

电子管应用

化自 73-76 班
电自 73

电子管应用讲座

第一章 电子管

毛主席教导我们：“人民，只有人民，才是创造世界历史的动力。”电子管，它同其他科学技术一样，是劳动人民在长期的生产斗争和科学实验的实践中创造出来的。它在我们广播设备中占有很重要的地位。为了保证广播准确、及时地宣传毛泽东思想，对我们广播战士来说，就必须了解它的构造、性能和工作原理，使它更好地为无产阶级政治服务。

第一节 二极管与整流

二极管是电子管中最简单，也是最基本的一种。它具有一般电子管最基本的特征。所以，我们先从二极管讲起。

一、热发射

很早以前，人们从实践中发现，如果在一个电灯泡内放一个金属片，当用一个灵敏电流表把这块金属片的引出端与灼热的灯丝联结起来时，在电流表中就有微小的电流流过，如图1-1所示。电路中没有电源，为什么会出现电流呢？

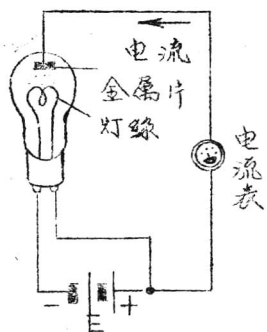


图 1-1

原来在金属导体内部存在着许许多多的自由电子，通常它们受导体内正电荷的吸引，不能跑出导体表面。当导体加热（例如通过电流）后，导体内的自由电子的运动速度就增加，如果导体的

温度达到一定程度，导体内的自由电子就能克服正电荷的束缚而跑到导体周围空间。这种导体加热后放射电子的现象，就叫做电子的热发射。

由于热发射而从灯丝飞出的自由电子还不能跑得很远，只有极少数速度很高的电子能够到达金属板上，再通过外接导线回到了灯丝，这就是电流表中出现微小电流的原因。人们认识了电子热发射的原理后，就把它用于实践而制造出了二极管。

二、二极管的构造

不同的金属材料，发射电子的能力和发射电子所需要的温度是不一样的。为了获得良好效果，通过实践，人们找到了许多发射温度低而且效率高的物质，如金属氧化物 钨、碳化钨、钨等。用这些材料制成的专门产生电子热发射的电极叫做电子管的阴极，它是电子管中产生电子的源泉。它的作用是：一是通过电流来加热，二是发射自由电子。但这两个任务不一定由一个灯丝来完成，有时为了方便，常常用交流电来加热灯丝。这时电流大小的变化会引起灯丝温度的变化，发射电子的数量也发生变化，影响了电子管的正常工作。所以人们把阴极做成圆筒状，筒内另装灯丝，依靠灯丝通电加热烘烤阴极而发射电子。由于阴极面积较大具有热惰性，就使温度几乎不变。但是用这种阴极作电子管时，灯丝先要加热一定时间之后，管子才能正常工作。

这种把加热和发射电子两种作用分开的阴极叫做旁热阴极，如图 1-2。而那种既是加热又能直接发射电子的阴极叫做直热式阴极，如图 1-3。

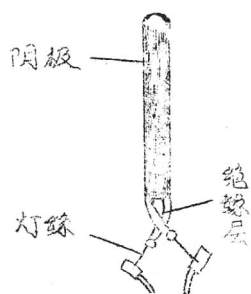


图 1-2 旁热式阴极

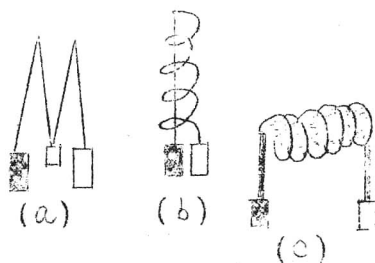


图 1-3 直热式阴极

(a) M形 (b) 单螺旋形
(c) 带状螺旋形

直热式和旁热式阴极在电路图中的符号如图 1-4 所示。

前面讲过热发射获得的很小的。可以设想，如果把金属板引出线接到一个电源的正极，而电源的负极接到阴极，如图 1-5，这样，发射电子在电源电场的帮助下就可以顺利地到达金属板上，使电流大大增加。通过实践使人们达到了这一预想的结果，这就是二极管的雏形。

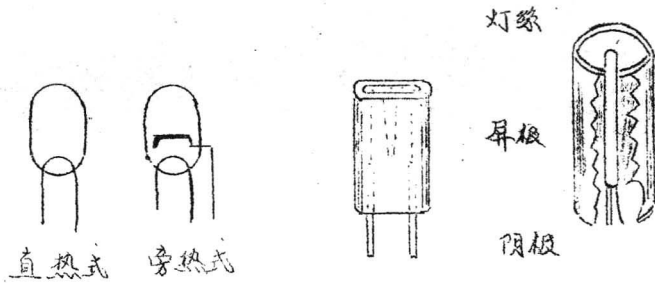


图 1-4 阴极在电路图中的符号

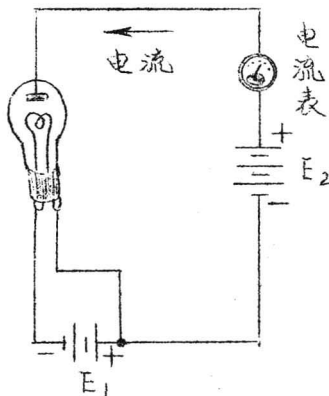


图 1-5

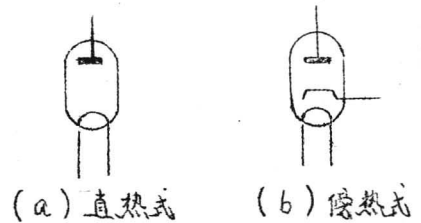


图 1-6 二极管的构造和它的符号

(a) 直热式阴极二极管

(b) 旁热式阴极二极管

在二极管中，为了使发射电子顺利地全部到达金属板，就把金属板作成圆筒形，套在阴极外面，叫做屏极（又叫板极、阳极）。屏极的材料是用镍、镀镍铁片或铜、钨、石墨等做成。

目前有线广播设备中常用的二极管，多数是氧化物阴极，有直热式，也有旁热式。

二极管的构造和在电路中的符号如图1-6所示。

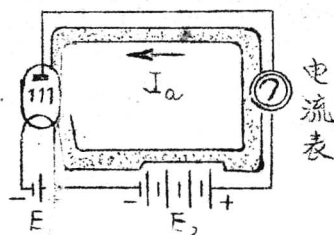
三. 二极管的单向导电性

如图1-7 a. b所示, 我们在灯丝两端加上一定电压, 当屏极接上对阴极为正电压时, 电流表有读数, 说明电路中有电流通过, 二极管导电。如按图1-7 b那样, 使屏极接上对阴极为负的电压时, 电流表就没有读数, 表明电路中没有电流通过, 二极管不导电。

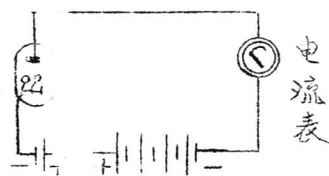
为什么前种接法电路中有电流通过, 后种接法电路中没有电流通过呢?

这是因为阴极加热之后, 产生热电子发射, 当屏极电位高于阴极时, 屏极电场的作用力把电子吸向屏极, 形成屏极电流 (简称屏流)。而当屏极电位低于阴极时, 屏极电场的作用力是把电子排斥回阴极, 这时

虽然阴极也发射电子, 但是跑不到屏极上来, 所以二极管就不导电。我们把这种特性叫做二极管的单向导电性。这一可贵的特性, 正是二极管得到广泛应用的原因。



(a)



(b)

图 1-7

四. 二极管的特性曲线

毛主席教导我们: “对情况和问题一定要注意到它们的数量方面, 要有基本的数量的分析。任何质量都表现为一定的数量, 没有数量也就没有质量。”上面我们对二极管仅作了粗略的分析, 这对于掌握和使用它还是远远不够的, 还必须对它进一步作出基本的数量分析。

要对二极管的特性进行数量分析, 首先就要了解屏流的大小与那些因素有关。我们知道, 对二极管来说, 影响屏流的, 一个是阴极的温度, 一个是屏极电压。各种二极管都有规定的灯丝电压, 在工作过程中是不变的, 所以阴极工作温度也

是不变的，这样，它发射电子的能力也不改变。因此，在分析二极管的数量关系时，就可以只分析在固定灯丝电压下，屏流电压与屏极电流之间的变化关系。

在数学里我们知道：如果有两个量，当一个量改变时，另一个量也跟着发生相应的变化，我们就可以把这两个量之间的变化关系用一条曲线表示出来。在二极管的屏压发生变化时，它的屏流也发生相应的变化，我们同样可以把它们之间的变化关系，用一条曲线形象而又清楚地表示出来。这种表示二极管屏流与屏压之间变化关系的曲线，叫做二极管的特性曲线。

这条曲线是如何画出来的呢？我们先从实验入手，将二极管的屏极经过一个电流表接到一组电池的正极上，电池组的负极与电子管的阴极相接，在屏极与阴极之间跨接一个电压表以测量屏极电压，如图 1-8 所示。

接好线路之后，把二极管灯丝接上规定电压，然后调节滑动接点，使屏极电压由零开始逐步升高，这时屏流也随着增加，它们的数值可由电压表电流表分别指示出来。每一个屏压数值都得到一个相对应的屏流数值，把这每一对数值列表记录下来，然后作曲线。方法是画出两根互相垂直相交的直线，以横的一条线为横轴，它代表屏极电压，用 U_a 表示；竖的一条线为纵轴，它代表屏流，用 I_a 表示，叫作直角坐标，如图 1-9 所示。

我们每测出一对数值，都可以在坐标轴上得到一个相对应的点。例如 5Z2P (5Y3)，当 $U_a = 20$ 伏时， $I_a = 23$ 毫安。

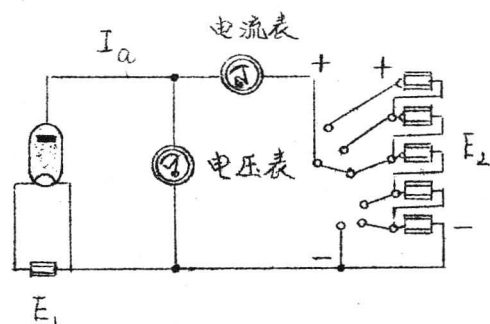


图 1-8

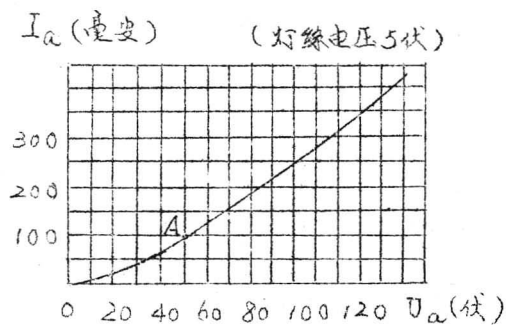


图 1-9

这样可在横轴上代表20伏的地方垂直向上引一条虚线，再在纵轴上代表23毫安的地方引一条水平虚线，两条虚线相交的一点，就是 $U_a = 20$ 伏、 $I_a = 23$ 毫安所对应的点。然后逐步改变屏压，得到相应的屏流，有多少对 U_a 和 I_a 的数值，就可以在坐标上定出多少点，把这些点连结起来就成一条曲线了。这就是我们所分析的二极管特性曲线（电子管手册上一般都画出这类特性曲线）。

特性曲线形象而清楚地反映了二极管内部的电特性，即二极管屏压与屏流的相互变化关系。它上面的每一点都代表着一对相应的电压与电流的数值。只要知道屏压，利用曲线就可以求出相应的屏流，反之，知道了屏流也可以求出屏压。例如，在图5.9的5Z2P的特性曲线上，要求出屏压为50伏时，相应的屏流有多大，我们可以从横轴表示50伏的地方，垂直向上引一条直线与曲线相交于A点，然后由A点向纵轴引一条垂线与纵轴相交，就得出屏流为100毫安的答案。

“通过实践而发现真理，又通过实践而证实真理和发展真理”。从二极管的特性曲线上可以看出，在屏压为零时，屏流不为零而有一个微小的数值，曲线上中间有一段出现向上弯曲，说明当屏压增加时，两屏流却不按比例地很快增加，在最后一段逐渐趋近于平直，说明屏压增加时，屏流已不再增加了。二极管特性曲线的这种变化规律，生动地揭示了客观事物的内部联系。

下面我们就来深入地分析屏流特性曲线这种变化规律的实质。我们知道阴极加热后不断发射出电子来，如果屏极未加屏压，这些电子就会在阴极附近堆积起来形成一个包围圈，好像阴雨天地球外面包着厚厚的云层一样，所以称为电子云。电子云的存在排斥着继续从阴极跑出来的电子，甚至把一部分速度较小的电子推回阴极，但速度较大的电子仍能从阴极表面跑出来。在一定温度下，当被推回去与跑出来的电子数目相等时就达到了一种平衡状态，称为动态平衡，这时电子云的厚度不再改变。但是有少数速度很大的电子，能克服电子云中电子的排斥和正电荷的吸引而到达屏极，这就是特性曲线起始处未加屏

压却有微小屏流的原因。

当屏极加上不大的正电压时，屏阴之间形成的电场，对电子云层中的电子产生一种吸力，把一部分初速度较大的电子吸了过来，跑到屏极而形成屏极电流。由于这时的电场力还不大，对那些初速度较小的电子，还不能突破电子云的阻力，更无法跑到屏极上去。所以屏流虽有增加但并不显著，表现在特性曲线下半部分缓慢上升的那一段。随着屏极电压增加，吸引电子的电场力也增加，越来越多的电子脱离电子云而跑到屏极，同时电子飞向屏极的速度也增大了，所以这时屏流增加更快，或者说它和屏压不成比例增加，表现在曲线逐渐向上弯曲那一段。我们把这种曲线关系叫做非线性关系，或称非线性关系。当屏极电压继续增加到足够大时，阴极反射的电子会全部被吸去，电子云层将完全消失，这时屏流就不再增加，表现在特性曲线上部出现平直的一段。但是目前所应用的氧化钨阴极二极管，在特性曲线上一概并不画出上部这一段，因为在未达到这种状态以前，阴极就被烧坏了。

五. 二极管的参数

为了对不同二极管进行评价、比较和选用，除了特性曲线之外，还有说明二极管特性指标的一组数据，这组数据就叫做二极管的参数。每一个参数都反映出二极管一定的电特性。下面就对二极管常有的参数，如内阻、反峰电压和屏极耗散功率的意义加以说明。

1. 二极管的内阻 在二极管的屏极与阴极之间，加上一定的正电压时，就有一定的屏流，说明它象一只电阻，称为二极管的内阻。这里所说的二极管的交流内阻，它与普通的电阻不同。在普通两端的电压与通过电阻的电流成正比，电压与电流的关系可用一条直线来表示，它的比值就是电阻，即 $\frac{U}{I} = R$ 。

电阻的大小反映直线的倾斜程度。可是，二极管两端间的电压与通过的电流是不成正比的，通过特性曲线分析可知，它们的关系具有非线性，这说明二极管的内阻，随着工作状态不同

而具有不同的数值。所以，不能简单用电压电流之比表示它的意义。这里我们给予二极管的内阻一个新的含义：在某一工作状态下，当二极管屏压变化一个很小的数值时（这个很小的数值通常用字母 Δ 表示，写成 ΔU_a ），屏流相应变化一个很小的数值（写成 ΔI_a ），这两个变化量之比就称为二极管在这种工作状态下的内阻，用字母 R_i 表示。则

$$R_i = \frac{\Delta U_a}{\Delta I_a}$$

可见，二极管某工作点的内阻，反映二极管在该点屏流与屏压的依存关系，能看屏流值屏压变化的快慢程度。很明显，在特性曲线上部趋于平直时，因为这时当电压改变时，电流变化趋于零，所以它的内阻也趋于无限大。在特性曲线中间向上弯曲一段，当电压增加时，电流上升最快，所以电阻也最小。参看图 1-9。

二极管的内阻，可以用实验的方法求得，也可以用特性曲线作图的方法求得。由特性曲线上求二极管内阻的方法是：若求二极管某工作点的内阻，先在该点分别向横轴与纵轴引垂线得到相应的电压与电流各为 U_{a1} , I_{a1} ，再把屏压增加一个很小的数值，此时电压为 U_{a2} ，然后在 U_{a2} 处找到相应的屏流为 I_{a2} ，则可由

$$R_i = \frac{\Delta U_a}{\Delta I_a} = \frac{U_{a2} - U_{a1}}{I_{a2} - I_{a1}}$$

求得该工作点的内阻。

真空二极管的内阻一般都比较小，这是因为电子云对阴极发射电子有阻力，它减小了屏极对阴极电子的吸引力。这样，真空二极管无论是用作整流或检波，都使它的效率难以提高。要想降低它的内阻，必需设法消除它的电子云，这就是以后将要介绍的充气二极管出现的原因。

2. 二极管的最大屏极反峰电压 在二极管屏、阴之间通过负载 R 加上一个交流电源，当电源电压为正半周时，如图 1-10 所示。这时二极管导电，回路里有电流流过，电源电压

一部分被降在负载 R 上，另一部分则加到二极管的两端，当电源电压为负半周时，如图 1-11 所示。这时二极管不导电，电路里没有电流， R 上就没有电压降，于是电源电压就全部反向加到了二极管的两端。如果这个电压足够高时，超过屏、阴之间的绝缘强度，就会使二极管击穿而损坏。所以，在电子管手册中都标明了二极管所能承受的最大反峰电压数值，称为二极管的最大屏极反峰电压。在使用时，应注意不得超过手册上所规定的数值。值得注意的是，在实际工作中， R 的位置常接有大容量的电解电容器，在信号负半周时，电容器上电荷来不及放掉，这个电压与电源电压相加后加到二极管两端，所以二极管工作时两端实际存在的反向电压应接近为电源电压峰值的两倍。

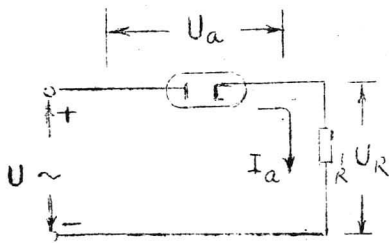


图 1-10

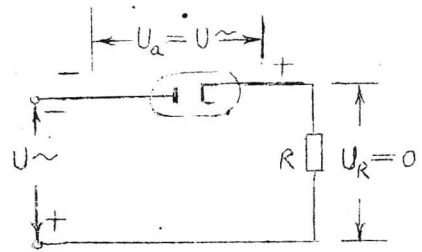


图 1-11

3. 二极管的最大整流电流 二极管允许连续不断地通过的最大平均屏极电流值，称为二极管的最大整流电流。二极管最大整流^{电流}在电子管手册中有标明。在使用中应注意不要超过这个规定数值，否则就会损坏管子。在选用管子时，要注意二极管允许的最大整流电流，一定要比负载电流大，方可采用。

4. 二极管的屏极耗散功率 二极管在工作时，电子受到屏极电场的加速，以很大的力量撞到屏极上，这样就会使屏极温度升高。这好象用锤子猛敲金属板时，金属板会发热的道理一样。屏极上产生的这些热量是无用的损耗，所以叫做屏极损耗。

屏极损耗的功率与普通导体通过电流时所消耗的功率一样。

可以用屏极与阴极之间电压 U_a 与屏流 I_a 的乘积算出来，即 $P_a = U_a I_a$ 。

但是普通导体消耗功率使整个导体发热，而二极管内部消耗的功率都集中到屏极上，使屏极温度迅速升高。如果屏极温度超过一定的限度，就会使二极管损坏。因此，规定了二极管所能耐受的屏极损耗安全限度，称为最大屏极损耗功率。

六. 二极管的应用

在无线电设备中，常常需要直流电源，这就需要把交流电变成直流电。这种把交流电变成直流电的方法就叫整流，把交流电变成直流电的装置，就称为整流器。因为二极管具有单向导电性，所以它就成为整流器中主要的元件。

图 1-12 (甲) 是一个最简单的整流器。它的工作原理是这样的：在整流器的输入端加上一个交流电压 $U_{\sim}$ ，它以一定的频率（如 50 周/秒）改变着大小和方向，如图 1-12 (乙) 所示。由二极管的单向性可知，只有当交流电压 $U_{\sim}$ 为正半周时，二极管的屏极电压 U_a 为正，才有屏极电流 I_a ；当交流电压 $U_{\sim}$ 为负半周时，二极管的屏极电压 U_a 为负，二极管不导电， I_a 为零，如图 1-12 (丙) 所示。这样，原来方向变化的交流电压，

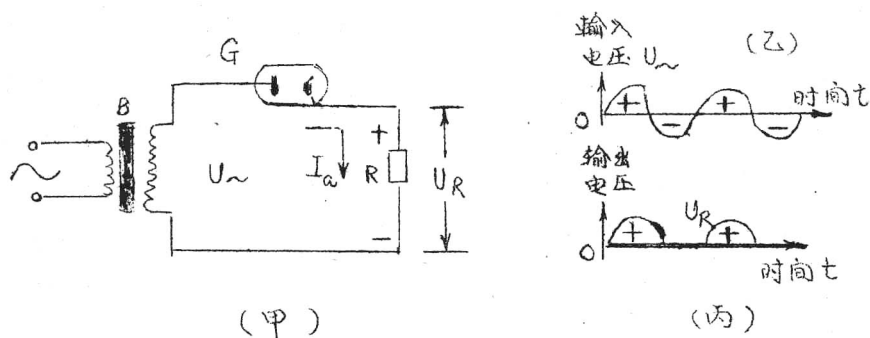


图 1-12

通过二极管之后，电流只能向一个方向流动了。这时，屏极电流 I_a 流过负载 R ，就形成了电压降 U_R ，这个电压的极性与大小决定于 I_a

的方向与大小。因为 I_a 在电子管内部总是从屏极流向阴极即单向导电，所以 U_R 的极性是一直不变的，但大小是随着 I_a 在不断的变化着，我们把这种电压叫做单向“脉动电压”，如图1-12(丙)。要想把它变为收音机或扩音机中使用的平稳的直流电压，还需要进行滤波，这将在本书第八章整流电路中再加以详细讨论。

上述整流电路，因为只在半个周期内让电流通过，所以称为半波整流电路。

因为半波整流电路只利用了输入电源电压的半个周期，而在另半个周期二极管不导电，所以管子本身输出电压为一互相间隔的半波脉动电压，它与直流电压差别很大，整流效率也很低。为此，人们进一步寻求了一种比它更为完美的整流电路，这就是全波整流电路。

全波整流电路如图1-13(甲)所示。在这种电路中，两只二极管 G_1 和 G_2 的屏极分别接在变压器次级的两端，它们的阴极连在一起并通过负载 R 与变压器次级中心抽头相接。这样，加在 G_1 两端的交流电压 $U_{\sim 1}$ 与加在 G_2 两端的交流电压 $U_{\sim 2}$ ，大小相等而相位相反。在某个周期内，当 G_1 的屏极电压为正时使 G_1 导电， G_2 的屏极电压此时却为负，因而处于截止状态；经过半个周期，当 G_1

的屏极电压变为负时， G_2 处于截止状态，此刻 G_2 的屏极电压却为正而导电，在交流电的整个周期内， G_1 与 G_2 轮流导电，它们的屏极电流轮流以

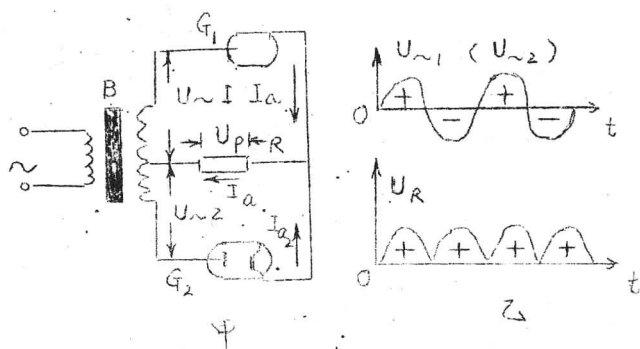


图 1-13

同一个方向流经负载 R ，而在负载上就能得到一个与电流变化规律一样的输出电压。因此，全波整流输出电压波数比半波整流增加一倍，变成了互相连续的半波单相脉动电压，如图1-13(乙)所示。从图中看出全波整流输出电压比半波整流输出电压

更接近于直流电压。尽管如此，这电压仍是有很大波动，为了要得到恒稳的直流电压，依然需要进行滤波。

二极管除了用作整流外，在高频电路中还常常用来作检波。关于检波的工作原理，将在以后有关章节专门介绍。

第二节 三极管及其放大原理

三极管是由二极管发展而来的。与二极管相比，它虽然只多了一个控制电极，但这一量变引起了质变，使电子管能够用来放大信号。二极管不具有放大作用，所以它的应用就受到了限制。自从三极管出现以后，电子管的应用就更为广泛了。

一、三极管的结构

三极管的结构和它的符号如图 1-14 所示。从图可以看出三极管和二极管的构造不同的地方，仅在于阴极与屏极之间又加入了一个栅状的电板。它是用细金属丝（镍和镍合金）做成的。栅极是装在屏极与阴极之间靠近阴极的地方，罩住了阴极，这样使所有通往屏极的电子都要受到栅极的控制。

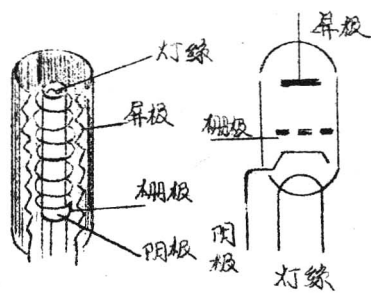


图 1-14 三极管的构造和它的符号

二、三极管的放大原理

三极管与二极管的唯一区别，仅仅是多加入一个栅极。而三极管的放大作用也正是由于栅极影响的结果，所以在介绍三极管的放大原理之前，我们首先来分析一下栅极的作用。如果在三极管的栅极加上一个比阴极为正的电位，栅极就会吸收阴极发射的电子形成电子流从栅极经外电路流为阴极，如图 1-15 所示。在这同时如果屏极也接上很高的正电压，屏极要比栅极

没接正电压时增大很多。这是因为栅极加了正电压后，中和了一些阴极附近所形成的电子云，减少了电子云对阴极发射出来的电子的阻力，另一方面由于栅极距离阴极较近，在栅极正电场的帮助下，使一些原来动能较小的电子增大了动能，这些电子在飞向栅极时，由于栅极是网状的，除了少数碰到栅极上的形成栅流外，绝大部分电子穿过栅网的空隙而飞到屏板上去，使屏流增加。栅极所接的正电压在一定范围内增加，栅流和屏流也相应地增加。

如果在栅极加上比阴极为负的电压时，如图 1-16 所示。栅极电压在阴极周围形成的电场是阻碍电子飞向屏板的。一些初速度较小的电子被排斥回阴极，所以屏流比未加负栅压时还

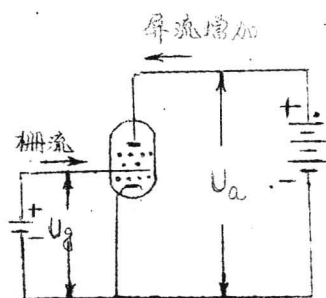


图 1-15

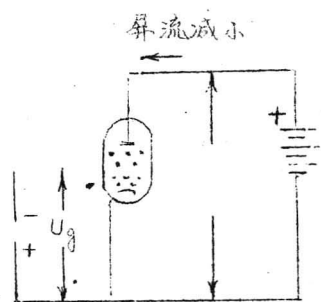


图 1-16

小。栅极上的负电压越大，对电子的排斥力也越大，屏极电流就越小。当栅负压大到一定值之后，屏极在阴极周围所形成的正电场完全被栅极负电场所抵消，这时阴极发射的电子全被栅极负电场排斥而返回阴极，屏极电流就为零，如图 1-17 所示。我们把屏流为零的状态称为截止状态，而使电子管屏流呈截止状态的栅极负电压，称为截止负栅压。

由此可见，当栅极上的电压改变时，能够控制飞往屏板的电子数，尽管屏压不变，但由于栅压的变化也能控制屏流增加或减少，所以栅极又叫控制栅极。由

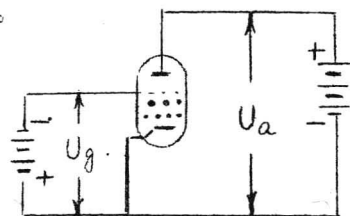


图 1-17

于栅极距离阴极很近，它的电场对阴极周围电子就具有强烈的影响。又由于栅极紧紧地包围着阴极，对屏极电场起了屏蔽的作用，因此屏极电场对阴极的影响就更弱了。这样栅极电压对屏流的控制能力^{就远远超过屏极电压对屏流的控制能力}。这使我们得到一个极为重要的结论：栅极上的电压对屏流能起控制作用，而这种控制作用又远远大于屏极电压对屏流的控制作用，这正是三极管能够起放大作用的原因。

上面我们讨论了栅极的作用，下面就具体分析三极管是如何把一个交变小信号进行放大的。

图 1-18 是三极管的简单放大电路。在栅极电路里加上一个交变的信号电压和一个直流负电压，当信号电压为正半周时等于抵消了一部分栅极负电压使栅极电压向正的方向变化。所以屏流便随着信号电压的增加而增大，当信号电压为负半周时等于栅极负电压变得更负。

因而屏流就随着减小。这样，随着输入信号电压的变化由于栅压对屏流的强烈影响，屏流也跟着相应地发生很大的变化。为了从屏流的变化中得到所需要的电压变化，还需要在屏极电路中串上一个电阻

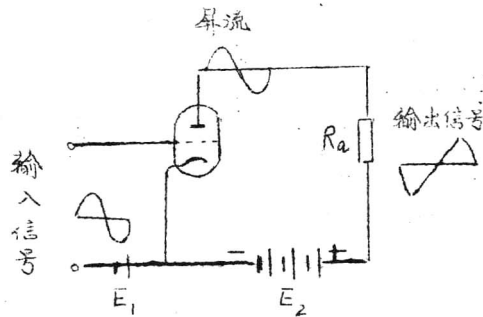


图 1-18

R_a 作负载。当屏流流过负载时，便在负载 R_a 上产生随信号变动的电压。这里 R_a 的作用是把电流变化变为电压变化，好象电影放映机前面的银幕，它能把光的变化，变为图象的变化一样。如果 R_a 足够大，则其输出电压的幅度要比栅极输入信号电压的幅度大得多，而且变化的是一样的。这就达到了电压放大的目的。

例如从实验知道，电子管 6N2，当它的屏压 250 伏，负载电阻用 50 千欧时，若输入信号电压使栅极电压从 -3 伏变到 0 伏，变化范围为 3 伏，这时屏流将从 0.4 毫安变到 2.4 毫安（这里忽略了屏压对屏流的影响）。屏流 50 千欧负载上所产生的电压，就从 20 伏（ $0.4 \times 50 = 20$ 伏）变到 120 伏（ $2.4 \times 50 = 120$ 伏）。

输出电压变化的范围是 $100 \text{ 伏} - 20 \text{ 伏} = 80 \text{ 伏}$ 。结果输出电压比输入信号电压放大于三十三倍多 ($\frac{100 \text{ 伏}}{3 \text{ 伏}} = 33.3 \text{ 倍}$)。由

此可见，一个很小的输入信号电压，通过三极管之后，可以得到一个很大的输出信号电压，这就是三极管的放大原理。

通过以上的分析，三极管放大作用的实质，正是由于栅极的控制作用。因为在构造上的精心设计，使栅极上有一个很小的变化电压，就能在屏极输出一个相应变化很大的电压，而且它们的变化规律是一样的。

在扩音机、收音机等设备中，在电子管的控制栅极上，都加有一个较阴极为负的直流电压，叫做栅偏压。为什么要加上这种栅偏压呢？下面就来讨论栅偏压的作用。

我们先来打个比方，例如用一个放大镜来把一个图形放大时，必须把图形放在放大镜的中心轴线上。如果把图形放得离开轴线过高或过低的地方，就会使放大后的图形在上部或下部被切割掉而看不见，放大后的图形与原来的图形就不一样，这种情况就叫“失真”。

同样的道理，当我们把一个交变的信号电压，加到栅极进行放大时，也需要一个中心位置，叫做“工作点”。这个工作点的选择十分重要，它直接关系到我们放大后的信号是否失真和三极管的工作状态是否合适。如果我们不加负偏压，实际上就是选择偏压为零的工作点如图 1-19 所示。当输入信号电压 U_g 为正半周时，栅极为正，这时就会出现栅流。由于栅流的出现，影响了屏流的增加速度，就使

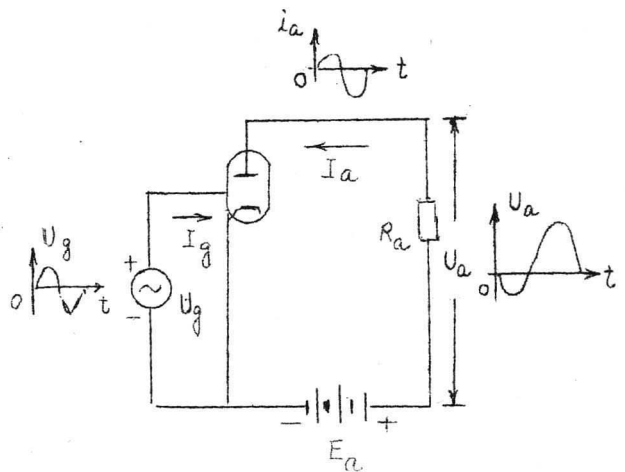


图 1-19

得屏流变化的正半周峰值降低，从而产生失真。同时，栅流的出现，也需要输入信号源供给功率，这都是我们所不希望的。

显而易见，如果我们把工作点选择得过低，也就是说在栅极上加入一个较大的直流负偏压，这样在输入信号的负半周时，就可能使三极管处于截止状态，从而使屏流的波形在下部被切割，产生波形失真。如图 1-20 所示。

综上所述，要使三极管能够有效地、不失真地放大信号，就必须选择一个合适的栅偏压，或者说选择一个最理想的工作点，使三极管处于最佳的工作状态。至于工作点即栅偏压如何选择得当，那还要看被放大信号的大小、电子管工作在何种状态等来决定。

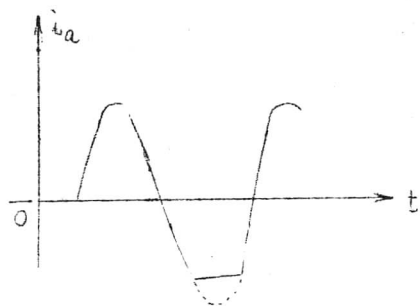


图 1-20

三、三极管的特性曲线

为了进一步揭示事物内部矛盾的规律性，我们曾用特性曲线来反映二极管屏极电压与屏极电流之间的关系。同样，我们也可以用特性曲线来表示三极管屏流、屏压和栅压之间的相互关系。但在三极管中当阴极温度不变时，影响屏流的不仅有屏极电压，而且还有栅极电压。就是说屏流受着屏压与栅压的双重控制。因此我们在作三极管特性曲线时，总是把其中一个电压固定，变化另一个电压，得到一个特性曲线，然后用同样的方法得到另一条特性曲线。

1. 屏极特性曲线 把栅极电压 U_g 固定在某一数值上，然后把屏极电压 U_a 从零开始逐步升高，如图 1-21，每调整一次屏压，从电流表上便得出一个相应的屏流 I_a 值，同作二极管特性曲线一样，每一对 U_a 、 I_a 值，都可在坐标上确定一个点。把很多点连起来就可得到一条曲线，称为屏极特性曲线。换一个栅极电压，可以得到另一条屏极特性曲线，很多条这样