

家电维修入门基础知识

电子元器件检测方法

元器件的检测是家电维修的一项基本功，如何准确有效地检测元器件的相关参数，判断元器件的是否正常，不是一件千篇一律的事，必须根据不同的元器件采用不同的方法，从而判断元器件的正常与否。特别对初学者来说，熟练掌握常用元器件的检测方法和经验很有必要，以下对常用电子元器件的检测经验和方法进行介绍供对考。

一、电阻器的检测方法 with 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 **±5%**、**±10%** 或 **±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，开关通、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。用万用表的欧姆档测“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×1挡，具体可分两步操作：

A、常温检测(室内温度接近 25℃)；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±2Ω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℃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℃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，阻值明显减些，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 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 $R \times 10k$ 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 $10\text{PF}\sim 0.01\ \mu\text{F}$ 固定电容器是否有充电现象，进而判断其好坏。

万用表选用 $R\times 1\text{k}$ 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，使万用表指针摆动幅度加大，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 $0.01\ \mu\text{F}$ 以上的固定电容，可用万用表的 $R\times 10\text{k}$ 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， $1\sim 47\ \mu\text{F}$ 间的电容，可用 $R\times 1\text{k}$ 挡测量，大于 $47\ \mu\text{F}$ 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幅度(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 $\text{k}\Omega$ 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，不应感觉有时松有时紧甚至有卡滞现象。将转轴向前、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。

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、绝缘性能测试。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、静电屏蔽层与各次级、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%**~**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 /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 **$I_{空}=U/R$** 。

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(**U₂₁**、**U₂₂**、**U₂₃**、**U₂₄**)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℃**~**50℃**，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。

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。

万用表的应用技巧

一、指针表和数字表的选用：

- 1、机械指针式万用表在传送数据时的轻微抖动；数字表读数直观，但数字变化的过程看起来很杂乱，不太容易观看。
- 2、指针表内一般有两块电池，一块低电压的 **1.5V**，一块是高电压的 **9V** 或 **15V**，其黑表笔是正级，红表笔是负级。数字表则常用一块 **6V** 或 **9V** 的电池。在电阻档，指针表的表笔输出电流相对数字表来说要大很多，

用 $R \times 1 \Omega$ 档可以使扬声器发出响亮的“哒”声，

用 $R \times 10k \Omega$ 档甚至可以点亮发光二极管（LED）。

3、在电压档，指针表内阻相对数字表来说比较小，测量精度相比较差。某些高电压微电流的场合甚至无法测准，因为其内阻会对被测电路造成影响（比如在测电视机显像管的加速级电压时测量值会比实际值低很多）。数字表电压档的内阻很大，至少在兆欧级，对被测电路影响很小。但极高的输出阻抗使其易受感应电压的影响，在一些电磁干扰比较强的场合测出的数据可能是虚的。

4、总之，在相对来说**大电流高电压的模拟电路测量中适用指针表**，比如电视机、音响功放。在**低电压小电流的数字电路测量中适用数字表**，比如BP机、手机等。不是绝对的，可根据情况选用指针表和数字表。二、测量技巧（如不作说明，则指用的是指针表）：

1、测喇叭、耳机、动圈式话筒：用 $R \times 1 \Omega$ 档，任一表笔接一端，另一表笔点触另一端，正常时会发出清脆响量的“哒”声。如果不响，则是线圈断了，如果响声小而尖，则是有擦圈问题，也不能用。

2、测电容：用电阻档，根据电容容量选择适当的量程，并注意测量时对于电解电容黑表笔要接电容正极。

①、估测微法级电容容量的大小：可凭经验或参照相同容量的标准电容，根据指针摆动的最大幅度来判定。所参照的电容耐压值不必一样，只要容量相同即可，例如估测一个 $100 \mu F/250V$ 的电容可用一个 $100 \mu F/25V$ 的电容来参照，只要它们指针摆动最大幅度一样，即可断定容量一样。

②、估测皮法级电容容量大小：要用 $R \times 10k \Omega$ 档，但只能测到 $1000pF$ 以上的电容。对 $1000pF$ 或稍大一点的电容，只要表针稍有摆动，即可认

为容量够了。

⑧ 、测电容是否漏电：对 $1000\ \mu\text{F}$ 以上的电容，可先用 $R\times 10\ \Omega$ 档将其快速充电，并初步估测电容容量，然后改到 $R\times 1\text{k}\ \Omega$ 档继续测一会儿，这时指针不应回返，而应停在或十分接近 ∞ 处，否则就是有漏电现象。对一些几十微法以下的定时或振荡电容（比如彩电开关电源的振荡电容），对其漏电特性要求非常高，只要稍有漏电就不能用，这时可在 $R\times 1\text{k}\ \Omega$ 档充完电后再改用 $R\times 10\text{k}\ \Omega$ 档继续测量，同样表针应停在 ∞ 处而不应回返。

3、在路测二极管、三极管、稳压管好坏：因为在实际电路中，三极管的偏置电阻或二极管、稳压管的周边电阻一般都比较大，大都在几百几千欧姆以上，这样，我们就可以用万用表的 $R\times 10\ \Omega$ 或 $R\times 1\ \Omega$ 档来在路测量 PN 结的好坏。在路测量时，用 $R\times 10\ \Omega$ 档测 PN 结应有较明显的正反向特性（如果正反向电阻相差不太明显，可改用 $R\times 1\ \Omega$ 档来测），一般正向电阻在 $R\times 10\ \Omega$ 档测时表针应指示在 $200\ \Omega$ 左右，在 $R\times 1\ \Omega$ 档测时表针应指示在 $30\ \Omega$ 左右（根据不同表型可能略有出入）。如果测量结果正向阻值太大或反向阻值太小，都说明这个 PN 结有问题，这个管子也就有问题了。这种方法对于维修时特别有效，可以非常快速地找出坏管，甚至可以测出尚未完全坏掉但特性变坏的管子。比如当你用小阻值档测量某个 PN 结正向电阻过大，如果你把它焊下来用常用的 $R\times 1\text{k}\ \Omega$ 档再测，可能还是正常的，其实这个管子的特性已经变坏了，不能正常工作或不稳定了。

4、测电阻：重要的是要选好量程，当指针指示于 $1/3\sim 2/3$ 满量程时测量精度最高，读数最准确。要注意的是，在用 $R\times 10\text{k}$ 电阻档测兆欧级的大阻值电阻时，不可将手指捏在电阻两端，这样人体电阻会使测量结果偏小。

5、测稳压二极管：我们通常所用到的稳压管的稳压值一般都大于1.5V，而指针表的R×1k以下的电阻档是用表内的1.5V电池供电的，这样，用R×1k以下的电阻档测量稳压管就如同测二极管一样，具有完全的单向导电性。但指针表的R×10k档是用9V或15V电池供电的，在用R×10k测稳压值小于9V或15V的稳压管时，反向阻值就不会是∞，而是有一定阻值，但这个阻值还是要大大高于稳压管的正向阻值的。如此，我们就可以初步估测出稳压管的好坏。但是，好的稳压管还要有个准确的稳压值，业余条件下怎么估测出这个稳压值呢？不难，再去找一块指针表来就可以了。

方法是：先将一块表置于R×10k档，其黑、红表笔分别接在稳压管的阴极和阳极，这时就模拟出稳压管的实际工作状态，再取另一块表置于电压档V×10V或V×50V（根据稳压值）上，将红、黑表笔分别搭接到刚才那块表的的黑、红表笔上，这时测出的电压值就基本上是这个稳压管的稳压值。说“基本上”，是因为第一块表对稳压管的偏置电流相对正常使用时的偏置电流稍小些，所以测出的稳压值会稍偏大一点，但基本相差不大。这个方法只可估测稳压值小于指针表高压电池电压的稳压管。如果稳压管的稳压值太高，就只能用外加电源的方法来测量了（这样看来，我们在选用指针表时，选用高压电池电压为15V的要比9V的更适用些）。

6、测三极管：通常我们要用R×1kΩ档，不管是NPN管还是PNP管，不管是小功率、中功率、大功率管，测其be结cb结都应呈现与二极管完全相同的单向导电性，反向电阻无穷大，其正向电阻大约在10K左右。为进一步估测管子特性的好坏，必要时还应变换电阻档位进行多次测量，方法是：置R×10Ω档测PN结正向导通电阻都在大约200Ω左右；

置 $R \times 1 \Omega$ 档测 PN 结正向导通电阻都在大约 30Ω 左右，（以上为 47 型表测得数据，其它型号表大概略有不同，可多试测几个好管总结一下，做到心中有数）如果读数偏大太多，可以断定管子的特性不好。还可将表置于 $R \times 10k \Omega$ 再测，耐压再低的管子（基本上三极管的耐压都在 $30V$ 以上），其 cb 结反向电阻也应在 ∞ ，但其 be 结的反向电阻可能会有些，表针会稍有偏转（一般不会超过满量程的 $1/3$ ，根据管子的耐压不同而不同）。同样，在用 $R \times 10k \Omega$ 档测 ec 间（对 NPN 管）或 ce 间（对 PNP 管）的电阻时，表针可能略有偏转，但这不表示管子是坏的。但在用 $R \times 1k \Omega$ 以下档测 ce 或 ec 间电阻时，表头指示应为无穷大，否则管子就是有问题。应该说明一点的是，以上测量是针对硅管而言的，对锗管不适用。不过现在锗管也很少见了。另外，所说的“反向”是针对 PN 结而言，对 NPN 管和 PNP 管方向实际上是不同的。

现在常见的三极管大部分是塑封的，如何准确判断三极管的三只引脚哪个是 b、c、e？三极管的 b 极很容易测出来，但怎么断定哪个是 c 哪个是 e？这里推荐三种方法：第一种方法：对于有测三极管 hFE 插孔的指针表，先测出 b 极后，将三极管随意插到插孔中去（当然 b 极是要插准确的），测一下 hFE 值，然后再将管子倒过来再测一遍，测得 hFE 值比较大的一次，各管脚插入的位置是正确的。第二种方法：对无 hFE 测量插孔的表，或管子太大不方便插入插孔的：对 NPN 管，先测出 b 极，置于 $R \times 1k \Omega$ 档，将红表笔接假设的 e 极（注意拿红表笔的手不要碰到表笔尖或管脚），黑表笔接假设的 c 极，同时用手指捏住表笔尖和这个管脚，将管子拿起来，用你的舌尖舔一下 b 极，看表头指针应有一定的偏转，如果你各表笔接得正确，指针偏转会大些，如果接得不对，指针偏转会小些，差

别是很明显的。由此就可判定管子的c、e极。对 PNP 管，要将黑表笔接假设的e极（手不要碰到笔尖或管脚），红表笔接假设的c极，同时用手指捏住表笔尖和这个管脚，然后用舌尖舔一下 b 极，如果各表笔接得正确，表头指针会偏转得比较大。当然测量时表笔要交换一下测两次，比较读数后才能最后判定。这个方法适用于所有外形的三极管，方便实用。根据表针的偏转幅度，还可以估计出管子的放大能力，当然这是凭经验的。第三种方法：先判定管子是 NPN 或 PNP 类型及其b极后，将表置于 $R \times 10k \Omega$ 档，对 NPN 管，黑表笔接e极，红表笔接c极时，表针可能会有一定偏转，对 PNP 管，黑表笔接c极，红表笔接e极时，表针可能会有一定的偏转，反过来都不会有偏转。由此也可以判定三极管的c、e极。不过对于高耐压的管子，这个方法就不适用了。对于常见的进口型号的大功率塑封管，其c极基本都是在中间（我还没见过b极在中间的）。中、小功率管有的b极可能在中间。比如常用的 9014 三极管及其系列的其它型号三极管、2SC1815、2N5401、2N5551 等三极管，其b极有的就在中间。当然它们也有c极在中间的。所以在维修更换三极管时，尤其是这些小功率三极管，不要拿来就按原样直接装上，一定要先测一下。

电子元器件系列知识 ---电阻

一、基础知识

电阻器是电路元件中应用最广泛的一种，在电子设备中约占元件总数的 30%以上，其质量的好坏对电路工作的稳定性有极大影响。它的主要用途是稳定和调节电路中的电流和电压，其次还作为分流器、分压器和负

载使用。

1、分类

在电子电路中常用的电阻器有固定式电阻器和电位器，按制作材料和工艺不同，固定式电阻器可分为：膜式电阻（碳膜RT、金属膜RJ、合成膜RH和氧化膜RY）、实芯电阻（有机RS和无机RN）、金属线绕电阻（RX）、特殊电阻（MG型光敏电阻、MF型热敏电阻）四种。

碳膜电阻

气态碳氢化合物在高温和真空中分解，碳沉积在瓷棒或者瓷管上，形成一层结晶碳膜。改变碳膜厚度和用刻槽的方法变更碳膜的长度，可以得到不同的阻值。碳膜电阻成本较低，性能一般。

金属膜电阻

在真空中加热合金，合金蒸发，使瓷棒表面形成一层导电金属膜。刻槽和改变金属膜厚度可以控制阻值。这种电阻和碳膜电阻相比，体积小、噪声低、稳定性好，但成本较高。

碳质电阻

把碳黑、树脂、粘土等混合物压制后经过热处理制成。在电阻上用色环表示它的阻值。这种电阻成本低，阻值范围宽，但性能差，很少采用。

线绕电阻

用康铜或者镍铬合金电阻丝，在陶瓷骨架上绕制成。这种电阻分固定和可变两种。它的特点是工作稳定，耐热性能好，误差范围小，适用于大功率的场合，额定功率一般在1瓦以上。

碳膜电位器

它的电阻体是在马蹄形的纸胶板上涂上一层碳膜制成。它的阻值变化和中

间触头位置的关系有直线式、对数式和指数式三种。碳膜电位器有大型、小型、微型几种，有的和开关一起组成带开关电位器。还有一种直滑式碳膜电位器，它是靠滑动杆在碳膜上滑动来改变阻值的，这种电位器调节方便。

线绕电位器

用电阻丝在环状骨架上绕制成。它的特点是阻值范围小，功率较大。

2、主要性能指标

额定功率：在规定的环境温度和湿度下，假定周围空气不流通，在长期连续负载而不损坏或基本不改变性能的情况下，电阻器上允许消耗的最大功率。

为保证安全使用，一般选其额定功率比它在电路中消耗的功率高**1-2** 倍。额定功率分**19** 个等级，常用的有 **0.05W、0.125W、0.25 W、0.5 W、1 W、2 W、3 W、5 W、7 W、10 W。**

标称阻值：产品上标示的阻值，其单位为欧，千欧、兆欧，标称阻值都应符合下表所列数值乘以 **10N** 欧，其中**N** 为整数。

表 2 标称阻值系列

允许误差

系列代号

标称阻值系列

5%

E24

1.0 1.1 1.2 1.3 1.5 1.6 1.8 2.0 2.2 2.4 2.7 3.0

3.3 3.6 3.9 4.3 4.7 5.1 5.6 6.2 6.8 7.5 8.2 9.1

10%

E12

1.0 1.2 1.5 1.8 2.2 2.7 3.3 3.9 4.7 5.6 6.8 8.2

20%

E6

1.0 1.5 2.2 3.3 4.7 6.8

允许误差：电阻器和电位器实际阻值对于标称阻值的最大允许偏差范围，它表示产品的精度，允许误差的等级如下表所示。

表 3 允许误差等级

级别

005

01

02

I

II

III

允许误差

0.5%

1%

2%

5%

10%

20%

标称阻值与误差允许范围的标识方法

表 4 色环颜色所代表的数字或意义

色 别第

一色环

最大一位数字

第二色环

第二位数字

第三色环

应乘的数

第四色环

误 差

棕

1

1

10

红

2

2

100

橙

3

3

1000

黄

4

4

10000

绿

5

5

100000

蓝

6

6

1000000

紫

7

7

10000000

灰

8

8

100000000

白

9

9

1000000000

黑

0

0

1

金

0.1 ±5%

银

0.01 ±10%

无色

$\pm 20\%$

示例 1) 在电阻体的一端标以彩色环，电阻的色标是由左向右排列的，图 1 的电阻为 $27000\ \Omega \pm 0.5\%$ 。

2) 精密度电阻器的色环标志用五个色环表示。第一至第 3 色环表示电阻的有效数字，第 4 色环表示倍乘数，第 5 色环表示容许偏差，图 2 的电阻为 $17.5\ \Omega \pm 1\%$

表示 $27000\ \Omega \pm 5\%$

表示 $17.5\ \Omega \pm 1\%$

在电路图中电阻器和电位器的单位标注规则

阻值在兆欧以上，标注单位 M。比如 1 兆欧，标注 1M；2.7 兆欧，标注 2.7M。

阻值在 1 千欧到 100 千欧之间，标注单位 k。比如 5.1 千欧，标注 5.1k；68 千欧，标注 68k。

阻值在 100 千欧到 1 兆欧之间，可以标注单位k，也可以标注单

位 M。比如 360 千欧，可以标注 360k，也可以标注 0.36M。

阻值在 1 千欧以下，可以标注单位 Ω ，也可以不标注。比如 5.1 欧，可以标注 5.1 Ω 或者 5.1；680 欧，可以标注 680 Ω 或者 680。

最高工作电压：它是指电阻器长期工作不发生过热或电击穿损坏时的电压。如果电压超过规定值，电阻器内部产生火花，引起噪声，甚至损坏。

下表是碳膜电阻的最高工作电压。

表 5 碳膜电阻的最高工作电压

标称功率 (W)

1/16

1/8

1/4

1/2

1

2

最高工作电压 (V)

100

150

350

500

750

1000

稳定性：稳定性是衡量电阻器在外界条件（温度、湿度、电压、时间、负荷性质等）作用下电阻变化的程度

（1）温度系数 α ，表示温度每变化 1 度时，电阻器阻值的相对变化量。

即：式中： R_1 、 R_2 分别为温度 t_1 和 t_2 时的电阻值

（2）电压系数 α_v 表示电压每变化 1 伏时，电阻器阻值的相对变化量，

即：式中： R_1 、 R_2 分别是电压为 U_1 和 U_2 时的电阻值

噪声电动势：电阻器的噪声电动势在一般电路中可以不考虑，但在弱信号系统中不可忽视。

线绕电阻器的噪声只习作定于热噪声（分子扰动引起）仅与阻值、温度和外界电压的频带有关。薄膜电阻除了热噪声外，还有电流噪声，这种噪声近似地与外加电压成正比。

高频特性：电阻器使用在高频条件下，要考虑其固定有电感和固有电容的影响。这时，电阻器变为一个直流电阻（ R_0 ）与分布电感串联，然后再与分布电容并联的等效电路，非线绕电阻器的 $LR=0.01-0.05$ 微亨， $CR=0.1-5$ 皮法，线绕电阻器的 LR 达几十微亨， CR 达几十皮法，即使是无感绕法的线绕电阻器， LR 仍有零点几微亨。

3. 命名方法

根据部颁标准（**SJ-73**）规定，电阻器、电位器的命名由下列四部分组成：

第一部分（主称）；第二部分：（材料）；第三部分（分类特征）；第四部分

(序号)。它们的型号及意义见下表。

表 6 电阻器的型号命名法

第一部分

第二部分

第三部分

第四部分

用字母表示主称

用字母表示材料

用数字或字母表示特征

序号

符号

意义

符号

意义

符号

意义

R

RP

电阻器

电位器

T

P

U

C

H

I

J

Y

S

N

X

R

G

M

碳膜

金属膜

合成膜

沉积膜

合成膜

玻璃釉膜

金属膜

氧化膜

有机实芯

无机实芯

线绕

热敏

光敏

压敏

1, 2

3

4

7

8

9