

第3章

CHAPTER 3

基本电子元器件

通过基本电子元器件的组合和连接,可以构建各种复杂的电子电路和系统,实现信号的处理、控制、存储等功能。因此,基本电子元器件是电子系统设计的基础,对于各种电子设备和系统都起着至关重要的作用。

本章深入探讨了基本电子元器件的识别、命名和应用,这些元器件是构建电子电路的基石。通过对电阻器、电容器、电感器、半导体器件以及集成电路的详细介绍,本章为读者提供了关于这些元器件选择和使用的宝贵知识。

本章主要讲述如下内容:

(1) 详细介绍了电阻器的分类、型号命名、性能指标、测试方法和选用原则。电阻器是最基本的被动元件,用于限制或分配电流;解释了电阻器的不同类型,如固定电阻器和可变电阻器;讨论了电阻器的型号命名法,帮助读者理解电阻值、功率等级和公差标识;列举了电阻器的主要性能指标,如温度系数和噪声;描述了如何简单测试电阻器,以确认其是否按照规格工作;提供了选用电阻器和电位器的常识与原则,强调了在设计电路时如何选择合适的电阻器。

(2) 涵盖了电容器的基本知识,它们在储存和释放电能方面发挥着关键作用。对电容器进行了,如陶瓷电容器、电解电容器等;讲述了如何根据型号来识别电容器的特性;强调了电容器的性能指标,如额定电压和介电常数;提供了简单测试电容器质量的方法;总结了选用电容器的常识,指导读者如何根据应用需求选择电容器。

(3) 介绍了电感器的分类、主要性能指标和测试方法。电感器在滤波、振荡和能量转换电路中起到重要作用;讲述了不同类型的电感器,如固定电感器和可变电感器;讨论了电感器的关键性能指标;描述了电感器的测试方法;提供了选用电感器的常识。

(4) 讲述了半导体器件,包括二极管和三极管。这些器件是电子电路中的主要活动元件。说明了半导体器件的型号命名法,分别介绍了二极管和三极管的识别和测试方法。

(5) 讲述了集成电路(IC)的命名、分类、生产商和封装形式。解释了集成电路的型号命名法;对集成电路进行了分类,如模拟 IC、数字 IC 和混合信号 IC;讲述了不同生产商和 IC 的封装形式。

本章为电子元器件的选择和应用提供了一个全面的框架,帮助读者理解如何识别、命名和测试这些基本元件,并根据电路设计的需求来选择合适的元件。这些知识对于设计可靠和高效电子电路至关重要。

3.1 电阻器的简单识别与型号命名法

电阻器(Resistor)在日常生活中一般直接称为电阻。是一个限流元件,将电阻接在电路中后,电阻器的阻值是固定的,它可限制通过它所连支路的电流大小。阻值不能改变的称为固定电阻器。阻值可变的

称为电位器或可变电阻器。理想的电阻器是线性的,即通过电阻器的瞬时电流与外加瞬时电压成正比。用于分压的可变电阻器。在裸露的电阻体上,紧压着一至两个可移金属触点。触点位置确定电阻体任一端与触点间的阻值。

电阻器的端电压与电流有确定的函数关系,是体现电能转化为其他形式能力的两端器件,用字母 R 表示,单位为欧姆(Ω)。实际器件如灯泡、电热丝、电阻器等均可表示为电阻器元件。

3.1.1 电阻器的分类

电阻器是电路元件中应用最广泛的一种,在电子设备中约占元件总数的 30% 以上,其质量的好坏对电路的稳定性有极大的影响。电阻器的主要用途是调节电路中的电流和电压,其次还可作为分流器、分压器和消耗电能的负载等。

电阻器按结构可分为固定式和可变式两大类。

固定式电阻器一般称为“电阻”。由于制作材料和工艺不同,可分为膜式电阻、实心电阻、金属线绕电阻(X)和特殊电阻等。

- (1) 膜式电阻: 包括碳膜电阻(RT)、金属膜电阻(RJ)、合成膜电阻(RH)和氧化膜电阻(RY)等。
- (2) 实心电阻: 包括有机实心电阻(RS)和无机实心电阻(RN)。
- (3) 金属线绕电阻(X): 包括精密金属线绕电阻、功率金属线绕电阻和低温度系数金属线绕电阻等。
- (4) 特殊电阻: 包括 MG 型光敏电阻和 MF 型热敏电阻。

可变式电阻器分为滑线式变阻器和电位器,其中应用最广泛的是电位器。

电位器是一种具有 3 个接头的可变电阻器,其阻值在一定范围内连续可调。

电位器可分为以下几种。

按电阻体材料分,可分为薄膜电位器和线绕电位器两种。薄膜电位器又可分为 WTX 型小型碳膜电位器、WTH 型合成碳膜电位器、WS 型有机实心电位器、WHJ 型精密合成膜电位器和 WHD 型多圈合成膜电位器等。线绕电位器的代号为 WX。一般线绕电位器的误差不大于 $\pm 10\%$,非线绕电位器的误差不大于 $\pm 2\%$ 。其阻值、误差和型号均标在电位器上。

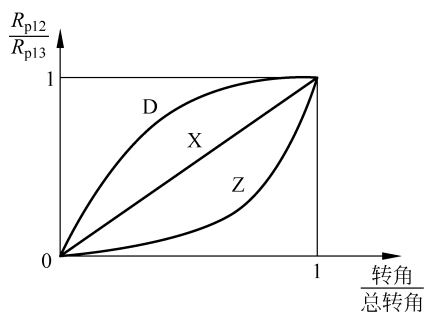


图 3-1 电位器阻值随转角变化曲线

$\pm 0.3\%$ 、 $\pm 0.05\%$ 。

(2) D 式(对数式): 常用于电视机的黑白对比度调节电位器,其特点是,先粗调后细调。

(3) Z 式(指数式): 常用于收音机音量调节电位器,其特点是,先细调后粗调。

X、D、Z 字母符号一般都印在电位器上,使用时应注意。

电阻器及电位器的符号如图 3-2 所示。

常用电阻器的外形如图 3-3 所示。

按调节机构的运动方式分,有旋转式电位器、直滑式电位器。按结构分,可分为单联电位器、多联电位器、带开关电位器、不带开关电位器等;开关形式又有旋转式电位器、推拉式电位器、按键式电位器等。按用途分,可分为普通电位器、精密电位器、功率电位器、微调电位器和专用电位器等。按阻值随转角的变化关系,又可分为线性电位器和非线性电位器,如图 3-1 所示。

它们的特点分别如下。

(1) X 式(直线式): 常用于示波器的聚焦电位器和万用表的调零电位器(如 MF-20 万用表),其线性精度为 $\pm 2\%$ 、 $\pm 1\%$ 、

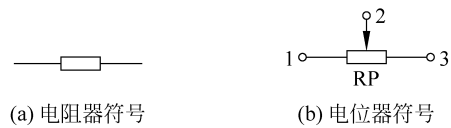


图 3-2 电阻器及电位器的符号

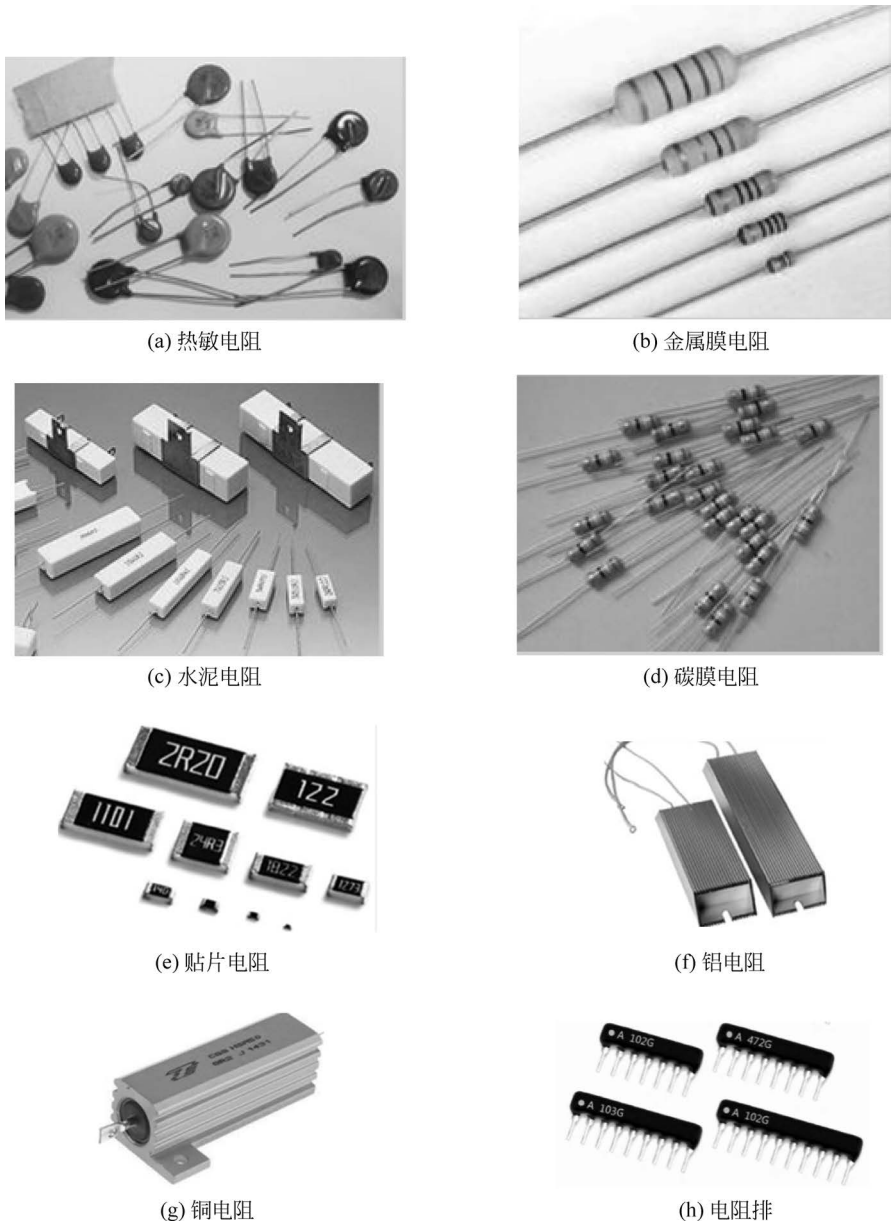


图 3-3 常用电阻器的外形

常用电位器的外形如图 3-4 所示。

3.1.2 电阻器的型号命名

电阻器的型号命名如表 3-1 所示。



图 3-4 电位器

表 3-1 电阻器的型号命名

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		用数字和字母表示特性		用数字表示序号
符号	含义	符号	含义	符号	含义	
R RP	电阻器 电位器	T	碳膜	1,2	普通	额定功率 阻值 允许误差 精度等级
		P	硼碳膜	3	超高频	
		U	硅碳膜	4	高阻	
		C	沉积膜	5	高温	
		H	合成膜	7	精密	
		I	玻璃釉膜	8	电阻器	
		J	金属膜(箔)		电位器	
		Y	氧化膜	9	特殊	
		S	有机实心	G	高功率	
		N	无机实心	T	可调	
		X	线绕	X	小型	
		R	热敏	L	测量用	
		G	光敏	W	微调	
		M	压敏	D	多圈	

例如,RJ71-0.125-5.1kI 型的命名含义为:精密金属膜电阻器,其额定功率为 1/8W,标称电阻值为 5.1kΩ,允许误差为 1 级±5%。

3.1.3 电阻器的主要性能指标

电阻器的主要性能指标包括额定功率、标称阻值、允许误差和最高工作电压。

1. 额定功率

电阻器的额定功率是在规定的环境温度和湿度下,假定周围空气不流通,在长期连续负载而不损坏

或基本不改变性能的情况下,电阻器上允许消耗的最大功率。当超过额定功率时,电阻器的阻值将发生变化,甚至发热烧毁。为保证使用安全,一般选其额定功率比它在电路中消耗的功率高 1~2 倍。

额定功率分为 19 个等级,常用的有 1/20W、1/8W、1/4W、1/2W、1W、2W、3W、5W……

在电路图中,非线性电阻器额定功率的符号表示法如图 3-5 所示。

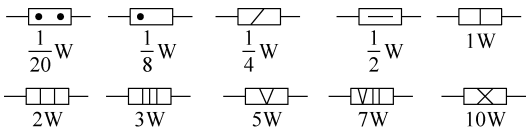


图 3-5 额定功率的符号表示法

实际中应用较多的非线性电阻器有 1/8W、1/4W、1/2W、1W、2W,线绕电阻器应用较多的有 2W、3W、5W、10W 等。

2. 标称阻值

标称阻值是产品标志的“名义”阻值,其单位为欧(Ω)、千欧(kΩ)、兆欧(MΩ)。标称阻值系列如表 3-2 所示。

任何固定电阻器的阻值为如表 3-2 所示数值乘以 10ⁿΩ,其中 n 为整数。

表 3-2 标称阻值

允许误差	系列代号	标称阻值系列
±5%	E24	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
±10%	E12	1.0 1.2 1.5 1.8 2.2 2.7 3.3 3.9 4.7 5.6 6.8 8.2
±20%	E6	1.0 1.5 2.2 3.3 4.7 6.8

3. 允许误差

允许误差是指电阻器和电位器实际阻值对于标称阻值的最大允许偏差范围,它表示产品的精度。允许误差等级如表 3-3 所示。线绕电阻器的允许误差一般小于±10%,非线性电阻器的允许误差一般小于±20%。

表 3-3 允许误差等级

级别	005	01	02	I	II	III
允许误差	±0.5%	±1%	±2%	±5%	±10%	±20%

电阻器的阻值和误差一般都用数字标印在电阻器上,但字号很小。一些合成电阻器的阻值和误差常用色环表示,如图 3-6 及表 3-4 所示。平常使用的色环电阻可以分为四环和五环,通常用四环。其中。四环电阻前两环为数字,第三环表示前面数字再乘以 10 的 n 次幂,最后一环为误差;五环电阻前三环为数字,第四环表示前面数字再乘以 10 的 n 次幂,最后一环为误差。

表 3-4 色环颜色的含义

数 值	颜 色						
	黑	棕	红	橙	黄	绿	蓝
代表数值	0	1	2	3	4	5	6
允许误差	F(±1%)	G(±2%)	—	—	—	D(±0.5%)	C(±0.25%)

例如,四色环电阻器的第一、二、三、四道色环分别为棕、绿、红、金色,则该电阻的阻值和误差分别为: $R = (1 \times 10 + 5) \times 10^2 \Omega = 1500 \Omega$,误差为±5%。即表示该电阻的阻值和误差是: 1.5kΩ±5%。

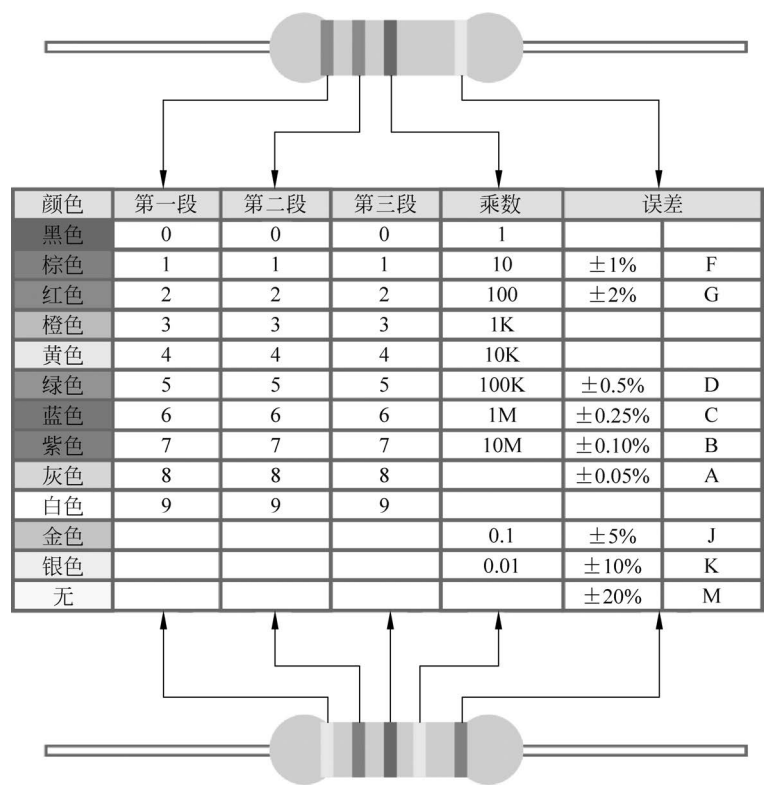


图 3-6 阻值和误差的色环标记

4. 最高工作电压

最高工作电压是根据电阻器、电位器最大电流密度、电阻体击穿及其结构等因素所规定的工作电压限度。对阻值较大的电阻器,当工作电压过高时,虽功率不超过规定值,但内部会发生电弧火花放电,导致电阻变质损坏。一般 1/8W 碳膜电阻器或金属膜电阻器,最高工作电压分别不能超过 150V 或 200V。

3.1.4 电阻器的简单测试

测量电阻的方法很多,可用欧姆表、电阻电桥和数字欧姆表直接测量,也可根据欧姆定律 $R = V/I$,通过测量流过电阻的电流 I 及电阻上的压降 V 间接测量电阻值。

当测量精度要求较高时,采用电阻电桥测量电阻。电阻电桥有单臂电桥(惠斯通电桥)和双臂电桥(开尔文电桥)两种,此处不再赘述。

当测量精度要求不高时,可直接用欧姆表测量电阻。现以 MF-20 型万用表为例,介绍测量电阻的方法。首先将万用表的功能选择波段开关置“Ω”挡,量程波段开关置合适的挡。将两根测试笔短接,表头指针应在刻度线零点;若不在零点,则要调节“Ω”旋钮(0Ω 调节电位器)回零。调回零后即可将被测电阻串接于两根测试笔之间,此时表头指针偏转,待稳定后可从刻度线上直接读出所示数值,再乘以事先所选择的量程,即可得到被测电阻的阻值。当换另一量程时必须再次短接两根测试笔,重新调零。每换一个量程挡,都必须调零一次。

需要特别指出的是,在测量电阻时,不能用双手同时捏住电阻或测试笔,否则,人体电阻将会与被测电阻并联在一起,表头上指示的数值就不单纯是被测电阻的阻值了。

3.1.5 选用电阻器常识

根据电子设备的技术指标和电路的具体要求选用电阻的型号和误差等级。

为提高设备的可靠性,延长使用寿命,所选用电阻的额定功率大于实际消耗功率的 1.5~2 倍。

电阻装接前应进行测量、核对,尤其是在精密电子仪器设备装配时,还需经人工老化处理,以提高稳定性。

在装配电子仪器时,若使用非色环电阻,则应将电阻标称值标志朝上,且标志顺序一致,以便于观察。焊接电阻时,烙铁停留时间不宜过长。

选用电阻时应根据电路中信号频率的高低选择。一个电阻可等效成一个 R 、 L 、 C 二端线性网络,如图 3-7 所示。不同类型的电阻, R 、 L 、 C 三个参数的大小有很大差异。线绕电阻本身是电感线圈,所以不能用于高频电路中,在薄膜电阻中,若电阻体上刻有螺旋槽,则其工作频率在 10MHz 左右,未刻螺旋槽的(如 RY 型)工作频率更高。

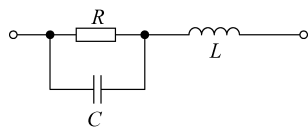


图 3-7 电阻器的等效电路

当电路中需串联或并联电阻获得所需阻值时,应考虑其额定功率。阻值相同的电阻串联或并联,额定功率等于各个电阻规定功率之和;阻值不同的电阻串联时,额定功率取决于高阻值电阻,并联时,额定功率取决于低阻值电阻,且需计算后方可应用。

3.1.6 电阻器和电位器选用原则

电阻器选用一般应遵循如下原则:

- (1) 金属膜电阻稳定性好、温度系数小、噪声小,常用在要求较高的电路中,适合运放电路、宽带放大电路、仪用放大电路和高频放大电路应用。
- (2) 金属氧化膜电阻有极好的脉冲、高频特性,其外形和应用场合同金属膜电阻。
- (3) 碳膜电阻温度系数为负数、噪声大、精度等级低,常用于一般要求的电路中。
- (4) 线绕电阻精度高,但分布参数较大,不适合高频电路。
- (5) 敏感电阻又称半导体电阻,通常有光敏、热敏、湿敏、压敏和气敏等不同类型,可以作为传感器,用来检测相应的物理量。

电位器选用的原则如下:

- (1) 在高频、高稳定性的场合,选用薄膜电位器。
- (2) 要求电压均匀变化的场合,选用直线式电位器。
- (3) 音量控制宜选用指数式电位器。
- (4) 要求高精度的场合,选用线绕多圈电位器。
- (5) 要求高分辨率的场合,选用各类非线绕电位器、多圈微调电位器。
- (6) 普通应用场合,选用碳膜电位器。

3.2 电容器的简单识别与型号命名法

电容器(Capacitor)是一种容纳电荷的器件,由两个相互靠近的导体在中间夹一层不导电的绝缘介质构成。通常简称其容纳电荷的本领为电容,用字母 C 表示。

电容器是电子设备中大量使用的电子元件之一,广泛应用于电路中的隔直通交、耦合、旁路、滤波、调谐回路、能量转换和控制等方面。

3.2.1 电容器的分类

下面分别按结构、电容器介质材料对电容器进行分类。

1. 按结构分类

1) 固定电容器

若容量是固定不可调的,则称为固定电容器。图 3-8 所示为几种固定电容器的外形和电路符号。其中,图 3-8(a)为电容器符号(带“+”的为电解电容器);图 3-8(b)为瓷介电容器;图 3-8(c)为云母电容器;图 3-8(d)为涤纶薄膜电容器;图 3-8(e)为金属化纸介电容器;图 3-8(f)为电解电容器。

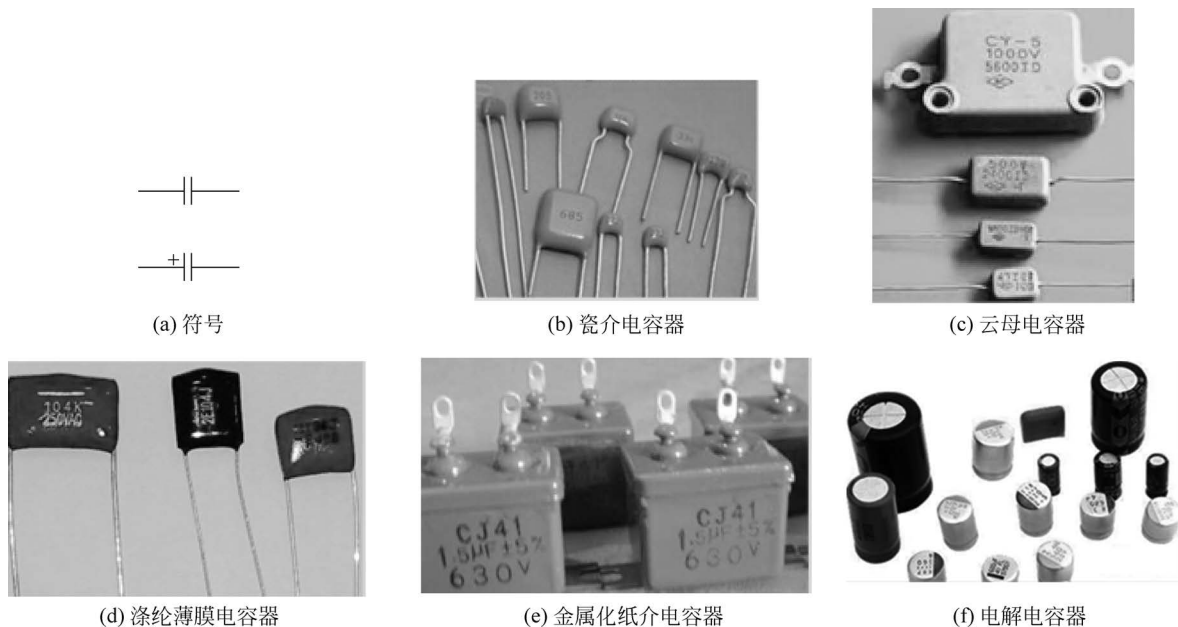


图 3-8 几种固定电容器外形及符号

2) 半可变电容器(微调电容器)

半可变电容器容量可在小范围内变化,其可变容量为几至几十皮法,最高达一百皮法(以陶瓷为介质时),适用于整机调整后电容量不需经常改变的场合。它常以空气、云母或陶瓷作为介质。其外形和电路符号如图 3-9 所示。



图 3-9 微调电容器外形及符号

3) 可变电容器

可变电容器容量可在一定范围内连续变化。常有“单联”“双联”之分,它们由若干片形状相同的金属片拼接成一组定片和一组动片,其外形及符号如图 3-10 所示。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。它一般以空气作为介质,也有用有机薄膜作为介质的,但后者的温度系数较大。

2. 按电容器介质材料分类

1) 电解电容器

电解电容器是以铝、钽、铌、钛等金属氧化膜作为介质的电容器。应用最广的是铝电解电容器,它容



图 3-10 单联电容器、双联电容器外形及符号

量大、体积小,耐压高(但耐压越高,体积也越大),一般在 500V 以下,常用于交流旁路和滤波;缺点是容量误差大,且随频率而变动,绝缘电阻低。电解电容有正、负极之分(外壳为负端,另一接头为正端)。通常电容器外壳上都标有“+”“-”记号,若无标记则引线长的为“+”端,引线短的为“-”端,使用时必须注意不要接反。若接反,则电解作用会反向运行,氧化膜很快变薄,漏电流急剧增加;如果所加的直流电压过大,则电容器很快发热,甚至会引起爆炸。由于铝电解电容具有不少缺点,因此在要求较高的地方常用钽、铌或钛电容,它们比铝电解电容的漏电流小、体积小,但成本高。

2) 云母电容器

云母电容器是以云母片作为介质的电容器。其特点是高频性能稳定,损耗小、漏电流小、电压高(从几百伏到几千伏),但容量小(从几十皮法到几万皮法)。

3) 瓷介电容器

瓷介电容器以高介电常数、低损耗的陶瓷材料为介质,故体积小、损耗小、温度系数小,可工作在超高频范围,但耐压较低(一般为 60~70V),容量较小(一般为 1~1000pF)。为克服容量小的特点,现在采用了铁电陶瓷和独石电容。它们的容量分别可达 680pF~0.047 μ F 和 0.01 μ F 至几微法,但其温度系数大、损耗大、容量误差大。

4) 玻璃釉电容器

玻璃釉电容器以玻璃釉作为介质,它具有瓷介电容的优点,且体积比同容量的瓷介电容小。其容量范围为 4.7pF~4 μ F。另外,其介电常数在很宽的频率范围内保持不变,还可应用于 125 $^{\circ}$ C 高温下。

5) 纸介电容器

纸介电容器的电极用铝箔或锡箔做成,绝缘介质是浸蜡的纸,相叠后卷成圆柱体,外包防潮物质,有时外壳采用密封的铁壳以提高防潮性。大容量的电容器常在铁壳里灌满电容器油和变压器油,以提高耐压强度,被称为油浸纸介电容器。纸介电容器的优点是在一定体积内可以得到较大的电容量,且结构简单,价格低廉;缺点是介质损耗大,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 100pF~10 μ F。新发展的纸介电容器用蒸发的方法使金属附着于纸上作为电极,因此体积大大缩小,称为金属化纸介电容器,其性能与纸介电容器相仿。但它有一个最大的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。

6) 有机薄膜电容器

有机薄膜电容器是用聚苯乙烯、聚四氟乙烯或涤纶等有机薄膜代替纸介质做成的各种电容器。与纸介电容器相比,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。

3.2.2 电容器型号命名法

电容器的型号命名法如表 3-5 所示。

表 3-5 电容器的型号命名法

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		用字母表示特性		用字母或数字表示序号
符号	含义	符号	含义	符号	含义	
C	电 容 器	C	瓷 介	T	铁 电	包括品种、尺寸代号、温度特性、直流工作电压、标称值、允许误差、标准代号
		I	玻 璃 釉	W	微 调	
		O	玻 璃 膜	J	金 属 化	
		Y	云 母	X	小 型	
		V	云 母 纸	S	独 石	
		Z	纸 介	D	低 压	
		J	金 属 化 纸	M	密 封	
		B	聚 苯 乙 烯	Y	高 压	
		F	聚 四 氟 乙 烯	C	穿 心 式	
		L	涤 纶 (聚 酯)			
		S	聚 碳 酸 酯			
		Q	漆 膜			
		H	纸 膜 复 合			
		D	铝 电 解			
		A	钽 电 解			
		G	金 属 电 解			
		N	铌 电 解			
		T	钛 电 解			
		M	压 敏			
		E	其 他 材 料 电 解			

例如，CJX-250-0.33-±10%电容器的命名含义为：0.33μF,250V,小型金属化纸介质电容器,允许误差为±10%。

3.2.3 电容器的主要性能指标

电容器的主要性能指标包括电容量、标称电容量、允许误差、额定工作电压、绝缘电阻和介质损耗。

1. 电容量

电容量是指电容器加上电压后储存电荷的能力。常用单位是法(F)、微法(μF)和皮法(pF),皮法也称微微法。三者的关系为：1pF=10⁻⁶μF=10⁻¹²F。

一般电容器上都直接写出其容量,也有的则是用数字标志容量的。如有的电容器上标有“332”,左起两位数字给出电容量的第一、二位数字,而第三位数字则表示附加上零的个数,以 pF 为单位,因此“332”即表示该电容的电容量为 3300pF。

2. 标称电容量

标称电容量是标志在电容器上的“名义”电容量。我国固定式电容器的标称电容量系列为 E24、E12、E6,电解电容的标称容量参考系列为 1、1.5、2.2、3.3、4.7、6.8(以 μF 为单位)。

3. 允许误差

允许误差是实际电容量对于标称电容量的最大允许偏差范围。固定电容器的允许误差分为 8 级,如表 3-6 所示。

表 3-6 允许误差等级

级别	01	02	I	II	III	IV	V	VI
允许误差	±1%	±2%	±5%	±10%	±20%	+20%~-30%	+50%~-20%	+100%~-10%

4. 额定工作电压

额定工作电压是电容器在规定的工作范围内,长期、可靠地工作所能承受的最高电压。常用固定电容器的直流工作电压系列为 6.3V、10V、16V、25V、40V、63V、100V、250V 和 400V。

5. 绝缘电阻

绝缘电阻是加在电容器上的直流电压与通过它的漏电量的比值。绝缘电阻一般应在 5000MΩ 以上,优质电容器可达 TΩ(10¹²Ω,称为太欧)级。

6. 介质损耗

理想的电容器应没有能量损耗。但实际上电容器在电场的作用下,总有一部分电能转换成热能,所损耗的能量称为电容器损耗,它包括金属极板的损耗和介质损耗两部分。小功率电容器主要是介质损耗。

所谓介质损耗,是指介质缓慢极化和介质电导所引起的损耗。通常用损耗功率和电容器的无功功率之比,即损耗角的正切值表示:

$$\tan\delta = \text{损耗功率} / \text{无功功率}$$

在相同容量、相同工作条件下,损耗角越大,电容器的损耗也越大。损耗角大的电容器不适合在高频情况下工作。

3.2.4 电容器质量优劣的简单测试

利用万用表的欧姆挡就可以简单地测量出电解电容器的优劣情况,粗略地辨别其漏电、容量衰减或失效的情况。具体方法是:选用“R×1k”或“R×100”挡,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∞,说明该电容器正常,且电容量大;若表针摆动大,但返回时表针显示的值较小,则说明该电容漏电量较大;若表针摆动很大,接近 0,且不返回,则说明该电容器已击穿;若表针不摆动,则说明该电容器已开路,失效。

该方法也适用于辨别其他类型的电容器。但当电容器容量较小时,应选择万用表的“R×10k”挡测量。另外,如果需要对电容器再进行一次测量,必须将其放电后方能进行。

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

3.2.5 选用电容器常识

电容器装接前应进行测量,看其是否短路、断路或漏电严重,并在装入电路时,应使电容器的标志易于观察,且标志顺序一致。

电路中,电容器两端的电压不能超过电容器本身的工作电压。装接时应注意正、负极性不能接反。

当现有电容器与电路要求的容量或耐压不合适时,可以采用串联或并联的方法进行调整。当两个工作电压不同的电容器并联时,耐压值取决于低的电容器;当两个容量不同的电容器串联时,容量小的电容器所承受的电压高于容量大的电容器。

技术要求不同的电路,应选用不同类型的电容器。例如,谐振回路中需要介质损耗小的电容器,应选用高频陶瓷电容器(CC 型)和云母电容器;隔直、耦合电容可选独石、涤纶、电解等电容器;低频滤波电路一般应选用电解电容器,旁路电容可选涤纶、独石、陶瓷和电解电容器。

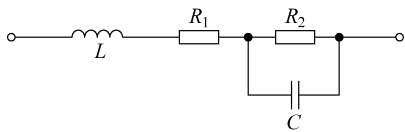


图 3-11 电容器的等效电路

选用电容器时应根据电路中信号频率的高低选择，一个电容器可等效成 R 、 L 、 C 二端线性网络，如图 3-11 所示。

不同类型的电容器其等效参数 R 、 L 、 C 的差异很大。等效电感大的电容器（如电解电容器）不适合用于耦合、旁路高频信号；等效电阻大的电容器不适合用于 Q 值要求高的振荡回路中。为满足从低频到高频滤波旁路的要求，在实际电路中，常将一个大容量的电解电容器与一个小容量的、适合用于高频信号的电容器并联使用。

3.3 电感器的简单识别与型号命名法

电感器（Inductor，又称为扼流器、电抗器）是一种电路元件，会因为通过的电流的改变而产生电动势，从而抵抗电流的改变。最原始的电感器是 1831 年英国法拉第发现电磁感应现象的铁芯线圈。

电感器的结构类似于变压器，但只有一个绕组，一般由骨架、绕组、屏蔽罩、封装材料、磁芯或铁芯等组成。如果电感器在没有电流通过的状态下，电路接通时它将试图阻碍电流流过它；如果电感器在有电流通过的状态下，电路断开时它将试图维持电流不变。电感用字母 L 表示，单位为亨利（H）。

3.3.1 电感器的分类

电感器一般由线圈构成。为了增加电感量 L ，提高品质因数 Q 和减小体积，通常在线圈中加入软磁性材料的磁芯。

根据电感器的电感量是否可调，电感器分为固定、可变和微调电感器。

电感器的符号如图 3-12 所示。常见的固定电感器如图 3-13 所示。

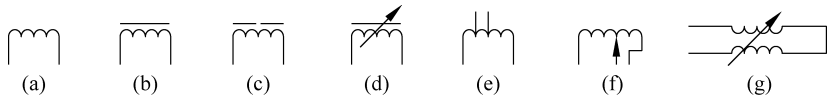


图 3-12 电感器的符号

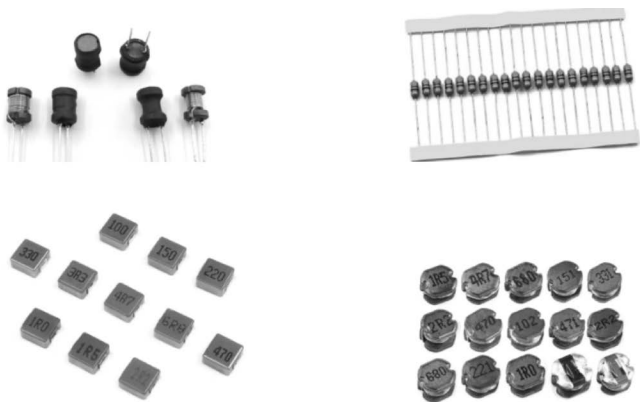


图 3-13 固定电感器

可变电感器的电感量可通过磁芯在线圈内移动而在较大的范围内调节。它与固定电容器配合应用于谐振电路中起调谐作用。

微调电感器可以满足整机调试的需要和补偿电感器生产中的分散性，一次调好后，一般不再变动。

3.3.2 电感器的主要性能指标

电感器的主要性能指标包括电感量 L 、品质因数 Q 和额定电流。

1. 电感量 L

电感量是指电感器通过变化电流时产生感应电动势的能力。其大小与磁导率 μ 、线圈单位长度中的匝数 n 及体积 V 有关。当线圈的长度远大于直径时,电感量为

$$L = \mu n^2 V$$

电感量的常用单位为 H(亨利)、mH(毫亨)、 μ H(微亨)。

2. 品质因数 Q

品质因数 Q 反映电感器传输能量的本领。 Q 值越大,传输能量的本领越大,即损耗越小,一般要求 Q 值为 50~300。

$$Q = \omega L / R$$

式中, ω 为工作角频率; L 为线圈电感量; R 为线圈电阻。

3. 额定电流

额定电流主要针对高频电感器和大功率调谐电感器而言。通过电感器的电流超过额定值时,电感器将发热,严重时烧坏。

3.3.3 电感器的简单测试

电感器的测试通常要求使用专门的测量设备或电路来确定其电感值和品质因数(Q 值)。以下是几种常用的电感器测试方法。

1. 电桥法

1) 海氏电桥(Hay Bridge)

海氏电桥是一种 AC 电桥,用于测量中等电感值的电感器。它包括一个标准已知电感、一个可变电阻器和一个电容器。通过调整电桥直到达到平衡状态,可以计算出未知电感的值。

2) 麦克斯韦电桥(Maxwell Bridge)

麦克斯韦电桥类似于海氏电桥,但它更适合测量较大电感值。它使用一个已知的电阻和电容来平衡电桥,从而测得未知电感。

2. 谐振回路法

通过构建一个由电感器和电容器组成的 LC 谐振回路,可以通过测量回路的谐振频率来确定电感值。谐振频率由电感和电容的值共同决定。通过测量此频率并已知电容器的值,可以计算出电感的值。

3. LCR 表

LCR 表是一种专用的测量仪器,用于测量电感(L)、电容(C)和电阻(R)。它可以直接显示电感器的电感值,并且通常还能测量 Q 值等其他参数。

4. 频率计和函数发生器

如果没有 LCR 表,则可以使用频率计和函数发生器来构建一个简单的 LC 谐振回路。通过调整函数发生器的频率直到达到回路的谐振点,然后使用频率计读取此频率,计算出电感值。

注意事项:

- (1) 在测量电感器之前,确保电感器已从电路中移除,以避免电路中其他元件影响测量结果。
- (2) 如果电感器上有铁磁材料,测量时可能会受到温度和磁饱和的影响,需要注意这些因素。
- (3) 对于电感值很小或很大的电感器,可能需要特定的测量方法或设备,以确保测量的准确性。

电感器的测试不仅是测量其电感值,还包括检测其线圈的完整性(是否有断路或短路)、线圈的绝缘性能以及电感器的的工作频率范围等。

测量电感的方法与测量电容的方法相似,也可以用电桥法、谐振回路法测量。常用的测量电感的电桥有海氏电桥和麦克斯韦电桥,这里不做详细介绍。

3.3.4 选用电感器常识

选择电感器时,确实需要考虑多个因素,以确保它能够在特定的应用中正常工作并满足性能要求。以下是一些基本的常识和指导原则,用于选用电感器。

1. 频率范围

低频应用:对于低频或者电源应用,通常选用铁芯线圈,因为它们能够提供较大的电感值和较高的能量存储。

高频应用:在高频应用中,铁氧体线圈或空心线圈更为合适,因为它们的磁损耗较低,且能够在较宽的频率范围内正常工作。

2. 电感量

应根据应用要求确定所需的电感量,例如,考虑电感器在滤波器、振荡器或电源转换器中的具体作用。电感量会影响电路的工作频率、阻抗匹配和能量存储能力。

3. 额定电流

电感器必须能够承受预期的工作电流,否则可能会过热或饱和。选择时要确保电感器的额定电流高于电路中的最大电流。

4. Q 值(品质因数)

Q 值是电感器性能的一个指标,表示电感器的有用能量与损耗能量的比率。在高频应用中,一个高 Q 值通常是需要的,因为它意味着较低的能量损耗。

5. 屏蔽

在高频或易受干扰的应用中,可能需要对电感器进行屏蔽,以减少电磁干扰(EMI)。

6. 尺寸和形状

根据装配空间和设计要求,选择合适的电感器尺寸和形状。

7. 环境因素

如果电感器将被用于恶劣环境,例如,在高温或高湿度条件下,需要选用能够承受这些条件的电感器。

在选用电感器时,还应参考数据手册和制造商的指导,以获得最准确的信息和建议。如果可能的话,进行实际测试以验证电感器在特定应用中的性能也是一个好主意。

3.4 半导体器件的简单识别与型号命名法

半导体器件是导电性介于良导体与绝缘体之间,利用半导体材料特殊电特性完成特定功能的电子器件。

它可用来产生、控制、接收、变换、放大信号和进行能量转换。半导体器件的半导体材料是硅、锗或砷化镓,可用作整流器、振荡器、发光器、放大器和测光器等器材。

3.4.1 半导体器件型号命名法

半导体二极管和三极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、混频电路中；三极管对信号具有放大作用和开关作用。它们的管壳上都印有规格和型号。其型号命名法有多种，主要有：中华人民共和国国家标准——半导体器件型号命名法(GB 24P—1974)、国际电子联合会半导体器件型号命名法、美国半导体器件型号命名法、日本半导体器件型号命名法等。

1. 中华人民共和国半导体器件型号命名法

中华人民共和国半导体器件型号命名法如表 3-7 所示。

表 3-7 中华人民共和国半导体器件型号命名法

第一部分		第二部分		第三部分		第四部分	第五部分
用数字表示器件的电极数		用字母表示器件的材料和极性		用字母表示器件的类别		用数字表示器件的序号	用字母表示规格号
符号	含义	符号	含义	符号	含义	含义	含义
2	二极管	A	N 型锗材料	P	普通管	反映了极限参数、直流参数和交流参数等的差别	反映了承受反向击穿电压的程序。如规格号为 A、B、C、D…… 其中，A 承受的反向击穿电压最低，B 次之……
		B	P 型锗材料	V	微波管		
		C	N 型硅材料	W	稳压管		
3	三极管	D	P 型硅材料	C	参量管		
		A	PNP 型锗材料	Z	整流管		
		B	NPN 型锗材料	L	整流堆		
		C	PNP 型硅材料	S	隧道管		
		D	NPN 型硅材料	N	阻尼管		
		E	化合物材料	U	光电器件		
				K	开关管		
				X	低频小功率管 ($f_{oc}<3\text{MHz}, P_c<1\text{W}$)		
				G	高频小功率管 ($f_{oc}<3\text{MHz}, P_c<1\text{W}$)		
				D	低频大功率管 ($f_{oc}<3\text{MHz}, P_c<1\text{W}$)		
				A	高频大功率管 ($f_{oc}<3\text{MHz}, P_c<1\text{W}$)		
				T	半导体闸流管 (可控整流管)		
				Y	体效应器件		
				B	雪崩管		
				J	阶跃恢复管		
				CS	场效应器件		
				BT	半导体特殊器件		
				FH	复合管		
				PIN	PIN 管		
				JG	激光器件		

例如，3AX31A 的命名含义为：三极管，PNP 型锗材料，低频小功率管，序号为 31，管子规格为 A 挡。

2. 国际电子联合会半导体器件型号命名法

国际电子联合会半导体器件型号命名法是由欧盟等国家依照国际电子联合会规定制定的命名方法，其组成各部分的含义如表 3-8 所示。

表 3-8 国际电子联合会半导体器件型号命名法

第一部分		第二部分				第三部分		第四部分	
用字母代表制作材料		用字母代表类型及主要特性				用字母或数字表示登记序号		用字母对同型号分类	
符号	含义	符号	含义	符号	含义	符号	含义	符号	含义
A	锗材料	A	检波、开关和混频二极管	M	封闭磁路中的霍尔元件	3 位 数 字	通用半导体器件的登记号(同一类型号器件使用同一登记号)	A	同一型号器件按某一参数进行分挡的标志
		B	变容二极管	P	光敏器件			B	
B	硅材料	C	低频小功率三极管	Q	发光器件			C	
		D	低频大功率三极管	R	小功率可控硅			D	
C	砷化镓	E	隧道二极管	S	小功率开关管			E	
		F	高频小功率三极管	T	大功率可控硅		专用半导体器件的登记号(同一类型号器件使用同一登记号)	.	
D	锑化铜	G	复合器件及其他器件	U	大功率开关管			.	
		H	磁敏二极管	X	倍增二极管			.	
E	复合	K	开放磁路中的霍尔元件	Y	整流二极管			.	
		L	高频大功率三极管	Z	稳压二极管			.	

3. 美国半导体器件型号命名法

美国半导体器件型号命名法是由美国电子工业协会(EIA)制定的晶体管分立器件型号命名方法,其组成各部分的意义如表 3-9 所示。

表 3-9 美国电子工业协会半导体器件型号命名法

第一部分		第二部分		第三部分		第四部分		第五部分	
用符号表示用途的类别		用数字表示 PN 结的数目		美国电子工业协会(EIA)注册标志		美国电子工业协会(EIA)登记顺序号		用字母表示器件分挡	
符号	含义	符号	含义	符号	含义	符号	含义	符号	含义
JAN 或 J	军用品	1	二极管	N	该器件已在美国电子工业协会注册登记	多位 数字	该器件在美国电子工业协会登记的顺序号	A	同一型号的不同挡位
无	非军用品	2	三极管					B	
		3	3 个 PN 结器件					C	
		n	N 个 PN 结器件					D	
								:	

4. 日本半导体器件型号命名法

日本半导体器件型号命名法按日本工业标准(JIS)规定的命名法(JIS-C-702)命名,由 5~7 个部分组成,第六部分和第七部分的符号及含义通常是各公司自行规定的,其余各部分的符号及含义如表 3-10 所示。

3.4.2 二极管的识别与简单测试

二极管(Diode)是用半导体材料(硅、硒、锗等)制成的一种电子器件,是世界上第一种半导体器件,具有单向导电性能、整流功能。

二极管的种类繁多,主要应用于电子电路和工业产品。经过科学家们多年来的不懈努力,半导体二极管发光的应用已逐步得到推广,发光二极管的应用范围也渐渐扩大,它是一种符合绿色照明要求的光源,是普通发光器件所无法比拟的。

表 3-10 日本半导体器件型号命名法

第一部分		第二部分		第三部分		第四部分		第五部分	
用数字表示类型及有效电极数		S 表示日本电子工业协会(EIAJ)注册产品		用字母表示器件的极性 & 类型		用数字表示在日本电子工业协会登记的顺序号		用字母表示对原来型号的改进产品	
符号	含义	符号	含义	符号	含义	符号	含义	符号	含义
0	光电(光敏)二极管、晶体管及其复合管	S	表示已在本工业协会注册登记的半导体分立器件	A	PNP 型高频管	4 位以上的数字	用从 11 开始的数字,表示在日本电子工业协会登记的顺序号,不同公司性能相同器件可以使用同一顺序号,其数字越大是近期产品	A B C D E F · · ·	用字母表示对原来型号的改进产品
1	二极管			B	PNP 型低频管				
2	三极管、具有两个以上 PN 结的其他晶体管			C	NPN 型高频管				
3	具有 3 个 PN 结或 4 个有效电极的晶体管			D	NPN 型低频管				
...	...			F	P 控制极晶闸管				
				G	N 控制极晶闸管				
				H	N 基极单结晶体管				
				J	P 沟道场效应管				
$n-1$	具有 $(n-1)$ 个 PN 结或 n 个有效极的晶体管			K	N 沟道场效应管				
				M	双向晶闸				

1. 普通二极管的识别与简单测试

普通二极管一般为玻璃封装和塑料封装两种,如图 3-14 所示。其外壳上均印有型号和标记,标记箭头所指方向为阴极。有的二极管上只有一个色点,有色点的一端为阳极。

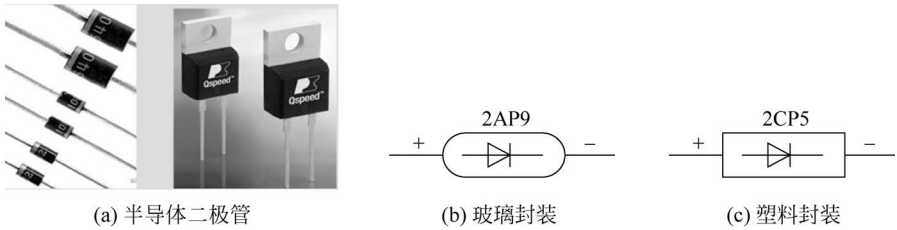


图 3-14 半导体二极管及其符号

若遇到型号标记不清时,可以借助万用表的欧姆挡进行简单的判别。我们知道,万用表正端(+)红表笔接表内电池的负极,而负端(-)黑表笔接表内电池的正极。根据 PN 结正向导通电阻值小、反向截止电阻值大的原理可以简单确定二极管的好坏和极性。具体做法是:万用表欧姆挡置“ $R \times 100$ ”或“ $R \times 1k$ ”处,将红、黑两表笔反过来再次接触二极管两端,表头又将有一指示。若两次指示的阻值相差很大,则说明该一极管的单向导电性好,并且阻值大(几百千欧以上)的那次红表笔所接为二极管的阳极;若两次指示的阻值相差很小,说明该二极管已失去单向导电性好,并且阻值大(几百千欧以上)的那次红表笔所接为二极管的阳极;若两次指示的阻值相差很小,则说明该二极管已失去单向导电性;若两次指示的阻值均很大,则说明该二极管已开路。

2. 特殊二极管的识别与简单测试

特殊二极管的种类较多,在此只介绍 4 种常用的特殊二极管。

1) 发光二极管(LED)

发光二极管是用砷化镓、磷化镓等制成的一种新型器件。它具有工作电压低、耗电少、响应速度快、抗冲击、耐振动、性能好及轻而小的特点,被广泛用于单个显示电路或做成七段矩阵式显示器,而在数字电路实验中,常用作逻辑显示器。发光二极管的电路符号如图 3-15 所示。



发光二极管和普通二极管一样具有单向导电性,正向导通时才能发光。发光二极管的发光颜色有多种,如红、绿、黄等,形状有圆形和长方形等。发光二极管在出厂时,一根引线做得比另一根引线长,通常,较长的引线表示阳极(+),另一根为阴极(-),如图 3-16 所示。若辨别不出引线的长短,则可以用辨别普通二极管引脚的方法辨别其阳极和阴极。发光二极管的正向工作电压一般为 $1.5\sim 3\text{V}$,允许通过的电流为 $2\sim 20\text{mA}$,电流的大小决定发光的亮度。电压、电流的大小依器件型号不同而稍有差异。与 TTL 组件相连接使用时,一般需串联一个 470Ω 的降压电阻,以防止器件的损坏。

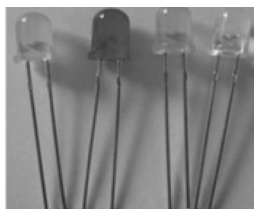


图 3-16 发光二极管的外形

2) 稳压管

稳压管有 SMT 封装、塑料封装和金属外壳封装 3 种。塑料封装的外形与普通二极管相似,如 2CW7,金属外壳封装的外形与小功率三极管相似,但内部为双稳压二极管,其本身具有温度补偿作用,如 2CW231,如图 3-17 所示。

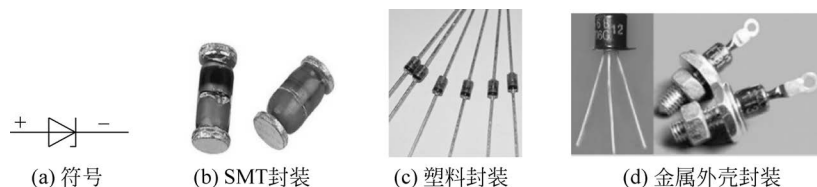


图 3-17 稳压二极管

稳压管在电路中是反向连接的,它能使稳压管所接电路两端的电压稳定在一个规定的电压范围内,称为稳压值。确定稳压管稳压值的方法有如下 3 种:

- (1) 查阅稳压管的型号手册得知。
- (2) 根据在 WQ4830 型晶体管特性图示仪上测出的伏安特性曲线获得。
- (3) 通过一个简单的实验电路测得,实验电路如图 3-18 所示。

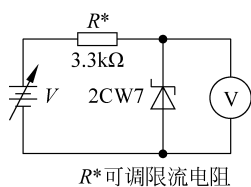


图 3-18 测试稳压管稳压值的实验电路

改变直流电源电压 V ,使之为零开始缓慢增加,同时稳压管两端用直流电压表监视。当电压增加到一定值,使稳压管反向击穿、直流电压表指示某一电压值时,这时再增加直流电源电压,而稳压管两端电压不再变化,则电压表所指示的电压值就是该稳压管的稳压值。

3) 光电二极管

光电二极管是一种将光信号转换成电信号的半导体器件,其符号如图 3-19(a)所示。在光电二极管的管壳上备有一个玻璃口,以便于接收光。当有光照时,其反向电流随光照强度的增加而成正比上升。

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。光电二极管的外形如图 3-20(a)所示。

4) 变容二极管

变容二极管在电路中能起到可变电容的作用,其结电容随反向电压的增加而减小。变容二极管的符号如图 3-19(b)所示。



图 3-19 光电二极管和变容二极管符号

变容二极管主要用于高频电路中,如变容二极管调频电路。变容二极管的外形如图 3-20(b)所示。

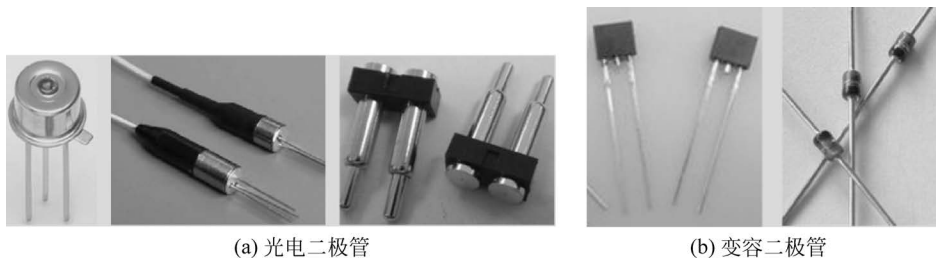


图 3-20 光电二极管和变容二极管外形

3.4.3 三极管的识别与简单测试

半导体三极管(Bipolar Junction Transistor)也称双极型晶体管、晶体三极管,是一种控制电流的半导体器件其作用是把微弱信号放大成幅度值较大的电信号,也用作无触点开关。

晶体三极管是半导体基本元器件之一,也是电子电路的核心元件。三极管是在一块半导体基片上制作两个相距很近的 PN 结,两个 PN 结把整块半导体分成 3 部分,中间部分是基区,两侧部分是发射区和集电区,排列方式有 PNP 和 NPN 两种。

晶体三极管具有电流放大作用,其实质是三极管能以基极电流微小的变化量控制集电极电流较大的变化量。这是三极管最基本的和最重要的特性。

三极管主要有 NPN 型和 PNP 型两大类。一般地,可以根据命名法从三极管管壳上的符号识别它的型号和类型。例如,三极管管壳上印的是 3DG6,表明它是 NPN 型高频小功率硅三极管。同时,还可以从管壳上色点的颜色判断管子的放大系数 β 值的大致范围。以 3DG6 为例,若色点为黄色,则表示 β 值为 30~60;绿色表示 β 值为 50~110;蓝色表示 β 值为 90~160;白色表示 β 值为 140~200。但是也有厂家并非按此规定,使用时要注意。

当我们从管壳上知道三极管的类型和型号及 β 值后,还应进一步辨别它的 3 个电极。对于小功率三极管来说,有金属外壳封装和塑料封装两种。

如果金属外壳封装的管壳上带有定位销,则将管底朝上,从定位销起,按顺时针方向,3 个电极依次为 e、b、c。如果管壳上无定位销,且 3 个电极在半圆内,可将有 3 个电极的半圆置于上方,按顺时针方向,3 个电极依次为 e、b、c,如图 3-21(a)所示。

塑料外壳封装的,可面对平面,将 3 个电极置于下方,从左到右,3 个电极依次为 e、b、c,如图 3-21(b)所示。

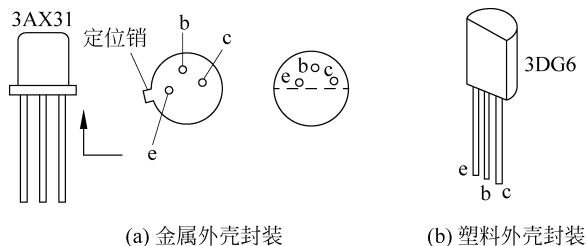


图 3-21 半导体三极管电极的识别

对于大功率三极管,一般分为 F 型和 G 型两种,如图 3-22 所示。F 型管,从外形上只能看到 2 个电极。可将管底朝上,2 个电极置于左侧,则上为 e,下为 b,底座为 c。G 型管的 3 个电极一般在管壳的顶部,将管底朝下,3 个电极置于左方,从最下方电极起,沿顺时针方向,依次为 e、b、c,底座为 c。

常见的三极管如图 3-23 所示。

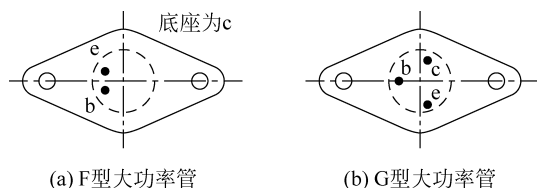


图 3-22 F 型和 G 型管引脚识别

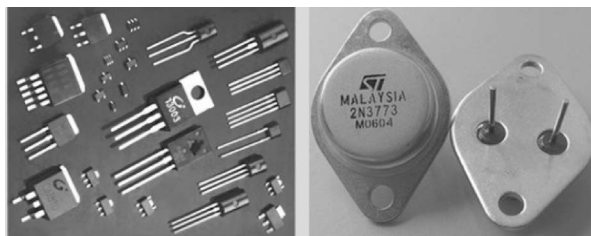


图 3-23 常见三极管

必须正确确认三极管的引脚,否则,接入电路不但不能正常工作,还可能烧坏管子。当一个三极管没有任何标记时,可以用万用表初步确定该三极管的好坏及类型(NPN 还是 PNP 型),以及辨别出 e、b、c 三个电极。

1. 先判断基极 b 和三极管类型

将万用表的欧姆挡置“ $R \times 100$ ”或“ $R \times 1k$ ”处,先假设三极管的某极为基极,并将黑表笔接在假设的基极上,再将红表笔先后接到其余两个电极上,如果两次测得的电阻值都很大(或都很小),为几千欧至几十千欧(为几百欧至几千欧),而对换表笔后测得两个电阻值都很小(或都很大),则可确定假设的基极是正确的。如果两次测得的电阻值一大一小,则可肯定原假设的基极是错误的,这时就必须重新假设另一电极为基极,重复上述的测试。最多重复两次就可以找出真正的基极。

当基极确定以后,将黑表笔接基极,红表笔分别接其他两极。此时,若测得的电阻值都很小,则该三极管为 NPN 型管;反之,为 PNP 型管。

2. 再判断集电极 c 和发射极 e

以 NPN 型管为例,把黑表笔接到假设的集电极 c 上,红表笔接到假设的发射极 e 上,并且用手捏住 b 和 c 极(不能使 b、c 直接接触),通过人体,相当于在 b、c 之间接入偏置电阻。读出表头所示 c、e 间的电阻值,然后将红、黑两表笔反接重测。若第一次电阻值比第二次小,则说明原假设成立,黑表笔所接为三极管集电极 c,红表笔所接为三极管发射极 e。因为 c、e 间电阻值小说明通过万用表的电流大,偏置值正常,如图 3-24 所示。

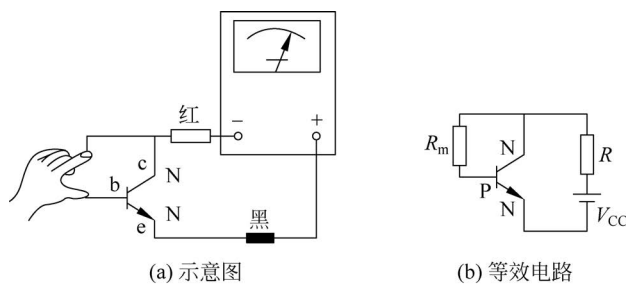


图 3-24 判别三极管 c、e 电极的原理图

以上介绍的是比较简单的测试,要想进一步精确测试可借助 WQ4830 型晶体管特性图示仪,它能十分清晰地显示出三极管的输入特性曲线,以及电流放大系数 β 等。

3.5 半导体集成电路型号命名法

半导体集成电路(semiconductor integrated circuit)是指在一个半导体衬底上至少有一个电路块的半导体集成电路装置。

半导体集成电路是将晶体管、二极管等有源元件和电阻器、电容器等无源元件,按照一定的电路互连,“集成”在一块半导体单晶片上,从而完成特定的电路或者系统功能。

半导体集成电路是电子产品的核心器件,其产业技术的发展情况直接关系着电力工业的发展水平。就总体情况来看,半导体产业的技术进步在一定程度上推动了新兴产业的发展,包括光伏产业、半导体照明产业以及平板显示产业等,促进了半导体集成电路上下游产业供应链的完善,并在一定程度上优化了生态环境。因此加强半导体集成电路产业技术的研究和探索,具有重要的现实意义。

3.5.1 集成电路的型号命名法

集成电路现行国际规定的命名法如下(摘自《电子工程手册系列丛书》A15,《中外集成电路简明速查手册》TTL、CMOS 电路及 GB3430),器件的型号由 5 部分组成,各部分的符号及含义如表 3-11 所示。

表 3-11 器件型号的组成

第零部分		第一部分		第二部分	第三部分		第四部分	
用字母表示器件符合国家标准		用字母表示器件的类型		用阿拉伯数字和字母表示器件系列品种	用字母表示器件的工作温度范围		用字母表示器件的封装	
符号	含义	符号	含义	含义	符号	含义	符号	含义
C	中国制造	T	TTL 电路	TIL 分为:	C⑤	0~70℃	F	多层陶瓷扁平封装
		H	HTL 电路	54/74XXX①	G	-25~70℃	B	塑料扁平封装
		E	ECL 电路	54/74HXXX②	L	-25~85℃	H	黑瓷扁平封装
		C	CMOS	54/74LXXX③	E	-40~85℃	D	多层陶瓷双列直插封装
		M	存储器	54/74SXXX	R	-55~85℃	I	黑瓷双列直插封装
		u	微型机电器	54/74SXXX④	M⑥	-55~125℃	P	黑瓷双列直插封装
		F	线性放大器	54/74ASXXX	⋮		S	塑料单列直插封装
		W	稳压器	54/74ALSXXX			T	塑料封装
		D	音响、电视电路	54/74FXXX			K	金属圆壳封装
		B	非线性电路	CMOS 分为:			C	金属菱形封装
		J	接口电路	4000 系列			E	陶瓷芯片载体封装
		AD	AD 转换器	54/74HCXXX			G	塑料芯片载体封装
		DA	D/A 转换器	54/74HCTXXX			⋮	
		SC	通信专用电路	⋮			SOIC	小引线封装

注

① 74: 国际通用 74 系列(民用),54: 国际通用 54 系列(军用)。

② H: 高速。

③ L: 低速。

④ LS: 低功耗。

⑤ C: 只出现在 74 系列。

⑥ M: 只出现在 54 系列。

例如,CT74LS160CI 表示: 中国——TTL 集成电路——民用低功耗——十进制计数器——工作温度 0~70℃——黑瓷双列直插封装。

3.5.2 集成电路的分类

集成电路是现代电子电路的重要组成部分,它具有体积小、耗电少、工作性能好等特点。概括来说,

集成电路按制造工艺可分为半导体集成电路、薄膜集成电路和由二者组合而成的混合集成电路。

按功能可分为模拟集成电路和数字集成电路。

按集成度可分为小规模集成电路 (SSI, 集成度 < 10 个门电路)、中规模集成电路 (MSI, 集成度为 10~100 个门电路)、大规模集成电路 (LSI, 集成度为 100~1000 个门电路) 以及超大规模集成电路 (VLSI, 集成度 > 1000 个门电路)。

按外形又可分为圆形 (金属外壳晶体管封装型, 适用于大功率)、扁平型 (稳定性好体积小) 和双列直插型 (有利于采用大规模生产技术进行焊接, 因此获得广泛的应用)。

目前, 已经成熟的集成逻辑技术主要有 3 种: TTL 逻辑 (晶体管-晶体管逻辑)、CMOS 逻辑 (互补金属-氧化物-半导体逻辑) 和 ECL 逻辑 (发射极耦合逻辑)。

1. TTL 逻辑

TTL 逻辑于 1964 年由美国得克萨斯仪器公司生产。其发展速度快、系列产品多, 有速度及功耗折中的标准型; 有改进型、高速的标准肖特基型; 有改进型高速及低功耗的低功耗肖特基型。所有 TTL 电路的输出、输入电平均是兼容的。该系列有两个常用的系列化产品, 如表 3-12 所示。

表 3-12 常用 TTL 系列产品参数

TTL 系列	工作环境温度	电源电压范围
军用 54XXX	-55~125℃	4.5~5.5V
工业用 74XXX	0~75℃	4.75~5.25V

2. CMOS 逻辑

CMOS 逻辑的特点是功耗低, 工作电源电压范围较宽, 速度快 (可达 7MHz)。CMOS 逻辑的 CC4000 系列有两种类型产品, 如表 3-13 所示。

表 3-13 CC4000 系列产品参数

CMOS 系列	封 装	温 度 范 围	电源电压范围
CC4000	陶瓷	-55~125℃	3~12V
CC4000	塑料	-40~85℃	3~12V

3. ECL 逻辑

ECL 逻辑的最大特点是工作速度高。因为在 ECL 电路中数字逻辑电路开始采用非饱和型, 消除了三极管的存储时间, 大大加快了工作速度。MECL I 系列品是由美国摩托罗拉公司于 1962 年生产的, 后来又生产了改进型的 MECL II、MECL III 及 MECL10000 系列。

以上几种逻辑电路的有关参数如表 3-14 所示。

表 3-14 几种逻辑电路的参数比较

电 路 种 类	工 作 电 压	每个门的功耗	门 延 时	扇 出 系 列
TTL 标准	5V	10mW	10ns	10
TTL 标准肖特基	5V	20mW	3ns	10
TTL 低功耗肖特基	5V	2mW	10ns	10
BCL 标准	-5.2V	25mW	2ns	10
ECL 高速	-5.2V	40mW	0.75ns	10
CMOS	5V~15V	μW 级	ns 级	50

3.5.3 集成电路的生产商和封装形式

集成电路的封装不仅起到使集成电路芯片内键合点与外部进行电气连接的作用,也为集成电路芯片提供了一个稳定可靠的工作环境,对集成电路芯片起到机械或环境保护的作用,从而使集成电路芯片能够发挥正常的功能,并保证其具有高稳定性和可靠性。总之,集成电路封装质量的好坏,对集成电路总体的性能优劣关系很大。因此,封装应具有较强的机械性能和良好的电气性能、散热性能及化学稳定性。

虽然 IC 的物理结构、应用领域、I/O 数量差异很大,但是 IC 封装的作用和功能差别不大,封装的目的也相当一致。作为“芯片的保护者”,封装起到了若干作用,归纳起来主要有两个根本的功能:

- (1) 保护芯片,使其免受物理损伤。
- (2) 重新分布 I/O,获得更易于在装配中处理的引脚间距。

封装还有其他一些次要的作用,比如提供一种更易于标准化的结构,为芯片提供散热通路,使芯片避免产生 α 粒子造成的软错误,以及提供一种更便于测试老化试验的结构。封装还能用于多个 IC 的互连。可以使用引线键合技术等标准的互连技术对基本电子元器件直接进行互连,或者也可用封装提供的互连通路,如混合封装技术、多芯片组件(Multi-Chip Module, MCM)系统级封装(System in Packaging, SiP),以及更广泛的系统体积小型化和互连(Vast System Miniaturization and Interconnection, VSMI)概念所包含的其他方法中使用的互连通路,间接地进行互连。

部分电子元器件生产商的 Logo 如图 3-25 所示。



图 3-25 部分电子元器件生产商的 Logo

半导体集成电路的封装形式多种多样,按封装材料大致可分为金属、陶瓷、塑料封装。常见的半导体集成电路的封装形式如图 3-26 所示。

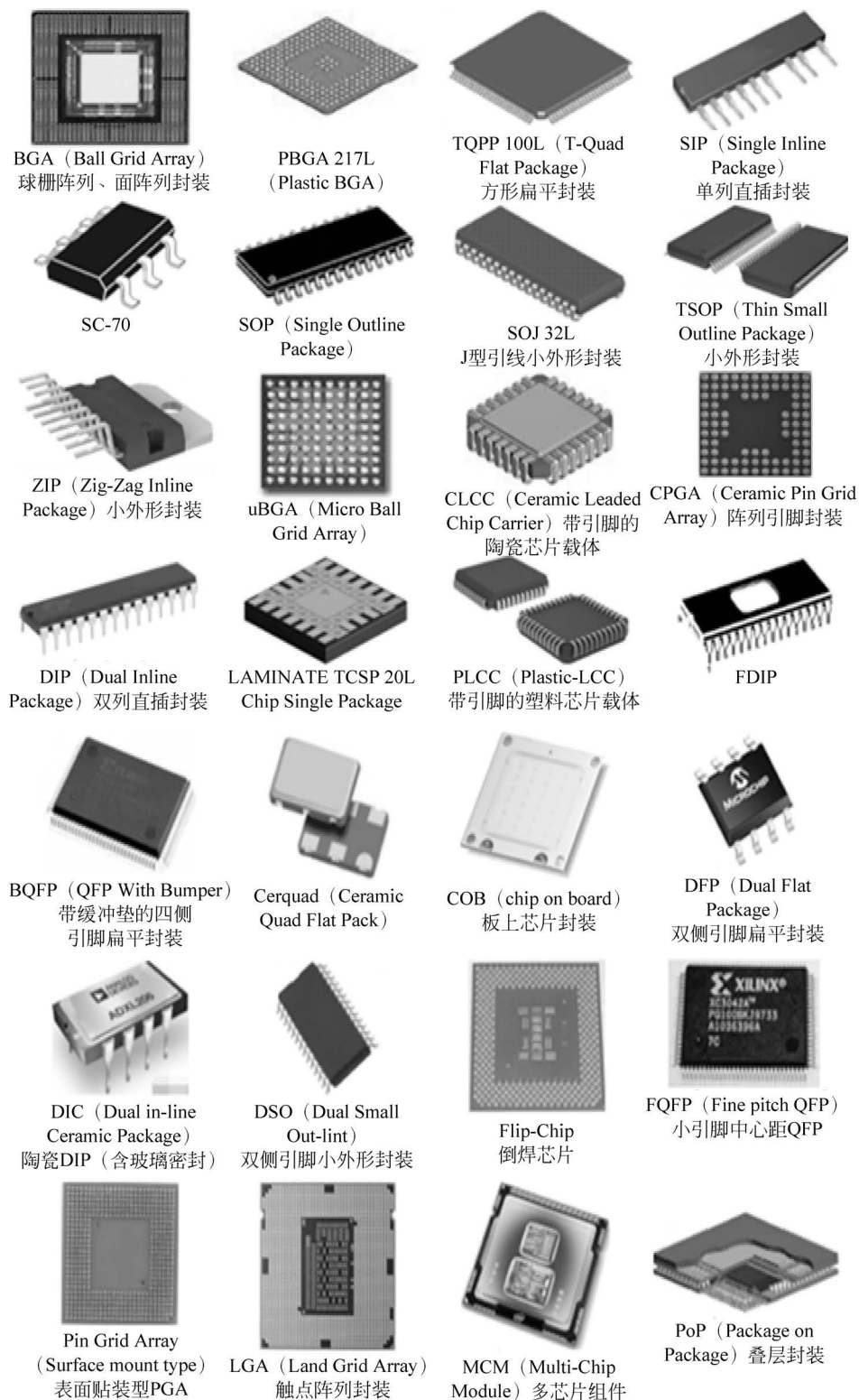


图 3-26 常见集成电路封装形式