



数码产品维修技能 1对1 培训速成丛书

电子元器件检测代换技能

DIANZI YUANQIJIAN JIANCE DAIHUAN JINENG 1DUI1 PEIXUN SUCHENG

1对1 培训速成

数码维修工程师鉴定指导中心 组 编

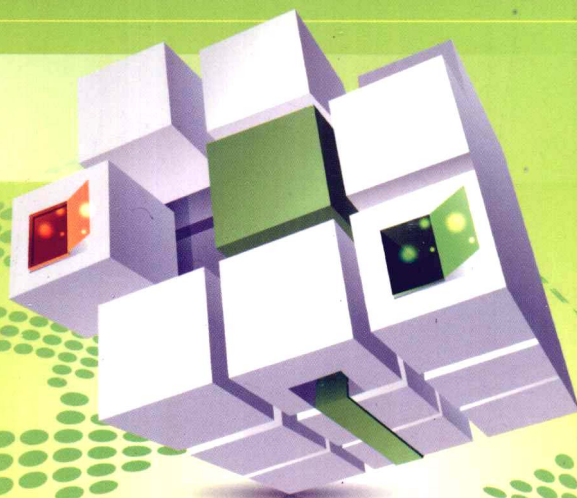
韩雪涛 主 编

韩广兴 吴 瑛 王新霞 副主编



附赠学习卡

- ◆ “1对1”模式开创编著新理念
- ◆ “学习卡”形式打造教学新主张
- ◆ “电子行业知识专家”倾力指导
- ◆ “专业家电维修机构”全力配合
- ◆ “行业权威认证机构”技术支持

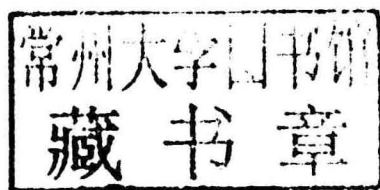


机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

数码产品维修技能“1对1”培训速成丛书

电子元器件检测代换技能 “1对1”培训速成

数码维修工程师鉴定指导中心	组 编
韩雪涛	主 编
韩广兴 吴 瑛 王新霞	副主编



机械工业出版社

本书根据该行业读者的学习习惯和学习特点,将电子元器件的检测、代换的技能要求、原则和方法等一系列知识和技能点,采用“1对1”培训的形式展开。力求通过对各种类型电子元器件的检测、代换操作演示,使读者全面掌握电子元器件检测、代换的技能技巧。为使本书的内容最大限度地符合实际的岗位需求,本书收集、整理了大量实用维修资料,作为“实训”案例供读者“演练”。使读者通过学习和实训最终精通电子元器件检测、代换的技能。

本书根据电子元器件的种类特点作为章节划分的依据,通过对大量电子产品中对元器件检测、代换的案例进行筛选、整理,结合各元器件的功能特点,充分采用图解的表现形式,将实操的演示通过多媒体设备全程记录,并以实物照片的形式呈现。

另外,本书不仅局限于检测的本身,而是结合不同电子元器件的特点,将其识别、应用等一系列知识点都进行了很好的诠释,形象、直观、易学、易懂。

本书适合作为专业技能考核认证的培训教材,也可作为各职业技术学院的实训教材,同时也适合电子电气从业技术人员以及广大电子电气技术业余爱好者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

电子元器件检测代换技能“1对1”培训速成/韩雪涛主编. —北京:机械工业出版社, 2011.3

(数码产品维修技能“1对1”培训速成丛书)

ISBN 978-7-111-33405-7

I. ①电… II. ①韩… III. ①电子元件—检测②电子器件—检测
IV. ①TN606

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第021386号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:张俊红 责任编辑:张俊红

版式设计:霍永明 责任校对:申春香

封面设计:王伟光 责任印制:乔宇

三河市宏达印刷有限公司印刷

2011年5月第1版第1次印刷

184mm×260mm·17.75印张·435千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-33405-7

定价:35.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者购书热线:(010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

本 丛 书 编 委 会

主 编 韩雪涛

副主编 韩广兴 吴 瑛 王新霞

编 委 张丽梅 郭海滨 孟雪梅 张明杰

李 雪 孙 涛 马 楠 张鸿玉

张雯乐 宋永欣 宋明芳 梁 明

吴 玮 韩雪冬

前 言

随着电子技术的发展,人们物质文化生活的需求不断提升,使得电工电子行业的市场空间不断扩大。社会需要大量电子电气操作、生产、调试、维修的专业技术人员。

尤其在电子产品设计、生产、调试、维修领域,如何识别电子元器件、如何检测、如何代换是该领域从业者必须具备的专项技能。随着电子技术的发展,电子元器件的品种大大增加,电子元器件的应用也是多种多样,无论是电视机、影碟机、洗衣机等传统家电产品,还是打印机、传真机、复印机等数码设备,包括制冷、通信等设备都是由一个一个电子元器件构成的。掌握电子元器件的检测代换方法是从事电子电工行业的最基本一项技能,对于初学者来说这是从业需要解决的首要问题。

本书正是从这些实际问题出发,采用“1对1”的培训理念,对当前主流的电子元器件按照结构和功能特点进行分类,从实际工作需求的角度出发,根据知识技能的难易程度,分门别类地注意介绍不同电子元器件的识别、检测和代换方法,通过对实物对照的演示讲解和实操演示教学等多种方式,全面系统地介绍了各种电子元器件检测技能和代换技巧。

为使读者能够在最短时间内掌握电子元器件检测代换的技能,本书在知识技能的传授过程中充分发挥“图解”的特色,通过实操演示、实物与电路的对照、图示标注及图例讲解等多种形式,生动、形象、直观地将电子领域中所应用的各种电子元器件检测的方法和代换应用技巧一一呈现给大家。

在图书的表现方式上,本书同样考虑读者的实际需求和阅读习惯,摒弃繁琐的语言描述,充分发挥“1对1”图解的特色。

为使本书内容既符合实际需求,同时极具专业培训的特性,本书不只停留在操作环节的掌握,还收集了大量实用的电子产品电路案例,经过筛选、整理,将不同元器件的实际应用范围以及代换原则和适用电路等相关知识技能准确地传达给读者,使读者拓宽眼界,真正达到活学活用的境界。

在编写力量上,本书由数码维修工程师鉴定指导中心联合多家专业维修机构,组织众多高级维修技师、一线教师 and 多媒体技术工程师组成专业制作团队,特聘请国家家电行业资深专家韩广兴教授亲自担任指导。书中所有内容及维修资料均来源于实际工作,从而确保图书的权威性。需要说明的是,为了尽量保持产品资料原貌,以方便读者与实物对照,并尽可能符合读者的行业用语习惯,书中部分文字符号和图形符号并未按图家标准做统一修改处理,这点请广大读者引起注意。

本书所有的内容都是以国家数码工程师专业技术资格认证标准为依据,充分以市场需求和社会就业需求为导向。学习者通过学习,除掌握电工电子的维修知识和维修技能外,还可申报相应的国家工程师资格或国家职业资格的认证,争取获得全国通用的专业技术资格证书。

为了更好地满足读者的需求,达到最佳的学习效果,本书得到了数码维修工程师鉴定指导中心的大力支持。除可获得免费的专业技术咨询外,每本图书都附赠价值50元的数码维

修工程师远程培训基金（培训基金以“学习卡”的形式提供），读者可凭借此卡登录数码维修工程师的官方网站（www.chinadse.org）获得超值技术服务。网站提供有最新的行业信息，大量的视频教学资源、图样手册等学习资料以及技术论坛。用户凭借学习卡可随时了解最新的数码维修工程师考核培训信息，知晓电子电气领域的业界动态，实现远程在线视频学习，下载需要的图样、技术手册等学习资料。此外，读者还可通过网站的技术交流平台进行技术的交流与咨询。

读者通过学习与实践还可参加相关资质的国家职业资格或工程师资格认证，可获得相应等级的国家职业资格或数码维修工程师资格证书。如果读者在学习和考核认证方面有什么问题，可通过以下方式与我们联系。

数码维修工程师鉴定指导中心

网址：<http://www.chinadse.org>

联系电话：022 - 83718162/83715667/13114807267

E-mail：chinadse@163.com

地址：天津市南开区榕苑路4号天发科技园8-1-401

邮编：300384

编 者

目 录

本丛书编委会

前言

第 1 章 电阻器的检测和代换技能	1
1.1 电阻器的种类和功能特点	1
1.1.1 电阻器的种类	1
1.1.2 电阻器的功能特点	9
1.2 电阻器的检测技能	11
1.2.1 电阻器的检测方法	11
1.2.2 电阻器的检测实例训练	21
1.3 电阻器的代换技能	24
1.3.1 电阻器的代换原则	24
1.3.2 电阻器的代换方法	32
1.3.3 电阻器的代换实例训练	34
第 2 章 电容器的检测和代换技能	36
2.1 电容器的种类和功能特点	36
2.1.1 电容器的种类	36
2.1.2 电容器的功能特点	43
2.2 电容器的检测技能	46
2.2.1 电容器的检测方法	46
2.2.2 电容器的检测实例训练	53
2.3 电容器的代换技能	55
2.3.1 电容器的代换原则	55
2.3.2 电容器的代换方法	61
2.3.3 电容器的代换实例训练	64
第 3 章 电感器的检测和代换技能	65
3.1 电感器的种类和功能特点	65
3.1.1 电感器的种类	65
3.1.2 电感器的功能特点	68
3.2 电感器的检测技能	71
3.2.1 电感器的检测方法	71
3.2.2 电感器的检测实例训练	80
3.3 电感器的代换技能	82
3.3.1 电感器的代换原则	82
3.3.2 电感器的代换方法	85
3.3.3 电感器的代换实例训练	87
第 4 章 电位器的检测和代换技能	90
4.1 电位器的种类和功能特点	90
4.1.1 电位器的种类	90

4.1.2 电位器的功能特点	94
4.2 电位器的检测技能	96
4.2.1 电位器的检测方法	96
4.2.2 电位器的检测实例训练	98
4.3 电位器的代换技能	100
4.3.1 电位器的代换原则	100
4.3.2 电位器的代换方法	103
4.3.3 电位器的代换实例训练	104
第5章 晶体二极管的检测和代换技能	105
5.1 晶体二极管的种类和功能特点	105
5.1.1 晶体二极管的种类	105
5.1.2 晶体二极管的功能特点	111
5.2 晶体二极管的检测技能	113
5.2.1 晶体二极管的检测方法	113
5.2.2 晶体二极管的检测实例训练	122
5.3 晶体二极管的代换技能	125
5.3.1 晶体二极管的代换原则	125
5.3.2 晶体二极管的代换方法	133
5.3.3 晶体二极管的代换实例训练	135
第6章 晶体三极管的检测和代换技能	137
6.1 晶体三极管的种类和功能特点	137
6.1.1 晶体三极管的种类	137
6.1.2 晶体三极管的功能特点	141
6.2 晶体三极管的检测技能	145
6.2.1 晶体三极管的检测方法	145
6.2.2 晶体三极管的检测实例训练	150
6.3 晶体三极管的代换技能	154
6.3.1 晶体三极管的代换原则	155
6.3.2 晶体三极管的代换方法	164
6.3.3 晶体三极管的代换实例训练	166
第7章 场效应晶体管的检测和代换技能	168
7.1 场效应晶体管的种类和功能特点	168
7.1.1 场效应晶体管的种类	168
7.1.2 场效应晶体管的功能特点	169
7.2 场效应晶体管的检测技能	170
7.2.1 场效应晶体管的检测方法	170
7.2.2 场效应晶体管的检测实例训练	173
7.3 场效应晶体管的代换技能	176
7.3.1 场效应晶体管的代换原则	176
7.3.2 场效应晶体管的代换方法	181
7.3.3 场效应晶体管的代换实例训练	183
第8章 晶闸管的检测和代换技能	185
8.1 晶闸管的种类和功能特点	185
8.1.1 晶闸管的种类	185

8.1.2 晶闸管的功能特点	189
8.2 晶闸管的检测技能	191
8.2.1 晶闸管的检测方法	191
8.2.2 晶闸管的检测实例训练	194
8.3 晶闸管的代换技能	195
8.3.1 晶闸管的代换原则	195
8.3.2 晶闸管的代换方法	199
8.3.3 晶闸管的代换实例训练	200
第9章 变压器的检测和代换技能	202
9.1 变压器的种类和功能特点	202
9.1.1 变压器的种类	203
9.1.2 变压器的功能特点	206
9.2 变压器的检测技能	208
9.2.1 变压器的检测方法	208
9.2.2 变压器的检测实例训练	213
9.3 变压器的代换技能	217
9.3.1 变压器的代换原则	217
9.3.2 变压器的代换方法	222
9.3.3 变压器的代换实例训练	222
第10章 继电器的检测和代换技能	225
10.1 继电器的种类和功能特点	225
10.1.1 继电器的种类	225
10.1.2 继电器的功能特点	229
10.2 继电器的检测技能	232
10.2.1 继电器的检测方法	232
10.2.2 继电器的检测实例训练	236
10.3 继电器的代换技能	237
10.3.1 继电器的代换原则	238
10.3.2 继电器的代换方法	241
10.3.3 继电器的代换实例训练	241
第11章 集成电路的检测和代换技能	244
11.1 集成电路的种类和功能特点	244
11.1.1 集成电路的种类	244
11.1.2 集成电路的功能特点	247
11.2 集成电路的检测技能	250
11.2.1 集成电路的检测方法	250
11.2.2 集成电路的检测实例训练	258
11.3 集成电路的代换技能	262
11.3.1 集成电路的代换原则	262
11.3.2 集成电路的代换方法	269
11.3.3 集成电路的代换实例训练	271

第 1 章 电阻器的检测和代换技能



【计划安排】

电阻器是常见的电子元件之一，要掌握其基本的检测和代换技能，先要了解电阻器的种类和功能特点，不同的电阻器其检测方法不同，其代换的方法也有所差异。本章首先介绍电阻器的种类和功能特点，然后再介绍电阻器的检测方法以及代换方法和操作实例。

几乎所有的电子产品都是由一些基本的元器件或部件组成的，常见的基本元器件主要有：电阻器、电容器、电感器、电位器、晶体二极管、晶体三极管、场效应晶体管、晶闸管、变压器、继电器以及集成电路等，如图 1-1 所示。

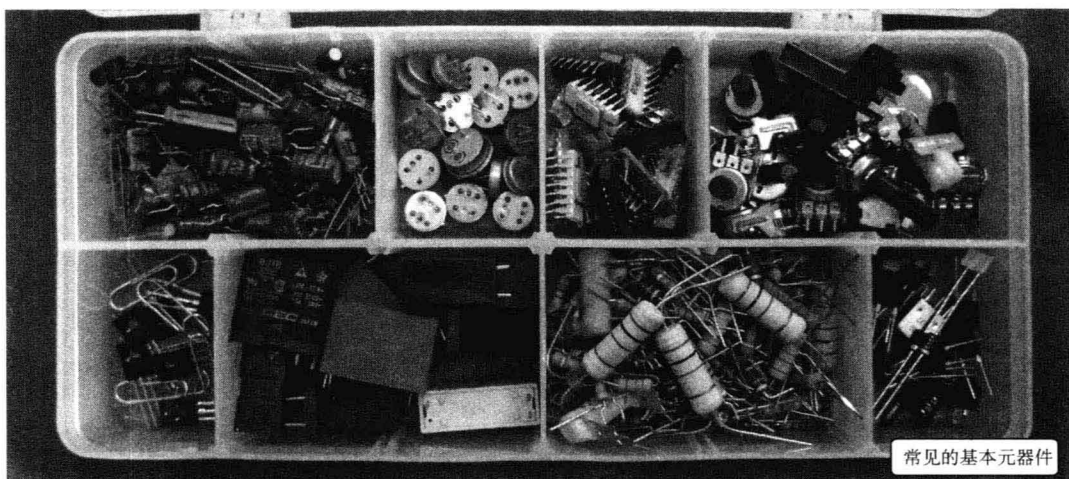


图 1-1 常见的基本元器件的实物外形

1.1 电阻器的种类和功能特点

物体对所通过的电流会产生阻碍作用，利用这种阻碍作用制成的电子元件称为电阻器，简称“电阻”，它是电子产品中最基本、最常用的电子元件之一。

图 1-2 所示为典型电阻器的结构示意图。电阻器主要是由具有一定阻值的材料构成的，外部有绝缘层包裹。电阻器两端的引线用来与电路板进行焊接。为了便于识别，在绝缘层上标注了该电阻器的阻值（通常，电阻的阻值有直标法和色环标注法两种。图 1-2 中所示的电阻就是采用的色环标注法）。

1.1.1 电阻器的种类

电阻器在电子产品中的应用十分广泛，它的电路图形符号是“ $\text{—}\square\text{—}$ ”，用字母 R 表

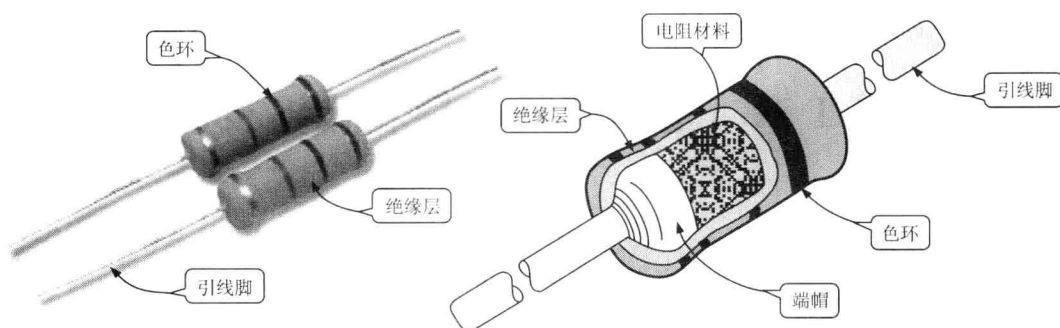


图 1-2 典型电阻器的结构示意图

示。在实际应用中电阻器分很多种，根据其功能和应用领域的不同，主要可分为阻值固定电阻器和阻值可变电阻器两种。

1. 阻值固定电阻器

阻值固定电阻器即为电阻值固定的一类电阻器，常见的几种固定电阻器有：碳膜电阻器、金属膜电阻器、金属氧化膜电阻器、合成碳膜电阻器、玻璃釉电阻器、水泥电阻器、排电阻器、熔断电阻器、实心电阻器等。

(1) 碳膜电阻器

碳膜电阻器是将碳在真空高温的条件下分解的结晶碳蒸镀沉积在陶瓷骨架上制成的，这种电阻的电压稳定性好，造价低，在普通电子产品中应用非常广泛，如图 1-3 所示。



图 1-3 碳膜电阻器的实物外形

(2) 金属膜电阻器

金属膜电阻器是将金属或合金材料在真空高温的条件下加热蒸发沉积在陶瓷骨架上制成的电阻（不过合金材料也可以采用化学沉积和高温分解等其他方法制作，但采用最多的方法还是蒸镀法），其实物外形如图 1-4 所示。

(3) 金属氧化膜电阻器

金属氧化膜电阻器是将锡和铈的金属盐溶液进行高温喷雾沉积在陶瓷骨架上制成的。因为是高温喷雾技术，所以它的膜层均匀，与陶瓷骨架结合得结实且牢固，比金属膜电阻更为

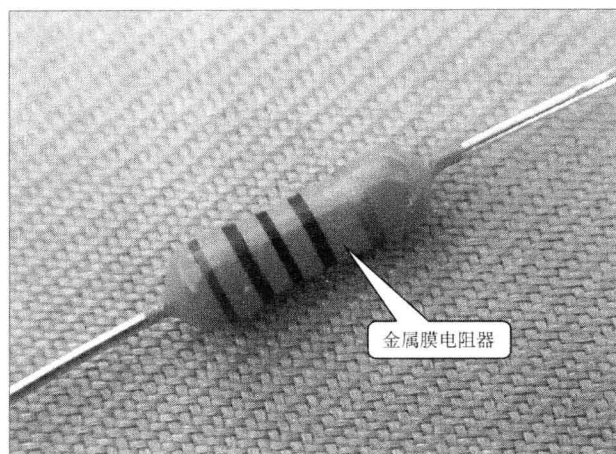


图 1-4 金属膜电阻器的实物外形

优越，具有抗氧化、耐酸、抗高温等特点，其实物外形如图 1-5 所示。



图 1-5 金属氧化膜电阻器的实物外形

(4) 合成碳膜电阻器

合成碳膜电阻器通常采用色环标注方法标注阻值，这种电阻器是将碳黑、填料还有一些有机黏合剂调配成悬浮液，喷涂在绝缘骨架上，再进行加热聚合而成的。合成碳膜电阻器是一种高压、高阻的电阻器，通常它的外层被玻璃壳封死，其实物外形如图 1-6 所示。

(5) 玻璃釉电阻器

玻璃釉电阻器就是将银、铈、钨等金属氧化物和玻璃釉黏合剂调配成浆料，喷涂在绝缘骨架上，再进行高温聚合而成的。这种电阻具有耐高温、耐潮湿、稳定、噪声小、阻值范围大等特点，其实物外形如图 1-7 所示。

(6) 水泥电阻器

水泥电阻的电阻丝与焊脚引线之间采用压接方式，外部采用陶瓷、矿质材料包封，具有良好的绝缘性能。通常，水泥电阻主要应用在大功率电路中，当负载短路时，水泥电阻的电阻丝与焊脚间的压接处会迅速熔断，对整个电路起限流保护的作用，其实物外形如图 1-8 所示。

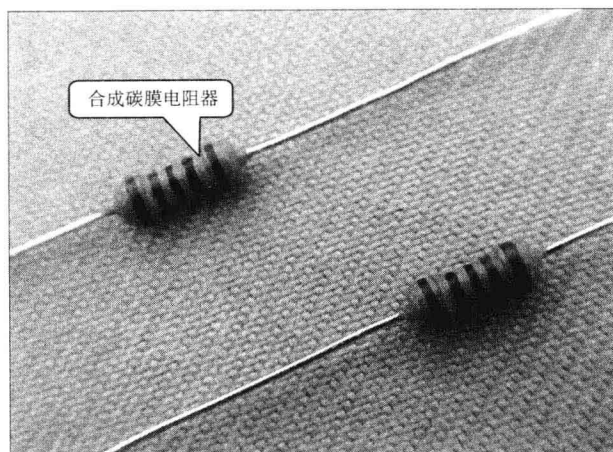


图 1-6 合成碳膜电阻器的实物外形



图 1-7 玻璃釉电阻器的实物外形

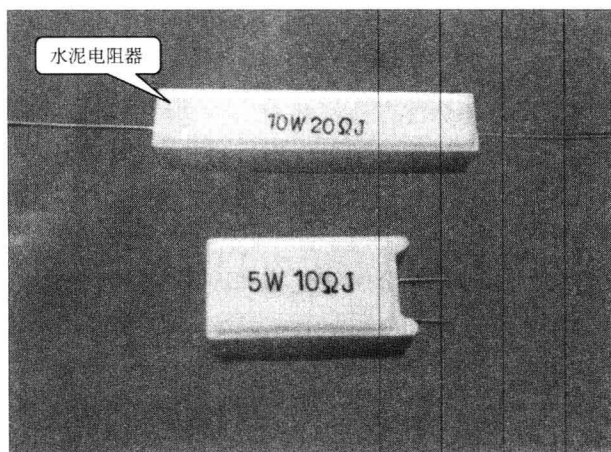


图 1-8 水泥电阻器的实物外形

(7) 排电阻器

排电阻器简称排阻，其实物外形如图 1-9 所示。这种电阻器是将多个分立的电阻器按照一定规律排列集成为一个组合型电阻器，又称集成电阻器或电阻器网络。

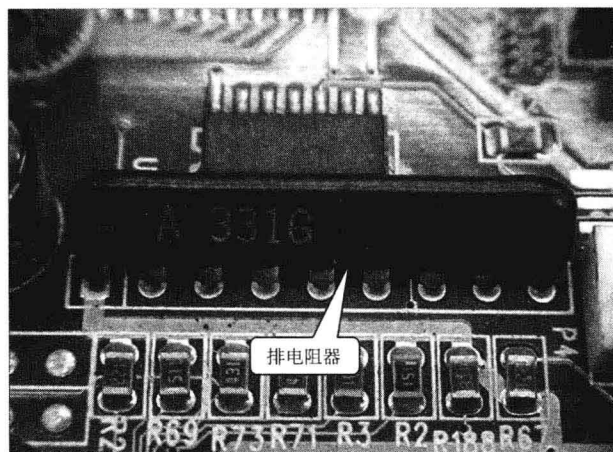


图 1-9 排电阻器的实物外形

(8) 熔断电阻器

熔断电阻器又称保险丝电阻器，具有电阻器和过流保护熔断丝双重作用，在电流较大的情况下溶化断裂从而保护整个设备不受损坏，其电路图形符号为 ，其实物外形如图 1-10 所示。

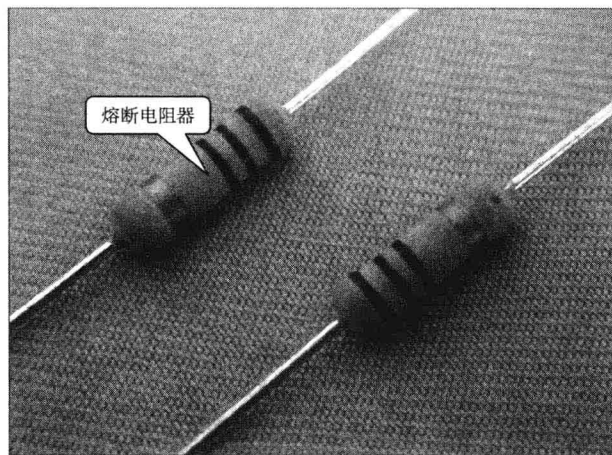


图 1-10 熔断电阻器的实物外形

(9) 实芯电阻器

实芯电阻器是由有机导电材料或无机导电材料及一些不良导电材料混合并加入黏合剂后压制而成的。这种电阻器通阻值误差较大，稳定性较差，因此目前电路中已经很少采用，其实物外形如图 1-11 所示。



图 1-11 实芯电阻器的实物外形



【1对1点拨】

有些排电阻器和熔断电阻器采用贴片的形式安装在电路板上，其实物外形如图 1-12 所示。

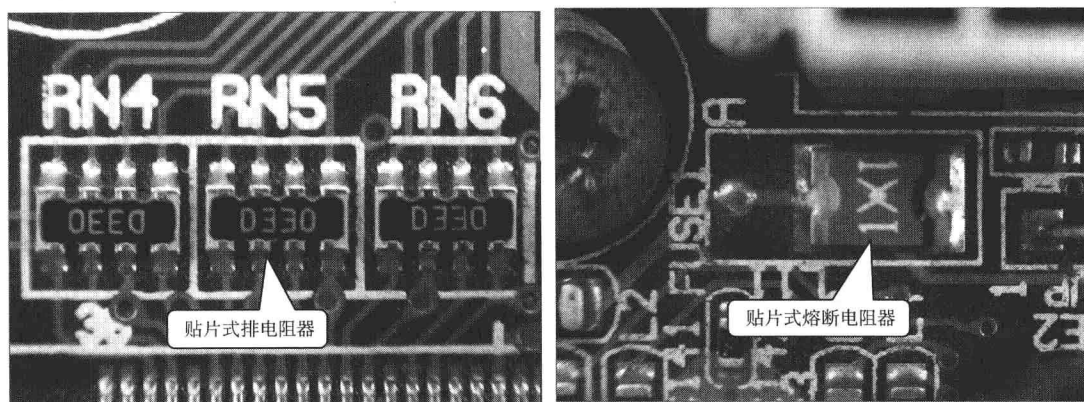


图 1-12 贴片式电阻器

2. 阻值可变电阻器

阻值可变电阻器是指阻值可以人工地进行调整或随外界环境的变换而变化，常见的阻值可变电阻器有：可调电阻器、压敏电阻器、热敏电阻器、湿敏电阻器、光敏电阻器、气敏电阻器等。

(1) 可调电阻器

可调电阻器是阻值可以变化调整的电阻器，其实物外形如图 1-13 所示。这种电阻器有三个引脚，其中有两个定片引脚和一个动片引脚，还有一个调整旋钮，可以通过它改变动片，从而改变可调电阻的阻值，电路符号为 $\text{---}\text{---}\text{---}$ 。



【1对1链接】

可调电阻的阻值是可以调整的，通常包括最大阻值、最小阻值和可调阻值三个阻值参

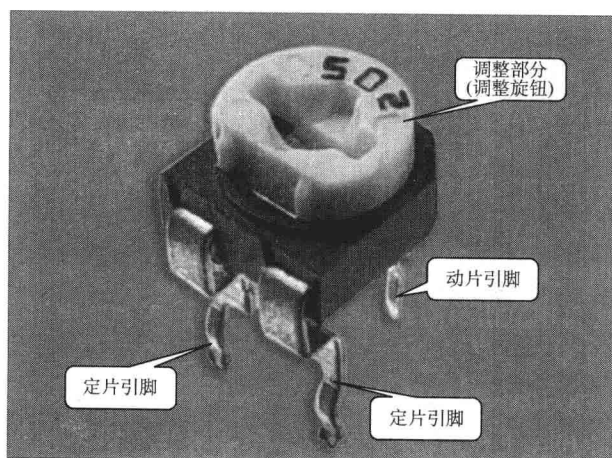


图 1-13 可调电阻器的实物外形

数。最大阻值和最小阻值都是可调电阻的调整旋钮旋转到极端时的阻值。

最大阻值就是与可调电阻的标称阻值十分相近的阻值；最小阻值就是该可调电阻的最小阻值，一般为 0Ω （也有的可变电阻的最小阻值不是 0Ω ）；可调阻值是对可调电阻的调整旋钮进行随意调整，然后测得的阻值，该阻值在最小阻值与最大阻值之间随调整旋钮的变化而变化。

（2）压敏电阻器

压敏电阻器是利用半导体材料的非线性特性制成的，当外加电压施加到某一临界值时，压敏电阻器的阻值就会急剧变小，其电路符号为 。图 1-14 所示为压敏电阻器的实物外形。

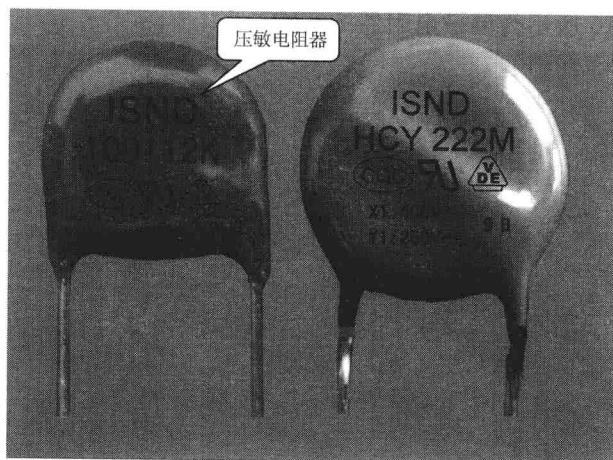


图 1-14 压敏电阻器的实物外形

（3）热敏电阻器

热敏电阻器大多由单晶、多晶半导体材料制成，这种电阻器的阻值会随温度的变化而变化，其电路符号为 。图 1-15 所示为热敏电阻器的实物外形。

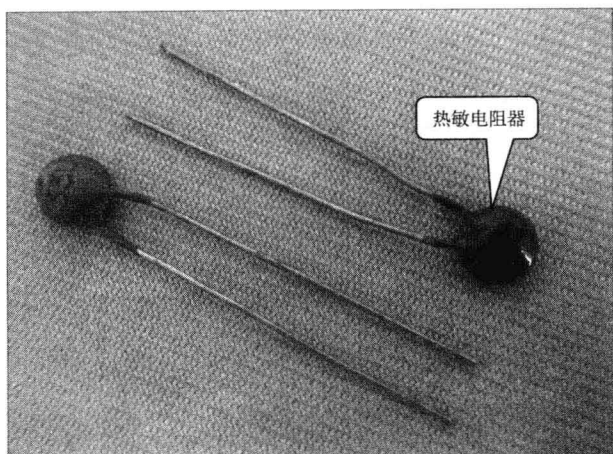


图 1-15 热敏电阻器的实物外形

**【1对1链接】**

热敏电阻器可分为正温度系数热敏电阻和负温度系数热敏电阻两种。

当温度升高时，电阻器的阻值会明显增大；而当温度降低时，阻值会显著减小。这种热敏电阻器称为正温度系数（PTC）热敏电阻器。

当温度升高时，电阻器的阻值会明显减小；当温度降低时，阻值会显著增大。这种热敏电阻器称为负温度系数（NTC）热敏电阻器。

（4）湿敏电阻器

湿敏电阻器的阻值特性是随着湿度的变化而变化，其电路符号为 。湿敏电阻由感湿层（或湿敏膜）、引线电极和具有一定强度的绝缘基体组成。它常用作湿度传感器，即用于检测湿度。图 1-16 所示为湿敏电阻器的实物外形。

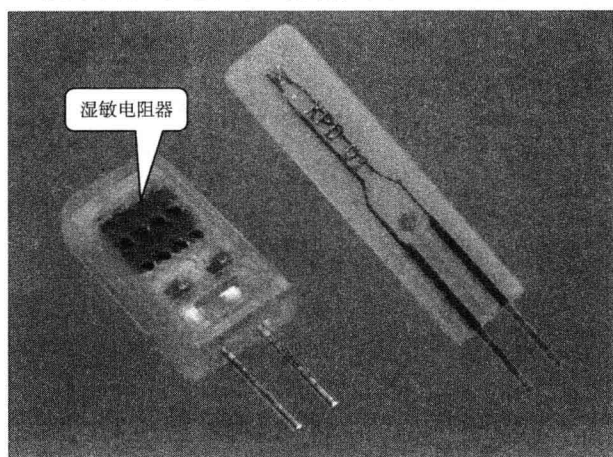


图 1-16 湿敏电阻器的实物外形

**【1对1链接】**

湿敏电阻器可分为正系数湿敏电阻和负系数湿敏电阻两种。