

电子元器件基础知识

I.电阻

导体对电流的阻碍作用称为电阻，用符号 R 表示，单位为欧姆、千欧、兆欧，分别用 Ω 、 $K\Omega$ 、 $M\Omega$ 表示。

一、电阻的型号命名方法：

国产电阻器的型号由四部分组成（不适用敏感电阻）

第一部分：主称，用字母表示，表示产品的名字。如 R 表示电阻， W 表示电位器。

第二部分：材料，用字母表示，表示电阻体用什么材料组成， T -碳膜、 H -合成碳膜、 S -有机实心、 N -无机实心、 J -金属膜、 Y -氮化膜、 C -沉积膜、 I -玻璃釉膜、 X -线绕。

第三部分：分类，一般用数字表示，个别类型用字母表示，表示产品属于什么类型。1-普通、2-普通、3-超高频、4-高阻、5-高温、6-精密、7-精密、8-高压、9-特殊、 G -高功率、 T -可调。

第四部分：序号，用数字表示，表示同类产品不同品种，以区分产品的外型尺寸和性能指标等 例如： $RT11$ 型普通碳膜电阻

二、电阻器的分类

1、线绕电阻器：通用线绕电阻器、精密线绕电阻器、大功率线绕电阻器、高频线绕电阻器。

2、薄膜电阻器：碳膜电阻器、合成碳膜电阻器、金属膜电阻器、金属氧化膜电阻器、化学沉积膜电阻器、玻璃釉膜电阻器、金属氮化膜电阻器。

3、实心电阻器：无机合成实心碳质电阻器、有机合成实心碳质电阻器。

4、敏感电阻器：压敏电阻器、热敏电阻器、光敏电阻器、力敏电阻器、气敏电阻器、湿敏电阻器。

三、电阻器主要特性参数

1、标称阻值：电阻器上面所标示的阻值。

2、允许误差：标称阻值与实际阻值的差值跟标称阻值之比的百分数称阻值偏差，它表示电阻器的精度。允许误差与精度等级对应关系如下： $\pm 0.5\%$ -0.05、 $\pm 1\%$ -0.1(或 00)、 $\pm 2\%$ -0.2(或 0)、 $\pm 5\%$ - I 级、 $\pm 10\%$ - II 级、 $\pm 20\%$ -III 级

3、额定功率：在正常的大气压力 90-106.6KPa 及环境温度为 $-55^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$ 的条件下，电阻器长期工作所允许耗散的最大功率。

线绕电阻器额定功率系列为 (W): 1/20、1/8、1/4、1/2、1、2、4、8、10、16、25、40、50、75、100、150、250、500

非线绕电阻器额定功率系列为 (W): 1/20、1/8、1/4、1/2、1、2、5、10、25、50、100

4、额定电压：由阻值和额定功率换算出的电压。

5、最高工作电压：允许的最大连续工作电压。在低气压工作时，最高工作电压较低。

6、温度系数：温度每变化 1°C 所引起的电阻值的相对变化。温度系数越小，电阻的稳定性越好。阻值随温度升高而增大的为正温度系数，反之为负温度系数。

7、老化系数：电阻器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。

8、电压系数：在规定的电压范围内，电压每变化 1 伏，电阻器的相对变化量。

9、噪声：产生于电阻器中的一种不规则的电压起伏，包括热噪声和电流噪声两部分，热噪声是由于导体内部不规则的电子自由运动，使导体任意两点的电压不规则变化。

四、电阻器阻值标示方法

1、直标法：用数字和单位符号在电阻器表面标出阻值，其允许误差直接用百分数表示，若电阻上未注偏差，则均为±20%。

2、文字符号法：用阿拉伯数字和文字符号两者有规律的组合来表示标称阻值，其允许偏差也用文字符号表示。符号前面的数字表示整数阻值，后面的数字依次表示第一位小数阻值和第二位小数阻值。

表示允许误差的文字符号

文字符号 D F G J K M

允许偏差 ±0.5% ±1% ±2% ±5% ±10% ±20%

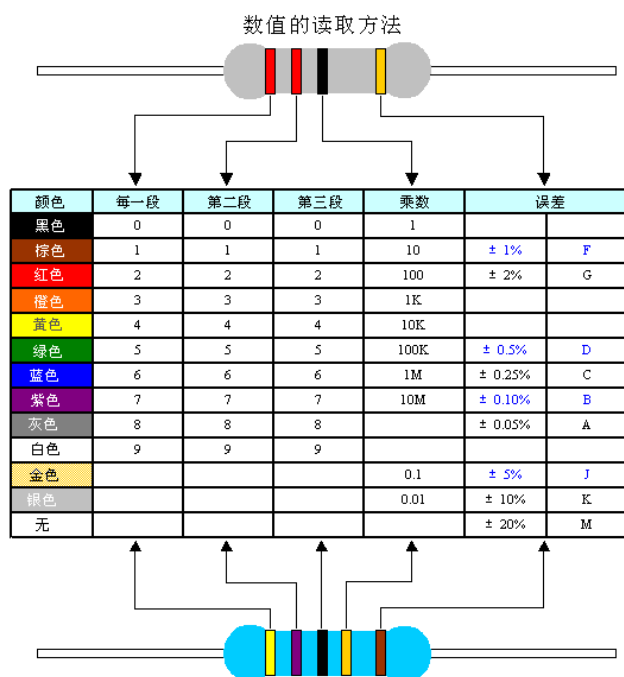
3、数码法：在电阻器上用三位数码表示标称值的标志方法。数码从左到右，第一、二位为有效值，第三位为指数，即零的个数，单位为欧。偏差通常采用文字符号表示。

4、色标法：用不同颜色的带或点在电阻器表面标出标称阻值和允许偏差。国外电阻大部分采用色标法。

黑-0、棕-1、红-2、橙-3、黄-4、绿-5、蓝-6、紫-7、灰-8、白-9、金-±5%、银-±10%、无色-±20%

当电阻为四环时，最后一环必为金色或银色，前两位为有效数字，第三位为乘方数，第四位为偏差。

当电阻为五环时，最后一环与前面四环距离较大。前三位为有效数字，第四位为乘方数，第五位为偏差。



五、常用电阻器

1、电位器

电位器是一种机电元件，他靠电刷在电阻体上的滑动，取得与电刷位移成一定关系的输出电压。

1.1 合成碳膜电位器

电阻体是用经过研磨的碳黑，石墨，石英等材料涂敷于基体表面而成，该工艺简单，是目前应用最广泛电位器。特点是分辨力高耐磨性好，寿命较长。缺点是电流噪声，非线性大，耐潮性以及阻值稳定性差。

1.2 有机实心电位器

有机实心电位器是一种新型电位器，它是用加热塑压的方法，将有机电阻粉压在绝缘体的凹槽内。有机实心电位器与碳膜电位器相比具有耐热性好、功率大、可靠性高、耐磨性好的优点。但温度系数大、动噪声大、耐潮性能差、制造工艺复杂、阻值精度较差。在小型化、高可靠、高耐磨性的电子设备以及交、直流电路中用作调节电压、电流。

1.3 金属玻璃铀电位器

用丝网印刷法按照一定图形，将金属玻璃铀电阻浆料涂覆在陶瓷基体上，经高温烧结而成。特点是：阻值范围宽，耐热性好，过载能力强，耐潮，耐磨等都很好，是很有前途的电位器品种，缺点是接触电阻和电流噪声大。

1.4 绕线电位器

绕线电位器是将康铜丝或镍铬合金丝作为电阻体，并把它绕在绝缘骨架上制成。绕线电位器特点是接触电阻小，精度高，温度系数小，其缺点是分辨力差，阻值偏低，高频特性差。主要用作分压器、变阻器、仪器中调零和工作点等。

1.5 金属膜电位器

金属膜电位器的电阻体可由合金膜、金属氧化膜、金属箔等分别组成。特点是分辨力高、耐高温、温度系数小、动噪声小、平滑性好。

1.6 导电塑料电位器

用特殊工艺将 DAP（邻苯二甲酸二稀丙脂）电阻浆料覆在绝缘机体上，加热聚合成电阻膜，或将 DAP 电阻粉热塑压在绝缘基体的凹槽内形成的实体作为电阻体。特点是：平滑性好、分辨力优异耐磨性好、寿命长、动噪声小、可靠性极高、耐化学腐蚀。用于宇宙装置、导弹、飞机雷达天线的伺服系统等。

1.7 带开关的电位器

有旋转式开关电位器、推拉式开关电位器、推推开关式电位器

1.8 预调式电位器

预调式电位器在电路中，一旦调试好，用蜡封住调节位置，在一般情况下不再调节。

1.9 直滑式电位器

采用直滑方式改变电阻值。

1.10 双连电位器

有异轴双连电位器和同轴双连电位器

1.11 无触点电位器

无触点电位器消除了机械接触，寿命长、可靠性高，分光电式电位器、磁敏式电位器等。

2、实芯碳质电阻器

用碳质颗粒壮导电物质、填料和粘合剂混合制成一个实体的电阻器。特点：价格低廉，但其阻值误差、噪声电压都大，稳定性差，目前较少用。

3、绕线电阻器

用高阻合金线绕在绝缘骨架上制成，外面涂有耐热的釉绝缘层或绝缘漆。绕线电阻具有

较低的温度系数，阻值精度高，稳定性好，耐热耐腐蚀，主要做精密大功率电阻使用，缺点是高频性能差，时间常数大。

4、薄膜电阻器

用蒸发的方法将一定电阻率材料蒸镀于绝缘材料表面制成。主要如下：

4.1 碳膜电阻器

将结晶碳沉积在陶瓷棒骨架上制成。碳膜电阻器成本低、性能稳定、阻值范围宽、温度系数和电压系数低，是目前应用最广泛的电阻器。

4.2 金属膜电阻器。

用真空蒸发的方法将合金材料蒸镀于陶瓷棒骨架表面。金属膜电阻比碳膜电阻的精度高，稳定性好，噪声，温度系数小。在仪器仪表及通讯设备中大量采用。

4.3 金属氧化膜电阻器

在绝缘棒上沉积一层金属氧化物。由于其本身即是氧化物，所以高温下稳定，耐热冲击，负载能力强。

4.4 合成膜电阻

将导电合成物悬浮液涂敷在基体上而得，因此也叫漆膜电阻。由于其导电层呈现颗粒状结构，所以其噪声大，精度低，主要用他制造高压，高阻，小型电阻器。

5、金属玻璃铀电阻器

将金属粉和玻璃铀粉混合，采用丝网印刷法印在基板上。耐潮湿，高温，温度系数小，主要应用于厚膜电路。

6、贴片电阻 SMT

片状电阻是金属玻璃铀电阻的一种形式，他的电阻体是高可靠的钎系列玻璃铀材料经过高温烧结而成，电极采用银钯合金浆料。体积小，精度高，稳定性好，由于其为片状元件，所以高频性能好。

7、敏感电阻

敏感电阻是指器件特性对温度，电压，湿度，光照，气体，磁场，压力等作用敏感的电阻器。敏感电阻的符号是在普通电阻的符号中加一斜线，并在旁标注敏感电阻的类型，如：t.v 等。

7.1、压敏电阻

主要有碳化硅和氧化锌压敏电阻，氧化锌具有更多的优良特性。

7.2、湿敏电阻

由感湿层，电极，绝缘体组成，湿敏电阻主要包括氯化锂湿敏电阻，碳湿敏电阻，氧化物湿敏电阻。氯化锂湿敏电阻随湿度上升而电阻减小，缺点为测试范围小，特性重复性不好，受温度影响大。碳湿敏电阻缺点为低温灵敏度低，阻值受温度影响大，由老化特性，较少使用。氧化物湿敏电阻性能较优越，可长期使用，温度影响小，阻值与湿度变化呈线性关系。有氧化锡，镍铁酸盐，等材料。

7.3、光敏电阻

光敏电阻是电导率随着光量力的变化而变化的电子元件，当某种物质受到光照时，载流子的浓度增加从而增加了电导率，这就是光电导效应。

7.4、气敏电阻

利用某些半导体吸收某种气体后发生氧化还原反应制成，主要成分是金属氧化物，主要品种有：金属氧化物气敏电阻、复合氧化物气敏电阻、陶瓷气敏电阻等。

7.5、力敏电阻

力敏电阻是一种阻值随压力变化而变化的电阻，国外称为压电电阻器。所谓压力电阻效应即半导体材料的电阻率随机械应力的变化而变化的效应。可制成各种力矩计，半导体话筒，

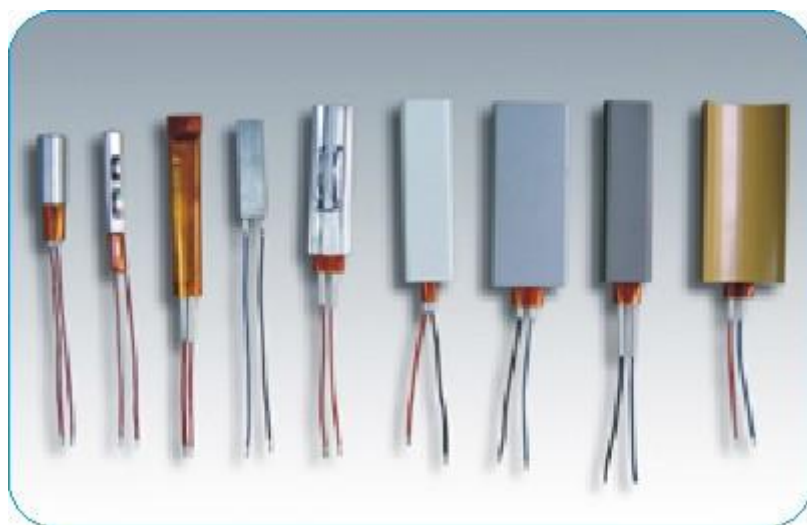
压力传感器等。主要品种有硅力敏电阻器，硒碲合金力敏电阻器，相对而言，合金电阻器具有更高灵敏度。

7.6、热敏电阻

热敏电阻是敏感元件的一类,其电阻值会随着热敏电阻本体温度的变化呈现出阶跃性的变化,具有半导体特性.

热敏电阻按照温度系数的不同分为: 正温度系数热敏电阻(简称 PTC 热敏电阻)
负温度系数热敏电阻(简称 NTC 热敏电阻)

正温度热敏电阻(PTC Thermistor)



PTC 是 Positive Temperature Coefficient 的缩写,意思是正的温度系数,泛指正温度系数很大的半导体材料或元器件.通常我们提到的 PTC 是指正温度系数热敏电阻,简称 PTC 热敏电阻.

PTC 热敏电阻是一种典型具有温度敏感性的半导体电阻,超过一定的温度(居里温度)时,它的电阻值随着温度的升高呈阶跃性的增高.

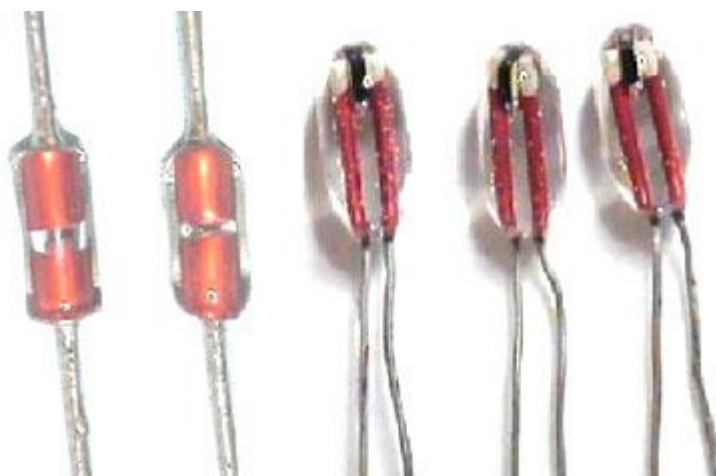
PTC 热敏电阻根据其材质的不同分为: 陶瓷 PTC 热敏电阻
有机高分子 PTC 热敏电阻

目前大量被使用的 PTC 热敏电阻种类: 恒温加热用 PTC 热敏电阻
过流保护用 PTC 热敏电阻

空气加热用 PTC 热敏电阻
延时启动用 PTC 热敏电阻
传 感 器用 PTC 热敏电阻
自动消磁用 PTC 热敏电阻

一般情况下,有机高分子 PTC 热敏电阻适合过流保护用途,陶瓷 PTC 热敏电阻可适用于以上所列各种用途.

负温度热敏电阻 (NTC Thermistor)



NTC 是 Negative Temperature Coefficient 的缩写,意思是负的温度系数,泛指负温度系数很大的半导体材料或元器件.通常我们提到的 NTC 是指负温度系数热敏电阻,简称 NTC 热敏电阻.

NTC 热敏电阻是一种典型具有温度敏感性的半导体电阻,它的电阻值随着温度的升高呈阶跃性的减小.

NTC 热敏电阻是以锰、钴、镍和铜等金属氧化物为主要材料,采用陶瓷工艺制造而成的.这些金属氧化物材料都具有半导体性质,因为在导电方式上完全类似锗、硅等半导体材料.温度低时,这些氧化物材料的载流子(电子和孔穴)数目少,所以其电阻值较高;随着温度的升高,载流子数目增加,所以电阻值降低.

NTC 热敏电阻根据其用途的不同分为: 功率型 NTC 热敏电阻
 补偿型 NTC 热敏电阻
 测温型 NTC 热敏电阻

II.电容

电容是电子设备中大量使用的电子元件之一,广泛应用于隔直,耦合,旁路,滤波,调谐回路,能量转换,控制电路等方面.用 C 表示电容,电容单位有法拉(F)、微法拉(uF)、皮法拉(pF), $1F=10^6uF=10^{12}pF$

一、电容器的型号命名方法

国产电容器的型号一般由四部分组成(不适用于压敏、可变、真空电容器)。依次分别代表名称、材料、分类和序号。

第一部分:名称,用字母表示,电容器用 C。

第二部分:材料,用字母表示。

第三部分:分类,一般用数字表示,个别用字母表示。

第四部分:序号,用数字表示。

用字母表示产品的材料: A-钽电解、B-聚苯乙烯等非极性薄膜、C-高频陶瓷、D-铝电解、E-其它材料电解、G-合金电解、H-复合介质、I-玻璃釉、J-金属化纸、L-涤纶等极性有机薄膜、N-铌电解、O-玻璃膜、Q-漆膜、T-低频陶瓷、V-云母纸、Y-云母、Z-纸介

二、电容器的分类

按照结构分三大类:固定电容器、可变电容器和微调电容器。

按电解质分类有:有机介质电容器、无机介质电容器、电解电容器和空气介质电容器等。

按用途分有:高频旁路、低频旁路、滤波、调谐、高频耦合、低频耦合、小型电容器。

高频旁路:陶瓷电容器、云母电容器、玻璃膜电容器、涤纶电容器、玻璃釉电容器。

低频旁路:纸介电容器、陶瓷电容器、铝电解电容器、涤纶电容器。

滤波:铝电解电容器、纸介电容器、复合纸介电容器、液体钽电容器。

调谐:陶瓷电容器、云母电容器、玻璃膜电容器、聚苯乙烯电容器。

高频耦合:陶瓷电容器、云母电容器、聚苯乙烯电容器。

低频耦合:纸介电容器、陶瓷电容器、铝电解电容器、涤纶电容器、固体钽电容器。

小型电容:金属化纸介电容器、陶瓷电容器、铝电解电容器、聚苯乙烯电容器、固体钽电容器、玻璃釉电容器、金属化涤纶电容器、聚丙烯电容器、云母电容器。

三、常用电容器

1、铝电解电容器

用浸有糊状电解质的吸水纸夹在两条铝箔中间卷绕而成,薄的氧化膜作介质的电容器.因为氧化膜有单向导电性质,所以电解电容器具有极性.容量大,能耐受大的脉动电流容量误差大,泄漏电流大;普通的不适于在高频和低温下应用,不宜使用在 25kHz 以上频率低频旁路、信号耦合、电源滤波

2、钽电解电容器

用烧结的钽块作正极,电解质使用固体二氧化锰温度特性、频率特性和可靠性均优于普通电解电容器,特别是漏电流极小,贮存性良好,寿命长,容量误差小,而且体积小,单位体积下能得到最大的电容电压乘积对脉动电流的耐受能力差,若损坏易呈短路状态超小型高可靠性机件中

3、薄膜电容器

结构与纸质电容器相似,但用聚脂、聚苯乙烯等低损耗塑材作介质频率特性好,介电损耗小不能做成大的容量,耐热能力差滤波器、积分、振荡、定时电路

4、瓷介电容器

穿心式或支柱式结构瓷介电容器,它的一个电极就是安装螺丝。引线电感极小,频率特性好,介电损耗小,有温度补偿作用不能做成大的容量,受振动会引起容量变化特别适于高频旁路

5、独石电容器

(多层陶瓷电容器)在若干片陶瓷薄膜坯上被覆以电极浆材料,叠合后一次绕结成一块不可分割的整体,外面再用树脂包封而成小体积、大容量、高可靠性和耐高温的新型电容器,高介电常数的低频独石电容器也具有稳定的性能,体积小, Q 值高容量误差较大噪声旁路、滤波器、积分、振荡电路

6、纸质电容器

一般是用两条铝箔作为电极,中间以厚度为 0.008~0.012mm 的电容器纸隔开重叠卷绕而成。制造工艺简单,价格便宜,能得到较大的电容量

一般在低频电路内,通常不能在高于 3~4MHz 的频率上运用。油浸电容器的耐压比普通纸质电容器高,稳定性也好,适用于高压电路

7、微调电容器

电容量可在某一小范围内调整,并可在调整后固定于某个电容值。

瓷介微调电容器的 Q 值高,体积也小,通常可分为圆管式及圆片式两种。

8、云母和聚苯乙烯介质的通常都采用弹簧式东,结构简单,但稳定性较差。

线绕瓷介微调电容器是拆铜丝(外电极)来变动电容量的,故容量只能变小,不适合在需反复调试的场合使用

9、陶瓷电容器

用高介电常数的电容器陶瓷(钛酸钡-氧化钛)挤压成圆管、圆片或圆盘作为介质,并用烧渗法将银镀在陶瓷上作为电极制成。它又分高频瓷介和低频瓷介两种。

具有小的正电容温度系数的电容器,用于高稳定振荡回路中,作为回路电容器及垫整电容器。低频瓷介电容器限于在工作频率较低的回路中作旁路或隔直流用,或对稳定性和损耗要求不高的场合(包括高频在内)。这种电容器不宜使用在脉冲电路中,因为它们易于被脉冲电压击穿。高频瓷介电容器适用于高频电路

云母电容器就结构而言,可分为箔片式及被银式。被银式电极为直接在云母片上用真空蒸发法或烧渗法镀上银层而成,由于消除了空气间隙,温度系数大为下降,电容稳定性也比箔片式高。频率特性好, Q 值高,温度系数小不能做成大的容量广泛应用在高频电器中,并可用作标准电容器

10、玻璃釉电容器由一种浓度适于喷涂的特殊混合物喷涂成薄膜而成，介质再以银层电极经烧结而成"独石"结构性能可与云母电容器媲美，能耐受各种气候环境，一般可在 200℃或更高温度下工作，额定工作电压可达 500V，损耗 $\text{tg}\delta$ 0.0005~0.008

四、电容器主要特性参数：

1、标称电容量和允许偏差

标称电容量是标志在电容器上的电容量。

电容器实际电容量与标称电容量的偏差称误差，在允许的偏差范围称精度。

精度等级与允许误差对应关系：00 (01) $\pm 1\%$ 、0 (02) $\pm 2\%$ 、I $\pm 5\%$ 、II $\pm 10\%$ 、III $\pm 20\%$ 、IV $(+20\%-10\%)$ 、V $(+50\%-20\%)$ 、VI $(+50\%-30\%)$

一般电容器常用 I、II、III级，电解电容器用IV、V、VI级，根据用途选取。

2、额定电压

在最低环境温度和额定环境温度下可连续加在电容器的最高直流电压有效值，一般直接标注在电容器外壳上，如果工作电压超过电容器的耐压，电容器击穿，造成不可修复的永久损坏。

3、绝缘电阻

直流电压加在电容上，并产生漏电电流，两者之比称为绝缘电阻。

当电容较小时，主要取决于电容的表面状态，容量 $> 0.1\mu\text{f}$ 时，主要取决于介质的性能，绝缘电阻越小越好。

电容的时间常数：为恰当的评价大容量电容的绝缘情况而引入了时间常数，他等于电容的绝缘电阻与容量的乘积。

4、损耗

电容在电场作用下，在单位时间内因发热所消耗的能量叫做损耗。各类电容都规定了其在某频率范围内的损耗允许值，电容的损耗主要由介质损耗，电导损耗和电容所有金属部分的电阻所引起的。

在直流电场的作用下，电容器的损耗以漏导损耗的形式存在，一般较小，在交变电场的作用下，电容的损耗不仅与漏导有关，而且与周期性的极化建立过程有关。

5、频率特性

随着频率的上升，一般电容器的电容量呈现下降的规律。

五、电容器容量标示

1、直标法

用数字和单位符号直接标出。如 01 μF 表示 0.01 微法，有些电容用“R”表示小数点，如 R56 表示 0.56 微法。

2、文字符号法

用数字和文字符号有规律的组合来表示容量。如 p10 表示 0.1pF,1p0 表示 1pF,6P8 表示 6.8pF, 2u2 表示 2.2 μF 。

3、色标法

用色环或色点表示电容器的主要参数。电容器的色标法与电阻相同。

电容器偏差标志符号：+100%-0--H、+100%-10--R、+50%-10--T、+30%-10--Q、+50%-20--S、+80%-20--Z。

六、选用电容电容器常识

1. 电容器装接前应进行测量，看其是否短路、断路或漏电严重，并在装入电路时使电容器

的标志顺序一致。

2. 电路中电容两端的电压不能超过电容器本身的工作电压。装接时注意正、负极性不能装反（电解电容有正负极之分）。

3. 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予以适应。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。

4. 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，即药片形）或云母电容器；隔直、耦合电容可选独石、涤纶、电解等电容器；低频滤波电路（即整流电路）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。

5. 选用电容器时应根据电路中信号频率的高低来选择，一个电容器可等效成 R、L、C 二端线性网络，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，常将一个容量大的电解电容器与一个小容量的、适合于高频的电容器并联使用。

七. 什么是旁路电容和去耦电容、滤波电容及其作用

滤波电容—用在电源整流电路中，用来滤除交流成分。使输出的直流更平滑。

去耦电容—用在放大电路中不需要交流的地方，用来消除自激，使放大器稳定工作。

旁路电容_用在有电阻连接时，接在电阻两端使交流信号顺利通过。

去耦电容作用：去除在器件切换时从高频器件进入到配电网络中的 RF 能量。去耦电容还可以为器件供局部化的 DC 电压源，它在减少跨板浪涌电流方面特别有用。

旁路电容作用：从元件或电缆中转移出不想要的共模 RF 能量。这主要是通过产生 AC 旁路消除无意的能量进入敏感的部分，**另外**还可以提供基带滤波功能（带宽受限）。

我们经常可以看到，在电源和地之间连接着去耦电容，它有三个方面的作用：一是作为二是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；三是防止电源携带的噪声对电路构成干扰。

在电子电路中，去耦电容和旁路电容都是起到抗干扰的作用，电容所处的位置不同，称呼就不一样了。对于，旁路（bypass）电容是把输入信号中的高频噪声作为称退耦电容，是把输出信号的干扰作为比较小，根据谐振频率一般是 0.1u，0.01u 等；

而去耦合电容一般比较大，是 10u 或者更大，依据电路中分布参数，以及驱动电流的变化大小来确定。

数字电路中典型的去耦电容值是 0.1F。**这个**电容的分布电感的典型值是 5H。0.1F 的去耦电容有 5H 的分布电感，它的并行共振频率大约在 7MHz 左右，也就是的去耦效果，对 40MHz 以上的噪声几乎不起作用。1F、10F 的电容，并行共振频率在 20MHz 以上，去除高频噪声的效果要好一些。每 10 片左右集成电路要加一片充放电电容，或 1 个蓄能电容，可选 10F 左右。最好不用电解电容，电解电容是两层薄膜卷起来的，这种卷起来的结构在高频时表现为电感。要使用钽电容或聚碳酸酯电容。去耦电容的选用并不严格，可按 $C=1/F$ ，即 10MHz 取 0.1F，100MHz 取 0.01F。

III.二极管

几乎在所有的电子电路中,都要用到半导体二极管,它在许多的电路中起着重要的作用,它是诞生最早的半导体器件之一,其应用也非常广泛。

一. 二极管的应用

1、整流二极管

利用二极管单向导电性,可以把方向交替变化的交流电变换成单一方向的脉动直流电。

2、开关元件

二极管在正向电压作用下电阻很小,处于导通状态,相当于一只接通的开关;在反向电压作用下,电阻很大,处于截止状态,如同一只断开的开关。利用二极管的开关特性,可以组成各种逻辑电路。

3、限幅元件

二极管正向导通后,它的正向压降基本保持不变(硅管为 0.7V,锗管为 0.2V)。利用这一特性,在电路中作为限幅元件,可以把信号幅度限制在一定范围内。

4、继流二极管

在开关电源的电感和继电器等感性负载中起继流作用。

5、检波二极管

在收音机中起检波作用。

6、变容二极管(二极管反接)

使用于电视机的高频头中,反向电压越大,电容越小。

7、LED 发光二极管/显示元件

用于指示灯、数码管或用于新型电视机显示器上。

二. 常用二极管及其参数

| 型号 | 用途 | 最大反压, 最大反向电流 |
|---------|--------|--|
| 05Z6.2Y | 硅稳压二极管 | $V_z=6\sim 6.35V, P_{zm}=500mW,$ |
| 05Z7.5Y | 硅稳压二极管 | $V_z=7.34\sim 7.70V, P_{zm}=500mW,$ |
| 05Z13X | 硅稳压二极管 | $V_z=12.4\sim 13.1V, P_{zm}=500mW,$ |
| 05Z15Y | 硅稳压二极管 | $V_z=14.4\sim 15.15V, P_{zm}=500mW,$ |
| 05Z18Y | 硅稳压二极管 | $V_z=17.55\sim 18.45V, P_{zm}=500mW,$ |
| 1N4001 | 硅整流二极管 | 50V, 1A, ($I_r=5\mu A, V_f=1V, I_{fs}=50A$) |
| 1N4002 | 硅整流二极管 | 100V, 1A, |
| 1N4003 | 硅整流二极管 | 200V, 1A, |
| 1N4004 | 硅整流二极管 | 400V, 1A, |
| 1N4005 | 硅整流二极管 | 600V, 1A, |
| 1N4006 | 硅整流二极管 | 800V, 1A, |
| 1N4007 | 硅整流二极管 | 1000V, 1A, |
| 1N4148 | 开关二极管 | 75V, 4PF, $I_r=25nA, V_f=1V,$ |
| 1N5391 | 硅整流二极管 | 50V, 1.5 ³ ($I_r=10\mu A, V_f=1.4V, I_{fs}=50$) |
| 1N5392 | 硅整流二极管 | 100V, 1.5 ³ |
| 1N5393 | 硅整流二极管 | 200V, 1.5 ³ |

| | | |
|--------|--------|--|
| 1N5394 | 硅整流二极管 | 300V,1.5 [∞] |
| 1N5395 | 硅整流二极管 | 400V,1.5 [∞] |
| 1N5396 | 硅整流二极管 | 500V,1.5 [∞] |
| 1N5397 | 硅整流二极管 | 600V,1.5 [∞] |
| 1N5398 | 硅整流二极管 | 800V,1.5 [∞] |
| 1N5399 | 硅整流二极管 | 1000V,1.5 [∞] |
| 1N5400 | 硅整流二极管 | 50V, 3 [∞] ($I_r=5\mu A, V_f=1V, I_{fs}=150$) |
| 1N5401 | 硅整流二极管 | 100V,3 [∞] |
| 1N5402 | 硅整流二极管 | 200V,3A, |
| 1N5403 | 硅整流二极管 | 300V,3A, |
| 1N5404 | 硅整流二极管 | 400V,3A, |
| 1N5405 | 硅整流二极管 | 500V,3A, |
| 1N5406 | 硅整流二极管 | 600V,3A, |
| 1N5407 | 硅整流二极管 | 800V,3A, |
| 1N5408 | 硅整流二极管 | 1000V,3A, |

IV。晶体三极管

晶体管 (transistor) 是一种固体半导体器件，可以用于检波、整流、放大、开关、稳压、信号调制、混频和许多其它功能。晶体管作为一种可变开关，基于输入的电压，控制流出的电流，因此晶体管可做为电流的开关，和一般机械开关（如 Relay、switch）不同处在于晶体管是利用电讯号来控制，而且开关速度可以非常之快，在实验室中的切换速度可达 100GHz 以上。

半导体三极管，是内部含有两个 PN 结，外部通常为三个引出电极的半导体器件。它对电信号有放大和开关等作用，应用十分广泛。输入级和输出级都采用晶体管的逻辑电路，叫做晶体管—晶体管逻辑电路，书刊和实用中都简称为 TTL 电路，它属于半导体集成电路的一种，其中用得最普遍的是 TTL 与非门。TTL 与非门是将若干个晶体管和电阻元件组成的电路系统集中制造在一块很小的硅片上，封装成一个独立的元件。半导体三极管是电路中应用最广泛的器件之一，在电路上用“V”或“VT”（旧文字符号为“Q”、“GB”等）表示。

半导体三极管主要分为两大类：双极性晶体管 (BJT) 和场效应晶体管 (FET)。晶体管有三个极；双极性晶体管的三个极，分别由 N 型跟 P 型组成发射极 (Emitter)、基极 (Base) 和集电极 (Collector)；场效应晶体管的三个极，分别是源极 (Source)、栅极 (Gate) 和漏极 (Drain)。晶体管因为有三种极性，所以也有三种的使用方式，分别是发射极接地（又称共射放大、CE 组态）、基极接地、集电极接地。最常用的用途应该是属于讯号放大这一方面，其次是阻抗匹配、讯号转换……等，晶体管在电路中是个很重要的组件，许多精密的组件主要都是由晶体管制成的。

三极管的导通 三极管处于放大状态还是开关状态要看给三极管基极加的直流偏置，随这个电流变化，三极管工作状态由截止-线性区-饱和状态变化而变，

如果三极管 I_b (直流偏置点) 一定时, 三极管工作在线性区, 此时 I_c 电流的变化只随着 I_b 的交流信号变化, I_b 继续升高, 三极管进入饱和状态, 此时三极管的 I_c 不再变化, 三极管将工作在开关状态。

三极管为开关管使用时工作在饱和状态 1, 用放大状态 1 表示不是很科学。

请对照三极管手册的 I_b ; I_c 曲线加以参考我的回答来理解三极管的工作状态, 三极管 be 结和 ce 结导通三极管才能正常工作。

如果三极管没有加直流偏置时, 放大电路时输入的交流正弦信号正半周时, 基极对发射极而言是正的, 由于发射结加的是反向电压, 此时没有基极电流和集电极电流, 此时集电极电流变化与基极反相, 在输入电压的负半周, 发射极电位对于基极电位为正的, 此时由于发射极加的是正向电压, 才有基极和集电极电流通过, 此时集电极电流变化与基极同相, 在三极管没有加直流偏置时三极管 be 结和 ce 结导通, 三极管放大电路将只有半个波输出将产生严重的失真。

晶体管被认为是现代历史中最伟大的发明之一, 在重要性方面可以与[印刷术](#), [汽车](#)和[电话](#)等发明相提并论。晶体管实际上是所有现代电器的关键活动 (active) 元件。晶体管在当今社会的重要性, 主要是因为晶体管可以使用高度自动化的过程, 进行大规模生产的能力, 因而可以不可思议地达到极低的单位成本。

虽然数以百万计的单体晶体管还在使用, 但是绝大多数的晶体管是和电阻、电容一起被装配在微芯片 (芯片) 上以制造完整的电路。模拟的或数字的或者这两者被集成在同一块芯片上。设计和开发一个复杂芯片的成本是相当高的, 但是当分摊到通常百万个生产单位上, 每个芯片的价格就是最小的。一个逻辑门包含 20 个晶体管, 而 2005 年一个高级的微处理器使用的晶体管数量达 2.89 亿个。

晶体管的低成本、灵活性和可靠性使得其成为非机械任务的通用器件, 例如数字计算。在控制电器和机械方面, 晶体管电路也正在取代电机设备, 因为它通常是更便宜、更有效地, 仅仅使用标准集成电路并编写计算机程序来完成同样的机械任务, 使用电子控制, 而不是设计一个等效的机械控制。

因为晶体管的低成本和后来的电子计算机、数字化信息的浪潮来到了。由于计算机提供快速的查找、分类和处理数字信息的能力, 在信息数字化方面投入了越来越多的精力。今天的许多媒体是通过电子形式发布的, 最终通过计算机转化和呈现为模拟形式。受到数字化革命影响的领域包括电视、广播和报纸。

(i) 双极型三极管

一. 双极型三极管介绍

双极结型晶体管 (Bipolar Junction Transistor—BJT) 又称为半导体三极管, 它是通过一定的工艺将两个 PN 结结合在一起的器件, 有 PNP 和 NPN 两种组合结构; 外部引出三个极: 集电极, 发射极和基极, 集电极从集电区引出, 发射极从发射区引出, 基极从基区引出 (基区在中间); BJT 有放大作用, 重要依靠它的发射极电流能够通过基区传输到达集电区而实现的, 为了保证这一传输过程, 一方面要满足内部条件, 即要求发射区杂质浓度要远大于基区杂质浓度, 同时基区厚度要很小, 另一方面要满足外部条件, 即发射结要正向偏置 (加正向电压)、集电结要反偏置; BJT 种类很多, 按照频率分, 有高频管, 低频管, 按照功率分, 有小、中、大功率管, 按照半导体材料分, 有硅管和锗管等; 其构成的放大电路形式有: 共发射极、共基极和共集电极放大电路。

二、国内外三极管命名方法

1. 中国半导体器件型号命名方法

半导体器件型号由五部分（场效应器件、半导体特殊器件、复合管、PIN 型管、激光器件的型号命名只有第三、四、五部分）组成。五个部分意义如下：

第一部分：用数字表示半导体器件有效电极数目。2-二极管、3-三极管

第二部分：用汉语拼音字母表示半导体器件的材料和极性。表示二极管时：A-N 型锗材料、B-P 型锗材料、C-N 型硅材料、D-P 型硅材料。表示三极管时：A-PNP 型锗材料、B-NPN 型锗材料、C-PNP 型硅材料、D-NPN 型硅材料。

第三部分：用汉语拼音字母表示半导体器件的内型。P-普通管、V-微波管、W-稳压管、C-参量管、Z-整流管、L-整流堆、S-隧道管、N-阻尼管、U-光电器件、K-开关管、X-低频小功率管($f < 3\text{MHz}$, $P_c < 1\text{W}$)、G-高频小功率管 ($f > 3\text{MHz}$, $P_c < 1\text{W}$)、D—低频大功率管

($f < 3\text{MHz}$, $P_c > 1\text{W}$)、A-高频大功率管 ($f > 3\text{MHz}$, $P_c > 1\text{W}$)、T-半导体晶闸管（可控整流器）、Y-体效应器件、B-雪崩管、J-阶跃恢复管、CS-场效应管、BT-半导体特殊器件、FH-复合管、PIN-PIN 型管、JG-激光器件。

第四部分：用数字表示序号

第五部分：用汉语拼音字母表示规格号

例如：3DG18 表示 NPN 型硅材料高频三极管

3CX 系列低频小功率三极管

3DX 系列低频小功率三极管

3AG 系列高频小功率三极管

3DG 系列高频小功率三极管

3CG 系列高频小功率三极管

3CG 系列高频中功率三极管

3DG 系列高频中功率三极管

2、日本半导体分立器件型号命名方法

日本生产的半导体分立器件，由五至七部分组成。通常只用到前五个部分，其各部分的符号意义如下：

第一部分：用数字表示器件有效电极数目或类型。0-光电（即光敏）二极管三极管及上述器件的组合管、1-二极管、2 三极或具有两个 pn 结的其他器件、3-具有四个有效电极或具有三个 pn 结的其他器件、----依此类推。

第二部分：日本电子工业协会 JEIA 注册标志。S-表示已在日本电子工业协会 JEIA 注册登记的半导体分立器件。

第三部分：用字母表示器件使用材料极性和类型。A-PNP 型高频管、B-PNP 型低频管、C-NPN 型高频管、D-NPN 型低频管、F-P 控制极可控硅、G-N 控制极可控硅、H-N 基极单结晶体管、J-P 沟道场效应管、K-N 沟道场效应管、M-双向可控硅。

第四部分：用数字表示在日本电子工业协会 JEIA 登记的顺序号。两位以上的整数-从“11”开始，表示在日本电子工业协会 JEIA 登记的顺序号；不同公司的性能相同的器件可以使用同一顺序号；数字越大，越是近期产品。

第五部分：用字母表示同一型号的改进型产品标志。A、B、C、D、E、F 表示这一器件是原型号产品的改进产品。

3、美国半导体分立器件型号命名方法

美国晶体管或其他半导体器件的命名法较混乱。美国电子工业协会半导体分立器件命名方法如下：

第一部分：用符号表示器件用途的类型。JAN-军级、JANTX-特军级、JANTXV-超特军级、JANS-宇航级、(无)-非军用品。

第二部分：用数字表示 pn 结数目。1-二极管、2-三极管、3-三个 pn 结器件、n-n 个 pn 结器件。

第三部分：美国电子工业协会 (EIA) 注册标志。N-该器件已在美国电子工业协会 (EIA) 注册登记。

第四部分：美国电子工业协会登记顺序号。多位数字-该器件在美国电子工业协会登记的顺序号。

第五部分：用字母表示器件分档。A、B、C、D、-----同一型号器件的不同档别。如：

JAN2N3251A 表示 PNP 硅高频小功率开关三极管，JAN-军级、2-三极管、N-EIA 注册标志、3251-EIA 登记顺序号、A-2N3251A 档。

4、国际电子联合会半导体器件型号命名方法

德国、法国、意大利、荷兰、比利时等欧洲国家以及匈牙利、罗马尼亚、南斯拉夫、波兰等东欧国家，大都采用国际电子联合会半导体分立器件型号命名方法。这种命名方法由四个基本部分组成，各部分的符号及意义如下：

第一部分：用字母表示器件使用的材料。A-器件使用材料的禁带宽度 $E_g=0.6\sim 1.0\text{eV}$ 如锗、B-器件使用材料的 $E_g=1.0\sim 1.3\text{eV}$ 如硅、C—器件使用材料的 $E_g>1.3\text{eV}$ 如砷化镓、D-器件使用材料的 $E_g<0.6\text{eV}$ 如锑化铟、E-器件使用复合材料及光电池使用的材料

第二部分：用字母表示器件的类型及主要特征。A-检波开关混频二极管、B-变容二极管、C-低频小功率三极管、D-低频大功率三极管、E-隧道二极管、F-高频小功率三极管、G-复合器件及其他器件、H-磁敏二极管、K-开放磁路中的霍尔元件、L-高频大功率三极管、M-封闭磁路中的霍尔元件、P-光敏器件、Q-发光器件、R-小功率晶闸管、S-小功率开关管、T-大功率晶闸管、U-大功率开关管、X-倍增二极管、Y-整流二极管、Z-稳压二极管。

第三部分：用数字或字母加数字表示登记号。三位数字-代表通用半导体器件的登记序号、一个字母加二位数字-表示专用半导体器件的登记序号。

第四部分：用字母对同一类型号器件进行分档。A、B、C、D、E-----表示同一型号的器件按某一参数进行分档的标志。

除四个基本部分外，有时还加后缀，以区别特性或进一步分类。常见后缀如下：

1、稳压二极管型号的后缀。其后缀的第一部分是一个字母，表示稳定电压值的容许误差范围，字母 A、B、C、D、E 分别表示容许误差为 $\pm 1\%$ 、 $\pm 2\%$ 、 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 15\%$ ；其后缀第二部分是数字，表示标称稳定电压的整数数值；后缀的第三部分是字母 V，代表小数点，字母 V 之后的数字为稳压管标称稳定电压的小数值。

2、整流二极管后缀是数字，表示器件的最大反向峰值耐压值，单位是伏特。

3、晶闸管型号的后缀也是数字，通常标出最大反向峰值耐压值和最大反向关断电压中数值较小的那个电压值。

如：BDX51-表示 NPN 硅低频大功率三极管，AF239S-表示 PNP 锗高频小功率三极管。

5、欧洲早期半导体分立器件型号命名法

欧洲有些国家，如德国、荷兰采用如下命名方法。

第一部分：O-表示半导体器件

第二部分：A-二极管、C-三极管、AP-光电二极管、CP-光电三极管、AZ-稳压管、RP-光电器件。

第三部分：多位数字-表示器件的登记序号。

第四部分：A、B、C----表示同一型号器件的变型产品。

韩国三星产品型号以数字命名，现在用得也比较多，如 9013、9014、9015、8050 等
俄罗斯半导体器件型号命名法由于使用少，在此不介绍。

三. 常用三极管型号及参数

3CX 系列低频小功率三极管

3DX 系列低频小功率三极管

3AG 系列高频小功率三极管

3DG 系列高频小功率三极管

3CG 系列高频小功率三极管

3CG 系列高频中功率三极管

3DG 系列高频中功率三极管

| 型号 | 反压 Vbe0 | 电流 Icm | 功率 Pcm | 放大系数 | 特征频率 | 管型 | 用途 | 备注 |
|---------|------------|-----------|-----------|------|--------|----------|----|-----|
| 2SC4582 | 600V | 15A | 75W | * | * | NPN | | |
| 2SC4517 | 550V | 3A | 30W | * | * | NPN | | |
| 2SC4429 | 1100V | 8A | 60W | * | * | NPN | | |
| 2SC4297 | 500V | 12A | 75W | * | * | NPN | | |
| 2SC4288 | 1400V | 12A | 200W | * | * | NPN | | |
| 2SC4242 | 450V | 7A | 40W | * | * | NPN | | |
| 2SC4231 | 800V | 2A | 30W | * | * | NPN | | |
| 2SC4119 | 1500V | 15A | 250W | * | * | NPN | | |
| 2SC4111 | 1500V | 10A | 250W | * | * | NPN | | |
| 2SC4106 | 500V | 7A | 50W | * | 20MHZ | NPN | | 日本 |
| 2SC4059 | 600V | 15A | 130W | * | * | NPN | | 日本 |
| 2SC4038 | 50V | 0.1A | 0.3W | * | 180MHZ | NPN | | 日本产 |
| 2SC4024 | 100V | 10A | 35W | * | * | NPN | | 日本 |
| 2SC3998 | 1500V | 25A | 250W | * | * | NPN | | 日本 |
| 2SC3997 | 1500V | 15A | 250W | * | * | NPN | | 日本 |
| 2SC3987 | 50V | 3A | 20W | 1000 | * | NPN(达林顿) | | 日本 |
| 2SC3953 | 120V | 0.2A | 1.3W | * | 400MHZ | NPN | | 日本 |
| 2SC3907 | 180V | 12A | 130W | * | 30MHZ | NPN | | 日本 |
| 2SC3893 | 1400V | 8A | 50W | * | 8MHZ | NPN | | 日本 |
| 2SC3886 | 1400V | 8A | 50W | * | 8MHZ | NPN | | 日本 |
| 2SC3873 | 500V | 12A | 75W | * | 30MHZ | NPN | | 日本 |
| 2SC3866 | 900V | 3A | 40W | * | * | NPN | | 日本 |
| 2SC3858 | 200V | 17A | 200W | * | 20MHZ | NPN | | 日本 |
| 2SC3807 | 30V | 2A | 1.2W | * | 260MHZ | NPN | | 日本 |
| 2SC3783 | 900V | 5A | 100W | * | * | NPN | | 日本 |

| | | | | | | | | |
|---------|-------|-------|-------|------------|---------|----------|-----|----|
| 2SC3720 | 1200V | 10A | 200W | * | * | NPN | | 日本 |
| 2SC3680 | 900V | 7A | 120W | * | * | NPN | | 日本 |
| 2SC3679 | 900V | 5A | 100W | * | * | NPN | | 日本 |
| 2SC3595 | 30V | 0.5A | 1.2W | 90 | * | NPN | | 日本 |
| 2SC3527 | 500V | 15A | 100W | 13 | * | NPN | | 日本 |
| 2SC3505 | 900V | 6A | 80W | 12 | * | NPN | | 日本 |
| 2SC3460 | 1100V | 6A | 100W | 12 | * | NPN | | 日本 |
| 2SC3457 | 1100V | 3A | 50W | 12 | * | NPN | | 日本 |
| 2SC3358 | 20V | 0.15A | * | * | 7000MHZ | NPN | | 日本 |
| 2SC3355 | 20V | 0.15A | * | * | 6500MHZ | NPN | | 日本 |
| 2SC3320 | 500V | 15A | 80W | * | * | NPN | | 日本 |
| 2SC3310 | 500V | 5A | 40W | 20 | * | NPN | | 日本 |
| 2SC3300 | 100V | 15A | 100W | * | * | NPN | | 日本 |
| 2SC1855 | 20V | 0.02A | 0.25W | * | 550MHZ | NPN | | 日本 |
| 2SC1507 | 300V | 0.2A | 15W | * | * | NPN | | 日本 |
| 2SC1494 | 36V | 6A | 40W | * | 175MHZ | NPN | | 日本 |
| 2SC1222 | 60V | 0.1A | 0.25W | * | 100MHZ | NPN | | 日本 |
| 2SC1162 | 35V | 1.5A | 10W | * | * | NPN | | 日本 |
| 2SC1008 | 80V | 0.7A | 0.8W | * | 50MHZ | NPN | | 日本 |
| 2SC900 | 30V | 0.03A | 0.25W | * | 100MHZ | NPN | | 日本 |
| 2SC828 | 45V | 0.05A | 0.25W | * | * | NPN | | 日本 |
| 2SC815 | 60V | 0.2A | 0.25W | * | * | NPN | | 日本 |
| 2SC380 | 35V | 0.03A | 0.25W | * | * | NPN | | 日本 |
| 2SC106 | 60V | 1.5A | 15W | * | * | NPN | | 日本 |
| 2SB1494 | 120V | 25A | 120W | * | * | PNP(达林顿) | | 日本 |
| 2SB1429 | 180V | 15A | 150W | * | * | PNP | | 日本 |
| 2SB1400 | 120V | 6A | 25W | 1000-20000 | * | PNP(达林顿) | | 日本 |
| 2SB1375 | 60V | 3A | 2W | * | * | PNP | | 日本 |
| 2SB1335 | 80V | 4A | 30W | * | * | PNP | | 日本 |
| 2SB1317 | 180V | 15A | 150W | * | * | PNP | | 日本 |
| 9011 | | | 400mW | | 150MHz | NPN | 高放 | 韩国 |
| 9012 | | | 625mW | | 150MHz | PNP | 功放 | 韩国 |
| 9013 | | | 625mW | | 140MHz | NPN | 功放 | 韩国 |
| 9014 | | | 450mW | | 80MHz | NPN | 低放 | 韩国 |
| 9015 | | | 450mW | | 80MHz | PNP | 低放 | 韩国 |
| 9016 | | | 400mW | | 500MHz | NPN | 超高频 | 韩国 |
| 9018 | | | 400mW | | 500MHz | PNP | 超高频 | 韩国 |

| | | | | | | | | |
|------|--|--|------------|--|---------|-----|----|----|
| 8050 | | | 1000 mW | | 100 MHz | NPN | 功放 | 韩国 |
| 8550 | | | 1000 mW | | 100 MHz | PNP | 功放 | 韩国 |

三星公司三极管参数

| 型号 | 极性 | 功率 (W) | 电流 (mA) | BU (CEO))V | fT (MHZ) | hFE | 主要用途 | 备注 |
|---------|-----|-----------|------------|----------------|----------|-----------|-----------|---------------|
| 2SC9011 | NPN | 0.4 | 30 | 50 | 370 | 28 ~ 198 | 通用管可做功率放大 | 同 3DG4、6、8 |
| 2SC9012 | PNP | 0.625 | 500 | 40 | — | 64 ~ 202 | 低噪声放大管 | 同 3CX |
| 2SC9013 | NPN | 0.625 | 500 | 40 | — | 64 ~ 202 | 低噪声放大管 | 同 3DX |
| 2SC9014 | NPN | 0.625 | 100 | 50 | 270 | 60 ~ 1000 | 低噪声放大管 | 同 3DG |
| 2SC9015 | PNP | 0.45 | 100 | 50 | 190 | 60 ~ 600 | 低噪声放大管 | 同 3CG14、15、21 |
| 2SC9016 | NPN | 0.4 | 25 | 30 | 620 | 28 ~ 198 | 低噪声放大管 | |
| 2SC9018 | NPN | 0.4 | 50 | 30 | 1100 | 28 ~ 198 | 低噪声高频放大管 | |
| 2SC8050 | NPN | 1 | 1.5A | 25 | 190 | 85 ~ 300 | 通用功率放大管 | |
| 2SC8550 | PNP | 1 | 1.5A | 25 | 200 | 60 ~ 300 | 通用功率放大管 | |
| 2SA1015 | PNP | 0.4 | 150 | 50 | 200 | 60 ~ 300 | 低噪声放大管 | |
| 2SC1815 | NPN | 0.4 | 150 | 60 | 200 | 60 ~ 300 | 低噪声放大管 | |

1300*是一个系列的三极管,耐压都比较高(是高频开关管),也非常通用,常用于直流高压变换电路中作开关管.我们民用的很多东西中都有它们的存在,如电了节能灯,电蚊拍,电子镇流器,手机充电器等。

四、三极管的封装形式和管脚识别

常用三极管的封装形式有金属封装和塑料封装两大类,引脚的排列方式具有一定的规律,底视图位置放置,使三个引脚构成等腰三角形的顶点上,从左向右

依次为 e b c；对于中小功率塑料三极管按图使其平面朝向自己，三个引脚朝下放置，则从左到右依次为 e b c。

晶体三极管的电流放大作用

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。这是三极管最基本的和最重要的特性。我们将 $\Delta i_c/\Delta i_b$ 的比值称为晶体三极管的电流放大倍数，用符号“ β ”表示。电流放大倍数对于某一只三极管来说是一个定值，但随着三极管工作时基极电流的变化也会有一定的改变。

晶体三极管的三种工作状态

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。

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 $\beta = \Delta i_c/\Delta i_b$ ，这时三极管处放大状态。

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怎么变化，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。

根据三极管工作时各个电极的电位高低，就能判别三极管的工作状态，因此，电子维修人员在维修过程中，经常要拿多用电表测量三极管各脚的电压，从而判别三极管的工作情况和工作状态。

1 中、小功率三极管的检测

A 已知型号和管脚排列的三极管，可按下述方法来判断其性能好坏

(a) 测量极间电阻。将万用表置于 $R \times 100$ 或 $R \times 1K$ 挡，按照红、黑表笔的六种不同接法进行测试。其中，发射结和集电结的正向电阻值比较低，其他四种接法测得的电阻值都很高，约为几百千欧至无穷大。但不管是低阻还是高阻，硅材料三极管的极间电阻要比锗材料三极管的极间电阻大得多。

(b) 三极管的穿透电流 I_{CE0} 的数值近似等于管子的倍数 β 和集电结的反向电流 I_{CB0} 的乘积。 I_{CB0} 随着环境温度的升高而增长很快， I_{CB0} 的增加必然造成 I_{CE0} 的增大。而 I_{CE0} 的增大将直接影响管子工作的稳定性，所以在使用中应尽量选用 I_{CE0} 小的管子。

通过用万用表电阻直接测量三极管 e-c 极之间的电阻方法, 可间接估计 ICEO 的大小, 具体方法如下:

万用表电阻的量程一般选用 $R \times 100$ 或 $R \times 1K$ 挡, 对于 PNP 管, 黑表笔接 e 极, 红表笔接 c 极, 对于 NPN 型三极管, 黑表笔接 c 极, 红表笔接 e 极。要求测得的电阻越大越好。E-c 间的阻值越大, 说明管子的 ICEO 越小; 反之, 所测阻值越小, 说明被测管的 ICEO 越大。一般说来, 中、小功率硅管、锗材料低频管, 其阻值应分别在几百千欧、几十千欧及十几千欧以上, 如果阻值很小或测试时万用表指针来回晃动, 则表明 ICEO 很大, 管子的性能不稳定。

I 测量放大能力(β)。目前有些型号的万用表具有测量三极管 hFE 的刻度线及其测试插座, 可以很方便地测量三极管的放大倍数。先将万用表功能开关拨至 挡, 量程开关拨到 ADJ 位置, 把红、黑表笔短接, 调整调零旋钮, 使万用表指针指示为零, 然后将量程开关拨到 hFE 位置, 并使两短接的表笔分开, 把被测三极管插入测试插座, 即可从 hFE 刻度线上读出管子的放大倍数。

另外: 有此型号的中、小功率三极管, 生产厂家直接在其管壳顶部标示出不同色点来表明管子的放大倍数 β 值, 其颜色和 β 值的对应关系如表所示, 但要注意, 各厂家所用色标并不一定完全相同。

B 检测判别电极

(a) 判定基极。用万用表 $R \times 100$ 或 $R \times 1k$ 挡测量三极管三个电极中每两个极之间的正、反向电阻值。当用第一根表笔接某一电极, 而第二表笔先后接触另外两个电极均测得低阻值时, 则第一根表笔所接的那个电极即为基极 b。这时, 要注意万用表表笔的极性, 如果红表笔接的是基极 b。黑表笔分别接在其他两极时, 测得的阻值都较小, 则可判定被测三极管为 PNP 型管; 如果黑表笔接的是基极 b, 红表笔分别接触其他两极时, 测得的阻值较小, 则被测三极管为 NPN 型管。

(b) 判定集电极 c 和发射极 e。(以 PNP 为例) 将万用表置于 $R \times 100$ 或 $R \times 1K$ 挡, 红表笔基极 b, 用黑表笔分别接触另外两个管脚时, 所测得的两个电阻值会是一个大一些, 一个小一些。在阻值小的一次测量中, 黑表笔所接管脚为集电极; 在阻值较大的一次测量中, 黑表笔所接管脚为发射极。

C 判别高频管与低频管

高频管的截止频率大于 3MHz, 而低频管的截止频率则小于 3MHz, 一般情况下, 二者是不能互换的。

D 在路电压检测判断法

在实际应用中、小功率三极管多直接焊接在印刷电路板上, 由于元件的安装密度大, 拆卸比较麻烦, 所以在检测时常常通过用万用表直流电压挡, 去测量被测三极管各引脚的电压值, 来推断其工作是否正常, 进而判断其好坏。

2 大功率晶体三极管的检测

利用万用表检测中、小功率三极管的极性、管型及性能的各种方法, 对检测大功率三极管来说基本上适用。但是, 由于大功率三极管的工作电流比较大, 因而其 PN 结的面积也较大。PN 结较大, 其反向饱和电流也必然增大。所以, 若像测量中、小功率三极管极间电阻那样, 使用万用表的 $R \times 1k$ 挡测量, 必然测得的电阻

值很小，好像极间短路一样，所以通常使用 $R \times 10$ 或 $R \times 1$ 挡检测大功率三极管。

3 普通达林顿管的检测

用万用表对普通达林顿管的检测包括识别电极、区分 PNP 和 NPN 类型、估测放大能力等项内容。因为达林顿管的 E—B 极之间包含多个发射结，所以应该使用万用表能提供较高电压的 $R \times 10K$ 挡进行测量。

4 大功率达林顿管的检测

检测大功率达林顿管的方法与检测普通达林顿管基本相同。但由于大功率达林顿管内部设置了 V_3 、 R_1 、 R_2 等保护和泄放漏电流元件，所以在检测量应将这此元件对测量数据的影响加以区分，以免造成误判。具体可按下述几个步骤进行：

A 用万用表 $R \times 10K$ 挡测量 B、C 之间 PN 结电阻值，应明显测出具有单向导电性能。正、反向电阻值应有较大差异。

B 在大功率达林顿管 B—E 之间有两个 PN 结，并且接有电阻 R_1 和 R_2 。用万用表电阻挡检测时，当正向测量时，测到的阻值是 B—E 结正向电阻与 R_1 、 R_2 阻值并联的结果；当反向测量时，发射结截止，测出的则是 $(R_1 + R_2)$ 电阻之和，大约为几百欧，且阻值固定，不随电阻挡位的变换而改变。但需要注意的是，有些大功率达林顿管在 R_1 、 R_2 、上还有二极管，此时所测得的则不是 $(R_1 + R_2)$ 之和，而是 $(R_1 + R_2)$ 与两只二极管正向电阻之和的并联电阻值。

5 带阻尼行输出三极管的检测

将万用表置于 $R \times 1$ 挡，通过单独测量带阻尼行输出三极管各电极之间的电阻值，即可判断其是否正常。具体测试原理，方法及步骤如下：

A 将红表笔接 E，黑表笔接 B，此时相当于测量大功率管 B—E 结的等效二极管与保护电阻 R 并联后的阻值，由于等效二极管的正向电阻较小，而保护电阻 R 的阻值一般也仅有 $20 \sim 50 \Omega$ ，所以，二者并联后的阻值也较小；反之，将表笔对调，即红表笔接 B，黑表笔接 E，则测得的是大功率管 B—E 结等效二极管的反向电阻值与保护电阻 R 的并联阻值，由于等效二极管反向电阻值较大，所以，此时测得的阻值即是保护电阻 R 的值，此值仍然较小。

B 将红表笔接 C，黑表笔接 B，此时相当于测量管内大功率管 B—C 结等效二极管的正向电阻，一般测得的阻值也较小；将红、黑表笔对调，即将红表笔接 B，黑表笔接 C，则相当于测量管内大功率管 B—C 结等效二极管的反向电阻，测得的阻值通常为无穷大。

C 将红表笔接 E，黑表笔接 C，相当于测量管内阻尼二极管的反向电阻，测得的阻值一般都较大，约 $300 \sim \infty \Omega$ ；将红、黑表笔对调，即红表笔接

D 黑表笔接 E，则相当于测量管内阻尼二极管的正向电阻，测得的阻值一般都较小，约几欧至几十欧

(ii) 单极型三极管（场效应管）

一. 场效应晶体管的主要参数有：

夹断电压（适用于结型和耗尽型绝缘栅场效应管）、开启电压（适用于增强型绝缘栅场效应晶体管）、饱和漏电流（适合于耗尽型绝缘栅场效应管）、直流输出电阻、漏—源极击穿电压、栅—源极击穿电压、低频跨导、输出电阻等。

二. 场效应晶体管的检测

由于绝缘栅型场效应晶体管极易因产生感应电压而击穿损坏，所以都有比较严格的包装。型号标志失掉的很少，如果不明型号、包装不好或没有包装的绝缘栅型场效应管，一般都已损坏，没有必要再进行电极判别。

1) 对于结型场效应晶体管的电极判定 一般我们选万用表的 $R \times 1k$ 挡，用黑表笔接触一只电极，红表笔分别接触其余两只电极，测其电阻，若电阻基本相等，交换红黑表笔再测一次；若阻值又基本相等且两次测得的阻值一次很小，一次很大；则可说明：该结型场效应管质量较好，如果第一次测得的阻值较小，则此时黑表笔接的是 N 沟道型场效应管的栅极 G；如果第一次测得的阻值较大，则黑表笔接的是 P 沟道型场效应管的栅极 G。结型场效应管漏极 D 和源极 S 可互换，没有必要判定。

2) 结型场效应晶体管的放大倍数 一般选万用表的 $R \times 100$ 或 $R \times 1k$ 挡，用红黑表笔分别接触源极 S 和漏极 D，用手捏栅极 S，观察表针偏转幅度，幅度越大说明放大能力越强。

3) 场效应晶体管应用于各种场效应管放大电路，选用时应了解管子的特性针对电路来选择，更换时应同参数同类型。焊接时，电路及所使用的工具都必须良好接地，焊接顺序为源极 S、漏极 D 和栅极 G。绝缘栅型管子不用时管脚要短路在一起。

三、部分场效应管型号及参数

| 型号 | 材料 | 管脚 | 用途 | 参数 | |
|------------|------|-----|--------|-------------------------|-------------|
| 3DJ6NJ | | | 低频放大 | 20V0.35MA0.1W | |
| 4405/R9524 | | | | | |
| 2E3C | NMOS | GDS | 开关 | 600V11A150W0.36 | |
| 2SJ117 | PMOS | GDS | 音频功放开关 | 400V2A40W | |
| 2SJ118 | PMOS | GDS | 高速功放开关 | 140V8A100W50/70nS0.5 | |
| 2SJ122 | PMOS | GDS | 高速功放开关 | 60V10A50W60/100nS0.15 | |
| 2SJ136 | PMOS | GDS | 高速功放开关 | 60V12A40W | 70/165nS0.3 |
| 2SJ143 | PMOS | GDS | 功放开关 | 60V16A35W90/180nS0.035 | |
| 2SJ172 | PMOS | GDS | 激励 | 60V10A40W73/275nS0.18 | |
| 2SJ175 | PMOS | GDS | 激励 | 60V10A25W73/275nS0.18 | |
| 2SJ177 | PMOS | GDS | 激励 | 60V20A35W140/580nS0.085 | |

| | | | | | |
|--------|------|-----|--------|-------------------------------|----------|
| 2SJ201 | PMOS | n | | | |
| 2SJ306 | PMOS | GDS | 激励 | 60V14A40W30/1 20nS0.12 | |
| 2SJ312 | PMOS | GDS | 激励 | 60V14A40W30/1 20nS0.12 | |
| 2SK30 | NJ | SDG | 低放音频 | 50V0.5mA0.1W0 .5dB | |
| 2SK30A | NJ | SDG | 低放低噪音频 | 50V0.3-6.5mA0.1 W0.5dB | |
| 2SK108 | NJ | SGD | 音频激励开关 | 50V1-12mA0.3W 70 | 1DB |
| 2SK118 | NJ | SGD | 音频话筒放大 | 50V0.01A0.1W0. 5dB | |
| 2SK168 | NJ | GSD | 高频放大 | 30V0.01A0.2W1 00MHz1.7dB | |
| 2SK192 | NJ | DSG | 高频低噪放大 | 18V12-24mA0.2 W100MHz1.8dB | |
| 2SK193 | NJ | GSD | 高频低噪放大 | 20V0.5-8mA0.25 W100MHz3dB | |
| 2SK214 | NMOS | GSD | 高频高速开关 | 160V0.5A30W | |
| 2SK241 | NMOS | DSG | 高频放大 | 20V0.03A0.2W1 00MHz1.7dB | |
| 2SK304 | NJ | GSD | 音频功放 | 30V0.6-12mA0.1 5W | |
| 2SK385 | NMOS | GDS | 高速开关 | 400V10A120W1 00/140nS0.6 | |
| 2SK386 | NMOS | GDS | 高速开关 | 450V10A120W1 00/140nS0.7 | |
| 2SK413 | NMOS | GDS | 高速功放开关 | 140V8A100W0.5 | (2SJ118) |
| 2SK423 | NMOS | SDG | 高速开关 | 100V0.5A0.9W4. 5 | |
| 2SK428 | NMOS | GDS | 高速开关 | 60V10A50W45/6 5NS0.15 | |
| 2SK447 | NMOS | SDG | 高速低噪开关 | 250V15A150W0. 24 可驱电机 | |
| 2SK511 | NMOS | SDG | 高速功放开关 | 250V0.3A8W5.0 | |
| 2SK534 | NMOS | GDS | 高速开关 | 800V5A100W4.0 | |
| 2SK539 | NMOS | GDS | 开关 | 900V5A150W2.5 | |
| 2SK560 | NMOS | GDS | 高速开关 | 500V15A100W0. 4 | |
| 2SK623 | NMOS | GDS | 高速开关 | 250V20A120W0. 15 | |
| 2SK727 | NMOS | GDS | 电源开关 | 900V5A125W11 | |

| | | | | | |
|---------|------|-----|--------|------------------------------|--------------|
| | | | | 0/420nS2.5 | |
| 2SK734 | NMOS | GDS | 电源开关 | 450V15A150W1 60/250nS0.52 | |
| 2SK785 | NMOS | GDS | 电源开关 | 500V20A150W1 05/240nS0.4 | |
| 2SK787 | NMOS | GDS | 高速开关 | 900V8A150W95/ 240nS1.6 | |
| 2SK790 | NMOS | GDS | 高速功放开关 | 500V15A150W0. 4 | 可驱电机 |
| 2SK791 | NMOS | GDS | 电源功放开关 | 850V3A100W4.5 | 可驱电机 |
| 2SK794 | NMOS | GDS | 电源开关 | 900V5A150W2.5 | 可驱电机 |
| 2SK817 | NMOS | GDS | 电源开关 | 60V26A35W40/2 30nS0.055 | |
| 2SK832 | NMOS | GDS | 高速开关 | 900V4A85W55/1 00nS4.0 | |
| 2SK899 | NMOS | GDS | 功放开关 | 500V18A125W1 30/440nS0.33 | |
| 2SK962 | NMOS | GDS | 电源开关 | 900V8A150W28 0/460nS2.0 | |
| 2SK940 | NMOS | SDG | 激励,驱动 | 60V0.8A0.9W0.5 5 螺线管驱动 | |
| 2SK1007 | NMOS | GDS | 功放开关 | 450V5A60W60/1 30nS1.6 | |
| 2SK1010 | NMOS | GDS | 高速开关 | 500V6A80W70/1 30nS1.6 | |
| 2SK1011 | NMOS | GDS | 高速开关 | 450V10A100W1 10/240nS0.65 | |
| 2SK1012 | NMOS | GDS | 高速开关 | 500V10A100W1 10/240nS0.9 | |
| 2SK1015 | NMOS | GDS | 功放开关 | 450V18A125W1 70/230nS0.45 | |
| 2SK1016 | NMOS | GDS | 电源开关 | 500V15A125W1 70/230nS0.55 | |
| 2SK1017 | NMOS | GDS | 电源开关 | 500V20A150W2 50/490nS0.35 | |
| 2SK1019 | NMOS | GDS | 电源开关 | 450V35A300W3 60/900nS0.2 | |
| 2SK1020 | NMOS | GDS | 电源开关 | 500V30A300W3 60/900nS0.25 | |
| 2SK1060 | NMOS | GDS | 功放开关 | 100V5A20W50/1 40nS0.27 | |
| 2SK1081 | NMOS | GDS | 激励,驱动 | 800V7A125W | 145/250nS2.2 |
| 2SK1082 | NMOS | GDS | 激励,驱动 | 900V8A125W | 145/250nS2.8 |

| | | | | | |
|---------|------|-----|---------------------------|--------------------------|-------------|
| 2SK1094 | NMOS | GDS | 激励,驱动 | 60V15A25W80/300nS0.065 | |
| 2SK1101 | NMOS | GDS | 功放开关 | 450V10A50W165/360nS0.65 | |
| 2SK1117 | NMOS | GDS | 电源开关 | 600V6A100W1.25 | |
| 2SK1118 | NMOS | GDS | 电源开关 | 600V6A45W65/105nSD1.25 | |
| 2SK1119 | NMOS | GDS | 电源开关 | 1000V4A100W3.8 | |
| 2SK1120 | NMOS | GDS | 电源开关 | 1000V8A150W1.8 | |
| 2SK1161 | NMOS | GDS | 电源开关 | 450V10A100W75/135nS0.8 | |
| 2SK1170 | NMOS | GDS | 电源开关 | 500V20A120W147/290nS0.27 | |
| 2SK1180 | NMOS | GDS | 投影机用 | 500V10A85W60/40nS0.6 | |
| 2SK1195 | NMOS | GDS | 电梯用 | 230V1.5A10W37/100nS | |
| 2SK1198 | NMOS | GDS | 高速开关 | 700V2A35W20/80nS3.2 | |
| 2SK1217 | NMOS | GDS | 电源开关 | 90V8A100W280/460nS2.0 | |
| 2SK1221 | NMOS | GDS | 电源开关 | 250V10A80W60/150nS0.4 | |
| 2SK1247 | NMOS | GDS | 电源开关 | 500V5A30W50/90nS1.4 | |
| 2SK1250 | NMOS | GDS | 开关-感性 | 500V20A150W130/260nS0.35 | |
| 2SK1254 | NMOS | GDS | 低噪放大 | 120V3A20W25/195nS0.4 | |
| 2SK1271 | NMOS | GDS | 功放开关 | 1400V5A240W55/260nS4.0 | |
| 2SK1272 | NMOS | GDS | 高速开关 | 60V1A0.75W50/500nS0.65 | |
| 2SK1329 | NMOS | GDS | 电源开关 | 500V12A60W90/180nS0.6 | |
| 2SK1358 | NMOS | GDS | 电源开关 | 900V9A150W65/120nS1.4 | |
| 2SK1374 | NMOS | 贴片 | 50V50mA0.15W0.2US/0.2US50 | | |
| 2SK1379 | NMOS | GDS | 激励, | 开关 | 60V50A150W7 |

| | | | | | |
|---------|------|-----|--------|------------------------------|------------------------------|
| | | | | | 8/640nS0.017 |
| 2SK1387 | NMOS | GDS | 激励, | 开关 | 60V35A40W66 /500nS0.035 |
| 2SK1388 | NMOS | GDS | 激励, | 开关 | 30V35A60W12 5/480nS0.022 |
| 2SK1419 | NMOS | GDS | 高速开关 | 60V15A25W55/1 50nS0.08 | |
| 2SK1445 | NMOS | GDS | 高速开关 | 450V5A30W45/1 75nS1.4 | |
| 2SK1459 | NMOS | GDS | 高速开关 | 900V2.5A30W40 /160nS6.0 | |
| 2SK1460 | NMOS | GDS | 高速开关 | 900V3.5A40W50 /265nS3.6 | |
| 2SK1463 | NMOS | GDS | 高速开关 | 900V4.5A60W50 /265nS3.6 | |
| 2SK1482 | NMOS | GDS | 开关功放低噪 | 30V1.5A0.75W6 5/660nS4.5 | |
| 2SK1507 | NMOS | GDS | 高速开关 | 600V9A50W110/ 240nS1.0 | |
| 2SK1535 | NMOS | GDS | 通 | 用 | 900V3A30W45 /110nS5.0 |
| 2SK1537 | NMOS | GDS | 通 | 用 | 900V5A100W6 5/145nS3.0 |
| 2SK1540 | NMOS | GDS | 变频开关功放 | 450V7A60W70/1 35nS0.8 | |
| 2SK1544 | NMOS | GDS | 变频开关功放 | 500V25A200W2 40/590S0.2 | |
| 2SK1547 | NMOS | GDS | 开关 | 800V4A40W95/1 70nS4.5 | |
| 2SK1567 | NMOS | GDS | 电源开关 | 500V7A35W70/1 35nS0.9 | |
| 2SK1611 | NMOS | GDS | 电源开关 | 800V3A50W40/1 35nS4.0 | |
| 2SK1681 | NMOS | GDS | 电源开关 | 500V30A300W1 80/320nS0.35 | |
| 2SK1745 | NMOS | GDS | 激励, | 开关 | 500V18A150W 120/210nS0.36 |
| 2SK1794 | NMOS | GDS | 电源激励开关 | 900V6A100W50/ 105nS2.8 | |
| 2SK1796 | NMOS | GDS | 功放开关 | 900V10A150W9 0/230nS1.2 | |
| 2SK1850 | NMOS | GDS | 开关电机驱动 | 60V10A1.8W110 /360nS0.07 | |

| | | | | | |
|----------|------|------------------------|-------------|--------------------------|--------------|
| 2SK1916 | NMOS | GDS | 开关电源用 | 450V18A80W170/33nS0.45 | |
| 2SK1937 | NMOS | GDS | 开关 UPS 用 | 500V15A125W100/230nS0.48 | |
| 2SK1985 | NMOS | GDS | 开关 UPS 用 | 900V5A50W35/105nS2.8 | |
| 2SK2039 | NMOS | GDS | 电源开关 | 900V5A150W | 70/210nS2.5 |
| 2SK2040 | NMOS | GDS | 电源开关 | 600V2A20W | 11/45nS5 |
| 2SK2082 | NMOS | GDS | 开关 UPS 用 | 900V9A150W | 85/210nS1.40 |
| 2SK2101 | NMOS | GDS | 电源开关 | 800V6A50W | 50/130nS2.1 |
| 2SK2141 | NMOS | GDS | 传动驱动 | 600V6A35W | 30/880nS1.1 |
| 2SK2147 | NMOS | GDS | 开关 UPS 用 | 900V6A80W | 145/250nS2.8 |
| 2SK2161 | NMOS | SDG | 高速开关 | 200V9A25W | 27/255nS0.45 |
| 2SK2189 | NMOS | GDS | 高速开关 | 500V10A70W | 70/400nS1.0 |
| 2SK2485 | NMOS | GDS | 监视器用电源 | 900V6A100W | 30/85 |
| 2.80 | | | | | |
| 2SK2487 | NMOS | GDS | 监视器用电源 | 900V8A140W | 50/153nS1.1 |
| 2SK2611 | NMOS | GDS | 监视器用电源 | 900V9A150W | |
| 2SK2645 | NMOS | GDS | 监视器用电源 | 500V15A125W | |
| 2SK4847 | NMOS | GDS | 电源开关 | 100V36125W0.08 | |
| 3SK103 | NMOS | gGDS | 高频放大 | 15V0.02A0.2W900MHz | |
| 3SK122 | NMOS | gGDS | 高频放大 | 20V7-25mA0.2W200MHz1.2dB | |
| BS170 | NMOS | 60V0.3A0.63W12/12nS5.0 | | | |
| BUZ11A | NMOS | GDS | 开关 | 50V25A75W60/110nS0.055 | |
| BUZ20 | NMOS | GDS | 功放开关 | 100V12A75W75/80nS | |
| FS3KM | NMOS | GDS | 高速开关 | 500V3A30W23/60nS4.4 | |
| FS5KM | NMOS | GDS | 高速开关 | 900V3A53W50/190nS4. | |
| FS7KM | NMOS | GDS | 高速开关 | 900V5A50W35/105nS2.8 | |
| FS10KM | NMOS | GDS | 高速开关 | | |
| FS12KM | NMOS | GDS | 高速开关 | 250V12A35W53/120nS0.40 | |
| FS7SM-16 | NMOS | GDS | 高速开关 | 800V7A150W1.6 | |
| H120N60 | NMOS | GDS | 开关 | 600V120A | |
| IRF130(铁 | GDS | 功放开关 | 100V14A79W7 | | |

| | | | | | |
|--------------------|------|------|---------------------------|------------------------------|--|
|)NMOS | | | 5/45nS0.16 | | |
| IRF230(铁))NMOS | GDS | 功放开关 | 200V9A75W50/ 40nS0.4 | | |
| IRF250(铁))NMOS | GDS | 功放开关 | 200V9A75W50/ 40nS0.4 | | |
| IRF440(铁))NMOS | GDS | 功放开关 | 500V8A125W3 5/30nS0.85 | | |
| IRF450(铁))NMOS | GDS | 功放开关 | 500V13A125W 66/60nS0.4 | | |
| IRF460(铁))NMOS | GDS | 功放开关 | 500V13A125W 66/60nS0.4 | | |
| IRF530 | NMOS | GDS | 功放开关 | 100V14A79W51/ 36nS0.18 | |
| IRF540 | NMOS | GDS | 功放开关 | 100V28A150W1 10/75nS0.077 | |
| IRF541 | NMOS | GDS | 功放开关 | 80V28A150W11 0/75nS0.077 | |
| IRF610 | NMOS | GDS | 功放开关 | 200V3.3A43W26 /13nS1.5 | |
| IRF630 | NMOS | GDS | 功放开关 | 200V9A75W50/4 0nS0.4 | |
| IRF640 | NMOS | GDS | 功放开关 | 200V18A125W7 7/54nS0.18 | |
| IRF720 | NMOS | GDS | 功放开关 | 400V3.3A50W21 /20nS1.8 | |
| IRF730 | NMOS | GDS | 功放开关 | 400V5.5A75W29 /24nS1.0 | |
| IRF740 | NMOS | GDS | 功放开关 | 400V10A125W4 1/36nS0.55 | |
| IRF830 | NMOS | GDS | 功放开关 | 500V4.5A75W23 /23nS1.5 | |
| IRF840 | NMOS | GDS | 功放开关 | 500V8A125W35/ 33nS0.85 | |
| IRF9530 | PMOS | GDS | 功放开关 | 100V12A75W14 0/140nS0.4 | |
| IRF9531 | PMOS | GDS | 功放开关 | 60V12A75W140/ 140S0.3 | |
| IRF9541 | PMOS | GDS | 功放开关 | 60V19A125W14 0/141nS0.2 | |
| IRF9610 | PMOS | GDS | 功放开关 | 200V1A20W25/1 5nS2.3 | |
| IRF9630 | PMOS | GDS | 功放开关 | 200V6.5A75W10 0/80nS0.8 | |

| | | | | | |
|----------|------|------|----------------------|--------------------------|--|
| IRFS9630 | PMOS | GDS | 功放开关 | 200V6.5A75W100/80nS0.8 | |
| IRFBC20 | NMOS | GDS | 功放开关 | 600V2.2A50W15/30nS4.4 | |
| IRFBC30 | NMOS | GDS | 功放开关 | 600V3.6A74W20/21nS2.2 | |
| IRFBC40 | NMOS | GDS | 功放开关 | 600V6.2A125W27/30nS1.2 | |
| IRFBE30 | NMOS | GDS | 功放开关 | 800V2.8A75W15/30nS3.5 | |
| IRFD120 | NMOS | 功放开关 | 100V1.3A1W70/70nS0.3 | | |
| IRFD123 | NMOS | 功放开关 | 80V1.1A1W70/70nS0.3 | | |
| IRFI730 | NMOS | GDS | 功放开关 | 400V4A32W1.0 | |
| IRFI744 | NMOS | GDS | 功放开关 | 400V4A32W1.0 | |
| IRFP054 | NMOS | GDS | 功放开关 | 60V65A180W0.022 | |
| IRFP140 | NMOS | GDS | 功放开关 | 100V29150W0.85 | |
| IRFP150 | NMOS | GDS | 功放开关 | 100V40A180W210/140nS0.55 | |
| IRFP240 | NMOS | GDS | 功放开关 | 200V19A150W0.18 | |
| IRFP250 | NMOS | GDS | 功放开关 | 200V33A180W180/120nS0.08 | |
| IRFP340 | NMOS | GDS | 功放开关 | 400V10A150W0.55 | |
| IRFP350 | NMOS | GDS | 功放开关 | 400V16A180W77/71nS0.3 | |
| IRFP353 | NMOS | GDS | 功放开关 | 350V14A180W77/71XnS0.4 | |
| IRFP360 | NMOS | GDS | 功放开关 | 400V23A250W140/99nS0.2 | |
| IRFP440 | NMOS | GDS | 功放开关 | 500V8.1A150W0.85 | |
| IRFP450 | NMOS | GDS | 功放开关 | 500V14A180W66/60nS0.4 | |
| IRFP460 | NMOS | GDS | 功放开关 | 500V20A250W120/98nS0.27 | |
| IRFP9140 | PMOS | GDS | 功放开关 | 100V19A150W100/70nS0.2 | |
| IRFP9150 | PMOS | GDS | 功放开关 | 100V25A150W1 | |

| | | | | | |
|------------------------|------|--------------------|--------------------|---------------------------------|--------|
| | | | | 60/70nS0.2 | |
| IRFP9240 | PMOS | GDS | 功放开关 | 200V12A150W6 8/57nS0.5 | |
| IRFPF40 | NMOS | GDS | 功放开关 | 900V4.7A150W2 .5 | |
| IRFPG42 | NMOS | GDS | 功放开关 | 1000V3.9A150W 4.2 | |
| IRFPZ44 | NMOS | GDS | 功放开关 | 1000V3.9A150W 4.2 | ***** |
| IRFU020 | NMOS | GDS | 功放开关 | 50V15A42W83/3 9nS0.1 | |
| IXGH20N 60ANMO S | GDS | 600V20A150 W | | | |
| IXGFH26 N50NMO S | GDS | 500V26A300 W0.3 | | | |
| IXGH30N 60ANMO S | GDS | 600V30A200 W | | | |
| IXGH60N 60ANMO S | GDS | 600V60A250 W | | | |
| IXTP2P50 | PMOS | GDS | 功放开关 | 500V2A75W5.5 | 代 J117 |
| J177 | PMOS | SDG | 开关 | 30V1.5mA0.35W | |
| M75N06 | NMOS | GDS | 音频功放开关 | 60V75A120W | |
| MTH8N10 0 | NMOS | GDS | 功放开关 | 1000V8A180W1 75/180nS1.8 | |
| MTH10N8 0 | NMOS | GDS | 功放开关 | 800V10A150W | |
| MTM30N 50 | NMOS | 功放开关 | (铁)500V30A25 0W | | |
| MTM55N 10 | NMOS | GDS | 功放开关 | (铁)100V55A250 W350/400nS0.04 | |
| MTP27N1 0 | NMOS | GDS | 功放开关 | 100V27A125W0. 05 | |
| MTP2955 | PMOS | GDS | 功放开关 | 60V12A75W75/5 0nS0.3 | |
| MTP3055 | NMOS | GDS | 功放开关 | 60V12A75W75/5 0nS0.3 | |
| MTP40N0 6 | NMOS | GDS | 功放开关 | (双)60V40A150 W/70nS0.3 | |
| MTW20N 50 | NMOS | GDS | 功放开关 | 500V20A250W0. 27 | |

| | | | | | |
|----------|------|---------|--------|------------------------|--|
| RFP40N10 | NMOS | GDS | 功放开关 | 100V40A160W30/20nS0.04 | |
| RFP50N05 | NMOS | GDS | 功放开关 | 50V50A132W55/15nS0.022 | |
| RFP50N06 | NMOS | GDS | 功放开关 | 60V50A145W55/15nS0.022 | |
| RFP6N60 | NMOS | GDS | 功放开关 | 600V6A75W80/100nS1.50 | |
| RFP60N06 | NMOS | GDS | 功放开关 | 60V60A120W50/15nS0.03 | |
| RFP70N06 | NMOS | GDS | 功放开关 | 60V70A150W | |
| SMP50N06 | NMOS | GDS | 功放开关 | 50V60A125W50nS0.026 | |
| SMP60N06 | NMOS | GDS | 功放开关 | 60V60A125W50nS0.023 | |
| SMW11N20 | NMOS | GDS | 功放开关 | 200V11A150W | |
| SMW11P20 | PMOS | GDS | 功放开关 | 200V11A150W | |
| SMW20N10 | NMOS | GDS | 功放开关 | 100V20A150W | |
| SMW20N10 | PMOS | GDS | 功放开关 | 100V20A150W | |
| SSH7N90 | NMOS | GDS | 高速电源开关 | 900V7A150W | |
| SSP6N60 | NMOS | GDS | 高速电源开关 | 600V6A150W | |
| SSP5N90 | NMOS | GDS | 高速电源开关 | 900V5A125W | |
| SSP7N80 | NMOS | GDS | 高速电源开关 | 800V7A75W | |
| SUP75N06 | NMOS | GDS | 功放开关 | 60V75A125W0.05 | |
| W12NA50W | NMOS | GDS | 功放开关 | 50V12A150W300/600nS | |
| GT15Q101 | NMOS | GDS | IGBT | 1400V15A150W | |
| GT25J101 | NMOS | GDS | IGBT | 800V25A150W | |
| GT25Q101 | NMOS | GDS | IGBT | 1400V25A180W | |
| GT40T101 | NMOS | GDS | IGBT | 1500V40A300W | |
| GT60M103 | NMOS | GDS | IGBT | 900V60A300W | |
| GT60M301 | NMOS | GDS | IGBT | 900V60A300W | |
| IMBH60 | NMOS | GDS-100 | IGBT | 1000V60A300W | |
| IMBH60D | NMOS | GDS-100 | IGBT | 1000V60A300W(带阻) | |
| SDT3055 | NMOS | GDS | | | |

| | | | | | |
|---------------|----------------------|-------|-------------|--|--|
| TSD45N5 0V | NMOS | 场效应模块 | 500V45A400W | | |
| TN2460L | | | | | |
| 35N120 | 1200V3 5A250 W | | | | |
| EXB841 | IGBT 驱 动 | | | | |

V. 晶闸管（可控硅）

晶闸管俗称可控硅，它的种类很多，但主要可分为单向晶闸管和双向晶闸管。单向晶闸管类似于二极管，只能在一个方向导通，而双向晶闸管双向都能导通。常见的晶闸管实物外形如下图所示。



一、晶闸管(SCR)

晶体闸流管简称晶闸管,也称为可控硅整流元件(SCR),是由三个 PN 结构成的一种大功率半导体器件。在性能上,晶闸管不仅具有单向导电性,而且还具有比硅整流元件更为可贵的可控性,它只有导通和关断两种状态。

晶闸管的优点很多,例如:以小功率控制大功率,功率放大倍数高达几十万倍;反应极快,在微秒级内开通、关断;无触点运行,无火花、无噪声;效率高,成本低等。因此,特别是在大功率 UPS 供电系统中,晶闸管在整流电路、静态旁路开关、无触点输出开关等电路中得到广泛的应用。

晶闸管的弱点:静态及动态的过载能力较差,容易受干扰而误导通。

晶闸管从外形上分类主要有:螺栓形、平板形和平底形。

一、普通晶闸管的结构和工作原理

晶闸管是 PNP 四层三端器件,共有三个 PN 结。分析原理时,可以把它看作是由一个 PNP 管和一个 NPN 管所组成,其等效图解如图 1(a)所示,图 1(b)为晶闸管的电路符号。

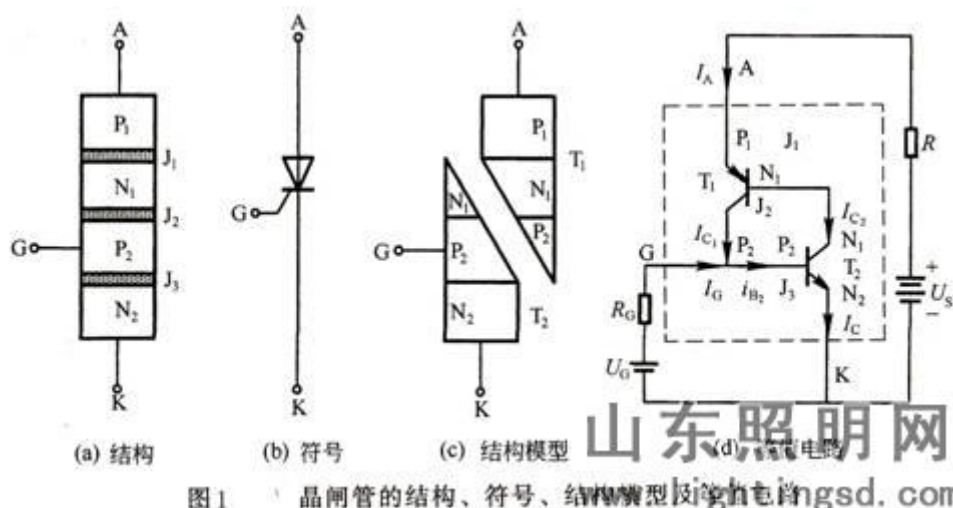


图1 晶闸管的结构、符号、结构模型及等效电路

晶闸管的工作过程

晶闸管是四层三端器件,它有 J1、J2、J3 三个 PN 结,可以把它中间的 NP 分成两部分,构成一个 PNP 型三极管和一个 NPN 型三极管的复合管。

当晶闸管承受正向阳极电压时,为使晶闸管导通,必须使承受反向电压的 PN 结 J2 失去阻挡作用。每个晶体管的集电极电流同时就是另一个晶体管的基极电流。因此是两个互相复合的晶体管电路,当有足够的门极电流 I_g 流入时,就会形成强烈的正反馈,造成两晶体管饱和和导通。

设 PNP 管和 NPN 管的集电极电流分别为 I_{C1} 和 I_{C2} ,发射极电流相应为 I_a 和 I_k ,电流放大系数相应为 $\alpha_1 = I_{C1}/I_a$ 和 $\alpha_2 = I_{C2}/I_k$,设流过 J2 结的反相漏电流为 I_{CO} ,晶闸管的阳极电流等于两管的集电极电流和漏电流的总和:

$$I_a = I_{C1} + I_{C2} + I_{CO} = \alpha_1 I_a + \alpha_2 I_k + I_{CO}$$

(1)

若门极电流为 I_g ,则晶闸管阴极电流为: $I_k = I_a + I_g$ 。

因此,可以得出晶闸管阳极电流为:

(2)

硅 PNP 管和硅 NPN 管相应的电流放大系数 α_1 和 α_2 随其发射极电流的改变而急剧变化。当晶闸管承受正向阳极电压,而门极未接受电压的情况下,式(1)中 $I_g = 0$, ($\alpha_1 + \alpha_2$) 很小,故晶闸管的阳极电流 $I_a \approx I_{CO}$,晶闸管处于正向阻断状态;当晶闸管在正向门极电压下,从门极 G 流入电流 I_g ,由于足够大的 I_g 流经 NPN 管的发射结,从而提高放大系数 α_2 ,产生足够大的集电极电流 I_{C2} 流过 PNP 管的发射结,并提高了 PNP 管的电流放大系数 α_1 ,产生更大的集电极电流 I_{C1} 流经 NPN 管的发射结,这样强烈的正反馈过程迅速进行。

当 α_1 和 α_2 随发射极电流增加而使得 $(\alpha_1 + \alpha_2) \approx 1$ 时,式(1)中的分母 $1 - (\alpha_1 + \alpha_2) \approx 0$,因此提高了晶闸管的阳极电流 I_a 。这时,流过晶闸管的电流完全由主回路的电压和回路电阻决定,晶闸管已处于正向导通状态。晶闸管导通后,式(1)中 $1 - (\alpha_1 + \alpha_2) \approx 0$,即使此时门极电流 $I_g = 0$,晶闸管仍能保持原来的阳极电流 I_a 而继续导通,门极已失去作用。在晶闸管导通后,如果不断地减小电源电压或增大回路电阻,使阳极电流 I_a 减小到维持电流 I_H 以下时,由于 α_1 和 α_2 迅速下降,晶闸管恢复到阻断状态。

晶闸管的工作条件

由于晶闸管只有导通和关断两种工作状态,所以它具有开关特性,这种特性需要一定的条件才能转化,此条件见表 1。

表1 晶闸管导通和关断条件

| 状 态 | 条 件 | 说 明 |
|--------|---------------------------------|--------|
| 从关断到导通 | (1)阳极电位高于阴极电位;(2)控制极有足够的正向电压和电流 | 两者缺一不可 |
| 维持导通 | (1)阳极电位高于阴极电位;(2)阳极电流大于维持电流 | 两者缺一不可 |
| 从导通到关断 | (1)阳极电位低于阴极电位;(2)阳极电流小于维持电流 | 任一条件即可 |

- (1)晶闸管承受反向阳极电压时,无论门极承受何种电压,晶闸管都处于关断状态。
- (2)晶闸管承受正向阳极电压时,仅在门极承受正向电压的情况下晶闸管才导通。
- (3)晶闸管在导通情况下,只要有一定的正向阳极电压,无论门极电压如何,晶闸管保持导通,即晶闸管导通后,门极失去作用。
- (4)晶闸管在导通情况下,当主回路电压(或电流)减小到接近于零时,晶闸管关断。

3 晶闸管的伏安特性和主要参数

3.1 晶闸管的伏安特性

晶闸管阳极 A 与阴极 K 之间的电压与晶闸管阳极电流之间关系称为晶闸管伏安特性,如图 2 所示。正向特性位于第一象限,反向特性位于第三象限。

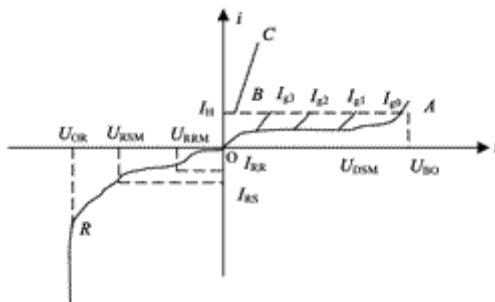


图 2 晶闸管伏安特性参数示意图

一、 反向特性

当门极 G 开路,阳极加上反向电压时(见图 3),J2 结正偏,但 J1、J2 结反偏。此时只能流过很小的反向饱和电流,当电压进一步提高到 J1 结的雪崩击穿电压后,同时 J3 结也击穿,电流迅速增加,如图 2 的特性曲线 OR 段开始弯曲,弯曲处的电压 U_{RO} 称为“反向转折电压”。此后,晶闸管会发生永久性反向击穿。

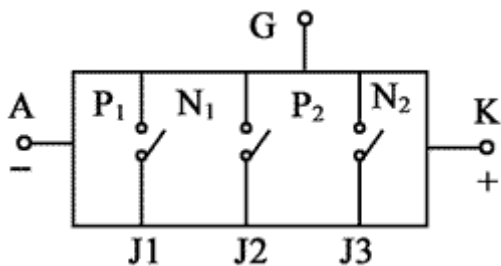


图 3 阳极加反向电压

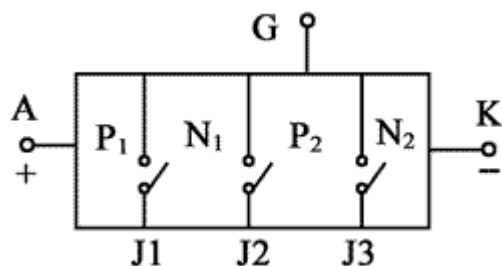


图4 阳极加正向电压

(2) 正向特性

当门极 G 开路,阳极 A 加上正向电压时(见图 4),J1、J3 结正偏,但 J2 结反偏,这与普通 PN 结的反向特性相似,也只能流过很小电流,这叫正向阻断状态,当电压增加,如图 2 的特性曲线 OA 段开始弯曲,弯曲处的电压 U_{BO} 称为“正向转折电压”。

由于电压升高到 J2 结的雪崩击穿电压后,J2 结发生雪崩倍增效应,在结区产生大量的电子和空穴,电子进入 N1 区,空穴进入 P2 区。进入 N1 区的电子与由 P1 区通过 J1 结注入 N1 区的空穴复合。同样,进入 P2 区的空穴与由 N2 区通过 J3 结注入 P2 区的电子复合,雪崩击穿后,进入 N1 区的电子与进入 P2 区的空穴各自不能全部复合掉。这样,在 N1 区就有电子积累,在 P2 区就有空穴积累,结果使 P2 区的电位升高, N1 区的电位下降, J2 结变成正偏,只要电流稍有增加,电压便迅速下降,出现所谓负阻特性,见图 2 中的虚线 AB 段。这时 J1、J2、J3 三个结均处于正偏,晶闸管便进入正向导电状态——通态,此时,它的特性与普通的 PN 结正向特性相似,如图 2 的 BC 段。

(3) 触发导通

在门极 G 上加入正向电压时(如图 5 所示),因 J3 正偏,P2 区的空穴进入 N2 区,N2 区的电子进入 P2 区,形成触发电流 IGT。在晶闸管的内部正反馈作用(如图 2)的基础上,加上 IGT 的作用,使晶闸管提前导通,导致图 2 中的伏安特性 OA 段左移,IGT 越大,特性左移越快。



图5 阳极和门极均加正向电压

3.2 晶闸管的主要参数

(1)断态重复峰值电压 UDRM

门极开路,重复率为每秒 50 次,每次持续时间不大于 10ms 的断态最大脉冲电压, $UDRM=90\%UDSM$,UDSM 为断态不重复峰值电压。UDSM 应比 U_{BO} 小,所留的裕量由生产厂家决定。

(2)反向重复峰值电压 URRM

其定义同 UDRM 相似, $URRM=90\%URSM$,URSM 为反向不重复峰值电压。

(3)额定电压

选 UDRM 和 URRM 中较小的值作为额定电压,选用时额定电压应为正常工作峰值电压的 2~3 倍,应能承受经常出现的过电压。

4. 常用双向可控硅型号

| 号 | 型号 | V_{DRM} [W] | $I_{T(RMS)}$ [A] | V_{GM} [V] | P_{GM} [W] | 封装 | 说明 | 生产厂商 | 数据手册 |
|-----|----------|---------------|------------------|--------------|--------------|----------|----|----------|------|
| 001 | BT136 | 600 | 4 | 5 | 5 | TO-220 | - | | |
| 002 | BT137 | 600 | 8 | 5 | 5 | TO-220 | - | | |
| 003 | BT138 | 600 | 12 | 5 | 5 | TO-220 | - | | |
| 004 | BT139 | 600 | 16 | 5 | 5 | TO-220 | - | | |
| 005 | BTA20 | 800 | 20 | - | - | TO-220 | - | | |
| 006 | MCA12m | 600 | 16 | 5 | 5 | TO-220 | - | MOTOROLA | |
| 007 | MCA12N | 600 | 16 | 5 | 5 | TO-220 | - | MOTOROLA | |
| 008 | MCA15 | 400 | 15 | 10 | 20 | TO-220 | - | MOTOROLA | |
| 009 | MCA15A6 | 600 | 15 | 10 | 20 | TO-220AB | - | - | |
| 010 | MCA15A8 | 800 | 15 | 10 | 20 | TO-220AB | - | - | |
| 011 | MCA15A10 | 600 | 15 | 10 | 20 | TO-220AB | - | - | |
| 012 | MCA16CM | 600 | 16 | - | 20 | TO-220AB | - | - | |
| 013 | MCA16CN | 800 | 16 | - | 20 | TO-220AB | - | - | |
| 014 | MCA8D | 400 | 8 | - | 16 | TO-220AB | - | - | |
| 015 | MCA8M | 600 | 8 | - | 16 | TO-220AB | - | - | |

| | | | | | | | | | |
|-----|-------|-----|---|---|----|----------|---|---|--|
| 016 | MCA8N | 800 | 8 | - | 16 | TO-220AB | - | - | |
| 017 | MCA9D | 400 | 8 | - | 16 | TO-220AB | - | - | |
| 018 | MCA9M | 600 | 8 | - | 16 | TO-220AB | - | - | |
| 019 | MCA9N | 800 | 8 | - | 16 | TO-220AB | - | - | |

| 序号 | 型号 | V_{DRM} [W] | $I_{T(RMS)}$ [A] | I_{GT} [mA] | P_{GM} [W] | 封装 | 说明 | 生产厂商 | 数据手册 |
|-----|----------|---------------|------------------|---------------|--------------|----------|----|------|------|
| 001 | Q201E3 | 200 | 1 | 10 | 0.2 | TO-92 | - | - | |
| 002 | Q401E3 | 400 | 1 | 10 | 0.2 | TO-92 | - | - | |
| 003 | Q2004L3 | 200 | 4 | 10 | 0.3 | TO-220AB | - | - | |
| 004 | Q4004L3 | 400 | 4 | 10 | 0.3 | TO-220AB | - | - | |
| 005 | Q6004L3 | 600 | 4 | 10 | 0.3 | TO-220AB | - | - | |
| 006 | Q2004L4 | 200 | 4 | 25 | 0.3 | TO-220AB | - | - | |
| 007 | Q4004L4 | 400 | 4 | 25 | 0.3 | TO-220AB | - | - | |
| 008 | Q6004L4 | 600 | 4 | 25 | 0.3 | TO-220AB | - | - | |
| 009 | Q2004F31 | 200 | 4 | 10 | 0.3 | TO-202AB | - | - | |
| 010 | Q4004F31 | 400 | 4 | 10 | 0.3 | TO-202AB | - | - | |
| 011 | Q6004F31 | 600 | 4 | 10 | 0.3 | TO-202AB | - | - | |
| 012 | Q2004F41 | 200 | 4 | 25 | 0.3 | TO-202AB | - | - | |

| | | | | | | | | | |
|-----|----------|-----|----|----|-----|----------|---|---|--|
| 013 | Q4004F41 | 400 | 4 | 25 | 0.3 | T0-202AB | - | - | |
| 014 | Q4006L4 | 400 | 6 | 25 | 0.5 | T0-220AB | - | - | |
| 015 | Q4008L4 | 400 | 8 | 25 | 0.5 | T0-220AB | - | - | |
| 016 | Q6008L5 | 600 | 8 | 25 | 0.5 | T0-220AB | - | - | |
| 017 | Q2008R4 | 200 | 8 | 25 | 0.5 | T0-220AB | - | - | |
| 018 | Q4008R4 | 400 | 8 | 25 | 0.5 | T0-220AB | - | - | |
| 019 | Q6008R5 | 600 | 8 | 50 | 0.5 | T0-220AB | - | - | |
| 020 | Q2010L5 | 200 | 10 | 50 | 0.5 | T0-220AB | - | - | |
| 021 | Q4010L5 | 400 | 10 | 50 | 0.5 | T0-220AB | - | - | |
| 022 | Q6010L5 | 600 | 10 | 50 | 0.5 | T0-220AB | - | - | |
| 023 | Q2010R5 | 200 | 10 | 50 | 0.5 | T0-220AB | - | - | |
| 024 | Q4010R5 | 400 | 10 | 50 | 0.5 | T0-220AB | - | - | |
| 026 | Q6010R5 | 600 | 10 | 50 | 0.5 | T0-220AB | - | - | |
| 027 | Q2015L5 | 200 | 15 | 50 | 0.5 | T0-220AB | - | - | |
| 028 | Q4015L5 | 400 | 15 | 50 | 0.5 | T0-220AB | - | - | |
| 029 | Q6015L5 | 600 | 15 | 50 | 0.5 | T0-220AB | - | - | |
| 030 | Q2015R5 | 200 | 15 | 50 | 0.5 | T0-220AB | - | - | |
| 031 | Q4015R5 | 400 | 15 | 50 | 0.5 | T0-220AB | - | - | |

| | | | | | | | | | |
|-----|---------|-----|----|----|-----|----------|---|---|--|
| 032 | Q6015R5 | 600 | 15 | 50 | 0.5 | T0-220AB | - | - | |
|-----|---------|-----|----|----|-----|----------|---|---|--|

VI. 电感线圈

电感线圈是由导线一圈*一圈地绕在绝缘管上，导线彼此互相绝缘，而绝缘管可以是空心的，也可以包含铁芯或磁粉芯，简称电感。用 L 表示，单位有亨利(H)、毫亨利 (mH)、微亨利(uH)， $1H=10^3mH=10^6uH$ 。

一、电感的分类

按 电感形式 分类：固定电感、可变电感。

按导磁体性质分类：空芯线圈、铁氧体线圈、铁芯线圈、铜芯线圈。

按 工作性质 分类：天线线圈、振荡线圈、扼流线圈、陷波线圈、偏转线圈。

按 绕线结构 分类：单层线圈、多层线圈、蜂房式线圈。

二、电感线圈的主要特性参数

1、电感量 L

电感量 L 表示线圈本身固有特性，与电流大小无关。除专门的电感线圈（色码电感）外，电感量一般不专门标注在线圈上，而以特定的名称标注。

2、感抗 XL

电感线圈对交流电流阻碍作用的大小称感抗 XL，单位是欧姆。它与电感量 L 和交流电频率 f 的关系为 $XL=2\pi fL$

3、品质因素 Q

品质因素 Q 是表示线圈质量的一个物理量，Q 为感抗 XL 与其等效的电阻的比值，即： $Q=XL/R$

线圈的 Q 值愈高，回路的损耗愈小。线圈的 Q 值与导线的直流电阻，骨架的介质损耗，屏蔽罩或铁芯引起的损耗，高频趋肤效应的影响等因素有关。线圈的 Q 值通常为几十到几百。

4、分布电容

线圈的匝与匝间、线圈与屏蔽罩间、线圈与底版间存在的电容被称为分布电容。分布电容的存在使线圈的 Q 值减小，稳定性变差，因而线圈的分布电容越小越好。

三、常用线圈

1、单层线圈

单层线圈是用绝缘导线一圈挨一圈地绕在纸筒或胶木骨架上。如晶体管收音机中波天线线圈。

2、蜂房式线圈

如果所绕制的线圈，其平面不与旋转面平行，而是相交成一定的角度，这种线圈称为蜂房式线圈。而其旋转一周，导线来回弯折的次数，常称为折点数。蜂房式绕法的优点是体积小，分布电容小，而且电感量大。蜂房式线圈都是利用蜂房绕线机来绕制，折点越多，分布电容越小

3、铁氧体磁芯和铁粉芯线圈

线圈的电感量大小与有无磁芯有关。在空芯线圈中插入铁氧体磁芯，可增加电感量和提

高线圈的品质因素。

4、铜芯线圈

铜芯线圈在超短波范围应用较多，利用旋动铜芯在线圈中的位置来改变电感量，这种调整比较方便、耐用。

5、色码电感器

色码电感器是具有固定电感量的电感器，其电感量标志方法同电阻一样以色环来标记。

6、阻流圈（扼流圈）

限制交流电通过的线圈称阻流圈，分高频阻流圈和低频阻流圈。

7、偏转线圈

偏转线圈是电视机扫描电路输出级的负载，偏转线圈要求：偏转灵敏度高、磁场均匀、Q值高、体积小、价格低。

VII. 变压器

变压器是变换交流电压、电流和阻抗的器件，当初级线圈中通有交流电流时，铁芯（或磁芯）中便产生交流磁通，使次级线圈中感应出电压（或电流）。变压器由铁芯（或磁芯）和线圈组成，线圈有两个或两个以上的绕组，其中接电源的绕组叫初级线圈，其余的绕组叫次级线圈。

一、 分类

按冷却方式分类：干式（自冷）变压器、油浸（自冷）变压器、氟化物（蒸发冷却）变压器。

按防潮方式分类：开放式变压器、灌封式变压器、密封式变压器。

按铁芯或线圈结构分类：芯式变压器（插片铁芯、C型铁芯、铁氧体铁芯）、壳式变压器（插片铁芯、C型铁芯、铁氧体铁芯）、环型变压器、金属箔变压器。

按电源相数分类：单相变压器、三相变压器、多相变压器。

按用途分类：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。

二、电源变压器的特性参数

1 工作频率

变压器铁芯损耗与频率关系很大，故应根据使用频率来设计和使用，这种频率称工作频率。

2 额定功率

在规定的频率和电压下，变压器能长期工作，而不超过规定温升的输出功率。

3 额定电压

指在变压器的线圈上所允许施加的电压，工作时不得大于规定值。

4 电压比

指变压器初级电压和次级电压的比值，有空载电压比和负载电压比的区别。

5 空载电流

变压器次级开路时，初级仍有一定的电流，这部分电流称为空载电流。空载电流由磁化电流（产生磁通）和铁损电流（由铁芯损耗引起）组成。对于50Hz电源变压器而言，空载电流基本上等于磁化电流。

6 空载损耗：指变压器次级开路时，在初级测得功率损耗。主要损耗是铁芯损耗，其次是空载电流在初级线圈铜阻上产生的损耗（铜损），这部分损耗很小。

7 效率

指次级功率 P2 与初级功率 P1 比值的百分比。通常变压器的额定功率愈大，效率就愈高。

8 绝缘电阻

表示变压器各线圈之间、各线圈与铁芯之间的绝缘性能。绝缘电阻的高低与所使用的绝缘材料的性能、温度高低和潮湿程度有关。

三、音频变压器和高压变压器特性参数

1 频率响应

指变压器次级输出电压随工作频率变化的特性。

2 通频带

如果变压器在中间频率的输出电压为 U_0 ，当输出电压（输入电压保持不变）下降到 $0.707U_0$ 时的频率范围，称为变压器的通频带 B。

3 初、次级阻抗比

变压器初、次级接入适当的阻抗 R_o 和 R_i ，使变压器初、次级阻抗匹配，则 R_o 和 R_i 的比值称为初、次级阻抗比。在阻抗匹配的情况下，变压器工作在最佳状态，传输效率最高。

VIII. 石英晶振

一. 作用:

与时钟芯片、单片机或电脑声卡、显卡组成振荡电路，是数字电路中最重要信号产生源，是用来产生时钟信号的。晶振在数字电路地位如同机械系统中的齿轮或链条，是用来驱动其他数字电路步调协调地工作的。电脑主频指的就是晶振产生时钟信号的频率。

二. 晶振符号:

晶振在电路板中用“X”或“Y”来表示。

三. 晶振的单位:

晶振的单位主要用“Hz”来表示，其换算关系为： $1\text{MHz}=10^3\text{KHz}=10^6\text{Hz}$

四. 晶振的分类:

以电脑为例，主板上的晶振主要分为：

- (1)时钟晶振：与时钟芯片相连 频率为 14.318MHz 工作电压为 1.1-1.6V
- (2)实时晶振：与南桥相连 频率为 32.768MHz 工作电压为 0.4V 左右
- (3)声卡晶振：与声卡芯片相连 频率为 24.576MHz 工作电压为 1.1-2.2V
- (4)网卡晶振：与网卡芯片相连 频率为 25.000MHz 工作电压为 1.1-2.2V

其他常见的晶振有 6.0M、12M、20M 的，其次使用时注意不同频率的晶振有不同的工作电压！

五. 晶振好坏的判断:

将数字表打到二极管档，好的晶振两引脚间的数值应为无穷大，如果有数值则表示已经损坏。在电路中可以通过电压测试法来判断，如果工作电压出现偏低，则表示晶振没有起振，或用示波器测，若有电压无波形则为晶振坏。另外也可以用替换法来判断。

六. 晶振的代换原则

晶振的代换必须原型号代换。

IX. 电子管

什么是电子管

电子管是一种在气密性封闭容器（一般为玻璃管）中产生电流传导，以获得信号放大或振荡的电子器件。早期应用于电视机、收音机扩音机等电子产品中，近年来逐渐被晶体管和集成电路所取代，但目前在一些高保真音响器材中，仍然使用电子管作为音频功率放大器件。

电子管在电器中用字母“V”或“VE”表示，旧标准用字母“G”表示。

二、电子管的种类

（一）按用途分类

电子管按其用途的不同可分为电压放大管、功率大管、充气管、闸流管、引燃管、混频或变频管、整流管、振荡管、检波管、调谐指过管、稳压管等。

（二）按电极数分类

电子管按其电极数的不同可分为电压放大管、三极管、四极管、五极管、六极管、攻极管、八极管、九极管和复合管等。三极以上的电管又称为多极管或多栅管。

（三）按外形分类

电子管按其外形及外壳材料可分为瓶形玻璃管（ST管）、“橡皮”管、筒形玻璃管（GT管）、大型玻璃管（G式管）、金属瓷管、小型管（也称花生管或指形管、MT管）、塔形管、超小型管（铅笔形管）等多种。

（四）按内部结构分类

电子管按其内部结构可分为单二极管、二极管、双二极管、双二极管极管、单三极管、功率五极管、束射四极管、束射五极管、双一极管、二极——五极复合管、又束射四极管、三极-五极复合管、三极-六极复合管、三极-七极复合管、束射功率各处室等多种类型。

（五）按阴极的加热方式分类

电子管按阴极的加热方式可分为直热式阴极电子管和旁热式阴极电子管。

（六）按屏蔽方式分类

电子管按屏蔽方式可分为锐截止屏蔽电子管和遥截止屏蔽电子管。

（七）按冷却方式分类

电子管按冷却方式可分为水冷式电子管、风冷式电子管和自然冷却式电子管。

三、电子管的选用经验介绍

1. 按用途合理选择电子管的类型

电子管的种类繁多，功能各异。选用时，应根据应用的电路的具体要求（例如，是电压放大管还是功率放大管）来选择合适的类型及型号。在功率放大器中，电压放大管可选用6N4、6N8P、6N11、12AX7、6922、6DJ8等型号；电压驱动管可选用12AU7、12AT7、6SN7、6DJ6、6CG7、6NP8、ECC82、6N6等型号；功率输出管可选用KT88、EL34、300B、6650C等型号。

2. 根据电路要求选用电子管的主要参数

电子管在使用时应严格遵照产品手册中规定的各极电压值（包括灯丝电压、屏极电压和帘栅极电压等）。选用哪种型号的电子管，还应根据应用电路的工作电压值、电流值等参数而定。所选电子管的各极电压值应与应用电路的工作电压值相同或相近，否则会缩短电子管的使用寿命。

3. 主要参数应相同或相近

电子管损坏后，若无同型号电子管更换，也可以使用主要参数相同或相近的其它型号电子管来代换。代换管的灯丝电压不能超过额定值的+5%，屏极电压和帘栅极电压不能超过额定值，耗散功率应相同，否则会缩短电子管的使用寿命。

4. 管脚数量及管脚排列应相同

电子管有四脚管、五脚管、小七脚管、八脚管（俗称“南京管”）、小九脚管（俗称“北

京管”)。常用的四脚管有 EG1~1.25/10、EG1~0.3/8.5 等型号, 五脚管有 FU-7 等型号, 小七脚管有 6A2、6K4、6J4、6J5 等型号, 八脚管有 6P6P、6J8P 等型号, 小九脚管有 6N1、6N2、6N3、6N11、6P1、6P14、6P15、6U1 等型号。

四、电子管的引脚排列

引脚数量相同的电子管, 其内部结构、引脚排列及功能等往往不相同, 这一点在代称时应注意。对于型号不清、外形相同的电子管, 业余条件下可以通过观察其内部结构并用万用表电阻档配合测量等方法来识别

二极电子管

二极电子管分为整流二极管、阻尼二极管和充气二极管等, 其内部由阴极 K、屏极 A 和灯丝 F 等组成。

二极电子管有直热式和间热式之分。直热式二极电子管的灯丝 F 与阴极 K 为一体, 称为丝极。间热式二极电子管的灯丝 F 与阴极 K 之间是隔离的。

(二) 三极电子管

三极电子管由外壳、灯丝 F、屏极(也称板极或阳极) A、栅极 G、阴极 k 及管脚等组成。其中, 灯丝用来加热阴极。阴极 k(类似于半导体三极管的发射极和场效应管的源极)在温度升高到一定值时开始发射电子。栅极 G(也称控制栅极。类似于半导体三极管的基极和场效应管的栅极)用来控制阴极发射电子的数量, 即控制阴极电流的大小。屏极 A(类似于半导体三极管的集电极和场效应晶体管的漏极)用来收集阴极所发射的电子。

三极电子管一般用于放大电路中, 它按阴极的加热方式可分为直热式阴极三极电子管和间热式阴极三极电子管。

常用的中、小功率三极电子管有 6N1~6N4、6N6、6N8P、6N9P、6N11、6DJ8、12AX7、12AU7、12AT7、6C3~6C5 等型号。常用的大功率三极电子管有 211、845、WE300B、6N5P、6N13P 等型号。

(三) 四极电子管

普通四极电子管较三极电子管增加了一个栅极, 一般用于高频放大等电路。代表型号有 6J3、6J5 等。

(四) 五极电子管

五极电子管是在三极电子管的屏极 A 与栅极 G 之间加入两个网状的栅极。其中一个栅极为帘栅极, 它接固定的正电压, 用于对阴极发出的正电子进行加速, 同时还对屏极起屏蔽作用。另一个栅极为抑制栅极, 它与阴极同电位, 用来抑制屏极产生的二次电子发射。五极电子管的放大系数较三极电子管要大。常用的五极电子管有 6J1(T)~6J5(T)、6P14、6P15、EL12、EL35、WE-350B 等型号。

(五) 束射四极管

束射四极管也称电子注管, 它在三极管的基础上增加了一对集束电极。此电极与阴极(较三极管、五极管的阴极粗大而扁平)相连, 其作用是迫使电子沿垂直于阴极扁平面的方向成束状射向屏极, 屏极电流较大。常用的束射四极管有 6P1、6P6、6V6、6P3P、6L6GC、FU-7、6CA7、EL34、KT66、KT88 等型号。

(六) 七极电子管

七极电子管较五极管增加了两个栅极, 如图 11-7 所示。七极管早期应用于收音机中作高放管或变频管, 现在已很少使用。

(七) 复合电子管

复合电子管除双三极管, 还有二极-五极管、三极-五极管、三极-六极管、三极-七极管等多种结构类型。常见的二极-五极管有 6B8 等型号, 三极-五极管有 6F1~6F3、6AN8、6U8 等型号, 三极-七极管有 6U1 等型号。

五、电子管的主要参数有哪些?

电子管的主要参数有灯丝电压、灯丝电流、屏极电流、屏极内阻、屏极电压、帘栅极电压、极间电容、放大系数、电导、输出功率等。

(一) 灯丝电压

灯丝电压 V_F 是指电子管灯丝的额定工作电压。不同结构和规格的电子管,其灯丝电压也不相同。通常,电子二极管的灯丝电压为 1.2V 或 2.4V (双二极管),三极以上电子管的灯丝电压为 6.3V、12.6V (复合管),部分直热式电子管、低内阻管、束射管等的灯丝电压还有 2.5V、5V、6V、7.5V、10V、26.5V 等多种规格。

(二) 灯丝电流

灯丝电流 I_F 是指电子管灯丝的工作电流。不同结构和规格的电子管,其灯丝电流也不同。例如,同样是束射四极管, FU-7 的灯丝电流为 0.9mA,而 FU-13 的灯丝电流却为 5A。

(三) 屏极内阻 r_P

屏极内阻是指在栅极电压 V_C 不变时,屏极电压 V_A 的变化量与其对应的屏极电流 I_A 变化量的比值。

(四) 放大系数 μ

放大系数是指在电子管阴极 k 的表面上,电栅极电压 V_G 和屏极电压 V_A 所形成的两个电场的有效值之比,或指在屏极电流 I_a 不变时,栅极电压 V_G 的变化与其对应的屏极电压 V_a 的变化的比值。放大系数用来反映电子管的放大能力。通常将放大系数值大于 40 的三极管称为高放大系数管,将放大系数低于 40、高于 104

三极管称为中放大系数管,将放大系数低于 10 的三极管称为低放大系数管。

(五) 电导 S

电导是指屏极电压 V_A 为定值时,栅极电压 V_G 的变化量与因 V_G 变化引起屏极电流 I_a 变化的比值。电导用来衡量电子管的栅极电压对屏极电流的控制能力。

(六) 极间电容

极间电容是指电子管各电极之间的分布电容

六、电子管的检测经验

(一) 外观检查

1. 观察电子管顶部的颜色 正常的电子管,其顶部的颜色是银色或黑色。若顶部已变成乳白色或浅黑色,则说明该电子管已漏气或老化。

2. 观察管内是否有杂物

轻轻摇动或用手指轻弹电子管玻壳,再上下颠倒几下仔细观察内是否有碎片、白色氧化物、碎云母片等杂物。若电子管内有杂物,则说明该管经过剧烈振动,其内部极间短路的可能性较大。

(二) 用万用表检测

1. 测量灯丝电压 用万用表 $R \times 1$ 档,测量电子管的两个灯丝引脚的电阻值,正常值只有几欧姆。若测得阻值为无穷大,则说明该电子管的灯丝已断。

2. 检测电子管是否衰老

通过用万用表测量电子管阴极的发射能力,即可判断出电子管是否衰老。检测时,可单独为电子管的灯丝提供工作电压(其余各极电压均不加),预热 2min 左右,用万用表 $R \times 100$ 档,红表笔接电子管极阴,黑表笔接栅极(表内 1.5V 电池相当于给电子管加上正偏栅压),测量栅、阴极之间的电阻值。正常的电子管,栅、阴极之间的电阻值应小于 $3k\Omega$ 。若测得电子管栅、阴极之间的阻值大于 $3k\Omega$,则说明该电子管已衰老。该电阻值越大,电子管的衰老程度越严重。

电子管的基本参数:

1.灯丝电压: V; 2.灯丝电流: mA; 3.阳极电压: V; 4.阳极电流: mA; 5.栅极电压: V;
6.栅极电流: mA; 7.阴极接入电阻: Ω ; 8.输出功率: W; 9.跨导: mA/v; 10.内阻: k Ω 。

几个常用值的计算:

放大因数 μ =阳极电压 U_{ak} /栅极电压 U_{gk}

表示在维持阳极电流不变的情况下, 阳极电压与栅极电压的比值。

跨导 S =阳极电流 I_a /栅极电压 U_{gk}

表示在维持阳极电压不变的情况下, 栅极电压若有一个单位(如 mV) 的电压变化时将引起阳极电流有多少个单位的变化。

内阻 R_i =栅极电压 U_{ak} /阳极电流 I_a

表示在维持栅极电压不变的情况下, 阳极电流若有一个单位(如 mA) 的电压变化时将引起阳极电压有多少个单位的变化。

上面的几个值也可以表述为 放大因数 μ =跨导 S 乘以内阻 R_i

先说这些, 各位要是觉得可以瞧下去, 下回再说几种常见的管型和结构工作原理等等等等。

这回就先说电子管的构造和工作原理吧。照顾一下咱的老习惯, 以后所涉及的管型和单元电路均以国产管为例, 在最后我会结合自己的使用体会简要说说部分常见的国产管和进口管的各自特点以及代换。

在讨论之前咱们先得把讨论的范围作一界定, 即仅限于真空式电子管。

不管是二极管, 三极还是更多电极的真空式电子管, 它们都具有一个共同结构就是由抽成几近真空的玻璃(或金属, 陶瓷)外壳及封装在壳里的灯丝, 阴极和阳极组成。直热式电子管的灯丝就是阴极, 三极以上的多极管还有各种栅极。

先说二极管:

考虑一块被加热的金属板, 当它的温度达到摄氏 800 度以上时, 会形成电子的加速运动, 以至能够摆脱金属板本身对它们的吸引而逃逸到金属表面以外的空间。若在这一空间加上一个十几至几万伏的正向电压(踏雪留痕在上面说到的显象管, 阳极上就加有 7000—27000 伏的高压), 这些电子就会被吸引飞向正向电压极, 流经电源而形成回路电流。

把金属板(阴极), 加热源(灯丝), 正向电压极板(阳极)封装在一个适当的壳里, 即上面说的玻璃(或金属, 陶瓷)封装壳, 再抽成几近真空, 就是电子二极管。

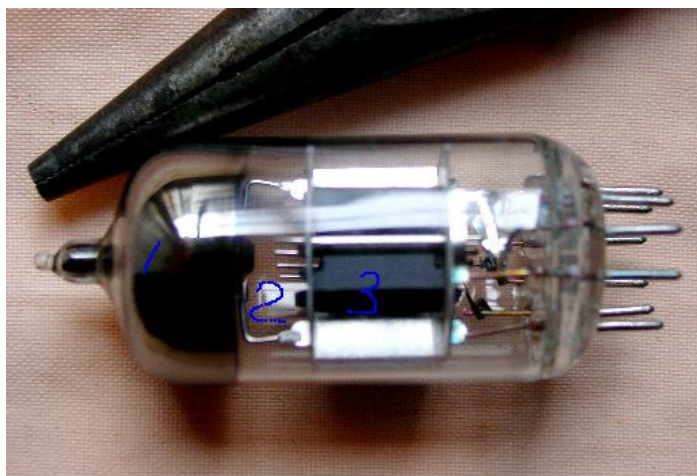
需要说明的是由于制造工艺, 杂质附着以及材料本身等原因, 管内会残留微量余气, 成品管都在管内涂敷了一层吸气剂。吸气剂一般使用掺氮的蒸散型锆铝或锆钒材料。目前除特殊用途外(如超高频和高压整流等), 为便于使用和增加一至性, 均为两只二极管, 或二极管, 或三极三极以及二极管五极等合装在一个管壳内, 这就是复合管。

接下来说三极管：

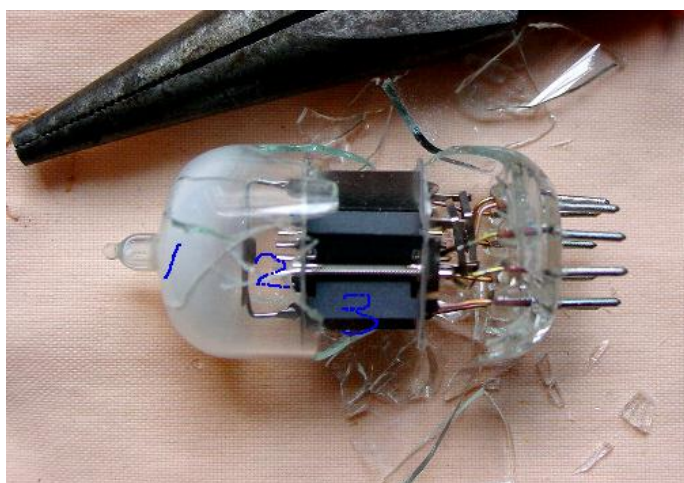
二极管的结构决定了它的单向导电的性质，当在阴极与阳极之间再加上一个带适当电压的极点，这个电压就会改变阴极的表面电位，从而影响了阴极热电子飞向阳极的数量，这就是调制极，一般是用金属丝做成螺旋状的栅网，所以又把它称为栅极。这就是四季青朋友所说的阀门功能了。由此可以知道，当作为被放大的信号电压加在栅极---阴极之间时，由于它的变化必然会使阳极电流发生相应的变化，又由于阳极电压远高于阴极，因此栅阴极间微小的电压变化同样能使阳极产生相应的几十至上百倍的电压变化，这就是三极管放大电压信号的原理。

上图上图！老否牺牲了一颗管子，开肠破肚给各位瞧瞧：

这是颗用于高频放大的通用双三极管 6N1。1 是吸气剂；2 是灯丝阴极和栅极的组合体；3 就是阳极。



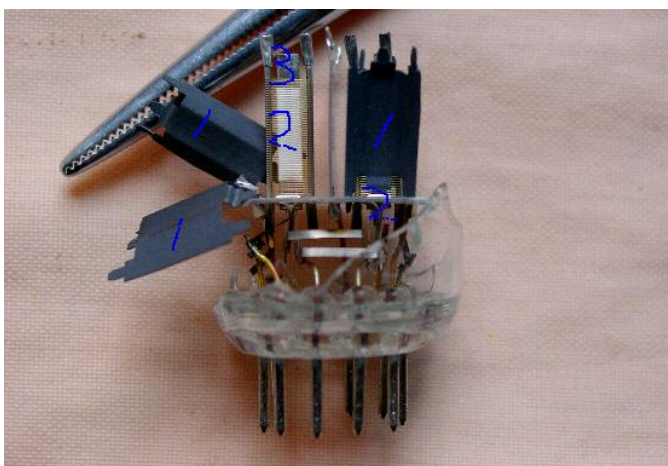
现在打破玻壳，注意吸气剂颜色的变化，换句话说，一旦管子的吸气剂变成这种乳白色，不管玻壳破裂与否这颗管子都没用了。





瞧清楚！

1: 阳极；2: 栅极，栅极里白色部分是栅极和阴极的绝缘层；3 就是阴极，这是个扁型金属管，灯丝就包在里面啦。



再接下来说说多栅极管：

常见的多栅管有四极，五极和七极管，先说五极和七极管，四极较为特殊而且目前在商品功放里超过半数以上的机种用的就是这东西，放在后面说。

五极管的结构类似于三极管，不同的是它比三极管多了两个栅极，即帘栅极和抑制栅极。

在一般应用中帘栅极上加的直流电压与阳极等值，它的作用是帮助阳极共同吸引穿过栅极的电子，使其加速飞向阳极，所以就同体积的电子管而言，加有帘栅极管子的阳极电流要比没有帘栅极的三极管大。另外帘栅极还起着屏蔽的作用，因此提高了电路工作的稳定性。

在了解抑制栅极的作用前先说一个现象：二次电子。灯丝在加热阴极的同时阳极也会被随之加热，所以当从阴极飞出的电子撞到阳极上时，就会从阳极的极板上打出一部分电子来，这就是二次电子。在实际应用中，抑制栅极一定和阴极相连（所以有些管子内部就已经将其连接好了），增加抑制栅极的目的就是利用抑制栅极和阴极的等电位抑制二次电子避免其落入帘栅极。在这种状态下，二次电子就会重新被阳极吸引而再次飞向阳极。

七极管的结构又和五极管相似，但它有五个栅极，一般应用在无线电接收的变频电路中，和音频放大电路关系不大，不说它了。

折回头说四极管，实际上纯粹意义的四极管只是在电子管的发展史上作为验证管出现过而没有进入实用，这是另一话题不去说它，下面就说前面提及的目前在商品功放里超过半数

以上的机种用的这东西----束射四极管。

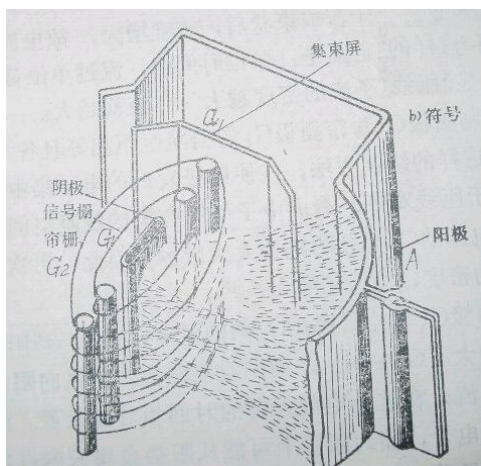
多砸几个，妈的那些老板在吧里摔 XO，咱就砸 MULLARD！

先看下面的图。

束射四极管全部是功率管，对功率管的要求是产生尽可能大的阳极电流。束射四极管在电极的结构上做了一些特殊的安排，使其在保持和其它功率管体积差别不大的前提下，能够形成比其它功率管更大的阳极电流。

从图中可以看出束射四极管的几个结构特点：

1. 阴极为椭圆型，这就增加了阴极的有效发射面积，从而增加了热电子的发射量。
2. 和五极管一样，在抑制栅极和阳极之间加有帘栅极，作用前面说过了。
3. 在帘栅极和和阳极之间加了一对弓型金属板（说到重点了，注意下面的表述），这就是集束屏。集束屏在管内和阴极相连即与阴极等电位，它迫使已经越过帘栅极的电子流只能沿弓型金属板的开口方向成束状射向阳极。好啦，咱们复习一下初中知识即电流的定义：单位时间内流过单位截面积的电子流。在这里当电子流成束状射出时密度必然增加，所以阳极电流就这样被巧妙的加大了。这就是束射四极管在保持和其它功率管体积差别不大的前提下，能够形成比其它功率管更大的阳极电流的关键。



几种在音频放大器里常用的电子管图示一，需要说明的是在管型名称上既有国产标示法也有国外标示法，有关标示法的对照互换最后再说：

两颗双二极管：5Z2P, 5Z3P



几种在音频放大器里常用的电子管图示二：
三颗小功率功率放大管：6P1，6P6P，EL84



几种在音频放大器里常用的电子管图示三：
三颗中功率功率放大管：6P3P，EL34



几种在音频放大器里常用的电子管图示四：
两种管型的中功率功率放大管：6550



几种在音频放大器里常用的电子管图示五：
大功率功率放大管：805



几种在音频放大器里常用的电子管图示六：
五颗前置电压放大管：6N10，12AX7，12AU7，12AX7，12AU7



几种在音频放大器里常用的电子管图示七：
五颗前置电压放大管：6N11，6N2，12AU7，6922，6N4



结合上七图就着说说管形和管脚称谓：

管形：

直棒：5Z2P, EL34, 第二颗 6550, 805；

凸肩（又称为葫芦管，茄子管）：5Z3P, 6P3P。

胖腰：第一颗 6550。

长形拇指管：6P1, EL84。

短形拇指管：6N10, 12AX7, 12AU7, 6N11, 6N2, 6922, 6N3。

管脚：

小九脚：6P1, EL84, 6N10, 12AX7, 12AU7, 6N11, 6N2, 6922, 6N3。

大四脚：805

大八脚：EL34, 6550（用七脚），6P3P（用六脚），6P6P（用六脚），5Z2P（用四脚），5Z3P（用四脚）。

6550 即 KT88。早些年香港人称其为王子，和王 845 后 300B 齐名。就好比音响界的 3M 和音乐界的 3B。但这是颗争议颇大的管子，喜欢的说它气势宏大威风堂堂，不喜欢的说它粗糙木纳就象喝汽水。

有朋友给咱指出帖首几个常用值的计算有误，这一部分是凭记忆弄上去的。查了一下资料，主要错在下面几处：一是没有说明以三极管为例，二是内阻公式里写漏了增量 Δ ，所以应为 $R_i = \Delta U_a / \Delta I_a (U_g \text{ 固定})$ 。

再次感谢这位朋友，也请各位监督监督，瞧瞧咱还有哪些地方乱放黄腔的。

以下内容为电视所发表：

恶搞 MULLARD

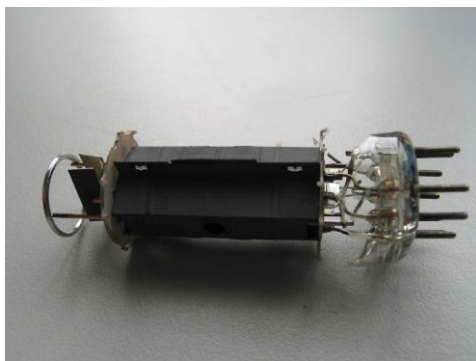
。



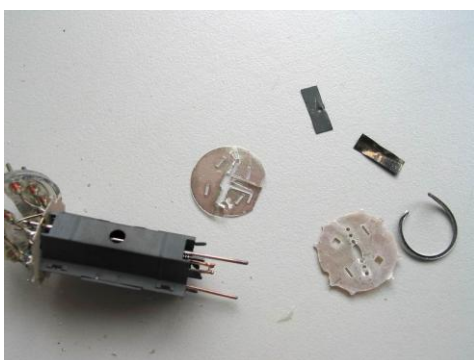
哈哈，没机会给你想了，一妙种前吸气剂还是黑的，按块开门的时候就已经全部消耗掉了。

MULLARD 布莱克顿厂，有 PVM 码为证，

如假包换



斩首

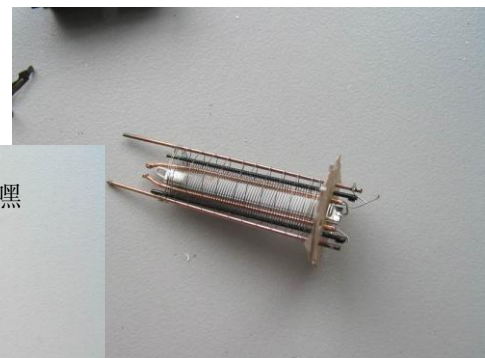
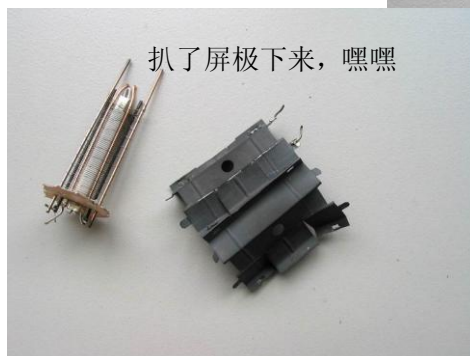


底下



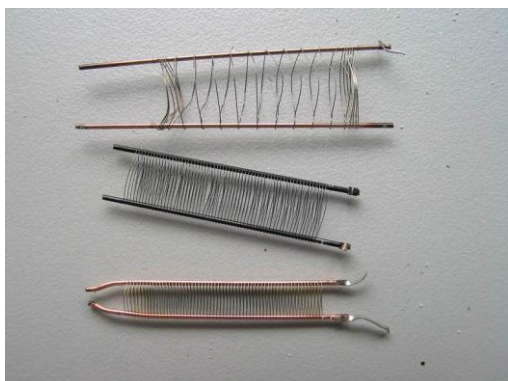
里面的内脏

最里面的

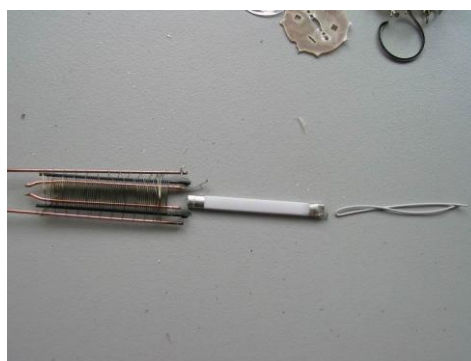


?

三个纺锤?



一只管子就成了这样了



X. 电子元器件故障特点

电器设备内部的电子元器件虽然数量很多,但其故障却是有规律可循的。首先是高电压或大电流器件容易损坏,如电视或 CRT 显示器 R 开关管、高压包、整流电路的整流二极管

易损；其次，各类器件损坏有各自的特点。

电阻损坏的特点

电阻是电器设备中数量最多的元件，但不是损坏率最高的元件。电阻损坏以开路最常见，阻值变大较少见，阻值变小十分少见。常见的有碳膜电阻、金属膜电阻、线绕电阻和保险电阻几种。前两种电阻应用最广，其损坏的特点一是低阻值（ 100Ω 以下）和高阻值（ $100k\Omega$ 以上）的损坏率较高，中间阻值（如几百欧到几十千欧）的极少损坏；二是低阻值电阻损坏时往往是烧焦发黑，很容易发现，而高阻值电阻损坏时很少有痕迹。线绕电阻一般用作大电流限流，阻值不大。圆柱形线绕电阻烧坏时有的会发黑或表面爆皮、裂纹，有的没有痕迹。水泥电阻是线绕电阻的一种，烧坏时可能会断裂，否则也没有可见痕迹。保险电阻烧坏时有的表面会炸掉一块皮，有的也没有什么痕迹，但绝不会烧焦发黑。根据以上特点，在检查电阻时可有所侧重，快速找出损坏的电阻。

电解电容损坏的特点

电解电容在电器设备中的用量很大，故障率很高。电解电容损坏有以下几种表现：一是完全失去容量或容量变小；二是轻微或严重漏电；三是失去容量或容量变小兼有漏电。查找损坏的电解电容方法有：

（1）看：有的电容损坏时会漏液，电容下面的电路板表面甚至电容外表都会有一层油渍，这种电容绝对不能再使用；有的电容损坏后会鼓起，这种电容也不能继续使用；

（2）摸：开机后有些漏电严重的电解电容会发热，用手指触摸时甚至会烫手，这种电容必须更换；

（3）电解电容内部有电解液，长时间烘烤会使电解液变干，导致电容量减小，所以要重点检查散热片及大功率元器件附近的电容，离其越近，损坏的可能性就越大。

3.二、三极管等半导体器件损坏的特点

二、三极管的损坏一般是 PN 结击穿或开路，其中以击穿短路居多。此外还有两种损坏表现：一是热稳定性变差，表现为开机时正常，工作一段时间后，发生软击穿；另一种是 PN 结的特性变差，用万用表 $R\times 1k$ 测，各 PN 结均正常，但上机后不能正常工作，如果用 $R\times 10$ 或 $R\times 1$ 低量程档测，就会发现其 PN 结正向阻值比正常值大。测量二、三极管可以用指针万用表在路测量，较准确的方法是：将万用表置 $R\times 10$ 或 $R\times 1$ 档（一般用 $R\times 10$ 档，不明显时再用 $R\times 1$ 档）在路测二、三极管的 PN 结正、反向电阻，如果正向电阻不太大（相对正常值），反向电阻足够大（相对正向值），表明该 PN 结正常，反之就值得怀疑，需焊下后再测。这是因为一般电路的二、三极管外围电阻大多在几百、几千欧以上，用万用表低阻值档在路测量，可以基本忽略外围电阻对 PN 结电阻的影响。

4.集成电路损坏的特点

集成电路内部结构复杂，功能很多，任何一部分损坏都无法正常工作。集成电路的损坏也有两种：彻底损坏、热稳定性不良。彻底损坏时，可将其拆下，与正常同型号集成电路对比测其每一引脚对地的正、反向电阻，总能找到其中一只或几只引脚阻值异常。对热稳定性差的，可以在设备工作时，用无水酒精冷却被怀疑的集成电路，如果故障发生时间推迟或不再发生故障，即可判定。通常只能更换新集成电路来排除。

无论是自然损耗所出现的故障，还是人为损坏所出现的故障，一般可归结为电路接点开路，电子元器件损坏和软件故障三种故障。接点开路，如果是导线的折断，拨插件的断开，接触不良等，检修起来一般比较容易。而电子元器件的损坏，（除明显的烧坏，发热外），一般很难凭观察员发现，在许多情况下，必须借助仪器才能检测判断，因此对于维修人员来说，首先必需了解各种器件实效的特点，这对于检修电路故障，提高检修效率是极为重要的，以下举一些常用电子元器件实效的特点。

1, 集成电路

一般是局部损坏如击穿，开路，短路，功放芯片容易损坏，储存器容易出现软件故障，其它芯片有时会出现虚焊。

2, 三极管

击穿，开路，严重漏电，参数变劣。

3, 二极管（整流，发光，稳压，变容）。

容易被击穿，开路，使正向电阻变大，反向电阻变小。

4, 电阻

在一般情况下，电阻的实效率是比较低的。但电阻在电路中的作用很大在一些重要电路中，电阻值的变化会使三极管的静态工作点变化，从而引起整个单元电路工作不正常。电阻的实效特效是：脱焊，阻值变大或变小，温度特性变差。

5, 电容

分为有极性电解电容与无极性电解电容。电解电容的实效特性是：击穿短路，漏电增大，容量变小或断路。无极性电容的实效特性是：击穿短路或脱焊，漏电严重或电阻效应。

6, 电感

实效特性为：断线，脱焊。

以上说的都是些主要部件，还有些外围元件如场效应管石英晶体等在维修中也不能忽视尤其是受震动易损的石英晶体及大功率器件（功放，电源供给电路，压控振荡器）出现问题，会有不开机或开机后不能上网，听不到对方声音，联系供应商等故障

XI.手机常见故障与维修

自动开机：

加上电池后，不用按开/关键就处开开机状态了。主要由于开/关键对地短路或开机线上其它元器件对地短路造成。取下手机板，用酒精泡后清洗，大多可以解决此故障。

二、自动关机（自动断电）

1. 振动时自动关机这主要是由于电池与电池触片间接触不良引起。
2. 按键关机:手机只要不按键盘，手机不会关机一按某些键手机就自动关机，主要是由于CPU 和存储器虚焊导致，加强对存储器 CPU 及存储器的焊接一般可解决问题。发射关机:手机一按发射键就自动关机，主要是由于功放部分故障引起，一般是由于供电 IC（或功放控制）引起此故障。

三、发射时弱电、发射掉信号

1. 发射弱电手机在待机状态时，不显弱电，一打电话，或打几个电话后马上显示弱电，出现低电告警的现象。这种现象首先是由于电池与触片接口间脏了或接触不良造成；其次是电池触片与手机电路板间接口接触不良引起；再其次就是功放本身损坏引起。
2. 发射掉信号:手机在待机状态时，信号正常，手机一发射马上掉信号，这种现象是由于手机功放虚焊或损坏引起的故障。

四、漏电：

手机漏电是较难维修的故障。首先判断电源部分、电源开关管是否烧坏造成短路。其次判断功放是否损坏。再其次，漏电流不太多的情况，给手机加上电源 1~2 分钟后用手背去感觉哪部分元件发热严重，此元件必坏无疑，将其更换。如果上面的方法仍没有解决故障，就只有去查找线路是否有电阻、电容或印刷线短路。

五、不入网：

不入网可分为有信号不入网、无信号不入网两种情况。目前在市场上爱立信系列、三星系列的手机，只要其接收通道是好的，就会有信号强度值显示，与有无发射信号无关，其它系列手机必须等到手机进入网络后才显示信号强度值。对其它系列的手机在判断故障范围时，给

手机插上 SIM 卡，调菜单，用手动搜寻方法找网络，此时，能找到网络，证明接收通道是好的，是发射通道故障引起的不入网；用菜单方法找不到网络说明接收通道有故障，先维修接收通道。

六、信号不稳定（掉信号）

由于接收通道元器件有虚焊所致（摔过的手机易出现此故障）。主要对接收滤波器、声表面滤波器、中频滤波器和接收 IC 等元器件进行补焊，大多能恢复正常。

XII.电视维修大法

1.口诀

维修彩电并不难，工作原理记心间。

操作小心要谨慎，注意人机要安全。

市电与机要隔离，烙铁接地要妥善。

翻动机板需断电，板下导体移侧边。

工作条件电为首，凡事先测电源端。

依据现象定范围，由简到繁细推堪。

以下分项从头叙，请君从头仔细看。

2. 电源的检修

行扫、电源故障繁，同是“三无”皆一般。

断开负载接灯泡，故障范围就了然。

故障若是在电源，先测整流输出端，

若无三百(伏)查保险，保险已断别忙换

整流桥堆有短路，滤波电容或击穿；

消磁电路须检查，开关管子或击穿。

只要细心定排故，技术高明不一般。

倘若三百(伏)有输出，先测保护控制断

保护电路未动作，启动电路查在先；

反馈电路也需查，脉宽调制仔细看。

输出电压偏高低，故障定在稳压区。

微调电阻先代换，误差放大必须查。

稳压系统细细查，定能排故乐嘻嘻。

3. 行扫描部分的检修

行扫故障不一般，需要耐心仔细看。

电容有无爆裂状，电阻烧焦不一般，

确认直流无短路，方可通电再查看。

若是行扫电流大，交流短路在其间。

逆程电容常漏电，行变短路在匝间；

二次电源有短路，一一检查莫放宽。

行管基极无负压，首测各级供电端。

使用 dB 电压检测法，脉冲有无最直观。

振荡推动逐一查，荧屏定能出光栅。

若是水平不同步，微调行频仔细观。

同步是否能改善，调整无效查振荡，

阻容变质细斟酌，晶振是否质量变，

替换一试最可观，调整行频有改善，

故障不在振荡端。APC 也成嫌疑犯；
 仔细侦察学公安。比较脉冲有中断，
 幅度不够也一般。只要耐心能破案，
 机主与君共同欢。

4. 场扫描部分的检修

场扫故障现象多，根据原理细琢磨。
 水平亮线最平凡，牵涉范围难说全。
 振荡推动与功放，也可出在泵电源。
 检测电压并干扰①，故障部位能分晓
 干扰各级输入端，亮线是否能展宽。
 干扰某级无动静，故障就在此部分，
 再用电压电阻法，检修目的方可达。
 场扫线性若不良，图像压缩与拉长。
 微调电阻易损件，检测代换应在先。
 负反电路常出故，功放有故也皆然。
 场不同步最为难，振荡积分摆在前。
 同步分离与通道，莫忘滤波与电源。
 限于篇幅难说全，请君参考它书学。

5. 解码与亮度通道

解码电路专管色，亮度通道管黑白。
 无色故障不好修，请君莫把原理丢。
 受控放大摆在前，消色开关紧相连。
 信号必经延迟线，触发开关互牵连。
 鉴相控制副载波，晶振电路卷凯歌。
 选通脉冲最重要，不可把它来忘掉。
 以上缺一都不行，消色电路要关门。
 强把色门来打开，仔细观察荧光屏。
 若是仍然无彩色，信号来自解码门。
 或是放大有故障，或是途中断了行。
 荧屏出现色爬行，色度延迟仔细寻。
 晶振元件常损坏，鉴相电路未调平。
 选通脉冲常丢失，需要一一细找寻。
 检测方法虽很多，最好还是用示波。
 示波价昂少使用，检波探头也适用。
 外围元件都完好，集成电路或坏了：
 以上各项细检测，图像一定现彩色。
 亮度通道故障多，有声无光听唱歌；
 亮度失控回扫线，有光无图也皆然。
 亮度电路较简单，检测电压最直观。
 也可先调亮度钮，确定故障在哪端。
 亮度受控在前面，否则出在钮后边。
 解码亮度与视放，电路紧密互牵连，
 别忘检查视放板，放开思路技领先。

6. 公共通道

公共通道故障多，无图无声奈我何。

故障范围先确定，检修一定能取胜：
 建议先用干扰法，从后向前细观察：
 干扰信号出入点，有无噪声与屏闪？
 干扰某级无闪变，故障应在此后面。
 再用电压电阻法，检修目的定能达；
 预中放管常损坏，声表滤波试替代。
 三八中周应该查，内附电容不例外。
 AGC 电路常出故，多在中周谐振处。
 外围元件均完好，中放集成该换了。
 故障若非中放板，调谐预选病犯险。
 首先检测调谐器，各端电压查仔细。
 某端电压不正常，断开该端看端详。
 若是电压正常了，更换调谐(器)能修好。
 若是电压仍依旧，预选器上找缘故。
 各端电压均正常，调谐(器)已坏换为良。

7. 伴音部分

伴音故障现象多，有图无声细切磋。
 首先断开静噪端，伴音是否响耳边。
 有声详查静噪路，定有元件出了故。
 若是仍无半点声，再把故障范围分。
 由简到繁牢牢记，先查耳机扬声器。
 再触功放输入端，“咯咯”声响振耳边。
 证明功放仍完好，仔细再往前面找。
 中放②输入并输出。鉴频电路莫疏忽。
 触到某处无噪声，故障范围此处分。
 有无噪声两点间，细测电压查各端。
 外围元件无问题，模块损坏必无疑。
 伴音失真并声小，故障要在功放找。
 否则出在鉴频器，微调磁芯要仔细。
 勤动脑筋细分析，定能排故达目的。
 彩电原理要学通，维修指南歌诀终。

注：①干扰——将万用表拨到 Rx10k 档，红笔接地，黑笔去碰触信号出入端，以观察显示屏反应。以下提到的干扰法与此同。②第二伴音中放

13. 电脑开关电源检修

一颗强劲的 CPU 可以带着我们在复杂的数码世界里飞速狂奔，一块最酷的显示卡会带着我们在绚丽的 3D 世界里领略那五光十色的震撼，一块最棒的声卡更能带领我们进入那美妙的音乐殿堂。相对于 CPU，显示卡、声卡而言，电源可能是微不足道的，我们对它的了解也不是很多，可是我们必须知道，一个稳定工作的电源，是使我们计算机能够更好工作的前提。

计算机开关电源工作电压较高，通过的电流较大，又工作在有自感电动势的状态下，因此，使用过程中故障率较高。对于电源产生的故障，不少朋友束手无策，其实，只要有一点电子电路知识，就可以轻松的维修电源。

首先，我们要知道计算机开关电源的工作原理。电源先将高电压交流电(220V)通过

全桥二极管整流以后成为高电压的脉冲直流电，再经过电容滤波以后成为高压直流电。

此时，控制电路控制大功率开关三极管将高压直流电按照一定的高频频率分批送到高频变压器的初级。接着，把从次级线圈输出的降压后的高频低压交流电通过整流滤波转换为能使电脑工作的低电压强电流的直流电。其中，控制电路是必不可少的部分。它能有效的监控输出端的电压值，并向功率开关三极管发出信号控制电压上下调整的幅度。在计算机开关电源中，由于电源输入部分工作在高电压、大电流的状态下，故障率最高；其次输出直流部分的整流二极管、保护二极管、大功率开关三极管较易损坏；再就是脉宽调制器 TL494 的 4 脚电压是保护电路的关键测试点。通过对多台电源的维修，总结出了对付电源常见故障的方法。

在断电情况下，“望、闻、问、切”

由于检修电源要接触到 220V 高压电，人体一旦接触 36V 以上的电压就有生命危险。因此，在有可能的条件下，尽量先检查一下在断电状态下有无明显的短路、元器件损坏故障。首先，打开电源的外壳，检查保险丝是否熔断，再观察电源的内部情况，如果发现电源的 PCB 板上元件破裂，则应重点检查此元件，一般来讲这是出现故障的主要原因；闻一下电源内部是否有糊味，检查是否有烧焦的元器件；问一下电源损坏的经过，是否对电源进行违规的操作，这一点对于维修任何设备都是必须的。在初步检查以后，还要对电源进行更深入地检测。

用万用表测量 AC 电源线两端的正反向电阻及电容器充电情况，如果电阻值过低，说明电源内部存在短路，正常时其阻值应能达到 100 千欧以上；电容器应能够充放电，如果损坏，则表现为 AC 电源线两端阻值低，呈短路状态，否则可能是开关三极管 VT1、VT2 击穿。

然后检查直流输出部分。脱开负载，分别测量各组输出端的对地电阻，正常时，表针应有电容器充放电摆动，最后指示的应为该路的泄放电阻的阻值。否则多数是整流二极管反向击穿所致。

加电检测

在通过上述检查后，就可通电测试。这时候才是关键所在，需要有一定的经验、电子基础及维修技巧。一般来讲应重点检查一下电源的输入端，开关三极管，电源保护电路以及电源的输出电压电流等。如果电源启动一下就停止，则该电源处于保护状态下，可直接测量 TL494 的 4 脚电压，正常值应为 0.4V 以下，若测得电压值为 +4V 以上，则说明电源的处于保护状态下，应重点检查产生保护的原因。由于接触到高电压，建议没有电子基础的朋友要小心操作。

常见故障

保险丝熔断

一般情况下，保险丝熔断说明电源的内部线路有问题。由于电源工作在高电压、大电流的状态下，电网电压的波动、浪涌都会引起电源内电流瞬间增大而使保险丝熔断。重点应检查电源输入端的整流二极管，高压滤波电解电容，逆变功率开关管等，检查一下这些元器件有无击穿、开路、损坏等。如果确实是保险丝熔断，应该首先查看电路板上的各个元件，看这些元件的外表有没有被烧糊，有没有电解液溢出。如果没有发现上述情况，则用万用表进行测量，如果测量出来两个大功率开关管 e、c 极间的阻值小于 100k Ω ，说明开关管损坏。其次测量输入端的电阻值，若小于 200k Ω ，说明后端有局部短路现象。

无直流电压输出或电压输出不稳定

如果保险丝是完好的，可是在有负载情况下，各级直流电压无输出。这种情况主要是以下原因造成的：电源中出现开路、短路现象，过压、过流保护电路出现故障，振荡电路没有工作，电源负载过重，高频整流滤波电路中整流二极管被击穿，滤波电容漏电等。这时，

首先用万用表测量系统板+5V 电源的对地电阻，若大于 0.8Ω，则说明电路板无短路现象；然后将电脑中不必要的硬件暂时拆除，如硬盘、光盘驱动器等，只留下主板、电源、蜂鸣器，然后再测量各输出端的直流电压，如果这时输出为零，则可以肯定是电源的控制电路出了故障。

电源负载能力差

电源负载能力差是一个常见的故障，一般都是出现在老式或是工作时间长的电源中，主要原因是各元器件老化，开关三极管的工作不稳定，没有及时进行散热等。应重点检查稳压二极管是否发热漏电，整流二极管损坏、高压滤波电容损坏、晶体管工作点未选择好等。

通电无电压输出，电源内发出吱吱声

这是电源过载或无负载的典型特征。先仔细检查各个元件，重点检查整流二极管、开关管等。经过仔细检查，发现一个整流二极管 1N4001 的表面已烧黑，而且电路板也给烧黑了。找同型号的二极管换下，用万用表一量果然是击穿的。接上电源，可风扇不转，吱吱声依然。用万用量表+12V 输出只有+0.2V，+5V 只有 0.1V。这说明元件被击穿时电源启动自保护。测量初级和次级开关管，发现初级开关管中有一个已损坏，用相同型号的开关管换上，故障排除，一切正常。

没有吱吱声，上一个保险丝就烧一个保险丝

由于保险丝不断地熔断，搜索范围就缩小了。可能性只有 3 个：1、整流桥击穿；2、大电解电容击穿；3、初级开关管击穿。电源的整流桥一般是分立的四个整流二极管，或是将四个二极管固化在一起。将整流桥拆下一量是正常的。大电解电容拆下测试后也正常，注意焊回时要注意正负极。最后的可能就只剩开关管了。这个电源的初级只有一个大功率的开关管。拆下一量果然击穿，找同型号开关管换上，问题解决。

其实，维修电源并不难，一般电源损坏都可以归结为保险丝熔断、整流二极管损坏、滤波电容开路或击穿、开关三极管击穿以及电源自保护等，因开关电源的电路较简单，故障类型少，很容易判断出故障位置。只要有足够的电子基础知识，多看看相关报刊，多动动手，平时注意经验的积累，电源故障是可以轻松检修的。

14. 电脑主板维修方法

引起主板故障的主要原因

1. 人为故障：带电插拔 I/O 卡，以及在装板卡及插头时用力不当造成对接口、芯片等的损害
2. 环境不良：静电常造成主板上芯片（特别是 CMOS 芯片）被击穿。另外，主板遇到电源损坏或电网电压瞬间产生的尖峰脉冲时，往往会损坏系统板供电插头附近的芯片。如果主板上布满了灰尘，也会造成信号短路等。
3. 器件质量问题：由于芯片和其它器件质量不良导致的损坏。

清洗

首先要提醒注意的是，灰尘是主板最大的敌人之一。最好注意防尘，可用毛刷轻轻刷去主板上的灰尘，另外，主板上一些插卡、芯片采用插脚形式，常会因为引脚氧化而接触不良。可用橡皮擦去表面氧化层，重新插接。当然我们可以用三氯乙烷--挥发性能好，是清洗主板的液体之一。还有就是在突然掉电时，要马上关上计算机，以免又突然来电把主板和电源烧毁。流程。

BIOS

由于 BIOS 设置不当，如果超频.....可以跳线清处，搞重新设置。如果 BIOS 损坏，

如病毒侵入……，可以重写 BIOS。因为 BIOS 是无法通过仪器测的，它是软件形式存在的，为了排除一切可能导致主板出现问题的原因，最好把主板 BIOS 刷一下。

拔插交换

主机系统产生故障的原因很多，例如主板自身故障或 I/O 总线上的各种插卡故障均可导致系统运行不正常。采用拔插维修法是确定故障在主板或 I/O 设备的简捷方法。该方法就是关机将插件板逐块拔出，每拔出一块板就开机观察机器运行状态，一旦拔出某块后主板运行正常，那么故障原因就是该插件板故障或相应 I/O 总线插槽及负载电路故障。若拔出所有插件板后系统启动仍不正常，则故障很可能就在主板上。采用交换法实质上就是将同型号插件板，总线方式一致、功能相同的插件板或同型号芯片相互芯片相互交换，根据故障现象的变化情况判断故障所在。此法多用于易拔插的维修环境，例如内存自检出错，可交换相同的内存芯片或内存条来确定故障原因。

观看

拿到一块有故障主板先用眼睛扫一下，看看有没有烧坏的痕迹，外观有没有损坏，看各插头、插座是否歪斜，电阻、电容引脚是否相碰，表面是否烧焦，芯片表面是否开裂，主板上的铜箔是否烧断。还要查看是否有异物掉进主板的元器件之间。遇到有疑问的地方，可以借助万能表量一下。触摸一些芯片的表面，如果异常发烫，可换一块芯片试试。

(1). 如果连线断，我们可以用刀把断线处的漆刮干净，在露出的导线处涂上蜡，再用针顺着走线把蜡划去，接下来就是上面滴上硝酸银溶液。接着就要用万能表来确认是否把断点连接好。就这样一个一个的，把断点接好就可以了。注意要一个一个的连，切不要心急，象主板上有的地方的走线间的距离很小，弄不好就会短路了。

(2). 如果是电解电容，可以找匹配的换掉。

万能表、示波器工具

用示万能表、波器测主板各元器件供电的情况。一个是检测主板是否对这部分供电，再有就是供电的电压是否正常。

电阻、电压测量：

电源故障包括主板上+12V、+5V 及+3.3V 电源和 Power Good 信号故障；总线故障包括总线本身故障和总线控制权产生的故障；元件故障则包括电阻、电容、集成电路芯片及其它元件的故障。

为防止出现意外，在加电之前应测量一下主板上电源+5V 与地（GND）之间的电阻值。最简捷的方法是测芯片的电源引脚与地之间的电阻。未插入电源插头时，该电阻一般应为 300Ω，最低也不应低于 100Ω。再测一下反向电阻值，略有差异，但不能相差过大。若正反向阻值很小或接近导通，就说明有短路发生，应检查短的原因。产生这类现象的原因有以下几种：

(1) 系统板上有被击穿的芯片。一般说此类故障较难排除。例如 TTL 芯片（LS 系列）的+5V 连在一起，可吸去+5V 引脚上的焊锡，使其悬浮，逐个测量，从而找出故障片子。如果采用割线的方法，势必会影响主板的寿命。

(2) 板子上有损坏的电阻电容。

(3) 板子上存有导电杂物。

当排除短路故障后，插上所有的 I/O 卡，测量+5V，+12V 与地是否短路。特别是+12V 与周围信号是否相碰。当手头上有一块好的同样型号的主板时，也可以用测量电阻值的方法测板上的疑点，通过对比，可以较快地发现芯片故障所在。

当上述步骤均未见效时，可以将电源插上加电测量。一般测电源的+5V 和+12V。当发现某一电压值偏离标准太远时，可以通过分隔法或割断某些引线或拔下某些芯片再测电压。当割断某条引线或拔下某块芯片时，若电压变为正常，则这条引线引出的元器件或拔下

来的芯片就是故障所在。 程序、诊断卡诊断

通过随机诊断程序、专用维修诊断卡及根据各种技术参数（如接口地址），自编专用诊断程序来辅助硬件维修可达到事半功倍之效。程序测试法的原理就是用软件发送数据、命令，通过读线路状态及某个芯片（如寄存器）状态来识别故障部位。此法往往用于检查各种接口电路故障及具有地址参数的各种电路。但此法应用的前提是 CPU 及基总线运行正常，能够运行有关诊断软件，能够运行安装于 I/O 总线插槽上的诊断卡等。编写的诊断程序要严格、全面有针对性，能够让某些关键部位出现有规律的信号，能够对偶发故障进行反复测试及能显示记录出错情况。

主板维修精华★

1. BIOS 作用：BIOS 是开机初始化，检测系统安装设备类型，数量等。
2. RESET 的产生过程：PG→（门电路，南桥）→RESET 复位（ISA 槽 B 2 脚，PCI 槽 A 8 脚，AGP 槽 B 4 脚，IDE 的确 1 脚）
3. CLK 产生过程晶振 门电路 南桥 ISA 20 脚 PCI 的 D8 AGP 的 D4 OSC 基本时钟 开电就有，直接送到 ISA 的 B30，如没有 OSC 则时钟发生器坏
4. 主板不能触发 电源排线的灰线经过一个三极管或门电路（244，245）受 IO 芯片控制和南桥，再从 IO 和南桥到 PW-ON 插针。（ATX 电源可以强行短路 8 脚与地来触发主板）
5. 判断主板的故障时，一定要测 CPU 三组电压 3.3V 1.5V 2V RESET,SCLK,内存供电 3.3V,是否正常,再看其他的原因.
6. 实时时钟的晶振坏 只是时间不走.
7. CPU 旁边的两个大管当不上 CPU 时,可能无电压输出,插上 CPU,应有 3.3V 和 1.5V 给 CPU 剩下的 2.0V 内核由旁边的一个小管子供给.
8. 有些 SCLK 信号不经过南桥,直接到 CPU 脚和 AGP.PCI
9. 电源插座（主板上）各电压通向哪里？掌握 RESET、CLK、READY、PG 信号产生 RESET、PG→时钟发生器→CPU（RESET）。主板上印制线曲折：是为了满足信号同步的需要。
10. BIOS 的 22 脚 CS（片选）由 CPU 产生→北桥→南桥→BIOS 的 2 2 脚。
11. 若诊断卡跳 C 1—C 6，U 1—U 6 表示不读内存①首先看内存是否有短路，接触不良。②查内存的 RAS，CAS，CS，VCC。
12. 若不能触发，查灰线→经过电阻，电容→7 4 1 4 门电路→南桥→ISA B 0 2，PCID 8，CPU。
13. 若橙线性 3.3V 对地适中多为 BGA 故障①BGA，②I/O 芯片，③时钟发生器，④电源 IC。
14. DBSY（370 CPU 上就有）→数据忙信号：拆下 BIOS，插上 CPU，测若无波，北桥坏，前提是（CLK，RESET，VCC）都具备。CPU 上的 CLK 是时钟发生器经过北桥到 CPU 座上的。
15. 新板故障多在①电源 IC②I/O 芯片③BIOS。旧板故障多在①南桥（FX，VX）②BIOS③I/O 芯片。
16. 不能显示①电源部分②时钟发生器③I/O 芯片。
17. IDE 不能检测→多是 IDE 口旁边小排坏了。
18. 开机不显示→CPU 可工作（即 POST 显示到达 2 6）→BIOS 坏（换）。
19. P II，P III 死机①主芯片散热不良②时钟发生器或晶振坏③CPU 供电不正常④CPU 座接触不良。

20. 电源插座上绿色线 5 V，一路到 I / O 芯片，一路经过门电路到南桥。
21. 待命电压由电源紫色线→电容，电阻→一路到 I / O 芯片，一路到南桥，一路到北桥。
注：待命电压 5 V，只要是电源插头插到主板上，北桥，南桥或 I / O 芯片就有 5 V 电压，主板如果不触发它，南北桥不应有温度。
22. I / O 芯片也有几脚连接到北桥。
23. CPU 发出 CS (片选) 信号→北桥→南桥→BIOS 22 脚，当 BIOS 的 22 脚收到 CS 信号后，24 脚就输出一个 OE (允许输出) 信号。
24. 检查 RESET 复位信号故障时，不但要检测时钟信号产生电路，还要检测 PG 信号和 RC 电路。
25. ①内存二排二行 10 脚 CS 片选是由北桥提供的。②BIOS 22 脚上的 CS 产生过程是由 CPU→北桥→南桥→BIOS 的 22 脚

15.电子技术中的各种“地” 各种接地的处理

控制系统中，大致有以下几种地线：

- (1) 数字地：也叫逻辑地，是各种开关量（数字量）信号的零电位。
- (2) 模拟地：是各种模拟量信号的零电位。
- (3) 信号地：通常为传感器的地。
- (4) 交流地：交流供电电源的地线，这种地通常是产生噪声的地。
- (5) 直流地：直流供电电源的地。
- (6) 屏蔽地：也叫机壳地，为防止静电感应和磁场感应而设。

(1) 控制系统宜采用一点接地。一般情况下，高频电路（数字电路含有多种高频分量）应就近多点接地，低频电路应一点接地。在低频电路中，布线和元件间的电感并不是什么大问题，然而接地形成的环路的干扰影响很大，因此，常以一点作为接地点；但一点接地不适用于高频，因为高频时，地线上具有电感因而增加了地线阻抗，同时各地线之间又产生电感耦合。一般来说，频率在 1MHz 以下，可用一点接地；高于 10MHz 时，采用多点接地；在 1~10MHz 之间可用一点接地，也可用多点接地。

(2) 交流地与信号地不能共用。由于在一段电源地线的两点间会有数 mV 甚至几 V 电压，对低电平信号电路来说，这是一个非常重要的干扰，因此必须加以隔离和防止。

(3) 浮地与接地的比较。全机浮空即系统各个部分与大地浮置起来，这种方法简单，但整个系统与大地绝缘电阻不能小于 50MΩ。这种方法具有一定的抗干扰能力，但一旦绝缘下降就会带来干扰。还有一种方法，就是将机壳接地，其余部分浮空。这种方法抗干扰能力强，安全可靠，但实现起来比较复杂。

(4) 模拟地。模拟地的接法十分重要。为了提高抗共模干扰能力，对于模拟信号可采用屏蔽浮技术。对于具体模拟量信号的接地处理要严格按照操作手册上的要求设计。（原则上是电流形成回路面积最小）

(5) 屏蔽地。在控制系统中为了减少信号中电容耦合噪声、准确检测和控制，对信号采用屏蔽措施是十分必要的。根据屏蔽目的不同，屏蔽地的接法也不一样。电场屏蔽解决分布电

容问题，一般接大地；电磁场屏蔽主要避免雷达、电台等高频电磁场辐射干扰。利用低阻金属材料高导流而制成，可接大地。磁场屏蔽用以防磁铁、电机、变压器、线圈等磁感应，其屏蔽方法是用高导磁材料使磁路闭合，一般接大地为好。当信号电路是一点接地时，低频电缆的屏蔽层也应一点接地。如果电缆的屏蔽层地点有一个以上时，将产生噪声电流，形成噪声干扰源。当一个电路有一个不接地的信号源与系统中接地的放大器相连时，输入端的屏蔽应接至放大器的公共端；相反，当接地的信号源与系统中不接地的放大器相连时，放大器的输入端也应接到信号源的公共端。

对于电气系统的接地，要按接地的要求和目的分类，不能将不同类接地简单地、任意地连接在一起，而是要分成若干独立的接地子系统，每个子系统都有其共同的接地点或接地干线，最后才连接在一起，实行总接地

-----EDN China 技术论坛 <http://www.ednchina.com/bbs/def.asp>

Q1: 为什么要接地?

Answer: 接地技术的引入最初是为了防止电力或电子等设备遭雷击而采取的保护性措施，目的是把雷电产生的雷击电流通过避雷针引入到大地，从而起到保护建筑物的作用。

同时，接地也是保护人身安全的一种有效手段，当某种原因引起的相线（如电线绝缘不良，线路老化等）和设备外壳碰触时，设备的外壳就会有危险电压产生，由此生成的故障电流就会流经 PE 线到大地，从而起到保护作用。

随着电子通信和其它数字领域的发展，在接地系统中只考虑防雷和安全已远远不能满足要求了。比如在通信系统中，大量设备之间信号的互连要求各设备都要有一个基准‘地’作为信号的参考地。而且随着电子设备的复杂化，信号频率越来越高，因此，在接地设计中，信号之间的互扰等电磁兼容问题必须给予特别关注，否则，接地不当就会严重影响系统运行的可靠性和稳定性。最近，高速信号的信号回流技术中也引入了“地”的概念。

Q2: 接地的定义

Answer:在现代接地概念中、对于线路工程师来说，该术语的含义通常是‘线路电压的参考点’；对于系统设计师来说，它常常是机柜或机架；对电气工程师来说，它是绿色安全地线或接到大地的意思。一个比较通用的定义是“接地是电流返回其源的低阻抗通道”。注意要求是”低阻抗”和“通路”。

Q3: 常见的接地符号

Answer:PE,PGND,FG—保护地或机壳；BGND 或 DC-RETURN—直流—48V(+24V)电源（电池）回流；GND—工作地；DGND—数字地；

AGND—模拟地；LGND—防雷保护地

GND 在电路里常被定为电压参考基点。

从电气意义上说，GND 分为电源地和信号地。PG 是 Power Ground（电源地）的缩写。另一个是 Signal Ground（信号地）。实际上它们可能是连在一起的（不一定是混在一起哦!）。两个名称，主要是便于对电路进行分析。

进一步说，还有因电路形式不同而必须区分的两种“地”：数字地，模拟地。

数字地和模拟地都有信号地、电源地两种情况。数字地和模拟地之间，某些电路可以直接连接，有些电路要用电抗器连接，有些电路不可连接。

Q4: 合适的接地方式

Answer:接地有多种方式，有单点接地，多点接地以及混合类型的接地。而单点接地又分为串联单点接地和并联单点接地。一般来说，单点接地用于简单电路，不同功能模块之间接地区分，以及低频（ $f < 1\text{MHz}$ ）电子线路。当设计高频（ $f > 10\text{MHz}$ ）电路时就要采用多点接地了或者多层板（完整的地平面层）。

Q5: 信号回流和跨分割的介绍

Answer: 对于一个电子信号来说，它需要寻找一条最低阻抗的电流回流到地的途径，所以如何处理这个信号回流就变得非常的关键。

第一，根据公式可以知道，辐射强度是和回路面积成正比的，就是说回流需要走的路径越长，形成的环越大，它对外辐射的干扰也越大，所以，PCB 布板的时候要尽可能减小电源回路和信号回路面积。

第二，对于一个高速信号来说，提供有好的信号回流可以保证它的信号质量，这是因为 PCB 上传输线的特性阻抗一般是以地层（或电源层）为参考来计算的，如果高速线附近有连续的地平面，这样这条线的阻抗就能保持连续，如果有段线附近没有了地参考，这样阻抗就会发生变化，不连续的阻抗从而会影响到信号的完整性。所以，布线的时候要把高速线分配到靠近地平面的层，或者高速线旁边并行走一两条地线，起到屏蔽和就近提供回流的功能。

第三，为什么说布线的时候尽量不要跨电源分割，这也是因为信号跨越了不同电源层后，它的回流途径就会很长了，容易受到干扰。当然，不是严格要求不能跨越电源分割，对于低速的信号是可以的，因为产生的干扰相比信号可以不予关心。对于高速信号就要认真检查，尽量不要跨越，可以通过调整电源部分的走线。（这是针对多层板多个电源供应情况说的）

Q6: 为什么要将模拟地和数字地分开，如何分开?

Answer: 模拟信号和数字信号都要回流到地，因为数字信号变化速度快，从而在数字地上引起的噪声就会很大，而模拟信号是需要一个干净的地参考工作的。

如果模拟地和数字地混在一起，噪声就会影响到模拟信号。

一般来说，模拟地和数字地要分开处理，然后通过细的走线连在一起，或者单点接在一起。

总的思想是尽量阻隔数字地上的噪声窜到模拟地上。当然这也不是非常严格的要求模拟地和数字地必须分开，如果模拟部分附近的数字地还是很干净的话可以合在一起。

Q7: 单板上的信号如何接地?

Answer: 对于一般器件来说，就近接地是最好的，采用了拥有完整地平面的多层板设计后，对于一般信号的接地就非常容易了，基本原则是保证走线的连续性，减少过孔数量；靠近地平面或者电源平面，等等。

Q8: 单板的接口器件如何接地?

Answer: 有些单板会有对外的输入输出接口，比如串口连接器，网口 RJ45 连接器等等，如果对它们的接地设计得不好也会影响到正常工作，例如网口互连有误码，丢包等，并且会成为对外的电磁干扰源，把板内的噪声向外发送。一般来说会单独分割出一块独立的接口地，与信号地的连接采用细的走线连接，可以串上 0 欧姆或者小阻值的电阻。细的走线可以用来阻隔信号地上噪音过到接口地上来。同样的，对接口地和接口电源的滤波也要认真考虑。

Q9: 带屏蔽层的电缆线的屏蔽层如何接地?

Answer: 屏蔽电缆的屏蔽层都要接到单板的接口地上而不是信号地上，这是因为信号地上有各种的噪声，如果屏蔽层接到了信号地上，噪声电压会驱动共模电流沿屏蔽层向外干扰，所以设计不好的电缆线一般都是电磁干扰的最大噪声输出源。当然前提是接口地也要非常的干净

--

混合电路里面做标示用的,VCC表示模拟信号电源,GND表示模拟信号地,VDD表示数字信号电源,VSS表示数字电源地。

VCC 主要表示 Bipolar 电路的电源,C 表示 Collector 集电极,电源一般接在 NPN 的集电极(或 PNP 的发射极),集成电路刚出现时只有 NPN 管,后来才有集成进去的 PNP 管。VDD/VSS 一般表示 MOS 电路的电源和“地”,D/S 分别表示 MOS 管的 Drain(漏)/Source(源)。

一、解释 VCC: C=circuit 表示电路的意思,即接入电路的电压;

VDD: D=device 表示器件的意思,即器件内部的工作电压;

VSS: S=series 表示公共连接的意思,通常指电路公共接地端电压。

二、说明

1、对于数字电路来说,VCC 是电路的供电电压,VDD 是芯片的工作电压(通常 $V_{cc} > V_{dd}$),VSS 是接地点。

2、有些 IC 既有 VDD 引脚又有 VCC 引脚，说明这种器件自身带有电压转换功能。

3、在场效应管（或 COMS 器件）中，VDD 为漏极，VSS 为源极，VDD 和 VSS 指的是元件引脚，而不表示供电电压。

VDD:电源电压（单极器件）；电源电压（4000 系列数字电 路）；漏极电压（场效应管）

VCC: 电源电压(双极器件); 电源电压(74 系列数字电路); 声控载波(Voice Controlled Carrier)

VSS:地或电源负极

VEE: 负电压供电；场效应管的源极（S）

VPP: 编程/擦除电压。

详解:

在电子电路中，VCC 是电路的供电电压,VDD 是芯片的工作电压:

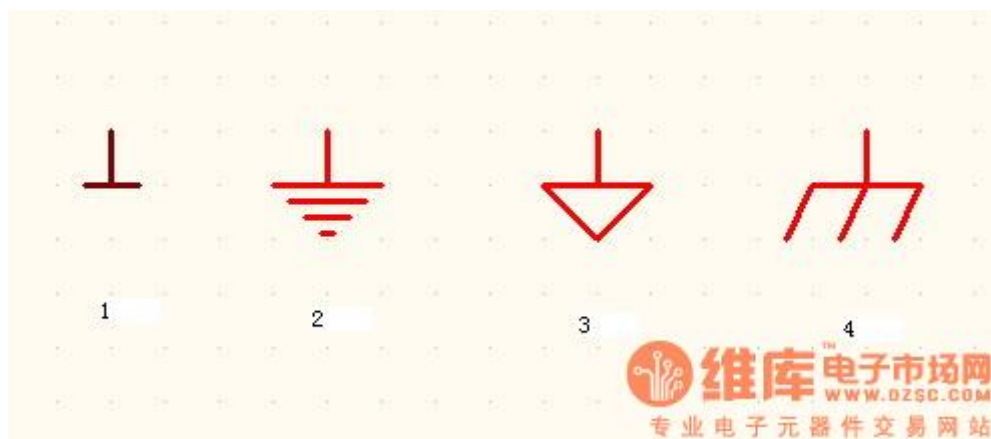
VCC: C=circuit 表示电路的意思，即接入电路的电压， D=device 表示器件的意思，即器件内部的工作电压，在普通的电子电路中，一般 $V_{cc} > V_{dd}$!

VSS: S=series 表示公共连接的意思，也就是负极。

有些 IC 同时有 VCC 和 VDD， 这种器件带有电压转换功能。

在“场效应”即 COMS 元件中，VDD 乃 CMOS 的漏极引脚，VSS 乃 CMOS 的源极引脚，这是元件引脚符号，它没有“VCC”的名称，你的问题包含 3 个符号，VCC / VDD /VSS，这显然是电路符号

几种接地符号



第 1 个用做电源正或数字电路 VCC,不用作地.

第 2 个用作数字地或数字模拟公共地.

第 3 个用作模拟地.

第 4 个当然是机箱外壳或外壳接大地了

热地与冷地

电视机中的热地与冷地

在检修电视机的过程中，安全问题至关重要，而电源电路的安全问题又尤其重要。不同的电视机使用的电源电路往往不同，理解电视机中的“热地”和“冷地”，对于在电视机维修中的人身安全问题意义重大。

首先我们来认识几种“地”：“热地”是指和交流电网直接或间接相连接的区域；“冷地”则是指没有和电网连接在一起的区域；信号“地”又称参考“地”，就是零电位的参考点，它是构成电路信号回路的公共端；保护“地”是在 I 类电器设备中为了保护人员安全而设置的一种电源接线方式，它的一端接用电器的外壳，另一端与大地作可靠连接。

220V 的民用交流电采用双线传输，其中的一条线是与大地相连接的，我们称之为“零线”；另一条线称为“相线”，俗称“火线”。所以人站在地上，与大地相连，相当于已经接上了交流电的“零线”，如果人再触及“热地”区域，电网的另一端就会接入人体，从而就会有电流流过人体，造成触电事故。例如，在 A3 电源中（1238 机芯），如果手触到 C507 的负极，虽然并未直接接触到交流市电，但是还是通过整流电路间接地接入了电网，有电流流过人体进入大地形成触电。电流回路为：电网相线→大地→人体→C507 负极→VD503 正极→VD503 负极→L502→F501→电网相线；而当人碰触到 T501 次级所连接的各电压输出电路之后不能形成电流回路，也就不会造成触电事故。

在早期生产的黑白电视机中，由于电视机功耗小，电源变压器一般使用普通的工频降压变压器，将 220V 的交流市电降压后再经整流、滤波、三极管串联调整电路为电视机整机提供所需的各路直流电压。这种电视机的电源变压器的次级与初级 220V 的市电是不直接相

连的，它是利用变压器通过磁场传递能量的，变压器的初级为热地区域，次级为冷地区域。因此，人体接触次级“地”不会形成电流回路，起到了安全隔离的作用。

在彩色电视机、录像机、显示器等电器中，为了提高电源效率，减小电源体积和发热量，提高电源电路的工作可靠性，一般使用开关电源电路。开关电源有很多种分类方法，按照开关器件和负载的连接方式不同一般可分为串联型和变压器耦合并联型开关电源。

早期生产的彩电往往使用串联型开关电源，串联型开关电源的初级与次级通过开关变压器的线圈连在一起，因此它的次级地是带电的，人体碰到次级，电压会通过人体和大地形成电流回路，造成电击。因为有线电视信号线的外屏蔽网是与大地相连的，所以如果直接把信号线接在使用串联型开关电源的电视机的高频头输入端，就会因两者有较大的电位差而造成短路，从而烧坏信号线或损坏电视机，因此，需要在电视机的高频头输入端加上一个隔离器，隔离器由几个高压电容组成，可以隔离低频信号，以达到使热地不会对大地造成短路。M11 系列彩电使用的就是串联型开关稳压电源。显然，在维修中人体如果接触这种电源的底板“地”，会对人体造成伤害，因此需要把热地与市电隔离开来，隔离需要使用 1:1 的隔离变压器，这种变压器的初级和次级绕组数相同，不会对输入电压升压或降压。

为了克服串联型开关变压器无隔离作用，开关管内部短路会造成负载过压或过流以及不能输出电视机所需的多路直流电压等缺点，后期生产的电视机及大屏幕彩电一般使用变压器耦合并联型开关电源。并联型开关电源变压器与普通变压器同样，次级与初级绕组不直接相连，不同点是它的工作频率很高（几十 KHz）。在并联型开关电源中，为了尽量缩小热地区域，电源电路除整流滤波、开关管以外的电路不再以电流方式直接相连，信号的传递采用“不导电”的方式，因此避免了其它电路接入电网。在稳压电路中“冷”、“热”地之间使用光电耦合器，以光这种不导电的方式传递信号，通过光电耦合器到达隔离和负反馈的作用。开关变压器内部电能的传递以磁场这种不导电的方式，而对 CPU 供电的电路采用了工频变压器变压的方式或采用降低开关电源震荡频率或采用副开关电源的方式。但冷热地之间的完全隔离会形成两者之间的静电积聚，当静电积聚到一定程度，将击穿隔离器件。为此，加入了由电阻和电容组成的静电泄放电路。虽然电阻的阻值都比较大，但因为静电电量都比较小，所以也能起到良好的效果，不至于由于它们的存在而使隔离特性变坏。因此只要不是初次级绕组匝间短路，一般是比较安全的，人体触及次级“地”不会造成电击。

在检修电视机的过程中，安全问题至关重要，而电源电路的安全问题又尤其重要。不同的电视机使用的电源电路往往不同，理解电视机中的“热地”和“冷地”，对于在电视机维修中的人身安全问题意义重大。

首先我们来认识几种“地”：“热地”是指和交流电网直接或间接相连接的区域；“冷地”则是指没有和电网连接在一起的区域；信号“地”又称参考“地”，就是零电位的参考点，它是构成电路信号回路的公共端；保护“地”是在 I 类电器设备中为了保护人员安全而设置的一种电源接线方式，它的一端接用电器的外壳，另一端与大地作可靠连接。

220V 的民用交流电采用双线传输，其中的一条线是与大地相连接的，我们称之为“零线”；另一条线称为“相线”，俗称“火线”。所以人站在地上，与大地相连，相当于已经接上了交流电的“零线”，如果人再触及“热地”区域，电网的另一端就会接入人体，从而就会有电流流过人体，造成触电事故。例如，在 A3 电源中（1238 机芯），如果手触到 C507 的负极，

虽然并未直接接触到交流市电，但是还是通过整流电路间接地接入了电网，有电流流过人体进入大地形成触电。电流回路为：电网相线→大地→人体→C507 负极→VD503 正极→VD503 负极→L502→F501→电网相线；而当人碰触到 T501 次级所连接的各电压输出电路之后不能形成电流回路，也就不会造成触电事故。

在早期生产的黑白电视机中，由于电视机功耗小，电源变压器一般使用普通的工频降压变压器，将 220V 的交流市电降压后再经整流、滤波、三极管串联调整电路为电视机整机提供所需的各路直流电压。这种电视机的电源变压器的次级与初级 220V 的市电是不直接相连的，它是利用变压器通过磁场传递能量的，变压器的初级为热地区域，次级为冷地区域。因此，人体接触次级“地”不会形成电流回路，起到了安全隔离的作用。

在彩色电视机、录像机、显示器等电器中，为了提高电源效率，减小电源体积和发热量，提高电源电路的工作可靠性，一般使用开关电源电路。开关电源有很多种分类方法，按照开关器件和负载的连接方式不同一般可分为串联型和变压器耦合并联型开关电源。

早期生产的彩电往往使用串联型开关电源，串联型开关电源的初级与次级通过开关变压器的线圈连在一起，因此它的次级地是带电的，人体碰到次级，电压会通过人体和大地形成电流回路，造成电击。因为有线电视信号线的外屏蔽网是与大地相连的，所以如果直接把信号线接在使用串联型开关电源的电视机的高频头输入端，就会因两者有较大的电位差而造成短路，从而烧坏信号线或损坏电视机，因此，需要在电视机的高频头输入端加上一个隔离器，隔离器由几个高压电容组成，可以隔离低频信号，以达到使热地不会对大地造成短路。M11 系列彩电使用的就是串联型开关稳压电源。显然，在维修中人体如果接触这种电源的底板“地”，会对人体造成伤害，因此需要把热地与市电隔离开来，隔离需要使用 1: 1 的隔离变压器，这种变压器的初级和次级绕组数相同，不会对输入电压升压或降压。

为了克服串联型开关变压器无隔离作用，开关管内部短路会造成负载过压或过流以及不能输出电视机所需的多路直流电压等缺点，后期生产的电视机及大屏幕彩电一般使用变压器耦合并联型开关电源。并联型开关电源变压器与普通变压器同样，次级与初级绕组不直接相连，不同点是它的工作频率很高（几十 KHz）。在并联型开关电源中，为了尽量缩小热地区域，电源电路除整流滤波、开关管以外的电路不再以电流方式直接相连，信号的传递采用“不导电”的方式，因此避免了其它电路接入电网。在稳压电路中“冷”、“热”地之间使用光电耦合器，以光这种不导电的方式传递信号，通过光电耦合器到达隔离和负反馈的作用。开关变压器内部电能的传递以磁场这种不导电的方式，而对 CPU 供电的电路采用了工频变压器变压的方式或采用降低开关电源震荡频率或采用副开关电源的方式。但冷热地之间的完全隔离会形成两者之间的静电积聚，当静电积聚到一定程度，将击穿隔离器件。为此，加入了由电阻和电容组成的静电泄放电路。虽然电阻的阻值都比较大，但因为静电电量都比较小，所以也能起到良好的效果，不至于由于它们的存在而使隔离特性变坏。因此只要不是初次级绕组匝间短路，一般是比较安全的，人体触及次级“地”不会造成电击。

浅谈电子技术中的“地”

“地”是电子技术中一个很重要的概验。由于“地”的分类与作用有多种，初学者往往容易

混淆。这里就这个问题进行一些讨论。

地的分类与作用；

1. 信号“地”；

信号“地”又称参考“地”，就是零电位的参考点，也是构成电路信号回路的公共段，图形符号“⊥”。

1) 直流地：直流电路“地”，零电位参考点。

2) 交流地：交流电的零线。应与地线区别开。

3) 功率地：大电流网络器件、功放器件的零电位参考点。

4) 模拟地：放大器、采样保持器、A/D 转换器和比较器的零电位参考点。

5) 数字地：也叫逻辑地，是数字电路的零电位参考点。

6) “热地”：开关电源无需使用变压器，其开关电路的“地”和市电网有关，既所谓的“热地”，它是带电的，图形符号为：“”。

7) “冷地”：由于开关电源的高频变压器将输入、输出端隔离；又由于其反馈电路常用光电耦合、既能传送反馈信号又将双方的“地”隔离；所以输出端的地称之为“冷地”，它不带电。图形符号为“⊥”。

2. 保护“地”；

保护“地”是为了保护人员安全而设置的一种接线方式。保护“地”线一端接用电器，另一端与大地作可靠连接。

3. 音响中的“地”。

1) 屏蔽线接地：音响系统为防止干扰，其金属机壳用导线与信号“地”相接，这叫屏蔽接地。

2) 音频专用“地”：专业音响为了防止干扰，除了屏蔽“地”之外，还需与音频专用“地”相连。此接地装置应专门埋设，并且应与隔离变压器、屏蔽式稳压电源的相应接地端相连后作为音控室中的专用音频接地点。

不同地线的处理方法：

1. 数字地和模拟地应分开；

在高要求电路中，数字地与模拟地必需分开。即使是对于 A/D、D/A 转换器同一芯片上两种“地”最好也要分开，仅在系统一点上把两种“地”连接起来。

2. 浮地与接地；

系统浮地，是将系统电路的各部分的地线浮置起来，不与大地相连。这种接法，有一定抗干扰能力。但系统与地的绝缘电阻不能小于 $50M\Omega$ ，一旦绝缘性能下降，就会带来干扰。通常采用系统浮地，机壳接地，可使抗干扰能力增强，安全可靠。

3. 一点接地；

在低频电路中，布线和元件之间不会产生太大影响。通常频率小于 1MHz 的电路，采用一点接地。

4. 多点接地；

在高频电路中，寄生电容和电感的影响较大。通常频率大于 10MHz 的电路，采用多点接地。

16. 晶体管型号大全、常用电阻阻值表、常用稳压电源、数字电位器、74 系列芯片功能大全

一、晶体管型号大全

晶体管型号 反压 Vbe0 电流 Icm 功率 Pcm 放大系数 特征频率 管子类型

IRFU020 50V 15A 42W ** NMOS 场效应
 IRFPG42 1000V 4A 150W ** NMOS 场效应
 IRFPP40 900V 4.7A 150W ** NMOS 场效应
 IRFP9240 200V 12A 150W ** PMOS 场效应
 IRFP9140 100V 19A 150W ** PMOS 场效应
 IRFP460 500V 20A 250W ** NMOS 场效应
 IRFP450 500V 14A 180W ** NMOS 场效应
 IRFP440 500V 8A 150W ** NMOS 场效应
 IRFP353 350V 14A 180W ** NMOS 场效应
 IRFP350 400V 16A 180W ** NMOS 场效应
 IRFP340 400V 10A 150W ** NMOS 场效应
 IRFP250 200V 33A 180W ** NMOS 场效应
 IRFP240 200V 19A 150W ** NMOS 场效应
 IRFP150 100V 40A 180W ** NMOS 场效应
 IRFP140 100V 30A 150W ** NMOS 场效应
 IRFP054 60V 65A 180W ** NMOS 场效应
 IRFI744 400V 4A 32W ** NMOS 场效应
 IRFI730 400V 4A 32W ** NMOS 场效应

IRFD9120 100V 1A 1W ** NMOS 场效应
IRFD123 80V 1.1A 1W ** NMOS 场效应
IRFD120 100V 1.3A 1W ** NMOS 场效应
IRFD113 60V 0.8A 1W ** NMOS 场效应
IRFBE30 800V 2.8A 75W ** NMOS 场效应
IRFBC40 600V 6.2A 125W ** NMOS 场效应
IRFBC30 600V 3.6A 74W ** NMOS 场效应
IRFBC20 600V 2.5A 50W ** NMOS 场效应
IRFS9630 200V 6.5A 75W ** PMOS 场效应
IRF9630 200V 6.5A 75W ** PMOS 场效应
IRF9610 200V 1A 20W ** PMOS 场效应
IRF9541 60V 19A 125W ** PMOS 场效应
IRF9531 60V 12A 75W ** PMOS 场效应
IRF9530 100V 12A 75W ** PMOS 场效应
IRF840 500V 8A 125W ** NMOS 场效应
IRF830 500V 4.5A 75W ** NMOS 场效应
IRF740 400V 10A 125W ** NMOS 场效应
IRF730 400V 5.5A 75W ** NMOS 场效应
晶体管型号 反压 Vbe0 电流 Icm 功率 Pcm 放大系数 特征频率 管子类型
IRF720 400V 3.3A 50W ** NMOS 场效应
IRF640 200V 18A 125W ** NMOS 场效应
IRF630 200V 9A 75W ** NMOS 场效应
IRF610 200V 3.3A 43W ** NMOS 场效应
IRF541 80V 28A 150W ** NMOS 场效应
IRF540 100V 28A 150W ** NMOS 场效应
IRF530 100V 14A 79W ** NMOS 场效应
晶体管型号大全

DVBCN 数字电视中文网 日期:06-01-12 17:23:17 作者:dvbcn 点击率: [1739]

IRF440 500V 8A 125W ** NMOS 场效应
IRF230 200V 9A 79W ** NMOS 场效应
IRF130 100V 14A 79W ** NMOS 场效应
BUZ20 100V 12A 75W ** NMOS 场效应
BUZ11A 50V 25A 75W ** NMOS 场效应
BS170 60V 0.3A 0.63W ** NMOS 场效应
2SC4582 600V 15A 75W ** NPN
2SC4517 550V 3A 30W ** NPN
02SC4429 1100V 8A 60W ** NPN
2SC4297 500V 12A 75W ** NPN
2SC4288 1400V 12A 200W ** NPN
2SC4242 450V 7A 40W ** NPN
2SC4231 800V 2A 30W ** NPN
2SC4119 1500V 15A 250W ** NPN

2SC4111 1500V 10A 250W ** NPN
 2SC4106 500V 7A 50W * 20MHZ NPN
 2SC4059 600V 15A 130W ** NPN
 2SC4038 50V 0.1A 0.3W * 180MHZ NPN
 2SC4024 100V 10A 35W ** NPN
 2SC3998 1500V 25A 250W ** NPN
 2SC3997 1500V 15A 250W ** NPN
 2SC3987 50V 3A 20W 1000 * NPN(达林顿)
 2SC3953 120V 0.2A 1.3W * 400MHZ NPN
 2SC3907 180V 12A 130W * 30MHZ NPN
 2SC3893 1400V 8A 50W * 8MHZ NPN
 2SC3886 1400V 8A 50W * 8MHZ NPN
 2SC3873 500V 12A 75W * 30MHZ NPN
 2SC3866 900V 3A 40W ** NPN
 2SC3858 200V 17A 200W * 20MHZ NPN
 晶体管型号 反压 Vbe0 电流 Icm 功率 Pcm 放大系数 特征频率 管子类型
 2SC3807 30V 2A 1.2W * 260MHZ NPN
 2SC3783 900V 5A 100W ** NPN
 2SC3720 1200V 10A 200W ** NPN
 2SC3680 900V 7A 120W ** NPN
 2SC3679 900V 5A 100W ** NPN
 2SC3595 30V 0.5A 1.2W 90 * NPN
 2SC3527 500V 15A 100W 13 * NPN
 2SC3505 900V 6A 80W 12 * NPN
 2SC3460 1100V 6A 100W 12 * NPN
 2SC3457 1100V 3A 50W 12 * NPN
 2SC3358 20V 0.15A ** 7000MHZ NPN
 2SC3355 20V 0.15A ** 6500MHZ NPN
 2SC3320 500V 15A 80W ** NPN
 2SC3310 500V 5A 40W 20 * NPN
 2SC3300 100V 15A 100W ** NPN
 2SC1855 20V 0.02A 0.25W * 550MHZ NPN
 2SC1507 300V 0.2A 15W ** NPN
 2SC1494 36V 6A 40W * 175MHZ NPN
 2SC1222 60V 0.1A 0.25W * 100MHZ NPN

 2SC1162 35V 1.5A 10W ** NPN
 2SC1008 80V 0.7A 0.8W * 50MHZ NPN
 2SC900 30V 0.03A 0.25W * 100MHZ NPN
 2SC828 45V 0.05A 0.25W ** NPN
 2SC815 60V 0.2A 0.25W ** NPN
 2SC380 35V 0.03A 0.25W ** NPN
 2SC106 60V 1.5A 15W ** NPN

2SB1494 120V 25A 120W ** PNP(达林顿)
 2SB1429 180V 15A 150W ** PNP
 2SB1400 120V 6A 25W 1000-20000 * PNP(达林顿)
 2SB1375 60V 3A 2W ** PNP
 2SB1335 80V 4A 30W ** PNP
 2SB1317 180V 15A 150W ** PNP
 2SB1316 100V 2A 10W 15000 * PNP(达林顿)
 2SB1243 40V 3A 1W * 70MHZ PNP
 2SB1240 40V 2A 1W * 100MHZ PNP
 2SB1238 80V 0.7A 1W * 100MHZ PNP
 晶体管型号 反压 Vbe0 电流 Icm 功率 Pcm 放大系数 特征频率 管子类型
 2SB1185 60V 3A 25W * 75MHZ PNP
 2SB1079 100V 20A 100W 5000 * PNP(达林顿)
 2SB1020 100V 7A 40W 6000 * PNP(达林顿)
 2SB834 60V 3A 30W ** PNP
 2SB817 160V 12A 100W ** PNP
 2SB772 40V 3A 10W ** PNP
 2SB744 70V 3A 10W ** PNP
 2SB734 60V 1A 1W ** PNP
 2SB688 120V 8A 80W ** PNP
 2SB675 60V 7A 40W ** PNP(达林顿)
 2SB669 70V 4A 40W ** PNP(达林顿)
 2SB649 180V 1.5A 1W ** PNP
 2SB647 120V 1A 0.9W * 140MHZ PNP
 2SB449 50V 3.5A 22W ** PNP
 2SA1943 230V 15A 150W ** PNP
 2SA1785 400V 1A 1W * 140MHZ PNP
 2SA1668 200V 2A 25W * 20MHZ PNP
 2SA1516 180V 12A 130W * 25MHZ PNP
 2SA1494 200V 17A 200W * 20MHZ PNP
 2SA1444 100V 1.5A 2W * 80MHZ PNP
 2SA1358 120V 1A 10W * 120MHZ PNP
 2SA1302 200V 15A 150W ** PNP
 2SA1301 200V 10A 100W ** PNP
 2SA1295 230V 17A 200W ** PNP
 2SA1265 140V 10A 30W ** PNP
 2SA1216 180V 17A 200W ** PNP
 2SA1162 50V 0.15A 0.15W ** PNP
 2SA1123 150V 0.05A 0.75W ** PNP
 2SA1020 50V 2A 0.9W ** PNP
 2SA1009 350V 2A 15W ** PNP
 2N6678 650V 15A 175W ** NPN
 2N5685 60V 50A 300W ** NPN
 2N6277 180V 50A 300W ** NPN

2N5551 160V 0.6A 0.6W * 100MHZ NPN
 2N5401 160V 0.6A 0.6W * 100MHZ PNP
 2N3773 160V 16A 150W ** NPN
 晶体管型号 反压 Vbe0 电流 Icm 功率 Pcm 放大系数 特征频率 管子类型
 2N3440 450V 1A 1W ** NPN
 2N3055 100V 15A 115W ** NPN
 2N2907 60V 0.6A 0.4W 200 * NPN
 2N2369 40V 0.5A 0.3W * 800MHZ NPN
 2N2222 60V 0.8A 0.5W 45 * NPN
 9018 30V 0.05A 0.4W * 1G NPN
 9015 50V 0.1A 0.4W * 150MHZ PNP
 9014 50V 0.1A 0.4W * 150MHZ NPN
 9013 50V 0.5A 0.6W ** NPN
 9012 50V 0.5A 0.6W ** PNP
 9011 50V 0.03A 0.4W * 150MHZ NPN
 TIP147 100V 10A 125W ** PNP
 TIP142 100V 10A 125W ** NPN
 TIP127 100V 8A 65W ** PNP
 TIP122 100V 8A 65W ** NPN
 TIP102 100V 8A 2W ** NPN
 TIP42C 100V 6A 65W ** PNP
 TIP41C 100V 6A 65W ** NPN
 TIP36C 100V 25A 125W ** PNP
 TIP35C 100V 25A 125W ** NPN
 TIP32C 100V 3A 40W ** PNP
 TIP31C 100V 3A 40W ** NPN
 MJE13007 1500V 2.5A 60W ** NPN
 MJE13005 400V 4A 60W ** NPN
 MJE13003 400V 1.5A 14W ** NPN
 MJE2955T 60V 10A 75W ** NPN
 MJE350 300V 0.5A 20W ** NPN
 MJE340 300V 0.5A 20W ** NPN
 MJ15025 400V 16A 250W ** PNP
 MJ15024 400V 16A 250W ** NPN
 MJ13333 400V 20A 175W ** NPN
 MJ11033 120V 50A 300W ** NPN
 MJ11032 120V 50A 300W ** NPN
 MJ10025 850V 20A 250W ** NPN
 MJ10016 500V 50A 200W ** NPN
 BUS13A 1000V 15A 175W ** NPN
 晶体管型号 反压 Vbe0 电流 Icm 功率 Pcm 放大系数 特征频率 管子类型
 BUH515 1500V 10A 80W ** NPN
 BU2532 1500V 15A 150W ** NPN
 BU2527 1500V 15A 150W ** NPN

BU2525 1500V 12A 150W ** NPN

BU2522 1500V 11A 150W ** NPN

BU2520 800V 10A 150W ** NPN

BU2508 700V 8A 125W ** NPN

二、常用电阻阻值表

常用电阻阻值表 电阻本身的阻值常用的有 161 种

1, 1.1, 1.2, 1.3, 1.5, 1.6, 1.8

2, 2.2, 2.4, 2.7,

3, 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, 11, 12, 13, 15, 16, 18

20, 22, 24, 27

30, 33, 36, 39

43, 47

51, 56

62, 68

75

82, 81

100, 110, 120, 130, 150 , 160, 180

200, 220, 240, 270

300, 330, 360, 390

430, 470

510, 560

620, 680

750

820

910

1K, 1.1K, 1.2K, 1.3K, 1.5K, 1.6K, 1.8K

2K, 2.2K, 2.4K, 2.7K

3K, 3.3K, 3.6K, 3.9K

4.3K, 4.7K

5.1K, 5.6K

6.2K, 6.8K,

7.5K

8.2K

9.1K

10K, 11K, 12K, 13K, 15K, 16K, 18K

20K, 22K, 24K, 27K

30K, 33K, 36K, 39K

43K, 47K

51K, 56K

62K, 68K

75K

82K

91K

100K, 110K, 120K, 130K, 150K, 160K, 180K

200K, 220K, 240K, 270K,

300K, 330K, 360K, 390K

430K, 470K

510K, 560K

620K, 680K

750K,

820K

910K

1M, 1.1M, 1.2M, 1.3M, 1.5M, 1.6M, 1.8M

2M, 2.2M, 2.4M, 2.7M

3M, 3.3M, 3.6M, 3.9M

4.4M, 4.7M

三、常用稳压电源

常用稳压电源 型号(规格) 器件简介

79L05 负 5V 稳压器(100ma)

79L06 负 6V 稳压器(100ma)

79L08 负 8V 稳压器(100ma)

79L09 负 9V 稳压器(100ma)

79L12 负 12V 稳压器(100ma)

79L15 负 15V 稳压器(100ma)

79L18 负 18V 稳压器(100ma)

79L24 负 24V 稳压器(100ma)

LM1575T-3.3 3.3V 简易开关电源稳压器(1A)

LM1575T-5.0 5V 简易开关电源稳压器(1A)

LM1575T-12 12V 简易开关电源稳压器(1A)

LM1575T-15 15V 简易开关电源稳压器(1A)

LM1575T-ADJ 简易开关电源稳压器(1A 可调 1.23 to 37)
 LM1575HVT-3.3 3.3V 简易开关电源稳压器(1A)
 LM1575HVT-5.0 5V 简易开关电源稳压器(1A)
 LM1575HVT-12 12V 简易开关电源稳压器(1A)
 LM1575HVT-15 15V 简易开关电源稳压器(1A)
 LM1575HVT-ADJ 简易开关电源稳压器(1A 可调 1.23 to 37)
 LM2575T-3.3 3.3V 简易开关电源稳压器(1A)
 LM2575T-5.0 5V 简易开关电源稳压器(1A)
 LM2575T-12 12V 简易开关电源稳压器(1A)
 LM2575T-15 15V 简易开关电源稳压器(1A)
 LM2575T-ADJ 简易开关电源稳压器(1A 可调 1.23 to 37)
 LM2575HVT-3.3 3.3V 简易开关电源稳压器(1A)
 LM2575HVT-5.0 5V 简易开关电源稳压器(1A)
 LM2575HVT-12 12V 简易开关电源稳压器(1A)
 LM2575HVT-15 15V 简易开关电源稳压器(1A)
 LM2575HVT-ADJ 简易开关电源稳压器(1A 可调 1.23 to 37)
 LM2576T-3.3 3.3V 简易开关电源稳压器(3A)
 LM2576T-5.0 5.0V 简易开关电源稳压器(3A)
 LM2576T-12 12V 简易开关电源稳压器(3A)
 LM2576T-15 15V 简易开关电源稳压器(3A)
 LM2576T-ADJ 简易开关电源稳压器(3A 可调 1.23V to 37V)
 LM2576HVT-3.3 3.3V 简易开关电源稳压器(3A)
 LM2576HVT-5.0 5.0V 简易开关电源稳压器(3A)
 LM2576HVT-12 12V 简易开关电源稳压器(3A)
 LM2576HVT-15 15V 简易开关电源稳压器(3A)
 LM2576HVT-ADJ 简易开关电源稳压器(3A 可调 1.23V to 37V)
 LM2930T-5.0 5.0V 低压差稳压器
 LM2930T-8.0 8.0V 低压差稳压器
 LM2931AZ-5.0 5.0V 低压差稳压器(TO-92)
 LM2931T-5.0 5.0V 低压差稳压器
 LM2931CT 3V to 29V 低压差稳压器(TO-220,5PIN)
 LM2940CT-5.0 5.0V 低压差稳压器
 LM2940CT-8.0 8.0V 低压差稳压器
 LM2940CT-9.0 9.0V 低压差稳压器
 LM2940CT-10 10V 低压差稳压器
 LM2940CT-12 12V 低压差稳压器
 LM2940CT-15 15V 低压差稳压器
 LM123K 5V 稳压器(3A)
 LM323K 5V 稳压器(3A)
 LM117K 1.2V to 37V 三端正可调稳压器(1.5A)
 LM317LZ 1.2V to 37V 三端正可调稳压器(0.1A)
 LM317T 1.2V to 37V 三端正可调稳压器(1.5A)
 LM317K 1.2V to 37V 三端正可调稳压器(1.5A)
 LM133K 三端可调-1.2V to -37V 稳压器(3.0A)

LM333K 三端可调-1.2V to -37V 稳压器(3.0A)
 LM337K 三端可调-1.2V to -37V 稳压器(1.5A)
 LM337T 三端可调-1.2V to -37V 稳压器(1.5A)
 LM337LZ 三端可调-1.2V to -37V 稳压器(0.1A)
 LM150K 三端可调 1.2V to 32V 稳压器(3A)
 LM350K 三端可调 1.2V to 32V 稳压器(3A)
 LM350T 三端可调 1.2V to 32V 稳压器(3A)
 LM138K 三端正可调 1.2V to 32V 稳压器(5A)
 LM338T 三端正可调 1.2V to 32V 稳压器(5A)
 LM338K 三端正可调 1.2V to 32V 稳压器(5A)
 LM336-2.5 2.5V 精密基准电压源
 LM336-5.0 5.0V 精密基准电压源
 LM385-1.2 1.2V 精密基准电压源
 LM385-2.5 2.5V 精密基准电压源
 LM399H 6.9999V 精密基准电压源
 LM431ACZ 精密可调 2.5V to 36V 基准稳压源
 LM723 高精度可调 2V to 37V 稳压器
 LM105 高精度可调 4.5V to 40V 稳压器
 LM305 高精度可调 4.5V to 40V 稳压器
 MC1403 2.5V 基准电压源
 MC34063 充电控制器
 SG3524 脉宽调制开关电源控制器
 TL431 精密可调 2.5V to 36V 基准稳压源
 TL494 脉宽调制开关电源控制器
 TL497 频率调制开关电源控制器
 TL7705 电池供电/欠压控制器
 7805 正 5V 稳压器(1A)
 7806 正 6V 稳压器(1A)
 7808 正 8V 稳压器(1A)
 7809 正 9V 稳压议 (1A)
 7812 正 12V 稳压器(1A)
 7815 正 15V 稳压器(1A)
 7818 正 18V 稳压器(1A)
 7824 正 24V 稳压器(1A)
 7905 负 5V 稳压器(1A)
 7906 负 6V 稳压器(1A)
 7908 负 8V 稳压器(1A)
 7909 负 9V 稳压器 (1A)
 7912 负 12V 稳压器(1A)
 7915 负 15V 稳压器(1A)
 7918 负 18V 稳压器(1A)
 7924 负 24V 稳压器(1A)
 78L05 正 5V 稳压器(100ma)
 78L06 正 6V 稳压器(100ma)

78L08 正 8V 稳压器(100ma)
 78L09 正 9V 稳压器(100ma)
 78L12 正 12V 稳压器(100ma)
 78L15 正 15V 稳压器(100ma)
 78L18 正 18V 稳压器(100ma)
 78L24 正 24V 稳压器(100ma)

四、数字电位器

数字电位器 低噪声 数字控制 端电压

X9015UM8I-2.7: 低功耗,低噪声,单 DCP,抽头位置掉电置中
 X9015US8: 低功耗,低噪声,单 DCP,抽头位置掉电置中
 X9015US8I: 低功耗,低噪声,单 DCP,抽头位置掉电置中
 X9015US8IT1: 低功耗,低噪声,单 DCP,抽头位置掉电置中
 X9015US8T1: 低功耗,低噪声,单 DCP,抽头位置掉电置中
 X9313TP: 抽头位置掉电自动保存
 X9313TP-3: 抽头位置掉电自动保存
 X9313TPI: 8PDIP /-40~85
 X9313TST1: 单 DCP,抽头位置掉电自动保存
 X9313UP: 抽头位置掉电自动保存
 X9313UST1: 抽头位置掉电自动保存
 X9313WP: 单 DCP,抽头位置掉电自动保存
 X9313WP-3: 单 DCP,抽头位置掉电自动保存
 X9313WPI: 单 DCP,抽头位置掉电自动保存
 X9313WS-3: 单 DCP,抽头位置掉电自动保存
 X9313WSIT1: 单 DCP,抽头位置掉电自动保存
 X9313WST1: 单 DCP,抽头位置掉电自动保存
 X9313ZP: 单 DCP,抽头位置掉电自动保存
 X9313ZP-3: 单 DCP,抽头位置掉电自动保存
 X9313ZS: 单 DCP,抽头位置掉电自动保存
 X9313ZSI: 单 DCP,抽头位置掉电自动保存
 X93154UM8I-3: 低噪音,低电压,32 个抽头,数字电位器
 X93154UX8I-3: 低噪音,低电压,32 个抽头,数字电位器
 X93156UM8I-2.7: 低功耗,低噪声,单 DCP,抽头位置掉电自动保存
 X93156WM8I-2.7: 低功耗,低噪声,单 DCP,抽头位置掉电自动保存
 X9315UM8I-2.7: 8MSOP /-40~85
 X9315UM8I-2.7T1: 8MSOP /-40~85
 X9315WMI-2.7: 低功耗,低噪声,单 DCP,抽头位置掉电自动保存
 X9315WMI-2.7T1: 低功耗,低噪声,抽头位置掉电自动保存
 X9315WP: 低功耗,低噪声,单 DCP,抽头位置掉电自动保存
 X9315WP-2.7: 低功耗,低噪声,单 DCP,抽头位置掉电保存
 X9315WPI: 低功耗,低噪声,抽头位置掉电自动保存
 X9315WS-2.7: 低功耗,低噪声,单 DCP,抽头位置掉电自动保存

X9315WSI-2.7: 低功耗,低噪声,单 DCP,抽头位置掉电自动保存
X9315ZP: 低功耗,低噪声,单 DCP,抽头位置掉电自动保存
X93256UV14I-2.7: 低功耗,低噪声,双 DCP,抽头位置掉电自动保存
X93256WV14I-2.7: 低功耗,低噪声,双 DCP,抽头位置掉电自动保存
X9511WP: 单 DCP,抽头位置掉电自动保存
X9511WPI: 单 DCP,抽头位置掉电自动保存
X9511WSIT1: 单 DCP,抽头位置掉电自动保存
X9511WST1: 单 DCP,抽头位置掉电自动保存
X9511ZP: 单 DCP,抽头位置掉电自动保存
Xicor 公司 64 抽头 数字电位器
X9221AUP: 双 DCP,抽头位置掉电自动保存
X9221AWP: 双 DCP,抽头位置掉电自动保存
X9221AWPI: 抽头位置掉电自动保存
X9221AWS: 双 DCP,抽头位置掉电自动保存
X9221AWSI: 双 DCP,抽头位置掉电自动保存
X9221AYP: 双 DCP,抽头位置掉电自动保存
X9221UP: 双 DCP,抽头位置掉电自动保存
X9221WP: 双 DCP,抽头位置掉电自动保存
X9221WS: 双 DCP,抽头位置掉电自动保存
X9221YP: 双 DCP,抽头位置掉电自动保存
X9241AMP: 四 DCP,抽头位置掉电自动保存
X9241AMPI: 四 DCP,抽头位置掉电自动保存
X9241AUP: 四 DCP,抽头位置掉电自动保存
X9241AUPI: 抽头位置掉电自动保存
X9241AUSI: 四 DCP,抽头位置掉电自动保存
X9241AWP: 四 DCP,抽头位置掉电自动保存
X9241AWPI: 20PDIP/-40~85
X9241AWPIZ: 抽头位置掉电自动保存
X9241AWS: 抽头位置掉电自动保存
X9241AWSI: 四 DCP,抽头位置掉电自动保存
X9241AYP: 四 DCP,抽头位置掉电自动保存
X9241MP: 四 DCP,抽头位置掉电自动保存
X9241UP: 四 DCP,抽头位置掉电自动保存
X9241US: 四 DCP,抽头位置掉电自动保存
X9241USI: 四 DCP,抽头位置掉电自动保存
X9409WS24I-2.7: 四 DCP,抽头位置掉电自动保存
X9409WV24I-2.7: 抽头位置掉电自动保存
X9420WS16I-2.7: 单 DCP,抽头位置掉电自动保存
X9421WS16-2.7: 低功耗,低噪声,单 DCP,抽头位置掉电自动保存
X9421WS16I-2.7: 低功耗,低噪声,单 DCP,抽头位置掉电自动保存
X9428WS16I-2.7: 单 DCP,抽头位置掉电自动保存
X9440WS24I-2.7: 双 DCP,抽头位置掉电自动保存
Xicor 公司 100 抽头 数字电位器
X9312UST2: 单 DCP,抽头位置掉电自动保存,高输出端电压

X9318WP8: 单 DCP,抽头位置掉电自动保存,高输出端电压
 X9318WP8I: 单 DCP,抽头位置掉电自动保存,高输出端电压
 X9318WS8IT1: 单 DCP,抽头位置掉电自动保存,高输出端电压
 X9319WP8: 单 DCP,抽头位置掉电自动保存
 X9319WS8: 单 DCP,抽头位置掉电自动保存
 X9C102P: 单 DCP,抽头位置掉电自动保存
 X9C102PI: 单 DCP,抽头位置掉电自动保存
 X9C102SIT1: 抽头位置掉电自动保存
 X9C102ST1: 单 DCP,抽头位置掉电自动保存
 X9C103P: 单 DCP,抽头位置掉电自动保存
 X9C103PI: 单 DCP,抽头位置掉电自动保存
 X9C103SI: 单 DCP,抽头位置掉电自动保存
 X9C103SIT1: 单 DCP,抽头位置掉电自动保存
 X9C103ST1: 单 DCP,抽头位置掉电自动保存
 X9C104P: 单 DCP,抽头位置掉电自动保存
 X9C104PI: 单 DCP,抽头位置掉电自动保存
 X9C104S: 单 DCP,抽头位置掉电自动保存
 X9C104SI: 单 DCP,抽头位置掉电自动保存
 X9C104SIT1: 抽头位置掉电自动保存
 X9C104ST1: 单 DCP,抽头位置掉电自动保存
 X9C503P: 单 DCP,抽头位置掉电自动保存
 X9C503PI: 单 DCP,抽头位置掉电自动保存
 X9C503SI: 单 DCP,抽头位置掉电自动保存
 256 抽头电位器 Xicor 公司
 X9251TS24: 抽头位置掉电自动保存,单电源
 X9251TS24I: 抽头位置掉电自动保存
 X9258TS24I-2.7: 四 DCP,抽头位置掉电自动保存
 X9259TS24I-2.7: 四 DCP,抽头位置掉电自动保存
 X9268TS24: 双 DCP,抽头位置掉电自动保存
 X9268US24: 双 DCP,抽头位置掉电自动保存
 X9271TV14I-2.7: 单 DCP,抽头位置掉电自动保存
 X9279TV14I-2.7: 单 DCP,抽头位置掉电自动保存
 X95820WV14I-2.7: 双 DCP,抽头位置掉电自动保存
 X95840WV20I-2.7: 四 DCP,抽头位置掉电自动保存
 Xicor 公司 1024 抽头数字电位器
 X9110TV14: 高分辨率,单 DCP,抽头位置掉电自动保存
 X9110TV14I: 高分辨率,单 DCP,抽头位置掉电自动保存
 X9111TV14: 高分辨率,单 DCP,抽头位置掉电自动保存
 X9111TV14I-2.7: 高分辨率,单 DCP,抽头位置掉电自动保存
 X9118TV14I-2.7: 高分辨率,单 DCP,抽头位置掉电自动保存
 Xicor 公司数字可调电容
 X90100M8I: 可编程电容器
 Xicor 公司光纤通信数字控制电位器 DCP
 X9520V20I-A: 3 个 DCP,上电复位,2k 位串行 EEPROM,上电复位电路另两个单独的电压监控

器,手动复位,软件可选的复位电压及脉宽,热插拔

Microchip 微芯 256 抽头电位器 DCP 数字控制电位器

MCP41010-I/P: Microchip 微芯 256 抽头电位器 DCP 数字控制电位器

MCP41010-I/SN: Microchip 微芯 256 抽头电位器 DCP 数字控制电位器

MCP41050-I/P: Microchip 微芯 256 抽头电位器 DCP 数字控制电位器

MCP41050-I/SN: Microchip 微芯 256 抽头电位器 DCP 数字控制电位器

MCP41100-I/P: Microchip 微芯 256 抽头电位器 DCP 数字控制电位器

MCP41100-I/SN: Microchip 微芯 256 抽头电位器 DCP 数字控制电位器

MCP42010-I/P: Microchip 微芯 256 抽头电位器 DCP 数字控制电位器

MCP42010-I/SL: Microchip 微芯 256 抽头电位器 DCP 数字控制电位器

MCP42050-I/P: Microchip 微芯 256 抽头电位器 DCP 数字控制电位器

MCP42050-I/SL: Microchip 微芯 256 抽头电位器 DCP 数字控制电位器

MCP42100-I/P: Microchip 微芯 256 抽头电位器 DCP 数字控制电位器

MCP42100-I/SL: Microchip 微芯 256 抽头电位器 DCP 数字控制电位器

五、74 系列芯片功能大全

7400 TTL 2 输入端四与非门 7401 TTL 集电极开路 2 输入端四与非门 7402 TTL 2 输入端四或非门 7403 TTL 集电极开路 2 输入端四与非门 7404 TTL 六反相器 7405 TTL 集电极开路六反相器 7406 TTL 集电极开路六反相高压驱动器 7407 TTL 集电极开路六正相高压驱动器 7408 TTL 2 输入端四与门 7409 TTL 集电极开路 2 输入端四与门 7410 TTL 3 输入端 3 与非门 74107 TTL 带清除主从双 J-K 触发器 74109 TTL 带预置清除正触发双 J-K 触发器 7411 TTL 3 输入端 3 与门 74112 TTL 带预置清除负触发双 J-K 触发器 7412 TTL 开路输出 3 输入端三与非门 74121 TTL 单稳态多谐振荡器 74122 TTL 可再触发单稳态多谐振荡器 74123 TTL 双可再触发单稳态多谐振荡器 74125 TTL 三态输出高有效四总线缓冲门 74126 TTL 三态输出低有效四总线缓冲门 7413 TTL 4 输入端双与非施密特触发器 74132 TTL 2 输入端四与非施密特触发器 74133 TTL 13 输入端与非门 74136 TTL 四异或门 74138 TTL 3-8 线译码器/复工器 74139 TTL 双 2-4 线译码器/复工器 7414 TTL 六反相施密特触发器 74145 TTL BCD—十进制译码/驱动器 7415 TTL 开路输出 3 输入端三与门 74150 TTL 16 选 1 数据选择/多路开关 74151 TTL 8 选 1 数据选择器 74153 TTL 双 4 选 1 数据选择器 74154 TTL 4 线—16 线译码器 74155 TTL 图腾柱输出译码器/分配器 74156 TTL 开路输出译码器/分配器 74157 TTL 同相输出四 2 选 1 数据选择器 74158 TTL 反相输出四 2 选 1 数据选择器 7416 TTL 开路输出六反相缓冲/驱动器 74160 TTL 可预置 BCD 异步清除计数器 74161 TTL 可预置四位二进制异步清除计数器 74162 TTL 可预置 BCD 同步清除计数器 74163 TTL 可预置四位二进制同步清除计数器 74164 TTL 八位串行入/并行输出移位寄存器 74165 TTL 八位并行入/串行输出移位寄存器 74166 TTL 八位并入/串出移位寄存器 74169 TTL 二进制四位加/减同步计数器 7417 TTL 开路输出六同相缓冲/驱动器 74170 TTL 开路输出 4×4 寄存器堆 74173 TTL 三态输出四位 D 型寄存器 74174 TTL 带公共时钟和复位六 D 触发器 74175 TTL 带公共时钟和复位四 D 触发器 74180 TTL 9 位奇数/偶数发生器/校验器 74181 TTL 算术逻辑单元/函数发生器 74185 TTL 二进制—BCD 代码转换器 74190 TTL BCD 同步加/减计数器 74191 TTL 二进制同步可逆计数器 74192 TTL 可预置 BCD 双时钟可逆计数器 74193 TTL 可预置四位二进制双时钟可逆计数器 74194 TTL 四位双向通用移位寄存器 74195 TTL 四位并行通道移位寄存器 74196 TTL 十进制/二—十进制可

预置计数锁存器 74197 TTL 二进制可预置锁存器/计数器 7420 TTL 4 输入端双与非门 7421 TTL 4 输入端双与门 7422 TTL 开路输出 4 输入端双与非门 74221 TTL 双/单稳态多谐振荡器 74240 TTL 八反相三态缓冲器/线驱动器 74241 TTL 八同相三态缓冲器/线驱动器 74243 TTL 四同相三态总线收发器 74244 TTL 八同相三态缓冲器/线驱动器 74245 TTL 八同相三态总线收发器 74247 TTL BCD—7 段 15V 输出译码/驱动器 74248 TTL BCD—7 段译码/升压输出驱动器 74249 TTL BCD—7 段译码/开路输出驱动器 74251 TTL 三态输出 8 选 1 数据选择器/复工器 74253 TTL 三态输出双 4 选 1 数据选择器/复工器 74256 TTL 双四位可寻址锁存器 74257 TTL 三态原码四 2 选 1 数据选择器/复工器 74258 TTL 三态反码四 2 选 1 数据选择器/复工器 74259 TTL 八位可寻址锁存器/3-8 线译码器 7426 TTL 2 输入端高压接口四与非门 74260 TTL 5 输入端双或非门 74266 TTL 2 输入端四异或非门 7427 TTL 3 输入端三或非门 74273 TTL 带公共时钟复位八 D 触发器 74279 TTL 四图腾柱输出 S-R 锁存器 7428 TTL 2 输入端四或非门缓冲器 74283 TTL 4 位二进制全加器 74290 TTL 二/五分频十进制计数器 74293 TTL 二/八分频四位二进制计数器 74295 TTL 四位双向通用移位寄存器 74298 TTL 四 2 输入多路带存贮开关 74299 TTL 三态输出八位通用移位寄存器 7430 TTL 8 输入端与非门 7432 TTL 2 输入端四或门 74322 TTL 带符号扩展端八位移位寄存器 74323 TTL 三态输出八位双向移位/存贮寄存器 7433 TTL 开路输出 2 输入端四或非缓冲器 74347 TTL BCD—7 段译码器/驱动器 74352 TTL 双 4 选 1 数据选择器/复工器 74353 TTL 三态输出双 4 选 1 数据选择器/复工器 74365 TTL 门使能输入三态输出六同相线驱动器 74366 TTL 门使能输入三态输出六反相线驱动器 74367 TTL 4/2 线使能输入三态六同相线驱动器 74368 TTL 4/2 线使能输入三态六反相线驱动器 7437 TTL 开路输出 2 输入端四与非缓冲器 74373 TTL 三态同相八 D 锁存器 74374 TTL 三态反相八 D 锁存器 74375 TTL 4 位双稳态锁存器 74377 TTL 单边输出公共使能八 D 锁存器 74378 TTL 单边输出公共使能六 D 锁存器 74379 TTL 双边输出公共使能四 D 锁存器 7438 TTL 开路输出 2 输入端四与非缓冲器 74380 TTL 多功能八进制寄存器 7439 TTL 开路输出 2 输入端四与非缓冲器 74390 TTL 双十进制计数器 74393 TTL 双四位二进制计数器 7440 TTL 4 输入端双与非缓冲器 7442 TTL BCD—十进制代码转换器 74447 TTL BCD—7 段译码器/驱动器 7445 TTL BCD—十进制代码转换/驱动器 74450 TTL 16:1 多路转接复用器多工器 74451 TTL 双 8:1 多路转接复用器多工器 74453 TTL 四 4:1 多路转接复用器多工器 7446 TTL BCD—7 段低有效译码/驱动器 74460 TTL 十位比较器 74461 TTL 八进制计数器 74465 TTL 三态同相 2 与使能端八总线缓冲器 74466 TTL 三态反相 2 与使能端八总线缓冲器 74467 TTL 三态同相 2 使能端八总线缓冲器 74468 TTL 三态反相 2 使能端八总线缓冲器 74469 TTL 八位双向计数器 7447 TTL BCD—7 段高有效译码/驱动器 7448 TTL BCD—7 段译码器/内部上拉输出驱动 74490 TTL 双十进制计数器 74491 TTL 十位计数器 74498 TTL 八进制移位寄存器 7450 TTL 2-3/2-2 输入端双与或非门 74502 TTL 八位逐次逼近寄存器 74503 TTL 八位逐次逼近寄存器 7451 TTL 2-3/2-2 输入端双与或非门 74533 TTL

三态反相八D锁存器 74534 TTL 三态反相八D锁存器 7454 TTL 四路输入与或非门 74540 TTL 八位三态反相输出总线缓冲器 7455 TTL 4输入端二路输入与或非门 74563 TTL 八位三态反相输出触发器 74564 TTL 八位三态反相输出D触发器 74573 TTL 八位三态输出触发器 74574 TTL 八位三态输出D触发器 74645 TTL 三态输出八同相总线传送接收器 74670 TTL 三态输出4×4寄存器堆 7473 TTL 带清除负触发双J-K触发器 7474 TTL 带置位复位正触发双D触发器 7476 TTL 带预置清除双J-K触发器 7483 TTL 四位二进制快速进位全加器 7485 TTL 四位数字比较器 7486 TTL 2输入端四异或门 7490 TTL 可二/五分频十进制计数器 7493 TTL 可二/八分频二进制计数器 7495 TTL 四位并行输入\输出移位寄存器 7497 TTL 6位同步二进制乘法器

常用74系列标准数字电路的中文名称资料器件代号 器件名称 74 74LS 74HC 00 四2输入端与非门 ✓ ✓ ✓ 01 四2输入端与非门(OC) ✓ ✓ 02 四2输入端或非门 ✓ ✓ ✓ 03 四2输入端与非门(OC) ✓ ✓ 04 六反相器 ✓ ✓ ✓ 05 六反相器(OC) ✓ ✓ 06 六高压输出反相器(OC, 30V) ✓ ✓ 07 六高压输出缓冲, 驱动器(OC, 30V) ✓ ✓ ✓ 08 四2输入端与门 ✓ ✓ ✓ 09 四2输入端与门(OC) ✓ ✓ ✓ 10 三3输入端与非门 ✓ ✓ ✓ 11 三3输入端与门 ✓ ✓ 12 三3输入端与非门(OC) ✓ ✓ ✓ 13 双4输入端与非门 ✓ ✓ ✓ 14 六反相器 ✓ ✓ ✓ 15 三3输入端与门(OC) ✓ ✓ 16 六高压输出反相器(OC, 15V) ✓ 17 六高压输出缓冲, 驱动器(OC, 15V) ✓ 20 双4输入端与非门 ✓ ✓ ✓ 21 双4输入端与门 ✓ ✓ ✓ 22 双4输入端与非门(OC) ✓ ✓ 25 双4输入端或非门(有选通端) ✓ ✓ ✓ 26 四2输入端高压输出与非缓冲器 ✓ ✓ ✓ 27 三3输入端或非门 ✓ ✓ ✓ 28 四2输入端或非缓冲器 ✓ ✓ ✓ 30 8输入端与非门 ✓ ✓ ✓ 32 四2输入端或门 ✓ ✓ ✓ 33 四2输入端或非缓冲器(OC) ✓ ✓ 37 四2输入端与非缓冲器 ✓ ✓ 38 四2输入端与非缓冲器(OC) ✓ ✓ 40 双4输入端与非缓冲器 ✓ ✓ ✓ 42 4线-10线译码器(BCD输入) ✓ ✓ 43 4线-10线译码器(余3码输入) ✓ 44 4线-10线译码器(余3葛莱码输入) ✓ 48 4线-7段译码器 ✓ 49 4线-7段译码器 ✓ 50 双2路2-2输入与或非门 ✓ ✓ ✓ 51 2路3-3输入, 2路2-2输入与或非门 ✓ ✓ ✓ 52 4路2-3-2-2输入与或门 ✓ 53 4路2-2-2-2输入与或非门 ✓ 54 4路2-3-3-2输入与或非门 ✓ ✓ 55 2路4-4输入与或非门 ✓ 60 双4输入与扩展器 ✓ ✓ 61 三3输入与扩展器 ✓ 62 4路2-3-3-2输入与或扩展器 ✓ 64 4路4-2-3-2输入与或非门 ✓ 65 4路4-2-3-2输入与或非门(OC) ✓ 70 与门输入J-K触发器 ✓ 71 与或门输入J-K触发器 ✓ 72 与门输入J-K触发器 ✓ 74 双上升沿D型触发器 ✓ ✓ 78 双D型触发器 ✓ ✓ 85 四位数值比较器 ✓ 86 四2输入端异或门 ✓ ✓ ✓ 87 4位二进制原码/反码 ✓ 95 4位移位寄存器 ✓ 101 与或门输入J-K触发器 ✓ 102 与门输入J-K触发器 ✓ 107 双主-从J-K触发器 ✓ 108 双主-从J-K触发器 ✓ 109 双主-从J-K触发器 ✓ 110 与门输入J-K触发器 ✓ 111 双主-从J-K触发器 ✓ ✓ 112 双下降沿J-K触发器 ✓ 113 双下降沿J-K触发器 ✓ 114 双下降沿J-K触发器 ✓ 116 双4位锁存器 ✓ 120 双脉冲同步驱动器 ✓ 121 单稳态触发器 ✓ ✓ ✓ 122 可重触发单稳态触发器 ✓ ✓ ✓ 123 可重触发双稳态触发器 ✓ ✓ ✓ 125 四总线缓冲器 ✓ ✓ ✓ 126 四总线缓冲器 ✓ ✓ ✓ 128 四2输入端或非线驱动器 ✓ ✓ ✓ 132 四2输入端与非门 ✓ ✓ ✓

