



技能型人才培养丛书

常用小家电

原理与维修技巧(第2版)

◎ 王学屯 编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

技能型人才培养丛书

常用小家电原理与维修技巧 (第2版)

王学屯 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书为第二次修订版本,全书共分12章,每章后面附有定量的思考与练习。第1~4章主要介绍维修小家电应具备的基础知识。第5~12章,分别以灯具系列、厨房系列、居室环境系列、取暖系列、电源及充电器、音响系列、个人护理保健系列及报警系列等八大系列为主线,以各系列中的代表产品为典型范例,介绍其分类、结构、工作原理及常见故障的排除方法。本书起点低,新产品、新内容较多,实用操作性较强,基本上避免了烦琐的理论讲述,对于需要学习和掌握家电维修技术的读者来说,是一本难得的工具型、资料型图书。

本书通俗易懂、图文并茂,可作为中职、高职相关专业的教材,也可供家电维修人员、厂家售后服务人员、电子爱好者、农村劳动力转移技能培训相关人员学习使用。

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

常用小家电原理与维修技巧/王学屯编著. —2版. —北京:电子工业出版社,2014.9

(技能型人才培养丛书)

ISBN 978-7-121-21794-4

I. ①常… II. ①王… III. ①日用电气器具—理论 ②日用电气器具—维修 IV. ①TM925

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第261655号

策划编辑:柴燕(chaiy@phei.com.cn)

责任编辑:柴燕

印刷:北京季蜂印刷有限公司

装订:北京季蜂印刷有限公司

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:15 字数:384千字

版次:2009年2月第1版

2014年9月第2版

印次:2014年9月第1次印刷

印数:3000册 定价:35.00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,联系及邮购电话:(010)88254888。

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

服务热线:(010)88258888。

改革开放以来,中国已成为世界上主要的家电生产大国,中国制造的家电产品越来越多地进入国际市场。小家电是家用电器的重要组成部分。2003 年至今,中国小家电出口市场份额一直飙升。早在 2007 年,全年国内小家电销售额已达到 1000 亿元。目前,中国小家电市场正以每年 10%~14% 的速度增长,市场普及率相对较低的小家电孕育着惊人的市场潜力,已经成为家电市场新的利润增长点。目前我国小家电产品的利润率保持在 30%~50% 之间。

小家电在以“更小、更快、更安全”的核心理念指导下,各种兼具人性化、个性化、智能化、时尚化,以及环保、节能性的产品品种应运而生,在现代快节奏的家庭生活扮演着越来越重要的角色。人们也因此可以从烦琐的家务中解脱出来,达到轻松高效、快捷省心的效果。

为了适应社会的快速发展,我国的职业教育正在从学历教育向能力教育转化,这是我国教育领域的一次划时代且具有深远意义的改革。为了更好地适应职业技术学校的教学需求,突出职业技术教育的特色,本人将 2009 年出版的《常用小家电原理与维修技巧》进行了第二次修订,更新了绝大部分内容。修订后,本书有以下特点。

1. 通俗易懂。从基础知识入手,原理阐述简单化,起点低,语言简洁,入门级维修人员即可读懂。

2. 内容广而精。内容涵盖常见的各类型家用小家电,精讲它们的分类、特点、工作原理、注意事项及使用方法等。

3. 从实用性出发,突出新产品。

4. 内容翔实,介绍故障原因、故障分析及故障的具体检修排查,起到逐步掌握、举一反三的作用。

5. 力求教材内容涵盖有关国家中级职业标准的知识、技能要求,确实保证达到中级技能人才的培养目标。

本书力求概念解释通俗化、工作原理简单化、实际操作规范化、动手能力兴趣化,适于中职、高职电子专业的学生、电工电子初学者、农村电工、农村劳动力转移技能培训相关人员。为了方便一线人员阅读,本书中的部分电路图未做标准化处理。

本书在编写过程中,参考了各小家电生产厂家的产品使用说明书、电路图及相关的大量书目及资料,还参考了 2000 年以来的《家电维修》、《电子报》等期刊。书后的参考文献目录中只列举了其中的一部分,在此,对相关作者一并表示衷心感谢!

由于电子技术日新月异,编者的见识和水平有限,书中难免有不足之处,恳请广大读者批评指正。

王学屯

2014.8

第 1 章 小家电概述	1
1.1 小家电的定义	1
1.2 小家电分类	1
思考与练习 1	2
第 2 章 小家电基本元器件的识别与检测	3
2.1 认识电阻	3
2.1.1 普通电阻	3
2.1.2 几种特殊电阻	5
2.1.3 电阻的常见故障及检测方法	7
2.1.4 电阻的代换原则及技巧	9
2.2 认识电容	10
2.2.1 常用电容	10
2.2.2 电容的常见故障及检测方法	11
2.2.3 电容的代换原则及技巧	12
2.3 感性器件	12
2.3.1 常用的感性器件	12
2.3.2 感性器件的常见故障及检测方法	13
2.3.3 感性器件的代换原则及技巧	15
2.4 认识晶体管	15
2.4.1 二极管的分类及图形符号	15
2.4.2 几种特殊二极管	15
2.4.3 二极管的检测及代换原则	17
2.4.4 三极管的特点、分类及图形符号	18
2.4.5 三极管的检测及代换原则	19
2.4.6 晶闸管及其检测	21
2.5 电路与集成电路	22
2.5.1 分立元件电路与集成电路	22
2.5.2 单片机及其代换	23
2.5.3 三端稳压器及其代换	23
2.6 其他元器件	25
2.6.1 晶振	25
2.6.2 蜂鸣器	25
2.6.3 数码管	25
思考与练习 2	26
第 3 章 小家电特有元器件的识别与检测	28

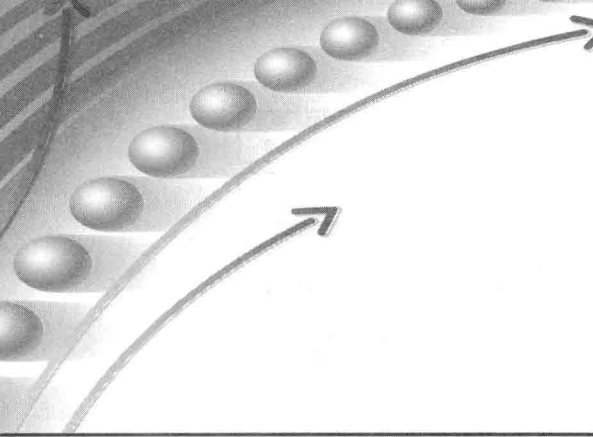
3.1 电热元器件	28
3.1.1 电阻式电热元器件	28
3.1.2 远红外线电热元器件	30
3.1.3 PTC 电热元器件	30
3.1.4 感应式、微波式电热元器件	31
3.2 电动器件	31
3.2.1 永磁式直流电动机	31
3.2.2 交/直流通用电动机	32
3.2.3 单相交流感应式异步电动机	33
3.2.4 罩极式电动机	35
3.3 控制系统及自动控制器件	35
3.3.1 温控器	35
3.3.2 继电器	37
3.3.3 定时器	39
3.3.4 热熔断器	40
3.4 传感器	40
3.4.1 温敏传感器	40
3.4.2 气敏传感器	41
3.4.3 红外线传感器	41
思考与练习 3	42
第 4 章 维修小家电的基本方法	44
4.1 维修人员的基本功	44
4.1.1 维修人员应具备的条件	44
4.1.2 维修人员的安全意识	45
4.1.3 小家电检修中的注意事项	45
4.2 维修工具	46
4.2.1 焊接工具——电烙铁	46
4.2.2 拆焊工具	47
4.2.3 螺钉旋具	47
4.2.4 剪切工具	48
4.2.5 镊子	48
4.3 维修仪表	49
4.4 维修方法	49
4.4.1 直观检查法	50
4.4.2 电阻法	51
4.4.3 电压法	52
4.4.4 电流法	53
4.4.5 替换法	53
4.4.6 其他维修方法	54
4.4.7 万用表综合测试法案例	55
4.5 小家电维修中的先后次序	56

4.6 检修集成电路 (IC) 的方法	58
4.6.1 IC 故障的一般检测法	58
4.6.2 检测 IC 故障的原则	58
4.7 电路图的识读技巧	59
4.7.1 电路图的分类	59
4.7.2 识读电路图的要求与技巧	62
思考与练习 4	65
第 5 章 灯具系列	66
5.1 电子式荧光灯	66
5.1.1 荧光灯的分类	66
5.1.2 电子式荧光灯工作原理	66
5.1.3 电子式荧光灯的常见故障及其排除方法	67
5.2 消防应急灯	68
5.2.1 消防应急灯的工作原理	68
5.2.2 消防应急灯的常见故障及排除	69
5.3 自动控制类节能灯	70
5.3.1 声光控制节能灯的工作原理及常见故障的排除	70
5.3.2 人体感应照明灯的工作原理及故障维修	71
思考与练习 5	73
第 6 章 厨房系列	74
6.1 电饭锅	74
6.1.1 电饭锅的分类	74
6.1.2 机械式电饭锅的工作原理及检修	75
6.1.3 电子式电饭锅的工作原理及检修	80
6.2 电热饮水机	82
6.2.1 温热型饮水机的结构及工作原理	82
6.2.2 电热饮水机的拆卸与安装	84
6.2.3 饮水机常见故障的检修	85
6.3 排油烟机	85
6.3.1 排油烟机的分类与结构	85
6.3.2 普通型排油烟机的工作原理及检修	87
6.3.3 自动型排油烟机的工作原理及检修	89
6.4 微波炉	91
6.4.1 微波炉的简介及分类	91
6.4.2 普及型微波炉的结构、工作原理及其检修	92
6.4.3 飞跃牌 WP600 微电脑型微波炉的工作原理	99
6.5 食品加工机	101
6.5.1 食品加工机的分类及结构	101
6.5.2 多速式食品加工机的工作原理与其检修	103
6.5.3 无级调速式食品加工机的工作原理与检修	104
6.5.4 电脑型豆浆机的工作原理及其检修	105

6.6 电磁炉	108
6.6.1 电磁炉整机系统组成	108
6.6.2 美的 MC-PF18B 型电磁炉的工作原理	109
6.6.3 美的电磁炉的检修	115
6.7 小烤箱	124
6.7.1 小烤箱的结构及工作原理	124
6.7.2 小烤箱的检修	126
思考与练习 6	126
第 7 章 居室环境系列	128
7.1 电熨斗	128
7.1.1 调温电熨斗的结构、工作原理及检修	128
7.1.2 蒸汽电熨斗的结构、工作原理及检修	132
7.2 电风扇	133
7.2.1 电风扇的类型及型号	133
7.2.2 台扇类电扇的结构	134
7.2.3 电扇的电路原理	138
7.2.4 台风扇类的检修	140
7.2.5 吊扇的结构及检修	142
7.2.6 格力遥控风扇的工作原理及检修	143
7.3 家用吸尘器	146
7.3.1 家用吸尘器的分类与命名方式	146
7.3.2 家用吸尘器的基本结构	147
7.3.3 吸尘器的工作原理及检修	150
7.4 洗衣机	153
7.4.1 洗衣机的分类及工作原理	153
7.4.2 普通波轮洗衣机的结构及工作原理	154
7.4.3 普通洗衣机的检修	159
7.5 挂烫机	160
7.5.1 挂烫机的结构	160
7.5.2 挂烫机的工作原理及检修	160
思考与练习 7	162
第 8 章 取暖系列	163
8.1 电热褥	163
8.1.1 电热褥的分类及结构	163
8.1.2 电热褥的电路原理及检修	164
8.2 远红外石英管取暖器	166
8.2.1 远红外石英管取暖器的分类及结构	167
8.2.2 远红外石英管取暖器的工作原理及检修	168
8.3 暖风机	170
8.3.1 暖风机的分类及结构	170
8.3.2 电热丝型暖风机的工作原理及检修	171

8.3.3 微电脑 PTC 型暖风机的工作原理及检修	173
8.4 油汀电暖器	175
8.4.1 油汀电暖器的结构	175
8.4.2 油汀电暖器电路的工作原理及检修	176
思考与练习 8	177
第 9 章 电源及充电器	179
9.1 串联型稳压电源	179
9.1.1 直流稳压电源的基本组成	179
9.1.2 奔腾 PC20N 电磁炉电源电路工作原理	180
9.1.3 串联型稳压电源的工作原理与检修	180
9.2 开关型稳压电源	183
9.2.1 开关型稳压电源的分类及组成	183
9.2.2 通用型手机充电器的工作原理	184
9.2.3 两款九阳电磁炉开关电源的电路原理	185
9.2.4 FSD200 开关电源模块检修	186
思考与练习 9	186
第 10 章 音响系列	187
10.1 收音机	187
10.1.1 收音机的简介与分类	187
10.1.2 收音机的基本电路组成	188
10.1.3 随身听 IC 式收音机的工作原理及检修	189
10.2 功放机	192
10.2.1 功放的分类、基本组成及电路形式	192
10.2.2 功放保护电路	196
10.2.3 单声道 OTL 功放原理	197
10.2.4 双声道 OCL 功放原理	197
10.2.5 高士 AV-113 主功放电路原理	198
10.2.6 功放电路的检修	199
10.2.7 集成式功放电路的原理及检修	201
10.2.8 放大电路故障的检测步骤	203
思考与练习 10	206
第 11 章 个人护理保健系列	207
11.1 电吹风	207
11.1.1 电吹风的分类及结构	207
11.1.2 电吹风的工作原理及检修	209
11.2 电热蒸汽焗油机	212
11.2.1 电热蒸汽焗油机的电路原理	212
11.2.2 电热蒸汽焗油机的检修	212
11.3 滚动式按摩器	213
11.3.1 滚动式按摩器的结构与原理	213
11.3.2 滚动式按摩器的检修	214

思考与练习 11	215
第 12 章 报警系列	216
12.1 报警器	216
12.1.1 报警器的简介及分类	216
12.1.2 报警器中的编解码电路	217
12.1.3 无线防盗报警器电路的工作原理、调试与维修	219
12.1.4 无线防盗报警器的调试与维修	221
12.2 楼宇单元防盗门	223
12.2.1 楼宇单元防盗门系统的分类	223
12.2.2 楼宇单元防盗门电路的工作原理	224
12.2.3 楼宇单元防盗门的维修	226
思考与练习 12	227
参考文献	228



第1章

小家电 概述

本章主要介绍小家电的定义及分类，使大家初步了解小家电的种类有哪些及其归类。

1.1 小家电的定义

家用电器，简称家电，是指适用于家庭、个人或单位使用的一切电器产品。简单地讲，只要是我们使用的带电器具都可以归类为家用电器。家电一般可分为家用电工产品、家用电子产品和家用信息产品。

家用电工产品是指供电、灯光照明、电热、电动、制冷等以电工技术为主体的家电。

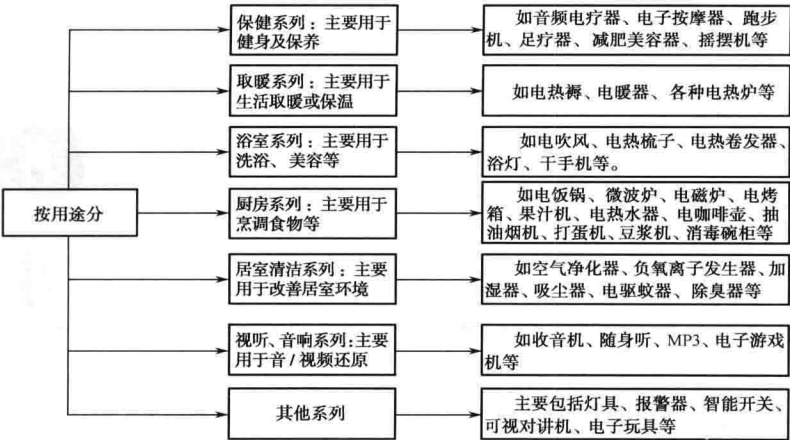
家用电子产品是指以电子技术为主要应用技术的家电，主要包括音响、视听设备等。

家用信息产品是指以电子技术、网络技术、计算机技术为主要应用技术的家电。

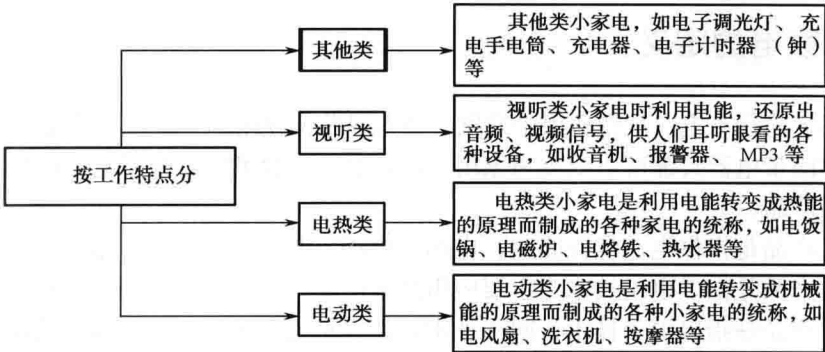
从维修的角度出发，家电可分为大家电和小家电。大家电又称耐用家电，一般是指价值大于 1000 元的电器；小家电是指除耐用家电以外的家电产品。大家电主要包括彩色电视机、DVD、冰箱、空调等，而小家电主要包括生活中采用的电热、电动类器具，如电饭锅、电吹风、电热水器、排油烟机等。小家电和大家电目前没有统一的明显界限归类，如手机、MP3、电磁炉等，从体积和外形上它们可归为小家电类，而从电路功能和结构它们又可归为大家电。

1.2 小家电分类

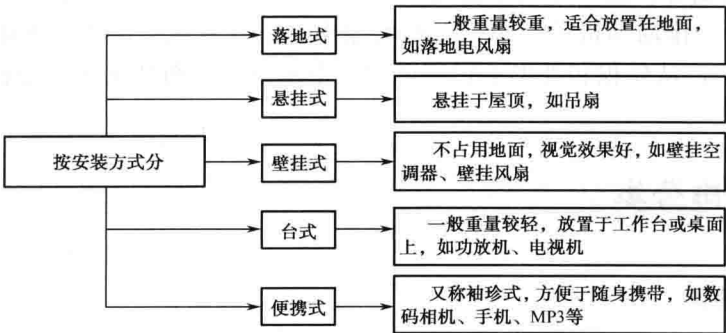
1. 按用途分类



2. 按工作特点分类



3. 按安装方式分类



思考与练习 1

- 1. 什么叫家用电器？它有哪些分类？
- 2. 小家电是怎样分类的？
- 3. 常见的厨房系列小家电有哪些？
- 4. 常见的取暖系列小家电有哪些？
- 5. 常见的音响系列小家电有哪些？

第 2 章

小家电基本元器件的 识别与检测

任何一种小家电的内部构造,都是由基本电子元器件构成的单元电路组成的。本章主要讲述电阻、电容、电感、晶体管等基本元器件的作用、图形符号、识别和检测方法。

2.1 认识电阻

电阻器简称电阻,在电路中起阻碍电流通过的作用。电阻的主要作用有降压、分压、限流及向各电子元器件提供必要的工作条件(电压或电流)等。

常用的电阻按其阻值特点可分为三大类:阻值固定的电阻称为固定电阻或普通电阻,在电路中常用 R 来表示;阻值连续可变的电阻称为可变电阻(电位器和微调电阻),在电路中常用 R_p 或 W 来表示;具有特殊作用的电阻器称为敏感电阻(如热敏电阻、光敏电阻、气敏电阻等)。各种电阻的外形结构如图 2.1 所示。



图 2.1 各种电阻的外形结构图

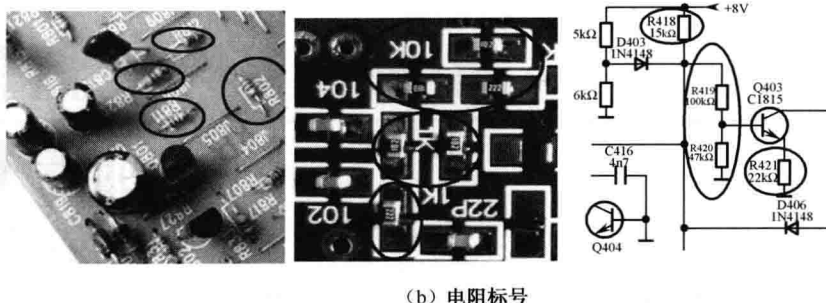
2.1.1 普通电阻

电阻的图形符号如图 2.2 (a) 所示。在实际应用中,常采用字母加数字或直接用电阻的标称值来表示电路中不同的电阻,我们称之为电阻的“标号”。在看电路图或查找某个电阻时,只需查看电阻的标号即可。电阻标号如图 2.2 (b) 所示。

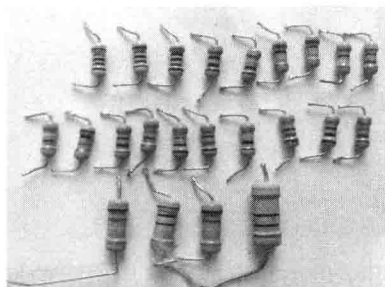
电阻的单位为欧姆,简称欧,用符号“ Ω ”来表示。常用的单位还有 $k\Omega$ (千欧)、 $M\Omega$ (兆欧)。

电阻阻值的表示法有多种,小家电中的电阻常用直标法和色环法。直标法就是将电阻的阻值用数字和文字符号直接标在电阻体上,一般用于体积较大(功率大)的电阻。

色环法(色标法)是将电阻的类别及主要技术参数的数值用颜色(色环)标注在它的外表面上。常用的有四色环电阻和五色环电阻,色环电阻外形图如图 2.3 所示。



四环电阻各色环的含义示意图如图 2.4 所示。



颜 色	第一位有效值	第二位有效值	倍 率	允 许 误 差
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	10^6	
紫	7	7	10^7	
灰	8	8	10^8	
白	9	9	10^9	-20% ~ +50%
金			10^{-1}	±5%
银			10^{-2}	±10%
无色				±20%

图 2.4 四环电阻各色环的含义示意图

1 棕 2 红 3 为橙, 4 黄 5 绿在其中,

6 蓝 7 紫随后到, 8 灰 9 白黑为 0,

尾环金银为误差，数字应为 510。

尾环的确定：紧靠电阻体一端头的色环为第1环，露着电阻体本色较多的另一环为尾环；由于金色、银色为误差值，因此只要最边缘的色环为金色或银色，则该色环就为尾环。

用上述方法读出的数值，一律以欧姆(Ω)为单位。若得出的数值大于1000，则应“逢千进位”，这是约定俗成的习惯。

2.1.2 几种特殊电阻

1. 熔断电阻

熔断电阻又称保险电阻，是一种兼电阻和熔断器双重作用的功能元件。它在正常工作情况下起一个普通电阻的作用，而一旦电路出现故障则起保险的作用。熔断电阻的阻值较小，一般为几欧至几十欧，并且大部分都是不可逆的，即熔断后不能恢复使用。

熔断电阻在电路中的文字符号用字母“RF”或“Fu”表示。熔断电阻的外形及图形符号如图2.5所示。

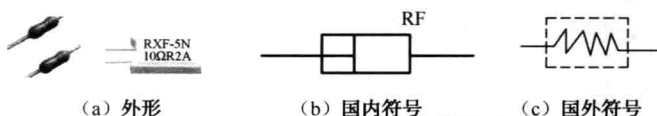


图2.5 熔断电阻的外形及图形符号

2. 热敏电阻

热敏电阻是利用导体的电阻随温度变化的特性制成的测温元件。热敏电阻按阻值的温度系数可分为正温度系数热敏电阻和负温度系数热敏电阻两种。热敏电阻在电路中用字母符号“ R_t (RT)”、“ t° ”或“R”表示，其外形及图形符号如图2.6所示。



图2.6 热敏电阻的外形及图形符号

正温度系数热敏电阻，是指随着温度的升高而阻值明显增大的电阻，又简称为 PTC。利用该特性，正温度系数热敏电阻多用于自动控制电路。

PTC 元件的电阻—温度特性曲线如图2.7所示。从图中可知，PTC 元件的电阻在 $0 \sim t_1$ 之间，阻值随温度的升高而减小， t_1 温度点称为转折温度，又叫居里点；在 $t_1 \sim t_2$ 之间，随着温度的升高，电阻值迅速增大，可增至数万倍，呈现出正温度系数特性。此时它可用于控温电路，其控温原理是：温度 t 升高 $\uparrow$ $\rightarrow$ 电阻 R 变大 $\uparrow$ $\rightarrow$ 热功率 P 减小 $\downarrow$ $\rightarrow$ 温度 t 降低 $\downarrow$ ，具体的控制温度与环境有关。

负温度系数热敏电阻，是指随着温度的升高而阻值明显减小的电阻，又简称为 NTC。NTC 元件在小家电中常用于软启动、自动检测及控制电路中。

NTC 元件的电阻—温度特性曲线如图2.8所示。从图中可知，该曲线近似为线性关系。在一定的电压下，刚通电时 NTC 的电阻较大，通过的电流较小。当电流的热效应使 NTC 元件温度升高时，其电阻减小，通过的电流增大。

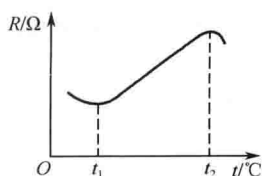


图 2.7 PTC 元件的电阻—温度特性曲线图

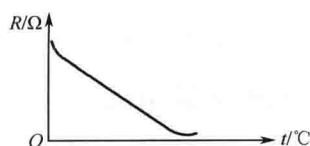


图 2.8 NTC 元件的电阻—温度特性曲线图

3. 压敏电阻

压敏电阻主要用于电路的过压保护，是家用电器中的“安全卫士”。当压敏电阻两端的电压低于其标称电压时，其内部几乎是绝缘的，呈高阻抗状态；当压敏电阻两端的电压（遇到浪涌电压、操作过电压等）高于其标称电压时，其内部的阻值急剧下降，呈低阻抗状态，外来的浪涌电压、操作过电压就通过压敏电阻以放电电流的形式被泄放掉，从而起到过压保护作用。压敏电阻的外形及图形符号如图 2.9 所示。

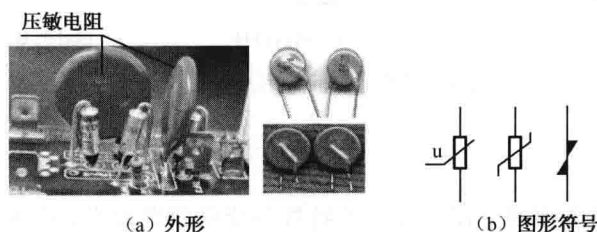


图 2.9 压敏电阻的外形及图形符号

4. 光敏电阻

光敏电阻是用半导体光电导材料制成的，其基本特征如下。

(1) 光照特性

随着光照强度的增大，光敏电阻的阻值急剧下降，然后逐渐趋于饱和（阻值接近 0Ω ）。

(2) 伏安特性

光敏电阻两端所加的电压越高，光电流也越大，且无饱和现象。

(3) 温度特性

随着温度的增大，有些光敏电阻的阻值增大，有些则减小。根据光敏电阻的上述特性，它多用于与光度有关的自动控制电路。光敏电阻的外形及图形符号如图 2.10 所示。

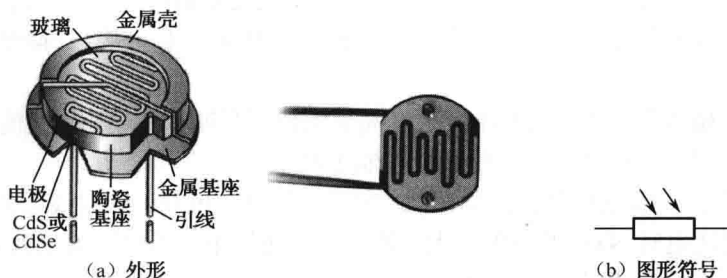


图 2.10 光敏电阻的外形及图形符号

5. 气敏电阻

气敏电阻是利用某些半导体吸收某种气体后发生氧化还原反应的原理制成的, 主要成分是金属氧化物。它主要用于各种气体自动控制电路和报警电路中, 其外形及图形符号如图 2.11 所示。

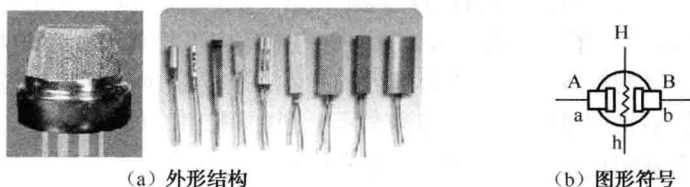


图 2.11 气敏电阻外形及图形符号

2.1.3 电阻的常见故障及检测方法

电阻的常见故障有两种, 即开路和阻值变化。电阻损坏后, 其表面涂层会变色或发黑, 从外观判断, 既直观又快速。电阻的损坏特征及检测方法如表 2.1 所示。

表 2.1 电阻的损坏特征及检测方法

名称	损坏现象	故障特征	检测方法
电阻	烧断(开路、断路)、短路、接触不良	表面焦化、发黑、引线松脱、膜层脱落	用万用表测量电阻分别为: ∞ 、0、阻值变化大
可变电阻	烧断(开路、断路)、短路、接触不良、局部损坏	表面油污、灰尘附着或变形、转动不灵活	用万用表测量电阻分别为: ∞ 、0、阻值不稳、阻值突变

各种电阻一般通过检测其电阻值可判断其质量是否良好, 检测结果若在其误差值范围内, 则为正常, 否则为损坏。

电阻损坏现象有 3 种: 检测结果超出标称值许多, 为变值或质量不合格; 检测结果是无穷大, 为断路; 检测结果是 0, 为短路。

1. 普通固定电阻的检测

将两表笔(不分正负)分别与电阻的两端引脚相接, 即可测出实际电阻值。根据电阻误差等级不同, 读数与标称阻值之间分别允许有 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 或 $\pm 20\%$ 的误差。如不相符, 超出误差范围, 则说明该电阻值变值了。普通固定电阻测试图如图 2.12 所示。

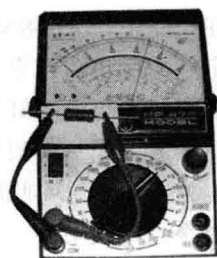


图 2.12 普通固定电阻测试图

注意: 测试时, 特别是在测几十千欧以上阻值的电阻时, 手不要触及表笔和电阻的导电部分; 测试时, 要将被检测电阻从电路中焊下来, 至少要焊开一端, 以免电路中的其他元器件对测试产生影响, 造成测量误差。

2. 电位器(或微调电阻)的检测

检查电位器时, 首先要转动旋柄, 看看旋柄转动是否平滑, 开关是否灵活, 开关通、断时“喀哒”声是否清脆, 并听一听电位器内部接触点和电阻体摩擦的声音, 如有“沙沙”声, 说