

晶体管电路

参考题解

第一册

上海市毛麻公司七·二一大学编

这是清华大学电子工程系、工业自动化系编著的《晶体管电路》一书中所附习题的解答。由于该书被广泛地采用为教材，为配合教育需要，我们把全部习题写出，供参考。

由于对于某一具体问题，不可能局限于一种解法，特别是我们水平有限，解答中肯定会出现一些错误。再加上匆促付印，打印质量也较差，所有这些，我们期待着和各方面进行讨论，帮助我们搞平这一工作。

本《参考解答》由上海毛麻公司七、二一大学边道丰执笔，还请了上海纺织局所属化纤公司、一织公司、针织公司、以及机电一局所属拖车公司、上海电缆厂、上海电机厂和冶金局所属上钢二厂等七、二一大学几位教师参加审稿并分工编印成册。一些难度较大而又缺少把握的题目曾向该书编者函询，大受教益。全书解出后，曾请上海市静安区职工业余大学曹恩霖老师审核，在此一并感谢。

编者

一九七九年五月

第二章 利用PN结组成的一些半导体器件

题2—1 如果把一个PN结的两端通过一个电流表短路，回路中没有其他电源，现在用光线照射这个PN结（例如照射一个没有涂漆的玻璃小功率硅二极管），你认为这时电流表是否应该有读数？为什么？

答：应该有一个较小的读数。

因为当P型半导体与N型半导体联结于一体时，PN结就要产生电子与空穴的扩散运动，因而在边界上形成一个空间电荷区，一边带负电，另一边带正电，产生电场，其方向与载流子扩散运动方向相反，使载流子向相反的方向作漂移运动。这种扩散与漂移的矛盾是作为过程出现的。扩散开始的时候，扩散是矛盾的主要方面，扩散得以不断进行，但随着扩散的发展，空间电荷区不断加深，电场引起的漂移运动也不断加强，当扩散与漂移的作用力相等的而处于动态平衡时候，矛盾的对立达到暂时的统一，但是这种统一不稳定的，在一定的外界条件作用下就要开始转化。如本题所指出的，光线照射PN结，半导体中的载流子因获得能量而被激发，P型和N型中多数载流子扩散运动增强，在导线上作定向运动，产生电流，电流表出现读数。

题2—2 从表2—1中所给出的数据来看，反向电流和环境温度之间大致是什么样的关系？根据这个关系推算，在环境温度为 -45°C 时反向电流大致是多少？

环境温度	25	55	95	140
反向电流	1	10	100	1000

答：从表中可以推猜反向电流与温度之间大致是指数关系，当温度为 -45°C 时，反向电流大致是 25°C 时的0.01。

题 2-3 设一个二极管的 $I_S = 1\mu A$, 计算在室温 $19^\circ C$ 时的电压电流关系, 并将结果填入下表:

U(V)	-10	-1	-0.1	-0.01	0	+0.01	+0.05	+0.1	+0.2	+0.3
I(mA)	-0.001	-0.001	-0.001	-0.33 μA	0	0.0049	0.00629	0.027	3	100 mA

解: 根据晶体二极管伏安特性曲线一般规律的表达式:

$$I = I_S(e^{\frac{qU}{kT}} - 1)$$

所以, 我们可以看到当 U 为 -10 , $-1V$, $-0.1V$ 时, 为反向接法,

$$e^{\frac{-qU}{kT}} \ll 1$$

$$\therefore I \approx -I_S = -1\mu A$$

当 $U = -0.01V$ 时,

$$\text{设 } A = e^{\frac{-qU}{kT}}$$

$$\text{则 } I = I_S(A - 1)$$

$$\ln A = \ln e^{\frac{-qU}{kT}} = -\frac{qU}{kT} \ln e = \frac{-1.602 \times 10^{-19} \times 0.01}{1.38 \times 10^{-23} \times 292}$$

$$\therefore A = \frac{1}{1.49} = 0.67$$

$$I = I_S(A - 1) = 1\mu A(0.67 - 1) = -0.3995$$

当 $U = 0V$ 时

$$= -0.33\mu A$$

$$I = I_S(e^0 - 1) = 0$$

当 $U = 0.01V$ 时

$$\ln A = \frac{qU}{kT} \ln e = \frac{1.602 \times 10^{-19} \times 0.01}{1.38 \times 10^{-23} \times 292} = 0.3995$$

$$\therefore A = 1.49$$

$$I_S = 1\mu A(1.49 - 1) = 0.49\mu A$$

当 $U = 0.05V$ 时

$$\ln A = \frac{1.602 \times 10^{-19} \times 0.05}{1.38 \times 10^{-23} \times 292} \ln e = 1.9875$$

$$\therefore A = 7.29$$

$$I_S = 1\mu A(7.29 - 1) = 6.29\mu A$$

当 $U = 0.1V$ 时

$$\ln A = \frac{1.602 \times 10^{-19} \times 0.1}{1.38 \times 10^{-23} \times 292} \ln e = 4$$

$$A = 28$$

$$I_S = 1\mu A(28 - 1) = 27\mu A$$

当 $U=0.2V$ 时

$$I_{uA} = \frac{1.602 \times 10^{-19} \times 0.2}{1.38 \times 10^{-23} \times 292} \ln e = 8$$

$$A = 3001$$

$$I_S = 1\mu A(3001-1) = 3mA$$

当 $U=0.3V$ 时

$$I_{uA} = \frac{1.602 \times 10^{-19} \times 0.3}{1.38 \times 10^{-23} \times 292} = 12$$

$$A = 10^5$$

$$I_S = 1\mu A(10^5-1) = 100mA$$

将计算结果填入上表。

题2-4 如果把上题结果画成曲线、以电压为横座标,以电流为纵座标,而纵座标取对数形式,问这时伏安特性将是什么形状?

取对数座标的目的是因为二极管是一个非线性元件,超过门限电压后,电流增长很大,用实数座标表示电流,因数值过大,造成作图不便,而指数函数取对数后,变成线性关系。

解:表示了电流随电压的增加而直线上升的趋势。

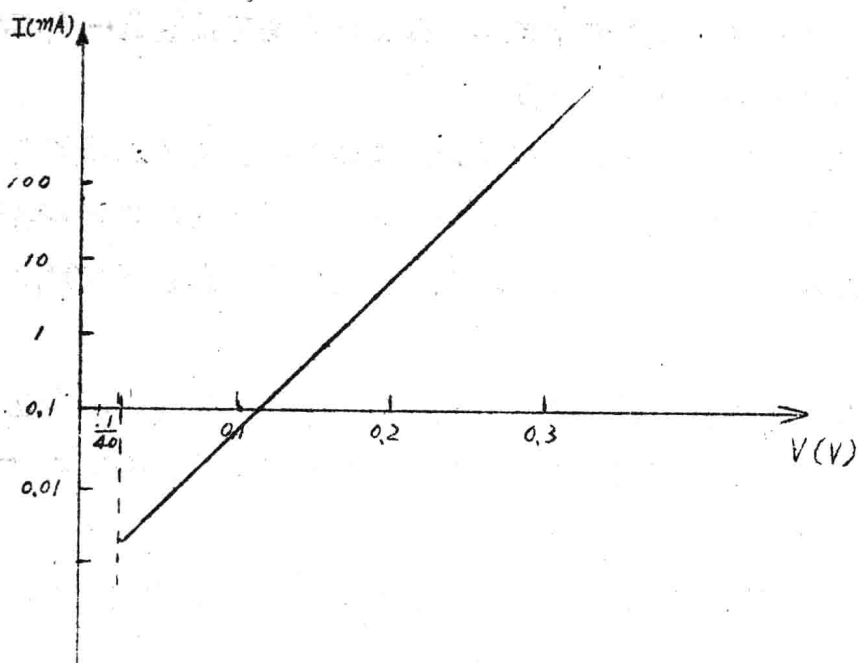
由 $I = I_S(e^{\frac{qV}{kT}} - 1)$ 取对数后的

$$\log I = \log I_S + \log(e^{\frac{qV}{kT}} - 1)$$

当 $V \gg \frac{kT}{q} \approx \frac{1}{40}V = 25mV$ 时, $e^{\frac{qV}{kT}} \gg 1$, 为使电流值取对数。

$$\therefore \log I \approx \log I_S + \log e^{\frac{qV}{kT}} = \log I_S + 0.434 \frac{qV}{kT} = \log I_S + 17.4V$$

上式中可以看到 $\log I_S$ 和 17.4 是常数,电压是 I 对数函数关系



注意，上面已假定 $e^{\frac{qV}{KT}} \gg 1$ $V=25mV$ ，若没有这个条件 I 与 V 之间不为线性函数关系。如对二极管加反向电压， $\therefore$ 漏电流使图形成一水平线。

题 2-5 在题 2-3 给定的条件下 如果安求 $I=1A$ 则二极管两端应加多少电压？

解： $\therefore I = I_s (e^{\frac{qV}{KT}} - 1)$

$$I = I_s e^{\frac{qV}{KT}} - I_s$$

$$10^6 \mu A = 1 \mu A e^{\frac{qV}{KT}}$$

$$6 \ln 10 = \frac{1.602 \times 10^{-19} \times U}{1.38 \times 10^{-23} \times 292} \ln e$$

$$13.8 = \frac{16020 \times U}{403}$$

$$\therefore U = \frac{13.8 \times 403}{16020} = 0.347 \approx 0.35V$$

题 2—6 把一个 $1.5V$ 的干电池，以正向接法直接接到一个二极管的两端，你估计会出现什么问题？

解：由二极管的特性可知，当其加正向电压时，随着二端电压的增加，流经管子的电流也逐渐增加，一旦超过门限电压，内部电场被大大削弱，二极管的电阻变得很小，于是电流急剧增加。所以对于本题来说，估计会出现两种情况：

(1) 当管子的最大整流电流值比较大的情况下，管子两端马上会建立一个 $(0.2V \sim 0.7V)$ 左右的压降，但电流很大，会使电池发热失效。

(2) 若整流值较小，因电流过大，使 PN 结结温过高而烧毁，形成二端管短路。

题 2—7 在实验室找一个二极管，测出它的伏安特性，并与由式

(2—1) 所表示的规律相比较。观察在正向特性方面实验值和理论值哪个大？在反向特性方面实验值和理论值哪个大？为什么？

答：在观察正向特性时，理论值比实验值大，因为公式 $I = I_s(e^{\frac{qV}{kT}} - 1)$ 是在理想情况下推导出来的，而 PN 结引出端存在接触电阻，表面还有漏电阻，在电压给定的情况下，电阻大、电流小，而上式是不考虑此类电阻影响的，

在观察反向特性时，理论值小于实验值，因为理论值考虑了减去反向电流 I_s ，而在实验时， I_s 则忽略不计。

题 2—8 从图 2—9 所列举的几种半导体二极管的特性曲线中，总结以下几条规律。

1. 温度升高对特性曲线有什么影响？

2. 锗管和硅管的反向电流哪一种大一些？死区电压哪一种大哪？

3. 如果把特性曲线中的电流采用对数座标，电压则用正比座标，这时伏安特性大致是什么形状？

4. 2AP20和2CP20 两种二极管哪一种适用于较高的工作频率?

答: 1. 正向电流略有增加, 反向电流迅速增加。反向电流迅速增加的原因是, 当温度升高时, 少数载流子按指数关系增加。

正向压降随温度升高而略有减小, 这里因为多数载流子随温度升高而略有增加而引起的。

2. 反向电流: 硅管 < 锗管; 死区电压: 硅管 > 锗管。

3. 伏安特性曲线大致是对数曲线形状。

4. 2AP20 适合于高频条件下工作。因为 2AP20 可在 $40 \sim 130 \text{ MHz}$ 条件下工作, 2CP20 工作条件是 0.5 MHz 。

题 2-9 在测二极管的正向电阻时, 常发现不同欧姆档测出的电阻值并不相同。用 $\Omega \times 1$ 档测出的阻值小, $\Omega \times 100$ 档测出的阻值大, 这是什么道理?

答: 万用表测量电阻是运用欧姆定律, 在电压给定之后, 电阻与电流成反比, 所以万用表是用将被测电阻中流过电流的大小换算成电阻值的办法测量电阻大小的。

二极管与一般电阻不同, 是一种非线性电阻, 加以不同的电压, 会获得不同大小的电流。而万用表中 $\Omega \times 1$ 档与 $\Omega \times 100$ 档的电压值是不同的, 如果表内电池同用 1.5 V , 由于表头电阻不同, 加到二极管上的电压显然不同, 一般来说, $R \times 1$ 档的表头内阻总比 $R \times 100$ 档小, 所以当用 $R \times 1$ 档测二极管时, 二极管上的压降就比较大, 因而电流也大, 刻度盘上反映的阻值就比较小。同理, 用 $R \times 100$ 档测二极管正向电阻, 由于所加的电压小, 电流也小, 反映出来的阻值就大。

根据上述道理: 小功率整流管往往不能用 $\Omega \times 1$ 档来测正向电阻, 否则将会因过流而烧坏管子。也不能 $\Omega \times 10 \text{ K}$ 档, 因为 10 K 档电压太高, 会因过压而击穿管子。

题2—10 有人在测一个管子的反向电阻时，为了使试笔和管子接触得好一些，他用两只手把两端捏紧，结果发现管子的反向电阻比较小，认为不合格，但用在设备上都工作正常，这是什么原因？

答：因为人体也是导体，具有一定的阻值。当两手捏紧管子两端时，等于在管子两端并联了一个电阻，而电阻并联使整个并联回路总阻值降低，因而电流变大，在万用表刻度盘上反映出来的电阻就小。

题2—11 如何用比较简单的办法来测试一个稳压管的好坏和极性？如何分辨一个管子是整流二极管还是稳压管？

答：用万用表测试时，给管子加上不同的电压，反映出的阻值应该相差很大，说明稳压管是好的。（因为二极管的反向击穿电压高，稳压管的反向击穿电压仅几伏）压管的极性判别办法与一般二极管相同，当测到电阻值较小的，黑表棒的一端为正端。

题2—12 利用稳压管或二极管的正向压降，是否也可以稳压？

答：所谓稳压，就是管子在某一范围内两端电压稍微增加一点，反向电流就增加许多，因而在稳定电流的范围内，反向电压可以近似不变。这是利用管子的反向击穿现象来实现稳压的。但是当稳压管或二极管在正向接法时，对于硅管来说，一超过 $0.7V$ ，电流就急剧上升，所想要获得几伏的稳定电压是不可能的。当然，如果电路中所要求的稳定电压值比较小，譬如在一伏左右，那么就可以用二只管子串起来实现稳压作用。

题2—13 要使稳压性能好，稳压管的稳压值是大一些好，还是小一些好？工作电流是大一些好，还是小一些好？温度系数是大一些好还是小一些好？

答：为使稳压性能好，稳压值太大、太小都不理想，最好选 $6V$ 左右，因为这时稳压管受温度的影响小。如果实际线路中要求比较大的稳压值，可选温度系数相反的管子串联。

工作电流稍大一些好，设计时一般选在稳定电流的一半。温度系数是说明稳压管受温度影响的系数，所以小些好。

题2-14 如果有两个2CW15稳压管，一个稳压值8V，另一个是7.5V，试问把这两个管子串联后总的稳压值是多少？把这两个管子并联时，稳压值又是多少？

答①当二只管子异端串联（二只均反向）时，稳压值是 $8+7.5=15.5V$ 。

②当二只管子同端串联一只正向，另一只反向时，那么稳压值是那只与电路反向接法的管子之稳压值加上0.7V，若8V那只只是反向连接，则稳压管是8.5V，另一只管子好似一只二极管接入电路。

③当二只管子同向并联，则稳压值等于稳定电压小的一只管子的稳压值。



④当二只管子异向并联，那么几乎没有稳压作用，电流将从正向接法的那只管子上通过。

题2-15 一个晶体管的 $I_b=10\mu A$ 时， $I_c=1mA$ ，我们是否能从这个数据来断定它的电流放大能力？在什么情况下可以这样做？什么情况下不可以这样做？

答：①在管子特性比较好的情况下，输出特性曲线簇呈平行而且间隔相等的状况，那么此时可用本题提供的二个数据来估算管子的放大能力。否则不可以。

②一般来说， β 值又和管子工作在特性曲线的那一部分有关， I_c 很小或很大时， β 值都比较小，在1mA以上的相当大的范围内，小功率管的 β 都比较大。

题2-16 如果把图2-16中的电源 E_c 的极性反接，使收集结的pN结也处于正向偏置，这时 I_c 将比以前大得多，是否对放大有利？

答： E_c 极性反接之后，使 C 端为正偏置状态， I_c 虽然增大了，但是工作点进入饱和区对放大不利，因为发射结电子在基区和空穴复合的机会大大增加， $b-c$ 之间正向导通收集结收到电子的能力减弱，也就是载流子的扩散运动大为减弱 I_c 不受 I_b 控制，而放大主要是由于扩散运动来进行的。所以 E_c 极性不能使收集结处于正向偏置。

题 2—17 在量测晶体管的特性时（见图 2—18）对两个电压表 V_1, V_2 有什么要求？如果把 V_1 的正端改接到量 I_b 的微安表的正端将会有什么影响？

答：量测放大电路工作点的电压表之内阻要大，才能使测量结果有一定之精度。否则，当电压表与被测电路并接后，由于电压表内阻小，供被测电路取走电流就大，误差也就大。

如果把量测 V_{be} 电压的电压表 V_1 改接到测量 I_b 的 μA 表前面，由于基极电流本来就很小，被电压表分走一部分后， μA 表上的值大为减小，出现较大误差。

题 2—18 有两只管子，一个管子的 $\beta=200$ ， $I_{ceo}=200\mu A$ 另一个管子的 $\beta=50$ ， $I_{ceo}=10\mu A$ ，其他参数大致相同，你认为应该选用那一个合适？

答：若甲管 $\beta=200$ ，则因其 β 值太大而使性能不稳定，同时其 I_{ceo} 为乙管之 20 倍，说明甲管业已临近使用期限，故选用乙管较为合适。

题 2—19 如果一个管子 3AG25 的 $P_{cm}=50mw$ 则当 $-U_{ce}=0.5V$ 时，是否能使 I_c 工作在 $100mA$ ？

答：可以。

$$I_{cm} = \frac{P_m}{|U_{ce}|} = \frac{50mW}{0.5V} = 100mA$$

题 2-20 比较硅管 3DG4 和锗管 3AG25 的下列参数哪一个性能好一些?

(1) 加同样的 U_{ce} (绝对值), 所得到的 I_b 哪个大?

(2) 在 U_{ce} (绝对值) = 4V, $I_c = 2mA$ 左右范围内, 哪一个 β 大?

(3) 哪一个的 I_{cbo} 大?

(4) 哪一个 P_{cm} 大?

(5) 哪一个 BV_{ceo} 大?

答: (1) 3AG25 之 I_b 大些。

(2) 3AG25 之 β 大些。

(3) 3AG25 之 I_{cbo} 大些。

(4) 3DG4 之 P_{cm} 大些。

(5) 3DG4 之 BV_{ceo} 大些。

题 2-21 将一个晶体管的基极对发射极短路, 而不是开路, 并且令这时集电极的反向电流为 I_{ces} , 试用晶体管的基本知识, 说明 I_{ces} 和 I_{ceo} 相比哪个大些。

答: I_{ceo} 为基极断开时, 集电极与发射极之间的反向电流。

E_c 加在 $c-e$ 之间, 使 $U_c > U_b > U_e$, 因而集电极的少数载流子在反向电压作用下, 越过收集结形成很小的 I_{cbo} 。因为此时基极断开, $I_b = 0$, 所以 $I_{ceo} = (1 + \beta) I_{cbo}$ 。当基极与发射极短路时, 情况发生了变化, $I_b \neq 0$ 。也就是说与基极断开时不同, 发射极电流不再等于集电极电流, 由于基极与 E_c 负极相连, E_c 向基极提供补充电子, 形成了 I_b 。为了满足 $I_e = I_b + I_c = \beta I_b + I_b$ 所以这时集电极与基极之间的反向电流必然要减少, 即: $I_{ces} < I_{ceo}$ 。

题 2-22 如果在 $25^\circ C$ 时 3AG25 的 $I_{cbo} = 10\mu A$, 那末在 $70^\circ C$ 它的 I_{cbo} 是多少? 如果 $\beta = 10$, 那么在 $70^\circ C$ 时穿透电流大概是多少?

解：由图 2-25 查得管温每升高 30°C ，它的 I_{cb0} 要增大十倍，当 $T = 70^{\circ}\text{C}$ 时，

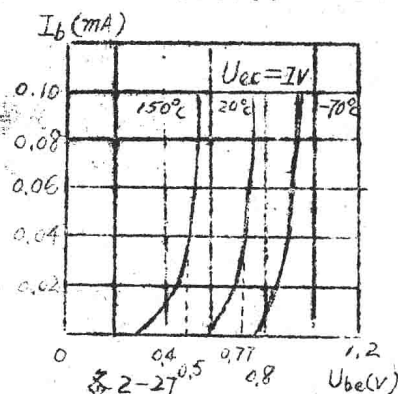
$$I_{cb0} = 57 \times I_{cb0}(25^{\circ}\text{C}) = 57 \times 10 \mu\text{A} = 370 \mu\text{A}$$

$$I_{ceo} = (1 + \beta) I_{cb0} = (10 + 1) \times 370 = 4.07 \mu\text{A}$$

题 2-23，在图 2-27 中，计算 $I_b = 40 \mu\text{A}$ 时的 U_{be} 温度系数（可以取 20°C 至 150°C 两点），并且和前面所提供的数据相比较看是否一致。

解：选取图中 20°C 、 150°C 时的两条关系曲线上 $40 \mu\text{A}$ 处向 X 轴作垂线，交 X 轴于 0.71V 与 0.5V 处，故

$$\frac{\Delta V_{be}}{\Delta T} = \frac{0.5 - 0.71}{150^{\circ} - 20^{\circ}} = -1.8 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$$



题 2-24，如果被检查的是 PNP 管，那么上述检查方法是否能用？是否能分辨被测的管子是 PNP 型还是 NPN 型？

答：本题之含意是能否用万用表粗测 NPN 型三极管之 I_{ceo} 、 β 和判别它的三只脚。回答是可以的。

在测试 I_{ceo} 时，万用表红表棒接 C 脚，黑表棒接 e 脚，扭之 $\Omega \times 100$ ，一般阻值在几十千欧以上，小于此值，表示 I_{ceo} 较大，如果接近于 0，表示已穿通，如果为 ∞ ，表示开路。

在测试 β 值时，在 b 、 c 之间串进一只 $100 \text{ K}\Omega$ 电阻，红表棒搭 C 极，黑表棒搭 e 极，若阻值比未串电阻时有明显减小，表示有放大能力。其原理为：当基极未接电阻时，基极与其它两极断开， b 、 c 之间没有压降， $I_b = 0$ 。而当接上电阻后，基极与集电极之间有一个反向压降，电源给基极注入了一定的电流 I_b ，使集电极产生了一个较大的电流 I_c ，这与未串电阻时， C — e 之间存在几十 $\text{K}\Omega$ 电阻（表示有 I_{ceo} 存在）相比，因其电阻值减小反映出电流变大，说明

晶体管有放大作用。

利用万用表识别 pnp 型管三个极步骤如下：

先判别是 pnp 型还是 npn 型。它可以和判别基极结各地来完成。我们以任一表棒接任意一极，另一表棒接余下二脚，当找到后一表棒接上时，电阻值均很小或很大，那么前一表棒所接之极即为基极。若前一表棒为红笔，同时黑棒与其余二极接上后阻值均很小，则此管为 pnp 型，若阻值均很大，为 npn 型，基极确定后，余下二极不是发射极即是集电极。仍是在 b 和一假定 c 极之间接一只 $100K$ 电阻，因为只有发射结加正向电压，收集结加反向电压晶体管才有放大作用，这时，对 pnp 管来说，以红笔接假定 c 极，黑笔接假定 e 极，读出阻值。然后，假定 c 、 e 极对调，重复一次测阻值，若第一次阻值比第二次小，则说第一次接法有放大能力，第一次之假定是正确的。若第二次阻值比第一次小，则第二次假定是对的。

题 2-25 有人在观察管子是否有电流放大作用时，用双手捏住表笔，分别接到 $c-e$ 两端，然后用舌头舐基极的引线来观察欧姆档电阻值的变化，这是什么道理？

答：运用上述办法，通过人体使 $b-e$ 、 $b-c$ 之间建立压降。这时形成一个好象是单管放大器的电路， I_b 的存在，使阻值明显下降。用此时的阻值与舌头未舐基极时阻值相比，后一种情况由于 I_{ce0} 极小，阻值很大。所以用 与不 二种情况下的阻值可以反映管子有没有放大能力。

题 2-26，某同志在检修一台电子设备时，因没有图纸，而且管子上也没有型号，他利用测电位的方法在图 2-30 中测出 1 端对地为 $-6.2V$ ，2 端对地为 $-6V$ ，3 端对地为 $-9V$ ，从而定出了管脚所属的电极和管子的类型，（ pnp 或 npn ）你能说出这是什么道理吗？

答：这是 PNP 型管。1 端为基极，2 端为发射极，3 端为集电极。因为通过它们之间的电位差，可以获得管压降，由题可知 $U_{be} = -0.2V$ ， $U_{ce} = -3V$ 。因为 1 端电位比 2 端低，电压降在 $-0.2V$ ，符合正向接法。3 端电位比 2 端低 $3V$ ，比 1 端低 $2.8V$ 符合反向接法。

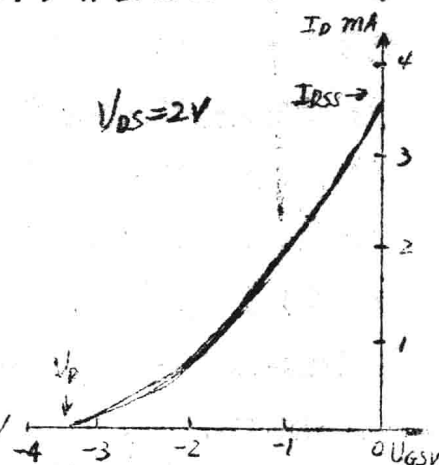
题 2-27 试从图 2-37 的漏极特性中，作出 $U_{DS} = 2V$ 时转移特性。

答：场效应管的漏极输出特性与栅极转移特性是相互联系的。因此可在 U_{DS} 给定之后，画出 U_{GS} 变化时的转移特性曲线。本题给定

$U_{DS} = 2V$ ，从漏极特性图 $U_{DS}=2V$

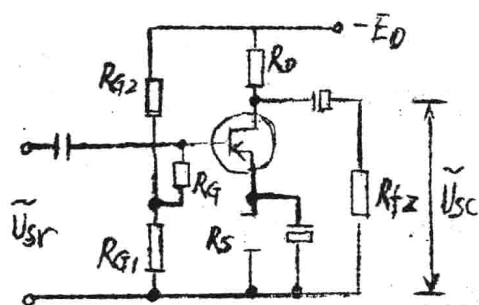
处作平行于 y 轴的垂线，得当 $U_{GS} = -2V$ 时， $I_D = 0.8mA$ ； $U_{GS} = -1V$ 时， $I_D = 2.1mA$ ；

$U_{GS} = 0V$ 时， $I_D = 3.7mA$ 又从图 2-37 查得 $U_p = -3.4V$ 由此作出当 $U_{DS} = 2V$ 时，结型场效管的转移特性如图。



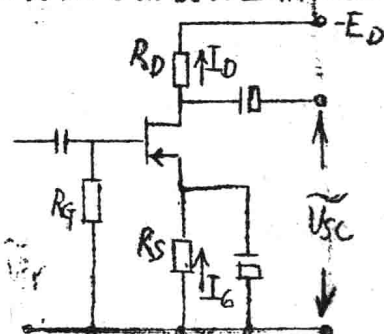
题 2-28 P 型沟道的结型场效应管，应该怎样安排电源和信号，电压的极性才能起放大作用？画出和图 2-38 相对应的基本放大电路。

答 U_{DS} 为负， U_{GS} 为正，即 U_{GS} 应该是反向接法。结型 P 型构造场效应管静态工作点取得可以有电源分压与栅极自生偏压二种。



电源分压

2-13



自生偏压

自生偏压电路中，由于 R_G 接地，且无电流通过， $U_G = 0$ ，但由于 I_S 流过 R_S ，使 U_S 对地电压为负，所以使栅极获得一负偏压而处于反偏状态。由于这种反偏状态，使栅极电阻非常高，所以加到场效管的输入信号只要求有电压变化而基本上不必供给电流，即能起放大作用。

题 2-29 某同志有一个场效应管，但不知道是什么类型的，于是做了一下实验，测出它的漏极特性如图 2-45 所示。你能不能从图中给出的数据判断：

(1)它是哪一种类型的场效应管？

(2)它的夹断电压 $|U_p|$ (或开启电压 $|U_T|$) 大概是多少？

(3)它的 I_{DSS} 大概是多少？

答：(1)根据：a) U_{GS} 可正可负，断定其为耗尽型绝缘栅场效应管。b) 根据 U_{DS} 为负值，断定其为 p 型。

(2) $U_{GS} = +3V$ 时， $I_D = 0$ $\therefore U_p = +3V$

(3)当 $U_{GS} = 0V$ 时， $I_{DSS} = 8mA$

题 2-30，为什么结型场效应管没有增强型的工作方法？

答：结型场效应管能起放大作用，主要是使栅源之间处于反偏。

(对 p 型构造： U_{GS} 为正，对 N 型构造： U_{GS} 为负) 若按增强型方法工作，对 p 型构造， U_{GS} 必须小于 $0V$ ；对 N 型构造， U_{GS} 又必须大于 $0V$ ，结果使结型场效管的栅源之间均处于正偏，电源极性反过来了， pN 结正向导通，产生了栅流， I_D 变得很大，破坏了对信号电压的控制作用，所以结型场效管没有增强型的工作方法。弄得不好，甚至会造成损坏。

题 2-31，能不能用鉴别晶体管的简易方法来鉴别场效管的三个电极和它性能的好坏？

答：一般说来是不可以的。但是利用万用表，我们有时也可简单地判断其中的栅极。例如结型管栅源或栅漏之间是一个 pN 结，于是

利用正反向电阻不同可以区别栅极。但由于D.S之间是同一块衬底，正反向电阻相同，故无法区别D脚或S脚，对于绝缘栅型来说，栅极是与其他两极绝缘的，电阻可以视作无限大，故也可区别栅极。

至于性能的好坏，如跨导的大小，是无经判别的，因为场效应管不利用少数载流子的作用。但是用万用表可以测定PN结是否开路、短路，因而从这个意义上说，可以用测定晶体管的方法局部鉴别场效应管。

题2-32 场效应管的跨导是大一些好，还是小一些好？如果管子已经确定，为了使跨导大一些应该如何改变 U_{GS} 的变化范围？

答：低频跨导 g_m 相当于晶体管的 β ，是衡量场效应管放大作用的重要参数。 g_m 值的大小，就是表示了栅极电压对漏极电流的控制能力。所以，在较小电压的条件下，希望获得较大的电流，跨导是大些好。但是，跨导过大，会造成不稳定，因而要看具体情况而定。

跨导的大小，与管子工作在哪个区域有关。如果我们要获得较大的跨导，可以适当减小一些栅压。这和转移特性曲线的情况是一致的。当 U_{GS} 愈趋近于0（对N型沟道结型管来说）那么 I_D 值就愈大。据 $g_m = \frac{\Delta I_D}{\Delta U_{GS}}$ ，随着 ΔU_{GS} 减小， g_m 就增大。