

专家教学 本书由一线资深硬件维修工程师精心编著，重点讲解了电脑电源、显示器电源、打印机电源、传真机电源、UPS电源等5大主题。

结合实践 详尽地讲解各个电源的特点、电路组成、电路工作原理，深入分析电路常见故障、电路故障检修方法，同时提供了大量动手实践及故障维修案例。

简单易学 结合直观的图解教学、维修流程图、维修案例和维修窍门，让初学者快速成长为职业维修高手。



开关 电源维修 技能实训

杨晖 任建卫 编著

KAI GUAN DIAN YUAN WEI XIU
JI NENG SHI XUN



实训
实践
入行

计算机硬件工程师维修技能实训丛书

芯片级

开关 电源维修 技能实训

杨晖 任建卫 编著

KAI GUAN DIAN YUAN WEI XIU
JI NENG SHI XUN

科学出版社

内 容 提 要

本书由资深硬件维修工程师精心编写,重点讲解了电脑电源、显示器电源、UPS、打印机电源、传真机电源5部分内容。全书共8章,系统讲解了电源中的各种元器件的检测方法及常用维修工具的使用方法、基本电路、电脑电源分析与检修、显示器电源分析与检修、UPS电源分析与检修、打印机电源分析与检修、传真机电源分析与检修等;强调动手能力和实用技能的培养,使用了原理剖析+故障维修分析详解+动手实践+维修实战的阐述模式,有助于读者更好、更快地掌握各种开关电源的维修技术原理,并增加实践经验。

本书可供办公设备维修技术人员、电脑硬件维护维修人员学习使用,也可作为培训机构、大中专院校及职业学校硬件维修课程的教学用书。

图书在版编目(CIP)数据

开关电源维修技能实训/杨晖,任建卫编著. —北京:科学出版社, 2008

ISBN 978-7-03-022781-2

I. 开… II. ①杨…②任… III. 开关电源—维修
IV. TN86

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第123941号

责任编辑:田龙美 / 责任校对:李玉茹

责任印刷:科海 / 封面设计:林陶

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京市鑫山源印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2008年9月第一版

开本:16开

2008年9月第一次印刷

印张:22.25

印数:0001~5000

字数:541千字

定价:39.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

随着电脑的日益普及，电脑的相关设备也顺势进入各行各业及家庭。这些设备的硬件维修资料稀缺，致使许多初学者及维修人员无从下手，维修问题日益突出。

电源为一切电子设备工作提供能源，其质量直接决定着设备能否正常稳定工作，并且不同的设备对电源的要求不同。电源是电子设备中工作电流最大的部分，也是最容易发生问题的部分，往往会发生连带损坏，因而使许多维修人员感到非常棘手。

电源维修是一项技术性很强的工作，要求维修人员既要有较高的电子理论知识，又要有较强的动手操作能力，因此对于初学者来说，学习掌握维修技术困难重重。本书就是编者根据自己多年从事维修工作的经验，为帮助读者尽快学会电源维修技术而精心编写的。

本书特点

■ 技术新颖，内容丰富

本书讲解了最新的开关电源维修技术，涉及的内容包括电脑电源、显示器电源、UPS、打印机电源、传真机电源 5 大部分，每个部分都详细分析了各种电源的特点、电路组成、电路工作原理、电路常见故障、电源故障检修方法、动手实践及故障案例等，是内容新颖，技术全面的一本开关电源高级维修书籍。

■ 循序渐进，技术实用

结构合理，条理清晰，图文并茂，内容循序渐进。只要按照书中讲解的顺序，掌握各个知识点，就可以轻松掌握各类电源的维护维修技术。

■ 分解教学，快速掌握

首先对开关电源的组成结构进行分析，然后对电源维修过程中涉及各个电路进行深入的解剖分析，并讲解了各个系统的工作机理；再对各个系统经常出现的故障进行详细的剖析，总结出各种故障的维修方法和技巧；最后结合维修案例，使读者在学习的过程中快速掌握开关电源的维修技术。

■ 维修实战，增加经验

书中精选了作者在实际中的维修实例，便于读者借鉴，以提高维修技能。所有维修实战分析透彻，步骤清晰，图文结合，使读者在实践中轻松掌握各项维修技术，快速成为专业的办公设备维修工程师。

本书内容

本书共 7 章内容，概要介绍如下。

第 1 章主要讲解了电源电路中常见元器件的检测以及常用维修工具的使用方法等。

第 2 章主要讲解了电源电路中的基本电路，包括整流滤波电路、基本放大电路、多级放大电路、低频功率放大器、稳压电路及开关电路等。

第 3 章主要讲解了电脑电源辅助电源电路和主电源电路的组成原理、常见故障及故障检测点，电源电路检修方法，电源电路故障案例分析及动手实践等。

第 4 章主要讲解了显示器电源电路的结构与工作原理、显示器开关电源电路故障检修方法、显示器开关电源电路常见故障维修、显示器开关电源电路故障案例分析及动手实践等。

第 5 章~第 6 章主要讲解了 UPS 的分类及电路构成、后备式 UPS 电路分析及故障检修方法、在线式 UPS 电路分析及故障检修方法、UPS 电路动手实践等。

第 7 章主要讲解了针式打印机电源电路分析及检修方法、喷墨打印机电源电路分析及检修方法、激光打印机电源电路分析及检修方法、打印机电源电路动手实践等。

第 8 章主要讲解了传真机的分类及电路构成、传真机电源电路分析、传真机电源常见故障检修流程及检修方法、传真机电源电路动手实践等。

本书内容详实，对工作原理阐述深入，故障分析简明，动手实践及维修步骤清晰，维修实例典型，易学实用。无论对初学者还是有一定经验的维修人员，本书都不失为很有实用价值的指导书。

读者对象

本书可作为电脑办公设备维修技术人员、电脑硬件维护维修人员学习使用，也可作为专业培训机构、大中专院校及职业学校硬件维修课程的教学用书。

本书由维修工程师杨晖和任建卫编写，其中，第 2 章由任建卫编写，书中的照片由马虔拍摄，同时班永科、冯金保、翟经田、朱正泽、谢文海、吕永彦等参与校对。除此之外，参加本书编写和修改的人员还有王红明、张敏、田淑敏、亢丽、王彩仙、王平芳、任爱仙、王静启、毛华、张晓瑞、柴彦芳、郭玲娟、朵江伟、丁敏菊、李鸽、张双全、懂红梅、席振海、李崇峰、任红丽、王爱平、张永忠、乔霞、毛利军和李娜等。

由于作者水平有限，书中难免出现遗漏和不足之处，恳请社会业界同仁及读者朋友提出宝贵意见和真诚的批评，E-MAIL 请寄：wjinzhu2000@163.com。

编者

2008 年 6 月

目 录

第 1 章 电源常用元器件识别与检测及常用维修工具	1
1.1 电阻器	2
1.1.1 电阻器的种类	2
1.1.2 电阻的主要参数	5
1.1.3 电阻的阻值标注法	6
1.1.4 电阻的串联和并联	7
1.1.5 电阻好坏的判定	10
1.2 电容器	11
1.2.1 电容器的结构	11
1.2.2 电容器的分类	12
1.2.3 电容器的特性	12
1.2.4 电容器的主要参数	14
1.2.5 电容器的标注	15
1.2.6 电容器的串并联	15
1.2.7 电容器好坏的判定	16
1.3 电感器	18
1.3.1 电感器的结构、图形符号及种类	18
1.3.2 电感器的分类	19
1.3.3 电感线圈的电磁特性	20
1.3.4 电感器的主要特性参数	21
1.3.5 电感器的标注	22
1.3.6 电感器在电路中的作用	22
1.3.7 电感器好坏的判定	22
1.4 半导体二极管	22
1.4.1 半导体概念及种类	22
1.4.2 PN 结	23
1.4.3 半导体二极管的结构与符号	23
1.4.4 二极管的特性	24



1.4.5	二极管的主要参数	25
1.4.6	二极管的分类	25
1.4.7	二极管的型号命名	27
1.4.8	二极管的检测	28
1.5	半导体三极管	29
1.5.1	半导体三极管的结构与图形符号	29
1.5.2	三极管的分类	30
1.5.3	三极管的电流放大作用	30
1.5.4	常见的三极管及其引脚排列	32
1.5.5	三极管的测定	32
1.6	场效应管	36
1.6.1	场效应管的特点	36
1.6.2	场效应管的种类与图形符号	36
1.6.3	场效应管的特性	36
1.6.4	场效应管的用途	36
1.6.5	常见的场效应管	37
1.6.6	场效应管的检测	37
1.7	变压器	37
1.7.1	电源变压器的结构	37
1.7.2	变压器的工作原理	38
1.7.3	绕组匝数与输出电压、电流的关系	39
1.7.4	电源变压器的主要参数	39
1.7.5	电源变压器的应用	40
1.7.6	电源变压器的保护	40
1.7.7	变压器的检测	41
1.7.8	特殊用途的变压器	42
1.8	电磁继电器	43
1.8.1	电磁继电器的分类	43
1.8.2	电磁继电器的结构与工作原理	43
1.8.3	继电器的图形符号和触点形式	43
1.8.4	电磁继电器的主要参数	44
1.8.5	继电器好坏的检测	44
1.9	可控硅	45
1.9.1	可控硅简介	45

目
录



1.9.2 可控硅分类.....	45
1.9.3 可控硅的检测.....	46
1.10 万用表的使用.....	47
1.10.1 指针式万用表的使用.....	47
1.10.2 数字万用表的使用.....	52
1.11 电烙铁.....	55
1.11.1 电烙铁的种类.....	55
1.11.2 焊锡材料.....	56
1.11.3 助焊剂.....	56
1.11.4 电烙铁的使用.....	56
1.12 其他工具.....	57
1.13 电路板简介.....	58
1.13.1 电路板简介.....	58
1.13.2 电路板的制作.....	59
1.14 电子元件的拆卸与焊接技巧.....	59
1.15 技能点拨.....	61
第2章 基本电路.....	63
2.1 整流滤波电路.....	64
2.1.1 单相半波整流滤波电路.....	64
2.1.2 单相全波整流滤波.....	67
2.1.3 桥式整流及滤波电路.....	69
2.1.4 整流滤波电路的常见故障及检测.....	70
2.2 基本放大电路.....	70
2.2.1 基本放大电路的组成.....	71
2.2.2 共射放大电路.....	71
2.2.3 共集电极放大电路.....	73
2.2.4 共基极放大电路.....	73
2.2.5 基本放大电路的故障分析与检修.....	74
2.3 多级放大电路.....	76
2.3.1 多级放大电路的组成.....	76
2.3.2 信号在多级放大器之间的传递.....	76
2.4 低频功率放大器.....	77
2.4.1 双电源互补对称功率放大器(OCL电路).....	77
2.4.2 单电源互补对称功率放大器(OTL电路).....	78



2.4.3	OTL 电路故障检修	79
2.5	简单稳压电路	80
2.5.1	稳压二极管构成的稳压电路	80
2.5.2	简单串联稳压电源	81
2.5.3	具有放大环节的稳压电源	81
2.5.4	三端集成稳压电源	83
2.5.5	三端精密稳压控制器	84
2.6	开关电路	84
2.6.1	三极管构成的开关电路	84
2.6.2	三极管作开关器件的应用举例	85
2.6.3	开关电路的故障检修	86
2.7	技能点拨	86
第 3 章	电脑开关电源分析与检修	87
3.1	开关电源概述	88
3.1.1	单管并联式开关电源的结构	88
3.1.2	双管半桥式开关电源的结构	89
3.2	电脑开关电源辅助电源分析与检修	90
3.2.1	辅助电源的电路组成及工作原理	91
3.2.2	辅助电源电路常见故障及故障检测点	97
3.2.3	辅助电源电路输出电路检修方法	98
3.2.4	辅助电源电路开关管击穿损坏情况下的检修方法	102
3.2.5	辅助电源检修流程	103
3.2.6	特殊元件的检测方法	103
3.2.7	辅助电源电路故障案例	104
3.3	主电源电路分析与检修	105
3.3.1	主电源电路分析	105
3.3.2	主电源常见故障分析	114
3.3.3	主电源故障检修	114
3.4	动手实践	119
3.4.1	动手实践的目的	119
3.4.2	动手实践的方法	119
3.4.3	辅助电源电路跑线实战 (共 7 例)	119
3.4.4	主开关电源跑线实战 (共 6 例)	125
3.5	电脑电源故障维修案例	129



3.5.1	电源无直流电压输出（启动电阻问题）	129
3.5.2	电源无直流电压输出（开关管等问题）	130
3.5.3	电源风扇不转，可听到电源发出轻微“吱吱”声	130
3.5.4	电源风扇转动，但电脑主机不能启动	131
3.6	技能点拨	131
第4章	显示器电源分析与检修	133
4.1	显示器电源概述	134
4.1.1	显示器电源的作用	134
4.1.2	显示器电源的特点	134
4.1.3	显示器电源的分类	135
4.2	显示器开关电源电路分析	135
4.2.1	显示器电源电路的结构及工作原理	135
4.2.2	抗干扰电路分析	136
4.2.3	消磁电路分析	137
4.2.4	整流滤波电路分析	139
4.2.5	主开关电源电路分析	141
4.2.6	长城 1770DF 显示器电源电路分析	148
4.3	显示器开关电源电路检修	153
4.3.1	显示器电源电路的常见故障及现象	153
4.3.2	显示器电源电路的故障原因分析	154
4.3.3	显示器开关电源电路常用的检修方法	154
4.3.4	抗干扰及整流滤波电路的检修	156
4.3.5	消磁电路的检修	158
4.3.6	启动电路的检修	159
4.3.7	PWM 脉冲产生及输出电路的检修	160
4.3.8	功率变换输出电路的检修	161
4.3.9	稳压控制电路的检修	161
4.3.10	保护电路的检修	161
4.4	显示器开关电源电路常见故障维修	162
4.4.1	故障检测点及常见故障元件	162
4.4.2	电源开关管击穿损坏情况下的检修方法	162
4.4.3	显示器电源电路的易损元件参数及代换	164
4.4.4	显示器电源电路常见故障的维修	165
4.5	动手实践	166



4.5.1	动手实践的目的	166
4.5.2	动手实践的方法	167
4.5.3	整流滤波电路动手实践	167
4.5.4	主开关管电路动手实践	169
4.5.5	启动电路动手实践	170
4.5.6	脉冲产生电路动手实践	171
4.5.7	功率变换整流输出电路动手实践	172
4.6	电源电路故障维修案例	172
4.6.1	显示器无显示, 指示灯不亮 (整流管问题)	172
4.6.2	显示器无显示, 指示灯不亮 (滤波电容问题)	173
4.6.3	显示器无法开机, 无显示, 且机内曾冒烟	173
4.6.4	显示器开机后无显示, 指示灯不亮 (稳压管问题)	174
4.6.5	显示器开机后, 指示灯能变色, 无显示	175
4.6.6	显示器无显示, 指示灯不亮, 可听到“嗒嗒”声 (行管问题)	175
4.6.7	显示器无显示, 指示灯不亮, 可听到“嗒嗒”声 (回扫变压器问题)	176
4.6.8	显示器开机后, 无显示, 指示灯不亮 (二极管问题)	176
4.6.9	显示器工作时有“吱吱”声, 且图像不稳定	177
4.6.10	屡烧开关管及 UC3842	178
4.6.11	无显示, 指示灯亮	179
4.6.12	无显示, 指示灯亮	179
4.7	技能点拨	179
第 5 章 后备式 UPS 的分析与检修		181
5.1	UPS 概述	182
5.1.1	UPS 的分类	182
5.1.2	UPS 的基本结构	183
5.2	后备式 UPS 电路分析	186
5.2.1	后备式 UPS 的电路组成原理	186
5.2.2	后备式 UPS 电路分析	186
5.3	后备式 UPS 电路检修	204
5.3.1	交流输入检测电路的检修方法	204
5.3.2	交流输入切换控制电路的检修方法	205
5.3.3	交流稳压调节电路的检修方法	207
5.3.4	蓄电池充电电路的检修	208
5.3.5	蓄电池欠压自动保护电路的检修	209



5.3.6	逆变脉冲产生电路的检修	210
5.3.7	逆变输出电路的检修	211
5.3.8	逆变输出稳压控制及过压保护电路的检修	212
5.3.9	报警电路的检修方法	213
5.3.10	交流保险管熔断时的安全检修	214
5.4	后备式 UPS 维修动手实践	215
5.4.1	UPS 的结构	215
5.4.2	开机电路动手实践	215
5.4.3	交流输入电路动手实践	215
5.4.4	交流市电检测电路动手实践	216
5.4.5	交流输入切换控制电路动手实践	217
5.4.6	交流稳压控制电路动手实践	217
5.4.7	逆变功率输出电路动手实践	219
5.4.8	逆变驱动脉冲产生电路及稳压控制电路动手实践	220
5.4.9	蓄电池充电电路动手实践	221
5.4.10	报警电路动手实践	222
5.4.11	蓄电池电压欠压保护电路动手实践	222
5.5	后备式 UPS 维修案例	223
5.5.1	UPS 开机后无输出, 指示灯不亮	223
5.5.2	市电中断后, UPS 蜂鸣声持续不断, 红色指示灯长亮, 无输出	223
5.5.3	市电中断时, UPS 逆变器无输出, 蜂鸣器长鸣	224
5.5.4	市电供电正常时, 输出电压偏高至 270V	224
5.5.5	交流市电正常, 开机后, UPS 蜂鸣器长时间间断鸣叫, 红色指示灯闪烁	225
5.5.6	交流市电正常, 开机后, UPS 交流输出绿色指示灯亮, 而 UPS 无输出	225
5.6	技能点拨	225
第 6 章	在线式 UPS 的分析与检修	227
6.1	在线式 UPS 电路分析	228
6.1.1	在线式 UPS 电路构成原理	228
6.1.2	SANTAK 型 UPS 的结构	229
6.1.3	在线式 UPS 蓄电池充电电路分析	231
6.1.4	辅助电源电路分析	234
6.1.5	DC-DC 变换电路分析	237
6.1.6	功率因素校正电路分析	242
6.1.7	逆变稳压输出电路分析	243



6.1.8	特殊元件介绍	245
6.1.9	控制电路板分析	247
6.2	在线式 UPS 电路的检修方法	249
6.2.1	蓄电池充电电路故障检修	249
6.2.2	辅助电源 1 电路故障检修	252
6.2.3	辅助电源 2 电路故障检修	252
6.2.4	DC-DC 变换电路故障检修	253
6.2.5	逆变及输出电路故障检修	253
6.3	在线式 UPS 电路动手实践	254
6.3.1	UPS 维修动手实践 (共 2 例)	254
6.3.2	辅助电源 1 电路测量动手实践 (共 3 例)	256
6.3.3	DC-DC 变换电路 (斩波升压电路) 测量实践 (共 2 例)	259
6.3.4	功率因素校正电路及校正控制电路 (交流市电斩波升压电路) 实践 (共 2 例)	261
6.3.5	逆变稳压输出电路动手实践 (共 2 例)	263
6.4	在线式 UPS 维修案例	265
6.4.1	在市电正常时, UPS 能向负载供电, 市电停电时无输出	265
6.4.2	无论有无交流市电输入, 按下开机键, UPS 均不能输出, 指示灯不亮	266
6.4.3	开机后, UPS 蓄电池电量指示灯依次闪亮后熄灭, 无输出	266
6.5	技能点拨	267
第 7 章	打印机电源分析与检修	269
7.1	打印机概述	270
7.1.1	打印机分类	270
7.1.2	常用打印机的特点	272
7.2	针式打印机电源电路分析与检修	274
7.2.1	交流输入、抗干扰整流滤波电路分析与检修	275
7.2.2	开关振荡电路分析与检修	276
7.2.3	稳压控制电路分析与检修	281
7.2.4	保护电路分析与检修	282
7.2.5	电源开关管击穿损坏情况下的检修	284
7.2.6	保险管熔断故障检修流程	285
7.2.7	动手实践 (共 6 例)	285
7.3	喷墨打印机电源分析与检修	291
7.3.1	抗干扰整流滤波电路分析	291
7.3.2	开关电源电路分析	292



7.3.3	脉冲整流输出电路.....	293
7.3.4	稳压控制电路.....	293
7.3.5	保护电路.....	294
7.3.6	检修流程及测试点.....	294
7.3.7	动手实践(共2例).....	298
7.4	激光打印机电源电路分析与检修.....	302
7.4.1	抗干扰整流滤波电路.....	302
7.4.2	定影辊加热电路.....	302
7.4.3	开关振荡电路分析.....	303
7.4.4	脉冲整流输出电路分析.....	304
7.4.5	稳压控制电路分析.....	304
7.4.6	过压保护电路.....	307
7.4.7	激光打印机电源电路故障检修.....	307
7.4.8	动手实践(共5例).....	310
7.5	打印机故障维修案例.....	314
7.5.1	一台 Epson C41 喷墨打印机, 打开电源后, 打印头发发出“哒 哒 哒.....”的声音, 打印头不能复位, 最后电源灯灭, 进纸/退纸灯为红色, 显示打印机错误为打印机里有异物, 打印头被卡.....	314
7.5.2	一台 Epson 830 喷墨打印机打印时墨尽灯亮, 更换新墨盒后, 开机面板上的彩色墨尽灯亮.....	314
7.5.3	一台佳能 BJ330 打印机, 开机后, 缺墨/缺纸灯闪个不停, 无法自检, 不能进纸和退纸.....	314
7.5.4	一台 Epson 720 喷墨打印机开机后打印头字车向左移动到最左边, 在撞击字车驱动电机后才停下.....	314
7.5.5	一台 Epson 830 喷墨打印机打印不出内容, 打印后内容空白.....	314
7.5.6	HP 6L 激光打印机开机后, 控制面板的错误指示灯亮, 打印机无反应.....	315
7.5.7	一台 HP1000 打印机打印质量差, 出现黑条.....	315
7.5.8	一台 HP Laster Jet 1010 激光打印机使用一直很正常, 最近碳粉用尽, 添加碳粉后发现: 打印输出时, 在每页纸的同一位置总有一竖着的空行打印不上(空行贯通整页纸), 但打印机自检可以通过, 且打印机的其他情况一切正常.....	315
7.5.9	一台 HP 2100 激光打印机接通电源后, 打印机没有任何反应, 控制面板上的指示灯都亮.....	315
7.5.10	一台 HP 8100 激光打印机从计算机发送打印作业时, 打印机无反应.....	316
7.6	技能点拨.....	316
第 8 章	传真机电源分析与检修.....	317
8.1	传真机分类.....	318



8.2 传真机电源电路分析	320
8.2.1 传真机电源电路的特点	320
8.2.2 交流输入、抗干扰、防过压保护电路分析	321
8.2.3 整流滤波电路分析	321
8.2.4 主开关电路分析	322
8.2.5 PWM 脉冲产生电路分析	322
8.2.6 功率变换输出电路分析	324
8.2.7 稳压控制电路分析	324
8.2.8 保护电路分析	325
8.3 联想 5330MFC 传真机电源电路分析	326
8.3.1 开关管振荡过程	326
8.3.2 功率输出电路	327
8.3.3 稳压控制电路	328
8.3.4 保护电路分析	328
8.4 传真机电源常见故障分析	328
8.4.1 接通电源就熔断保险管故障分析	329
8.4.2 电源无输出电压故障分析	330
8.5 传真机电源故障检修流程	330
8.5.1 交流输入抗干扰及整流滤波电路的检修流程及测试点	330
8.5.2 启动电路的检修流程及测试点	332
8.5.3 脉冲产生及输出电路的检修流程及测试点	333
8.5.4 功率变换输出电路的检修流程及测试点	334
8.5.5 稳压控制电路的检修流程及测试点	334
8.5.6 保护电路的检修流程及测试点	335
8.6 动手实践 (共 4 例)	335
8.6.1 整流滤波电路动手实践	336
8.6.2 启动电路动手实践	337
8.6.3 低压整流输出电路动手实践	337
8.6.4 稳压控制电路动手实践	338
8.7 传真机电源电路故障案例	338
8.7.1 通电不开机, 电源指示灯不亮	338
8.7.2 联想传真机开机后不工作	339
8.8 技能点拨	340

Chapter

01

电源常用元器件识别与 检测及常用维修工具





1.1

电阻器

电阻器是电子设备中应用最为广泛的电子元件之一，在电子设备中约占元件总数的30%以上，电阻器的作用主要是用来调节电路中的电流和电压，即起到降压、限流、分流、隔离、波形变换、匹配以及信号幅度调整等作用，电阻器的计量单位是欧姆，常用 Ω 表示，在电路中常用字母 R 标注。电阻器的常用图形符号如图1-1所示。

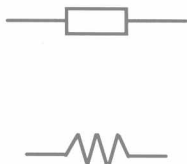


图 1-1 电阻器的图形符号

1.1.1 电阻器的种类

根据制作电阻器的材料、结构的不同，以及电阻器在电路中用途的不同，电阻器有不同的分类方法。通常，根据电阻器的阻值把电阻器分为固定式电阻器和可变式电阻器两大类。阻值固定不变的电阻器称为固定电阻器，一般简称“电阻”。阻值可在一定范围内连续手动调节变化的电阻器称为可调电阻或电位器，在电子设备内阻值调好后不需要由用户调节的称为可调电阻，安装在控制面板上可以由用户调节的称为电位器。另外，还有一类半导体电阻器，为特殊用途电阻器。

按制作材料不同，电阻可分为线绕电阻、膜式电阻（又分为碳膜电阻和金属氧化膜电阻）、碳质电阻等。

按用途不同，电阻可分为精密电阻、高频电阻、高压电阻、大功率电阻、小功率电阻、热敏电阻、熔断电阻（保险电阻）、压敏电阻、光敏电阻和气敏电阻等。

按引出电极的不同，电阻可分为轴向引线电阻、无引线电阻（贴片电阻）。

1. 碳膜电阻

碳膜电阻是使用最早、最广泛的电阻器，它是把碳沉积在瓷质基体上制成的。通过改变碳膜的长度和厚度可制作出不同阻值的碳膜电阻。其特点是精度高、高频特性好、温度特性好（环境温度变化时，其阻值变化很小），常用在仪表等高档设备中，在一般设备中使用量最大。实用电路最常用到的色环电阻器即为碳膜电阻的一种，如图1-2所示。

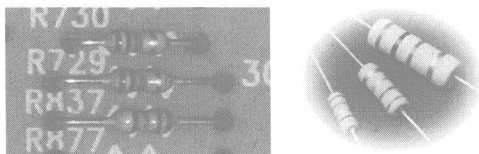


图 1-2 色环电阻器