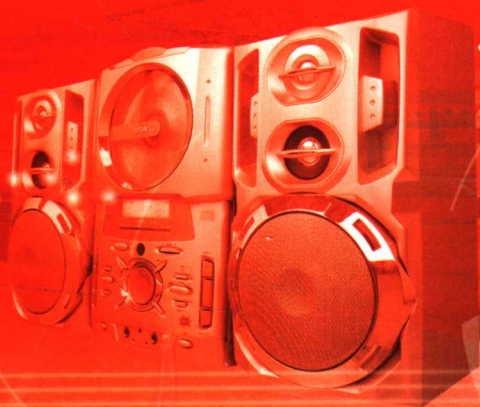




中等职业学校教学用书(电子技术专业)

组合音响故障检修 技巧与实例

◎ 宋贵林 胡春萍 主 编



本书

271.07

5037

资料包



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

中等职业学校教学用书（电子技术专业）

组合音响故障检修技巧与实例

宋贵林 胡春萍 主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书共 12 章, 主要内容有电子技术基础知识与基本技能、组合音响概述、调谐器、双卡录音座、卡拉 OK 机、激光唱机、电唱机、前置放大器、功率放大电路、扬声器系统、直流电源电路、家庭影院 AV 系统。

本书可作为中等职业学校电子类教学用书, 也可作为岗前培训和自学用书。

本书还配有电子参考资料包, 详见前言。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

组合音响故障检修技巧与实例 / 宋贵林, 胡春萍主编. —北京: 电子工业出版社, 2007.1

中等职业学校教学用书. 电子技术专业

ISBN 7-121-03572-3

I. 组… II. ①宋… ②胡… III. 音频设备—检修—专业学校—教材 IV. TN912.271.07

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 144213 号

责任编辑: 蔡 葵

印 刷: 北京市李史山胶印厂

装 订:

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 19.5 字数: 499.2 千字

印 次: 2007 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 4000 册 定价: 26.40 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系电话: (010) 68279077; 邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

中等职业学校教材工作领导小组

组 长：陈贤忠 安徽省教育厅厅长
副组长：李雅玲 信息产业部人事司技术干部处处长
尚志平 山东省教学研究室副主任
睦 平 江苏省教育厅职社处副处长
苏渭昌 教育部职业技术教育中心研究所所长
王传臣 电子工业出版社副社长

组 员：(排名不分先后)

唐国庆 湖南省教科院
张志强 黑龙江省教育厅职成教处
李 刚 天津市教委职成教处
王润拽 内蒙古自治区教育厅职成教处
常晓宝 山西省教育厅职成教处
刘 晶 河北省教育厅职成教处
王学进 河南省职业技术教育教研室
刘宏恩 陕西省教育厅职成教处
吴 蕊 四川省教育厅职成教处
左其琨 安徽省教育厅职成教处
陈观诚 福建省职业技术教育中心
邓 弘 江西省教育厅职成教处
姜昭慧 湖北省职业技术教育研究中心
李栋学 广西壮族自治区教育厅职成教处
杜德昌 山东省教学研究室职教室
谢宝善 辽宁省基础教育教研培训中心职教部
安尼瓦尔·吾斯曼 新疆维吾尔自治区教育厅职成教处

秘 书 长：李 影 电子工业出版社

副秘书长：蔡 葵 电子工业出版社

前 言



本书系全国职业学校电子类教材编审委员会实用电子技术编审组评审、推荐出版,作为电子类专业组合音响故障检修技巧与实例课的教材。

根据职业教育的特点,本书着重讲述组合音响的基本概念、故障的基本分析方法和实用检修技术,重点在于培养学生分析问题和解决问题的能力、理论结合实际能力和实际操作能力。在内容安排上,本书尽量使基础知识与检修技巧、实例紧密配合,使基础知识不枯燥、检修技巧有依据,便于学生理解与掌握。为了便于组织教学,每章后面均有“本章小结”和“习题”。

为了适应不同学校的教学情况,全书分为基础内容和选学内容两部分,基础内容是必修部分,选学内容(用*表示)供各学校根据自己的特点选用。

本书由宋贵林、胡春萍主编,宋贵林负责全书的统稿。参加编写工作的有宋贵林、胡春萍、姜有根、宋军、李长欣、宋珅、刘建伟、秦轶辉、刘娜、李郁文、熊联荣、杨西明、马广月、崔鹏飞、苏永昌等。

由于编者水平所限,书中难免存在缺点和错误,希望广大读者批评指正。

为了方便教师教学,本书还配有教学指南、电子教案及习题答案(电子版),请有此需要的教师登录职业技术网(www.zyjs.net)、华信教育资源网(<http://www.huaxin.edu.cn>)下载或与电子工业出版社联系,我们将免费提供。E-mail: hxedu@phei.com.cn

编 者

2006年12月



目 录



第1章 电子技术基础知识与基本技能	(1)
1.1 常用无线电元器件的基础知识	(1)
1.1.1 电阻器	(1)
1.1.2 电容器	(5)
1.1.3 电感器	(9)
1.1.4 常用半导体器件	(11)
1.2 电子电路的识图方法	(17)
1.2.1 电路原理图的识图方法	(17)
1.2.2 印制电路板图的识图方法	(19)
1.3 万用表的基本原理与使用方法	(20)
1.3.1 万用表的测量项目、测量范围及技术参数	(20)
1.3.2 万用表的面板	(20)
1.3.3 万用表的使用方法	(21)
1.3.4 使用万用表的注意事项	(23)
1.4 电烙铁与焊接技术	(23)
1.4.1 内热式电烙铁的基本结构	(23)
1.4.2 焊接技术	(24)
1.5 组合音响故障检修技巧	(25)
1.5.1 组合音响故障检修的基本原则	(25)
1.5.2 组合音响故障的常用检查法	(26)
本章小结	(33)
习题 1	(36)
第2章 组合音响概述	(37)
2.1 组合音响的基础知识	(37)
2.1.1 组合音响的组成	(37)
2.1.2 音响设备的主要电声技术指标	(39)
2.1.3 组合音响设备的连接、使用与维护	(40)
2.2 声学的基础知识	(44)
2.2.1 声音的产生	(44)
2.2.2 声音的三要素	(45)
2.2.3 人耳的听觉特性	(46)
2.2.4 立体声及环绕立体声	(47)
本章小结	(47)
习题 2	(48)
第3章 调谐器	(49)
3.1 无线电广播的发送与接收	(50)
3.1.1 无线电波的基础知识	(50)
3.1.2 无线电广播的发送	(51)
3.1.3 无线电广播的接收	(53)

3.2	调幅波段接收电路	(55)
3.2.1	输入调谐回路	(56)
3.2.2	变频器	(58)
3.2.3	中频放大器	(60)
3.2.4	检波器	(62)
3.2.5	自动增益控制电路	(64)
3.2.6	调幅波段接收电路的调整	(67)
3.3	调频波段接收电路	(69)
3.3.1	调频广播的基础知识	(70)
3.3.2	调频头电路	(73)
3.3.3	调频中频放大器与限幅电路	(77)
3.3.4	鉴频器与去加重电路	(82)
3.3.5	立体声解码电路	(85)
3.3.6	集成调频调幅调谐器	(88)
3.3.7	调频波段接收电路的调整	(89)
*3.4	数字调谐系统	(90)
3.4.1	数字调谐系统概述	(91)
3.4.2	锁相环频率合成原理	(92)
3.4.3	数字调谐器实用电路	(95)
3.4.4	调谐整机电路分析	(99)
3.5	调谐器的常见故障分析与检修技巧	(103)
3.5.1	调谐器故障的一般检查方法	(103)
3.5.2	调幅波段的常见故障分析与检修技巧	(104)
3.5.3	调频波段的常见故障分析与检修技巧	(105)
	本章小结	(107)
	习题 3	(108)
第 4 章	双卡录音座	(109)
4.1	磁带录音的基础知识	(110)
4.1.1	磁记录原理	(110)
4.1.2	偏磁录音原理	(113)
4.1.3	抹音原理	(113)
4.1.4	频响与频率补偿	(114)
4.2	双卡录音座的基本电路	(114)
4.2.1	放音电路	(114)
4.2.2	录音电路	(116)
4.2.3	录/放音均衡放大电路	(118)
4.2.4	自动电平控制电路	(120)
4.2.5	偏磁电路与抹音电路	(122)
4.2.6	降噪电路	(123)
4.2.7	指示电路	(126)
4.3	双卡录音座的驱动机构	(127)
4.3.1	驱动机构的功能及组成	(127)
4.3.2	恒速走带机构及快速进带、倒带机构	(128)
4.3.3	卷带机构	(133)

4.3.4	制动机构	(134)
4.3.5	机芯的其他机构	(136)
4.3.6	录音座的电动机	(140)
4.3.7	磁头	(143)
4.3.8	盒式磁带	(145)
4.4	驱动机构的控制电路	(147)
4.4.1	自动选曲电路	(147)
4.4.2	双卡连续放音控制电路	(149)
4.5	录音座的常见故障分析与检修技巧	(152)
4.5.1	基本电路的常见故障分析与检修技巧	(152)
4.5.2	驱动机构的常见故障分析与检修技巧	(154)
	本章小结	(157)
	习题 4	(158)
第 5 章	卡拉 OK 机	(159)
5.1	卡拉 OK 机概述	(159)
5.1.1	卡拉 OK 机	(159)
5.1.2	传声器	(160)
5.1.3	电平控制与声像调整电路	(162)
5.1.4	混响器电路	(163)
5.1.5	混合放大电路	(165)
5.1.6	歌声消除电路	(165)
5.2	卡拉 OK 应用电路及常见故障与检修技巧	(166)
5.2.1	卡拉 OK 应用电路	(166)
5.2.2	卡拉 OK 机的常见故障与检修技巧	(169)
	本章小结	(170)
	习题 5	(170)
第 6 章	激光唱机	(171)
6.1	激光唱机	(171)
6.1.1	激光唱机的性能	(171)
6.1.2	激光唱机的种类	(172)
6.1.3	激光唱机的结构	(173)
6.1.4	激光唱机的工作原理	(173)
6.2	激光唱片	(175)
6.2.1	激光唱片的结构	(175)
6.2.2	激光唱片上的信息	(176)
6.3	激光唱机的使用与维修	(176)
6.3.1	激光唱机的基本使用方法	(176)
6.3.2	激光唱机的常见故障与维修	(178)
	本章小结	(179)
	习题 6	(180)
第 7 章	电唱机	(181)
7.1	电唱机的基础知识	(181)
7.1.1	电唱机的组成与种类	(181)
7.1.2	电唱机的传动方式	(182)

7.1.3	拾音器	(183)
7.1.4	前置放大器	(185)
7.1.5	电唱机的电动机	(186)
7.1.6	电唱机的电声技术指标	(188)
7.2	唱片	(189)
7.2.1	唱片的种类与规格	(189)
7.2.2	唱片的外形与纹槽	(190)
7.2.3	唱片的使用与保管	(191)
7.3	电唱机的使用、保管与故障检修技巧	(191)
7.3.1	电唱机的使用与保管	(191)
7.3.2	电唱机的常见故障分析	(191)
7.3.3	电唱机的常见故障与检修技巧	(192)
	本章小结	(193)
	习题 7	(194)
第 8 章	前置放大器	(196)
8.1	前置放大器概述	(196)
8.1.1	前置放大器的组成及要求	(196)
8.1.2	节目源选择开关	(197)
8.1.3	输入放大电路	(200)
8.2	音调控制电路	(201)
8.2.1	高、低音式音调控制电路	(201)
8.2.2	图示均衡器	(202)
8.3	音响控制电路	(205)
8.3.1	音量控制电路	(205)
8.3.2	响度控制电路	(207)
8.3.3	立体声平衡控制电路	(209)
8.3.4	立体声扩展电路	(210)
8.4	红外线遥控电路	(211)
8.4.1	红外线遥控系统的结构	(211)
8.4.2	红外线遥控的基本原理	(212)
8.4.3	红外线遥控发射器应用电路	(213)
8.5	前置放大器的常见故障与检修技巧	(214)
8.5.1	节目源选择开关的故障与检修技巧	(214)
8.5.2	音调控制电路的故障与检修技巧	(214)
8.5.3	音量控制电路的故障与检修技巧	(215)
	本章小结	(216)
	习题 8	(216)
第 9 章	功率放大电路	(217)
9.1	功率放大电路的基础知识	(217)
9.1.1	功率放大电路的特点	(217)
9.1.2	功率放大电路的组成及信号流程	(218)
9.1.3	功率放大电路的分类	(218)
9.1.4	功率放大电路的主要参数	(220)
9.1.5	集成功率放大电路	(220)

9.1.6	功率放大电路的电声技术指标	(221)
9.2	OTL 功率放大电路	(222)
9.2.1	OTL 功率放大电路的特点	(222)
9.2.2	OTL 功率放大电路的基本结构及工作原理	(223)
9.2.3	基本 OTL 功率放大电路	(223)
9.2.4	复合管 OTL 功率放大电路	(225)
9.2.5	集成电路 OTL 功率放大电路	(226)
9.3	OCL 功率放大电路	(229)
9.3.1	OCL 功率放大电路的特点	(229)
9.3.2	OCL 功率放大电路的基本工作原理	(229)
9.3.3	分立元件 OCL 功率放大电路	(230)
9.3.4	OCL 集成功率放大电路	(231)
9.4	BTL 功率放大电路	(233)
9.4.1	BTL 功率放大电路的特点	(234)
9.4.2	BTL 功率放大电路的基本结构	(234)
9.4.3	BTL 功率放大电路的基本工作原理	(234)
9.4.4	集成电路 BTL 功率放大电路	(235)
9.5	综合功率放大器	(236)
9.5.1	主要技术性能指标	(236)
9.5.2	综合功率放大器的结构	(236)
9.5.3	功率放大电路	(237)
9.6	功率放大器的故障分析及检修技巧	(238)
9.6.1	功率放大器故障分析及检修技巧	(238)
9.6.2	功率放大器故障检修实例	(240)
*9.7	电子管功率放大器	(241)
9.7.1	电子管的基础知识	(241)
9.7.2	电子三极管放大电路	(243)
9.7.3	电子管功率放大电路的基本原理	(244)
9.7.4	实用电子管功率放大电路	(247)
本章小结		(250)
习题 9		(250)
第 10 章	扬声器系统	(252)
10.1	扬声器	(252)
10.1.1	扬声器的构造	(252)
10.1.2	扬声器的工作原理	(253)
10.1.3	扬声器的主要技术指标	(254)
10.1.4	扬声器的极性	(254)
10.1.5	使用扬声器的注意事项	(255)
10.2	音箱	(255)
10.2.1	音箱的种类及构造	(255)
10.2.2	分频器	(256)
10.2.3	家用组合音响中的组合式音箱	(258)

10.2.4	扬声器保护电路	(260)
10.2.5	音箱的常见故障与检修技巧	(261)
10.3	立体声耳机	(262)
10.3.1	立体声耳机的放音特点	(262)
10.3.2	耳机的常见故障与检修技巧	(263)
	本章小结	(263)
	习题 10	(263)
第 11 章	直流电源电路	(265)
11.1	直流电源电路的基础知识	(265)
11.1.1	电源变压器	(265)
11.1.2	整流电路	(266)
11.1.3	滤波电路	(267)
11.1.4	稳压电路	(268)
11.2	实用直流电源电路	(273)
11.2.1	双卡录音座的直流电源电路	(273)
11.2.2	主电源电路	(275)
	本章小结	(278)
	习题 11	(278)
*第 12 章	家庭影院 AV 系统	(279)
12.1	家庭影院 AV 系统的组成	(279)
12.2	环绕声系统	(281)
12.2.1	杜比环绕声系统	(281)
12.2.2	杜比定向逻辑环绕声系统	(282)
12.2.3	THX 家庭影院系统	(283)
12.2.4	杜比数字 (AC-3) 系统	(284)
12.2.5	DTS 数字影院系统	(285)
12.2.6	DSP 数字声场处理系统	(286)
12.2.7	SRS 系统	(287)
12.2.8	BBE 音质增强处理系统	(288)
12.3	AV 放大器	(288)
12.4	家庭影院 AV 系统的配置	(290)
12.4.1	AV 系统的节目源	(290)
12.4.2	AV 放大器	(291)
12.4.3	音箱系统	(291)
12.4.4	彩色电视机	(292)
12.4.5	家庭影院系统套件	(292)
	本章小结	(294)
	习题 12	(296)

第1章 电子技术基础知识与基本技能



【本章内容提要】

本章主要讲述电子技术的基础知识与基本技能：常用无线电元器件的基础知识，电子电路的识图方法，万用表的基本原理与使用方法，电烙铁及焊接技术，组合音响故障检修技巧。学习组合音响故障的检修技术，首先必须掌握这些基础知识与基本技能。

1.1 常用无线电元器件的基础知识

常用的无线电元器件有电阻器、电容器、电感器、晶体二极管、晶体三极管及集成电路等，它们是组成各种电子电路的基础。本节主要讲述常用无线电元器件的种类、特性、主要参数、使用方法、常见故障及质量检测方法等。

1.1.1 电阻器

电阻器是电子电路中最常用的无线电元器件之一，简称电阻，用字母 R 表示。电阻器对电流有一定的阻碍作用，可在电路中起到降压、分压、限流、负载、保护等作用。

1. 电阻器的种类

电阻器的种类很多，按电阻值是否可以变化（调整），分为固定电阻器和可变电阻器两种。常用电阻器的种类及结构如图 1-1 所示。

（1）固定电阻器。固定电阻器的结构如图 1-1（a）所示。常用的固定电阻器有碳膜电阻器、金属膜电阻器、线绕电阻器与热敏电阻器等几种。

① 碳膜电阻器是在绝缘的陶瓷芯柱的表面喷涂一层具有一定电阻值的碳膜作为电阻体，在电阻体的两端压接两个金属帽，然后在金属帽上引出导线而制成。碳膜电阻器的特点是：成本较低，功率较小，热稳定性稍差。

② 金属膜电阻器是在绝缘的陶瓷芯柱的表面喷涂一层具有一定电阻值的金属膜作为电阻体，在电阻体的两端压接两个金属帽，然后在金属帽上引出导线而制成。与碳膜电阻器相比，金属膜电阻器的特点是：成本较高，功率较大，热稳定性较好。在一般电子电路中，电阻器多采用碳膜电阻器，只有在功率较大或对热稳定性要求较高的部位，才使用金属膜电阻器。

③ 线绕电阻器是将具有一定电阻值的电阻线绕在绝缘的陶瓷芯柱或陶瓷管的外面作为电阻体，在电阻体的两端压接金属帽，然后在两金属帽上引出导线而制成。线绕电阻器的特点是额定功率较大。

④ 热敏电阻器由半导体材料制成，具有热敏特性，即当环境温度升高时，电阻值减小；当环境温度降低时，电阻值增大。热敏电阻器常用在晶体管的偏置电路中，对晶体管的热敏特性起补偿作用。



(2) 可变电阻器。可变电阻器的结构如图 1-1 (b) 所示。常用的可变电阻器有微调电阻器和电位器两种，它们的结构基本相同：在一个马蹄形（或矩形）的绝缘片上，喷涂一层碳膜（或金属膜），制成电阻膜片（这就是可变电阻器的电阻体），然后在电阻体的两端各压接一个引出脚；在电阻膜片上面有一个具有弹性的金属滑动臂，靠滑动臂的弹性压在电阻膜片上，滑动臂可以在电阻膜片上往返滑动，由滑动臂再引出一个引出脚（这就是可变电阻器的滑动端）。



图 1-1 常用电阻器的种类及结构

① 微调电阻器又称半可变电阻器，常用在电阻值不需要经常调整的地方。它的特点是：电阻值虽然可以在一定的范围内调整，但不适于经常反复调整。由于微调电阻器常作为晶体管的上偏置电阻使用，所以有时又把它叫做偏流电阻。

② 线绕可变电阻器是在线绕电阻器上安装一个与电阻线相接触的、具有弹性的金属压环，金属压环可以在电阻线上面滑动。使用时，可从线绕电阻器的一端及金属压环端分别引出导线，即可取得其总电阻值内的任一电阻值。虽然线绕可变电阻器的电阻值可以进行调整，但不宜经常调整，以保证金属压环与电阻线的良好接触。

③ 电位器是组合音响电路中常用于音量调节和音调调节的可变电阻器。按电位器电阻体的结构，可分为膜片式（碳膜、金属膜）电位器与线绕式电位器两种；按电位器的调整方式，又可分为转柄旋转式电位器与直滑（推拉）式电位器两种。

a. 膜片式电位器有小型和普通型两种：小型膜片式电位器的体积较小，常用在小型收音机、收录机中；普通型膜片式电位器的体积较大，常用在体积较大的收音机、收录机中。有一种转柄旋转式电位器与电源开关组合在一起，称为带开关的电位器。带开关的电位器常用在收音机、收录机中做电源开关兼音量电位器使用。两种膜片式电位器结构不同，金属膜电位器的寿命较长，碳膜电位器的寿命较短，所以碳膜电位器是组合音响电路中的易损元器件。

b. 线绕电位器是将电阻线绕在马蹄形（或矩形）绝缘片上制成的，故称线绕电位器。线绕电位器的功率较大，寿命较长，常在要求较高的音响设备中用于调节音量和音调。

c. 双连电位器是将两个规格相同的电位器安装在同一根转柄上组成的复合式电位器，当旋转转柄时，两个电位器的滑动臂同步转动。双连电位器在普通双声道录音机中用于调节音量。



2. 电阻器的主要参数

电阻器的主要参数有标称电阻值及其误差、标称功率。

(1) 电阻器的标称电阻值及其误差。

标称电阻值就是生产厂家在电阻器上标注的电阻值。电阻的基本单位是欧姆，简称欧，符号 Ω 。常用电阻的辅助单位有千欧($k\Omega$)和兆欧($M\Omega$)， $1k\Omega=10^3\Omega$ ， $1M\Omega=10^6\Omega$ 。电阻器的电阻值范围很大，小的不到1欧，大的可达几十兆欧。

用欧姆表测量某个电阻器的电阻值时会发现，实测电阻值与标称电阻值可能不相同，这是由于电阻值存在误差造成的。电阻值的误差有 $\pm 0.5\%$ ， $\pm 1\%$ ， $\pm 2\%$ ， $\pm 5\%$ ， $\pm 10\%$ ， $\pm 20\%$ 六个等级。在音响设备的一般电路中，对电阻器的电阻值要求并不太严格，一般选用误差等级为 $\pm 5\%$ ， $\pm 10\%$ 的电阻器就能满足需要。对于电阻器的电阻值，生产厂家是按误差等级标准进行系列化生产的，误差等级为 $\pm 5\%$ 的电阻器称为E24系列，误差等级为 $\pm 10\%$ 的电阻器称为E12系列，误差等级为 $\pm 20\%$ 的电阻器称为E6系列。系列化电阻器的标称电阻值列于表1-1中。对表1-1中所列电阻值分别乘以1，10，100，1000，10000，100000，1000000，就可以得到 $1\Omega\sim 9.1M\Omega$ 的电阻值。

表 1-1 系列化电阻器的标称电阻值

(单位： Ω)

系 列	误差等级	电阻器的标称电阻值
E24	$\pm 5\%$	1.0, 1.1, 1.2, 1.3, 1.5, 1.6, 1.8, 2.0, 2.2, 2.4, 2.7, 3.0, 3.3, 3.6, 3.9, 4.3, 4.7, 5.1, 5.6, 6.2, 6.8, 7.5, 8.2, 9.1
E12	$\pm 10\%$	1.0, 1.2, 1.5, 1.8, 2.2, 2.7, 3.3, 3.9, 4.7, 5.6, 6.8, 8.2
E6	$\pm 20\%$	1.0, 1.5, 2.2, 3.3, 4.7, 6.8

电阻器的标称电阻值及其误差等级的标注方法有直接标注法和色环标注法两种。

① 直接标注法，就是将电阻器的标称电阻值及其误差等级用文字与数字直接标注在电阻器上面。直接标注法简单明了，但只适用于体积较大的电阻器。对于体积较小的电阻器，一般采用色环标注法。

② 色环标注法，是将电阻器的标称电阻值及其误差等级用四个（或五个）色环来表示。表示方法是将四个（或五个）色环从电阻器的一端开始，依次标注在电阻器上。在四环标注法中，第一环、第二环表示电阻值的前两位有效数字，第三环表示电阻值有效数字的倍率，第四环表示电阻值的误差等级。在五环标注法中，第一环、第二环及第三环表示电阻值的前三位有效数字，第四环表示电阻值有效数字的倍率，第五环表示电阻值的误差等级。电阻器色环标注法的意义见表1-2。

表 1-2 电阻器色环标注法的意义

颜 色	有效数字	倍 率	误差等级 (%)
黑	0	10^0	—
棕	1	10^1	± 1
红	2	10^2	± 2
橙	3	10^3	—
黄	4	10^4	—
绿	5	10^5	± 0.5



续表

颜 色	有效数字	倍 率	误差等级 (%)
蓝	6	10^6	± 0.2
紫	7	10^7	± 0.1
灰	8	10^8	—
白	9	10^9	$+5 \sim -20$
金	—	10^{-1}	± 5
银	—	10^{-2}	± 10
无	—	—	± 20

例如：黄紫银金—— 0.47Ω ，误差等级为 $\pm 5\%$ ；棕黑黑金—— 10Ω ，误差等级为 $\pm 5\%$ ；灰红红金—— $8.2 \text{ k}\Omega$ ，误差等级为 $\pm 5\%$ ；绿棕绿银—— $5.1 \text{ M}\Omega$ ，误差等级为 $\pm 10\%$ ；灰红红红—— $82.2 \text{ k}\Omega$ ，误差等级为 $\pm 2\%$ ；棕黑黑黑红—— 100Ω ，误差等级为 $\pm 2\%$ 。

(2) 电阻器的标称功率。

为了保证电阻器的正常工作，生产厂家规定了电阻器的标称功率。当电流通过电阻器时，电阻器对电流有一定的阻碍作用，电阻器要耗散一定的功率并放出热量。此时，电阻器的温度将会升高，电阻值也会略有增大，这是正常现象。但是，如果电阻器通过的电流过大，电阻器耗散的功率就会过大，电阻器的电阻值及其内部噪声将会过分变大，甚至将因过热而使电阻器烧毁。

一般说来，同种电阻器的标称功率与它的体积是密切相关的。同一电阻值的电阻器，体积越大，标称功率也越大。电阻器的常用标称功率有 $1/16 \sim 20 \text{ W}$ 等多种，在音响电路中用得最多的是标称功率为 $1/16 \text{ W}$ 和 $1/8 \text{ W}$ 的固定电阻器。

实际选用中，对电阻器的标称功率必须留有充分的裕量，其标称功率一般应选择大于它在电路中实际耗散功率的两倍以上。由于标称功率为 $1/16 \text{ W}$ ， $1/8 \text{ W}$ 电阻器的体积太小，生产厂家一般不在电阻器上标注标称功率。

为了避免电阻器在应用中出现差错，在绘制电路图时，对于标称功率大于 $1/8 \text{ W}$ 的电阻器，应在电阻器的图形符号上（或旁边）标注其标称功率；对于标称功率在 1 W 及以上的电阻器，也可以直接用阿拉伯数字标注在电阻器的图形符号上。表示电阻器标称功率的图形符号，如图 1-2 所示。

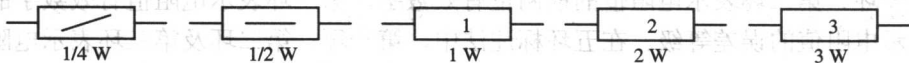


图 1-2 表示电阻器标称功率的图形符号

3. 电阻器的使用方法

电阻器的使用方法有串联和并联两种。当一只电阻器的电阻值不能满足需要时，可采用串联的方法予以解决。当一只电阻器的标称功率不能满足需要时，可采用并联的方法予以解决。两个电阻器（电阻值分别为 R_1 、 R_2 ）串联或并联使用时，其串联总电阻值 R_S 、并联总电阻值 R_P 可按下式计算

$$R_S = R_1 + R_2$$

$$R_P = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$



目前,电阻器的规格很多,为了使电路简捷,电阻器应尽量不采用串联或并联的方法。

4. 电阻器和电位器的常见故障及质量检测方法

固定电阻器的常见故障为断路或变值,电位器的常见故障为接触不良。

(1) 固定电阻器的常见故障及质量检测方法。对固定电阻器的质量进行检测,可用万用表的欧姆挡测量电阻器的额定电阻值,其误差大小不应超过误差等级规定的范围。例如,检测一只额定电阻值为 $8.2\text{ k}\Omega$ 、误差等级为 $\pm 5\%$ 的电阻器,其实测值必须在 $7.79\sim 8.61\text{ k}\Omega$ 范围内。

判断固定电阻器是否存在断路或变值,可将万用表拨在欧姆挡测量电阻器的电阻值予以判断。如果测得的电阻值为无穷大,则说明该电阻器已经断路;如果测得的电阻值比其额定值大很多,则说明该电阻器已经变值。当电阻器出现断路或变值时,应用相同规格的电阻器予以更换。在更换前,必须对新电阻器的额定值进行检测。

(2) 电位器的常见故障及质量检测方法。对电位器的质量进行检测,可用万用表的欧姆挡,首先测量电位器的额定电阻值,然后再检查其滑动触点与碳膜片的接触是否良好。在检查电位器的质量时,有时会发现一只新的电位器也有接触不良现象。一般说来,这是由于电位器长时间未使用,其碳膜片与滑动触点之间的润滑剂干枯造成的。遇到这种情况,可将电位器倒置(电位器转柄向上),在电位器转柄的缝隙处注入少量的稀润滑油,使润滑油流入电位器内,反复转动转柄几次,使碳膜片与滑动触点接触良好,接触不良现象即可排除。

接触不良是电位器的常见故障,这是由于在使用过程中,其滑动触点在碳膜片上往返滑动,使碳膜磨损变薄甚至将碳膜局部磨穿造成的。电位器是否存在接触不良的判断方法是:将万用表拨在欧姆挡,用一支表笔接在电位器的滑动端,另一支表笔接在电位器两侧的任一端,转动电位器的转柄,看电位器电阻值的变化是否均匀。如果电位器的电阻值有跳变现象,则说明电位器接触不良,即确认电位器已经磨损,只能用同种规格的电位器予以更换,不必再对磨损的电位器进行修理。在更换前,必须对新电位器的额定值及其质量进行检测。

1.1.2 电容器

电容器是电子电路中最常用的无线电元件之一,简称电容,用字母 C 表示。电容器由两片(组)金属极板及夹在中间的绝缘介质构成。电容器在电路中有耦合、旁路、滤波等作用,在振荡电路中它可与电感器(或电阻器)组成谐振回路。

1. 电容器的基本特性

由于电容器的两极板之间有绝缘介质,所以直流电是不能通过电容器的。当把电容器接在直流电路中时,如果电路上的电压高于电容器两端的电压,则电容器被充电,直至电容器两端的电压等于电路两端的电压为止;如果电路上的电压低于电容器两端的电压,则电容器放电,直至电容器两端的电压等于电路两端的电压为止。

交流电是否能通过电容器呢?当把电容器接在交流电路中时,由于交流电路电压的大小和方向总在周期性地变化,必然使电容器进行周期性地充电和放电。这样,电路中就会一直有电流往返流过,即交流电通过了电容器。但是,这里所说的交流电能通过电容器,是电容器被交流电反复充电、放电的结果,而不是电荷真的通过了电容器。

电容器的容量不同,电路中流过的电流也不同,可见电容器能通过交流电并对交流电有



一定的阻碍作用。电容器对交流电的阻碍作用称为容抗,可用文字符号 X_C 表示,单位也是欧姆 (Ω)。容抗 X_C 的大小不仅与电容器的容量 C 有关,还与交流电的频率 f 有关,它们之间的关系可用下式表示

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C}$$

2. 电容器的种类

电容器的种类很多,按电容器的容量能否改变,分为固定电容器和可变电容器两种;按电容器所用绝缘介质的不同又可分为多种电容器。常用的几种电容器如图 1-3 所示。

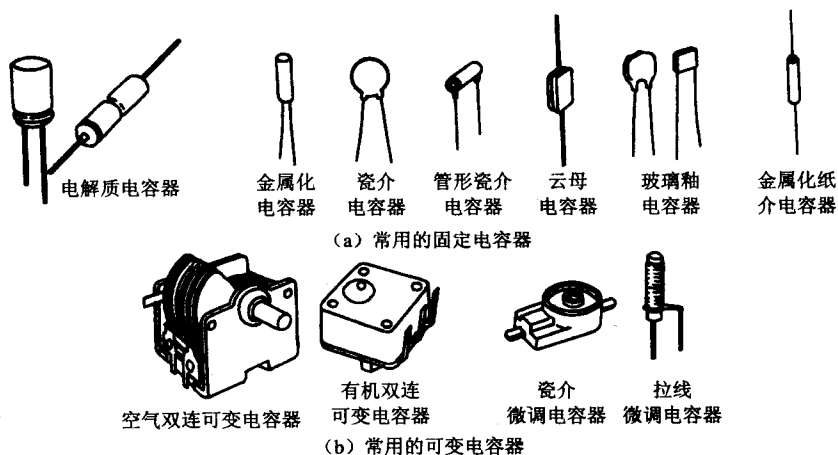


图 1-3 常用的几种电容器

(1) 固定电容器。常用的固定电容器如图 1-3 (a) 所示。固定电容器的容量是不能调整的。

按绝缘介质的不同,常用的固定电容器有金属化纸介电容器、涤纶电容器、云母电容器、瓷介电容器、电解质电容器等多种。按固定电容器的结构,还可分为卷绕式电容器与层叠式电容器。金属化纸介电容器、涤纶电容器及电解质电容器为卷绕式电容器,其特点是容量较大,有较大的分布电感,适用于低频电路。云母电容器与瓷介电容器为层叠式电容器,其特点是容量较小,分布电感也较小,适用于高频电路。

① 铝电解质电容器是一种有极性的电解质电容器,其容量较大,漏电也较大。铝电解质电容器由两条铝箔卷绕而成,正极片涂有氧化膜介质,其正、负极片之间的介质是一层饱含电解糊的纸。使用中,只有将电容器的正极接高电位、负极接低电位时,电容器正极片的氧化膜与电解糊产生化学作用,才能使电容器具有最大的容量而且漏电最小。如果不慎将极性接错,则会使电容器因漏电过大而烧毁,甚至爆裂。

② 钽(或铌)电解质电容器也是一种有极性的电解质电容器,其体积较小,容量稳定,绝缘电阻大,温度稳定性好,但价格较贵,多用于要求较高的电子电路中。

③ 无极电解质电容器是一种无极性的电解质电容器,由于它的两个极板经过相同的处理,所以不必分正负极。无极电解质电容器适用于音箱的分频电路及脉冲数字电路。

(2) 可变电容器。可变电容器是容量在一定范围内可以调整的电容器。常见的可变电容器有同轴可变电容器及微调电容器等几种,常用的可变电容器如图 1-3 (b) 所示。

① 同轴可变电容器。在调谐器的变频电路中,常用一种由两对或四对极板组成的同轴