

第 1 篇

电子篇



## 1.1 常用电子元器件

电子元器件是元件和器件的总称。电子元件是指在工厂生产加工时不改变分子成分的成品,如电阻器、电容器、电感器。因为它本身不产生电子,对电压、电流无控制和变换作用,所以又称无源器件。电子器件是指在工厂生产加工时改变了分子结构的成品,如晶体管、电子管、集成电路。因为它本身能产生电子,对电压、电流有控制和变换作用(放大、开关、整流、检波、振荡和调制等),所以又称有源器件。在电子元器件质量方面有欧盟的 CE 认证、美国的 UL 认证、德国的 VDE 和 TÜV 认证以及中国的 CQC 认证等国内外认证,以保证元器件质量合格。

无论哪种电子元器件,在使用时都要注意其使用的电压定额、电流定额、精度要求、信号要求、环境要求等,要通过查看其参数进行器件的选择和使用。

本章将简单介绍在电子实训或机器人竞赛中常用的部分电子元器件的识别、基本功能、使用方法、常用电路以及部分电子元器件的检测方法。

### 1.1.1 电阻器

#### 1. 定义及符号

在物理学中,用电阻(resistance)来表示导体对电流阻碍作用的大小。导体的电阻越大,表示导体对电流的阻碍作用越大。不同的导体,电阻一般不同,电阻是导体本身的一种特性。电阻器(resistor)是对电流呈现阻碍作用的耗能元件,是所有电子电路中使用最多的元件。

导体的电阻通常用字母  $R$  表示,单位是欧[姆](ohm),简称欧,符号是  $\Omega$ (希腊字母), $1\Omega=1\text{V}/\text{A}$ 。比较大的单位有千欧( $\text{k}\Omega$ ,即  $10^3\Omega$ )、兆欧( $\text{M}\Omega$ ,即  $10^6\Omega$ )、吉欧( $\text{G}\Omega$ ,即  $10^9\Omega$ )、太欧( $\text{T}\Omega$ ,即  $10^{12}\Omega$ )。电阻器是一个线性元件,通过实验可知,在规定条件下,流经一个电阻器的电流与电阻器两端的电压成正比,即电阻符合欧姆定律: $I=\frac{U}{R}$ 。图 1-1 所示为电阻器实物照片及其符号。

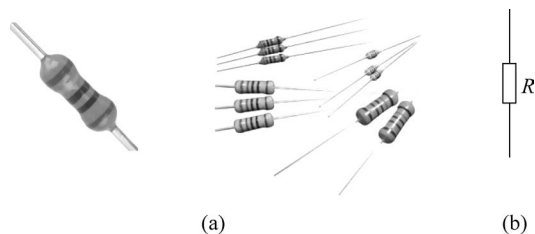


图 1-1 电阻器实物照片及其符号

(a) 电阻器实物；(b) 电阻符号

## 2. 电阻器的分类

### 1) 按制造材料分类

电阻器按制造材料不同,可分为碳膜电阻器、金属膜电阻器、线绕电阻器、金属氧化膜电阻器。表 1-1 为不同材料的电阻器分类。

表 1-1 按材料分类的电阻器



名 称	结构及特点	使用场合	实物图
RT 型碳膜电阻器	RT 型碳膜电阻器是气态碳氢化合物在高温和真空中分解,碳沉积在瓷棒或者瓷管上,形成一层结晶碳膜,最后在外层涂上环氧树脂进行密封保护。改变碳膜厚度以及用刻槽的方法变更碳膜的长度,可以得到不同的阻值。其阻值误差较金属膜电阻高,功率较低,一般为 1/8W、1/4W、1/2W,性能一般	一般场合电路	
RJ 型金属膜电阻器	RJ 型金属膜电阻器是在真空中加热合金,合金蒸发,瓷棒表面形成一层导电金属膜(如镍铬)。刻槽以及改变金属膜厚度可以控制其阻值。与碳膜电阻器相比,金属膜电阻体积小、精确度高、噪声低、稳定性好,但成本较高。功率一般较低,常见的有 1/8W、1/4W、1/2W	广泛应用于高级音响器材、计算机、仪表、太空设备中	
RX 型线绕电阻器	RX 型线绕电阻器是用康铜、锰铜或镍铬合金电阻丝在陶瓷骨架上绕制而成,分为固定电阻器和可变电阻器两种。其特点是精度高、电流噪声小、线性度好、工作稳定、耐热性能好、温度系数小于 $10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、误差范围小。但价格较贵,高频特性差	适用于大功率场合,额定功率一般在 1W 以上	
RY 型金属氧化膜电阻器	RY 型金属氧化膜电阻器是以特种金属或合金作电阻材料,采用真空蒸发或溅射的方法,在陶瓷或玻璃基体上形成氧化的电阻膜层。其特点是耐高温,工作温度范围为 140~235 $^{\circ}\text{C}$ ,在短时间内可超负荷使用。该种电阻器的电阻值较低,小功率电阻器的阻值不超过 100k $\Omega$ ,因此应用范围受到限制,但可补充金属膜电阻器的低阻部分	适用于高频电路,高增益电路,高湿、高温电路等场合	

## 2) 按阻值特性分类

电阻器按照阻值特性不同,可分为固定电阻器、可调电阻器和敏感电阻器。




阻值在使用过程中不可调节的称为固定电阻器。前述各种不同材质制作的电阻器均提供固定阻值电阻。可调电阻器也称为可变电阻器或电位器,是电阻器的一类,其电阻值大小可以人为调节,以满足电路的需要。可调电阻器的标称值是可以调整到的最大电阻值。理论上,可调电阻器的阻值可以调整到 0 与标称值以内的任意值。表 1-2 为可调电阻器的分类。

表 1-2 可调电阻器的分类


名 称	特 点	实物图
电位器	电位器具有 3 个引出端,阻值可按某种变化规律调节。它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,在输出端即可获得与位移量成一定关系的电阻值	
精密电位器	精密电位器是能以较高精度调节自身电阻的可变电阻器,分为带指针和不带指针等形式,调整圈数有 5 圈、10 圈等数种。精密电位器除具有电位器的一般特点外,还具有线性度高、可精细调整等优点。精密电位器广泛应用于对电阻实行精密调整的场合。其主要参数为阻值、容差、额定功率	

敏感电阻器是一种对光照强度、压力、湿度等模拟量敏感的特殊电阻器,其阻值随外界环境的变化而变化。选用时不仅要注意其额定功率、最大工作电压、标称阻值,更要注意最高工作温度和电阻温度系数等参数,并注意阻值的变化方向。敏感电阻器又包括光敏电阻器、热敏电阻器、湿敏电阻器、压敏电阻器等。表 1-3 为常用的敏感电阻器。

表 1-3 常用的敏感电阻器

名 称	特 点	使用场合	实物图
压敏电阻器	压敏电阻器是对电压变化很敏感的非线性电阻器。当其两端的电压等于或超出其额定敏感电压时,其阻值会从无穷大迅速减小,产生类似于短路的电流烧断电路前级保险丝,达到保护后级电路不被高电压或高脉冲损坏的目的。当高电压消失后,其阻值将恢复到无穷大	器件过压保护	
热敏电阻器	热敏电阻器对温度敏感,在不同温度下其电阻值不同。正温度系数热敏电阻器(PTC)在温度越高时电阻值越大;负温度系数热敏电阻器(NTC)在温度越高时电阻值越小	电磁炉、测温仪等	
光敏电阻器	光敏电阻器是利用半导体的光电效应制成的一种电阻值随入射光的强弱而改变的电阻器。入射光强时电阻减小,入射光弱时电阻增大	监控摄像机、声光控制器等	

续表

名称	特点	使用场合	实物图
气敏电阻器	气敏电阻器是一种将检测到的气体的成分和浓度转换为电信号的传感器。它是利用气体的吸附而使半导体本身的电导率发生变化这一机理来进行气体检测的。其主要成分是金属氧化物。它的主要品种有金属氧化物气敏电阻器、复合氧化物气敏电阻器、陶瓷气敏电阻器等	烟雾报警器、酒精检测器等	
磁敏电阻器	磁敏电阻器是利用半导体的磁阻效应制成的,常用 InSb(锑化铟)材料加工而成。在一个长方形半导体 InSb 片中,沿长度方向有电流通过时,若在垂直于电流片的宽度方向上施加一个磁场,半导体 InSb 片在长度方向上就会发生电阻率增大的现象,称为物理磁阻效应	用途广泛,常用于控制元件、计量元件、开关电路、磁敏传感器、无触点电位器等	
湿敏电阻器	湿敏电阻器的特点是在基片上覆盖一层用感湿材料制成的膜,当空气中的水蒸气吸附在感湿膜上时,元件的电阻率和电阻值都会发生变化,利用这一特性即可测量湿度。工业上常用的湿敏电阻器主要有氯化锂湿敏电阻器、有机高分子膜湿敏电阻器	湿度传感器	

### 3) 按照安装方式分类

电阻器按照安装方式不同,可以分为插件电阻器、排阻电阻器和贴片电阻器。

插件电阻器是在贴片电阻出现之前用量最大的电阻器,一般属于薄膜电阻器。图 1-2 所示为一般插件电阻器的安装方式。

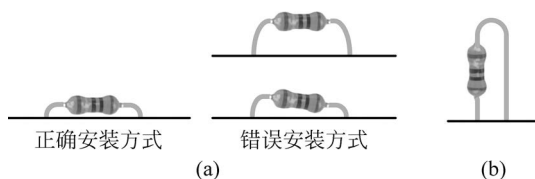


图 1-2 插件电阻器的安装方式

(a) 卧式安装; (b) 立式安装

排阻电阻器是将若干个参数完全相同的电阻器集中封装在一起组合制成的。它们的一个引脚连到一起,作为公共引脚,其余引脚正常引出。所以如果一个排阻电阻器是由  $n$  个电阻器构成的,那么它就有  $n+1$  只引脚。图 1-3 所示为常用排阻电阻器实物照片及安装示意图。

贴片电阻器(SMD resistor)是金属玻璃釉电阻器中的一种,是将金属粉和玻璃釉粉混合,采用丝网印刷法印在基板上制成的电阻器。其特点是:体积小、质量轻、安装密度高、耐潮湿、耐高温、温度系数小、抗振性强、抗干扰能力强、高频特性好、机械强度高,可大大节约



图 1-3 排阻电阻器实物照片及安装示意图

电路空间成本,使设计更精细化。其适用回流焊与波峰焊等焊接技术,装配成本低,能与自动化装贴设备良好匹配。广泛应用于计算机、手机、电子词典、医疗电子产品、摄录机、电子电表及 VCD 机等。图 1-4 所示为贴片电阻器实物照片及其安装方式。

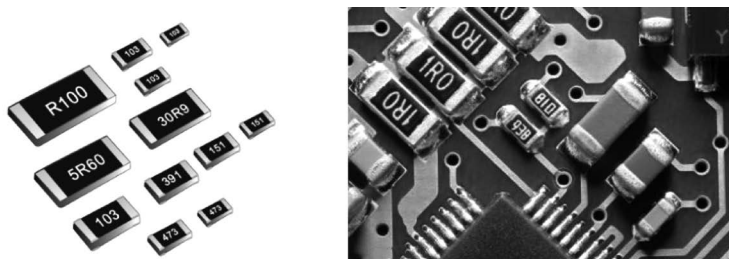


图 1-4 贴片电阻器实物照片及其安装方式

#### 4) 按精密度分类

##### (1) 一般精密度电阻器

随着汽车电子、医疗电子、航空航天、仪器仪表、工业控制等技术的不断发展,对高精密度电阻器的需求和品质要求也越来越高。不同的使用场合,对于电阻精度的要求也不尽相同。如果不能正确选择电阻精度,将影响整个设备的正常运行。

计量电阻精度的因素主要有 3 个:温度系数、老化系数、阻值误差(精度)。温度系数指温度变化  $1^{\circ}\text{C}$  对应电阻变化百万分之几,一般用  $\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$  表示(1ppm 为  $10^{-6}$ ,下同)。老化系数指电阻的长期稳定性,一般用  $\text{ppm}/\text{a}$  来表示。阻值误差指制作精度,一般用下式表示:

$$\text{阻值误差} = \frac{\text{实际阻值} - \text{标称阻值}}{\text{标称阻值}} \times 100\% \quad (1-1)$$

常见的精度有  $\pm 10\%$ ,  $\pm 5\%$ ,  $\pm 1\%$ ,  $\pm 0.5\%$ ,  $\pm 0.1\%$ ,  $\pm 0.01\%$ 。

一般精密度电阻器是指精度在万分之一以上、温度系数在  $10\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$  以下、老化系数小于  $50\text{ppm}/\text{a}$  的电阻器。图 1-5 所示为常用电阻器的精度分布图。

##### (2) 高精密度电阻器

高精密度电阻器又叫金属箔电阻器,多以方形块的形式出现,国外厂家以威世(Vishay)为代表。高精密度电阻器是在陶瓷基片上粘上合金电阻层,然后经无感光刻制作而成。它不仅采用了镍铬电阻合金材料,陶瓷衬底又做了进一步的温度补偿,使得温度系数非常小。块电阻的温度系数一般都在  $5\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$  以下(很多能做到  $1\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$ ),老化系数一般小于  $25\text{ppm}/\text{a}$ 。由于采用埃佛诺姆镍铬系电阻合金(Evanohm)金属箔,所以其性能优异、噪声也非常低;工艺上采用类似集成电路(integrated circuit, IC)制作的光刻工艺,配合良好的封装技术,使得块电阻的分布电容和串联电感非常小。

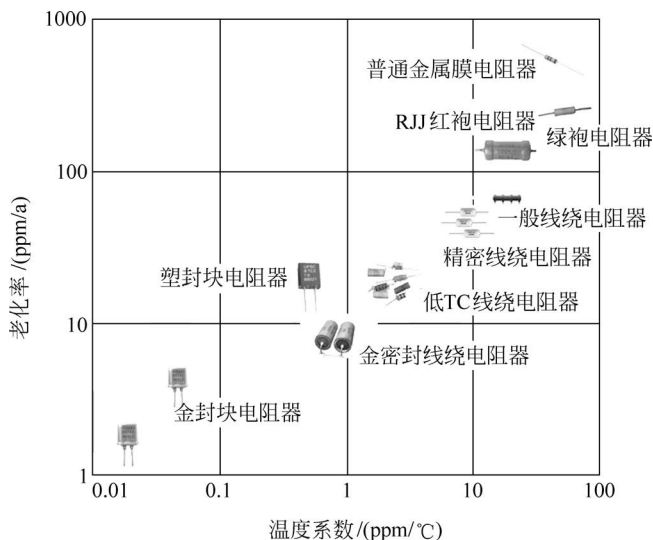


图 1-5 常用电阻器的精度分布

### 3. 电阻器的标注方式

#### 1) 直标法

直标法是将电阻器的类别、标称阻值、允许偏差及额定功率等直接标注在电阻器的外表面上。图 1-6 所示为 RT 型碳膜电阻器的直标法标注示意图,所示功率为 0.5W,标称阻值 2k $\Omega$ ,精度 $\pm 5\%$ 。

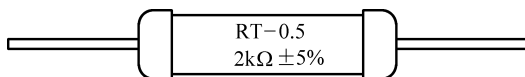


图 1-6 电阻器的直标法标注示意图

#### 2) 文字符号法

文字符号法是使用阿拉伯数字和英文符号两者有规律的组合来表示标称阻值,其允许偏差也用英文符号表示。符号前面的数字表示整数阻值,后面的数字依次表示第一位小数阻值和第二位小数阻值。例如: 33R2 表示 33.2 $\Omega$ , 3k3 表示 3.3k $\Omega$ , 1M 表示 1M $\Omega$ 。

允许误差由英文符号进行标识,常用符号见表 1-4。

表 1-4 常用符号

符号	N	M	K	J	G	F	D	C	B	W/A
偏差( $\pm\%$ )	30	20	10	5	2	1	0.5	0.25	0.1	0.05

例如: 6R2J,表示 6.2 $\Omega$ ,允许偏差 $\pm 5\%$ 。

#### 3) 数码法

数码法是指在电阻器上用三位数码或四位数码表示标称值的标识方法,贴片电阻表面常用数码法标注。数码从左到右,第一、二位为有效值,第三位为 10 的指数,单位为欧。偏

差通常采用英文符号表示。若为四位数码,则前三位为有效值,第四位为 10 的指数。例如:电阻器表面标识 103,则表示  $10 \times 10^3 \Omega = 10\text{k}\Omega$ ;电阻器表面标识 1005,则表示  $100 \times 10^5 \Omega = 10\text{M}\Omega$ 。

#### 4) 色标法

色标法也称为色环法,即使用色环表示电阻器的阻值和精度。其特点是标志清晰,从各个角度都容易看清标识。碳膜电阻器常采用四色环表示阻值,金属膜电阻器和精密电阻器常采用五色环表示阻值。色环的标识方法如图 1-7 所示,上部电阻为四环法标注,下部电阻采用五环法标注。

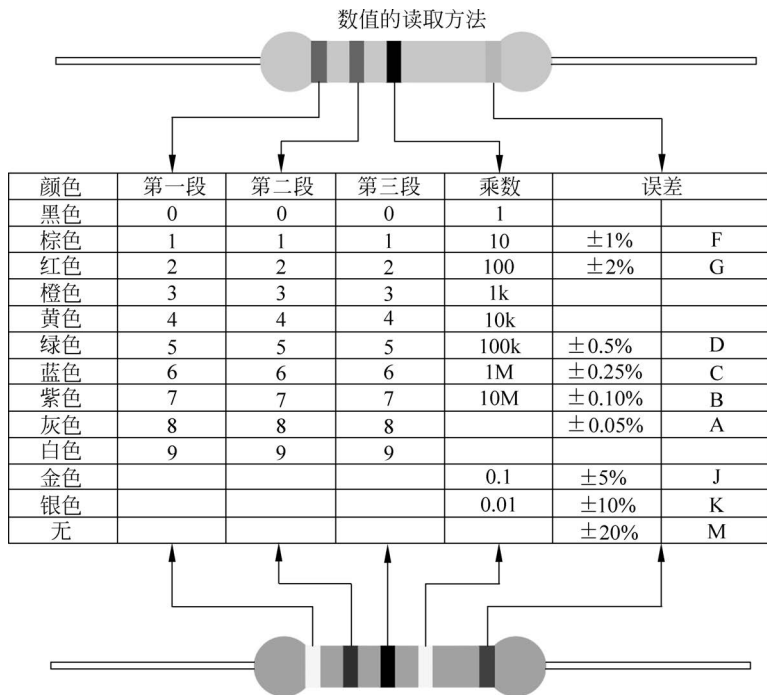


图 1-7 电阻器色标法示意图

## 4. 电阻器的主要功能

电阻器的主要功能包括限流、分流、降压、分压、与电容配合做滤波器以及阻值匹配。下面通过一个串联型稳压电路了解一下各电阻器在电路中的作用,如图 1-8 所示。

(1) 分流电阻器  $R_F$ : 电路在正常工作时,分流电阻器  $R_F$  两端的压降仅为 4V 左右,实际功耗小于 0.8W。若选用额定功率为 2W 的碳膜电阻器,电路出现故障时可起到保险电阻器的作用。 $R_F$  必须采用碳膜电阻器,因为碳膜电阻器单位面积上的功率负荷小,在额定功率工作时其上限温度也低,在电路过载的情况下容易造成开路失效,起到保护作用。

(2) 限流电阻器  $R_F$ : 图 1-8 中一旦负载出现短路,则输入电压(16V 左右)将全部加到  $R_F$  两端,这时  $R_F$  主要起到限流作用,限制短路电流的增大,使得短路电流小于 1A。

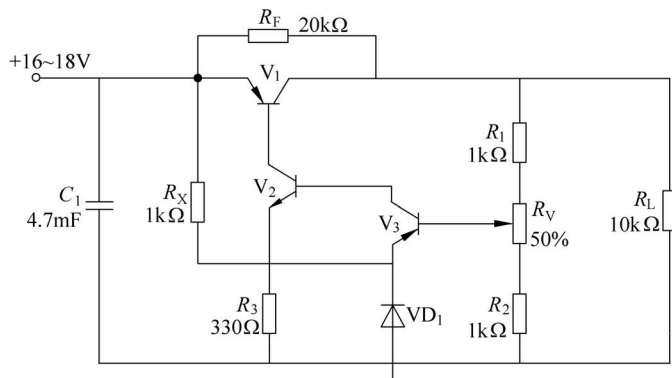


图 1-8 串联型稳压电路

(3) 限流电阻器  $R_X$ ：将稳压管的工作电流限制在额定电流范围之内。

(4) 分压电阻器  $R_1$ 、 $R_2$  和  $R_V$ ：电阻器  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_V$  构成取样分压电路，其中  $R_1$  和  $R_2$  通常为取样分压电阻器，电位器  $R_V$  称为取样电位器。

## 5. 检测方法

对于固定在电路板上的电阻器需要查看标志是否清晰，保护漆是否完好，有无烧焦、伤痕、裂痕、腐蚀等现象，观察电阻器与引脚的紧密接触是否牢固，避免出现虚焊、脱焊现象。对于电位器还应检查转轴，看其转动是否灵活，松紧是否适当，转动时手感是否舒适。

使用万用表可以很容易判断出电阻器的好坏。将万用表调节在电阻挡的合适挡位，并将万用表的两个表笔放在电阻器的两端，就可以从万用表上读出电阻器的阻值。应注意的是，测试电阻器时手不能接触表笔的金属部分。

## 1.1.2 电容器

### 1. 定义及符号

电容器(capacitor)是一种储能元件,是由两块金属电极之间夹一层绝缘电介质而构成的。当在两金属电极间加上电压时,电极上就会储存电荷,储存的电荷量称为电容,电容通常用  $C$  表示,电容的国际单位是法[拉](F),常用的单位还有毫法(mF)、微法( $\mu\text{F}$ )、纳法(nF)和皮法(pF)。各单位之间的换算关系为:  $1\text{F} = 10^3\text{mF} = 10^6\mu\text{F} = 10^9\text{nF} = 10^{12}\text{pF}$ 。图 1-9 所示为常见电容器的实物照片及其符号。

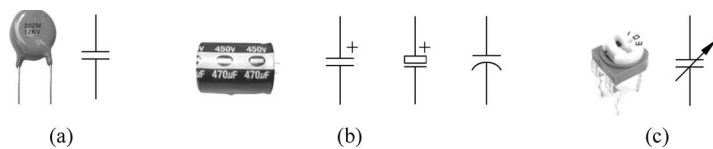


图 1-9 常用电容器的实物照片及其符号

(a) 普通电容器；(b) 电解电容器；(c) 可变电容器