

### 三极管的好坏如何区分

#### (a) 判定基极

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

#### (b) 判定集电极 c 和发射极 e

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

#### (c) 判别高频管与低频管

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

#### (d) 在路电压检测判断法

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

### 怎么判断 PNP 还是 NPN

一只标志不清的晶体管三极管，可以用万用表判断它的极性，确定它是硅管还是锗管，并同时区分它的管脚。对于一般小功率管，判断时一般只宜用  $R \times 1K$  档。步骤如下：

#### 1. 正测与反测

将红黑表笔测晶体管的任意两脚电阻，再红黑表笔互换仍测这两脚电阻，两次测量电阻读数不同，我们把电阻读数较小的那次测量叫正测，我们把电阻读数较大的那次测量叫反测。

#### 2. 确定基极

将晶体管三只管脚编上号 1. 2. 3. 万用表作三种测量, 即 1-2, 2-3, 3-1, 每种又分正测和反测。这六次测量中, 有三次属正测, 且电阻读数各不相同。找出正测电阻最大的那只管脚, 例如 1-2, 另一支管脚 3 便是基极。这是由于不论管或管, 都为两个二极管反向连

接而成（如附图）。发射极，集电极与基极间的正测电阻即一般二极管正向电阻，很小。当两表笔接集电极和发射极时，其阻值远大于一般二极管正向电阻。

### 3. 判别极性

黑表笔接已确定的基极，红表笔接另一任意极，若为正测，则为 NPN 管，若为反测，则为 PNP 管。这是因为黑表笔接万用表内电池正端，如为正测，黑表笔接的是 P 端，晶体管属 NPN 型。如为反测，黑表笔接的是 N 端，晶体管属 PNP 型。

### 4. 确定集电极和发射极对集电极和发射极作正测

在正测时，对 NPN 管黑表笔接的是集电极，对 PNP 管，黑表笔接的是发射极。这是因为不论正测或反测，都有一个 PN 结处于反向，电池电压大部分降落在反向的 PN 结上。发射结正偏，集电极反偏时流过的电流较大，呈现的电阻较小。所以对 NPN 管，当集、射间电阻较小时，集电极接的是电池正极，即接的是黑表笔。对 PNP 管，当集、射间的电阻较小时，发射极接的是黑表笔。

### 5. 判别是硅管还是锗管

对发射极基极做正测，若指针偏转了  $1/2 \sim 3/5$ ，是硅管。若指针偏转了  $4/5$  以上，是锗管。这是因为电阻挡对基——射极作正测时，加在基射间的电压是  $U_{be} = (1 - n/N)E$ ， $E = 1.5V$  是电池电压， $N$  是有线性刻度的某一直流电压的总分格数， $n$  是表针在该刻度线上偏转的分格数。通常硅管  $U_{be} = 0.6 \sim 0.7V$ ，锗管  $U_{be} = 0.2 \sim 0.3V$ 。因此在测试时，对硅管， $n/N$  约为  $1/2 \sim 3/5$ ；对锗管， $n/N$  约为  $4/5$  以上。另外，对于一般小功率的判别，万用表不宜采用  $R \times 10$  或  $R \times 1$  挡。以 500 型万用表测硅管来说明，该表内阻在  $R \times 10$  挡是 100 欧，对硅管 b、e 极作正测是，电流达  $I_{be} = (1.5V - 0.7V) / 100 \Omega = 8mA$ ，测锗管时电流还要大，用  $R \times 1$  挡电流更大，有可能损坏晶体管。至于  $R \times 1k$  挡，该挡电池电压较高，常见的有 1V, 12V, 15V, 22.5V 等几种，反测时有可能造成 PN 结击穿，故此挡也应慎用。

## 三极管基础知识及检测方法

### 一、晶体管基础

双极结型三极管相当于两个背靠背的二极管 PN 结。正向偏置的 EB 结有空穴从发射极注入基区，其中大部分空穴能够到达集电结的边界，并在反向偏置的 CB 结势垒电场的作用下到达集电区，形成集电极电流  $I_C$ 。在共发射极晶体管电路中，发射结在基极电路中正向偏置，其电压降很小。绝大部分的集电极和发射极之间的外加偏压都加在反向偏置的集电结上。由于  $V_{BE}$  很小，所以基极电流约为  $I_B = 5V / 50k \Omega = 0.1mA$ 。

如果晶体管的共发射极电流放大系数  $\beta = I_C / I_B = 100$ ，集电极电流  $I_C = \beta * I_B = 10$

mA。在  $500\ \Omega$  的集电极负载电阻上有电压降  $V_{RC}=10\text{mA}\times 500\ \Omega=5\text{V}$ ，而晶体管集电极和发射极之间的压降为  $V_{CE}=5\text{V}$ ，如果在基极偏置电路中叠加一个交变的小电流  $i_b$ ，在集电极电路中将出现一个相应的交变电流  $i_c$ ，有  $i_c/i_b=\beta$ ，实现了双极晶体管的电流放大作用。

金属氧化物半导体场效应三极管的基本工作原理是靠半导体表面的电场效应，在半导体中感生出导电沟道来进行工作的。当栅 G 电压  $V_G$  增大时，p 型半导体表面的多数载流子空穴逐渐减少、耗尽，而电子逐渐积累到反型。当表面达到反型时，电子积累层将在  $n^+$  源区 S 和  $n^+$  漏区 D 之间形成导电沟道。当  $V_{DS} \neq 0$  时，源漏电极之间较大的电流  $I_{DS}$  流过。使半导体表面达到强反型时所需加的栅源电压称为阈值电压  $V_T$ 。当  $V_{GS}>V_T$  并取不同数值时，反型层的导电能力将改变，在相同的  $V_{DS}$  下也将产生不同的  $I_{DS}$ ，实现栅源电压  $V_{GS}$  对源漏电流  $I_{DS}$  的控制。

二、晶体管的命名方法晶体管：最常用的有三极管和二极管两种。三极管以符号 BG（旧）或（T）表示，二极管以 D 表示。按制作材料分，晶体管可分为锗管和硅管两种。

按极性分，三极管有 PNP 和 NPN 两种，而二极管有 P 型和 N 型之分。多数国产管用  $xx$  表示，其中每一位都有特定含义：如 3 A X 31，第一位 3 代表三极管，2 代表二极管。第二位代表材料和极性。A 代表 PNP 型锗材料；B 代表 NPN 型锗材料；C 为 PNP 型硅材料；D 为 NPN 型硅材料。第三位表示用途，其中 X 代表低频小功率管；D 代表低频大功率管；G 代表高频小功率管；A 代表高频大功率管。最后面的数字是产品的序号，序号不同，各种指标略有差异。注意，二极管同三极管第二位意义基本相同，而第三位则含义不同。对于二极管来说，第三位的 P 代表检波管；W 代表稳压管；Z 代表整流管。上面举的例子，具体来说就是 PNP 型锗材料低频小功率管。对于进口的三极管来说，就各有不同，要在实际使用过程中注意积累资料。

常用的进口管有韩国的 90xx、80xx 系列，欧洲的 2Sx 系列，在该系列中，第三位含义同国产管的第三位基本相同。

### 三、常用中小功率三极管参数表型号 材料与极性

Pcm(W)	Icm(mA)	BVcbo(V)	ft(MHz)	3DG6C	SI-NPN	0.1	20	45	>100	3DG7C	SI-NPN	0.5	1
00	>60	>100	3DG12C	SI-NPN	0.7	300	40	>300	3DG111	SI-NPN	0.4	100	>20
		>100	3DG130C	SI-NPN	0.8	300	60	150	3DG201C	SI-NPN	0.15	25	45
150	C9011	SI-NPN	0.4	30	50	150	C9012	SI-PNP	0.625	-500	-40	C9013	SI-NPN
500	40	C9014	SI-NPN	0.45	100	50	150	C9015	SI-PNP	0.45	-100	-50	100
	0.4	25	30	620	C9018	SI-NPN	0.4	50	30	1.1G	C8050	SI-NPN	1
	1	-1.5A	-40	200	2N5551	SI-NPN	0.625	600	180	2N5401	SI-PNP	0.625	-600
0	2N4124	SI-NPN	0.625	200	30	300							

### 四、用万用表测试三极管

#### （1）判别基极和管子的类型

选用欧姆档的  $R\times 100$ （或  $R\times 1K$ ）档，先用红表笔接一个管脚，黑表笔接另一个管脚，可测出两个电阻值，然后再用红表笔接另一个管脚，重复上述步骤，又测得一组电阻值，这样测 3 次，其中有一组两个阻值都很小的，对应测得这组值的红表笔接的为基极，且管子是

PNP 型的；反之，若用黑表笔接一个管脚，重复上述做法，若测得两个阻值都小，对应黑表笔为基极，且管子是 NPN 型的。

## （2）判别集电极

因为三极管发射极和集电极正确连接时  $\beta$  大（表针摆动幅度大），反接时  $\beta$  就小得多。因此，先假设一个集电极，用欧姆档连接，（对 NPN 型管，发射极接黑表笔，集电极接红表笔）。测量时，用手捏住基极和假设的集电极，两极不能接触，若指针摆动幅度大，而把两极对调后指针摆动小，则说明假设是正确的，从而确定集电极和发射极。

## （3）电流放大系数 $\beta$ 的估算

选用欧姆档的  $R \times 100$ （或  $R \times 1K$ ）档，对 NPN 型管，红表笔接发射极，黑表笔接集电极，测量时，只要比较用手捏住基极和集电极（两极不能接触），和把手放开两种情况小指针摆动的大小，摆动越大， $\beta$  值越高。