

高等职业技术教育机电类专业规划教材

电子技术 及实训

(非电类专业)

成叶琴 编
王海群



机械工业出版社
China Machine Press

国家职业技能鉴定教材 计算机专业 网络系统管理 第2级

电子技术 及实训

（第2版）

清华大学出版社

高等职业技术教育机电类专业规划教材

电子技术及实训

(非电类专业)

成叶琴 王海群 编

梁 森 主审



机械工业出版社

本书是根据原国家教委颁发的高等学校非电类专业的“电工与电子技术”课程教学基本要求并结合近年来的教学实践编写的。

本书集模拟电子基础、数字电子基础以及电子技术基本实验和综合实验为一体,除了介绍基本理论知识以外,比较注重应用电路的介绍。书中章后有习题,节后有思考题,并编入较多的例题和应用实例。特别值得一提的是,把要求学生掌握的基本实验写进教材,为的是便于教师和学生的使用;后面的综合实验,有利于提高学生的学习兴趣,学生可以根据书中提供的内容和电路图,自己接线和调试电路,在体会成功的喜悦中,提高动手能力。

本书可作为高等职业学校的机械类、材料类、经贸管理类、化工类、建筑类、机电一体化类、计算机类等有关专业“电子技术”课程的教材,也可作为职工大学、成人教育大学和电视大学同类专业的教材,还可供有关工程技术人员学习与参考。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术及实训/成叶琴,王海群编. —北京:机械工业出版社,2002.3
高等职业技术教育机电类专业规划教材·非电类专业
ISBN 7-111-09916-8

I. 电… II. ①成…②王… III. 电子技术—高等学校:技术学校—教材 IV. TN

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第010157号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:贡克勤 卢若薇 版式设计:霍永明 责任校对:申春香

封面设计:姚毅 责任印制:付方敏

三河市宏达印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2002年5月第1版·第1次印刷

787mm×1092mm¹/₁₆·16.75印张·412千字

0 001—5 000册

定价:21.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010) 68993821、68326677—2527

高等职业技术教育机电类专业教材编委会

名誉主任委员	严雪怡 刘际远		
主任委员	上海机电技术高等专科学校	孙兴旺	副校长
副主任委员	福建高级工业专门学校	黄森彬	副校长
	南京机械高等专科学校	左健民	副校长
	陕西工业职业技术学院	翟 轰	校 长
	湘潭机电高等专科学校	曾家驹	副校长
	包头职业技术学院	李俊梅	副校长
	无锡职业技术学院	韩亚平	调研员
	浙江机电职业技术学院	管 平	副校长
	机械工业出版社教材编辑室	林 松	主 任
	(排名不分先后)		
委员单位	邢台职业技术学院		
	湖南工业职业技术学院		
	(等 26 所院校)		

序

职业教育指受教育者获得某种职业或生产劳动的职业道德、知识和技能的教育。机电行业的职业技术教育是培养在生产一线的技术、管理和运行人员，他们主要从事成熟的技术和管理规范的应用与运作。随着社会经济的发展和科学技术的进步，生产领域的技术含量在不断提高。用人单位要求生产一线的技术、管理和运行人员的知识与能力结构与之适应。行业发展的要求促使职业技术教育的高层次——高等职业教育蓬勃成长。

高职教育与高等工程专科、中专教育培养的人才属同一类型，都是技术型人才，毕业生将就业于技术含量不同的用人单位。高等职业教育的专业设置必须适应地区经济与行业的需求。高等职业教育是能力本位教育，应以职业分析入手，按岗位群职业能力来确定课程设置与各种活动。

机械工业出版社出版了大量的本科、高工专、中专题材，其中有相当一批教材符合高等职业教育的需求，具有很强的职业教育特色，在此基础上这次又推出了机械类、电气类、数控类三个高职专业的高职教材。

专门课程的开发应遵循适当综合化与适当实施化。综合化有利于破除原来各门课程的学科化倾向，删除与岗位群职业能力关系不大的内容，有利于删除一些陈旧的内容，增添与岗位群能力所需要的新技术、新知识，如微电子技术、计算机技术等。实施化是课程内容要按培养工艺实施与运行人员的职业能力来阐述的，将必要的知识支撑点溶于能力培养的过程中，注重实践性教学，注重探索教学模式，以达到满意的教学效果。

本教材倾注了众多编写人员的心血，他们为探索我国机电行业高职教育做出了可贵的尝试。今后还要依靠广大教师在实践中不断改进，不断完善，为创建我国的职业技术教育体系而奋斗。

赵克松

前 言

《电子技术及实训》是与《电工技术及实训》配套的系列教材。本教材是高职高专机械类专业的规划教材,是根据高职高专培养目标和机械工业教育教材建设协作组2000年6月会议精神编写的。本教材可供高职高专的机械类、化工类、建筑类、经贸管理类、机电一体化类、计算机类等有关专业教学使用。

根据高等职业教育培养目标的要求,高职教育培养的人才应该是应用型、技能型的人才,因此本教材在力求保证基础、掌握基本概念的基础上,强调了应用,强调了理论联系实际,力图避免由于只讨论电路模型,忽略应用所需的“整体”观念而造成的“只见树木、不见森林”的弊端。为此我们在编写教材时,力求篇幅精简,减少数学推导,增加应用举例,从而提高学生的学习兴趣,真正理解“学以致用”的含义。

本教材由两部分组成,第一部分主要介绍电子技术理论,内容包括半导体二极管及三极管、基本放大电路、集成运算放大电路、波形产生和变换电路、直流稳压电源、晶闸管和可控整流电路、数字逻辑基础、逻辑门电路、组合逻辑电路、触发器和时序逻辑电路、数/模(D/A)和模/数(A/D)转换电路等。第二部分是电子实验和实训,其中除了基础实验以外,还增加了综合实验,使学生能将所学的理论知识与实际应用相结合。本书作为一本专业技术基础课教材,企望能起到引导学生入门、培养学生具有创造性和开拓性思维能力的作用。

本套教材参考学时为60~70,有关章节内容可根据各校专业要求及学时情况酌情调整。

本教材由成叶琴、王海群合编。具体执笔分工如下:成叶琴编写绪论、第一、二、三、四、五、六章及电子实验、电子综合实验;王海群编写第七、八、九、十、十一章。由成叶琴统稿。

本书由梁森高工任主审,他对书稿进行了认真、负责、全面的审阅,提出了许多宝贵意见。2001年7月在上海召开了本教材的审稿会。参加审稿会的除了两位作者及主审外,还有上海理工大学的周良权副教授、周贻洁副教授,上海发电设备成套设计研究所刘春林高工,河南工业职业技术学院王煜东副教授,上海电机技术高等专科学校许培德副教授、沈任元副教授。以上同志对本教材进行了认真、负责、仔细的审阅,提出了许多宝贵意见和修改建议,在此表示衷心的感谢。

当今世界,科学技术的发展日新月异,特别是电子信息技术以其独特的渗透力和亲和力,正在迅速地改变着我们周围的一切。由于编者水平所限,书中难免存在一些不足和错误,敬请读者批评指正。

编 者

2001年7月

本书常用符号表

一、文字符号的一般规定

1. 电压和电流

U_B, I_B 大写字母、大写下标
分别表示基极的直流电压、电流值

U_b, I_b 大写字母、小写下标
分别表示基极的交流电压、电流有效值

u_B, i_B 小写字母、大写下标
分别表示基极的电压、电流瞬时值 (含有直流分量)

u_b, i_b 小写字母、小写下标
分别表示基极的交流电压、电流瞬时值

$\Delta U, \Delta I$ 分别表示直流电压、电流的变化量

2. 电源电压

V_{CC} 三极管集电极电源电压

V_{BB} 三极管基极电源电压

V_{EE} 三极管发射极电源电压

V_{DD} MOS管漏极电源电压

V_{SS} MOS管源极电源电压

V_{GG} MOS管栅极电源电压、晶闸管控制极电源电压

V_{AA} 晶闸管阳极电源电压

3. 器件符号

VT 半导体三极管、场效应晶体管、MOS管、晶闸管

VD 半导体二极管

VS 稳压二极管

VL 发光二极管

A 运算放大器件

G 逻辑门电路

AT 触发器

S 开关

SB 按钮

SQ 限位开关

T 变压器

K 继电器

KM 接触器

二、基本符号

1. 电压和电流

U_B 基极对地电压

U_C 集电极对地电压

U_E 发射极对地电压

U_{BC} 三极管的基-集电压

U_{BE} 三极管的基-射电压

U_{CE} 三极管的集-射电压

U_{CES} 三极管的集-射饱和压降

$U_{(BR)CEO}$ 基极开路三极管集-射间击穿电压

$U_{(BR)EBO}$ 集电极开路三极管射-基间击穿电压

U_I 输入电压

U_{IC} 共模输入电压

U_{ID} 差模输入电压

U_{IDM} 最大差模输入电压

U_{Id} 净输入电压

U_L 负载电压

U_O 输出电压

$U_{O(sat)}^+$ 运放正饱和输出电压

$U_{O(sat)}^-$ 运放负饱和输出电压

U_{GD} 栅漏电压

U_{GS} 栅源电压

$U_{GS(off)}$ 夹断电压

$U_{GS(th)}$ 开启电压

U_{RM} 二极管反向工作峰值电压

U_{BO} 正向转折电压

U_{DRM} 断态重复峰值电压

U_{OC} 开路电压, 共模信号输出电压

$U_{(O)}$ 差模信号输出电压

U_R 基准电压, 参考电压

U_S 信号源电压

U_Z 稳压管的稳定电压

U_{TH} 阈值电压, 门限电压

U_F 通态平均电压
 U_G 控制极触发电压
 U_{IH} 高电平输入电压
 U_{IL} 低电平输入电压
 U_{ILmax} 输入低电平最高电压
 U_{ILmin} 输入低电平最低电压
 U_{OH} 输出高电平
 U_{OL} 输出低电平
 U_{SH} 标准输出高电平
 U_{SL} 标准输出低电平
 U_{NL} 低电平噪声容限
 U_{NH} 高电平噪声容限
 U_{T+} 正向阈值电压
 U_{T-} 负向阈值电压
 U_H 回差电压
 I_B 基极电流
 I_C 集电极电流
 I_E 发射极电流
 I_{BQ} 、 I_{CQ} 、 I_{EQ} 基极、集电极、发射极静态电流
 I_D 漏电流
 I_{DSS} 饱和电流
 I_{BS} 临界饱和基极漏电流
 I_{CS} 临界饱和集电极漏电流
 I_{CBO} 发射极开路集-基极间反向电流
 I_{CEO} 基极开路集-射极间反向电流
 I_{CM} 集电极最大允许电流
 I_F 二极管最大整流电流, 反馈电流
 I_I 输入电流
 I_L 负载电流
 I_O 输出电流
 I_{Id} 净输入电流
 I_H 维持电流
 I_G 触发电流
 I_N 集成运放反向输入端电流
 I_P 集成运放同向输入端电流
 I_R 基准电流, 二极管反向电流
 I_Z 稳压管稳定电流
 I_{IH} 输入高电平电流
 I_{IL} 输入低电平电流
 I_{OH} 输出高电平电流

I_{OL} 输出低电平电流

I_{IS} 输入短路电流

2. 功率

P_C 集电极功率损耗

P_{CM} 集电极最大允许功率损耗

P_E 直流电源提供的功率

P_V 三极管耗散功率

P_I 输入功率

P_O 输出功率

P_{Omax} 最大输出功率

P_T 晶闸管损耗功率

P_Z 稳压管稳定功率

P_{OFF} 空载截止功耗

P_{ON} 空载导通功耗

P_M 最大允许功耗

N_O 扇出系数

3. 电阻、电容、电感

R 通用电阻

RP 电位器

RT 热敏电阻

R_B 基极偏置电阻

R_C 集电极电阻

R_E 发射极电阻

R_F 反馈电阻

R_i 输入电阻

r_{be} 基极、发射极间输入电阻

r_{ce} 集电极、发射极间输出电阻

R_L 负载电阻

R'_L 等效负载电阻

R_o 输出电阻

R_S 信号源电阻

r_z 稳压管的动态电阻

R_{id} 运放开环输入电阻

R_{ON} 开门电阻

R_{OFF} 关门电阻

C 通用电容

C_{bc} 三极管基-集极间电容

C_{be} 三极管基-射极间电容

C_o 放大电路输出端电容

C_i 放大电路输入端电容

4. 频率

- f 频率通用符号
- f_{H} 放大电路的上限截止频率
- f_{L} 放大电路的下限截止频率
- f_{o} 振荡频率
- f_{p} 并联谐振频率
- f_{s} 串联谐振频率
- f_{m} 最高工作频率
- f_{CP} 时钟频率
- ω 角频率通用频率

5. 器件、电路的引出端

- B 半导体三极管基极
- C 半导体三极管集电极
- E 半导体三极管发射极
- S MOS管源极
- G MOS管栅极、晶闸管控制极
- D MOS管漏极
- A 晶闸管阳极
- K 晶闸管阴极
- N 集成运放反向输入端
- P 集成运放同向输入端
- CP 触发器时钟脉冲
- R 复位
- EN 使能端, 控制端
- J、K JK触发器输入端
- T T触发器输入端
- DSR 移位寄存器右移串行输入端
- DSL 移位寄存器左移串行输入端
- Q 触发器、计数器、寄存器状态输出
- Q^n 触发器输出初态

Q^{n+1} 触发器输出次态

TG 传输门

TSL 三态门

6. 时间

- t 时间通用符号
- T 周期, 温度
- τ 时间参数
- t_{on} 开通时间
- t_{off} 关闭时间
- t_{pd} 平均传输时间
- t_{W} 脉冲宽度

7. 参数符号

- β 共发射极电流放大倍数
- g_{m} 场效应管的低频跨导
- A 放大倍数通用符号
- A_{f} 闭环放大倍数
- A_{u} 电压放大倍数
- $A_{\text{u(D)}}$ 差模电压放大倍数
- $A_{\text{u(C)}}$ 共模电压放大倍数
- S 脉动、相对稳压系数
- γ 纹波因素
- η 效率, 单结晶体管的分压比
- S_{R} 纹波抑制比
- S_{L} 稳压系数
- S_{T} 稳压温度系数
- S_{i} 负载调整率, 电流调整率
- K_{CMR} 共模抑制比
- q 占空比

目 录

前言

本书常用符号表

绪论 1

第一章 常用半导体器件 3

第一节 半导体知识 3

一、半导体基本知识 3

二、PN 结的单向导电性 3

思考题 4

第二节 半导体二极管 4

一、二极管的结构及符号 4

二、二极管的伏安特性 4

三、二极管的主要参数 5

四、二极管的使用注意事项 6

五、二极管的应用电路举例 7

思考题 8

第三节 特殊二极管介绍 8

一、硅稳压二极管 8

二、光电二极管、光敏电阻 10

三、发光二极管 (VL) 10

四、应用电路举例 11

思考题 11

第四节 半导体三极管 11

一、三极管的结构及符号 11

二、三极管的电流分配和放大作用 12

三、三极管的特性曲线 14

四、三极管的主要参数 15

五、三极管的选择要点 16

六、应用电路举例 16

思考题 17

第五节 特殊三极管介绍 17

一、复合管 17

二、光电三极管 18

三、光耦合器 18

四、应用电路举例 19

思考题 20

第六节 场效应晶体管 20

一、N 沟道增强型绝缘栅场效应晶体管的

结构及符号 20

二、增强型场效应晶体管的导电原理 20

三、场效应管的主要参数及使用注意 事项 22

思考题 23

第七节 晶闸管 23

一、晶闸管的基本类型和结构 23

二、晶闸管的工作性能 24

三、晶闸管的主要参数 25

四、双向晶闸管 25

五、晶闸管与二极管、三极管开关性能的 比较及主要用途 25

思考题 26

本章小结 26

习题 26

第二章 基本放大电路 31

第一节 共射基本放大电路 31

一、放大电路的组成 31

二、放大电路的工作原理 32

三、放大电路参数的工程估算 35

思考题 38

第二节 静态工作点稳定及分压式射极偏置电 路 38

一、温度变化对工作点的影响 38

二、分压式偏置电路及工程估算 38

思考题 40

第三节 共集电极电路——射极输出器 40

一、电路组成 40

二、射极输出器的特点 40

思考题 42

第四节 多级放大电路 42

一、电子电路的一般构成形式 42

二、级间耦合方式及特点 42

三、阻容耦合多级放大电路的分析计算 43

思考题 44

第五节 放大电路的频率响应 44

一、什么是频率响应 44

二、通频带的概念	44	六、应用电路举例	77
思考题	45	思考题	78
第六节 集成运算放大器	45	第四节 运放应用电路	78
一、直接耦合放大电路需要解决的问题	45	一、单电源交流放大电路	78
二、差动放大电路	46	二、精密整流电路	78
三、集成运算放大器	50	三、恒压源电路	80
思考题	51	四、电压-电流转换电路	80
第七节 功率放大电路	51	五、电流-电压转换电路	80
一、功率放大电路的特点和分类	51	思考题	81
二、乙类双电源互补对称功率放大电路 (OCL 电路)	52	第五节 运放的非线性应用	81
三、单电源甲乙类互补对称功率放大电路 (OTL 电路)	55	一、单值电压比较器	81
四、集成功率放大器	56	二、迟滞电压比较器	81
五、功率管的散热问题	56	思考题	84
思考题	57	第六节 集成运放的选择原则和使用	84
第八节 负反馈放大电路	57	一、集成运放的选择原则	84
一、反馈的基本概念	57	二、集成运放使用时应注意的问题	84
二、负反馈放大电路的四种组态	59	本章小结	84
三、负反馈对放大电路性能的影响	61	习题	85
四、深度负反馈放大电路的电压放大倍数的估算	63	第四章 波形的产生和变换电路	89
五、应用电路举例	64	第一节 正弦波振荡电路	89
思考题	65	一、正弦波振荡电路的基本概念	89
本章小结	65	二、RC 桥式正弦波振荡电路	90
习题	66	三、LC 正弦波振荡电路	92
第三章 集成运算放大器及其应用	70	四、石英晶体振荡电路	94
第一节 集成运算放大器器件	70	思考题	96
一、集成运放的电路结构	70	第二节 非正弦信号发生器	96
二、集成运放的分类	70	一、方波发生器	96
三、集成运放的电压传输特性	71	二、三角波发生器	97
思考题	71	思考题	98
第二节 集成运放的基本电路	71	本章小结	98
一、负反馈是运放线性应用的必要条件	71	习题	98
二、理想运放的两个重要结论	72	第五章 直流稳压电源	100
三、三种基本运算电路	72	第一节 整流电路	100
思考题	75	一、单相半波整流电路	100
第三节 信号运算电路	75	二、单相全波整流电路	101
一、比例运算电路	75	三、单相桥式整流电路	102
二、加法运算电路	75	思考题	104
三、减法运算电路	76	第二节 滤波电路	104
四、积分运算电路	76	一、滤波的概念	104
五、微分运算电路	77	二、电容滤波电路	104
		三、电感滤波电路	106
		四、 π 形滤波电路	106
		思考题	107

第三节 硅稳压管稳压电路	107	第四节 逻辑代数	130
一、稳压电路及工作原理	107	一、基本概念及基本逻辑运算	130
二、稳压管并联稳压电路的设计	107	二、逻辑函数及其表示方法	131
思考题	109	三、逻辑代数中的基本公式和定律	134
第四节 串联型稳压电路	109	思考题	134
思考题	110	本章小结	135
第五节 集成稳压器	110	习题	135
一、串联型集成稳压器	110	第八章 逻辑门电路	137
二、开关稳压电源	112	第一节 分立元件门电路	137
思考题	114	一、二极管门电路	137
本章小结	114	二、三极管门电路	139
习题	114	思考题	141
第六章 晶闸管和可控整流电路	116	第二节 晶体管-晶体管集成逻辑门	
第一节 单向半控桥式整流电路	116	电路 (TTL)	141
一、电阻性负载的单相桥式半控整流		一、TTL 与非门电路	141
电路	116	二、TTL 与非门的主要外部特性	142
二、感性负载的单相桥式半控整流电路 ..	118	三、TTL 其他类型的门电路	146
三、应用电路举例	118	思考题	148
思考题	119	第三节 CMOS 集成门电路	148
第二节 晶闸管触发电路	119	一、CMOS 集成门电路	148
一、对触发电路的要求	120	二、TTL 与 CMOS 电路的接口	152
二、触发电路的分类	120	思考题	154
第三节 固态继电器原理及其应用	120	本章小结	154
一、固态继电器分类	120	习题	154
二、固态继电器的主要特点	121	第九章 组合逻辑电路	157
三、固态继电器的使用注意事项	122	第一节 组合逻辑电路的分析和设计	
本章小结	122	方法	157
习题	122	一、组合逻辑电路的分析方法	157
第七章 数字逻辑基础	124	二、组合逻辑电路的设计方法	158
第一节 数字电路	124	思考题	158
一、数字电路的特点	124	第二节 集成组合逻辑电路	159
二、脉冲信号	124	一、编码器	159
三、数字电路的分类	125	二、译码器及显示电路	161
思考题	125	三、数据选择器	168
第二节 微分电路和积分电路	125	四、数据分配器	170
一、微分电路	125	五、数据比较器	171
二、积分电路	126	六、加法器	173
思考题	126	思考题	175
第三节 数制和码制	127	本章小结	175
一、数的表示方法	127	习题	175
二、不同进制数之间的相互转换	128	第十章 触发器和时序逻辑电路	178
三、二十进制码 (BCD 码)	129	第一节 触发器的基本电路	178
思考题	130		

一、RS 触发器	178
二、D 触发器	181
三、JK 触发器	183
四、触发器的逻辑转换	185
思考题	186
第二节 寄存器	186
一、数码寄存器	186
二、移位寄存器	187
思考题	189
第三节 计数器	189
一、二进制计数器	190
二、十进制计数器	191
三、通用中规模集成计数器	192
思考题	195
第四节 单稳态触发器	195
一、微分型单稳态触发器	195
二、集成单稳态触发器	196
三、由 555 定时器构成的单稳态触发器	197
四、单稳态触发器的应用	198
思考题	199
第五节 多谐振荡器	199
一、CMOS 型多谐振荡器	199
二、石英晶体振荡器	200
三、由 555 定时器构成的多谐振荡器	201
思考题	202
第六节 施密特触发器	202
一、用门电路构成的施密特触发器	202
二、集成施密特触发器	203
三、由定时器构成的施密特触发器	203
四、基本应用	203
思考题	204
本章小结	204
习题	205

第十一章 数/模 (D/A) 和模/数 (A/D)	
转换	208
第一节 数/模转换器 (DAC)	208
一、D/A 转换器的基本概念	208
二、D/A 转换电路	209
思考题	210
第二节 模/数转换器 (ADC)	210
一、A/D 转换器的基本概念	210
二、A/D 转换电路	212
思考题	213
本章小结	213
习题	213
第十二章 电子技术实验实训	214
电子技术实验实训课须知	214
第一节 小型实验	215
实验 1 示波器的使用	215
实验 2 电阻、电容、二极管、三极管的识别和检测	217
实验 3 交流放大电路的测试	222
实验 4 运算放大器的简易测试及线性应用	225
实验 5 门电路功能的测试	228
实验 6 触发器逻辑功能的测试	231
实验 7 555 时基电路的应用	234
第二节 大型实验	237
课题 1 多姿多彩的变色彩灯	237
课题 2 智力测验抢答器	240
课题 3 投币或市内电话控制器	244
课题 4 具有数字显示的洗衣机时控电路	246
课题 5 楼道灯声控、光控电路	250
参考文献	254

绪 论

一、电子电路的特点

电子技术是当代迅速发展的学科，它在自动控制、通信、计算机、家用电器等各个领域的应用日益广泛。我们日常生活中使用的电话、收音机、电子玩具、电视机、VCD机、DVD机、摄录机等家用电器都是电子技术应用的产品。

电子电路所处理的电信号可以分为两大类：一类是在时间和数值上都是连续变化的信号，称为模拟信号，例如模拟语言的音频信号（可以通过话筒把声音信号转换成相似的电信号），模拟位移变化的电信号（可从应变片上得到）等都属于模拟信号。另一类信号则是在时间和数值上都是离散的信号，也就是说它们的变化在时间和数值上是不连续的，多以脉冲信号的形式出现，这一类信号称为数字信号。

按照自动电路中工作信号的不同，通常把电路分为模拟电路和数字电路。我们把处理模拟信号的电子电路称为模拟电路，如各类放大器、稳压电路以及某些振荡电路等都属于模拟电路。把处理数字信号的电路称为数字电路，例如我们将要介绍的各类门电路、触发器、寄存器、译码器等都属于数字电路。这两种电路的区别在于电路中电子器件的工作状态不一样，前者工作在线性变化的状态中，而后者经常工作在开关状态中，即时通时断。牢记这一点，在以后的学习中就容易理解这两种电路工作的特殊性。

二、电子技术课程的性质和特点

本课程的内容在于讲述电子技术中最初步、最基本、最具共性的内容。主要包括三方面，即基本理论，主要是指在已经学过电工学的基础上，进一步掌握电子电路的基本原理；基本知识，是指要求熟悉基本电子器件的外特性、掌握基本电子电路的性能特点和应用；基本技能，是指学习电子测试技术、电子电路的近似估算方法和提高识图能力。

关于器件、电路、应用三者的关系，则是管、路、用结合，管为路用，以路为主，就是把课程的重点放在最基本的电路上。对于电子器件，包括集成组件，则重点在于了解它们的外部特性和如何用于电路中，不深入论述内部微观的物理过程及生产工艺等。

本课程与以往的数、理、化等理论基础课相比较，更为接近实际，强调理论与实际的结合，着眼于解决错综复杂的实际问题，所以常常采用一些独特的分析方法，如：估算法、等效法、实验调整法等。而这些方法的正确掌握将有助于学好电子技术这门课程，特别是要注意实验实训的锻炼。

三、电子实验的任务和意义

电子技术除了在理论分析时以定性分析、定量估算、重功能、轻结构为原则以外，还是一门实践性很强的课程。因此，要求在学习中不但要牢固掌握必要的基本理论知识，还要非常重视实验及实训的练习。如果仅仅只有书本理论知识而缺乏实践训练，就不可能把电子技术真正学到手。为此，本教材中增加了实验及综合实验内容，目的在于培养学生测试电子电路和使用电子仪器的能力。通过对电子元器件的识别、性能测试和对各种电子电路性能指标

的测量，巩固所学的电子技术理论知识，学会正确使用仪器和科学地测量电路的方法，并通过综合实验进行电路组装、调试、故障排除等训练，提高实践动手能力，为今后从事生产、科研工作打下基础。同时，经过实验实训的锻炼，使学生既学会生产第一线所需的基本技能，又培养良好的职业习惯和职业道德，为学生适应工作岗位打好基础。

第一章 常用半导体器件

常用的半导体器件有半导体二极管、三极管、场效应晶体管等。其中 PN 结是构成各种半导体器件的重要基础。本章首先讨论半导体的基本知识和 PN 结的形成，其次介绍常用的几种半导体特性和主要参数，最后介绍它们的应用电路。

第一节 半导体知识

一、半导体基本知识

导电能力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、硒、砷化镓以及大多数金属氧化物和硫化物等。纯净、无杂质的半导体称为本征半导体。

半导体的导电能力受以下几种因素影响：

1. 热敏特性

半导体的导电能力受环境温度影响很大。例如，纯锗，温度每升高 10°C ，它的电阻率就会减少到原来的一半左右。利用这种特性就可以做成各种热敏元件。

2. 光敏特性

许多半导体受到光照辐射后，电阻率会下降。例如，硫化镉，在没有光照时，电阻高达几十兆欧，而受到阳光照射时，电阻可降到几十千欧。利用这种特性可制成各种光电元件。

3. 掺杂特性

在纯净的半导体中掺入微量的某种杂质后，它的导电能力就可增加几十万甚至几百万倍。例如，在纯硅中掺入百万分之一的硼后，硅的电阻率就从大约 $2 \times 10^3 \Omega \cdot \text{m}$ 减少到 $4 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{m}$ 左右。半导体的导电机理与金属不同，它内部参加导电的带电粒子称为载流子。

本征半导体掺入微量元素后就成为杂质半导体。由于掺入的杂质不同，杂质半导体可分为 N 型半导体和 P 型半导体。N 型半导体参与导电的载流子为带负电的“自由电子”，P 型半导体参与导电的载流子为带正电的“空穴”。

二、PN 结的单向导电性

PN 结是构成各种半导体器件的基础。因采用了特定的掺杂制造工艺，使一块半导体的两边分别形成 P 型半导体和 N 型半导体，它们的交界面就形成 PN 结，如图 1-1 所示。PN 结具有单向导电性。

当 PN 结上加正向电压时（即 P 端电位高于 N 端电位）称为正向偏置，这时，PN 结电阻很低，正向电流较大，PN 结处于导通状态，如图 1-2a 所示。当加反向电压时（即 P 端电位低于 N 端电位）称为反向偏置，这时，PN 结电阻很高，反向电流很小，PN 结处于截止状态，如图 1-2b 所示。

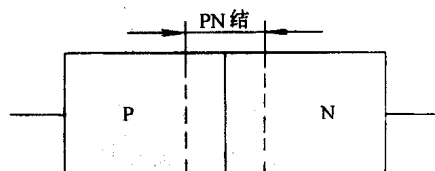


图 1-1 PN 结的内部结构示意图