

## 项目三 常用电子元器件的认识及检测

电子元器件是组成电路的基本要素,正确地选择和使用元器件是保证电路良好运行的重要条件。本项目主要介绍电阻器、电容器、电感器、晶体管及集成电路等常用电子元器件的结构特点、性能参数及测试方法,使读者能够科学地选用电子元器件。

本项目介绍了常用电子元器件的种类、结构、性能及其识别和检测方法。通过本项目的学习,学生应掌握电阻器的种类、符号、标志和测量方法;电容器的种类、符号、标志和测量方法;电感器的种类、符号、标志和测量方法;二极管的种类、符号、特点和测量方法;晶体管的种类、符号、特点和测量方法;集成电路的种类、系列和查阅其管脚功能的方法。掌握元器件的识别和检测方法是衡量学生掌握电子技术基本技能的一个重要项目,也是学生参加工作所必须掌握的技能。

### ● 学习目标

了解电工电子常用的元器件种类、符号。

了解常用电子元器件的特点。

学会正确选用电子元器件。

学会检测电子元器件。

### 任务一 电阻器认识

各种材料的物体对通过它的电流都会呈现一定的阻力,通常将这种阻碍电流流通的作用称为电阻。把具有一定的阻值、几何形状和技术性能,在电路中起电阻作用的电子元件称为电阻器,即通常所称的电阻,它由电阻的主体及其引线构成,用 $R$ 表示,其基本单位是欧姆( $\Omega$ ),常用单位还有 $k\Omega$ 、 $M\Omega$ 、 $G\Omega$ 等。

电阻器是耗能元件,它吸收电能并将电能转换成其他形式的能量,主要用于调节和稳定电流与电压,可用作分流器和分压器,也可用作电路匹配负载。根据电路要求,电阻器还能用作放大电路的负反馈或正反馈、电压-电流转换、输入过载时的电压或电流保护元件,还可以组成 $RC$ 电路作为振荡、滤波、旁路、微分、积分和时间常数元件等。

#### 一、电阻器的外形及图形符号

常用电阻器的外形及图形符号如图 3-1 所示。

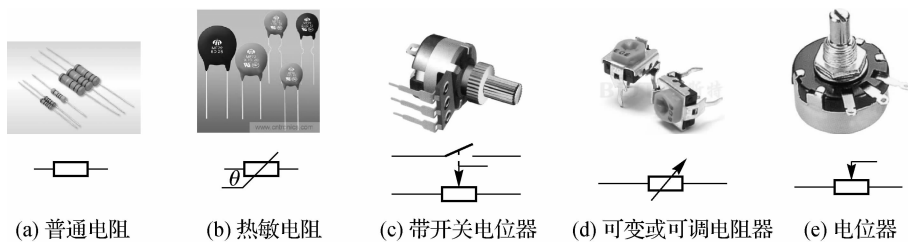


图 3-1 常用电阻器的外形及图形符号

## 二、电阻器的型号命名方法

根据 GB/T 2470—1995 的规定,电阻器的型号由四部分组成(不适用敏感电阻,敏感器件及传感器型号命名方法查询 SJ/T 11167—1998)。

第一部分:主称,用字母表示,表示产品的名字,如 R 表示电阻器。

第二部分:材料,用字母表示,表示产品的主要材料,如用 T 表示碳膜,H 表示合成膜。

第三部分:特征,一般用数字或字母表示,表示产品的主要特征,也有电阻器用该部分的数字表示额定功率。

第四部分:序号,用数字表示,表示同类产品中不同品种,以区分产品的外形尺寸和性能指标等。

电阻器型号的命名方式及含义见表 3-1。

表 3-1 电阻器型号的命名方式及含义

第一部分		第二部分		第三部分		第四部分
用字母表示主称		用字母表示材料		用数字或字母表示特征		用数字表示序号
符 号	意 义	符 号	意 义	符 号	意 义	意 义
R	电阻器	T	碳膜	1	普通	包括额定功率、阻值允许误差和精度等级
W	电位器	H	合成膜	2	普通	
M	敏感电阻器	S	有机实心	3	超高频	
		N	无机实心	4	高阻	
		J	金属膜(箔)	5	高温	
		Y	氧化膜	6	高湿	
		I	玻璃釉膜	7	精密	
		X	线绕	8	高压	
				9	特殊	
				G	功率型	

## 三、电阻器的正确选用

电阻器类型的选取应根据不同的用途及场合来进行。一般的家用电器和普通的电子设备可选用通用型电阻器。我国生产的通用电阻器种类很多,其中包括通用型(碳膜)电阻器、金属膜电阻器、金属氧化膜电阻器、金属玻璃釉膜电阻器、线绕电阻器、有机实心电阻器及无



机实心电阻器等。通用型电阻器不仅种类多,而且规格齐全、阻值范围宽、成本低、价格便宜、货源充足。军用电子设备及特殊场合使用的电阻器应选用精密型电阻器和其他特殊电阻器,以保证电路的性能指标及工作的稳定性。

电阻器类型的选取应注意以下几个方面:

(1)在高增益放大电路中,应选用噪声电动势小的电阻器,如金属膜电阻器、碳膜电阻器和线绕电阻器。

(2)针对电路的工作频率选用不同类型的电阻器。线绕电阻器的分布参数较大,即使采用无感绕制的线绕电阻器,其分布参数也比非线绕电阻器大得多,因而线绕电阻不适合在高频电路中工作。在低于 50 kHz 的电路中,由于电阻器的分布参数对电路工作影响不大,可选用线绕电阻器。在高频电路中的电阻器,要求其分布参数越小越好。所以,在高达数百兆赫兹的高频电路中应选用碳膜电阻器、金属膜电阻器和金属氧化膜电阻器。在超高频电路中,应选用超高频碳膜电阻器。

(3)金属膜电阻器稳定性好,额定工作温度高(+70℃),高频特性好,噪声电动势小,在高频电路中应优先选用。电阻值大于 1 MΩ 的碳膜电阻器由于稳定性差,应用金属膜电阻器替换。

(4)薄膜电阻器不适宜在湿度高(相对湿度大于 80%)、温度低(-40℃)的环境下工作。在这种环境条件下工作的电路,应选用实心电阻器或玻璃釉膜电阻器。

(5)要求耐热性较好、过负荷能力较强的低阻值电阻器,应选用氧化膜电阻器;要求耐压及高阻值的电阻器,应选用合成膜电阻器或玻璃釉膜电阻器;要求耗散功率大、阻值不高、工作频率不高,而精度要求较高的电阻器,应选用线绕电阻器。

(6)同一类型的电阻器,在电阻值相同时,功率越大,高频特性越差。

(7)应针对电路稳定性的要求,选用不同温度特性的电阻器。电阻器的温度系数越大,它的阻值随温度变化越显著;温度系数越小,其阻值随温度变化越小。但有的电路对电阻器的阻值变化要求不严格,阻值变化对电路没有什么影响。例如,在去耦电路中,即使选用电阻器的阻值随温度有较大的变化,对电路工作影响并不大。但有的电路对电阻器温度稳定性要求较高,要求电路中工作的电阻器阻值变化要很小才行。例如,在直流放大器的电路中,为了减小放大器的零漂移,就要选用温度系数小的电阻器。

实心电阻器的温度系数较大,不适合选用在稳定性要求较高的电路中。碳膜电阻器、金属膜电阻器、金属氧化膜电阻器及玻璃釉膜电阻器等的温度系数较小,很适合选用在稳定性要求较高的电路中。有的线绕电阻器的温度系数很小,可达  $1 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ,线绕电阻器的阻值最为稳定。

(8)由于制作电阻器的材料和工艺方法不同,相同电阻值和功率的电阻器体积可能不一样。金属膜电阻器的体积较小,适用于电子元器件需要紧凑安装场合。当电路中电子元器件安装位置较宽松时,可选用体积较大的碳膜电阻器,这样较为经济。

(9)有时电路工作的场合不仅温度和湿度较高,而且有酸碱腐蚀的影响。此时应选用耐高温、抗潮湿性好、耐酸碱性强的金属氧化膜电阻器和金属玻璃釉膜电阻器。

#### 四、电阻器的检测方法

(1)固定电阻器的检测。固定电阻器的检测步骤如下:

①外观检查。看电阻有无烧焦、电阻引脚有无脱落及松动的现象,从外表排除电阻的断

路情况。

②断电。若电阻在路(电阻器仍然焊在电路中),一定要将电路中的电源断开,严禁带电检测,否则不但测量不准,而且易损坏万用表。

③选择合适的量程。根据电阻的标称值来选择万用表电阻挡的量程,使万用表指针落在万用表刻度盘中间(略偏右)的位置为佳,此时读数误差最小。

④在路检测。若测量值远远大于标称值,则可判断该电阻出现断路或严重老化现象,即电阻已损坏。

⑤断路检测。在路检测时,若测量值小于标称值,则应将电阻从电路中断开检测。此时,若测量值基本等于标称值,该电阻正常;若测量值接近于零,该电阻短路;测量值远小于标称值,该电阻已损坏;测量值远大于标称值,该电阻老化;测量值趋于无穷大,该电阻已断路。

**注意:**测量时,应避免手指同时接触被测电阻的两根引脚,以免人体电阻与被测电阻并联而影响测量的准确性。

(2)线绕电阻器的检测。检测线绕电阻器的方法及注意事项与检测普通固定电阻器完全相同。

(3)熔断电阻器的检测。在电路中,当熔断电阻器熔断开路后,可根据经验做出判断:若发现熔断电阻器表面发黑或烧焦,可断定其负荷过重,通过它的电流超过额定值很多倍;若其表面无任何痕迹而开路,则表明流过的电流刚好等于或稍大于其额定熔断值。对于表面无任何痕迹的熔断电阻器好坏的判断,可借助万用表  $R \times 1$  挡来测量,为保证测量准确,应将熔断电阻器一端从电路上焊下;若测得的阻值为无穷大,则说明此熔断电阻器已失效开路,若测得的阻值与标称值相差甚远,表明电阻变值,也不宜再使用。在维修实践中发现,也有少数熔断电阻器在电路中被击穿短路的现象,检测时也应予以注意。

(4)电位器的检测。检查电位器时,首先要转动旋柄,看看旋柄转动是否平滑,开关是否灵活,开关通、断时“咔嗒”声是否清脆,并听一听电位器内部接触点和电阻体摩擦的声音,如有“沙沙”声,说明质量不好。用万用表测试时,先根据被测电位器阻值的大小选择万用表的合适电阻挡位,然后按下述方法进行检测。

①用万用表的欧姆挡测“1”“2”两端,其读数应为电位器的标称阻值,如万用表的指针不动或阻值相差很多,则表明该电位器已损坏。

②检测电位器的活动臂与电阻片的接触是否良好。用万用表的欧姆挡测“1”“2”(或“2”“3”)两端,将电位器的转轴按逆时针方向旋至接近“关”的位置,这时电阻值越小越好。再顺时针慢慢旋转轴柄,电阻值应逐渐增大,表头中的指针应平稳移动。当轴柄旋至极端位置“3”时,阻值应接近电位器的标称值。如万用表的指针在电位器的轴柄转动过程中有跳动现象,说明活动触点有接触不良的故障。

(5)特殊电阻的性能及检测。

①正温度系数热敏电阻(PTC)。正温度系数热敏电阻的电阻值会随着 PTC 热敏电阻本体温度的升高呈现出阶跃性的增加,温度越高,电阻值越大。

热敏电阻的主要特点:灵敏度较高,其电阻温度系数要比金属大  $10 \sim 100$  倍,能检测出  $10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}$  的温度变化;工作温度范围宽,常温器件适用于  $-55 \sim 315 \text{ }^\circ\text{C}$ ,高温器件适用于温度高于  $315 \text{ }^\circ\text{C}$  (目前最高可达到  $2\,000 \text{ }^\circ\text{C}$ ),低温器件适用于  $-273 \sim 55 \text{ }^\circ\text{C}$ ;体积小,能够测量其





他温度计无法测量的空隙、腔体及生物体内血管的温度;使用方便,电阻值可在  $0.1 \sim 100 \text{ k}\Omega$  范围任意选择;易加工成复杂的形状,可大批量生产;稳定性好、过载能力强。

检测时,用万用表  $R \times 1$  挡,具体可分常温检测和加温检测两步操作。常温检测(室内温度接近  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ ):将两表笔接触 PTC 热敏电阻的两引脚测出其实际阻值,并与标称阻值相对比,二者相差在  $\pm 2 \Omega$  内即为正常。实际阻值若与标称阻值相差过大,则说明其性能不良或已损坏;加温检测:在常温测试正常的基础上,即可进行加温检测,将一热源(如电烙铁)靠近 PTC 热敏电阻对其加热,同时用万用表监测其电阻值是否随温度的升高而增大,如电阻值随温度的升高而增大,说明热敏电阻正常,若阻值无变化,说明其性能变劣,不能继续使用。注意不要使热源与 PTC 热敏电阻靠得过近或直接接触热敏电阻,以防止将其烫坏。

②负温度系数热敏电阻(NTC)。NTC 热敏电阻是指具有负温度系数的热敏电阻,使用单一高纯度材料、具有接近理论密度结构的高性能陶瓷制成。因此,在实现小型化的同时,NTC 热敏电阻还具有电阻值、温度特性波动小、对各种温度变化响应快的特点,可进行高灵敏度、高精度的检测。

a. 测量标称电阻值  $R_t$ 。用万用表测量 NTC 热敏电阻的方法与测量普通固定电阻的方法相同,即根据 NTC 热敏电阻的标称阻值选择合适的电阻挡,直接测出  $R_t$  的实际值。但因 NTC 热敏电阻对温度很敏感,故测试时应注意: $R_t$  是生产厂家在环境温度为  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  时所测得的,所以用万用表测量  $R_t$  时,也应在环境温度接近  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  时进行,以保证测试的可信度。测量功率不得超过规定值,以免电流热效应引起测量误差。注意测试时,不要用手捏住热敏电阻体,以防止人体温度对测试产生影响。

b. 估测温度系数  $\alpha_t$ 。先在室温  $t_1$  下测得电阻值  $R_{t1}$ ,再用电烙铁为热源,靠近热敏电阻  $R_t$ ,测出电阻值  $R_{t2}$ ,同时用温度计测出此时热敏电阻  $R_t$  表面的平均温度  $t_2$ ,再进行计算。

③压敏电阻。压敏电阻是一种具有非线性伏安特性的电阻器件,主要用于在电路承受过压时进行电压嵌位,吸收多余的电流以保护敏感器件。压敏电阻是一种限压型保护器件。利用压敏电阻的非线性特性,当过电压出现在压敏电阻的两极间,压敏电阻可以将电压嵌位到一个相对固定的电压值,从而实现对后续电路的保护。

压敏电阻的检测:用万用表的  $R \times 1 \text{ k}$  挡测量压敏电阻两引脚之间的正、反向绝缘电阻,均为无穷大,否则,说明漏电流大。若所测电阻很小,说明压敏电阻已损坏,不能使用。

④光敏电阻。光敏电阻是根据光电导效应制成的光电探测器件。光电导效应是指光电材料受到光辐射后,材料的电导率发生变化。它可以这样理解:材料的电导率、电阻与该材料内部电子受到的束缚力有关,束缚力越大,电子越难自由运动,电导率越小,电阻越大;当电子吸收外来的一定能量的光子后,根据能量守恒原则,动能增加,材料对电子的束缚力减弱,电导率减小,电阻减小。结论:光敏电阻的阻值会随着光照强弱的变化而变化。光照强,光敏电阻的阻值就小;光照弱,光敏电阻的阻值就大。光敏电阻的主要参数有亮电阻(RL)、暗电阻(RD)、最大工作电压、时间常数、温度系数和灵敏度等。光敏电阻在不受光照时的阻值称为暗电阻;光敏电阻在受光照射时的阻值称为亮电阻。

光敏电阻的检测步骤:用一张黑纸片将光敏电阻的透光窗口遮住,此时万用表的指针基本保持不动,阻值接近无穷大。此值越大,说明光敏电阻性能越好。若此值很小或接近为零,说明光敏电阻已烧穿损坏,不能继续使用。将一光源对准光敏电阻的透光窗口,此时万用表的指针应有较大幅度的摆动,阻值明显减小,此值越小说明光敏电阻性能越好。若此值

很大甚至无穷大,表明光敏电阻内部开路损坏,也不能继续使用。将光敏电阻透光窗口对准入射光线,用小黑纸片在光敏电阻的遮光窗上部晃动,使其间断受光,此时万用表指针应随黑纸片的晃动而左右摆动。如果万用表指针始终停在某一位置不随纸片晃动而摆动,说明光敏电阻的光敏材料已经损坏。

## 任务二 电容器认识

电容器是一种储能元件,在电路中主要用于调谐、滤波、耦合、隔直、旁路、能量转换和延时等。

### 一、电容器的类别

电容器按其容量是否可调可分为固定式电容器、半可调式电容器和可调电容器三种。按其所用介质可分为金属化纸介质电容器、钽电解电容器、云母电容器、薄膜介质电容器和瓷介质电容器等。几种常见电容器的外形如图 3-2 所示。

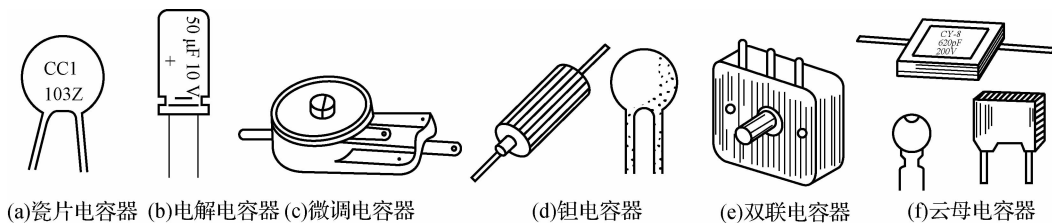


图 3-2 几种常见电容器的外形

固定电容器简称电容。半可调电容器又称微调电容器或补偿电容器,其特点是容量可在小范围内变化(几皮法至几十皮法,最高可达 100 pF)。可调电容器的电容量可在一定范围内连续变化,它们由若干片形状相同的金属片并接成一组(或几组)定片和一组(或几组)动片,动片可以通过转轴转动,以改变动片插入定片的面积,从而改变电容量,如图 3-3 所示。

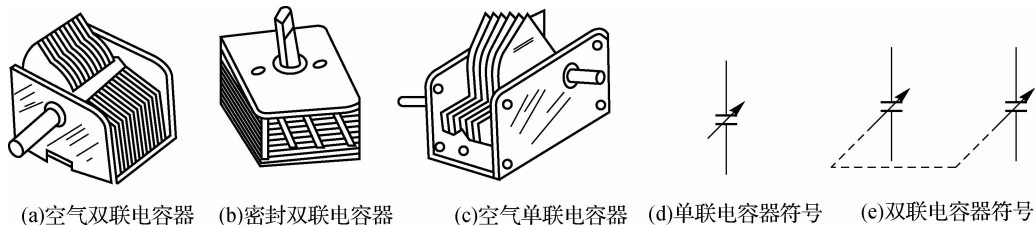


图 3-3 可变电容器

### 二、电容器的主要参数

电容器的主要参数有标称容量、容量误差、额定工作电压、绝缘电阻和介质损耗等。通常在选用电容时,只需考虑标称容量、容量误差和额定工作电压三项。



### 1. 标称容量

电容器的容量是指电容器加上电压后存储电荷的能力。标称容量是指电容器上标出的名义电容量的值。电容器的容量是按国家规定的系列标注的,见表 3-2。任何电容器的标称容量都满足表中数据乘以  $10^n$  ( $n$  为整数)。

表 3-2 电容器的容量标注

电容器类别	标称值系列																						
高频纸介质电容器、云母纸介质电容器、 玻璃釉介质电容器、音频(无极性)有机薄膜介质电容器	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.3	4.7	5.1	5.6	6.2	6.8	7.5	8.2	9.1
纸介质电容器、金属化纸介质电容器、复合介质电容器、 低频(有极性)有机薄膜介质电容器	1.0	1.5	2.0	2.2	3.3	4.0	4.7	5.0	6.0	6.8	8.0												
电解电容器	1.0	1.5	2.2	3.3	4.7	6.8																	

### 2. 容量误差

电容器的容量误差是指实际容量与标称容量之差除以标称容量所得的百分数。电容器的容量误差分 8 级,见表 3-3。一般电容器常用 I、II、III 级,电解电容器常用 IV、V、VI 级。

表 3-3 电容器的容量误差级别

精度等级	00(01)	00(02)	I	II	III	IV	V	VI
允许误差/%	±1	±2	±5	±10	±20	+20/-10	+50/-20	+50/-30

电容器的标识方法有直标法、数码法和色标法三种。

#### 1) 直标法

直标法是指将电容器的容量、耐压及误差直接标注在电容器上。通常是用表示数量的字母  $\mu(10^{-6})$ 、 $n(10^{-9})$  和  $p(10^{-12})$  加上数字组合表示。

例如,“4n7”表示  $4.7 \times 10^{-9} \text{ F} = 4\ 700 \text{ pF}$ ,”47n”表示  $47 \times 10^{-9} \text{ F} = 47\ 000 \text{ pF} = 0.047 \mu\text{F}$ ,”6p8”表示  $6.8 \text{ pF}$ 。另外,有时在数字前冠以 R,如“R33”表示  $0.33 \text{ mF}$ ;有时用大于 1 的四位数字表示,单位为 pF,如“2200”表示为  $2\ 200 \text{ pF}$ ;有时用小于 1 的数字表示,单位为 mF,如“0.22”为  $0.22 \text{ mF}$ 。

#### 2) 数码法

数码法是用三位数字来表示电容量的大小,单位为 pF。前两位为有效数字,第三位表示倍率,即乘以  $10^i$ , $i$  的取值范围为  $1 \sim 9$ ,但 9 表示  $10^{-1}$ 。这种表示法最为常见。

例如,“333”表示  $33\ 000 \text{ pF}$  或  $0.033 \mu\text{F}$ ,”229”表示  $2.2 \text{ pF}$ ,”223”表示  $22 \times 10^3 \text{ pF} = 22\ 000 \text{ pF} = 0.022 \mu\text{F}$ ,”479”表示  $47 \times 10^{-1} \text{ pF} = 4.7 \text{ pF}$ 。

#### 3) 色标法

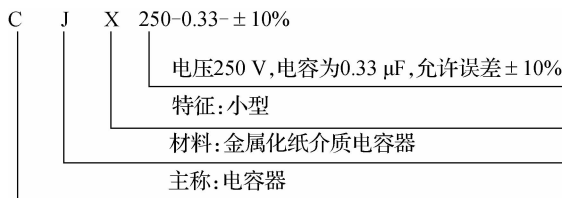
电容器的色标法与电阻器的色环表示法类似,颜色涂于电容器的一端或从顶端向引线侧排列。色码一般只有三种颜色,前两环为有效数字,第三环为倍率,单位为 pF。

### 3. 额定工作电压

额定工作电压是电容器在规定的工作温度范围内,长期、可靠地工作所能承受的最高电压。

### 三、电容器的型号命名

根据国家标准,电容器的型号由四部分组成:第一部分用汉语拼音表示主称;第二部分用汉语拼音表示材料;第三部分用汉语拼音或阿拉伯数字表示特征;第四部分用阿拉伯数字表示参数。例如,小型金属化纸介质电容器型号命名如下。



### 四、电容器的选用和测量

电容器的种类繁多,性能指标各异,合理选用电容器对实际电路很重要。一般电路可选用瓷介质电容器;要求较高的中高频、音频电路可选用涤纶或聚苯乙烯电容器(例如,谐振回路要求介质损耗小,可选用高频瓷介质或云母电容器);电源滤波、退耦、旁路可选用铝或钽电解电容器。常用电容器的性能特点见表 3-4,使用时应根据电路要求进行选择。

表 3-4 常用电容器的性能特点

电容器的类别	型 号	性能特点
铝电解电容器	CD 型	有极性之分、容量大、耐压高、容量误差大且随频率而变动、绝缘电阻低、漏电流大
钽电解电容器 铌电解电容器	CA 型 CN 型	有极性之分、体积小、容量大、耐压高、性能稳定、寿命长、绝缘电阻大、温度特性好,但成本高,用在要求较高的设备中
云母电容器	CY 型	高频性能稳定、介质损耗小、绝缘电阻大、温度系数小、耐压高(几百伏至几千伏),但容量小(几十皮法至几万皮法)
瓷介质电容器	CC 型	体积小、损耗小、绝缘电阻大、温度系数小,可工作在超高频范围,但耐压较低(一般为 60~70 V),容量较小(一般为 1~1 000 pF)。为提高容量,采用铁电陶瓷和独石为介质,其容量分别可达 680 pF~0.047 $\mu\text{F}$ 和零微法至几微法,但其温度系数大、损耗大、容量误差大
纸介质电容器	CZ 型	体积小、容量可以做得较大、结构简单、价格低廉,但介质损耗大、稳定性不高,主要用于低频电路的旁路和隔直电容,其容量一般为 100 pF~10 $\mu\text{F}$
金属化纸介质电容器	CJ 型	其性能与纸介质电容器相仿,但它有一个最大特点是被高电压击穿后有自愈作用,即电压恢复正常后仍能工作
(苯)有机薄膜电容器 (涤纶)有机薄膜电容器	CB 型 CL 型	与纸介质电容器相比,它的优点是体积小、耐压高、损耗小、绝缘电阻大、稳定性好,但温度系数大

电容器装接前应进行测量,看其是否短路、断路或漏电严重,利用万用表的欧姆挡可以进行简单的测量,具体方法是:容量大于 100  $\mu\text{F}$  的电容器用“R $\times 100$ ”挡测量,容量在





1~100  $\mu\text{F}$  以内的电容器用“R $\times$ 1 k”挡测量,容量更小的电容器用“R $\times$ 10 k”挡测量。对极性电容器,将黑表笔接电容器的正极,红表笔接电容器的负极,若表针摆动大且返回慢,返回位置接近 $\infty$ ,说明该电容器正常,且电容容量大;若表针摆动大,但返回时表针显示的电阻值较小,说明该电容器漏电流较大;若表针摆动很大,接近于 $0\ \Omega$ ,且不返回,说明该电容器已被击穿;若表针不摆动,则说明该电容器已开路。对非极性电容器,两表笔接法随意。另外,如果需要对电容器再一次测量,必须将其放电后方能进行。

如果要求更精确地测量,可以用交流电桥和 Q 表(谐振法)来测量,这里不做介绍。

## 任务三 电感器和变压器认识

电感器俗称电感或电感线圈,是一种利用自感作用进行能量传输的元件。

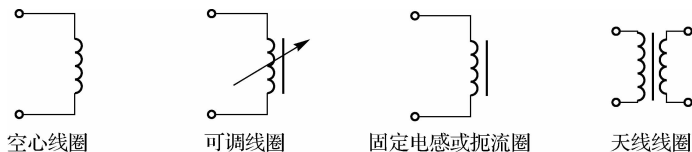
与电容器一样,电感器也是一种储能元件,是储存磁场能量的元件,广泛应用于调谐、振荡、耦合、滤波、陷波、延迟、补偿等电子线路中。

电感器用“L”表示,其基本单位是亨利(H),常用单位还有 mH、 $\mu\text{H}$  等。

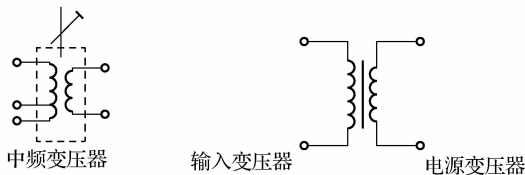
变压器也是一种利用电磁感应原理来传输能量的元件,其实质是电感器的一种特殊形式。变压器具有变压、变流、变阻抗、耦合、匹配等作用。

### 一、电感器和变压器的图形符号

各种电感线圈都具有不同的特点和用途,但它们都是用漆包线、纱包线和镀银裸铜线,并绕在绝缘骨架、铁芯或磁芯上构成的,而且每圈与每圈之间要彼此绝缘。常用电感器和变压器的图形符号如图 3-4 所示。



(a) 常用电感器的图形符号



(b) 常用变压器的图形符号

图 3-4 常用电感器和变压器的图形符号

### 二、电感器和变压器的分类

#### 1) 电感器的分类

电感器按绕线结构可分为单层线圈、多层线圈、蜂房线圈等;按导磁性质可分为空心线圈、磁心线圈、铜心线圈等;按封装形式可分为普通电感器、色环电感器、环氧树脂电感器、贴片电

感器等;按电感量是否变化可分为固定电感器、微调电感器、可变电感器等;按工作性质可分为高频电感器和低频电感器等;按用途可分为天线线圈、扼流线圈、振荡线圈、退耦线圈等。

### 2) 变压器的分类

变压器按工作频率可分为高频变压器、中频变压器、低频(音频)变压器、脉冲变压器等;按导磁性质可分为空心变压器、磁心变压器、铁芯变压器等;按用途(传输方式)可分为电源变压器、输入变压器、输出变压器、耦合变压器等。

部分电感器和变压器的性能及用途见表 3-5。

表 3-5 部分电感器和变压器的性能及用途

电感器种类	电感器外形图	性能和用途
小型固定电感线圈		将铜线绕在磁心上,再用环氧树脂或塑料封装而成。其电感量用直标法和色码法表示,又称色码电感器。体积小、质量轻、结构牢固、安装使用方便,在电路中,用于滤波、陷波、扼流、振荡、延迟等。固定电感器有立式和卧式两种,电感量为 $0.1 \sim 3\,000\ \mu\text{H}$ ,允许误差有 I (5%)、II (10%)、III (20%) 挡,频率为 $10\ \text{kHz} \sim 200\ \text{MHz}$
铁氧体磁心线圈		铁氧体铁磁材料具有较高的磁导率,常用来作为电感线圈的磁心,制造体积小而电感量大的电感器。在中心磁柱上开出适当的气隙不但可以改变电感系数,而且能够提高电感的 Q 值、减小电感温度系数。广泛应用于 LC 滤波器、谐振回路和匹配回路。常见的铁氧体磁心还有 I 形磁心、E 形磁心和磁环
交流扼流圈		交流扼流圈有低频扼流圈和高频扼流圈两种形式。低频扼流圈又称滤波线圈,由铁芯和绕组构成;有封闭和开启式两种,它与电容器组成滤波电路,以滤除整流后残存的交流成分。高频扼流圈通常用在高频电路中阻碍高频电流的通过。常与电容器串联组成滤波电路,起到分开高频和低频信号的作用
可调电感器		在线圈中插入磁心(或铜心),改变磁心在线圈中的位置就可以达到改变电感量的目的。例如,有些中周线圈的磁罩可以旋转调节,即磁心可以旋转调节,调整磁心和磁罩的相对位置,能够在 $\pm 10\%$ 的范围内改变中周线圈的电感量
电源变压器		电源变压器的功能是功率传送、电压变换和绝缘隔离,作为一种主要的软磁电磁元件,在电源技术中和电子技术中得到广泛的应用



### 三、电感器和变压器的命名方法

#### 1) 电感器型号命名方法

电感线圈由四部分组成,各部分的含义如下:第一部分为主称,常用“L”表示线圈,“ZL”表示高频或低频阻流圈;第二部分为特征,常用“G”表示高频;第三部分为类型,常用“X”表示小型;第四部分为区别代号。LGX型即为小型高频电感线圈。

#### 2) 变压器型号命名方法

国产变压器型号命名由三部分组成,各部分的含义见表3-6:第一部分用字母表示变压器的主称;第二部分用数字表示变压器的额定功率;第三部分用数字表示产品的序号。

表 3-6 国产变压器的型号命名的含义

第一部分:主称		第二部分:额定功率	第三部分:序号
字母	含义		
CB	音频输出变压器	用数字表示变压器的额定功率	用数字表示产品的序号
DB	电源变压器		
GB	高压变压器		
HB	灯丝变压器		
RB或JB	音频输入变压器		
SB或ZB	扩音机用定阻式音频输送变压器(线间变压器)		
SB或EB	扩音机用定压或自耦式音频输送变压器		
KB	开关变压器		

### 四、电感器和变压器的性能检测

#### 1) 电感器的性能检测

电感器的主要故障有短路、断线现象。

电感器的性能检测一般采用外观检查结合万用表测试的方法。先外观检查,看线圈有无断线、生锈、发霉、松散或烧焦的情况(这些故障现象较常见),若无此现象,再用万用表检测电感线圈的直流损耗电阻。

电感线圈的直流损耗电阻通常在几欧与几百欧之间,所以使用指针式万用表检测时,通常使用 $R \times 1$ 或 $R \times 10$ 的电阻挡测量。若测得线圈的电阻远大于标称电阻值或趋于无穷大,说明电感器断路;若测得线圈的电阻远小于标称电阻值,说明线圈内部有短路故障。

#### 2) 变压器的性能检测

变压器的性能检测方法与电感器大致相同,不同之处如下:

(1)检测变压器之前,先了解该变压器的连线结构,然后主要测量变压器线圈的直流电阻和各绕组之间的绝缘电阻。在没有电气连接的地方,其电阻值应为无穷大;有电气连接之处,有规定的直流电阻(可查资料得知)。

(2)变压器各绕组之间及绕组和铁芯之间的绝缘电阻的测量。电路中的输入变压器和

输出变压器使用 500 V 的摇表(兆欧表)测量,其绝缘电阻应不小于 100 MΩ;电源变压器使用 1 000 V 的摇表(兆欧表)测量,其绝缘电阻不小于 1 000 MΩ。

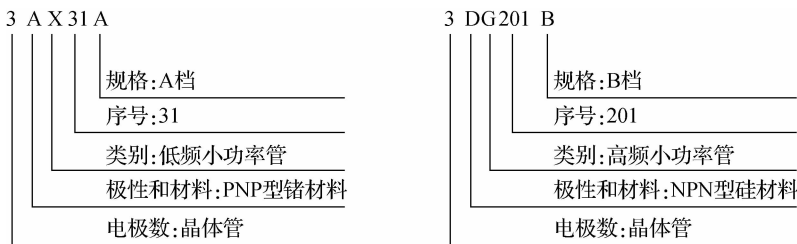
## 任务四 半导体器件认识

半导体二极管和晶体管是组成分立元件电子电路的核心器件。二极管具有单向导电性,可用于整流、检波、稳压及混频等电路中。晶体管是一种电流控制型器件,它最基本的作是信号放大或做无触点开关。它们的管壳上都印有规格和型号,以便选用。

### 一、半导体器件的型号命名

根据国家标准,半导体器件型号主要由五个部分组成:第一部分表示电极数;第二部分表示材料和极性;第三部分表示类别;第四部分表示序号;第五部分表示规格号。

例如,PNP 型低频小功率管和 NPN 型低频小功率管的型号命名分别如下:



场效应器件、半导体特殊器件、复合管、激光型器件的型号由第三、第四、第五部分组成。

### 二、二极管

晶体二极管简称二极管,是一种具有单向导电性的半导体器件。它是由一个 PN 结加上引线及管壳构成的。

#### 1. 二极管的分类

二极管种类很多,按制作材料不同分为硅二极管和锗二极管;按结构不同分为点接触二极管和面接触二极管;按用途不同分为整流二极管、检波二极管、发光二极管、光电二极管、稳压二极管、变容二极管等。它们的性能特点见表 3-7。常见二极管的外形如图 3-5 所示。

表 3-7 常用二极管的性能特点

二极管的类别	性能特点
普通二极管	多用于整流、检波。整流二极管不仅有硅管和锗管之分,而且有低频和高频、大功率和中(小)功率之分。硅管具有良好的温度特性及耐压性能,故使用较多。检波实际上是对高频小信号整流的过程,它可以把调幅信号中的调制信号(低频成分)取出来。检波二极管属于锗材料点接触型二极管,其特点是工作频率高、正向压降小

续表

二极管的类别	性能特点
发光二极管	将电信号转换成光信号的发光半导体器件,当管子PN结通过合适的正向电流时,便以光的形式将能量释放出来。它具有工作电压低、耗电少、响应速度快、寿命长、色彩绚丽及轻巧等优点(颜色有红、绿、黄等,形状有圆形和矩形等),广泛应用于单个显示电路或做成七段显示器、LED点阵等。在数字电路实验中常用作逻辑显示器
光电二极管	一种将光信号转换成电信号的半导体器件。光电二极管PN结的反向电阻大小与光照强度有关系,光照越强,阻值越小。光电二极管可用于光的测量。当制成大面积的光电二极管时,可作为一种能源,称为光电池
稳压二极管	稳压二极管又称齐纳二极管,是一种用于稳压、工作于反向击穿状态的特殊二极管。稳压二极管是以特殊工艺制造的面接触型二极管,它是利用PN结反向击穿后,在一定反向电流范围内反向电压几乎不变的特点进行稳压的
变容二极管	变容二极管在电路中能起到可调电容的作用,其结电容随反向电压的增加而减小。变容二极管主要用于高频电路中,如变容二极管调频电路

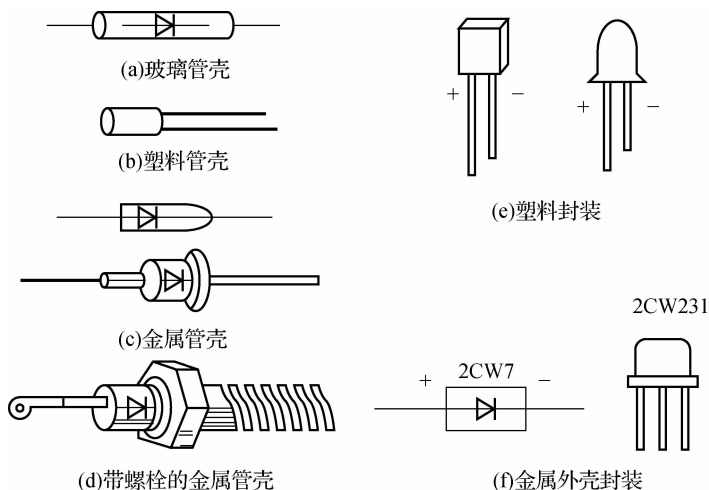


图 3-5 常见二极管的外形

## 2. 二极管的主要参数

二极管的主要参数有最大整流电流、最高反向工作电压和最高工作频率等。

### 1) 最大整流电流 $I_F$

最大整流电流是指二极管长期连续工作时,允许通过的最大正向平均电流。使用时应注意通过二极管的平均电流不能大于这个值,否则将可能导致二极管损坏。

### 2) 最高反向工作电压 $U_{RM}$

最高反向工作电压是指为避免二极管击穿,所能加于二极管上的反向电压最大值。为了安全起见,通常最高反向工作电压为反向击穿电压的  $1/3 \sim 1/2$ 。



### 3) 最高工作频率 $f_M$

由于 PN 结具有电容效应,当工作频率超过某一限度时,其单向导电性将变差,该频率为二极管最高工作频率  $f_M$ 。点接触二极管的  $f_M$  值较高(100 MHz 以上),面接触二极管的  $f_M$  值较低(数千赫兹)。

## 3. 二极管的检测和选用

一般二极管的检测有极性判别和好坏判断两种方法。

### 1) 二极管的极性判别

普通二极管外壳上一般标有极性,如用箭头、色点、色环或管脚长短等形式做标记。箭头所指方向或靠近色环的一端为阴极,有色点或长管脚为阳极,若标识不清可用万用表进行判别。将万用表的挡位选择“ $R \times 1 \text{ k}$ ”挡(或“ $R \times 100$ ”挡),两表笔分别接触二极管两个电极,如果二极管导通,表针指在约  $10 \text{ k}\Omega$ ( $5 \sim 15 \text{ k}\Omega$ ),两表笔反向,表针不动,则二极管导通时黑表笔一端为二极管的正极,红表笔一端为二极管的负极。

### 2) 二极管的好坏判断

用万用表检测二极管,当有下列现象之一时,二极管不良或损坏。

(1) 两表笔正反向测量表针均不动,二极管开路。

(2) 两表笔正反向测量阻值均很小或为  $0 \Omega$ ,二极管短路。

(3) 正向测量表针指示值约  $10 \text{ k}\Omega$ ,反向测量表针指示值亦较小,二极管反向漏电流大,不宜使用。

对于检测的二极管正反向电阻阻值差越大,说明管子的质量越好。

可以直接使用数字万用表的二极管挡进行检测。对于硅二极管,当红表笔接在管子的正极,黑表笔接在管子的负极,显示数字为  $500 \sim 700$  为正常;对换表笔再次测量,应无数字显示。对于锗二极管,当红表笔接在管子的正极,黑表笔接在管子的负极,显示数字小于  $300$  为正常。如果两次测量均无数字显示,说明二极管开路;两次测量均为  $0$ ,说明二极管短路。

在某些特殊情况下,用万用表也不能判断其性能,可用 JT-1 型晶体管特性图示仪模拟二极管的工作环境进行测量。

二极管的应用范围很广,要根据电路要求正确选用,选用原则是不能超过二极管的极限参数,即最大整流电流、最高反向工作电压、最高工作频率、最高结温等,并留有一定的余量。此外,还应根据技术要求进行选择。例如,当要求反向电压高、反向电流小、工作温度高于  $100 \text{ }^\circ\text{C}$  时应选择硅管;需要导通电流大时,选面接触型硅管;要求低导通压降时选锗管;工作频率高时,选点接触型二极管(一般为锗管)。特殊二极管的选择,则要考虑其特殊功用和特有参数指标。

## 三、晶体管

### 1. 晶体管的分类

晶体管是具有两个 PN 结的三极半导体器件。晶体管种类很多,按制作材料和导电极性不同分为 NPN 硅管、PNP 硅管、NPN 锗管、PNP 锗管;按结构不同分为点接触型晶体管和面接触型晶体管;按功率不同分为大、中、小功率晶体管;按频率不同分为低频管、高频管、

微波管;按功能和用途不同分为放大管、开关管、达林顿管等。常见晶体管的外形如图 3-6 所示。

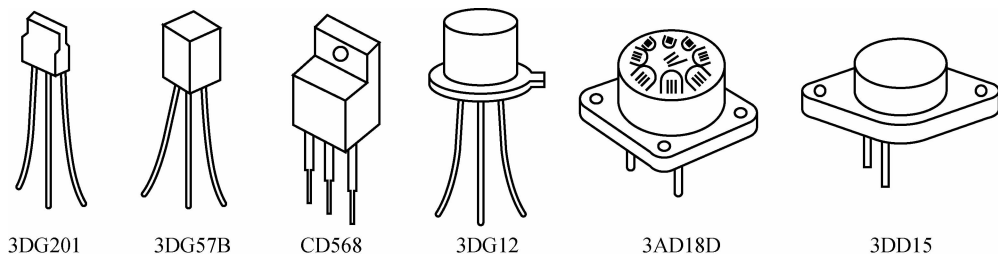


图 3-6 常见晶体管的外形

## 2. 晶体管的主要参数

晶体管的主要参数有电流放大倍数、集电极最大允许电流、集-射反向击穿电压、集电极最大允许耗散功率和特征频率等。

(1) 电流放大倍数  $\beta(h_{FE})$  和  $\bar{\beta}$ 。 $\beta$  是晶体管的交流电流放大倍数,表示晶体管对交流信号的放大能力。 $\bar{\beta}$  是晶体管的直流电流放大倍数,表示晶体管对直流信号的放大能力。由于这两个参数近似相等,所以在使用时不再区分。为了直观地表明晶体管的放大倍数,常在晶体管的外壳上点上色标,常见的色标与  $\beta$  值的对应关系见表 3-8。

表 3-8 常见的色标与  $\beta$  值的对应关系

色标	棕	红	橙	黄	绿	蓝	紫	灰	白	黑
$\beta$	5~15	15~25	25~40	40~55	55~80	80~120	120~180	180~270	270~400	400~600

(2) 集电极最大允许电流  $I_{max}$ 。集电极最大允许电流是指当晶体管的  $\beta$  值下降到  $2/3$  时,管子的集电极电流。

(3) 集-射反向击穿电压  $U_{CEO}(U_{BR})$ 。集-射反向击穿电压是指基极开路时,集电极与发射极之间允许加的最大电压。

(4) 集电极最大允许耗散功率  $P_{CM}$ 。集电极最大允许耗散功率是决定管子温升的参数。

(5) 特征频率  $f_T$ 。晶体管工作频率超过一定值时, $\beta$  值开始下降,当  $\beta=1$  时所对应的频率为特征频率。在这个频率下工作的晶体管已失去放大能力。

## 3. 晶体管的检测和选用

### 1) 管脚及管型的判别

(1) 管脚的判别。从外观识别晶体管电极(管脚),有些金属外壳封装的小功率晶体管,如果管壳上带有定位销,那么将管底朝上,从定位销起,按顺时针方向,三根电极依次为 e、b、c;如果管壳上无定位销,且三根电极在半圆(或等腰三角形)内,将有三根电极的半圆置于上方,按顺时针方向,三根电极依次为 e、b、c,如图 3-7(a)所示。有些塑料外壳封装的小功率晶体管,面对平面,三根电极置于下方,依次为 e、b、c,如图 3-7(b)所示。对于大功率晶体管,外形一般为 F 型和 G 型两种,如图 3-7(c)所示。F 型管从外形上只能看到两根电极,将管底朝上,两根电极置于左方,则上为 e,下为 b,底座为 c。G 型管的三个电极一般在管壳的顶

部,将管底朝上,三根电极置左方,从最下电极起,顺时针方向依次为 e、b、c。若电极不易辨别,可按下述方法进行测试。

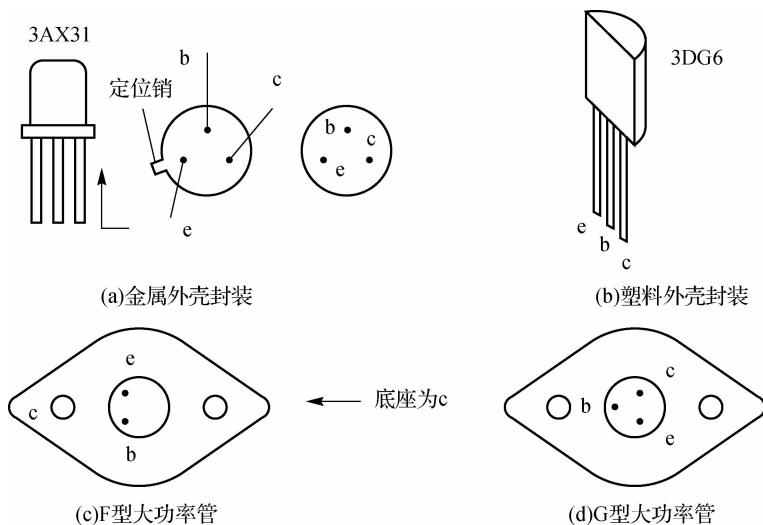


图 3-7 晶体管极性(管脚)的识别

(2) 判别管子的类型。NPN 型晶体管和 PNP 型晶体管的 PN 结等效电路如图 3-8(a)所示。从图中可见,用万用表欧姆挡测量集电极 c 和发射极 e,不管表笔怎样连接,总有一个 PN 结处于反向截止状态,所以在晶体管的三个电极中,如果测得其中有两个电极正、反向电阻值均较大,则剩下的电极为基极 b。当基极确定后,用黑表笔接基极,红表笔分别和另外两个电极相接,若测得两个电阻均很小,即为 NPN 型晶体管;若测得两个电阻均很大,即为 PNP 型晶体管。

(3) 判断集电极和发射极。通过一个 100 kΩ 电阻把已知的基极和假定的集电极接通,如果是 NPN 型管,万用表黑表笔接假定的集电极,红表笔接假定的发射极,如图 3-8(b)所示。此时,万用表上读出一个阻值,而后把假定的集电极和发射极互换,进行第二次测量,两次测量中,测得阻值小的那一次,与黑表笔相接的那一极便是集电极。

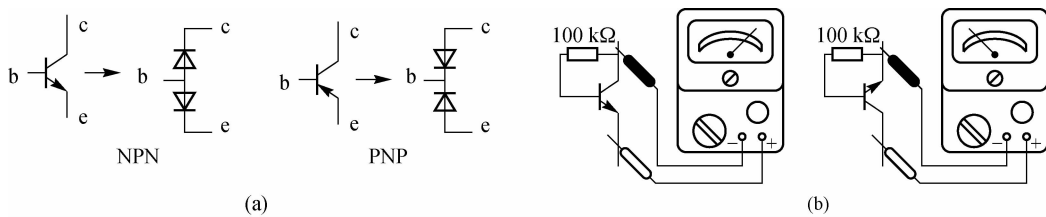


图 3-8 万用表判别管型及管脚

应该指出,晶体管的管脚必须正确确认,否则,接入电路不但不能正常工作,还可能烧坏管子。

以上介绍的是比较简单的测试,要想进一步精确测试,可以借助于 JT-1 型晶体管特性图示仪,它能十分清晰地显示出晶体管的输入特性曲线及电流放大系数  $\beta$  等。



## 2) 性能参数的测量

(1)  $\beta$  值的测量。多数万用表都设有测量晶体管  $\beta$  值的挡位,具体测量方法按万用表说明书给出的方法测量。

(2) 穿透电流  $I_{CEO}$  的测量。对于 NPN 型管,黑表笔接 c,红表笔接 e;对于 PNP 型管,红表笔接 c,黑表笔接 e。所测出的阻值越大,穿透电流越小。一般用万用表“ $R \times 1 \text{ k}$ ”挡测量小功率硅管,表针应不动;由于锗管  $I_{CEO}$  较大,用万用表“ $R \times 1 \text{ k}$ ”挡测量表针应有明显的偏转。

## 3) 晶体管的选用

按电路要求选用晶体管的类型及参数。一般选管时,应使管子的特征频率高于电路工作频率的 3~10 倍,电流放大系数选为 40~100,最高反向击穿电压大于电源电压,集电极最大电流、集电极耗散功率等极限参数降为原值的 2/3。

其他晶体管的选用,在考虑电路要求的同时还要充分注意其个性特征,如晶闸管的过载能力差、触发电压值的限度及误导问题以及场效应管对栅极的保护问题等。

# 任务五 集成电路

## 一、集成电路的分类

(1) 集成电路按传送信号的特点可分为模拟集成电路和数字集成电路。

(2) 集成电路按有源器件类型可分为双极性集成电路、MOS 型集成电路和双极性-MOS 型集成电路。

(3) 集成电路按集成度可分为小规模集成电路 SSI(集成度为 100 个元件以内或 10 个门电路以内)、中规模集成电路 MSI(集成度为 100~1 000 个元件或 10~100 个门电路)、大规模集成电路 LSI(集成度为 1 000~10 000 个元件或 100 个门电路以上)、超大规模集成电路 VLSI(集成度为 10 万个元件以上或 1 万个门电路以上)。

(4) 集成电路按封装形式可分为圆形金属封装集成电路、扁平陶瓷封装集成电路、双列直插式封装集成电路、单列直插式封装集成电路、四列扁平式封装集成电路等。

(5) 集成电路按功能可分为集成运算放大电路、集成稳压器、集成模/数转换器、集成数/模转换器、编码器、译码器、计数器等。

## 二、集成电路的命名方法

近年来,集成电路的发展迅速,集成电路的类别、型号层出不穷,国内外各大公司生产的集成电路都已各成系列,因此在使用集成电路时,应查询相应的集成电路手册。国产集成电路的命名方法见表 3-9。

表 3-9 国产集成电路的命名方法

第 0 部分		第一部分		第二部分	第三部分		第四部分	
用字母表示器件的符号(国家标准)		用字母表示器件的类型		用数字表示器件的系列和品种代号	用字母表示器件的工作温度/°C		用字母表示器件的封装形式	
符 号	意 义	符 号	意 义		符 号	意 义	符 号	意 义
C	符合国家标准	T	TTL 集成电路		C	0~70	H	黑瓷扁平
		H	HTL 集成电路		E	-40~85	B	塑料扁平
		E	ECL 集成电路		R	-55~85	F	多层陶瓷扁平
		C	CMOS 集成电路		M	-55~125	P	塑料双列直插
		AD	A/D 转换器		G	-25~70	D	多层陶瓷双列直插
		DA	D/A 转换器		L	-25~85	T	金属圆形
		F	线性放大器集成电路				J	黑瓷双列直插
		D	音响、电视集成电路				S	塑料单列直插
		W	稳压集成电路				K	金属菱形
		J	接口电路				C	陶瓷片状载体
		B	非线性集成电路				E	塑料片状载体
		M	存储器				G	网格阵列
		SC	通信专用电路					
		$\mu$	微处理器					
		SS	敏感电路					
		SW	钟表电路					

例如,低功耗运算放大器 CF3140CP,其命名意义为:国产塑料双列直插封装 MOS 运算线性放大器集成电路,其工作温度是 0~70 °C。

常见外国公司生产的集成电路的字头符号见表 3-10。

表 3-10 常见外国公司生产的集成电路的字头符号

字头符号	生产厂家	字头符号	生产厂家
AD	美国模拟器件公司	MK	美国英特卡科技公司
AN, DN	日本松下电器公司	MP	美国低功耗系统公司
CA, CD, CDP	美国无线电公司	N, NE, SA, SU, CA	美国西格尼蒂克公司
CX, CXA	日本索尼公司	NJM, NLM	日本新日元公司
CS	美国齐瑞半导体公司	RC, RM	美国 RTN 公司
HA	日本日立公司	SAT, SAJ	美国 ITT 公司
ICL, D, DG	美国英特锡尔公司	SAB, SAS	德国 SIEG 公司
LA, LB, STK, LC	日本三洋公司	TA, TD, TC	日本东芝公司



续表

字头符号	生产厂家	字头符号	生产厂家
LC、LG	美国通用仪器公司	TAA、TBA、TCA、TDA	欧洲电子联盟
LM、TBA、TCA	美国国家半导体器件公司	TL	美国得克萨斯仪器公司
M	日本三菱电机股份有限公司	U	德国德律风根公司
MB	日本富士通半导体有限公司	ULN、ULS、ULX	美国史普拉格电子公司
MC	美国摩托罗拉公司	UA、F、SH	美国仙童半导体公司
ML、MH	加拿大米特尔半导体公司	UPC、UPB	日本电气公司

### 三、集成电路的识别

集成电路主要包括集成运算放大器,集成稳压器,收录机、音响专用集成电路,电视机专用集成电路,录放像机和摄像机专用集成电路等。

(1)集成电路的封装材料及外形有多种,最常用的封装有塑料、陶瓷及金属三种。封装外形可分为圆形金属外壳封装(晶体管式封装)、陶瓷扁平或塑料外壳封装、双列直插式陶瓷或塑料封装、单列直插式封装等。

(2)集成电路的封装形式和引脚顺序。集成电路的引脚分别有3根、5根、7根、8根、10根、12根、14根、16根等多种,正确识别引脚排列顺序是很重要的,否则集成电路将无法正确安装、调试与维修,以至于不能正常工作,甚至造成损坏。集成电路的封装外形不同,其引脚排列顺序也不一样。

圆筒形和菱形金属壳封装 IC 的引脚识别时操作者要面向引脚(正视),由定位标记所对应的引脚开始,按顺时针方向依次数到底即可。如图 3-9 所示,常见的定位标记有突耳、圆孔及引脚不均匀排列等。

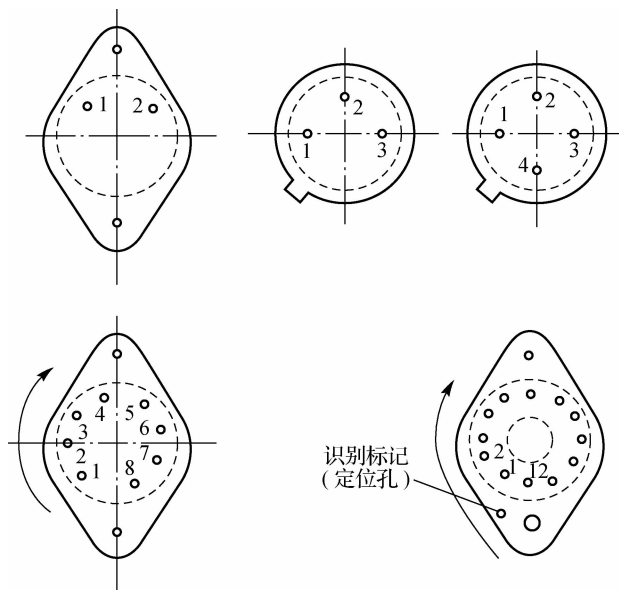


图 3-9 金属圆形和菱形封装的集成电路引脚排列

(3)单列直插式集成电路引脚排列如图 3-10 所示,由定位标记所对应的引脚开始,自定位标记一侧的第一根引脚数起,依次为①脚、②脚、③脚……此类集成电路上常用的定位标记为色点、凹坑、短垂线条、色带、缺角等。

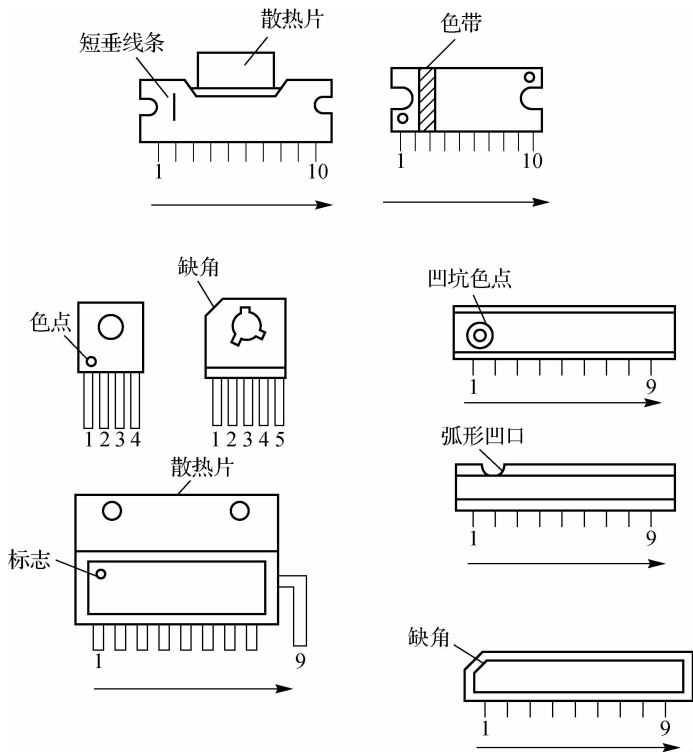


图 3-10 单列直插式集成电路引脚排列

有些厂家生产的集成电路,为了便于在印制电路板上灵活安装,同一种芯片的封装外形有多种。一种按常规排列,即自左向右;另一种则自右向左,如少数这种器件上没有引脚识别标志,这时应从它的型号上加以区别。若其型号后缀有一个字母 R,则表明其引脚顺序为自右向左反向排列。例如, M5115P 与 M5115PR,前者引脚排列顺序为自左向右正向排列,后者引脚为自右向左反向排列。

(4)双列直插式和扁平式集成电路引脚排列如图 3-11 所示,将 IC 水平放置,引脚向下,即其型号、商标向上,定位标记在左边,从左边第一根引脚数起,按逆时针方向,依次为①脚、②脚、③脚……,扁平式集成电路的引脚识别方向和双列直插式 IC 相同。

#### 四、集成电路的检测方法

集成电路的检测方法很多,这里仅介绍几种最基本的方法。

##### 1)电阻检测法

用万用表的欧姆挡测量集成电路各引脚对地的正、反向电阻,并与参考资料或与另一块好的、同类型的集成电路比较,从而判断该集成电路的好坏。

##### 2)电压检测法

对测试的集成电路通电,使用万用表的直流电压挡,测量集成电路各引脚对地的电压,

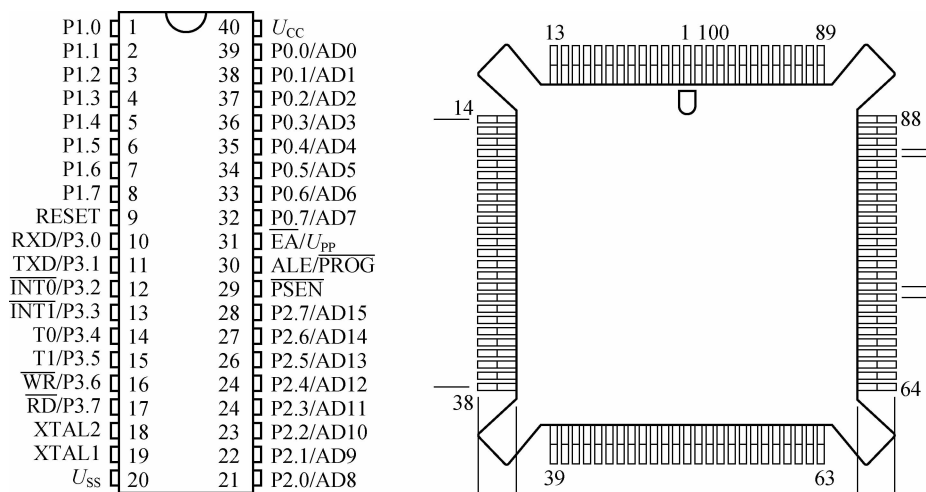


图 3-11 双列直插式和扁平式集成电路引脚排列

将测出的结果与该集成电路参考资料所提供的标准电压值进行比较,从而判断是该集成电路有问题,还是集成电路的外围电路元器件有问题。

### 3) 波形检测法

用示波器测量集成电路各引脚的波形,并与标准波形进行比较,从而发现问题。

### 4) 替代检测法

用一块好的、同类型的集成电路进行替代测试。这种方法往往是在前几种方法初步检测之后,基本认为集成电路有问题时所采用的方法。该方法的特点是直接、见效快,但拆焊麻烦,且易损坏集成电路和线路板。

## 五、集成电路使用注意事项

### 1) 使用前对集成电路要全面了解

使用集成电路前,要对该集成电路的功能、内部结构、电特性、外形封装及与该集成电路相连接的电路进行全面分析和理解;使用时各项电性能参数不得超出该集成电路所允许的最大使用范围。

### 2) 安装集成电路时要注意方向

在印刷电路板上安装集成电路时,要注意方向不要搞错,否则,通电时集成电路很可能被烧毁。一般规律:集成电路引脚朝上,以缺口或打有一个点或竖线条为准,按逆时针方向排列。如果是单列直插式集成电路,则以正面(印有型号商标的一面)朝向自己,引脚朝下,引脚编号顺序一般从左到右排列。

### 3) 有些空脚不应擅自接地

内部等效电路和应用电路中有的引脚没有标明,遇到空的引脚时,不应擅自接地,这些引脚为更替或备用脚,有时也作为内部连接。数字电路所有不用的输入端,均应根据实际情况接上适当的逻辑电平( $V_{DD}$ 或 $V_{SS}$ ),不得悬空,否则电路的工作状态将不确定,并且会增加电路的功耗。对于触发器(CMOS电路)还应考虑控制端的直流偏置问题,一般可在控制端与 $V_{DD}$ 或 $V_{SS}$ (视具体情况而定)之间接一只 $100\text{ k}\Omega$ 的电阻,触发信号则接到管

脚上。这样才能保证在常态下电路状态是唯一的,一旦触发信号(脉冲)来到,触发器便能正常翻转。

#### 4) 注意引脚能承受的应力与引脚间的绝缘

集成电路的引脚不要加太大的应力,拆卸集成电路时要小心,以防折断。对于耐高压集成电路,电源  $V_{CC}$  与地线及其他输入线之间要留有足够的空隙。

#### 5) 功率集成电路注意事项

(1) 在未装散热板前,不能随意通电。

(2) 在未确定功率集成电路的散热片应该接地前,不要将地线焊到散热片上。

(3) 散热片的安装要平,紧固转矩一般为  $0.4 \sim 0.6 \text{ N} \cdot \text{m}$ ,散热板面积要足够大。

(4) 散热片与集成电路之间不要夹进灰尘、碎屑等东西,中间最好使用硅脂,用以降低热阻,散热板安装好后,需要接地的散热板用引线焊到印刷线路板的接地端上。

#### 6) 集成电路引脚加电时要同步

集成电路各引脚施加的电压要同步,原则上集成电路的  $V_{CC}$  与地之间要加上电压。CMOS 电路尚未接通电源时,绝不可以将输入信号加到 CMOS 电路的输入端。如果信号源和 CMOS 电路各用一套电源,则应先接通 CMOS 电源,再接通信号源的电源;关机时,应先切断信号源电源,再关掉 CMOS 电源。

#### 7) 集成电路不允许大电流冲击

大电流冲击最容易导致集成电路损坏,所以,正常使用和测试时的电源应附加电流限制电路。

#### 8) 要注意供电电源的稳定性

要确认供电电源和集成电路测量仪器在电源通断切换时,如果产生异常的脉冲波,则要在电路中增设诸如二极管组成的浪涌吸收电路。

#### 9) 不应带电插拔集成电路

带有集成电路插座或采用接插件的电路间连接,以及组件式结构的音响设备等,应尽量避免拔插集成电路或接插件。必要拔插前,一定要切断电源,并注意让电源滤波电容放电后进行。

#### 10) 集成电路及其引线应远离脉冲高压源

设置集成电路位置时应尽量远离脉冲高压、高频等装置。连接集成电路的引线及相关导线要尽量短,在不可避免的长线上要加入过压保护电路,尤其是车用收录机的安装更要注意。CMOS 电路接线时,外围元件应尽量靠近所连引脚,引线力求短捷,避免使用平行的长引线,否则易引入较大的分布电容和分布电感,容易形成 LC 振荡。

#### 11) 防止感应电动势击穿集成电路

电路中带有继电器等感性负载时,在集成电路相关引脚要接入保护二极管以防止过电压击穿。焊接时宜采用  $20 \text{ W}$  内热式电烙铁,烙铁外壳需接地线,或防静电电烙铁,防止因漏电而损坏集成电路。每次焊接时间应控制在  $3 \sim 5 \text{ s}$  内。有时为安全起见,也可先拔下烙铁插头,利用烙铁的余热进行焊接。严禁在电路通电时进行焊接。

#### 12) 要防止超过最高温度

一般集成电路所受的最高温度是  $260 \text{ }^\circ\text{C}$ 、 $10 \text{ s}$  或  $350 \text{ }^\circ\text{C}$ 、 $3 \text{ s}$ 。这是指每块集成电路全部引脚同时浸入离封装基底平面的距离大于  $1 \sim 1.5 \text{ mm}$  所允许的最长时间,所以波峰焊和浸



焊温度一般控制在  $240\sim 260\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 时间约  $7\text{ s}$ 。

ECL 电路的速度高, 功耗也大。ECL 电路用于小型系统时, 器件上应装散热器; 用于大、中型系统时, 则应加装风冷或液冷设备。

## 思考与练习

### 一、填空题

1. 电阻的符号, 用英文代号\_\_\_\_\_表示。
2. 电阻单位是\_\_\_\_\_, 用字母\_\_\_\_\_表示。
3. 电阻可分为\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。
4. 色环电阻有\_\_\_\_\_色环电阻和\_\_\_\_\_色环电阻。
5. 电容器的主要功能有\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
6. 电感元件有两个特性:\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。
7. 电感器标识为 5L713, 其中 L 标识\_\_\_\_\_, 713 标识\_\_\_\_\_。
8. 变压器的功能有\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
9. 二极管是一种半导体器件, 由一个\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_形成 PN 结, 并在 PN 结两端引出相应的电极引线, 再加上管壳密封而成。
10. 二极管的命名方式一般为\_\_\_\_\_, 就是将二极管的类别、材料、规格以及其他主要参数的数值标识在二极管表面上。
11. 发光二极管的主要参数有\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
12. 晶体管的主要参数分为\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_两类。
13. 集成电路按功能分类有\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
14. 集成电路按集成度高低不同分类:\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。
15. 写出电容器的几项技术参数:\_\_\_\_\_。

### 二、简答题

1. 电子元器件大致分为几代? 对电子元器件的主要要求是什么?
2. 电子元器件的主要参数有哪些?
3. 绘出电阻的伏安特性。某些元器件有负阻性质, 试绘出负阻段的伏安特性。线性元件的伏安特性是否一定是直线?
4. 电子元器件的规格参数有哪些?
5. 简述电解电容器的结构、特点及用途。