



全国技工院校“十二五”系列规划教材·高级工
中国机械工业教育协会推荐教材

电子电路与 技能训练

(任务驱动模式)

◎ 李德信 主编

Dianzi Dianlu Yu Jineng Xunlian



免费下载

www.cmpedu.com



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

● ISBN 978-7-111-37532-6

● 策划：陈玉芝/封面设计：张静



电工电子类专业

- 1 电工基础（项目式）
- 2 电工基础与实训
- 3 电工电子技术
- 4 模拟电子技术
- 5 模拟电子与技能训练（任务驱动模式）
- 6 电子电路与技能训练（任务驱动模式）
- 7 电子CAD（任务驱动模式）
- 8 维修电工综合实训教程
- 9 常用电力拖动控制线路安装与维修（任务驱动模式）
- 10 电力拖动基本控制线路（任务驱动模式）
- 11 电力拖动控制线路安装与维修
- 12 电机与变压器
- 13 机床电气检修（任务驱动模式）
- 14 S7-200PLC应用基础与实训
- 15 PLC应用技术（三菱）（任务驱动模式）
- 16 PLC应用技术（西门子）（任务驱动模式）
- 17 单片机应用技术(汇编语言)（任务驱动模式）
- 18 变频技术及应用（任务驱动模式）
- 19 电梯安装与维修(任务驱动模式)
- 20 直流调速技术

地址：北京市百万庄大街22号

电话服务

社服务中心：(010)88361066

销售一部：(010)68326294

销售二部：(010)88379649

读者购书热线：(010)88379203

邮政编码：100037

网络服务

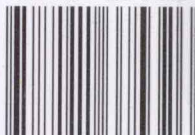
门户网：<http://www.cmpbook.com>

教材网：<http://www.cmpedu.com>

封面无防伪标均为盗版

定价：25.00元

ISBN 978-7-111-37532-6



9 787111 375326 >

全国技工院校“十二五”系列规划教材·高级工
中国机械工业教育协会推荐教材

电子电路与技能训练

(任务驱动模式)

主 编 李德信
副主编 宋维然 崔凤娟 陈桂英
参 编 周祥萍 刘崇和 任 华 王永飞
主 审 于淑华

机械工业出版社

本书以项目教学法为主线,以应用为目的,并与技能训练有机结合,全面介绍了半导体二极管、稳压管、晶体管等的结构和主要参数,及其选择、识别与检测方法;基本放大电路与反馈放大电路、功率放大电路等的组成、工作原理分析、检测与调试;门电路、触发器、计数器等的应用与检测。为便于学生边学边练,本书各单元均配有练习题。

本书可作为高级技校、高等职业院校以及成人高等院校、民办高校的电气自动化专业、机电一体化专业师生的教学用书,也可供从事电子技术的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电子电路与技能训练:任务驱动模式/李德信主编. —北京:机械工业出版社, 2012. 3

全国技工院校“十二五”系列规划教材. 高级工

ISBN 978-7-111-37532-6

I. ①电… II. ①李… III. ①电子电路-技工学校-教材
IV. ① TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 028041 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 陈玉芝 责任编辑: 林运鑫 责任校对: 程俊巧

版式设计: 刘 岚 封面设计: 张 静 责任印制: 杨 曦

北京京丰印刷厂印刷

2012 年 3 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·12.5 印张·306 千字

0 001—3 000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-37532-6

定价: 25.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010)88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销 售 一 部: (010)68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销 售 二 部: (010)88379649

读者购书热线: (010)88379203

封面无防伪标均为盗版

全国技工院校“十二五”系列规划教材 编审委员会

顾 问：郝广发

主 任：陈晓明 李 奇 季连海

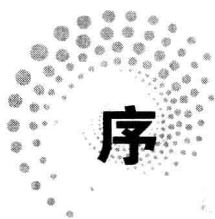
副主任：（按姓氏笔画排序）

丁建庆	王 臣	刘启中	刘亚琴	刘治伟	李长江
李京平	李俊玲	李晓庆	李晓毅	佟 伟	沈炳生
陈建文	徐美刚	黄 志	章振周	董 宁	景平利
曾 剑	魏 葳				

委 员：（按姓氏笔画排序）

于新秋	王 军	王 珂	王小波	王占林	王良优
王志珍	王栋玉	王洪章	王惠民	孔令刚	卢镇光
白 鹏	乔本新	朱 泉	许红平	汤建江	刘 军
刘大力	刘永祥	刘志怀	毕晓峰	李 华	李成飞
李成延	李志刚	李国诚	吴 岭	何立辉	汪哲能
宋燕琴	陈光华	陈志军	张 迎	张卫军	张廷彩
张敬柱	林仕发	孟广斌	孟利华	荆宏智	姜方辉
贾维亮	袁 红	阎新波	展同军	黄 樱	黄锋章
董旭梅	谢蔚明	雷自南	鲍 伟	潘有崇	薛 军

总策划：李俊玲 张敬柱 荆宏智



“十二五”期间，加速转变生产方式，调整产业结构，将是我国国民经济和社会发展的重中之重。而要完成这种转变和调整，就必须有一大批高素质的技能型人才作为后盾。根据《国家中长期人才发展规划纲要（2010—2020年）》的要求，至2020年，我国高技能人才占技能劳动者的比例将由2008年的24.4%上升到28%（目前一些经济发达国家的这个比例已达到40%）。可以预见，作为高技能人才培养重要组成部分的高级技工教育，在未来的10年必将会迎来一个高速发展的黄金期。近几年来，各职业院校都在积极开展高级工培养的试点工作，并取得了较好的效果。但由于起步较晚，课程体系、教学模式都还有待完善与提高，教材建设也相对滞后，至今还没有一套适合高级技工教育快速发展需要的成体系、高质量的教材。即使一些专业（工种）有高级工教材也不是很完善，或是内容陈旧、实用性不强，或是形式单一、无法突出高技能人才培养的特色，更没有形成合理的体系。因此，开发一套体系完整、特色鲜明、适合理论实践一体化教学、反映企业最新技术与工艺的高级工教材，就成为高级技工教育亟待解决的课题。

鉴于高级技工教材短缺的现状，机械工业出版社与中国机械工业教育协会从2010年10月开始，组织相关人员，采用走访、问卷调查、座谈等方式，对全国有代表性的机电行业企业、部分省市的职业院校进行了历时6个月的深入调研。对目前企业对高级工的知识、技能要求，各学校高级工教育教学现状、教学和课程改革情况以及对教材的需求等有了比较清晰的认识。在此基础上，他们紧紧依托行业优势，以为企业输送满足其岗位需求的合格人才为最终目标，组织了行业和技能教育方面的专家精心规划了教材书目，对编写内容、编写模式等进行了深入探讨，形成了本系列教材的基本编写框架。为保证教材的编写质量、编写队伍的专业性和权威性，2011年5月，他们面向全国技工院校公开征稿，共收到来自全国22个省（直辖市）的110多所学校的600多份申报材料。组织专家对作者及教材编写大纲进行了严格评审，决定首批启动编写机械加工制造类专业、电工电子类专业、汽车检测与维修专业、计算机技术相关专业教材以及部分公共基础课教材等，共计80余种。

本套教材的编写指导思想明确，坚持以达到国家职业技能鉴定标准和就业能力为目标，以各专业的工作内容为主线，以工作任务为引领，由浅入深，循序渐进，精简理论，突出核心技能与实操能力，使理论与实践融为一体，充分体现“教、学、做合一”的教学思想，致力于构建符合当前教学改革方向的，以培养应用型、技术型、创新型人才为目标的教材体系。

本套教材重点突出了如下三个特色：一是“新”字当头，即体系新、模式新、内容新。

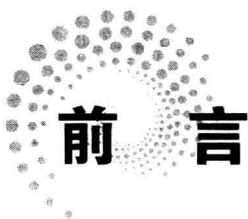
体系新是把教材以学科体系为主转变为以专业技术体系为主；模式新是把教材传统章节模式转变为以工作过程的项目为主；内容新是教材充分反映了新材料、新工艺、新技术、新方法。二是注重科学性。教材从体系、模式到内容符合教学规律，符合国内外制造技术水平实际情况。在具体任务和实例的选取上，突出先进性、实用性和典型性，便于组织教学，以提高学生的学习效率。三是体现普适性。由于当前高级工生源既有中职毕业生，又有高中生，各自学制也不同，还要考虑到在职人群，教材内容安排上尽量照顾到了不同的求学者，适用面比较广泛。

此外，本套教材还配备了电子教学课件，以及相应的习题集，实验、实习教程，现场操作视频等，初步实现教材的立体化。

我相信，这套教材的编辑出版，对深化职业技术教育改革，提高高级工培养的质量，都会起到积极的作用。在此，我谨向各位作者和所在单位及为这套教材出力的学者表示衷心的感谢。

原机械工业部教育司副司长
中国机械工业教育协会高级顾问

郝广发



前言

为贯彻全国职业技术学校坚持以就业为导向的办学方针，实现以课程对接岗位、教材对接技能的目的，更好地适应“工学结合、任务驱动模式”教学的要求，满足项目教学法的需要，特编写了本书。

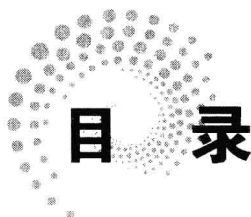
在书编写过程中，主要体现了以下原则：

1. 坚持以应用为目的，精选项目内容。这些内容均按照教学要求精心编写而成，有利于对学生的全面训练。
2. 教学内容切实本着“够用、适用”为度的指导思想，体现了理论与技能训练一体化的教学模式，有利于提高学生分析问题和解决问题的能力，有利于提高学生的动手能力和工作的适应能力。
3. 根据集成电路的发展，尽可能地在教材中充实新知识、新技术等方面的内容。同时，为方便学生查阅，本书给出了常用的半导体二极管、晶体管、集成电路的规格、型号、性能指标、逻辑功能表、引脚排列图、使用方法等资料。同时，还介绍了常用的普通半导体二极管、发光二极管、稳压二极管、晶体管等引脚的识别与检测方法等。
4. 在编写过程中，采用大量的图片、实物照片将知识点直观展示出来，以降低学生的学习难度，提高其学习兴趣。
5. 各学习任务的习题全面覆盖了中、高级工国家职业资格考试内容，为方便教学需要，还配有电子课件。

本书由李德信任主编并负责全书的统稿，宋维然、崔凤娟、陈桂英任副主编。其中，单元1由刘崇和编写，单元2由周祥萍编写，单元3、单元5由李德信编写，单元4由崔凤娟编写，单元6由王永飞、宋维然编写，单元7由任华、陈桂英编写。全书由于淑华主审。

由于编者水平有限，书中若有错漏和不妥之处，恳请读者批评指正。

编 者



目录

序

前言

单元 1 直流稳压电源	1
任务 1 了解直流稳压电源	1
任务 2 二极管的检测与选用	4
任务 3 单相整流电路的装配与测试	14
任务 4 滤波电路的装配与测试	22
任务 5 晶体管的检测与选用	29
任务 6 串联型稳压电路的装配与调试	40
任务 7 集成稳压电路的装配与调试	48
单元 2 扩音器	55
任务 1 共发射极放大电路的装配与调试	55
任务 2 负反馈放大电路的装配与调试	64
任务 3 功率放大电路的装配与调试	73
任务 4 扩音器的装配与调试	80
单元 3 集成运算放大器	87
任务 1 信号运算电路的装配与调试	87
任务 2 正弦波信号发生器的装配与调试	99
任务 3 矩形波-三角波发生器的装配与调试	104
单元 4 照明灯异地控制电路	111
任务 1 基本逻辑门电路的装配与调试	111
任务 2 复合逻辑门电路的装配与调试	119
任务 3 照明灯异地控制电路的装配与调试	125
单元 5 抢答器	130
任务 1 基本 RS 触发器的装配与调试	130
任务 2 JK 触发器的装配与调试	136
任务 3 抢答器的装配与调试	144
单元 6 十字路口交通信号灯控制电路	149
任务 1 了解十进制计数器	149
任务 2 十字路口交通信号灯控制电路的装配与调试	163
单元 7 555 定时器及其应用电路	174

任务 1 555 定时器构成施密特触发器的装配与调试·····	174
任务 2 模拟声响发生器电路的装配与调试 ·····	179
任务 3 555 定时器构成单稳态触发器的装配与调试·····	184
参考文献 ·····	189

单元1 直流稳压电源

本单元主要介绍稳压电源的组成, PN 结及其单向导电性, 半导体二极管、硅稳压二极管、晶体管的结构、符号、工作原理、特性、主要参数以及其测试和选用, 整流滤波电路和串联型稳压电路的组成、工作原理、简单计算、电路装配与调整, 以及故障的检测与排除方法, 为今后的工作打下必要的基础。

任务1 了解直流稳压电源



任务描述

了解直流稳压电源的组成及各部分的作用。



任务分析

电工电子设备都需要稳定的直流电源供电, 如计算机、电视机、直流电动机等, 如图 1-1 所示。但电网供给的都是交流电, 因此需要将交流电转换成满足直流用电设备所需要的直流电。

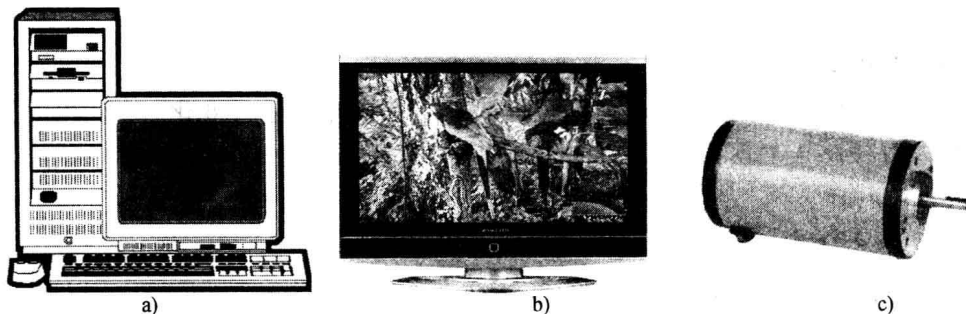


图 1-1 直流用电设备

a) 计算机 b) 电视机 c) 直流电动机

直流稳压电源就是将交流电压转换成直流电压的设备。掌握直流稳压电源的组成及各部分的作用是本任务的重点。



相关知识

1. 直流稳压电源的组成

小功率直流稳压电源一般由电源变压器、整流电路、滤波电路和稳压电路四部分组成,

其组成框图如图 1-2 所示。各组成部分的作用如下：

- 1) 电源变压器：将电网 220V 或 380V 的交流电压转换成满足整流电路所需要的交流电压，主要起降压的作用，是一个降压变压器。
 - 2) 整流电路：将交流电压转换成脉动直流电压。
 - 3) 滤波电路：将脉动的直流电压中的交流成分滤掉，转换成较为平滑的直流电压。
 - 4) 稳压电路：当电网电压波动或负载变化时，自动保持输出稳恒的直流电压。
- 直流稳压电源各组成部分输入端和输出端的电压波形如图 1-2 所示。

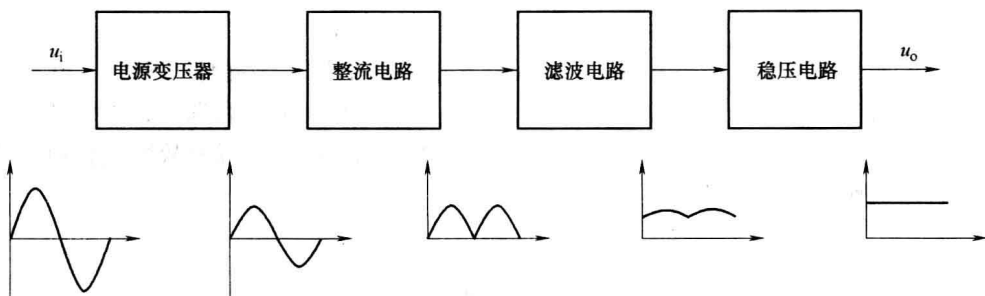


图 1-2 直流稳压电源的组成框图及各组成部分输入端和输出端的电压波形

2. 直流稳压电源的分类

- (1) 根据输出功率分 有小功率直流稳压电源和大功率直流稳压电源，一般电子设备使用的直流稳压电源都属于小功率直流稳压电源。
- (2) 根据稳压原理分 有并联型稳压电源、串联型稳压电源和开关型稳压电源。
- (3) 根据所使用的元件分 有分立元件直流稳压电源和集成电路直流稳压电源。
- (4) 根据输出电压的形式分 有输出电压固定的直流稳压电源和输出电压可调的直流稳压电源。

3. 稳压电源的主要参数

- (1) 电压调整率 S_u 负载电流 I_o 及温度 T 不变而输入电压 U_i 变化时，输出电压 U_o 的相对变化量 $\Delta U_o/U_o$ 与输入电压变化量 ΔU_i 的比值，称为电压调整率 S_u ，即

$$S_u = \frac{\Delta U_o/U_o}{\Delta U_i} \times 100\% \quad \left| \begin{array}{l} \Delta I_o = 0 \\ \Delta T = 0 \end{array} \right. \quad (1-1)$$

一般情况下 S_u 越小，稳压性能越好。

- (2) 电流调整率 S_i 当输入电压及温度不变，输出电流 I_o 从零变到最大值时，输出电压的相对变化量称为电流调整率 S_i ，即

$$S_i = \Delta U_o/U_o \times 100\% \quad \left| \begin{array}{l} \Delta U_i = 0 \\ \Delta T = 0 \end{array} \right. \quad (1-2)$$

一般情况下， S_i 越小，输出电压受负载电流的影响就越小，稳压性能越好。

- (3) 输出电阻 R_o 当输入电压和温度不变时，因负载电阻 R_L 变化，导致负载电流变化了 ΔI_o ，相应的输出电压变化了 ΔU_o ，两者比值的绝对值称为输出电阻 R_o ，即

$$R_o = \left| \frac{\Delta U_o}{\Delta I_o} \right| \quad \left| \begin{array}{l} \Delta U_i = 0 \\ \Delta T = 0 \end{array} \right. \quad (1-3)$$

一般情况下, R_o 越小, 带负载能力越强。

(4) 温度系数 S_T 输入电压 U_i 和负载电流 I_o 不变时, 温度变化所引起的输出电压相对变化量 $\Delta U_o/U_o$ 与温度变化量 ΔT 之比, 称为温度系数 S_T , 即

$$S_T = \frac{\Delta U_o/U_o}{\Delta T} \bigg|_{\substack{\Delta U_i=0 \\ \Delta I_o=0}} \quad (1.4)$$

一般情况下, S_T 越小, 稳压性能越好。

4. 直流稳压电源的选择和正确使用

(1) 直流稳压电源的选择 应依据输出电压、负载电流、电压调整率、输出电阻等指标要求进行选择。电压调整率、输出电阻的值越小, 输出直流电压就越稳定。

(2) 直流稳压电源的正确使用 直流稳压电源在使用过程中, 要注意检查输入的交流电源电压是否与要求相符。负载不应出现短路现象, 防止直流稳压电源因过电流而损坏。对于输出电压可调的直流稳压电源, 在调整输出电压时, 其调压旋钮应缓慢调节, 不应过快, 以防损坏设备。

任务准备

在各实训台上准备一台小功率串联型直流稳压电源。

任务实施

拆开该稳压电源的外壳, 对照小功率串联型直流稳压电源元器件布置图, 找出稳压电源各组成部分对应的实际元器件。小功率串联型直流稳压电源元器件布置图如图 1-3 所示。

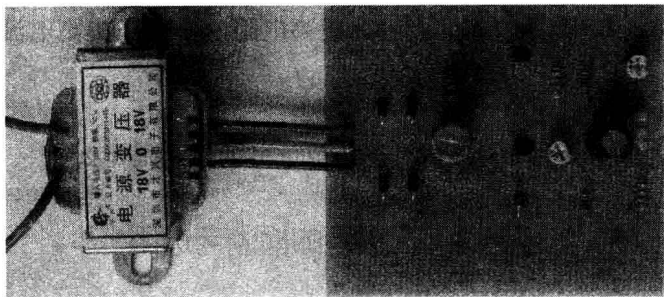


图 1-3 小功率串联型直流稳压电源元器件布置图

检查评议

评分标准见表 1-1。

表 1-1 评分标准

序号	项目内容	评分标准	配分	扣分	得分
1	学习态度	1. 对学习不感兴趣, 扣 10 分 2. 观察不认真, 扣 10 分	20		
2	协作精神	协作意识不强, 扣 10 分	20		

(续)

序号	项目内容	评分标准	配分	扣分	得分
3	动手能力	动手能力不强,扣 10 分	10		
4	观察判断能力	元器件有一处找不准确,扣 5 分	30		
5	安全文明操作	1. 不爱护设备,扣 10 分 2. 不注意安全,扣 10 分	20		
6	合计		100		
7	时间	45 min			

考证要点

知识点：直流稳压电源一般由电源变压器、整流电路、滤波电路和稳压电路四部分组成。其中，电源变压器主要起降压的作用；整流电路是将交流电压转换成脉动直流电压；滤波电路是将脉动的直流电压中的交流成分滤掉，变换成较为平滑的直流电压；稳压电路是当电网电压波动或负载变化时，自动保持输出稳恒的直流电压。

试题精选：

(1) 直流稳压电源由 (C) 部分组成。

A. 2

B. 3

C. 4

D. 5

(2) 电源变压器的作用是 (A)。

A. 降压

B. 升压

C. 提高电阻

D. 提高电流

【练习题】

(1) 直流稳压电源有何作用？

(2) 直流稳压电源由哪几部分组成？各组成部分的作用是什么？

任务2 二极管的检测与选用

任务描述

本任务主要介绍 PN 结的单向导电性，二极管的结构和符号、特性及主要参数，二极管的选用，以及二极管的识别与检测方法。

任务分析

二极管是最简单的半导体器件，内部就是一个 PN 结，外部有两个电极，一个称为正极（又称为阳极），另一个称为负极（又称为阴极），常用二极管外形及正、负极的识别如图 1-4 所示。二极管具有单向导电性，常用作整流、限幅、检波、开关等。二极管的识别、选用与检测方法是实际工作中一项必须具备的基本技能，是本任务的重点。

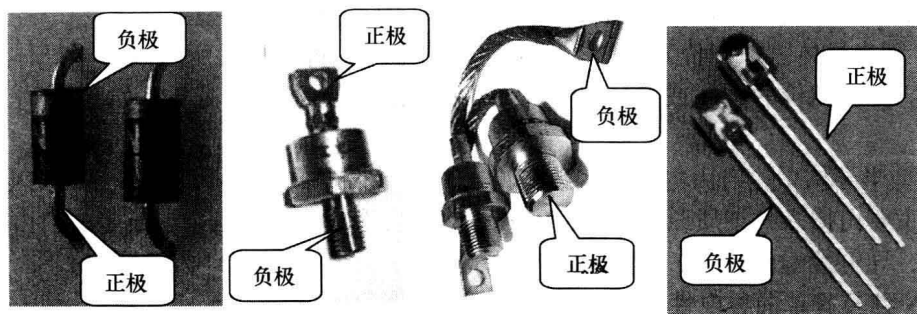


图 1-4 常用二极管外形及正、负极的识别



相关知识

1. 半导体的基础知识

(1) 导体、绝缘体和半导体 众所周知，银、铜、铝、铁等金属材料是很容易导电的，称之为导体；而塑料、陶瓷、橡胶、玻璃等都不容易导电，尽管加很高的电压，基本上也没有电流，所以通常称为绝缘体。

半导体的导电性能则介于导体和绝缘体之间，所以将导电性能介于导体和绝缘体之间的物体称为半导体。半导体是制造二极管、晶体管等半导体器件的原料，常用的半导体有硅、锗、磷、硼、锌、砷等。

(2) 半导体的导电特性 半导体之所以能得到广泛应用，其主要原因是它的导电能力随温度、光照以及所含杂质的种类、浓度等条件的不同而出现显著的差别。半导体的导电特性有如下一些显著特点：

1) 热敏特性。温度对半导体的导电特性有显著影响。半导体的导电能力随温度上升而显著增加，将这种现象称为热敏特性。利用半导体的温度特性，可以把它作为热敏材料制成热敏元件。

2) 光敏特性。半导体的导电能力随光照的不同而改变，将这一现象称为光敏特性。利用半导体的这一特性，可以用它作为光敏材料制成光敏元件。

3) 掺杂特性。半导体的导电能力与掺入的微量杂质元素的浓度有很大关系，将这一现象称为掺杂特性。利用半导体的掺杂特性，通过一定的工艺手段，可生产出各种性能的半导体器件。

(3) 半导体的类型 半导体一般分为本征半导体和杂质半导体。不含杂质的半导体（纯净的半导体）称为本征半导体，本征半导体的导电能力很差；为了提高本征半导体的导电能力，可在本征半导体中掺入微量杂质元素，掺杂后的半导体称为杂质半导体。按掺入杂质的不同，有 P 型半导体和 N 型半导体之分。

1) P 型半导体。在四价元素的本征半导体中掺入三价元素后所形成的半导体，称为 P 型半导体。如在四价的硅（或锗）半导体中，掺入三价元素硼（或铝、镓）后所形成的半导体。

在 P 型半导体中，空穴为多数载流子，自由电子为少数载流子，主要靠空穴导电。空穴主要由掺入的杂质原子提供，自由电子由热激发形成。掺入的杂质越多，多数载流子

（空穴）的浓度就越高，导电性能就越强。P 型半导体又称为空穴型半导体。

2) N 型半导体。在四价元素的本征半导体中掺入五价元素后所形成的半导体，称为 N 型半导体。如在四价的硅（或锗）半导体中，掺入五价元素磷（或砷、锑）后所形成的半导体。

在 N 型半导体中，自由电子为多数载流子，空穴为少数载流子，主要靠自由电子导电。自由电子主要由掺入的杂质原子提供，空穴由热激发形成。掺入的杂质越多，自由电子的浓度就越高，导电性能就越强。N 型半导体又称为电子型半导体。

2. PN 结及其单向导电性

(1) PN 结 把 P 型半导体和 N 型半导体用特殊的工艺使其结合在一起，就会在交界处形成一个特殊的带电薄层，该薄层称为“PN 结”，如图 1-5 所示。

(2) PN 结的单向导电性

1) PN 结外加正向电压导通。加在 PN 结上的电压称为偏置电压，P 型半导体（又称为 P 区）接电源正极、N 型半导体（又称为 N 区）接电源负极，则称 PN 结外加正向电压或 PN 结正向偏置，简称正偏，如图 1-6a 所示。此时，PN 结在外加正向电压作用下变得很薄，电阻很小，电流可以顺利地通过 PN 结形成电路电流 I_F 。外加正向电压越大，电路电流 I_F 就越大，称为 PN 结导通。PN 结正向导通时通过的电流 I_F 称为正向电流。由于 PN 结导通时，两端的电压降很小只有零点几伏，因而应在电路中串联一个电阻以限制电路电流，防止 PN 结因电流过大而损坏。

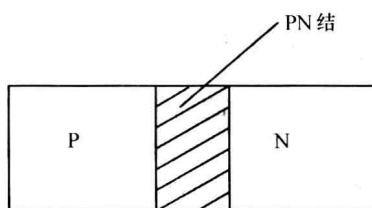


图 1-5 PN 结示意图

2) PN 结外加反向电压截止。给 PN 结外加反向电压，即外加电源的正极接 N 型半导体、负极接 P 型半导体，这种外加电压的方法称为 PN 结外加反向电压或 PN 结反向偏置，如图 1-6b 所示。此时，PN 结在外加反向电压作用下变得很厚，电阻很大，电流很难通过 PN 结，则电路的电流称为反向电流 I_R ， I_R 很小接近于零，称为 PN 结截止。

结论：由以上分析可知，PN 结外加正向电压导通，外加反向电压截止，具有单向导电性。

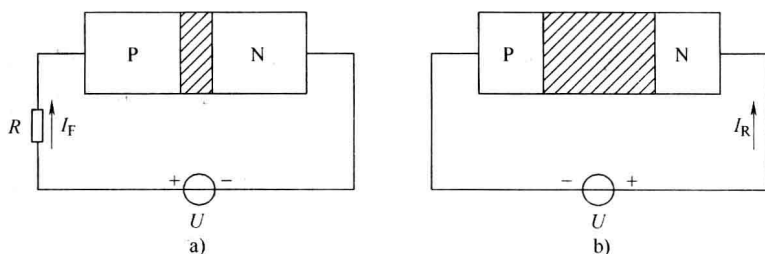


图 1-6 PN 结的单向导电性

a) PN 结外加正向电压 b) PN 结外加反向电压

3. 半导体二极管

(1) 半导体二极管的结构、符号和分类

1) 结构、符号。在 PN 结的两端各引出一根电极引线，然后用外壳封装起来就构成了