

陈铁山 主编



电子电工职业技能 速成课堂

元器件识别与检测



化学工业出版社

陈铁山 主编



电子电工职业技能 速成课堂 元器件识别与检测



化学工业出版社

· 北京 ·

本书以帮助读者熟练掌握电子元器件的识别与检测为目的,通过模拟课堂的形式系统介绍了电子元器件的种类及功能、元器件检测工具及拆装、元器件识别与检测、元器件故障检修实训等内容。本书还精选了元器件检测实操实例进一步说明元器件的具体识别检测步骤、方法、技能、思路、技巧及要点点拨,以帮助读者达到快速、精准掌握元器件识别与检测的目的。

本书可供电工、电子技术人员、电器维修人员等学习使用,也可作为职业院校、培训学校相关专业的教材或参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

电子电工职业技能速成课堂·元器件识别与检测/
陈铁山主编. —北京:化学工业出版社, 2018. 1
ISBN 978-7-122-31053-8

I. ①元… II. ①陈… III. ①电子元器件-识别
②电子元器件-检测 IV. ①TN6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 288728 号

责任编辑:李军亮

文字编辑:陈 喆

责任校对:宋 夏

装帧设计:刘丽华

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷:三河市航远印刷有限公司

装 订:三河市瞰发装订厂

710mm×1000mm 1/16 印张 14 $\frac{3}{4}$ 字数 306 千字 2018 年 2 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888 (传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:48.00 元

版权所有 违者必究

电子元器件包括元件和器件，是电子工业产品的重要组成部分。元器件识别与检测是电工、电子技术人员、电器维修人员等所必须要掌握的基本知识与技能。但目前随着电子技术的发展，电子产品的功能越来越先进、内部的结构组成也越来越复杂，这对产品开发人员以及维修人员来说充满了技术上的挑战。针对这一现象，我们组织相关人员编写了本书，内容将实践经验与理论知识进行强化结合，以课堂的形式将课前预备知识与维修技能技巧、课内元器件专讲、专题训练、课后实操训练四大块作为重点，将复杂的理论通俗化，将繁杂的检修明了化，建立起理论知识和实际应用之间的最直观联系。让初学者快速入门和提高，弄通实操基础，掌握元器件识别和检测的实操方法和技能。

本书具有以下特点：

课堂内外，强化训练；

直观识图，技能速成；

职业实训，要点点拨；

按图索骥，一看就会。

值得指出的是：由于生产厂家众多，各厂家资料中所给出的电路图形符号、文字符号等不尽相同，为了便于读者结合实物维修，本书未按国家标准完全统一，敬请读者谅解！

本书在编写过程中，张新德、张新春、刘淑华、张利平、陈金桂、刘晔、张云坤、王光玉、王娇、刘运和、陈秋玲、刘桂华、张美兰、周志英、刘玉华、张健梅、袁文初、张冬生、王灿、张泽宁等同志也参加了部分内容的编写、翻译、排版、资料收集、整理和文字录入等工作。

由于编者水平有限，书中不足之处在所难免，敬请广大读者指评指正。

编者

第一讲 / 电子元器件种类及功能

一、电阻器	002
二、电位器	008
三、电容器	009
四、电感器	015
五、二极管	016
六、三极管	022
七、场效应管	027
八、晶闸管	030
九、集成电路	031
十、晶振	033

第二讲 / 元器件检测工具及拆装

课堂一 场地选用 / 036

一、检测工作台的选用及注意事项	036
二、检测场地的选用及注意事项	036

课堂二 工具准备与检测 / 037

一、通用工具的选用	037
二、其他工具的选用	042
三、在路元器件检测训练	047

课堂三 元器件拆装与代换 / 052

第三讲 / 元器件识别与检测

课堂一 电阻器的识别与检测实训 / 073

- 课堂二 电容器的识别与检测实训 / 085
- 课堂三 二极管的识别与检测实训 / 091
- 课堂四 三极管的识别与检测实训 / 112
- 课堂五 晶闸管的识别与检测实训 / 129
- 课堂六 场效应管的识别与检测实训 / 134
- 课堂七 电感器的识别与检测实训 / 143
- 课堂八 集成电路的识别与检测实训 / 146

第四讲 / 元器件故障检修实训

- 课堂一 电阻器故障检测实训 / 172
- 课堂二 电容器故障检测实训 / 177
- 课堂三 二极管故障检测实训 / 182
- 课堂四 三极管故障检测实训 / 186
- 课堂五 场效应管故障检测实训 / 191
- 课堂六 晶闸管故障检测实训 / 196
- 课堂七 电感器故障检测实训 / 200
- 课堂八 晶振故障检测实训 / 202
- 课堂九 集成电路故障检测实训 / 206

课堂十 高频头故障检测实训 / 210

课堂十一 压缩机故障检测实训 / 213

课堂十二 四通阀故障检测实训 / 215

课堂十三 进/排水电磁阀故障检测实训 / 217

课堂十四 电动机故障检测实训 / 221

课堂十五 磁控管故障检测实训 / 227

课堂十六 臭氧发生器故障检测实训 / 229

第一讲

电子元件种类及功能

一、电阻器

电阻器是用电阻材料制成的、有一定结构形式、能在电路中起限制电流通过作用的两端电子元件，其在电路中的主要作用是用来调节和稳定电流、电压和匹配负载的。电阻的单位是欧姆，用符号“ Ω ”表示。电阻其他单位的换算关系： $1\text{M}\Omega = 1000\text{k}\Omega$ ， $1\text{k}\Omega = 1000\Omega$ 。 $1\text{G}\Omega$ （千兆欧）= $10^9\Omega$ ， $1\text{T}\Omega$ （兆兆欧）= $10^{12}\Omega$ 。以下按电阻器的几种分类方法介绍电阻器的功能简介如下：

1. 按用途分类的几种电阻器

（1）通用电阻器。这类电阻器又称为普通电阻器，功率一般在 $0.1\sim 10\text{W}$ 之间，电阻器的阻值为 $100\Omega\sim 10\text{M}\Omega$ ，工作电压一般在 1kV 以下，可供一般电子设备使用。

（2）精密电阻器。这类电阻器的精度一般可达 $0.1\%\sim 2\%$ ，箔式电阻器的精度较高，可达 0.005% 。电阻器的阻值为 $1\Omega\sim 1\text{M}\Omega$ 。精密电阻器主要用于精密测量仪器及计算机设备。

（3）高阻电阻器。这类电阻器的阻值较高，一般在 $1\times 10^7\sim 1\times 10^{13}\Omega$ 之间，但它的额定功率很小，只限于弱电流的检测仪器中。

（4）功率型电阻器。这类电阻器的额定功率一般在 300W 以下，其限值较小（在几千欧以下），主要用于大功率的电路中。

（5）高压电阻器。这类电阻器的工作电压为 $10\sim 100\text{kV}$ ，外形大多细长，多用于高压设备中。

（6）高频电阻器。这类电阻器固有的电感及电容很小，因而它的工作频率高达 10MHz 以上，主要用于无线电发射机及接收机。

2. 根据制作材料的不同分类的几种电阻器

（1）碳膜电阻器。碳膜电阻器（见图 1-1）是应用最早的一种薄膜电阻器，是用有机黏合剂将碳墨、石墨和填充料配成悬浮液涂覆于绝缘基体上，经加热聚合而成。主要职能就是阻碍电流流过，应用于限流、分流、降压、分压、负载与电容配合作滤波器等。碳膜电阻成本较低，电性能和稳定性较差，一般不适于作通用电阻器；但由于它容易制成高阻值的膜，所以主要用作高阻高压电阻器，其用途等同高压电阻器。

（2）金属膜电阻器。金属膜电阻器（见图 1-2）是膜式电阻器（Film Resistors）中的一种，采用高温真空镀膜技术将镍铬或类似的合金紧附在瓷棒表面形成皮膜，着膜于白瓷棒表面，经过切割调试阻值，以达到最终要求的精密阻值，然后加以适当的接头切割，并在其表面涂上环氧树脂密封保护而成。金属膜电阻器提供广泛的阻值范围，有着精密阻值，公差范围小的特性，主要应用在对电阻阻值要求较高的场合。

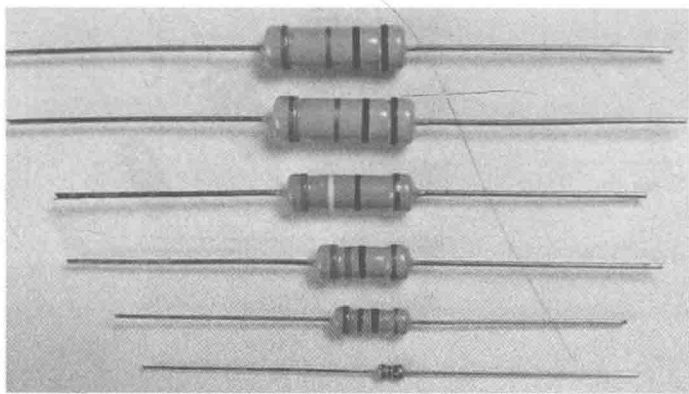


图 1-1 碳膜电阻器外形

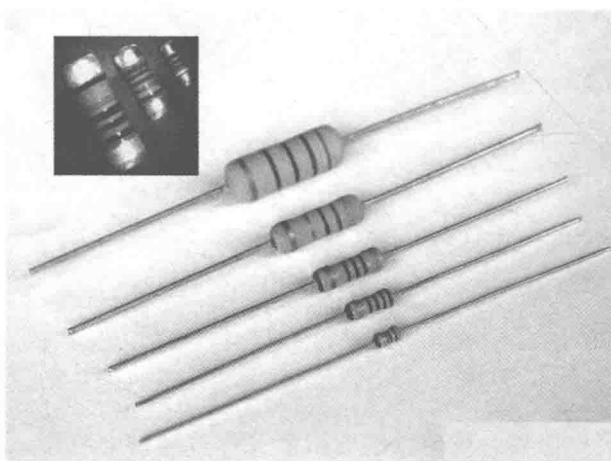


图 1-2 金属膜电阻器

(3) 实心碳质电阻器。实心电阻器（见图 1-3）可分为有机实心电阻器和无机实心电阻器两种。有机实心电阻器是由颗粒状导体（如炭黑、石墨）、填充料（如云母粉、石英粉、玻璃粉、二氧化钛等）和有机黏合剂（如酚醛树脂等）等材料，经专用设备热压成型后装入塑料壳内制成的，具有较强的抗负荷能力。无机实心电阻器是由导电物质（如炭黑、石墨等）、填充料与无机黏合剂（如玻璃釉等）混合压制成型后再经高温烧结而成的，其温度系数较大，但阻值范围较小。

(4) 绕线电阻器。线绕电阻器是用康铜、锰铜或镍铬合金丝在陶瓷骨架上绕制而成的一种电阻器，表面有保护漆或玻璃釉（见图 1-4）。这种线绕电阻器的特点是耗散功率大，可达数百瓦，主要用作大功率电路中作降压或负载等用（能工作在 $150\sim 300^{\circ}\text{C}$ 温度的环境中）。另外，由于结构上的原因，其分布电容和电感系数都比较大，不能在高频电路中使用。

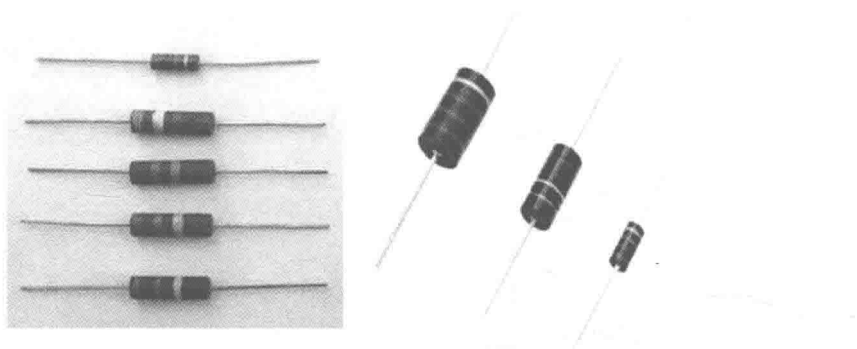


图 1-3 实心电阻器外形

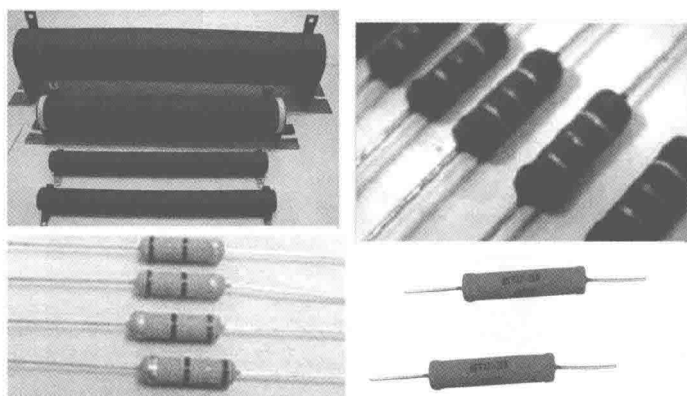


图 1-4 绕线电阻器

(5) 玻璃釉膜电阻器。玻璃釉膜电阻器又称玻璃釉电阻器、金属陶瓷电阻器或厚膜电阻器，是将金属氧化物（如银、钯、锡、锑等）和玻璃釉电阻浆料用黏合剂混合后，涂覆在陶瓷骨架上，经高温烧结而成的一种电阻器。该电阻器的特点是能耐高温，阻值范围较宽，温度系数较小，既能制造成一般的电阻器，又能制造成精密的电阻器，应用范围较广泛，主要应用在高功率设备、高可靠性的电路中。

玻璃釉膜电阻器除了普通型以外，还有精密型玻璃釉膜电阻器。在外形结构上常见的有圆柱形及片状两种形式，如图 1-5 所示。图中圆柱形的色环标志：黄色色环和白色色环取代金色和银色色环，以提高高压工作性能；精度色环之后的白色色环作为玻璃釉膜电阻的特殊标志，用于区别玻璃釉膜电阻器。

(6) 水泥电阻器。所谓水泥电阻就是用水泥（其实不是水泥是耐火泥，这是俗称）灌封的电阻器（见图 1-6），即将电阻线绕在无碱性耐热瓷件上，外面加上耐热、耐湿及耐腐蚀之材料保护固定并把绕线电阻体放入矩形瓷器框内，用特殊不燃性耐热水泥充填密封而成。水泥电阻器也是一种绕线电阻器，具有体积小、耐震、耐湿、耐热及良好散热，低价格等特性，广泛应用于电源适配器、音响设

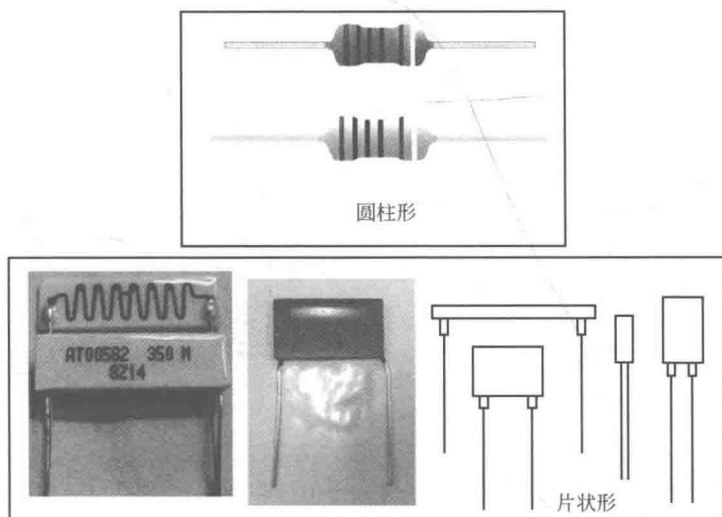


图 1-5 玻璃釉膜电阻器的外形

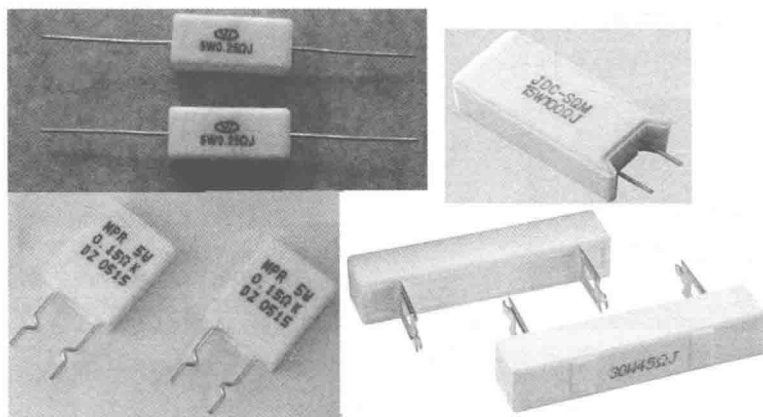


图 1-6 水泥电阻器的外形

备、音响分频器、仪器、仪表、电视机、汽车等设备中。

(7) 保险电阻器。保险电阻器又名熔断电阻器、安全电阻，是一种具有电阻器和熔断器双重作用的特殊元器件。正常情况下，保险电阻器具有普通电阻降压、分压、耦合等多种和同样的电气特性，当电路负载发生短路故障、出现过电流时，保险电阻器的温度在很短的时间内就会升高到 $500\sim 600^{\circ}\text{C}$ ，这时电阻层便会受热剥落而熔断，从而保护电路中其他元器件免遭损坏，并防止故障的扩大。

保险电阻器用符号“F”表示，形状如同贴片电阻器，有的像圆柱形电阻器，主板中常见的是贴片保险电阻器，接口电路中用的最多。保险电阻器一般都是用在供电电路中，此电阻器的特性是阻值小，只有几欧，超过额定电流时就会烧坏，在电路中起到保护作用。保险电阻器的形状有多种，既有像普通电阻器的，也有

类似普通电阻器状的保险电阻器

这类形状的保险电阻器常用在一些低档的主板上和光驱及显示器中。其形状和普通电阻器类似,颜色一般为绿色,有些上面标有电流值(如1.1A/2A),有些用一道色环标注



类似二极管或磁珠状的保险电阻器

这类保险电阻器的外形类似整流二极管,整体为黑色,只是没有二极管的极性标注用的白色环。表面一般标注其电流的大小,如1.5A字样。这种保险电阻器通常用在计算机的光驱、主板的键盘/鼠标接口电路中



白色小方块状的保险电阻器

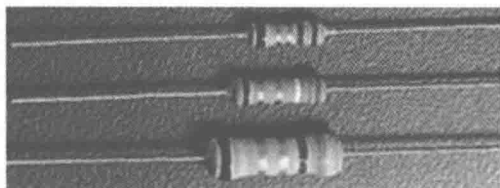
这类保险电阻器的外形类似贴片电解电容器,不过其颜色为白色,表面标注最大电流的大小,如400mA,表示其通过的最大电流为400mA



线绕型保险电阻器

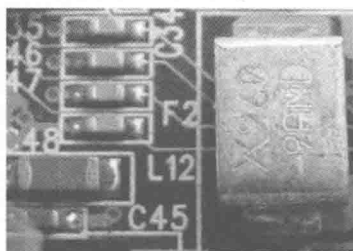
这类保险电阻外形类似线绕电阻器;线绕型保险电阻器的阻值较低,适用于大电流情况下工作

保险电阻器可以是绕线式,但绕线式的就不一定是保险电阻器



银白色金属状

这种保险电阻器常见于主板上,用于USB接口供电电流较大的外设电路中



灰色扁平状的保险电阻器

这类形状的保险电阻器类似扁平形状的贴片电感器。其上有标注字符,如LF110字样,一般用在主板、笔记本电脑的9针串行通信接口、25针并行通信接口、显示器外接接口中



绿色扁平状的保险电阻器

这类保险电阻器是现在常用的保险电阻器。其上一一般有电流标注,如×26、×15等字样,分别表示其电流为2.6A、1.5A

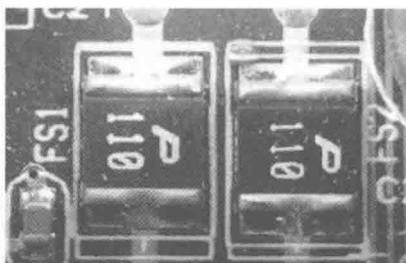


图 1-7 几种常用保险电阻器

其他形状的,如图 1-7 所示。

(8) 排电阻器。排电阻器又称网络电阻器、集成电阻器,简称排阻,就是将多个参数完全相同的电阻器集中封装在一起,组合制成的一种复合电阻。排电阻器通常都有一个公共端(将它们的一个引脚都连到一起,作为公共引脚,其余引

脚正常引出, 所以如果一个排电阻器是由 n 个电阻构成的, 那么它就有 $n+1$ 只引脚, 一般来说, 最左边的那个是公共引脚), 在排电阻器表面用一个小白点表示。排电阻器的外观颜色通常为黑色或黄色, 如图 1-8 所示为排电阻器的外形。

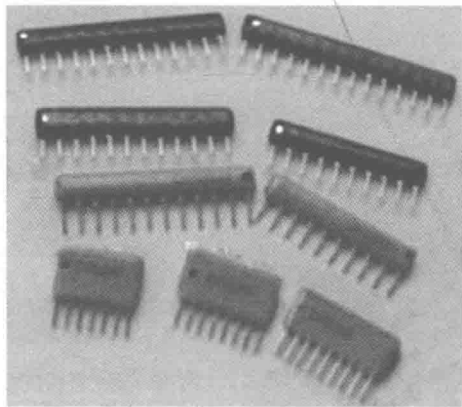


图 1-8 排电阻器的外形

排电阻器有单列式 (SIP) 和双列直插式 (DIP) 两种外形结构。排电阻器是通过在陶瓷基片上丝网印制形成电极和电阻并印有玻璃保护层。有坚硬的钢夹接线柱, 用环氧树脂包封。适用于密集度高的电路装配, 如军用、航空、航天、兵器、船舶等各重点工程用电源、电路及仪器仪表中; 民用电器方面, 可用于电视机、立体声、收音机、录音机、电子调谐器等; 工业方面, 可用于汽车收音机、自动售货机、复印机、电子测距仪、终端机等; 数字电路, 可用于计算机、数控仪、存储器等各种数字仪器。

(9) 表面安装电阻器。表面安装电阻器又称无引线电阻器、片状电阻器, 俗称贴片电阻器 (SMD Resistor), 是金属玻璃釉膜电阻器中的一种, 是将金属粉和玻璃釉粉混合, 采用丝网印刷法在基板上印制成的电阻器, 主要适用于厚、薄膜集成电路及微型外贴元器件电路, 如有贴片熔断电阻器、贴片排电阻器等。

贴片熔断电阻器在电路中起到熔丝的保护作用, 一般串联在某单元电路的供电支路中, 当流过该电阻的电流超过一定数值时, 其电阻层快速熔断, 切断该单元电路的供电电源, 避免故障扩大化。该类电阻器的阻值标注多为 “000” 或 “0”, 其正常电阻值为 0Ω 。贴片熔断电阻器是贴片电阻器中的一个特殊类型, 出于电路安全考虑, 不宜换用普通贴片电阻器, 或用导线短接。

贴片排电阻器是另一类型的贴片电阻器 (见图 1-9), 用于集中使用相同阻值电阻器的电路中, 如 MCU 引脚的上拉电阻器, 即在 MCU 的接口电路中应用较多。最常见的贴片排电阻

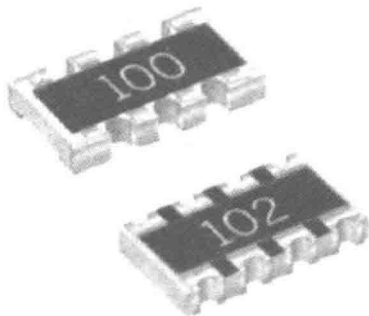


图 1-9 贴片排电阻器

器有：4 引脚 2 元件贴片排电阻器，8 引脚 4 元件贴片排电阻器，和 10 引脚 5 元件贴片排电阻器，分别表示内含 2 只、4 只或 5 只阻值相同且相互独立的电阻器，如某 8 引脚 4 元件贴片排电阻器标注为“472”，表示该排电阻器内部含有 4 只阻值为 $4.7\text{k}\Omega$ 的贴片电阻器。

表面安装电阻器主要有矩形和圆柱形两种形状，如图 1-10 所示。

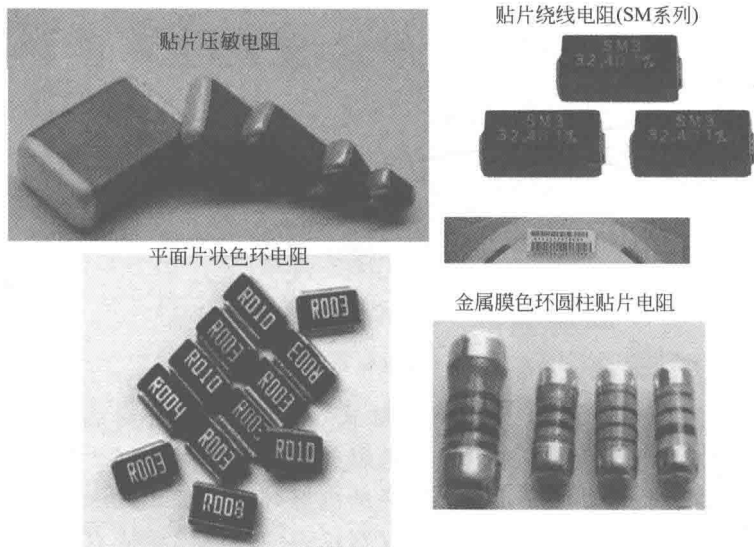


图 1-10 贴片电阻器的外形

矩形表面安装电阻器主要由陶瓷基片、电阻膜、保护层、金属端头电极四大部分组成。陶瓷基片一般采用 96% 的三氧化二铝陶瓷制作；电阻膜通常用由 RuO_2 组成的电阻浆印制在基片上，再烧结而成；覆盖在电阻膜上的保护层一般采用玻璃浆材料印制后再烧成釉；金属端头电极由三层材料组成：内层（即接触电阻膜的部分）采用接触电阻小、附着力强的 Ag-Pd 合金；中层为 Ni，主要用来防止端头电极脱离；外层是由 Sn 或 Sn-Pd 或 Sn-Ce 合金组成的可焊层。

圆柱形表面安装电阻器是在高铝陶瓷基体上涂上金属或碳质电阻膜，而后再在两端压上金属电极帽，用刻螺纹槽的方法确定电阻后再刷一层耐热绝缘漆并在表面喷上色码标志而成。

二、电位器

电位器（见图 1-11）是可变电阻器的一种，它具有三个引出端、阻值可按某种变化规律调节的电阻器，广泛用于电子设备，在音响和接收机中起音量控制作用。电位器既可作三端元件使用也可作二端元件使用（后者可视作一可变电阻器），由于它在电路中的作用是获得与输入电压（外加电压）成一定关系得输出电

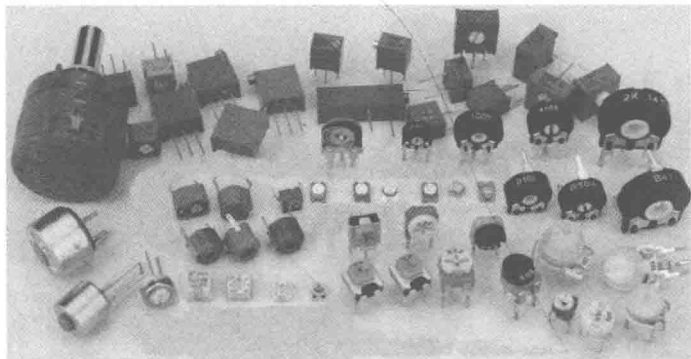


图 1-11 电位器的外形

压，因此称为电位器。电位器通常由电阻体和可移动的电刷组成，当电刷沿电阻体移动时，在输出端即获得与位移量成一定关系的电阻值或电压。

电位器在电路中的主要作用有以下几个方面：①用作分压器：电位器是一个连续可调的电阻器，当调节电位器的转柄或滑柄时，动触点在电阻体上滑动。此时在电位器的输出端可获得与电位器外加电压和可动臂转角或行程成一定关系的输出电压。②用作变阻器：电位器用作变阻器时，应把它接成两端器件，这样在电位器的行程范围内，便可获得一个平滑连续变化的电阻值。③用作电流控制器：当电位器作为电流控制器时，其中一个选定的电流输出端必须是滑动触点引出端。

三、电容器

电容器简称为电容，是一种能储存电荷的容器，由于电荷的储存意味着能的储存，因此也可说电容器是一个储能元器件，确切地说是储存电能。它是组成电子电路的主要元件，在电子设备中充当整流器的平滑滤波、电源和退耦、交流信号的旁路、交直流电路的交流耦合等。电容的符号是 C ，在国际单位制里，电容的单位是法拉，简称法，符号是 F ，其他单位还有：毫法 (mF)、微法 (μF)、纳法 (nF)、皮法 (pF)。由于单位 F 的容量太大，所以我们看到的一般都是 μF 、 nF 、 pF 的单位。它们之间的换算关系是： $1F = 1000000\mu F$ ， $1\mu F = 1000nF = 1000000pF$ 。以下分别介绍几种常见电容器的功能简介如下。

1. 铝电解电容器

铝电解电容器 (如图 1-12 所示) 采用铝箔做正极，正极表面生成的氧化铝为介质，电解质为负极。铝电解电容器制造时是将电解质吸附在吸水性好、拉力强的衬垫上，另外再加一层铝箔作为负极引线，然后与正极铝箔一起卷绕起来放入铝壳或塑料壳中封装。铝电解电容器的特点是容量大，但漏电流大，误差大，稳定性差，常用作交流旁路和滤波，在要求不高时也用于信号耦合。电解电容有正、负极之分，使用时正负极不能接反。

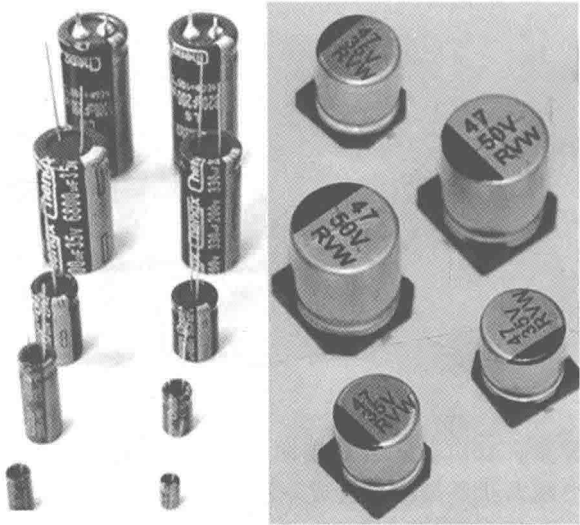


图 1-12 铝电解电容器的外形

2. 钽电容器

钽电容器全称是钽电解电容器，是电解电容器中的一类，是用金属钽作电极、氧化钽作介质的电容器。钽电容器的外壳上都有 CA 标记，其容量为 $0.47 \sim 1000\mu\text{F}$ ，额定耐压主要有 6.3V、10V、16V、63V 几种。钽电容器是一种用金属钽（Ta）作为阳极材料而制成的，按阳极结构的不同可分为箔式和钽烧粉结式两种，在钽粉烧结式钽电容中，因工作电解质不同，又分为固体电解质的钽电容和非固体电解质的钽电容。

钽电容器在电路中的符号与其他电解电容器符号是一样，但它的外形多种多样（如图 1-13 所示），并容易制成适于表面贴装的小型化和片型元件。无极性小容量

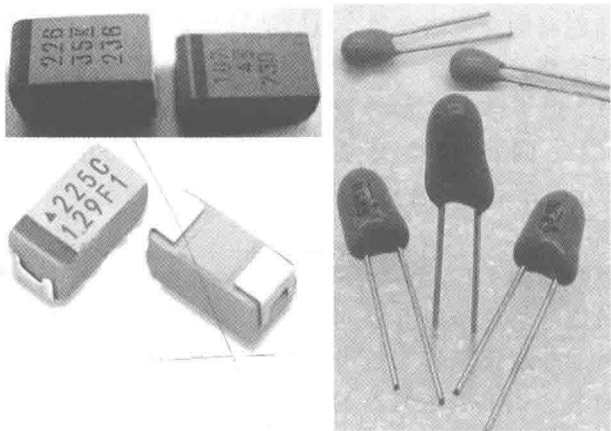


图 1-13 钽电容器的外形