

从入门到精通

系列丛书

# 小家电维修

# 从入门到精通

孙立群 编著

(第3版)  
3rd Edition



人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS

从入门到精通

系列  
丛书

# 小家电维修

# 从入门到精通

孙立群 编著

(第三版)  
3rd Edition

人民邮电出版社

北京

## 图书在版编目 (C I P) 数据

小家电维修从入门到精通 / 孙立群编著. -- 3版  
— 北京 : 人民邮电出版社, 2014. 11  
(从入门到精通系列丛书)  
ISBN 978-7-115-36886-7

I. ①小… II. ①孙… III. ①日用电气器具—维修  
IV. ①TM925.07

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第213969号

## 内 容 提 要

这是一本帮助家电维修人员和电子技术爱好者快速掌握各种小家电维修技术的图书。本书分为“基础篇”和“精通篇”，循序渐进、由浅入深地介绍了常见小家电的工作原理、各种故障的检修方法、检修流程和维修技巧。

本书可供广大家电维修人员和电子技术爱好者阅读、学习。

◆ 编 著 孙立群

责任编辑 张 鹏

责任印制 程彦红

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号

邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 20

字数: 488 千字

印数: 21 801-25 800 册

2014 年 11 月第 3 版

2014 年 11 月河北第 1 次印刷

定价: 48.00 元

读者服务热线: (010)81055410 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

广告经营许可证: 京崇工商广字第 0021 号



# 前 言

当前,各种小型生活电器已成为人们生活中必不可少的工具,比如各种电炊具、饮水机、豆浆机、加湿器、吸油烟机,这些功能各异的小家电极大地丰富和方便了人们的生活。但是,这些小家电使用频率高,极易发生故障。而它们本身的特性决定了一旦出现故障,消费者的第一选择是进行维修,而非更换。因此,无论是电子技术爱好者,还是专业的家电维修人员,都需要学习、掌握各种小家电的工作原理和维修方法。

基于上述考虑,我们编写了本书。书中内容涉及电饭煲、电子蒸炖煲、电压力锅、电炒锅、电饼铛、电烤炉、电磁炉、微波炉、饮水机、加湿器、豆浆机、米糊机、吸油烟机、电风扇、热水器、照明灯、充电器、足浴盆、按摩器等家庭常用的小家电。此外,由于现在电动车已普及到千家万户,其充电器、控制器故障率较高,损坏后电动车维修人员大多没有能力维修,而是将其转给家电维修人员维修,为此,本书还增加了这部分内容。本书于2010年1月(第1版)、2012年4月(第2版)出版后受到广大读者好评,至今印刷十多次。几年的时间里,有许多热心读者打来电话,对本书给予了很高的评价,同时也指出一些不足。综合读者意见,现对第2版进行修订,提高本书的品质与实用性,以答谢读者。

小家电的电路结构一般来说相对比较简单,且原理结构大同小异,往往学会了一两种典型小家电维修方法,就能举一反三了解这一类小家电维修方法和思路。因此,本书主要突出方法、思路、流程的介绍,通过典型的机型实例,引导读者学会某一类小家电维修方法。

全书分为“基础篇”和“精通篇”。在“基础篇”中,主要介绍维修小家电的基础知识和简单小家电维修技术;在“精通篇”中,介绍了相对比较复杂的小家电维修方法和技能,并给出大量维修实例。

需要提醒读者的是,本书介绍的小家电品种较多,而各厂家的产品电路图纸制作标准并不统一,因此,为了与实际电路、厂家电路图相符,对于某些未使用国标的元器件代号,本书并未按国标统一。

本书力求做到深入浅出、点面结合、图文并茂、通俗易懂、好学实用。

本书由孙立群编著。参加本书编写的还有宿宇、王忠富、郭立祥、陈鸿、张燕、赵宗军、王明举、李杰、邹存宝、张国富、刘众、傅靖博、杨玉波、鲍显会等,在此对他们表示衷心的感谢!

作 者

# 目 录

## 基 础 篇

### 第 1 章 小家电常用元器件识别与检测…… 1

#### 第 1 节 小家电常用电子元器件 识别与检测…………… 1

- 一、电阻…………… 1
- 二、电容…………… 7
- 三、晶体二极管…………… 12
- 四、整流桥堆…………… 20
- 五、高压硅堆…………… 20
- 六、三极管…………… 21
- 七、场效应管…………… 25
- 八、晶闸管…………… 27
- 九、电感…………… 31
- 十、变压器…………… 33
- 十一、继电器…………… 35
- 十二、扬声器…………… 38
- 十三、耳机…………… 39
- 十四、蜂鸣片/蜂鸣器…………… 40
- 十五、熔断器…………… 41
- 十六、开关…………… 42
- 十七、电加热器…………… 42
- 十八、双金属片型温控器/过载保护器…………… 43

#### 第 2 节 小家电特殊器件的检测…………… 44

- 一、晶振…………… 44
- 二、IGBT…………… 45
- 三、电流互感器…………… 46
- 四、光电耦合器…………… 47
- 五、定时器…………… 48
- 六、电磁阀…………… 49
- 七、电机…………… 50
- 八、重锤启动器…………… 52
- 九、磁控管…………… 52
- 十、传感器…………… 53

- 十一、LED 数码管…………… 54

#### 第 3 节 小家电常用集成电路的 识别与检测…………… 56

- 一、三端不可调稳压器…………… 56
- 二、LM358/LM324/LM339/LM393…………… 58
- 三、电源芯片 VIPer12A…………… 59
- 四、集成电路的检测与代换…………… 60

#### 第 4 节 系统控制（单片机控制）

##### 电路基础知识…………… 62

- 一、单元电路的作用…………… 62
- 二、基本工作条件…………… 63
- 三、控制及显示电路…………… 63
- 四、故障检测…………… 64

### 第 2 章 小家电维修常用检修工具、 仪器和检修方法…………… 65

#### 第 1 节 常用的检修工具和仪器…………… 65

- 一、常用工具…………… 65
- 二、常用仪器…………… 68
- 三、必备备件…………… 71

#### 第 2 节 电子元器件的更换…………… 71

- 一、集成电路的更换…………… 71
- 二、电阻、电容、二极管、三极管的  
更换…………… 72

#### 第 3 节 小家电维修常用的方法和 注意事项…………… 73

- 一、询问检查法…………… 73
- 二、直观检查法…………… 73
- 三、电压测量法…………… 74
- 四、电阻测量法…………… 74
- 五、温度法…………… 75
- 六、代换法…………… 75
- 七、开路法…………… 75

八、清洗法	76	二、华帝吸油烟机	141
九、短路法	76	<b>第5章 风扇类电器故障分析与检修</b>	146
十、应急修理法	76	第1节 落地式、台式电风扇故障 分析与检修	146
<b>第3章 蒸炒类电炊具故障分析与检修</b>	77	一、机械系统	146
第1节 电饭煲故障分析与检修	77	二、调速系统	149
一、机械控制型电饭煲	77	三、典型机械控制型电风扇电路分析与 故障检修	151
二、电脑控制型电饭煲	80	四、典型电脑控制型电风扇电路分析与 故障检修	153
三、模糊控制型电饭煲	88	第2节 吊扇、换气扇故障分析与 检修	164
第2节 电子蒸炖煲故障分析与 检修	97	一、吊扇	164
一、普通型电子蒸炖煲	97	二、换气扇	166
二、电脑控制型电子蒸炖煲	99	<b>第6章 消毒柜故障分析与检修</b>	167
第3节 电压力锅故障分析与 检修	104	第1节 消毒柜的分类和构成	167
一、家宝 YWB55 型电压力锅	105	一、分类	167
二、电脑控制型电压力锅	106	二、构成	167
第4节 电饼铛故障分析与检修	111	第2节 机械控制型消毒柜	168
一、电子控制型电饼铛	112	一、高温消毒电路	169
二、电脑控制型电饼铛	114	二、臭氧消毒电路	169
第5节 电烤炉(箱)故障分析与 检修	116	三、常见故障检修	170
一、机械控制型电烤炉/电炒锅	116	第3节 电脑控制型消毒柜	171
二、电子控制型电烤炉	118	一、电源电路	171
三、电脑控制型面包机	121	二、高温消毒控制电路	172
<b>第4章 吸油烟机故障分析与检修</b>	127	三、臭氧消毒控制电路	172
第1节 机械控制型吸油烟机故障 分析与检修	127	四、常见故障检修	172
一、普通吸油烟机	127	<b>第7章 饮水机故障分析与检修</b>	174
二、监控普通型吸油烟机	129	第1节 单热型饮水机故障分析与 检修	174
三、深吸机型吸油烟机	130	一、机械控制单热型饮水机	174
第2节 电子控制型吸油烟机故障 分析与检修	130	二、电脑控制单热型饮水机	176
一、老板 CPT11B 型吸油烟机	130	第2节 冷热型饮水机故障分析与 检修	180
二、海尔 CXW-130-D12 型吸油烟机	133	一、制冷原理	180
第3节 电脑控制型吸油烟机故障 分析与检修	136	二、制冷剂制冷式饮水机	181
一、拓力吸油烟机	136		

三、半导体制冷式饮水机·····	184	二、加湿器的分类和基本原理·····	187
<b>第8章 加湿器故障分析与检修</b> ·····	187	第2节 典型超声波加湿器故障 分析与检修·····	189
第1节 加湿器的构成与基本 原理·····	187	一、喷雾控制电路·····	189
一、加湿器的构成·····	187	二、无水保护电路·····	190
		三、常见故障检修·····	190
<b>精    通    篇</b>			
<b>第9章 电热水器（电淋浴器）故障     分析与检修</b> ·····	193	一、豆浆机、米糊机的构成·····	219
第1节 电热水器的基础知识·····	193	二、豆浆机、米糊机的机头构成·····	219
一、电热水器的分类·····	193	三、豆浆机、米糊机的拉法尔网·····	220
二、电热水器的构成·····	193	第2节 豆浆机电路故障分析与 检修·····	220
三、特殊器件简介·····	194	一、九阳 JYDZ-8 型豆浆机·····	221
第2节 典型电热水器故障分析与 检修·····	195	二、美的豆浆机·····	224
一、机械控制型电热水器·····	195	第3节 米糊机故障分析与检修·····	227
二、电脑控制型电热水器·····	196	一、供电电路·····	227
<b>第10章 微波炉故障分析与检修</b> ·····	202	二、微处理器电路·····	228
第1节 微波炉的基础知识·····	202	三、水位检测电路·····	228
一、微波的特点·····	202	四、自动粉碎、加热电路·····	228
二、微波炉的工作原理·····	202	五、手动粉碎电路·····	229
三、微波炉的构成及作用·····	203	六、手动加热电路·····	229
第2节 机械控制型微波炉故障 分析与检修·····	206	七、过热保护电路·····	229
一、工作原理·····	206	八、常见故障检修·····	229
二、常见故障检修·····	206	<b>第12章 电磁炉故障分析与检修</b> ·····	231
第3节 电脑控制型微波炉故障 分析与检修·····	208	第1节 美的电磁炉·····	231
一、格兰仕 WD700A/WD800B 型 微波炉·····	208	一、电路分析·····	231
二、上菱 WP650 型微波炉·····	214	二、常见故障检修·····	237
<b>第11章 豆浆机、米糊机故障分析与     检修</b> ·····	219	第2节 奔腾电磁炉·····	241
第1节 豆浆机、米糊机结构·····	219	一、电路分析·····	241
		二、常见故障检修·····	247
		<b>第13章 照明、保健类小家电故障     分析与检修</b> ·····	248
		第1节 照明类小家电故障分析与 检修·····	248
		一、节能灯/荧光灯电子镇流器·····	248

二、联创 DF-3021 型护眼台灯	249	第3节 电炒锅/电烤炉故障检修	
三、幸福牌调光台灯	251	实例	283
四、安源 DVJ-2 型疏导应急灯	253	第4节 吸油烟机故障检修实例	284
第2节 保健类小家电故障分析与检修	254	第5节 电风扇故障检修实例	285
一、足浴盆	254	第6节 微波炉故障检修实例	286
二、多功能健康器	256	第7节 豆浆机故障检修实例	289
三、场效应治疗仪	258	第8节 饮水机故障检修实例	291
<b>第14章 充电器、电子秤故障分析与检修</b>	262	第9节 电磁炉故障检修实例	293
第1节 充电器故障分析与检修	262	第10节 电动车充电器故障检修实例	297
一、电动车充电器	262	第11节 电动车有刷控制器故障检修实例	300
二、旅行充电器	267	第12节 电动车无刷控制器故障检修实例	302
第2节 电子秤故障分析与检修	272	第13节 电水壶/电热水瓶故障检修实例	305
一、电子秤的构成	273	第14节 调温电炉/暖风机故障检修实例	307
二、典型电子秤电路	273	第15节 吸尘器/足浴盆故障检修实例	309
<b>第15章 典型小家电故障检修实例</b>	280	第16节 照明灯故障检修实例	310
第1节 电饭煲故障检修实例	280		
第2节 保温压力锅/蒸炖煲故障检修实例	281		



## 第 1 章 小家电常用元器件识别与检测

### 第 1 节 小家电常用电子元器件识别与检测

小家电都是由大量的电子元器件构成的，要想成为一名合格的小家电产品维修人员，必须先了解这些元器件的作用、工作原理和检测方法，否则是无法胜任维修工作的。为此，本章对典型的电子元器件进行了详尽分类和简单分析，并详细介绍了使用万用表对它们进行检测的方法与技巧，这些无论是对于初学者，还是对于维修人员都是极为重要的。

小家电常用的电子元器件有电阻、电容、二极管、三极管、场效应管、晶闸管、电感、变压器、开关、继电器等。

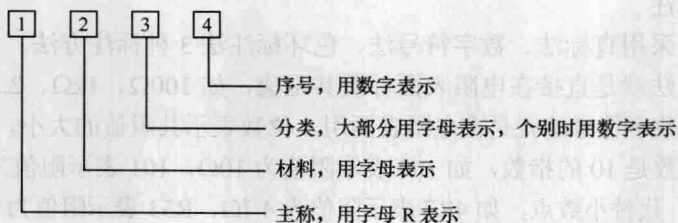
#### 一、电阻

##### 1. 电阻的作用

电阻（电阻器的简称）的作用就是阻碍电流流过，它是一个耗能元件，电流经过它就产生热能。电阻在电路中通常起分压限流、温度检测、过压保护等作用。电阻可根据阻值能否变化而分为固定电阻、可变电阻和特种电阻三大类。特种电阻包括压敏电阻、热敏电阻、光敏电阻、排电阻等。电路中，电阻与电压、电流的关系是： $R=U/I$ 。其中， $R$  是电阻， $U$  是电压， $I$  是电流。

##### 2. 命名方法

控《电阻器、电容器型号命名方法》的规定，电阻器产品的型号由 4 个部分组成，各部分的含义如下：



### 3. 单位

电阻的单位是欧姆( $\Omega$ )。为了对不同阻值的电阻进行标注,还使用千欧( $k\Omega$ )、兆欧( $M\Omega$ )等单位。其换算关系为:  $1M\Omega=1\,000k\Omega$ ,  $1k\Omega=1\,000\Omega$ 。

### 4. 固定电阻

顾名思义,固定电阻的阻值是不可变的。而固定电阻根据作用不同又分为普通电阻和熔断电阻两类。

#### (1) 普通电阻

根据材料的不同普通电阻可分为碳膜电阻、金属膜电阻、合成膜电阻、线绕电阻等。其中常用的是碳膜电阻和金属膜电阻。普通电阻在电路中通常用字母“R”表示,电路表示符号如图 1-1 所示,实物如图 1-2 所示。

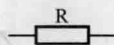


图 1-1 普通电阻在电路中的表示符号



图 1-2 普通电阻的实物图

#### (2) 保险电阻

保险电阻既有过流保护的作用,又有电阻限流的作用。保险电阻通常安装在供电回路中,实现限流供电和过流保护的双重功能。当流过它的电流达到保护值时,它的阻值迅速增大到标称值的数十倍或熔断开路,切断供电回路,以免故障扩大,实现过流保护功能。因此,此类电阻过流损坏后除了应检查过流的原因,还应采用同规格的电阻更换。常见的保险电阻实物外形和电路符号如图 1-3 所示。

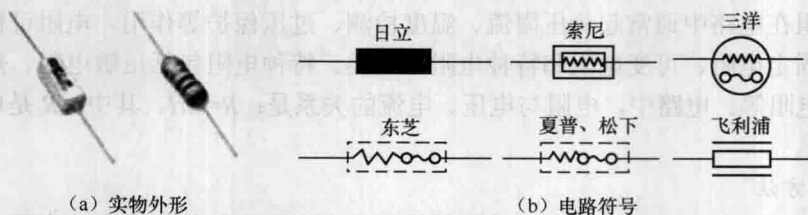


图 1-3 常见的保险电阻

#### (3) 阻值的标注

固定电阻通常采用直标法、数字符号法、色环标注法 3 种标注方法。

**直标法:** 直标法就是直接在电阻表面标明其阻值,如  $100\Omega$ 、 $1k\Omega$ 、 $2.2M\Omega$  等。

**数字符号法:** 数字符号法就是在电阻表面用 3 位数表示其阻值的大小,3 位数的前两位是有效数字,第三位是 10 的指数,如 100 表示阻值为  $10\Omega$ , 101 表示阻值为  $100\Omega$ ; 当阻值小于  $10\Omega$  时,用“R”代替小数点,如 4R7 表示阻值为  $4.7\Omega$ , R33 表示阻值为  $0.33\Omega$ 。图 1-2 (c) 所示的电阻就采用了该标注方法。

色环标注法：色环标注法简称色标法，它就是利用颜色表示元件的各种参数值，并直接标注在产品表面上的一种方法。通常金属膜电阻、小功率碳膜电阻采用该标注方法。

在色环中，紧靠电阻体引脚根部一端的色环为第1道色环，以后依次排列。各种颜色表示的数值如表 1-1 所示。

表 1-1 电阻表面色环与数字的对应关系

颜色	数字	倍乘数	允许误差	颜色	数字	倍乘数	允许误差
银色	—	$10^{-2}$	$\pm 10\%$	黄色	4	$10^4$	—
金色	—	$10^{-1}$	$\pm 5\%$	绿色	5	$10^5$	$\pm 0.5\%$
黑色	0	$10^0$	—	蓝色	6	$10^6$	$\pm 0.2\%$
棕色	1	$10^1$	$\pm 1\%$	紫色	7	$10^7$	$\pm 0.1\%$
红色	2	$10^2$	$\pm 2\%$	灰色	8	$10^8$	—
橙色	3	$10^3$	—	白色	9	$10^9$	$+5\% \sim -20\%$

碳膜电阻多采用四色环标注阻值，第1道色环表示的是十位数，第2道色环表示个位数，第3道色环表示应乘数的指数，第4道色环表示允许误差。

金属膜电阻多采用五色环标注阻值，第1道色环表示百位数，第2道色环表示十位数，第3道色环表示个位数，第4道色环表示应乘数的指数，第5道色环表示允许误差。

根据表 1-1，图 1-4 (a) 中电阻表面的色环表示它的阻值为  $220\Omega$ ，允许误差  $\pm 5\%$ ；图 1-4 (b) 中电阻表面的色环表示它的阻值为  $175\Omega$ ，允许误差  $\pm 1\%$ 。

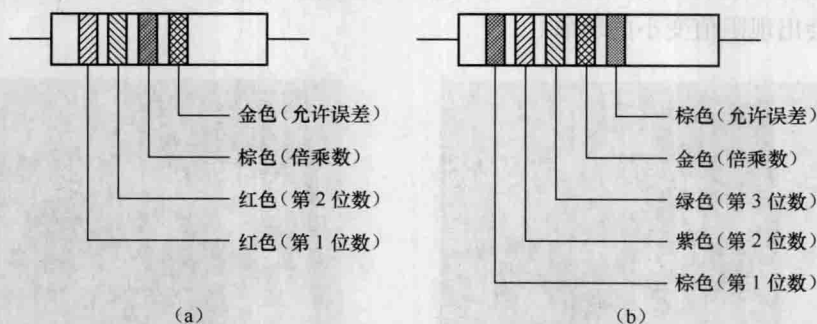


图 1-4 电阻色环标注示意图



**提示** 部分熔断电阻仅有 1 道色环，而不同颜色的色环代表不同的阻值和特性。比如，色环为黑色，说明它的阻值为  $10\Omega$ ，并且在通过的电流达到  $0.85A$  时， $1min$  内它的阻值会迅速增大，并超过标称值的 50 倍；色环为红色，说明它的阻值为  $2.2\Omega$ ，当通过它的电流达到  $3.5A$  时， $2s$  内阻值就会迅速超过标称值的 50 倍；色环为白色，说明它的阻值为  $1\Omega$ ，并且在通过的电流达到  $2.8A$  时， $10s$  内它的阻值会迅速超过标称值的 400 倍。

#### (4) 电阻的串联

如图 1-5 (a) 所示，一个电阻的一端接另一个电阻的一端，称为串联。串联后电阻的阻值为这两个电阻阻值之和，即  $R=R_1+R_2$ 。比如， $R_1$ 、 $R_2$  是  $2.2k\Omega$ ，那么  $R$  为  $4.4k\Omega$ 。

(5) 电阻的并联

如图 1-5 (b) 所示，两个电阻的两端并接，称为并联。并联后电阻的阻值为两个电阻阻值相乘再除以两阻值之和，即  $R=R_1 \times R_2 / (R_1 + R_2)$ 。比如， $R_1$ 、 $R_2$  是  $10k\Omega$ ，那么  $R$  为  $5k\Omega$ 。

(6) 固定电阻的检测

有的固定电阻开路或阻值增大后会出现表面有裂痕或颜色变黑的现象，所以通过直观检查就可以确认。若所怀疑电阻的外观正常，则需要用万用表对其进行检测，来判断它是否正常。用万用表测量电阻时，有在路测量和非在路测量两种方法。非在路测量就是将电阻从电路板上取下或悬空一个引脚后进行测量，根据测得阻值判断它是否正常的方法；在路测量就是在电路板上直接测量所怀疑电阻的阻值，判断它是否正常的方法。

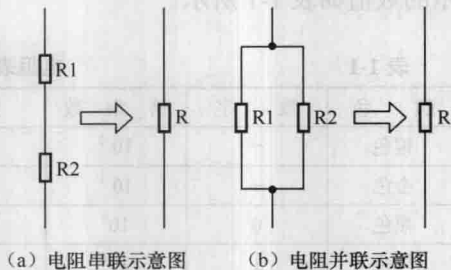
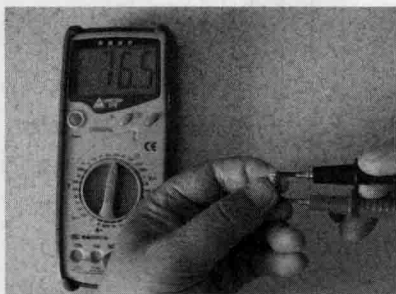


图 1-5 电阻串/并联示意图

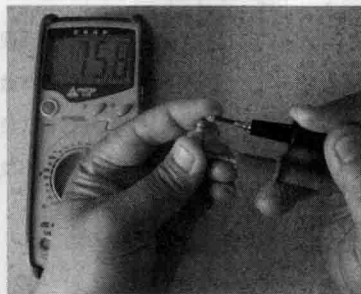


**提示** 固定电阻损坏后主要会出现开路、阻值增大、阻值不稳定或引脚脱焊的现象。另外，用万用表测量前要根据被测电阻的估测值（电阻自身标注值或图纸上的数据）来选择合适的量程。

① 非在路测量。如图 1-6 (a) 所示，将万用表的表笔接在被测电阻两端，若测量的阻值与标称值相同，说明该电阻正常；若阻值大于标称值，说明该电阻阻值增大或开路。固定电阻一般不会出现阻值变小的现象。



(a) 正确方法



(b) 错误方法

图 1-6 固定电阻非在路测量示意图

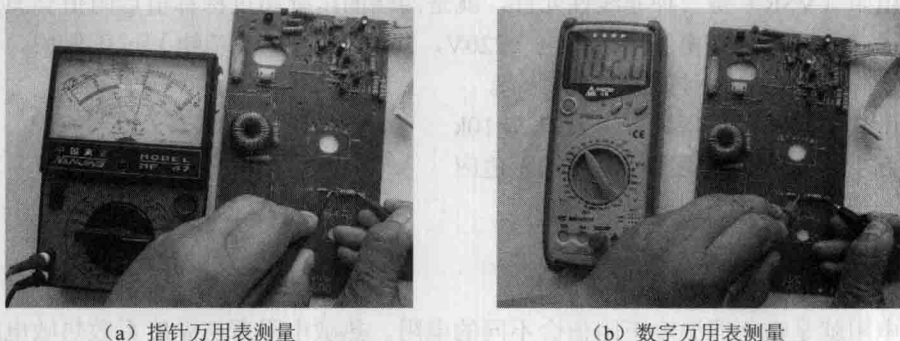


**注意** 如图 1-6 (b) 所示，测量大阻值电阻，尤其是阻值超过几十千欧的电阻时，不能用手同时接触被测电阻的两个引脚，以免人体的电阻与被测电阻并联，导致测量的数据低于正常值。另外，若被测电阻的引脚严重氧化，测量前要用刀片、锉刀等工具将氧化层清理干净。

② 在路测量。怀疑电路板上的小阻值电阻阻值增大或开路时，可采用指针万用表的  $R \times 1$  挡或数字万用表的  $200\Omega$  挡在路测量。由于电路中可能还有三极管、二极管等其他元器件与被测电阻并联，所以检测的结果有时会小于该电阻的标称值，因此该方法仅用于初

步检测。

如图 1-7 (a) 所示, 将指针万用表置于  $R \times 1$  挡, 测量彩电电路板开关电源部分的限流电阻, 测得的阻值为  $6.8\Omega$ , 若阻值过大, 说明该电阻异常。如图 1-7 (b) 所示, 将数字万用表置于  $200\Omega$  挡, 测得该电阻的阻值为  $7.4\Omega$ , 若阻值过大, 说明电阻异常。



(a) 指针万用表测量

(b) 数字万用表测量

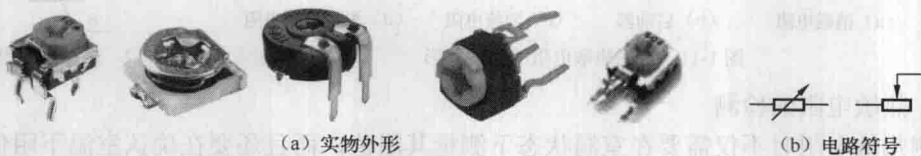
图 1-7 固定电阻在路测量示意图



**提示** 部分数字万用表的  $200\Omega$  挡测量小阻值电阻时, 显示屏显示的数值会略高于标称值, 这也是此类万用表的不足之处。

### 5. 可调电阻

可调电阻就是旋转它的滑动端时阻值会变化的电阻。可调电阻在电路中通常用 VR 或 RP 表示, 常见的可调电阻实物和电路符号如图 1-8 所示。可调电阻多采用直标法和数字符号法进行阻值标注。

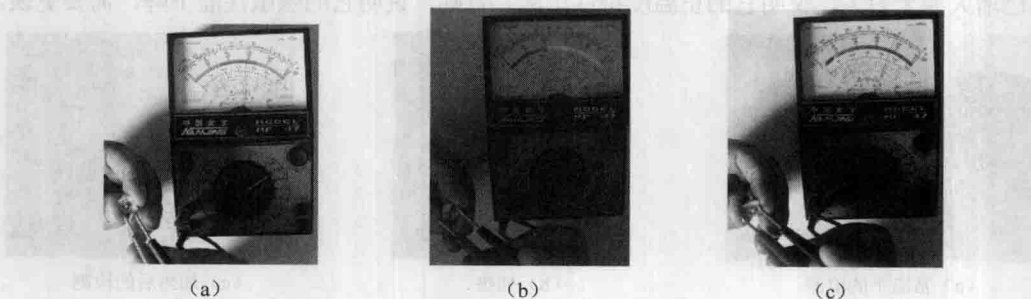


(a) 实物外形

(b) 电路符号

图 1-8 常见可调电阻

如图 1-9 所示, 首先测两个固定脚间的阻值, 应等于标称值。再分别测固定脚与可调脚间的阻值, 若可调脚到两个固定脚之间阻值之和等于标称值, 说明该电阻正常; 若阻值大于正常值或不稳定, 说明该电阻异常或接触不良。



(a)

(b)

(c)

图 1-9 可调电阻检测示意图



**提示** 可调电阻损坏后主要会出现开路、阻值增大或阻值变小、接触不良或引脚脱焊的现象。可调电阻氧化是接触不良和阻值不稳定的主要原因。

## 6. 压敏电阻

压敏电阻（VSR）是一种非线性元件，就是两端的压降超过标称值后阻值会急剧变小的电阻。电子产品采用此类电阻用于市电（220V，50Hz 的正弦交流电）过压保护。常见的压敏电阻实物外形和电路符号如图 1-10 所示。

检测压敏电阻时可用指针万用表的  $R \times 10k$  挡或数字万用表的 20M 电阻挡，测得的阻值应为无穷大；若阻值小，说明它已损坏。

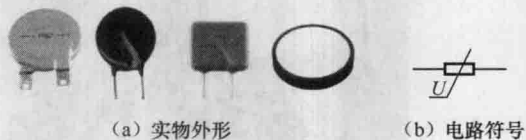


图 1-10 压敏电阻

## 7. 热敏电阻

### (1) 热敏电阻的识别

热敏电阻就是在不同温度下阻值会不同的电阻。热敏电阻有正温度系数热敏电阻和负温度系数热敏电阻两种。所谓的正温度系数热敏电阻就是它的阻值随温度升高而增大，负温度系数热敏电阻的阻值随温度升高而减小。正温度系数热敏电阻主要应用在彩电、彩显的消磁电路或电冰箱、饮水机的压缩机启动回路。负温度系数热敏电阻主要应用在电动车充电器的 300V 供电限流回路或电饭锅、饮水机、电磁炉、电热水器等温度检测电路中。常见的热敏电阻实物外形如图 1-11 所示，电路符号如图 1-12 所示。



图 1-11 常见热敏电阻的实物外形

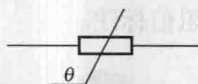
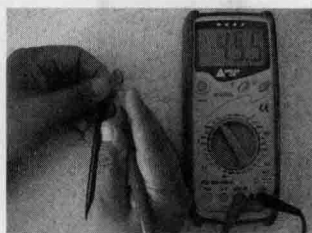


图 1-12 热敏电阻电路符号

### (2) 热敏电阻的检测

检测热敏电阻时不仅需要在室温状态下测量其阻值，而且还要在确认室温下阻值正常后为其加热，检测它的热敏性能是否正常。下面以  $45\Omega$  的热敏电阻为例介绍正温度系数热敏电阻的检测方法。

如图 1-13 所示，将万用表置于  $200\Omega$  挡，室温状态下，检测该电阻的阻值为  $45\Omega$ ，否则说明它已损坏；确认室温状态下的阻值正常后，用电烙铁为它加热后，再用  $200k$  挡检测它的阻值，如果已增大为无穷大，说明它的正温度特性正常。否则，说明它的热敏性能下降，需要更换。



(a) 常温下的检测



(b) 加热



(c) 加热后的检测

图 1-13 热敏电阻检测示意图

## 8. 光敏电阻

光敏电阻是应用半导体光电效应原理制成的一种元器件，当光线照射到光敏电阻表面后，光敏电阻的阻值迅速减小。常见的光敏电阻实物外形和电路符号如图 1-14 所示。



图 1-14 光敏电阻

## 9. 排电阻

排电阻由多个阻值相同的电阻构成，它和集成电路一样，有单列和双列两种封装结构，所以也叫集成电阻。典型的单列排电阻实物外形和电路符号如图 1-15 所示。

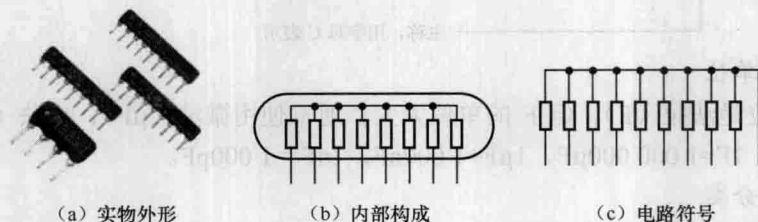


图 1-15 排电阻

## 10. 电阻的更换

电阻损坏后，最好采用相同阻值和功率的同类电阻更换。比如，正温度系数的热敏电阻损坏后必须采用同类、同阻值电阻更换，熔断电阻损坏应采用同规格的熔断电阻更换。而普通电阻的要求相对低一些，通常允许用大功率电阻更换小功率电阻，但不允许用小功率电阻更换大功率电阻，并且如果手头没有阻值、功率合适的电阻更换时，可采用串联、并联的方法进行代换，比如需要更换的电阻为  $1\text{k}\Omega/0.25\text{W}$ ，而手头只有  $510\Omega/0.25\text{W}$  的电阻，可以将两只  $510\Omega/0.25\text{W}$  的电阻串联后进行代换，当然也可以用两只  $2.2\text{k}\Omega/0.25\text{W}$  电阻并联后代换。而熔断电阻具有过流保护功能，所以对功率要求比较严格，若  $1\Omega/1\text{W}$  的熔断电阻损坏后，可用两只  $0.47\Omega/0.5\text{W}$  的熔断电阻串联后更换，当然也可采用两只  $2\Omega/0.5\text{W}$  的熔断电阻并联后更换。



### 方法与技巧

更换可调电阻时除了应采用同阻值、同规格的可调电阻更换之外，还应先将更换的可调电阻调到原电阻的位置或中间位置，这样安装后需要调整的范围较小。

## 二、电容

### 1. 电容的作用

电容（电容器的简称）的主要物理特征是储存电荷，就像蓄电池一样可以充电（charge）和放电（discharge）。电容在电路中通常用字母“C”表示，它在电路中的主要作用是滤波、耦合、延时等。

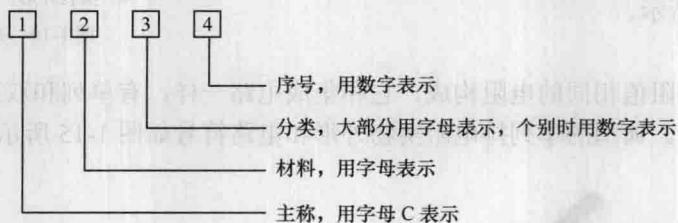
### 2. 电容的特性

与电阻相比，电容的特性相对复杂一点。它的主要特性是：电容两端的电压不能突变，就像一个水缸一样，要将其装满需要一段时间，要将其全部倒空也需要一段时间。电容的这个特

性对以后我们分析电路很有用。在电路中电容有通交流、隔直流，通高频、阻低频的功能。

### 3. 电容的命名方法

《电阻器、电容器型号命名方法》的规定，电容器产品的型号由4个部分组成，各部分的含义如下：



### 4. 电容的单位

电容的单位是法拉(F)。但F的单位太大，通常使用微法( $\mu\text{F}$ )、皮法(pF)等单位。其换算关系为： $1\text{F}=1\,000\,000\mu\text{F}$ ， $1\mu\text{F}=1\,000\text{nF}$ ， $1\text{nF}=1\,000\text{pF}$ 。

### 5. 电容的分类

#### (1) 按构成材料分类

电容按采用的材料可分为电解电容、瓷片(陶瓷)电容、涤纶(聚酯)电容、钽电容等，其中钽电容特别稳定。电容在电路中的符号如图1-16所示，常见的电容实物外形如图1-17所示。

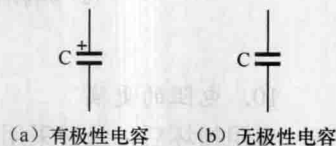


图 1-16 电容的电路符号



图 1-17 常见电容实物外形

#### (2) 按焊接方式分类

电容按焊接方式分为插入焊接式和贴面焊接式两种。

**注意** 贴片电容和贴片电阻的外形基本相同，维修时要注意，不要搞混。

#### (3) 按有无极性分类

电容按有无极性可分为无极性电容和有极性电容两种。其中，图1-17(a)所示的电解电容是有极性的，它的背面有明显的正极或负极标志。在更换此类电容时应注意极性，若不



小心接错极性,容易导致它过压损坏。而图 1-17 所示的涤纶、瓷片电容通常是无极性电容。

#### (4) 按结构分类

电容按结构可分为固定电容、半可变电容、可变电容等。所谓的半可变电容和可变电容就是调节后,电容的容量会发生变化。半可变电容和可变电容仅应用在早期的收音机和扩音机等设备中,现在的小家电产品使用的主要是固定电容。

#### 6. 容量的标注方法

电容通常采用直标法、数字符号法、色环标注法 3 种标注方法来标注容量。

##### (1) 直标法

直标法就是直接在电容表面标明其容量的大小,电解电容多采用此类标注方法,如  $2.2\mu\text{F}$ 、 $10\mu\text{F}$ 、 $100\mu\text{F}$  等,有的厂家将  $2.2\mu\text{F}$  标注为  $2\mu 2$ ,省略了小数点,也有的厂家用“R”代替小数点,如 3R3 表示容量为  $3.3\mu\text{F}$ ,R22 表示容量为  $0.22\mu\text{F}$ 。另外,还有的厂家标注电解电容的容量时省略了单位,如将  $560\mu\text{F}$  的电解电容标注为 560。

##### (2) 数字标注法

数字标注法就是在电容表面用 3 位数表示其容量的大小,瓷片电容、金属氧化物电容多采用此类标注方式。3 位数的前 2 位是有效数字,第 3 位数是 10 的指数。此类电容的单位是 pF,如 103 表示容量为  $10\ 000\text{pF}$ ;104 表示容量为  $100\ 000\text{pF}$ ,即  $0.1\mu\text{F}$ 。

##### (3) 色环标注法

色环标注法就是利用 3 道或 4 道色环表示电容容量的大小,独石电容(多层陶瓷电容器)多采用此类标注方式。色环中,紧靠电容引脚一端的色环为第 1 道色环,以后依次为第 2 道色环、第 3 道色环。第 1 道色环、第 2 道色环是有效数字,而第 3 道色环是所加的“0”的个数。各色环颜色代表的数值与色环电阻一样,若电容表面标注的色环颜色依次为橙、橙、棕,表明该电容的容量为  $330\text{pF}$ 。另外,若某一道色环的宽度是标准色环的 2 或 3 倍,则说明采用了 2 或 3 道该颜色的色环,如电容表面标注的色环颜色为(3 倍宽)红,表明该电容的容量为  $2\ 200\text{pF}$ 。

#### 7. 电容的串联

一个电容的一端接另一个电容的一端,称为串联。串联后电容的容量为这两个电容量相乘再除以它们之和,即  $C=C_1\times C_2/(C_1+C_2)$ 。



#### 方法与技巧

两只只有极性的电容逆向串联(也就是负极接负极或正极接正极)后,就会成为一只大容量的无极性电容。



#### 注意

在串联电容时,要注意电容的耐压值,以免电容因耐压不足而过压损坏,导致电容击穿或爆裂。原则上,选用串联的电容耐压值应不低于或略低于原电容的耐压值。

#### 8. 电容的并联

两个电容两端并接,称为并联。并联后电容的容量是这两个电容的容量之和,即  $C=C_1+C_2$ 。电容并联时,电容的耐压值应与原电容相同或高于原耐压值即可。

#### 9. 电容的检测

电容的检测常采用代换法和仪器检测法。仪器检测法除了可以用数字万用表的电容挡或电容表测量被检电容的容量来判断它是否正常之外,当然也可采用指针型万用表的电阻挡检