

黄保和 陈庆强 编

福建省面向中等职业教育

招收 **高等职业教育** 学生入学考试

复习指导用书

计算机类专业基础知识

(第三版)

语文科
数学科
英语科

商贸管理类
财经类
政法类
师范教育类
文秘类
工艺美术类

旅游类
机械类
计算机类
电子电气类
建筑类
农学类
医学类

厦门大学出版社

福建省面向中等职业教育招收高等职业教育学生
入学考试复习指导用书

计算机类专业基础知识

(第三版)

黄保和 陈庆强 编

厦门大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

计算机类专业基础知识/黄保和,陈庆强编. —三版. —厦门:厦门大学出版社,2003.9

福建省面向中等职业教育招收高等职业教育学生入学考试复习指导用书

ISBN 7-5615-1594-4

I. 计… I. ①黄…②陈… II. 计算机-基本知识-高等教育:职业教育-入学考试-复习参考资料 IV. TP3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 16616 号

黄保和编写第 4、5、6 章,全书统稿;

陈庆强编写第 1、2、3 章。

厦门大学出版社出版发行

(地址:厦门大学 邮编:361005)

<http://www.xmupress.com>

xmup@public.xm.fj.cn

厦门市新嘉莹彩色印刷有限公司印刷

(地址:厦门市岭兜新村工业园 邮编:361009)

2003 年 9 月第 3 版 2003 年 9 月第 1 次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:9.5 字数:243 千字

定价:18.00 元

如有印装质量问题请与承印厂调换

序

由省教育厅组织专家编写的《福建省面向中等职业教育招收高等职业教育学生入学考试复习指导用书》于2000年3月正式出版后,又于2000年12月重印,及时为广大中职学校应、往届毕业生参加省高职单招考试提供了一套很好的复习用书,受到广大中职学校师生的欢迎。2001年下半年,本套丛书大部分分册在修订后出版发行,为第二版。现在,根据形势的发展,省教育厅决定本套丛书修订后出版第三版。我们相信,此次修订将使我省高职单招考试朝科学化、规范化发展上迈出重要的一步。

高等职业技术教育是我国高等教育的重要组成部分。大力发展高等职业技术教育,既是经济建设和社会发展的需要,也是多样化发展高等教育事业,不断提高国民素质和创新能力的需要。根据全国的统一部署,我省从1999年开始,按新的管理模式和运行机制举办高等职业技术教育,首次安排计划招生,其中也首次面向中等职业教育招生。高等职业技术教育是专科层次的普通高等学历教育,承担着培养拥护党的基本路线,适应生产、建设、管理、服务第一线需要的德、智、体、美等方面全面发展的高等技术应用型专门人才的重任。这就要求所培养的学生应在具有必备的基础理论知识和专门知识的基础上,重点掌握从事本专业领域实际工作的基本能力和基本技能,具有良好的职业道德和敬业精神。当前,教育部门和从事高职人才培养的院校必须认真贯彻落实党中央、国务院《关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》及省委、省政府《关于加快实施科教兴省战略的决定》精神,进一步明确办学的指导思想,深化教学改革,加强教学建设,全面推进素质教育,高起点、高标准地推进高等职业技术教育的改革和发展,在努力提高人才培养质量的同时,不断办出水平,办出特色。

高等职业技术教育是今后一个时期高等教育发展的重点。认真做好高职的单招考试工作,是促进高等职业技术教育健康发展的一项重要工作。在这里,我们谨向为撰写和编辑出版《福建省面向中等职业教育招收高等职业教育学生入学考试复习指导用书》付出了辛勤劳动,做出了重要贡献的各位专家和厦门大学出版社同志们表示衷心的感谢!我们相信,在省委、省政府的高度重视下,在大家的共同努力下,我省的高等职业技术教育一定会越办越好,为经济社会发展做出更大的贡献。

本丛书编委会

2003年8月

目 录

第一篇 电子技术基础

第一章 模拟电子技术基础	(1)
1.1 半导体的基本知识	(1)
1.2 半导体二极管	(2)
1.3 整流电路	(3)
1.4 滤波电路	(5)
1.5 稳压二极管	(6)
1.6 半导体三极管及其基本放大电路	(7)
1.7 直流稳压电源	(19)
第二章 数字电子技术基础	(23)
2.1 逻辑门电路	(23)
2.2 逻辑代数	(26)
2.3 触发器	(29)
2.4 寄存器	(33)
2.5 计数器	(35)

第二篇 微型计算机基础

第三章 计算机基础知识	(39)
3.1 计算机概述	(39)
3.2 计算机中数的表示方法	(41)
3.3 不同数制间的转换	(42)
3.4 带符号数的计算机表示	(44)
3.5 字符、汉字编码	(45)
3.6 计算机组成与工作原理	(46)
3.7 计算机病毒及防治	(52)
3.8 多媒体计算机	(53)
3.9 计算机网络	(54)
第四章 操作系统 Windows 98	(57)

4.1 Windows 98 基本常识	(57)
4.2 Windows 98 的基本操作	(59)
4.3 窗口	(62)
4.4 菜单、按钮和对话框	(65)
4.5 浏览计算机资源	(68)
4.6 文件管理	(71)
4.7 Windows 98 的系统设置	(77)
第五章 QBASIC 语言程序设计	(85)
5.1 QBASIC 程序的组成	(85)
5.2 QBASIC 的常量和变量	(86)
5.3 QBASIC 的标准函数和表达式	(88)
5.4 简单语句	(90)
5.5 选择结构	(95)
5.6 循环结构	(98)
5.7 函数和子程序	(103)
5.8 数组	(113)
第六章 Visual Basic 程序设计基础	(124)
6.1 Visual Basic 程序设计概述	(124)
6.2 窗体	(127)
6.3 标签框、文本框和命令按钮	(129)
6.4 选择框、单选钮和框架	(134)
6.5 菜单设计	(136)
部分参考答案	(143)
参考教材	(146)

第一篇 电子技术基础

第一章 模拟电子技术基础

本章要点

1. 半导体材料导电特性。
2. 二极管伏安特性、整流电路、滤波电路以及稳压二极管特点。
3. 三极管的结构、放大作用及三种工作状态。
4. 单级低频小信号放大器的电路结构及工作原理。
5. 直流稳压电路结构及工作原理。

1.1 半导体的基本知识

导电性能介于导体和绝缘体之间的物质称为半导体。常用的半导体材料有硅、锗等。

1.1.1 半导体导电特性

1. 半导体的导电能力受环境温度影响很大,当环境温度变化时,半导体的电阻率也会跟着产生明显的变化。

2. 半导体的导电能力对光照辐射敏感,当有光或其他射线照射半导体时,其电阻值会急剧下降。

3. “杂质”可以控制半导体的导电能力

在纯净的半导体中掺入微量“杂质”,将使其导电能力显著提高。掺入不同种类和数量的“杂质”可精确地控制半导体的导电性能,从而制成各种半导体器件。如二极管、三极管、各种集成电路以及各种半导体发光器件。

1.1.2 本征半导体与载流子

纯净的不含有任何杂质的半导体叫做本征半导体。 $T=0\text{ K}$ (绝对零度)及没有外界激发时,本征半导体内没有自由电子,其导电特性与绝缘体一样。在一定温度下,本征半导体内将出现少量的自由电子及空穴。自由电子与空穴总是成对出现的,它们的数量完全相等。空穴的出现是半导体区别于导体的一个重要特点。本征半导体中少量的自由电子和空穴都能在外加电场作用下产生定向运动形成电流,即它们都是运载电流的粒子,故称“载流子”。当温度升高时,载流子数目也会显著增加,其导电能力也就提高了。但总的来说,本征半导体的导电能力很弱。

1.1.3 杂质半导体

在本征半导体中掺入微量的杂质,将使其导电能力显著提高。根据掺入杂质性质的不同,可分为电子半导体(N型半导体)和空穴半导体(P型半导体)两大类。

1. N型半导体

在硅(或锗)的晶体内掺入少量五价元素杂质(如磷或锑等),便制成N型半导体。N型半导体中的自由电子数目远大于空穴,N型半导体主要靠自由电子导电。自由电子为多数载流子,空穴为少数载流子。

2. P型半导体

在硅(或锗)的晶体内掺入少量三价元素杂质(如硼或铟等),便制成P型半导体。在P型半导体中的空穴数目远大于自由电子,因此P型半导体主要靠空穴导电。空穴为多数载流子,自由电子为少数载流子。

N型、P型半导体对外表现都是电中性的。

1.1.4 PN结及它的单向导电性

通过一定的生产工艺把一块半导体一边形成P型半导体,另一边形成N型半导体,则它们的交界处就会形成一个具有特殊性能的薄层,称为PN结。

PN结加正向偏置时,显现的电阻小、导电能力强;加反向偏置时,显现的电阻大、导电能力弱,这称为PN结的单向导电性。

1.2 半导体二极管

1.2.1 半导体二极管的结构和符号

半导体二极管是由一个PN结加上相应的两根引出端和管壳构成。由P型半导体引出的是正极(又叫阳极),由N型半导体引出的是负极(又叫阴极)。用万用表的电阻档测量其正、反向电阻可判别出它的正、负电极。二极管的符号如图1-1所示。

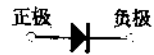


图 1-1 二极管的符号

1.2.2 半导体二极管的特性

二极管最重要的特性就是单向导电性。这种特性可以用通过二极管的电流随两端电压变化而变化的伏安特性来表示。

1. 正向特性

正向特性指在二极管两端加上正向偏压时正向电流与电压的关系。

当二极管两端所加的正向偏压较低时,二极管呈现很大的正向电阻,正向电流很小。如图1-2的OA段所示。当二极管两端所加的正向偏压超过一定值后(这个数值称为死区电压,锗管约为0.1V,硅管约为0.5V),二极管的正向电阻变得很小,正向电流随着外加电压的增长很快地上升。如图1-2B点以后的线段所示。这时二极管相当于一个开关的导通状态,称二极管处于正向导通状态。正向电流在相当大的范围内变化而二极管两端电压的变化却不大(近似恒压特性),一般硅管的B点电压为0.6~0.7V,锗管为0.2~0.3V。

2. 反向特性

反向特性是指在二极管两端加上反向偏压时反向电流与电压的关系。

当加上反向电压后,只能形成很小的反向电流,其强度并不随反向电压的增大而明显增强。如图1-2的OC段,称二极管处于反向截止状态。但这时环境温度的变化对反向电流还是会有明显影响的。这种反向电流也称反向漏电流。其值越小说明二极管的品质越好。

当反向电压达到一定值时,如图 1-2 的 D 点以后,反向电压的增大将使反向电流急剧增大。这种状态称二极管的反向击穿,D 点电压称为反向击穿电压。反向电压和电流超过允许值而又不采取保护措施将导致二极管热击穿而损坏。

二极管伏安特性是非线性的。

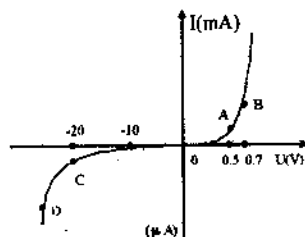


图 1-2 二极管的伏安特性曲线

1.2.3 二极管的主要参数

1. 最大整流电流 I_{VM}
2. 最高反向工作电压 U_{RM}

1.3 整流电路

整流电路是利用半导体二极管的单向导电特性,将交变电流变换成单方向的脉动电流。常见的整流电路有半波整流电路、全波整流电路和桥式整流电路。

1.3.1 半波整流电路

半波整流电路如图 1-3 所示。一般由降压电源变压器 T_r ,整流二极管 D 和负载电阻 R_L 组成。

1. 工作原理

U_2 的波形如图 1-4(a) 所示。 R_L 上的电压和电流的波形如图 1-4(b)、(c) 所示。因 R_L 只有半个周期上有电流流过,故称半波整流电路。

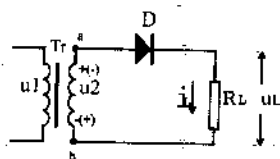


图 1-3 半波整流电路

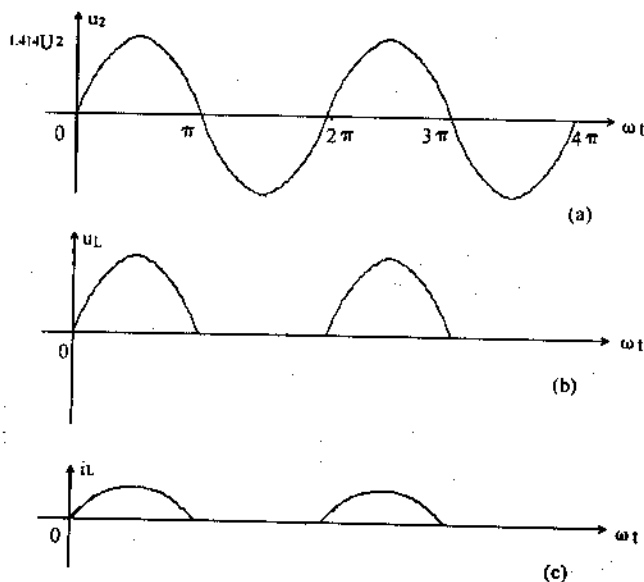


图 1-4 半波整流波形图

2. 负载上的电压和电流

半波整流电路上 R_L 的电压平均值为:

$$\bar{U}_L = \frac{\sqrt{2}U_2}{\pi} \approx 0.45U_2$$

R_L 的平均电流为:

$$\bar{I}_L = \frac{\bar{U}_L}{R_L} \approx 0.45 \frac{U_2}{R_L}$$

1.3.2 全波整流电路

图 1-5 为电源变压器带有中心抽头的全波整流电路。次级绕组 a、b 两端相对于中心抽头 o 端形成大小相等、相位相反的两个次级电压 u_{2a} 和 u_{2b} , 其波形如图 1-6(a) 所示。

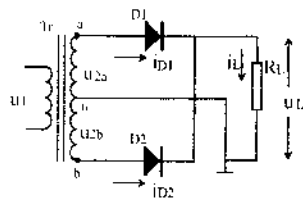


图 1-5 全波整流电路

1. 工作原理

在 U_1 的整个周期内, 两个二极管 D_1 和 D_2 轮流导通, 分别把 u_{2a} 和 u_{2b} 的正半波加至负载, 使 R_L 上获得一单方向的全波脉动电压 u_L 和电流 i_L 。其波形如图 1-6(b)、(c) 所示。

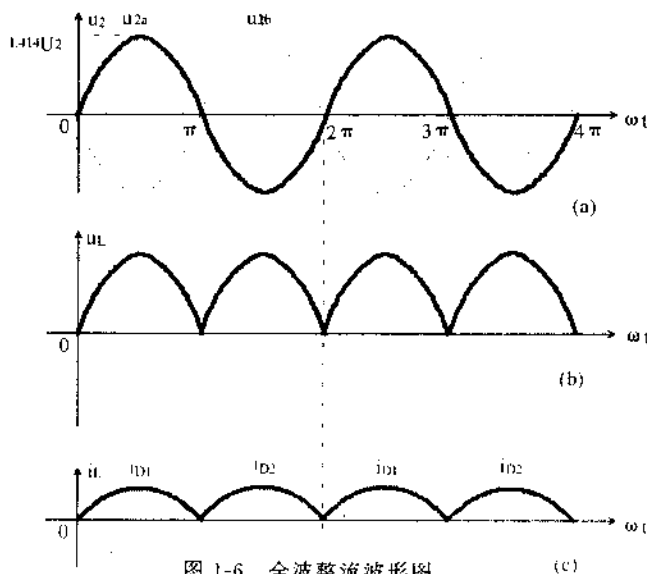


图 1-6 全波整流波形图

2. 负载上的电压和电流

全波整流电路上 R_L 的电压平均值为:

$$\bar{U}_L = \frac{2\sqrt{2}U_2}{\pi} \approx 0.9U_2, U_2 \text{ 为 } u_{2a} \text{ 或 } u_{2b} \text{ 的有效值。}$$

1.3.3 桥式整流电路

图 1-7(a) 为桥式整流电路, 1-7(b) 为其简化画法。

1. 工作原理

在桥式整流电路中电源电压的整个周期内, D_1 、 D_3 和 D_2 、 D_4 各工作半波, 两组二极管轮流

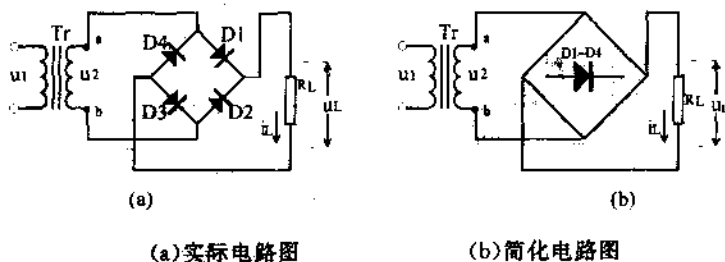


图 1-7 桥式整流电路

导通, 在 R_L 上得到与全波整流一样的电压和电流(图 1-8)。

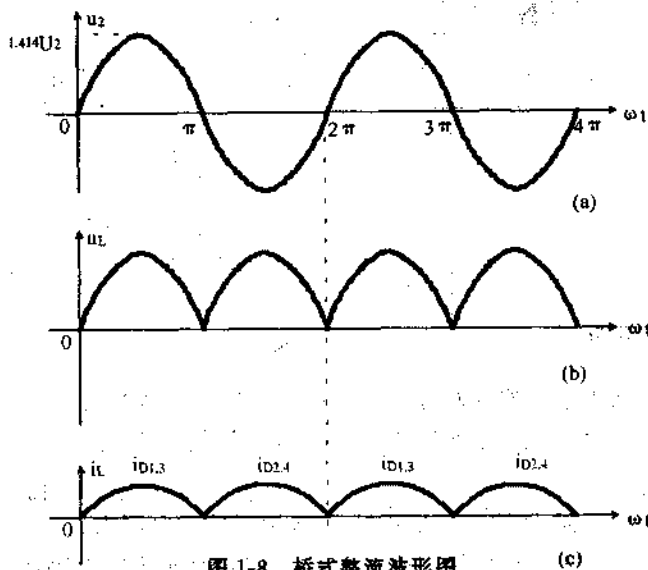


图 1-8 桥式整流波形图

2. 负载上的直流电压和电流

与全波整流电路完全一样。

1.4 滤波电路

滤波电路的作用就是去除脉动电压中的交流成分, 从而获得较为平滑的电压输出。

1.4.1 电容滤波电路

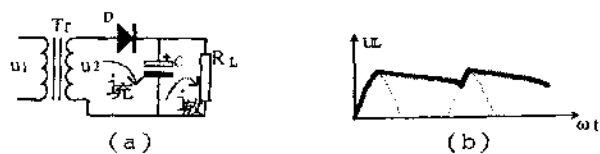
电容滤波是利用电容两端电压不能突变的原理制成的。电路组成如图 1-9(a)所示。

u_C 的电压波形如 1-9(b)所示。只要 $R_L C$ 足够大, 放电过程足够慢, 负载上就能得到较为平滑的直流电压。

全波(或桥式)整流电容滤波电路的原理与半波相似。由于电容的充、放电过程缩短为电源电压的半个周期重复一次, 因此, 输出的直流电压波形将更为平滑。如图 1-10 所示。

当 $RC \rightarrow \infty$ (即负载开路) 时, u_C 可近似达到 u_2 的最大值 $\sqrt{2}U_2$ 。

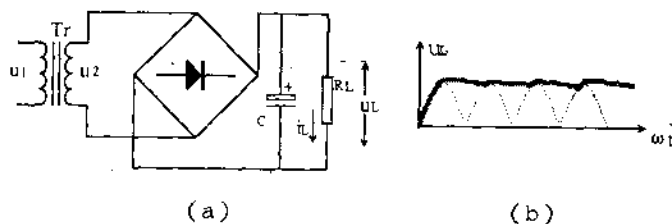
由于小体积大容量电解电容器技术的成熟, 这种电路被大量采用。



(a) 电路组成

(b) 输出电压波形

图 1-9 半波整流电容滤波电路



(a) 电路组成

(b) 输出电压波形

图 1-10 桥式整流电容滤波电路

1.4.2 电感滤波电路

电感滤波电路是利用电感器对脉动电流产生的反电动势来进行滤波的。即利用其“通直流，阻交流”的特点来实现滤波的。其电路如图 1-11 所示。



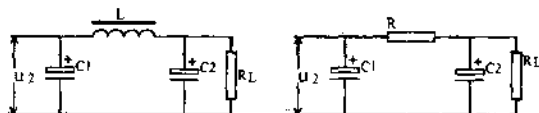
图 1-11 电感滤波电路

其特点是 L 的电感量越大，滤波效果越好。它适用于负载电流大、负载变化大的场合。但它损耗较大，输出电压较低，同时电感量大的电感往往其体积也较大。

1.4.3 π 型滤波电路

1. LC π 型滤波电路

如图 1-12(a) 所示。它同时利用电容两端电压不能突变和电感“通直流，阻交流”的特点，实现滤波，其滤波效果很好，输出电压很平滑，其主要缺点就是 L 的体积大，成本高。



(a) LC π 型滤波电路

(b) RC π 型滤波电路

图 1-12 π 型滤波电路

2. RC π 型滤波电路

如图 1-12(b) 所示。为克服 LC π 型滤波电路的缺点，用 R 代替 L 。但当负载电流大、负载变化大时，输出电压的平滑度不如 LC π 型滤波电路。

1.5 稳压二极管

一、稳压二极管的特性

当二极管的两端外加的反向电压大到一定数值后，二极管的反向电流会急剧增加，这种现

象叫做击穿现象。对于普通二极管是不能工作在这种状态的。而稳压二极管就是利用二极管反向击穿时通过管子的电流在很大范围内变化,而管子两端的电压却几乎不变的特性实现稳压的。也就是稳压二极管正常工作时就是处于反向击穿区。其伏安特性如图 1-13(a)所示,1-13(b)为其符号。

稳压二极管是工作在反向击穿区,但由于其特殊的制造工艺,这种击穿是可逆的。当去除外加反向电压后,稳压管的击穿即可恢复。但若是反向电流太大,超过允许的最大值,或者管子的功率损耗超过允许值,那么管子将产生不可逆的热击穿,稳压管也就损坏了。

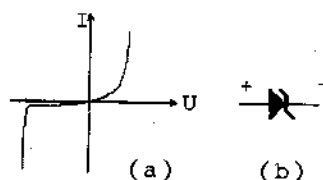
二、稳压二极管的主要参数

(1)稳定电压 U_Z

(2)稳定电流 I_Z

(3)耗散功率 P_{ZM}

(4)温度系数 α_V



(a)伏安特性 (b)符号

图 1-13 稳压二极管

1.6 半导体三极管及其基本放大电路

1.6.1 半导体三极管及其特性

一、半导体三极管的基本结构与分类

如图 1-14 所示,半导体三极管是由三层半导体区形成的两个 PN 结组成的。根据三层半导体区排列的方式不同,可分为 PNP 型和 NPN 型两种类型。在三层半导体区中,位于中间的一层半导体区叫基区,基区做得很薄,由它引出的电极叫基极,用字母 b 或 B 表示;其中一侧的半导体区专门用来发射载流子的叫发射区,由它引出的电极叫发射极,用字母 e 或 E 表示;另一侧专门用来收集载流子的叫集电区,由它引出的电极叫集电极,用字母 c 或 C 表示。发射区的掺杂浓度(即多数载流子浓度)比基区和集电区的掺杂浓度大得多。发射区与基区之间的 PN 结叫发射结,集电区与基区之间的 PN 结叫集电结。PNP 型、NPN 型两种不同类型的三极管符号如图 1-14(c)、(d)所示。对于 NPN 型三极管其发射区发射的多数载流子为自由电子,而对于 PNP 三极管其发射区发射的多数载流子为空穴。

二、三极管的放大原理

为了实现三极管的电流放大作用,必须给三极管的发射结加正向电压,给集电结加反向电压。对于 NPN 型管来说,如图 1-15 所示,其中 $V_{CC} > V_{BB}$, V_{BB} 的极性保证发射结处于正向偏置; V_{CC} 的极性保证集电结处于反向偏置,其中三个电极的电位关系是 $U_C > U_B > U_E$ 。如果是 PNP 型管则应是 $U_C < U_B < U_E$ 。

1. 三极管各电极中的电流

在发射结所加正向电压的作用下,发射区与基区的多数载流子将产生扩散运动。由于发射区的杂质浓度要远高于基区和集电区。因此,此时主要是发射区的多数载流子(即自由电子)不断地扩散到基区,并不断从电源补充进电子,从而形成发射极电流 I_E 。由于基区很薄,杂质掺杂浓度较低,并且集电结加反向电压,从发射区扩散来的大量自由电子只有少量的自由电子与基

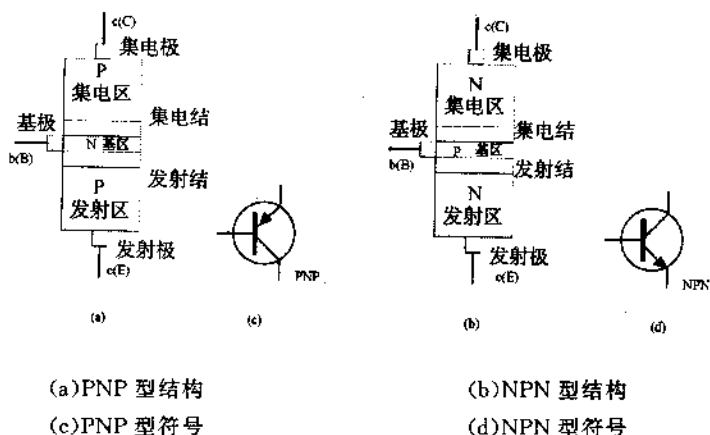


图 1-14 三极管的内部结构及符号

区中的多数载流子空穴复合,形成电流 I_{BN} ,而大量的自由电子在集电结反向电压所形成的外电场作用下顺利越过集电结漂移到集电区,形成 I_{CN} 。此外,基区本身的少数载流子(自由电子)和集电区的少数载流子(空穴)所形成的漂移电流,称为集电极—基极间的反向饱和电流,用 I_{CBO} 表示。 I_{CBO} 值很小,它构成集电极电流 I_C 和基极电流 I_B 的一小部分。根据以上分析可得三极管各电极的电流为:

$$\text{集电极: } I_C = I_{CN} + I_{CBO} \approx I_{CN}$$

$$\text{基 极: } I_B = I_{BN} - I_{CBO} \approx I_{BN}$$

$$\text{发射极: } I_E = I_{CN} + I_{BN} = I_C + I_B$$

2. 三极管的放大作用

根据以上分析,从发射区扩散到基区的电子(I_E)只有很少的一部分 I_{BN} 在基区复合,大部分(I_{CN})到达集电区。 I_{CN} 与 I_{BN} 的比值称为三极管共射极直流放大倍数 β 。

$$\beta = \frac{I_{CN}}{I_{BN}} = \frac{I_C - I_{CBO}}{I_B + I_{CBO}}$$

由于 I_{CBO} 很小,故有:

$$\beta \approx \frac{I_C}{I_B} \quad \text{即 } I_C \approx \beta \cdot I_B$$

β 一般为 20~200。

如果减小 R_b 的值,使发射结正偏压变大,基极电流增加,则必然导致基区空穴的增多。为了保持基区空穴与发射区扩散来的电子复合这一动态平衡,发射区必然会向基区扩散更多的自由电子,而这些自由电子中只有少量与基区空穴复合,而大量的仍将漂移到集电结,从而使集电结电流大量增加。

综上所述,只要在发射结加上正向电压,产生小电流 I_B ,就能产生 $I_C = \beta \cdot I_B$, $I_E = I_B + I_C$, $I_C, I_E \gg I_B$ 。如果 I_B 的值有变化,就将使 I_C 产生更大的变化。即基极电流 I_B 的微小变化便能控制集电极电流产生较大的变化。这就是三极管的电流放大原理。

如图 1-15 所示,若改变 V_{BB} 的值,即 I_B 值改变,则 I_C 将产生很大的改变, R_c 上的压降 $I_C R_c$ 也产生很大的改变。集电极上输出的电压 $U_C = V_{CC} - I_C R_c$ 也将产生很大的改变。即基射

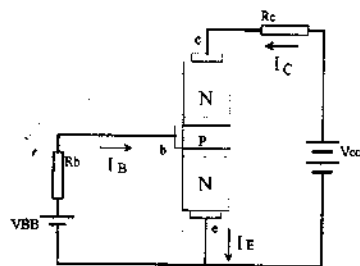


图 1-15 三极管基本放大电路

间电压的微小变化控制了集电极输出电压的较大变化,这就是晶体管放大器的电压放大原理。

三、三极管的特性曲线

三极管的特性曲线主要有输入特性曲线和输出特性曲线两种。在实际电路中总有一极作为输入和输出的公共端,按其公共端的不同,分别有共射、共基和共集组态,共哪个极就是指哪个极为电路输入和输出的公共端。因为共射组态在电子电路中应用最为广泛,下面就讨论共射的特性曲线和参数。

(一)输入特性曲线

输入特性是指加在集电极与发射极之间电压 U_{CE} 一定时,加在基极与发射极之间的电压 U_{BE} 与它所产生的基极电流 I_B 之间的关系。其测试电路如图 1-16 所示。如果调节 R_{P2} 改变一个 U_{CE} 的值,重复以上测试,又可得出另一条输入特性曲线。如图 1-17 所示。

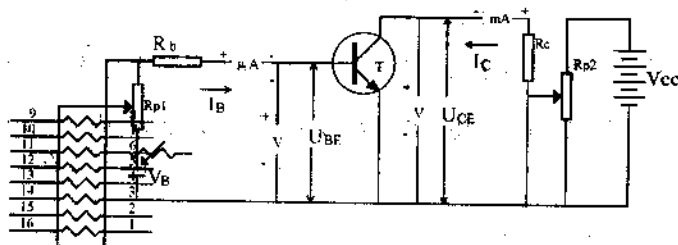


图 1-16 三极管输入输出特性测试电路

根据输入特性曲线我们可得如下结论: U_{BE} 加在基极和发射极间的 PN 结上,该 PN 结相当于一个二极管,所以三极管的输入特性曲线与二极管伏安特性曲线很相似。 U_{BE} 与 I_B 也成非线性关系。当输入电压 U_{BE} 低于某一开启值时,管子不导通, I_B 为 0,这个开启值称阈值电压或死区电压。对于硅管约为 0.5 V,对于锗管约为 0.1~0.2 V。当管子正常工作时,发射结压降变化不大,对于硅管约为 0.6~0.7 V,锗管约为 0.2~0.3 V。

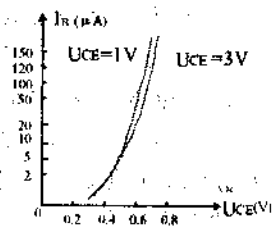


图 1-17 三极管输入特性曲线

(二)输出特性曲线

输出特性是指在 I_B 一定时,输出回路中集电极与发射极之间的电压 U_{CE} 与集电极 I_C 之间的关系。如图 1-18(a) 所示。如果改变一个 I_B ,又可得到另一条曲线,用一组 I_B 的不同数值便可得到如图 1-18(b) 所示的输出特性曲线族。

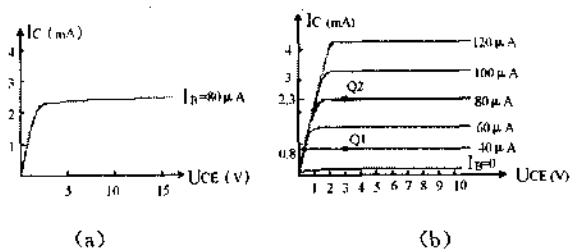
输出特性曲线族可以分为三个区,对应着三极管的三种不同工作状态。

1. 截止区

指 $I_B \leq 0$ 的区域。 $I_B = 0$,即 U_{BE} 低于死区电压,此时无论 U_{CE} 如何变化,集电极电流 I_C 都趋于 0。

2. 放大区

指一组间隔相同的 I_B 值输出特性曲线之间的间距接近相等且互相接近平行于横轴的区域。在这一区域内,发射结正偏,集电结反偏,即 $I_B > 0, U_{CE} > 1V$ 。管子在放大区的特征是 I_C 由 I_B 决定,与 U_{CE} 几乎没有关系。而 I_B 固定时, I_C 基本不变,具有恒流的特性;改变 I_B 可以成比例地改变 I_C , I_C 是受 I_B 控制的受控电流源,有电流放大作用, $\Delta I_C = \beta \Delta I_B$ 。在此区域内,作一直线垂直于横轴,找出两点对应的 I_B 和 I_C 值,然后便可求出该管子的交流电流放大系数 $\beta =$



(a) 基极电流固定的输出特性曲线
(b) 不同基极电流的输出特性曲线族

图 1-18 输出特性曲线

$\frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}$ 。显然,对于 I_B 值间隔相同的输出特性曲线,曲线越平坦间距越均匀,说明管子在不同 ΔI_B 时的 β 越接近,即管子线性度好。在相同的 ΔI_B 下,曲线间距越大,则 β 值越大。如图 1-18(b), Q_1 点的 $I_B = 40 \mu A$, $I_C = 0.8 \text{ mA}$, Q_2 点的 $I_B = 80 \mu A$, $I_C = 2.3 \text{ mA}$, 故有

$$\beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} = \frac{2.3 - 0.8}{(80 - 40) \times 10^{-3}} = 37.5$$

3. 饱和区

指输出特性曲线族上靠近左边陡直且互相重合的曲线与纵轴之间的区域。即 $U_{CE} \leq U_{BE}$ 的区域。此时,发射结和集电结都处于正向偏置。 I_C 不能随 I_B 的增大而成比例增大,即 I_C 处于“饱和”状态,称三极管处于饱和状态。由于两个 PN 结都正向导通,管子内阻很小,集电区与发射区间接近短路,这种很小的管压降,称为三极管的饱和压降 U_{CES} 。

例 1-1 如图 1-19 电路中,已知 $V_{CC} = 12 \text{ V}$,三极管为硅管 $\beta = 50$, $U_{CES} \approx 0$, $I_{CBO} \approx 0$;其他参数见图。当 U_I 分别为 -2 V , $+2 \text{ V}$ 和 $+6 \text{ V}$ 时,试判断三极管的工作状态。

解:(1)当 $U_I = -2 \text{ V}$ 时,由于 $U_{BE} < 0$, $I_B = 0$, $I = 0$ 三极管处于截止状态。

(2)当 $U_I = +2 \text{ V}$ 时, Q 为硅管, $U_{BE} \approx 0.7 \text{ V}$ 。

$$I_B = \frac{U_I - U_{BE}}{R_b} = \frac{2 - 0.7}{47} = 0.028 (\text{mA}) = 28 (\mu A)$$

$$I_C = \beta I_B = 50 \times 0.028 = 1.4 (\text{mA})$$

$$U_{CE} = V_{CC} - I_C R_C = 12 - 1.4 \times 3 = 7.8 \text{ V}$$

显然, $U_{CE} > 1 \text{ V}$, $I_C > I_B$, 表明三极管处于放大状态。

(3)当 $U_I = +6 \text{ V}$ 时, $U_{BE} \approx 0.7 \text{ V}$ 。

$$I_B = \frac{U_I - U_{BE}}{R_b} = \frac{6 - 0.7}{47} = 0.11 (\text{mA})$$

而 I_C 的最大可能值是当 $U_{CES} = 0$ 时的值,即 $V_{CC}/R_C = 12/3 = 4 (\text{mA})$ 。

而产生此 I_C 所需的基极电流是 $I_C/\beta = 4/50 = 0.08 (\text{mA})$ 。现在,实际的 I_B 是 $0.11 (\text{mA})$, 大于 $0.08 (\text{mA})$, 因此管子处于饱和状态。饱和状态的条件是: $I_B > I_{CS}/\beta$, 其中 I_{CS} 指 I_C 的最大可能值,即 $I_{CS} = V_{CC}/R_C$ 。

四、三极管的主要参数

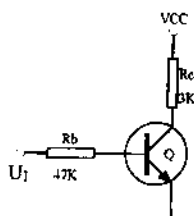


图 1-19 例 1-1 图

(一) 电流放大系数

1. 共发射极电路交流电流放大系数 β

如图 1-19 所示的共发射极电路中, 当基极回路有信号输入时, 将得到变化的基极电流 ΔI_B 和更大变化的集电极电流 ΔI_C , $\Delta I_C / \Delta I_B$ ($U_{CE} = \text{常数}$) 称为三极管的动态电流放大系数, 又称交流电流放大系数, 用 β 表示, 即

$$\beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}$$

如果放大器的输入信号是正弦信号时, 可直接用正弦量的瞬时值 i_c (集电极电流瞬时值) 和 i_b (基极电流瞬时值) 取代 ΔI_C 和 ΔI_B , 得

$$\beta = \frac{i_c}{i_b}$$

2. 共发射极电路直流电流放大系数 $\bar{\beta}$ (或 h_{FE})

共发射极电路无交流信号输入而工作在直流状态时称静态。此时的 I_C / I_B 称为三极管的直流电流放大系数。即

$$\bar{\beta} = \frac{I_C}{I_B}$$

$\bar{\beta}$ 与 β 数值相近 (β 略小), 经常用 $\bar{\beta}$ 直接代替 β 。

例 1-2 如图 1-20 所示, 求 Q_1 、 Q_2 、 Q_3 点和 Q_3 、 Q_1 点间的 $\bar{\beta}$ 。

解: (1) Q_1 点 $I_B = 20 \mu A$, $I_C = 3.3 \text{ mA}$

$$\bar{\beta} = \frac{I_C}{I_B} = \frac{3.3}{0.02} = 165$$

Q_2 点 $I_B = 40 \mu A$, $I_C = 6 \text{ mA}$

$$\bar{\beta} = \frac{I_C}{I_B} = \frac{6}{0.04} = 150$$

Q_3 点 $I_B = 60 \mu A$, $I_C = 8.8 \text{ mA}$

$$\bar{\beta} = \frac{I_C}{I_B} = \frac{8.8}{0.06} = 147$$

(2) 由 Q_3 、 Q_1 两点可得

$$\Delta I_C = 8.8 - 3.3 = 5.5$$

$$\Delta I_B = 60 - 20 = 40 (\mu A)$$

$$\bar{\beta} = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} = \frac{5.5}{0.04} = 137.5$$

可见, 不同点上的 $\bar{\beta}$ 值不尽相同。

(二) 极间反向电流

极间反向电流是半导体器件中少数载流子漂移运动的结果。其值越小, 三极管工作时的稳定性越好。

1. 集电极—基极反向饱和电流 I_{CBO}

三极管发射极开路时, 集电极与基极间的反向漏电流, 也叫集电结反向饱和电流。

2. 集电极—发射极反向饱和电流 (穿透电流) I_{CEO}

三极管基极开路, 集电极与发射极间加上一定反向电压 U_{CE} 时, 集电极与发射极间的反向漏电流。这个电流由集电区穿透基区到发射区, 故又称穿透电流。

$$I_{CEO} = (1 + \beta) I_{CBO}$$

(三) 三极管的极限参数

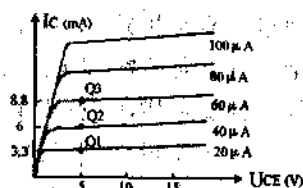


图 1-20