



中等职业教育国家规划教材  
全国中等职业教育教材审定委员会审定

# 电子技术

## (第2版)

周 敏 唐永强 编著

<http://www.phei.com.cn>

专业  
基础教材



电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

本书配有电子教学参考资料包

中等职业教育国家规划教材

# 电子技术(第2版)

周 敏 唐永强 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

## 内 容 简 介

本书是根据教育部 2000 年新颁布的《中等职业学校电子技术教学大纲(试行)》要求和新的教学体系而编写的《电子技术》的修订版,即《电子技术》(第 2 版),为中等职业学校工科非电类及相关专业三年制通用教材。

全书共 15 章,分为三篇。第一篇(第 1 章~第 7 章)是模拟电子技术部分,主要内容为:常用半导体器件;半导体三极管基本放大电路;负反馈在放大器中的应用;正弦波振荡器;集成运算放大器及其应用;功率放大器;调制与解调。第二篇(第 8 章~第 13 章)是数字电子技术部分,主要内容为:数字电路基础;组合逻辑电路;时序逻辑电路;脉冲信号的产生和变换电路;D/A 转换器与 A/D 转换器;半导体存储器及其他。第三篇(第 14 章、第 15 章)是电力电子技术部分,主要内容为:直流稳压电源;电力电子器件及其应用。各章节的重要知识点安排了演示实验、例题、课堂练习、自测题等。根据大纲要求编写的 18 个实验(或实训)集中安排在书的最后。书中对选学内容标上\*号,以方便不同教学要求和不同专业的自由组合。

本书可作为中等职业学校工科非电类及相关专业教材,也可供机电一体化专业使用或具有初中以上文化程度程度的读者作为自学用书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。  
版权所有,侵权必究。

### 图书在版编目(CIP)数据

电子技术/周敏,唐永强编著. —2 版. —北京:电子工业出版社,2005.1  
中等职业教育国家规划教材  
ISBN 7-121-00329-5

I. 电… II. ①周…②唐… III. 电子技术—专业学校—教材 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 091047 号

责任编辑:朱怀永

印刷者:北京李史山胶印厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×1 092 1/16 印张:14 字数:358.4 千字

印 次:2005 年 1 月第 1 次印刷

印 数:3 000 册 定价:17.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010)68279077。质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

## 中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神,落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划,根据《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》(教职成[2001]1 号)的精神,教育部组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写,从 2001 年秋季开学起,国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教学大纲编写而成的,并经全国中等职业教育教材审定委员会审定通过。新教材全面贯彻素质教育思想,从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发,注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本,努力为教材选用提供比较和选择,满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材,并在使用过程中,注意总结经验,及时提出修改意见和建议,使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

2001 年 5 月

# 前 言



本书是根据教育部 2000 年新颁布的《中等职业学校电子技术教学大纲(试行)》要求而编写的《电子技术》的修订版,即《电子技术》(第 2 版),为中等职业学校工科非电类及相关专业三年制通用(多学时)教材。

本教材采用模块式编排。全书包含模拟电子技术、数字电子技术、电力电子技术三大模块,各章节组成小模块。主要内容有:常用半导体器件、半导体三极管基本放大电路、运算放大器、数字电路基础、组合逻辑电路、时序逻辑电路、波形产生及变换电路、电源电路等。实验与实训集中放在全书最后。书中对选学内容标以 \* 号,以方便各专业的不同要求和不同学时的需要。

本教材力求贯彻以能力为本位、以应用为主线的新课程体系;面向实际,适当降低理论教学难度。如:电子器件着眼于讲清外特性;基本电路着眼于应用,简化定量分析。在选材上,注意尽可能采用贴近生产实际,反映当前新知识、新技术的内容,大纲中要求“掌握”或“理解”的知识点,一般都配以适当的课堂练习或例题,便于教师开展教学,帮助学生更好地掌握、理解。教材中的基本教学要求的内容一般都以自我检查题的形式出现,以便于学生复习。

本教材贯彻理论联系实际的原则,知识点的引入采用实物示教、演示实验等直观教学方式,每个单元都配以相应的实验。教材中的演示实验大多可在 Electronics Workbench 5.0(电子工作台)上实现,使课堂教学生动活泼,学生易学易懂。

为了方便教师教学,本书配有电子教学参考资料包(包括教学指南、电子教案及习题答案),免费提供教师使用。请有此需要的教师登录华信教育资源网(<http://www.hxedu.com.cn>)下载或与电子工业出版社联系。E-mail: [ve@phei.com.cn](mailto:ve@phei.com.cn)

本教材由上海电子信息职业技术学院周敏老师、唐永强老师编写。

由于编写时间过于仓促,加上编者水平有限,教材中一定会有不少欠缺和错误,恳请使用本教材的师生和读者提出宝贵意见,以便于今后改进。

编者

2004 年 4 月





|                                                  |      |
|--------------------------------------------------|------|
| 第一篇 模拟电子技术                                       | (1)  |
| 第1章 常用半导体器件                                      | (3)  |
| 1.1 半导体二极管(Semiconductor Diode)                  | (3)  |
| 1.1.1 半导体二极管的结构和符号                               | (3)  |
| 1.1.2 PN结和它的单向导电性                                | (3)  |
| 1.1.3 半导体二极管的伏安特性曲线                              | (4)  |
| 1.1.4 半导体二极管的主要参数(Parameters)                    | (4)  |
| 1.1.5 特殊二极管的作用                                   | (5)  |
| 1.2 半导体三极管                                       | (6)  |
| 1.2.1 半导体三极管的结构和符号                               | (6)  |
| 1.2.2 三极管的电流放大作用                                 | (6)  |
| 1.2.3 半导体三极管特性曲线                                 | (8)  |
| 1.2.4 三极管的主要参数                                   | (10) |
| 1.3 半导体器件产品手册查阅                                  | (11) |
| 1.3.1 半导体器件型号命名方法                                | (11) |
| 1.3.2 常用半导体二极管、三极管主要参数查阅                         | (12) |
| 本章小结                                             | (13) |
| 习题1                                              | (13) |
| 第2章 半导体三极管基本放大电路                                 | (15) |
| 2.1 共发射极放大电路的组成和工作原理                             | (15) |
| 2.1.1 放大电路的组成及各元器件的作用                            | (15) |
| 2.1.2 放大电路中的直流通路和交流通路                            | (15) |
| 2.1.3 静态工作点的估算                                   | (18) |
| 2.1.4 动态交流指标的计算                                  | (18) |
| 2.2 静态工作点稳定电路                                    | (22) |
| 2.3 共集电路——射极输出器                                  | (24) |
| 2.3.1 电路组成                                       | (24) |
| 2.3.2 射极输出器特点分析                                  | (24) |
| * 2.4 MOS场效应管(Metal-Oxide-Semiconductor)及其基本放大电路 | (26) |
| 2.4.1 MOS场效应管的结构                                 | (26) |
| 2.4.2 MOS管主要参数                                   | (26) |
| 2.4.3 MOS管的分类                                    | (27) |

|                |                                             |      |
|----------------|---------------------------------------------|------|
| 2.4.4          | MOS管与三极管的特性比较 .....                         | (27) |
| 2.4.5          | MOS场效应管使用注意事项 .....                         | (28) |
| 2.4.6          | 共源放大电路的电路结构和性能特点 .....                      | (28) |
| 2.5            | 多级放大电路(Multistage Amplifier Circuits) ..... | (29) |
| 2.5.1          | 多级放大电路组成方框图 .....                           | (29) |
| 2.5.2          | 级间耦合方式 .....                                | (29) |
| 2.5.3          | 多级放大器的放大倍数、输入电阻及输出电阻 .....                  | (30) |
| 2.6            | 直接耦合放大电路 .....                              | (32) |
| 2.6.1          | 直流放大器中的两个问题 .....                           | (32) |
| * 2.6.2        | 差动放大电路(Differential Amplifier) .....        | (33) |
|                | 本章小结 .....                                  | (35) |
|                | 习题 2 .....                                  | (35) |
| <b>第 3 章</b>   | <b>负反馈在放大器中的应用</b> .....                    | (37) |
| 3.1            | 反馈(Feedback)的基本概念 .....                     | (37) |
| 3.1.1          | 反馈支路(Feedback Path) .....                   | (37) |
| 3.1.2          | 反馈放大器的组成 .....                              | (37) |
| 3.2            | 负反馈电路的类型 .....                              | (38) |
| 3.2.1          | 反馈极性 .....                                  | (38) |
| 3.2.2          | 交流反馈和直流反馈 .....                             | (39) |
| 3.2.3          | 电压反馈和电流反馈 .....                             | (39) |
| 3.2.4          | 串联反馈和并联反馈 .....                             | (40) |
| 3.3            | 负反馈放大器的特性 .....                             | (40) |
| 3.3.1          | 提高放大倍数的稳定性 .....                            | (40) |
| 3.3.2          | 减小放大器的非线性失真 .....                           | (40) |
| 3.3.3          | 展宽放大器的通频带 .....                             | (41) |
| 3.3.4          | 改变输入电阻和输出电阻 .....                           | (41) |
|                | 本章小结 .....                                  | (42) |
|                | 习题 3 .....                                  | (42) |
| <b>* 第 4 章</b> | <b>正弦波振荡器</b> .....                         | (43) |
| 4.1            | 自激振荡器(Self-Excited Oscillation) .....       | (43) |
| 4.2            | LC 振荡器(LC Oscillation) .....                | (44) |
| 4.2.1          | 变压器反馈式(Transformer Feedback)LC 振荡器 .....    | (44) |
| 4.2.2          | 三点式 LC 振荡电路 .....                           | (44) |
| 4.3            | RC 桥式振荡器 .....                              | (45) |
| 4.4            | 石英晶体(Quartz Crystal)谐振器 .....               | (46) |
|                | 本章小结 .....                                  | (47) |
|                | 习题 4 .....                                  | (47) |
| <b>第 5 章</b>   | <b>集成运算放大器及其应用</b> .....                    | (48) |

|                                        |      |
|----------------------------------------|------|
| 5.1 集成运算放大器主要参数和特点                     | (48) |
| 5.1.1 集成运算放大器的主要参数                     | (48) |
| 5.1.2 集成运算放大器的特点                       | (49) |
| 5.2 集成运放的线性应用                          | (50) |
| 5.2.1 比例运算电路(Scaling Circuit)          | (50) |
| 5.2.2 反相求和电路                           | (52) |
| 5.2.3 减法运算电路                           | (53) |
| * 5.2.4 电信号转换测量电路                      | (54) |
| 5.2.5 积分运算电路                           | (55) |
| * 5.2.6 微分运算电路                         | (56) |
| * 5.2.7 PID 调节器                        | (56) |
| 5.3 集成运放的非线性应用                         | (58) |
| 5.3.1 单门限电压比较器                         | (58) |
| 5.3.2 滞回电压比较器                          | (59) |
| 本章小结                                   | (62) |
| 习题 5                                   | (63) |
| <b>* 第 6 章 功率放大器</b>                   | (64) |
| 6.1 功率放大器(Power Amplifier)的任务、要求和类型    | (64) |
| 6.2 互补推挽(Push Pull)功率放大器               | (64) |
| 6.2.1 双电源乙类互补推挽功率放大器                   | (64) |
| 6.2.2 双电源甲乙类互补推挽功率放大器                  | (65) |
| 6.2.3 单电源互补推挽功率放大器                     | (66) |
| 6.2.4 互补推挽功率放大器的调试                     | (66) |
| 6.3 集成功率放大电路(Integrated Circuit Power) | (66) |
| 本章小结                                   | (67) |
| 习题 6                                   | (67) |
| <b>* 第 7 章 调制与解调</b>                   | (68) |
| 7.1 发射与接收                              | (68) |
| 7.2 调制与解调                              | (69) |
| 本章小结                                   | (70) |
| 习题 7                                   | (71) |
| <b>第二篇 数字电子技术</b>                      | (73) |
| <b>第 8 章 数字电路基础</b>                    | (73) |
| 8.1 概述                                 | (73) |
| 8.2 数制与码                               | (73) |
| 8.2.1 几种常用数制的表示                        | (73) |
| 8.2.2 二进制数运算                           | (74) |
| 8.2.3 BCD 码                            | (75) |

|                         |       |
|-------------------------|-------|
| 8.3 基本逻辑门电路和常见复合逻辑门     | (75)  |
| 8.3.1 与逻辑、与门电路及其表示方式    | (76)  |
| 8.3.2 或逻辑、或门电路及其表示方式    | (77)  |
| 8.3.3 非逻辑、非门电路及其表示方式    | (79)  |
| 8.3.4 几种常用复合逻辑门         | (79)  |
| 8.4 集成门电路               | (81)  |
| 8.4.1 TTL 门电路的外特性和主要参数  | (81)  |
| 8.4.2 CMOS 门电路          | (82)  |
| 8.4.3 其他类型的 TTL 与非门     | (83)  |
| 8.4.4 集成门电路应用中应注意的问题    | (84)  |
| 8.5 逻辑代数和逻辑函数化简         | (86)  |
| 8.5.1 逻辑代数的基本定律         | (87)  |
| 8.5.2 逻辑代数的运算顺序         | (87)  |
| * 8.5.3 公式法化简           | (88)  |
| 8.5.4 逻辑函数的四种表示方法       | (88)  |
| 本章小结                    | (89)  |
| 习题 8                    | (90)  |
| <b>第 9 章 组合逻辑电路</b>     | (91)  |
| 9.1 组合逻辑电路的分析和应用        | (91)  |
| 9.1.1 组合电路的分析           | (91)  |
| * 9.1.2 组合逻辑电路的综合应用法    | (92)  |
| 9.2 加法器及其应用             | (92)  |
| 9.2.1 半加器和全加器           | (92)  |
| 9.2.2 集成加法器应用举例         | (93)  |
| 9.3 译码器功能及其应用           | (94)  |
| 9.3.1 通用译码器             | (95)  |
| 9.3.2 通用译码器应用举例         | (96)  |
| 9.3.3 显示译码器             | (96)  |
| 9.3.4 其他常用组合电路简介        | (99)  |
| 本章小结                    | (100) |
| 习题 9                    | (101) |
| <b>第 10 章 时序逻辑电路</b>    | (103) |
| 10.1 基本 RS 触发器          | (103) |
| 10.1.1 基本 RS 触发器组成和工作原理 | (103) |
| 10.1.2 基本 RS 触发器逻辑功能    | (104) |
| 10.1.3 基本 RS 触发器应用举例    | (105) |
| 10.2 常用集成触发器            | (105) |
| 10.2.1 JK 触发器           | (106) |

|                                              |              |
|----------------------------------------------|--------------|
| 10.2.2 D 触发器 .....                           | (106)        |
| 10.2.3 T 触发器 .....                           | (107)        |
| 10.2.4 触发器的转换 .....                          | (107)        |
| 10.3 计数器原理 .....                             | (108)        |
| 10.4 集成计数器及其应用 .....                         | (110)        |
| 10.4.1 集成同步二进制加法计数器 CC4016(或 74 LS161) ..... | (110)        |
| 10.4.2 用集成组件构成 N 进制计数器 .....                 | (112)        |
| 10.4.3 集成计数器应用举例 .....                       | (112)        |
| 10.5 集成寄存器 .....                             | (114)        |
| 10.5.1 数码寄存器 .....                           | (114)        |
| * 10.5.2 移位寄存器 .....                         | (116)        |
| 本章小结 .....                                   | (118)        |
| 习题 10 .....                                  | (118)        |
| <b>第 11 章 脉冲信号的产生和变换电路 .....</b>             | <b>(122)</b> |
| 11.1 555 定时器的结构和工作原理 .....                   | (122)        |
| 11.2 555 定时器在脉冲信号产生和变换电路中的应用 .....           | (123)        |
| 11.3 555 定时器应用实例分析 .....                     | (126)        |
| 11.3.1 模拟声响发生器 .....                         | (126)        |
| 11.3.2 照明灯自动点熄器 .....                        | (126)        |
| 本章小结 .....                                   | (127)        |
| 习题 11 .....                                  | (127)        |
| <b>第 12 章 D/A 转换器与 A/D 转换器 .....</b>         | <b>(129)</b> |
| 12.1 D/A 转换器 .....                           | (129)        |
| 12.1.1 D/A 转换器工作原理 .....                     | (129)        |
| 12.1.2 D/A 转换器的主要技术指标 .....                  | (130)        |
| 12.1.3 集成 D/A 转换器 CAD7524 .....              | (130)        |
| 12.2 A/D 转换器 .....                           | (131)        |
| 12.2.1 A/D 转换的一般步骤 .....                     | (131)        |
| 12.2.2 A/D 转换器工作原理 .....                     | (131)        |
| 12.2.3 A/D 转换器的主要技术指标 .....                  | (133)        |
| 本章小结 .....                                   | (133)        |
| 习题 12 .....                                  | (133)        |
| <b>* 第 13 章 半导体存储器及其他 .....</b>              | <b>(134)</b> |
| 13.1 半导体存储器 .....                            | (134)        |
| 13.2 可编程逻辑器件简介 .....                         | (135)        |
| 13.3 非电量控制与传感器 .....                         | (135)        |
| 13.4 工业计算机应用知识 .....                         | (136)        |
| 本章小结 .....                                   | (137)        |

|                                                        |       |
|--------------------------------------------------------|-------|
| 习题 13 .....                                            | (137) |
| <b>第三篇 电力电子技术</b> .....                                | (139) |
| <b>第 14 章 直流稳压电源</b> .....                             | (141) |
| 14.1 二极管整流电路 .....                                     | (141) |
| 14.1.1 单相半波整流电路(Half Wave Rectifier) .....             | (141) |
| 14.1.2 单相桥式整流电路(Bridge Rectifier) .....                | (142) |
| 14.2 滤波电路 .....                                        | (144) |
| 14.2.1 电容滤波(Capacitance Filter) .....                  | (144) |
| 14.2.2 电感滤波(Inductance Filter) .....                   | (145) |
| 14.2.3 复式滤波器(Composite Filter) .....                   | (145) |
| 14.3 直流稳压电路和集成稳压器 .....                                | (146) |
| 14.3.1 直流稳压电路(Direct Current Manostat Circuit) .....   | (146) |
| 14.3.2 三端集成稳压器件 .....                                  | (147) |
| 本章小结 .....                                             | (150) |
| 习题 14 .....                                            | (151) |
| <b>第 15 章 电力电子器件及其应用</b> .....                         | (154) |
| 15.1 晶闸管和单相可控整流电路 .....                                | (154) |
| 15.1.1 晶闸管(Thyristor)及其特性 .....                        | (154) |
| 15.1.2 单相桥式半控整流电路(Bridge Half Control Rectifier) ..... | (156) |
| 15.1.3 触发电路(Spring Circuit) .....                      | (157) |
| 15.1.4 其他大功率电子器件简介 .....                               | (158) |
| * 15.2 无源逆变器 .....                                     | (159) |
| 15.3 变频电路和交流调压电路 .....                                 | (160) |
| 15.3.1 变频电路 .....                                      | (160) |
| 15.3.2 交流调压电路 .....                                    | (160) |
| 本章小结 .....                                             | (162) |
| 习题 15 .....                                            | (162) |
| <b>实验与实训</b> .....                                     | (163) |
| 实训 1 常用电子仪器的使用实训 .....                                 | (163) |
| 实训 2 单管放大电路实训 .....                                    | (165) |
| 实训 3 负反馈对放大器性能的影响 .....                                | (168) |
| 实训 4 基本集成运算放大器实验 .....                                 | (170) |
| 实训 5 滞回电压比较器实验 .....                                   | (173) |
| 实训 6 单片调幅调频收音机实训 .....                                 | (175) |
| 实训 7 集成门电路测试及应用实验 .....                                | (177) |
| 实训 8 集成 JK 触发器应用实训 .....                               | (181) |
| 实训 9 集成加法计数器及其使用实训 .....                               | (183) |
| * 实训 10 集成移位寄存器及其应用实验 .....                            | (184) |

|                     |                     |              |
|---------------------|---------------------|--------------|
| 实训 11               | 555 定时器实训·····      | (187)        |
| * 实训 12             | 十字路口交通灯控制电路实验 ····· | (189)        |
| * 实训 13             | 球场记分牌实验 ·····       | (191)        |
| 实训 14               | 简易数字电压表实验 ·····     | (193)        |
| * 实训 15             | 直流电源实验 ·····        | (195)        |
| * 实训 16             | 正负两路直流稳压电源实验 ·····  | (196)        |
| 实训 17               | 晶闸管可控整流电路实验 ·····   | (197)        |
| * 实训 18             | 红外遥控调速系统实验 ·····    | (199)        |
| <b>实验与实训附录·····</b> |                     | <b>(201)</b> |
| 附录 A                | 印制电路板的制作 ·····      | (201)        |
| 附录 B                | 电子电路的安装和焊接 ·····    | (202)        |
| 附录 C                | 焊接技术 ·····          | (204)        |
| 附录 D                | 电子电路的调试及故障排除·····   | (205)        |
| <b>参考文献·····</b>    |                     | <b>(210)</b> |

# 第一篇

## 模拟电子技术



# 第 1 章 常用半导体器件



## 1.1 半导体二极管(Semiconductor Diode)

### 1.1.1 半导体二极管的结构和符号

半导体二极管又称晶体二极管,简称二极管。世界上第一个晶体二极管诞生于 1946 年,而 1947 年第一个晶体三极管制成后,使半导体技术得到了极为迅速的发展。在这个基础上进一步发展起来的集成电路技术更把半导体器件所具有的微型化、低耗能、高可靠性等一系列优点发挥得淋漓尽致,使半导体器件在全世界各个领域都获得了广泛的应用。

半导体二极管是用半导体材料制成的。半导体是导电性能介于导体和绝缘体之间的物质,如硅、锗。纯净的半导体又称本征半导体,其原子都按一定规律整齐排列,呈晶体结构。半导体材料受热或受光照后,其导电性能会变强,这就是半导体的热敏特性和光敏特性。另外,在本征半导体中掺入微量的杂质后,导电性能会显著

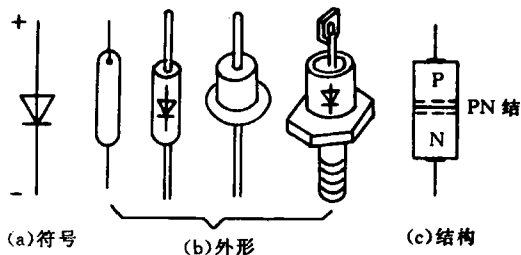


图 1-1 半导体二极管的图形符号、外形及结构

提高,这就是半导体的掺杂特性。在本征半导体中掺入不同种类的杂质元素,就能得到导电性能不同的半导体材料。如果在硅晶体中掺入微量的三价硼元素,就会得到以空穴载流子为主的空穴型半导体,空穴载流子是带正电荷的,空穴型半导体又称为 P 型半导体。如果在硅晶体中掺入微量的五价磷元素,就会得到以电子载流子为主的电子型半导体,电子载流子是带负电荷的,电子型半导体又称为 N 型半导体。如果通过一定的生产工艺把 P 型半导体和 N 型半导体结合在一起,就会在它们的交界处形成一个具有特殊性能的薄层,称为 PN 结。PN 结是构成各种半导体器件的核心部分。给 PN 结装上相应的电极引出端及管壳,就制成了半导体二极管。半导体二极管的图形符号、外形及结构如图 1-1 所示。

### 1.1.2 PN 结和它的单向导电性

PN 结具有单向导电性,这是半导体二极管的一个重要特性,但该特性只有在外加电压时才显示出来。



#### 演示实验:

观察半导体二极管的单向导电性。

如图 1-2(a)所示,二极管的正极接电源正端,二极管的负极接电源负端,这种接法称为二极管外加正偏电压(正向偏置),此时灯亮,表示有较大的电流流过二极管,表明二极管导通。二极管的正极接电源负端,二极管的负极接电源正端,这种接法称二极管外加反偏电压(反向



偏置),如图 1-2(b)所示,此时灯不亮,表示没有电流流过二极管,表明二极管截止。

由上述演示实验可知:半导体二极管外加正偏电压时导通,外加反偏电压时截止。这就是半导体二极管的单向导电性。

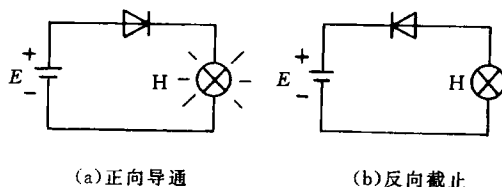


图 1-2 半导体二极管的单向导电性演示实验

### 1.1.3 半导体二极管的伏安特性曲线



#### 演示实验:

观察二极管的伏安特性曲线。

应用晶体管特性图示仪(如 JT-1, QT-2 等)来观察及测量半导体二极管的伏安特性曲线。图 1-3 为小功率硅二极管的伏安特性曲线。

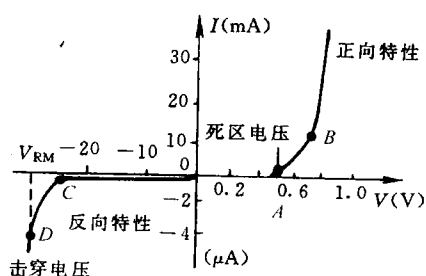


图 1-3 硅二极管的伏安特性曲线

从二极管的伏安特性曲线可知,当二极管两端加较小的正向电压时,二极管还不能导通,这一段(0A段)称为死区电压(硅管死区电压小于 0.5V,锗管死区电压小于 0.1V)。超过死区电压后,二极管中电流开始增大,继续增加电压直至只要电压略有增加,电流便急剧增大(B点),这时二极管导通(硅管导通电压约为 0.7V,锗管约为 0.3V),此时二极管在电路中相当于一个开关的接通状态。以上为二极管伏安特性曲线中正向特性的特点。

当二极管两端加反向电压(小于某一数值)时,二极管并不是理想的截止状态,它会有很小的反向电流,而且反向电流在一定范围内基本不随反向电压变化而变化(0C段),称为反向饱和电流(一般硅管约为几到几十微安,锗管约为几十到几百微安),此时二极管在电路中相当于一个开关的断开状态。由于半导体具有热敏特性,因此反向饱和电流将随温度升高而增大。通常温度每升高 10℃,其反向饱和电流约增大一倍。当反向电压增大至某一数值后,反向电流开始急剧增大(D点),二极管将被击穿,有可能把普通的二极管烧坏。以上为二极管伏安特性曲线中的反向特性的特点。

### 1.1.4 半导体二极管的主要参数(Parameters)

#### 1. 最大整流电流 $I_F$

最大整流电流是指二极管在室温下长期运行允许通过的最大正向平均电流。超过这一数值二极管将因过热而烧坏。工作电流较大的大功率管子还必须按规定安装散热装置。

#### 2. 最高反向工作电压 $V_{RM}$

最高反压工作电压是指允许加在二极管上的反向电压的最大值。使用时应保证反向电压在任何情况下都不要超过这一数值,以避免二极管被反向击穿。

此外,还有正向压降、反向电流、工作频率等参数,选用二极管时也应视具体情况而加以考虑。



### 1.1.5 特殊二极管的作用

二极管的种类很多,利用PN结的单向导电性特点工作的有整流二极管、检波二极管、开关二极管等。此外,人们还根据PN结的其他特点制造出了一些具有特殊用途的二极管,如稳压二极管、变容二极管、光电二极管以及发光二极管等。以下简单介绍常见的几种二极管。

#### 1. 稳压二极管(其图形符号为 )

根据前面的介绍我们知道,当二极管上外加的反向电压增大到一定数值以后,二极管的反向电流会剧增,这就是反向击穿现象。对整流二极管来说,反向击穿就意味着管子失去单向导电性而损坏。但是如果能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点,就可以实现稳压。稳压二极管就是通过对半导体进行特殊工艺处理后,使它能够有一个陡峭的反向击穿特性。稳压管实质上是工作在反向击穿状态下的二极管,未反向击穿时,和一般的整流二极管没有太大区别,因为它工作在反向击穿状态,所以反向电流较大,在实际应用中需要在外电路串联一个限流电阻,对反向电流加以限制,使稳压管能安全工作。

常用稳压管有2CW和2DW系列。主要参数有:稳压电压 $V_Z$ 、稳定电流 $I_Z$ 、最大稳定电流 $I_{ZM}$ 、动态电阻 $r_Z$ 和最大耗散功率 $P_{ZM}$ 。

#### 2. 发光二极管(其图形符号为 )

发光二极管的PN结是工作在正向偏置状态的。发光二极管是用特殊的半导体材料,如砷化镓等制成的,砷化镓半导体辐射红光;磷化镓半导体辐射绿光或黄光等。发光二极管的PN结正向特性比较特殊,当工作电流为10mA~30mA左右时,正向电压降约为1.5V~3V,这在使用中要注意,不要与一般二极管的正向导通电压相混淆。发光二极管常用做电子设备中的显示器。它具有体积小、响应快、光度强、寿命长等特点。

### 自我检查题

1. 半导体二极管具有\_\_\_\_\_特性,即外加\_\_\_\_\_电压,二极管导通,有\_\_\_\_\_的电流通过二极管;外加\_\_\_\_\_电压,二极管截止,只有\_\_\_\_\_的反向电流通过二极管。  
A. 导电; B. 单向导电; C. 正偏; D. 反偏; E. 较大; F. 很小
2. PN结具有单向导电性,其导电方向是从\_\_\_\_\_。  
A. P区到N区; B. N区到P区
3. 通常小功率硅二极管的正向导通压降是\_\_\_\_\_V,小功率锗二极管的正向导通压降是\_\_\_\_\_V。  
A. 0.1V; B. 0.3V; C. 0.5V; D. 0.7V
4. 电路如图1-4所示,试确定二极管是正偏还是反偏。设二极管正偏时的正向压降为0.7V,分别估算图1-4(a)和图1-4(b)的 $V_A, V_B, V_C, V_D, V_{AB}, V_{CD}$ 。
5. 一个硅二极管的反向饱和电流在25℃时是10μA,那么在55℃时它的反向饱和电流约为多少?