

## 常用电子元件简介

### 一、电阻器

电阻器是电气、电子设备中用的最多的元件之一。主要用于控制和调节电路中的电流和电压，或用作消耗电能的负载。

电阻器有固定电阻和可变电阻之分，可变电阻常称作电位器。

电阻器有不同的分类方法。按材料分，有碳膜电阻、金属膜电阻、和线绕电阻等不同类型；按功率分，有  $\frac{1}{16}$  W、 $\frac{1}{8}$  W、 $\frac{1}{4}$  W、 $\frac{1}{2}$  W、1W、2W 等额定功率的电阻；按电阻值的精确度分，有精确度为  $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 20\%$  等的普通电阻，还有精确度为  $\pm 0.1\%$ 、 $\pm 0.2\%$ 、 $\pm 0.5\%$ 、 $\pm 1\%$  和  $\pm 2\%$  等的精密电阻。电阻的类别可以通过外观的标记识别。

#### 1、固定电阻

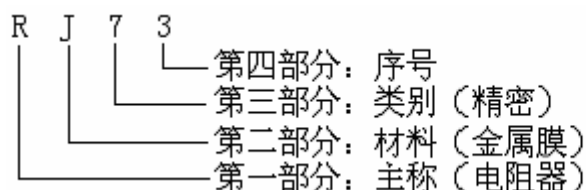
##### (1) 电阻器型号命名方法

电阻器的型号命名方法根据 GB2471-81，见附录表 2.1。

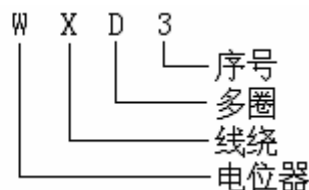
附录表 2.1 电阻器的型号命名方法

第一部分：主称		第二部分：材料		第三部分：特征			第四部分：序号
符号	意义	符号	意义	符号	电阻器	电位器	
R W	电阻器 电位器	T	碳膜	1	普通	普通	对主称、材料相同，仅性能指标、尺寸大小有区别，但基本不影响互换使用的产品，给同一序号；若性能指标、尺寸大小明显影响互换时，则在序号后面用大写字母作为区别代号。
		H	合成膜	2	普通	普通	
		S	有机实芯	3	超高频	—	
		N	无机实芯	4	高阻	—	
		J	金属膜	5	高温	—	
		Y	氧化膜	6	—	—	
		C	沉积膜	7	精密	精密	
		I	玻璃釉膜	8	高压	特殊函数	
		P	硼酸膜	9	特殊	特殊	
		U	硅酸膜	G	高功率	—	
		X	线绕	T	可调	—	
		M	压敏	W	—	微调	
		G	光敏	D	—	多圈	
		R	热敏	B	温度补偿用	—	
				C	温度测量用	—	
				P	旁热式	—	
				W	稳压式	—	
				Z	正温度系数	—	

精密金属膜电阻器



多圈线绕电位器



##### (2) 电阻值的标识

按部颁标准规定,电阻值的标称值应为附录表 2.2 所列数字的 $10^n$  倍,其中 n 为正整数、负整数或零。

附录表 2.2 电阻器(电位器、电容器)标称系列及误差表

系列	允许误差	电阻器的标称值											
E24	级(±5%)	1.0	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
E12	级(±10%)	1.0	1.2	1.5	1.8	2.2	2.7	3.3	3.9	4.7	5.6	6.8	8.2
E6	级(±20%)	1.0	1.5	2.2	3.3	4.7	6.8						

电阻的阻值和允许偏差的标注方法有直标法、色标法和文字符号法。

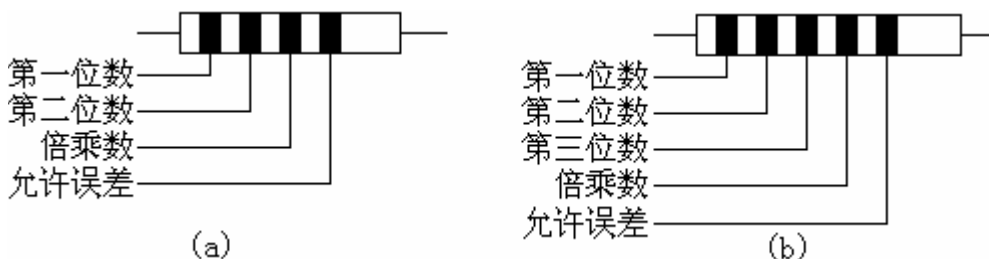
#### 直标法

将电阻的阻值和误差直接用数字和字母印在电阻上(无误差标示为允许误差±20%)。也有厂家采用习惯标记法,如:

- |      |                         |
|------|-------------------------|
| 3 3  | 表示电阻值为 3.3 、允许误差为 ±5%   |
| 1 K8 | 表示电阻值为 1.8K 、允许误差为 ±20% |
| 5 M6 | 表示电阻值为 5.6M 、允许误差为 ±10% |

#### 色标法

将不同颜色的色环涂在电阻器(或电容器)上来表示电阻(电容器)的标称值及允许误差,各种颜色所对应的数值见附录表 2.3。固定电阻器色环标值读数识别规则如附录图 2.1 所示。



附录图 2.1 固定电阻器色环标志读数识别规则

(a) 一般电阻 (b) 精密电阻

附录表 2.3 电阻器色标符号意义

颜色	有效数字第一位	有效数字第二位	倍乘数	允许误差%
棕	1	1	$10^1$	±1
红	2	2	$10^2$	±2
橙	3	3	$10^3$	—
黄	4	4	$10^4$	—
绿	5	5	$10^5$	±0.5
蓝	6	6	$10^6$	±0.2
紫	7	7	$10^7$	±0.1
灰	8	8	$10^8$	—
白	9	9	$10^9$	—
黑	0	0	$10^0$	—
金	—	—	$10^{-1}$	±5
银	—	—	$10^{-2}$	±10
无色	—	—	—	±20

例如：红 红 棕 金	表示 220 $\pm 5\%$
黄 紫 橙 银	表示 47k $\pm 10\%$
棕 紫 绿 金 棕	表示 17.5 $\pm 1\%$

#### 文字符号法

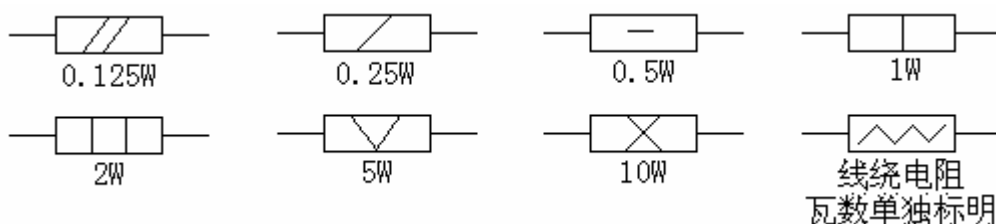
例如：3M2K 3M3 表示 3.3M，K 表示允许误差为  $\pm 10\%$ 。允许偏差与字母的对应关系见附录表 2.4。

附录表 2.4 电阻（电容）器偏差标志符号表

允许偏差	标识符号	允许偏差	标识符号	允许偏差	标识符号
$\pm 0.001$	E	$\pm 0.05$	W	$\pm 2$	G
$\pm 0.002$	Z	$\pm 0.1$	B	$\pm 5$	J
$\pm 0.005$	Y	$\pm 0.2$	C	$\pm 10$	K
$\pm 0.01$	H	$\pm 0.5$	D	$\pm 20$	M
$\pm 0.02$	U	$\pm 1$	F	$\pm 30$	N

#### （3）电阻器额定功率的识别

电阻器的额定功率指电阻器在直流或交流电路中，长期连续工作所允许消耗的最大功率。有两种标志方法：2W 以上的电阻，直接用数字印在电阻体上；2W 以下的电阻，以自身体积大小来表示功率。在电路图上表示电阻功率时，采用以下符号：



附录图 2.2 电阻额定功率电路符号

#### （4）电阻（电容）器偏差标志符号表

附录表 2.5 电阻（电容）器偏差标志符号表

允许偏差	标志符号	允许偏差	标志符号	允许偏差	标志符号
$\pm 0.001$	E	$\pm 0.05$	W	$\pm 2$	G
$\pm 0.002$	Z	$\pm 0.1$	B	$\pm 5$	J
$\pm 0.005$	Y	$\pm 0.2$	C	$\pm 10$	K
$\pm 0.01$	H	$\pm 0.5$	D	$\pm 20$	M
$\pm 0.02$	U	$\pm 1$	F	$\pm 30$	N

## 2、可变电阻器

可变式电阻器一般称为电位器，从形状上分有圆柱形、长方体形等多种形状；从结构上分有直滑式、旋转式、带开关式、带紧锁装置式、多连式、多圈式、微调式和无接触式等多种形状；从材料上分有碳膜、合成膜、有机导电体、金属玻璃釉和合金电阻丝等多种电阻体材料。碳膜电位器是较常用的一种。

电位器在旋转时，其相应的阻值依旋转角度而变化。变化规律有三种不同形式：直线型（X 型）、指数型（Z 型）、对数型（D 型）。如附录图 2.3 所示。

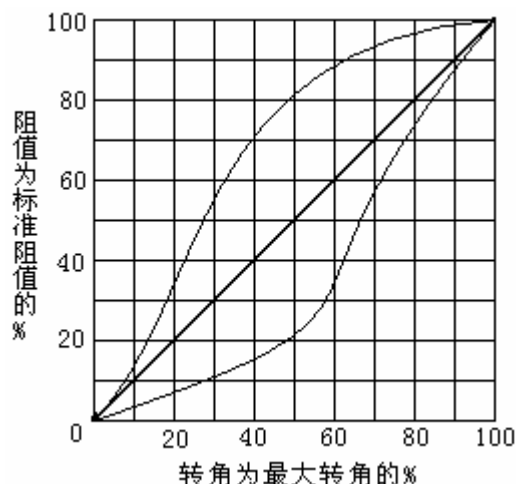
直线型：其阻值按角度均匀变化。它适用于作分压、调节电流等用。如在电视机中作场频调整。

指数型：其阻值按旋转角度依指数关系变化（即阻值变化开始缓慢，以后变快），它普

遍使用在音量调节电路中。

对数型：其阻值按旋转角度依对数关系变化（即阻值变化开始快，以后缓慢），它一般用于仪器设备的特殊调节。如在电视机中调节黑白对比度。

电路中进行一般调节时，采用价格低廉的碳膜电位器；在进行精确调节时，宜采用多圈电位器或精密电位器。



附录图 2.3 电位器旋转角与实际阻值变化关系

## 二、电容器

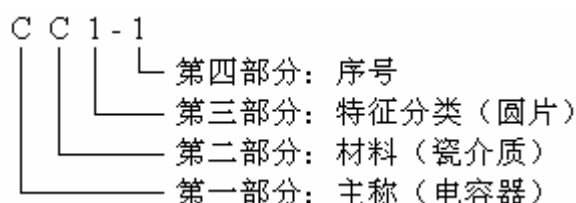
电容器也是组成电子电路的基本元件，在电路中应用广泛。利用电容器充、放电和隔直通交的特性，在电路中用于隔断直流、耦合交流、旁路交流、滤波、定时和组成振荡电路等。电容器的符号用 C 表示。

### 1、电容器的命名方法

电容器的命名参见 GB2471-81 及 GB2691-81，基本内容见附录表 2.6。

附录表 2.6 中的规定对可变电容器和真空电容器不适用，对微调电容器仅适用于瓷介微调电容器。在某些电容器的型号中还用 X 表示小型，用 M 表示密封，也有的用序号来区分电容器的形式、结构、外形尺寸等。

例如：CC1-1 型圆片形瓷介微调电容器



### 2、电容器的单位

电容器的常用单位有法拉（F）、微法（ $\mu\text{F}$ ）、毫微法（ $\text{nF}$ ）和微微法（ $\text{pF}$ ），它们之间的关系如下：

$$\text{mF (毫法或简称为m)} = 10^{-3}\text{F}$$

$$\mu\text{F (微法或简称为u)} = 10^{-6}\text{F}$$

$$\text{nF (纳微法或简称为n)} = 10^{-9}\text{F}$$

$$\text{pF (皮法或简称为p)} = 10^{-12}\text{F}$$

### 3、电容器的标示方法

国际电工委员会推荐的标示方法为：p、n、u、m 表示法。具体方法如下：

(1) 用 2~4 位数字表示电容量有效数字，再用字母表示数值的量级，如：

1p2 表示：1.2pF；                      2u2 表示：2.2uF  
 4m7 表示：4.7mF = 4700uF；        103n 表示：0.103uF

附录表 2.6 电容器型号命名方法

第一部分：主称		第二部分：材料		第三部分：特征、分类						第四部分： 序号	
符号	意义	符号	意义	符号	意义						
					瓷介	云母	玻璃	电解	其他		
C	电容器	C	瓷介	1	圆片	非密封	—	箔式	—	对主称、材料相同，仅性能指标、尺寸大小有区别，但基本不影响互换使用的产品，给同一序号；若性能指标、尺寸明显影响互换时，则在序号后面用大写字母作为区别代号	
		Y	云母	2	管形	非密封	—	箔式			
		I	玻璃釉	3	叠片	密封	—	烧结粉固体			
		O	玻璃膜	4	独石	密封	—	烧结粉固体			
		Z	纸介	5	穿心	—	—	—			
		J	金属化纸	6	支柱	—	—	—			
		B	聚苯乙烯	7	—	—	—	无极性			
		L	涤纶	8	高压	高压	—	—			
		Q	漆膜	9	—	—	—	特殊			
		S	聚碳酸酯								
		H	符合介质								
		D	铝								
		A	钽								
		N	铌								
		G	合金								
T	钛										
E	其它										

(2) 用数码表示，数码一般为三位，前两位为电容量的有效数字，第三位是倍乘数，但第三位被乘数是 9 时，表示  $\times 10^{-1}$ ，如

103 表示： $10 \times 10^3 = 10000\text{pF} = 0.01\text{uF}$

224 表示： $22 \times 10^4 = 0.22\text{uF}$

159 表示： $15 \times 10^{-1} = 1.5\text{pF}$

(3) 色标法。电容器色标法与电阻器色标法相同，标志的颜色符号与电阻器采用的相同，可参见附录表 2.3，单位为 pF。电解电容器的工作电压有时也采用颜色标志：6.3V 用棕色，10V 用红色，16V 用灰色。色点应标在正极。

### 4、电容器的主要参数

(1) 电容器的标称容量和偏差

固定电容器的容量标称值和偏差如附录表 2.7 所示。

附录表 2.7 固定电容器的容量标称值和偏差

类型	允许误差	容量标称值											
纸介、金属化纸介、低频无极性有机介质电容器	± 5%	100pF ~ 1uF	1.0	1.5	2.2	2.3	4.7	6.3					
	± 10%	1uF ~ 100uF	1	2	4	6	8	10	15	20			
	± 20%	只取表中值	30	50	60	80	100						
无极性高频有机薄膜介质、瓷介、云母等无机介质电容器	± 5%	1.0 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%	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%	1.0 1.5 2.2 3.3 4.7 6.8											
铝、钽电解电容	± 10% ~ ± 20%	1.0 1.5 2.2 3.3 4.7 6.8											
	- 20% ~ + 50%												
	- 10% ~ + 100%												

#### (2) 额定直流工作电压

额定直流工作电压指在线路上能够长期可靠地工作而不被击穿时所能承受的最大直流电压（也称耐压）。额定直流工作电压的大小与介质的种类和厚度有关。

钽、铌、钛、固体铝电解电容器的直流工作电压，系指+85℃条件下能长期正常工作的电压。如果电容器用在交流电路里，则应该注意所加的交流电压的最大值（峰值）不能超过额定直流工作电压。

### 5、电容器的主要种类和特点

电容器有固定和可调电容器之分。按电容器的介质材料分为瓷介、纸介、云母、涤纶、独石、铝电解、钽电解等类型。

### 6、电容器的检测

测量电容器的电容量用电容表，带有电容档的万用表也可以。通常情况下，电容用于滤波或隔直，电路中对电容量的精确度要求不高，故无须测量实际电容量。但在使用中掌握电容的一般检测方法是必要的。

#### (1) 测试漏电阻（适用于 0.1uF 以上容量的电容器）

方法：用万用表的  $R \times 100$  或  $R \times 1k$  电阻档，将表笔接触电容器的两引线。刚接触时，由于电容充电电流大，表头指针偏转角度最大，随着充电电流减小，指针逐渐向  $R = \infty$  方向返回，最后稳定处即漏电阻值。一般电容器的漏电阻值为几百至几千兆欧，漏电阻相对小的电容质量不好。测量时，若表头指针指到或接近欧姆零点，表明电容器内部短路。若指针不动，始终指在  $R = \infty$  处，则意味着电容器内部断路或已失效。对于电容量在 0.1uF 以下的小电容，由于漏电阻接近  $\infty$ ，难以分辨，故不能使用此方法测漏电阻或判定好坏。

#### (2) 电解电容器的极性检测

电解电容器的正、负极性不允许接错，当极性接反时，可能因电解液的反向极化，引起电解电容器的爆裂。当极性标记无法辨认时，可根据正像连接时漏电阻大、反向连接时漏电阻相对小的特点判断极性。交换表笔前后两次测量漏电阻，阻值大的一次，黑表笔接触的是正极，因为黑表笔与万用表内电池的正极相接（采用数字万用表时，红表笔接电池正极）。但用此种方法有时并不能明显地区分正、反向电阻，所以使用电解电容时，要注意保护极性标记。

### 三、半导体二极管

## 1、半导体分立器件型号命名方法（摘自 GB249-74）

半导体分立器件型号命名方法见附录表 2.8。

附录表 2.8 半导体分立器件型号命名方法

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目		用字母表示器件的材料和极性		用字母表示器件的类型		用数字表示器件序号	用字母表示规格号
符号	意义	符号	意义	符号	意义		
2	二极管	A	N 型，锗材料	P	普通管		
3	三极管	B	P 型，锗材料	V	微波管		
		C	N 型，硅材料	W	稳压管		
		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 ( $f_a < 3\text{MHz}$ , $P_a < 1\text{W}$ )		
				G	高频小功率管 ( $f_a \geq 3\text{MHz}$ , $P_a < 1\text{W}$ )		
				D	低频大功率管 ( $f_a < 3\text{MHz}$ , $P_a \geq 1\text{W}$ )		
				A	高频大功率管 ( $f_a \geq 3\text{MHz}$ , $P_a \geq 1\text{W}$ )		
				T	可控整流器		

## 2、几种半导体二极管的主要参数

附录表 2.9、附录表 2.10、附录表 2.11 给出了几种半导体二极管的主要参数。

## 3、半导体二极管的极性判别及选用

### (1) 半导体二极管的极性判别

一般情况下，二极管有色点的一端为正极，如 2AP1 ~ 2AP7、2AP11 ~ 2AP17 等。如果是透明玻璃壳的二极管，可直接看出极性，即内部连触丝的一头是正极，连半导体片的一头是负极。塑封二极管有圆环标志的是负极，如 1N4000 系列。

无标记的二极管，可用万用表电阻档来判别正负极，用万用表电阻档示意图见附录图 2.4。

根据二极管正向电阻小，反向电阻大的特点，将万用表拨到电阻档（一般用  $R \times 100$  或  $R \times 1k$  档。不要使用  $R \times 1$  或  $R \times 10k$  档，因为  $R \times 1$  档使用的电流太大，容易烧坏管子，而  $R \times 10k$  档使用的电压太高，可能击穿管子。）用表笔分别与二极管的两极相接，测出两个电阻值。在所测得阻值较小的一次，与黑表笔相接的一端为二极管的正极。同理，在所测得阻



值较大的一次，与黑表笔相接的一端为二极管的负极。如果测得的正、反向电阻值均很小，说明管子内部短路；若正、反向电阻值均较大，则说明管子内部开路。在这两种情况下，管子就不能使用了。

附录表 2.9 2AP 型检波二极管

	参数	最大整流电流 $I_F/\text{mA}$	正向压降 ( $I_F = I_{FM}$ ) $U_F/\text{V}$	最高反向工作电压 $U_{RM}/\text{V}$	反向击穿电压 $U_{BR}/\text{V}$	截止频率 $f/\text{MHz}$
型                号	2AP1	16	1.2	20	40	150
	2AP2	16		30	45	150
	2AP3	25		30	45	150
	2AP4	16		50	75	150
	2AP5	16		75	110	150
	2AP6	12		100	150	150
	2AP7	12		100	150	150
	2AP11	25	1	10	10	40
	2AP12	40		10	10	40
	2AP13	20		30	30	40
	2AP14	30		30	30	40
	2AP15	30		30	30	40
	2AP16	20		50	50	40
	2AP17	15		100	100	40
	2AP9	8	1	10	65	100

注：2AP型检波二极管的结电容 $C_f$  1Pf。

附录表 2.10 国内外常用硅整流二极管

	参数	额定正向 整流电流 $I_F/\text{A}$	正向不重复峰值电流 $I_{FSM}/\text{A}$	正向压降 $U_F/\text{V}$	反向电流 $I_R/\mu\text{A}$	反向工作 峰值电压 $U_{RWM}/\text{V}$
型                号	1N4001	1	30	1	< 5	50
	1N4002					100
	1N4003					200
	1N4004					400
	1N4005					600
	1N4006					800
	1N4007					1000
	1N5400	3	150	0.8	< 10	50
	1N5401					100
	1N5402					200
	1N5403					400
	1N5404					600
	1N5405					800
	1N5406					1000
	1N5407					100



附录表 2.11 国内外常用开关二极管

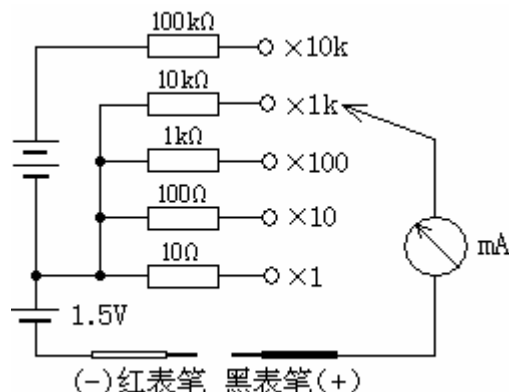
参数	额定正向 整流电流 $I_F$ /mA	反向电流 $I_R$ /nA	正向压降 $U_F$ /V	反向击穿电压 $U_{RWM}$ /V	结电容 $C_T$ /pF	开关时间 $t_{rr}$ /ns
1S1555	--	500	1.4	35	1.3	--
1N4148	200	25	1	75	4	4

## （2）半导体二极管的选用

通常小功率锗二极管的正向电阻值为 300 ~ 500  $\Omega$ ，硅管为 1K  $\Omega$  或者更大些。锗管反向电阻为几十千欧，硅管反向电阻在 500k  $\Omega$  以上（大功率二极管的数值要大得多）。正反向电阻差值越大越好。

点接触二极管的工作频率高，不能承受较高的电压和通过较大的电流，多用于检波、小电流整流或高频开关电路。面接触二极管的工作电流和能承受的功率都较大，但使用的频率较低，多用于整流、稳压、低频开关电路等方面。

选用整流二极管时，既要考虑正向电压，也要考虑反向饱和电流和最大反向电压。选用检波二极管时，要求工作频率高，正向电阻小，以保证较高的工作频率，特性曲线要好，避免引起过大的失真。



附录图 2.4 万用表欧姆档示意图

## 四、半导体三极管

### 1、常用小功率三极管的主要参数

常用小功率三极管的主要参数如附录表 2.11 所示。

### 2、三极管电极和管型的判别

#### （1）目测法

##### 管型的判别

一般，管型是 NPN 还是 PNP 应从管壳上标注的型号来判别。依照部颁标准，三极管型号的第二位（字母），A、C 表示 PNP 管，B、D 表示 NPN 管，例如：

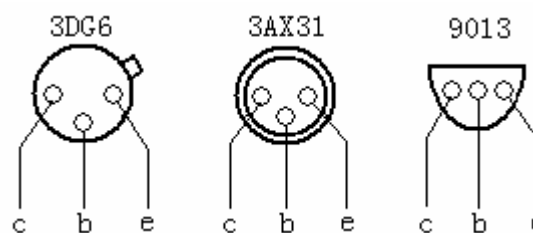
3AX	为 PNP 型低频小功率管	3BX	为 NPN 型低频小功率管
3CG	为 PNP 型高频小功率管	3DG	为 NPN 型高频小功率管
3AD	为 PNP 型低频大功率管	3DD	为 NPN 型低频大功率管
3CA	为 PNP 型高频大功率管	3DA	为 NPN 型高频大功率管

此外由国际流行的 9011 ~ 9018 系列高频小功率管，除 9012 位 PNP 管外，其余均为 NPN 型管。

##### 管极的判别

常用的中、小功率三极管有金属圆壳和塑料封装（半柱型）等外型，附录图 2.5 介绍了三种典型的外形和管极排列方式。

（2）用万用表电阻档判别三极管内部有两个 PN 结，可用万用表电阻档分辨 e、b、c 三个奠基。在型号标注模糊的情况下，也可用此法判别管型。



附录图 2.5 常用晶体管管极排列

附录表 2.11 常用小功率三极管的主要参数

参数 型号	$P_{CM}/mW$	$f_T/MHz$	$I_{CM}/mA$	$U_{CEO}/V$	$I_{CBO}/\mu A$	$h_{FE}/min$	极性
3DG4A	300	200	30	15	0.1	20	NPN
3DG4B	300	200	30	15	0.1	20	NPN
3DG4C	300	200	30	30	0.1	20	NPN
3DG4D	300	300	30	15	0.1	30	NPN
3DG4E	300	300	30	30	0.1	20	NPN
3DG4F	300	250	30	20	0.1	30	NPN
3DG6	100	250	20	20	0.01	25	NPN
3DG6B	300	200	30	20	0.01	25	NPN
3DG6C	100	250	20	20	0.01	20	NPN
3DG6D	100	300	20	20	0.01	25	NPN
3DG6E	100	250	300	40	0.01	60	NPN
3DG12B	700	200	300	45	1	20	NPN
3DG12C	700	200	300	30	1	30	NPN
3DG12D	700	300	300	30	1	30	NPN
3DG12E	700	300	300	60	1	40	NPN
2SC1815	400	80	150	50	0.1	20 ~ 700	NPN
JE9011	400	150	30	30	0.1	28 ~ 198	NPN
JE9013	500		625	20	0.1	64 ~ 202	NPN
JE9014	450	150	100	45	0.05	60 ~ 1000	NPN
8050	800		800	25	0.1	55	NPN
3CG14	100	200	15	35	0.1	40	PNP
3CG14B	100	200	20	15	0.1	30	PNP
3CG14C	100	200	15	25	0.1	25	PNP
3CG14D	100	200	15	25	0.1	30	PNP
3CG14E	100	200	20	25	0.1	30	PNP
3CG14F	100	200	20	40	0.1	30	PNP
2SA1015	400	80	150	50	0.1	70 ~ 400	PNP
JE9012	600		500	50	0.1	60	PNP
JE9015	450	100	450	45	0.05	60 ~ 600	PNP
3AX31A	100	0.5	100	12	12	40	PNP
3AX31B	100	0.5	100	12	12	40	PNP
3AX31C	100	0.5	100	18	12	40	PNP
3AX31D	100		100	12	12	25	PNP
3AX31E	100	0.015	100	24	12	25	PNP

### 基极的判别

判别管型时应首先确认基极。对于 NPN 管,用黑表笔接假定的基极,用红表笔分别接触另外两个极,若测得电阻都小,约为几百欧~几千欧,而将黑、红表笔对调,测得电阻均较大,在几百千欧以上,此时黑表笔接的就是基极。PNP 管情况正好相反,测量时两个 PN 结都正偏的情况下,红表笔接基极。

实际上,小功率管的基极一般排列在三个管脚的中间,可用上述方法,分别将黑、红表笔接基极,既可测定三极管的两个 PN 结是否完好(与二极管 PN 结的测量方法一样),又可确认管型。

### 集电极和发射极的判别

确定基极后,假设余下管脚之一为集电极 c,另一为发射极 e,用手指分别捏住 c 极与 b 极(即用手指代替基极电阻  $R_b$ )。同时,将万用表量表笔分别与 c、e 接触,若被测管为 NPN,则用黑表笔接触 c 极、用红表笔接触 e 极(PNP 管相反),观察指针偏转角度;然后再设另一管脚为 c 极,重复以上过程,比较两次测量指针的偏转角度,大的一次表明  $I_C$  大,管子处于放大状态,相反,假设的 c、e 极正确。

## 3、三极管性能的简易测量

### (1) 用万用表电阻档测量 $I_{CEO}$ 和 $\beta$

基极开路,万用表黑表笔接 NPN 管的集电极 c、红表笔接发射极 e(PNP 管相反),此时 c、e 间电阻值大则表明  $I_{CEO}$  小,电阻值小则表明  $I_{CEO}$  大。

用手指代替基极电阻  $R_b$ ,用上述方法测量 c、e 间电阻,若阻值比基极开路时小得多则表明  $\beta$  值大。

### (2) 用万用表 $h_{FE}$ 档测 $\beta$

有的万用表有  $h_{FE}$  档,按表上规定的极型插入三极管即可测得电流放大系数  $\beta$ ,若  $\beta$  很小或为零,表明三极管已坏,可用电阻档分别测量两个 PN 结,确认是否有击穿或断路。

## 4、半导体三极管的选用

选用晶体管一要符合设备及电路的要求,而要符合节约的原则。根据用途的不同,一般应考虑以下几个因素:工作频率、集电极电流、耗散功率、电流放大系数、反向击穿电压、稳定性及饱和压降等。这些因素又具有相互制约的关系,在选用管子时应抓住主要因素,兼顾次要因素。

低频管的特征频率  $f_T$  一般在 2.5MHz 以下,而高频管的  $f_T$  都从几十兆和到几百兆赫甚至更高。选管时应使  $f_T$  为工作频率的 3 ~ 10 倍。原则上讲,高频管可以代换低频管,但是高频管的功率一般都较小,动态范围窄,在代换时应注意功率条件。

一般希望  $\beta$  选大一些,但也不是越大越好。 $\beta$  太高了容易引起自激振荡,何况一般  $\beta$  高的管子工作多不稳定,受温度影响大。通常  $\beta$  多选 40 ~ 100 之间,但低噪声高  $\beta$  值的管子(如 1815、9011~9015 等), $\beta$  值达数百时温度稳定性仍较好。另外,对整个电路来说还应该从各级的配合来选择  $\beta$ 。例如前级用  $\beta$  高的,后级就可以用  $\beta$  较低的管子;反之,前级用  $\beta$  较低的,后级就可以用  $\beta$  较高的管子。

集电极-发射极反向击穿电压  $U_{CEO}$  应选的大于电源电压。穿透电流越小,对温度的稳定性越好。普通硅管的稳定性比锗管好得多,但普通硅管的饱和压降较锗管大,在某些电路中会影响电路的性能,应根据电路的具体情况选用。选用晶体管的耗散功率时应根据不同电路的要求留有一定的余量。

对高频放大、中频放大、振荡器等电路的晶体管,应选用特征频率  $f_T$  高、极间电容较小的晶体管,以保证在高频情况下仍有较高的功率增益和稳定性。

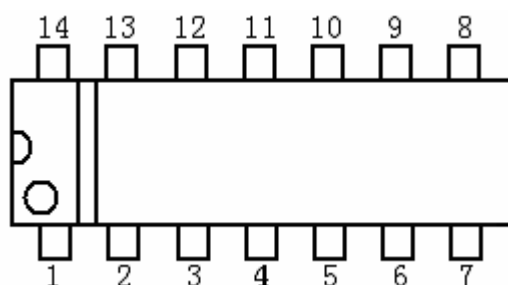
## 五、集成电路介绍

集成电路 IC 是封在单个封装中的一组互连电路。装在陶瓷衬底上的分立元件或电路有时还和单个集成电路连在一起,成为混合集成电路。把全部元件和电路做在单晶硅材料上称为单片集成电路。单片集成电路成为最普及的集成电路形式,可以封装成各种类型的固态器件,也可以封装成特殊的集成电路。

通用集成电路分为模拟(线性)和数字两大类。模拟电路根据输入的各种电平,在输出端产生各种相应的电平;数字电路是开关器件,以规定的电平导通和截止。有时集成电路表由 LM(线性类型)或 DM(数字类型)类型。

集成电路都有二或三个电源接线端:用  $V_{CC}$ 、 $V_{DD}$ 、 $V_{SS}$ 、 $+V$ 、 $-V$  或 GND 来表示。

双列直插式是集成电路最通用的封装形式,其引脚标记有半圆形豁口、标志线、标志圆点等,一般由半圆形豁口来确定引脚的位置。双列直插式的引脚排列如附录图 2.6 所示。



附录图 2.6 双列直插式集成电路的引脚排列

## 六、集成电路的命名方法

集成电路的命名方法见附表 2.12。

附表 2.12 国产半导体集成电路型号命名法 (GB3430-82)

第零部分		第一部分		第二部分	第三部分		第四部分	
表示器件符合国家标准		表示器件的类型		表示器件的系列和品种代号	表示器件的工作温度范围		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	中国制造	T	TTL		C E R M . .	0~70 -48~75 -55~85 -55~125	W	陶瓷封装
		H	HTL				B	塑料扁平
		E	ECL				F	全密封扁平
		C	CMOS				D	陶瓷直插
		F	线性放大器				P	塑料直插
		D	音响、电视				J	黑陶瓷扁平
		W	电路稳压器				K	金属菱形
		J	接口电路				T	金属圆形
		B	非线性电路					
		M	存储器					
		$\mu$	微型电路					

## 七、几种集成运算放大器的参数

几种运算放大器的参数如附录表 2.13 所示。

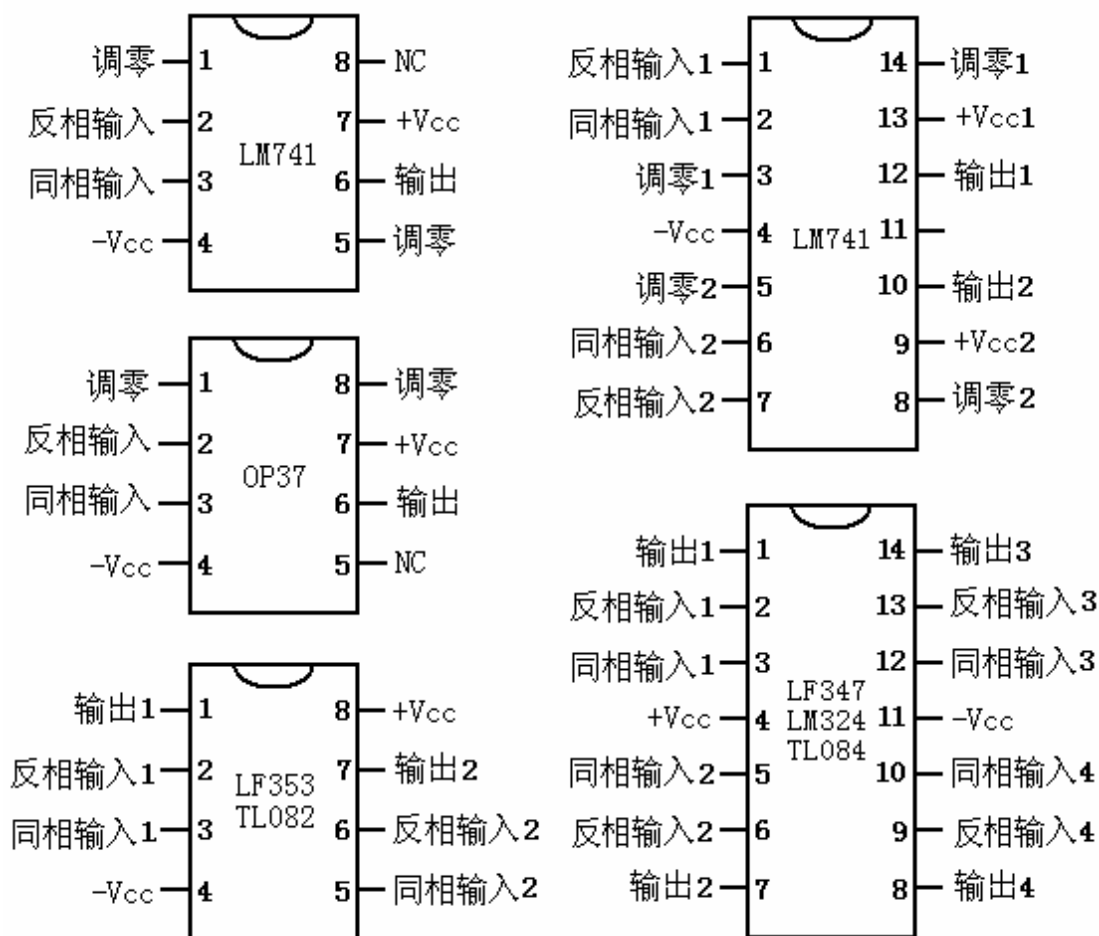
附录表 2.13 几种集成运算放大器参数表

参 数		型 号							
符号	单位	LM741	LM747	LM324	LF353	LF347	TL082	TL084	OP37
$V_{CC}$	V	$\pm 5 \sim \pm 18$	$\pm 22_{\max}$	$\pm 16$	$\pm 18$	$\pm 18$	$\pm 18$	$\pm 18$	$\pm 22$
$V_{o\max}$	V					$\pm 13.5$	$\pm 13.5$	$\pm 13.5$	$\pm 13.8$
$V_{id\max}$	V	$\pm 30$	$\pm 30$	32	$\pm 30$	$\pm 30$	$\pm 30$	$\pm 30$	$\pm 0.7$
$V_{ic\max}$	V	$\pm 12$		$V_{CC}-1.5$	$\pm 12$	$\pm 15$	$\pm 11$	$\pm 11$	
$A_{vo}$	dB	86~106	106	100	106	100	106	106	120
$r_{id}$	k	1000	2000		$10^9$	$10^9$	$10^9$	$10^9$	6000
$r_o$		200							70
$K_{CMR}$	dB	70~90	90	85	86	100	86	86	126
$K_{SVR}$	dB	76~90	96	100	86	100	86	86	120
$V_{io}$	mV	2~6	1	2	10	5	3	3	0.03
$DV_{io}$	$\mu V/$	15	15	7	10	10	10	10	0.2
$I_{io}$	nA	20	20	5	0.2	0.025	0.005	0.005	10
$I_{IB}$	nA	80		45		0.05	0.02	0.02	20
SR	V/ $\mu S$	0.5	0.5		16	13	16	16	17
GBP	MHz	1.2	1.5	1	4	4	4	4	63
描述		通用 双极型	通用 双极型	通用 双极型	JFET 输入	JFET 输入	JFET 输入	JFET 输入	精密 高速

上表中各参数名称为：

$V_{CC}$ ：电源电压	$V_{o\max}$ ：最大输出电压幅度	$V_{id\max}$ ：最大差模输入电压
$V_{ic\max}$ ：最大共模输入电压	$A_{vo}$ ：开环差模电压增益	$r_{id}$ ：开环差模输入电阻
$r_o$ ：开环输出电阻	$K_{CMR}$ ：共模抑制比	$K_{SVR}$ ：电源抑制比
$V_{io}$ ：输入失调电压	$DV_{io}$ ：输入失调电压温漂	$I_{io}$ ：输入失调电流
$I_{IB}$ ：输入偏置电流	SR：输出电压摆动速率	GBP：增益带宽乘积

八、附录表 2.13 中各运算放大器的引脚分布如附录图 2.7 所示。



附录图 2.7 部分运算放大器引脚分布图

