

家用电器元器件大全

胡斌
编著

参数

特性

识别

检测

修配



机械工业出版社
China Machine Press

● ISBN 7-111-08924-3/TM-882

封面设计、电脑制作：
方芬

ISBN 7-111-08924-3



9 787111 089247 >

定价：47.00 元

家用电器元器件大全

胡 斌 编著



机械工业出版社

元器件是构成一个复杂整机电路的最小单位，掌握元器件的工作原理和主要特性是进行电路分析的根本保证。本书通俗易懂地介绍了普通电阻器、电容器、电感器、晶体二极管、晶体三极管、可变电阻器、电位器、熔断电阻器、电解电容器、普通变压器、桥堆、稳压二极管、发光二极管、集成电路、扬声器、开关件、接插件，场效应晶体管、晶闸管、无脚元器件、散热片、电路板、印制电路板以及黑白和彩色电视机、录像机、音响设备（卡座、调谐器、放大器、音响组合和激光播放机）专用元器件等的用途、特点、主要参数、特性及识别、检测、修配方法。还给出了各种元器件的选配原则和代换方法，且列举了大量的代换资料。

本书可供家用电器维修人员查阅使用，也可供无线电业业余爱好者和中专、职高学校有关专业师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

家用电器元器件大全/胡斌编著. —北京: 机械工业出版社, 2001. 7
ISBN 7-111-08924-3

I. 家… II. 胡… III. 日用电气器具—电气器件
IV. TM925. 03

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 023343 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: 申春香
封面设计: 方 芬 责任印制: 郭景龙
煤炭工业出版社印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行
2001 年 7 月第 1 版·第 1 次印刷
787mm×1092mm^{1/16}·30.75 印张·761 千字
0001—4000 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

本书共分七章，全面介绍了视频和音频家用电器中所使用的各种元器件。第一章详细讲解了五种基本的元器件，第二章叙述了十二种通用元器件，第三章介绍了四种特殊、新型、微型元器件，第四章到第七章分别讲述了黑白和彩色电视机、录像机、音响设备（卡座、调谐器、放大器、音响组合和激光播放机）专用元器件。

在对每种元器件的讲解过程中，分成外形特征、电路符号、种类、结构和工作原理、主要特性、重要参数、识别方法（型号识别、引脚识别、参数识别等）、检测方法、修理方法、更换方法、检修资料和选配方法，对第一章中的五种基本元器件还进行了典型电路的分析。

分析家用电器电路图工作原理、学习修理技术都得从元器件开始，首先得识别各种元器件，书中的外形特征、识别方法等内容可帮助初学者熟悉各种元器件。

元器件是构成一个复杂整机电路的最小单位，形形色色的电路都是由各种元器件通过一定规律组成的，掌握元器件的工作原理和主要特性是进行电路分析的根本保证。如果不能做到这一点，在面对变化万千的电路图进行电路工作原理分析时，必然感到无从下手，力不从心。本书中对各种元器件的工作原理讲解和主要特性讲述，就是为了解决识图中的这一问题。

找出已损坏的元器件又是故障修理中关键的一环，书中的检测方法、修理方法等内容从多个层面介绍了找出已损坏元器件的方法、经验和技巧。为了维修中的元器件代换方便，书中还给出了各种元器件的选配原则和具体方法，且列举了大量的代换资料。

本书可供无线电爱好者和各种从事家用电器修理的人员阅读。

走笔至此，再次强调，元器件是学习家用电器原理和修理的重要部分，本书具有元器件大全的性质，多层次地详尽介绍了家用电器中的元器件实用知识。

由于本人业务水平所限，书中的不足、甚至是错误在所难免，恳请广大读者批评和斧正。

胡 斌

目 录

前 言

第一章 五种基本电子元器件及其应用

电路 1

第一节 普通电阻器 2

- 一、外形特征 2
- 二、电路符号和种类 2
- 三、主要参数和单位 3
- 四、参数表示方法 4
- 五、主要特性 6
- 六、检测方法 7
- 七、修配方法 11
- 八、电阻电路 11
- 九、电阻电路故障分析 14

第二节 固定电容器 15

- 一、外形特征 15
- 二、电路符号和种类 16
- 三、电容单位和固定电容器结构 17
- 四、主要参数 18
- 五、表示方法 18
- 六、主要特性 23
- 七、故障现象和检测方法 27
- 八、修配方法 29
- 九、电容电路 30
- 十、电容电路故障分析 31

第三节 电感器 33

- 一、外形特征 33
- 二、电路符号和种类 33
- 三、电感器结构及工作原理 34
- 四、主要参数和单位 35
- 五、参数表示方法 35
- 六、固定电感器 36
- 七、主要特性 36
- 八、故障现象和检测方法 38
- 九、修整和选配方法 39
- 十、电感电路 40
- 十一、电感电路故障分析 40

第四节 晶体二极管 41

- 一、外形特征 41
- 二、电路符号和种类 41
- 三、基本结构及工作原理 41
- 四、主要参数 42
- 五、表示方法 43
- 六、主要特性 44
- 七、故障现象和检测方法 46
- 八、选配方法 47
- 九、二极管基本电路 48
- 十、二极管电路故障分析 50

第五节 晶体三极管 51

- 一、外形特征 51
- 二、电路符号和种类 52
- 三、结构和工作原理 53
- 四、主要参数 56
- 五、表示方法 58
- 六、引脚分布规律和识别方法 60
- 七、主要特性 62
- 八、万用表识别三极管方法 64
- 九、故障现象和检测方法 68
- 十、选配方法和代替方法 68
- 十一、三极管基本的直流电路 69

第二章 通用元器件 74

第一节 可变电阻器 74

- 一、外形特征和电路符号 74
- 二、种类和结构 75
- 三、主要参数及表示方法 75
- 四、故障特征及检测方法 76
- 五、修配方法 76

第二节 电位器 77

- 一、外形特征和电路符号 77
- 二、种类和结构 78
- 三、主要参数及表示方法 79
- 四、三种常用电位器特性 79
- 五、故障现象和检测方法 81
- 六、引脚识别和修配方法 82
- 七、选配原则和更换方法 83

第三节 熔断电阻器	84	第九节 集成电路	113
一、外形特征和电路符号.....	84	一、外形特征和电路符号.....	113
二、参数表示方法和主要特性.....	84	二、种类和内部结构.....	114
三、故障特征和检测方法.....	85	三、主要参数及集成电路优缺点.....	115
四、选配和更换方法.....	85	四、国内外集成电路型号命名 方法.....	116
第四节 电解电容器	86	五、集成电路引脚分布规律及识别 方法.....	120
一、外形特征和结构.....	86	六、检测方法.....	122
二、表示方法.....	87	七、故障特征和选配方法.....	126
三、主要特性.....	88	八、更换方法和拆卸方法.....	127
四、故障特征和检测方法.....	89	第十节 扬声器	130
五、选配方法和更换方法.....	90	一、外形特征和电路符号.....	130
第五节 普通变压器	90	二、种类和结构.....	130
一、外形特征和电路符号.....	91	三、主要参数.....	132
二、种类和结构.....	92	四、型号命名方法和引脚极性识别 方法.....	133
三、主要参数.....	93	五、故障特征和检测方法.....	134
四、表示方法.....	94	六、选配方法和资料.....	135
五、主要特性.....	94	第十一节 开关件	136
六、屏蔽.....	98	一、外形特征和电路符号.....	136
七、故障特征和检测方法.....	99	二、工作原理.....	137
八、修配方法.....	100	三、主要特性和主要参数.....	137
九、磁性元件.....	100	四、故障特征和检测方法.....	138
第六节 桥堆	101	五、修配方法.....	138
一、外形特性和电路符号.....	101	第十二节 接插件	139
二、种类和结构.....	101	一、外形特征和电路符号.....	139
三、参数表示和引脚识别方法.....	102	二、结构及工作原理.....	140
四、故障特征和检测方法.....	102	三、故障特征和检测方法.....	141
五、修配方法.....	103	四、修配方法.....	142
第七节 稳压二极管	103	第三章 特殊、新型、微型元器件	144
一、外形特征和电路符号.....	103	第一节 场效应管检测和修配 方法.....	144
二、种类和结构.....	104	一、外形特征和电路符号.....	144
三、主要参数.....	105	二、种类和结构.....	145
四、表示方式和主要特性.....	106	三、主要特性.....	146
五、引脚识别和检测方法.....	106	四、主要参数.....	148
六、选配方法.....	107	五、型号说明和引脚识别方法.....	149
第八节 发光二极管	107	六、检测方法和选配方法.....	150
一、外形特征和电路符号.....	107	第二节 晶闸管	151
二、种类和结构.....	108	一、外形特征和电路符号.....	151
三、主要参数.....	109	二、种类和结构.....	152
四、型号表示和引脚识别方法.....	109		
五、主要特性.....	110		
六、故障特征和检测方法.....	112		
七、选配方法和资料.....	112		

三、主要特性	153	一、黑白显像管	205
四、主要参数	154	二、黑白显像管光栅中心调节片	211
五、识别方法	155	第六节 集成电路资料	211
六、检测方法和选配方法	156	一、黑白电视机机芯介绍	211
第三节 无脚元器件	157	二、集成电路故障分析和检修方法	216
一、外形特征和电路符号	157	三、六片机集成电路资料	222
二、表示方法	158	四、TA (D) 三片机集成电路资料	224
三、检测方法和修配方法	160	五、 μ PC 三片机集成电路资料	226
第四节 散热片、电路板和印制电路板	160	六、单片机集成电路资料	227
一、散热片	161	第五章 彩色电视机专用元器件	230
二、电路板	162	第一节 全频道电调谐高频头	230
三、印制电路图	164	一、外形特征和电路符号	230
第四章 黑白电视机专用元器件	167	二、种类和内电路框图	231
第一节 电视接收天线、天线馈线和阻抗变换器	167	三、主要技术要求	232
一、电视接收天线	167	四、故障现象	234
二、电视天线馈线	169	五、检测方法	234
三、阻抗变换器	170	六、选配方法	237
第二节 高频头	172	第二节 电阻器	241
一、外形特征和作用	172	一、压敏电阻器	241
二、种类和结构	173	二、PTC 热敏电阻器	244
三、主要参数	175	三、消磁电阻器	244
四、内部框图和引脚识别方法	176	四、水泥电阻器	246
五、故障特征和检查方法	176	五、保险丝电阻器	246
第三节 电位器、高压硅柱和行输出管	178	第三节 LC 组合件	247
一、电位器	178	一、LCT 型陷波器	247
二、高压硅柱	178	二、HP 型高通滤波器	248
三、行输出管	180	三、带通滤波器	249
第四节 各种线圈和变压器	184	四、低通滤波器	250
一、视频检波线圈	185	第四节 线圈和普通变压器	251
二、视放补偿线圈	185	一、消磁线圈	251
三、行振荡线圈	186	二、偏转线圈	253
四、偏转线圈	187	三、行线性线圈	253
五、行线性线圈	190	四、枕形校正变压器	254
六、中频变压器	191	五、开关变压器	255
七、场振荡变压器	195	六、行推动变压器	255
八、行推动变压器	196	第五节 陶瓷滤波器、石英晶体、声表面波滤波器和延迟线	258
九、行输出变压器	196	一、陶瓷滤波器	258
第五节 黑白显像管和光栅中心调节片	205	二、陶瓷陷波器	260

三、电源滤波器·····	260	六、CMOS 电路·····	374
四、石英晶体·····	263	第六章 录像机专用元器件 ·····	375
五、声表面波滤波器·····	264	第一节 磁头、磁鼓及其附件 ·····	375
第六节 亮度延迟线和超声波色度		一、磁头种类·····	375
延迟线 ·····	268	二、磁头工作位置和磁迹分布·····	375
一、亮度延迟线·····	268	三、视频磁头和磁鼓·····	376
二、超声波色度延迟线·····	271	四、磁头清洗方法和注意事项·····	377
第七节 晶体二极管 ·····	274	五、磁鼓故障及处理方法·····	378
一、变容二极管·····	274	六、磁鼓代替资料·····	380
二、开关二极管·····	279	七、磁鼓组件更换方法和旋转变	
三、稳压二极管·····	283	压器·····	382
四、整流二极管·····	292	八、其他磁头·····	383
五、桥堆·····	295	第二节 电动机 ·····	385
六、发光二极管和半导体数码管·····	295	一、电动机种类·····	385
七、晶闸管·····	296	二、故障现象·····	386
第八节 晶体管 ·····	299	三、鼓电动机·····	386
一、双栅场效应管·····	299	四、主导轴电动机·····	387
二、带阻尼管的行输出三极管·····	300	五、加载电动机和带盒电动机·····	388
三、特殊类型行输出管·····	304	第三节 霍尔集成电路和开关件 ·····	388
四、其他三极管·····	308	一、霍尔集成电路·····	388
第九节 行输出变压器 ·····	313	二、开关件·····	389
一、外形特征和电路符号·····	313	第四节 湿敏电阻器和光敏管 ·····	390
二、检测方法·····	314	一、湿敏电阻器·····	390
三、代换方法·····	317	二、光敏管·····	391
第十节 彩色显像管和管座 ·····	339	第五节 干簧管和带阻三极管 ·····	392
一、种类·····	339	一、干簧管·····	392
二、自会聚彩色显像管结构及工作原理	339	二、带阻三极管·····	392
·····	339	第七章 音响设备专用元器件 ·····	395
三、型号命名方法·····	340	第一节 磁棒天线 ·····	395
四、色纯度调整方法·····	341	一、外形特征和电路符号·····	395
五、静会聚调整方法·····	342	二、种类和结构·····	395
六、动会聚调整·····	343	三、型号命名方法和识别方法·····	396
七、常规检测项目和检测方法·····	343	四、识别方法·····	397
八、更换彩色显像管方法·····	343	五、故障现象和检测方法·····	398
九、修理资料·····	344	六、修配方法·····	398
十、管座·····	348	第二节 微调电容器和可变电	
第十一节 集成电路 ·····	349	容器 ·····	400
一、常见彩电机芯资料·····	349	一、外形特征和电路符号·····	400
二、检测方法和注意事项·····	352	二、种类·····	401
三、集成电路引脚资料·····	352	三、结构及工作原理·····	402
四、开关电源用厚膜集成电路·····	365	四、识别方法·····	404
五、集成运算放大器·····	372	五、故障现象和检测方法·····	406

六、选配方法和装配方法	407	四、识别方法	428
第三节 线圈和变压器	407	五、故障现象和转速调整方法	429
一、振荡线圈和中频变压器	407	六、选配方法和资料	430
二、种类和结构	408	第八节 机芯零部件	433
三、识别方法	408	一、传动皮带	433
四、故障现象和检测方法	409	二、飞轮主导轴组件	434
五、修理方法和调整方法	410	三、压带轮组件	435
六、振荡线圈和中频变压器修理 资料	412	四、阻尼出盒器	437
第四节 输入变压器和输出变 压器	415	第九节 音响组合中的接插件和信 号线	438
一、电路符号和种类	415	一、接插件	438
二、结构	415	二、音响组合中的信号线	439
三、故障现象和检测方法	415	第十节 音箱和聚合开关	441
四、修配方法	416	一、音箱	441
第五节 波段开关、录放开关、机 芯开关和陶瓷滤波器	417	二、聚合开关	446
一、波段开关	417	第十一节 功率场效管和音响集成 电路	447
二、录放开关	420	一、功率场效管	447
三、机芯开关检测及修理方法	421	二、发烧级晶体管	447
四、陶瓷滤波器	422	三、音响厚膜集成电路	468
第六节 磁头检测和修配方法	422	第十二节 电子管和发烧级电阻、电容、 变压器	470
一、外形特征和电路符号	422	一、电子管	470
二、种类和主要特性	423	二、发烧级电阻器	471
三、故障现象和检测方法	425	三、发烧级音频电容器	473
四、修整方法和调整方法	425	四、发烧级电源变压器	475
五、选配方法	426	第十三节 收音电路用集成电路	476
第七节 电动机检测和修配方法	426	一、种类和作用	476
一、外形特征和电路符号	426	二、典型收音电路集成电路	477
二、种类和结构	427	三、典型单片收音机集成电路	481
三、主要性能参数	427		

第一章 五种基本电子元器件及其应用电路

元器件是组成各种电子电路的最小单位，分析电子线路的工作原理，学习家电维修技术都应从元器件开始。在这一章中，将介绍家用电器中最常用的五种元器件：电阻器、电容器、电感器、晶体二极管和晶体三极管。主要介绍它们的外形特征、电路符号、主要特性、参数表示方法、元器件在电路中所能起到的主要作用、用万用表检测元器件质量的简易方法、元器件应用电路故障分析和检查方法，以及元器件出了故障之后的修整和代换方法，还有多种实用的元器件修理技术资料。

通过元器件实物图和外形特征介绍，可以帮助初学者认识元器件，能够在线路板（电路板）上众多元器件中识别出各种元器件，这是应会的基础。

元器件在电路中是有特定电路符号的，通过电路符号的介绍可以知道电路是由哪些元器件构成的，这是识图的基础。另外，本章介绍的一些电路符号识别方法，可以帮助初学者记忆，许多元器件的电路符号都表达了这种元器件的有关特性，了解这一点对迅速、正确分析电路工作原理是十分有利的。

元器件主要特性是了解元器件在电路中工作原理的一项重要内容，是分析电路工作原理的基础，是学习元器件的重点之一。

元器件的识别有两项内容：一是外形识别，二是参数识别，各种元器件均有相应的参数，这些参数通过一定的方式来表示，学会了参数表示方法是进行元器件检测、更换和代换的基础。

各种元器件在电路中都起着某种特定的作用，同一个元器件在不同的电路中所起的作用是不同的，在同一个电路中的同一个元器件也可能起着多种作用，在电路分析中元器件作用分析是一个难点，唯有掌握了元器件的特性和作用才能识懂电路图。

用万用表对元器件进行质量的检测是修理技术的基本功，必须牢固、熟练掌握。一般情况下的检测仪表是万用表，所以本章主要介绍使用万用表来检测元器件的方法。修理中，使用万用表检测元器件好坏是检修能否成功的关键一步。

电路故障分析是修理中的重要环节，这是修理识图的逆过程。故障分析是假设电路中的某个元器件出现了开路、短路、性能变劣等现象后，分析电路将会出现什么具体故障现象，例如出现无声、声音轻、噪声等。修理识图是根据具体故障在电路中找出关键测试点、确定重点怀疑的电路部位或元器件，再根据在关键测试点测得的电压或电流等数据进行逻辑分析，最终找出存在故障的元器件。学习电路故障分析是为修理识图做准备的。

元器件出了故障后，有的通过修整可以继续使用，有的则要更换了。修理的最后是进行元器件的修整或更换元器件，所以这是关系修理质量的大问题。

元器件修理资料在修理中是不可少的，没有修理资料就没有依据，会影响修理的速度和质量。

第一节 普通电阻器

电阻器是家用电器中应用最为广泛的电子元件之一。打开任何一台家用电器（或翻开任何一张家用电器的电路图），见到的是大量的、多种形式的电阻器（或电阻器的电路符号），电阻器也是构成其他元器件应用电路的最基本元件。电阻器在电路图中用英文字母 R 表示，R 是英文 Resistor（电阻器）的缩写。在电路分析时，为了方便起见，将电阻器说成电阻，如电阻 R1 就是电阻器 R1。

一、外形特征

普通电阻器的外形如图 1-1 所示，其中图 a 是普通电阻器；图 b 是色环电阻器。电阻器的具体特征如下：

(1) 只有两根引脚，而且这两根引脚是不分正、负极性的。

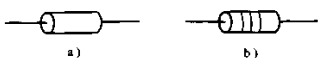


图 1-1 普通电阻器外形示意图

(2) 普通电阻器是圆形的，两根引脚水平方向伸出（个别的是垂直伸出）。

(3) 在色标电阻器上有三条、四条或五条色环，不是色环电阻的电阻器上会标出阻值等参数。

(4) 电阻器的体积愈大，其功率愈大，在相同的功率下金属膜电阻器的体积小于碳膜电阻器的体积。

二、电路符号和种类

电子元器件在电路图中用一些特定的符号来表示，这就是电路符号。电路符号是国家统一的，有专门的国标。

1. 电路符号

电阻器的电路符号如图 1-2 所示。其中，图 1-2a 是优选的电阻器电路符号，我国通常采用这种电阻器的电路符号。图 1-2b 通常出现在进口产品的电路图中，国内一些家用电器的电路图中也会出现这种形式的电阻器电路符号。

图 1-2c 在符号中同时标出了电阻器的额定功率，目前一般电路图中除个别情况外是不标出电阻器额定功率标记的，因为大量

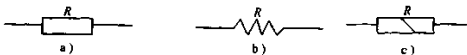


图 1-2 电阻器电路符号

使用的电阻器其功率较小，为 1/8W 或 1/16W。

在电阻器的电路符号上标有 R，R 表示电阻。如电路图中会出现的 R1、R5，这其中的 1、5 是电阻器在电路图中的编号。有时会出现 1R1、1R5、2R1、2R5，R 前面的 1、2 是表示了该电阻器是整机电路中不同系统电路中的电阻器，其他元器件也是这样区别的。如 1R1、1R5 是同一个电路系统中的电阻器，2R1、2R5 是另一电路系统中的电阻器，通过这一标注可以方便地知道哪些元器件是同一个电路系统中的，哪些不是。

2. 种类

电阻器的种类很多，这里仅根据实际使用情况作简单的分类：

(1) 按电阻器的参数标注方式划分有直标电阻器和色标电阻器（又称色环电阻器）。前者的有关参数用数字直接标在电阻器上。后者的有关参数采用色环或色点来表示（最常见的是

采用色环来表示)。

2) 按电阻器在电路中的用途划分有普通型电阻器和特殊型电阻器。前者广泛应用于电子电路中,是目前大量使用的电阻器。后者用于一些特殊要求场合,如热敏电阻器可以用来作为温度补偿元件,压敏电阻器可以用于彩色电视机的消磁电路中,湿敏电阻器可以用于录像机的结露保护电路中作为传感元器件等。

本节只介绍普通型电阻器,各种特殊类型的电阻器在后面相关章节中介绍。

3) 按制造电阻器的材料来划分有碳膜电阻器、金属膜电阻器、合成膜电阻器等多种。目前,用得最多的是碳膜电阻器,其次为金属膜电阻器。

4) 按电阻器的外观形状划分有圆柱状、管状、片状、块状、钮扣状等多种,目前常用的是圆柱形电阻器。

三、主要参数和单位

电阻器的主要参数是:标称阻值及允许偏差、额定功率、最高工作电压、静噪声电势、绝缘电阻、电阻温度系数等,在进行电路分析时有时要用到标称阻值参数来帮助理解电路的工作原理,有时也用到额定功率参数。

在修理中是常用标称阻值和额定功率这两项参数的。例如,在更换某个电阻器时,要知道它的阻值大小,有时还要了解它的额定功率大小。

1. 单位

电阻的单位是欧姆,用 Ω 表示,电阻的常用单位还有千欧,用 $k\Omega$ 表示。还有兆欧,用 $M\Omega$ 表示,它们之间的换算如下:

$$1k\Omega = 1000\Omega$$

$$1M\Omega = 1000k\Omega = 1000000\Omega$$

2. 标称阻值与允许偏差

在使用电阻器时,首先关心的是这一电阻器的阻值是多大,这一阻值称之为标称阻值。生产厂家为了使用的需要,生产了很多阻值的电阻器。为了方便生产和使用,国标规定了一系列阻值作为产品的标准,即标称阻值系列。

(1) 标称阻值系列 我国电阻器的标称阻值系列共有 E6、E12、E24、E48、E96、E192 几种,其中比较常用的是 E6、E12 和 E24 系列,如表 1-1 所示。

在使用时要注意以下几点:

1) 在 E12 系列中找不到 1.1×10^n 的电阻器,而只能在 E24 系列中找到。

2) 表中各数中 $\times 10^n$ 可得到不同的电阻器。例如: 1.1×10^n ($n = 3$) 为 $1.1k\Omega$ 电阻器。 n 是正整数或负整数。

(2) 允许偏差 在电阻器的生产过程中,由于技术原因,不可能造成与标称阻值完全一致的电阻器,不可避免存在着一些偏差。所以,规定了一个允许偏差参数。

常用电阻器的允许偏差为 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 20\%$ 。对精密电阻器,允许偏差要求更高,如 $\pm 2\%$ 、 $\pm 0.001\%$ 等。

3. 额定功率

额定功率也是电阻器的一个常用参数。它是指在规定的大气压力下和特定的环境温度范围内,电阻器所允许承受的最大功率。

对于电阻器而言,它能够承受的功率负荷与环境温度有关,其关系可用如图 1-3 所示

表 1-1 标称阻值系列

允许偏差			允许偏差		
± 5%	± 10%	± 20%	± 5%	± 10%	± 20%
E24	E12	E6	E24	E12	E6
1.0	1.0	1.0	3.3	3.3	3.3
1.1			3.6		
1.2	1.2		3.9	3.9	
1.3			4.3		
1.5	1.5	1.5	4.7	4.7	4.7
1.6			5.1		
1.8	1.8		5.6	5.6	
2.0			6.2		
2.2	2.2	2.2	6.8	6.8	6.8
2.4			7.5		
2.7	2.7		8.2	8.2	
3.0			9.1		

的负载曲线来说明。图中， P 为允许功率， P_R 为额定功率， t_R 为额定环境温度， t_{\min} 为最低环境温度； t_{\max} 为最高环境温度。

从这一曲线中可以看出，当温度低于额定环境温度时，允许功率 P 等于额定 P_R 。当温度大于 t_R 后，允许功率直线下降，所以，电阻器在高温下很容易烧坏。

四、参数表示方法

电阻器的主要参数（标称阻值与允许偏差）要标注在电阻器上，以便使用中能识别。电阻器的参数表示方法主要有直标法、色标法和字母数字混标法三种。

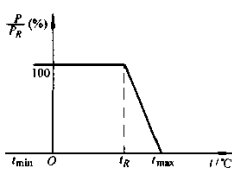


图 1-3 负载曲线

1. 直标法

直标法是一种常用的标注方法，特别是在体积较大（功率大）的电阻器上采用这种方法，它是将该电阻器的标称阻值和允许偏差直接用数字标在电阻器身上。例如，在电阻器身上标出 $1k\Omega$ ，允许偏差为 $\pm 10\%$ 。

在一些功率较大的电阻器上，除标出标称阻值和允许偏差外，还标出额定功率。例如 $100\Omega \pm 10\% 5W$ ，则表示是 100Ω 电阻，允许偏差为 $\pm 10\%$ ，额定功率为 $5W$ 。在三种表示方法中，直标法使用最为方便。

2. 色标法

家用电器中使用的电阻器绝大多数是采用色标法的，因为绝大部分电子电路中只要求电阻器的功率为 $1/8W$ 、 $1/16W$ ，此时电阻器体积很小，采用直标法不方便（字太小），而采用色标法。

色标法根据色码形式不同，有色环表示法和色点表示法两种，常见的是色环表示法。根据色环的环数多少，又分为 4 环表示法和 5 环表示法，如图 1-4 所示。

图 1-4a 是常用的 4 环色标电阻器示意图，从图中可以看出，这四条色环表示了不同的含义。其中，第 1、2 两条为有效数字色环，第 3 条为倍乘色环，第 4 条为表示允许偏差的色环。

图 1-4b 是 5 条色环的色标电阻器示意图，它共有 5 条色环，表示不同的含义。其中，

第 1、2、3 条分别表示有效数 (3 位)，第 4 条为倍乘色环，第 5 条为允许偏差色环。

图 1-4c 是 4 个色点表示的色标电阻器，它的含义同 4 条色环电阻器是一样的，只是用色点来代替色环，这种表示方法目前已经不常见到了。

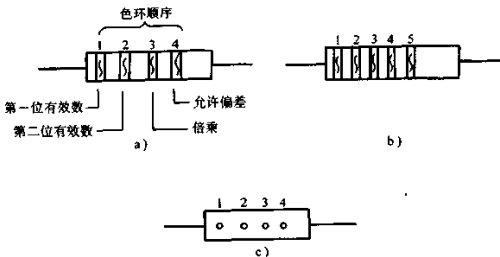


图 1-4 色环表示法示意图

从上述三个色环电阻器的示意图中可以看出，第 1 个色环或色点紧靠电阻器的一端，这给出了读色环的提示。在读色环或色点顺序时，是以此特征来分辨哪个是第 1 色码，哪个是最后一个色码。注意，若将色环的顺序读错了，整个读色码就错了，所以一定要注意这一点。

在色标法中，用色码 (色环或色点) 的颜色来表示某个特定的数字或倍乘、允许偏差参数，整个色码的颜色共有 12 种和一个本色 (电阻器本身的颜色)。表 1-2 所示给出了色标法中色码的具体含义，供识别色环电阻器时查阅。

表 1-2 色标法中色码的含义

颜色	第 1 色码	第 2 色码	第 3 色码 (倍乘)	第 4 色码 (允许偏差)
黑	0	0	$\times 10^0$	-
棕	1	1	$\times 10^1$	-
红	2	2	$\times 10^2$	-
橙	3	3	$\times 10^3$	-
黄	4	4	$\times 10^4$	-
绿	5	5	$\times 10^5$	-
蓝	6	6	$\times 10^6$	-
紫	7	7	$\times 10^7$	-
灰	8	8	$\times 10^8$	-
白	9	9	$\times 10^9$	-
金	-	-	$\times 10^{-1}$	$\pm 5\%$
银	-	-	$\times 10^{-2}$	$\pm 10\%$
本色	-	-	-	$\pm 20\%$

在使用这一色码含义表时要注意以下几点：

- 1) 该表直接适用四色环 (4 色点) 的色标电阻器，当为 5 色环标电阻器时，第 3 位有效数的具体含义与第 1 位或第 2 位是一样的。
- 2) 表中的标称阻值单位为 Ω 。
- 3) 当允许偏差为 $\pm 20\%$ 时，表示允许偏差的这条色环为电阻器本色，此时 4 条色环的电阻器便只有 3 条了，要注意这一点。
- 4) 很多小功率色标电阻器中，4 条色环均分布在电阻器上，如图 1-5 所示。此时，没有哪一条色环紧靠电阻器某一端的特征，便不能按上面介绍的方法去辨别哪一条是第 1 位有

效数。这种情况下有一个方法可分辨：金色、银色色码在有效数中是无具体含义的，而只在允许中表示具体偏差值，所以金色或银色这一环必定为最后一条色环，根据这一点可以分辨色环的顺序。

下面举例说明色标电阻器的识别方法。

例 1: 如图 1-5a 所示色环电阻器，最右端为银色的色环，说明这是最后一条色环，这样这一电阻器的色环顺序为棕、黑、红和银。查表 1-2 可以知道，棕和黑分别表示 1 和 0，这样有效数是 10。红色表示 2，倍乘为 2，即 $\pm 10^2$ 。银色表示 $\pm 10\%$ 。所以，这一色环电阻器的参数为 $10 \times 10^2 \Omega$ ，为 1000Ω ($1k\Omega$)，误差为 $\pm 10\%$ 。

例 2: 如图 1-5b 所示色环电阻器，最左端是银色的色环，这是误差色环，所以第 1 条色环为绿，依次为棕、金和银，经查表可知，这是一个 $51 \times 10^{-1} = 5.1 \Omega$ 的电阻器，其误差为 $\pm 10\%$ 。

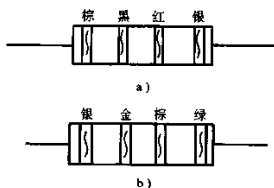


图 1-5 色标电阻器举例

3. 字母数字混标法

在直标法中， $5.7k\Omega$ 的电阻器，若在印刷或使用中将小数点漏掉，这样 $5.7k\Omega$ 的电阻会变成 $57k\Omega$ 电阻。为此，可采用字母数字混标法来解决这一问题，将 $5.7k\Omega$ 电阻标注成 $5k7$ ，用 k 来表示小数点。这里的 k 是借用的词头符号。电阻器的这种表示方法不常见到。

表 1-3 所示给出字母数字混标法电阻器的一些例子。

表 1-3 字母数字混标法实例

标称阻值	表示方式	标称阻值	表示方式
0.1Ω	R10	$3.9M\Omega$	3M9
0.12Ω	R12		
0.59Ω	R59	$1000M\Omega$	1G
1Ω	1R0		
1.5Ω	1R5		
$1k\Omega$	1K	$3300M\Omega$	3G3
$3.3k\Omega$	3K3	$10^6M\Omega$	1T

4. 字母表示电阻器种类的含义

在一些电子电路图中，用字母表示电阻器的种类，表 1-4 所示是这些字母的含义。

表 1-4 电阻器种类的含义

字母	C	S	N	W	T
电阻器种类	固体	氧化膜	金属膜	水泥	特殊(熔断)

五、主要特性

1. 主要特性

在众多元器件中，电阻器的特性最简单、变化最少了，主要是以下几点：

1) 电阻器是一个耗能元器件，当电流流过它时，电流将转换成热能，所以对电能存在损耗作用。电阻器在电路中通过消耗电能来分配电能。

2) 电阻器对电流存在阻碍作用，这一作用称为电阻。

3) 电阻器对直流电和交流电呈现相同的电阻。在直流或交流电路中，电阻器对电流所起的阻碍作用是一样的，电阻器的这一特性对分析电路的工作原理是方便的（与电容器等元

器件相比较起来是方便的)。

4) 在交流电路中, 电阻对不同频率的信号所呈现的阻值是相同的。当交流信号的波形不同时(如正弦波、三角波等), 电阻器所呈现的电阻也是一样的。

5) 普通电阻器是线性的(还有非线性电阻器), 它符合欧姆定律, 即 $V = IR$, 式中, V 为电阻两端的电压, I 为流过电阻器的电流, R 为电阻器的电阻值。这一公式说明电阻两端的电压 V 与流过电阻 R 的电流 I 成正比, 这样电阻器是一个线性元件。对于电路中的普通电阻器而言, 无论电压 V 是交流电还是直流电, 流过电阻的电流只与电阻大小相关, 对非线性的电阻器而言, 这一点是不能成立的。

2. 欧姆定律

欧姆定律说明了电压 V 、电流 I 和电阻 R 三者之间的关系, 可以用如图 1-6 所示的电路来进一步说明这一公式的具体含义。图中, E 是电池, 称为电源, 是产生电流的“动力源”, 电池是一个直流电源, 所以它有正、负极之分, 在电池的电路符号中, 长的一横为正极, 短的一横为负极。 R_1 是电阻器, I 是流过电阻 R_1 的电流。图 1-6b 是图 1-6a 的简化电路图。

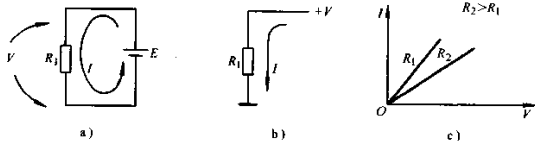


图 1-6 欧姆定律计算图

电池 E 加到电阻 R_1 两端的电压大小为 V , 当电阻 R_1 的阻值大小一定时, 可以用公式 $V = IR_1$ 来计算出电流 I 大小。从这一公式中可以看出以下几点:

1) 当电压 V 大小不变时, 电阻 R_1 的阻值大小在改变时, 流过电阻 R_1 的电流 I 大小是在改变的, R_1 大时 I 小(电阻大时流过电阻的电流小), R_1 小时 I 大(电阻小时流过电阻的电流大)。

2) 当电压 V 大小一定时, 要想减小电流 I , 就要增大电阻 R_1 。反之, 要想增大电流时, 就要减小电阻 R_1 。

3) 当电阻 R_1 的大小不变时, 改变电压 V 的大小, 就能改变流过电阻 R_1 电流的大小, 可以用图 1-6c 所示的曲线来表示。从曲线中可以看出, 当电压 V 为零时, 电流 I 也为零, 当电压 V 增大时, 电流 I 也在增大。这一曲线是一条直线, 说明电压 V 与电流 I 之间是线性关系的。当电阻 R_1 的大小不同时, 直线的斜率是不同的, 这一点从图中可以看出。

4) 在欧姆定律中, 当电压的单位为伏特时(简称伏, 用 V 表示), 电流的单位为安培(简称安, 用 A 表示), 电阻的单位为欧姆(简称欧, 用 Ω 表示)。

六、检测方法

这里介绍的电阻器检测方法是对普通电阻器而言的, 特殊电阻器的检测方法在后面有关章节中介绍。对电阻器的检测主要是使用万用表的电阻档测量它的阻值, 判别它有无出现开路、短路、阻值变化等故障。其检测方法有两种, 一是在路检测, 二是脱开检测。

1. 万用表使用要点

在修理中主要的检测仪表是万用表, 万用表的主要功能是测量电阻、直流电压和直流电

流、交流电压等，这里对万用表的使用方法不作详细介绍，只说明以下几个问题，如图 1-7 所示是常见万用表的面板示意图。

一般万用表只能用来测量电阻、直流电压和直流电流、交流电压，不同的万用表的测量功能也是有所不同的。在测量电阻时要使用欧姆（电阻档），在测量直流电压时要使用直流电压档，在测量直流电流时要使用直流电流档，在测量交流电压时要使用交流电压档，这些测量功能的转换由专门的转换开关来控制，图示在测量电阻的欧姆档位置上。

在各测量功能位置，也分成多档，如在欧姆档时有 $R \times 1$ 、 $R \times 100$ 、 $R \times 1k$ 、 $R \times 10k$ 等多档，以供不同情况下的选择。对于电压和电流档也是分成多档的。

万用表有两根表棒，红、黑各一支，在测量电阻和交流电压时，这两支表棒是不分的，但在测量直流电压和直流电流时要分清。

万用表的种类较多，各种万用表的具体使用方法是有所不同的，应根据说明书来正确使用。

在使用欧姆档时，主要注意以下几个方面的问题：

1) 表针的校零是使用欧姆档时要注意的一个问题，具体方法是这样：将红、黑表棒接通，此时表针向右侧偏转，调整有 Ω 字母的旋钮（见图 1-7 所示），使表针指向 0 处。应该是在更换不同欧姆档量程时均要校零一次，要注意在 $R \times 1$ 档时因校零时流过电表的电流比较大，对表内电池的消耗较大，故校零动作要迅速。

2) 当 $R \times 1$ 不能校到 0 处时，说明万用表内的一个 1.5V 电池已经没有电了，要更换这一电池。

3) 万用表内的 $R \times 10k$ 档和其他各量程不共用一个表内电池， $R \times 10k$ 时表内电池的电压比较高，一般是 6V 或 9V 等。

4) 万用表黑表棒是接表内电池的正极，红表棒接表内电池的负极，这点在后面的 PN 结测量中要注意。

5) 见图 1-7 所示欧姆档的刻度盘，表针向右侧偏转时阻值是在减小，表针向左偏转时阻值在增大，表针在最右侧时阻值为 0，表针在最左侧时阻值为无穷大（表示开路）。

6) 当使用不同量程时，读数的方法是不同的，当用 $R \times 1$ 档时，表针指示多大即为多少 Ω 。当用 $R \times 100$ 档时，表针指示的值再乘上 100，单位为 Ω 。当用 $R \times 1k$ 档时，表针所指示的值直接就是 $k\Omega$ ；当用 $R \times 10k$ 时，表针所指示的值再乘上 10，单位是 $k\Omega$ 。

7) 测量电阻时，一般情况下红、黑表棒可以不分。

在使用直流电压和直流电流、交流电压档时，要注意以下几个方面的问题：

1) 要将万用表的测量功能转换开关置于直流电压档或直流电流档、交流电压档上，此时再根据所要测量的电压或电流的大小选择合适量程。

2) 在测量直流电压、直流电流、交流电压时，要先看一下表针是否在零处，此时表针

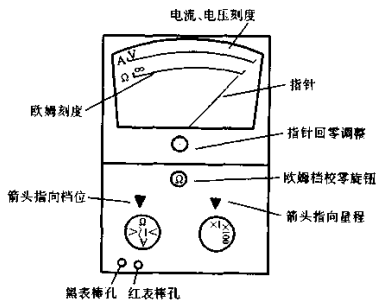


图 1-7 万用表面板示意图

应在左侧的 0 处，当表针不在零处时可以调整表针回零螺钉，见图中所示，这一校零与欧姆档的调零是不同的。

3) 直流电压、直流电流和交流电压档的刻度盘与欧姆档不同，见图中所示，它的 0 处在最左侧，表针向右偏转时说明电压或电流在增大。

4) 关于测量直流电压、直流电压和交流电压时的表针读数方法与欧姆档时相同的，在选择不同量程时要乘上相应的量程值。

5) 在测量直流电压和直流电流时，红、黑表棒要分清，红表棒接电路中的高电位点，黑表棒接低电位点，如若红、黑表棒接反了，表针将反方向偏转，这不仅不能读取数值，而且易损坏万用表，所以在测量中要注意这一点。对于测量交流电压而言，红、黑表棒是不分的。

2. 在路检测电阻器

所谓在路检测，就是在线路板上直接测量电阻器的好坏（不必拆下电阻器），具体方法是这样的：采用万用表欧姆档适当的量程，两支表棒搭在电阻器两引脚焊点上，测得一次阻值。红、黑表棒互换一次，再测一次阻值，取阻值大的一次作为参考阻值，设为 R 。

下面对测得的阻值 R 进行分析、判断：

1) R 大于所测量电阻器的标称阻值，此时可判断该电阻器存在开路或阻值增大的现象，电阻器损坏。

2) R 十分接近所测电阻器的标称阻值，此时可认为该电阻器正常。

3) R 十分接近 0，此时还不能断定所测电阻器短路（通常电阻器短路现象不多），要通过进一步检测来证实，因为如图 1-8 所示电路中的电阻 R_1 ，在测得的结果中 R 便会为十分接近 0，因为线圈 L_1 短接了电阻 R_1 ，测量时所测到的阻值是线圈的直流电阻，而线圈的直流电阻是很小的。这种情况下，可采取后面介绍的脱开检测方法来进行进一步检查。

4) R 远小于所测电阻器的标阻值，但也远大于 0Ω ，约为几千欧。这样情况下也不能准确说明所测电阻器存在阻值变小现象，如图 1-9 可以说明这一点。

从图中可以看出，在 R_1 上并有三极管 VT_1 ， VT_1 的 C、E 极之间也有一个电阻值，这样测得的 R 是 R_1 和 VT_1 集电极和发射极间电阻的并联阻值，故不能说明 R_1 是否有问题。

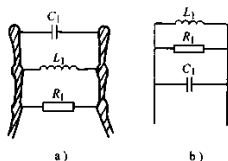


图 1-8 在路检测示意图

3. 脱开检测

当前面在路测量发生疑问时（主要受外电路网络的影响），或在装电阻器之前，可进行脱开检测，这一检测的结果是无可怀疑的。

具体方法是这样：采用万用表欧姆档的适当量程，两支表棒接电阻器的两根引脚，测得的阻值为这一电阻器实际值，设为 R 。

对 R 作以下几种情况分析：

1) R 等于或十分接近所测电阻器的标称阻值，则说明电阻器是好的。

2) $R = 0$ ，说明电阻器短路，这种情况少见。

3) R 远大于所测电阻器的标称阻值，说明

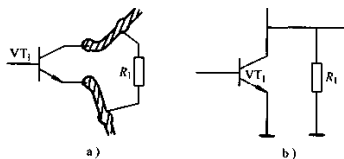


图 1-9 测量阻值分析示意图

电阻器已开路。

4) R 远小于所测电阻器的标称阻值, 电阻器也已损坏, 应更换。

对线路板上的电阻器脱开检测有下列两种方法:

1) 将该电阻器的一根引脚脱开线路, 然后再测量。

2) 切断电阻器一根引脚的铜箔线路, 脱开所要测量的电阻 R_1 , 如图 1-10 所示。但对图 1-8 所示电路中的 R_1 不宜使用断铜箔的方法, 因为 R_1 的两根引脚铜箔线路均不在顶端, 在这样的情况下断铜箔要有两个铜箔断口, 创伤大。用焊下 R_1 的一根引脚方法脱开 R_1 比较好。

从图 1-10 中可以看出, 此处切断 R_1 的左端引脚铜箔线路较方便, 而右端也要断开两处铜箔线路, 不方便。

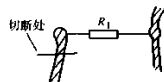


图 1-10 断开检测阻值示意图

4. 检测中的注意事项

在检测电阻器过程中, 要注意以下几个方面的问题:

1) 在路检测时, 一定要切断机器的电源, 否则测不准, 且容易损坏万用表。

2) 通常在修理过程中是先直观检查所怀疑的电阻器, 看有无烧焦痕迹 (外壳上可看出), 有无引脚断、引脚铜箔线路 (引脚焊点附近), 有无虚焊。然后用在路检测方法, 有怀疑时再用脱开检测方法。因为直观检查最方便, 在路测量其次, 脱开检测最不方便, 这是修理中必须遵循的先简单后复杂的检查原则

3) 选择适当的量程很重要, 例如对 10Ω 的电阻器, 若用 $R \times 1k$ 档测量则不妥, 读数精度差, 应用 $R \times 1$ 档。对 $5.1k\Omega$ 电阻器, 则应用 $R \times 1k$ 档。

4) 在脱开检测时, 手指不要同时碰到表的两支表棒, 或不要碰到电阻器两根引脚, 否则人体电阻会影响测量精度; 如图 1-11 所示。人体电阻 R 与被测电阻 R_1 并联, 测到的读数为 $R // R_1$ (R 和 R_1 的并联值)。

5) 切断铜箔线路的方法在修理中常用, 为了准确测量阻值, 需将被测电阻脱开电路。

采用焊下一根引脚的方法也是可以的, 但不方便: 第一是操作麻烦, 脱开的引脚在线路板元器件一面, 而另一根引脚仍焊在线路板上, 万用表的表棒操作不方便, 同时还存在测量完毕要装上引脚的麻烦。第二是焊下引脚若操作不当会引起铜箔起皮, 破坏线路板。

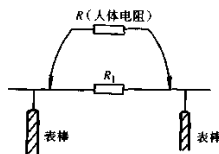


图 1-11 避免人体电阻影响测量值示意图

采用断开铜箔的方法操作, 对线路板创伤小, 操作方便, 但要注意测量后不要忘记焊好断口。另外, 在焊断口前要先刮去铜箔线路上的绝缘层。这里顺便说明一点, 对于其他元器件也应优先采用这种切断铜箔线路的方法进行脱开检测。

6) 在路测量时要求红、黑表棒互换一次后再测, 主要是为了排除外电路中晶体管 PN 结正向电阻对测量的影响, 可用如图 1-12 所示电路来说明。

在测量 R_1 阻值时, 若黑表棒接管子 VT_1 的基极 B, 红表棒接管子发射极 E 时 (为测 R_1 的阻值), 由于 VT_1 管的发射结 (PN) 处于正向偏置状态 (由万用表欧姆档表内电池给予正向偏置, 黑表棒接表内电池的正极, 红表棒接表内电池的负极), 其内阻设为 R , 则此时测得的阻值为 R_1 与 R 的并联值, 因 R 较小, 而影响了测量结果。

再将红、黑表棒互换后，表内电池给 VT_1 发射结加的是反向偏置，其 B、E 极间的内阻 R 很大，相当于开路，这样测得的阻值便能反映 R_1 的实际情况。

7) 电阻器损坏主要是过流引起的，所以在有大电流通过的电阻器容易损坏，而小信号电路中的电阻器一般不坏。

8) 要注意，上述介绍的各种检测过程中的注意事项，不仅适用于对电阻器的检测，也适用于其他电子元件的检测。

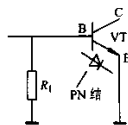


图 1-12 PN 结对测量的影响

七、修配方法

电阻器的修配方法简单，根据电阻损坏的情况决定是修复还是更换。通常，由于电阻器成本低，容易选配，多采取更换的方法。

1. 修复方法

电阻器若发生引脚断的故障，此时可以修复。方法是，将电阻器断掉引脚的一端用刀片刮干净，再用一根硬导线焊上，作为电阻器的引脚。

电阻器的其他故障通常不能修复，应更换处理。

2. 选配方法

在选配电阻器时，要注意以下原则：

- 1) 应尽可能选用原规格的电阻器。
- 2) 在标称阻值相同的情况，通常功率大的电阻器可以代替功率小的，但安装空间要允许。

3) 实在无法配到原标称阻值的情况下，可采用并联或串联的方法来获得所需要的电阻（关于电阻器的串、并联在后面介绍）。例如，需要一个 5.1Ω 电阻器，手中有两个 10Ω 电阻器，此时可用两只 10Ω 电阻器并联后代替 5.1Ω 的电阻器。在有功率要求的情况下，不仅要考虑串联、并联后的阻值，还要考虑串联、并联后的功率是否达到要求。

4) 要注意有一种外形与普通电阻器十分相似的熔断电阻器，对这种电阻器不要用普通电阻器去代替。

八、电阻电路

一个复杂的整机电路是由许多单元电路组成的，而组成单元电路的是基础单元电路，学好基础单元电路对学习单元电路和整机电路是十分必要的。而电阻电路又是各种电路的基础电路，一个复杂的电路可以通过等效电路将它转换成电阻电路来理解和分析。这里要介绍普通电阻器构成的电阻串联电路、电阻并联电路和电阻分压电路等。

1. 主要作用

电阻器在电路中的作用十分广泛，在单独运用时主要是构成分压电路和分流电路，在电路中大量的运用，与其他元件一起构成各种功能的电路。这里主要介绍电阻单独运用时的电路，关于与其他元件混合运用的电路在后面陆续介绍。

电阻器在各种电路中作用是不同的，根据电阻器所起的作用常见有下列一些：

- 1) 在分压电路中的电阻称为分压电阻。
- 2) 在分流电路中的电阻称为分流电阻。
- 3) 在退耦电路中的电阻称为退耦电阻。
- 4) 在阻尼电路中的电阻称为阻尼电阻。

- 5) 在负反馈电路中的电阻称为负反馈电阻。
- 6) 在隔离电路中的电阻称为隔离电阻等。

2. 串联电路

电阻器的串联电路是最基本的电路，不仅电阻器有串联电路，其他元器件也有串联电路，所以学好电阻串联对学习其他元器件构成的串联电路是十分有利的。

如图 1-13 所示是电阻串联电路，其中图 a 是原理性画法的电路，图 b 是习惯性画法的电路，在实用电路中大量见到的是后一种形式的电路图。电路中，电阻 R_1 和 R_2 串联，所以这是电阻串联电路。 E 是直流电源（可以是电池）， I 是电路中的电流，其方向见图 a 中箭头所示，关于这一电路中的电流要说明以下几点：

1) 电路中存在电流必须同时满足两个条件：一是电路要成回路，二是回路中要有电源。这两个条件中有一个不能满足时，电路中就没有电流，图示电路是满足这两个条件的，即 R_1 、 R_2 和 E 是构成回路的， E 是电源，所以这一电路中是有电流的。

2) 在电阻电路中，回路中的电流波形是与电压波形一样的，是直流电压时为直流电流，是交流电压时为交流电流。当电路中的电阻阻值大小不同时，电路中电流的大小也不同。

3) 电流在外电路中的流动方向是从电源的高电位端（直流电源的正极）通过外电路（ R_1 和 R_2 ）流到电源的低电位端（直流电源的负极），而在电源的内部电流则是从负极流向正极。无论是直流电还是交流电，电流的这一流动规律都是一样的。所谓外电路是指与电源两端所连接的电路，电源的内电路是指电源正、负电极两端内部的通路。

在图 1-13b 所示电路中，直流工作电压用 $+V$ 表示，不画出电池的电路符号。电路中的接地符号表示是电池的负极， R_2 的下端接地就表示它与电池 E 的负极相连，所以图 1-13a 和图 1-13b 电路是等效的。采用图 1-13b 所示电路图是为了画图和分析电路的方便。

关于电阻串联电路主要说明以下几个问题：

1) 电阻串联后的总电阻会增大，即电阻愈串愈大，总电阻 $R = R_1 + R_2 + \dots$ 。

2) 流过各电阻的电流是相等的，这一点可以用节点电流定律来说明：如图 1-14 所示，流入一个节点 A（线路中的某一点）的电流等于流出该节点的电流，因为节点不能储存电能。在图 1-14a 所示电路中，流入节点 A 的电流为 I_1 ，流出 A 点的电流为 I_2 ，根据节点电流定律可知， $I_1 = I_2$ 。在图 1-14b 所示电路中，流入节点 A 的电流为 I_1 ，流出节点 A 的电流为 I_2 和 I_3 ，这时 $I_1 = I_2 + I_3$ 。

在串联电路中，电路中没有支路，所以电流只有一条通路，这样流过各电阻和电源的电流一样大小，这一点对检查电阻串联电路故障是十分重要的。例如，在测得电路中没有电流时，说明电路存在开路故障（线路断开了或电阻、电源的引脚断了），可能是电阻 R_1 开路了，也可能是电阻 R_2 开路了，也可能是电源 E 开路了，总之电路中的任一点出现开路故障，均会造成电路中没有电流，因为开路后电路构不成回路，破坏了产生电流的一个条件。

3) 在这一串联电路中，当某一个电阻的阻值远小于其他电阻的阻值时，该电阻的作用可以忽略不计，具体地讲就是该电阻相当于短路（可以看成电阻两根引脚的阻值为零）。在

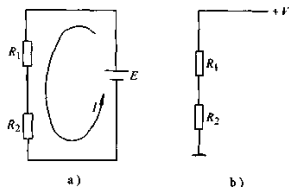


图 1-13 电阻串联电路

电阻串联电路的分析过程中,要抓住阻值大的电阻,它是电路中的主要矛盾。

短路可以用图 1-15 所示电路来说明。电路中,电阻 R_2 的两根引脚被导线接通了,这样电阻 R_2 是短路的。 R_2 短路后,本来流过电阻 R_2 的电流不通过 R_2 了,而是通过短路的导线了。由此可知,短路将使电流的流动回路发生改变。如果在这一电阻串联电路中, R_1 的阻值远大于 R_2 的阻值,就可以将 R_2 看成是短路的而忽略 R_2 ,因为串联后的总电阻 $R = R_1 + R_2 \approx R_1$,分析这一电路的工作原理时,应该抓住电阻 R_1 这个主要矛盾。

4) 电阻上的电压等于该电阻的阻值与流过的电流之积,如 $V_1 = R_1 I$,这是用欧姆定律计算的。在电阻串联电路中,由于回路中的电流处处相等,所以阻值大的电阻上的电压降(电阻两端的电压)大。各电阻上电压降之和等于电源电压,即 $V_1 + V_2 = +V$ 。

5) 当电源电压大小不变时,若总的电阻在增大,则回路中总的电流在减小,这从 $V = IR$ 的公式中可以得到证明。

上面讲的是电阻串联电路,这是其他各种串联电路的基础,实用电路中会出现其他元器件构成的串联电路,如阻容串联电路等,这些串联电路都可以用电阻串联电路来理解它们的工作原理,所以电阻串联电路是所有电路中一个最基本的电路。

4. 电阻并联电路

各种元器件均可以构成并联电路,电阻并联电路是一个最基本的并联电路,所有复杂的电路都可以简化成电阻串联和并联电路来进行工作原理的理解。如图 1-16 所示是电阻并联电路。电路中,电阻 R_1 和 R_2 是并联的,所以称之为并联电路。

关于这一电阻并联电路主要说明以下几个问题:

1) 并联电路中总电阻愈并愈小,总电阻的倒数等于各并联电阻的倒数之和,即 $1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + \dots$ 。要记住两个阻值相等的电阻并联后其总的阻值等于并联电阻阻值的一半,如两个 $10k\Omega$ 电阻并联后的总电阻为 $5k\Omega$ 。

2) 在电阻并联电路中,若某一个电阻的阻值远大于其他电阻的阻值,则该电阻不起主要作用,可以认为它是开路的,分析电路时要抓住阻值小的电阻,它是这一电路中的主要矛盾。

开路是指电路中的导线或某个元器件断了,如电源的引线断了可以说成电源开路,电阻器的一根引脚断了可以说成电阻器开路了等。

3) 各并联电阻两端的电压相等,在图 1-16 所示电路中还等于 $+V$,因为电阻是与电源 $+V$ 直接并联的。

4) 各支路电流之和等于回路中的总电流,即 $I_1 + I_2 = I$,这一点可以用节点电流定律来证明。每一支路中的电流大小与该支路中电阻的阻值大小成反比,阻值大的支路其电流反而小,若 $R_1 > R_2$,则 $I_1 < I_2$ 。

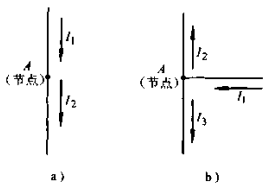


图 1-14 节点电流定律示意图

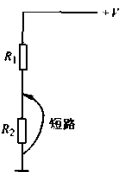


图 1-15 短路示意图

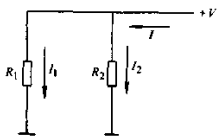


图 1-16 电阻并联电路

5) 并联电路是一个分流电路, 将总电流 I 分成 I_1 和 I_2 , 当有更多电阻并联时, 可以将总电流分成更多的支路电流, 只要适当选择各支路中电阻的阻值, 便能使各支路获得所需要的电流大小。分流电路是一个十分常用的电路。

5. 电阻串并联电路

串并联电路是电路中有些元器件串联, 有些是并联的, 各种元器件都可以构成串并联电路。电阻串并联电路是最基本的串并联电路, 如图 1-17 所示, 这一电路具有串联和并联电路的一些共同特性, 主要说明如下:

1) 电路总的电阻等于 R_2 和 R_3 并联再与 R_1 串联, 在计算总电阻时先算并联的阻值, 再算串联的阻值。

2) 电路中的总电流等于流过 R_1 的电流 I_1 , 另有 $I_2 + I_3 = I_1 = I$ 等式成立。

3) 电阻 R_2 、 R_3 上的电压相等, 即 $V_2 = V_3$ 。电阻 R_1 上的电压 V_1 与电阻 R_2 、 R_3 上电压之和等于 $+V$, 即 $+V = V_1 + V_2 = V_1 + V_3$ 。

4) 在实用电路中, 大量的的是这种形式的串并联电路, 当然电路中的元器件不仅仅是电阻, 还有其他元器件, 如电阻、电容和其他元器件一起构成的串并联电路。

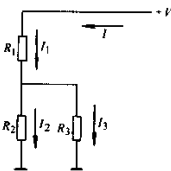


图 1-17 电阻串
并联电路

6. 电阻分压电压

利用串联电路可以构成分压电路, 如图 1-18 所示是用电阻构成的分压电路。这是一个常用电路, 从图中可以看出, 它由两个电阻 R_1 和 R_2 构成, 输入电压 V_i 加在电阻 R_1 和 R_2 上, 输出电压 V_o 是取自电阻 R_2 上的。关于这一电路要说明以下几个问题:

1) 输入电压 V_i 产生的电流 I_i 流过电阻 R_1 和 R_2 , 输出电压 $V_o = V_i I_2 R_2$ (只取 R_2 上的电压降, 指 R_2 上没有并联其他元器件时的情况)。输入有一个回路, 即 $V_i \rightarrow R_1 \rightarrow R_2 \rightarrow$ 地。输出也有一个回路 (图中未画出负载电阻, 负载电阻应与电阻 R_2 并联), 即 V_o 端 \rightarrow 负载电阻 \rightarrow 地端 $\rightarrow R_2 \rightarrow V_o$ 端。

2) 输出电压 V_o 大小可以由公式 $V_o = V_i [R_2 / (R_1 + R_2)]$ 计算, 改变 R_1 或 R_2 的阻值大小, 可以改变输出电压 V_o 的大小。当两电阻的阻值相等时, 其输出电压等于输入电压的一半。在分压电路中, 输出信号的电压是小于输入信号电压的。

3) 当输入电压 V_i 不变, R_1 不变时, R_2 阻值增大, 输出电压 V_o 也增大, 记忆这一点可以用一个极限情况来说明。即当 R_2 大到开路时, 由于此时 R_1 中无电流 I_1 , R_1 上的压降 V_1 为零, 而输出电压 $V_o = V_i - V_1$, 因 $V_1 = 0$, $V_o = V_i$, 所以当电阻 R_2 开路时, 分压电路的输出电压等于输入电压的大小。当 R_2 减小时 V_o 也减小, 当 R_2 减小到为零时 (R_2 短路了), 由 $V_o = IR_2$ 可知, $R_2 = 0$, $V_o = 0$ 。

4) 当 V_i 和 R_2 不变时, 如若 R_1 阻值增大, 则 V_o 减小, R_1 减小 V_o 则增大。当 R_1 大到开路时, 因没有电流流过电阻 R_2 , 所以 V_o 为零; 当 R_1 小到短路时, 输入电压 V_i 直接加到了电阻 R_2 上, 所以此时 $V_o = V_i$ 。

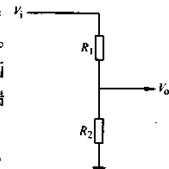


图 1-18 电阻分压
电路

九、电阻电路故障分析

1. 电路故障分析

关于电阻电路的故障分析主要说明以下几点:

(1) 见图 1-13b 所示的电阻串联电路, 当 R_1 或 R_2 有一个电阻出现开路故障时, 电流 I 不能构成回路, 这时电路中就无电流。当 R_2 的接地处于开路状态时, 因电路构不成回路而无电流。总之, 当这一电路中有一点处于开路状态时, 电路因构不成回路而出现无电流的故障。

但是, 反过来问题就不那么简单了, 即当测量这一回路中的电流为零时, 说明这一电路有两种故障可能: 一是电路中的某一点存在开路故障; 二是电路中直流电压 $+V$ 等于 $0V$ 。检修中, 可以先测量直流电压 $+V$ 是否正常, 若 $+V$ 正常回路中无电流时, 就可以说明是电路存在开路故障了。

当这一电路中的 R_1 或 R_2 短路时, 由于电路中的总电阻小了, 而电压 $+V$ 大小未变, 此时电路中的电流 I 将增大。反之, 当测得这一电路中的电流大于正常值时, 有两种故障可能: 一是直流电压 $+V$ 比正常时要大; 二是电路中的 R_1 或 R_2 存在短路、阻值变小故障 (电阻器一般不会出现阻值变小的故障, 但理论上是存在这种可能性的)。

(2) 见图 1-16 所示电阻并联电路, 当电阻 R_1 开路时, R_1 中没有电流, 但电阻 R_2 中仍然是有电流的, 所以电源 $+V$ 回路中仍有电流, 只是比 R_1 开路前小了一些。当 R_1 和 R_2 同时开路后, 回路中便无电流了。当 R_1 或 R_2 短路时, 电源回路中的电流很大, 因为此时电源 $+V$ 的负载电阻为零了。同时, 没有短路的那只电阻中是没有电流流过的, 因为此时两个电阻上的电压均为 $0V$ 。

(3) 见图 1-17 所示电阻串并联电路, 当电阻 R_1 开路后, R_2 和 R_3 中均无电流。当 R_2 或 R_3 开路后, R_1 中仍然有电流, 但是要减小。当 R_2 或 R_3 中有一只电阻短路时, 流过 R_1 的电流将增大, 在 R_1 上的电压降将增大。

2. 电阻电路小结

电阻电路种类繁多, 前面只是介绍了只有电阻时的有关电路, 但在实用电路中, 电阻与其他元器件混合使用的情况最多。关于电阻电路最重要的是要记住这么几点:

- 1) 电阻愈并愈小, 愈串愈大。
- 2) 电阻对不同频率的信号呈现相同的阻值 (指普通电阻)。
- 3) 电阻串联电路、并联电路和串并联电路是其他一切电路的基础, 掌握电阻电路的工作原理对分析其他元器件构成的串、并联是十分重要的。

第二节 固定电容器

电容器是电子电路、家用电器中十分常用的一种元件, 在电路中应用范围和使用的数量仅次于电阻器。电容器和电阻器相比较, 在主要特性和电路中所起作用方面有着很大的不同, 而且比电阻器复杂得多。掌握电容器的主要特性和电容器在电路中的工作原理, 对分析电子电路是十分重要的。

一、外形特征

电容器的种类较多, 不同种类的电容器其外形有较大的不同, 如图 1-19 所示是几种比较常见的普通电容器外形示意图。其中, 图 1-19a 所示是涤纶电容器, 图 1-19b 所示是瓷介电容器, 图 1-19c 所示是玻璃釉电容器。普通电容器 (不包括电解电容器) 外形具有下列一

些特征，供识别普通电容器时参考：

1) 普通电容器的外形有圆柱形、长方形、圆片状等多种。圆柱形电容器不要与电阻器相混。

2) 普通电容器通常有两根引脚，它的这两根引脚是不分正、负极的（有极性电解电容器除外）。

3) 普通电容器在电路中可以是垂直方向安装，也可以是卧式安装，它的两根引脚是可以弯曲的。

4) 普通电容器的外壳是彩色的，在外壳上有的直接标出容量的大小，有的采用其他表示方式（字母、数字、色码）标出容量和允许偏差等。

二、电路符号和种类

1. 电路符号

如图 1-20 所示是普通固定电容器的电路符号。

图 1-20a 所示是电容器的一般电路符号，在电路符号中电容器用大写字母 C 表示，C 是英文 Capacitor（电容器）的缩写。图 1-20a 所示电路符号中没有表示出电容器的正、负极性出来（有的电容器的两根引脚是有正、负之分的，通常用来表示是无极性的电容器）。

图 1-20b 所示是有极性电容器的电路符号，这是国标最新规定的电路符号，符号中的“+”表示该引脚为正极，另一个引脚为负极。有极性电容器主要是电解电容器（电容器中的一种，也是常见电容器），其容量一般比较大。

图 1-20c 所示是旧标准中的有极性的电路符号，用空心矩形表示这根引脚为正极，另一个为负极。现在大量的电路图中，仍有采用这种有极性电容器的电路符号。

图 1-20d 所示是国外有极性电容器的电路符号，也用“+”号表示该引脚为正极，在进口家用电器电路图中常见到这种有极性电容器的电路符号。

图 1-20e 所示是无极性电解电容的另一种电路符号，也是过去采用过的，现在已用图 1-20a 所示的符号替代。

电解电容器有下列两种：

- 1) 无极性电解电容器，它两根引脚无正、负极之分。
- 2) 有极性电解电容器，它的两根引脚是有正、负极之分的。

电容器的种类较多，各种电容器的电路符号是有所不同的，上述电容器电路符号中，没有列出微调电容器等电路符号，有关其他专用的电容器电路符号将在后面陆续介绍。

2. 种类

电容器的种类很多，下面对它作一些简单的分类。

(1) 按结构划分主要有三种：一是固定电容器（本节主要介绍这种电容器），二是可变电容器，三是微调电容器。

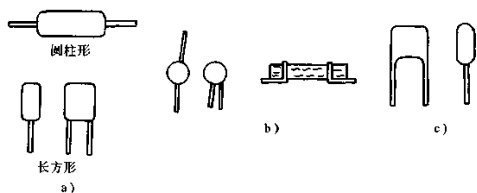


图 1-19 普通电容器外形示意图

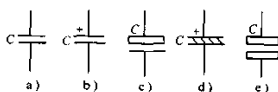


图 1-20 普通电容器电路符号

(2) 按电介质划分主要有：有机介质电容器，无机介质电容器，电解电容器，液体介质（如油）电容和气体介质电容器。

(3) 按工作频率划分主要有两类：一是低频电容器（用于工作频率较低的电路中）；二是高频电容器（高频损耗小，即对高频信号的损耗小，用于工作频率高的电路中）。

3. 固定电容器

在电容器中，固定电容器是应用最广泛的一种。这种电容器的容量是固定不变的。固定电容器的种类也很多，下面介绍几种电子电路中常用的固定电容器。

1) 涤纶电容器，它又称为聚酯电容。这种电容器的介质材料为涤纶薄膜。涤纶电容器用 CL 表示，其容量从几 pF 法到几 μF （新型的涤纶电容器的容量可达 0.1 ~ 10 μF ）。这种电容器的额定直流电压有 63V、100V 和 160V 几种。涤纶电容器有圆柱形和长方形两种，见图 1-19a 所示。

2) 瓷介电容器，这种电容器的介质材料为陶瓷，根据陶瓷材料的不同，这种电容器分为低频瓷介电容器（用 CT 表示）和高频瓷介电容器（用 CC 表示），瓷介电容器的外形见图 1-19b 所示。

高频瓷介电容器的容量在几 pF 至几百 pF 之间，低频瓷介电容器的容量在 300 ~ 22000pF 之间。瓷介电容器的外层常涂有各种颜色的保护漆，漆的颜色表示了电容器的温度系数。表 1-5 所示是保护色的具体含义。

表 1-5 保护色的含义

颜色	含 义	颜色	含 义
蓝色、灰色	正温度系数（温度升高，容量增大）	黑色	负温度系数最小
其他颜色	负温度系数（温度升高，容量减小）	浅绿色	负温度系数最大

3) 玻璃釉电容器，这种电容器的介质是由钠、钙、硅等粉末按一定比例混合压制而成，它的外形示意图如图 1-19c 所示。玻璃釉电容器的容量一般是 10 ~ 3300pF，耐压有 40V、100V 两种。玻璃釉电容器用 CI 表示。

除上述几种固定电容器外还有许多，这里不一一介绍了。各种固定电容器都有它们各自的个性，在使用中一般情况下只要容量和耐压等要求符合条件时，它们之间可以代替使用，但在有些场合下是不能相互代替的，例如低频电容器就不能去代替高频电容器，否则对高频信号的损耗就会明显增大。

三、电容单位和固定电容器结构

1. 电容器容量单位

电容器是用来储存电荷的，在理解电容器的作用时，时常将它比喻成一个水缸，水缸用来储水，电容器可以储存电荷。大的水缸可以储存更多的水，大容量的电容器可以储存更多的电荷。电容器的容量大小是电容器的重要参数。

电容器可以储存电荷是它的基本特性，它还有许多特性，利用电容器的各种特性可以构成各种形式的电路，在各种电路中的电容器其所起的作用是不同的。

电容器的容量单位是法拉，用 F 表示，由于法拉这一单位太大，故在平时使用时是使用微法（用 μF 表示）和微微法（用 pF 表示），这三个单位之间的换算关系如下：

$$1\mu\text{F} = 10^6\text{pF}$$

$$1\text{F} = 10^6\mu\text{F} = 10^{12}\text{pF}$$

在使用中, 常将 μF 简化成 μ , 将 pF 简化成 p 。

2. 电容器基本结构

电容器的基本结构如图 1-21 所示。它由两块极板构成, 两极板之间为绝缘的介质, 在两极板上分别引出一根引脚, 从而构成一个电容器。无论哪种电容器, 它的基本结构都是这样的。电容器的两极板之间是绝缘的, 如若两极板之间通了, 就不是电容器了。

电容器容量大小用大写字母 C 表示, 容量大小 C 由下式决

定:

$$C = \epsilon S / 4\pi d$$

式中 ϵ ——介质的介电常数;

S ——两极板相对重叠部分的极板面积;

d ——两极板之间的距离。

由上式可知, 电容器的容量 C 大小与极板面积 S 成正比, 而与两极板之间的距离 d 成反比。

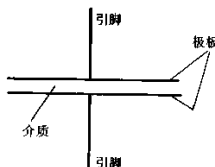


图 1-21 电容器的基本结构示意图

四、主要参数

电容器的参数比较多, 这里仅介绍几项常用的参数。

1. 标称容量与允许偏差

电容器同电阻器一样, 也有标称容量与允许偏差参数。标称容量也分许多系列。常用的是 E6、E12 系列, 这两个系列的设置同电阻器一样, 这里不再说明。

电容器的允许偏差含义与电阻器是相同的, 固定电容器允许偏差常用的是 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 和 $\pm 20\%$, 通常容量愈小, 允许偏差愈小。

2. 额定电压

额定电压是指在规定温度范围内, 可以连续加在电容器上的最大直流电压或交流电压的有效值。额定电压是一个重要参数, 在使用中如果工作电压大于电容器的额定电压, 电容器是要损坏的。

电容器的额定电压也是成系列的 (R 系列), 表 1-6 所示是固定电容器的额定电压系列。

表 1-6 电容器的额定电压

(V)

1.6	4	6.3	10	16
25	32 *	40	50 *	63
100	125 *	160	250	300 *
400	450 *	500	630	1000
1600	2000	2500	3000	4000
20000	6300	8000	10000	15000
45000	25000	3000	35000	40000
	50000	60000	80000	100000

注: 表中带 * 号的为只限于电解电容器使用, 带 “-” 的为建议优先采用。

3. 电容温度系数

在一般情况下, 电容器的电容量是随温度变化而变化的, 电容器的这一特性用温度系数来表示。温度系数有正、负之分, 正温度系数表明电容量随温度升高而增大, 负温度系数则是随温度升高电容量下降。在使用中, 电容器的温度系数愈小愈好。

五、表示方法

固定电容器的表示方法有多种,主要有直标法、色标法、字母数字混标法、3位数表法和4位数表示法五种。电容器的标注参数主要有标称电容量及允许偏差、额定电压等。

1. 直标法

直标法在电容器中应用是广泛的,在电容器上用数字直接标出标称电容量、耐压(额定电压)等。这里举一例加以说明,某电容器上标有 $470\text{pF} \pm 10\%$ 、160V、CZ12字样,表示这一电容器是纸介(CZ)电容器,标称电容量为 470pF ,允许偏差为 $\pm 10\%$,额定电压为160V。

表1-7所示给出了各种固定电容器型号(材料)的含义。在型号中,用第一个字母C表示是电容器,第2个字母表示电容器的材料。

表 1-7 固定电容器的型号

符号	含 义	符号	含 义
CY	云母电容器	CL	涤纶电容器
CV	云母纸电容器	OQ	漆膜电容器
CZ	纸介电容器	CH	复合介质电容器
CJ	金属化纸介电容器	CD	铝电解电容器
CB	聚苯乙烯等电容器	CA	钽电解电容器
CN	钽电解电容器	CH	合成碳膜电容器
CG	合金电解电容器	CS	有机实芯电容器
CE	其他材料电解电容器		

2. 字母数字混标法

电容器的字母数字混标法同电阻器的这一表示方法是相同的,表1-8所示列举了几个例子来说明这种表示方式。

表 1-8 字母数字混标法实例

标称电容量	表示方式	标称电容量	表示方式
0.1pF	p1	0.33 μF	μ33
1pF	1p	5.9 μF	5r9
5.9pF	5p9	1000 μF	1m
3300pF	3n3	10000 μF	10m
10000pF	10n	3.3F	3F3
59000pF	59n		

在上表所示例子中有一个特殊情况,即 $0.33\mu\text{F}$ 电容表示成R33,凡零点几 μF 电容器,可在数字前加上R来表示。

在字母数字混标法中,n、m、p都是词头符号,表1-9所示给出了这些词头符号的含义,它们适用于各种电子元件标注。

3. 三位数表示法

在3位表位法中,用3位整数来表示电容器的标称电容量,然后用一个字母来表示允许偏差。在这3位数字中,前两位数表示有效数,第3位数表示倍乘,即表示是10的n次方。

表 1-9 词头符号的含义

词头符号	名称	表示数	词头符号	名称	表示数
E	艾	10^{18}	d	分	10^{-1}
P	拍	10^{15}	c	厘	10^{-2}
T	太	10^{12}	m	毫	10^{-3}
G	吉	10^9	μ	微	10^{-6}
M	兆	10^6	n	纳	10^{-9}
k	千	10^3	p	皮	10^{-12}
h	百	10^2	f	飞	10^{-15}
da	十	10^1	a	阿	10^{-18}

在 3 位数表示法中, 标称电容量的单位是 pF。例如: 某电容器上标有 512Z, 这是采用 3 位数表示法的电容器, 它的具体含义为 $51 \times 10^2 \text{pF}$, 即为 5100pF 的电容器。

4. 四位数表示法

在 4 位数表示法中有下列两种情况:

- 1) 用 4 位整数来表示标称电容量, 此时电容器的容量单位为 pF。
- 2) 用小数 (有时不足 4 位数字) 来表示标称电容量, 此时电容器的容量单位为 μF 。

这里举两例来说明四位数表示法的具体识别方法:

例 1: 某电容器上标出 2200 四个数字, 这是采用的四位表示法的电容器, 这里是四位整数, 所以电容单位是 pF, 即这一电容器的标称容量为 2200pF。

例 2: 某个电容器上标出 0.01 小数, 这也是四位数表示法中的一种, 由于此时为小数, 所以标称容量的单位是 μF , 即这一电容器的容量为 $0.01 \mu\text{F}$ 。

5. 色标法

采用色标法的电容器有时称之为色码电容, 色码表示的是电容器标称电容量。色标法的具体表示方式同 3 位数表示法是相同的, 只是用色码的不同颜色来表示各种数字。

这里用如图 1-22 所示的两个色码电容器来说明这种表示方法。如图 1-22a 所示, 在电容器上有 3 条色带, 3 条色带表示了 3 个色码, 色码的读码方向是从顶部向引脚方向读, 对这个电容器而言是棕、绿、黄依次为第 1、2、3 个色码。

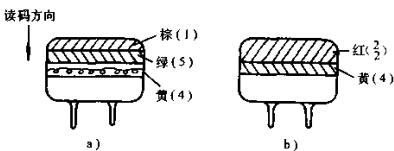


图 1-22 色标法电容器举例

在这种表示法中, 第 1、2 条色码表示有效数, 第 3 个色码表示倍乘中 10 的 n 次方, 容量单位为 pF。

表 1-10 所示给出了各色码的具体数字。根据上述读码规则和色码含义可知, 图 1-22a 所示的电容器标称电容量为 $15 \times 10^4 \text{pF} = 150000 \text{pF} = 0.15 \mu\text{F}$ 。

表 1-10 色码表示的数字

颜色	黑	棕	红	橙	黄	绿	蓝	紫	灰	白
表示数字	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

当色码要表示两个重复的数字时, 可用宽一倍的色码来表示, 如图 1-22b 所示。该电容器的标称电容量为 $22 \times 10^4 \text{pF} = 220000 \text{pF} = 0.0022 \mu\text{F}$ 。

6. 允许偏差表示方法

电容器的允许偏差归纳起来主要有下列几种表示方式。

- 1) 采用等级方法，一般分成四个等级，如表 1-11 所示。

表 1-11 允许偏差标志的含义

标志	0级	I级	Ⅱ级	Ⅲ级
含义	$\pm 2\%$	± 5	± 10	± 20

在这种允许偏差表示方式中，将允许偏差等级的标志直接标注在电容器上，根据允许偏差标志查此表可以知道该电容器的允许偏差范围。例如，0 表示允许偏差范围为 $\pm 2\%$ 。

2) 百分比表示方法，在这种允许偏差表示方式中，将 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 和 $\pm 20\%$ 等直接标注在电容器上，识别时比较方便。

3) 用数字表示百分比，在这种允许偏差表示方式中，将 \pm 号和 % 号均省去，直接标出数字。例如，标出 5，表示该电容器的允许偏差为 $\pm 5\%$ 。

4) 字母表示方式，在这种允许偏差表示方式中，用一些大写字母来表示允许偏差。在这种允许偏差表示方式中有下列三种情况：

第一种是表 1-12 所示用字母表示对称允许偏差时的含义，所谓对称允许偏差是指正、负允许偏差量相同，例如字母 F 表示允许偏差为 $+1\%$ 和 -1% 。

表 1-12 用字母表示对称允许偏差时的含义

字母	B	C	D	F	G	J	K	M	N
含义	± 0.1	± 0.25	± 0.5	± 1	± 2	± 5	± 10	± 20	± 30

第二种是表 1-13 所示用字母表示不对称允许偏差时的含义，所谓不对称允许偏差是指正偏差和负偏差是不同的，例如字母 T 表示正偏差为 50% ，而负偏差为 10% 。

表 1-13 用字母表示不对称允许偏差时的含义

字母	H	R	T	Q	S	Z	无标记
含义	+100 0	+100 -10	+50 -10	+30 -10	+50 -20	+80 -20	+ 不规定 -20

第三种是表 1-14 所示用字母表示绝对允许偏差时的含义，所谓绝对允许偏差是指直接标出电容器的允许偏差值，这种表示方式只适用于标称电容量小于 10pF 的电容量，表中的允许偏差值单位是 pF 。例如，字母 B 表示绝对允许偏差为 ± 0.5 ，表示该电容器的实际容量在比标称值大 0.5pF 和比标称值小 0.5pF 范围内。

表 1-14 用字母表示绝对允许偏差时的含义

字母	B	C	D	E
含义	± 0.1	± 0.25	± 0.5	± 1

5) 直接表示绝对允许偏差方式，在这种表示方式中就是将绝对允许偏差直接标注在电容器上。例如， $4.7\text{pF} \pm 0.5\text{pF}$

7. 工作温度范围表示方法

在一些电容器中，还标出该电容器的允许工作温度范围，用一个字母和数字组合来表示，其中，字母表示负温度，数字表示正温度，表 1-15 所示是工作温度范围标志的含义。例如，某电容器上标出 D5，它表示该电容器的工作温度范围为 +155 ~ -55℃。

表 1-15 工作温度范围标志的含义

负 值		正 值	
A	-10	0	+55
B	-25	1	+70
C	-40	2	+85
D	-55	3	+100
E	-65	4	+125
		5	+155
		6	+200
		7	+250

8. 生产日期表示方法

在一些电容器上，还标出该电容器的生产日期。电容器的生产日期表示方式有以下两种：

1) 采用 4 位数表示方法，用一个 4 位数来表示年和周。在这四位数中，前两位是表示哪一年的，后两位是表示这一年的第几周。例如，某电容器上标出 8504，其中 85 表示是 1985 年，04 表示这一一年中的第四周。又例如，8848 表示 1988 年的第 48 周生产。

2) 采用字母数字表示方式，在这种表示方式中用大写字母表示年，用数字（有的仍用字母）来表示月份，具体含义如表 1-16 所示。

表 1-16 生产日期表示方法的含义

年		月	
K	1978	1	1 月
L	1979	2	2 月
M	1980	3	3 月
N	1981	4	4 月
P	1982	5	5 月
R	1983	6	6 月
S	1984	7	7 月
Y	1985	8	8 月
U	1986	9	9 月
V	1987	0	10 月
W	1988	N	11 月
X	1989	D	12 月

9. 电容器各种表示方法举例

如图 1-23 所示是各种标注电容器的例子，下面对它们的标注进行一一说明。

图 1-23a 所示是金属化纸介电容，采用直标法表示标称电容量参数，CJ 表示是金属化纸介电容器，其他参数均采用直接标注方式。

图 1-23b 所示是云母电容器，采用字母数字混标法表示标称电容量，CY 表示是云母电容器，标称容量采用字母数字混标法，即 4n7 表示标称容量。允许偏差用字母 K 表示，额定电压采用直标，PN 为生产日期（1982 年 11 月）。

图 1-23c 所示是采用色标法表示标称容量的电容器, 3 条色带为同一种颜色, 即均为红色, 这三条色码表示 222, 这是标称容量为 2200pF 的电容器。

图 1-23d 所示是采用 3 位数表示标称容量的电容器, 223 表示 $22 \times 10^3\text{pF} = 0.022\mu\text{F}$ 。字母 Z 表示允许偏差为 $+80\% \sim -20\%$ 。

图 1-23e 所示是采用直标法表示标称容量的电容器, 7 表示标称电容量为 7pF 。

图 1-23f 所示是采用直标法表示标称容量的电容器, 0.056 表示标称电容量为 $0.056\mu\text{F}$, 5 表示允许偏差为 $\pm 5\%$, 25 表示额定电压为 25V 。

图 1-23g 所示是采用直标法表示标称容量的电容器, 0.1 表示标称电容量为 $0.1\mu\text{F}$, $\pm 10\%$ 表示允许偏差, 100VDC 表示直流额定电压。

图 1-23h 所示是采用字母数字混标法表示标称容量的电容器, R47 表示 $0.47\mu\text{F}$, C6 表示工作温度为 $-40 \sim +200^\circ\text{C}$ 。

图 1-23i 所示是采用字母数字混标法表示标称容量的电容器, 47n 表示 $47 \times 10^3\text{pF} = 47000\text{pF} = 0.047\mu\text{F}$ 额定电压为 25V 。

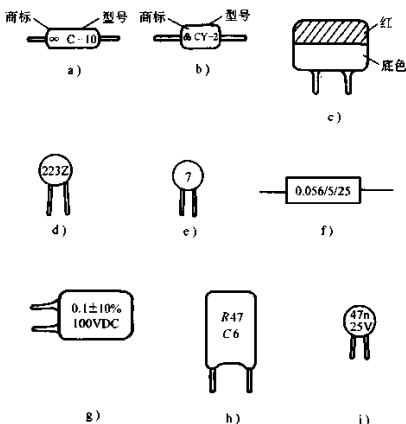


图 1-23 电容器标注举例

六、主要特性

掌握电容器的主要特性及其相应变化, 是分析有电容器参与电路工作原理的基础。下面介绍电容器的一些主要特性。

1. 隔直特性

电容器是不能让直流电流通过的, 这一特性称之为电容器的隔直特性, 这是电容器的重要特性之一。可用如图 1-24 所示直流电源对电容器充电过程来说明。

电路中, E 为电池, 电池是直流源, 为电路提供直流工作电压。 R_1 为电阻, C_1 为电容, S_1 为开关。在开关未接通之前, 电容 C_1 中是没有电荷的。在开关 S_1 接通后, 电路中的直流电源 E 开始对电容 C_1 充电, 此时电路中是有电流流动的。当充电一段时间后, 电容 C_1 上、下极板上充有图示的电荷, 即上极为正电荷, 下极为负电荷, 由于上、下极板之间是绝缘的, 所以电容器 C_1 上、下极板上的正、负电荷不能复合, 在电容器上、下极板上的电荷保留住了。

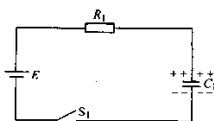


图 1-24 电容器隔直示意图

由于电容器极板上的电荷随着充电进行, 电荷愈来愈多, 电容器两极板之间的电压愈来愈大。当充电到一定程度后, 电容 C_1 两极板上的电压 (上正下负的直流电压) 等于直流电源电压 E 时, 电阻 R_1 两端的电压为 0V , 这时没有电流流过电阻 R_1 了, 说明也没有电流对

电容器 C_1 充电了 (R_1 和 C_1 构成串联电路, 在串联电路中的电流处处相等), 此时充电结束, 电路中没有电流。由于电路中无电流, 说明电容 C_1 处于开路状态 (电阻 R_1 是不会开路的), 直流电流不能继续流动, 说明电容具有隔开直流电流的作用, 即电容器具有隔直的特性。

关于直流电源电压 E 对电容器充电还要说明以下几点:

1) 当直流电源电压 E 反方向充电时, 对电容 C_1 的充电过程和结果是一样的, 但由于直流电源的极性反了, 所以在电容 C_1 上充到的直流电压为下正上负。由此可见, 当直流电源对电容充电时, 当直流电源的极性不同时在电容上充到的直流电压极性是不同的。

2) 电容器对直流电流具有隔直作用, 是指直流电流对电容器充电完成之后, 电路中没有电流流动了, 在直流电流刚加到电容器上时, 电路中是有电流流动的, 但这一有电流流动的过程很快结束, 具体时间长短与电路中的电阻 R_1 和电容 C_1 的大小有关。

3) 在直流电源对电容充电的回路中, 电容器两端所充到的直流电压大小与直流电源电压大小有关, 在充电完成后, 电容器两端的直流电压大小等于直流电源电压的大小 (当然电容器的耐压要能承受直流电源的电压)。

2. 通交特性

电容器具有让交流电流通过的特性, 这称为电容器的通交特性。电容器的这一特性可以如图 1-25 所示电路来说明。电路中, C_1 是电容器, R_1 是电阻器, V_S 是交流电源。

如图 1-25a 所示的电路中, V_S 为交流电源。当 V_S 为正半周时, V_S 经 R_1 对 C_1 充电, 使 C_1 的上、下极板分别得到正电荷和负电荷, 图 1-25b 所示。在这一充电过程中有电流流过 R_1 , 即图中的 I_1 。电流 I_1 流过电阻 R_1 的方向是从左向右。

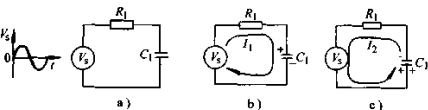


图 1-25 电容器通交示意图

在 V_S 为负半周时, V_S 对 C_1 反向充电, 应该是使 C_1 的上、下极板分别得到负电荷和正电荷, 如图 1-25c 所示, 电路中的充电电流为 I_2 , 流过电阻 R_2 的方向是从右向左。但是, 在 V_S 正半周充电时已使 C_1 的上极板带正电荷、下极板带负电荷, 所以 V_S 负半周充电时给 C_1 上极板充的负电荷与原来的正电荷相抵消。

同理, C_1 下极板上原来负电荷与 V_S 负半周充电时的正电荷相抵消。由于 V_S 的正、负半周幅度是相等的 (正、负半周对极板上充电的电荷量是相等的), 所以上、下极板上一个周期内电荷平均值为零, 即当 V_S 一个周期结束后, 电容 C_1 上、下极板上的电压为 0V。

在交流电源 V_S 的一个周期内, 流过电阻 R_1 的电流方向是改变的, 说明流过 R_1 的电流是交流电流, 就是由交流电源 V_S 产生的交流电流。当 V_S 不断变化极性, 对 C_1 的充电方向不断改变, C_1 上、下极板上的电荷不断复合、充电, 这样电路中便一直有交流电流的流动, 即 I_1 为正半周电流, I_2 为负半周电流, 等效于 C_1 能够让交流电流通过。这就是电容器的通交特性。

这里值得指出的是, 电容器 C_1 两极板之间是绝缘, 交流电流是不能直接通过两极板构成回路的, 由于交流电流的充电方向不断改变, 使电路中有交流电流流过, 等效成 C_1 能够让交流电流通过。

在电路分析中为了方便起见，将电容器看成一个能够直接通交流电流的元件。当然，电容器对交流电也存在着阻碍作用，这一阻碍作用就如同电阻器对电流存在电阻一样，电容器对交流电的阻碍称之为容抗 X_C 。

电容在直流电路中，由于直流电压是单方向不变的，对电容的充电方向始终不变，待电容器充满电荷之后，电路中便无电流的流动，所以认为电容具有隔直作用。电容器的隔直和通交作用往往是联系起来的，说明电容器具有隔直通交作用，可以用如图 1-26 所示电路充分说明电容器的隔直通交作用。

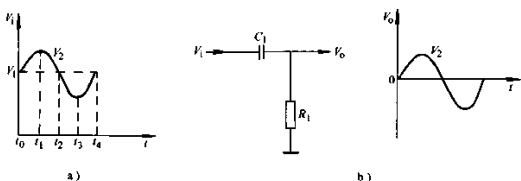


图 1-26 电容器隔直通交原理电路

电路中，输入信号 V_i 是一个由直流电压 V_1 和交流电压 V_2 构成的信号，如图 1-26a 所示波形示意图。在电路分析过程中，往往要借助于信号波形来理解电路的工作原理，从 V_i 信号波形中可以看出， V_i 是由直流电压 V_1 加上交流电压 V_2 得到的。

在 t_0 时刻， V_i 等于 V_1 ， V_2 为 0V， $V_1 + V_2 = V_1$ ，见 V_i 波形为 V_1 。在 t_1 时刻， V_1 仍为 V_1 ， V_2 为正峰值， V_i 波形中为 V_1 加上 V_2 （正峰值），此时 V_i 为最大值。在 t_2 时刻，因 V_2 为 0V，所以 V_i 为 V_1 大小。在 t_3 时刻， V_2 为负峰值，所以此时 V_i 为 V_1 减去负峰值， V_i 为最小。通过上述波形分解可知， V_i 所示的信号波形是由一个直流信号和一个交流信号复合而成的，在许多电路分析中要将这一复合信号波形分成两个信号来理解。

如图 1-26b 所示电路，输入信号是 V_i ，这是一个直流和交流复合信号，分析这一电路的工作原理时，就要将信号 V_i 分解成两个信号来进行，即一个是直流电压，另一个是交流电压。由于电容的隔直作用，直流电压是不能通过 C_1 的，所以在输出端没有直流电压。同时，由于电容 C_1 具有通交的作用， V_i 信号中的交流电压是能够通过电容 C_1 和电阻 R_1 成回路，在这一回路中产生交流电流 I_1 ， I_1 通过电阻 R_1 后在 R_1 两端的交流电压即为输出电压 V_o 。所以，输出信号 V_o 中只有输入信号 V_i 中的交流信号成分 V_2 ，而没有直流成分 V_1 ，见图 1-26b 中输出信号电压波形 V_o 所示。

3. 容抗特性

电容器能通过交流电，但当交流信号的频率（用 f 表示）和电容器的容量（用 C 表示）不同时，电容器对交流电的阻碍作用——容抗也是不同的。电容器的容抗用 X_C 表示，容抗大小 X_C 由下列公式决定：

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$$

式中 f ——交流信号的频率；

C ——电容器的容量。

所谓频率是交流电一秒钟重复变化的次数，单位为赫兹（用 Hz 表示）。如图 1-26b 所示的交流信号 V_2 波形，交流电压波形从 t_0 到 t_4 变化了一次，称为一个周期，一秒钟内变化了多少次为频率。

电容让交流电通过时对交流电存在着阻碍作用，就如同电阻阻碍电流一样，所以在大多数的电路分析中，可以将容抗在电路中的作用当作电阻作用一样来理解，根据这一原理可以将电容等效成一个“电阻”，可用分析电阻电路的一套方法来理解电容电路的工作原理，这是电路分析中常用的等效理解方法。

容抗的大小与下列两个因素有关：

- 1) 电容器本身的容量 C 大小。
- 2) 与交流电的频率 f 有关。

从上面的容抗公式中可以看出，容抗 X_C 与频率 f 成反比，即当电容器容量一定时，频率高，容抗愈小，频率低，容抗大。

容抗 X_C 与容量 C 也成反比的关系，即当频率一定时，容量愈大，容抗愈小，容量愈小，容抗愈大。容抗单位为欧姆。牢记 C 、 f 与 X_C 之间的关系对分析电容电路是十分重要的。

4. 电容两端电压不能突变的特性

电容两端的电压 V 由下式决定：

$$V = \frac{Q}{C}$$

式中 Q ——电容器内部的电荷量；

C ——电容器的容量。

电容两端电压不能突变的特性在许多电路分析中都要用到，这是分析电容器电路工作原理时的一个重要特性。关于电容器两端电压不能突变的原理可以用如图 1-27 所示电路来说明。

在图 1-27a 所示电路中，在开关 S_1 未合上时，电容器 C_1 中无电荷，由上述公式可知，因 $Q = 0$ ，故 $V = 0V$ ，即 C_1 两端的电压为 $0V$ 。当开关 S_1 接通瞬间，对 C_1 的充电要有一个过程，故 S_1 合上瞬间 C_1 中仍然是无电荷的，所以 C_1 两端的电压仍为 $0V$ 。这样可以知道，电容器两端的电压是不能发生突变的。

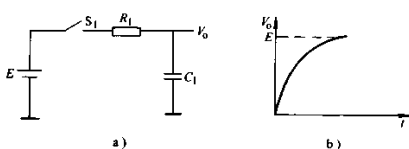


图 1-27 示意图

在开关 S_1 接通瞬间，由于 C_1 两端电压不能突变，又因为 C_1 中原先无电荷，所以 C_1 两端电压为 $0V$ ，电源电压 E 全部加在电阻 R_1 上，此时电路中的电流为最大。然后，对电容 C_1 充电， C_1 中有电荷， C_1 两端的电压按图 1-27b 所示曲线上升。

在这一充电曲线中，刚开始 C_1 上的电压为 $0V$ ，然后 C_1 上的电压迅速上升，后来电压上升比较慢。这是因为刚开始充电时， C_1 上的电压小，随着充电的进行， C_1 两端电压升高，在电阻 R_1 上的电压下降（ R_1 上的电压等于 E 减去 C_1 上的电压），充电电流下降，使 C_1 中电荷增加量减小，所以 C_1 两端的电压增大量在减小，直到充电结束，电路中无电流，

C_1 两端的电压等于 E 。

在这电路中, C_1 两端电压是在增大的, 而 R_1 两端电压是在减小的, 回路中电流也是减小的。

关于电容器两端电压不能发生突变特性还要说明以下几点:

1) 在上述电路中, 由于刚接通开关 S_1 时 C_1 两端的电压不能发生突变, 而 C_1 内部本来就没有电荷, C_1 两端本来的电压为 $0V$, 所以在开关 S_1 接通时 C_1 两端的电压仍然为 $0V$ 。由于 C_1 下端是直接接地的, 电压为 $0V$, 而 C_1 两端的电压为 $0V$, 所以 C_1 上端极板的电压在 S_1 接时也为 $0V$ 。如若 C_1 的两端原先是有电压的 (原先电容器内部有电荷), 在接通电源瞬间 C_1 两极板上的电压相等, 只有相等才能使电容两端的电压为 $0V$ 。

2) 上面讲的是对电容器充电情况, 当电容器开始放电的瞬间, 电容器两端的电压也是不能发生突变的, 原理一样, 因为只有电容器内部的电荷量发生改变时, 电容器两端的电压才能发生改变, 刚开始放电时电容器内的电荷还不能放, 所以电容器两端的电压是不变的。

3) 如若电容器原先内部已经有了电荷, 电容器两端便有了一个电压, 设为 V_1 。当这一电容器刚开始充电或放电时, 电容两端的电压也是不能发生突变的, 这样电容器两端的电压仍然为 V_1 大小。

5. 电容器的储能特性

理论上, 电容器不消耗电能, 所以电容器中充到的电荷会储存在电容器中, 只要外电路不存在让电容器放电的条件, 电荷就一直在电容器中, 电容器的这一特性称为储能特性。但是, 实际上电容器存在着各种能量损耗, 它是损耗电能的, 当然比起电阻器来它对电能的损耗要小得多。

七、故障现象和检测方法

1. 故障现象

小容量电容器的常见故障主要有下列一些:

1) 电容器开路故障, 或断续开路故障。电容器开路之后, 便没有电容器的作用了。当不同电路中的电容器出现开路故障之后, 电路的具体故障现象是不同的, 如耦合电容开路后将出现无声故障。

2) 电容器击穿故障。当电容器击穿后, 没有电容器的作用, 电容器两根引脚之间为通路, 这时电容的隔直作用消失, 电路的直流电路工作将出现故障, 从而影响电路的交流工作状态。

3) 电容器漏电故障。当电容器漏电时, 电容器两极板之间绝缘性能下降, 两极板之间存在漏电阻, 将有直流电流通过电容器, 电容器的隔直性能变劣, 同时电容器的容量也下降。当耦合电容器漏电时, 将造成电路噪声大故障, 当滤波电容器漏电时, 电源电路的直流输出电压下降, 同时滤波效果明显变劣, 交流声大。

4) 一些电容器的击穿故障表现为加上工作电压后电容器击穿, 在断电后它又不表现为击穿, 即在用万用表检测时它不表现出击穿的特征, 此时若在通电情况下测量电容两端的直流电压为 $0V$, 或很低。

5) 一般在工作电压比较高的场合下运用的电容器比较容易烧坏, 如滤波电容等。

关于对电容器的检测, 这里介绍除电解电容以外固定电容器的检测方法, 这类电容器一般标称电容量均小于 $1\mu F$ 。

电容器的检测方法主要有三种：

一是采用代替检查法；二是采用万用表欧姆档检测法；三是用万用表电容测量档检测法。

2. 代替检查法

代替检查法是判断电路中元器件是否工作正常的一个人本和重要方法，这种检查方法不仅可以用来检测电容器，而且可以用来检测各种元器件等，这一检查方法的基本原理是：当怀疑电路中某电容器出现故障时，可用一只质量好的电容器去代替它工作，如若代替后电路的故障现象不变，说明对此电容的怀疑不正确，若代替后电路故障现象消失，则说明怀疑正确，故障也得到了解决。

对检测电容器而言，代替检查法在具体实施过程中分成下列两种不同的情况：

1) 如若怀疑某电容器存在开路故障（或容量不足），可在电路中直接用一只好的电容器并联上去，通电检验，如图 1-28a 所示。 C_1 是原电路中的电容， C_0 是为代替检查而并联上去的质量好的电容。由于是怀疑 C_1 开路，相当于 C_1 已经开路了，所以再直接并联一只电容 C_0 是可以的，这样的代替检查操作过程比较方便。

2) 如若怀疑电路中的电容器是短路或漏电，则不能采取直接并联上去的方法，要先断开所怀疑电容器的一根引脚后再并联上去。因为电容短路或漏电后，该电容器两根引脚之间不再是绝缘的，所并上的电容不能起正常的作用，就不能知道代替检查的正确结果。

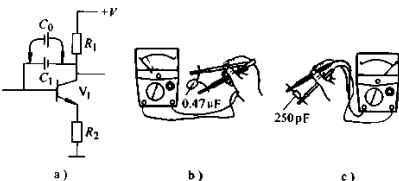


图 1-28 代替检查法示意图

3. 万用表欧姆档检测法

对于普通万用表，由于无电容测量功

能，可以用欧姆档进行电容器的粗略检测，虽然是粗略检测，但由于检测方便和能够说明一定的问题，故普遍采用。用普通万用表检测电容器时采用欧姆档，对小于 $1\mu\text{F}$ 电容器要用 $R \times 10\text{k}$ 档，检测时要将电容器断开电路后进行，具体分成以下几种情况：

1) 检测容量为 $6800\text{pF} \sim 1\mu\text{F}$ 的电容器时，用 $R \times 10\text{k}$ 档，红、黑表棒分别接电容器的两根引脚，在表棒接通的瞬间，应能见到表针有一个很小的摆动过程，如图 1-28b 所示。如若未看清表针的摆动，可将红、黑表棒互换一次后再测量，此时表针的摆动幅度应略大一些。如若在上述检测过程中表针无摆动，说明电容器已开路。如若表针向右摆动一个很大的角度（表针停在那里不动），说明电容器已击穿或严重漏电。注意，在检测时手指不要同时碰到两支表棒，以避免人体电阻对检测结果的影响。

2) 检测容量为 6800pF 以下的电容器时，由于容量太小，充电时间很短，充电电流很小，万用表检测时无法看到表针的偏转，所以此时只能检测电容器是否存在漏电故障，而不能判断它是否开路，即在检测这类小电容器时，表针不应该偏转，若偏转了一个较大角度，如图 1-28c 所示，说明电容器漏电或击穿。关于这类小电容器是否存在开路故障，用这种方法是无法测出的，可采用代替检查法，或用具有测量电容功能的数字万用表来测量。

4. 万用表电容测量功能检测法

在一些数字式万用表上设有电容器容量测量功能，此时可以用这一功能档来检测电容

器，具体方法是将电容器的两根引脚插入万用表的有关孔中，选择适当测量量程，若指示的电容量大小等于电容器的标称容量，说明电容器是好的，若测量的容量远小于标称容量，则可以说明该电容器已经损坏。

5. 注意事项

在检测容量小于 $1\mu\text{F}$ 固定电容器的过程中，要注意以下几个方面的问题：

1) 用万用表欧姆档检测电容器的原理是这样，在欧姆档表内电池是与表棒串联的，在检测电容器时，表内电池和表内电阻与被检测电容器串联起来，由表内电池通过表内电阻对电容器进行充电。若电容器没有开路，就会有充电现象，即表内会有电流流动，表针会偏转，应该是表针先向右偏转再向左偏转到阻值无穷大处，当表针偏转到阻值无穷大处后，说明对电容器的充电已经结束。

当电容器存在击穿或漏电故障时，电容器两极板之间不再是绝缘的，而是存在一个电阻（称为漏电阻）而不是无穷大，万用表的欧姆档能够测量这一漏电阻，表针向右偏转一个角度，指示漏电阻的大小，所以当测得有漏电阻存在时，说明电容器已经击穿或漏电了。

2) 由于 $1\mu\text{F}$ 以下电容器的容量小，万用表检测时对电容器的充电时间很短，不容易观察到表针偏转现象，所以应在表棒接通瞬间观察表针的变化，而不是表棒搭在电容器引脚上之后，过一会儿再观察表针。

3) 万用表检测方法也可以在路测量电容器，但小容量电容器因为电容量太小，受外电路影响较大，测量结果是不准确的，所以一般不采用在路检测的方法。

4) 用普通万用表检测电容器时，是无法测出电容器的容量的。在修理中也往往无须去测量容量的大小，只要求判断电容器是否存在开路或短路、严重漏电等故障。

八、修配方法

1. 修复方法

固定电容器损坏的形式有多种，但大多数情况下固定电容器损坏后是不能修复的，只有当电容器的引脚断了时，可以通过重新焊一根引脚来修复，电容器的其他故障均要采取更换措施。

2. 选配方法

电容器选配是比较方便的，一般可以选用同型号同规格电容器。在选不到同型号、同规格电容器的情况下，可按下列原则进行选配：

1) 标称电容量大致相同时可以考虑代用。在许多情况下电容器的容量相差一些是无关紧要的（要根据电容器在电路中的具体作用而定）。但有些场合下的电容器，不仅对容量要求严格，而且对允许偏差等参数也有严格要求，此时就必须选用原型号、同规格的电容器。

2) 在容量要求符合条件的情况下，额定电压参数大于原电容器的参数时是可以代用的，有时略小些也可以代用。

3) 高频电容器不能用低频电容器去代替，否则效果不好，严重时电容器不能起到相应的作用，但高频电容通常可以去代替低频电容器。

4) 在有些场合下，进行电容器的代替时还要考虑电容器的工作温度范围、温度系数等参数。

5) 在标称电容量不能满足要求时，可以采用电容器串联或并联的方法来满足容量这一要求。

3. 更换操作注意事项

在更换电容器过程中，要注意以下几个方面的问题：

- 1) 一般要先拆下已经坏的电容器，然后再焊上新的电容器。
- 2) 容量小于 $1\mu\text{F}$ 的固定电容器一般是无极性的，它的两根引脚可以不分正、负极，但对有极性电容器是不行的。
- 3) 当需要更换的电容器在线路板的深部时（拆下它相当不方便），如若已经确定该电容器是开路故障或容量不足故障时，可以用一个新电容器直接焊在该电容器背面焊点上，不必去拆下原电容器，但对于击穿和漏电的电容器这样更换是不行的。

九、电容电路

由于电容器的特性比电阻器复杂得多，所以电容电路也比电阻电路复杂。这里只介绍电路中只有电容时电路的工作原理及电路分析方法。

在分析电容电路之前，必须先了解电容器的有关基本特性。电容器的特性很多，在分析不同的电路时要用到它不同的特性。只有熟练掌握电容器的各主要特性，才能在电路分析过程中灵活运用这些特性去分析电路的工作原理。

1. 电容器串联电路

电容串联电路的电路形式与电阻串联电路是一样的，如图 1-29 所示是电容串联电路。电路中，电容 C_1 和 C_2 相串联，然后与交流电源 V 相连。如若将电容的容抗用电阻的形式来等效，可以画成右边的等效电路形式， $R_1 = X_{C1}$ (C_1 的容抗)， $R_2 = X_{C2}$ (C_2 的容抗)。电容串联电路的一些基本特性是与电阻串联电路一样的，但由于电容器的基本特性与电阻器的特性是有所不同的，所以这一串联电路的基本特性也有所不同，主要有以下几点：

- 1) 由于电容的隔直作用，所以该串联电路是不能通过直流电的，交流电是可以通过的。
- 2) 流过各串联电容的电流是相等的，这一点与电阻串联电路是一样的，也是各种串联电路的共同特性。
- 3) 各电容上的电压（降）之和等于电源电压，即 $V_1 + V_2 = V$ ，这一点也是与电阻串联电路一样的。

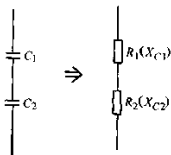


图 1-29 电容串联电路

- 4) 容量大的电容上的电压降小，容量小的电容上的电压降则大，了解这一点对读图中抓住主要矛盾是很重要的。记忆这一特性有两种方法：一是见它的等效电路，由于容量大容抗则小，相当于电阻小，而在电阻串联电路中阻值小的电阻上的电压降小；二是用公式 $V = Q/C$ 来理解，由于是串联电路，流过各电容的电流是相等的，各电容内所充的电荷量相等，即各电容中的电荷 Q 相等，而电容两端的电压与容量大小成反比，所以容量大的电容其电压降反而小。

- 5) 电容愈串总的容量愈小，各电容串联后总电容的倒数等于各电容的倒数之和，即 $1/C = 1/C_1 + 1/C_2 + \dots$ ，这一点与电阻并联电路是相同的。当两个容量相等的电容串联后，其总的电容为串联电容的一半。

- 6) 在电容串联电路中，当某一个电容的容量远大于其他电容时，该电容相当于呈通路状态（可理解成大电容的容抗与其他电容相比太小而可以忽略不计），此时电路中起决定性作用的是容量小的电容。

2. 并联电路

电容并联电路的电路形式与电阻并联电路是一样的,如图 1-30 所示。这一电路也有与电阻并联电路相同的特性,但由于电容本身的特性决定了这一电路也有它自己的一些不同于电阻并联电路的特性。下面对这一电路的主要特性说明如下:

1) 电容并联电路中的各支路均不能通过直流电流,因为电容具有隔直作用。

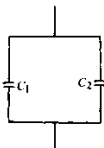
2) 各支路中的电流之和等于总电流,这是各种并联电路的共同特性。在各支路中,容量大的支路中的电流大,反之则小。这是因为容量大容抗小,电流就大,见右边的等效电路,可以从这一电阻并联电路中去理解这其中的道理。

3) 并联电容的各电容上电压是相等的,这是各种并联电路的共性。

4) 在并联电路,由于流过各电容的电流可能不相等了(只有两电容的容量相等时其电流才相等),所以对各电容的充电电荷量是可能不相等的,容量大的电容因充电电流大而电荷多。

5) 电容愈并总的容量愈大,并联电路中的总电容等于各电容的容量之和,即 $C = C_1 + C_2 + \dots$ 。从理论上讲,在电容并联电路中,起决定性作用的是容量大的电容,因为容量大容抗小,见电容并联电路的等效电路,由电阻并联电路可知,当一个电容的容抗远比另一个大时,该电容相当于开路而不起主要作用。但是,在实用电路中,由于大容量的电容在制造上的原因不可能成为一个纯电容,存在着感抗的特性,造成对高频信号的阻抗反而大。

图 1-30 电容
并联电路



十、电容电路故障分析

1. 电容开路故障分析

关于电容器在电路中开路后的故障分析,主要说明以下几个方面:

1) 由于电容器本身对直流电具有隔离作用,所以当电容开路后,对电路中的直流电路是没有影响的,也就是当电容开路后,通过测量电路中有关测试点的直流电压不能发现电容器已经开路的故障。

2) 电容开路后,交流信号不能通过这一电容了,交流信号是受到影响的,不同电路中的电容开路后,对交流信号的影响是不同的,如信号传输回路的耦合电容开路之后,信号不能通过这一电容了,后级电路没有交流信号,对音频电路而言将出现无声故障,对视频电路而言将出现无图像故障。其他电路中的电容开路之后,将会出现各种故障现象。

3) 有些电路中的电容开路之后,对电路的直流和交流电路工作均没有直接影响,但可能会使电路工作稳定性变劣等。

2. 电容短路和漏电故障分析

关于电路中电容短路和漏电后的故障分析,主要说明以下几个方面问题:

1) 击穿和漏电的性质是相似的,电容严重漏电时就是击穿,所以这两种故障对电路的工作影响有其相似之处。

2) 当电容击穿或漏电之后,电容两极板之间不绝缘了,直流电流也能通过电容了,电容的隔直作用没有了或不好了,这样电路中的直流电路工作不正常。换句话说,当电容击穿或漏电时,通过测量电路中有关测试点的直流电压大小,是可以发现电容击穿或漏电的,但要注意当电容轻度漏电时是很检测到的,因为对直流电路的影响不大。

3) 电路中的电容,它的两根引脚之间的直流电压一定是不相等的,如若测量相等了,

可以说明这一电容已经击穿了。

4) 不同电路中的电容出现击穿或漏电故障,对电路的影响也是不同的。有的电路中,如滤波电路中的滤波电容击穿时,将出现烧保险丝的故障,有的电路中电容击穿后只影响电路的直流工作情况。

5) 当一个电容击穿或漏电时,只对该电容所在的局部电路产生影响,因为电路中还有其他电容起隔直的作用,从而不影响其他电路的直流工作状态。根据这一道理,可以在检修电路时缩小电路故障范围。例如,测得电路中的某一点直流电压不正常,说明只在这一局部电路中的电容可能出现击穿或漏电故障,而不必去检查其他电路中的元器件。

6) 当耦合电容漏电时,由于有直流电流通过了耦合电容,这种电流就是噪声,所以此时电路将出现噪声大故障。

3. 电容量变小故障分析

电容只会出现容量变小的故障,不会出现容量变大的故障,电容使用时间长等因素会造成电容的容量变小故障。关于电容的容量变小故障分析,主要说明以下几个方面的问题:

1) 不同电路中的电容出现容量变小故障时,对电路的影响是不同的,有的会造成严重故障现象,有的则对电路的工作影响不大。

2) 当电容的容量变小后,对低频信号的影响最大(对高频信号的影响较小)。当耦合电容的容量变小后,对信号的损耗将增大,特别是对低频信号的损耗增大,因为频率低,容抗大。

3) 当滤波电容的容量变小后,滤波效果变劣,将出现交流声。

4) 电容的容量变小故障往往与电容的漏电有关,所以当电容的容量变小时,电容也可能同时出现漏电故障。

4. 电容电路小结

上面讲的全是纯电容电路,在实用电路中,多半出现的是还有其他元器件参与的电容电路,但纯电容电路是基础,只有掌握了上述电路的基本工作原理才能分析更为复杂的电容电路。关于纯电容电路和故障分析主要小结以下几点:

1) 在电容串联和并联电路中,由于电容的特性是与电阻有所不同的,所以此时的串、并联电路特性也是有所不同的,不同部分主要是由于电容的特性所决定的。根据电容的基本特性和串、并联电路的特性,可以方便地理解电容串、并联电路的工作原理和进行电路分析。

2) 电容的容抗、隔直通交、电容两端的电压不能突变等概念要掌握。

3) 电容器的容抗与电阻器的电阻有很大的不同:一是电阻对不同频率的信号呈现相同的阻值,而容抗则与频率和容量两个因素有关,所以电阻比较单一而容抗则在不同情况下有不同的结果,比较复杂,分析电路时要注意这一点;二是直流电能够流过电阻器,而电容器则是不让直流电通过的。

4) 电容的串联和并联具体情况很多,各种情况下又有各自的特别之处,在此不再说明。

5) 电容除上面介绍的串联和并联电路之外,同电阻电路一样也有串并联电路和电压分压电路等,这些电容电路与相应的电阻电路是很相似的,这里不作说明了。

6) 关于对电容电路的故障分析要掌握,它是检修各种具有电容参加的电路的基础。

第三节 电感器

电子电路、家用电器中的电感器可分为下列两大类：

- 1) 应用自身自感作用的电感线圈。
- 2) 应用互感作用的变压器，本节只讨论电感器，变压器将在后面介绍。

电感器俗称线圈，它与电阻器和电容器是电子电路中最基本的元器件，但是电感器在电路中的应用量远比电阻器和电容器少。

一、外形特征

如图 1-31 所示是常见电感器的外形示意图。其中，图 1-31a~c 所示是一般电感器的外形示意图，图 1-31d 所示是小型固定电感器外形示意图，共有四种类型。

关于电感器的特征主要说明以下几点：

- 1) 电感器一般情况下是两引脚，这两根引脚是不分正、负极性的，可以调换使用。
- 2) 各种电感器的外形特征是不同的，且相差较大。
- 3) 除小型固定电感器安装比较方便外，其他电感器的安装不方便。

图 1-31a 所示是空芯电感器，圈绕在骨架上，无磁芯。

图 1-31b 所示是调幅式电感线圈，骨架上有引脚，这是线圈的引出线，上面有一个带螺纹的磁芯，转动磁芯可将此磁芯伸入或退出线圈，这样可以改变线圈的电感量，所以这是一个电感量可以进行微调的微调电感器。微调的意思是能够在小范围内改变线圈的电感量。

图 1-31c 是磁罐式电感器，线圈装在磁罐内。

上述这几种电感线圈都有一个共同的缺点，即不能方便地固定在线路板上。固定电感器则做成一个像电容器那样的形状，引出两根线脚，可以方便地固定在线路板上，使用十分方便，图 1-31d 所示就是这种固定式电感器。

二、电路符号和种类

1. 电路符号

如图 1-32 所示是电感器的电路符号，图 1-32a 所示是电感线圈的一般电路符号，表示线圈中不含磁芯，在电路符号中电感器用字母 L 表示。

图 1-32b 所示是有磁芯电感器的电路符号，过去它只表示是低频磁芯的电感器（电路符号中的一条实线表示磁芯，为低频磁芯），而高频磁芯电感器的电路符号见图 1-32c 所示，用虚线表示高频磁芯，但现在则统一用图 1-32b 所示的电路符号，以实线来表示磁芯，图 1-

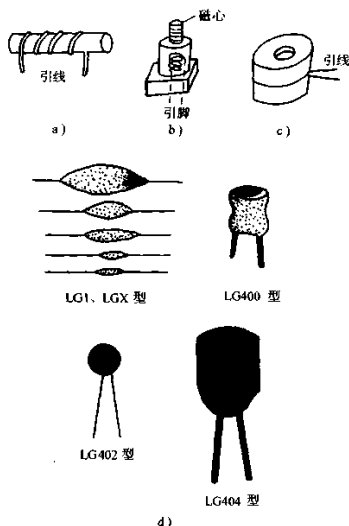


图 1-31 电感器外形示意图

32c 的电路符号已不用了（但在已有的电路图中还会见到这种电感器的电路符号）。

图 1-32d 表示磁芯中有间隙的电感器，图 1-32e 表示有磁芯且电感量可在一定范围内连续调整的电感，又称为微调电感。图 1-32f 表示无磁芯但有一个抽头的电感器。

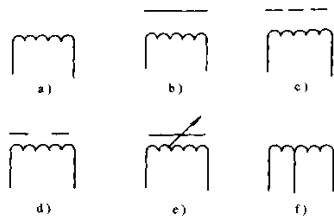


图 1-32 电感器电路符号

2. 种类

电感器的种类较多。电感器按有无磁芯划分有下列两种：

一是空芯电感器，即没有磁芯；二是有磁芯电感器。

电感器按安装形式划分有：立式、卧式、小型固定式等。

电感器在使用中常按工作率高低来划分，有下列两种：

一是高频电感线圈，这种线圈的特点是电感量较小、用于工作频率比较高的电路中；二是低频扼流圈，又称为低频阻流圈，它主要用在低频（音频）电路中，电感量较大。

三、电感器结构及工作原理

1. 结构

最简单的电感线圈可以用导线空心地绕几圈，有磁芯的电感器是在磁芯上用导线空心地绕几圈。无论哪种电感器，都是用导线绕几圈，绕的匝数不同及有无磁芯，电感器电感量的大小是不同的，但电感器的特性是相同的。

2. 工作原理

电感器的工作原理分成两个部分：

1) 给电感器通电后的电感器工作过程，此时电感器由电产生磁场。

2) 电感器在交变磁场中的工作过程，此时电感器由磁产生交流电。

根据电工原理可知，当给线圈中通入交流电流时，在电感器的四周要产生交变磁场，当给电感器通入直流电流时，在电感器四周要产生大小和方向不变的恒定磁场。

由电磁感应定律可知，磁通的变化将在导体内引起感应电动势，因电感器（线圈）内电流变化（因为通的是交流电流）而产生感应电动势的现象，称之为自感应。电感就是用来表示自感应特性的一个量。

线圈周围的磁场是由交变电流产生的，这个磁场称为原磁场。自感电动势要阻碍线圈中的电流变化，这种阻碍作用称之为感抗，如同电容的容抗一样。

电感器的电感大小与线圈的结构有关，线圈绕的匝数愈多，电感愈大。在同样匝数情况下，线圈加了磁芯后，电感量增大。

电感的定义公式如下：

$$L = \frac{\Psi}{I}, \text{ 单位为 } \frac{V \cdot s}{A} = \Omega \cdot S = H$$

式中 L ——电感 (H)；

Ψ ——自感磁通量 (V·s)；

I ——流过电感器的电流 (A)。

四、主要参数和单位

1. 电感单位

电感单位为亨，用 H 表示，H 太大，常用毫亨（用 mH 表示）和微亨（用 μH 表示），它们之间的换算如下：

$$1\text{mH} = 1000\mu\text{H}$$

$$1\text{H} = 1000\text{mH} = 1000000\mu\text{H}$$

2. 电感器主要参数

电感器的主要参数有下列几项。

(1) 电感量及允许偏差。电感量表示了电感器的电感大小，它与线圈的匝数、有无磁芯等有关。允许偏差表示制造过程中电感量偏差大小，通常有以下三个等级：

- 1) I 级，其允许偏差为 $\pm 5\%$ 。
- 2) II 级，其允许偏差为 $\pm 10\%$ 。
- 3) III 级，其允许偏差为 $\pm 20\%$ 。

一般高频电感器的电感量较小，为 $0.1 \sim 100\text{mH}$ ，低频电感器的电感量为 $1 \sim 30\text{H}$ 。

(2) 品质因数。品质因数又称为 Q 值，用字母 Q 表示。 Q 值表示了线圈的“品质”。 Q 值愈高，说明电感线圈的功率损耗愈小，效率愈高。线圈的品质因数可以用下式来表示：

$$Q = \frac{2\pi fL}{R}$$

式中 f ——频率；

L ——电感；

R ——线圈的总电阻（包括直流电阻、高频电阻、介质损耗电阻等）。

从上式可以看出，线圈的直流电阻 R 愈小， Q 值愈大。 Q 值无单位，因为 $2\pi fL$ 为感抗，其单位为 Ω ，而直流电阻的单位也为 Ω 。

(3) 额定电流。额定电流是指允许通过电感器的最大电流，这也是电感器的一个重要参数。当通过电感器的的工作电流大于这一电流值时，电感器将有烧坏的危险。

(4) 固有电容。固有电容又称分布电容、寄生电容，它是由各种因素造成的，相当于并在电感线圈两端的一个总的等效电容，如图 1-33 所示，即图中的电容 C 为电感器的固有电容， R 为电阻， L 为电感。

电感 L 要与等效电容 C 构成一个 LC 并联谐振电路，这一电路将影响电感器的有效电感量的稳定性。当电感器工作在高频电路中时，等效电容的影响更大，为此要尽量减小电感线圈的固有电容。

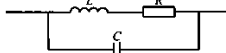


图 1-33 电感器固有电容示意图

五、参数表示方法

在电感器上一般标出电感器的标称电感量（也有的不标），

在后面将介绍的固定电感器中还要标出允许偏差和额定电流参数。

电感线圈的表示方法主要有下列两种。

1. 直标法

一般电感器的标称电感量采用直标法，即将标称电感量用数字直接标注在电感器的外壳上，同时，用字母表示额定工作电流，再用 I、II、III 表示允许偏差参数。

2. 色标法

在有些固定电感器中，采用色标表示标称电感量和允许偏差，这种固定电感器有时称为色码电感器，如图 1-34 所示是这种电感器的标注示意图。

对于这种色码电感器的读码方式与色标电阻器是一样的，见图中所示，靠在最左边的一条是第 1 位有效数，其次是第 2 位有效数，第 3 位为倍乘，最后一位为允许偏差色码。这种色码电感器的色码含义与色标电阻器的色码含义是一样的，在此不再说明具体的色码含义和读码方法。

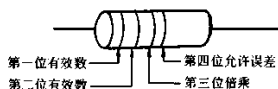


图 1-34 色码电感器标注示意图

六、固定电感器

1. 种类

见图 1-31d 所示的固定电感器，它的特点是使用方便。图中是 LG 小型固定电感器，这种小型固定电感器共有卧式和立式两大类，分有下列四种型号：

一是 LG1、LGX，为卧式结构；二是 LG400 型，为立式结构；三是 LG402 型，为立式结构；四是 LG404 型，为立式结构。

在各种型号中，根据额定工作电流的不同，还分有多种。

2. 结构

固定电感线圈通常是将线圈绕制在软磁铁氧体磁芯上，外面用环氧或其他包装材料保护起来，形成一个坚固的壳体，线圈引脚引出两根引脚，具有结构坚固、安装方便、体积小、重量轻等优点，已获得愈来愈广泛的应用。

3. 参数表示方法

在这种固定电感器中，额定电流共有五个等级，用大写字母表示，如表 1-17 所示。

表 1-17 参数表示方法

字母	A	B	C	D	E
含义	50mA	150mA	300mA	0.7A	1.6A

这种小型固定电感器的标称电感量采用 E12 系列，即 1、1.2、1.5、1.8、2.2、2.7、3.3、3.9、4.7、5.6、6.8、8.2，再乘 10 的 n 次方。

这种小型固定电感器的允许偏差共分三级，具体见前面的电感器参数表示方法。

七、主要特性

电感器作为一个元器件在电路中有时单独完成一个工作，有时则与其他元器件一起构成一个单元电路。在分析具有电感器电路的过程中，了解下列一些电感器的主要特性对电路分析是相当重要的。注意：电感器的一些特性与电容器相反，在记忆时可以对照地记。

1. 感抗特性

电感器对流过它的交流电流存在着阻碍作用，即存在感抗，感抗同容抗、电阻有些类似。电感器的感抗大小也与两个因素有关，即与电感量和频率有关，感抗 X_L 可以用下列公式计算：

$$X_L = 2\pi fL$$

式中 X_L ——电感器的感抗；

f ——通过电感器交流电的频率；

L ——电感器的电感量。

从上述感抗计算式中可以看出，感抗与频率成正比，即频率愈高感抗愈大，频率愈低感抗愈小，这一点同电容器容抗与频率之间的关系是相反的，记住了容抗与频率之间关系后，将感抗与频率之间关系反过来。感抗还与电感量成正比，这一点同电容器容抗与容量之间的关系也是相反的。所以，分析电路和为了方便记忆，主要记忆容抗与频率、容抗与容量之间的关系，再将感抗与频率、感抗与电感量关系相反。在实用电路中大量遇到的是电容器。

当交流电通过电感器时，感抗对交流电起着阻碍作用，相当于电阻对电流的阻碍作用，在分析电路时可以进行这种等效（同前面介绍的电容电路中的等效相同），这样有利于电路分析。

另外，电感器除存在感抗外，由于电感器是由导线绕制的，所以电感器还存在导线的直流电阻，但这一导线的直流电阻是很小的。交流电通过电感器时，线圈的直流电阻对交流电也有阻碍作用，但与感抗所起的阻碍作用相比是很小的，所以可忽略不计线圈直流电阻的作用，认为只存在感抗的作用，这样有利于电感器在电路中工作原理的分析。当然，在有时分析电感器在直流电路中工作原理时，电感器的直流电阻大小是不能忽略不计的，这要看具体电路情况而定，像这种问题是电路分析中的一个难点。

2. 通直阻交特性

电容器具有隔直通交的特性。而电感器的这一特性基本与电容器相反，它通直阻交流。通直是指电感器对直流电而言呈通路，只存在线圈本身很小的直流电阻对直流电流的阻碍作用，这种阻碍作用由于很小而往往可以忽略不计，所以在电路分析中，当直流电通过线圈时认为线圈呈通路。

当交流电通过电感器时，电感器对交流电存在着阻碍作用，阻碍交流电的是线圈的感抗，它同电容器的容抗类似，由于此时感抗远大于电感器直流电阻对交流电流的阻碍作用，可以忽略直流电阻对交流电流的影响。

记忆电感器通直阻交特性时，也可以与电容器的隔直通交特性联系起来。

3. 电励磁特性

电感器的重要特性之一是，当电流流过电感器时，要在电感器四周产生磁场。无论是直流电还是交流电流过线圈时，在线圈内部和外部周围要产生磁场，其磁场的大小和方向与电流的特性有关。

直流电通过线圈时，产生一个方向不变和大小不变的磁场，磁场大小与直流电流的大小成正比，磁场方向可用右手定则判别。右手的四指指向线圈中电流流动的方向，大拇指指向磁场的方向。磁场的变化规律与电流的变化规律是一样的。当直流电流的大小在改变时，磁场强度在随之改变，但磁场方向始终不变。

当线圈中流过交流电流时，磁场的方向仍用右手定则。由于交流电流本身的方向在不断改变，所以磁场的强弱也在不断改变。由于交流电的大小在不断变化，所以磁场的强弱也在不断改变。这样，给线圈通入交流电流后，线圈产生的磁场是一个交变磁场，其磁场强度仍与交流电流的大小成正比。

从线圈的上述特性中可以知道，线圈能够将电能转换成磁能，可以利用线圈的这一特性做成换能器件。例如，录音机中的录音磁头就是利用这一原理制成的。

4. 磁励电特性

线圈不仅能将电能转换成磁能，还能将磁能转换成电能。当通过线圈的磁通量在改变时（通俗地讲线圈在一个有效的交变磁场中时），线圈在磁场的作用下要产生感应电动势，这是线圈由磁励电的过程。磁通量的变化率愈大，其感生电动势愈大。由于交变磁场的大小和方向在不断改变，所以感应电动势的大小和方向也在不断改变，感应电动势的变化规律与磁场的变化规律是相同的。

当线圈在一个恒定磁场（大小和方向均不变）中时，线圈中无磁通量的变化，线圈不能产生感应电动势，这一点就不像线圈由电励磁时通入直流电也能产生方向恒定的磁场，线圈的这一特性要记住，否则在电路分析时容易出错。

线圈由磁励电的应用更多了，如动圈式话筒、放音磁头等，它们都是将磁能转换成电能的换能器件。

通过上述线圈电励磁和磁励电特性可知，线圈可以做成一个换能器件。

5. 线圈中的电流不能发生突变

前面讲过电容器两端的电压不能突变，对线圈而言则是线圈中的电流不能突变，这一点电容器和电感器又是有所不同的。当流过线圈的电流大小发生改变时，线圈要产生一个反向电动势来维持原电流的大小不变，线圈中的电流变化率愈大，其反向电动势就愈大。

线圈这一特性对电路的安全工作是有危害的，为此电路中设置了意在消除这种反向电动势的保护电路，在分析这种保护电路的工作原理时要了解线圈反向电动势的判别方法，如图 1-35 所示将这一判别方法分成四种情况来说明。

如图 1-35a 所示电路，电路中的原电流为 I_1 ，其电流方向是从上而下地流过线圈 L_1 ，且原电流是在增大。反向电动势要阻碍这一电流的增大，这样可画出反向电动势产生的电流 I ，方向为从下而上，与 I_1 方向相反，电流 I 的方向与 I_1 相反后可抵消 I_1 的增大。反向电动势产生在线圈 L_1 的两端， L_1 是反向电动势的内电路，在内电路中的电流是从负极流向正极的，外电路中的电流是从正极流向负极。

根据内电路中电流是从负极流向正极的原理，可以画出 L_1 两端电动势的正负极性，即上端为 +，下端为 -，如图 1-35a 所示。

在上述反向电动势极性判别过程中，为了确定反向电动势的方向，先根据线圈会阻碍原电流变化的特性，在图中画出电流 I_2 ，由于原电流是在增大，所以 I 要与原电源 I_1 方向相反。然后，根据内电路中电流流动方向原理，确定线圈两端反向电动势的方向，利用上述方法可以对各种情况下的反向电动势方向进行判别。

如图 3-35b 所示电路，电路中的原电流为 I_1 ，方向也是从上而下地流动线圈，但是原电流是在减小。电流减小时反向电动势要阻碍这一电流的减小，所以反向电动势产生的电流 I 方向是从上而下，即 I 要加大原电流，所以 I 应与 I_1 方向可同，如图 3-35b 所示。根据电流 I 的方向可以判别出此时的反向电动方向在 L_1 上为下 + 上 -。

利用上述反向电动势判别方法，可以方便地对图 3-35c 和 d 所示中的反向电动势方向进行判别。

八、故障现象和检测方法

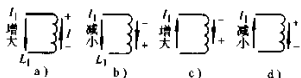


图 1-35 线圈反向电动势的判别方法示意图

1. 故障现象

电感器的主要故障是线圈烧成开路或因线圈的导线太细而断线，当电感器在不同电路中出现线圈开路故障后，会表现为不同的故障现象：

1) 在电源电路中的线圈容易出现因电流太大烧断线圈的故障，此时电源电路开路，表现为无电压输出。

2) 当其他小信号电路中的线圈开路之后，一般表现为无信号输出。

线圈除开路故障外，一些微调线圈还会表现为磁芯松动而引起的电感量不对，此时该线圈所在电路的电路不能正常工作，表现为对信号的损耗增大，或根本就无信号输出。另外，当线圈受潮后，线圈的 Q 值下降，对信号的损耗增大。

2. 检测方法

对电感器的检测主要有直观检查和万用表测量它的直流电阻大小两种方法。

直观检查主要是查看引脚是否断、磁芯是否松动、线圈是否发霉等。

万用表进行检测主要是测量线圈是否开路，其他问题（如匝间短路等）用万用表是测不出来的。具体的检测方法是这样：万用表 $R \times 1$ 档，两枝表棒分别接线圈的两根引脚，此时的电阻应为几 Ω ，甚至更小。但是，对于匝数较多、线径较细的线圈，其直流电阻会达到几十 Ω ，甚至几百 Ω 。通常情况下，线圈的直流电阻只有几 Ω 。

关于用万用表检测线圈质量还要说明以下几个问题：

1) 当测得直流电阻很大时，说明线圈开路了，这是线圈的常见故障。

2) 检测线圈时可以不分在路和脱开电路测量，因为线圈的直流电阻是很小的，在路时外电路对线圈测量的影响很小。

3) 测量时，手指碰到线圈引脚对测量结果影响也是很小的，可以忽略不计。

4) 对于有抽头的线圈，抽头到另两根引脚的直流电阻均应该是很小的，有一个为很大时，均说明这一线圈存在开路故障。

九、修整和选配方法

1. 修整方法

关于电感器的修整方法主要说明以下几点：

1) 若测得线圈已经开路了，此时直观检查电感器的外表，看看有无烧焦的痕迹，当发现有烧焦或变形的迹象时，就不必对电感器进行进一步检查了，作更换处理。

2) 当外观检查电感器无异常现象时，要查看线圈的引脚焊点处是否存在断线现象，对于能够拆下外壳的电感器，可以拆下外壳后进地检查，是引线断时可以更新焊上。不过，这种引线因较细和有绝缘漆而很难焊好，而且不能再将引脚焊断了。此时，先刮去引线上的绝缘漆，在刮去漆的导线头上搪上焊锡，然后再去焊引线头。另外，这一焊点要小，不能有虚焊或假焊现象，也不要碰伤其他引线上的绝缘漆。

3) 对于磁芯松动的电感器，可以重新用一根新橡皮筋换上。

4) 对于磁芯碎的电感器，可以从相同的旧电感器上拆下一个磁芯换上。

2. 选配方法

对于电感器的选配主要注意以下几点：

1) 对于电源电路中的电感器，主要考虑最大工作电流，应不小于原电感器的的工作电流，大些是可以的。另外，电感量大些也是可以的，小了会影响滤波效果。

2) 对于其他电路中的电感器, 由于对电感的要求比较严格, 所以应用同型号、同规格的更换。

3) 电感器损坏后, 一般应尽力修复, 因为电感器的配件并不丰富, 必要时还可以自行绕制。

十、电感电路

1. 电感器在电路中主要作用

电感器在电路中的主要作用有下列几个方面:

- 1) 电源电路中作为滤波电感, 阻止交流成分通过, 让直流电流通过。
- 2) 与电容构成 LC 谐振电路, 作为各种滤波器、选频电路等。
- 3) 可以用来耦合信号和延时信号。

2. 电感器串联和并联

电感器的串联、并联电路不常见, 这里对电感串、并联后的总电感量作些说明。

电感串联后的总电感量为各串联电感之和, 即 $L = L_1 + L_2 + \dots$, 这一点与电容器的串联不同而与电容器的并联相同。

电感并联后总电感量的倒数等于各电感倒数之和, 即 $1/L = 1/L_1 + 1/L_2 + \dots$, 这与电容器的并联不同而与串联相同。

十一、电感电路故障分析

电感器的主要故障在前面已经介绍, 这里将电感器故障分成几种情况进行电路故障的分析。

1. 电感开路故障分析

电感器在各种电路中, 一般均要构成电路的直流通路, 当电感器开路之后, 电路的直流通路中断, 将影响直流电路的正常工作, 而在电路中直流通路是保证电路系统正常工作的必要条件。所以, 当直流电路不能正常工作后, 必将影响电路系统的信号放大和处理。

当电源电路中的滤波电感器开路之后, 由于整机电路无直流工作电压, 电路系统不能进入工作状态, 整机电路没有信号输出, 对于音频电路而言将出现无声故障, 对于视频电路没有图像, 对于控制电路没有控制信号输出。

当 LC 谐振电路中的电感器开路之后, 由于谐振电路往往用来取出信号, 此时电路无信号输出, 会造成无声或无图像故障等。

2. 电感量不正常故障

电感器很少出现短路、漏电等故障, 但会出现电感量不正常故障。此时, 对于电源电路中的电感器, 即使出现电感量不正常故障对电路工作也没有什么影响, 但在 LC 谐振电路中, 由于电感量的大小决定了谐振频率的高低, 所以 LC 谐振电路不能正常起作用, 造成电路输出信号小, 严重时将造成无信号输出。

3. 电感电路小结

关于电感电路小结如下:

- 1) 电感器电路主要用于电源电路中构成滤波电路和与电容构成 LC 谐振电路。
- 2) 单独的电感器串联电路和并联电路很少。

3) 分析有电感构成的电路时, 要记住电感器具有通直阻交等特性, 分析直流电路时可以将电感器看成通路, 当分析交流电路时不能将电感器看成是通路。当见到电感器和电容器

构成 LC 谐振电路时, 要用 LC 谐振电路的分析方法来分析电路的工作原理。

第四节 晶体二极管

二极管的全称为晶体二极管, 其种类较多, 在电子电路中的应用广泛。本节介绍普通二极管, 有关各种专门用途的二极管在后面有关章节中介绍。

一、外形特征

如图 1-36 所示是常见的普通二极管外形示意图, 图 1-36a 所示目前常用的塑料封装二极管, 图 1-36b 所示是玻璃封装的二极管。

关于二极管的外形特征主要说明以下几点:

1) 二极管共有两根引脚, 它的两根引脚是有正、负之分的, 在电路中使用两根引脚不能接反。



图 1-36 二普通二极管外形示意图

2) 二极管的体积不大, 比一般电阻器要小些。

3) 通常在二极管的外壳上标出二极管的电路符号。

二、电路符号和种类

1. 电路符号

如图 1-37 所示是几种二极管的电路符号。图 1-37a 所示是过去普通二极管的电路符号。图 1-37b 所示是现在采用的电路符号, 是国家最新规定的电路符号, 比较这两种电路符号的不同之处是三角形过去要涂黑, 而现在不涂。图 1-37c 所示的是发光二极管电路符号。图 1-37d 所示的是稳压二极管电路符号。

2. 电路符号功能

二极管的电路符号能够表达二极管的一些特性, 说明如下:

1) 电路符号中表示出了二极管的正、负极性, 三角形底边这端为正极, 另一端为负极。

2) 电路符号形象地表示了二极管工作电流流动的方向, 通过二极管的电流只能是从正极流向负极, 也就是电路符号中三角形的指向。

3) 二极管只有两根引脚, 电路符号中表示出了这两根引脚。

3. 种类

二极管的种类有很多, 按它的功能分有普通二极管、发光二极管、稳压二极管、光敏二极管等。

普通二极管按照材料划分有两种: 一是硅二极管, 二是锗二极管。

三、基本结构及工作原理

1. 结构

二极管是一种采用半导体材料制成的器件, 所谓半导体是一种导电能力介于导体和绝缘体之间的材料, 用这种半导体材料可以制成许多电子器件, 除二极管外还有三极管、场效应管、可控硅(晶闸管)等。

二极管是用一块 P 型半导体和一块 N 型半导体通过特殊工艺使它们连接在一起, 在它

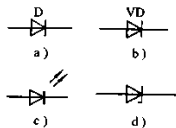
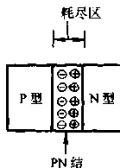


图 1-37 二极管电路符号

们的交界面处形成了一个PN结，所以二极管的基本结构是PN结，二极管的特性就是这一PN结的特性。如图1-38所示是二极管结构示意图。

2. 工作原理

二极管有截止和导通两种状态。在截止时，二极管的两根引脚之间相当于开路，两根引脚的电阻很大。在导通时，二极管的两根引脚之间相当于接通，两根引脚之间的电阻很小。二极管导通与截止是有一定工作条件的，当给二极管加上一定的正向电压时，二极管可以处于导通状态；当给二极管加上反向电压时，二极管处于截止状态。



如果给二极管正极加的电压高于负极电压时，给二极管加的是正向偏置电压（简称正向电压）。只要这一正向电压达到一定的值，二极管便导通，图1-38 二极管此时有电流流过二极管，这一电流流动方向是从正极流向负极。当给二极管加上正向电压时，就是给PN结的P型材料加的电压高于给N型材料加的电压。二极管只能是这一方向的电流流动，电流不能从负极流向正极，否则这个二极管就已经损坏了。

当给二极管的负极电压高于正极电压时，给二极管加的是反向偏置电压（简称反向电压）。只要是反向电压，二极管中就没有电流流动，但若加的反向电压太大，二极管击穿，此时电流将从负极流向正极，这时该二极管已经损坏。

四、主要参数

二极管的参数比较多，这里介绍几项常用的参数。

1. 最大整流电流 I_M

它是指二极管长时间正常工作下，允许通过二极管的最大正向电流值。各种用途的二极管对这一参数要求的重要性是不同的，当二极管用来作为检波二极管时，由于工作电流是很小的，所以对这一参数的要求不高。当二极管用来作为整流二极管时，由于整流时流过二极管的电流是比较大，有时是很大的，此时 I_M 是一个重要的参数。

当正向电流流过二极管时，PN结要发热（二极管要发热），电流愈大，管子愈热，当管子热到一定程度时就要烧坏二极管，所以 I_M 参数限制了二极管的正向工作电流大小，在使用中不能让二极管超过这一值。在一些大电流的整流电路中，为了帮助整流二极管散热，应给整流二极管加上散热器。

2. 最大反向工作电压 V_{RM}

它是指二极管正常工作时所能承受的最大反向电压值， V_{RM} 约等于反向击穿电压的一半。反向击穿电压是指给二极管加反向电压，使二极管击穿时的电压值。二极管在使用中，为了二极管的安全工作，实际的反向电压不能大于 V_{RM} 。

对于晶体管而言，过电压（指工作电压大于规定电压值）比过电流（工作电流大于规定电流）更容易损坏管子，因为电压稍增大一些，往往电流就会增大许多，这一点将在后面介绍的二极管伏-安（ $V-I$ ）特性曲线中很容易看出。

3. 反向电流 I_{CO}

它是指给二极管加上规定的反向偏置电压情况下，通过二极管的反向电流值， I_{CO} 大小反映了二极管单向导电性能。前面讲到，给二极管加上反向电压后，没有电流流过二极管，这是理想情况，实际上二极管在加上反向电压后或多或少地会有一些反向电流，反向电流是从二极管负极流向正极的电流，正常情况下这一反向电流是很小的，而且是愈小愈好。这一

参数是二极管的一个重要参数, 因为当反向电流太大后, 二极管失去了单向导电特性, 二极管也就失去了它的功能。

在二极管反向击穿之前, 总是要存在一些反向电流的, 对于不同材料的二极管这一反向电流的大小是不同的。对于硅二极管, 它的反向电流比较小, 一般为 $1\mu\text{A}$, 甚至更小。对于锗二极管, 反向电流比较大, 约有几百 μA 。所以, 现在一般不用锗二极管而用硅二极管。

反向电流 I_{CO} 在二极管反向击穿前的大小基本不变, 即反向电压只要不大于反向击穿电压值, 反向电流几乎不变, 所以反向电流又称反向饱和电流。

4. 最高工作频率 f_M

二极管可以用于直流电路中, 也可以用于交流电路中, 在交流电路中交流信号的频率高低对二极管的正常工作是有影响的, 信号频率高时要求二极管的工作频率也要高, 否则二极管就不能很好地起作用, 这就对二极管提出工作频率要求。

由于二极管的材料、结构和制造工艺的影响, 当二极管工作在一定高频率状态下时, 二极管将失去它的良好工作特性。二极管保持它良好工作特性的最高频率, 称为二极管的最高工作频率。

在一般电路和低频电路中, 对二极管的 f_M 参数是没有要求的, 主要是在高频电路中对这一参数有要求。

五、表示方法

二极管不同于电阻器、电容器等, 它的参数不标注在二极管的外壳上, 而是要通过查阅有关晶体管手册后, 才能了解二极管的参数值。这里讲的表示方法是指二极管的极性表示方法和型号表示方法。

1. 二极管型号命名方法

表 1-18 二极管与三极管型号含义

第一部分		第二部分		第三部分				第四部分	第五部分
用数字表示器件的电极数目		用汉语拼音字母表示器件的材料和极性		用汉语拼音字母表示器件的类型				用数字表示器件序号	用汉语拼音字母表示区别代号
符号	意义	符号	意义	符号	意义	符号	意义		
2	二极管	A	N 型, 锗材料	P	普通管	D	低频大功率管		
3	三极管	B	P 型, 锗材料	V	微波管		$(f_c < 3\text{MHz}, P_c \geq 1\text{W})$		
		C	N 型, 硅材料	W	稳压管	A	高频大功率管		
		D	P 型, 硅材料	C	参量管	T	半导体整流管 (可控整流器)		
		A	PNP 型, 锗材料	Z	整流器				
		B	NPN 型, 锗材料	L	整流堆	Y	体效应器件		
		C	PNP 型, 硅材料	S	隧道管	B	雪崩管		
		D	NPN 型, 硅材料	N	阻尿管	J	阶跃恢复管		
		E	化合物材料	U	光电器件	CS	场效应器件		
				K	开关管	BT	半导体特殊器件		
				X	低频小功率管	FH	复合管		
					$(f_c < 3\text{MHz}, P_c < 1\text{W})$	PIN	PIN 型管		
				G	高频小功率管	JG	激光器件		
					$(f_c \geq 3\text{MHz}, P_c < 1\text{W})$				

二极管的型号命名方法同后面将要介绍的三极管型号命名方法是相同的，这里将这两种管子型号命名方法放在一起介绍。我国对二极管和三极管型号命名中，将管子型号分成五个部分，各部分具体含义见表 1-18。

这里举几个二极管例子来说明型号的含义。根据型号可以知道二极管的材料、极性和类型等。

例 1: 某二极管外壳上标出 2AP9，根据上表可知，2 表示是二极管；A 表示是 N 型半导体，为锗材料二极管；P 表示是普通二极管；9 表示序号。这样 2AP9 为是一只普通锗材料二极管，关于它的具体参数从型号上看不出来，要去查有关晶体管手册才行。2AP9 一般用来作为检波二极管。

例 2: 某二极管外壳上标出 2CZ11，其中 2 是二极管，C 是硅材料、N 型半导体，Z 是整流二极管，11 是序号。这样，2CZ11 是一只硅整流二极管。

2. 极性表示

二极管的两根引脚是有正、负极之分的，一般在二极管的外壳要标出正、负极，如图 1-39 所示是常见二极管的极性表示方式。表示二极管极性时，有的标出电路符号，有的用色点表示，有的则要借助于二极管的外形来识别。

图 1-39a、b 所示两种二极管都在外壳上标出电路符号，根据电路符号可以知道正、负极，图中右侧为负极，左侧为正极。图 1-39c 所示二极管中，在外壳上标出一个点，有点的这一端是二极管的正极，没有点的这一端是负极。图 1-39d 所示二极管的正、负极引脚形式不同，这样也可以分清它的正、负极，带螺纹的一端是负极，这是一种工作电流很大的整流二极管，见图中所示。

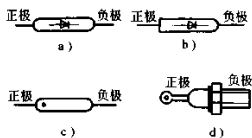


图 1-39 常见二极管极性标注示意图

二极管的正、负极除根据外壳上的标记进行识别外，还可以用万用表进行分辨，具体方法在后检测方法中介绍。

六、主要特性

二极管的特性有许多，利用它的这些特性可以构成各种具体的应用电路，在进行电路分析时不了解二极管的特性，分析是十分困难的。下面对二极管的主要、常用特性进行说明。

1. 单向导电性

二极管最基本和主要的特性是单向导电特性。二极管是有正、负极之分的，它的两根引脚中一根是正极，另一根是负极，流过二极管的电流只能是从正极流向负极，而不能从它负极流向正极，这称之为二极管的单向导电特性。

一根导线、一个电阻器或电容器，它们能两个方向流过电流，这是双向导电的，即电流能够从它的一根引脚流向另一根引脚，电流也能够反方向流动，但二极管是不能的，否则二极管就损坏了。

见二极管的电路符号，符号中的三角形形象地表示了电流的流动方向，利用电路符号的这一提示作用，可在电路分析时方便地知道二极管在电路中的电流流动方向。例如，在直流电路中分析二极管工作原理时，使二极管导通的电压只能是从它的正极加到负极，所以分析这一电压从什么地方加来时，就要从二极管正极开始向直流电压供给方向读图。

要使二极管导通必须给二极管加一个正向偏置电压，即给二极管正极加的电压高于负极

的电压，并且要高到一定的程度，对硅二极管而言是 0.6V 左右，对于锗二极管而言是 0.2V 左右，这样二极管才能导通。

若正向电压加不到这一大小，则二极管处于微导通状态。若所加的是反向电压（负极电压高于正极），则二极管是不能导通的，处于截止状态。

2. 正向和反向特性

二极管的正向和反向特性可以用它的伏-安 ($V-I$) 特性曲线来说明，如图 1-40 所示。曲线中，横轴是电压 (V)，即加到二极管两极引脚之间的电压。纵轴是电流 (I)，即流过二极管的电流。它正、反向特性曲线见图 1-40 所示，在正向时正极电压大于负极电压，此时电流是从正极流向负极。在反向时负极电压大于正，此时的电流是从负极流向正极。

见正向特性曲线，当给二极管加上的正向电压小于一定值时，管子的正向电流是很小的，当正向电压大到一定程度之后，正向电流则迅速增大，并且是正向电压稍微增大一点，管子的正向电流就增大许多。使管子正向电流开始迅速增大的正向电压 V_1 称之为起始电压。这一电压对于不同材料二极管是不同的，硅二极管的起始电压约为 0.6V，锗二极管则约为 0.2V。正向电流就是从管子正极流向负极的电流。

见反向特性曲线，当给管子所加的反向电压小于一定值时，管子的反向电流始终是很小的，这一电流就是前面所讲的反向饱和电流。当所加的反向电压大到一定值时，管子的反向电流迅速增大，此时管子处于电击穿状态，使管子反向电流开始迅速增大的反向电压称之为反向击穿电压 V_Z 。当管子处于反向击穿状态时，二极管便失去了它的单向导电特性。

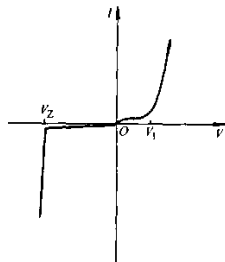


图 1-40 二极管 $V-I$ 特性曲线

二极管的击穿分成下列两种情况：

1) 电击穿，这不是永久性的击穿，将加在管子上的反向电压去掉后，二极管仍然能够恢复它的正常特性，管子是不会损坏的，但存在损伤。

2) 热击穿，这是永久性的击穿，当管子较长时间处于电击穿状态时，由于流过管子的反向电流很大，管子的 PN 结因发热而导致损坏，此时去掉反向电压后管子也不会恢复正常的特性了。

3. 正向电阻大、反向电阻小

正向电阻是指二极管正向导通后管子正、负极之间的电阻（是 PN 结的正向电阻），这一电阻是很小的，即正向电阻小。

反向电阻是指二极管处于反向偏置而未穿时的电阻（PN 的反向电阻），这一电阻是很大的，即反向电阻大。正、反向电阻的大和小是相对的，即反向电阻远远大于正向电阻，并且是愈大愈好。

当二极管未导通时，即截止状态，二极管两根引脚之间的电阻也是很大的。

利用二极管正、反向电阻的特性，可以将二极管作为电子开关，即所谓的开关二极管。在二极管正向导通时，其内阻很小，相当于开关接通。当二极管截止时，它两根引脚之间的电阻很大，相当于开关的断开。

开关二极管与普通的机械式开关相比，在二极管导通时的内阻没有为零，在二极管截止

时的电阻没有为开路，但由于这两种状态下的电阻已经相差很大了，在电路中可以起到电路通与断的控制作用。

这种二极管开关电路（又称二极管电子开关电路）的优点是开关速度快，而机械式开关在开关速度这一点上是不能与它相比的。所以，在电子电路中，广泛使用电子开关电路。

关于二极管的正向电阻还要说明一个问题，即当二极管的正向电流在变化时，二极管的正向电阻将随之变化，正向电流愈大，正向电阻愈小，在一些控制电路中要用到二极管的这一特性。

4. 正向压降基本不变

在二极管导通之后，其管压降是基本不变的，管子的正向电流发生很大变化时，正向压降才有微小的变化。换句话说讲，当正向电压有一个微小变化时，将引起正向电流的很大变化。

二极管的正向电压降是基本不变，不是绝对不变。当温度升高时，其管压降要略有下降。利用二极管的这一特性可以设计成温度补偿电路，在分析这种温度补偿电路时不了解二极管的这一特性，电路工作原理就无法分析。在分析不同电路中的二极管工作原理时，要用到二极管的不同特性，选择二极管的什么特性去分析电路是分析电路的最大困难之一。只有对二极管的各种特性十分了解，才能在电路分析时比较顺利。

七、故障现象和检测方法

1. 故障现象

二极管主要有下列一些故障：

1) 开路故障。这是指二极管正、负极之间已经断了，此时二极管的正向和反向电阻均为无穷大。当电路中的二极管开路之后，电路处于开路状态，造成二极管的负极没有电压输出。

2) 击穿故障。这是指二极管的正、负极之间已经呈通路了，此时正、反向电阻一样大，或十分接近。当二极管击穿时，并不一定表现为正、负极之间的阻值为零，而是会有一些阻值。当电路中的二极管击穿后，二极管负极将没有正常信号电压输出，有的将出现电路过电流故障。

3) 正向电阻变大故障。这是指二极管的正向电阻太大了，使信号在二极管上的压降增大，造成二极管负极输出信号电压下降，有时二极管会因为发热而损坏。正向电阻大之后，二极管的单向导电性变劣。

4) 性能变劣故障。这是指二极管并没有出现开路或击穿等明显的故障现象，但二极管的一些性能变劣后，此时电路中的二极管不能很好地起到相应的作用，造成电路的工作稳定性不好或电路的输出信号电压下降等。

2. 检测方法

对二极管的检测主要使用万用表，可以分成在路和脱开电路后的两种检测方法。

(1) 脱开电路后的检测方法。此时主要是用万用表的欧姆档（ $R \times 1k$ 档）测量二极管的正、反向电阻来判断管子质量，如图 1-41 所示。图 1-41a 所示是测量正向电阻的示意图，图 1-41b 所示是测量反向电阻的示意图。

如图 1-41a 所示，在测量正向电阻时，黑表棒接二极管的正极，红表棒接二极管的负极，此时表内电池给二极管加的是正向偏置电压（万用表内黑表棒接表内电池的正极，黑表棒接正极是给二极管加上正向偏置电压）表针所指示的正向电阻阻值较小，一般为几 $k\Omega$ 。

若测量的正向电阻值为零或测量的正向电阻值很大（几百 $k\Omega$ ），则说明二极管的性能已变差；若测量的正向电阻值为无穷大（ ∞ ），则说明二极管已经开路了。

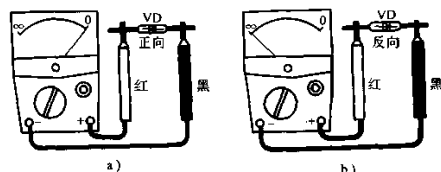


图 1-41 万用表测量二极管示意图

如图 1-41b 所示，在测量反向电阻时，黑表棒接二极管的负极，红表棒接二极管的正极，此时表内电

池给二极管加的是反向偏置电压，表针所指示的反向电阻阻值较大，一般为几百 $k\Omega$ 以上。若测量的正、反向电阻值均很小，则说明二极管已经击穿了。

(2) 在路测量二极管方法。在路测量二极管时有下列两种情况：

1) 断电下的测量，此时是测量二极管的正、反向电阻，具体方法同断开电路时的方法相同，只是要注意外电路对测量结果的影响，对这一影响的分析方法同前面介绍的在路测量电阻器、电容器时的一样。对在路测量的正、反向电阻大小分析方法同上述的断开电路测量时一样。

2) 通电情况下的测量，此时主要是测量二极管的管压降。由前面二极管特性中所介绍的可知，当二极管导通后的管压降是基本不变的，若这一管压降是正常的，便可以说明二极管在电路中工作是基本正常的，依据这一原理可以在通电时测量二极管的好坏，具体方法是这样：万用表的直流电压，给电路通电，红表棒接二极管的正极，黑表棒接二极管的负极，此时表针所指示的电压值为二极管上的正向电压降。

对硅二极管而言，这一压降应该为 $0.6V \sim 0.7V$ 左右，否则说明二极管可能出现了故障。若电压降为远大于 $0.6V \sim 0.7V$ ，说明二极管已经开路了。若电压降远小 $0.6V \sim 0.7V$ ，有可能是二极管击穿了，也有可能是其他电路的故障，此时最好改用在路测量正、反向电阻的方法。

3. 注意事项

关于二极管的检测主要注意以下几个方面的问题：

1) 不同材料的二极管其正常的正向电阻和反向电阻大小是不同的，同一个二极管用同一个万用表不同量程测量时的正、负向电阻大小也是不同的，同一个二极管用不同型号万用表测量的正、反向电阻大小也是不同的，这里的阻值大小不同是指大小略有些差别，但不是相差很大的。

2) 硅二极管正向和反向电阻均大于锗二极管的正向和反向电阻。

3) 当测量二极管的正向电阻时，若表针不能迅速停止在某一个阻值上，而是在不断摆动，说明这个二极管的热稳定性不好。

4) 在使用数字式万用表时，在表中有专门的 PN 结测量档，此时可以用这一功能去测量二极管。

5) 不同材料二极管其正向导通后的管压降是不同的，硅二极管 $0.6V \sim 0.7V$ 左右，锗二极管为 $0.1V \sim 0.2V$ 左右。

6) 检测二极管的各种方法可以在具体情况下灵活选用。如，在修理过程中，先用在路检测方法，或通电检测方法，对已经拆下的或新二极管，则用脱开检测方法。

八、选配方法

1. 选配方法

二极管一般不好修理，损坏后只能更换。在更换二极管时主要注意以下几个方面的问题：

- 1) 尽可能地用同型号的二极管更换。
- 2) 对于整流二极管主要是考虑最大整流电流和最高反向工作电压两个参数。
- 3) 对于进口二极管，要先查有关手册，选用国产二极管来代用，也可以根据二极管在电路中的具体作用，以及主要参数要求，选用性能参数相近的二极管代用。
- 4) 不同用途之间的二极管是不宜代用的，硅二极管和锗二极管之间也不能相互代用。
- 5) 当代用的二极管接入电路之后，二极管再度损坏时，一要考虑是否是代用的二极管型号不对，二是考虑二极管所在的电路是否还存在其他故障。
- 6) 当代用二极管接入电路后，电路的工作性能不好时，要考虑所代用的二极管是否能满足电路的要求，以及电路中是否还有其他元器件有问题。

2. 更换方法

在已经确定二极管损坏后，要进行更换，在更换二极管时要注意以下几个方面的问题：

- 1) 当原二极管是开路故障时，可以先不拆下原二极管而直接用一个新的二极管并联上去（焊在原二极管的焊点上），开机验证是原二极管开路后再将原二极管拆下。
- 2) 当怀疑原二极管是击穿或性能不良时，一定要将原二极管拆下后再接上新的二极管。
- 3) 在拆下原二极管时，要先认清二极管的极性，焊上新二极管时也要认清极性，正、负引脚不要接反，否则电路不能正常工作，更严重的是会误认为故障不在二极管上，而去其他电路中找故障部位，造成修理走弯路。

九、二极管基本电路

上面介绍了二极管的主要特性，这里用二极管的基本电路来说明二极管电路的基本分析方法，介绍分析电路工作原理时如何运用二极管的主要特性。

1. 主要作用

二极管在电路中的主要作用有下列一些：

一是在整流电路中起整流作用；二是在检波电路中起检波作用；三是在一些控制电路中起保护作用；四是一些放大器偏置电路中起温度补偿作用。此外，二极管还可以起隔离、限幅、阻尼作用等。

2. 整流电路

整流电路的作用是将交流电转换成直流电。电子电路用直流电作为工作电压，可以用电路直接给电路供电，也可以用交流电通过电源电路将交流电转换成直流电之后给电路供电，在电源电路中少不了整流电路。

整流电路的种类很多，这里以图 1-42 所示半波整流电路为例。电路中， VD_1 是二极管，由于用于整流，所以称之为整流二极管。 R_L 是整流电路的负载电阻，在实用电路中这一负载不一定是电阻，而是某一个电子电路，这里为了分析电路的方便用一个电阻来代替整流电路的负载。 V_1 是整流电路的输入电压，这是一个正弦电压，是交流电压， V_o 是这一半波整流电路的输出电压，是单向脉动性的直流电压。这两种电压的波形见图中所示。

分析整流电路主要用二极管的单向导电特性，并且要将输入电压分成正、负半周进行，记住这一电路的分析方法，对其他类型的整流电路也是这样去分析。

先分析输入交流电压 V_1 为正半周时的电路工作情况。正半周交流电压从二极管 VD_1 的正极加到整流电路中，由于交流电压正半周时的电压高于地端电压，所以二极管的正极电压高于它的负极电压，这是给二极管加的正向偏置电压，由于二极管的特性可知，这时二极管处于导通状态。

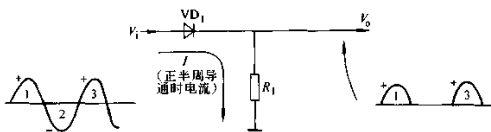


图 1-42 半波整流电路

由于二极管 VD_1 导通后的电阻是很小的，所以电路中有较大电流 I 流过二极管和负载电阻 R_1 ，电流 I 在 R_1 上的压降为输出电压 V_0 。由于 VD_1 在正半周期间一直处于导通状态，并且导通后的管压降基本不变，所以 V_0 仅比 V_1 的幅度小 $0.6V$ 左右（这是二极管导通后的管压降），其电压波形与 V_1 的正半周基本一样（只是幅度略小些）。

当输入电压变化到负半周之后（ V_1 在负半周），此时输入交流电压为负， VD_1 正极的电压比地端的电压还要低，这样负半周的交流电压使 VD_1 的正极电压低于它的负极电压（正极电压为负，负极接地电压为零），二极管在负半周交流电压的作用下处于反向偏置状态，此时的二极管截止而内阻很大， VD_1 相当于开路，电路中无电流 I ， R_1 上也无压降 V_0 。所以，在输入电压为负半周期间整流电路的输出电压为零，见图中的 V_0 波形所示。

当第二个正半周电压到来时，二极管再次导通，负半周到来时二极管再度截止， VD_1 如此不断导通、截止往复变化。从图中的输入和输出电压波形可以看出，通过这一半波整流电路，将输入电压的负半周切除，只让正半周通过，得到图示的单向脉动性直流输出电压。

关于这一半波整流电路的分析，还要说明以下几点：

1) 在整流电路中，整流二极管只输入交流电压而没有直流电压输入，利用交流电压本身的电压大小来使整流二极管正向偏置（二极管导通）或反向偏置（二极管截止），这是整流电路的特点。

2) 当输入电压 V_1 比较小，即输入交流电压的正半周峰值电压不超过 $0.6V$ 时，整流二极管在正半周也不能导通，电路就不能起整流作用。所以，在整流电路中输入交流电压的幅度本身较大，应远大于整流二极管的管压降。由于输入电压的幅度远大于管子的管压降，分析整流电路时可将整流二极管的管压降忽略不计。

3) 负载电阻 R_1 用来取出整流电路的输出电压，没有这一负载电阻时整流二极管导通时的电流不能成回路。

4) 在这一电路的分析过程中，主要是运用了二极管的单向导电性和导通后管压降很小的特性。另外，输入交流电压对整流二极管的偏置极性分析也相当重要。要记住：输入电压为负半周时，负半周的电压低于地端。

3. 限幅电路

用二极管可以构成限幅电路，如图 1-43 所示。电路中， R_1 是限流保护电阻， VD_1 是限幅二极管， V_1 是输入电压，这是一个交流电压，其波形见图 1-43 所示， V_0 是该电路的输出电压。

这一电路中电阻和二极管位置与整流电路中的倒了一下，分析这一电路仍然是用到二极管的单向导电性和正向管压降的特性。在 V_1 为正半周期间， V_1 经 R_1 加到 VD_1 上，此时 VD_1

正极电压大于负极电压而使 VD_1 处于导通状态。 VD_1 导通后, 其管压降约为 $0.6V$, 所以输出电压 V_o 正半周的最大幅度为 $0.6V$, 将输入电压 V_i 正半周大于 $0.6V$ 的部分切除, 即不让输出电压 V_o 的幅度大于 $0.6V$, 这就是限幅。

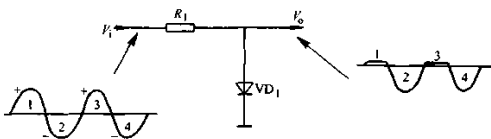


图 1-43 二极管限幅电路

当输入电压为负半周时, VD_1 正极电压为负, VD_1 处于截止状态, R_1 和 VD_1 中无电流, 在 R_1 上便无电压降, 所以输入电压为负半周期间 $V_o = V_i$ (V_o 等于 V_i 减去 R_1 上的电压降, 在负半周时回路中无电流, 使 R_1 上的电压降为零), 此时电路无限幅作用。该限幅电路的输出电压波形如图 1-43 所示, 为只有正半周受到限幅, 这是一个单向限幅电路。

在对这一电路分析过程中, 主要用到二极管的单向导电性和管子导通之后管压降基本不变的特性, 其中后者又是分析这一限幅电路工作原理的主要根据, 这一点与分析整流电路工作原理时不同。

4. 简易稳压电路

利用二极管导通后的管压降基本不变的特性可以构成简易的稳压电路, 如图 1-44 所示。稳压电路的作用是稳定工作电压, 这里的稳压电路是用来稳定直流工作电压 (还有稳定交流电压的电路)。

电路中, VD_1 、 VD_2 和 VD_3 三只二极管串联起来, R_1 是它们的限流保护电阻。由于二极管导通后的管压降基本不变, 三只串联二极管的管压降之和也就基本不变。这样, 当直流工作电压 $+V$ 变化时, 电路中的 A 点电压保持基本不变, 达到稳压目的。

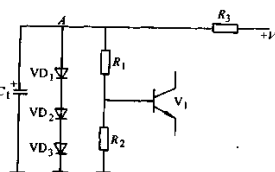


图 1-44 二极管简易稳压电路

如若电路中没有三只二极管接入电路, 当直流工作电压 $+V$ 波动时, A 点电压也将随之发生变化, A 点的直流电压就不稳定。

分析这一电路的工作原理主要要了解二极管的压降特性, 即管压降基本不变的特性, 对这一电路用二极管的其它特性来解释电路工作原理不行。另外, 这一电路中的二极管工作在直流电路中, 二极管始终处于导通状态, 这一点与整流电路中的二极管不同, 这是二极管在直流电路应用的例子。

十、二极管电路故障分析

1. 电路故障分析

这里以图 1-42、1-43 和 1-44 所示电路中的二极管故障为例, 进行电路故障的分析。

(1) 关于图 1-42 所示电路故障分析主要说明下列几点:

- 1) 当二极管 VD_1 开路后, 输出端没有直流电压输出。
- 2) 当 VD_1 的正向电阻变大时, 直流输出电压 V_o 将减小, 并且 VD_1 会发热, 严重时 will 烧坏整流二极管 VD_1 。
- 3) 当 VD_1 短路后, 不能输出直流电压, 此时的输出电压 V_o 为交流电压, 这时电路就没

有整流作用。

(2) 关于图 1-43 所示电路故障分析主要说明下列几点:

1) 当二极管 VD_1 开路后, 输出电压没有受到限幅作用, 输出电压的正半周幅度同负半周一样大小。

2) 当 VD_1 击穿后, 输出电压 V_o 的正、负半周幅度都很小或为零。

(3) 关于图 1-44 所示电路故障分析主要说明下列几点:

1) 当二极管 VD_1 或 VD_2 、 VD_3 中有一个开路后, 其他各二极管均处于截止状态, 因为三只二极管接成串联电路, A 点的电压会比正常值高, 并且 A 点电压没有稳压特性, 当直流电压 $+V$ 变化时, A 点的电压也在变化, 这一电路就没有稳压作用。

2) 当三个二极管中有一个出现击穿故障时, 只有另两个二极管在电路中起作用, 此时 A 点的电压比正常值要低一个二极管的管压降。

2. 二极管电路小结

1) 二极管在电路可以用于直流电路中, 此时要给二极管一个正向直流偏置电压, 使二极管处于导通状态, 此时分析电路工作原理时一般不用单向导电特性, 而是较多地运用管压降特性等。

2) 二极管更多地用于交流电路中, 此时可以给二极管一个很小的正向偏置电压, 使二极管处于微导通状态, 但当用于整流电路中时不给二极管正向偏置电压。

3) 判断二极管在电路中有没有正向偏置电压是分析电路的一个关键, 当电路中有直流电压加到二极管的电极上时, 要搞清楚这一电压是否给二极管加的是正向偏置电压。当没有直流电压加到二极管上时, 二极管的导通与截止只受输入交流电压控制, 这是分析二极管在电路中工作原理的首步。

4) 二极管在电路中的运用除前面介绍的几种电路外还有许多, 在不同的运用场合下分析电路的方法不同, 有关二极管在其他场合运用的电路分析方法在后面电路分析中介绍。

5) 二极管的基本特性是单向导电性, 此外它的管压降特性、正向和反向电阻大小特性、正向电阻与工作电流大小之间的关系、正向电阻与温度之间的关系均要牢记。

第五节 晶体三极管

三极管的全称是晶体三极管。电子电路中, 用来构成放大器电路的器件是三极管。但是, 三极管除了起放大作用外还起着其他的作用。实际上, 许多电子设备中, 绝大多数的三极管并不工作在放大状态, 这一点一定要清楚。

一、外形特征

如图 1-45 所示是常用的三极管外形示意图。图 1-45a 所示是目前用得最多的塑料封装三极管外形示意图, 图 1-45b 所示是金属封装的三极管外形示意图。

关于三极管的外形特征主要说明以下几点:

1) 一般三极管只有三根引脚, 每根引脚之间是不能相互代替的。这三根引脚可以是按等腰三角形分布, 也可以是一字形排列。各引脚的分布规律在不同封装类型的三极管中是不同的, 这在后的识别方法中介绍。

2) 三极管的外形可以是圆形的, 也可以是扁形的, 也可以是其他形状的。

3) 有些三极管不是三根引脚的。一些功率放大管只有两根引脚，它的外壳作为第三根引脚集电极。有的高频放大管是四根引脚的，第四根引脚是接外壳的，这一引脚不参与三极管内部工作。

4) 有些三极管外壳上装有散热片，这主要是功率放大管。

5) 三极管的外壳主要有两种：一是金属的，二是塑料的。另外，还有一种体积很小无外壳的三极管。

6) 三极管的体积有大有小，一般功率放大管的体积较大，且功率愈大其体积愈大，体积大的三极管约有手指般大小，体积小的三极管只有半个黄豆大小。

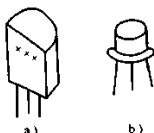


图 1-45 常见三极管外形示意图

二、电路符号和种类

1. 电路符号

如图 1-46 所示是三极管的电路符号。三极管共有三个电极，分别是基极（用 B 表示）、集电极（用 C 表示）和发射极（用 E 表示），各电极的分布在电路符号中已经表示出来，有箭头的是发射极。

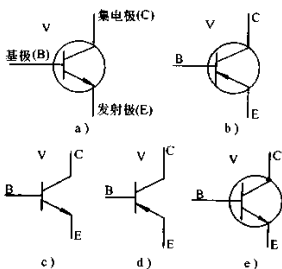


图 1-46 三极管电路符号

图 1-46a 所示是过去采用的三极管电路符号，三极管按极性找分有 NPN 型和 PNP 型两种，这是 NPN 型三极管的电路符号。图 1-46b 所示是过去采用的 PNP 型三极管电路符号，这两种不同极性三极管的电路符号主要不同之处是发射极（E）的箭头方向不同，NPN 型三极管的发射极箭头方向朝外，而 PNP 型三极管发射极箭头方向朝里。

图 1-46c 所示是目前国家最新规定的 NPN 型三极管的电路符号，它与旧电路符号相比，少了外面的圆圈。图 1-46d 所示是目前国家最新规定的 PNP 型三极管电路符号。图 1-46e 所示也是目前国家最新规定的 NPN 型三极管的电路符号，有一个圆圈，但集电极与圆圈之间用一个黑点相连，这表示这种三极管只有两根引脚，其第三根引脚集电极就是管子的外壳。

在实用电路图中还会见到其他一些形式的三极管电路符号，特别是在进口家用电器电路图中，不管三极管的电路符号如何变化，它总是有三根引脚。

2. 种类

三极管的种类是很多的，按极性划分有下列两种：

- 1) NPN 型三极管，这是目前常用的三极管。
- 2) PNP 型。这两种三极管通过电路符号是可以分清的，不同之处是发射极的箭头方向不同。

三极管按材料划分有下列两种：

- 1) 硅三极管，称为硅管，这是目前常用的三极管。
- 2) 锗三极管，称为锗管。

三极管根据极性和材料的不同组合，共有四种三极管，即 NPN 型硅管、NPN 型锗管、PNP 型硅管和 PNP 型锗管。

三极管按工作频率划分有低频三极管和高频三极管等。三极管按功率划分有小功率、中

功率和大功率放大管。三极管按用途划分则更多，如放大管、开关管等。

三、结构和工作原理

1. 结构

三极管有三块半导体构成，对于 PNP 型管子由两块 P 型和一块 N 型半导体构成，如图 1-47a 所示，N 型半导体在中间，两块 P 型半导体在两侧，各半导体所引出的电极见图中所示。在 P 型和 N 型半导体的界面处形成两个 PN 结，在基极与集电极之间的 PN 结称之为集电极结，在基极与发射极之间的 PN 结称之为发射结。

如图 1-47b 所示是结构示意图。

2. 各电极电流之间的关系

三极管共有三个电极，各电极的电流分别为基极电流（用 I_B 表示），集电极电流（用 I_C 表示）和发射极电流（用 I_E 表示）。无论是 NPN 型还是 PNP 型三极管，三个电极电流之间都有如下的关系：

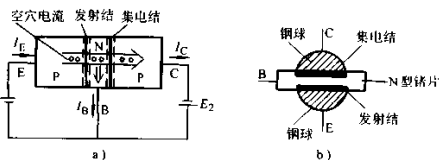


图 1-47 三极管结构示意图

$$I_C = \beta I_B$$

$$I_E = I_B + I_C = (1 + \beta) I_B$$

式中 β ——三极管的电流放大倍数。

在三个电流中， I_E 最大， I_C 其次， I_B 最小。 I_E 和 I_C 是相差不大的，它们远比 I_B 大得多，因为管子的电流放大倍数 β 一般在几十以上。

3. 电流的方向

三个电极的电流方向是确定的，但不同极性的三极管是不同的。

先讨论 NPN 型管子。电路符号中发射极箭头方向形象地指出了发射极电流的流动方向，对于 NPN 型管子而言，箭头朝外，所以这种极性管子的发射极电流是从管内流向管外的。有了发射极电流的流动方向和 $I_E = I_C + I_B$ 关系式，可以推出 I_C 和 I_B 的电流方向，利用下面介绍的方法可以帮助记忆三极管三个电极的电流方向。

由于 I_E 是流出管子的，根据节点电流定律可知， I_C 和 I_B 必须是流入管子的，这样才有 $I_E = I_C + I_B$ 的等式成立，因为流入管子的电流必须等于流出管子的电流。

由上述分析可知，只要先根据电路符号，看出管子发射极电流的流动方向，便可以推出集电极和基极电流的方向。知道三极管各电极电流流动的方向，对分析电路中三极管的工作原理是十分重要的，特别是对直流电路的分析。这里所介绍的三极管各电极电流方向判别方法一定要牢记住。

对于 PNP 型管子各电极电流方向是这样的，从管子的电路符号中可以知道，它的发射极电流是流入管子的，这样 I_C 和 I_B 应该是流出管子的。

4. 三种状态

三极管有三种工作状态：一是截止状态，二是放大状态，三是饱和状态。当三极管用于不同目的时，管子的工作状态是不同的。

(1) 截止状态。当管子的工作电流为零或处于很小时，即 $I_B = 0$ 或很小时， I_C 和 I_E 也为零或很小，因为 $I_C = \beta I_B$ ， $I_E = (1 + \beta) I_B$ ，此时管子处于截止状态。换句话说，当管子

处于截止状态时，管子的各电极电流为零或很小。在电子制作或修理中，利用电流为零或很小的特征，可以判断管子已处于截止状态了。记住判别三极管是否处于截止状态的这一电流依据。

在截止状态下，输入管子的信号要处于截止区，此时管子是非线性的。所谓非线性通俗地讲，给管子输入一个信号，管子的输出信号是存在非线性失真的，如输入标准的正弦信号，而输出的信号已不是一个标准的正弦信号了，输出信号与输入信号不同就是失真，产生这一失真的原因是管子的非线性。

当管子用于放大信号时，是不允许管子进入截止状态的。当三极管用于开关电路中时，管子的工作状态就是截止状态。在截止状态下，管子的 β 为零或是很小的。

(2) 放大状态。当管子用来放大信号时，管子要工作在放大状态，此时管子是线性的。在线性状态下，给管子输入一个正弦信号，管子输出的也是正弦信号，此时输出信号的幅度比输入信号要大（对输入信号已有了放大作用），但正弦信号的特性未改变，所以没有非线性失真。输出信号的幅度变大了，这也是一种失真，称之为线性失真，在放大器电路中这种线性失真是需要的，没有这种线性失真放大器就没有放大能力。显然，线性失真和非线性失真是不同的。

在放大状态下，输入管子的信号进入管子的放大区，这是一个线性区。此时，管子的工作电流比截止时的电流要大、大得多，但也不是很大的。在放大状态下， $I_C = \beta I_B$ 中 β 的大小是基本不变的，有一个基极电流就有一个与之相应的集电极电流。 β 值基本不变是放大区的一个特征。

(3) 饱和状态。当管子的工作电流进一步增大，比放大状态时的电流还要大得多时，管子将进入饱和状态。饱和状态时的管子工作电流是很大的，此时管子的电流放大倍数要下降。 $I_C = \beta I_B$ 中的 β 值在下降，饱和得愈深其值愈小，甚至小于1。

在管子处于饱和状态时，输入管子的信号要进入饱和区，这也是一个非线性区，所以放大信号时管子也是不能进入饱和区的。在开关电路中，管子的另一个工作状态是饱和状态。

在管子的三种工作状态下，管子工作电流都有一定的范围，其中截止区的电流范围为最小，放大区的范围为最大，饱和区其次，当然通过外电路的调整也可以改变各工作区的电流范围。

5. 电压与电流之间的关系

这里讨论给三极管加入直流电压后的各电极直流电压和直流电流的情况。

三极管各电极的电压分别用 V_B 、 V_C 和 V_E 来表示，其中 V_B 是基极电压， V_C 是集电极电压， V_E 是发射极电压。三极管各电极的电流分别用 I_B 、 I_C 和 I_E ，其中 I_B 是基极电流， I_C 是集电极电流， I_E 是发射极电流。这里先以常用的NPN管子为例来说明三极管各电极电流和各电极电压之间的关系，如图1-48所示。

(1) 基极电压 V_B 。电路中， V_B 是通过电阻 R_1 和 R_2 对直流工作电压 $+V$ 分压后获得的， R_1 、 R_2 构成的是分压电路，在这一电路中改变电阻 R_1 或 R_2 的阻值大小，可以改变管子基极电压 V_B 的大小。直流电压 $+V$ 产生的电流经 R_1 送入管子的基极，另一部分经 R_2 到地。电阻 R_1 中的电流为 I_1 ， R_2 中的电流为 I_2 ，有等式 $I_1 = I_2 + I_B$ 成立，在实用电路中为了使管子工作比较稳定，要求 I_1 比 I_B 大5~10倍。

在这一电路中，三极管 V_1 的基极电压大小与电阻 R_1 和 R_2 的大小有关，而 V_1 管的基极

电流大小是与基极电压相关的。

(2) 集电极电压 V_C 。直流工作电压 $+V$ 经 R_3 加到管子 V_1 的集电极上, R_3 上的电压 $V_3 = I_C \times R_3$, 集电极电压 $V_C = +V - V_3$ 。由于这是 NPN 型的管子, I_C 应该是流入管子 V_1 的, 所以只有采用正极性直流工作电压 $+V$ 才能做到这一点。从上述介绍可知, 集电极电压 V_C 与 I_C 、 $+V$ 和 R_3 的大小有关, 当 $+V$ 和 R_3 确定后, 就只与 I_C 的大小有关, 而集电极电流是受基极电流控制的, 所以最终三极管的集电极电压是由基极电流决定的。

(3) 发射极电压 V_E 。发射极电压 $V_E = I_E \times R_4$, 与发射极电流 I_E 和 R_4 的大小有关, 当 R_4 大小确定后, 就只与发射极电流 I_E 有关了。当没有发射极电阻 R_4 时, I_E 流入地端, 此时发射极电压为零。由于发射极电流也是受基极电流控制的, 所以当发射极电阻 R_4 的阻值大小确定后, 发射极电压大小是由基极电流大小决定的。

对于 NPN 型管子而言, 各电极的电压 V_B 、 V_C 、 V_E 在管子的不同状态下, 其工作电压是不同的。在截止状态下, 管子的 $V_B = 0$, 或是基极电压小于、或不能比发射极电压足够地大, 此时 I_E 、 I_C 均为零, $V_C = +V - I_C \times R_3 = +V$ (因为 $I_C = 0$), $V_E = 0$ 。这是 NPN 型管子截止时的各电极电压特征 (电流特征在前面已经介绍过), 通过测量 $V_C = +V$ 可以知道管子已经处于截止状态了, 这一点对修理三极管放大器电路是十分重要的, 要牢记。

当三极管工作在放大状态时, 对于 NPN 型三极管采用正极性直流电压供电时, 三极管各电极的电压关系是 $V > V_B > V_E$, 各电极电压不满足这一关系时, 管子就没有工作在放大状态, 通过测量各电极的直流工作电压可以知道管子是否处于放大状态。

在饱和状态下, 由于 I_B 很大, 所以 I_C 和 I_E 也很大, 此时有 $V_B > V_C$ 和 $V_B > V_E$ 的电压关系。当三极管工作在饱和状态时还有一个特征, 就是管子集电极与发射极之间的电压 $V_{CE} = 0.2V$ (NPN 和 PNP 管子均是 $0.2V$), 通过测量管子的各电极的直流工作电压, 可以知道管子是否已经处于饱和状态了。

上述介绍的 NPN 型三极管各电极电压和电流之间关系, 是进行电路故障分析和修理的理论依据, 修理中就是通过测量这些电极的直流电压大小, 运用上述理论推理出故障性质和具体的故障部位。

对于 PNP 型三极管各电极电压和电流之间的关系可用如图 1-49 所示电路来说明, 这是 PNP 型管子的电路, 采用了负极性直流工作电压 $-V$ 给电路供电。在电子电路中, 三极管可以用正极性的直流电压来供电, 也可以用负极性的直流电压来供电, 一般电路中当采用 NPN 型三极管时, 采用正极性的直流电压来供电, 当采用 PNP 型三极管时, 通常是采用负极性的直流电压来供电。

见电路中三极管各电极电流的流动方向。由于在外电路中, 电流是从高电位流向低电位的, 所以在采用负极性直流电压供电的电路中, 电流从地端流出 (注意, 地端是负极性直流电源的正极端), 电路中各支路的电流均流到电源的负极端, 即流到 $-V$ 端。对于这一电路, 当管子处于各种状态时各电极电压之间的关系如下:

在截止状态下, V_B 不能比发射极电压足够地低时, 三极管处于截止状态, 此时三极管的 I_B 、 I_C 、 I_E 均为零, 由于 $I_E = 0$, $V_E = 0$, $V_E = I_E \times R_4$ 。由于 $I_C = 0$, $V_C = -V$, $V_C + V_3$

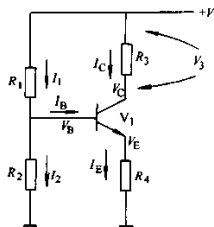


图 1-48 NPN 型三极管各电极电压和电流关系示意图

$= -V$ (V_3 因 $I_C = 0$ 而为零)。

在放大状态下, $V_E > V_B > V_C$, 注意这一点与 NPN 型三极管是不同的。

在饱和状态下, $V_B < V_E$ 、 $V_B < V_C$, 并且管子的发射极与集电极之间的电压 V_{EC} 为 $0.2V$ (对 NPN 型管子是用 V_{CE} 来表示)。

6. 放大条件

要想三极管进入放大区, 必须给三极管一个正常的工作条件, 即要给三极管各个电极一个合适的直流电压, 归纳起来是以下两点:

- 1) 给三极管的集电结加反向偏置电压。
- 2) 给三极管的发射结加正向偏置电压。

无论是 NPN 型还是 PNP 型三极管, 这两个条件是一样的, 并且这两个条件要同时满足, 缺一不可, 缺一个三极管就不能工作在放大状态。

从各电极的直流电压大小这一角度上讲, 当三极管工作在放大状态时, 对于 NPN 型三极管而言, 有 $V_C > V_B > V_E$ 。对于 PNP 型三极管而言, 各电极直流电压为 $V_E > V_B > V_C$ 。关于三极管工作在放大状态下的工作原理在后面的单级放大器电路中介绍。

四、主要参数

三极管的具体参数很多, 可以分成下列三大类:

一是直流参数; 二是交流参数; 三是极限参数。

下面介绍三极管的常用、重要参数。

1. 直流参数

这里主要介绍三极管的三个直流参数, 即共发射极直流放大倍数 β 、集电极反向截止电流 I_{CBO} 和集电极—发射极反向截止电流 I_{CEO} 。

(1) 共发射极直流放大倍数 β 。 β 也可以用 h_{FE} 表示。它是指, 在共发射极电路中 (三极管三种电路中的一种), 没有交流电流输入时, 集电极电流 I_C 与基极电流 I_B 之比。

共发射极直流放大倍数 β 是衡量三极管电流放大能力的一个重要指标, 对于同一个三极管而言, 在不同的集电极电流下有不同的 β , 这可以用如图 1-50 所示的曲线来说明。

曲线中, 横轴是三极管的集电极电流 I_C , 纵轴是共发射极直流放大倍数 β 。从这一曲线中可以看出, 在不同的集电极电流下有不同的电流放大倍数。当集电极电流较大或较小时, 电流放大倍数变化较大。当集电极电流不是很大也不是很小时, 电流放大倍数变化不大。

(2) 集电极反向截止电流 I_{CBO} 。当三极管的发射极开路时, 发射极电流 $I_E = 0$, 在三极管的集电结上加有规定的反向偏置电压时, 此时的集电极电流称为集电极反向截止电流 I_{CBO} 。因为此时三极管的集电结上加的是反向偏置电压, 所以称为集电极反向截止电流。 I_{CBO} 又称集电极反向饱和电流, 这是因为在集电结反向偏置状态下, 在一定的温度范围内再增大反向偏置电压, I_{CBO} 也不再增大了, 所以称为反向饱和电流。

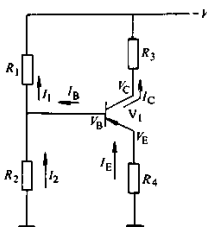


图 1-49 PNP 型三极管各电极电压和电流关系示意图

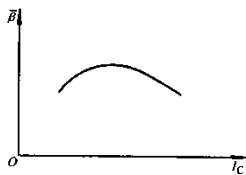


图 1-50 三极管集电极电流与电流放大倍数关系

集电极反向截止电流 I_{CBO} 对于不同极性三极管的方向是不同的, 可以用如图 1-51 所示电路来说明。图 1-51a 所示是 NPN 型三极管的示意图, 是从集电极流向基极的。对于 PNP 型三极管而言, 见图 1-51b 所示, 是从基极流向集电极的。

集电极反向截止电流 I_{CBO} 的大小反映了三极管集电结的质量, 是表征三极管性能的一个重要指标, 这一电流值愈小愈好。硅管与锗管相比, 硅管的 I_{CBO} 比锗管小, 只有锗管的 0.1% ~ 1%。不同输出功率的三极管其 I_{CBO} 也是不同的, 功率小的三极管 I_{CBO} 就小。表 1-19 所示为这一电流参数值。

(3) 集电极-发射极反向截止电流 I_{CEO} 。 I_{CEO} 又称穿透电流, 它是在基极开路的情况下, 给发射结加上正向偏置电压、给集电结加上反向偏置电压时的集电电流。不同极性三极管 I_{CEO} 方向是不同的, 如图 1-52 所示。

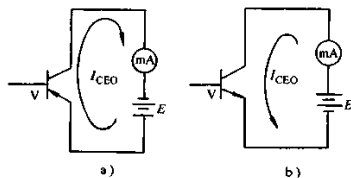
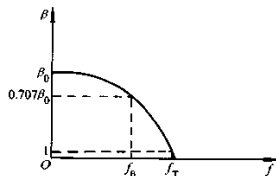
如图 1-52a 所示, 对于 PNP 型三极管而言, I_{CEO} 是从发射极流向集电极的。对于 NPN 型三极管而言, I_{CEO} 是从集电极流向发射极的, 如图 1-52b 所示。不同输出功率管子的 I_{CEO} 也是不同的, 功率大的三极管这一电流就大。表 1-20 所示是不同三极管的这一电流数据:

表 1-19 I_{CBO} 参数值

材料	小功率管	大功率管
硅管	约 1 ~ 0.001A	约几 A
锗管	约 10A	约几 mA

表 1-20 I_{CEO} 参数值

材料	小功率管	大功率管
硅管	约几十 A	约几 mA
锗管	约几百 A	约几十至十几 mA

图 1-52 不同极性三极管 I_{CEO} 示意图图 1-53 频率与 β 之间的关系曲线

(4) 特征频率 f_T 。当三极管工作频率高到一定程度时, 电流放大倍数 β 要下降, 如图 1-53 所示的曲线表示了工作频率 f 与电流放大倍数 β 之间的关系。见这一曲线, 当 β 下降到 1 时, 所对应的频率称为特征频率 f_T 。 f_T 表征了三极管的高频特性, 在高频电路中这是一个重要的参数。在三极管工作时, 特征频率 f_T 应比实际工作频率高出三倍以上。

见这一曲线, β_0 为三极管低频段的电流放大倍数。当电流放大倍数下降到 $0.707\beta_0$ 时, 所对应的频率称为三极管 β 截止频率 f_β (在共发射电路下的截止频率)。在共基极电路中, 也有一个 α 截止频率 f_α 。 f_β 与 f_α 之间存在下列关系:

$$f_{\alpha} \approx \beta f_{\beta}$$

从上式中可以看出, f_{α} 比 f_{β} 大 β 倍, 这说明当三极管接成共基极电路时, 高频特性好, 所以在一些高频放大器电路中采用共基极放大器电路。

β 和 α 的换算如表 1-21 所示。

表 1-21 β 与 α 的换算关系

β	5	10	20	25	50	100	200
α	0.8	0.9	0.95	0.96	0.98	0.99	0.995

2. 极限参数

加在三极管上的电压或电流是有一定限制的, 当三极管工作时超过这一限制时, 轻则影响三极管的正常工作, 严重时将损坏三极管。这里主要介绍三极管的三项极限参数, 即集电极最大允许电流 I_{CM} 、集电极-发射极击穿电压 $V_{(BR)CEO}$ 和集电极最大允许耗散功率 P_{CM} 。

(1) 集电极最大允许电流 I_{CM} 。当集电极电流增大时, 三极管的电流放大倍数 β 要下降, 当 β 下降到低频段电流放大倍数 β_0 的一半或三分之一时, 所对应的集电极电流称为集电极最大允许电流 I_{CM} 。由此可知, 当三极管的电流达到 I_{CM} 时, 三极管并不一定会损坏, 但电流放大倍数已经大大下降了。

(2) 集电极-发射极击穿电压 $V_{(BR)CEO}$ 。它是指当三极管开路时, 加在三极管集电极与发射极之间的允许电压。对于 NPN 型三极管而言, 集电极接电源的正极, 发射极接电源的负极; 对于 PNP 型三极管而言, 集电极接电源的负极, 发射极接电源的正极。

当加在三极管集电极与发射极之间的电压 V_{CE} 上的电压大于 $V_{(BR)CEO}$ 时, 流过三极管的电流会突然增大许多, 导致三极管击穿。晶体管手册上的 $V_{(BR)CEO}$ 是 25℃ 下的值, 当工作温度升高时, $V_{(BR)CEO}$ 值要小得多。

(3) 集电极最大允许耗散功率 P_{CM} 。它是指, 三极管因受热而引起的参数变化不超过规定允许值时, 集电极所消耗的最大功率。

当三极管在正常工作时, 它的集电结上加的是反向偏置电压, 集电结的反向电阻高达 $1M\Omega$ 。这样, 集电极电流流过集电结时要产生大量的热量, 使集电结的结温升高, 若温度过高, 将烧坏三极管。集电极最大允许耗散功率 P_{CM} 主要是针对功率放大管的。

在大功率三极管中, 往往要设置散热片, 在加了散热片之后, 三极管的 P_{CM} 可以提高许多。散热片愈大, 散热效果愈好。

集电极最大允许耗散功率 P_{CM} 与 I_C 和 V_{CE} 有关, 它们之间的关系如下:

$$P_{CM} \geq I_C \times V_{CE}$$

五、表示方法

1. 型号命名方法

关于国产三极管的命名方法在二极管一节中已经介绍了, 这里对国产三极管的型号命名方法说明以下两点:

- 1) 从型号中是可以知道三极管的极性、材料和类型的。
- 2) 三极管型号中用 3 开头, 这 3 表示是三极管。

下面举两例说明国产三极管的型号识别方法。

例 1: 3D G 12 B

3	D	G	12	B
三极管	NPN 型 硅材料	高频小 功率管	序号	B 规格

例 2: 3A X 81

3	A	X	81
三极管	PNP 型 锗材料	低频小 功率管	序号

我国进口家用电器中主要是日本生产的三极管，这里对日本产三极管的型号命名方法作些介绍。日本产三极管的型号主要有五部分组成，各部分字符含义如表 1-22 所示。

表 1-22 日本国半导体型号命名方法

第一部分		第二部分		第三部分		第四部分		第五部分	
用数字表示类型或有有效电极数		S 表示日本电子工业协会 (JEIA) 注册产品		用字母表示器件的极性 & 类型		用数字表示在 JEIA 登记注册的顺序号		用字母表示改选产品	
符号	意义	符号	意义	符号	意义	符号	意义	符号	意义
0	光电二极管、三极管、组合管	S	在日本电子工业协会 (JEIA) 注册的半导体分立器件	A	PNP 高频管	两位以上整数	从 11 开始，表示产品的登记次序。数字越大的为近期产品。不同公司生产的同性能管子可以使用同一号	A	表示对原产品的改进产品
1	二极管			B	PNP 低频管			B	
2	三极管、具有两个 PN 结的管子			C	NPN 高频管			C	
3	具有三个 PN 结或四个有效电极管子			D	NPN 低频管			D	
⋮				F	P 控制极可控硅			E	
n-1	具有 n-1 个 PN 结或有效电极数为 n 的管子			G	N 控制极可控硅			F	
		H	N 基极单结晶体管						
		J	P 沟道场效应管						
		K	N 沟道场效应管						
		M	双向可控硅						

对日本三极管的型号命名方法进行分析后，可以得到如下几个特点：

- 1) 一般型号中共有五部分，但有的会出现七项，其第六、七项是各公司不相同的。
- 2) 第一部分是用一个数字表示器件的有效电极数，用 2 表示是三极管，用 1 表示是二极管，这一点与我国的命名方法是不同的。
- 3) 第二部分用大写字母 S 表示，只要是在日本电子工业协会注册的器件，均要 S 表示。
- 4) 第三部分用大写字母表示器件的极性和类型，这一点也是我国的型号所不同的。
- 5) 第四部分用两位以上的整数表示登记号，它不表示具体的性能、参数等，但有一点是可以知道的，这序号大的是最新产品。

- 6) 第五部分用大写字母表示改进产品。
- 7) 有时在三极管上采用省略标注方法, 即将 2S 省略去, 只从第三部分开始标注。
- 8) 型号中没有表示出器件的材料, 这一点是与我国不同的。
- 9) 把 $P_{CM} > 1W$ 的三极管称为大功率三极管。
- 10) 低频类三极管中也有工作频率较高的三极管, 所以不要认为 2SB、2SD 类三极管都是低频三极管。

下面举两例说明日本三极管的型号识别方法。

例 1: 2SA395A

2	S	A	395	A
三极管		PNP 型	序号	改进产品
		高频管		

例 2: 2SD159

2	S	D	159
三极管		NPN 型	序号
		低频管	

2. β 表示方法

在三极管的外壳上一般只标出型号, 其他参数不标出, 这一点与二极管是相同的。在有些三极管的外壳上用色点来表示该三极管的电流放大倍数 β , 不同颜色的色点表示了 β 的大小范围, 表 1-23 所示是它们之间的关系。

六、引脚分布规律和识别方法

三极管的三根引脚分布是有一定规律的, 根据这一规律可以进行三根引脚的识别。不同封装的三极管, 其引脚分布的规律是不同的。在修理和检测中, 需要了解三极管的各引脚, 即哪根是基极、集电极和发射极, 这由下面介绍的方法来完成。

1. 金属壳三极管引脚分布规律

金属外壳是封装形式中常见的一种, 它有多种具体形式, 如图 1-54 所示, 图中四种引脚分布示意图都是表示的三极管底视图。

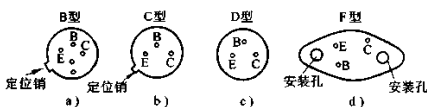


图 1-54 金属封装三极管引脚分布底视图

图 1-54a 所示称为 B 型, 它的特点

是外壳上有一个突出的定位销和有四根引脚。在识别这种三极管各引脚时, 将管底朝上(引脚向上), 从定位销开始顺时针方向依次为 E、B、C 和 D 脚, 其中 D 脚为接外壳的引脚。

图 1-54b 所示称为 C 型, 它的特点是有一个定位销, 只有三根引脚, 三根引脚呈等腰三

角形分布，E、C脚为底边，各引脚分布见图中所示。

图 1-54c 所示称为 D 型，它没有定位销，但三根引脚也是呈等腰三角形分布的，同图 (b) 所示的分布是相同的。

图 1-54d 所示是功率三极管，这种封装称为 F 型，它只有两根引脚。在识别时，将管底朝上，放成图示状态，下面的一根是基极 B，上面的是发射极 E，它的管壳是集电极。在管壳上开有两孔，它是用来固定三极管的。

上面介绍的是几种常用国产部颁标准的三极管，还有一些是非标准的，这给引脚识别带来了不便，可以用后面介绍的万用表检测方法来进行引脚识别。

2. 塑料封装三极管引脚分布规律

塑料封装三极管是目前最常用的三极管之一，如图 1-55 所示是国产六种塑料封装三极管的引脚分布示意图。

图 1-55a 所示是 S-1A 型，图 1-55b 所示是 S-1B，它们都有半圆形的底面。在识别引脚时，将管脚朝下，切口朝自己，此时从左向右依次为 E、B 和 C 脚，见图 1-55a 所示。

图 1-55c 所示是 S-2 型，它的外形特征是块状的，在管子的顶面有一个切角。在识别时，将管脚朝下，且将切角朝自己，此时从左向右依次为 E、B 和 C，见图 1-55c 所示。

图 1-55d 所示是 S-4 型，它的管底形状较特殊，在识别时将管底朝上，且将管子的圆面朝自己，此时从左向右依次各引脚为 E、B 和 C 脚。

图 1-55e 所示是 S-5 型，它的特征是在管子中间开了一个带三角形的圆孔，在识别时将管子印有型号的一面朝自己，且将管脚朝下，此时从左向右依次为 B、C 和 E 脚。这种三极管顶面是金属的散热片。

图 1-55f 所示是 S-6A 型，图 1-55g 所示是 S-6B 型，它们的特点是都有散热片，但 S-6A 型是直的，而 S-6B 是弯曲的。在识别时，对于 S-6A 型而言，将切口一面朝自己，对 S-6B 型而言是将印有型号的一面朝自己，且将管子引脚朝下，此时从左向右依次为 B、C 和 E，如图 1-55f 和图 1-55g 所示。

图 1-55h 所示是 S-7 型，它也有散热片，且比较厚。在识别时，将印有型号的一面朝自己，且将管脚朝下，此时从左向右依次为 B、C 和 E 脚，见图 1-55h 所示。

图 1-55i 所示是 S-8 型，它的特点是比 S-7 型三极管尺寸大些。在识别时，将印有型号的一面朝自己，且将管脚朝下，此时从左向右依次

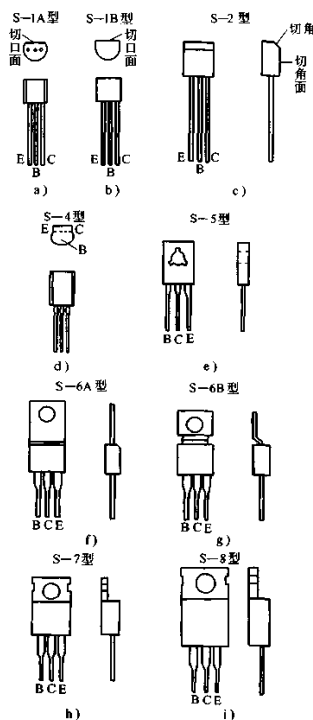


图 1-55 国产塑料封装三极管引脚分布示意图

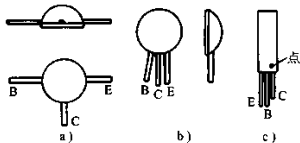
为 B、C 和 E 脚，如图 1-55i 所示。

3. 其他封装三极管引脚分布规律

如图 1-56 所示是几种微型三极管的引脚分布示意图。

图 1-56a 所示是一种微型三极管，它是没有外壳封装的三极管。在识别时，将球面朝上，引脚呈图示分布。图 1-56b 所示也是一种微型三极管，它的三根引脚朝一个方向，识别时将引脚朝下，且将球面朝自己，此时从左向右依次为 B、C 和 E 脚，如图 1-56b 所示。

图 1-56c 所示是一种玻璃封装的三极管，它用一个色点来表示是集电极，或集电极这根引脚比其他引脚短些，中间一根是基极，另一根是集电极，如图 1-56c 所示。



在有些塑料封装的三极管外壳上，直接标出 B、C 和 E，这时识别是很方便的。

4. 几点说明

关于三极管的引脚识别方法再说明以下几点：

- 1) 对于一些常用三极管要记住它们的引脚分布规律，这样识别起来比较方便。
- 2) 在识别引脚时，要对照引脚分布图，并且要正确对照，否则会搞错的。
- 3) 如若用同型号的三极管进行更换时，可以根据原线路板上的三极管引脚一一对应地装配，但用不同型进行代替时，要分清新管和坏管子的引脚。
- 4) 根据三极管在线路板上的连接线路，也可以识别各引脚，但此时比较麻烦。
- 5) 对于无法看出引脚的三极管，可以用后面介绍的万用表检测方法进行识别。

七、主要特性

分析电路中的三极管工作原理时，要用到许多有关它的特性，这里介绍一些常用的特性。

1. 电流放大

三极管是一个电流控制器件，它用基极电流 I_B 来控制集电极电流 I_C 和发射极电流 I_E ，没有 I_B 就没有 I_C 和 I_E 。在 $I_C = \beta \times I_B$ 中， β 是大于几十的，只要有一个很小的 I_B ，就有一个很大的 I_C 。由此可见，三极管能够对输入电流进行放大。在各种放大器电路中，就是用三极管的这一特性来放大信号。

当三极管工作在放大状态时，三极管的输出电流 I_C 或 I_E 是由直流电源提供的，如图 1-57 所示。

电路中，直流工作电压 $+V$ 通过电阻 R_3 为三极管 V_1 提供了集电极电流 I_C ， I_C 流入管子，与流入基极的电流 I_B 一起流出管子，这就是发射极电流 I_E 。若没有电流 I_B ，则三极管就处于截止状态，直流电源 $+V$ 就不会为 V_1 提供 I_C 和 I_E ， I_C 和 I_E 都是由 $+V$ 提供的（除了 I_E 中很小的 I_B 是基极输入电流）。由上述分析可知，三极管能将直流电源的电流按照输入电流 I_B 的要求转换成电流 I_C 和 I_E ，从这个角度上讲三极管是一个电流转换器件。所谓电流放大，就是将直流电源的电流，按输入电流 I_B 的变化规律转换成 I_C 、 I_E 。

2. 开关特性

三极管同二极管一样，也可以作为电子开关器件，构成电子开关电路。当三极管用于开关目的时，三极管工作在截止、饱和两个状态。

图 1-56 几种微型三极管
引脚分布示意图

在三极管开关电路中，三极管的集电极和发射极之间相当于开关。当三极管截止时，它的集电极和发射极之间的内阻很大，相当于开关的断开状态；当管子处于饱和状态时，它的集电极和发射极之间内阻很小，相当于开关的接通状态。三极管在截止、饱和时集电极与发射极之间的内阻是相差很大的，这样可以用三极管作为电子开关器件。在三极管作为开关运用时，三极管的基极是控制极，使基极电流很大，三极管进入饱和状态，使基极电流为零，三极管处于截止状态。

3. 内阻可控

三极管集电极和发射极之间的内阻是随基极电流大小变化而变化的，当基极电流愈大时，三极管的这一内阻愈小，反之则大。利用三极管这一特性，可以设计成各种控制电路。

4. 输入特性

在介绍三极管的输入特性前，要先介绍三极管的输入回路和输出回路，可用如图 1-58 所示电路来说明。三极管共有三根引脚，接入输入、输出两个回路。从图中可以看出，基极和发射极构成输入回路，输入回路中的电流回路是这样的： E_1 正极 $\rightarrow R_1 \rightarrow V_1$ 基极 $\rightarrow V_1$ 发射极 \rightarrow 地端 $\rightarrow E_1$ 负极，成回路。这一电路的输出回路是 E_2 正极 $\rightarrow R_2 \rightarrow V_1$ 集电极 $\rightarrow V_1$ 发射极 \rightarrow 地端 $\rightarrow E_2$ 负极，成回路。这是共发射极放大器电路的输入、输出回路，关于其他放大器的输入、输出回路将在后面介绍。

如图 1-59 所示是某型号三极管共发射极电路输入特性曲线。图中，X 轴为发射结的正向偏置电压大小，对于 NPN 型三极管而言，这一正向偏置电压用 V_{BE} 表示，即基极电压高于发射极电压，对于 PNP 型三极管而言为 V_{EB} ，即发射极电压高于基极电压。Y 轴为基极电流大小。

从曲线中可以看出，这一输入特性曲线同二极管的 $V-I$ 特性曲线是十分相似的。输入特性曲线是与集电极和发射极之间直流电压 V_{CE} 大小有关的，当 $V_{CE} = 0V$ 时，曲线在最左侧，这说明有较小的发射结正向电压时，便能有基极电流。当 V_{CE} 大到一定程度后，对输入特性的影响就明显减小了。

三极管的输入特性说明了发射结正向偏置电压与基极电流之间的关系，当 V_{CE} 大小一定时， V_{BE} 大，基极电流大。当 V_{BE} 大到一定值时，图中是 $0.6V$ 左右， V_{BE} 只要大一点，基极电流就会增大许多。对于硅三极管而言，这一 V_{BE} 值约为 $0.6V$ 左右，对于锗三极管而言为 0.1 左右。

另外，不同型号的三极管具有不同输入特性曲线。

5. 输出特性

表征三极管电特性的是 $V-I$ 特性，其中有两个：一是前面介绍的输入特性，二是输出特性，如图 1-60 所示是某型号三极管共发射极电路的输出特性曲线。

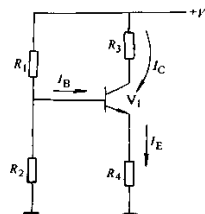


图 1-57 晶体三极管电流放大示意图

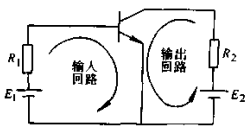


图 1-58 三极管输入、输出回路示意图

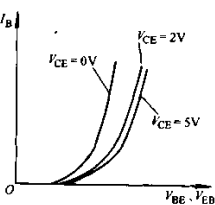


图 1-59 三极管输入特性曲线

三极管的输出特性是在基极电流 I_B 大小一定时, 表示输出电压 V_{CE} 与输出电流 I_C 之间的关系。从图中可以看出, 在不同的 I_B 下, 有不同的输出曲线。

图中, X 轴为 V_{CE} 大小, Y 轴为 I_C 大小。从该图中还可以看出, 三极管的截止区、放大区、饱和区。注意: 不同型号三极管有不同的输出特性曲线。

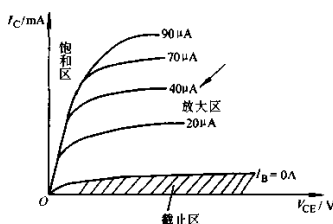


图 1-60 三极管输出特性曲线

6. 发射极电压跟随特性

三极管发射极电压具有跟随基极电压的特性,

即当基极电压大小变化时, 发射极电压大小也作相应的变化, 但不是基极电压增大多少, 发射极电压就增大多少, 而是跟着在变化, 这一特性可以用三极管的发射结压降来理解和记忆。在基极与发射极之间是发射结, 当这一 PN 结导通之后, 其压降大小基本不变。

所以, 当基极电压在增大时, 发射极电压也相应地增大一些, 当基极电压在减小时, 发射极电压也要减小一些, 这样发射极电压就跟随基极电压变化了。

三极管的这一特性是有一定条件的, 并不是在任何电压大小下均存在这一特性, 只在发射结处于导通状态时, 才有这一特性。在一些电路分析过程中, 要用到三极管的这一特性。无论是 NPN 型还是 PNP 型三极管, 均有这一特性。

八、万用表识别三极管方法

用万用表可以对三极管进行识别, 如分辨三个引脚, 判断是高频管还是低频管, 确定是 NPN 型三极管还是 PNP 型三极管, 硅管还是锗管, 估测电流放大倍数 β 和估测穿透电流 I_{CEO} 等。

在用万用表进行上述识别时, 均使用欧姆档。

1. 判断高频管还是低频管

判断是高频管还是低频管具体方法是这样的: 万用表的 $R \times 1k$ 档, 测量发射结的反向电阻大小 (对于 NPN 型三极管黑表棒接发射极, 红表棒接基极, 对于 PNP 型三极管则红、黑表棒互换一下)。然后, 将万用表置于 $R \times 10k$ 档, 若此时表针向右偏转一个较大的角度, 说明这是高频管; 若表针偏转的角度不大, 则是低频管。

上述判断方法的道理是这样: 高频硅管多为扩散型管 (或合金扩散型管), 其工作频率可达几百 kHz 或 1MHz 以上。这种三极管的 PN 结的反向击穿电压较低, 当万用表从 $R \times 1k$ 档转换到 $R \times 10k$ 后, 表内的电池电压升高 (表内有两种电压等级的电池), 使 PN 结击穿, 反向电阻下降, 故表针向右偏转一个角度 (所指示的电阻值变小)。

对于低频三极管, 由于采用合金型结构, 这种三极管的 PN 结反向击穿电压比较大 (一般为十几伏), 这样万用表转换到 $R \times 10k$ 档后, 表内电池的电压小于 PN 结反向击穿电压, PN 结不能反向击穿, 仍为反向偏置状态, 故 PN 结反向电阻比较大, 表针偏置的角度不大。

综上所述, 判断三极管是高频管还是低频管利用了这两种三极管结构不同, 利用万用表不同欧姆档量程的表内电池电压不同, 通过检测 PN 结是否击穿来实现。

还要说明一点, 这种方法有时是不一定准确的, 这与万用表的表内电池电压大小和三极管 PN 结反向击穿电压大小有关。

2. 确定 NPN 型三极管还是 PNP 型三极管方法

利用万用表的欧姆档可以确定是 NPN 型三极管还是 PNP 型三极管，方法是：万用表 $R \times 1k$ 档，用黑表棒接一根引脚，红表棒分别接另两根引脚，测量两个电阻值，设为 $1R_1$ 、 $1R_2$ 。黑表棒换一根引脚，红表棒接另两根引脚，测量两个电阻值，设为 $2R_1$ 、 $2R_2$ 。黑表棒接第三根引脚，红表棒接另两根引脚，测得两个电阻值 $3R_1$ 、 $3R_2$ 。测量中，表棒接线如图 1-61a 所示。

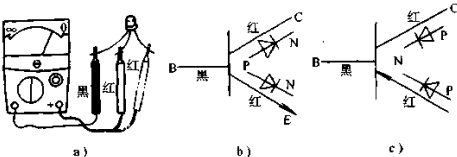


图 1-61 确定三极管极性示意图

将测量的三组电阻值进行比较，当某一组中的两个阻值基本相等时，黑表棒所接的引脚为该三极管的基极。若该组两个阻值为三组中的最小，则说明这是一个 NPN 型三极管。若该组的两个阻值为最大，则说明这是一个 PNP 型三极管，这样可以确定是 NPN 型三极管还是 PNP 型三极管。

这一检测方法看起来比较复杂，但了解它的检测原理之后，便能方便地记住这一检测方法。如图 1-61b 所示，这是一个 NPN 型三极管，它由两正极相连的 PN 结，当黑表棒接基极、红表棒分别接另两个引脚后，因表内电池的正极与黑表棒相连，这样给集电结和发射结均加的是正向偏置电压，故测得的电阻值基本相等，且为最小，而其他两种检测状态下均不可能有两个相等且为最小的阻值。这样，可以确定这是一只 NPN 型三极管。

如图 1-61c 所示，这是一个 PNP 型三极管，从图中可以看出，两个 PN 结的负极相连。当黑表棒接基极、红表棒分别接其他两个引脚后，表内电压给两个 PN 结加的均是反向偏置电压，此时反向电阻大，两个 PN 结的反向电阻大小基本一样。这样，可以确定该三极管是 PNP 型的。

3. 分辨三极管各引脚方法

分辨三极管各引脚的方法是这样：用万用表的欧姆档 ($R \times 1k$ 档)，先确定基极，再确定集电极和发射极。关于确定基极的方法在前面确定 NPN 型还是 PNP 型三极管时已经介绍，根据前面的方法已确定了三极管的基极和是什么极性的三极管，这里主要介绍确定集电极和发射极的方法。检测时的万用表接线如图 1-62 所示。

(1) NPN 型三极管。红、黑表棒接基极之外的另两根引脚，然后用嘴唇去同时接触黑表棒和基极，如图 1-62a 所示（图中 B、C 之间是电阻 R ， R 表示是嘴唇接触时的人体电阻），若此时表针向右偏转一个角度（阻值在减小许多），则说明黑表棒所接引脚为集电极，另一个为发射极。若嘴唇接触时表针没有偏转，则将红、黑表棒互换一次接线，再用同样方法测量一次，只要三极管是好的，就必有表针偏转现象，这样可以确定集电极和发射极。

分辨三极管各引脚的方法是这样：用万用表的欧姆档 ($R \times 1k$ 档)，先确定基极，再确定集电极和发射极。关于确定基极的方法在前面确定 NPN 型还是 PNP 型三极管时已经介绍，根据前面的方法已确定了三极管的基极和是什么极性的三极管，这里主要介绍确定集电极和发射极的方法。检测时的万用表接线如图 1-62 所示。

(1) NPN 型三极管。红、黑表棒接基极之外的另两根引脚，然后用嘴唇去同时接触黑表棒和基极，如图 1-62a 所示（图中 B、C 之间是电阻 R ， R 表示是嘴唇接触时的人体电阻），若此时表针向右偏转一个角度（阻值在减小许多），则说明黑表棒所接引脚为集电极，另一个为发射极。若嘴唇接触时表针没有偏转，则将红、黑表棒互换一次接线，再用同样方法测量一次，只要三极管是好的，就必有表针偏转现象，这样可以确定集电极和发射极。

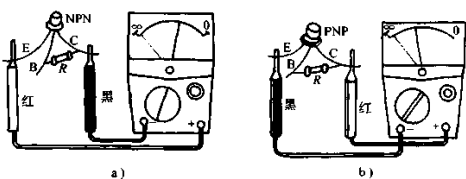


图 1-62 确定集电极和发射极方法示意图

若嘴唇接触时表针没有偏转，则将红、黑表棒互换一次接线，再用同样方法测量一次，只要三极管是好的，就必有表针偏转现象，这样可以确定集电极和发射极。

(2) PNP 型三极管。此时的万用表接线方法同上一样，只是嘴唇去接触基极和红表棒（不是黑表棒），在表针向右偏转的一次，其红表棒所接的为集电极，另一个为发射极。对于 PNP 型三极管的万用表接线如图 1-62b 所示。

上述引脚确定方法的原理是这样：如图 1-63 所示，利用万用表内的电池给三极管集电极和发射极加上一个正确的直流电压，再用人体电阻 R 给三极管加上一个正常的基极偏置，一旦三极管进入正常的偏置状态，它的集电极与发射极之间的电阻将下降，表针就会向右偏转一个角度，这样就能确定集电极和发射极。

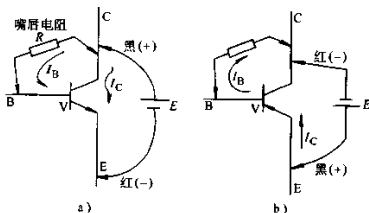


图 1-63 测量示意图

如图 1-63a 所示，这是确定 NPN 型三极管时的接线和电压供给情况，黑表棒接集电极、红表棒接发射极后，表内电池 E 给三极管的集电极和发射极之间加上正常工作电压，人体电阻 R 接入后，由 R 给三极管提供基极电流，使三极管进入放大状态，其集电极与发射极之间的内阻下降，表针向右偏转。

若红表棒接集电极，黑表棒接发射极，则表内电池 E 给三极管加上反向电压，三极管不导通，无集电极电流，其集电极与发射极之间的内阻较大，表针就不能向右偏转，这样可以确定出集电极和发射极。

如图 1-63b 所示，它的原理是一样的，只是对于 PNP 型三极管，要使它进入放大状态，必须给发射极加的高电压高于集电极电压，当黑表棒接发射极、红表棒接集电极之后，三极管就能获得正常的直流电压，在有人体电阻 R 接入后，便有集电极电流，集电极与发射极之间内阻下降，表针向右偏转。若红、黑表棒接反了，三极管没有正常的直流电压，则无集电极电流，三极管内阻不会下降。这样，可以确定出集电极和发射极。

给三极管加人体电阻 R 是为了给三极管一个基极电流，这样让三极管有集电极电流，三极管有了集电极电流之后，集电极与发射极之间的内阻才会下降。

(3) 确定 D 极方法。四根引脚的三极管，其 D 极是接外壳的，这样确定 D 极的方法就简单了，方法是，万用表的 $R \times 1$ 档，一枝表棒（不分红、黑）接三极管的外壳，另一枝接各引脚，若接到某根引脚时表针指示电阻为零（向右偏转到底），则这根引脚为 D 极。

4. 估测电流放大倍数 β

利用万用表的欧姆档可以估测三极管的电流放大倍数 β ，方法是这样：如图 1-62 所示，万用表置于 $R \times 1k$ 档，对于 NPN 型三极管如图 1-62a 所示，黑表棒接集电极，红表棒接发射极，此时表针向右偏转的角度不大，再用嘴唇去同时接触基极和集电极，此时表针会向右偏转一个角度，这一角度愈大说明三极管的 β 愈大，反之则小。

见图 1-62b 所示，这是测量 PNP 型三极管 β 时的示意图，红表棒接集电极，黑表棒接发射极，用嘴唇同时接触基极和集电极时，表针向右偏转的角度大，说明三极管的电流放大倍数 β 大。

关于这一测量方法的原理是，当人体电阻接入电路后，给三极管一个基极电流，三极管的电流放大倍数 β 大，集电极电流也大，三极管集电极与发射极之间的内阻就更小，表针向右偏转的角度就大，根据这一点可以估测电流放大倍数 β 。

在有些万用表中，设有专门的 β 测量档，此时可以用这一档进行测量，只是要注意，不同极性三极管在表上的接法不同，还有不要将三极管各引脚接错了。

5. 估测三极管穿透电流

由前面三极管性能参数一节介绍可知，三极管的 I_{CEO} 和 I_{CBO} 是关系到三极管温度特性的重要参数，它们的值太大，将严重影响三极管的工作稳定性。由于 $I_{CEO} = (1 + \beta) \times I_{CBO}$ ，说明 I_{CEO} 较大，测量比较容易，所以通常是测量 I_{CEO} 的大小。

一般情况下用万用表的 $R \times 1k\Omega$ 档来估测 I_{CEO} ，测量时的接线示意图如图 1-64 所示。

如图 1-64a 所示，这是测量 NPN 型三极管时的示意图，黑表棒接集电极，红表棒接发射极，此时利用表内电池电压给三极管加的是正向偏置电压，这时表针所指示的电阻值愈小愈好。对于各种三极管的集电极、发射极之间电阻值大小如表 1-24 所示。

表 1-24 各种三极管的集电极、发射极之间电阻值大小

材料	中、小功率管	大功率管
硅管	大于数百千欧	比中、小功率管小
锗管	大于几千欧	比中、小功率管小

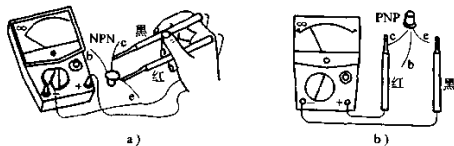


图 1-64 估测 I_{CEO} 接线示意图

如图 1-64b 所示，这是测量 PNP 型三极管时的接线示意图，此时红表棒接集电极，黑表棒接发射极，所测得的阻值愈大愈好。

在测量 I_{CEO} 过程中，还要说明以下几点：

- 1) 测得的阻值为零或很小，则说明三极管已经击穿。
- 2) 测得的阻值为无穷大，说明三极管已经开路了。
- 3) 测量时表针在摆动不停，当手抓住三极管外壳后，表针所指示的阻值在减小，减小的量愈大，说明该三极管的温度稳定性愈差。

6. 分辨硅管还是锗管方法

利用万用表的欧姆档可以分辨硅管还是锗管具体方法是这样：万用表 $R \times 1k$ 档，测量发射结的正向电阻大小，对于 NPN 型三极管而言，黑表棒接基极，红表棒接发射极，对于 PNP 型三极管而言，则是黑表棒接发射极，红表棒接基极。

若测量的电阻为 $3 \sim 10k\Omega$ ，说明是硅管。若测量的电阻为 $500 \sim 1000\Omega$ 则是锗管。这样，可以分辨是硅管还是锗管。另外，测量三极管集电结或发射结的反向电阻大小也可以分辨是硅管还是锗管。对硅管而言为 $500k\Omega$ ，对锗管而言为 $100k\Omega$ 。

上述分辨原理是，硅管和锗管的集电结、发射结正、反向电阻大小是有较大区别的。

7. 数字万用表判别三极管方法

当采用数字式万用表时，判别三极管的方法有较大的不同，说明如下：

- 1) 测量三极管时不是使用欧档，而是使用 PN 结档测量。
- 2) 测量时可以测三极管的发射结，若测得为 200 时是锗管，若测得是 600 时为硅管。
- 3) 当反向测量 PN 结时，表中读数为“1”。
- 4) 测量 PN 结时，黑表棒接表内电池的负极，红表棒是表内电池的负极，这一点是与

普通万用表不同的。

九、故障现象和检测方法

1. 故障现象

三极管在电路中的故障主要有下列一些：

(1) 开路故障，可以是集电极与发射极之间开路了，也可以是基极与集电极之间开路了，也可以是基极与发射极之间开路了，一般基极与集电极之间开路的情况不多。三极管在电路中开路后，就不能起作用了，各种电路中三极管开路后的具体故障现象是不同的，但有一点是相同的，即电路中有关点的直流电压大小上发生了改变。

(2) 击穿故障，这主要是集电极与发射极之间击穿。三极管发生了这一故障之后，电路中的有关点直流电压也要发生改变。

(3) 噪声大故障，三极管在工作时要求它的噪声是很小的，一旦三极管本身的噪声增大，放大器电路将出现噪声大故障。三极管发生这一故障时，一般不影响电路中的直流电路工作。

(4) 性能变劣，如穿透电流增大、电流放大倍数 β 变小等。三极管发生这一故障时，直流电路一般也不受其影响。

2. 检测方法

对三极管的质量检测可以在路测量，也可以将三极管脱开电路后进行测量，关于在路测量方法将在后面放大器电路检查方法中介绍，这里只介绍脱开电路后的测量方法，测量主要使用万用表的欧姆档($R \times 1k$)。

测量三极管集电结、发射结的正向和反向电阻大小，可以初步判断三极管的好坏，关于两个PN结的正向、反向电阻具体大小在前面已经介绍。判断三极管的好坏主要测量两个PN结的正、反向电阻大小。

在测量中，要注意以下几个问题：

1) 测量阻值为零或很小，说明存在击穿故障。

2) 测量阻值为无穷大，说明存在开路故障。

3) 测量两个PN结正向、反向电阻时，只要有一个的正向或反向阻值不正常，该三极管就已经损坏了。

4) 测量有一个PN结的正向、反向电阻相差不大，则说明该三极管的性能变劣。

5) 实用检测中，有时常常采用测量电流放大倍数 β 来判别三极管的好坏，若 β 基本正常，则可以说明三极管是好的。

6) 还要测量三极管的穿透电流大小，这一电流太大时三极管也不能使用。

十、选配方法和代替方法

1. 选配方法

三极管损坏后，一般是无法修复的，要进行更换。在选配三极管过程中要注意以下几点：

1) 尽可能地用同型号三极管换上。

2) 有些情况下，对三极管的性能参数不严格，此时可以根据三极管在电路的作用和工作情况进行选配，主要是考虑极限参数不能低于原三极管的。

3) 对于进口三极管，可查有关手册，用国产三极管代替。

4) 对于功率放大管,一定要严格掌握。对于推挽电路中的三极管,有配对要求,此时最好是一对(两只)一起更换。

5) 其他条件符合时,高频三极管可以代替低频三极管。

6) NPN型和PNP型三极管之间不能代换。

7) 硅管和锗管之间不能代换。

8) 代换上的三极管再度损坏后,要考虑电路中是否还存在其他故障,当然对新装上的三极管质量也要怀疑。

2. 更换方法

关于三极管的更换方法,主要说明以下几点:

1) 三极管的三根引脚不要搞错,拆下坏三极管时记住线路板上各引脚脚的位置,装上新三极管时,分辨好各引脚,在核对无误后焊接。

2) 三极管有三根引脚,从线路板上拆下三极管时要注意,一根一根引脚拆下,并小心线路板上的铜箔线路,不能损坏它。

3) 有些三极管的引脚材料不好,不容易搪上锡,此时要刮干净引脚,先给引脚上好锡后再装在线路板上。

4) 装好三极管后,对伸出的引脚要剪掉。

十一、三极管基本的直流电路

1. 主要作用

三极管在电子电路中,主要有下列几个方面的作用:

1) 在电路中放大信号,可以是放大信号的电流、电压和功率。

2) 在电路中起电子开关作用。

3) 在电路中构成具有各种功能的控制电路等。

2. 直流电路

三极管在电路中的重要应用之一是放大信号,这时要使三极管工作在放大状态,要给三极管各电极一个合适的直流工作电压,使三极管有适当的直流电流,否则三极管不能工作在放大状态。另外,当三极管不工作在放大状态下时,也要给三极管一个合适的直流电压。所以,三极管各电极直流电压供给电路的分析是基础。

对三极管电路直流电压供给电路分析,主要是集电极与发射极之间直流电压供给电路和基极电压供给电路。这里以三极管工作在放大状态的电路为例,介绍直流电压供给电路及电路分析方法。注意,不同极性三极管、采用不同极性直流电源供电时具体电路不同。

(1) NPN型三极管直流电路。如图1-65所示是NPN型三极管各电极直流电压供给电路,图1-65a所示采用正极性直流电源供给三极管集电极与发射极之间直流电压的电路。

从三极管 V_1 的发射极箭头可知,发射极电流流出三极管,只有给集电极加上的电压高于发射极电压时,发射极电流才能从管内流出管外。分析电路时利用三极管发射极箭头的这一提示作用,可以方便地知道集电极、发射极哪个电极的电压高。

仅仅给三极管集电极与发射极之间加上正常的直流电压还不行,因为集电极电流受基极电流控制,还必须给三极管基极加上正确的直流电压,使三极管有基极电流,如图1-65b所示电路,它是在图1-65a所示电路基础上在直流电源 $+V$ 端与 V_1 管基极之间接入一个电阻 R_1 ,这样 $+V$ 通过 R_1 加到 V_1 管的基极,使 V_1 管有了基极电压,使基极电压大于发射极电

压, 发射结处于正向偏置状态, V_1 管此时可以产生基极电流 I_B 。电阻 R_1 的作用是为 V_1 管提供基极电流。

关于这一电路的分析方法和注意事项如下:

一是集电极和发射极上的电压高低可以通过发射极箭头方向来确定, NPN 型三极管集电极的电压应该高于发射极的电压, 所以在采用正电源供电时 $+V$ 端与集电极相连, 当采用负电源供电时, $-V$ 端接发射极。如图 1-65c 所示, 因为 $-V$ 端是负电源的负极, 此时地端是负电源的正极端。这样, 仍然是集电极的电压高于发射极电压。

二是 NPN 型三极管产生集电极电流要同时满足两个条件, 一是集电极电压高于发射极电压, 二是要有基极电流。要产生基极电流, 必须给基极加上合适的直流电压, 即基极电压要比发射极电压大到一定程度。如图 1-65b 所示电路, 电阻 R_1 将直流电压 $+V$ 加到 V_1 管基极, 只要 R_1 大小合适, 便能使基极电压大于发射极电压, 有基极电流 I_B 。如图 1-65c 所示电路, V_1 管的发射极接 $-V$, 而基极通过电阻 R_1 接在地端, 这样基极电压高于发射极电压, 只要 R_1 大小合适, 便能有基极电流 I_B 。

三是如图 1-65b 所示电路, 基极电流 I_B 的回路是这样: $+V \rightarrow R_1 \rightarrow V_1$ 管基极 $\rightarrow V_1$ 管发射极 \rightarrow 地端。在这一回路中有电压 $+V$, 而且成回路, 所以有基极电流 I_B 。在分析三极管电路中是否有基极电流时, 主要分析 R_1 这只电阻是否能给三极管提供基极电流, 能否有基极电流的条件是两个: 一是成回路, 二是这一回路中有电源。如图 1-65c 所示电路, 这一回路中的基极电流回路是这样: 地端 $\rightarrow R_1 \rightarrow V_1$ 管基极 $\rightarrow V_1$ 管发射极 $\rightarrow -V$ 端, 在这一回路中有电源 $-V$, 且成回路, 所以 R_1 能够给 V_1 管提供基极电流 I_B 。

(2) PNP 型三极管直流电路。用如图 1-66 所示电路可以说明 PNP 型三极管直流电路, 如图 1-66a 所示是采用 $-V$ 供电时的电路。由于 PNP 型三极管的发射极箭头向管内, 说明发射极电流向管内流, 集电极电流则流出管外, 这样要求发射极电压大于集电极电压, $-V$ 端应该接集电极, 发射极接地端 (负电源的正极端)。

如图 1-66a 所示电路, 电阻 R_1 接在 $-V$ 端与 V_1 管基极之间, 由于发射极接地, 而基极通过 R_1 接 $-V$ 端, 这样发射极电压大于基极电压, 对发射结而言处于正向偏置状态, 所以此时有基极电流 I_B 。这一基极电流 I_B 的回路是这样: 地端 $\rightarrow V_1$ 管发射极 $\rightarrow V_1$ 管基极 $\rightarrow R_1 \rightarrow -V$ 端, 成回路, 且回路有电流 $-V$ 。

如图 1-66b 所示是采用正电源供电时的 PNP 型三极管直流电路。要求发射极电压大于基极电极电压, 所以发射

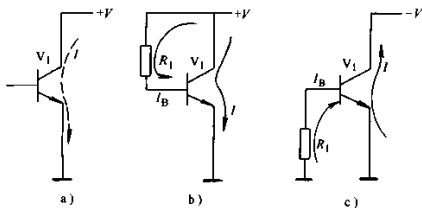


图 1-65 NPN 型三极管直流电压电路

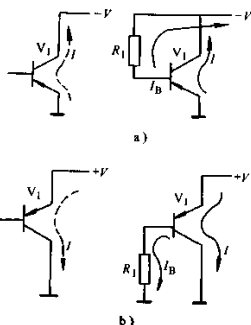


图 1-66 PNP 型三极管各电极直流供电电路

极接 +V 端, 集电极接地。电阻 R_1 接在基极与地端之间, 发射极接 +V 端, 这样发射极电压大于基极电压, 使发射结处于正向偏置状态, 便有基极电流 I_B 。基极电流回路是这样: +V 端 \rightarrow V_1 管发射极 \rightarrow V_1 管基极 $\rightarrow R_1 \rightarrow$ 地端, 成回路, 且回路中有电源 +V。

(3) 两种极性三极管直流电压供给电路比较。关于 NPN 型和 PNP 型三极管电流电压供给电路的比较主要说明以下几点:

1) 对于 NPN 型三极管而言, 无论它采用正电源还是采用负电源供电, 集电极电压均应该高于发射极电压。对于 PNP 型三极管而言, 无论采用正极性还是负极性电源供电, 均应该是发射极电压高于集电极电压, 这一点可以用发射极箭头方向来帮助记忆。

2) 无论哪种极性的三极管, 在放大状态时均要求发射结处于正向偏置状态, 对于 NPN 型三极管而言, 由于基极与 P 区相连, 发射极与 N 区相连, 所以基极电压高于发射极电压时发射结才处于正向偏置状态。对于 PNP 型三极管而言, 基极与 N 区相连, 发射极与 P 区相连, 所以发射极电压高于基极电压时发射结才处于正向偏置状态。

3) 基极电压与发射极电压的谁高时能使发射结处于正向偏置状态也可以用发射极箭头来帮助记忆。如图 1-65 的 b、c 所示电路, 发射极箭头向外, 说明基极电压应该大于发射极电压。

3. 基极偏置电路

三极管集电极与发射极之间的直流电压供给电路变化不多, 但基极电压供给电路的变化比较丰富, 所以分析三极管各电极直流电压供给电路, 主要是进行基极电压供给电路的分析, 这一电路称之为偏置电路。偏置电路的作用是给三极管提供基极直流电流, 这一电流又称基极静态偏置电流。

静态工作电流就是没有信号输入放大管时三极管的直流工作电流, 这一电流由放大器电路中的直流电源来提供。只有当三极管工作在放大状态时, 才要给三极管提供静态偏置电流, 而这一电流是保证三极管工作在放大状态的必要条件, 静态电流不正常, 三极管放大信号就一定不正常。

偏置电路的种类较多, 这里主要介绍固定式偏置电路、分压式偏置电路和集电极—基极负反馈式偏置电路。

(1) 固定式偏置电路。如图 1-67 所示是固定式偏置电路, 这是 NPN 型三极管、采用正电源供电的电路, 从前面的分析可知, 电阻 R_1 可以为 V_1 管提供基极电流 I_B , 所以 R_1 称为偏置电阻。

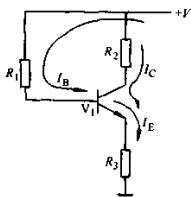


图 1-67 固定式偏置电路

在图 1-65、1-66 所示电路中均是采用的固定式偏置电路, 对这种偏置电路的工作原理不再介绍。图 1-67 所示电路中的 R_2 为集电极负载电阻, R_3 为发射极负反馈电阻, 关于这两个电阻的作用和工作原理将在后放大器电路中介绍。

(2) 分压式偏置电路。如图 1-68 所示是分压式偏置电路, 其中图 a 所示是采用正电源供电的 NPN 型三极管电路, 图 b 所示是采用负电源供电的 PNP 型三极管电路。

如图 1-68a 所示电路, 电阻 R_1 和 R_2 构成对直流电压 +V 的分压电路, 分压后的电压加到 V_1 管基极上, 给基极一个直流偏置电压。在这一电路中, V_1 管的发射极通过电阻 R_4 接地, 基极电压高于地端电压, 所以发射结处于正向偏置状态。见图中所示, 流过 R_1 的电流为 I_1 , 流过 R_2 的电流为 I_2 , 流入基极的电流为 I_B , $I_1 = I_2 + I_B$, $I_1 > I_2$, 电阻 R_1 构成了基

极电流回路，这一电流回路为 $+V \rightarrow R_1 \rightarrow V_1$ 管基极 $\rightarrow V_1$ 管发射极 $\rightarrow R_4 \rightarrow$ 地端。

在分压式偏置电路中， R_1 称为上偏置电阻， R_2 称为下偏置电阻，虽然基极电流通过上偏置电阻 R_1 构成回路，但 R_1 和 R_2 分压后的电压决定了 V_1 管基极电压的大小，也就是决定了基极电流 I_B 的大小，所以 R_1 和 R_2 同时决定了基极电流的大小。

由于 R_1 和 R_2 构成的分压电路为 V_1 管基极提供直流电压，所以将这一电路称分压式偏置电路。在这种电路中，为了使基极电流的大小比较稳定，要求电流 I_1 大于基极电流 I_B 五到十倍。

如图 1-68b 所示电路，这是采用负电源供电时的 NPN 型三极管分压式偏置电路，由电阻 R_1 和 R_2 构成对 $-V$ 的分压电路，分压后的电压加到 V_1 管基极，此时的基极电流回路为地端 $\rightarrow R_2 \rightarrow V_1$ 管基极 $\rightarrow V_1$ 管发射极 $\rightarrow R_3 \rightarrow -V$ 端。

如图 1-69 所示是 PNP 型三极管的分压偏置电路，图 a 所示是采用正电源供电时的电路，图 b 所示是采用负电源供电时的电路。

如图 1-69a 所示电路， V_1 管发射极通过电阻 R_4 接地，而基极通过 R_1 接在 $-V$ 端，这样基极电压低于发射极电压，发射结处于正向偏置状态，便有基极电流 I_B ，这一电流的回路为地端 $\rightarrow R_4 \rightarrow V_1$ 管发射极 $\rightarrow V_1$ 管基极 $\rightarrow R_1 \rightarrow -V$ 端。

如图 1-69b 所示电路， V_1 管的发射极通过 R_3 接 $+V$ 端，基极通过 R_2 接地端，这样发射极电压高于基极电压，发射结处于正向偏置状态，便有基极电流 I_B ，这一电流的回路为 $+V \rightarrow R_3 \rightarrow V_1$ 管发射极 $\rightarrow V_1$ 管基极 $\rightarrow R_2 \rightarrow$ 地端。

关于分压偏置电路，还要说明以下几点：

1) 无论是 NPN 型还是 PNP 型三极管，无论是采用正电源还是负电源，偏置电路均有两个电阻构成，这一特点为对识别偏置电路的种类提供方便。

2) 在两个偏置电阻中，有一只电阻构成了基极电流的回路，另一只电阻中不通过基极电流，在分析电路时要识别出哪只电阻通过基极电流，因为当这只电阻开路后，三极管就没有基极电流了，而另一只电阻开路后只会使基极电流更大。

(3) 集电极-基极负馈式偏置电路。如图 1-70 所示是集电极-基极负馈式偏置电路，这是 NPN 型三极管、采用正电源供电时的电路。

电路中，电阻 R_1 接在 V_1 管的集电极与基极之间，这是偏置电阻，即 R_1 为 V_1 管提供了基极电流 I_B 的回路，这一电流回路为 $+V$ 端 $\rightarrow R_2 \rightarrow V_1$ 管集电极 $\rightarrow R_1 \rightarrow V_1$ 管基极 $\rightarrow V_1$ 管发射极 $\rightarrow R_3 \rightarrow$ 地端，在这一回路中有电源 $+V$ ，所以能有基极电流 I_B 。

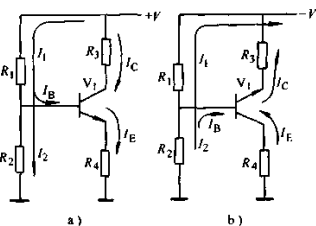


图 1-68 NPN 型三极管分压式偏置电路

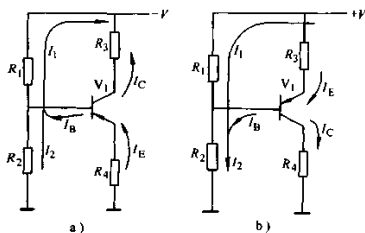


图 1-69 PNP 型三极管分压式偏置电路

由于 R_1 接在集电极与基极之间, 并且 R_1 具有负反馈的作用, 所以称为集电极-基极负反馈式偏置电路。

4. 三极管直流电路小结

前面介绍了三极管的直流电路, 关于对这一电路的分析主要注意以下几个方面的问题:

1) 找出集电极、发射极直流电压供给电路, 通常这两个电极中只有一个电极与正电源端或负电源端直接相连, 或是通过一个电阻相连。另一个电极则直接接地端, 或是通过一个电阻与地端相连。

2) 对于 NPN 型三极管, 集电极电压应该高于发射极电压, 对于 PNP 型三极管发射极电压高于集电极, 用发射极箭头来记忆。

3) 基极电压由基极偏置电路来提供, 这一偏置电路有多种, 其中固定式偏置电路最容易搞错, 其他两种偏置电路均有明显的电路特征而不会出错。

4) 关于固定式偏置电路, 分析基极上的电阻是否是偏置电阻时, 主要是看这一电阻能否给三极提供基极电流, 而能否提供基极电流又要注意两点, 即该电阻应该在基极回路中, 这一回路中要有电源。如图 1-71 所示四个电路中的电阻 R_1 均不能给 V_1 管提供基极电流 I_B 。

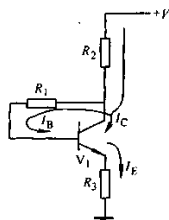


图 1-70 集电极-基极负反馈式偏置电路

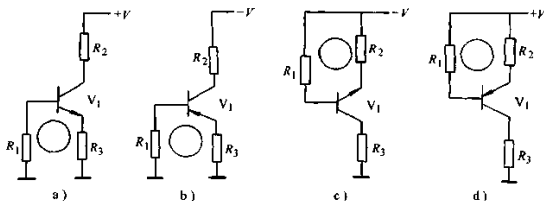


图 1-71 判断基极固定式偏置电路示例

如图 1-71a 所示电路, 电阻 R_1 是成回路的, 其回路是地端 $\rightarrow R_1 \rightarrow V_1$ 管基极 $\rightarrow V_1$ 管发射极 $\rightarrow R_3 \rightarrow$ 地端, 但在这回路中没有电源, 所以电阻 R_1 仍然不能给 V_1 管提供基极电流 I_B , 这样 R_1 就不是偏置电阻。图 1-71b 所示电路的情况也是一样, R_1 所在回路中没有电源, 故 R_1 也不是偏置电阻。

如图 1-71c 所示电路, 电阻 R_1 也是成回路的, 即 V_1 管基极 $\rightarrow V_1$ 管发射极 $\rightarrow R_3 \rightarrow -V$ 端 $\rightarrow R_1 \rightarrow V_1$ 管基极, 这一回路虽然与 $-V$ 端相连, 但电源 $-V$ 不是串联在这一回路中, 所以 R_1 也不能为 V_1 管提供基极电流 I_B , R_1 就不是偏置电阻。图 1-71d 所示电路情况一样。

注意, 图 1-71c、d 所示电路中电阻 R_1 虽然与电源端相连, 但是电源不在 R_1 回路中, 所以没有基极电流, 这一点在电路分析时一定要小心, 常因电源端与阻 R_1 相连而误认为三极管有基极偏置电路。

5) 在三极管电路分析中, 确定三极管是否有基极偏置电路, 对分析三极管在电路中起什么作用, 和分析三极管的工作原理十分重要。因为当三极管工作在放大信号状态时, 电路中必定有基极偏置电路, 而三极管不工作在放大状态时, 可以没有基极偏置电路, 这样有没有基极偏置电路就能看出三极管是否工作在放大状态, 这样可以确定三极管在电路中的作用, 为下一步电路分析确定方向。

第二章 通用元器件

第一节 可变电阻器

可变电阻器又称微调电阻器，它是电阻器中的一种，在电子电路中可以起电阻的作用。它与一般电阻器的不同之处是其阻值可以在一定范围内连续变化，在一些要求电阻值变动而又不常变动的场合，可使用这种可变电阻器。另外，在不少场合下可变电阻器还作为电位器来使用。

一、外形特征和电路符号

1. 外形特征

如图 2-1 所示是几种可变电阻器的外形示意图。

图 2-1a 所示是小信号电路中使用的卧式可变电阻器，它平卧地安装在电路板上，调节口朝上。

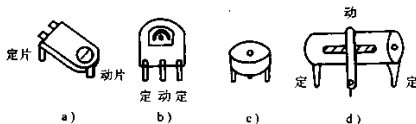


图 2-1 可变电阻器的外形示意图

图 2-1b 所示是用于小信号电路中的立式可变电阻器，它垂直安装在电路板上，调节口是水平方向的。

图 2-1c 所示是小型塑料外壳的可变电阻器。

图 2-1d 所示是用于功率较大场合下的可变电阻器（线绕式结构）。前三种可变电阻器的调节口为旋转结构，而图 2-1d 所示的动片为左右滑动调节。

可变电阻器的外形具有下列一些特征（根据这些特征可以在电路板中识别可变电阻器）：

1) 可变电阻器共有三根引脚，这三根引脚有区别，一根为动片引脚，见图所示的可变电阻器外形示意图，另两根是定片引脚，一般两个定片引脚之间可以互换使用，而定片与动片引脚之间不能互换使用。

2) 可变电阻器的体积比一般电阻器的体积大些，根据可变电阻器的外形示意图可以在实际电路板中方便地找到它。

3) 在可变电阻器上可以看出的它标称阻值，这一标称阻值是指两个定片引脚之间的阻值，也是某一个定片与动片之间的最大阻值。

4) 可变电阻器上有一个调整口，用平口旋具（起子）伸入此调整口中，转动旋具（起子）可以改变动片的位置，进行阻值的调整。

2. 电路符号

可变电阻器的电路符号不同于一般电阻器的电路符号，在它的电路符号上要表现出它的阻值可变这一特点来，如图 2-2 所示是可变电阻器的几种电路符号。

图 2-2a 所示是国标最新规定的可变电阻器电路符号，它在电阻器电路符号基础上再加

入箭头,用箭头来表示其阻值可连续变化。但是,在现有的大量电路图中则不用这种电符号,而是用图 2-2b 所示电路符号,这一符号比较形象地表示了可变电阻器的工作原理。

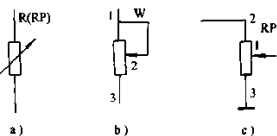


图 2-2 可变电阻器电路符号

图 2-2c 所示是可变电阻器用作电位器时的电路符号,显然与图 2-2b 所示有所不同,它的 3 根脚独立,而图 2-2a、b 中只有两根引脚。

从图中可以看出,图 2-2a 所示可变电阻器电路符号中用字母 RP (或 R) 表示,图 2-2b 所示则用 W 表示。现在规定可变电阻器使用 RP 来表示。

二、种类和结构

1. 种类

一般用于小信号场合的可变电阻器(小电流、低电压)多为碳膜可变电阻器,其额定功率较小,体积很小。在用于大电流场合下时,多为线绕的可变电阻器,它的体积很大,功率大。

可变电阻器按照安装形式分为下列两种:立式可变电阻器和卧式可变电阻器。

2. 结构

如图 2-3 所示可以说明小信号电路中使用的可变电阻器结构及工作原理。从图中可以看出,它主要由动片、碳膜体、三根引脚片组成。在用平口旋具(螺丝刀)伸入调节口中转动时,动片上的触点在电阻片上可以滑动。碳膜体是一个电阻体,电阻体上两点之间的长度愈大,其电阻值愈大,电阻片单位长度内的阻值大小与可变电阻器的标称阻值大小有关,标称阻值大时大,反之则小。

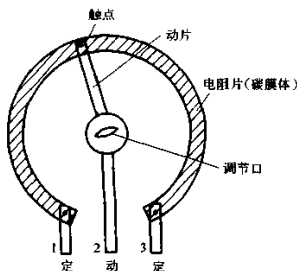


图 2-3 可变电阻器结构示意图

3. 工作原理

可变电阻器共有三根引脚,即固定引脚(又称定片)1和3,动片为2。当动片逆时针方向转动时,定片1与动片2之间的电阻体长度在减少,其阻值在减小,而动片2与定片3之间的电阻体长度在增加,其阻值在增大。

当动片转动到最左端时,1与2脚之间的阻值为零,而2与3脚之间的阻值为最大,即等于这一可变电阻器的标称阻值。当动片顺时针方向转动,定片1与动片2之间阻值在增大,动片2与定片3之间阻值在减小。当动片滑动最右端时,2与3脚之间的阻值为零,动片2与定片1之间的阻值为最大(等于标称阻值),即等于两定片1、3之间的阻值。动片可以左右滑动。

在作为可变电阻器使用时,动片要与某一定片用导线直接相连,这里假设动片2与定片1相连,见图 2-2b 所示电路符号,动片2和定片1在可变电阻器本身不相连,这要在电路中通过有关导线相连。另外,可变电阻器也可以是动片2与定片3相连。图 2-2c 所示电路符号中,可变电阻器是作为电位器使用,各引脚之间没有相连,2、3之间可以互换使用。

三、主要参数及表示方法

1. 单位

可变电阻器是电阻器中的一种，它在电路中所起的作用是一个电阻的作用，所以它的单位与普通电阻器一样，为欧姆 (Ω)，此外还有千欧 ($k\Omega$)。

2. 主要参数

可变电阻器在实际使用中主要关心两个参数：标称阻值和额定功率。

在小信号电路中应用的可变电阻器，一般只关心它的标称阻值，对功率无要求。

可变电阻器的标称阻值是指它两根固定引脚之间的阻值，由前面可变电阻器结构可知，这也是可变电阻器的最大阻值。由于可变电阻器动片上触点移动的轨迹长度一定，所以当标称阻值大时，动片触点移动的单位长度内阻值的变化量大。

3. 表示方法

可变电阻器采用直标法表示标称阻值，即直接将标称阻值标注在可变电阻器上，在大电流应用场合下的可变电阻器还同时标注出额定功率参数。

四、故障特征及检测方法

1. 故障特征

可变电阻器的故障发生率比普通电阻高得多，主要故障有下列一些：

- 1) 可变电阻器动片与碳膜之间接触不良，造成动片与碳膜的接触电阻增大。
- 2) 可变电阻器的碳膜磨损或烧坏，此时动片与碳膜之间接触不良，或根本不能接触上。
- 3) 可变电阻器的引脚断。

使用时间较长的可变电阻器更容易发生上述各种故障。

2. 检测方法

可变电阻器的检测方法同电阻器的检测方法基本一样，用欧姆档测量有关引脚之间的阻值大小，测量可以在电路板上直接进行，也可以将可变电阻器脱离电路后测量。

由于可变电阻器的特殊性，在检测过程要注意以下几个方面的问题。

- 1) 若测量动片与某定片之间的阻值为 0Ω ，则此时应看动片是否已转动至所测定片这一侧的端点，不然可认为可变电阻器已损坏（在路测量时要排除外电路的影响）。
- 2) 若测量动片与任一定片之间的阻值已大于标称阻值，则说明可变电阻器已出现了开路故障。
- 3) 测量中，测得动片与某一定片之间的阻值小于标称阻值，并不能说明它已经损坏，而应看动片的处于什么位置，这一点与普通电阻器不同。

4) 脱离测量时，可用万用表欧姆档的适当量程，一支表棒接动片引脚，另一支表棒接某一个定片，再用平口旋具顺时针或逆时针缓慢转动片，此时表针应从 0Ω 连续变化到标称阻值。同样方法再测量另一个定片与动片之间的阻值变化情况，测量方法和测试结果应相同。这样，说明可变电阻器是好的，否则可变电阻器已损坏。

五、修配方法

可变电阻器是比较容易损坏的，造成可变电阻器损坏的原因主要有：一是使用时间长了，二是电路出毛病使可变电阻器过流而烧坏了碳膜，此时从外表上也能看出可变电阻器的烧坏痕迹。

1. 修理方法

可变电阻器的有些故障可以通过修理而能使之恢复正常功能，有以下几种情况：

- 1) 动片触点脏, 可用纯酒精清洗触点。
- 2) 碳膜上原动片触点的轨迹因磨损而损坏时, 可以将动片上的触点向里弯曲一些, 以改变动片触点原来的轨迹。
- 3) 一个定片与碳膜之间断路, 此时若用作可变电阻 (不作电位器使用), 则可不用断路的这个定片, 而用另一个定片与动片之间的阻值。
- 4) 一根引脚片由于扭折而断了, 此时可用硬导线焊上一根作为引脚。

2. 选配原则

可变电阻器因过流而烧坏或碳膜严重磨损, 此时应更换可变电阻器。在更换可变电阻器时, 要注意以下几个方面:

- 1) 标称阻值相同或十分相近。
- 2) 只要安装条件允许, 卧式、立式可变电阻器之间可以互换。
- 3) 若换上的可变电阻器其标称阻值比原来的大也可以用, 只是动片调节的范围小了, 有些场合下调整起来比较困难。若新换上的可变电阻器标称阻值略小些, 则可再串一只适当阻值的普通电阻器。

第二节 电位器

电位器在国外亦称之为可变电阻器, 只是往往将电位器作为一个 4 端元件运用 (可变电阻器是一个两端元件, 动片与某一固定片连接后便只有两个端点)。在国内将可变电阻器与电位器分开。

一、外形特征和电路符号

1. 外形特征

电位器的种类比较多, 各种具体电位器的外形不同, 如图 2-4 所示是几种常见电位器的外形示意图。

常见电位器具有下列一些特征:

- 1) 一种电位器是圆形的, 它有一根转柄, 此柄可以转动, 如图 2-4a 所示。在这种电位器中有三根引脚 (有的是四根引脚), 如图 2-4a 所示。
- 2) 另一种电位器是长方形的, 如图 2-4b 所示, 它有一个操纵柄, 此柄只能直线滑动而不能转动, 它的引脚片在下部。

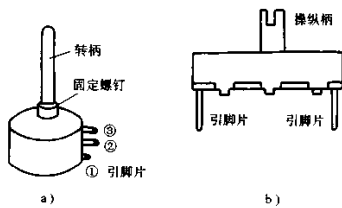


图 2-4 常见电位器外形示意图

3) 电位器的体积比可变电阻器大得多, 具体的电位器也有大有小。各种电位器的具体特征有所不同。

2. 电路符号

如图 2-5 所示是电位器的电路符号, 图 a 所示是电位器的一般电路符号。在电路符号中, 以前电位器用 W 表示, 最新国家标准规定用 RP 来表示, RP 是英文 Resistor Potentiometer (电位器) 的缩写。

图 2-5b 所示是带开关电位器的电路符号, 符号中 RP 是电位器, S_1 是附在 RP 上的开关,

S_1 受 RP 的转柄动作控制, 当开始转动转柄时首先将开关接通, 在开关接通之后这一电位器便同普通电位器一样。

图 2-5c 所示是将电位器当作可变电阻器使用时的电路符号, 有时电位器也作为可变电阻器使用。

图 2-5d 所示将电位器的 3 根引脚分成 4 个端点 1、2、3、4, 组成双口电路, 即 1、2 端用于一个信号回路, 为信号的输入回路, 3、4 端是另一个回路, 为信号的输出回路。其中, 2、4 端作为共用端, 在电位器中 2 和 4 端是一根引脚。

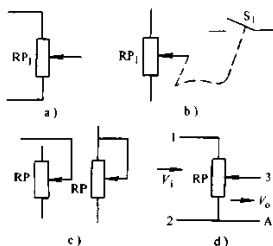


图 2-5 电位器电路符号

二、种类和结构

1. 种类

电位器的种类很多, 这里只对它作一些简单的分类。

(1) 按操纵形式划分主要有:

1) 旋转式(或转柄式)电位器, 如图 2-4a 所示, 在调节阻值时可以左、右旋转电位器的这一转柄。

2) 直滑式电位器, 如图 2-4b 所示。它的操纵柄不是旋转动作的, 而是在一定范围内作直线滑动来改变电阻值。直滑式电位器由于操作形式不同, 要求有较大的安装和操作空间。

(2) 按联数来划分主要有下列两种:

1) 单联电位器, 即一个操纵柄只能控制一个电位器的阻值变化, 图 2-4 所示中的两个电位器都是单联电位器, 这种电位器应用最广泛。

2) 双联电位器, 这种电位器的外形与单联电位器基本一样, 它有两个单联电位器的基础结构, 但用一个操纵柄同步控制器两个电位器(组合在一些)的阻值变化, 这种电位器主要用于音响电路中。

(3) 按有无开关划分主要有下列两种:

1) 无附设开关的电位器, 这是最常用的一种。

2) 设有开关的电位器, 这种电位器常用作音量电位器, 其附设的开关可作为电源开关。

(4) 按输出函数特性划分常用的有下列三种:

一是线性电位器(用 X 型表示); 二是对数式电位器(用 D 型表示); 三是指数式电位器(用 Z 型表示)。

2. 结构

电位器的结构及工作原理基本上与可变电阻器相同(如图 2-3 所示), 也是由电阻体、定片和动片触点组成, 但电位器还有操纵柄和金属外壳。电位器的操纵柄用来控制动片在电阻体上的滑动, 外壳用来起屏蔽等作用, 由于操作操纵柄时可能会引起干扰, 电位器外壳在电路中要接地(操纵柄与外壳相连), 这样可以达到抑制干扰的目的。

3. 工作原理

电位器与可变电阻器一样, 也有两个定片和一个动片, 当转动电位器的转柄时, 动片在电阻体上滑动, 动片到两个定片之间的阻值大小在发生改变, 当动片到一个定片的阻值在增大时, 动片到另一个定片的阻值在减小, 电位器的这一工作原理与可变电阻器一样。

电位器在电路中也相当于两个电阻器构成的串联电路, 如图 2-6 所示, 动片将电位器的

电阻体分成两个电阻 R_1 和 R_2 。当动片向定片1端滑动时, R_1 的阻值在减小,而 R_2 的阻值在增大。当动片向定片2滑动时, R_1 的阻值在增大, R_2 的阻值在减小。 R_1 和 R_2 的阻值之和等于电位器的标称阻值。

4. 电位器与可变电阻器比较

虽然电位器的基本结构与可变电阻器是基本一样的,但在许多方面也存在着不同,主要有以下几点:

1) 电位器动片操作方式不同,电位器设有操纵柄。
2) 电位器电阻体的阻值分布特性与可变电阻器的分布特性不同,各种输出函数特性的电位器其电阻体的分布特性均不相同。

3) 电位器有多联的,而可变电阻器没有。

4) 电位器的体积大,结构牢固,寿命大。

三、主要参数及表示方法

1. 主要参数

电位器的参数很多,常用的有下列几项。

(1) 标称阻值及允许偏差。电位器的标称阻值是指两固定引片之间的阻值,电位器的标称系列分线绕和非绕电位器两种,常用的非线绕电位器的标称系列采用E6系列,即1.0、1.5、2.2、3.2、4.7、6.8,再乘上10的 n 次方(n 为正整数或负整数),单位为欧姆(Ω)。

非线绕电位器的允许偏差分为3个等级,即I级为 $\pm 5\%$,II级为 $\pm 10\%$,III级为 $\pm 20\%$ 。

(2) 额定功率。它是指电位器在交流或直流电路中,当大气压力为86.66~106.66kPa(650~800mmHg),在规定环境温度下,所能承受的最大允许功耗。

电位器的额定功率也有标称系列,且线绕和非线绕电位器分开,非线绕电位器的额定功率系列为0.25W、0.05W、0.1W、0.5W、1W、2W、3W。

(3) 噪声。这是衡量电位器性能的一个重要参数,电位器的噪声共有下列三种:一是热噪声。二是电流噪声。热噪声和电流噪声是动片触点不滑动时两定片之间的噪声,所以又称为静噪声。静噪声是电位器的固定噪声,很小。三是动噪声。动噪声是电位器的特有噪声,是电位器的主要噪声。产生动噪声的原因很多,但主要原因有两方面:一是电阻体的结构不均匀,二是动片触点与电阻体的接触噪声。其中,后者随着电位器的使用噪声变得愈来愈大,是动噪声中最成问题的方面。

2. 表示方法

电位器的参数表示方法采用直标法,通常将标称阻值及允许偏差、额定功率和类型标注在电位器的外壳上,在一些小型电位器上只标出标称阻值。

这里举一例说明电位器的参数标注方式。有一个电位器外壳上标出470k—0.25/X,其中470k是标称阻值,0.25表示额定功率为0.25W,X表示X型电位器。

四、三种常用电位器特性

这里介绍X型、D型和Z型这三种常用电位器的阻值分布特性。

1. X型电位器

X型电位器称为线性电位器,它的阻值分布特性是线性的,即当动片从起始端均匀转动(或滑动)转柄时,阻值也在均匀地增大。在整个动片行程内,动片触点移动的单位长度内,

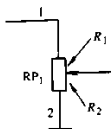


图 2-6 电位器
工作原理示意图

阻值变化量处处相等，可用如图 2-7 所示中的 X 曲线来表示。图中，横坐标表示动片触点的机械行程，纵坐标表示动片与某一定片之间的阻值变化。从图中可以看出，这是一条直线，是线性的。在这种电位器中，当动片转动至一半机械行程处时，动片到两个定片之间的阻值相等，这种电位器的两个定片可以不分。

X 型电位器主要用于音响设备中作为立体声平衡控制电位器。

2. Z 型电位器

Z 型电位器称为指数型电位器，它的阻值分布规律与 X 型电位器不相同，如图 2-7 所示中的 Z 曲线所示。从图中可以看出，动片触点刚开始滑动（顺时针方向转动转柄）的那部分，阻值（动片与地端定片之间的阻值）上升比较缓，动片触点滑到后来阻值迅速增大，这一阻值分布特性同指数曲线一样，所以称为指数型电位器。

从图中可以看出，当动片转动到最后时（全行程），动片到地端定片之间的阻值等于这一电位器的标称阻值。当动片转动至一半机械行程处时，动片到两个定片之间的阻值不相等，到地端定片的阻值远小于到另一个定片的阻值，根据这一点可以分辨出两个定片中哪一个地端的定片。

凡是由扬声器发出声音的设备，如录音机、扩音机、电视机等，一般都用这种电位器构成音量控制器电路。这里说明一下音量控制器电路中为什么要采用指数型电位器。根据韦伯的著名定律，人耳的响度感觉并不是与声源的声强成正比关系的，而是与声强的对数成正比，也就是说当声强较小时，声强增大人耳感觉的响度在较大地增大，可当声强大到一定程度后声强增大许多，人耳感觉的响度增大量不多。声强从小开始增大时，人耳感受的响度增大大量。声强在较大后，人耳感受的响度增大大量明显减小了。

如若音量电位器采用 X 型电位器，当均匀转动音量电位器时，动片输出信号是均匀增大的，输入低放电路的信号也是均匀增大的，扬声器发出的声音强度也是在均匀增大的，但人耳的听觉特性不是均匀的，而是对数特性的。所以，当扬声器发出的声音强度在均匀增大时，听到的声音不是在均匀增大，而是当刚转动电位器时声音增量较大，当电位器转到后来时声音的增量减小了，这就使得音量调整不均匀。

为了使音量电位器在均匀转动时，人耳的听觉感受也是在均匀增大，要求采用指数型（Z 型）电位器。在采用 Z 型电位器后，当开始均匀转动音量电位器时，电位器动片到地端的阻值增大量较小，输入低放电路的信号增量较小，扬声器发出的声音强度增量小，而在较小音量时人耳听觉正好是比较灵敏的，这样感觉声音仍在继续地增大。当音量电位器动片转动到后来时，Z 型电位器动片与地端之间阻值明显增大，使输入低放电路的信号在明显增大，而此时由于音量已经较大了，听觉已不太灵敏了，这样感觉声音的增大并不那么快。

利用 Z 型电位器阻值分布是按指数特性变化的，再利用人耳的听觉特性是按对数变化的，在音量较小时人耳听觉灵敏，给低放电路输入较小的信号。当音量较大时人耳听觉不灵敏了，音量电位器给低放电路输入较大的信号，这样在均匀转动音量电位器时，感觉声音是在均匀增大的，达到线性控制音量的目的。

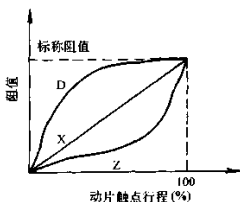


图 2-7 X、Z 和 D 型电位器阻值分布特性曲线

3. D型电位器

D型电位器又称对数型电位器，它同Z型电位器一样属于非线性电位器。但是，它的阻值分布特性又不同于Z型电位器，如图2-7所示中的D曲线所示。

从图中可以看出，D型电位器在动片触点刚开始滑动时阻值迅速增大，到后来阻值增大变得缓慢，恰好与Z型电位器的特性相反。当动片转动到最后时（全行程），动片到地端定片之间的阻值等于这一电位器的标称阻值。当动片转动至一半机械行程处时，动片到两个定片之间的阻值也不相等，到地端定片的阻值远大于到另一个定片的阻值。

D型电位器用于一些音调控制器电路中作为音调电位器。

这里要说明一点，对于Z型和D型电位器，由于阻值分布特性的原因，它们的两个定片引脚不能互相接反，两个定片中有一个是接地的定片，当动片逆时方向转动到头后，动片与地端定片之间的电阻为零，根据这一点也可以分辨出哪个是接地的定片。

五、故障现象和检测方法

1. 故障特征

电位器是一个故障发生率比较高的元器件，它的故障主要有以下几种：

(1) 转动噪声大（动噪声大）。这一故障主要出现在音量电位器中，因为音量电位器经常转动，其次为音调电位器。

一般音量电位器或音调电位器在使用一段时间后或多或少地会出现转动噪声大故障，这主要是由于动片触点与电阻体（碳膜）之间经常摩擦，造成碳膜损坏，使动片与碳膜之间接触不良。此时，调节音量时扬声器中会出现“咯啦、咯啦”的响声，停止转动电位器时噪声便随之消失。在故障比较严重时，动片转动到某一个位置处时会出现扬声器中无信号声的故障（此时动片已与碳膜之间开路）。

(2) 电位器引脚在内部断路，此时，电位器所在电路便不能正常工作，对于音量电位器而言，可能出现无声故障现象，或出现音量关不死故障（音量电位器关在最小音量位置时，扬声器中仍然有声音）。

(3) 电位器的碳膜因过流而严重烧坏。这时，一般会将电位器烧成开路。

2. 检测方法

对电位器的检测可分为试听检查和阻值测量两种方法，根据电位器在电路中的具体作用不同，可采取相应的检测方法。

(1) 试听检查方法。这种检查方法主要用于音量电位器、音调电位器的噪声故障检查，方法是：让电路处于通电工作状态，然后左右旋转电位器转柄，让动片触点在碳膜上滑动。如若在转动时扬声器中有“咯啦、咯啦”噪声，则说明电位器存在转动噪声大故障。若转动过程中几乎听不到什么噪声，则说明电位器基本良好。

(2) 阻值检测方法。对电位器阻值检测分为在路检测和脱开检测。由于一般电位器的引脚用引线 with 电路板上的电路相连，焊下引线比较方便，故常用脱开检测的方法，这样测得的结果能够准确说明问题。

对电位器的阻值测量分成以下两种情况：

一是测量两固定引片之间的阻值，应等于该电位器外壳上的标称阻值，远大于或远小于标称阻值都说明电位器有问题。

二是检测阻值变化情况，方法是：用万用表欧姆档相应量程，一支表棒搭动片，另一支

表棒搭一个定片，缓慢地左右旋转电位器的转柄，表针指示的阻值应从零到最大值（等于标称阻值），再从最大值到零的连续变化。在上述测量过程中，转动转柄时要均匀，表针偏转也应该是连续的，即不应该出现表针跳动的现象。

六、引脚识别和修配方法

1. 引脚识别方法

除 X 型电位器外，其他非线性电位器的两定引脚片不能互换使用。从电位器结构中可以知道，电位器至少有三根引脚，其中两个为定片，一个为动片。分辨这几个引脚片的方法如下：

(1) 找动片方法。动片往往在两定片之间，以此特征可方便地找出动片，如图 2-4a 所示的电位器，2 为动片引脚，它在两个定片的中间。

(2) 找接地的固定引脚片方法。在电位器的三个引脚片中，有一个接地的引脚片，该引脚在电路中接电路板地线，分辨这一接地引脚片的方法有下列三种：

1) 图 2-4a 所示电位器，图中的 1 脚是接地的引脚片，因为当转柄向左旋到头时，1、2 引脚之间的阻值为零。电位器在正常使用时，转柄应顺时针方向转动，此时恰好是 1、2 引脚之间的阻值在增大。

2) 用万用表欧姆档来分辨，方法是：将转柄逆时针方向旋转到底，此时测量动片与某一定片之间的阻值为零时，这一定片为接地的定片引脚。

3) 在路测量时，测量某一个定片与线路板地线之间为零时，该定片为接地定片。

(3) 找另一个定片的方法。确定了上述两个引脚后，剩下的一个为另一个定片。由于这一定片在电路中往往是接信号传输线热端的，信号从此引脚加到电位器中，故将此引脚称为热端引脚。

(4) 找外壳引脚片方法。一些电位器中，除上述三个引脚片外，还多出一根外壳接地引脚，此脚与电位器的金属外壳相连，识别可以用万用表的欧姆档进行，测量各引脚与外壳的电阻大小，为零的引脚为外壳接地引脚。

(5) 开关引脚片。在附有开关的电位器中，除上述几个引脚片外，还多出一组（两根）引脚片，这是开关的两个触点接线引脚。一般这两个引脚片设在电位器的背面（与转柄相对）。也可以用万用表欧姆档测量这两引脚片之间阻值来确定，方法是：两支表棒分别搭两根引脚片，转动电位器转柄，在听到“喀哒”一声的前后，引脚片之间的阻值一个为无穷大（开关断），一个为零（开关通），开关中的两根引脚不必再分清。

2. 清洗方法

在大多数情况下，电位器转动噪声大的毛病通过清洗处理能够使之恢复正常使用，清洗的具体方法是：设法让纯酒精清洗液流到碳膜上，再不断转动转柄，使触点在碳膜上滑动，达到清洗碳膜和触点的目的。这种清洗可以在通电的情况下进行（注意一定要用纯酒精），转动转柄，试听清洗情况，直到转动噪声消失为止。

让清洗液流到碳膜上的方法有多种，根据电位器的结构情况不同，主要有以下几种方式：

- 1) 对转柄处有较大缝隙的电位器，可让清洗液从此缝隙处流入。
- 2) 对引脚片处有较大缝隙的电位器，可让清洗液从此缝隙处滴入。
- 3) 对于直滑式电位器，大多数情况下应从背面的孔中滴入清洗液，但有些直滑式电位

器应从正面操纵柄槽中滴入清洗液。

4) 对于小型电位器（不附开关的电位器），由于拆下电位器外壳比较方便，为清洗彻底起见可以在打开外壳后进行清洗。

5) 对于清洗液无法从外部流入的电位器，应打开电位器的外壳后进行清洗。电位器通过清洗后，转动噪声会全部消失，此时最好再滴入一滴润滑油在碳膜上，以减小摩擦。经验表明，仅清洗不滴油，清洗后的电位器在使用不长的时间后会再度出现转动声大故障。

机器中，一般电位器的转柄伸出机壳外，在清洗时可只卸下旋钮而不必打开机壳，让清洗液从转柄缝隙处流入。当这种方法无效时再打开机壳后用其他方法清洗。另外，一些音量电位器是带电源开关的（不是指小型电位器），由于这种电位器内部开关结构较复杂，拆开外壳简便，但装配却相当麻烦，对此应尽可能考虑在不拆下外壳的情况下处理电位器转动噪声大故障。

3. 修整方法

对碳膜已磨损严重的电位器，通过清洗往往不能获得良好的效果。此时应打开电位器的外壳进行修整，方法是：用尖嘴钳将动片触点的簧片向里侧弯曲一些，使触点离开原已磨损的轨迹而进入新的轨迹。采用这种方法处理后的电位器，只要处理得当其效果良好。

在修整时要打开电位器的外壳，通常比较简单。电位器的外壳用铁卡夹固定，可用旋具（起子）撬开外壳上的三个铁卡夹，外壳便能拆下。注意，不可将电位器上的铁卡夹搞断，否则无法重新固定。

七、选配原则和更换方法

1. 选配原则

电位器除转动噪声大故障外，出现其他故障时一般不能修复，如碳膜严重磨损、电位器过电流烧坏等，此时得更换新的电位器。当然，能采用原型号更换那是最好。在无法配到原型号时应尽力修复，无法修复情况下，电位器的选配原则如下：

1) 不同型号的电位器，如 X 型、Z 型、D 型电位器之间不可互相代替使用，否则控制效果不好。

2) 其他条件满足，在标称阻值很相近时可以代用。

3) 其他条件满足，额定功率相同，或新换上的电位器略大些时可以代用。

4) 转柄式、直滑式电位器之间不能相互代替，因为安装方式不同。对转柄式电位器而言，其操纵柄长度要相同，否则转柄上的旋钮无法正常装上。

注意：在选配电位器时，上述几个条件要同时满足才行。

2. 更换方法

更换电位器的具体操作步骤和方法如下：

第一步将原电位器的固定螺钉取下，但不要焊下原电位器引脚片上的引线，让引线连在电位器上。

第二步将新电位器装上，并固定好。

第三步在原电位器引脚片上焊下一根引线，将此引线焊在新电位器对应引脚片上，新旧电位器对照地焊接。

第四步同样方法，将各引脚线焊好。采用这种焊下一根再焊上一根的方法可避免引线之间相互焊错位置。

在非线性电位器中，两个定片上引线不能相互接错，否则将影响电位器在电路中的控制效果。例如，音量电位器的两个固定引脚接线相互接反后，当手柄刚转动一些时音量已很大，再转动音量旋钮时音量几乎不再增大，失去音量控制器的线性控制特性。

第三节 熔断电阻器

熔断电阻器是一种近几年才大量应用于家用电器电路中的元件，它是一种具有电阻器和熔断丝双重作用的元件。

一、外形特征和电路符号

1. 外形特征

熔断电阻器外形同电阻器基本相同，它的外形特征主要说明以下几点：

- 1) 外形同普通色环电阻器一样，比普通电阻器略粗、长一些，它也只有两根引脚，两根引脚不分正、负极性。
- 2) 它具有电阻器和熔断丝的双重功能，它的标称阻值采用色标方式，阻值一般较小，只有几到一百欧姆左右。
- 3) 它主要用于直流电源电路中，在电路中的安装方式同普通电阻器一样。

2. 电路符号

如图 2-8 所示是熔断电阻器的电路符号，这种电阻器目前还没有统一的电路符号规定，各公司有自己的规定。熔断电阻器电路符号中也是用 R 表示。

图 2-8a 所示是日本夏普公司常用的熔断电阻器电路符号， R 表示是电阻器，用 Fusible 表示熔断电阻器。

图 2-8b 所示是熔断电阻器通用的电路符号，但在电路图中不常见到。

图 2-8c 所示是日本日立公司常用的熔断电阻器电路符号。

图 2-8d 所示是日本胜利公司、东芝公司的熔断电阻器电路符号，这一电路符号中用一个熔断器符号形象地表示这种电阻器具有熔断丝的功能。

图 2-8e 所示是日本松下公司、三洋公司的熔断电阻器电路符号，这一电路符号中也有熔断丝的标记。

图 2-8f 所示是波兰国采用的熔断电阻器电路符号。

图 2-8g 所示是国内常用的熔断电阻器电路符号。

这里还要说明一点，在许多电路图中熔断电阻器采用普通电阻器的电路符号，这时通过对电路的分析之后才能了解哪只电阻器是熔断电阻器，一般在直流电源电路中、阻值只有几到一百欧姆左右的电阻器是熔断电阻器。

二、参数表示方法和主要特性

1. 参数表示方法

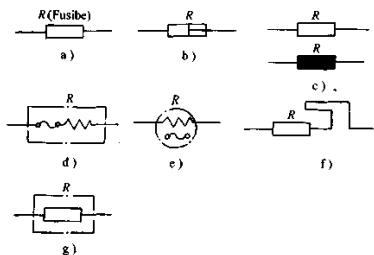


图 2-8 熔断电阻器电路符号

在熔断电阻器上只表示出它的标称阻值大小，其他参数不表示。标称阻值的大小采用色标法，其具体表示方法同色标电阻器一样。

2. 主要特性

关于熔断电阻器的主要特性说明以下几点：

1) 采用熔断电阻器作为电路中的熔断丝，具有体积小、安装方便的优点，因为一般熔断丝在电路中要用支架来安装，不方便。

2) 电路在正常工作时，熔断电阻器起一个电阻器的作用，让电流通过。当电路中出现过流故障时，在流过熔断电阻器的电流大于它的熔断电流时，熔断电阻器迅速无声、无烟、无火地熔断，相当于一个熔断丝，起到了过流熔断的作用，能防止因过流而烧坏电路中其他元器件。

3) 熔断电阻器是一次性的，它熔断后呈开路状态，再也不能恢复正常，即断电后它也不能恢复正常。

4) 它是一个具有双重功能的电阻器，在两种功能中熔断丝功能是主要的。

三、故障特征和检测方法

1. 故障特征

熔断电阻器的主要故障是熔断，此时它呈开路状态，使熔断电阻器所在的电路中无电流。由于熔断电阻器通常用于直流电路中，所以当熔断电阻器熔断后，有关电路中的直流电压为零。

2. 检测方法

对熔断电阻器的检测方法采用万用表的欧姆档，测量它的两根引脚之间电阻大小，当熔断电阻器熔断时所测得的阻值为无穷大。若测量的阻值远大于它的标称阻值，则说明这一熔断电阻器已经损坏。一般，熔断电阻器不会出现短路的故障。

如若采用在路测量方法，此时给电路通电，测量熔断电阻器的两端对地直流电压，当测量一端电压为0V，另一端电压正常时说明这一熔断电阻器已经开路。在路检测也可以测量它的阻值，由于它本身的阻较小，外电路对检测结果的影响较小。

四、选配和更换方法

1. 选配方法

在选配熔断电阻器时主要注意以下几个问题：

1) 要尽可能地选用同规格的熔断电阻器进行更换，做到这一点比较困难，虽然熔断电阻器已有国产的，但市场上配件比较少。

2) 在无法配到同规格的熔断电阻器时，可根据已坏熔断电阻器上的色环，读出它的标称阻值，再根据熔断电阻器的体积大小推算出它的功率大小，根据这两项参数选一个普通电阻器。然后，估算熔断电阻器所在电路的工作电流大小，选一个熔断丝，将普通电阻器和熔断丝串联起来代替已坏的熔断电阻器。

在采用这种代替过程中，对于只有几欧姆的熔断电阻器可以不必选普通电阻器，而用熔断丝直接代替熔断电阻器。不过，在实际修理中很难选到一个熔断电流大小符合要求的熔断丝，此时略有偏差也可以。另外，在找不到阻值合适的普通电阻器时可以采用电阻串、并联的方法。

2. 更换方法

在更换熔断电阻器时，注意以下几点：

- 1) 一般情况下要将已坏的熔断电阻器拆下后，再装上新的熔断电阻器。
- 2) 已坏的熔断电阻器在电路板的底部时（拆下很不方便），可以将新的熔断电阻器直接焊在坏熔断电阻器背面的焊点上，但要注意焊点不能与电路中的其他焊点相碰。

第四节 电解电容器

电解电容器是固定电容器中的一种，将它单独列为一节介绍是因为它与普通固定电容器有较大的不同，而且它的应用十分广泛。

一、外形特征和结构

1. 外形特征

如图 2-9 所示是几种电解电容器的外形示意图。其中最常见的是图 a、f 所示的电容器。

关于电解电容器的外形特征主要说明以下几点：

1) 它有两根引脚，在有极性电解电容器中这两根引脚有正、负极之分，在无极性电解电容器中它的两根引脚没有正、负极之分。

2) 电解电容器的容量一般均较大，在 $1\mu\text{F}$ 以上（有些进口电解电容器的容量小于这一值），而且这种电容器绝大多数采用直标法。

3) 电解电容器通常是圆柱形的，外壳颜色常见的是蓝色，此外还有黑色等。

2. 种类

电解电容器的种类按照引脚有无极性划分有下列两种：一是有极性电解电容，这是最常见的电解电容器；二是无极性电解电容，这种电解电容器的应用量远小于有极性电解电容器。

电解电容器按照材料划分有铝电解电容、钽电解电容、铌电解电容。

在无极性电解电容中，按照用途划分又有下列三种：一是分频电容，它主要用于扬声器分频电路中；二是 S 校正电容，它主要用于电视机的扫描电路中；三是普通无极性电解电容。

3. 有极性电解电容器结构

有极性电解电容器的结构如图 2-10 所示，其中，图 2-10a 是有极性电解电容器外壳内部的结构示意图，图 2-10b 是功能结构示意图。

如图 2-10a 所示，这是一个铝电解电容器，分别用两层铝箔作为电容器的正、负极板，在这正、负极板上分别引出正、负极性的引脚。在两铝箔之间用绝缘纸隔开，使电容器的两极板绝缘。然后，将整个铝箔紧紧地卷起来，浸渍工作电解质（大多为糊状液体），再用外

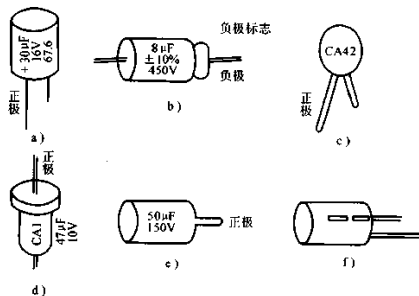


图 2-9 电解电容器外形示意图

壳密封起来，这就是有极性电解电容器的结构。

如图 2-10b 所示，这种电解电容器的介质就是氧化膜，它类似前面晶体管中的 PN 结，具有单向导电特性。当电解电容器的正极引脚接高电位、负极引脚接低电位时，氧化膜处于阻流状态，如同 PN 处于反向偏置状态，正、负极板之间的电流很小，电解电容器正常工作。当负极引脚接高电位，正极接低电位时，氧化膜处于通流状态，如同 PN 结的正向导通一样，两极板之间的电流很大，将失去电容器的作用。注意，这种正、负引脚接反后，在严重时还会发生爆炸现象。

从上述有极性电解电容器结构分析可知，这种电解电容器有极性是因为内部结构的原因，内部类似存在一个 PN 结。只有对这一“PN 结”加上反向电压时，有极性电解电容器才能正常工作。

4. 无极性电解电容器结构

电解电容器具有体积小、容量大、成本低的优点，但由于它的两根脚有正、负性之分，使它的使用范围受到了限制，而无极性电容器可克服这一不足。

无极性电解电容器是电解电容器中的一种，它又称双极性电解电容，如图 2-11 所示是它的功能结构示意图。从图中可以看出，这种电解电容有两个氧化膜，且两个氧化膜一个为 nip，另一个为 pin。这样，无论正极 1 还是正极 2 上加有高电位，另一个引脚加有低电位时，两个氧化膜中始终有一个处于通流状态，另一个处于阻流状态，使两极板之间无较大的电流流过，克服了有极性电解电容器两根引脚有正、负之分的不足。

无极性电解电容器由于采用了双氧化膜结构，使电解电容器的引脚变成了无极性，同时又保留了电解电容器的一些优点。不过，无极性电解电容器的成本比有极性电解电容器要高，有的要高得多。

二、表示方法

电解电容器有圆柱形和片状两大类，前者是常见的电解电容器，这里只介绍这种电解电容器的表示方法。在这种电解电容器上，一般采用直标法标出标称容量及允许偏差、额定电压等。对有极性电解电容器，还要标出引脚的极性。

1. 参数表示方法

电解电容器的参数表示方式采用直标法，这里举几个例子来说明，见电解电容器的外形示意图。图 2-9a 所示电解电容器，标称容量为 $30\mu\text{F}$ ，额定电压为 16V，67.6 为生产日期，即 1967 年 6 月，现在电解电容器上一般不标出生产日期。

图 2-9b 所示电解电容器，标称容量为 $8\mu\text{F}$ ，允许偏差为 $\pm 10\%$ ，额定电压为 450V。

图 2-9c 所示的 CA42 型钽电解电容器，其外壳形状与一般电解电容器不同，采用环氧封

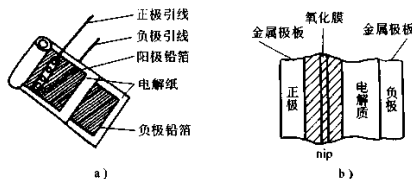


图 2-10 有极性电解电容器结构示意图

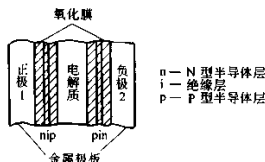


图 2-11 无极性电解电容器结构示意图

装，标称电容量也为直标法。

图 2-9d 所示的 CA1 型钽电解电容器，为杯形结构，标称电容量为 $47\mu\text{F}$ ，额定电压为 10V。

图 2-9e 所示的电解电容器，它只有一根正极性引脚，负极引脚为外壳（这类电容器往往采用专门的安装座来固定电容器），它的标称电容量为 $50\mu\text{F}$ ，额定电压为 150V。

2. 极性表示方法

有极性电解电容的引脚表示方式有以下几种：

1) 标出负极性引脚，如图 2-9f 所示，在电解电容器的绿色绝缘套上画出负号的符号，以表示这一引脚为负极性引脚。

2) 采用长短不同的引脚来表示引脚极性，通常长的引脚为正极性引脚，如图 2-9c 所示。

3) 采用 + 号表示正极性引脚，如图 2-9a 所示，此时外壳上有一个 + 号，表示这根引脚是正极。

4) 采用不同的端头形状来表示引脚的极性，如图 2-9b、d 所示，这种方式往往出现在两根引脚轴向分布的电解电容器中。

3. 电解电容器材料表示方法

不同材料的电解电容器在型号上能够分辨出来，用 CD、CA 和 CN 分别表示铝、钽、钒电解电容器。

三、主要特性

电解电容器是电容器中的一种，所以它具有一般电容器的特性，由于电解电容器的结构原因，这种电容器还有其他的一些的特性，主要说明如下。

1. 漏电比较大

电解电容器的漏电比较大，即两极板之间有较大的电流流过，从理论上讲电容器两极板之间绝缘，没有电流流过，但电解电容器的漏电比较大。漏电流比较大说明电容器两极板之间的漏电阻较小（这一电阻大，漏电流小）。

电解电容器的漏电流影响了电容器的性能，对信号的损耗比较大，漏电严重时电容器在电路中不能正常起作用，所以这一漏电流应该愈小愈好。当电解电容器的容量愈大时，这一漏电流就愈大。

2. 大容量电解电容器高频特性不好

电解电容器是一种低频电容器，即它主要工作在频率较低的电路中，不宜工作在频率较高的电路中。容量很大的电解电容器其高频特性更差，如图 2-12 所示是大容量电解电容器的等效电路。

从这一等效电路中可以看出，一个容量比较大的电解电容器由一个纯电容 C_0 和一个电感 L_1 （等效电感）串联而成。在理论上，对电容器而言当电容量一定后，频率愈高电容器的容抗愈小。

在这一等效电路中，由于大容量的电解电容器还有一个等效电感 L_1 串联。当频率较高时，纯电容 C_0 的容抗很小，但 L_1 的感抗较大（频率愈高，感抗愈大），而大电容器总的阻抗是 C_0 的容抗加上 L_1 的感抗。所以，由于 L_1 存在的原因，总的阻抗在高频时不是减小，反而增大，这说明大容量的电解电容器的高频特性差。

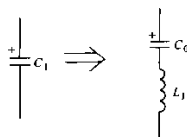


图 2-12 大容量电解电容器等效电路

大容量电解电容器产生等效电感 L_1 的原因是这样：由前面介绍的电解电容器结构可知，电容器两极板由铝箔（指铝电解电容器）构成，铝箔是导体，为了减小电解电容器的体积而将铝箔卷起来。由电感器结构可知，把一个导体卷绕起来会出现电感。由于大容量电解电容器容量大，它的铝箔更长，卷绕得更多，这样这一等效电感存在且大到不能忽视的程度，导致大容量电解电容器的高频特性不好。

四、故障特征和检测方法

1. 故障特征

在电容器中，电解电容器的故障发生率比较高。电解电容器的故障主要有以下几种：

(1) 击穿故障。这种故障还分成两种情况：一是常态下（未加电压）已经击穿；二是常态下还好，在加上电压后击穿。

(2) 漏电流故障。电解电容器的漏电流比一般电容器的大，但漏电流太大就是故障。在电解电容器漏电后，电容器仍能起一些作用，但电容量下降，会影响电路的正常工作。

(3) 容量减小故障。此时，电解电容器无击穿等明显现象，这一故障主要是因使用时间太长而使电容量下降。

(4) 开路故障。此时，电解电容器已不能起一个电容作用。

(5) 爆炸故障。有极性电解电容器在更换新的电容器之后，会因正、负引脚接反而爆炸。电容耐压值偏低、性能不良或受大电流、高电压冲击也会发生爆炸。

2. 检测方法

检测电解电容器的方法很多，在不同的场合下可以采用不同的检测方法，下面介绍一些常用的电解电容器检测方法。

(1) 脱开检测。此时，主要是检测电解电容器的漏电阻大小及充电现象，方法是：采用万用表 $R \times 1k$ 欧姆档，如图 2-13 所示。在检测前，先将电解电容器的两根引脚相碰一下，以便放掉电容器内残余的电荷。当表棒刚接通时，表针向右偏转一个角度，然后表针便缓慢地向左回转，最后表针停下。表针停下所指示的阻值为该电解电容器的漏电阻。此阻值愈大愈好，应十分接近无穷大处。

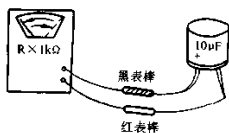


图 2-13 电解电容器
脱开检测示意图

在上述检测过程中，如若漏电阻只有几十千欧，说明这一电解电容器漏电严重。如若表针向右摆动到右侧后不回摆了，说明电容器已击穿。表针向右摆动的角度愈大，说明这一电解电容器的电容量愈大，反之则说明容量愈小。

注意：在检测有极性电解电容器时，万用表的黑表棒接电解电容器的正极，红表棒接负极，因为万用表的表内电池正极通常与黑表棒相连。对于无极性电解电容器，红、黑表棒可以不分。如若表棒接通电解电容器两根引脚时表针不能偏转，可将电容器两引脚相互碰一下后再次测量（这样做是为了放掉电容器内部的电荷），若表针仍不能偏转，说明该电容器存在开路故障。

(2) 在路检测。电解电容器的在路检测主要是测量它是否已开路或是否已击穿这两种明显的故障，对漏电故障由于受外电路的影响而测量不准。

在路检测的方法是：用万用表 $R \times 1$ 档，电路断电后先用导线将被测电容器的两个引脚相碰一下，以放掉可能存在的电荷，对于容量很大的电容则要用 100Ω 左右来放电。然

后，两支表棒分别接触电解电容器的两根引脚。此时，表针应先向右迅速偏转，然后再向左回摆。若无向右偏转和回摆现象，则说明电容器已损坏。若表针回转后所指示的阻值很小（接近短路），则说明电容已击穿。若表针无回转但所指示的阻值不很小，则说明电容开路的可能性很大，应将这一电解电容器脱开电路后进一步检测。

3. 注意事项

关于对电解电容器的检测，要注意以下几个方面的问题：

1) 对有极性电解电容器的检测，黑表棒应接电容器的正极，红表棒接负极，接反了测得的漏电阻比较小，不符合实际情况。

2) 对于无极性电解电容器，表棒可以不分。

3) 已经充电的电容器在用万用表去检测时，表针向右偏转的角度不大，有时甚至不偏转。所以，在测量一次后，若要进行第二次检测，则要先将电容器的两根引脚直接接触一下，先放电，再测量。

4) 电解电容器在路检测时的注意事项与其他元器件在路检测一样。

五、选配方法和更换方法

1. 选配方法

电解电容器损坏后一般不必作修理，作更换处理。在选配电解电容器过程中要注意以下几条原则：

1) 要尽可能地选用原型号电解电容器，一般来讲做到这一点并不困难，因为电解电容器的配件比较丰富。

2) 耐压要求必须满足。选用的耐压值应大于原来的，特别是用于工作电压较高场合下的滤波电容器等，否则会损坏新换上的电解电容器。

3) 电解电容器的电容量偏差大些不会严重影响电路的正常工作（但在分频电路、S校正电路中不行），所以可以取电容量略大一些或略小一些的电容器代替。

4) 无极性电容应用无极性电容来代替，实在无法办到时可用两只容量大一倍的有极性电容逆串联后代替。关于有极性电解电容器逆串联和顺串联问题将在后面电解电容器电路中介绍。

2. 更换方法

关于电解电容器的更换方法，主要说明以下几点：

1) 对于开路故障的电解电容器，在更换时如若拆下坏电容器不方便，可以在不拆下的情况下接入新的电解电容器，将新电容器焊在原电容器的引脚焊点上。

2) 对于漏电、击穿、容量变小故障的电解电容器，要先焊下坏电容器后再更换。

3) 对于有极性电解电容器，焊上新电容器时一定要认清正、负引脚后再焊。正、负引脚焊反了，有的造成漏电增大（如耦合电容器），有的则要爆炸（如电源电路中的滤波电容器）。当滤波电容器正、负引脚接反后，通电后该电容器先膨胀，约几秒钟后就会爆炸。

第五节 普通变压器

变压器是利用电感构成的一种元器件，在家用电器中有着广泛的应用。变压器的种类较多，这里只介绍有关变压器的基本知识。

一、外形特征和电路符号

1. 外形特征

如图 2-14 所示是一种变压器的外形示意图。关于变压器的外形特征主要说明以下几点:

1) 变压器通常有一个外壳,有的是金属的外壳,但有些变压器是没有外壳的,形状也不一定是长方形。

2) 变压器的引脚有许多根,最少有三根,多的多达十多根,各引脚之间一般不能互换使用。

3) 一般变压器是长方形的,体积有大有小,家用电器中变压器大的比茶杯大,小的只有花生般大小。

4) 变压器与其他元器件在外形特征上有明显的不同,所以在电路板上很容易识别它。

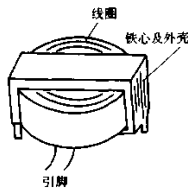
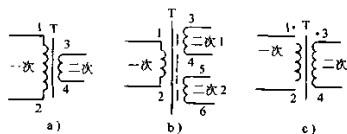


图 2-14 变压器外形示意图

2. 电路符号

如图 2-15 所示是各种变压器的电路符号,从变压器的电路符号上可以看出变压器的线圈结构等情况。在电路符号中变压器用字母 T 或 B 表示,其中 T 是英语 Transformer (变压器) 的缩写。



如图 2-15a 所示的变压器电路符号,它有两组线圈,即 1~2 为一次线圈(又称为初级线圈,这里的线圈又可以称为绕组),3~4 为二次线圈(又称次级线圈)。电路符号中的一垂直实线表示这一变压器有铁心,有时这一条实线也会省略。

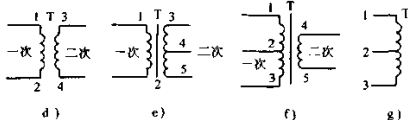


图 2-15 变压器电路符号

如图 2-15b 所示变压器的电路符号,

从图中可以看出,它有两组二次线圈,即 3~4 为一组,5~6 为另一组。另外,电路符号中在有实线的同时还有一条虚线,这表示这一变压器的一次线圈和二次线圈之间设有一个屏蔽层。在使用中,这一屏蔽一端要接线路中的地线(绝不能两端同时接地),起抗干扰作用,这种变压器主要用在电源变压器中。

如图 2-15c 所示变压器的电路符号,在一次线圈和二次线圈的一端画有一个黑点,这是同名端的标记符号,有关这一标记的具体含义将在后面介绍。

如图 2-15d 所示变压器的电路符号,它没有实线,这表示这种变压器没有铁心。在有些情况下用一条虚线来表示变压器用的磁心(此时电路符号中没有实线),这表示是高频或中频变压器,这也是过去的表示方式,现在规定当变压器有铁心或磁心时,均用一条实线来表示。

如图 2-15e 所示变压器的电路符号,它的二次线圈有抽头,即 4 脚是二次线圈 3~5 的抽头。关于抽头有两种情况:一是中心抽头,即当 3~4 之间的匝数等于 4~5 之间的匝数时 4 端称为中心抽头;二是非中心抽头,即此时 3~4、4~5 之间的匝数不等。

如图 2-15f 所示变压器的电路符号,它的一次线圈中有一个抽头 2。

如图 2-15g 所示变压器的电路符号，它只有一个线圈，2 是抽头，这是一个自耦变压器。若 2~3 之间为一次线圈，1~3 之间为二次线圈，此时它是一个升压变压器。当 1~3 之间为一次线圈时，2~3 之间为二次线圈，这时是一个降压变压器。

除上述几种变压器的电路符号外，各种专门用途的变压器还有自己的电路符号。关于变压器的电路符号还要说明以下几点：

1) 从它的电路符号上可以看出变压器的各线圈结构情况，这对分析变压器电路及检测变压器都有利。

2) 变压器的电路符号不像其他元件的电路符号，没有一个统一的具体形式，变化较多。

3) 自耦变压器的电路符号与电感器的电路符号有些类似，但前者必有一个抽头，而后者没有抽头，要注意它们之间的这一区别。

二、种类和结构

1. 种类

变压器的种类较多，下面按使用情况来作简单分类：

(1) 电源变压器。它是用于电源电路中的变压器，主要作用是将交流市电压降低，少数情况下也有将电源电压升高的升压变压器。

(2) 中频变压器。它主要用于中频放大器电路中，在收音机、电视机中频放大器电路中都要用到这种变压器。

(3) 输入和输出变压器。它是音频变压器，主要用于一些音频功率放大器电路中。

2. 结构

无论哪种变压器，它们的基本结构相同，主要有下列几部分组成：

(1) 一次和二次线圈。这是变压器的核心部分，变压器中的电流由它构成回路。一次线圈与二次线圈之间高度绝缘，若二次线圈有多个时，各线圈之间也高度绝缘。各线圈与变压器其他部件之间也高度绝缘。

(2) 骨架。线圈绕在骨架上，一个变压器中只有一个骨架，一次和二次线圈均绕在同一个骨架上。骨架装在铁心或磁心上。

(3) 铁心或磁心。它用来构成磁路。铁心或磁心用导磁材料制成，它的磁阻很小。但有的变压器没有铁心或磁心，这并不阻碍变压器的工作，因为各种用途的变压器有不同的要求。

(4) 外壳。它用来包住铁心，同时具有磁屏蔽和固定变压器的作用，外壳用金属材料制成。有的变压器没有外壳。

(5) 引脚。它引出一、二次线圈的头和尾。

3. 工作原理

变压器的工作原理可以用如图 2-16 所示的示意图来说明。图中，左侧的是一次线圈，右侧的是二次线圈，一次和二次线圈均绕在铁心上。

图中， V_1 是输入一次线圈的交流电压， V_2 是二次线圈输出的交流电压。在变压器中，只能输入交流电压，一次线圈用来输入交流电压，输出电压取自于二次线圈两端。

由前面介绍的线圈通电流和线圈在交变磁场中的特性可知，当给一次线圈输入交流电压后，一次线圈中便有交流电流流动，产生交变磁场，磁场的磁力线绝大多数由铁心或磁心构

成回路。二次线圈也绕在铁心或磁心上，这样二次线圈切割磁力线而产生感应电动势，在其两端产生感应电压。

从上述分析可知，当给变压器一次线圈通入交流电压时，它的二次线圈两端会输出交流电压，这是变压器的基本工作原理。

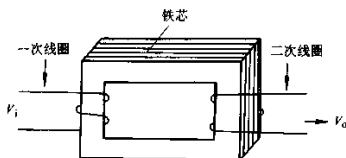


图 2-16 变压器工作原理示意图

三、主要参数

变压器的主要参数有下列几项。

1. 额定功率

额定功率是指在规定的频率和电压下，变压器长时间工作而不超过规定温升的最大输出功率，单位为 VA（伏安），一般不用 W（瓦特）表示，这是因为在额定功率中会有部分无功功率。

对于一些变压器而言（如电流互感器），额定功率是一种重要参数，而对另一些变压器而言（如中频变压器），这一项参数不重要。

2. 电压比

电压比表征变压器是降压还是升压，其定义参见本节五。

3. 频率响应

频率响应参数主要针对低频变压器（音频变压器），它是衡量变压器传输不同频率信号能力的重要参数。在低频和高频段，由于各种原因（初级绕组的电感、漏感）会造成变压器传输信号的能力下降（信号能量的损耗），使频率响应变劣。有时，这一参数用频带宽度来表示（变压器的频带宽度同放大器的频带宽度定义一样），关于频带宽度含义将在后面介绍。

4. 温升

温升指变压器通电后，变压器温度上升到稳定值时，比环境温度高出的数值。这一参数关系到变压器发烫的程度，一般针对有功率输出要求的变压器，如电源变压器。要求变压器的温升愈小愈好，有时变压器不用温升来表示，而是用最高工作温度来表示，其意义一样。

5. 效率

变压器在工作时对电能有损耗，用效率来表示变压器对电能的损耗的程度。效率用%表示，它的定义如下：

$$\text{效率} = \frac{\text{输出功率}}{\text{输入功率}} \times 100\%$$

式中，输出功率指变压器二次线圈输出的功率，输入功率指给变压器一次线圈输入的功率。当变压器不存在电能损耗时，输出功率等于输入功率，此时的效率为 100%，但变压器不可避免地存在各种形式的损耗，这样输出功率小于输入功率，所以效率小于 100%。显然，说明变压器的各种损耗愈小，变压器的效率愈高。

6. 绝缘电阻

绝缘电阻的大小不仅关系到变压器的性能如何，在电源变压器中还与人身安全有关。理想的变压器在一次和二次线圈之间（自耦变压器除外），各线圈与铁心之间应完全绝缘，但实际上做不到这一点。绝缘电阻由试验结果获得，如下所示：

$$\text{绝缘电阻} = \frac{\text{施加电压 (V)}}{\text{产生漏电流 (\mu A)}} \text{ (M}\Omega\text{)}$$

绝缘电阻在用 1kV 摇表测量时,应在 10MΩ 以上。

变压器除上述几项参数外,对不同用途的变压器还有其他一些具体的参数要求,将在后面各章节专用变压器中介绍。

四、表示方法

1. 标注方法

变压器的参数表示方法通常用直标法,各种用途变压器标注的具体内容不相同,无统一的格式(变压器型号除外),下面举几例加以说明:

(1) 某电源变压器上标注出 DB-50-2。DB 是电源变压器:50 表示额定功率为 50VA;2 表示产品的序号。

(2) 某音频输出变压器,在二次线圈引脚处标出 8Ω,这说明这一变压器的二次线圈负载阻抗应为 8Ω,只能接阻抗为 8Ω 的负载。

(3) 有的电源变压器在外壳上标出变压器的电路符号(各线圈的结构),然后在各线圈符号上标出电压数值,说明各线圈的输出电压(对一次线圈而言是输入电压)。

2. 变压器型号命名方法

变压器的型号共由三部分组成,具体格式如下:

$$\begin{array}{ccc} \times \times & - & \times \times & - & \times \times \\ | & & | & & | \\ \text{主称} & & \text{额定功率} & & \text{序号} \end{array}$$

主称用大写字母表示变压器的种类,主称字母的具体含义如表 2-1 所示。额定功率直接用数字表示,单位为 VA,但音频输入变压器除外。序号用数字表示。

表 2-1 变压器主称字母含义

字 母	含 义	字 母	含 义
DB	电源变压器	GB	高频变压器
CB	音频输出变压器	SB 或 ZB	音频(定阻式)输出变压器
RB	音频输入变压器	SB 或 EB	音频(定压式)输出变压器

上述变压器型号表示方法中不包含中频变压器、行输出变压器等特种变压器。有关中频变压器的型号表示方法将在后面章节中介绍,有关行输出变压器的型号命名方法将在彩色电视机一章中介绍。

五、主要特性

1. 电压比

电压比俗称变压比、匝比,用 K 表示,它是一次线圈匝数与二次线圈数之比,可用下式表示:

$$K = \frac{N_2}{N_1} = \frac{V_2}{V_1}$$

式中 K ——变压比;

N_2 ——二次线圈的匝数;

N_1 ——一次线圈的匝数;

V_2 ——二次线圈两端的输出电压;

V_1 ——一次线圈两端的输入电压。

在一次线圈上加的电压 V_1 大小确定之后，设一次线圈的匝数为 N_1 ，那么一次线圈每伏电压 (V) 占几匝线圈就确定，可由下列公式计算：

$$\text{每伏电压的匝数} = \frac{N_1}{V_1}$$

对于变压器而言，它的一次、二次线圈每伏电压所占的匝数相同。这样，在一次线圈的匝数和所加的电压大小确定后，二次线圈的匝数愈多，其输出的电压就愈大。

通过将电压比公式的如下变换，可以证明变压器的一次和二次线圈每伏电压占多少匝相同：

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{V_2}{V_1}$$

$$\frac{N_1}{V_1} = \frac{N_2}{V_2}$$

再将电压比公式作如下的变换：

$$V_2 = \frac{N_2}{N_1} \times V_1 = K \times V_1 \quad (K = \frac{N_2}{N_1})$$

从上式可知，当 K 确定之后，二次线圈输出电压 V_2 大小与一次线圈的输入电压 V_1 大小成正比关系，即 V_2 随 V_1 的大小变化而变化。如若输入电压 V_1 的大小确定之后，那么二次线圈输出电压 V_2 大小就与 K 成正比的关系。当 K 的大小不同时，就有三种不同的变压器，具体说明如下：

(1) 当 $K < 1$ 时是降压变压器。这时应该是 $N_2 < N_1$ ，则有 $V_2 < V_1$ ，即二次线圈的输出电压小于一次线圈上的输入电压，通过这种变压器将输入电压降低，所以称这种变压器为降压变压器，这是最常用的一种变压器。降压变压器的特征是二次线圈的匝数少于一次线圈的匝数。

(2) 当 $K > 1$ 时是升压变压器。这时应该是 $N_2 > N_1$ ，则有 $V_2 > V_1$ ，二次线圈的输出电压大于输入电压，通过变压器将输入电压升高了，所以这是升压变压器，这种变压器应用不是很多。升压变压器的特征是二次线圈的匝数多于一次线圈的匝数。

(3) $K = 1$ 时是 1:1 变压器。这时应该是 $N_2 = N_1$ ，则有 $V_2 = V_1$ ，即二次线圈的输出电压等于一次线圈上的输入电压，变压器没有改变电压大小，这种变压器称之为 1:1 变压器，隔离变压器就是这种变压器。这种变压器的特征是一次和二次线圈的匝数相等。

注意，当一个变压器制造出来后，它的变压比 K 就确定了。

2. 电压和电流之间关系

通过如图 2-17 所示的示意图可以说明变压器一次、二次线圈电压和电流之间的关系。为了分析的方便，假设变压器不存在能量的损耗。

设一次线圈的输入功率为 P_1 ， P_2 是二次线圈的输出功率，不考虑变压器的损耗的状态，有下式成立：

$$P_2 = P_1$$

由 $P = IV$ 公式可知：

$$P_1 = I_1 V_1$$

$$P_2 = I_2 V_2$$

$$I_1 V_1 = I_2 V_2 \quad (P_1 = P_2)$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

式中 I_1 ——一次线圈回路中的输入电流；

V_1 ——一次线圈两端的输入电压；

I_2 ——二次线圈回路中的输出电流；

V_2 ——二次线圈两端的输出电压。

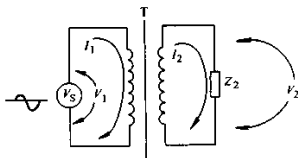


图 2-17 变压器一次、二次线圈
 V 、 I 关系示意图

从上述公式中可以看出：当 $V_1 > V_2$ 时（降压变压器），有 $I_1 < I_2$ 。这说明降压变压器的输出电压虽然低，但输出电流大，所以在降压变压器中二次线圈的线径比一次线圈要粗。

当 $V_1 < V_2$ 时（升压变压器），有 $I_1 > I_2$ 。这说明升压变压器的输出电压虽然高，但输出电流小，所以在升压变压器中二次线圈的线径比一次线圈的要细。

实际上变压器存在各种形式的能量损耗，但各线圈电压和电流之间的关系仍然可以用上面的公式进行计算。

3. 一次和二次线圈之间阻抗关系

变压器可以进行电压的大小转换，此外还可以进行阻抗的变换，这里介绍变压器的阻抗变换特性。利用欧姆定律（ $V = IR$ ），通过对前面的公式作适当的变换，有下列一些关系式成立：

$$P = \frac{V^2}{Z}$$

$$P_1 = \frac{V_1^2}{Z_1}$$

$$P_2 = \frac{V_2^2}{Z_2}$$

$$\frac{V_1^2}{Z_1} = \frac{V_2^2}{Z_2} \quad (P_1 = P_2)$$

$$\frac{Z_2}{Z_1} = \frac{V_2^2}{V_1^2} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 = \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2 = K^2$$

$$Z_2 = K^2 Z_1$$

$$Z_1 = \frac{Z_2}{K^2}$$

式中 Z_1 ——变压器一次线圈的输入阻抗；

Z_2 ——变压器二次线圈的负载阻抗。

由上述公式可知， Z_1 、 Z_2 之间与 K^2 有关。当 K 为不同值时，阻抗变换有下列三种情况：

(1) 当 $K = 1$ 时， $Z_1 = Z_2$ ，这说明变压器二次线圈的输入阻抗等于二次线圈的负载阻抗，此时，变压器无阻抗变换作用。

(2) 当 $K > 1$ 时（为升压变压器），由 $Z = Z_2 / K^2$ 可知，此时变压器的输入阻抗比变压

器二次线圈的负载阻抗低 K^2 倍。

(3) 当 $K < 1$ 时 (为降压变压器), 此时变压器一次线圈的输入阻抗大于二次线圈的负载阻抗, 因为此时 K 小于 1。

在放大器的级间耦合电路中, 为了能够使负载获得最大的激励功率, 往往采用变压器来进行阻抗的匹配。

4. 隔离特性

变压器具有隔离的特性, 可以用如图 2-18 所示电路来说明。电路中, T 是电源变压器, 输入的电压是 220V 的交流市电, 这一市电压加在一次线圈 1~2 之间。由市电压的有关特性可知, 它的相线与零线之间有 220V 的交流电压, 而零线与大地 (地球) 等电位。人站在大地上直接接触相线有生命危险。

假设这一电路中的变压器 T 是一个 1:1 变压器, 当给它输入 220V 交流电压时, 它输出的电压也是 220V, 但要注意一点: 变压器输出的 220V 电压是指二次线圈两端之间的电压, 即 3、4 端之间的电压。二次线圈的任一端 (如 3 端) 对大地端之间的电压为 0V, 这是因为二次线圈的输出电压不以大地为参考端, 同时一次和二次线圈之间高度绝缘。

这样, 当人站在大地上时只要只接触 T 的二次线圈任一端都没有生命危险, 而不像接触一次线圈的相线端有触电危险。在这个电路中, 同样是使用 220V 的交流电压, 但使用二次线圈两端的 220V 电压时只要不同时接触 3、4 端就没有触电的危险, 这说明变压器具有对一次线圈的隔离作用。

这里特别提醒的一点是, 当人身同时接触二次线圈的两个端点时, 便有 220V 的电压加到人身上, 仍然有生命危险。在大多数家用电器中, 电源变压器二次线圈输出的交流电压很低 (不会达到 220V), 所以采用变压器之后不存在触电的危险, 这对修理很有益。收录音机、黑白电视机、组合音响等均采用电源变压器, 只是彩色电视机、录像机等中不采用电源变压器, 所以在修理时最好要用一个隔离变压器, 这样可提高安全性。

5. 同名端特性

关于变压器的同名端可以用如图 2-19 所示的电路来说明。电路中, T 是一个变压器, 从图中可以看出在变压器的 1 和 3 端各标出一个黑点, 这是同名端的标记, 表示 1 端和 3 端是同名端。

所谓同名端就是表示这两个端点电压相位是同相的关系, 同相位就是这两个端点电压同时增大、同时减小, 而不是一个端点在增大另一个端点在减小 (如是这样称为反相), 通过波形表示更能说明同名端的概念, 可见图中同名端点电压波形, 它们在同一时刻是同时增大、同时减小。而二次线圈下端 (4 点端) 电压的相位与上端恰好相反, 电压波形一个在正半周时另一个在负半周。

同名端与一次、二次线圈的绕制方向有关, 当一次和二次线圈以同一个方向绕在铁心上

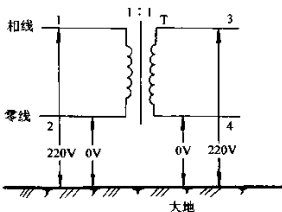


图 2-18 变压器隔离特性示意图

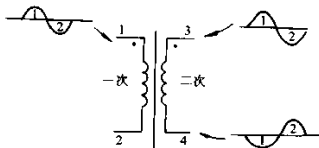


图 2-19 变压器同名端示意图

时，两个线圈的头是同名端，两个线圈的尾也是同名端，同一个线圈的头和尾电压相位是反相的关系。

当只考虑变压器输出电压大小而不考虑输出电压相位时，可不标出同名端。但是，在有些振荡器的正反馈电路中，为了分析正反馈过程的方便，要求了解变压器一次和二次线圈输出电压的相位，此时要在变压器中标出同名端。

6. 通交隔直特性

由变压器的工作原理可知，当给变压器的一次线圈加上直流电压时，一次线圈中流过的是直流电流，其产生的磁场大小和方向均不变，这时二次线圈就不能产生感应电动势，也就是二次线圈两端无输出电压（没有交流电压也没有直流电压输出）。

由此可知，变压器不能将一次线圈中的直流电流加到二次线圈中，具有隔直的特性。当流过变压器的一次线圈中的电流为交流电流时，二次线圈两端有交流电压输出，所以变压器能够让交流电通过，具有通交的作用。利用变压器的这一特性可以将它用来作为耦合元器件。

7. 互感现象

在前面第一章电感器中讲到了自感现象，变压器则利用互感原理工作。当给变压器的一次线圈通入交流电时，一次线圈产生磁场，二次线圈切割磁力线而产生感生电动势，这种现象称之为互感。由上述介绍可知，变压器在工作过程中有两次能量转换，一次是一次线圈由电激励磁过程的转换，第二次是二次线圈由磁激励电过程的转换。

变压器二次线圈的输出电大小与一次、二次线圈的互感量有关。一次和二次线圈之间的相互作用称之为耦合，用耦合系数表示其耦合程度。耦合程度与一次、二次线圈的相互安装位置、方式和有无磁心等有关。变压器的耦合有紧耦合和松耦合两种，在绝大多数变压器中采用紧耦合，如电源变压器是采用的紧耦合，而在鉴频变压器中则要采用松耦合，前面介绍的变压器有关特性都是针对紧耦合变压器，松耦合变压器主要用于鉴频电路中，这种变压器的有关特性相当复杂。。

8. 输出、输入电压的频率相同

在变压器中，二次线圈的输出电压一定是交流电压，这一电压的频率也一定与加到一次线圈两端的交流电压频率相同。因为一次线圈产生的交变磁场变化规律与输入交流电压的变化规律相同，而二次线圈输出的交流电压变化规律是同磁场变化规律一样的，这样输出电压频率同输入电压的频率相同。

六、屏蔽

在给变压器的一次线圈通入交流电后，在线圈周围产生了磁场，尽管有铁心给绝大部分磁力线构成了磁路，但仍有一小部分磁力线散布在变压器附近的一定空间范围内。如若这些残余磁力线通过了变压器附近的其他线圈（或电路），在其它线圈中也要产生感应电动势，这便是磁干扰。为此，要给变压器加上屏蔽壳，使变压器中的磁场不向外辐射。变压器的屏蔽壳不仅可以防止变压器干扰其他电路的正常工作，同时也可以防止其他散射磁场对变压器正常工作的干扰。

在低频变压器中，采用铁磁材制成一个屏蔽盒（如铁皮盒），将变压器包起来，如图 2-20 所示。由于铁磁材料的磁导率高，磁阻小，所以变压器产生的磁力线由屏蔽壳构成回路，防止了磁力线穿出屏蔽壳，使壳外的磁场大大减小。同理，外界的杂散磁力线也被屏蔽壳所阻

挡，不能穿到壳内来。

在高频变压器中，由于铁磁材料的磁介质损耗大，所以不用铁磁材料作为屏蔽壳，而是采用电阻很小的铝、铜材料制成。当高频磁力线穿过屏蔽壳时，产生了感应电动势，此电动势又被屏蔽壳所短路（屏蔽壳电阻很小），产生涡流，此涡流又产生反向磁力线去抵消穿过屏蔽壳的磁力线，使屏蔽壳外的磁场大大减小，达到屏蔽的目的。

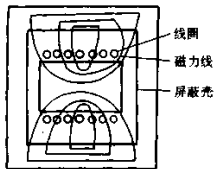


图 2-20 低频变压器
屏蔽示意图

七、故障特征和检测方法

1. 故障特征

变压器的故障主要有以下几种：

(1) 线圈开路故障。此时无论是一次线圈还是二次线圈开路后，变压器的二次线圈均无电压输出。

对于降压变压器而言，由于一次线圈的线径比二次线圈的线径细，所以一次线圈比较容易断。对于升压变压器，由于二次线圈的线径比一次线圈的线径细，所以二次线圈比较容易断。

另外，在线圈头和尾引线处比较容易折断。对于电源变压器更容易出现线圈开路故障。

(2) 线圈内部匝间出现短路故障。这时往往由于变压器线圈的绝缘不好造成，在电源变压器和一些工作电压比较高的变压器中容易出现这一故障。

当变压器出现这种故障后，可以是使变压器的二次线圈输出电压增大，也可以是使二次线圈的输出电压降低。当一次线圈出现局部短路故障时，二次线圈的输出将增大。当二次线圈出现局部短路故障时，二次线圈的输出电压将下降。

(3) 漏电故障。此时变压器的外壳带电，这是线圈与铁心之间的绝缘损坏，当电源变压器出现这一故障时很危险。

(4) 发热故障。这一故障主要出现在电源变压器、工作电压比较高、输出功率比较大的变压器中，当变压器正常工作时有些温度是正常的，但到烫手程度是不正常的。

(5) 响声大故障。变压器在正常工作时，不应听到变压器有什么响声，有响声时说明变压器的铁心没有固定紧，或变压器有过载现象。

(6) 线圈受潮故障。这主要出现在中频、高频变压器中，线圈受潮后将导致变压器的性能变劣，如 Q 值下降等。

2. 检测方法

这里简单地介绍变压器的一般检测方法，对各种专用变压器的检测方法在后面详细介绍。对变压器的检测主要有以下几种方法和检测项目：

(1) 首先是测量各线圈的电阻大小（主要是测量线圈的通、断），方法是：用万用表 $R \times 1$ 档，两支表棒分别接一次线圈的两根引脚，此时电阻应很小（几百欧以下，不同变压器的具体阻值大小不同）。若电阻呈无穷大状态，说明线圈已经开路。同样的方法测量各二次线圈的电阻大小。对于降压变压器而言，一次线圈的电阻远大于二次线圈的电阻。

对于电源变压器而言，若测量一次线圈的电阻只有几欧，说明线圈已经短路。对二次线圈因线径较粗只有几欧是正常的。上述测量方法对线圈的匝间短路故障无法确定。

(2) 测量绝缘电阻是第二步，方法是：在没有摇表的情况下可用万用表的 $R \times 10k$ 档，

一支表棒接在变压器的外壳上，另一支表棒分别接触各线圈的一根引线，应该是表针均不动。若某次测量时表针有偏转，说明这一线圈与外壳之间绝缘不良。然后，一支表棒接一次线圈的任一根引线，另一支表棒接二次线圈的任一根引线，此时表针也应该不动，否则是一次和二次线圈之间绝缘不良。

在这一步检测时要注意，手指不要同时碰到万用表的两根表棒，否则测量的绝缘电阻不正常，受了人体电阻的影响。

(3) 测温升，方法是这样：给变压器通电 10min 左右，然后断电，用手去摸一下变压器的外壳，若热到手不能接触变压器外壳的程度，说明变压器已有问题。

在这一步检测时要注意，一定要断电后再去摸变压器，在通电状态下绝不可去接触变压器，否则有触电的危险。

八、修配方法

1. 修理方法

当变压器损坏后，先要确定是什么部位坏了，变压器的下列故障可以通过修理重新使用：

1) 引线头断了，可以重新焊好，并注意焊点处的绝缘。

2) 变压器铁心松而引起的响声故障。

此时，可以再插入几片铁心，或将铁心固定紧（拧紧固定螺钉）。

对于变压器的其他故障，在无法进行选配时要进行重新绕制。

2. 选配原则

对于变压器的选配主要注意以下几点：

1) 主要参数相同，有的可以十分相近，如二次线圈的输出电压大小、二次线圈的结构要相同，额定功率参数可以相近，只要等于或大于原变压器的额定功率参数即可。

2) 装配尺寸相符或相近，必要时可以加以修整，安装空间允许。

九、磁性元件

磁性元件往往与变压器联系起来，它是变压器的铁心（或磁心）。

磁性元件是磁性材料制成各种形状的元件，如图 2-21 所示是一些常见的磁性元件外形示意图。

磁性元件按磁性材料划分有两大类：一是铁氧体材料，二是金属材料；按磁性特性划分有软磁和硬磁两种。所谓软磁材料是一种保留剩磁能力很差的磁性材料，硬磁材料是一种保留剩磁能力很强的磁性材料。在变压器中，使用软磁材料。

图 2-21a~j 都是铁氧体材料的磁性元件，其他是金属材料的磁性元件。

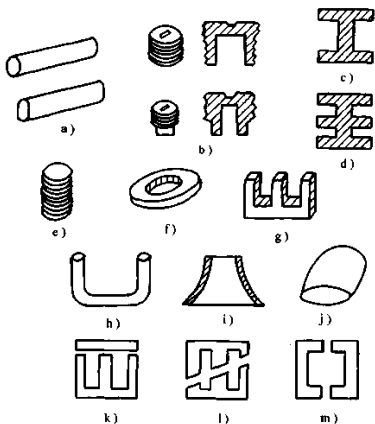


图 2-21 磁性元件外形示意图

第六节 桥 堆

桥堆以及半桥堆都是整流二极管的组合器件，这一点可以从它们的结构中看出。在许多电源电路中使用桥堆或半桥堆构成整流电路。

一、外形特性和电路符号

1. 外形特征

如图 2-22 所示是桥堆外形示意图，其中图 a 所示是扁方形的，图 b 所示是圆形的，它们的内部结构相同见图 c 所示，由四个二极管构成桥式电路，所以称它为桥堆。关于桥堆的外形特性主要说明以下几点：

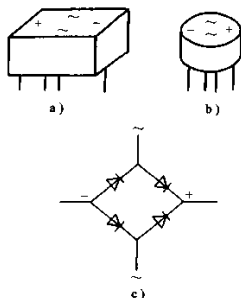


图 2-22 桥堆外形示意图

1) 全桥堆共有四根引脚，这四根引脚除标有“~”符号的两根引脚之间可以互换使用外，其他引脚之间不能互换使用。半桥堆有三根引脚。

2) 它的外形除图示的两种外还有一种椭圆形的，体积大小不一，整流电流大的体积大。

3) 桥堆的各引脚旁均有标记，但不一定这些标记是标在桥堆的顶部，可以标在侧面的引脚旁。

4) 在其他电子元器件，像桥堆的引脚标记方法是有的，所以在电路中能很容易识别出桥堆。桥堆主要用于电源电路中。

2. 电路符号

桥堆、半桥堆的电路符号如图 2-23 所示，其中图 a 所示是桥堆的电路符号，图 b 所示是桥堆电路符号的简化形式。图 c、d 所示是两种半桥堆的电路符号，所谓半桥堆就是由两只二极管构成的器件。

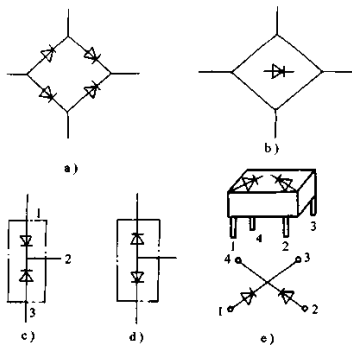


图 2-23 桥堆及半桥堆电路符号

二、种类和结构

1. 种类

桥堆只有图示一种。半桥堆共有下列三种：

1) 两只二极管正极相连的半桥堆，如图 2-23c 所示。

2) 两只二极管负极相连的半桥堆，如图 2-23d 所示。

3) 两只二极管独立的半桥堆，如图 2-23e 所示。

2. 内部结构

从图 2-22 所示的内电路中可以看出，桥堆由 4 只二极管构成，4 只二极管封装在一起，形成一整体，引出 4 个引脚。桥堆通常用来作为桥式整流电路，它的两引脚作为交流电压输

入端，即“~”引脚。它的一根引脚作为正极性脉动性直流电压输出端，即“+”端，此时另一根引脚“-”端应接地。桥堆也可以接成输出负极性直流脉动性直流电压的整流电路，此时“+”端接地，“-”端作为输出端而接负载电路。

半桥堆可以构成全波整流电路，图 2-23c 所示的半桥堆可以用来构成输出正极性电压的全波整流电路。图 2-23d 所示的半桥堆则可以构成输出负极性电压的全波电路。也可以将图 2-23c、d 所示两个半桥堆合起来使用构成一个桥堆，作为桥式整流电路。另外，桥堆和半桥堆还可以在电路中作其他用途。

三、参数表示和引脚识别方法

1. 参数表示方法

桥堆的外壳上通常标出 QL-xA，其中 QL 表示是桥堆，xA 表示工作电流。例如，某桥堆上标出 QL-3A，这表示工作电流为 3A 的桥堆。

2. 引脚识别方法

引脚识别方法有两种：一是根据引脚标记来识别，如图 2-22 所示的桥堆外形示意图，从图中可以看出，在外壳上各引脚对应位置上标出“~”、“-”、“+”标记，这些标记与图 2-22c 所示中标记是一致的，故以此可以分辨出各引脚。

另一个方法是利用万用表的 R×1k 档检测二极管正、反向电阻来识别引脚，这里以检测半桥堆为例，如图 2-23c 所示。当万用表 R×1k 档的红表棒接 2 脚时，黑表棒分别接另两根引脚测量均是二极管正向电阻，都小于几千欧。当黑表棒接 2 脚时，红表棒分别接另两根引脚，测量的是二极管反向电阻，都在几百千欧以上。这样，可以找出 2 脚，对 1、3 引脚可以不分。

对于图 2-23d 所示的半桥堆引脚识别方法一样。上述方法也可以用来检测全桥堆。

四、故障特征和检测方法

1. 故障特征

关于桥堆或半桥堆的故障主要说明以下几点：

- 1) 击穿故障，即内部有一只二极管击穿。
- 2) 开路故障，即内部有一只二极管或两只二极管出现开路。
- 3) 桥堆出现发热现象，这主要是电路中有过流故障，或是桥堆中某只二极管的内阻太大。

桥堆或半桥堆无论是出现了开路还是击穿故障，它在电路中均不能正常工作，有的还会损坏电路中的其他元器件。

2. 检测方法

利用万用表的 R×1k 档可以方便地判别全桥堆、半桥堆的质量好坏，其基本原理是测量内部各二极管的正向和反向电阻大小。

对全桥堆的检测方法是这样：红、黑表棒分别接相邻两根引脚，测得一次电阻，然后红、黑表棒互换后再测量一次，两次阻值中一次应为几百千欧（反向电阻），另一次应为几千欧（正向电阻），正向电阻愈小愈好，反向电阻愈大愈好。

测量完这两根引脚再顺时针依次测量下一个二极管的两根引脚，检测结果应同上述一样。这样，桥堆中共有 4 只二极管，应测量 4 组正、反向电阻数据。

在上述 4 组检测中，若有一次为开路（阻值无穷大），或有一次为短路（几十欧以下），

或有一次的正向电阻大、一次的反向电阻小都可以认为这桥堆已损坏，准确地讲是桥堆中某一只或两只二极管已损坏。

对于半桥堆的质量检测方法同上，而且更简单，因为半桥堆中只有两只二极管。

五、修配方法

1. 修配方法

全桥堆或半桥堆损坏后，可以用同型号的换上，但在实际修理中由于用二极管代替比用同型号桥堆、半桥堆更换容易，而且一般不是桥堆中所有二极管损坏，所以常用修配的方法处理，具体方法如下：

第一步先用万用表 $R \times 1k$ 档确定具体哪两根引脚之间的二极管出现故障，并且确定是击穿还是开路（一般开路的较多）。如若击穿则不能用修配的方法，而只能作更换处理。

第二步对于已经确定是开路时，还要进一步确定共有几只二极管已开路，若多于两只二极管时，就采取更换的方法。

第三步当只有一只或两只二极管开路时，可以用修配方法处理，方法是：找一只工作电流和反向耐压符合要求的整流二极管，将二极管焊在已开路的二极管两引脚焊点，必要时可以用套管将二极管的两根引脚套起来，这样可修复桥堆（或半桥堆）。

2. 注意事项

在修配过程中要注意以下几个方面的问题：

1) 当桥堆中有二极管击穿时，不能作修复处理，因为击穿的二极管会影响桥堆正常工作，并上去的二极管不能起作用。

2) 当半桥堆中有一只二极管击穿时，仍可以进行修复，只要将已击穿二极管的那根引脚与铜箔线路断开。注意，不是断开中间的那根引脚。然后，再用一只二极管代替击穿的二极管。

3) 更换桥堆主要考虑整流电流和反向耐压这两项参数，换上的桥堆要等于或大于原来的参数。

4) 当桥堆出现击穿故障时，如若找不到符合要求的桥堆时，可以拆下坏的，用四只整流二极管接成桥式电路，换上的整流二极管要符合要求，并注意焊上二极管的引脚绝缘，可以用套管套起来。

第七节 稳压二极管

稳压二极管是二极管中的一种，但它的工作特性与普通二极管有着很大的不同。

一、外形特征和电路符号

1. 外形特征

如图 2-24 所示是几种稳压二极管的外形示意图。图 2-24a 所示是一种金属外壳的稳压二极管，图 2-24b 所示是一种功率较大的金属外壳稳压二极管，图 2-24c 所示是塑料封装的稳压二极管，图 2-24d 所示是玻璃封装的稳压二极管，图 2-24e 所示是一种特殊的稳压二极管。

关于稳压二极管的外形特征主要说明以下几点：

1) 稳压二极管一般情况下只有两根引脚，在一些特殊的稳压二极管中有三根引脚。无论哪种稳压二极管，它的各引脚都有区别，相互之间不能互换使用。

2) 稳压二极管的具体形状有多种, 外形同普通二极管基本一样。

3) 稳压二极管的外壳可以有金属、玻璃、塑料等多种。

注意, 有的三根引脚的稳压二极管外形像三极管。

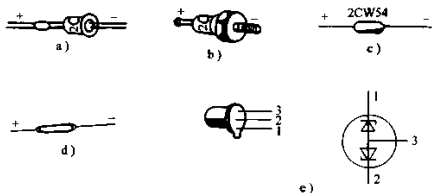


图 2-24 几种稳压二极管外形示意图

2. 电路符号

如图 2-25 所示是稳压二极管的电路符号。其中, 图 2-25a 所示是过去采用的电路符号, 用 DW 表示稳压二极管。图 2-25b 所示是最新规定的稳压二极管电路符号, 用 V 或 VS 表示。从这两个电路符号可以看出, 它与普通二极管的电路符号基本一样, 但有区别。图 2-25c 所示是一种比较特殊稳压二极管的电路符号, 它是三根引脚的稳压二极管。

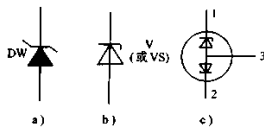


图 2-25 稳压二极管电路符号

稳压二极管的两根引脚有极性之分, 在电路中当稳压二极管用来进行稳压时, 图示电路符号中的上端接高电位, 下端接低电位, 这一点与普通二极管恰好相反, 从稳压二极管电路符号中可以看出它的两个电极上的电压高低。另外, 流过稳压二极管的电流不再是按电路符号中三角形的箭头指示了(普通二极管是这样), 而是反向流动, 这一点与普通二极管相反。

二、种类和结构

1. 种类

稳压二极管根据外壳包装材料划分有金属、玻璃、塑料的, 根据内部结构划分有普通稳压二极管和温度互补型稳压二极管。如图 2-25c 所示的电路符号, 它内部有两只背靠背的稳压二极管, 这是一种特殊的稳压二极管, 具有温度互补作用。这种稳压二极管在电路中应用时, 它的一只稳压二极管处于正向工作状态, 另一只处于反向状态, 具有温度互补特性。

2. 结构

稳压二极管的基本结构同普通二极管一样, 也是一个 PN 结, 但由于制造工艺不同, 当这种 PN 结处于反向击穿状态时, PN 结不会损坏(普通二极管的 PN 结会损坏), 当稳压二极管用于稳定电压时就是应用它的这一击穿特性。

3. 工作原理

为了说明稳压二极管的工作原理和稳压特性, 可以用如图 2-26a 所示的 $V-I$ 特性曲线来说明, 从图中可以看出, 这一特性曲线与普通二极管的 $V-I$ 特性曲线(图 2-26b 所示)基本一样。 X 轴方向表示给稳压二极管加的电压大小, Y 轴方向表示流过稳压二极管的电流大小。

从第一象限的曲线可以看出, 它同普通二极管的正向特性曲线一样, 此时相当于给稳压二极管 PN 结加上的是正向偏置电压, 稳压二极管在进行稳压运用时不用这种偏置方式。

从第三象限的曲线可以看出下列两点:

1) 当电压大到 V_2 时, 曲线很陡, 说明流过稳压二极管的电流在大小变化时, 稳压二极管两端的电压大小基本不变。换句话说讲, 此时流过稳压二极管的电流变化很大时, 稳压二极

管两端电压大小的变化量极小，电压是基本稳定的。

2) V_Z 是稳压二极管的稳定电压值，称为稳压值。

稳压二极管的 PN 处于反向击穿状态时，只要流过这一 PN 结的工作电流不大于最大稳定电流 I_{ZM} (这一参数的含义在后面介绍)，稳压二极管就不会损坏，这一点与普通二极管完全相反。

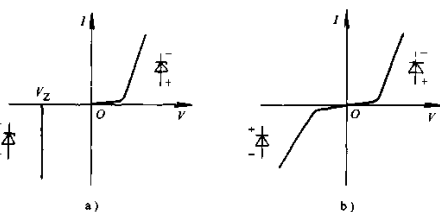


图 2-26 稳压二极管 V - I 特性曲线

前面分析可知，当利用稳压二极管构成一个稳压电路时，必须给稳压二极管的 PN 结加上反向偏置电压，加上正向偏置电压时稳压二极管就像一个正向运用的普通二极管。

普通二极管的 PN 处于反向击穿状态时，就会从电击穿过渡到热击穿状态，而稳压二极管的工作电流只要不大于最大稳定电流 I_{ZM} ，稳压二极管就不会损坏。由此可见，稳压二极管的这种电击穿是可逆的。在不同的稳压二极管中，这一稳定电压大小不同。

三、主要参数

稳压二极管的参数比较多，这里只介绍几项主要参数。

1. 稳定电压 V_Z

稳定电压 V_Z 就是图 2-26 所示曲线中的反向击穿电压 V_Z ，它是指稳压二极管在正常工作 (进入稳压状态) 时二极管两端的电压大小，用 V_Z 表示。

由于生产过程中的离散性，手册中给出的稳定电压 V_Z 不是一个确定值，而是给了一个范围，如 7~8.5V，这一点与其他元器件有所不同。但是，对于一个已经生产出来的具体稳压二极管而言，它的 V_Z 大小确定。

2. 最大允许耗散功率 P_M

最大允许耗散功率 P_M 是指，稳压二极管击穿后稳压二极管本身所允许消耗功率的最大值。在实际使用中，稳压二极管若超过这一值，稳压二极管将被烧坏。

3. 最大稳定电流 I_{ZM}

最大稳定电流 I_{ZM} 是指，稳压二极管长时间工作而不损坏的所允许流过的最大电流值。稳压二极管在实际运用中，工作电流要小于最大稳定电流 I_{ZM} 。

4. 电压温度系数 C_{TV}

电压温度系数 C_{TV} 用来表征稳压二极管的稳压值受温度影响程度和性质的一个参数，此系数愈小愈好。电压温度系数 C_{TV} 由下列决定：

$$C_{TV} = \frac{\Delta V / V_Z}{\Delta T}$$

式中 ΔT ——温度变化量；

ΔV ——由温度变化量 ΔT 引起的电压变化量；

V_Z ——稳压二极管的稳压值；

C_{TV} ——电压温度系数，一般在 0.05~0.1 左右。

电压温度系数 C_{TV} 有正、有负。通常对于 V_Z 大于 6V 的稳压二极管是正温度系数的，即

当温度升高时稳定电压值要升高。对于小于 6V 的稳压二极管是负温度系数的，即当温度升高时稳定电压要减小。对于 V_Z 为 5~6V 的稳压二极管，其温度系数接近于零。

这里顺便说一句，在一些要求电压温度特性较高的场合下，采用多种措施来进行温度补偿，如采用图 2-25c 所示的稳压二极管。这种稳压二极管在工作时，1 和 2 脚不分，内部的两只稳压二极管的性能相同，这两只二极管一只工作在正向，另一只工作在反向，这样两个 PN 结一个正向偏置，另一个反向偏置。PN 结在正向和反向偏置状态下的压降受温度影响结果相反，即当正向偏置的 PN 结随温度升高压降增大时，反向偏置的 PN 结压降则是下降，这样一个压降增大，另一个减小，相互抵消，使两 PN 结压降之和基本不变，达到温度补偿的目的。

5. 动态电阻 R_Z

动态电阻 R_Z 可以从图 2-26a 所示的 $V-I$ 特性曲线看出，在 V_Z 处曲线愈陡，动态电阻 R_Z 愈小，稳压性能就愈好。所以，动态电阻 R_Z 是稳压二极管的一个参数。动态电阻 R_Z 可以用下式定义：

$$R_Z = \frac{\Delta V}{\Delta I}$$

式中 ΔV ——稳压值附近的电压变化量；

ΔI ——由 ΔV 引起的电流变化量；

R_Z ——一般为几~几百欧。

四、表示方式和主要特性

1. 表示方式

稳压二极管属于晶体管，所以它的型号命名方法同前面介绍的三极管一样，如 2CW 表示是稳压二极管。通常稳压二极管的特性参数不标注在稳压管外壳上，要通过查晶体管手册才知道，在外壳上只标出型号和正、负极性，但有的稳压二极管在外壳上标出了更多的东西，这里举一例来说明表示方式。

2	D	D	7	3W	100
二极管	P 型材料	稳压二极管	产品序号	耗散功率 3W	稳压值 100V

2. 主要特性

关于稳压二极管的主要特性说明如下几点：

1) 加到稳压二极管上的电压达到 V_Z 时，稳压二极管击穿，两电极之间的电压大小就基本不变，利用这一特性可以进行稳压。

2) V_Z 大小受温度变化影响。

3) 稳压二极管的 PN 结加上正向偏置电压时，它可以作为一个普通二极管使用。

五、引脚识别和检测方法

1. 引脚识别方法

识别稳压二极管的各引脚有下列两种方法：

(1) 通过管壳上的各种标记来识别。见稳压二极管外形示意图，图中标出各稳压二极管的引脚极性，根据这一外形示意图可以识别各种稳压二极管的正、负引脚。这里对图 2-24e 所示稳压二极管的引脚作些说明。1 和 2 脚可以互换使用，但与 3 脚之间不能互换。3 脚与

任意的另一个引脚使用时（另一个引脚不用），就是一个普通的稳压二极管。

(2) 用万用表来检测。用万用表进行引脚识别时，主要是利用 PN 结的正向和反向电阻不同特性来识别，具体测量方法同前面介绍的普通二极管的正向和反向电阻测量方法一样，在此省略。在确定了稳压二极管的 PN 结方向后，就可以方便地确定它的正、负引脚了。

2. 故障现象

稳压二极管主要有下列两种故障：

(1) 击穿故障。此时稳压二极管不仅没有稳压功能，而且还会造成电路的过流故障，在路通电测量时稳压二极管两端的直流电压为 0V。

(2) 开路故障。此时稳压二极管没有稳压作用，但不会造成电路过流故障，在路通电测量时稳压二极管两端的直流电压大于该二极管的稳压值。

3. 检测方法

关于对稳压二极管的质量检测方法主要说明以下几点：

(1) 主要是测量 PN 结的正向和反向电阻大小，测量中若有不正常现象，则说明这一稳压二极管已经损坏。

(2) 对于一些稳压值较小的稳压二极管，还可以用万用表进行稳压性能的简易判断，方法是这样：R × 1k 档，黑表棒接稳压二极管的负极，红表棒接正极，此时测得的是 PN 结反向电阻，应该阻值很大。然后，上述测量状态下将万用表的测量档转换到 R × 10k 档，此时表针向右偏转一个较大的角度，说明反向电阻已经下降了许多，PN 结处于击穿状态。

这一测量方法的原理是这样：在万用表的 R × 10k 档，表内电池电压比 R × 1k 档的表内电池要高得多，表内电池电压高后使稳压二极管的 PN 结击穿，所以此时电阻下降许多。对于稳压值大于万用表 R × 10k 表内电池电压的稳压二极管，由于电池电压不足以使 PN 结反向击穿，所以无法进行上述测量。

对于图 2-25c 所示的稳压二极管，测量方法同上一样，只是要进行两个稳压二极管的测量，即 1 与 3 脚之间测量一次，2 与 3 脚之间测量一次。

六、选配方法

关于稳压二极管的选配主要说明以下几点：

(1) 由于不同型稳压二极管的稳定电压值大小不同，所以要用原型号的稳压二极管更换。

(2) 一些场合下可以用如图 2-27 所示的方式获得所需要的稳定电压。电路中，VD₁ 和 VD₂ 是普通二极管，VD₃ 是稳压二极管，此时总的稳定电压是 VD₃ 的稳压值加上两只二极管正向导通后的管压降，对硅二极管而言为正向导通后的管压降为 0.6V 左右。注意，两只普通二极管应按图示的极性与稳压二极管相连。

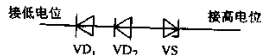


图 2-27 利用普通二极管同稳压二极管串接获得稳定电压示意图

第八节 发光二极管

发光二极管也是二极管中的一种，广泛用于各指示器电路中作为指示器件。

一、外形特征和电路符号

1. 外形特征

如图 2-28 所示是几种常见发光二极管的外形示意图。图 2-28a 所示是金属底座的发光二极管，图 2-28b 所示是塑料封装的发光二极管，图 2-28c 所示是陶瓷底座的发光二极管，图 2-28d 所示是组合型的发光二极管，图 2-28e 所示是变色的发光二极管。关于发光二极管的主要特征说明以下几点：

1) 单色发光二极管只有两根引脚，这两根引脚同普通二极管一样也有正、负极之分。

2) 单色发光二极管的外壳颜色表示了它的发光颜色。发光二极管的外壳是透明的。

3) 根据图示的外形示意图可以方便地识别出发光二极管。

2. 电路符号

如图 2-29 所示是发光二极管的电路符号，从这些电路符号中可以看出，与普通二极管的电路符号基本相同，但用箭头来表示这种二极管能够发光。

图 2-29a 所示是最新规定的发光二极管电路符号，电路符号中的箭头用来表示这种二极管能够发光。图 2-29b、c 所示是过去采用的发光二极管电路符号。图 2-29d 所示是三色发光二极管的电路符号，在同一个管壳内装有两只不同颜色的发光二极管，它不是单色的发光二极管。图 2-29e 所示是双色发光二极管电路符号，在一个管壳内也是装了二只不同颜色的发光二极管。

关于发光二极管的电路符号还要说明以下几点：

1) 发光二极管有正、负极之分，这一点在电路符号中已经表示出来，分辨方法同普通二极管相同。

2) 从发光二极管的电路符号中可以看出是单色还是多色的发光二极管。

3) 现在发光二极管电路符号中用 V 或 VD 表示，过去用 D 或 LED 表示，LED 是英语 Light Emitting Diode 的缩写，意为发光二极管。

二、种类和结构

1. 种类

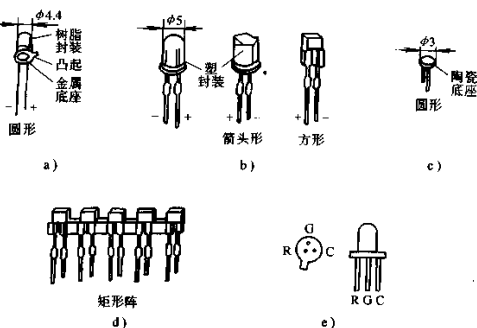


图 2-28 常见发光二极管外形示意图

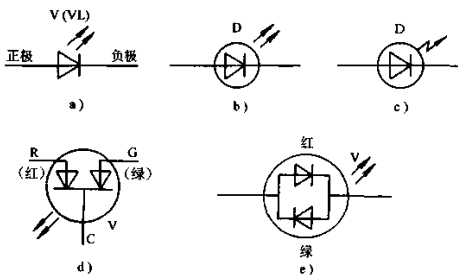


图 2-29 发光二极管电路符号

发光二极管分成可见光和非可见光两大类，这里主要介绍前者。可见光发光二极管的种类较多，按照材料划分主要有磷化镓（GaP）发光二极管、磷砷化镓（GaAsP）发光二极管和砷铝镓（GaAlAs）发光二极管。按照发光颜色划分常用的有红色、绿色、黄色发光二极管。按照发光颜色是否改变划分有单色、双色、三色发光二极管。按照封装及外形划分有圆柱形、矩形和组合形等发光二极管。

2. 结构

发光二极管同普通二极管一样也是一个PN结的结构，所以它的两根引脚有正极和负极之分，当它正常工作时正极上的电压要高于负极上的电压。

3. 工作原理

给普通二极管加上正向偏置电压之后，二极管导通。在给发光二极管加上足够的正向偏置电压之后，由于材料和工艺的不同，在空穴和电子复合时释放出的能量主要是光能，这就是发光二极管能够发光的原因。

发光二极管发出的光能可以在可见光谱内，也可以在非可见光谱内，如红外发光二极管。前者用来作为各种指示器件，后者作为红外遥控器中的发射器件。

三、主要参数

发光二极管的参数分成下列三大类：电参数、光参数、极限参数。

1. 电参数

发光二极管的电参数主要有下列几项：

(1) 正向电压 V_F 。它是指在给发光二极管加入规定的正向电流时，发光二极管正极与负极引脚之间的电压降。

(2) 反向耐压 V_R 。它是指保证发光二极管不出现反向击穿所允许给发光二极管加的最大反向电压大小。

(3) 反向漏电流 I_R 。它是指在给发光二极管加上规定反向偏置电压时，流过发光二极管的反向电流大小，即从负极流向正极的电流。

(4) 结电容 C_0 。它是指发光二极管PN结的结电容，一般小于100pF，此结电容愈小愈好。

2. 光参数

发光二极管的光参数主要有发光峰值波长 λ_P 、半峰宽度 $\Delta\lambda$ 和发光强度 I_V 。其中， I_V 是发光二极管的一项重要光参数，它表示发光二极管在发光时的亮度。

3. 极限参数

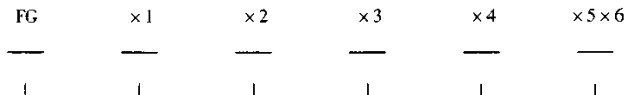
发光二极管的极限参数关系到发光二极管的安全使用，在使用过程中若超过极限参数，发光二极管将会损坏。发光二极管的极限参数包括极限功率 P_M 和极限工作电流 I_M 。在小电流发光二极管中，极限电流一般小于5mA。

发光二极管的三种参数中，除光参数是它特有的外，其他两项参数的含义同普通二极管相同。

四、型号表示和引脚识别方法

1. 型号表示方法

国产发光二极管的型号共有6项，如下所示：



字头符号 表示材料 表示颜色 表示封装形式 表示外形 表示产品序号

第一项用 FG 表示半导体发光二极管，FG 是汉语拼音发光的缩写。

第二项用数字表示发光二极管的材料，用 1 表示磷化镓 (GaP) 发光二极管，用 2 表示磷化砷 (GaAsP) 发光二极管，用 3 表示砷铝镓 (GaAlAs) 发光二极管。

第三项用数字表示发光二极管的发光颜色，用 1 表示红色，2 表示橙色，3 表示黄色，4 表示绿色，5 表示蓝色，6 表示变色。

第四项数字表示发光二极管封装形式，1 表示无色透明，2 表示无色散射，3 表示有色透明，4 表示有色散射透明。

第五项用数字表示发光二极管外形，0 表示圆形，1 表示方形，2 表示符号形，3 表示三角形，4 表示长方形，5 表示组合形，6 表示特殊形。

第六项用数字表示产品的序号。

例如：某型号发光二极管为 FG112001，它表示是圆形、无色散射、红色的磷化砷镓发光二极管。

发光二极管也用 2EF × × × 型号表示，如 2EF102、2EF112。

2. 引脚识别方法

为了不影响发光二极管的正常发光，在外壳上不标出型号和极性。发光二极管的识别方法有下列两种。

(1) 根据外形识别引脚。如图 2-28 所示的各种发光二极管，图 2-28a 所示的发光二极管底座上有一个凸键，靠在此键最近的一根引脚为正极。图 2-28b 所示的发光二极管，它的两根引脚一长一短，长的一根是正极。图 2-28e 所示的发光二极管，它共有三根引脚，根据它的外形示意图可以方便地确定各引脚。

(2) 万用表识别引脚方法。发光二极管也是一个 PN 结的结构，根据这一点可以用万用表的 R × 10k 档识别正、负引脚。红、黑表棒各接一根引脚，测量一次阻值。然后两表棒互换一次后再测量一次，又得一个阻值。在这两次测量中，阻值小的一次时黑表棒所接引脚为发光二极管的正极。

测量发光二极管时要采用 R × 10k 档测量，这是因为发光二极管的正向和反向电阻均比普通二极管大得多，另外发光二极管的正向导通电压比较大，用 R × 1k 档时的表内电池电压只有 1.5V，不足以使发光二极管正向导通，而 R × 10k 档的表内电池电压比较高，可以给发光二极管加上足够大的正向偏置电压而使之导通。

五、主要特性

关于发光二极管的特性主要说明以下几点。

1. 伏-安 (V-I) 特性

发光二极管的 V-I 特性曲线可以用如图 2-30 所示曲线说明。图中，X 轴方向为加在发光二极管上的正向偏置电压，Y 轴方向为流过发光二极管的电流大小，图中的曲线是磷化镓

发光二极管的 $V-I$ 特性曲线。

从曲线中可以看出,只有当加到发光二极管上的正向电压大到一定程度时,才有电流流过发光二极管。并且,当加到发光二极管两端的正向电压愈大时,流过发光二极管的电流愈大。一般发光二极管的正向电压 V_Z 为 $1.5 \sim 3V$,这一电压降比普通二极管大得多。

顺便指出,小电流发光二极管的反向击穿电压很小,约为 $6V$ 至十几伏,比普通二极管要小。

2. 正向和反向电阻

发光二极管也有正向和反向电阻,它的这两个电阻均比普通二极管大得多,了解这一点对检测发光二极管质量是重要的。

3. 工作电流与发光相对强度

发光二极管的工作与发光相对强度之间的关系可以用如图 2-31 所示特性曲线来说明。图中, X 轴为发光二极管的正向工作电流大小, Y 轴为发光相对强度,这是一条磷化镓发光二极管的特性曲线。

从曲线中可以看出,对于红色发光二极管而言,正向工作电流增大时发光相对强度也在增大,但当工作电流大到一定程度后,曲线趋于平坦(饱和),说明发光相对强度趋于饱和。

对于绿色发光二极管而言,也是工作电流增大,发光相对强度增大,但没有饱和的现象。

4. 发光强度与环境温度关系

发光二极管的发光强度与环境温度有关,可以用如图 2-32 所示的特性曲线来说明。图中, X 轴为环境温度, Y 轴为发光强度。

从曲线中可以看出,温度愈低,发光强度愈大。当环境温度升高后,发光强度将明显下降。

5. 最大允许工作与环境温度关系

发光二极管的最大允许工作电流与环境温度有关,可以用如图 2-33 所示的特性曲线来

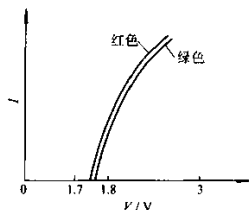


图 2-30 发光二极管 $V-I$ 特性曲线

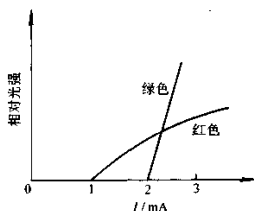


图 2-31 工作电流与发光相对强度特性曲线

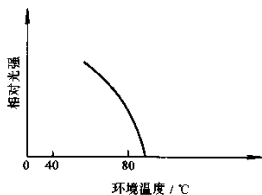


图 2-32 发光强度与环境温度特性曲线

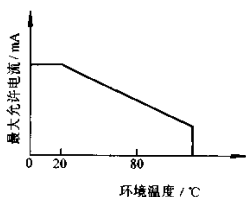


图 2-33 最大工作电流与环境温度特性曲线

说明。图中， X 轴为环境温度， Y 轴为最大允许工作电流。

从曲线中可以看出，当环境温度大到一定程度之后，最大允许工作电流迅速减小，最终为零。这说明在环境温度较高场合下，发光二极管更容易损坏，这也是发光二极管怕烫的原因。

六、故障特征和检测方法

1. 故障特征

发光二极管的故障主要有下列一些：

- 1) 开路故障，这时发光二极管不能发光。
- 2) 发光强度不足（不是工作电流不足引起的发光不足）。

2. 检测方法

对发光二极管的质量检测主要是采用万用表测量它的正向和反向电阻大小来判断质量好坏。测量正向电阻时，万用表的黑表棒接正极，红表棒接负极，采用 $R \times 10k$ 档。正向电阻一般小于 $50k\Omega$ ，反向电阻由应大于几百千欧。如若在测量中出现开路、短路，或是正向、反向电阻相差不大的现象，均说明这一发光二极管已经损坏。

另外，在测量正向电阻时，在暗处是可以看到管芯有一个亮点。

七、选配方法和资料

1. 选配方法

当发光二极管损坏后通常无法修理，只有用同型号的发光二极管更换。在没有同型号发光二极管更换时，选配应注意以下几点：

- 1) 注意发光二极管的外形和尺寸，这主要是考虑安装的问题。
- 2) 发光颜色的要求。若对发光颜色无特殊要求时，则可以用其他颜色的发光二极管代用。发光二极管的外壳颜色就是它的发光颜色。

2. 注意事项

在更换发光二极管的操作过程中要注意以下几点：

- 1) 发光二极管非常怕烫，电烙铁在发光二极管引脚上停留的时间不能长，否则会损坏发光二极管。为此，在装上新的发光二极管之前，先将它的两根引脚刮干净，焊接时动作要迅速、果断，并用镊子夹住所要焊接的那根引脚，以帮助散热。

- 2) 在操作过程中，不要碰伤发光二极管的外壳，否则会影响它的发光效果。

3. 修理资料

这里给出一些常用发光二极管的有关资料，供选配时参考，表 2-2 所示是常用单色发光二极管的有关资料。

表 2-2 常用单色 LED 特性参数

型号	最大工作电流 /mA	正向电压 /V	发光强度 /mcd	发光颜色	型号	最大工作电流 /mA	正向电压 /V	发光强度 /mcd	发光颜色
2EF102	50	2	0.5	红色	2EF115	20	2.5	0.4	红色
2EF112	20	2	0.3		2EF125	40	2.5	0.5	
2EF122	30	2	0.3		2EF125A	20	2.5	0.4	
2EF105	40	2.5	0.5		2EF135	20	2.5	0.5	

(续)

型号	最大工作电流 /mA	正向电压 /V	发光强度 /mcd	发光颜色	型号	最大工作电流 /mA	正向电压 /V	发光强度 /mcd	发光颜色
2EF165	20	2.5	0.4	红色	2EF235	40	2.5	0.4	绿色
2EF171	40	2.5	0.4		2EF265	20	2.5	0.4	
2EF185	40	2.5	0.4		2EF285	40	2.5	0.4	
2EF205	40	2.5	0.5	绿色	2EF405	40	2.5	0.5	黄色
2EF215	20	2.5	0.4		2EF415	20	2.5	0.3	
2EF225	40	2.5	0.5		2EF425	20	2.5	0.3	

表 2-3 所示是三色发光二极管的有关资料。

表 2-4 所示是双色发光二极管的有关资料。

表 2-3 三色发光二极管特性参数

型号	最大工作电流 /mA	正向电压 /V	发光强度 /mcd	发光颜色
2EF302	40	2.5	≥ 0.5	红、绿、橙
2EF312	40	2.5	≥ 0.5	
2EF322	30	2.5	≥ 0.4	

表 2-4 双色发光二极管特性参数

型号	最大工作电流 /mA	正向电压 /V	发光强度 /mcd	发光颜色
2EF301	40	2.5	≥ 0.5	红、绿
2EF303	40	2.5	≥ 0.5	
2EF313	40	2.5	≥ 0.5	
2EF321	30	2.5	≥ 0.4	
2EF401	40	2.5	≥ 0.5	
2EF402	40	2.5	≥ 0.5	

第九节 集成电路

集成电路虽然不是一个新型元器件，但在家用电路中广泛运用还是近几年的事情，特别是各种专用、高性能集成电路愈来愈多地用于各种家用电器中。在这一节，只介绍集成电路的有关基本常识。

一、外形特征和电路符号

1. 外形特征

如图 2-34 所示是几种常用集成电路的外形示意图。其中，图 2-34a 所示是单列集成电路，它的引脚只有一列。图 2-34b 所示是双列集成电路，它的引脚分成两列。图 2-34c 所示是四列的集成电路，它的引脚分成四列。图 2-34d 所示是金属外壳的集成电路，它的引脚分布呈圆形状。

关于集成电路的外形特征主要说明以下几点：

- 1) 集成电路的引脚一般比较多（远多于三根引脚），引脚均布。
 - 2) 集成电路一般是长方形的，有的带金属的散热片，有的则没有。
- 根据集成电路的上述两个特征很容易在电路中识别出来。

2. 电路符号

集成电路的电路符号不像其他元器件那样单一，它的具体形状有多种，如图 2-35 所示是集成电路电路符号的几种表示方法。集成电路电路符号所表达的含义很少，通常只能表达

这种集成电路有几根引脚，至于各个引脚的作用、是什么作用的集成电路等，电路符号中均不能表示出来。

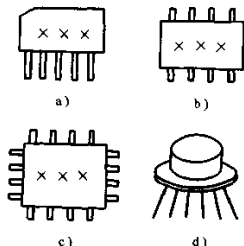


图 2-34 几种常见集成电路外形示意图

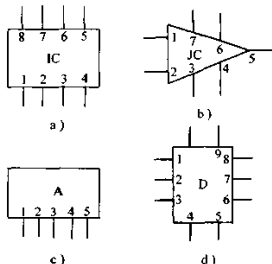


图 2-35 集成电路的电路符号

集成电路通常用 IC 表示，IC 是英文 Integrated Circuit 的缩写。在国产电路图中，还有用 JC 表示的。最新的规定分为几种：用 A 表示集成电路放大器，用 D 表示集成数字电路等。

二、种类和内部结构

1. 种类

集成电路的种类很多，按照集成度（一块基片上能制作的最多元器件数）划分有以下 4 种：

- 1) 普通集成电路。它又称小规模集成电路，用英文缩写字母 SSI 表示。在小规模集成电路中，元器件数目一般小于 100 个。
- 2) 中规模集成电路。它用英文缩写字母 MSI 表示。它的元器件数目在一百到一千只之间。
- 3) 大规模集成电路。它用英文缩写字母 LSI 表示。它的元器件数目在一千至数万只以上。
- 4) 超大规模集成电路。它用英文缩写字母 VLSI 表示。它的元器件数目在十万只以上。

在家用电器中，一般使用大规模集成电路以下集成度的集成电路。例如，在单片电视机中便使用了大规模集成电路。

集成电路按照电路功能划分主要有数字集成电路、模拟集成电路和微波集成电路。在模拟集成电路中，又分成线性集成电路和非线性集成电路两种。

在家用电器中，大量使用的是模拟集成电路，还有一些数字集成电路，如一些录像机中的数字伺服集成电路等。

集成电路按照制造工艺及电路工作原理划分，主要有下列两大类：

(1) 双极型集成电路。它主要采用 NPN 型管，少量采用 PNP 型管，这是目前家电集成电路中的主要类型。

(2) 单极型集成电路。它又称 MOS 集成电路，即金属—氧化物—半导体集成电路，由 MOS 晶体管构成电路。在 MOS 集成电路中，还分有下列多种：N 沟道 MOS 集成电路，称为 NMOS 集成电路；P 沟道 MOS 集成电路，称为 PMOS 集成电路；NMOS 管和 PMOS 管互补构成

的集成电路，称之为 CMOS 集成电路。

集成电路按照用途划分，在家电设备中主要有下列一些：

- 1) 音响集成电路。这种集成电路中，根据具体的用途可分成许多，如收音集成电路、音频功率放大集成电路、音频前置放大集成电路等等。
- 2) 电视机专用集成电路。在这种集成电路中，根据具体用途也可分成多种。
- 3) 录像机专用集成电路。这种集成电路也可以分成许多种。
- 4) 其他专用集成电路。

2. 内部结构

在集成电路的内部有一块小小的乌亮方片，这就是半导体硅芯片。在硅芯片上装有许多很小的、用显微镜才能看清的亮晶晶的小点，这些就是构成电路的三极管、电阻等。

3. 特点

在集成电路的硅芯片上，制造一只三极管极其容易，而且所占的面积也不大。但是，在硅芯片上制造大电容器等，却相当的便和不经济。由于制造工艺等因素，集成电路的内电路具有下列一些特点：

1) 内电路各级电路之间全部采用直接耦合形式，如若需要大容量电容作为级间耦合或其他用途，则要通过引脚外接。

2) 内电路中制造大电阻所占的硅芯片面积大，阻值愈大所占的面积愈大。为此，常常造一个三极管构成恒流源电路作为大电阻来使用。此外，也可以通过引脚外接大电阻（这种情况较少）。总之，集成电路内电路中不造大电阻。

3) 内电路中不造较大容量的电容。若需要容量很小的电容，通过 PN 结的结电容等方式来获得。

4) 内电路中也不造电感，需要电感时通过引脚外接，因为制造电感十分不便且不经济。

5) 内电路中的二极管通常是造一个三极管，利用三极管的一个 PN 结作为二极管，所以在集成电路内电路图中，常看到三极管接成二极管使用的电路。

三、主要参数及集成电路优缺点

1. 主要参数

集成电路的参数分成下列两大类：电参数和使用时的极限参数。

各种用途的集成电路，其电参数的具体参数项目不一样，最基本的有以下几项（通常是在典型工作电压下测得）：

(1) 静态工作电流。它是指不给集成电路输入引脚加上输入信号的情况下，电源引脚回路中的电流大小，相当于三极管的集电极静态工作电流。通常，静态工作电流给出典型值、最小值、最大值三个指标。这一电参数对修理中的故障判断是很有益的，当测量集成电路静态电流大于或小于它的最大值、最小值时，说明集成电路很可能发生了故障。

(2) 增益。它是指集成电路放大器的放大能力，通常标出的是闭环增益，也分典型值、最小值、最大值三项指标。

(3) 最大输出功率。这一参数主要用于有功率输出要求的集成电路上。它是指在信号失真度为一定值时（通常为 10%），集成电路输出引脚所输出的电信号功率，一般也给出典型值、最小值、最大值三项指标。

集成电路的极限参数主要有下列几项：

(2) 日本日立公司 (HITACHI)。日本日立公司产生的集成电路型号由五部分组成, 如下所示:

HA	13	92	A	P
第一部分	第二部分	第三部分	第四部分	第五部分
字头符号	电路使用范围	电路型号数	电路性能	封装形式

表 2-6 所示是日本日立公司集成电路型号各部分具体含义。

表 2-6 日本日立公司集成电路型号含义

第一部分		第二部分		第三部分	第四部分		第五部分	
字头	含 义	数字	含 义	用数 字表 示电 路型 号数	字母	含 义	字母	含 义
HA	模拟电路	11	高频用	A	改进型	P		塑料
HD	数字电路	12	高频用					
HM	存储器 (RAM)	13	音频用					
HN	存储器 (ROM)	14	音频用					

(3) 日本东芝公司 (TOSHIBA)。日本东芝公司产生的集成电路型号由三部分组成, 如下所示:

TA	× × × ×	P
第一部分字头符号	第二部分电路型号数	第三部分封装形式

表 2-7 所示是日本东芝公司集成电路型号的具体含义。

表 2-7 日本东芝公司集成电路型号含义

第一部分		第二部分	第三部分	
字母	含 义	用数字表示电路型号数	字母	含 义
TA	双极线性			A
TC	CMOS	C		陶瓷封装
TD	双极数字	M		金属封装
TM	MOS	P		塑料封装

(4) 日本松下电器公司 (PANASONIC)。日本松下电器公司产生的集成电路型号由两部分组成, 如下所示:

AN	× × × ×	
第一部分字头符号	第二部分电路型号数	

表 2-8 所示是日本松下电器公司集成电路型号的具体含义。

表 2-8 日本松下电器公司集成电路型号含义

第一部分		第二部分
字母	含义	用数字表示电路型号数
AN	模拟电路	
DN	数字双极性电路	
M·J	开发型号	
N·N	COS 电路	

(5) 日本三菱电机公司 (MITSUBISHI)。日本三菱电机公司产生的集成电路型号由五部分组成, 如下所示:

M	5	1	95	P
第一部分	第二部分	第三部分	第四部分	第五部分
字头符号	温度范围	电路类型	电路型号数	封装形式

表 2-9 所示是日本三菱电机公司产生的集成电路型号具体含义。

表 2-9 日本三菱电机公司集成电路型号含义

第一部分		第二部分		第三部分		第四部分	第五部分	
字母	含义	字母	含义	数字	含义		字母	含义
M	三菱公司 产品	5	工业、 商用、 军用	0	CMOS 线性 TTL 线性电路	用数 字表 示电 路型 号数	K	玻璃-陶瓷
		8		P			塑料	
				S			金属-陶瓷	

(6) 日本电气公司 (NEC)。日本电气公司产生的集成电路型号由五部分组成, 如下所示:

UP	C	× × × ×	C	X (S)
第一部分	第二部分	第三部分	第四部分	第五部分
字头符号	电路类型	电路型号数	封装形式	电路性能

表 2-10 所示是日本电气公司集成电路型号具有含义。

表 2-10 日本电气公司集成电路型号含义

第一部分		第二部分		第三部分	第四部分		第五部分	
字母	含义	字母	含义	用数 字表 示电 路型 号数	字母	含义	字母	含义
UP	微型 器件	C	线性 分立器件 数字双极 CMOS 数字			C	塑料封装 陶瓷双列	S
		A		D				
		B						
		D						

2. 国标规定的集成电路型号命名方法

最新的国标规定,我国生产的集成电路型号由五部分组成,以前各生产厂家的规定全部作废。同时,国标还规定,凡是家用电器专用集成电路(音响类、电视类),一律采用四部分组成型号的形式,即将第一部分的字母省去, $D \times \times \times \times$ 形式,凡 D 后面的数字与国外产集成电路相同时,为全仿制集成电路,不仅电路结构、引脚分布规律等同国外产品相同外,还可以直接与国产集成电路代换使用。

国产集成电路的型号具体组成情况如下所示:

C B $\times \times \times \times$ C B

| | | | |

第一部分 第二部分 第三部分 第四部分 第五部分

字头符号 电路类型 电路型号数 温度范围 封装形式

表 2-11 所示是国产集成电路型号各部分具体含义。

表 2-11 国产集成电路各部分具体含义

第一部分		第二部分		第三部分	第四部分		第五部分	
字母	含义	字母	含义		字母	含义	字母	含义
C	中国 制造	B	非线性电路	用数字 (一般为四位) 表示电路 系列和代号	C	0~70℃	B	塑料扁平
		C	CMOS		E	-40~+85℃	D	陶瓷直插
		D	音响、电视		R	-55~+85℃	F	全密封扁平
		E	ECL		M	-55~+125℃	J	黑陶瓷直插
		F	放大器				K	金属菱形
		H	HTL				T	金属圆形
		J	接口器件					
		M	存储器					
		T	TTL					
W	稳压器							
U	微机							

3. 国内外集成电路字头符号

表 2-12 所示给出国内外集成电路的字头符号,供使用、识别和代换时参考。

表 2-12 国内外集成电路字头符号的具体含义

类别	字头符号	生产厂	类别	字头符号	生产厂
国产	D	国产品标准字头	国产	CF、GF	常州半导体厂
	B、BD、BW、5C	北京市半导体器件五厂		DG	北京八七八厂
	BGD	北京半导体器件研究所		F、XFC	甘肃泰安七四九厂
	BH	北京半导体器件三厂		F、FC、SF	上海无线电七厂
	CA	广州音响电器厂		FD	苏州半导体器件总厂
	CH	上海无线电十四厂		FS	贵州都匀四四三三厂

(续)

类别	字头符号	生产厂	类别	字头符号	生产厂
国产	FY、FZ	上海八三三一厂	外国	LM、TBA、TCA	美国国家半导体公司
	LD	西安延河无线电厂		M	日本三菱电机公司
	NT	南通晶体管厂		MB	日本富士通有限公司
	SL、5G	上海无线电十六厂		MC	美国摩托罗拉公司
	SG	长沙四四三一厂		MK	美国英斯特卡公司
	TB	天津半导体器件厂		MP	美国微功耗系统公司
	W	北京半导体器件五厂		ML、MH	加拿大米特尔半导体公司
	X、BW	电子工业部第二十四研究所		N、NE、SA、SU、CA	美国西格尼蒂公司
外国	XG	国营新光电子厂		NJM、NLM	日本新日元
	19A	上海无线电十九厂		RC、RM	美国 RTN
	AD	美国模拟器件公司		STA、SAJ	美国 ITT
	AN、DN	日本松下电器公司		SAB、SAS	西德 SIEG
	CA、CD、CDP	美国无线电公司		TA、TD、TC	日本东芝公司
	CX、CXA	日本索尼公司		TAA、TBA、TCA、TDA	欧洲电子联盟
	CS	美国齐瑞半导体公司		TL	美国德克萨斯仪器公司
	HA	日本日立公司		U	德国德律风根公司
	ICL、D、DG	美国英特尔公司		ULN、ULS、ULX	美国史普拉格公司
	LA、LB、STK、LC	日本三洋公司		UA、F、SH	美国仙德公司、FSC公司
LC、LG	美国通用仪器公司	UPC、UPB	日本电气公司、 美国电子公司		

五、集成电路引脚分布规律及识别方法

在检查、更换集成电路过程中，往往需要在集成电路实物上找到相应的引脚。由于集成电路的型号很多，不可能根据型号去记忆它的各引脚位置，只能借助于集成电路的引脚分布规律，来识别形形色色集成电路的引脚位置。

下面根据集成电路引脚排列情况，介绍常用集成电路的引脚分布规律和识别方法。

1. 单列直插集成电路引脚分布规律

所谓单列直插集成电路，就是它的引脚只有一列，且引脚为直的（非弯曲），这类集成电路的引脚分布规律可以用如图 2-36 所示的示意图来说明。单列直插集成电路的封装具体外形很多，这里列举图中 6 种情况来说明。

图 2-26a 所示集成电路中，左侧端处有一个小圆坑，或其他什么标记，它用来指示第一根引脚位置，说明左侧端的引脚为第一根引脚，然后依次从左向右为各引脚，见图 2-26a 所示。

图 2-26b 所示集成电路中，在集成电路的

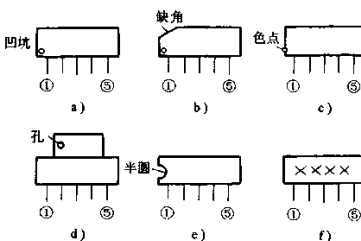


图 2-36 单列直插集成电路引脚分布示意图

左侧上方有一个缺角,说明左侧端第一根引脚为①脚,依次从左向右为各引脚。

图 2-26c 所示集成电路中,用色点表示第一根引脚的位置,也是从左向右依次为各引脚,见图中所示。

图 2-26d 所示集成电路中,在散热片左侧有一个小孔,说明左侧端第一根引脚为 1 脚,依次从左向右为各引脚。

图 2-26e 所示集成电路中左侧有一个半圆缺口,说明左侧端第一根引脚为 1 脚,依次从左向右为各引脚。

图 2-26f 所示集成电路中,在外形上无任何第一根引脚的标记,此时将印有型号的一面朝着自己,且将引脚朝下,最左端为第一根引脚,依次为各引脚。

从上述几种单列直插集成电路引脚分布规律来看,除图 2-26f 所示集成电路外(这种情况很少见),其他集成电路都有一个较为明显的标记来指示第一根引脚的位置,而且都是自左向右依次为各引脚,这是单列直插集成电路的引脚分布规律。

2. 单列曲插集成电路引脚分布规律

单列曲插集成电路的引脚也是呈一列排列的,但引脚不是直的,而是弯曲的,即相邻两根引脚弯曲排列,如图 2-37 所示是几种这样集成电路的引脚分布规律示意图。

图 2-37a 所示的曲插集成电路中,它的左侧顶端上有一个半圆口,表示左侧端第一根引脚为①脚,然后自左向右依次为各引脚,见图所示。从图中可以看出,①、③、⑤引脚在一侧,②、④、⑥引脚在另一侧。

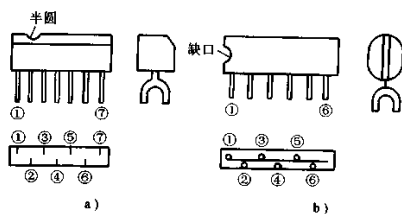


图 2-37 单列曲插集成电路引脚分布示意图

图 2-37b 所示的曲插集成电路中,它的左侧有一个缺口,此时最左端引脚为第一根引脚,自左向右依次为各引脚,见图中所示。

单列曲插的集成电路的外形远不止上述两种,但它们都有一个标记来指示第一根引脚的位置,然后依次从左向右为各引脚,这是单列曲插集成电路的引脚分布规律。当集成电路上无明显标记时,可按图 2-36f 所示集成电路引脚识别方法来识别。

3. 双列直插集成电路引脚分布规律

双列直插集成电路的引脚有两列,引脚是直的,如图 2-38 所示是几种双列集成电路的引脚分布示意图。

图 2-38a 所示双列集成电路中,它的左下端有一个凹块标记,这指示左侧下端第一根引脚为①脚,然后从①脚开始逆时针方向沿集成电路的一圈,各引脚依次排列。

图 2-38b 所示双列集成电路中,它的左侧有一个半圆缺口。此时,左侧下端第一根引脚为①脚,然后逆时针方向依次为各引脚。

图 2-38c 所示的陶瓷封装双列直插集成电路中,它的左侧有一个标记,此时左下方第一根脚为①脚,然后逆时针方向依次为各引脚。

图 2-38d 所示双列集成电路中,它的引脚被散热片隔开,在集成电路的左侧下端有一个标记,此时左下方第一根引为①脚,也是逆时针方向依次为各引脚(散热片不算)。

图 2-38e 所示的集成电路中（这是一个双列直插集成电路），它左侧有一个半圆凹口，此时左下方第一根引脚为①脚，逆时针方向依次为各引脚。

图 2-38f 所示的集成电路中，它无任何明显的引脚标记，此时将印有型号一面朝着自己正向放置，左侧下端第一个引脚为①脚，逆时针方向依次为各引脚。

上面介绍的几种双列集成电路外形仅是众多双列集成电路中的几种，除图 2-38f 所示的集成电路外，一般都有各种形式的明显标记，指明第一根引脚的位置，然后逆时针方向依次为各引脚，这是双列直插集成电路的引脚分布规律。

4. 四列集成电路引脚分布规律

集成电路的引脚分布除上述三种外，还有四列集成电路、金属封装集成电路和引脚反向分布的集成电路。

四列集成电路的引脚分成四列，如图 2-39a 所示，在这一集成电路的左下方有一个标记，此时左下方第一根引脚为①脚，然后逆时针方向依次为各引脚。

5. 金属封装集成电路引脚分布规律

采用金属封装的集成电路，其引脚分布见图 2-39b 所示，它的外壳呈金属圆帽形，此时集成电路的引脚识别方法是：将引脚朝上，从突出键标记端起，顺时针方向依次为各引脚。

6. 引脚反向分布集成电路引脚分布规律

前面介绍的集成电路均为引脚正向分布的集成电路，即引脚是从左向右依次分布，或从左下方第一根引脚逆时针方向依次分布各引脚。引脚反向分布的集成电路则是从右向左依次分布，或从左上端第一根引脚为①脚，顺时针方向依次分布各引脚，即与引脚正向分布的集成电路规律相反。

引脚正、反向分布规律可以从集成电路型号上可以看出，例如 HA1366W 引脚为正向分布，HA1366WR 引脚为反向分布，即在型号后多一个大写字母 R 表示这一集成电路的引脚为反向分布，它们的电路结构、性能参数相同，只是引脚分布相反。

HA1366W 的第一根引脚为 HA1366WR 的最后一根引脚，HA1366W 的最后一根引脚为 HA1366WR 的第一根引脚。像 HA1366W、HA1366WR 的集成电路有不少。

六、检测方法

检测集成电路的方法有许多，各种情况下的具体检查方法不一样，集成电路装在电路中和不装在电路中的检测方法也不同，有关各种家用电器中专用集成电路的检测方法将在后

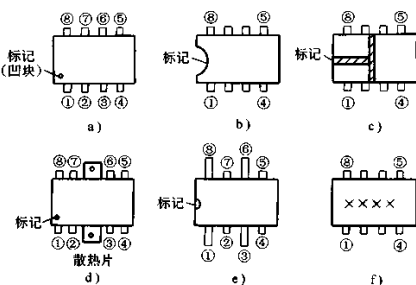


图 2-38 双列直插集成电路引脚分布示意图

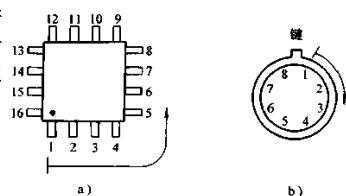


图 2-39 四列和金属封装集成电路引脚分布示意图

面章节中介绍,这里只介绍几种最基本的检查方法。

1. 电压检查法

电压检查法是指,使用万用表的电压档,测量电路中有关测试点的工作电压,根据测量的结果来判断电路工作是否正常。这里的检查集成电路工作情况,要用万用表直流电压档的适当量程,测量集成电路各引脚对地之间的直流工作电压(或部分有关引脚电压对地的直流电压),根据测得的结果,通过与这一集成电路各引脚标准电压值的比较(各种集成电路的引脚直流电压有专门的资料),判断集成电路有问题,还是集成电路外围电路中的元器件故障。

这里以如图 2-40 所示集成电路为例,介绍电压检查法的具体实施步骤和方法。电路中, A_1 是集成电路,它共有 12 根引脚,其中 8 脚是它的电源引脚,6 脚为接地引脚,1 脚为输入引脚,7 脚为输出引脚。

具体检查步骤和方法如下:

(1) 查找有关集成电路资料手册,找出 A_1 的各引脚电压数据,设各引脚直流工作电压如表 2-13 所示。

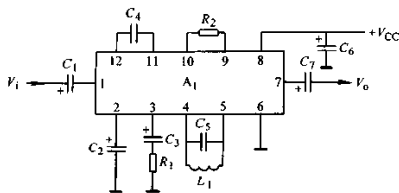


图 2-40 电压检查法原理图

表 2-13 A_1 各引脚电压设定值

引脚	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
标准电压/V	1.5	0.7	1.5	5	5	0	3	9	6	3.1	2.7	3.4

(2) 万用表直流电压档,测量 A_1 电源引脚 8 脚的直流工作电压。这一引脚电压的测量结果可能有以下几种情况:

1) 测量为 0V,说明集成电路 A_1 的电源引脚上没有直流工作电压。此时,可断开 C_6 的一根引脚后再测量 A_1 的 8 脚电压,若恢复正常,说明 C_6 击穿;若仍为 0V,断开 A_1 的 8 脚铜箔线路后再测量 8 脚的断头点,若恢复正常则说明是 A_1 的 8 脚内电路对地击穿。若断开仍然是 0V,则是 $+V_{CC}$ 端没有电压,要检查 $+V_{CC}$ 电压的供给电路。

2) 测量 8 脚电压远低于 9V 正常值,也可断开 C_6 后再测量。若恢复正常,说明 C_6 严重漏电;若仍低,可断开 8 脚的铜箔线路,测量 $+V_{CC}$ 端的电压。若为 9V,说明 A_1 的 8 脚内部与地线之间出现击穿的可能很大(也可用后面介绍的电流检查法进一步检查);如测量 $+V_{CC}$ 端的电压仍低,说明 $+V_{CC}$ 供给电路出了故障,即从电源电路送过来的直流电压就低。

3) 测量 A_1 的 8 脚为 9V 正常电压值时,说明集成电路的直流电压供给电路工作正常,可以进行下一步的检测。

(3) 测量 A_1 接地引脚 6 脚电压。6 脚为接地引脚,应该是 0V。若测量的结果不是 0V,说明 A_1 的 6 脚上铜箔线路开裂(与地线之间断开),或 A_1 的 6 脚假焊(重新熔焊)。在测得 A_1 的 6 脚电压正常后,进行下一步检查。

(4) 全面测量集成电路 A_1 各引脚的直流工作电压,然后与标准电压数据进行比较,发现有相差较大者(一般为 0.2V 以上),对该引脚上的外围电路进行故障分析和检查。

下面就图 2-40 所示电路而言, 分析各引脚出现电压异常时的各种可能故障原因。

(1) 当 A_1 的 2 脚电压低于正常时, 由于 2 脚与地之间只有电容 C_2 , 电容具有隔直作用。当 C_2 开路时不影响 2 脚的直流电压, 当 C_2 击穿时将使 2 脚电压为 0V, 当它漏电时将使 2 脚电压下降, 且 C_2 漏电愈严重, 2 脚的直流电压下降得愈多。通过上述故障分析可知, 当 2 脚直流电压下降时, 不怀疑 C_2 开路或击穿, 只怀疑 C_2 漏电。此时, 可断开后 C_2 脚再测量 2 脚电压, 若恢复正常, 说明与 2 脚外电路无关 (与 C_2 无关), 若仍然低, 说明 A_1 内电路可能有问题。

(2) 当 A_1 的 3 脚电压出现异常情况时, 故障原因判断方法是这样: 从电路中可以看出, 3 脚外电路与 2 脚的外电路基本相同, 3 脚与地之间是一个 RC 串联电路, 由于 C_3 隔直作用, 这一 RC 串联电路正常时对 3 脚的直流电压无影响。即当 C_3 或 R_1 开路时, 不影响 3 脚的直流电压, 当 R_1 出现任何故障时由于 C_3 的隔直作用也不影响 3 脚的直流电压, 只有当 C_3 击穿或漏电时, 才使 3 脚电压有下降的变化。当 A_1 的 3 脚直流电压下降时, 与 A_1 的 2 脚直流电压下降故障处理步骤和方法相同。

另外, 若 A_1 的 3 脚直流电压为 0V, 也说明与 R_1 和 C_3 无关, 因为即使 C_3 击穿, 由于 3 脚流出的电流要流过 R_1 , 在 R_1 上有压降, 3 脚直流电压不为 0V。这样, 当 3 脚直流电压为 0V 时, 说明集成电路 A_1 有问题。

(3) A_1 的 4 脚和 5 脚直流电压应该一样大小, 即使无 A_1 的各引脚标准电压数据也应该知道这一点, 因为 4 脚与 5 脚之间接有线圈 L_1 , L_1 对直流电几乎无压降。所以, 4 脚与 5 脚上的直流电压应该相等。如若 4 脚和 5 脚上的直流电压不相等, 应首先检查 L_1 是否开路 (可用万用表 $R \times 1\Omega$ 档在断电后测量 L_1 的电阻)。

(4) A_1 的 9 脚 10 脚直流电压相关, 因为 9 脚与 10 脚之间只有电阻 R_2 , 电阻可以通直流电, 这里的 R_2 用来构成 9 脚和 10 脚内电路直流通路。如若 9 脚和 10 脚上直流电压有一个明显变小, 说明 R_2 开路的可能性很大。

(5) A_1 的 11 脚与 12 脚直流电压一定不相等, 因为这两根引脚之间接有隔直特性的电容 C_4 , 如若这两根引脚的直流电压很相近, 检查 C_4 是否漏电, 当 11 脚和 12 脚的直流电压相等时检查 C_4 是否击穿。

(6) A_1 的 1 脚或 7 脚上直流电压异常时, 也只要查 C_1 或 C_7 是否漏电或击穿, 而不必怀疑电容出现开路故障。

关于采用电压检查法检查集成电路各引脚直流电压过程中, 要注意以下几个问题:

1) 在没有所要检查的集成电路各引脚标准工作电压数据时, 要利用各引脚外围电路的特征 (如上分析) 来辨别引脚电压的明显异常现象。实在无法确定时, 可找另一台相同型号家用电器, 通过实测相同部位的集成电路各引脚直流电压来进行比较、分析。

2) 集成电路引脚电压发生异常时, 对电容只要怀疑它是否击穿、漏电, 对电感线圈只要怀疑它是否开路, 对电阻器只要怀疑它是否开路和短路。

3) 当集成电路中有多个引脚电压同时发生变化时, 往往是一个故障原因引起, 因为集成电路内电路各级间采用直接耦合方式, 会相互影响。如若集成电路与其他电路的连接引脚 (如图 2-40 所示电路中的 1 脚输入端和 7 脚输出端) 是采用阻容耦合时 (图 2-40 所示电路中的 C_1 、 C_7 为耦合电容), 那么各引脚电压差是由 A_1 内电路故障造成。如若输入端或输出端是采用直接耦合 (无隔直电容), 那么也有可能是前级或后级电路故障造成本级 A_1 集成电路

的多个引脚直流电压发生偏差。

4) 当集成电路电源引脚直流工作电压不正常时, 其他各引脚电压也不正常是正常的现象, 应重点检查电源引脚上的外电路。在排除外电路故障可能后, 说明集成电路有问题。

5) 一些专用集成电路, 有些引脚的直流工作电压与电源引脚上的工作电压之间有固定的比例关系, 无论什么具体型号这一关系均不变, 这对没有集成电路各引脚标准电压的情况下检查故障很有用, 在后面专用集成电路中介绍这些特殊情况。

6) 在各种集成电路中, 电源引脚上的直流电压最高, 在没有任何资料时也应该知道这一点, 并可以确定哪是电源引脚。

7) 采用电压检查法检查集成电路故障是一个主要的检查手段, 而且行之有效, 操作简便。通常, 应在已经确定故障出在集成电路这部分电路中之后再用电压检查法。在电压检查法还不能确定故障时, 可用后面介绍的电流检查法。

8) 采用电压检查法检查集成电路最好要有集成电路的引脚直流电压数据, 否则会比较困难。

2. 干扰检查法

这里以如图 2-41 所示电路为例, 说明用这一方法检查集成电路故障。电路中, A_1 为集成音频功率放大器电路, 1 脚为输入引脚, 2 脚为输出引脚, 2 脚与地之间接有扬声器 BL_1 。

具体操作方法: 给电路通电, 手握住螺丝刀的金属部位, 用螺丝刀去断续接触(称为干扰)集成电路的输入端 1 脚, 此时给集成电路 A_1 送入一个干扰信号, 若扬声器中有很大的响声, 说明集成电路工作正常, 整个电路也工作正常。

如若扬声器中无响声, 说明电路有问题, 集成电路出故障的可能性较大(并不能肯定是集成电路出故障, 也有可能是集成电路之外的元器件出故障)。

如若响声很小, 也说明电路(或集成电路)工作不正常, 应作进一步的检查。

关于使用干扰法检查集成电路, 要注意以下几个方面的问题:

- 1) 对于彩色电视机中的集成电路在采用这种干扰法时要注意, 要用万用表的表棒去接触集成电路的引脚, 不可以用手握住螺丝刀去干扰, 以免触电。
- 2) 通常干扰法只用于检查无声或声音很轻的故障, 其他故障则不适用。
- 3) 对图 2-41 所示电路而言, 只能干扰集成电路的输入端 1 脚, 干扰输出端 2 脚时扬声器中无任何反应声, 因为 A_1 的 2 脚之后电路中无放大能力。
- 4) 干扰检查法不能准确判断集成电路的好坏, 但能说明集成电路所在的电路是不是存在故障。
- 5) 干扰检查法并不适合检查所有功能的集成电路, 通常只适合检查内电路中含放大器的集成电路。

3. 代替检查法

在对集成电路进行代替检查时, 往往已是检查的最后阶段, 在很有把握认为集成电路出毛病时才采用代替检查法。这里就用于集成电路故障的代替检查, 作以下几点说明:

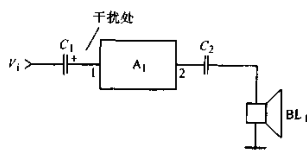


图 2-41 干扰检查法原理图

1) 切不可在初步怀疑集成电路出故障后便采用此法, 这是因为拆卸和装配集成电路不方便, 而且容易损坏集成电路和线路板。

2) 代替检查法往往用于电压检查法或电流检查法认为集成电路有故障之后。

4. 电流检查法

关于电流检查法的基本原理和具体检查步骤将在后面章节中详细介绍, 这里只对检查集成电路故障作些说明。这一检查方法主要用来测量集成电路电源引脚回路中的静态电流大小, 以测得的静态电流大小来判别故障是否与集成电路有关。

如图 2-42 所示是采用电流检查法检查集成电路静态工作电流接线的示意图。图中, A_1 为集成电路, 1 脚为电源引脚。

具体检查步骤和方法如下:

第一步根据电路图的指示, 找出集成电路的电源引脚是哪一根引脚, 即图 2-42a 所示中 A_1 的 1 脚为电源引脚。

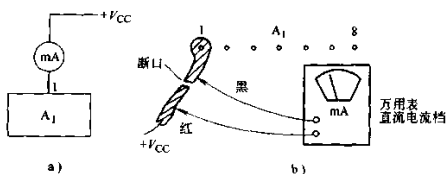


图 2-42 测量集成电路静态电流示意图

第二步在线路板上找到集成电路 A_1 的实物, 再运用集成电路的引脚分布规律, 找到 A_1 的 1 脚。

第三步将 A_1 的 1 脚上铜箔线路切断, 如图 2-42b 所示, 然后将万用表置于直流电流档 (适当量程), 黑表棒接 1 脚端的铜箔线路断口, 红表棒接断口的另一端。如图 2-42b 所示。

第四步给电路通电, 但不给电路加入信号, 此时表中所指示的电流值为集成电路 A_1 的静态工作电流。

第五步查有关集成电路手册, 对照测得的实际电流。若实际所测得的电流在最小值和最大值之间, 说明集成电路直流电路基本工作正常, 重点检查集成电路外围电路中的电容是否开路; 若实际电流大于最大值许多, 则说明集成电路有短路故障的可能; 若实际电流为零或远小于最小值, 则说明集成电路有开路或局部开路故障的可能。

在使用电流检查法检查集成电路静态电流过程中, 要注意以下几个方面的问题:

1) 需要所要检查集成电路的静态工作电流数据, 这一资料在集成电路手册中能找到。

2) 电流检查法由于操作不够方便, 往往是在电压检查法已大体认为集成电路有问题后, 为了多方面证实故障原因才采取的检查步骤。一般不首先使用电流检查法。

3) 集成电路静态工作电流要在无输入信号的情况下才能测得准确, 不加输入信号的方法有多种, 各种用途集成电路有不同的方法。

4) 要注意红、黑表棒的接线位置, 否则会使表针反向偏转。另外, 在测试完毕后要记住焊好断口。还要注意, 铜箔断开后, 由于铜箔线路表面有一层绿色的绝缘漆, 要去掉这一绝缘漆后再接表棒, 或将表棒接在与断口铜箔相连的焊点上。

5) 对集成电路的电流检查主要是用来判断电流大小, 对于一些集成电路的软性故障等情况, 采用电流检查法收效不佳。

七、故障特征和选配方法

1. 故障特征

集成电路发生故障时，主要现象表现为以下几种：

(1) 集成电路烧坏故障。这是由于过电压或过电流引起，当集成电路烧坏时从外表上一般看不出什么明显的痕迹。严重时，集成电路上可能出一个小洞、裂纹之类的痕迹。

(2) 增益严重不足故障。这时，集成电路的放大器已基本丧失放大能力，需要更换。另外，对于增益略有下降的集成电路，可采取减小负反馈量的方法来补救。

(3) 噪声大故障。此时，集成电路虽然能够放大信号，但噪声也很大，使信噪比下降，影响了信号的正常放大和处理。

(4) 断引脚故障。这种故障不常见，造成集成电路引脚断的原因往往是人为造成的，是拨动集成电路引脚不当所为。

2. 选配方法

集成电路出毛病后一般无法修复，需要作更换处理。在选配集成电路时，要注意以下几个方面的问题：

1) 直接代换时要求使用同型号集成电路。

2) 可查有关集成电路置换手册，查出可代换的集成电路型号。对于可以直接代换，装上即可；若代替时有电路变动的要求，则还要作电路的相应调整。通常，提倡直接代换。

3) 有些内电路元器件很少的集成电路，在无法配到代替型号集成电路时，可以用分立元器件构成电路作代替。

4) 当一块集成电路的部分电路损坏时（指已确定只是部分电路损坏），并具备有关内电路资料时，可用分立元器件构成这部分损坏的电路。但这样做比较困难，需要有详细的资料。所以，一般情况下集成电路的部分电路出问题，也作整块电路的更换。

5) 国产仿制集成电路与进口集成电路之间可直接代替，例如 LA4112 损坏，可用 D4112 直接代替。在电路型号中，字符符号后数字相同时，可直接代替。

八、更换方法和拆卸方法

1. 更换方法

更换集成电路的具体步骤和操作方法如下：

第一步断电后采用各种方法将集成电引脚上的焊锡除掉，再将集成电路从线板上体脱出。由于引脚多，而不能采用一根一根引脚抽出的方法拆卸。

第二步清理线路板上的焊点及引脚孔。拆卸时可能会导致引脚孔被焊锡堵塞，或相邻焊点被焊锡接通等现象。对引脚孔中的焊锡，可用烙铁熔解焊锡，再用一根很尖的针伸入引脚孔中，如图 2-43a 所示，然后移开烙铁，便能将引脚孔中的焊锡去除。同样的方法——去除各引脚孔的焊锡。

对于相邻焊点被焊锡接通时，如图 2-43b 所示，可将烙铁头上的焊锡甩干净，再用烙铁去烙焊锡相连的焊锡，让焊锡吸附在烙铁头上。再甩净，再吸，直至清除完毕。也可在焊锡熔解后，用刀片切开相邻的焊锡。

第三步清理好各引脚孔之后，将新的集成电路各引脚伸入相应孔中，可拨动各引脚使之恰好伸入孔中。要注意，集成电路的引脚次序是否正确，即集成电路的 1 脚只能伸入线路板

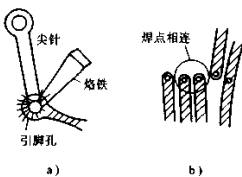


图 2-43 更换集成电路示意图

上1脚的孔中,不要伸入最后一根引脚孔中,否则通电后会损坏集成电,而且还要重新更换。所以,在拆下集成电路之前要记住各引脚安装位置,在装上而焊接之前要检查一下引脚是否装配错。有的线路板上,在集成电路装配孔附近有集成电路的引脚编号,此时装配就方便了。

有些电子产器中,集成电路装在引脚座上,此时更换集成电路就相当方便,只要从引脚座上取下集成电路,装上新的集成电路即可。

2. 一般装配条件下集成电路拆卸方法

拆卸集成电路并不是一件容易的事,主要原因是它的引脚多,所以不能像拆卸普通元器件那样来拆卸集成电路。这里介绍几种拆卸集成电路的专用工具和方法,在以下拆卸方法中,拆卸集成电路时均要将电路的电源切断。

(1) 吸锡烙铁。吸锡烙铁是一个能够熔解焊锡的电烙铁,同时它还具有吸锡功能。在焊锡熔解后,吸锡烙铁将引脚焊点上的焊锡吸掉,如图 2-44 所示是两种吸锡烙铁的外形示意图。

使吸锡烙铁拆卸集成电路的方法是:让烙铁预热,然后将烙铁头中的孔套在集成电路露出的引脚上,此时引脚焊点上的焊锡熔解,再按动烙铁上开关,开始吸锡,将引脚焊点上的焊锡吸掉,一次吸不干净时再次吸锡。——吸掉集成电路各引脚上焊锡,集成电路便可整体脱离线路板。

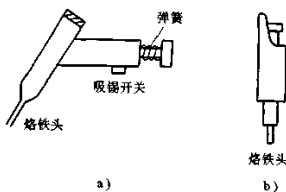


图 2-44 吸锡烙铁外形示意图

(2) 集成电路起拔器。如图 2-45 所示是集成电路起拔器外形示意图,它由起拔器和脱焊器两部分组成。脱焊器有多种规格,以配合不同引脚排列的集成电路。

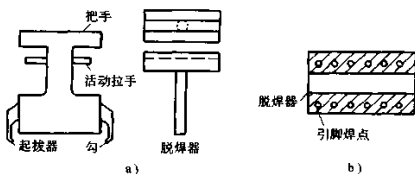


图 2-45 集成电路起拔器外形示意图

使用这种工具拆卸集成电的方法是:将脱焊器细而长的一端伸入电烙铁中(专用的烙铁),用脱焊器作为烙

铁头。预热后,将脱焊器对准双列集成电路的两排引脚,如图 2-45b 所示,使两排所有引脚焊点上的焊锡同时全部熔解。

然后,将起拔器卡在集成电路正面,拉起活动拉手,便能将集成电路整体拔出。使用这种方法有许多不便之处,如它只能拆卸双列的集成电路,操作不方便、线路板相邻引脚孔焊锡相连等,所以实际处理中不常使用。

(3) 针头拆法。用一个医用挂水针头也可以拆集成电路,方法如图 2-46 所示,用烙铁先熔解集成电路一根引脚上的焊锡,然后伸入针头,同时移开烙铁,旋转针头,这样针头便将引脚与线路板之间的焊锡切断,使引脚脱开了线路板,如图 2-45b 所示。用同样的方法,一切割各引脚上的焊点,便能将集成电路从线路板上整体脱出。使用针头拆卸法无需专用工具,操作较方便,故常常使用。

(4) 清除焊锡法。清除焊锡法拆卸集成电路的操作过程是这样,先用烙铁熔解集成电路

的一根引脚上的焊锡，然后用硬刷子（如牙刷）刷去引脚焊点上的焊锡。同样的方法将各引脚上焊锡去掉，便能将集成电路体脱出线路板。

这里要注意，刷子刷去的焊锡不能让它到处乱落，否则它们会短接线路板上的其他焊点，在通电后造成短路故障。

(5) 吸锡绳拆卸法。关于这一方法在下面的拆卸特殊装配条件下集成电路中介绍。

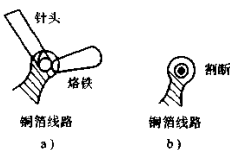


图 2-46 针头拆卸法示意图

拆卸集成电路的工具和方法还有许多，这里不一一介绍。

在使用中，推荐使用吸锡烙铁和针头拆卸。另外，对其他多引脚元器件的拆卸，也可以采用上述方法（但集成电路起拔器拆方法不适用）。

3. 特殊装配条件下的集成电路拆装方法

对于一般集成电路的拆卸往往是采用吸锡烙铁、针头等工具，但是对于扁平封装集成电路和装配在双层铜箔线路板上的引脚直插式集成电路，采用上述拆卸工具和方法无济于事，因为这两种情况下集成电路的装配方式比较特殊，如图 2-47 所示。

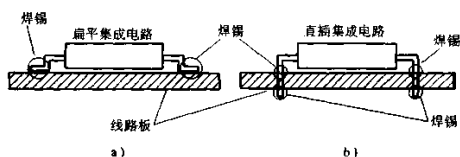


图 2-47 特殊装配条件下的集成电路拆装法示意图

对扁平封装集成电路，它装在线路板的铜箔线路一面，它的引脚是扁平的，线路板上没有孔中，如图 2-47a 所示，这样吸锡烙铁、针头对它无能为力。对于装在双层铜箔线路板上的集成电路，在板的两面都有焊锡，如图 2-47b 所示，在正面时吸锡烙铁和针头都无法使用。

(1) 扁平集成电路的拆卸方法。取一段吸锡绳（像编织网一样的金属网线，网中的空隙用来储存焊锡），将烙铁上的焊锡掸干净，将吸锡绳放在松香上，用烙铁熔解松香，使吸锡绳上粘些松香。

将此吸锡绳放在扁平集成电路的引脚上，用烙铁给集成电路的引脚焊点和吸锡绳同时加热，此时集成电路引脚上的焊锡熔解后会被吸锡绳自动吸入网孔内，然后移开吸锡绳，将吸满焊锡的吸锡绳剪掉，用新的吸锡绳再去吸集成电路引脚上的焊锡，直到将引脚上的全部焊锡吸光。

吸光各引脚上的焊锡后并不能取下集成电路，因为在集成电路引脚与铜箔线路板之间的焊锡无法吸掉，集成电路的引脚与铜箔线路之间仍然焊着。这时，用一个刀片在烙铁将某根引脚上的焊锡熔解后去挑开集成电路的该引脚，同样方法将各引脚全部挑开。

此时，集成电路还是不能拆下，因为集成电路与线路板之间还有胶粘着。再用刀片沿集成电路的四周小心切割，注意不要将集成电路下面的铜箔线路搞断（这类集成电路的下面往往会有铜箔线路）。作这样的切割后，用小起子将集成电路向上撬（起子下垫个纸块），这样才能在不损坏线路板上铜箔线路的情况下拆下扁平封装的集成电路。

(2) 扁平集成电路的装配方法。装配比较容易，但要注意以下几点：

1) 集成电路引脚方向一定不要搞错，即集成电路不能反个方向装，否则是 1 脚到最后

一根脚的位置, 还得返工, 而返工就会损坏铜箔线路, 因为在拆卸时铜箔线路已经受到过一次损伤。

2) 焊接前, 要将集成电路的各引脚要与铜箔线路对齐, 由于这种集成电路各引脚的间隔很小, 有一点点不能对齐也会使相邻两引脚的焊点相碰。

3) 最好将烙铁头锉小些, 烙铁头上的焊锡要少。

(3) 双层铜箔板上集成电路拆装方法。对于这种情况下的集成电路只有采用切割集成电路的方法来拆卸, 即用剪刀先沿集成电路的引脚将各引脚与集成电路芯片剪断, 然后用吸锡烙铁先将背面各引脚上的焊锡吸光, 再要烙铁熔解一根引脚正面上的焊锡, 待引脚上焊锡熔解后, 用镊子将该引脚镊走, 用同样的方法将各引脚全部拆下。

(4) 双层铜箔板上集成电路装配方法。在拆下集成电路后, 先要清理各引脚孔, 方法是这样: 烙铁熔解一个引脚孔上的焊锡后, 用一根尖针穿入孔内, 挤去焊锡, 使引脚孔通。

引脚对正确后将集成电路放入引脚孔中, 先焊背面的引脚, 再焊正面的焊点。

第十节 扬声器

扬声器俗称喇叭, 是一种十分常用的电声器件, 在收音机、录音机、黑白和彩色电视机中均有应用, 凡是要出声音的机器中都能见到它。

一、外形特征和电路符号

1. 外形特征

如图 2-48 所示是两种常见扬声器的外形示意图, 图 a 所示是外磁式扬声器, 图 b 所示是内磁式扬声器。

关于扬声器的外形特征主要说明以下几点:

(1) 扬声器有两个接线柱, 即它应该有两根引线, 有时这两根引脚不分正、负极性, 有时是要分清, 关于这一点将在后面详细介绍。

(2) 扬声器的外形有圆形和椭圆形两大类。

(3) 扬声器有一个纸盆, 它的颜色通常为黑色, 也有白色。

(4) 扬声器纸盆背面是磁铁, 在外磁式扬声器中, 用金属起子去接触磁铁时会感觉到磁性的存在。在内磁式扬声器中, 没有感觉磁性的存在, 但确有磁铁。

(5) 扬声器装在机器面板上, 或装在音箱内。

2. 电路符号

如图 2-49 所示是扬声器的电路符号, 其中, 图 a 所示是最新规定的电路符号, 用字母 B 或 BL 表示。图 b 所示是水磁动圈式扬声器的电路符号, 以前用字母 SP 表示。图 c 所示是晶体或压电扬声器的电路符号。现在, 扬声器统一用图 2-49a 所示的电路符号, 并用字母 B (BL) 表示。

二、种类和结构

1. 种类

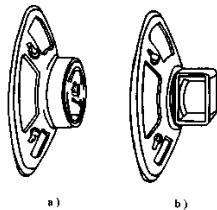


图 2-48 几种常见扬声器外形示意图

扬声器的种类繁多，而且价格相差很大。扬声器按照换能机理和结构划分有电动式（动圈式）、电磁式（舌簧式）、压电式（晶体或陶瓷）、静电式（电容式）、电离子式和气动式扬声器等，其中电动式扬声器由于具有电声性能好、结构牢固、成本低等优点，被广泛应用于家用电器中。

扬声器按照工作频率划分有低音、中音和高音扬声器，有的还分成录音机专用、电视机专用、普通和高保真扬声器等。

扬声器按照纸盆划分有圆形、椭圆形、双纸盆扬声器等。

扬声器在电子元器件中是一个最薄弱的器件，而对于音响效果而言，它又是一个最重要的器件。扬声器的转换效率（由电信号转换成声音）只有 10% 左右，好的扬声器也只有 20% 左右。

2. 结构

这里以电动式扬声器为例，说明扬声器的结构，如图 2-50 所示是这种扬声器的结构示意图。从图中可以看出，这种扬声器主要由纸盆、支架、音圈、永久磁铁等组成。

纸盆用来振动发出声音，支架用来支撑纸盆等部件，音圈用来将电信号转换成机械振动，磁铁用来给音圈一个恒定磁场。

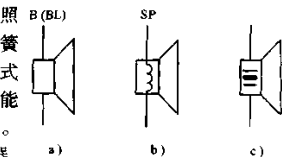


图 2-49 扬声器电路符号

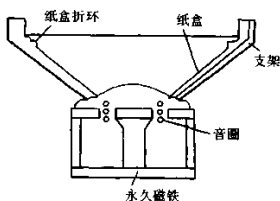


图 2-50 电动式扬声器结构示意图

3. 工作原理

电动式扬声器的工作原理是这样：扬声器是一个换能器件，它可以将电信号转换成机械振动，通俗地讲是转换成声音。当给扬声器的音圈中通入交流电流时，音圈在输入信号电流的作用下产生交变磁场，而音圈又放置在永久磁铁中（这一磁铁产生一个大小和方向不变的恒定磁场），音圈在这两个磁场的作用下作垂直于音圈电流方向的运动，即音圈由输入信号作用而运动。

由于音圈与纸盆连接在一起，这样音圈运动时带动纸盆运动（前、后振动）。纸盆的前后振动，推动空气的相应振动，人耳便能感受到空气振动而产生的声音感觉。这样，输入扬声器的电信号通过扬声器的换能作用，转换成声音。

当输入到扬声器中的交流电信号愈大时，流过音圈的交流电流也愈大，磁场作用愈强，扬声器的纸盆振幅愈大，声音愈响。反之，当输入扬声器的交流信号电流较小时，扬声器发出的声音小。

当输入扬声器的电信号为直流电流时，扬声器的纸盆也要产生一个位移，但纸盆没有振动，此时空气也不振动，所以扬声器没有声音。由此可知，当通入扬声器的电流为直流电流时，扬声器无声，扬声器不能将直流电流转换成声音。

此外，当输入扬声器的交流信号频率不同时，扬声器纸盆振动的频率也是不同的，扬声器的纸盆振动频率与输入扬声器的交流信号频率相同。当输入信号的频率愈高时，扬声器发出声音的频率愈高，反之输入信号的频率愈低时，扬声器发出声音的频率愈低。

理论和实验表明，当扬声器工作在低频段时，主要是纸盆的外缘在振动，当纸盆口径

大,纸盆外缘柔软时,低音效果比较好。当扬声器工作在高频段时,主要是纸盆的中央部分在振动,当纸盆口径较小,且纸盆中央质硬时,高音效果比较好。

显然,扬声器的这一工作特性是矛盾的,同一个扬声器不能很好地兼顾高音和低音。为了解决这一问题,出现了低音、高音和中音扬声器。将低音扬声器的纸盆做大些,外缘柔软些,让低音扬声器只工作在低音频段。再根据高音扬声器的工作特点,制成高音扬声器,让高音扬声器只工作在高频频段,这样可以很好地兼顾扬声器的高频、低频工作特性。

根据上述介绍可知,纸盆口径大的是低音扬声器,纸盆口径小的是高音扬声器,纸盆口径中等的是中音扬声器,依据纸盆的口径大小可以方便地分辨出高音、低音和中音扬声器。

三、主要参数

扬声器的参数较多,这里只介绍一些常用的参数。

1. 标称阻抗

扬声器的阻抗由电阻抗及机械振动系统、声辐射系统所综合而成。如图 2-51 所示是一般扬声器的阻抗特性曲线。图中, X 轴方向是输入扬声器信号的频率, Y 轴方向是扬声器在不同频率下的阻抗大小,从曲线中可以看出,扬声器在不同频率处的阻抗不同。

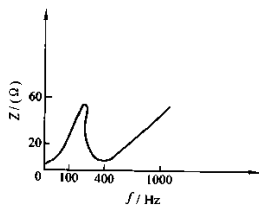


图 2-51 扬声器的阻抗特性曲线

从曲线中可以看出,在 400Hz 处曲线比较平坦,在扬声器铭牌上的阻抗就是扬声器以 400Hz 正弦波作为测试信号时的阻抗。从曲线中还可看出,在低频段扬声器还有一个谐振现象,其频率约为几十 Hz。扬声器的这一频率愈低愈好,一般 8 英寸的扬声器为 80~100Hz,10 英寸的扬声器为 60~70Hz,12in 的扬声器为 50Hz 左右。

扬声器的阻抗随频率的升高而增大,这一点从阻抗特性曲线中可以明显地看出,这是因为扬声器是一个感抗负载(它的音圈是一个线圈)。扬声器音圈的直流电阻与阻抗是两个不同的概念,音圈的直流电阻是导线的电阻。音圈的直流电阻与音圈的阻抗之间有一个近似的公式,如下所示:

$$R \approx \frac{Z}{1.2}$$

式中 R ——音圈的直流电阻;
 Z ——扬声器的标称阻抗。

常见扬声器的标称阻抗为 3.2Ω、4Ω、8Ω。

2. 额定功率

扬声器的额定功率又称标称功率,它是指扬声器在最大允许失真条件下,所允许输入扬声器的最大电功率。标称功率的单位是 VA (伏安) 或 W (瓦)。

3. 频率特性

频率特性是用来表征扬声器转换各种频率电信号能力的指标,它反映了在输入扬声器电信号电压不变的条件下,改变输入信号的频率,所引起扬声器的声压大小变化。一般规定扬声器声压变化的不均匀度为 15dB,这比对放大器的要求要低得多。

不同扬声器的频率特性不同,对于低音扬声器而言,其频率范围一般为 30Hz~3kHz,

中音扬声器的频率范围为 500Hz ~ 5kHz, 高音扬声器的频率范围为 2 (3) kHz ~ 15kHz。

4. 失真度

扬声器的失真度主要是指谐波失真。一般扬声器的失真度小于等于 7%, 对于高保真扬声器而言为小于等于 1% ~ 2%。

5. 指向特性

扬声器的指向特性用来表征扬声器在空间各个方向辐射的声压分布特性, 如图 2-52 所示是扬声器的指向特性曲线。

从曲线中可以看出, 指向特性与频率有关。当频率愈高时, 指向性愈狭, 见图中的 8000Hz 与 100Hz 两条曲线, 它们之间相差很多。另外, 在相同频率下, 不同纸盆大小的指向性也不同, 纸盆愈大, 指向性愈强, 即指向面愈狭。扬声器的指向性是不希望的, 因为这影响了听音区域的范围。

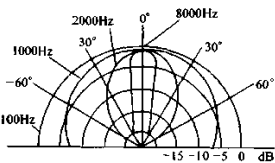


图 2-52 扬声器的指向特性曲线

四、型号命名方法和引脚极性识别方法

1. 型号命名方法

扬声器的型号组成如下所示:

Y	D	× ×	× × ×
主称扬声器	表示扬声器种类	额定功率	纸盆直径
	D 是电动式	单位 W	单位 mm

例如, 型号为 YD0.5-100 的扬声器, 它是电动式扬声器, 标称功率为 0.5W, 纸盆直径为 100mm。

在扬声器背面的磁铁上贴有铭牌, 在这一铭牌上标注有型号, 从型号上可以了解到该扬声器的种类、标称功率、阻抗大小、纸盆尺寸等。

2. 引脚极性识别方法

扬声器有两根引脚, 它们是音圈的头和尾, 当两只扬声器同时运用时, 要注意扬声器的引脚极性, 当电路中只是用一只扬声器时, 它的两根引脚便没有极性之分。另外, 扬声器的引脚极性是相对的, 不是绝对的, 只要在同一电路中运用的各扬声器极性规定一致即可。

在多于一只扬声器运用时, 是出于这样的原因要分清各扬声器引脚极性: 当两只扬声器不是同极性相串联或并联时, 流过这两只扬声器的电流方向不同, 一个是从音圈的头流入, 另一个是从音圈的尾流入, 这样当一只扬声器的纸盆向前振动时, 另一只扬声器的纸盆向后振动, 两只扬声器纸盆振动的相位相反了, 有一部分空气振动的能量被抵消。所以, 要求多于一只扬声器在同一电路中运用时, 要同极性相串联或并联, 以使各扬声器纸盆振动的方向一致。

这里介绍几种扬声器引脚极性识别方法。

(1) 直接识别方法。扬声器背面的接线支架上已经标出了两根引线的正、负极性, 此时

可以直接识别出来。

(2)试听判别方法。扬声器的引脚极性可以采用试听判别的方法,如图2-53所示,将两只扬声器按图示方式接好线,即将两只扬声器两根引脚任意并联起来,再接在功率放大器的输出端,给两只扬声器馈入电信号。此时,两只扬声器同时发出声音。然后,将两只扬声器口对口地接近,此时若声音愈来愈小,说明两只扬声器反极性并联,即一只扬声器的正极与另一只扬声器的负极相并联。

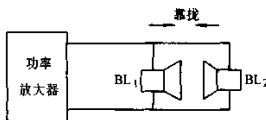


图 2-53 识别扬声器极性示意图

上述识别方法的原理是:当两只扬声器反极性并联时,一只扬声器的纸盆向里运动,另一只扬声器的纸盆向外运动,这时两只扬声器口与口之间的声压减小,所以声音低。当两只扬声器相互接近之后,两只扬声器口与口之间的声压更小,所以声音更小。

(3)万用表识别方法。利用万用表的直流电流档也可以方便地识别出扬声器的引脚极性,具体方法是这样:取一只扬声器,万用表置于最小的直流电流档(μA 档),两枝表棒任意接扬声器的两根引脚,再用手指轻轻而快速将纸盆向里推动,此时表针有一个向左或向右的偏转。自己规定,当表针向右偏转时(若是向左偏转,将红、黑表棒相互反接一次),红表棒所接的扬声器为正极,则黑表棒所接的引脚为负极。用同样的方法和极性规定,去检测其他扬声器,这样各扬声器的极性就一致了。

这一方法能够识别扬声器引脚极性的原理是这样:在按下纸盆时,由于音圈有了移动,音圈切割永久磁铁产生的磁场,在音圈两端要产生感应电动势,这一电动势虽然很小,但万用表处于电流档状态,电动势产生的电流流过了万用表,表针偏转。由于表针偏转方向与红、黑表棒接音圈的头还是尾有关,这样可以人为确定扬声器引脚的极性。

3. 注意事项

在识别扬声器的引脚极性过程中要注意以下几点:

1)直接观察扬声器背面引线架时,对于同一个厂家生产的扬声器,它的正、负引脚极性规定是一致的,对于不同厂家生产的扬声器,则不能保证是一致的,此时最好用其他方法加以识别。

2)采用万用表识别高音扬声器的引脚极性过程中,由于高音扬声器的音圈匝数较少,表针偏转角度比较小,不容易看出。此时,可以快速按下纸盆,可使表针偏转角度大些。

3)识别扬声器极性过程中,按下纸盆时要小心,切不可损坏纸盆。

五、故障特征和检测方法

1. 故障特征

(1)开路故障。此时扬声器两根引脚之间的电阻为无穷大,这种故障的扬声器在电路中表现为无声。扬声器开路故障分成两种情况:一是音圈内部引线开路,此时只有更换扬声器。二是音圈外部在纸盆上的引线开路,此时可以将断线处焊接起来。

(2)纸盆破故障。通过直观检查可以发现这一故障。对于这种故障的扬声器要更换,只换纸盆是很困难的。

(3)音质差故障。这是扬声器的软故障,通常不能发现什么明显的故障特征,只是声音不悦耳。对这种故障的扬声器要作更换处理。

2. 检测方法

在业余条件下，对扬声器的检测只能是试听和万用表检测。

(1) 试听检测方法。具体方法是这样：将扬声器接在功率放大器的输出端，作为功率放大器的负载，通过听声音来判断它的质量好坏。要注意扬声器阻抗与功率放大器的匹配。不过，现在一般的功率放大器电路都是定压式输出特性，这样就不存在阻抗不能匹配的问题。

(2) 万用表检测方法。采用万用表检测扬声器也只是粗略的，主要是用 $R \times 1$ 档测量扬声器两引脚之间的直流电阻大小，正常时应比铭牌上扬声器的阻抗略小一些。如一只 8Ω 的扬声器，测得的直流电阻约为 7Ω 左右是正常的。若测量阻值为无穷大，或远大于它的标称阻抗值，都说明该扬声器已经损坏。

然后，在测量直流电阻时，将一枝表棒断续接触引脚，此时应该能听到扬声器发出“喀啦、喀啦”的响声，此响声愈大愈好。若无此响声，则说明该扬声器的音圈被卡死了。再观察扬声器的外表，有无纸盆破裂的现象。最后，用起子去试磁铁的磁性，应该是愈强愈好。

六、修配方法和资料

1. 修理方法

扬声器的一些故障可以通过简单的修理使之恢复正常使用，主要是断线故障，对修理过程说明如下：

第一步通过直观检查或用万用表进行测量，准确地确定引线的断线部位，当引线断在外部时，可以进行修复，否则就放弃修理。

第二步找到断线部位后，用刀片将断线处刮干净，并分别给两端的断头搪上焊锡。

第三步为了防止断线处再次断线，可用一根细导线（可在多股导线中抽一根）接上。然后，将断口引线用胶水粘在纸盆上，并用薄薄的棉层贴在断口上，再用胶水将棉层贴牢，以起到引线的加固作用。

第四步作好上述处理之后，再用万用表测量一次音圈的直流电阻大小，检查引线是否则接通。但不要急于通电，要待胶水完全干了之后再通电。

通过上述处理之后的扬声器能够恢复正常工作，但处理过程中不要损坏纸盆，对断头上的焊锡量不要多，所加的棉层也不要太厚，以免影响音响效果。

扬声器纸盆上引线断的原因是，当纸盆在振动过程中，引线也会振动，这容易使引线断。所以，在修理时要将引线紧贴纸盆，以防止再度断线。

2. 更换方法

更换扬声器的具体方法和步骤如下：

第一步拆下坏扬声器的各固定螺丝，但先不要焊下扬声器的各引线。

第二步将新扬声器的极性判断出来，主要是要与机器上的其他扬声器极性一致，再将新扬声器固定好。

第三步在坏扬声器上焊下一根引线，将此引线焊在新扬声器的相应位置上，再去焊接另一根引线。

第四步焊好两根引线后，直观检查两引线无相碰现象后通电试听。

3. 选配原则

在无法对扬声器进行修复时要进行扬声器的选配。关于扬声器的选配原则主要说明以下几点：

1) 对于国产扬声器要尽可能地用同型号扬声器更换。

- 2) 代替时要考虑安装尺寸、安装孔的位置, 否则新扬声器无法装到机器上。
- 3) 要用阻抗十分相近的扬声器代替, 4Ω 的扬声器不能用 8Ω 的代替, 但 3.2Ω 和 4Ω 的扬声器之间可以进行相互代替。
- 4) 额定功率指标要十分相近, 略大些可以, 小得太多会损坏换上的新扬声器。
- 5) 圆形和椭圆形扬声器之间因安装问题而不能相互代用。

第十一节 开关件

开关是一种十分常用的元器件, 几乎所有的家用电器中都要用到各种形式的开关。在电子电路中的开关有下列两种:

- 1) 机械式开关, 通常所说的开关就是这种开关。
- 2) 电子开关, 如二极管构成的电子开关(用开关二极管), 三极管构成的电子开关(用开关三极管)。

这一节只介绍通用的机械式开关件。

一、外形特征和电路符号

1. 外形特征

如图 2-54 所示是两种常见的开关外形示意图, 开关件的外形还有许多, 这里只介绍通用开关, 有关各种家用电器中的专用开关件将在后面有关章节中介绍。

关于开关件的外形特征主要说明以下几点:

- 1) 一般开关都有一个操纵柄, 它用来控制开关状态。

- 2) 开关件的引脚至少是两根。在只有两根引脚的开关中, 它的两根引脚不分, 但在多于两根引脚的开关中各引脚都有它特定的作用, 一般情况下引脚之间不能互换。

- 3) 开关件的外壳作用之一用来固定开关, 外壳与各引脚之间绝缘。

- 4) 开关的操纵柄控制形式有多种, 有的是拨动式的, 有的则是平动的, 有的是上下按动的, 图 2-54a 所示是拨动式的, 图 2-54b 所示是平动式的。

2. 电路符号

如图 2-55 所示是几种常见开关件的电路符号。

图 2-55a 所示是最新国标规定的一般开关件电路符号, 用大写字母 S 表示开关元件。

图 2-55b 所示是过去使用的一般开关件电路符号, 过去用字母 K 表示。

图 2-55c 所示是最新规定的单刀多掷开关(图中的开关是 3 掷的)电路符号。

图 2-55d 所示是过去使用的单刀三掷开关的电路符号。

图 2-55e 所示是最新规定的按钮式开关(不闭锁)电路符号。

图 2-55f 所示是过去使用的按钮式开关电路符号。

图 2-55g 所示是最新规定的双刀三掷式开关的电路符号。

其他开关的电路符号还有很多, 这里不一一列举。

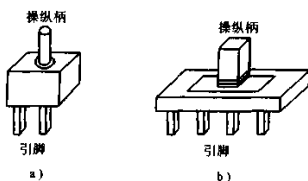


图 2-54 常见开关件外形示意图

二、工作原理

这里介绍几种常用开关的工作原理。

1. 种类

开关件的种类很多,按照结构和工作原理划分主要有单刀开关(只有一个动触点)、多刀开关(有数个动触点)、单刀数掷(位)开关(一个动触点可转换到几个静触点)、多刀数掷开关(多个动触点同转换多个静触点)等等。

2. 单刀单掷开关工作原理

单刀单掷开关中只有一个刀触点和一个静触点。

刀触点在开关操纵柄的控制下动作,共有两个状态:

一是刀触点与静触点接通,二是刀触点与静触点断

开。当开关接通时,刀触点与静触点之间的电阻应该小为零,这是开关的接触电阻,接触电阻愈小愈好。当开关断开时,刀触点与静触点之间的电阻应该为无穷大,这是开关的断开电阻,这一电阻愈大愈好。

单刀单掷开关只能进行电路的通、断控制,即只有通和断两个状态,不能进行更多的转换控制,它是开关件中最基本的一种。

3. 单刀双掷开关工作原理

这种开关只有一个刀触点,由于此触点可变动接触位置,所以又称为动触点。双掷开关有两个静触点。当开关操纵柄转换到一个位置时,刀触点与一个静触点之间呈接通状态,而与另一个静触点之间呈断开状态。当将操纵柄转换到另一个位置时,动触点变换接触后位置同一个静触点接通,与另一个静触点断开。

单刀双掷开关有两种不同的接通状态,这一点与单掷开关不同,所以双掷开关可以进行更多的电路工作状态控制。

4. 按钮开关(不闭锁)工作原理

这种开关的工作原理是这样:当按下开关的按钮时,开关内部的两个静点呈接通状态接通,但在手松开按钮后由于开关不能闭锁,故按钮自动弹起(在内部簧片弹性力作用下弹起),开关又呈断开状态。所以,这是一种常断(开)式开关。

按钮式开关还有一种是闭锁的,即在开关的按钮被按下后,按钮本身被锁定,开关一直处于接通状态。当再一次按下开关的按钮时,开关断开。

5. 多刀组开关工作原理

在多刀组式开关中,有多于一个的刀,每一个刀组中可以只有一个静触点,也可以有多个,可以是各刀组中静触点数相等,也可以不相等。这种开关与单刀开关的不同之处是,当开关的操纵柄转换时,开关中的各刀组同时转换。在多刀组开关中,各刀组之间彼此独立,相当于几个单刀的开关组合在一起。

三、主要特性和主要参数

1. 主要特性

关于开关件的主要特性说明以下几点:

1) 开关接通时两触点之间呈通路,开关断开时两触点之间呈开路。

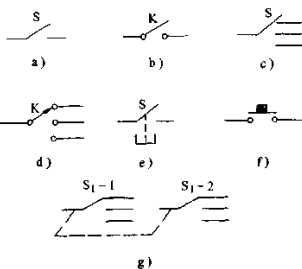


图 2-55 开关件电路符号

2) 机械式开关件对直流电、交流电的控制特性相同, 对不同频率的交流电控制特性也一样。

2. 主要参数

对开关件的主要参数说明以下几点:

(1) 额定工作电压。它是指当开关断开时加在开关两端的最大安全电压。若加在开关两端的工作电压大于这一值时, 由于电压太高则会造成开关两个触点之间打火击穿, 使开关失去正常开、关特性。这一参数往往只对工作电压较高场合下的开关有要求。

(2) 额定工作电流。它是指当开关接通时所允许通过开关的最大安全工作电流。当实际工作电流超过这一值时, 开关的触点会因工作电流太大而被烧坏。

四、故障特征和检测方法

1. 故障特征

开关件的故障发生率比较高, 主要有以下几种:

(1) 接触不良故障。这是最常见的故障之一, 出现这种故障时, 使开关的接触性能不好。这种故障的具体表现形式有多种: 一是开关处于接通状态时, 两触点时通时断, 二是接通状态时两触点之间的接触电阻大。造成接触不良的原因有许多, 例如触点氧化、触点工作表面脏、触点受打火而损坏、开关操纵柄故障而导致触点接触不良等。

(2) 不能接通故障。此时, 应该成通路的两触点之间的电阻为无穷大。

(3) 断开电阻小。即开关漏电故障, 在开关断开状态时, 两触点之间的电阻不是很大, 这样开关的断开性能不好。

(4) 开关的操纵柄断或松动故障。当操纵柄松动时, 有时开关将无法转换。

2. 检测方法

检测开关件的方法比较简单, 首先直观检查开关操纵柄是否松动、能否正常转换到位。然后, 可用万用表 $R \times 1$ 档测量其接触电阻, 具体方法是这样: 一支表棒接开关的刀触点引脚, 另一支表棒接其他引脚, 当开关处于接通状态时, 所测得的阻值应小于 0.5Ω , 否则可以认为开关存在接触不良故障。

测量接通状态时的接触电阻之后, 再测量开关的断开电阻。此时, 表棒接线不变, 将量程转换到 $R \times 10k$ 档, 并将开关转换到断开状态, 此时所测得的电阻应该大于几百千欧。

对于多掷开关和多刀组开关, 用同样的方法测量每一个刀组, 和每一个刀组转换到每一个位置时的接触电阻和断开电阻。

在上述测量中, 如有接触电阻大于 0.5Ω 时, 说明开关存在接触不良故障。若有断开电阻小于几百千欧时, 说明开关存在漏电故障。

关于检测方法还要说明以下几点:

1) 检测开关可以在路测量, 也可以将开关脱离电路后测量, 具体方法相同。

2) 在路测量时, 对开关接通时的接触电阻测量要求相同, 因为测量接触电阻时, 开关外电路对测量没有影响。在路测量开关断开电阻时, 外电路对测量有影响。在测量中, 如有表针向右偏转后又向左偏转时, 最后的阻值应是表针向左偏转停止后的阻值。若测得的断开电阻比较小, 则很可能是外电路影响的结果, 此时可断开开关的一根引脚铜箔线路后再测量。

五、修配方法

1. 处理方法

开关件的接触不良是一个常见、多发故障，对于接触不良故障不严重时，通常通过清洗处理能够修复。不过，许多开关是密封的（不能打开外壳），此时可让清洗液从开关件外壳的孔中流入开关内部的触点上，并不断拨动开关操纵柄，使之充分清洗。

通过上述清洗，一般开关的接触不良毛病可以修复。这种清洗方法对用于小信号电路中的多刀组开关更为有效。

对于电源开关，由于流过该开关的电流较大，接触不良故障的发生率较高，经清洗处理后的效果不是很好，此时可采取调换静触点方法来处理，如图 2-56 所示电路中的电源开关 S_1 ，它的触点 3 不用，当 1、2 之间发生接触不良故障后，可通过改变印刷线路图来使用 1、3 脚的触点，具体方法是这样：见图 2-56 中的印刷线路图，此时用刀片将 2 脚上的原铜箔线路切断，再在 3 脚和图示断开的铜箔线路之间用一根导线连接上，这样便能使图 2-56 电源开关修理示意图用 1、3 之间的触点作为电源开关。不过这样处理后操纵柄的位置与原先的刚好相反，即原先的断开位置是改动后的接通状态，好在这并不影响使用效果。

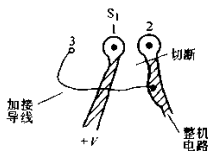


图 2-56 电源开关修理示意图

2. 选配方法

由于开关件的更换涉及到装配问题（引脚多少、引脚之间的间距大小、开关安装），所以应选用同型号的开关件更换代替，实在无法配到原型号开关时要设法固定新开关，各引脚的连线可用导线接通，但对于引脚数目很多的开关件这样做也是不妥当的。

3. 开关件拆卸和焊接方法

若由于开关件操纵柄断，或触点严重损坏，无法修复时只得作更换处理。在更换开关件时要注意，许多开关是多引脚的，这给拆卸和焊接都造成了麻烦，应采用拆卸集成电路的那套方法来拆卸开关件。这里主要说明以下几点：

- 1) 拆卸时，应先开关上各引脚焊锡去掉，这样可以整体脱出开关件。
- 2) 拆卸过程中，要小心，切不可将引脚附近的铜箔线路损坏。
- 3) 焊接时，电烙铁头上焊锡不要太多，注意不要将相邻引脚上的焊锡连在一起，因为一些多引脚的开关件各引脚之间的间隔很小。

第十二节 接 插 件

一、外形特征和电路符号

1. 外形特征

接插件是用来进行机器与机器之间、线路板与线板之间连接的元器件，十分常用。如图 2-57 所示是几种接插件的外形示意图。

图 2-57a 所示是用来进行机器与机器之间连接的接插件，这种接插件装在机壳上。

图 2-57b 所示是用来线路板与线路板之间连接的引线接插件，这种接插件装在机器内部的线路板上。

关于接插件的外形特征主要说明以下几点：

- 1) 接插件是成套的，即一个插头，一个插座（又称插口），不同的接插件其插头和插口

是配套的，不能互换使用。

2) 装在机壳上的接插件通常是圆形的，引脚不少于两根。引线接插件一般是方形的，引脚有一根的，也有很多根的。

3) 接插件的插口固定在机壳上或线路板上，插头不固定。

2. 电路符号

如图 2-58 所示是几种常见接插件的电路符号。

图 2-58a 所示是两种单根引线接插件的电路符号，单引线的接线件用 XB 表示。

图 2-58b 所示是四根引线接插件的电路符号，多根引线的接插件插头用 XP 表示，插座用 XS 表示，在一些电路图中还用 CNP、CNS 等其他字母表示。

图 2-58c 所示是单声道插座的电路符号，最新国标规定用字母 XS 表示，以前用 CK 等表示。

图 2-58d 所示是双声道插座的电路符号。

图 2-58e 所示是一种称为针型插座的电路符号。

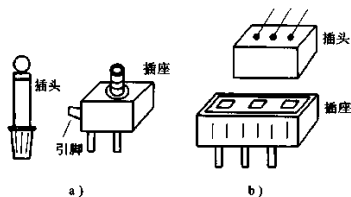


图 2-57 几种接插件外形示意图

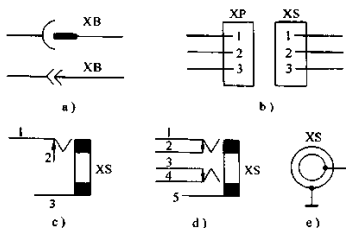


图 2-58 几种常用接插件电路符号

二、结构及工作原理

1. 种类

接插件可以分成下列两大类：

1) 用于连接线路板之间线路的接插件，称之为引线接插件，如图 2-58a、b 所示，它们可以单线、双线、多线等各种规格。

2) 用于输入信号或输出信号的接插件，俗称插头、插座（插口），如图 2-58c、d、e 所示就是这种接插件中的插座。在这种接插件中也有多种：图 2-58c 所示是单声道插口，图 2-58d 所示是双声道插口，图 2-58e 所示是配合针形插头的单声道插口。此外，在图 2-58c、d 所示插口中还有附设转换开关的插口。

2. 单引线接插件

如图 2-59a 所示是单引线接插件示意图。从图中可以看出，它的插座部分直接焊在线路板的铜箔印刷线路路上，插头引出引线。当插头插入插口时，线路可接通，拔出时便断开。这种单引线接插件主要用于天线、电池引线中。

3. 多引线接插件

如图 2-59b 所示是一个三根引线的引线接插件，它的结构稍复杂一些，从图中可以看出，它的插座也固定在线路板上，插座内部有三根引线接线片，插头内有三根引线接线管。

这种引线接插件在线路中较多，特别是机器内有多块线路板时它用得更多。为了防止插头插错方向，这类引线接插件做成非对称结构，即插头只能在一个方向、位置下才能插入插座，反方向或移动一个位置均不能插入。

另外，在一台机器内，为了防止各接插件之间相互插错位，采取了一些措施，例如采用了不同引线数的接插件，以及通过限制插头引线长度来防止相互插错。

4. 单声道插头和插座

图 2-59c 所示是单声道插头、插座示意图。插座通过槽纹螺母固定在机壳上。这种接插件的工作原理是这样：当插头未插入插座时，插座中的 1、2 触点呈接通状态，1、2 触点与 3 触点之间均呈开路状态。

当插头插入插座后，插座中的 1、2 触点断开，1、2 触点与 3 触点之间仍然不通。此时，插头中的 4 端与插座中的 1 簧片接通，即 1、4 之间为一条通路。同时，插头中的 5 与插座中 3 接通，即 3、5 之间为另一个通路。这样，插头插入插座之后，有两条通路供输入信号或输出信号成回路。在使用中，插座的 3 脚接地。

5. 双声道插头和插座

图 2-59d 所示是双声道插头、插座示意图，双声道插头共有 6、7、8 这三个触点，这与单声道插头稍有所不同，比单声道的插头多一个。当插头未插入插座时，插座中的 1 和 2、3 和 4 触点分别呈通路状态，这两条通路之间彼此之间不通，它们与 5 触点之间也不同。当插头插入插座之后，插座中 1 和 2 触点之间断开，3 和 4 触点之间也同时断开。

此时，插头中的 6 与插座 1 触点接通，还有插头中的 7 与插座中的 4 触点接通，插头中的 8 与插座中的 5 触点接通，即有 1 和 6、4 和 7、5 和 8 三条通路，供两路信号的输入和输出之用。在使用中，插座中的 5 接触点接地，作为另两条通路的共用地线。

对于图 2-59c、d 两种接插件，根据插头、插座的口径不同有下列三种：2.5mm、3.5mm、6.5mm。

其中，3.5mm 用得最多。2.5mm 常用于直流稳压电源的连接插口中（2.5mm 的无声道插头、插座），6.5mm 的常用于立体声耳机和外接话筒中。

三、故障特征和检测方法

1. 故障特征

关于接插件的故障特征主要说明以下几点：

(1) 对于引线接插件，插座的故障比较少，主要是插头的故障，多数情况是断线故障，有时也会出现插座和插头之间的接触不良故障。引线断的原因很可能是人为造成的，即在拔下插头时直接拉引线所致。

(2) 插头的故障主要是引线断、相邻引线焊点之间相碰故障。

(3) 插座的主要故障是簧片弹性不好，造成接触不良故障。

2. 检测方法

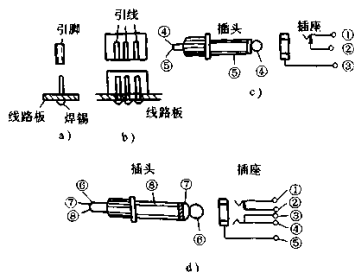


图 2-59 接插件示意图

关于检测接插件的主要方法是直观检查和万用表测量触点接通时的接触电阻，具体过程如下：

(1) 用直观检查可以查出断线、相碰故障，对于插头可旋开外壳后观察，对于引线接插件可直接观察。

(2) 对于单声道插头、插座的万用表检测方法是：见图 2-59c 所示，不插入插头，万用表 $R \times 1$ 档，两支表棒分别接 1、2 脚，此时应呈通路，否则说明有故障。然后，插入插头再测 1、2 脚，应断开。此时，再分别测 1 和 4 脚、3 和 5 脚之间的电阻，应均为通路，否则是接触不良故障。然后，将万用表转换到 $R \times 1k$ 档，测量 1 和 3 脚之间的电阻，应该为开路，如若在路测量应该大于几十千欧，必要时应断开 3 脚上的铜箔线路后再测量这一断开电阻。

(3) 对于双声道插头、插座的检测方法同单声道插头一样，只是要分别测量两组单声道插座，见图 2-59d 所示电路符号。在未插入插头时，1 和 2 脚之间的接触电阻为零，3 和 4 脚之间的接触电阻也应该为零，此外这两组触点与 5 脚之间的断开电阻应该均为无穷大。当插头插入插座后，6 和 1 脚之间、7 和 4 脚之间、8 和 5 脚之间的接触电阻均为零。

关于接插件的检测还要说明以下几点：

1) 检测时，先进行直观检查，再用万用表进行测量。

2) 所有的接触电阻均应该小于 0.5Ω ，否则可以认为接插件是存在接触不良故障。

3) 所有的断开电阻均应该为无穷大，若有断开电阻为零，说明两个簧片之间相碰。

4) 在路测量接触电阻时，接插件所在外电路对测量结果不存在影响，而测量断开电阻时可能会有影响。

四、修配方法

1. 修理方法

关于接插件的修理方法主要说明以下几点：

(1) 引线接插件插头断线焊接方法。这种插头的引线断了之后是件麻烦事，插头的接线管设在插头内部，不容易将接线管取出（因为接线管上设有倒刺），而重新焊线必须要将接线管取出。

拆卸这种接线管的方法是这样：用一根大头针将刺顶出去，再用另一根大头针将接线管顶出来。然后，将引线焊在接线管上，注意这一焊点一定要小，否则接线管无法装入插头的管孔中。

(2) 单声道、双声道插头断线的焊接方法。先将插头外壳旋下，将引线先穿过外壳的孔中，将插头用钳子夹住，给引线断头搪上锡，套上一小段绝缘套管，将引线焊在插头引片上，注意焊点要小，否则外壳不能旋上，或是焊点会与其他引脚相碰而造成短路故障。

焊好引线后，将套管套好在焊点上。

(3) 单声道、立体声插座内部簧片处理方法。当这种插座出现接触不良故障时，对于非密封型插座可用砂纸打磨触点，并用尖嘴钳修整簧片的弧度使之接触良好。

密型插座为一次性封装结构，一般不便作修理处理，需要更换插座。

(4) 当引线接插件损坏时，必须设法修复，无法修理时可以省去接插件，用导线直插焊通，也可以在坏的机器上拆一个同规格的引线接插件来代用。

2. 选配方法

关于接插件的选配主要说明以下几点：

1) 各种接插件损坏时, 首先是设法修复, 无法修复时再作更换处理。

2) 选配的接插件必须同规格, 做到这一点对单声道和双声道插头、插座并不困难, 因为配件较多。对于引线接插件则不行, 因为这种接插件的备件较少。

3) 对于单声道、双声道插座的代换还可以这样, 在一台机器上同规格的插座可能有好几个, 此时可将不常用的插座拆下换在已经坏的插座位置上, 将已损坏的插座换在不常用的位置, 并对已坏的插座作些适当处理, 如直接接通接触不良的触点, 这样处理是可行的。

3. 拆卸和装配方法

关于接插件的拆卸和装配方法主要说明以下几点:

1) 引线接插件的拆卸方法是这样: 在拆卸线路板时要卸下引线接插件的插头, 此时不要拉住引线向外拔, 这样拔不下来, 因为这类接插件中多为设有一个小倒刺勾住插头, 应先用小起子拨开倒刺后再用手指抓住插头两侧向外拔。

2) 单声道、双声道插座拆卸方法是这样: 插座是用槽纹螺母固定在机壳上的, 先用斜口钳咬住槽纹螺母的螺纹, 旋下此螺母。插座的各引脚焊在印刷线路板上, 此时要先吸掉各引脚上的焊锡, 然后可以拆下插座。

3) 当新插座装上后一定要拧紧螺母, 使插座固定紧, 因为插头经常插入、拔出, 这会使插座扭动而折断与引脚相连的铜箔线路。

第三章 特殊、新型、微型元器件

第一节 场效应管检测和修配方法

场效应管不仅具有晶体管的体积小、省电、耐用等优点，更具有输入阻抗很高、噪声小、热稳定性好、抗辐射能力强等优点，这种管子的一些特性与电子管相似，是六十年代后发展起来的一种器件。

一、外形特征和电路符号

1. 外形特征

如图 3-1 所示是几种场效应管外形示意图和引脚分布示意图，场效应管外形特征主要几点：

1) 他基本上与三极管的外形和体积大小相同，所以在没有管子型号时一时还较难分清是哪一种管子。

2) 场效应管有多种封装形式，如金属封装、塑料封装等多种。

3) 场效应管有三根引脚，还是四根引脚和六根引脚等多种。

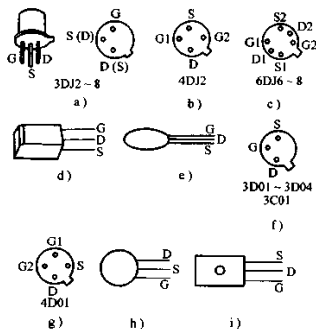


图 3-1 场效应管外形示意图和引脚分布示意图

2. 电路符号

如图 3-2 所示场效应管新的和过去采用的电路符号。其中图 3-2a 和 b 所示是最新国标规定的电路符号，其他是过去所采用的电路符号。

场效应管的电路符号能够表示出他的种类。

图 3-2a 所示是 N 型沟道结型场效应管的电路符号，场效应管共有 3 电极，在电路符号中用字母表示各电极，栅极用 G 表示，源极用 S 表示，漏极用 D 表示。电路符号中表示出了结型与 N 型沟道，G 极的箭头方向表示是 P 型还是 N 型沟道，N 型沟道的管子其箭头朝里。

图 3-2i 所示是旧的 N 型沟道结型场效应管的电路符号，他的电路符号的圆圈在新符号中是没有的。

图 3-2b 所示是 P 型沟道结型场效应管的电路符号，他的 G 极箭头向外，以表示是 P 型沟道，图 3-2j 所示是旧的 P 型沟道结型场效应管的电路符号。

图 3-2c 所示是增强型 P 沟道绝缘栅场效应管的电路符号，在符号中已表示出他是绝缘栅场效应管（栅极 G 的画法与图 3-2a、b 所示不同），图 3-2l 所示是旧的 P 沟道绝缘栅场效应管的电路符号。

图 3-2d 所示是增强型 N 沟道绝缘栅场效应管电路符号，符号中箭头朝里表示他是 N 的

沟道, 图 3-2k 所示是旧的 N 沟道绝缘栅场效应管电路符号。

图 3-2e 所示是耗尽型 N 沟道绝缘栅场效应管的电路符号, 他与增强型管子符号的不同之处是用实线表示。

图 3-2g 所示是耗尽型双栅 N 沟道绝缘栅场效应管的电路符号, 这种管子有两个栅极 G1、G2。

图 3-2h 所示是 N 沟道结型场效应对管的电路符号, 即在一个管壳内装上两只性能参数相同(十分相近)的场效应管。

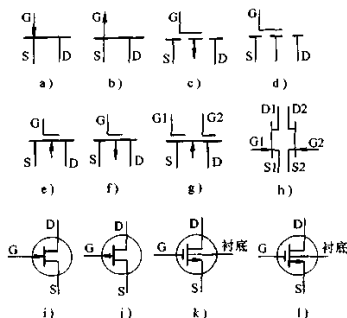


图 3-2 场效应管电路新、旧电路符号

二、种类和结构

1. 种类

场效应管全名为场效应晶体管, 英文名称为 Field Effect Transistor, 简记 FET。晶体三极管的载流子为空穴和电子, 而场效应管载流子只有空穴或只有电子, 因此场效应管又称单极晶体管, 而晶体三极管又称双极晶体管。

场效应管的种类较多, 但总的可以分成下列两种: 结型场效应管, 用 JFET 表示; 绝缘栅场效应管, 用 MOS 表示。

各种场效应管按照导电沟道所用的材料不同又分为下列两类: N 沟道, 他的载流子为电子; P 沟道, 他的载流子为空穴。

根据沟道的不同, 结型场效应管分成 N 沟道和 P 沟道两种。

绝缘栅场效应管的栅极 G 与源极 S、漏极 D 是绝缘的, 因此称之为绝缘栅场效应管, 这种场效应管又分成增强型和耗尽型两种。

当 $V_{GS} = 0V$ 时, 源极和漏极之间便存在导电沟道的, 称之为耗尽型。当必须使 $|V_{GS}| > 0$ 时才有导电沟道的, 称为增强型。

这样, 绝缘栅场效应管根据沟道材料的不同, 共有下列四种: P 沟道增强型、P 沟道耗尽型、N 沟道增强型、N 沟道耗尽型。

2. 结型场效应管

这里以沟道结型场效应管为例, 介绍其结构和工作原理, 如图 3-3 所示是结构及工作原理示意图。

从图 3-3a 所示图中可以看出, 他是用一块 N 型半导体, 在他的上、下各引出一个电极, 称之为漏极 D 和源极 S。在 N 型半导体两侧, 各设一小块 P 型半导体, 将他们连起来作为栅极 G。这样, G 与 S 之间、G 与 D 之间各出现了一个 PN 结。

如若将 G 极断开, S、D 之间的沟道相当于一个电阻, 其阻值在几百 Ω 到几 $k\Omega$, 视各型号管子而不等。如图 3-3a 所示, 给 D 极加正电压, 给 S 极接地, 这样便有电流流过沟道, 沟道的电阻愈小流过的电流愈大, D、S 极之间的电压愈大流过的电流愈大。

如图 3-3b 所示给 G、S 极之间加上反向电压, 即 P 型材料加上负电压, S 极 (N 型材料) 加上正电压, 这样给两个 PN 结加的是反向偏置电压, 这样沟道两侧形成了空间电荷区, 见图中阴影部分所示。由于电荷区内载流子很少, 与绝缘体相似, 所以称之为阻挡层 (或耗尽

区)。给 G、S 极之间加的反向电压愈大，耗尽区愈大，向沟道中扩展得愈宽，使导电沟道愈狭，导致导电沟道电阻增大，在 D、S 极之间电压一定时流过沟道的电流愈小。

通过上述分析可知，通过改变 G、S 极之间的反向偏置电压大小，可改变流过沟道的电流大小，换言之，栅极电压的大小可控制流过漏极电流的大小。说明场效应管是一个电压控制器件，这一点与电子管的特性相同。对于晶体管三极管而言则是电流控制器件，因为他用基极电流去控制集电极电流。

3. 绝缘栅场效应管

如图 3-4 所示是 N 沟道绝缘栅场效应管结构示意图。

从图中可以看出，他是以杂质浓度比较低的 P 型薄硅片作为衬底，在上面扩散两个高掺杂的 N 型区，分别作 S 极和 D 极，见图中所示。在两个 N 型区之间再形成一个 N 型硅薄层，于是形成 N 型沟道。在 N 沟道上面加一层绝缘材料二氧化硅，在绝缘层上面加一个铝层电极，作为栅极 G。

源极 S 可以和 P 型衬底一起接地，若在 G、S 极之间加一个电压，那么 G 极铝层与 P 型衬底之间如同是以绝缘层为介质的平行板电容器。改变 G、S 极之间的电压大小，可以改变 N 型沟道的电阻。

当 G、S 极之间的电压增大时，N 型导电沟道变厚，沟道电阻减小，在相同的 D、S 极电压下流过沟道的电流便大。当 G、S 极之间电压下降时，N 型导电沟道变薄，沟道电阻增大，流过沟道的电流便减小。由此可见，改变 G、S 极之间电压大小，可控制流过沟道的电流大小，即可以控制漏极电流的大小。

三、主要特性

1. 输入电阻大

场效应管栅、源之间的 PN 结处于反向偏置状态或绝缘状态，故栅极电流很小很小，或几乎为零，这使得管子的输入电阻很大。结型场效应管的输入电阻达 $10^9\Omega$ 以上，而绝缘栅场效应管则更大。输入电阻大可以减轻前级放大器、信号源的负载，这是他的一个重要特性。

2. 电流控制特性

场效应管与晶体管三极管的根本不同在于，前者是电压控制器件，即栅极电压的变化可以引起漏极电流的变化，不需要栅极电流就能获得漏极电流，而后者则是电流控制器件，要求信号源必须有电流流入管子，即必须有基极电流的变化才能引起集电极电流的变化。

3. 转移特性

转移特性是用来说明 G、S 极之间电压 V_{GS} 对漏极电流 I_D 控制特性的，如图 3-5 所示。图中，横坐标表示栅、源极之间的电压 V_{GS} 大小，纵坐标表示漏极电流 I_D 的大小。

如图 3-5a 所示是结型场效应管的转移特性曲线，从图中可以看出，对结型场效应管而

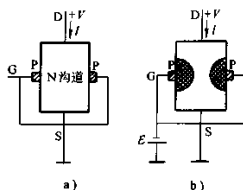


图 3-3 N 沟道结型场效应管结构及工作原理示意图

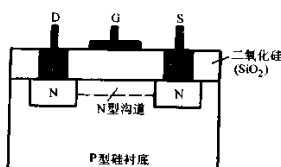


图 3-4 N 沟道绝缘栅场效应管结构示意图

言, G极与S极之间加的是反向偏置, 即G极电压大于S极电压。当反向电压 V_{GS} 大到一定程度时, $I_D = 0$, 说明此时沟道已被夹断。

当反向电压 $V_{GS} = 0V$ 时, $I_D = I_{DSS}$ 已最大, 此时的 I_D 称为饱和漏电流, 用 I_{DSS} 表示。当D极与S极之间电压大小变化时, 转移曲线要左、右平行, 但曲线的形状基本不变。

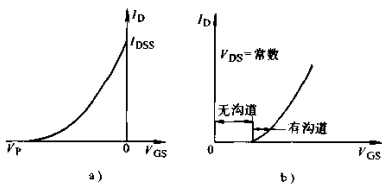


图 3-5 转移特性曲线

如图 3-5b 所示, 他是 N 沟道增强型绝缘栅场效应管的转移特性曲线, 从图中可以看出, V_{GS} 加的是正向偏置电压, 且 V_{GS} 较小时电流 I_D 为零, 当 V_{GS} 大到一定程度时才有电流 I_D 。

4. 漏极特性

在电压 V_{GS} 一定时, 漏极电流 I_D 会随漏-源极之间电压 V_{DS} 变化而改变, 这一特性称为漏极特性, 可用如图 3-6 所示漏极特性曲线来说明 (与晶体管三极管的输出特性曲线相似)。图中, 横坐标表示漏-源极之间电压 V_{DS} 的大小, 纵坐标表示漏电流 I_D 的大小变化。

图 3-6a 所示是结型效应管的漏极特性曲线, 这是一个曲线族, 在电压 V_{DS} 值不同时, 有不同的漏极特性曲线 (在晶体管三极管输出特性曲线中是改变 I_B , 获得一条输出特性曲线)。从这一点上也可以看出, 场效应管是一个电压控制器件。从这一漏极特性曲线中可以看出有 3 个区, 即 I 区、2 区、3 区。

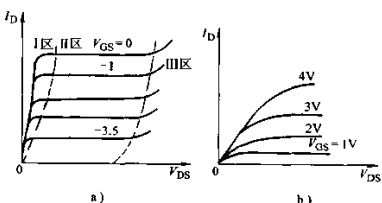


图 3-6 漏极特性曲线

1 区称之为变阻区。1 区在左侧, 即 V_{DS} 较小。当 V_{DS} 较小时, 沟道的电阻主要由栅压 V_G 决定。栅压改变时, 沟道电阻也在改变。在 V_G 一定时, V_{DS} 增大, I_D 在增大, 即沟道电阻是在改变的, 故称之为变阻区。

2 区称之为放大区。从图中可以看出, 当 V_{DS} 大到一定程度后, 在 V_G 不变时, V_{DS} 改变, I_D 基本不变 (曲线是近似平行于横轴的), 说明 I_D 已达到饱和状态。此时, 要改变 I_D 的大小, 得改变 V_G 。漏极特性曲线的这一区域, 称之为放大区, 当场效应管用于放大信号时, 管子应工作在放大区, 这是一个线性的区域。

3 区称之为击穿区。从图中可以看出, 当 V_{DS} 大到一定程度后, I_D 会突然增大。这是因为当 V_{DS} 大到一定程度后, PN 结的反向偏置也增大, 当超出 PN 结反向偏置承受电压极限时, PN 结出现反向击穿现象。在使用中, 若管进入 3 区不加限制的话, 管子会因击穿而损坏, 故将这一区域称之为击穿区。

如图 3-6b 所示是 N 沟道增强型场效应管的漏极特性曲线, 与图 3-6a 所示特性曲线基本相似。

5. 栅极偏置特性

场效应管同三极管一样, 用于放大信号时要给予他适当的偏置电压, 即给栅极一个直流偏置电压。这一电压是加到栅极与源极之间的。对结型场效应管而言, 栅极与源极之间应加反

向偏置电压。

对于绝缘栅场效应管而言, 根据是增强型还是耗尽型的不同有所不同。对增强型管而言, 栅极与源极之间应采用正向偏置; 对耗尽型管而言, 栅极与源极之间可加正向、零、反向偏置。

表 3-1 所示给出几种常见类型场效应管的偏置电压情况。

表 3-1 几种常见类型场效应管的偏置电压

管子类型	栅极电压极性	漏极电压极性
P 沟道增强型绝缘栅场效应管	负极性	负极性
N 沟道增强型绝缘栅场效应管	正极性	正极性
N 沟道耗尽型绝缘栅场效应管	正、零、负	正极性
N 沟道结型场效应管	负极性	正极性
P 沟道结型场效应管	正极性	负极性

6. 场效应管与三极管比较

关于场效应管与三极管比较主要说明下列几点:

场效应管三个电极可以与三极管的三个电极联系起来, 栅极 G 相当于基极 B, 漏极 D 相当于集电极 C, 源极 S 相当于发射极 E。

场效应管也可以晶体三极管那样接成下列三种电路: 共源极放大器 (相当于共发射极电路)、共栅极放大器 (相当于共基极电路)、漏极放大器 (相当于共集电极电路)。

另外, 场效应管也可以接成差分放大器等电路。

场效应管采用多数载子导电, 三极管同时用多数载流子和少数载流子导电, 而少数载流子受温度影响大, 这是场效应管受温度影响小的原因。另外, 场效应管有一个零温度系数工作点, 如图 3-7 所示, 当栅极电压为某一定值时, I_D 不受温度变化的影响。

场效应管的噪声系数小, 故在高性能的前级放大器中采用场效应管作为放大器件。另外, 场效应管可在很低电压和很小电流下工作, 场效应管便于集成化。

场效应管的缺点是工作频率尚不够高, 一般场效应管的输出功率不够大, 绝缘栅型场效应管受外界感应电荷的影响而易被击穿, 这使得管子 在拆、装过程中不够方便。新近生产的用于音响功率放大器电路中的场效应功率放大管已改变了输出功率不够大的不足之处。

四、主要参数

场效应管的参数分成下列两大类: 直流参数和交流参数。

1. 直流参数

场效应管的直流参数主要有下列几项。

(1) 夹断电压 V_P 。此参数适用于结型和耗尽型场效应管。夹断电压 V_P 是指在 V_{DS} 为一定值时, 使 I_D 等于一个很小电流 ($1\mu A$ 、 $10\mu A$) 时, 栅极与源极之间所加的偏置电压 V_{GS} 。

(2) 开启电压 V_i 。他适用于增强型绝缘栅场效应管。开启电压 V_i 是当 V_{DS} 为某一规定值时, 使导电沟道可以将 D 极、S 极连起来时的最小 V_{GS} 值。

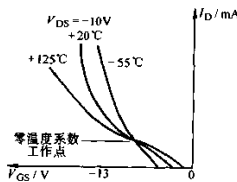


图 3-7 场效应管零温度系数工作点示意图

(3) 饱和漏电流 I_{DSS} 。他适用于耗尽型场效应管，饱和漏电流 I_{DSS} 是指在 $V_{GS} = 0V$ ，D 极、S 极之间所加电压大于夹断电压 $|V_p|$ 时的沟道电流。

(4) 直流输入电阻 R_{GS} 。他是指 G 极、S 极之间所加直流电压与 G 极电流之比。 R_{GS} 很大，在 $10^6\Omega \sim 10^{15}\Omega$ 。

(5) 漏源击穿电压 $V_{(BR)DS}$ 。他是指在增加 D 极、S 极之间电压过程中，使 I_D 开始急剧增大的 V_{DS} 。

(6) 栅源击穿电压 $V_{(BR)GS}$ 。对于结型场效应管而言，栅源击穿电压 $V_{(BR)GS}$ 是指反向饱和电流急剧增大时的 V_{GS} 。对于绝缘栅场效应管而言， $V_{(BR)GS}$ 是使二氧化硅绝缘层击穿的电压。

2. 交流参数

场效应管的交流参数又称微变参数，主要有下列几项：

(1) 低频跨导 G_m 。他是指在 V_{DS} 为规定值时，漏极电流变化量 ΔI_D 与引起 ΔV_D 的栅源极电压变化量 ΔV_{GS} 之比，可用下式来表示：

$$G_m = \frac{\Delta I_D}{\Delta V_{GS}}$$

G_m 是场效应管的一个重要参数，他的大小表征场效应管对电压信号放大能力，与三极管的交流电流放大倍数相似。 G_m 与管子的工作区域有关。 I_d 愈大，管子的 G_m 也愈大。

(2) 输出电阻 r_d 。他是指在 V_{gs} 为一定值时，D 极与 S 极之间电压变化量 ΔV_{DS} 与引起 ΔI_{DS} 的漏极电流变化量 ΔI_D 之比，可用下式表示。

$$r_d = \frac{\Delta V_{DS}}{\Delta I_{DS}}$$

场效应管的 r_d 比晶体三极管的输出电阻大得多，一般为几十 ~ 几百 k Ω 之间。这是因为在放大区， V_{ds} 变化时 I_d 几乎不变。

(3) 低频噪声系数 N_F 。他是用来表征管子工作时低频范围内噪声大小的参数，单位为 dB。场效应管的 N_F 比三极管小得多，一般为几个分贝。

(4) 极间电容。在 D 极、S 极、G 极 3 个电极之间，同三极管一样存在极间电容。他们是栅源极间电容 C_{GS} ， C_{GS} 约为 1 ~ 3pF。栅漏极之间电容 C_{GD} ， C_{GD} 约为 1pF。漏源极间电容 C_{DS} ， C_{DS} 约为 0.1 ~ 1pF。他们由势垒电容和分布电容组成。

五、型号说明和引脚识别方法

1. 型号组成

场效应管的旧型号由 5 部分组成，以 3D01D 为例，各部分含义如下：

3	D	0	1	D
└	└	└	└	└
1	2	3	4	5

第 1 项表示电极数目，3 为三个电极。第 2 项表示沟道材料，D 为 N 沟道。第 3 项表示绝缘层，0 表示是二氧化硅。第 4 项用数字表示器件序号。第五项用字母表示电流档数。

场效应管的新型号由 3 部分组成，以 CS2B 为例，如下：

CS	2	B
└	└	└
1	2	3

第1项用CS表示是场效应器件。第2项用数字表示序号。第3项表示规格号。

2. 引脚识别方法

用万用表欧姆档可以分辨引脚，根据引脚分布规律也可以分辨各引脚，如图3-1所示是常见结型场效应管和绝缘栅场效应管封装形式及引脚分布规律示意图。

场效应管主要有三种封装形式：一是金属封装，二是塑料封装，三是环氧封装。

图3-1a所示是金属封装的三根引脚效应管，为3DJ2型。在管壳上有一个出的键，将引脚朝上，从突出键开始顺时针方向依次为D、S、G极，其中D、S极可互换。

图3-1b所示金属封装的双栅结型场效应管，为4DJ2型（4表示他有4个有效电极，即D、S、G1和G2，G1和G2是他的两个栅极，该管是双栅场效应管），他在管壳上也有突出键，以该键开始顺时针方向依次为D、G1、S和G2。

图3-1c所示是金属封装的结型场效应管，为6DJ6~8型（6表示他有D1、S、G1、D2、S2、G2六个有效电极）。外壳上有一个突出键，将引脚朝上，从突出键开始顺时针方向依次为S1、D1、G1、S2和G2。

图3-1d所示是塑料封装的结型场效应管，在识别引脚时将切面朝着自己，引脚向下，此时从左向右依次为S、D、G。

图3-1e所示是环氧封装的结型场效应管，引脚分布见图中所示。

图3-1f~i所示是几种常见绝缘栅场效应管的封装形式及引脚分布的示意图。其中图3-1f、g所示是金属封装的绝缘场效应管，图3-1f是单栅场效应管，图3-1g是双栅场效应管，图3-1h所示是氧封装的绝缘栅场效应管，图3-1i所示是塑料封装的绝缘栅场效应管。

3. 引脚分辨方法

对于结型场效应管，可利用万表的 $R \times 1k$ 档分辨出场效应管的各引脚，具体方法是：先用红表棒搭任一根引脚，黑表棒接另两根引脚，测得两个电阻值。然后，红表棒再搭一根引脚，黑表棒搭另两根引脚再测得两个电阻值。红表棒再接第三根引脚，黑表棒分别接余下的两根引脚，又获得两个电阻值。

上述三次测量中，必有一组的两个阻值均为无穷大，或均为 $5 \sim 10k\Omega$ 。那么，红表棒所接引脚为栅极。若两次阻值均为无穷大，则可以说明该管是N沟道结型场效应管。若两个阻值均为 $5 \sim 10k\Omega$ ，则说明是P沟道结型场效应管。

找出栅极后，由于源、漏极结构是相似的可以互换使用。

上述检测原理是利用G极和S极之间、G极和D极之间为一个PN结的结构，利用PN结的正、反向电阻相差很多的特点来分辨出栅极和N沟道或P沟道。

对绝缘栅场效应管则不能用上述方法进行引脚的分辨检测，否则将损坏管子。

六、检测方法和选配方法

1. 检测方法

对于结型场效应管可以用万用表进行质量的简单判别，方法是：红表棒接栅极，黑表棒分别接另两个引脚，测量一次获得两个电阻值，对N沟道场效应管应均为无穷大。对P沟道场效应管而言，应均为 $5 \sim 10k\Omega$ 。

然后，黑表棒接栅极，红表棒接另两个引脚，再测得两个电阻值。对N沟道场效应管子而言，应均为 $5 \sim 10k\Omega$ ；对P沟道场效应管而言，应均为无穷大。这样，便能说明管子基本正常。若在检测中不符合上述检测结果，则说明管子已经损坏了。

对于绝缘栅场效应管也不能用上述方法进行管的质量的检测。

2. 选配方法

场效应管的选配应尽可能考虑同型号管子代用,在无法配到原型号管子时,选配中应注意下列几点:

1) 结型、绝缘栅型之间不可直接代用, N 沟道、P 沟道之间不可直接代用。

2) 管子的主要参数接近或优于原型号管,主要是管子的最大耗散功 PDM、G 和 S 极间的最大反向电压等。

3) 在引脚分布不符时,可用套管套在引脚上后交叉连接。

3. 操作中注意事项

场效应管比较“娇”,使用中操作不当便会损坏管子,特别是绝缘栅场效应管操作不当更容易损坏。

在焊接时,电烙铁的外壳要接保护性地线,以防止漏电和感应而击穿管,并做好散热工作。对于绝缘栅场效应管,栅极特别容易击穿。这是因为栅极处于高度绝缘状态,栅极与衬底之间相当于一个容量很小的电容器,由于容量小,只要感应少量电荷,电压便会很高,加上栅极高度绝缘,输入阻抗高,电荷不易放掉,很容易将绝缘层击穿。

在使用、焊接绝缘栅场效应管时,要注意几个方面的问题:

1) 电烙铁外壳要可靠接地,或在焊接时拔掉电烙铁插头,焊接时先焊 S 极,后焊 G 极,再焊 D 极,对于三根引脚已用导线短接的管子,先将各引脚焊好后,再解除绕在引脚上导线。

2) 在焊接之前,必须搞清楚管子的各引脚,做到一次性焊入电路便能成功,切不可做出焊错引脚的事情。

3) 对于内部无保护措施的管子,在存放时三个电极要短接在一起,关键是不要让栅极悬空。

4) 用来进行检测场效应管的仪器,外壳应接保护性地线。

第二节 晶 闸 管

晶闸管是晶体闸流管的简称,俗称可控硅。晶闸管的英文用 Thyristor 表示,可控硅英文为 Silicon Controlled Rectifier,缩写为 SCR。

通俗地讲,晶闸管相当于一个起开关作用的器件。

一、外形特征和电路符号

1. 外形特征

如图 3-8 所示是几种晶闸管的外形示意图。从图中可以看出晶闸管的外形特征有下列几点:

- 1) 他的形状有的像晶体管,有的不像。
- 2) 他与晶体管一样也有三个电极,三个电极的名称与晶体管叫法不同。
- 3) 他的体积大小不一的,工作电流大的体积也大。

2. 电路符号

如图 3-9 所示是晶闸管的电路符号,图 a 所示是常见的晶闸管电路符号,这是最新规定

的电路符号，图 b 所示是过去使用的电路符号，两符号稍有不同。

在电路符号中，现在规定用字母 V 表示，过去是用字母 T，有的则用 KP 等。

晶闸管共有三个电极，分别是阳极，用字母 A 表示。阴极用字母 K 表示，控制极用字母 G 表示。

二、种类和结构

1. 种类

晶闸管的种类很多，这里主要介绍常见的几类晶闸管。晶闸管按照应用划分主要可以分为下列四类：

- 1) 用于整流的晶闸管，他出现在整流电路中。
- 2) 用于直流电路中的晶闸管，他作为一个电子开关来使用，在一些彩色电视机保护电路中使用这种晶闸管。
- 3) 用于交流开关电路中，作为一个电子交流开关来使用。
- 4) 用于逆变电路中，即用于将直流电转换成交流电的电路中。

2. 结构

晶闸管的结构可以用如图 3-10 所示来说明，从图 3-10a 所示中能够看出，他是一个由 3 个 PN 结的 4 层半导体器件。由最外面一层的 P 型材料引出一个电极作为阳极 A。由最外面一层的 N 型材料引出一个电极作为阴极 K。中间的 P 型材料引出一个电极作为控制极 G。4 层半导体之间分别形成 3 个 PN 结，分别是 J_1 、 J_2 和 J_3 ，见图 3-10b 所示。

晶闸管的 4 层半导体结构可以等效成如图 3-11 所示的两只三极管构成的电路。这一等效电路中， V_2 的发射极作为阴极 K， V_1 的发射极作为阳极 A。 V_1 管的集电极和 V_2 管的基极相连后作为控制极 G。

3. 工作原理

当给 A、K 之间加上正向电压 V_{AK} 时，即 A 极为高电位，K 极为低电位。然后，再给 G、K 之间加上正向电压 V_{GK} 时，即 G 极为高电位，K 极为低电位。此时 V_2 管在 V_{GK} 正向电压偏置下导通，其集电极电压下降，使 V 管也导通。

设 V_1 管电流放大倍数为 β_1 ， V_2 管电流放大倍数为 β_2 ，在 V_{GK} 作用下， V_2 管有基极电流 I_{B2} ，其集电极电流 $I_{C2} I_{B2}$ ， I_{C2} 作为 V_1 管的基极电流 $I_{B1} = I_{C2} = \beta_1 I_{B2}$ 。经 V_1 管的放大，其集

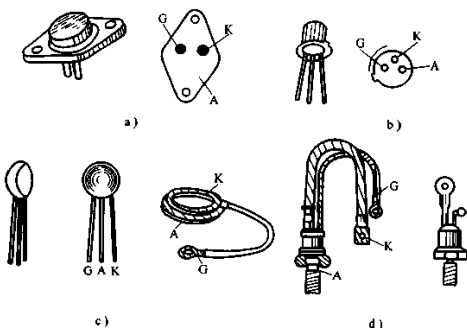


图 3-8 几种晶闸管外形示意图

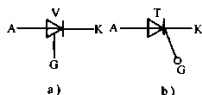


图 3-9 晶闸管电路符号

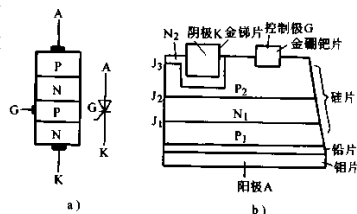


图 3-10 晶闸管结构示意图

电极电流 $I_{C1} = \beta_1 \beta_2 I_{B2}$ 。 I_{C1} 作为 V_2 管的基极电流馈入 V_2 管的基极。显然，此时 I_{B2} 已大得多，说明 V_1 、 V_2 管构成的是正反馈成电路，经这一正反馈很快使 V_1 和 V_2 管处于饱和和导通状态，说明晶闸管已导通了。

在晶闸管导通后，去掉 V_{GK} ，从图中可以看出， V_1 和 V_2 管仍然处于导通状态。

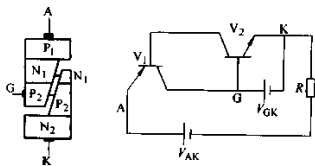


图 3-11 晶闸管等效电路

这里将晶闸管的工作原理归纳成以下几点：

- 1) 在 A、K 极之间加上一个正向电压后，若在 G、K 之间不加正向电压 V_1 和 V_2 管仍然处于截止状态，此时晶闸管 A、K 电极之间的内阻很大的，电流很小。若在 G、K 电极之间加上正向 V_{GK} ，则 V_1 、 V_2 管通过正反馈，很快两管处于饱和和导通状态。此时，晶闸管的 A、K 极之间的内阻很小。
- 2) 在晶闸管导通后，去掉正向电压 V_{GK} ，晶闸管仍然处于导通状态。其实， V_{GK} 的作用时间只要有很短的时间（几毫秒），便可使晶闸管导通。然后， V_{GK} 便不起作用了，可以去掉。所以 V_{GK} 可以称之为触发信号。
- 3) 晶闸管导通后，欲使他回到截止状态，必须减小 A、K 电极之间的正向电压，此时晶闸管的导通电流也在减小。当电流小到一定程度，即小到小于维持电流 I_H 时，晶闸管便处于截止状态。

通过上面分析可知，晶闸管相当于一个导通与截止受控制极触发电压控制的电子开关器件。

三、主要特性

下面主要介绍晶闸管的三个特性。

1. 导通条件

当给晶闸管的 G、K 电极之间加上反向电压时，即 K 极为高电位，G 极为低电位，无论给晶闸管的 A、K 极之间加上什么电压，晶闸管均不能导通，处于截止状态。

当给晶闸管的 A、K 极之间加上反向电压时，即 K 极为高电位，A 极为低电位，无论给晶闸管的 G、K 极之间加上什么电压，晶闸管也不能导通，处于截止状态。

综上所述，要使晶闸管导通，必须同时满足下列两个条件：在 A、K 极之间加一定大小的正向电压；在 G、K 极之间加上一定大小和时间长短的正向电压。

晶闸管导通后，去掉控制极上的电压，不影响晶闸管的导通状态，由此可见，在晶闸管导通后控制已不起作用了。

2. $V-I$ 特性

如图 3-12 是晶闸管的 $V-I$ 特性曲线，为正向和反向特性两部分。在第一象限为正向特性曲线，此时在晶闸管 A、K 极之间加的是正向电压，横坐标表示正向电压大小，纵坐标表示流过晶闸管的电流大小。第三象限是反向特性曲线，此时给晶闸管 A、K 极之间加的是反向电压。

见正向特性曲线，这是在控制极开路的情况下，电压、电流之间的关系特性曲线。正向特性曲线分成两部分，一是未导通的特性。从图中可以看出，正向电压在加到很大时，晶闸管的电流仍然很小。这相当于二极管的正向电压小于开启电压时的特性。

正向特性的另一个部分是导通后的特性曲线。从图中可以看出，当正向电压大到正向转

折电压时,曲线突然向左,而电流很快增大。在导通后,晶闸管两端的压降很小,约为 $0.6 \sim 1.2\text{V}$,而且电压稍有一些变化时,电流变化很大。此时,这一特性曲线同二极管导通后的 V-A 特性曲线相似。

从正向特性曲线上可以得知,晶闸管在 G、K 极之间不加正向电压时,晶闸管也能导通,但要在 A、K 极之间加上很大的正向电压才行。这种可使晶闸管导通的方法在电路中是不允许的,因为这样很可能造成晶闸管的不可逆的击穿,而损坏晶闸管。所以,在使用中要避免这种情况的发生。

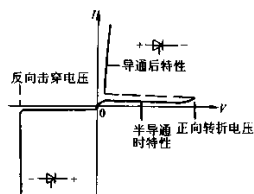


图 3-12 晶闸管 V-I 特性曲线

见反面特性曲线,这与普通二极管的反向特性相似,在反向电压加大到一定程度时,反向电流迅速增大。

3. 控制极电流的影响

在给晶闸管 G、K 极之间加上正向电压后,晶闸管便容易导通,可用如图 3-13 所示的特性曲线表示,这是控制极电流 I_G 对晶闸管正向转折电压影响的曲线。

从图中可以看出,控制极电流愈大,晶闸管的正向转折电压愈小,即晶闸管就愈容易导通。

例如某型号晶闸管,在 $I_G = 0$ 时,正向转折电压 $V_{BO} = 800\text{V}$ 。在 $I_G = 5\text{mA}$ 时,正向转折电压 $V_{BO} = 200\text{V}$ 。在 $I_G = 15\text{mA}$ 时,正向转折电压 $V_{BO} = 5\text{V}$ 。

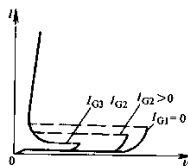


图 3-13 晶闸管控制极电流 I_G 对晶闸管正向转折电压影响的曲线

四、主要参数

晶闸管的参数比较多,这里介绍几项主要参数。

1. 额定正向平均电流 I_F

额定正向平均电流简称正向电流,他是指在规定的环境温度和散热标准下,晶闸管可连续通过的工频正弦半波电流(一个周期)的平均值。在使用中,说某只晶闸管是几毫安的,就是指正向电流有多大。

2. 维持电流 I_H

维持电流是指在规定的环境温度下和控制极 G 断开时,维持晶闸管继续导通的最小电流。当流过晶闸管的电流小于此值时,晶闸管将自动处于截止(断开)状态。

3. 浪涌电流定额

当晶闸管流过很大的故障电流时,由于 PN 结的温度会升高而导致晶闸管损坏。在一定时间内保证晶闸管不致损坏所允许流过晶闸管的故障电流倍数,称之为浪涌电流定额,其数值规定如表 3-2 所示。

这一表的使用方法是这样的,以额定电流为 1A 的晶闸管为例,当故障电流的出现时间为一个周波时(对于 50Hz 交流电而言,一个周期时间为 0.02s),允许过载 5 倍,则允许过载电流为 3 倍,即为 3A 。

4. 正向阻断峰值电压 V_{FDM}

所谓正向阻断是指在晶闸管两端加上正向电压 A、K 极之间的正向电压。但晶闸管未导通时的状态。

正向阻断峰值电压是指在控制极 G 断开和正向阻断下,可以重复加在晶闸管 A、K 极之

间的正向峰值电压。一般这一电压比正向转折电压小 100V。

5. 反向阻断峰值电压 V_{DRM}

反向阻断峰值电压是指在控制极 C 断开时，可以重复加在晶闸管 A、K 极之间的反向峰值电压。一般这一电压比反向击穿电压小 100V。

6. 通态平均电压 V_F

表 3-2 晶闸管浪涌电流规定值

额定电流/A		1	5	20	50	100	200	300
电流过载 倍数	1个周波	5	5	5	5	4	3	2
	3个周波	4	4	4	4	3	2.4	2.4
	6个周波	3.5	3.5	3.5	3.5	2.5	2.2	2.2
	15个周波	3	3	3	3	2.2	2	2

通态平均电压是指晶闸管导通后，通过正弦半波额定电流时，晶闸管 A、K 极之间在一个周期内的平均电压值，为管压降，一般为 0.6V-1.2V。他的大小反映了晶闸管的管耗大小，此值愈小愈好。

7. 正向转折电压 V_{BO}

这一电压的含义见图 3-12 中所示。

8. 控制极触发电压 V_G

控制极触发电压是指在晶闸管 A、K 极之间加上一定的正向电压下，使晶闸管从截止转为导通所需要的在 G、K 极之间加的最小正向电压值，一般为 1~5V。

9. 控制极触发电流 I_G

控制极触发电流是指在晶闸管 A、K 极之间加上一定的正向电压下，使晶闸管从截止转为导通所需要的最小控制极电流。一般为几十几百 mA。

10. 掣住电流 I_L

掣住电流是指晶闸管从断态到通态的临界电流，他为 2 至 4 倍的 I_H 。

五、识别方法

1. 型号组成

在 60 年代，晶闸管采用 3CT 型，具体型号组成如下所示：

3	C	T	—	x	/	x
表示三 个电极	表示 N 型 硅原材料	表示可控 硅器件		表示正、反向阻 断峰值电压级别		表示正向阻断 峰值电压 (V)

在 1974 年修订了晶闸管型号命名方法，具体型号组成如下所示：

K	P	x	—	x	x
表示闸 流特性	表示普通 反向阻断型	表示平均电 流系列 (A)		表示正、反向阻 断峰值电压级别	表示平均 电压组别

关于晶闸管型这里说明下列几点：

一是 KP 后面位置是一组数字，表示通态平均电流系列。规定从 1A 到 1000A 共分 14 级，

这组数字就是就电流值。例如：KP1 就表示平均电流为 1A。

第二个 \times 位置上也是一组数字，他表示正、反向阻断峰值电压级别。在使用中，将级别数 $\times 100$ 便是他的实际正、反向阻断峰值电压级别，单位为 V。

第二个 \times 位置上是一个字母，表示通态平均电压 V_F 。规定共分为 A、B、C 至 I 九组，A 为 $\leq 0.4V$ ，B 表示 $0.4V < V_F \leq 0.5V$ ，以后每组相差 0.1V，I 表示 $1.1V < V_F \leq 1.2V$ 。

2. 引脚识别方法

识别晶闸管的三个电极可以用后面将要介绍的万用表极测方法，也可以根据图 3-8 所示的外形示意图进行引脚的识别。

如图 3-8 所示的晶闸管外形示意图，图 3-8a 所示是 1A 至几 A 的小功率晶闸管，他的外形象一个大功率三极管，在识别引脚时，将管脚朝上，并将两根引脚朝上。见图 3-8 所示，这种位置时左边的为 G 极，右边的为 K 极，外壳是 A 极。

如图 3-8b 所示是几十至几百 mA 的晶闸管，他的外形象一般的金属封装的三极管。在识别引脚时，将引脚朝上，以突出键为起点，顺时针方向依次为 G、K、A 极，见图 3-8 所示。

如图 3-8c 所示是电流更小的晶闸管，这是非标准的封装。在引脚识别时，将圆球面对着自己，引脚朝下，此时自左向右依次为 G、A、K 极，如图所示。

如图 3-8d 所示是另外几种电流较大的晶闸管，他们有一个“辫子”似的控制极，在阳极上有一个 + 号，在阴极上有一个 - 号，以此符号来识别各引脚。

六、检测方法和选配方法

1. 万用表识别各引脚方法

利用万用表的 $R \times 10$ 档可以分辨出晶闸管的三个电极，具体方法是这样：黑表棒接一根引脚，红表棒接另一根引脚，测量一次电阻值。然后，红、黑表棒互换一次后再测量一次阻值。同样的方法黑表棒再找一根引脚，这样共测量三组红、黑表棒互换后的阻值。

在某一组中必有一次阻值为几至几百欧姆，另一闪为几百千欧以上，此时阻值小的那次黑表棒所接引脚为控制极，红表棒所接那根引脚为阴极 K，另一个则为阳极 A。

上述分辨晶闸管三根引脚的原理可用图 3-10a 所示来说明。在 G、K 极之间是一个 PN 结，且 G 极与 P 相连，故黑表棒接 G、红表棒接 K 时为正向电阻（阻值很小），红、黑表棒互换后为反向电阻（阻值大）。

从图中还可以看出，除 G、K 极之间具有一个 PN 结外，G、A 极之间和 A、K 极之间都有一个 PN 结，无论红、黑表棒怎样接，都有 PN 结处于反向状态，阻值均很大（无一大小现象）。

2. 质量检测方法

利用万用表的 $R \times 10$ 档（或 $R \times 1k$ ）可以对晶闸管作简单的质量检测。检测的原理是利用欧姆档测量各电极之间的正、反向电阻。具体方法是这样：黑表棒接 G 极，红表棒接 K 极，阻值应为几至几百欧，若开路或阻值远大于此值，则说明晶闸管已经损坏。

然后，红、黑表棒互换一次进行测量，应为几千欧，若开路或阻值远小于此值，则说明晶闸管损坏。

红、黑表棒分别测量 A 和 G 极之间，A 和 K 极之间的阻值，互换红、黑表棒后再测量一次，阻值应该均在几百千欧，否则说明晶闸管已经损坏。

在上述各项检测中，若有一项阻值不正常，则说明晶闸管已经损坏。在全部测量正常

后，可以说明晶闸管基本能够使用。

一般情况下，晶闸管主要是 A、K 极之间的击穿故障，或是因过流造成的开路故障。

3. 选配方法

在晶闸管损坏之后，应尽可能地用同型号管子代换。在进行选配时要注意以下几点：

1) 选用时，不管什么参数都不能留有很大的余量，因为余量反而不能起相应的作用。例如：选取用电流较大的管子去代替时，由于电流大了，要求的控制极触发电流也相应增大，而控制极的触发电路不能输出较大的触发电流，将造成不能触发或不能可靠触发的现象，使晶闸管不能正常发挥作用。

2) 有些小功率晶闸管外壳可以看到色点，这是用来表示触发电流级别的。常用红、橙、黄、绿、兰、紫、灰七种色点来表示，其红色点触发电流最小，约为百分之几到十分之几 mA。灰色点的触发电流最大，可达几十 mA，此时应先用相近色点的晶闸管代用。

3) 当晶闸管用作电子开关时，要考虑开关速度基本一致。

4) 对于螺栓型的晶闸管，由于外形和安装方式不同，不能用其他类型的晶闸管代用。

第三节 无脚元器件

一般的电子元器件都有两根以上的引脚，但有一种元器件没有引脚，即无脚元器件。无脚元器件顾名思义为无引脚的元器件，英文为 LeadLess，简记成 LL，所以无脚元器件又称 LL 元件。由于无脚元器件的安装方式与一般的有脚元器件是不同的，所以他又称为贴片元器件。

一、外形特征和电路符号

1. 外形特征

如图 3-14 所示是几种无脚元器件的结构及外形示意图。无脚电容器、电阻器、跨导线等的结构有圆柱形和矩形结构两种，图 3-14a 所示是圆柱形结构，图 3-14b 所示是矩形结构。在元件的两端处是金属电极，见图 3-14c 所示，作为“引脚”，焊在线路板上时就是利用这两端的电极。在无脚元件的外层涂有绝缘层。

另有一种楔形无脚电容器，其外形如图 3-14d 所示，他的两个电极设在基板的两侧，如图中所示。无脚管子外形如图 3-14e 所示，他在基体上伸出很短的电极。

无脚元器件由于没有引脚，所以他的装配方法也与普通元器件不同，普通元器件装在线路板的正面，通过线路板上的引脚孔，元器件引脚从孔中伸入线路板背面的铜箔线路一面。

无脚元器件的装配方法与此完全不同，如图 3-15b 所示，他直接装在线路板的铜箔线路一面。图 3-15a 所示是普通元器件装配示意图，图 3-15c 所示是楔形电容器的装配示意图。如图 3-15b 所示，无脚元件与线路之间用粘合剂粘合，无脚元件的两端电极与铜箔线路之间用焊锡焊上。如图 3-15c 所示安装楔形电容器时，要在线

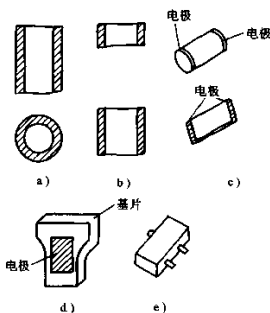


图 3-14 无脚元器件结构及外形示意图

路板上开个槽缝，将元件插入，再在两侧电极与铜箔线路之间焊上焊锡。

无脚元器件具有这样下列一些特点：

1) 元器件无引脚，装配方式不同。

2) 元器件体积很小，故又称之为微型元器件，一只无脚电阻器、电容器的体积为 $2\text{mm} \times 1.25\text{mm} \times 0.7\text{mm}$ ，一只三极管的体积为 $2.9\text{mm} \times 2.8\text{mm} \times 1.25\text{mm}$ ，

可见体积之小，所以这种元器件主要用于一些体积很小的电子装备中。

3) 无脚元器件适合于自动化装配、焊接（采用贴片机装配）。

4) 无脚电阻器的阻值从几 Ω 至十 $\text{M}\Omega$ ，无脚电容器的容量为几 pF 至数十万 pF 。

5) 无脚晶体管中不仅有普通二极管，还有稳压二极管、开关二极管、低频三极管和特高频三极管等。

2. 电路符号

如图 3-16 所示是几种无脚元件的电路符号，他们用一个长方框表示。图 3-16a 所示是无脚电阻器的电路符号，在框内用 $R \times \times$ 表示是电阻器。图 3-16b 所示是无脚电容器的电路符号，在框内用 $C \times \times$ 表示。图 3-16c 所示是无脚跨导线。

所谓跨导线其实质是一个导线，其阻值为零，他的作用可用如图 3-17 所示的线路来说明。图 3-17a 所示是采用导线作为跨导线的示意图，为了使相隔的两条铜箔线路 A、B 连通，但又不能与中间两条铜箔线路相碰，此时可用一根导线跨接于 A、B 两点。这种跨导线在线路板的元器件一面，在打开机壳后可以看到线路板上的这种导线跨导线。

图 3-17b 所示是采用无脚跨导线的示意图，无脚跨导线的电阻为零，这样也将 A、B 两点连接。不同的是无脚跨导线直接焊在线路板的铜箔线路一面。

二、表示方法

1. 颜色表示含义

表 3-3 常见无脚元件色码含义

颜色	元件名称	颜色	元件名称
乳白色(无色环)	跨导线	绿色(有色环)	陶瓷电容器
乳白色(有色环)	碳膜电阻器	粉红色(有色环)	半导体电容器

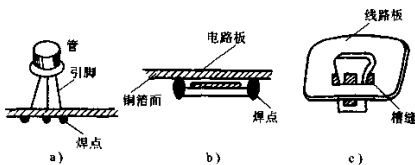


图 3-15 无脚和有脚元器件安装方式示意图

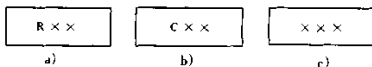


图 3-16 无脚元器件电路符号

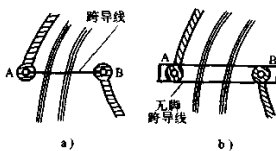


图 3-17 跨导线示意图

常见的无脚元件是无跨导线、无脚电阻器和无脚电容器。他们的外形相似，用元件表面的颜色和色环来表示各种元件，表 3-3 所示是这些色码的含义。

2. 标称值表示方法

圆柱形无脚元件的标称值可采用色环表示方法，一般为 3 条色环，有的则是 4 条，其中第 1、2 表示有效值。为了区分第 1 条色环，第 1 条色环比其他色环要粗一些，如图 3-18a 所示。

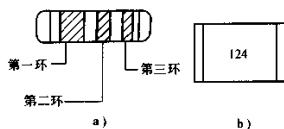


图 3-18 圆柱形无脚元件示意图

表 3-4 所示是圆柱形无脚电阻器色码含义（单位为 Ω ）

圆柱形无脚元件也可以采用 3 位数表示法。矩形无脚元件通常采用 3 位数表示方法，如

表 3-4 圆柱形无脚电阻器色码含义

颜色	第 1 位有效数	第 2 位有效数	倍乘数
黑	0	0	10^0
棕	1	1	10^1
红	2	2	10^2
橙	3	3	10^3
黄	4	4	10^4
绿	5	5	10^5
蓝	6	6	—
紫	7	7	—
灰	8	8	—
白	9	9	—
金	—	—	10^{-1}

图 3-18b 所示。这种 3 位数表示方法同前面介绍的 3 位数表示方法含义一样，在此省略。

3. 允许偏差表示方法

允许偏差表示方法通常分为三个等级，用字母表示，即 K 为 $\pm 10\%$ 、J 为 $\pm 5\%$ 和 G 为 $\pm 2\%$ 。此外，还有 M 为 $\pm 20\%$ 、S 为 $+5\%$ 和 -20% 、Z 为 $+30\%$ 和 -20% 、C 为 $\pm 0.25\text{pF}$ 、D 为 $\pm 0.5\text{pF}$ 、F 为 $\pm 1\text{pF}$ （C、D、F 适合于电容器）。

4. CC41 型矩形无脚瓷介电容器型号命名方法

CC41 型无脚电容器是国产元件（四川成都无线电四厂生产），他的型号组成如下：

CC41 -	0805 -	CG -	102	K -	50
1	2	3	4	5	6

第一项是名称。第二项是外形尺寸代号，外形尺寸代号中除 0805 外还有 1206，其中后者尺寸大于前者。第三项是温度特性，这项中用两个英文大写字母表示，其中第一个字母表示温度系数组别，如表 3-5 所示。

表 3-5 CC41 型无脚电容器第一字母含义

符 号	C	R	S	T	U
温度系数/ $(10^{-6}/^{\circ}\text{C})$	0	-220	-330	-470	-750

第二个字母表示温度系数允许偏差, 如表 3-6 所示。

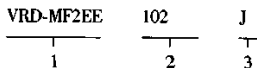
表 3-6 CC41 型无脚电容器第二字母含义

符 号	G	H	J	K
温度系数允许偏差	$\pm 30\%$	$\pm 60\%$	$\pm 120\%$	$\pm 250\%$

第四项是标称容量, 他采用三位数表示方法, 但当容量小于 10pF 时, 则采用字母数字混标法, 例如: 1.5pF 标为 $1\text{p}5$, 0.5pF 标为 $0\text{p}5$ 。

5. VRD - MF2EE 型圆柱形无脚电阻器型号命名方法

VRD - MF2EE 型圆柱形无脚电阻器是日本夏普公司的产品, 其型号组成如下:



第一项是型号。第二项是标称容量, 采用三位数表示方法。第三项是允许偏差值, 采用字母表示。

三、检测方法和修配方法

1. 检测方法

各种无脚元器件的检测可以采用万用表的 $R \times 1\text{k}$ 档, 先分辨他是电阻器还是电容器、跨导线等, 然后再按检测电阻器、电容器的方法进行检测。关于跨导线要说明一点, 他的两电极之间的阻值为零。对无脚无器件, 同样可以用代法检查。

2. 修配方法

在确定无脚元器件损坏后, 可以用普通元器件去代用, 具体操作方法是这样: 先焊下已坏的无脚元器件, 拆卸时要比普通元器件难度大些, 最好设法吸掉电极上的焊锡, 当有粘合剂粘住元件时要妥善处理, 不要在扒下元件时将铜箔线路损坏。

然后, 焊上普通元器件时可以直接焊在线路板的背面。有些线路板在无脚元器件焊点处仍留有元器件引脚孔, 此时可用此孔, 目前无脚元器件的备件很缺少, 所以通常用普通元器件代用, 此时只要注意标称参数一致, 另外选用体积较小的元器件, 因为无脚元器件的功率均很小。

第四节 散热片、电路板和印制电路板

散热片是用来帮助工作在大电流、输出大功率信号三极管和集成电路散热的元件, 散热片在家用电器中主要用于下列一些场合:

- 1) 套在功率放大管外壳上作为散热元件。
- 2) 装在功放集成电路上作为散热元件。
- 3) 装在稳压电路中的电源调整管上作为散热元件。
- 4) 装在彩色电视机等电源电路中的开关管上作为散热元件。

5) 装在电视机的行输出电路中的行管上作为散热元件等。

电路板则更是不可缺少的部件，他用来固定元器件，连接各元器件之间的线路，任何电子电路中都少不了电路板。

一、散热片

1. 热阻概念

不同材料对热的传导能力不同，阻碍热传递的阻力称之为热阻。

2. 散热片外形特征

如图 3-19 所示是两种散热片的外形示意图。

关于散热片的外形特征主要说明以下几点：

1) 散热片的形状可以是平板式的，也可以是各种型材式的，为铝材料。

2) 散热片套在功率放大管的管壳上，用螺丝固定在功放集成电路上，根据这些特征可以方便地在电路板上找出散热片。

3. 散热片作用

功率放大管等在工作时，集电结要产生大量的热量，如若不及时地将这些热量散发掉，将大大影响他的耗散功率 P_{CM} ，轻者影响器件的输出功率，重则损坏器件。这是因为晶体管存在着热阻，影响了这些热量的散发。为此，在一些输出功率较大的场合下，给功率放大管和功放集成电路等装上散热片，以帮助它们散热。

如图 3-20 所示是功放集成电路 $\mu PC2002H$ 在加不同散热片时的允许功耗曲线。从这一曲线中可以看出，当不给这一集成电路加散热片时的最大允许功耗约为 2W，而在加了 $100mm \times 100mm \times 2mm$ 的散热片后，其最大允许功耗可达到 10W 以上，这就充分说明了散热片在功放三极管和功放集成电路中的“积极”作用。

加入散热片后功放管的热阻会大大减小，集电结的热量容易散发到空间，因而使功率放大管结温不太高。反过来讲，加了散热片之后降低了三极管的热阻，在相同的环境温度下功放三极管可以承受更大的耗散功率，这就是为什么要加散热片的原因。

4. 散热板式散热片特性

散热片可以分成两大类：一是散热板式散热片，二是散热型材式散热片，见图 3-19 所示。图

3-19a 所示为散热板式的散热片。图 3-19b 所示是散热型材式的散热片，在散热型材式的散热片中，其具体的形状变化很多。

散热片本身也具有热阻，其热阻愈小散热效果愈好。对于散热板式散热片的热阻不仅与散热板的面积有关，还与散板的厚度有关，并且与散热板放置方式有关，如图 3-21 所示曲线可以说明他们之间的关系。

从图中可以看出，在相同放置方式下，散热板面积愈大，其热阻愈小，散热效果愈好。A、B 所示曲线是散热板水平放置时的曲线，C、D 曲线是散热板垂直放置时的曲线，由此可

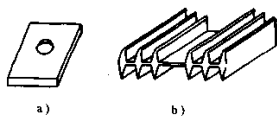


图 3-19 几种散热片外形示意图

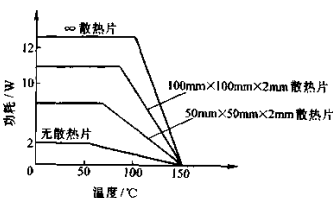


图 3-20 $\mu PC2002H$ 允许功耗特性曲线

知在散热板面积、厚度相同的情况下，垂直放置时的热阻小，散热效果好。从曲线中还可以看出，当散热片的厚度不同时其散热效果也不同。A 为 1.5mm 时的曲线，B 是厚度为 3mm 时的曲线，他们都是水平放置方式，但 B 曲线的热阻小，说明散热效果更好。

关于散热板还要说明以下几个方面的问题：

1) 在散热板尺寸相同的条件下，应尽可能地采用垂直放置的方式，这可提高散热效果，当然垂直放置可能受到机壳空间的限制。

2) 在一定厚度下，当散热板的面积增大到一定程度后其热阻不再明显下降，这一点可以从图 3-21 所示曲线中看出。此时，可增大散热板的厚度。

5. 散热型材式散热片特性

如图 3-22 所示是散热型材式散热片的热阻特性曲线，从图中可以看出，当散热型材的包络体积增大时，可有效地降低散热片的热阻。

关于散热型材式的散热片还要说明以下几个方面的问题：

1) 当散热型材的长度和宽度相当时，其散热效果最好。

2) 由于散热型材式散热片的成本高于散热板，所以主要用于一些大功率三极管、功放集成电路中的散热。

6. 散热片的装配

在修理中，当需要更换功率放大管或功放集成电路时，会遇到拆卸和装配散热片的问题，通常散热片采用热阻较小铝材制成，散热片与三极管、集成电路的组合方式有下列两种情况：

(1) 直接装配方式。为了提高散热效果，通常将散热片直接套在功放三极管的外壳上，或直接固定在功放集成电路本身的散热片上，并在管子与散热片之间涂有一层白色油状的硅脂，他用来帮助传热，以便使三极管外壳与散热片之间传热性能更好。所以，在更换管子时不要将此东西擦净。

这种装配方式中的散热片，要么与电路之间绝缘，要么散热片接地。

(2) 云母片绝缘装配方式。为防止装上散热片后将三极管外壳或集成电路散热片与其他电路短路，采用云母片作绝缘，即在三极管外壳与散热片之间垫一块很薄的云母片，云母片是绝缘的，又是导热的，这样达到绝缘和导热的双重目的。

此时，在更换三极管或集成电路后，切不可忘记将此云母片装上，否则会造成短路故障。

另外，装配时要注意拧紧散热片的固定螺丝，使散热片与外壳之间没有缝隙，否则会影响散热效果，严重时损坏三极管或集成电路。

二、电路板

1. 外形特征

如图 3-23 所示是电路板的外形示意图。

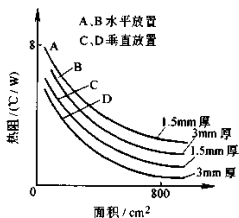


图 3-21 散热板式散热片热阻特性曲线

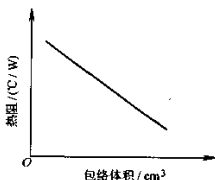


图 3-22 散热型材式散热片热阻特性曲线

关于电路板的外形特征主要说明以下几点：

1) 电路板的厚度在 1mm 左右，大小根据不同用途而不同。形状一般是长方形，也有其他形状。

2) 在电路板上有许多小孔，孔径为 1mm 左右，这是元器件引脚孔，元器件的引脚从此孔伸到背面的铜箔线路上。不过，有些机器中采用了无脚元器件，这种元器件没有引脚（电阻器、电容器和晶体管等都有这种情况），此时电路板上可以没有孔，因为无脚元器件安装时不要孔。

3) 在电路板的背面有形状不同的长条形铜箔线路，他是用来连接各元器件的线路，铜箔线路是导体。

2. 结构

电路板的正面有元器件，其背面是铜箔线路，目前家用电器中主要使用单面铜箔电路板，即电路板只有一面上有铜箔线路。通常，铜箔线路表面往往涂有一层绿色绝缘漆，起绝缘作用，在测试和焊接中要注意，先用刀片刮掉铜箔线路上绝缘层后再操作。铜箔线路很薄、很细，容易出现断裂故障，特别是电路板被弯曲时更易损坏，在修理中要注意这一点。

一台机器中，可能只有一块电路板，但也有可能会有许多块。当有许多块电路板时，往往是某一部分功能电路装在一起，这对修理操作来讲比较方便，因为检查故障时只要拆下相关的电路板即可。

3. 电路板拆卸方法

在修理过程中，为了检查的需要常要拆卸和装配电路板，具体的拆卸操作步骤、方法和注意事项如下：

(1) 拆下电路板上的所有固定螺丝（将拆下的螺丝放在专门的盒子中），解除妨碍电路板翻转的引线卡、接插件和其他小机关。

(2) 翻转电路板，使之脱离机架，让电路板处于有利于检查线路的状态。在电路板翻转过程中若有阻碍，切不可强行翻转，应解除妨碍的引线等后再翻转。

(3) 需要通电检查时，应将电路板上的各接插件插上，并将电路板搁在适当地方，既要方便检查电路又要防止电路板上的电路焊点与机架金属部件或其他电路板相碰，以免通电后造成电路的短路。可用纸将电路板与机架隔开，也可以用手拿着电路板（此法不适合彩色电视机）。

(4) 在拆卸电路板过程中要注意下列一些问题：

- 1) 固定螺丝要全部卸掉，并妥善保存。
- 2) 在翻转电路板时要小心，不可用力过猛，否则会拉断引线。
- 3) 通电前要插上各引线插头，注意电路板与机架、其他电路的绝缘。
- 4) 当拆下后较长时间不检查电路应即时将电路装上复原，以防止时间长了固定螺丝掉了、安装位置忘了等。

在家用电器中，收录机和录像机的电路板拆卸最为困难，彩色电视机和黑白电视机的电

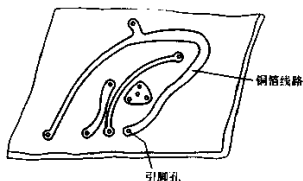


图 3-23 电路板示意图

路板拆卸较为方便。

4. 电路板装配方法

电路板的装配过程和注意事项如下：

- (1) 先将线路板装在机架上，应让线路板到位、平整。插上各引线插头和小机关。
- (2) 均匀拧紧各固定螺丝，即不要装一个螺丝就拧紧一颗，而是先将各螺丝装上，再对角均匀拧紧。如若有不平整和线路板螺丝孔不到位现象时，切不可强行拧紧。
- (3) 装配线路板过程中要注意下列几点：
 - 1) 不要将引线压在线路板与机架之间。
 - 2) 线路板螺丝孔内不应该有引线。
 - 3) 当固定螺丝有长、短之分时要特别小心，装错位置可能使螺丝穿出机壳，而从损坏面板。
- (4) 装好电路板之后，检查盒子内是否还有固定螺丝，还有时说明某位置仍有螺丝未装上，应避免机器的螺丝愈修少现象。
- (5) 有些电路板的固定螺丝孔旁有特殊的标记，供指示装配螺丝的位置。
- (6) 对于面积很大的线路板，固定螺丝很多，在拆卸时应该记住各螺丝的具体位置，必要时画个草图，以免装配出错，因为有些螺丝可能不是线路板的固定螺丝，而是机壳等其他部件上的固定螺丝。

三、印制电路图

1. 作用

印制电路图与电路板密切相关。印制电路图是检修机器电路故障过程中的一个重要图纸（有时他还不是图纸），他的作用主要有以下几个方面：

- 1) 他表示了电原理图上的各元器件在线路板上实际位置。
- 2) 他表示了电路板上铜箔线路的走向。
- 3) 他方便了从电原理图到实际线路板的对应过程。印制电路图不像电原理图那么画得有规律，而是显得杂乱无章，这给阅读印制电路图造成了麻烦，即在图中寻找某个具体的元器件不够方便。

2. 种类

印制电路图有下列两种：

(1) 印制电路图纸。此时有一张与实际电路板一样大小的图纸，修理中可以先在印制电路图纸上先找到所要找的元器件，再根据图纸上位置的指示，在实际电路板中寻找。

(2) 没有图纸的印制电路图。此时在实际电路板各元器件旁直接标出元器件在电原理图中的编号，如在某三极管旁标出 2V1，说明这是电原理图中编号为 2V1 的三极管。根据电路板上这些元器件的标注可找到所要寻找的元器件，目前家用电路中大多采用这种印制电路图，特别是进口机器中应用更加广泛。

3. 阅读印制电路图方法和技巧

修理中要频繁与印制电路图打交道，因为修理过程中的逻辑推理思路虽在电原理图中建立，但具体的实施在实际电路板上，每当有一个检查项目产生时，都要在电路上找到具体的测试点或元器件，由于印制电路图的绘制不具备规律性，对印制电路图的识图工作量较大，尤其是初学者开始时无从下手、一筹莫展。

掌握一些阅读印制电路图的方法和技巧,无疑可大大提高识图和检修速度。下面介绍一些阅读印制电路图的方法、经验和技巧:

(1) 铜箔电路板上的地线处处相连(极个别的电路板除外,如彩色电视机中有例外),在测量电压时要找到地端,此时任一点的地均可以在检修中作为地线使用。开关元件金属外壳、变压器金属外壳等都是接地的,他们比较容易找到,故这些元器件的金属外壳作为地线是最方便的。

(2) 找某个具体元器件时,要注意他与一些特殊元器件的关系,这里以如图 3-24 所示电路为例。如图 3-24a 所示电路,现在要找到 $2R_1$ 这只电阻, $2R_1$ 的一端接地,另一端与三极管 V_1 的发射极相连,此时若直接找 $2R_1$ 则比较困难,因为线路板中的电阻器很多,可以先找到三极管 V_1 ,因为电路板中的三极管毕竟较少,很容易找到 V_1 。在找到 V_1 后,根据三极管的引脚分布规律很容易找到发射极,那么与发射极铜箔线路相连的那只电阻就是 $2R_1$ 。

如图 3-24b 所示电路,要找电容 $2C_1$,也不必直接去找 $2C_1$,因为电路中电容器也很多,而是先找集成电路 A_1 (集成电路在电路板中较少),因为 $2C_1$ 的一端与集成电路 A_1 的 1 脚相连。在找到集成电路 A_1 后,根据集成电路的引脚分布规律找到 1 脚,从 1 脚的铜箔线路出发经过 $2R_1$ 后便是 $2C_1$,用这种方法寻找 $2C_1$ 最快。

上述方法还可以扩展到其他电路板中较少的元器件中,如变压器、开关等。总之,应避免直接寻找电阻、电容这两种元件,因为他们在电路板中太多。但对大容量的电解电容,例如 $2200\mu\text{F}$ 的电解电容,由于他们在电路板中所用量很少且有明显的特征,如体积很大,可直接寻找他。

(3) 对于三极管、集成电路采用引脚分布规律来识别他们的各引脚很方便,例如要找某集成电路的 15 脚,此时先找到该集成电路,再用集成电路的引脚分布规律则很容易找到 15 脚,有关三极管和集成电路的引脚分布规律在前面已经介绍。但是,要注意分辨引脚排列时的识别方向,三极管或集成电路装在电路板上,正面朝上,而引脚在电路板的背面,此时方向反了 180° ,很容易在电路板翻了一面后将第一根引脚的方向搞错而找错了引脚。

另外有些电路板上,在集成电路引脚四角标出了该集成电路的引脚序号,如图 3-25 所示,此时识别引脚就更方便了,直接利用这一指示进行引脚识别。

(4) 在检查电路时,可以根据电路板上有特征的元器件,大体上将电路板上各部分元器件分类,即可以看出他们是哪部分电路中元器件,这对提高检查速度也有益。例如,带有散热片的集成电路是功放集成电路,在他附近的元器件是低放电路中的元器件;有 4 只二极管在一起的是电源电路中的整流电路等等。

(5) 在观察铜箔线路走向时,为了避免看错,可用彩色笔在所要检查的铜箔线路上画上彩线。在观察铜箔线路与元器件各引脚之间连接关系时,可将电路板拿起来,再用一盏台灯照在铜箔线路一面,如图 3-26 所示。

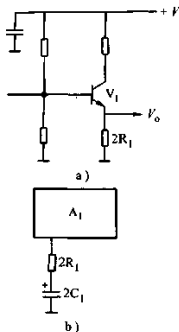


图 3-24 示意图



图 3-25 示意图

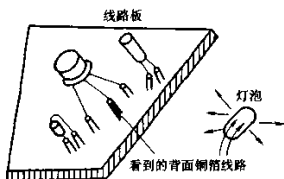


图 3-26 示意图

此时可在元器件一面清楚地看到背面铜箔线路的走向和与各元器件引脚是否相连的关系。这种方法对无电原理图修理时弄清楚电路结构更为有效，他可以避免将电路板从正面翻到背面的繁琐操作。

(6) 当所要检查的铜箔线路很长时，为了确定这条铜箔线路两 endpoint，可用万用表 $R \times 1$ 档测量两个 endpoint 之间的电阻，电阻为零说明是同一条铜箔线路，若不为零则说明这两 endpoint 不在同一铜箔线路上。

第四章 黑白电视机专用元器件

第一节 电视接收天线、天线馈线和阻抗变换器

电视接收天线是用来接收电视信号的，电视机在工作时离不开天线，良好的天线性能有助于提高收看图像的质量和伴音的质量。天线馈线是用来连接电视机天线与电视机的专用引线，它的任务是将天线接收到的电视信号以最小的衰减送到电视机的输入端，不拾取杂乱的干扰信号。

阻抗变换器设在天线插头内部，起阻抗变换等作用。

一、电视接收天线

1. 外形特征

如图 4-1 所示是几种电视接收天线的结构和外形示意图。

图 4-1a 所示是用于室外的半波振子天线。图 4-1b 所示是用于室内的折合振子天线，图 4-1c 所示是室内的不对称型天线（单根拉杆天线），图 4-1d 所示是对称型天线。

关于电视接收天线的特征主要说明下列几点：

1) 天线的形状有多种，体积较大。

2) 大多数天线有两根引出线（单根拉杆天线只有一根引线），天线的两根引出线与电视机电路的连接方式有两种：一种是一根引出线不接电路的地线，二是有两根引出线接电路的地线。

3) 室外天线通过馈线与电视机相连，固定在电视机上的天线直接与电路相连。

2. 电视接收天线种类

电视机接收天线的种类很多，按结构、原理划分主要有半波振子天线和折合振子天线两种；按架设位置划分有室外和室内天线两种；按方向性来划分有多向天线和定向天线；按频道划分有单频道和全频道天线等。

3. 谐振频率概念

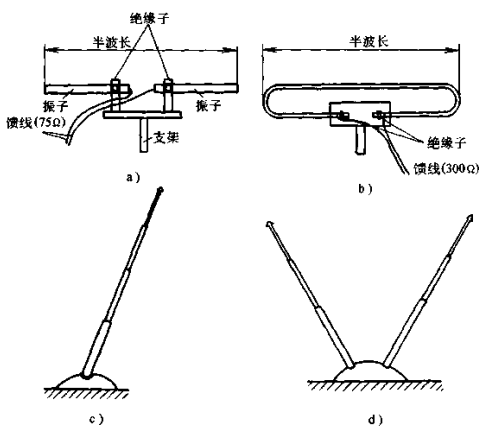


图 4-1 几种电视接收天线示意图

天线有它的谐振频率，半波振子天线的谐振频率取决于天线的总长度。当天线的谐振频率等于接收信号频率时，天线能最大程度地传输信号，此时天线对信号的衰减量为最小。当天线谐振频率与接收信号频率不一致时，信号在天线中便受到不同程度的衰减。对于半波振子天线和折合振子天线而言，当天线的总长度为接收信号波长一半时，其接收效果最好。

4. 天线主要参数

天线的主要参数有以下几项：

(1) 天线阻抗。在天线接线端感应的信号电压与电流之比称为天线阻抗。这一阻抗是高频交流阻抗，不是直流电阻。从图 4-1 所示中可以看出，对半波振子天线的阻抗为 75Ω ，而折合振子天线的阻抗为 300Ω 。

(2) 天线方向性。天线接收信号是有方向性的，即有最大接收方向。当天线只有一个最大接收方向时称为单方向性天线，有多于一个最大接收方向时称为多方向性天线。如图 4-2 所示是天线方向性示意图。

图 4-2a 所示是折合振子天线方向性示意图，从图中可以看出这是双向方向性的天线，将最大接收方向对准电视台将能获得最好的接收效果。双向性天线由于存在两个最大接收方向，另一个方向将会拾取干扰信号，所以多方向性天线抗干扰能力低于单方向性天线。

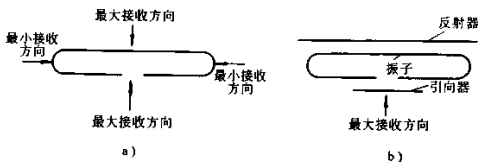


图 4-2 天线方向性示意图

图 4-2b 所示，在振子前面有一个较短的引向器，在后面再加上一个较长的反射器，这样振子天线变成具有单方向的天线，其最大接收方向如图中所示。

(3) 天线增益。不同类型的天线其接收信号的能力是不相同的，这用增益来表示。天线的增益是天线最大接收方向上的最大信号电压或功率与基本半波振子天线最大信号电压或功率之比，显然天线增益是以基本半波振子天线接收能力为基准的。

天线的增益愈大，方向性愈强，抗干扰的能力愈强。

(4) 天线通频带。天线的谐振频率是一个频率点，可电视信号的频带有 8MHz 之宽，天线在接收谐振频率之外信号时有所衰减，所以要求通频带较宽才能获得良好图像和伴音信号。

天线的通频带与振子的直径有关，直径愈大通频带愈宽。

5. 天线故障特征、检测和修配方法

关于天线的故障特征、检测和修配方法主要说明以下几点：

1) 天线的主要问题是馈线与天线接触处的接触不良问题，特别是室外天线长期暴露在外，容易出现上述故障。另外，馈线与天线接头处断了一根引线也是常见问题。在出现上述故障时，电视机的收看质量明显变劣。对于断线和接触不良故障可以用万用表的欧姆档检测。

2) 室外天线支架断，天线严重偏离正常接收方向，此时接收质量也明显下降，特别是弱信号电台效果更差。

3) 天线在装配、调试过程中要注意方向，可先搞清楚电视台的大致方向，再接收一个

节目，通过旋转天线方向使图像和伴音质量最好。

四是关于天线选配问题，应根据具体情况而定，通常居住楼房高层时可选用室内天线，在距电视台较远或住底层时，应尽可能选用室外天线，架设在楼顶上。室外天线使用方便，信号质量高。在选要室外天线时，最好选用可以进行天线方向调整的天线。

二、电视天线馈线

无论室内、室外天线，都要通过馈线将天线与电视机连接起来，只是室外天线因馈线较长而更要注意馈线的选型和质量，因为无论什么馈线，其长度愈长对信号的损耗愈大，引起的干扰也愈大。固定在电视机内的天线可以不用专门的馈线。

1. 外形特征

如图 4-3 所示是电视机中常用的两种馈线外形示意图，图 4-3a 所示是 300Ω 的扁平馈线，图 4-3b 所示是 75Ω 的同轴电缆。

关于电视机馈线的外形特征主要说明下列几点：

1) 这两种馈线一个是扁形的，一个是圆形的，从外形上很容易分辨它们。

2) 两种馈线均为两根引线，但一个是平行放置的，一个是同芯放置。

3) 扁平馈线中，两根引线是平行设置的，两引线之间的间距处处相等。

4) 同轴电缆中，芯线在最里面。这两种馈线之间由于阻抗不同，是不能互换使用的。

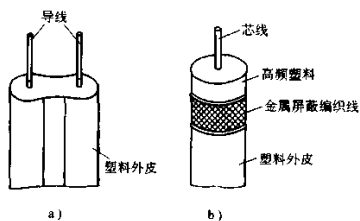


图 4-3 两种常用馈线外形示意图

2. 种类和特性

(1) 种类。馈线按阻抗划分有 75Ω 、 100Ω 和 300Ω 三种，电视机中主要使用 75Ω 和 300Ω 两种。按馈线对称与否又分成对称式（又称平衡式）馈线和不对称式（不平衡式）馈线两种。

(2) 特性。在扁平馈线中，两根导线之间的间距是处处相等的，由于两导线对地电容是相等的，所示它是平衡式馈线。

馈线的阻抗是指传输高频信号的电压与电流之比，它与馈线的结构有关，扁平馈线的阻抗为 300Ω 。

扁平馈线外壳是聚氯乙烯绝缘材料，无金属屏蔽网，故导线周围的电磁场是开放的，高频下因辐射电磁波而增加了信号损耗。特别是在 U 段，因频率更高而损耗更大，故扁平馈线一般不适用全频道电视机作为馈线，可适用于 V 段（1~12 频道）。

另外，使用中的扁平馈线应远离电源线，以防止受 50Hz 交流市电源的干扰，还应远离大的金属体，以避免影响收看质量。

在 75Ω 同轴电缆中，芯线在最里面，外有高频损耗较小的绝缘外壳。同轴电缆也是两根导线，一是芯线，二是金属网作为接地线。这样两导线对地端的电容不相等，故为不平衡式馈线，其阻抗有 50Ω 、 75Ω 和 100Ω 多种，电视机中采用 75Ω 的同轴电缆。

在同轴电缆中，电磁波只局限于芯线与屏蔽网之间的介质中传输，这是封闭的，故损耗较小。同轴电缆适合于全频道电视机中使用。

3. 故障特征

1) 馈线主要故障是引线的接头处断线，特别是同轴电缆馈线与插头之间，拆下插头可以看出断线处，此时严重影响电视机的接收效果。

2) 馈线内部断线故障也不能忽视，特别是使用时间较长的同轴电缆容易出现这一问题，此时不能从外表上看出断线处，要用万用表进行测量。

3) 两根引线相碰故障，主要发生在插头的接线处，此时电视机所接收的各电台信号均很弱。

4. 检测和选配方法

在检测和选配馈线过程中要注意以下几个方面的问题：

1) 可以用直观检查法来检查，也可以用万用表 $R \times 1$ 档测量馈线电阻的方法来判断，即分别测量馈线中的两根引线的头和尾之间电阻大小，主要检查是否存在开路故障，然后测量两根引线之间是否存在相碰故障，两根引线之间的阻值应该为无穷大。

2) 选用馈线时要注意阻抗的匹配，只有阻抗匹配时才能最有效地传输信号，否则阻抗不匹配会在馈线上产生反射波的损耗。

所谓阻抗匹配是指馈线与天线之间、馈线与电视机之间的阻抗匹配。电视机的输入阻抗为 75Ω （不平衡式），天线阻抗则因种类不同而异，当它们之间不匹配时可用阻抗变换器来匹配。单杆拉杆式天线是 75Ω 不平衡式的，可用 75Ω 同轴电缆与电视机直接连通。

3) 在装设室外天线时，若馈线太长，从减小信号损耗这个角度上讲则应剪去多余的馈线。

三、阻抗变换器

高频头的高频信号输入端（输入插座）的输入阻抗是 75Ω 的，要求直接与该插座连接的馈线阻抗也是 75Ω 的，否则的话要进行阻抗匹配，这一任务由阻抗变换器来完成，如图 4-4 所示。当采用 75Ω 天线时可以直接与高频头输入端相连，当采用 300Ω 天线时则要通过阻抗变换器。

1. 外形特征

若天线与高频头之间的阻抗不匹配，则信号传输的损耗大，图像和伴音质量差。如图 4-5 所示是阻抗变换器示意图。

图 4-5a 所示是具有外壳的阻抗变换器外形示意图，它的两个螺丝端是输入连接处，其输入阻抗为 300Ω 。它的头部是输出端，其输出阻抗为 75Ω 。这样通过它将 300Ω 转换成了 75Ω 。这种带外壳的阻抗变换器是不设在电视机内部的。

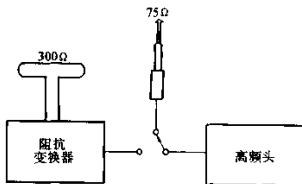


图 4-4 阻抗变换器位置示意图

图 4-5b 所示是阻抗变换器的内部结构示意图，当黑白电视机有 300Ω 和 75Ω 两个天线输入插口时，机内便装有一个这样的阻抗变换器（没有外壳）。

图 4-5c 所示是阻抗变换器连线示意图。

2. 阻抗变换器结构

阻抗变换器是在镍锌 10 型双孔高频磁芯的每个小孔内，用两根 0.4cm 左右的线分别并绕 4 匝左右，这样每个小孔内有两组线圈，两个孔一共有四组线圈。它的具体结构和应用

时的接线如图 4-6 所示。

3. 阻抗变换器作用

阻抗变换器有两个作用，它除了用来进行阻抗的变换外，还要进行平衡和不平衡的变换。所谓平衡和不平衡是指输入端、输出端的电路结构，通俗地讲当输入端或输出端中的两个端点有一个接地时，称为不平衡式输入或不平衡式输出（这是电子电路中常见的输入、输出方式）。当两个端点均不接地时，称为平衡式输入或平衡式输出。如图 4-6b 所示，A、G 是阻抗变换的输入端，这两个端点均不接地，所以输入端是平衡式输入，因为 300Ω 的扁馈线也是平衡式的。

阻抗变换器的输出端是 B、H 端，其中 H 端是直接接地的，所以输出端是不平衡式的，这是因为高频头输入端是不平衡式的。

4. 平衡与不平衡转换原理分析

在分析这一转换原理之前，先要介绍传输变压器的概念，可用如图 4-7 所示的示意图来说明。在磁芯的每个小孔中用两根导线平行绕制，一个孔中是 AB、CD 两根导线，由于它们是并行绕在一个磁孔中的，所以 A 和 C 端是同名端（用小黑点来表现是同名端，同名端的信号电压相位相同），并且 A 和 B 之间电压 V_{AB} 与 C 和 D 之间电压 V_{CD} 是相等的，即有 $V_{AB} = V_{CD} = -V_{DC}$ ，如图 4-7a 所示。

根据图 4-7a 可知，有下式成立：

$$V_i = V_{AB} + V_O + V_{DC} = V_{AB} + V_O - V_{DC} = V_O$$

这一等式说明，以 A、C 作为输入端，以 B、D 作为输出端，从输出端输出的信号电压等于从输入端输入的信号电压。这样，图 4-7a 所示的电路可以用图 4-7b 所示的电路来等效，这是一个变压比为 1 的变压器，其输入阻抗等于输出阻抗。设输入阻抗为 R_1 ，等于 150Ω ，则输出阻抗为 R_2 ，也等于 150Ω 。

在磁芯的另一个磁孔中的两根导线，也等效成一个这样的变压比为 1 的变压器，对这一等效电路的分析省略。

如图 4-6b 所示电路，现在来分析它的平衡和不平衡的转换过程。先分析它的输入端是平衡的。由于 C、D 端均是接地的，这样 C 点的电位等于 D 点的电位，C、D 两点之间的电压为零。又因为线圈 AB 和 CD 之间是变压比为 1 的变压器，这样 A 点和 B 点之间的电压为零，A 点的电位等于 B 点的电位。

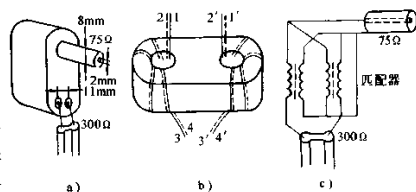


图 4-5 阻抗匹配器外形示意图

a) 外形 b) 绕组 c) 接线

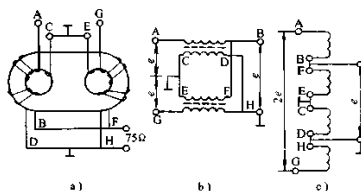


图 4-6 接线图

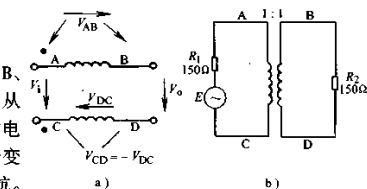


图 4-7 传输变压器原理示意图

假设在 A、G 点之间加有 $2e$ 的电压，这一电压在这样的串联线圈回路中分压，即线圈 AB、FE、CD、HG，由于线圈 AB、CD 两端的电压为零，这样 $2e$ 的电压在线圈 FE 和 HG 上的电压相等，即均为 eV 。由于 H 点是接地的，这样 G 点电压比地低 eV 。又由于 F 点电压比 E 点电压高 eV ，而 F 点电位等于 B 点的电位，B 点电位等于 A 点的电位，这样 A 点的电位比地高 eV 。

从上述分析可知，A 点比地高 eV ，而 G 点比地低 eV ，这样 A、G 点之间对地而言是对称的，即是平衡的。所以，这一阻抗变器的输入端是平衡式的。

再来分析阻抗变换器的输出端是不平衡式输出，这一点是很理解的，如图 4-6b 所示电路图，由于输出端中的 H 点是接地的，B 点不接地，所以这是不平衡式输出电路。这样，阻抗变换器完成了平衡与不平衡的转换。

5. 阻抗变换器的阻抗变换原理分析

利用前面的变压器的概念是比较容易理解阻抗变换原理的，将阻抗变换器电路重画成如图 4-8 所示形式。

从图中可以看出，上下共有两个变压比为 1 的变压器，对每一个变压器而言，输入电阻是等于输出电阻的，即 $R_1 = R_2$ 、 $R_3 = R_4$ ，设四个电阻的阻值均为 150Ω ，对输入端而言， R_1 和 R_2 之间是串联的关系，所以总的输入电阻为 $150 + 150 = 300\Omega$ 。

对输出端而言， R_3 和 R_4 是并联的关系，所以总的输出电阻是 75Ω ，这样完成了 300Ω 转换到 75Ω 的任务。

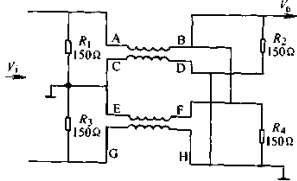


图 4-8 等效电路

第二节 高频头

高频头又称为高频调谐器、频道选择器，这是电视机中的一个重要部件，它是几个单元电路的组合。由于从修理角度上常常将它看成是一个整体，即当它的内部某一电路出现故障后，将整个高频头更换，所以这里将它作为一个整体来介绍。

一、外形特征和作用

1. 外形特征

如图 4-9 所示是几种机械式高频头的外形和内部结构示意图。

图 4-9a 所示是转鼓式高频头，图 4-9b 所示是转盘式高频头，图 4-9c 所示是电容式高频头。

高频头内部电路和机械部件均装在一个铁壳内，它作为一个整体部件出现在电视机中。

关于高频头的外形特征主要说明下列几点：

- 1) 高频头外形是长方形的，体积比较大，铁质外壳，有转柄、塑料齿轮等。
- 2) 高频头上设有插口和有引线（通常是三根不同颜色的引线）。
- 3) 高频头固定在机内调谐旋钮附近，根据它的外形特征是很容易找到它的，注意在全频道的黑白电视机中有 VHF 和 UHF 两只高频头，其中 VHF 高频头的体积较小。

高频头电路符号通常在整机电路图的左侧上方，机械式全频道高频头通常有 UHF 高频

头和 VHF 高频头 (VHF 高频头简称 V 头, UHF 高频头简称 U 头)。两个高频头之间有两线路相连。高频头内部的电路在黑白电视机整机电路图中一般是不表现出来的。

VHF 高频头上的各引脚 (引线) 作用是这样: 天线输入引脚是个一插口, 输入阻抗为 75Ω 。中频信号用引线输出, 它用来输出图像和第一伴音中频信号。AGC 电压输入引线, 它用来输入直流 AGC 电压, 给高频放大管基极。直流工作电压引线用来输入直流工作电压, 供给高频头内部各部分电路。此外, 高频头还有一根接地引线, 用来与电视机电路的地线相连。

2. 作用

高频头的作用是将从天线下来的各频道高频信号 (载波频率是各不相同的) 转换成固定频率的中频信号。高频电视信号在高频头中进行以下处理:

首先要通过高频滤波网络, 以抑制低频干扰。

其次对高频信号进行放大, 这在高频放大器电路中完成。输入高频放大器的是各频道高频全电视信号和高频伴音信号, 在高频放大器电路中放大的也是这两个信号。

第三完成对高频电视信号的选择, 即从各频道的高频电视信号中选出所要接收频道的高频电视信号。这一任务由设在高频放大器电路中的调谐网络来完成, 所以从高频放大器输出的是某一正在接收频道的高频信号。

第四完成混频任务, 这一工作主要是混频器电路来完成的, 但同时要靠本振选频调谐网络、高频放大器输出回路中的高频调谐网络和混频器输出回路中的中频调谐网络配合。

二、种类和结构

1. 种类

高频头按照工作频道划分有 VHF (甚高频)、UHF (超高频) 和全频道高频头三种, 其中全频道高频头已包括了 VHF、UHF 两个高频头。

按照结构划分高频头又可以分成机械式和电子调谐式两大类。

按照转换频道的方式划分还可以分成三种: 一是改变电感方式的高频头, 这种高频头是机械式的, 如机械式 V 头就是这种高频头; 二是改变变容二极管结电容方式的高频头, 这是电调谐式的全频道高频头; 三是改变可变电容器容量方式的高频头, 这种高频头也是机械的, 如机械式 U 头就是这种高频头。

2. 结构和工作原理简介

下面对几种常见高频头的结构和工作原理进行简单说明如下。

(1) 转鼓式机械高频头。如图 4-9a 所示是机械式中的转鼓式高频头示意图, 它又称开

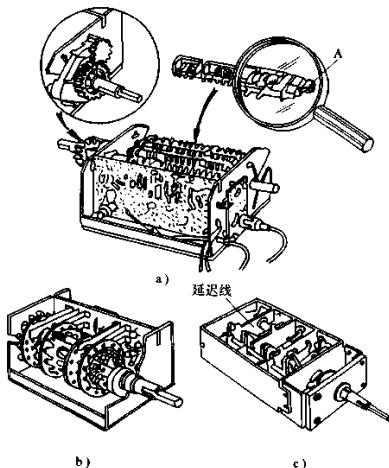


图 4-9 高频头外形和内部结构示意图

a) 转鼓式 b) 转盘式 c) 电容调谐式

关系高频头，它的机械结构为滚筒式的。我国黑白电视机大多采用的联合设计 KP12 系列（如 KP13-3 型 VHF 高频头）就是这种形式的高频头。

在这种高频头中，通过切换线圈来转换频道。这种高频头共有 13 档。其中，零档用于 UHF 频段（与 UHF 配合），1~12 档则分别是电视机的 1~12 频道。每一频道中所有的线圈是独立的，并装在同一根胶木条上，各频道有一根这样的胶木条，它们依次排列在转鼓的圆周上。在 1~12 档的胶木条上分别有各频道所需线圈，而零档时没有线圈接入。

每根胶木条上共有四组线圈，它们分别是：输入回路高低频道转换线圈、高频放大器输出回路双调谐线圈（共两组线圈）和本机振荡器中的本振线圈。这些线圈固定在胶木条上，在转动转鼓时（选择频道），每一个频道的各组线圈接点通过弹簧片与印刷电路板上的固定接点接触，同时将各线圈接入相应的电路中。

各频道的线圈结构是有所不同的，其中低频道（指 1~5 频道）是相同的，高频道（6~12 频道）是相同的，而低频道和高频道线圈结构是不同的。这种高频头的微调装置在各频道中是相互独立的（指对本振线圈的电感量微调，在进行频道微调时就是调整本振线圈的电感量）。

在每一个胶木条的一侧（见图中的 A 部所示），均设有一个微调螺钉，它是一个带螺纹和齿轮的铜螺钉，它的一端伸在本振线圈中。在进行频道微调时，按紧微调旋钮后通过齿轮带动铜螺钉在本振线圈中移动。当微调螺钉旋进时本振线圈电感量减小，当微调螺钉旋出时本振线圈电感量增大，本振线圈电感量的大小变化将引起本振频率的高低变化，达到本振频率微调的目的。

在微调结束后，铜螺钉在本振线圈中的位置是不变的，在进行另一个频道微调时也不变。这样各频道之间的微调是不影响的，这是这种机械式高频头的一个优点，能方便使用。这种高频头由于触点较多，故出现接触不良故障的可能性较大，这是它的缺点。

(2) 转盘式机械高频头。这种高频头的结构和外形示意图如图 4-9b 所示，关于这种高频头主要说明下列几点：

1) 这种高频头也有四组线圈，分别装在四个圆形的转盘上，其中第一个转盘装各频道的本振线圈，第二个装高频放大器输出回路的二次线调谐线圈，第三个装高频放大器输出回路中的一次谐振线圈，第四个装输入回路中的调谐线圈。

2) 各频道线圈或多或少地共用。用一个可变电感进行各频道本振频率的微调，所以每更换一个频道后均要进行一次微调，使用不方便。

3) 这种机械式高频头的优点是结构紧凑、触点较少，这样故障发生率较低。但由于微调的不方便，已几乎不用了。

(3) UHF 高频头。如图 4-9c 所示是机械电容调谐式 UHF 高频头的外形及内部结构示意图。关于这种高频头主要说明几点：

1) 无论是机械式还是电子调谐式的 UHF 高频头，均不采用调感方式，而是采用改变电容器容量的方式实现调谐，即通过改变调谐回路中的谐振电容量大小来改变谐振频率。调感式则是通过改变线圈电感量，来改变谐振频率。

2) 这种 UHF 高频头的结构十分简便，可靠性高，因此在黑白电视机中有着大量的应用。

3) 这种高频头中调谐装置是空气可变电容器（即调谐电容），它有三连和四连的两种。

在三连中是不设高频放大器的，在天线与混频器之间只设一个双调谐带通滤波器。在四连中，设有高频放大器，故灵敏度和信噪比均较好。

4) 在全频道黑白电视机中，若采用的是机械式高频头，则 VHF、UHF 两个高频头是分开的，各有一个铁外壳。

三、主要参数

关于高频头的参数主要介绍如下。

1. 频道选择与频率范围

输入高频头的高频信号比较多，通过高频头的调谐要选出所要接收的频道，高频头的这一作用称为频道选择。选择频道时，要同时切换高频头内部的输入调谐回路、高频放大器输出回路和本机振荡器选频回路的谐振频率，这样才能保证输出的图像中频在各频道时相等，等于 38MHz，第一伴音中频信号频率等于 31.5MHz。

2. 通频带

为了使图像和伴音信号能够通过，高频头的频带宽度不小于 8MHz，但输入调谐和高频放大器输出回路调谐网络频带不能太宽，否则对中频、相近的干扰信号和镜频干扰信号不能给予足够的抑制。要求中频抑制比大于等于 40dB，镜像抑制比大于等于 40dB。

所谓镜像干扰是比本振频率高一个中频的某频道高频信号，这一信号通过混频器之后也产生一个中频，这时电视机中会出现两个中频信号。由于这两个中频信号一个是与本振频率低一个中频频率的高频信号产生的（这是所要接收的正常高频信号），另一个是比本振频率高一个中频频率的高频信号产生的，它是所接收信号的镜像，所以称为镜像干扰。

中频抑制是指对中频频率干扰的抑制能力，这一中频干扰信号一旦窜入中频放大器电路中，由于中频放大器的增益达 60dB，会造成严重的干扰。

3. 噪声系数和功率增益

对高频头要求有很小的噪声系数，一般要求小于或等于 5dB。要求有较大的功率增益，一般要求大于或等于 20dB。

4. 电压驻波比 VSWR

这是用来表征高频头输入阻抗与传输馈线阻抗的匹配情况，匹配不好，电压驻波比大，不匹配对高频信号的损耗大。

5. AGC 特性

一般要求高频头内高频放大器电路的 AGC 应大于 20dB。AGC 电路在起控时的 AGC 电压为 $3 \pm 0.25V$ ，当 AGC 达到 20dB 时的 AGC 电压不大于 5V。

6. 交扰调制抑制能力

高频头内部的放大器电路不可能是理想的线性放大器电路，存在着非线性的方面。当接收频道附近频道存在强信号时，这一强信号会对所接收信号产生调制，结果图像会出现网状干扰现象，或能收到两套节目，这称为交扰调制干扰。当所接收的信号停止时，这种干扰也自动消失。

7. 本振频率稳定性

由于工作温度、电压的变化，会导致本机振荡器的工作频率发生改变，结果使图像中频和第一伴音中频移出了标准中频频率，使图像和伴音消失。为此要求本振频率要稳定。要求本振的频率漂移量小于或等于 200kHz。同时，要求本振频率辐射控制在一定范围内，否则

会影响附近电视机的正常收看。

四、内部框图和引脚识别方法

1. 机械式 VHF 高频头内部电路框图

如图 4-10 所示是高频头内部电路框图,从图中可以看出,高频头内部主要有高通滤波器、输入电路、高频放大器、本机振荡器和混频器电路五部分组成。

关于各部分电路的主要作用说明如下:

(1) 高通滤波器的作用。它主要有两个作用:

1) 提高高频头对低于第一频道下限频率干扰信号的抑制能力,即用来抑制广播和其他干扰。

2) 提高高频头对中频干扰的抑制能力。

(2) 输入电路的作用。它的作用是高质量地将天线下来的高频电视信号送到高频放大器电路中,具体地讲有下列四点:

一是完成输入回路的调谐。二是进行阻抗的匹配。三是保证良好的选择性。四是稳定谐振回路的振荡频率。

(3) 高频放大器电路作用。它有下列三个作用:

一是放大高频电视信号,这是主要作用。二是具有调谐作用。三是完成高放 AGC 任务。

(4) 本机振荡器电路作用。它是电视机中唯一的一个正弦波振荡器电路,这一电路的作用是产生频率准确和稳定的正弦信号,供给混频器电路。

(5) 混频器电路的作用。它是用来产生中频信号的。

2. 引线识别方法

这种高频头共有下列三根不同颜色的引线:

一根是黑色的引线。这是根地线,与整机线路板的地线相连。

另一根是红色的,这是根电源线,为输入线,与电路板上的直流工作电源端相连。

第三根是黄色线,这是根 AGC 引线,为输入线,与电路板上的高放 AGC 电压输出电路端相连。

高频头上除上述三根引线外还有下列两个插座:

一个是输入插座,来自 75Ω 天线的高频信号直接从此插座输入到高频头中。

另一个插座是输出插座,输出的是中频信号,此信号直接加到电路板上的中频放大器电路中。

无论哪种高频头,它的输入和输出插座均采用配针型插头的插座,其输入或输出阻抗均为 75Ω 。

五、故障特征和检查方法

1. 故障特征

关于高频头故障主要说明以下几点:

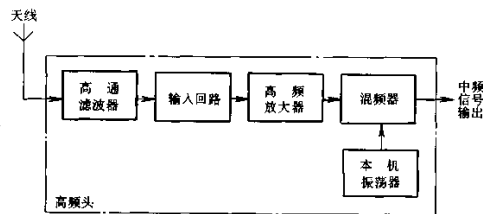


图 4-10 高频头内部电路框图

1) 高频头是同时放大、处理全电视信号和伴音信号的,所以当高频头出现故障时,一般情况下图像和伴音是同时出现问题的。

2) 当高频头不能输出中频信号时,将出现无图和无声故障。当高频头输出的中频信号小时,将出现图像淡、声音轻故障。

3) 当高频头出现噪声大故障时,图像上干扰杂波多,图像不清晰。

4) 当高频头的某一频道存在接触不良故障时,该频道的接收效果差,具体可以表现为图像跳动等。

5) 高频头工作不稳定时,会出现跑台现象,即接收到某台后又自动消失。

6) 高频头有时还会出现只影响图像或只影响伴音的故障。

2. 高频头故障确定方法

当高频头出现故障时,电视机的光栅应该是正常的,只会引起图像和伴音的故障,通常是图像和伴音同时出现问题,例如出现无图和无伴音故障。但是,电视机出现无图和无伴音故障不一定就是高频头的问题,其他电路故障也会导致这一种故障现象。所以,要通过对高频头的检查来确定是否是高频头的故障。

这里以无图和无伴音故障为例,介绍检查高频头的方法。检查无图像无伴音故障的方法是干扰检查法,具体检查方法是这样:通电后,分别干扰高频头的输出端(混频器输出端)和输入端,共有下列几种情况。

1) 若干扰高频头输出端时光栅上无杂波和扬声器中无有噪声,则说明高频头之后的电路工作不正常,与高频头无关。

2) 若干扰高频头的输出端时,光栅上有杂波和扬声器中有噪声,则说明高频头之后的电路工作是正常的,此时再干扰高频头的输入端,若无杂波和无噪声,则可以说明高频头出了问题。

3) 若干扰高频头输入端时有更大杂波和噪声,则说明高频头没有问题,要进行一步检查高频头的输入回路和天线。

通过上述干扰检查,可以将故障范围确定,由此可知是否要对高频头进行进一步的检查。当对高频头有怀疑时,可以进行代替检查。

4) 一般情况下对高频头内部的电路故障也是不作修理的,而是直接更换高频头。

3. 高频头电路故障分析

在已将故障范围确定在高频头中之后,可以按下列步骤进行进一步的检查:

第一步测量高频头电源引脚上的直流工作电压,即图中高频头引线接插件中的3脚上电压,正常时应为12V左右。无此电压时,将该引线断开,再测量断开后进线上的电压,若恢复了正常的直流电压,则说明高频头内部存在短路故障,如滤波电容C17击穿或电压供给线路与地之间存在短路问题。若断开引线后进线上仍然没有电压,则要查12V电压的供给电路。

第二步测量AGC电压是否正常,正常时约为3V,无此电压时断开AGC电压的进线,测量进线上的电压。若此时进线上是有电压的,则说明高频头内部AGC滤波电容击穿的可能性是很大的。若断开后进线上的电压也为0V,则说明与高频头无关,应检查这一电压的供给电路。

第三步测量地线是否开路。

第四步在上述各项检查均正常后，可考虑对高频头作更换处理。

第五步若只是某个频道出现杂波大等问题，则可将高频头外壳打开，用纯酒精清洗各触点，使之接触良好。

在修理中，对高频头内部电路的故障一般情况下是不作修理的，因为修理的效果不是很好，通常是采取更换高频头的方法。

第三节 电位器、高压硅柱和行输出管

一、电位器

1. 三种电位器用途

电视机中主要使用三种类型的电位器，即 X 型、Z 型和 D 型电位器。关于这三种电位器在电视机中的应用说明如下：

- 1) X 型电位器。这种电位器主要用于场频、场线性、场幅、亮度和聚焦的调整。
- 2) Z 型电位器。这种电位器主要用于音量控制器电路中。
- 3) D 型电位器。这种电位器主要用于对比度调整电路中。

2. 场频、场幅和场线性电位器

在场频、场幅和场线性调整过程中，为了使调整过程中量的增大或减小变化均匀，要求采用 X 型电位器。在黑白电视机电路中，场频电位器一般采用 WH1 型电位器，而场幅和场线性电位器一般采用 WH5 型电位器。

3. 亮度和聚焦电位器

为了使亮度的调整能够均匀变化，要求采用 X 型电位器。为了使聚焦的调整能够均匀变化，也要求采用 X 型电位器。

4. 对比度电位器

为了获得对比度调整更加柔和的效果，要求对比度电位器采用 D 型电位器，一般是采用 D 型电位器中的 WH20 型、WH22 型等。

5. 音量电位器

音量电位器要采用 Z 型电位器，这一点在前面已经介绍了，在黑白电视机中的音量电位器是自带开关的（整机的电源开关），如采用 Z 型中的 WH2，或 Z 型中的直滑式电位器 WH11 型。

6. 故障检测

各种电位器的故障处理方法用前面介绍的一般电位器处理方法相同，关于电视机中各电位器出问题后的具体故障表现说明下列几点：

- 1) 各电位器在电路中的作用是不同的，所以各个电位器出现故障时所表示出来的故障现象也是不同的。同一个电位器出现不同的故障时，所表示的故障现象也是不同的。
- 2) 当场幅电位器出故障后，可能表现为一条水平亮线或场幅不足故障。
- 3) 当亮度电位器出故障后，可能出现为屏幕亮度不正常故障。
- 4) 当场频电位器出故障后，可能出现为场扫描不正常，一条水平亮线故障。
- 5) 当聚焦电位器出故障后，可能表现为图像模糊。

二、高压硅柱

1. 外形特征

如图 4-11 所示是高压硅柱外形示意图。关于高压硅柱的外形特征主要说明下列几点:

- 1) 它的外形如同一个管式的保险丝, 体积更大些。
- 2) 它没有引脚, 两端的金属环就是它的触点。
- 3) 在它的外壳上有一个二极管的符号, 它用来表示高压硅柱的



图 4-11 高压硅柱外形示意图

正、负极性。

2. 种类

高压硅柱有不同的耐压等级, 其长度也不同, 不同尺寸的显像管使用不同耐压的高压硅柱。高压硅柱的耐压可以从型号上看出, 如 2CGL20kV, 这是 20kV 耐压的高压硅柱。

3. 作用

在分立式行输出器中不设高压整流二极管, 此时要外接高压硅柱, 它的作用是对升压的行逆程脉冲进行整流。

在黑白电视机中, 高压硅柱装在一个管套内, 管套起绝缘作用, 管套上有螺丝, 可以旋开而成两半供装配高压硅柱。

4. 故障特征

高压硅柱具有单向导电性。它的主要故障是接触不良、开路和正向电阻大。具体故障说明下列几点:

- 1) 当高压硅柱开路时无高压, 表现为无光栅。
- 2) 当高压硅柱正向电阻大时, 它会发热。
- 3) 当高压硅柱存在接触不良故障时, 高压硅柱的管套内有“吱、吱”响声, 并能在高压硅柱两端见到打火痕迹。

5. 检测方法

高压硅柱可用万用表的 $R \times 10k$ 档进行简单检测, 主要是测量它的正、反向电阻。测量正向电阻时, 黑表棒接正极 (高压硅柱上有正、负极标记), 此时表针略有偏转, 这是正常的, 因为高压硅柱的正向电阻很大。在测量反向电阻时, 表针应该不动。

上述检测只是粗略的检测, 因为高压硅柱内部是有许多高压整流二极管串联起来的, 其正向电阻很大, 无法用万用表直接测量。可以用如图 4-12 所示的方法进行估测。

万用表置于 $R \times 10k$ 档, 按如图所示这样接入一只 3DG6 三极管。先按图示这样将高压硅柱正向接入, 此时万用表的表针应偏转到满刻度的四分之一位置。然后, 将高压硅柱反向接入 (正极接三极管的基极), 此时表针应该不动。如果在上述测量中, 万用表的表针均不能偏转, 说明高压硅柱已经损坏了。

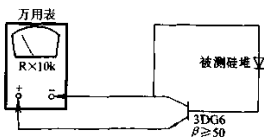


图 4-12 测量高压硅柱示意图

6. 修配方法。高压硅柱的配件比较丰富, 在修配中要注意下列几点:

- 1) 高压硅柱的接触不良故障可以修理, 方法是消除触点表面的氧化物, 并拧紧管套, 使高压硅柱与管套之间接触良好。
- 2) 选配新的高压硅柱耐压值要等于或高于原来值且长度要适中, 否则高压硅柱长了装

不进管套。

3) 在拆装高压硅柱时要注意安全, 要在关机后进行, 不要接触到与高压阳极相连的那端触点, 以免遭电击。

三、行输出管

行输出管是工作在开关状态的大功率管, 是电视机中故障发生率很高的器件, 有关对这一器件的详细检测方法见后面的彩色电视机专用中元器件一节中的行输出管部分, 这里就黑白电视机行管的一些特殊情况作些说明。

1. PNP 型大功率管检测方法

这一类大功率三极管主要有 3AD6、3AD30、3AD53 等。对这一类三极管的检测方法是这样: 万用表置于 $R \times 10$ 档, 红表棒接基极, 黑表棒分别接集电极和发射极, 其正向电阻约 50Ω 左右。将黑棒接基极, 红表棒分别接集电极和发射极, 其反向电阻就为无穷大。

再将红表棒接集电极, 黑表棒接发射极, 此时就测量到 500Ω 左右的阻值, 表针摆动的幅度愈大愈好。再将红、黑表棒互换一次, 此时的测量阻值应为无穷大。如果测量的情况不是这样的, 说明该三极管已经损坏了。

2. NPN 型高压管检测方法

这一类大功率三极管主要有 3DD15、3DD301、3DD64B、3DD301A、3DD102A、DD01、DD03A、DF03 等。对这类三极管的检测方法是这样: 万用表置于 $R \times 1k$ 档, 黑表棒接基极, 红表棒分别接集电极和发射极, 测量的正向电阻约 $5k\Omega$ 左右。将红表棒接基极, 黑表棒分别接集电极和发射极, 其反向电阻就为无穷大。

再将万用表置于 $R \times 10k$ 档, 将红表棒接集电极, 黑表棒接发射极, 此时测量到约为 $1M\Omega$ 左右的阻值, 阻值愈大愈好。再将红、黑表棒互换一次, 此时的测量阻值应为无穷大。如果测量的情况不是这样的, 说明该三极管已经损坏了。

3. 特殊行输出管检测方法

在一些进口的黑白电视机中, 使用了某些特殊类型的行输出管, 即将阻尼二极管复合在行管内, 判断这类行管的方法是测量其开路电阻值的方法, 表 4-1 为几种这类行输出管的测量参数, 供检测中参考。

表 4-1 特殊行输出管(带阻尼管)的检测资料

a) BU205 开路电阻值						
红表笔所接的脚	e	b	b	c	c	e
黑表笔所接的脚	b	e	c	b	e	c
测得的电阻值/ $k\Omega$	6.5	1600	∞	4.4	∞	1800
万用表型号及档位	用 MF-47 型万用表 $R \times 1k\Omega$ 档测得					
b) BU208D 开路电阻值						
红表笔所接的脚	e	b	b	c	c	e
黑表笔所接的脚	b	e	c	b	e	c
测得的电阻值/ Ω	28	28	∞	3000	500	∞
万用表型号及档位	用 MF-47 型万用表 $R \times 10\Omega$ 档测得					

(续)

c) BU406D 开路电阻值						
红表笔所接的脚	e	b	b	c	c	c
黑表笔所接的脚	b	e	c	b	e	c
测得的电阻值/ Ω	9	320	∞	9	10	∞
万用表型号及档位	用万用表 MF47 型的 R \times 1 Ω 档测得					
d) BU407D 开路电阻值						
红表笔所接的脚	e	b	b	c	c	e
黑表笔所接的脚	b	e	c	b	e	c
测得的电阻值/ Ω	37~41	37~41	∞	69	91~101	∞
万用表型号及档位	用 MF-47 型万用表 R \times 10 Ω 档测得					
e) BU806 开路电阻值						
红表笔所接的脚	e	b	b	c	c	e
黑表笔所接的脚	b	e	c	b	e	c
测得的电阻值/ Ω	100	6k	∞	110	10k	∞
万用表型号及档位	用 MF-500 型万用表 R \times 10 Ω 档测得					
f) TA16090 (大功率高速可控硅管) 开路电阻值						
红表笔所接的脚	G	K	G	A	A	K
黑表笔所接的脚	K	G	A	G	K	A
测得的电阻值/ Ω	85	84	∞	∞	∞	∞
万用表型号及档位	用 MF-47 型万用表 R \times 1 Ω 档测得		MF47 型万用表 R \times 10k 档测得			

4. 行输出管代换资料

表 4-2 所示是一些常用的黑白电视机行输出管的代换资料, 供检修中参考。

表 4-2 黑白电视机行输出管代换资料

型 号	可 代 用 国 产 管 型 号
2SC643	D207、D209、3DA58H、3DA58I
2SC681	3DD102B、D681、DD03C、3DD301D、3DD15C
2SC937	D207、D209、3DA58H、3DA58I
2SC1034	D207、D209、3DA58H、3DA58I
2SC1172	D207、D209、3DA58H、3DA58I
2SC1308	D207、D209、3DA58H、3DA58I
2SC1413	D207、D209、3DA58H、3DA58I
2SC1895	BU208、3DD104D、3DA58I
2SC1942	D209、DF104D、DF104D、3DA58I、D76D
2SC2027	D207

(续)

型号	可代用国产管型号
2SC2233	D681、3DD12B、3DD301B、3DD03C、3DD15C、3DD102
2SD764	D209、D76D、DF104E、3DA58H、3DA58I、3DD5013E
2SD869	3DD259E、3DD259F、3DD206E、3DD206F
BU208A	DF104D、3DD104D、3DA58I、D76D
BU406	3DD102C、3DD12C-E、3DD15D、3DD12C-G
BU406D	3DD102E、3DD12D-G、3DD15F、3DD12D-F
BU406H	3DD102C、3DD13D-G、3DD15D-F、3DD12D、3DD12E
BU407	3DD102B、3DD102C、3DD301D、DD03C、3DD12B-E、3DD15C、3DD15D
BU407D	3DD102E、3DD12C-E、3DD15F、3DD13C、3DD13D
BU407H	3DD102B、3DD102C、3DD15C、3DD301D、3DD104A、DD03C

5. 其他三极管代换资料

表 4-3 给出了黑白电视机中的其他三极管代换资料，供检修中参考。

表 4-3 黑白电视机应用三极管的代换资料

型号	作用	材料	极性	国产管代用型号
AC128	低放	锗	PNP	3AX31B、3AX31C、3AX21~24
AC128-01	低放	锗	PNP	3AX55A、3AX55B、3AX83
AC128K	低放	锗	PNP	3AX55A、3AX55B
AC176	功放	锗	NPN	3BX91B、3BX91C、3BX85B、3BX85C
AC176K	功放	锗	PNP	3AX55B、3AX55A
AC187K	功放	锗	NPN	3BX85B、3BX85C、3BX91B、3BX91C
AC188K	功放	锗	PNP	3AX55A、3AX55B
AF139	混频 (VHF)	锗	PNP	3AG80D、3AG80E、3AG95B
AF239S	高放 (VHF)	锗	PNP	3AG95B、3AG95C
ASZ1016	电源调整	锗	PNP	3AD30C、3AD53C、B337、BL780
BC147	预视放等	硅	NPN	3DG3C
BC148	预视放等	硅	NPN	3DG3F、3DG3J、3DG4D、3DG5E、3DG5F
BC182B	预视放等	硅	NPN	3DG8D、3DG6D、3DG100D
BC237B	预视放等	硅	NPN	3DG3C
BC157	同步分离等	硅	PNP	3CG21C、3CG15D
BC158	同步分离等	硅	PNP	3CG21B、3CG15B
BC213B	同步分离等	硅	PNP	3CG21C、3CG15B、3CG15C
BD136	功放	硅	PNP	3CX203B、3CK10B、3CA1A
BF178	视放	硅	NPN	3DA87B、3DA87C、3DG27D~F、3DA93B~C、3DG83B~E
BF180	放大 (UHF)	硅	NPN	3DG56B、3DG79B、3DG80B、3DG84B
BF180D	放大 (UHF)	硅	NPN	3DG56B、3DG79B、3DG80B

(续)

型 号	作 用	材料	极性	国 产 管 代 用 型 号
BF194	伴音中放	硅	NPN	3DG3F、3DG4D
BF196	图像中放	硅	NPN	3DG56A、3DG79A、3DG80A
BF197	图像中放	硅	NPN	3DG56A、3DG79A、3DG80A
BF198	图像中放	硅	NPN	3DG80、3DG30B - C
BF199	图像中放	硅	NPN	3DG80、3DG30B - C、DG304
BF200	高放 (VHF)	硅	NPN	3DG56B、3DG80B、3DG79B
BF214A	混频 (VHF)	硅	NPN	3DG56B、3DG80B
BF214B	本振 (VHF)	硅	NPN	3DG56B、3DG80B
BF258	视放	硅	NPN	3DA87D、3DA87E、3DG27D - F、3DA93D、3DA83B - E
BF458	视放	硅	NPN	3DA87D、3DA87E、3DG27D - F、3DA93D、3DA83B - E
BU126	泵电源	硅	NPN	3DD102E、3DD15E、3DD13C
BU206	开关电源	硅	NPN	3DD104F、3DA581、DF104D、D76D
BU207	开关电源	硅	NPN	3DD104D - F、3DD13F - G
BU207A	开关电源	硅	NPN	3DD104D - F、3DD13F - G
BU208	开关电源	硅	NPN	3DD104D - F、3DD13F - G
2N148	电源调整	硅	NPN	3DD102、3DD15A、DD03A、3DD12A
2SA608	同步分离	硅	PNP	3CG15A、3CG12A
2SA677	同步分离	硅	PNP	3CG15A - B、3CG21A - B
2SA678	同步分离	硅	PNP	3CG15A - B、3CG21A - B
2SA715	场输出	硅	PNP	3CF3A、CD77-2A
2SA733	同步分离	硅	PNP	3CG15A - B、3CG21A - B
2SA1015	同步分离	硅	PNP	3CG22C - D
2SE237	电源调整	锗	PNP	3AD53B - C、3AD308B - C、B337
2SB562	音频功放	硅	PNP	3CK10A
2SB566AK	电源调整	硅	PNP	CD77-1A - B、3CF3A - B
2SB566K	电源调整	硅	PNP	CD77-1A - B、3CF3A - B
2SB621	电源推动	硅	PNP	3CX203B、3CG23B、3CG34A - C
2SB761	电源调整	硅	PNP	CD77-2A - B、3CF3A - B
2SC454	预视放	硅	NPN	3DG4D - E、3DG6B、3DG200 - 202B
2SC535	混频 (VHF)	硅	NPN	3DG80、3DG30C
2SC536	行振荡等	硅	NPN	3DG4A、3DG8A、3DX200 - 202B
2SC636	行振荡	硅	NPN	3DG8B
2SC634A	行振荡	硅	NPN	3DC12B、3DK4B、3DG130B
2SC684	高放 (VHF)	硅	NPN	3DG56B、3DG79B、3DG80B、3DG84D
2SC710	预视放等	硅	NPN	3DG4C、DG304A

(续)

型号	作用	材料	极性	国产管代用型号
2SC717	图像中放等	硅	NPN	3DG80、3DG30C、3DG17A、3DG44A
2SC761	高放(UHF)	硅	NPN	3DG56B、3DG79B、3DG80B
2SC828	电源误差放大	硅	NPN	3DG5B-C、3DG8B-C、3DG200-202B
2SC828A	电源误差放大	硅	NPN	3DG6B-C、3DG8B-C
2SC945	行振荡等	硅	NPN	3DG12B、3DG130B、3DG200-202B
2SC945L	行振荡等	硅	NPN	3DG12B、3DG130B、3DG200-202B
2SC1047	高放(UHF)	硅	NPN	3DG56B、3DG79B、3DG80B
2SC1129	图像中放 AGC	硅	NPN	3DG56A、3DG80A、3DG79A、3DG84C
2SC1162	场输出	硅	NPN	DD01、DD01A、FA433A、FA433
2SC1209	电源误差放大	硅	NPN	3DG12A、3DG130A、3DA87
2SC1213	电源误差放大	硅	NPN	3DG12A、3DG130A、3DK4
2SC1213A	电源误差放大	硅	NPN	3DG12B、3DG130B
2SC1215	高放(UHF)	硅	NPN	3DG56B、3DG80B、3DG79B、3DG84D
2SC1318	行推动	硅	NPN	3DG12A、3DG130B、3DG203B
2SC1363	行振荡	硅	NPN	3DG12A、3DG203B
2SC1364	行振荡	硅	NPN	3DG12A、3DG130B、3DG203B
2SC1447	音频功放	硅	NPN	DD01F、3DD100D
2SC1514	视放	硅	NPN	3DA87E、3DG27E、3DG93E、3DG83E
2SC1573	视放	硅	NPN	3DG87C、3DG27D-F、3DG93C、3DG83B-C
2SC1723	音频功放	硅	NPN	DD01D-E、FA433C
2SC1730	振荡(UHF)	硅	NPN	3DG30C、3DG80、3DG17A
2SC1855	图像中放 AGC	硅	NPN	3DG56A、3DG80A、3DG79A、3DG84C
2SC1856	高放(VHF)	硅	NPN	3DG56B、3DG80B、3DG79B
2SC1890A	视放等	硅	NPN	3DA87B、3DG27B、3DG83B、3DG93B
2SC1906	图像中放等	硅	NPN	3DG80、3DG44A、3DG17A、3DG30C
2SC1907	振荡(UHF)	硅	NPN	3DG80、3DG15A、3DG17A、3DG30C
2SC1921	电源推动等	硅	NPN	3DA87C、3DA93C、3DG27D、3DG83B-C
2SC1941	视放	硅	NPN	3DA87B、3DG27B、3DG93B、3DG83B
2SC2228	视放	硅	NPN	3DA87B、3DA93、3DG270D、3DG83B
2SC2229	视放	硅	NPN	3DA87B、3DG93B、3DG27D、3DG83B
2SC666A	行振荡	硅	NPN	3DG12A、3DG130A

第四节 各种线圈和变压器

黑白电视机中用到了各种线圈、变压器和中心位置调节片，这一节中介绍它们的有关特性、检测方法等。

一、视频检波线圈

1. 结构

视频检波线圈是一个组合元件，用在检波级电路中，它内设检波二极管和滤波电容、电感，构成一个完整的视频检波电路。这一线圈在电路中的位置如图 4-13 所示，从电路中可以看出，它处于中放末级电路之后，而在预视放

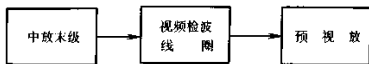


图 4-13 视频检波线圈位置示意图

2. 故障现象

由于视频检波线圈组合件是用来进行视频检波的，同时还要完成第二伴音中频信号的变换，所以，当视频检波线圈出现故障时，电视机将主要表现为下列两种故障。

- 1) 无图像或图像不正常故障。
- 2) 在影响图像正常的同时，也会造成无伴音或伴音不正常故障。

3. 检测方法

关于视频线圈的检测方法比较简单，根据这种线圈的内部结构图，通过有关各引脚可以分别测量滤波线圈、检波二极管和滤波电容。这里以如图 4-14 所示的 12LG650 型视频检波线圈为例，介绍其具体的检测方法。

第一步用万用表 $R \times 1$ 档测量 1、3 脚之间电阻，从图中可以看出，此时是在测量滤波线圈 L_1 的直流电阻，其阻值应几乎为零，因为线圈的直流电阻是很小的，如有阻值大现象，说明 L_1 开路。

第二步用万用表 $R \times 1k$ 档分别测量 3、6 脚之间检波二极管 VD_1 的正、反向电阻，正向电阻愈小愈好，反向电阻愈大愈好，不应有开路或短路现象，测量正、反向电阻时是将万用表的红、黑表棒互换一次后测量，共测量两次。

第三步用万用表 $R \times 1k$ 档测量 3、4 脚之间的电阻，此时是检测滤波电容 C_1 是否有击穿或严重漏电故障，测量时表针应不动，如有阻值说明 C_1 击穿或严重漏电，这一方法无法检测出 C_1 是否存在开路故障。

对于其他型号视频检波线圈的质量检测方法是同样的，也是根据内电路结构情况，通过测量有关引脚之间的直流电阻大小来推断视频检波线圈是否损坏。

4. 资料

另一种常用的视频检波线圈内部结构如图 4-15 所示，它是 12LG651 型视频检波线圈，它与 12LG650 型不同之处就是多了一只电容 C_2 。这两种视频检波线圈中的滤波电感都是采用 $\phi 0.08mm$ 线绕 30 匝。

二、视放补偿线圈

1. 外形示意图

在视频放大器电路中，为了补偿高频（视频）信号，接有视放补偿线圈，如图 4-16 所示是它的外形示意图。

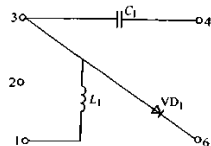


图 4-14 12LG650 视频检波线圈内部电路结构示意图

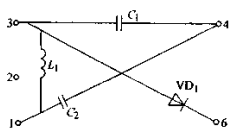


图 4-15 12LG651 型视频检波线圈内部结构示意图

2. 参数表示方法

这种补偿线圈的电感量大小用色标表示法,表 4-4 所示是 QSB 型视放补偿线圈参数。

3. 故障现象

由于视放补偿线圈是串联在信号传输回路中的,或是串联在视放管直流工作电压供给回路中的,所以当这一线圈发生开路故障时,视放输出级电路无图像信号输出,造成电视机无图像故障。

4. 检测方法

视频补偿线圈一般是出现开路故障。

关于视频补偿线圈的检测主要是测量线圈是否开路了,可用万用表的欧姆档来测量线圈直流电阻的大小,若阻值大于几十欧则可以认为是开路了,若测量的结果是零,则是线圈的两根引脚之间短路了,可能是引脚焊点相碰了。

5. 选配方法

关于视频补偿线圈的代换尽可能地用同色点的线圈代换,用相邻色点的线圈代替时可能会影响补偿特性。

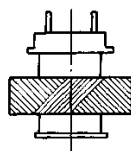


图 4-16 视放补偿线圈外形示意图

表 4-4 QSB 系列视频检波线圈资料

型号	电感量 ($\mu\text{H} \pm 10\%$)	色标	型号	电感量 ($\mu\text{H} \pm 10\%$)	色标
QSB1-1	300	灰	QSB1-6	150	橙
QSB1-2	270	白	QSB1-7	120	红
QSB1-3	240	天蓝	QSB1-8	100	黑
QSB1-4	210	绿	QSB1-9	70	粉红
QSB1-5	180	黄	QSB1-10	50	草绿

三、行振荡线圈

1. 外形特征

行振荡线圈用于行振荡器电路中,构成行振荡器电路。常见的行振荡线圈为 LH 和 QHZ 型,如图 4-17 所示是 LH 型行振荡线圈示意图。

图 4-17a 所示是行振荡线圈外形示意图,关于它的外形特征主要说明下列几点:

1) 它设有一个转柄,转动该转柄时可以改变线圈的电感量大小,从而在电路中可以起到调整行振荡频率的目的。

2) 行振荡线圈的调节柄是伸出电视机外壳的(在电视机的背面),供行同步调整之用。

3) 行振荡线圈根据安装形式分有立式和卧式两种,它们的外形十分相似,只是安装方式不同。

4) 行振荡线圈是一个带抽头的线圈。

2. 种类

图 4-17b 所示是 LH-V11、LH-V21 和 LH-V31 行振

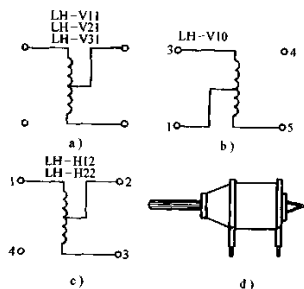


图 4-17 行振荡线圈示意图

荡线圈结构及引脚分布示意图。

图 4-17c 所示是 LH-V10 型行振荡线圈。

图 4-17d 所示是 LH-H12 和 LH-H22 行振荡线圈。

3. 表示方式

立式的行振荡线圈用 V 表示, 例如 LH-V11。卧式的行振荡线圈用 H 表示, 例如 LH-H12 等。在行振荡线圈上共有 4 根引脚, 但只有 3 根是有效引脚。

4. 故障现象

- 1) 行振荡线圈出现故障时, 将引起光栅不正常故障。
- 2) 当该线圈开路时, 行振荡器停振, 这样无高压而导致无光栅。
- 3) 当线圈磁芯位置不对 (电感量不对), 主要是转柄松动引起, 此时表现为行不同步, 光栅上为一条斜线, 且能听到行频啸叫, 无图像, 伴音正常。

5. 检测方法

对行振荡线圈的检测方法是, 用万用表 $R \times 1$ 档测量线圈的通、断, 从图中行振荡线圈引脚分布规律可知, 各引脚之间均是线圈, 应为直流电阻很小, 不应该有电阻较大现象。另外, 不要忘了测量抽头引脚与各引脚之间的直流电阻是否正常。在测量过程中, 不要去调整线圈的电感量。

6. 选配方法

在选配行振荡时, 可根据表 4-5 所示的电感量数据, 以及线圈引脚分布规律来选配, 电感量要尽可能相近, 引脚分布规律应相同, 立式和卧式之间因安装问题而不便进行互换。下表所示给出了 LH 型行振荡线圈的参数, 供选配时参考。

表 4-5 LH 型行振荡线圈资料

型 号	结 构	电感量/ μH	电感量可调节范围 (%)	备 注
LHV-1	立式	5	± 10	外可调磁芯 270°
LHV-2	立式	5.2	± 10	外可调磁芯 270°
LHV-10	立式	5	± 10	内可调磁芯
LHH-1	卧式	5.5	± 10	外可调磁芯 270°
LHH-2	卧式	7.3	± 10	外可调磁芯 270°
LH-V11	立式	7	± 5	外可调磁芯 270°
LH-V21	立式	6.5	± 5	外可调磁芯 270°
LH-V31	立式	6.4	± 5	外可调磁芯 270°
LH-H12	卧式	5.4	± 5	外可调磁芯 270°
LH-H22	卧式	6.4	± 5	外可调磁芯 270°

四、偏转线圈

1. 外形特征

偏转线圈是扫描电路中行、场输出级电路的负载, 由于扫描是由行扫描和场扫描合成的, 所以偏转线圈有两部分组成, 即行偏转线圈和场扫描线圈, 但行、场偏转线圈组合成一体, 如图 4-18 所示是偏转线圈外形示意图。

从图中可以看出, 整个偏转线圈由行偏转线圈、场偏转线圈、磁环、引线架和中心位置调节片等构成, 偏转线圈装在显

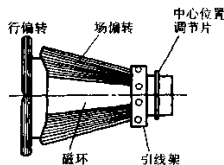


图 4-18 偏转线圈外形示意图

像管颈部。

2. 行偏转线圈

如图 4-19 所示是行偏转线圈结构及工作示意图。其中, 图 a) 所示是行偏转产生的磁场分布示意图, 图 b) 所示行偏转外形示意图, 图 c) 所示是偏转线圈电路示意图。

如图 4-19c 所示电路, L_1 和 L_2 是行偏转线圈, 行输出级产生的锯齿波电流流过 L_1 、 L_2 。

图 4-19b 所示是 L_1 、 L_2 的外形示意图, 使用中将它们组装成一体, 套在显像管的颈部, 显像管阴极发出的电子束在这一垂直偏转磁场的作用下, 完成水平方向的扫描, 实现行扫描。行、场偏转磁场的合成作用, 完成电子的从左至右、从上而下的扫描, 得到整幅光栅。

3. 场偏转线圈

如图 4-20 所示是场偏转线圈工作示意图。其中, 图 a) 所示是场偏转线圈产生的水平偏转磁场示意图, 图 b) 所示是场偏转线圈结构示意图, 图 c) 所示是场偏转线圈电路示意图。

如图 4-20c 所示电路, L_1 、 L_2 是场偏转线圈, 是场输出级的负载, 场输出级输出的锯齿波电流流过 L_1 、 L_2 。

如图 4-20b 所示, 场偏转线圈绕在磁环上, 磁环分成两半, 分别绕一组偏转线圈, 然后将两组线圈并联, 注意图 4-20c 所示中的 L_1 、 L_2 上的同名端。流过 L_1 、 L_2 的锯齿波电流产生水平方向的偏转磁场, 如图 4-20a 所示。这样, 显像管阴极发出的电子束在这一水平磁场的的作用下, 完成垂直方向的偏转, 实现场扫描。

4. 故障现象

偏转线圈的故障主要有列三种:

- 1) 断线故障。
- 2) 线圈局部匝间短路故障。
- 3) 偏转线圈装配松动故障。

当出现上述故障时, 都将引起光栅的不正常现象, 具体情况说明如下:

- 1) 行偏转线圈断线后, 由于无行偏转磁场, 导致只有一条垂直的亮线故障。
- 2) 场偏转线圈断线后, 则会出现一条水平亮线故障。

当然出现一条水平或垂直亮线不一定是偏转线圈的故障, 扫描电路中的其他电路出现故障也会出现上述故障现象的。

3) 当偏转线圈在显像管颈部装配不紧、角度不对等时, 则会出现光栅几何尺寸畸变, 或是缩小, 或是不正常等。

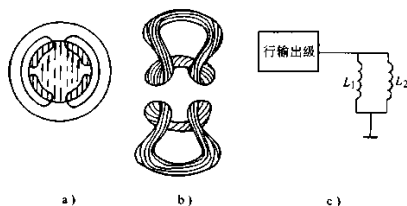


图 4-19 行偏转线圈工作示意图

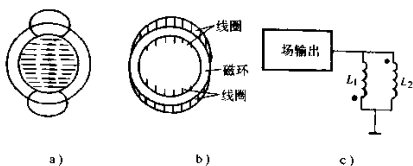


图 4-20 场偏转线圈工作示意图

5. 检测方法

关于对偏转线圈的检测方法主要说明以下几点:

1) 偏转线圈的检测主要是测量它的通与断,通常行偏转线圈的直流电阻在 1Ω 以下,而场偏转线圈直流电阻为几 Ω (并联型) 或几十 Ω (串联型)。若测量阻值大则说明是开路,对于并联型偏转线圈,由于两组线圈相并联,在测试时若只有一组线圈开路则无法测出开路的结果,但直流电阻会变小,不注意这一点会得到错误的检测结果。

2) 对于线圈匝间短路故障,通过测量直流电阻是很难发现的,此时若有相同的偏转线圈进行测量就比较方便了,直观检查线圈的匝间短路也是比较困难的。

3) 对于偏转线圈松动可以看出来,对于角度不正常可通过观察光栅来发现。

6. 光栅特征与故障原因

如图 4-21 所示是几种光栅几何失真的示意图。

图 4-21a 所示称为平行四边行失真,这是行、场偏转磁场不垂直所造成的,主要是行、场偏转线圈装配不当所示。

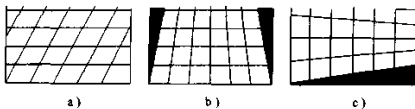


图 4-21b 所示称之为梯形失真,从图中可以看出场扫描是正常的,问题出在行扫描中,当行偏转线圈中的两组线圈不对称时,或有一组存在局部匝间短路时,便会出现这种梯形失真。

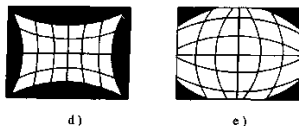


图 4-21c 所示也是梯形失真,但行扫描是正常的,问题出在场扫描中,也是由于场偏转线圈中的两个线圈不对称或其中一组出现局部匝间短路。

图 4-21d 所示是为枕形失真,图 4-21e 所示是为桶形失真,它们都是因为偏转线圈产生的磁场分布不均匀,磁力线弯曲而造成的。

在显像管左、右两侧设有两块附加磁铁,通过改变这磁铁的位置可使磁场分布均匀,从而达到校正枕形失真的目的。另外,当偏转线圈在显像管颈面固定位置有变化时,当偏转线圈没有安装正常时,光栅都会发生大小、倾斜的变化。

7. 检修方法

关于偏转线圈的检修方法主要说明以下几点:

1) 对于偏转线圈断线故障可设法将断头处接通,由于偏转线圈的线径较粗,一般是不会断线的,主要是引线焊点处假焊。

2) 对于偏转线圈的局部短路处,可以分开短路点,并用绝缘漆涂上,消除短路点。

3) 对于偏转线圈的安装位置不正常,可重新进行调整。

4) 在处理偏转线圈的断线、短路点时,注意不要破坏其他导线的绝缘漆。

8. 选配方法

行和场偏转线圈组合在一起的,有成品的出售,可选用同型号的更换。偏转线圈根据场输出电路的不同主要有下列两种类型:一是适用于扼流圈场输出式电路的;二是适用于 OTL 场输出式电路的。

这两种类型之间不能互相代替。

在同类型偏转线圈代用时,要求场偏转线圈的电感量偏差小于或等于10%,行偏转线圈电感量误差小于或等于5%。

为了便于选配,这里给出部分偏转线圈特性参数如表4-6所示。如图4-22所示是接线示意图,其中,图a)所示为适用于扼流圈场输出电路的QPH-2090-4B、QPZ-12C等偏转线圈接线示意图,图b)所示为适用于OTL场输出电路的QPZ-4、QPH-3101等,图c)所示也是适用于OTL场输出的QPZ-3型。

五、行线性线圈

行线性线圈又称线性调节器或饱和电抗器,为了补偿由于行输出管内阻、行偏转线圈直流电阻和接线电阻引起的行扫描非线性失真,在行偏转线圈回路中要串入行线性线圈。

1. 外形特征

如图4-23所示是行线性调节器的外形示意图。外形特征主要是:一是长方体形的,有两根引脚;二是它设有调整口,用起子调整时可以改变内部一个永久磁铁的方向。

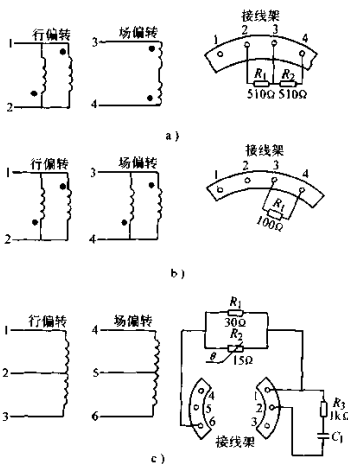


图4-22 部分偏转线圈接线示意图

表4-6 黑白电视机常用偏转线圈的资料

型 号	行偏转线圈		场偏转线圈	
	电感量/ μH	直流电阻 Ω	电感量/ mH	直流电阻 Ω
QPH2090-131EB (12英寸)	370 ± 15	< 1	≥ 80	≤ 48
QPH2090-221EA (12英寸)	$380 \pm 5\%$	≤ 1	$6 \pm 10\%$	$3.3 \pm 10\%$
QPH2090-222EA (12英寸)	$158 \pm 5\%$	$0.32 \pm 10\%$	4.4 ± 0.4	≤ 2.8
QPH20110-110QA (17英寸)	265 ± 5	≤ 0.6	$4.3 \pm 10\%$	≤ 2.8
QPH2090-121AS (14英寸)	$350 \pm 5\%$	≤ 1	$6 \pm 10\%$	$3.3 \pm 10\%$
QPH2090-131SA (14英寸)	$380 \pm 5\%$ -3%	< 1	$6 \pm 10\%$	$3.3 \pm 10\%$
QPH2090-131SB (14英寸)	370 ± 15	< 1	≥ 80	≤ 48

2. 结构和工作原理

行线性调节器的结构如图4-24a所示。从图中可以看出,整个行线性调节器由一块可调节的永久小磁铁、“I”字型铁芯磁芯和绕在磁芯上的线圈组成。

从图中可以看出,通过磁芯截面的磁通有下列两部分组成:

1) 线圈 L 产生的磁通 Φ_L 。

2) 永久磁铁产生的磁通 Φ_M ,通过磁芯截面的磁通 Φ_L 和 Φ_M 方向一致。

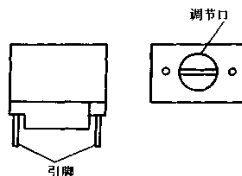


图4-23 行线性调节器外形示意图

由于磁芯截面的面积较小,故有较大磁通后磁芯便处于饱和状态。当磁芯饱和之后,将使线圈 L 的电感量下降。调节永久小磁铁的位置(方向),便可改变通过磁芯截面的 Φ_M 大小,即可以改变磁芯的预设磁通大小。

当预设的磁通大时,只要有较小的电流流过线圈 L 时,磁芯便能饱和,使 L 的电感量小;反之预加的磁通小时, L 的电感量大。

如图4-24b所示是行扫描电流,从图中可以看出,在行扫描电流较大后,由于回路中的电阻影响,曲线上升到较大程度后不是按原线性特性增大,而是增大速率明显下降了。加入行线性线圈的目的就是为了使下降的非线性曲线重新变成线性。

行线性线圈的应用电路如图4-24c所示。电路中, L_1 为行线性线圈。 L_Y 为行偏转线圈。当流过 L_1 、 L_Y 的行扫描电流较小时, L_1 的磁芯尚未饱和,电感量较大。当行扫描电流较大后,由于流过 L_1 的电流已较大,使 L_1 的磁芯进入饱和, L_1 的电感量下降,使 $L_1 + L_Y$ 总的电感量下降,在激励电压一定的情况下因 L_1 电感量减小而使行扫描电流增大,达到行线性补偿的目的。

调节行线性调节器中的小磁铁,可改变通过磁芯的固定磁通,从而可改变在 L_1 大电流时磁芯开始进入饱和,这样可实现调节行线性补偿量。

3. 故障现象

由于行线性补偿线圈是串联在行偏转线圈中,所以当行线性补偿线圈发生开路故障时,也没有电流流进偏转线圈,出现一条垂直亮线故障。另外,当行线性调节器的调整不恰当时,将出现图像右侧水平方向线性不好故障。

4. 检测方法

行线性调节器是一个线圈,可用 $R \times 1\Omega$ 档测量直流电阻来判断它是否开路。此外,通过直观检查可发现它的永久磁铁是否可以自如调节和小磁铁是否损坏。

5. 调节方法

当行线性不良问题时要考虑调节行线性调节器,行线性不良具体表现为图像右侧被压缩时,可用起子调节行线性调节器中的磁铁,通过观察图像,转动起子,使图像水平方向线性良好。

6. 参数资料

表4-7所示是HXZ型和LSR型行线性调节器参数。在更换行线性调节器时,可利用该表的资料,选用最大、最小电感量相同或相近的行线性调节器,由于电感量是可调的,所以有些偏差并不影响使用,只是在装上新的行线性线圈后,应根据图像的水平线性作出是否进行调整的决定。

六、中频变压器

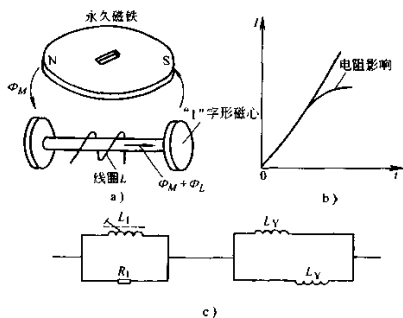


图4-24 行线性调节器示意图

1. 结构

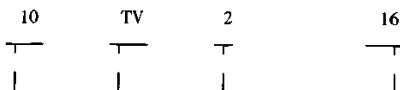
电视机中所用的中频变压器结构同收音机中所用的中频变压器是一样的，也是由磁芯、线圈、外壳等构成。在一起电视机的伴音通道和图像通道都用到了中频变压器，但这两种中频变压器的工作频率是不同的。

表 4-7 行线性线圈调节器资料

型 号	最大电感量/ μH	最小电感量/ μH	型 号	最大电感量/ μH	最小电感量/ μH
HX2-1	> 115	< 50	HX2-9	> 34	< 14
HX2-2	> 95	< 45	HX2-10	> 25	< 10
HX2-3	> 90	< 35	LSR1	78 ~ 88	42
HX2-4	> 75	< 30	LSR10	75 ~ 88	42
HX2-5	> 70	< 30	LSR2	90 ~ 115	55
HX2-6	> 60	< 25	LSR20	90 ~ 115	55
HX2-7	> 50	< 20	LSR3	56 ~ 72	32
HX2-8	> 42	< 17	LSR30	56 ~ 72	32

2. 型号识别方法

在型号中，用 TV 表示公用通道部分电路中用的中频变压器，用 TS 表示伴音部分电路中用中频变压器，用 LV 表示是吸收线圈。举例如下：



外形尺寸 公用通道用 两槽线圈，A 式结构 序号

3. 故障现象

关于中频变压器的故障现象主要说明以下几点：

1) 当初级或次级线圈出现开路故障后，中频信号就不能加到后级电路中了，对于图像通道中的中频变压器此时将出现无图和无伴音故障，对于伴音通道中的中频变压器将出现无伴音故障。

2) 当中频变压器的磁芯调整不恰当时，此时谐振频率不正常，对中频的损耗将增大，造成中频变压器的输出信号弱，严重时无信号无输出。

3) 当中频变压器的线圈受潮后，Q 值下降，中频变压器输出信号减小。

4. 检测方法

关于中频变压器的检测方法主要分下列几步进行：

1) 用万用表的 $R \times 1$ 档欧姆档，分别测量初级和次级线圈的直流电阻，检查是否存在开路故障。

2) 测量一次线圈和二次线圈之间是否漏电，即用 $R \times 10k$ 档来测量一次和二次线圈之间的电阻，应该为无穷大。

3) 用 $R \times 10k$ 档分别测量一次、二次线圈与金属外壳之间的绝缘电阻，均应该为无穷大。如果在上述三步测量中，有一次不正常，说明中频变压器已经损坏了。

5. 参数资料

为了识别和代替带来方便,表 4-8 所示给出了部分中频变压器及线圈用途、内部接线图资料,表中各频变压器及线圈的接线圈如图 4-25 所示。

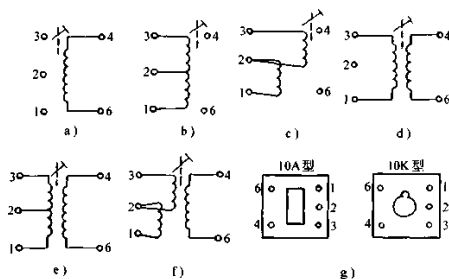


图 4-25 中频变压器及线圈接线图

表 4-8 黑白电视机常用中频变压器应用资料

型 号	用 途	电感量/ μH	接线图(图 4-25)
SZH108	图像中放Ⅲ初级	1.4	b)
SZH109	图像中放Ⅲ次级	0.9	a)
SZH110	匹配、吸收	0.9	a)
SZH111	吸 收	1.4	a)
SZH113	29~34.5MHz吸收	0.35	a)
SZH114	38.5MHz吸收	0.35	b)
SZH117	图像中放Ⅲ初级	1.4	b)
SZH118	6.5MHz 鉴频器次级	6	c)
SZH206	6.5MHz 鉴频器初级	88.2	d)
SZH207	6.5MHz 鉴频器次级	6	e)
SZH208	6.5MHz 吸收	15	a)
SZH209	6.5MHz 鉴频器初级	16.5	c)
SZH210	6.5MHz 伴音中放	16.5	c)
SZH213	伴音输入	22	e)
LSO100	匹配	2	a)
LSO101	吸收	0.9	a)
LSO102	匹配	1.6	a)
LSO103	6.5MHz 吸收	9	a)
LSO106	吸收	1.2	a)
LSO211	6.5MHz 吸收	9	a)
LSO213	匹配	1.7	a)
LSO410	图像中放Ⅲ次级	0.66	a)

(续)

型 号	用 途	电感量/ μH	接线图 (图 4-25)
LS0610	图像中放Ⅲ初级	0.65	a)
LS0611	图像中放Ⅲ次级	0.85	a)
TS0600	6.5MHz 谐振	2.7	d)
TS0606	6.5MHz 伴音中放	2.7	d)
TS0607	6.5MHz 鉴频	4.3	d)
TS0608	6.5MHz 伴音鉴频	5.6	c)
10TV310	34.5MHz 匹配耦合	1.1	d)
10TV311	图像中放 I、II	1.7	e)
10TV312	图像中放Ⅲ	1.3	e)
10TV313	图像中放 I	7	f)
10TV314	图像中放 II	1.2	f)
10TV315	34 ~ 34.5MHz 图像中放 I	1.45	e)
10TV316	34MHz 图像中放 II	0.2	d)
10TV317	图像中放 I、II	1	e)
10TS320	6.5MHz 伴音中放 I	15.2	d)
10TS321	6.5MHz 伴音中放 II	12.5	e)
10TS322	鉴频初级	11.2	e)
10TS323	鉴频次级	8.6	f)
10TS324	6.5MHz 伴音中放 I	0.95	d)
10TS325	6.5MHz 鉴频初级	5.4	c)
10TS326	6.5MHz 鉴频初级	8.6	f)
10LV333	38.5MHz 吸收	0.75	a)
10LV334	30.5 ~ 39.5MHz 吸收等	1	a)
10LV335	图像 I、II 中放等	1.2	a)
10LV335N	29 ~ 38.5MHz 吸收	1	a)
10LV336	29 ~ 39.5MHz 吸收等	1.5	a)
10LV337	图像中放Ⅲ次级	1.7	a)
10LV338	29 ~ 30.5MHz 吸收	2.1	a)
10LV339	通选检波 2	4.8	a)
10LV3310	30.5MHz 吸收	2.6	a)
10LV3311	通选检波 1	20	a)
10LV3312	视放高频	55	a)
10LV3314	6.5MHz 吸收	3.7	a)
10LV3350	32 ~ 36.5MHz 图像中放Ⅲ初级	0.75	b)
10LV3351	图像中放Ⅲ初级	1	b)

(续)

型 号	用 途	电感量/ μH	接线图 (图 4-25)
10LV3352	30MHz 图像中放 III 初级	1.2	b)
10LV3353	图像中放 III 次级	2.5	b)
10TV216	3MHz 中放 I	1.65	e)
10TV217	28.2MHz 中放 II	2.3	e)
10TV218	33.7MHz 中放 III	1.65	e)
10TS229	6.5MHz 伴音中放 I	11	e)
10TS2210	6.5MHz 伴音中放 II	11	e)
10TS2211	6.5MHz 鉴频初级	11	e)
10TS2212	6.5MHz 鉴频次级	6	f)
10TS2216	6.5MHz 伴音中放 I	11.5	e)
10TS2217	6.5MHz 伴音中放 II	10.5	e)
10TS2218	6.5MHz 鉴频初级	27	e)
10LV2313	图像中放 III	0.35	a)
10LV2315	图像中放 III	0.9	a)
10LV2314	图像中放 II	0.45	a)
10LV2350	6.5MHz 吸收	10	c)
10LV231	26.25 ~ 37MHz 吸收	2.7	a)
10LV233	30.5 ~ 35.75MHz 吸收	1.65	a)
10LV235	6.5MHz 吸收	11	a)
10LV236	27.75 ~ 35.75MHz 吸收	2.07	a)

七、场振荡变压器

1. 结构

场振荡变压器主要用于间歇场振荡器电路中，对于再生环场振荡器等是无需场振荡变压器的，如图 4-26 所示是场振荡变压器的电路符号，从图中看出，它共有三组线圈，其中 1、2 组线圈是用来进行振荡的反馈线圈，3、1 线圈之间是用来加入场同步信号的，以控制场振荡器振荡信号的频率和相位与场同步信号一致。

注意，在使用中不能有一组线圈接反，否则便不能正常工作。例如：1 组线圈的头尾接错，原先 1 与 2 组线圈之间是正反馈的，接错将是负反馈，场振荡器不能起振。无场扫描此时屏幕上有一条水平亮线。

在应用电路中，1 组线圈接场振荡管的集电极回路，2 组线圈接场振荡管的基极回路，3 组线圈接在输出回路中。

场振荡变压器常见的型号有 ZZB 型，例如飞跃 12D1A、飞路 35D1、飞跃 12D1-4 等均用 ZZB-2 或 ZZB-3、ZZB-4。

2. 故障现象

当场振荡变压器中的一组线圈出现开路故障时，场振荡器电路将停振，此时由于没有场扫描锯齿波信号，电子束没有垂直方向的偏转，所以出现一条水平亮线

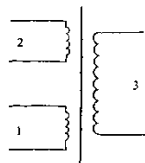


图 4-26 场振荡变压器电路符号

的故障现象。

场振荡器是否振荡可以从屏幕上观察，若屏幕上有一条水平亮带，则说明场振荡器已工作，仅为一条水平线，不一定就说明场振荡器不工作，只能说明场振荡器以后的场推动、场输出等电路都有发生故障的可能性，可通过电压检查法进一步检查。

3. 检测方法

关于场振荡变压器的检测，主要是测量各组线圈是否有开路现象，以及各组线圈之间是否有短接现象、各线圈与铁芯是否有短接故障等。在三组线圈中，直流电阻最大的是3组，次为1组，最小的是2组，以此可以分辨各组线圈。

八、行推动变压器

1. 电路符号

行推动变压器用在推动级电路中，是连接行推动与行输出级的耦合元件，如图4-27所示是行推动变压器的电路符号。从图中看出，它有一次和二次两个线圈构成，由于这是一个降压变压器，所以一次线圈的匝数多于次级线圈的匝数，一次线圈的直流电阻大于二次线圈的直流电阻，以此可以分辨出一次和二次线圈。

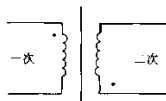


图4-27 行推动变压器电路符号

在使用中要注意一次、二次线圈同名端的关系，见图中的黑点所示，两线圈的黑点一端为同名端。

2. 故障现象

行推动变压器的是用来推动行输出管的，当行推动变压器的一次或二次线圈出现开路故障时，行输出级电路就不能工作，此时无行逆程脉冲电压，也就没有高压，此时电视机出现无光栅故障。

3. 检测方法

对行推动变压器的检测主要是测量一次线圈、二次线圈的通、断，测量一次和二次线圈之间的绝缘电阻和线圈与铁芯之间的绝缘电阻。

在更换时要注意一次、二次线圈之间不要接错。另外，一次和二次线圈的头、尾引脚也不要搞错，否则行扫描电路不能正常工作。

九、行输出变压器

1. 外形特征

行输出变压器又称逆程变压器或回扫变压器，俗称行输出，是电视机中的一个重要变压器。如图4-28a所示是分立式行输出变压器示意图，图4-28b所示是一体化行输出变压器的外形示意图。

如图4-28a所示中可以看出，它由低压线圈、高压包和磁芯等构成。磁芯是可以一分为二的，以便拆、装高压等。

如图4-28b所示一体化行输出变压器的外形示意图，全部线圈和高压整流管均密封装的，底部引出各个线圈的引脚，高压输出采用高压引线直接送显像管的高压嘴。

比较上述两种行输出变压器可知，普通一次升压行输出变压器的结构比较简单，加上分立组合，在高压包损坏后可以拆下更换。但是，高压包的匝数多，高频高压绝缘要求高，分布电容和漏感较大，使高压负载特性变差。另外，需要外接一个硅柱作为高压整流二极管，其体积大、热稳定性差，故障发生较高。

多级一次升压一体化行输出变压器体积小、重量轻，省去了磁柱，工作稳定性好。由于内部的高压整流二极管将各级线圈隔离，减小了分布电容，能获得优良的高压负载特性。但是，由于行输出变压器工作在高压、高频状态下，故障发生率相对电视机中其他元器件而言比较高，而且大多情况下是高压线圈部分损坏，由于一体化行输出采用环氧树脂等材料封装，所以更换时得将整个行输出变压器一起更换，增加了维修成本。

2. 电路符号

如图 4-29 所示是行输出变压器的电路符号。其中，图 a 所示为分立式行输出变压器的电路符号；图 b 所示是一体化行输出变压器的电路符号，用虚线框表示两组线圈组合成一体，并在内部已设有高压整流管。

行输出变压器是组成行输出高压电路的重要元件，电视机显像管所需要的高压、中压和其他电路需要的低压要通过行输出高压电路来获得。中、高压是利用行扫描逆程期间产生的半个周期谐振电压，通过行输出变压器的升压，经整流后获得，利用行逆程回扫期间的能量来获得中、高压电压具有下列一些好处：

1) 有利于节省电能，降低整机功耗。

顺便说一句，行输出级消耗的电能约占整机功耗的 60% 左右。

2) 由于行频高达 15625Hz，频率高有利于滤波，即用较小的滤波电容可获得很好的滤波性能。

3) 行逆程脉冲电压较高，较容易获得中、高压。

4) 具有保护显像管的作用，当行振荡发生故障时，行逆程脉冲消失，可起保护作用。

通过行输出变压器可以获得上万伏的显像管阳极高压，获得几百伏的显像管加速极电压和聚焦极电压，以及其他电路的低电压。

3. 结构

行输出变压器根据结构划分有分立式和一体化两种，前者低压线圈（一次线圈）和高压线圈（高压包）是可以分开的，即行输出变压器可以拆开；后者则低压和高压线圈均密封在一个外壳内，外壳是无法拆卸的。根据高压线圈升压的原理不同可分成普通一次升压和多级一次升压等。

由于行输出变压器的具体型号较多，而具体绕组结构也不同（指抽头多少），所以在具体的电路符号中也是有变化的。电路符号中的黑点表示是同名端。

4. 故障现象

行输出变压器是一个故障发生率最高的元件，通常表现为高压线圈开路或局部匝间短

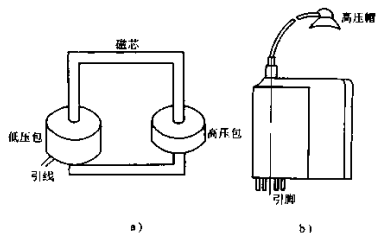


图 4-28 行输出变压器外形示意图

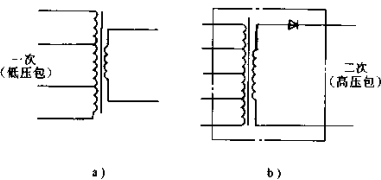


图 4-29 行输出变压器电路符号

路，其中短路故障最为常见。下面说明一些主要故障现象：

- 1) 行输出变压器损坏后，在光栅上可以表出现无光栅、光栅暗等现象。
- 2) 当高压线圈开路时，由于无高压而出现无光栅现象。
- 3) 当高压线圈出现局部匝间短路时，由于高压不足会出现光栅暗，甚至无光栅等现象。
- 4) 行输出变压器的线圈短路故障会导致行输出级的工作电流增大，使行输出管烧坏。
5. 检测方法

(1) 低压线圈一般不会出现故障，因为它的线径较粗，工作电压也较低，检测时主要是用万用表的 $R \times 1$ 档测量线圈的直流电阻，不应有开路现象，并注意低压线圈的各抽头引脚电阻也要测量。测量时，可直接测量线圈的引出脚。

(2) 分立式行输出高压包检测方法是这样的：由于分立式行输出高压包中无整流二极管，故可以直接测量它的直流电阻来判别它是否开路。但是，对检测高压包是否存在局部短路故障是不可靠的，因为线圈局部短路后的阻值减小量并不明显。此时，如有另一只同型号高压包，可通过精确测量两高压包直流电阻，进行比较阻值后来分辨。阻值减小了说明存在局部短路故障了。

另外，还可以采取这么一种检查方法：让电视机通电工作几分钟，然后关机后摸摸高压包，检测它的温度高低，若很烫说明存在短路故障。同时，也可以配合测量行输出管工作电流来进行判别，当行输出变压器存在短路故障时，行输出管集电极电流会大幅度提高。

例如，一般 14 英寸电视机的行管集电极电流为 600mA 左右，若远大于此值，同时高压包又发热，则可以判断行输出变压器存在短路故障。

另外，不测行输出管集电极电流，也可以改测整机直流工作电流（可去掉整流电路中的保险丝，串入万用表的直流电流档），一般 14 英寸电视机的整机直流工作电流为 1A 左右。

(3) 一体化行输出变压器检测方法是这样的，对它的低压线圈检测方法同上、可直接测各引脚之间的直流电阻，以判断是否存在开路故障，此法对短路故障无效，不过低压线圈的故障发生率很低。

对高压线圈的检测由于内部有数只高压二极管串联，所以不能采用上述测量电阻的方法了，采用测温度和直流电流大小方法来判别。对于开路故障，可在开机的情况下，用验电笔接近高压线或行输出变压器，若验电笔发亮则说明有高压，高压线圈未断。若验电笔不亮，则说明无高压，但不能说明就是高压线圈开路，也可能是行扫描电路中其他问题，此时要从行振荡开始逐级检查。

对于行输出变压器的简易测试一直是一个待解决的问题，也有一些测试仪器，例如线圈短路测试仪。

6. 代换原则

行输出变压器的代换分为直接代换和改动代换，当采用同型号行输出变压器或引脚分布规律相同、线圈结构相同且参数十分相近的行输出变压器时，可在不作改动的情况下直接代换。对不符合上述条件时，要作改动性的代换，具体注意事项如下：

1) 通过改动，原则上讲分立式、一体化行输出变压器之间可以代换的，尽管各具体型号行输出变压器有这样或那样的不同（主要是引脚分布不同、线圈绕组抽头多少不同、匝数不同），但它们的基本工作原理是一样的。

2) 对于分立式行输出变压器引脚分布规律不同时，可直接改动线圈引出线在引脚上的

接序号,使之符合使用需要。对于一体化行输出变压器,总能找到几个引脚是符号引脚分布规律,对其他不符合规律的引脚将它们弯成 90° ,再用引线另外接线,引至对应的引脚孔中,要注意引线的绝缘。

3) 对于绕组结构不同时,例如多出绕组或少绕组,此时对多出的绕组可省去不同,对少的绕组可在磁芯上用导线重绕(一般匝数均很少,如AGC绕组为5匝左右,升压绕组为20匝左右,具体匝数可在调试中决定)。

4) 在分立式行输出变压器中,高压包有正、反向之分,正、反向是指它的线圈绕向,在更换时原正向得用正向高压包更换,原反向的要用反向的高压包更换,若搞反了会出现负像、无光栅等现象。若无正确极性的高压包更换,可将高压包装到低压包同一侧磁芯上一试。另外,高压包与显像管尺寸要配套,这主要是不同尺寸的显像管其高压的大小是有所不同的。

5) 在进行代换时,必须了解新、旧输出变压器的各引脚分布规律和作用,以及了解各线圈参数等,下面给出一些分立式、一体化行输出变压器的代换资料。

7. 代换资料

(1) 正、反向高压包统计资料。表4-9所示是国产黑白电视机采用正向高压包的机型资料。

表 4-9 国产黑白电视机采用正向高压包机型

英寸	电 视 机 型 号
12	飞跃全系列、百光 D11-30、银光 BD12-2、星火 JD54、昆仑 B312、牡丹 31H1、银河 12H1、红梅 WHD-2、长江 8031-B、孔雀 KQ-31、新宇 12D、友谊 312、熊猫系列、金角 12H1
14	飞跃全系列、凯歌 4D16U、凯歌 4D14U、百花系列、友谊系列、百合花系列、银光系列、新宇系列、天马系列、红旗系列、多麦系列
17	飞跃系列、上海 44、百乐系列

表 4-10 所示是国产黑白电视机采用反向高压包的机型资料。

表 4-10 国产黑白电视机采用反向高压包机型

英寸	电 视 机 型 号
12	西湖全系列、凯歌 4D8、凯歌 4D15、金星 B31-1、金星 B31-2、天马 31H1、银鸽
14	西湖全系列、上海 J135-2
16-19	西湖、飞跃 19D1、上海 H147、北京 837、北京 838、友谊 JD16、金星 B40-1

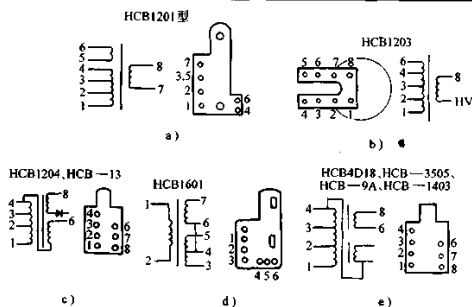


图 4-30 分立式行输出变压器引脚分布示意图

料。如图 4-30 所示是几种分立式行输出变压器引脚分布规律和电原理示意图,表 4-11 所示是分立式行输出变压器的引脚作用及参数资料。

(2) 分立式行输出变压器资

表 4-11 分立式行输出变压器引脚作用及参数

型 号	线 号	线径/mm	匝 数	引脚号	作 用
HCB1201 (引脚图见图 4-30a)	1~2	φ0.53	29 $\frac{1}{8}$	1	升压电容
	2~3	φ0.53	22 $\frac{1}{8}$	2	升压二极管
				3	行管集电极
	3~4	φ0.53	1 $\frac{1}{2}$	4	阻尼二极管
	5~6	φ0.23	75 $\frac{7}{8}$	5	行管集电极
	7~8	φ0.08	2250	6	聚焦
				7	接地
HCB1203 (引脚图见图 4-30b)	1~2	φ0.51	39	1	升压电容
	2~3	φ0.51	23	2	升压二极管
				3	行管集电极
	3~4	φ0.51	2	4	阻尼二极管
	4~6	φ0.23	85	5	空
	8-HV	φ0.08	2300	6	聚焦
8				接地	
HCB1204 HCB-13 (引脚分布见图 4-30c)	1~2	φ0.51	32	1	升压电容
	2~3	φ0.51	22	2	升压二极管
				3	行管集电极
	3~4	φ0.51	1	4	阻尼二极管
	4~6	φ0.23	85	5	空
	8-HV	φ0.07	2360	6	聚焦
7				空	
HCB1601 (引脚分布见图 4-30d)	2~1	φ0.35	120	8	接地
	4~5	φ0.25	22	1	100V
				2	行管集电极
	3~4	φ0.25	11	3	AFC
	4~7	φ0.10	2080	4	接地
				5	+12.5V
HCB4D18、 HCB-1403 (引脚分布见图 4-30e)	1~2	φ0.51	31	6	空
	2~3	φ0.51	21	1	升压电容
				2	升压二极管
	3~4	φ0.51	1	3	行管集电极
	4~6	φ0.23	40~80	4	阻尼二极管
				5	空
8-HV	φ0.07	2450	6	聚焦	
			7	空	
			8	接地	

表 4-12 所示是分立式行输出变压器适用机型资料。

表 4-12 分立式行输出变压器适用机型资料

参 数	HCB1201	HCB1203	HCB1204 HCB-13	HCB4D18、 HCB-1403	HCB1601
提升电压/V	26 ± 0.5	29 ± 0.5	26.5 ± 0.5	28 ± 0.5	
视放电压/V	100 ± 10	115 ± 10.5	110 ± 10.5	110 ± 10	
聚焦电压/V	380 ± 20	400 ± 30	400 ± 20	360 ± 20	400
高压/kV	12 ± 0.5	12 ± 0.3	12 ± 0.3	14 ± 0.5	15.5 ± 0.4
行管集电极电流 I_c /mA	≤ 620	≤ 630	< 560	< 650	≤ 160
适用机型	飞跃 12D1	飞跃 12D3	飞跃 12D4、 31D9、12D、 JDS4、JDS6、 牡丹 31H2、 北京 842-2、 长城 JTH122、 昆仑 B312、 金星 B31-2	飞跃 35D1、 35D10、 35D12-2、 35D14-2、 35D18-2、 35D-2、3D4-4 35D-6、 上海 J1352U	飞跃 19D1、 上海 J14C-1、 南宁 NS16-2、 莺歌 D191、 牡丹 40H1

(3) 一体化行输出变压器资料。

如图 4-31 所示是几种一体化行输出变压器引脚分布规律示意图。其中, 图 a 所示适用于 BHH 型和 BSH 型行输出变压器引脚图, 其中 1~8 编号为全国联合设计的编号, 图 c 所示为 BSH4403 型、BSH3502A 型行输出变压器专用引脚分布规律图。

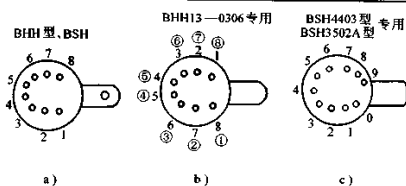


图 4-31 几种一体化行输出变压器引脚分布示意图

如图 4-32 所示是 BHH 型和 BSH 型行输出变压器电原理示意图。

表 4-13 所示是 BHH 型行输出变压器引脚作用、参数和适用机型资料。

表 4-13 BHH 型行输出变压器性能及适用机型

项 目	BHH12-0113 (BSH-3116)	BHH13-0306	BHH14-0302	BHH15-0303	BHH-1503	BHH17030
高压/kV	11.8 ± 0.4	11.9	13.5 ± 0.5	14.4 ± 0.4	14.3 ± 0.5	16.5 ± 0.8
聚焦电压/V	300 ± 50	-	300 ± 50	300 ± 50	400 ± 10	-
视放电压/V	110 ± 10	120	110 ± 10	110 ± 10.5	110 ± 10	-
提升电压/V	26.5 ± 0.5	20.6	26.5 ± 0.5	27.3 ± 0.5	28.5 ± 0.5	-
行管 I_c /mA	≤ 550	< 550	< 650	≤ 680	< 650	< 180
引 脚 号	1	升压电容	-	同步脉冲	-	接地
	2	聚焦电压	空	聚焦电压	聚焦电压	-120V _{r-p}
	3	空	升压二极管	-	同步脉冲	与 2 脚接通
						AFC

项 目	BHH12-0113 (BSH-3116)	BHH13-0306	BHH14-0302	BHH15-0303	BHH-1503	BHH17030	
引 脚 号	4	接地	行管集电极	接地	接地	空	接地
	5	升压电容	阻尼二极管	升压电容	升压电容	阻尼二极管	灯丝
	6	升压二极管	-	升压二极管	升压二极管	行管集电极	电源
	7	行管集电极	接地	行管集电极	行管集电极	升压二极管	-
	8	阻尼二极管	-	阻尼二极管	阻尼二极管	升压电容	行管集电极
适用机型	飞跃 12D1-6、 12D10、 12D1-8	引脚 1~8 为飞跃 12D5 专用 (见引 脚图中 1~8 所示)	飞跃 35D2-2、 35D10-2、 35D9-2	飞跃 44D1-2、 44D2-2、 凯歌 4D44U	飞跃 40D2	飞跃 19D1-4、 51D1-2	

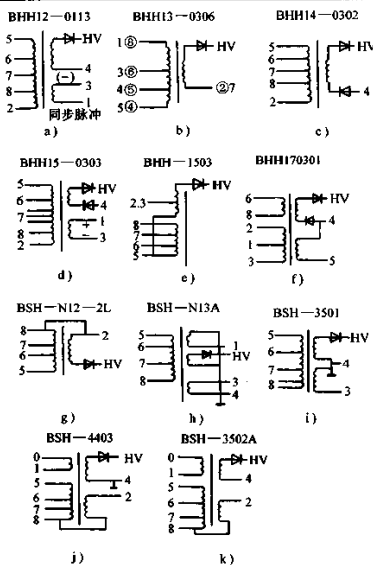


图 4-32 几种行输出变压器电原理图

表 4-14~表 4-22 所示是 BSH 型行输出变压器引脚作用、参数和适用机型资料。

表 4-14 BSH 型行输出变压器性能及适用机型

项 目	BSH13-N12-21	BSH13-N13A	BSH-3501	BSH-4403	BSH-3502
技术 参数					
高压/kV	13.5±0.5	13.5±0.5	13.5±0.5	14.4±0.5	13.5±0.5
聚焦电压/V	300±50	300±50	300±50	300±50	300±50

(续)

项 目	BSH13-N12-21	BSH13-N13A	BSH-3501	BSH-4403	BSH-3502	
技术 参 数	视放电压/V	110 ± 10	110 ± 10	110 ± 10	110 ± 10.5	
	提升电压/V	26.5 ± 0.3	26.5 ± 0.3	26.5 ± 0.3	27.3 ± 0.5	
	行管 I _c /mA	< 650	< 650	< 650	< 650	
引 脚 号	0	无	无	无	未用	
	1	-	同步脉冲	-	接地	
	2	-	-	聚焦电压	聚焦电压	
	3	-	同步脉冲	同步脉冲	-	
	4	-	接地	接地	接地	
	5	升压电容	升压电容	升压电容	升压电容	升压电容
	6	升压二极管	升压二极管	升压二极管	升压二极管	升压二极管
	7	行管集电极	行管集电极	行管集电极	行管集电极	行管集电极
	8	阻尼二极管	阻尼二极管	阻尼二极管	阻尼二极管	阻尼二极管
9	无	无	无	空	-	
通用机型	百合花: D35-3U1、 D35-3U2、 D35-3U3、 D35-3U4、 D35-3U8	凯歌 4D35U3、 百合花 D35-3U6、 飞跃 35D8-6、 35D8-4	凯歌 4D17U、 4D18U1、 4D19U1、4D20U、 4D21U、4D35U1、 4D35U4、4D35U5、 4D35U6、4D35U7、 4D22、金星 B35-1U、B35-2U、 飞跃 35D2-2、 35D10-2、35D9-2	上海 J144-2U、 J144-4B、K144-10、 J144-1AU、 J144-4A	上海 J135-5U、 J135-5AU	

表 4-15 BSH12/13/14/15-01 型引脚作用

引脚号	作用	引脚号	作用
1	空	5	升压电容
2	聚焦电压	6	升压二极管
3	空	7	行管集电极
4	接地	8	阻尼二极管

表 4-16 BSH12/13/14/15-01 型参数

型 号	高压/kV	行管 I _c /mA	聚焦电压 /V	视放电压 /V	提升电压 /V	AGC 峰-峰值 /V
BSH12-0101	11.8 ± 0.4	≤ 620	300 + 30	100	26.5 ± 0.5	-17 ± 2
BSH12-0102	11.8 ± 0.4	≤ 620	300 + 3	100	26.5 ± 0.5	—
BSH12-0104	10.6 ± 0.4	≤ 600	—	102 ± 5	15 ± 0.5	-9 ± 1
BSH12-0111	10.6 ± 0.5	≤ 600	—	135 ± 10	20.2 ± 0.4	—
BSH12-0112	11 ± 0.5	≤ 550	—	123 ± 10	18.4 ± 0.5	—
BSH12-0113	11.8 ± 0.5	≤ 570	300 + 30	110 ± 10	26.4 ± 0.5	-

(续)

型号	高压/kV	行管 I_c /mA	聚焦电压 /V	视放电压 /V	提升电压 /V	AGC峰-峰值 /V
BSH12-0114	11.5 ± 0.5	≤ 600	300 + 50	90 ± 10	26.7 ± 0.5	—
BSH12-0115	11.8 ± 0.5	≤ 620	300 + 50	110 ± 10	26.5 ± 0.5	-10 ± 2
BSH13-0101	13.2 ± 0.6	≤ 600	300 + 50	110 ± 10	26.5 ± 0.5	—
BSH14-0101	13.5 ± 0.5	≤ 650	300 + 5	105 ± 10	28 ± 0.5	-17 ± 2
BSH14-0102	13.5 ± 0.5	≤ 650	300 + 30	105 ± 10	28 ± 0.5	—
BSH14-0103	14 ± 0.5	≤ 650	360 ± 20	110 ± 10	28 ± 0.5	—
BSH14-0107	13.2 ± 0.5	≤ 640	—	125 ± 10	20 ± 0.5	—
BSH15-0103	14.3 ± 0.5	≤ 650	400	110 ± 10	28.5 ± 0.5	—
BSH15-0105	14.3 ± 0.5	≤ 650	400	110 ± 10	28.5 ± 0.5	—

表 4-17 BSH12/13/14/15-03 型各引脚作用

引脚	作用	引脚	作用
1	—	5	升压电容
2	聚焦电压	6	升压二极管
3	—	7	行管集电极
4	接地	8	阻尼二极管

表 4-18 BSH12/13/14/15-03 型参数

型号	高压/kV	行管 I_c /mA	聚焦电压 /V	视放电压 /V	提升电压 /V	AGC峰-峰值 /V
BSH12-0304	12 ± 0.4	≤ 450	300 + 30	110 ± 10	26.2 ± 0.3	—
BSH13-0301	13.2 ± 0.5	≤ 600	300 + 50	110 ± 10	26.5 ± 0.5	—
BSH14-0302	13.6 ± 0.5	≤ 600	300 + 50	102 ± 8	26.7 ± 0.4	—
BSH14-0305	13.5 ± 0.5	≤ 650	300 + 3	110 ± 10	26.5 ± 0.5	—
BSH14-0306	13.5 ± 0.5	< 900	—	128 ± 10	29.8 ± 0.5	-11 ± 2
BSH14-0308	14.2 ± 0.6	≤ 600	—	122 ± 6	20.3 ± 0.4	—
BSH14-0309	14.2 ± 0.6	≤ 650	300 + 50	110 ± 10	26.5 ± 0.5	—
BSH14-0310	13.5 ± 0.6	≤ 850	—	130 ± 10	28 ± 0.5	-11 ± 2
BSH15-0303	14.4 ± 0.5	≤ 650	300 + 50	110 ± 10	27.2 ± 0.5	—

表 4-19 BSH12/14-04 型引脚作用

引脚	作用	引脚	作用
1	—	5	升压电容
2	聚焦	6	升压二极管
3	—	7	行管集电极
4	空	8	阻尼管

表 4-20 BSH12/14-04 型参数

型号	高压/V	行管 I_c /mA	聚焦电压 /V	视放电压 /V	提升电压 /V
BSH12-0401	11.8 ± 0.4	≤ 550	300 + 30	110 ± 10	26.5 ± 0.5
BSH12-0402	11.5	≤ 560	300 + 50	100 ± 15	26 ± 0.5

(续)

型 号	高压/kV	行管 I_c /mA	聚焦电压 /V	视放电压 /V	提升电压 /V
BSH12-0403	11.8	≤ 550	300+50	105	26±0.5
BSH12-0407	11.8±0.5	≤ 550	300+50	110±10	26.5±0.5
BSH14-0401	13.2±0.5	≤ 560	300+30	110±10	26.5±0.5
BSH14-0402	14±0.5	≤ 650	300+50	120±10	28±0.5
BSH14-0403	14.2±0.5	≤ 600	300+50	110±10	26±0.5

表 4-21 BSH12/14-05 型引脚作用

引 脚	作 用	引 脚	作 用
1	升压电容	4	阻尼二极管
2	升压二极管	5	空
3	行管集电极	6	聚焦电压

表 4-22 BSH12/14-05 型参数

型 号	高压/kV	行管 I_c /mA	聚焦电压 /V	视放电压 /V	提升电压 /V
BSH12-0501	11.5	≤ 550	300+50	110±10	26.5±0.5
BSH12-0502	11.5	≤ 550	300+50	110±10	26.5±0.5
BSH14-0501	14±0.5	≤ 620	400+50	100	28±0.5
BSH14-0502	13.6±0.4	≤ 620	410±25	110±10	27.5±0.5
BSH14-0503	13.5±0.5	≤ 580	300+50	110±10	26.5±0.5

第五节 黑白显像管和光栅中心调节片

一、黑白显像管

目前黑白电视机采用静电聚焦、电磁偏转的显像管，电聚焦是指利用静电场将电子流汇聚成一束。

按照电子枪划分黑白显像管有三极式和四极式两种，23cm 的显像管用三极式的电子枪，31cm、40cm、47cm 等显像管则用四极式的电子枪。

1. 电路符号

如图 4-33 所示是黑白显像管的电路符号，在电路符号中用字母标出了各个电极。阴极用 K 表示，控制极用 G 表示。加速极又称第一阳极，用 A_1 表示。聚焦极又称第二阳极，用 A_2 表示。高压阳极又称第三阳极，它用 A_3 表示。

(1) 灯丝。灯丝引脚共有两根，灯丝是用来加热阴极的，显像管采用旁热式，当灯丝通过电流时，灯丝便发热的，阴极套在灯丝外面，阴极便间接地受热而具备发射电子的能力。

(2) 阴极。显像管的阴极只有一根引脚。阴极用来发射电子，在阴极的圆筒内装有灯丝，在给灯丝通电后，灯丝发热，给阴极加热，阴极热了之后便可以发射电子了，产生电子

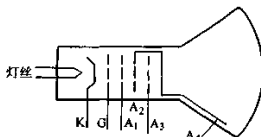


图 4-33 显像管电路符号

束。阴极做成细圆筒形状，圆筒的顶部涂有氧化物。

显像管的寿命取决于阴极的电子发射能力。当显像管使用时间长后，阴极的电子发射能力下降，当这一能力下降到一定程度时，显像管便不能正常使用了。

(3) 控制极。控制极可称为控制栅极、栅极，又称调制极 M，它只有一根引脚。控制极在阴极的后面。它与阴极之间的直流电压差决定了电子束的强弱。实用电路中，通常将控制极接地，改变阴极的电压大小来控制电子束电流的大小，显像管正常工作时阴极电压比控制极电压要高。

(4) 加速极。它只有一根引脚，它的位置在控制极的前面。在加速极上约有 200~500V 的正电压，将阴极上的电子拉出来，并给予加速，使电子束射向屏幕。

(5) 聚焦极。它只有一根引脚。聚焦极上有 0~450V 的聚焦电压，调整该电压的大小可以改变聚焦状态，当聚焦不好时图像模糊。

(6) 高压阳极。高压阳极是通过高压嘴与外电压相连的。它上面有 9~16kV 的直流高压，这一电压要加到内导电层上，产生一个均匀的等电位空间，使阴极发射出来的电子束高速轰击荧光屏。

在四极式的电子枪中，还设有第四阳极，其电子枪的基本结构同前一样，只是各电极有这样下列两点变化：

- 1) 第四阳极在内部与第二阳极相连后作为高压阳极。
- 2) 聚焦极改为第三阳极。

2. 结构

显像管主要有电子枪、玻璃外壳和荧光屏三大部分组成，与电子电路有关的主要是电子枪，如图 4-34 所示是黑白显像管结构示意图。

电子枪是用来产生电子束的。管脚连接各电极。玻璃外壳由管颈、锥体和屏面玻璃构成，整个玻璃外壳是密封的，外壳内部抽成真空。屏面玻璃的内侧涂有发光材料，即荧光粉。当电子束以高速轰击荧光粉时，荧光粉便能发光，其发光的强度与荧光粉发光效率、电子束轰击速度等因素相关，改变电子束强度能够改变发光的亮度。

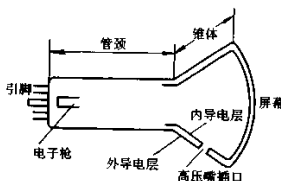


图 4-34 黑白显像管示意图

在锥体内壁涂有石墨导电层（第二阳极），在电子轰击荧光粉时不仅会发光，而且还会产生二次电子，二次电子反射到锥体内壁石墨导电层上，被第二阳极所吸收，通过外电路将其释放。

在锥体的外层也涂有石墨导电层，这样内、外导电层形成一个 500~1000pF 大小的电容器，这一电容作为高压的滤波电容。

高压嘴（高压插座）与导电层相连，用来送入极高压。

3. 显像管调制特性

显像管的调制特性可以用如图 4-35 的特性曲线来说明，纵坐标是阴极电子束电流强度，横坐标是控制极与阴极之间的负电压。

在显像管正常工作时，要求控制极上的电压低于阴极上的电压，或者说是阴极上的电压要高于控制极上的电压。从曲线中可以看出，当阴极上的电压愈高于控制极上的电压时，电

子束的电流愈小,反之则大。

从曲线还可以看出,当阴极电压比控制极电压高到一定程度时,电子束的电流为零,这时阴极不能发射电子,无光栅。

在修理中会遇到这样情况造成的无光栅故障,即显像管阴极电压太高引起的无光栅故障。

在显像管工作过程中,如若阴极电压低于控制极电压,此时电子束电流很大而会有烧坏阴极的危险,这是不允许的。

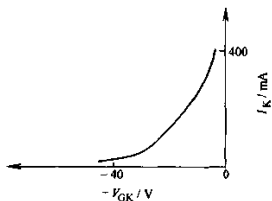


图 4-35 显像管调制特性曲线

4. 主要参数

显像管的主要参数包括下列几个方面。

(1) 机械性能参数。这一参数包括荧光屏尺寸、偏转角(国产管有 90°、110°、114°等几种,偏转角愈大,显像管愈短,但所需偏转功率愈大)和管径直径(管径愈细,所需要的偏转功率愈小)。

(2) 电性能参数。这一方面的参数除上面介绍的调制特性外,还有灯丝电压和各电极所需直流电压。

(3) 光性能参数。这方面的参数有电子束聚焦性能、光栅色调、亮度、对比度和图像分辨能力等。

5. 国产管型号命名方法

国产阴极射线管型号共有四个部分组成。第一部分用数字表示屏幕对角线长度,单位是 cm,如 40SX1B 中的 40 表示屏幕的对角线长度,相当于 16 英寸,英寸与厘米之间的换算如下表 4-23 所示。

表 4-23 英寸与厘米之间的换算

厘米	23	31	35	40	43	47	54	63	73
英寸	9	12	14	16	17	19	21	25	29

第二部分用字母表示阴极射线管的类型,如下表 2-24 所示。SX 表示黑白显像管,ZX 表示彩色显像管。

表 2-24 国产阴极射线管型号含义

字母	含 义	字母	含 义
SX	电磁偏转黑白显像管	SJ	静电偏转式示波管或显像管
ZX	彩色电视显像管	SS	电磁偏转式示波管或显像管

第三部分用一个数字表示序号。第四部分用一个大写字母表示屏幕荧光体的类型,黑白显像管中用 B 或 C 两个字母,它们都表示屏幕荧光体为单层、细薄结构,但余辉时间 B 短,C 为中等,发光特性基本相近。

6. 引脚分布规律

如图 4-36 所示是进口和国产黑白显像管的引脚分布示意图。从图 4-36a 和 4-36b 所示中可以看出 1 与 7 脚之间的间距较大,这是供识别用的缺口,以此可以确定引脚识别顺序,顺

时针方向依次为 1、2、……。对于图 4-36c 和 4-36d 所示有一个突出键，以此为依据顺时针方向为各引脚。

7. 故障现象

一般情况下显像管不会损坏。属于显像管的故障主要有下列一些：

- 1) 灯丝断，此时灯丝不亮，无光栅。
- 2) 阴极发射电子能力下降，此时图像模糊，对比度下降，严重时不能重显图像。
- 3) 碰极和漏电故障。

8. 检测方法

(1) 灯丝断判断方法。通电后灯丝不亮，此时可测量灯丝两根引脚之间的电阻，若阻值为无穷大说明灯丝断，否则是灯丝电压没有加上。

对于 7 脚显像管的灯丝引脚为 3、4 脚，对于 8 脚显像管灯丝引脚为 1、8 脚。

正常情况下，对于 12V 供电的显像管灯丝电阻为 20~40 Ω ，对于 6.3V 供电的显像管灯丝电阻为 1.2~1.5 Ω 。

若测量灯丝电阻偏小，则说明内部有短路故障。

(2) 判断显像管衰老方法。按下显像管的管座，按照显像管灯丝电压要求外加一个电压给灯丝，通电热一分钟，万用表的 R \times 1k 档，黑表棒接显像管栅极，红表棒接阴极，若测量阻值为 10k Ω 以下，说明阴极发射能力正常，可以正常使用。若测量阻值在 100k Ω 左右，说明阴极发射能力已明显下降，但尚可使用。若测量阻值大于 500k Ω ，则说明显像管阴极发射能力已衰竭，该显像管已不能再用。

(3) 碰极和漏电检测方法。万用表 R \times 10k 档，不开机，拔下显像管的管座，测量两根引脚之间的阻值，应该都是无穷大（灯丝引脚之间除外），说明显像管冷态阻值正常。若测量有阻值很小情况，说明存在碰极故障。

然后，进行热态检查，插上管座后通电一段时间，再断电、拔下管座，迅速再测量显像管两根引脚之间的电阻值，若都是阻值无穷，说明显像管热态也正常。若发现某两根引脚之间的阻值随温度下降而阻值增大现象，则说明这两根引脚之间存在漏电故障，阻值愈小说明漏电愈严重。

9. 各电极典型工作电压

检查显像管电路故障时，了解各电极的典型直流工作对判断故障部位有十分重要的意义。具体说明如下：

(1) 23cm 和 31cm 的显像管灯丝电压为直流 12V，电流为 85mA 左右，由机内整流、滤波电路供给。

(2) 35cm~47cm 显像管的灯丝电压为交流 6.3V，由电源变压器的次级线圈直流供给。

(3) 显像管的阳极高压在 9~16kV，显像管的尺寸愈大其高压就愈高。

(4) 加速极直流电压为 120~400V，各型号显像管是不同的，加速极上的直流电压取自行输出变压器的中压输出（行逆程脉冲通过整流、滤波获得）。

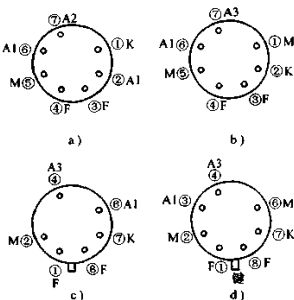


图 4-36 进口和国产黑白显像管引脚分布示意图

(5) 聚焦极上的直流电压为 0~400V, 通过一个聚焦电位器可进行电压大小的调整, 这一电压也是取自行输出变压器的中压输出, 经聚焦电位器后送到聚焦极上。

(6) 显像管的阴极上除有视频信号外, 还有可调节的亮度控制电压 (直流电压), 此直流电压愈大, 显像管愈暗, 反之则相反。

上述显像管各电极电压必须在合适的范围内, 偏低或偏高均不能使显像管进入正常的工作状态, 引起各种故障。

例如, 当灯丝电压偏低时, 会使显像管的阴极温度过低, 影响其发射电子的能力, 当灯丝电压过高时, 显像管的阴极温度过高, 这会加速阴极的衰老, 缩短了显像管的寿命。

当加速极电压过低时, 显像管亮度会不足, 而加速极电压过高时, 也会加速显像管的衰老。

当高压不足时, 显像管的亮度也不足, 但高压过高时则会引起打火等一系列问题。

10. 高压打火修理方法

由于受潮或显像管高压嘴有灰尘, 会出现高压打火现象, 此时能听到“吱吱”的响声 (音量电位器关死后听得更清晰), 同时图像上也有杂波点干扰出现, 此时可关掉电源, 用纯酒精清洗显像管高压嘴附近的外壁 (注意安全), 这样消除高压打火现象, 也可用灭狐灵来处理。如果上述处理无效, 则要检查高压是否太高。

11. 检修注意事项

在检查显像管电路过程中要注意以下几点:

- 1) 在显像管管脚的接线过程中, 切不可将引脚接错, 否则会造成显像管的永久性损坏, 如将显像管的灯丝引脚接错, 造成灯丝电压升高而烧坏显像管灯丝。
- 2) 在进行显像管阴极电流测量、灯丝重接时, 一定要确定显像管的确已存在问题, 如灯丝是开路了, 不要因为测量的差错而导致本来好的灯丝被搞坏。
- 3) 控制栅极上加的电压不能大于阴极上的电压, 否则会损坏显像管。
- 4) 在修理过程中, 不要将亮度开得较大, 特别是检修一条垂直或水平亮线、一个亮点故障时, 更要将亮度关小, 否则会烧坏显像管的荧光粉, 留下暗斑。
- 5) 在拆显像管之前, 先用导线将显像管高压嘴和外壁导电层对地放电, 将可能残留的电荷放掉, 否则有可能会造成电击事故。另外, 在搬拿显像管过程中, 注意不可碰到显像管的管壁, 以免显像管破裂造成意外事故。

12. 修理资料

常用国产和进口黑白显像管各电极工作电压数据如表 4-25 所示, 供修理中参考。表中管脚分布见图 4-36。

表 4-25 国产黑白显像管各电极工作电压数据

型 号	管脚 (图 4-36)	灯 线		A1/V	A2/kV	A3/V	阴极截止电压 /V
		电压/V	电流/mA				
23SX5B	a	12	85	400	0~0.3	9000	-20~-60
34SX2B	a	12	85	120	12	400	-25~-60
31SX3B	b	12	80	120	12	0~400	-32~-70
31SX4B	b	11	70	120	12	0~400	-
31SX5B	b	12	75	110	12	0~400	48~74
35SX1B	b	12	75	110	12	110	35~55

(续)

型号	管脚 (图 4-36)	灯 线		A1/V	A2/kV	A3/V	阴极截止电压 /V
		电压/V	电流/mA				
35SX3B	c	6.3	600	400	12	-110~450	-38~85
35SX5B	b	11	100	100	12	-130~170	-35~-65
40SX12B	d	6.3	600	400	14	-100~450	-30~-90
43SX3B	c	6.3	600	300	14	-100~425	-30~-90
44SX1B	b	12	100	100	15	0~450	-
44SX2B	b	12	100	100	15	0~450	-
47SX13B	d	6.3	600	400	16	-100~450	-20~-180
310GNB4 (Q)	b	12	75	100	10	0~400	35~55
310GUB4	b	12	75	110	12	-100~300	43~74
310EUB4	b	12	75	100	10	0~400	35~55
310FRB4	b	12	75	300	10	0~300	31~65
310DMB4	b	12	75	300	10	0~300	31~65
310GNB4 (Q)	b	12	75	100	10	0~400	31~65
310GKB4 (Q)	b	11	82	100	10	0~400	35~55
310KCB4	b	11	82	100	10	0~300	35~55
310JEB4 (Q)	b	11	82	100	10	0~400	35~55
310HFB4	b	11	91	110	12	-137~170	53~79
310HKB4	b	12	75	100	10	0~300	35~55
310HGB4	b	11	140	250	11	0~300	37~63
A31-20W	b	11	72	250	11	0~300	37~63
A31-510W	b	11	140	130	11	0~300	35~55
A31-320W	b	11	140	130	12	-100~300	30~50
12VCAP4	b	11	140	130	12	-100~200	45~65
12VCBP4	b	11	140	130	12	-	35~50
12VCCP4	b	11	140	100	12	-	30~50
12VCAF4	b	11	90	120	12	-	-
31LK3B	b	12	90	400	12	-	-
340AXB4	b	12	75	100	12	0~300	35~55
340AMB4	b	12	75	100	12	0~400	35~55
340CBG4	b	12	75	300	12	0~300	31~65
340BZP4	b	11	91	110	12	-130~170	48~74
340CCB4	b	11	82	100	12	0~300	35~55
A34-111W	b	11	140	130	12	0~150	45~65
A34-510W	b	11	140	130	12	0~300	35~55
A40-190W	b	11	300	400	15	0~400	-
440BYB4 (Q)	b	11	140	300	15	0~300	-
A47-27W	d	6.3	300	400	16	0~400	-
440BFB4	b	12	75	100	13	0~400	35~55
440CFB4	b	12	75	100	13	0~300	35~55
440BVB4	b	11	140	300	13	0~300	31~65
440CEB4	b	11	72	130	13	0~300	30~50
50LK1B	d	6.3	300	560	17	0~500	-
500BMB4	d	6.3	243	150	16	0~400	33~62
500ETB4	d	12	75	100	16	0~400	35~55
500CCB4	d	12	75	100	16	0~300	35~55
61LK1B	d	6.3	300	560	17	0~560	-

二、黑白显像管光栅中心调节片

在显像管的生产过程中，由于存在偏差，电子枪的轴线和管颈轴线不完全重合时，将导致扫描中心不在屏幕的中心，使光栅偏向某一侧，严重时还会出现暗角。另外，偏转线圈的装配偏差也会产生上述问题。为了校正上述偏差，设置了中心位置调节片。

1. 结构

如图 4-37 所示是光栅中心调节片示意图，它共有两片，两片大小一样，重叠在一些，套在显像管的颈部，调节片由磁性塑料或铁钴钒合金制成，并经过径向充磁，其极性见图中所示。

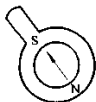


图 4-37 光栅中心调节片示意图

2. 调节方法

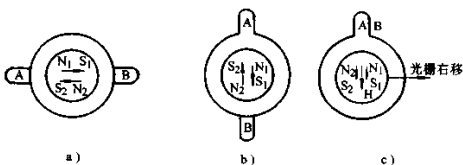
由于两个调节片上充上大小相等的定向磁性，它们套在显像管的颈部后，对电子束要产生一个附加磁场，这一磁场对电子束的扫描产生影响。当两个调节片的相对角度不同、位置不同，其产生的合成磁场方向和大小都是不同的，对电子束的扫描影响也不同，如图 4-38 所示。

图 4-38a 所示，A、B 上下两片成 180° 方向，这时两磁场大小相等，方向相反，所以合成磁场为零，对于电子束的扫描没有附加影响，光栅无附加偏移。



a)

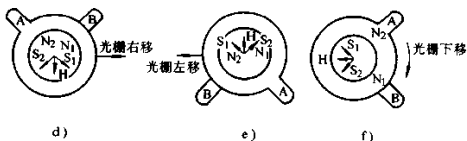
图 4-38b 所示情况相同。图 4-38c 所示是 A、B 两片重叠，此时合成磁场方向向下且为最大，使光栅右移量最大。



b)

c)

图 4-38d 所示也使光栅下降，但下移量小，调整两片之间的角度可以获得所需要的下降量，角度愈小下降量愈大，反之则相反。



d)

e)

f)

图 4-38 调节方法示意图

第六节 集成电路资料

在这里将主要给出集成电路黑白电视机中用到的各种集成电路资料，包括集成电路的各引脚作用、直流工作电压、引脚对地阻值三个方面。

一、黑白电视机机芯介绍

目前生产的绝大多数的是集成电路黑白电视机，其所用集成电路数目划有下列三种：

- 1) 六片机，即主要由六片集成电路构成整机电路。
- 2) 三片机，即主要由三片集成电路构成整机电路。其三片机中有 D 系列和 μ PC 系列两种。
- 3) 二片机（习惯上称之为单片机），即主要由一片大规模集成电路和一片小规模集成电路构成整机电路。

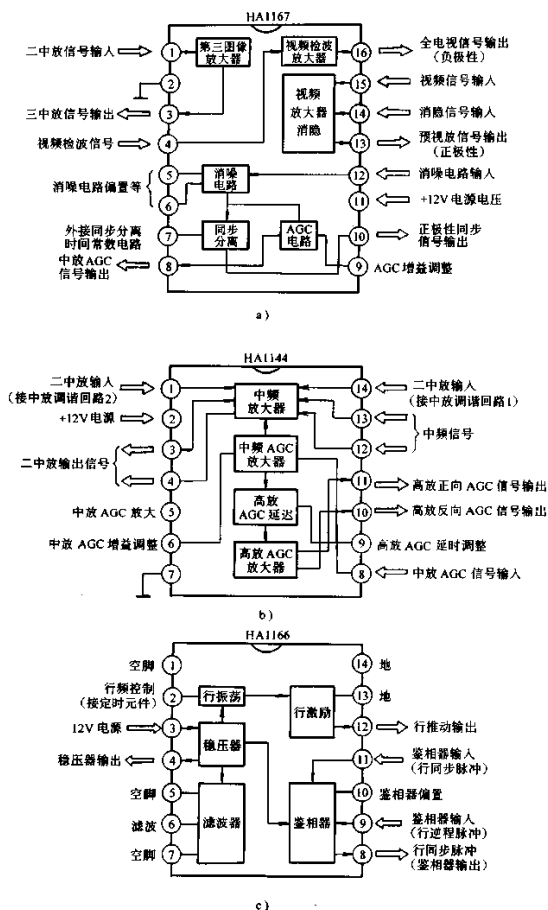
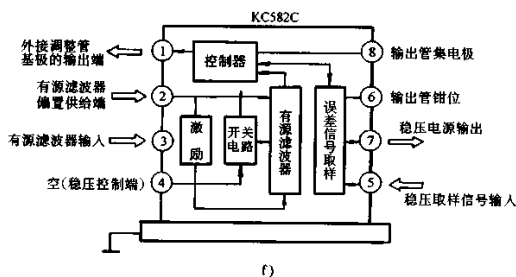
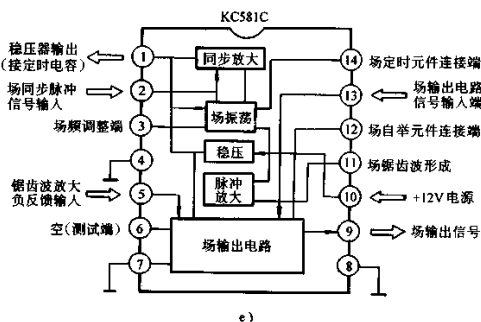
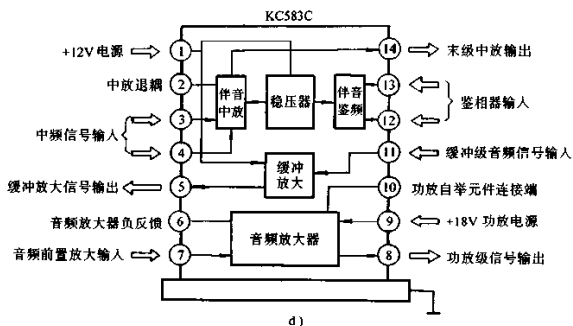


图 4-39 六片



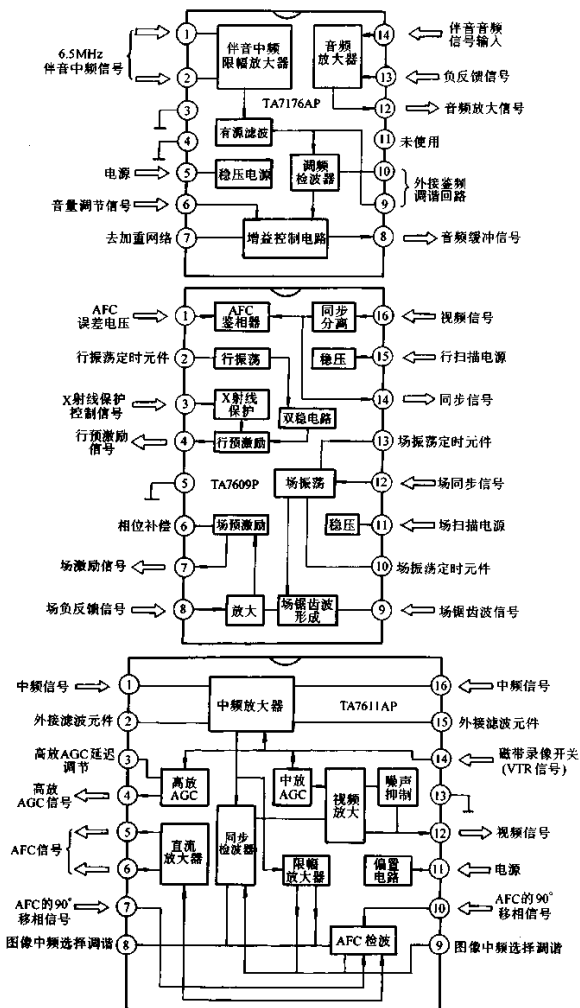


图 4-40 D (TA) 系列三片机集成电路

1. 六片机

六片机是 HA-KC 系列机芯，所用的六片集成电路的具体情况如下：集成电路 HA1144 和 HA1167 作为中频放大器；集成电路 HA1166 作为行扫描电路；集成电路 KC581C 作为场扫描电路；集成电路 KC582C 作为电源电路；集成电路 KC583C 作为伴音电路。

如图 4-39 所示是六块集成电路的内电路框图，供检修时参考。

2. 三片机

三片机一般由三块集成电路构成，共有两种机芯。

(1) D 系列三片机。在 D 系列机芯中集成电路的数目有下列两种情况：

1) 采用三块集成电路，在这种三片机中，集成电路 D7611 作为中频放大器，集成电路 D7176 作为伴音通道电路，集成电路 D7609 作为行、场扫描电路。

2) 采用两块集成电路，这种机芯中，采用集成电路 D7611 和 D7176 分别构成中频放大器和伴音通道电路，扫描电路则是用的分立元器件构成。

还有一种与 D 系列机芯完全一样的机芯，即 TA 系列机芯。其中 TA7611 与 D7611、TA7176 与 D7176、TA7609 与 D7609 均完全一样，它们之间可以互换使用。

如图 4-40 所示是 D (TA) 系列三片机集成电路内部电路框图。

(2) μ PC 系列三片机。这种机芯中采用集成电路 μ PC1366C 作为中频放大器，集成电路 μ PC1353C 或 AN355 作为伴音电路，集成电路 μ PC1031H 作为场扫描电路，而其行扫描电路采用分立元器件电路。

如图 4-41 所示是 μ PC 系列三片机集成电路内部电路框图。

3. 单片机

单片机采用一块大规模黑白电视机专用集成电路构成黑白电视机的主体电路，再辅以一或两块小集成电路构成黑白电视机的全部电路。单片机集成电路有下列三种：

(1) M-1 机芯黑白电视机电路。它采用集成电路 TD3190 作为伴音电路，用大规模黑白电视机专用集成电路 MC13007 构成其他电路，但在该机芯中，行和场的推动级、输出级是采用的分立元器件电路。

如图 4-42 所示是 M-1 机芯集成电路内电路。

(2) 采用 TDA4500 和 TDA2611 单片机的黑白电视机电路。其中，集成电路 TDA2611 作为伴音电路，大规模黑白电视机专用集成电路 TDA4500 构成其他电路。在该机芯中，视场输出级、行和场输出级均为分立元器件电路。

如图 4-43 所示是 TDA4500 和 TDA2611 集成电路内部电路框图。

(3) 采用 AN5151、AN5532 和 AN5265 构成的单片黑白电视机电路。其中，集成电路 AN5265 作为伴音电路，大规模黑白电视机专用集成电路 AN5151 构成整机的其他电路。

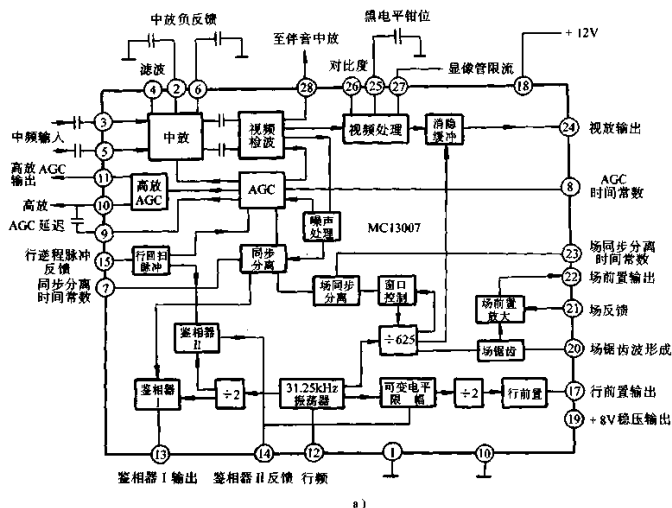
二、集成电路故障分析和检修方法

集成电路扫描电路的故障与分立元器件电路是基本一样的，这里根据集成电路的特点说明以下几个问题。

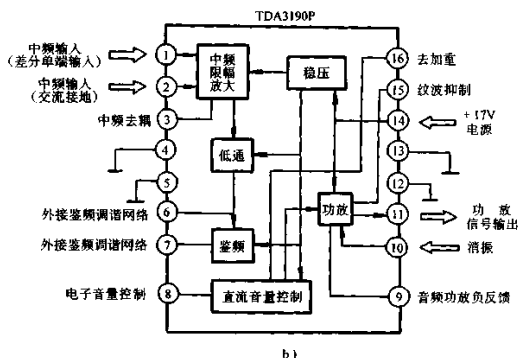
1. 一般检查方法

下面说明修理集成电路扫描电路故障时的一般检查方法：

1) 测量集成电路的有关引脚直流电压是最常用的方法，要注意的一点是有的引脚上的直流电压在有信号和没有信号时的电压值是不同的，若相同则说明有问题。



a)



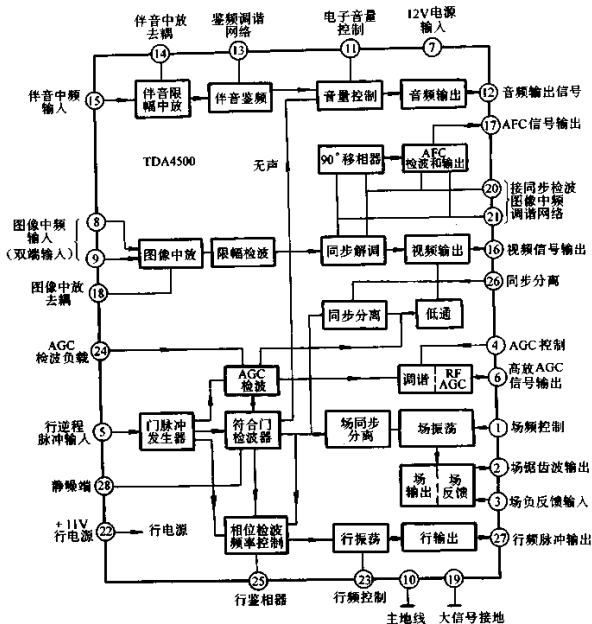
b)

图 4-42 M-1 单片集成电路

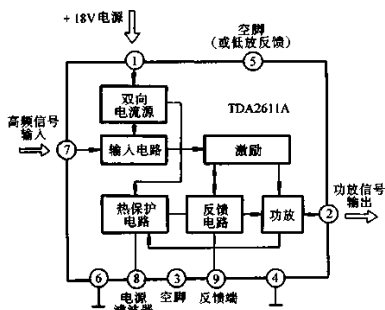
2) 测量有关引脚的交流电压也是一个有效检查手段, 主要用于检查场扫描电路中, 测量时要在表棒中串联一个几十微法的电容 (隔直)。

3) 对集成电路产生怀疑时, 可以测量集成电路某引脚对地之间的电阻大小 (与标准资料对比), 相差很较大时可以认为集成电路有问题。

4) 当出现一条水平亮线故障时, 可以在场振荡器输出端施加一个干扰信号 (手握住起子去接触电路中的干扰点), 若此时水平亮线在垂直方向能拉开一些, 这可以说明场振荡器



a)



b)

图 4-43 TDA4500 和 TDA2611 集成电路

之后的电路工作是正常的, 问题出在场振荡器电路中, 否则是振荡器之后的电路有问题了,

可以用同样的方法去干扰场推动级电路的输入端、输出端，以进一步缩小故障范围。

5) 当出现无光栅故障时，只要电源电路工作正常（如伴音正常），主要检查行扫描电路。先查是否有高压（可以用电笔去接近行输出变压器，若电笔亮说明高压正常，否则无高压），有高压时查显像管的阴极直流电压（视放输出管的集电极直流电压），无高压时测量行输出管基极上的直流电压，正常时应有 $-0.1 \sim -0.3$ 的电压。当此电压正常时，可以说明行输出级之前的电路工作正常。否则是行输出级之前的电路工作不正常。

6) 在条件允许的情况下，可以用示波器来检查故障，通过观察电路中有关测试点上是否有正常的波形来判断故障部位，在电视机的整机电路图上均标出有关测试点的波形。

7) 在开始修理时，先要根据具体的故障现象来判断问题大致出在哪部分电路中。当出现一条水平亮线故障时，说明场偏转线圈中没有锯齿波电流流过，问题出在场扫描电路中（从场振荡器到场偏转线圈）。

当出现一条水平亮带故障时，说明流过场偏转线圈的锯齿波信号幅度小了，此时检查的电路范围是从场振荡器之后的全部电路。

当出现一条垂直亮线故障时，说明行偏转线圈中没有扫描电流流过，由于此时已有一条垂直亮线，说明高压是有的，重点查行偏转线圈回路是否开路。

2. 扫描集成电路 TA7609P 故障分析

(1) 出现行和场均不同步故障。此时的具体检查方法如下：

1) 主要查 16 脚上的元器件，电容开路或容量小、二极管开路。

2) 正常情况下，16 脚上的直流电压在有信号和无信号时应该有大小的变化，若变化不足 0.6V，说明输入 16 脚的全电视信号小，查电容的容量是否小了、测量二极管的正向电阻是否大了。

3) 若 16 脚上的电压在无信号时为正，而在有信号是不能变化到负，则说明电容或二极管开路了。

4) 当 5 脚上的电压不正常时也会出现行和场同时不同步故障。

(2) 出现无光栅而伴音正常的故障。这种现象说明电源电路是工作正常的，问题出在行扫描电路中。此时的具体检查如下：

1) 测量 15 脚上的直流电压，若无电压应查该引脚的直流电压供给电路，主要是查滤波线圈、电阻是否开路，滤波电容是否击穿。

2) 当 15 脚外电路中元件良好，而 15 脚电压和回路电流不正常时，可以测量 15 脚的对地电阻，若也不正常可以认为集成电路损坏。

(3) 出现一条水平亮线故障。此时的具体检查方法如下：

1) 主要测量 11 脚上的直流电压，若为 0V，则查该引脚的直流电压供给电路中元件是否开路。

2) 当 11 脚上直流电压正常时，查场幅调整电位器是否正常。

3) 测量 9 脚上的直流电压，并调节场幅电位器，若 9 脚上的直流电压无变化，可将场幅电位器两根引脚短接起来，若此时场幅拉开了，则说明场幅电位器开路了，在场幅电位器良好的情况下可以更换 9 脚上的电容一试。

4) 测量 10 脚上的直流电压，并调节场频电位器，若调整时 10 脚的直流电压无变化，可以更换 10 脚上的电容一试。

5) 测量 7 脚上的直流电压, 若此引脚上的电压不正常而外电路中的元器件无异常时, 可作更换集成电路一试。

(4) 出现行不同步故障。此时, 主要查行逆程脉冲信号输入到鉴相器的耦合电路中电容或电阻是否开路了。

(5) 出现场不同步故障。此时的具体检查方法如下:

1) 测量 11 脚上的直流电压正常之后, 测量 12 脚上的直流电压, 若没有 -0.2V 的电压, 说明场同步信号未能加到场振荡器电路中, 或场同步信号未能分离出来。此时, 主要查积分电路中的电阻是否开路, 电容是否损坏。

2) 测量 14 脚上的直流电压, 若在有信号和无信号时该引脚上的直流电压无变化, 而 14 脚外电路中元件没有损坏时, 可以更换集成电路一试。

3. 场扫描集成电路 KC581C 故障分析

(1) 出现一条水平亮线故障。此时的具体检查方法如下:

1) 给 13 脚施加一个干扰信号, 若此时水平亮线能够拉开些, 则场振荡器之后的电路是正常的, 若不能拉开些, 则说明场振荡器之后的电路有问题。此时, 主要测量场输出级输出端 9 脚的直流电压, 正常应为 6V 。若高于 6V , 则要查 9 脚与电源之间的电容 (如自举电容、输出电容) 是否漏电。若是低于 6V , 则要查 9 脚与地之间的电容是否漏电。当 9 脚的外电路中元件无问题之后, 应更换集成电路一试。

2) 若给 13 脚施加干扰信号后水平亮线能够拉开一些时, 测量 7 脚的直流电压, 正常时应为 7.5V , 当该引脚上的直流电压低或为 0V 时, 查 7 脚上的电源滤波电容是否漏电或击穿了。7 脚上的直流电压正常后测量 11 脚上的直流电压, 正常时应为 10V , 该引脚电压不正常时检查这一引脚上的电容和电阻。最后, 可以检查场幅调整电位器是否损坏。

(2) 出现场扫描不同步或同步不良故障。此时主要查 2 脚外电路中的阻容元件, 即场积分电路中的电阻是否开路, 电容是否短路或漏电。另外, 3 脚外电路中的场调整元件也要检查, 当场频太高时也不能同步。

(3) 出现场线性不良故障。此时的具体检查方法如下:

1) 主要检查场补偿电路和场输出电路。

2) 检查场线性调整电位器的动片是否接触良好。

3) 检查集成电路 5 脚上电路中的负反馈电阻和电容是否开路。

4) 当 11 脚上的锯齿波形成电容开路时, 由于不能形成正常的场扫描锯齿波信号, 会在屏幕中间出现很窄的光栅。

5) 当 13 脚上的积分补偿元件 (电容和电阻) 开路时, 场幅明显增大, 线性变差, 当这一积分补偿电路中的积分电容短路时, 由于没有下线性补偿, 所以图像的下部线性变差。

4. 行扫描集成电路 HA1166 故障分析

(1) 出现无光栅故障。此时的具体检查方法如下:

1) 测量行输出管的基极直流电压, 正常时应为 -0.2V 左右, 在此引脚电压正常后, 测量 2 脚的直流电压, 正常时应为 2.8V 。若 2 脚上的直流电压不正常, 说明行振荡器已经停止了振荡, 此时主要检查 2 脚外电路中的行定时元件 (电阻和电容) 是否已开路, 外电路中元件正常后应作更换集成电路一试。

2) 若测量 2 脚上的直流电压是正常的, 说明行振荡器工作正常, 问题出在行推动电路

中,此时测量12脚上的直流电压。12脚上的直流电压不正常时,主要查12脚与电源之间的元件是否开路,如行推动变压器开路等。在12脚外电路中的元件正常后,要更换集成电路一试。

(2) 出现行不同步故障。此时图像不能重显,具体的检查方法如下:

1) 测量11脚上的直流电压,应该是无信号时为0V,有信号时为-0.8V。若此引脚上的电压是正常时,应对2脚上的行定时电容进行代替检查,因为该电容的容量变小会使行频升高而无法同步。

2) 当11脚上的电压不正常时,说明无同步信号加到11脚,应重点检查11脚上的阻容元件,查11脚输入回路中的电容、电阻是否开路,查11脚与地之间的电容是否短路,因为这两种情况均会使同步信号不能加到11脚内电路中。

(3) 出现行幅缩小故障。此时主要测量集成电路3脚上的直流电压是否太低了,正常时该引脚上直流电压应为11.4V,这一电压太低时主要查该直流电压供给电路。

(4) 出现图像的顶部存在扭曲故障。此时主要是鉴相器的误差输出电压有波动,这一电压的波动是因为场同步脉冲信号后面的几行行同步信号脉冲失步造成的。此时,主要检查8脚上的鉴相器输出电压滤波电容、电阻是否开路或滤波电容是否容量太小了。

5. 场扫描集成电路 $\mu\text{PC1031H2}$ 故障分析

(1) 出现一条水平亮线故障。此时的具体检查方法如下:

1) 测量1脚上的直流电压,若电压远低于6V时,用万用表直流电流档串在2脚回路中测量电源电流,电流远大于200mA,再测量9脚和2脚上的直流电压,均低于正常时,可以认为集成电路已经损坏。

2) 当场输出级工作正常时,测量5脚上的直流电压,若高于0.6V,而且4脚上的直流电压为9V或为0V时,这说明场振荡器已经停振了。此时,查5脚和6脚之间的电容是否漏电、失效。

3) 若给7脚送入干扰信号时水平亮线能够拉开些,在测量4脚上直流电压的同时调节场幅电位器,若4脚上的直流电压不随调整而变化,这可以说明场幅调整电位器已经损坏。测量7脚上的直流电压,再调节场幅电位器,若7脚上的直流电压不随调整而变化时,则7脚上的锯齿波信号耦合电容或4脚上的场幅调整电位器开路了。

4) 若测量场偏转线圈对地的直流电压远小于10V,再测量偏转线圈回路中的直流电流远小于15mA,集成电路各引脚上的直流电压均正常时,主要检查串联在场偏转线圈回路中的一个小电阻(1 Ω)是否开路、4脚上的电容是否开路、场输出级输出端的耦合电容是否开路。

(2) 出现场线性不良故障。此时的具体检查方法如下:

1) 主要查场线性调整电位器是否失效、与场线性调整电位器相串联的电容是否开路或容量变小了、4脚和9脚上的电容是否漏电或容量小了。

2) 测量3脚上的直流电压,若小于11V,且调节场幅电位器时3脚上的直流电压无变化时,可以认为自举电容是否开路或容量小了。当场输出级输出端的耦合电容容量小时,也会导致场线性不好。

3) 场输出管的性能不好时也会出现场线性不好故障。若测量9脚电压基本正常,而1脚电压偏低时,再测量2脚回路中的直流电流大于200mA时,可以认为集成电路内电路中

的场输出管性能不良，作更换集成电路一试。

(3) 出现场同步不良故障。此时的具体检查方法如下：

1) 先调整场频调整电位器，若能够有暂时的场同步出现，此时可以认为 5 脚和 6 脚之间的电容量小了，更换一试。

2) 若调整场频调整过程中没有出现场同步的现象时，这可以说明场同步信号未能加到 5 脚，主要查 5 脚上的场同步信号耦合电容和场积分电路中的电容。

三、六片机集成电路资料

1. 集成电路 HA1144

表 4-26 所示是集成电路 HA1144 资料。

表 4-26 HA1144 各引脚功能

引 脚	作 用	电压/V	阻值/kΩ
1	图像二中放输入 (中放调谐 1)	9	0.9
2	电源 (正电源, +12V)	12	0.04
3	图像二中放输出 (中放调谐 2)	12	0.04
4	图像二中放输出 (中放调谐 2)	12	0.04
5	中放 AGC 放大	12	0.04
6	中放 AGC 放大器增益调整	11.4	0.14
7	地	0	0
8	中放 AGC 电压输入	2~8	2.7
9	高放 AGC 延迟调整	10.5	0.55
10	高放反向 AGC 电压输出	10.5	1.4
11	高放正向 AGC 电压输出	3~5	1.1
12	中频信号输入 (一中放输入)	5.6	2.5
13	中频信号交流接地 (一中放输入)	5.6	1.4
14	图像二中放输入 (中放调谐 1)	9	0.9

2. 集成电路 HA1167

表 4-27 所示是集成电路 HA1167 资料。

表 4-27 HA1167 各引脚功能

引 脚	作 用	电压/V	阻值/kΩ
1	图像三中放输入	1.8	0
2	地	0	0
3	图像三中放输出	12	—
4	视频检波器输入	2.5	—
5	抗干扰电路偏置	3	15
6	抗干扰电路偏置	3	20
7	同步分离用时间常数电路	3	8
8	中放 AGC 电压输出	3.5	8.5
9	AGC 放大器增益调整	12	0.27
10	同步脉冲输出 (正极性)	2	4
11	电源 (正电源, +12V)	12	0.04
12	抗干扰电路输入	3	2
13	预视放输出 (正极性全电视信号)	6	5
14	消隐脉冲输入	0.5	0.9
15	全电视信号输入 (输入预视放)	3	1
16	检波输出 (全电视和伴音信号)	3	1

3. 集成电路 KC581C

表 4-28 所示是集成电路 KC581C 资料。

表 4-28 KC581C 各引脚功能

引 脚	作 用	电压/V	阻值/kΩ
1	内部稳定电源输出 (+7.6V)	7.5	0.72
2	同步脉冲信号输入	7	26
3	外接场同步调整元件	1.7	2.5
4	地	0	0
5	场扫描线性校正输入 (反馈校正)	6	5
6	测试端	—	—
7	内散热片接地端	0	0
8	内散热片接地端	0	0
9	场输出级的输出端 (OTL 电路)	6	0.7
10	直流工作电压引脚 (+12V)	12	26
11	外接锯齿波形成电容	10	12
12	场自举端 (外接场输出自举电容)	11	0.58
13	场前置放大器输入端	5.6	5.8
14	外接场振荡定时电容	4.3	0.9

4. 集成电路 HA1166

表 4-29 所示是集成电路 HA1166 资料。

表 4-29 HA1166 各引脚功能

引 脚	作 用	电压/V	阻值/kΩ
1	空	3.5	5.5
2	行振荡频率控制 (外接定时元件)	3	14
3	电源引脚 (+12V)	11.5	0.03
4	稳压器直流电压输出	5.4	7.8
5	空	3	5.6
6	低通滤波	2.8	6
7	空	2.8	5.6
8	鉴相器误差电压输出	2.3	8
9	鉴相器输入 1 (行逆程脉冲输入)	2.2	5.6
10	鉴相器偏置	1.8	2
11	鉴相器输入 2 (行同步脉冲输入)	-1	14
12	行激励输出	11	0.07
13	地	0	0
14	地	0	0

5. 集成电路 KC583C

表 4-30 所示是集成电路 HC853C 资料。

表 4-30 HC853C 各引脚功能

引 脚	作 用	电压/V	阻值/kΩ
1	前级电源 (+12V)	11.5	0.04
2	外接中频放大器交流旁路电容	3.2	2.7

(续)

引 脚	作 用	电压/V	阻值/k Ω
3	伴音中频信号输入端	2.5	2.3
4	伴音中频信号输入端 (接旁路电容)	2.5	2.3
5	缓冲放大器输出 (输出的是音频电压信号)	4.3	0.03
6	音频功放负反馈 (外接交流负反馈电路)	7.5	0.8
7	音频前置放大器输入端	6.8	8
8	音频功率放大器电路输出端	8.7	0.7
9	音频功率放大器电源 (+18V)	17.5	0.58
10	自举端 (外接自举电容)	14.5	0.8
11	缓冲放大器电路的输入端	5.3	1.4
12	鉴频器输入端 1	5	0.9
13	鉴频器输入端 2	5.4	1.9
14	第三级伴音中频放大器输出端	11.5	0.04

6. 集成电路 KC582C

表 4-31 所示是集成电路 KC582C 资料。

表 4-31 KC582C 各引脚功能

引 脚	作 用	电压/V	阻值/k Ω
1	调整管控制电压输出端, 接外电路中的调整管	17.8	0.1
2	有源滤波器偏置电压输入端	17.8	0.24
3	有源滤波器直流电压输入端	16.5	0.8
4	空 (稳压电路控制端)	—	—
5	稳压取样信号输入端	1.9	1.3
6	外接稳压电源输出端	12	0.03
7	推动管相位	10.5	0.26
8	推动管集电极	10.5	0.26

四、TA (D) 三片机集成电路资料

1. 集成电路 TA7611AP

表 4-32 所示是集成电路 TA7611AP 资料。

表 4-32 TA7611AP 各引脚功能

引 脚	作 用	电压/V	阻值/k Ω
1	图像中频信号输入	4.2	9
2	中频图像信号滤波	4.4	5.2
3	高放 AGC 延迟调整	6.5	11
4	高放 AGC 电压输出 (正向)	0.35	5.5
5	AFT 电压输出	—	8
6	AFT 电压输出	2	8
7	AFT 移相电路	—	16
8	38MHz 调谐电路	7.3	5.5
9	38MHz 调谐电路	7.3	5.5
10	AFT 移相电路	—	15
11	电源 (正极性, +12V)	12	3.6
12	全电视信号和伴音中频信号输出	5	5.8

(续)

引 脚	作 用	电压/V	阻值/kΩ
13	地	0	0
14	AGC 时间常数电路	5.8	5.7
15	中频图像信号滤波	4.4	5.2
16	图像中频信号输入	4.2	9

2. 集成电路 TA7609P

表 4-33 所示是集成电路 TA7609P 资料。

表 4-33 TA7609P 各引脚功能

引 脚	作 用	电压/V	阻值/kΩ
1	鉴相器误差电压输出	4.1	60
2	外接行振荡定时电容及调整元件	4.1	10.5
3	X 射线保护电路输入	0	—
4	行扫描输出 (送人行激励级电路)	0.5	6.5
5	地	0	0
6	场扫描激励级相位补偿电容引脚	0	8.5
7	场扫描激励级输出引脚	0.6	1
8	场输出级负反馈电压输入引脚	7	9.2
9	外接场锯齿波形成电容和场幅控制	7.3	9.6
10	外接场振荡定时电容	2.7	9.7
11	场扫描电路电源引脚 (+12V)	12	0.024
12	场同步信号输入引脚	-0.25	9.2
13	外接场锯齿波形成电路中放电电阻	0.85	16
14	复合同步信号输出引脚	0.85	3
15	行扫描电路电源引脚 (+10V)	9.9	2.5
16	全电视信号输入 (到同步分离级)	-0.75	10

3. 集成电路 TA7176AP

表 4-34 所示是集成电路 TA7176AP 资料。

表 4-34 TA7176AP 各引脚功能

引 脚	作 用	电压/V	阻值/kΩ
1	伴音中频信号输入端	2	8.7
2	伴音中频信号输入 (交流接地端)	2	9.3
3	地端	0	0
4	地端	0	0
5	电源引脚 (+10V)	10	0.1
6	电子音量控制器电路控制端	—	—
7	外接去加重电容	6.9	7
8	音频缓冲放大器输出端	6.4	8
9	外接鉴频器调谐电路 1 (线性电抗变换)	3.7	6
10	外接鉴频器调谐电路 2 (线性电抗变换)	3.7	6
11	空	—	—
12	音频放大器输出端	5	1.8
13	音频放大器负反馈引脚	5.1	5.5
14	音频电压放大器输入端	0.8	14

五、 μ PC三片机集成电路资料

1. 集成电路 μ PC1366C

表 4-35 所示是集成电路 μ PC1366C 资料。

表 4-35 μ PC1366C 各引脚功能

引 脚	作 用	电压/V	阻值/k Ω
1	38MHz 调谐线圈	7.7	0.8
2	AGC 工作状态选择	3.1	2.3
3	全电视信号和伴音中频信号输出	2.5	0.75
4	AGC 时间常数	4	1.7
5	高放 AGC 延迟调整	5.4	2.1
6	高放 AGC 电压输出	2.8	1.2
7	电源 (正极性, +12V)	9.6	—
8	中频信号输入	5.1	10
9	中频信号输入	5.1	10
10	中频信号逻辑	5	8.5
11	中频信号逻辑	5	8.5
12	内部稳压输出	6.5	0.2
13	地	0	0
14	38MHz 调谐线圈	7.7	0.8

2. 集成电路 μ PC1031H2 资料

表 4-36 所示是集成电路 μ PC1031H2 资料。

表 4-36 μ PC1031Hz 各引脚功能

引 脚	作 用	电压/V	阻值/k Ω
1	场扫描输出 (到场偏转线圈)	4.2	0.7
2	电源 (+12V)	10.5	0.02
3	接自举电容	9.5	0.36
4	场振荡输出	6.2	4.7
5	场同步信号输入	2.5	2.6
6	外接场频调整元件	2.4	2
7	场振荡整形输入	4.1	1.8
8	地	0	0
9	负反馈输入	5.2	1.6
10	逆程脉冲相位输入	10.5	0.02

3. 集成电路 μ PC1353C

表 4-37 所示是集成电路 μ PC1353C 资料。

表 4-37 μ PC1353C 各引脚功能

引 脚	作 用	电压/V	阻值/k Ω
1	外接线性电抗变换电路 1 (鉴频器用)	3.5	4.2
2	外接线性电抗变换电路 2 (鉴频器用)	3.5	4.2
3	外接去重电容	5.2	0.95
4	电子音量控制器电路输出端 (已受控制)	4.7	1.6
5	前置电路的电源引脚 (+7.6V)	7.6	0.16

(续)

引 脚	作 用	电压/V	阻值/k Ω
6	外接退耦电容 (音频放大器电路用)	5.4	1.25
7	音频功率放大器电路输入端	4.4	1.3
8	音频功率放大器电路输出端	5	0.8
9	自举引脚 (外接自举电容)	10	2.6
10	功率放大器电路的电源引脚 (+12V)	11.4	0.58
11	音频放大器负反馈引脚	6	3
12	伴音中频信号输入引脚	2	5
13	伴音中频信号输入引脚 (交流接地)	2.2	3.4
14	电子音量控制电路的控制端	0.1~0.6	0.28

4. 集成电路 AN355 资料

表 4-38 所示是集成电路 AN355 资料。

表 4-38 AN355 各引脚功能

引 脚	作 用	电压/V	阻值/k Ω
1	音频功率放大器输出端	4.6	0.7
2	音频功率放大器负反馈端	4.2	30
3	音频功率放大器电路的退耦电容引脚	7.5	12
4	音频放大器电路的地端	0	0
5	音量控制器电路的控制端	4~1.6	4~3
6	音量控制器电路的固定电压端	4	4
7	外接变频器用线性电抗变换电路 1	4.2	4.7
8	外接变频器用线性电抗变换电路 2	4.2	7
9	伴音中频信号输入端 (交流接地)	2	3.5
10	伴音中频信号输入端	2	4.5
11	前级电路直流电源端	9.5	0.08
12	外接去加重电容	6.8	0.9
13	地端 (与散热片相连)	0	0
14	缓冲放大器输出端 (已受到音量的控制)	6.1	5
15	音频功率放大器电路输入端	4.2	8.5
16	音频功率放大器电路电源端	10.5	0.08

六、单片集成电路资料

1. 集成电路 KC13007 资料

表 4-39 所示是集成电路 KC13007 资料。

表 4-39 KC13007 各引脚功能

引 脚	作 用	电压/V	阻值/k Ω
1	中频放大器电路部分的接地引脚	0	0
2	中频去耦引脚 1	4.1	12
3	中频输入引脚 1	4	12
4	中频去耦引脚 2	7.2	0.18
5	中频输入引脚 2	4	12
6	中频去耦引脚 3	4.1	12

(续)

引 脚	作 用	电压/V	阻值/k Ω
7	同步分离引脚 (外接双时间常数电路)	4	12
8	AGC 滤波引脚	0.03	14
9	AGC 反馈加速端	0.3	12
10	高放 AGC 延迟调整引脚	3.2	3.4
11	高放 AGC 电压输出端	3.2	3.4
12	行振荡频率控制端	4.8	11.8
13	鉴相器输出端	2.3	16
14	鉴相器反馈端	4.2	17
15	行逆程脉冲输入引脚	0.5	3.4
16	扫描电路接地端	0	0
17	行脉冲输出引脚	0.8	4.5
18	电源端	11.5	0.027
19	内部直流电源输出端	8	0.15
20	场幅调整引脚	1.5	13.5
21	场扫描扫负反馈输入端 (场线性补偿)	4.5	13.5
22	场锯齿波输出引脚	0.8	5
23	场同步控制端	3.2	14
24	视频信号输出引脚	2.5	2.4
25	黑电平符位端	3.2	14
26	对比度控制引脚	0~5	0~10
27	束电流限制引脚	1.2	13.5
28	第二伴音中频信号输出端	5.5	8

2. 集成电路 TDA3190 资料

表 4-40 所示是集成电路 TDA3190 资料。

表 4-40 TDA3190 各引脚功能

引 脚	作 用	电压/V	阻值/k Ω
1	中频信号输入引脚 (单端输入式电路)	3.2	11
2	中频信号输入引脚 (交流接地)	3.2	11.5
3	伴音中频放大器电路交流去耦端	3.2	11
4	地端	0	0
5	地端	0	0
6	鉴频器电路端 1 (外接线性电抗变电路)	2.5	5
7	鉴频器电路端 2 (外接线性电抗变电路)	2.5	5
8	电子音量控制器控制端	0.5~3	4
9	音频放大器电路负反馈端	7.5	12
10	消振引脚 (外接高频消振电容)	0.8	12
11	音频功率放大器电路输出端	7.5	13
12	地端	0	0
13	地端	0	0
14	电源引脚	14	0.2
15	滤波引脚	7	6.5
16	去加重引脚	7	13

3. 集成电路 TDA4500 资料

表 4-41 所示是集成电路 TDA4500 资料。

表 4-41 TDA4500 各引脚功能

引 脚	作 用	电压/V	阻值/kΩ
1	场频控制端	2.95	10.8
2	场锯齿波信号输出引脚	1.2	1.9
3	场负反馈信号输入引脚	4.75	5
4	双向 AGC 控制端	3.4	7.1
5	行逆程脉冲信号输入引脚	0.86	11.3
6	高放 AGC 电压输出引脚	2.83	1.5
7	主电源引脚	11.72	10.2
8	图像中频和第一伴音中频信号输入引脚 1	3.58	10.5
9	图像中频和第一伴音中频信号输入引脚 2	3.58	10.5
10	主地线引脚	0	0
11	直流电子音量控制端	2.47	0
12	伴音音频信号输出引脚(音频电压信号)	1.72	6.7
13	鉴频器调谐回路	2.9	7.8
14	伴音中频放大器电路去耦端	1.6	7
15	第二伴音中频信号输入引脚	2.34	12.5
16	视频信号输入引脚	3.4	1.5
17	AFC 电压输出引脚	11.1	7.6
18	图像中频放大器电路去耦端	2.95	5.9
19	大信号接地引脚	0	0
20	同步检波电路外接图像中频调谐回路 1	6.96	2.05
21	同步检波电路外接图像中频调谐回路 2	6.96	2.05
22	行扫描电路电源引脚	11.1	17.5
23	行振荡器振荡频率控制端	2.8	25.5
24	AGC 检波负载引脚	2.6	7.7
25	行鉴相器端	1.44	10.5
26	同步分离端	2.6	490
27	行频脉冲信号输出引脚	3.58	7.7
28	静噪端	0.2	250

4. 集成电路 TDA2611 资料

表 4-42 所示是集成电路 TDA2611 资料。

表 4-42 TDA2611 各引脚功能

引 脚	作 用	电压/V	引 脚	作 用	电压/V
1	电源引脚	18	6	地端	0
2	功率放大器电路输出引脚	—	7	音频信号输入引脚	0
3	空	—	8	—	9
4	地端	0	9	空	—
5	空	—			

第五章 彩色电视机专用元器件

第一节 全频道电调谐高频头

高频头是彩色电视机中三大故障高发部位之一，了解高频头功能及其内电路结构，掌握高频头各引脚作用和外电路工作原理，对修理非常重要。

彩色电视机采用电调谐高频头，这种高频头与机械式高频头相比，在以下几个方面有着明显的不同：

1) 电调谐高频头是全频道的，将 VHF 和 UHF 高频头装在一个金属外壳内，两部分电路受一个选台板电路的控制。

2) 采用电容调谐方式，但不用可变电容器，而用变容二极管。在电调谐高频头中，通过改变变容二极管两端的调谐电压大小，就能改变变容二极管的结电容大小，从而可以改变调谐回路的谐振频率。

3) 为了稳定本机振荡器的工作频率，普遍采用自动频率控制电路 (AFC)。

4) 各频段的转换通过开关二极管进行，而不用机械式开关，这样可以大大降低开关干扰和故障发生率。

5) 这种高频头要求有相应的高频头工作控制电路。

6) 由于对电调谐高频头的控制项目比较多，所以高频头的引脚较多，一般高频头有 8 根左右引脚。

一、外形特征和电路符号

1. 外形特征

如图 5-1a 所示是一种高频头的外形示意图，图 5-1b 所示是电路符号。关于高频头的外形特征主要说明下列几点：

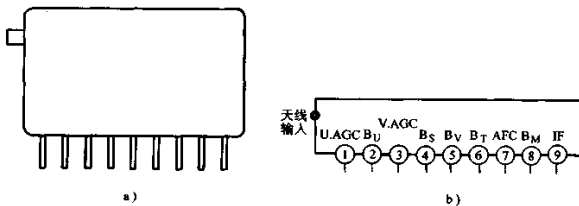


图 5-1 电调谐高频头

- 1) 电调谐高频头是一个金属外壳的长方体，一般电调谐高频头有 8 根左右引脚。
- 2) 这种高频头的体积大小有多种，老式的体积大，新式的体积小。
- 3) 这种高频头的金属外壳是可以拆开的，他有输入和输出插座与外电路相连接。

2. 电路符号

如图 5-1b 所示是一种电调谐高频头的电路符号, 其他高频头的电路符号与此类似。电路符号中的各引脚作用说明如下:

(1) 天线插座。他是 75Ω 不平衡输入端, 采用针型插座, 用来输入从天线下来的各频道的高频电视信号。

(2) AGC 引脚。AGC 引脚是自动增益控制引脚。这一引脚用来输入直流电压 (AGC 电压), 这一电压加到内部的高放管场效应管栅极, 作用有下列两个: 一是作为高放管偏置电压; 二是控制高放管增益。

AGC 电压的大小在 $0.5 \sim 8V$ 范围内变化, 没有这一电压高频头不能输出各频段的中频信号。在一些高频头中该引脚分成 $U \cdot AGC$ 和 $V \cdot AGC$, 前者控制 U 高放管, 后者控制 V 高放管, 通常这两个 AGC 引脚相连, 用一个 AGC 电压。

(3) BU 引脚。BU 引脚是 U 段电源引脚, 输入 $+12V$ 直流电压, 用来控制高频头内的 U 段电路。当接收 U 段各频道信号时为 $+12V$, 接收 V 段各频道信号时为 $0V$ 。

(4) BS 引脚。BS 引脚是 VL 段和 VH 段切换引脚, 输入 $+30V$ 直流电压, 用来控制高频头接收 VL ($1 \sim 5$ 频道) 还是 VH ($6 \sim 12$ 频道) 段信号。当高频头接收 VL 段信号时应为 $+30V$, 在高频头接收 VH 段时应为 $0V$ 。

(5) BV 引脚。BV 引脚是 V 段电源引脚, 输入 $+12V$ 直流电压, 用来控制高频头内的 V 段电路。当高频头接收 VL 段和 VH 段信号时, 该引脚为 $+12V$, 在接收 U 段信号时为 $0V$ 。

(6) BT 引脚。BT 引脚是各频段共用的调谐电压引脚, 输入直流电压, 用来控制高频头内各调谐回路的调谐频率, 该引脚上的直流电压在 $0 \sim 30V$ 内变化, 不同的电压其谐振回路的调谐频率不同, 接收不同的频道。

(7) AFC 引脚。AFC 引脚是自动频率控制引脚, 输入直流电压 (AFC 电压), 用来控制高频头内本机振荡器调谐回路的振荡频率, 当改变该电压时可以进行振荡频率的微调。该引脚的电压在 $6.5 \pm 4V$ 范围内变化。

(8) BM 引脚。BM 引脚是高频头内电路电源引脚, 输入 $+12V$ 直流电压。

该引脚没有电压时, 高频头各频段均不能工作。

(9) IF 插座。他是中频信号输出引脚, 为 75Ω 不平衡输出, 经过高频头频率变换后的各频道中频信号从这一引脚输出, 送到中频图像放大器电路中。

二、种类和内电路框图

1. 种类

通常高频头作为一个整体部件装在一个金属外壳内, 但有些西欧国家生产的彩色电视机中, 将公用通道电路装在一个体积更大的外壳内, 即壳内含有高频头电路、图像中放电路和视频检波电路等 (这一方式对修理而言是不利的), 国产及大多数进口彩色电视机则与此不同, 高频头金属外壳是独立的 (外壳用来起屏蔽作用)。

全频道电调谐高频头能够接收 V、U 频段电视信号, 有的只能接收 $1 \sim 57$ 频道, 有的则能接收 $1 \sim 68$ 频段。

根据调谐过程所分成的频段划分高频头主要有 3 段式和 2 段式两种, 在 3 段式高频头分成三个频段, 即 VL、VH 和 U 频段, VL 为 $1 \sim 5$ 频道, VH 为 $6 \sim 12$ 频, U 为 13 频道以上, 这样做的目的是出于电调谐变容二极管容量变化范围所限。在这种高频头电视机中, 频段转

换开关有 VL、VH 和 U 三档。

2 段式高频头中，整个频段只分成 V、U 两个频段，即 V 频段为 1~12 频道，U 频段为大于 13 频道，此时频段开关有 V、U 两档位置。

也有 V、U 频段连续调谐的高频头。

全频道电调谐高频头按体积划分有多种，为大、中、小三种，习惯上分别称为 1 型（A 型）、2 型（B）和 3 型（C 型）。此外，还有超小型高频头。

2. 内电路框图

如图 5-2 所示是电调谐高频头内电路框图。从图中可以看出，U 段信号和 V 段信号的处理电路分开。从天线下来的高频信号通过阻抗变换电路，加到高频头内部。这些高频信号（有 U 段也有 V 段的信号）通过频率分离电路（高通和低通滤波器）进行信号的分离，将高频信号分成两路：

一路高频信号加到高通滤波器电路中，由高通滤波器取出 13 频道以上的 U 段信号，加到 UHF 高频放大器中放大和调谐，得到了某一所要接收频率的 U 频段电视台高频信号，再送到 UHF 变频电路中中得到中频信号。

这里要说明的一点是，由于 U 频段信号频率比较高，高频放大器的增益低，所以 U 段的这一中频信号比较小（指小于 VHF 频段的中频信号），变频后得到的中频信号还要加到 VHF 的混频器中进行放大（VHF 混频器在 U 段工作时也工作，作为 UHF 的一级中放），然后将中频信号送出高频头。

另一路高频信号加到低通滤波器中，取出 12 频道以下的高频信号，加到 VHF 高频放大器电路中放大和调谐，得到所要接收的 V 频段某一电视台的高频信号，再与 VHF 本振信号一起送到 VHF 混频器中混频，得到中频信号，通过高频头上的中频信号输出引脚送出高频头。

从上述分析可知，输入高频头的全频段高频信号，首先要通过高通滤波器和低通滤波器将 U 频段、V 频段的高频信号分离，这种根据 U 频段和 V 频段信号频率不同的分离信号方法称为频率分离方法。

从图中可以看出，除 VHF 混频器是 U、V 频段共用的电路外，其他电路 U 频段和 V 频段是独立的，根据这一点可知，当 VHF 混频器出故障时，U 和 V 频段均不能正常接收。

三、主要技术要求

对高频头的主要技术要求如下：

1. 功率增益

他是指信号从天线输入端输入至高频头中频输出端的功率放大倍数，功率增益大有利于接收质量，我国规定此增益不小于 28dB。

2. 噪声系数

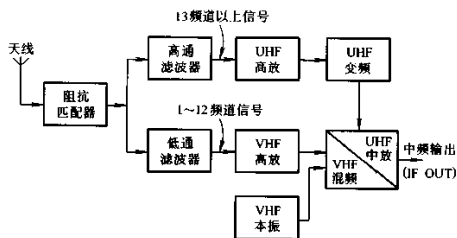


图 5-2 高频头内电路框图

他是指高频头输入信噪比与输出信噪比之比。我国规定噪声系数 VHF 频段不大于 7dB, UHF 频段不大于 11dB。

3. 高频频率响应

他又称 RF 频率响应, 俗称高放曲线, 即高频头高放级的幅频曲线, 要求通带曲线平坦, 带外曲线愈陡愈好。

4. 镜像抑制比

电视机采用超外差式, 即本振频率应比接收频率高出一个中频频率, 如若在比本振频率高出一个中频处有一个干扰高频信号, 这一高频干扰信号与本振信号差频也会产生一个中频信号, 镜像抑制比就是用来表征抑制这一中频信号能力的。

我国规定镜像抑制比在 VHF 频段不小于 51dB, UHF 频段不小于 46dB。

5. 中频抑制比

他是用来表征高频头对中频频率干扰的抑制能力的参数, 我国规定中频抑制比不小于 51dB。

6. 交扰调制抑制能力

由于高放级不可能是完全线性的, 加上混频器本来就不是线性的, 这会使干扰信号的调制成分转移到正常信号的载频上, 形成有害的干扰, 交扰调制抑制能力就是用来表征高频头对这种有害干扰的抑制能力。

我国规定在高频头增益最大时, 形成 1% 交扰调制的干扰信号电平不小于 80dB μ V。

7. 寄生干扰抑制比

由于高频头的非线性作用, 当图像和伴音信号通过高频头时会产生新的频率信号, 当这一新频率信号落在中频频带范围内时将在非线性的作用下使有用信号发生畸变, 并且畸变信号寄生在有用信号之中。寄生干扰抑制比就是表征高频头抑制这种寄生干扰能力的参数。

我国规定寄生干扰抑制比不小于 40dB。

8. 高低频道干扰抑制比

他是指高频头在接收低频道时对高频道、接收高频道时对低频道干扰的抑制能力参数。

我国规定高低频道干扰抑制比在高频头增益最大时不小于 60dB, 在高频头增益最小时不小于 40dB。

9. 电压驻波比 VSWR

他用来反映高频头输入阻抗匹配情况, 电压驻波比数值大, 说明阻抗匹配不好。

我国规定电压驻波比不大于 5。

10. 天线输入端本振泄漏电压

他是指本振信号通过高频头内电路反向耦合到天线输入端的本振信号电压大小, 这一泄漏电压会对其他电视机用户产生有害干扰。

我国规定天线输入端本振泄漏电压在 VHF 频段不大于 50dB μ V, 在 UHF 频段不大于 66dB μ V。

11. 本振辐射强度

他是指本机振荡信号通过高频头外壳及天线辐射强度大小, 他愈小愈好, 因为他也会干扰其他电视机用户。

我国规定本振辐射强度为基波不大于 57dB μ V/m, 谐波 300MHz 以下频率不大于 52dB μ V/

m, 300 ~ 1000MHz 不大于 56dB μ V/m。

12. 本振频率温度漂移

他表征高频头本振频率在温度变化时的稳定性。我国规定由 25 $^{\circ}$ C 变化 $\pm 30^{\circ}$ C 时, 本振频率漂移 VHF 频段不大于 60kHz, UHF 频段不大于 1000kHz。

四、故障现象

高频头作为一个整体部件, 通常情况下由于修理仪器的限制, 对他的许多故障是无法进行高质量修理的, 只作更换处理或某些小故障或硬件故障可以进行修整。由于高频头同时放大、处理图像和伴音信号, 所以一般高频头出现故障将在图像、伴音上表现出来, 对光栅是无影响的。

高频头主要有下列一些故障:

- 1) 无图像无伴音故障, 此时说明高频头无中频信号输出, 这是最常见的故障之一。
- 2) 某一频段出现无图像、无伴音故障, 这说明高频头的有关频段转换电路出了问题或这一频段电路出了故障, 例如通常发生 V 频段正常, U 频段接不到台的故障
- 3) 某一频道接收不正常, 这往往发生在低频道, 主要是变容二极管性能变劣了。
- 4) 高频头性能参数变劣, 使接收质量下降, 这是软故障。

五、检测方法

对高频头进行检测是决定高频头是否有故障的重要一步, 可以采用代替检查法来确定。但由于高频头价格较贵, 而且引脚多, 拆装不方便, 所以在修理中往往是先排除外电路故障的可能性之后, 再作代替检查。高频头的引脚多为输入引脚, 是控制高频头工作的, 所以检测外电路的工作较多。

下面详细介绍对各引脚外电路的检查步骤和具体方法。

1. 高频头引脚字母含义

在电调谐上写有各引脚作用的字母, 其含义见表 5-1。

表 5-1 高频头引脚字母含义

字 母	含 义	字 母	含 义
U·AGC	UHF 频段 AGC 电压输入	BT	调谐电压输入
BU	UHF 频段直流工作电压输入	AFC	AFC 电压输入
V·AGC	VHF 频段 AGC 电压输入	BM	高频头直流工作电压输入
BS	VH 频段直流工作电压输入	IF	高频头中频信号输出
BV	VHF 频段直流工作电压输入		

2. 干扰法确定故障范围

当出现无图像、无伴音故障时, 先确定故障部位是否在高频头电路中, 可用如图 5-3 所示框图来说明。

首先, 关机后拔下高频头中频输出引线的插头, 然后通电开机, 此时光栅出现。再用万用表的一支表棒在拔下插头的芯线上断续接触, 即干扰的是图像中频放大器的输入端, 也就是图中的 1 点处, 此时若屏幕上有较大的杂波出现和扬声器中出现“喀啦、喀啦”响声, 则说明故障出在高频头中。若作上述干扰时无噪声出现, 则说明高频头是正常的。

在确定是高频头故障后, 关机再插上中频输出引线插头, 再拔下高频头输入插座上的插

头, 通电后用表棒伸入高频头输入插座中, 天线即于干扰图中 2 点处, 若此时有很大的噪声, 通过调谐可接收到电台信号, 则说明高频头是正常的, 故障出在天线及阻抗匹配器电路中。若作上述干扰时无反应, 则说明故障出现高频头这部分电路中。由上述两步干扰检查, 便可确定高频头工作是否正常。

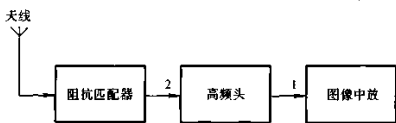


图 5-3 干扰波检查高频头示意图

这里必须强调指出, 由于许多彩色电视机的线路板带 220V 交流电, 所以在使用干扰法时不能像检查其他家用电路时用手握住起子的金属部分, 而是在整个检查过程中均不能接触机内元器件、部件、线路板, 所以要用绝缘的表棒或起子去干扰检查。

同时, 在拔插头、动机内任何元器件时均要关机后进行, 以免造成触电事故。在有条件的场合下应设置隔离变压器, 如图 5-4 所示, 隔离变压器的功率为 100W 以上, 他是一个 1:1 的变压器, 使交流市电与电视机电路隔离。加入隔离变压器对检查时的安全非常有益, 故使用仪器 (万用表可除外) 检查彩色电视机故障时, 为安全起见要加隔离变压器, 这是修理彩色电视机与其他家用电器的重大不同点之一。

3. 测量引脚直流电压

通过上述检查后已将故障范围确定在高频头部分了, 下一步将全面检查高频头各引脚上的电压。

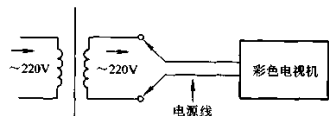


图 5-4 隔离变压器应用示意图

(1) BM 引脚电压检查。万用表直流电压档测量 BM 引脚上电压, 正常时应为 +12V。若无此电压或此电压很低, 则可将 BM 引脚的铜箔线路暂时用刀片断开, 然后再测量供电方向铜箔断头上的直流电压 (注意铜箔上有绝缘保护漆), 若电压正常为 +12V, 则可以说明高频头内部电源电路有短路故障, 此时可打开高频头外壳后, 用电阻检查法查出短路处。

若断头铜箔上电压为 0V 或很低, 则可用电压检查法、电阻检查法测量 +12V 电压供给线路, 这时不是高频头的故障。

若断头铜箔上电压为 0V 或很低, 则可用电压检查法、电阻检查法测量 +12V 电压供给线路, 这时不是高频头的故障。

(2) AGC 电压引脚电压检查。在 BM 脚电压正常后要测量 AGC 电压引脚的直流工作电压, 这一引脚电压约为几 V (0.5~9V), 只要电压在这一范围内便可以说明该引脚电压正常, 因为正常工作时该引脚的电压变化也较大。

若无电压, 则可断开该引脚铜箔线路后再测量电压供给方向铜箔的断头, 以判别是电压供给电路故障还是 AGC 引脚内电路短路。

若是电压供给电路造成 AGC 电压为 0V (通常是高放 AGC 电路故障所致), 可在断开 AGC 引脚铜箔线路的基础上, 暂时接两个电阻构成一个分压电路, 如图 5-5 所示, 通过 BM 引脚上的 +12V 给 AGC 引脚加上几伏工作电压, 此时电视机将能正常工作 (但无高放 AGC 作用), 这样可以进一步确定高频头无故障, 应检查图像中频集成电路。

若在上述附加电压的检查后 AGC 引脚电压仍为 0V 或很低, 则说明是 AGC 引脚内电路短路, 并造成高放 AGC 电路损坏。此时, 可打开高频头外壳后检查 AGC 引脚短路处, 也可作更换高频头的处理。

测得 AGC 电压远大于正常范围, 这通常是外电路的故障。

当高频头的 AGC 引脚分 U·AGC 和 V·AGC 引脚时,若 V、U 频段均为无图、无声,则可按上述方法查 V·AGC 引脚和 U·AGC 引脚。若只是其中一个频段出故障,通常是高频头的问题了。

(3) BT 引脚电压检查。在上述检查正常后可检查 BT 引脚上的电压,此时开机后调整至某一个频道,调节微调,测量 BT 引脚上的电压,应该在调节微调过程中该引脚电压能在 0.5~30V 的范围内变化,若无此电压则要按上面介绍的方法查此电压供给电路(选台板上的电路)和 BT 引脚的内电路。

若测量该引脚电压在 0.5~30V 内变化,则可以说明外电路是正常的。

(4) BU 引脚电压检查。当故障表现为 V 段接收正常而只是 U 段不正常时,可首先检查 BU 引脚上的电压,当频段选择开关置于 U 段时,BU 引脚上应有 +12V 电压,若无此电压时查外电路电压供给电路(选台板电路)及 BU 引脚的内电路。

(5) BV 引脚电压检查。当故障表现为 U 段接收正常而只是 V 段接收不正常时,可首先测量 BV 引脚上的电压,当频段开关置于 V (VL 或 VH) 段时,BV 引脚上应为 +12V 电压,若无此电压则可按上述介绍的方法检查 BV 引脚外电路电压供给电路和 BV 引脚内电路。

(6) BS 引脚电压检查。当高频头工作在 VS 频段时,BS 时引脚上有 +30V 电压,而工作在 VH 频段时为 0V。若 U、VH 频段工作正常而 VL 频段工作不正常时,则应检查 BS 引脚上有无 +30V 的电压,若无此电压则可按上述方法检查 BS 引脚外电路电压供给电路和 BS 引脚的内电路。

(7) BL、BH、BU 引脚电压检查。在一些高频头上,VL、VH、U 频段的工作转换是由 BL、BH 和 BU 三根引脚上电压控制的,而不是前面介绍的 BU、BV 和 BS。关于 BL、BH 和 BU 各引脚电压与频段关系见表 5-2。

表 5-2 BL、BH 和 BU 各引脚电压与频段的关系

引 脚	VL	VH	VU
BL	+12V	开路	开路
BH	开路	+12V	开路
BU	开路	开路	+12V

(8) AFT 引脚电压检查。在正常情况下,AFT 引脚上的电压约为 +6V 左右,若无此电压则可按上述方法检查该引脚外电路的电压供给电路和 AFT 引脚内电路。由于 AFT 引脚是各频段共用的,所以他出故障时各频段故障现象相同。

另外,当 AFT 引脚无电压时,也可象 AGC 引脚无电压那样临时加一个 6V 电压。

(9) 机械式高频头代替检查。在上述对各引脚电压检查均正常后,可对高频头进行代替检查,以进一步确定高频头的故障,由于手头的机械式高频头备件较多,此时可用机械式高频头来进行代替检查,因为机械式、电调谐式高频头的作用都是一样的,具体代替检查的方法是:找一只机械式高频头(V 头),将原彩电中的高频头中频输出引线插头拔下,按如图 5-6 所示将机械式高频头接入电路。

电路中的 +12V 直流工作电压可用彩电高频头上 BM 引脚上的 +12V 电压,通过电阻 R1

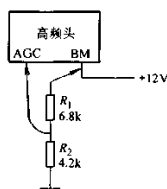


图 5-5 分压电路
接线示意图

和 R2 分压给机械式高频头 AGC 引脚加上几伏电压 (3V), 也可用一只电位器来代替 R1 和 R2 的分压电路。将机械式高频头中频输出信号加到图像中频放大器输入端, 接上天线, 通电后调节高频头便能收到彩色电视信号了。

在上述处理过程要注意, 由于彩电机内带电, 故接入的机械式高频外壳等处带电, 在选择频道和微调时均要注意安全, 可在关机后选择频道, 微调时只能抓住转柄的塑料部分。天线可用一支万用表的表棒充当, 即将表棒线

一端 (表棒) 伸入高频头的天线插座中, 另一端空着。

六、选配方法

1. 选配注意事项

在选配全频道电调谐高频头过程中, 要注意以下几个方面的问题:

1) 若进行直接代换, 则应选用同型号的或可以直接代换的高频头, 否则因为引脚分布、安装尺寸等问题而无法使用。

2) 不能进行直接代换时, 可考虑改动代换, 此时要设法将新的高频头固定在机内 (不用原线路了), 然后尽可能地选择性能相近、引脚数 (作用) 相同的高频头, 例如有的高频头频段转换控制是用 BU、BVA 和 BS 引脚, 而有的则用 BL、BH 和 BU 引脚, 这种情况便不要去代换了, 因为与选台板电路不能正常配合。

3) 拆卸高频头并不很方便, 他是一个多引脚的元件, 要使用吸锡烙铁或针头法来拆卸, 并注意保护好铜箔线路。

2. 高频头引脚电压数据

这里给出部分彩色电视机用全频道电调谐高频头各引脚作用、工作电压等资料, 供检测和选配时参考。

(1) TDQ-1 型 (TNS1831 型) 资料。TDQ-1 型即为 TNS-1831 型, 共 10 根引脚, 外形尺寸为 $96\text{mm} \times 80\text{mm} \times 27\text{mm}$, 为体积较大、型号较老的一种, 表 5-3 ~ 表 5-6 所示是他的各引脚作用、引脚直流工作电压和调谐电压数据。

表 5-3 TDQ-1 型高频头各引脚功能和电压数据

引脚符号	功 能	工作电压/V			绝对最大额定电压/V
		V_L 段	V_{It} 段	U 段	
B_L	电源电压/ V_L	+12	开路	开路	+13.2
B_H	电源电压/ V_H	开路	+12	开路	+13.2
B_U	电源电压/ V_U	开路	开路	+12	+13.2
B_M	混频电压	+12	+12	+12	+13.2
T_U	调谐电压	+0.7~28	+1~28	+0.5~28	+30
AFC	自动频率控制	6.5 ± 4	6.5 ± 4	6.5 ± 4	+15
AGC	自动增益控制	+7~0.5	+7~0.5	+7~0.5	+9

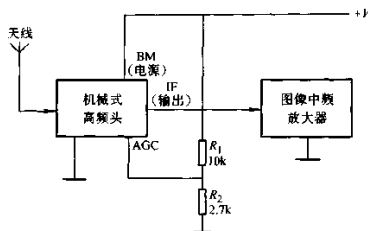


图 5-6 机械式高频头接入电路

(续)

调 谐 电 压									
频 道	1	3	5	6	9	12	13	35	57
标准电压/V	2.8	8	18.5	9.4	13.2	22	1.2	12	26
允许偏差/V	±1.5	+2	±2	+2 -1.5	±2	+1 -2	+1.3 -0.4	±2	+1 -1.5

表 5-4 TDQ-2型高频头各引脚功能及电压数据

引脚符号	功 能	工作电压/V			绝对最大额定电压/V
		V _L 段	V _H 段	U段	
B _V	电源电压	+12	+12	开路	+14
B _S	切换电压	+30	0	0	+32
B _U	电源电压	开路	开路	+12	+14
B _W	混频电压	+12	+12	+12	+14
AFC	自动频率控制	+6.5±4	+6.5±4	+6.5±4	+15
T _U	调谐电压	+1~29	+5~29	+0.8~29	+32
AGC	自动增益控制	+8~0.5	+8~0.5	+8~0.5	+10

调 谐 电 压									
频 道	1	3	5	6	9	12	13	32	57
标准电压/V	3	8.9	18	9	12.6	18	1.4	9.5	24
允许偏差/V	±1.5	±2	±2	±2	±2	±2	+1.1 -0.5	±3	±3

表 5-5 TDQ-3型高频头各引脚功能和电压数据

引脚符号	功 能	工作电压/V			绝对最大额定电压/V
		V _L 段	V _H 段	U段	
B _L	电源电压/V _L	+12	开路	开路	+14
B _H	电源电压/V _H	开路	+12	开路	+14
B _U	电源电压/V _U	开路	开路	+12	+14
B _W	混频电压	+12	+12	+12	+14
T _U	调谐电压	+5~29	+5~29	+0.8~29	+32
AFC	自动频率控制	6.5±4	6.5±4	6.5±4	+15
AGC	自动增益控制	+8~0.5	+8~0.5	+8~0.5	+10

调 谐 电 压									
频 道	1	3	5	6	9	12	13	32	57
标准电压/V	3	8.9	18	9	12.6	18	1.4	9.5	24
允许偏差/V	±1.5	±2	±2	±2	±2	±2	+1.1 -0.5	±3	±3

表 5-6 MITSUMI型高频头各引脚功能及电压数据

脚 号	符 号	功 能 及 说 明
①	AGC	自动增益控制
②	B _U	UHF频段开关电压
③	B _H	V _H 频段开关电压, +12V时为开, 0V时为关

(续)

脚号	符号	功能及说明
④	V _T	调谐电压, 2~30V 范围内变化
⑤	B _V	V _L 频段开关电压, +12V 时为开, 0V 时为关
⑥	B _M	电源电压, 为 +12V
⑨	TP	VHF 测试点
⑩	C	接地
⑪	AFC	自动频率控制 (约 6V)
⑫	IF	中频输出

(2) 其他日本公司生产的各型高频头的各引脚功能及电压数据分别如表 5-7 所示。

表 5-7 日产各种高频头引脚功能及电压数据

符号	功能	日电 TNS-2868			体积 /cm ³	三洋 115-B-923CA			体积 /cm ³
		工作电压/V				工作电压/V			
		V _L 段	V _H 段	U 段		V _L 段	V _H 段	U 段	
B _L	VHF 低频段工作电压	+12	开路	开路	68	+12	开路	开路	60
B _H	VHF 高频段工作电压	开路	+12	开路		开路	+12	开路	
B _U	UHF 频段工作电压	开路	开路	+12		开路	开路	+12	
B _T	调谐电压	1~29	5~29	0.8~29		0.6~28	0.6~28	0.6~28	
B _M	混频器工作电压	+12	+12	+12		+12	+12	+12	
V/UAGC	自动增益控制电压	+8 (最大)	+8 (最大)	+8 (最大)		+7 (最大)	+7 (最大)	+7 (最大)	
AFC	自动频率控制电压	+6.5	+6.5	+6.5		+6.5	+6.5	+6.5	
符号	功能	米兹米 UVE17-CS1F			体积 /cm ³	索尼 BT-887			体积 /cm ³
		工作电压/V				工作电压/V			
		V _L 段	V _H 段	U 段		V _L 段	V _H 段	U 段	
B _V	VHF 频段工作电压	+12	+12	开路	98	+12	+12	开路	90
B _S	V _L 、V _H 频段转换电压	+30	0	0		-12	+12	开路	
B _U	UHF 频段工作电压	开路	开路	+12		开路	开路	+12	
B _M	混频器工作电压	+12	+12	+12		+12	+12	+12	
B _T	调谐电压	0.8~30	0.8~30	0.8~30		2~20	8.3~20	1.5~26.5	
V/UAGC	自动增益控制电压	+8.5 (最大)	+8.5 (最大)	+8.5 (最大)		+8 (最大)	+8 (最大)	+8 (最大)	
AFC	自动频率控制电压	+6.5	+6.5	+6.5					
符号	功能	夏普 VTS-12Z11			体积 /cm ³	索尼 BT-887A			体积 /cm ³
		工作电压/V				工作电压/V			
		V _L 段	V _H 段	U 段		V _L 段	V _H 段	U 段	
B _L	VHF 低频段工作电压	+12	开路	开路	30	+12	开路	开路	72
B _H	VHF 高频段工作电压	开路	+12	开路		开路	+12	开路	
B _U	UHF 频段工作电压	开路	开路	+12		开路	开路	+12	
B _M	混频器工作电压	+12	+12	+12		+12	+12	+12	
B _T	调谐电压	2~20	10~22	1.4~24		1.4~16	8~17	1~27	
V/UAGC	自动增益控制电压	+7.5 (最大)	+7.5 (最大)	+7.5 (最大)		+8.5 (最大)	+8.5 (最大)	+8.5 (最大)	
AFC	自动频率控制电压	+6.5	+6.5	+6.5					

(续)

符 号	功 能	日电 TNS-1831A				体积 /cm ³	日电 TNS-2730B			体积 /cm ³
		工作电压/V			工作电压/V					
		V _L 段	V _H 段	U段	V _L 段		V _H 段	U段		
B _L	VHF 低频段工作电压	+12	开路	开路	98	+12	开路	开路		
B _H	VHF 高频段工作电压	开路	+12	开路		开路	+12	开路		
B _U	U 频段工作电压	开路	开路	+12		开路	开路	+12		
B _M	混频器工作电压	+12	+12	+12		+12	+12	+12		
B _T	调谐电压	0.5~30				0.8~29				
ACC	自动增益控制电压	7~0.5				8~0.5				
IF	中频频率 (MHz)	37				37				
AFC						0.5±4				
符 号	功 能	ALPS EC411				体积 /cm ³	三洋 TS540CA			体积 /cm ³
		工作电压/V			工作电压/V					
		V _L 段	V _H 段	U段	V _L 段		V _H 段	U段		
B _L	VHF 低频段工作电压	+12	开路	开路	68	+15	开路	开路		
B _H	VHF 高频段工作电压	开路	+12	开路		开路	+15	开路		
B _U	U 频段工作电压	开路	开路	+12		开路	开路	+15		
B _M	混频器工作电压	+12	+12	+12		+15	+15	+15		
B _T	调谐电压	1~27				0.6~28				
ACC	自动增益控制电压	7~0.5				7~0.5				
AFC	自动频率控制电压	6.5±5				6.5±6.5				
IF	中频频率 (MHz)	37、38				37				
符 号	功 能	日立 ETS43								
		工作电压/V								
		V _L 段	V _H 段	U段						
B _L	VHF 低频段工作电压	+12	开路	开路						
B _H	VHF 高频段工作电压	开路	+12	开路						
B _U	U 频段工作电压	开路	开路	+12						
B _M	混频器工作电压	+12	+12	+12						
B _T	调谐电压	1.2~2.8								
ACC	自动增益控制电压	10.5~0.1								
IF	中频频率 (MHz)	37								

3. 选配资料

表 5-8 和表 5-9 给出了部分国内外彩色电视机高频头代换及型号对照资料。

表 5-8 部分彩色电视机高频头代换资料

序号	可互换型号	适用机心
1	ETS43、TNS1831A TDQ-1	日立 NP8C、NP82C 金星 C37-401、C56-402
2	EG411、TS540CA、 TD0041CA、I15-B-0923CA、 TNS2868C、 TDQ-3A、TDQ-3B	三洋 83P
3	E _r -17C、TNV7709F2、 TNS2730B、UVE7-C51F、 UVE17-C51F、TDQ-2	松下 M11、M12
4	VTS-72H、VTS-72H7、 BT887、TDQ-3B、TDQ-887	夏普 NC-I T、夏普 NC-II T、 索尼 XE-3

表 5-9 电子调谐器国内外型号对照

机型	国外型号	国内型号	机型	国外型号	国内型号
东芝胜利	TEEC1	TDQ-602AG	三洋	115-B-923CA	TDQ-3A/B
		TDQ-602A		日立	HF531B (机械式 节目预选器)
		TDQ-602AJ	TNS-1831		TDQ-1
松下	ENV77709FZ ENV77777FZ CM7641ES ET-17C	TDQ-2	NCE (日电)	EC-CC-3564	TDQ-3
				TNS-1831	TDQ-1
			夏普	TNS-2730/B	TDQ-2
				TNS-2868	TDQ-3A
索尼	BT-887	TDQ-887	夏普	VTS-72H1	TDQ-3B4 TDQ-3D
三洋	ET-43C	TDQ-3C		VTS-72H2	TDQ-3E
	TD0041CA	TD0041CB		VTS-72H	TDQ-3C TDQ-3B
	TEEC1	TD0041CC		VTS-72H7	TDQ-3C TDQ-3B

第二节 电 阻 器

一、压敏电阻器

1. 电路符号

如图 5-7 所示是压敏电阻器的几种电路符号, 其中图 a 所示是最新规定的电路符号, 可用字母 R 或 VR 表示。图 b 所示是过去采用的压敏电阻器电路符号, 图 c 所示日本使用的几种压敏电阻器电路符号。

2. 作用

压敏电阻器在彩色电视机中的应用主要有以下一些方面:

一是电源电路作为过电压保护元件,以防止雷击等异常过电压对电路的危害。

二是行输出变压器中作为过电压保护元件,以防止打火产生的过电压击穿行输出管等元器件。

三是在显像管电路中作为过电压保护元件,以防止显像管内部打火或其他原因产生的过电压对元器件的损害。

3. 结构和工作原理

压敏电阻器是一种半导体陶瓷元件,他主要是以氧化锌为材料,加有少量的氧化铋、氧化镉、氧化锰、氧化钴等材料烧结而成,具有与半导体一样的非线性特性,如图 5-8 所示是压敏电阻器的结构及特性曲线示意图。

图 a 所示是结构示意图。图 b 所示是 $V-I$ 特性曲线,从曲线上可以看出,当加到压敏电阻器两端的电压小于一定值时,流过压敏电阻器的电流很小,这说明此时压敏电阻器的阻值很大。当他两端的电压大到一定程度时,流过压敏电阻器的电流速度增大。

注意,加在压敏电阻器两端的正向、反向电压具有相同的特性。

4. 主要特性

压敏电阻器主要具有下列一些特性:

- 1) 压敏电阻器导通后不能持续很长的时间。
- 2) 压敏电阻器的平均持续功率小,在彩色电视机中所用的压敏电阻器其平均持续功率为 1W。但他的瞬时功率可达数千 kW,在 $8 \sim 20 \mu\text{s}$ 的冲击电波作用下可通过 $50 \sim 2500\text{A}$ 的电流。
- 3) 压敏电阻器具有残压低、响应时间快、体积小等优点。

5. 检测方法

在常态下(脱开电路后),压敏电阻器的阻值很大,若测得阻值过小,则是压敏电阻短路。

6. 选配方法

在选配压敏电阻器时,应该尽可能地选用同型号的,无法实现时可能根据下列选配原则进行代替:

- 1) 选配的正确与否、参数的相差程度直接关系到保护效果和使用寿命,所以在进行代替选配时要十分小心。
- 2) 当压敏电阻器用在高频电路中作保护元件时,应选用静电容小的压敏电阻器。
- 3) 选配时应尽可能地查到原压敏电阻器的有关主要特性,主要是导通电压、功率。使这些参数相近,偏大或偏小许多都是不可取的。导通电压选得太大就没有保护作用,导通电压选得太小则电路不能正常工作。关于压敏电阻器的标称电压选择可能用下列三个公式中的

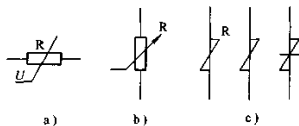


图 5-7 压敏电阻器电路符号

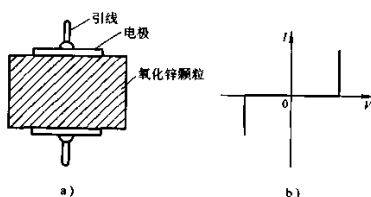


图 5-8 压敏电阻器结构及特性曲线示意图

某一个来估算：

$$V(\text{标称}) = V_{ac} (2.0 \sim 2.5) (0.9 \sim 1)$$

$$V(\text{标称}) = V_{dc} (2.0 \sim 2.5) (0.8 \sim 1)$$

$$V(\text{标称}) = \text{脉冲电压幅值} 2 (0.7 \sim 1)$$

式中 $V(\text{标称})$ ——压敏电阻器的标称电压；

V_{ac} ——交流电压；

V_{dc} ——直流电压。

公式中的第一项是不同类型电压加到压敏电阻器两端的电压值，第二项是压敏电阻器实际导通电压比实际工作电压大多少倍的系数，第三项是时间常数，若压敏电阻器为间歇性工作，则此系数可选小些，若不间断工作则要选大些。

表 5-10 所示是部分国产和日本产压敏电阻器的参数，供选配时参考。

表 5-10 部分国产和日本产压敏电阻器的参数

参 数 型 号	MYJ07 K560	MYJ05 K1271	MYJ10 K271	MYJ05 K471	MYJ10 K471	MYJ15 K471	MYJ10 K621
标称电压/V	V1mA	V0.1mA	V1mA	V0.1mA	V1mA	V1mA	V1mA
	56	270	270	470	470	470	620
允许偏差 (%)	10						
残压/V	V2.5A	V20A	V25A	V20A	V25A	V50A	V30A
	110	500	455	700	750	765	1000
冲击电流/A (2次) (8120 μ s波形)	125	200	1250	200	1250	2500	1250
静电容量/pF (1kHz测试)	950	65	350	40	230	450	130
直径/mm	9	7	14	7	14	17	14
厚度/mm	4 \pm 1	4.6 \pm 1	5.1 \pm 1	6 \pm 1	6.5 \pm 1	7 \pm 1	6.5 \pm 1
参 数 型 号	ERZ C07DK 560	ER C05DK 271	ERZ C10DK 271	ERZ C05DK 471	ZRZ C10DK 471	ERZ C10DK 621	
标称电压/V	V1mA	V0.1mA	V1mA	V0.1mA	V1mA	V1mA	V1mA
	56	270	270	470	470	620	
允许偏差 (%)	10						
残压/V	V2.5A	V5A	V25A	V5A	V25	V25	
	110	475	455	810	775	1025	
冲击电流/A (2次) (8120 μ s波形)	125	200	1250	200	1250	1250	
静电容量/pF (1kHz测试)	950	65	350	40	230	130	
直径/mm	9	7	14	7	14	14	
厚度/mm	4 \pm 1	4.6 \pm 1	5.1 \pm 1	6 \pm 1	6.5 \pm 1	6.5 \pm 1	

二、PTC 热敏电阻器

1. 结构和主要特性

PTC 热敏电阻器是以钛酸钡为主原料，辅以微量的锶、钛、铝等化合物经过加工制作而成的正温度系数热敏电阻器，如图 5-9 所示是这种电阻器的阻值-温度特性曲线。从曲线中可以看出，当温度升高一定值后，阻值增大到很大值。

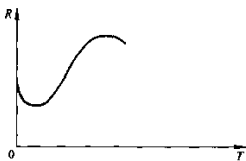


图 5-9 阻值-温度特性曲线

2. 主要参数

PTC 热敏电阻器的主要特性参数有下列几项：

1) 室温电阻值 R_{25} ，他又称标称阻值，他是指电阻器在 25°C 下导通时的阻值。

2) 最低电阻值 R_{\min} 。他是指曲线中最低点的电阻，对应的温度为 T_{\min} 。

3) 最大电阻 R_{\max} 。他是指元件零功率时曲线上的最大电阻。从曲线中可以看出，当温度比最大电阻值温度还要高时，PTC 热敏电阻器的阻值回落，成为负温度特性。由于电阻减小，功率增大，温度进一步升高，电阻再减小，这一循环将导致电阻器的损坏。

4) 温度 TP。他是指元件承受最大电压时元件所允许达到的温度。

3. 检测方法

检测 PTC 热敏电阻器的方法是这样：在常温下用 $R \times 1k$ 档测量其电阻值，应该很小，然后用电烙铁靠近 PTC 热敏电阻器，给他加温后再测量阻值，应该增大许多，若阻值没有增大，则说明这一 PTC 热敏电阻器已经损坏。

三、消磁电阻器

彩色电视机中所使用的消磁电路是一种具有正温度系数的热敏电阻器。

1. 外形特征

常见的彩色电视机消磁电阻器有三种不同的外形：一是圆柱形的，二是圆片形的，三是方柱形。有二端和三端之分。

2. 结构

三端消磁电阻器内部装有两只热敏电阻器，一只接消磁线圈的，另一只接地，起分压保护作用，用来降低开机时瞬间冲击电流对消磁电路和元件产生的不良影响，其性能优于二端的消磁电阻器。

彩色电视机中消磁电阻器的阻值常见有这样几种：一是 12Ω ，二是 18Ω ，三是 20Ω ，四是 27Ω ，五是 40Ω 。

不同的彩色电视机机型中所使用的消磁电阻器是不同的。

3. 检测方法

消磁电阻器的好坏可以通过常温下的检测和加温后的检测来进行判别，具体方法如下：

(1) 常温下的检测方法。用万用表的 $R \times 1k$ 档，正常情况下所测量的阻值应与标称阻值一致，最大偏差不得超过 $\pm 2\Omega$ ，当测量的结果小于 5Ω ，或是大于 50Ω 时，说明该消磁电阻器已经损坏了。

在检测中要注意下列几点：

1) 检测时，要拔下印制线路板上的消磁线圈插头，以防止测量的结果受消磁电路的影响。

2) 这种检测要在断开后隔一会儿进行, 因为刚断电时消磁电阻器的温度比较高, 所测量的阻值会明显地大于标称阻值的, 应该待消磁电阻器的温度同室温一致时再测量。

3) 在对消磁电阻器焊接后不要立即进行阻值的测量, 原因是一样的, 因为焊接时会使消磁电阻器的温度升高的。

(2) 加温检测方法。如果测量的结果是室温下, 消磁电阻器的阻值正常, 再进行加温下的阻值测量, 具体方法是这样: 在测量消磁电阻器的阻值状态下, 用电烙铁对其进行加温, 注意不要碰到电阻器, 此时如果阻值随着电阻器的温度升高而增大的话, 说明消磁电阻器正常, 如果阻值不再增大, 说明消磁电阻器已损坏了。

4. 修理方法

这里以二端消磁电阻器为例, 介绍其具体的修理方法。

(1) 触点烧蚀修理方法。因为片状的消磁电阻器的两端点面上有很薄的镀银层, 被烧蚀的电阻器两面或一面因为铜触片接触点处因打火而烧焦时, 就会造成消磁电阻器的接触不良故障。但是, 整个电阻器并没有碎裂, 边缘导电涂层仍然完好。这时, 可以另找一个薄铜片, 剪成和电阻器一样的圆片形, 紧紧地贴压在电阻器两端嵌入胶木壳中, 在测量阻值和原阻值一样后就可以正常使用了。

(2) 电阻器碎裂修理方法。如果消磁电阻器碎为两片了, 可挑选其中较大的一片 (测量其阻值在 25 ~ 30 Ω 即可使用了), 先将这一片电阻器放入铜触片的中央, 周围空隙处再用一些瓷碗碎片放入, 使消磁电阻器固定。

对于电阻碎成数片时, 也可以试用 502 胶水将他们粘在一起, 再用上述方法进行修理。

5. 选配方法

彩色电视机中的消磁电阻器是一种非线性电阻器, 不同参数的消磁圈要先用不同型号的消磁电阻器, 不能搞错的。

在彩色电视机中的消磁电阻器损坏后, 最好要先用同型号的消磁电阻器更换, 在进行选配时, 可用阻值相近的消磁电阻器。实践证明, 当标称阻值相差 3 ~ 5 Ω 时, 不影响正常的使用。

表 5-11 所示给出了部分彩色电视机用消磁电阻器参数和代换资料。

表 5-11 消磁电阻参数及代换资料

PTC 型号	主要参数						电视机屏幕尺寸与使用 PTC 规格	
	标称电阻 Ω	起始电流 I_{A_p-p}	I (s)	I (3s)	I (6s)	U 额定		U 最高
400mAC300V1704 200mAC250V5302	20.40 $\pm 20\%$	20	≤ 250 mA_{p-p}	1	$\leq 5\text{mA}$	AC300V 50Hz	AC420 ~ 750V 50Hz	14in 用 40 Ω 18 以上用 20 Ω
PIHBC180M290	18 $\pm 20\%$	≥ 20	1	≤ 350 mA_{p-p}	$\leq 5\text{mA}$	AC240V 50Hz	AC290V 50Hz	14 ~ 22in 通用
ERP-F513	12.15 $\pm 20\%$	≥ 40	≤ 450 mA_{p-p}	1	$\leq 5\text{mA}$	AC220V 50Hz	AC275V 50Hz	14 ~ 22in 通用
E1587P	15.18 $\pm 20\%$	≥ 20	1	≤ 350 mA_{p-p}	$\leq 5\text{mA}$	AC240V 50Hz	AC290V 50Hz	14 ~ 22in 通用

(续)

机 型	适 用 型 号	国内可直接换代型号及生产厂		对应国内机种牌号
		型 号	生 产 厂	
日 立	400mAC300V1704	MZ72-1	成都七一五厂	金星、福日、环宇
	200mAC250V5302			
东 芝 松 下 三 洋	PTHBG180M290	MZ72 (1~3)	成都七一五厂	华日、星海、黄河、西湖
	ERP-F513			长虹、牡丹、熊猫、金凤
	E1587P			成都、昆仑、红岩、龙江、黄山

四、水泥电阻器

在彩色电视机的行、场扫描电路中用到了水泥电阻器，这种电阻器的特点是功率大、阻值小，在电阻中起限流保护作用，修理中发现这种电阻器的故障率较高，因为流过的电流比较大。

这种电阻损坏后若配不到原电阻器，可以采用这样的方法：将水泥电阻器瓷内的白水泥去掉，根据标称阻值取一段电阻丝，用数字式万用表准确测量其电阻后绕起，将电阻丝伸入瓷管内，再将电阻丝与电阻器的两端引脚连接起来。

这里顺便说一句，在一些彩色电视机的整机电路图中，用字母表示电阻器的种类，表 5-12 所示是这些字母的含义。

表 5-12 电阻器字母含义

字 母	C	S	N	W	T
电阻器种类	固 体	氧化膜	金属膜	水 泥	特殊 (熔断)

另外，整机电路图中还有用字母表示电容器种类，表 5-13 所示这些字母的含义。

表 5-13 电容器字母含义

字 母	O	S	M、ML	TA	PF
种 类	温度补偿用 陶瓷电容器	聚苯乙烯 电容器	聚酯 电容器	钽电容器	聚丙烯 电容器

五、保险丝电阻器

彩色电视机中的保险丝电阻器起着电阻器和保险丝 (熔丝) 的双重作用。当由于电路故障等原因使流过他的电流太大时，其表面温度达到 500~600℃时，电阻层 (金属膜) 便自动剥落而熔断，因此可以用他作为保护元件使用。

保险丝电阻器以低电阻 (几欧至几十欧) 和小功率 (1/8W 或 1W) 的为多，主要用于行、场扫描电路中和电源电路中。

1. 几种保险丝电阻器

日立、福日、金星等型号彩色电视机中使用的几种保险丝电阻器的外形与普通电阻器相似，用电阻器上的色环颜色表示阻值。

1) 保险丝电阻器 RN1/4W, 10Ω, 色环为黑色。当有 8.5V 直流电压加到其两端时，1min 内电阻的阻值增大为初始值的 50 倍。

2) 保险丝电阻器 RN1/4W, 2.2 Ω , 色环为红色。当有 3.5A 电流流过时, 2s 内电阻的阻值增大为初始值的 50 倍以上。

3) 保险丝电阻器 RN1/4W, 1 Ω , 色环为金色。当有 2.8A 电流流过时, 10s 内电阻的阻值增大为初始值的 400 倍以上。

2. 代替方法

无法配到保险丝电阻器时可用这样的一种方法进行代替, 即用小电珠来代替。小电珠的灯丝有一定的电阻, 当流过小电珠的电流大到一定程度时, 小电珠的灯丝会自动熔断的, 也能起到保护作用的。一般手电筒中的小电珠, 冷态时的电阻约为几欧到几十欧, 额定电流为几百毫安。

第三节 LC 组合件

在电视机中要用许多吸收电路、滤波器, 他们用电感 L 和电容 C 元件达到缩小体积, 简化电路结构。

LC 组合件有陷波器、带通滤波器、高通滤波器和低通滤波器。

顺便说一句, 这些 LC 组合件不仅适用于彩色电视机使用, 在黑白电视机中也有应用。

LC 组合件可以代替一些固体滤波器。

一、LCT 型陷波器

陷波器用来衰减(吸收)某一频率的信号。

1. LCT-2 型

如图 5-10 所示是 LCT-2 型陷波器外形示意图和内电路结构示意图。从图 5-10a 所示外形示意图中看出, 他共有两根引脚, 外形尺寸为 11.5mm \times 12.5mm \times 4mm。从图 5-10b 所示中可以看出, 他为一个 LC 串联谐振电路, 其谐振频率由 C₁、L₁ 参数决定。

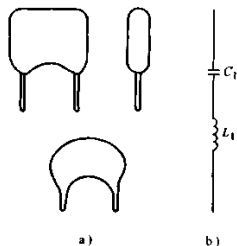


图 5-10 LCT-2 型陷波器

2. LCT-3 型

如图 5-11 所示是 LCT-3 型陷波器外形示意图和内电路结构示意图。从图 5-11a 所示图中可以看出, 他共有 3 根引脚, 其外形尺寸也为 11.5mm \times 12.5mm \times 4mm。从图 5-11b 所示图中可以看出, 他由两只电容、一个电感构成, 可以构成桥 T 式吸收电路。

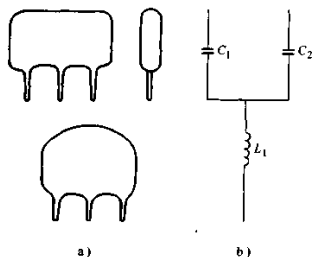


图 5-11 LCT-3 型陷波器

3. LCT 型参数

表 5-14 所示是 LCT 型陷波器特性参数表, 供选配时参考, 表中各陷波器内电路及外形图如图 5-10 和图 5-11 所示。

4. LC 系列陷波器参数

LC 系列陷波器是日本 TDK 公司生产的, 表 5-15 所示是 LC 系列陷波器特性参数, 供选配时参考。

表 5-14 LCT 型陷波器参数

型 号	标称频率 /MHz	衰减量 /dB	引脚数	型 号	标称频率 /MHz	衰减量 /dB	引脚数
LCT-2A3	3.58 ± 0.1	≥15	2	LCT-3A5	5.5 ± 0.1	≥15	3
LCT-3A3	3.58 ± 0.1	≥15	3	LCT-2A6	6.5 ± 0.1	≥15	2
LCT-2A4	4.43 ± 0.1	≥10	2	GLT-3A6	6.5 ± 0.1	≥18	3
LCT-3A4	4.43 ± 0.1	≥10	3	LCT-2A6A	6 ± 0.1	≥15	2
LCT-2A4A	4.5 ± 0.1	≥15	2	LCT-3A6A	6 ± 0.1	≥18	3
LCT-3A4A	4.5 ± 0.1	≥15	3	LCT-2A10	10.7 ± 0.15	≥15	2
LCT-2A5	5.5 ± 0.1	≥15	2	LCT-3A10	10.7 ± 0.15	≥18	3

表 5-15 LC 系列陷波器参数

型 号	谐振频率/MHz	衰减量/dB	型 号	谐振频率/MHz	衰减量/dB
LCS2H1H-101	3.58 ± 2%	> 25	LCP2H1H-103	4.5 ± 2%	> 20
LCP2H1H-101	3.58 ± 2%	> 20	LCS2H1H-104	5.5 ± 2%	> 20
LCS2H1H-102	4.43 ± 2%	> 25	LCP2H1H-104	5.5 ± 2%	> 24
LCP2H1H-102	4.43 ± 2%	> 20	LCS2H1H-105	6.5 ± 2%	> 20
LCS2H1H-103	4.5 ± 2%	> 25	LCP2H1H-105	6.5 ± 2%	> 25

5. 检测方法选配方法

关于 LC 组合件的检测在常规条件下比较困难, 见他们的内电路结构示意图, 各引脚之间均有电容串联, 所以在采用万用表 $R \times 10k$ 档检测各引脚之间电阻时, 只能检测出电容是否击穿或漏电, 若阻值小说明击穿, 若阻值(很大)说明电容漏电。

由于电容的容量较小, 无法测出引脚之间是否开路。不过可用带电容测量功能的万用表, 通过测量引脚间的电容来判别是存在开路(将电感 L_1 看成是通路的)。

6. 选配方法

关于选配 LC 陷波器如不同型号的代换, 可根据上面的参数表中的谐振频率参数去选配, 这一频率应相等。另外, 两根引脚与 3 根引脚 LC 组合件之间不能直接代用, 要通过改动电路才行。一般情况不作这种改动代用。

二、HP 型高通滤波器

高通滤波器的作用是让大于某频率的信号通过, 而抑制(不让通过)低于这一频率 f_0 的信号通过, 可用如图 5-12 所示幅频特性曲线表示。

1. 外形及内电路

如图 5-13 所示是 HP 型高通滤波器示意图。其中图 a 所示是外形示意图, 他共有 3 根引脚; 图 b 所示是他的内电路结构示意图, 由多个电感和电容构成。表 5-16 所示 HP 型高通滤波器特性参数。

2. 日本产高通滤波器

表 5-17 所示是几种日本产高通滤波器特性参数, 如图 5-14 所示是他们的内电路示意图。

3. 检测方法

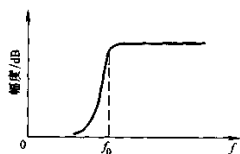


图 5-12 高通滤波器
幅频特性曲线

由于高通滤波器 LC 组合件只引出 3 个脚, 对其内电路元件无法详细检测, 但从上面的内电路看出, 每两个引脚之间都有两个线圈串联起来, 此时可用万用表的 $R \times 1$ 档测量两个引脚之间的电阻, 均很小而不应出现开路的现象。万用表无法测出内部电容是否开路、击穿、漏电故障。

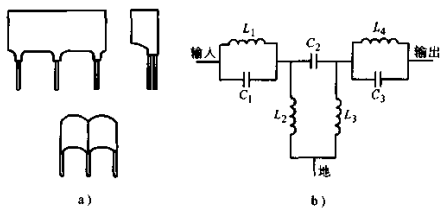


图 5-13 HP 型高通滤波器示意图

4. 选配方法

关于高通滤波器的选配应用同型号的更换。

三、带通滤波器

带通滤波器用来将某一频带内信号通过, 而将频带外信号衰减, 如图 5-15 所示是带通滤波器的幅频特性曲线, 从图中可以看出 $f_{01} \sim f_{02}$ 频带内信号可以通过带通滤波器, 小于 f_{01} 和大于 f_{02} 的信号被大幅度衰减。

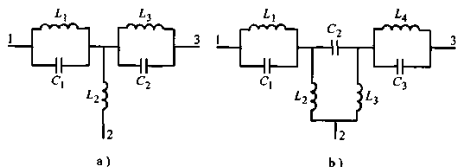


图 5-14 日本几种高通滤波器内电路图

表 5-16 HP 型高通滤波器特性参数

型号	频率范围/MHz	衰减量/dB	等效输入阻抗/ Ω	等效输出阻抗	外形尺寸/mm
HP37	0 ~ 30.5	> 2	75	75	20 × 15 × 5
	30.25 ~ 38.25	> 30			
HP37A	43 ~ 230	< 3	75	75	20 × 8 × 5

表 5-17 几种日本产高通滤波器特性参数

型号	频率/MHz	衰减/dB	生产厂	内电路 (图 5-14)	型号	频率/MHz	衰减/dB	生产厂	内电路 (图 5-14)
HP-3801	0 ~ 33.4	> 20	双信电机	b	1500	41.25 ~ 45.75	> 25	太阳诱电	a
	33.4 ~ 38.9	> 30				55 ~ 60	< 1.5		
	48 ~ 230	< 5				60 ~ 220	< 1		
HPF-3801A	33.4 ~ 38.9	> 22	太阳诱电	a	HP-5801	0 ~ 54.25	> 30	双信电机	b
	48 ~ 80	< 1.5				54.25 ~ 58.75	> 35		
	80 ~ 220	< 1.5				90 ~ 222	< 1.5		

1. BP 型带通滤波器

如图 5-16 所示是这种带通滤波器的示意图。其中图 a 是外形示意图, 他也是三根引脚; 图 b 所示是 BP87108A 型内电路示意图; 图 c 所示是 BP87108B 型内电路示意图, 他们的不同之处在于一个多了两个电感。

表 5-18 所示是 BP 型带通滤波器的特性参数。

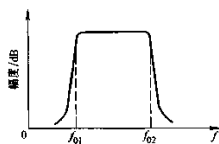


图 5-15 带通滤波器幅频特性曲线

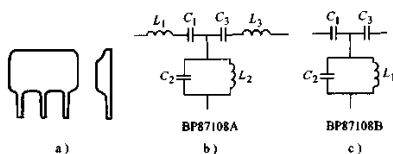


图 5-16 BP 型带通滤波器

表 5-18 BP 型带通滤波器的特性参数

型号	带通频率 /MHz	带内波动 /dB	阻带衰减 /dB	外形尺寸/mm
BP87108A	87 - 108	≤ 2.5	≥ 18	16 × 13.6 × 7.5
BP87108B	87 - 108	≤ 2.5	≥ 15	16 × 13.6 × 6

2. BPF 型带通滤波器

如图 5-17 所示是 BPF 型带通滤波器外形示意图，他们为三根引脚。其中图 a 所示是 01A 型外形示意图，O 为输出引脚，I 为输入引脚，E 为输出引脚，图 b 所示为 03A 型，体积较小。表 5-19 所示是 BPF 型带通滤波器的特性。

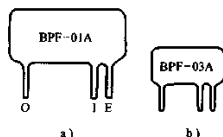


图 5-17 BPF 型带通滤波器

3. 检测方法

从带通滤波器内电路中可以看出，两根引脚之间都串有电容，而且容量很小，故在测量两根引脚之间电阻时均应表现为开路，若有阻值则说明带通滤波器已损坏。

表 5-19 BPF 型带通滤波器的特性

型号	通带频率/MHz	插入损耗/dB	衰减度/dB
BPF-01	88 ± 1 - 109 ± 1	≤ 5	> 20
BPF-01A			
BPF-02			
BPF-02A			> 20
BPF-03A			

另外，万用表无法检测出带通滤波器是否存在开路故障。

4. 选配方法

在选配带通滤波器时可根据上面的表中参数选配，主要是带通频率范围和衰减度两种参数。

四、低通滤波器

低通滤波器的频率特性与高通滤波器相反，他是让低于某一频率的信号通过，而对于大于这一频率的信号进行衰减，如图 5-18 所示是低通滤波器幅频特性曲线。

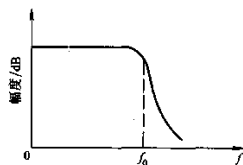


图 5-18 低通滤波器幅频特性曲线

1. LP 型低通滤波器

如图 5-19 所示是 LP 型低通滤波器示意图。其中图 a 所示是外形示意图；图 b 所示是内电路结构示意图。表 5-20 所示是 LP 型低通滤波器特性参数。

2. 检测方法

从图内电路中可以看出，①、③引脚之间为电感 L_1 ，而①与②、③与②之间都有电容，故在用万用表欧姆档检测时，①与③脚之间应呈通路（阻值很小），而①与②、③与②脚之间应阻值很大（呈开路状），否则说明低通滤波器已损坏。

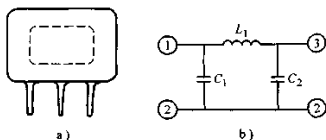


图 5-19 LP 型低通滤波器

表 5-20 LP 低通滤波器特性参数

抑制频率范围 /MHz	抑制频率衰减 /dB	直流工作电流 /mA	直流工作电压 /V	外形尺寸 /mm
0.17 ~ 250	≥40	50; 100	≥100	12 × 13 × 14

第四节 线圈和普通变压器

一、消磁线圈

1. 消磁线圈结构

消磁线圈大约 400 匝左右，如图 5-20 所示是消磁线圈的一种安装示意图，从图中可能看出，消磁线圈紧贴显像管的锥体外壁。当给消磁线圈通入交流电时，消磁线圈便产生交变磁场，当通入的交流电强度从大到小逐渐减弱到零时，消磁线圈便产生退磁磁场。

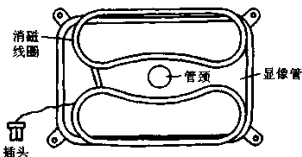


图 5-20 消磁线圈一种安装示意图

2. 故障现象

消磁电路出故障后，若是开路故障，则无消磁作用，作用时间长后会出现彩色斑纹，此时要修理消磁电路，并进行整体消磁处理。若是元器件短路，则会出现过流现象而烧熔丝。

检测消磁电路是否出现故障的方法是这样：在刚开机时留心听一下屏幕周围是否有“沙沙”的声音，若有说明消磁电路工作正常，准确的检测方法是用交流电流表串入消磁线圈回路中，在刚开机时的消磁电流为 1.25A，几秒钟后降低到 0.75mA 左右。

3. 检测方法

检测消磁线圈的方法是测量线圈的直流电阻，正常时为几十欧，若阻值很小则说明存在短路故障，若阻值很大则说明存在开路故障。

消磁电路中的故障往往不出在消磁线圈中，而是出在电路中的控制元器件中。关于消磁电路中的电阻的检测方法是这样：一般正温度系数热敏电阻器的常温下为 27Ω 左右，负温度系数的热敏电阻器在常温下为几百至几 kΩ，负特性的压敏电阻器常温为 100Ω 左右。

4. 消磁线圈资料

表 5-21 和表 5-23 所示是部分消磁线圈的有关资料，供检修时参考。

表 5-21 自动消磁线圈参数 (一)

型 号	直流电阻/ Ω	电感量/mH	适用机型
CX1401D	11.6 \pm 10%	1.2 \pm 20%	14in 东芝
CX1402D	12 \pm 10%	3.6 \pm 20%	14inJVC
CX1403D	8 \pm 10%	2.4 \pm 20%	14in 日立
CX1404D	18.3 \pm 10%		14in 松下
CX1801D	14.2 \pm 10%	3 \pm 20%	18in 东芝
CX1802D	14 \pm 10%	11.7 \pm 20%	18inJVC
CX1803D	24 \pm 10%	11 \pm 20%	18in 夏普
CX1804D	14.1 \pm 10%	5 \pm 20%	18in 东芝

表 5-22 自动消磁线圈参数 (二)

型 号	主 要 参 数					
	电感量 /mH	绝缘电阻 /M Ω	耐 压 /kV	层间绝缘 /V _{pp}	引出线抗拉 强度/kg	直流电阻 / Ω
CJ9677-00A	11.7 \pm 15%	>100	AC3	2k	3	14.2 \pm 10%
TSB2226	5 \pm 20%					14.2 \pm 10%
LC0023	1.41 \pm 15%	>1000	AC3	2k	3	7 \pm 10%
RCILG0192-CEZZ		100	AC4	2k		25 \pm 3.75
TLK59074-1	10.5 \pm 15%	100	AC3	2K	3	15.6 \pm 10%
TSB2187	3	100	AC3			

表 5-23 自动消磁线圈代换资料

机 型	国外型号	可直接代换国内型号	机 型	国外型号	可直接代换国内型号
东 芝	A39477-1	XCL-0-03	胜 利	61318301	XCL-2-06
	23200794	XCL-2-02		A39477-T	JG4, 798, 000
	AC16311	XCL-0-05		CJ9677-00A	
AC16310	XCL-2-05		LXC-2		
夏 普	RCLLG0192	I25			LXC-2
		XQC-46-2			JYC-18
松 下	TLK159054	XQC-35-1-1	TSB2226		LXC-5A
	TLK16928-1	XQC-35-1-1-2			LXC-4A
	TLK169096	XQC-46-1-2			XQC-46-3IV
	TLK59074-1	XQC-46-1-2	TSB2187		XQC-46-II
		LXC-5			LXC-5
	LP6668P	LH10DM01			LX-4
169096	XCL-2-01	LC0023		LXC-8	
三洋	LQ0023		XCL-0-06		T-Z
日 立	2163023		XCL-0-04		
	2163028		XCL-2-04		LC0023

二、偏转线圈

表 5-24 所示是彩色电视机用部分偏转线圈资料, 供更换时参考。

表 5-24 彩色电视机用部分偏转线圈资料

显象管型号	偏转线圈型号	连接		电 气 参 数				偏 转 线 圈	
				行		场		行	场
		行	场	电感 /mH	电阻 /Ω	电阻 /Ω	电感 /mH	A ² /mH	A ² /Ω
37SX101Z	DC01	并	申	2	2	61.5	140	14.8	7.8
370EFB22	TC07 (C)			2.1	2.58	14.5	31	13.02	9.28
370HUB22	TC06 (C)	申	并	2.79	4.8	13.2	23	10.07	8.45
370LH22	TC13C			2.9	4.24	15.2	20.3	9.15	4.94
A36JM01X	05 (C)	并	申	2.05	2	61.5	140		
370EGB22	TC13			3.26	5.52	12.19	30		
370KRB22	DY0004ATA			2	2	61.5	140	16.47	9.35
A37-554X	KY10035M			1.78	2.09	50	90		
A37-570X				3.26	5.52	12.19	30		
370MB22	DY0004ADA			1.93	1.97	60	120	15.89	7.78
470SK101Y22	DC-05			2.26	2.65	12	30		
470KAB22	TC02 (C)			2.5	3.26	15.6	28.2	13.76	8.96
470EB22	DY0077XFB			1.98	2.27	14	31		
470NYB22	DY0081XHA			1.61	1.81	45	90	17.7	9.52
470NYB22	TC02 (C)			1.89	2	53.2	116.8		
470KDB22	TC02			申	申	2.39	3.2	13.8	28.7
470MTB22	(Y)	1.61	1.81			45	90	15.47	8.32
470RWB22	TC02	并	申	1.75	1.84	50	105		
470MWB22	TLY5391F			1.93	2.24	14	31	14.38	8.96
510YUB22	TC02 (C)	并	申	2.39	3.2	13.8	28.7	12.42	8.4
510ABWB22				1.89	2	13.6	29.2	17.4	10.06
510UFB22	(Y)	申	申	1.71	1.8	52	110		
510RJB22	TC01			2.75	4.8	14	28	10.89	3.3
420GAB22	TC03 (C)	并	申	2.34	3.2	12.8	23.4	11.95	10.14
A46JDL01X	05 (C)			1.77	2.02	53	105		
510WXB22	TLY5383F	申	申	1.85	2.18	10.4	24.6	14.09	9.58
A51JFC01X	05C			1.1	1.1	31	80	31	15.5
56SX101Z	DC01								

三、行线性线圈

表 5-25 和表 5-26 所示是彩色电视机专用的行线性线圈参数和代换资料。

表 5-25 行线性线圈参数

型 号	主 要 参 数		
	电感量/ μH (或直流叠加特性)	直流电阻 $/\Omega$	绝缘电阻 $/\text{M}\Omega$
A39934	0A: $30 \pm 10, \pm 1\text{A}: 15 \pm 5$ 120 ± 30 $\pm 2\text{A}: 13 \pm 5$ 140 ± 35	$\leq 0.15\Omega$	≥ 100
TLN2049	0A: $42 \pm 20\%, \pm 1.5\text{A}: 260 \pm 20\%$ $26 \pm 2\%$	< 0.3	
A5113	0A: $33 \pm 20\%$ - 1A: $200 \pm 20\% < 0.25$	< 0.25	> 100
RCIL-20449-CEZZ	255 (1.5A)		
TLN-2040	0A: 14.5, +1.2A: 85, -1.2A: 9.9		

表 5-26 行线性线圈代换资料

机 型	国外型号	可代换国内型号	机 型	国外型号	可代换国内型号
东 芝	TLN2040	HAC3102	三 洋	AC0013	TH1
		TLN2040		A5061	TH-1A
	TLN2049	TLN2049		A5080	TH-3
		HAC3101		A2708	TH-3A
胜 利	A39934	HAC3201	松 下	2441	TH4
		LHG-1		LP6668P	LH10DM01
		SCC-V		TLH6668P	HAC3302
三 洋	A5113	HAC-3502	索 尼	1-4596-11	HAC3601
		TH2	NEC	6001024	HAC3801
	A7029	HAC-3501			

四、枕形校正变压器

1. 外形特征和电路符号

如图 5-21 所示是枕形校正变压器的外形示意图和电路符号。其中, 图 a 所示是电路符号; 图 b 所示是 BJ 型枕形校正变压器的外形示意图。

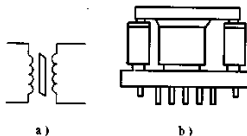


图 5-21 枕形校正
变压器示意图

2. 检测方法

对枕形校正变压器的检测比较简单, 用万用表的 $R \times 1$ 档测量两组线圈的直流电阻, 不应该出现开路现象。正常情况下两组线圈的直流电阻分别为几欧和几十至一百欧。

3. 资料

表 5-27 所示是 BJ 型枕形校正变压器参数, 供选配时参考。

表 5-28 所示是彩色电视机用的枕形校正变压器代换资料, 供选配时参考。

表 5-27 BJ 型枕形校正变压器参数

型 号	项 目		参 数
BJ-0201	电 阻	Y1 ~ 2	67 + 15Ω, 67 - 4Ω
		Y3 ~ 5	0.1445 ± 0.0555Ω
	电 感 量	L1 ~ 2	826 ± 250mH
		L3 ~ 5	210 ± 63μH
BJ-0202	电 阻	Y1 ~ 2	≤ 140Ω
		Y3 ~ 5	≤ 2Ω
	电 感 量	L1 ~ 2	3.5 ± 1H
		L3 ~ 5	207 ± 70μH

表 5-28 枕形校正变压器的代换资料

机 型	国外型号	国内型号	机 型	国外型号	国内型号
胜 利	C39084	BHJ06E22A	东 芝	TPC2018	BHJ06E22A
		C39084			XB2-2
		CF4, 749, 001	松 下	TLH6794E	XB5-2
		ZJB14-1J			ZB-03
		JB-3			TLH6794E
	XB1-2	BHJ10E25A			
	XB3-3	CF4, 749, 005			
	CE40381-00A	CF4, 749, 002	HF14, 20	51-10747-2	CF4, 749, 006
		BHJ11E22A	日 立	2270521	JB-1
		Z381Z		2270483	JB-2
		039084-A	JC4, 749, 000	NEC	47502042
	CE40381	CE40381	47502041		CF4, 747, 004
C39491	XB9-2	XB7-2			
东 芝	TPC2014	XB-2	夏 普	Q0059	BCJ-01
		JB-3			Q0059
		TPC-2014		RTRNQ0054CEZZ	Z054
		BCJ-2			

五、开关变压器

开关电源中采用开关变压器,关于这种变压器的检测方法同一般变压器是相同的,表 5-29 所示是苏州电视机组件厂生产的 BDK 型开关变压器参数。

表 5-30 所示是彩色电视机用的开关变压器国内外型号对照表,供选配时参考。

六、行推动变压器

表 5-31 所示是行推动变压器的代换资料。

表 5-29 BDK 型开关变压器参数

型 号	BDK-0101	BDK-0201
正常起振电压/V	120 ± 5 (50Hz)	125 ± 5 (50Hz)
整流滤波后第一路输出电压/V	+ 114	+ 106
整流滤波后第二路输出电压/V	+ 24 ± 2	+ 53
反冲电压比 (%)	< 40	< 35
反冲振荡持续时间/μs	< 4	< 5
输入总功耗/W	< 60	< 70
变压器表面温升/℃	< 25 (20℃)	< 25 (20℃)
负载可调整特性/V	< 0.5	< 0.5

表 5-30 开关变压器国内外型号对照表

机 型	国外型号	国内型号	机 型	国外型号	国内型号	
东 芝	TPW3025	BCK-2	松 下	LP15756 TLP15756	PI5756	
		BDKC18-T1			BCK-2	
		BKF-21			BKG-03	
		BK-04			CKB-14-3	
		KB-2			KB5-2	
		KB-60-3			TLP15756	
		KB4-KD304			CF4-726-007	
		E40A			KB3	
		KDB-401			KDB18-H	
		KDB-402			CKB-18-1	
	CF4-726-002	P-2213231	P2270682A	CKB-14-1		
	CF4-726-005	P220162	P220162	KB-65-1		
	BDKC18-T2	P-2220663	P-2220663	KB-90-2		
	KB-01	P2213231	P2213231	KDB-351		
	KB-60-8	P-2213901	P-2213901	KDB-352		
	KB1-3	P-5430011	P-5430011	KDB-353		
	KB1802-B	P-5430031	P-5430031	KDB-354		
	KB3067	P-2213121	P-2213121	KDB-355		
	KD304E35A	P2270682	P2270682	KDB-501		
	KDB-353	P-2213323	P-2213323	CKB-14-1		
	TPW3067	P2220163	P2220163	P-22/323		
	CE40514-00A	P2213941	P2213941	KB5		
				KB6		
	松 下	ETA-19218AY	CYB1	胜 利	CE40514-00A	KB-60-3
		PI5765	PI5756			KB-2
						KDB-401

(续)

机 型	国外型号	国内型号	机 型	国外型号	国内型号
胜 利	CE40514-00A	KDB-402	夏 普	C-1813	S-1813
		BCK-3		C-1814	C-1814
		CE40514-00A		RTRTNZ0201 CEZZ	BDK-0501
		CF4-726-001			KB-60-4
	CE40514	BKF-21		RTRTNZ0201 CE	KDB-402
		CKB-14-4			CF4-726-006
	CE41038 CE40821-00B	CE41038		SRW40EC-24	CKB-18-2
		CE40821-00B			KDB-403
		KB2-2		TRNZ0201 CE	XKB-1
		KB821		Z0201 CE	BCK-1
		KDB18-1J			KB4-2
		KB1801-A		Z0201	BK-02
		KDB-403		WKB-04-S2T	
	CE41038-00A	KDB-404	NEC	2022040473	CF4-726-009
		KB1801-B		46307804	KB-60-7
		KDB-402-182			KB9-2
		CF4-726-004			
	CE40821-00A	KDB-403	将 军	2022040473	KB7-2
		CF4-726-003	HF18	G4C	CF4-726-015
		KB-02		REG4B	CF4-726-016
		KD304E40B	GH20	SE-107D	CF4-726-014
	JVC7697	C1431	三 洋	AE0017	KDB4042
	CE40812-00B	KDB402-181			BDKC18-S1
		KB1801-A			KB6-2
	JVC7185	KD1401-A			TS-1
	CE41254-00A	CF4-726-008			KB0017
	CE40514-00A-KD CE41038-00A-KD CE41254-00A-KD CE40821-00A-KD	JG4-726-001			CE4726-013
KB-038		BK-01			
KB1254		BCK-5			
KB821		BCK-5A			
TPW-3025	TPW-3025	AE0004		KB0004	
	KB1401-A	AE0018		AE0018	

表 5-31 行推动变压器的代换资料

机型	国外型号	国内型号	机型	国外型号	国内型号	
东芝	TLN1032	BCT-2	胜利	CE40895-00A	CE4089-00A	
		BT-01			CF4722005	
		TLN1032			C895A	
		THE5MA			TH07-MB	
		HB-2			HTB-111	
	TLN1039 THN1032	HB1-3	夏普	R1RNZ0050CEZZ	XH-1	
		THB0MG			HTB-11	
		THL1039			JH0059CE	
		HTB-12			THB0MA	
		GF4-722-003			WHB-04-S	
松下	TLN6476E	HB-03	ZD059	CF4-722-002		
		HB3-2		WHB-04-S		
		TLH6474E		BCT-5		
		CA-4070095		BCT-S1		
胜利	A46022BM	BJM-01	三洋	AD0001	BJH-1	
		CZB001			CF4-722-004	
		CF4-722-001			AD0001	
		HB-02	NEC	46399007	CE40895-00A	CE40895-00A
		HTB-9			CF4-722-007	
		HTBR8-1J			HTB-14	
		THB0ML			HB5-2	
A46022BM	松下	H6476E	TH10U01			

第五节 陶瓷滤波器、石英晶体、声表面波滤波器和延迟线

一、陶瓷滤波器

陶瓷滤波器在彩色电视机中主要用来作为6.5MHz的带通滤波器、6.5MHz的陷波器和4.43MHz的陷波器。陶瓷滤波器通过自身的频率特性，可以使某类频率信号通过而衰减其他频率的信号，而使放大器获得所规定的频率特性（指幅频特性）。

1. 外形特征

如图5-22所示是三端陶瓷滤波器的外形示意图，其中图a所示是他的等效电路；图b所示是三端陶瓷滤波器的外形示意图。

关于陶瓷滤波器的外形特征主要说明下

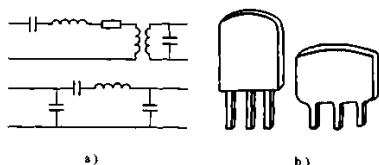


图 5-22 三端陶瓷滤波器等效电路和外形示意图

列几点：

1) 双端陶瓷滤波器只有两根引脚，这两根引脚是不分的。
 2) 三端陶瓷滤波器有三根引脚，他的三根引脚是要分清的，相互之间不能搞错，具体引脚分布见图中所示；陶瓷滤波器的各引脚在一个方向排列；陶瓷滤波器的体积比较小，与普通电容器一般大小。

2. 电路符号

如图 5-23 所示是陶瓷滤波器的电路符号。其中图 a 所示是双端陶瓷滤波器的电路符号；图 b 所示是三端陶瓷滤波器的电路符号；图 c 所示是组合型陶瓷滤波器的电路符号。

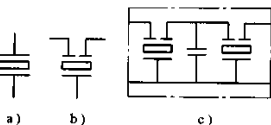


图 5-23 陶瓷滤波器电路符号

关于陶瓷滤波器的电路符号说明下列几点：

1) 各种陶瓷滤波器的电路符号是有区别的，这样可以
 通过电路符号来区分他们。
 2) 在三端和组合型陶瓷滤波器的电路符号中，电路符号中左侧的是输入端，右侧的是输出端，中间的是接地端。

3. 种类

陶瓷滤波器有双端陶瓷滤波器、三端陶瓷滤波器和组合型陶瓷滤波器几种。

4. 双端陶瓷滤波器

陶瓷滤波器由一个或多个压电振子组成，双端陶瓷滤波器等效为一个 LC 串联谐振网络。由 LC 串联谐振电路特性可知，谐振时该电路的阻抗最小，且为纯阻性。在不同场合下使用的双端陶瓷滤波器，其 LC 谐振频率是不同的。

5. 三端陶瓷滤波器

见三端陶瓷滤波器的等效电路和外形示意图。从图 5-22a 所示的等效电路中可以看出，三端陶瓷滤波器相当于一个双调谐中频变压器，故比双端陶瓷滤波器的滤波性能要好些。

6. 主要参数

下面给出几个陶瓷滤波器的主要参数：

(1) 最大输出频率 f_M 。他是指带通中衰减损耗最小点的频率，换句话说就是 f_M 频率信号通过陶瓷滤波器后受到的衰减最小，其他各频率信号所受到的衰减均大于他这一频率信号。单位为 Hz。

(2) 中心频率 f_0 。他等于带通上、下限频率（规定为相对衰减 -3dB、-6dB）的几何平均值。单位为 Hz。

(3) 通带宽度 Δf 。他等于上、下限频率之间的频率范围。单位为 Hz。

(4) 通带插入损耗 B。他是指由于陶瓷滤波器接入放大器电路中后所带来的信号额外损耗量，单位为 dB。

(5) 通带波动 ΔB 。他为通带内最大衰减损耗与最小衰减损耗之差。单位为 dB。

(6) 输入阻抗。他是从输入端向陶瓷滤波器内部看所具有的阻抗，要求与信号源的输出阻抗相匹配。单位为 $k\Omega$ 。

(7) 输出阻抗。他是从输出端向陶瓷滤波器内部看所具有的阻抗，要求与下级放大器的输入阻抗相匹配。单位为 $k\Omega$ 。

7. 特点

陶瓷滤波器具有体积小、成本低、无需调试、插入损耗小、通频带宽、选择性好、幅频特性和相频特性好、性能稳定可靠等优点。

8. 故障特征

陶瓷滤波器故障发生率较低（因为他工作在小信号状态下），其故障主要表现为性能变劣，出现开路或击穿的现象不多。

9. 检测方法

对陶瓷滤波器没有什么有效的、准确的简便检测方法，特别是对性能参数的变劣在常规条件下无法进行检测，下面分几种情况来介绍对陶瓷滤波器简易检测方法：

(1) 双端陶瓷滤波器检测方法。可用万用表的 $R \times 1k$ 档测量他两根引脚之间的阻值，应为开路状态。若阻值很小，则说明存在击穿故障。但是，这一方法无法判别陶瓷滤波器是否存在开路故障。在电路中，可用代替检查法检查他是否存在性能变劣故障，此时可以在不拆下旧的情况下直接并上进行代替检查，可判别他是否存在开路的故障。

(2) 三端陶瓷滤波器检测方法。对于三端陶瓷滤波器也可以用万用表 $R \times 1k$ 档分别测量各引脚之间的阻值，即输入引脚与地端引脚、输入引脚与输出引脚之间、输出引脚与地端之间，均应该是阻值无穷大现象，否则说明存在击穿故障。但是，在路测量时要排除外电路对测量的影响。

这种检测方法对于开路故障和性能变劣故障无法测出，不过对于开路故障可用下列简便方法加以判别，以三端陶瓷滤波器应用电路为例，如图 5-24 所示。从电路中可以看出，三端陶瓷滤波器接在两级放大器之间。此时先干扰 1 端，若扬声器中有响声则说明 1 点之后电路正常，才有理由怀疑三端陶瓷滤波器开路，可用一只 $0.01\mu F$ 电容 C_1 并接在三端陶瓷滤波器输入端与输出端之间，见图 C_1 所示。若并接 C_1 后扬声器中有响声了（无论响声大小），则可以说明电路中的陶瓷滤波器出了问题，要作更换处理。

10. 选配方法

关于直接代用可用同型号的器件，若实在无法直接代换时，则可通过改动电路用其他类型滤波器代用，但要求工作频率等特性一致。

表 5-32 所示是 6.5MHz 陶瓷滤波器的特性参数，如图 5-25 所示是 LT6.5 型陶瓷滤波器的示意图，图 a 所示是外形示意图，图 b 所示是幅频特性曲线。

表 5-33 所示是彩色电视机所用陶瓷滤波器的代换资料。

二、陶瓷陷波器

表 5-34 所示是陶瓷陷波器的特性参数。

三、电源滤波器

表 5-35 所示是彩色电视机用电源滤波器代换资料。

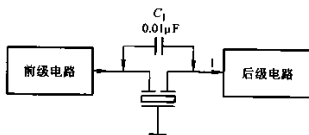


图 5-24 示意图

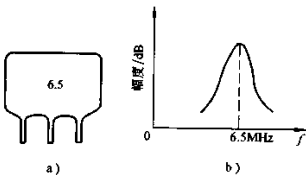


图 5-25 LT6.5 型陶瓷滤波器示意图

表 5-32 6.5MHz 陶瓷滤波器特性参数

型 号	主 要 参 数				
	3dB 带宽 /kHz	20dB 带宽 /kHz	插入损耗 /dB	阻带衰减 /dB	匹配阻抗 /Ω
A75417-AM	≥ ± 80	≤ 630	≤ 6	≤ 25	470
SFE6.5MB	≥ ± 80	≤ 630	≤ 6	≤ 6	470
LT6.5MB	≥ ± 80	≤ 630	≤ 6	≤ 25	470
JT6.5MB	≥ 60				
RFIL0027CEZZ	≥ ± 80	< 630	≤ 6	> 25	
LT6.5MA	≥ ± 120	< 630	< 6		510
LT6.5A	≥ 260	≤ 1000	≤ 8		500
LT6.5B	≥ 260	≤ 1000	≤ 8		510
SHC6.5MA	≥ 220	≤ 600	< 8		

表 5-33 陶瓷滤波器的代换资料

机型	国外型号	可代换国内型号	机型	国外型号	可代换国内型号
胜利	A75417-AM	LT6.5MB	三洋	XT6.5M	XT6.5MB
				XT4.5M	XT4.5MB
东芝	SFE6.5MB	LT6.5MB	夏普	RFIL-C0027CEZZ	LT6.5M
		LT6.5MB			LT6.5MB
	TPS6.5MB	XT6.5MB		RFIL-C0024CEZZ	XT6.5MB

表 5-34 陶瓷滤波器的特性参数

型 号	陷波频率	陷波深度	带 宽	绝 缘	特 点
RFIL0024CEZZ	6500kHz	≥ 35dB	- 30dB; ≥ 70kHz	100MΩ	
TPS6.5MB	6500kHz	≥ 35dB	≥ 70kHz	100MΩ	
XT4.5MB	4500kHz	≥ 30dB	- 30dB; ≥ 50kHz	100MΩ	体积小无需调整
XT6.5MB	6500kHz	≥ 35dB	- 30dB; ≥ 70kHz	100MΩ	

表 5-35 彩色电视机用电源滤波器的代换

机型	国外型号	可代换国内型号	机型	国外型号	可代换国内型号
东芝	TRF-3109	DGL1630L	东芝	TFR-3116	LD-03
		LB1-2			TRF-3116
		LCL-4			LCL1-2
		LCL-2-2			LCL-5
		TRF3109			LB2-2
		TRF-3109			DGL2530B
		LD-04		DGL2530G	
					TFR-3118

(续)

机型	国外型号	可代换国内型号	机型	国外型号	可代换国内型号
东芝	TRF-3118	LB11-3	胜利	CE40594-00A	LB3-2
		TRF-3118			CF4-777-006
	TRF-3118-A	TRF-3118-A		CE40594-00B	CF4-777-007
	57-13278-1DEL	LB15-2		CE40594-00B	DL-4
	DEL8622	DL4		DGL-1520A	
CE40578-00A	LB-02				
松下	TLP-6559E	BLP-01	夏普	CE40578-00A	DQL-1935A
		CF4.777.008		F-0103J1	LCL-1
		DGL1730A		F-0069CE	LCL-2
		LB-03		LF-0112CE	LCL-1
		TF17U01		LF-0069	LCL-2
		TLP6559E		LF-0103CE	CF4-777-004
		LB9-2		LF-0103CE	CF4-777-003
	LCL-3	LF-0069		LD-01	
TLP-6559EI	DL3		WLB-01-S2T		
NEC	61062022	LB16-2	LF-0112	RCILF-0069CEZZ	WLB-02-S2T
		DL-7			LD-02
	61062025	DL-8			0069
胜利	CE40594-00B	LB4-2	RCJLF-0112CEZZ	DLX-C02	
		JG4-777-090			CLX-C01
	CE41094-00A	L-1094	LQ-0002EQZ	LQ-0003EGK	0112
		CE41094-00A			LB10-2
		CE41094-00A			L-003
	CE40140-00A	CF4-777-005	LQ-0003DBN	LB12-2	
	CA0514	DL14-2J	LQ-0002DBN	LB10-2	
	CJ39672-00A	LB13-2	LQ-0003		CF4-777-002
	CE40578-00A	LB5-2			LX102
		CE40578-00A			DL18-1J
JG4-777-093		LQ0003			
CE40594-00A	JG4-777-090	LCL2-5			
	CE40594-00A	LCL-SIB			
	DL-3	DL2			
	DL14-1J	BLX-2			

(续)

机型	国外型号	可代换国内型号	机型	国外型号	可代换国内型号
三洋	LQ-0002	BLX-1	日立	2122691	DL5
		CF4-777-001			DL18-H
		LCL-SIA			DL6
		LCL-5		27P212269	DL6
		LQ-0002		P2122691	LD-121
		TF10UU01		P2122692	LD-222
		LX101	HF18	57-13278-1A	CF4-777-004
DL1					

四、石英晶体

1. 电路符号

石英晶体是利用石英的压电特性制成的电谐振元件，在彩色电视机中主要用在遥控器中，以及用在色副载波恢复电路中（用来产生 4.43MHz 的副载波）。

如图 5-26 所示是石英晶体的电路符号和外形示意图。其中图 a 所示是电路符号，他与两端陶瓷滤波器的电路符号相同，文字符号一般用 X 表示；图 b 所示是他的外形示意图，他有两根引脚。石英晶体构成的谐振器其振荡频率十分准确且稳定，这是他的一个明显的优点。

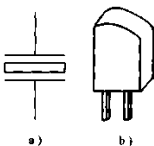


图 5-26 石英晶体

2. 型号命名方法

石英谐振器型号由 3 部分组成，如下所示：

第一部分 第二部分 第三部分

用字母表示外壳 用字母表示切型 用字母表示引脚特征
各部分字母、数字的具体含义如表 5-36 所示。

表 5-36 石英晶体型号中字母、数字的含义

第 1 部分	A	B	C	J	K	R	S
	矩形玻壳	圆形玻壳	平板陶瓷壳	矩形金属壳	圆形塑料壳	矩形塑料壳	圆形塑料壳
第 2 部分	A	B	C	D	W	X	
	AT 切	BT 切	CT 切	DT 切	X 切 (弯曲振荡)	X 切 (伸缩振荡)	
第 3 部分	偶数引脚		奇数硬脚				

3. 检测方法

石英晶体的常见故障是内部接触不良，或是石英破碎，此时可以引起无法遥控，或是无彩色图像，或是无振荡信号。

在常规条件下，可测量石英晶体的两引脚之间电阻，应呈开路特性，若有阻值则说明他已损坏。对石英晶体的准确检测可用代替检查法。

4. 修理方法

有时由于无法配到石英晶体，对于一些石英晶体是可以通过修理来恢复他的正常工作

的,具体方法如下:

第一步用小刀片边缘将有字母的侧盖剥开,将电极支架及晶片从另一盖中取出。

第二步用镊子夹住晶片从两电极之间取出来。

第三步将晶片倒置或转动 90° 后,再放入两电极之间,使晶片漏电的微孔离开电极触点。

第四步测量两电极的电阻应该为无穷大,然后重新组装好,边缘用502胶水粘好。

5. JA型石英谐振器资料

当石英晶体损坏后,要用同型号的代换。

表5-37所示是JA型石英谐振器的特性参数。

表5-37 JA型石英谐振器的特性参数

型号	频率范围	等效电阻/ Ω	型号	频率范围	等效电阻/ Ω
JA38 JA5	> 1000 ~ 1250kHz	≤ 700	JA33、JA5	> 10000 ~ 21000kHz	≤ 35
	> 1250 ~ 1500kHz	≤ 600	JA19、JA22	> 4433.619kHz	≤ 20
	> 1500 ~ 1750kHz	≤ 500			
	> 1750 ~ 2000kHz	≤ 400	JA34、JA8	> 5000 ~ 7000kHz	≤ 1000
	> 2000 ~ 2500kHz	≤ 300		> 7000 ~ 13000kHz	≤ 50
	> 2500 ~ 3000kHz	≤ 200		> 13000 ~ 22000kHz	≤ 35
JA5	> 3000 ~ 6000kHz	≤ 100	JA36、JA66、 JA12	> 15 ~ 63MHz	≤ 60
	> 6000 ~ 10000kHz	≤ 50		> 63 ~ 105MHz	≤ 70

五、声表面波滤波器

1. 外形特征和电路符号

声表面波滤波器的电路符号如图5-27a所示,而图5-27b所示一种声表面波滤波器的外形示意图。声表面波滤波器输入回路有两根引脚,输出回路也有两根引脚,第五根引脚是外壳的接地引脚。

2. 结构和工作原理

声表面波是一种机械波,当弹性固体(如石英等)表面的一个质点在受外力下产生振动,使固体表面发生弹性变形而产生声表面波,它能够沿表面传播。声表面波滤波器是基于这一原理制造而成的。

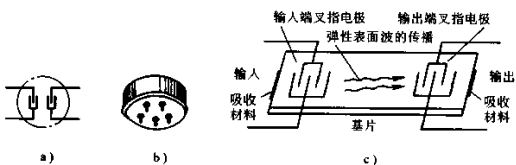


图5-27 声表面波滤波器电路符号和工作原理图

如图5-27c所示是声表面波滤波器的结构和工作原理示意图。在输入端和输出端设有叉指形电极,当给输入端叉指形电极加上交变电信号时,在输入信号的交变电场作用下,由于晶体的压电效应,在晶片表面激起机械振动,形成声表面波。

这一声表面波沿晶片表面传播到输出端的叉指形电极,由于压力效应,由机械振动产生电场变化,这样在输出端便有电信号输出,也就是输入信号从输出端输出了。

当输入信号的频率与声表面波滤波器的固有工作频率一致时,由输入信号引起的机械振动就强烈,输出端的输出信号就大。当输入信号的频率与声表面波滤波器的固有工作频率不一致时,输入信号引起的机械振动就很弱,输出端的输出信号就很小,这样声表面波滤波器

就具有滤波器的特性。

从上述分析可知,输入端的叉指形电极和晶体起到电-机转换的作用,而输出端的叉指形电极和晶体起到机-电转换的作用。

3. 特点

现在彩色电视机中广泛采用声表面波滤波器,关于他的特点说明如下:

1) 插入损耗大。即使在声表面波滤波器的工作频率范围内,信号从输入端传输到输出端会产生很大的损耗,这是这种滤波器的缺点。

2) 输入、输出回路的阻抗匹配不当会引起不良后果。声表面波滤波器接在中频前置放大器(或高频头)与中频放大器输入级电路之间,他们之间的阻抗要良好匹配,所以一般声表面波滤波器的输入和输出回路中没有电阻、电容、电感构成的阻抗匹配电路。

3) 声表面波滤波器能够一次性形成彩色电视机所需的中频特性,不需要调试,这一点比用 LC 调谐电路得到中频特性方便得多。

4) 选择性好。声表面波滤波器的选择性可达 $-35 \sim -40\text{dB}$,选择性好有利于提高图像和伴音的质量,减小干扰。

5) 稳定性和可靠性好。

4. 中频特性

如图 5-28 所示是彩色电视机专用声表面波滤波器的幅频特性曲线,图中实线是国标新的中频特性曲线,虚线的是老的中频特性曲线。

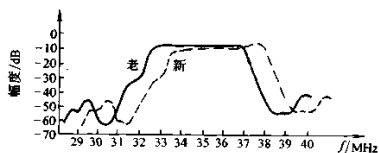


图 5-28 中频特性曲线

从 1985 年 10 月起,我国采用新的中频特性标准,即图像中频频率为 38MHz,第一伴音中频信号频率为 31.5MHz,色副载波中频频率为 33.57MHz。

5. 引脚识别方法

如图 5-29 所示是 HW-2043 型声表面波滤波器的引脚分布示意图,1 脚是输入引脚,2 脚和 5 脚是接地引脚(与金属外壳相连),3 脚和 4 脚是输出引脚。

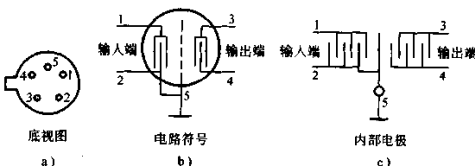


图 5-29 HW-2043 型声表面波滤波器

6. 故障现象

当声表面波滤波器出现故障时将同时影响图像和伴音,当他开路时将出现无图、无声故障。但是,当彩色电视机出现无图、无声故障时,不一定是表面波滤波器出了故障。

声表面波滤波器主要故障有接触不良、内部开路、对地漏电、短路等,表 5-38 所示给出了声表面波滤波器的故障检查表,供检修中参考。

7. 检测方法

确定声表面波滤波器是否有故障可以采用这样的方法:设机器出现无图、无声故障(光栅正常),先干扰声表面波滤波器的输出端,此时光栅上有较大杂波(扬声器中也有较大噪

声), 这说明声表面波滤波器之后的电路工作正常。

表 5-38 声表面波滤波器故障判断方法

序号	声表面波滤波器 常见故障	电视机可能的症状	检查判断方法
1	输入端对地 短路	无图像、无伴音, 有噪波和“沙沙” 声	关机后, 用万用表电阻档测 SAWF 输入电阻值 很小或为零 (正常值应为无穷大)
2	输出端对地 短路	无图像、无伴音, 也无噪波和“沙沙” 声	用万用表的 DC 档, 测 SAWF 输出端对地电压很 小或为零
3	内部接触不 良或对地打火	扬声器中有“喀喇”噪声, 屏幕上图像 随之闪动, 时而出现白色水平亮线	用万用表的 DC 档测量 SAWF 输出端电压, 该点 电压会随“喀喇”声摆动
		信号弱, 不稳定, 无色, 且行、场都 不同步	用高频示波器监测 SAWF 输出的中频波形, 该 波形幅度会随图像闪动而上、下跳动
		彩色时有时无, 图像颗粒变粗	更换同类型的 SAWF 滤波器, 观察故障是否存 在
4	内部开路	无图像但有噪声; 无伴音但有“沙沙”声; 光栅亮度无变化	1. 干扰 SAWF 输入端, 观察画面有无变化 2. 用已调制的中频信号从 SAWF 输入端送入, 原故障无变化, 而从输出端或中放 IC 信号输入端 输入信号, 图像 (或噪波) 正常

然后, 干扰前置中频放大管 (声表面波滤波器前一级放大器) 的基极, 若此时没有杂波和噪声, 说明声表面波滤波器损坏的可能性很大。再用一只 $0.01\mu\text{F}$ 电容跨接在声表面波滤波器的输入端和输出端之间, 在调台时会出现图像和伴音, 这样就更能说明是声表面波滤波器损坏造成了无图、无声故障。

在进行上述干扰检查中要注意一点, 当直接干扰声表面波滤波器的输入引脚时, 就是声表面波滤波器正常也不会出现干扰杂波和噪声, 因为声表面波滤波器对信号的损耗很大, 而检查中所加入的干扰信号很小, 不了解这一点会造成误判。

当声表面波滤波器已经拆下后, 可用 $R \times 10k$ 档进行简单的检测, 具体方法是这样: 见图 5-29 所示, 测量 1 脚和 2 脚之间、3 脚和 4 脚之间应该均是开路特性, 除 2 脚和 5 脚之间相通且与外壳相通外, 其他各引脚之间均是开路特性, 否则说明这一声表面波滤波器已经损坏。

对于声表面波滤波器的开路故障这一检测方法不能发现。

8. 修理方法

如果一时买不到新的声表面波滤波器, 可以去掉声表面波滤波器, 然后进行下列处理:

1) 对于只有一个输出端的声表面波滤波器, 只要用一只 1000pF 左右的瓷片电容跨接原声表面波滤波器输入端和输出端之间, 这样就能获得正常的图像和伴音。

2) 对于有两个输出端的声表面波滤波器, 则需要接上两个这样的电容。

9. 选配方法

在更换声表面波滤波器时, 由于他的引脚较多, 要用锡烙铁等专用工具。

在进行选配时要注意下列几点:

1) 要分清是老型号还是新型号的声表面波滤波器, 因为他们的图像中频、伴音中频和色副载波中频是不同的。

2) 要尽量选配插入损耗相近的声表面波滤波器代换。

这里给出部分国内外彩色电视机专用声表面波滤波器特性参数和适配机芯资料, 供选配

时参考。表 5-39 所示是 LBN-726 型特性参数, 供选取配时参考。

表 5-39 LBN-726 型声表面滤波器特性参数

项 目	频率 /MHz	东芝、夏普、胜利			日立、 代日立 HW2040 (加电感)	日立、 代日立 HW2043 (加电感)	三洋 (加电感)	松下 (加电感)、 代松下 H37MV270
		726C ₁ B ₃	726C ₁ A	726C ₁ B	726C ₂ A	726C ₂ B	726C ₂	726C ₂
图像载频衰减	37	-4±1.6	-4±1	-4±1	-3.8±9.5	-3.7±1	-5±1.5	-5±1.5
色度载频衰减	32.57	-5±2.4	-3±1	-3±1	-6±0.5	-3±1	-4±2	-5±1.5
伴音载频衰减	30.50	-16±2	-8±2	-15±2	-19±1.5	-14±2	-10±3	-21±3
邻道图像抑制	29	< -40	< -40	< -40	< -40	< -40	< -40	< -40
邻道伴音抑制	38.5	< -40	< -40	< -40	< -40	< -40	< -40	< -40
通带波动		< 0.35	0.3	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
带通群延时波动 /ns		±40	±40	±100	±40	±40	±40	±50
插入损耗/dB		≤25	≤25	≤38	≤27	≤28	≤28	≤26
直流耐压/V		48	48	48	48	43	48	48
输入 阻抗	R/Ω	1.3	1.3	8	1.3	1.2	—	—
	C/pF	12	12	15	12	15	—	—
输出 阻抗	R/Ω	0.95	0.95	11	0.98	1.1	—	—
	C/pF	22	21	11	22	20	—	—

表 5-40 所示是彩色电视机用声表面滤波器代换资料, 供选配时参考。

表 5-40 声表面滤波器的代换资料

机型	国外型号	可代换国内型号	机型	国外型号	可代换国内型号
夏 东 日 立 胜 利 三 洋	CE40050-603	LBN38T	夏 东 日 立 胜 利 三 洋	RFILC0138CEZZ	LSN-38T
		LBD38M			LBD38M112
		Q1036C			SD38C
	LBD38M-112	S41			
	F1036C	LSN-38T01		S31	
		S41		KSN-37T01	
		LBN38-1		Q1029Y	
		LBN38-3		LBN38-1	
	EX0050XS	LSN-37-S		H37MV270	726C5
		LBN38-312		F1029Y (东芝)	726C1B3
		LSN3736			726C1A
		LMS-37C1			726C1B
	HW-2042	Q2043		HW2040	726C2A (须加电感)
		H2043		HW2043	726C3B (须加电感)
				LBN38-1	LBN38T1

(续)

机型	国外型号	可代换国内型号	机型	国外型号	可代换国内型号
夏普 东芝 日立 胜利 三洋	LBN38-2	LBN38T2	夏普 东芝 日立 胜利 索尼 三洋	HW2043	LBN38H2
	F1026V	LBN38T3		HW2047	LBN38H3
	F1036E	LBN38T4		HW2088	LBN38H4
	F1036F	LBN38T5		HW2241	LBN38H5
	LBN38-1	LBN38T1		EX0154	LB38S1
	LBN38T2	LBN3803			
夏普 东芝 日立 胜利 索尼 三洋	F1026V	LBN38T3	东芝	HW2024	LBN3722 LBN3724 LBN3728
	F1036E	LBN38T4	日立	HW2043	
	F1036F	LBN38T5	JVC		
	F1036G	LBN38T6	夏普	F1029Y	
	HW2042	LBN38H1	三洋		
			索尼	F1026V	LBN3820

第六节 亮度延迟线和超声波色度延迟线

一、亮度延迟线

亮度信号延迟电路用来对亮度信号进行约 $0.6\mu\text{s}$ 的延迟。

1. DL 系列亮度延迟线

亮度信号延迟电路中主要用到亮度延迟线这一元件, 这种延迟线有下列两种:

- 1) 集中参数型的亮度延迟线。
- 2) 分布参数型的亮度延迟线, 由于分布参数型延迟线的体积太大, 现在已经不用。

集中参数型亮度延迟线由 18 至 20 节 LC 元件构成, 如图 5-30 所示是集中参数型亮度延迟线的外形示意图和内部结构。其中图 a 所示是集中参数型亮度延迟线的外形示意图; 图 b 所示是他的结构示意图, 从图中可以看出, 他由多节 LC 电路组成; 图 c 所示是他的电路符号。

当亮度信号输入到这一延迟线后, 其输出信号便经过了一定时间的延迟。

集中参数型亮度延迟线的参数主要有阻抗、带宽 (为 $4 \sim 5\text{MHz}$) 和延迟量等。延迟线中的 LC 节数愈多, 延迟量愈大。

2. 型号命名方法

这里以 DL 系列集中参数型亮度延迟线为例, 介绍其型号的组成和含义。DL 系列集中参数型亮度延迟线型号共有四部分组成, 说明如下:

第一部分为型号, 用 DL 表示电视机用亮度延迟线。

第二部分为结构, 用字母 S 表示是分布参数型结构, 用字母 L 表示是集中参数型结构。

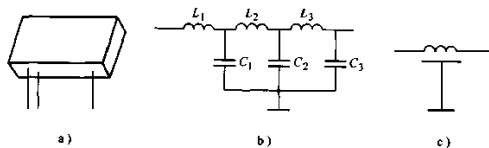


图 5-30 集中参数型亮度延迟线

第三部分用两位数表示延迟时间的量,如06表示延迟 $0.6\mu\text{s}$,小数点省略。

第四部分两位数表示阻抗,单位是 $\text{k}\Omega$,如18表示阻抗为 $1.8\text{k}\Omega$,小数点也省略。

3. 故障现象

当亮度延迟线出现故障时,将引起彩色电视机的下列一些故障现象:

1) 如果收看黑白或彩色电视节目时,将饱和度调整到最小状态,此时黑白图像正常,但有彩色时黑白和彩色图像不重合,这种故障现象称为彩色镶边。这时,故障一般是亮度通道的亮度延迟线工作失常,常常是亮度延迟线的延迟量不准确。这时,如果彩色错位向右边,说明亮度延迟量不够。如果彩色错位向左,则是亮度延迟量过多,都可进行亮度延迟线的更换。

2) 如果没有黑白亮度信号内容,而只有解调后的色差信号,且图像无亮度层次,就是缺少亮度信号,这种故障常见于亮度延迟线开路了,此时只要测量亮度延迟线输入和输出端之间的阻值,如果开路就能确定亮度延迟线损坏了。

4. 检测方法

根据亮度延迟线的内部电路结构可知,测量输入引脚和输出引脚之间的阻值应该为几十欧,输入引脚和输出引脚与地端引脚之间应该为开路特征,对亮度延迟线的准确检测要进行代替检查。

5. 选配资料

表5-41所示是DL型亮度延迟线特性参数。

表 5-41 亮度延迟线特性参数 (一)

型 号	延迟时间/ ns	特性阻抗/ k Ω	-3dB 带宽/ MHz	直流电阻/ Ω	耐压 (V.DC)	型 号	延迟时间/ ns	特性阻抗/ k Ω	-3dB 带宽/ MHz	直流电阻/ Ω	耐压 (V.DC)
DL-L0210	200	1.0	4-6	<15	>100	DL-S0518	600	1.8	4-6	<15	>100
DL-L0212		1.2				DL-S0610		1.0			
DL-L0215		1.5				DL-S0612		1.2			
DL-L0218		1.8				DL-S0615		1.5			
DL-L02612	260	1.2	4-6	<15	>100	DL-S0618	300	1.8	---	---	---
DL-L0410	1.0	DL-L0310				1.0					
DL-L0412	1.2	DL-L0312				1.2					
DL-L0415	1.5	DL-L0315				1.5					
DL-L0418	400	1.8	4-6	<15	>100	DL-L0318	300	1.8	---	---	---
DL-S0510		1.0									
DL-S0512		1.2									
DL-S0515	500	1.5	4-6	<15	>100		300		---	---	---

表5-42所示是其他型号亮度延迟线特性参数。

表5-43所示是另一些型号亮度延迟线特性参数。

表5-44所示是彩色电视机用亮度延迟线代换资料。

表 5-42 亮度延迟线特性参数 (二)

项目	型号	YJC						YX2-2			CDL 1860	SDL 1860	MT 1660X
		038A 18X	06A 18K	04B 16X	045B 18	05B 18	06B 18	08B 18	I	II			
延迟时间/ μs ($\pm 10\%$)		0.38	0.6	0.4	0.45	0.5	0.6	0.8	0.5	0.6	0.4	0.6	0.9
特性阻抗/ $k\Omega$ (± 10)		1.8		1.6		1.8			1.8	1.6	1.8	1.6	
输出频率特性/MHz (最小)		4	3.5	2.8	3.5	4		3	4	4	2.8	4	
色副载波抑制/dB (最小)		20	25	20	—			20			—	—	
插入损耗/dB (最大)		0.5	1.5	0.5	1.0	0.5		1.0	0.5			0.5	1.5
直流电阻/ Ω (最大)		50	80	50	80	50	75	85	50	60	50	50	100
绝缘电阻/M Ω (最小)		100	500	200	100	200	100		100			100	200
耐压/V (最小直流)		500			150	500	100		100			100	—

表 5-43 亮度延迟线特性参数 (三)

型 号	主 要 参 数					
	延迟时间 / μs	特性阻抗 / $k\Omega$	上升时间 / μs	损 耗 /dB	幅频特性	
					/MHz	/dB
CE40178-001	0.6 \pm 10%	1.8	≤ 0.3			
RCILZ0512CEZZ	10 - 100ns	1.0 - 1.8	< 0.3	< 0.5	> 4	
ELT-10Z206T	0.6 \pm 10%	1.6 \pm 10%	< 0.25	< 1.5		
2161822	0.5 \pm 10%	1.8 \pm 10%	≤ 0.3	< 1.5	≥ 4	在 -4
YBL50A18X	0.5 \pm 10%	1.8 \pm 10%			≥ 3.7	在 6
YBL55A18	0.55 \pm 10%	1.8 \pm 10%			≥ 3.7	在 3
YBL50B16X	0.5 \pm 17%	1.6 \pm 10%			≥ 4	在 12
YBL40B16X	0.4 \pm 17%	1.6 \pm 10%			≥ 2.8	在 3
YBL60B18	0.6 \pm 10%	1.8 \pm 10%			≥ 4	在 6
YBL60C16X	0.6 \pm 10%	1.6 \pm 10%			≥ 3.7	在 6
YBL60C18	0.6 \pm 10%	1.8 \pm 10%			≥ 3.7	在 6
YBL60D18	0.6 \pm 10%	1.8 \pm 10%			≥ 4	在 3
YBL70D18	0.7 \pm 10%	1.8 \pm 10%			≥ 3.5	在 3
YBL33E1.0	0.33 \pm 10%	1.0 \pm 10%			≥ 5	在 3
ELT-10Z496T	0.6 \pm 10%	1.6 \pm 10%			≥ 3.7	在 6
ELT-10Z59T	0.55 \pm 10%	1.8 \pm 10%			≥ 4	在 4
ELT-10Z574N	0.4 \pm 7%	1.6 \pm 10%			≥ 3.7	在 6
ELT-10Z691N	0.6 \pm 10%	1.8 \pm 10%			≥ 3.7	在 3
DLL-A	0.4 - 0.7	1.8 \pm 10%			≥ 3.7	在 3
DLL-B	0.6 \pm 10%	1.6 \pm 10%			≥ 3.7	在 3
DLL-C	0.4 \pm 7%	1.6 \pm 10%			≥ 3.7	在 3

表 5-44 亮度延迟线的代换资料

机型	国外型号	国内型号	机型	国外型号	国内型号
松下	ELT-10Z496T	YC-4002	胜利	ELT-10Z691N	YCB-6003
	ELT-10Z206T	YC-6001		CE40178-001	JYL06B18
东芝	ELT-10Z571Z	YC-4001			DL-C
日立	2161822	DL-S	夏普	RCILZ0512CEZZ	DL-Z
		50B18			

二、超声波色度延迟线

彩色电视机中所使用的 1 行延迟线采用超声延迟线。在彩色电视机中，为了将相邻两行色度信号产生的色度失真相互抵消，需要将前一行的色度信号延迟一个行周期，即 $64\mu\text{s}$ ，这就需要超声波色度延迟线来完成。

1. 外形特征和电路符号

如图 5-31 所示是超声波色度延迟线的电路符号和外形示意图，图 5-31a 所示是电路符号，电路中符号中 DL 表示是延迟线，1H 表示是 1 行。图 5-31b 所示是这种延迟线的外形示意图。图 5-31c 所示是工作原理图。

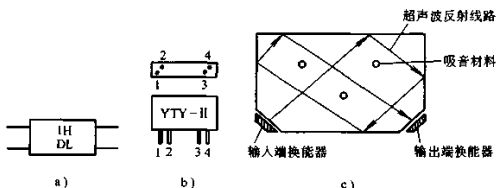


图 5-31 超声波色度延迟线

关于超声波色度延迟线的外形特征主要说明下列几点：

- 1) 他外形为长方形结构，共四根引脚，输入引脚两根，输出引脚两根。
- 2) 这种延迟线的体积大小有多种尺寸，这与超声波反射次数有关，反射次数多的体积小，反射次数少的体积大。如 YTY-II 为五次反射型，外形尺寸为 $37.5\text{mm} \times 46.5\text{mm} \times 7.5\text{mm}$ 。YT-3 型为八次反射型，外形尺寸更小。

2. 结构和工作原理

由于 1 行延迟线对信号的延迟量远大于亮度延迟线的延迟量，所以不能采用 LC 电路，而是采用超声波色度延迟线。这种延迟线对信号的延迟原理可以用如图 5-31c 所示的超声波延迟线结构示意图来说明。

超声波色度延迟线由一个玻璃片和两个声、电转换器件构成。输入信号加到输入端的电-声转换器中，由他将电信号转换成机械振动波，即超声波。这一超声波在玻璃片中进行多次反射后反射到输出端换能器中，输出端换能器是一个声-电转换器，他将声波再转换成电信号。

超声波在玻璃片中进行多次反射的目的是加长声波的传播线路。由于超声波在玻璃中的传播速度比较慢，这样可以对输入信号进行延迟。当超声波色度延迟线体积比较小时，为了达到规定的延迟时间，所以要进行更多次的反射。

彩色电视机中的超声波色度延迟线实际延迟时间为 $63.943\mu\text{s}$ （并不是恰好 1 行时间

64 μ s), 并且还要倒相 180°。

3. 故障现象

超声波色度延迟线如果出现故障, 主要表示在彩色图像的彩色异常, 具体情况说明如下:

1) 如果在收看彩色图像时屏幕上的光栅变粗, 出现百叶窗似的明暗相间的水平条纹, 并且慢慢地朝上方爬行, 且面积很大的, 色调基本不失真, 则很可能是超声波色度延迟线损坏了。

这是因为由于无延迟作用, 致使梳状滤波器无延迟信号, 只有直通信号, 从而造成 U、V 信号串耦, 产生大面积爬行。如果有示波器, 可以在超声波色度延迟线输出端观察, 没有输出信号就是超声波色度延迟线损坏了。

2) 如果只是图像的轮廓边缘部分出现爬行现象, 这常常是因为超声波色度延迟线质量变劣引起的, 也得更换超声波色度延迟线。

4. 检测方法

一般条件下对色度延迟线的检测是不全面的, 用万用表 R \times 10k 档测量各引脚之间应均为开路特性, 否则说明色度延迟线已经损坏。准确的检测应该进行代替检查。

5. 选配资料

超声波色度延迟线的更换原则上是要用同型号的, 在没有同型号的情况下可以进行选配, 主要是注意下列几点:

- 1) 中心频率要一致。
- 2) 相位延迟时间要一致。
- 3) 三次反射参数要一致。

这里给出部分彩色电视机用的色度延迟线资料, 供选配时参考。表 5-45 所示是超声波色度延迟线特性参数。

表 5-45 色度延迟线的特性参数 (一)

型 号	主 要 参 数						
	延迟时间 / μ s	插入损耗 /dB	频带宽度 (-3dB) /MHz	匹配电阻 / Ω	输入电感 / μ H	输出电感 / μ H	中心频率 /MHz
A76350-CH	63.943 \pm 0.005	10		390	5.6	8.5	
ADLCP145TA02	63.943 \pm 0.05	10 \pm 3	3.43 \pm 5.25	390	8.2	8.2	
L7148	63.943 \pm 0.05	10 \pm 3	3.43 \pm 5.23	390	8.2	8.2	
RCIL20517CEZZ	63.943 \pm 0.005	10 \pm 3	3.43 \pm 5.23	390	8.2	8.2	
EFD-EN645A01	63.943 \pm 0.05	9 \pm 3	3.63 \sim 5.23	390	6.2	10	
PPL634K	63.943 \pm 0.005	9 \pm 3	3.43 \sim 5.23	390		8.2	4.43919
2790271	63.943 \pm 0.005	10 \pm 3		560	10.5	9.7	
YTS-8A					5.6	8.5	
YTS-8B		9 \pm 3			8.2	8.2	
YTS-8C					6.2	10	
YTS-8D					10.5	9.7	

(续)

型 号		主 要 参 数								
		延迟时间 / μ s	插入损耗 /dB	频带宽度 (-3dB) /MHz	匹配电阻 / Ω	输入电感 / μ H	输出电感 / μ H	中心频率 /MHz		
YTS-8E		63.943 \pm 0.005	9 \pm 3	3.43 ~ 5.23	390	10.6	10	4.433619		
YTS-8F						8.6	8.1			
YTS-8G						18	18			
YTS-7A						10	10			
DL-8										
EFD-EN645AD1A			8 \pm 3			6.2	10			
EFD-EN645A11C						10				
YTY-II			7 \pm 3			5.8 ~ 6.2	7.8 ~ 8.2			
YT-3			8 \pm 3			10	10			
日本产品 (用于金星 C56-402)			63.943 \pm 0.006			11 \pm 3	560			
YJD-8-A0		63.943 \pm 0.005	10 \pm 3	3.63 ~ 5.23	390	5.6	8.5	4.433619		
YJD-8-B0				3.63 ~ 5.23		8.2	8.2			
YJD-8-C0				3.63 ~ 5.23		6.2	10			
YJD-8-S5				3.63 ~ 5.23		10.5	9.7			
PJDL043K	A	JVC, 松下		3.43 ~ 5.23	390	5.6	8.5	4.433619		
	B	JVC, 东芝, 三洋, 日立, 夏普				9 \pm 3	8.2		8.2	
	C	松下				10 \pm 3	6.2		10	
	D	夏普, 日立				9 \pm 3	560		10.5	9.7
	E	JVC					390		10	10.6
	F	飞利浦							8.6	8.1

表 5-46 所示是其他型号超声波色度延迟线的特性参数。

表 5-46 色度延迟线的特性参数 (二)

项 目	YJD-8 (DLG)					YJS-8				YCS				HN 8601
	A ₀	B ₀	C ₀	E ₀	S ₀	I	II	III	IV	EN645 A11	EN645 A12	EN645 A13	EN645 A14	
标称频率/MHz	4.433619					4.433619				4.433619				4.433619
相延迟/ μ s	63.943		63.553	63.943		63.943				63.943				63.943
通带宽度/ Δf /MHz	3.36 ~ 5.23	3.4 ~ 5.2	3.63 ~ 5.23	3.1 ~ 5.4	3.43 ~ 5.23	3.63 ~ 5.23	3.43 ~ 5.23	3.43 ~ 5.23	3.43 ~ 5.23	3.63 ~ 5.23	3.63 ~ 5.23	3.63 ~ 5.23	3.43 ~ 5.23	3.4 ~ 5.23
插入损耗/dB	10		9	10		-				9				9.5 ~ 10.6
三次反射/dB	≥ 28		≥ 26		≥ 28				≥ 28				≥ 28	
其他反射/dB	≥ 26		≥ 30		≥ 26				≥ 26				≥ 28	

(续)

项 目	型 号	YJD-8 (DLG)					YBS-8				YCS				HN 8601	
		A ₀	B ₀	C ₀	E ₀	S ₀	I	II	III	IV	EN645 A11	EN645 A12	EN645 A13	EN645 A14		
端接电阻/ Ω		390					560				390				560	—
输入端电感/ μH		5.6	8.2	6.2	8.2	10.5	5.6	6.2	8.2	10.5	8.2	5.6	6.2	10.5	—	
输出端电感/ μH		8.5	8.2	10	8.2	9.7	8.5	10	8.2	9.7	8.2	8.5	10	9.7	—	
输入端电容/pF		—					20				—				20	—
输出端电容/pF		—					30				—				30	—

表 5-47 所示是彩色电视机用超声波色度延迟线代换资料。

表 5-47 色度延迟线的代换资料

机 型	国外型号	国内型号	机 型	国外型号	国内型号
胜利 东芝 日立 夏普 三洋 松下 NEC 等	EFD-EN645	PDL-643K	胜利 东芝 日立 夏普 三洋 松下 NEC 等	L7148B	YTS-8B0
	EFD-EN645A01	YCS-EN645A13			YCS-EN645A11
	EFD-EN645A	YCS-EN645N			DLG-648DB0
	PDL-463K	DLG-648K			PDL-643KB
					YID-B0
	A76350-CH	AO		B0	
				DLG-648KA0	PDL-6435
	ADLCP145TA02	YJD-8B0		2790271	BLG-648K-S5
					YTS85

第七节 晶体二极管

一、变容二极管

1. 电路符号

如图 5-32 所示是变容二极管的几种电路符号。其中图 a 所示是最新规定的电路符号，电路符号中用字母 V 表示；图 b 所示是过去采用的几种符号，用字母 D 表示。

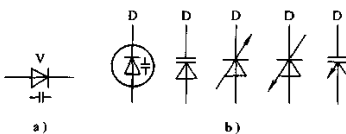


图 5-32 变容二极管的电路符号

2. 种类

变容二极管按照 PN 结的结构和结面附近杂质的分布情况不同，可以分成缓变结、突变结和超变结三种类型，如图 5-33 所示是这三种变容二极管的电压-容量特性曲线，图中 X 轴方向为变容二极管上的反向偏置电压，Y 轴方向为结电容。

其中图 a 所示是缓变结型的；图 b 所示是突变结型的；图 c 所示是超变结型的。从图中可以看出，它们的结电容随反向偏置电压的增大而减小，但各种类型变容二极管的结电容容

量变化速率是不同的,缓变结的最慢, C 超变结的最快。

3. 结构和工作原理

变容二极管也是一个PN结的结构,为了获得较大的结电容,变容二极管做成面接触型或阶梯接触型,以扩大接触面,增大结电容。

变容二极管在正常时工作在反向偏置状态,即负极上的电压大于正极上的电压。当反向偏置电压增大时,PN结的阻挡层变厚,相当于电容器两极板之间的距离增大,这样结电容下降,反向偏置电压愈大,结电容愈小。

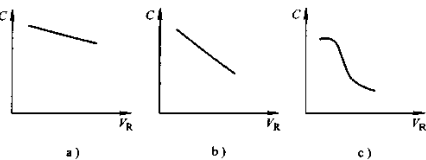


图 5-33 三种变容二极管的电压-容量特性曲线

4. 主要参数

变容二极管的主要参数有以下几项:

(1) 品质因数 Q 。变容二极管的等效电路如图 5-34a 所示,它由一个电阻 R 和电容 C 构成,电阻 R 由二极管材料等因素决定, C 为结电容,品质因数 $Q = 1/2\pi fRC$,要求 Q 值必须足够的大。

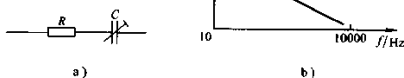


图 5-34 变容二极管等效电路

(2) 截止频率 f_c 。当频率增高时, Q 值要下降,当 Q 值下降到 1 时的频率为截止频率,图 5-34b 所示是变容二极管频率与 Q 值之间的关系特性曲线。

变容二极管除上述特性外,还有最高反向电压、最大允许功耗等。

5. 检测方法

变容二极管也是一个PN结结构,所以可以通过测量它的正、反向电阻来判断其质量。注意,变容二极管的反向电阻从表针上看接近为无穷大。对于变容二极管的软故障,这种方法无法确定,可以用代替检查法检查。

6. 选配方法

变容二极管损坏后应该用同型号同规格的更换,因为在电调谐高频头中三个电调谐电路使用同一个调谐电压,要求这三个电路中的变容二极管其电压-容量特性一致,否则不能准确调谐而影响接收效果。

在变容二极管中,同型号不同规格的二极管之间用不同的色点颜色表示,或用字母 A、B 等表示,表 5-48 所示是字母的具体含义。

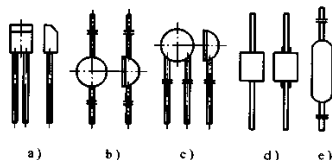


图 5-35 变容二极管引脚示意图

变容二极管更换时要求同型号、同色点或同字母。在高频头三个调谐电路上,本振电路中的变容二极管要求可以低一些,这是因为该回路中加有 AFT 电压,可以自动调整频率,所以当高频头中有一只变容二极管损坏后,可以将本振回路中的这一只拆到已损坏的位置,

表 5-49 国产硅调整管二级管主要特性参数

电 参 数	反向电流		最高反向 工作电压 V_{RM}/V	3V 偏压 下结电容 C_{p0}/pF	10V 偏压 下结电容 C_{p10}/pF	电容比 C_{p10}/C_{p0}	击穿电压 V_{BR}/V	Q_V	串联电阻 R_s/Ω	电容温度 系数 α_c $/(1/^\circ C)$	最高 结温 $T_{JM}/^\circ C$	外形 图 (图 5 -35)													
	测试 条件																								
	25°C	-55°C																							
部 标 号	$I_{R1}/\mu A$		$V_{RM}=30V$	$V_{R1}=3V$ $f \leq 5MHz$ $V_1 < 120mV$	$V_{R2}=10V$ $f \leq 5MHz$ $V_2 < 120mV$	$V_{R3}=30V$ $f \leq 5MHz$ $V_3 < 120mV$	$V_{BR}=10V$ $I_{R1}=1\mu A$	$f=50MHz$ $C=18pF$ $V_{a1} < 100mV$	$f=50MHz$ $C=18pF$ $V_{a2} < 100mV$	$V_{R4}=10V$ $f \leq 5MHz$ $T_1=25^\circ C$ $T_2=75^\circ C$		图 5 -35													
	A	≤ 0.1											18~20	7~8.5	>6	35	120	1.5	$\leq 5 \times 10^{-4}$	125	20C 120-124	303A-D 2B5A-F			
	B	≤ 0.1											8.5-10	8.5-10											
	C	≤ 0.1											18~20	7~8.5	5-6										
D	≤ 0.1	8.5-10	8.5-10																						
20C 320-324	A	≤ 0.1	8~9.5	20~22	8~9.5	5-6	35	120	1.5	$\leq 5 \times 10^{-4}$	125		20C 320-324	2CB14A-D											
	B	≤ 0.1	9.5-10.5	9.5-10.5	>6																				
	C	≤ 0.1	10.5-12	10.5-12																					
	D	≤ 0.1	8~9.5	20~22	8~9.5	5-6																			
	E	≤ 0.1	9.5-10.5	9.5-10.5																					
	F	≤ 0.1	10.5-12	10.5-12																					
20C 420-424	A	≤ 0.1	10~11.5	22~24	10~11.5	6	35	120	1.5	$\leq 5 \times 10^{-4}$	125		20C 420	DB300B 2CC14B 2CC12B 2CB14A-D											
	B	≤ 0.1	11.5-13	11.5-13																					
	C	≤ 0.1	10~11.5	22~24	10~11.5	5-6																			
	D	≤ 0.1	11.5-13	11.5-13																					

表 5-48 变容二极管字母含义

字母	A	B	C	D
容量范围/pF	10~20	20~30	30~40	40~50
E	F	G	H	J
50~60	60~70	70~80	80~90	90~100
K	L	M		
100~110	110~120	120~130		

将新换上的变容二极管装到本振电路中。

表 5-49 所示是国产硅调谐变容二极管的主要特性资料和选配资料,表中的二极管引脚分布如图 5-35 所示。

表 5-50 所示是国产硅频段转换变容二极管特性参数,表中的二极管引脚分布如图 5-35 所示。

表 5-50 国产硅频段转换变容二极管特性参数

电 参 数 部 测 试 条 件 型 号	反向电流			最高 反向 工作 电压	正向微分 电 阻			给定偏压下 结电容	最高 结温	型号对照		外形 图 (图 5 -35)	
	$I_R/\mu A$			V_{RM}/V	R_f/Ω			C_j/pF	$T_{JM}/^{\circ}C$	部标型号	曾用相似 型 号		
	在相应的 V_{RM} 下测试			$f = 10kHz$			$f \leq 5MHz$						
	25 $^{\circ}C$	-55 $^{\circ}C$	125 $^{\circ}C$		$I_f = 10$ mA	$I_f = 20$ mA	$I_f = 30$ mA	$V_R = 12V$	$V_R = 0V$				
110 210 2CC 310 410	A	≤ 0.1	≤ 0.1	≤ 20	20	4.5			≤ 1.5	125	2CC110	2K2	e
	B	≤ 0.1	≤ 0.1	≤ 20	20	≤ 4			≤ 1	125	2CC210	K411 K412	d
	C	≤ 0.1	≤ 0.1	≤ 20	20	≤ 3.5			≤ 1	125	2CC310	406A - C 2CK300 2CK45A - D	c
	D	≤ 0.1	≤ 0.1	≤ 20	20			≤ 3	≤ 1	125			
2CC130	A	≤ 0.5	≤ 0.5	≤ 20	20			≤ 2	≤ 1	125	2CC410	2CK45A - D	a
	B	≤ 0.5	≤ 0.5	≤ 20	20			≤ 2.6	≤ 1	125			
	C	≤ 0.5	≤ 0.5	≤ 20	50			≤ 2.6	≤ 1	125	2CC130	304A - C	c

表 5-51 所示是国产大容量调谐变容二极管主要特性参数,表中二极管的引脚分布如图 5-35 所示。

表 5-51 国产大容量调谐变容二极管主要特性参数

电 参 数 部 测 试 条 件 型 号	反向电流			最高 反向 工作 电压	4V 偏压 下结电容	电容比	Q 值	电容温度 系数	最高 结温	型号对照		外 形 图 (图 5-35)
	$I_R/\mu A$			V_{RM}/V	C_{μ}/pF	C_{90}/C_{10}	Q_v	α_c ($1/^\circ C$)	$T_{JM}/^\circ C$	部标 型号	曾用相 似型号	
	在相应的 V_{RM} 下测试											
	25 $^\circ C$	-55 $^\circ C$	125 $^\circ C$							$f \leq 5MHz$ $V_R = 4V$	$f \leq 5MHz$ $V_{RM} = 4V$ $V_R = 20V$	
101 2CC201A ~ M 301	≤ 0.5	≤ 0.5	≤ 20	20	见表 9-64	≥ 2	≥ 250	$\leq 5 \times 10^{-4}$	125	2CC 101 ~ 104	2CC1A ~ F	e
102 2CC202A ~ M 302	≤ 0.5	≤ 0.5	≤ 20	20		≥ 2	≥ 250	$\leq 5 \times 10^{-4}$	125	2CC 201 ~ 204	DB340 ~ DB343	c
103 2CC203A ~ G 303	≤ 0.5	≤ 0.5	≤ 20	40		≥ 2	≥ 300	$\leq 5 \times 10^{-4}$	125			
104 2CC204A ~ E 304	≤ 0.5	≤ 0.5	≤ 20	60		≥ 2	≥ 350	$\leq 5 \times 10^{-4}$	125	2CC 301 ~ 304	2CC13C ~ F	a

表 5-52 电调谐用变容二极管的代换资料

机 型	国外型号	国内型号	机 型	国外型号	国内型号	
松 下	MA326	2CC326	日 立	1SV76AY	2CB221	
	MA325	2CB221		1SV97YT64	2CB329	
		2CC325			2CC97	
	MA327	2CB221		1SV50	2CC50	
MA328	2CB329	2CB139				
三 洋	MA840	2CB121	NEC-A	1S2208	2CB221	
	1SV113	2CB329				
	1SV145B	2CB121B		NEC-C	1SV125	2CB121
		2CC145				1SV125
1T25	2CB221	1SV126	1SV126			
1SV146V2	2CB121		2CB121			
夏 普	1T32	2CB132	NEC-C	1S2208	1S2208	
	1T33	2CB133			2CB133	
阿尔卑斯	1SV89ALD	2CB121		1SH50	1S2208	BS19-1
	1T33-04	2CB133				BS19-2
	1T25-4U2	2CB221				

二、开关二极管

开关二极管同普通的二极管一样，也是一个 PN 结的结构，不同之处是要求这种二极管的开关特性要好。

1. 开关特性

当给开关二极管加上正向电压时，二极管处于导通状态，这相当于开关的通态。当给开关二极管加上反向电压时，二极管处于截止状态，这相当于开关的断态。开关二极管就是利用这种特性，且通过制造工艺，使这种二极管的开关特性更好，即开关速度更快，PN 结的结电容更小，导通时的内阻更小，截止时的电阻很大。

(1) 开通时间。开关二极管从截止到加上正向电压后的导通要有一段时间，这一时间称为开通时间。要求这一时间愈短愈好。

(2) 反向恢复时间。开关二极管在导通后，去掉正向电压，二极管从导通转为截止所需要的时间称为反向恢复时间。要求这一时间愈短愈好。

(3) 开关时间。开通时间和反向恢复时间之和，称为开关时间。要求这一时间愈短愈好。

2. 选配方法

关于开关二极管的代用方法主要说明下列几点：

1) 高频头中使用的开关二极管，其反向工作电压大于高频头的开关电压。

2) 行、场扫描电路中所使用的二极管大多是工作在脉冲状态下。

3) AFC 电路中的二极管由于它们所处理的行频脉冲幅度比较小，因此工件电流也比较小，不必考虑其反向耐压和工作电流，只要是二极管的反向恢复时间能适应行同步脉冲的上升和下降沿时间即可。可以选用额定电流为 10mA，反向恢复时间为 10~20ns 的开关二极管即可。

这里给出部分彩色电视机用开关二极管的性能参数和代换资料。表 5-53 所示是电调谐高频头用频段转换开关二极管代换资料。

表 5-53 电调谐高频头频段转换开关二极管的特性参数

电 参 数 测 试 条 件 型 号	最高反向 工作电压	反向电流	正向压降	结电容	正向微分 电 阻	外 形	配套机型	国内代换 型 号
	V_{RM}/V	I_R/nA	V_F/V	C/pF	r_F/Ω			
		$V_R = V_{RM}$	$I_F = 100mA$	$V_R = 15V$	$f = 100MHz$ $I_F = 3mA$			
1S2222	28	≤ 100	≤ 1.1	≤ 1 (28V)	≤ 1 (20mA)	SOD-23	A 型 (NEC)	2CK2222 BA2442
1S1103	35	≤ 100	≤ 1.1	≤ 2	≤ 0.6 (2mA)	SOD-23	A 型 (NEC)	2CK103 BA2441
MA56	15	≤ 100	≤ 1	≤ 2	≤ 0.85	SOD-23	B 型 (松下)	2CK56 BA2441
MA57	25	≤ 100	≤ 1	≤ 1.3	≤ 0.6	SC-59	B 型 (松下)	2CK57 BA2442
1S885	35	≤ 100 (25V)	≤ 1 (10mA)	≤ 1.2 (6V)	≤ 0.9	DO-35	B 型 (日立)	2CK85
1S216	35	≤ 100 (20V)	≤ 1	≤ 1.5 (10V)	≤ 0.6 (10mA)	DO-34	C 型 (夏普)	2CK216 BA2442

(续)

电参数 测试条件 型号	最高反向 工作电压	反向电流 $I_R/\mu\text{A}$	正向压降 V_F/V	结电容 C/pF	正向微分 电阻 r_F/Ω	外形	配套机型	国内代换 型号
	V_{RM}/V	$I_R = V_{RM}$	$I_F = 100\text{mA}$	$V_R = 15\text{V}$	$f = 100\text{MHz}$ $I_F = 3\text{mA}$			
1SS265	40	≤ 100 (20V)	≤ 1	≤ 1.5 (10V)	≤ 0.6 (10mA)	DO-34	C型 (夏普)	2CK265 2CK216
1SS110	35	≤ 100 (25V)	≤ 1	< 1.2 (6V)	< 0.9 (2mA)	DO-34	C型 (阿尔帕斯、 米兹米)	2CK110 2CK216
1SS135	35	≤ 100 (15V)	≤ 1	< 2 (10V)	< 1 (10mA)	DO-34	C型 (索尼)	2CK135 2CK216
1SS238	25	≤ 100 (20V)	≤ 0.85	< 1.2 (6V)	< 0.9 (2mA)	DO-34	C型 (三洋)	2CK238
1SS317	35	≤ 50 (30V)	≤ 1.1	1.1 - 1.5	0.5 - 0.6 (2mA)	DO-34	C型 (NEC)	2CK317

表 5-54 所示是其他用途开关二极管的代换资料。

表 5-54 其他用途开关二极管的特性参数

电参数 测试条件 型号	V_{RM}/V	$I_R/\mu\text{A}$	V_F/V	C/pF	t_w/ns	外形	配套机型	国内代换 型号
	I_{RM} 下	$I_F = 100\text{mA}$	$V_R = 0\text{V}$	$V_R = 6\text{V}$ $I_F = 10\text{mA}$				
1S2471	80	≤ 0.5	≤ 1.2	≤ 2	≤ 4	DO-35	JVC	2CK2471 BA2419
1S2473	35	≤ 0.5	≤ 1.2	≤ 3	≤ 3	DO-35	JVC A型(NEC)	2CK2473 BA2417
1S2076A	60	≤ 1 (30V)	≤ 0.8 (10mA)	≤ 1.8 (1V)	≤ 3	DO-35	JVC、日立 B型(日立)	2CK2076A BA2416
1S2076	35	≤ 1 (30V)	≤ 0.8 (10mA)	≤ 1.8 (1V)	3.5	DO-35	日立、三洋	2CK2076 BA2415
1S1553	70	≤ 0.5 (60V)	≤ 1.4	≤ 3.5		DO-35	夏普	2CP1553 BA2412
1S1555	35	≤ 0.5 (30V)	≤ 1.4	≤ 3.5		DO-35	夏普 C型(索尼)	2CP1555 BA2411
MA161	50	≤ 0.025 (15V)	≤ 1.2	≤ 2	≤ 4 (1V)	DO-35	松下	2CK161 BA2414
MA150	35	≤ 0.025 (15V)	≤ 1.2	≤ 2	≤ 10	DO-35	松下	2CK150 BA2413
1SS104	35	≤ 0.05 (30V)	≤ 1			DO-35	东芝	2CK4148
1S119	35	≤ 1 (30V)	≤ 0.8 (10mA)	≤ 3 (1V)	≤ 3.5	DO-34	索尼	2CK119
MA165	15	≤ 0.02	≤ 1.2	≤ 2	≤ 10 (1V)	DO-35	B型 (松下)	2CK165 BA2443

(续)

电 参 数 试 验 条 件	I_{RM}	I_R	I_F	C	t_n	外 形	配套机型	国内代换 型 号
	/V	/μA	/V	/pF	/ns			
型 号		$I_{RM} \downarrow$	$I_F = 100\text{mA}$	$V_R = 0\text{V}$	$V_R = 6\text{V}$ $I_F = 10\text{mA}$			
1SS187	30	≤ 0.1	≤ 1.2 (10mA)	≤ 4	≤ 4	SC-59 (单管芯)	C型 (夏普)	2CK187
1SS181	30	≤ 0.1	≤ 1.2	≤ 4	≤ 4	SC-59 (双管芯)	C型 (夏普)	2CK181
1SS133	40	≤ 0.5 (35V)	≤ 1.2	≤ 3 (0.5V)	≤ 4	DO-35	C型 (阿尔帕斯)	2CK133
1SS233	35	< 0.5	< 1.2	< 3	< 4	DO-34	C型 (三洋)	2CK233

表 5-55 所示是彩色电视机用开关二极管的代换资料, 供选配时参考。

表 5-55 开关二极管的代换资料

机型	国外型号	国内型号	机型	国外型号	国内型号	
通用	MA56	MA56	通用	1S2216	BA2419	
		CK56		1S2471	BA2417	
		BA24412		1S2473H	BA2418	
	MA57	BA2442	东芝	1S2076A	BA2416	
		MA57		1S2473H	2CK2473	
	MA155	MA155		1SS85Y	2CK85	
	MA150	BA2413		1SS103	2CK103	
	MA161	BA2414		1SS187	2CK187	
		2CK105		1SS104	2CK44	
	MA162	MA162		三洋	1SS133	BA2441
	MA165	2CK57			1SS238	BA244
		MA165			1SS181	2CK181
		BA2443		MA151	V3	
	1S1553	BA2412	夏普	MA151A	V2	
		2CP1553		MA151WA	V3	
	1S1555	2CP1555		1SS187	V2	
		BA2411		1SS181	V3	
	1S2076K	BA2415		1S2076A	BA2416	
	1S222	BA2442		1SS216	BA2442	
		2CK222		1S2473H	2CK2473	
BS21		1SS85Y		2CK85		
1S2216	BS78	1SS103		2CK103		

(续)

机型	国外型号	国内型号	机型	国外型号	国内型号		
夏普	1S8187	2CK187	胜利	1S2076	CK15D		
日立	MA56	2CK103			2CK102		
	1S2076A	2CK101			1N4152		
		2CK2076	1N4148				
	1S2473	2CK107	2CK108				
	1S2473H	2CK100	CK10G				
NEC-C	1S855Y	BA2443	夏普	1S81553	CK10D		
	S-953	BA2443			TK2		
	1S8103	BA2441		FR301-397	FR301-307		
	1S8216	2CK216		MA161	2CK114		
NEC	MA152WK	V4	通用	1S2076	1N4152		
	1S8181	V3		MA150	2CK48		
	1S8187	V2		1S2473	2CK48		
阿尔卑斯	1S8110	BA2442		1S8119	1S8119		
	1S8133	BA2441		1N4148	1N4148		
	1S8181	V3			2CK4148		
松下	MA57	V1		东芝	MA150	CK15G	
	MA150	2CK104				1N4152	
胜利	FR101-107	FR101-107			1N4148		
	MA150	1N4148			MA161	2CK114	
		1N4152	1S8104		2CK44		
	1S133HV	CK12D			TK6		
	1S8146	1S8146	1S81553		CK1553		
	1S81553	2CK108			2CK108		
	1S81555	CK10D			1S81553		
		1S81555			TK1		
	1S2076A	1S2076A	CK10G				
		2CK101	1S2471		1N4148		
	1S2471	2CK107	松下		MA150	FR101-107	FR101-107
		2CK115				1N4152	
		CK15J				1N4148	
	1S2473	CK15D		MA150			
1S2473		CK10D					
1S2473H-K	1N2473H	TK7					
	CK12D	2CK105					

(续)

机型	国外型号	国内型号	机型	国外型号	国内型号	
松下	MA155	MA155	日立	MA150	1N4152	
	MA161	MA161			1N4248	
		2CK48B				
		MA171		MA171	V06C	V06C
	1S1553	CK1553		1S1553	1S2076A	CK1553
		1N4148				
	1S2076	1N4152		1S2076	TK4	
1S2471	1N4148	2CK101				
1S854	CK10H	1S2471			1S2076	
	CK12F				1S2076	CK15D
	CK20D			2CK102		
	CK20H			TK3		
三洋	1SS1555	CK10D		1S2473	TK4	1N4148
		TK2			CK15D	
	1S2076	CK15D	1S2473H-K	TK5		
1S2473	CK15D	FR301-307		FR301-307		
日立	EH1Z	EH1Z	索尼	1SS103	BA2441	
		FR101-107			FR101-107	1SS103

三、稳压二极管

稳压二极管在彩色电视机中的应用相当广泛，且故障发生率也比较高的。

1. 检测方法

对稳压二极管的检测方法同普通二极管一样，主要是测量二极管的正向和反向电阻值。

判断稳压值方法的是这样：万用表的 R × 10k 档，红表棒接稳压二极管的正极，黑表棒接其负极，读出稳定值后的值，注意是读出 10VDC 刻度上的值，不是读欧姆档的数值，然后代入下公计算：

$$\text{稳压值 (V)} = (10\text{V} - \text{读数}) \times 1.5$$

上述方法可以测量出稳压值小于 15V 的稳压二极管稳压值。

2. 稳压特性检测

按照如图 5-36 所示接好，电路中的直流电压可是取自于电视机内部，万用表置于直流电压档，缓慢调高直流电压，当万用表的指针停在某一电压值不动时，再调整 RP1 阻值，即动片向上调整，进一步升高电压，如果万用表的指示电压不再增大，说明这一稳压二极管的稳压特性是好的，否则就说明稳压特性不好。

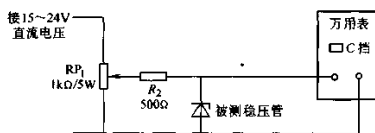


图 5-36 接线示意图

表 5-56 彩色电视机用高压二极管参数和代换

适用机型	型号	最大功率 P_{om} /W	稳定电压 V_Z/V		动态电阻		反向电流		封装形式	可直接代换的国产管型号
			最小值	最大值	I_Z/mA	R_D/Ω	I_R/mA	$I_R/\mu A$		
	HZ-11	0.5	9.5	11.9	5	25	5	1	DO-35	2CW37-11, 2C2397, 2CW398, 2CW429, 2CW430
	HZ-11BC	0.5	10.2	11.1	5	25	5	1	DO-35	RE11E (B2)
	HZ6A	0.5	5.2	5.7	5	35	5	5	DO-35	RD5.6E (B1), 2CW37-6.2, 2CW391, 2CW427
	HZ7	0.5	6.3	6.9	5	15	5	1	DO-35	2CW37-7.5, 2CW393, 2CW425, 2CW425, RD6.8E (B2)
	HZ7A	0.5	6.3	6.9	5	15	5	1	DO-35	2CW7.5, 2CW393, 2CW425, RE6.8E (B2)
	HZ7B	0.5	6.7	7.3	5	15	5	5	DO-35	2CW7.5, 2CW393, 2CW425, RD6.8E (B2)
	HZ9A	0.5	7.7	8.5	5	20	5	1	DO-35	2CW37-9.1, 2CW395
	HZ12B	0.5	12.4	13.4	5	35	5	1	DO-35	2CW37-12B, 2CW400, 2CW432
	HZ12B2	0.5	12.6	13.1	5	35	5	1	DO-35	2CW37-12B2, 2CW400, 2CW432
	HZ12C2	0.5	13.44	14.13	10	16	10	0.2	DO-35	RD15E (B1)
	HZ7	0.5	27.2	28.6	0.1	80	2	1	DO-35	2CW37-27, 2CW407, 2CW439
	HZ9CTA	0.5	8.9	9.3	5	20	5	1	DO-35	RD9.1E (B3)
	HZ4B2	0.5	3.8	4.0	5	100	5	5	DO-35	2CW37-4.3, 2CW419, HZ4B2
	HZ20-1	0.5	19.06	19.44	2	60	2	1	DO-35	2CW37-20, HZ20-1
	HZ133-02	0.4	31	33.5	5	10-25	5		DO-35	2CW37-33, 2CW409

日立
东芝
夏普
胜利

(续)

通用模型	型号	最大功耗 P_{om} /W	稳定电压 V_Z /V			动态电阻		反向电流		封装形式	可直接代换的国产管型号
			最小值	最大值	I_Z /mA	R_Z/Ω	I_Z /mA	$I_{R1}/\mu A$	V_{R1}/V		
	HZ57.5E/TA	0.4	7.07	7.45	20	6	20	0.5	4	DO-35	RD7.5E (B2)
	HZT9-02T	0.2	31	33.5	5	25	5			A3-07A	UPK574J, UPK574JAG
	HZ12	0.5	11.6	14.3	5	35	5	1	9.5	DO-35	BS62-13, HZ12
	R11KV		135	160	1			10	115	DH-MH	DS76
	RD11EK-K	0.5	10.6	11.4	20			2	8	DO-35	RD11E (B), YTH1, 2CW206, CW11C
	RD2.0E (B)	0.5	1.88	2.12	20	140	20	120	0.5	DO-35	RD2.0E (B)
	RD2.7E (B)	0.5	2.5	2.9	20	100	20	100	1	DO-35	RD2.7E (B), BS73-2.7, 2CW383, 2CW415
	RD3.3E (B)	0.5	3.1	3.5	20	70	20	20	1	DO-35	RD3.3E (B)
	RD5.1E (B)	0.5	4.8	5.4	5	50	5	1	1	DO-35	RD5.1E (B), 05Z5-1
	RD6.2E (B)	0.5	5.8	6.6	5	17	5	1	3	DO-35	RD6.2E (B), 05Z6-2, BS73-6.2, 2CW424
	RD6.2E (B3)	0.5	6.12	6.63	20	20	20	3	2	DO-35	RD6.2E (B3), 05Z6.2, CW46.2A, 2CW203
	RD7.5E (B)	0.5	7	7.9	20	8	20	0.5	4	DO-35	BS73-7.5, 2CW426, RD7.5E (B2)
	RD7.5E (B2)										
	RD7.5E (B3)	0.5	7	7.9	20	8	20	0.5	4	DO-35	BS73-7.5, 2CW426, RD7.5E (B2)
	RD7.5E (B1)	0.5	6.7	7.3	5	15	5	1	3.5	DO-35	2CW7.5, 2CW393, 2CW425

日立
东芝
夏普
胜利

(续)

适用机型	型号	最大功率 P_{2m} /W	稳定电压 V_f/V		动态电阻		反向电流		封装形式	可直接代表的国产管型号
			最小值	最大值	I_f/mA	R_2/Ω	$I_R/\mu A$	V_R/V		
	RD11E (B)	0.5	10.1	11.8	15	10	1	8	DO-35	BS73-11, 2CW430
	RD11E (B2或B3)	0.5	10.4	11.05	10	10	0.5	0.2	DO-35	RD11E (B2)
	RD12E	0.5	11.74	12.35	10	12	10	0.2	DO-35	2CW37-12, 2CW431, RD12E (B3)
	RD12E (B3)	0.5	11.74	12.35	10	12	10	0.2	DO-35	2CW37-12, 2CW431, RD12E (B3)
	RD12F	1	11.9	11.77	20	8	20	10	SSD-A468	
	RD12E (B2)	0.5	11.44	12.35	10	15	10	1	DO-35	RD12E (B2)
	RD13E (B)	0.5	12.59	13.16	5	14	10	0.2	DO-35	RD13E (B)
	RD13E (B2)	0.5	12.4	14.1	10	14	10	0.2	DO-35	RD13E (B2)
	RD22E (B)	0.5	20.8	23.3	5	30	5	0.2	DO-35	RD22E (B)
	RD24E (B3)	0.5	23.29	24.27	5	35	5	0.2	DO-35	RD24E (B3)
	RD27E (B4)	0.5	26.29	27.64	5	45	5	0.2	DO-35	RD27E (B4)
	08Z5-1	0.5	4.8	5.4	5	50	5	1	DO-35	RD5-1E (B)
	08Z6-2	0.5	5.8	6.6	5	17	5	1	DO-35	RD6-2E (B)
	08Z6-2Y	0.5	5.96	6.27	41	10	20	10	DO-35	2CW37-6.2
	08Z5-1Y	0.5	4.94	5.2		20	20	10	DO-35	2CW37-5.1

日立
东芝
三菱
胜利

(续)

适用机型	型号	最大功耗 P_{2M} /W	额定电压 V_Z/V			动态电阻		反向电流		封装形式	可直接代换的国产管型号
			最小值	最大值	I_Z/mA	R_Z/Ω	I_T/mA	$I_R/\mu A$	V_R/V		
日立 东芝 夏普 胜利	05Z5.6Z	0.5	5.61	5.91		13	20	10	2.8	DO-35	2CW37-5.6
	05Z7.5	0.5	7.1	7.9	5	15	5	1	6	DO-35	RD7.5E (B)
	05Z7.5Y	0.5	7.07	7.45	34	8	20	10	5	DO-35	2CW37-7.5
	05Z5.ZH26A	0.5	4.8	5.4	20	20	20	5	1.5	DO-35	RD5.1E (B)
	05Z12	0.5	11.13	12.35	21	12	10	5	9.1	DO-35	2CW37-12, RD12E (B)
	05Z12HZ12A2	0.5	11.4	12.6	10	10	10	0.2	9	DO-35	2CW37-12, RD12E (B)
	05Z13	0.5	12.4	14.1	5	35	5	0.5	10	DO-35	RD13E (B)
	05Z13X	0.5	12.11	12.75	19	14	10	5	9.9	DO-35	2CW37-13
	05Z13Y	0.5	12.55	13.21	19	14	10	5	9.9	DO-35	2CW37-13B
	05Z15	0.5	13.9	15.6	5	35	5	0.5	11	DO-35	RD15E (B)
日立 松下 三洋 东芝 JVC 夏普	05Z15Y	0.5	13.89	14.62	17	16	10	5	11.4	DO-35	2CW37-15
	05Z18	0.5	16.8	19.1	10	23	10	0.2	13	D6-35	RD18E (B)
	05Z18Y	0.5	16.82	17.7	14	23	10	5	13.7	DO-35	2CW37-18
	QA1130	0.5	12.4	14.1	5	15	15	1	11	DO-35	RD13E (B2), 2CW3713, 1M4743B

(续)

通用机型	型号	最大功率 P_{zm} /W	稳定电压 V_Z/V		动态电阻		反向电流		封装形式	可直接代换的国产型号	
			最小值	最大值	I_Z/mA	R_Z/Ω	I_Z/mA	$V_{R/V}$			
日立 松下 三洋 东芝 JVC 夏普	QA106SB	0.5	5.88	6.12	5	15	15	3	2	DO-35	RD6.2E (B1)
	QA111SE	0.5	10.976	11.42	15	3	15	1	8	DO-35	RD11E (B3)
	SR-2M	0.35	1350	150	1	600	1	100	100		SR-2M
	μ PC574JAC	0.2	31	35	5	25	5			A3-07A	ES80, μ PC574J
三菱 三洋 夏普 松下	EQ402-11B	0.5	10.1	11.8	15	15	10	1	8	DO-35	1N4737, 2CW396, RD12E (B1)
	EQ402-12E	0.5	11.2	13.1	15	15	10	1	10	DO-35	1N4742, 2CW399, RD12E (B)
	EQ402-06EF	0.5	6.12	6.63	20	20	20	3	2	DO-35	RD6.2E (B3)
	EQ402-11CD	0.5	11.44	12.35	10	15	10	1	8	DO-35	RD12E (B2)
	EQ402-28A	0.5	26.29	27.64	5	60	5	1	23	DO-35	RD7E (B4)
	EQ402-07B	0.4	6.66	7.01	20	15	20	2	3.5	DO-35	RD6.8E (B3), 2CW37-6-8, 2CW425
	EQ402-07B	0.4	6.66	7.01	20	15	20	2	3.5	DO-35	2CW37-6-8, 2CW425, 2CW425, 2CW392, 2CW424
	TSYQA106SB	0.5	5.88	6.6	20	10	20	5	3	DO-35	2CW37-6-2A, 1N4735C, 2CW392, 2CW424
	TSYQA111SB	0.5	10.4	11.6	10	15	10	2	8	DO-35	2CW37-11B, 1N4741B, 2CW398, 2CW430
	MA1130	1	12.4	14.1	5	30	5	0.1	9	DO-41	2CW37-13, 1N4743B

3. 选配方法

彩色电视机中的稳压二极管代用主要考虑稳压值和功耗与原二极管相同，无一时无法实现这一要求时，可以采用下列方法进行处理：

第一步找一只几十欧至几百欧、1/2W 至 1W 的电阻，再找一只 50kΩ、2W 的电位器。另选一只稳压值远小于原二极管的稳压管，一般选稳压值只有原一半的，但功耗与原管一样的。将三个元器件按照如图 5-37 所示接起来。

第二步将这一串联元器件取代原损坏的稳压二极管，用万用表的直流电压监测三只元器件的两端直流电压，调整 RP_1 的阻值，使直流电压达到所标称稳压值。

第三步是测量电位器和电阻 R_1 的实际阻值之和，换一只等值电阻换上即可。



图 5-37 接线示意图

上述代换方法对于功耗 1/8 ~ 1W、标称稳压值在 1 ~ 50V 之间的稳压二极管均适用。一般 1 ~ 20V 的稳压二极管能在 1 ~ 20V 的稳压电路中使用。12 ~ 30V 的稳压二极管能在 12 ~ 60V 的稳压电路中使用。

表 5-56 所示是彩色电视机用稳压二极管的代换资料。

表 5-57 所示是 1N5913B—1N631B 玻璃封装稳压二极管性能参数和代换资料。

表 5-57 1N5913B—1N631B 玻璃封装稳压二极管性能参数和代换

参 数	稳压 中值	动态电阻		反向直流电流		正向压降		最高 结温	最大工 作电流	最大耗 散功率	国内对应 型号
	$V_Z \pm 5\%$ /V	R_Z /Ω	I_Z /mA	I_R /μA	V_R /V	V_F /V	I_F /mA	T_m /°C	I_{ZM} /mA	P_{DM} /W	
1N5913B	3.3	10	113	≤0.5	1	≤1	200	200	432	1.5	2CW101
1N5914B	3.6	9.0	104	≤0.5	1	≤1	200	200	396	1.5	2CW101
1N5915B	3.9	7.5	96	≤10	-0.5	≤1	200	200	366	1.5	2CW102
1N5916B	4.3	6.0	87	≤10	-0.5	≤1	200	200	332	1.5	2CW102
1N5917B	4.7	5.0	79	≤5	-0.5	≤1	200	200	363	1.5	2CW103
1N5918B	5.1	4.0	73	≤5	-0.5	≤1	200	200	282	1.5	2CW103
1N5919B	5.6	2.0	66	≤5	-0.5	≤1	200	200	255	1.5	2CW103
1N5920B	6.2	2.0	60	≤0.5	1	≤1	200	200	230	1.5	2CW104
1N5921B	6.8	2.5	55	≤0.5	1	≤1	200	200	210	1.5	2CW104
1N5922B	7.5	3.0	50	≤0.5	1	≤1	200	200	190	1.5	2CW105
1N5923B	8.2	3.5	45	≤0.5	1	≤1	200	200	174	1.5	2CW106
1N5924B	9.1	4.0	41	≤0.5	1	≤1	200	200	156	1.5	2CW107
1N5925B	10	4.5	37	≤0.5	1	≤1	200	200	142	1.5	2CW108
1N5926B	11	5.5	34	≤0.5	1	≤1	200	200	129	1.5	2CW109
1N5927B	12	6.5	31	≤0.5	1	≤1	200	200	119	1.5	2CW110
1N5928B	13	7.0	28	≤0.5	1	≤1	200	200	109	1.5	2CW111
1N5929B	15	9.0	23	≤0.5	1	≤1	200	200	95	1.5	2CW112

(续)

参 数	稳压 中值	动态电阻		反向直流电流		正向压降		最高 结温	最大工 作电流	最大耗 散功率	国内对 应型号
	$V_Z \pm 5\%$ /V	R_Z / Ω	I_Z /mA	I_R / μ A	V_R /V	V_F /V	I_F /mA	T_m / $^{\circ}$ C	I_{2M} /mA	P_{2M} /W	
1N5930B	16	10	23	≤ 0.5	1	≤ 1	200	200	89	1.5	2CW112
1N5931B	18	12	20	≤ 0.5	1	≤ 1	200	200	79	1.5	2CW113
1N5932B	20	14	18	≤ 0.5	1	≤ 1	200	200	71	1.5	2CW114
1N5933B	22	17	17	≤ 0.5	1	≤ 1	200	200	64	1.5	2CW115
1N5934B	24	19	15	≤ 0.5	1	≤ 1	200	200	59	1.5	2CW116
1N5935B	27	23	13	≤ 0.5	1	≤ 1	200	200	52	1.5	2CW117
1N5936B	30	28	12	≤ 0.5	1	≤ 1	200	200	47	1.5	2CW118
1N5937B	33	33	11	≤ 0.5	1	≤ 1	200	200	43	1.5	2CW119
1N5938B	36	38	10	≤ 0.5	1	≤ 1	200	200	39	1.5	2CW120
1N5939B	39	45	9.6	≤ 0.5	1	≤ 1	200	200	36	1.5	2CW121
1N5940B	43	53	8.7	≤ 0.5	1	≤ 1	200	200	33	1.5	2CW50
1N5941B	47	67	8	≤ 0.5	1	≤ 1	200	200	30	1.5	2CW51
1N5942B	51	70	7.3	≤ 0.5	1	≤ 1	200	200	28	1.5	2CW51
1N5943B	56	86	6.7	≤ 0.5	1	≤ 1	200	200	25	1.5	2CW52
1N5944B	62	100	6	≤ 0.5	1	≤ 1	200	200	23	1.5	2CW53
1N5945B	68	120	5.5	≤ 0.5	1	≤ 1	200	200	21	1.5	2CW53
1N5946B	75	140	5	≤ 0.5	1	≤ 1	200	200	19	1.5	2CW53
1N5947B	82	160	4.6	≤ 0.5	1	≤ 1	200	200	17	1.5	2CW54
1N5948B	91	200	4.1	≤ 0.5	1	≤ 1	200	200	15	1.5	2CW55
1N5949B	100	250	3.7	≤ 0.5	1	≤ 1	200	200	14	1.5	2CW56
1N5950B	110	300	3.4	≤ 0.5	1	≤ 1	200	200	12	1.5	2CW57
1N5951B	120	380	3.1	≤ 0.5	1	≤ 1	200	200	11	1.5	2CW58
1N5952B	130	450	2.7	≤ 0.5	1	≤ 1	200	200	10	1.5	2CW59
1N5953B	150	600	2.5	≤ 0.5	1	≤ 1	200	200	9	1.5	2CW60
1N5954B	160	700	2.3	≤ 0.5	1	≤ 1	200	200	8.9	1.5	2CW61
1N5955B	180	900	2.1	≤ 0.5	1	≤ 1	200	200	7.9	1.5	2CW63
1N5956B	200	1.2K	1.9	≤ 0.5	1	≤ 1	200	200	7	1.5	2CW64
测试条件	$I = I_Z$	$I = I_Z$			$V = V_R$	$I = I_F$					
参 数	工作电压 标称值	工作电流 最大值	最大微 分电阻	工作 电流	正向电压 最大值	反向电流 最大值	反向 电压	高温反 向电 流最大 值	工作电压 的温度 系数	最大耗 散功率	参 考 号
	$V_Z \pm 5\%$ /V	I_{2M} /mA	r_Z / Ω	I_Z /mA	V_F /V	I_{R1} / μ A	V_R /V	I_R / μ A	DV_Z (%/ $^{\circ}$ C)	P_{2M} /W	
1N5985B	2.4	177	150	10	0.95	120	1	200	0.100	0.5	2CW332
1N5986B	2.7	157	150	10	0.95	100	1	150	0.100	0.5	2CW333
1N5987B	3.0	141	120	10	0.95	50	1	100	0.095	0.5	2CW334

(续)

参 数 型 号	工作电压	工作电流	最大激	工作	正向电压	反向电流	反向	高温反	反向	工作电压	最大耗	参 型 考 号
	标称值	最大值	分电阻	电流	最大值	最大值	电压	向电 电 最大值	流 的 温度 系数	的 温度 系数	散功率	
	$V_Z \pm 5\%$ /V	I_{ZM} /mA	r_Z / Ω	I_Z /mA	V_F /V	I_{RM} / μ A	V_R /V	I_R / μ A	DV_Z (%/°C)	P_{ZM} /W		
1N5988B	3.3	128	100	10	0.95	20	1	30	0.090	0.5	2CW335	
1N5989B	3.6	118	90	10	0.95	10	1	30	0.085	0.5	2CW336	
1N5990B	3.9	109	80	10	0.95	10	1	30	0.080	0.5	2CW337	
1N5991B	4.3	99	70	10	0.95	10	1	30	0.075	0.5	2CW338	
1N5992B	4.7	90	60	10	0.95	10	1	30	0.070	0.5	2CW339	
1N5993B	5.1	83	50	5	0.95	1	1	30	0.050	0.5	2CW340	
1N5994B	5.6	76	25	5	0.95	1	1.5	30	0.050	0.5	2CW341	
1N5995B	6.2	68	15	5	0.95	1	3.6	30	0.050	0.5	2CW342	
1N5996B	6.8	63	15	5	0.95	1	4.3	30	0.065	0.5	2CW343	
1N5997B	7.5	57	10	5	0.95	1	5.1	10	0.070	0.5	2CW344	
1N5998B	8.2	52	15	5	0.95	1	5.6	10	0.077	0.5	2CW345	
1N5999B	9.1	47	20	5	0.95	0.5	6.2	10	0.081	0.5	2CW346	
1N600B	10	43	25	5	0.95	0.5	6.8	10	0.085	0.5	2CW347	
1N601B	11	39	30	5	0.95	0.5	8.2	10	0.088	0.5	2CW348	
1N602B	12	35	30	5	0.95	0.5	9.1	10	0.090	0.5	2CW349	
1N603B	13	33	35	5	0.95	0.5	10	10	0.092	0.5	2CW350	
1N604B	15	28	35	5	0.95	0.5	11	10	0.095	0.5	2CW351	
1N605B	16	27	40	5	0.95	0.5	12	10	0.097	0.5	2CW352	
1N606B	18	24	40	5	0.95	0.5	13	10	0.099	0.5	2CW353	
1N607B	20	21	50	5	0.95	0.5	15	10	0.100	0.5	2CW354	
1N608B	22	19	60	5	0.95	0.5	16	10	0.105	0.5	2CW355	
1N609B	24	18	70	5	0.95	0.5	18	10	0.110	0.5	2CW356	
1N610B	27	16	80	5	0.95	0.5	20	10	0.105	0.5	2CW357	
1N611B	30	14	80	5	0.95	0.5	22	10	0.108	0.5	2CW358	
1N612B	33	13	90	5	0.95	0.5	24	10	0.110	0.5	2CW359	
1N613B	36	12	90	5	0.95	0.5	27	10	0.115	0.5	2CW360	
1N614B	39	11	95	2	0.95	0.5	30	10	0.120	0.5	2CW361	
1N615B	43	9.9	95	2	0.95	0.5	33	10	0.125	0.5	2CW362	
1N616B	47	9.0	100	2	0.95	0.5	36	10	0.126	0.5	2CW363	
1N617B	51	8.3	110	2	0.95	0.5	39	10	0.130	0.5	2CW364	
1N618B	56	7.6	110	2	0.95	0.5	43	10	0.133	0.5	2CW365	
1N619B	62	6.8	200	2	0.95	0.5	47	10	0.135	0.5	2CW366	
1N620B	68	6.3	200	2	0.95	0.5	51	10	0.138	0.5	2CW367	
1N621B	75	5.7	300	2	0.95	0.5	56	10	0.140	0.5	2CW368	

(续)

型 号	工作电压	工作电流	最大微	工作	正向电压	反向电流	反向	高温反向	工作电压	最大耗	参 考 号
	标称值	最大值	分电阻	电 流	最大值	最大值	电 压	电 压	的温	散功率	
	$V_Z \pm 5\%$ /V	I_{ZM} /mA	r_Z / Ω	I_Z /mA	V_F /V	I_{R0} / μ A	V_R /V	I_R / μ A	DV_Z (%/°C)	P_{ZM} /W	
1N622B	82	5.2	300	2	0.95	0.5	62	10	0.145	0.5	2CW369
1N623B	91	4.7	400	2	0.95	0.5	68	10	0.150	0.5	2CW370
1N624B	100	4.3	400	1	0.95	0.5	75	10	0.155	0.5	2CW371
1N625B	110	3.9	650	1	0.95	0.5	82	10	0.155	0.5	2CW372
1N626B	120	3.5	800	1	0.95	0.5	91	10	0.155	0.5	2CW373
1N627B	130	3.3	950	1	0.95	0.5	100	10	0.155	0.5	2CW374
1N628B	150	2.8	1200	1	0.95	0.5	110	10	0.155	0.5	2CW375
1N629B	160	2.7	1400	1	0.95	0.5	120	10	0.155	0.5	2CW376
1N630B	180	2.4	1700	1	0.95	0.5	130	10	0.155	0.5	2CW377
1N631B	200	2.1	2000	1	0.95	0.5	150	10	0.155	0.5	2CW378
测试条件	I_Z		I_Z		$I_F = 100$ mA	$V = V_R$		$V = V_R$ $T = 100^\circ\text{C}$	$T_1 = 25^\circ\text{C}$ $T_2 = 75^\circ\text{C}$ $I = 12\text{mA}$		

四、整流二极管

现在的彩色电视机都用开关电源，这种电源电路中的整流二极管的工作频率比较高，不能采用普通的整流二极管，因为普通整流二极管的反向恢复时间太长，如果采用普通的整流二极管，会出现开关干扰的，所以要使用快恢复型整流二极管。

对于低压整流电路，选配的二极管要注意正向压降尽可能地小，对于高压电路中的整流二极管则不必考虑这一点。

表 5-58 所示是彩色电视机用整流二极管型号及代换型号资料，供参考。

表 5-58 整流二极管的代换资料

机型	国外型号	国内型号	机型	国外型号	国内型号	
胜利	RGP10J	GG10HA	胜利	TVR4N	2CZ3211	
	RM2C	CZ12			GZ12N	
		2CZ3221			GG10FD	
		RM2C			TG8	
		BA159		CG09E		
		BA159		V09E-4		
	RU4B	CG30KB		V09G	V09G	2CZ305G
		RU4B		V19C	V19C	2CZ308C
		RC2		V19E	V19E	CG10FB
	RU2	2SZ317C			TG9	
		CFR10-06			CC10E1	
	RC2	RC2		W06A	CN08A	

(续)

机型	国外型号	国内型号	机型	国外型号	国内型号
胜利	W06A	W06A	日立	EH-1Z	GH06C
		SN10A		RB-156	RM156
	1S1835	GG10HB		RH-1Z	2CZ321C
	1N4001 ~ 4007	1N4001 ~ 4007			2CZ40
	1N5400 ~ 5408	1N5400 ~ 5408			PR1003
	1N5391 ~ 5399	1N5391 ~ 5399		EH-1Z	2CZ40
W06A-4	CDR08-01	2CZ321C			
		PR1003			
三洋	EU1	2CZ34H		EM1A	EM1A
		SC05E		GU-3B	2CZ307H
	ES1	CN08E, CG08G			SG10J
		TG15		RH-B	CN06H
	ES-1, BSV09	CN06J			
	EU1	EU-1		RH-1S	2CZ26
	EM01Z	S2CZ85E			2CZ321E
		EM01Z			2CZ318G
		TZ1		RF-1A	PR1005
	EU2	TZ3, TG17			2CZ27
		RM11C	PR104	R0-2A	2CZ37
	BA159		CZ12H		
	2CZ32M		V11N	GG06QD	
	TG12			2CZ34PA	
	RM11C			2CZ306K	
	RV4B	GG30KB	V09G	2CZ305G	
			V19E	V06C	2CZ201
	GG10FB	V06C			
3JH61	GG15HB	BSV06			
		日立	DHV06C		
ES1AZ	V19C		DHV19D		
	TG16		DHV09C		
	BSV09		V09C	V09C	
	CFR08-04			TG1	
	EH-1Z		2CZ40	V19E	DHV19
PR1003			TVR2B	2CZ13B	
2CZ321C		1N4001 ~ 4007	1N4001 ~ 4007		

(续)

机型	国外型号	国内型号	机型	国外型号	国内型号
松下	TVSRU2	PR1005	松下	TVSC2406	CFR10-06
		2CZ317G	三洋	EU2Z	CFR08-02
		RU2	日立	SM-1-02FRA	CFR08-02
	TVSRC2	RC2	三菱	RM-1	CDR10-04
		GG04SP		EM-1Z/S5500	CDR10-02
		BSRC2		RM-1Z, EM-1Z	CDR10-02
		CFR02-2D		1S2027, 1S2471	1S2471
		TG19		ES-1, TVR1G	CFR08-04
	IS1835	GG10HB	RU-3B	CFR15-08	
	IS1886, IS1887	SN10C, 2N10E	索尼	BA10A	BA10A
	TVSMI-15RC	DH-15R		V19E	BSV19
		CB20-10R		DRP10G	2CZ308E
NEC	TVR-06G	CFR06-04		汤姆逊	BY297
	SM-1A-04	CDR10-04			
	RM-11B	CDR10-04			
	RH-2D	CN08J			

五、桥堆

表 5-59 所示是彩色电视机用桥堆代换资料, 供参考。

表 5-59 桥堆代换对照表

适用机型	国外型号	国内可直接代换型号及生产厂	
		型 号	生产厂
松下	M115RC (半桥)	DH-15RC	扬州整流器厂
	M115SC (半桥)	DH-15SC CB20-10S	扬州整流器厂 成都无线电三厂
日立、东芝	RB156 (全桥)	RB156	北京半导体器件十二厂
索尼	S3WB60S (全桥)	QL75-4	扬州整流器厂

六、发光二极管和半导体数码管

1. 发光二极管

(1) 工作能力检测。发光二极管的工作能力主要是通过观察其发光正常与否来反映的。发光二极管的发光条件是: 满足 1.5 ~ 1.8V 左右的工作电压, 且工作电流在 1mA 以上。因此, 上述方法也基本上检测出了发光二极管的工作能力。

另外, 在万用表 R × 10k 档测量发光二极管的正向电阻时, 有的发光二极管亮, 有的则不亮, 亮者说明其灵敏度较高, 更适宜在小电流状态下工作。

(2) 表 5-60 为国内外彩色电视机中各种发光二极管的代换型号, 供维修代换时参考。

表 5-60 发光二极管的代换资料

机型	国外型号	国内型号	机型	国外型号	国内型号
夏普	RH-PX0030CEZZ	BT2251-3	日立	TLR113AD	2EF610
		2EF602			BT-204N
		FG313003			FR205
	FG313003	HFR205T			
	BT3251-2	2EF604			
	RHPX0073CEZZ	FG333003		索尼	SLR-55-55C
	SEL1110S	BT-104N	索尼	SR632D-S	BT1241529
		BT-204L		TLR124	BT-202Y
	BT225-2	FG314001			
	STLR124	BT314033			胜利
FG314001		SLR54MT4	2EFS06		
FG314003		东芝	TLR113D	BT2251-2	
SR513D	5RD1			2EF610	
	2EF613			BT-204N	
SLP-181B-50	BT-202Y	东芝	TLR113D	BT-204N	
	BT112-TV			BT-220N	
	BT312-TV			FR205	
松下	LN21RPHL	BT-204N	日立	TLG113A	BT-204N
		2EF610	东芝	TLR113A-D	BT-202Y
		FG314003		TLR124	BT-204L
		FG313002		TLR114-D	BT-104N
日立	TLR124	BT314033	东芝	TLG-113A-D	BT-105N
		BC204N		SLR-54MT4	
	TLR113AD	BT2251-2			

2. 半导体数码管

(1) 电路符号和结构。一位七段数码管通常由七段组成，其符号及排列原理结构如图 5-38 所示。

半导体数码管在彩电中得到了广泛的应用，主要用它来显示节目频道的序号。要想正确判断半导体数码管的好坏及其笔划的排列，首先应了解其结构原理。

(2) 检测方法。判断半导体数码管好坏的方法是：先将万用表置于 $R \times 10k$ 档，然后将红表笔接数码管的“地”（即 n 端），黑表笔依次去接触数码管的其他引脚，这样七段均应分别发光。否则，数码管就是坏的，用在电路上就不能正确显示数码。

上述检查数码管好坏的方法，也可用来判断数码管每一段与其引出脚的一一对应关系，以便于正确接入电路中。

七、晶闸管

晶闸管有单向和双向之分，它们一般使用在彩电的电源电路和行扫描电路。

1. 单向晶闸管

(1) 电路符号。单向晶闸管的符号及其内部等效电路如图 5-39 所示。

(2) 极性的判别方法：由于这类晶闸管所需的触发电流较小，故可用万用表来测试。从图中可看出，单向晶闸管的 G、K 极间为一个 PN 结。因此，根据其单向导电性就能迅速确定其三个电极。具体步骤是：

将万用表置于 $R \times 1k$ 档，分别测量各管脚间的正、反向电阻，如果测量其中两管脚的电阻较大（约 $80k\Omega$ 左右），而对换两表笔后再测这两个管脚的电阻，阻值又较小（约为 $2k\Omega$ 左右），这时，黑表笔所接的脚即为控制极 G，红表笔所接的电极即为阴极 K，另一个电极即为阳极 A。

(3) 检测方法。单向晶闸管的 G 与 K 间为一个 PN 结，检测其好坏时，就是测量它的单向导电性能，如果单向导电性能不好说明晶闸管已坏。

另外，其 G 与 A、K 与 A 之间无论用万用表如何测量，其阻值均应为无穷大。否则，也说明可控硅已损坏。

(4) 工作能力检测方法。用万用表 $R \times 1$ 档，按照如图 5-40a 所示接好电路，进行如下检测：

第一步将红表笔接可控硅的 K（阴极），黑表笔接 A（阳极）。

第二步将阳极 A 与控制极 G 连通，给 G 极加一触发电压，触发电压波形如图 5-40b 所示，这时，万用表所测量的可控硅阻值明显变小，说明晶闸管因触发而处于通态。

第三步仍保持黑表笔接 A 极，断开 G 极相连的导线，如果晶闸管仍处于通态，则表明可控硅工作正常。否则，说明晶闸管已损坏。

另外，对于功率较大，所需触发电流也较大的单向可控硅，有时还需在万用表的黑表笔与阳极 A 间接一只 1.5V 的干电池，电池的负极接黑表笔，正极接晶闸管的阳极 A，如图 5-40c 所示。

2. 双向晶闸管

双向晶闸管是近几年发展起来的一种新型晶闸管器件。它是由 N—P—N—P—N 五层半导体材料做成的，也是只有三个电极。

(1) 电路符号。如图 5-41 所示是双向晶闸管电路符号及其等效结构图。

从图中可看出，它实际是由两个单向晶闸管反向并联构成的。由于双向晶闸管在阴、阳两个电极间接任何极性的工作电压都可以实现触发控制。因此，这两个电极实际上已经没有阳极和阴极之分。另一个电极仍称为控制极 G，或称为门极。

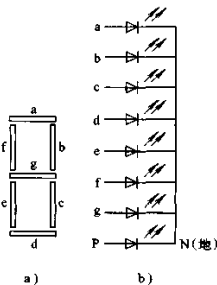


图 5-38 七段数码管符号及排列原理结构示意图

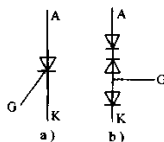


图 5-39 单向晶闸管的符号及其内部等效电路

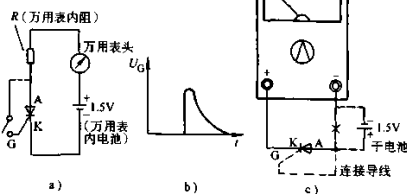


图 5-40 单向晶闸管检测示意图

双向晶闸管的四种触发状态如图 5-42 所示。

(2) 极性判别方法。具体步骤如下：

第一步是进行 T_1 与 G 极的判断。用万用表 $R \times 10$ 或 $R \times 100$ 档，分别测量各管脚间的正、反向电阻，其中若测量某两管脚的正、反向电阻都很小（约为 100Ω 左右），则这两个脚为 T_1 和 G，另一个引脚为 T_2 。

第二步是进行 T_1 与 G 极的区别。用万用表 $R \times 1$ 档，测量 T_1 与 G 两个脚间正、反向电阻，测量阻值较小时，黑表笔所接的脚为 T_1 ，另一根引脚为 G。

(3) 检测方法。用万用表 $R \times 1k$ 档，测量 T_1 与 T_2 、G 与 T_1 间的正、反向电阻都很小，则说明双向可控硅已经短路，正常时的电阻值近似于 ∞ 。若测量 G 与 T_2 极间的正、反向电阻非常大，则说明管子已经断路，正常时电阻值应不大于几百欧姆。

(4) 工作能力检测电路。如图 5-43 所示是测量时的连接电路示意图。

万用表的黑表笔接晶闸管的 T_2 极，红笔接 T_1 极，这种测量是在已知被测晶闸管各管脚的情况下，再用充好电的电解电容，正极接 G 极，负极接 T_2 极，同时碰触一下两极后立即拿开。这时，若万用表的表针出现大幅度偏转且停留在某一个固定位置时，则说明晶闸管在 T_2 向 T_1 方向导通是好的。

用同样的方法，再测量晶闸管 T_1 向 T_2 方向导通，这时只要将万用表正、负表笔及电解电容正、负极对调，再按上述方法测试即可判断出 T_1 向 T_2 方向导通是否正常。

(5) 资料。表 5-61 所示是彩电中常见的晶闸管参数。

表 5-61 彩色电视机中常用晶闸管的参数

型 号	主要 参 数					
	断态峰值电压 /V	通态电流 /A	漏电流 / μ A	反向峰值电压 /V	正向通态压降 / (V/A)	浪涌电流 /A
SFOR1B42	100	0.1	100	100	2.5	4
TFD315M	120	3	10	120	1.8/5	60
SFOR1R41	100~800	1	≤ 500	100~800		
TF320M (日立)	≥ 200	3		≥ 200	1.4/5	60
CR3CM	200	3		200	1.6/5	90
SF8J41	500	0.04~0.05		600		

表 5-62 所示是部分晶闸管的代换型号及生产厂家，供参考。

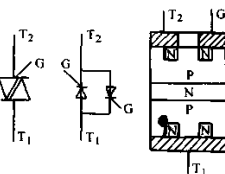


图 5-41 双向晶闸管电路符号和结构图

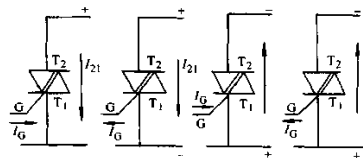


图 5-42 双向晶闸管的四种触发状态

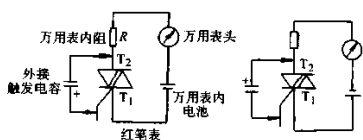


图 5-43 测量时的连接电路示意图

表 5-62 彩色电视机中常用晶闸管的代换资料

国外机型及型号		可直接代换的型号及生产厂	
机型	型号	型号	生产厂
东芝	SFOR1B41	3CT141	上海海燕半导体器件厂
	SFOR1B42	3CT1842	哈尔滨特种器件厂
日立	TF320M	3CT320	上海海燕半导体器件厂
		3CT320M	哈尔滨特种器件厂
		3CT320M	青岛电器元件厂
松下	TFD315M	3CT315M	哈尔滨特种器件厂
			青岛电器元件厂
夏普	SF3H42	3CT3H42	青岛电器元件厂
胜利	SFOR1B42	3CT1B42	
佳丽	SF8J42	3CT5/600, 3CT10/600, 3CT101E, 3CT101F, 3CT5/800, 3CT10/800	
松下	S6089H, S608AL, S608B	3CTK3F	

这里还得说明几点:

1) S6089H、S608AL、S608B 主要用在日本松下机型(例如: TC-875D 型 18in 彩电, TC-275D 型 20in 彩电)的电源调整、电源转换和行输出电路中。用 3CTK3F 代换这几种晶闸管时,还要检查原晶闸管阳极 A 和阴极 K 之间所接的二极管 UF2B 是否损坏,如其损坏一时又无同型号的配件可换时,可用 2CN1B 及同类型管直接进行代换。

另外,因其他电路出现故障而使晶闸管起控或晶闸管本身损坏,均易烧毁 R862 (4.7Ω/10W) 阻。因此,在换上代换晶闸管通电开机前,还需检查一下电阻 R862 是否损坏。

2) 法国生产的汤姆逊彩电上使用的晶闸管 ESM740 损坏后,可用 BU406 管直接进行代换。

3) 根德(14、16、18in)、蓝宝 26in 彩电可控硅 TA16090、TA16421、BT126 损坏后,均可用 S3900MF 型直接进行代换。

第八节 晶体管

一、双栅场效应管

1. 外形特征和电路符号

如图 5-44 所示是双栅场效应管的电路符号和外形示意图。图 5-44a 所示是电路图中常见的电路符号。图 5-44b 所示是最新规定的电路符号,均表征增强型 N 沟道绝缘栅场效应管的电路符号。图 5-44c 所示是两种在彩电高频头中应用的双栅场效应管外形示意图,一个 SOT-143 封装,另一个是 SOT-37 封装。

2. 主要特性

这种双栅场效应管主要有下列一些特性:

1) 它有两个栅极 G1 和 G2,通过 G2 的栅压可以控制管子的跨导,达到增益控制的目的

的。这一点为小信号放大的 AGC 提供了方便，所以这种双栅场效应管广泛用于电调谐高频头中作为高频放大管，它的 AGC 特性是反向的。

2) 反馈电容很小，高频工作稳定，可以稳定地工作在甚高频和超高频范围。

3) 噪声小，抗交叉调制性能好，具有内部保护电路。

3. 检测方法

用万用表可以对双栅场效应管进行简单的检测，方法是这样：万用表 $R \times 10$ 档测量漏极与源极之间的电阻，应为几十欧。再用 $R \times 10k$ 档测量两个栅极与漏极、源极之间的电阻，应该都是无穷大。若检测中有不符合上述情况的，说明该管子已经损坏。

二、带阻尼管的行输出三极管

1. 电路符号和等效电路

如图 5-45 所示是这种带阻尼管的行输出三极管电路符号和等效电路。其中图 5-45a 所示是电路符号；图 5-45b 所示是它的等效电路。

2. 结构

行输出级电路中需要一只阻尼二极管，在一些行输出三极管内部设置了这一阻尼二极管，这在电路中行输出管的电路符号中会表示出来。另外，这种三极管内部在基极和发射极之间还接入一只 25Ω 的小电阻。将阻尼二极管设在行输出管的内部，减小了引线电阻，有利于改善行扫描线性和减小行频干扰。基极与发射极之间接入的电阻是为了适应行输出管工作在高反向耐压状态。

在行输出三极管的基极和发射极回路中往往串联有小电感，这些小电感在 $10\mu H$ 左右。也可以在行输出三极管的基极和发射极引脚上套一个小磁环，它们就相当于在基极和发射极回路中串联了小电感。这样处理的目的是为了抑制行输出级自身的行频、高次谐波等辐射干扰。小磁环是一种软磁铁氧体材料，工作频率约为 $2 \sim 30MHz$ ，其牌号为 MX-2000、R40、R4h 等。

3. 行输出三极管损坏原因

行输出三极管是一个故障发生率较高的元器件，它损坏后将出现无光栅现象。同时，根据电路结构和行输出三极管损坏的具体特征不同，还会出现其他一些故障，如整机直流电压下降、电源开关管损坏（无保护电路）等。造成行输出三极管损坏的原因除三极管本身的质量外，还有下列一些具体原因：

(1) 行输出变压器高压线圈短路，造成行输出级电流增大许多，使行输出管过流而发热

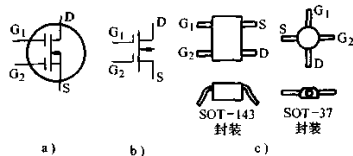


图 5-44 双栅场效应管

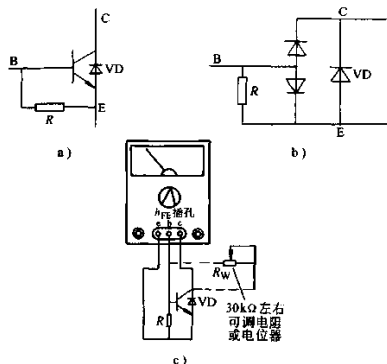


图 5-45 带阻尼管的行输出三极管电路符号和等效电路

损坏,这是最常见的行输出管损坏原因之一。

(2) 行逆程电容开路或某一只行逆程电容开路(导致行逆程电容的总容量减小),致使行输出三极管集电极上的行逆程脉冲电压升高许多,造成行管击穿。在修理中要小心,不能将行逆程电容开路后通电。

(3) 行频太低,造成行输出管的工作电流太大,因为行频愈低,行输出管的工作电流愈大。

(4) 行激励电流不足,造成行输出管在导通时导通程度不足,内阻大,使行管功耗增大。行偏转线圈回路中的S校正电容击穿或严重漏电,造成行输出管的电流太大。

4. 行管电流测量方法

关于行输出管的电流大小测量可以有以下几种方法:

(1) 开机几分钟后关机,用手摸一摸行输出管外壳,若很烫手,说明行输出管存在过流故障。

(2) 将万用表直流电流档串联在行输出管回路中进行测量。

(3) 测量行输出级直流电源供给电路中电阻上的压降,然后除以电阻值,得到行输出级的工作电流。

在更换行输出三极管之后要进行行输出管的电流检查,以防止行输出管仍然存在过流故障而继续损坏行输出管,若电流仍然大,则要按上述方法去检查过流原因。

5. 小磁环修配方法

小磁环很容易搞碎,在损坏后能买成品磁环套上,也可以用线径大于0.7mm的漆包线绕一个空心线圈代替,直径为6~8mm,发射极回路的绕14~18圈,基极回路可绕16~20圈。

6. 检测方法

由于带阻行输出三极管接入了阻尼二极管和保护电阻,可用万用表R×10档测量基极和集电极之间、集电极和发射极之间的正、反向电阻,均应该是正向电阻明显小于反向电阻。

在测量基极与发射极之间的正、反向电阻时,由于保护电阻的存在,正向和反向电阻都非常接近25Ω。

万用表的R×10档测量集电极与发射极之间的阻值,黑表棒接发射极,红表棒接集电极,此时测量的阻值应该很小,因为这时是测量的阻尼管的正向电阻。红、黑表棒互换再次测量,这时应该阻值很大,为大于300kΩ,因为这时测量的是阻尼二极管的反向电阻。

测量中若有不符合上述情况的,说明行输出管损坏的可能性很大,行输出管由于工作在高频、高电压下,所以它的故障发生率比较高。

用万用表按上述方法测量也能识别行管中是否带阻尼二极管及保护电阻。

7. 行管 β 值测量方法

对于行管自带阻尼管,且还接有保护电阻,因此,用万用表的 h_{FE} (β)档不能去直接测量这类行管的 β 值,否则一般都没有读数。这时,只要按图5-45c的连接方法,在行管的c、b极间加接一只30kΩ的微调电阻,作为基极的偏置电阻,然后适当调整可调电阻的值,注意一般应向阻值小方向调整,即可大致估测出被测管的放大倍数,这种测试方法比较适合于同类行管的比较与选择。

8. 部分行输出管实测数据

由于行输出管的种类繁多,对于不同种类的行管,测量的阻值也不会一样,如不知道被

检测管的正常阻值,有时会将好的管子误认为是坏的管子。为此,表 5-63 列出了常见输出管的正常实测数据,供参考。

表 5-63 彩色电视机常用行输出管的实测数据

2SD900B	红表笔接的脚	e	b	c	b	e	e
	黑表笔接的脚	b	e	b	c	c	e
	正常电阻值/ Ω	10	50	10	∞	∞	12
	MF47 万用表的档位	R \times 1 Ω					
2SD870	红表笔接的脚	e	b	b	c	c	e
	黑表笔接的脚	b	e	c	b	e	c
	正常电阻值/ Ω	40	40	∞	130	160	∞
	MF47 万用表的档位	R \times 10 Ω					
2SD1453	红表笔接的脚	e	b	b	c	c	e
	黑表笔接的脚	b	e	c	b	e	c
	正常电阻值/ Ω	50	50	∞	3.8k	3.8k	∞
	500 型万用表的档位	R \times 1k Ω					
2SD1453	红表笔接的脚	e	b	b	c	c	e
	黑表笔接的脚	b	e	c	b	e	c
	正常电阻值/ Ω	50	48	∞	66	82	∞
	500 型万用表的档位	R \times 10 Ω					
2SD1453	红表笔接的脚	e	b	b	c	c	e
	黑表笔接的脚	b	e	c	b	e	c
	正常电阻值/ Ω	10.2	46	∞	10.1	13.5	∞
	500 型万用表的档位	R \times 1 Ω					
2SD1554	红表笔接的脚	e	b	b	c	c	e
	黑表笔接的脚	b	e	c	b	e	c
	正常电阻值/ Ω	30~50	30~50	∞	2.8~4.2	2.8~4.2	∞
	MF500 型万用表的档位	R \times 1k Ω					
2SD1426	红表笔接的脚	e	b	b	c	c	e
	黑表笔接的脚	b	e	c	b	e	c
	测得的电阻值/ Ω	16.9	40.5	∞	16.2	20.5	∞
	万用表型及档位	用 MF47 万用表 R \times 1 Ω 档测得					
2SD950	红表笔接的脚	e	b	b	c	c	e
	黑表笔接的脚	b	e	c	b	e	c
	测得的电阻值/ Ω	24	25	∞	50	60	∞
	万用表型及档位	用 U201 型万用表 R \times 1 Ω 档测得					

(续)

2SD869	红表笔接的脚	e	b	b	c	c	e
	黑表笔接的脚	b	e	c	b	e	c
	测得的电阻值/ Ω	44	44	∞	70	86	∞
万用表型及档位		用 MF47 万用表 $R \times 10\Omega$ 档测得					
2SD1403	红表笔接的脚	e	b	c	b	c	e
	黑表笔接的脚	b	e	b	c	e	c
	测得的电阻值/ $k\Omega$	280	9	7.5	∞	300	∞
万用表型及档位		MF500 型 $R \times 10k$ 档	M500 型万用表 $R \times 1k$ 档		MF500 型万用表 $R \times 10k$ 档		
2SD898B	红表笔接的脚	e	b	b	c	c	e
	黑表笔接的脚	b	e	c	b	e	c
	测得的电阻值/ Ω	10~35	8~18	5M~ ∞	8~20	8~20	5M~ ∞
万用表型及档位		MF47 万用表 $R \times 1\Omega$		MF47 型 $R \times 10k$	MF47 万用表 $R \times 1\Omega$	MF47 型 $R \times 10k$	
2SC1942	红表笔接的脚	e	c	b	b	c	e
	黑表笔接的脚	b	b	e	c	e	c
	测得的电阻值/ $k\Omega$	5.2	3.7	∞	∞	∞	∞
万用表型及档位		MF47 万用表 $R \times 1k$		MF47 万用表 $R \times 10k$ 档			
BU205	红表笔接的脚	e	b	c	b	e	c
	黑表笔接的脚	b	e	b	c	c	e
	正常电阻值/ $k\Omega$	6.5	1600	4.4	∞	1800	∞
MF47 万用表的档位		$R \times 1k$					
BU208D	红表笔接的脚	e	b	c	b	e	c
	黑表笔接的脚	b	e	b	c	c	e
	正常电阻值/ Ω	28	28	3k	∞	∞	500
MF47 万用表的档位		$R \times 1\Omega$		$R \times 1k$			
BU406	红表笔接的脚	e	b	c	b	c	e
	黑表笔接的脚	b	e	b	c	e	e
	正常电阻值/ Ω	9	32	9	∞	10	∞
MF47 万用表的档位		$R \times 1\Omega$					
BU407D	红表笔接的脚	e	b	c	b	c	e
	黑表笔接的脚	b	e	b	c	e	c
	正常电阻值/ Ω	37~41	37~41	69	∞	91~101	8
MF47 万用表的档位		$R \times 10\Omega$					
BU806	红表笔接的脚	e	b	c	b	c	e
	黑表笔接的脚	b	e	b	c	e	c
	正常电阻值/ Ω	100	6k	110	∞	10k	∞
MF47 万用表的档位		$R \times 10\Omega$					

(续)

TA16090	红表笔接的脚	G	K	G	A	A	K
	黑表笔接的脚	K	G	A	G	K	A
	正常电阻值/ Ω	85	84	∞	∞	∞	∞
	MF47 万用表的档位	R \times 1 Ω		R \times 10k			
2SD870	红表笔接的脚	e	b	b	c	e	e
	黑表笔接的脚	b	e	c	b	e	c
	测得的电阻值/ Ω	40	40	∞	130	160	∞
	万用表型及档位	用 MF-47 万用表 R \times 10 Ω 测得					

9. 行输出管代选方法

行输出管损坏后可能用同型号的更换, 由于行输出管备件较多, 一般情况下是不困难的。对于性能相近的三极管可以在不改动电路的情况下直接代用, 在选用不同型号三极管代用时要注意以下几点:

(1) 当采用无阻尼二极管的行管代替有阻尼二极管的行管时, 要另接一只阻尼二极管, 在焊接阻尼二极管时, 引脚要尽量地短。

(2) 注意安装方式, 特别是金属封装、塑料封装的三极管之间, 因外形不同, 其散热片形状、安装方式也不同, 一般情况下不作这种代换。

表 5-64 所示是彩色电视机部分行输出管代换资料, 供参考。

表 5-64 部分行输出管代换型号对照表

原管型号	可代换管型号
2SD869	2SD870, 3DD869, D869, FDD869, DD903, FSD870
2SD870	2SD903, 2SD900B, DD903, 3DD1403, 3DD870, FSD870
2SD898	2SD869, 2SD1397, 2SD950, D898, DD903, D8889
2SD899	2SD870, 3DD1403, 3DD870, FSD870, 2SD1403
2SD900	2SD903, 2SD870, D903
2SD950	2SD869, D898, 2SD898, DD903, D8889, 3D869, D869, FDD869
2SD1397	2SD1426, 2SD994, D899, 2SD899, 2SD870
2SD1398	2SD1427, 2SD900, 2SD903, D903, DD903, 2SD870
2SD1426	3DD1426, DD1398, G148, D1426, 2SD1427, 3DD1427
2SD1427	3DD1427, 2SD1428, 2SD1151

三、特殊类型行输出管

1. GTO 行输出管

GTO 是英文 gate turn off thyristor 的缩写, 意为控制极可关断晶闸管或控制极可关断晶闸管。

(1) 外形特征和电路符号。如图 5-46 所示是 GTO 行输出管外形示意图和电路符号。

这种器件的特性与常见的晶闸管不同。普通的单向晶闸管的控制极只能使晶闸管从阻断状态转变成导通状态, 且晶闸管一旦导通后, 控制极就无法对晶闸管进行控制了, 即无法再

将晶闸管关断。

GTO 器件的独特之处就是, 它可以根据控制极电流或电压的极性来改变晶闸管的导通与关断。当控制极上加有正向控制信号时, GTO 被触发导通。当控制极上加有反向控制信号时, GTO 则导通转变成关断状态。GTO 器件在作为行输出管时, 就同一个普通的三极管一样, 主要是起一个大功率的高速开关器件。

GTO 行管在索尼彩色电视机中的应用比较多, 主要机型和使图 5-46 GTO 行输出管外形示意图和电路符号

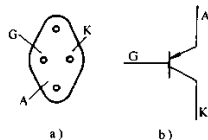


表 5-65 索尼彩电使用 GTO 管情况

机型(索尼)	功用	行扫描功率输出	高压变换输出	电源启动	电源开关调整
KV-1400CH		SG601 或 SG603			
KV-1813CH		SG274	SG264		
KV-1802CH		SG613			
KV-1821CH		SG274			
KV-1850MC		SG613			
KV-1880CH		SG274			SG264
KV-2000CH		SG608		SG609	
KV-2010CH		SG613			

(2) 直接代换方法。这种代换方法比较简单, 就是换用性能相近的国产 GTO 器件进行直接代换。表 5-66 所示是国产 GTO 器件的参数, 供选配时参考。

表 5-66 部分国产 GTO 管参数

参数	通态平均电流	断态重复峰值电压	通态平均电压	门触发电流	门触发电压	门开通时间	换向时间
	I_T/A	V_{onm}/V	V_T/V	I_{GT}/mA	V_{GT}/V	$T_{GT}/\mu s$	$T_Q/\mu s$
型号	5	> 700	< 4.5	< 100	< 1.5	< 3	< 5
3CTG5G							
3CTG5H							
3CTG5J							
3CTG5K							
3CTG112							
3CTG114A							
3CTG114B							
3CTG114C							
GTO-5G							
GTO-5H							
GTO-5I							
GTO-5J							
GTO-5K							
3CTG113							

关于这种直接代换法还要说明下列几点：

1) 行输出管应该选用 $V_{DRM} \geq 1000V$ 的。
 2) 在索尼彩色电视机中也有用 GTO 器件作为电源启动管、电源调整管和高压变换管的，在选用国产的 GTO 器件时，对于电源启动管一般应选用 $V_{DRM} \geq 400V$ 的，电源开关管和高压变换功率管就选用 $V_{DRM} \geq 7000V$ 。

3) 用双极性晶体管代换 GTO 器件。由于 GTO 行管的工作特性同普通的双极性晶体管是一样的，所以可以用双极性晶体管来代换 GTO 行管是可行的，代换的效果主要是看是否合理地选用双极性晶体管。选用得当，用高反压、大电流的晶体管进行 GTO 行管的代换也是十分理想的。

在代换行输出管时，应该选用大电流、高压的功率晶体管，所选用的晶体管其反向耐压至少是工作电压的 10 倍，一般彩色电视机的行电源电压是 110~130V，因此要求代换的晶体管其 $BV_{CEO} \geq 1200V$ ，并要求有较好的抗二次击穿性能。

行输出管的代换可优先选用含阻尼二极管的专用行管，如 2SD869—871、2SD891、2SD951、BU208D、BU508D、2SD1397—1398、2SD1425—1427、2SD1554、2SD1555、2SD1911 等。还可以选用 2SD820、BU208、2SD1942、3DA58H、DF104E、BU508A、2SD1402—1403、2SD1431、2SD1432、2SD2027、2SD1577PV 等。如果选用 TO-3 封装的晶体管，因为安装方式相同代换更为方便。

4) 代换时的注意事项。在用 GTO 器件作为行输出管时，它的触发信号电路与晶体管的电路不同，所以在用晶体管进行 GTO 管代换时，要将原电路中的触发电路去掉，去掉触发电路的方法见后面的代换例子。

另外，GTO 管的关断功率远比触发功率大，所以控制极 G 的损耗比较大，除了所需要的触发脉冲与晶体管不同外，触发功率也比较大。因此，在使用晶体管代换 GTO 管时，务必设法使行输出管的基极的输入脉冲幅度适当减小，以便获得适合于晶体管行输出管的输入电压大小，否则极容易损坏所代换上的晶体管。

比较容易的解决方法是这样，适当地增大行激励推动管集电极供电回路中退耦电阻的阻值，以降低行激励推动级的直流工作电压，降低其输出。注意，由于这样一来退耦电阻上的压降增大，其功率也要相应地增大，故需要用比原功率更大的电阻来代换的。

在用双极型晶体管代换 GTO 管时，GTO 管的 K、G、A 极分别与晶体管的 E、B、C 极相对应，切不可搞错了。

5) 代换实例之一。如图 5-47 所示是索尼 KV—1813CH 型彩色电视机的行输出级电路，用晶体管代换时，拆除电阻 R534 和电容 CS23，并在原电阻 R534 两端焊上短接线，见图中的虚线所示。

6) 代换实例之二。如图 5-48 所示是索尼 KV-2010CH 型彩色电视机的行输出级电路，用晶体管代换时，拆除 R810、D808 和 R811，并在原电阻 R810 两端焊上短接线，见图中的虚线所示。

7) 代换实例之三。如图 5-49 所示是索尼 KV—2000CH 型彩色电视机的开关电源调整电路，用晶体管代换 GTO 管 (Q603) 时，拆除二极管 D607，还应将电阻 R619 与 T603A 相连端的一端拆下，改焊至 B 端，见图中的虚线所示。

2. 高 h_{FE} 行输出管

高 h_{FE} 行输出管是一种 h_{FE} 值大于 100 (大电流状态下的 h_{FE}) 的高电压大功率管, 常见型号为 BU806、BU807、BU910、BU911、BU184 等, 这类管子大多数是欧洲产的, 所以在欧洲产的彩色电视机中多见。

高 h_{FE} 行输出管通常内含阻尼二极管。这类行输出管损坏后, 不能用普通的行输出管直接代换, 因为在采用高 h_{FE} 行输出管的扫描电路中, 一般都没有设置能够输出足够推动功率的行激励级电路。如果直接代换, 时间一长就会损坏。

(1) 普通行输出管代换方法。选取一只主要特性 (h_{FE}) 外与高 h_{FE} 行输出管相近的普通行输出管, 再选取一只中功率、高反压管复合后代换高 h_{FE} 行输出管, 具体方法如图 5-50 所示。

代换管 VT2 的选择方法。VT2 管可选用 3DD12D、3DD12E、3DD15E、3DD15F、3DD162F、3DD102D、3DD102E、3DD163F 等国产管, 也可以选用进口管, 如 2SC2553、2SC3089、2SD800-802、2SC2365、BU406/D、BU407/D、BU408D、BU607D、BU608/D。

(2) 注意事项。在进行这种代换时要注意下列几点:

1) 代换安装时, VT2 管应该紧密地与原散热板保持良好的接触, 以保持有良好的散热特性。

2) 如果 VT2 管的外形与原高 h_{FE} 行输出管不同, 则必须重新在散热板上钻孔, 要平整地安装好。

上述介绍的是黑白电视机中高 h_{FE} 行输出管代换方法,

彩色电视机中的代换是一样的, 只是 VT2 管应该选用下列一些晶体管, 3DA581、DF104C、DF104D、3DD262E、D2027、3DD105F、3DD105G、D1940, 进口管 2SD1942、BU206A、2SC2027、2SD1403、2SD1453、2SD1425、2SC3505。

3. 超高反压行输出管

某些黑白和彩色电视机中, 采用了 200 以上的直流工作电压供电, 因此行输出管一定要承受 2000V 左右的超高反峰电压, 这就需要采用超高反压行输出管。例如, 三洋 79P 机芯彩色电视机中的行输出管 2SD995。

眼下很难找到国产的超高反压行输出管, 但进口管比较多, 如 2SD621、2SD838、2SD2125、BU225、BUY71、BDX31、BDX32、BU209, 其中最后两种管子的反向耐压比较小, 最好选用前面的五种管子。

在进行这种代换时, 可在不影响屏幕重显图像内容的前提下, 适当增大行逆程电容的容量, 这有利于降低反峰电压。

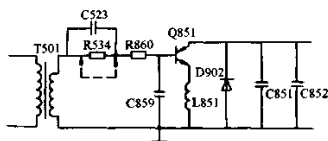


图 5-47 索尼 KV—1813CH 型彩色电视机的行输出级电路

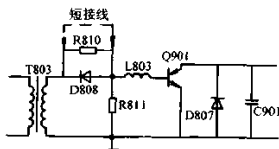


图 5-48 索尼 KV—2010CH 型彩色电视机的行输出级电路

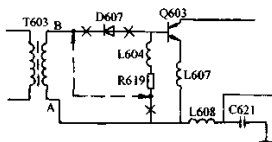


图 5-49 索尼 KV—2000CH 型彩色电视机的开关电源调整电路

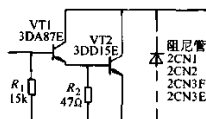


图 5-50 高 h_{FE} 行输出管代换电路

这里举例说明这种代换方法。三洋 CTP-3920 型彩色电视机 (属于三洋 79P 机芯), 用 SD838 管代换, 并对电路作一些改动, 即在原行逆程电容 C487 上再并联一只 330pF/3kV 的高压瓷介电容, 如图 5-51 所示。

四、其他三极管

1. 代换要求

彩色电视机中各部分电路所用的晶体三极管, 根据电路的需要各有不同的性能要求, 要进行代换时要考虑这些要求, 具体要求如下。

(1) 预中放管。具体要求如下:

- 1) 噪声系数 N_F 要小, 一般要求 $N_F \leq 4\text{dB}$ 。
- 2) 特征频率 f_T 要高, 但不要要求太高, 一般

选取 $f_T \geq 400\text{MHz}$ 左右。

3) 功率增益 k_p 要大, 要求 $K_p \geq 28\text{dB}$ 。

4) 线性范围要大。

例如: 可选用 2SC388A、2SC1906、2SC1687 等型号管。

(2) 视放管。具体要求如下:

1) 由于视放级要求输出大于 $100V_{p-p}$ 视频信号, 故应用 $V_{CE0} \geq 200V$ 的管子来代换。

2) 特征频率 $f_T > 100\text{MHz}$ 。

3) 动态范围要大, 线性要好, 以保证获得符合要求的灰度等级。

4) 晶体管的功率 $P_{CM} > 700 \sim 1000\text{mW}$ 。

例如可选用 2SC2068、2SC154C、2SC2482、2SC3417、2SC2371 等型号管。

(3) 同步分离管。具体要求如下:

1) 要求 V_{BES} 及 V_{CES} 要小, 以便使输入的传输损耗小, 有较大输出脉冲幅度。

2) 特征频率 f_T 要高, 开关时间要短。

3) 要求 C_{ob} 要小, 以减小视频信号的直通。

(4) 行推动管。由于行推动管在截止和导通瞬间会产生 2~3 倍电源电压的脉冲电压。因此, 行推动管要求 $BV_{CE0} \geq (2 \sim 3) E_{CC}$ (E_{CC} 为电源电压)。

这类管子可选用 2SC2482 (FA-1)、2SC2271、2SC2068 (AF-1) 等型号。

(5) 行输出管。现在一般彩电的行输出管内部都带有阻尼二极管。因此, 代换时就选用同类型的, 其参数要求如下:

1) $BV_{CE0} > [(1.57T_H/T_r - 0.57)] E_{CC}$, 其中 T_H 为行周期; T_r 为逆程时间; E_{CC} 为工作电压。故一般要求 $BV_{CE0} > (8 \sim 10) E_{CC}$ 。

2) $BV_{CES} < 1V$ (在 $I_C = 1 \sim 3A$ 的测试条件), 集电极饱和电阻 $< 0.2\Omega$ 。否则, 不仅损耗增大, 还将使线性变坏。

3) 集电极电流下降时间 t_f 要小, 一般控制在 $0.6 \sim 0.8\mu\text{s}$ 范围内。若 t_f 太大, 输出管就会因截止损耗太大而损坏。

4) 一般选用那些功率 $P_{CM} > 30 \sim 50E$ 、最大集电极电流 $I_{CM} = 3 \sim 10A$ 、在高压、大电流区特性曲线顶端呈柳叶状的管子。

5) h_{FE} 要大, B、E 极间正向压降要小。这样可以减小激励功率。

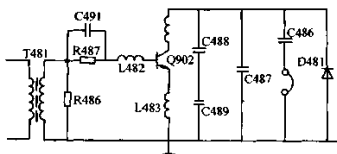


图 5-51 代换示意图

例如可选用 2SD869、2SD870、2SD950、2SD1554 等型号管。

(6) 场输出管。具体要求如下：

1) 对于单管输出一般要求 $P_{CM} > 25W$ ，而对于 OTL 场输出电路，则要求 $P_{CM} > 10W$ 。

2) 对于单管输出，一般要求 $BV_{CEO} > 4-5E_{CC}$ ，而对于 OTL 场输出电路，则要求 $BV_{CEO} > 2E_{CC}$ 。

3) 要求场输出管动态范围大，输出线性好，有较好的 I_C-U_C 特征，以获得线性锯齿波电流，并且 I_C-U_C 特性曲线在高电压、大电流区特性曲线顶端开口小（即呈柳叶状）。

(7) 伴音输出管。具体要求如下：

1) 单管输出时应选用 $P_{CM} > 2P_O$ (P_O 为输出功率)。对于 OTL 输出电路，要求两输出管对称，即 h_{FE} 、 V_{CES} 及 I_{CEO} 基本相同。

2) 要求 $BV_{CEO} > 2E_{CC}$ 。

(8) 电源调整管。具体要求如下：

1) P_{CM} 要满足设计要求，一般 $P_{CM} > 50W$ 。

2) 热阻要小， I_C-U_C 曲线在大电流段呈柳叶状。

3) $BV_{CEO} > 2E_{出}$ ($E_{出}$ 为电源输出电压)。

4) BV_{CES} 要小， h_{FE} 要大，这样可以使功耗较小，调整灵敏度高。

5) 对于某些特殊晶体管可用两管复合后代换。例如 2SC1829 可用 2DA67 和 3DD15 复合后进行代换。

(9) 开关电源用的开关调整管。具体要求如下：

1) 开关特性要好。要求上升时间 t_r 和下降时间 t_f 均小于 $1\mu s$ 。

2) 耐压要足够高，要求开关管的 $BV_{CEO} > 1.5$ 倍最大输入电压。

3) 安全工作区要选得宽些，二次击穿电压要选得高些，以免开关电源负载开路或控制电路发生故障时击穿开关管。

4) 饱和压降要小，一般选 $BV_{CES} < 1V$ 。

5) 反向漏电流要小。

6) 热阻要小。

2. 代换资料

表 5-67 所示是彩色电视机用三极管

(包括行输出三极管)的代换资料，供修理中参考。如图 5-52 所示是表中的三极管引脚分布示意图。

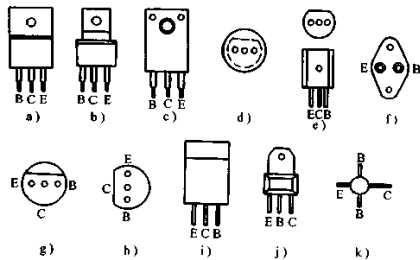


图 5-52 三极管引脚示意图

表 5-67 彩色电视机用晶体三极管代换资料

型号	主要用途	材料与极性	外形图 (图 5-52)	可代用国产管子型号
2SA495	预视放		d	CG844、3CG21C、3CG112
2SA561	频道开关		d	3CG21C

型 号	主 要 用 途	材料与极性	外形图 (图 5-52)	可代用国产管子型号
2SA562	预视放		d	CG673B、3CK9C
2SA608	枕形校正		d	CG673
2SA609	同步分离		e	CG673A、3CK9B
2SA628A	同步分离		h	CG673B、3CK9B
2SA673	中放		d	CG673
2SA677	同步分离		i	3CG15A - B、3CG21A - B
2SA678	同步分离		i	3CG15A - B、3CG21C
2SA778	误差放大		d	CG778
2SA683	比较放大		e	A683
2SA836	第二预视放		i	3CG180A、3CG21C - D
2SA844	AGC 延时放大	硅	d	CG844
2SA916	低频放大	PNP 型	i	CD568B
2SA940	场输出		a	CD568
2SA962	低频放大		j	CD568
2SA966	振荡		e	A966
2SA984	电源		d	CG21、CG673
2SA1015	视放、AGC 延时		d	CG673
2SA1195	振荡		b	A1195
2SB544	预视放		d	
2SB546	伴音输出、场输出		a	CD568
2SB548	场输出		—	CD77-2B、3CF3B、CS12
2SB562	音频功放		—	3CK10A、CD715A、CS11
2SB642	低频放大		—	CD568
2SB648A	音频功放		—	CD568B
2SB834	伴音输出		a	CD552
2SC372	视放		d	DG458、3DG120C、3DG6B
2SC383	AGC 放大		d	3DG4C
2SC388	预中放		d	C388
2SC454	预视放		—	3DG4D - E、3DG6B、3DG200 - 202B
2SC458	高放 AGC		d	DG458
2SC495	+12V 基准		c	C495
2SC536	彩色放大		d	DG458
2SC538	视放		—	3DG201 - 203B
2SC684	VHF 高放		i	3DG56B、3DG79B、3DG80B
2SC734	低频放大		d	3DX200 - 203B

(续)

型 号	主 要 用 途	材料与极性	外形图 (图 5-52)	可代用国产管子型号
2SC1070	UHF 高放	硅	k	BS13
2SC1162	场输出	NPN 型	—	D1162、DS11、DD01
2SC1172	行输出		f	3DA58H-1
2SC1360	AGC 放大		c	3DA151A
2SC1383	枕形校正		c	D2060
2SC1383	枕形校正		c	DS11
2SC1473	比较输出		e	DA2271
2SC1507	行激励		a	DA1722
2SC1514	场激励		—	DA1514B
2SC1573	视放		—	3DA87C、3DG27E、3DA151D
2SC1687	预中放		d	DG458
2SC1722	行激励		a	D1722
2SC1740	视放、错位		i	3DG201D
2SC1756	场泵电源		—	DA1722、FA433C、3DA152J
2SC1815	消隐		d	DG458
2SC1846	辅助调整		c	C1846
2SC1875	行输出、开关电源		f	3DA581、DF104D-E
2SC1893	行输出		f	3DA581、DF104D-E
2SC1894	行输出		f	3DA581-H、DE104D-E
2SC1895	行输出		f	D2027
2SC1906	预中放		d	C388
2SC1907	UHF 振荡		d	3DGA、BS12
2SC1927	音频功放		—	3DD15C、DD03C
2SC1942	行输出		f	D1942
2SC1959	伴音推动	硅	d	C1959
2SC2027	行输出	NPN 型	f	D2027
2SC2060	开关电源		e	D2060
2SC2068	视放、行激励		—	DA1514、3DA87D、3DA151D
2SC2073	场输出		d	C388
2SC2120	电源保护		g	3DG12A
2SC2167	音频功放		—	3DD15C、DD03C
2SC2168	音频功放		—	3DD15C、DD03C
2SC2216	预中放		d	C388
2SC2229	场推动		e	DA2271
2SC2230	音频功放			3DA151B

(续)

型 号	主 要 用 途	材料与极性	外形图 (图 5-52)	可代用国产管子型号
2SC2236	电源取样		d	C388
2SC2271	行激励		e	DA2271
2SC2371	色输出		b	DA1514
2SC2383	行输出		c	DA2271
2SC2481	场输出		c	C2481
2SC2482	行推动		c	DA2271
2SC1138	场输出		a	SD401A
2SC1403	开关电源		f	D1942
2SD668	低频放大		—	3DA151B
2SD850	开关电源		f	3DA58H - I、DF104D - E
2SD869	行输出	硅	f	3DA581H - I、DF104D - E
2SD882	低频功放	NPN 型	—	DD03
2SD898	行输出		f	DF104D - E、3DA58H
2SD951	行输出		f	DF104D - E、3DA58H
2SD1138	音频功放		—	3DD15C、DD03C
BC1418	小信号放大		—	3DG4C、3DG110E
BC237B	小信号放大		—	3DG111E
BC238	同步分离		—	3DG8A
BC238B	视预放		—	3DG4C、3DG110E
BC307B	同步分离		—	3CG21C、CG844
BC327	同步分离		—	3CG23C、3CK9B
BC337	行激励		—	3DG7B
BC368	低频放大		e	3DG27A、3DG182A
BC369	低频放大		e	CS11、CD715
BC547	场激励		—	3DG7C、3DG120B
BC547C	枕形校正		—	3DG121D
BC548	AGC 放大		—	3DG7C、3DG120B
BC548C	亮度放大		—	3DG7C、3DG120B
BC557	场激励		—	3CG5D、SC304D
BC558	视预放		—	3CG5C、SC304C
BD135	电源调整互补输出		—	DS12
BD136	电源调整互补输出		—	CS12
BD157	低频放大		—	DD01E
BD201	场输出		—	3DD7A、D476
BD202	场输出		—	3CD7B

(续)

型号	主要用途	材料与极性	外形图 (图 5-52)	可代用国产管子型号
BD232	音频功放		—	DD01F
BD233	场输出互补输出		—	SD2B
BD234	场输出互补输出		—	SC2B
BD236	低频功放		—	SC2C
BD410	视放	硅	—	3CG871
BF337	视放	NPN 型	—	3DA151C
BF422	视放		—	3DA151D
BF458	行激励		—	3DA45B—6
3F871	视放		—	DA1514B、DA2271B
BF959	前置中放		—	3DA311A、2G711C
BSS38	开关电源激励		—	3DA87A、3DG27C
BSY21	低频放大		—	3DG130C
BU133	电源调整		f	D207
BU205	行输出		f	D2027
BU207	开关电源		f	3DA58H、D1942K
BU208D	行输出		f	D1942、D208、D2027
BUW84	电源开关		—	3DD103C
2SD350A	行输出		f	3DA581—H、DF104D—E
2SD401	音频功放		—	DD01C、FA433B
2SD478	场输出		—	DD03C、3DD15C、D478
2SD637	低频放大		—	3DX204D、3DA152B
2SD657	电源调整		f	3DD102C

第九节 行输出变压器

一、外形特征和电路符号

1. 外形特征

如图 5-53 所示是彩电行输出变压器示意图。其中图 5-53a 所示是外形示意图；图 5-53b 所示是电路符号，不同绕组结构的行输出变压器其电路符号有所不同，图 5-53c 所示是两种行输出变压器的引脚分布示意图。

从图 5-53a 所示中可以看出，左侧是高压和低压线圈，它们上、下排列。右侧顶部是高压引脚，还有一根为聚焦电压输出引线。右侧还有两个调整电位器，上面的是聚焦电位器，调整其旋钮可以改变显像管上聚焦极电压。下面一个是加速极电压调整电位器，调整这一电位器可以改变显像管加速极上的直流电压，能改变显像管的亮度（一般不作这种调整）。右

侧下面是各线圈的引脚, 引脚有顺时针方向分布和逆时针方向分布两种, 如图 5-53c 所示。

2. 电路符号

图 5-53b 所示是电路符号, 这里要说明的是, 不同型号行输出变压器不仅可能引脚分布的方向不同的, 而且可能线圈的结构不同, 引脚作用不同。

二、检测方法

彩色电视机中故障率较高的部分, 除了开关电源电路就是行扫描电路, 而行扫描电路中以行输出变压器损坏最为常见。

由于行输出变压器工作在高频、高压脉冲状态下, 因而

对线圈的绝缘强度要求较高。当线圈的绝缘性能达不到要求时, 就会造成行输出变压器线圈匝间(高压包的损坏率较大)短路。当线圈发生局部短路以后, 用测量电阻值来判断行输出变压器各绕组间是否短路, 或是根据整机电压下降, 行输出管、行输出变压器发烫来判断行输出变压器有无短路, 常易发生误判。

因为行输出变压器各绕组的电阻值很小, 用测量其电阻值的方法, 很难判断其是否损坏, 且当线圈短路的匝数较少时, 电阻值变化很小, 不易察觉, 因此通过测量绕组电阻很容易造成误判。

下列几种方法能够有效地判别行输出变压器问题。

1. 测行管集电极电流方法

当怀疑行输出变压器有短路时, 拔掉偏转插座, 即断开行偏转线圈, 再用吸锡烙铁吸掉除行输出变压器初级绕组的其他各脚的焊锡, 将这些脚与外接电路断开。

通电开机, 测量行输出管集电极电流, 一般应在 40~65mA 左右(例如韶峰 SFC46—2 型机正常值为 45mA, 夏普 C—2007DK 型机正常值为 40mA, 春风 C—47—1 型机的正常值为 60mA)。如果测量电流大于此值较多, 则说明行输出变压器匝间有短路现象存在。

以上判断方法的道理很简单, 因为在断开行输出变压器次级所带负载时, 正常情况下初级只有较小的空载激励电流。若行输出变压器次级匝间短路, 则次级将形成较大的短路电流回路, 从而使初级电流大大增加。若是行输出变压器初级匝间短路, 则初级电感量减少, 故初级电流 I_p 增加, 其关系如下式所示:

$$I_p = E_c \cdot T_s / L_p$$

式中 E_c ——行输出管集电极电压;

T_s ——行输出管导通时间;

L_p ——行输出变压器一次电感量。

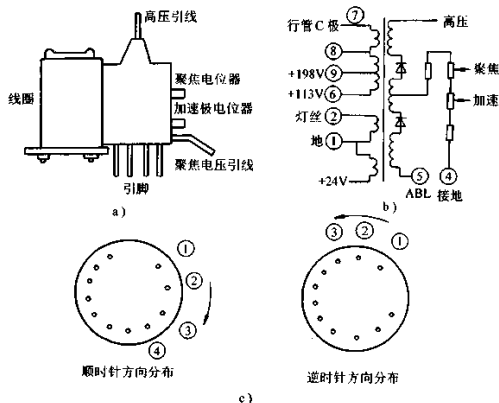


图 5-53 行输出变压器示意图

以上两种情况都将使行管集电极电流大大增加,且与其他电路无关。

上述方法最适用于判断新行输出变压器的好坏。因为目前许多新购买的行输出变压器质量不过关,测量电阻值均在正常值范围,焊到电路板上时则不能正常工作,使维修者产生错觉。遇到这种情况时,只要用两根导线将行输出变压器初级连到电路相对应的位置,通电测量行管电流,即刻就可判断出行输出变压器的好坏。

2. 测量主电源电压及行电流的综合方法

大多数彩色电视机的主电源所提供的电压约在 108—130V 左右。诸如 M11、三洋 83P、夏普 NT—2T 和东芝两片等机芯,其主电源通过一只限流电阻经行输出变压器初级至行输出管的集电极上,而如索尼 KV—1882CH 等类机芯,则没有该限流电阻。

对于无过流保护电路的彩色电视机,当行输出变压器短路时,其主电源将会跌至 50—90V 左右。关机后,断开行负载(即断开限流电阻,无限流电阻就断开主电源与行输出变压器间连接点),用 300 Ω /50W 电阻或 60—100W 左右的白炽灯泡作假负载,再开机测量主电源电压是否恢复正常,若仍不正常,则是开关电源有故障。

若恢复正常,则再接上行负载并断开假负载,关机后测量主电源端的对地在路电阻,如果在路电阻阻值偏差较大,说明行负载有路或变值现象,应检查相应的元器件。如果在路电阻正常,说明行负载没有直流短路现象,基本上可以判定是行输出变压器短路。

再用测量行电流的方法来进一步核实。正常工作时,行电流在 270—350mA 左右。当行电流大大超过此值范围时,说明行负载有短路故障,对于有限流电阻类型的彩色电视机,可用测量限流电阻的两端电压或关机瞬间快速用手摸一下限流电阻是否烫手的方法,来判断行电流是否过大。

这种判断方法简单地说是:当彩色电视机出现无光、无声故障,而主电源电压在 50—90V 左右,测量主电源端在路直流电阻正常,断开行负载接上假负载后主电源电压值恢复正常,同时行电流明显偏大时,就基本上可以判断出行输出变压器有局部短路现象。

表 5-68 所示给出了几种彩电的主电源电压值、在路电阻值、部分限流电阻阻值及其端电压的正常值范围,供检修时参考。注:表中数据用 MF47 万用表测量,在路电阻用 R \times 1k Ω 档测量。

表 5-68 几种彩电行输出电路的有关数据

机 型	长虹 CJK51A	昆仑 S471	孔雀 KQ47—39—3	孔雀 KQ47—36	孔雀 KQ47—1882	
通用机芯	松下 M11	三洋 83P	三洋 83PE	夏普 NC—2T	索尼 KV—1882	
主电源电压值/V	+111	+130	+130	+111	+115	
在路电阻 /k Ω	红笔测量、黑笔接地	28	16	14	11	13.5
	黑笔测量、红笔接地	6	4.5	6.5	4	6
限流电阻	电阻值及功率	1.5 Ω /3W	5.6 Ω /6W	6.8 Ω /6W	3.9 Ω /5W	—
	端电压/V	1.5~1.9	1.6~2	1.8~2.4	1.1~1.4	—

3. 利用黑白电视机检测方法

用这种方法检查行输出变压器是否有短路的方法较简单,原理同方法第一种相差不多。不过,这种方法不需将该变压器的所有引脚全焊离原电路,只要将其一次绕组(即接行管与电源的绕组)的引出脚与其外电路元件脱离开,然后将其接到一台黑白电视机的行输出部

分,具体连接方法是这样:

与主电源相连的一端接到黑白机 12V 电源正端,与彩色电视机行管集电极相连的一端接到黑白机行管集电极板上,测量流过图 5-54 所示电路中 H 点的电流,若小于 50mA,说明行输出变压器无短路现象。若大于 200mA,则表明它的低压包或高压包有问题。这时,如用万用表直流电压档测量它的高压输出端,应有 1000V 以上的高压,否则也说明行输出变压器不正常。

4. 短路检测方法

这种方法实际上就是让行输出部分直流正常供电,交流振荡停止。因为行输出变压器的故障基本上是内部有匝间短路,出现交流短路,造成电流增大。因此,只要使行输出级停止振荡,就不存在交流短路,电源电压便可恢复至正常值。这种方法既简单又实用,具体方法如下:

当机器出现无光、无声,但能听到机内有轻微的“吱吱”保护叫声,测量主电源电压下降至低于 50V 时,可将万用表直流电压档接于主电源输出端,然后将行推动变压器初级瞬间短路,若短路后电源电压上升至接近主电源电压,则说明行输出变压器内部有短路现象。

不过,在使用此法时,只能短路行推动变压器初级而不能短路次级,如果短路次级等于加大其负载电流,会烧坏行推动管和供电电阻。若短路之后彩色电视机供电电压不升高,则故障多半是行输出管或阻尼管击穿。

5. 外接低压电源检测方法

这种方法需先自制一台输出电压为 20~30V、负载能力大于 1A 的普通稳压电源,然后配合万用表来对彩色电视机行输出级单独进行低电压供电,通过测量流过行输出变压器初级电流值的大小,来对故障机或新购的变压器做出准确的好坏判断。这里以松下 TC-816DH 型机为例,介绍具体的检测方法,有关电路如图 5-55 所示。

第一步断开行输出变压器 111V 供电端,即焊开电阻 R816 的任一端。

第二步利用稳压电源对行输出级单独进行低压供电。其接线方法是这样:将稳压电源的负端与机器的地相连,正端串接万用表,表在 1A 的电流档位置,用表的一端直接接在行输出变压器的供电输入脚上,其余不变。

第三先开主机电源,再开低压供电电源,通过观察万用表指针读数的大小来判断其正常与否。正常情况下,负载电流应小于 100mA,空载电流小于 60mA

(松下 TC-816DH 型机带上负载约为 90mA,断开各主要负载,其电流约为 50mA 左右)。

通过上述检查就可确定行输出变压器是否存在线圈短路现象。

这种方法也可用来检查新买来的行输出变压器的质量,具体方法是这样,有关电路如图 5-56 所示。

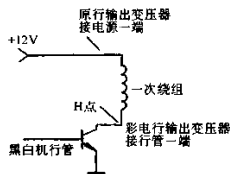


图 5-54 用黑白电视机测量行输出变压器方法

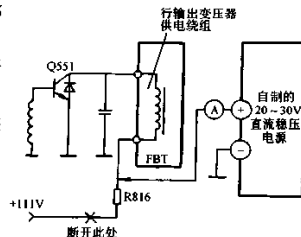


图 5-55 低压检测行输出变压器方法示意图

第一步利用一台好的彩色电视机，断开行输出变压器的供电端，例如 TC-R816DH 型机中的 816 电阻的任一脚。

第二步将被测行输出变压器初级供电绕组一端接正常彩色电视机的行管集电极，另一端接万用表的一端，万用表置于直流电流档。

第三步先开主机电源，再开低压电源（即外接的稳压电源），通过观察电流值的大小来判断被测行输出变压器正常与否，正常时电流也小于 100mA。

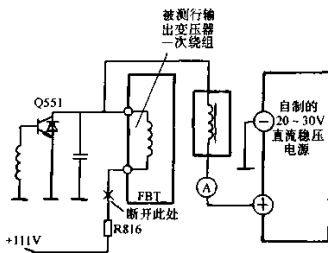


图 5-56 检测行输出变压器质量接线示意图

采用上述方法检测时，应注意以下几点：

1) 某些机芯的地是带电的，应用 1:1 的隔离变压器与市电隔离后才能进行上述操作，以确保人身和测试一切的安全。

2) 断开行输出级的供电必须是彻底断开，如图 5-57 所示松下 TC-2163DR 等机芯，在断开 R316 电阻的同时，还必须断开 R324 电阻，否则会造成误判。

3) 用一台好的彩色电视机来检查其他牌号行输出变压器时，如原主电端接有滤波电容的，在断开主电源的同时，还应断开此滤波电容，这里以如图 5-58 所示三洋 XTP5903M-00 型为例，在断开 R480 的同时还应断开 C480 电容，否则也会造成误判。

4) 当测出行输出变压器确有问题时，最好把偏转线圈断开后再测量一次，注意行、场转线圈均要断开。若电流仍大，则说明行输出变压器确已损坏。否则，则说明故障出在偏转线圈。

5) 当断开行输出级的供电后，若不能确定开关电源是否继续稳压，或者以防万一，可在开关电源输出的主电源端并一只 60—100W/200V 的白炽灯作假负载。

三、代换方法

彩色电视机的行输出变压器工作在高电压、大电流和脉冲状态下，对材料和制造工艺要求极高，它是彩色电视机中价格较昂贵且损坏率较高的一种配件。有些进口彩电，特别是某些杂牌机的行输出变压器损坏以后，很难买到原型号来替换，加上各类行输出变压器的通用性较差，这就给维修工作带来了很大的困难。

其实，只要对电视机的电路作认真的分析和对照，在多数情况下是可以找到解决办法的。只要遵循一定的原则，用易购的其他型号替换迅速修复故障机器，也并非难事。现将代

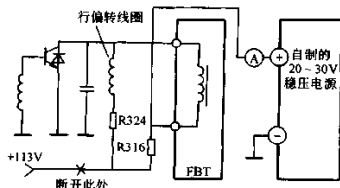


图 5-57 诊断松下 TC-2163DR 行输出级质量示意图

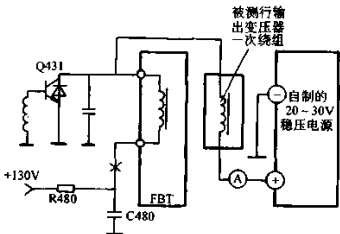


图 5-58 诊断三洋 XTP5903M-00 行输出级质量示意图

换思路和具体方法归纳如下。

1. 代换的基本原则

进行代换时, 首先应从以下六方面来考虑:

- 1) 使用的主电源 (+B) 电压值, 应与原品相差不多。
- 2) 高压输出应与原品相同或基本相近。
- 3) 代换品的磁芯尺寸或磁芯柱截面积应与原品基本相同或相等。
- 4) 提供给行管集电极的脉冲峰值及工作电流与原品基本相同或相近。
- 5) 代换品提供的低压电电压应与原品其本相同或相近, 缺少的某些绕组应能通过增绕补充后得到满足。

6) 代换品提供的显像管灯丝供电电压应与原品一样, 目前自会聚彩色显像管灯丝供电大多数为 $28V_{p-p}$ 的行频脉冲电压, 等效于直流 6.3V。

在以上 6 条中, 前四条一般应首先尽量满足。对于后 2 条, 由于低压绕组和显像管灯丝绕组线圈匝数一般都较少, 当替换时不能完全满足, 可以通过在替品的磁芯上另增加绕组或采用串反向绕组 (指绕组电压高于需要值时的情况) 使电压下降的方法解决。因此, 这后两条可视实际情况而定。

对于替换品与原品的其他不同, 如引出脉冲、阻尼形式、引脚排列等, 一般只要对原电路或替换品作某些适应性的改动, 就可使其满足要求, 在选择替换品时可暂时不考虑这些因素。

2. 代换方法

有了合适的替换品, 下一步就是进行具体操作了。在实际代换中, 经常会遇到的问题主要有以下七方面。

(1) 高压有少量的差异。一般来说, 替换品与原品的高压相差不太多时, 代换后的机器都可以正常工作, 只有个别机型会因高压不足 (或高压太高), 引起光栅暗淡 (或保护电路动作), 行幅扩大 (或行幅缩小) 等故障, 对于这种现象, 可通过适当减小 (或增大) 逆程电容容量的方法来解决。

(2) 缺少某个绕组。彩色电视机行输出变压器的规格很多, 绕组的组数也有很大的差异。如果缺某个绕组, 有时可试着将其省去, 或用改动电路的方法来解决。如果所需绕组匝数较少, 则就可用绝缘导线直接在代换品的磁柱上绕制。如果所缺的绕组匝数较多, 则可将替换品磁芯拆出, 用耐压绝缘软片 (如聚乙烯塑料片) 做一个与芯柱直径相同, 与窗口等高的线圈筒 (对于某些磁芯较难取下的行输出变压器, 只有用绝缘纸或绝缘片直接在磁柱上包 3—4 层, 用穿绕法绕制线圈), 形状如图 5-59 所示。

然后, 用高强度漆包线在绝缘筒上绕制线圈, 最后将绕好的线圈装到与高、低压线包对面的芯柱上即可。增绕线圈的匝数, 可用以下方法进行简单的确定:

先按以下公式计算出新增绕组所需要的交流电压值。由于一般爱好者大都不具备专门的仪表, 难以准确测量行脉冲状的电压。因此, 必须先换算出用万用表交流电压档测量的电压值, 这里所指的新增绕组需要的交流电压值, 就是指用万用表 AC 档所测量的值:

新增绕组所需要的交流电压值 \approx 所需电压的有效值 / 2.3 (定数)

例如, 自会聚彩色显像管的灯丝电压为 6.3V, 那么:

新增绕组的交流电压值 $\approx 6.3 / 2.3 \approx 2.7VAC$

根据计算值,采用边测量边调整绕组匝数的方法,直至电压值符合要求为止。

(3) 底座引脚排列有差异。替换品引出脚与原品的引脚排列不同时,一般可采用以下二种方法来原因:

1) 脚位转换法。这种方法的实质就是另做两块板,上板的孔位按代换品的脚位加工,下板的孔位按原品脚位制作,然后将这两块板用加有绝缘套管的 $1.5 \sim 2\text{mm}$ 铜线按两变压器各脚的对应关系连接好,如图 5-60 所示。最后将下板引出脚用 $1.5 \sim 2.5\text{mm}$ 铜线接到原品的各相关接点上即可。

脚位转换板可以用铜箔板。上、下板的外形、尺寸可以一样,也可不一样,上板位置可与下板同心的位置同心,如图 5-60a 所示,也

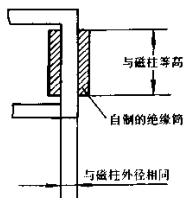


图 5-59 行输出变压器修理示意图

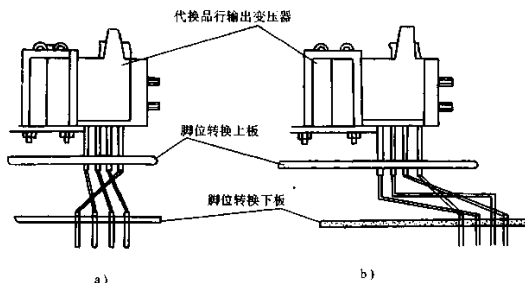


图 5-60 行输出变压器底座引脚转换法示意图

可不同心,如图 5-60b 所示。

用这种方法代换后,替换品装入原机上要比原品的位置稍为升高。由于所有的引脚转换都是在这两块板上完成的,因此,原印制电路板不用作任何改动。

2) 重新浇铸引脚法。这种方法的实质,就是将替换品的脚位重新进行排列。具体方法是这样:将替换品颠倒放置,使其引脚向上,然后用环氧树脂将底部填灌 $3 \sim 4\text{mm}$ 厚左右,以便固定新引脚。放置一段时间,用与替换品相同、直径为 $1.5 \sim 2.5\text{mm}$ 裸铜线按原品的引脚排列位置插入环氧树脂里,如图 5-61 所示。

需掌握好插入裸铜线的时机。不能待环氧树脂太干时才插入,否则引脚将插不进去。待环氧树脂干透后,把原品上的引脚剪去,但所剪引脚的根部要留出 $2.0 \sim 2.5\text{mm}$,以备焊接。然后,将剪去引脚的各脚根分别用导线与新安置的各脚对应地焊接起来,但必须注意到各连线交叉处应相互绝缘。

(4) 替换品无聚焦和加速极电压调节组。遇到这种情况时,可另外在替换品行输出变压器外部重新配一只市场上出售的这类组件,也可利用损坏行输出变压器上的调节组件。如利用原品上的聚焦调节组件时,必须将其锯下来。由于大多数行输出变压器的聚焦组件与变压器都封装成一体化的,如图 5-62a 所示,因此需要钢锯条从图上的 H-H 部位慢慢将调节组件锯下来。

组件锯下后,如图 5-62b 所示的位置用通电的电烙铁稍用力慢慢挖去 a、b、c、d 四点周围的环氧树脂。由于封装物很坚硬,所以要先将烙铁头用锉刀锉尖,才能将环氧树脂慢慢挖去,直挖到四个接点都露出 1—1.5mm 的线头可供焊接为止。然后把聚焦组件的几个端子分别与有关引脚焊接牢固,并用环氧树脂将各接点封固绝缘即可。聚焦电位器组件可以粘附在替换品行输出变压器上,也可单独安放。

(5) 某些低压绕组提供的电压太低或太高。

遇到这种情况时,可以通过在行输出变压器磁芯一组线圈串进电源回路中,利用同极性相加,反极性相减的叠加原理,如图 5-63 所示,使电压太低或太高的绕组达到所需要的值。这种方法尤其能使高电压降为低电压的绕组的功耗较未改前有明显的降低。

使用这种方法时,可先在磁芯上任意绕几圈,测量其电压值,然后将其串入电路中,测量电压是增加还是减少,并记录下改变的量,然后再在此基础上确定电压与匝数比。

必须注意的是:在处理电压由高降低的绕组时,不能一次将绕好的线圈直接串入电路中,否则万一极性搞错使电压不是降低而是升高时,就会导致电路中某些元件损坏。

(6) 替换品的聚焦电压调节范围不能覆盖显像管所要求的电压值。用不同型号的替换品代换后,有时还会发现显像管聚焦不良,且通过调节聚焦电位器也无法调到最佳聚焦。这种情况主要是因为各种机型显像管要求的最佳聚焦电压不相同,一般有以下二种情况:

1) 聚焦电压太高。这种情况是比较容易处理的,一般可以再用一只独立的聚焦电位器串接在替换品与显像管聚焦极之间,作二次分压,如图 5-64 所示。不过,这种方法要特别注意新增电位器的良好绝缘和有效的防弧,以及牢固地固定。

2) 聚焦电压不足。如果聚焦电压稍嫌不足,可以通过逐渐少量地减少行输出管集电极对地电容(即逆程电容)的容量值来解决。不过,这种方法是有局限度的,因为减小电容,就会使行管集电极的脉冲峰值电压上升;同时也会使行输出级电流增加。由于聚焦电压只是阳

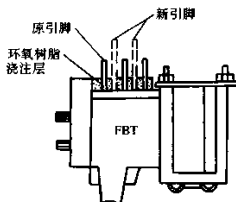


图 5-61 行输出变压器重新绕转引脚法示意图

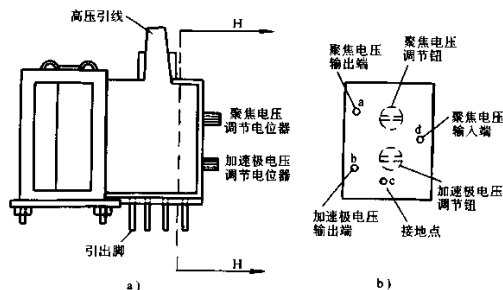


图 5-62 行输出变压器调节组件拆卸实例示意图

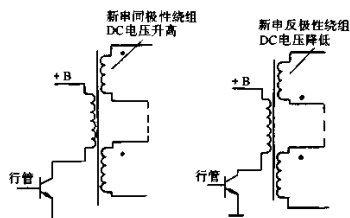


图 5-63 行输出变压器低压绕组提高(降低)电压方法原理图

极高压的 $1/6 \sim 1/4$ ，高压的增加聚焦电压的提高不会有明显的效果，即使行管可以承受脉冲峰值的升高及发热的增加，但高压的过分提升还会造成行幅度的明显缩小。因此，对于聚焦电压明显不足的替换品，可以用以下几种方法之一来解决：

一是另用一只黑白电视机的行输出变压器来取得所需的聚焦电压，即用一只 12in 或 14in 黑白电视机用行输出变压器（可用分体式的），将其一次绕组的供电端或电压提升端接地，如图 5-64 所示，另一端则根据实际需要选择接行管集电极端或替换品的适当抽头，取得一个 $40 \sim 120V_{p-p}$ 的正向行脉冲电压。如果替换品上无合适的正向行脉冲可取，也可在替换品上另绕一个附加绕组，以取得一个合适的行脉冲。

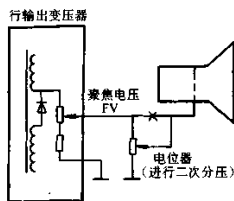


图 5-64 降低显像管聚焦电压原理图

将这个黑白电视机行输出变压器上所获得的数千伏的直流电压通过一独立的聚焦电位器进行分压，如图 5-65 中的虚线所示，提供给显像管聚焦极。在机内适当位置固定好黑白行输出变压器，并用环氧树脂将原行输出变压器聚焦电压输出端密封好。调整新设聚焦电位器的值，使图像清晰即可。

二是用电阻分压的方法，从阳极高压上取出聚焦电压，同样也可取出加速极电压。这种方法详见图 5-66 所示。改变电阻 R_1 、 R_2 的值，就可改变聚焦电压值，电阻值越大，输出的电压值就越高。聚焦电压的高低主要由 R_1 决定，加速极电压主要由 R_2 决定。由于 R_1 、 R_2 阻值较大，如无这样大阻值的电阻，可以用多只电阻串联而用。

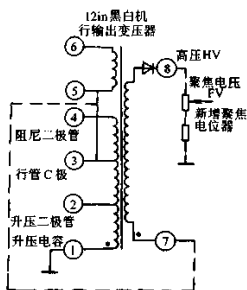


图 5-65 利用旧行输出变压器获取合适聚焦电压原理图

聚焦电压（或加速极电压）调好后，最好将这些电阻用环氧树脂密封在有机玻璃成的小盒内，以免高压放电。

三是用行输出管集电极上的约 $1000V_{p-p}$ 电压进行倍压整流的方法来获得所需聚焦电压。如图 5-67 中，电容 C 可选用 $100pF \sim 2200pF$ 、耐压 $2kV$ 以上的高压电容，倍压整流二极管应选用高频高压硅粒子，例如 2CG1 等型号，耐压应大于 $2kV$ 。

四是用二次整流的方法来提高聚焦电压。具体方法如图 5-68 所示。只要适当确定新增绕组的匝数，即可得到所需的聚焦电压。

新增绕组的漆包线直径为 $0.1 \sim 0.15mm$ 。

一台松下 20 英寸彩色电视机的彩色显像管 510SYB22—TC01 损坏，用 510VSB22—TC10 管代换后，原机提供的聚焦电压比新换管所需的电压低约 $1kV$ 左右。采用二次整流来提高原聚焦电压的方法是这样：先用塑料软导线在原行输出变压器上绕 2 匝，用示波器（也可用万用表交流电压档）测电压为 $24V_{p-p}$ （有效值约为 $6.8V$ ），由此可以确定新增绕组的匝数约 300 匝左右。

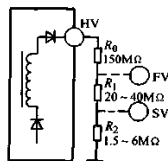


图 5-66 利用电阻分压法获取合适聚焦电压原理图

在行输出变压器磁芯空余处垫一层绝缘纸，用长 $1.5m$ 的 $0.1mm$ 高强度漆包线穿绕在所垫的绝缘纸上。绕组的头尾用高压线引出，并各串两只耐压大于 $1kV$ 的整流二极管，二极

管亦应用绝缘套管套上,并按图 5-68 所示与聚焦电位器中心接头接好。

把加速极电位器反时针关至最小,把亮度、对比度及色饱和度调至最小,将维修开关置于维修位置。在较暗的环境中将电视机预热 5~10min。

缓慢顺时针方向旋转加速极电位器,使显像管显示出一条不太亮的亮线,再缓慢调整聚焦电位器,使显像管的亮度最细、聚焦最好即可。

(7) 加速极电压不能满足实际需要或无加速极电压调整端。加速极电压太高调不到所需要的值时,可按上述方法另加一只分压电位器来解决。如加速极电压太低或无加速极电压调整端时,除了可采用上面介绍的将阳极高压分压后获得加速极电压外,还可用一只整流二极管(可用电流为 1A、耐压为 1000V 左右的管子,例如 1N4007 等),正极接行管的集电极上来获得,连接方法如图 5-69 虚线所示,调整 W 的值就可改变加速极电压。

3. 注意事项

1) 行输出变压器安装完毕通电调试时,除了应对某些脚的相位、波形、行输出级的电流等进行检查外,有时,由于原机内某些因素的影响(如偏转电流的直流分量、杂散电容、漏感等),有可能对图像的中心位置、行线性、振铃、高次谐波发射干扰以及基础亮度等产生一些影响,因此,必要时还要对有关电路进行适当的调整。

2) 代换结束以后,还应检查一下整机的消耗功率。具体方法是:用交流电压表测量进入整机的交流电压。用交流电流档串接在整流电路之前,消磁电路之后,测出工作时整机有交流电流。

3) 利用下式计算出整机的近似功耗。

$$P(\text{整机功耗}) \approx IV$$

该值应等于或十分接近于机器说明书或机后铭牌上标出的机器功耗功率值。若超过 15% 以上,应认真查明原因,并处理之。

4. 选配资料

表 5-69 所示是 CHB 型和 BHC 型彩电一体化行输出变压器参数。

表 5-69 CHB 型和 BHC 型彩电一体化行输出变压器参数

型 号	CHB-14-01	CHB-22-01	BHC20-0103	BHC20-0201
高压输出/kV	20 ± 0.5	24.5 ± 0.5	20 ± 0.5	20 ± 0.5
高压变动/kV	2 ± 0.4	2 ± 0.4	2 ± 0.4	2 ± 0.4

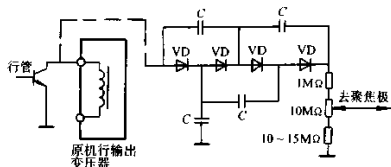


图 5-67 利用倍压整流法获取合适聚焦电压原理图

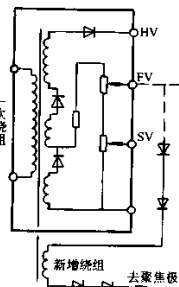


图 5-68 利用二次整流法获取合适聚焦电压原理图

(阻值在 1~10MΩ 间选择,功率在 0.5W 以上)

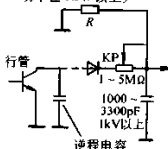


图 5-69 显像管加速极电压调整原理图

(续)

型 号	CHB-14-01	CHB-22-01	BHC20-0103	BHC20-0201
聚焦电压/kV	高压 × 34%	高压 × 33.2%	高压 × 34%	高压 × 34%
行电流/mA	346 + 20	429 + 20	346 + 20	390 + 30
视放电压/V	180 ± 3%	192 × 3%	180 × 3%	180 ± 3%
低压输出 I /V	12 ± 3%	12 × 3%	12 ± 3%	16 ± 3%
低压输出 II /V				50 + 5
灯丝电压/V	6.2 ± 3%	6.25 ± 3%	6.2 ± 3%	21 + 1
逆程时间/μs	10.8 ± 0.5	11.2 ± 0.5	10.8 ± 0.5	11 ± 0.5
供电电压/V	107	117	107	108

表 5-70 所示是 BSC 型行输出变压器参数。

表 5-70 BSC 型行输出变压器参数

型 号	BSC21—0301	BSC22—0401	BSC20—0501	BSC20—0601	BSC25—0701	BSC24—0801	BSC24—0901
高压/kV	21.2 ± 0.5	22.3 ± 0.7	20 ± 0.5	20 ± 0.5	25 ± 0.5	23.5 ± 0.6	23.9 ± 0.5
高压调整率 /C%	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10
聚焦电压/kV	6.7 ± 0.3	8.37 ± 0.3	4.4 ~ 3.76	4.4 ~ 3.76	6	—	≥ 8 ~ ≤ 7.3
帘栅电压 (最大) /V	—	—	900	—	—	—	≥ 1100
帘栅电压 (最小) /V	—	—	0	—	—	—	≤ 450
视放电压/V	188 ± 7.5	180 ± 5	175 ± 5	175 ± 5	190 ± 5	200 ± 3	—
低压 I /V	14 ± 0.5	17 ± 1	—	—	14.4 ± 0.5	15 ± 0.4	15.8 ± 0.5
低压 II /V	—	—	—	—	< 1.4 ± 2	23.7 ± 0.5	—
低压 III /V	—	—	—	—	—	13.6 ± 0.6	—
灯丝电压/V	8 ± 0.3	6.3 ± 0.3	6.3 ± 0.3	6.3 ± 0.3	6.3 ± 0.3	6.3 ± 0.2	6.3 ± 0.3
脉冲电压 / (V _{p-p})	—	—	135 ± 5	135 ± 5	22.5 ± 2	—	—
一次脉冲电压 / (V _{p-p})	—	< 1000	—	—	—	—	1050
一次电流 /mA	≤ 500 + 30	—	350 + 30	350 + 30	460 + 30	470 ± 30	400 + 30
电源电压/V	110 ± 0.2	110 ± 0.1	107	107	112	115	130
回扫时间/μs	11.6 ± 0.2	11 ± 0.4	12 ± 0.5	12 ± 0.5	11.4 ± 0.5	10.4 ± 0.4	11.35 ± 0.2
束电流/mA	1	0.75	0.8	0.8	0.8	1.2	1

表 5-71 所示是同类彩色电视机行输出变压器的代换资料。

表 5-71 同类彩电行输出变压器代换资料

序号	典型机型	同类彩电机型
1	14in 松下 482D (引脚逆时针方向分布)	14in 乐华 TC-371KD、14in 熊猫 DB37C2、 14in 青岛 445QDX、14in 松下 TC-482C、 14in 青岛 37CD、14in 松下 TC-483D、 16in 松下 TC-682、16in 松下 TC-683DH、 16in 松下 TC-684D
2	18in 松下 TC-1830DHN (M12 机芯) (引脚逆时针方向分布)	18in 松下 TC-83D、18in 松下 TC-1872、 18in 松下 TC-1872D、20in 松下 TC-230D、 20in 松下 TC-2060D、20in 松下 TC-2030D
3	18in 松下 TC-801DH (M11 机芯) (引脚逆时针方向分布)	18in 乐华 TC-461KD、18in 乐华 TC-462-1ED、 20in 乐华 TC-219KD、20in 乐华 TC-511KDH、 18in 牡丹 TC-818/47C3、18in 牡丹 TC-47C3A、 18in 牡丹 TC-47C4、20in 牡丹 TC-217P、 20in 牡丹 TC-201D、20in 牡丹 TC218、 20in 新星 51C2、18in 熊猫 DB47C3、 18in 熊猫 DB47C3-1、18in 熊猫 DB47C3-2、 18in 泰山 CS4774、18in 泰山 TS47C3、 18in 长虹 47CJ2、18in 长虹 CJ47A、 20in 长虹 CJ51A、18in 青岛 47CD840QD、 18in 青岛 47CDB400P、18in 松下 TC-816、 18in 松下 TC-817、18in 松下 TC-818、 18in 松下 TC-819、20in 松下 TC-216、 20in 松下 TC-217、20in 松下 TC-218
	18in 松下 TC-801DH (M11 机芯) (引脚逆时针方向分布)	20in 松下 TC-219、20in 松下 TC-201D、 18in 松下 TC-817N、18in 松下 TC-817T、 18in 美乐 47CB840C、18in 美乐 47CB840A、 18in 熊猫 DB475、18in 金凤 C47S2、 18in 金凤 C47S2A、20in 金凤 C51S
4	21in 松下 TC-217DRK (引脚逆时针方向分布)	21in 松下 TC-2173DK、21in 松下 TC-217P、 21in 松下 TC-2163HNR、21in 松下 TC-2163DR、 21in 松下 TC-2163DDK
5	14in 日立 CRP-450D (引脚逆时针方向分布)	14in 福日 HFC-450C、14in 福日 HFC-450AV
6	14in 日立 CRP-451D (引脚逆时针方向分布)	14in 福日 HFC-451
7	16in 日立 CAP-169 (引脚逆时针方向分布)	16in 日立 CPT-1668D
8	16in 日立 CAP-161D (引脚逆时针方向分布)	16in 福日 HFC-161
9	18in 日立 CEP-321D (NP82C4 机芯) (引脚逆时针方向分布)	18in 金星 C472、18in 环宇 CPS-182、 18in 环宇 CPS-201、20in 环宇 ST-504G、 18in 日立 CPT-1888、18in 日立 CEP-328、 18in 日立 CEP-321R、18in 日立 CEP-323D、 18in 日立 CPT-1838、20in 日立 CPT-233D、 20in 日立 CTP-237D、20in 日立 CTP-237R、 20in 日立 CTP-238D、20in 日立 CTP-2038、 20in 日立 HFC-238DX、18in 福日 HFC-321D、 18in 福日 HFC-323、18in 福日 HFC-328DX、 20in 福日 HFC-237、20in 福日 HFC-237D、 18in 环宇 CEP-321D

(续)

序号	典型机型	同类彩电机型
10	20in 日立 CPP-2005 (NP84C20 机芯) (引脚逆时针方向分布)	18in 金星 C478、18in 日立 CPT-1805、 18in 日立 CPT-1818、18in 日立 CPT-1806、 20in 日立 CPT-2018、20in 日立 CPT-2050
11	20in 日立 CPT-236D (引脚逆时针方向分布)	18in 日立 CEP-320D、20in 日立 CPT-230D、20in 日立 CPT-2066、 20in 福日 HFC-236
12	21in 日立 CTP-2125 (NP84C22 机芯) (引脚顺时针方向分布)	18in 日立 CPT-1801SF、18in 日立 CPT-1803SF、 18in 日立 CPT-1806SF、19in 日立 CPT-1924DU、 19in 日立 CPT-1924SF、19in 日立 CPT-1926SF、 20in 日立 CPT-2008、21in 日立 SF-2103、 21in 日立 CMT-2001SF、21in 日立 CPT-2123 21in 日立 CPT-2008SF 21in 日立 CPT-2127
13	18in 日 JN CT-1802PDH (引脚逆时针方向分布)	18in 海日 CT-1802、18in 日电 CT-1802P、 18in 日电 CTP-1803PD、20in 日电 20T774PD、 20in 日电 20T775MH、20in 日电 20T-774、 18in 双喜 NC2-2、18in 双喜 TC-1802PDH、 18in 飞鹿 CT-1802PDH、18in 长海 CT-1802PDH、 18in 长海 CT-1802PDR
14	18in 日电 18T672D (引脚逆时针方向分布)	18in 日电 18T672PC、20in 日电 C-772PDH
15	14in 金星 C37-401 (引脚顺时针方向分布)	14in 金星 C374、14in 百合花 CD47-1、 14in 飞跃 37D1-2、14in 飞跃 37D1Q-2
16	18in 金星 C46-1 (引脚顺时针方向分布)	18in 金星 C475、18in 百合花 CD47-1、 18in 雪莲 C46-1、18in 韶峰 STC46-1、 18in 韶峰 SFC46-1、18in 飞跃 47C1-3、 18in 飞跃 47C2-2
17	22in 金星 C56-402 (引脚顺时针方向分布)	22in 金星 CJ56-2、22in 金星 C563
18	14in 三洋 CTP-3940 (79P 机芯) (引脚顺时针方向分布)	13in 三洋 C-1309R、14in 三洋 CTP-3964、 14in 三洋 CTP-3513/R/G、14in 三洋 CTP-3920 14in 三洋 CTP-3950、14in 三洋 CTP-4940、16in 三洋 CTP-4940-00、 14in 三洋 CTP-3513G
19	14in 三洋 CTP-3916 (80P 机芯) (引脚顺时针方向分布)	15in 三洋 CTP-3915
20	14in 三洋 CTP-30905A (83P 机芯) (引脚顺时针方向分布)	14in 孔雀 KQ37-39、14in 昆仑 CTP3904、 14in 三洋 CTP3933、14in 三洋 CTP-3905G、 14in 三洋 CTP3905H、14in 三洋 CTP-3905GK、 14in 三洋 CTP-3905GS、14in 三洋 CTP-3905-00、 14in 三洋 CTP-3904M、14in 三洋 CTP-3904、 14in 三洋 CTP-3905、14in 三洋 CTP-39052、 14in 三洋 CTP-3934、14in 三洋 CTP-3903、16in 三洋 CTP-4903JH、16in 三洋 CTP-4903、 16in 三洋 CTP-4905、16in 三洋 CTP-4933、 16in 三洋 CTP-4935、 20in 龙江 C51G、18in 成都 C47-851、 18in 成都 C47-351、18in 孔雀 KQ4-39、 18in 孔雀 KQ47-36、18in 孔雀 KQ47-39、 20in 孔雀 KQ51-39、18in 昆仑 S471

序号	典型机型	同类彩电机型
21	20in 三洋 CTP-5904P (83P 机芯) (引脚 顺时针方向分布)	18in 金鹤 47DC1、18in 黄山 AH4724C-1、 18in 红岩 SC-471、22in 红岩 SC-561、 22in 红岩 SX-562、18in 三洋 CTP-5904W、 18in 三洋 CTP-5804TH、20in 日声 RS88P、 20in 日声 RS89P、18in 三洋 CTP-5904SZ、 18in 三洋 CTP-5905M、18in 三洋 CTP-5903JH-00、 18in 三洋 CTP-5905GS、18in 三洋 CTP-5903H-00、 18in 三洋 CTP-5903H、18in 三洋 CTP-5903H-1、 18in 三洋 CTP-5903J、18in 三洋 CRP-5903M-00、 18in 三洋 CTP-5906J、18in 三洋 CRP-5906、 18in 三洋 CTP-59061、18in 三洋 CTP-5920、 18in 三洋 CTP-59208、18in 三洋 CTP-5928、 18in 三洋 CTP-5934、18in 三洋 CTP-5935J、 18in 三洋 CTP-5907、18in 三洋 CTP-5946、 18in 三洋 CTP-6904、18in 三洋 CTP-6904T、 18in 三洋 CTP-6904G、18in 三洋 CTP-6904W、 18in 三洋 CTP-6904RD、18in 三洋 CTP-6904GD、 18in 三洋 CTP-6904CM、18in 三洋 CTP-6904、 18in 三洋 CTP-6904W-02、20in 三洋 CTP-6825、 20in 三洋 CTP-6933、20in 三洋 CTP-6934、 20in 三洋 CTP-6935KS、20in 三洋 CTP-6935KB、 20in 三洋 CTP-6935KA、20in 三洋 CTP-693520、 20in 三洋 CTP-6940
22	20in 三洋 CTP-6518 (80P 机芯) (引脚 顺时针方向分布)	20in 三洋 CTP-6921、20in 三洋 CTP-69174F、 20in 三洋 CTP-7922
23	14in 夏普 C-1411DK (引脚顺时针方向 分布)	14in 夏普 C-1411DF、14in 夏普 C-1411SK、 14in 三元 C-1411SK、14in 声宝 C-1411DF、 14in 声宝 C-1411SK
24	14in 夏普 C-3700DK (引脚顺时针方向 分布)	14in 夏普-1491E、14in 夏普 C-3700NS
25	18in 夏普 C-1838DK (引脚顺时针方向 分布)	18in 金星 C4715、18in 金星 C4718、 18in 金星 C511、18in 天鹅 C-1820MK、 18in 天鹅 CS47-S、18in 天鹅 CS47-S1、 18in 熊猫 DB4703、18in 熊猫 DB4704、 18in 熊猫 DB4705、18in 熊猫 DB47C1、 18in 三元 SYC-3-2、18in 三元 47SYC-3、 18in 珊瑚 D47C、18in 珊瑚 D47C-9、 18in 虹美 WCD-25、18in 虹美 DB47C4、 18in 凯歌 4C4701、18in 飞燕 DVC47-C4、 18in 飞跃 47C2-3、18in 夏普 C-1801DK、 18in 夏普 C-1801XK、18in 夏普 C-1813DK、 18in 夏普 C-1814DK、18in 夏普 C-1814MK、 18in 夏普 C-1820MK、18in 夏普 C-1820DK、 18in 夏普 C-1820CK、18in 夏普 C-1826CK、 18in 夏普 C-1833DK、18in 夏普 C-1837DK、 18in 夏普 C-18S11-A1、18in 孔雀 KQ47-36、 18in 三元 47SYC-2、 18in 虹美 C4725-2、 18in 凯歌 4C4701-1、18in 珊瑚 D47C-1、 18in 山茶 SC-51A

(续)

序号	典型机型	同类彩电机型
26	18in 夏普 C-1805DK (引脚顺时针方向分布)	18in 夏普 C-1805DK
27	18in 夏普 C-1805CK (引脚顺时针方向分布)	18in 海鸥 C-180、18in 夏普 C-1800DK、 18in 夏普 C-1803CK、18in 夏普 C-1804DK、 20in 夏普 C-2007DK、18in 夏普 C-1804MK、 18in 夏普 C-1804CK
28	20in 夏普 C-2001DK (引脚顺时针方向分布)	20in 夏普 C-2001CK
29	21in 夏普 C-5405DK (引脚顺时针方向分布)	21in 夏普 C-5405CK
30	18in 东芝 HC47-II (L851 机芯) (引脚顺时针方向分布)	18in 北京 8306、18in 北京 8305-2PS、 20in 北京 8314、18in 金星 C473-1、 18in 长城 JTC472、20in 长城 JTC511、 18in 黄河 HC-47-II、20in 百花 MV-5186、 18in 西湖 47CD4A、18in 赣新 KG-4782、 20in 赣新 KG-5186、18in 华日 C47J-3A、 18in 华日 C47J-3B、18in 星海 47CJ2、 18in 东芝 C-1893XH
31	18in 东芝 C-182E5C (引脚顺时针方向分布)	18in 东芝 C-182D5C、20in 东芝 C-202E5C、 20in 东芝 C-202D5C、20in 东芝 C-202R5C
32	18in 东芝 HC47-II (X56P 机芯) (引脚顺时针方向分布)	18in 西湖 47CD3、18in 长城 JTC471-2A、 18in 黄河 HC47-II、 18in 凯歌 4C4702、18in 华日 C47J-1 18in 星海 46CJ1、18in 东芝 C-203J2D、 18in 北京 8303、18in 西湖 47CD4
33	20in 东芝 C-2021Z (引脚顺时针方向分布)	18in 东芝 C-1821Z、18in 东芝 C-1821E、 20in 东芝 C-2021E、20in 东芝 C-202ZB
34	20in 东芝 C-201E3C (引脚顺时针方向分布)	18in 东芝 C-181E3C
35	14in JVC7255 (引脚顺时针方向分布)	14in 天鹅 7255JM、14in 成都 7255D、 14in JVC7255JM
36	14in 北京 837 (引脚顺时针方向分布)	14in 北京 838、14in 长城 JTC-371、 14in 黄河 HC-37-II、14in 西湖 37CD7A、 14in 西湖 37CD2、14in 襄阳 37C1B、 14in JVC7175PK
37	14in 北京 836 (引脚顺时针方向分布)	14in 金凤 C-37-4、14in 金凤 C-37-6B、 14in 上海 2237-1A、14in 上海 2237-2A、 14in 龙江 C37G-1、14in 龙江 C237-1A、 14in 沈阳 7195SY、14in 沈阳 7196SY、 14in 沈阳 7185SY、14in 海燕 785XA、 14in 海燕 CS37-2、14in 沈阳 7190SY、 14in 天鹅 CS37-V1、14in 天鹅 CS37-V2A、 14in 成都 C37-844B、14in 西湖 7190HZ、 14in 三元 37SYC-2、14in 襄阳 37XC1 (B)、 14in 如意 SGC-3702、14 英寸如意 SC-37A、 14in 春风 14C-1、14in 春风 C37-2B、 14in 黄山 7190HN、14 英寸 JVC7190S、 14in JVC7185、14in JVC7190J

序号	典型机型	同类彩电机型
38	18inJVC7695 (引脚顺时针方向分布)	18inJVC7685M、18inJVC7697、 18in上海 Z647-1A、18in上海 Z246-1、 18in上海 Z647-2A、18in上海 Z647-1B、 18in上海 Z247-2A、18in上海 Z247-A、 18in上海 Z647-4A、18in龙江 JVC7695VPJM、 18in龙江 C47G-1、18in龙江 JVC7685JM、 18in沈阳 7685SY-、18in沈阳 SPC47-10、 18in沈阳 SDC47-2、18in沈阳 7695PSY、 18in海燕 SC47-2-AV、18in天鹅 7695VPM、 18in三元 47SYC-2、18in三元 47SYC-4、 18in菊花 C471A、18in莺歌 C47-2、 18in莺歌 C47-3、18in莺歌 C47-4、 18in如意 SGC-4703、18in春风 7697PCS、18in春风 C47-1、20in山茶 SC51
39	20inJVC7755 (引脚顺时针方向分布)	20in 龙江 7755JM、20in 金凤 7755LM
40	22英寸北京 839 (引脚顺时针方向分布)	22in 北京 839-656、22in 北京 839-1
41	14in 索尼 KV-1430CH (引脚顺时针方向分布)	14in 索尼 KV-1432CH
42	18in 索尼 KV-1882CH (引脚顺时针方向分布)	18in 索尼 KV-1820HK、18in 孔雀 KQ47-1882
43	20in 索尼 KV-2062CH (引脚顺时针方向分布)	20in 索尼 KV-2060CH
44	20in 索尼-2092CH (引脚顺时针方向分布)	20in 索尼 KV-2090CH
45	14in 佳丽彩 EC-142D (引脚顺时针方向分布)	14in 南宝 EC-142、14in 南虹 EC-142、 14in 天虹 RC-142、14in 乐华 RC-352A、 14in 华艺 EC-142
46	14in 佳丽彩 EC-141D (引脚顺时针方向分布)	14in 天虹 RC-141D
47	20in 佳丽彩 EC-2063AR (引脚顺时针方向分布)	21in 佳丽彩 MEC-2061AR、21英寸佳丽彩 HC-2063R、 20in 海虹 EC-2063R、20in 海虹 HH-2063R、 18in 百花 EC-1861AR、20in 百花 EC-2161AR
48	20in 佳丽彩 EC-2061D (引脚顺时针方向分布)	18in 佳丽彩 EC-186、18in 佳丽彩 EC-186D、 18in 佳丽彩 EC-206
49	20in 佳丽彩 EC-206	18in 南虹 EC-182、18in 南虹 EC-18B、 20in 南虹 NC-20B、18in 南宝 EC-182、 18in 南宝 HC-8418、20in 南宝 NC-20B、 22in 海虹 HC22-1、18in 天虹 RC-182D、 20in 天虹 RC-206D、22in 天虹 RC-227、 18in 乐华 RC-471、22in 百花 EC-227、 18in 佳丽彩 EC-182D、22in 佳丽彩 EC-227、 18in 华艺 EC-182、20in 华艺 EC-206T、 22in 华艺 EC-227T、18in 南宝 HC-8414

(续)

序号	典型机型	同类彩电机型
50	22in 佳丽彩 EC-227D (引脚顺时针方向分布)	22in 天虹 RC-227D、22in 佳丽 EC-227D、 22in 南虹 NG4822、22in 华艺 EC-227D、 22in 百花 EC22T、22in 飞燕 DUC56-2
51	22in 佳丽彩 22AS (引脚顺时针方向分布)	22in 欧利安 22AX、22in 欧利旺 22AX、 22in 奥利安 22AX、22in 爱浪 22AX、 22in 欧利安 22DX、22in 欧利旺 22DX、 22in 奥利安 22DX、22in 爱浪 22DX
52	14in 康艺 KTB-3731A (引脚顺时针方向分布)	14in 康艺 KTB-3731B、14in 夏华 KTB-3731B、 14in 康艺 KTB-3731C、14in 康华 KTB-3731D
53	14in 康艺 KTN-3722 (引脚顺时针方向分布)	14in 康艺 KTB-3732
54	14in 康艺 KT-8135 (引脚顺时针方向分布)	14in 康艺 KT-8135A
55	20in 康艺 KTN-5145 (引脚顺时针方向分布)	20in 康艺 KTN-5143、20in 康艺 KTN-5147、 20in 康艺 KTN-5151、20in 康艺 MR-5145-1
56	20in 康艺 KTB-5132 (引脚顺时针方向分布)	20in 蜜蜂 KTN-5132A、20in 康艺 KTN-5207、 20in 康艺 KT-8250、20in 康艺 KT-5131、 20in 康艺 KTB-5132A
57	14in 康立 T-7701 (引脚顺时针方向分布)	14in 康丽 T-7701、14in 康立 T-7711C、 14in 康立 TE1401、14in 朝阳 T-7701B
58	14in 康佳 KK-7701 (引脚顺时针方向分布)	14in 康佳 T-7701、14in 康佳 KK-3814
59	18in 康佳 KK-7701 (引脚顺时针方向分布)	18in 康佳 KK-3818、18in 康佳 KK-818、 20in 康佳 KK-7820
60	20in 康佳 KK-7920B (引脚顺时针方向分布)	18in 康佳 KK-7918A、20in 康佳 KK-7920A
61	20in 快乐 EC-2061 (引脚逆时针方向分布)	20in 快乐 HC-2061D、20in 快乐 EC-2061、 20in 快乐 HC-2063R、20in 快乐 HC-2263R
62	20in 快乐 EC-206T (引脚逆 D (引脚逆时针方向分布) 时针方向分布)	18in 快乐 EC-1827、22in 快乐 EC-227T、 22in 快乐 EC-227D、22in 快乐 EC-227E、 22in 翔宇 SC-226、22in 宇航 NTC-56
63	14in 夏华 XC-3718 (引脚顺时针方向分布)	14in 夏华 XT-3702A、14in 夏华 XT-3701、 14in 夏华 XT-5102、16in 夏华 XT-4201
64	夏华 XT-5102 (引脚顺时针方向分布)	18in 夏华 XT-4201、20in 夏华 KT-5101、 20in 夏华 XT-5101、20in 罗兰斯宝 LS5118R、 18in 罗兰斯宝 LS-4738R
65	14in 东洋 SE-1438G (引脚顺时针方向分布)	14in 翔宇 SE-1401G、14in 南日 NA-813、 14in 南日 NA-1490、14in 南日 NA-14PD、 16in 南日 10YD、14in 华源 KDC371、 14in 东芝 C-1401、14in 铁锚 1407、 14in 铁锚 CV-1488A、14in 东洋 SE-1438G (F)、 16in 东洋 SE-1638G、14in 华艺 SE-1401G、 14in 皇冠 CR838、14in 星辰 SE-1401G、 14in 穿梭 EH80、16in 东洋 SE-1638F

序号	典型机型	同类彩电机型
66	东洋 SE-1838C (引脚顺时针方向分布)	20in 海虹 KA-2054H、20in 东洋 SE-2038G、 18in 东洋 SE-1838F、18in 天涯 CD-168ET、 20in 天涯 CD-198ET、20in 天涯 CX-201、 20in 天涯 QW1-208ET、18in 南日 18PD、 18in 南日 NA-818、20in 南日 NA-833、 20in 南日 20PD、18in 海立 HI-1808DI、 18in 海立 CB-504CH、20in 海立 HI-2054DI、 20in 海立 C51J-1、18in 东芝 SE-1838、 20in 东芝 C-2020F、20in 东芝 CTO-2088、 20in 东芝 SE-2038F、20in 金大乘 CD-198ET、 20in 海珠 TC-5504G、20in 星牌 CT-2088、 20in 电声 TC-5504C、20in 美蓉 TC-5504G、 20in 南珠 TC-5504C、20in 东洋 SE-2038F、 20in 东芝 C-2020S
67	14in 德律风根 2006 (引脚顺时针方向分布)	14in 德律风根 2016、14in 德律风根 1400
68	20in 德律风根 5000 (引脚顺时针方向分布)	20in 德律风根 5016
69	22in 德律风根 6016 (引脚顺时针方向分布)	20in 德律风根 GF6060X
70	14in 欧利安 14PS (引脚顺时针方向分布)	14in 欧利安 14OS、14in 欧利旺 14OS、 14in 奥利安 14OS、14in 爱浪 14OS、 14in 欧利安 14US、14in 欧利旺 14US、 14in 奥利安 14US、14in 爱浪 14US、 14in 欧利旺 14PS、14in 奥利安 14PS、 14in 爱浪 14PS
71	20in 欧利安 20PS (引脚顺时针方向分布)	18in 欧利安 18PS、18in 欧利旺 18PS、 18in 奥利安 18PS、18in 爱浪 18PS、 18in 欧利安 18PAS、20in 欧利安 20PS、 20in 欧利旺 20PS、20in 奥利安 20PS
72	20in 欧利安 20PS (引脚顺时针方向分布)	20in 爱浪 20PS、20in 欧利安 20PAS、 20in 欧利旺 20PAS、20in 奥利安 20PAS、 20in 爱浪 20PAS、20in 欧利安 CPI-2006、 20in 欧利旺 CPI-2006、20in 奥利安 CPI-2006、 20in 爱浪 CPI-2006、20in 欧利安 20X、 20in 欧利旺 20X、20in 奥利安 20X、 20in 爱浪 20X、20in 索尼 XC-528ZQ、 20in 海珠 20PAS、18in 星座 18PS、 20in 星座 20PS

表 5-72 介绍一些彩色电视机一体化行输出变压器的引脚作用、引脚电压资料, 供检修时参考。

表 5-72 不同尺寸各型彩色电视机行输出变压器资料

14in 松下 482D (引脚逆布)			21in 松下 TC-217DRK (引脚逆布)			16in 日立 CAP-169D (引脚逆布)		
引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V
①	地	0	①	视放电压	180	①	地	0
②	ABL	—	②	灯丝	29 (V_{p-p})	②	—	12
③	—	—	③	ABL	—	③	场电压	—
④	—	13	④	场电压	24	④	ABL	—
⑤	电源	111	⑤	—	15	⑤	—	—
⑥	行管集电极	110	F	聚焦	6.2~9kV	F	聚焦	5.8~7.8kV
⑦	—	—	⑥	电源	113	⑥	电源	107
⑧	视放电压	190	⑦	地	0	⑦	视放电压	190
⑨	灯丝	28 (V_{p-p})	⑧	行管集电极	113	⑧	—	—
F	聚焦	3.6~6kV	⑨	—	—	⑨	—	—
			⑩	—	—	⑩	行管集电极	107
			S	加速	380~1100	S	加速极	220~840
18in 松下 TC-801DH (引脚逆布)			14in 日立 CRP-450D (引脚逆布)			16in 日立 CAP-161D (引脚逆布)		
引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V
①	地	0	①	空	—	①	开关电源	—
②	ABL	—	②	AFC	—	②	开关电源	28 (V_{p-p})
③	—	—	③	电源	108	③	—	14
④	—	13	④	—	12	④	ABL	—
⑤	电源	111	⑤	ABL	—	⑤	灯丝	28 (V_{p-p})
⑥	行管集电极	110	⑥	—	—	F	聚焦	5.2~8.1kV
⑦	—	—	⑦	行管集电极	108	⑥	电源	111
⑧	视放电压	190	⑧	—	—	⑦	视放电压	180
⑨	灯丝	28 (V_{p-p})	⑨	—	—	⑧	场电压	53
S	加速极	180~790	⑩	视放电压	180	⑨	地	0
			⑪	地	0	⑩	行管集电极	110
			⑫	灯丝	28 (V_{p-p})	S	加速极	230~870
18in 松下 TC-1830DHN (引脚逆布)			14in 日立 CRP-451D (引脚逆布)			18in 日立 CEP-321D (引脚逆布)		
引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V
①	地	0	①	开关电源	28 (V_{p-p})	①	开关电源	—
②	灯丝	31 (V_{p-p})	②	开关电源	—	②	开关电源	28 (V_{p-p})
③	空	—	③	—	12.5	③	—	14
④	—	25	④	ABL	—	④	ABL	—
⑤	ABL	—	⑤	灯丝	28 (V_{p-p})	⑤	灯丝	28 (V_{p-p})
⑥	电源	113	F	聚焦	5.8~8.2kV	F	聚焦	6.2~8kV
⑦	行管集电极	110	⑥	电源	111	⑥	电源	110
⑧	开关电源	42 (V_{p-p})	⑦	视放电压	180	⑦	视放电压	175
⑨	视放电压	190	⑧	场电压	52	⑧	场电压	52
⑩	ABL	—	⑨	地	0	⑨	地	0
S	加速极	380~920	⑩	行管集电极	110	⑩	行管集电极	110
			S	加速	220~840	S	加速	220~850

(续)

20in 日立 CPP-2005 (引脚逆布)			18in 日电 CT-1802PDH (引脚逆布)			18in 金星 C46-1 (引脚顺布)		
引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V
①	开关电源	—	①	场电压	40	①	ABL	—
②	开关电源	9 (V_{p-p})	②	—	12	②	—	13
③	—	14.5	③	电源	115	③	开关电源	—
④	ABL	—	④	灯丝	29 (V_{p-p})	④	—	—
⑤	灯丝	28 (V_{p-p})	⑤	AFC	—	⑤	行管集电极	118
F	聚焦	6.7~9kV	F	聚焦	5.7~10kV	⑥	—	—
⑥	电源	111	⑥	视放电压	185	⑦	电源	118
⑦	视放电压	190	⑦	ABL	—	⑧	地	0
⑧	场电压	25	⑧	地	0	⑨	视放电压	180
⑨	地	0	⑨	地	0	⑩	灯丝	28 (V_{p-p})
⑩	行管集电极	110	⑩	行管集电极	115	F	聚焦	7.6kV
S	加速极	520~1100	S	加速极	390~940			
20in 日立 CTP-236D (引脚逆布)			18in 日电 18T672PD (引脚逆布)			22in 金星 C56-402 (引脚顺布)		
引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V
①	空	—	①	场电压	41	①	ABL	—
②	地	0	②	—	15	②	—	12
③	电源	108	③	地	0	③	开关电源	—
④	—	12	④	灯丝	28 (V_{p-p})	④	—	—
⑤	ABL	—	⑤	场脉冲	132 (V_{p-p})	⑤	行管集电极	118
⑥	地	0	F	聚焦	7~9kV	⑥	—	—
⑦	行管集电极	108	⑥	电源	110	⑦	电源	118
⑧	—	—	⑦	ABL	—	⑧	地	0
⑨	—	—	⑧	—	—	⑨	视放电压	200
⑩	视放电压	180	⑨	视放电压	190	⑩	灯丝	28 (V_{p-p})
⑪	地	0	⑩	行管集电极	110	F	聚焦	9kV
⑫	灯丝	28 (V_{p-p})	S	加速极	200~710			
21in 日立 CTP-2125 (引脚逆布)			14in 金星 C37-401 (引脚顺布)			14in 三洋 CTP-3940 (引脚顺布)		
引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V
①	开关电源	—	①	ABL	—	①	—	—
②	开关电源	9 (V_{p-p})	②	—	14	②	视放电压	220
③	—	14	③	开关电源	—	③	—	—
④	ABL	—	④	—	—	④	行管集电极	210
⑤	灯丝	28 (V_{p-p})	⑤	行管集电极	118	⑤	ABL	—
⑥	电源	115	⑥	—	—	⑥	AFC	—
⑦	视放电压	190	⑦	电源	118	⑦	场电压	40
⑧	场电压	26	⑧	地	0	⑧	—	18
⑨	地	0	⑨	视放电压	180	⑨	灯丝	—
⑩	行管集电极	115	⑩	灯丝	28 (V_{p-p})	⑩	灯丝	28 (V_{p-p})
			F	聚焦	7.4kV	F	聚焦	11kV

(续)

14in 三洋 CTP-3916 (引脚顺序)			20in 三洋 CTP-6518 (引脚顺序)			18in 夏普 C-1838DK (引脚顺序)		
引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V
①	灯丝	28 (V_{p-p})	①	灯丝	28 (V_{p-p})	①	行管集电极	116
②	行管集电极	80	②	行管集电极	80	②	地	0
③	—	—	③	—	—	③	电源	116
④	灯丝	—	④	灯丝	—	④	视放电压	180
⑤	场电压	33	⑤	场电压	40	⑤	—	—
⑥	AFC	—	⑥	AFC	—	⑥	选通脉冲	144 (V_{p-p})
⑦	—	150	⑦	—	15	⑦	ABL	—
⑧	亮度控制	—	⑧	亮度控制	—	⑧	灯丝	28 (V_{p-p})
⑨	—	—	⑨	—	—	⑨	地	0
⑩	ABL	—	⑩	—	—	⑩	加速极	510~1100
⑪	—	—						
⑫	视放电压	160						
14in 三洋 CTP-3905A (引脚顺序)			14in 夏普 C-1411DK (引脚顺序)			18in 夏普 C-1805DK (引脚顺序)		
引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V
①	电源	130	①	ABL	—	①	行管集电极	115
②	—	—	②	开关电源	20 (V_{p-p})	②	—	—
③	—	—	③	AFC	140 (V_{p-p})	③	电源	115
④	ABL	—	④	场电压	58	④	视放电压	180
⑤	AFC	—	⑤	行管集电极	110.5	⑤	—	—
⑥	—	15	⑥	地	0	F	聚焦	6.2~8kV
⑦	行管集电极	130	⑦	灯丝	29 (V_{p-p})	⑥	空	—
⑧	空	—	⑧	电源	111	⑦	地	0
⑨	地	0	⑨	开关电源	—	⑧	ABL	—
⑩	灯丝	28 (V_{p-p})	⑩	—	14.5	⑨	灯丝	28 (V_{p-p})
⑪	亮度控制	—				⑩	—	—
⑫	加速极	210~790				S	加速极	420~860
20in 三洋 CTP-5904P (引脚顺序)			14in 夏普 C-3700DK (引脚顺序)			18in 夏普 C-1803DK (引脚顺序)		
引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V
①	电源	130	①	—	14	①	行管集电极	115
②	—	—	②	场电压	24	②	场电压	25
③	—	—	③	行管集电极	115	③	电源	115
④	ABL	—	④	电源	115	④	相位检波	180 (V_{p-p})
⑤	AFC	—	⑤	电调谐器	-30	⑤	灯丝	28 (V_{p-p})
⑥	—	15	⑥	AFC	165 (V_{p-p})	⑥	视放电压	170
⑦	行管集电极	130	⑦	地	0	⑦	地	0
⑧	空	—	⑧	视放电压	150	⑧	—	14
⑨	地	0	⑨	ABL	—	⑨	ABL	—
⑩	灯丝	28 (V_{p-p})	⑩	灯丝	28 (V_{p-p})	⑩	开关电源	9 (V_{p-p})
⑪	亮度控制	—	⑪	开关电源	20 (V_{p-p})	⑪	开关电源	—
⑫	加速	340~1020	⑫	开关电源	—	S	加速	540~1100

(续)

20in 夏普 C-2001DK (引脚顺序)			18in 东芝 C-182E5C (引脚顺序)			20in 东芝 C-201E3C (引脚顺序)		
引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V
①	开关电源	—	①	行管集电极	113.8	①	行管集电极	113.8
②	开关电源	9 (V_{p-p})	②	电源	111	②	视放电压	175
③	AFC	165 (V_{p-p})	③	视放电压	180	③	电源	114
④	地	0	④	地	0	④	地	0
⑤	视放电压	175	⑤	空	—	⑤	空	—
⑥	灯丝	29 (V_{p-p})	F	聚焦	5.4~8.1kV	F	聚焦	5.5~8.5kV
⑦	ABL	—	⑥	场电压	43	⑥	ABL	—
⑧	场电压	24	⑦	—	12	⑦	—	1.2
⑨	行管集电极	106	⑧	ABL	—	⑧	场电压	44
⑩	电源	115	⑨	灯丝	28 (V_{p-p})	⑨	灯丝	29 (V_{p-p})
⑪	—	16	⑩	选通脉冲	160 (V_{p-p})	⑩	相位检波	150 (V_{p-p})
S	加速极	200~610	S	加速	380~920	S	加速极	280~870
21in 夏普 C-5405DK (引脚顺序)			18in 东芝 HC47-II (引脚顺序)			14in 北京 863 (引脚顺序)		
引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V
①	—	14	①	行管集电极	120	①	—	17
②	场电压	27	②	视放电压	190	②	ABL	—
③	行管集电极	116	③	电源	114	③	相位检波	—
④	电源	115	④	地	0	④	地	0
⑤	电调谐器	-30	⑤	空	—	⑤	灯丝	28 (V_{p-p})
⑥	AFC	165 (V_{p-p})	⑥	ABL	—	⑥	—	—
⑦	地	0	⑦	—	16.5	⑦	电源	110
⑧	视放电压	160	⑧	场电压	47	⑧	视放电压	180
⑨	ABL	—	⑨	灯丝	28 (V_{p-p})	⑨	—	—
⑩	灯丝	28 (V_{p-p})	⑩	相位检波	150 (V_{p-p})	⑩	行管集电极	110
⑪	开关电源	—						
⑫	开关电源	9 (V_{p-p})						
18in 东芝 HC47-III (引脚顺序)			20in 东芝 C-2021Z (引脚顺序)			14in 北京 837 (引脚顺序)		
引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V
①	行管集电极	112	①	场电压	42	①	—	16
②	电源	112	②	—	16.5	②	ABL	—
③	视放电压	180	③	地	0	③	地	0
④	地	0	④	灯丝	28 (V_{p-p})	④	地	0
⑤	开关电源	112	⑤	AFC	160 (V_{p-p})	⑤	灯丝	28 (V_{p-p})
⑥	—	12	⑥	电源	112	⑥	电源	114
⑦	—	—	⑦	ABL	—	⑦	视放电压	160
⑧	ABL	—	⑧	空	—	⑧	—	—
⑨	—	—	⑨	视放电压	170	⑨	—	—
⑩	灯丝	29 (V_{p-p})	⑩	行管集电极	112	⑩	行管集电极	120

(续)

22in 北京 839 (引脚顺序)			20in 索尼 KV-2062CH (引脚顺序)			14in 佳丽彩 EC-141D (引脚顺序)		
引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V
①	灯丝	28 (V_{p-p})	①	灯丝	28 (V_{p-p})	①	场电压	44
②	ABL	—	②	灯丝	—	②	—	18
③	地	0	③	场电压	24	③	地	0
④	地	0	④	视放电压	200	④	灯丝	28 (V_{p-p})
⑤	—	16	⑤	电源	115	⑤	AFC	165 (V_{p-p})
⑥	空	—	⑥	行管集电极	115	⑥	电源	112
⑦	视放电压	185	⑦	—	15	⑦	ABL	—
⑧	行管集电极	115	⑧	ABL	—	⑧	—	—
⑨	电源	115	⑨	—	—	⑨	视放电压	165
F	聚焦	8.9kV	⑩	地	0	⑩	行管集电极	112
			⑪	备用	—			
			⑫	地	0			
14in 索尼 KV-1430CH (引脚顺序)			20in 索尼 KV-2092CH (引脚顺序)			20in 佳丽彩 EC-2063AR (引脚顺序)		
引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V
①	灯丝	28 (V_{p-p})	①	灯丝	28 (V_{p-p})	①	场电压	190
②	地	0	②	地	0	②	行管集电极	113
③	—	—	③	—	—	③	AFC	160 (V_{p-p})
④	视放电压	180	④	视放电压	200	④	电源	112
⑤	电源	115	⑤	电源电压	115	⑤	—	—
⑥	行管集电极	115	⑥	行管集电极	115	F	聚焦	4.8 ~ 7.6kV
⑦	—	15	⑦	—	15	⑥	场电压	45
⑧	ABL	—	⑧	ABL	—	⑦	ABL	—
⑨	场电压	24	⑨	—	24	⑧	地	0
⑩	地	0	⑩	地	0	⑨	—	12
⑪	AFC	—	⑪	—	—	⑩	灯丝	28 (V_{p-p})
⑫	地	0	⑫	地	0	S	加速极	220 ~ 860
18in 索尼 KV-1882CH (引脚顺序)			14in 佳丽彩 EC-142D (引脚顺序)			20in 佳丽彩 EC-2061D (引脚顺序)		
引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V
①	地	0	①	场电压	50	①	视放电压	175
②	灯丝	28 (V_{p-p})	②	—	16	②	—	—
③	—	—	③	地	0	③	行管集电极	112
④	视放电压	200	④	灯丝	28 (V_{p-p})	④	AFC	165 (V_{p-p})
⑤	电源	115	⑤	AFC	110 (V_{p-p})	⑤	电源	112
⑥	行管集电极	110	F	聚焦	4 ~ 6kV	⑥	聚焦	4 ~ 6.8kV
⑦	—	15	⑥	电源	112	F	场电压	44
⑧	ABL	—	⑦	ABL	—	⑦	ABL	—
⑨	场电压	23	⑧	—	—	⑧	地	0
⑩	地	0	⑨	—	—	⑨	—	14
⑪	空	—	⑩	视放电压	175	⑩	灯丝	28 (V_{p-p})
⑫	地	—	⑪	行管集电极	112	⑪	加速极	220 ~ 860
			S	加速极	220 ~ 800	S	加速极	220 ~ 860

(续)

20in 佳丽彩 EC-206D (引脚顺序)			14in 康艺 KTB-3781A (引脚顺序)			20in 康艺 KTN-5145 (引脚顺序)		
引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V
①	场电压	50	①	场电压	44	①	场电压	48
②	—	16	②	—	17.5	②	—	20
③	地	0	③	电源	105	③	电源	115
④	灯丝	28 (V_{p-p})	④	灯丝	29 (V_{p-p})	④	灯丝	29 (V_{p-p})
⑤	AFC	160 (V_{p-p})	⑤	AFC	140 (V_{p-p})	⑤	AFC	165 (V_{p-p})
F	聚焦	3.6~5.5kV	F	聚焦	4.6~7kV	F	聚焦	7~9kV
⑥	电源	112	⑥	空	—	⑥	空	—
⑦	ABL	—	⑦	ABL	—	⑦	ABL	—
⑧	—	—	⑧	地	0	⑧	地	0
⑨	视放电压	175	⑨	视放电压	175	⑨	视放电压	195
⑩	行管集电极	112	⑩	行管集电极	105	⑩	行管集电极	115
S	加速极	260~820	S	加速极	230~850	S	加速极	200~710
22in 佳丽彩 EC-227D (引脚顺序)			14in 康艺 KTN-3722 (引脚顺序)			20in 康艺 KTB-5132 (引脚顺序)		
引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V
①	场电压	51	①	场电压	44	①	场电压	49
②	—	16	②	—	18	②	—	16.5
③	地	0	③	灯丝	29 (V_{p-p})	③	地	0
④	灯丝	28 (V_{p-p})	④	地	—	④	灯丝	29 (V_{p-p})
⑤	AFC	165 (V_{p-p})	⑤	AFC	170 (V_{p-p})	⑤	AFC	140 (V_{p-p})
F	聚焦	4~6kV	F	聚焦	4~6.2kV	F	聚焦	3.5~7kV
⑥	电源	112	⑥	电源	110	⑥	电源	112
⑦	ABL	—	⑦	ABL	—	⑦	ABL	—
⑧	空	—	⑧	空	—	⑧	—	—
⑨	视放电压	165	⑨	视放电压	180	⑨	视放电压	180
⑩	行管集电极	—	⑩	行管集电极	—	⑩	行管集电极	109
S	加速极	410~870	S	加速极	210~870	S	加速极	180~720
22in 丽佳 22AS (引脚顺序)			14in 康艺 KT-8135 (引脚顺序)			14in 康立 T-7701 (引脚顺序)		
引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V
①	空	—	①	场电压	43	①	灯丝	28 (V_{p-p})
②	行管集电极	114	②	—	16.5	②	视放电压	190
③	—	—	③	地	0	③	行管集电极	113
④	灯丝	28 (V_{p-p})	④	灯丝	28 (V_{p-p})	④	电源	113
⑤	AFC	110 (V_{p-p})	⑤	AFC	160 (V_{p-p})	⑤	—	25
⑥	地	0	⑥	电源	110	⑥	ABL	—
⑦	电源	114	⑦	ABL	—	⑦	地	0
⑧	视放电压	180	⑧	—	—	F	聚焦	3.5~6kV
⑨	ABL	—	⑨	视放电压	170			
⑩	—	16	⑩	行管集电极	110			
⑪	—	—						
⑫	空	—						

(续)

14in 康佳 T-7701 (引脚顺序)			20in 快乐 EC-2061 (引脚逆布)			20in 夏华 XT-5102 (引脚顺序)		
引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V
①	灯丝	28 (V_{p-p})	①	灯丝	28 (V_{p-p})	①	场电压	41
②	—	24	②	—	12	②	—	16
③	电源	112	③	地	0	③	电源	110
④	行管集电极	112	④	ABL	—	④	灯丝	29 (V_{p-p})
⑤	开关电源	19 (V_{p-p})	⑤	场电压	41	⑤	AFC	170 (V_{p-p})
⑥	地	0	⑥	电源	112	F	聚焦	4.2 ~ 7.8kV
⑦	ABL	—	⑦	AFC	165 (V_{p-p})	⑥	空	—
⑧	地	0	⑧	行管集电极	113	⑦	ABL	—
⑨	视放电压	190	⑨	视放电压	175	⑧	地	0
F	聚焦	3.5 ~ 6kV	S	加速极	170 ~ 770	⑨	视放电压	170
						⑩	行管集电极	110
						S	加速极	220 ~ 870
18in 康佳 KK-7701 (引脚顺序)			20in 快乐 EC-206T (引脚逆布)			14in 东洋 SE-1438G (引脚顺序)		
引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V
①	灯丝	28 (V_{p-p})	①	灯丝	29 (V_{p-p})	①	—	16
②	—	25	②	—	12	②	AFC	137 (V_{p-p})
③	电源	112	③	地	0	③	灯丝	28 (V_{p-p})
④	行管集电极	113	④	ABL	—	④	场电压	21
⑤	开关电源	19 (V_{p-p})	⑤	场电压	45	⑤	电源	103
⑥	开关电源	—	⑥	电源	112	F	聚焦	3.9 ~ 5.5kV
⑦	ABL	—	⑦	AFC	150 (V_{p-p})	⑥	地	0
⑧	地	0	⑧	行管集电极	112	⑦	ABL	—
⑨	视放电压	190	⑨	视放电压	160	⑧	视放电压	175
F	聚焦	3.9 ~ 6kV	S	加速极	180 ~ 520	⑨	备用	—
						⑩	行管集电极	103
						S	加速极	150 ~ 700
20in 康佳 KK-7920B (引脚顺序)			14in 夏华 XC-3718 (引脚顺序)			18in 东洋 SE-1838G (引脚顺序)		
引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V
①	开关电源	20 (V_{p-p})	①	场电压	42	①	—	16
②	开关电源	112	②	—	16	②	AFC	137 (V_{p-p})
③	—	12	③	电源	110	③	灯丝	28 (V_{p-p})
④	场电压	12	④	灯丝	28 (V_{p-p})	④	场电压	24
⑤	灯丝	28 (V_{p-p})	⑤	AFC	180 (V_{p-p})	⑤	视放电压	175
⑥	地	0	⑥	空	—	F	聚焦	3.9 ~ 5.5kV
⑦	ABL	—	⑦	ABL	—	⑥	地	0
⑧	视放电压	200	⑧	地	0	⑦	ABL	—
⑨	电源	112	⑨	视放电压	170	⑧	电源	103
⑩	行管集电极	112	⑩	行管集电极	—	⑨	备用	—
⑪	地	0				⑩	行管集电极	103
S	加速极	380 ~ 1020				S	加速极	150 ~ 700

(续)

14in 德律风根 2006 型 (引脚顺序)			14in 欧利安 14PS (引脚顺序)			14in JVC725S 型 (引脚顺序)		
引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V
①	—	—	①	视放电压	185	①	行管集电极	110
②	电源	118	②	—	—	②	—	—
③	—	—	③	开关电源	—	③	开关电源	40 (V_{p-p})
④	ABL	—	④	场电源	25	④	—	—
⑤	—	—	⑤	电源	101	⑤	—	—
⑥	行管集电极	118	F	聚焦	4~6.7kV	⑥	ABL	—
F	聚焦	7.2kV	⑥	ABL	—	⑦	—	—
			⑦	行管集电极	104	⑧	ABL	—
			⑧	—	—	⑨	—	—
			⑨	地	0	⑩	电源	110
			⑩	—	14	⑪	音频功放电压	13
			S	加速极	120~600	⑫	场电压	24
						⑬	灯丝	28 (V_{p-p})
						⑭	电调谐器	32
						⑮	地	0
						⑯	地	0
						⑰	—	12
						⑱	视放电压	190
20in 德律风根 500 型 (引脚顺序)			20in 欧利安 20PS 型 (引脚顺序)			20in JVC775S (引脚顺序)		
引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V
①	—	—	①	视放电压	175	①	行管集电极	110
②	电源	118	②	—	—	②	—	—
③	—	—	③	开关电源	200 (V_{p-p})	③	开关电源	110 (V_{p-p})
④	ABL	—	④	场电压	25	④	—	—
⑤	—	—	⑤	电源	101	⑤	—	—
⑥	行管集电极	118	F	聚焦	5.2~8.6kV	⑥	ABL	—
F	聚焦	7.4kV	⑥	—	14	⑦	—	—
			⑦	行管集电极	104	⑧	—	—
			⑧	地	0	⑨	电源	110
			⑨	AFC	130 (V_{p-p})	⑩	音频功放电压	14
			⑩	ABL	—	⑪	场电压	25
			S	加速极	210~810	⑫	灯丝	28 (V_{p-p})
						⑬	电调谐器	32
						⑭	地	0
						⑮	地	0
						⑯	—	12
						⑰	视放电压	190
22in 德律风根 6016 型 (引脚顺序)			18in JVC7695 (引脚顺序)					
引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V			
①	—	—	①	—	17			
②	电源	118	②	场电压	12			
③	—	—	③	相位检波	—			
④	ABL	—	④	地	0			
⑤	—	—	⑤	灯丝	28 (V_{p-p})			
⑥	行管集电极	118	⑥	ABL	—			
F	聚焦	7.4kV	⑦	视放电压	190			
			⑧	电源	110			
			⑨	—	—			
			⑩	行管集电极	110			

第十节 彩色显像管和管座

彩色显像管是彩色电视机中最贵重的元器件，虽然它的故障率很低，但由于它价格贵，所以在修理中保护它免受损坏的最主要元件。

一、种类

彩色显像管主要有下列三种

1) 三枪三束管，即荫罩管，这种显像管50年代发明，生产工艺比较成熟，图像质量较好，但由于它的会聚电路复杂、调整麻烦，所以一般彩色电视机中不采用这种彩色显像管，它主要用于高清晰度电视机和监视器中。

2) 单枪三束管，这是20世纪60年初期发明的，它的三束电子束一字形排列，会聚电路简化了，调整也简单了一些，但调整仍然比较麻烦。

3) 自会聚彩色显像管，这是目前大量使用的彩色显像管，这是70年代初发明的彩色显像管，它是单枪三束彩色显像管基础上发展起来的。它是利用特殊的偏转线圈，配以显像管内部精密的电子枪，使三束电子束能较好地实现会聚，从而这种显像管没有会聚电路，调整方便，会聚稳定。

二、自会聚彩色显像管结构及工作原理

彩色显像管的基本结构和工作原理基本上同黑白显像管相似，它也是用灯丝加热阴极，使阴极发射电子，这一电子被加速极加速，并由聚焦极形式的电子聚焦透镜聚焦成很细的电子束，再在高压阳极高压的强电场作用下电子束进一步加速，电子束轰击荧光粉，完成电—光转换。彩色显像管在下列方面与黑白显像管有着重大不同之处：

1) 黑白显像管只显示黑白图像，故每个像素中只有一个荧光点，而彩色显像管要显示彩色图像，所以每个像素中有红、绿、蓝三种不同的荧光粉。

2) 彩色显像管有红、绿、蓝三个电子束，可以采用三枪三束方式，也可以采用单枪三束方式，而黑白显像管只有一个电子束。彩色显像管有三个阴极，黑白显像管只有一个阴极。

3) 彩色显像管利用空间混色原理获得彩色效果。屏幕上每个像素有三种不同颜色的荧光粉点（或条）构成，这样的像素共有40多万个。对每个像素而言，3个不同发光点（或条）因相距很近，加上观看距离光较远，这样便能感觉到是一个点的颜色而不是三个不同点，这便是空间混色原理。

1. 电子枪结构及工作原理

自会聚彩色显像管电子枪结构具有下列一些特点：

1) 采用精密的一字形排列电子枪，如图5-70所示，这是单枪三束的一体化电子枪结构，从图中可以看了同，它的红、绿、蓝三个阴极在水平方向按一字形排列，绿色阴极在中间，红、蓝阴极紧靠绿色阴极。它的控制栅极、加速极、聚焦极都做成一体化，并开有小孔，让红、绿、蓝电子束通过。

由于红、绿、蓝三个阴极水平排列，这样消除了垂直方向的会聚误差。由于绿色阴极居中，且高度的精密，也无会聚误差。红、蓝阴极与绿色阴极一字排列，使三束电子束在同一个水平面内，所以垂直方向的会聚误差小，这样自会聚显像管

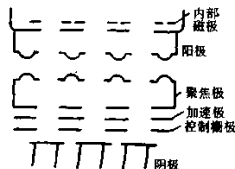


图 5-70 单枪三束一体化
电子枪结构示意图

只需要进行水平方向的会聚调整。

2) 快速启动式阴极使显像管在开机后 5s 内能够出现光栅。这是因为自会聚显像管的阴极几何尺寸小, 灯丝与阴极靠得近, 这使得阴极的温度上升快, 实现快速启动。这种显像管的灯丝电流小, 而且无需预热电路。

3) 采用大口径电子透镜聚焦, 因此图像清晰度高。

4) 设有磁分路器和磁增强器, 它们用来进行会聚校正。

2. 荧光屏和荫罩板结构及工作原理

自会聚显像管的荧光屏呈球面状, 在荧屏涂有如图 5-71 所示的荧光粉条 (不是荧光粉点), 它的特点是三条 1 组、垂直方向、交替和连续变化的三基色 (红、绿、蓝) 荧光粉条。同时, 在无荧光粉的部位涂黑, 以提高荧光粉的亮度。

如图 5-72 所示是自会聚显像管的荫罩板结构示意图。从图中可以看出, 板上开有品字分布的孔, 每个孔对应荧光屏上的一组红、绿、蓝荧光粉条。荫罩板也呈球面状, 设在荧光屏前面。

3. 调节磁环

如图 5-73 所示是自会聚显像管偏转线圈、色纯调节磁环和静会聚磁环位置示意图。

三、型号命名方法

1. 国际统一表示方法

在国际统一表示方法中, 型号共有五部分组成, 如下所示:

第一部分	第二部分	第三部分	第四部分	第五部分
表示用途	表示对 角线尺寸	表示制造 国及类型	表示荧光 屏类型	表示偏转 线圈型号

第一部分用 A 表示电视机用图像彩色显像管, 用 M 表示显示器。

第二部分用数字表示屏幕有效的发光对角线尺寸, 单位为 cm。

第三部分中第 1 个字母表示制造国家, 如“J”表示日本、“A”表示美国, 第 2、3 字母表示该国的系列代号。

第四部分用 X 表示荧光屏是彩色型。

第五部分表示彩色显像管的偏转线圈型号。

2. 日本国表示方法

日本生产的彩色显像管的型号共有 4 部分组成, 如下所示:

第一部分	第二部分	第三部分	第四部分
表示屏幕 对角线尺寸	表示编号	表示荧 光类型	表示偏转 线圈型号

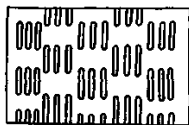


图 5-71 荧光粉条示意图

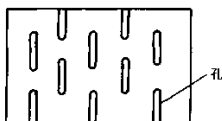


图 5-72 自会聚显像管荫罩板结构示意图

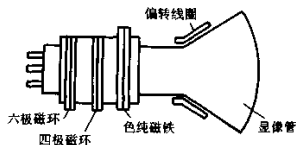


图 5-73 自会聚显像管偏转线圈、磁环位置示意图

第一部分用数字表示屏幕对角线的尺寸，单位为 mm。

第二部分用英文字母表示管型编号。

第三部分用字母和数字混合标注，表示荧光屏类型，例如用 B22 表示彩色类型。

第四部分用字母和数字表示偏转线圈型号。

3. 西欧国家表示方法

西欧国家按欧洲 PE 标准彩色显像管型号由 4 部分组成：

第一部分	第二部分	第三部分	第四部分
表示电子束管类别	表示屏幕对角线尺寸	表示管型编号	表示荧光屏类型

第一部分用英文字母表示电子束管的类别，用 A 表示图像显像管。

第二部分用数字表示屏幕对角线的尺寸单位为 cm。

第三部分用数字表示管型编号。

第四部分用英文字母表示荧光屏类型，用 X 表示彩色类型。

四、色纯度调整方法

色纯磁铁同黑白电视机中的中心位置调高节器十分相似，也是两个磁环，套在显像管的管颈上，具体位置见图 5-74 所示。

色纯度是指彩色显像管单基色显示的纯净程度，例如要求红电子束只轰击红色荧光粉条，而不要轰击到其他颜色荧光粉条上，否则光栅就不是纯红的光栅，这就是色纯度不好。

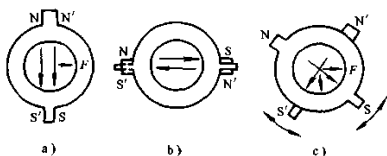


图 5-74 色纯度磁铁示意图

如图 5-74a 所示是合成磁场最大，对电

子束的偏转偏移方向为向右。图 5-74b 所示为合成磁场为零，无附加位移作用。图 5-74c 所示是两磁环角为 90° ，合成磁场方向为向下，附加偏向右。

从上述调节原理可知，改变色纯磁铁的角度不只是影响一个电子束的偏转，而是要同时对红、绿、蓝 3 个电子束产生相同的偏移量，所以在调节色纯度时还要配合调整静会聚。另外，色纯度的调整还会对光栅的中心位置产生影响，这些要在调整中注意。

自会聚显像管不存在垂直方向的色纯度偏差，只存在水平方向的色纯度偏差，故调节色纯磁铁时只要将两磁环与垂直方向对称，如图 5-74c 所示，做相对转动即可，因为这时产生的附加偏移为水平方向的。在一些显像管中，色纯磁铁做成由齿轮带动，只作相对转动结构形式，以方便调整色纯度。

色纯度调节方法有多种，这里介绍自会聚显像管中的一种调整方法：先拔掉 G—Y 色差信号插头，将偏转线圈向管座方向拉出，荧光屏上出现如图 5-75 所示的色带，调节色纯度磁铁，使两边的色带面积相等。



图 5-75 色带示意图

再插上 G—Y 信号插头，然后将显像管偏转线圈慢慢向锥体方向推动，直到出现较理想的白色光栅。然后，拔掉 G—Y、B—Y 色差信号插头，应得到纯红的光栅，若红色纯度不好，则要重复上述过程再调整。

五、静会聚调整方法

自会聚显像管由于采用了自校正特殊场型的偏转线圈,以及在显像管内设置了磁增强器和磁分路器的方法,实现了动会聚,但静会聚仍需要调整。

所谓静会聚误差是指荧光屏中心区域三支电子束的会聚误差,所谓动会聚误差是指荧光屏中心区域以外的区域的会聚误差。

为了进行静会聚调整,在显像管的管颈处设有两组磁环。在这两组磁环中,一组是4极性磁环,另一组是六极性磁环。4极性磁环可以使红、蓝电子束产生上下左右方向等量的相反方向的偏移,而对居中的绿电子束无附加偏转作用,如图 5-76 所示。

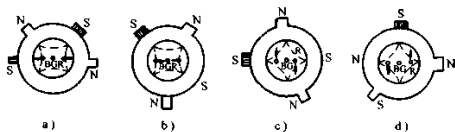


图 5-76 静会聚调整方法示意图

图 5-76a 所示为 B、R 电子不分别沿水平向外偏移,方向相反。图 5-76b 所示为 B、R 电子同时在水平方向向里偏移。图 5-76c、d 所示是 R、B 电子束向上或向下偏移的示意图。

如图 5-77 所示是六极性磁环示意图。从图中可以看出,六极性磁环可以使 B、R 电子束作等量的同方向偏移,六极性磁环对居中的绿电子束也无影响。

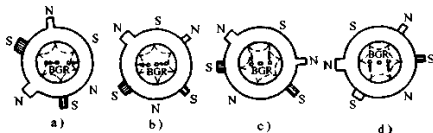


图 5-77 六极性磁环示意图

自会聚显像管的静会聚调整方法如下:

第一步在调整静会聚前,先调好色纯度,否则静会聚是调不好的。用电视信号发生器注入方格图形信号,将色饱和度关在最小位置,亮度和对比度旋设在正常使用的位置上。

第二步相对转动两个 4 极性磁环,使它们的突耳相对张开,使荧光屏中心部分的红、蓝垂直条垂直重合,呈紫色条。

第三步保持两个 4 极性磁环的相对位置不变(突耳角度不变),一起转动四极性磁环,使红、蓝水平直条重合,成为紫色水平条。

第四步相对转动两个六极性磁环,使它们的突耳相互分开,使紫色和绿色垂直条重合,呈白色。

第五步使两个六极性磁环的相对位置不变(两突耳夹角不变),整体转动两个六极性磁环,使紫色和绿色水平条重合,成白色。

通过上述调整达到静会聚的目的,有时调整会相互影响,故要反复调整。

表 5-73 静会聚调整方法

要求会聚的线	调整的磁环	磁环移动情况
垂直红和蓝	两个四极磁环	相对转动
水平红和蓝	两个四极磁环	同步转动
垂直紫(红、蓝)和绿	两个六极磁环	相对转动
水平紫(红、蓝)和绿	两个六极磁环	同步转动

表 5-73 所示是上述静会聚调整方法的小结。

六、动会聚调整

在自会聚彩色显像管中,采取了下面两条动会聚措施。

(1) 采用了动会聚自校正型偏转线圈,其中场偏转磁场设计成桶形形状的,如图 5-78a 所示,图中一个是场扫描上半场示意图,另一个是下半场示意图。对行偏转磁场设计成枕形的,图 5-78b 所示,为一个方向向下、另一个向上的行偏转枕形磁场示意图。



图 5-78 行、场偏转磁场示意图

(2) 磁分路器和磁增强器的会聚校正作用。

七、常规检测项目和检测方法

1. 检测项目

对彩色显像管的常规检测包括下列一些具体项目:

1) 通电下查看管颈尾部是否有灯丝亮的现象,若灯丝不亮则要测量显像管灯丝电极上的电压是否正常。

2) 当高压正常而无光栅时,要检测显像管电子枪是否已截止了,方法是测量三只视放管集电极电压(实际是在测量显像管的三个阴极电压),若均远大于正常值,则说明电子枪截止导致无光栅。当光栅缺色时,也应该这样检测,说明三支电子束中有一束消失了。

3) 加速极、阴极、控制栅极和灯丝电压可用万用表直流测量,聚焦极、阳极高压则不能用普通万用表去测量,无高压表时可用验电笔检测是否有高压的方法来检测(注意验电笔只能接近,不能相碰)。

2. 万用表判断彩色显像管是否老化的方法

采用万用表检测彩色显像管是否老化的方法是:将显像管除灯丝引脚外全部空着,给灯丝加上 6.3V 电压,用 500 型万用表的 $R \times 100$ 档,黑表棒接控制极,红表棒分别接红、绿、蓝三个阴极,测量三个阴、栅极之间的电阻值。

若测量的阻值大于 $10k\Omega$,则说明已老化了;若阻值在 $5 \sim 10k\Omega$ 之间,说明已开始老化,但还能再用一段时间。若阻值在 $1 \sim 5k\Omega$ 之间,则说明彩管正常,未老化。

对已老化彩色显像管,可采取适当加大灯丝电流的方法来提高阴极电子发射能力,一般在灯丝回路中串有一只几欧姆的熔断电阻器(一般为 2.2Ω 、 3.3Ω),为加大灯丝电流可适当减小这一限流保护电阻的阻值,可再并一只 2.2Ω 或 3.3Ω 电阻,但仍要注意灯丝的过流保护,如串联一只 1A 的速熔熔断丝。

八、更换彩色显像管方法

更换彩色显像管的具体操作步骤和方法如下:

第一步切断电视机电源,打开机壳,将与显像管相连的所有接插件解除,它们包括管座、偏转插头、会聚插头、高压插头、消磁线圈插头、接地插头等等,在拔下各插头前对各插头作用、位置作一个记录,以防装配时出差错。在拔下超高压插头之前,要进行多次放电,以确保安全。对于无插头的引线要焊下,并做好记录。

第二步拆卸妨碍拆下显像管的有关线路板等,如选台板等。再将显像管管颈上所有的元

件依次从管颈上取下，并一一依次排列好，以方便装配，取下的元件包括磁环组件、偏转线圈等。取下磁屏蔽罩和消磁线圈，松开显像管紧固螺丝，取出显像管，管面朝下放在桌上，在整个操作中要异常小心。

第三步装上新的显像管，按拆卸时的相反方向装配。在紧固显像管时要注意，螺丝要对角均匀拧紧。

第四步新管装好后，通常要进行一系列的调整，其中包括色度调整、静会聚调整、聚焦调整、光栅位置调整、白平衡调整等。

九、修理资料

这里给出部分彩色显像管主要参数，供检测、选配时参考，如表 5-74 所示，表中管脚分布如图 5-79 所示，表中灯丝电压均为 6、3V，最小值为 5、7V，最大值为 6.9V，带“×”者为直角平面图。

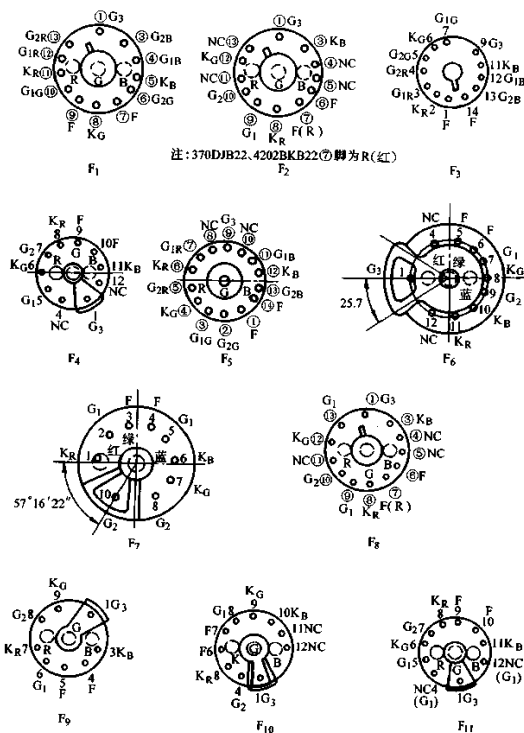


图 5-79 管脚分布示意图

表 5-74 部分彩色显像管主要参数

型 号	管径 /mm	典型工作条件				使用极限条件			管脚 排列图	牌号或 制造厂
		灯丝 电流 /mA	加速极电压 /V	聚焦极电压 /V	阳极 电压 /kV	截止电压 /V	加速极 电压 /V	聚焦极 电压 /V		
M34JBL20X	29.1	662	423 ~ 883	6020 ~ 6790	21	160	1000	10000	F ₁₀	松下
M34JCA01XB64	29.1	680	460 ~ 880	5850 ~ 6560	22	64 ~ 104	1000	7100	F ₁₁	日立
A37-570X	29.1	630	460 ~ 820	4700 ~ 5500	25	60 ~ 120	1100	6000	F ₂	飞利浦
370DJB22	29.1	600	300	3700 ~ 4400	22	60 ~ 120	1000	6000	F ₂	东芝
370DCB22	29.1	600	150 ~ 415	3700 ~ 4400	22	-100	1000	6000	F ₁	东芝
370AUB22	29.1	600	150 ~ 415	3360 ~ 4000	20	-100	1000	6000	F ₁	东芝
370BDB22	29.1	600	150 ~ 415	3360 ~ 4000	20	-100	1000	6000	F ₁	东芝
370DLB22	29.1	600	150 ~ 415	3700 ~ 4400	22	-100	1000	6000	F ₁	东芝
370FHB22	29.1	700	480	3200 ~ 4300	19	80 ~ 160	1000	6000	F ₂	三菱
370JRB22	22.5	475	285 ~ 635	5560 ~ 6360	22	120	1000	7500	F ₇	松下
370KSB22	22.5	300	300	5808 ~ 6512	22	60 ~ 115	1000	8000	F ₈	台湾省
A36JAR00X	22.5	300	250 ~ 560	6680 ~ 7390	20	60 ~ 115	1000	10000	F ₉	东芝
420AKB22	29.1	600	130 ~ 415	3700 ~ 1400	22	-100	1000	6000	F ₁	东芝
420BKB22	29.1	600	300	3860 ~ 4600	23	60 ~ 120	1000	6000	F ₂	东芝
420BHB22	29.1	600	150 ~ 415	3860 ~ 4600	23	-100	1000	6000	F ₁	东芝
420ALB22	29.1	600	150 ~ 415	3700 ~ 4400	22	-100	1000	6000	F ₁	东芝
420BMB22	29.1	600	150 ~ 415	3860 ~ 4600	22	-100	1000	6000	F ₁	东芝
420DCB22	29.1	662	295 ~ 640	5200 ~ 6050	25	120	1000	7000	F ₈	松下
420DEB22	29.1	662	295 ~ 640	4700 ~ 5900	25	120	1000	7000	F ₉	松下
420EB22	29.1	662	295 ~ 640	6400 ~ 7200	25	120	1000	10000	F ₁₀	松下
420ERB22	29.1	600	460 ~ 820	6120 ~ 6850	23		1000	7300	F ₈	日立
420FTB22	22.5	600	300	5810 ~ 6510	22	60 ~ 115	1000	7000		台湾省
420FSB22	22.5	600	300	5810 ~ 6510	22	60 ~ 115	1000	7000		台湾省
420GAB22	22.5	320	130 ~ 740	6120 ~ 6850	23	64 ~ 115	1000	7800	F ₉	日立
470HCB22	29.1	600	150 ~ 415	4200 ~ 5000	23	-100	1000	6000	F ₁	东芝
470FZB22	29.1	600	150 ~ 415	3860 ~ 4600	23	-100	1000	6000	F ₁	东芝
470EB22	36.5	900	100 ~ 700	0 ~ 100	24	57 ~ 125	1000	1000	F ₃	索尼
470KCB22	36.5	900	200 ~ 600	100 ~ 300	20	75 ~ 180	1000	1000	F ₃	日立
470TCB22	36.5	900	200 ~ 500	4200 ~ 5000	25	65 ~ 150	1000	6600	F ₃	松下
470MSB22	29.1	600	300	6980 ~ 7620	25	60 ~ 115	1000	10000		台湾省
470JMB22	29.1	680	160 ~ 820	4520 ~ 5280	24	120	1000	6000	F ₂	韩国
470LGB22	29.1	662	295 ~ 640	5200 ~ 6050	27.5	120	1000	7000	F ₈	松下
470LJB22	29.1	662	295 ~ 640	7040 ~ 7920	27.5	120	1000	10000	F ₈	松下
470NEB22	29.1	662	295 ~ 640	7300 ~ 8200	27.5	120	1000	10000	F ₁₁	松下
470ZB22	29.1	680	460 ~ 820	4700 ~ 5500	25	120	1000	6000	F ₂	韩国
510FXB22	29.1	900	330 ~ 670	1630 ~ 4800	21	80 ~ 170	1000	6000	F ₂	NEC
510LCB22	29.1	600	300	3860 ~ 4600	23	80 ~ 160	1000	6000	F ₂	东芝
510LDB22	29.1	600	150 ~ 415	4200 ~ 5000	23	-100	1000	6000	F ₁	东芝
510HWB22	29.1	675	160 ~ 820	4700 ~ 5500	25	110 ~ 200	1000	6600	F ₂	日立
510VAB22	29.1	675	460 ~ 820	6200 ~ 7500	24	110 ~ 200	1000	8000	F ₁	日立
510LAB22	29.1	600	150 ~ 415	4200 ~ 5000	25	60 ~ 120	1000	6000	F ₁	东芝
510KZB22	29.1	600	150 ~ 415	4200 ~ 5000	25	-100	1000	6000	F ₁	东芝

(续)

型 号	管径 /mm	典型工作条件					使用极限条件		管脚 排列图	牌号或 制造厂
		灯丝 电流 /mA	加速极电压 /V	聚焦极电压 /V	阳极 电压 /kV	截止电压 /V	加速极 电压 /V	聚焦极 电压 /V		
510HJB22	29.1	600	150~415	4200~5000	25	-100	1000	6000	F ₁	东芝
A51-570X	29.1	600	200~560	4700~5600	25		1000	6000	F ₂	飞利浦
A48JDK00X	29	680	230~665	6380~7150	25	64~115	1000	8000	F ₁	三菱
A48JBM05X	29.1	630	423~883	7040~7920	27.5	160	1000	11000	F ₄	松下
A51-556X	29.1	630	310~670	5200~6050	25	125	1000	8500	F ₂	松下
A48JCD08X	22.5	300	410~880	6330~7230	25	160	1000	8500	F ₉	松下
510SLB22	29.1	600	300	8090~8845	29	60~120	1000	10000		台湾省
510CDB22	29.1	600	300	6980~7620	25	60~120	1000	10000		台湾省
510SKB22	29.1	600	300	6980~7620	25	60~120	1000	10000		台湾省
510CEB22	29.1	600	300	6980~7620	25	60~115	1000	10000		台湾省
510MGB22	29.1	680	460~820	6650~7450	25	60~115	1000	10000	F ₁₁	
510NJB22	29.1	680	460~820	4700~5500	25	60~115	1000	6000	F ₂	
510LXB22	29.1	680	460~820	6650~7450	25	60~120	1000	10000	F ₂	韩国
510YXB22	22.5	300	250~560	7600~8400	25	60~115	1000	10000	F ₉	东芝
510RJB22	29.1	600	250~560	4450~5250	25	60~115	1000	60000	F ₂	东芝
510RZB22A	29	680	230~690	4700~5500	25	64~415	1000	60000	F ₂	三菱
510VXB22	29.1	630	423~883	7300~8200	27.5	160	1000	11000	F ₄	松下
510WXB22	29.1	662	295~640	5630~6340	22	120~160	1000	10000	F ₁₀	松下
A48JCD05X	22.5	300	450~880	6330~7230	25	85~160	1000	8500	F ₉	松下
* A51JAR00X	22.5	300	250~560	7600~8400	25	60~120	1000	10000	F ₉	东芝
* A51JFC01X	29	680	460~820	7880~8870	25	95~160	1000	9800	F ₄	日立
* A51JCL91X01	22.5	300	450~880	6330~7230	25	85~160	6000	8500	F ₉	松下
560BGB22	36.5	730	150~415	4200~5000	25	-100	1000	6000	F ₅	东芝
560AWB22	29.1	600	150~415	4030~4800	25	-100	1000	6000	F ₁	东芝
560BEB22	36.1	730	150~415	4030~4880	25	-100	1000	6000	F ₅	东芝
56SX101Y22	29.1	680	460~820	4700~5500	25	64~104	1000	6050	F ₂	彩虹

表 5-75 所示是彩色显像管代换资料, 供参考。

表 5-75 部分彩色显像管可互换型号对照表

370AUB22、370BDB22	370KSB22、A36AR00X 两者安装尺寸略不同
370BGB22、370DL22	A37-554X、370GHB22, 两者管脚略有不同
370DJB22、370FHB22	A37-570X、M34JBL20X 互换时需改动管脚引线
370EFB、A33JBL00X 互换时需改动管脚引线	M34JCA01XB64、370DJB22
370EFB32、375X101Y22	互换时需改动管脚引线和适当调整加速极电压
370EGB22、370HFB22, 互换时需改动管脚引线	370RHB22、A34JCD05X 互换时修改灯丝电路
370KRB22、370REB22、370JMB22	420AKB22、420BHB, 互换时适当调整阳极高压
M34JBL20X、M34JFA09X	420AKB22、420ALB22
A36JMB01X、A36JAR00X	420AKB22、420BMB, 聚焦电压略作调整
370EGB22、370SX101Y22	420ALB、420BMB22
370HUB22、A33JL00X	420BHB、420ALB、420BMB

(续)

420BKB22、420ERB22 互换时需改动管脚引线和适当调整加速极电压	470MWB22、A43JLP06X 直接互换时需 更换管座及改动管脚引线, 适当调整加速极电压
420BKB、420DCB22 互换时需改动管脚引线和高压电路	470LWB22、470MEB22、A43JLP06X 直接互换时需更换管座及改动管脚引线
420BKB22、420DEB22 直接互换时需改动管脚引线和高压电路	470MEB22、A43JLP06X、470RGB22
420BKB22、420EWB22 直接互换时需更换管座及改动管脚引线和高压电路	A48JDK00X、A51-556X
420DCB22、420DEB22	A48JBM05X、510VXB22
420FSB22、420FTB22	A48JCD06X、A48JCD05X、510YXB22
420ERB22、420EWB22 直接互换时需更换管座及改动管脚引线和高压电路	A48JCD05X、510YXB22 (东芝)
420EWB22、420DEB22	510UDB22、510SKB22、510UEB22
直接互换时需更换管座及改动管脚引线和聚焦电压	510MGB22、510NJB22 直接互换时需 更换管座及改动管脚引线和适当调整聚焦极电压
420FSB22、420CAB22	510MGB22、510UXB22 (南朝鲜)
直接互换时需更换管座及改动管脚引线和加速极电压	直接互换时需更换管座及改动管脚引线
420BKB22、420DCB22	510MGB22、510RJB22 直接互换时需更换 管座及改动管脚引线, 适当调整加速、聚焦极电压
直接互换时需更换管座及改动管脚引线和高压电路	510MGB22、510MHB22
470HCB22、470FZB22	510NJB22、510UXB22、510RJB22
470JMB22、470ZB22、470KEB22	510NJB22、510RZB22A (三菱)
470BER22、470KDB22 直接互换时需更换管座及改动管脚引线和高压电路	510FXB22、510HWB22
470MSB22、470JMB22	510FXB22、510LAB22
直接互换时需更换管座及改动管脚引线和聚焦极电压	直接互换时需更换管座及改动管脚引线
470MSB22、470ZB22	510FXB22 (NEC)、A51-570X (飞利浦)、 510LCB22 (东芝)
直接互换时需更换管座及改动管脚引线和聚焦极电压	510HWB22、510ALB22
470MSB22、470MTB22 直接互换时需更换管座及改动管脚引线	直接互换时需适当调整加速极电压
470MSB22、470MWB22	510HWB22、A51-570X
直接互换时需更换管座及改动管脚引线和高压电路	直接互换时需适当调整加速极电压
470JMB22、470KDB22	510HWB22、510LCB22
470LGB22、470LJB22	直接互换时需改动阳极高压
470NEB22、470LJB22	510ALB22、510LCB22、A51-570X
直接互换时需更换管座及改动管脚引线	直接互换时需更换管座及改动管脚引线
470LGB22、470NEB22	510LDB22、510KZB22、510HJB22
直接互换时需更换管座及改动管脚引线	直接互换时需改高压电路
47SX101Y22、470KAB22、470KDB22	510KZB22、510HJB22
470KRB22、470KEB22	510RJB22、510RZB22A
470NYB22、A43JDK00X	510VAB22、A48JDK00X
470NWB22、470RWB22、A43JCD05X	直接互换时, 需适当改变加速极、高压阳极电压
470MTB22、A47-556X	510VAB22、A51-556X 直接互换时, 需更换管座及改动管脚引线, 适当调整阳极高压
直接互换时需更换管座及改动管脚引线	A51JAR00X (直角平面管)、 A51JUL91X01 (直角平面管)
470RWB22、A43JCD05X	A51JPC01X (直角平面管)、A48JDK00X
470MWB22、470LWB22	直接互换时, 适当修改安装孔尺寸
470MWB22、470MEB22 直接互换时需更换管座及改动管脚引线	

(续)

510YUB22、510UFR22 (Y) 直接互换时, 应当改动加速极电压	510SLB22、510VXB22 直接互换时, 需更换管座及改动管脚引线, 适当调整阳极高压
510ABWB22、510YXB22 直接互换时, 应当改动加速极电压	560AWB22、56SX101Y22 直接互换时, 需更换管座及改动管脚引线
510ABWB22、A48JCD08X	56SX101Z、56SX101Y22
560GB22、560BE22	两者可直接互换, 外围均可不动

十、管座

1. 结构和特点

彩色显像管的管座与黑白显像管的管座相比, 性能要求更高, 这主要是彩色显像管的有关电极工作电压远比黑白显像管高等原因。

彩色显像管的管座从材料、工艺、结构上都有别于黑白显像管的管座, 彩管管座内设有放电回路, 当电极电压增大到极限值时, 它能瞬间放电, 这种放电环的放电电压值各型号管座有所不同, 在选配时要用同型号的更换。

2. 故障特征

彩管管脚也是一个故障率较高的元件, 下面举几例因彩管管氧化、拉弧而出现的故障现象:

- 1) 开机后几分钟内机器工作正常, 但很快图像模糊不清, 或是开机后便出现图像模糊不清, 这是管座聚焦极氧化漏电所致。
- 2) 开机很长时间后光栅才亮, 这是由管座加速极氧化漏电所引起的。
- 3) 光栅带色 (如红色), 然后开机几分钟后保护 (光栅消失), 这是管座内部各极有氧化引起的。

3. 管座资料

在彩管管座出现各种故障, 最彻底的方法是更换同型号管座, 表 5-76 所示给出了部分彩管管座资料, 供修理中参考。

表 5-76 彩色显像管管座代换表

机 型	国外型号	国内型号	机 型	国外型号	国内型号
夏普 18 in, 东芝等	HPS-0139	GZS8-6-1	松下 18 in	HPS-0097	GZS10-3-1
东芝 18 in	SB-08901	GZS8-6-2	胜利	HPS-0146	GZS10-1-2
NEC18 in, 三洋等	HPS-00171	GZS8-6-3	日立 14 in, 18 in	HFC-322	GZS12-4-1
夏普, 三洋	HPS-0139	GZS8-15		HFC-453	
东芝	HPN	GZS12-17, GZS8-17	胜利, 松下	HPS0092	GZS12-4-2
三洋, 东芝	HPS0171	GZS8-17	东芝	SMKSB-0894	GZS8-6-2
胜利, 爱浪, 三菱	HPS-0138	GZS10-2-1	东芝 14 in	SMKSB-08830	GZS12-4-3
胜利, 日立 18 in	HFS-321	GZS10-2-2	三洋 18 in		GZS12-4-4
	HFS-237		飞利浦 14 in, 18 in		GZS12-4-5

第十一节 集成电路

彩色电视机用集成电路多达几百种，这里只介绍我国常用的集成电路资料。

一、常见彩电机芯资料

常见的彩色电视机机芯资料如表 5-77 所示。

表 5-77 常见的彩色电视机机芯资料

机芯型号	集成电路型号	电视机型号
松下	M11 AN5132; AN5250; AN5612; AN5622; AN5435	松下 TC-201DH; TC-216D/DH; TC-217D/DH; TC-218; TC-219; TC-481D/P; TC-482C/D/H; TC-483D/P/DA; TC-683D; TC-684D; TC-801DH; TC-816; TC-817T/N/DH; TC-818PS; TC-866DH; TC-817DH; 乐华 TC-219DH; TC-229KD; TC-484KD; TC-819DH/KD/KDH; 熊猫 DB37C2; DB47C3; DB47C3-1; DB47C5; TC-817N; 昆仑 TC-817N; TC-684D; 泰山 TS47C3/C4; 牡丹 TC-483P/D; 47C3/A; 51C2; 青岛 37CD445QDX; 47CD84QD; 乐华 461KD; 金凤 C47S2A; 美乐 47CB840G; 长虹 CJ-37A/47A/51A/56A
	M12 AN5132; A5250; AN5615; AN5625; AN5435; AN5521; STR456A	松下 TC-230D; TC-830D/DHN; TT-2030DHN
	M13 M51366SP; AN5301K; AN5521; STR62001	
	M14 AN5150N; AN5265; TDA3565; AN5521; STR55041	
	M15 AN5138NK; AN5265; AN5601K; AN5521; STR50213	松下 TC-2163DR/DDR/DHNR; TC-2171DR/DDR/DHNR; TC-2173DR/DDR/DHNR
东芝	X-53P TA7607AP; TA7176AP; TA7193P; TA7609P	东芝 C-1421Z; C-1621Z; C-1821Z; C-2021Z/ZB; 北京 837-1; 佳丽彩 EC-141D; EC-182; EC-192; 南虹 EC-141; 天虹 RC-141D; 海虹 HC22-1; 黄河 HC37-II; 星海 46CJ1; 南宝 EC-182; 西朔 37CD2; 37CD7A; 环宇 37C-2
	X-56P TA7607AP; TA7243P; TA7193P; TA7609P	东芝 C-1431Z; C-1631Z; C-1831Z/ET; C-2031Z; 长城 JTC-371; JTC-471; JTC-2A/2F; 黄河 HC-47-1; 北京 8303; 环宇 47C-2; 凯歌 4C47-2; 西湖 47CD3
	二片 TA7680A (TA7681AP); TA7698AP (TA7699AP); STR5412 (STR5314)	东芝 141D5C; 147D5C; 161D5C; 167D5C; 181D5C; 182D5C; 182E5C; 181E3C; 201E3C; 202D5C; 202E5C; 205D5C; 207D5C; 219D5C; 金星 C473; 长风 CF47C-2/3A; 北京 8306; 8312; 8314; 8316; 华日 C47J-3A; 长城 JTC472; 星海 47CJ2; 西湖 47CD4A; 黄河 HC47-II

(续)

机芯型号		集成电路型号	电视机型号
日立	NP6C	HA1126D; HA1124A; HA11580A; HM6231	日立 CTP-216/D; CTP-215; CWP-132; CWP-137; CTP-203; CTP-218; CRP-143; CRP-144; CRP-149/S; CEP-218; CEP-286
	NP8C	HA11215A; HA1124A; TA7193P; HA11235; HM6232	日立 CTP-236/D; CWP-320; CWP350; CAP-168D; CRP-450/D/A; CEP-320D; 福日 HFC-236; HFC-321; HFC-450/G; 金星 C37-401; C56-402; C56-406; C46-1; C47-1; C-475; C-563; 飞跃 37D1-2; 47C1-3; 韶峰 SFC46-1; 环宇 47C-2; 百合花 CD47-1; 兰花 SC47-20
	NP80C	HA11440A; HA1124A (LA1363); μ PC1365C、LA7801; STR451	日立 CAP-169D; CTP-1468; CPT-1668
	NP82C	HA11440A; μ PC1382C; M51393AP; LA7801; STA441C; STR6020	日立 CAP-161D; CTP-233D; CTP-237/D; CTP-1838/D; CTP-2038/ D; CEP-321D; CEP-323D; CEP-327D; CRP-451D; 福日 HFC-161; HFC-2371R; HFC-321/R; HFC-451; 金星 C472; 环宇 CEP-321D; CPS-182HB
	NP84C	HA11485BNT; M51338SP (HA11590NT); μ PC1378H (LA7830)	日立 CTP-1801SF; CTP-1805SF; CTP-1808SF; CTP-1818SF; CTP-2001SF; CTP-2005SF; CTP-2008SF; CTP-2018SF; CTP-2125SF; DU
三洋	79P	LA1357N; LA1320A (AN340); M51381P; TA7193P; LA7800; LA5112	三洋 CTP3920; CTP3940; CTP6920; 昆仑 CTP3920
	80P	LA1357N; LA1365; M51393AP; LA7800	三洋 CTP3525; CTP3915; CTP3916; CTP6227; CTP6916; CTP6921
	83P	M51354AP; LA4265; μ PC1403CA (μ PC1423CA); AN5515; JU0086 (JU0114)	三洋 CTP3904; CTP3905/A/H/SZ/GK/GS; CTP4903; CTP4905; CTP4940; CTP5903; CTP5904/JH/SZ/W/P; CTP5905/M; CTP5940; CTP6904/JM/T/G; CTP6925; CTP7922; 孔雀 KQ47-39; 昆仑 S373; S471; 成都 C47-851; 春笋 CDS471; 黄山 AH4724C-1; 金鹤 47CD1- 2; 红岩 SC471; SC4712
	84P	M51365SP; LA4270; AN5352; LA7830	三洋 CEP-2100
夏普	NC-I T	DX0388CE; DX0365CE; DX0304CE; DX0238CE; DX0308CE	夏普 C-140DK; C-1405CK/DK; C-1430DK/MK; C-1831MK; C-1820CK/MK; C-1830DK/MK; C-1833DK; C-1834DK; C-1835DK; C-1836DK; C-1837DK; C-1843DK; C-1844DK; 天鹅 C-1802MK; C-1830MK; 虹美 WJD-29
	NC-II T	DX0718CE; DX0365CE; DX0719CE; DX0640CE; DX0689CE	夏普 C-1807DK; C-1826DK; 熊猫 DB47G4; 金星 C4715; 虹美 WCD-25; C4725-2; 珊瑚 D47C-1; 凯歌 4C4701/1; 孔雀 KQ47-36; 天鹅 CS47-S1; 飞跃 47C2-2/3, 飞燕 DUC4-C4, 三元 47SYC-2/3/3-2
	NC-III K	DX0602CE; DX0365CE; DX0603CE; DX0640CE; DX0308CE	夏普 C-1805DK

(续)

机芯型号		集成电路型号	电视机型号
飞利浦	KT3	TDA2540; TBA120S; TDA2611A; TDA2523 (TDA2560); TDA2571; TDA25810	飞利浦 KT3
	CTO	TDA3541; TBA120S; TDA2611A; TDA3561; TDA2571A; TDA3651A	飞利浦 CTO-6020; CTO-6160; CTO-6050/93T
	CTV	TDA4501; TDA2611A; TDA3565; TDA3653	飞利浦 CTV-9; 飞跃 47C3-3; 金星 C512; 百合花 CD37-3
德律风根	415	TDA4440; TBA120T (TBA1207); TDA1905 (TDA1908); TDA3560; TDA1950 (TDA1940); TDA1170S	德律风根 5000、5016、6016
	416	TDA4440; TBA1200; TBA800; TDA2140 (TDA2150/2160); TBA950; TDA2651	德律风根 5020、5030
索尼	二片	TA7680AP; TA7698AP	快乐 HC-227; 翔宇 SC-226; 飞浪 FC471; 宇航 NTC-47; NTC-56; 百乐 BC56-201A
	XE-3	CX20015A; μ PC1241H(BX1303) CX108; CX109(μ PC1365); μ PC1377C; μ PC1378H; μ PC1394	索尼 KV-1400CH; KV-1430CH; KV-1432CH; KV-1882CH; KV-2062CH; 孔雀 KQ47-1882; 赣新 KG-4782
日电	四片	TA7710P; μ PC1382C; μ PC1238V; μ PC1365C; μ PC1377C	日电 CT-1802PDH (R); 20T774PDH
	二片	TA7680AP; μ PC1420CA	日电 4710NC2; 双喜 4710NC2; 赛格 CT-1803PD; 飞鹿 CT-1802PDDH; 彩华 CT-1402PDSX; CT-4710PDSX
三菱	二片	M51353P; M51310AP	三菱 1823HD; 2032HD
罗兰士堡	P-50A	LA7520; SS7698; AN5512	罗兰士堡 LS-2008R
康艺	四片	TA7607AP; TDA3190P; M51393AP; TA7609P	康艺 KT8250; KTR5131; KTN5132; KTB5132
	三片	TA7680AP; M51393AP; TA7609P	康艺 KTN3732
	二片	TA7680AP; TDA1904; TA7698AP	康艺 KTN5143; KTN5145; KTN5147; 泰山 TSSJC4
胜利	六片	TA7607AP; HA11107; HA11401; HA14244; AN5900	胜利 7705、7175DK/FK; 北京 838、839、839-1, 胜利 7885JM; 白朗 3614
	四片 (X-53P)	TA7607AP; TA7176AP; TA7139P; TA7609P	胜利 7190/A/S/J/HS/SY; 7185MX; 天鹅 37-1; 春风 14C-1; 14C-17; 沈阳 7190SY; 黄河 7190HF; 海燕 CS37-2; 襄阳 27XC1; 龙江 2337-1A; 上海 Z237-1A/2A; 沈阳 7108SY; 金凤 C37-4; CS56-2; 如意 SGC-3702

(续)

机芯型号		集成电路型号	电视机型号
胜 利	四片 (X-56P)	TA7607AP; TA7243AP; TA7193P; TA7609P	胜利 7685JM、7695JM; 沈阳 7695SY; 龙江 7695VPJM; 南珠 7695; 海燕 CS47-2AU; CS56-2; 上海 Z647-1B/2A/4A; 沈阳 SDC47-10; 菊 花 C471A; 莺歌 C47-4; 山茶 SC-47A; 三元 47SYC-4; 如意 SGC- 5602
	二片	TA7680AP; AN5265; TA7698AP; AN5515; STR54041 (STR455)	胜利 7255JM/NM/D; 龙江 7755JM; 上海 2656-3A; 北京 8305-2PS、 839-2; 春风 C47-28; 如意 SGC-4703

二、检测方法和注意事项

1. 检测方法

对彩色电视机用集成电路的检测方法主要有这么几种：波形检测方法、引脚直流电压检测方法、引脚间直流电阻检测方法和干扰检查方法等，关于这些检测方法说明如下：

1) 波形检测方法就是用示波器观察电路中有关测试点的信号波形，通过波形的有还是没有、正常与否来判断故障的具体部位，这种方法需要信号发生器和示波器，而全仪器的连接较烦琐，所以一般情况不用，主要是遇到疑难故障、软故障时才采用。

2) 测量引脚上的直流电压检查方法应用最普遍，因为它操作方便，检测的结果能够说明问题，所以这是首选检查方法。

3) 测量引脚之间直流电阻的方法有许多局限性，一是要有相关集成电路的引脚电阻值资料，二是检测工作量较大，而且在路检测时受外电路的影响较大，所以这一检查方法一般情况下也不用。

4) 干扰检查法主要用检查无图、无声故障。

2. 注意事项

在检测集成电路的过程中要注意以下几点：

1) 由于部分彩色电视机的底板带电，使用干扰检查方法时不能用手握住起子金属部分去实施干扰，否则会有触电危险，应采用像测量电压一样的方法，将万用表的表棒断续接触测试点。

2) 不要轻易做出更换集成电路的决定，因为彩色电视机用集成电路的引脚很多，拆装均不方便。

3) 在各种集成电路中，场输出、音频功放、电源集成电路的损坏率最高。

三、集成电路引脚资料

这里给出国内拥有量最多的彩色电视机用集成电路的引脚作用和直流电压资料，供检修中参考。

1. 东芝系列机芯

这一系列主要有下列几种机芯：

(1) 二片机。二片机电路中采用两块集成度较高的集成电路构成整机主体电路，该二片机采用 TA7680AP(或 TA7681AP)构成图像和伴音中放电路。采用 TA7698AP(或 TA7699AP)构成亮度、色度放大及处理电路，及行、场扫描小信号处理电路。采用 STR5412 或 (STR5314) 构成电源电路，其他部分电路则采用分立元器件构成。表 5-78 所示是东芝二片机集成电路功能。

表 5-79 所示是东芝二片机集成电路引脚作用资料。

表 5-78 东芝两片机所用集成电路功能

集成电路型号	名称	内电路主要功能
TA7680AP (IX0718CE)	图像、伴音 中频信号处理 集成电路	图像中放、高放和中放 AGC、AFT、 ANC、视频检波、视放、伴音中放、 鉴频、电子音量控制、音频前置放大
TA7698AP (IX0719CE)	亮度和色度信号 处理、行场 扫描集成电路	视放、色带通放大、AGC、APC、 VCO、色解码、PAL 开关、 ACK、行、场振荡、行、场推动、同步分离
LA4265	音频放大 集成电路	前置、推动和功率放大电路
LA7830	场输出 集成电路	电压提升、消隐脉冲、场输出
IX0689CE	开关电源 集成电路	开关管、输出激励、过流保护、 脉冲形成放大、误差放大

表 5-79 东芝两片机集成电路资料

(1) TA7680AP

引脚	作用	阻值/k Ω	电压/V	引脚	作用	阻值/k Ω	电压/V
①	电子音量控制	15.1	6.2	⑬	AFT 电压输出	7.8	6
②	音频信号输出	10.5	2.7	⑭	AFT 电压输出	7.8	7.8
③	空 (负反馈)	17.2	8.3	⑮	视频信号输出	6.1	3.9
④	地	0	0	⑯	AFT 移相电路	14.5	4.4
⑤	中频 AGC 滤波	6	7.5	⑰	图像中频调谐电路	5.6	8.2
⑥	反馈信号输出	5.5	5.1	⑱	图像中频调谐电路	5.6	8.2
⑦	图像中频输入	8.8	5.1	⑲	AFT 移相电路	14.5	4.4
⑧	图像中频输入	8.8	5.1	⑳	电源	3.8	12.1
⑨	反馈信号输入	5.5	5.1	㉑	伴音中频信号输入	6.7	4.5
⑩	高放 AGC 延时调整	10	6.4	㉒	鉴频电路	7.7	4.5
⑪	高放 AGC 电压输出	6.3	5.2	㉓	去加重	6.2	6.4
⑫	地	0	0	㉔	鉴频电路	∞	4.5

(2) TA7698AP

引脚	作用	阻值/k Ω	电压/V	引脚	作用	阻值/k Ω	电压/V
①	对比度放大	7.1	4.3	⑮	APC 回路 (滤波)	5.8	9.2
②	行扫描电源	3.8	12.5	⑰	直达色度信号输入	6.8	4.2
③	黑电平钳位脉冲输入	6.2	4.5	⑱	APC 回路 (滤波)	5.9	9.2
④	亮度控制	6.2	4.4	⑲	延时信号输入	6.8	4.2
⑤	色度信号输入	4.9	1.1	㉑	G-Y 信号输出	7.1	7.6
⑥	ACC 滤波	6	10.1	㉒	R-Y 信号输出	7.1	7.6
⑦	色度控制	6.3	7.6	㉓	B-Y 信号输出	7.1	7.6
⑧	色度信号 (放大) 输出	6.7	10.3	㉔	视频放大器输出	6.2	8.2
⑨	色相位控制	6.7	6.2	㉕	场推动输出	3.4	0.7
⑩	消色、识别检测	5.4	7.7	㉖	场幅调节	7.1	4.1
⑪	地	0	7.7	㉗	场输出交、直流负反馈	7.1	7.7
⑫	消色、识别滤波及检测	6	9.3	㉘	场锯齿波形成电容	6.2	7.6
⑬	VCO 环路 (晶振驱动)	6.7	10.3	㉙	场同步信号输入	8.2	-0.3
⑭	VCO (-45°载波输入)	7.1	3.5	㉚	场频调节	6.8	2.9
⑮	VCO (0°载波输入)	6.8	3.5	㉛	X 射线保护输入	8	0

(2) TA7698AP							
①	地	0	0	⑤	同步分离输入	∞	-0.7
②	行推动输出	5.6	1.1	⑥	行回扫脉冲输入	6.6	—
③	电源 (除行扫外)	3.9	8.2	⑦	全电视信号输入	7.1	3.5
④	行频调节	6.5	4.6	⑧	视频信号输出	6.3	7.3
⑤	AFC电压输出	7.6	4.5	⑨	对比度控制	6.7	7.2
⑥	同步分离输出	58	1.6	⑩	全电视信号输出	6.1	9

(2) X-53P。采用 TA7607AP 构成图像中放电路。采用 TA7176AP 构成伴音中放电路。采用 TA7193AP 构成为色度放大及处理电路。采用 TA7609AP 构成为行、场小信号处理电路, 其他部分电路则是由分立元器件构成。表 5-80 所示是东芝 X-53P 机芯集成电路功能。

表 5-80 X-53P 机芯集成电路的功能

集成电路型号	名称	内电路主要功能
TA7607 (TA7611)	图像中频通道集成电路	图像中放、视频检波、自动频率调整、AGC、ANC、视频前置放大
TA7176	伴音通道集成电路	伴音限幅放大、差分鉴频、直流音量控制、音频前置放大
TA7193	PAL 色信号处理集成电路	色带通放大、自动色度调节、色度增益控制、色同步选通、APC 鉴相器、识别和消色检波器、同步检波、副载波振荡器、双稳和 PAL 开关、矩阵
TA7609	行、场扫描集成电路	同步分离、场振荡、场锯齿波形成、行振荡、行激励、行 AFC、X 射线保护

表 5-81 所示是东芝 X-53P 机芯集成电路作用资料。

表 5-81 X-53P 型机芯集成电路资料

(1) TA7607AP (TA7611)					
引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V
①	中频信号输入	5	⑨	中频调谐回路	8.3
②	中频补偿	5	⑩	AFC 调谐回路	4.4
③	高放 AGC 延时控制	9.5	⑪	电源	12
④	高放 AGC 电压输出	1.5	⑫	视频输出	3.7
⑤	AFC 电压输出 1	6.5	⑬	地	0
⑥	AFC 电压输出 2	6.5	⑭	中放 AGC 滤波	7.5
⑦	AFC 调谐回路	4.4	⑮	中频补偿	5
⑧	中频调谐回路	8.4	⑯	中频信号输入	5

(续)

(2) TA7176AP

引脚	作用	阻值/k Ω	电压/V	引脚	作用	阻值/k Ω	电压/V
①	中频信号输入	8.7	2	⑤	音频缓冲输出	8	6.4
②	中频信号输入	9.3	2	⑨	鉴频调谐回路	6	3.7
③	地	0	0	⑩	鉴频调谐回路	6	3.7
④	地	0	0	⑪	空	—	—
⑤	电源	100	10	⑫	功放输出	1.8	4.2
⑥	电子音量控制	—	—	⑬	音调控制	5.5	5.1
⑦	去加重电容	7	6.9	⑭	功放输入	14	0.8

(3) TA7193AP

引脚	作用	阻值/k Ω	电压/V	引脚	作用	阻值/k Ω	电压/V
①	G-Y信号输出	6.4	7.2	⑬	色同步选通脉冲输入	∞	-1.5
②	U信号输入	8	3.4	⑭	旁路	6.5	1.9
③	V信号输入	8	3.4	⑮	色度信号输入	5	1.2
④	行回扫脉冲输入	∞	-0.9	⑯	ACC检波滤波	6.2	8.9
⑤	直流偏置	2	3.4	⑰	色同步信号输出	4.4	7.7
⑥	4.43MHz副载波振荡	8	3.4	⑱	副色度和对比度同轴控制	6.4	6.4
⑦	4.43MHz副载波振荡	8	3.4	⑲	色度信号输出	4.7	10.4
⑧	4.43MHz副载波振荡	20	9.3	⑳	主色饱和度控制	6.1	8.8
⑨	APC检波滤波器	6	8.9	㉑	消色、识别检波滤波	5.8	6.2
⑩	APC检波滤波器	6	8.4	㉒	电源	4.2	12.5
⑪	色同步信号输入	7.7	4.4	㉓	B-Y信号输出	6.4	7.2
⑫	地	0	0	㉔	R-Y信号输出	6.4	7.2

(4) TA7609AP

引脚	作用	阻值/k Ω	电压/V	引脚	作用	阻值/k Ω	电压/V
①	AFC电压输出	60	4.1	⑤	场扫描正程控制	9.6	7.3
②	行幅控制	10.5	4.1	⑩	场振荡外接元件	9.7	2.7
③	X射线保护	0	0	⑪	场扫电源	0.024	12
④	行扫描输出	6.5	0.5	⑫	场同步信号输入	9.2	-0.25
⑤	地	0	0	⑬	场振荡外接元件	16	0.85
⑥	场扫描相位补偿	8.5	0	⑭	复合同步信号输出	3	0.85
⑦	场输出	1	0.6	⑮	行扫描电源	2.5	9.9
⑧	负反馈	9.2	7	⑯	复合视频信号输入	10	-0.75

(3) X—56P。采用 TA7243AP 构成伴音中放和功放电路，其他电路与 X—53P 机芯电路相同。

(4) 东芝单片机。日本东芝公司 1989 年推出 TA8691N 大规模集成电路，由一块 TA8691N 代替 TA7680AP 和 TA7698AP 两块集成电路，该集成电路引脚作用如表 5-82 所示。

表 5-82 东芝单片机所用 TA8691N 的各引脚作用

引 脚	作 用	引 脚	作 用
①	音频负反馈	⑮	场激励输出
②	音频去加重	⑯	亮度信号输入
③	伴音鉴频线圈	⑰	ACC 滤波
④	伴音中频耦合电容	⑱	图像清晰度控制
⑤	VTR 开关	⑲	亮度控制
⑥	ACC 滤波	⑳	色度信号输入
⑦	高频接地	㉑	同步分离输入
⑧	图像中频输入	㉒	地
⑨	图像中频输入	㉓	色度信号放大输出
⑩	APC 滤波	㉔	对比度控制
⑪	4.43MHz 晶振回路	㉕	色饱和度控制
⑫	电源	㉖	色延时信号输入
⑬	4.43MHz 晶振回路	㉗	消色滤波
⑭	黑电平相位滤波	㉘	视频输出
⑮	R—Y 输出	㉙	高频部分电源
⑯	B—Y 输出	㉚	38MHz 解调线圈
⑰	G—Y 输出	㉛	38MHz 解调线圈
⑱	亮度信号输出	㉜	AFT 移相线圈
⑲	X 射线保护输入	㉝	调谐 AFT 输出
⑳	行回扫脉冲输入	㉞	伴音中频输入
㉑	行激励信号输出	㉟	电子音量控制
㉒	行 AFC 滤波	㊱	高放 AGC 电压输出
㉓	晶振	㊲	高放 AGC 延时调整
㉔	行电源	㊳	音频输出

2. 松下系列机芯

这一系列主要有以下几种机芯。

(1) M11。采用 AN5132 构成图像中放电路。采用 AN5250 构成伴音中放和功放电路。采用 AN5612 和 AN5622 (或 AN5620X) 构成色度、亮度放大及处理电路。用 AN5435 构成行、场扫描小信号处理电路，其他电路则是由分立元器件构成。表 5-83 所示是松下 M11 机芯集成电路功能资料。

表 5-83 松下 M11 机芯集成电路的功能

集成电路型号	名称	内电路主要功能
AN5132	图像中频信号处理集成电路	图像中频放大、高放和中放 AGC、视频检波、ANC 电路、AFC 电路
AN5250	伴音信号处理集成电路	伴音中放、鉴频、电子音量控制、音频放大
AN5435	行、场扫描集成电路	同步分离、场振荡、场锯齿波发生器、场激励、行振荡、行激励、行 AFC、行和场保护电路
AN5620X (AN5622)	PAL 色信号处理集成电路	色同步选通、AOC 放大、延时解调、副载波恢复振荡器、AFC、ACC 检波、PAL 识别、双稳触发器及 PAL 开关
AN5612	视放、矩阵、色差放大集成电路	视放、黑电平钳位、行场消隐、G-Y 矩阵、色差放大、基色矩阵

表 5-84 所示是松下 M11 机芯集成电路引脚作用和电压资料。

表 5-84 M11 型机芯集成电路资料

(1) AN5132

引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V
①	中频信号输入	4.1	⑩	外接检波线圈	7.8
②	外接电容	4.1	⑪	外接 AFC 线圈和控制开关	3.1
③	高放 AGC 延时调整	5.1	⑫	电源	12
④	正向高放 AGC 电压输出	—	⑬	视频信号输出	7.6
⑤	反向高放 AGC 电压输出	11	⑭	中放 AGC 外接 RC 电路	6.3
⑥	AFC 输出	6.6	⑮	中放 AGC 外接 RC 电路	6.3
⑦	外接 AFC 线圈和控制开关	3.1	⑯	外接电容	4.2
⑧	外接检波线圈	7.8	⑰	中频信号输入	4.2

(2) AN5250

引脚	作用	阻值/kΩ	电压/V	引脚	作用	阻值/kΩ	电压/V
①	外接电容	6.1	4	⑤	空	21	0
②	外接吸收电路	∞	4	⑥	自举	38	6.8
③	电源	4.8	11	⑦	补偿	16	6.7
④	鉴频输出	11	7.2	⑧	功放输入	26	6.7
⑤	音频输入	23	5.4	⑨	音量控制音频输出	6.5	7
⑥	音量电位器动片	6.8	11	⑩	中频信号输入	∞	2
⑦	功放电源	5	15	⑪	中频信号输入	9.5	2
⑧	功放输出	5.3	7	⑫	=	0	0

(3) AN5435

引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V
①	行回扫脉冲输入	5.7	④	行振荡电容	5.3
②	=	2	⑤	X 射线保护	0
③	行同步调节	2.3	⑥	行缓冲输出	1.4

(3) AN5435

⑦	电源 I	9	⑬	场同步调整	5.8
⑧	地	0	⑭	抗干扰电容	5
⑨	场激励输出	0.7	⑮	电源	12
⑩	场激励输入	5.8	⑯	同步信号输出	9.1
⑪	场输出	5	⑰	视频信号输入	2.9
⑫	场锯齿波形成电容 及场幅调整	0.8	⑱	视频信号输出	-0.1

(4) AN5620X

引脚	作用	阻值/kΩ	电压/V	引脚	作用	阻值/kΩ	电压/V
①	色信号输入	57	5.3	⑨	消色输出	9.2	2.4
②	电压比较器外接电容	∞	4	⑩	R-Y 输出	∞	10
③	电压比较器外接电容	19	4.7	⑪	B-Y 输出	5.3	10
④	—	190	8.5	⑫	晶体	6.5	8.8
⑤	APC 鉴相 RC 电路	∞	7.4	⑬	晶体	—	3.1
⑥	APC 鉴相 RC 电路	30	7	⑭	振荡器可变电容	12	3.1
⑦	行回扫脉冲输入	5.5	0.1	⑮	脉冲输入	10.2	0
⑧	幅度匹配调整电阻	∞	2.4	⑯	电源	5.3	11.5

(5) AN5612

引脚	作用	阻值/kΩ	电压/V	引脚	作用	阻值/kΩ	电压/V
①	Y 信号输入	6.2	1.6	⑩	地	0	0
②	图像质量调节	2	1	⑪	色差放大器电容	7	9.2
③	钳位电路滤波电容	6.5	10	⑫	B-Y 信号输入	7	3.5
④	主、副亮度调整	6.7	8	⑬	色差放大器电容	7	9.2
⑤	行同步脉冲输入	7	0	⑭	色差放大器电容	7	9.2
⑥	行消隐脉冲输入	7	0.2	⑮	R-Y 信号输入	7	3.6
⑦	R 信号输出	6.7	2.4	⑯	主、副色饱和度调整	7	5.6
⑧	G 信号输出	7	2.4	⑰	电源	5	11.5
⑨	B 信号输出	7	2.4	⑱	对比度调整	7	6.4

(2) M12. 采用 AN5615、AN5625 构成色度、亮度放大及处理电路。采用 AN5521 构成场输出级电路。采用 STR456A 构成电源电路，其他电路则与 M11 机芯相同。

(3) M13. 采用 M51366SP 构成图像和伴音中放电路。采用 AN5301K 构成色度、亮度放大及处理电路，以及行、场扫描小信号处理电路，采用 STR62001 构成电源电路，其他电路与 M12 机芯相同。

(4) M14. 采用 AN5150N 构成图像和伴音中放电路、亮度放大及处理电路、行和场扫描小信号处理电路。采用 AN5265 构成伴音功放电路。采用 TDA3565 构成色度放大及处理电路。采用 AN5521 构成场输出级电路。采用 STR5504I 构成电源电路，其他电路由分立元器件

构成。

(5) M15: 采用 AN5138NK 构成图像和伴音中放电路; 采用 AN5265 构成伴音功放电路; 采用 AN5601K 构成亮度、色度放大及处理电路, 以及行、场扫描小信号处理电路。采用 AN5521 构成场输出级电路。采用 STR50213 构成电源电路, 其他电路由分立元器件构成。

3. 日立系列机芯

这一系列主要有以下几种机芯。

(1) NP6C。采用 HA1126D 构成图像中放电路。采用 HA1124A 构成伴音中放电路。采用 11580A 构成色度放大及处理电路。采用 HM6231 构成场输出级电路, 其他电路由分立元器件构成。

(2) NP8C。采用 HA11215A 构成图像中放电路。采用 HA1124A 构成伴音中放电路。采用 TA7193P 构成色度放大及处理电路。采用 HA11235 构成行、场扫描小信号处理电路。用 HM6232 构成场输出级电路, 其他电路由分立元器件构成。表 5-85 所示是日立 NP8C 机芯集成电路功能资料。

表 5-85 日立 NP8C 型机芯集成电路的功能

集成电路型号	名称	内电路主要功能
HA11215A	图像中频通道集成电路	图像中放、视频检波、预视放、AGC、AFC、ANC、AGC 延时等
HA1124A	伴音信号处理集成电路	中频限幅放大、鉴频器、音量控制、音频前置放大等
HA11235	行、场扫描集成电路	同步分离、行 AFC 电路、行振荡和行预激励、场振荡和场激励等
TA7193P	色解码集成电路	见表 3-78 所示

表 5-86 所示是日立 NP8C 机芯集成电路引脚作用和电压资料。

表 5-86 日立 NP8C 型机芯各集成电路资料

(1) HA11215

引脚	作用	阻值/kΩ	电压/V	引脚	作用	阻值/kΩ	电压/V
①	旁路	7.8	5.1	⑬	外接伴音吸收回路	3	4.6
②	视放输出	6.9	4.6	⑭	外接伴音吸收回路	3	4.6
③	视频输入	∞	4.6	⑮	AFC 偏置 (AFC 输入)	∞	1.8
④	视检电平调节	4.7	0.9	⑯	AFC 输出	6.8	0
⑤	直流负反馈滤波电容	6	4.6	⑰	AFC 回路	23	0
⑥	图像中频输入	7.8	3.4	⑱	视频检波回路	6.2	6.5
⑦	图像中频输入	7.8	3.4	⑲	视频检波回路	6.2	6.5
⑧	直流负反馈滤波电容	6	4.6	⑳	AFC 回路	23	3.9
⑨	中放电源	5.1	6.3	㉑	电源	4.5	12.5
⑩	高放 AGC 电压输出	∞	1.8	㉒	AGC 反馈	13.5	3
⑪	地	0	0	㉓	AGC 检波元件	6.9	—
⑫	高放 AGC 延时调节	6.5	8.4	㉔	全电视信号输出 (去色通道)	43	8

(2) HA1124A

引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V
①	中频输入	2	⑧	音频输出	5.4
②	中频输入	2	⑨	鉴频输出	3.8
③	地	0	⑩	鉴频输入	3.8
④	地	0	⑪		
⑤	电源	10.5	⑫	音频输入	4.7
⑥		0	⑬	音调控制	5.4
⑦	低通滤波器	6.4	⑭	音频输入	1.4

(3) HA11235

引脚	作用	阻值/kΩ	电压/V	引脚	作用	阻值/kΩ	电压/V
①	反馈	13	—	⑩	行输出	38	0.4
②	场输出	10	3	⑪	行电源	∞	—
③	场直流反馈及场幅调节	7.3	0.7	⑫	行频调节	9.7	6.8
④	场幅调节	∞	3	⑬	回扫脉冲输入	6.7	3.6
⑤	场频调节	46	3.6	⑭	同步信号输出	12	6.8
⑥	场电源	11	11	⑮	—	30	—
⑦	同步信号输入	9.5	6.6	⑯	视频信号输入	10	1.5
⑧	场频调节	80	4.2	⑰	同步分离输出	9.6	—
⑨	X射线控制	14.5	0	⑱	地	0	0

(3) NP80C.采用 HA11440A 构成图像中放电路。采用 HA1124A (或 LA1363) 构成伴音中放电路。采用 μ PC1365C 构成亮度、色度放大及处理电路。采用 LA7801 构成行、场扫描小信号处理电路。采用 RTA451 构成电源电路,其他电路由分立元器件构成。

(4) NP82C.采用 μ PC1382C 构成伴音中放电路。采用 M51393AP 构成亮度、色度放大及处理电路。采用 STA441C 构成场输出级电路。采用 STR6020 构成电源电路,其他电路同 NP80C 机芯相同。

(5) NP84C.采用 HA11485BNT 构成图像和伴音中放电路。采用 M51338SP (或 HA11509NT) 构成亮度、色度放大及处理电路,以及行、场扫描小信号处理电路。采用 μ PC1378H (或 LA7830) 构成场输出级电路,其他电路由分立元器件构成。

4. 三洋系列机芯

这一系列主要有以下几种机芯。

(1) 79P.采用 LA1357N 构成图像中放电路。采用 LA1320A (或 AN340) 构成伴音中放电路。采用 M51381P 构成亮度放大及处理电路。采用 7193P 构成色度放大及处理电路。采用 LA7800 行、场扫描小信号处理电路。采用 LA5112 构成电源电路,其他电路由分立元器件构成。

(2) 80P.采用 LA1357N 构成图像中放电路。采用 LA1365 构成伴音中放电路。采用

M51393AP 构成亮度、色度放大及处理电路。采用 LA7800 构成行、场扫描小信号处理电路，其他电路由分立元器件构成。

(3) 83P。采用 M51354AP 构成图像和伴音中放电路。采用 LA4265 构成功放电路。采用 μ PC1403CA (或 μ PC1423CA) 构成亮度、色度放大及处理电路，及行、场扫描小信号处理电路。采用 AN5515 构成场输出级电路。采用 JU0086 (或 JU0114) 构成电源电路，其他电路由分立元器件构成。表 5-87 所示是这一机芯中有关集成电路引脚作用和电压资料。

表 5-87 三洋 83P 型机芯集成电路资料

(1) M51354AP					
引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V
①	高放 AGC 控制	3.8	⑮	负反馈及旁路电容	6.4
②	中放 AGC 滤波	4.4	⑰	音频输出	4.7
③	中放 AGC 滤波	6.2	⑱	伴音中频输出	4.6
④	图像中放电源	12.1	⑲	旁路	4.6
⑤	AGC 锁定保护	0.02	㉑	伴音中频输出	5.8
⑥	地	0	㉒	去加重、伴音输出/输入	4.2
⑦	旁路	4.1	㉓	伴音中频陷波	2.8
⑧	图像中频输入	4.1	㉔	伴音中频陷波	2.8
⑨	图像中频输入	4.1	㉕	AFT 输出	6
⑩	旁路	4.1	㉖	AFT 线圈	3.2
⑪	地	0	㉗	视频检波线圈	6
⑫	电子音量控制	2.4	㉘	视频检波线圈	6
⑬	伴音中频电源	11.3	㉙	AFT 线圈	3.2
⑭	鉴频线圈	7	㉚	视频输出	4.6
⑮	鉴频线圈	5	⑳	高放 AGC 电压输出	9.6

(2) μ PC1423CA					
引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V
①	地	0	⑩	消色滤波	7.6
②	视频调节	0	⑪	B-Y 输出	7
③	色度输入	4.2	⑫	R-Y 输出	7.1
④	ACC 滤波	7.8	⑬	G-Y 输出	7.1
⑤	色度输出 (PAL)	7.5	⑭	电源 (行扫描除外)	12
⑥	色饱和度控制	5.9	⑮	APC 检波滤波	5.2
⑦	V 信号输入	4.2	⑯	AFC 检波滤波	6.2
⑧	地	0	⑰	VCO 滤波器	8.8
⑨	U 信号输入	4.2	⑱	VCO 滤波器	8.8

(2) μ PC1423CA

引脚	作用	电压/V	引脚	作用	电压/V
①	色度控制 (NTSC)	5.9	②	鉴相器滤波	7
③	相位调整 (PAL)	5.3	④	鉴相器滤波 (不变相移滤波)	7.5
⑤	场反馈输入	0.35	⑥	鉴相器滤波	3.2
⑦	场幅调节	3.6	⑦	VCO 滤波	5
⑧	场激励输出	1.1	⑧	VCO 滤波	5
⑨	地 (场扫描)	0	⑨	VCO 滤波	10
⑩	地 (场扫描)	0	⑩	行逆程抑制开关输出	0.25
⑪	PAL/NTSC 开关	0	⑪	消隐滤波	1.4
⑫	行激励输出	0.5	⑫	TV/VTR 转换	2.2

(4) 84P。采用 M51365SP 构成图像和伴音中放电路。采用 LA4270 构成功放电路。采用 AN5352 构成亮度、色度放大及处理电路, 以及行、场扫描小信号处理电路。采用 AN7830 构成场输出级电路, 其他电路由分立元器件构成。

5. 夏普系列机芯

这一系列主要有以下几种机芯。

(1) NC—I T。采用 IX0388CE 构成图像和伴音中放电路。采用 IX0365CE 构成功放电路。采用 IX0304CE 构成亮度、色度放大及处理电路, 及行、场扫描小信号处理电路。采用 IX0238CE 构成场输出级电路。采用 IX0308CE 构成电源电路, 其他电路由分立元器件构成。

(2) NC—II T。采用 IX0718CE 构成图像和伴音中放电路。采用 IX0365CE 构成功放电路。采用 IX0719CE 构成亮度、色度放大及处理电路, 及行、场扫描小信号处理电路。采用 IX0460CE 构成场输出级电路。采用 IX0689CE 构成电源电路, 其他电路由分立元器件构成。

(3) NT—III K。采用 IX0602CE 构成图像和伴音中放电路, 及行、场扫描小信号处理电路。采用 IX0365CE 构成功放电路。采用 IX0603CE 构成亮度、色度放大及处理电路。采用 IX0640CE 构成场输出级电路。采用 IX0308CE 构成电源电路, 其他电路由分立元器件构成。

6. 飞利浦系列机芯

这一系列主要有以下几种机芯。

(1) KT3。采用 TDA2540 构成图像中放电路。采用 TBA120S 构成伴音中放电路。采用 TDA2611A 构成功放电路。采用 TDA2523 (或 TDA2560) 构成亮度、色度放大及处理电路。用 TDA2571 构成行、场扫描小信号处理电路。采用 TDA25810 构成电源电路, 其他电路由分立元器件构成。

(2) CTO。采用 TDA3541 构成图像中放电路。采用 TBA120S 构成伴音中放电路。采用 TDA2611A 构成功放电路。采用 TDA3561 构成亮度、色度放大及处理电路。采用 TDA2571A 构成行、场扫描小信号处理电路。采用 TDA3651A 构成场输出级电路, 其他电路由分立元器件构成。

表 5-88 飞利浦 CTV 型机芯集成电路资料

(1) TDA4501

引脚	作用	阻值/kΩ	电压/V	引脚	作用	阻值/kΩ	电压/V
①	AGC 延时	150	6.4	⑮	伴音输入	300	2
②	场锯齿波形成	150	2	⑯	地	20	0
③	场推动	150	3	⑰	视频输出	160	4
④	场反馈	150	3	⑱	AFC 电压输出	190	5
⑤	高放 AGC	150	7.6	⑲	AGC 检波	200	2.4
⑥	地	0	0	⑳	同步检波	150	6.6
⑦	电源 (10.5V)	80	10.5	㉑	同步检波	150	6.6
⑧	中放输入	150	3.2	㉒	符合门检波器	200	0.3
⑨	中放输入	150	3.2	㉓	行振荡	200	0.3
⑩	中放退耦	150	3.2	㉔	行频控制	200	2.1
⑪	电子音量控制	150	0.4	㉕	同步分离	200	2.2
⑫	音频输出	150	3.3	㉖	行推动	150	1.3
⑬	鉴频	150	2.5	㉗	沙包	170	1.3
⑭	伴音退耦	150	1.4	㉘	行相位	170	2.8

(2) TDA3565

引脚	作用	阻值/kΩ	电压/V	引脚	作用	阻值/kΩ	电压/V
①	电源	120	11.5	⑩	R 输出	1	3
②	峰值检波	1.1	5	⑪	C 输出	1	2.8
③	色度输入	1.1	2.8	⑫	B 输出	1	3
④	AGC 检波	910	4.4	⑬	B-Y	1.1	2.4
⑤	饱和度控制	1	2.8	⑭	R-Y	1.1	2.4
⑥	对比度控制	1	2.6	⑮	副载波相位控制	950	9.5
⑦	沙包脉冲输入	910	1.4	⑯	晶振	1.1	—
⑧	亮度信号输入	1.1	1.8	⑰	地	0	0
⑨	亮度控制	1	1	⑱	色度输出	1	7.6

(3) CTV。采用 TDA4501 构成图像和伴音中放电路、亮度放大及处理电路，及行、场扫描小信号处理电路。采用 TDA2611A 构成功放电路。采用 TDA3565 构成色度放大及处理电路。采用 TDA3653 构成场输出级电路，其他电路由分立元器件构成。表 5-88 所示是这一机芯中有关集成电路引脚作用、阻值和电压资料。

7. 索尼系列机芯

这一系列主要有以下几种机芯：

(1) 二片机。采用 TA7680AP 构成图像和伴音中放电路。采用 TA7698AP 构成亮度和色度放大及处理电路，以及行、场扫描小信号处理电路，其他电路由分立元器件构成。

(2) XE—3。采用 CX20015A 构成图像和伴音中放电路。采用 μ PC1241H (或 BX1303) 构成功放电路，采用 CX108、CX109 (或 μ PC1365C) 构成亮度、色度放大及处理电路。采用 μ PC1377C 构成行、场扫描小信号处理电路。采用 μ PC1378H 构成场输出级电路。采用 μ PC1394 构成电源电路，其他电路由分立元器件构成。

8. 胜利系列机芯

这一系列主要有以下几种机芯。

(1) 二片机。采用 TA7680AP 构成图像和伴音中放电路。采用 AN5265 构成功放电路。采用 TA7698AP 构成亮度、色度放大及处理电路，以及行、场扫描小信号处理电路。采用 AN5515 构成场输出级电路。采用 STR54-41 (或 STR455) 构成电源电路，其他电路由分立元器件构成。

(2) 四片机。整机的主体电路主要由四块集成电路构成。该四片机采用 TA7607AP 构成图像中放电路。采用 TA7243P 构成伴音中放和功放电路。采用 TA7193P 构成色度放大及处理电路。采用 TA7609P 构成行、场扫描小信号处理电路，其他电路由分立元器件构成。

(3) 六片机。整机的主体电路主要由六块集成电路构成。该六片机采用 TA7607AP 构成图像中放电路。采用 HA11107 构成伴音中放电路。采用 HA11401 构成色度放大及处理电路。采用 HA11244 构成行、场扫描小信号处理电路。采用 AN5900 构成电源电路，其他电路由分立元器件构成。

9. 康艺系列机芯

这一系列主要有以下几种机芯。

(1) 二片机。采用 TA7680AP 构成图像和伴音中放电路。采用 TDA1904 构成功放电路。采用 TA7698AP 构成亮度、色度放大及处理电路，以及行、场扫描小信号处理电路，其他电路由分立元器件构成。

(2) 三片机。整机的主体电路主要由三块集成电路构成。该三片机采用 TA7680AP 构成图像和伴音中放电路。采用 M51393AP 构成亮度和色度放大及处理电路。采用 TA7609AP 构成行、场扫描小信号处理电路，其他电路由分立元器件构成。

(3) 四片机。采用 TA7607AP 构成图像中放电路。采用 TDA3190P 构成伴音中放和功放电路。采用 M51393AP 构成亮度和色度放大及处理电路。采用 TA7609P 构成行、场扫描小信号处理电路，其他电路由分立元器件构成。

10. 三菱二片机

采用 M51353P 构成图像和伴音中放电路。采用 M51310AP 构成亮度、色度放大及处理电路，以及行、场扫描小信号处理电路，其他电路由分立元器件构成。

四、开关电源用厚膜集成电路

1. 检测方法

彩色电视机的开关电源是故障的多发部位，而开关电源厚膜集成电路又是较易损坏的元件之一。当开关电源电路发生故障时，由于不能通电测量电压，故常采用电阻检查法来判断厚膜集成电路的好坏。测量电阻有在路检测和开路检测两种方法。

在路测量往往受外围电路元器件的影响，至于故障究竟是出于厚膜集成电路的内部，还是存在于电源外围元器件，往往难以断定。况且厚膜集成电路的许多故障，在路测量时甚至没有什么变化，因此难以判断其是否损坏。

判断厚膜集成电路好坏，最直观、简捷、可靠的方法是开路测量法。

表 5-89 所示是部分开关电源厚膜集成电路的开路实测数据。

表 5-89 各型开关电源用厚膜集成电路实测资料

STR5412	用 MF47 万用表测量，电阻值超过 500k 以上用 R×10k 档测量，其余用 R×1k 档测量																			
黑表笔所接脚	①	②	①	③	①	④	①	⑤	②	③	②	④	②	⑤	③	④	③	⑤		
红表笔所接脚	②	①	③	①	④	①	⑤	①	③	②	④	②	⑤	②	④	③	⑤	③		
测得的电阻值(kΩ)	∞	7	∞	1M	∞	1M	∞	1M	75	1M	9	5M	70	5M	31	48	3	3		
STR6020	用 MF500 型万用表测量，电阻值超过 1M 以上用 R×10k 档测量，其余用 R×1k 档测量																			
黑表笔所接脚	①	②	①	③	①	④	①	⑤	⑤	②	③	②	④	②	⑤	③	④	③	⑤	④
红表笔所接脚	②	①	③	①	④	①	⑤	①	④	③	②	④	②	⑤	②	④	③	⑤	③	⑤
测得的电阻值(kΩ)	∞	6	∞	200 M	∞	200 M	∞	∞	∞	20	100 M	6	100 M	30	∞	10	12	36	∞	30
JU0114	用 MF47 万用表的 R×1k 档测量																			
JU0114 脚号	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩										
黑表笔接⑩脚，红笔测量(kΩ)	5.2	9.6	3.8	9.6	9.2	4	9.2	4.3	3.9	0										
红表笔接⑩脚，黑表测量(kΩ)	5	3.9	4.7	3.9	3.2	3.9	3.2	4.1	3.9	0										
IX0689CE	用 MF500 型万用表 R×1k 档测量；小于 1kΩ 以下用 R×100 档测量																			
黑表笔所接脚	②	③	⑩	⑥	⑧	⑨	⑬	⑮	⑯	①	②	④	⑤	⑦	⑮	⑰	⑱	⑲		
红表笔所接脚	①	②	④	⑤	⑦	⑮	⑱	⑲	⑲	⑲	⑳	㉑	㉒	㉓	㉔	㉕	㉖	㉗		
测得的电阻值(kΩ)	4.7	0.5	1.7	0.47	∞	0.57	0.45	0.43	∞	4.7	∞	1.7	∞	∞	∞	∞	∞	∞		
TDA4600	用 MF500 型万用表 R×1k 档测量																			
TDA4600 脚号	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨											
红笔接散热片，黑笔测量(kΩ)	7.6	8.6	8	9	7.1	0	8	25	32											
黑笔接散热片，红笔测量(kΩ)	6.5	6.5	7.5	6	12	0	5.5	14	4.8											
STR451	用 MF47 万用表 R×1kΩ 档测量																			
黑表笔所接脚	①	②	①	③	①	④	②	③	②	④	③	④								
红表笔所接脚	②	①	③	①	④	①	③	②	④	②	④	③								
测得的电阻值(kΩ)	∞	∞	∞	∞	7.9	∞	34	48	10.5	∞	77.5	∞								
IX0308CE	用 MF10 型万用表 R×1k 档测量																			
黑表笔所接脚	①	②	①	⑤	①	④	①	⑤	①	⑥	①									
红表笔所接脚	②	①	③	①	④	①	⑤	①	⑥	①	⑦									

(续)

IX0308CE		用 MF10 型万用表 R × 1k 档测量												
测得的电阻值(kΩ)	6	6	9	8	20	∞	14	∞	∞	∞	∞			
黑表笔所接脚	⑦	①	⑧	①	⑨	①	⑩	①	⑩	①	⑫			
红表笔所接脚	①	⑧	①	⑨	①	⑩	①	⑩	①	⑫	①			
测得的电阻值(kΩ)	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞			
黑表笔所接脚	③	④	⑥	⑦	⑩	②	⑦	⑧	⑦	⑨	⑧			
红表笔所接脚	④	③	⑦	⑥	⑧	⑥	⑧	⑦	⑨	⑦	⑨			
测得的电阻值(kΩ)	8	∞	∞	6.9	∞	∞	7	∞	7.5	∞	0.1			
黑表笔所接脚	⑤	⑧	⑩	⑨	⑩	⑩	⑪	⑩	⑫	⑩	⑫			
红表笔所接脚	⑧	⑩	⑧	⑩	⑨	⑩	⑪	⑫	⑫	⑫	⑬			
测得的电阻值(kΩ)	0.1	7.5	8	7.5	8	8	∞	∞	∞	6	∞			
HM9201		用 MF500 型万用表 R × 1k 档测量												
黑表笔所接脚	⑤	①	⑤	②	⑩	③	⑤	④	⑤	⑤	⑥	⑤	⑤	⑦
红表笔所接脚	①	⑤	②	⑤	③	⑤	④	⑤	⑤	⑥	⑤	⑥	⑦	⑤
测得的电阻值(kΩ)	∞	∞	∞	∞	37	52	35	50	0	∞	∞	∞	∞	35
IX0323CE		用 MF500 型万用表 R × 1kΩ 档测量												
黑表笔所接脚	①	④	②	④	③	④	⑤	④						
红表笔所接脚	④	①	④	②	④	③	④	⑤						
测得的电阻值(kΩ)	∞	∞	4.5	∞	28	16.5	25.1	14.1						
STR4211		用 MF500 型万用表 R × 1kΩ 档测量												
黑表笔所接脚	①	④	②	③	④	④	⑤	④						
红表笔所接脚	④	①	④	④	②	③	④	⑤						
测得的电阻值(kΩ)	∞	∞	5.3	63	∞	33	30	30						
IX0512CE		用 MF500 型万用表 R × 1kΩ 档测量												
黑表笔所接脚	①	④	②	④	⑤	④	⑤	④						
红表笔所接脚	④	①	④	②	④	③	④	⑤						
测得的电阻值(kΩ)	11	10	∞	∞	∞	∞	10	8						
STR4090		用 MF500 型万用表 R × 1kΩ 档测量												
黑表笔所接脚	①	④	②	④	③	④	⑤	④						
红表笔所接脚	④	①	④	②	④	③	④	⑤						
测得的电阻值(kΩ)	∞	12	4.4	4.5	29	21	27	19						
IX0247CE		用 MF500 型万用表 R × 1kΩ 档测量												
黑表笔所接脚	①	④	②	④	③	④	⑤	④						
红表笔所接脚	④	①	④	②	④	③	④	⑤						
测得的电阻值(kΩ)	∞	11	4	4.2	28	20								
STR4060		用 MF500 型万用表 R × 1k 档测量												
黑表笔所接脚	①	④	②	④	③	④	⑤	④						

(续)

STR4060	用 MF500 型万用表 R×1kΩ 档测量									
红表笔所接脚	④	①	④	②	④	③	④	⑤		
测得的电阻值(kΩ)	∞	∞	4.1	∞	29	15	26	15		
STR50103A	用 MF47 万用表测量,电阻值超过 500k 以上用 R×10k 档测量,其余用 R×1kΩ 档测量									
黑表笔所接脚	②	③	①	④	⑤	②	②	②		
红表笔所接脚	③	①	③	③	③	①	④	⑤		
测得的电阻值(kΩ)	7.2	∞	∞	1M	1M	75	9	70		
STR54041	用 MF47 型万用表 R×1k 档测量									
黑表笔所接脚	①	②	①	③	①	④	①	⑤	④	⑤
红表笔所接脚	②	①	③	①	④	①	⑤	①	⑤	④
测得的电阻值(kΩ)	13	18	28	> 250	4.9	8	1.5	1.71	10	7
STR440	用 MF500 型万用表 R×1k 档测量									
黑表笔所接脚	①	②	③	②	④	②	④	②		
红表笔所接脚	②	①	②	③	⑤	②	④	④		
测得的电阻值(kΩ)	∞	∞	20	17	6	∞	∞	∞		

2. 修理方法

在大量的维修实践中发现,许多电源厚膜集成电路的损坏,仅是其内部部分或个别元件损坏,尤其是电源开关管是最易损坏的元件之一。这种管子 in 厚膜块中大多有独立的 3 个引出脚,当其损坏以后,完全可在集成电路的外部另接一只开关管来修补。不过,如开关管为短路性损坏时,则必须先设法使开关管呈开路性状态以后,才能进一步对其实施补救措施。

对于厚膜集成电路内开关管呈开路性故障的厚膜集成电路,可通过测其开路电阻值即可很容易地判定,补救措施十分方便,只要在厚膜块的对应引脚上另外接上一只大功率开关管即可。对于某些呈短路性故障的厚膜集成电路,则必须先设法让短路点开路,或让集成电路内的开关管与其他电路断开,才能另外加接开关管。一般可用电击法和外部割法排除短路点。

表 5-90 所示是厚膜块内开关管对应电极及引出脚号资料。

表 5-90 厚膜集成电路内开关管引脚号

厚膜组件型号	发射极 e 对应脚号	基极 b 对应脚号	集电极 c 对应脚号	厚膜组件型号	发射极 e 对应脚号	基极 b 对应脚号	集电极 c 对应脚号
STR440	②	④	①	STR5312	④	②	①
56A245-2	②	④	①	STR5314	④	②	①
STR451	②	④	①	STR5412	④	②	①
STR456	②	④	①	STR50103	④	②	③
STR450	②	④	①	STR50103A	④	②	③
STR454	②	④	①	HKD9501	④	②	①
STR455	②	④	①	STR50115B	④	②	③
STR514	②	④	①	STK7358	⑬	⑫	⑮

(续)

厚膜组件型号	发射极 e 对应脚号	基极 b 对应脚号	集电极 c 对应脚号	厚膜组件型号	发射极 e 对应脚号	基极 b 对应脚号	集电极 c 对应脚号
STR54041	④	②	③	DX0689CE	⑬	⑫	⑮
DX0205CE	②	④	①	DX0689CZ	⑬	⑫	⑮
HKD9502	④	②	③	STK7308	⑩	⑪	⑭
STR456A	②	④	①	DX0308CE	⑩	⑪	⑭
STR41090	④	②	③	STR4211	④	②	①
STR40090	④	②	③	STR4211H	④	②	①
EX0465CE	④	②	③	STR6020S	④	②	①
EX0645CE	④	②	③	STR6020	④	②	①
DX0512CE	④	②	③	HKD9504	④	②	①
56A246	④	②	③	HKD9506	④	②	①
STR4060	④	②	③	STR446	②	④	①
STR4090	④	②	③	STR441	②	④	①
STR4090S	④	②	③	STR442	②	④	①
DX0323CE	④	②	③	STR58041	③	②	③
DX0247CE	④	②	③	HKD9505	④	②	③

(1) 电击法, 所谓电击法就是利用辅助电路专门产生的脉冲电压或电流, 对故障部位进行电击。由于短路部位的电阻值很小, 电击回路中的放电电流较大, 故能使短路点迅速烧开, 达到将短路为开路之目的。这种利用瞬间电热效应排除短路点的方法被实践证明简单而有效。具体方法是这样:

先找一只耐压约 50V 左右, 容量值约为 3000—4000 μ F 的大容量电解电容器, 将其接在约 20~30V 左右的电源上充电约 50~100 秒, 然后迅速用其去直接碰触厚膜集成电路内部短路元件引出脚, 由于电解电容器的放电作用, 放电时所产生的强大电流很快就可将短路处电击成开路。如果一次电击不成, 还可以反复进行多次, 直至短路点彻底开路为止。

需要注意的是, 所选用的电解电容漏电流应尽可能的小, 且在进行电击操作前, 先将其两引脚上各焊上一根 150~200mm 长塑料软绝缘导线, 以便于进行操作。

对于厚膜集成电路内晶体管的 PN 结, 要注意用电容器的正极去碰 P 端引出脚, 负极去碰 N 端引出。对于不同类型的厚膜集成电路, 必须先行弄清电极后再去实施电击措施。

(2) 外部切割法。外部切割法就是在厚膜集成电路的外部, 用钢锯条、钻头钻等方法, 设法使开关管的短路电极断开或让开关管与其他元器件隔离。

例 1: 厚膜集成电路 STR5412 和 STR5314 的切割

STR5412 为东芝 TA 两片机中的电源厚膜集成电路, 其内部开关管的发射极引出脚为④脚、集电极引出脚为①脚、基极引出端为②脚。该集成电路较易发生短路的部位是①与④, 使其①脚为单独引出脚, 他在集成电路内不与任何电路相接, ④脚为输出端。对其进行补救时, 只需切断其开关管的基极即可。具体方法如下:

第一步将 STR5412 连同散热片从电路板上拆下来, 在距引脚 11mm 处, 沿两个固定孔横轴方向, 用钢锯条向下锯约 2mm 深, 如图 5-80 所示。在进行此项操作时, 可采用边锯边

测量②脚与④脚间正、反电阻的方法，当测得电阻值为 ∞ 时，说明其内的开关管基极已与其他电路脱开了。

第二步将 STR5412 的①脚齐根剪去，另取一只 NPN 型大功率三极管，例如 D1942、DF104F、3DD104E、2SC1942、2SC1875Q、2SD850Q 等型号管子。按所选管子的安装尺寸在原散热板上钻孔，并分别用两只螺钉、螺母将大功率管固定在原散热板上，应在大管子与散热板间垫上一层绝缘片，最好是云母片。

第三步用塑料软导线将大功率管的基极接原厚膜块的②脚、发射极接④脚、集电极则接在原电路板的①脚插孔内即可。

上述修理方法也同样适用于对 STR314 厚膜块的修理。

例 2：厚膜集成电路 STR50213 和 STR51213

STR50213 与 STR51213 厚膜集成电路在松下新型的直角平面遥控彩电中使用较多，前者多用于 21 英寸机型中，例如松下 TC-2185、TC-2186 等，后者大都用在大屏幕直角平面遥控彩电中，例如松下 TC-D25C 等机型。这两种厚膜集成电路均采用单直插式五脚薄型封装结构，可以由其组成串联型开关稳压电源电路。

从 STR50213 和 STR51213 的内部结构来看，两者的内部结构基本相同，均由电压基准、误差放大和脉宽调制（这部分电路主要由陶瓷电路基板上的电阻、中小率晶体管芯片构成）以及电源开关管（是用大功率电流芯片直接镶制在金属底板上）等组成。当内部的开关管击穿以后，可采用下述方法对其进行补救。

在距 STR50213 或 STR51213 顶端 14mm 处，如图 5-81 所示，用钢锯条沿水平方向向下锯约 3mm 深左右，直锯至金属底板为止。此时，如用万用表测量其②、③、④脚之间的电阻呈无穷大，说明已将击穿的开关管与电路隔离开了，只要选用一只合适的大功率管，例如 BU508A、2SD1402、2SD1403 等型管，用导线将其的 E、B、C 各电极分别连接于厚膜块的④、②、③脚即可。

例 3：厚膜集成电路 STR6020 (STR6020S)

STR6020 (STR6020S) 是日立（福日）NP82C 系列机芯彩电的电源厚膜集成电路，采用 5 脚直插式塑封结构，其内部元件分布如图 5-82a 所示。使其内部开关与其他电路断开的方法有以下几种：

第一种方法如图 5-82b 所示的方法，先在厚膜块正面沿 (3) 脚 (A) 向上画一条与厚膜集成电路底线相垂直的直线，与顶线相交于 B 点，在 AB 线上离 B 点 3mm 处找到一点 H。

然后用直径 3mm 的钻头在 H 点打孔，一直钻到散热片为止。这样，集成电路内开关管的发射极已被切断，这时可用万用表欧姆档测量①、④脚间的阻值，以确定是否断开。

在底板上厚膜块附近另装一只开关管，并固定好。开关管可选用 2SD1942、D1942、

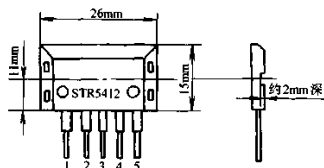


图 5-80 厚膜集成电路 STR5412 切割方法示意图

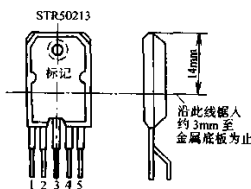


图 5-81 厚膜集成电路 STR50213 切割方法示意图

DF104D、D1403 等型号管, 要求 $\beta \geq 15$ 左右。开关管需另外加一块 $30 \times 40 \times 20\text{mm}^3$ 的散热板, 散热板与开关管间绝缘应良好。

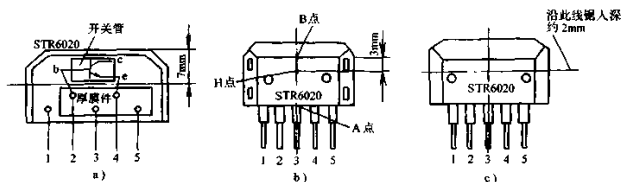


图 5-82 厚膜集成电路 STR6020 外部切割方法示意图

最后用塑料软导线将新开关管的集电极接原厚膜块①脚与外围电路断开的连接铜管箱上, 基极接厚膜集成电路的②脚, 发射极接厚膜块的④脚即可。

第二种方法是这样: 在原 STR6020 厚膜集成电路有商标的一面, 用钢锯条沿两个固定孔横轴方向锯下去约 2mm 深左右, 如图 5-82c 所示, 直见到有两根金属连线被锯断开, 这两根连线即为大功率开关管的 E 和 B 极。

然后用万用表的 $R \times 1$ 档测量厚膜集成电路②、④脚间的正、反向电阻是否还是零。如阻值很大, 则说明②、④脚内大功率管的 E 和 B 极之间已断开, 这时只要按第一种方法在厚膜集成电路的外围另加接一只大功率开关管即可。

例 4: 厚膜集成电路 STR4211 (STR4211H)、STR54041

这两块厚膜电路内的开关调整管击穿短路后, 可采用如前所述同样方法按图 5-83a、b 所示进行处理, 具体方法不再赘述。

3. 代换资料

当开关电源厚膜集成电路损坏以后, 如一时无原型号的配件可换, 也可以用与其功能相同或相近的厚膜集成电路来直接进行代换, 表 5-91 中列出了国内外彩色电视机中各类厚膜集成电路直接代换型号对照表, 供维修代换时参考。

4. 代换注意事项

在进行厚膜集成电路的代换时要注意以下几个方面的问题。

(1) 代换前。在代换前必须先找出原厚膜集成电路损坏的原因, 并处理之, 只有在彻底了解电路中存在的隐患后, 才可换上新的厚膜集成电路。否则, 新换上的厚膜块有可能被再次烧坏。

代换前尚未通电时, 还需经反复检查无误后, 且在过压保护元件 (例如某些机器主电源输出端所接的 SR2M 保护二极管) 完好的情况下, 才可进行通电试机, 发现问题应及时关机检查。

有条件的维修人员, 可先给故障机的交流电压进线端加接一只调压器, 采用逐渐升高交

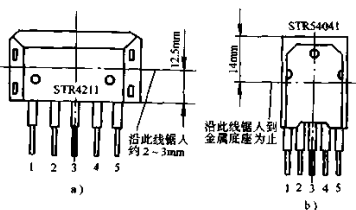


图 5-83 厚膜集成电路 STR4211 外部切割方法示意图

表 5-91 开关电源薄膜 IC 代换对照表

原薄膜 IC 型号	可直接代换型号	原薄膜 IC 型号	可直接代换型号
HKD9501	STR5312, STR5314, STR5412, STR50103, STR50103A, VSTR50115B(后三者与前三者互换时①、③脚应对调)	STR454	见 HKD9502
		STR455	见 HKD9502
HKD9502	STR450, STR451, STR454, STR455, STR456, STR456A, STR514, STR54041, STR58041, IX0205CE	STR456	见 HKD9502
		STR456A	见 HKD9502
HKD9504	STR4211, STR4211H	STR514	见 HKD9502
HKD9505	STR41090, STR40090, IX0465CE, IX0645CE, IX0512CE, 56A246, STR4221 (STR4221 与其他薄膜块互换时,应对调①、③脚)	IX0512CE	见 HKD9505
		STR4060	见 IX0247
HKD9506	STR6020, STR6020S	STR4090	见 IX0247
		STR4070S	见 IX0247
HM0114	JU0003, JU0003A, JU0086, JU0111, JU0114, JU0116, JU0130, HM114, HW0114, HSY014	STR4090/S	见 IX0247
		STR4211	STR4211H, HKD9504
HM114	见 JU0114	STR4211H	STR4211, HKD9504
HM9201	HM9201-5, HM9203, HM9204, HM9205, HM9206, HM9207	STR4221	见 HKD9505
		STR4412	STR40115(输出电压不同,需调整外围元件)
HM9201-5	见 HM9201	STR5312	见 HKD9501
HM9203	见 HM9201	STR5314	见 HKD9501
HM9204	见 HM9201	STR5412	见 HKD9501
HM9205	见 HM9201	STR6020	STR6020S, HKD9506
HM9206	见 HM9201	STR6020S	STR6020, HKD9506
HM9207	见 HM9201	STR6020S	见 HKD9505
HM9102	HM7939, HM7939WYF	STR40115	见 STR4412
HM7939	HM9102, HM7939WYF	VSTR50115B	见 HKD9501
HM7939WYF	HM9102, HM7939	STR41090	见 HKD9505
HW0114	见 HM0114	STR50103	见 HKD9501
HSY014	见 HM0114	STR50103A	见 HKD9501
IX0205CE	见 HKD9502	STR50115B	见 HKD9501
IX0247	STR4060, STR4090, STR4090S, STR4090/S, IX0323CE, IX0247CE	STR50203	STR50213, STR51213
		STR50213	STR50203, STR51213
IX0308CE	STK7308	STR54041	见 HKD9502
IX0465CE	见 HKD9505	STR58041	见 HKD9502
IX0645CE	见 HKD9505	TDA3037	TDA4600, TDA4601
IX0689CE	IX0689CK, IX0689CE, STK7358	TDA4600	TDA3037, TDA4601
IX0689CK	见 IX0689CE	TDA4601	TDA3037, TDA4600
IX0689CZ	见 IX0689CE	JU0003	见 HM0114
STK7308	IX0308CE	JU0003A	见 HM0114
STK7358	见 IX0689CE	JU0086	见 HM0114
STR440	STR441, STR442, STR446, 56A245-2	JU0111	见 HM0114
STR441	见 STR440	JU0114	见 HM0114
STR442	见 STR440	JU0116	见 HM0114
STR446	见 STR440	JU0130	见 HM0114
STR450	见 HKD9502	56A245-2	见 STR440
STR451	见 HKD9502	56A246	见 HKD9505

流电压的方法来进行试机。同时,用万用表监测着主电源输出端的电压。如发现交流电压升至某一值时(不要超过220V),主电源输出端的电压已达到了要求值,表还有上升的趋势,则说明电源电路中仍有隐患元件存在,也包括新换上的厚膜块性能不良。如果交流电压升高至230~240V时,主电源电压始终稳定,则说明电源电路工作正常,可以正常使用。

(2) 代换时。在进行代换时,要注意厚膜集成电路的散热和绝缘问题。对于某些外形与原厚膜集成电路不同的代换件,还需在原散热板上重新钻孔固定,切勿只凑合着固定一只孔。

安装时,还需要厚膜集成电路与散热板间涂以导热硅脂,并垫好绝缘片,但力求使厚膜集成电路与散热接触良好。

如原机散热板偏小,工作时温升较高,还应适当加大原散热板的面积,此时可另增加一块散热片叠加在原散热板上。

对于某些引脚直接与电路板上的铜箔焊接的厚膜集成电路,在安装时,建议先将厚膜集成电路与散热板安装固定好后,再将厚膜集成电路的各引脚与印制线路板焊牢。否则,厚膜集成电路与散热板间极易产生应力,这种应力日久很容易引起焊点开裂、脱焊等现象。

(3) 代换后。在完成代换后,整机最好先让他连续工作一段时间,以进行老化试验。同时,用万用表监测着主电源电压(+B),看其在老化过程中有无波动、厚膜集成电路有否温升过高现象。

五、集成运算放大器

集成运算放大器的内部电路是由若干个晶体管和电阻等组成,而晶体管又是由PN结构成的。因此,在了解集成运放内部电路的基础上,用万用表欧姆档测量其有关引脚间的电阻值,可以估测出集成运放的好坏。

1. 质量检测方法

以国产的FO06(相当于进口 $\mu A741$)为例,其内部电路如图5-84所示。由图可知,他的③脚和⑤脚、⑩、⑧脚之间各为一个PN结,测量这些PN结的正、反向电阻值,可以估测其好坏。

此外,②、⑤脚间及⑥、⑤脚间分别为一只1k的电阻,也可用万用表测量其好坏。

通过测量正电源③脚、负电源⑤脚之间,以及他们与输出端⑦脚之间的电阻值,还可判断其有无短路性故障。

2. 放大能力估测方法

利用万用表可估测集成运放的放大能力,如图5-85所示。集成运放上接 $\pm 15V$ 电源,万用表置于50DVC档。首先,使集成运放输入端开路,集成运放处于截止状态,这时输出端⑦脚,对负电源⑤脚的电压约20~25V。

然后,用于捏金属小起子,依次碰触同相输入端④脚和反

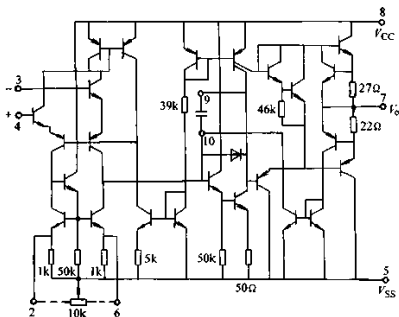


图 5-84 IC 放大器质检方法原理图

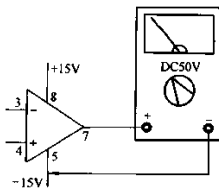


图 5-85 IC 放大能力估测方法原理图

相输入端③脚, 表针若有较大摆动, 即说明该运放的增益很高。若表针摆动很小, 说明其放大能力差。若表针不动, 则说明该运放已损坏。

3. 代换资料

表 5-92 所示是部分彩色电视机用集成运算放大器国内外型号代换对照表, 供代换时参考。

表 5-92 彩电常用运算放大器代换资料

类别	形式	国外对应型号	部标型号	国际型号	可代换国内型号		
通用型	I	μ A702、LM702、 μ PC51	F001		4E314; X50; 8FC1; F001; BG301; 5C922; FC31; FC1		
			F002	CF702	4E315; F002		
	II	μ A709、LM709、 μ PC55	BE809	F004		F004; 5C23	
				F003		X51; F003	
				F005	CF709	4E304; F005	
	III	μ A741、LM741、TA7504		F006		4E322; F006	
				F007	CF741	CF741; F741; 5G24; XFC52	
		LM101、 μ A101			CF101	CF101; SG101	
			μ A201、LM201			CF201	CF201
			μ A301、LM301			CF301	CF301
	其他	μ A748	F748		F748		
		MC1556	F1556		F1556		
	特殊型	低功耗型	μ PC253	F011	CF253	F011; CF253	
				F012			
CA3078			低功耗	CF3078	CF3078		
					8FC7; 7XC4; XFC75		
高精度型		AD808	F030		4F325; F030; FC72		
			F031		F031; XFC10		
			F032		F032; BG312		
		μ A725	F033	CF725	F033; 8FC5; CF725		
			F034		XFC78		
OP07		F07		F07			
高速型		μ A772	F050		4E502; XFC7-1		
			F051		F051		
		LM118	F052	CF118	X55; F052; XFC76		
			F054		4E321; F054; FC92; XFC7-2		
		μ A715	F055	CF715	F055; 8FC6; 5G27		
LM318			CF318	CF318			
宽带型			F733		SG012; XFC79; BG323		
		MC1437	F1437	双组	F733		
		MC1520	F1520		F1520		

六、CMOS 电路

以夏普 C-2002G、N 型红外遥控彩色电视机中使用的 D4069U 为例, 介绍对门电路的检测方法, 测试电路如图 5-86 所示。

测试时, 将 B 端接到被测门的输出端, 然后分别用 A、C 端去触碰被测门的输入端。

当 A 接到输入端①脚时, 由于输入端为高电平, 因此, 经反相后其输出端②脚应为低电平, 即这时万用表的指示应接近 0V。

当用 C 去触碰输入端①脚时, 由于输入端为低电平, 因此, 经反相后输出端②脚应为高电平, 即万用表显示出的电压应在 4V 左右。

经检测, 符合上述条件就可认为被测门电路是好的。然后再用同样方法检测 D4068U 的另外五个门。这种检测方法对于其他类型的逻辑门电路也同样适用。

需要注意的是: 在检测其他种类的逻辑门电路时, 要根据不同逻辑门的特性适当改变一下检测方法。例如:

检测与门电路时, 应先用 A 分别触碰两个 (或两个以上) 输入端, 每次电压表都应显示出较高的电压, 只有用 C 同时接触两个输入端 (或两个以上输入端) 时, 电压表才显示出近于 0V (低电平) 的电压。

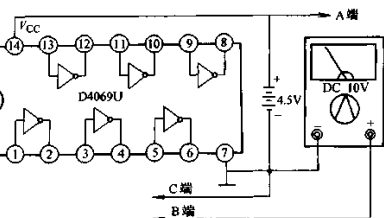


图 5-86 CMOS 测试电路原理图

第六章 录像机专用元器件

第一节 磁头、磁鼓及其附件

一、磁头种类

录像机是一种用磁性记录视频和音频信号的设备，所以他的重放和记录都是通过磁头进行磁、电转换的。录像机中所用的磁头种类较多，主要有以下几种磁头。

1. 视频磁头

这一磁头用来记录和重放视频信号，这是录像机中关键的一种磁头，视频磁头至少有两只，即 A、B 视频磁头，在具有特技重放功能的机器中还有更多的视频磁头，以完成特技重放，即完成静像、慢放、快放等。视频磁头装在磁鼓的上鼓下沿，工作时随上鼓一起旋转。

2. 全消磁磁头

他是用来对录像带进行消磁的磁头，在记录时该磁头才进入工作状态，将磁带上所有的记录（视频、音频和 CTL 信号）全部抹去。

3. 音频和控制组合磁头

这一磁头中含有两种功能的磁头：一是音频记录和重放磁头，相当于录音机中的录放磁头，用来记录和重放音频信号。二是控制磁头，这一磁头用来记录和重放 25Hz 的 CTL 信号，这一信号用来控制两个视频磁头 A、B 的输出。

4. 音频抹音磁头

这一磁头的作用与录音机中的抹音磁头相同，用来单独抹去录像带上的音频信号。对于无后期配音功能的录像机中没有这一磁头，这是因为这一磁头在进行配音时只抹去音频信号，对于普通录像机当全消磁头工作时也同时抹去了音频信号。

在上述诸磁头中，视频信号的损坏率最高，主要是磨损和人为损坏，当清洗视频磁头过程中，若操作不当将会损坏这一磁头，因为视频磁头比较单薄、脆，在视频磁头损坏后，由于直接更换视频头的操作和调整比较复杂，所以往往是通过更换上磁鼓来解决问题。另外，音频录放磁头也容易磨损。全消磁头一般不会损坏。

二、磁头工作位置和磁迹分布

1. 磁头工作位置

VHS 录像机中各磁头相互之间的工作位置如图 6-1 所示。从图中可以看出，磁带由供带盘释放，从左侧进去，先后经过全消磁磁头→阻尼滚→导带柱→磁鼓（视频磁头）→导带柱→阻尼滚→音频抹音磁头（无后期配的录像机没有）→音频/控制磁头→压带轮

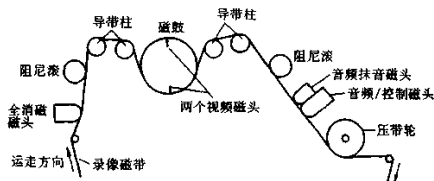


图 6-1 磁头工作位置示意图

轮→到卷带盘卷起磁带。

在重放时，全消磁磁头不工作，音频抹音磁头不工作，其他磁头均进入重放时的工作状态。

在记录时，全消磁磁头工作，将录像带全部消磁，其他磁头进入记录工作状态。

2. 磁迹分布

各磁头在 VHS 录像机录像带上磁迹示意图如图 6-2 所示。从图中可以看出磁带上共有列三条磁迹：

1) 最上面的是音频磁迹，一般录像机是单声道的，对于立体声录像机，音频磁迹是双声道的，上面一条是右声道，下面一条是左声道。

2) 最下面的是控制信号磁迹，这一信号只有一条磁迹。

3) 中间的是视频信号磁迹，注意前面两条磁迹都是与走带方向平行的，但视频信号磁迹则是倾斜的。视频磁迹有两条，即磁头 A、B 各一条，每条磁迹从上到下记录一场视频信号。

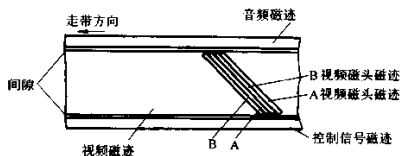


图 6-2 磁迹示意图

注意在音频磁迹与视频磁迹、控制磁迹与视频磁迹之间留有间隙，这是保护隙。而视频磁头 A、B 磁迹之间没有这种保护间隙。

三、视频磁头和磁鼓

1. 视频磁头特性

视频磁头的前隙（工作缝隙）只有 $0.3 \sim 0.5 \mu\text{m}$ ，非常窄，这是因为视频信号的频率非常高，只有很窄的工作缝隙才能获得较好的高频特性。当前隙被磁粉涂住时，磁头的电、磁转换功能将消失或削弱，所以要经常进行视频磁头的清洗。

在使用质量不好的录像带或受潮的录像带时，磁带上的磁粉就会脱落而粘在视频磁头的工作缝隙上。当一只视频磁头工作缝隙被粘住时，图像能够出现，但画面水平方面的杂波带很多。当两只视频磁头的工作缝隙被粘住时，没有图像，整个画面出现颗粒很粗的干扰。

一般情况下，音频磁头的工作缝隙不太容易粘上磁粉（相对视频磁头而言），所以此时声音正常，只是图像有问题。

视频磁头体积小、重量轻、很薄，线圈的匝数少、易碎，无外壳封装，固定在上磁鼓上。由于视频磁头很娇，容易碎或裂，所以清洗时要特别小心。一旦视频磁头损坏一只，产生的故障现象同磁粉涂住一只视频磁头时相同。有为数不少的视频磁头是因为用户清洗方法不当而损坏的，关于正确清洗方法见后面的介绍。对视频磁头的检查主要是用直观检查法，可通过放大镜来观察他是否开裂、脏、碎，一般磁头线圈不会出现开路等问题。

视频磁头与磁带的相对速度很高，要求他有很好的耐磨特性。视频磁头 A、B 的特性要求相同。由于视频磁头采用方位角记录方式，所以要求视频磁头的安装位置十分准确。视频磁头固定在上磁鼓上，在修理或调试过程中，视频磁头是不必进行任何调整或变动的，所以不要去动他，否则很容易造成视频磁头的报废。

2. 工作位置和状态

视频磁头的安装位置和工作状态如图 6-3 所示。从图 6-3a 中可以看出，视频磁头 A、B 相对装在磁鼓上，磁头的工作表面略突出磁鼓表面，以便与磁带接触良好。判断视频磁头是否磨损报废的方法就是摸摸视频磁头的突出量，当没有这一突出量时，说明视频磁头已需要更换。

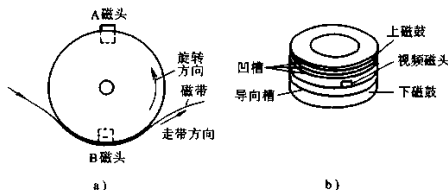


图 6-3 磁鼓示意图

图 6-3b 示出磁鼓由上磁鼓和下磁鼓组成，下磁鼓固定不动，上磁鼓可以转动，视频磁头装在上磁鼓的下端。重放或记录时，上磁鼓逆时针方向转动，磁带自左向右运走，这样视频磁头相对于磁带的速度大，能够提高记录和重放时的高频特性。

3. 上、下磁鼓

磁鼓又称磁头鼓，他是用来装载视频磁头和旋转变压器的，他的外形示意图如图 6-3b 所示。磁鼓逆时针方向转动，这样与磁带进入的方向一致，以减小磁带与磁鼓之间的摩擦。但是，当上磁鼓有上下跳动时，将使磁带出现垂直方向的跳动，影响磁头与磁带的接触平稳性。

下磁鼓表面还有一条槽，用来引导磁带正确地压在磁鼓表面，这一条槽称为导向槽。另外，上磁鼓表面还有几条下陷的槽，他的作用是让磁带与磁鼓之间的空气从此槽中出来，以便磁带能够很好地贴在磁鼓表面，保持良好的接触。

上磁鼓由装在下磁鼓下面的鼓电动机直接驱动，在上、下磁鼓之间还装有用来耦合视频磁头信号的旋转变压器。由于视频磁头精确地固定在上磁鼓上，在视频磁头损坏后的更换十分复杂，主要是安装、调试精度达不到，另外也没有成品的单独视频磁头可购，所以往往是连同上磁鼓一起更换，这就增加了修理成本。

四、磁头清洗方法和注意事项

1. 磁鼓清洗方法

(1) 偶然性磁粉脱落故障。当画面上出现数条水平杂波带，一般情况下不作清洗处理磁粉也会很快消失，画面自动恢复正常。

(2) 轻度故障。画面上有连续的水平杂波带干扰，但仍然可以见到局部的较清晰图像，杂波带就是不能自行消失，此时可以用一盒新的录像带进行重放，并按下快进或快倒键，使磁带快速通过视频磁头的工作表面而擦去灰尘或磁粉，在轻度故障时这一方法有效，操作方便。

上述处理无效时，说明问题已比较严重，磁粉粘在磁头工作缝隙上比较牢，这时画面一般表现为无图像，但声音正常。在堵塞不十分严重时，采用磁带清洗带进行清洗还是有效的。

(3) 严重的堵塞故障。画面表现同上一样，用清洗带也无法去除磁粉，这时就必须打开机壳进行清洗处理，其方法是这样：切断电源，打开机器上盖板，拆下磁鼓上面的护罩板，使磁鼓露出，用清洁的手指去直接擦视频磁头工作表面，在擦时要特别注意，右手的手指盖住视频磁头工作缝隙不要动，左手不断地左右旋转上磁鼓，这样相当于用手指在水平方向左

右擦视频磁头。

2. 磁带清洗带

清洗带有下列两种：

1) 多孔型清洗带，这种清洗带对视频磁头没有磨损，若在清洗带上加入清洗液，其清洗效果更好。

2) 研磨型清洗带，这种清洗带在清洗时就像一把锉刀，锉去磁鼓表面的磁粉，清洗能力强于多孔型清洗带，但对视频磁头有一定的损伤，所以一般情况下不要用这种清洗带。

3. 清洗磁鼓中的注意事项

在上磁鼓上找视频磁头的方法是这样：在上磁鼓上有两组小孔，在小孔的外侧下面就是视频磁头，在清洗磁头时先找到这样的小孔，再用手指轻轻接触到视频磁头的工作表面。

在清洗磁鼓过程中要注意几点：手指接触视频磁头时要轻，手指决不能上下方向垂直地擦视频磁头，否则很容易损坏视频磁头（折断视频磁头）。

用清洁的手指擦磁头有下列几个优点：

1) 手指柔软，不会伤到视频磁头。

2) 手指直接接触视频磁头心里有数，容易掌握用力的程度。

3) 用清洁的手指擦安全可靠，并且十分有效。采用清洗液棉球擦视频磁头是不科学的，棉丝很容易绕在视频磁头上，若用力拉时有损坏磁头的危险。用手纸等擦时也会出现类似的问题，一定要小心。

五、磁鼓故障及处理方法

1. 磁鼓损坏特征

上磁鼓是较贵元件，在做出更换时要慎重。下列情况下可作出更换上磁鼓的决定：

(1) 用放大镜发现视频磁头已存在开裂或缺角时，可以直接进行上磁鼓的更换。

(2) 对于重放图像质量尚可，但记录图像杂波大的故障，如果认为需要经常进行记录时，可以进行上磁鼓的更换。当视频磁头使用时间长后，由于磨损使视频磁头的电感量和 Q 值均下降，引起最佳记录电流变化而影响记录性能。

(3) 重放出现杂波大，具体表现为画面水平方向存在小雨点干扰（水平长而细的点，右端的头大，左端的尾小），几经检查没有发现故障原因，又没有发现视频磁头有开裂或缺角现象，此时可以进行更换上磁鼓一试。

2. 磁鼓更换方法和注意事项

更换磁鼓过程中要特别注意：切不可用硬东西碰到新磁鼓的视频磁头上。更换录像机磁鼓可分成下列四个过程：

1) 选择能够直接代用的新磁鼓型号。

2) 拆下已坏磁鼓。

3) 装配新磁鼓。

4) 进行更换后的调整。

具体操作过程是这样：拆下录像机的顶盖板等，将机内的磁鼓露出来，在上磁鼓上有两颗固定螺钉，A、B两只视频磁头四根引线焊点（一般磁鼓上共有8个焊点，另4个是旋转变压器的焊点），对于具备电子编辑功能的录像机还有两只旋转消磁头，他也有四根引线焊点，对于电子编辑功能的机器还有一个电刷组件，这些东西都要拆下。

用旋具（起子）松开磁头组件右上方电刷组件的两颗固定螺钉，小心取下电刷组件，且将他远离磁鼓放置，对于电刷组件上的连线不必焊下。如果所修机器设有电子编辑功能，那么就沒有电刷组件，也就没有这一步拆卸操作，直接进行下一步拆卸。

用吸锡烙铁将上磁鼓线路板上带箭头或三角标记的焊点周围焊锡吸光，对于具有电子编辑功能的机器还要将四根旋转消磁头的焊点周围焊锡吸光（注意：其中两根红色引线是连接 A 旋转消磁头，两根白色引线是连接 B 旋转消磁头）。

用手抓住上磁鼓使之不能转动，用旋具将上磁鼓的两只固定螺钉旋松、取下，但不能松动磁鼓组件中心的六角螺母。用手抓住上磁鼓，轻轻用力上拔，取下上磁鼓，切不可用旋具去撬上磁鼓。若上磁鼓无法用手直接取下，可用专门的磁鼓起拔器（可自制）。在取下上磁鼓之前，记住 A 磁头、B 磁头的位置（有的 A 磁头旁标有 A 字样），以便安装时不会装错。

拆下上磁鼓后可对下磁鼓组件法兰盘进行清洗，如果法兰盘上有垫片或金属焊物等，切不可清除他，这是为调整磁鼓组件专门设置的。在清洗下磁鼓法兰盘时最好不要让法兰盘转动，以便装新磁鼓时不会搞错。将新磁鼓按拆下的坏磁鼓方向安上，轻轻地对称拧紧两颗固定螺钉，将各焊点焊好。

注意，焊点相距较近，两焊点之间不能被焊锡毛刺相连。上述操作完成后，检查一遍，无误后可以通电试机，进行重放和记录试机，若没有问题可以不必作什么调整，一般情况下也不必作调整。

当上磁鼓固定很紧时，用手就无法拔下，此时只能借助于专用工具，即磁鼓起拔器，如图 6-4 所示。在上磁鼓上，两只固定螺钉孔的外侧有两只专门用于磁鼓起拔的螺钉孔，将起拔器左右两只螺钉旋入这两个孔中（注意两螺钉的旋入量要相等），再将中间的顶针对准磁鼓中心，旋转顶针便可拔出上磁鼓。磁鼓起拔器可按图示自制。

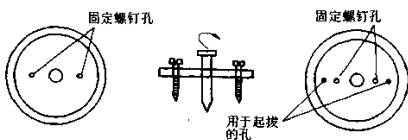


图 6-4 磁鼓起拔器示意图

3. 更换磁鼓后的调整方法

如果更换磁鼓后的重放性能不好，就需要进行调整（因各磁头的离散性，可能造成电气和机械性能偏差），其调整项目有机械和电气两大类。

(1) 机械调整项目（不一定都进行调整，有的在业余情况下无法进行）。

1) 偏心调整，这项调整需要偏心底计和皮锤等专用工具。

2) 视频磁头双向调整，又称两面角调整，其调整的目的使两只视频磁头保持精确的 180°。这一调整需要 4 颗专门的双向调整螺钉和标准测试带等。当磁头双向不好时，重放画面会出现晃动现象，没有这一现象时不必进行这项调整。

3) 视频磁头方位角调整，一般家用录像机记录频带比较窄，其磁头的方位角损耗小，故不需要调整。

4) 磁带通路检查、音频和控制磁头方位角调整。

(2) 电气调整项目。

1) 重放 RF 放大器调整，这其中包括重放放大器直流平衡调整、重放 CTL 信号占空比调整、跟踪控制位置调整、重放 RF 频带响应的调整（高频特性调整、中频特性调整和频度

响应调整)、重放亮度 RF 输出平衡调整、重放色度 RF 平衡调整、重放色度 RF 输出电平调整。

- 2) 记录电流调整,这其中包括亮度记录电流调整和色度记录电流调整。
- 3) 重放 RF 电平调整。
- 4) 视频磁头切换位置调整。
- 5) 鼓锁定相位调整。
- 6) 失落补偿灵敏度调整。
4. 更换磁鼓后的故障处理方法

更换磁鼓后一般情况下是没有什么故障现象的,有时由于诸多因素的影响可能会出现下列一些问题:

(1) 记录和重放都没有图像。如果在更换磁鼓之前没有这一故障,则说明是由于更换磁鼓造成的,此时的主要原因有下列一些:

1) 新磁鼓安装位置装反了,导致 A、B 视频磁头接反,此时要检查上磁鼓的白色或绿色是否对准下磁鼓上相同颜色的印刷电路板。

2) 新更换上的磁鼓虽然是合格产品,但与旧磁鼓之间不能互换,可根据下面介绍的更换磁鼓资料重新选配。

3) 新磁鼓是一个不合格产品,或是几何尺寸不对,或是电气性能不符合要求等,需要重新更换合格的新磁鼓。

(2) 重放时图像仅半幅清楚或多半幅图像清楚。更换磁鼓后只要有半幅图像是清楚的,便能说明新磁鼓是好的,问题出在下磁鼓组件中的相位发生器(PG 磁头)与视频磁头的相对位置不正确所致。解决办法是这样:将固定鼓转子的螺钉稍稍松开些,转动鼓转子一个角度后将螺钉拧紧(记住转动方向),重放磁带,若图像清楚面积更小,说明转动方向反了,反方向转动,再进行磁带重放监视和调整,直至图像全部清楚为止。

六、磁鼓代替资料

表 6-1 所示是有关录像机磁鼓代换的型号。

表 6-1 部分录像机磁鼓代换

国内型号	国外公司和型号	适用录像机型号
SG-62-20	日本松下公司 VEH0171 VEH0218	NV-370 NV-380
SG-62-21	日本松下公司 VEH0207 VEH0287	NV-230 NV-252 NV-260 NV-270 NV-280 NV-430 NV-450 NV-460 NV-470 NV-480
SG-62-22	日本松下公司 VEH0099 VEH0103 VEH0121 VEH0131	NV-300 NV-332 NV-333 NV-340 NV-390 NV-2000 NV-3000 NV-7000 NV-7200 NV-7500 NV-7800 NV-7850 NV-8200 NV-8170 NV-8400 NV-8600 NV-8610 NV-8620
	ORION 公司	VH-1 VH-2
SG-62-23	日本松下公司 VEH0270	NV-G10 NV-G11 NV-G12 NV-G15

(续)

国内型号	国外公司和型号	适用录像机型号
SG-62-24	日本松下公司 VEH0276 VEH0256	NV-730
SG-62-25	日本松下公司 VEH0343	NV-G20
SG-62-26	日本松下公司 VEH0386	NV-G30 NV-L10
SG-62-27	日本松下公司 VEH0385	NV-G33
SG-62-28	日本松下公司 VEH0180	NV-8500
	日本 JVC 公司	HR-2200 HR-3300 HR-3320 HR-3330 HR-3350 HR-3360 HR-3660 HR-3860 HR-4100 HR-7200 HR-7620 HR-7610 HR-7650 HR-7700 HRD-110 HRD-121EC HRD-220 HRD-225
	日本东芝公司	V55 V57
	日本 NEC 公司	N830 N831 N832 N833
	日本日立公司	VT-3000
SG-62-30	日本 AKAI 公司	VP-77 VP-83 VP-7100 VP-7200 VS1 VS2 VS3 VS5 VS10 VS9300 VS9500 VS9700 VS9800 VS-PIEV
	日本三菱公司	HS200
	西德	VC330 VR70 VR80 VR90 VR2000 VR3605 VR3905 VR3912 VR3985 VR6000 VR7730 VR9010 V250 V321 V323 V326 VK37 VK2140 VK3301V VC2830
	英国	3V01 3V06 3V16 3V22 3V30
SG-62-31	日本 JVC 公司	HR-D210EE
SG-62-40	日本船井公司 FUNAI 牌	VIP-1000 VIP-1400 VIP-2000 VIP-2500 VIP-3000E-1100
	日本 INTER VIDEO 公司	IV300 IV500 IV700
	日本 POLARIS 牌	VC-28
	日本卡西欧	VX-2000
	日本摩力士公司	VPC-777
SG-62-41	南朝鲜 (国内组装)	斯塔 VF-2215 禾音 VF-2215 兰宝 VID-888P VCP F-900T 东洋 900 TP-920 罗兰士宝 LS-900 和康 VP-9100 KITI F-900 VD-8818 VF-711
SG-62-42	南朝鲜 (国内组装)	佳韵 VCP-9028 VCP-9038 佳威 VCP-707D 佳声 VP-4100 TP-4300 VCP-A704D VR2600 VCP-980 LS-4130D 高士达 GHV-12321 GHV-1240D GHV-1245D CV-12 北京牌 VCP-4100D 皇冠牌 金钱牌 东洋牌

(续)

国内型号	国外公司和型号	适用录像机型号
SG-62-43	日本般井公司	VIP-3000 V33HC
	日本卡西欧	VX-4000
	日本爱华	HV-C900
SG-62-44	日本 PROSCO 公司	IV707
SG-62-50	日本日立公司	VT-11E VT-14 VT33E VT34E VT61E VT62E
	5458282 5458413 5458415 5458992	VT63E VT330E VT340E VT930 VTP10 VTS030E
SG-62-52	日本日立公司	VT-136 VT-158 VT-426 VT-427
SG-62-60	日本夏普公司	VC9 VC110 VC200 VC220 VC300 VC381
	DDRMU0001HE00	VC384 VC385 VC386 VC387 VC477 VC481
	DDRMU0002HE02	VC482 VC930 VC970 VC2000 VC3300
	DDRMU0002HE04	VC9100 VC9300 VC9400 VC9500 VC9600
	DDRMU0002HE05 DDRMU0002HE06	VC9700 VC9800
SG-62-70	日本 ORION 公司	VH2A VH2B VH2C VH3A VH3B VH3C VH33 VH200 VH800 VH303 VH312 VH400 VH404 VH555 VH700 VH704 VH770 VH844 VH900 VH1000 V88 VP10 VC150
SG-62-80	日本东芝公司 70321968	V73 V74 V83 V84 V93 V94 V98
SG-74-01	日本索尼公司	SL-C5 SL-C6 SL-C7 SL-T7 SL-8000 SL-8080
SG-74-02	日本索尼公司	SL-F1 SL-F30 SL-C20 SL-C24 SL-C30
		SL-C33E SL-C40 SL-C44 SL-P20 SL-P25 SL-HF72 SL-HF100 SL-T30ME
SG-74-10	日本三洋公司	VTC-5000 CTV-5100 VTC-5150 VTC-5300 VTC-5350 CTV-5400 VTC-6000 VTC-6500 VTC-M10

七、磁鼓组件更换方法和旋转变压器

1. 磁鼓组件更换

磁鼓组件一般情况下是不必更换的，但下列三种情况下要考虑更换磁鼓组件：

1) 录像机因长时间使用，使鼓电动机内的润滑油干涸，鼓电动机在转动时发出较大的噪声，由于无法进行润滑油的添加，此时要更换磁鼓组件，这是需要更换磁鼓组件的主要原因。

2) 在录像机使用时间后，由于多次更换上磁鼓，造成上、下磁鼓的直径不相同，致使通过磁鼓的磁带出现倾斜，出现重放和记录质量问题，此时也要更换磁鼓组件。

3) 当出现记录信号不能送入视频磁头，且重放信号也不能送出、不能输出 PG 信号时，也要更换磁鼓组件。

2. 旋转变压器

旋转变压器首先是一种变压器，其次它是一种动态连接器，如图 6-5 所示是旋转变压器

结构示意图。这种变压器的一次线圈装在上磁鼓中，与上磁鼓一起转动，一次线圈与视频磁头相连，重放时视频磁头输出的视频信号经一次线圈耦合到二次线圈。二次线圈装在下磁鼓中，他固定不动，二次线圈与视频磁头前置放大器电路输入相连。

旋转变变压器的作用有下列三个：一是耦合信号；二是阻抗匹配作用；三是动态连接器。

由于视频磁头随上磁鼓旋转，其输出信号通过变压器一、二次之间无触点的磁耦合方式传输。旋转变压器共有两组，一、二次线圈一组构成一个变压器，供视频磁头 A 使用，另一组旋转变压器供视频磁头 B 使用。在两组变压器之间有一圈屏蔽环，以隔离两只变压器之间的相互影响。旋转变压器的故障发生率很低，当它有问题时不得不连同磁鼓一起更换。

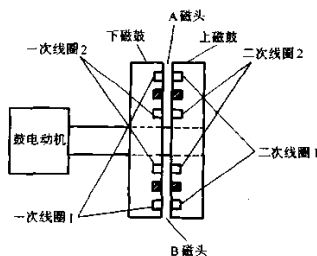


图 6-5 旋转变压器

八、其他磁头

1. 特技重放视频磁头

在具有特技重放的录像机中（一般都具有这一功能），除正常速度重放功能外还有静像（获得静止图像）、慢放（比正常速度还要慢的重放）、快放（比正常速度还要快的重放）等功能，在实现这些特技重放功能时，仅靠视频磁头 A、B 是不行的，为此还要增加视频磁头，出现了三磁头方式、四磁头方式、五磁头方式等，如图 6-6 所示是三磁头和四磁头方式的特技磁头位置示意图。

如图 6-6a 所示是三磁头方式，他是视频磁头中再加入一个特技重放磁头，这样视频磁头 B 是一个双缝磁头，这种磁头的工作缝隙如图 6-6 所示。在这种方式中，正常放像时使用磁头 A 和磁头 B 中的负方位角磁头，在进行特技重放时，则使用磁头 A 和磁头 B 中的正方位角磁头。如图 6-6b 所示是四磁头方式，在正常的 A、B 磁头另外增加了两只磁头，这两只附加磁头的方位角相同，这两只磁头只在特技重放时使用。

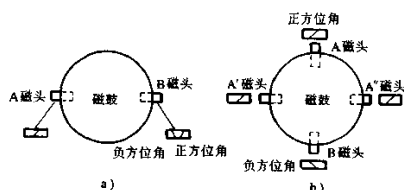


图 6-6 多磁头方式示意图

只要具备特技重放功能的录像机便有特技重放视频磁头，这一磁头也装在上磁鼓上。如果只是特技重放故障（另两只视频磁头正常），那么正常重放时的图像正常，但在特技重放时图像将不正常，主要表现为杂波多，当然特技重放的正常工作还与相关控制电路有关。

2. 磁头位置脉冲发生器

磁头位置脉冲发生器是一种传感装置，他用来检测鼓电动机转速是否稳定，检测视频磁头的转速和相位（磁头位置）。磁头位置脉冲发生器有下列两种：一是速度脉冲发生器；二是相位脉冲发生器。

一般是在一个非磁性圆盘的对称两端分别装上 N 极和 S 极向外的磁性片，此圆盘装在鼓电动机的转轴上，与视频磁头同步转动。在圆盘旁固定一个检测线圈（或称检测磁头），

此线圈固定不动，但可以微调位置。当圆盘上的 N、S 极磁性接近、离开检测线圈时，线圈便能输出正、负感应信号，指示视频磁头的转动速度和相位（位置）。微调检测线圈的位置，可获得准确的、幅度合适的检测信号。

显然，当磁头位置脉冲发生器出现故障时，他或是不能输出检测信号，或是输出信号幅度小，或是相位不正确，这都将影响到鼓伺服电路的正常工作，从而从图像上表现出来。

3. 全消磁磁头

(1) 工作位置和外形特征。如图 6-7 所示是全消磁磁头位置和外形特征示意图，从图 6-7a 所示中可看出，录像带要先经过全消磁头消磁之后才能进入视频磁头，全消磁头只在记录时进入工作状态，将录像带上的所有剩磁信息消除。

图 6-7b 所示是全消磁磁头的外形示意图，这种磁头采用双缝抹音磁头，即磁头有两条工作缝隙，对录像带进行连续两次消磁。

(2) 故障现象和检测方法。全消磁磁头故障发生率很低，若有问题时则应主要检查他的引线接插件是否接触良好，若接触不良造成磁头不能工作时，但重放没有影响，则在记录时会出现不能抹去原记录内容的现象。另外，这种磁头也会出现工作表面脏的问题，此时记录时录像带抹去不干净。

检测这种磁头好坏可以测量他的直流电阻，应该是不短路也不开路。这种磁头的清洗方法同一般录音机中磁头清洗方法相同，可用干净手指直接擦去磁头工作表面的磁粉等脏东西。

4. 音频和控制组合磁头

(1) 工作位置和外形特征。如图 6-8 所示是音频和控制组合磁头的工作位置和外形特征示意图。从图 6-8a 所示中可看出，音频和控制组合磁头处于磁鼓的右侧，图 6-8b 所示是这一组合磁头的外形示意图，图 6-8c 所示是这一磁头的工作缝隙示意图，录像带先经过音频抹音磁头，再通过音频记录和控制磁头。

(2) 故障现象。音频磁头出现故障时，只会影响到声音的重放或记录，不影响图像。音频磁头的主要问题有：工作表面脏，此时重放声音的高音不足，声音沉闷，严重时声音轻，处理方法是清洗磁头工作表面。

磁头工作表面磨损，会出现高音不足现象，用手摸其工作表面时

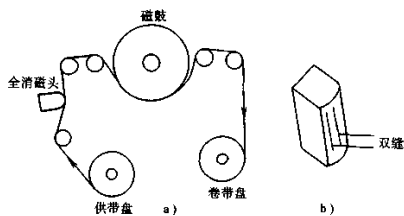


图 6-7 全消磁磁头位置和外形示意图

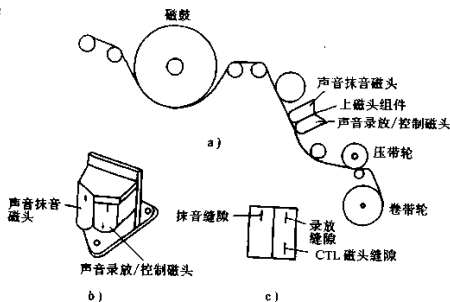


图 6-8 音频和控制组合磁头位置和外形示意图

已不平整，对于严重磨损的磁头要更换，不严重时可以进行修整，方法是这样：用细砂纸打磨磁头工作表面的两侧，使工作表面重新呈圆弧状。磁头的方位角偏，也会出现高音不足现象，处理方法是重新进行方位角调整。

CTL 控制磁头出现故障将影响到图像的稳定重放，当他的工作表面脏时，其输出的 CTL 信号幅度小，当幅度小到一定程度时跟踪不正常，图像不稳定。处理方法也是进行清洗。另外，当这一磁头调整不恰当时，也会造成输出信号的不正常。

(3) 组合磁头调整方法。磁头组件上有音频录放磁头和 CTL (控制信号) 录放磁头，他的调整项目有下列三个：

- 1) 音频录放磁头的方位角。
- 2) 磁头组件的垂直度。
- 3) 磁头组件的高度。

在磁头组件中共有高度和倾斜度调整螺钉两只，他们分别处于磁头的正面或后面。方位角螺钉一只，他处于磁头的右侧。注意，凡调整螺钉的下面都设有弹簧，没有弹簧的螺钉不必去进行调整。

磁头组件的调整方法是这样：打开机器的顶盖板，用一盒质量较好的正规发行录像带重放。分别调整两只高度和倾斜度调整螺钉，使磁带与磁头高度相同，通过调整使重放跟踪特性处于最佳状态，这一状态下应该是跟踪特性最好，声音输出也是最大。检查磁带与磁头工作平面的平行度，若不平行可以调整正面或后面的高度和倾斜度调整螺钉，使之平行，让重放时的跟踪特性处于最佳状态，此时声音输出也应该是最大。

调整方位角螺钉，使重放时的声音输出最大且高音输出最大，调整方位角时最好使用具有女高音演唱的片段，调至能够清晰地听到齿音。上述先后调整过程可能会相互影响，要通过反复多次才能调整至最佳状态。通过上述调整之后，用一盒录制质量不太好的磁带重放，检验重放时的跟踪是否正常。

第二节 电动机

一、电动机种类

录像机中的电动机有多只，分别执行各种机械和旋转动作。不同录像机中的电动机数量也是不等的，有的录像机用一只电动机也能够完成多项工作，但这种情况下机械装置比较复杂，机械机构的故障发生率比较高。

家用录像机中的电动机主要有以下几种：

- 1) 鼓电动机，他是用来驱动上磁鼓旋转的稳速电动机。
- 2) 主导轴电动机，他是用来驱动主导轴的稳速电动机。在录像机中的磁带走带系统也同录音机中的一样，采用主导轴、压带轮传动方式。
- 3) 加载电动机，这是用来完成磁带加载和卸载的专用电动机，这是一个转矩电动机，只要求有足够的输出转矩，没有稳速要求，但要求能够正、反向转动。
- 4) 带盒电动机，一般录像机都是自动装盒的，这由自动装盒机构完成，在这一机构中的动力源就是带盒电动机，这是一个能够正、反向转的转矩电动机，没有稳速要求。
- 5) 带盘电动机，这一电动机用来驱动卷带盘和供带盘，也是一个转矩电动机。

许多录像机中并不是同时都有上述各电动机的，有的一只电动机兼作其他功能，这样电动机数量就少，但机械机构就变得复杂，同时机械性故障的发生率也会升高。录像机中的上述几种电动机都是采用直流电动机，除鼓电动机采用直流无刷电动机外，其他电动机都是采用直流有刷电动机。

二、故障现象

录像机中的电动机主要会出现下列一些故障，这些故障中有的电动机本身问题，有的是电动机控制电路的问题：

1) 不能转动故障。此时电动机的转子不转，主要原因有三方面：一是无电动机直流工作电压，这是电动机控制电路的问题；二是电动机内部存在开路故障，使定子绕组中没有工作电流，主要是电刷损坏；三是转子卡死。对于第一种原因要检查电动机控制电路，与电动机本身无关。后两种故障则要更换电动机。

2) 输出转矩不足。此时要测量电动机的直流工作电压是否正常，若偏低则要检查电动机控制电路，若直流工作电压正常，则要更换电动机。

3) 转速不稳定。这一故障主要是指稳速电动机，对转矩电动机无此要求。此时主要是检查电动机的稳速控制电路，当电动机转动性能不好也会出现这种故障。

4) 转速不准故障。若转速偏快则主要是电动机的速度伺服电路工作不正常，若是转速偏低，除速度伺服电路外还要检查电动机本身的转动性能是否良好。

三、鼓电动机

鼓电动机是录像机中最重要的电动机之一，从降低噪声、延长使用寿命上的考虑，这一电动机采用直流电子无刷电动机。鼓电动机是一种稳速电动机，通过鼓伺服电路来控制鼓电动机的转速和相位（转角）。鼓电动机装在下磁鼓的下面，鼓电动机与上磁鼓之间采用直接驱动方式。

1. 故障现象

鼓电动机出现故障时，将影响到视频磁头对磁带的正确扫描，所以影响到图像的重放，或是出现无图像故障（声音正常），或是画面存在杂波。

鼓电动机除本身质量问题外，由于他还受鼓速度和相位伺服电路的控制，所以这部分电路工作不正常就影响到鼓电动机的正常工作，往往是电路故障多于鼓电动机本身的故障。鼓电动机故障不会影响到重放时的声音。

2. 拆装方法

现代录像机均采用直接驱动方式的磁鼓电动机，这种电动机转子轴上装有上磁鼓，上下磁鼓组装成一体，拆鼓电动机的步骤和方法是这样：拆下鼓电动机轴上的上磁鼓（方法见上磁鼓更换方法）。拆下磁鼓，电动机的定子铁心和定子线圈通过一个固定基架固定在下磁鼓上。电动机的转子磁环装在转子架上，而转子架与主轴压嵌在一起。

鼓电动机的装配过程与拆卸过程相反，装配过程中要注意几点：不可碰伤旋转变压器和定子线圈的绝缘层。通电前应认真检查各引线接插件是否连接好，有无插错的，然后才能通电试机。磁鼓组件是一个非常精密而又极其复杂的组件，在一般情况下不必去拆卸他。

3. 检测方法

磁鼓电动机不转动的故障原因是多方面的，如何确定是否磁鼓电动机本身损坏是检修这一故障的重要一环，判断磁鼓电动机是否损坏的方法是：直流电压档测量电动机的 12V

直流工作是否正常，不正常时检查直流电压供给电路。

人为地给电动机驱动电路送入一个2.5V的直流控制电压，如果不能转动就将电动机的三个换相端中的任意两个短接一下，人为地给电动机线圈加上电，此时若电动机仍然不转动，则说明鼓电动机已经损坏。如果在上述操作中电动机转动了一下，则说明故障出在位置检测装置中可能性很大，需要对这一装置和相关电路进行检查。

4. 鼓电动机不转或时转时停故障检修方法

关于鼓电动机不转或时转时停故障检修主要说明几点：磁鼓不转时霍尔器件损坏的可能性较大。对于电动机时转时停故障多数是电动机缺相所致。这一故障涉及到霍尔器件、电动机驱动电路等。

当鼓电动机不转时，检查磁鼓是否结露。如果机器面板上的结露指示灯已亮，则说明机器进入结露状态了，应先去湿。还要进一步检查电动机驱动电路、位置检测装置、位置信号处理电路和磁鼓电动机本身。

四、主导轴电动机

主导轴电动机输出转矩大，且要求有相应的主导伺服（速度和相位）电路。在没有带盘电动机的录像机中，这一电动机还要作为带盘电动机使用，即通过机械机构去驱动卷带盘和供带盘。在一些高级的录像机中，主导轴电动机愈来愈多地使用DD电动机，即直接驱动电动机，在这种录像机的主导轴组件中含有一只DD电动机。

与鼓电动机不同的是，当主导轴电动机出问题时，不仅要影响到图像，还要影响到重放时的声音，所以根据重放时的声音情况可以判断是哪一只电动机工作不正常。主导轴电动机由于也有一套伺服电路控制其转动速度和相位，所以当他工作不正常时也与控制电路相关。一般情况下，控制电路故障比较多。

当主导轴电动机不转时，磁带不走动，重放无声音的同时也没有图像。当转速偏快或偏慢，或是转速不稳定时，图像不稳定的同时声音调门升高或降低，出现抖动失真。

1. 主导电动机不能转动故障处理方法

当主导轴电动机出现不能转动故障的检查步骤和方法是这样：首先检查相位环路的基准信号（4.43MHz）是否有，检查直流控制电压是否正常。如果是基准信号有而直流控制电压不正常，则要检查主导伺服系统中的速度环路，特别是检查FG信号是否正常。

如果是直流控制电压基本正常，就要检查换相驱动电流波形，若不正常就要检查产生位置信号的三个霍尔器件和各种控制电压。若上述检查都正常，则说明主导电动机的驱动集成电路损坏。如果测得有驱动电流，就说明是主导电动机损坏。

主导电动机也是采用的直接驱动方式，即电动机的转子就是主导轴。主导电动机损坏后，需要更换主导电动机。更换主导电动机时，先将坏电动机从底座上拆下，装上新电动机即可。装配时要注意电动机轴（主导轴）要与压带轮轴平行。主导电动机的转子轴有一个顶丝能够调整电动机的转速，但一般情况下不必进行调整，因为搞不好调整精度达不到要求会影响电动机的转动。

2. 主导电动机转速不稳定故障处理方法

当主导电动机转速的不稳定时，图像时好时坏、不稳定，而且其间隔时间很短，此时的检查步骤和方法是这样：首先调整跟踪（在机器前面板上）若图像有改善或能够暂时的稳定，这说明伺服系统工作基本正常。此时，可以清洗CTL磁头的工作表面，必要时可以进

行这一磁头的调整。

如果跟踪调整不起任何作用,这说明伺服系统有问题,在排除鼓伺服系统电路故障可能性后,再进行主导伺服系统电路的检查,检查主要是测试有关测试点的波形是否正常,通过观察波形找到故障部位。

3. 鼓电动机与主导轴电动机转速偏快、偏慢故障判断方法

关于主导轴电动机、鼓电动机转速偏快或偏慢故障检修主要说明几点:若只是重放时图像上出现不正常现象,声音没有抖晃感,则说明是鼓电动机转速不正常,主导轴电动机转速正常。如果鼓电动机转速偏快太多,只有杂波出现,可听见鼓转动的声音。

若鼓电动机转速只是略快,图像则产生向右倾斜的横条。若鼓电动机转速只是略慢,则图像产生向左倾斜的横条。此时,可以调整鼓电动机转速一试,对于没有鼓电动机转速调整的机器,应该检查鼓伺服电路。

如果重放时图像滚动、闪烁,同时还伴有声音的调门改变,这说明是主导轴电动机的转速不正常,此时可以先调整主导轴电动机转速一试,无效时检查主导轴电动机伺服电路。

五、加载电动机和带盒电动机

这两只电动机相似,通过相关机构和电动机的正向、反向转动来完成加载、卸载、出盒和进盒。这两只电动机本身的故障发生率相对鼓电动机而言较高些。

当加载电动机工作不正常时,就无法完成加载任务,或卸载不正常,此时录像机就不能进入重放状态,出现无图像、无声音故障。

当带盒电动机出故障时,就无法进行正常的出盒和装盒操作,磁带盒或是装不进带仓,或是从带仓里不出来。

由于加载电动机和带盒电动机的正常工作需要其他机械机构的配合,而这些机械机构的故障发生率比较高,所以往往是机械机构问题导致加载电动机和带盒电动机不能正常工作。

第三节 霍尔集成电路和开关件

一、霍尔集成电路

霍尔集成电路是一种利用霍尔效应工作的磁敏元件,他由霍尔元件和电子电路构成一体,称为霍尔集成电路。

1. 霍尔集成电路

霍尔集成电路是由霍尔元件和电子元器件构成的一种器件,在录像机的鼓电动机中使用的就是霍尔集成电路。如图 6-9 所示是霍尔集成电路和他内电路示意图,图 6-9a 是两种霍尔集成电路外形示意图,通过色点或 its 标记来指示霍尔集成电路的引脚分布。

图 6-9b 是他的内电路,霍尔元件的输出信号

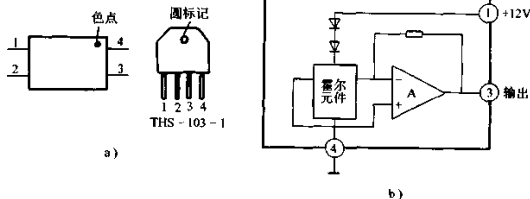


图 6-9 霍尔集成电路

电压加到运算放大器 A 中进行放大, 从霍尔集成电路的 3 脚输出。在霍尔集成电路中, 1 脚是电源引脚, 3 脚是输出电压引脚, 4 脚接地。

2. 霍尔元件

霍尔元件的工作原理可用如图 6-10 所示来说明, 将霍尔元件制成薄片, 按图示方向给霍尔元件加上控制电流 I , 如若再给霍尔元件加上垂直于控制电流 I 的磁场 B 之后, 霍尔元件便会在既垂直于电流 I 又垂直于磁场 B 的方向产生感应电压 V , 这种现象是美国人霍尔先生发现的, 所以称为霍尔效应。

当没有控制电流或有控制电流但没有垂直于控制电流的磁场时, 霍尔元件不会产生感应电压, 由此可见霍尔元件在一定的条件下能够将磁信号转换成电信号, 在录像机的鼓电动机中采用了这种元件。

3. 检测方法

霍尔器件是一种转换器, 他一般有四根引脚, 这种器件的损坏率相对较高些。鼓电动机与主导电动机使用的霍尔器件有所不同, 主要是阻值不同。鼓电动机所用霍尔器件各引脚之间的阻值为 350Ω 左右, 主导电动机所用的各引脚之间阻值为 $0.7 \sim 2k\Omega$ 。

霍尔器件损坏时表现为引脚之间的阻值增大, 此时主要导致电动机不转或转转停停, 或需要推动一下电动机才能转动, 一般不会导致电动机转速或快或慢的现象。此时, 需要更换霍尔器件, 一般鼓电动机和主导电动机的霍尔器件之间不能相互代替, 但修理中发现鼓电动机所用霍尔器件可以代替主导电动机的。

另外, 各生产厂生产的 VHS 型录像机磁鼓电动机的霍尔器件都可互换。

在检查或更换鼓电动机霍尔器件时, 要先拆下上磁鼓, 再拆下磁鼓, 然后拆下鼓电动机并拆开, 再用 25W 电烙铁焊下霍尔器件。

在更换霍尔器件时, 不要松开电动机线圈的接点。安装时要注意, 要使电动机转子能够转动, 碰不到霍尔器件, 且将霍尔器件的中心位置对正转子磁铁并固定好。

二、开关件

1. 状态开关

(1) 结构。状态开关又称状态指示开关或方式选择开关, 这是一个特殊开关, 状态开关装在底板的下面。如图 6-11 所示是状态开关示意图。

这种开关中有许多开关片, 其中滑动片由加载机构来带动, 当录像机处于不同工作状态时, 状态开关的滑动片位置也不同, 这样开关可以输出不同的信号组合, 这一信号送到微电脑, 以便微电脑了解当前工作状态, 发出相应的下一步操作指令。

从图中可以看出, 许多固定铜片分成三个开关 S_1 、 S_2 和 S_3 , 另有一个接地片。滑动片滑动时, 与不同的固定片接通。

状态开关输出信号有下列两种状态: 一是低电平(L), 为 $0V$; 二是高电平(H), 为 $4V$ 左右。表 6-2 所示是各种状态下该开关的输出电平。

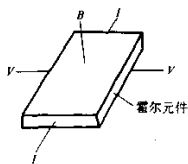


图 6-10 霍尔元件
工作原理图

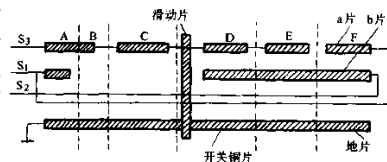


图 6-11 状态开关示意图

(2) 种类。录像机中的状态开关结构有多种,有的做成圆形,滑动片可以转动,各固定片按一定角度分布。有的录像机中不设状态开关,CPU靠其他传感器了解机器的工作状态。

(3) 故障现象。状态开关的工作状态是否正常,直接关系到CPU的接收指令是否正常,从而关系到录像机的工作状态是否正常。当开关的状态不正常时,录像机会出现各种各样的故障,如不能重放、不能倒放等。

状态开关的故障主要有以下几种:

1) 开关状态不正常,这主要是由于有关机械机构错位所造成的,此时要纠正机械机构和状态开关。

2) 由于这种开关的触点是簧片式的,因使用时间长造成触点的接触不良,此时要进行开关的清洗处理,方法是拆下该开关,用纯酒精进行簧片清洗。

各种类型机器的状态开关结构有所不同,他的状态位置也不一样,这对检修这种开关造成了一定麻烦,必要时可参照另一台正常的同型号录像机,比较他们的状态开关位置。

表 6-2 状态开关在各种状态下的输出电平

位置	A位置	B位置	C位置	D位置	E位置	F位置
状态	出盒	停机	快进和快倒	暂停	倒放	重放
S1	L	L	L	L	L	H
S2	L	H	H	H	H	L
S3	H	H	H	L	L	L

表 6-3 带盒状态检测开关不同状态的输出电平

状态	出盒	加载和卸载	下落
盒入开关	H	L	H
盒出开关	L	H	H
盒下落开关	H	H	L

2. 带盒状态检测开关

带盒状态检测开关出现在能够自动装盒和出盒的录像机中,用来指示带盒的位置和状态。这种开关一般由三个开关组成,也有采用两个的。在采用三个开关的机器中,三个开关分别是盒入开关、盒出开关和盒下落开关,这三个开关在不同状态下的输出电平如表 6-3 所示。

当这种开关出问题,影响到装盒和出盒,有时不能装盒,有时不能出盒,关于这种开关的处理方法同状态开关相同。

第四节 湿敏电阻器和光敏管

一、湿敏电阻器

湿敏电阻器是敏感电阻器中的一种,在录像机中用于结露检测电路中作为传感元件,他的阻值大小随湿度变化而变化。

1. 电路符号和工作原理

如图 6-12 所示是湿敏电阻器的电路符号和工作原理示意图,其中图 6-12a 是这种电阻器的两种电路符号;图 6-12b 是这种电阻器的工作原理示意图,这种电阻器由基片(绝缘片)、感湿材料和电极构成,当感湿材料接收到湿度的变化后,电极之间的阻值发生改变,起到将湿度转换成电信号的作用。

2. 主要特性

录像机中的湿敏电阻器的阻值是随湿度以指数特性增大的,其使用温度为 $5\sim 40^{\circ}\text{C}$ 。湿敏电阻器一个重要参数是响应时间,又称时间常数,他是指相对湿度发生阶跃时,湿敏电阻器的阻值从零值增大到稳定量的63%所需要的时间,他表征了湿敏电阻器对湿度的响应特性。

3. 检测方法

湿敏电阻器一般在不受外部撞击时是不会损坏的。

检测湿敏电阻器的方法是这样:万用表的 $R\times 1\text{k}$ 档,在一般湿度条件下录像机用湿敏电阻器的阻值约为 $1\text{k}\Omega$,有的是 600Ω 。若测量为开路或为短路,则说明湿敏电阻器已损坏。

二、光敏管

光敏管在录像机作为传感器使用,如用于带头和带尾检测电路中。光敏管有光敏二极管和光敏三极管两种。

1. 电路符号

如图6-13所示是光敏管的电路符号,其中图6-13a是光敏二极管的电路符号,注意电路符号中的箭头方向是指向管子的,与发光二极管电路符号中的箭头方向不同;图6-13b是光敏三极管的电路符号,符号中的箭头表示了光敏三极管受光照射控制的特性。

2. 主要特性

(1) 光敏二极管。光敏二极管也是二极管,但与普通二极管的特性有所不同,当给光敏二极管加上正向偏置电压后,若没有足够的光照射,光敏二极管仍然不能导通而处于截止状态,由此可见这种二极管与光的照射相关,可将光转换成电信号。

当给光敏二极管加上反向偏置电压,即使有足够的光线照射时,光敏二极管也不能导通,可见这种二极管也具有单向导电特性。

(2) 光敏三极管。光敏三极管不仅具有光敏二极管的受光控制特性,还有对电信号的放大能力。

当给光敏三极管的集电极和发射极加上合适直流工作电压后,在有足够的光线作用于光敏三极管的光窗时,光敏三极管便能导通,即有电流流过光敏三极管,光照愈强时流过的电流愈大。

没有光照作用于光敏三极管时,光敏三极管不能导通而处于截止状态。当给光敏三极管加上的直流工作电压极性不对时,光敏三极管也处于截止状态。

由于光敏三极管具有对电信号的放大作用,所以与光敏二极管相比,他受光照作用的灵敏度更高。

3. 检测方法

检测光敏管的主要方法是通过万用表的欧姆档测量管子的引脚电阻,通过引脚间阻值的大小来判断光敏管的质量。

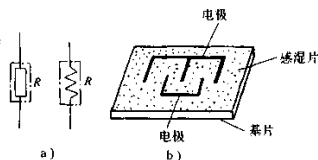


图6-12 湿敏电阻器电路符号和工作原理示意图

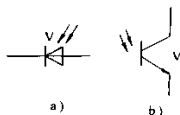


图6-13 光敏管电路符号

(1) 光敏二极管检测方法。万用表的 $R \times 1k$ 档，黑表棒接光敏二极管正极，红表棒接他的负极，在光线较暗时应该阻值大，当光线较亮时阻值应大幅度变化到较小值，若光线的变化不能引起阻值的大幅度变化，则说明光敏二极管已经损坏了。

在光敏二极管正常情况下，红、黑表棒互换后，无论有无光线的照射，其阻值都应该很大，否则也说明光敏二极管已经损坏。

(2) 光敏三极管检测方法。万用表的 $R \times 1k$ 档，黑表棒接集电极，红表棒接发射极，在光线较暗时应该阻值大，当光线较亮时阻值很小，若光线的变化不能引起阻值的大幅度变化，则说明光敏三极管已经损坏。

在光敏三极管正常情况下，红、黑表棒互换后，无论有无光线的照射，其阻值都应该很大，否则也说明光敏三极管已经损坏。

第五节 干簧管和带阻三极管

一、干簧管

干簧管在录像机中用来作为磁性传感器，他是一种受磁场作用的开关件。

1. 结构

如图 6-14 所示是干簧管结构示意图，其中图 a 所示是触点常开式干簧管；图 b 所示是触点常闭式干簧管；图 c 所示是工作原理示意图。

图 6-14c 所示中的干簧管开关触点是常开式的，当没有磁场作用于这一干簧管时，开关的两触点处于常开状态，当图中所示的磁铁在这一干簧管附近时，磁铁产生的磁场作用于干簧管，由于干簧管的两个簧片是由导磁材料制成，这样在两簧片的两端产生图中所示的磁极，使两触点一个为 N 极，一个为 S，这样异性相吸而使两触点接通。

在磁铁离开干簧管后，两簧片因没有磁性而在簧片弹性的作用下处于断开状态。

2. 种类

干簧管的种类较多，以体积划分有微型、小型和大型干簧管三种，其中微型干簧管的体积只有米粒般大小，大型的干簧管体积有粉笔般大小。

干簧管按触点结构划分有常开式、常闭式和转换式三种。

3. 检测方法

检测干簧管的方法比较简单，采用万用表的 $R \times 1$ 档，表棒任接干簧管的两根引脚，测量一个阻值，然后用磁铁接近干簧管再测量一次阻值，这两次阻值一个为零，一个为无穷大，否则说明干簧管损坏。

二、带阻三极管

带阻三极管是在一个三极管内部带上一个或两个电阻，构成一个中速开关管，这种三极

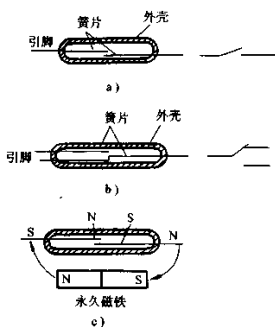


图 6-14 干簧管示意图

管又称反相器或倒相器，在录像机等其他家用电器开关电路中大量使用。

1. 外形特征和电路符号

如图 6-15 所示是带阻三极管的外形特征和电路符号。其中图 a 所示是 SOT-23 形式的带阻三极管；图 b 所示是 TO-92S 型带阻三极管；图 c 所示是 TO-92S 型带阻三极管；图 d 所示是 M 型带阻三极管；图 e 所示是两种极性带阻三极管的电路符号。

2. 种类

带阻三极管按照三极管的极性划分有 PNP 型和 NPN 型两种，按照内置几只电阻分有含 R_1 和 R_2 两种电阻的带阻三极管和只含一只电阻 R_1 的带阻三极管，按照 R_1 和 R_2 的阻值搭配则更多。按照封装形式分有 SOT-23 型、TO-92S 型、TO-92S 型和 M 型四种带阻三极管。

3. 主要参数

带阻三极管的参数基本上与普通三极管的参数相同，但由于加入了电阻 R_1 和 R_2 后，一些参数有了变化。

(1) 电阻 R_1 。电阻 R_1 的大小决定了带阻三极管的饱和深度， R_1 阻值愈小，其三极管的饱和度愈深，即三极管的集电极电流愈大，此时三极管的抗干扰能力强，反之则相反。若 R_1 的阻值太小，则影响开关速度。

(2) 电阻 R_2 。电阻 R_2 的作用是减小三极管截止时的集电极反向电流，并可减小电源消耗，一般 R_2 不能太小，他与 R_1 构成对输入控制电压的分压电路， R_1 和 R_2 的允许偏差为 $\pm 30\%$ 。

(3) V_{OH} 。这是指三极管截止时集电极电压，此时的集电极电压非常接近于电源电压， V_{OH} 是带阻三极管的一个重要参数，他表征了带阻三极管的关闭特性， V_{OH} 值愈大愈好。

(4) V_{OL} 。 V_{OL} 是带阻三极管导通时的集电极与发射极之间饱和电压降，他是带阻三极管的另一个重要参数， V_{OL} 值愈小愈好。

4. 检测方法

检测带阻三极管的方法同普通三极管基本一样，也是采用万用表的欧姆档测量三根引脚之间的阻值，但由于接入了电阻 R_1 和 R_2 ，在测量集电极和发射结正向电阻时要比普通三极管的阻值大些，具体大多少要视电阻 R_1 的阻值情况。

5. 选配资料

表 6-4 所示给了部分带阻三极管的参数和选配资料，供修理时参考。表中带阻三极管根据封装形式的不同而采取了不同的省略方式。对于 TO-92 型和 M 型带阻三极管省去了型中的 G，如 GR1203 标成了 R1203。对于 TO-92S 省去了型号中的 G 和第一个代替封装形式中的数字，如 GR2202 可标成 R202。对于 SOT-23 型带阻三极管省去了型号中的 G，第 1 位用 R 表示带阻三极管，第 2 位用数字表示 PNP、NPN 及集电极电流大小，第 3 位用字母 A、B、C、D 表示 R_1 、 R_2 排列序号，如 GR1202 可标成 R2B。

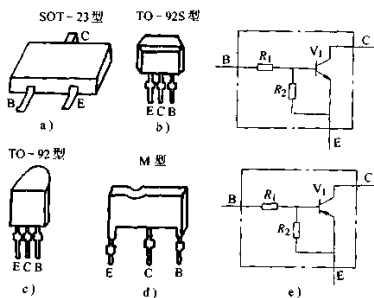


图 6-15 带阻三极管外形特征和电路符号

表 6-4 部分带阻三极管的性能参数和代换资料

型 号		字印标志		封装 形式	R_1 /k Ω	R_2 /k Ω	V_{CE} 最小值	V_{CE} 最大值	I_C /mA	可代换国内外型号
NPN	PNP	NPN	PNP							
GR1201	GR1101	R2A	R1A	a)	4.7	4.7	4.9	0.2	100	UN211L、UN211L、DTC143EK、DTA143EK、KSR1101、KSR2101
GR1202	GR1102	R2B	R1B	a)	10	10	4.9	0.2	100	UN2211、UN2111、DTC114EK、DTA114EK、KSR1102、KSR2102
GR1203	GR1103	R2C	R1C	a)	22	22	4.9	0.2	100	UN2212、UN2112、DTC124EK、DTA124EK、KSR1102、KSR2103
GR1204	GR1104	R2D	R1D	a)	47	47	4.9	0.2	100	UN2213、UN2113、DTC144EK、DTA114EK、KSR1104、KSR2104
GR2201	GR2101	R201	R101	b)	4.7	4.7	4.9	0.2	100	UN421L、UN411L、DTC143ES、DTA143ES
GR2202	GR2102	R202	R102	b)	10	10	4.9	0.2	100	UN4211、UN4111、DTC114ES、DTA114ES、RT1N141S、RT1P141S
GR2203	GR2103	R203	R103	b)	22	22	4.9	0.2	100	UN4212、UN4112、DTC124ES、DTA124ES、RT1N241S、RT1P241S
GR2204	GR2104	R204	R104	b)	47	47	4.9	0.2	100	UN4213、UN4113、DTC144ES、DTA144ES、RT1N441S、RT1P441S
GR3201	GR3101	R3201	R3101	c)	4.7	4.7	4.9	0.2	100	RN1001、RN2001、KSR1001、KSR2001
GR3202	GR3102	R3202	R3102	c)	10	10	4.9	0.2	100	RN1002、RN2002、KSR1002、KSR2002
RG3203	GR3103	R3203	R3103	c)	22	22	4.9	0.2	100	RN1003、RN2003、KSR1003、KSR2003
RG3204	GR3104	R3204	R3104	c)	47	47	4.9	0.2	100	RN1004、RN2004、KSR2004
RG4201	GR4101	R4201	R4101	d)	4.7	4.7	4.9	0.2	100	UN121L、UN111L、DTC143EA、DTA143EA
RG4202	GR4102	R4202	R4102	d)	10	10	4.9	0.2	100	UN1211、UN1111、DTC114EA、DTA114EA
RG4203	GR4103	R4203	R4103	d)	22	22	4.9	0.2	100	UN1212、UN1112、DTC124EA、DTA124EA
RG4204	GR4104	R4204	R4104	d)	47	47	4.9	0.2	100	UN1213、UN1113、DTC144EA、DTA144EA

第七章 音响设备专用元器件

第一节 磁棒天线

磁棒天线是收音机、收录机、调谐器电路中一个重要元件，用来聚集电磁波信号能量，以供输入调谐回路之用。一般只在调幅收音机中（中波和短波均用）才设有磁棒天线，调频收音机中则用拉杆天线，机内不专门设磁棒天线。

一、外形特征和电路符号

1. 外形特征

如图 7-1 所示是几种磁棒天线的外形示意图。关于磁棒天线的外形特征主要说明几点：

1) 它的形状主要是细长形，可以是扁的，也可以是圆形的等。

2) 磁棒在收音机、收录机和调谐器中的体积是比较大的，并且外形很有特征，所以容易识别。

3) 磁棒天线由磁棒和线圈两部分组成，线圈至少是两组，所以引线至少是四根。

4) 绝大多数磁棒为黑色。

2. 电路符号

如图 7-2 所示是磁棒天线的电路符号。图 7-2a 所示是最新规定的磁棒天线电路符号，目前大量的收音电路图中不采用这种电路符号，而是采用图 7-2b ~ d 所示的各种磁棒天线电路符号，其中图 7-2b 所示电路符号表示天线线圈只有一个二次线圈，而图 7-2c 所示则表示一次线圈分成了两组绕制，然后再串联起来，两组一次线圈在磁棒的两端，而二次线圈设在中间。图 7-2d 所示是无磁棒的线圈，用于一些短波段收音电路中，它由三组线圈构成，最上面一组是接外接天线的线圈。

二、种类和结构

1. 种类

磁棒天线按工作频率来划分主要有下列两种：

1) 中波磁棒天线，用于中波段收音电路中，它的工作频率比较低。

2) 短波磁棒天线，用于短波段电路中，它的工作频率高于中波磁棒天线的工作频率。磁棒天线按有无磁棒分为两种：一是有磁棒的天线，二是无磁棒的天线。

在磁棒天线中，中波和短波磁棒天线中磁棒的材料和工作频率不同。中波天线采用锰锌

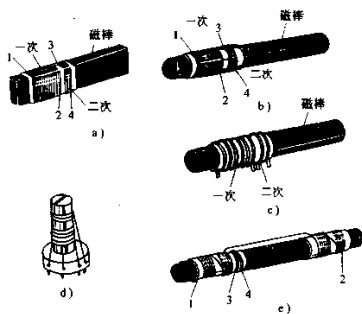


图 7-1 几种磁棒天线的外形示意图

铁氧体磁棒，短波天线则采用镍锌铁氧体磁棒。

2. 结构及工作原理

如图 7-1 所示磁棒天线的外形示意图中看出，磁棒天线由磁棒、一次线圈和二次线圈组成。磁棒天线如同一个高频变频器一样，一次和二次线圈之间具有耦合信号的作用。

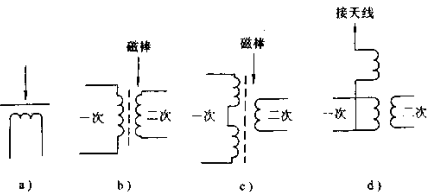


图 7-2 磁棒天线的电路符号

在磁棒天线中，磁棒是采用导磁材料制成的，具有导磁性，它能将磁棒周围的大量电磁聚集在磁棒内，使磁棒上的线圈感应出更大的信号，所以具有提高收音灵敏度的作用。

(1) 天线圈。天线线圈分成一次和二次线圈两组。线圈要采用高频电阻小的导线来绕制，根据集肤效应可知，当电流频率高到一定程度后，电流只在导体表面很薄一层中流动，使导线的有效截面积下降，相当于导线的电阻增大。

由于天线线圈中的电流频率很高，为了降低集肤效应的影响，一般中波天线线圈采用特制的多股纱包线来绕制，例如采用 7 股、9 股、14 股，甚至是 28 股纱包线。由于股数多了相当于增大了导线表面层的有效面积，大大降低了高频电阻。中波天线线圈采用密集排绕方式，见图 7-1a、b 所示。图 7-1c 所示也是中波天线，它的一次线圈分成几段绕制的目的是为了减小分布电容影响。

由于短波段的工作频率更高，所需要的电感量较小，因而短波天线线圈的匝数较少。另外，为了减小分布电容的影响，短波天线线圈采用间隔绕法，即没有像中波天线线圈那样密集排绕，而是每圈之间留有一的间隙，见图 7-1c 所示。

短波天线线圈采用线径较粗的单股线绕制，并且在导线表面镀银层，这样可大大减低高频电阻。图 7-1c 所示是有磁棒的短波磁棒天线，图 7-1d 所示是没有磁棒的短波天线，只有一个很小的磁芯，这种短波天线线圈的体积很小。

(2) 磁棒。收音电路中所用的磁棒按工作频率划分有两种：一是中波磁棒，二是短波磁棒。

按照形状划分有圆形磁棒和扁形磁棒两种，前者导磁率高，但体积大，后者则容易断，体积小。

按照磁棒长度划分则更多，磁棒愈长能聚集的电波能量愈大，收音灵敏度愈高，所以在一些台式或大便携式机器中，均用很长的磁棒。

中波磁棒采用锰锌铁氧体材料制成，它的导磁系数较大，但工作频率较低，一般低于 1.6MHz，故只能用于中波段。

短波磁棒采用镍锌铁氧体材料制成，它特点是导磁率小（只有锰锌铁氧体磁棒的 1/10），但工作频率高，一般可达 12MHz 及 26MHz 左右，故可以用于短波段。

中、短波磁棒之间不能互换使用，如若中波磁棒天线采用了短波磁棒，会因导磁率低而使灵敏度下降。若短波磁棒天线采用中波磁棒，虽然导磁率较高，但因工作频率太低而造成信号的能量损耗增大许多。

三、型号命名方法和识别方法

1. 锰锌铁氧体磁棒型号命名方法

锰锌铁氧体磁棒的型号组成如下：

MXO	-	400	-	Y (或 P)	$\Phi \times L$	($L \times D \times H$)
主称 (材料)		导磁率		磁棒形状	磁棒尺寸	

关于这种磁棒的型号说明下列几点：

- 1) 主称中，MXO 表示锰锌铁氧体材料。
- 2) 第二项中的 400 表示磁棒的导磁系数。
- 3) 磁棒形状中，用 Y 表示是圆形磁棒，用 P 表示是扁形磁棒。
- 4) 磁棒尺寸中，若是圆形磁棒用 Φ 表示直径 (单位为 mm)，用 L 表示长度 (单位 mm)。

如若为扁形磁棒，则分别用 L、D、H 表示长、宽、高 (单位 mm)。

2. 镍锌铁氧体磁棒型号命名方法

镍锌铁氧体磁棒型号命名组成与含义与锰锌铁氧磁棒基本一样，如下所示：

NXO	-	60	-	P (或 Y)	尺寸
主称 (材料)		导磁率		磁棒形状	磁棒尺寸

关于这种磁棒的型号说明下列几点：

- 1) 主称中，NXO 表示镍锌铁氧体材料。
- 2) 第二项中的 60 表示磁棒的导磁系数，除 60 外还有 40 的。
- 3) 其他各项与上面的相同。

四、识别方法

对磁棒天线的识别包括下列几个方面：

(1) 中、短波磁棒可以从外表的颜色上可以分辨出来，中波磁棒为黑色，短波磁棒上刷上灰色或棕色磁漆。

(2) 打开机壳后，区分中波磁棒天线或短波磁棒天线是根据磁棒的颜色来分辨，黑色磁棒的是中波天线，棕色或灰色磁棒的是短波天线。另外，天线线圈匝数多的是中波磁棒天线，匝数少的是短波磁棒天线。

有少数收音电路中的中波、短波采用一根磁棒，但天线线圈分开，匝数多的是中波天线线圈，只有几圈的是短波天线线圈，这种合用一根磁棒的方式对中波和短波收音效果均不利。另外，有的收音机中将中波、短波磁棒用胶水粘在一起，看上去好像是合用一根磁棒，其实是两根。根据天线线圈匝数多少可以分辨出中波、短波天线线圈。

(3) 分辨一次线圈和二次线圈的方法是这样：匝数多的是二次线圈，匝数少的是二次线圈。电路中，磁棒天线的一次线圈与可变电容器相连，二次线圈则是与变频管基极相连。

(4) 在整机电路中找出磁棒天线是比较容易的，因为磁棒具有明显的特征，磁棒天线一般设在双连 (或四连附近)，并且磁棒是水平放置的，无垂直放置的，因为磁棒天线的信号接收是有方向性的，当磁棒垂直放置时接收信号的能力最差，只有当磁棒水平放置，且长度方向与电波方向垂直时接收信号能力才最强。

五、故障现象和检测方法

1. 故障现象

磁棒天线的故障主要有下列一些:

- (1) 磁棒断。磁棒的抗断能力较差,在轴线的垂直方向受力后很容易断,此时收音灵敏度下降。
- (2) 天线的线圈断。当全部引线断后,收音无声;当部分引线断时,收音灵敏度将变劣。
- (3) 天线线圈受潮或发霉。这时输入谐振回路的Q值下降,使收音灵敏度下降。

2. 检测方法

磁棒天线故障检测主要是采用直观检查法和万用表欧姆档测量线圈电阻的方法,具体方法说明下列几点:

- 1) 磁棒断裂通过直观检查便可以发现,断裂的磁棒可以粘起来,也可以作更换处理。
- 2) 天线线圈的断线故障一般发生在引线接头处,通过直观检查便能发现。
- 3) 对于中波天线线圈,由于采用多股绕制,不应该有1~2股断头的现象。
- 4) 天线线圈的通、断可以用万用表的 $R \times 1\Omega$ 档来测量,方法是红、黑表棒各接同一个线圈的两个引线头(引线焊点),对中波天线的一次线圈而言,直流电阻应只有几欧,对于二次线圈和短波线圈而言几乎呈通路是正常的,若电阻很大则说明线圈存在开路故障。
- 5) 线圈受潮是不容易看出来的,若有霉斑是可以看出的。

六、修配方法

1. 磁棒故障处理方法

磁棒天线出故障后,磁棒有备件更换,线圈是没有备件的,要么尽力修复,要么设法重新绕制。

磁棒断后,可以用胶水重新粘接起来,并且要求断口吻合良好,以减小信号损耗。如若磁棒断成几段,此时最好更换新磁棒。

2. 天线线圈修理方法

根据天线线圈的不同故障,具体处理方法可分成下列几种情况:

1) 线圈引线断头处理方法是这样:无论是线圈引线只是断了几根还是全部断了,均要重新焊好。焊接断头要注意将各引线头均搪上锡,以防止假焊。对于线圈的中间部位断线故障,没有必要将各根一一对接起来,整体接通即可。

2) 天线线圈受潮处理的方法是:用灯泡进行烘干处理,在除去线圈中的潮气后可用石蜡封在线圈上,即用电烙铁将石蜡熔化后滴在天线线圈上,但对短波天线线圈不必如此处理,因为石蜡对高频损耗较大。

3) 一般天线线圈自己绕制受到材料的限制和技术参数的限制而比较困难,故要尽力修复线圈。因为中波天线线圈要多股纱包线来绕制,但这种纱包线很难找到。短波天线线圈因径较粗而不易损坏。

3. 天线线圈的调整方法

(1) 低端调整方法。这里以中波天线线圈调整为例,当线圈在磁棒上的位置变动后,使收音效果变差,此时应重新进行调整,具体方法是:将收音机在低频段(如650kHz处)接收一个电台信号,此时用手去抓住磁棒,若声音增大则说明未调好,应移动天线线圈,改

变它在磁棒上的位置，使收音的声音达到最响。

调节线圈时应该用有机玻璃起子（无感起子）去拨动线圈，因为用手拨动会影响调整。线圈调好后，再用手去接触磁棒天线，不应再出现声音增大现象。这样的调整要反复多次才行。然后，用石蜡将线圈封死在磁棒上。

(2) 高端调整方法。对于波段高端的调整，可使收音机在高端（1200kHz左右）接收一个电台信号，通过调整天线一次线圈回路中的微调电容器来使声音达到最大，而不是去变动天线线圈在磁棒上的位置。要记住，低端调线圈，高端则是调微调电容器。

4. 注意事项

更换新磁棒时注意中波、短波磁棒之间不能互换，扁形、圆形磁棒之间因与线圈不能配合而不能互换。磁棒的尺寸（长、宽、高、直径）要一样，否则要么影响使用效果，要么出现装配问题，在更换磁棒后，要重新调整磁棒天线线圈在磁棒上的位置。

5. 磁棒资料

下面给一些中波、短波磁棒规格的资料，以及一些中波磁棒天线线圈配可变电容器修理资料，供修理中参考。

表 7-1 所示是中波磁棒规格资料。

表 7-1 中波磁棒规格资料

系 列	MXO-400-Y	MXO-400-P
工作频率	小于 1.6MHz	小于 1.6MHz
规 格	MXO-400-Y 10 × 120 MXO-400-Y 10 × 140 MXO-400-Y 10 × 160 MXO-400-Y 10 × 180 MXO-400-Y 10 × 200 MXO-400-Y 8 × 120 MXO-400-Y 8 × 140	MXO-400-P 50 × 13 × 5.5 MXO-400-P 80 × 16 × 5 MXO-400-P 100 × 17 × 4.5 MXO-400-P 120 × 18 × 4.5

表 7-2 所示是短波磁棒规格的资料。

表 7-2 短波磁棒规格资料

系 列	NXO-60-Y	NXO-40-Y	NXO-60-P
工作频率	小于 12MHz	小于 26MHz	小于 12MHz
规 格	NXO-60- 10 × 120 NXO-60- 10 × 140 NXO-60- 10 × 160 NXO-60- 10 × 180 NXO-60- 10 × 200 NXO-60- 8 × 120 NXO-60- 8 × 140	NXO-40-Y 10 × 120 NXO-40-Y 10 × 140 NXO-40-Y 10 × 160 NXO-40-Y 10 × 180 NXO-40-Y 10 × 200 NXO-40-Y 8 × 120 NXO-40-Y 8 × 140	NXO-60-P 80 × 16 × 5 NXO-60-P 100 × 17 × 4.5 NXO-60-P 120 × 18 × 4.5

表 7-3 所示是中波磁棒天线线圈配可变电容器修理资料。

表 7-3 中波磁棒天线与电容器搭配的资料 (单位 mm)

配 电 容 器	磁 棒 尺 寸						
	(长) 扁型 $L=50$	$\phi 10 \times 80$	$\phi 10 \times 100$	$\phi 10 \times 120$	$\phi 10 \times 140$ 或 160	$\phi 10 \times 180$	$\phi 10 \times 200$
	线 径 及 圈 数						
170pF	$\phi 0.07 \times 5$ 一次 120 二次 12						
270pF	$\phi 0.07 \times 7$ 一次 82 二次 7	$\phi 0.07 \times 7$ 一次 70 二次 8	$\phi 0.07 \times 7$ 一次 70 二次 8 $\frac{1}{2}$	$\phi 0.07 \times 7$ 一次 40+40 二次 10	$\phi 0.07 \times 28$ 一次 62 $\phi 0.15$ 二次 7	$\phi 0.07 \times 7$ 一次 40+40 $\phi 0.15$ 二次 7	$\phi 0.07 \times 28$ 一次 50+24 $\phi 0.07 \times 7$ 二次 7
290pF				$\phi 0.07 \times 7 \sim 21$ 一次 58 $\phi 0.07 \times 7$ 二次 5	$\phi 0.07 \times 21$ 一次 55 $\phi 0.15$ 二次 5	$\phi 0.07 \times 21$ 一次 29+29 $\phi 0.07 \times 7$ 二次 5	$\phi 0.07 \times 21$ 一次 35+38 $\phi 0.05 \times 10$ 二次 8
360pF		$\phi 0.07 \times 7$ 一次 80 二次 8	$\phi 0.07 \times 7$ 一次 75 二次 8	$\phi 0.07 \times 7 \sim 21$ 一次 55 $\phi 0.07 \times 7$ 二次 6	$\phi 0.07 \times 7 \sim 21$ 一次 48 $\phi 0.07 \times 7$ 二次 5	$\phi 0.07 \times 7 \sim 21$ 一次 40 $\phi 0.07 \times 7$ 二次 5	$\phi 0.07 \times 7 \sim 28$ 一次 4×18 共 72 $\phi 0.19$ 二次 6

第二节 微调电容器和可变电容器

可变电容器和微调电容器主要用于调谐电路中(收音电路等),前者用于输入调谐回路和本机振荡器电路中,它是一种容量可在较大范围内连续变化的电容器。

微调电容器其容量大小也可以改变,但变化范围较小,微调电容器通常与可变电容器一起使用。

一、外形特征和电路符号

1. 外形特征

几种微调电容器的外形示意图如图 7-3 所示。其中图 a 所示是三种瓷介微调电容器,图 b 所示是两种有机薄膜微调电容器;图 c 所示是拉线微调电容器。

关于微调电容器的外形特征主要说明下列几点:

- 1) 它的体积比较大,比普通电容器要大许多。
- 2) 它有动片和定片之分,这样一只微调电容器共有两根引脚,在多只微调电容器组合在一起时,各微调电容器的动片可以共用一根引脚。
- 3) 动片是可以转动的,所以一般情况下微调电容器上设有调整用的螺丝刀缺口。
- 4) 许多情况下,微调电容器固定在可变电容器上。

2. 电路符号

如图 7-4 所示是可变电容器、微调电容器的电路符号,从图中可以看出,它是在普通电容器电路符号的基础上,加上一些箭头等符号来表示容量可变或微调。

图 7-4a 所示是可变电容器的电路符号,俗称单连可变电容器,简称单连。

图 7-4b 所示是双连可变电容器的电路符号,简称双连,用虚线表示它的两个可变电容

器的容量调节是同步进行的。

图 7-4c 所示是四连可变电容器的电路符号，简称四连，用虚线表示它的四个可变电容器的容量是可以进行同步调整的。

图 7-4d 所示是微调电容器的电路符号，与可变电容器电路符号的区别在一个是箭头，一个不是箭头。

可变电容器和微调电容器由于容量是可改变的（要手动调整），所以有动片和定片之分，动片和定片在电路符号中已表示出来，见图 7-4a 所示电路符号，有箭头

的一端为定片，下端则为动片，图 7-4b 和图 7-4c 所示各连情况也一样。微调电容器的动片、定片表示情况见图 7-4d 所示。

二、种类

1. 微调电容器种类

微调电容器又称半可变电容器，其容量变化范围远小于可变电容器。收音电路中的微调电容器可分为以下三种：

(1) 瓷介质微调电容器。这种微调电容器的体积比较大，这种微调电容器往往是单个的，不与可变电容器组合在一起。

(2) 有机薄膜介质微调电容器。它还分为单微调、双微调和四微调电容器等几种，它往往与可变电容器组合在一起，是目前应用最广泛的一种微调电容器。

(3) 拉线微调电容器。一些小型收音机中采用拉线微调电容器，因为它的体积较小。

2. 可变电容器种类

(1) 可变电容器的种类较多，按照介质划分有下列几种：

1) 空气介质的可变电容器，这种可变电容器的体积较大，过去用在电子管收音机中，现在几乎不用了。

(2) 薄膜介质的可变电容器，这种可变电容器的体积小，现在主要使用这种可变电容器。

(3) 按照可变电容器的连数划分主要有以下几种：

1) 单连可变电容器，它有一个可变电容器，主要用于直放式收音电路中，由于现在直放式收音机已经很少使用，所以这种可变电容器现在也不常见到。

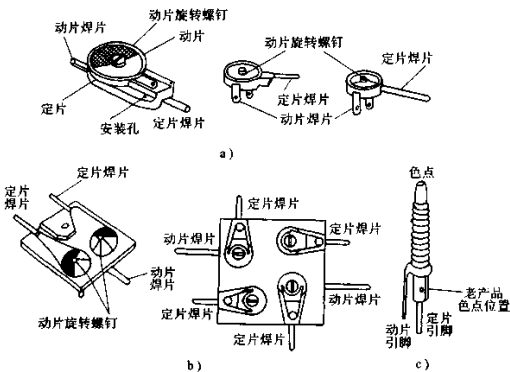


图 7-3 几种微调电容器外形示意图

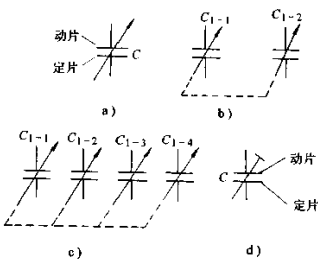


图 7-4 可变电容器和微调电容器电路符号

2) 双连可变电容器,它有两个独立的可变电容器结构。根据两个连的容量是否相等又可分成等容双连和差容双连,双连主要用在调幅收音电路中,这是一种目前应用比较广泛的可变电容器。

3) 四连可变电容器,它又称为调频调幅四连,它用于具有调频、调幅波段的收音电路中,由于这种收音机电路是目前的流行电路,故四连应用相当广泛。

(3) 按照容量随转轴旋转角度变化规律的不同分为下列四种:直线电容式、直线波长式、直线频率式和对数电容式。

三、结构及工作原理

1. 微调电容器

见图所示的是几种微调电容器的外形示意图,对它们的结构和工作原理说明如下:

(1) 瓷介微调电容器。在图 7-3a 所示的瓷介微调电容器中,左边一个体积最大,中间的为小型微调电容器,右边的为超小型微调电容器。这种微调电容器由上、下两块瓷片构成,瓷片上有半圆状的银层,作为电容器的上、下极板。

中间为瓷片作为介质,作为电容器两极板之间的绝缘体。上片称为动片,可以随调节而转动。下片固定不动,这样调节上片时上、下两片银层的重叠面积随之改变,即改变了电容器两极板的相对面积大小,从而达到改变电容器容量的目的。

在实用电路中,要将动片接地,这样可消除在调节动片时的有害干扰,因为调整时手指(人体)与动片相接触,动片接地后,相当于人体接触的是线路中的地线,可以减小人体对电路工作的干扰。

(2) 有机薄膜微调电容器。图 7-3b 所示左边一个微调电容器,这是双微调,它的结构和工作原理同瓷介微调电容器基本相同,只是它的动、定片为铜片,动、定片之间的介质为有机薄膜,当转动动片时可改变动、定片铜片的重叠面积,从而来改变其容量。

注意,这一双微调电容器共用一个动片引脚。图 7-3b 所示右侧是一个四微调电容器,它们之间彼此独立。有机薄膜微调电容器通常装在双连或四连内,与双连或四连共用动片引脚。

(3) 拉线微调电容器。图 7-3c 所示为拉线微调电容器,又称拉丝微调电容器。这种微调电容器以瓷管为基体内壁镀层作为定片,外面用细铜丝密集排绕作为动片,细铜丝一端而为动片引脚,另一端剪掉空着。

当拉掉的铜丝愈多时(基体上绕的铜丝少了),由于动、定片之间的面积小了,电容量减小。这种微调电容器的特点是体积很小,但有一个缺点,即调整不方便,当细铜丝拉出后便不能再重新绕上,只能作容量减小的调整,若调整不当则会使电容器报废。

2. 单连可变电容器

如图 7-5 所示是两种单连可变电容器的外形图。其中图 a 所示是空气单连,图 b 所示是小型密封薄膜单连。

(1) 空气单连。图 7-5a 所示为空气介质的单连可变电容器,它有一个可随转轴转动的动片(由许多片组成),还有不能转动的定片(也由许多片组成),动片与定片之间不相碰(绝缘的),以空气为介质。

当转动转轴时,动片与定片之间的重叠面积改变,达到改变容量的目的。当动片全部旋进时容量为最大(260pF),当动片全部旋出时容量为最小。在实用电路中,为减小调节动片

时的干扰影响，将动片引脚接地。

(2) 密封单连可变电容器。图 7-5b 所示为小型有机薄膜单连可变电容器，它的动、定片全部装在塑料外壳内，只引出动片和定片引脚。在外壳内，动、定片金属层层相互交错叠压，两片之间用绝缘的有机薄膜作为介质。

当转动转柄时，动片随之转动（动片由许多片组成），可改变动片与定片之间的重叠面积（定片也由许多片构成），达到改变容量的目的。在这种单连可变电容器中，定片引脚在左侧端点，而动片引脚设在中间，以便区别动、定片引脚。

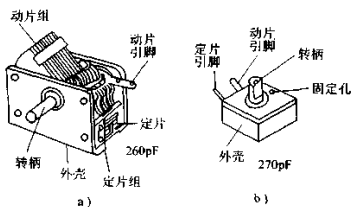


图 7-5 单连可变电容器外形示意图

3. 等容双连可变电容器

如图 7-6 所示是三种等容双连可变电容器的外形图示意图。双连就是有两个单连结构的可变电容器组装在一起，一个转柄控制两个单连的动片的同步转动，等容双连就是两个单连的容量是相等的。图 7-6 中图 a 所示是等容空气双连；图 b 所示是等容小型密封双连，图 c 所示是等容超小型密封双连。

(1) 等容空气双连。图 7-6a 所示等容空气双连，它的结构同空气单连基本相同，有两个容量相等的空气单连，用一个转柄来控制两个连的动片同步转动，即两个连的容量大小同步变化。

在这种双连中，两个连的动片共用一个动片引脚，这样双连共有三根引脚，两个定片的引脚，另一个是共用的动片引脚。由于两个连的容量相等，所以可不分哪个是调谐连（用于天线调谐回路），哪个是振荡连（用于本振回路），使用中出于减小干扰的考虑，一般将远离转柄的一个连作为振荡连，见图中所示。

(2) 等容密封双连。图 7-6b、c 所示都是等容有机薄膜密封双连，它们的结构和工作原理同单连一样。两连容量相等，同步变化，两连共用一个动片引脚，动片引脚设在中间，两侧各是两个连的定片。

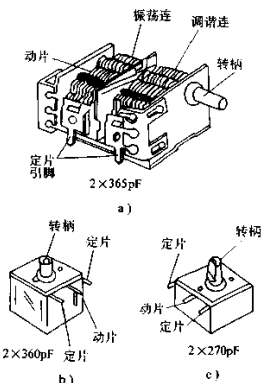


图 7-6 等容双连可变电容器外形示意图

4. 差容双连可变电容器

如图 7-7 所示是三种差容双连可变电容器的外形示意图。所谓差容是指两个连的最大容量不相等，但两个连仍由一个转柄控制两个连动片的转动。图 a 所示是差容空气双连；图 b 所示是差容小型有机薄膜双连，图 c 所示是差容超小型有机薄膜双连。

(1) 差容空气双连。图 7-7a 所示差容空气双连，它两组动片的片数不等，一个连的片数较多，但与定片之间的间隙较大，由电容器容量大小概念可知，间隙大容量小，所以片数虽多但因间隙大而容量小，这一个连作为振荡连。

另一个连虽然片数少，但间隙小，容量大。两连动片受一个转柄控制，两连共用一个动

片引脚，此引脚在电路中接地，以减小调节时的干扰影响。从图中可看出，振荡连的最大容量为250pF，调谐连的最大容量为290pF，容量小的一个连为振荡连。

(2) 差容密封双连。图7-7b、c所示都是差容密封双连，它们的结构和工作原理同差容密封双连一样，只是振荡连的最大容量小于调谐连的最大容量。在这类双连的背面，均设有微调电容器，见图7-7所示。

在差容双连中，由于两个连最大容量不相等，故在使用中两个连不能互换用，一定要分清振荡连和调谐连，两连的具体位置见图7-7b、c所示。

5. 四连可变电容器

如图7-8所示是有机薄膜四连可变电容器的外形示意图。四连顾名思义它有四个连，四个连受一个转柄的同步控制。四连可变电容器用于调频、调幅收音机电路中。它由两个双连组成，即一个是调频双连，一个是调幅双连，分别用于调频、调幅波段电路中。

由于调频和调幅波段信号频率相差甚远，要求用容量不等的双连可变电容器，故不能采用一个双连同时用于调频和调幅波段电路中。通常，调频双连的最大容量为20pF，最小为小于等于4.5pF，而调幅双连的最大容量为266pF，最小为小于等于7pF，可见它们之间相差很多。

通常在四连可变电容器中还设有四个薄膜微调电容器，从图中可看出这一点。图中，右侧为调频双连和用于调频波段中的两只微调电容器，它们共用一个动片引脚，此引脚接线路的地线。

在四连的背面有字母表示各连的作用及引脚，用FC表示调频连，用C表示调幅连。FC₁表示调频振荡连，此连接调频收音机的本振回路中，距此连最近的一个微调电容器是调频振荡器回路中的微调电容器。用FC₂表示是调频调谐连，它附近的一个微调电容器是调频收音机电路天线调谐回路中的微调电容器。

在四连可变电容器的左侧是调幅双连，用C表示。其中，用C₁表示调幅振荡连，它附近的微调电容器是调幅收音机电路振荡回路中的微调电容器。用C₂表示调幅调谐连，它附近的微调电容器是调幅收音机电路天线调谐回路中的微调电容器。这种四连只有四个微调电容器，当收音电路波段较多时微调电容器数目不够了，此时再外接。

四、识别方法

1. 微调电容器容量识别方法

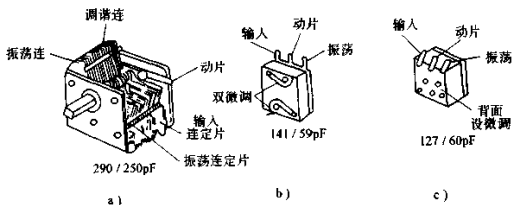


图7-7 双连和四连可变电容器外形示意图

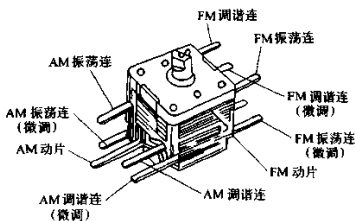


图7-8 四连可变电容器外形示意图

瓷介质微调电容器的标称容量范围通常标注在微调电容器的侧面,例如 7/30、5/20、3/10 等,其中分子表示最小容量,分母表示最大容量,单位均为 pF。拉线微调电容器标称容量用色点表示,表 7-4 所示是这种表示方式中的色点含义,新式拉线微调电容器的色点位置在顶部,过去则将色点标在定片引脚处。

表 7-4 拉线微调电容器标称容量色点含义

色 点	红	黑或无色	蓝	白
标称容量 (pF)	3/15	5/20	7/30	10/40

2. 薄膜可变电容器型号命名方法

薄膜可变电容型号组成如下:

CBM	-	2	0	2	B	1
主称		连数	附加微调 电容器数	外形 代号	最大标称 容量代号	电容器曲线 代号

关于这种可变电容器的型号说明下列几点:

- 1) 主称中 C 表示电容器, B 表示可变 (容量可变), M 表示是薄膜介质。
- 2) 连数一项用数字表示有多少个连,例如四连用 4 表示,双连用 2 表示。
- 3) 附加微调电容器一项用数字表示有多少个附加微调电容器,用 0 表示没有附加微调电容器,例如 CBM-443BF 是一个四连,附有四个微调电容器。

四是外形代号用数字表示外形尺寸,具体含义如表 7-5 所示。

表 7-5 外形代号含义

外形代号	1	2	3	4	5
外形尺寸/mm	30×30	25×25	20×20	17.5×17.5	15×15

最大标称容量代号用字母表示,具体含义如表 7-6 所示。

表 7-6 最大容量代号含义

字母代号	最大容量标称值/pF	说 明
A	340	适用于调幅连、等容可变电容器
B	270	
C	170	
D	130	
P	60	适用于调幅连、差容可变电容器。其中, P 对应的调谐连最大容量为 140pF, Q 对应的调谐连最大容量为 130pF
Q	60	
F	20	适用于调频连、等容可变电容器, 20pF 为振荡连最大容量

在调频调幅连中,用 A~Q 和 F 字母并用,其中 A~Q 字母表示调幅连的最大电容量标称值,用 F 表示调频连的最大电容量标称值,这样调频调幅连共有两个字母分别表示调幅连和调频连的最大电容量标称值,例如 CBF-443BF, B 表示调幅连的最大电容量标称值, F 则表示调频连。

3. 小型薄膜可变电容器的型号组成命名方法

小型薄膜可变电容器的型号组成如下：

CBM	-	2	X	270
主称		连数	小型可变电容器	最大容量标称值

主称与前面的含义相同。连数中也用数字表示，当连数一项不标时为单连。用 X 表示小型的可变电容。

4. 空气可变电容器型号命名方法

空气可变电容器型号组成如下：

CB	-	2	-	365
主称		连数		最大容量标称值 (pF)

5. 引脚识别方法

微调电容器和可变电容器的引脚有动片引脚和定片引脚之分，这两个引脚之间要分清，关于微调电容器和可变电容器的引脚排列规律见它们的外形示意图，关于它们的引脚识别方法在前面已经分别介绍，在此省略。

五、故障现象和检测方法

1. 故障现象

微调电容器和可变电容器故障现象主要有下列一些：

- 1) 瓷介质微调 and 有机薄膜介质微调电容器主要是使用时间长后性能变劣，动片和定片之间有灰尘或受潮。此时影响收音波段高端的灵敏度，高段收到的电台数目减少。
- 2) 拉线微调电容器主要是受潮和细铜丝松了，引起容量减小，影响波段高端的收音效果。
- 3) 密封可变电容器的主要问题是转柄松动、动片和定片之间有灰尘，此时调台时有噪声，以及调谐困难（选台困难）。
- 4) 空气介质可变电容器存在转柄松动问题，以及动片与定片相碰的问题。

2. 检测方法

关于微调电容器和可变电容器的检测主要说明下列几点：

1) 对微调电容器和可变电容器主要是用万用表的 $R \times 10k$ 档测量动片引脚与各定片引脚之间的电阻，应呈开路，如有电阻很小现象，说明动片、定片之间有短路（相碰故障），可能是灰尘或介质（薄膜）损坏，当介质损坏时，要作更换处理。

2) 可变电容器转柄是否松动可通过摇晃转柄来检查。

3) 空气介质可变电容器可直观检查它是否存在动片、定片相碰的故障。

3. 修理方法

关于微调电容器和可变电容器的修理方法主要说明下列几点：

- 1) 对于动片、定片之间的灰尘故障，可滴入纯酒精加以清洗。
- 2) 对于受潮故障，可用灯泡或电吹风作烘干处理。
- 3) 对空气双连转柄松动引起的接触不良问题，可先用纯酒精清洗，然后再滴入一滴润

滑油，但对薄膜可变电容器不宜作滴油处理。

4) 对于引脚断故障，可以设法重新焊好引脚。

六、选配方法和装配方法

1. 选配方法

关于微调电容器和可变电容器的选配方法主要说明几点：原则上讲，可变电容器损坏后应选用同型号的代替，因为不仅容量偏差不行，还涉及到安装尺寸是否合适的问题；对微调电容器，只要安装位置、空间条件允许，容量相近的可以代替，不同介质的微调电容器之间也可以代替；对于拉线微调电容器，在配不到时可以自制，方法是这样：取一根 $\phi 1\text{mm}$ 的铜线，再取一根 $\phi 0.10\text{mm}$ 的漆包线，将此细漆包线在粗铜线上密集排绕几十圈，绕的圈数愈多，容量愈大。

2. 装配方法

关于可变电容器的拆、装主要说明下列几点：

1) 可变电容器是与调谐线或调谐刻度盘相连的，在拆可变电容器之前要先拆下它们。

2) 拆卸时，要将可变电容器每一根引脚上的焊锡去掉后，才能拆下可变电容器。由于可变电容器的引脚比较粗，上面的焊锡也较大，注意不要损坏引脚附近的铜箔线路；拆下可变电容器后，清除引脚孔中的焊锡，以方便新的可变电容器安装。

3) 可变电容器的装配是方便的，由于引脚孔、固定孔是不对称的，不会装反。

4) 用电烙铁时，切不可烫断调谐线，否则重绕此线相当麻烦。

第三节 线圈和变压器

一、振荡线圈和中频变压器

超外差式收音机电路中，振荡线圈和中频变压器是不可缺少的元器件。其中，振荡线圈用在本机振荡器电路中，中频变压器则用在中频放大器电路中。中频变压器俗称中周。在调幅和调频收音电路中都有中周，它们的结构相同，但工作频率是不同的。

1. 外形特征

如图 7-9 所示是中频变压器的外形图和内部结构示意图。大多数的振荡线圈的外形和内部结构同这一样。

关于中频变压器和振荡线圈的外形特征主要说明下列几点：

1) 它的外形是长方体的，为金属外壳。

2) 引脚在底部，分成两列分布，最多为六根引脚，一般少于六根引脚，各引脚之间不能互换使用的，所以在更换中频变压器时要注意引脚的方向。

3) 顶部有一个可以调整的缺口，并会有不同的颜色标记。

2. 电路符号

如图 7-10 所示是振荡线圈、中频变压器电路符号。其中图 a 所示是振荡线圈的电路符号，图 b~e 所示是几种中频变压器的电路符号。从图中可以看出，图 7-10c 和图 7-10e 所示的中频变压器中内附谐振电容 C。

符号中的虚线方框表示中频变压器的金属外壳，另外磁芯的微调作用在电路符号中也表示出来了。

二、种类和结构

1. 种类

振荡线圈一般是做成跟中频变压器外形一样的形式，这是目前主要使用的振荡线圈。中频变压器按外形尺寸划分有普通和小型的，若按内部线圈结构提分则更多，有的中频变压器内部设有谐振电容 C ，有时则没有。

按照用途划分有调幅收音电路中频变压器，其谐振频率为 465kHz，还有调频收音机用中频变压器，其谐振频率为 10.7MHz。

2. 中频变压器结构

如图 7-9 所示中频变压器结构示意图，做成中周式的振荡线圈与此结构是一样的。从图中可以看出，它由金属外壳、磁帽、底座、磁心、线圈和尼龙支架等构成。

磁心采用“1”字形的磁心，线圈绕在磁心中间，磁帽套在磁心上，磁帽上有螺纹，通过旋转可以上下移动位置，以改变磁心与线圈的相对位置，达到改变线圈电感量的目的。

磁帽是装在尼龙支架中的，底座用来支撑整个中频变压器，底座四周有许多引脚，用来引出各线圈，金属外壳本身有两根引脚，用来将中频变压器固定在电路板上。

金属外壳又称屏蔽外壳，外壳在电路中接地，以起屏蔽作用。

中频变压器的一次线圈与电容器构成一个 LC 并联谐振电路，在电路中这一并联谐振电路作为中频放大管的集电极负载。中频变压器一次与二次线圈之间具有一般变压器的耦合作用，二次线圈用来输出来自一次线圈的信号。

调幅中频变压器和调频中频变压器的结构和工作原理是相同的，只是工作频率不同。在调幅收音机中，中波和短波共用一组中频变压器，因为这两个波段的中频放大器是共用的，中频频率也都是 465kHz。

3. 振荡线圈结构

振荡线圈用在本机振荡器电路中，其结构和工作原理同中频变压器基本相同。在中波、短波收音机电路中，由于本振频率是不同的，所以中波、短波电路有各自的振荡线圈，而且两种振荡线圈不能互换使用。

三、识别方法

1. 型号命名方法

振荡线圈和中频变压器型号通常是印在外壳上的。振荡线圈和中频变压器型号共有三部分组成，如下所示：



图 7-9 中频变压器的外形图和内部结构示意图

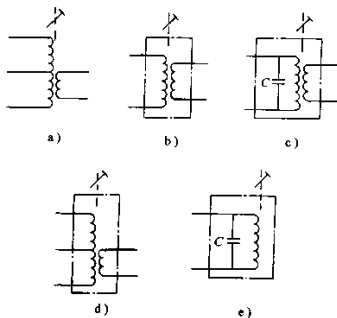


图 7-10 谐振线圈和中频变压器电路符号

(5) 线圈的电感量不足故障。此时磁帽调到最里面电感还不够，造成谐振频率不在中频频率上，将出现声音轻故障或无声故障。

2. 检测方法

关于振荡线圈和中频变压器的检测方法主要说明下列几点：

1) 检测振荡线圈和中频变压器的方法主要是直观检查法和万用表欧姆档测量线圈的电阻大小。

2) 直观检查可以发现引脚线断、磁帽松动等故障。

3) 在用万用表测量线圈的直流电阻时，万用表要置于 $R \times 1$ 档，根据振荡线圈和中频变压器的各引脚分布规律（接线图），分别测量一次线圈和二次线圈的通与断，正常时电阻值应该是很小的。

4) 用 $R \times 1k$ 档测量一次线圈与二次线圈之间的绝缘电阻，应该很大。

5) 分别测量一次、二次线圈与外壳之间是否短路（若在路测量时则要注意线圈一端是否接地，因为外壳是接地的）。

五、修理方法和调整方法

1. 修理方法

关于振荡线圈和中频变压器的各种故障修理和选配方法主要说明下列几点：

1) 当断线处发生在引脚焊接处时（常见故障是这样），应小心地将断头重新焊好，注意焊接时不要再搞断引线，否则引线长度不够，接线更麻烦，焊接时要拆下外壳。另外，要注意焊点不能与外壳相碰。

2) 当断线发生在线圈内部时，若找不到断线部位时，则要做更换处理。

当出现磁帽松动故障时，可将磁帽旋出来，用一截细橡皮筋夹在磁帽与尼龙支架之间，这样可恢复磁帽的正常工作。

3) 在线圈受潮时，可拆下金属外壳后用灯泡进行烘干处理。

4) 若磁帽已旋到最底部时电感量仍不够（此时声音还可以增大），则可略增大并在线圈上的谐振电容的容量，以补偿电感量的不足。

5) 短路故障修理方法是将短路点断开，并加以绝缘处理。

6) 无法修复而需要作更换处理时，应用同型号器件换上，因为这涉及到安装、引脚分布规律、工作频率和与外部电路配合等问题。

2. 调整方法

振荡线圈和中频变压器在电路中主要是工作在谐振状态下，调整就是调整它们的谐振频率，这一谐振频率的调整可以采用专用仪器进行，在没有仪器的情况下通过试听可以调整振荡线圈、中频变压器的电感量（即磁帽上下位置），这实际上是调整工作频率。

(1) 中频变压器谐振频率调整方法。调中频变压器的目的是让它的一次线圈所在的谐振回路谐振在中频频率上，具体方法是这样：设法接收一个电台信号（很弱也没有关系），并且要调准，然后改变机体方向（实际是在改变磁棒方向），或调整天线长短，使收音机获得最好接收效果。然后，控制音量电位器使音量较小（因为音量较小时人耳对声音大小的变化灵敏度较高）。用无感起子从最后一级中频变压器开始逐级向前调节各中频变压器的磁帽，通过旋入、旋出磁帽，使扬声器中的声音最响，可以先粗调一遍，再进行细调。

若原中频变压器谐振频率有偏差的话，在调节时声音会增大。在调节中频变压器过程

中,要注意不能用普通的金属起子去调整,否则调到声音最响位置,当起子移开磁帽后声音又下降了,应该用有机玻璃起子或竹起子来调整。

注意,在不能收到电台声音时,最好不要去调整各中频变压器的磁帽,否则调乱后就无法用试听的方法调准了。

(2) 振荡线圈谐振频率调整方法。当更换振荡线圈或变动过振荡线圈的磁帽之后,收音机刻度指示便有偏差。此时应重新调整,振荡线圈的调整应在中频变压器调好之后进行,具体方法是这样:将刻度指针调在低频(800kHz以下)某一个电台的频率处(例如700kHz是某电台的频率,将指针调在此刻度处),然后用无感起子调整振荡线圈的磁帽,使收音机能

表 7-9 部分国产小型中频变压器性能参数资料

型号	色标	外形尺寸 /mm	频率可 调范围 /kHz	空载 Q值	通频带 /kHz	选择性 ($\pm 10\text{kHz}$) /dB	谐振 电容 /pF	一次圈数	二次圈数	接线圈 (图 7-11)	
TTF-2-1	白	10×10×13	465±10	≥80	≥6.5	≥7	200	3-1=162; 3-2=45	4-6=7	1	
TTF-2-2	红				≥8	≥5.5		3-1=162; 3-2=45	4-6=10		
TTF-2-9	绿				≥11.5	≥2		3-1=162; 3-2=48	4-6=25		
TTF-2-7	白				≥80	≥5.5		≥14	330		3-1=120; 3-2=50
TTF-2-8	黄	≥80	≥5.5	≥14	330	3-1=124; 3-2=7					
TTF-2-1	白	10×10×13	465±10	≥80	≥7	≥10	1000	3-1=73	4-6=1	8	
TTF-2-2	红							1-6=61 $\frac{1}{2}$	1-3=13.5		
TTF-1-1	白	7×7×12	465±10	≥55	≥7.5	≥6	140	3-5=220; 4-5=49	1-2=13	5	
TTF-1-2	红				≥7.5	≥6		3-5=220; 1-5=48	1-2=9		
TTF-1-3	绿				≥6.5	≥6.5		3-5=220; 4-5=33	1-2=14		
TF7-01	黄	7×7×12	465±10	80±15%			140	1-3=220; 2-3=16	4-6=9	6	
TF7-02	白							1-3=220; 2-3=42	4-6=11		
TF7-03	黑							1-3=220; 2-3=50	4-6=25		
105D-I	黄	10×10×13	465±10	85~110	≥6.5	≥3	200	1-2=115; 2-3=48	4-6=8	2	
105D-II	白				≥7.5	≥7.5		1-2=115; 2-3=48	4-6=11		
105D-III	黑				≥16	≥3		1-2=113; 2-3=50	4-6=20		
BZX-10	白	10×10×13	465±10	70~110	≥3	≥5.5	200	1-3=145; 2-3=40	4-6=9	3	
BZX-11	黑				≥11.5	≥2		1-3=145; 2-3=42	4-6=22		
BZX-6-1	黄				≥6	≥15		510	1-3=90; 2-3=41	4-5=1	9
BZX-6-2	绿								3-5=84	4-1=5	
BZX-19	黄	10×10×13	465±15	75±15%			180	1-3=158; 2-3=43	4-6=5	11	
BZX-20	黑			100±15%				1-3=158; 2-3=72	4-6=36		
SZP ₁	黄	10×10×13	465±10	110±15%			510	1-3=110; 2-3=51	4-6=11	4	
SZP ₂	白							1-3=110; 2-3=42	4-6=8		
SZP ₃	黑							1-3=110; 2-3=48	4-6=24		
SZP ₄	绿							1-3=110; 2-3=60	4-6=1		
SZP ₅	绿							≥6			10

够收到这一电台的信号,并使声音为最响。然后,再将刻度指针调至高端某一个特定电台频率处,再调节振荡回路中的微调电容器,使收音机收到这一电台节目,并使之声音为最响。这一调整方法的原理是,改变振荡线圈的电感量能明显改变低端本机振荡器的振荡频率,而改变振荡回路中微调电容器能明显改变高端本机振荡频率,所以低端应调电感,高端应调微调电容器。

3. 判别本振是否振荡的方法

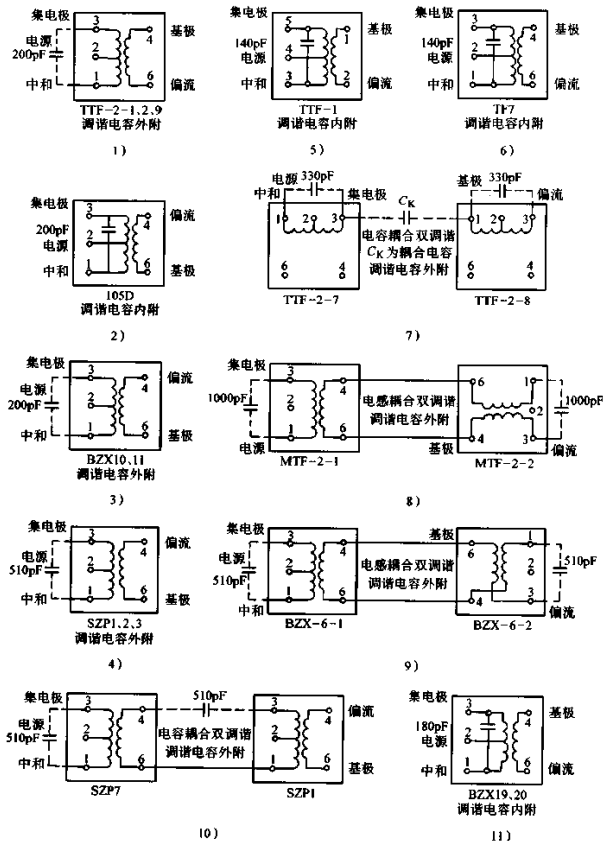


图 7-11 部分国产小型中频变压器接线图资料

若收音机的本机振荡器不能振荡(停振),收音电路将无法收到电台信号(有时通过直放形式也能收到电台),此时判别本机振荡器工作是否正常是修理中的重要一环,在没有仪器的情况下可以这样来判别:万用表直流电压档测量变频(或混频)三极管的发射级直流电压,然后用手指接触振荡线圈各引脚,若表针有偏转,则说明本机振荡工作正常,若表针无偏转,则说明本机振荡未振荡。

这是因为当手指接触振荡线圈时,人体电阻将振荡线圈的正反馈回路消除,使之无正反馈,若原线圈是振荡的,则会因正反馈消失而停振,而振荡与不振荡时三极管的发射极电流大小、电压大小是不一样的,可以此来判别振荡器工作是否正常。

六、振荡线圈和中频变压器修理资料

(1) 中频变压器修理资料。表 7-9 所示是部分国产小型中频变压器性能参数资料,如图 7-11 所示是表中各中频变压器各引脚接线图,供修配时参考。

(2) 振荡线圈修理资料。表 7-10 所示是部分国产小型振荡线圈性能参数资料,如图 7-12 所示是表中各振荡线圈引脚接线示意图,供修配时参考。

表 7-10 部分国产小型振荡线圈性能参数资料

型号	色标	外形尺寸/mm	空载 Q 值	电感量可调范围/ μ H	适用波段	配用双连/ μ F	一次圈数	二次圈数	接线圈(图 7-12)				
SZ ₁	红	10 × 10 × 13	≥ 85	165 ± 25	535 ~ 1605 kHz	5/270	1-3 = 85; 1-2 = 4	6-1 = 10	1				
SZ ₂	红						1-3 = 85; 1-2 = 4	6-4 = 15					
SZ ₃	红						1-3 = 80; 1-2 = 4	6-4 = 10					
SD ₂	蓝	10 × 10 × 13	≥ 85	5.1 ± 0.7 0.3	3.9 ~ 12 MHz	5/270	5-1 = 16.5; 5-6 = 2	4-3 = 7.5	2				
SD ₃	蓝						5-2 = 2	4-3 = 7.5					
SD ₄	蓝						4.5 ± 0.5	2.2 ~ 12 MHz		12/365	5-1 = 26.5; 5-6 = 5	4-3 = 7.5	3
SD ₄	蓝	10 × 10 × 13	≥ 85	22.5 ± 2.5 3.3	3.9 ~ 12 MHz	5/270	1-3 = 36; 1-2 = 3	6-4 = 8	1				
10SE	红						150 ~ 200	525 ~ 1615 kHz		7/270	3-1 = 85; 1-2 = 4	4-6 = 8	4
BGX-4	红						70 ~ 110	140 ~ 190		535 ~ 1605 kHz	7/270	1-3 = 80; 1-2 = 4	4-6 = 8
BGX-5	红	≥ 90	360 ± 30	3.5/64	3-1 = 130; 3-2 = 2	6-4 = 8	6						
LTF-1-1	黑	7 × 7 × 12	≥ 55	360 ± 30	35 ~ 1605 kHz	3.5/60	3-4 = 144 $\frac{1}{2}$; 1-4 = 8 $\frac{1}{2}$	2-6 = 11 $\frac{1}{2}$	7				
LTF-1-2	黑		≥ 10	130 ± 10			7/270	1-3 = 99; 1-2 = 92		4-6 = 18	8		
LTF-1-3	红		≥ 55	360 ± 30		3.5/60	3-4 = 144 $\frac{1}{2}$; 1-4 = 8 $\frac{1}{2}$	2-6 = 13 $\frac{1}{2}$		9			
LTF-1-4	黑		≥ 55	360 ± 30			3.5/60	3-1 = 144 $\frac{1}{2}$; 1-4 = 8 $\frac{1}{2}$			2-6 = 14 $\frac{1}{2}$		
LT001	红		≥ 55	340 ~ 420		4.5/60	3-1 = 144; 3-2 = 8	4-6 = 13			10		

(续)

型号	色标	外形尺寸 /mm	空载 Q值	电感量可 调范围/ μH	适用波段 范 围	配用双 连/ μF	一次圈数	二次圈数	接线图 (图 7-12)
LTF-2-3	黑	10 × 10 × 13 12 × 12 × 16	≥ 70	150 ~ 190	535 ~ 1605 kHz	7/270	1-6 = 89; 1-4 = $4\frac{1}{2}$	2-3 = 8	11
LTF-3-1	黑		≥ 70	160 ~ 190		7/270	5-3 = 89; 5-1 = $84\frac{1}{2}$	4-2 = $8\frac{1}{2}$	12
LTF-3-2	黑		≥ 50	165 ~ 185		12/250	5-1 = $80\frac{1}{2}$; 3-5 = 5	2-3 = $3\frac{1}{2}$	13
LS121	黑	10 × 10 × 14	≥ 60	4.63 ~ 5.35	3.9 ~ 9 9 ~ 18 MHz	7/270	3-1 = 17; 2-1 = 15	6-4 = 5	14
LS122	黑		≥ 60	19.4 ~ 22.4	4 ~ 12 MHz	7/270	3-1 = 37; 2-1 = 34	6-4 = 10	
LSTF-3-2	黑	12 × 12 × 16	≥ 30	3.57 ~ 4.83	3.9 ~ 9 9 ~ 18 MHz	7/270	5-4 = 2; 5-3 = 15	1-2 = 7	15

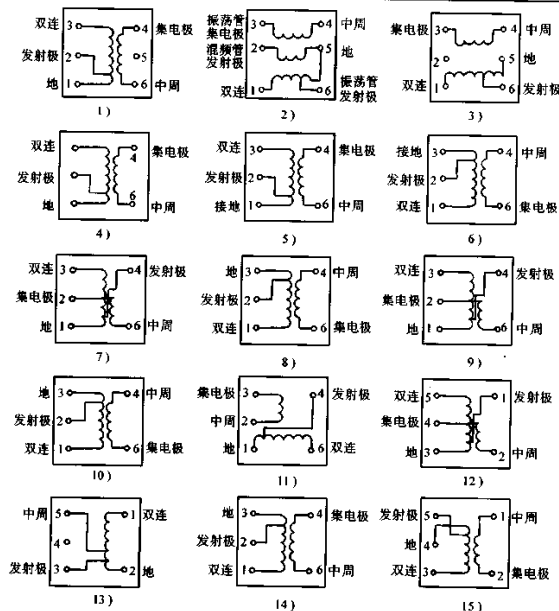


图 7-12 部分国产小型振荡线圈性能参数资料

第四节 输入变压器和输出变压器

输入变压器和输出变压器通常是成对的，它在低放电路中起耦合和阻抗匹配之用，由于收录音机中收音电路的低放电路是与录音机部分共用的，而录音机的低放电路往往不采用输入、输出变压器耦合形式的低放电路，所以收录音机中无输入、输出变压器。另外，近来生产的一些收音机采用 OTL 功放电路，故也不用这种输入、输出变压器。这里介绍的输入变压器和输出变压器只用于一部分低档的收音机电路中。

一、电路符号和种类

1. 电路符号

如图 7-13 所示是输入、输出变压器的电路符号，从图中可以看出，它们与普通变压器的电路符号基本一样。其中图 a 和图 b 所示是输入变压器电路符号，图 c 所示是输出变压器的电路符号。

2. 种类

这里所介绍的变压器分成输入变压器和输出变压器两种，它们之间不可互换使用。其中，输入变压器根据二次线圈的结构不同又分成两种：一是带中心抽头的二次线圈，如图 7-13a 所示；二是具有两组匝数相同的二次线圈，如图 7-13b 所示。

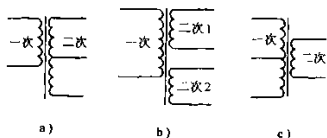


图 7-13 输入变压器和输出变压器电路符号

二、结构

输入变压器和输出变压器的结构同第二章中介绍的普通变压器基本一样，也是由一次线圈和二次线圈、铁心、外壳等构成，在此不作赘述，这里仅给出这种变压器的特点：体积很小（略比中频变压器大些），成对出现，在购买时也是要买就是一对。由于收音机输出功率很小，所以这种变压器的输出功率也很小。

1. 输入变压器

由于输入变压器在电路中起连接前置放大级与输出级的作用，而输出级一般是采用推挽电路，所以输入变压器的一次线圈无抽头，而二次线圈要么有一个中心抽头，要么有两组匝数相同的二次，以便获得大小相等、方向相反的两个激励信号，去分别激励两只推挽输出管。

2. 输出变压器

输出变压器在电路中起输出级与扬声器之间的耦合和阻抗匹配作用，由于采用推挽电路，故输出变压器一次线圈具有中心抽头时，二次线圈是没有抽头的。加上要起阻抗匹配作用，所以输出变压器的二次线圈匝数远少于一次线圈匝数。

三、故障现象和检测方法

1. 故障特征

输入变压器和输出变压器的最主要故障是线圈断线，断在引脚引线焊头处，此时收音机可能出现无声故障，或出现声音轻、失真大故障，这要看具体是哪个变压器、哪组线圈发生断线故障。

2. 检测方法

关于对输入变压器和输出变压器的检测主要说明下列几点:

1) 测量一次线圈的直流电阻, 一般输入变压器的一次线圈直流电阻为 250 Ω 左右, 输出变压器的一次线圈直流电阻为 10 Ω 左右, 当一次线圈有中心抽头时, 一支表棒接抽头, 另一支表棒分别接另两个引脚, 此时两次测得的电阻值应相等, 若测量阻值为零, 则说明线圈存在短路故障, 测得的阻值很大, 说明存在开路故障。

2) 测量二次绕组线圈直流电阻, 一般输入变压器的二次线圈直流电阻为 100 Ω 左右, 输出变压器的二次线圈直流电阻约为 1 Ω , 对于二次线圈有中心抽头时, 也要分别测量抽头与另两根引脚之间是否开路。

3) 测量一次、二次线圈之间的绝缘电阻, 以及测量线圈与铁芯之间的绝缘电阻, 这些检测方法在前面已经介绍, 在此省略。

四、修配方法

1. 修理方法

关于输入变压器和输出变压器的修配方法主要说明下列几点:

1) 当输入变压器和输出变压器出现引脚引线断故障时, 可以通过重新焊接来修复, 此时要注意引线很细, 容易在焊接中再次断线, 故操作时要更加小心, 当引线不够长时, 可另用引线加长, 但要注意各引线之间的相互绝缘。

2) 当出现线圈内部断线故障时, 要么更换变压器, 要么重绕变压器, 更换时要用同型号的变压器代用, 重绕时需要变压器的各种技术参数, 而且相当的不便, 所以一般都是进行更换处理。

2. 修理资料

为了方便输入变压器和输出变压器的更换、重绕和检测, 这里给出部分国产输入变压器和输出变压器的技术资料。根据表中的线圈线径、匝数可供重绕时作为依据, 表中的线圈直流电阻可供检测时作为依据。表 7-11 和表 7-12 所示是输入变压器和输出变压器技术参数资料。

表 7-11 输入变压器技术参数

型 号	E14	E192	E193	E143	E146V	E149V
铁芯截面积/ mm^2	3.5 \times 5.5	5 \times 5.5	5 \times 5.5	3.5 \times 5.5	3.5 \times 5.5	3.5 \times 5.5
初级绕组匝数/T	1087	1800	2390	1187	1305	165
初级线圈导线直径/mm	ϕ 0.06	ϕ 0.06	ϕ 0.06	ϕ 0.06	ϕ 0.06	ϕ 0.05
初级线圈直流电阻/ Ω	189~231	360~440	475~579	200~240	216~264	430~520
次级线圈匝数/T	540 \times 2	1000 \times 2	850 \times 2	450 \times 2	350 \times 2	530 \times 2
次级线圈导线直径/mm	ϕ 0.06	ϕ 0.06	ϕ 0.06	ϕ 0.06	ϕ 0.06	ϕ 0.06
次级线圈直流电阻/ Ω	73.8~90.2 \times 2	162~196 \times 2	131~159 \times 2	61~73 \times 2	43~53 \times 2	100~121 \times 2
阻抗比	2:2	1.4:1	8:4	3:2	5:2	8:3
初级线圈电感量/mH	0.7~1.1	>2	>4	>0.8	>0.9	>2

表 7-12 输出变压器技术参数

型号	E14	E192	E193	E143V	E146V	E149V
电源电压/V	6	6	6	3	6	9
输出功率/mW	100	200	250	100	100	100
铁芯截面积/mm ²	3.5×5.5	5×5.5	5×5.5	3.5×5.5	3.5×5.5	3.5×5.5
初级线圈匝数/T	180×2	310×2	173×2	140×2	200×2	285×2
初级线圈导线直径/mm	φ0.11	φ0.12	φ0.17	φ0.11	φ0.11	φ0.1
初级线圈直流电阻/Ω	9~11.5	16.2~19.8	4.4~5.5×2	7.2~8.8×2	10.4~12.6×2	16.4~20×2
次级线圈匝数/T	75	129	88	80	65	65
次级线圈导线直径/mm	φ0.27	φ0.29	φ0.31	φ0.27	φ0.27	φ0.21
次级线圈直流电阻/Ω	0.5~0.8	1~1.2	0.5~0.7	0.5~0.7	0.4~0.6	0.7~0.9
扬声器阻抗/Ω	8	8	8	8	8	8
阻抗比	200: 8	220: 8	140: 8	120: 8	300: 8	600: 8
初级线圈电感量/mH	>70	>0.26H	>65	>50	>90	>0.2H

第五节 波段开关、录放开关、机芯开关和陶瓷滤波器

一、波段开关

波段开关在多波段收音机中是不可缺少的，它用来转换收音机各波段的电路，例如具有中波、短波 1、短波 2 和调频波的收音机电路中，通过波段开关的转换，使收音机工作在相应波段上。所以，波段开关是一个多刀组多掷开关。

1. 外形特征

如图 7-14 所示是一种老式波段开关的外形示意图，如图 7-15 所示是目前常用的波段开关示意图。

关于波段开关的外形特征主要说明下列几点：

1) 老式波段开关的操纵柄是转动的，而目前常用的波段开关操纵柄是拨动式的。

2) 波段开关的操纵柄是伸出机器外壳的。

3) 波段开关有许多引脚，同一组开关中的各引脚是相邻分布的。

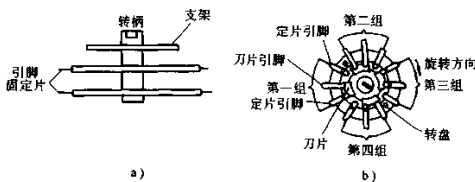


图 7-14 老式波段开关外形示意图

在图示两种波段开关中，一种的各引脚是按圆周状分布的，另一种是双列分布的。

2. 电路符号

如图 7-16 所示是波段开关的电路符号。其中图 7-16a 所示是最新规定的开关电路符号，图中所示是一个三组刀四掷式开关，即共有 S1-1、S1-2 和 S1-3 三组开关，每组开关中的刀触点相同且均能转换到四个位置。

整机电路中，为了表示某一个开关有许多组，采用 S1-1、S1-2 和 S1-3、…… 的表示方式，S1 表示是一种功能开关（这里是波段开关），S1-1 是 S1 开关中的第一组开关，S1-3 是

SI 中的第三组开关。在这种开关中，由一个开关操柄控制各组开关的同步转换。

图 7-16b 所示是过去采用的波段开关电路符号，这是一个四刀三掷式开关，K1-1、K1-2、K1-3 和 K1-4 是 K1 中的四组开关。在波段开关电路符号中，通常用虚线表示各组开关之间是同步连动转换的关系。

3. 种类

波段开关种类较多，按刀数和掷数的不同组合有许多种，如四刀双掷式开关（用于两波段收音电路中），六刀三掷式开关（用于三波段收音机中），六刀四掷式开关（用于四波段收音机中），通常收音电路有几个波段使采用几掷开关，而波段开关刀的数目（即开关中有几组）则是由收音机电路中需要多少处转换所决定的。

波段开关按照开关结构划分有旋转式波段开关，杠杆式波段开关。

4. 旋转式波段开关结构和工作原理

如图 7-14 所示是旋转式波段开关结构及工作原理示意图。图 7-14a 所示是外形示意图，图中为两层结构的波段开关，有的波形开关层数更多。

图 7-14b 所示是每层上刀触点和静触点结构示意图，这是 4 刀双掷开关的结构示意图，从图中可以看出共有 4 组彼此独立的开关，每组开关中有 3 根引脚，其中中间一根引脚为刀触点引脚，左、右两侧为一根定片引脚，当旋转波段开关的转柄时，4 组刀片同时转动，使刀片触点与其中的一个定片触点接通。

在这种旋转式波段开关中，转柄只能左、右旋转两个位置（因为这是双掷开关），有几掷则转柄便能转动几格，但不能 360° 旋转转柄。旋转波段开关在转换波段时，通过旋转转柄来实现，这种开关的特点是操作力较大、体积较大，各触点暴露在外，容易积尘，但对清洗开关触点来讲倒是比较方便的。

5. 杠杆式波段开关结构和工作原理

这里介绍的杠杆式波段开关广泛应用于收音电路中，这种开关不仅可以用作波段开关，收音机中的其他开关（如磁带/收音功能开关）也使用这种杠杆式开关，见图 7-15 所示是这种杠杆式开关外形图和开关触点转换工作原理图。图 7-15b 所示是 I 型开关触点结构

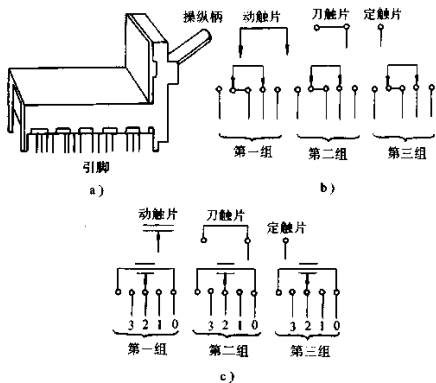


图 7-15 常用波段开关示意图

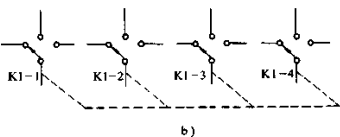
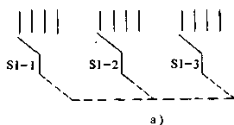


图 7-16 波段开关电路符号

及分布规律示意图,图 7-15c 所示是 II 型开关触点结构及分布规律示意图。

这种开关的特点是体积较小,控制开关触点转换机构采用杠杆结构,这样操作力很小。这种开关按照触点结构及分布规律划分有 I 型和 II 型两种,下面分别介绍这两种开关的工作原理。

(1) I 型开关。I 型开关又称短路型接触方式开关,它的触点结构及分布规律示意图见图 7-15c 所示,图中只画出三组开关的触点分布示意图,这是一个数刀三掷式开关。

从图中可看出,每一组开关都有一个动触片、刀触片和 3 个定触片构成,其中动触片可随纵柄拨动而左右移动三格,操纵柄能转换三个位置。在每一组开关中,共有四根引出脚,但刀触片占两格而只引出一根脚。

每组开关中五个触点之间的间距相等,而相邻每组开关之间的间隙稍大些,以便区别每组开关的引脚位置。在拨动操纵柄时,各组开关中动触片在滑动板的控制下同步转换,图示位置为 0-1 引脚之间接通,改变操纵柄位置可获得另外两种接通状态,即 0-2、0-3。

(2) II 型开关。II 型又称非短路型接触方式开关,它的结构同 I 型开关基本相同,只是引脚分布规律及刀触片结构有些不同。

图中只画出了它的三组开关,这也是数刀三掷式开关,图示在 0-2 接通状态,通过转换操纵柄位置可获得另两种 0-1、0-3 接通状态。

6. 杠杆式开关型号含义

这种杠杆式开关的主称字母为 KHG,其中 K 表示开关, H 表示滑动式, G 表示操纵部分为杠杆式。在 KHG 型杠杆式开关中,分有许多具体规律,除刀数、掷数有不同规格外,有操纵柄位置不同(前扳动式、背扳动式)、操纵柄中心高度不同(有 12.5mm、18mm 和 23mm 几种)、操纵柄扳动角度不同(有每位转动 15°、20°、30°和 40°几种)。

7. 故障特征

关于波段开关的主要故障特征说明以下几点:

1) 波段开关的主要故障是接触不良。这种故障的发生率较高,当波段开关出现接触不良时,表现为收音无声(某个波段或各波段均无声)、收音轻、噪声大等故障。

2) 对于杠杆式波段开关还有一个不常见的毛病是操纵柄断裂。

8. 检测方法

关于波段开关的检测主要说明下列几点:

1) 对波段开关的接触不良故障确定可以通过万用表测量开关接通电阻来判别,但在实际修理中往往是先进行清洗处理(因为测量接触电阻的工作量相当大),若仍不见改善时才用这一检测方法:测量波段开关接触电阻的操作比较麻烦,用万用表的 $R \times 1$ 档分别测量各组开关中的刀触片与定片之间的接触电阻,由于引脚太多而较麻烦。

2) 对于旋转式波段开关,可直接观察各触点的接触状态,对怀疑触点用表测量。

3) 对于杠杆式开关,可按引脚分布规律来测量,接触电阻应小于 0.5Ω 。必要时还要测断开电阻,以防止各引脚触点簧片之间相碰。

9. 修理方法

下面几种情况来介绍对波段开关各种故障下的修理方法。

(1) 旋转式波段开关接触不良故障。此时可用纯酒精滴入各引脚上,再不断转动波段开关的转柄,使各触点充分清洗。当发现有定触点簧片与刀触片不能正常接触时,可用小起

子修整定触点簧片，使之恢复正常。

有时，波段开关中还有可能多出 1、2 组开关未用，此时可将有故障那组开关上的引线一一对应地焊到未用的那组开关引脚上。通常旋转式波段开关通过上述处理后是可以修复的。

(2) 杠杆式波段开关接触不良故障。此时应首先采取清洗处理，由于这种开关为一次性密封开关，外壳不便打开，故纯酒精清洗液只能设法滴入开关内部，再不断拨动转柄，使各触点充分清洗。通常，通过上述清洗处理后波段开关是能恢复正常工作的，不过也有可能在使用了数月后再度发生接触不良故障。清洗时要反复、彻底。

(3) 杠杆式波段开关操纵柄断裂故障。此时应尽力加以修复，因为这类开关的备件较少。修复方法有多种，可用热补加胶水粘接方法，这类开关的操纵柄是塑料的。

也可以在上述处理过程中，在断头两端插入一根钢丝，可将钢丝加热后伸入。另外，所用胶水的性能要好些，这样粘接比较牢靠。

10. 选配方法

关于波段开关的选配方法主要说明下列两点：

1) 对旋转式波段开关的选配条件可以宽些，因为它的安装比较随便，只要刀数、掷数满足条件即可。

2) 对于杠杆式波段开关要求用同规格开关代换，因为这种开关除刀数和掷数可能不同外，引脚分布规律、引脚间的间距、安装尺寸等不同，将无法装在线路板上，开关将无法与原电路相配合。

二、录放开关

1. 外形特征

如图 7-17 所示是录放开关外形示意图，关于录放开关外形特征说明下列几点：

1) 它的特点引脚为一列分布，引脚数是 3 的倍数。这种开关的引脚分布规律是从一边起，每 3 根引脚为一组开关，一般录放开关为 6~8 组，每组开关的三根引脚中，中间的一根引脚是刀触点引脚。

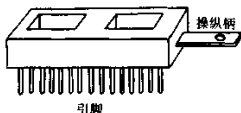


图 7-17 录放开关示意图

2) 录放开关的操纵柄不伸出机器的外壳，这一点与一般开关件是不同的，录放开关的操纵柄与机芯中录音键上的一根杆件相连。

3) 录放开关有放音和录音两种状态，由操纵柄同步控制各组开关的转换。在常态下（操纵柄没有受力），开关处于放音状态。当操纵柄向里推动后，开关处于录音状态。

4) 录放开关是一种一次性密封开关，引脚数目是它的一个特点。

2. 电路符号

如图 7-18 所示是录放开关的电路符号，其中图 a 和 b 所示是过去使用的电路符号；图 c 所示是最新规定的电路符号。

3. 故障特征

录放开关的故障发生率比较高，主要故障有以下几种：

(1) 接触不良故障。对于长时间不用录放音功能的机器，当使用录音功能时会出现录不上音、录音轻、录音噪声大故障，这时很可能是录放开关的接触不良故障。在放音状态下一

般不会出现接触不良故障。

(2) 操纵柄松动故障。此时操纵柄不紧，会引起收音无声、噪声大、啸叫等故障。

4. 修配方法

关于录放开关的修配说明下列几点：

1) 对接触不良故障，可用纯酒精进行清洗，方法是这样：不拆下录放开关，通过转动线路板将录放开关垂直放置（操纵柄朝上），将清洗液从操纵柄根部滴入开关内部，并不断按动开关的操纵柄，使之充分清洗。一般通过这一清洗，开关的接触故障会消失。

2) 对于开关操纵柄松动故障，要进行更换处理。更换录放开关时要用同规格的更换，否则无法装配到线路板上。若找不到新的录放开关，可抽出开关的操纵柄，然后将所有收音状态下的引脚焊接起来，这样处理后可以恢复收音功能，但不能使用录音功能。

三、机芯开关检测及修理方法

1. 外形特征

如图 7-19 所示是机芯开关外形示意图，关于它的外形特征说明下列几点：

1) 机芯开关装在机芯上，不伸出机器外壳。开关由两片簧片组成，簧片固定在支架上，整个机芯开关装在机芯上。

2) 这一开关的操纵柄设在机芯上，当按下机芯上的收音键、录音键、快进键或快倒键时，机芯上的一根杆件推动机芯开关处于接通状态。

3) 当按下停止键后，这一杆件后退而将机芯开关断开。

另外，在一些档次较高的机芯中，有多个与机芯开关相似的簧片式开关，如收音开关等。

机芯开关的电路符号与一般开关件的电路符号是一样的。

2. 故障特征

机芯开关的主要故障有以下几种：

(1) 接触不上故障。当机芯开关出现接触不上故障时，两触点之间开路，没有直流工作电压加到电动机上，此时电动机出现不转动故障。

(2) 接触电阻大故障。当机芯开关出现这种故障时，开关触点能够接触上，但触点之间的接触电阻很大，使触点上的电压降大，导致加到电动机上的直流工作电压下降，使电动机转动困难，输出力矩减小。

3. 检测和修理方法

机芯开关的故障发生率比较高，因为它是电动机的电源开关，而电动机是一个感性负载，在机芯开关断开时会在两触点之间打火。关于机芯开关的检测和修理方法说明如下：

1) 判断机芯开关是否存在接触不良的方法是测量开关的接通时电阻。

2) 当这一开关存在接触不良故障，可以用刀片清理触点表面。必要时可在开关两端并

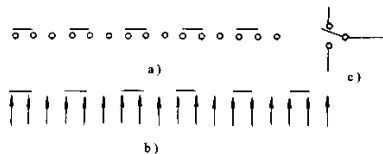


图 7-18 录放开关电路符号

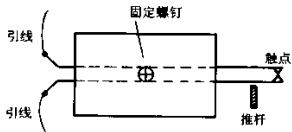


图 7-19 机芯开关示意图

联一个 RC 消火花电路, 即 RC 串联电路, 电阻取 100Ω , 电容取 $0.47\mu\text{F}$ 。

3) 当机芯开关两触点接触不上时, 可以通过修整开关簧片, 使之保持良好接触, 或通过调整开关支架, 使开关在接通状态时保持良好接触。

四、陶瓷滤波器

有关陶瓷滤波器的常识在前面电视机一章中已经介绍, 在收音电路也使用这种陶瓷滤波器, 只是工作频率不同。

1. 选配方法

在选配陶瓷滤波器时, 应尽可能地采用同型号陶瓷滤波器作代换, 在无法找到同型号的时, 选配过程中要注意下列几个方面的问题:

1) 调幅收音电路用的最大输出频率为 465kHz , 调频收音机用最大输出频率为 10.7MHz , 它们之间相差甚远, 相互之间不能代用, 应该选用最大输出频率相等的代用。

2) 双端和三端陶瓷滤波器之间不能直接代用, 因为应用电路结构等不同。

3) 当代用的陶瓷滤波器插入损耗较大些时, 可通过适当减小放大器交流负反馈量的方法来加以补偿。

2. 修理资料

表 7-13 所示给出了几种用于收音电路中陶瓷滤波器性能参数, 供选配时参考。

几种用于收音电路中的陶瓷滤波器性能参数

表 7-13 几种用于收音机的陶瓷滤波器性能参数

型 号	LTXIA	LTXIB	3L465	LT465H	LTB10.7
参 数					
适用范围	调幅收音机				调频收音机
最大输出频率 f_w/kHz	465 ± 1	465 ± 2	465 ± 1.5	—	—
中心频率 f_0/kHz	—	—	—	465 ± 1	$(10.7 \pm 0.1)\text{MHz}$
通带宽度 $\Delta f/\text{dB, kHz}$	≥ 7	≥ 6	≥ 4	—	≥ 240
通带插入损耗 B/dB	—	—	≤ 6	≤ 6	≤ 8
通带波动 $\Delta B/\text{dB}$	≤ 0.5	≤ 0.5	—	—	≤ 1
输入阻抗/ Ω	—	—	2	1	0.3
输出阻抗/ $\text{k}\Omega$	—	—	1	1	0.3

第六节 磁头检测和修配方法

一、外形特征和电路符号

1. 外形特征

如图 7-20a 所示是磁头的外形示意图, 图 7-20b 所示是结构和工作原理图。从图 7-20a 中可以看出, 它由支架、导向卡等组成。固定螺丝孔用来固定磁头, 方位角调整螺丝孔内装方位角调整螺丝, 调整这一螺丝可以改变磁头的方位角。工作表面是磁头与磁带接触的地方, 工作表面处设有看不见的工作缝隙。

关于磁头的外形特征主要说明下列几点:

1) 磁头的外壳材料有两种情况, 抹音磁头为塑料外壳, 白色或黑色; 录放磁头或放音磁头、录音磁头为金属外壳。各种磁头的固定支架上有两个螺丝孔。

2) 抹音磁头的两颗固定螺丝是全部拧紧的,其他磁头中一只螺丝拧紧,另一只螺丝中装有弹簧,不拧紧,这颗螺丝用来调整磁头的方位角,所以称为方位角调整螺丝。

3) 磁头的引脚有多种情况,单声道磁头只有两根引脚,双声道磁头则有四根引脚,四声道磁头有八根引脚。这些引脚在连接时有具体要求,上下方向同一侧的引脚连接方式要相同,如要接地均接地。

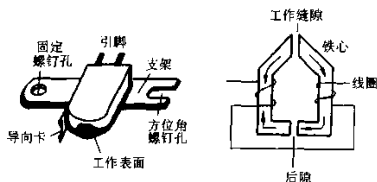


图 7-20 磁头外形示意图

2. 电路符号

如图 7-21 所示是几种磁头的电路符号,其中图 7-21a 是放音磁头的电路符号,图中箭头朝里形象地表示这一磁头的功能是放音磁头,它从磁带上拾取剩磁信号,转换成电信号加到后面电路中。

图 7-21b 是录音磁头的电路符号,它的箭头表示这种磁头输出信号,将电信号转换成磁信号磁化磁带,所以这是录音磁头。

图 7-21c 是录放磁头,它的箭头是双向的,表示能放音也能录音。

图 7-21d 是电磁式抹音磁头,符号中的“x”形象地表示抹去,它的两根引脚表示这种抹音磁头需要通入抹音电流才能正常工作。

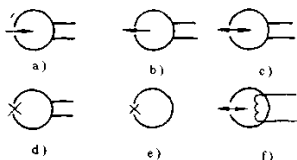


图 7-21 磁头电路符号

图 7-21e 是永磁抹音磁头,这种磁头在工作时不需要给磁头加入抹音电流它就能正常工作。

图 7-21f 所示是进口机器中常见的录放磁头电路符号。从上述电路符号可能看出磁头的功能,如是录放磁头还是放音磁头等。

二、种类和主要特性

1. 磁头种类

磁头按声道数目划分主要有以下几种:

(1) 单声道磁头。这种磁头用于单声道机器中,现在比较少见。单声道磁头只有两根引脚。这两根引脚在直流偏磁、直流抹音电路中有极性之分,相互接反将会造成录音声音很小的故障,但对放音没有影响。

(2) 双声道磁头。这种磁头用于双声道机器之中,目前主要使用这种磁头,这种磁头有四根引脚,每个声道各两根引脚,每个声道的两根引脚之间不能相互接反,否则放音、录音时的声场位置错误,即左、右声部相反。

(3) 四声道磁头。这种磁头用于具有 A、B 面连续放音功能双声道机器中,这种磁头共有八根引脚,每个声道各两根引脚,各声道磁头之间不能接错。

磁头按功能划分主要有以下几种:

1) 放音磁头用于放音卡中。

2) 录音磁头在民用机器中不用,主要用于专用机器中作为录音磁头。

3) 录放磁头用于录放卡中, 作为录放磁头, 它能录音也能放音。

4) 抹音磁头用于录放卡中作为抹音磁头, 在录音时要先对磁带进行抹音, 这由抹音磁头来完成。

5) 旋转式放音磁头用于具有 A、B 连续放音功能的机器中。

此外, 还有一种三合一磁头, 它是将放音、录音和抹音磁头合三为一, 一个磁头具有三种功能。

上述诸磁头中, 除抹音磁头没有单、双声道之分 (都是单声道, 专用抹音磁头除外), 其他磁头有单声道、双声道磁头等之分。另外, 上述各种磁头中, 除抹音磁头外壳是塑料的外, 其他磁头都是金属外壳, 外壳通过接地达到抗干扰的目的。

2. 录放磁头主要性能参数

录放磁头性能参数主要有下列几项:

(1) 阻抗。它是指录放磁头工作在 1kHz 下的阻抗, 一般有低阻抗、中阻抗和高阻抗三种磁头, 在更换录放磁头时这是一个主要依据。

(2) 频率响应。它是表征录放磁头对信号进行电-磁、磁-电转换能力的重要指标, 主要是指磁头的幅频特性, 这一特性与磁头的工作缝隙宽度相关, 工作缝隙愈狭, 频率响应特性愈好。

(3) 偏磁电流。这是对录音磁头工作在录音状态下的一项参数要求, 每一个具有录音功能的磁头都有一个特定值, 称为最佳录音偏磁电流, 磁头只有工作在这一偏磁电流下才能获得最佳的录音效果, 否则将出现录音轻、录音失真等问题。

(4) 使用寿命。由于磁头与磁带之间是机械接触, 这就存在磨损的问题, 磁头的抗磨损能力愈强, 磁头的使用寿命就愈长。磁头的使用寿命与磁头的铁芯材料相关, 一般坡莫合金磁头的使用寿命为 500~1000 小时, 铁氧化磁头的使用寿命为 2000~3000 小时, 更高级的铁硅铝磁头使用寿命为 4000 小时。

录放磁头和放音磁头都存在磨损问题, 磁头在使用一段时间后要进行更换处理。

3. 抹音磁头主要性能参数

抹音磁头主要性能参数有下列几项:

(1) 抹音方式。由于抹音存在多种方式, 电磁式分为直流抹音和交流抹音, 在交流抹音中要规定交流抹音电流的频率和大小, 当抹音电流的频率和大小最佳时才能获得最好的抹音效果。

(2) 抹音效果。它是表明抹音磁头抹音能力的一项重指标, 单位为 dB, 一般要求达到 50~70dB。

(3) 交流阻抗。这是交流抹音磁头的一项参数, 表示抹音磁头在特定工作频率下的阻抗, 一般为几百 Ω , 但交流抹音磁头的直流电流一般只有几 Ω 。

抹音磁头铁芯材料的抗磨损能力很强, 基本上不存在磨损的问题, 所以修理中也不存在更换抹音磁头的问题。

4. 磁头型号命名方法

国产录音机、卡座用磁头的型号通常有五部分组成 (第 6 部分只用于交流抹音磁头), 如下所示:

第一部分 第二部分 第三部分 第四部分 第五部分 第六部分

第一部分用大写字母表示磁头的功能，具体意义是 L 为录音磁头，F 为放音磁头，X 为抹音磁头，J 为录放磁头，S 为录、放、抹组合磁头，Z 为录、放组合磁头。

第二部分用数字表示磁头的通道数目，其中 1 表示为单通道，2 表示为双通道，3 表示为四通道。

第三部分数字表示磁头的磁迹数目，其中用 1 表示为单磁迹，2 表示为双磁迹，3 表示为四磁迹。

第四部分用字母表示阻抗、材料，用大写字母 A~F 表示是坡莫合金磁头，其中 A 表示阻抗为 600Ω（测试频率为 1kHz），B 为 900Ω，C 为 1400Ω，D2400Ω，E 表示直流抹音磁头，F 表示永磁抹音磁头。用小写字母 a~f 表示是铁氧体抹音磁头，a 表示阻为 100kΩ（测试频率为 50kHz），b 为 300kΩ，c 为 500kΩ。

第五部分用数字表示性能，1 为部标一级，2 为部标二级，3 为部标三级。

第六部分用 D 表示是单缝抹音磁头，用 S 表示是双缝抹音磁头。

三、故障现象和检测方法

1. 故障特征

磁头的故障特征主要有以下几种：

(1) 磨损故障。这是除抹音磁头外其他磁头的常见故障，由于使用时间较长后，磁头的工作表面被磨损，这时录音和放音的高音明显变劣。

(2) 磁头工作表面脏故障。这种故障也是磁头的常见故障之一，磁头与磁带接触面（工作表面）上涂有磁粉等脏东西等，磁头与磁带之间接触不良，出现录音或放音的声音轻、高音输出不足故障，此时进行清洗处理即可。

(3) 磁头方位角偏故障。这种故障不存在于抹音磁头中，其他磁头均有这一问题。当磁头出现这一故障时，放音出现高音输出不足现象，可以通过调整方位角来得到解决。

2. 检测方法

关于磁头的检测方法主要说明以下几点：

(1) 用直观检查法检查磁头工作表面，可以发现磨损故障和磁头工作表面脏的问题，对于方位角偏的问题无法看出来。

(2) 当发现磁头工作表面磨损严重时，要更换磁头。当发现磁头工作表面出现一条垂直的缝隙时，说明该磁头已经报废。

(3) 判断磁头方位角是否偏有一个简单的方法：当机器放音高音不足、声音闷时，检查磁头工作表面不脏，也没有磨损，可以用一盒磁带录音再放音，若此时重放时高音很好，则说明方位角偏了。

四、修整方法和调整方法

1. 修整方法

对于轻度磨损的磁头，其工作表面不会出现一条垂直缝隙，此时可以通过修整磁头工作来修复，方法是用细砂纸打磨磁头的工作表面，使之重新成为圆弧状。

2. 方位角调整方法

当放音磁头的方位角偏之后，放音将出现高音不足现象，放音时声音闷，此时可以进行方位角调整，具体方法是这样：用一盒高音丰富的新原声磁带放音，较大音量，提升高音下调整方位角螺丝，此时放音的声音大小和高音输出大小均会发生改变，通过调整使声音最

大、高音输出最为丰富。

对于单声道、双声道机器的调整方法相同，对于采用旋转磁头的机器中，方位角调整要分 A、B 两面进行。调整 A 面方位角之后再调整 B 面的方位角，注意这两面方位角不是一只方位角螺丝，是两只。

对于四声道磁头的方位角调整方法同双声道机器一样，当 A 面调整后 B 面就是正常的，不必再进行调整。

3. 方位角调整孔

当机器已拆开时可直接看出磁头的方位角螺丝，即垫有弹簧的一颗是方位角调整螺丝，调整方位角就是调整这一颗螺丝。在没有拆开机壳时，也可以进行方位角的调整，此时机壳上有一个方位角调整孔（对于旋转磁头则有两个这样的孔），孔的位置在磁带仓盖板下面，当按下放音键后，磁头所在有滑板移动，磁头上的方位角调整螺丝恰好进入调整孔，用一根细而长的起子伸入孔中就能进行方位角的调整。

五、选配方法

1. 选配方法

进行磁头选配时主要注意下列几个问题：

1) 安装尺寸要相同，否则无法装在机芯上，若相差不大则可以通过修整磁头支架上的固定螺丝孔来满足装配要求。

2) 磁头的阻抗要相同或十分相近，通过测量磁头的直流电阻来判断，新、老磁头直流电阻相同或十分相近即可。

3) 不同声道数目磁头之间不要相互代替。当磁头大小相差很大时不要代用，否则磁头工作与磁带之间接触不紧或接触太紧（影响磁带走带）。

2. 更换方法

更换录放磁头的操作方法是这样：先将旧磁头从机芯上拆下，即拧下它的两颗固定螺丝，然后装上新磁头，将磁头上的固定螺丝拧紧，但方位角螺丝不必拧紧。再将旧磁头上的引线一一对应地焊在新磁头上，最后进行方位角的调整。

双声道磁头的四根引线不能接错，如图 7-22 所示是双声道磁头的两种引线接线示意图，其中图 a 是采用两根双芯引线；图 b 是采用一根双芯引线，它们的具体接线方式是不同的。

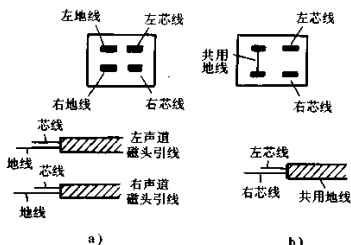


图 7-22 双声道磁头接线示意图

第七节 电动机检测和修配方法

录音机和卡座中一般使用直流有刷电动机，并且为直流电子稳速电动机，稳速电动机在额定工作范围内电压波动时这种电动机的转速稳定不变。

一、外形特征和电路符号

1. 外形特征

如图 7-23 所示是直流稳速电动机的外形示意图。关于直流稳速电动机的外形特征主要说明下列几点：

1) 这种电动机的体积不大，有一根转轴伸出外壳，一般情况下外壳背面有一个小孔（转速调整孔）。

2) 单速电动机有两根引脚线，有正、负极性之分。

3) 双速电动机有四根引脚，其中一根是电源引脚，一根为接地引脚，另两根是转速调整引脚（这两根引脚没有极性之分）。

2. 电路符号

如图 7-24 所示是录音机、卡座所使用的直流电动机电路符号，其中图 a 是单速电动机的电路符号；图中有两根引脚；图 b 是双速电路，图中有四根引脚。

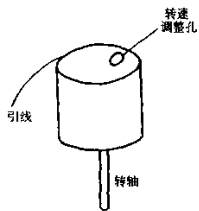


图 7-23 电动机示意图

二、种类和结构

1. 种类

直流稳速电动机有多种，说明如下：

(1) 单速电动机。这种电动机只有一种转速，但转速可以微调。

(2) 双速电动机。这种电动机只有两种转速，一个常速，一个倍速，在常速和倍速下的转速都可以进行微调。

(3) 单方向转动的单向电动机，这种电动机只能顺时针或逆时针方向转动，一般电动机都是这种电动机。

(4) 两个方向转动的双向电动机，这种电动机能够正向转动，也可以反向转动。

(5) 直流稳速电动机按直流工作电压划分有 6V、7.5V、9、12V、15V 几种。

(6) 按实现稳速的方式分有电子稳速电动机和机械稳速电动机两种，目前主要使用电子稳速电动机。

2. 结构

直流有刷电动机的结构如图 7-25 所示。从图中可看出，电动机主要有外壳、屏蔽带、减振圈、转子结构、定子结构、换向器、电刷、含油轴承等构成。

三、主要性能参数

直流有刷电动机的主要性能参数有下列几项：

1. 使用寿命

直流有刷电动机在机器上的使用寿命大于 600 小时，连续转动寿命为 1000 小时。

2. 额定转矩

直流有刷电动机的额定转矩愈大愈好，一般在 $10\text{g}\cdot\text{cm}$ 左右。

3. 额定转速偏差

直流有刷电动机的额定转速偏差要求小于等于 1%，稳速精度要求小于等于 2%。

4. 转速

直流有刷电动机的转速有多种规格，一般为 2000r/min、2200r/min 和 2400r/min，在双速电动机中为 1400、2800r/min 和 2400、2800r/min 等多种。

5. 额定工作电压

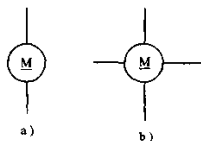


图 7-24 电动机
电路符号

直流有刷电动机的直流额定工作电压有多种规格：3V、6V、7.5V、9V 和 12V 等，目前用得最多的是 9V 和 12V 电动机。

6. 机械噪声

直流有刷电动机的机械噪声要求愈小愈好，一般要求小于 35dB，引线的无线电干扰为 0.15 ~ 0.5MHz 小于 66dB，0.5 ~ 25MHz 小于 52dB。

7. 轴向间隙

直流有刷电动机的轴向间隙要求小于 0.5mm。

8. 额定工作电流

直流有刷电动机的额定工作电流一般为 100mA，这一参数对判断电动机工作是否正常有重要作用。

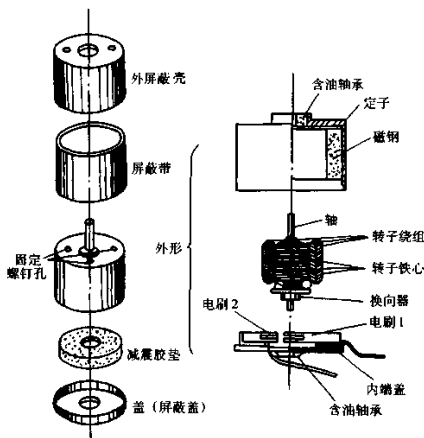


图 7-25 直流有刷电动机结构示意图

四、识别方法

1. 型号命名方法

录音机卡座用国产直流电动机的型号有四部分组成，说明方法如下：

第一部分 第二部分 第三部分 第四部分

表示机座号 表示产品名称 表示性能参数 表示结构派生情况

第一部分用两位数字表示机座号，即表示电动机外壳直径，单位是 mm，直流电动机主要有 20、28、32、34 和 36mm 几种。

第二部分用字母 L 表示录音机卡座用电动机。

第三部分用两位数字表示性能参数序号，其中 01 ~ 49 表示机械稳速电动机，用 51 ~ 99 表示电子稳速电动机。

第四部分用大写汉语拼音字母表示结构派生代号。

例如：某电动机型号为 36L03，36 表示电机外壳直径为 36mm，L 表示录音机用直流电动机，03 为机械稳速电动机。

又如：某电动机型号为 36L52，这是外壳为 36mm 的电子稳速电动机。

2. 识别单、双速电动机方法

识别单速还是双速电动机的方法是这样：如果电动机只有两根引脚，说明这是单速电动机。如果电动机有四根引脚，则说明是双速电动机。

3. 识别电动机引脚方法

电动机引脚共有下列三种方式：

1) 采用双股并行胶合线，一根为红色，另一根为白色，其中红色的为正电源引线，白色线是接地引线。

2) 采用屏蔽线作为电动机的引线，此时芯线为正电源引脚，金属网线为接地引线。

3) 采用小块印刷板作为接线端, 此时板上为印出“+”“-”的标记, 这是电源极性的标记。

对于双速电动机, 通常采用第三种表示方式, 另两根引脚没有标记是转速控制引脚, 这两根引脚不分极性。

4. 识别是否是稳速电动机方法

识别是否是稳速电动机的方法是: 对于小型电动机(直径只有5分硬币大小)其内部不设稳速电动机, 它的稳速电路设在整机电路中。对于其他电动机, 可以通过测量电动机两根引脚之间电阻来分辨, 当测得的电阻大于十几 Ω 时, 说明该电动机是稳速电动机。

5. 识别稳速类型方法

识别电动机是机械稳速还是电子稳速的方法是: 万用表的R \times 1档, 测量电动机两根引脚之间的直流电阻, 测得电阻小于十几欧的是机械稳速电动机, 测得阻值大于十几欧的是电子稳速电动机。

注意: 双速电动机都是采用的电子稳速方式。另外, 电动机外壳背面若有一个小圆孔, 说明这是电子稳速电动机。

6. 识别电动机转向方法

识别电动机转向的方法是: 看电动机铭牌上的标记, 标出CW的是顺时针方向转动的电动机, 即手拿电动机, 转轴对着自己, 此时转轴顺时针方向转动。若是CCW则说明是逆时针方向转动的电动机。如果是双向电动机则用CW/CCW表示。

如果没有这样的标记, 可以给电动机通电, 通过观察转轴的转动方向来分辨。

五、故障现象和转速调整方法

1. 故障现象

直流稳速电动机的主要故障有以下几种:

(1) 不能稳速。当电动机出现这种故障时, 电动机的转速在随直流工作大小波动时而变化, 并且当电动机的负载不同时转速不同。此时, 重放的声音出现失真, 称为抖晃失真。

(2) 输出转矩不足。如果电动机出现这一故障时, 当磁带的走带性能不佳时, 电动机将出现转速不稳定现象, 造成放音失真。

(3) 转动噪声大。这是直流电动机的一个常见故障, 此时放音将出现噪声大故障。

(4) 电动机不转动。当电动机出现这一故障时, 磁带不能走动。

(5) 转速偏差大。当电动机出现这一故障时, 放音的声音或是调门升高, 男声变成女声, 或是调门降低, 女声变男声, 对于这一故障可以进行转速的调整。

2. 单速电动机转速调整方法

电动机只存在转速偏快或偏慢故障时, 只要没有调门畸变(快快慢慢的变化), 即不存在放音的抖晃失真, 通过调整电动机的转速可以解决问题。若有抖晃失真则调整电动机的转速是无济于事的。

电动机的常速调整方法是: 机器工作在常速放音状态下, 用一盒自己非常熟悉的原声磁带(市上出售的商品磁带)放音, 然后调整电动机的常速微调电阻, 此时放音的声音调门将发生改变, 使调门符合正常情况, 这样电动机的常速就调整好了。

不同机器其电动机的转速调整电阻位置不同, 共有下列几种情况:

1) 对于单速电动机, 它的转速微调电阻设在电动机的外壳内部, 在电动机的背面有一

个转速调整孔，孔内有一个调整电阻，用起子伸入内部即可进行调整，有时该转速调整孔被标牌贴住，取下标牌即可。

2) 对于双速电动机，它的常速和倍速微调电阻均在机芯背面的线路上，不装在电动机的内部。

3) 对于收音机，它的电动机采用小型电动机，电动机内部不设稳速电路，而是设在线路板上，此时在稳速集成电路附近有一只可变电阻器，这变是电动机转速微调电阻器。

在对电动机的常速调整过程中要注意以下几个问题：

1) 在单速电动机中还有一种不常见到的机械稳速电动机，在这种电动机的外壳上没有调速孔，由于这种电动机的转速调整相当困难，一般采取更换电动机的方法处理，即用一只相同工作电压等级的直流稳速电动机来更换。

2) 一般单速电动机是电子稳速电动机，有时在调速孔旁标有 F 和 S 字母，F 表示是快，沿此方向调整电动机转速变快，S 表示慢，沿此方向调整电动机转速将变慢。

3) 要采用自己熟悉的原声磁带收音，这是为了能够准确地判断收音时的调门是否准确，是为了提高调整精度。

4) 转速调整要打开录音机或卡座外壳露出电动机后进行。

5) 对于双速电动机不是所有的电动机都是可以先进行电动机的常速调整，有的则要先调整电动机的倍速，后调整常速，否则在倍速调整后还要进行常速的调整。

6) 对于双卡机器，它的两个卡电动机要分开进行调整。

7) 不必怀疑这种通过试听进行转速调整的精度。

3. 倍速调整方法

在调整常速时是采用的试听调整方法，对倍速调整不能直接进行试听调整，因为没有在倍速下录制的原声磁带，在业余修理的没有专用仪器情况下，也只能采用试听调整方法，但必须先自制一盒倍速下录制的音乐磁带。

自制的方法是：用一台具有倍速功能的收录音机，使之工作在机内调频收音录音状态下，通过对录音卡电动机控制电路中倍速测试点的短接，使电动机处于倍速转动状态，这时收录机工作在倍速机内调频收音录音状态下，这样录出来的磁带是倍速下的录音磁带。

在具备了倍速调整磁带后，可以采用试听调整的方法来调整电动机的倍速转速，具体方法和步骤如下：将电动机转速控制电路中的倍速测试点短接，这时两个卡都能在倍速下收音。用倍速调整磁带收音，调整倍速微调电阻，使收音时的调门符合正常即可。

在倍速的调整中要注意以下几个方面的问题：

1) 两个卡的电动机分开调整，但要求两电动机的转速一样，即用同一盒倍速调整磁带收音时的调门一样。这样即使倍速调整磁带不是在标准倍速下录制的也没有问题。对两个卡共用一个电动机的机器，倍速无需调整。

2) 对双速电动机而言，通过电动机控制电路可以知道应该先调常速还是倍速，主要是看电路图在某一状态（常速或倍速）下电路中只有一个微调电阻，那么就先调这一电阻，该电阻是常速微调电阻的就先调常速，否则就先调倍速。

3) 不必怀疑采用试听方法调整电动机倍速的精度，它比常速时精度还要高。

六、选配方法和资料

1. 选配方法

电动机除转速偏差故障外，其他故障一般均无法修复，需要作更换处理，在选配电动机时要注意下列几点：

- 1) 工作电压、转向、额定转矩均需相同。
 - 2) 单速电动机不能代替双速电动机。
2. 选配资料

表 7-14 所示是部分国产录音机、卡座用电机的参数，供选配时参考。

表 7-14 部分国产电动机主要性能参数

型 号	额定电压 /V	使用电压范围 /V	额定电流 /mA	额定转矩 /g·cm	额定转速 /rpm	转向
20L01	6	4.4~7	≤120	4	2400	—
20L51	6	4.4~7	≤120	4	2400	—
28L01	6	4.4~7	≤110	7	2000	—
28L02	6	4.4~7	≤130	7	2400	—
28L51	6	4.4~7	≤110	7	2000	—
28L52	6	4.4~7	≤130	7	2400	—
32L01	6	4.4~7	≤110	8	2000	—
32L02	6	4.4~7	≤130	8	2400	—
32L51	6	4.4~7	≤120	8	2000	—
32L52	6	4.4~7	≤140	8	2400	—
36L01	6	4.4~7	≤140	10	2000	—
36L02	6	4.4~7	≤160	10	2400	—
36L03	9	6.5~10.5	≤110	10	2000	—
36L04	9	6.5~10.5	≤120	10	2400	—
36L51	6	4.4~7	≤140	10	2000	CW/CCW
36L52	6	4.4~7	≤160	10	2400	CW/CCW
36L53	9	6.5~10.5	≤120	10	2000	CW/CCW
36L54	9	6.5~10.5	≤130	10	2400	CW/CCW
34L01	6	4.4~7	≤120	9	2000	—
34L02	6	4.4~7	≤140	9	2400	—
34L03	9	6.5~10.5	≤100	9	2000	—
34L04	9	6.5~10.5	≤100	9	2400	—
34L51	6	4.4~7	≤130	9	2000	CW/CCW
34L52	6	4.4~7	≤150	9	2400	CW/CCW
34L53	9	6.5~10.5	≤110	9	2000	CW/CCW
34L54	9	6.5~10.5	≤120	9	2400	CW/CCW
34L55	12	8.5~15	≤80	10	2000	CW/CCW
34L56	12	8.5~15	≤90	10	2000	CW/CCW
30L51	6	—	≤120	6	2000	CW/CCW
30L52	6	—	≤130	6	2400	CW/CCW
30L53	9	—	≤100	6	2000	CW/CCW
30L54	9	—	≤110	6	2400	CW/CCW
30L55	12	—	≤80	6	2000	CW/CCW
30L56	12	—	≤90	6	2400	CW/CCW
30L57	6	—	≤105	6	2200	CW/CCW
30L58	9	—	≤85	6	2200	CW/CCW
30L59	12	—	≤85	6	2300	CW/CCW
39L-51	6	—	≤130	9	2000	CW/CCW
39L-52	6	—	≤150	9	2400	CW/CCW
39L-53	9	—	≤110	9	2000	CW/CCW
39L-54	9	—	≤120	9	2400	CW/CCW
39L-55	12	—	≤80	9	2000	CW/CCW
39L-56	12	—	≤90	9	2400	CW/CCW

(续)

型号	额定电压 /V	使用电压范围 /V	额定电流 /mA	额定转矩 /g·cm	额定转速 /rpm	转向
36LS53	9	—	≦ 115/125	8	1400/2800	CW/CCW
36LS55	12	—	≦ 115/125	8	1400/2800	CW/CCW
36LS56	12	—	≦ 140/150	8	2400/4800	CW/CCW
39ZWL-K	12	—	≦ 90	9	2400/4800	CW/CCW
39ZL-K	12	—	≦ 90	9	2400/4800	CW/CCW
36WYL-52AN	6	—	≦ 150	9	2400	CW
36WYL-54AN	9	—	≦ 110	9	2400	CW
36WYL-56AN	12	—	≦ 90	9	2400	CW/CCW
MM1-6A6MKB ₄	6	—	≦ 150	9	2400	CW
MM1-6A9MKB ₄	9	—	≦ 120	9	2400	CW
MM-6A2MKB ₄	12	—	≦ 90	9	2400	CW
M38E-3SC、	6	—	≦ 140	8	2400	CW
R14-5051 /5052	9	—	≦ 108	8	2400	CW
R14-5053 /5054	12	—	≦ 78	8	2400	CW
R14-5055 /5056	6	—	≦ 150	8	2400	CW
M38E-45C、	9	—	≦ 105	8	2400	CW
R14-5401 /5402	12	—	≦ 90	8	2400	CW
R14-5403 /5404	9	—	≦ 105	8	2400	CW
R14-5405 /5406	6	—	≦ 150	8	2400	CW

表 7-15 所示是部分日本产录音机、卡座用电动机参数, 供选配时参考。

表 7-15 部分日本产录音机用电动机性能参数

型号	额定电压 /V	使用电压范围 /V	额定电流 /mA	额定转矩 /g·cm	额定转速 /rpm	转向
BFA2R	12	10 ~ 16	≦ 90	9	2400	CW
BFAZL	12	10 ~ 16	≦ 90	9	2400	CCW
BFA9R	9	6.5 ~ 10.5	≦ 120	9	2400	CW
BFA9L	9	6.5 ~ 10.5	≦ 120	9	2400	CCW
BF2R	12	10 ~ 16	≦ 90	9	2400	CCW
BF2L	12	10 ~ 16	≦ 90	9	2400	CCW
BFE2R	12	10 ~ 16	≦ 110	8	2400	CW
BFE2L	12	10 ~ 16	≦ 110	8	2400	CCW
BFE9R	9	6.5 ~ 10.5	≦ 130	8	2400	CW
BFE9L	9	6.5 ~ 10.5	≦ 130	8	2400	CCW
BFE6R	6	4.2 ~ 7.2	≦ 160	8	2400	CW
BFE6L	6	4.2 ~ 7.2	≦ 160	8	2400	CCW
DFR2R	12	8 ~ 14	≦ 120	9	2400	CW
DFR9R	9	6 ~ 10	≦ 145	9	2400	CW
DFR6R	6	4.2 ~ 7	≦ 160	9	2400	CW
EG-510EL-6F	6	4.2 ~ 7.5	≦ 128	9	2400	CW
EG-510ED-2F	12	8.4 ~ 15	≦ 69	9	2400	CW
EG-510ED-9F	9	6 ~ 11	≦ 92	9	2400	CW
EG-510ED-2B	12	8.4 ~ 15	≦ 69	9	2400	CCW
ED-500AL-6F	6	4.2 ~ 7.5	≦ 129	8	2400	CW
ED-500AD-9F	9	6 ~ 11	≦ 93	8	2400	CW
EG-500AD-2F	12	8.4 ~ 15	≦ 72	8	2400	CW
EG-510ED-6F2	6	4.2 ~ 7.5	≦ 128	9	2400	CW

(续)

型号	额定电压 /V	使用电压范围 /V	额定电流 /mA	额定转矩 /g·cm	额定转速 /rpm	转向
EG-510ED-9F2	9	6~11	≦92	9	2400	CW
ED-510ED-2F2	12	8.4~15	≦69	9	2400	CW
EG-510ED-2B2	12	8.4~15	≦69	9	2400	CCW
STM-20N	6	4.5~7.2	≦150	10	2000	CW
STM-20M	6	4.5~7.2	≦130	10	2000	CW
STM-E20	6	4.5~7	≦140	8	2400	CW
STM-E09	9	6~10	≦115	8	2400	CW
STM-F12	12	9~16	≦90	8	2400	CW
MMT-8SF6	6	4.2~7	≦120	8	2400	CW
MMT-8SF9	9	6.5~10	≦90	8	2400	CW
MMT-8SF2	13.2	10~16	≦70	8	2400	CW
MMT-8RF6	6	4.2~7	≦120	8	2400	CCW
MMT-8RF9	9	6.5~10	≦90	8	2400	CCW
MMT-8RF2	13.2	10~16	≦70	13	2400	CCW
MMT-3SF6	6	4.2~7	≦160	8	2400	CW
MMT-3RF6	6	4.2~7	≦160	8	2400	CCW
MMT-3SF2	13.2	10~16	≦140	13	2400	CW
MMT-3RF2	13.2	10~16	≦140	13	2400	CCW
MM1-6A9MK	9	6~10	≦90	8	2200	CW
MM1-6A9HK	9	6~10	≦90	8	2200	CCW
MM1-6A2RK	12	10~16	≦65	8	2200	CW
MM1-6A2CK	12	10~16	≦65	8	2200	CCW
R14-5051A	6	4.2~7	≦140	8	2400	CW
R14-5052A	6	4.2~7	≦140	8	2400	CCW
R14-5077A	6	4.2~7	≦140	8	2400	CW
R14-5078A	6	4.2~7	≦140	8	2400	CCW
R14-5065A	6	4.2~7	≦140	8	2400	CW
R14-5066A	6	4.2~7	≦140	8	2400	CCW
R14-5055A	6	4.2~7	≦108	8	2400	CW
R14-5081A	6	4.2~7	≦108	8	2400	CW
R14-5069A	9	6~11	≦108	8	2400	CW
R14-5056A	9	6~11	≦108	8	2400	CCW
R14-5082A	9	6~11	≦108	8	2400	CCW
R14-5079A	9	6~11	≦108	8	2400	CCW
R14-5057A	12	9~16	≦78	8	2400	CW
R14-5083A	12	9~16	≦78	8	2400	CW
R14-5071A	12	9~16	≦78	8	2400	CCW
R14-5058A	12	9~16	≦78	8	2400	CCW
R14-5072A	12	9~16	≦78	8	2400	CCW
R14-5084A	12	9~16	≦78	8	2400	CCW

第八节 机芯零部件

一、传动皮带

1. 作用

录音机和卡座中的机芯通常采用皮带传动，电动机传动皮带跨在电动机皮带轮与飞轮之间，如图 7-26 所示，当电动机逆时针方向转动时，通过皮带的摩擦传动，带动飞轮逆时针

方向转动。皮带传动具有平稳、吸收振动的优点，但当皮带弹性不足或者张力太大时，将影响飞轮的转动性能。

每个机芯上都有至少一根传动皮带，当机芯上多于一根传动皮带时，一根作为计数器传动皮带，另一根作为带动卷带轮的传动皮带。

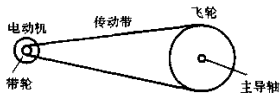


图 7-26 传动皮带工作示意图

2. 种类

目前机芯中主要使用弹性传动皮带，它的材料为橡胶、聚氨酯等，它的张力主要靠弹性力。传动皮带按截面形状划分方截面型、扁型、棱截面型、圆截面型等几种，常见的是方截面型和扁截面型皮带，后者的传动性能更好些。

传动皮带按周长划分主要有：29cm、28cm、26cm、25cm、24cm、23cm、22cm、21cm、19cm、18cm、16cm、15cm、14cm、13.4cm、13cm、10.4cm 等多种规格。

3. 故障特征

传动皮带特别是电动机传动皮带故障发生率比较高，主要有以下几种故障：

(1) 皮带塑性变长故障。此时皮带的弹性减弱，或皮带表面开裂，此时会引起放音抖晃失真。

(2) 皮带断故障。若电动机传动皮带断，造成放音无声，不能快进和快倒，通过直观检查可确定这一故障。若计数器皮带断，则计数器不能计数。若带动卷带轮的传动皮带断，则会出现放音纹带故障。

4. 选配方法

传动皮带备件较丰富，更换时要选用截面相同的皮带代替，实在无法配到扁型皮带时，可用方截面型皮带代替，但效果不佳。

对于已塑性变形的皮带，新配上的皮带周长要比旧的周长短 1 cm 左右。对于已断的皮带，可用同周长的皮带代换。新换上的皮带不能太短，否则也会造成抖晃失真增大的问题。

二、飞轮主导轴组件

1. 结构

飞轮主导轴的结构和作用可用如图 7-27 所示的示意图来说明。其中图 a 是飞轮主导轴组件结构示意图；图 b 是它的工作位置示意图。

从图 7-27a 所示可以看出，飞轮、主导轴是同轴的，且制成一体。主导轴是一根细而长，且表面光洁度较高的轴。另外，它的不圆度、安装垂直度等要求都很高，是机芯中的最重要零件。主导轴上端制成锥体形状，以利于穿入磁带盒套，轴的另端为半圆状，称为 R 球面。

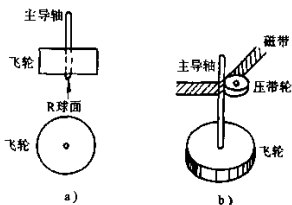


图 7-27 飞轮主导轴组件示意图

飞轮是一个机械滤波器，用来稳定主导轴的角速度。飞轮一般采用金属材料制成，为了获得较大的传动惯量，直径较大，有的做成外缘厚中间薄的“工”字型。飞轮也是机芯中的一个重要零件。从图 7-27b 所示可以看出，飞轮主导轴组件与压带轮配合，完成磁带的恒速运行。

2. 主导轴传动机构

机芯在放音和录音状态下，磁带要以 4.76cm/s 恒定带速运行，这由主导轴、压带配合完成，可用如图 7-28 所示的示意图来说明其工作原理。

这一机构的工作原理是这样：电动机逆时针方向转动，通过传动皮带使飞轮及与其同轴的主导轴也逆时针方向转动。在放音或录音时，压带轮将磁带压在主导轴、压带轮之间，磁带通过两侧面的摩擦力，自左向右地运行。

由于稳速电动机的角速度是不变的，且皮带轮与飞轮之间的传动皮带不会打滑，故飞轮和主导轴转动的角速度是恒定不变的，主导轴的加工精度很高，且安装时的垂直度精度高，故磁带在主导轴、压带轮之间是不打滑，其运行的速度即为主导轴圆周线速度，可用下式表示：

$$v = \omega R$$

式中 v ——主导轴圆周线速度，也就是磁带运行速度，为 4.76cm/s 标准速度；

ω ——主导轴的角速度，为一个恒定不变值。

R ——主导轴的半径，由于主导同加工精度很高，故可以认为 R 是不变的。

从上述分析可知，在机芯正常工作时，磁带运行的速度是恒定不变的。如若由于某些故障，例如电动机不稳速、皮带打滑等原因，将导致磁带速度 v 的变化，这便是放音抖晃失真，所以抖晃失真的主要故障原因出在主导轴驱动机构中。

3. 注意事项

在检测、处理飞轮主导轴组件故障过程中，要注意以下几个方面的问题：

1) 在处理纹带故障过程中，磁带绞在主导轴上时，切不可去拼命拉磁带，这样不仅愈拉愈紧，而且会造成拉弯主导轴的严重后果，因为主导轴细而长，抗弯曲能力差。此外，也不能用起子等金属件在主导轴表面划，否则划伤主导轴表面后会导致放音抖晃失真和损伤磁带等故障。

2) 在修理机芯故障过程中，时常要拆下飞轮主导轴组件，此时要将拆下的飞轮主导轴要平放在桌面上，避免损坏。

3) 当飞轮有缺损时，转动平衡被破坏，将导致抖晃失真，此时若有条件可采取打孔求动平衡的办法处理，即在缺口对面（以轴为对称线）打一个孔，孔的深度，大小都要严格掌握。

4) 飞轮和主导轴是无备件可更换的，所在修理过程中切不可损坏、碰伤飞轮主导轴组件，否则意味着很有可能报废机芯，导致收音机只有当收音机使用。当飞轮主导轴组件损坏后，可找一个同规格的坏机芯，拆下它的飞轮主导轴组件，或更换整个机芯。

5) 飞轮上皮带槽内不能有异物，如油污、粘性东西，若有要清除干净，否则会导致抖晃失真。

三、压带轮组件

1. 结构

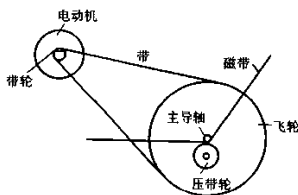


图 7-28 主导轴驱动机构
工作原理示意图

如图 7-29 所示是压带轮组件。图 7-29a 是这一组件结构示意图, 从图中可看出, 它主要有压带轮, 支架等组成, 压带轮可以在支架中自由转动。

图 7-29b 是几种压带轮外形示意图。

图 7-29c 是压带轮结构示意图, 从图中可以看出, 它由一个塑料骨架, 在骨架的外缘套一圈较厚的橡皮圈, 利用橡皮圈可吸收振动, 增大摩擦。

图 7-29d 是压带轮支架弹簧, 利用这一弹簧的弹性力使压带轮贴压在主导轴上。

2. 压带轮组件工作原理

压带轮的工作原理用图 7-28 所示的示意图来说明, 它与主导轴配合完成磁带的恒速运行, 这一机构称为主导轴、压带轮驱动机构, 在录像机中也使用这一驱动机构来完成录像带的恒速运行, 机构中的压带轮是从动轮, 要求它转动灵活。

在放音、录音状态下, 按下放音键(录音键)时, 装在磁头滑板上的压带轮组件与磁头滑板一起向前移动, 使压带轮压在主导轴上。在放音或录音暂停状态下, 当按下暂停键后, 通过有关机构将压带轮支架推离主导轴, 磁带因为无摩擦力驱动而停止, 达到暂停的目的。

当再按一次暂停键时, 压带轮支架在弹簧弹性力作用下而使压带轮再度压在主导轴上, 磁带又开始运行。在快进和快倒状态下, 磁头滑板在原处不动, 故压带轮也不动, 不与主导轴贴压。

放音或录音状态, 压带轮对主导轴的贴压力大小直接关系到抖晃失真的大小, 可用如图 7-30 所示曲线表示。图中, 横轴表示压带轮对主导轴贴压大小, 纵轴表示了抖晃率大小。从曲线中可以看出, 曲线中有一个稳定区, 在此区域抖晃率最小, 压力偏大或偏小抖晃率均要明显增大。

当压带轮对主导轴的贴压力适当时, 由于磁带在主导轴之间无打滑现象, 加之压带轮表面橡皮圈吸收振动的作用, 使抖晃处于最小状态。当压带轮对主导轴的贴压力增大后, 下列原因造成了抖晃率增大:

- 1) 压力增大后将压带轮表面的橡皮圈压死, 使它吸收振动的能力消失。
- 2) 压力增大后使主导轴出现弹性变形, 垂直度下降, 转动起来有晃动。

3) 压力增大后, 主导轴与轴套之间的摩擦阻力增大, 通过飞轮、皮带传递到电动机中, 加重了电动机负载, 要求电动机输出更大的转矩, 而电动机输出转矩力度不大时将造成稳速性能的变劣。

另外, 当压带轮对主导轴压力太小时, 因压不紧主导轴与压带轮之间的磁带, 使磁带运行受卷带轮的影响增大, 导致磁带打滑。

3. 注意事项

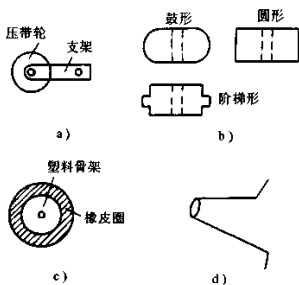


图 7-29 压带轮组件示意图

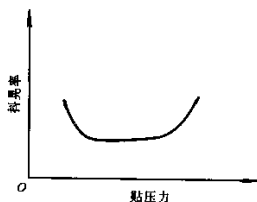


图 7-30 压力与抖晃率
之间关系曲线

在检测、处理压带轮组件过程中，要注意以下几个方面的问题：

(1) 压带轮压力不足或压力过大会引起收音抖动失真故障。判别压带轮压力是否正常可用专用弹簧秤来测量，但因条件限制往往采用另一种方法：在收音状态下让抖动失真出现，找到压带轮组件，轻轻用起子顶压带轮支架使压带轮对主导轴的压力加大（注意切不可用力过猛），若此时抖动失真减小或消失，则说明是压力不足故障。

经以上处理后抖动失真反而增大或无改善，可用起子轻轻将压带轮支架向外拨，以减小压带轮对主导轴的贴压力，若失真减小则说明是压力太大所致。若无改善则说明抖动失真与压带轮压力大小无关。

(2) 对压带轮压力不足或压力过大故障，可以通过调整压带轮支架上的弹簧来解决。方法是这样：先卸下压带轮支架上的一个“C”型卡子（用小起子撬出，注意不要让它飞掉），取下压带轮支架，取下弹簧，若是压力不足问题，可扩开弹簧的两根引脚，这样可增大弹性力。

若是压力太大的问题，可将弹簧的两根引脚合拢些，这样可减小弹性力。然后，装好压带轮支架进行试听收音，如调整量不够再重复上述操作。

(3) 压带轮转动不灵活也会引起抖动失真，特别注意在绞带故障处理后若出现抖动失真，应首先检查压带轮转动是否灵活，方法是用手指拨动压带轮使之转动，通过手感来检查它。要注意是否有残余磁带留在压带轮的轴芯轮。

(4) 压带轮轴芯缺油会引起收音时的噪声，其故障特征是这样：收音或录音时听到“吱、吱”周期性的叫声，根据缺油程度不同其叫声出现的频率高低不同，在收音或录音暂停时此叫声消失，在快进和快倒时也无此叫声，若属于上述故障现象则一定是压带轮轴芯缺油故障。

这一故障的处理方法是这样：先用纯酒精滴入压带轮轴芯处，不断晃动压带轮，然后沿轴芯滴入一滴润滑油，再不断晃动压带轮便可解决。注意，加油切不可过量，也不能让润滑油流到压轮表面或其他部位，否则会出现其他走带方面的严重后果。

(5) 压带轮与主导轴的贴压必须是平行地贴压，否则会造成磁带在主导轴上向上或向下跑动，如图 7-31 所示。其中图 a 所示不平行将造成磁带上跑；图 b 所示将造成磁带下跑，无论是上跑还是下跑，都会引起磁带边缘起皱和抖动失真。

检测压带轮与主导轴是否平行的方法是这样：打开机壳，找到压带轮组件，然后慢慢地按下收音键，磁头滑板缓慢向上，使压带轮渐渐接近主导轴，当压带轮表面刚接触到主导轴时，若是一条线接触，则说明压带轮是与主导轴平行贴压的。

若是上端或下端先接触，则说明是不平行的。对于这种不平行故障的处理方法是这样：用尖嘴钳修整压带轮支架（金属的），使压带轮与主导轴平行。

(6) 当压带轮工作表面开裂或变形时，需要更换压带轮。更换时注意新、旧压带轮的外径、内径和厚度相同，要整体更换，但支架不要更换。

四、阻尼出盒器

在绝大多数录音机和卡座中都具有慢开门功能，这主要是由阻尼出盒器完成。

1. 结构及种类

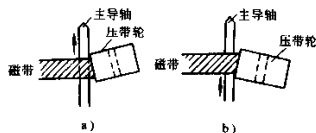


图 7-31 压带轮与主导轴不平行示意图

阻尼出盒器的种类很多,用得较普遍的是气筒式阻尼出盒器,如图 7-32 所示是这种阻尼出盒器结构示意图。从图中可以看出,它主要由筒芯、外筒、橡皮圈、调节螺丝、连杆等构成。

这种阻尼出盒器的工作原理同打气筒工作原理是相似的,连杆钩住磁带仓门,当仓门打开时,仓门要开门弹簧弹力的作用下转动打开,通过连杆带动筒芯向外移动,此时橡皮圈靠向左侧图示位置,不让筒心中空气跑出来,这样筒内为负压,产生阻尼,仓门要克服这一阻力才能转动,使仓门打开过程中做到有阻尼,实现慢开门。

关门时,仓门转动,通过连杆带动筒芯向里运动,此时橡皮圈使向左侧,能靠筒内空气顺利地跑出来,这样无阻尼,这种阻尼出盒器在关门时是无阻尼的。调节一只 M3 螺丝可改变出盒时的阻尼大小,达到调整开门速度的目的。

录音机和卡座中除上述气筒式阻尼出盒器外,还有油阻尼出盒器等。

2. 故障处理

阻尼出盒器的主要故障是阻尼太大或太小,此时可调整 M3 螺丝,拧紧此螺丝会增大阻尼,使开门速度放慢。旋出此螺丝能减小阻力,使开门速度变快。不过,开门故障还时常与开门弹簧的弹性力大小有关。

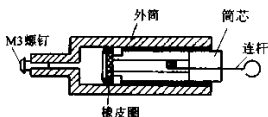


图 7-32 气筒式阻尼出盒器结构示意图

第九节 音响组合中的接插件和信号线

一、接插件

接插件可以分成下列两大类:

1) 用于连接线路板之间线路的接插件,称之为引线接插件,它们可以单线、双线、多线等各种规格。

2) 用于输入信号或输出信号的接插件,俗称插头、插座(插口),这种接插件中有多种:有单声道插口和插头、双声道插口和插头(有大插头 $\phi 6.25\text{mm}$ 和小插头多种)、针形插头和单声道插口和插头(又称 RCA 插头)、香蕉插头和卡依插头(又有公、母插之分),其外形如图 7-33 所示。

1. RCA 插头

RCA 插头又称针型插头或莲花插头,这是一种用得最多的插头,体积较小。这种插头可以用于音频信号、视频信号和同轴数码音频传送。

RCA 插头只有两根引脚,所以这种插头只能用于不平衡传送的线材上。

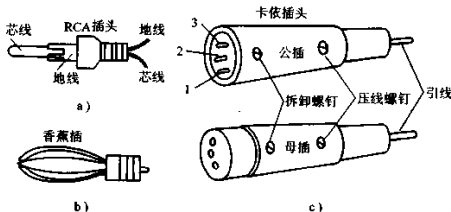


图 7-33 其它插头示意图

2. XLR 插头

XLR 插头又称卡依插头,体积较大,有公插头和母插头之分,两者不能互换使用,国际上通用做法是公插头作为信号的输

出端插头，母插头作为信号的输入端插头。

XLR 插头共有三根引脚，所以用于平衡式线材上，也可以用于不平衡转送的线材上。XLR 插头常用于话筒上，用于专业器材上，对于一些顶级的家用音响器材上也是这种插头。这里顺便说一句，平衡传送比不平衡传送质量要高，主要是抗干扰能力大大增强。

3. 大二芯插头

大二芯插头是一种直径为 6.25mm 的插头，共有两根引脚，用于不平衡传送的线材中，如话筒上作为插头。

4. 大三芯插头

大三芯插头外形同大二芯插头一样，但它有三根引脚，可用于双声道不平衡或单声道平衡传送的线材中，立体声耳机就是采用大三芯插头。

5. 香蕉插头

香蕉插头是一种单芯线材的插头，这种插头一般用于音箱的连接上。

6. 连接叉

连接叉也是一种单芯线材的接插件，用于音箱的连接中。

7. 故障特征

关于接插件的故障特征主要说明几点：对于引线接插件，插座的故障比较少，主要是插头的故障，多数情况是断线故障，有时也会出现插座和插头之间的接触不良故障。引线断的原因很可能是人为造成的，即在拔下插头时直接拉引线所致。插头的故障主要是引线断、相邻引线焊点之间相碰故障。插座的故障主要是簧片弹性不好，造成接触不良。

8. 检测方法

关于检测接插件的主要方法是直观检查和万用表测量触点接通时的接触电阻，具体过程是这样：用直观检查可查出断线、相碰故障，对于插头旋开外壳后观察，对于引线接插件可直接观察。

关于接插件的检测还要说明下列几点：

- 1) 检测时，先进行直观检查，再用万用表进行测量。所有的接触电阻均应该小于 0.5Ω ，否则可认为是存在接触不良故障。
- 2) 所有的断开电阻均应该为无穷大，若有断开电阻为零的，说明两个簧片之间相碰了。
- 3) 在路测量接触电阻时，接插件所在外电路对测量结果不存在影响，而测量断开电阻时是可能有影响的，但也不会出现断开电阻为零的影响。

二、音响组合中的信号线

1. 视频信号线

视频信号线又称影像线，是一种传送视频信号的线材。在家庭影院中，从 LD 或 VCD 等输出的表明图像内容的电信号要传送到电视机或其他监视设备中，可有三种信号传送方式：视频信号、射频信号和 S 信号，各用不同的线材材料。

2. 射频信号线

彩色电视机上不设 V_{IN} 插口时，就只能用射频信号连接方式。播放器材的射频输出信号从插口 RF_{OUT} 输出，通过射频连接线从电视机的 RF_{IN} 插口中输入。这种连接方式中，视频信号和音频信号在影碟机中进行一次混合处理，又在电视机中进行分离处理，这两次处理对信号产生失真，使信号传送质量下降，这是一种最差连接方式。

3. S 端子线

S 端子的全称为 S-Video, S 是 Super, 意为高清晰度, 即为高清晰连接方式。S 端子 1987 年由日本 JVC 公司发明, 并首先用于 S-VHS 录像机中, 之后广泛用于 LD、VCD、DVD 和大屏幕彩色电视机等视频设备中。

通过 S 端子线与电视机的 S 端输入插口连接, 直接将亮度和色度送入各自的通道中, 使亮度和色度信号经过了最少的处理电路, 两信号之间相互干扰被降低到最低程度, 这样可明显地提高图像的清晰和改善图像的色彩, 通过对比发现采用这种连接方式的重放图像其画质自然丰满, 画面清亮通透, 色彩柔和纯真, 显示出 S-Video 迷人魅力。采用 S 端子线连接方式在 DVD 和 LD 中的效果更加明显, 在 VCD 和普通录像机中由于节目本身的水平清晰度较低, 所以改善效果不太明显。

4. 交流电源线

这里所说的电源线是音响系统中各单机的交流电源线, 如果采用的交流净化电源, 那么也包括它的交流电源线。音响系统中的有众多的线材材料要换, 当换过喇叭线、信号线或光缆线等线材之后, 可考虑更换电源线。电源线是给 CD、前级、后级提供电源能量的“生命线”, 它的质地好坏也会影响到声场、定位感、解析力、音染之类视听的要素。

5. 音频信号线

音频信号按传输电平大小来讲是标准电平信号线, 其传输电平一般为 0.5~1.5V 之间, 最常见是 0.775V(0dB)和 1.228V(+4dB)。音频信号线在全套线材中对声音的影响要数排行第二, 由于这是很小信号过机线, 加之后面放大器的放大作用, 此线的噪音干扰不可忽视。

6. 数码同轴线

CD 机输出的音频信息可以有两大类共三种方式传送出机外: 一是模拟的音频信号, 二是音频数码流, 这是取自 CD 机 DAC 之前的数码信号, 该信号经 DAC 之后才能得到双声道的音频模拟信号。在一些较高级 CD 机中, 为预留升级空间, 预备了数码输出插口 (COAXIAL)。从这一插口输出的数码信号要通过数码同轴线才能加到分置式的 DAC 或具有数码输入接口的功放中。

这种线不但可用来传送数码信号, 还可以用来作为视频信号线。数码同轴线做成同轴式结构, 即芯线为单股线居中, 外层包绝缘材料, 再在外层包一层导线 (地线), 最外层再是绝缘外皮。这种线阻抗为 75Ω, 由于振动对数字信号的传输影响较大, 所以发烧数码同轴线要求有很讲究的避振处理。

7. 光纤线

CD 机除可以采用数码方式输出音频信息流之外, 在一些更高级的 CD 机中同时还可采用光学数码方式输出音频数码流, 此时 CD 机上设有光学 (OPTICAL) 数码输出插口, 此插口通过光缆线与 DAC 或具有光学数码输入插口的功放相连, 经 DAC 得到双声音频信号。

采用光纤线传送信号时, 光缆里传输的是光信号, 光信号是按数字音频信号的规律调制。

8. 喇叭线

喇叭线在全部线材中是发烧友最爱“摩”的线, 此线属大电平信号线材, 信号电平在十几伏至几十伏之间, 在众多的发烧线中它的品种、花色最为繁多。由于喇叭线是高电平信号线, 所以大多数不作屏蔽处理, 但也有例外, 瑞宝喇叭线就是例外, 它在线芯与外皮之间设置一道铜质屏蔽网, 以作防磁之用。

这种喇叭线内部有四根彼此独立的绝缘外皮线芯紧密绞合在一起，两条线芯为一组，外面再用高张力纸缠紧，起防震作用。对喇叭线的基本要求是线径要粗，线材的铜质要纯，线要柔软，外皮上的所印字符要耐磨。

喇叭线的两端插头有两种：一是以压线钳压接的纯铜线叉，有的是香蕉插。喇叭线有套装线，即线长已确定，但有多钟长度供选择。也有的是可任意选择长度，需要多少可剪多少，价格与长度有关，线长价格贵。

9. 话筒线

话筒线属小电平信号线，其信号电平一般只有几毫伏，所以抗干扰显得尤为突出。话筒线有平衡式和不平衡式两种，前者是一种高级输入输出方式，线中有三根芯，此时要求机器的话筒输入为平衡式输入，这种输入输出方式对提高抗干扰性能十分有利。

不平衡输入输出方式的话筒线中只有两根芯线，一般话筒线采用这种形式的线。优质话筒线其金属屏蔽网层密集，芯线较粗，在低温下线材仍然柔软，为了防止话筒线在移动中的打结，有些好线在里面夹些纤维以增加强度。无论是哪种话筒线，它的最外层均要设置屏蔽网，以起抗干扰作用。

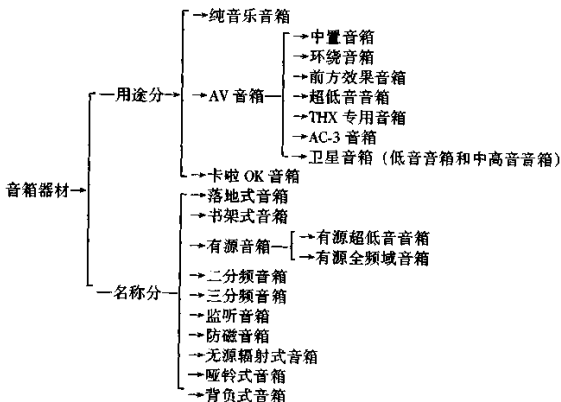
第十节 音箱和聚合开关

一、音箱

在音响系统中，音箱是最重要的器材了，特别是纯音乐系统中的左、右声道音箱。音箱的作用就是将功率放大器输出的电信号，高质量、高效率地还原成声场。

音响器材中，音箱的种类、牌号最多，大大小小、形形色色的音箱令人目不暇接、眼花缭乱，在家用音响系统中按用途划分主要有下列三大类：

- 1) 纯音乐型的音箱。
- 2) AV 型的音箱。
- 3) 卡拉 OK 专用的音箱，如下所示：



1. 结构

音箱主要由箱体、扬声器、分频器和吸音等辅助材料构成，音箱的设计是一项高技术。同样的材料不同的设计，其音响效果相差较大，只有经过精心设计、反复试验和试听的音箱才能获得良好的效果，所以高品质音箱通常价格很贵。

(1) 封闭式音箱。如图 7-34 所示是封闭式音箱结构示意图，这种音箱的特点是结构简单，它除了扬声器孔之外，箱体上没有其他孔，呈全密封状态，所以得名封闭式音箱。封闭式音箱中扬声器纸盆前后被分隔成两个互不通气的空间，一个是无限大的箱体外空间，另一个则是具有一定容积空间的箱内空间，箱内各壁面布满了吸音材料。

当扬声器在前后振动时，纸盆前面的声音向外辐射，纸盆后面的声音则被分布在箱内的吸音材料所吸收和阻隔而不能传送到箱体外面来，这样箱内声波与箱外声波不能发生干涉，从而改善了音箱的低频特性。

(2) 倒相式音箱。如图 7-35 所示是倒相式音箱结构示意图，从图中可看出这种音箱在封闭式音箱的基础上，在前板上再开一个出声口（又称为倒相孔），并在出声口后面加一根出声管（又称倒相管）。

倒相式音箱将扬声器纸盆背面辐射的低频分量声波倒相 180°，通过倒相管和倒相孔辐射到正面来，由于这一声波已经倒相，所以与扬声器纸盆正面辐射的声波相位相同，这样两声波之间是相加的关系，加强了低频声波辐射，大大提高了低频辐射声压级。

2. 纯音乐音箱

纯音乐音箱专门用于纯音乐系统中欣赏音乐，系统中使用左声道和右声道性能一致的音箱各一只，更好地表示声音的音乐性。

对纯音乐箱的要求高于对 AV 音箱和卡拉 OK 音箱，价格也最贵。在一些名牌音箱中，根据音箱的品质和价位的不同分成金旗舰、银旗舰、小旗舰和非旗舰级音箱，旗舰级音箱在同系列中属于高档音箱，其中金旗舰最高，小旗舰最次，但比非旗舰级音箱要明显高出一个等级来。

3. AV 音箱

AV 音箱是专用于家庭影院系统中的音箱，AV 音箱有套装的，即有同一个生产厂制造的用于某种类型家庭影院的专用音箱，如 THX 专用音箱等。AV 音箱也可以自行分别选配，即可以选用不同生产厂的 AV 音箱构成一套 AV 音箱。关于 AV 音箱说明下列几点：

1) AV 音箱多于两只，不象纯音乐音箱只有两只。AV 音箱以套为单位，一套 AV 音箱中具体有多少只音箱根据不同情况也不同，最多的一套中可以达 10 只音箱，但少也要 5 只。

2) 一般情况下，AV 音箱至少是左和右两只主音箱、中置音箱和两只环绕音箱共 5 只。最多时，在上述基础上再增加两只前方效果音箱、增加一只中置音箱（双中置）、两只超低音音箱（立体声超低音）。

3) AV 音箱的设计出发点是最佳地表现影院效果，重点要表示声音的力度和声场的气

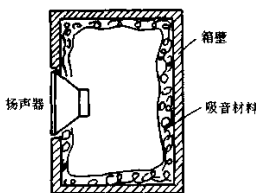


图 7-34 封闭式音箱结构示意图

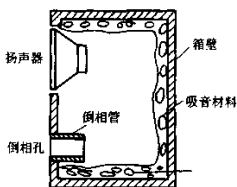


图 7-35 倒相式音箱结构示意图

势，所以 AV 音箱不宜用于纯音乐系统中代替纯音乐音箱。

4) 在成套出售的 AV 音箱中，各音箱对声音的表现具有一致性，但成套 AV 音箱品种少、选择余地不大，所以往往是自行配套。在自行配套时，要保证前方三只音箱（左和右主音箱、中置音箱）性能一致，最好是同一品牌中的同一档位音箱。环绕音箱和超低音箱可用不同牌号的音箱。

5) 由于 AV 音箱比较多，所以在同档次情况下，相对而言比纯音乐音箱贵一些。如果 AV 音箱中的每只音箱都是高标准的，那么要比纯音乐音箱要贵许多。

4. 中置音箱

中置音箱是家庭影院系统中的一只重要音箱，电影中的对白声都是从这一音箱中出来的，该音箱位于左、右声道主音箱的中间，可置于电视机之上或之下。由于中置音箱距离彩色电视机较近，所以要求这一音箱是防磁音箱，因为彩色电视机附近不能有磁场，否则会出现色斑。

5. 环绕音箱

环绕音箱可以说是家庭影院系统中特有的音箱，它用来将听众背面的声音再现出来。环绕音箱置于听众的背面，左侧和右侧各一只，两只音箱性能相同。在不同的家庭影院系统中，对环绕音箱的要求是不同的。

在 THX 家庭影院系统中，环绕音箱是特定的，要符合 THX 环绕音箱的要求。

在 AC-3 家庭影院系统中，一般有小功率音箱是不能采用的，要采用同左、右声道主音箱相同功率的大功率音箱，因为在 AC-3 家庭影院系统中，环绕声道放大器的输出同主声道的输出功率相同。

6. 前方效果音箱

这是一对小功率的音箱，左、右声道各一只，在一些 DSP 系统中需要用这种前方效果音箱来加到前方声场的深度效果。

7. 超低音箱

在家庭影院系统中，为了得到影院效果设置了超低音声道，超低音箱用来重放超低音声音。超低音音箱有两种：一是有源的超低音音箱，这是常见的超低音音箱。二是无源超低音音箱，一般这种音箱档次较低。

8. THX 专用音箱

THX 音箱用于 THX 家庭影院系统中，这是一套有专门要求的音箱，价格较贵。全套 THX 音箱共有 6 只音箱，左和右主声道音箱、左和右声道环绕音箱、中置音箱和超低音音箱。THX 音箱成套购置。

9. AC-3 音箱

AC-3 音箱也是 6 只音箱一套，各音箱作用都和 THX 音箱相同，但对音箱的要求不同于 THX 音箱，主要是要求中置、左和右声道环绕音箱要与左、右声道主音箱一样，都是同功率和全频域音箱。AC-3 音箱有成套的，也可自行选配。

10. 卫星音箱

卫星音箱也是成套出来，这套音箱中有低音音箱和中高音音箱两部分组成。这种成套音箱与众不同，它的左和右声道音箱、环绕音箱都是体积很小的音箱（每个像一本字典大小），音箱中都只含中高音单元（扬声器），不设低音单元，低音单元由一只专门的有源音箱担任，

即整个声场中的低音由一只低音音箱发出，这是一种非常独特的设计，利用低音与声像定位关系不大的原理，省去了各音箱中的低音扬声器。

由于低音音箱体积大，而其他音箱体积很小，像地球与卫星一般，所以称为卫星音箱，美国的 BOSE（博士）音箱就是这种音箱。低音虽然对声像的定位没有中、高音那么影响大，但也是相关的，所以采用这种卫星音箱作为 AV 音箱对声像的定位还是有些影响的。

11. 落地式音箱

音箱在听音室内的放置方式有下列三种：

- 1) 将音箱直接立于地面，落地式音箱就是这种音箱。
- 2) 将音箱置于一个音箱架上。
- 3) 将音箱置于墙体上，如卫星音箱中除低音音箱外就是采用这种放置方式。

落地式音箱体积比较大，所以可直接放置于地面。由于这种音箱体积比较大，可以采用较大口径的低音扬声器，这样低音效果可得到有效改善，所以落地式音箱的低音效果好。

12. 书架式音箱

书架式音箱的体积明显小于落地式音箱，不直接放于地面，而使用其他支撑，例如专用的音箱架等。书架式音箱的优点是摆位方便，立体声声像的定位准确等。

由于书架式音箱的体积较小，所以它所用的低音扬声器口径不能大，这样影响其低音效果，但通过改良低音单元等措施，在低音表现方面胜于一些落地式音箱。

13. 有源音箱

有源音箱就是将功率放大器（后级放大器）置于音箱壳体内的一种音箱，工作时要靠 220V 交流电源，所以称为有源音箱。有源音箱有下列两大类：

- 1) 超低音的有源音箱，这是目前家庭影院系统中采用的有源音箱，这种音箱又称低音炮。
- 2) 全频域有源音箱，常见的这种有源音箱主要用于多媒体计算机中，其性能一般。

有源全频域音箱也有精品，有些有源全频域音箱采用了一些专利技术，如“有源机电伺服技术”，这一技术除普通的负反馈电路之外，还从传感元器件中取出决定扬声器单元振幅特性（声压特性）的电流，对全电路进行补偿，使放大器输出阻抗呈负阻特性，这使得放大器驱动音箱时整个系统接近刚性状态，在小体积音箱条件下重放低音。

另外，放大器的阻抗特性短接了扬声器的反向电动势和失真，极大地提高了整个系统的阻尼系数，克服了由于阻尼系数不高而引起的声音拖泥带水现象。有源音箱在切断电源后，可以作为无源音箱使用。

14. 二分频音箱与三分频音箱

采用一只扬声器不能更好地重放低音、中音和高音，这是因为重放低音时主要是扬声器的边缘在振动，当扬声器纸盆口径大、盆的边缘柔软时低音重放效果好；而重放高音时，主要是纸盆的中央部分在振动，当纸盆质地硬时高音重放的效果才会良好。显然，当扬声器在重放低音和高音时对纸盆的要求是矛盾的，大口径扬声器的低频特性好，小口径扬声器的高频特性好，为了充分发挥各种口径的不同频率特性，音箱采用两只或三只不同口径的扬声器，这就是二分频音箱或三分频音箱。

二分频音箱就是一只音箱中采用中低音单元和高音单元两只扬声器的音箱，这种音箱中的中低音单元扬声器用来还原中音和低音声音，高音声音则由高音扬声器完成，目前绝大部

分的音箱都是二分频音箱，一些著名音箱都是二分频音箱。

这里要说明一点，有的二分频音箱中为了加强低音效果和改善声场，设置了两只相同口径的中低音扬声器，如哑铃式音箱，这种音箱仍然是二分频音箱，不是因为有了三只扬声器就是三分频音箱。

三分频音箱就是一只音箱中采用低音单元、中音单元和高音单元三只扬声器的音箱，这种音箱中的低音、中音和高音分别由各自的低音、中音和高音单元扬声器还原。从工作原理上讲，三分频音箱性能应该优于二分频音箱，但实际情况并非如此简单。

二分频音箱由于只采用两个不同的单元，所以只有一个分频点，而三分频音箱采用三个不同的单元，存在两个分频点。

音箱中，对分频点的处理是十分复杂的，分频器（设在音箱内部）设计不好，将影响音箱的良好表现。所以，除非在十分高级的三分频音箱中，对分频器和各单元扬声器进行精心设计和制作，三分频音箱才能最佳的工作表现，当然这样的音箱价格相当昂贵。

一般来说，不是十分顶级的音箱，二分频音箱要比三分频音箱好些，所以目前市场上大量见到的都是二分频音箱。

15. 监听音箱

监听音箱主要用于一些录音棚、录音后期处理的监听用，这种音箱的特点是高保真地还原，原汁原味地还原音乐作品的本来面貌，无声染。监听音箱也愈来愈多地被发烧友用于家庭的纯音乐系统中。

16. 防磁音箱

一般音箱中的扬声器都是采用外磁式扬声器，在这种扬声器的周围存在磁场，本来这种磁场对音响系统并无影响，但在家庭影院系统中的彩色电视机对这种磁场非常敏感，这一磁场会破坏电视机的彩色画面，所以要消除音箱的这种磁场干扰。

目前，家庭影院系统中的音箱，主要是要求中置音箱采用防磁音箱。防磁音箱中的扬声器采用内磁式扬声器，这种扬声器的周围不存在磁场，所以这种音箱具有防磁作用。防磁音箱只是具有防磁功能，在其他方面与一般音箱没有不同之处。

17. 无源辐射式音箱

无源辐射式音箱又称空盆音箱，这种音箱的面板上设有两个大小相同的低音单元盆，其中一个真正是低音扬声器盆，另一个则是空盆，这种音箱较常见。无源辐射式音箱实际上是倒相式音箱的一种变异形式，它的发明已有六十多年历史（1935年由美国人奥而森发明）。这种音箱空盆是通过音箱内空气振动而被动振动，能够改善低音效果。

无源辐射式音箱与普通倒相式音箱相比有下列一些优点：

- 1) 低音频段的重放灵敏度较高。
- 2) 低音的解析力较好。
- 3) 音箱内不容易产生驻波。
- 4) 空盆可减少扬声器的振幅。
- 5) 空盆的谐振频率较容易调整。

18. 哑铃式音箱

哑铃式音箱采用二分频全对称结构，即低音单元采用两只相同的低音扬声器串联或并联起来，而高音单元使用一只高音扬声器。这种音箱的优点是重放的低音、中音和高音在位置

上重合,避免了声像的飘移现象,另一个优点是大动态时非线性失真小。这种音箱的缺点是摆位要求高、最佳音场范围狭。

19. 背负式音箱

背负式音箱是倒相式音箱中的一种,它的倒相孔不象传统的倒相式音箱设置在音箱的正前,而是设在背板上(也可以用一个空盆设在背板上),这是近几年对绕射声原理最新研究成果。这种音箱能更好地利用绕射声提高音箱的瞬态反应能力,扩展声场的宽度,获得更好的现场感。

二、聚合开关

在一些音响功率放大器中的装备了最新的保护装置,这就是正温度系数的聚合开关(PloySwitch),当电路一旦过载时,流过这种开关的电流增大,聚合开关在极短的时间内呈现高阻状态,限制了流过扬声器的电流,达到保护目的。

1. 保护状态

聚合开关根据电路设计不同,在进入保护状态后,扬声器的保护状态有三种情况:一是音量明显减小,二是没有音量,三是当音量大到一定程度后音量不再继续增大。

2. 聚合开关工作原理

聚合开关的主要材料由高分子及导体材料混合后制成,在常温下这种开关处于接通状态下,其开关电阻极小,如用于保护扬声器的RXE系列聚合开关电阻只有 $0.03 \sim 0.8\Omega$,其插入损耗只有 0.1dB ,并且聚合开关本身为纯阻特性,没有容抗或感抗效应,对音质无不良影响。

聚合开关过流时,聚合开关温度升高,其材料内部的分子晶体排列结构扩张,并转换成非晶体状态。在高分子材料中的导电途径断开后,其阻值急剧上升,从而将电流控制在一定的范围内,达到过流保护目的。

3. 保护电路分析

如图7-36所示是四种采用聚合开关构成的扬声器保护电路。图7-36a为串联式电路,在正常时聚合开关 R 的电阻很小。当流过聚合开关的电流大到一定程度时,它呈现高电阻状态,限制流入扬声器中的电流,达到保护扬声器的目的。要注意的一点是,在任何特定电流时聚合开关的动作时间必须比在该电流下损坏扬声器所需的时间更短,否则就没有保护作用。

图7-36b是采用分流电阻的聚合开关电路, R_1 为分流电阻, R_2 为聚合开关。在正常时,由于聚合开关 R_2 的电阻很小,所以电阻 R_1 不起作用,通过扬声器的电流由 R_2 提供通路。当电流异常增大时, R_2 的阻值增大,此时 R_2 与扬声器相串联, R_2 起到限流保护的作用。

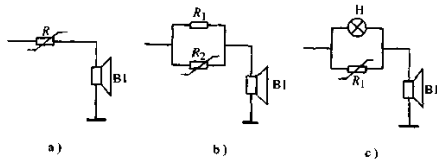


图 7-36 聚合开关应用电路

图7-36c是采用分流灯泡的聚合开关应用电路,它的保护原理与图7-36b相似,但由于灯泡的正温度系数效应,电流愈大,灯泡的电阻愈大,对电流的限制作用愈强,使扬声器获得的功率增长比电阻分流型电路更为平坦。图7-36b、c这两种电路在聚合开关动作后,扬声器仍然能够获得功率,只是起到限制扬声器功率的作用,扬声器的功率基本不再增大。

第十一节 功率场效管和音响集成电路

一、功率场效管

1. 外形特征和电路符号

如图 7-37a 所示是 VDMOS 功率场效管的外形示意图, 图 7-37b 是它的电路符号。普通的功率场效管输出功率很小, 一般只能作为前级放大器; 第二代的场效管具有功率输出能力, 所以应用于一些音响系统的功率放大器电路中作为输出放大管。

VDMOS 功率场效管中的 V 表示电流是垂直于表面流动。这与双极型器件的电流流动方向相同。D 表示是由双扩散形成沟道长度。MOS 是一种场控制器件。VDMOS 有 N 沟道和 P 沟道两种。

2. 特点

VDMOS 功率场效管具有下列一些特点:

- 1) 输入阻抗高, 驱动电流小 (在 100nA 级), 输出电流大 (可达数 A 至数十 A)。
- 2) 驱动电路较简单, 工作频率高, 跨导线性好, 失真小。
- 3) 这种功率场效管具有负电流温度系数, 有良好的热稳定性。
- 4) 这种功率场效管没有二次击穿, 安全工作区大。

3. 操作注意事项

在修理这种功率场效管时要注意下列几点:

- 1) 取器件时手不可碰到器件的电极, 平时器件的三个电极用金属导线短接在一起。
- 2) 器件的栅级电压不能超过 $\pm 20V$ 。
- 3) 在焊接器件时烙铁外壳必须保持良好的接地, 使用修理仪器时仪器的外壳也必须有良好的接地, 否则会损坏器件。在焊接时, 应该先焊源极, 并要保证源极焊接可靠, 绝不能有虚焊现象, 否则会损坏器件。然后再焊栅极, 最后焊漏极。
- 4) 在拆下器件时, 要先将电路中的电容中电荷放掉, 然后按漏极、栅极和源极的顺序焊下。

4. 修理资料

表 7-16 如是部分国产的 VDMOS 功率场效管的性能参考, 供选配时参考。

二、发烧级晶体管

1. 6 只发烧级晶体管

在一些性能很好的音响放大器中, 采用性能十分优良的晶体管, 以保证整机的高性能, 这些性能很好的晶体管称为发烧级晶体管, 这类晶体管价格相当贵, 表 7-17 所示是 6 只发烧级晶体管性能参数, 它们常用于一些顶级的发烧器材中。

2. 日本发烧级晶体管代替资料

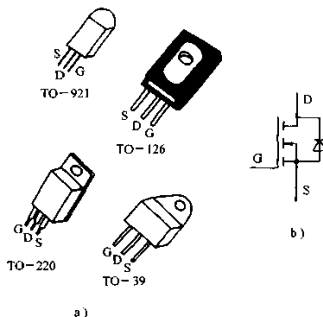


图 7-37 VDMOS 功率场效管外形示意图和电路符号

表 7-16 部分国产 VDMOS 功率场效应管的性能及代换资料

型号	V_{DS} /V	I_D /A	$R_{DS(on)}$ / Ω	P_D /W	V_{GS} (th) /V	g_{fs} /mhos	封装	对应型号
KWP3N35	350	3	3	75	2~4.5	1.5	TO-220	BUZ76A, IRF711, IRF723 MTP3N35, SDT76, SFN723, TX125
KWP3N40	400	4	3	75	2~4.5	1.5	TO-20	BUZ76A, IRF710, IRF722, IRF723 MTP3N40, SDT76, SFN722, TX126
KWP4N40	400	4	1.8	75	2~4.5	2	TO-220	BUZ76, MTP4N40
KWP4N45	450	4	1.8	75	2~4.5	2	TO-220	BUZ41Z, BUZ42, IRF831, IRF833, MTP4N45 SDT41A, SFN833, TX4N45P, TX137, VN4502D
KWP4N50	500	4	1.8	75	2~4.5	2	TO-220	BUZ41A, BUZ42, IRF830, IRF832, MTP4N50 SDT41A, SDT42, SFN832, TX4N50P TX138, VN5002D
KWP5N35	350	5	1	75	2~4.5	2	TO-220	BUZ60B, IRF731, IRF733, MTP5N35 SDT60, SFN733, TX135, VN3501D
KWP8N35	350	8	0.55	125	2~4.5	3	TO-220	IRF743, MTP8N35
KWP8N40	400	8	0.55	125	2~4.5	3	TO-220	IRF742, MTP8N40
KWH8N40	400	8	0.55	150	2~4.5	3	TO-3P	BUZ351, D88FQ2, IRFP340, MTH8N40
KWP8N45	450	8	0.8	125	2~4.5	4	TO-220	MTP8N45, UFN841, YTF841
KWH8N45	450	8	0.8	150	2~4.5	4	TO-3P	MTH7N45
KWH8N50	500	8	0.8	150	2~4.5	4	TO-3P	BUZ331, BOZ354, CHM01C-IM155 (A), MTH8N450
KWP10N05	50	10	0.28	75	2~4.5	2.5	TO-220	BUZ71A, D84CK1, IRF521 IRFZ10, MTP10N05, SDT10A
KWP10N06	60	10	0.28	75	2~4.5	2.5	TO-220	BUZ72A, D84CK2, IRF521 IRF533, MTP10N06, TX131
KWP10N08	80	10	0.33	75	2~4.5	2.5	TO-220	D84CL1, IRF510, MTP10N08, VN0801D
KWP10N10	100	10	0.33	75	2~4.5	2.5	TO-220	BUZ72A, D84CL2, IF510, IRF520 IRF533, MTP10N10, SDT20, SFN520, TX132
KWP8N50	500	8	0.8	125	2~4.5	4	TO-220	MTP8N50, UFN840, YTF840
KWH8N35	350	8	0.55	150	2~4.5	3	TO-3P	BUZ351, D88FQ1, D88FQ2, IRFP341, MTH8N35

表 7-17 发烧级晶体管三极管性能参数

型号	极性	P_{CM}/W	I_{CM}/A	BV_{CBO}/V	BV_{CEO}/V	BV_{EBO}/V
2N5687	NPN	5	0.5	20	40	3
2N5786	NPN	10	3.5	45	45	3.5
2N5768	NPN	20	0.7	25	55	3.5
2N5867	PNP	87	5	60	60	5
2N5678	PNP	100	10	100	125	20
2N5876	PNP	150	10	80	80	10

表 7-18 所示是日本发烧级晶体管采用国产晶体管代替的资料。

表 7-18 日本发烧级晶体管与国产管代换型号对照

日本型号	代换型号	日本型号	代换型号	日本型号	代换型号	日本型号	代换型号
2SA483	3CA6F	2SA1191	3CG180B	2SC945	3DG121D	2SC2271	3DG180N
2SA607	3CA1D	2SB513	3CA8D	2SC960	3DG84E	2SC2275	3DA25D
2SA672	3CG120B	2SB531	3CA6E	2SC1000	3DG110C	2SC2337	3DK208C
2SA733	3CG120C	2SB560	3CA1D	2SC1013	3DA28A	2SC2362	3DG1701
2SA789	3CG110A	2SB716	3CG130D	2SC1173	3DA101BC	2SC2458	3DG130C
2SA798	3CG03F	2SB737	3CG130B	2SC1222	3DG161A	2SC2563	3DA8D
2SA817	3CG130D	2SC458	3CG120C	2SC1382	3DG103	2SC2606	3DA87E
2SA827	3CG120A	2SC484	3DK104E	2SC1627	3DG181G	2SC2855	3DG180K
2SA814	3CG140C	2SC496	3DK9B	2SC1682	3DG110F	2SC2856	3DG180K
2SA844	3CG121C	2SC560	3DA88B	2SC1740	3DG120D	2SC3116	3DK205K
2SA916	3CA1F	2SC733	3DG180H	2SC1775	3DG170C	2SC3423	3DK104F
2SA970	3CG170C	2SC815	3DG130B	2SC1815	3DG130C	2SD261	3DG69A
2SA979	3CG03F	2SC853	3CG130B	2SC1840	3DG120C	2SD371	3DD161B
2SA992	3CG170C	2SC896	3DD164B	2SC1845	3DG170H	2SD381	3DK205C
2SA1015	3CG130B	2SC900	3DG110C	2SC1941	3DA93B	2SD718	3DA8D
2SA1016	3CG170C	2SC915	3DK4B	2SC1957	3DA103	2SD786	3DG130C
2SA1190	3CG180A	2SC941	3DG120B	2SC2240	3DG180J		

3. 美国发烧级晶体管资料

表 7-19 所示是美国发烧级晶体管资料，供选配时参考。

表 7-19 美国发烧级晶体管性能参数

名称	用途	极性	极限 ($T_a = 25^\circ\text{C}$)				电特性参数 ($T_a = 25^\circ\text{C}$)					f_j /MHz	
			V_{CBO} /V	V_{CEO} /V	I_{C} /mA	T_j /C	P_{CM} /W	I_{CBO} 最大值		h_{fe}	直流或脉冲		
								μA	V_{CB} /V		h_{FE}		I_{C} /mA
2N196		N	35	25	30		100mW						0.8
2N1000		N	40	40			150mW						7
2N1157		N	60	60	40A		187				0.075		
2N1202		N	80	60	3.5A		34						0.2
2N1303		N	30	25	0.3A		150mW						3
2N1333		N	100	100	3A		20						
2N1334		P	100	100	3A		25						
2N1893	AH	N	120	100	500	200	800mW	0.01	90	30	40~120	150	50
2N2000		N	50	20	1A		300mW						2
2N2222	SH	N	60	30		175	500mW				100~300	0.15A	150
2N2266		N	80	80	5A		12						20

(续)

名称	用途	极性	极限 ($T_a = 25^\circ\text{C}$)					电特性参数 ($T_a = 25^\circ\text{C}$)					f_t /MHz
			V_{CBO} /V	V_{CEO} /V	I_{C} /mA	T_j /°C	P_{CM} /W	I_{CBO} 最大值		h_{FE}	直流或脉冲		
								μA	V_{CB} /V		h_{FE}	I_{C} /mA	
2N2665	AP	P	50	50	3A	100	15	125	25		50~150	500	
2N2736		N	80	60	6.5		66						
2N2907	SH	P	60	40		200	1.8				100~300	150	200
2N2907A	SW	P	60	40	600	200	400mW	10nA	50		100~300	150	
2N3000		N	45	35	400		150mW						15
2N3055		N		60	15A		115				20~70	4A	2.5
2N3442													
2N3773		N		140	16A		150				15~60	8A	4
2N4000	AP	N	100	80	1A	200	15				30~120	500	40
2N4402	SH	P	40	40	600	135	310mW			30	50~150	150	150
2N4403	AH	P	40	40	600	150	625mW			60	100~300	150	
2N5000		P	100	89	2A		30						60
2N5100		N	450	400	1A		10						20
2N5101		P	500	400	1A		10						20
2N5210	A	N	50	50	50	150	625mW	50nA	35		200~600	0.1	
2N5401	A	P	160	150	600	150	625mW	50nA	120		60~240	10	100
2N5551	A	N	180	160	600	150	625mW	50nA	120		80~250	10	
2N5678		N	125	100	20A		100						20
2N5687	AP	N	40	20			5				>15	50	
2N5768	AH	N	55	25			20				>20	100	
2N5786	AP	N	45	45	3.5A	200	10			25	>4	3.2A	2.5
2N5867		N	60	60	5A		87						4
2N5876	AP	P	80	80	10A	200	150	500	80		20~100	4A	4
2N5878	AP	N	80	80	10A	200	150	500	80		20~100	4A	4
MJ2955		P		60	15A		115				20~70	4A	2.5
MJ3773		N		140	16A		150				15~60	8A	1
MJ4502		P		100	30A		200				25~100	7.5A	2
MJ11015		P	120	120	30A		200			>1000			
MJ11016		N	120	120	30A		200			>1000			
MJ11032		N		120	50A		300			>400			≥ 30
MJ11033		P		120	50A		300			>400			≥ 30
MJ13001		N	80	80	10A		100			>1000			
MJ15001		N		140	15A		200				25~150	4A	2

(续)

名称	用途	极性	极限 ($T_a = 25^\circ\text{C}$)					电特性参数 ($T_a = 25^\circ\text{C}$)					f_t /MHz
			V_{CE0} /V	V_{CE0} /V	I_C /mA	T_j /C	P_{CM} /W	I_{CB0} 最大值		h_{FE}	直流或脉冲		
								μA	V_{CB} /V		h_{FE}	I_C /mA	
MJ15002		P		140	15A						25~150	4A	2
MJ15003		N		140	20A						25~150	5A	2
MJ15004		P		140	20A						25~150	5A	2
MJ15011	AF	N		250	10A	200	200				20~100	2A	2
MJ15012	AF	P		250	10A	200	200				20~100	2A	2
MJ15013		P		150	7A		50				>40	1A	10
MJ15014		N		150	7A		50				>40	1A	10
MJ15015		N		120	15A		180				20~70	4A	1
MJ15016		P		120	15A		180				20~70	4A	1
MJ15022		N		200	25A		250				15~60	8A	5
MJ15023	AF	P		250	16A	200	250						4
MJ15024		N		250	25A		250				15~60	8A	5
MJ15025		P		250	16A		250	250			15~60		4
MJE340		N		300	0.5A		21				30~240	50	
MJE350		P		300	0.5A		21				30~240	50	
MM4033		P		80	1A		7				70~100	0.5A	150
MPSU03		N		120	1A		10				>40	10	100
MPSU07		N		100	2A		10				>30	250	50
MPSU56		P		80	2A		10				>60	250	50
MPSU57		P		100	2A		10				>30	250	50
MSDU06		N	80	80	2A	150	10	0.1	80		>50	250	50
MSDU07		N	100	100	2A	150	10	0.1	100		>50	250	50
MSDU56		P	80	80	2A	150	10	0.1	80		>50	250	50
MSDU57		P	100	100	2A	150	10	0.1	100		>50	250	50
MPSA06	A	N	80	80	500	150	625mW	100nA	80		>50	10	80
MPSA56	A	P	80	80	500	150	625mW	100nA	80		>50	10	50
TIP29C		N		100	1A		30				15~75	1A	3
TIP30C		P		100	1A		30				15~75	1A	3
TIP41C		N		100	6A		65				15~75	3A	3
TIP42C		P		100	6A		65				15~75	3A	3
TIP48		N		30	1A		40				30~150	0.3A	10
TIP110		N	60	60	4A		50			>500			25
TIP115		P	60	60	4A		50			>500			25

(续)

名称	用途	极性	极限 ($T_a = 25^\circ\text{C}$)					电特性参数 ($T_a = 25^\circ\text{C}$)					f_i /MHz
			V_{CBO} /V	V_{CEO} /V	I_{C} /mA	T_j /°C	P_{CM} /W	I_{CBO} 最大值		h_{FE}	直流或脉冲		
								μA	V_{CB} /V		h_{FE}	I_{C} /mA	
TIP121		N		80	5A		65				1000	3A	4
TIP122		N		100	5A		75				1000	3A	4
TIP121		P		80	5A		65				1000	3A	4
TIP127	AP	P	100	100	5A	150	65	200	100		> 1000	3A	
TIP132		N	100	100	8A		70			> 1000			
TIP137		P	100	100	8A		70			> 1000			
TIP141		N	80	80	10A	25	125			> 1000			
TIP146		P	80	80	10A	25	125			> 1000			
RCA30		N	40	40	3A		2						3
RCA31		P	40	40	3A		2						3

4. 西德西门子子公司发烧级晶体管资料

表 7-20 所示是西德西门子子公司发烧级晶体管资料, 供选配时参考

表 7-20 西门子子公司发烧级晶体管三极管性能参数

名称	用途	极性	极限 ($T_a = 25^\circ\text{C}$)					电特性参数 ($T_a = 25^\circ\text{C}$)					f_i /MHz	NF /dB
			V_{CBO} /V	V_{CEO} /V	I_{C} /mA	T_j /°C	P_{CM} /W	I_{CBO} 最大值		h_{FE}	直流或脉冲			
								μA	V_{CB} /V		h_{FE}	I_{C} /mA		
BC108	AF	N	30	20	200	175	300mW	15nA			380 ~ 800	2	250	
BC109	AF	N	30	20	50	175	300mW	15nA			380 ~ 800	2	300	
BC182	AF	N	60	50	200	150	300mW	15nA	50		170 ~ 290	2	150	2
BC203	AF	P	45	30	75	150	250mW	2nA	25		75 ~ 175	0.2	200	2.5
BC212	AF	P	60	50	200	150	300mW	15nA	30		170 ~ 290	2	200	2
BC237	AF	N	50	45	100	150	300mW				170 ~ 290	2	250	2
BC307	AF	P	—	45	100	150	300mW				170 ~ 290	2	130	10
BC414	AF	N	50	45	100	150	300mW	15nA	30		290 ~ 500	2	250	2.5
BC546	N	80	65	100	150	500mW	5	30					300	
BC547	N	50	45	100	150	500mW	5	30					300	
BC550	N	50	45	100	150	500mW	15nA	30					300	
BC556	P	80	65	100	150	500mW	15nA	30					150	
BD137	AF	N	60	60	1.5A	150	12.5	100nA	30		63 ~ 100	500	50	
BD138	AF	P	60	60	1.5A	150	12.5	100nA	30		63 ~ 100	500	75	
BD139	AF	N		80	1.5A	150	12.5	100nA	30		63 ~ 100	500	50	
BD140	AF	P		80	1.5A	150	12.5	100nA	30		63 ~ 100	500	75	
BC679	N	80	80	4A	150	40	0.2mA	80			750	50	1	
BF240	HF	N	40	40	25	150	250mW	100nA	20				400	1.7
BF241	HF	N	40	40	25	150	250mW	100nA	20				400	1.7

5. 德国德律风根公司发烧级晶体管资料

表 7-21 所示是德国德律风根公司发烧级晶体管资料, 供选配时参考

表 7-21 德律风根公司发烧级晶体管三级管性能参数

名称	用途	极性	极限 ($T_a = 25^\circ\text{C}$)					电特性参数 ($T_a = 25^\circ\text{C}$)					f_t /MHz	NF /dB
			V_{CB0} /V	V_{CBO} /V	I_C /mA	T_j /C	P_{CM} /W	I_{CBO} 最大值			直流或脉冲			
								μA	V_{CB} /V	h_{FE}	h_{FE}	I_C /mA		
BC109C	AF	N	30	20	100	175	300mW	15	20		450~900	2	300	
BC182A	AF	N	60	50	200	150	300mW	15nA	50	260	125~260	2	150	
BC182B	AF	N	60	50	200	150	300mW	15nA	50	500	240~500	2	150	
BC212	AF	P	60	50	200	150	300mW	15nA	30	300	60~300	2	200	2
BC237A	AF	N	50	45	100	150	300mW	5	20	220	125~260	2	300	
BC237B	AF	N	50	45	100	150	300mW	5	20	330	240~500	2	300	
BC307	AF	P	50	45	100	150	300mW	10	20	220	140~290	2	130	4
BC414	AF	N	50	45	100	150	300mW	15nA	30	600	180~800	2	250	3
BD139	AF	N	80	80	1A	150	1	100nA	30	160	40~160	150	50	
BD140	AF	P	80	80	1A	150	1	100nA	30		40~180	150	50	
BD213-80	PA	N	80	80	15A	150	90	500	80		>40	1.5A	3	
BD214-80	PA	P	80	80	15A	150	90	500	80		>40	1.5A	3	
BD679	PA	N		80	4A	150	40				>50	1.5A	1	

6. 荷兰飞利浦公司发烧级晶体管资料

表 7-22 所示是荷兰飞利浦公司发烧级晶体管资料, 供选配时参考。

表 7-22 飞利浦公司发烧级晶体管三级管性能参数

名称	用途	极性	极限 ($T_a = 25^\circ\text{C}$)					电特性参数 ($T_a = 25^\circ\text{C}$)					f_t /MHz	NF /dB
			V_{CB0} /V	V_{CBO} /V	I_C /mA	T_j /C	P_{CM} /W	I_{CBO} 最大值			直流或脉冲			
								μA	V_{CB} /V	h_{FE}	h_{FE}	I_C /mA		
2N2222	SW	N	60	30	800	175	500mW	10nA	50		>75	10	250	
2N2222A	SW	N	75	40	800	175	500mW	10nA	60		>75	10	300	
2N3055	PA	N	100	70	15A	200	115				20~70	4A	0.8	
BC107	LF	N	50	45	200	175	300mW	15	20	330			300	1.4(10kHz)
BC107A		N	50	45	100		300mW				110~450	2	300	
BC107B		N	50	45	100		300mW				110~450	2	300	
BC108	LF	N	30	20	200	175	300mW	15	20	330			300	1.4(10kHz)
BC109	LF	N	30	20	200	175	300mW	15	20	330			300	4(10kHz)
BC147	LF	N		45	200	125	300mW	5	20	125			300	1.4(10kHz)
BC147A		N	50	45	100		300mW				110~220	2	300	
BC147B		N	50	45	100		300mW				200~450	2	300	
BC157	LF	P		45	200	125	300mW	1nA	20	75			150	1.2(10kHz)
BC177	LF	P		45	200	175	300mW	1nA	20	75			150	1.2(10kHz)

(续)

名称	用途	极性	极限 ($T_a = 25^\circ\text{C}$)					电特性参数 ($T_a = 25^\circ\text{C}$)					f_t /MHz	NF /dB
			V_{CE0} /V	V_{CE2} /V	I_C /mA	T_j /C	P_{CM} /W	I_{CE0} 最大值		h_{FE}	直流或脉冲			
								μA	V_{CE} /V		h_{FE}	I_C /mA		
BC307	LF	P		45	200	125	300mW	1nA	20	75			150	1.2(1kHz)
BC546	IF	N	80	65	100		500mW				110~220	2	300	
BC546A		N	80	65	100		500mW				110~220	2	300	
BC546B		N	80	65	100		500mW				220~450	2	300	
BC547	LF	N		45	200	150	300mW	5	20		125		300	1.4(10kHz)
BC547A		N	50	45	100		500mW				110~220	2	300	
BC547B		N	50	45	100		500mW				220~450	2	300	
BC547C		N	50	45	100		500mW				420~800	2	300	
BC550B		N	50	45	100		500mW				200~450	2	300	
BC550C		N	50	45	100		500mW				420~800	2	300	
BC556	IF	P	80	65	100		500mW				75~250	2	150	
BC556A		P	80	65	100		500mW				125~250	2	150	
BC560A		P	50	45	100		500mW				125~250	2	150	
BC560B		P	50	45	100		500mW				220~450	2	150	
BD131	PA	N	70	45	3A	125	11	5	50		>20	2A	60	
BD132	PA	P	45	45	3A	125	11	5	40		>20	2A	60	
BD133	PA	N	90	60	3A	125	11	5	60		>20	2A	60	
BD137	PA	N	60	60	1A	150	8	0.1	30		40~160	150	250	
BD139	PA	N	100	80	1A	150	8	0.1	30		40~160	150	250	
BD140	PA	P	100	80	1A	150	8	0.1	30		40~160	150	75	
BD230	PA	N	100	80	1.5A	150	12.5	0.1	30		>25	1A	125	
BD231	PA	P	100	80	1.5A	150	12.5	0.1	30		>25	1A	50	
BDY60	PA	N	120	60	5A	175	15	10	100		>45	500	100	
BDY61	PA	N	100	60	5A	175	15	10	80		>45	500	100	
BDY90	PA	N	120	100	10A		40				30~120	5A	70	
BDY91	PA	N	100	80	10A		40				30~120	5A	70	
BDY92	PA	N	80	60	10A		40				30~120	5A	70	
BDY93	PA	N	750	350	3A		30				15~60	1A	8	
BDY94	HF	N	30	20	30	150	300mW				>115	10	260	4(100MHz)
BSV64	SW	N	100	60	5A	175	5	10	60		>40	2A	100	

7. 英国马拉德公司发烧级晶体管资料

表 7-23 所示是英国马拉德公司发烧级晶体管资料, 供选配时参考。

表 7-23 马拉德公司发烧级晶体管性能参数

名称	用途	板性	极限 ($T_a = 25^\circ\text{C}$)					电特性参数 ($T_a = 25^\circ\text{C}$)				f_c /MHz	NF /dB	
			V_{CB0} /V	V_{CE0} /V	I_C /mA	T_j /C	P_{CM} /W	I_{CB0} 最大值		h_{fe}	直流或脉冲			
								μA	V_{CB} /V		h_{FE}			I_C /mA
BC546		N	80	65	200	150	500mW				110 ~ 450	2	300	
BC547		N	50	45	200	150	500mW				110 ~ 800	2	300	
BC550		N	50	45	200	150	500mW				200 ~ 800	2	300	
BC560		P	50	45	200	150	500mW				125 ~ 475	2	150	
BD131		N	70	45	6A	150	15				> 40	500	60	
BD132		P	45	45	6A	150	15				> 40	500	60	
BD139		N	100	80	1.5A	150	8				40 ~ 160	150	250	
BD140		P	100	80	1.5A	150	8				40 ~ 160	150	75	
BD230		N	100	80	1.5A	150	12.5				40 ~ 160	150	125	
BD231		P	100	80	1.5A	150	12.5				40 ~ 160	150	50	
BF469		N	250	250	100	150	1.8				> 50	25	60	
BF470		P	250	250	100	150	1.8				> 50	25	60	
BFX84		N	100	60	1A	200	800mW				> 30	150	50	

8. 日本发烧级晶体管资料

表 7-24 所示是日本发烧级晶体管资料, 供选配时参考。

表 7-24 日本发烧级晶体管性能参数

名称	用途	极限 ($T_a = 25^\circ\text{C}$)					电特性参数 ($T_a = 25^\circ\text{C}$)				f_c /MHz	互补对 称型	
		V_{CB0} /V	V_{CE0} /V	I_C /mA	T_j /C	P_{CM} /W	I_{CB0} 最大值		h_{FE}	直流或脉冲			
							μA	V_{CB} /V		h_{FE}			I_C /mA
2SA473	PA	30	5	3A	150	10	1	20	70 ~ 240	500	100	2SC1173	
2SA483	PA, AF	150	5	1.5A	150	20	100	150	30 ~ 240	100	10		
2SA539	PA	60	5	200	125	250mW	0.1	45	80	50	200	2SC815	
2SA578	RF, LN	50	5	30	150	300mW	0.05	30	370	1	180	2SC1010	
2SA579	RF, AF	50	5	30	150	300mW	0.05	30	370	1	180	2SC1006	
2SA593													
2SA640	RF, LN	50	5	50	125	250mW	0.05	50	450	0.5	100	2SC1222	
2SA641	RF, AF	50	5	50	125	250mW	0.05	50	450	0.5	100	2SC923	
2SA672	RF, LN	50	4	200	125	200mW	0.5	18	110	2	80		
2SA682	RF, PA	80	5	750	150	800mW	0.1	30	70 ~ 240	150	100	2SC1382	
2SA705	RF, LN	50	5	200	120	320mW	0.5	25	250	1	140	2SC632A	
2SA708	RF, AF	80	8	700	150	800mW	0.1	60	150	50	100		
2SA709	RF, AF	60	8	200	150	300mW	0.1	40	160	10	280		

(续)

名称	用途	极限 ($T_a = 25^\circ\text{C}$)					电特性参数 ($T_a = 25^\circ\text{C}$)				f_t /MHz	互补对 称型
		V_{CEO} /V	V_{CE0} /V	I_{C} /mA	T_j /C	P_{CM} /W	I_{CBO} 最大值		直流或脉冲			
							μA	V_{CB} /V	h_{FE}	I_{C} /mA		
2SA722	RF. LN	55	5	50	150	400mW	0.1	10	540	2	250	2SC1328
2SA726	RF. LN	50	5	100	125	200mW	0.1	50	500	1	100	
2SA728A	RF. AF	60		100	125	200mW	0.1	25	200	10	100	
2SA733	RF. AF	60	5	100	125	250mW	0.1	60	200	1	180	2SC945
2SA750	RF. LN	50	5	50	125	250mW	0.05	50	450	0.5	100	
2SA776	RF. LN	55	5	50	150	200mW	0.1	30	300	2	180	
2SA777	PA	80	5	500	150	1	0.1	20	160	150	120	2SC1509
2SA789	RF. LN	25	5	30	125	150mW	1	15	150	10	200	
2SA798	Dot. LN	50	5	100	125	200mW	0.1	35	250 ~ 1200	1	100	达林顿管
2SA811	RF. AF	50	5	30	125	150mW	0.05	40	400	0.5	100	
2SA811A	RF. AF	120		50	125	150mW	0.05	120	500	0.5	100	
2SA812	RF. AF	60	5	100	125	150mW	0.1	60	200	1	180	2SC1623
2SA817	PA	80	5	300	150	600mW	0.1	50	70 ~ 240	50	100	2SC1627
2SA836	LN	55	5	100	150	200mW	0.1	18	160 ~ 500	2	200	
2SA841	LN	60	5	50	125	200mW	0.1	35	450	2	140	
2SA844	RF. AF	55	5	100	150	300mW	0.1	18	160 ~ 500	2	200	
2SA847	LN. RF	90	5	50	125	200mW	0.1	50	250 ~ 1200	1	150	2SC1708
2SA847A	AF. LN	120		50	125	200mW	0.1	70	250 ~ 800	1	150	2SC1708A
2SA851	RF. AF	50	6	100	125	500mW	0.1	25	400	2	150	
2SA855	RF. LN	60	5	50	150	450mW	0.1	35	450	1	140	
2SA856	RF. LN	50	5	50	150	150mW	0.1	35	450	1	140	
2SA859	RE	300	5	50	150	625mW	0.25	200	125	10	120	
2SA860	RF	200	5	500	150	625mW	0.25	160	125	10	120	
2SA872	LN	90	5	50	150	300mW	0.5	75	250 ~ 800	2	120	2SC1775
2SA872A	LN	120		50	150	300mW	0.5	100	250 ~ 800	2	120	2SC1775A
2SA878	PA	120	6	10A	150	100	100	120	60	3A	15	
2SA9C2	AF. LN	50	5	100	125	200mW	0.1	35	600	1	150	
2SA904	AF. RF	90	5	50	125	200mW	0.1	50	250 ~ 1200	1	150	
2SA904A	AF. RF	120		50	125	200mW	0.1	70	250 ~ 800	1	150	
2SA916	AF	160	5	50	150	1	0.1	160	200	10	80	2SC1941
2SA941	LN	120	5	50	125	300mW	0.1	120	200 ~ 700	2	150	2SC2088
2SA956	RF. AF	60	8	100	125	150mW	0.1	40	160	10	280	
2SA958	PA	200	6	2A	150	30	100	200	100	0.7A	20	

(续)

名称	用途	极限 ($T_a = 25^\circ\text{C}$)					电特性参数 ($T_a = 25^\circ\text{C}$)					f_c /MHz	互补对 称型
		V_{CEO} /V	V_{CBO} /V	I_C /mA	T_j /°C	P_{CM} /W	I_{CBO} 最大值		直流或脉冲				
							μA	V_{CB} /V	h_{FE}	I_C /mA			
2SA965	AF	120	5	800	150	900mW	0.1	120	80 ~ 240	100	120	2SC2235	
2SA970	AF, LN	120	5	100	125	300mW	0.1	120	200 ~ 700	1	100		
2SA971	PA	150	6	15A	150	150	100	150	60	5A	10		
2SA979	LN, Diff	100	5	50	125	200mW	0.1	70	250 ~ 800	1	150	达林顿管	
2SA988	AF	120	5	50	125	500mW	0.05	120	50	1	100		
2SA990	LN	60	5	100	125	250mW	0.1	60	400	1	180		
2SA992	AF, LN	120	5	50	125	500mW	0.05	120	500	1	100	2SC1845	
2SA992E													
2SA1002	PA	120	4.5	12A	150	120	50	120	100	500	40		
2SA1003	PA	150	4.5	12A	150	120	50	150	100	500	40		
2SA1006	PA	180	5	1.5A	150	25	1	150	120	150	80		
2SA1007	PA, SW	150	4.5	10A	150	100	50	150	150	1A	50	2SC2337	
2SA1007A	PA, SW	150		10A	150	100	50	150	150	1A	50	2SC2337A	
2SA1015	AF	50	5	150	125	400mW	0.1	50	70 ~ 240	2	> 80	2SC1815	
2SA1016	AF, LN	120	5	50	125	400mW	1	80	160 ~ 960	1	110	2SC2362	
2SA1023	AF	70	5	100	125	250mW	0.1	70	200	1	180	2SC2378	
2SA1027	RF, LN	50	5	200	125	250mW	0.5	50	300	1	100		
2SA1028	PA	100	5	10A	120	95	10	50	> 50	100	60	2SC2398	
2SA1030	AF	55	5	100	150	200mW	0.5	18	100 ~ 320	2	280		
2SA1032	AF, LN	55	5	100	150	200mW	0.5	18	100 ~ 320	2	280	2SC2310	
2SA1037	AF, RF	50	5	100	125	200mW	0.5	30	82 ~ 390	1	140	2SC2412	
2SA1038	RF, LN	120	5	50	125	300mW	0.5	100	180 ~ 820	2	140	2SC2389	
2SA1039	AF, LN	80	5	50	125	300mW	0.5	75	180 ~ 820	2	140	2SC2390	
2SA1040	SW	120	5	10A	175	100	50	120	100	1A	60	2SC2430	
2SA1041	SW	120	5	15A	175	100	50	120	100	1.5A	60	2SC2431	
2SA1043	SW	120	5	30A	175	100	50	120	100	3A	60	2SC2433	
2SA1049	AF	120	5	100	125	200mW	0.1	120	200 ~ 700	2	100	2SC2459	
2SA1050	PA	140	5	12A	150	100	10	140	55 ~ 240	1A	70	2SC2460	
2SA1050A	PA	140		12A	150	120	50	140	55 ~ 240	1A	70	2SC2460A	
2SA1051	PA	150	5	15A	150	150	10	150	55 ~ 240	1A	60	2SC2461	
2SA1051A	PA	160		15A	150	150	10	160	55 ~ 240	1A	60	2SC2461A	
2SA1066	LN	70	5	200	120	500mW	0.1	50	95 ~ 420	10	120	2SC2014	
2SA1067	PA	120	5	10A	150	100	100	120	60	3A	50		

(续)

名称	用途	极限 ($T_a = 25^\circ\text{C}$)					电特性参数 ($T_a = 25^\circ\text{C}$)				f_t /MHz	互补对 称型
		V_{CBO} /V	V_{CEO} /V	I_{C} /mA	T_j /C	P_{CM} /W	I_{CBO} 最大值		直流或脉冲			
							μA	V_{CE} /V	h_{FE}	I_{C} /mA		
2SA1068	PA	150	5	10A	150	100	100	150	60	3A	50	
2SA1072	PA	120	5	12A	150	120	50	120	110	1A	60	2SC2522
2SA1072A	PA	150		12A	150	120	50	150	110	1A	60	2SC2522A
2SA1073	PA	160	5	12A	150	120	50	160	110	1A	60	2SC2523
2SA1075	PA	120	5	12A	150	120	50	120	110	1A	60	2SC2525
2SA1076	PA	160	5	12A	150	120	50	160	110	1A	60	2SC2526
2SA1077	PA	120	5	10A	150	60	50	120	110	1A	60	2SC2527
2SA1094	PA	140	5	12A	150	120	50	140	55~240	1A	70	2SC2564
2SA1095	PA	160	5	15A	150	150	50	160	55~240	1A	60	2SC2565
2SA1105	PA	120	6	9A	150	90	100	120	80	3A	20	
2SA1106	PA	140	6	10A	150	100	100	140	80	3A	20	
2SA1108	PA	130	5	12A	150	120	50	120	150	2A	60	
2SA1116	PA	200	6	15A	150	150	100	200	>30	5A	20	2SC2607
2SA1138	RF. IN	80		10	125	500mW	0.1	70	400	1	180	
2SA1141	PA	115	5	10A	150	100	50	80	140	1A	90	2SC2681
2SA1146	PA	140	5	10A	150	100	50	140	120	1A	70	
2SA1147	PA	180	5	15A	150	150	50	160	120	1A	60	
2SA1151	AF	60	5	100	125	250mW	0.1	60	200	1	180	2SC2718
2SA1158	RF. AF	80	5	100	125	400mW	0.1	80	400	2	200	
2SA1163	RF. LN	120	5	100	125	150mW	0.1	120	350	2	100	
2SA1166	PA	160	5	15A	150	150	50	150	150	2A	60	
2SA1166A	PA	180		15A	150	150	50	160	150	2A	60	
2SA1169	PA	200	6	15A	150	150	100	200	80	5A	20	
2SA1170	PA	200	6	17A	150	200	100		70	8A	20	
2SA1175	AF	60	5	100	125	300mW	0.1	60	200	1	180	2SC2785
2SA1178	RF	150	5	5A	150	20	10	100	160	150	200	
2SA1179	AF	55	5	150	125	200mW	0.1	-35	100~560	1	180	
2SA1184	RF	120	5	1A	150	15	0.1	120	150	100	120	
2SA1186	PA	150	5	10A	150	100	100	150	60	3A	60	
2SA1187	PA	150	5	10A	150	120	100	150	60	3A	60	
2SA1188	RF. AF	90	5	100	150	400mW	0.1	70	450	2	130	2SC2853
2SA1189	RF. AF	120	5	100	150	400mW	0.1	70	400	2	130	2SC2854
2SA1190	RF. LN	90	5	100	150	400mW	0.1	70	450	2	130	2SC2855

(续)

名称	用途	极限 ($T_a = 25^\circ\text{C}$)					电特性参数 ($T_a = 25^\circ\text{C}$)				f_c /MHz	互补对 称型
		V_{CEO} /V	V_{CE0} /V	I_C /mA	T_j /C	P_{CM} /W	I_{CM} 最大值		直流或脉冲			
							μA	V_{CE} /V	h_{FE}	I_C /mA		
2SA1191	RF. LN	120	5	100	150	400mW	0.1	70	400	2	130	2SC2856
2SA1198	RF. AF	80	5	50	125	400mW	0.5	75	390	2	140	
2SA1200	RF. AF	150	5	50	150	500mW	0.1	150	110	10	120	2SC2880
2SA1201	RF. AF	120	5	800	150	500mW	0.1	120	140	100	120	2SC2881
2SA1202	RF. AF	80	5	400	150	500mW	0.1	80	140	50	120	2SC2882
2SA1207	RF. AF	180	5	70	150	600mW	0.1	80	180	10	150	
2SA1208	AF. SW	180	5	70	150	900mW	0.1	80	180	10	150	2SC2910
2SA1209	AF. SW	180	5	140	150	10	0.1	80	180	10	150	2SC2911
2SA1210	AF. SW	200	5	140	150	10	0.1	160	180	10	150	2SC2912
2SA1215	PA	160	5	4A	150	150	100	160	80	5A	50	2SC2921
2SA1216	PA	180	5	17A	150	200	100	180	70	8A	40	2SC2922
2SA1219	AF	60	5	100	125	250mW	0.1	60	200	1	180	2SC2947
2SA1227	PA	140	5	12A	150	120	50	120	130	2A	60	
2SA1227A	PA	160		12A	150	120	50	140	130	2A	60	2SC2987A
2SA1232	PA	130	5	10A	150	100	50	120	130	2A	60	
2SA1246	AF. RF	60	15	150A	150	400mW	0.1	40	250	1	100	2SC3114
2SA1248	RF	180	6	700	150	10	0.1	120	250	100	120	
2SA1252	AF	60	15	150	125	200mW	0.1	40	100~560	1	100	2SC3134
2SA1253	RF. AF	60	15	200	150	250mW	0.1	40	250	1	100	2SC3135
2SA1265	PA	140		10A	150	100	10	140	95	1A	30	
2SA1266	RF. AF	50	5	150	125	400mW	0.1	50	180	2	130	
2SA1267	RF. AF	50	5	150	125	200mW	0.1	50	180	2	130	
2SA1268	RF. LN	120	5	100	125	300mW	0.1	120	415	2	100	
2SA1269	RF. AF	120	5	100	125	200mW	0.1	120	415	2	100	
2SA1285	RF. AF	120	5	100	150	900mW	0.1	100	400	10	200	2SC3245
2SA1285A	RF. AF	150		100	150	900mW	0.1	100	150~500	10	200	2SC3245A
2SA1294	PA	230	5	15A	150	130	100	230	70	5A	35	
2SA1295	PA	230	5	17A	150	200	100	230	70	5A	35	
2SA1299	RF. LN	50	6	200	125	300mW	0.1	50	250	1	200	2SC1310
2SA1301	PA	160		12A	150	120	10	160	100	1A	30	2SC3280
2SA1302	PA	200		15A	150	150	10	200	100	1A	30	2SC3281
2SA1303	PA	150	5	14A	150	125	100	150	80	5A	50	
2SA1310	RF. LN	55	5	50	125	300mW	0.1	10	400	2	120	

(续)

名称	用途	极限 ($T_a = 25^\circ\text{C}$)					电特性参数 ($T_a = 25^\circ\text{C}$)				f_c /MHz	互补对 称型
		V_{CEO} /V	V_{CE0} /V	I_C /mA	T_j /°C	P_{CM} /W	I_{CEO} 最大值		直流或脉冲			
							μA	V_{CB} /V	h_{FE}	I_C /mA		
2SA1311	RF.LN	60	5	150	150	200mW	0.1	60	200	2	150	
2SA1312	RF.LN	120	5	100	150	200mW	0.1	120	400	2	100	2SC3324
2SA1313	RF.AF	50	5	500	150	200mW	0.1	50	120	100	200	2SC3325
2SA1324	RF.AF	50	5	150	150	200mW	0.1	50	250	2	150	2SC3339
2SA1325	RF.AF	120	5	100	150	200mW	0.1	120	350	2	100	2SC3340
2SA1330	RF.AF SW	200	5	100	150	200mW	0.1	200	200	20	120	2SC3360
2SA1333	RF.PA	200	5	15A	150	150	10	200	100	1A	30	
2SA1335	RF.LN	120	5	100	125	200mW	0.1	120	350	2	100	
2SA1338	AF.SW	60	5	500	150	200mW	0.1	40	100~560	10	200	2SC3392
2SA1339	AF.SW	60	5	500	150	300mW	0.1	40	100~560	10	200	2SC3393
2SA1349	RF.LN	80	5	100	125	400mW	0.1	80	400	2	170	
2SA1360	RF	150		50	150		0.1	150	150	10	200	
2SA1360Y												
2SA1386A	PA	180		15A	150	130	100	180	80	5A	40	2SC3519A
2SA1389	PA	160		12A	150	120	10	160	100	10	30	
2SA1425	RF	120		180	150	1	0.1	120	140	100	120	
2SA1491	PA	140		10A	150	100	100	140	>50	3A	20	2SC3855
2SA1492	PA	180		15A	150	130	100	180	>50	3A	20	2SC3856
2SA1493	PA	200		15A	150	150	100	200	>30	5A	20	2SC3857
2SA1494	PA	200		17A	150	200	100	200	>30	8A	20	2SC3858
2SA1506	RF.LN	120		100	125	150mW	0.1	120	400	2	100	
2SA1517	RF.LN	120		100	125	150mW	0.1	120	415	2	100	
2SA1534A	RF	60		1A	150	1	-0.1	20	180	500	200	2SC3940A
2SA1542	RF.AF	60		150	150	300mW	0.5	30	180	1	140	2SC3983
2SA1552	RF.SW	180		1.5A	150	15	1	120	250	100	120	2SC4027
2SA1553	PA	230		15A	150	150	5	230	100	1A	25	
2SA1578	RF.LN	120		50	125	200mW	0.5	100	330	2	140	
2SA1587	RF.LN	120		100	125	100mW	0.1	120	350	2	100	
2SA1592	RF	120		1A	150	10	0.1	100	200	100	120	2SC4134
2SA1593	RF	120		2A	150	15	0.1	100	200	100	120	2SC4135
2SA1611	RF.AF	60		100	150	150mW	0.1	60	200	1	180	
2SA1620	RF.AF	70		200	150	200mW	0.1	20	130	50	150	
2SA1633	PA	150		10A	150	100	10	150	180	1A	20	

(续)

名称	用途	极限($T_a = 25^\circ\text{C}$)					电特性参数($T_a = 25^\circ\text{C}$)				f_t /MHz	互补对 称型
		V_{CEO} /V	V_{CBO} /V	I_{C} /mA	T_j /°C	P_{CM} /W	I_{CEO} 最大值		直流或脉冲			
							μA	V_{CE} /V	h_{FE}	I_{C} /mA		
2SA1674	AF	80		1A	150	1	0.1	40	200	100	120	
2SB531	PA	100	5	6A	150	50	100	50	40~240	1A	8	2SD371
2SB536	PA	130	3	1.5A	150	20	1	120	110	300	40	2SD381
2SB539A	PA	130		10A	150	100	50	120	80	2A	17	2SD387A
2SB539B	PA	150		10A	150	100	50	120	80	2A	17	2SD387B
2SB539C	PA	160		10A	150	100	50	120	80	2A	17	2SD387C
2SB560	PA	100	5	700	150	900mW	1	20	60~560	50	100	2SD438
2SB621	AF	30	5	1A	150	750mW	100nA	20	160	500	200	
2SB637	AF	50	5	100	125	300mW	0.1	18	160~800	2	200	
2SB645	PA	200	5	15A	150	150	100	100	40~140	1A	12	2SD665
2SB649	PA	180	5	1.5A	150	1	10	160	60~320	150	140	2SD669
2SB681	PA	150	5	12A	150	100	100	100	40~140	1A	13	2SD551
2SB688	PA	120	5	8A	150	80	10	120	55~160	1A	10	2SD718
2SB697	PA	160	6	12A	150	100	100	80	40~320	1A	15	2SD733
2SB710	AF	30	5	50	125	200mW	0.1	10	160	150	200	2SD602
2SB716	PA	120	5	50	150	750mW	0.5	80	250~800	2	150	2SD756
2SB716A	PA	140		50	150	750mW	0.5	100	250~500	2	150	2SD756A
2SB736A	AF	80		300	150	220mW	0.1	80	200	50	100	2SD780A
2SB737	AF.LN	50	5	300	125	250mW	0.5	30	120~560	10	100	2SD786
2SB793A	AF	60		1A	150	1	0.1	20	60~340	500	200	2SD973A
2SB817	PA.SW	160	6	12A	150	100	100	80	60~200	1A	15	2SD1047
2SB922	PA	120	6	12A	150	80	100	80	150	1A	20	2SD1238
2SB957	PA	100	5	2A	150	20	0.1	80	100	500	250	2SD1281
2SB1276	AF.LN	50		300	150	250mW	0.5	30	270	10	100	
2SC100	RF.SW	40	5	200	200	150mW	0.025	20	60	10	400	
2SC222	RF	80		700	175	650mW	0.1	10			150	
2SC305	RF.PA	80	5	500	200	800mW	0.05	28	30	100	200	
2SC307	RF.SW	80	5	500	150	570mW	0.01	30	85	150	240	
2SC309	RF.SW	120	5	500	150	570mW	0.1	90	65	150	120	
2SC310	RF.SW	140	5	500	150	570mW	0.01	90	65	150	120	
2SC458	RF	30	5	100	150	200mW	0.5	18	100~500	2	230	2SA1029
2SC484	PA	150	5	1.5A	175	800mW	10	30	30~100	200	20	2SA484
2SC496	PA	40	5	1A	150	1	1	30	40~240	50	100	2SA496

(续)

名称	用途	极限 ($T_A = 25^\circ\text{C}$)					电特性参数 ($T_A = 25^\circ\text{C}$)					f_c /MHz	互补对 称型
		V_{CBO} /V	V_{CEO} /V	I_C /mA	T_j /C	P_{CM} /W	I_{CM} 最大值		直流或脉冲				
							μA	V_{CB} /V	I_{FE}	I_C /mA			
2SC502	RF.SW	170	5	100	175	750mW	0.5	100	70	10	250		
2SC560	RF	80	5	800	175	800mW	0.5	30	30~120	150	150	2SA560	
2SC733	RF	35	5	100	125	300mW	0.1	18	70~700	2	>80		
2SC815	RF.PA	60	5	200	125	250mW	0.1	45	80	50	200	2SA539	
2SC853	RF.PA	70	5	200	125	400mW	0.1	60	70	150	90	2SA545	
2SC898	PA	150	5	7A	150	80	1mA	30	50	1A	15	2SA758	
2SC900	RF.LN	30	5	30	125	250mW	0.1	25	400	0.50	100		
2SC915	SW	30	5	300	175	300mW	0.2	20	70	30			
2SC941	RF.LN	35	4	30	125	400mW	0.1	20	40~240	2	120		
2SC945	RF.AF	60	5	100	125	250mW	0.1	60	200	1	250	2SA733	
2SC960	PA	120	5	700	150	1	3	80	80	200	>50	2SA607	
2SC1000	LN	60	5	150	125	400mW	0.1	60	200~700	2	80	2SA493	
2SC1013	SW.PA	35	5	1.5A	150	7	1	25	80	500			
2SC1093													
2SC1173	RF.PA	30	5	3A	150	10	1	20	70~240	500	100	2SA473	
2SC1217	RF.SW	150	5	300	175	750mW	0.1	100	70	50	250	2SA712	
2SC1222	RF.LN	60	5	100	125	250mW	0.05	60	500	0.5	100	2SA640	
2SC1299	SW	300	5	30A	175	200	50	150	40	10A	25		
2SC1300	SW	500	5	30A	175	200	50	150	25	15A	20		
2SC1322	SW	250	5	15A	175	100	100	150	50	5A	27		
2SC1377	PA	90	4	6A	150	20	10	60	>20	1A	100		
2SC1382	RF.PA	80	5	750	150	800mW	0.1	30	70~240	150	100	2SA682	
2SC1399	AF	100	5	50	125	250mW	0.05	100	600	0.5	100		
2SC1400	LN	100	5	50	125	250mW	0.05	100	50	0.5	100		
2SC1570	LN	55	5	100	125	200mW	0.1	18	160~960	1	100		
2SC1571	LN	40	5	100	125	200mW	0.1	18	160~960	1	100		
2SC1583	Diff.LN	50	5	100	125	200mW	0.1	25	250~800	1	100	达林顿管	
2SC1622A	AF	120		50	150	200mW	0.05	120	600	1	110		
2SC1627	PA	80	5	300	150	600mW	0.1	50	70~240	50	150	2SA817	
2SC1681	LN	60	5	50	125	200mW	0.1	35	450	2	130		
2SC1682	LN	40	5	50	125	200mW	0.1	35	450	2	130		
2SC1706A	LN.RF	120		50	125	200mW	0.1	70	250~300	1	150	2SA87A	
2SC1708	LN.RF	90	5	50	125	200mW	0.1	50	250~1200	1	150	2SA847	

(续)

名称	用途	极限($T_a = 25^\circ\text{C}$)					电特性参数($T_a = 25^\circ\text{C}$)				f_c /MHz	互补对称型
		V_{CBO} /V	V_{CEO} /V	I_C /mA	T_j /°C	P_{CM} /W	I_{CBO} 最大值		直流或脉冲			
							μA	V_{CE} /V	h_{FE}	I_C /mA		
2SC1740	AF, RF	50	5	100	125	300mW	0.5	30	120 ~ 820	1	180	2SA933
2SC1775	RF	90	5	50	125	300mW	0.5	75	400 ~ 1200	2	200	2SA872
2SC1775A	RF	120		50	150	300mW	0.5	100	400 ~ 1200	2	200	2SA872A
2SC1782	PA	140	6	10A	150	100	100	140	60	3A	10	
2SC1783	PA	180	6	10A	150	100	100	180	60	3A	10	
2SC1815	AF	60	5	150	125	400mW	0.1	60	70 ~ 700	2	> 80	2SA1015
2SC1817	PA	45	4	5A	150	25	2	40	60	100	250	
2SC1830	PA	140	7	15A	150	150	100	140	> 500	8A	10	达林顿管
2SC1840	AF	40	5	100	125	500mW	0.05	40	400	1	100	
2SC1841	AF	120	5	50	125	500mW	0.05	120	600	1	110	
2SC1843	RF, LN	60		100	125	250mW	0.1	60	400	1	110	
2SC1844	AF, LN	60	5	100	125	500mW	0.05	60	400	1	100	2SA991
2SC1845	RF, LN	120	5	50	125	500mW	0.05	120	600	1	110	2SA992
2SC1890	AF	90	5	50	150	300mW	0.5	75	250 ~ 1200	2	200	2SA893
2SC1890A	AF	120		50	125	300mW	0.5	100	250 ~ 1200	2	200	2SA893A
2SC1914	AF, RF	90	5	50	125	200mW	0.1	50	250 ~ 1200	1	150	
2SC1914A	AF, RF	120		50	125	200mW	0.1	70	250 ~ 800	1	150	
2SC1941	PA	160	5	50	150	1	0.1	160	200	10	120	2SA916
2SC1957	PA	75	4	1A	150	750mW	1	40	90	500	250	
2SC1975	PA	120	5	2A	150	15	10	40	100	1A	150	
2SC1982	RF	140	6	1A	150	625mW	0.1	50	120	100	120	
2SC1998	RF, AF	80	6	100	150	500mW	0.05	80	140	2	300	
2SC2003	RF, AF	80	5	300	150	600mW	0.1	80	200	50	140	2SA954
2SC2014	LN	100	5	200	120	500mW	0.1	50	95 ~ 420	10	100	2SA1066
2SC2024	AF, RF	80	5	1A	150	1	0.5	60	70	200	150	
2SC2061	AF	80	5	700	125	750mW	0.5	50	82 ~ 390	100	120	
2SC2088	LN	120	5	50	125	300mW	0.1	120	200 ~ 700	2	150	2SA941
2SC2089	LN	120	5	50	125	300mW	0.1	120	200 ~ 700	2	150	2SA942
2SC2108	RF	120	5	700	150	800mW	0.5	80	100	50	250	
2SC2214	PA, SW	100	6	4A	175	10	0.5	50	100	100	140	
2SC2229	AF, SW	200	5	50	150	800mW	0.1	200	70 ~ 240	10	120	
2SC2240	AF, LN	120	5	100	125	300mW	0.1	120	200 ~ 700	2	100	
2SC2271	RF	300	6	100	150	900mW	1	200	40 ~ 200	10	> 50	

(续)

名称	用途	极限($T_a = 25^\circ\text{C}$)					电特性参数($T_a = 25^\circ\text{C}$)					f_t /MHz	互补对 称型
		V_{CEO} /V	V_{CE0} /V	I_{C} /mA	T_j /°C	P_{CM} /W	I_{CEO} 最大值		直流或脉冲				
							μA	V_{CE} /V	I_{BE}	I_{C} /mA			
2SC2275	PA	120	5	1.5A	150	25	1	120	150	300	200	2SA985	
2SC2275A	PA	150		1.5A	150	25	1	120	150	300	200	2SA985A	
2SC2323	RF, AF	150	4.5	12A	150	120	50	150	100	500	60	2SA1003	
2SC2336	PA	180	5	1.5A	150	25	1	150	120	150	95		
2SC2337	PA	150	4.5	10A	150	100	50	150	150	1A	70	2SA1007	
2SC2337A	PA, SW	150		10A	150	100	50	150	150	1A	70	2SA1007A	
2SC2362	AF, LN	120	5	50	125	400mW	1	80	160~960	1	130	2SA1016	
2SC2389	AF, LN	120	5	50	125	300mW	0.5	100	180~820	2	140	2SA1038	
2SC2390	AF, LN	80	5	50	125	300mW	0.5	75	180~820	2	140	2SA1039	
2SC2398	PA, SW	100	5	10A	120	95	10	50	>50	100	80	2SA1028	
2SC2428	SW, PA	180	5	12A	175	120	50	180	100	500	60		
2SC2430	PA, SW	120	5	10A	175	100	50	120	100	1A	80	2SA1040	
2SC2431	SW, PA	120	5	15A	175	100	50	120	100	1.5A	80	2SA1041	
2SC2433	SW, PA	120	5	30A	175	150	50	120	100	3A	80	2SA1043	
2SC2458	AF	50	5	150	125	200mW	0.1	50	70~700	2	>80	2SA1048	
2SC2459	AF	120	5	100	125	200mW	0.1	120	200~700	2	100	2SA1049	
2SC2460	PA	140	5	12A	150	100	10	140	55~240	1A	90	2SA1050	
2SC2460A	PA	140		12A	150	120	50	140	55~240	1A	90	2SA1050A	
2SC2461	PA	150	5	15A	150	150	10	150	55~240	1A	80	2SA1051	
2SC2461A	PA	160		15A	150	150	10	160	55~240	1A	80	2SA1051A	
2SC2483	PA	160	6	1.5A	175	15	1	150	100~320	200	120		
2SC2492	PA	120	5	10A	150	100	100	120	60	3A	70		
2SC2493	PA	150	5	10A	150	100	100	150	60	3A	70		
2SC2522	PA	120	5	12A	150	120	50	120	110	1A	80	2SA1072	
2SC2522A	PA	150		12A	150	120	50	150	110	1A	80	2SA1072A	
2SC2523	PA	160	5	12A	150	120	50	160	110	1A	80	2SA1073	
2SC2525	PA	120	5	12A	150	120	50	120	110	1A	80	2SA1075	
2SC2526	PA	100	5	12A	150	120	50	160	110	1A	80	2SA1076	
2SC2527	PA	120	5	10A	150	60	50	120	110	1A	80	2SA1077	
2SC2543	AF, LN	90	5	100	150	400mW	0.1	50	250~1200	2	90	2SA1081	
2SC2544	AF, LN	120	5	100	150	400mW	0.1	50	250~800	2	90	2SA1082	
2SC2563	PA	120	5	8A	150	80	50	120	120	1A	90		
2SC2564	PA	140	5	12A	150	120	10	140	55~240	1A	90	2SA1094	

(续)

名称	用途	极限 ($T_a = 25^\circ\text{C}$)					电特性参数 ($T_a = 25^\circ\text{C}$)					f_c /MHz	互补对 称型
		V_{CBO} /V	V_{CEO} /V	I_{C} /mA	T_j /°C	P_{CM} /W	I_{CSO} 最大值		直流或脉冲				
							μA	V_{CE} /V	h_{FE}	I_{C} /mA			
2SC2565	PA	160	5	15A	150	150	10	160	55~240	1A	80	2SA1095	
2SC2588	PA	130	5	12A	150	120	50	120	150	2A	60		
2SC2588A	PA	130		12A	150	120	50	120	150	2A	60		
2SC2606	RF	300	8	50	120	950mW	0.2	200	60~200	3	30		
2SC2607	PA	200	6	15A	150	150	100	200	>30	5A	20	2SA1116	
2SC2608	PA	200	6	17A	150	200	100	200	>20	8A	20	2SA1117	
2SC2674	RF.LN	120	5	100	125	300mW	0.5	100	270	2	120		
2SC2675	RF.LN	80	5	100	125	300mW	0.5	75	390	2	130		
2SC2681	PA	115	5	10A	150	100	50	80	140	1A	80	2SA1141	
2SC2690A	PA.SW	160		1.2A	150	20	1	120	140	300	155	2SA1220A	
2SC2706	PA	140	5	10A	150	100	50	140	120	1A	90		
2SC2707	PA	180	5	15A	150	150	50	160	120	1A	80		
2SC2713	RF.AF	120	5	100	125	150mW	0.1	120	350	2	100		
2SC2719	RF.SW	80	5	300	150	600mW	0.1	80	200	50	140	2SA1152	
2SC2766	PA	160	5	15A	150	150	50	150	150	2A	60		
2SC2766A	PA	180		15A	150	150	50	160	150	2A	60		
2SC2773	PA	200	6	15A	150	150	100	200	80	5A	20		
2SC2774	PA	200	6	17A	150	200	100	200	70	8A	20		
2SC2775	RF	90	5	50	125	150mW	0.5	75	700	2	200		
2SC2803	RF	150	5	1A	150	20	5	100	160	150	200		
2SC2808	RF.AF	160	5	50	125	500mW	0.5	120	390	2	140		
2SC2837	PA	150	5	10A	150	100	100	150	60	3A	70		
2SC2838	PA	150	5	12A	150	120	100	150	60	3A	70		
2SC2853	RF.AF	90	5	100	150	400mW	0.1	70	450	2	310	2SA1188	
2SC2854	RF.AF	120	5	100	150	400mW	0.1	70	400	2	310	2SA1189	
2SC2855	RF.LN	90	5	100	150	400mW	0.1	70	450	2	310	2SA1190	
2SC2856	RF.LN	120	5	100	150	400mW	0.1	70	400	2	310	2SA1191	
2SC2868	AF.RF	80	5	100	125	400mW	0.1	80	400	2	200		
2SC2880	RF.AF	200	—	50	150	500mW	0.1	200	100	10	120	2SA1200	
2SC2881	RF.AF	120	5	800	150	500mW	0.1	120	140	100	120	2SA1201	
2SC2909	RF.AF	180	5	70	150	600mW	0.1	80	200	10	150		
2SC2921	PA	160	5	15A	150	150	100	160	80	5A	60	2SA1215	
2SC2922	PA	180	5	17A	150	200	100	180	70	8A	50	2SA1216	

(续)

名称	用途	极限 ($T_a = 25^\circ\text{C}$)					电特性参数 ($T_a = 25^\circ\text{C}$)					f_c /MHz	互补对 称型
		V_{CEO} /V	V_{CE0} /V	I_C /mA	T_j /°C	P_{CM} /W	I_{CEO} 最大值		直流或脉冲				
							μA	V_{CE} /V	h_{FE}	I_C /mA			
2SC2987	PA	140	5	12A	150	120	50	120	130	2A	60		
2SC2987A	PA	160		12A	150	120	50	140	130	2A	50	2SA1227A	
2SC3012	PA	130	5	10A	150	100	50	120	130	2A	60		
2SC3115	RF. LN	120	5	50	150	200mW	0.1	120	500	1	110		
2SC3116	RF. AF	180	6	700	150	10	0.1	120	250	100	120		
2SC3143	RF. AF	180	5	80	125	200mW	0.1	120	150	10	150		
2SC3182	pa	140		10A	150	100	10	140	95	1A	30		
2SC3200	RF. AF. LN	120	5	100	125	300mW	0.1	120	400	2	100		
2SC3201	RF. AF	120	5	100	125	200mW	0.1	100	400	2	100		
2SC3244	RF. AF. PA	100	5	500	150	900mW	0.5	50	150	10	130	2SA1284	
2SC3245	RF. AF	120	5	100	150	900mW	0.1	100	450	10	200	2SA1285	
2SC3245A	RF. AF	150		100	150	900mW	0.1	100	150 ~ 500	10	200	2SA1285A	
2SC3248	RF. AF	180	5	100	150	900mW	0.5	100	150	10	130	2SA1281	
2SC3263	PA	230	5	15A	150	130	100	230	70	5A	60		
2SC3264	PA	230	5	17A	150	200	100	230	70	5A	60		
2SC3280	PA	160		12A	150	120	10	160	100	1A	30	2SA1301	
2SC3281	PA	200		15A	150	150	10	200	100	1A	30	2SA1302	
2SC3284	PA	150	5	14A	150	125	100	150	80	5A	60		
2SC3324	RF. LN	120	5	100	125	150mW	0.1	120	400	2	100	2SA1312	
2SC3332	RF	180	6	700	150	700mW	0.1	120	250	100	120	2SA1319	
2SC3340	RF. AF	120	5	100	125	150mW	0.1	120	350	2	100	2SA1325	
2SC3359	RF. AF	80	5	300	125	400mW	0.5	80	82 ~ 390	100	150		
2SC3370	PA	200	5	15A	150	150	10	200	110	1A	30		
2SC3378	RF. LN	120	5	100	125	200mW	0.1	120	350	2	100		
2SC3421	RF	120	5	1A	150	10	0.1	120	150	100	120		
2SC3423	RF	150		50	150	5	0.1	150	150	10	200		
2SC3438	RF. PA	100	5	500	150	500mW	0.5	50	150	10	130	2SA1368	
2SC3478	AF. SW	200	5	50	150	750mW	0.1	200	300	10	> 100		
2SC3495	RF. AF	120	15	50	150	500mW	0.1	80	1000	10	170		
2SC3519A	PA	180		15A	150	130	100	180	80	5A	50	2SA1386A	
2SC3546	PA	160		12A	150	120	10	160	100	1A	30		
2SC3600	RF	200		100	150	1.2	0.1	150	90	10	400	2SA1406	
2SC3645	RF	180		140	150	500mW	0.1	80	250	10	150		

(续)

名称	用途	极限($T_a = 25^\circ\text{C}$)					电特性参数($T_a = 25^\circ\text{C}$)				f_t /MHz	互补对 称型
		V_{CEO} /V	V_{CBO} /V	I_{C} /mA	T_j /°C	P_{CM} /W	I_{CBO} 最大值		直流或脉冲			
							μA	V_{CB} /V	I_{CE}	I_{C} /mA		
2SC3648	RF	180		700	150	500mW	0.1	120	200	100	120	
2SC3649	RF	180		1.5A	150	500mW	0.1	120	150	100	120	
2SC3651	RF	120		200	150	500mW	0.1	-80	1300	10	150	
2SC3665	RF	120		800	150	1	0.1	120	140	100	120	
2SC3708	RF	100		500	150	600mW	0.1	40	150	10	120	2SA1450
2SC3782	RF	200		200	150	1.75	0.1	150	150	10	400	2SA1476
2SC3800	RF, LN	150		50	135	800mW	0.5	125	220	2	140	2SA1482
2SC3855	PA	200		10A	150	100	100	140	> 50	3A	20	2SA1491
2SC3856	PA	200		15A	150	130	100	200	> 50	3A	20	2SA1492
2SC3857	PA	200		15A	150	150	100	200	> 30	5A	20	2SA1493
2SC3858	PA	200		17A	150	150	100	200	> 30	8A	20	2SA1494
2SC3877	RF, LN	120		100	125	150mW	0.1	120	415	2	100	
2SC3906	RF, AF	120		50	125	200mW	0.5	100	390	2	140	
2SC3907	PA	180		12A	150	130	5	180	100	1A	30	2SA1516
2SC3939	RF	80		500	150	1	0.1	20	180	150	120	2SA1533
2SC3963	PA	200		200	150	1.5	0.1	200	200	50	100	
2SC3999	RF	300		100	150	750mW	0.1	200	200	10	300	2SA1544
2SC4000	RF	300		100	150	1	0.1	200	200	10	300	2SA1545
2SC4001	RF	300		100	150	1.3	0.1	200	200	10	300	2SA1546
2SC4029	PA	230		15A	150	150	5	230	100	1A	30	
2SC4050	RF	120		100	150	150mW	0.1	70	400	2	310	2SA1566
2SC4101	RF, LN	120		50	125	200mW	0.5	100	390	2	140	
2SC4102	RF, LN	120		50	125	200mW	0.5	100	300	2	140	
2SC4117	RF, LN	120		100	125	100mW	0.1	120	350	2	100	
2SC4131	PA	100		15A	150	60	10	100	200	5A	20	
2SC4134	RF	120		1A	150	10	0.1	100	200	100	120	2SA1592
2SC4135	RF	120		2A	150	15	0.1	100	200	100	120	2SA1593
2SC4174	RF, AF	180		50	150	150mW	0.1	130	200	15	120	
2SC4180	RF	120		50	150	150mW	0.05	125	600	1	110	
2SC4391	AF	80		1A	150	1	0.1	40	200	100	120	
2SD261	PA	40	5	500	125	500mW	0.2	25	140	100	120	2SA643
2SD371	PA	100	5	6A	150	50	100	50	40~240	1A	5	2SB531
2SD381	PA	130	5	1.5A	150	20	1	120	110	300	45	2SB536

(续)

名称	用途	极限 ($T_a = 25^\circ\text{C}$)					电特性参数 ($T_a = 25^\circ\text{C}$)				f_t /MHz	互补对 称 型
		V_{CB0} /V	V_{CE0} /V	I_C /mA	T_J /C	P_{CM} /W	I_{CB0} 最大值		直流或脉冲			
							μA	V_{CB} /V	h_{FE}	I_C /mA		
2SD665	PA	200	5	15A	150	150	100	100	40~140	1A	15	2SB645
2SD669	PA	180	5	1.5A	150	20	10	160	60~320	150	140	2SB649
2SD718	PA	120	5	8A	150	80	10	120	50~160	1A	12	2SB688
2SD733	PA	160	6	12A	150	100	100	80	40~320	1A	15	2SB697
2SD780	AF	60	5	300	150	200mW	0.1	50	200	50	140	2SB736
2SD786	AF.LN	50	5	300	125	250mW	0.5	30	120~560	10	100	2SB737
2SD880	PA	60	7	3A	150	30	100	60	60~300	500	3	2SB834
2SD1004	AF	100	5	1A	150	400mW	0.1	30	90	150	160	
2SD1005	AF	100	5	1A	150	2	0.1	100	200	100	160	2SB804
2SD1011	AF	100	15	20	125	300mW	0.1	50	400~2000	2	100	
2SD1047	PA.SW	160	6	12A	150	100	100	80	60~200	1A	15	2SB817
2SD1052	SW	50	7	3A	150	30	100	50	400	500		
2SD615A	AF.PA	120		1A	150	2	0.1	120	290	100	160	2SB115A
2SD1616A	PA.SW	120		1A	150	750mW	0.1	60	135~400	100	60	2SB116A
2SD1767	AF.PA	80		700	150	500mW	0.5	50	180	100	120	
2SD1782	AF.PA	80		700	125	200mW	0.5	50	180	100	120	
2SD1800	AF.PA	80		1.5A	150	10	0.1	40	15000	500	120	达林顿管
2SD898	AF.PA	100		1A	150	500mW	0.5	50	180	500	100	

三、音响厚膜集成电路

在一些音响放大器中大量采用厚膜集成电路。厚膜电路是在阻容元件和半导体技术基础上发展起来的一种混合集成电路形成，利用“厚膜技术”在陶瓷基片上制作“膜式元件”和“连接导线”。目前，三极管等器件还不能采用厚膜技术制造，所以需要外贴。

1. STK40 系列音响厚膜集成电路参数

表 7-25 所示是 STK 系列音响厚膜集成电路参数，供修理中参考。

表 7-25 STK40 系列音响厚膜集成电路性能参数

型 号	最高电压 /V	典型工作电压 /V	输出功率 /W	负载阻抗 / Ω	谐波失真 (%)	电压增益 /dB
STK4017	45	26.4	6.5	8	1	40
STK4019	54	32	10	8	1	40
STK4021	64	38	15	8	1	40
STK4023	73	44	20	8	1	40
STK4024	± 34.5	± 23	20	8	0.3	40
STK4025	80	48	25	8	1	40

(续)

型 号	最高电压 /V	典型工作电压 /V	输出功率 /W	负载阻抗 /Ω	谐波失真 (%)	电压增益 /dB
STK4026	± 38	± 26	25	8	0.3	40
STK4028	± 42	± 27.5	30	8	0.3	40
STK4036	± 52	± 35	50	8	0.3	40
STK4024 II	± 34.5	± 23	20	8	0.4	40
STK4030 II	± 45	± 30	35	8	0.4	40
STK4036 II	± 52	± 35	50	8	0.4	40
STK4040 II	± 60	± 42	70	8	0.4	40
STK4036X I	± 53.5	± 37	50	8	0.008	40
STK4038X I	± 58	± 40	60	8	0.008	40
STK4040X I	± 63	± 43.5	70	8	0.008	40
STK4042X I	± 67	± 46.5	80	8	0.008	40

2. STK41 系列音响厚膜集成电路参数

表 7-26 所示是 STK41 系列音响厚膜集成电路参数, 供修理中参考。

表 7-26 STK41 系列音响厚膜集成电路性能参数

型 号	推荐使用电压 /V	极限电源电压 /V	负载阻抗 /Ω	输出功率 /W
STK4101	± 13.2	± 20.5	8	6
STK4111	± 17	± 26	8	10
STK4121	± 20	± 30.5	8	15
STK4131	± 23	± 34.5	8	20
STK4141	± 26	± 39	8	25
STK4151	± 27.5	± 42	8	30
STK4161	± 30	± 45	8	35
STK4171	± 32	± 48	8	40
STK4181	± 33.5	± 50	8	45
STK4191	± 35	± 52.5	8	50

3. 场效应管功放厚膜集成电路

如图 7-38 所示是 TMO5075 场效应管功放厚膜集成电路, 它的 1 脚为正电源引脚, 2 脚为输入引脚, 3 脚为负反馈引脚, 4 为负电源引脚, 5 脚是输出引脚。这种音响集成电路具有外电路简单、线性好、失真小、频带宽等优点, 表 7-27 所示是这种集成电路的性能参数。

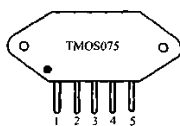


图 7-38 TMO5075 场效应管功放厚膜集成电路

4. 三端集成稳压电路

在音响电路中, 常用到稳压电路, 一般采用三端集成稳压电路, 如图 7-39 所示是这种三端集成稳压电路的外形示意图。

表 7-27 TMOS075 场效应管功放厚膜集成电路性能参数

项 目	单 位	性 能 参 数	项 目	单 位	性 能 参 数
典型工作电压	V	42~45	频率特性	Hz	10~500000
额定输出功率	W	40	失真度	%	0.05
最大输出功率	W	75	输入阻抗	k Ω	33
静态电流	mA	50			

图 7-39a 所示是 CW109、CW209 和 CW309 的外形示意图, 它们均为固定输出 +5V 集成稳压电路, 最大输入电压为 35V。

图 7-39b 所示是 CW117、CW217 和 CW317 集成稳压电路, 它们输出正电压, 且输出电压大小可调整, 输出电压可在 1.2V~37V 之间调整, 输入电压为 40V。这种集成稳压电路共有三根引脚, 电路简单, 调整方便, 各引脚作用见图中所示。

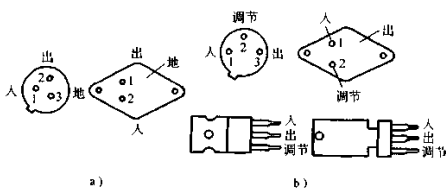


图 7-39 三端集成稳压电路外形示意图

第十二节 电子管和发烧级电阻、电容、变压器

一、电子管

放大器中的放大器件除晶体三极管和场效应管之外, 还有电子管, 其实放大器中最早使用的放大器件是电子管。由于电子管体积大、耗电大、工作电压高等不足之外, 被晶体三极管所取代。但是, 近一段时间电子管在音响系统中又再次卷土重来了。用电子管构成的音频放大器被广大发烧友称为胆机, 这是因为香港、广东等将电子管称为“胆”(日本将电子管称为“球”)。

1. 外形特征和电路符号

如图 7-40 所示是电子管的外形特征和电路符号, 其中图 a 是电子管外形示意图, 它是一个玻璃外壳的真空管, 体积比一般三极管大得多, 在工作时外壳内的灯丝被点亮, 所以能看到亮光, 在电子管的底部有好多根引脚, 电子管插在专用的管座上。

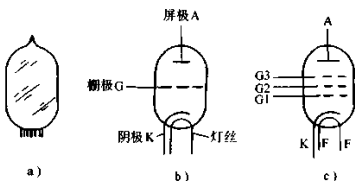


图 7-40 电子管外形示意图和电路符号

图 7-40b 是真空三极管的电路符号, 它共有 5 根引脚, 两根灯丝引脚, 它们之间不分正、负极。板极用 A 表示, 它又称为屏极, 它相当于晶体三极管中的集电极, 阴极用 K 表示, 它相当于晶体三极管中的发射极, 栅极用 G 表示, 它则相当于晶体三极管中的基极。

图 7-40c 是真空五极管, 它是三极管的基础上都出了帘栅极 G2 和抑制栅 G3。帘栅极 G2 又称第二栅极, 它的作用是减小栅极与板极之间跨路电容的影响。抑制栅 G3 又称第三栅

极，它的作用主要是消除板上二次电子发射发生的影响。

2. 电子管与晶体管比较

电子管在音响器材中主要起放大作用，它的放大特性与场效应管类似，它是一种电压控制器件，只要有输入信号电压就能控制电子管进入放大状态，这一点与晶体三极管不同，因为晶体三极管是一种电子控制放大器件，它必须有基极电流才使三极管进入放大状态。

电子管放大器与晶体管放大器相比具有下列优点和不足之处：

在音质、音色和耐听性三个方面电子管放大器有明显优势，电子管放大器重放的音质纯真，清晰而没有杂音，特别是音乐词曲则更是优美动听，美不胜收，听过胆机的朋友一定会留下那甜美、润滑、纯厚、迷人的深深印象，久久不能忘怀。在低音力度和速度、以及高音的明亮程度上电子管放大器不敌晶体管放大器。这两种放大器构成的放大器各方面特性比较如表 7-28 所示。

表 7-28 电子管放大器与晶体管放大器特性比较

电子管放大器	晶体管放大器	电子管放大器	晶体管放大器
电压控制器件	电流控制器件	可不加深度负反馈，瞬态失真小	要加深度负反馈，容易产生瞬态失真
输入阻抗大（约几百 k Ω ）	输入阻抗小（约几十 Ω ）	音质受输出变压器制约，听感较好	音质差异大，与电路设计、元器件、调试水平等有关
热稳定性好，电路简单	对温度敏感，电路较复杂		
抗过载能力强，不易损坏	抗过载能力差，需要加保护电路	功耗大，成本高，体积大	功耗小，成本低，体积小

3. 胆机技术性能指标

在介绍电子管放大器的性能指标之前，先讲一种发烧圈内不是真理但接近真理的观点：声音最靓的功率放大器，不是性能指标最好的，性能指标最好的放大器，声音不是最靓的。说句大实话，从性能指标角度上讲，若是只讲性能指标电子管放大器早就该回到博物馆中作为古董陈列了。电子管放大器除静态互调失真一项指标优于晶体机外，其他均不及它。

性能指标只能从一个侧面反映放大器的情况，它无法全面表现它的声音情况，而且测试条件与实际的重放情况也不相同。所以，国家标准规定对音响产品鉴定要有客观和主观两个方面，其中客观测试就是进行仪器测量，得到技术性能指标。主观评价就组成专家组对产品进行听音，得到主观评价性能。

4. 名牌电子管简介

(1) “胆王” 845。闻名于世的直热式功放管 845 被誉为“胆王”。这种电子管作甲类功率放大时，音色华丽脱俗，大动态处犹如风嘶雷吼，惊涛骇浪，柔腻处恍若花垂露滴，鸟倦虫潜，是真正的“王”者之声。

(2) “胆后” 7092。直热式的功放管 7092 用作甲乙类推挽功率放大时，最能体现迷人风采，纤细处丝丝入扣，高亢处宏伟华丽，被广大音响迷誉为“胆后”美称。

(3) “胆中白马王子” WE-300B。直热式三极电子管 WE-300B 是音频专用放大管，用它制成的胆机音质优美、动人，广大发烧友送它“胆中白马王子”雅号。

二、发烧级电阻器

1. 发烧级电阻器之王

HOICO 电阻被称为电阻之王, HOICO 电阻编号的左端为负极, 在线路板上均需要单一方向安装。

2. 资料

(1) 日本松下公司发烧级金属膜电阻。表 7-28 所示是日本松下公司发烧级金属膜电阻资料, 供选配时参考。

表 7-29 日本松下公司发烧级金属膜电阻资料

产品型号	额定功率 (70℃)	最高工作电压 (AC)	限值范围/Ω		表示方法
			最小	最大	
ERO-10CK	$\frac{1}{8}$ W	150V	20.0	301k	色环
ERO-10CH	$\frac{1}{8}$ W	150V	49.9	100k	色环
ERO-25CK	$\frac{1}{4}$ W	250V	10.0	526k	色环
ERO-25CH	$\frac{1}{4}$ W	250V	49.9	301k	色环
ERO-50CK	$\frac{1}{2}$ W	350V	20.0	2.2M	色环
ERO-50CH	$\frac{1}{2}$ W	350V	49.9	1.0M	色环
ERX-12A	$\frac{1}{2}$ W	350V	0.20	9.1k	色环
ERG-12A	$\frac{1}{2}$ W	350V	10	47k	色环
ERX-1A	1W	350V	1.0	9.1k	数字
ERG-1A	1W	350V	10	68k	数字
ERX-2A	2W	350V	1.0	9.1k	数字
ERG-2A	2W	350V	10	100k	数字
ERX-3A	3W	500V	0.33	9.1k	数字
ERG-3A	3W	500V	10	100k	数字

(2) BDS 发烧级金属膜电阻。中美合营的贝迪斯电子有限公司 (BDS) 生产的 UAR、RN、EE 和 RE 系列金属膜电阻器是发烧级电阻中的精品, 表 7-30~表 7-33 所示是上述系列电阻的有关参数, 供选配时参考。

表 7-30 UAR 系列电阻器技术参数
(模压型、超精密)

规格	额定功率/W (70℃)	额定功率/W (100℃)	限值范围	外形尺寸 /mm
UAR1/10	0.100	0.08	500Ω~1.0MΩ	φ2.3×6.8
UAR1/8	0.125	0.10	500Ω~1.0MΩ	φ3.2×10.0
UAR1/4	0.250	0.20	500Ω~1.0MΩ	φ5.2×14.8

注: 精度等级: ±0.02% (P), ±0.05 (W), ±0.1% (B)

温度系数: (ppm/℃) ±5 (C_T), ±10 (C₄), ±15 (C₅), ±20 (C₆), ±25 (C₇)

温度范围: -55~175℃

稳定性: ±0.3% 在 70℃2000 小时

表 7-31 RN 系列电阻器技术参数
(模压高可靠)

规格	额定功率/W (70℃)	额定功率/W (125℃)	限值范围	外形尺寸 /mm
RN50	0.067	0.05	10Ω ~ 100kΩ	φ1.6 × 3.9
RN55	0.125	0.100	49.9Ω ~ 100kΩ	φ2.3 × 6.8
RN60	0.250	0.125	49.9Ω ~ 499kΩ	φ3.2 × 10.0
RN65	0.500	0.250	49Ω ~ 1.0MΩ	φ5.2 × 14.8
RN70	0.750	0.500	24.9Ω ~ 1.0MΩ	φ6.5 × 18.3

注: 精度等级: ±0.10% (B), ±0.25 (C), ±0.5% (D), ±1.0% (F)

温度系数: ppm/℃ ±25 (C₃), ±50 (C₂), ±100 (C₁)

温度范围: -55 ~ 175℃

稳定度: ±0.2% 在 175℃ 2000 小时后

表 7-32 EE 系列电阻器技术参数
(模压、防潮)

规格	额定功率/W (70℃)	额定功率/W (100℃)	限值范围	外形尺寸 /mm
EE1/20	0.067	0.05	8.0Ω ~ 1.0MΩ	φ1.6 × 3.9
EE1/10	0.125	0.100	8.0Ω ~ 2.0MΩ	φ2.3 × 6.8
EE1/8	0.250	0.125	8.0Ω ~ 5.0MΩ	φ3.2 × 10.0
EE1/4	0.500	0.250	8.0Ω ~ 10.0MΩ	φ5.2 × 14.8
EE1/2	0.750	0.500	8.0Ω ~ 10.0MΩ	φ6.5 × 18.3

注: 精度等级: ±0.02% (P), ±0.05 (W), ±0.1% (B), ±0.25 (C), ±0.50% (D), ±1.0% (F)

温度系数: (ppm/℃) ±5 (C₇), ±10 (C₆), ±15 (C₅), ±20 (C₄), ±25 (C₃), ±50 (C₂), ±100 (C₁)

温度范围: -55 ~ 175℃

稳定度: ±0.5% 70℃ 2000 小时

表 7-33 RE 系列电阻器技术参数
(涂复型)

规格	额定功率/W (70℃)	额定功率/W (100℃)	额定功率/W (125℃)	限值范围	外形尺寸 /mm
RE1/8	0.15	0.10	0.05	10Ω ~ 1MΩ	φ1.50 × 3.80
RE1/6	0.22	0.15	0.06	8.0Ω ~ 2MΩ	φ1.80 × 6.20
RE1/4	0.37	0.25	0.12	8.0Ω ~ 5MΩ	φ2.10 × 9.10
RE1/2	0.75	0.50	0.25	10Ω ~ 10MΩ	φ4.00 × 13.10
RE3/4	1.10	0.75	0.38	10Ω ~ 10MΩ	φ5.00 × 15.50

注: 精度等级: ±0.02% (P), ±0.05% (W), ±0.1% (B), ±0.25 (C), ±0.50% (D), ±1.00% (F)

温度系数: (ppm/℃) ±5 (C₇), ±10 (C₆), ±15 (C₅), ±20 (C₄), ±25 (C₃), ±50 (C₂), ±100 (C₁)

温度范围: -55 ~ 175℃

稳定度: ±0.5% 在 70℃ 2000 小时后

三、发烧级音频电容器

当前世界上能够生产顶级音响电容器的 5 家厂家是法国 Solen、德国 WIMA、美国 Sidere-

al、Rel、Cap 及 Wonder-Cap, 它们都是金属化聚丙烯电容器, 国产名牌是引进技术生产的“鹭鸟”牌。

1. “鹭鸟”牌发烧级电容器资料

表 7-34 所示是国产“鹭鸟”牌发烧级电容器资料, 供选配时参考。

表 7-34 国产鹭鸟牌发烧级电容器资料

项目 型号	引用标准	额定电压	电容量范围	电容量偏差	损耗角正切 $\tan\delta$	结 构	主 要 特 点
CL11	GB6349-86	63V、 63/100V、 160V、 250V、 400V	1000pF ~ 0.47 μ F	J ($\pm 5\%$) K ($\pm 10\%$) M ($\pm 20\%$)	$\leq 1.0\%$ (20°C, 1kHz)	聚酯膜有 感结构, 环氧树脂 包装	①体积小, 重量轻, 价格低 ②引线直接焊于电极, 损耗较小 ③稳定性较好, 可靠性高 ④环氧树脂包装, 提高产品的机械强度和耐温度 ⑤广泛用于各种直流脉冲电路
CL12	GB6350-86	50V、 63/100V	1000pF ~0.47 μ F	J ($\pm 5\%$) K ($\pm 10\%$) M ($\pm 20\%$)	$\leq 0.8\%$ (20°C, 1kHz)	聚酯膜无 感结构, 环 氧树脂包 封	①无感式露箔结构, 引线完全焊在电极上, 损耗较小 ②稳定性较好, 可靠性高 ③能承受较大峰值电流 ④广泛用于滤波、降噪、旁路、耦合等直流, 脉动电路中
CL21	GB7335-87	63/100/ 160V、 250V、 400V、 630V	0.01 ~ 10 μ F	J ($\pm 5\%$) K ($\pm 10\%$)	$\leq 1.0\%$ (20°C, 1kHz)	金属化聚 酯膜, 环 氧树脂包 封	①容量范围广 ②体积小, 重量轻 ③自愈性好, 寿命长 ④适用于直流和电视 VHF 级信号的隔直流、旁路和耦合 ⑤广泛用于滤波、降噪、低脉冲电路
CH11	IEC384-11	63/100V、 160V、 250V、 400V	1000pF ~ 0.01 μ F	C ($\pm 2\%$) J ($\pm 5\%$) K ($\pm 10\%$)	$\leq 0.5\%$ (20°C, 1kHz)	聚酯/聚 丙烯酸 有感结 构, 环氧 树脂包封	①在一定温度范围内容量温度系数小, 接近聚碳酸酯介质 ②高频损耗小 ③体积小, 重量轻 ④绝缘电阻高, 容量稳定性好 ⑤适用于定时、振荡电路等
GBB12	IEC384-13	100V、 160V、 200V、 250V、 400V、 630V	1000pF ~ 0.47 μ F	C ($\pm 2\%$) J ($\pm 5\%$) K ($\pm 10\%$) M ($\pm 20\%$)	$\leq 0.08\%$ (20°C, 1kHz)	聚丙烯膜 无感结 构, 环氧 树脂包封	①优异的频率和温度特性 ②即使高频, 损耗也极小 ③采用真空浸渍石腊, 绝缘电阻高, 耐湿性好 ④适用于高频、高压、音频电路等 ⑤广泛用于高频、高压、音频电路等
CBB21	IEC384-16	100V、 160V、 200V、 250V、 400V、 630V	0.01 ~ 4.7 μ F	J ($\pm 5\%$) K ($\pm 10\%$)	$\leq 0.1\%$ (20°C, 1kHz)	金属化聚 丙烯酸 阻燃, 环 氧树脂包 封	①高频损耗极小, 可承受较大电流 ②内部温升小 ③体积小、容量范围大 ④绝缘性能好, 自愈效果佳 ⑤包封料阻燃性达 UL94/V-0 级 ⑥适用于各种直流、脉冲、高频大电流场合

(续)

项目 型号	引用标准	额定电压	电容量范围	电容量偏差	损耗角正切 $\tan\delta$	结构	主要特点
CBB62	IEC384-17	250VAC、 400VAC	0.01 ~ 4.7 μ F	J ($\pm 5\%$) K ($\pm 10\%$) M ($\pm 20\%$)	$\leq 0.1\%$ (20 $^{\circ}$ C, 1kHz)	金属化聚丙烯膜、 阻燃、环氧树脂包封	①损耗极小, 温度特性好 ②自愈性好, 可靠性高 ③结构紧凑, 重量轻 ④包封料阻燃性达 UL94/V-0级 ⑤适用于要求损耗低、内部温升小的交流场合
CBB81	IEC384-16	1600VDC、 2000VDC	1000pF ~ 0.036 μ F	H ($\pm 3\%$) J ($\pm 5\%$) K ($\pm 10\%$)	$\leq 0.1\%$ (20 $^{\circ}$ C, 1kHz) $\leq 0.2\%$ (20 $^{\circ}$ C, 10kHz)	金属化聚丙烯膜/ 聚丙烯膜/ 介质金属箔	①由于采用金属化聚丙烯膜和金属箔卷绕的特殊结构, 使之具有可靠性高和承受大电流、高频率的特点 ②损耗极小, 内部温升小 ③阻燃环氧树脂包封(包封料阻燃性达 UL94/V-0级)

2. 国产“新德克”发烧级电容器资料

表 7-35 所示是国产“新德克”发烧级电容器的 L、H 和 LH 系列资料, 供选配时参考。

表 7-35 新德克发烧级电容器 L、H、LH 资料

类别	用途	特点	耐压 (V)	电容量 (μ)
L 系列	分频器专用	低损耗	160V/AC	0.1、0.22、0.33、0.47、0.68、0.82、1、2、2.7、3、4.7、5、6、7、8、10、20、30
H 系列	胆机专用		400V	0.1、0.22、0.33、0.47
LH 系列	分频高音用	特低损耗		1.2、2.2、2.4、2.6、2.7、2.8、3

四、发烧级电源变压器

音响器材中的电源变压器经历几个发展阶段, 最早是 E 型和 C 型的电源变压器, 后来是环型电源变压器, 现在最优良的是 R 型电源变压器。

1. 环型电源变压器

这种电源变压器的铁芯采用高磁密晶粒取向硅钢带卷绕而成, 它与传统的电源变压器相比具有漏磁小, 由于采用了环形穿绕方法绕成初级线圈, 在减少用线量的同时降低了变压器的内阻, 提高了效率, 在相同功率下环形电源变压器的体积和重量是传统电源变压器的 75 ~ 80%。

另外, 这种变压器效率高、反应快。

2. R 型电源变压器

这种电源变压器是高新技术产品, 是电源变压器历史上的一次重大飞跃。这种变压器的铁心采用两头窄、中间宽的曲线硅钢带卷绕而成, 铁心截面呈圆形, 铁心不切开, 骨架分成两半套在铁心柱上拼成圆筒体, 以骨架转动来绕制线圈。

R 型电源变压器的漏磁干扰只有 E 型电源变压器的 10%, 这种变压器由于铁心不切开, 基本上没有噪声, 另外铁心损耗比普通铁心小 30% ~ 50%, 这种电源变压器扁平、体积小, 适合于小型化。

表 7-36 所示是 R 型电源变压器的铁心功率资料。

表 7-36 R 型电源变压器铁心功率

铁心型号	铁心功率 (W)	铁心型号	铁心功率 (W)
R-10	10 ~ 15	R-100	90 ~ 130
R-20	20 ~ 28	R-160	150 ~ 200
R-30	25 ~ 40	R-260	200 ~ 300
R-40	35 ~ 55	R-320	280 ~ 380
R-50	45 ~ 65	R-600	380 ~ 650
R-80	70 ~ 100	R-1000	650 ~ 1200

表 7-37 所示是超薄型变压器铁心功率资料。

表 7-37 超薄型变压器铁心功率

铁心型号	铁心功率 (W)	铁心型号	铁心功率 (W)
R-15L	15 ~ 20	R-150L	140 ~ 190
R-30L	20 ~ 35	R-220L	200 ~ 250
R-80L	70 ~ 95		

第十三节 收音电路用集成电路

十年前,收音电路大多采用分立元器件构成,近几年来则大量使用集成电路构成收音电路。在这一节中将介绍一些用于调幅、调频收音机(收录音机、音响设备中的收音电路)中的集成电路,

一、种类和作用

1. 种类

收音机用集成电路以电路功能划分主要有以下几种:

- 1) 调幅收音机中频放大器集成电路电路。
- 2) 调频收音机中的调频头集成电路电路。
- 3) 调频收音机中的调频中频放大器集成电路(往往含鉴频器电路),调幅和调频中频放大器电路往往设在一块 AM/FM 中放集成电路之中。
- 4) 调频收音机中的调频立体声解码集成电路。
- 5) 微型收音机中的收音集成电路。
- 6) 单片调频收音集成电路和单片调幅调频多功能收音集成电路。
- 7) 数字调谐系统中的各种功能集成电路。

2. 电路作用

(1) 调幅中频放大器集成电路作用。它主要有数级中频放大器电路(外接调谐电路或陶瓷滤波器)、检波器电路和音频缓冲放大器电路构成,这种集成电路可以构成中波、短波收音电路中的中频放大器电路等,配上变频级电路和低频电路便可以构成调幅收音机。

(2) 调频头集成电路作用。在调频收音机中,将高频放大器、本机振荡器和混频器合起来称为调频头电路,调频头集成电路含调频收音电路中的高频级、本振和混频级,它是处于

调频收音电路最前列的电路。

(3) 调频中频放大器集成电路作用。它主要有数级中频放大器和鉴频器电路构成，它的作用是完成中频信号的放大和完成将调频信号转换成音频信号的任务（这一过程称之为鉴频）。

(4) 调频立体声解码集成电路作用。它的作用是将立体声复合信号转换成左、右声道音频信号，它只用于调频立体声收音机中。

(5) 单片调幅收音机集成电路作用。它将调幅收音机中各部分电路集成于一块集成电路之中。

(6) 收音集成电路作用。这是用于微型收音机中的一种集成电路，通常用来构成直放式中波收音机电路。

(7) 单片调频集成电路作用。它将调频收音电路中各部分电路集成于一块集成电路中，它分成两种：一是单片普通调频收音集成电路，二是单片调频立体声收音电路。

(8) 单片调幅调频全功能收音集成电路作用。它是将单片调幅、调频收音电路集成于一块集成电路之中，这是集成度最高的收音机用集成电路。

(9) 数字调谐集成电路作用。这一系统有多块集成电路构成，完成数字调谐任务。

二、典型收音电路集成电路

这里介绍一组收音电路中用得最为普遍的三种功能集成电路，如图 7-41 所示是用这几块集成电路构成的调幅、调频立体声收音电路方框图。电路中，A1 为调频头集成电路（采用 TA7335P），A2 为调频中放、调幅收音集成电路（采用 TA7640AP），A3 为调频立体声解码集成电路（采用 TA7343AP）。

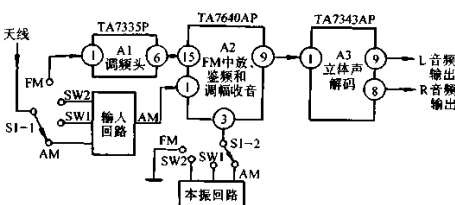


图 7-41 三块集成电路构成的收音机电路方框图

TA7335P、TA7640AP 和 TA7343AP 三块集成电路可以构成四波段的收音电路，即中波、短波 1、短波 2 和调频波段，可以接收三种类型的收音信号，也就是调幅广播（中波和短波）、普通调频广播和调频立体声广播。

1. 电路原理简介

收听普通调频广播时，波段开关 SI-1、SI-2 在 FM 位置，此时天线信号经 SI-1 送入 TA7335P 的 1 脚，经高放和混频处理，从 6 脚输出调频中频信号，加到 TA7640AP 的 15 脚，经中放和鉴频，从 9 脚输出单声道的音频信号，加到 TA7343AP 的 1 脚，从 8、9 脚输出同为单声道的普通调频广播电台的音频信号（为单声道效果）。这里，TA7343AP 对输入 1 脚的信号未作处理，此时音频信号要输入 TA7343AP 的 1 脚只是出于电路结构上的考虑，从信号处理上讲是毫无意义的。

收听调频立体声广播时，TA7640AP 的 9 脚以前电路其工作原理同上面一样，只是从 9 脚输出的是立体声复合信号，这一信号中含有下列三种信号成分：

- 1) L + R 信号（左、右声道混合信号，即为单声道音频信号）。
- 2) L - R 信号。

3) 19kHz 的导频信号。

立体声复合信号从 TA7343AP 的 1 脚输入, 经立体声解码电路处理后, 从 9 脚输出左声道音频信号 L, 从 8 脚输出右声道音频信号 R。

收听调幅广播时, 通过波段开关 S1-1、S1-2 的转换, 可给 TA7640AP 的 1 脚输入调幅天线调谐信号, 同时给 TA7640AP 的 3 脚输入相应的本振信号, 经 TA7640AP 内电路中变频、中放、检波后, 从 9 脚输出调幅广播电台的音频信号, 送入 TA7343AP 的 1 脚, 再从 8、9 脚输出相同特性的单声道音频信号, 这里将 9 脚输出的调幅电台音频信号送入 TA7343AP 的 1 脚也是出于电路结构考虑, 对信号处理本身毫无意义。TA7343AP 不处理音频信号。

2. TA7335P 集成电路

如图 7-42 所示是 TA7335P 内电路方框图, 从图可以看出它设有高频放大级、本机振荡器、混频级和 AFC 电路。TA7335P 是一个 9 根单列直插塑料封装集成电路。TA335P 的各引脚作用及外电路工作原理说明如下。

①脚是输入引脚, 从天线下来的信号经带通滤波器后, 从①脚馈入内电路中的高频放大器中进行放大。调频收音机与普通调幅收音机的一个不同之处是, 调频收音机中设有高频放大器, 以对抗线下来的信号进行放大, 以提高收音效果。

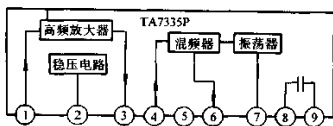


图 7-42 TA7335P 集成电路内电路方框图

②脚是电源引脚, 为正极性供电。

③脚是高频级输出引脚, 经内电路高频放大后的信号从③脚输出, ③脚外电路中设有调谐回路, 以取出所要接收的电台信号。

④脚是混频输入引脚, ③脚输出信号经调谐回路后从④脚送入内电路的混频级中。

⑤脚是地端引脚, 接线路地线。

⑥脚是输出引脚, 输出经混频后的信号, 通过⑥脚外电路上的中频调谐回路(10.7MHz)使⑥脚输出调频中频信号。

⑦脚是机振荡回路引脚, 外接本振回路中的振荡调谐回路。

⑧脚是 AFC 控制电压输入引脚, 来自 AFC 电路的 AFC 电压(自动频率控制电压)从⑧脚输入, 控制内电路中本机振荡器的振荡频率, 以保证混频器输出的中频信号频率稳定在 10.7MHz 上。

⑨脚是 AFC 电源引脚, 将直流工作电压加到内电路中变容二极管上, 使之进入正常工作状态, 当⑧脚输入的 AFC 电压大小变化时, 变容二极管的容量随之改变, 从而自动控制本振频率, 变容二极管接在本振调谐回路中, 为谐振电容之一。

集成电路 TA7335P 各引脚典型直流工作电压和各引脚对地端引脚电阻数据如表 7-38 所示(引脚之间的正、反向电阻数据单位为 kΩ)。

表 7-38 TA7335P 各引脚工作电压和对地电阻

引 脚	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
电压 (V)	4.6	5.3	5.3	5.3	0	5.3	0.5	2.3	5.3
红表棒接⑤地	22	45	9.2	39	0	∞	39	55	5.5
黑表棒接⑤地	6	5.8	4.4	6.1	0	5.5	6.1	5.5	5.5

3. TA7640AP 集成电路

如图 7-43 所示是 TA7640AP 内电路方框图,从图中可以看出,它具有调幅混频和本振、调幅中放、检波、调频中放、鉴频器、电子开关、直流放大等电路。TA7640AP 集成电路各引脚作用及外电路分析如下。

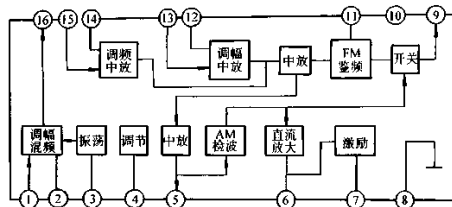


图 7-43 TA7640AP 集成电路内电路方框图

1 脚是调幅信号输入引脚,来自中波或短波 I、短波 II 天线调谐回路的信号均从 1 脚送入内电路中的调幅混频级中。

2 脚是调幅信号输入引脚,1 和 2 脚是混频差动放大器两个输入端,2 脚为反向输入端,外电路接一只旁路电容,变成 1 脚为单端输入方式。

3 脚是调幅本振引脚,外电路接调幅各波段振荡调谐回路。

4 脚是直流偏置引脚。

5 脚是调幅中频放大器输出引脚,外接 465kHz 中频调谐回路。

6 脚是调谐电压输出引脚,6 脚的电压大小供调谐指示器的控制电压,6 脚与地之间接一只调谐电压滤波电容。

7 脚是调指示灯(LED)引脚,当调谐愈准确(信号愈大),7 脚上电压愈低,使 7 脚上外接的 LED 发光愈亮。

8 脚是地端引脚。

9 脚是调频和调幅共用输出引脚,用来输出音频信号。

10 脚是电源引脚,为正极性电源。

11 脚是调频鉴频引脚,外接鉴频用调谐回路。

12 脚是调幅中放旁路引脚,外接调幅中频旁路电路。

13 脚是调幅中频信号输入引脚,从 16 输出的调幅变频级输出信号,经中频调谐回路取出的中频信号,从 13 脚送入 TA7640AP 内电路调幅中频放大器中。

14 脚是调频中频信号旁路引脚,外接调频中频旁路电容。

15 脚是调频中频信号输入引脚,调频高频头输出信号经中频(10.7MHz)滤波器后的中频信号从 15 脚送入内电路调频中频放大器中放大。

16 脚是调幅混频级输出引脚。

集成电路 TA7640AP 各引脚典型直流工作电压和各引脚对地端引脚电阻数据如下表 7-39 (各引脚对地端引脚之间的正、反向电阻数据的单位为 kΩ) 所示。

表 7-39 TA7640AP 各引脚电压和对地电阻

引 脚	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	
电压/V	调频时	0	0	2.3	2.3	0.9	0.9	-	8
	调幅时	1.5	1.5	2.3	2.3	1	1	-	0
红表棒接⑧地	8.5	3.5	11	8.7	∞	8.3	∞	0	
黑表棒接⑧地	7	6.6	6.6	5.8	38	6.1	6.2	0	

三、典型单片收音机集成电路

1. 微型收音机集成电路 SY414

SY414 是国内外流行的单片微型收音机集成电路, 它只有 3 根引脚, 外围元件很少, 如图 7-45 所示是它的外形图和典型应用电路, SY414 具有低压供电 (1.5V)、性能稳定、体积小、成本低、引脚少等优点, 与 SY414 性能相同或相近、可以直接代换的集成电路由 BS414、IN414、CIC7642、NT484 等。

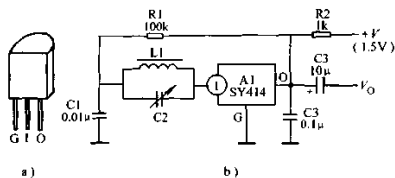


图 7-45 SY414 集成电路典型应用电路

在 SY414 内电路中设有五级电路, 第一级为高频高阻抗输入级, 第二、三和四级为高频放大级, 第五级为检波级。这一电路的工作原理是这样: 磁棒天线和 C2 可变电容器 (单连) 构成输入调谐回路, 取出所要接收的电台信号, 从 A1 的输入端 I 脚输入, 经内电路放大和检波后, 从输出端 O 脚输出音频信号, 经耦合电容 C4 加到后级电路中。SY414 各引脚分布如图 7-45a 所示。

2. 调幅调频全功能单片收音集成电路 CXA1238P/M

CXA1238P、CXA1238M 是调幅、调频全功能单片收音集成电路, 它相当于将前面介绍的 TA7335P、TA7640AP 和 TA7343AP 集成一块集成电路之中。CXA1238P/M 是 30 脚双列直插集成电路, 表 7-41 是它的各引脚作用资料。

表 7-41 CXA1238P/M 各引脚作用

引脚	作用	引脚	作用	引脚	作用
1	锁相环低通	11	中频接地	21	高频接地
2	导频检测低通	12	调谐指示	22	调频本振
3	—	13	调频中频输入	23	AFC 端
4	立体声指示灯	14	调幅中频输入	24	调幅本振
5	左声道音频输出	15	调频/调幅开关	25	负反馈端
6	右声道音频输出	16	调频/调幅中频输出	26	鉴频端
7	电源	17	电源接地	27	19kHz 导频检测
8	滤波	18	调频高频输入	28	19kHz 导频检测
9	AFG、AGC 端	19	调幅高频输入	29	锁相环低通
10	AFG、AGC 端	20	调频高频输出	30	解码器接地端

3. 全球 10 波段单片收音集成电路 CXA1019P

近来全球 10 波段收音机比较流行, 采用索尼公司生产的 CXA1019P 集成电路构成调幅、调频 10 波段收音电路, CXA1019P 为 28 脚双列直插集成电路, 表 7-42 所示是它的各引脚作用。

表 7-42 CXA1019P 各引脚作用

引 脚	作 用	引 脚	作 用	引 脚	作 用
1	地 端	11	—	21	AFC、AGC
2	调频鉴频	12	调频高频输入	22	AFC、AGC
3	负反馈	13	地 端	23	检 波
4	电子音量控制	14	调幅/调频中频输出	24	音频输入
5	调幅本振	15	AM/FM 波段开关	25	滤 波
6	AFC	16	调频中频输入	26	电 源
7	调幅本振	17	调频中频输入	27	音频输入
8	高频接地端	18	—	28	地端
9	调频高频输出	19	调谐指示		
10	调幅高频输入	20	中频接地端		

表 7-43 所示是 CXA1019P 集成电路各引脚电压数据。

表 7-43 CXA1019P 各引脚电压

引 脚		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
电压/V	FM, SW	0	2.2	1.5	—	1.2 (0.5)	0.5	1.2	1.2	1.2	
	MW, LW	0	2.7	1.5	—	1.2	0.5	1.2	1.2	1.2	
引 脚		10	11	12	13	14	15	16	17	18	
电压/V	FM, SW	1.2	0	0.3	0	1.2	1.0	0	1	0	
	MW, LW	1.2	0	0	0	1.2	0	0	0	0	
引 脚		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
电压/V	FM, SW	—	0	1.2	0.8	1.2	0	2.7	3	1.5	0
	MW, LW	—	0	1.2	1.1	1	0	2.7	3	1.5	0

[G e n e r a l I n f o r m a t
i o n]

书名 = 家用电器元器件大全

作者 = B E X P

页数 = 4 8 2

下载位置 = h t t p : / / 2 0 2 . 1
1 8 . 1 8 0 . 1 2 1 / e b o o k /
s j y 0 1 / d i s k n a t / n a t
8 7 / 0 2 / ! 0 0 0 0 1 . p d g

封面
书名
版权
前言
目录
正文