参数、状态、设定值、测量值等参数进行显示并打印。

空调系统的微机控制系统其主要动力装置冷冻机、冷冻水泵、冷却水泵、热水泵、冷却塔风机的电气控制与前述各节内容相同，这里不再列出详述。为了使读者更进一步掌握 DDC 的内容，这里列出 DDC 的端子板接线图表，供大家参考，见图 11-21。

最后说明一点，有关 DDC 本身的工作原理及其软件等内容已超出了本书的范畴，限于篇幅的关系，这里不再讲述，读者可参考微机或微处理器的有关专著。

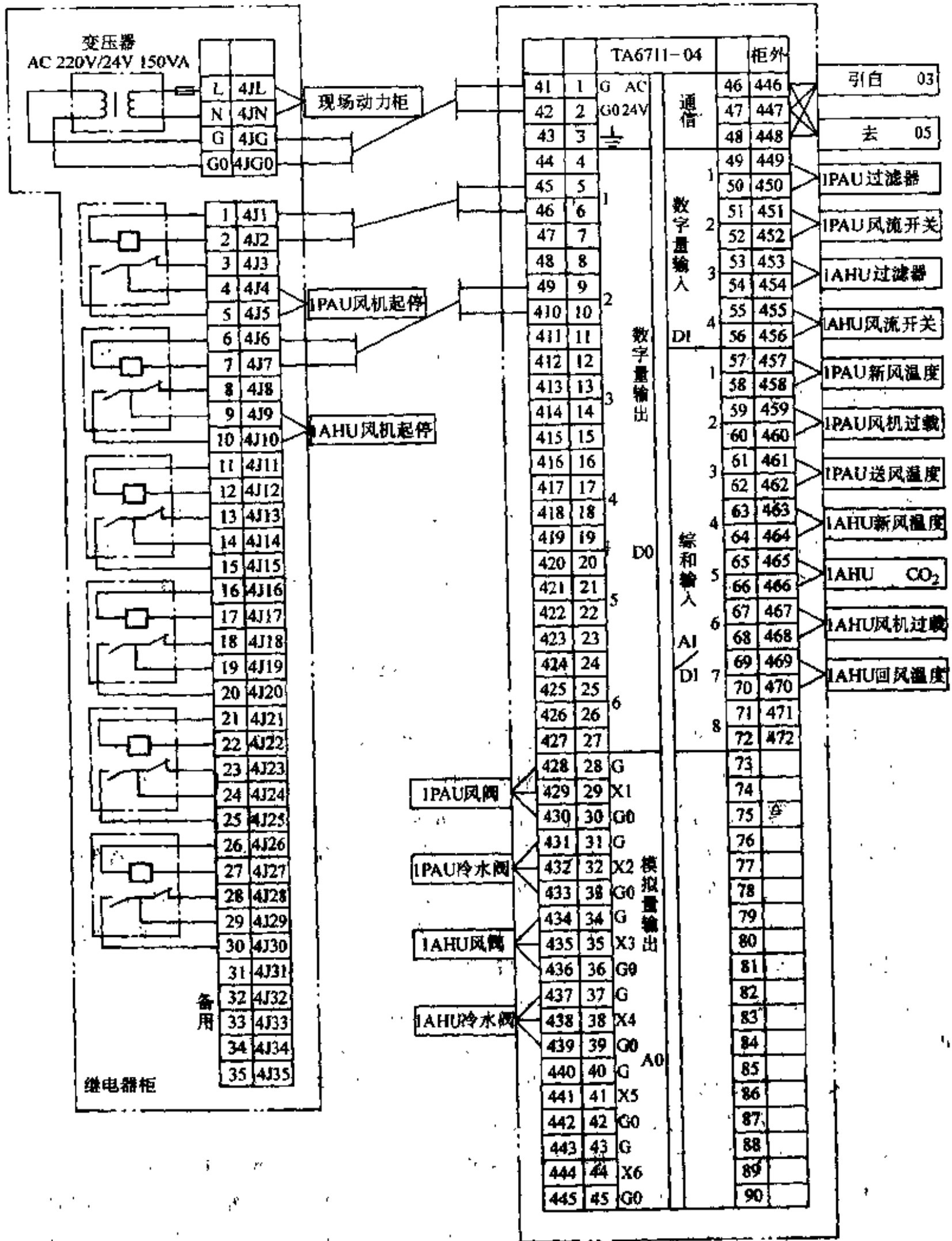


图 11-21 DDC 端子板接线图

注：本图为 4 号分站接线端子图。

第 12 章 高层建筑电气工程图样的识读

高层建筑是指 10 层及 10 层以上的住宅及高度超过 24m 的其他民用建筑物和工业厂房。高层建筑的电气工程几乎包罗了我们前述各章节的内容，特别是智能型的高层建筑，电气系统复杂的很。但是，往往复杂的系统都是由简单的小系统组合而成的，我们在前面讲到的民用住宅、综合楼、锅炉房、工业车间、变配电装置、电梯、空调等章节的内容都要用到。特别是综合楼中的火灾自动报警及消防系统、有线电视系统、通信广播系统以及锅炉房、变配电装置、电梯、空调中的微机部分在这里更要发扬光大，加上未介绍的中央计算机系统和防盗保安系统，构成了大厦的主导系统及控制中枢，这是高层建筑电气工程图样的重点和难点。

另外，对于高层建筑要掌握设备层、机房、竖井以及分布到各个房间部位线缆管的敷设。高层建筑的图样很多，限于篇幅的关系，这里仅以某 36 层金霞大厦部分图样为例重点分析，以便使读者掌握基本技能，这样才能更好更正确地去分析工程中的图样。

第一节 工程概况

金霞大厦地上 34 层，地下 2 层，现浇混凝土框架结构。从功能上区分有 4 个部分，即商场，办公写字楼、民用住宅及其配套的附属工程，其外形结构见图 12-1 和图 12-2。

1. 地下二层为第一设备层，设有空调机房、消防泵房、给水泵房、自备发电机房、通风机房、冷冻机房、变配电间、冷却水处理车间、燃油锅炉房、修理间、中央控制室等，是大厦电力负荷的中心，酷似一个大型的工业车间，层高 6.0m，平面布置见图 12-3。

2. 地下一层至地上四层为综合商场，设有直梯六部（二~九层）、消防梯三部、每层扶梯八部，首层有电动卷帘，全部为电动门，除照明（包括装饰照明）外，设有火灾自动报警及自动消防装置、闭路电视及防盗保安装置、通信广播装置、空调装置、有线电视装置、微机管理及监控装置等。除卫生间淋浴间外，全部吊顶，层高 6m。消防中心和防盗保安中心设在一层，一层的室外还设有洗车库、消防泵等。平面布置见图 12-4~图 12-6。

3. 地上五层至八层为办公管理中心，设有电动门、照明、电话、广播、空调、火灾报警、有线电视、防盗保安、微机及现代办公设备等。除卫生间、淋浴间外全部吊顶，层高 3.8m，从五层开始，建筑物外廓的轴线向内缩小，其中⑬轴缩到⑫轴，①轴缩到②轴，④轴缩到③轴，⑥轴未动。这样，上述缩回的轴与轴之间即为五层的平台，设有厅院柱灯、立体投光照明、音响喇叭、柱灯等，可做为公共娱乐场所。见图 12-7，其他动力、防雷、弱电图样略去。

4. 地上九层为第二设备层，设有加压泵站、2×800kVA 变配电间、有线电视机房、电话机房、广播机房、电梯中转站以及中央调度室和计算机中心、演播厅以及照明、弱电系统和空调等。除泵站、变电间、卫生淋浴间外全部吊顶，层高 6m，楼梯间设电动门，见图 12-8~图 12-10。

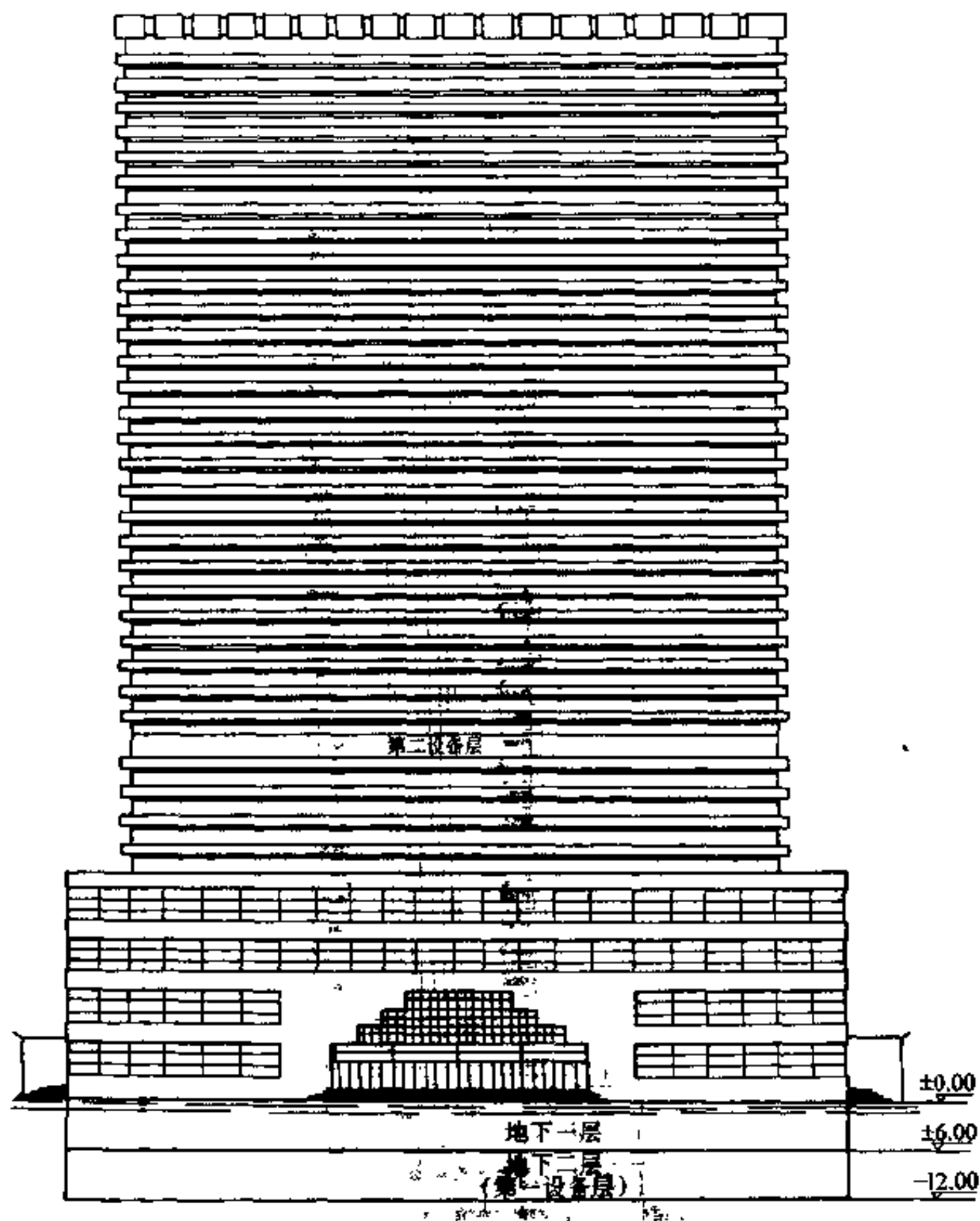


图 12-1 36 层金震大厦正立面外形示意图

5. 十层至三十六层为高级住宅，设有照明、有线电视、电话、火灾报警、电梯、防盗报警等现代家庭设备。分三个单元，一、三单元每层 5 户，二单元每层 7 户，层高 2.8m。见图 12-11 至图 12-13。

6. 楼顶有电梯机房、卫星抛物面天线、电视共用天线、无线寻呼电话天线塔、防雷设施、航空障碍灯等。见图 12-14 至图 12-16。

7. 楼前和两侧为停车场，有立面投光照明、广场照明、水下喷泉照明及消防泵、洗车泵等。楼后为地下一层、地上四层的立体仓库，有货梯 8 部、消防梯 2 部，配有照明、火灾自动报警及消防系统、防盗保安系统、电动门、电话等，层高和主楼对应相等，并有锅炉房和住宅入口通道及自用车库等设施，上述内容未用图表示。

8. 电气竖井有强电竖井三个，弱电竖井两个，变压器采用干式变压器，在电梯机房、电话机房、电视中心、广播机房、消防中心、保安中心、调度中心、计算机中心和变配电间分别配有容量相应的 UPS。另外，这些负荷的电源与发电机电源是互锁的。

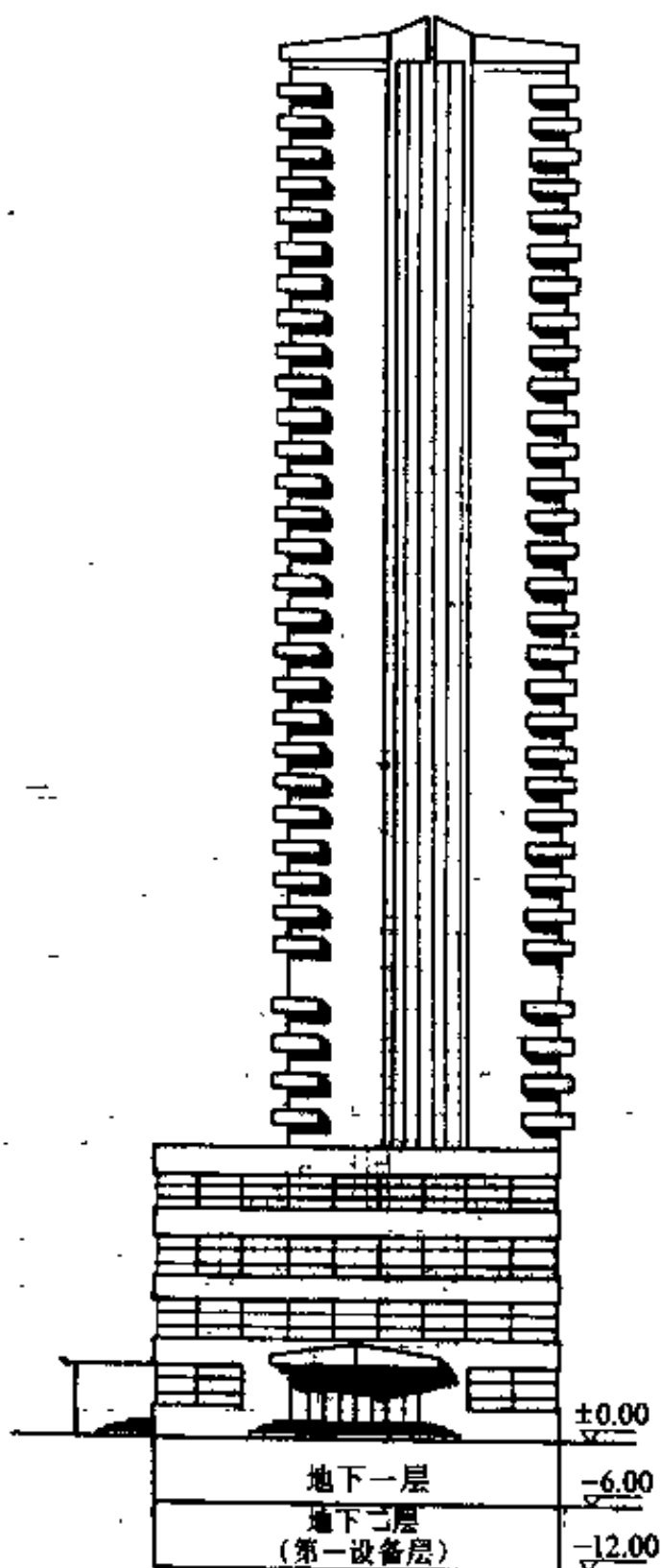
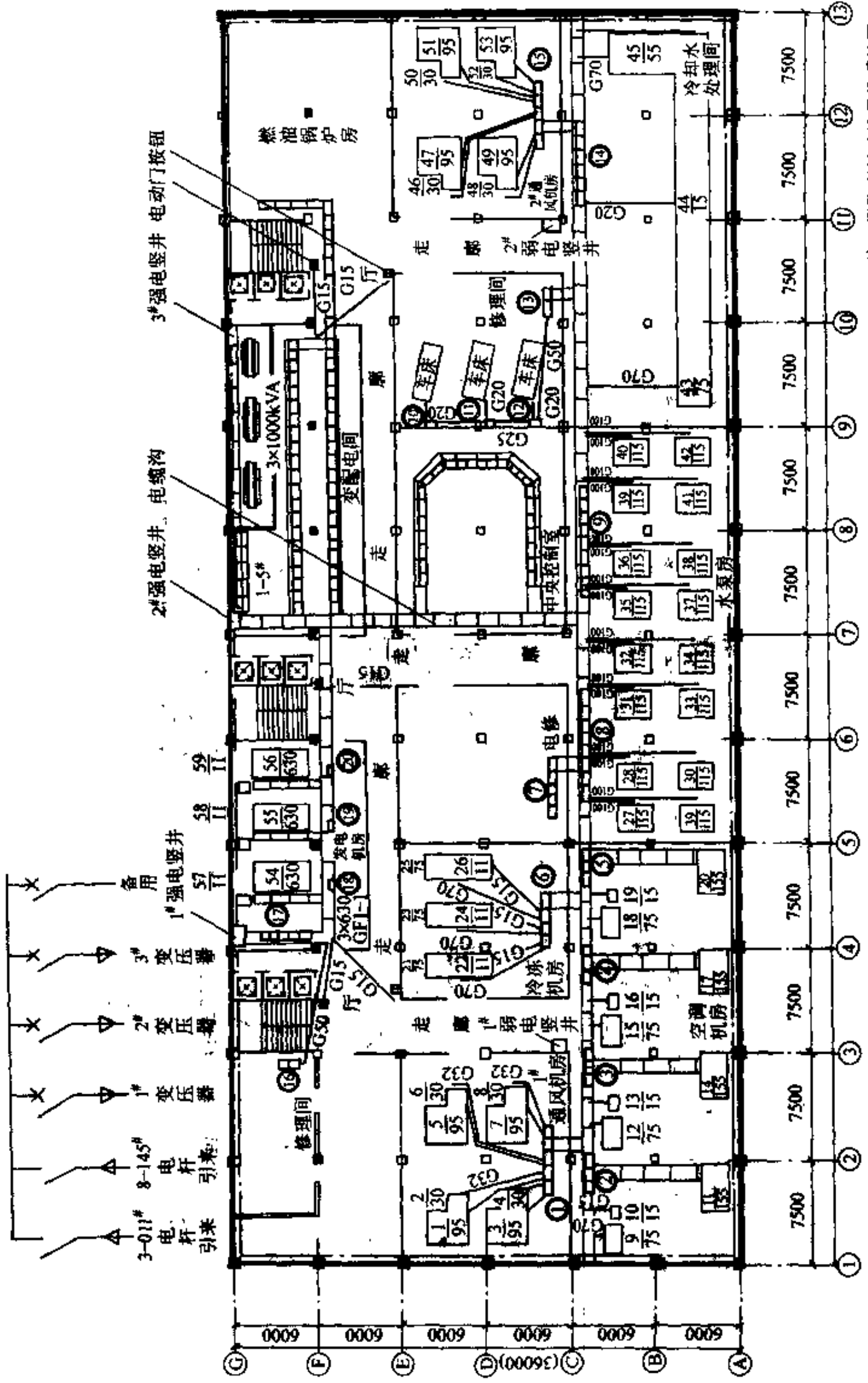


图 12-2 36 层金霞大厦侧立面外形示意图

9. 本建筑物只给出部分图样, 其他电气图样前述内容已作了详尽介绍, 只是容量不同、回路不同、布置不同。这里只就高层建筑的特点及不同之处进行讲述。

10. 最后说明一点, 本建筑物是一模拟建筑物, 主要是为了讲述的方便而设置的, 不妥之处敬请读者指正。图中用斜线引出的并标有文字说明的元件、管线、设施的名称等原施工图样中没有标注, 这是作者为了讲述的方便临时加上去的, 在阅读工程实际图样时, 应及时对照图例、工程说明、元件设备及电缆清册等。



注：管路直径及线径见系统图。

图 12-3 地下二层（第一设备层）平面布置图

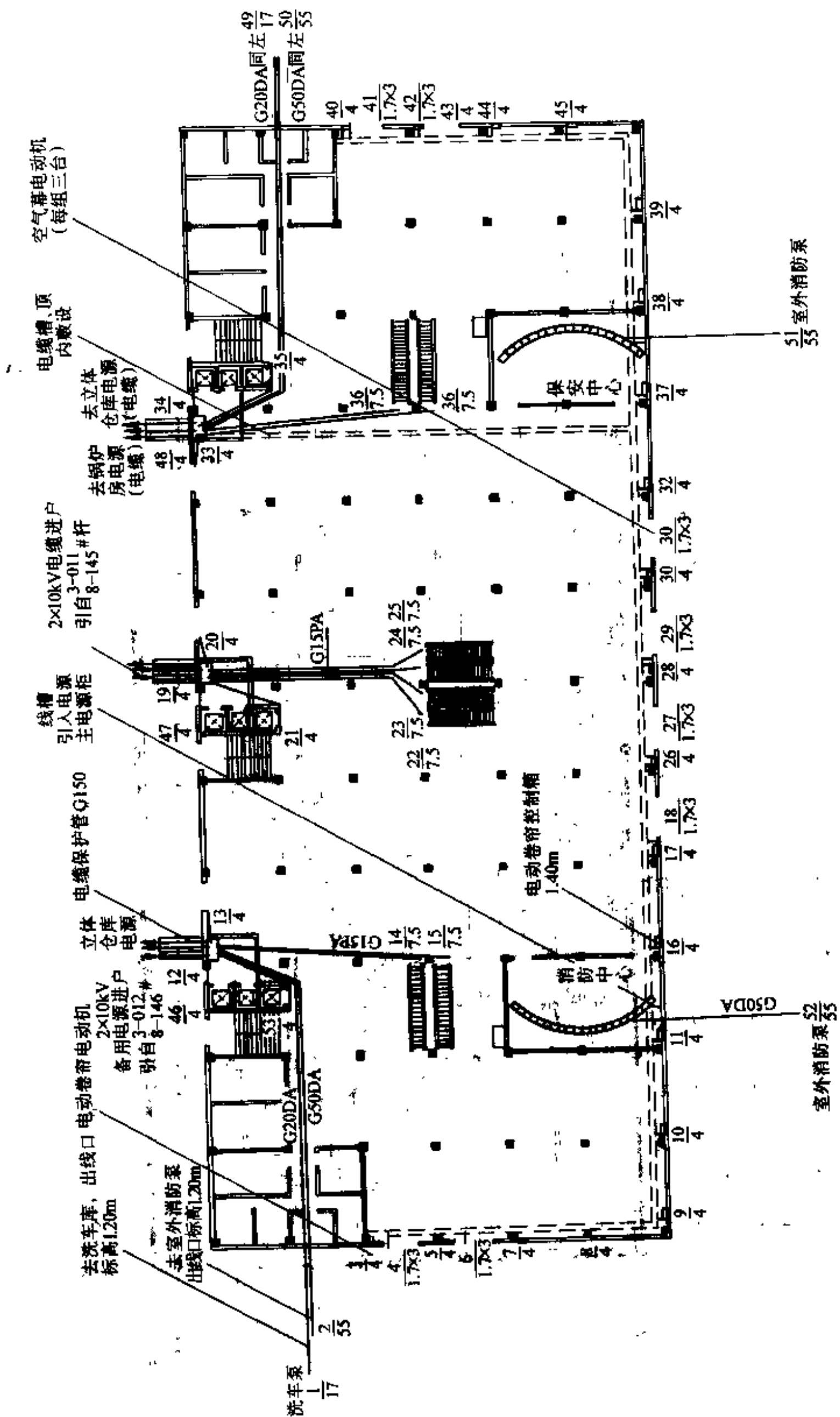


图 12-4 地上一层动力平面布置图

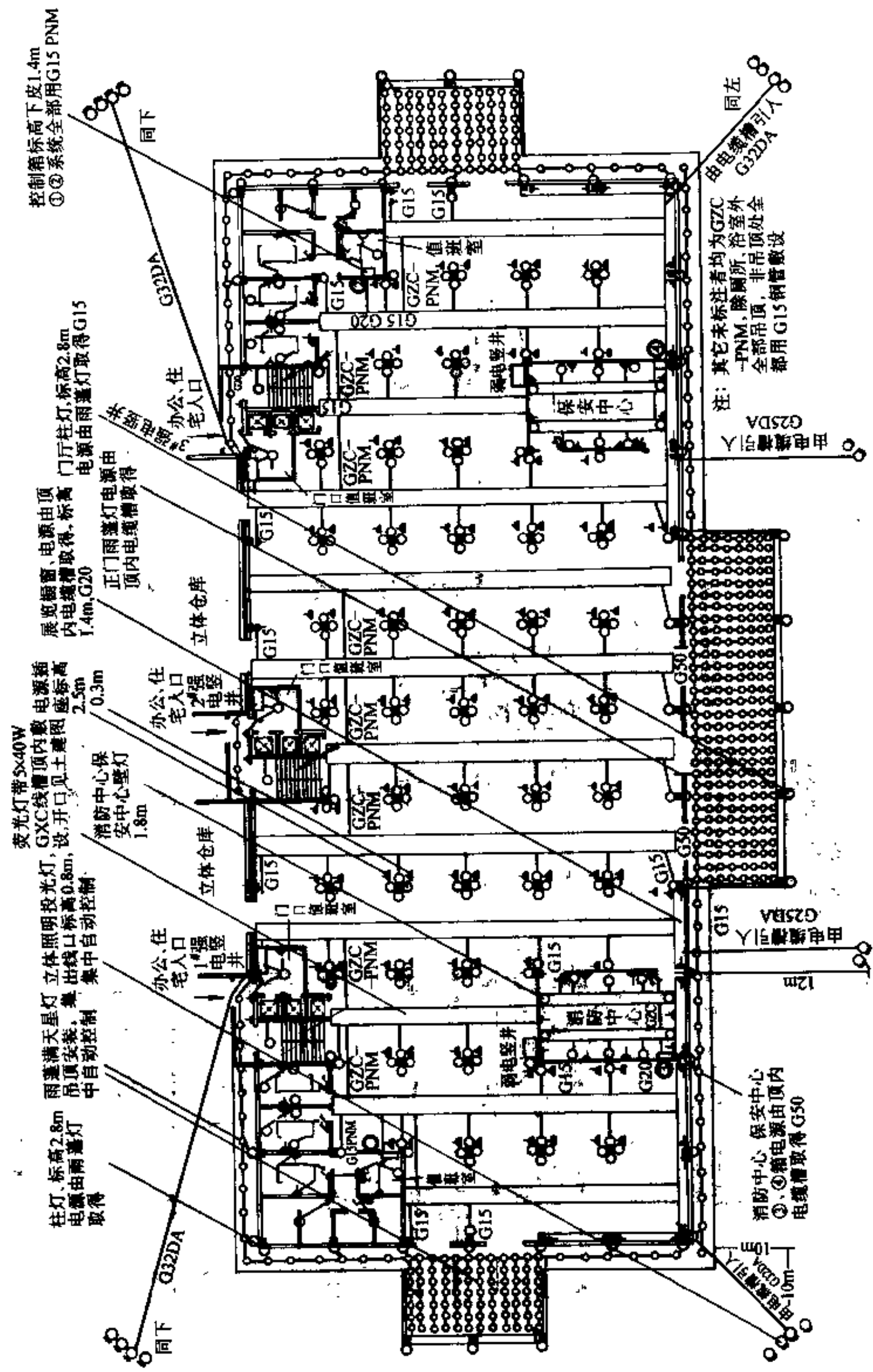


图 12-5 地上一层照明平面图

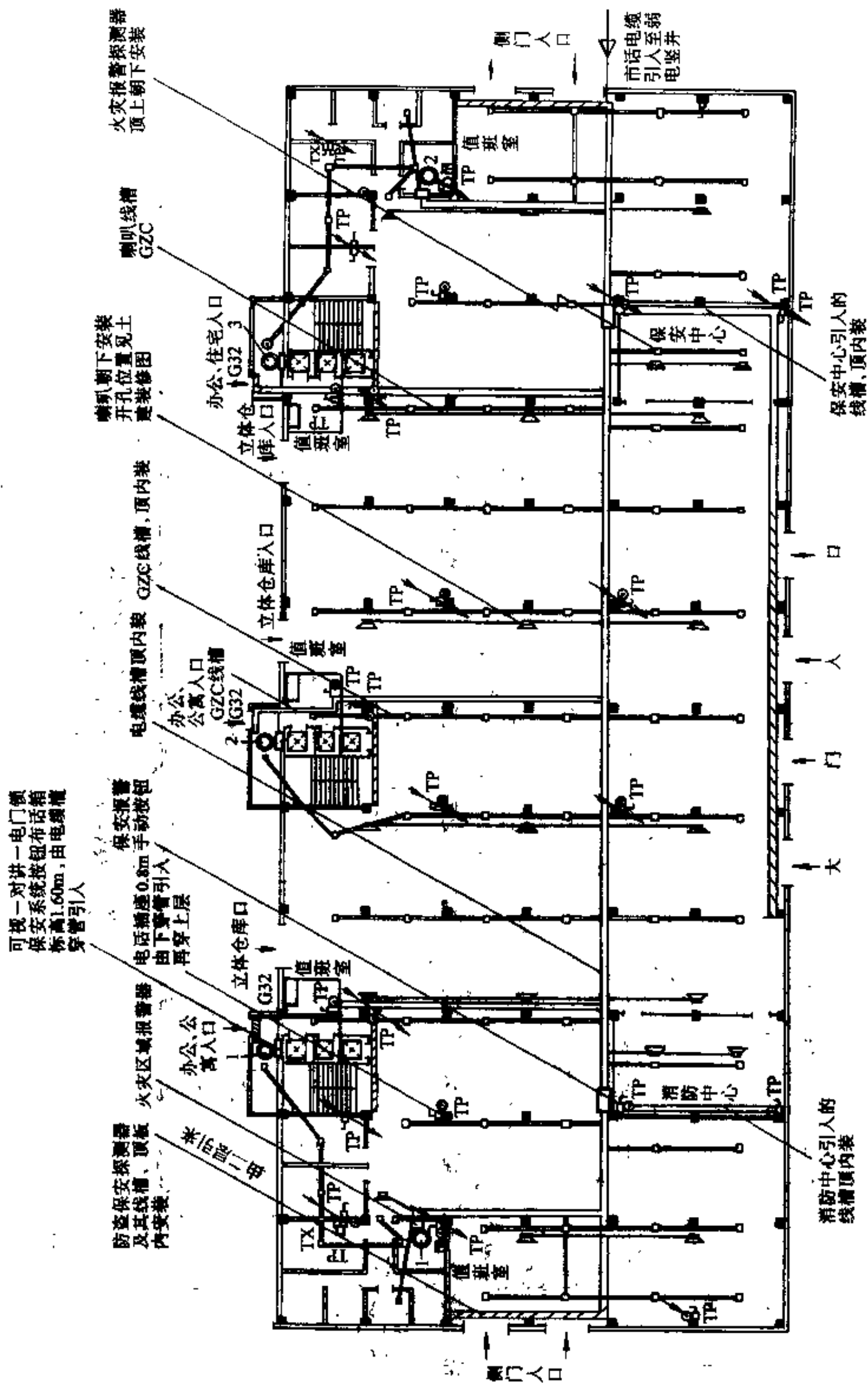


图 12-6 地上一层弱电平面图

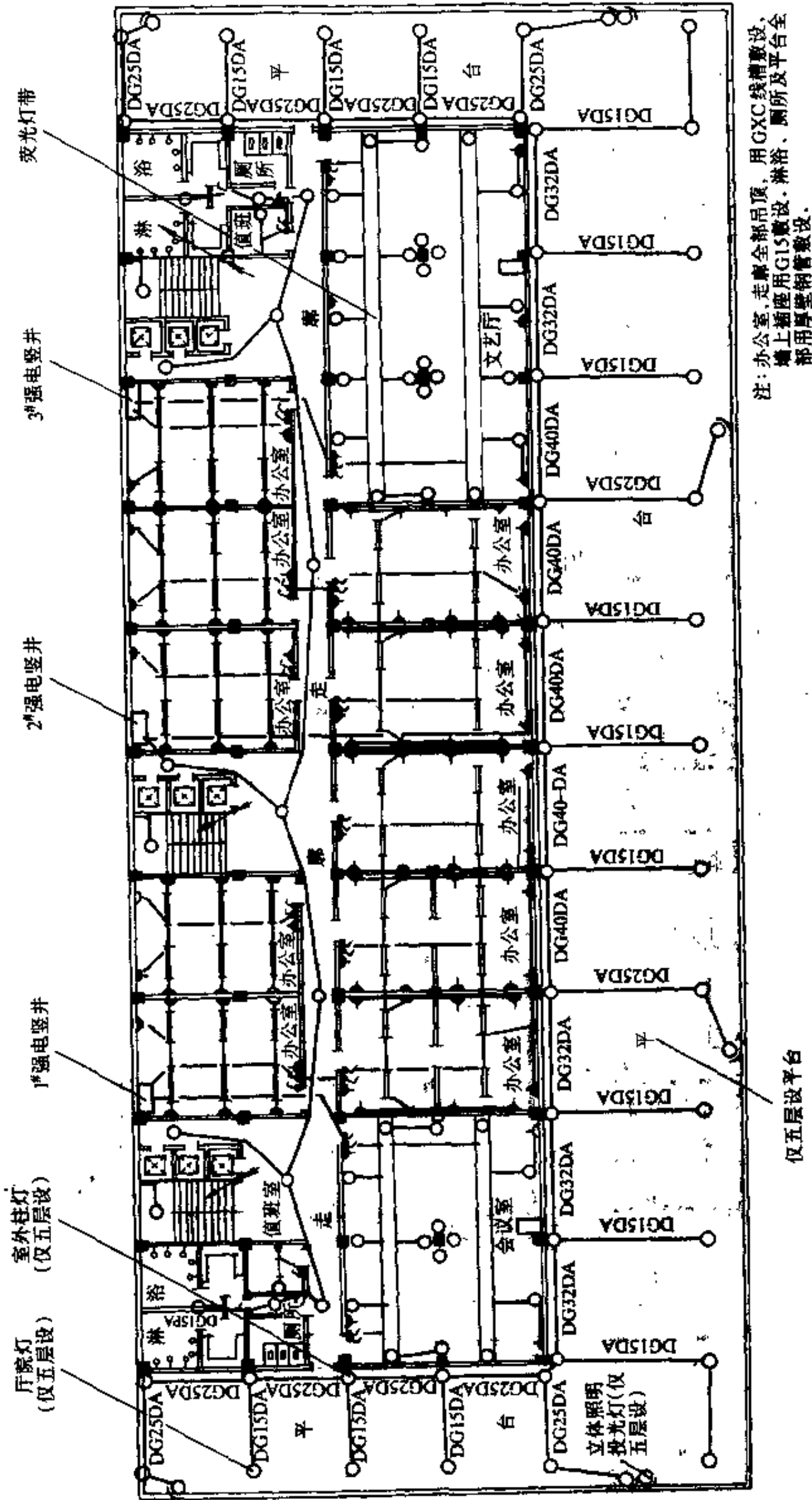


图 12-7 五层照明平面布置图

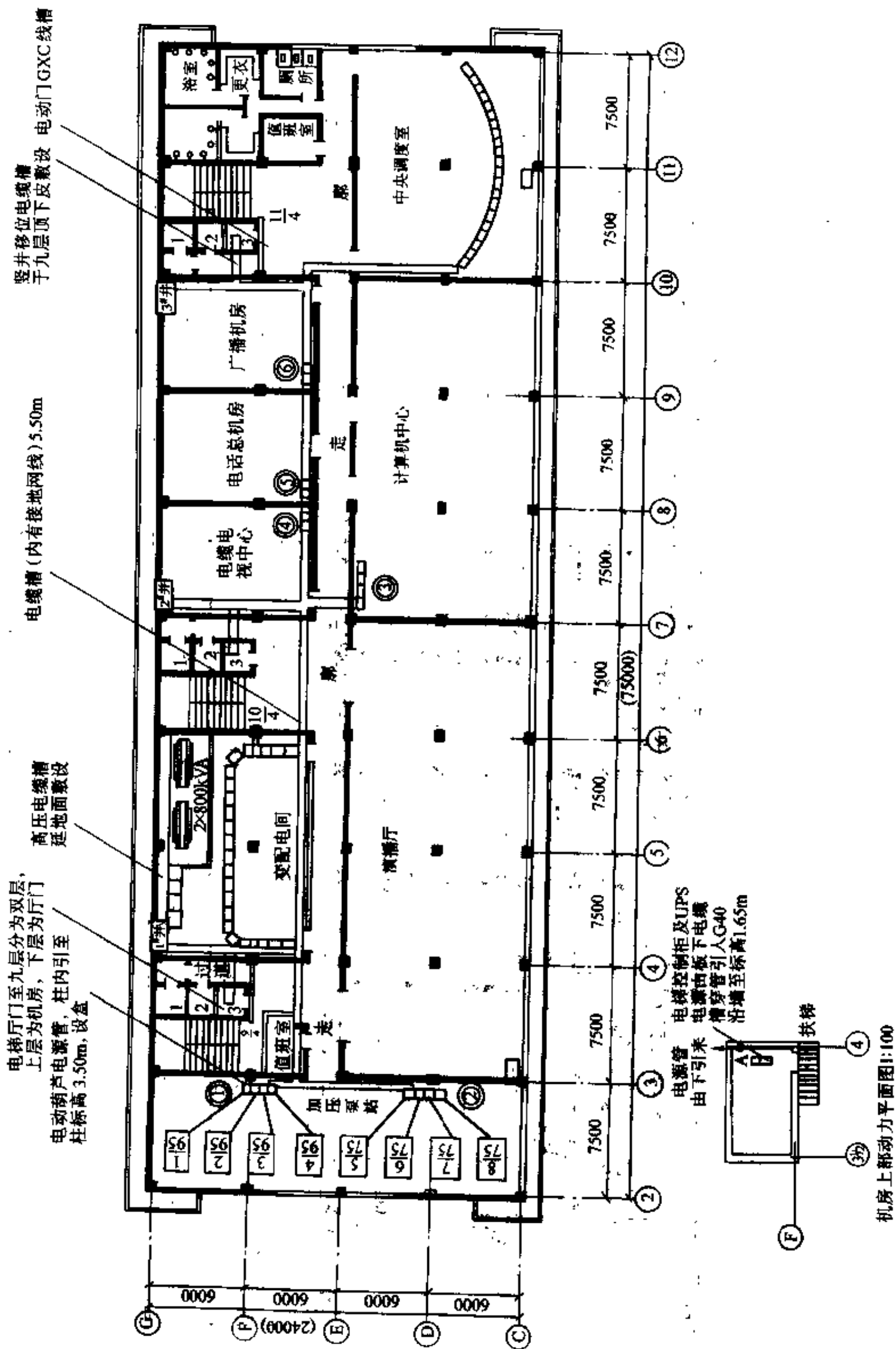
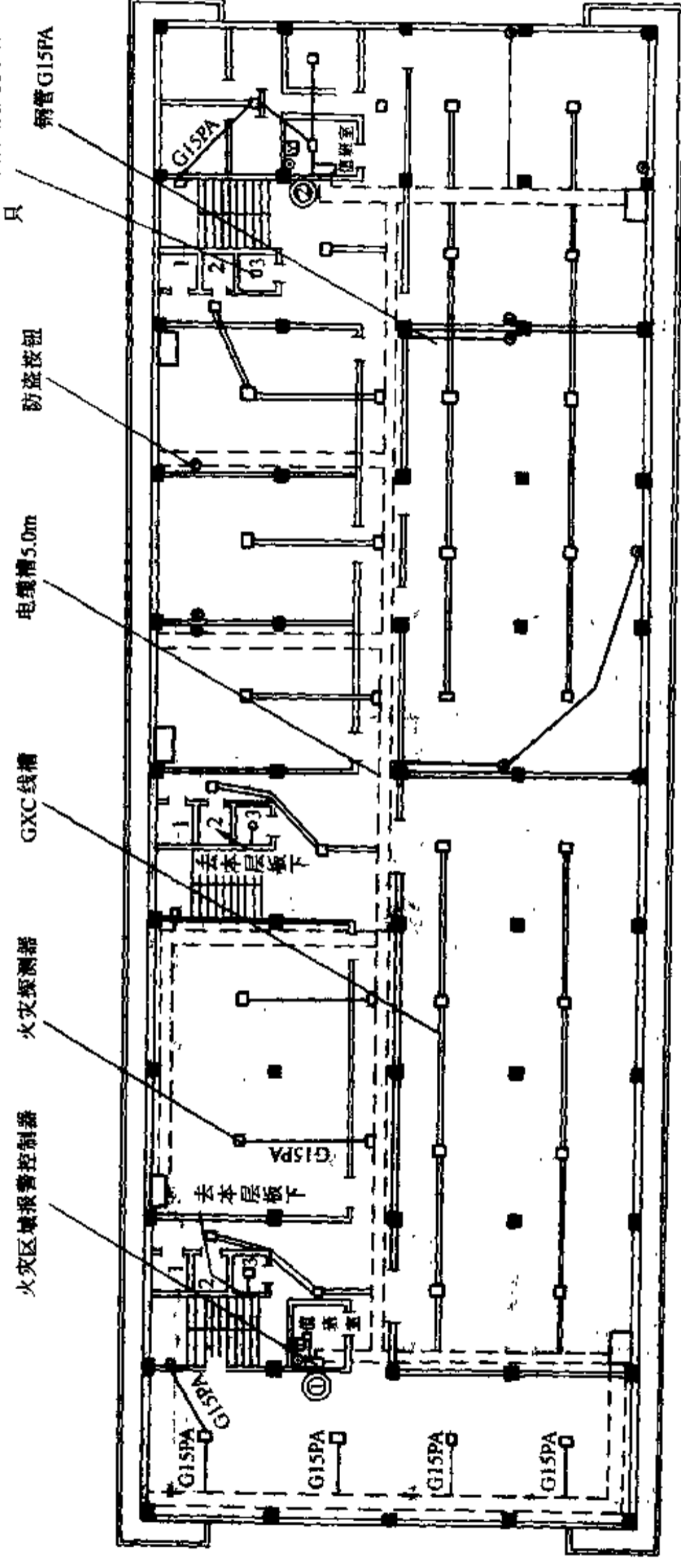


图 12-8 九层(第二设备层)动力平面布置图

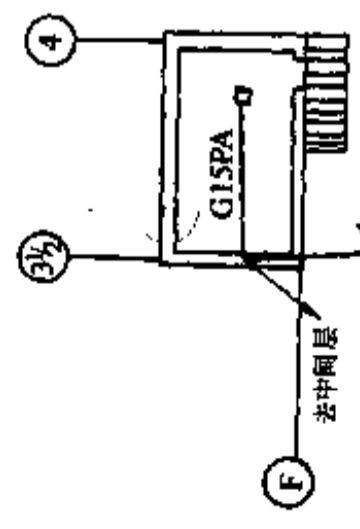
机房上部动力平面图1:100

3#电梯竖井顶板火灾探测器，位于本层处顶板下和本层2.5m板下各一只



注：吊顶层内的火灾报警探测器同一~四层。

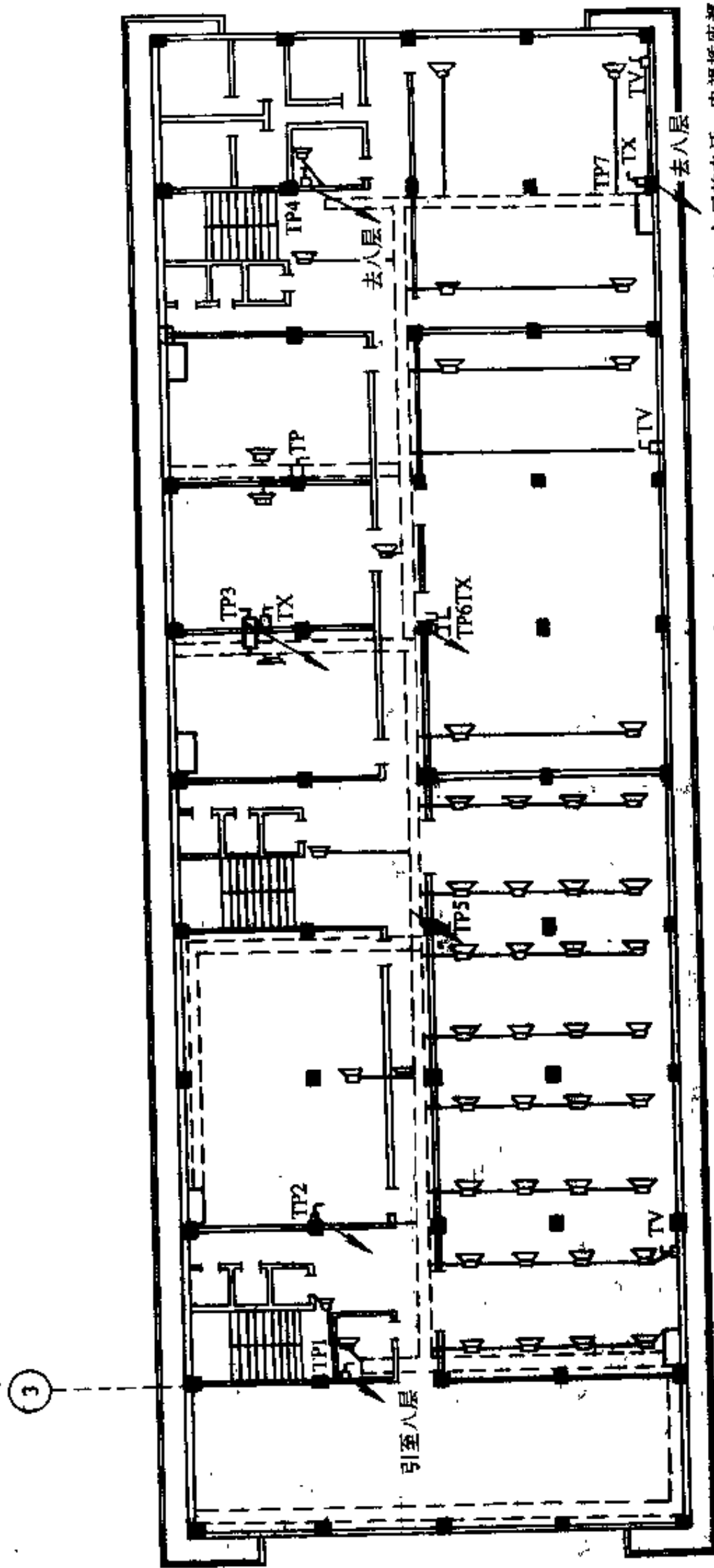
火灾区域报警控制器
火灾探测器
GXC线槽
电缆槽5.0m
防盗按钮
钢管G15PA



三号机房上部探测器平面图

门厅火灾探测器

图 12-9 九层（第二设备层）火灾报警、防盗报警平面布置图



注：九层的电话、电视插座都用槽或管引入主机中心和中机调度室的调度电话由主机直接引入电缆槽。

图 12-10 (第二设备层) 广播、电话、有线电视平面布置图

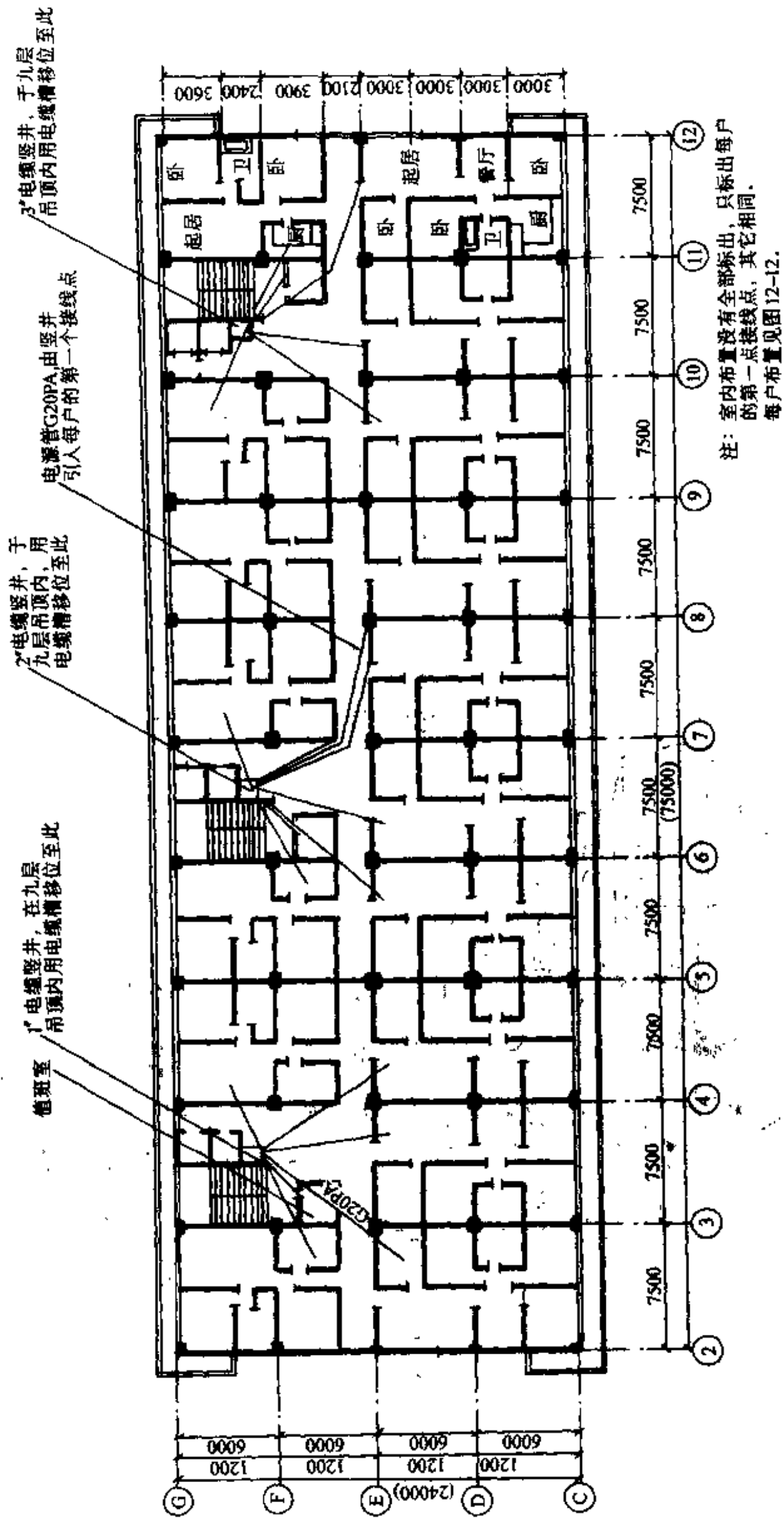


图. 12-11 十~三十六层照明进户管路平面布置图

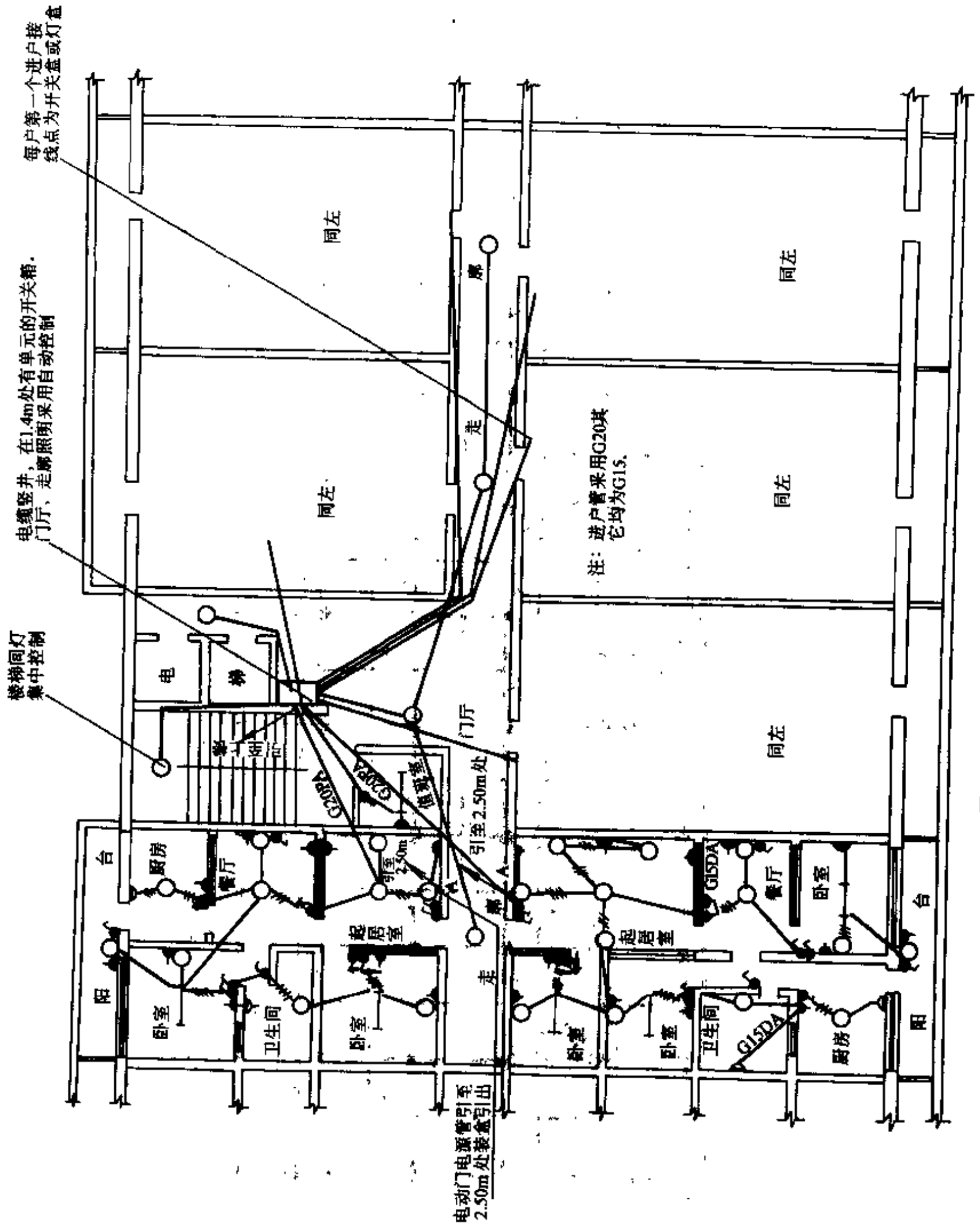


图 12-12 十一~三十六层照明平面布置图

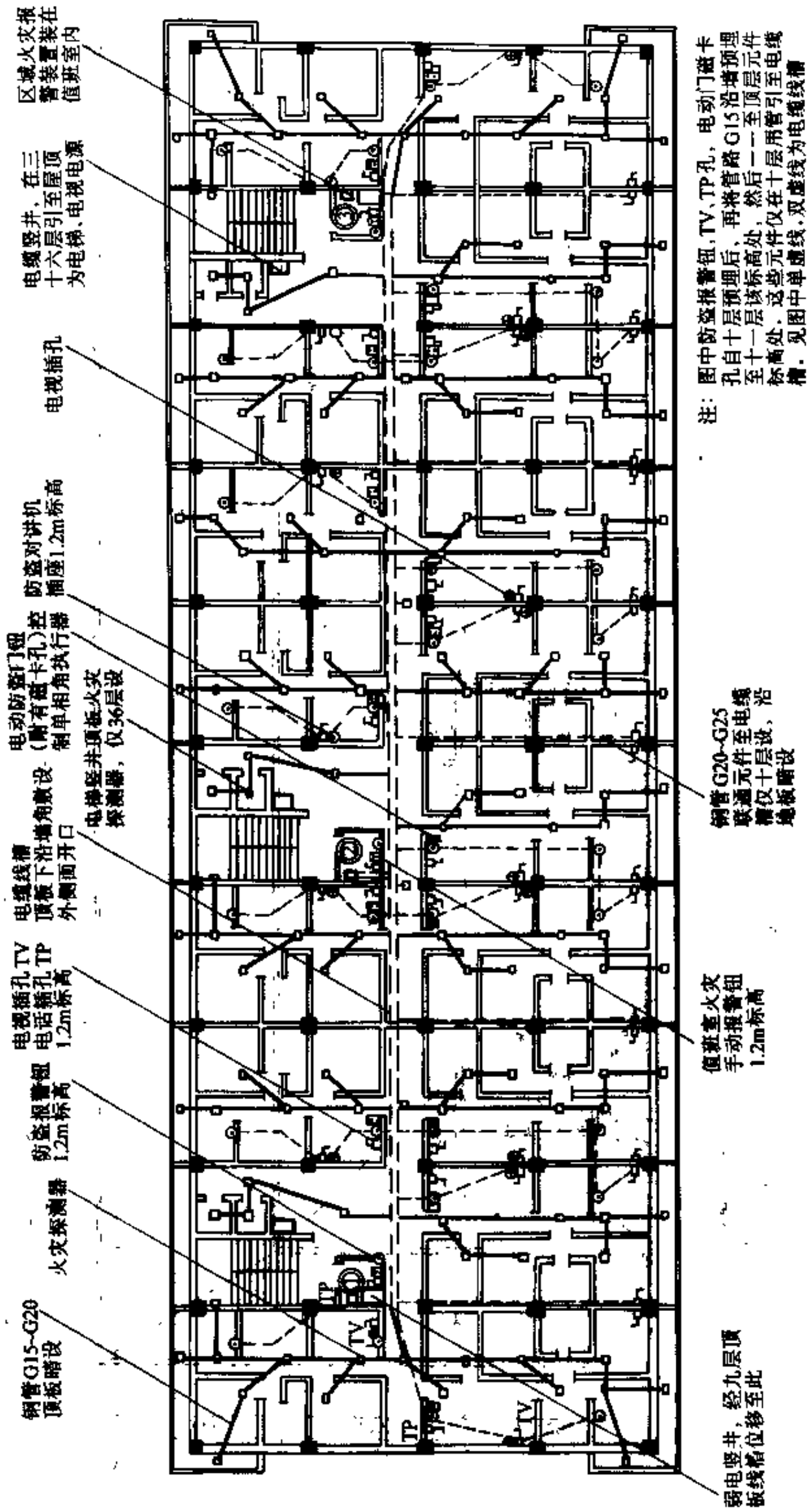


图 12-13 十~三十六层弱电系统平面布置图

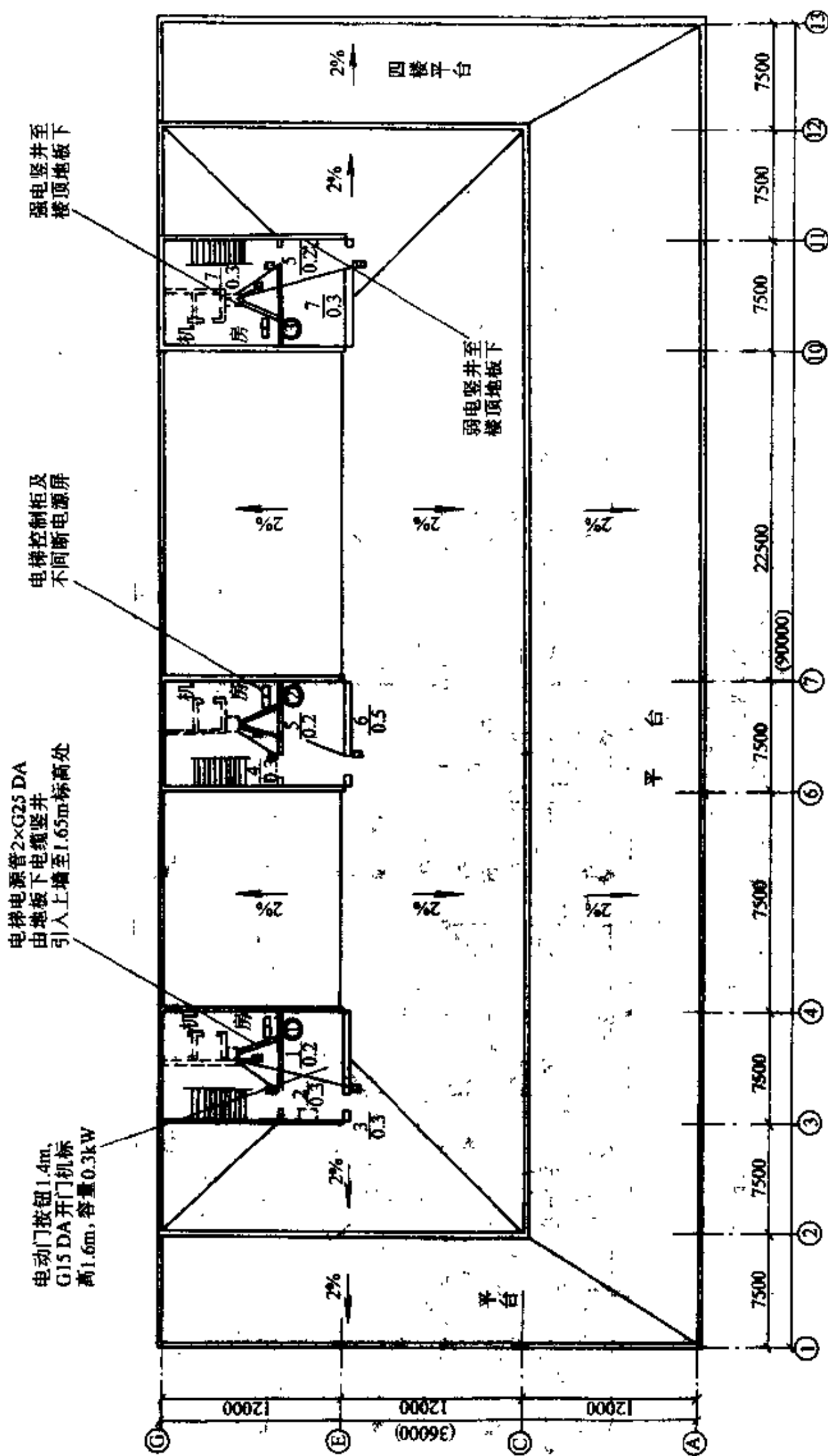


图 12-14 楼顶电梯机房动力管路平面布置图

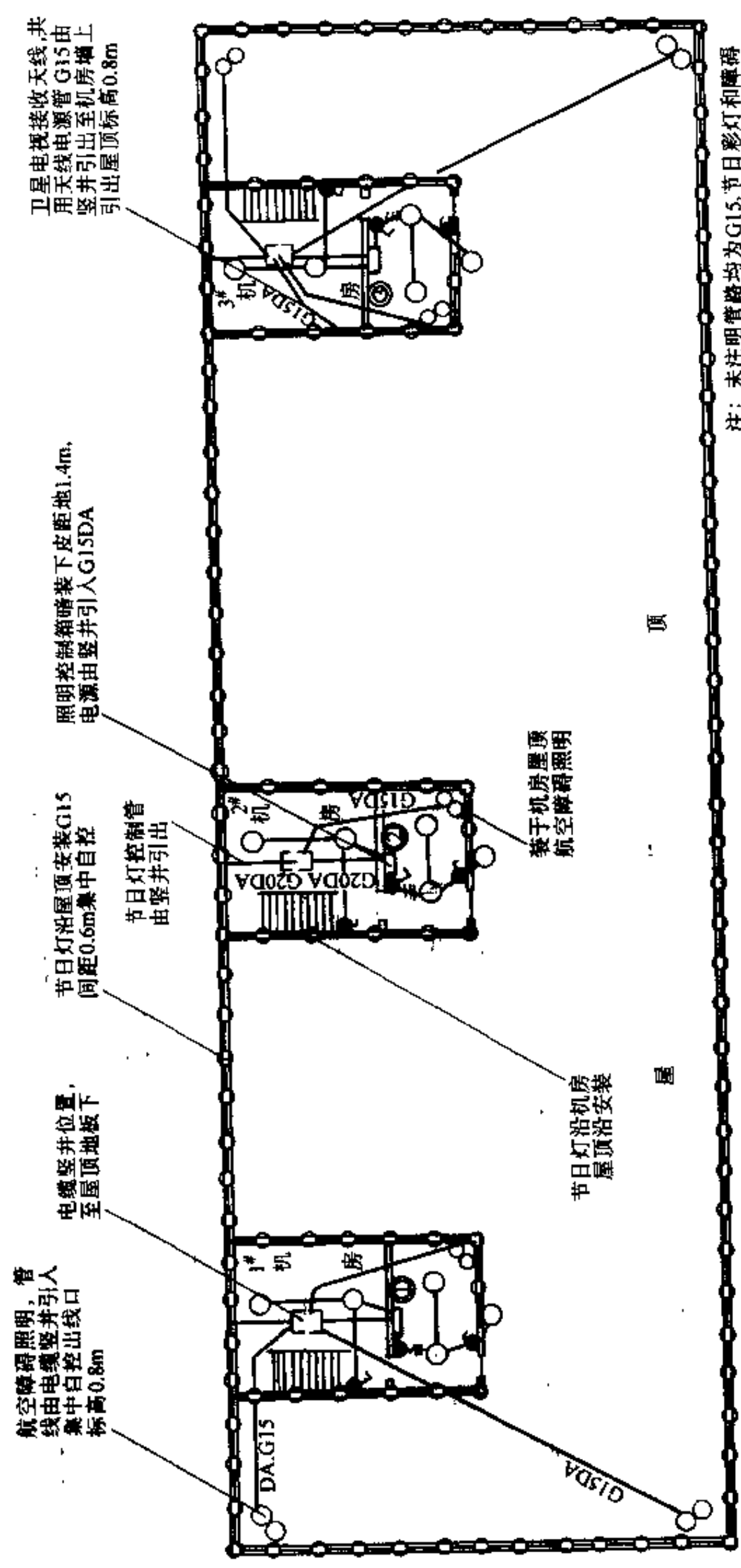


图 12-15 楼顶照明平面布置图

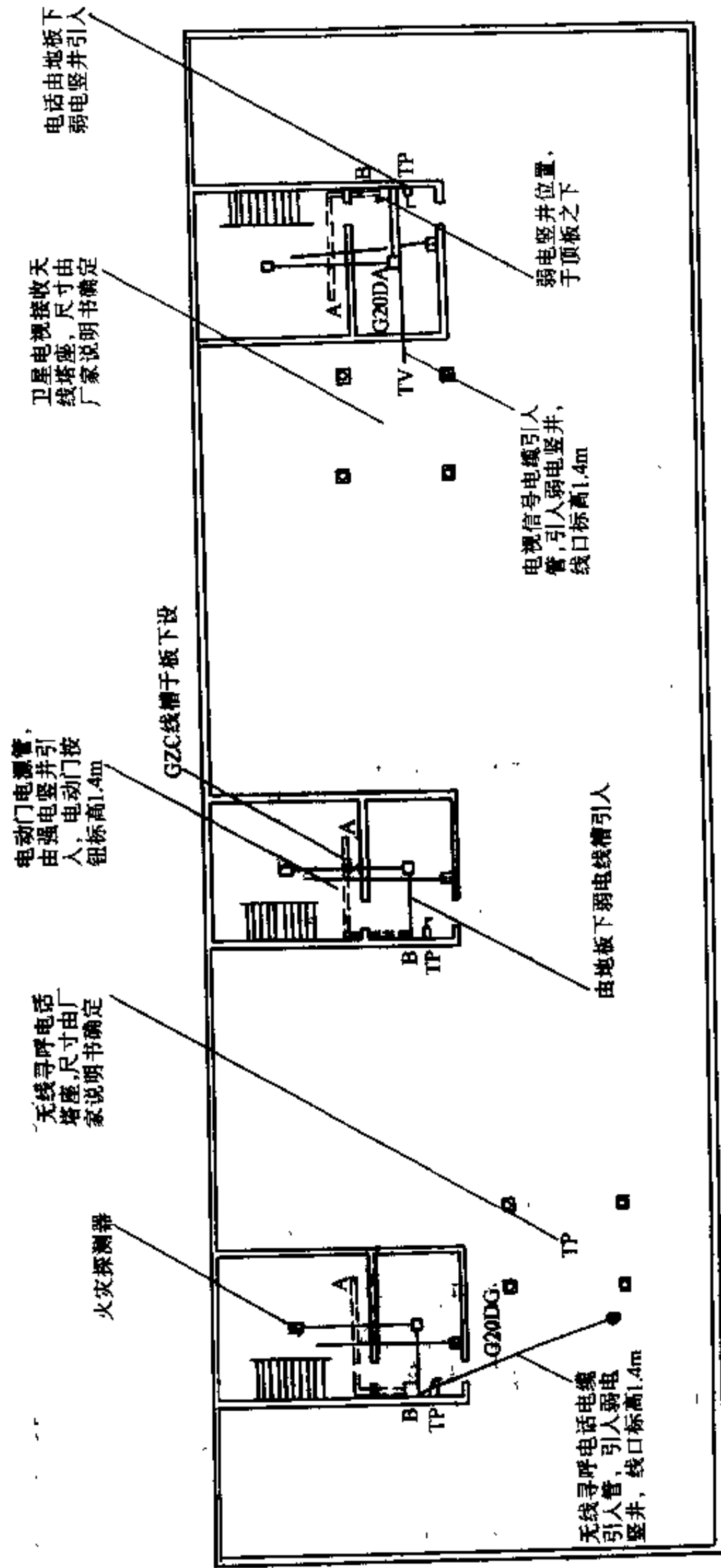


图 12-16 楼顶弱电管路平面图

第二节 高层建筑电气工程的特殊装置

一、电气竖井

竖井是高层建筑最主要的电气通道，竖井中敷有电缆、管线、插接母线、封闭母线、线槽等，且每层的竖井处又是该层的一个小配电间或为一接线箱。竖井有强电和弱电之分，本设计中有三个强电竖井，两个弱电竖井。掌握竖井是分析高层建筑线路分布的关键。

(一) 分布及用途

1. 由图 12-3 可知，三个强电竖井分别位于Ⓒ轴和④轴、⑦轴、⑩轴的交点上，并由地下二层一直通到地上九层。从十层开始强电竖井由上述的位置分别移至电梯间原 3# 电梯的位置，见图 12-11 和图 12-12，这个位移是在九层吊顶内用电缆由原来位置引至这里而完成的，这个电缆的始端是九层变配电间，电缆敷设在九层 5.50m 标高处的电缆槽内，见图 12-8。

强电竖井主要是用来传送交流电、高电压、大电流的动力及照明回路的线缆的。由图 12-4 及其他图可知以下内容：

(1) 1# 强电竖井有两路 10kV 电源进户，这是引至九层（第二设备层）变配电间的电源，同时由此引出立体仓库的电源，电缆保护管均采用 G150。由 1# 竖井引出的还有室外洗车泵、消防泵、楼梯间及立体仓库电动门和室内扶梯的电源。

(2) 2# 强电竖井也有两路 10kV 电源进户，这是引至地下二层（第一设备层）变配电间的电源，同时由此引出立体仓库的电源，还有楼梯间电动门及立体仓库电动门和扶梯的电源。

(3) 3# 强电竖井向室外引出两路去锅炉房的电源和一路立体仓库的电源。同时还有引至室外消防泵、洗车泵及电动门和扶梯的电源。3# 竖井还有一路用电缆槽吊顶内敷设引至门口电动卷帘、电动空气幕、室外消防泵以及消防中心和保安中心的电源。

(4) 前述各图样中，动力及照明的管线回路均由强电竖井引出，动力及照明装置的分布及管线的敷设读者可用前述各章节的分析方法自行分析。

2. 由图 12-3 可知，两个弱电竖井分别位于Ⓒ轴与③轴、⑪轴的交点上，并由地下二层一直通到地上九层。从十层开始弱电竖井由上述位置分别移至每层值班室内，即 1/2Ⓒ轴与③轴、⑪轴的交点上的值班室内，见图 12-13。同样，这个位移是在九层吊顶内用电缆敷设在线槽内完成的。

弱电竖井主要是用来传送直流或脉动交流、低电压、小电流的电话、广播、火灾报警、防盗报警、微机网络、电视及其他弱电信号的线缆的，由图 12-6、图 12-9、图 12-10、图 6-13、图 12-16 及其他弱电图样中可以知道以下内容：

(1) 延Ⓒ轴顶内设置电缆线槽将两竖井连通，同时在①、②、④、⑦、⑩、⑫、⑬轴顶内设置部分电缆线槽，将主槽引入到门口、值班室等弱电集中部位，弱电元件的布置即可从槽引管接入，同时将消防中心和保安中心联接起来。

(2) 市话电缆由室外经顶板内线槽引入到弱电竖井，然后引至到九层的电话机房，经中继后再经竖井及管路引至用户盒处；如果是直拨电话不经中继，引入后经线槽及竖井直接引至用户盒处。

(3) 消防中心、保安中心、中央调度室、计算机中心、有线电视中心、电话总机房、广播机房、加压泵站、变配电间及第一设备层各个房间的所有弱电部位及其信号均可经管路、线槽、竖井联成一个立体网，在建筑物内上下左右、四通八达。

(4) 屋顶无线寻呼电话电缆、有线电视信号电缆从天线塔用电缆经管路直接引入竖井，再引至机房。

(二) 重点说明及注意事项

需要说明的是，线槽、管路、电缆、导线必须是阻燃型的，有的部位是防火电缆。无论是强电竖井，还是弱电竖井，竖井内的层与层之间必须用阻燃材料封堵严实，层与层之间是隔绝的，应有安装大样图或说明，详见标准图册及《电气工程安装及调试技术手册》一书。

二、设备层

设备层是高层建筑的关键部位，是建筑物功能能否实现的基本保证。本例中的第一设备层、第二设备层以及地上一层的消防中心、保安中心是该系统的设备集中部位，是高层建筑的读图重点。

(一) 第一设备层

由图 12-3 可以知道以下内容：

1. 变配电间

(1) 设 3 台 1000kVA、10/0.4kV 干式变压器，电源由 2[#]强电竖井双回路引入，经 5 台高压手车柜接入变压器。其中两台柜分别是两路电源的总隔离开关柜，并设有总计量及避雷器、电流互感器、电压互感器，另 3 台分别为 3 台变压器的开关柜，每路电源的高压母线共用，且总隔离开关柜互锁，两路电源相序相同，高压供电见系统图 12-3。

(2) 设 42 台低压抽屉式配电柜，供 1~8 层用电，因篇幅关系，低压供电系统图没有列出。

(3) 高压和低压设在同一房间内，变压器与柜之间设有 2.5m 高的金属防护网，金属网设有门，金属网可靠接地。

(4) 变电间及全层设电缆沟，所有房间的电源均由沟内取得，有的则设管路从沟内取得电源。变配电间的柜体均设在电缆沟上，电缆将 3 个竖井沟通，地下一层到地上八层的负荷线均可由竖井引至用电部位。沟内设与柱子主筋可靠连接的接地母线，5×50mm 镀锌扁钢。

2. 发电机房

(1) 设 3 台 630kW、400V 柴油发电机组，供系统一级负荷当市电或电源故障时使用，⑮、⑯、⑰[#]柜是发电机的电源输出柜，该柜与变配电间低压柜的一级负荷回路是并联且互相联锁的，因篇幅关系，供电系统图未列出。为了保证一级负荷的正常用电，发电机组应保持热态，室内温度不得低于机组的要求，投入运行后，每月至少应启动一次，同时检查有无其他故障，并及时修理。

(2) ⑱[#]柜列是机组的仪表、励磁柜，由设备自带，每台机组两台。所有的电气柜均安装在电缆沟上，电缆引入到变配电间。

(3) 机组及柜体应可靠接地。

3. 通风机房

(1) 设两个通风机房，每机房内设 4 台通风机组，每机组有 95kW 和 30kW 电动机各一台。每台机组设一台起动控制柜，并设一台备用柜，电源由电缆沟引入。每台电机的负荷线穿管埋地引至接线盒处。

(2) 起动控制柜设在电缆沟上，机组外壳、电动机外壳、柜体应可靠接地。

4. 冷冻机房

(1) 设冷冻机组 3 台，因机型未定，考虑其电气容量的通用性，每台设 75kW、11kW 的预留容量。每台机组设起动控制柜一台，仪表继电器柜一台，并设备用柜一套，电源由电缆沟引入，负荷线穿管埋地引至负荷处。

(2) 电气柜设在电缆沟上，机组、柜体、电动机应可靠接地。

5. 空调机房

(1) 设空调机组 4 台，每台机组设 155kW、75kW、15kW 各一台，每台机组设起动控制柜 3 台，电源由电缆沟引入，负荷线除 155kW 采用电缆沟外，其它穿管埋地引至负荷处。

(2) 电气柜设在电缆沟上，机组、柜体、电动机应可靠接地。

6. 水泵房 设 115kW 电动机 16 台，每台设起动控制柜一台，其他同冷冻机房。

7. 冷却水处理间 设 75kW、55kW、15kW 电动机各一台，设起动控制柜 3 台，仪表柜 3 台，其他同水泵房。

8. 锅炉房 锅炉房是设计变更后增加的项目，采用燃油锅炉，但设备未定型，只将电缆沟引至室内，设备到货后按设备要求设置控制柜、仪表柜及管线，但要求同上。

9. 中央控制室

(1) 中央控制室设各种电气柜 25 台，成 π 字型安装在电缆沟上，柜体可靠接地。

(2) 中央控制室监控本设备层所有设备的运行状况，所有信号的输出是经过电缆桥架敷设电缆而完成的，电缆桥架的设置见图 12-17。

(3) 监控地下一层到地上八层主要设备的运行状况，信号是经电缆槽及竖井（直流信号经过弱电竖井）完成的。其中包括地上一层的消防中心和保安中心。

(4) 与第二设备层的计算机中心、中央调度室、变配电间、电话总机房、电缆电视中心、加压泵站经过竖井及电缆槽或桥架敷设的电缆进行联络，其中电缆电视中心除收视电视信号外，还有防盗保安监控系统的功能。

10. 修理间共设两处

(1) 机钳修理设电源柜两台 ⑬，电源由沟内引入。设车床电源箱三台，⑪～⑬，墙上暗装，标高 1.4m，管路如图标注。

(2) 铆焊修理设电源柜两台 ⑭。

11. 电修间设电气柜 5 台 ⑦，其中 4 台柜是用来试验楼内各类电动机起动用的。

12. 电梯及弱电系统后面统一叙述。

(二) 第二设备层

由图 12-8 可以知道以下内容：

1. 变配电间

(1) 设 2 台 800kW、10/0.4kV 干式变压器，电源由 1# 强电竖井双回路引入，经 4 台高压手车柜接入变压器，高压柜的设置与第一设备层变配电间相同，其中 2 台总隔离开关柜，

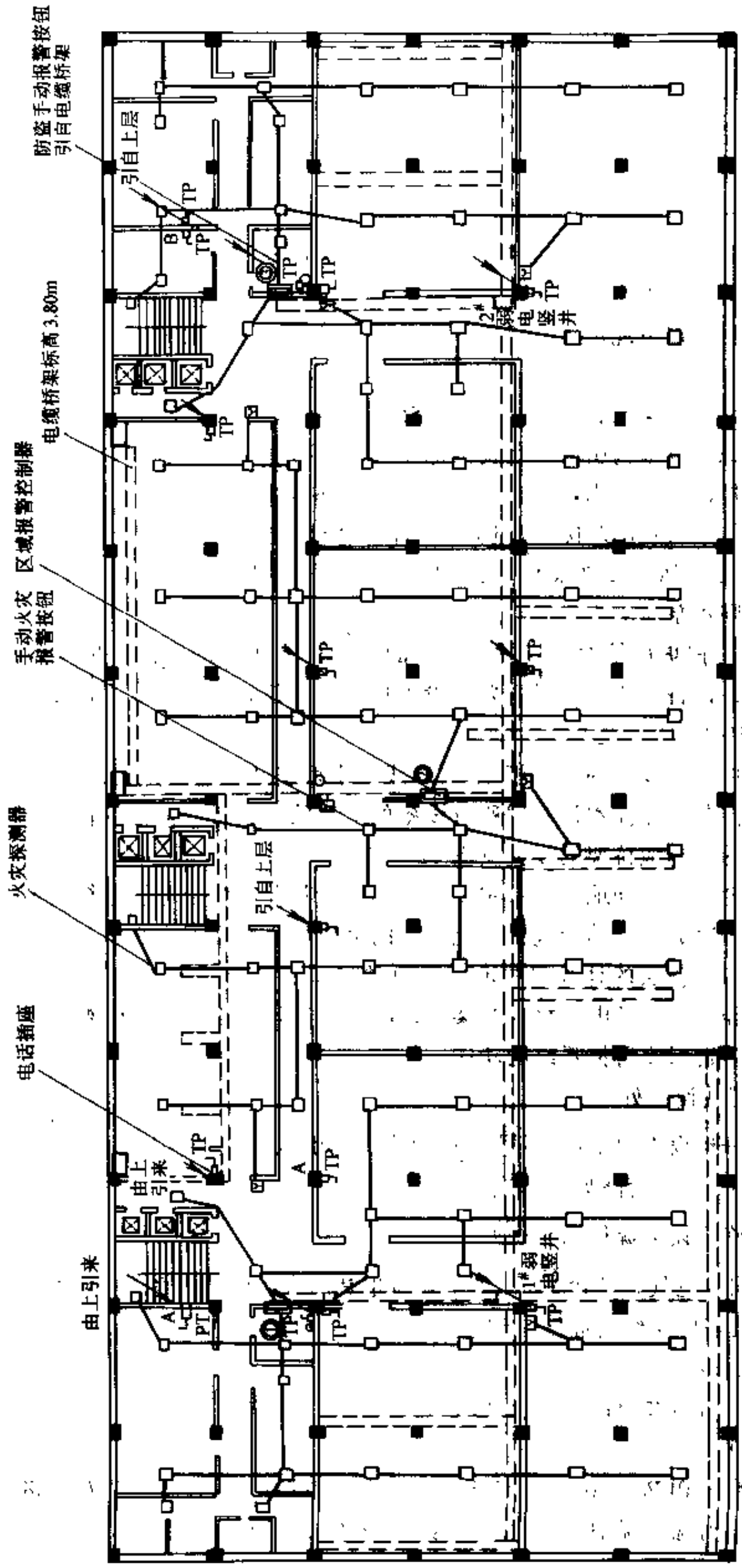


图 12-17 地下二层 (第一设备层) 弱电平面图

2 台变压器开关柜。

(2) 设 22 台低压抽屉式配电柜，供 9~36 层用电，低压系统图未列出。

(3) 高低设在同一房间内，并设金属网隔离，设置同第一设备层变配电间。

(4) 变电间及全层设电缆槽，高压电缆槽延地面敷设；低压电缆槽延墙敷设，敷设高度 5.50m，并与强电竖井连通，槽内设有接地网线的镀锌扁钢。

2. 加压泵站

(1) 设 75kW 电动机 4 台，95kW 电动机 4 台，分别由单独的控制柜起动，见 ① 和 ② 柜组，电源由电缆槽内取得。

(2) 电动机负荷线穿管引入，管设在防滑木板地面的夹层里，起动柜、钢管、钢板可靠接地。

(3) 设电动葫芦，在柱内由第一台柜引管至 3.50m 处设盒。

3. 电缆电视中心、广播机房、电话总机房、计算机中心均设电源柜 ③~⑥，电源由电缆槽引入，机房设施及木地板或防静电地板布置另列图样。

4. 中央调度室设监控屏 21 台成弧形安装，所有信号线分别由电缆槽及弱电竖井引入，见图 12-9、图 12-10。中央调度室设防静电地板，地板下面可设置电缆和接地铜排网，接地铜排网的设置见图 12-18。

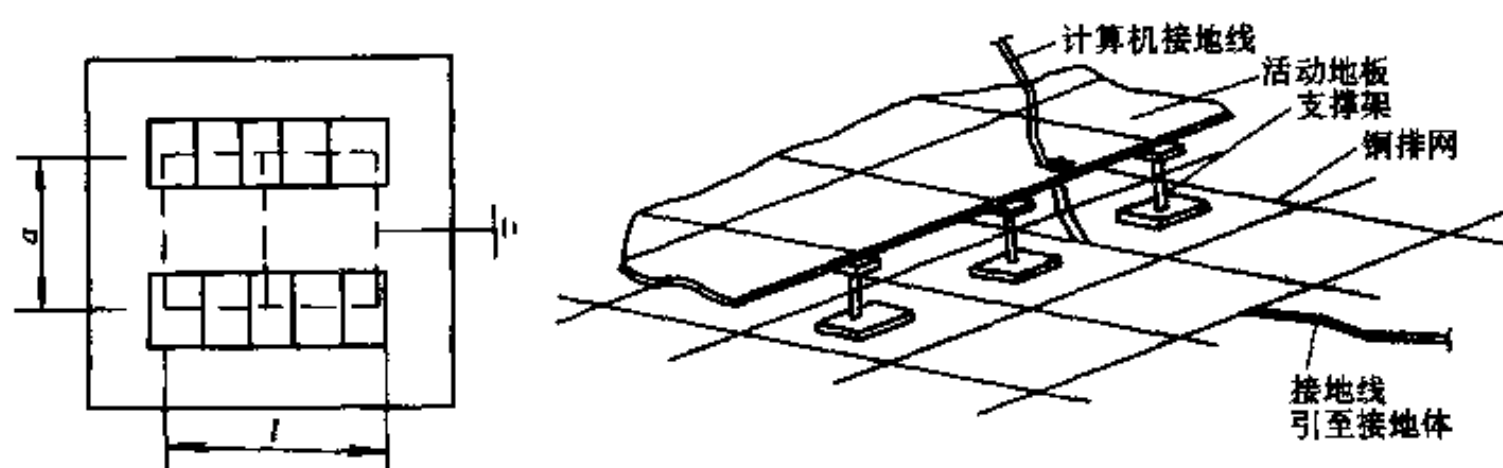


图 12-18 接地铜排网的设置

三、机房

高层建筑的机房内容很多，除了设备层讲过的内容外，还包括电梯机房、消防中心、保安中心等。

(一) 电梯机房

本设计设置了九部直升电梯，其中三个电梯间的 1[#]、2[#] 电梯是全程电梯，而三个电梯间的 3[#] 电梯则是半程电梯，它的行程是从地下二层到地上九层，这样在九层电梯竖井的位置上就变成了 3[#] 电梯的机房（上半部分）和九层的厅门（下半部分）。全程电梯的机房布置见图 12-14，九层电梯机房布置见图 12-8~图 12-10，具体布置见第 10 章。

1. 图 12-14 可以知道以下内容：

(1) 机房设电梯控制柜及不间断电源，电源由竖井经地板穿管引至墙上 1.65m 标高处的极限开关上。由极限开关到控制柜以及控制柜到电动机的负荷线、控制线的布置见第 10 章。

(2) 机房门、楼道门、屋顶出口门均设电动门，开门机安装标高 1.6m，电动机容量为 0.3kW，其开门按钮为密码式按钮。

2. 图 12-8 可以知道半程电梯机房同样设控制柜、UPS 柜各一台，电缆由板下的电缆

槽穿管沿墙引至室内 1.65m 标高处的极限开关上，其它布置见第 10 章。在极限开关旁设照明小开关箱，电源是由变配电间 A 点穿管沿墙由下引来的。

(二) 消防中心

消防中心设在地上一层，见图 12-4 和图 12-6，室内共设各种火灾集中报警柜、显示柜、操作柜、电源柜及 UPS 柜、控制柜、火警电话及总机柜、微机柜（台）20 台，呈弧形布置，电源由顶内线槽引入。所有信号线、控制线、弱电线缆均由顶内弱电线槽引出或引入并与弱电竖井相通。

(三) 保安中心

保安中心设在地上一层，见图 12-4、图 12-6，室内共设各种监视屏、操作柜、电源柜及 UPS 柜、控制柜、微机柜（台）20 台，呈弧形布置，电源及信号线、控制线、同轴电缆等线缆布置同消防中心。

四、电梯

本设计除了上述的 9 部直升梯外，还设置了斜梯（扶梯），从地下一层到地上四层每层 8 部，见图 12-4。扶梯的控制较简单，一般只设短路、过载、相断、错相、堵转保护，因电动机容量较小，起动电路为直接起动，并为集中控制。电源是从强电竖井经敷设在顶板内的管路引入的。

第三节 高层建筑的弱电系统

一、火灾自动报警及自动消防系统

(一) 火灾自动报警

这里仅以图 12-6 说明火灾自动报警的读图方法，其它图样，读者可自行分析。一般条件下，火灾自动报警的设计思路是由火灾探测器到区域报警器，然后将所有区域报警器的信号送至集中报警器，然后再由集中报警器发出信号进行自动灭火或消防。

1. 区域报警器的设置 本设计将每层分为两个报警区域，并在每层的值班室（图中两个侧门入口的值班室）设置火灾区域报警器，见图中的①和②。区域报警器的形式很多，可直接明装或暗装在墙上，距地 1.2m，也可装在单独设立的柜或台上，也可落地安装，这是由设计及供货来决定的。敷设在吊顶内或顶板下的电缆线槽直接由线槽沿墙引至报警器的接线箱处。电缆线槽的设置已在“电气竖井”中进行了介绍。

2. 探测器的设置

(1) 探测器的设置是有一定规范要求要求的，详见国家标准，GBJ166-88 和 GB50166-92。图中“方框□”的位置即为探测器位置。□_Y的位置为火灾手动报警按钮。

(2) 房间吊顶时，探测器安装在装饰板上，并用 GZC 线槽沿板上敷设并由主电缆线槽引来；房间非吊顶时，探测器安装在建筑物的顶板上，并用钢管敷设于顶板内由主电缆线槽引来，这时线槽是明装的，而钢管是暗设的，因此与线槽的接口要处理好，一般伸出顶板的管口长度不超过 30mm。

(3) 图中大厅内的探测器管路均由主线槽引出，共 21 路。在图中左上角和右上角的会议室、办公室、值班室、卫生间及住宅、办公人口处的探测器这一路则由区域报警器直接接出，同样使用 GZC 线槽。

(4) 区域报警器汇总了区域内火灾报警器的信号，经电缆线槽和弱电竖井引至消防中心。同样消防中心汇总了每层及每个区域的信号。

(5) 区域报警器和集中报警器的电气原理图较为复杂，限于篇幅的关系这里没有列出，请读者参阅产品厂家提供的资料。

(二) 火灾自动消防

火灾自动消防一般设置水喷淋、干粉、CO₂、Cl₄等专业消防设施，这些均由给水或管道专业完成，其中干粉、CO₂、Cl₄灭火通常只限于用在机房或库房灭火，它们的工作状态及起动作与消防中心的区域报警器或控制屏联动，这里没有列出图样。因此，阅读火灾自动报警及自动消防系统的图样时，必须阅读给水或管道专业的图样及其提出的联锁要求和信号。

同样，我们在阅读这些图样的时候还要注意到上下层配电系统、排烟、送风、防火门、电梯系统等与它的联锁要求和信号。有关内容详见《电气工程安装及调试技术手册》一书。

二、保安防盗系统

保安防盗系统的图样一般是保密的，这里仅以图 12-6 简要说明一下读图方法。图中管线槽的设置与火灾自动报警系统相同。

1. 在大门和侧门入口处及其他隐蔽部分设置防盗保安探测器（摄像头），经线槽及竖井引入到保安中心的监视屏上，并与录像机相接。

2. 在办公住宅入口处设置可视一对讲一电门锁系统的按钮布话箱。这个系统与电话、有线电视连接成网，在房间内可监视来访的客人，有关图样应以生产厂家提供的资料为准。

3. 在大厅、值班室及有关部位设置防盗报警按钮⊙，并用管线槽将其引至保安中心。

4. 在大厅巡更路线上设置电话插孔，并用管线槽引至保安中心。

5. 保安中心的屏、柜及监视器的接线图应以生产厂商提供的资料为准，限于篇幅的关系，这里不再列出。

三、通信及电视系统

通信包括电话、电传、广播，电视指有线电视或闭路电视，这些内容在该项工程中是画在一张图上的。其中电话可分三个部分，一是市内直拨电话，即外线电话，是由电信局引来的；二是系统内部电话，即内线电话，除内部通话外，还可通过总机接通外线电话，亦可自动或手动，均由总机设置；三是移动电话，在楼顶设置发射接收天线，见图 12-16。

(一) 电话及电传

1. 市内直拨电话 由图 12-6 可知，市话电缆是从右下角引入弱电竖井的，室外应设置接线箱。市话电缆接在接线箱的进线端子上，而出线则分两个部分，其中直拨电话端子的电缆经线槽及竖井直接引至装设直拨电话房间的电话插座上（ \perp ，其中 TP 为电话插座，TX 为电传插座），但图中未标出哪部电话是直拨电话及其部数，这应与建设单位协商并确定准确，一经确定便不得更改，进线电缆的线芯对数也由此确定，并有一部数量的备用线。

而另一部分为系统内部电话接通市内电话电缆的端子，这条电缆经线槽和竖井直接引至第二设备层的电话总机房进线接线架（柜）上，见图 12-10，但图中未画出接线架。

2. 系统内部电话 系统内部电话均由九层的电话总机房引出，见图 12-10。

(1) 九层顶内 (标高 5m) 设置电缆槽, 这个电缆槽是弱电系统公用的, 它经过走廊, 把两个弱电竖井、值班室、三个机房以及监控信号较多的变配电间和一个强电竖井联络起来。

(2) 图中 TP1~TP7 是电话插座, 它是用管路从电缆槽引入的, 同时从该插座盒处引管至八层同一标高处的电话插座盒, 同样方法一直到地下二层, 见图 12-17 和图 12-19。

(3) 图中未标注序号的 TP 只在本层设置并由电弱槽直接设管引入。

(4) 在图 12-19 中, 我们可以看到以下内容与前述有所不同:

1) ③轴的 TP1 由原来的位置移至 C 点, 并从该点引至四层, 然后直至地下二层。这是常用的位置平移变动方法。但是这里必须有隔断墙, 否则必须经竖井或电缆槽重新设置。

2) ⑩轴增设电话及电传 TP、TX, 这是由八层顶内弱电电缆槽设管引入的, 并由此引至下层直到地上一层。

3) ④轴增设电话及电传共三部, 同样由八层顶内弱电电缆槽引入, 但只引至五层。

(5) 在图 12-6 中, 可以看到以下内容:

1) ②轴增设及值班室的电话插座是从四层开始引入的, 一直到一层, 四层的引入方法同上。

2) ⑦轴增设的电话同②轴, 但⑦轴值班室的电话是从弱电电缆槽直接引入的且不下引或上引, 仅此一层。

3) ⑫轴值班室增设的电话是从四层按上述方法引入的。

4) ③轴、⑪轴 TP1 和 TP2 是从四层按上述方法引入的, 直到一层。

5) ⑥轴、④轴的 TP 引入方法同上。

(6) 图 12-13, 可以看到以下内容:

1) 十层顶板下设电缆线槽并沿墙角敷设, 开口于侧面。

2) 十层的电话插座是用管埋于顶板经墙引至 1.20m 标高处的, 然后沿墙将管引至十一层、十二层直至顶层同一标高处。

(二) 广播

广播仅在地下一层至地上九层设置, 广播线路的管路均由本层设置的弱电线槽用管或线槽引入并在吊顶内敷设, 除五层平台上的喇叭于墙上安装外, 吊顶上的一律口朝下安装, 见图 12-19。每层线缆均经线槽和竖井引至九层的机房。

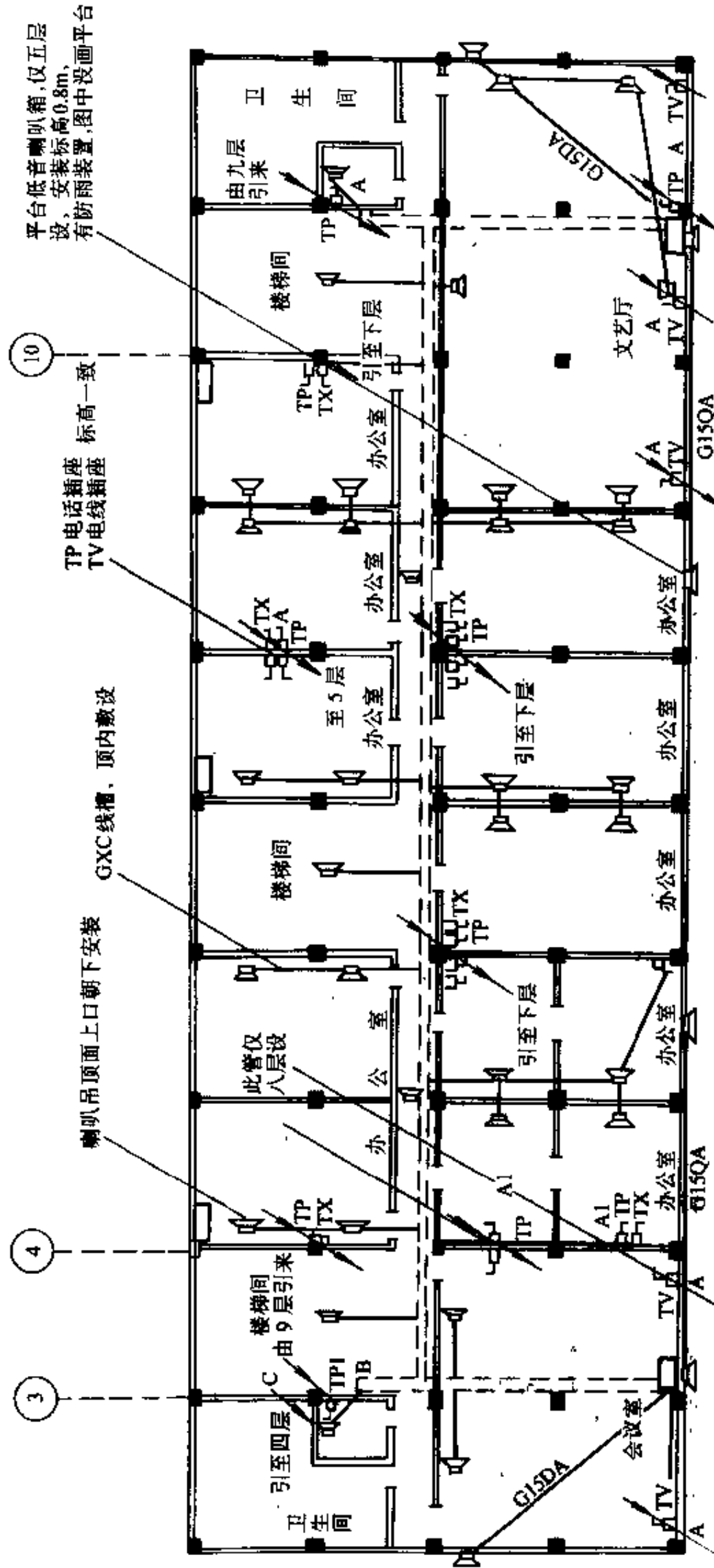
(三) 电视

电视插座的设置基本同电话, 读者可参照前述进行分析。电视信号的引入是从楼顶设置的卫星电视接收天线用电视信号电缆经弱电竖井及弱电线槽引入九层机房的, 见图 12-16。

四、微机系统

设备层的中央控制室、中央调度室、计算机中心、各类机房、五~八层的办公间、地下一层至地上四层、保安中心、消防中心以及 10~36 层的有关房间内均设有微机或终端装置, 其线路的敷设基本同电话、广播和电视系统, 在终端位置一般用线槽从顶内的弱电电缆槽直接引下即可。

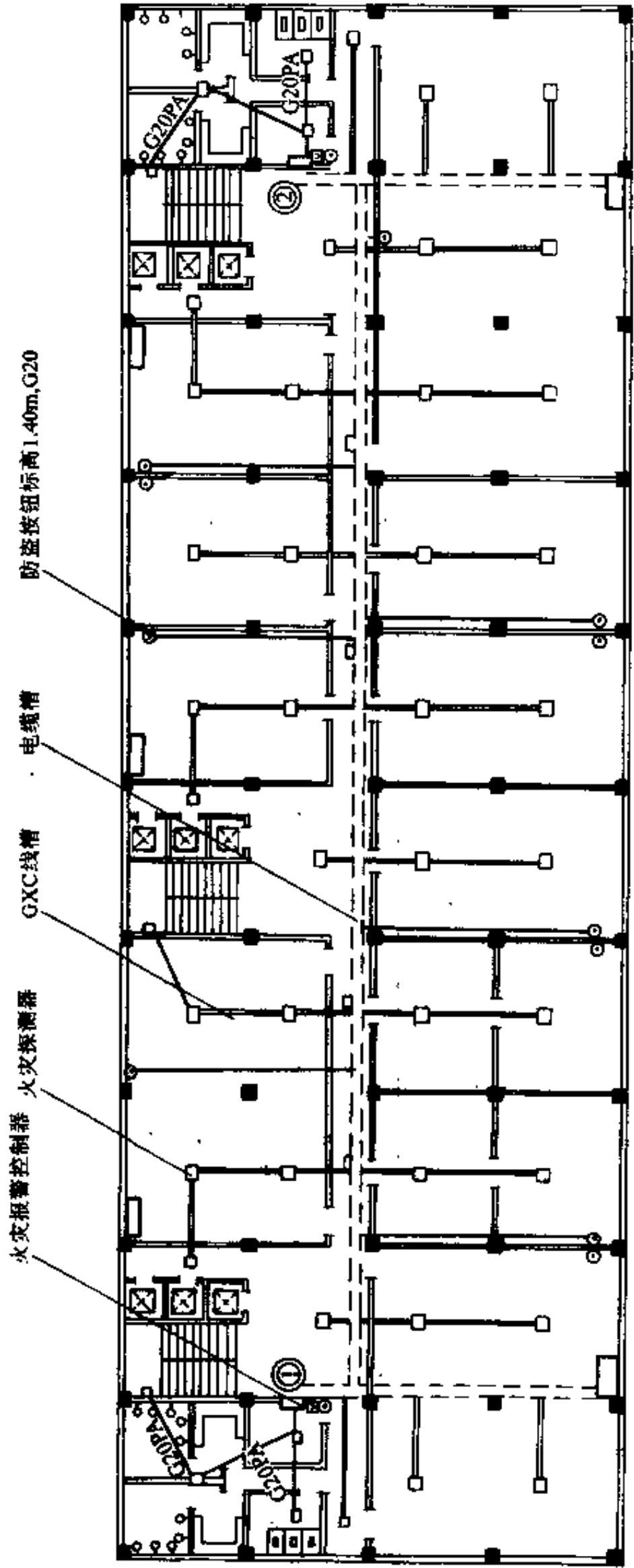
其中, 中央控制室、中央调度室、计算机中心、各类机房、保安中心、消防中心等弱电线槽较集中的房间的地面上均设有具有龙骨的本制或可消除静电的地板, 所有引入、引出的线缆均在板下敷设, 然后再引入弱电竖井, 当有电源引入时, 应与弱电线槽隔离。



注: 凡在柱子上的插座则由下层引来, 凡在墙上的插座则在第五层开始下管并由此上引至九层机房, 微机联网线槽图中没有标出, 安装时根据房间内布置, 用线槽由顶内电缆槽引下即可, 八层不往上引的电话电视插座应在八层引入主电缆槽, 再经竖井进入机房。

a)

图 12-19 五~八层弱电系统平面布置图



注：顶内火灾探测器和吊顶上布置相同，将盒及管预埋在顶板上，经电缆槽上方的盒用软管引入管引入电缆槽内，图中不画。

b)

图 12-19 五~八层弱电系统平面布置图 (续)

第四节 屋顶设施、吊顶及基础接地工程

一、屋顶设施

1. 电梯电源、电动门电源均由顶板下电气竖井直接引入，因电梯设置极限开关，因此两路电路管先引至墙上至极限开关，详见第 10 章和图 12-14。

2. 屋顶及电梯机房顶部设航空障碍照明，屋顶四周及电梯机房四周设节日彩灯，其电源均由竖井引入并集中自动控制。卫星电视接收天线的电源，机房照明闸箱电源也由竖井直接引入，见图 12-15 和图 12-16。

3. 屋顶板下 GZC 线槽的设置，见图 12-16 的虚线，是为了将电梯运行的信号引入中央调度室及消防中心，图中 A 点为电梯控制柜的安装位置。无线巡呼的电话电缆、电视信号的电缆用钢管直接引入弱电竖井，见图中 B 点。其塔座的尺寸必须由厂家提供的尺寸为准，以免误胎。

二、室内吊顶及基础接地工程

室内吊顶及基础接地工程是电气工程，特别是高层建筑的电气工程中与土建工程密切配合的工程项目，其中，吊顶的图样是土建图样的范围，由土建人员掌握。电气人员主要是核对开孔的尺寸和轴线，其开孔尺寸最好是用灯具或设备的实物进行比对，在施工前和施工过程中与土建人员密切协商配合，特别是在顶内安装管或槽时更要特别注意，这里不再列出图样进行分析。

基础接地工程常用基础接地平面图表示，金霞大厦基础接地平面图见图 12-20。由图可以知道以下内容。

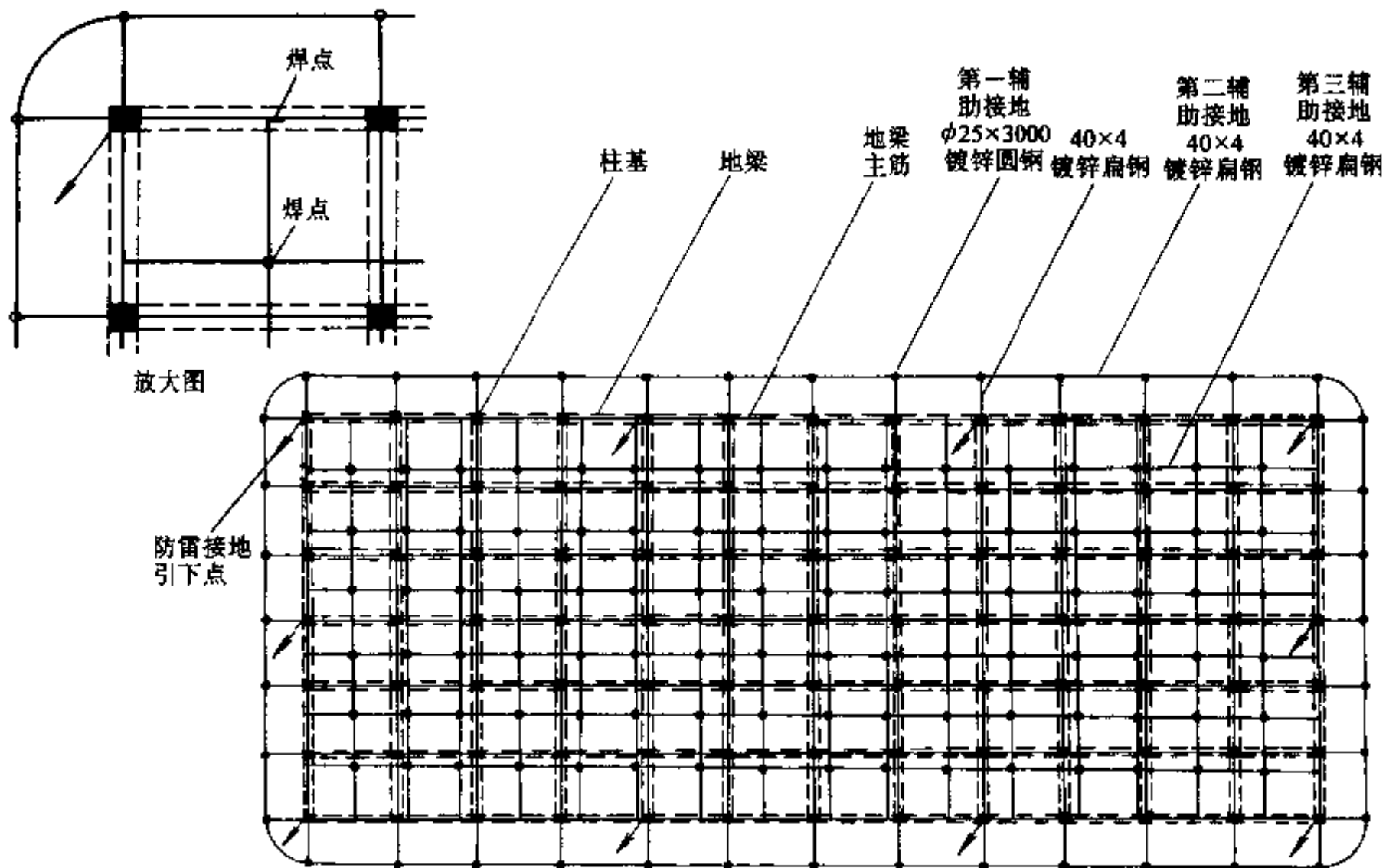


图 12-20 金霞大厦基础接地平面图

1. 图中柱基或桩基均由地梁连接，柱基或桩基内的主筋必须与地梁内主筋可靠焊接。
2. 柱基或桩基的主筋作为垂直接地体，其规格见土建图样。
3. 地梁的主筋作为水平接地线，规格见土建图样。基础四角处应作成圆弧形水平接地线。
4. 柱基或桩基主筋与地梁主筋焊接后，从地下二层开始向上层层柱内主筋必须用电焊可靠焊接，一直到顶层，作为防雷接地的下引线。
5. 从地下二层开始向上层层圈梁内主筋的连接必须电焊焊接并与柱内主筋可靠焊接，一直到顶层，作为防侧雷的接闪器。
6. 地下二层最外圈柱内主筋用 40×4 镀锌扁钢焊接后引出外缘 3.5m 并在此用一根 $\phi 25 \times 3000$ 镀锌圆钢垂直打入地下，上端部与扁钢焊接，作为第一辅助接地，如果 1~5 条可保证接地电阻在 1Ω 及以下时，可不采用第一辅助接地。
7. 地下二层外引垂直镀锌圆钢可用 40×4 镀锌圆钢水平连接起来，全部采用焊接，作为第二辅助接地，如果 1~6 条可保证接地电阻在 1Ω 及以下时，可不采用第二辅助接地。
8. 地下二层混凝土垫层之下，纵横方向每隔 5m 用一根 $\phi 25 \times 3000$ 镀锌圆钢垂直打入地下，上端部用 40×4 镀锌扁钢焊接连接，形成一网格接地网，该接地网与地梁主筋可靠焊接，焊接点一般选在最外缘的地梁内。该接地网为第三辅助接地，如果 1~7 条可保证接地电阻在 1Ω 及以下时，可不采用第三辅助接地。

第 13 章 电气工程读图技术有关名词及术语

电气工程读图是电气工程中一项重要的技术，是编制工程预决算、编制施工组织设计（方案）、编制施工安全组织设计（安全技术交底）、完成安装及调试的第一步。为了使年轻读者和初学者学好电气工程读图技术，这里把读图技术中常用的有关名词及术语按笔画顺序列出，供读者在学习中参考，以便更好、更准确的掌握书中的内容，进而在实际工程中正确读图，正确使用图纸，更好的完成电气工程的安装调试任务，更有利于今后的运行、维修、安全改造和个人电工技术的提高。

一 画

UPS UPS 是英文不间断电源装置 (Uninterruptible Power Supply) 的缩写，全称为静态交流不间断电源装置，是一种质量高、波形好、稳定性强、可靠性好、无噪声的独立交流静态电源装置。UPS 由晶闸管整流器、逆变器、交流静态开关和直流蓄电池等组成。在市电正常工作时，晶闸管整流器对蓄电池组进行浮充电，同时市电经整流器和逆变器输出优质的交流电，供重要设备使用；当市电突然停电时，自动切换到逆变状态下工作，这时蓄电池组放电，经逆变器变为优质 50Hz 交流电，供系统或不能停电的设备使用；当市电恢复供电时，又能自动切换到原交流工作状态。UPS 的容量可很小，也可很大，有单相、有三相系列产品，如 0.5kVA、1kVA、3kVA、5kVA、10kVA、15kVA、30kVA、50kVA、100kVA、300kVA、500kVA 等。UPS 主要是供对电源要求很高或不能停电的场所使用，如计算机中心、卫星通信、数据传输、航空管制中心、工业自动化控制中心及自动化仪表装置、电力调度中心、机场、隧道、医院、国防设施、气象、石油化工、冶金、银行等对供电可靠性要求较高的重要场所。

UPS 的电压，一般为单相二线 (220 ± 22) V 或三相四线 (380 ± 38) V / (220 ± 22) V，切换时间 ≤ 4 ms、波形失真度 $\leq 5\%$ ，频率精度 $(50 \pm 0.005 \sim 2.5)$ Hz 可调。冷却方式为风机自抽风冷却或由设备底部送空调冷却风冷却。UPS 市场价格较贵。

二 画

TT 系统 TT 系统是电气系统的一种接地方式，在这个系统中，电力系统的中性点直接接地，用电设备的外露可导电部分采用各自的保护线 (PE 线) 分别接地、见图 13-1。这个系统电磁适应性好，但故障电流较小，不能使数千瓦的用电设备的保护开关跳闸，因此必须采用残余电流开关作为线路及电气设备的保护装置，因此，仅适用于供给小负荷的系统。

TN 系统 TN 系统是电气系统的一种接地方式，在这个系统中，电力系统的中性点直接接地，用电设备的外露可导电部分都统一接到专用的接地线上或接零线上。TN 系统根据其保护线接的位置不同，又分 TN-S 系统、TN-C 系统和 TN-C-S 系统。

TN-S 系统 又称三相五线制系统，即三根相线 A、B、C，一根工作零线即中性线 N，

一根保护线 PE。在这个系统中，中性点直接接地，中性线 N 和保护线 PE 均由中性点直接引出，用电设备中正常不带电而事故可能带电的外露可导电部分直接接在 PE 线上，见图 13-2。

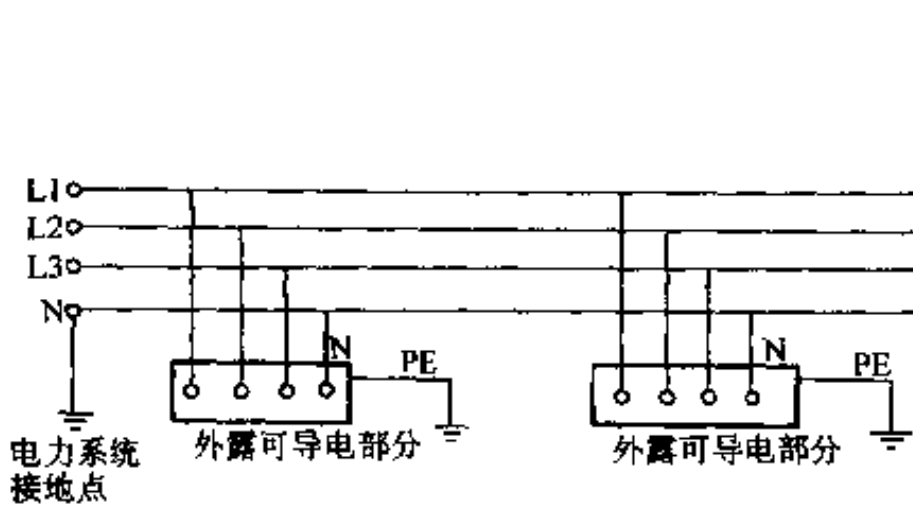


图 13-1 TT 系统示意图

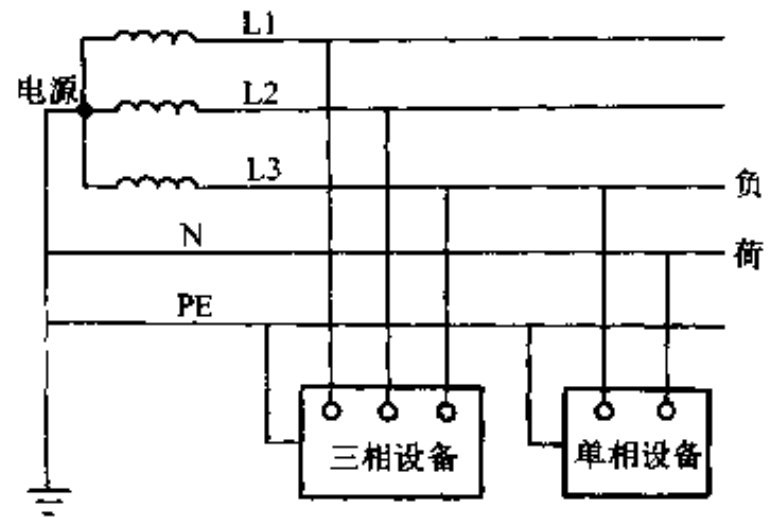


图 13-2 TN-S 系统示意图

这个系统，正常工作时 PE 线上无电流，因此设备的外露可导电部分不呈现对地电压，事故时易切断电源，比较安全，同时有较好的电磁适应性，可用于数据处理、精密检测装置等供电系统，是目前国内推广的一种保护方式。

TN-C 系统 又称三相四线制系统，三根相线，一根工作零线 N，保护线 PE 与工作零线合并为一根线 PEN 线。中性线直接接地，用电设备的外露可导电部分直接接在 PEN 线上，见图 13-3。

这个系统，当三相负荷不平衡或仅有单相用电设备工作时，PEN 线上有电流且与不平衡度有关，越不平衡电流越大，因此有一定的危险性。如选用适当的开关保护装置或熔断器且有足够的导线截面积，也能达到安全要求。目前，此系统国内采用的较多，特别是旧建筑物的供电系统。

TN-C-S 系统 又称四线半系统，即在 TN-C 系统的末端将 PEN 线分成 PE 线和 N 线，尔后与 TN-S 系统相同，见图 13-4。这种系统兼有 TN-C 系统的价格低和 TN-S 系统的安全性和电磁适应性，常用于线路末端环境较差的场所及有数据处理等设备的场所，目前常用于系统为三相四线制而用户要求为三相五线制的场所，即从进户处将 PE 线和 N 线分开设置，N 线只做为工作零线，PE 线只做为保护线。

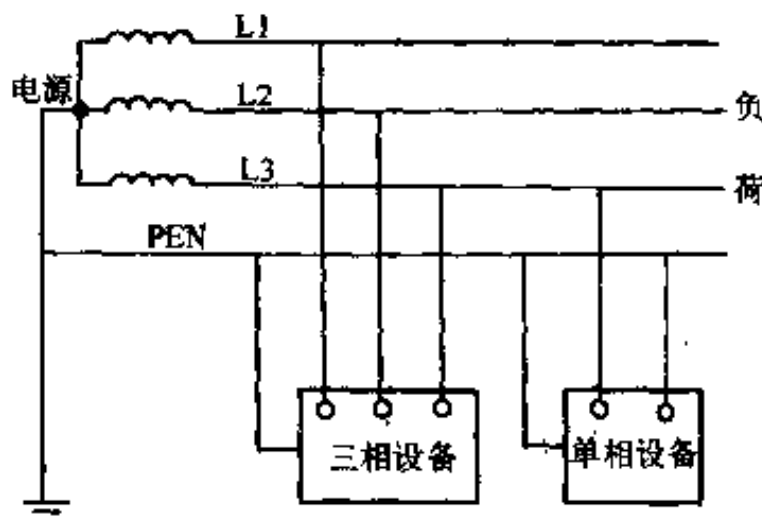


图 13-3 TN-C 系统示意图

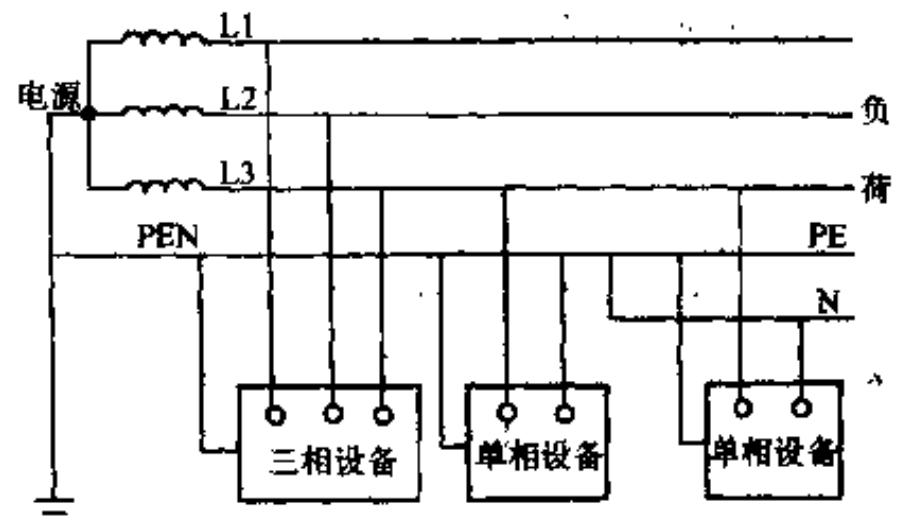


图 13-4 TN-C-S 系统示意图

二次伤害 指由于误操作、违犯操作规程或其它原因，使操作者受到伤害，我们把这个伤害称为直接伤害或一次伤害。而由直接伤害或一次伤害引起的其它伤害，我们称为间接伤

害或二次伤害。如触电者触电后将右手击伤，但由于惊慌而跌倒，导致又将头部碰破流血，这样右手击伤为一次伤害，头部碰破流血为二次伤害。

二次回路 对于电气设备，如发电机、电动机、变压器、断路器、隔离开关、接触器、电动机起动装置等，都同时具有两种接线，一种是与电源连接的主回路，它是把电网的电流接到设备上做功的主体元件，输送的是大电流；另一种是主体元件的辅助电路，如监察测量仪表、控制及信号装置、继电保护装置、自动控制及监测或反馈装置、远动装置等，这些装置一般是由互感器、蓄电池组、低压电源继电器、插件、供电装置等组成，它们的工作状态及逻辑功能决定着主体元件的工作状态并监控主体元件，这些装置使用低电压、小电流却控制着主回路的高电压、大电流。我们把这些装置的接线称为二次接线或二次回路、辅助回路，而把主体元件的主回路称为一次接线或一次回路、主回路。

力矩扳手 一种专用的扳手，它不但能完成普通扳手的功能，即将螺母拧紧或松开，还能在拧紧或松开螺母时，显示出操作人应付出的力矩。

人工接地转移 电气线路及设备检修时必须在作业点装设临时人工接地线，当作业完毕后，需将其拆除，并重新设置在另一个作业点，这种方式便叫做人工接地转移。

二项式系数法 一种计算负荷的方法即 $P_{30} = bP_e + cP_x$ ，它是先确定两个系数 b 和 c ，其中 b 与用电设备组的设备总容量的乘积为用电设备组的平均负荷； c 与用电设备组中数台容量最大的设备容量的乘积为附加负荷，台数的确定是按负荷的类别确定的，与 b 和 c 同时给出，平均负荷与附加负荷的和即为系统的有功计算负荷。二项式系数法常用于低压分支线路和干线的负荷计算。常用负荷的二项式系数见表 13-1。

表 13-1 用电设备组的需要系数、二项式系数及功率因数

用电设备组名称	需要系数 K_d	二项式系数		最大容量设备台数 $x^{\text{①}}$	$\cos\varphi$	$\tan\varphi$
		b	c			
小批生产的金属冷加工机床电动机	0.16~0.2	0.14	0.4	5	0.5	1.73
大批生产的金属冷加工机床电动机	0.18~0.25	0.14	0.5	5	0.5	1.73
小批生产的金属热加工机床电动机	0.25~0.3	0.24	0.4	5	0.6	1.33
大批生产的金属热加工机床电动机	0.3~0.35	0.26	0.5	5	0.65	1.17
通风机、水泵、空压机及电动发电机组电动机	0.7~0.8	0.65	0.25	5	0.8	0.75
非连锁的连续运输机械及铸造车间整砂机械	0.5~0.6	0.4	0.4	5	0.75	0.88
连锁的连续运输机械及铸造车间整砂机械	0.65~0.7	0.6	0.2	5	0.75	0.88
锅炉房和机加、机修、装配等类车间的吊车 ($\epsilon = 25\%$)	0.1~0.15	0.06	0.2	3	0.5	1.73
铸造车间的吊车 ($\epsilon = 25\%$)	0.15~0.25	0.09	0.3	3	0.5	1.73
自动连续装料的电阻炉设备	0.75~0.8	0.7	0.3	2	0.95	0.33
实验室用的小型电热设备 (电阻炉、干燥箱等)	0.7	0.7	0	—	1.0	0
工频感应电炉 (未带无功补偿装置)	0.8	—	—	—	0.35	2.67
高频感应电炉 (未带无功补偿装置)	0.8	—	—	—	0.6	1.33
电弧熔炉	0.9	—	—	—	0.87	0.57
点焊机、缝焊机	0.35	—	—	—	0.6	1.33

(续)

用电设备组名称	需要系数 K_d	二项式系数		最大容量设 备台数 $x^{①}$	$\cos\varphi$	$\tan\varphi$
		b	c			
对焊机、铆钉加热机	0.35	—	—	—	0.7	1.02
自动弧焊变压器	0.5	—	—	—	0.4	2.29
单头手动弧焊变压器	0.35	—	—	—	0.35	2.68
多头手动弧焊变压器	0.4	—	—	—	0.35	2.68
单头弧焊电动发电机组	0.35	—	—	—	0.6	1.33
多头弧焊电动发电机组	0.7	—	—	—	0.75	0.88
生产厂房及办公室、阅览室、实验室照明 ^②	0.8~1	—	—	—	1.0	0
变配电所、仓库照明 ^②	0.5~0.7	—	—	—	1.0	0
宿舍(生活区)照明 ^②	0.6~0.8	—	—	—	1.0	0
室外照明、事故照明 ^②	1	—	—	—	1.0	0

① 如果用电设备组的设备总台数 $n < 2x$ 时, 则最大容量设备台数取 $n/2$, 且按“四舍五人”规则取整数。

② 这里的 $\cos\varphi$ 和 $\tan\varphi$ 值为白炽灯照明的数值。如为荧光灯照明, 则 $\cos\varphi = 0.9$, $\tan\varphi = 0.48$; 如为高压汞灯、钠灯, 则 $\cos\varphi = 0.5$, $\tan\varphi = 1.73$ 。

三 画

工业卫生 工业卫生的概念很广, 主要指工业、建筑业、矿业等生产环境中的现场文明管理、劳动保护、环境保护及治理、职业病及职业卫生(有毒有害、辐射、噪声、振动等)等方面的测定、防治、组织、监督、管理、技术措施及研究方面的工作。

工作接地 通常指电力变压器中性点的直接接地或经消弧线圈的接地及防雷设施的接地等, 其目的是使电气设备达到正常工作要求, 并且对地电压有一个明显的参考点。

工频耐压试验 指用工频 50Hz 的高压交流电对电气设备的绝缘或常用绝缘材料的耐压强度进行的试验。

I 类绝缘及 I 类绝缘工具 指普通电动工具及其绝缘, 这类工具设有接地装置, 绝缘结构中全部或多数部位只有基本绝缘。如果绝缘损坏, 由于可触及金属零件已通过接地装置与安装在固定线路中的保护接地或保护接零导线连接在一起, 不致成为带电体, 防止了操作者触电。

三相三线制 供电方式的一种, 在这种供电方式中, 只有三根相线, 一般常用在高压供电线路里或者低压动力线路里, 这种方式只适用于接线电压的设备。

在直流供电系统中, 也有一种三线制, 在这种供电方式中, 有两个电源的正极和一个共用的负极。

三相四线制 见图 13-1、图 13-3 和图 13-4, 供电方式的一种, 在这种供电方式中, 有三根相线, 还有一根工作零线, 一般常用在低压供电线里, 这种方式不仅适用于接线电压 380V 的设备, 也适用于接相电压 220V 的设备, 换句话说, 不仅适用于动力, 而且也适用于照明, 是目前用的最多的一种供电方式。

三相五线制 供电方式的一种, 在这种供电方式中, 有三根相线, 一根工作零线, 还有一根专用的保护零线, 基本同三相四线制, 但因为有了专用的保护线, 因此, 这种供电方式

安全性好，是目前推广的一种供电方式，见图 13-2。

三绕组变压器 这种变压器和双绕组变压器结构基本相同，但它有三组线圈，也就是说有三种电压，如 110/35/10kV，通常作为枢纽变压所的主变压器，容量较大，既可供距离较近的电压较低的用户，也可供距离较远电压较高的用户。

小电流接地系统 中性点不接地电力系统和中性点经消弧线圈接地电力系统，发生单相接地时接地电流较小，因此称为小电流接地系统。

大电流接地系统 中性点直接接地电力系统，发生单相接地时，接地电流较大，因此称为大电流接地系统。

四 画

内线 内线是相对于外线而言的，统称为内外线工程，它包罗了所有的电气工程。实际工程中，内线和外线并没有严格的界限，它们是共同制约、互相联系的。一般来说，我们习惯上把室内高低压电气设备和电气线路以及二次回路及低压电气设备的安装和修理叫做内线，而把室外高压电气设备的一次回路、电缆线路以及高低压架空线路的安装和修理叫做外线。从事内线电气工程作业的人员，叫做内线电工，而从事外线电气工程作业的人员叫做外线电工。

引下线 一是指电气线路的干线或电气装置的母线与电气设备之间连接的软导线，有时也称引线；二是指接闪器与接地装置之间可靠连接的金属线。

引流线 一般指架空线路耐张段与耐张段之间、配电装置硬母线与硬母线之间用软导线相与相对应的连接，有时也称过引线、弓子线。引流线的截面必须大于或等于被连接相导体的截面，连接必须可靠，最大风偏时不得短路，相序上不得错相。

欠电压 也称欠压，指低于额定电压及其误差允许范围以下的电压，欠电压加在电气设备或线路上时，会使设备出力不够、发热，也会使有欠压保护的电气设备跳闸或发出信号报警。

中性线 也称工作零线，一般指电力变压器星形联结（Y）绕组的中性点接出的导线。中性线的截面积一般为相线的 1/3，但在单相线路里应与相线截面相等。中性线一般应重复接地。中性线的主要作用是为三相不平衡电流及单相电路中的电流提供一个电流回路，以减小变压器中性点的电压偏移。

反时限 一般指保护装置的动作时间与流过继电器的电流或故障电流大小成反比即为反时限。也就是说电流越大动作时间越小，电流越小则动作时间越大。反时限过电流保护装置能很好地保护短路和大过电流的故障，是一种常用的继电保护方式。反时限又称为反延时特性。

长延时 指保护装置的动作时间较长，反之，保护装置的动作时间较短时即为短延时，保护装置的动作时间是可调的，是按照设计的给定值整定的。

分贝（dB） 是级差的单位，是一个无量纲的量，原始于声学。当时，人们发现人耳对于声音强弱的感觉符合对数的律规，故定义取两个音响的功率比的对数为贝尔（Bel），即 $\text{Bel} = \lg P_2/P_1$ ，这个数有时觉得很小时，又定义分贝（dB）即 $\text{dB} = 10 \lg P_2/P_1$ 。而在电网络的使用中习惯用电压比，故

$$\text{dB} = 10 \lg \frac{V_2^2/R}{V_1^2/R} = 20 \lg V_2^2/V_1^2 \quad (13-1)$$

介电常数 表示物质绝缘能力特征的一个系数，有时也叫介电常数或电容率，单位是 F/m 。工程中常用相对介电常数来表示物质的绝缘能力，相对介电常数为物质的介电常数与真空介电常数的比值。

介质损耗 介质损耗是个较复杂的量，由于绝缘材料具有特殊的双重性，在交流电压的作用下，其电流是由三部分合成的，见图 13-5。图中 I_C 是位移电流，指接通瞬间的电容电流，超前电压 90° ，也就是说当电压刚加上时，有一个充电电流流过绝缘材料，而绝缘材料两端上的电压则是慢慢建立的，这与电容充电基本是相同的，这个电容电流不产生电能损耗； I_L 是漏导电流，是指流过绝缘材料的电阻性电流， I_L 与电压同相，即产生电能损耗； I_X 是吸收电流，具有充电和产生电能损耗的双重性，超前电压一个夹角，这个夹角小于 90° 。

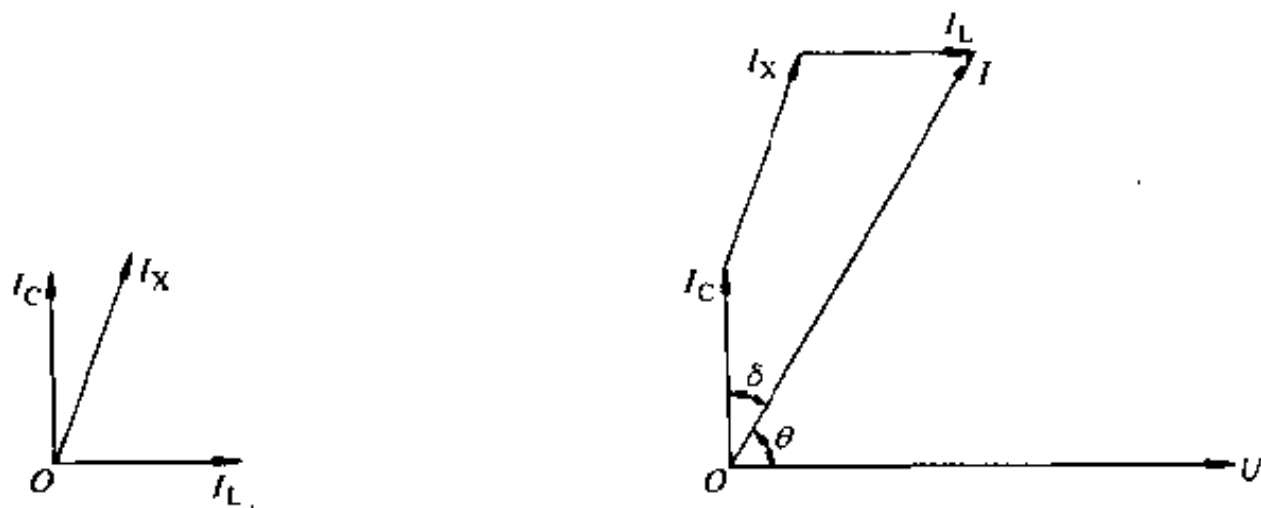


图 13-5 绝缘材料的 δ 构成

总电流 I (即 I_C 、 I_L 、 I_X 的矢量和) 与电压的夹角 θ 为功率因数角， I 的有功分量 $I \cos \theta$ 产生的有功损耗为介质损耗， θ 的余角 δ 为介质损耗角， δ 越大则 $\tan \delta$ 越大，介质损耗也越大。

介质损耗能衡量绝缘材料的老化、轻微受潮或局部有缺陷，当绝缘材料有上述缺陷时，产生介质损耗的电流增加了，也就是说绝缘能力的降低则为导电能力的增加，但是总电流 I 却变化不大，不易测出，却难以判断绝缘材料的缺陷。然而 δ 却明显增加，只要测出 $\tan \delta$ 便能正确、快速地判断绝缘材料的好坏。

六氟化硫 (分子式 SF_6) SF_6 是无色、无味、无毒且不易燃烧的情性气体，在 $150^\circ C$ 以下时，化学性能很稳定，但在电弧作用下能分解，但不会对设备和人员造成危害。 SF_6 不含 C、不含 O，不存在碳化和氧化问题，并且绝缘性能良好，易灭弧。因此， SF_6 可用于高压断路器的灭弧，断流能力强、灭弧速度快、电气绝缘性能好，可频繁操作，可用于易燃易爆危险环境，是断路器发展的方向。

计算电流 按照一定的统计规则 (如需要系数法或二项式系数法) 把电力负荷中的额定有功功率、无功功率、视在功率和电流进行折算，使其更接近于实际运行中的真值，我们把折算后的结果叫做计算负荷或计算电流。

专用馈线 在电气系统及电子线路中，我们常把输送交流电源、主回路或一次回路及输送大电流的导线或电缆叫做馈线或专用馈线，就是用来专门作为馈线的导线。

分断电流 断路器、各类开关在实际使用中切断的电流，叫断路器或各类开关分断电流。断路器及开关在实际使用中的最大分断电流就是该回路的短路电流，因此在选用开关或断路器时，其断流能力 (或分断电流) 应大于该回路的短路电流或大于可能分断的最大电

流。

引燃温度 按照标准试验方法，引燃爆炸性混合物的最低温度。

Ⅱ类绝缘 又称双重绝缘，可分双重绝缘和加强绝缘两大类，当基本绝缘损坏时，可由附加绝缘与带电体隔开，不致于触电。具有Ⅱ类绝缘的工具或设备，一般称为二类绝缘工具(设备)，或叫做Ⅱ类设备。

计量器具 衡量各种物理量量值多少的装置叫做该物理量的计量器具，如电子秤及天平、转速表、兆欧表、电流表、电压表、温度计、热电阻、热电偶、压力表、比重计、酸度计、千分尺、卡尺、流量计、分光光度计、频率表、场强仪、标准信号发生器、分贝表、万用表等。

双重绝缘 同时具有基本绝缘和附加绝缘的一种绝缘方式。其中基本绝缘是保证电气设备正常运行和防止触电的工作绝缘，如电动机转子和定子的槽绝缘；附加绝缘是对工作绝缘附加的保护绝缘，当工作绝缘损坏时，防止金属外壳带电，如电动机转子硅钢片冲片与轴间设置的绝缘层。

不导电环境 地面及四壁均由良好绝缘材料制成的用电场所或作业场所。

双绕组变压器 只有两组线圈的变压器，是最常见的电力变压器，如10/0.4kV、35/10kV、110/35kV、220/35kV等。

火灾自动报警系统 现代建筑物中装设的一种火灾报警装置，与其相连的有自动灭火系统。火灾自动报警装置主要由火灾探测器、控制器及报警器组成。火灾探测器，有感温、感烟、火焰探测器三种，安装在现场，而控制器及报警器安装在控制室，当现场由于火焰使温度升高，产生烟雾或有明火时，探测器动作并使控制器工作，最后报警器发出火灾信号，以便人工消防或自动灭火。

中性点不接地电力系统 指交流供电电源的发电机或变压器Y形接法时，中性点不与地连接的电力系统。中性点不接地系统，如发生一相接地故障时，三相用电设备的正常工作并不受到影响，但只允许维持运行2h，运行维修人员应在2h内查出故障点并予以修复。如有备用线路，应将负荷切换到备用线路上去。当经过2h后仍未消除故障时，应立即切除故障线路。一般中性点不接地系统，应设置专用的单相接地保护或绝缘监察装置，在发生单相接地故障时，发出信号，以便提醒运行人员注意并及时处理。

在我国3~63kV系统中，大多采用中性点不接地运行方式，但低压220/380V系统和110kV及以上的系统，一般都采用中性点直接接地的运行方式。

中性点经消弧线圈接地电力系统 指交流供电电源的发电机或变压器Y形接法时，中性点经一感抗很大、电阻很小的铁芯线圈与地连的电力系统。这样的系统，当一相接地时，其它两相对地电压要升高到原对地电压的 $\sqrt{3}$ 倍，在此情况下，允许暂时运行2h，同时应将负荷切换到备用线路上去，并积极寻查故障。

3~10kV系统接地电流大于30A，20kV及以上系统接地电流大于10A时，则应采用电源中性点经消弧线圈接地的运行方式。

中性点直接接地电力系统 指交流供电电源的发电机或变压器Y接法时，中性点直接与地连接的电力系统。该系统发生单相接地故障时，其它两相对地电压不会升高，因此，电气设备的绝缘可按相电压考虑，降低了对绝缘的要求，对110kV及以上的超高压系统，具有极大的经济技术价值。

在我国，110kV 及以上的超高压系统和 220/380V 低压系统均采用中性点直接接地的运行方式。220/380V 系统采用中性点直接接地后，将中性点引出，这就是工作零线。工作零线有四种功能，一是用来供单相设备使用，二是传导三相系统中的不平衡电源和单相电流，三是减小负荷中性点的电位偏移，四是作为保护线使用。可将设备的外露可导电部分接在零线上，这就是保护接零，当然保护接零还有其它一定的技术措施。220/380V 接地系统，可供单相设备使用，也可供三相动力 380V 的设备使用，这是一个非常安全且优越的电力系统。

五 画

电力 一般把发电、输电、变电、配电及供电等高电压、大电流的电气装置总称为电力。

电气 电力及其应用系统称为电气。

电网 一般把供电系统的各级电压的电力线路及其联结的发电厂和变电所称为电网。

电源 提供电能的装置称为电源，一般分交流电源和直流电源两种。

电解 利用电能将物质分解的过程称为电解。

失压 各种电气装置、电气元件、电气设备正常运行时，电源由于某种原因突然失去即称为失压。

闪点 标准条件下能使液体释放出足够的蒸汽而形成能发生闪燃的爆炸性气体混合物的最低温度。

外线 见四画中的“内线”一条。

矢量 同时具有量值大小和方向的物理量称为矢量或向量，如速度、力、交流电压及电流等。

击穿 绝缘材料在一定电压作用下被破坏且变为能导电的过程称为击穿，击穿时的即时电压为这种材料的击穿电压。击穿时的电场强度，叫做该材料的耐压强度。

电晕 绝缘子由于损坏或破裂，其所接带电体对地进行的“滋滋”的微小放电现象叫做电晕，常发生在高压绝缘子上。

闪络 绝缘子由于质量低劣或损坏，其所接的带电体由于某种原因而承受过电压时而产生的巨大放电现象叫做闪络，闪络后绝缘子在其放电的轨迹上常留下碳黑状的痕迹。

电导率 衡量物质导电性能的物理量，在数值上为该物质电阻率的倒数，单位是 $m/(\Omega \cdot mm^2)$ ，因此，物质的直流电导即为其直流电阻的倒数，单位是 $1/\Omega$ ，或 S 即西门子。

正压室 在爆炸和火灾危险环境中，对爆炸性气体环境或爆炸性粉尘环境保持相对正压的房间称正压室，正压室可防止爆炸性物质的侵入。

电抗器 电抗器就是电感线圈，根据用途的不同，可做成无铁心的，可做成闭合铁心的，也可做成有气隙铁心的，在电力系统有着很大的用途，见表 13-2。

表 13-2 电抗器分类

名称	用途	特点
空心式电抗器	接于交流电力系统中用以限制短路电流	因无铁心，磁路的磁导小，电抗值也小，无饱和现象
铁心式电抗器	用于补偿输电系统中容性电流；抵消一相接地故障时电容电流；降压启动；滤波；限流等	磁路由带有气隙的铁心形成，故磁导大，电抗值也大，有饱和现象。体积较小

(续)

名称	用途	特点
饱和电抗器	用于调节负载电流和功率；调节整流装置的直流输出电压	磁路为一个闭合铁心，利用磁性材料的非线性特点进行工作。实际上它是一个可变电感

电气隔离 指电气元件或电路与另外的电气元件或电路隔离，一般采用隔离变压器单独供电，使被隔离的系统成为一个独立的不接地的安全系统，以防止裸露导体故障带电的危险。

电压等级 国家规定的电网标准额定电压系列值，我国的电压等级为 0.22 (0.23)、0.38 (0.40)、0.66、3、6、10、35、63、110、220、330、500kV。

电热设备 用电能加热的电气设备，如各类工业电炉、电加热炉、电高温炉、实验室用的电加热炉、生活中用的电暖气、电炉子等。

加强绝缘 机械强度和绝缘性能都增强了的工作绝缘，相当于双重绝缘保护程度的单独绝缘结构。其中绝缘结构由几个不同于基本绝缘或附加绝缘那样单独试验的绝缘层组成。如通常在换向器与转轴间、电枢线圈端部与转轴间、定子线圈端部与机壳间、刷握或电刷盖与机壳间、开关触头与手柄间等部位均采用加强绝缘。

击穿保险 一种用于交流 500V 的户内保护器，装于变压器低压中性点处并一端接地，可防止高压串入低压系统而引起低压电压升高而破坏电器，见图 13-6 和表 13-3。

击穿电压 见“击穿”一条。

电缆竖井 也称电气竖井，是高层建筑中敷设电缆、母线、电气管线的从底层到顶层的垂直通道，有时又分强电竖井和弱电竖井。电缆竖井在每层均开门，可做为该层的小配电间，层与层之间必须用阻燃物将孔洞封堵严实。

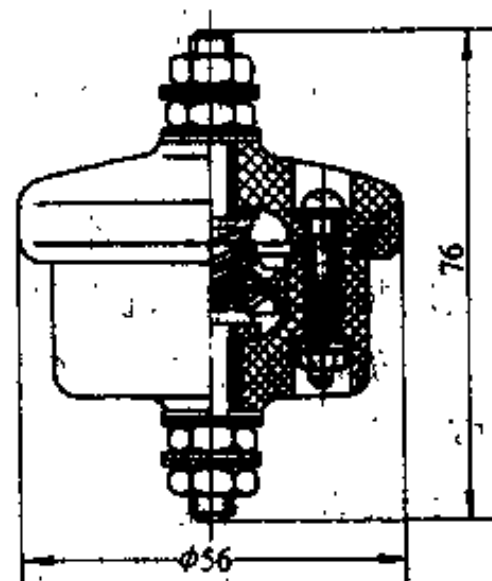


图 13-6 JBO 型击穿式保险器外形尺寸

表 13-3 JBO 型击穿式保险器技术数据

型号	额定电压 /V	工频放电电压, 有效值 /V	质量 /kg
JBO-0.22	220	351~500	0.157
JBO-0.38	380	501~800	
JBO-0.5	500	801~1000	

可靠连接 有时也称电气连接，即导线与导线、导线与设备端子、接地线与接地线或接地极之间的无接触电阻的连接。一般可靠连接的方法是指焊接、螺栓压接，其中焊接常用于不可拆卸的部位，螺栓压接常用于可拆卸部位。

电动工具 作业现场经常用到的手持式电动机驱动的小型器具，如手电钻、电锤、电剪、套丝机、打孔机、无齿锯、小型煨弯机、开槽机、电动胀管器、电动切管机、电动母线折弯机、电动扳子、电动旋具等。

对地电压 指带电体与地之间的电位差。

出口短路 指发电机、变压器输出端或配电所输出线路的始端的短路。

电力复合脂 用于导体连接部位的一种导电性能良好且又能使连接部位不发生氧化的油膏，使用时涂于导体的接触面上。

本质安全系统 指电气设备内、外配线，经国家级检验机构确认，在正常情况下或事故状态下产生的电气火花和温度，均不能引起爆炸性混合物爆炸的系统。

电气安全装置 指电气系统中采用的自动断开故障电路的元件及防止误操作的联锁装置的总称。

电力负荷级别 电力负荷，按照其供电可靠性及中断供电在政治、经济上所造成的损失或影响程度划分的级别，一般可分为三级。

①一级负荷为中断供电将造成人身伤亡者；或在政治、经济上造成重大设备损坏、重大产品报废、国家重点企业的连续生产过程被打乱需要长时间才能恢复的用电企业等。

②二级负荷为中断供电将在政治、经济上造成较大损失者，如主要设备损坏，大量产品报废、连续生产过程被打乱需较长时间才能恢复；重点企业大量减产等。

③三级负荷为一般电力负荷，所有不属于上述一、二级负荷者。

在一级负荷中有特别重要的负荷，它中断供电将发生爆炸、火灾、中毒、混乱等，如正常电源中断时处理安全停产所必需的事故照明、通信系统、火灾报警设备、保证安全停产的自动控制装置、执行机构和配套装置等。

二级负荷也属重要负荷，中断供电所造成的后果没有一级负荷那么严重，然而它所包括的范围较广。

三级负荷不属重要负荷。

电力变流设备 指由晶闸管及其附属电路和变流变压器组成的大电流电子器件装置，一般包括晶闸管整流装置、硅整流装置、变频装置和逆变电源装置等。

电梯平衡系数 衡量电梯对重配置是否合适的参量，平衡系数 K 等于对重总重量 P 减去轿厢自重后再除以电梯的额定载重量 Q ，即

$$K = \frac{P - G}{Q}, \text{ 一般取 } 0.45 \sim 0.50 \text{ 之间。}$$

电气安全操作规程 为保证电气工作人员、用电人员人身安全及电气系统安全而制定的电气作业、电气操作的规定。

六 画

地 指远离接地体 20m 以外的大地，而不是接地体周围 20m 以内的大地。理论和经验都已证明，在远离 20m 以外，土壤的电阻已趋向于零，当电流通过时已不产生电压降。接地体周围 1m 内，约有 68% 的压降，2~10m 的范围内，约有 24% 的压降，11~20m 的范围内，约有 8% 的压降。

而电子工程中的地却是指系统中零电位统一使用的参考点，与上述电气工程中地的意义是不同的。

吊顶 建筑工程中室内的一种装饰，先是把龙骨（方木或轻铝合金型材）固定在距顶板一定距离的平面上，然后把装饰材料装设在龙骨上。装饰板与顶板间的空间内可安装管路、风道、电气管路及电气元件等设施。

过负荷 指电气设备、电气线路及其它电气装置所通过的电流超过了其额定最大允许值。过负荷会使设备或线路发热或烧坏。

邦桩 邦桩也称接腿。材质一般用水泥，也可用浸过沥青的优质木材制成。邦桩见图 13-7。

光缆 即光导纤维电缆，光导纤维由有机玻璃纤维制成，可用在通信、电视信号、广播信号、计算机网络等方面。光缆不同于一般的信号电缆，使用中要特别注意。

巡视 指电气工作人员对电气设备及线路按照规定的路线和时间进行巡回检查，以便及早发现隐患而及时处理，避免酿成大祸。

安全色 指工程中，用不同的且较醒目的颜色表示不同的安全信号或安全要求，目的是使人们容易发现或辨认安全标志及不安全因素，提醒人们注意，预防事故发生。

过电压 指加在电气设备及线路上的工作电压超过了额定最大允许值。过电压会使设备或线路的绝缘击穿破坏，最后导致设备或线路烧坏。过电压一般由误操作、雷击、混线或绝缘损坏造成。

过电流 同过负荷，见“过负荷”一条。

吸收比 测量绝缘电阻时，我们把用绝缘电阻测试仪测试 60s 的绝缘电阻值与测试 15s 的绝缘电阻值的比，叫做吸收比。

曳引机 通常我们把电梯驱动装置的总成称为曳引机。

自燃点 指可燃物质的温度达到某一定值时，不需外界明火即发生燃烧的现象叫自燃。引起物质自燃的最低温度叫做该物质的自燃点。

动稳定 短路电流、短路冲击电流通过导体时，相邻载流导体间将产生巨大的电动力，衡量电路及元件能否承受短路时最大电动力的这种能力，称作动稳定。动稳定是用校验的方法来衡量的，也就是说给出电器通过的极限电流，或者给出电器最大允许载荷，或者给出电器的最大允许应力，然后用短路计算电流，或短路时电器受到的计算力，或电器最大允许应力与之比较，即可知道元件的动稳定能力，否则得增加元件的规格，直到满足校验的条件。

负序电压 三相电压一般情况下是平衡的，但当线路出现不平衡故障，三相电压将发生偏移，反映这种不对称故障时线路电压的偏移量称作负序电压分量。

负序电流 由负序电压产生的回路的电流称作为负序电流。负序电压和负序电流都可以

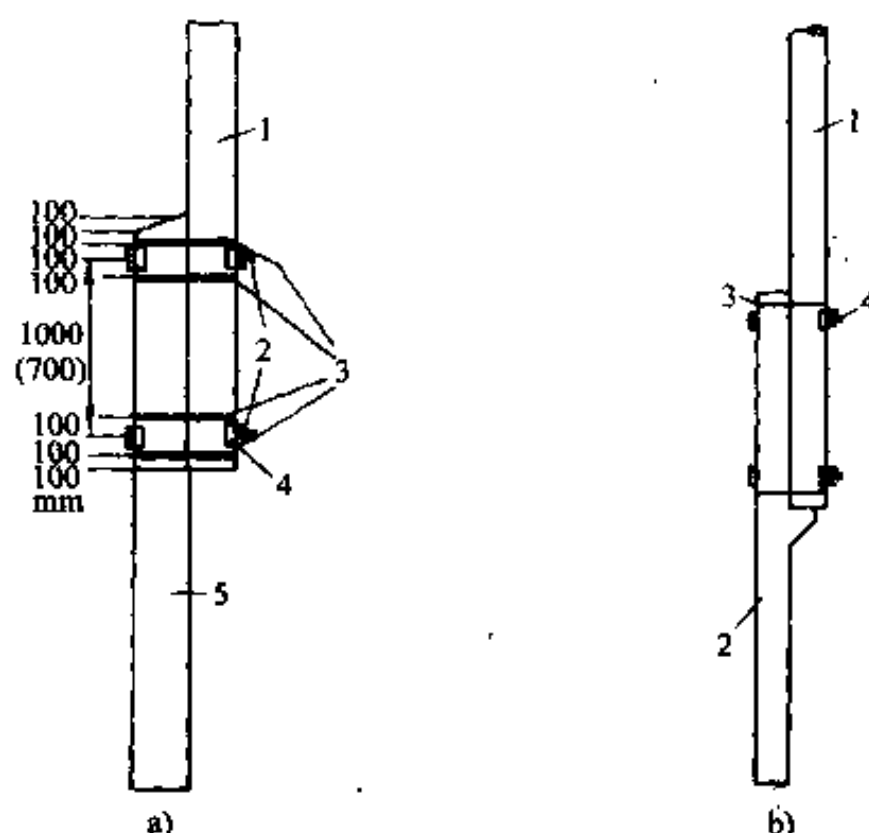


图 13-7 邦桩示意图

a) 主杆同木邦桩的连接

1—主杆 2—螺栓 3—铁线 5 圈，用卡钉钉紧
4—瓦垫 5—木邦桩

b) 主杆同钢筋混凝土邦桩的连接

1—主杆、2—钢筋混凝土邦桩

3—用 4mm 直径铁线缠绕拧紧 4—坚固螺栓

作为三相电压不平衡的检测信号。

冲击负荷 通常指短路后经过半个周期(0.01s)短路电流的瞬时最大值及大于100kW且运行的电动机向短路点反馈的短路电流。

交叉作业 多工种在同一作业现场进行作业叫做交叉作业,交叉作业还包括上下层同工种或不同工种的作业。

尖峰电流 指持续1~2s的短时最大负荷电流,一般指电动机的起动电流。

安全电压 指低于50V且不致使人致死或致残的电压为安全电压,如42V、36V、24V、12V、6V。安全电压作用人体后的电流远远小于人体的允许通过的电流(30mA·s),因此,称安全电压。安全电压必须由单独的电源提供,如发电机、电池、安全隔离变压器、UPS等,不得用单线圈自耦变压器。

负荷开关 只能接通和断开负荷电流和过负荷电流而不能切断短路电流的开关元件,使用时必须与熔断器串联配合使用。

安全标志 工程中,用不同安全色绘制的图形、符号、文字、图画等,表示规定的安全信号、要求、指令、提示等。

安全距离 为防止电气设备及线路的相与相、相与地、相与其它设施之间过电压放电、短路及其它事故发生而按电压等级、设备类型、安装方式等条件规定的借助于空气为绝缘介质的空间净距离,也称电气间隙或间距。

安全阻抗 连接于带电部位与易导电部位之间的阻抗,可使带电体发生故障时的漏电流在安全允许范围之内。

防护等级 电气设备外壳的结构型式,按防止固体和液体侵入其内部并防止人体触及内部带电体及动感部位所划分的等级,通常用IP加两位数字或X来表示。

传爆能力 指爆炸性气体或爆炸性粉尘及其混合物传播爆炸的能力,通常用最小传爆间隙 δ 来衡量。

污秽等级 衡量室外变电所及架空线路受空气中污物附着侵害程度而划分的等级。空气中污物一般指化工厂、冶金厂、火电厂、工业区、盐场、烟囱、沿海区域等向空气中排放的污物、灰屑等。

自动重合闸 经验证明,电力系统特别是架空线路上的故障大多数是暂时性的,这些故障使断路器跳闸,但故障多数能很快自行消除。如雷击闪络或鸟兽造成的短路故障,往往在雷闪过后或鸟兽烧死后,能使这种故障的系统或线路的断路器自动合闸的装置,即为自动重合闸装置;这种功能为自动重合闸。

导电防锈脂 用于导体连接部位的一种导电性能良好且又能使连接部位不发生氧化的油膏,使用时涂于导体的接触面上。

冲击接地电阻 接地装置常因某种原因流过接地冲击电流,这些原因有雷击、避雷器动作、设备绝缘损坏、保护间隙动作等;冲击接地电流要求的接地电阻即为冲击接地电阻。

并列运行条件 所谓并列运行是指两台及以上变压器的输入和输出都分别接在同一高压和低压母线上,且同时运行的方式。并列运行条件,即一次电压和二次电压对应相等,其差值 $\leq \pm 5\%$;阻抗电压相等,其差值 $\leq \pm 10\%$;联结组别相同,即相序、相位相同,或者说,线圈的接线方式相同。另外,并列运行还应考虑变压器的容量应相等或相近,容量比一般不宜超过1:3。

自动装置整定值 一般指继电器及自动跳闸装置的动作调整值，如电流、电压、温度、瓦斯等。

行灯及行灯变压器 行灯指检修用的手把灯，行灯变压器就是专为手把灯供电的安全电压变压器，一般均为 36V 或 24V。

交流耐压试验 用交流电高压进行的耐压试验，其主要目的是进一步暴露设备缺陷或局部缺陷，检查绝缘水平和最终确定设备能否投入运行，它能更好地模拟被试物实际运行中承受过电压情况，因此交流耐压试验前应先进行绝缘电阻、吸收比、极化指数、泄漏电流、直流耐压试验。

自动灭火系统 指较高级的建筑物中设置的自动灭火装置，它由两部分组成。其中一部分是火灾探测装置及相应的自动控制器，这部分的功能是当火灾探测装置发现火情报警后，自动关掉报警区域内的空调机、送风机及防火阀，同时起动该区域内的排烟机、防烟垂壁及排风阀。火灾被确认后，关闭相应的电动防火门、防火卷帘，切断非消防电源，接通事故照明，所有电梯强迫返至底层，消防电梯待命，消防中心及消防泵房中的泵准备起动。另一部分是自动灭火执行装置，接到控制器的灭火信号后，自动起动灭火装置，喷洒灭火介质扑灭火灾。执行装置主要由喷头、管道、介质贮存罐瓶及控制系统组成；介质主要有水、二氟一氯一溴甲烷（1211）、三氟一溴甲烷（1301）等。上述的整个工作过程是自动完成的，有的系统则由微机实现全自动监控，当火被扑灭后则恢复到正常待命状态。

七 画

角结 即三角形（ Δ ）联结，指三相交流电源或三相负载的一种接线方式，见图 13-8。三角形联结的相电压和线电压相等，而线电流则是相电流的 $\sqrt{3}$ 倍。

极性 电工技术中一种常用的表示二端元件头尾的标注方法，如电池的正负极、电解电容的正负极、电感线圈的头和尾等。极性在电气连接中有着很重要的作用，极性的标错或接错都会给系统带来故障，这是不允许的。

低压 我国规定低于 1kV 的电压为低压，如 110、127、220、380、660V。

进户线 指由距用户最近的进户线的第一个支持点将电源引至用户总进线箱（总配电箱、总柜、变电室）的这段线路为进户线。一般进户线有导线穿管、电缆引入、硬母线引入和架空引入四种。

低压电器 指额定电压为 1kV 以下的各种开关元件、熔断器、起动器及其配套的按钮、电阻、信号装置及继电器等电气元件。

极化指数 指 10min 与 1min 绝缘电阻测试值的比值。

返回电压 低电压继电器的常闭接点在继电器两端正常工作电压时是处于断开的，当电压降低到一定值时，常闭接点闭合，这一个电压为该继电器的动作电压；从动作电压起再增加电压，当增加到一定值时，常闭接点断开，这个使常闭点断开的电压为该继电器的返回电压。

阻性电流 交流电路中，流过纯电阻的电流为阻性电流，这个电流与加在电阻上的电压

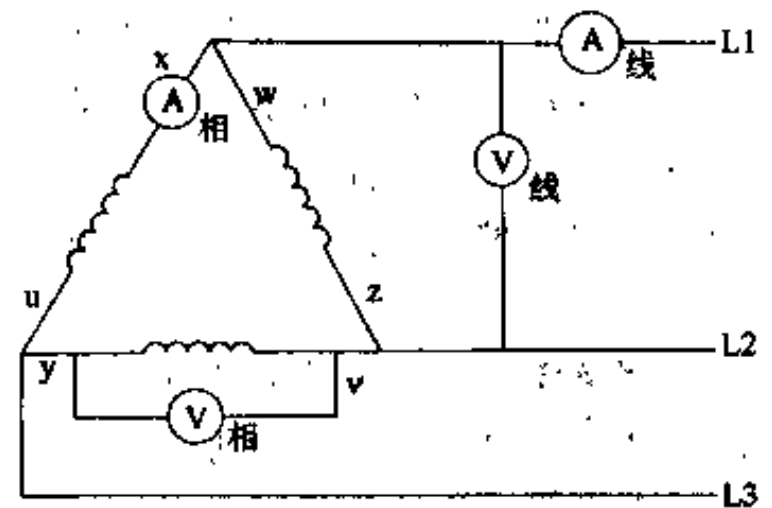


图 13-8 三角形（ Δ ）联结

的相位是相同的，也就是说加在电阻上的电压和流过电阻上的电流是同时产生的，所谓纯电阻，就是指电阻元件的构成只有电阻性质，而没有电感、电容性质。

均衡充电 指充电时充电电压和充电电流保持不变的充电方式。

间接触电 指人体触及在正常情况下不带电而在故障情况下才可能带电的电器金属部分而形成接地回路或其它电流回路的触电方式。间接触电具有直接接触电同样的危险性。

附加绝缘 为防止基本绝缘损坏后发生漏电造成触电而在基本绝缘之外设置的独立的绝缘。

间断工作制 有规律或无规律断续工作的用电设备其工作制为间断工作制，如电焊机、电动起重机、电梯等。

八 画

单相 只有一根相线和一根零线的电气线路称为单相线路；只能使用相电压的电气设备称单相设备；

爬电 爬电距离内的闪络现象。

变幅 吊车的吊臂在水平方向和竖直方向上改变其角度时称变幅。

线电压 三相电路中，相与相之间的电压称为线电压，见图 13-8 和图 13-10。

线电流 三相电路中，由电源引出（进）的三根导线中，每根导线上的电流为线电流，见图 13-8 和图 13-10。

直接雷 雷云较低时，周围没有异性电荷的雷云在地面凸物上感应出异性电荷，造成与凸物之间的放电现象称直接雷，直接雷有巨大的危害性。

爬电距离 电气装置中，不同电位的两个带电体之间沿绝缘材料表面的最短距离称爬电距离，也称漏电距离。

顶管作业 将所敷设的管路直接用机械力顶入所敷设的道路下面的作业称顶管作业。常用在不能开挖的路面下面敷设管路的作业中。

直接接触 指人体触及带电体而形成接地回路或其它电流回路的触电方式。直接接触接触的电压就是带电体的工作电压，形成回路的电流就是通过人身的电流，一般会发生伤亡事故，危险性很大。

泄漏电流 非导体或非导体组成的回路，因为试验电压或故障时通过的电流为泄漏电流。如电气设备耐压试验所测得的试验电流等。对于非导体或非导体回路来说，其泄漏电流越小则说明绝缘性能越好，反之越差。泄漏电流有时也称漏电流，在电子技术中，我们把三极管截止时集电极的电流称为漏电流，同样，漏电流越大，管子的性能越差。

套管连接 电气工程中，金属管路的一种连接方法，这种方法仅适用于暗装管路。所谓套管连接，就是在被连接的同径管路的连接点处设置一只内径为被连管路外径的金属短管，先把被连接管路插入短管，然后在短管的管口处用电焊将其与被连接管路焊接严密即可。见图 13-9。

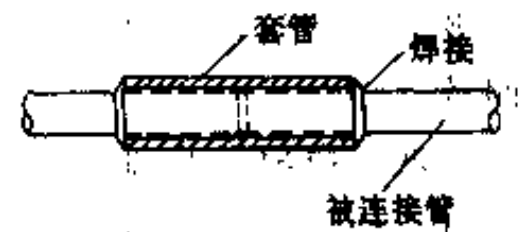


图 13-9 金属管路的套管连接。

单相三线制 只有一根相线、一根工作零线、一根保护零（地）线的单相供电线制称为单相三线制。单相三线制的工作零线只通过工作正常电流，而不通过故障电流，因此较安全。

油筒化试验 绝缘油的试验项目很多，见表 13-4，只进行其中 5、6、7、8、9、10、

11 项目的试验为油简化试验。

表 13-4 绝缘油的试验项目及标准

序号	项 目	标 准	说 明
1	外 观	透明, 无沉淀及悬浮物	5℃时的透明度
2	苛性钠抽出	不应大于 2 级	按 SY2651-77
3	安定性	氧化后酸值	不应大于 0.2mg (KOH)/g 油
		氧化后沉淀物	不应大于 0.05%
4	凝点/℃	(1) DB-10, 不应高于 -10℃ (2) DB-25, 不应高于 -25℃ (3) DB-45, 不应高于 -45℃	(1) 按 YS-25-1-84 (2) 户外断路器、油浸电容式套管、互感器用油: 气温不低于 -5℃的地区: 凝点不应高于 -10℃ 气温不低于 -20℃的地区: 凝点不应高于 -25℃ 气温低于 -20℃的地区: 凝点不应高于 -45℃ (3) 变压器用油: 气温不低于 -10℃的地区: 凝点不应高于 -10℃ 气温低于 -10℃的地区: 凝点不应高于 -25℃或 -45℃
5	界面张力	不应小于 35m·N/m	(1) 按 GB6541-87 或 YS-6-1-84 (2) 测试时温度为 25℃
6	酸 值	不应大于 0.03mg (KOH)/g 油	按 GB7599-87
7	水溶性酸 (pH 值)	不应小于 5.4	按 GB7598-87
8	机械杂质	无	按 GB511-77
9	闪 点	不低于 DB-10 DB-25 DB-45 (℃) 140 140 135	按 GB261-77 闭口法
10	电气强度试验	(1) 使用于 15kV 及以下者: 不应低于 25kV (2) 使用于 20~35kV 者: 不应低于 35kV (3) 使用于 60~220kV 者: 不应低于 40kV (4) 使用于 330kV 者: 不应低于 50kV (5) 使用于 500kV 者: 不应低于 60kV	(1) 按 GB507-86 (2) 油样应取自被试设备 (3) 试验油杯采用平板电极 (4) 对注入设备的新油均不应低于本 标准
11	介质损耗角正切值 $\tan\delta$ (%)	90℃时不应大于 0.5	按 YS-30-1-84

注: 第 11 项为新油标准, 注入电气设备后的 $\tan\delta$ (%) 标准为 90℃时不应大于 0.7%。

变配电装置 变配电装置由变电装置和配电装置两部分组成，其中变电装置是指把送电线路引来的高电压变成用户需要的电压的整套装置，主要由隔离开关、断路器或负荷开关、变压器、避雷器和计量仪表及控制系统组成；配电装置是指把用户需要的电压分配到各个用户的回路中去的整套装置，主要由母线、隔离开关、断路器或熔断器、计量仪表、继电保护系统、导线或电缆及控制系统组成。

限流式熔断器 高压系统中，常把保护电压互感器的熔断器叫做限流熔断器，其规格较小，一般不大于 5A，以限制互感器过载。

直流耐压试验 用直流电进行的耐压试验，其主要目的是测量被试物的泄漏电流值，也可有效地测出绝缘受潮情况和局部缺陷。

油气相色谱试验 指对运行中的电力变压器的油样进行油中溶解气体的成份及含量的分析试验，可进一步判断变压器存在的潜伏性故障及其性质。气体的产生是由于变压器内部局部过热或放电使其周围绝缘油和固体绝缘材料发生分解而产生气体，这些气体有的会溶解到油中去而降低了绝缘油的性能。

九 画

相 一般指交流发电机的绕组，单相交流发电机只有一组发电绕组，三相交流发电机则有三组发电绕组，三相交流发电机的绕组在排列上相差 120° ，因此，常用以下的方式表示三相交流电：

$$u_U = U_m \sin \omega t \quad (13-2)$$

$$u_V = U_m \sin (\omega t - 120^\circ) \quad (13-3)$$

$$u_W = U_m \sin (\omega t + 120^\circ) \quad (13-4)$$

相序 三相交流电相与相之间排列的顺序，一般是 U、V、W 或 A、B、C，如果电动机接成 V、U、W 或 B、A、C，那么电动机则反转，我们则说，相序反了。

相位 我们把三相交流发电机三相绕组在排列上相差 120° ，说成三相交流电在相位上相差 120° 。相位，也可以说成是三相绕组的排列位置。

相线 从每相绕组的头（或尾）引出的导线即为相线，相线俗称火线。

屏护 指用遮栏、护罩、箱柜、封盖等方式，把配电线路，电气设备的带电部位或全部同外界隔离开来，用以防止触电、防止电弧、防止弧光短路，以利安全运行和检修的措施。

星结 即星形（Y）联结，指三相交流电源或三相负载的另一种接线方式，见图 13-10，星接的相电流和线电流相等，线电压是相电压的 $\sqrt{3}$ 倍。

缺相 三相设备及线路，由于某种原因使其中一相的熔丝熔断、导线断开、线圈内部断开、开关触头接触不良等，便称为缺相。缺相有很大的危害性。

绝缘 用不导电材料将电气设备的带电部分包裹起来或用支持固定起来或使其充满相与相、相与外壳之间，使系统中相与相、相与地隔绝起来，这样的方法称之为绝缘。其中不导电材料是指在一定电压下不导电，具有高电阻率。

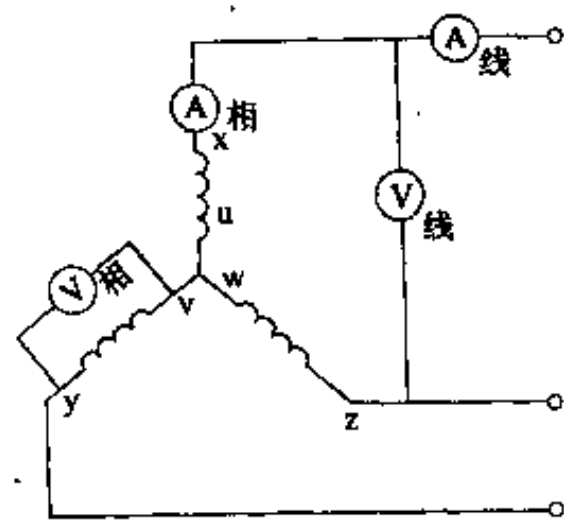


图 13-10 星形（Y）联结

和较高的击穿电压的材料，如瓷、玻璃、云母、橡胶、木材、胶木、塑料、布绸、纸、矿物油、空气、油漆、树脂等非金属材料。

架腿 一种人工立杆工具，有大小两副组成。架腿一般用优质木杆制成，长度 5m（大）左右、3m（小）左右，头部用铁链连接，下部有手柄，使用时用铁链将杆绞住，下部手柄用力即可把杆支起，大小架腿轮流工作，即可把杆立起，见图 13-11 和图 13-12，架腿有时也称撬杆。

配线 配线一般指低压线路在室内、室外的安装敷设。配线的方式，通常有管内穿线、瓷件配线、槽板配线、线槽配线、桥架配线、钢索配线等。

相电压 三相电路中，相与地之间或相与中性点之间的电压为相电压，见图 13-8 和图 13-10。

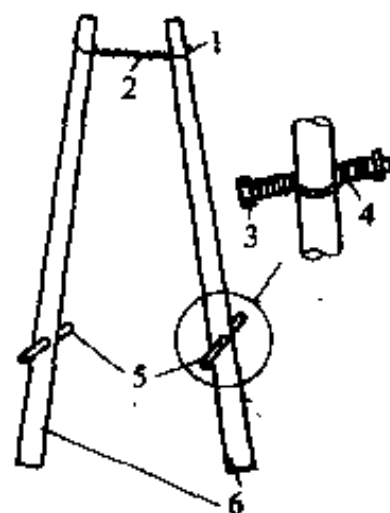


图 13-11 架腿

1—钉卡钉 2—铁线缠成的链子，或用钢丝绳，长约 0.5m 3—螺栓 4—用 4mm 铁线缠绕 5—手握部分 6—直径为 80~100mm 长 5~7m 的木杆

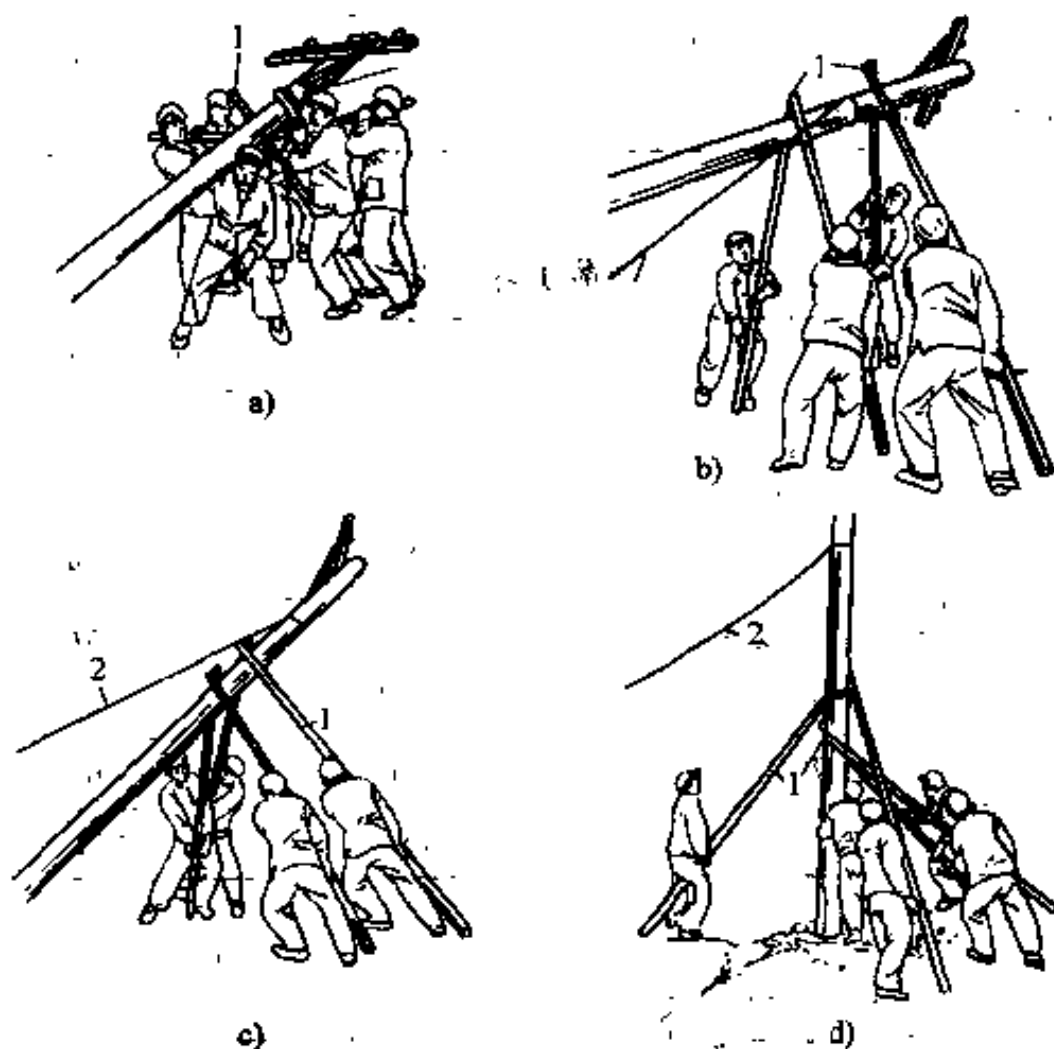


图 13-12 架腿立杆法

a) 抬起 b) 支架腿 c) 倒架腿 d) 立起后
1—架腿 2—临时拉线

相电流 三相电路中，流过每相线圈或每相负载的电流为相电流，见图 13-8 和图 13-10。

重合闸 见六画中的自动重合闸。

耐张段 架空线路中，考虑线路的转角、导线的长度、导线的拉紧和送电距离、躲开障碍物等因素而设置的直线段，耐张段的起始端均设置可靠坚固的拉线。

带病运行 指电气设备及线路在有故障或故障隐患下运行，带病运行有着很大的危险性。

弯曲半径 指电缆、母线、穿导线的管路安装时必须弯曲时应保证的最小弯曲半径，弯曲半径在安装规范中有着明确的规定。电缆的弯曲半径见表 13-5，母线的弯曲半径见表 13-6 和图 13-13，管路的弯曲半径见表 13-7。

表 13-5 电缆最小弯曲半径

电 缆 型 式		多芯	单芯
控制电缆		10D	
橡皮绝缘 电力电缆	无铅包、钢铠护套	10D	
	裸铅包护套	15D	
	钢铠护套	20D	
聚氯乙烯绝缘电力电缆		10D	
交联聚乙烯绝缘电力电缆		15D	20D
油浸纸绝缘 电力电缆	铅 包		30D
	铅 包	有铠装	20D
		无铠装	15D
自容式充油（铅包）电缆			20D

注：表中 D 为电缆外径。

表 13-6 母线最小弯曲半径（ R ）值

母线种类	弯曲方式	母线断面尺寸 /mm	最小弯曲半径/mm		
			铜	铝	钢
矩形 母线 ($a \times b$)	平弯	50×5 及其以下	$2a$	$2a$	$2a$
		125×10 及其以下	$2a$	$2.5a$	$2a$
	立弯	50×5 及其以下	$1b$	$1.5b$	$0.5b$
		125×10 及其以下	$1.5b$	$2b$	$1b$
棒形母线		直径为 16 及其以下	50	70	50
		直径为 30 及其以下	150	150	150

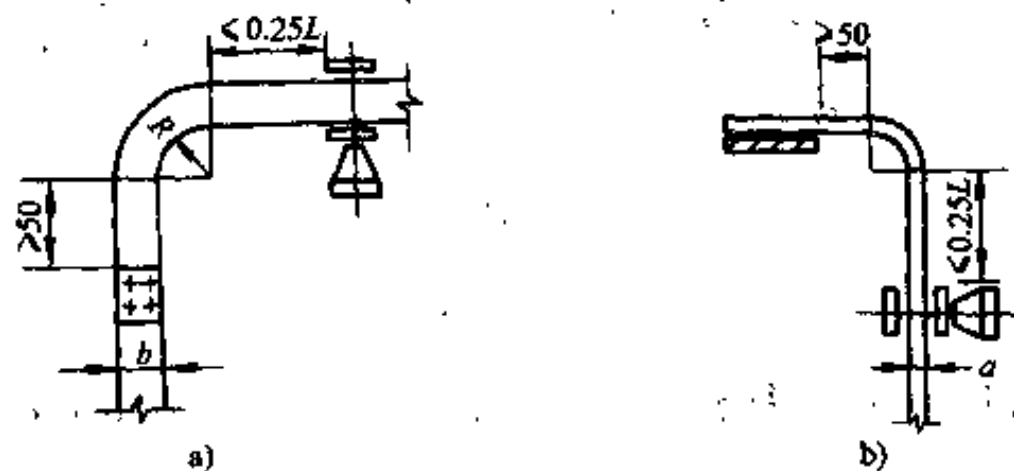


图 13-13 硬母线的立弯与平弯

a) 立弯母线 b) 平弯母线

a —母线厚度 b —母线宽度 L —母线两支持点间的距离

表 13-7 导线保护管最小弯曲半径 (R) 值

敷设方式	允许最小弯曲半径(R)
管路明配	不小于管外径 6 倍
明配时, 两线盒间只有一个弯曲时	不小于管外径 4 倍
管路暗配	不小于管外径 6 倍
埋于地下或混凝土内	不小于管外径 10 倍

相零回路 相线和零线形成的直接短路的回路。相零回路阻抗的测量在安全上有着很重要的意义。

重复接地 零线或地线上的一处或多处通过接地装置与大地再次连接称重复接地, 常用在中性点直接接地系统, 目的是保证零线接地的安全可靠。架空线路干线、分支线的终端及沿线每 1km 处、电缆或架空线引入建筑物的进户处都应将零线重复接地。

绝缘电阻 指用绝缘材料隔开的两个导体之间, 在规定条件下的直流电阻。通常是给绝缘材料隔开的两个导体上加一定的直流电压 (500、1000、2500、5000V), 将测得的漏电流除所加直流电压所得的电阻值即为绝缘电阻值。阻值越大, 绝缘性能越好, 反之越差。通常用摇表测量绝缘电阻值, 但因摇表输出的电压比被测设备及线路绝缘的击穿电压小的多, 因此, 不易发现绝缘的硬伤、脆裂和高阻接地等缺陷。

绝缘监察 在中性点不接地电力系统中, 当绝缘破坏或线路直接对地发生单相接地时, 其它两相对地电压将升高到线电压, 这样便增加了绝缘的负担和触电危险性。同时, 单相接地电流较小, 使线电压的相位、量值均未发生变化, 因此, 三相电气设备仍正常运行。但是, 这种情况是不允许长时间运行, 如果另一相也发生接地故障, 形成相间接地短路, 强大的接地短路电流将会损坏线路和设备, 这是不允许的。因此, 在中性点不接地的电力系统中, 必须有一种监督单相接地的装置, 即绝缘监察装置, 这个装置的作用为绝缘监察。

耐压试验 就是将略高于运行中可能遇到的过电压的试验电压加在电气设备相与相或相与地之间, 在规定的时间内, 观察能否使绝缘击穿, 这种检测电气设备及线路耐压强度的试验称耐压试验。试验分交流工频耐压试验和直流耐压试验两种, 耐压试验可发现绝缘的薄弱部位, 是电气工程中常用的一种检测绝缘性能好坏的试验。

带电作业 指在不停电或局部停电的情况下, 在电气设备及线路上进行的测试、维护、检修、更换部件、清扫等作业。

逆变及逆变器 我们把交流变成直流的转换过程称之为整流; 反之, 把直流变成交流的转换过程称之为逆变。能够完成逆变功能的装置为逆变器, 逆变器主要由晶闸管开关电路、振荡器、变压器等组成。

绝缘材料耐热等级 电工绝缘材料按其在正常运行条件下允许的最高工作温度分级, 称为绝缘材料的耐热等级。常用绝缘材料耐热等级举例见表 13-8。

表 13-8 绝缘材料的耐热等级

级 别	绝 缘 材 料	极限工作温度/℃
Y	木材、棉花、纸、纤维等天然的纺织品, 以醋酸纤维和聚酰胺为基础的纺织品, 以及易于热分解和溶化点较低的塑料 (酚醛树脂)	90

(续)

级 别	绝 缘 材 料	极限工作温度/℃
A	工作于矿物油中的和用油或树脂复合胶浸过的 Y 级材料, 漆包线、漆布、漆丝的绝缘及油性漆、沥青漆等	105
E	聚脂薄膜和 A 级材料复合、玻璃布、油性树脂漆、聚乙烯醇缩醛高强度漆包线、乙酸乙烯耐热漆包线	120
B	聚脂薄膜、经合适树脂粘合式浸渍涂复的云母、玻璃纤维、石棉等制品, 聚脂漆、聚脂漆包线	130
F	以有机纤维材料补强和石棉补强的云母片制品, 玻璃丝和石棉, 玻璃漆布, 以玻璃丝布和石棉纤维为基础的层压制品, 以无机材料作补强和石棉补强的云母粉制品、化学热稳定性较好的聚脂和醇酸类材料、复合硅有机聚脂漆	155
H	无补强或以无机材料为补强的云母制品、加厚的 F 级材料、复合云母、有机硅云母制品、硅有机漆、硅有机橡胶聚酰亚胺复合玻璃布、复合薄膜、聚酰亚胺漆等	180
C	不采用任何有机粘合剂及浸渍剂的无机物如石英、石棉、云母、玻璃和陶瓷材料等	180 以上

十 画

高压 我国规定高于 1kV 的电压为高压, 如 3、6、10、35、63、110、330、500kV。

弱电 弱电是相对于强电而言的, 一般指传递低电压、小电流的交流脉动电流及直流模拟数字信号电流的电路, 如电子电路、自动化仪表电路、通信广播、火灾自动报警, 防盗保安报警、微机系统、数控电路及自动控制系统、电气传动的自动化控制系统等。

监护 指对作业或操作人员、电气系统的某一部位或参数、安全标志、事故多发点等单独设置的专人进行的监视及保护。

核相 核相就是核对相序是否一致, 常用在两段母线或线路的连接前、单独发电机与电网并网前、变压器的并列运行前等要进行相序的核对。

涡流 导体置于变化着的磁场中或者在磁场中运动时切割磁力线, 这样便在导体内产生自行闭合的感应电流, 这个电流为涡流。

校验 同检定一样, 用标准器与被校计量器具进行比对, 在同样的条件分别读取各自的数值, 经过数理统计方处理后, 用以评定被校器具的计量测试性能, 但校验不具有法律效力, 因此, 校验与检定相比, 环境条件, 人员素质要求要低一些。

继电器 对电压、电流等电量或电信号反应灵敏, 并按规定要求输出接点闭合或断开的电气元器件。

热稳定 电流通过导体时, 导体要产生热量, 并且该热量与电流的平方成正比, 当有短路电流通过导体时, 将产生巨大的热量, 由于短路时间很短, 热量来不及向周围介质散发, 衡量电路及元件在这很短的时间里, 能否承受短路时巨大热量的能力为热稳定。同样, 热稳定也是用校验的方法来衡量的, 也就是给出电器热稳定试验电流和试验时间, 或给出导线短

路时最高允许温度，然后用短路电流和短路时间，或短路时最小允许截面积与之比较，即可得知导线或元件的热稳定能力，否则增加其规格，直到满足校验条件。

继电保护 能正确反应电气系统中各电气设备及线路发生故障或不正常工作状态，然后将其转换为电信号使自动开关跳闸或发出信号的自动控制系统叫继电保护。继电保护一般由继电器、电流转换器、电压转换器、检测元件、延时装置等组成。

高压电器 指额定电压为 1kV 以上的各类开关、熔断器、断路器、避雷器、电抗器、电容器、电瓷件及其配套的各种操作机构等。

高层建筑 我国规定，建筑总高度超过 24m 的非单层民用建筑和 10 层及以上的住宅建筑称高层建筑。但是，需要说明一点，对于那些设施不配套或不完备的建筑物，即使是高度或层数达到了上述规定的要求，也不能称之为高层建筑。

高处作业 我国规定，凡在坠落高度基准面 2m 及 2m 以上有可能坠落的高处进行的作业。如满足上述条件的建筑物或筑作物的临边、洞口、平台以及攀登、悬空及交叉作业等。

倒闸操作 电气设备有运行、备用、停电、检修四种工作状态，由一种状态转换到另一种状态的各种操作，包括拉开或合上某些开关、改变继电保护装置或自动装置的整定值、拆除或安装临时接地线、检查设备的绝缘及拉开或闭合相应操作回路的开关等一系列操作。

特殊环境 指温度、空气湿度、空气成分、环境条件与正常环境有着明显不同的环境为特殊环境，如易燃、易爆、静电、腐蚀、高温、潮湿、多粉尘、电磁场、施工现场、矿山井下、船舶、热带等环境。

容性电流 交流电路中，流过纯电容的电流为容性电流，这个电流与加在电容上的电压相位是不同的，也就是说加在电容上的电压和流过电容的电流不是同时产生的，而是先有电流而后有电压，电压滞后电流 90° ，对于 50Hz 的交流电就是滞后 0.005s。所谓纯电容，就是指电容元件的构成只有电容性质，而没有电感、电阻性质。

消弧线圈 就是电阻很小，感抗很大的铁芯线圈，它的作用主要是限制电力系统中性点的电流，使其不发生电弧，并抑制谐振过电压现象。

预防性试验 运行中的电气设备及线路，按照周期进行的耐压试验、绝缘电阻测试、介质损失角、绝缘油试验、泄漏电流等试验。主要目的是监视设备的绝缘状况，以便在检修时修复，避免运行中出现故障。另外，预防性试验还包括对继电保护装置动作值的校验以及机械部分检查和电气特性试验等。

浮充电方式 一种充电方式，这种方式是充电的同时要向负载供电，有很硬的特性。

高频电磁场 变化频率在 0.1MHz 以上的电磁场为高频电磁场。

特殊工种作业 特殊工种指对操作者本人，及对他人和周围设施的安全有重大决定性因素的作业人员，特殊工种包括电工、锅炉司炉工、压力容器操作工、起重机司机、爆破工、焊工、机动车司机、登高作业者等。特殊工种从事的本职工作为特殊工种作业。

继电保护装置灵敏系数 保证继电保护装置对其保护范围内故障和不正常工作状态反应能力的参数。如果保护装置对其保护范围内极轻微的故障能及时反应动作，即说明其灵敏度高。灵敏系数就是在继电保护装置所保护的范围内电力系统为最小运行方式时的最小短路电流与保护装置一次动作电流的比值，其中保护装置一次动作电流是指保护装置本身动作电流

折算到一次回路的电流值。

十一画

检定 是指评定计量器具的计量性能（准确度、稳定度、灵敏度、变差等）并确定其是否合格所进行的全部工作。检定是进行量值传递、保证量值准确、单位统一的重要措施，是国家对计量器具进行监督管理的法制性技术手段。因此，检定具有法律效力。检定必须按照检定规程进行，同时检定规程规定了计量器具检定要求、检定项目、检定条件、检定方法、检定周期以及检定结果的数据处理等。检定的方法，一般是采用与标准器进行比对的方法，在同样的条件下分别读取标准器和被检器具的示值，经过数据处理后，用以评定被检器具的计量性能。

盘车 电动机通过皮带、联轴器或其它装置与被拖设备连接，有时为了验证被拖设备是否过载或被卡死难以转动，需用人力将设备转动，以观察是否灵活转动，否则应查出原因。由于设备负载太重或被卡死，强行用电动机拖动，将会使电机烧毁。这种检查和验证的方法为盘车。

断相 见九画中的“缺相”。缺相也称为断相。

脱脂 用物理或化学的方法，将设备、管路或元件上的油脂去掉叫做脱脂。

接地 指电气设备的某一部位与大地的可靠连接，有时也称保护接地或接地保护，是常用的保安措施。具体地讲，接地就是将电气系统中，正常情况下不带电而事故情况下可能带电的金属外壳部件或金属构件与接地体可靠连接。采用了保护接地的电气设备，由于绝缘的损坏，发生某相碰壳接地故障时，单相接地电流可通过接地体流入大地，并把对地电压限制在安全范围之内，以避触电伤亡事故的发生。

接零 指电气设备的某一部位与中性线的可靠连接，有时也称保护接零或接零保护，是常用的保安措施。具体地讲，接零就是将电气系统中，正常情况下不带电而事故情况下可能带电的金属外壳部件或金属构件与工作零线的可靠连接。采用了保护接地的电气设备，由于绝缘的损坏，发生某相经过外壳形成相线与零线的单相短路电流，该电流使熔断器自动开关迅速动作，使设备与电源断开，消除触电危险，避免了触电伤亡事故的发生。

谐振 也称共振，指在自由振荡和强迫振荡的频率相同的振荡系统中所呈现出的一种现象。电气工程中有电压谐振和电流谐振两种。

馈线 一般指由母线经开关送到下一级配电装置的这段线路。

断路器 不仅能通断正常工作的负载电流或过负荷电流，而且能通断并承受一定时间的短路电流的开关设备，如油断路器、真空断路器、空气开关等。

接闪器 指用来最先直接接受雷闪、雷电的金属体，如竖立在高大建筑物顶上的金属杆，即避雷针；架空在架空线上方的金属导线，即避雷线；铺设在建筑物顶部或侧部的金属网、金属带，即避雷网、避雷带等。

球形雷 一种发红光或极高白光的带电火球，运动速度一般为 $2\sim 3\text{m/s}$ ，运动轨迹不定，通常可从门、窗、烟囱等处侵入室内，造成危害，有时则自行放电消失。

接户线 指由送电线路或供电线路接至用户最末一个导线支持点的这段线路，一般有架空线或电缆两种。这里要说明一点，所谓用户可能是低压用户、也可能是高压用户；可能是用电容量较小的用户，也可能是用电容量较大的用户。

接地电阻 指接地体与地下零电位面之间的接地引线的电阻、接地极的电阻、接地极与土壤之间的接触电阻和土壤的散流电阻之和。由于接地引线、接地极均为金属，其电阻可忽略不计。因此，接地电阻主要指上述的接触电阻和土壤的散流电阻。其中接地体与土壤之间的接触电阻主要决定于接地体与土壤的接触状况和土壤的电阻率，散流电阻与接地体的形状和土壤的电阻率有关。

接触电压 指当人体同时触及带电体上两点时，人体的这两点之间意外出现的电压，或人体触及带电体上一点且人体与地有良好的接触而意外出现的电压。

接地装置 即接地体，指埋设于地下与土壤直接接触的金属物，接地装置可能是一组金属接地体，也可能是几组金属接地体。接地装置的作用是将雷电流或接地短路电流引入大地并泄放。接地体通常有角钢、圆钢、扁钢、钢管、钢板、铜板等。

接地引线 指接闪器与接地体之间的连接线，或电气设备接地端子与接地体之间的连接线。

接地干线 指多根接地体间的连线，或由接地体专门引至车间、场所的接地母线。

基本绝缘 在电气设备及线路带电部分上设置的为防止触电起基本保护作用的绝缘。

随行电缆 指连接电梯轿厢和井道总接线箱之间的软多芯钢电缆，它是随轿厢的升降而升降的。

混油试验 当不同牌号的新油或相同质量的变压器油需要进行混合使用时，所进行的试验。试验时，按油混合物实际使用的比例先取混油样进行分析，其结果应符合表 13-4 中 3、4、10 项的规定。

接地铜网 接地铜网常用于计算机房、通信设备机房、电视设备机房、保安中心、消防中心等电子设备机房的设备接地。接地铜网的结构示意图见图 12-18。其网格一般为 $0.6 \times 0.6\text{m}$ 。

密封胶泥 一种用于电气管路密封的材料，一般用聚异丁烯、活性炭、碳酸钙、石棉、硬脂酸等原料混合轧炼而成胶泥状固体，常用于有爆炸危险环境的仪表、电气设备、电气线路中作填充、堵断、隔离密封之用。

铠装或非铠装 指电缆外层的钢甲，无钢甲则为非铠装。铠装的目的是在于加强电缆的机械性能及强度、加大耐拉耐压的能力。

十二画

温升 某一点的温度与参考或基准温度的差值，参考或基准温度一般指室温。

强电 一般指大电流的交流电路及直流动力电路，如架空线路、变配电装置、动力及其控制电路、照明电路、防雷接地系统等。

短路 通过一个比较低的电阻或阻抗，偶然地或有意地对一个电路中在正常情况下处于不同电压下的两个或几个点间进行的连接。短路的特点是电流直接从相线流入零线或流入大地或从一相流入另一相以及从正极流入负极。因为阻抗很小，故电流很大，其中偶然将会使电器、导线及电源烧坏，而有意则是指用来加热、进行冶炼或焊接等。

联锁 一个装置（继电器、自动开关等）的动作状态取决于另一个装置的动作状态，则称另一个装置与这个装置联锁；如果另一个装置的动作状态又取决于这个装置的动作状态，则称这两个装置互相联锁，简称互锁。联锁就是制约，互锁就是互相制约。用于电气安全的联

锁有防止触电事故的联锁、排除电路故障的联锁、执行安全程序的联锁及防止非电气事故的联锁、信号联锁等。联锁又分电气联锁和机械联锁两种。

释放源 指可能释放出爆炸性混合物质的位置或地点。

短延时 见四画“长延时”。

最大风偏 指架空线路的导线在可能最大风力下，被风吹偏位置距离无风时位置的最大可能距离。

最大弧垂 指架空线路的导线允许的最大弧垂。

湿闪电压 在雷雨或浓雾的情况下，支持带电体的绝缘体（如高压绝缘子）与地或与相之间的放电叫做湿闪，发生湿闪的电压叫做湿闪电压。

量值传递 指将国家基准（各种物理量的标准量值或标准原器）通过技术手段和法制手段逐级（国家计量局—省计量局—市计量局—县计量局—使用单位及个人）传递到工作用的计量器具中去，以保证被测物理量所测得的量值的准确和单位的一致。

联锁装置 完成联锁功能的所有器件。

短路电压 指变压器二次侧短路的情况下，电流为额定电流时一次所加的电压，也称阻抗电压，常用额定电压的百分比表示。

短路电流 由于故障或人为实验而造成短路时所产生的过电流。

短路阻抗 短路电路的总阻抗。

短路容量 系统短路时的容量，即短路电流与 $\sqrt{3}$ 倍额定电压的乘积。

隔离开关 只能通断电压而不能通断负荷电流或只能通断一定的较小电流的开关元件。隔离开关在断开时有明显的绝缘可靠的断开点，没有速断（合）装置，没有灭弧装置。

等电位连接 把作业范围内可能同时触及或接近的，在故障条件下可能带有不同电位的裸露导体（包括电气设备以外的裸导体），互相电气连接起来，使其电位相等，防止出现危险接触电压。当电气设备的外壳意外带电时，操作者的手、脚及其它部位接触的是等电位的带电部分，而不会有电流流过人身，进而保证人身的安全。

隔离变压器 指同一铁芯上两只相对独立的、采用更高级别耐压试验且不会发生一次线圈与二次线圈直接击穿短路的变压器，这种变压器铁芯或隔离层是直接接地的或者采用击穿熔断器来防止高压窜入。

短路冲击电流 在短路后经过0.01s，工频短路电流的瞬时最大值为短路冲击电流。高压电路三相短路时，短路冲击电流为2.55倍的短路电流；1000kVA及以下电力变压器二次侧及低压电路三相短路时，短路冲击电流为1.84倍的短路电流。

最小运行方式 指电力系统短路阻抗为最大，短路电流为最小的一种运行方式。

最大运行方式 指电力系统短路阻抗为最小，短路电流为最大的一种运行方式。

最小引燃能量 是指能引起爆炸性混合物发生爆炸的最小电火花所具有的能量。

最小引爆电流 是指能引起爆炸性混合物爆炸的最小电火花所具备的电流。

短路电流稳态值 工频短路电流一般经过0.2s就达到稳定状态；这时的短路电流值为短路电流稳态值，这个电流就是短路电流。

十三画

照度 指受照物体表面单位面积得到的光通量，其中光通量指光源在单位时间内，向周

围空间辐射出的使人眼产生光感的能量，各种光源的光通量都可在产品手册上查到，照度范围分级见表 13-9。各种场所的照度要求见表 13-10~表 13-12。

表 13-9 照度范围分级

适用范围	照度分级 /lx
简单视觉要求的一般照明 (如仓库等)	0.2、0.5、1、2、3、5、10、15、20
工作房间的一般照明 (如办公室、教室、绘图室、打字室等)	30、50、75、100、150、200
有特殊要求的一般照明 (如大会堂、大型综合性体育馆等)	300、500、750、1000、1500、2000

表 13-10 居住建筑

房间名称	推荐照度 /lx
厕所、盥洗室	5~15
起居室、餐室、厨房	15~30
卧室、婴儿哺乳室 (婴儿哺乳室宜另有夜间照明)	20~50
单宿、活动室	30~50

表 13-11 科教办公建筑

房间名称	推荐照度 /lx
厕所、盥洗室、楼梯间、走道	5~15
小门厅、库房	10~20
中频机室、空调机室、调压室	20~50
食堂、传达室、电梯机房	30~75
校办工厂 (非专业化一般加工车间)	30~75
录像编辑室、外台接收室、厨房	50~100
医务室、准备室、接待室、书库、目录室、借阅室、教室、实验室、教研室、阅览室、办公室、会议室、装订室、报告厅、色谱室、电镜室、磁带磁盘间、穿孔间、电话机房	75~150
设计室、绘图室、打字室	100~200
电子计算机房、室内体育馆 (非体育专业院校)	150~300

注：1. 美术教室的照度可按 100~200lx 选取。

2. 当装设黑板照明时，教室黑板上的垂直照度宜不低于水平照度的 1.5 倍，最低宜不小于 150lx。

3. 电化教学中演播室的演播区内主光的推荐垂直照度宜在 2000~3000lx (文艺演播室应在 1000~1500lx)。

4. 书库架上距地 15cm 处的垂直照度宜不低于 30lx。

表 13-12 医疗建筑

房间名称	推荐照度 /lx
厕所、盥洗室、楼梯间、走道	5~15
污物处理间、更衣室	10~20
动物房、太平间、血库、保健室、恢复室	20~50
病房、健身房	15~30
X 线诊断室、化疗室、同位素、扫描室、理疗室、麻醉室、候诊室	30~75

(续)

房间名称	推荐照度 /lx
解剖室、化验室、药房、诊室、护士站、医生值班室、门诊挂号、病案室	75~150
加速器治疗室、电子计算机 X 线扫描室、手术室	100~200

注：1. 手术室的手术台专用照明，推荐照度宜在 2000~10000lx。

2. 病室内可设夜间照明灯，在床头部位的照度不宜大于 0.1lx (儿童病房为 1lx)，护士站夜间值班照明照度宜不低于 30lx。

3. 临护病房夜间守护照明的照度宜不低于 5lx。

4. 诊室内作局部检查时的推荐照度宜为 200~500lx。

表 13-13 体育建筑

房间或场地名称	推荐照度 /lx
库房	10~20
衣帽间、浴室、主楼梯间	15~30
运动员休息室、更衣室、灯光控制室、播音室	30~75
运动员餐厅、观众休息厅、大门厅	50~100
健身房、大会议室、大门厅、观众大厅	100~200
水球、游泳跳水、花样游泳 (水上芭蕾) 场地	300~750
举重、田径馆	150~300
羽毛球、篮排球、手球、乒乓球、技巧体操、艺术体操、击剑、网球、冰球、冰上舞蹈 (冰上芭蕾)、台球 (桌面)	200~500
拳击、摔跤、柔道厅	750~1500
综合性正式比赛大厅	750~1500
篮排球场、网球场	150~300
棒球场、足球场、游泳场、冰球场	200~500
国际比赛用足球场地	1000~1500

注：1. 一般比赛场地和练习场地的照度可为正式比赛场地照度的 0.5~0.75。

2. 当室内比赛场地要求有高质量的电视转播时，一般要求选用光源色温为 3000K±200K (色温低，转播电视彩色偏红；色温高，则彩色发蓝)。垂直照度宜在 1000~1500lx。而拳击、摔跤等小场地比赛项目如系通过卫星进行实况转播时，垂直照度宜在 2000~3000lx。

足球与田径比赛相结合的室外场地，除应满足足球比赛照明需要外，还要注意解决好田径场地的照明。国际比赛用的室外足球场地，当有高质量电视转播时，一般要求光源色温为 4000~6000K 垂直照度宜在 750~1000lx，同时观众席照度宜不低于上述照度的 1/5。

3. 当游泳池内设置水下照明时，应做好安全接地等保安措施。

水下照明可参照下述指标安装：

室内，1000~1100lm/m² 池面

室外，600~650lm/m² 池面

表 13-14 商业建筑

房间名称	推荐照度 /lx
厕所、更衣、热水间	5~15
楼梯间、冷库、库房	10~20

(续)

房间名称	推荐照度 /lx
浴池(散座)、脚病治疗室、一般旅馆的客房	20~50
大门厅、售票室、副食店、小吃店、厨房制作间、浴池	30~75
餐厅、修理商店、菜市场、洗染店、照相馆营业厅、菜店、粮店、钟表眼镜店、银行出纳厅、邮电局营业厅	50~100
理发室、书店、服装商店	75~150
字画商店、百货商场	100~200

- 注: 1. 对于设计标准较高的百货商场, 宜装设重点照明。当需要检验货架的垂直照度时, 推荐的垂直照度宜不低于 50lx。
2. 银行、邮电局等的工作台及商店的收款台、修理台上应设有局部照明。
3. 照相摄影专用灯光, 当使用一般底片(如感光度为 21 定的黑白全色底片和彩色底片)时, 在照相区内要求不低于 500lx。其灯光主要由主光、辅光、背景光和轮廓光等组成。照个人和合影相时, 主要采用活动立杆灯光。照集体相时, 主、辅、发光等主要采用上空固定灯光。
4. 脚病治疗室内应另设有供局部照明使用的低电压 24~36V 插座。
5. 柜台内照明的照度宜为营业厅垂直照度的 2~3 倍; 橱窗照明的照度宜为营业厅照度的 2~4 倍。
6. 自取商店营业厅宜将表中推荐照度提高一级。

表 13-15 旅游饭店建筑

房间名称	推荐照度 /lx
贮藏、楼梯间、公共卫生间	10~20
衣帽间、库房、冷库、客房走道	15~30
客房、电梯厅、台球房、地球房	30~75
洗衣间、客房卫生间、邮电厅	75~150
健身房(蒸汽浴室、器械室)	30~75
酒吧、咖啡厅、茶室、游艺厅、四季厅、游泳厅、电影院、小舞厅、屋顶旋转厅	50~100
餐厅、小卖部、休息厅、会议厅、外币兑换、网球房、美容室	100~200
大宴会厅、大门厅、厨房	150~300
多功能大厅、总服务台	300~750

- 注: 1. 客房内应另设有夜间照明灯(可组合在床头柜的底部)。
2. 小舞厅的照度在舞会进行时应不低于 5lx。屋顶旋转厅的照度在观景时宜不低于 0.5lx。
3. 台球房、地球房等应另设照明。
4. 设在地下室厨房、修理间、机电用房等宜将推荐照度提高一级。
5. 门厅、休息厅、茶室、咖啡厅等厅室宜设置有地面插座。
6. 对建筑物内的建筑艺术装饰品(如装饰性雕塑、浮雕、壁毯、壁画等)应装设重点照明, 装饰品的平均照度选择可根据: 当装饰材料的反射系数 $\rho > 80\%$ 时, 为 300lx; 当 $\rho = 50\% \sim 80\%$ 时, 为 300~75lx。

表 13-16 影剧院、礼堂建筑

房间名称	推荐照度 /lx
主楼梯间、公共走道、卫生间	5~15
倒片室	15~30
放映室、电梯厅、衣帽厅	20~50

(续)

房间名称	推荐照度 /lx
转播室、录音室、化妆室、后台、门厅	50~100
美工室、排练厅、休息厅、会议厅、观众厅 (综合使用的)	75~150
报告厅、接待厅、小宴会厅	100~200
大宴会厅	150~300
大会堂、国际会议厅	300~750

注：1. 仅作为影剧院使用的观众厅，其照度宜在 20~50lx。

2. 录音室应避免因照明灯具产生的噪音和电磁干扰。

3. 剧场舞台灯光在演出区内的照度宜在 1000~2000lx。

表 13-17 博、展馆建筑

房间名称	推荐照度 /lx
楼梯间、走道、卫生间	5~15
衣帽厅、寄存室	20~50
美工室、工作间、售货厅、休息厅、电影厅	50~100
展览厅、业务洽谈室、会议室	75~150

注：1. 对于深色调的绘画，其照度水平宜为推荐值的 2~3 倍。

2. 雕塑等展品的性能宜不低于 500lx。

3. 对于贵重名画、历史文物等展品为防止在一般灯光作用下可能引起有机物质的光化学反应变质褪色时，应选用有紫外线防护措施的特殊照明光源。

4. 在展览厅内可根据需要设置重点照明。

表 13-18 交通建筑

场所名称	推荐照度 /lx
汽车站、汽车库	
加油站、充电间、气泵间、停车库	10~20
检修间、休息室、候车室、售票厅	30~75
调度室	75~150
火车站	
旅客站台	5~15
地道天桥、车库	10~20
一般候车室、电影厅	30~75
行李托运、行李提取、检票大厅、售票厅	50~100
国际候车厅	100~200
航空港	
停机坪	30~75
讲评室	75~150
行李分检、海关检验、机组休息厅、调度中心	100~200

(续)

场所名称	推荐照度 /lx
行李提取、业务大厅、候机大厅、新闻中心、登机廊道	150~300
活动廊桥	200~500

注：1. 航空港机场的专用照明设备一般包括：机场位置信标灯，进场信号灯，目视进场坡度指示灯，界限灯，着地区域灯，跑道中线灯，跑道边线灯，滑行道灯，停机坪灯等。

同时还应当在机场的适当位置设置“供电亭”。

2. 一般国内航空港照度水平可按表中推荐照度的0.5~0.75选取。

3. 在航空港的调度中心内，除设有电视监视系统外还需要进行商调、配载、联系等工作，因此应当注意解决好供记录情况等使用的照明。

表 13-19 道路照明

场地名称	推荐照度 /lx
住宅小区道路	0.2~1
公共建筑的庭园道路	2~5
大型停车场	3~10
广场	5~15
隧道（长度在100m以内的直线隧道）：白天	100~200
傍晚和夜间	37~75

注：1. 庭园与广场照明，应设有在深夜12点以后能够关闭一部分灯光或采用调光设备减光，其照度应不低于推荐值的1/10，但宜不低于1lx。

2. 室外照明的推荐照度系指路面而言。

表 13-20 建筑物立面照明

建筑物或构筑物立面特征		平均照度 /lx		
		环境状况		
外观颜色	反射系数/%	明亮	明	暗
白色	70~85	75~100	50~75	30~50
明色	45~70	100~150	75~100	50~75
中间色	20~45	150~200	100~150	75~100

感应雷 感应雷是指地面附近发生雷击时，由于静电感应和电磁感应而引起的雷电现象。其中静电感应是指雷云接近地面时，在地面凸出的物体顶端便感应出大量电荷，这时雷云如与其它部位放电，凸出物顶端的电荷便失去束缚，就以雷电波的形式沿凸出物传播，形成很大的电流；而电磁感应是指雷击后，巨大的雷电流在周围空间产生变化极快的强大磁场，这个变化的磁场即在临近的金属物上感应出极高的电压，这个电压如果放电，也将会有很大的电流。

感性电流 交流电路中，流过纯电感的电流为感性电流，这个电流与加在电感上的电压相位也是不同的，电压超前电流 90° ，对于50Hz的交流电就是超前0.005s。所谓纯电感，就是指电感元件的构成只有电感性质，而没有电容、电阻特性，如超导材料做成的电感线圈。

跨步电压 指人站在有电流流过的大地上，加于两脚之间的电压，常发生在大电流直接

接地的接地点附近，两脚之间的距离越小，跨步电压愈小，反之越大。

零序电压 三相平衡系统，无论是星形接法的中性点，还是角形接法的人为中性点，在系统处于平衡的正常情况下，其对地电压一般都小于3%额定电压，我们称中性点的电压为零序电压。但当系统不平衡时，中性点的电压则要增大，增大的程度随不平衡度有关，因此可以利用中性点电压即零序电压的变化来测量系统是否处于平衡，即为零序电压保护。

零序电流 三相平衡系统的合电流为零，当发生单相接地或严重单相漏电时，系统将变为不平衡系统，这个不平衡系统的合电流即为零序电流。

跨越架子 在架设架空线路时，当须跨越铁路、公路、电力线路、通信线路或其它障碍时，要在跨越物的上方搭设临时架子，以便使要架设的线路在该架子上临时通过而保证跨越物正常使用，当线路架设好后再将其拆掉，这个临时架子为跨越架子。

雷电侵入波 指由于雷击在架空线路或金属管道上产生的冲击电压，沿着线路或管道的两个方向迅速传播和泄放的形成即为雷电波。

零序电流保护 又称单相接地保护，利用零序电流使保护装置动作的继电保护称零序电保护，一般常作用于信号。

十四画

漏电 由于绝缘破坏而产生的电流故障称漏电，这个电流为漏电流。

漏抗 漏电流遇到的阻抗为漏抗。

磁滞 在铁磁性或亚铁磁性物质中，磁场强度变化时，磁通密度的不可逆变现象为磁滞，铁磁性或亚铁磁性物质一般指铁、钴、镍等。

漏电开关 又称漏电保护器，是指电路中的漏电流超过允许值时，能够自动切断电源或报警的漏电保护装置，包括各种漏电断路器、带漏电保护的插头（座）、漏电保护继电器、漏电火灾报警器、带漏电保护功能的组合电器等。

需要系数法 一种计算负荷的方法，它是先确定不同类别负荷的开车率，功率因数及功率因数角的正切值，用开车率与用电设备组设备总容量的乘积即为有功计算负荷，功率因数及其正切值是为计算视在功率和无功功率设置的，我们把这个开车率称为需要系数，这个系数是随着工业技术的发展而不断调整的。这里需要说明一点，需要系数法一般常用于确定工业车间及其以上的负荷。常用负荷的需要系数见附表13-1。

十五画

额定电压 指电气设备、元件、线路及电气系统正常工作时允许的电压。

额定电流 指电气设备、元件、线路及电气系统正常工作时允许的最大电流。

箱式变电所 又称箱变，把变压器、高压断路器、互感器、计量仪表、低压配电屏装设在一个铁制箱体内且互相隔开的装置，一般为10kV，容量不大于630kV，可简化变配电装置，常用于面积较小的厂区和居民区内。

十六画

燃点 物质在空气中达到一定温度时，一旦接触明火立即发生燃烧，当明火撤走后仍能保持燃烧状态，这种现象称着火。能引起物质着火的最低温度叫做该物质的燃点或着火点。

避雷针 一种接闪器，常用 $\phi 25\text{mm}$ 、长 2.5m 的镀锌圆钢制成，垂直安装在高耸建筑物的顶部，并用引下线引至接地装置，是一种常用的防雷装置。

避雷线 一种接闪器，常用 $\phi 25\sim 35\text{mm}$ 镀锌钢绞线制成、与架空线路同杆塔架设并架设在架空线路的上方，按规定的杆距装设引下线引至接地装置，常用于 35kV 及以上的架空线路上。

避雷网 一种接闪器，常用 $\phi 8\sim 12\text{mm}$ 镀锌圆钢制成，沿平顶建筑物顶部及边檐敷设，并用引下线多处引至接地装置，是一种常用的防雷装置。

避雷带 一种接闪器，常用镀锌扁钢或镀锌圆钢制成，常用于高层建筑防侧雷上，自建筑物 30m 以上，每 3 层沿建筑物四周敷设，一般敷设于混凝土圈梁外侧，并用建筑物柱子的主筋引下与接地网连接避雷带又称均压环，扁钢一般为 $4\times 12\sim 4\times 25\text{mm}$ ，圆钢一般为 $\phi 12\text{mm}$ 。

避雷器 一种防雷装置，常用于电气设备及架空线路的终端，它是由电瓷件制成，内装保护间隙，正常时保护间隙是断开的，当过电压时，保护间隙闭合，将电流引入大地。避雷器的末端与接地装置相连，每相一只。避雷器是按电压等级划分的。

十七画

螺纹连接 电气工程中，金属管路的另一种连接方法，适用于明装管路。螺纹连接就是将管路的管口套上丝扣，然后用有内螺纹的活接头连接。

十八画

瞬时 是相对于短延时、长延时而言的，指继电保护装置的动作是随输入信号的到来即时动作的，也就是瞬时动作，这种继电器称瞬时继电器。

十九画

爆炸极限 易燃气体、蒸汽或薄雾在空气中形成爆炸性气体混合物，这个混合物的浓度范围叫做该混合物的爆炸极限。最低浓度为爆炸下限，最高浓度为爆炸上限。

爆炸连接 一种连接导线的方法，将导线处理好后，然后在连接处放上特制的炸药包，点燃导火索爆炸后即可将导线连接住，是一种常用在高压输电线路连接导线的方法。

参 考 文 献

1. 国家标准局. 电气制图及图形符号国家标准汇编 (GB4728—85、GB7159—87). 北京: 中国标准出版社, 1989
2. 吕光大主编. 建筑电气安装工程图集. 北京: 中国电力出版社, 1996
3. 华北建筑设计标准化办公室. 建筑电气通用图集—空调自控. 92DQ10. 1992
4. 白玉岷主编. 电气工程安装及调试技术手册. 北京: 机械工业出版社, 1998
5. 张玉诸. 发电厂及变电所的二次接线. 北京: 水利电力出版社, 1984
6. 西安电力学校. 小型火力发电厂电气设备及运行. 北京: 水利电力出版社, 1974
7. 牛宝元编. 怎样安装与保养电梯. 北京: 中国建筑工业出版社, 1983