

该书是根据最新考试大纲编写而成的权威用书

最新全国成人高考（专升本） 招生考试教程及模拟试卷精选

（非师范类）

电子技术基础

成人高考命题研究组

编审

★ 紧扣考试大纲
★ 考试内容详述
★ 考前模拟试卷
★ 考生考试必备

中国档案出版社

最新全国成人高考(专升本)

招生考试教程及模拟试卷精选

(非师范类)

电子技术基础

主 编:周敬治 周建波

副主编:候集体 李 平 高先锋

编 者(排名不分先后):

赵继德	孙志坚	李世明	王友云	李德强	姜徐玲
于秀云	刘安平	潘 莉	王艳平	胡淑毓	刘 岭
赵增绩	李 平	罗振声	吕蕴霞	孙少云	孙厚才

中国档案出版社

责任编辑/王晓蕾

出版/中国档案出版社(北京西城区丰盛胡同 21 号)

发行/中国档案出版社

印刷/北京建外印刷厂

规格/787×1092 1/16 印张/101 字数/2196 千字

版次/1998 年 9 月第 1 版 1998 年 9 月第 1 次印刷

印数/500

定价/200.00 元(全套)

前 言

为了帮助报考各类成人高等学校(包括广播电视大学、职工高等学校、农民高等学校、管理干部学校、教育学院和教师进修学校、独立设置的函授学院、普通高等学校举办的成人高等学历教育等)考生系统复习课程,参加各类成人高等学校招生考试,我们特邀请了中国成人教育界历年对成人高考考试有专门研究的高等学校的专家、教授,根据教育部最新颁布的《全国各类成人高等学校(专升本)招生复习考试大纲》,精心编写了这套丛书。该丛书依据最新成人高考新动态,导析重点、难点、焦点,融入最新成人高考科研成果。该丛书具有以下五大特点:

1. **全:**考纲考点覆盖全—每章都以强化练习题的方式覆盖所有的考纲考点。
2. **新:**考试信息新一体现了最新成人高考考题型、最新成人高考精神。
3. **准:**扣紧考纲复习准—严格按照最新考试大纲编写。
4. **真:**题型题量模拟真—题型和题量均与实际成人高考一致
5. **快:**突击复习见效快—针对性强,新颖独到。

本丛书最适宜于作为各“成人高考辅导班”师生的教学和课本用书。

本丛书考试大纲的要求,以章为单位编写,每章内容包括;要点、重点知识、知识点能力训练、参考答案。并附有国家教委制定的最新《全国各类成人高等学校(专升本)招生复习考试大纲》。

近几年的成人高考。在考查知识的同时,逐步加强了对能的考查。它要求考生对所学的内容能够融会贯通。在理解的基础上牢固地掌握必要的基本知识、技巧,重点放在系统地掌握知识之间有内在联系,形成一个科学合理的知识网络,并形成学科能力。只有这样,才能为进一步深入学习创造条件。本丛书的编写目的就在于帮助考生了解、掌握一个科学合理的知识网络,便于贮存,又便于提取应用,这亦是成人高考复习的目的。

掌握基本知识并将知识转化为能力还要靠训练。因此,本丛书还编写了足够量的能力训练题并附有详细解题答案。

本书的最大特点在于:按照考试大纲要求,针对成人考生复习时间短、基础不扎实的特点,按知识点一个一个地验收和检测。

“争渡,争渡,惊起一滩鸥鹭。”相信读者在认真读完本书后,能在成人高考中得心应手,取得满意成绩!

编者

1998年9月

目 录

第一章 半导体器件基础	(1)
一、复习重点	(1)
二、复习内容	(1)
(一)半导体的导电特性	(1)
(二)PN 结及其单向导电性	(2)
(三)晶体二极管	(2)
(四)晶体三极管	(6)
(五)场效应管	(10)
三、习题和答案	(15)
(一)习题	(15)
(二)答案	(18)
第二章 放大电路基础	(21)
一、复习重点	(21)
二、复习内容	(21)
(一)单管放大电路	(21)
(二)放大电路的图解分析法	(23)
(三)放大电路的等效电路分析法	(28)
(四)放大电路工作点的稳定	(33)
(五)三种基本放大电路的比较	(36)
(六)场效应管放大电路	(40)
(七)多级放大电路	(45)
(八)放大电路的频率特性	(48)
三、习题和答案	(55)
(一)习题	(55)
(二)答案	(60)
第三章 反馈放大电路	(68)
一、复习重点	(68)
二、复习内容	(68)
(一)反馈放大器的基本概念	(68)
(二)反馈放大器的基本类型	(70)
(三)负反馈对放大器性能的改善	(73)
(四)负反馈放大器的分析方法	(74)
(五)射极输出器	(75)
三、习题与答案	(75)
(一)习题	(75)
(二)答案	(78)
第四章 集成运算放大电路原理及其应用	(86)

一、复习重点	(86)
二、复习内容	(86)
(一)直流放大器	(86)
(二)集成运算放大器	(96)
(三)有源滤波电路及非正弦波信号发生器	(108)
三、习题与答案	(120)
(一)习题	(120)
(二)答案	(125)
第五章 功率放大电路	(132)
一、复习重点	(132)
二、复习内容	(132)
(一)功率放大器的特点及分类	(132)
(二)甲类单管功率放大器	(132)
(三)乙类推挽功率放大器	(133)
(四)互补对称功率放大器	(135)
三、习题与答案	(136)
(一)习题	(136)
(二)答案	(138)
第六章 正弦波振荡电路	(144)
一、复习重点	(144)
二、复习内容	(144)
(一)LC 回路中的自由振荡现象及其分析	(144)
(二)反馈振荡器的分析	(145)
(三)LC 振荡器电路及其分析	(148)
(四)石英晶体振荡器	(154)
(五)RC 振荡器	(154)
三、习题与答案	(155)
(一)习题	(155)
(二)答案	(156)
第七章 直流电源	(160)
一、复习重点	(160)
二、复习内容	(160)
(一)整流电路	(160)
(二)滤波电路	(162)
(三)稳压管稳压电路	(163)
(四)串联型稳压电路	(164)
(五)集成稳压电路	(167)
三、习题与答案	(169)
(一)习题	(169)
(二)答案	(172)

电子技术基础模拟试题(一).....	(177)
电子技术基础模拟试题(二).....	(183)
电子技术基础模拟试题(三).....	(188)
电子技术基础模拟试题(四).....	(193)

第一章 半导体器件基础

一、复习重点

- (1)理解半导体中两种载流子——电子和空穴的物理意义。
- (2)理解N型半导体和P型半导体的物理意义。
- (3)熟练掌握PN结的单向导电性,理解PN结的伏安特性方程 $I = I_{R(sat)}(e^{v/v_t} - 1)$ 的物理意义,了解PN结的电容效应。
- (4)理解半导体二极管、稳压管的外特性及主要参数,了解选管原则。
- (5)理解晶体三极管处于放大状态下电流分配关系及其放大条件,理解三极管共射特性曲线(包括输出特性曲线的三个区域:截止区、放大区、饱和区)和主要参数,了解选择三极管的原则。
- (6)理解场效应管的工作特点、外特性及主要参数,了解其使用注意事项及选管原则。

二、复习内容

(一)半导体的导电特性

1. 半导体及其导电机理

半导体是导电能力介于导体和绝缘体之间的一种物体。因半导体的导电能力会随温度、光照或所掺杂质而显著变化,所以半导体得到了广泛应用。特别是半导体掺杂可以改变其导电能力和导电类型,这是能利用半导体制造各种管子及集成电路的基本依据。

半导体的导电性能之所以不同于其它物质,是由于它具有共价键晶体结构,在受到热激发时能成对地产生自由电子和空穴两种极性不同的载流子。所谓载流子,就是能够携带电荷并参与导电过程的粒子。所谓空穴导电,是由相邻原子中价电子递补空穴而形成的。这种价电子递补空穴的运动,相当于空穴的反向运动。这种情况好比剧场中的前座观众走了,出现了空位,后座观众移前递补空位,这就好象空位在向后移动一样。电子是带负电荷的,既然空穴的运动与电子的运动相反,那么空穴则好象带正电荷。

2. 杂质半导体

纯净的半导体称为本征半导体。在本征半导体中,受热激发时自由电子和空穴成对产生的同时,又不断复合。在一定温度下,电子空穴对的产生和复合达到动态平衡,于是半导体中载流子的数目便维持一定。本征半导体导电能力极差且不稳定(与温度有关),所以不能用来制造晶体管。

实际用来制造晶体管的半导体,是人为掺入了一定杂质的“杂质半导体”。在本征半导体中最常用的是硅和锗两种材料,它们都是四价元素,在原子结构中最外层轨道上有四个价电子。掺入的杂质是微量元素,根据杂质的不同,杂质半导体可分为N型和P型。

(1)N型半导体

在硅(或锗)的晶体内掺入了少量五价元素杂质磷。由于磷原子有五个价电子,与硅组成共

价键时,有一个多余的不受共价键束缚的电子最容易成为自由电子。在形成的 N 型半导体中,自由电子是多数载流子,空穴是少数载流子。如图 1-1(a)所示。

(2)P 型半导体

在硅(或锗)的晶体内掺入了少量三价元素杂质硼(或镓等),由于硼原子只有三个价电子,它与硅组成共价键时,便产生一个空位,失去价电子的共价键产生空穴。空穴为所形成的 P 型半导体中的多数载流子,自由电子是少数载流子。如图 1-1(b)所示。

杂质半导体的特点是能产生大量载流子,导电率高,并对外呈现电中性。N 型和 P 型半导体材料是制作半导体器件的基本材料。

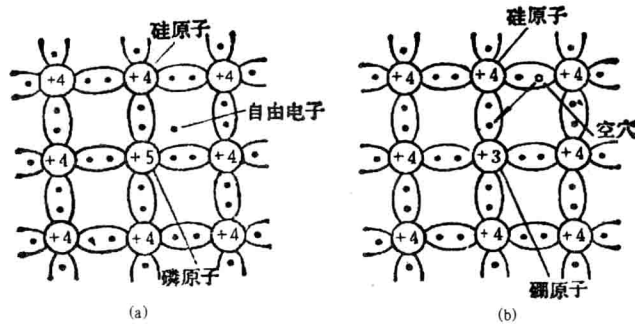


图 1-1 硅单晶掺杂示意图

(二)PN 结及其单向导电性

1. PN 结的形成过程

在一块原来均匀的 P 型半导体的局部区域掺入施主杂质,形成一个 N 型区域;或者在原来均匀的 N 型半导体的局部区域掺入受主杂质,形成一个 P 型区域。这样使一块完整的半导体的一部分为 N 型,一部分为 P 型,在 P 型和 N 型交界面处便形成了一个 PN 结。PN 结的形成,是由于 P 型区域和 N 型区域空穴和电子的浓度不同,即存在浓度差,多数载流子做扩散运动,在交界面处破坏原来 P 型区和 N 型区的电中性,形成空间电荷区,产生内电场。在内电场作用下,要使 P 型区和 N 型区内少数载流子做漂移运动。开始时扩散运动大于漂移运动,随着内电场的增强,扩散运动和漂移运动达到动态平衡,空间电荷区(又称耗尽层)的宽度就稳定下来,PN 结也就形成。PN 结的形成如图 1-2 所示。

2. PN 结的单向导电原理

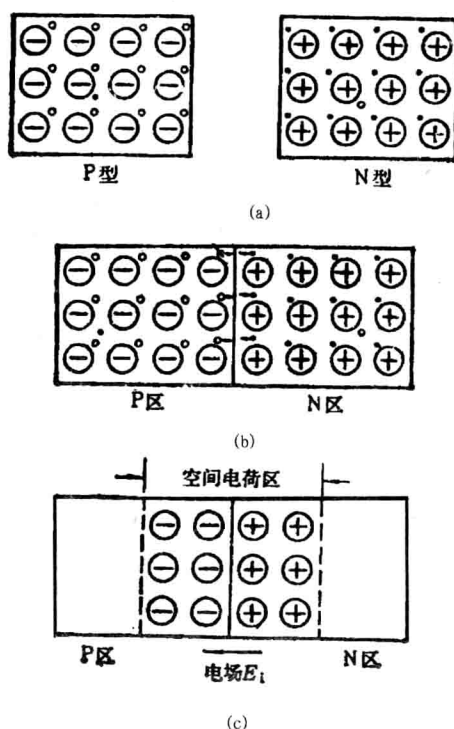
对 PN 结外加正向电压(正极接 P 区一侧,负极接 N 区一侧),此时外加电场与 PN 结内电场方向相反,此时外电场削弱内电场,耗尽层变窄,扩散运动大于漂移运动,形成较大的正向电流。外加电压对正向电流有很强的控制作用。

对 PN 结外加反向电压(外加电压正极接 PN 结 N 区,负极接 P 区一侧),此时外电场与内电场方向一致,外电场加强内电场,耗尽层变宽,扩散运动小于漂移运动,主要由少数载流子运动形成很小的反向电流,可认为 PN 结截止。反向电流基本上不随外加电压而变化,但随温度变化较大。

(三)晶体二极管

1. 晶体二极管的构造特点

晶体二极管由一个 PN 结加上欧姆接触电极、引出线和管壳构成。特点是单向导电。



(a) P 型和 N 型半导体; (b) PN 结载流子的扩散运动; (c) 平衡状态下的 PN 结

图 1-2 PN 结的形成

2. 晶体二极管伏安特性

伏安特性是晶体二极管的重点内容。在伏安特性中要研究正向特性、反向特性及反向击穿特性。其伏安特性曲线如图 1-3 所示,反映了加到二极管两端的电压与流过二极管电流的关系。

(1) 正向特性 正向特性起始部分的正向电流几乎为零,当正向电压大于门限电压(见图 1-3 中 V_T ,硅管约为 0.5V,锗管约为 0.1V)后,正向电流增长很快。

(2) 反向特性 当二极管两端加反向电压时,产生反向电流。在反向电压作用下,形成很小的反向饱和电流,见图 1-3 中的 OD 段。反向电流是少数载流子的漂移电流,其值为微安级。在一定温度下,当反向电压不超过某一范围时,其值近于恒定,反向电阻很高。当温度升高时,由于少数载流子浓度增加,反向饱和电流随之增加。

(3) 反向击穿特性 当反向电压增高到击穿电压时,反向电流突然剧增,这种现象叫做 PN 结的击穿。击穿有雪崩击穿、齐纳击穿、热击穿三种。

3. 二极管伏安特性方程

晶体二极管的伏安特性也可用二极管方程式(1-1)来表示

$$I = I_{R(sat)} (e^{qV/kT} - 1) = I_{R(sat)} (e^{V/V_T} - 1) \quad (1-1)$$

式中: $I_{R(sat)}$ 为二极管的反向饱和电流; q 为电子的电量, ($q = 1.602 \times 10^{-19} \text{C}$); k 为玻耳兹曼常

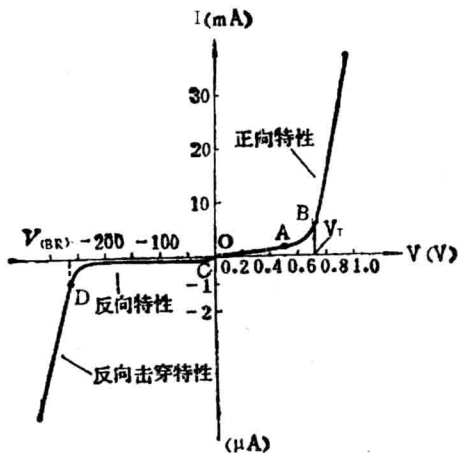


图 1-3 二极管的典型伏安特性

数, ($k=1.38 \times 10^{-23} \text{J/K}$); T 为热力学温度; e 为自然对数的底; V_T 为温度的电压当量, 当 $T=300\text{K}$ 时, $V_T=KT/q=26\text{mV}$ 。

对式(1-1)进行如下讨论:

1) 当二极管端电压 $V=0$ 时, 有

$$I = I_{R(sat)}(e^0 - 1) = 0$$

当外加正向电压 V , 且 $V > 100\text{mV}$ 时, $e^{V/V_T} \gg 1$, 所以

$$I \approx I_{R(sat)} e^{V/V_T} \quad (1-2)$$

此时正向电流随外加电压 V 按指数规律变化。

2) 当外加反向电压 $|V| > 100\text{mV}$ 时, $e^{V/V_T} \ll 1$, 所以

$$I \approx -I_{R(sat)} \quad (1-3)$$

因反向饱和电流 $I_{R(sat)}$ 与外加电压无关, 只与载流子的浓度及环境温度等因素有关, 当 PN 结制成后, 它基本上是一个只与温度有关的量。故而可以认为此时的反向电流不随外加电压而变。

4. 晶体二极管的主要参数

晶体二极管的参数反映晶体二极管在各方面的电性能, 它是合理选择和正确使用晶体二极管的依据, 各种管子的参数由制造厂家提供。

(1) 正向最大整流电流 I_{OM}

I_{OM} 是管子长期运行时允许通过的最大半波电流的平均值。使用时不得超过这个数值, 该数值主要由 PN 结的面积和散热条件决定, 超过则极易损坏二极管。

(2) 最高反向工作电压 V_{RM}

V_{RM} 是管子工作时允许加的最高反向电压, 超过此值二极管就有被反向击穿的危险。通常参数手册上给出的最高反向工作电压约为击穿电压的 $1/2$ 或 $2/3$ 。

(3) 反向电流 I_R

I_R 通常是指最高反向工作电压下的反向电流值, 它受温度影响很大。 I_R 越小, 说明二极管

的单向导电性能越好。

(4) 直流电阻 R_D 和交流电阻 r_d

在晶体二极管伏安特性曲线上,任一点 Q 的电压与电流之比,称为二极管等效直流电阻 R_D 。 Q 点 R_D 的大小等于割线 $\overline{OQ}$ 斜率的倒数。二极管伏安特性上 Q 点附近电压微变量 ΔV 与相应电流微电量 ΔI 的比值,称为 Q 点的交流电阻 r_d ,或称动态电阻,它等于 Q 点切线斜率的倒数。 r_d 随工作电流增大而减小,当电流大到一定值后,各点切线斜率基本相同, r_d 基本不变。如图 1-4 所示。

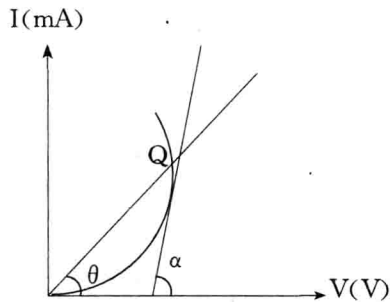


图1-4 直流电阻和交流电阻的几何意义

(5) 二极管的结电容

晶体二极管的电容效应,也就是 PN 结的电容效应,它由 PN 结特定结构确定。PN 结除单向导电性外,还具有电容效应,工作频率越高,电容效应越明显。PN 结电容效应由两部分组成:①耗尽层电容 C_T :它是由空间电荷区两边聚集带电离子引起的;②扩散电容 C_j :它是由 N 区中的电子和 P 区中的空穴在相互扩散过程中的累积引起的。

耗尽层电容和扩散电容的充放电电流,在外电路中是叠加的,晶体二极管的结电容等于两者并联的电容,即 $C_i = C_T + C_j$ 。当二极管加正向电压时,扩散电流大,积累载流子数量很多,扩散电容 C_j 起主要作用,可认为 $C_i \approx C_j$ 。当加反向电压时,耗尽层空间电荷量大,耗尽层电容 C_T 起主要作用, $C_i \approx C_T$ 。利用外加电压,改变耗尽层电容 C_T 的大小,可制成一种变容二极管。PN 结电容 C_i 与 PN 结面积有关,如结面积小的点触型晶体二极管,其 C_i 值为零点几至几个皮法。而结面积大的面结型晶体二极管 C_i 值为几个至几百个皮法。

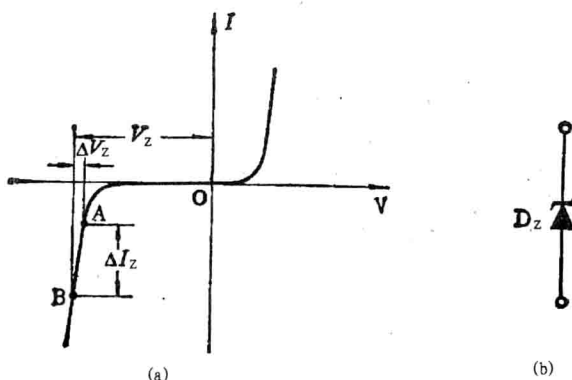
(6) 最高工作频率 f_M

主要由 PN 结电容的大小决定,信号频率超过此值时,结电容的容抗变得很小,使二极管反偏时的等效阻抗变得很小,于是,二极管的单向导电性能变坏。

5. 稳压二极管

(1) 稳压管的工作原理

稳压管实质上就是硅晶体二极管。因它具有稳定电压的功能,故称为稳压管。稳压管代表符号及伏安特性如图 1-5 所示。稳压管的正向特性曲线与普通二极管相似,而反向击穿特性曲线比较陡。稳压管正是工作于特性曲线的反向击穿区域。当反向电压加大到某一数值时,反向电流急剧增大,稳压管被反向击穿,但这种击穿不是破坏性的,只要在电路中串接一个适当的限流电阻,就能保证稳压管工作在可逆的电击穿(雪崩击穿或齐纳击穿)下,而不会达到热击穿使管子遭到永久性破坏。从图 1-5 可见,当加于二极管的反向电压由零值开始增加时,起初电流极小,基本不导电,但当电压达到某一数值 U 时,即使电压增加量极微小,电流也会迅速猛



(a)特性曲线;(b)符号

图 1-5 硅稳压管的特性曲线和符号

增,此时二极管进入击穿状态, V_Z 为击穿电压。在电击穿状态下,通过管子的击穿电流在很大范围内变化,管子两端的电压 V_Z 几乎保持不变,从而达到稳压目的。

击穿电压 V_Z 的大小主要取决于晶体管的电阻率,在制造时适当控制晶体管的电阻率,就可以制成稳定电压在1伏至几百伏范围内的各种规格的稳压管。由于硅管热稳定性好,因此,一般都用硅二极管做稳压管。

(2)稳压管的主要参数

1)稳定电压 V_Z 。指稳压管中的电流为规定的测试电流(如100mA)时,稳压管两端的电压值。由于制造工艺不易控制,同型号稳压管的稳压数值稍有差别。

2)最小工作电流 I_{Zmin} 。相当于图1-5(a)中A点的电流。当通过稳压管的反向电流小于 I_{Zmin} 时,稳压管失去稳压状态。通常 $I_{Zmin}=1\sim 2\text{mA}$ 。

3)最大工作电流 I_{ZM} 。相当于图1-5(a)中B点的电流,它表示稳压管允许通过的最大电流。如超过该电流,稳压管就可能因超过其额定功率而被烧毁。

4)动态电阻 r_z

r_z 与图中AB段的斜率有关。 $r_z = \frac{\Delta V_Z}{\Delta I_Z}$, r_z 越小,稳压效果越好,一般在几欧姆至几十欧姆之间。

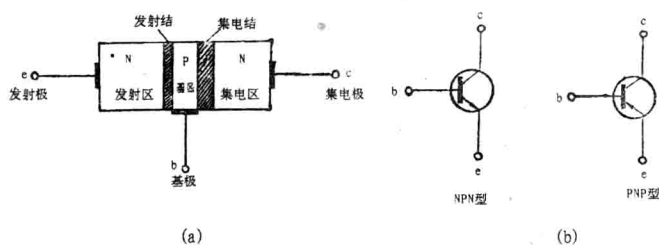
5)额定功耗 P_Z 。其值为稳定电压 V_Z 与允许的最大工作电流 I_{ZM} 的乘积,即 $P_Z = V_Z I_{ZM}$,它是由稳压管允许温升决定的参数。

(四)晶体三极管

1 晶体三极管的结构

晶体三极管结构类型很多,目前我国生产的最常见的有硅平面管和锗合金管两种。无论哪种结构,晶体三极管的基本原理都相同,可用图1-6所示来说明。每个晶体管有两个PN结、发射结和集电结,并各有三个区,发射区、基区、集电区。从结构形式上看,晶体管有NPN型和PNP型两种。与上述三个区连线的是:发射极e、基极b和集电极c。从内部结构看,发射区和集电区二者尽管为同类型半导体,但发射区的实际截面要小而其中掺杂浓度要大。

其结构特点可以简单归纳为三点:①发射区掺杂浓度高;②基区很薄且掺杂浓度低;③集电区面积大。



(a)NPN 型晶体管结构示意图;(b)晶体管符号

图 1-6 晶体管的结构和符号

2. 三极管的放大作用

(1)放大的条件

1)内部条件。要使三极管能起到放大作用,在结构上必须具有两个特点:①发射区的掺杂浓度要远大于基区的掺杂浓度,从而发射区多数载流子的密度大大超过基区;②基区很薄,它的厚度要比基区中少数载流子的扩散长度小得多,一般只有几微米。

2)外部条件。①给晶体三极管的发射结加正向电压,又称正向偏置;②给集电结加反向电压,又称反向偏置。

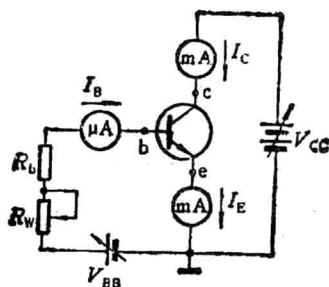


图 1-7 三极管放大电路示意图

图 1-7 为三极管放大电路示意图。

(2)电流分配关系

以 NPN 型晶体三极管为例,讨论晶体三极管内部载流子的运动规律,如图 1-8 所示。

从发射区扩散到基区的电子,因基区做得很薄,掺杂浓度又小,故电子绝大部分扩散到集电区,形成发射极电流 I_E 。扩散到基区的部分电子与基区空穴复合,形成基极复合电流 I_{BP} ,其他电子继续扩散到集电极,形成集电极电流 I_{CN} 。此外,还有集电区和基区少数载流子的漂移运动,形成集电极反向截止电流 I_{CBO} ,这一电流和基极复合电流一起形成基极电流 I_B ,和集电极电流 I_{CN} 一起形成集电极电流 I_C 。即

$$I_B = I_{BP} + I_{CBO} \quad (1-4)$$

$$I_C = I_{CN} + I_{CBO} \quad (1-5)$$

而发射极电流

$$I_E = I_{BP} + I_{CN} = I_B + I_C \quad (1-6)$$

这就是晶体三极管的电流分配关系。

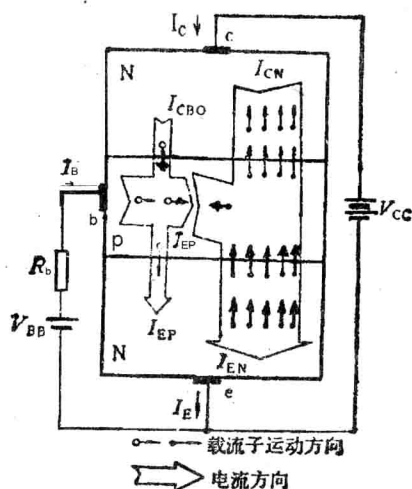


图 1-8 三极管内部载流子示意图

(3) 共射接法电流放大系数 $h_{FE}(\bar{\beta})$ 和 $h_{fe}(\beta)$

共射直流电流放大系数 $h_{FE}(\bar{\beta})$

$$h_{FE} = \frac{I_{CN}}{I_{BP}} = \frac{I_C - I_{CBO}}{I_B + I_{CBO}} \approx \frac{I_C}{I_B} \quad (1-7)$$

它反映基极电流和集电极电流的分配关系,也就是控制关系,即反映三极管的放大能力。

共射交流电流放大系数 $h_{fe}(\beta)$

$$h_{fe} = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} \frac{1}{V_{CE}} = \text{常数} \quad (1-8)$$

它表示在集电极负载短路(即 V_{CE} 保持不变)的条件下,集电极电流变化量与相应的基极电流变化量之比。 h_{fe} 值与工作电流 I_C 有关。 I_C 较小(例如几十微安)或很大时,输出特性曲线间隔比较小, h_{fe} 值也比较小。

h_{FE} 和 h_{fe} 两者含义不同。由于晶体管(尤其是硅管)的 I_{CEO} 很小且特性曲线基本平行等距,所以实用中认为 h_{FE} 和 h_{fe} 近似相等,以便对电路进行一些近似估算。但严格说来,在讨论交流小信号时,应采用 h_{fe} ;在估算大幅度变化的电流或电压,或者涉及到直流关系时,则采用 h_{FE} 。

(4) 三极管的放大作用

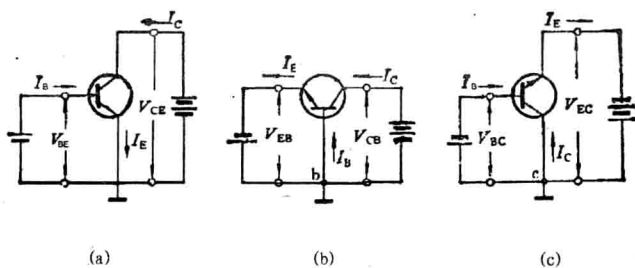
晶体三极管的放大作用的本质是它的电流控制作用,即 I_B 对 I_C 的控制作用。利用基极电流 I_B 来控制为其自身 h_{FE} 倍的集电极电流 I_C ,利用小电流控制大电流以实现放大。

3. 三极管的特性曲线

(1) 三极管的三种连接方式

因为晶体管有三个电极,故有三种不同的连接方式:即共射(极)接法。共基(极)接法、共集(电极)接法、如图 1-9 所示。

不论哪种接法,要保证三极管的正常工作,则必须保证发射结正向偏置,集电结反向偏置。因而各种接法中三极管的电压和电流的实际方向不一定都相同。为了研究问题方便,一般规定流入晶体管的电流方向为参考正方向,以公共端点作为零参考点。



(a)共射极连接;(b)共基极连接;(c)共集电极连接

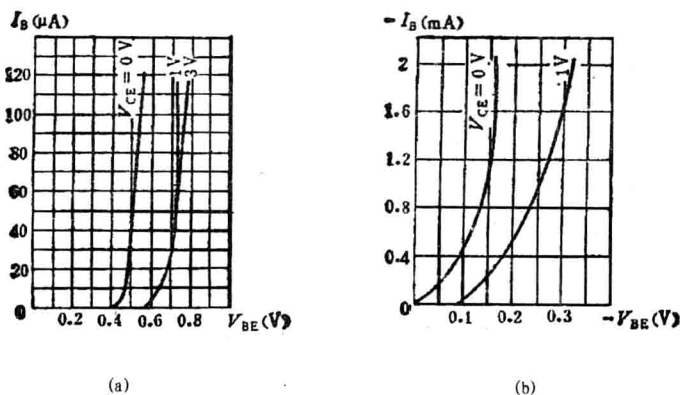
图 1-9 晶体三极管的三种连接方式

(2)晶体三极管特性曲线

晶体三极管具有三个电极,要用两组特性曲线才能全面反映其性能。下面以 NPN 管的共射特性曲线为例来讨论。

1)输入特性曲线。对于共射接法,输入特性曲线是指 V_{CE} 一定时, I_B 与 V_{BE} 的关系曲线(如图 1-10 所示)。即

$$I_B = f(V_{BE}) |_{V_{CE} = \text{常数}} \quad (1-9)$$



(a)3DG4;(b)3A×22

图 1-10 三极管的输入特性曲线

其特点为:① $V_{CE} = 0$ 时的特性类似于 PN 结的正向特性;② $V_{CE} > 0$ 时输入特性曲线右移,且 $V_{CE} > 1V$ 以后特性曲线基本重合。

②输出特性曲线。对于共射接法,输出特性曲线是指基极电流 I_B 一定时, I_C 与 V_{CE} 的关系曲线(如图 1-11 所示)即

$$I_C = f(V_{CE}) |_{I_B = \text{常数}} \quad (1-10)$$

输出特性曲线的特点是:每条曲线均有上升和水平两部分。上升部分的 I_C 决定于 V_{CE} ,而与 I_B 的关系不大。水平部分的 I_C 主要取决于 I_B ,而与 V_{CE} 关系不大。

三极管的输出特性曲线可以划分为三个区域,其特点为:

- ①饱和区。发射结和集电结都是正向偏置的工作状态,此时 I_C 不受 I_B 控制,无放大作用。
- ②截止区。 $I_B \leq 0$ 的区域是截止区,截止区中发射结和集电结都是反向偏置的工作状态,无放大

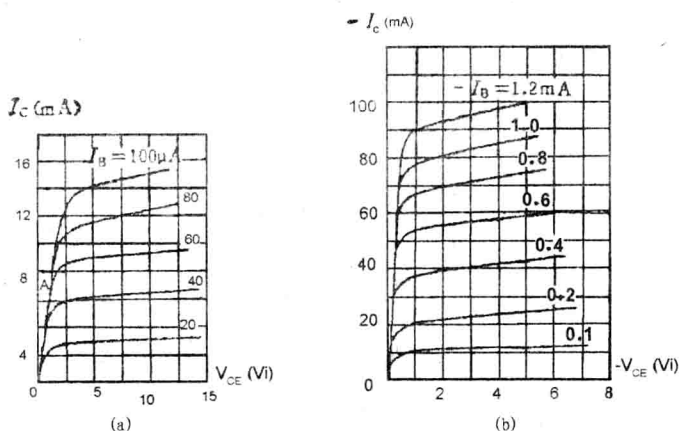


图 1-11 三极管的输出特性曲线

作用。③放大区。发射结处于正向偏置,集电结处于反向偏置的工作状态。 I_B 能够有效地控制 I_C , 具有放大作用。

晶体管除上述三种工作状态外,还有一种状态,即晶体管发射结处于反向偏置,集电结处于正向偏置,这种倒置状态用于开关电路中。

4. 三极管的主要参数

(1) 电流放大系数

反映三极管的电流放大能力,注意 h_{FE} 和 h_{fe} 在概念上的区别。

(2) 反向截止电流 I_{CBO} 和 I_{CEO}

反映三极管的温度稳定性,要求 I_{CBO} 和 I_{CEO} 愈小愈好。

(3) 极限参数:①集电极最大允许电流 I_{CM} ;②基极开路、集—射极间反向击穿电压 $V_{(BR)CEO}$;③集电极最大允许耗散功率 P_{CM} 。

(五) 场效应管

场效应管(FET)是一种利用电场效应来控制其电流大小的半导体三极管。其重要特点是:输入阻抗极高、便于集成、噪声小、抗辐射能力强、热稳定性好,因此得到广泛应用。场效应管分为结型和绝缘栅型两大类,都是以半导体中的多子来实现导电,故称单极型晶体管。

1. 结型场效应管的结构

结型场效应管(JFET)的结构示意图见图 1-12,它是在一块 N 型半导体材料的两边扩散高浓度的 P 型区(用 P^+ 表示),形成两个 PN 结。两边 P^+ 型区引出接触电极并连在一起称为栅极 g ,在 N 型材料两端各引出接触电极,分别称为源极 s 和漏极 d ,分别相当于三极管的基极 b 、发射极 e 和集电极 c 。两个 PN 结中间的 N 型区域称为导电沟道。

2. 结型场效应管的工作原理及特性

以 N 沟道为例讨论它的工作原理和特性。

(1) 工作原理

1) 当 $v_{DS}=0$ 时, $v_{GS}<0$, 使 N 沟道 JFET 反向偏置。这时耗尽层要变宽,沟道要变窄。 $|v_{GS}|$ 值越大,耗尽层愈宽,沟道愈窄。但此时导电沟道是均匀的,如图 1-13(a)所示。

2) 漏—源极间加上适当的 v_{ds} 电压情况下,讨论 v_{gs} 对 i_d 的控制作用。