

## 基础知识

第一节 常用元器件的识别

一、电阻电阻在电路中用“R”加数字表示，如：R15 表示编号为 15 的电阻。电阻在电路中的主要作用为分流、限流、分压、偏置、滤波（与电容器组合使用）和阻抗匹配等。

1、参数识别：电阻的单位为欧姆（ $\Omega$ ），倍率单位有：千欧（ $k\Omega$ ），兆欧（ $M\Omega$ ）等。换算方法是：1 兆欧=1000 千欧=1000000 欧电阻的参数标注方法有 3 种，即直标法、色标法和数标法。

a、数标法主要用于贴片等小体积的电路，如：472 表示  $47 \times 10^2 \Omega$ （即 4.7K）；104 则表示 100K b、色环标注法使用最多，现举例如下：四色环电阻 五色环电阻（精密电阻）

2、电阻的色标位置和倍率关系如下表所示：

颜色	有效数字	倍率	允许偏差(%)
银色	/	$10^{-2}$	$\pm 10$
金色	/	$10^{-1}$	$\pm 5$
黑色	0	100	
棕色	1	101	$\pm 1$
红色	2	102	$\pm 2$
橙色	3	103	
黄色	4	104	
绿色	5	105	$\pm 0.5$
蓝色	6	106	$\pm 0.2$
紫色	7	107	$\pm 0.1$
灰色	8	108	
白色	9	109	$\pm 5$ 至 $-20$
无色	/	$\pm 20$	

二、电容

1、电容在电路中一般用“C”加数字表示（如 C25 表示编号为 25 的电容）。电容是由两片金属膜紧靠，中间用绝缘材料隔开而组成的元件。电容的特性主要是隔直流通交流。电容容量的大小就是表示能贮存电能的大小，电容对交流信号的阻碍作用称为容抗，它与交流信号的频率和电容量有关。容抗  $X_C = 1 / 2\pi f C$ （f 表示交流信号的频率，C 表示电容量）电话机中常用电容的种类有电解电容、瓷片电容、贴片电容、独石电容、钽电容和涤纶电容等。

2、识别方法：电容的识别方法与电阻的识别方法基本相同，分直标法、色标法和数标法 3 种。电容的基本单位用法拉（F）表示，其它单位还有：毫法（mF）、微法（ $\mu F$ ）、纳法（nF）、皮法（pF）。其中：1 法拉=103 毫法=106 微法=109 纳法=1012 皮法容量大的电容其容量值在电容上直接标明，如 10  $\mu F / 16V$  容量小的电容其容量值在电容上用字母表示或数字表示字母表示法：1m=1000  $\mu F$  1P2=1.2PF 1n=1000PF 数字表示法：一般用三位数字表示容量大小，前两位表示有效数字，第三位数字是倍率。如：102 表示  $10 \times 10^2 PF = 1000PF$  224 表示  $22 \times 10^4 PF = 0.22 \mu F$

3、电容量误差表符号 F G J K L M 允许误差  $\pm 1\%$   $\pm 2\%$   $\pm 5\%$   $\pm 10\%$   $\pm 15\%$   $\pm 20\%$  如：一瓷片电容为 104J 表示容量为 0.1  $\mu F$ 、误差为  $\pm 5\%$ 。

4、故障特点在实际维修中，电容器的故障主要表现为：（1）引脚腐蚀致断的开路故障。（2）脱焊和虚焊的短路故障。（3）漏液后造成容量小或开路故障。（4）漏电、严重漏电和击穿故障。

三、晶体二极管

晶体二极管在电路中常用“D”加数字表示，如：D5 表示编号为 5 的二极管。

1、作用：二极管的主要特性是单向导电性，也就是在正向电压的作用下，导通电阻很小；而在反向电压作用下导通电阻极大或无穷大。正因为二极管具有上述特性，无绳电话机中常把它用在整流、隔离、稳压、极性保护、编码控制、调频调制和静噪等电路中。电话机里使用的晶体二极管按作用可分为：整流二极管（如 1N4004）、隔离二极管（如 1N4148）、肖特基二极管（如 BAT85）、发光二极管、稳压二极管等。

2、识别方法：二极管的识别很简单，小功率二极管的 N 极（负极），在二极管外表大多采用一种色圈标出来，有些二极管也用二极管专用符号来表示 P 极（正极）或 N 极（负极），也有采用符号标志为“P”、“N”来确定二极管极性的。发光二极管的正负极可从引脚长短来识别，长脚为正，短脚为负。

3、测试注意事项：用数字式万用表去测二极管时，红表笔接二极管的正极，黑表笔接二极管的负极，此时测得的阻值才是二极管的正向导通阻值，这与指针式万用表的表笔接法刚好相反。

4、常用的 1N4000 系列二极管耐压比较如下：

型号	1N4001	1N4002	1N4003	1N4004	1N4005	1N4006	1N4007
耐压(V)	50	100	200	400	600	800	1000
电流(A)	均为 1						

四、稳压二极管

稳压二极管在电路中常用“ZD”加数字表示，如：ZD5 表示编号为 5 的稳压管。

1、稳压二极管的稳压原理：稳压二极管的特点就是击穿后，其两端的电压基本保持不变。这样，当把稳压管接入电路以后，若由于电源电压发生波动，或其它原因造成电路中各点电压变动时，负载两端的电压将基本保持不变。

2、故障特点：稳压二极管的故障主要表现在开路、短路和稳压值不稳定。在这 3 种故障中，前一种故障表现出电源电压升高；后 2 种故障表现为电源电压变低到零伏或输出不稳定。常用稳压二极管的型号及稳压值如下表：

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

五、电感

电感在电路中常用“L”加数字表示，如：L6 表示编号为 6 的电感。电感线圈是将绝缘的导线在绝缘的骨架上绕一定的圈数制成。直流可通过线圈，直流电阻就是导线本身的电阻，压降很小；当交流信号通过线圈时，线圈两端将会产生自感电动势，自感电动势的方向与外加电压的方向相反，阻碍交流的通过，所以电感的特性是通直流阻交流，频率越高，线圈阻抗越大。电感在电路中可与电容组成振荡电路。电感一般有直标法和色标法，色标法与电阻类似。如：棕、黑、金、金表示 1  $\mu H$ （误差 5%）的电感。电感的基本单位为：亨（H）换算单位有：1H=103mH=106 $\mu H$ 。

六、变容二极管

变容二极管是根据普通二极管内部“PN 结”的结电容能随外加反向电压的变化而变化这一原理专门设计出来的一种特殊二极管。变容二极管在无绳电话机中主要用在手机或座机的高频调制电路上，实现低频信号调制到高频信号上，并发射出去。在工作状态，变容二极管调制电压一般加到负极上，使变容二极管的内部结电容容量随调制电压的变化而变化。变容二极管发生故障，主要表现为漏电或性能变差：（1）发生漏电现象时，高频调制电路将不工作或调制性能变差。（2）变容性能变差时，高频调制电路的工作不稳定，使调制后的高频信号发送到对方被对方接收后产生失真。出现上述情况之一时，就应该更换

同型号的变容二极管。七、晶体三极管晶体三极管在电路中常用“Q”加数字表示，如：Q17 表示编号为 17 的三极管。

1、特点：晶体三极管（简称三极管）是内部含有 2 个 PN 结，并且具有放大能力的特殊器件。它分 NPN 型和 PNP 型两种类型，这两种类型的三极管从工作特性上可互相弥补，所谓 OTL 电路中的对管就是由 PNP 型和 NPN 型配对使用。电话机中常用的 PNP 型三极管有：A92、9015 等型号；NPN 型三极管有：A42、9014、9018、9013、9012 等型号。 2、晶体三极管主要用于放大电路中起放大作用，在常见电路中有三种接法。为了便于比较，将晶体管三种接法电路所具有的特点列于下表，供大家参考。名称 共发射极电路 共集电极电路（射极输出器） 共基极电路  
输入阻抗 中（几百欧~几千欧） 大（几十千欧以上） 小（几欧~几十欧）  
输出阻抗 中（几千欧~几十千欧） 小（几欧~几十欧） 大（几十千欧~几百千欧）  
电压放大倍数 大 小（小于 1 并接近于 1） 大  
电流放大倍数 大（几十） 大（几十） 小（小于 1 并接近于 1）  
功率放大倍数 大（约 30~40 分贝） 小（约 10 分贝） 中（约 15~20 分贝）  
频率特性 高频差 好 好  
续表应用 多级放大器中间级，低频放大 输入级、输出级或作阻抗匹配用 高频或宽频带电路及恒流源电路  
3、在线工作测量在实际维修中，三极管都已经安装在线路板上，要每只拆下来测量实在是一件麻烦事，并且很容易损坏电路板，根据实际维修，本人总结出一种在电路上带电测量三极管工作状态来判断故障所在的方法，供大家参考：类别 故障发生部位 测试要点  
e-b 极开路  $V_{ed} > 1V$   $V_{ed} = V_+$  e-b 极短路  $V_{eb} = 0V$   $V_{cd} = 0V$   
 $V_{bd}$  升高  $R_e$  开路  $V_{ed} = 0V$   $R_{b2}$  开路  $V_{bd} = V_{ed} = V_+$   $R_{b2}$  短路  $V_{ed}$  约为 0.7V  $R_{b1}$  增值很多，开路  $V_{ec} < 0.5V$   $V_{cd}$  升高 e-c 极间开路  $V_{eb} = 0.7V$   $V_{ec} = 0V$   $V_{cd}$  升高 b-c 极间开路  $V_{eb} = 0.7V$   $V_{ed} = 0V$  b-c 极间短路  $V_{bc} = 0V$   $V_{cd}$  很低  $R_c$  开路  $V_{bc} = 0V$   $V_{cd}$  升高  $V_{bd}$  不变  $R_{b2}$  阻值增大很多  $V_{ed}$  约为  $V_+$   $V_{cd}$  约为 0V  $V_{ed}$  电压不稳 三极管和周围元件有虚焊类 别故障发生部位 测试要点  
 $R_{b1}$  开路  $V_{be} = 0$   $V_{cd} = V_+$   $V_{ed} = 0$   $R_{b1}$  短路  $V_{be}$  约为 1V  $V_{ed} = V - V_{be}$   $R_{b2}$  短路  $V_{bd} = 0V$   $V_{be} = 0V$   $V_{cd} = V_+$   $R_e$  开路  $V_{bd}$  升高  $V_{ce} = 0V$   $V_{be} = 0V$   $R_e$  短路  $V_{bd} = 0.7V$   $V_{be} = 0.7V$   $R_c$  开路  $V_{ce} = 0V$   $V_{be} = 0.7V$   $V_{ed}$  约为 0V c-e 极短路  $V_{ce} = 0V$   $V_{be} = 0.7V$   $V_{ed}$  升高 b-e 极开路  $V_{be} > 1V$   $V_{ed} = 0V$   $V_{cd} = V_+$  b-e 极短路  $V_{ce}$  约为  $V_+$   $V_{be} = 0V$   $V_{cd}$  约为 0V c-b 极开路  $V_{ce} = V_+$   $V_{be} = 0.7V$   $V_{ed} = 0V$  c-b 极短路  $V_{cb} = 0V$   $V_{be} = 0.7V$   $V_{cd} = 0V$   
八、场效应晶体管放大器 1、场效应晶体管具有较高输入阻抗和低噪声等优点，因而也被广泛应用于各种电子设备中。尤其用场效应管做整个电子设备的输入级，可以获得一般晶体管很难达到的性能。 2、场效应管分成结型和绝缘栅型两大类，其控制原理都是一样的。如图 1-1-1 是两种型号的表示符号： 3、场效应管与晶体管的比较（1）场效应管是电压控制元件，而晶体管是电流控制元件。在只允许从信号源取较少电流的情况下，应选用场效应管；而在信号电压较低，又允许从信号源取较多电流的条件下，应选用晶体管。（2）场效应管是利用多数载流子导电，所以称之为单极型器件，而晶体管是即有多数载流子，也利用少数载流子导电。被称之为双极型器件。（3）有些场效应管的源极和漏极可以互换使用，栅压也可正可负，灵活性比晶体管好。（4）场效应管能在很小电流和很低电压的条件下工作，而且它的制造工艺可以很方便地把很多场效应管集成在一块硅片上，因此场效应管在大规模集成电路中得到了广泛的应用。

## 场效应管检测方法与经验

MOS 场效应管的输入电阻高，栅极 G 允许的感应电压不应过高，所以不要直接用手去捏栅极，必须用于握螺丝刀的绝缘柄，用金属杆去碰触栅极，以防止人体感应电荷直接加到栅极，引起栅极击穿。 一、用指针式万用表对场效应管进行判别（1）用测电阻法判别结型场效应管的电极 根据场效应管的 PN 结正、反向电阻值不一样的现象，可以判别出结型场效应管的三个电极。具体方法：将万用表拨在  $R \times 1k$  档上，任选两个电极，分别测出其正、反向电阻值。当某两个电极的正、反向电阻值相等，且为几千欧姆时，则该两个电极分别是漏极 D 和源极 S。因为对结型场效应管而言，漏极和源极可互换，剩下的电极肯定是栅极 G。也可以将万用表的黑表笔（红表笔也行）任意接触一个电极，另一只表笔依次去接触其余的两个电极，测其电阻值。当出现两次测得的电阻值近似相等时，则黑表笔所接触的电极是栅极，其余两电极分别为漏极和源极。若两次测出的电阻值均很大，说明是 PN 结的反向，即都是反向电阻，可以判定是 N 沟道场效应管，且黑表笔接的是栅极；若两次测出的电阻值均很小，说明是正向 PN 结，即是正向电阻，判定为 P 沟道场效应管，黑表笔接的也是栅极。若不出现上述情况，可以调换黑、红表笔按上述方法进行测试，直到判别出栅极为止。

（2）用测电阻法判别场效应管的好坏 测电阻法是用万用表测量场效应管的源极与漏极、栅极与源极、栅极与漏极、栅极 G1 与栅极 G2 之间的电阻值同场效应管手册标明的电阻值是否相符去判别管的好坏。具体方法：首先将万用表置于  $R \times 10$  或  $R \times 100$  档，测量源极 S 与漏极 D 之间的电阻，通常在几十欧到几千欧范围（在手册中可知，各种不同型号的管，其电阻值是各不相同的），如果测得阻值大于正常值，可能是由于内部接触不良；如果测得阻值是无穷大，可能是内部断极。然后把万用表置于  $R \times 10k$  档，再测栅极 G1 与 G2 之间、栅极与源极、栅极与漏极之

间的电阻值，当测得其各项电阻值均为无穷大，则说明管是正常的；若测得上述各阻值太小或为通路，则说明管是坏的。要注意，若两个栅极在管内断极，可用元件代换法进行检测。

### (3) 用感应信号输入法估测场效应管的放大能力

具体方法：用万用表电阻的  $R \times 100$  档，红表笔接源极 S，黑表笔接漏极 D，给场效应管加上 1.5 V 的电源电压，此时表针指示出的漏源极间的电阻值。然后用手捏住结型场效应管的栅极 G，将人体的感应电压信号加到栅极上。这样，由于管的放大作用，漏源电压  $V_{DS}$  和漏极电流  $I_b$  都要发生变化，也就是漏源极间电阻发生了变化，由此可以观察到表针有较大幅度的摆动。如果手捏栅极表针摆动较小，说明管的放大能力较差；表针摆动较大，表明管的放大能力大；若表针不动，说明管是坏的。根据上述方法，我们用万用表的  $R \times 100$  档，测结型场效应管 3DJ2F。先将管的 G 极开路，测得漏源电阻  $R_{DS}$  为  $600\Omega$ ，用手捏住 G 极后，表针向左摆动，指示的电阻  $R_{DS}$  为  $12k\Omega$ ，表针摆动的幅度较大，说明该管是好的，并有较大的放大能力。

运用这种方法时要说明几点：首先，在测试场效应管用用手捏住栅极时，万用表针可能向右摆动（电阻值减小），也可能向左摆动（电阻值增加）。这是由于人体感应的交流电压较高，而不同的场效应管用电阻档测量时的工作点可能不同（或者工作在饱和区或者在不饱和区）所致，试验表明，多数管的  $R_{DS}$  增大，即表针向左摆动；少数管的  $R_{DS}$  减小，使表针向右摆动。但无论表针摆动方向如何，只要表针摆动幅度较大，就说明管有较大的放大能力。第二，此方法对 MOS 场效应管也适用。但要注意，MOS 场效应管的输入电阻高，栅极 G 允许的感应电压不应过高，所以不要直接用手去捏栅极，必须用于握螺丝刀的绝缘柄，用金属杆去碰触栅极，以防止人体感应电荷直接加到栅极，引起栅极击穿。第三，每次测量完毕，应当 G-S 极间短路一下。这是因为 G-S 结电容上会充有少量电荷，建立起  $V_{GS}$  电压，造成再进行测量时表针可能不动，只有将 G-S 极间电荷短路放掉才行。

(4) 用测电阻法判别无标志的场效应管 首先用测量电阻的方法找出两个有电阻值的管脚，也就是源极 S 和漏极 D，余下两个脚为第一栅极 G1 和第二栅极 G2。把先用两表笔测的源极 S 与漏极 D 之间的电阻值记下来，对调表笔再测量一次，把其测得电阻值记下来，两次测得阻值较大的一次，黑表笔所接的电极为漏极 D；红表笔所接的为源极 S。用这种方法判别出来的 S、D 极，还可以用估测其管的放大能力的方法进行验证，即放大能力大的黑表笔所接的是 D 极；红表笔所接的是 S 极，两种方法检测结果均应一样。当确定了漏极 D、源极 S 的位置后，按 D、S 的对应位置装人电路，一般 G1、G2 也会依次对准位置，这就确定了两个栅极 G1、G2 的位置，从而就确定了 D、S、G1、G2 管脚的顺序。

## 可控硅介绍

1、在性能上，可控硅不仅具有单向导电性，而且还具有比硅整流元件（俗称“死硅”）更为可贵的可控性。它只有导通和关断两种状态。

可控硅能以毫安级电流控制大功率的机电设备，如果超过此频率，因元件开关损耗显著增加，允许通过的平均电流相降低，此时，标称电流应降级使用。

2、可控硅的优点很多，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、无噪音；效率高，成本低等等。

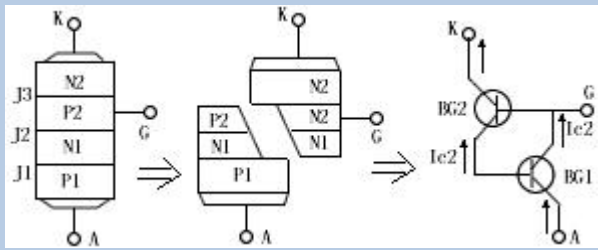
可控硅的弱点：静态及动态的过载能力较差；容易受干扰而误导通。

3、可控硅从外形上分类主要有：螺栓形、平板形和平底形。

### 结构

不管可控硅的外形如何，它们的管芯都是由 P 型硅和 N 型硅组成的四层 P1N1P2N2 结构。见图 1。它有三个 PN 结（J1、J2、J3），从 J1 结构的 P1 层引出阳极 A，从 N2 层引出阴极 K，从 P2 层引出控制极 G，所以它是一种四层三端的半导体器件

## 等效电路图



## 可控硅好坏判断

可控硅分单向可控硅和双向可控硅两种，都是三个电极。单向可控硅有阴极（K）、阳极（A）、控制极（G）。双向可控硅等效于两只单项可控硅反向并联而成。即其中一只单向硅阳极与另一只阴极相边连，其引出端称 T2 极，其中一只单向硅阴极与另一只阳极相连，其引出端称 T1 极，剩下则为控制极（G）。

1、单、双向可控硅的判别：先任测两个极，若正、反测指针均不动（R×1 挡），可能是 A、K 或 G、A 极（对单向可控硅）也可能是 T2、T1 或 T2、G 极（对双向可控硅）。若其中有一次测量指示为几十至几百欧，则必为单向可控硅。且红笔所接为 K 极，黑笔接的为 G 极，剩下即为 A 极。若正、反向测批示均为几十至几百欧，则必为双向可控硅。再将旋钮拨至 R×1 或 R×10 挡复测，其中必有一次阻值稍大，则稍大的一次红笔接的为 G 极，黑笔所接为 T1 极，余下是 T2 极。

2、性能的差别：将旋钮拨至 R×1 挡，对于 1~6A 单向可控硅，红笔接 K 极，黑笔同时接通 G、A 极，在保持黑笔不脱离 A 极状态下断开 G 极，指针应指示几十欧至一百欧，此时可控硅已被触发，且触发电压低（或触发电流小）。然后瞬时断开 A 极再接通，指针应退回∞位置，则表明可控硅良好。

对于 1~6A 双向可控硅，红笔接 T1 极，黑笔同时接 G、T2 极，在保证黑笔不脱离 T2 极的前提下断开 G 极，指针应指示为几十至一百多欧（视可控硅电流大小、厂家不同而异）。然后将两笔对调，重复上述步骤测一次，指针指示还要比上一次稍大十几至几十欧，则表明可控硅良好，且触发电压（或电流）小。

若保持接通 A 极或 T2 极时断开 G 极，指针立即退回∞位置，则说明可控硅触发电流太大或损坏。可按图 2 方法进一步测量，对于单向可控硅，闭合开关 K，灯应发亮，断开 K 灯仍不息灭，否则说明可控硅损坏。

对于双向可控硅，闭合开关 K，灯应发亮，断开 K，灯应不息灭。然后将电池反接，重复上述步骤，均应是同一结果，才说明是好的。否则说明该器件已损坏。

**进口电容的标识** 单位：基本单位为 P，辅助单位有 G，M，N。换算关系为：<1G=1000UF><1M=1UF=1000PF>  
标注法：通常不是小数点，而是用单位整数，将小数部分隔开。例如：6G8=6.8G=6800UF；2P2=2.2PF；M33=0.33UF；68n=0.068UF 有的电容器用数码表示，数码前 2 位为电容两有效数字，第 3 位有效数字后面“零的”个数。数码后缀 J（5%）、K（10%）、M（20%）代表误差等级。如 222K=2200PF+10%，应特别注意不要将 J、K、M 与我国电阻器标志相混，更不要把电容器误为电阻器。 105=1uf 104=0.1uf 103=0.01uf 102=0.001uf

## 怎样识别哪是五环电阻的第一环

怎样识别哪是五环电阻的第一环（识别五环电阻的第一环的经验方法）：四环电阻的偏差环一般是金或银，一般不会识别错误，而五环电阻则不然，其偏差环有与第一环（有效数字环）相同的颜色，如果读反，识读结果将完全错误。那么，怎样正确识别第一环呢？现介绍如下：

- 1、偏差环距其它环较远。
- 2、偏差环较宽。
- 3、第一环距端部较近。

- 4、有效数字环无金、银色。(解释：若从某端环数起第 1、2 环有金或银色，则另一端环是第一环。)
- 5、偏差环无橙、黄色。(解释：若某端环是橙或黄色，则一定是第一环。)
- 6、试读：一般成品电阻器的阻值不大于  $22M\Omega$ ，若试读大于  $22M\Omega$ ，说明读反。
- 7、试测。用上述还不能识别时可进行试测，但前提是电阻器必须完好。应注意的是有些厂家不严格按第 1、2、3 条生产，以上各条应综合考虑。

## 常见电子元器件检测经验和技巧

电子设备和家用电器中使用着大量各种类型的电子元器件，设备发生故障大多是由于电子元器件失效或损坏引起的。因此怎么正确检测电子元器件就显得尤其重要，这也是家电及电子维修人员必须掌握的技能。下面是部分常见电子元器件检测经验和技巧，供大家参考。

### 1. 测整流电桥各脚的极性

万用表置  $R \times 1k$  挡，黑表笔接桥堆的任意引脚，红表笔先后测其余三只脚，如果读数均为无穷大，则黑表笔所接为桥堆的输出正极，如果读数为  $4 \sim 10k\Omega$ ，则黑表笔所接引脚为桥堆的输出负极，其余的两引脚为桥堆的交流输入端。

### 2. 判断晶振的好坏

先用万用表( $R \times 10k$  挡)测晶振两端的电阻值，若为无穷大，说明晶振无短路或漏电；再将试电笔插入市电插孔内，用手指捏住晶振的任一引脚，将另一引脚碰触试电笔顶端的金属部分，若试电笔氖泡发红，说明晶振是好的；若氖泡不亮，则说明晶振损坏。

### 3. 单向晶闸管检测

可用万用表的  $R \times 1k$  或  $R \times 100$  挡测量任意两极之间的正、反向电阻，如果找到一对极的电阻为低阻值( $100\Omega \sim 1k\Omega$ )，则此时黑表笔所接的为控制极，红表笔所接为阴极，另一个极为阳极。晶闸管共有 3 个 PN 结，我们可以通过测量 PN 结正、反向电阻的大小来判别它的好坏。测量控制极(G)与阴极(C)之间的电阻时，如果正、反向电阻均为零或无穷大，表明控制极短路或断路；测量控制极(G)与阳极(A)之间的电阻时，正、反向电阻读数均应很大；测量阳极(A)与阴极(C)之间的电阻时，正、反向电阻都应很大。

### 4. 双向晶闸管的极性识别

双向晶闸管有主电极 1、主电极 2 和控制极，如果用万用表  $R \times 1k$  挡测量两个主电极之间的电阻，读数应近似无穷大，而控制极与任一个主电极之间的正、反向电阻读数只有几十欧。根据这一特性，我们很容易通过测量电极之间电阻大小，识别出双向晶闸管的控制极。而当黑表笔接主电极 1。红表笔接控制极时所测得的正向电阻总是要比反向电阻小一些，据此我们也很容易通过测量电阻大小来识别主电极 1 和主电极 2。

### 5. 检查发光数码管的好坏

先将万用表置  $R \times 10k$  或  $R \times 100k$  挡，然后将红表笔与数码管(以共阴数码管为例)的“地”引出端相连，黑表笔依次接数码管其他引出端，七段均应分别发光，否则说明数码管损坏。

### 6. 判别结型场效应管的电极

将万用表置于  $R \times 1k$  挡，用黑表笔接触假定为栅极 G 的管脚，然后用红表笔分别接触另外两个管脚，若阻值均比较小( $5 \sim 10\Omega$ )，再将红、黑表笔交换测量一次。如阻值均大( $\infty$ )，说明都是反向电阻(PN 结反向)，属 N 沟道管，且黑表笔接触的管脚为栅极 G，并说明原先假定是正确的。若再次测量的阻值均很小，说明是正向电阻，属于 P 沟道场效应管，黑表笔所接的也是栅极 G。若不出现上述情况，可以调换红、黑表笔，按上述方法进行测试，直至判断出栅极为止。一般结型场效应管的源极与漏极在制造时是对称的，所以，当栅极 G 确定以后，对于源极 S、漏极 D 不一定要判别，因为这两个极可以互换使用。源极与漏极之间的电阻为几千欧。

### 7. 三极管电极的判别

对于一只型号标示不清或无标志的三极管，要想分辨出它们的三个电极，也可用万用表测试。先将万用表量程开关拨在  $R \times 100$  或  $R \times 1k$  电阻挡上。红表笔任意接触三极管的一个电极，黑表笔依次接触另外两个电极，分别测量它们之间的电阻值，若测出均为几百欧低电阻时，则红表笔接触的电极为基础极 b，此管为 PNP 管。若测出均为几十至上

百千欧的高电阻时，则红表笔接触的电极也为基极 b，此管为 NPN 管。

在判别出管型和基极 b 的基础上，利用三极管正向电流放大系数比反向电流放大系数大的原理确定集电极。任意假定一个电极为 c 极，另一个电极为 e 极。将万用表量程开关拨在 R×1k 电阻挡上。对于：PNP 管，令红表笔接 c 极，黑表笔接 e 极，再用手同时捏一下管子的 b、c 极，但不能使 b、c 两极直接相碰，测出某一阻值。然后两表笔对调进行第二次测量，将两次测的电阻相比较，对于：PNP 型管，阻值小的一次，红表笔所接的电极为集电极。对于 NPN 型管阻值小的一次，黑表笔所接的电极为集电极。91xiubbs.com,电脑图纸,主板图纸,电脑维修,家电维修 v

N<sub>1</sub> I-Q-t:e(Am,d

#### 8. 电位器的好坏判别

先测电位器的标称阻值。用万用表的欧姆挡测“1”、“3”两端(设“2”端为活动触点)，其读数应为电位器的标称值，如万用表的指针不动、阻值不动或阻值相差很多，则表明该电位器已损坏。再检查电位器的活动臂与电阻片的接触是否良好。用万用表的欧姆挡测“1”、“2”或“2”、“3”两端，将电位器的转轴按逆时针方向旋至接近“关”的位置，此时电阻应越小越好，再徐徐顺时针旋转轴柄，电阻应逐渐增大，旋至极端位置时，阻值应接近电位器的标称值。如在电位器的轴柄转动过程中万用表指针有跳动现象，属活动触点接触不良。

#### 9. 测量大容量电容的漏电电阻

用 500 型万用表置于 R×10 或 R×100 挡，待指针指向最大值时，再立即改用 R×1k 挡测量，指针会在较短时间内稳定，从而读出漏电电阻阻值。

#### 10. 判别红外接收头引脚

万用表置 R×1k 挡，先假设接收头的某脚为接地端，将其与黑表笔相接，用红表笔分别测量另两脚电阻，对比两次所测阻值(一般在 4~7kΩ 范围)，电阻较小的一次其红表笔所接为+5V 电源引脚，另一阻值较大的则为信号引脚。反之，若用红表笔接已知地脚，黑表笔分别测已知电源脚及信号脚，则阻值都在 15kΩ 以上，阻值小的引脚为+5V 端，阻值偏大的引脚为信号端。如果测量结果符合上述阻值则可判断该接收头完好。

#### 11. 判断无符号电解电容极性

先将电容短路放电，再将两引线做好 A、B 标记，万用表置 R×100 或 R×1k 挡，黑表笔接 A 引线，红表笔接 B 引线，待指针静止不动后读数，测完后短路放电；再将黑表笔接 B 引线，红表笔接 A 引线，比较两次读数，阻值较大的一次黑表笔所接为正极，红表笔所接为负极。

#### 12. 测发光二极管

取一个容量大于 100μF 的电解电容器(容量越大，现象越明显)，先用万用表 R×100 挡对其充电，黑表笔接电容正极，红表笔接负极，充电完毕后，黑表笔改接电容负极，将被测发光二极管接于红表笔和电容正极之间。如果发光二极管亮后逐渐熄灭，表明它是好的。此时红表笔接的是发光二极管的负极，电容正极接的是发光二极管的正极。如果发光二极管不亮，将其两端对调重新接上测试，还不亮，表明发光二极管已损坏。

#### 13. 光电耦合器检测

万用表选用电阻 R×100 挡，不得选 R×10k 挡，以防电池电压过高击穿发光二极管。红、黑表笔接输入端，测正、反向电阻，正常时正向电阻为数十欧姆，反向电阻几千欧至几十千欧。若正、反向电阻相近，表明发光二极管已损坏。万用表选电阻 R×1 挡。红、黑表笔接输出端，测正、反向电阻，正常时均接近于∞，否则受光管损坏。万用表选电阻 R×10 挡，红、黑表笔分别接输入、输出端测发光管与受光管之间的绝缘电阻(有条件应用兆欧表测其绝缘电阻，此时兆欧表输出额定电压应略低于被测光电耦合器所允许的耐压值)，发光管与受光管间绝缘电阻正常应为∞。

#### 14. 光敏电阻的检测

将万用表拨到 R×1kΩ 挡，把光敏电阻的受光面与入射光线保持垂直，于是在万用表上直接测得的电阻就是亮阻。再把光敏电阻置于完全黑暗的场所，这时万用表所测出的电阻就是暗阻。如果亮阻为几千欧至几十千欧，暗阻为几十兆欧，说明光敏电阻是好的。

#### 15. 激光二极管损坏判别

拆下激光二极管，测量其阻值，正常情况下反向阻值应为无穷大，正向阻值在 20kΩ~40kΩ。如果所测的正向阻值已超过 50kΩ，说明激光二极管性能已下降；如果其正向阻值已超过 90kΩ，说明该管已损坏，不能再使用了。

## 什么方法可以很容易就拆下原电路板中的集成块

我见到的好象就那么几样，你自己去摸索吧

- 1, 吸锡器, 我感觉越大越好用
- 2, 针头, 要根据不同的用途, 用不同号的针头
- 2, 吸锡带, 就是用一般的花线芯, 浸上松香再用
- 4, 毛刷, 别用动物毛的, 等锡化了刷除
- 5, 线拉法, 用细铜线穿过贴片块子的脚的内空处, 把一端焊住, 另一端边焊边往外拉
- 6, 热风枪, 用这就要凭感觉, 熟能生巧

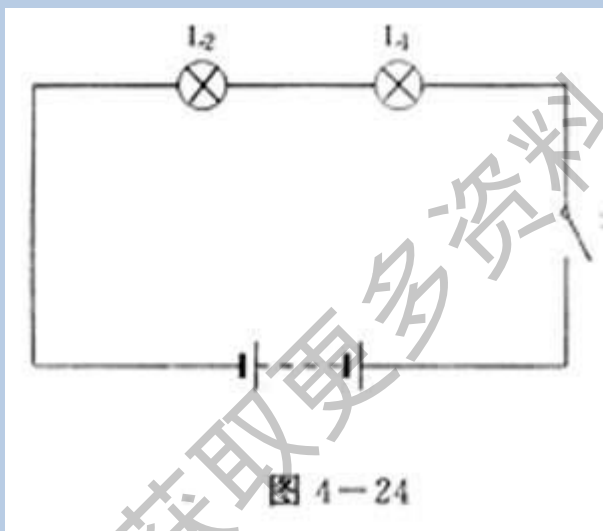
学会串联电路的连接方法.

[器材]两只小灯泡, 一个电铃.三个开关, 两个电池(或其他电源), 若干条导线.电池(或其他电源), 若干条导线。

[步骤]

组成串联电路

1、按照图 4-24 组成串联电路。连接电路前, 先要画好电路图。电路的连接要按照一定的顺序进行; 可以从电池的正极开始, 依次连接开关 S、灯 L1、灯 L2、最后连到电池负极; 也可以从时地负极开始, 依次连接 L2、L1、S, 最后连到用池正极。注意连接过程中, 开关碰该是断开的。



- 2.经检查电路连接无误后, 闭合和断开开关, 观察开关控制两只灯泡的情况。
- 3.把开关 s 改接到 L1 和 L2 之间, 闭合和断开开关. 观察开关控制两只灯泡的情况.
- 4.把开关 S 故接到 L2 和电池负极之间, . 团合和断开开关. 观察开关控制两只灯泡的情况.
- 5.一只灯泡和一个电铃串联在电路中再做一次。
- 6.根据上面的实验回答:在串联电路里, 开关可以控制所有用电器, 还是只控制其中某个用电器? 开关的位置改变了, 它的控制作用是否也改变?

## 组成并联电路

1.按照图 4-25 组成并联电路。

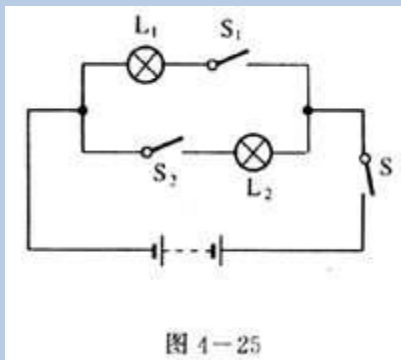


图 4-25

2.经检查电路连接无误后，把三个开关全部闭合。

3.断开、闭合干路中的开关 s，观察它控制灯泡的情况。

4.闭合开关 S 后，断开、闭合支路中的开关 S1，观察它控制电路的情况。

5.闭合开关 S 后，断开、闭合支路中的开关 S2.观察它控制电路的情况。

6.根据上面的实验回答:在并联电路里，干路开关和支路开关的控制作用各是什么？

## 可控硅(晶闸管)的检测方法

可控硅（SCR）国际通用名称为 Thyristor，中文简称晶闸管。它能在高电压、大电流条件下工作，具有 耐压高、容量大、体积小等优点，它是大功率开关型半导体器件，广泛应用于电力、电子线路中。

可控硅（SCR）国际通用名称为 Thyristor，中文简称晶闸管。它能在高电压、大电流条件下工作，具有 耐压高、容量大、体积小等优点，它是大功率开关型半导体器件，广泛应用于电力、电子线路中。

1. 可控硅的特性。

可控硅分单向可控硅、双向可控硅。单向可控硅有阳极 A、阴极 K、控制极 G 三个引出脚。双向可控硅有第一阳极 A1（T1），第二阳极 A2（T2）、控制极 G 三个引出脚。

只有当单向可控硅阳极 A 与阴极 K 之间加有正向电压，同时控制极 G 与阴极间加上所需的正向触发电压时，方可被触发导通。此时 A、K 间呈低阻导通状态，阳极 A 与阴极 K 间压降约 1V。单向可控硅导通后，控制器 G 即使失去触发电压，只要阳极 A 和阴极 K 之间仍保持正向电压，单向可控硅继续处于低阻导通状态。只有把阳极 A 电压拆除或阳极 A、阴极 K 间电压极性发生改变（交流过零）时，单向可控硅才由低阻导通状态转换为高阻截止状态。单向可控硅一旦截止，即使阳极 A 和阴极 K 间又重新加上正向电压，仍需在控制极 G 和阴极 K 间有重新加上正向触发电压方可导通。单向可控硅的导通与截止状态相当于开关的闭合与断开状态，用它可制成无触点开关。

双向可控硅第一阳极 A1 与第二阳极 A2 间，无论所加电压极性是正向还是反向，只要控制极 G 和第一阳极 A1 间加有正负极性不同的触发电压，就可触发导通呈低阻状态。此时 A1、A2 间压降也约为 1V。双向可控硅一旦导通，即使失去触发电压，也能继续保持导通状态。只有当第一阳极 A1、第二阳极 A2 电流减小，小于维持电流或 A1、A2 间当电压极性改变且没有触发电压时，双向可控硅才截断，此时只有重新加触发电压方可导通。

2. 单向可控硅的检测。

万用表选电阻 R\*1Ω挡，用红、黑两表笔分别测任意两引脚间正反向电阻直至找出读数为数十欧姆的一对引脚，此时黑表笔的引脚为控制极 G，红表笔的引脚为阴极 K，另一空脚为阳极 A。此时将黑表笔接已判断了的阳极 A，红表笔仍接阴极 K。此时万用表指针应不动。用短线瞬间短接阳极 A 和控制极 G，此时万用表电阻挡指针应向右偏转，阻值读数为 10 欧姆左右。如阳极 A 接黑表笔，阴极 K 接红表笔时，万用表指针发生偏转，说明该单向可控硅已击穿损坏。



### 3. 双向可控硅的检测。

用万用表电阻  $R \times 1\Omega$  挡，用红、黑两表笔分别测任意两引脚间正反向电阻，结果其中两组读数为无穷大。若一组为数十欧姆时，该组红、黑表所接的两引脚为第一阳极 A1 和控制极 G，另一空脚即为第二阳极 A2。确定 A1、G 极后，再仔细测量 A1、G 极间正、反向电阻，读数相对较小的那次测量的黑表笔所接的引脚为第一阳极 A1，红表笔所接引脚为控制极 G。将黑表笔接已确定的第二阳极 A2，红表笔接第一阳极 A1，此时万用表指针不应发生偏转，阻值为无穷大。再用短接线将 A2、G 极瞬间短接，给 G 极加上正向触发电压，A2、A1 间阻值约 10 欧姆左右。随后断开 A2、G 间短接线，万用表读数应保持 10 欧姆左右。互换红、黑表笔接线，红表笔接第二阳极 A2，黑表笔接第一阳极 A1。同样万用表指针应不发生偏转，阻值为无穷大。用短接线将 A2、G 极间再次瞬间短接，给 G 极加上负的触发电压，A1、A2 间的阻值也是 10 欧姆左右。随后断开 A2、G 极间短接线，万用表读数应不变，保持在 10 欧姆左右。符合以上规律，说明被测双向可控硅未损坏且三个引脚极性判断正确。

检测较大功率可控硅时，需要在万用表黑笔中串接一节 1.5V 干电池，以提高触发电压。

#### 晶闸管(可控硅)的管脚判别

晶闸管管脚的判别可用下述方法：先用万用表  $R \times 1K$  挡测量三脚之间的阻值，阻值小的两脚分别为控制极和阴极，所剩的一脚为阳极。再将万用表置于  $R \times 10K$  挡，用手指捏住阳极和另一脚，且不让两脚接触，黑表笔接阳极，红表笔接剩下的一脚，如表针向右摆动，说明红表笔所接为阴极，不摆动则为控制极。

## 电子元器件基础知识

### 一、电阻

电阻在电路中用“R”加数字表示，如：R1 表示编号为 1 的电阻。电阻在电路中的主要作用为：分流、限流、分压、偏置等。

1、参数识别：电阻的单位为欧姆 ( $\Omega$ )，倍率单位有：千欧 ( $K\Omega$ )，兆欧 ( $M\Omega$ ) 等。换算方法是：1 兆欧=1000 千欧=1000000 欧

电阻的参数标注方法有 3 种，即直标法、色标法和数标法。

a、数标法主要用于贴片等小体积的电路，如：472 表示  $47 \times 100\Omega$  (即 4.7K)；104 则表示 100K

b、色环标注法使用最多，现举例如下：

四色环电阻 五色环电阻 (精密电阻)

2、电阻的色标位置和倍率关系如下表所示：

颜色 有效数字 倍率 允许偏差 (%)

银色 /  $\times 0.01 \pm 10$  金色 /  $\times 0.1 \pm 5$  黑色 0 +0 / 棕色 1  $\times 10 \pm 1$

红色 2  $\times 100 \pm 2$  橙色 3  $\times 1000$  / 黄色 4  $\times 10000$  / 绿色 5  $\times 100000 \pm 0.5$

蓝色 6  $\times 1000000 \pm 0.2$  紫色 7  $\times 10000000 \pm 0.1$  灰色 /  $\times 100000000$  / 白色 9  $\times 1000000000$

/

### 二、电容

1、电容在电路中一般用“C”加数字表示 (如 C13 表示编号为 13 的电容)。电容是由两片金属膜紧靠，中间用绝缘材料隔开而组成的元件。电容的特性主要是隔直流通交流。

电容容量的大小就是表示能贮存电能的大小，电容对交流信号的阻碍作用称为容抗，它与交流信号的频率和电容量有关。

容抗  $X_C = 1/2\pi f c$  (f 表示交流信号的频率，C 表示电容容量) 电话机中常用电容的种类有电解电容、瓷片电容、贴片电容、独石电容、钽电容和涤纶电容等。

2、识别方法：电容的识别方法与电阻的识别方法基本相同，分直标法、色标法和数标法3种。电容的基本单位用法拉（F）表示，其它单位

还有：毫法（mF）、微法（ $\mu\text{F}$ ）、纳法（nF）、皮法（pF）。其中：1法拉=103毫法=106微法=109纳法=1012皮法

容量大的电容其容量值在电容上直接标明，如10  $\mu\text{F}$ /16V

容量小的电容其容量值在电容上用字母表示或数字表示

字母表示法：1m=1000  $\mu\text{F}$  1P2=1.2PF 1n=1000PF

数字表示法：一般用三位数字表示容量大小，前两位表示有效数字，第三位数字是倍率。如：102表示  $10 \times 10^2 \text{PF} = 1000 \text{PF}$  224表示  $22 \times 10^4 \text{PF} = 0.22 \mu\text{F}$

3、电容容量误差表 符号 F G J K L M

允许误差  $\pm 1\%$   $\pm 2\%$   $\pm 5\%$   $\pm 10\%$   $\pm 15\%$   $\pm 20\%$  如：一瓷片电容为104J表示容量为0.1  $\mu\text{F}$ 、误差为 $\pm 5\%$ 。

### 三、晶体二极管

晶体二极管在电路中常用“D”加数字表示，如：D5表示编号为5的二极管。

1、作用：二极管的主要特性是单向导电性，也就是在正向电压的作用下，导通电阻很小；而在反向电压作用下导通电阻极大或无穷大。正

因为二极管具有上述特性，无绳电话机中常把它用在整流、隔离、稳压、极性保护、编码控制、调频调制和静噪等电路中。电话机里使用的晶

体二极管按作用可分为：整流二极管（如1N4004）、隔离二极管（如1N4148）、肖特基二极管（如BAT85）、发光二极管、稳压二极管等。

2、识别方法：二极管的识别很简单，小功率二极管的N极（负极），在二极管外表大多采用一种色圈标出来，有些二极管也用二极管专用

符号来表示P极（正极）或N极（负极），也有采用符号标志为“P”、“N”来确定二极管极性的。发光二极管的正负极可从引脚长短来识别，长脚为正，短脚为负。

3、测试注意事项：用数字式万用表去测二极管时，红表笔接二极管的正极，黑表笔接二极管的负极，此时测得的阻值才是二极管的正向导通阻值，这与指针式万用表的表笔接法刚好相反。

4、常用的1N4000系列二极管耐压比较如下：

型号 1N4001 1N4002 1N4003 1N4004 1N4005 1N4006 1N4007

耐压（V） 50 100 200 400 600 800 1000

电流（A） 均为1

### 四、稳压二极管

稳压二极管在电路中常用“ZD”加数字表示，如：ZD5表示编号为5的稳压管。

1、稳压二极管的稳压原理：稳压二极管的特点就是击穿后，其两端的电压基本保持不变。这样，当把稳压管接入电路以后，若由于电源电压发生波动，或其它原因造成电路中各点电压变动时，负载两端的电压将基本保持不变。

2、故障特点：稳压二极管的故障主要表现在开路、短路和稳压值不稳定。在这3种故障中，前一种故障表现出电源电压升高；后2种故障表现为电源电压变低到零伏或输出不稳定。

常用稳压二极管的型号及稳压值如下表：型号 1N4728 1N4729 1N4730 1N4732 1N4733 1N4734 1N4735 1N4744 1N4750 1N4751 1N4761 稳压值 3.3V 3.6V 3.9V 4.7V 5.1V 5.6V 6.2V 15V 27V 30V

## 五、电感

电感在电路中常用“L”加数字表示，如：L6表示编号为6的电感。电感线圈是将绝缘的导线在绝缘的骨架上绕一定的圈数制成。直流可通过线圈，直流电阻就是导线本身的电阻，压降很小；当交流信号通过线圈时，线圈两端将会产生自感电动势，自感电动势的方向与外加电压的方向相反，阻碍交流的通过，所以电感的特性是通直流阻交流，频率越高，线圈阻抗越大。电感在电路中可与电容组成振荡电路。电感一般有直标法和色标法，色标法与电阻类似。如：棕、黑、金、金表示1 $\mu$ H（误差5%）的电感。电感的基本单位为：亨（H） 换算单位有：1H=103mH=106 $\mu$ H。

## 六、变容二极管

变容二极管是根据普通二极管内部“PN结”的结电容能随外加反向电压的变化而变化这一原理专门设计出来的一种特殊二极管。变容二极管在无绳电话机中主要用在手机或座机的高频调制电路上，实现低频信号调制到高频信号上，并发射出去。在工作状态，变容二极管调制电压一般加到负极上，使变容二极管的内部结电容容量随调制电压的变化而变化。变容二极管发生故障，主要表现为漏电或性能变差：

（1）发生漏电现象时，高频调制电路将不工作或调制性能变差。

（2）变容性能变差时，高频调制电路的工作不稳定，使调制后的高频信号发送到对方被对方接收后产生失真。

出现上述情况之一时，就应该更换同型号的变容二极管。

## 七、晶体三极管

晶体三极管在电路中常用“Q”加数字表示，如：Q17表示编号为17的三极管。

1、特点：晶体三极管（简称三极管）是内部含有2个PN结，并且具有放大能力的特殊器件。它分NPN型和PNP型两种类型，这两种类型的三极管从工作特性上可互相弥补，所谓OTL电路中的对管就是由PNP型和NPN型配对使用。电话机中常用的PNP型三极管有：A92、9015等型号；NPN型三极管有：A42、9014、9018、9013、9012等型号。

2、晶体三极管主要用于放大电路中起放大作用，在常见电路中有三种接法。为了便于比较，将晶体管三种接法电路所具有的特点列于下表，供大家参考。

名称	共发射极电路	共集电极电路（射极输出器）	共基极电路
输入阻抗	中（几百欧~几千欧）	大（几十千欧以上）	小（几欧~几十欧）
输出阻抗	中（几千欧~几十千欧）	小（几欧~几十欧）	大（几十千欧~几百千欧）
电压放大倍数	大	小（小于1并接近于1）	大
电流放大倍数	大（几十）	大（几十）	小（小于1并接近于1）
功率放大倍数	大（约30~40分贝）	小（约10分贝）	中（约15~20分贝）
频率特性	高频差	好	

应用 多级放大器中间级，低频放大 输入级、输出级或作阻抗匹配用 高频或宽频带电路及恒流源电路

## 八、场效应晶体管放大器

1、场效应晶体管具有较高输入阻抗和低噪声等优点，因而也被广泛应用于各种电子设备中。尤其用场效管做整个电子设备的输入级，可以

获得一般晶体管很难达到的性能。

2、场效应管分成结型和绝缘栅型两大类，其控制原理都是一样的。

### 3、场效应管与晶体管的比较

1) 场效应管是电压控制元件，而晶体管是电流控制元件。在只允许从信号源取较少电流的情况下，应选用场效应管；而在信号电压较低，又允许从信号源取较多电流的条件下，应选用晶体管。

2) 场效应管是利用多数载流子导电，所以称之为单极型器件，而晶体管是即有多数载流子，也利用少数载流子导电。被称之为双极型器件。

3) 有些场效应管的源极和漏极可以互换使用，栅压也可正可负，灵活性比晶体管好。

4) 场效应管能在很小电流和很低电压的条件下工作，而且它的制造工艺可以很方便地把很多场效应管集成在一块硅片上，因此场效应管在大规模集成电路中得到了广泛的应用。

## 色环电阻的识别方法

2009-03-02 18:33:23 作者：佚名 来源：电子之都 浏览次数：22 网友评论 0 条

对于用色环来表示的电阻，分为四色环和五色环两种表示法。

四色环表示法规则如下表：

颜色	无	银	金	黑	棕	红	橙	黄	绿	蓝	紫	灰	白
第一位有效值				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
第二位有效值				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
第三位倍乘		$10^{-2}$	$10^{-1}$	$10^0$	$10^1$	$10^2$	$10^3$	$10^4$	$10^5$	$10^6$	$10^7$	$10^8$	$10^9$
第四位误差/%	±20	±10	±5										

四色环电阻的阻值快速识别步骤： 第一步当我们拿到一个四色环电阻时，首先看它的第四道色环，第四道色环一般离其它三道色环的距离较远一些，容易找到，并且第四色环的颜色也只有金和银两种色，或者是没有第四道色环即无色。之所以要先看第四道色环不仅仅是因为它位置特殊和颜色简单容易识别而已，而是因为它将决定第一道和第二道色环的颜色，这个重要的特征由标称值系列来决定的。

标称值系列	误差/%	电阻器标称值/ $\Omega$					
E24	±5	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6
		1.8	2.0	2.2	2.4	2.7	3.0
		3.3	3.6	3.9	4.3	4.7	5.1
		5.6	6.2	6.8	7.5	8.2	9.1
E12	±10	1.0	1.2	1.5	1.8	2.2	2.7
		3.3	3.9	4.7	5.6	6.8	8.2

E 6	±20	1.0	1.5	2.2	3.3	4.7	6.8
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

标称值系列有 E24、E12 和 E6 三种，它们的误差分别是 ±5%、±10%、±20%，而在四色环电阻中刚好用金、银、无这三种色来分别代表这三个系列的误差，也就是第四道色环。

如果是金色的话，那么电阻器标称值就只有 24 个数值，

如果是银色的话就只有 12 个数值，

如果是无色的话就只有 6 个数值，

第二步看完第四道色环后接着是先看第三道色环，第三道色环是快速读出阻值的关键一环，大家都知道第三环是倍乘，如果只是读出倍乘的话那将影响整个阻值读取过程，我们应该将倍乘直接读成阻值的单位，再加上第一二道色环的数值就是正确的结果。

颜色	倍乘	数值范围	单位
金	$10^{-1}$	1.0-9.1 $\Omega$	几点几欧
黑	$10^0$	10-91 $\Omega$	几十几欧
棕	$10^1$	100-910 $\Omega$	几百几十欧
红	$10^2$	1.0-9.1k $\Omega$	几点几千欧
橙	$10^3$	10-91k $\Omega$	几十几千欧
黄	$10^4$	100-910k $\Omega$	几百几十千欧
绿	$10^5$	1.0-9.1M $\Omega$	几点几兆欧
蓝	$10^6$	10-91M $\Omega$	几十几兆欧
紫	$10^7$	100-910M $\Omega$	几百几十兆欧

以上是第三道色环比较常用的颜色，而灰和白这两种色因为倍乘太大一般不会用，银这种色太小也不会常用，而无这种色因为没有相对应倍乘，所以这第三道色环不可能是无色。第三步然后再看第一二道色环，第一二道色环代表的是有效值，第一道色环一般会紧靠在色环电阻的某一端，紧接着的是第二道色环和第三道色环，然后再隔较远的距离才是第四道色环，如何快速读出第一二道色环数值？请牢记下面这句口诀：**棕一红二橙三黄四绿五蓝六紫七灰八白九黑零** 第四步检查最后读出的阻值是否正确。

①根据第四道色环的颜色所对应的标称系列来检查

第一二道色环是由棕红橙黄绿蓝紫灰白黑这种颜色每两种色组合而成，按道理可以配成 1024 种组合，但是我们在第一步时先看了第四道色环，因为 E6 和 E12 系列的阻值都是 E24 系列里重复的，不管第四道是金银无这三种颜色的任何一种颜色，它们总共只有 24 个对应阻值，也就是说第一二道色环的颜色组合也只有 24 种，比如说第一二道色环若分别为

棕和黑，那么第四道色环可以是金银无三种颜色的任一种，因为三个标称值系列都有 1.0 对应阻值

棕和棕，那么第四道色环只能是金色了，因为只有 E24 标称值系列才有 1.1 对应阻值

棕和红，那么第四道色环是金或银了，因为 E24 和 E12 标称值系列都有 1.2 对应阻值

棕和黄，那么你可能是眼花没看清楚，因为三个标称值系列中都没有 1.4 对应阻值，这时你应该再仔细看一遍。

### ②根据第三道色环的颜色所对应的倍乘来检查

因为这第三道色环的倍乘，色环电阻的阻值就好像是科学计数法，所以第一道色环不可能是黑色，这里面的原因我们来举例说明，假如某个四色环电阻的色环排列是黑红黄金，这样读出来的阻值便是  $20\text{K}\Omega$ ，那么红黑橙金呢，读出来的阻值也是  $20\text{K}\Omega$ ，用科学计数法来表示黑红黄金是  $02 \times 10^4$ ，而红黑橙金表示是  $20 \times 10^3$ ，显然前面个数是不科学的，因为第一个零是无意义的，这样在做色环电阻时就会注意到，如果第一个色环是黑色的话那就会修改第三道色环的颜色来修改倍乘，从而保证了**第一道色环不会是黑色**。

### ③根据电子产品或电子电路的性质来分析这个电阻的阻值读数是否合理正确。

五色环表示法规则如下表：

颜色	无	银	金	黑	棕	红	橙	黄	绿	蓝	紫	灰	白
第一位有效值				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
第二位有效值				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
第三位有效值				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
第四位倍乘		$10^{-2}$	$10^{-1}$	$10^0$	$10^1$	$10^2$	$10^3$	$10^4$	$10^5$	$10^6$	$10^7$	$10^8$	$10^9$
第五位误差/%	$\pm 20$	$\pm 10$	$\pm 5$		$\pm 1$	$\pm 2$			$\pm 0.5$	$\pm 0.25$	$\pm 0.1$	$\pm 0.05$	

五色环电阻与四色环电阻之间的不同之处有：前三色环是有效数值，第四色环是倍乘，第五色环是误差。

**五色环电阻的阻值快速识别步骤：**①五色环电阻阻值识别步骤和四色环电阻识别的步骤是差不多的，依然是先看第五环（即最后一环），四色环电阻的最后一环只有金银无三种色，而五色环电阻的最后一环却有金银棕红绿蓝紫灰无九种色，这样使五色环的误差精度有所提高。②五色环电阻阻值识别第二步同四色环电阻识别一样，也是看第四环（即倒数第二环）倍乘，因为前面三位有效数值，所以五色环电阻的倍乘与四色环电阻的倍乘完全不同，不同之处主要表现在第四色环的倍乘比四色环电阻的第三色环倍乘的倍率大  $10^1$

颜色	倍乘	数值范围	单位
银	$10^{-1}$	1.00-9.10 $\Omega$	几点几欧
金	$10^0$	10.0-91.0 $\Omega$	几十几点欧
黑	$10^1$	100-910 $\Omega$	几百几十欧

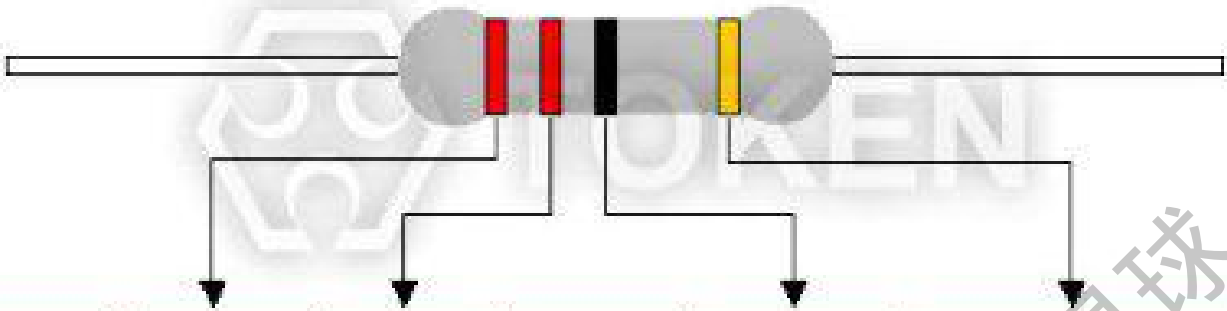
棕	$10^2$	1.00-9.10K $\Omega$	几点几千欧
红	$10^3$	10.0-91.0K $\Omega$	几十几千欧
橙	$10^4$	100-910K $\Omega$	几百几千欧
黄	$10^5$	1.00-9.10M $\Omega$	几点几兆欧
绿	$10^6$	10.0-91.0M $\Omega$	几十几兆欧
蓝	$10^7$	100-910M $\Omega$	几百几兆欧

③五色环电阻的前三色环有效值识别方法和四色环电阻完全相同，由于有三个有效值，使得五色环电阻精确度比四色环电阻明显提高，所以五色环电阻一般作精密电阻使用了。

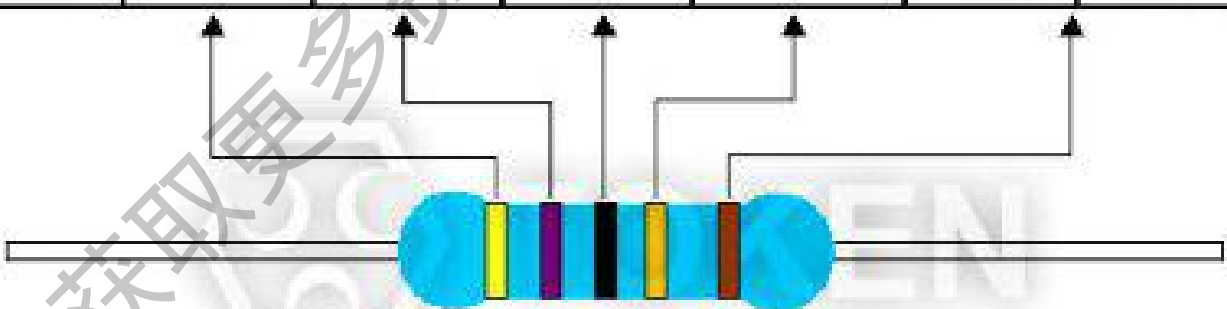
色环电阻的基本单位是欧姆，色环电容的基本单位是皮法，色环电感的基本单位是微亨。

获取更多资料 微信搜索蓝领星球

## TOKEN RESISTOR COLOR CODE



COLOR	1ST BAND	2ND BAND	3TH BAND	MULTIPLIER	TOLERANCE	
BLACK	0	0	0	1		
BROWN	1	1	1	10	± 1%	F
RED	2	2	2	100	± 2%	G
ORANGE	3	3	3	1K		
YELLOW	4	4	4	10K		
GREEN	5	5	5	100K	± 0.5%	D
BLUE	6	6	6	1M	± 0.25%	C
VIOLET	7	7	7	10M	± 0.10%	B
GREY	8	8	8		± 0.05%	A
WHITE	9	9	9			
GOLD				0.1	± 5%	J
SILVER				0.01	± 10%	K
PLAIN					± 20%	M



### 电子基础知识

#### 一、电阻

电阻在电路用“R”加数字表示，如：R1 表示编号为 1 的电阻。电阻在电路中的主要作用为分流、限流、分压、偏置等。

1、参数识别：电阻的单位为欧姆（Ω），倍率单位有：千欧（KΩ），兆欧（MΩ）等。换算



方法是：1兆欧=1000千欧=1000000欧

电阻的参数标注方法有3种，即直标法、色标法和数标法。

a、数标法主要用于贴片等小体积的电路，如：

472 表示  $47 \times 100 \Omega$ （即 4.7K）； 104 则表示 100K

b、色环标注法使用最多，现举例如下：

四色环电阻 五色环电阻（精密电阻）

2、电阻的色标位置和倍率关系如下表所示：

颜色 有效数字 倍率 允许偏差（%）

银色 /  $\times 0.01$   $\pm 10$

金色 /  $\times 0.1$   $\pm 5$

黑色 0  $+0$  /

棕色 1  $\times 10$   $\pm 1$

红色 2  $\times 100$   $\pm 2$

橙色 3  $\times 1000$  /

黄色 4  $\times 10000$  /

绿色 5  $\times 100000$   $\pm 0.5$

蓝色 6  $\times 1000000$   $\pm 0.2$

紫色 7  $\times 10000000$   $\pm 0.1$

灰色 8  $\times 100000000$  /

白色 9  $\times 1000000000$  /

## 二、电容

1、电容在电路中一般用“C”加数字表示（如 C13 表示编号为 13 的电容）。电容是由两片金属膜紧靠，中间用绝缘材料隔开而组成的元件。电容的特性主要是隔直流通交流。电容容量的大小就是表示能贮存电能的大小，电容对交流信号的阻碍作用称为容抗，它与交流信号的频率和电容量有关。

容抗  $X_C = 1/2\pi f c$ （f 表示交流信号的频率，C 表示电容量）

电话机中常用电容的种类有电解电容、瓷片电容、贴片电容、独石电容、钽电容和涤纶电容等。

2、识别方法：电容的识别方法与电阻的识别方法基本相同，分直标法、色标法和数标法 3 种。电容的基本单位用法拉（F）表示，其它单位还有：毫法（mF）、微法（ $\mu F$ ）、纳法（nF）、皮法（pF）。

其中：1 法拉=103 毫法=106 微法=109 纳法=1012 皮法

容量大的电容其容量值在电容上直接标明，如 10  $\mu F/16V$

容量小的电容其容量值在电容上用字母表示或数字表示

字母表示法：1m=1000  $\mu F$  1P2=1.2PF 1n=1000PF

数字表示法：一般用三位数字表示容量大小，前两位表示有效数字，第三位数字是倍率。

如：102 表示  $10 \times 102PF = 1000PF$  224 表示  $22 \times 104PF = 0.22 \mu F$

## 3、电容容量误差表

符 号 F G J K L M

允许误差  $\pm 1\%$   $\pm 2\%$   $\pm 5\%$   $\pm 10\%$   $\pm 15\%$   $\pm 20\%$

如：一瓷片电容为 104J 表示容量为 0. 1  $\mu\text{F}$ 、误差为  $\pm 5\%$ 。

### 三、晶体二极管

晶体二极管在电路中常用“D”加数字表示，如：D5 表示编号为 5 的二极管。

1、作用：二极管的主要特性是单向导电性，也就是在正向电压的作用下，导通电阻很小；而在反向电压作用下导通电阻极大或无穷大。正因为二极管具有上述特性，无绳电话机中常把它用在整流、隔离、稳压、极性保护、编码控制、调频调制和静噪等电路中。电话机里使用的晶体二极管按作用可分为：整流二极管（如 1N4004）、隔离二极管（如 1N4148）、\*\*基二极管（如 BAT85）、发光二极管、稳压二极管等。

2、识别方法：二极管的识别很简单，小功率二极管的 N 极（负极），在二极管外表大多采用一种色圈标出来，有些二极管也用二极管专用符号来表示 P 极（正极）或 N 极（负极），也有采用符号标志为“P”、“N”来确定二极管极性的。发光二极管的正负极可从引脚长短来识别，长脚为正，短脚为负。

3、测试注意事项：用数字式万用表去测二极管时，红表笔接二极管的正极，黑表笔接二极管的负极，此时测得的阻值才是二极管的正向导通阻值，这与指针式万用表的表笔接法刚好相反。

4、常用的 1N4000 系列二极管耐压比较如下：

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

### 四、稳压二极管

稳压二极管在电路中常用“ZD”加数字表示，如：ZD5 表示编号为 5 的稳压管。

1、稳压二极管的稳压原理：稳压二极管的特点就是击穿后，其两端的电压基本保持不变。这样，当把稳压管接入电路以后，若由于电源电压发生波动，或其它原因造成电路中各点电压变动时，负载两端的电压将基本保持不变。

2、故障特点：稳压二极管的故障主要表现在开路、短路和稳压值不稳定。在这 3 种故障中，前一种故障表现出电源电压升高；后 2 种故障表现为电源电压变低到零伏或输出不稳定。

常用稳压二极管的型号及稳压值如下表：

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

### 五、电感

电感在电路中常用“L”加数字表示，如：L6 表示编号为 6 的电感。

电感线圈是将绝缘的导线在绝缘的骨架上绕一定的圈数制成。

直流可通过线圈，直流电阻就是导线本身的电阻，压降很小；当交流信号通过线圈时，线圈两端将会产生自感电动势，自感电动势的方向与外加电压的方向相反，阻碍交流的通过，所以电感的特性是通直流阻交流，频率越高，线圈阻抗越大。电感在电路中可与电容组成振荡电路。

电感一般有直标法和色标法，色标法与电阻类似。如：棕、黑、金、金表示 1 $\mu\text{H}$ （误差 5%）的电感。

电感的基本单位为：亨（H） 换算单位有：1H=103mH=106 $\mu\text{H}$ 。

### 六、变容二极管

变容二极管是根据普通二极管内部“PN 结”的结电容能随外加反向电压的变化而变化这一原理专门设计出来的一种特殊二极管。变容二极管在无绳电话机中主要用在手机或座机的高频调制电路上，实现低频信号调制到高频信号上，并发射出去。在工作状态，变容二极管调制电压一般加到负极上，使变容二极管的内部结电容容量随调制电

压的变化而变化。

变容二极管发生故障，主要表现为漏电或性能变差：

(1) 发生漏电现象时，高频调制电路将不工作或调制性能变差。

(2) 变容性能变差时，高频调制电路的工作不稳定，使调制后的高频信号发送到对方被对方接收后产生失真。

出现上述情况之一时，就应该更换同型号的变容二极管。

## 七、晶体三极管

晶体三极管在电路中常用“Q”加数字表示，如：Q17 表示编号为 17 的三极管。

1、特点：晶体三极管（简称三极管）是内部含有 2 个 PN 结，并且具有放大能力的特殊器件。

它分 NPN 型和 PNP 型两种类型，这两种类型的三极管从工作特性上可互相弥补，所谓 OTL 电路中的对管就是由 PNP 型和 NPN 型配对使用。

电话机中常用的 PNP 型三极管有：A92、9015 等型号；NPN 型三极管有：A42、9014、9018、9013、9012 等型号。

2、晶体三极管主要用于放大电路中起放大作用，在常见电路中有三种接法。为了便于比较，将晶体管三种接法电路所具有的特点列于下表，供大家参考。

名称	共发射极电路	共集电极电路（射极输出器）	共基极电路
输入阻抗	中（几百欧~几千欧）	大（几十千欧以上）	小（几欧~几十欧）
输出阻抗	中（几千欧~几十千欧）	小（几欧~几十欧）	大（几十千欧~几百千欧）
电压放大倍数	大	小（小于 1 并接近于 1）	大
电流放大倍数	大（几十）	大（几十）	小（小于 1 并接近于 1）
功率放大倍数	大（约 30~40 分贝）	小（约 10 分贝）	中（约 15~20 分贝）
频率特性	高频差	好	好

续表

应用 多级放大器中间级，低频放大 输入级、输出级或作阻抗匹配用 高频或宽频带电路及恒流源电路

## 八、场效应晶体管放大器

1、场效应晶体管具有较高输入阻抗和低噪声等优点，因而也被广泛应用于各种电子设备中。尤其用场效应管做整个电子设备的输入级，可以获得一般晶体管很难达到的性能。

2、场效应管分成结型和绝缘栅型两大类，其控制原理都是一样的。如图 1-1-1 是两种型号中表示符号：

3、场效应管与晶体管的比较

(1) 场效应管是电压控制元件，而晶体管是电流控制元件。在只允许从信号源取较少电流的情况下，应选用场效应管；而在信号电压较低，又允许从信号源取较多电流的条件下，应选用晶体管。

(2) 场效应管是利用多数载流子导电，所以称之为单极型器件，而晶体管是即有多数载流子，也利用少数载流子导电。被称之为双极型器件。

(3) 有些场效应管的源极和漏极可以互换使用，栅压也可正可负，灵活性比晶体管好。

(4) 场效应管能在很小电流和很低电压的条件下工作，而且它的制造工艺可以很方便地把很多场效应管集成在一块硅片上，因此场效应管在大规模集成电路中得到了广泛的应用。

经典一定要学会哦 判三极管的口诀

## 判三极管的口诀

三极管的管型及管脚的判别是电子技术初学者的一项基本功，为了帮助读者迅速掌握测判方法，笔者总结出四句口诀：“三颠倒，找基极；PN结，定管型；顺箭头，偏转大；测不准，动嘴巴。”下面让我们逐句进行解释吧。

### 一、

#### 三颠倒，找基极

大家知道，三极管是含有两个PN结的半导体器件。根据两个PN结连接方式不同，可以分为NPN型和PNP型两种不同导电类型的三极管，图1是它们的电路符号和等效电路。

测试三极管要使用万用电表的欧姆挡，并选择 $R \times 100$ 或 $R \times 1k$ 挡位。图2绘出了万用电表欧姆挡的等效电路。由图可见，红表笔所连接的是表内电池的负极，黑表笔则连接着表内电池的正极。

假定我们并不知道被测三极管是NPN型还是PNP型，也分不清各管脚是什么电极。测试的第一步是判断哪个管脚是基极。这时，我们任取两个电极(如这两个电极为1、2)，用万用电表两支表笔颠倒测量它的正、反向电阻，观察表针的偏转角度；接着，再取1、3两个电极和2、3两个电极，分别颠倒测量它们的正、反向电阻，观察表针的偏转角度。在这三次颠倒测量中，必然有两次测量结果相近：即颠倒测量中表针一次偏转大，一次偏转小；剩下一次必然是颠倒测量前后指针偏转角度都很小，这一次未测的那只管脚就是我们要寻找的基极(参看图1、图2不难理解它的道理)。

#### 二、PN结，定管型

找出三极管的基极后，我们就可以根据基极与另外两个电极之间PN结的方向来确定管子的导电类型(图1)。将万用表的黑表笔接触基极，红表笔接触另外两个电极中的任一电极，若表头指针偏转角度很大，则说明被测三极管为NPN型管；若表头指针偏转角度很小，则被测管即为PNP型。

#### 三、顺箭头，偏转大

找出了基极b，另外两个电极哪个是集电极c，哪个是发射极e呢？这时我们可以用测穿透电流 $I_{CEO}$ 的方法确定集电极c和发射极e。

(1) 对于NPN型三极管，穿透电流的测量电路如图3所示。根据这个原理，用万用电表的黑、红表笔颠倒测量两极间的正、反向电阻 $R_{ce}$ 和 $R_{ec}$ ，虽然两次测量中万用表指针偏转角度都很小，但仔细观察，总会有一次偏转角度稍大，此时电流的流向一定是：黑表笔→c极→b极→e极→红表笔，电流流向正好与三极管符号中的箭头方向一致(“顺箭头”)，所以此时黑表笔所接的一定是集电极c，红表笔所接的一定是发射极e。

(2) 对于PNP型的三极管，道理也类似于NPN型，其电流流向一定是：黑表笔→e极→b极

→c 极→红表笔，其电流流向也与三极管符号中的箭头方向一致，所以此时黑表笔所接的一定是发射极 e，红表笔所接的一定是集电极 c(参看图 1、图 3 可知)。

#### 四、测不出，动嘴巴

若在“顺箭头，偏转大”的测量过程中，若由于颠倒前后的两次测量指针偏转均太小难以区分时，就要“动嘴巴”了。具体方法是：在“顺箭头，偏转大”的两次测量中，用两只手分别捏住两表笔与管脚的结合部，用嘴巴含住(或用舌头抵住)基电极 b，仍用“顺箭头，

偏转大”的判别方法即可区分集电极 c 与发射极 e。其中人体起到直流偏置电阻的作用，目的是使效果更加明显。

### 认识贴片电容

#### 一、 电容的贴片式有何好处？

节省空间，便于高集成电路设计  
可靠性、精度变高了，抗干扰能力增强  
更加安全，无脚刺

#### 二、贴片电容的作用是什么？

其作用主要是清除由芯片自身产生的各种高频信号对其他芯片的串扰，从而让各个芯片模块能够不受干扰的正常工作。在高频电子振荡线路中，贴片式电容与晶体振荡器等元件一起组成振荡电路，给各种电路提供所需的时钟频率。

贴片式电容有贴片式陶瓷电容、贴片式钽电容、贴片式铝电解电容。贴片式陶瓷电容无极性，容量也很小（PF 级），一般可以耐很高的温度和电压，常用于高频滤波。陶瓷电容看起来有点像贴片电阻（因此有时候我们也称之为“贴片电容”），但贴片电容上没有代表容量大小的数字。

贴片式钽电容的特点是寿命长、耐高温、准确度高、滤高频改波性能极好，不过容量较小、价格也比铝电容贵，而且耐电压及电流能力相对较弱。它被应用于小容量的低频滤波电路中。

贴片钽电容与陶瓷电容相比，其表面均有电容容量和耐压标识，其表面颜色通常有黄色和黑色两种。譬如 100-16 即表示容量 100 $\mu$ F，耐压 16V。

贴片式铝电解电容拥有比贴片式钽电容更大的容量，其多见于显卡上，容量在 300 $\mu$ F~1500 $\mu$ F 之间，其主要是满足电流低频的滤波和稳压作用。

#### 三、直插电容与贴片电容的区别

无论是插件还是贴片式的安装工艺，电容本身都是直立于 PCB 的，根本的区别方式是贴片工艺安装的电容，有黑色的橡胶底座。贴片式的好处主要在于生产方面，其自动化程度高，精度也高，在运输途中不像插件式那样容易受损。但是贴片工艺安装需要波峰焊工艺处理，电容经过高温之后可能会影响性能，尤其是阴极采用电解液的电容，经过高温后电解液可能会干枯。插件工艺的安装成本低，因此在同样成本下，电容本身的性能可以更好一些。

在性能方面，直插式电容对频率的适应性差一些，不过不到 500MHz 以上的频率是很难体现出差异的

#### 四、贴片电容和贴片电阻如何从外观上区别？

贴片电容上面没有印字，这是和他的制作工艺有关（贴片电容是经过高温烧结而成，所以没办法在它的

表面印字)，而贴片电阻是丝印而成（可以印刷标记）。详细工艺流程请至电或来信索取。

## 五、片式电容【Multilayer Chip Ceramic Capacitor】

全称：多层（积层、叠层）片式陶瓷电容器，也称为贴片电容、片容，英文缩写：MLCC。

主要规格尺寸，按英制标准分为：0201、0402、0603、0805、1206；以及大规格的1210、1808、1812、2220、2225、3012、3035等。

容量范围：0.5pF~100uF，其中，一般认为容量在1uF以上为大容量电容。

额定电压：从4V到4KV（DC），当额定电压在100V及以上时，即归纳为中高压产品。

片式电容的稳定性及容量精度与其采用的介质材料存在对应关系，主要分为三大类别：

一、是以COG/NPO为I类介质的高频电容器，其温度系数为 $\pm 30\text{ppm}/^\circ\text{C}$ ，电容量非常稳定，几乎不随温度、电压和时间的变化而变化，主要应用于高频电子线路，如振荡、计时电路等；其容量精度主要为 $\pm 5\%$ ，以及在容量低于10pF时，可选用B档（ $\pm 0.1\text{pF}$ ）、C档（ $\pm 0.25\text{pF}$ ）、D档（ $\pm 0.5\text{pF}$ ）三种精度。

二、是以X7R为II类介质的中频电容器，其温度系数为 $\pm 15\%$ ，电容量相对稳定，适用于各种旁路、耦合、滤波电路等，其容量精度主要为K档（ $\pm 10\%$ ）。

特殊情况下，可提供J档（ $\pm 5\%$ ）精度的产品。

三、是以Y5V为II类介质的低频电容器，其温度系数为： $+30\sim -80\%$ ，电容量受温度、电压、时间变化较大，一般只适用于各种滤波电路中。

其容量精度主要为Z档（ $+80\sim -20\%$ ），也可选择 $\pm 20\%$ 精度的产品。

正确选择一颗片式电容时，除了要提供其规格尺寸及容量大小外，还必须特别注意到电路对这颗片式电容的温度系数、额定电压等参数的要求。

## 六、请问贴片电容有无标准命名方法？如何定义？

贴片电容的命名，国内和国外的产家有一些区别但所包含的参数是一样的。

贴片电容的命名所包含的参数：

- 1、贴片电容的尺寸（0201、0402、0603、0805、1206、1210、1808、1812、2220、2225）
- 2、贴片电容的材质（COG、X7R、Y5V、Z5U、RH、SH）
- 3、要求达到的精度（ $\pm 0.1\text{PF}$ 、 $\pm 0.25\text{PF}$ 、 $\pm 0.5\text{PF}$ 、5%、10%、20%）
- 4、电压（4V、6.3V、10V、16V、25V、50V、100V、250V、500V、1000V、2000V、3000V）
- 5、容量（0PF-47UF）
- 6、端头的要求（N表示三层电极）
- 7、包装的要求（T表示编带包装，P表示散包装）

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

例贴片电容的命名：

0805CG102J500NT

0805：是指该贴片电容的尺寸大小，这是用英寸来表示的08表示长度是0.08英寸（换算成 $\text{mm}=0.08*25.40=1.96\text{mm}$ ）、05表示宽度为0.05英寸（换算成 $\text{mm}=0.05*25.40=1.225\text{mm}$ ）

CG：是表示生产电容要求用的材质，

102：是指电容容量，前面两位是有效数字、后面的2表示有多少个零 $102=10\times 10^2$ 也就是 $=1000\text{PF}$

J：是要求电容的容量值达到的误差精度为5%，介质材料和误差精度是配对的

500：是要求电容承受的耐压为50V 同样500前面两位是有效数字，后面是指有多少个零。

N：是指端头材料，现在一般的端头都是指三层电极（银/铜层）、镍、锡

T：是指包装方式，T表示编带包装，B表示塑料盒散包装

## 七、在贴装过程中，贴片电容为什么会出现断裂及贴片电容失效的可能？

- 1、电容在贴装过程中，若贴片机吸嘴头压力过大发生弯曲，容易产生变形导致裂纹产生；
- 2、如该颗料的位置在边缘部份或靠近边源部份，在分板时会受到分板的牵引力而导致电容产生裂纹最终而失效。建议在设计时尽可能将贴片电容与分割线平行排放。当我们处理线路板时，建议采用简单的分割器械处理，如我们在生产过程中，因生产条件的限制或习惯用手工分板时，建议其分割槽的深度控制在线路板本身厚度的 $1/3 \sim 1/2$ 之间，当超过 $1/2$ 时，强烈建议采用分割器械处理，否则，手工分板将会大大增加线路板的挠曲，从而会对相关器件产生较大的应力，损害其可靠性。
- 3、焊盘布局上与金属框架焊接端部焊接过量的焊锡在焊接时受到热膨胀作用力，使其产生推力将电容举起，容易产生裂纹。
- 4、在焊接过程中的热冲击以及焊接完后的基板变形容易导致裂纹产生：电容在进行波峰焊过程中，预热温度，时间不足或者焊接温度过高容易导致裂纹产生，
- 5、在手工补焊过程中。烙铁头直接与电容器陶瓷体直接接触，容量导致裂纹产生焊接完成后的基板变型（如分板，安装等）也容易导致裂纹产生

## 八、电容器基本常识介绍

名称：聚酯（涤纶）电容（CL）

电容量：40p--4u

额定电压：63--630V

主要特点：小体积，大容量，耐热耐湿，稳定性差

应用：对稳定性和损耗要求不高的低频电路

名称：聚苯乙烯电容（CB）

电容量：10p--1u

额定电压：100V--30KV

主要特点：稳定，低损耗，体积较大

应用：对稳定性和损耗要求较高的电路

名称：聚丙烯电容（CBB）

电容量：1000p--10u

额定电压：63--2000V

主要特点：性能与聚苯相似但体积小，稳定性略差

应用：代替大部分聚苯或云母电容，用于要求较高的电路

名称：云母电容（CY）

电容量：10p--0.1u

额定电压：100V--7kV

主要特点：高稳定性，高可靠性，温度系数小

---

应用：高频振荡，脉冲等要求较高的电路

名称：高频瓷介电容（CC）

电容量：1--6800p

额定电压：63--500V

主要特点：高频损耗小，稳定性好

应用：高频电路

名称：低频瓷介电容（CT）

电容量：10p--4.7u

额定电压：50V--100V

主要特点：体积小，价廉，损耗大，稳定性差

应用：要求不高的低频电路

名称：玻璃釉电容（CI）

电容量：10p--0.1u

额定电压：63--400V

主要特点：稳定性较好，损耗小，耐高温（200度）

应用：脉冲、耦合、旁路等电路

名称：铝电解电容

电容量：0.47--10000u

额定电压：6.3--450V

主要特点：体积小，容量大，损耗大，漏电大

应用：电源滤波，低频耦合，去耦，旁路等

名称：钽电解电容（CA）铌电解电容（CN）

电容量：0.1--1000u

额定电压：6.3--125V

主要特点：损耗、漏电小于铝电解电容

应用：在要求高的电路中代替铝电解电容

名称：空气介质可变电容器

可变电容量：100--1500p

主要特点：损耗小，效率高；可根据要求制成直线式、直线波长式、直线频率式及对数式等

应用：电子仪器，广播电视设备等

名称：薄膜介质可变电容器

可变电容量：15--550p

主要特点：体积小，重量轻；损耗比空气介质的大

应用：通讯，广播接收机等



名称：薄膜介质微调电容器

可变电容量：1--29p

主要特点：损耗较大，体积小

应用：收录机，电子仪器等电路作电路补偿

名称：陶瓷介质微调电容器

可变电容量：0.3--22p

主要特点：损耗较小，体积较小

应用：精密调谐的高频振荡回路

独石电容的特点：电容量大、体积小、可靠性高、电容量稳定，耐高温耐湿性好等。

应用范围：广泛应用于电子精密仪器。各种小型电子设备作谐振、耦合、滤波、旁路。

容量范围：0.5PF--1UF

耐压：二倍额定电压。

里面说独石又叫多层瓷介电容，分两种类型，1型性能挺好，但容量小，一般小于0.2U，另一种叫II型，容量大，但性能一般。

就温漂而言：独石为正温系数+130左右，CBB为负温系数-230，用适当比例并联使用，可使温漂降到很小。

就价格而言：钽、铌电容最贵，独石、CBB较便宜，瓷片最低，但有种高频零温漂黑点瓷片稍贵。云母电容Q值较高，也稍贵。

[精彩内容还没有完！发表评论/查看评论]

## 非常详细的说明电脑电源每个元器件以及工作原理（转

以往在采买计算机配件时，电源供应器是最容易被忽视的组件之一，不过其各路电压输出规格、电压稳定性、发生异常时的保护性却有相当重要的地位，因为主机内所有计算机配件的所需电力均需由电源供应器供应，同时随着各装置于不同状态下的耗电量去调节输出负载，又要兼顾长时间操作及满载输出的稳定性，而电源供应器发生故障时或是负载产生异常，保护系统须立即介入，以避免过电压/电流造成装置损坏；对于全球能源吃紧，新款电源供应器除了上述特性外，也开始讲求提高转换效率，例如80PLUS就是代表电源供应器通过高效率认证的标章之一。

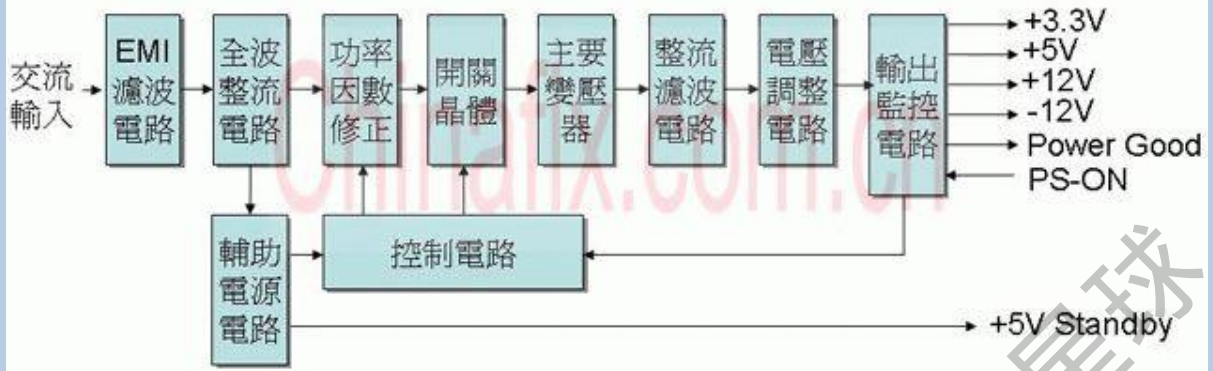
既然电源供应器所扮演的角色如此重要，以下的文章就要掀起电源供应器的神秘面纱，了解内部的组件种类及功能。

常见的计算机用电源供应器的功能是将输入的交流市电(AC110V/220V)，经过隔离型交换式降压电路转换成各装置所需的各种低压直流电：3.3V、5V、12V、-12V及提供计算机关闭时待命用的5V Standby(5VSB)。所以电源供应器内部同时具备了耐高压、大功率的组件以及处理低电压及控制信号的小功率组件。

电源转换流程为交流输入→EMI滤波电路→整流电路→功率因子修正电路(主动或是被动PFC)→功率级一次侧(高压侧)开关电路转换成脉流→主要变压器→功率级二次侧(低压侧)整流电路→电压调整电路(例如磁性放大电路或是DC-DC转换电路)→滤波(平滑输出涟波，由电感及电容组成)电路→电源管理电路监控输出。

方块图如下图所示：

# 電源供應器方塊圖



以下从交流输入端 EMI 滤波电路常见的组件开始介绍。

交流电输入插座：



数码之家  
MyDigit.cn

此为交流电从外部输入电源供应器的第一道关卡，为了阻隔来自电力在线干扰，以及避免电源供应器运作所产生的交换噪声经电力线往外散布干扰\*\*用电装置，都会于交流输入端安装一至二阶的 EMI(电磁干扰)Filter(滤波器)，其功能就是一个低通滤波器，将交流电中所含高频的噪声旁路或是导向接地线，只让 60Hz 左右的波形通过。

上面照片中，中央为一体式 EMI 滤波器电源插座，滤波电路整个包于铁壳中，能更有效避免噪声外泄；右方的则是以小片电路板制作 EMI 滤波电路，通常使用于无足够深度安装一体式 EMI 滤波器的电源供应器，少了铁皮外壳多少会有噪声泄漏情形；而左边的插座上只加上 Cx 与 Cy 电容(稍后会介绍)，使用这类设计的电源，其 EMI 滤波电路通常需要做在主电路板上，若是主电路板上的 EMI 电路区空空如也，就代表该区组件被省略掉了。

目前使用 12 公分风扇的电源供应器内部空间都不太能塞下一体式 EMI 滤波器，所以大多采用照片左右两边的做法。

X 电容 (Cx，又称为跨接线路滤波电容)：



这是 EMI 滤波电路组成中，用来跨接火线 (L) 与中性线 (N) 间的电容，用途是消除来自电力线的低通常态噪声。外观如照片所示为方型，上方会打上 X 或 X2 字样。

Y 电容 (Cy，又称为线路旁通电容器)：



Y 电容为跨接于浮接地 (FG) 和火线 (L) / 中性线 (N) 之间，用来消除高通常态及共态噪声。

而计算机用电源供应器中的 FG 点与金属外壳、地线 (E) 及输出端 0V/GND 共接，所以未连接接地线时，会经由两颗串联的  $C_y$  电容分压出输入电源一半的电位差 ( $V_{in}/2$ )，人体碰触到后就有可能产生感电现象。

Y 电容的外观如照片，呈圆饼状。

共态扼流圈 (交连电感)：



共模扼流圈在滤波电路中为串联在火线(L)与中性线(N)上,用来消除电力在线低通共态以及射频噪声。有些电源的输入端线路,会有缠绕在磁芯上的设计,也可以当作是简单的共态扼流圈。

其外观有环形与类似变压器的方形,部分可以见到外露的线圈。

PS:所谓共态噪声,代表是L/N线对于地线E间的噪声,而常态噪声,则是L与N线之间的噪声,EMI滤波器功能主要是消除及阻挡这两类噪声。

在EMI滤波电路之后的是瞬时保护电路及整流电路,常见的组件如下。

保险丝:



保险丝就是当其流过其上的电流值超出额定限度时，会以熔断的方式来保护连接于后端电路，一般使用于电源供应器中的保险丝为快熔型，比较好的会使用防爆式保险丝，其与一般保险丝最大的差别是外管为米色陶瓷管，内填充防火材质避免熔断时产生火花。

其安装于电路板上的方式有如图片上方的固定式(两端直接套上导线座并焊于电路板上)以及图片中央的可拆卸式(使用金属夹片固定)。

下方的方形组件是温度保险丝，这类保险丝固定于大功率水泥电阻或是功率组件的散热片上，主要是用于超温保护，避免组件过热而损坏或发生火灾，这类保险丝也有与电流保险丝结合的版本，对电流及温度进行双重保护。

负温度系数电阻 (NTC)：



因为电源供应器接通电源瞬间，其内的高压端电解电容属于无电状态，充电瞬间将产生过大电流突波以及线路压降，可能使桥式整流器等组件超出其额定电流而烧坏。NTC 使用时串联于 L 或 N 线路上，启动时其内部阻抗值可以限制充电瞬间的电流值，而负温度系数的定义是其电阻会随其温度上升而降低，所以随着电流流过本体使温度逐渐升高后，其阻值会随着降低，避免造成不必要功率消耗。

但其缺点是电源处于热机状态下启动时，其保护效果会打上折扣，且即使阻抗可随温度降低，仍会消耗些许功率，所以目前高效率电源大多采用更进阶的瞬时保护电路。

其外观大多为黑色及墨绿色的圆饼状元件。

金氧变阻器 (MOV):

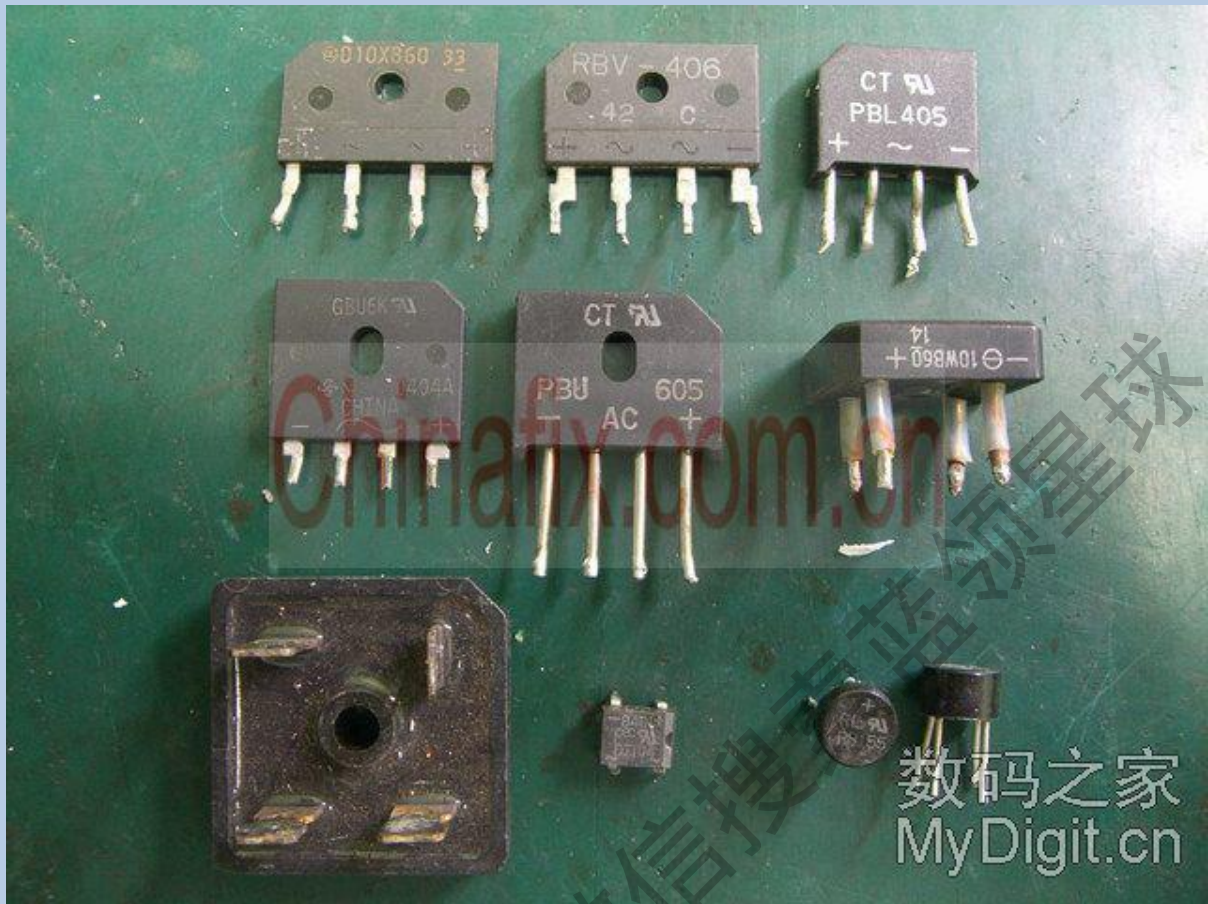


变阻器跨接于保险丝后端的火线与地线间，其动作原理为当其两端电压差低于其额定电压值时，本体呈现高阻抗；当电压差超出其额定值，本体电阻会急速下降，L-N 间呈现近似短路状态，前端的保险丝因短路而升高的电流将会使其熔断，以保护后端电路，有时本体承受功率过大时，亦以自毁方式来警告用户该装置已经出现问题。

通常用于电源供应器交流输入端，当输入交流发生过电压时能及时让保险丝熔断，避免使内部组件损坏。其颜色与外观与  $C_y$  电容很接近，不过可以从组件上面的字样及型号来分别其不同。

桥式整流器：



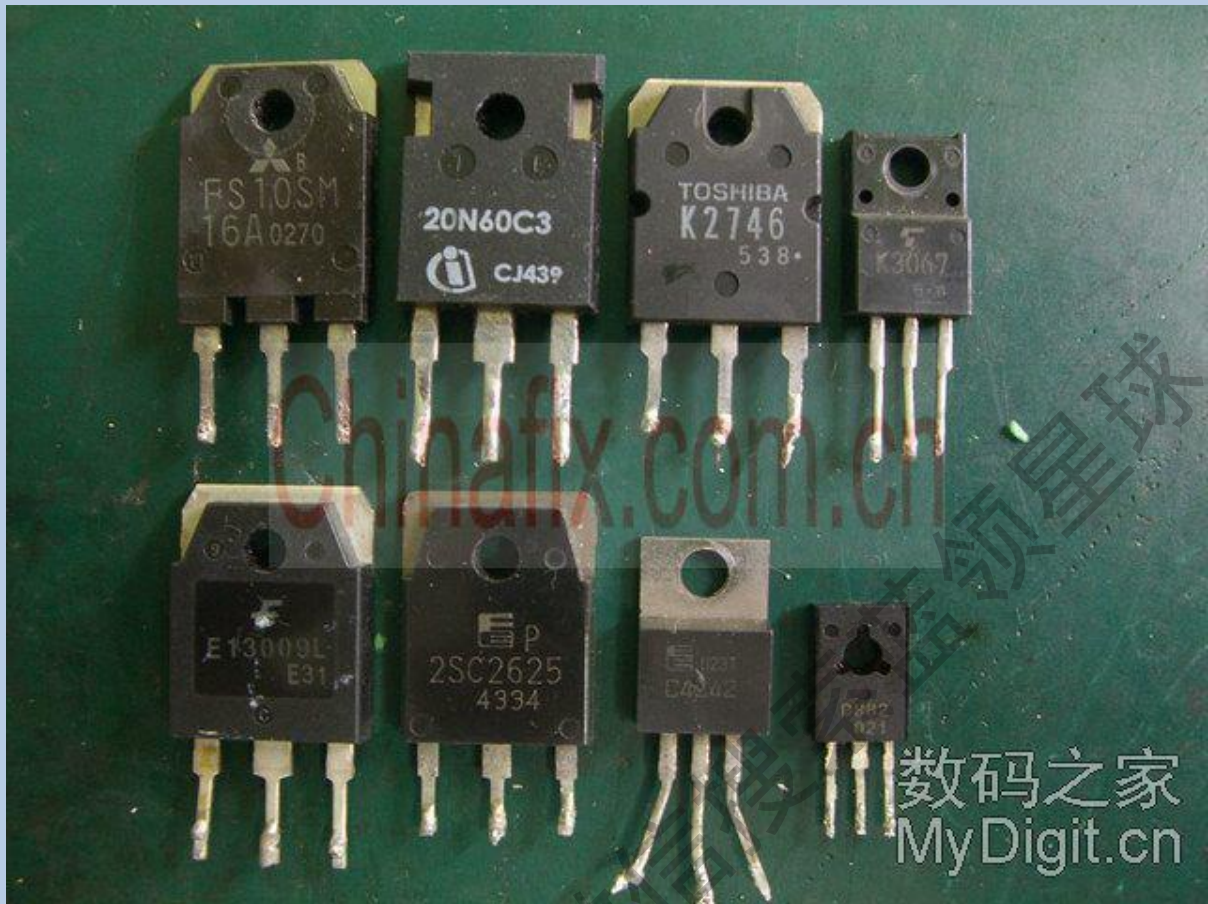


内部由四颗二极管交互连接所构成的桥式整流器，其功用是将输入交流进行全波整流后，供后端交换电路使用。

其外观与大小会随着组件额定电压及电流的不同而有所差异，部分电源供应器会将其固定于散热片上，协助其散热，以利稳定的长时间运作。

经过整流后，便进入功率级一次侧的交换电路，这里的组件决定了电源供应器的各路最大输出能力，是电源供应器相当重要的一部份。

开关晶体管：

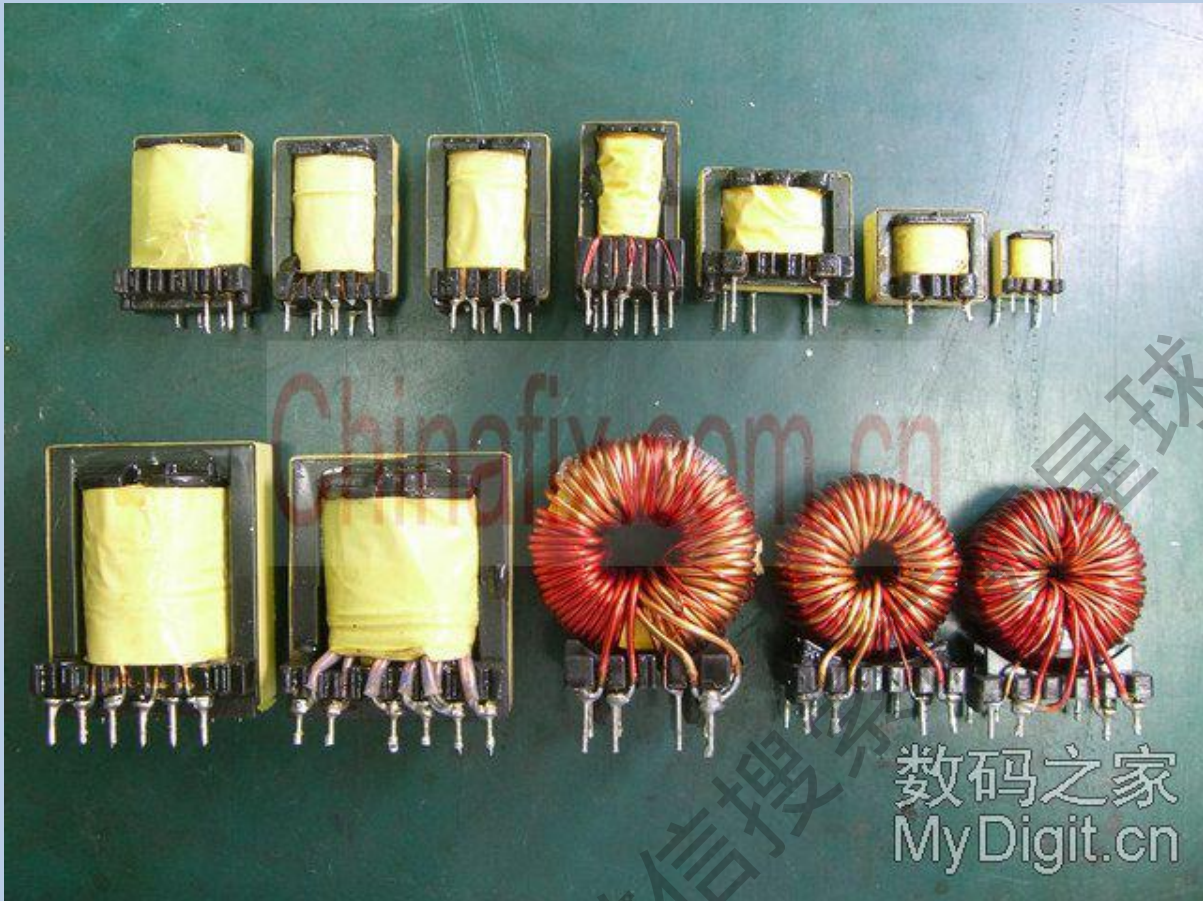


在交换电路中作为无触点快速电子开关，依控制信号导通及截止，决定电流是否流过，于主动功率因子修正电路以及功率级一次侧电路扮演重要角色。

随着开关组件的电路组成方式，可构成双晶顺向式、半桥式、全桥式、推挽式等等不同的功率级拓璞，在讲求高效率的电源供应器内，也有使用开关晶体构成同步整流电路以及 DC-DC 降压电路的应用。

照片中上方为电源内常见的 N MOSFET (N 型金氧半导体场效晶体管)，下方则是 NPN BJT (NPN 型双接面晶体管)。

变压器：



为何称为隔离型交换式降压电源供应器，就是因为使用变压器作为高低电压分隔，并利用磁能进行能量交换，不仅可以避免高低压电路故障时的漏电危险，也能简单产生多种电压输出。因其运作频率较高，变压器体积较一般交流变压器要来得小。

因为变压器为功率传递路径之一，目前大输出功率供应器有使用多变压器的设计，避免单一变压器发生饱和现象而限制功率的输出。

照片中上方较小的变压器为辅助电源电路以及信号传递用的脉冲变压器，下方较大者为主要功率变压器以及环形的二次侧调整用变压器。

以变压器作为隔离分界，二次侧的输出电压已经比一次侧要低上许多，不过还需要经过整流、调整以及滤波平滑等电路，才会变成计算机零件所需的各电压直流电。

二极管：



电源供应器内部，随着各部电路要求及输出大小而使用不同种类以及规格，除了一般的硅二极管外，还有肖特基障壁二极管(SBD)、快速回复二极管(FRD)、齐纳二极管(ZD)等种类。

FRD 主要用于主动功率因子修正以及功率级一次侧电路；SBD 用于功率级二次侧，将变压器输出进行整流；ZD 则是作为电压参考用。

图片中为二极管常见的封装形式。

电感器：



电感器随着磁芯结构、感抗值、电路上安装位置的不同，可以作为交换电路中的储能组件、磁性放大电路的电压调整组件以及二次侧整流后输出滤波使用，于电源供应器中广泛使用。

图片中电感形状有环形及圆柱型，随着感值及电流承受力而有不同的圈数以及漆包线粗细。

电容器：

获取更多资料



如电感器般，电容器同样也作为储能组件以及涟波平滑使用。为了承受整流后的高压直流，高耐压电解电容用于电源供应器一次侧电路；为了降低输出下电解电容连续充放电时造成的损失，二次侧电路则大量使用高耐温长寿低阻抗电解电容。

因电容内有化学物质(电解液)的关系，工作温度对电解电容的寿命有相当影响，所以长时间下运作，除了维持电源供应器的良好散热外，其使用的电解电容厂牌及系列也决定电源供应器稳定运作的可靠度及寿命。

图片中下方较大者为用于一次侧的高耐压电解电容，上方较低耐压则使用于二次侧及外围控制电路。

电阻器：



电阻器用于限制电路上流过的电流，并于电源供应器关闭后释放电容器内所储存的电荷，避免产生电击事故。

图片中左方为大功率水泥电阻，可承受较大功率超额，右方则为一般常见的电阻，其上的色码标示出其阻值及误差。

上述组件构成的电路若是没有搭配控制电路的话，是无法发挥其功能的，而各路输出也需要随时监视管理，当发生任何异常时就要立即切断输出，以保护计算机零组件的安全。

各种控制 IC:



电源供应器内的控制 IC，依其安装位置及用途来分，有作为 PFC 电路用、功率级一次侧 PWM 电路用、PFC/PWM 整合控制用、辅助电源电路用整合组件、电源监控管理 IC 等等。

**PFC 电路用：**作为主动功率因子修正电路控制，使电源供应器可维持一定的功率因子，并减少高次谐波产生。

**功率级一次侧 PWM 电路用：**作为功率级一次侧开关晶体驱动用 PWM(脉宽调变)信号产生，随着电源输出状态对其任务周期(Duty Cycle)的控制。一般常见的有 UC3842/3843 系列等 PWM 控制 IC。

**PFC/PWM 整合控制用：**将上述两种控制器结合于单一 IC 中，可使电路更为简化，组件数目减少，缩小体积外也降低故障率。例如常见的 CM680X 系列，就是 PFC/PWM 整合控制 IC。

**辅助电源电路用整合组件：**因为电源关闭后，辅助电源电路仍需持续输出，所以必须自成一独立系统，因其输出瓦数不需太高，所以使用业界小功率整合组件作为其核心，例如 PI 的 TOPSwitch 系列。

**电源监控管理 IC：**进行各路输出的 UVP(低电压保护)、OVP(过电压保护)、OCP(过电流保护)、SCP(短路保护)、OTP(过温度保护)监视及保护，当超出其设定值后，便会关闭并锁定控制电路，停止电源供应器输出，待故障排除后才可重新启动。

除了上述组件外，\*\*还有厂商视需要自行加上的 IC，例如风扇控制 IC 等等。

光耦合器：





光耦合器主要是用于高压电路与低压电路的信号传递，并维持其电路隔离，避免发生故障时高低压电路间产生异常电流流动，使低压组件损坏。其原理就是使用发光二极管与光敏晶体管，利用光来进行信号传递，且因为两者并无电路上的链接，所以可以维持两端电路的隔离。（我觉得对初学者很有帮

#### 电器检修常用的十六种检查方法

一、 面板压缩法 利用电器面板、操作台或机外露出的各个开关、旋钮的作用做检查，大概判断故障发生的部位。如电视伴音时有时无，调音量旋钮，出现“喀拉”声同时伴音时有时无，由此可知音量电位器接触不良。

二、 直观检查法 用眼看、手摸、耳听、鼻闻等手段检查和判断故障部位。此法特别适合发烫、焦味、臭氧味、异常声等明显故障。如电视机开机后，内部有“噼啪”响声，图像随响声翻跳，并闻到浓厚的臭氧味，可判断是行输出变压器或高压部位打火。

三、 电压测量法 用万用表检查供电电压和各有关元件的电压，特别是关键点电压。此法是检修家用电器最基本、最常用的一种检查方法电路。

四、 电流测量法 用万用表适当的电流档，测量总电流和晶体管、零部件的工作电流，以迅速判断故障部位。如电视机常烧直流保险丝，测稳压电源总电流比正常值大，若断开行输出级电路，电流恢复

正常，即可判定故障在行输出级及其以后电路。

五、 电阻测量法 通过测量电阻、电容、电感、线圈、晶体管和集成块的电阻值来判断故障部位。

六、 短路法 指交流短路法。对确定汽船声、啸叫声、杂音的所在范围特别有效。如要判断收音机的啸叫故障，可用一只  $0.1\ \mu\text{F}$  的电容分别把变频管、一中放管、二中放管的集电极对地短路，短路某一级啸叫消失，故障就出现在这一级。

七、 断路法 割断某一电路或焊开某一元件、接线来压缩故障范围。如某一电器整机电流过大，可逐渐断开可疑部分电路，断开哪一级电流恢复正常，故障就出在哪一级，此法常用来检修电流过大，烧保险丝故障。

八、 敲击法 用小起子柄、木槌轻轻敲击电路板上某一处，观察情况来判定故障部位（注意：高压部位一般不易敲击）。此法尤其适合检查虚假焊和接触不良故障。如电视图像伴音时有时无，用手轻轻敲击电视外壳，故障明显，打开电视后盖，拉出电路板，用起子柄轻轻敲击可疑元件，敲到某一部位故障明显，故障就在这一部位。

九、 代检法 用一个好元部件，代换认为有故障的元部件。此法简单易行，往往起到事半功倍的效果。常用于代换高频头、行输出变压器、 $0.1\ \mu\text{F}$  以下电容、晶体管、集成块等。

十、 信号注入法 是用信号发生器的信号注入到有故障的电路里，寻找故障部位。此法一般检修较为复杂故障时采用。

十一、 干扰法 手拿起子和镊子的金属部分碰触有关检测点，看屏幕上的杂波反应，听喇叭的“喀喀”声，来判断故障部位。此法常用于检查公共通道、图像通道和伴音通道。如检测无图像，可薨橐舩收鲜保 闷驩优鲟恢蟹呕 羝聊挥性硬从 Γ 扔小翱 A 鄙 得髦蟹兵院蟪纛氛 # 收显诟哑低坊蛱煜叶糠帧

十二、 比较法 通过相同型号正常机器的电压、波形等参数与故障机器比较，找出故障部位。此法对找不到电路图时最适用。

十三、 加热法 对可疑元件进行升温，从而加速该元件的“死亡”，以迅速判断出故障部位。如某电视机刚开机时行幅正常，几分钟后行幅回缩，查行输出管外壳变黄，手摸行管有烫热，此时可拿烙铁靠近行管对其升温，若行幅继续回缩，即可判定行管有问题。

十四、 冷却法 对可疑元件进行降温，以迅速判断出故障部位。此法对出现规律性的故障，如开机正常，但使用一会儿就不正常。同加热法相比，具有快速、方便、准确、安全等优点。如某电视机开机场幅正常，数分钟后场幅压缩，半小时后形成一条水平宽带。手摸场输出管有烫感，此时将酒精球放到场输出管上，场幅开始回升，不久故障消失，即可判定由场输出管热稳定性差所致。

十五、 程序图检查法 根据故障检修程序图，一步一步地将故障范围缩小，最后找出故障部位。

十六、 综合法 综合运用多种方法来检查一些较为复杂的故障。

### STR-W6856 开关电源电路的工作原理

开关电源电路是采用 SANKEN 公司最新研制的 STR-W6856（6854）电源控制芯片，它是高性能电压模式控制器，内藏功率 MOSFET 和控制器的 FLYBACK 型开关电源用厚膜集成电路。使用该 IC 可以大量减少电源元件的数量，简化电路的设计。在现在的电片中得到了广泛应用。

STR-W6856 电源控制芯片具有完善的过流、电压检测保护功能、内部热保护功能、过负荷保护功能。它主要工作模式：为了实现电源在全负载范围的高效率的工作，电源设置了三种工作方式：轻负载、中等负载、重负载。IC 控制器根据负载的状态自动进行工作方式的切换。

## 一、电路的原理简介

1. 工作原理简述：当插上电源开关后，AC220V/50HZ 的交流市电，经过电源开关 SW801、C801、T801A 和 C802、T801 组成共模滤波器，把供电电路引入的各种电磁干扰抑制掉，消除电网电压中的高频干扰脉冲。T801A 和 T801 的感量都很大，分布的电容小，对非对称信号来说，T801A 和 T801 及其前后联接的电容 C801、C802，可以看成  $\pi$  型滤波器，对非对称信号有很好的滤除作用，而对从市电线路进入的对称性干扰信号来说，流过 T801SA 和 T8021 两线圈的干扰电流，其大小相等，方向相反，因而能够相互抵挡。由于共模滤波器具有双向性，即对随交流电供电线路引入的干扰信号，及由开关稳压电源高频振荡注入交流市电的电磁干扰具有同等的抑制作用。所以共模滤波器是改善电视机电磁兼容性的一种有效措施。电路如图 1 所示。

经过抑制干扰后的市电，进入桥硅 DB801（桥式全波整流）输出约+300V（空载时）不稳压直流脉冲电压，经 C806、C807 平滑滤波，由开关变压器 T803 的①、⑤脚绕组加到 STR-W6856 第①脚内部连接调整管漏极 D。与此同时，电源输入端电压经 R803（820K）限流（也做启动用），对 C813（4.7UF）进行快速充电，当 C813 两端的电压达到 IC801 启动电压（18.2V）时，STR-W6856 开始工作。同时通过集成电路内部的预调整电路，使开关电源的振荡电路开始工作。脉冲振荡电压经过集成电路内部的均衡驱动电路，输出开关脉冲到 IC 内部调整管的栅极，在开关脉冲的作用下内部调整管开始导通，与此同时在 T803 的初级绕组①、⑤脚，产生高频开关脉冲，并在 T803 次级绕组上感应出相应脉冲电压，经过次级绕组各自的整流、滤波、稳压电路，分别输出：+130V、+33V、+18V、+12V、+9V、+5V 等各种不同的直流稳压电源，供给整机各部份使用，其中：+130V 主电源，主要供给行扫描输出电路工作；+33V 调谐电压，主要供 TU 调谐工作；+18V 伴音供电电压，主要供 IC601 伴音功放电路工作；+12V 经 IC803（L7809）和 IC804（L7805）稳压后输出+9V 和+5V 直流电压，供芯片小信号处理电路工作。

### 2. 电源启动电路：

由于 IC801 的启动电流很小，R803 可使用高阻值的电阻，来降低待机功耗。但是要注意 R803 要向 IC 提供足够的锁定电路保持电流，特别是低电压输入的时候要能向 IC 提供 120UA 以上的电流。由于 W6856 采用 BCD 集成电路工艺，要求的工作电流很小，因此 C813 不需要很大的电容。当启动控制器工作以后 IC 的工作电流增加，VCC 端了的电压将会随 C813 的放电而下降。适当的增加 C813 的容量可缓解 VCC 端子电压在启动期间的下降率，因此即使辅助绕组的电压上升稍迟，VCC 端子的电压也不会降到动作停止电压以下，确保电源能安全的启动起来。但是，当 C813 的容量太大时，从 AC 电源投入到 C813 充电至动作开始电压之间的时间将变的很长，即电源启动缓慢。电路中选择 R803=820k，C813=4.7uF，就可以保证在输入低电压的时候启动，IC801 第④脚的电压仍高于 IC 的动作禁止电压 10.4V。

3. 过电压检测保护 STR-W6856 具有过压保护功能，主要由 IC801 第④脚外围及内部电路工作组成。当 IC801 第④脚输入端检测 T803⑧、⑨脚绕组反馈电压和 C813 正极电压，即 VCC 端子的电压达到 25.4V 时，IC 进入过压保护状态，该状态为死锁状态，需重新开关主电压开关电源才可能重新工作。

在控制电路动作开始动作以后，辅助绕组的电压经整流以后得到 IC 的工作电源。辅助绕组的电压在电源启动后并不能马上升到设定的电压，VIN 端子电压因 C813 的放电而开始下降，所以辅助绕组在正常工作的状态下的电压要设定在使电容 C813 两端电压在控制器动作停止电压 10.4V 至 25.4V 之间，且要留有一定的余量。此电路选择为 18V。

4. 过电流检测保护 STR-W6856 具有过电流保护功能，主要由 IC801 第⑤脚外围及内部电路工作组成。通过检测 R813 上端漏电流大小来启动保护电路，当漏电流超过 IC 规定的阈值时，强制关断调整管，当大的漏电电流状态持续时间超过 OLP 端子的 OLP 动作时间常数以后，IC 进入锁定状态。

5. 过负荷保护 STR-W6856 具有过负荷保护功能，主要由 IC801 第⑥脚外围及内部电路工作组成。主要检测 T803 次级绕组负载情况，进行过负载保护。过负载保护使用锁定电路的方式。

当电源进入待机等轻载状态时，IC 进入 TFC 工作方式时，导通时间被固定，导通电流用于调节关断时间  $T_{off}$ ，以进行输出电压的控制。因此，TFC 工作方式是  $T_{off}$  宽度调节的控制方式。

当电源副边发生过载时，电源的 OCP 电路开始动作后，检测输出电压误差的光耦电流为零时，IC 的内藏的电流源 I (olp) = 73uA 开始通过 R817 给电容 C812 充电。FB/OLP 端子电压电至  $V(olp) = 7.2V$  时，IC 内部的比较器翻转，IC 进入 OLP 锁定状态。

### 6. 温度过热检测保护

温度过热检测保护电路置于 IC 内部，它的工作环境温度：-20~+120℃，工作结温：150℃，当超高 150℃ IC 保护不

工作，若因电路过载使 IC 芯片温升达到 150℃时，芯片内温度保护电路（便阻断逻辑电路）开始工作，使 STR-W6856 第（7）动作 IC 进入锁定保护状态，当温度降至允许值时，又会自动启动电源投入工作。但因外界温度和电路故障使 IC 长时间在 150℃时会造成 IC 击穿损坏。

#### 7. 锁定电路

STR-W6856 内藏 OVP, OLP, TSD 等多种保护电路。保护电路的动作以锁定方式进行的，锁定电路动作以后，振荡器的输出保持低电平，停止电源电路的支持。锁定电路的保持电流在 Vcc 为 9V 时为 120uA，在设计电源的启动电阻时保证此项电流。为了防止保护电路由于干扰出现误动作，在 IC 内藏了定时器，只有 OVP, OLP, TSD 持续一段时间以上锁定电路才开始动作。即使锁定电路 IC 的控制器仍然处在工作状态，因此 IC 的消耗的电流将使 Vcc 电压下降。但是，当 Vcc 电压下降到停止电压 Vcc (OFF) 时，电路消耗的电流下降到 Icc (OFF) =50uA,因此，Vcc 又开始上升。因此锁定状态时 Vcc 的电压将在 Vcc (ON) 和 Vcc (OFF) 之间变化，防止了 Vcc 端子电压的异常上升。解除锁定状态的条件：Vcc 的电压下降到 Vcc (OFF) 以下。通常需要 AC 电源的再启动来实现锁定电路的解除。

#### 8. +130V 稳压控制电路

稳压控制主要由 IC801 第⑥脚识别控制。当+130V 主要电源过高时，通过误差取样三级管 Q822，通过 Q822 中的电流增加。由于取样管 Q822，通过 Q822 的 E 极电压由稳压管 D828 (6.2V) 稳压 R833 为 D828 的偏置电阻，10V 电压通过 R833 为 D840 提供偏流。所以当+130V 主电源电压上升时，通过 Q822 的 B 极分压电阻 R834、VR802、R835，使 Q822 的 B 极电压上升，同样通过 Q822 中的电流增加，由于 Q822 的 C 极与 IC802 光电耦合器串联，所以会使 IC802 中的电流增加，IC802 也叫做充电耦合二极管，当 IC802 第②脚电流增加，使连到电源初级 IC802④、③脚电流增加，IC802③脚连接 IC801 第⑥脚相连，而 IC801 第⑥脚为控制输入脚，经 IC 内部调整模块和 PWM 等电路工作使调整管导通时间减少，促使开关脉冲占空比下降，直到主电源稳定为止。

当+130V 主电源下降时，接以上分析使 IC801 第⑥脚检测电压下降，经 IC 内部调整模块和 PWM 等电路工作使调整管导通时间增加，促使开关脉冲占空比上升，促使+130V 直流电压也上升，主电源稳定为止。

#### 9. 300V 稳压保护电路

稳压电路主要由 Q802、Q803、D810 等组成。此电路当桥式整流后在开关变压器 T803 第①-⑤脚绕组上+300V 直流电压低于 300V 时，它不工作处于截止状态；而绕组上电压等于或高压 300V 时，电路才导通工作。

当 T803 第①-⑤脚绕组上直流电压低于 300V 时，T803 第⑧-⑦脚同极性感应绕组产生的感应电压，经 R806 限流后，由 D804 整流得到直流电压，送入 Q802 发射极和经 R807、VR801 分压加到 Q803 基极小于 7.5V，使 Q803 截止不导通，从而使 Q802 也不导通。因正常工作时 Q803 的发射级为 6.8V，只有 Q803 基极电压达到 7.5V (6.8V+0.7V<sub>PN 结导通电压</sub>) 时，Q803 才导通输出高电平，供给 Q802 导通。

当 T803 第①-⑤脚绕组上直流电压等于和高于 300V 时，T803 第⑧-⑦脚同名端感应绕组产生的感应电压，经 R806 限流后，由 D804 整流得到直流电压，送入 Q802 发射极和经 R807、VR801 分压加到 Q803 基极等于和大于 7.5V，使 Q803 导通集电极输出高电平，从而使 Q802 也导通集电极输出高电平，从而使 Q802 也导通，使 Q802 集电极输出电压经 D810 钳位，送入 IC801 第④脚 VCC 电压达到 IC 的极限保护值时 IC 就起保护，进入锁定状态。

#### 10. 待机控制电路

当处于待机状态时 IC201 (TMPA8829) 第 (64) 脚输出高电平，使 Q007 导通方向输出低电平，使 Q824 再方向导通集电极输出高电平，使 Q823 导通将集电极连接 IC802 第②脚到 Q823 发射级地，则流过 IC802 光电耦合器的电流增加，当 IC802 第②脚电流增加，使连到电源初级 IC802③脚电流也增加，第③脚为控制输入脚，经 IC 内部控制器电路工作使 MOSFET 导通时间下降，促使开关脉冲占空比下降，使开关电源处于间歇振荡状态，开关变压器的感应电压下降，T803 各次级绕组输出电压下降。这时 T803⑩脚输出电压经 D822 仍有 13V 左右 B+输出。

当 T803 第 (15) - (12) 绕组输出电压下降时，经 D823 整流后，由 D824 钳位到 Q821 发射极，此时 Q821 发射极电压下降约 2V 左右，在待机状态下 Q820、Q821 集电极为 13V 左右，而 Q820 基极被 D834 稳压到 9.1V，经过 Q820 和 Q821 射随器，使 Q821 发射极电压为 7.7V (9.1V-0.7V-0.7V=7.7V)，7.7V 电压加到 Q009、Q010 等组成的复位电路工作，仍可输出+5V 的 CPU 工作 VCC 电压，最终供 CPU 可以正常工作，使 IC201 等 (28) 输出待机、开机指令。当机器正常工作时，使 Q821 发射极为 10V，所以 Q821、Q820 处于截止不导通状态。

#### 11. 个别单元电路介绍

(1) IC801 第⑦脚 RTFC 端子作用：RTFC 端子用于 TFC 工作方式是调节调整管的导通时间 T (on)。如关面所示，TFC 是一个导通间可固定，关断时间可调的工作方式。TFC 端子外接的电阻 R818 调节。TFC 通常用于待机等轻载状态，因此可根据待机负载的大小等电源的设计条件来调节 R818 的大小，得到期待的待机状态。

注意：减小 R818 的阻值，电源的待机的振荡频率可随之增加；反之，电源的待机的振荡频率可随之减小。但是，

随着振荡频率的减小，MOSFET 的峰值电流有增大的倾向，开关变压器可能出现噪音；随着振荡频率的增加，电源的待机功耗也有增大的倾向。所以要具体情况具体对待，选择合适的阻值。

(2) IC801 第⑤脚 BD 端子作用：对 Vds 电压 Bottom 检测电路 BD。此功能在 QR，MBS 工作方式时有效。当调整管的关断期间，检测由辅助绕组产生的 Vds 电压的 Bottom 信号，控制调整管的导通。OCP 电路在调整管的导通期间，检测调整管的漏极电流，在漏极电流超过 IC 规定的阈值 V (ocp) 时，强制关断调整管，这是一个 Pulse-by-pulse 方式的过电流保护电路，当 OCP 状态持续时间 OLP 端子的 OLP 动作时间常数以后，IC 进入锁定状态。开关电流的检测是通过 R (ocp) 进行的，即通过 R814 进行的，当  $I_d \cdot R_{814V} (ocp) = -0.65V$  时 IC 内部的比较器翻转，关断调整管。由于调整管的源极与控制器的公共端相连接，因此 W6856 的 OCP 电路是负电压的检测方式。使用此种负电压检测方式时，调整管的栅极电流不流经 R(ocp)，调整管的最大开关电流不受 R (ocp) 压降的影响。但是要注意使用负电压检测方式时，IC 控制器公共端和电源的地是不相同的，R813 和 C814 是为 OCP 信号而设置的滤波器。在 QR、MBS 工作方式时，MOSFET 的动同是使用 OCP/BD 端子信号的下降沿来控制的。为了降低调整管 D 在导通是由于共振电容 C809 的放电而引起的开关损耗，需要对该信号进行调节以使调整管在开关损耗最小的 Vds 的 Bottom 处导通，即在波谷导通。与开关损耗最小的 Vds 的 Bottom 位置相比，为了得以需要的 BD 信号，需要对辅助绕组的电压 Vd 进行延时，R813 和 C815 就是为此而设置的延时电路。D806 用于阻断调整管在导通期间的辅助绕组的电压。

## 存储器小常识

目前彩电使用的存贮器主要有 24C 系列和 93C 系列以及菲利普的 PCF 系列。24C 系列根据容量大小又可以分为以下几种 24C02/24C04/24C08/24C16/24C32/24C64/24C128/24C256/24C512 等。93 系列根据容量大小又可以分为以下几种，93C46/93C56/93C66/93C86 等。PCF 的主要包括 PCF8522/和 PCF8582/PCF8592 以上几种存贮器都是电可擦除器件。可以反复使用。理论的存贮次数是十万次以上。好多电视数据出现问题，并不是存贮块损坏，只是存贮块中的数据出错。只需要将原存贮块重新写入正确的数据，并不一定非要更换存贮块。

### 常用存贮器代换

一般来说，大容量的存贮块可以代换小容量的存贮块。对于 24C 系列的代换可以分为两种。24C16 可以往下兼容，可以代换 24C02/24C04/24C08。24C08 可以代换 24C04 和 24C02，24C04 可以代换 24C02 但是 24C32 不可以代换 24C02/24C04/24C08/24C16。24C64 可以代换 24C32，24C128 可以代换 24C64 和 24C32。

24C××系列存储器的⑦脚有两种接法：美国 AT、ST、BR 公司生产的 24C××系列存储器其⑦脚需接地才能写入数据；而韩国 KOA、KOR、KS 公司生产的 24C××系列存储器其⑦脚则需接高电平才能写入数据。代换时必须注意，否则不能存台，因此，在更换 24C××系列存储器时，要特别注意其第⑦脚在原机上的接法。若是接地，宜用美国 AT、ST、BR 公司的 24C××直接更换；若是通过一只上拉电阻接+5V；宜用韩国 KOA、KOR、KS 公司的产品直接替换，如果用美国 AT、ST、BR 公司的 24C××代替韩国 KOA、KOR、KS 公司的 24C××，应把第⑦脚接地；反之，应把第⑦脚通过一个 6.8K 左右的上拉电阻接+5V。

飞利浦 PCF 系列存储器大部分和 24C××系列存储器相兼容，即 24C01 和 PCF8522、24C02 和 PCF8582、24C04 和 PCF8592 可互换。PCF8522 与 PCF8581/PCF8582 的接法不同，PCF8522⑦脚需接地，而 PCF8581/8582 ⑦脚则需接高电平。同系列存储器的代换规律也是，尾数大的存储器可代换尾数小的存储器，如 PCF8582 可代换 PCF8581；PCF8598 可代换 PCF8594。

## 电容器的检测方法 with 经验

### 1?固定电容器的检测??

A?检测 10pF 以下的小电容??因 10pF 以下的固定电容器容量太小，用万用表进行测量，只能定性的检查其是否有漏电，内部短路或击穿现象。测量时，可选用万用表 R×10k 挡，用两表笔分别任意接电容的两个引脚，阻值应为无穷

大。若测出阻值(指针向右摆动)为零,则说明电容漏电损坏或内部击穿。

**B?**检测 10PF~0?01μF 固定电容器是否有充电现象,进而判断其好坏。万用表选用 R×1k 挡。两只三极管的β值均为 100 以上,且穿透电流要些?可选用 3DG6 等型号硅三极管组成复合管。万用表的红和黑表笔分别与复合管的发射极 e 和集电极 c 相接。由于复合三极管的放大作用,把被测电容的充放电过程予以放大,使万用表指针摆幅度加大,从而便于观察。应注意的是:在测试操作时,特别是在测较小容量的电容时,要反复调换被测电容引脚接触 A、B 两点,才能明显地看到万用表指针的摆动。

**C?**对于 0?01μF 以上的固定电容,可用万用表的 R×10k 挡直接测试电容器有无充电过程以及有无内部短路或漏电,并可根据指针向右摆动的幅度大小估计出电容器的容量。??

### 2?电解电容器的检测??

**A?**因为电解电容的容量较一般固定电容大得多,所以,测量时,应针对不同容量选用合适的量程。根据经验,一般情况下,1~47μF 间的电容,可用 R×1k 挡测量,大于 47μF 的电容可用 R×100 挡测量。??

**B?**将万用表红表笔接负极,黑表笔接正极,在刚接触的瞬间,万用表指针即向右偏转较大偏度(对于同一电阻挡,容量越大,摆幅越大),接着逐渐向左回转,直到停在某一位置。此时的阻值便是电解电容的正向漏电阻,此值略大于反向漏电阻。实际使用经验表明,电解电容的漏电阻一般应在几百 kΩ 以上,否则,将不能正常工作。在测试中,若正向、反向均无充电的现象,即表针不动,则说明容量消失或内部断路;如果所测阻值很小或为零,说明电容漏电大或已击穿损坏,不能再使用。

**C?**对于正、负极标志不明的电解电容器,可利用上述测量漏电阻的方法加以判别。即先任意测一下漏电阻,记住其大小,然后交换表笔再测出一个阻值。两次测量中阻值大的那一次便是正向接法,即黑表笔接的是正极,红表笔接的是负极。

**D?**使用万用表电阻挡,采用给电解电容进行正、反向充电的方法,根据指针向右摆动幅度的大小,可估测出电解电容的容量。??

### 3?可变电容器的检测??

**A?**用手轻轻转动转轴,应感觉十分平滑,不应感觉有时松时紧甚至有卡滞现象。将载轴向前、后、上、下、左、右等各个方向推动时,转轴不应有松动的现象。

**B?**用一只手转动转轴,另一只手轻摸动片组的外缘,不应感觉有任何松脱现象。转轴与动片之间接触不良的可变电容器,是不能再继续使用的。

**C?**将万用表置于 R×10k 挡,一只手将两个表笔分别接可变电容器的动片和定片的引出端,另一只手将转轴缓缓转动几个来回,万用表指针都应在无穷大位置不动。在转动转轴的过程中,如果指针有时指向零,说明动片和定片之间存在短路点;如果碰到某一角度,万用表读数不为无穷大而是出现一定阻值,说明可变电容器动片与定片之间存在漏电现象。

## 解读色环稳压二极管

由于小功率稳压二极管体积小,在管子上标注型号较困难,所以一些国外产品采用色环来表示它的标称稳定电压值。如同色环电阻一样,环的颜色有棕、红、橙、黄、绿、蓝、紫、灰、白、黑,它们分别用来表示数值 1、2、3、4、5、6、7、8、9、0。有的稳压二极管上仅有 2 道色环,而有的却有 3 道。最靠近负极的为第 1 环,后面依次为第 2

环和第3环。仅有2道色环的。标称稳定电压为两位数，即“xx V”(几十伏)。第1环表示电压十位上的数值，第2环表示个位上的数值。如：第1、2环颜色依次为红、黄，则为24V。有3道色环，且第2、3两道色环颜色相同的。标称稳定电压为一位整数且带有一位小数，即“x.x V”(几点几伏)。第1环表示电压个位上的数值。第2、3两道色环（颜色相同）共同表示十分位（小数点后第一位）的数值。如：第1、2、3环颜色依次为灰、红、红，则为8.2V。有3道色环，且第2、3两道色环颜色不同的。标称稳定电压为两位整数并带有一位小数，即“xx.x V”(几十几点几伏)。第1环表示电压十位上的数值。第2环表示个位上的数值。第3环表示十分位（小数点后第一位）的数值。不过这种情况较少见，笔者仅见过棕、黑、黄（10.4V）和棕、黑、灰（10.8V）这两种。

## 从保险管中看维修

现在的电器中都有保险管，保险管烧掉是常有的事，但我们在维修中一般很少去研究它，由于保险管熔断与电路过流状况有一定的因果关系，所以可根据保险管的损坏状况分析故障程度。

- 1 保险管炸裂或内陪发黑，说明与之相关的电路中有严重短路或过流元件，应检查更换损坏器件后再更换保险管。
- 2 保险管未炸裂但内管壁为白色的雾状物，这说明与之相关的电路中有元件性能参数变化而过流，此时应检查更换性能参数已变化的元器件后再更换保险管。
- 3 保险管完好仅内部保险丝烧断，说明与之相关的电路中没有元件器损坏，可能仅仅因为偶然干扰或开机电流冲击造成的，有的则为熔断丝欠佳，可直接更换保险管。

## 自学电子技术的几个“要”

学习电子技术，基础构筑一定要牢靠。就说读图，不能出错，还要速度快，要习惯成自然。

检测元器件，要坚持理论指导实践，如测三极管，理解了输入特性曲线及不同工作点在输出特性曲线上形成的信号投影，无论是用普通电表，还是用图示仪，都能准确地作出结论。有的人焊了拆，拆了焊，大量的操作积累了经验，自然熟能生巧，基本技能完善，才能失误少，效率高。

要养成积累经验的习惯，在书报上看到对自己有益的东西，应该抄在练习本上，典型数据要摘录下来。

学习电子技术，要尽可能地建立一个独立工作间（无论在工厂、在自己家或在修理门市部），以避免别人随意干扰，使修理保持连续性，减少失误和事故。多种形式兼学可以加深理解，但一定要以一种学习方式为主，这样才能保持系统性。

学到的知识，要勤于实践验证，真正理解，把它变成自己的东西。

学习电子技术，要把不断地自我完善和永无止境地探索当作毕生奋斗的事业。收藏二手仪表仪器，对掌握专业知识是有益的。走二手市场的门道，购置从测试仪器到信号系统，直到分析系统的全套电子工程设备，你就为自己成为高级技术人才铺垫了一些物质基础，还可以做出一些发明创造。

要学好电子技术，业余制作是必不可少的。失败了不气馁，隔段时间再接着干，要经得住失败和挫折，要有必胜的信心；成功了，不要停顿，下一个制作接着进行。

相关技术也要会一些，如机箱金加工，塑料加工等。元器件、工具的保管要分门别类，有条不紊，这也是水平和人品的象征。

要结交几个朋友，进行技术协作和经验交流，技术上不能怕难，也不能保守。打麻将、喝酒成瘾的人，难以学好任何技术，唯有投入毕生精力进行大量制作、开发、维修，为成百上千台机器做过手术的人，才可能进入技术的自由世界。

---

年轻人学习电子技术，对待技术进步要有科学的态度。要善于从旧电器的结构和元器件中，分析出设计者的意图和当时的水平，了解电子科学发展史，汲取自己需要的东西。

要善于搜集旧机旧件，学会淘金，从二手货堆里锻炼鉴别能力，强化基础知识，扩大物质基础，建立技术保险体系。面对新技术，要积极迎战，要凝心沉气，把别人发表在报刊上的文章看懂，实在看不懂的，也要坚持看个大概，并有所记忆，说不定换个场合，就茅塞顿开，恍然大悟，派上用场。

要掌握电子技术，为人要厚道，特别不能看到别人急缺什么零件，乘机哄抬价格，这样会失去人气，技术也会枯竭。大家你帮我助，能形成一种热烈的氛围，犹如加进了技术长进的催化剂。

面对级别比你高的同事，既要有谦让精神又要实事求是。电子爱好者之间的竞争，主观意向和环境的引导监督，都应该朝着合理的发展方向。

学技术的人，每天进步是一样的，每天进步多少却大不一样。电子爱好者也应该有一个较为客观的自我定位，把握住理想与现实的距离。

获取更多资料 微信搜索 蓝领星球