

看图识元件，必备电子知识

一、电压，电流

电压和电流是亲兄弟，电流是从电压（位）高的地方流向电压（位）低的地方，有电流产生就一定是因为有电压的存在，但有电压的存在却不一定会产生电流——如果只有电压而没有电流，就可证明电路中有断路现象（比如电路中设有开关）。另外有时测量电压正常但测量电流时就不一定正常了，比如有轻微短路现象或某个元件的阻值变大现象等，所以在检修中一定要将电压值和电流值结合起来进行分析。在用万用表测试未知的电压或电流时一定要把档位设成最高档，如测量不出值来再逐渐地调低档位。

注：电压的符号是“V”，电流的符号是“A”。

二、电阻器

各种材料对它所通过的电流呈现有一定的阻力，这种阻力称为电阻，具有集总电阻这种物理性质的实体（元件）叫电阻器（简单地说就是有阻值的导体）。它的作用在电路中是非常重要的，在电脑各板卡及外设中的数量也是非常多的。它的分类也是多种多样的，如果按用处分类有：限流电阻、降压电阻、分压电阻、保护电阻、启动电阻、取样电阻、去耦电阻、信号衰减电阻等；如果按外形及制作材料分类有：金膜电阻、碳膜电阻、水泥电阻、无感电阻、热敏电阻、压敏电阻、拉线电阻、贴片电阻等；如果按功率分类有：1/16W、1/8W、1/4W、1/2W、1W.....等等。



以上这些电阻都是常见的电阻，所以它们的阻值标称方法我们一定要知道，下面我就以电脑主机内各板卡上最为常见的贴片电阻为例介绍一下（其它的电阻标称方法同样）：贴片电阻的标称方法有数字法和色环法这两种。先说数字法，通常有电阻上有三个数字 XXX，前两个数字依次是十位和个位，最后的那个数字是 10 的 X 次方，这个电阻的具体阻值就是前两个数组成的两位数乘上 10 的 X 次方欧姆，如标有 104 的电阻器的阻值就是 100000 欧姆（即 100K Ω ）、标有 473 的电阻器的阻值就是 47000 欧姆（即 47K Ω ）；下面笔者再说一下色环法，这个标称方法是在所有电阻标称法中最普遍的（贴片外形的相对较少），常见的色环通常有四个环，我们把金色或银色环定为最后的那一环，前三个环的颜色都对应着相应的数字，我们知道数字后就要用上面说的数字法读其阻值了，但我们一定要先知道什么颜色代表什么数字才行，所以我们一定要记住这样一个口诀——黑棕红橙黄绿蓝紫灰白，它们分别对应着 0123456789，至于金色和银色分别表示 10^{-1} 和 10^{-2} ，这两色在四色环电阻中只是标明误差值而已，故只要了解就行了。下面我同样举两个例子说明，以便理解记忆，如标有棕黑黄银色环的电阻器的阻值是 100000 欧姆（即 100K Ω ）、标有黄紫橙金色环的电阻的阻值是 47000 欧姆（即 47K Ω ）。

还有一种五色环电阻，这种电阻都是一些阻值相对较小、精度相对比较高的电阻器，由于在电脑外设中也有应用，所以我也介绍一下：它是以金色或银色为倒数第二个环，前三个色环分别是百位、十位、个位，最后一个色环是误差值，这样的电阻器的具体阻值就是前三个色环代表的三个数组成的三位数乘上 10 的负 1 次方或负 2 次方欧姆，如标有棕紫绿银棕色环的电阻器的阻值是 1.75 Ω 。

关于电阻的一些基础知识也就这么多了，只是在代换时还要注意电阻的功率，通常用 1/4 或 1/8 的电阻来代换贴片电阻是没什么问题的。

注：采用数字法的贴片电阻器多为黑色，电阻在电路中的符号为“R”。

三、电容器

除电阻器外最常见的就是电容器了，简单地讲电容器就是储存电荷的容器。对于电容的外形可能多数搞硬件的人都知道，所以笔者只简单说一说。常见的电容按外形和制作材料分类可分为：贴片电容、钽电解电容、铝电解电容、OS 固体电容、无极电解电容、瓷片电容、云母电容、聚丙稀电容。



其中贴片电容在电脑主机内的各种板卡上最为常见，但只有少量的贴片电容才有标识，有标识的贴片电容的容量读取方法和贴片电阻一样，只是单位符号为 pF ($1000000\text{pF}=1\mu\text{F}$)，至于多数贴片电容为什么多数都没有标识，我想可能与其不易损坏不无关系。在电脑电源盒和彩显以及很多外设中有很多瓷片电容和各种金属化电

容，所以笔者也要说一下，这样的电容都属于无极性电容，它们的容量标称方法和数字型电阻一样，只是有的电容会用一个“n”，这个“n”的意思是 1000，而且它的所处位置和容量值也有关系，如标称 10n 的电容的容量就是 10000pF（即 0.01μF）、标称为 4n7 的电容的容量就是 4700pF（即 4.7n）而并非是 47000pF，至于这两种电容的耐压值，都是在电容上标出来的，如 65V、100V、400V.....等（只有少数不标，但通常也都在 65V 以上）。

下面我再再说一说铝电解电容器，它的特点就是容量大且成本低，所以被广泛应用在各板卡上和电源盒中以及绝大多数的外设中。有的厂家为了降低生产成本，所以采用了很多耐压值相对比较低的电容，比如给 5V 的电压用耐压 6.5V 的滤波电容。虽然也能用，但故障率却稍高了一些，再加上它的热稳定性不是很高，所以更换铝电解电容器是很平常的事。只是在更换时要用耐压值在实际电压 1.5 倍以上的电容器，而且还要注意正负极不能够接反，尤其是电源部分的电解电容更要注意这两点，否则就可能会发生电容爆裂事件。

另外电容还有一个品牌问题，不同品牌的电阻只是误差值不一样而已，但不同品牌的电容就是寿命和质量的不同了，比如各种损耗和绝缘电阻以及温度系数的不同等。下面笔者就介绍几个比较好的品牌给大家：PHILIPS（飞利浦）、RubyconBLACK GATE（黑金钢）、Rubycon（红宝石）、ELNA、ROE、SOLENA、Nichicon、DECON、WIMA（此品 1μF 以上容量的电容非常贵）、RIFA、ERO，如果您实在认不好的话您只要记住凡是电容上有 C、D 两个字母（均为前缀）的电容都不要买，这样的电容都不是世界名厂生产的，甚至有些电容用在电脑板卡中可能还会造成不好的影响。这些电容只能用到对电容性能要求不是很高的产品中（比如用到 4 元钱一个的收音机中），其在容量和其它一些性能指标上的误差非常大，就算是新出厂的产品也就能保证 4 年左右能有比较好的性能，所以根本就不能装到电脑配件中。

注：贴片电容器多为灰色，电容在电路中的符号为“C”。

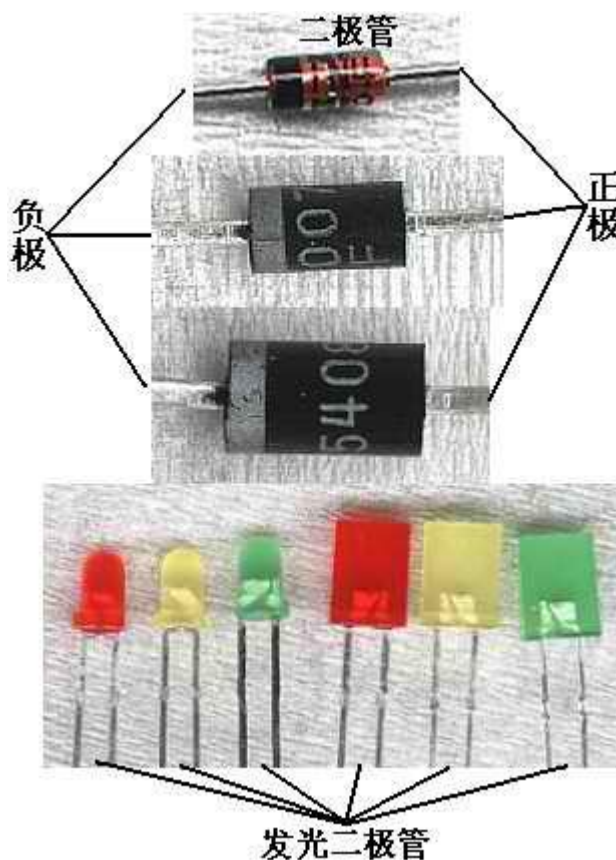
四、电感器

电感是用线圈制作的，它的作用多是扼流滤波和滤除高频杂波，它的外形有很多种：有的像电阻、有的像二极管、有的一看上去就是线圈。通常只有像电阻的那种电感才能读出电感值，因为只有这种有色环，其它的就没有了。贴片电感的外形和数字标识型贴片电阻是一样的，只是它没有数字，取而代之的是一个圆圈。由于电感的使用数量不是太多，故大家只要了解一下就行了。另外在一定意义上说各种变压器其实都是由电感器组成的。

注：电感在电路中的符号为“L”。

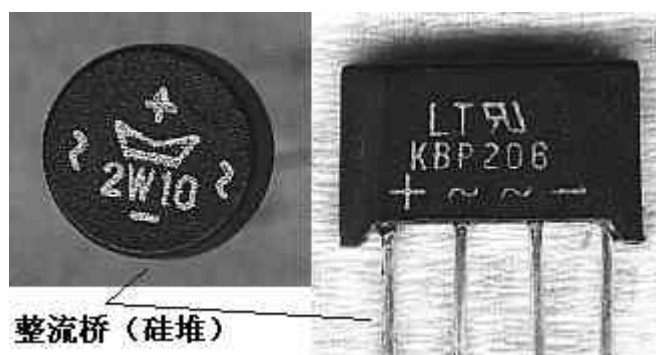
五、二极管

二极管属于半导体，它由 N 型半导体与 P 型半导体构成，它们相交的界面上形成 PN 结。二极管的主要特点就是单向导通，而反向截止，也就是正电压加在 P 极，负电压加在 N 极，所以二极管的方向性是非常重要的。



从二极管的作用上分类可分为：整流二极管、降压二极管、稳压二极管、开关二极管、检波二极管、变容二极管；从制作材料上可分为硅二极管和锗二极管。无论是什么二极管，都有一个正向导通电压，低于这个电压时二极管就不能导通，硅管的正向导通电压在 $0.6V \sim 0.7V$ 、锗管在 $0.2V \sim 0.3V$ ，其中 $0.7V$ 和 $0.3V$ 是二极管的最大正向导通电压——即到此电压时无论电压再怎么升高（不能高于二极管的额定耐压值），加在二极管上的电压也不会再升高了。

上面说了二极管的正向导通特性，二极管还有反向导通特性，只是导通电压要相对高出正向许多，其它的和正向导通差不多。稳压二极管就是利用这个原理做成的，但由于这个理论说下去可能篇幅会太长，所以只做简介，您只要记住反向漏电流越小就证明这个二极管的质量越好，质量较好的硅管在几毫安至几十毫安之间、锗管在几十毫安至几百毫安之间。

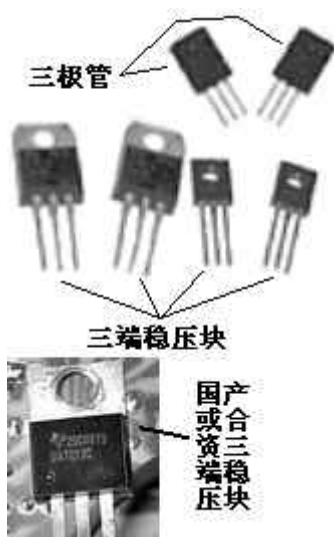


下面笔者再说一下不同的二极管的不同作用：彩显中有很多整流二极管，有四个整流二极管的作用是将 220V 的交流电变换成 300V 直流电，也就是最著名的整流桥电路，当然，有相当一部分彩显已将这四个二极管整合为一个硅堆了。不过无论是分立元件还是整合的，它们所使用的二极管都是低频二极管，但经过开关电源电路后输出的电压就要用开关二极管或快速恢复二极管了。这一点一定要记住，因为如果用低频二极管去对高频电压整流的话是会烧掉二极管的，甚至会烧坏其它元件。不过如果是将高频二极管用到低频电路中是没有问题的。另外二极管和电容一样是有耐压值的，所以只有耐压值高于实际电压的二极管才能放心使用。稳压二极管也很常见，它能将较高的电压稳定到它的额定电压值上，但是它的接法和二极管是相反的，因为它利用的是反向导通原理。

注：二极管在电路中的符号为“VD”或“D”，稳压二极管的符号为“ZD”。

六、三极管

三极管的作用是放大或开关或调节，它在电脑主机中为数不多，但在显示器以及一些外设中的数量就不是很少了。它可按半导体基片材料的不同分为 PNP 型和 NPN 型，看到这大家不难理解三极管就是二个二极管结合到了一起而已。但是在这里 P 和 N 已经不是单纯的正或负极的关系了，而是分为 B 极（基极）、C 极（集电极）、E 极（发射极），无论是 PNP 型还是 NPN 型，B 极都是控制极，只是 PNP 型三极管的 B 极要用低于发射极的电压进行导通控制，而 NPN 型三极管的 B 极要用高于发射极的电压进行导通控制罢了。另外三极管也有最大耐压值和最大功率值的，所以要尽量避免小马拉大车的情怀发生，不然的话后果可能就会很严重了。



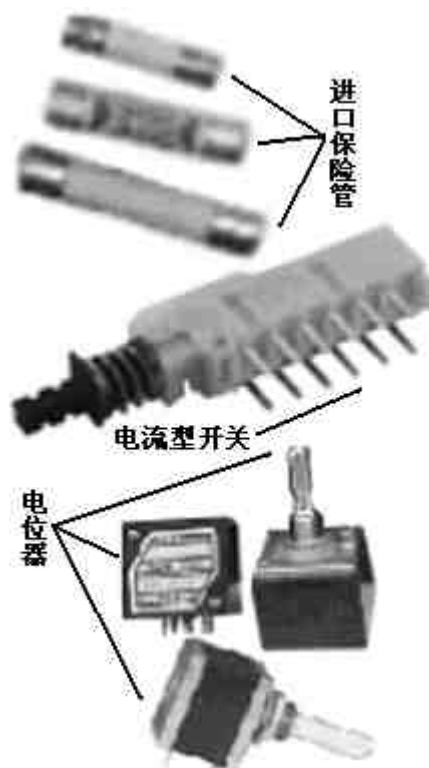
注：三极管在电路中的符号是“VT”或“Q”或“V”。

七、电位器

电位器也可理解成阻值可变的可调电阻，但它并不同于可变电阻，电位器的引脚都在 3 脚以上。电位器的作用主要是调节各种信号或电压的值，除了主机中的各板卡以外，它的使用还是很广泛的，从彩显到有源多媒体音箱几乎所有设备都有电位器的存在。在通常情况下，我们最好不要去动电路中的电位器（机外各种调节旋钮电位器除外），尤其是电源部分的，因为很多值我们在手工条件下是根本无法调节到最佳值的。当然，如果是因为损坏而一定要更换时就另当别论了，但是也一定要选用同一规格的电位器且要把它调到和原电位器差不多的条件下再试机，这样做就可保险一些了。另外电位器的制作材料也是不尽相同的，大体上分三类：金属膜电位器、合成碳质电位器、金属—玻璃

釉电位器。

注：在电路中电位器的符号为“W”。



八、稳压块和保险管

稳压块的作用是将电压进行降压处理并稳定为某一固定的值后输出，如三端稳压块 7805 可将小于 35V 的电压降成稳定的 5V 输出电压，它比只使用一只稳压二极管进行稳压的电路要好得多，成本也不是很高，所以应用还是很广泛的。

常见的三端稳压块可分为正电压稳压块和负电压稳压块两种，正电压的有 78XX 系列、负电压的有 79XX 系列，它们两个是不能互换使用的，所以大家在选用时不要弄混。当然，稳压块并非只有这两个系列，而且还有四端稳压块和五端稳压块，只是在电脑系统中这两个系列最为常见罢了；另外稳压块是有小、中、大功率之分的，在代换时不要用小功率的去代大功率的，但用大功率的去代换小功率的是没有任何问题的。

至于品牌方面也是有所讲究的，有些质量不好的稳压块的稳压值和标称值的误差是很大的，甚至有些品牌的稳压块的热稳定性能非常不好，常常引发奇怪的故障。在笔者用过的多个品牌的稳压块中有四个品牌的质量和性能算是很好的，它们分别是：ST（意法）、AN（松下）、LM（美国国半）、MC（摩托罗拉），它们具体的品牌可从型号的前缀中看出来。

说到保险管可能有人会说：“这有什么可说的啊？不就是细铜丝嘛！”。其实不然，保险管也是很有讲究的，保险管分为直流保险管和交流延时保险管两种，而且还有电流保险和电压保险之分，它们也是不能互换使用的，不然就很可能起不到保险作用了，甚至有时会一开机就烧保险，保险管的熔断电流一般在用电器额定电流的 1.5~2 倍之间才能起到较好的保险作用，所以在发现保险管熔断后应尽量采用和原保险管熔断电流相差不多的新保险管代替；另外保险管也是有耐压值，所以大家要格外注意，不然可能会连烧保险管的。

注：稳压块在电路中的符号是“IC”。

九、集成块

集成块可以说是电脑系统中各部件的主要核心部分，除了一些随处可见的模拟信号处理集成块以外，如 CPU、RAM、ROM 和南、北桥芯片以及显卡芯片等均属于集成块范畴。虽然集成块的数量多，作用最重要，但它的故障率却是最低的，如果没有高电压的“袭击”、外围元件的严重短路现象，基本上是不会损坏的，而且就算是坏掉了，有些集成块也是很难更换的。有很多人一听要更换集成块就会说万一不小心是会将新集成块被静电击穿的，其实不是所有集成块都怕人体或烙铁上的静电的，只有低电压的小信号处理 COMS 型集成块是怕这种静电的，所以大家不必太过于担心。



集成块的内部结构基本上全是半导体，它是将数以万计的晶体管集中制成一个何种很小的元件，正因为如此，有很多集成块是可以互相代换的，只要它们的引脚功能相同、工作电压一致、各引脚的电压也一样的话，就可以互换使用，这一特点对于某些在市场上买不到或售价过高的集成块的换新是非常有用的；另外集成块的质量是有产地之别的，进口货质量最好，合资产品次之，国产的集成块就最差了，所以它们的价钱也是相差悬殊的，最“悬”的时候会有 10: 1 的差距；区分国产集成块并不是很难，型号前缀为“CD”的产品绝对是国产货，型号前缀为“OM”的可能是国产货也可能是合资产品。

注：集成块和我们常说的集成电路是一个概念，集成块在电路中的符号是“IC”或“N”或“U”。

十、晶振

晶振是采用石英晶体的振荡器，它的精度很高，而且能产生非常稳定的频率，热稳定性也要好于分立元件式振荡器。在作用上来看，可以说晶振是各板卡的“心跳”发生器，人的“心跳”如果乱了就会生病，同样，如果电脑板卡的“心跳”乱了同样会出现各种怪故障。由于在电脑中的晶振频率普遍都比较高，环境温度又相对较高，所以晶振的故障率并不是很低，通常在更换晶振时都要用相同型号的新品，原因是有相当一部分电路对晶振的要求是非常严格的，这些电路不但要求新晶振的频率要和原晶振一致，甚至连后缀字母都要一模一样(晶振是有串、并联之分的)，否则就无法正常工作，所以大家在更换晶振时要多留一下心，尽量用完全一样的新品来代换故障晶振。

注：晶振在电路中的符号是“X”或“G”或“Z”。

十一、开关

开关是很常见的一种元器件，在所有的配件中都有开关，严格地讲，各种板卡上的跳线以及键盘和鼠标的按键也都属于开关。开关的分类笔者在此无法进行详细叙述，因为它的分类实在是太多了，所以笔者就将其大概分成电流型开关和电压型开关这两种，电压型开关只是用来进行信号电位的控制，比如跳线开关以及键盘和鼠标等的开关；电流型开关是用来对电源进行控制的，比如有源音箱的电源开关和多功能插座上的开关等，这样的开关在闭合后会有比较大的电流通过，瞬间较大的电流会在开关内产生火花，火花又会氧化开关，所以不要对电流型开关进行频繁的闭合、断开操作以保障其能有较长的使用寿命。

注：开关在电路中的符号为“S”。

十二、胶与线材

胶在 DIY 一族中是很常用一种物品，但是不同的物件是要用不同的胶来粘的，下面笔者就举几个例子：如果要粘比较薄的硬塑料或 ABS 塑料物品断面就要用 502 之类的快干强力胶（如光驱托盘），如果要粘相对较固定的物品最好选用强力氯丁胶（如加装散热片可在边缘上胶），如果要粘硬度较高的物品可用 AB 胶（如彩显外壳或金属），如果要固定某一物品可用热熔胶（如固定机箱风箱或扬声器等）。

关于线材的选用也是有一些讲究的，比如您要买几米多媒体音箱用的音箱线时，就要选 50 芯以上的音响专用无氧铜线材，不然声音听起来就会有高频欠缺、低频力度不够的感觉，而且还会日渐严重；又比如您要买十几米电脑用的电源延长线，您就要买 1.5mm^2 的优质多股铜线材了（1 平方毫米的铜线安全电流在 $8\text{A}\sim 10\text{A}$ 左右），如果质量和线径比较凑合的话是可能会引发事故的；另外线材也是有最高耐压值的，所以在选购时也要注意一下。

注：胶与线材最好在规模相对大一些的五金公司购买，至于电脑上用的各种信号线也尽量选择那些大的电脑配件商家，只有这样才能尽量保证产品的质量。

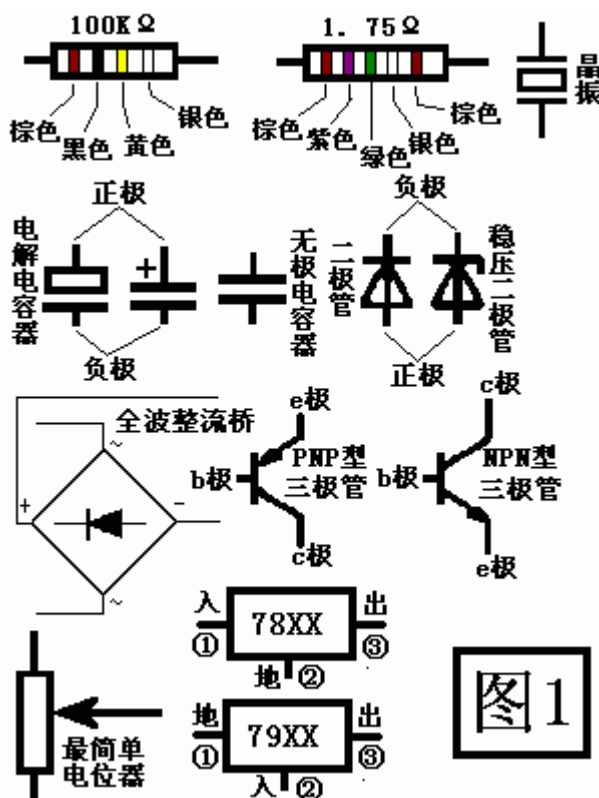


图1

如何识别常用元器件

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（ Ω ），倍率单位有：千欧（K Ω ），兆欧（M Ω ）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（ μF ）、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 μF / 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 μF 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 μF 、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 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 μH （误差 5%）的电感。电感的基本单位为：亨（H） 换算单位有：1H=103mH=106 μH 。

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。

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。

变压器的基本知识

变压器几乎在所有的电子产品中都要用到，它原理简单但根据不同的使用场合（不同的用途）变压器的绕制工艺会有所不同的要求。变压器的功能主要有：电压变换；阻抗变换；隔离；稳压（磁饱和变压器）等，变压器常用的铁心形状一般有 E 型和 C 型铁心。

一、变压器的基本原理

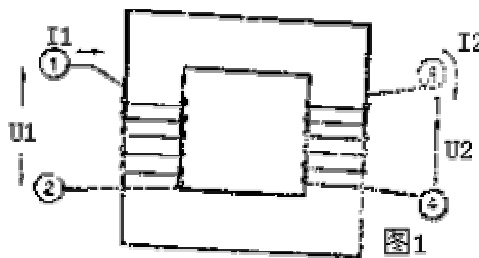


图1是变压器的原理简图，当一个正弦交流电压 U_1 加在初级线圈两端时，导线中就有交变电流 I_1 并产生交变磁通 Φ_1 ，它沿着铁心穿过初级线圈和次级线圈形成闭合的磁路。在次级线圈中感应出互感电势 U_2 ，同时 Φ_1 也会在初级线圈上感应出一个自感电势 E_1 ， E_1 的方向与所加电压 U_1 方向相反而幅度相近，从而限制了 I_1 的大小。为了保持磁通 Φ_1 的存在就需要有一定的电能消耗，并且变压器本身也有一定的损耗，尽管此时次级没接负载，初级线圈中仍有一定的电流，这个电流我们称为“空载电流”。

如果次级接上负载，次级线圈就产生电流 I_2 ，并因此而产生磁通 Φ_2 ， Φ_2 的方向与 Φ_1 相反，起了互相抵消的作用，使铁心中总的磁通量有所减少，从而使初级自感电压 E_1 减少，其结果使 I_1 增大，可见初级电流与次级负载有密切关系。当次级负载电流加大时 I_1 增加， Φ_1 也增加，并且 Φ_1 增加部分正好补充了被 Φ_2 所抵消的那部分磁通，以保持铁心里总磁通量不变。如果不考虑变压器的损耗，可以认为一个理想的变压器次级负载消耗的功率也就是初级从电源取得的电功率。变压器能根据需要可以通过改变次级线圈的圈数而改变次级电压，但是不能改变允许负载消耗的功率。

二、变压器的损耗

当变压器的初级绕组通电后，线圈所产生的磁通在铁心流动，因为铁心本身也是导体，在垂直于磁力线的平面上就会感应电势，这个电势在铁心的断面上形成闭合回路并产生电流，好象一个旋涡所以称为“涡流”。这个“涡流”使变压器的损耗增加，并且使变压器的铁心发热变压器的温升增加。由“涡流”所产生的损耗我们称为“铁损”。另外要绕制变压器需要用大量的铜线，这些铜导线存在着电阻，电流流过时这电阻会消耗一定的功率，这部分损耗往往变成热量而消耗，我们称这种损耗为“铜损”。所以变压器的温升主要由铁损和铜损产生的。

由于变压器存在着铁损与铜损，所以它的输出功率永远小于输入功率，为此我们引入了一个效率的参数来对此进行描述， $\eta = \text{输出功率} / \text{输入功率}$ 。

三、变压器的材料

要绕制一个变压器我们必须对与变压器有关的材料要有一定的认识，为此这里我就介绍一下这方面的知识。

1、铁心材料：

变压器使用的铁心材料主要有铁片、低硅片，高硅片，的钢片中加入硅能降低钢片的导电性，增加电阻率，它可减少涡流，使其损耗减少。我们通常称为加了硅的钢片为硅钢片，变压器的质量所用的硅钢片的质量有很大的关系，硅钢片的质量通常用磁通密度 B 来表示，一般黑铁片的 B 值为 6000-8000、低硅片为 9000-11000，高硅片为 12000-16000。

2、绕制变压器通常用的材料有

漆包线，沙包线，丝包线，最常用的漆包线。对于导线的要求，是导电性能好，绝缘漆层有足够耐热性能，并且要有一定的耐腐蚀能力。一般情况下最好用 Q2 型号的高强度的聚脂漆包线。

3、绝缘材料

在绕制变压器中，线圈框架层间的隔离、绕阻间的隔离，均要使用绝缘材料，一般的变压器框架材料可用酚醛纸板制作，层间可用聚脂薄膜或电话纸作隔离，绕阻间可用黄腊布作隔离。

4、浸渍材料：

变压器绕制好后，还要过最后一道工序，就是浸渍绝缘漆，它能增强变压器的机械强度、提高绝缘性能、延长使用寿命，一般情况下，可采用甲酚清漆作为浸渍材料。

测判三极管的口诀

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(如这两个电极分别为 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开集电极 **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。

常用电子元件检测方法

一、电阻器的检测方法经验：

1. 固定电阻器的检测。**A** 将两表笔(不分正负)分别与电阻的两端引脚相接即可测出实际电阻值。为了提高测量精度，应根据被测电阻标称值的大小来选择量程。由于欧姆挡刻度的非线性关系，它的中间一段分度较为精细，因此应使指针指示值尽可能落到刻度的中段位置，即全刻度起始的 **20%~80%** 弧度范围内，以使测量更准确。根据电阻误差等级不同。读数与标称阻值之间分别允许有 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 或 $\pm 20\%$ 的误差。如不相符，超出误差范围，则说明该电阻值变值了。**B** 注意：测试时，特别是在测几十 $k\Omega$ 以上阻值的电阻时，手不要触及表笔和电阻的导电部分；被检测的电阻从电路中焊下来，至少要焊开一个头，以免电路中的其他元件对测试产生影响，造成测量误差；色环电阻的阻值虽然能以色环标志来确定，但在使用时最好还是用万用表测试一下其实际阻值。

2. 水泥电阻的检测。检测水泥电阻的方法及注意事项与检测普通固定电阻完全相同。

3. 熔断电阻器的检测。在电路中，当熔断电阻器熔断开路后，可根据经验作出判断：若发现熔断电阻器表面发黑或烧焦，可断定是其负荷过重，通过它的电流超过额定值很多倍所致；如果其表面无任何痕迹而开路，则表明流过的电流刚好等于或稍大于其额定熔断值。对于表面无任何痕迹的熔断电阻器好坏的判断，可借助万用表 **R $\times 1$** 挡来测量，为保证测量准确，应将熔断电阻器一端从电路上焊下。若测得的阻值为无穷大，则说明此熔断电阻器已失效开路，若测得的阻值与标称值相差甚远，表明电阻变值，也不宜再使用。在维修实践中发现，也有少数熔断电阻器在电路中被击穿短路的现象，检测时也应予以注意。

4. 电位器的检测。检查电位器时，首先要转动旋柄，看看旋柄转动是否平滑，开关是否灵活，开关闭、断时“喀哒”声是否清脆，并听一听电位器内部接触点和电阻体摩擦的声音，如有“沙沙”声，说明质量不好。用万用表测试时，先根据被测电位器阻值的大小，选择好万用表的合适电阻挡位，然后可按下述方法进行检测。

A.用万用表的欧姆挡测“**1**”、“**2**”两端，其读数应为电位器的标称阻值，如万用表的指针不动或阻值相差很多，则表明该电位器已损坏。

B.检测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，这时电阻值越小越好。再顺时针慢慢旋转轴柄，电阻值应逐渐增大，表头中的指针应平稳移动。当轴柄旋至极端位置“**3**”时，阻值应接近电位器的标称值。如万用表的指针在电位器的轴柄转动过程中有跳动现象，说明活动触点有接触不良的故障。

5. 正温度系数热敏电阻(PTC)的检测。检测时，用万用表 **R $\times 1$** 挡，具体可分两步操作：**A** 常温检测(室内温度接近 **25 $^{\circ}\text{C}$**)：将两表笔接触 **PTC** 热敏电阻的两引脚测出其实际阻值，并与标称阻值相对比，二者相差在 $\pm 2\Omega$ 内即为正常。实际阻值若与标称阻值相差过大，则说明其性能不良或已损坏。**B** 加温检测：在常温测试正常的基础上，即可进行第二步测试—加温检测，将一热源(例如电烙铁)靠近 **PTC** 热敏电阻对其加热，同时用万用表监测其电阻值是否随温度的升高而增大，如是，说明热敏电阻正常，若阻值无变化，说明其性能变劣，不能继续使用。注意不要使热源与 **PTC** 热敏电阻靠得过近或直接接触热敏电阻，以防止将其烫坏。

6. 负温度系数热敏电阻(NTC)的检测。

(1)、测量标称电阻值 **R_t**

用万用表测量 **NTC** 热敏电阻的方法与测量普通固定电阻的方法相同，即根据 **NTC** 热敏电阻的标称阻

值选择合适的电阻挡可直接测出 R_t 的实际值。但因 NTC 热敏电阻对温度很敏感，故测试时应注意以下几点：**A.** R_t 是生产厂家在环境温度为 25°C 时所测得的，所以用万用表测量 R_t 时，亦应在环境温度接近 25°C 时进行，以保证测试的可信度。**B.** 测量功率不得超过规定值，以免电流热效应引起测量误差。**C.** 注意正确操作。测试时，不要用手捏住热敏电阻体，以防止人体温度对测试产生影响。

(2)、估测温度系数 α_t

先在室温 t_1 下测得电阻值 R_{t1} ，再用电烙铁作热源，靠近热敏电阻 R_t ，测出电阻值 R_{t2} ，同时用温度计测出此时热敏电阻 R_t 表面的平均温度 t_2 再进行计算。

7. 压敏电阻的检测。用万用表的 $R \times 1k$ 挡测量压敏电阻两引脚之间的正、反向绝缘电阻，均为无穷大，否则，说明漏电流大。若所测电阻很小，说明压敏电阻已损坏，不能使用。

8. 光敏电阻的检测。**A** 用一黑纸片将光敏电阻的透光窗口遮住，此时万用表的指针基本保持不动，阻值接近无穷大。此值越大说明光敏电阻性能越好。若此值很小或接近为零，说明光敏电阻已烧穿损坏，不能再继续使用。**B** 将一光源对准光敏电阻的透光窗口，此时万用表的指针应有较大幅度的摆动，阻值明显减小。此值越小说明光敏电阻性能越好。若此值很大甚至无穷大，表明光敏电阻内部开路损坏，也不能再继续使用。**C** 将光敏电阻透光窗口对准入射光线，用小黑纸片在光敏电阻的遮光窗上部晃动，使其间断受光，此时万用表指针应随黑纸片的晃动而左右摆动。如果万用表指针始终停在某一位置不随纸片晃动而摆动，说明光敏电阻的光敏材料已经损坏。

二、电容器的检测方法经验

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 $R \times 10k$ 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 $10pF \sim 0.01\mu F$ 固定电容器是否有充电现象，进而判断其好坏。万用表选用 $R \times 1k$ 挡。两只三极管的 β 值均为 100 以上，且穿透电流要小。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 $0.01\mu F$ 以上的固定电容，可用万用表的 $R \times 10k$ 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， $1 \sim 47\mu F$ 间的电容，可用 $R \times 1k$ 挡测量，大于 $47\mu F$ 的电容可用 $R \times 100$ 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 $k\Omega$ 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 $R \times 10k$ 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旋转几个来回,万用表指针都应在无穷大位置不动。在旋动转轴的过程中,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。

三、电感器、变压器检测方法与经验

1.色码电感器的检测

将万用表置于 $R \times 1$ 挡,红、黑表笔各接色码电感器的任一引出端,此时指针应向右摆动。根据测出的电阻值大小,可具体分下述三种情况进行鉴别:

A.被测色码电感器电阻值为零,其内部有短路性故障。**B.**被测色码电感器直流电阻值的大小与绕制电感器线圈所用的漆包线径、绕制圈数有直接关系,只要能测出电阻值,则可认为被测色码电感器是正常的。

2.中周变压器的检测

A.将万用表拨至 $R \times 1$ 挡,按照中周变压器的各绕组引脚排列规律,逐一检查各绕组的通断情况,进而判断其是否正常。**B.**检测绝缘性能

将万用表置于 $R \times 10k$ 挡,做如下几种状态测试:

(1)初级绕组与次级绕组之间的电阻值;

(2)初级绕组与外壳之间的电阻值;

(3)次级绕组与外壳之间的电阻值。

上述测试结果分出现三种情况:

(1)阻值为无穷大:正常;

(2)阻值为零:有短路性故障;

(3)阻值小于无穷大,但大于零:有漏电性故障。

3.电源变压器的检测

A.通过观察变压器的外貌来检查其是否有明显异常现象。如线圈引线是否断裂,脱焊,绝缘材料是否有烧焦痕迹,铁心紧固螺杆是否有松动,硅钢片有无锈蚀,绕组线圈是否有外露等。**B.**绝缘性测试。用万用表 $R \times 10k$ 挡分别测量铁心与初级,初级与各次级、铁心与各次级、静电屏蔽层与初次级、次级各绕组间的电阻值,万用表指针均应指在无穷大位置不动。否则,说明变压器绝缘性能不良。**C.**线圈通断的检测。将万用表置于 $R \times 1$ 挡,测试中,若某个绕组的电阻值为无穷大,则说明此绕组有断路性故障。**D.**判别初、次级线圈。电源变压器初级引脚和次级引脚一般都是分别从两侧引出的,并且初级绕组多标有 $220V$ 字样,次级绕组则标出额定电压值,如 $15V$ 、 $24V$ 、 $35V$ 等。再根据这些标记进行识别。**E.**空载电流的检测。(a)直接测量法。将次级所有绕组全部开路,把万用表置于交流电流挡($500mA$,串入初级绕组。当初级绕组的插头插入 $220V$ 交流市电时,万用表所指示的便是空载电流值。此值不应大于变压器满载电流的 $10\% \sim 20\%$ 。一般常见电子设备电源变压器的正常空载电流应在 $100mA$ 左右。如果超出太多,则说明变压器有短路性故障。(b)间接测量法。在变压器的初级绕组中串联一个 $10 \Omega / 5W$ 的电阻,次级仍全部空载。把万用表拨至交流电压挡。加电后,用两表笔测出电阻 R 两端的电压降 U ,然后用欧姆定律算出空载电流 I 空,即 $I \text{ 空} = U/R$ 。**F.**空载电压的检测。将电源变压器的初级接 $220V$ 市电,用万用表交流电压接依次测出各绕组的空载电压值(U_{21} 、 U_{22} 、 U_{23} 、 U_{24})应符合要求值,允许误差范围一般为:高压绕组 $\leq \pm 10\%$,低压绕组 $\leq \pm 5\%$,带中心抽头的两组对称绕组的电压差应 $\leq \pm 2\%$ 。**G.**一般小功率电源变压器允许温升为 $40^\circ C \sim 50^\circ C$,如果所用绝缘材料质量较好,允许温升还可提高。**H.**检测判别各绕组的同名端。在使用电源变压器时,有时为了得到所需的次级电压,可将两个或多个次级绕组串联起来使用。采用串联法使用电源变压器时,参加串联的各绕组的同名端必须正确连接,不能搞错。否则,变压器不能正常工作。**I.**电源变压器短路性故障的综合检测判别。电源变压器发生短路性故障后的主要症状是发热严重和次级绕组输出电压失常。通常,线圈内部匝间短路点越多,短路电流就越大,而变压器发热就越严重。检测判断电源变压器是否有短路性故障的简单方法是测量空载电流(测试方法前面已经介绍)。存在短路故障的变压器,其空载

电流值将远大于满载电流的 10%。当短路严重时，变压器在空载加电后几十秒钟之内便会迅速发热，用手触摸铁心会有烫手的感觉。此时不用测量空载电流便可断定变压器有短路点存在。

场效应开关管好坏及极性判别方法

场效应开关管好坏及极性判别方法！判断场效应开关管好坏的方法是：将万用表电阻档量程拨至 $R \times 1k$ 档，用黑表笔接 D 极，红表笔接 S 极，用手同时触及一下 G、D 极，场效应开关管应呈瞬时导通状态，即表针摆向阻值较小的位置；再用手触及一下 G、S 极，场效应开关管应无反应，即表针在回零位置不动；此时即可判断该场效应开关管为好管。场效应开关管的极性判别方法是：将万用表电阻档量程拨至 $R \times 1k$ 档，分别测量三个管脚之间的电阻，若某脚与其他两只引脚之间的电阻值均为无穷大，并且交换表笔后再测仍为无穷大，则此脚为 G 极，其他两脚为 S 极和 D 极；然后用万用表测 S 极与 D 极间的电阻一次，交换两表笔后再测一次，其中阻值较低的一次，黑表笔接的是 S 极，红表笔接的是 D 极。

电解电容极性的判别

可用万用表的电阻挡测量其极性。

我们知道只有电解电容的正极接电源正（电阻挡时的黑表笔），负端接电源负（电阻挡时的红表笔）时，电解电容的漏电流才小（漏电阻大）。反之，则电解电容的漏电流增加（漏电阻减小）。

测量时，先假定某极为“+”极，让其与万用表的黑表笔相接，另一电极与万用表的红表笔相接，记下表针停止的刻度（表针靠左阻值大），然后将电容器放电（既两根引线碰一下），两只表笔对调，重新进行测量。两次测量中，表针最后停留的位置靠左（阻值大）的那次，黑表笔接的就是电解电容的正极。

测量时最好选用 $R \times 100$ 或 $R \times 1K$ 挡。

电源变压器质量的简单判别法

电源变压器除检查电压准确度和绝缘性能之外，还要知道它的效率、负载率、发热量等。下面介绍一种通过测定两个参素数来判别电源变压器质量的简单判别法。

1. 空载电流的测定。

变压器的空载电流是指初级接额定电压，次级完全空载测得的初级电流。这个电流与进线电压的乘积则为空载损耗，也就是指变压器的铁芯损耗。它是铁芯在交流磁场中涡流损耗和磁滞损耗之和。因而，变压器的空载电流越小，表明铁芯的质量越好，且安培匝数设计非常合理。这种情况下，一般认为空载电流相似于铁损耗，空载电流的大小，也就反映铁损的大小。小于 10W 的变压器空载电流约 7~15mA；100W 的变压器，空载电流约 30~60mA 之间，都认为正常。铁损较大的变压器，发热量必然大，如果是因安培匝数设计不合理，其空载电流大增，结果造成温升增大，其寿命也不会长。一般环形变压器的空载电流应低于普通插片式变压器的空载电流。

2. 铜损的测定。

变压器的铜损是指初、次级导线的直流电阻造成的损耗。因此测定铜损只需将变压器加上额定电流即可测出 I^2R 。测试方法如下：首先将变压器的次级线圈两端直接短接（有几组要短路几组），再将变压器初级串入交流电流表，再与 0~250V 的交流调压器相接，并接入市电。调节调压器由 0V 整至使电流表读数为变压器的额定电流（如 200VA 的变压器，额定电流为 0.9A），用万用表测出此时变压器初级的电压，将此电压乘上变压器的额定电流即为“铜损”（测量铜损时间要短，不然会损坏变压器）。由于次级的短路，变压器初级上的电压必然很低。这样，铁芯的磁通量极小，铁损也极小，可以忽略。故测出的 I^2R 是很精确的。在这项测试中损耗越小，漆包线的电阻值也越小，这种变压器的负载率也必然大。

在正常情况下，铁损和铜损之和对 **500W** 的变压器应小于 **45W**。随着变压器的容量减小，其损耗相应增大，因为小型变压器的铜损是大于铁损的。

从以上测定可知，变压器的开路损耗加上短路损耗越小，则变压器的质量越好，工作时温升也越低，并且有很好的负载率。这样在很短时间内，就能知道变压器的性能好坏。

电阻和电容的标识法

在使用电阻器和电容器时，经常要了解它们的主要参数。一般情况下，对电阻器应考虑其标称阻值、允许偏差和标称功率；对电容器则需了解其标称容量、允许偏差和耐压。

电阻器和电容器的标称值和允许偏差一般都标在电阻体和电容体上，而在电路图上通常只标出标称值，电解电容则常增标耐压，特殊用途电容器除标出耐压外还要注明品种。它们的标志方法分为下列 4 种。

1、直标法：直标法是将电阻器和电容器的标称值用数字和文字符号直接标在电阻体和电容体上，其允偏差则用百分数表示，未标偏差值的即为 $\pm 20\%$ 的允许偏差。

2、文字符号法：文字符号法是将电阻器和电容器的标称值和允许偏差用数字和文字符号按一定规律组合标志在电阻体和电容体上。电阻器和电容器标称值的单位标志符号见表 1，允许偏差的标志符号见表 2。

先举几个电阻器的例子：**6R2J** 表示该电阻标称值为 **6.2** 欧姆 (Ω)，允许偏差为 $\pm 5\%$ ；**3k6k** 表示表示电阻值为 **3.6** 千欧 ($k\Omega$)，允许偏差 10% ；**1M5** 则表示电阻值为 **1.5** 兆欧 ($M\Omega$)，允许偏差 $\pm 20\%$ 。再举几个电容器的例子：**2n2J** 表示该电容器标称值为 **2.2** 纳法 (nF)，即 **2200** 皮法 (pF)，允许偏差为 $\pm 5\%$ ；**47nk** 表示电容器容量为 **470** 纳法 (nF) 或 **0.47** 微法 (μF)，允许偏差 $\pm 10\%$ 。在电路图中，电阻器的欧姆符号 Ω 和电容量的法拉符号 F 常可略去不标。

3、色标法：普通电阻器用四色环标志，精密电阻器用五色环标志，紧靠电阻体一端头的色环为第一环，露着电阻体本色较多的另一端头为末环。色标法在电容器上也常用。使用者需熟记表示数字 0—9 的黑、棕、红、橙、黄、绿、蓝、紫、灰、白各色环的顺序。色标法在各种电子学入门书中介绍较多，这里不再详述。

4、数码表示法：在产品 and 电路图上用三位数字表示元件的标称值的方法称为数码表示法。常见于进口电器机心和合资企业产品中，如寻呼机、手机中的贴片电阻几乎无一例外地用数码表示法。在三位数码中，从左至右第一、二位数字表示电阻标称值的第一、二位有效数字，第三位数为倍率 10^n 的 n (即在前两位数后加 0 的个数)，单位为 Ω 。例如标志为 **222** 的电阻器，其阻值为 **2200 Ω** 即 **2.2k Ω** ；标志是 **105** 的电阻器阻值为 **1 M Ω** ；标志是 **4R7** 的电阻器阻值为 **4.7 Ω** 。需要注意的是要将这种标志法与传统方法区别开来：如标志为 **220** 的电阻器其电阻值为 **22 Ω** ，只有标志为 **221** 的电阻器其阻值才为 **220 Ω** 。标志是 **0** 或 **000** 的电阻器，实际是跳线，阻值为 **0 Ω** 。

目前电子市场上大多数圆片电容器、瓷介电容器和 **CBB** 电容器都用数码表示法，读数法与电阻器上的相同。

在一些进口机心中，微调电阻器阻值的标志法除了用三位数字外还有用两位数字的。如标志为 **53** 表示 **5k Ω** ，**14** 和 **54** 分别表示 **10k Ω** 和 **50k Ω** 。一些精密贴片电阻器也有用 4 位数字表示法，如 **1005** 表示 **10M Ω** 等。

贴片电容器一般都是无符号标志的，可根据经验从颜色的深浅去辨别。浅色或白色的为皮法 (pF) 级，如 **100pF** 以内的；深色、棕色为隔直流、滤波电容器，为纳法 (nF) 级的电容。

高频管和低频管的判别

高频管和低频管因其特性和用途不同而一般不能互相代用。

这里介绍如何用万用表来快速判别它高频管与低频管。判别方法为：

首先用万用表测量三极管发射极的反向电阻，如果是测量 **PNP** 型管，万用表的负端接基极，正端接发射极；如果是测量 **NPN** 型管，万用表的正端接基极，负端接发射极。然后用万用表的 **R*1KΩ** 挡测量，此时万用表的表针指示的阻值应当很大，一般不超过满刻度值的 **1/10**。再将万用表转换到 **R*10KΩ** 挡，如果表针指示的阻值变化很大，超过满刻度值的 **1/3**，则此管为高频管；反之，如果万用表转换到 **R*10KΩ** 挡后，表针指示的阻值变化不大，不超过满刻度值的 **1/3**，则所测的管子为低频管。

光电二极管及光电三极管检测

光电二极管、光电三极管是电子电路中广泛采用的光敏器件。光电二极管和普通二极管一样具有一个 **PN** 结，不同之处是在光电二极管的外壳上有一个透明的窗口以接收光线照射，实现光电转换，在电路图中文字符号一般为 **VD**。光电三极管除具有光电转换的功能外，还具有放大功能，在电路图中文字符号一般为 **VT**。光电三极管因输入信号为光信号，所以通常只有集电极和发射极两个引脚线。同光电二极管一样，光电三极管外壳也有一个透明窗口，以接收光线照射。

光电二极管与光电三极管外壳形状基本相同，其判定方法如下：

遮住窗口，选用万用表 **R*1K** 挡，测两管脚引线间正、反向电阻，均为无穷大的为光电三极管。正、反向阻值一大一小者为光电二极管。

光电二极管检测：首先根据外壳上的标记判断其极，外壳标有色点的管脚或靠近管键的管脚为正极，另一管脚为负载。如无标记可用一块黑布遮住其接收光线信号的窗口，将万用表置 **R*1 K** 挡测出正极和负极，同时测得其正向电阻应在 **10K~20K** 间，其反向电阻应为无穷大，表针不动。然后去掉遮光黑布，光电二极管接收窗口对着光源，此时万用表表针应向右偏转，偏转角度大小说明其灵敏度高，偏转角度越大，灵敏度越高。

光电三极管检测：光电三极管管脚较长的是发射极，另一管脚是集电极。检测时首先选一块黑布遮住起接收窗口，将万用表置 **R*1 K** 挡，两表笔任意接两管脚，测得结果其表针都不动（电阻无穷大），在移去遮光布，万用表指针向右偏转至 **15K~35K**，其向又偏转角度越大说明其灵敏度越高。

检测结果凡符合以上规律的光电二极管、光电三极管可初步认为其能满足使用需要。

晶体管检测方法

二极管的检测方法

1、检测小功率晶体二极管

A、判别正、负电极

(a)、观察外壳上的符号标记。通常在二极管的外壳上标有二极管的符号，带有三角形箭头的一端为正极，另一端是负极。

(b)、观察外壳上的色点。在点接触二极管的外壳上，通常标有极性色点(白色或红色)。一般标有色点的一端即为正极。还有的二极管上标有色环，带色环的一端则为负极。

(c)、以阻值较小的一次测量为准，黑表笔所接的一端为正极，红表笔所接的一端则为负极。

B、检测最高工作频率 **fM**。晶体二极管工作频率，除了可从有关特性表中查阅出外，实用中常常用眼睛观察二极管内部的触丝来加以区分，如点接触型二极管属于高频管，面接触型二极管多为低频管。另外，

也可以用万用表 **R×1k** 挡进行测试，一般正向电阻小于 **1k** 的多为高频管。

C、检测最高反向击穿电压 VRM。对于交流电来说，因为不断变化，因此最高反向工作电压也就是二极管承受的交流峰值电压。需要指出的是，最高反向工作电压并不是二极管的击穿电压。一般情况下，二极管的击穿电压要比最高反向工作电压高得多(约高一倍)。

2、检测玻封硅高速开关二极管

检测硅高速开关二极管的方法与检测普通二极管的方法相同。不同的是，这种管子的正向电阻较大。用 **R×1k** 电阻挡测量，一般正向电阻值为 **5k~10k**，反向电阻值为无穷大。

3、检测快恢复、超快恢复二极管

用万用表检测快恢复、超快恢复二极管的方法基本与检测塑封硅整流二极管的方法相同。即先用 **R×1k** 挡检测一下其单向导电性，一般正向电阻为 **4.5k** 左右，反向电阻为无穷大；再用 **R×1** 挡复测一次，一般正向电阻为几欧，反向电阻仍为无穷大。

4、检测双向触发二极管

A、将万用表置于 **R×1k** 挡，测双向触发二极管的正、反向电阻值都应为无穷大。若交换表笔进行测量，万用表指针向右摆动，说明被测管有漏电性故障。

将万用表置于相应的直流电压挡。测试电压由兆欧表提供。测试时，摇动兆欧表，万用表所指示的电压值即为被测管子的 **VBO** 值。然后调换被测管子的两个引脚，用同样的方法测出 **VBR** 值。最后将 **VBO** 与 **VBR** 进行比较，两者的绝对值之差越小，说明被测双向触发二极管的对称性越好。

5、瞬态电压抑制二极管(TVS)的检测

A、用万用表 R×1k 挡测量管子的好坏

对于单极型的 **TVS**，按照测量普通二极管的方法，可测出其正、反向电阻，一般正向电阻为 **4kΩ** 左右，反向电阻为无穷大。

对于双向极型的 **TVS**，任意调换红、黑表笔测量其两引脚间的电阻值均应为无穷大，否则，说明管子性能不良或已经损坏。

6、高频变阻二极管的检测

A、识别正、负极

高频变阻二极管与普通二极管在外观上的区别是其色标颜色不同，普通二极管的色标颜色一般为黑色，而高频变阻二极管的色标颜色则为浅色。其极性规律与普通二极管相似，即带绿色环的一端为负极，不带绿色环的一端为正极。

B、测量正、反向电阻来判断其好坏

具体方法与测量普通二极管正、反向电阻的方法相同，当使用 **500** 型万用表 **R×1k** 挡测量时，正常的高频变阻二极管的正向电阻为 **5k~5.5k**，反向电阻为无穷大。

7、变容二极管的检测

将万用表置于 **R×10k** 挡，无论红、黑表笔怎样对调测量，变容二极管的两引脚间的电阻值均应为无穷大。如果在测量中，发现万用表指针向右有轻微摆动或阻值为零，说明被测变容二极管有漏电故障或已经击穿损坏。对于变容二极管容量消失或内部的开路性故障，用万用表是无法检测判别的。必要时，可用替换法进行检查判断。

8、单色发光二极管的检测

在万用表外部附接一节 **1.5V** 干电池，将万用表置 **R×10** 或 **R×100** 挡。这种接法就相当于给万用表串接上了 **1.5V** 电压，使检测电压增加至 **3V**(发光二极管的开启电压为 **2V**)。检测时，用万用表两表笔轮换接触发光二极管的两管脚。若管子性能良好，必定有一次能正常发光，此时，黑表笔所接的为正极，红表笔所接的为负极。

9、红外发光二极管的检测

A、判别红外发光二极管的正、负电极。红外发光二极管有两个引脚，通常长引脚为正极，短引脚为负极。因红外发光二极管呈透明状，所以管壳内的电极清晰可见，内部电极较宽较大的一个为负极，而较

窄且小的一个为正极。

B、将万用表置于 $R \times 1k$ 挡，测量红外发光二极管的正、反向电阻，通常，正向电阻应在 $30k$ 左右，反向电阻要在 $500k$ 以上，这样的管子才可正常使用。要求反向电阻越大越好。

10、红外接收二极管的检测

A、识别管脚极性

(a)、从外观上识别。常见的红外接收二极管外观颜色呈黑色。识别引脚时，面对受光窗口，从左至右，分别为正极和负极。另外，在红外接收二极管的管体顶端有一个小斜切平面，通常带此斜切平面一端的引脚为负极，另一端为正极。

(b)、将万用表置于 $R \times 1k$ 挡，用来判别普通二极管正、负电极的方法进行检查，即交换红、黑表笔两次测量管子两引脚间的电阻值，正常时，所得阻值应为一大一小。以阻值较小的一次为准，红表笔所接的管脚为负极，黑表笔所接的管脚为正极。

B、检测性能好坏。用万用表电阻挡测量红外接收二极管正、反向电阻，根据正、反向电阻值的大小，即可初步判定红外接收二极管的好坏。

11、激光二极管的检测

A、将万用表置于 $R \times 1k$ 挡，按照检测普通二极管正、反向电阻的方法，即可将激光二极管的管脚排列顺序确定。但检测时要注意，由于激光二极管的正向压降比普通二极管要大，所以检测正向电阻时，万用表指针仅略微向右偏转而已，而反向电阻则为无穷大。

三极管的检测方法

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 $ICEO$ 的数值近似等于管子的倍数 β 和集电结的反向电流 $ICBO$ 的乘积。 $ICBO$ 随着环境温度的升高而增长很快， $ICBO$ 的增加必然造成 $ICEO$ 的增大。而 $ICEO$ 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 $ICEO$ 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。

(c)、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×100** 或 **R×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×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×10** 或 **R×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×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 **V3**、**R1**、**R2** 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×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 **R1** 和 **R2**。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 **R1**、**R2** 阻值并联的结果；当反向测量时，发射结截止，测出的则是 **(R1+R2)** 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 **R1**、**R2**、上还有二极管，此时所测得的则不是 **(R1+R2)** 之和，而是 **(R1+R2)** 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×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 **20Ω~50Ω**，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 **300Ω~∞**；将红、黑表笔对调，即红表笔接 **C**，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 Ω 至几十 Ω 。

万用表使用的十点经验

尽管数字式万用表具有显示直观，精确度高，功能全的特点，但由于它不适于测连续变化的电量且价格较模拟式指针万用表贵，因此模拟式指针万用表仍在广泛使用。本文向初学者介绍万用表(模拟式)使用的十点经验。正确使用不仅可以获得准确的测试数据，还可使万用表避免损坏。

- 1、使用前必须看清楚功能转换开关是否处在所测电量相应的位置，表笔是否在相应的插孔内。
- 2、根据表头上"接地"或"箭头"符号的要求，将万用表垂直或水平放置若指针不指在刻度尺起点上应先进行机械零位的调整。
- 3、根据被测电量的大小选择合适的量程。测电压，电流时应尽量使指针偏转到满度的 $1/2$ 以上，这样可以减少测试误差。如不知道被测量的大小，可先用最大量程测量然后逐步减小量程，直至指针有较大偏转为止。但在测试高电压(100 伏以上)或大电流(0.5 安以上)时不应带电改变量程，否则，有可能使转换开关触点打火烧蚀。
- 4、测直流电压或直流电流时要注意被测量的极性。如不知道被测两点电压的高低，可将两表笔短暂试碰这两点，根据指针冲击的方向判定电位的高低，后再测量。
- 5、测交流电压时，要了解交流电压频率是否在万用表工作频率范围内，一般万用表工作频率范围为 45-1500Hz。超出 1500Hz，测量读数将急剧偏低。交流电压刻度是针对正弦波有效值来刻度的，因此万用表不能用于测三角波，方波锯齿波等正弦波电压。当交流电压中叠加有直流电压时，应串一只耐压值足够的隔直电容再测量。
- 6、测某一负载上电压时，要考虑万用表内阻是否远大于负载电阻，若否由于万用表的分流作用，读数就会远低于实际值，这时就不能直接用万用表测试，应改用其它方法。万用表电压挡内阻等于电压灵敏度乘满度电压值，如 MF-30 万用表在 DC100 伏挡电压灵敏度为 5 千欧，该挡内阻是 500 千欧。一般来说，低量程挡内阻小，高量程挡内阻大，当用低压挡测试某一电压因内阻较小致使分流作用较大时，不妨改用高量程测试，这样，虽然指针偏转角度较小，但由于分流作用小，有可能反而精度更高。测电流也有类似情况，万用表作电流表用时，大量程挡内阻小以小量程挡内阻。
- 7、测电阻时每次换挡都得调零。万用表电阻刻度的几何中心的数值乘电阻挡的倍率即为该挡的中值电阻，它等于万用表在该挡的内阻。常见的中心刻度值有 8、10、12、13、16、20、24、25、30、60、75 等多种。电阻刻度是非线性的，使用时要选择合适的挡位使指针尽量指在中心附近，通常在 0.1Ro-10Ro(Ro-----中值电阻)范围内读数较准，在此范围外误差较大。例如 MF10 万用表中心刻度值 13，在 Rx10 千欧挡 Ro = 130 千欧时，该挡适于测 13 千欧-1.3 兆欧的电阻。
- 8、万用表测电阻时红表笔是接表内电池负极的，黑表笔是接表内电池正极的。这样做的目的是使万用表不论测电压，电流或电阻时，电流均统一由红表笔进，黑表笔出，表针均可正常顺向偏转，不致反打。记住红表笔接电池负极，黑表笔接正极对于检查有极性的元件如晶体三极管，二极管，电解电容器是有用的。
- 9、用电阻挡检查大容量的电容器时，应先使电容器放电以免其残流电压损坏万用表。测试线路上的电阻应将电阻的一端脱开，以避免线路上其它电阻的影响。禁止用电阻挡测正在工作的电路上的电阻。
- 10、测量完毕，量程开关应旋至电压最高挡，以防下次使用时不慎烧表。有"黑点"或"OFF"标记的应将开关旋至这个位置，使测量机构短路。

用万用表测量可控硅

用万用表测量可控硅

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(见图 1)。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 T2 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 ($R \times 1$ 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 $R \times 1$ 或 $R \times 10$ 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 $R \times 1$ 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 灯仍不熄灭，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，灯应不熄灭。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。