

第一讲：常用电子元器件应用技术

吴振宇：13942650532

创新创业学院，405



电子元器件发展概述：

一、电子元器件的发展

电子技术是十九世纪末、二十世纪初开始发展起来的新兴技术，二十世纪发展最迅速，应用最广泛，成为近代科学技术发展的一个重要标志。

1、第一代电子产品以电子管为核心；

特点：体积大、耗电、寿命短（灯丝寿命）

第一台电子计算机重**30**吨，用**18000**个电子管，功率 **25**千瓦。

1904年，世界上第一只电子二极管在英国物理学家弗莱明的手下诞生了，这使爱迪生效应具有了实用价值。弗莱明也为此获得了这项发明的专利权。

1906年，美国发明家德福雷斯特（De Forest Lee），在二极管的灯丝和板极之间巧妙地加了一个栅板，从而发明了第一只真空三极管。



电子元器件发展概述：

2、上世纪四十年代末诞生了第一只半导体三极管

特点：小巧、轻便、省电、寿命长

3、上世纪五十年代末期第一块集成电路问世

特点：在一小块硅片上集成了许多晶体管

具有独立功能，更省电，便于电子产品的小型化。



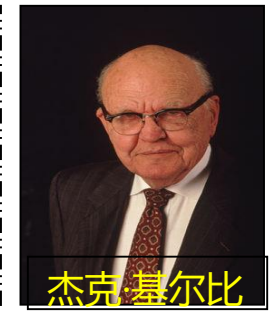
巴丁、肖克利、布拉顿



约翰·巴丁



92封装
all888.com.cn



杰克·基尔比

随后集成电路从**小规模**集成电路发展到**大规模和超大规模**集成电路，从而使电子产品向着**高效能、低消耗、高精度、高稳定、智能化**的方向发展。



电子元器件发展概述：



二、电子元器件在电子技术中的地位和作用

1、电子电路（系统）的最基本单元

电路的正常运行（合理功能）是从每个器件的正常运行开始的。

2、在电子技术的发展中起关键作用

元器件的发展推动了技术的革新，新技术的发展又进一步给元器件的发展提出了新要求 and 空间。

电子元器件发展概述：

三、电子元器件的种类

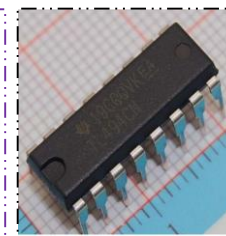
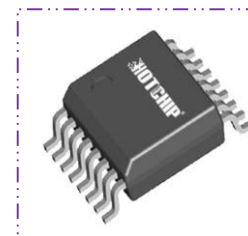
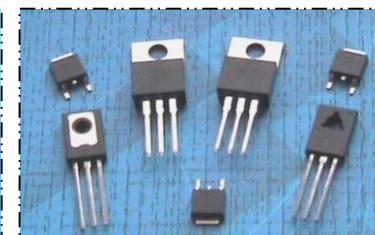
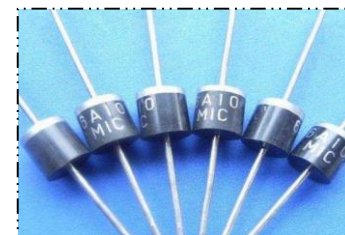
有源器件、无源器件、开关、接插件、电磁器件

1、有源器件（电子器件）

电真空器件（电子管、示波及显像管等）

半导体器件（晶体二、三极管，场效应管等）

集成电路（中小规模ic、大规模及超大规模ic）



电子元器件发展概述：

2、无源器件（电子元件）

电阻R、电感L、电容C

3、开关、接插件

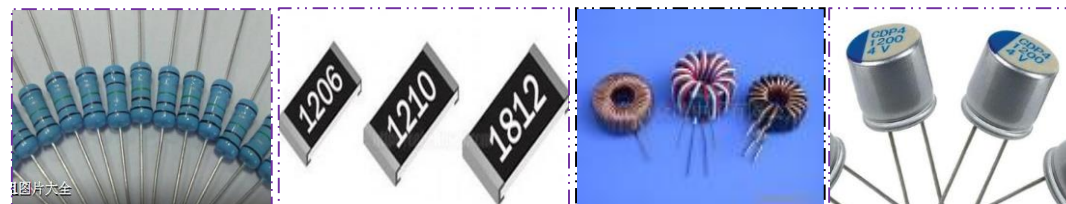
工作方式：开合式、触压式等

功 能：功率器件、信号器件等

形 状：单排、双排、弯针等

4、电磁器件

继电器、接触器、螺线管、电磁阀等



电子元器件发展概述：

四、电子元器件的标准性

1、国家标准

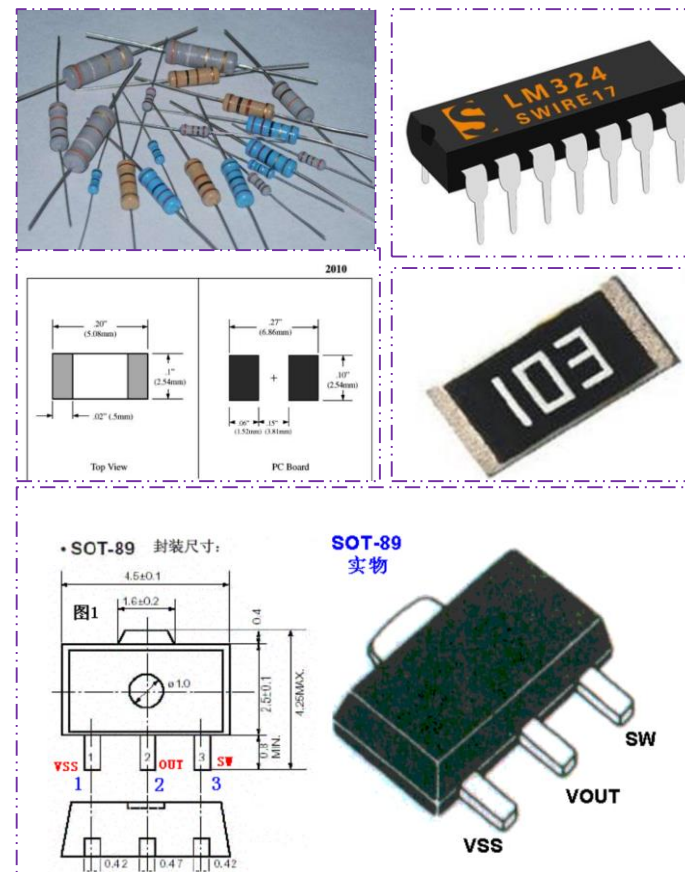
<http://www.cqsrc.org.cn/cqsrc/Html/dzyq/index.html>

包含了现行所有可知电子现象的描述及定义等**163项**。标准每年都有更新项。

2、企业标准

国家尚未制定标准，一般以新器件居多。

3、非标准件（电感类器件居多）



电阻器：

定义：

导体对电流的阻碍作用就叫导体的电阻， R 。

$$R = V / I$$

作用：

电阻器主要用来控制电压、电流，起降压、分压、限流、分流、隔离、匹配和信号幅度调节等。



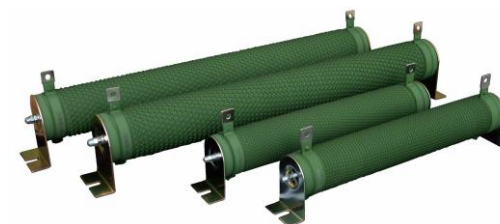
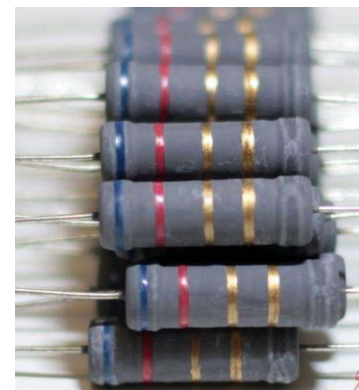
电阻器：

一、电阻器的分类（轴向）

电阻器的种类繁多，并且大都标准化，主要包括固定电阻器、可变电阻器和排阻。

按用途分：普通电阻器、高压电阻器、高频无感电阻器、敏感电阻器、熔断电阻器和精密电阻器。

按材料分：	绕线电阻器	{	普通型	{	非绕线电阻器	{	合成式
			被釉型				膜式
			陶瓷绝缘功率型				



电阻器：

常用电阻器介绍：

1、实芯电阻（碳质电阻）



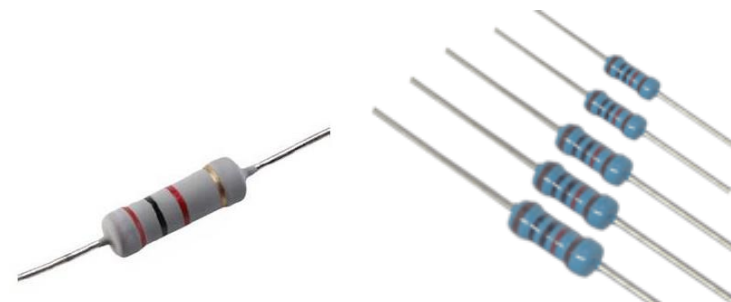
*用于初始精度和随温度变化的稳定性认为不重要的普通电路。

* 阻值范围从 1Ω 到 $22M\Omega$ ，允许偏差为**2%和5%**，阻值间隔为10%。

2、薄膜电阻：（金属膜、金属氧化膜、碳膜、合成膜等）

适合用于要求高初始精度、低温度系数和低噪声的精密应用场合。

- 典型应用：电桥电路、RC振荡器和有源滤波器；
- 初始精度范围：为**1%~10%**；
- 阻值范围： **$1\Omega\sim 301k\Omega$** ，阻值间隔为**2%**；

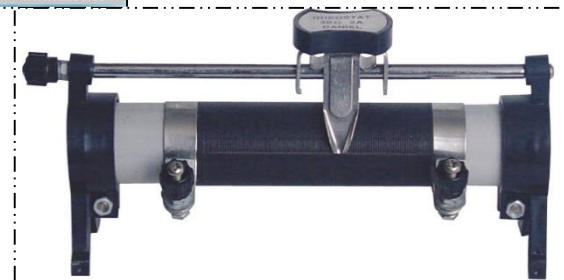
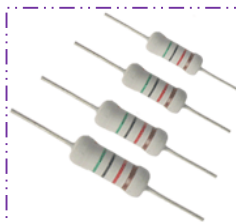


电阻器：

3、线绕电阻：将电阻合金丝缠绕在绝缘基体上

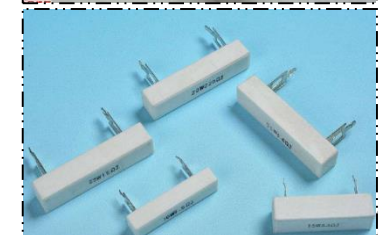
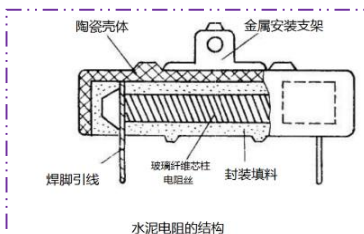
类别：

- 通用线绕电阻、精密线绕电阻
- 大功率线绕电阻、高频线绕电阻



水泥电阻特点：用耐火泥灌封的电阻器

- 1) 由瓷壳填封导热材料,安全性高;
- 2) 有**线绕**和**金属氧化物**两种蕊体;
- 3) 在大容量、大负荷下耐久性优良;
- 4) 精密可调电阻，功率较大，可达到几十至上百瓦。

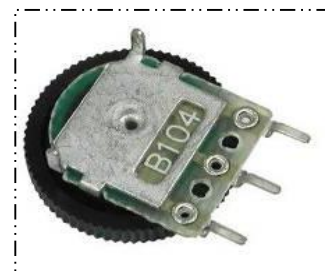
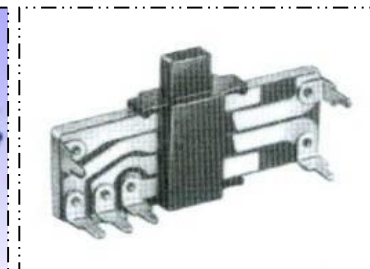
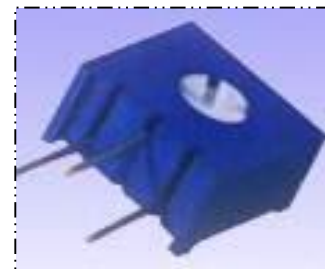
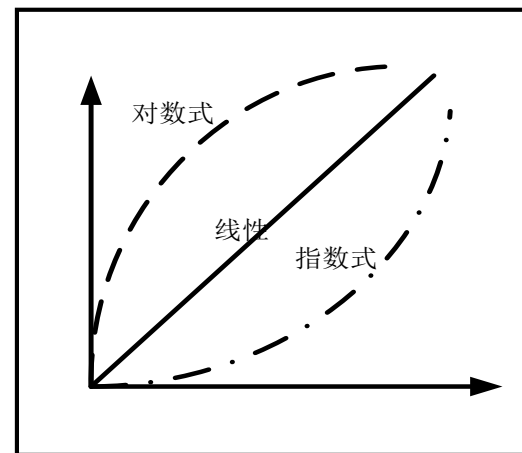


电阻器：

4、电位器（可变电阻器）：

按音量调节方式有直线式、对数式、指数式。

- **直线式**：多为线绕电阻器，主要用于电压调节；
- **对数式**：用于调节音调，即频率特性调节，因为人对音频频率的响应为对数式的；
- **指数式**：多用于音量的调节，因为人耳的强度感应与音量成指数关系。

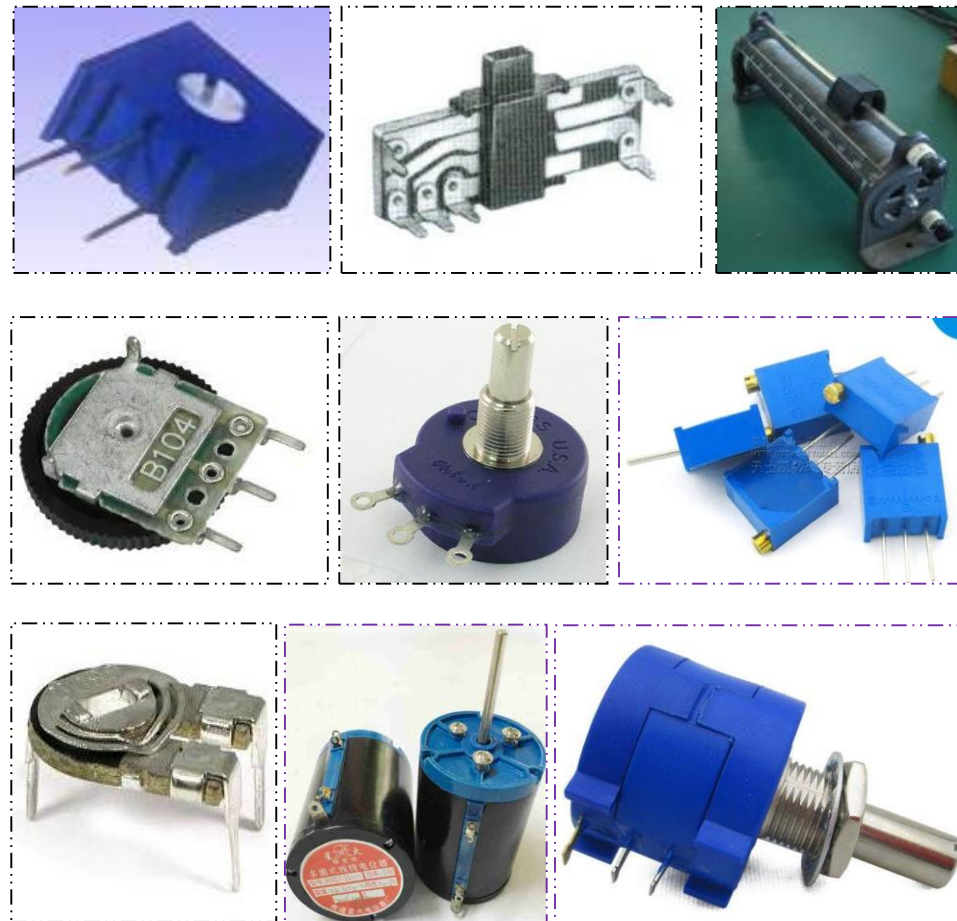


电阻器：

4、电位器（可变电阻器）

电位器的种类：

- ◆ 普通合成碳膜电位器；
- ◆ 带开关小型合成碳膜电位器；
- ◆ 单联带开关（无开关）电位器；
- ◆ 双联同轴无开关（带开关）电位器；
- ◆ 双联异轴无开关（带开关）电位器；
- ◆ 小型精密合成碳膜电位器；
- ◆ 推拉开关合成碳膜电位器；
- ◆ 直滑式合成碳膜电位器；
- ◆ 精密多圈合成碳膜电位器等等。



电阻器：

1) **合成碳膜电位器**：碳膜喷涂，是目前使用最多的一种电位器。

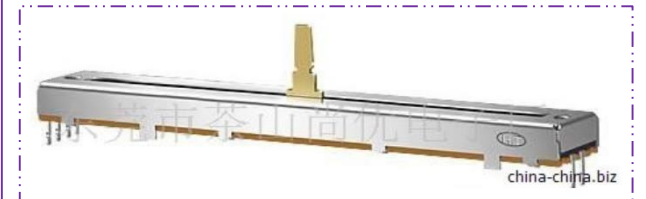
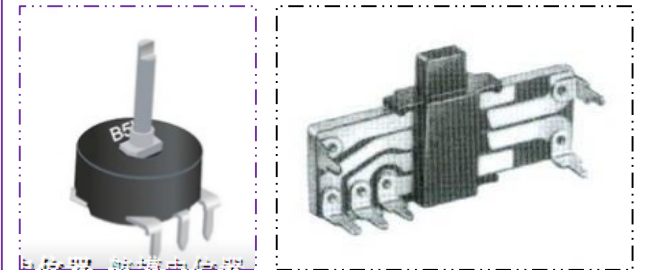
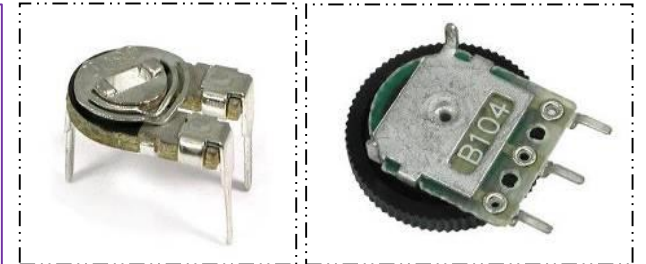
优点：分辨率高、阻值范围宽；

缺点：滑动噪声大、耐热耐湿性不好。

2) **金属膜电位器**：通过真空喷溅技术使导电金属沉积在陶瓷基体上制成的可变电阻器。

优点：分辨率高、滑动噪声较合成碳膜电位器小；

缺点：阻值范围小、耐磨性不好。



电阻器：

3) **线绕电位器**：其电阻体是由电阻丝绕在涂有绝缘材料的金属或非金属板上制成的。

优点：功率大、噪声低、精度高、稳定性好；

缺点：高频特性较差。



4) **实心电位器**：是用碳黑、石墨、石英粉、有机粘合剂等配制的材料混合加热后，压在塑料基体上，再经加热聚合而成。

优点：分辨率高、耐磨性好、阻值范围宽、可靠性高、体积小；

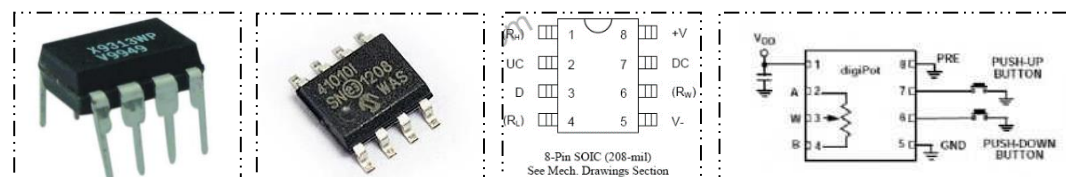
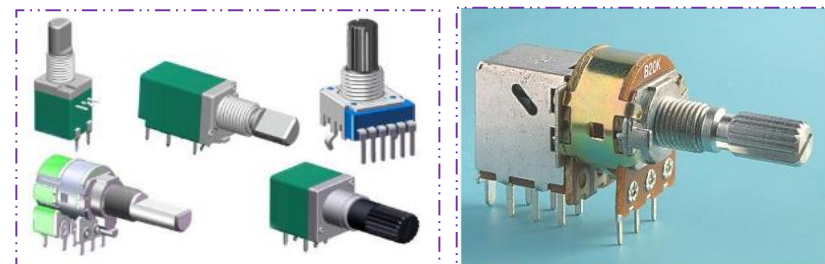
缺点：噪声大、耐高温性差。



电阻器：

其他类型：

- 1) **单圈**电位器与多圈电位器；
- 2) **单联**电位器与双联电位器；
- 3) **带开关**电位器，多用于电视机、收音机中作音量控制兼电源开关；
- 4) **直滑式**电位器：其电阻体为长方条形，它是通过与滑座相连的滑柄作直线运动来改变电阻值的；一般用于电视机、音响中作音量控制或均衡控制；
- 5) **贴片式**电位器（片状电位器）；
- 6) **步进**电位器：由步进电动机、转轴电阻体、动触点等，多用于音频功率放大器中作音量控制；
- 7) **数字**电位器：数控调节。



电阻器：

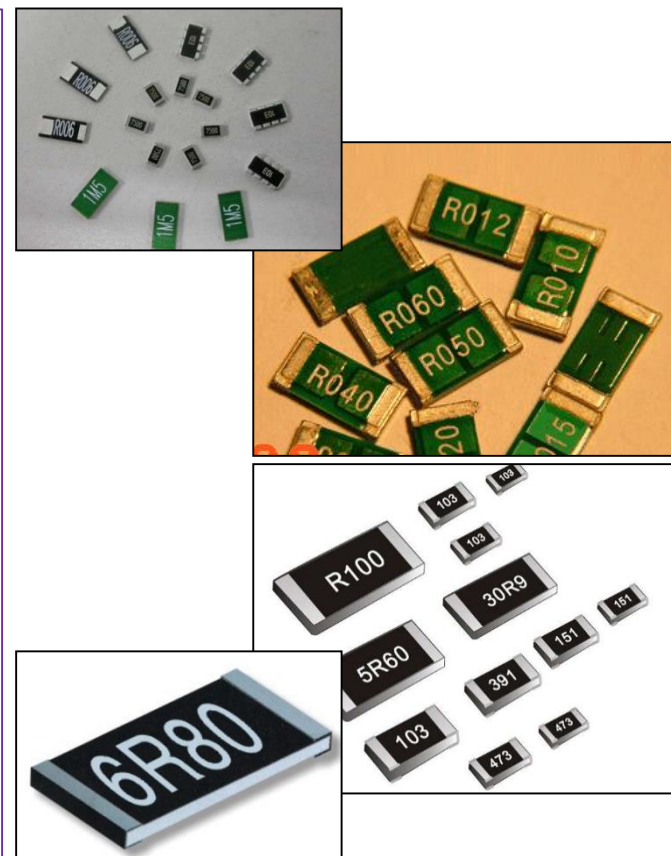
5、贴片电阻（薄膜）

随着电子产品的小型化趋势，使用贴片元件越来越常见了，特别是采用双列直插元件和贴片元件混合的单面电路板设计，不但电路板的体积减小了，而且生产成本也很低。

常用的贴片封装：**0603、0805、1206、1210**；

0805具体尺寸：**2x1.25x0.5毫米（8mil*5mil）**；

1206具体尺寸：**3x1.5x0.5毫米（12mil*6mil）**；



电阻器：

贴片封装与功率之间的关系

0201 1/20W
0402 1/16W
0603 1/10W
0805 1/8W
1206 1/4W

贴片电容电阻 外形尺寸 与封装的对应关系

0402=1.0x0.5
0603=1.6x0.8
0805=2.0x1.2
1206=3.2x1.6
1210=3.2x2.5
1812=4.5x3.2
2225=5.6x6.5

电阻器：

二、基本特性参数

1、阻值及精度

由于电阻器已标准化，其精度等级分为005、01（00）、02（0）、I、II、III级，下表是各精度等级所对应的偏差。

允许偏差（%）	± 0.5	± 1	± 2	± 5	± 10	± 20
精度等级	005	01或00	02或0	I	II	III

电阻器：

电阻值按精度要求又划分成几个系列，如E96、E24、E12、E6 等；显然，阻值间隔与精度密切相关，其中**E96和E24**为常用规格。按国家标准，电阻器的精度等级如表所示：

E96系列 (允许偏差±1%)												E24系列 (2\±5\10%)					E12系列 (±10%)			E6系列 (±20%)		
10.0	10.2	10.5	10.7	11.0	11.3	11.5	11.8	12.1	12.4	12.7	13.0	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	1.0	1.2	1.5	1.0 1.5 2.2 3.3 4.7 6.8		
13.3	13.7	14.0	14.3	14.7	15.0	15.4	15.8	16.2	16.5	16.9	17.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	1.8	2.2	2.7			
17.8	18.2	18.7	19.1	19.6	20.0	20.5	21.0	21.5	22.1	22.6	23.2	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	3.3	3.9	4.7			
23.7	24.3	24.9	25.5	26.1	26.7	27.4	28.0	28.7	29.4	30.1	30.9	4.3	4.7	5.1	5.6	6.2	5.6	6.8	8.2			
31.6	32.4	33.2	34.0	34.8	35.7	36.5	37.4	38.3	39.2	40.2	41.2	6.8	7.5	8.2	9.1							
42.2	43.2	44.2	45.3	46.4	47.5	48.7	49.9	51.1	52.3	53.6	54.9											
56.2	57.6	59.0	60.4	61.9	63.4	64.9	66.5	68.1	69.8	71.5	73.2											
75.0	76.8	78.7	80.6	82.5	84.5	86.6	88.7	90.9	93.1	95.3	97.6											

电阻器：

说明：

1) 将表中的数值分别乘以 10^n 即可得出相应的电阻值。

如：

1K 1.1K 1.2K 1.3K 1.5K 1.6K 1.8K 2K 2.2K 2.4K 2.7K 3K 3.2K
3.3K 3.6K 3.9K 4.3K 4.7K 5.1K 5.6K 6.2K 6.6K 8.2K 9.1K
10K 11K 12K 13K 15K 16K 18K 2K 22K 24K 27K 3K 32K
33K 36K 39K 43K 47K 51K 56K 62K 66K 82K 91K

2) 每相邻阻值之差为允许偏差，故偏差愈小，阻值分的愈细。

电阻器：

2、电阻器的标示方法

1) 直接标示法：

将电阻器的主要参数和技术性能用数字或字母直接标注在电阻体上.

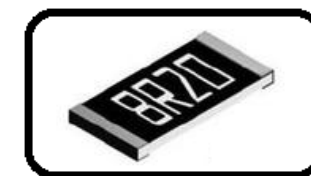
如: $5.1\text{k}\Omega$ 5% , $5.1\text{k}\Omega$ J

2) 文字符号法—将文字、数字两者有规律组合起来表示电阻器的主要参数.

如: $0.1\Omega = \Omega 1 = 0R1$, $3.3\Omega = 3\Omega 3 = 3R3$, $3K3 = 3.3K\Omega$

3) 贴片电阻标注方法:前两位表示有效数,第三位表示有效值后加零的个数.0-10欧带小数点电阻值表示为 XRX, RXX 。

如 : $471 = 470\Omega$, $105 = 1M$, $2R2 = 2.2\Omega$

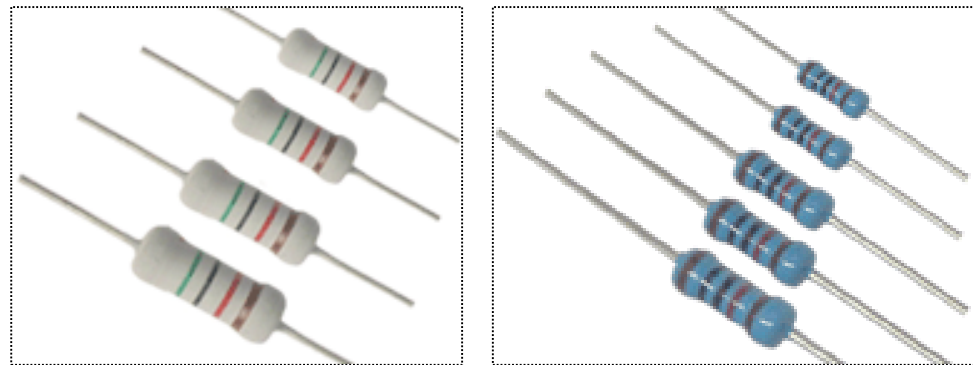


电阻器：

4) **色环标注法**：用特定的颜色表示数字1, 2, 3....及倍乘数、误差等。

a) **四环电阻**：

因表示误差的色环只有**金色或银色**，
色环中的**金色或银色**环一定是第四环。



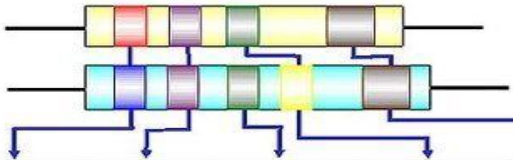
b) **五环电阻**：

(1)从阻值范围判断:因为一般电阻范围是0-10M,如果我们读出的阻值超过这个范围,可能是**第一环**选错了。

(2)从误差环的颜色判断:表示误差的色环颜色有银、金、紫、蓝、绿、红、棕.如里靠近电阻器端头的色环不是误差颜色,则可确定为**第一环**。

电阻器：

色环电阻数值对应表：



颜色	I	II	III	倍率	误差
黑	0	0	0	10^0	
棕	1	1	1	10^1	$\pm 1\%$
红	2	2	2	10^2	$\pm 2\%$
橙	3	3	3	10^3	
黄	4	4	4	10^4	
绿	5	5	5	10^5	$\pm 0.5\%$
蓝	6	6	6		$\pm 0.25\%$
紫	7	7	7		$\pm 0.1\%$
灰	8	8	8		
白	9	9	9		
金				10^{-1}	$\pm 5\%$
银				10^{-2}	$\pm 10\%$

意义 \ 颜色		黑	棕	红	橙	黄	绿	兰	紫	灰	白	金	银	无色
A	第一位数	--	1	2	3	4	5	6	7	8	9	--	--	--
B	第二位数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	--	--	--
C	倍乘数	$\times 1$	$\times 10$	$\times 10^2$	$\times 10^3$	$\times 10^4$	$\times 10^5$	$\times 10^6$	$\times 10^7$	$\times 10^8$	$\times 10^9$	$\times 10^{-1}$	$\times 10^{-2}$	--
D	偏差	/	1%	2%	/	--	.5%	.25%	.10%	.05%	--	$\pm 5\%$	$\pm 10\%$	$\pm 20\%$

电阻器：

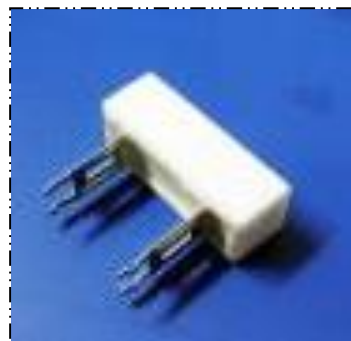
3、额定功率

额定功率是指在正常外界条件下，电阻器长期连续负荷下而不损坏（或不显著改变其性能）所允许的消耗最大功率 P_m 。

$$P \leq P_m$$

$$P = VI \text{ 或 } P = V^2/R$$

一般实芯电阻，薄膜电阻，贴片电阻等额定功率较小，分1/16，1/8，1/4，1/2，1，2，3W，最大不超过5W。而线绕电阻额定功率较大，从3~数百瓦。



电阻器：

4、最大工作电压

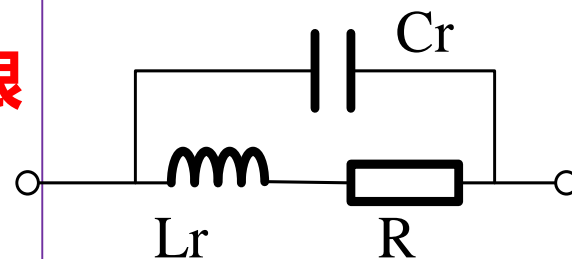
允许的最大**连续工作电压**，也称击穿电压，该电压不能仅从损耗来确定，即 $V = P_m \cdot R$ ，有时最大工作电压往往比此值低。

例如：某种电阻为**1MΩ**，**2W**，如从损耗考虑，则可施加**1400V**的电压，但**技术条件（材料）**给出的最大工作电压仅为500V。

5、高频特性

电阻器的结构使其存在**寄生电感和寄生电容**，从而**限制**了它在高频状态下的使用。

- **非线绕电阻**： L_r 约为0.01~0.05uH
- **线绕电阻**：（高频线绕除外）则 L_r 可达几uH，而 C_r 可达10多pf。



电阻器：

6、稳定性

主要是指在外界条件改变时电阻值的变化程度，一般用相应的稳定系数表征。

温度系数： 温度每变化1°C而引起的电阻值变化量： $\alpha_t = \frac{R_2 - R_1}{R_1(t_2 - t_1)} \quad (1/^\circ\text{C})$

分正、负温度系数

电压系数： 在规定的电压范围内，电压变化1V所对应的电阻值变化量：

$$\alpha_v = \frac{R_2 - R_1}{R_1(v_2 - v_1)} \quad (1/v)$$

电阻器：

7、老化系数

电阻在**额定功率**长期负荷下，阻值相对变化的百分数，它是表示电阻器**寿命长短**的参数。当阻值在不同温度时发生较大变化或开路状态，表明电阻已经损坏。

8、噪声

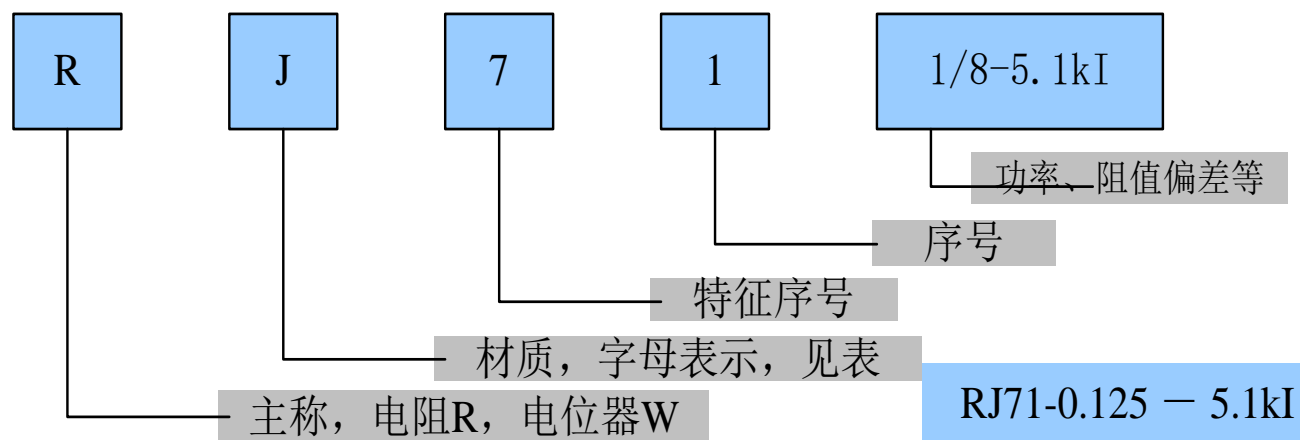
产生于电阻中的不规则电压起伏，包括**热噪声**和**电流噪声**。

一般噪声电压很小，只在精度要求比较高的电路中需要注意。

电阻器：

三、命名法#

根据国家标准，我国的电阻器型号由五部分组成：



字母	T	H	S	N	J	Y	C	I	X
材质	碳膜	合成碳膜	有机实芯	无机实芯	金属膜	氧化膜	滑稽膜	玻璃釉质	线绕

字母	1	2	3	4	7	W	D	T	X
材质	普通	普通	高频	高阻	精密	微调	多圈	可调	小型

电阻器：

四、普通电阻的选用常识

a.正确选有电阻器的阻值和误差:

- **阻值选用:**所用电阻器的标称阻值与所需电阻器阻值差值越小越好。
- **误差选用:**时间常数RC电路所需电阻器的误差尽量小.一般可选5%以内.对退耦电路,反馈电路滤波电路负载电路对误差要求不太高.可选10%-20%的电阻器。

b.注意电阻器的极限参数:

- **额定电压:** 当实际电压超过额定电压时,即便满足功率要求,电阻器也会被击穿损坏。
- **额定功率:** 所选电阻器的额定功率应大于实际承受功率的**两倍**以上才能保证电阻器在电路中长期工作的可靠性。

电阻器：

四、普通电阻的选用常识

c.要首选通用型电阻器:

通用型电阻器种类较多、规格齐全、生产批量大,且阻值范围、外观形状、体积大小都有挑选的余地,便于采购、维修。

d.根据电路特点选用:

- **高频电路:**分布参数越小越好,应选用金属膜电阻、金属氧化膜电阻等高频电阻。
- **低频电路:**绕线电阻、碳膜电阻都适用。
- **功率放大电路、偏置电路、取样电路:**电路对稳定性要求比较高,应选温度系数小的电阻器。
- **退耦电路、滤波电路:**对阻值变化没有严格要求,任何类电阻器都适用。

e.根据电路板大小选用电阻: 直插件或者表贴件 。

电容器：

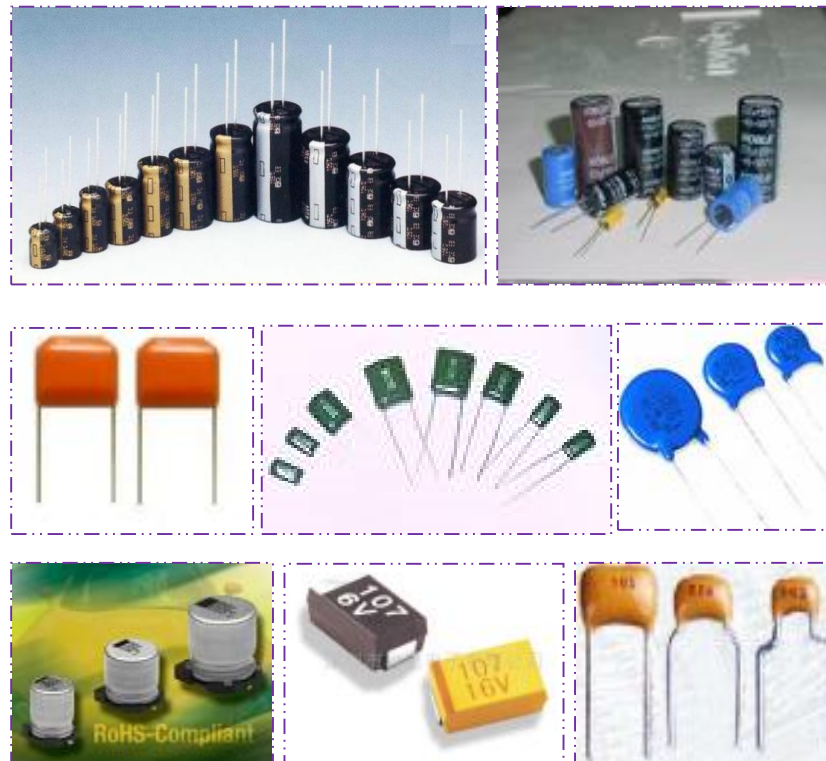
定义：由两个金属极板，中间夹有绝缘材料（介质）构成。

一、电容器分类

1、按介质材料分：空气、云母、瓷介、纸介、薄膜（塑料、涤纶）、电解质等不下数十种；

2、按调节方式：有固定、可变、微调之分；

3、按极性：有极性和无极性



电容器：

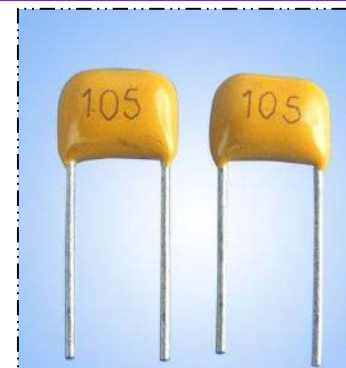
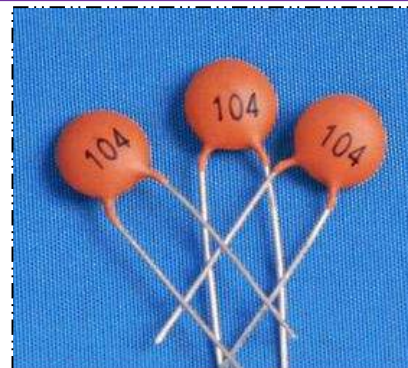
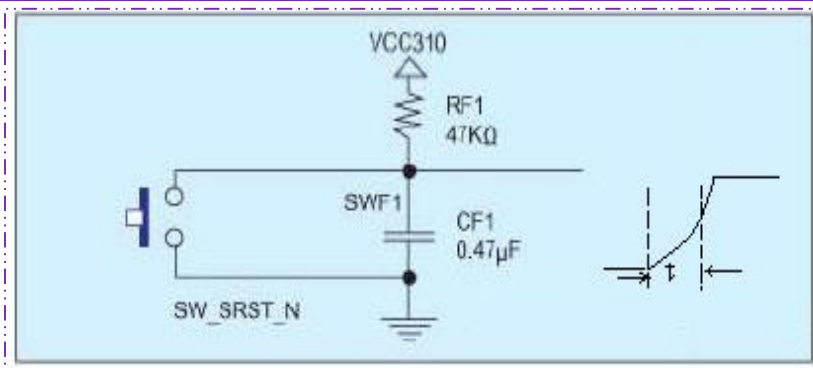
二、电容器的作用

- 1、信号耦合：**隔直通交，主要包括纸介（包括金属化纸介），薄膜，电解等；
- 2、电源滤波：**用来滤除交流成分，使输出的直流更平滑，主要用电解；
- 3、高频回路：**信号调节、震荡器，主要用云母、瓷介、CBB等；
- 4、电网补偿：**电力系统中用于提高功率因数；主要用耐高压、油浸介质；



电容器：

5、计时：电容器与电阻器配合使用，确定电路的时间常数



6、储能：储存电能，用于必要的时候释放。例如相机闪光灯，加热设备等等，最新应用有应急发电机组断电启动、轨道交通储能、锂电池+超级电容汽车瞬时启停。

某些电容的储能水平已经接近锂电池的水准(超级电容、电容电池)，一个电容储存的电能可以供一个手机使用一天。



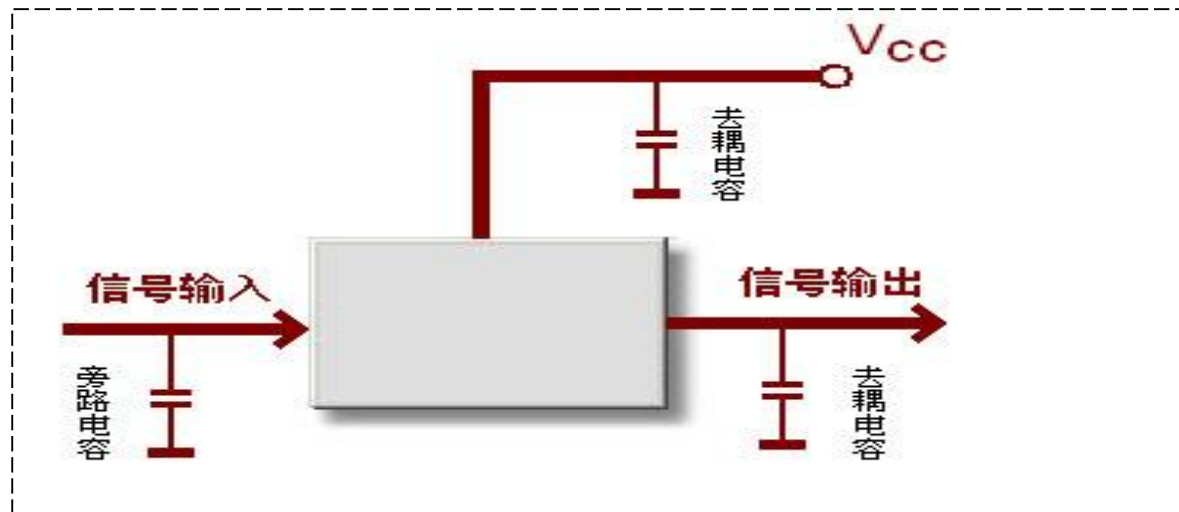
新型 K2 3.0V/3000F 单体



电容器：

7、电路去耦和旁路：

主要用到的电容有：瓷片、电解、独石。



去耦电容作用：

- 1) 作为本集成电路的蓄能电容；
- 2) 滤除该器件产生的高频噪声，切断其通过供电回路进行传播的通路；
- 3) 防止电源携带的噪声对电路构成干扰。

电容器：

三、电容器的基本参数

1、电容量及精度

与电阻类似，也有E6，E12，E24等系列，意义类同。而精度则分为八级：

字母标示	F	G	J	K	M	—	—	—
精度等级	00 (01)	0 (02)	I	II	III	IV	V	VI
允许偏差 (%)	± 1	± 2	± 5	± 10	± 20	+20 -10	+50 -20	+50 -30

电容器：

2、耐压强度

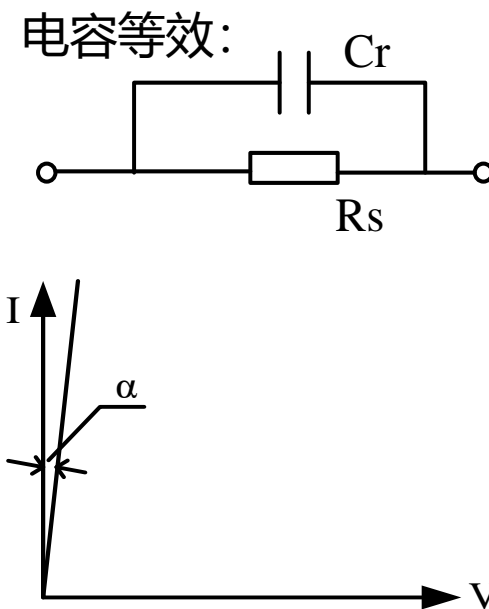
通常用三个量表征电容器的耐压强度

- 1) **直流工作电压**，即长期安全工作所承受的最高直流电压。
- 2) **实验电压**，指在较短时间（通常为**5秒~1分**）内电容器所能承受的不被击穿的电压，有时用额定工作电压/实验电压来表示耐压强度。
- 3) **交流工作电压**，在交流工作状态下，介质损耗将要增加，交流工作电压一般比额定直流电压低，约为 **(10~60) %**。

电容器：

3、损耗角

这是表征电容器**介质损耗**（漏电损耗）的量，因为理想的电容器两端，除电容外漏电阻为无穷大，但由于存在介质损耗， R_s 并不是理想的无穷大，故电容器两端电压 V 与流经电容器的电流 I 不再是90度的相移，由于 α 很小， $\alpha \approx \text{tga}$ ，通常用 tga 表示这个损耗。



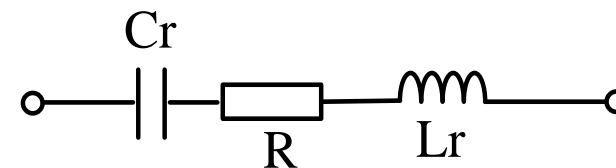
在各类电容器中**云母、瓷介、薄膜电容**的 tga 比较小，约为0.002~0.0002，**纸介电容**约为0.005~0.05，而**电解电容**最大可达0.1~0.2。

电容器：

4、高频特性

由于结构原因，电容器亦存在寄生电感，故限制了电容器的上限使用频率；

高频电容等效：



电容类型	大型纸介	小型纸介	小型纸介 (无感)	中型云母	小型云母	中型瓷管	小型瓷管	中型瓷片	小型瓷片
等效电感 (nH)	50~100	30~60	6~11	15~25	4~6	20~30	3~10	2~4	1~1.5
极限频率 (MHz)	1~1.5	5~8	50~80	75~100	150~200	50~70	150~200	200~300	2000~3000

电容器：

5、温度系数（温度稳定性）及允许使用环境温度

$$\alpha_c = \frac{C_2 - C_1}{C_1(t_2 - t_1)} \quad (1/^\circ\text{C})$$

为减小环境温度对电容器的影响，一般都规定了电容器的环境温度，以下是几组环境温度表：

组别	T	G	N	B
使用环境温度℃	-60~60	-50~60	-40~60	-10~60

电容器：

四、电容器的标注方法

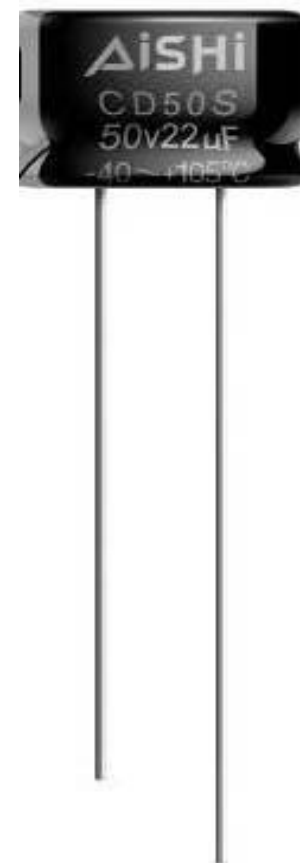
- 1、**直接数字标注法**：如电解电容，云母、瓷片电容。
- 2、**10次幂标注法**：中小容量（电解除外）部分用10次幂标注，由三位数构成，前二位数字即为电容的容量，第三位则为10的倍乘数，如：

103: $10 \times 10^3 = 10,000 \text{ pf} = 0.01 \text{ uf}$

104: $10 \times 10^4 = 100,000 \text{ pf} = 0.1 \text{ uf}$

681: $68 \times 10 = 680 \text{ pf}$

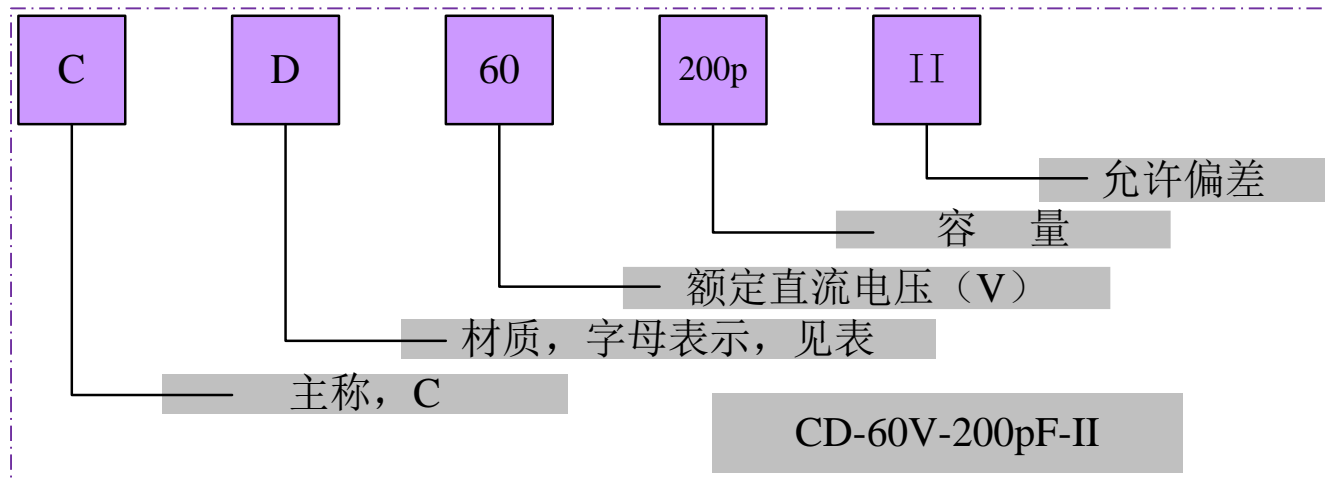
- 3、**色环标注法**及耐压等级标注。



电容器：

五、电容器的命名方法

根据国家标准，电容器的规格标注也由五部分构成。



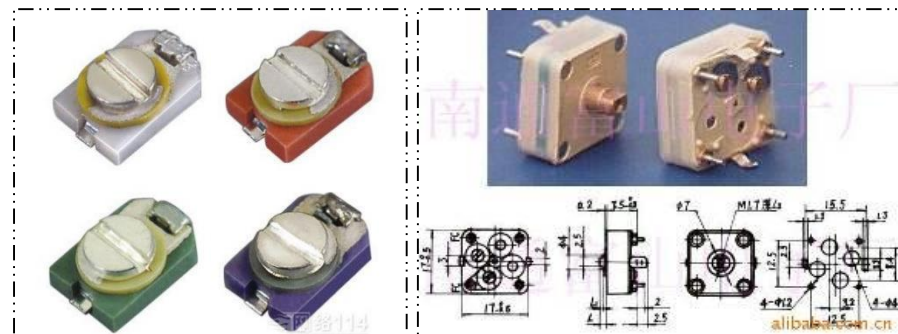
电容器
符号-材质-结构
对应表：

符号	C	Y	I	O	B	Z	J	H	L	F	D	A
材质	瓷介	云母	玻璃釉	玻璃膜	聚苯乙烯	纸介	金属化纸介	混合介质	涤纶	聚四氟乙烯	铝电解	钽电解
结构	管形圆片	叠片	独石	穿心	穿心密封	卷绕	卷绕	独石非密封	独石非密封	独石非密封	箔式卷绕	烧结粉固体
特性	小容量					老式			小容量		中大容量	性能稳定

电容器：

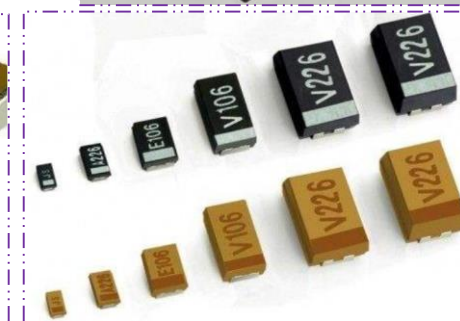
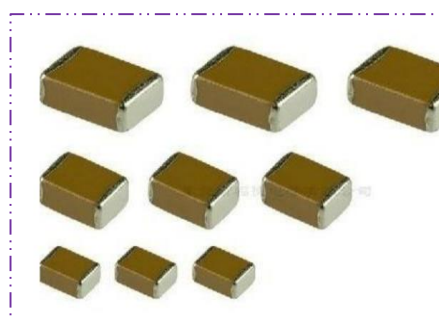
六、可调电容器

- **形 式：**可调式和半可调式；
- **介 质：**空气、薄膜、云母、瓷介等；
- **调节规律：**直线式、指数式；
- **结 构：**双联等容，双联差容；



七、贴片电容

以小容量为主，容值从几pF~几百uF，耐压较低，体积小，分布参数小，具有比较好的高频特性。



电容器：

八、电容器选用及使用注意事项：

- 1、一般在**低频耦合**或**旁路**，电气特性要求较低时，可选用**电解**、**纸介**、**涤纶**电容器；在**高频高压**电路中，应选用**瓷介电容器**或**云母电容器**；在电源**滤波**和**退耦**电路中，可选用**电解电容器**。
- 2、在**振荡**电路、**延时**电路、**音调**电路中，电容器容量应尽可能与**计算值一致**。在各种**滤波器**中（选频网络），电容器容量要求精确；在退耦电路、低频耦合电路中，对容量及精度的要求不要求太严格。
- 3、电容器额定电压应高于实际工作电压，并要有足够的余地，一般选用耐压值为**实际工作电压两倍**以上的电容器。
- 4、优先选用绝缘电阻高、损耗小的电容器，还要注意使用环境（**高压**、**高热**、**低温**）的长期影响。

电感器：

一、电感器的分类

电感器的种类繁多，但大都为非标准件，国家标准少，企业标准多，有些情况则自行绕制，形式上有**变压器**及**电感器**两大类。

变压器： **电源变压器**、**调压变压器**、**音频变压器**、**中频变压器**、**高频变压器**、**脉冲变压器**等

电感器： **空芯**，**磁芯**及**铁芯电感器**



电感器：

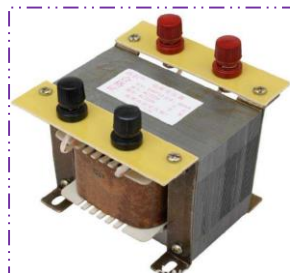
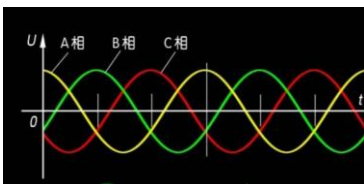
二、基本参数

1、变压器的基本参数：

变压比：输入电压与输出电压比值；

输出功率：长时间工作时输出最大电压与电流乘积；

效率（或变损）：输出功率与输入功率之比。



2、电感器的基本参数：

1) 标注方法

标注有**色标法**和**直标法**，方法和电阻类似。



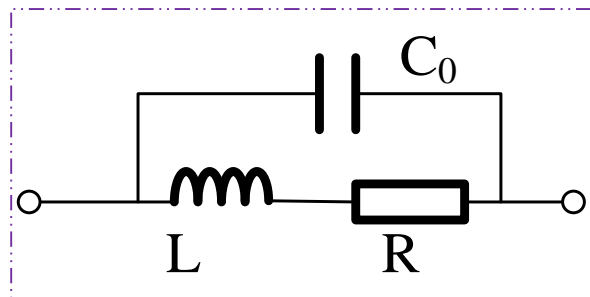
2) 品质因数（Q值）

$$Q = \frac{\omega L}{R}$$

表明损耗大小的参数，Q值愈高，损耗愈小。

电感器：

3) 寄生电容或线圈固有频率



$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_0}}$$

在使用线圈时必须使**工作频率远小于 f_0**

4) 额定电流

主要针对**电源**中的扼流圈或大功率谐振线圈而言，通过扼流圈的电流**远小于**额定电流。

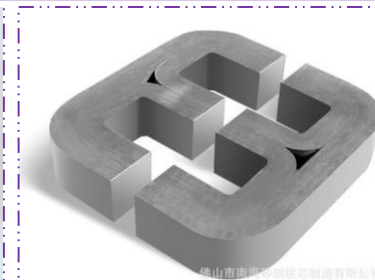
电感器：

三、铁芯及磁芯

1、铁芯：

主要用于电源或低频设备中

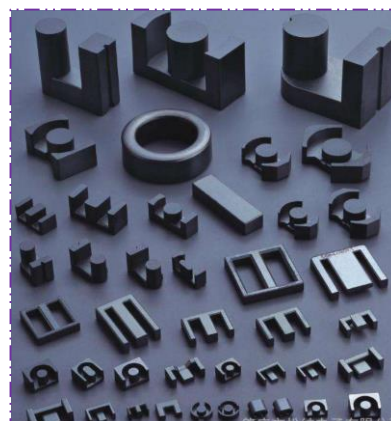
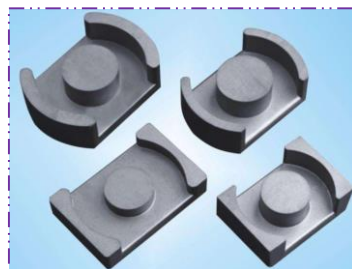
材质：铁氧体，矽钢片，增加导磁效率，减小损耗



2、磁芯：

锰芯：用于低频电路中

镍芯：用于高频电路中



电感器：

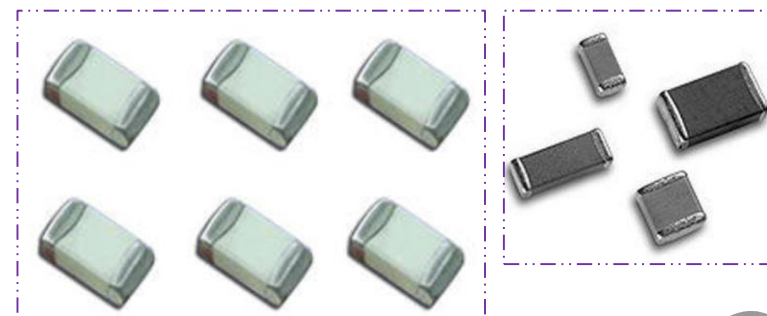
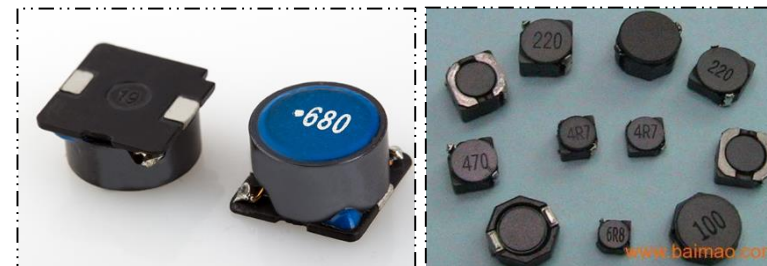
四、贴片电感器

1、片式功率电感

片式**功率电感**的耐受电流大，直流电阻小，适合用在小型移动终端产品中的直流转直流电源模块，可应用于汽车控制模块、车载导航、手机、数码相机、PDA等诸多以电池供电的电源模块中；

2、片式普通电感

片式**普通电感**则广泛应用于各类电子产品的电路中。



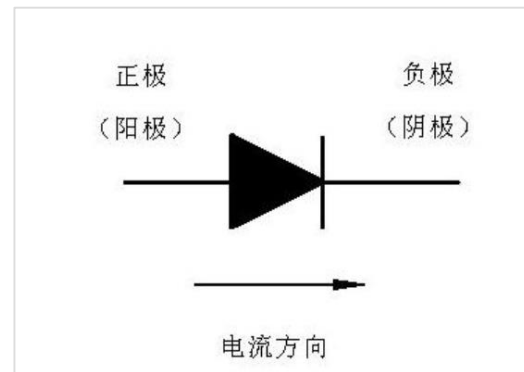
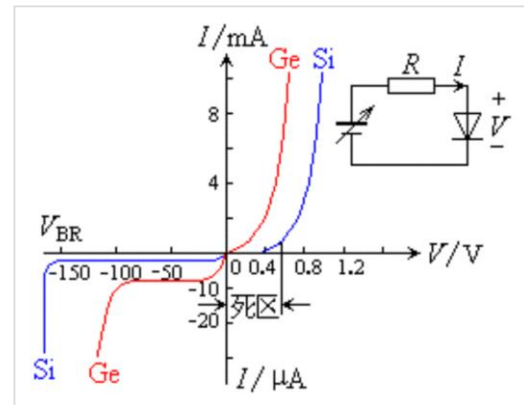
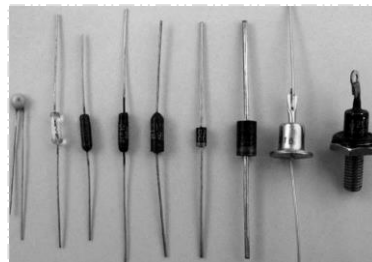
晶体二极管：

一、特性：

单向导电作用，也就是在正向电压的作用下，导通电阻很小；而在反向电压作用下导通电阻极大或无穷大。

1、额定正向工作电流：

二极管长期连续工作时允许通过的最大正向电流值
电流过大----热击穿（锗 90°C 、硅 140°C ）



晶体二极管：

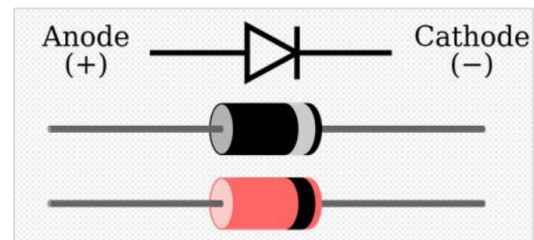
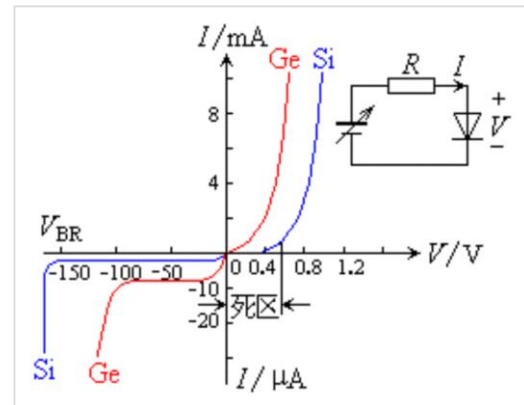
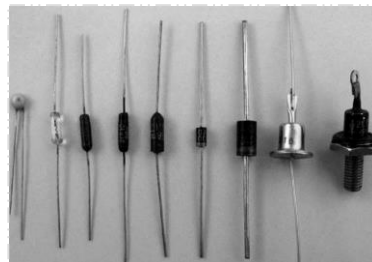
2、最高反向工作电压：

加在二极管两端的反向电压高到一定值时，会将管子击穿，失去单向导电能力。

反压增高----反压击穿

3、反向电流

二极管在规定的温度和最高反向电压作用下，流过二极管的反向电流。



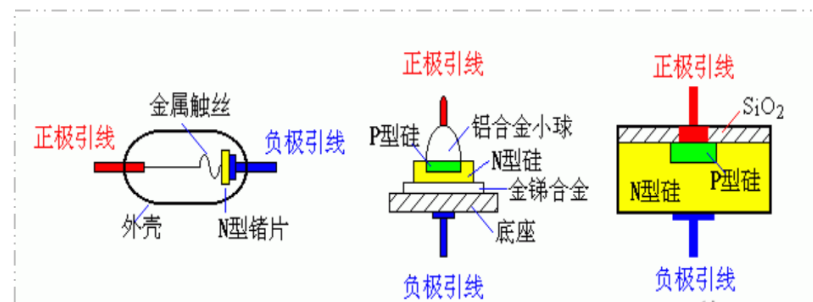
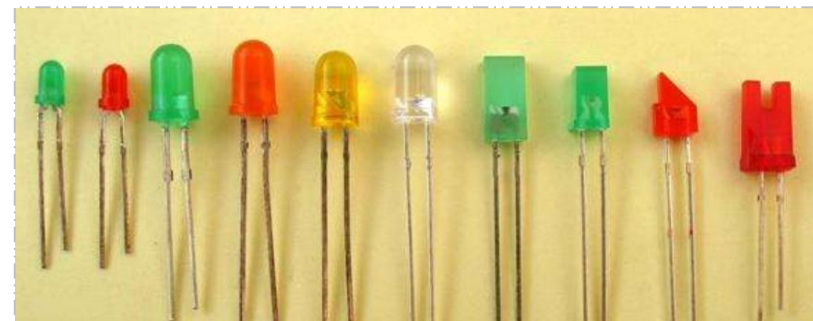
晶体二极管：

二、二极管的分类

1、材料：可分为锗二极管（Ge管0.4V）和硅二极管（Si管0.7V）

2、用途：整流、检波、稳压、开关、发光、变容二极管等

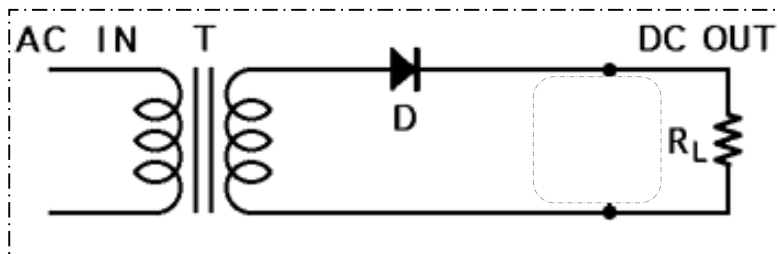
3、管芯结构：又可分为点接触型、面接触型及平面型二极管



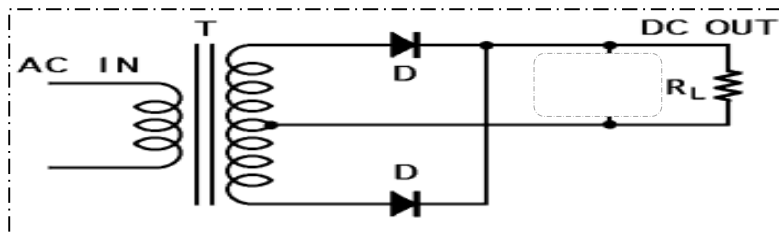
晶体二极管：

三、二极管在整流电路中的应用

1. 半波整流回路：



2. 全波整流回路：



3. 桥式整流回路：

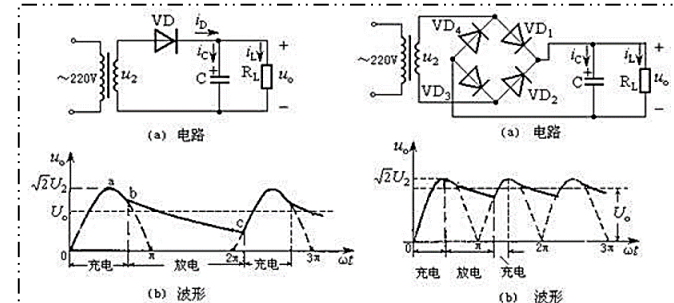
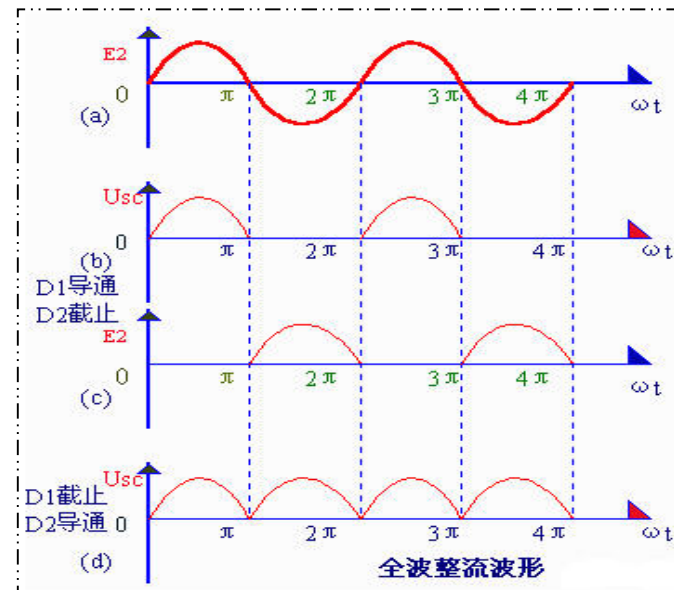
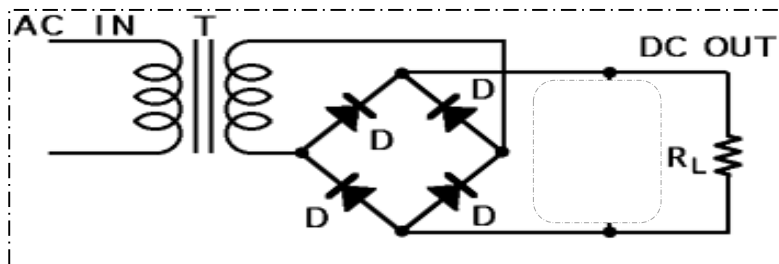


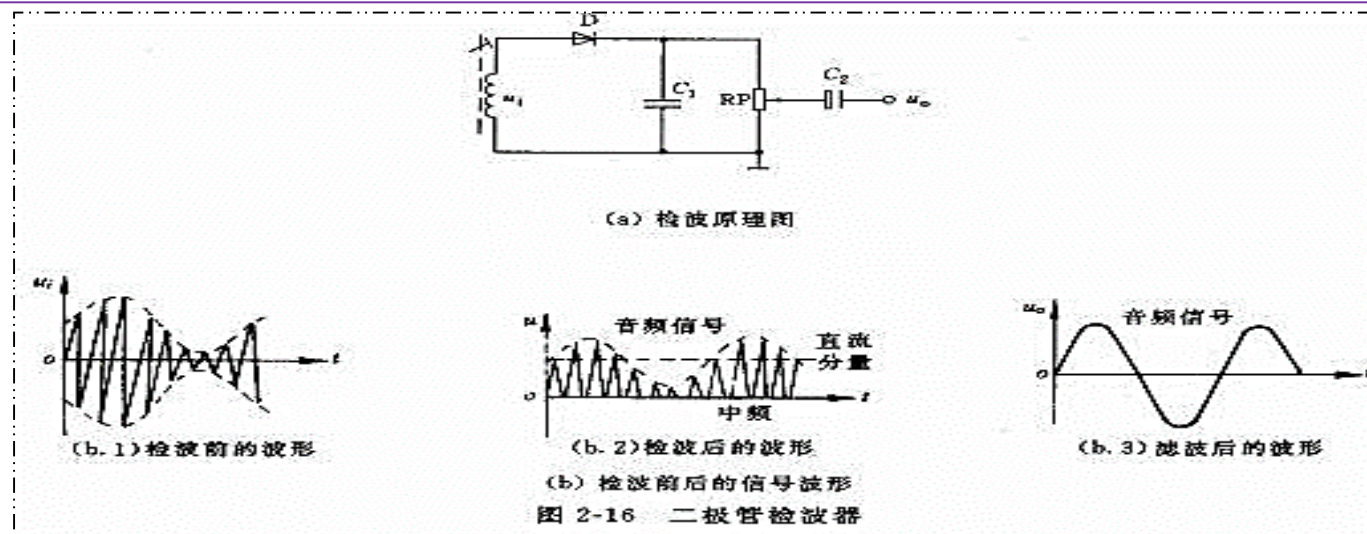
图 7-5 半波整流电容滤波电路

图 7-6 桥式整流电容滤波电路

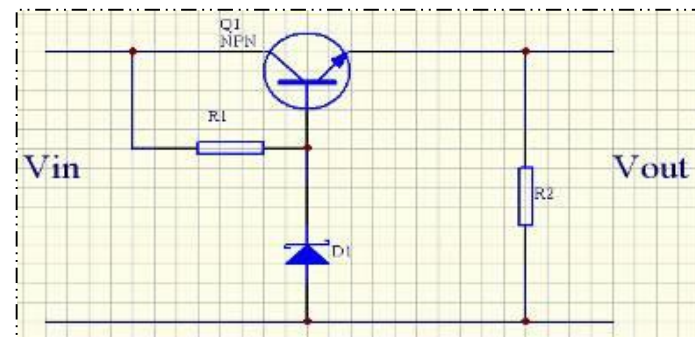
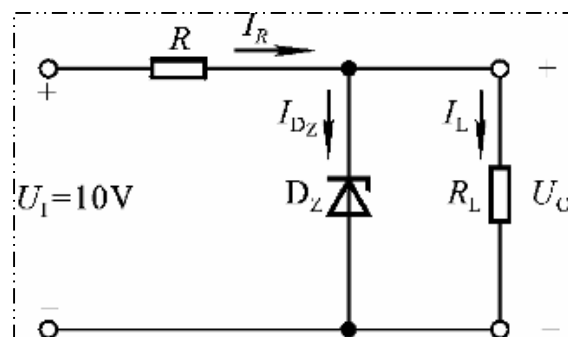
晶体二极管：

四、其他应用

1. 检波电路



2. 稳压电路



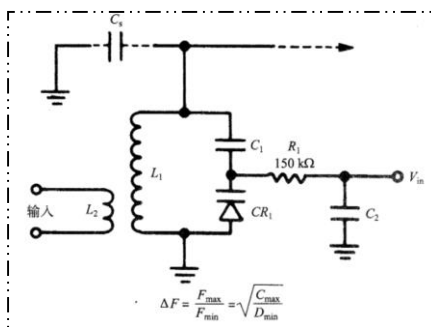
晶体二极管：

3. 调谐电路(变容二极管)

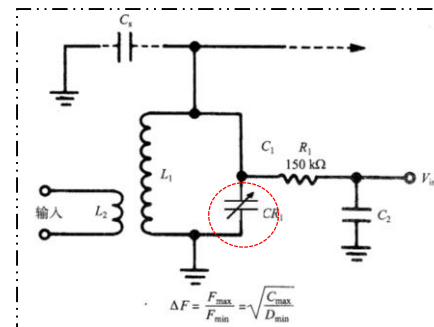
改变电压V



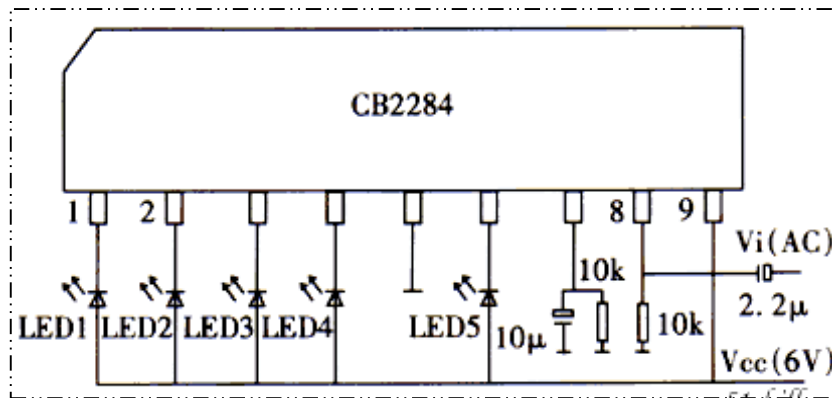
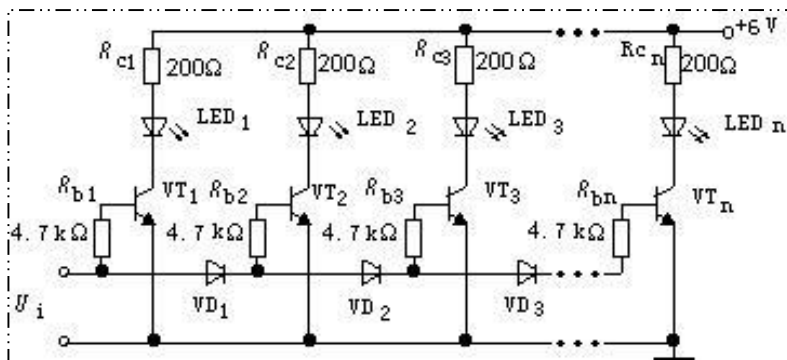
改变频率f0



等效



4. 指示电路(管压降/计算)



晶体二极管：

常用IN4000系列整流二极管参数表

型 号	1N4001	1N4002	1N4003	1N4004	1N4005	1N4006	1N4007
耐压（V）	50	100	200	400	600	800	1000
电流（A） 均为1A [54系列3A]							



常用IN4700系列稳压二极管参数表

型 号	1N4728	1N4729	1N4730	1N4732	1N4733	1N4734	1N4735	1N4744	1N4750	1N4751	1N4761
稳压值	3.3V	3.6V	3.9V	4.7V	5.1V	5.6V	6.2V	15V	27V	30V	75V



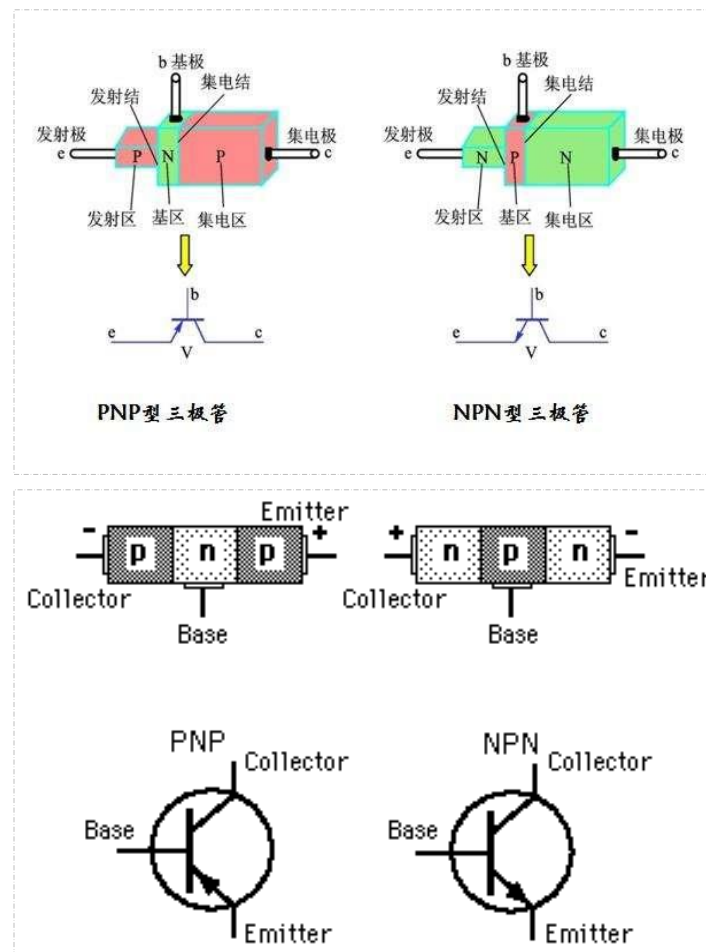
晶体三极管：

晶体三极管，具有**电流放大**作用，是电子电路的核心元件。

一、晶体三极管分类

1、极性及材料分类

晶体三极管主要有**硅**晶体三极管和**锗**晶体三极管，两种半导体都有PNP型和NPN型两种类型。



晶体三极管：

2、按电流容量分类

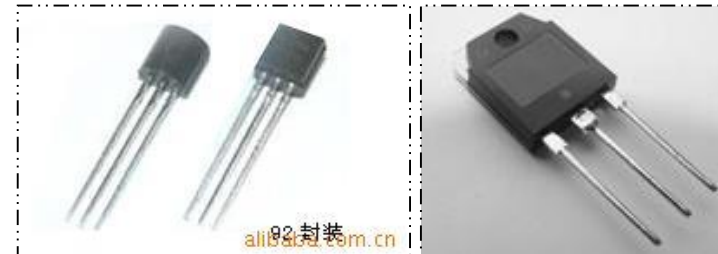
小功率晶体管、**中**功率晶体管 and **大**功率晶体管。

3、按工作频率分类

低频晶体管、**高频**晶体管和**超高频**晶体管等。

4、按封装结构分类

金属封装、**塑料封装**、**玻璃壳封装**、**表面封装**和**陶瓷封装**晶体管等。其封装外形多种多样。

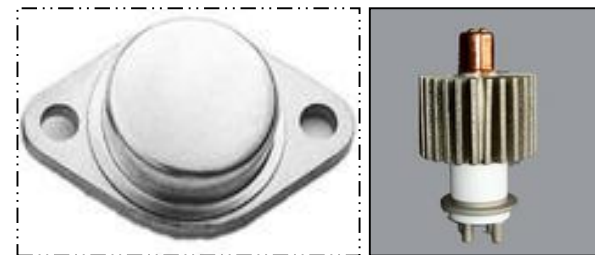
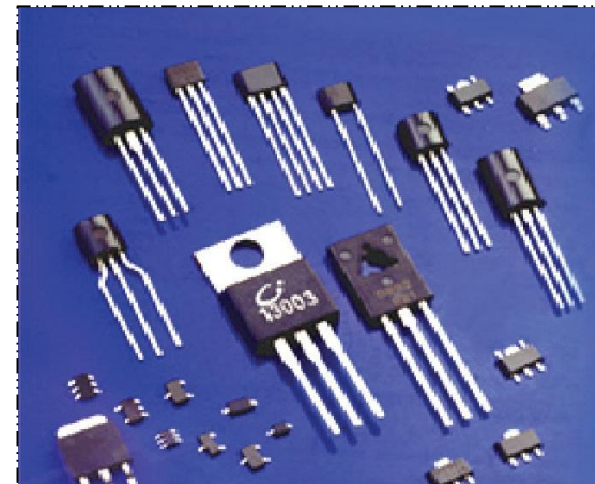


晶体三极管：

5、按功能和用途分类

按功能和用途可分为：

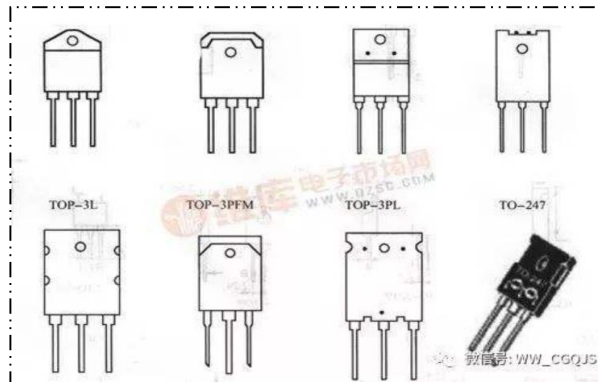
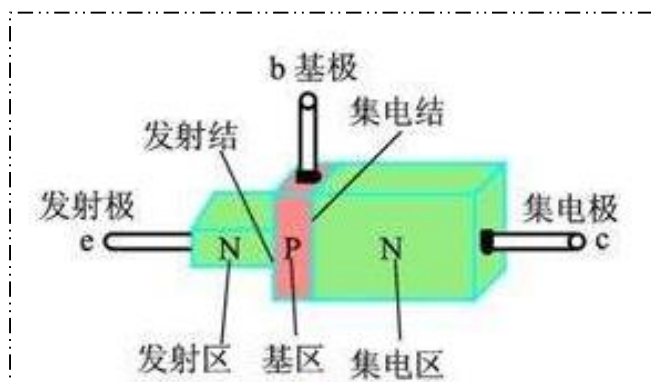
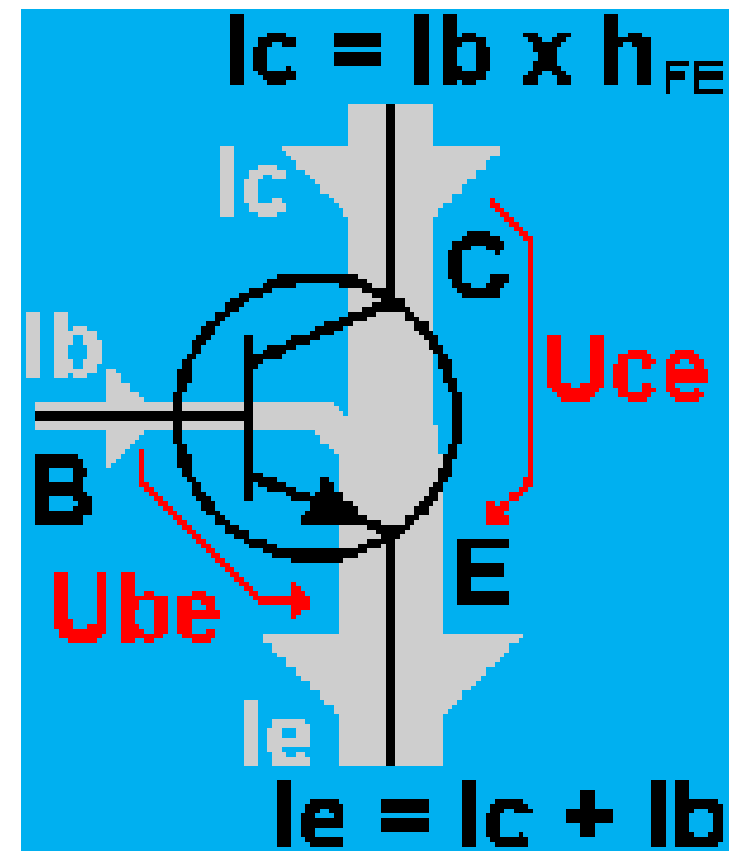
- **低噪声**放大晶体管：用于精密放大器；
- **中高频**放大晶体管：用于高频放大电路；
- **低频**放大晶体管：用于低频电压及电流（功放）放大；
- **开关**晶体管：用于开关电路（脉冲、变频、电机驱动等）；
- **达林顿**晶体管：用于需高放大倍数的输出电路；
- **高反压**晶体管：用于电机驱动电路；
- **带阻**晶体管：带阻尼晶体管，行输出及电机驱动续流；
- **微波**晶体管：微波放大器及驱动电路；
- **光敏**晶体管：磁敏晶体管（传感器电路）等多种类型。



晶体三极管：

二、三极管最基本的和最重要的特性

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来**控制**集电极电流较大的变化量。

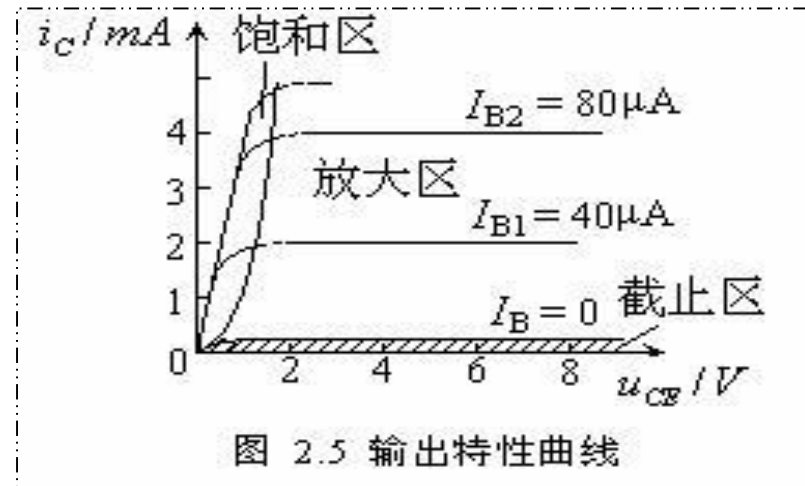


晶体三极管：

三、晶体三极管的三种工作状态

1、截止状态：

当加在三极管发射结的电压**小于**PN结的导通电压，**基极电流为零**，集电极电流和发射极电流都为零，三极管这时失去了电流放大作用，**集电极和发射极**之间相当于开关的**断开状态**，我们称三极管处于**截止状态**。

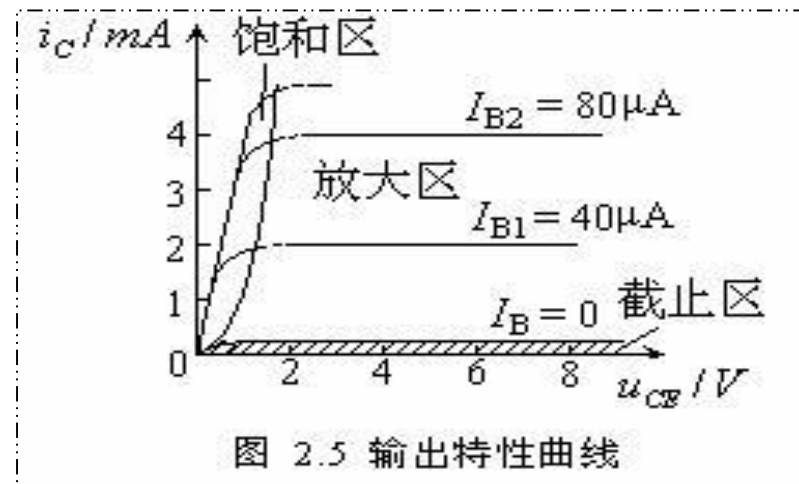


截止态：发射结反偏
集电结反偏
 $I_c = I_b = 0$

晶体三极管：

2、饱和导通状态：

当加在三极管发射结的电压**大于**PN结的导通电压，并当基极电流**增大到一定程度**时，集电极电流**不再随着**基极电流的增大而增大，而是处于某一定值附近**不再变化**，这时三极管失去电流放大作用，集电极与发射极之间的电压很小，集电极和发射极之间相当于开关的**导通状态**。三极管的这种状态我们称之为**饱和导通状态**。



饱和态（硅）： $V_{be} = 0.7V$

$V_{ce} = 0.3V$

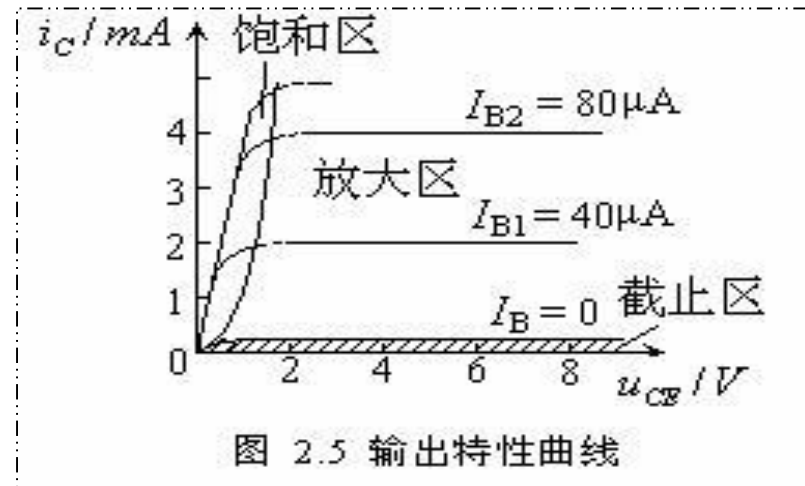
饱和态（锗）： $V_{be} = 0.3V$

$V_{ce} = 0.1V$

晶体三极管：

3、放大状态：

当加在三极管发射结的电压**大于**PN结的导通电压，并处于某一恰当的值时，三极管的发射结正向偏置，集电结反向偏置，这时**基极电流对集电极电流起着控制作用**，使三极管具有电流放大作用，其电流放大倍数 $\beta = \Delta I_c / \Delta I_b$ ，这时三极管处于**放大状态**。



放大态：发射结正偏

集电结反偏

$$I_c = \beta I_b$$

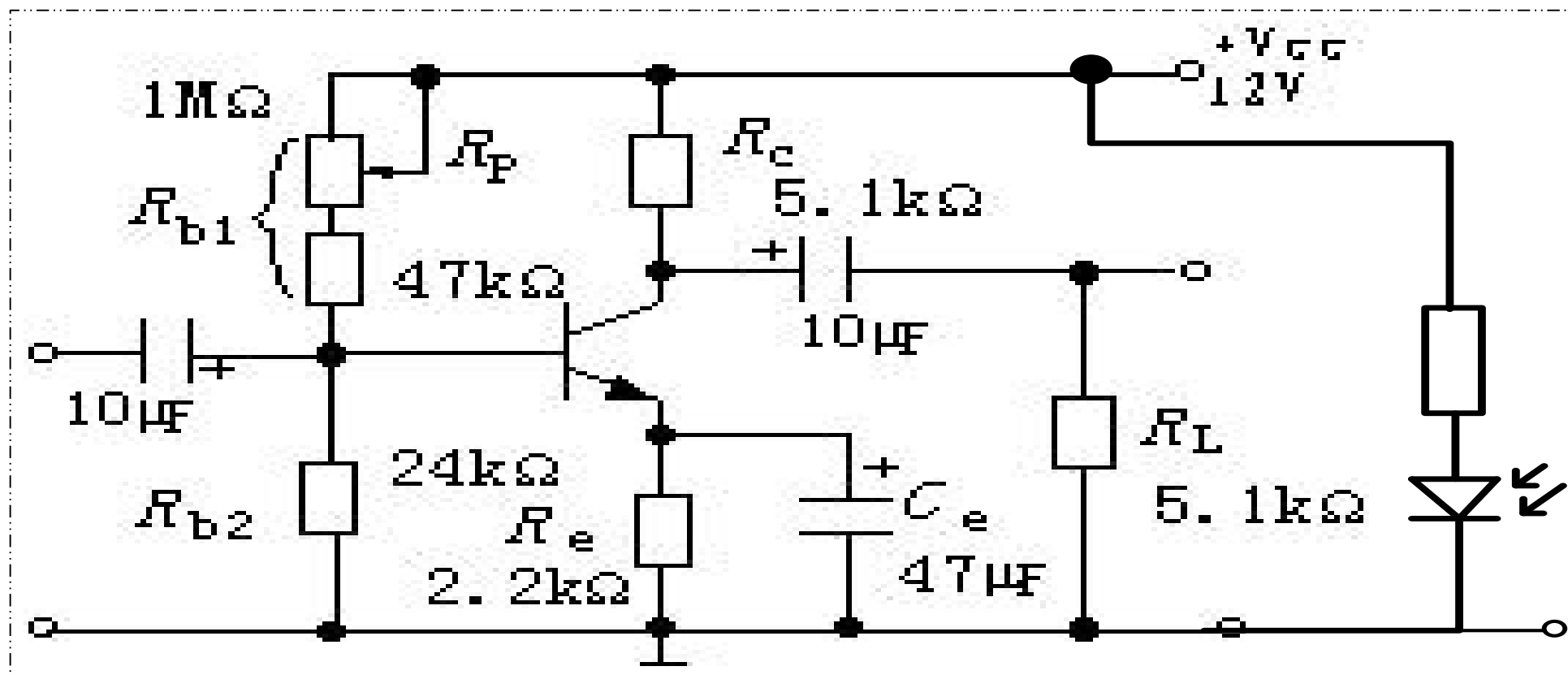
晶体三极管：

901X系列三极管参数表，常用于小功率信号放大

晶体管型号	反压 V_{beo}	电流 I_{cm}	功率 P_{cm}	放大系数	特征频率	管子类型
9011	50V	0.03A	0.4W	*	150MHZ	NPN
9012	50V	0.5A	0.6W	*	*	PNP
9013	50V	0.5A	0.6W	*	*	NPN
9014	50V	0.1A	0.4W	*	150MHZ	NPN
9015	50V	0.1A	0.4W	*	150MHZ	PNP
9018	30V	0.05A	0.4W	*	1GHZ	NPN

晶体三极管:

共发射极放大电路

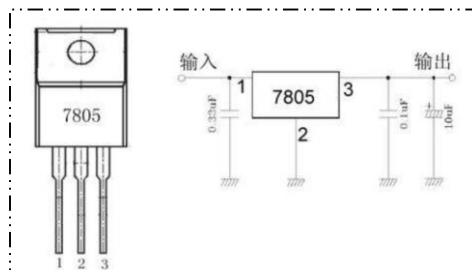


集成稳压芯片：

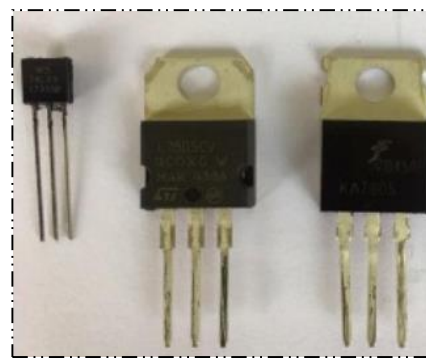
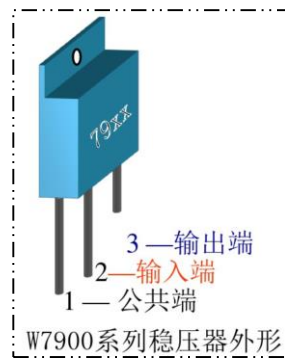
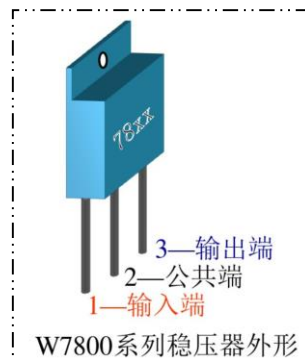
三端稳压芯片

集成稳压器又叫集成稳压电路，是能够将有脉动成份的直流电压转换成稳定直流电压的集成芯片。

特点：具有体积小，可靠性高，使用灵活，价格低廉等优点，内部**过流过热**保护，得到广泛应用。



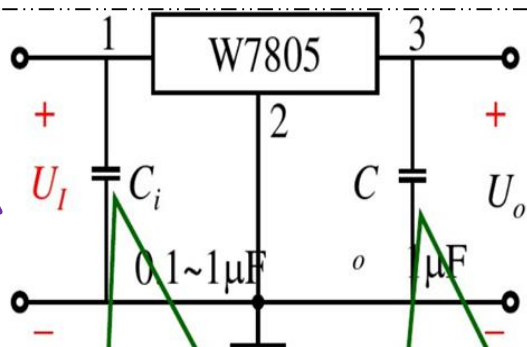
类别：具有两种类别，78系列输出正电压，79系列输出负电压。



集成稳压芯片:

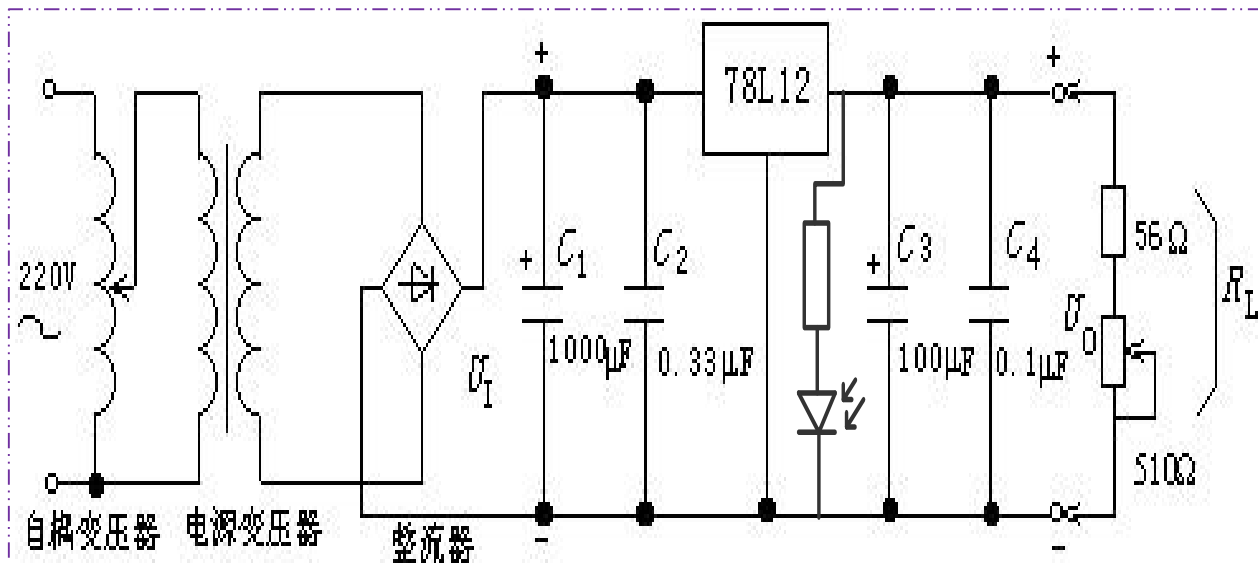
三端稳压电源电路

输入电压
高于输出
2-3V



防止产生自激振荡。
即用以改善波形。

消除输出电压中的
高频噪声。



NE5532放大器:

NE5532是一种高性能低噪声双运算放大器。相比较大多数标准运算放大器，具有体积小、电路简单，有良好的噪声性能和较高的小信号放大能力及宽范围电源，输出驱动能力强，可以用作小功率耳机驱动，这使该器件特别适合应用在高品质和专业音响设备、仪器和控制电路等做放大器。

NE5532电气性能:

- 小信号带宽: 10MHZ
- 输出驱动能力: 600Ω, 10V有效值
- 输入噪声电压: 5nV/√Hz(典型值)
- 直流电压增益: 50000
- 交流电压增益: 2200-10KHZ
- 功率带宽: 140KHZ
- 转换速率: 9V/μs
- 大的电源电压范围: ±3V-±20V
- 单位增益补偿

NE5532放大器:

NE5532有两种封装形式。分别为8脚和16脚封装。

NE5532P

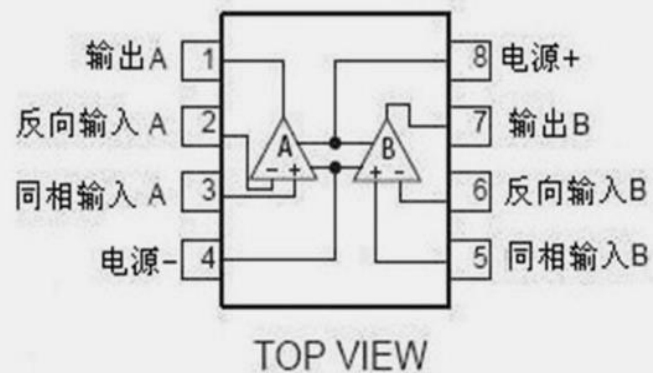
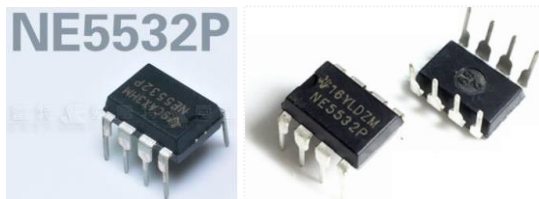


图1 NE5532 8脚引脚图

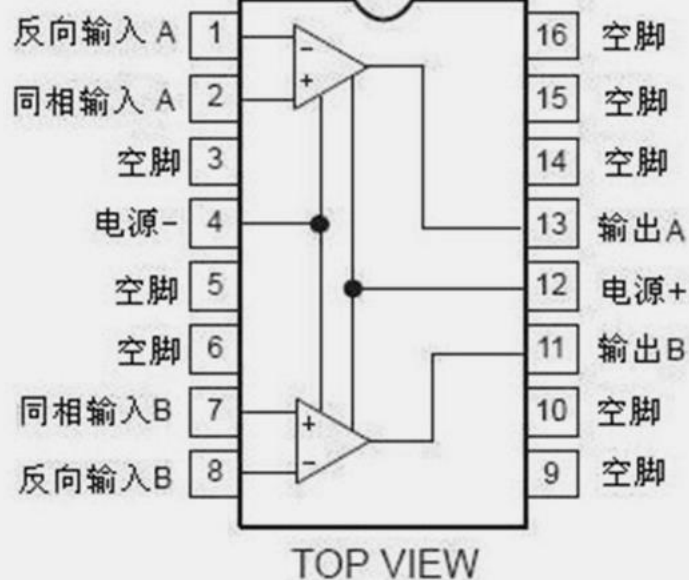
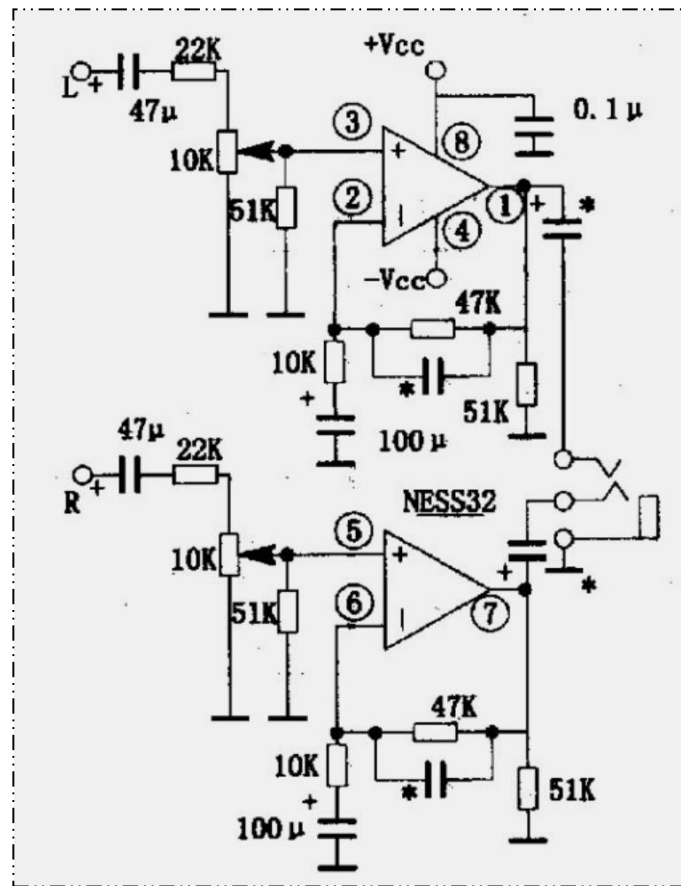


图2 NE5532 16脚封装引脚功能图



LM324放大器：

LM324系列是**低成本的四路运算放大器**，具有真正的差分输入。在单电源应用中，它们与标准运算放大器类型相比具有几个明显的优势。

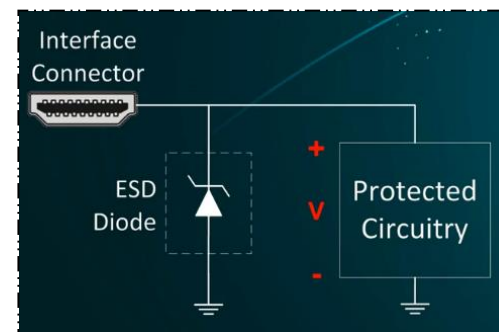
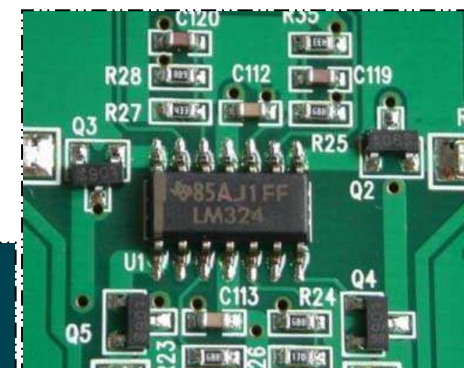
- 该四路放大器可以工作于低至**3.0 V**或高达**32 V**的电源电压
- 静态电流是MC1741的**五分之一**左右（每个放大器）
- **共模输入**范围包括负电源，因此在众多应用中无需外部**偏置元器件**
- **输出电压范围**也包括负电源电压。

应用领域包括**传感器放大器**，**直流增益模块**和所有传统的运算放大器可以更容易地在单电源系统中实现的电路。例如，可直接操作的LM324系列，这是用来在数字系统中，轻松地将提供所需的接口电路，而无需额外的 $\pm 15\text{V}$ 电源标准的5V电源电压。

LM324放大器:

主要特性:

- 短路**保护**输出
- 真正的**差分**输入级
- 单电源供电: **3.0 V至32 V** (LM224、LM324、LM324A)
- 低输入偏置电流: **100 nA**最大值 (LM324A)
- 每个封装有**4个放大器**
- 内部**补偿**
- **共模范围扩展**至负电源
- 行业标准的引脚分配
- 输入端的**ESD**钳位提高了可靠性, 且不影响器件工作
- 提供无铅封装

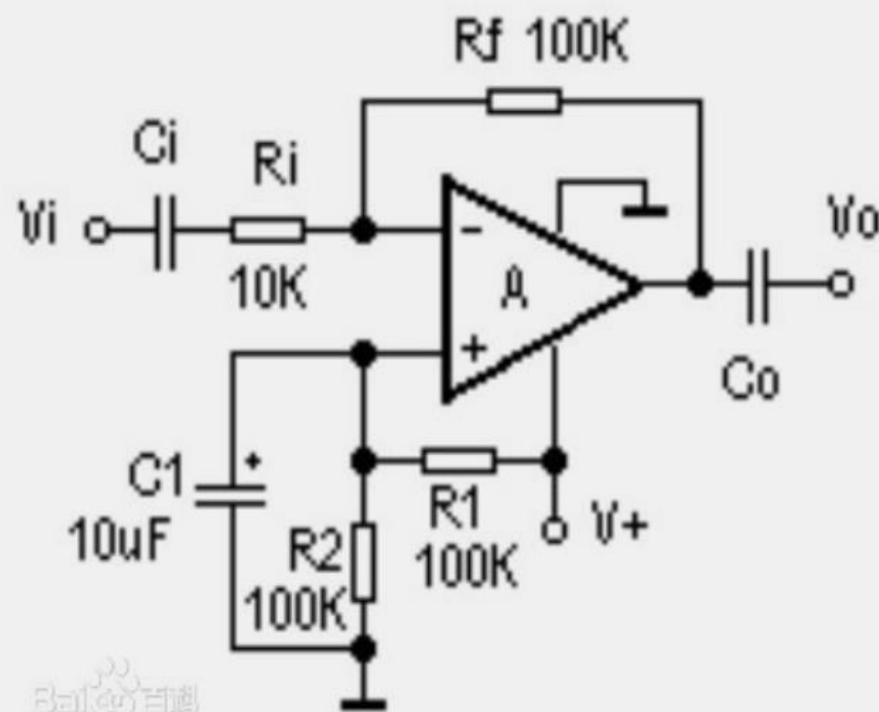


LM324放大器:

反相交流放大:

此放大器可代替晶体管进行交流放大，可用于扩音机前置放大等。电路无需调试。放大器采用单电源供电，由R1、R2组成 $1/2V+$ 偏置，C1是消振电容。

放大器电压放大倍数 A_v 仅由外接电阻 R_i 、 R_f 决定：
 $A_v = -R_f/R_i$ 。负号表示输出信号与输入信号相位相反。按图中所给数值， $A_v = -10$ 。此电路输入电阻为 R_i 。一般情况下先取 R_i 与信号源内阻相等，然后根据要求的放大倍数再选定 R_f 。 C_o 和 C_i 为耦合电容。

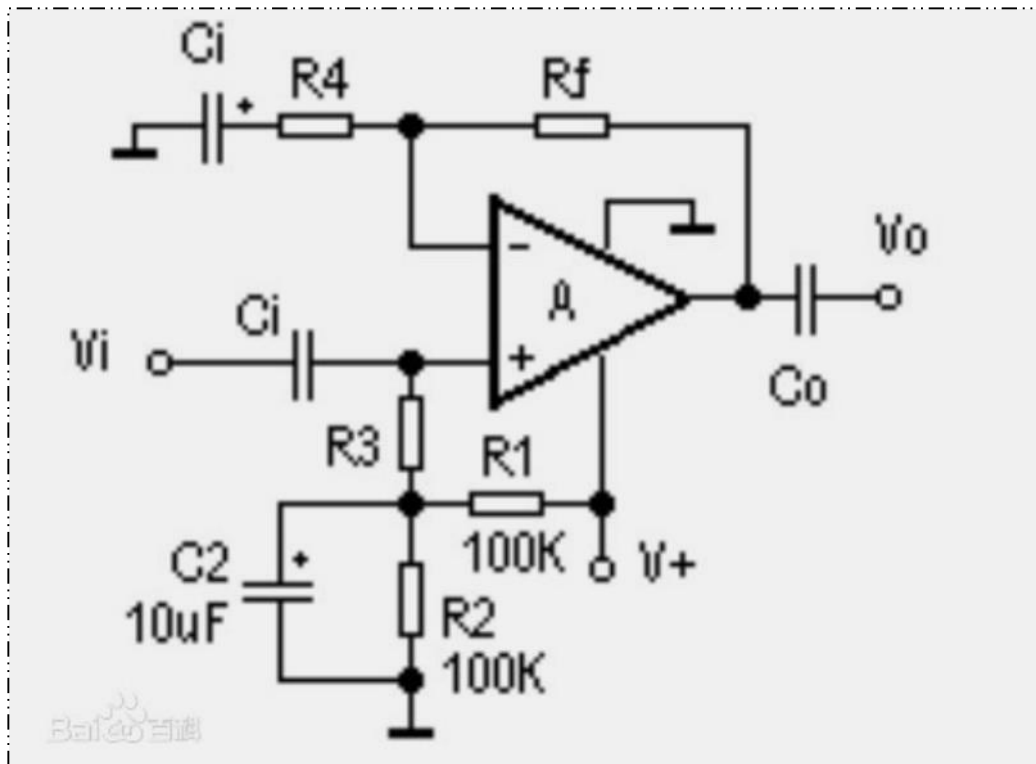


LM324放大器:

同相交流放大:

同相交流放大器的特点是输入阻抗高。其中的R1、R2组成1/2V+ **分压电路**，通过R3对运放进行**偏置**。

电路的电压放大倍数 A_v 也仅由外接电阻决定： **$A_v = 1 + R_f/R_4$** ，电路输入电阻为R3。R4的阻值范围为几千欧姆到几十千欧姆。



谢谢！