



实用电工电子自学丛书

怎样用万用表检测 电子元件

● 刘燕军 编著

(第二版)



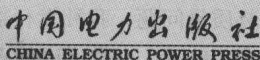
中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



怎样用万用表检测 电子元件

● 刘燕军 编著

(第二版)



内 容 提 要

本书是专为无线电爱好者或从事家电维修的技术人员编写的, 主要介绍如何用万用表或用万用表配合一些简单的电路, 迅速检测电子元件的性能、质量及参数。本书从最基本的单个电子元件到复杂的集成电路, 结合多年在职业技术学院教学实践及实际家电维修的经验, 由浅入深、通俗易懂, 力求具体、实际, 突出重要性、实用性, 使广大无线电爱好者或从事家电维修的技术人员一看就懂, 一学就会, 达到速成的目的。本书也可作为各类职业技术学院或家电维修培训班的教材使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

怎样用万用表检测电子元件/ 刘燕军编著. —2 版. —北京: 中国电力出版社, 2011. 7

(实用电工电子自学丛书)

ISBN 978 - 7 - 5123 - 1577 - 8

I. ①怎… II. ①刘… III. ①复用电表 - 测量 - 电子元件
IV. ①TN606

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 150638 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 [http: //www. cepp. sgcc. com. cn](http://www.cepp.sgcc.com.cn))

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2004 年 11 月第一版

2012 年 1 月第二版 2012 年 1 月北京第四次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 8.375 印张 218 千字

印数 10001—13000 册 定价 18.00 元

敬 告 读 者

本书封面贴有防伪标签, 加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前 言

在当今世界，知识经济迅速兴起，科学技术日新月异，市场竞争实际上已经成为科技和人才的竞争，能不能在竞争中取胜，关键取决于人才的素质和质量。由于科学技术不断发展，大量新的电器产品不断涌现，我国急需大量电器产品的维修技术人员，而电器产品的维修基础是电子元件的检测，本书正是基于此目的而编写的，着重介绍如何检测电子元件。

全书共分十章，系统地介绍了如何用万用表（或用万用表配合一些简单的电子电路）对电阻器、电位器、电容器、半导体二极管、晶体管、场效应管、晶闸管、集成电路、稳压器、电感元件、变压器、电声器件、磁头、电子管、显像管、显示器、开关、保护元件和继电器等元件的性能及质量进行检测，为了明确检测目的，首先对这些元件的作用、种类及参数作了简要的介绍。

本书力求语言简练，注重检测技能的培养，实用性强，非常适合广大无线电爱好者和电器维修人员阅读和使用。

由于编者水平有限，时间紧迫，书中肯定有不少缺点和错误，敬请广大读者和业界同仁批评指正。

编 者

目 录

前言

第一章 电阻器与电位器	1
第一节 电阻器与电位器的种类和参数	1
第二节 电阻器的检测	32
第三节 电位器的检测	37
第二章 电容器	39
第一节 电容器的种类和参数	39
第二节 电容器的检测	45
第三章 半导体二极管	50
第一节 半导体二极管的种类及参数	50
第二节 普通二极管的检测	79
第三节 稳压管的检测	81
第四节 双向触发二极管的检测	83
第五节 发光二极管的检测	84
第六节 红外发光二极管的检测	85
第七节 红外光敏二极管的检测	86
第八节 其他光敏二极管的检测	86
第九节 激光二极管的检测	87
第十节 变容二极管的检测	88
第十一节 双基极二极管的检测	88
第十二节 桥堆的检测	89
第十三节 其他二极管的检测	90

第四章 晶体管和场效应晶体管	92
第一节 晶体管和场效应晶体管的种类及参数	92
第二节 晶体管管型、极性及材料的检测	116
第三节 晶体管性能的检测	120
第四节 特殊晶体管的检测	125
第五节 大功率晶体管检测注意事项	128
第六节 场效应晶体管的检测	130
第五章 晶闸管	134
第一节 晶闸管的种类及参数	134
第二节 单向晶闸管的检测	142
第三节 双向晶闸管的检测	145
第四节 门极关断晶闸管的检测	147
第五节 光控和温控晶闸管的检测	149
第六节 BTG 晶闸管的检测	150
第七节 逆导晶闸管的检测	151
第八节 四极晶闸管（硅控制开关）的检测	153
第六章 集成电路和稳压器	155
第一节 集成电路与稳压器的种类及参数	155
第二节 集成电路的检测	167
第三节 集成稳压器的检测	169
第七章 电感元件与变压器	179
第一节 电感元件与变压器的种类及参数	179
第二节 电感元件的检测	184
第三节 电源变压器的检测	185
第四节 行输出变压器的检测	187
第八章 电声器件与磁头	189
第一节 电声器件与磁头的种类和参数	189
第二节 扬声器的检测	207
第三节 传声器与拾音器的检测	210

第四节	耳机与蜂鸣器的检测	211
第五节	磁头的检测	213
第九章	电子管、显像管、显示器	215
第一节	电子管、显像管及显示器的种类及参数	215
第二节	电子管的检测	230
第三节	显像管的检测	231
第四节	显示器的检测	233
第十章	开关、保护元件及继电器	236
第一节	开关、保护元件及继电器的种类及参数	236
第二节	开关的检测	252
第三节	保护元件的检测	253
第四节	继电器的检测	254

第一章 电阻器与电位器

电阻器是电子设备中应用最多的元件之一，是组成电子电路不可缺少的元器件。

电位器实际上是阻值可改变的一个电阻器，通过调整，可以得到一个变化的电压和电流。下面逐一介绍它们的种类、参数及检测方法。

第一节 电阻器与电位器的种类和参数

一、电阻器

(一) 电阻器的作用

电阻器在电路中主要起降压、分压、限流、分流及与电容器配合滤波、阻抗匹配、信号幅度调节等作用。

(二) 电阻器的符号及单位

电阻器有两种：一种是固定电阻器，一种是可变电阻器。在电路中固定电阻器的文字符号用“R”表示，它的图形符号如图 1-1 所示。

可变电阻器的文字符号用“R”或“RH”表示，图形符号如图 1-2 所示。



图 1-1 固定电阻器的图形符号

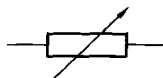


图 1-2 可变电阻器的图形符号

可变电阻器一般用在不需要经常性的调节阻值的电路中，它主要起调整电压、电流或控制信号的作用。

电阻器的基本单位是“欧姆”，单位符号用“ Ω ”表示，有些电阻值较大的电阻器用千欧（ $k\Omega$ ）或兆欧（ $M\Omega$ ）表示，它们之间的换算关系是：

$$1M\Omega = 1000k\Omega$$

$$1k\Omega = 1000\Omega$$

（三）电阻器的种类

电阻器的种类较多，并且有不同的分类方法，较常见的有以下几种分类方法：

（1）按制作材料分。电阻器有线绕型、碳膜型、合成碳膜型、金属膜型、合成实心型、金属玻璃釉型、片状型等。

（2）按形状分。电阻器有圆柱型、圆盘型、管状型、平片状型等。

（3）按用途分。电阻器有普通型、精密型、高阻型、高压型、高频无感型等。

（4）按引脚分。电阻器有轴向型、径向型、同向型及无引脚型等。

（5）按特性分。电阻器有固定型、可调节型、敏感型、熔断型、排阻型等。

（四）各类电阻器的结构及特性

1. 固定电阻器

（1）线绕型电阻器。线绕型电阻器是采用高阻值金属线如镍铬丝、康铜丝、锰铜丝等材料，缠绕在用绝缘体制作的骨架上而制成的。线绕型电阻器的最大优点是电阻值精确，功率范围大，噪声小，耐高温性能好。缺点是不适用于高频工作。线绕型电阻器分固定式和可调式两种，图 1-3 是几种常见线绕型电阻器的外形。

（2）碳膜型电阻器。碳膜型电阻器有两种：一种是骨架由陶瓷制成柱形或管形，然后再在上面覆盖一层利用高温热分解出的结晶碳；另一种是在骨架上覆盖一层由碳黑、石墨、填充料与有机黏合剂配成的悬浮液，称之为合成碳膜电阻器。改变这层碳

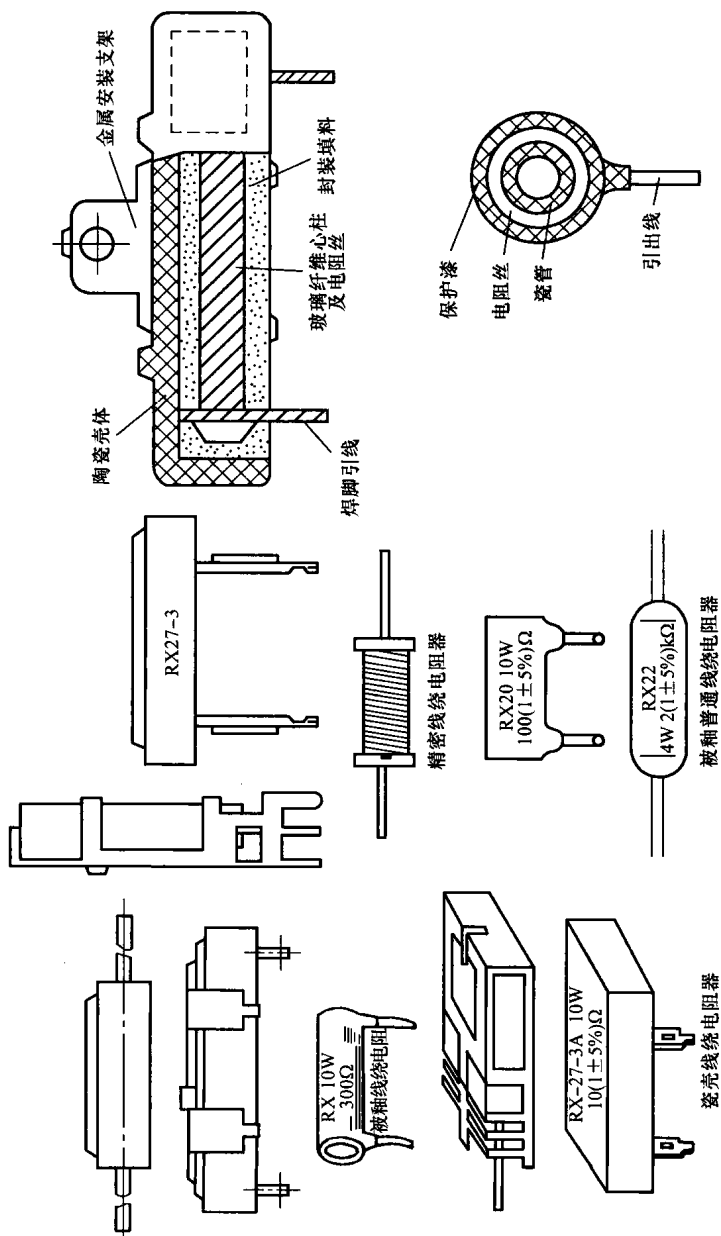


图1-3 几种常见线绕型电阻器的外形

膜或合成碳膜的厚度，或者利用刻槽的方法改变长度，可获得不同电阻值的碳膜型电阻器。碳膜型电阻器的外形如图 1-4 所示。

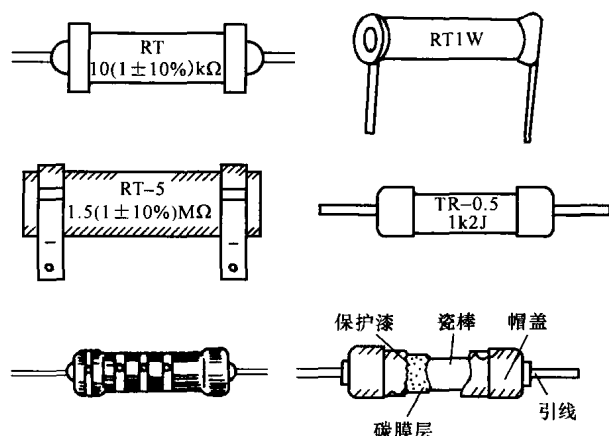


图 1-4 碳膜型电阻器的外形

(3) 金属膜型电阻器。金属膜型电阻器与碳膜型电阻器结构上大同小异，它是在陶瓷骨架上覆盖了一层合金材料（利用高温分解、化学沉积、高真空加热蒸发、烧渗等方法）。改变这层金属的厚度并利用刻槽的方法来改变长度，可获得不同电阻值的

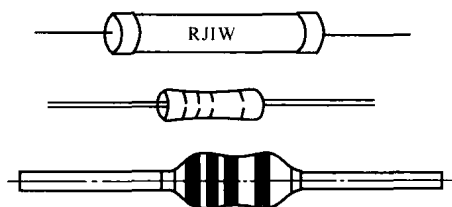


图 1-5 金属膜型电阻器的外形

金属膜型电阻器。金属膜型电阻器的优点是噪声低，稳定性好，缺点是成本较高，其外形如图 1-5 所示。

(4) 金属氧化膜型电阻器。金属氧化膜型

电阻器是在陶瓷骨架上面覆盖了一层锑和锡等金属盐溶液（将他们喷雾到炽热 555℃ 后沉积）。它的优点是抗氧化能力强，电阻值导电膜层均匀，膜与骨架结合牢固，缺点是电阻值小，大多在 200kΩ 以下，其外形如图 1-6 所示。

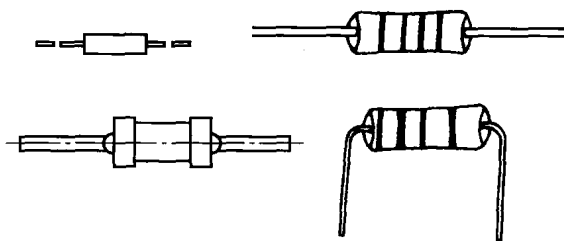


图 1-6 金属氧化膜型电阻器的外形

(5) 合成实心型电阻器。合成实心型电阻器分有机实心型和无机实心型两种。前者是由导电物质如碳黑、石墨等，填充物质如云母粉、石英粉、玻璃粉、二氧化碳粉等，与有机黏合剂如酚醛树脂等材料混合高温压制形成的。后者也是由导电物质、填充材料与无机黏合剂如玻璃粉等混合高温压制形成，其优点是电阻温度系数较大，过负载能力较强，缺点是噪声较高，稳定性较差，阻值范围小，分布电感、电容较大。合成实心型电阻器的外形如图 1-7 所示。

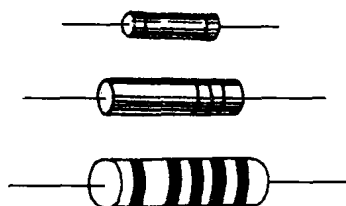


图 1-7 合成实心型电阻器的外形

(6) 金属玻璃釉型电阻器。金属玻璃釉型电阻器是在陶瓷骨架上覆盖了一层由金属氧化物如银、铋、锡、等和玻璃釉黏合剂混合后的物质，再经高温烧制而形成的。金属玻璃釉型电阻器的优点是耐高温、耐潮湿、噪声小、性能稳定、电阻值范围较大，其外形如图 1-8 所示。

2. 可变电阻器

可变电阻器分线绕式可变电阻器与膜式可变电阻器两种。

(1) 线绕式可变电阻器。线绕式可变电阻器分大功率线绕式和小功率线绕式两种。大功率线绕式可变电阻器又称为滑线式变阻器，有轴向瓷管式和瓷盘线绕式两种，均采用非密封式封装

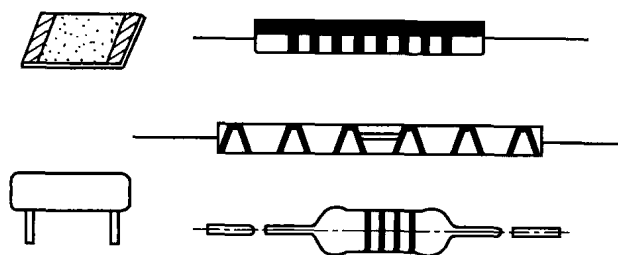


图 1-8 金属玻璃釉型电阻器的外形

结构，如图 1-9 所示。小功率线绕式可变电阻器有圆形立式、圆形卧式、方形等几种，均采用全密封式封装结构，如图 1-10 所示。

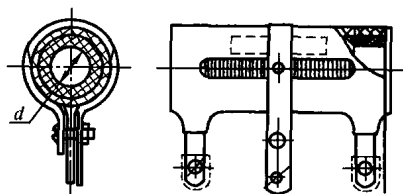


图 1-9 大功率线绕式可变电阻器

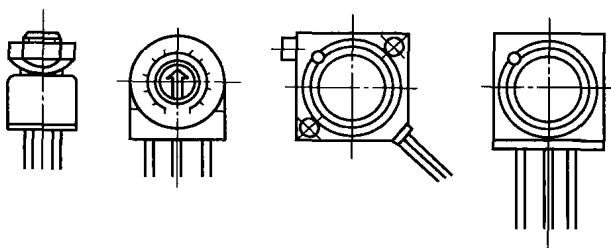


图 1-10 小功率线绕式可变电阻器

(2) 膜式可变电阻器。膜式可变电阻器由合成碳膜的电阻体、活动金属膜片或碳质触点构成的活动触片及调节部件和三个引脚组成。其中两个引脚固定在电阻体两端，另一个引脚固定在活动触片上，采用旋转式调节方式，用一字螺钉旋具旋转调节部件，通过改变活动触片与电阻体的接触位置，从而改变中心引脚

与两端两个固定引脚之间的阻值。这种可变电阻器一般用在小信号电路中，通过它来调整信号电压、偏置电压或偏置电流等。

膜式可变电阻器有全密封式、半密封式和非密封式三种。

全密封式可变电阻器也叫实心可变电阻器，它的电阻体是由碳黑、石墨、石英粉、有机黏合剂等混合后，再压入塑料或环氧树脂等材料的基体并加热聚合而成。活动触片采用碳质触点，调节部件用塑料制成，用金属壳将电阻体和活动触点密封起来，金属外壳上方开有调节孔，这种可变电阻器防尘性能较好，不宜出现接触不良的现象。

半密封式可变电阻器，与全封式电阻体制作是一样的，只是活动触片采用金属簧片，外壳用塑料罩封装，通过旋转塑料罩使活动触片旋转来改变阻值。这种可变电阻器调节起来较方便，但不如全封式可变电阻器防尘效果好，易出现接触不良现象。

非密封式可变电阻器也叫片状可变电阻器，它的电阻体是用碳黑、石墨、石英粉、有机黏合剂等配成一种悬浮液涂在玻璃纤维板或胶木板上而制成的。它的活动触片也是金属簧片，金属簧片上方有调节小孔，可进行调节。这种可变电阻器易氧化，防尘效果差，易出现接触不良现象，图 1-11 是几种常见膜式可变电阻的外形。

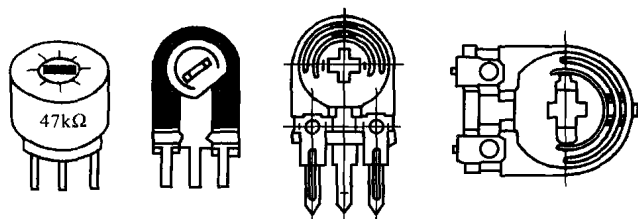


图 1-11 常见膜式可变电阻的外形

3. 光敏电阻器

光敏电阻器是一种对光非常敏感的电阻器。这种电阻器是利用半导体光电导效应制成的一种特殊电阻器，它的阻值是随着外界光线明暗变化而变化的。当无外界光照射时，它呈现高电阻状

态。当有外界光照射时，它呈现低电阻状态。

光敏电阻器的种类较多，按制作材料分有硫化镉光敏电阻器、硒化镉光敏电阻器、硫化铅光敏电阻器、硒化铅光敏电阻器、碲化铋光敏电阻器等。按照射光照特性分为有可见光光敏电阻器、紫外线光光敏电阻、红外线光光敏电阻等。

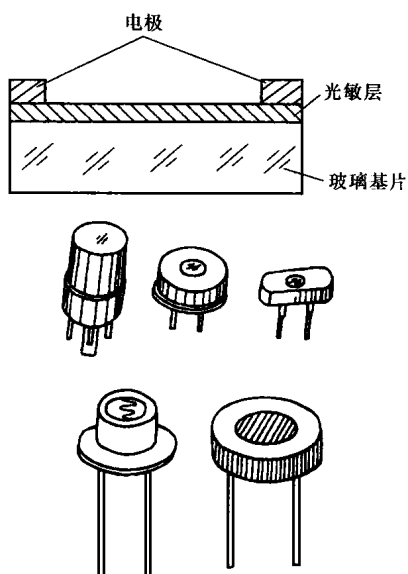


图 1-12 光敏电阻器的结构及外形

光敏电阻器主要用在自动控制电路系统中，如电子照相机自动曝光电路，自动报警器电路，电视机亮度自动调整电路，红外线探测仪等，光敏电阻器的结构及外形如图 1-12 所示。

4. 热敏电阻器

热敏电阻器是一种对温度非常敏感的电阻器，这种电阻器的阻值是随着外界的温度变化而变化的，它分正温度系数热敏电阻器和负温度系数热敏电阻器，前者阻值随温度升高而增大，后者阻值随温度升高而减小。

正温度系数热敏电阻器主要由钛酸钡、种镍、锆等材料制成，常温下电阻值较小，在几欧至几十欧之间。当流过它的电流达其到额定值或以上时，既产生的热量（温度）升高到一定值时，其阻值会在几秒内增加到几百欧甚至几千欧以上。

负温度系数热敏电阻器主要由锰、钴、镍、铜、铅等具有半导体性质的金属氧化物材料制成。在常温下电阻阻值较大，当温度升高到一定值时，电阻阻值会随之减小到一定值。

正温度系数热敏电阻器主要用在过电流保护、电视机消磁等电器电路中，热敏电阻器的外形如图 1-13 所示。

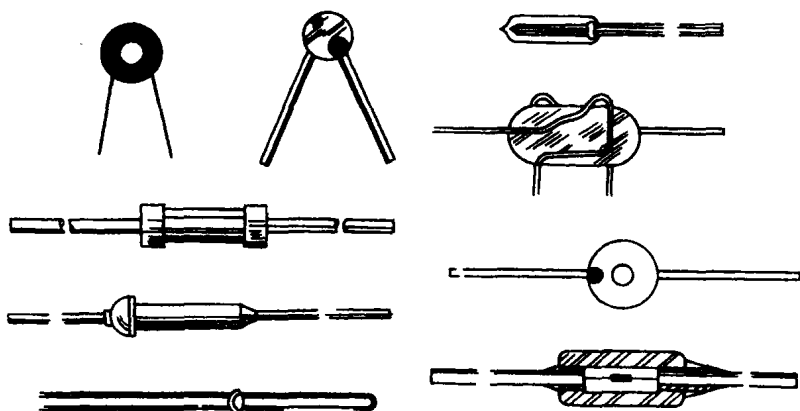


图 1-13 热敏电阻器的外形

5. 气敏电阻器

气敏电阻器是一种对特殊气体非常敏感的电阻器。这种电阻器的阻值会随着被测气体浓度或成分的变化而变化，他分为“N”型气敏电阻器和“P”型气敏电阻器两种，主要由氧化锡等金属氧化物材料制成。

“N”型气敏电阻器在液化石油气、煤气、天然气、甲烷、乙烷、一氧化碳、氧气等气体浓度达到一定值时，电阻值会迅速减小。

“P”型气敏电阻器在可燃气体浓度达到一定值时，电阻阻值增大。在氧气、氯气、二氧化氮浓度达到一定值时，电阻值将减小。

气敏电阻主要用于自动检测或自动控制各种可燃气体或有害气体、烟雾等的电路中。

6. 压敏电阻器

压敏电阻器是一种对电压非常敏感的电阻器，这种电阻器两端的电压与电流不遵循欧姆定律，呈特殊的非线性关系。当压敏电阻器两端的电压低于标定电压值时，它的阻值几乎无穷大且无电流流过。当压敏电阻器两端的电压高于标定电压值时，它的阻

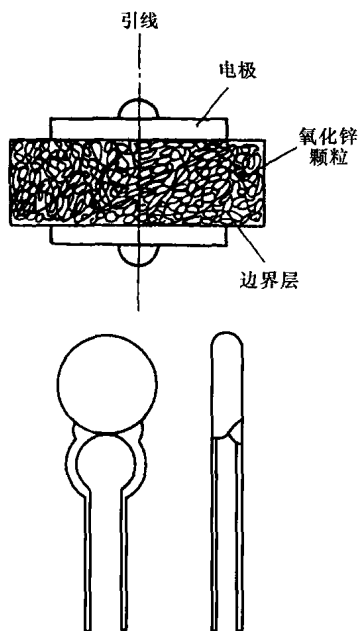


图 1-14 压敏电阻器的
结构及外形

值很小会迅速进入到击穿导通状态，使流过的电流急剧增大。当两端的电压低于标定电压值时，压敏电阻器又恢复原始状态（即呈现高电阻状态）。

压敏电阻器按制作材料分有：氧化锌压敏电阻器、碳化硅压敏电阻器、锗（硅）压敏电阻器、钛酸钡压敏电阻器、金属氧化物压敏电阻器等。

压敏电阻器主要用在家用电器、电子产品等的电路中，可用做半导体元件的保护、过电压保护电路、高压灭弧、消声、防雷、限幅等。

压敏电阻器的结构及外形如图 1-14 所示。

7. 力敏电阻器

力敏电阻器是一种对外力非常敏感的电阻器，这种电阻器的阻值是随外加压力的改变而改变的。

力敏电阻器它是利用半导体材料的压力电阻效应即将机械力转换成电信号的一种特殊的电子元件。力敏电阻器主要用在各种压力传感器、强力计、转矩计、加速度计等的电路中。

8. 磁敏电阻器

磁敏电阻器是一种对磁场非常敏感的电阻器，这种电阻器的阻值是随磁场强度的变化而变化的，它是利用锑化铟或砷化铟等材料，根据半导体磁阻效应，将磁感应信号转换成电信号的一种特殊电子元件。

磁敏电阻器主要用在磁场强度、漏磁、制磁的检测、接近开