

教育部推荐教材

21世纪高职高专系列规划教材

电子技术

主 编 胡祥青 龚运新



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

教育部推荐教材

21世纪高职高专系列规划教材

电子技术

主 编 胡祥青 龚运新

参 编 刘 晶 陈 惠 柴霞君

何 晖 曲世海



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

电子技术 / 胡祥青等主编. —北京: 北京师范大学出版社, 2009.7

(21 世纪高职高专系列规划教材)

ISBN 978-7-303-09173-7

I. 电… II. 胡… 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(2009)第 095182 号

出版发行: 北京师范大学出版社 www.bnup.com.cn

北京新街口外大街 19 号

邮政编码: 100875

印 刷: 北京京师印务有限公司

装 订: 三河京奇装订厂

经 销: 全国新华书店

开 本: 184 mm × 260 mm

印 张: 17.75

字 数: 366 千字

版 次: 2009 年 8 月第 1 版

印 次: 2009 年 8 月第 1 次印刷

定 价: 28.00 元

策划编辑: 周光明

责任编辑: 周光明

美术编辑: 李葆芬

装帧设计: 张 虹

责任校对: 李 菡

责任印制: 马鸿麟

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话: 010-58800697

北京读者服务部电话: 010-58808104

外埠邮购电话: 010-58808083

本书如有印装质量问题, 请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话: 010-58800825

出版说明

随着我国经济建设的发展, 社会对技术型应用人才的需求日趋紧迫, 这也促进了我国职业教育的迅猛发展, 我国职业教育已经进入了平稳、持续、有序的发展阶段。为了适应社会对技术型应用人才的需求和职业教育的发展, 教育部对职业教育进行了卓有成效的改革, 职业教育与成人教育司、高等教育司分别颁布了调整后的中等职业教育、高等职业教育专业设置目录, 为职业院校专业设置提供了依据。教育部连同其他五部委共同确定数控技术应用、计算机应用与软件技术、汽车运用与维修、护理为紧缺人才培养专业, 选择了上千家高职、中职学校和企业作为示范培养单位, 拨出专款进行扶持, 力争培养一批具有较高实践能力的紧缺人才。

职业教育的快速发展, 也为职业教材的出版发行迎来了新的春天和新的挑战。教材出版发行为职业教育的发展服务, 必须体现新的理念、新的要求, 进行必要的改革。为此, 在教育部高等教育司、职业教育与成人教育司、北京师范大学等的大力支持下, 北京师范大学出版社在全国范围内筹建了“全国职业教育教材改革与出版领导小组”, 集全国各地上百位专家、教授于一体, 对中等高等职业院校的文化基础课、专业基础课、专业课教材的改革与出版工作进行深入的研究与指导。2004年8月, “全国职业教育教材改革与出版领导小组”召开了“全国有特色高职教材改革研讨会”, 来自全国20多个省、市、区的近百位高职院校的院校长、系主任、教研室主任和一线骨干教师参加了此次会议。围绕如何编写出版好适应新形势发展的高等职业教育教材, 与会代表进行了热烈的研讨, 为新一轮教材的出版献计献策。这次会议共组织高职教材50余种, 包括文化基础课、电工电子、数控、计算机教材。2005年~2006年期间, “全国职业教育教材改革与出版领导小组”先后在昆明、哈尔滨、天津召开高职高专教材研讨会, 对当前高职高专教材的改革与发展、高职院校教学、师资培养等进行了深入的探讨, 同时推出了一批公共素质教育、商贸、财会、旅游类高职教材。这些教材的特点如下。

1. 紧紧围绕教育改革, 适应新的教学要求。过渡时期具有新的教学要

求，这批教材是在教育部的指导下，针对过渡时期教学的特点，以3年制为基础，兼顾2年制，以“实用、够用”为度，淡化理论，注重实践，消减过时、用不上的知识，内容体系更趋合理。

2. 教材配套齐全。将逐步完善各类专业课、专业基础课、文化基础课教材，所出版的教材都配有电子教案，部分教材配有电子课件和实验、习题指导。

3. 教材编写力求语言通俗简练，讲解深入浅出，使学生在理解的基础上学习，不囫圇吞枣，死记硬背。

4. 教材配有大量的例题、习题、实训，通过例题讲解、习题练习、实验实训，加强学生对理论的理解以及动手能力的培养。

5. 反映行业新的发展，教材编写注重吸收新知识、新技术、新工艺。

北京师范大学出版社是教育部职业教育教材出版基地之一，有着近20年的职业教育教材出版历史，具有丰富的编辑出版经验。这批高职教材的编写得到了教育部相关部门的大力支持，部分教材通过教育部审核，被列入职业教育与成人教育司高职推荐教材，并有25种教材列为“十一五”国家级规划教材。我们还将开发电子信息类的通信、机电、电气、计算机、工商管理等专业教材，希望广大师生积极选用。

教材建设是一项任重道远的工作，需要教师、专家、学校、出版社、教育行政部门的共同努力才能逐步获得发展。我们衷心希望更多的学校、更多的专家加入到我们的教材改革出版工作中来，北京师范大学出版社职业教育与教师教育分社全体人员也将备加努力，为职业教育的改革与发展服务。

全国职业教育教材改革与出版领导小组
北京师范大学出版社

参加教材编写的单位名单

(排名不分先后)

沈阳工程学院	四川工商职业技术学院
山东劳动职业技术学院	常州轻工职业技术学院
济宁职业技术学院	河北工业职业技术学院
辽宁省交通高等专科学校	陕西纺织服装职业技术学院
浙江机电职业技术学院	唐山学院
杭州职业技术学院	江西现代职业技术学院
西安科技大学电子信息学院	江西生物科技职业学院
西安科技大学通信学院	黄冈高级技工学校
西安科技大学机械学院	深圳高级技工学校
天津渤海职业技术学院	徐州技师学院
天津渤海集团公司教育中心	天津理工大学中环信息学院
连云港职业技术学院	天津机械职工技术学院
景德镇高等专科学校	西安工程大学
徐州工业职业技术学院	青岛船舶学院
广州科技贸易职业学院	河北中信联信息技术有限公司
江西信息应用职业技术学院	张家港职教中心
浙江商业职业技术学院	太原理工大学轻纺学院
内蒙古电子信息职业技术学院	浙江交通职业技术学院
济源职业技术学院	保定职业技术学院
河南科技学院	绵阳职业技术学院
苏州经贸职业技术学院	北岳职业技术学院
苏州技师学院	天津职业大学
苏州工业园区职业技术学院	石家庄信息工程职业学院
苏州江南赛特数控设备有限公司	襄樊职业技术学院
苏州机械技工学校	九江职业技术学院
浙江工商职业技术学院	青岛远洋船员学院
温州大学	无锡科技职业学院

广东白云职业技术学院
三峡大学职业技术学院
西安欧亚学院实验中心
天津机电职业技术学院
中华女子学院山东分院
漯河职业技术学院
济南市高级技工学校
沈阳职业技术学院
江西新余高等专科学校
赣南师范学院
江西交通职业技术学院
河北农业大学城建学院
华北电力大学
北京工业职业技术学院
湖北职业技术学院
河北化工医药职业技术学院
天津电子信息职业技术学院
广东松山职业技术学院
北京师范大学
山西大学工程学院
平顶山工学院
黄石理工学院
广东岭南职业技术学院
青岛港湾职业技术学院
郑州铁路职业技术学院
北京电子科技职业学院
北京农业职业技术学院
宁波职业技术学院
宁波工程学院
北京化工大学成教学院
天津交通职业技术学院
济南电子机械工程学院
山东职业技术学院

济南职业技术学院
山东省经济管理干部学院
鲁东大学
山东财政学院
山东省农业管理干部学院
浙江工贸职业技术学院
天津中德职业技术学院
天津现代职业技术学院
天津青年职业技术学院
无锡南洋学院
北京城市学院
北京经济技术职业学院
北京联合大学
北京信息职业技术学院
北京财贸职业学院
华北科技学院
青岛科技大学技术专修学院
山东大王职业学院
大红鹰职业技术学院
广东华立学院
广西工贸职业技术学院
贵州商业高等专科学校
桂林旅游职业技术学院
河北司法警官职业学院
黑龙江省教科院
湖北财经高等专科学校
华东师范大学职成教所
淮南职业技术学院
淮阴工学院
黄河水利职业技术学院
南京工业职业技术学院
南京铁道职业技术学院
黔南民族职业技术学院

青岛职业技术学院
陕西财经职业技术学院
陕西职业技术学院
深圳信息职业技术学院
深圳职业技术学院
石家庄职业技术学院
四川建筑职业技术学院
四川职业技术学院
太原旅游职业技术学院
泰山职业技术学院
温州职业技术学院
无锡商业职业技术学院
武汉商业服务学院
杨凌职业技术学院
浙江工贸职业技术学院
郑州旅游职业技术学院
淄博职业技术学院
云南机电职业技术学院
山东省贸易职工大学
聊城职业技术学院
山东司法警官职业学院
河南质量工程职业学院
山东科技大学职业技术学院
云南林业职业技术学院
云南国防工业职业技术学院
云南文化艺术职业学院
云南农业职业技术学院
云南能源职业技术学院
云南交通职业技术学院
云南司法警官职业学院
云南热带作物职业技术学院
西双版纳职业技术学院
玉溪农业职业技术学院

云南科技信息职业学院
昆明艺术职业学院
云南经济管理职业学院
云南爱因森软件职业学院
云南农业大学
云南师范大学
昆明大学
陕西安康师范学院
云南水利水电学校
昆明工业职业技术学院
云南财税学院
云南大学高职学院
山西综合职业技术学院
温州科技职业技术学院
昆明广播电视大学
天津职教中心
天津工程职业技术学院
天狮职业技术学院
天津师范大学
天津管理干部学院
天津滨海职业技术学院
天津铁道职业技术学院
天津音乐学院
天津石油职业技术学院
渤海石油职业技术学院
天津冶金职业技术学院
天津城市职业学院
常州机电职业技术学院
天津公安警官职业技术学院
武警昆明指挥学院
天津工业大学
天津开发区职业技术学院
黑龙江大兴安岭职业学院

黑龙江农业经济职业技术学院
黑龙江农业工程职业技术学院
黑龙江农业职业技术学院
黑龙江生物科技职业技术学院
黑龙江旅游职业技术学院
中国民航飞行学院
四川信息职业技术学院
四川航天职业技术学院
四川成都纺织高等专科学校
四川科技职业学院
四川乐山职业技术学院
四川泸州职业技术学院
成都农业科技职业技术学院
四川宜宾职业技术学院
江西省委党校
齐齐哈尔职业学院
深圳安泰信电子有限公司
潍坊教育学院

德州科技职业技术学院
天一学院
成都烹饪高等专科学校
河南质量工程职业技术学院
河南商业高等专科学校
天津大学
北京政法干部管理学院
北京理工大学珠海学院
中山火炬职业技术学院
周口职业技术学院
永城职业技术学院
河北工程技术高等专科学校
武汉铁路职业技术学院
四川教育学院
四川师范大学
四川工程职业技术学院
河南教育学院
华豫学院

前 言

本书针对高专高职必修的基础课程——电子技术的内容和体系进行有机地整合，形成新的教材体系。该教材的编写注意以下几个方面：

1. 将“模拟电子技术基础”和“数字电子技术基础”课程的内容有机地结合在一起，注重培养学生分析问题和解决问题的能力，有利于提高学生综合利用各科知识讨论某些具体问题的能力；

2. 本书内容兼顾经典理论与最新的现代电子技术。以基础知识为引导，突出介绍电子技术的新发展、新器件、新电路、新技术，特别注重实践应用，丰富实训内容，贴近岗位技能需要；

3. 本书在叙述的过程中，注意简明扼要，引导学生对概念的理解，减少理论推导和计算过程，突出结论和结论的应用，尽量控制字数；

4. 为方便教学与学生自学，在每章首有本章要点，章末有本章小结、自测题和练习题。

本书由景德镇高等专科学校胡祥青主编；第1、2、3章由无锡科技职业学院龚运新老师编写；第4、5章由天津开发区职业技术学院刘晶老师编写；第6章由湖南交通工程职业技术学院陈惠老师编写；第7章由湖南交通工程职业技术学院柴霞君老师编写；第8、9、10、11、13章由胡祥青老师编写；第12章由景德镇高等专科学校何晖老师编写；全书由胡祥青老师统稿。曲世海参加部分章节编写。

由于编者水平有限，书中难免有错误和不妥之处，肯望同行和读者指正。

编 者
2009年5月

目 录

第一篇 模拟电子技术

第1章 晶体二极管和三极管 (1)

1.1 半导体二极管 (1)

1.1.1 半导体二极管符号、特性、
参数 (1)1.1.2 二极管单向导电特性应用
电路介绍 (3)1.1.3 如何用万用表判别二极管
的好坏和正负极 (5)1.1.4 特殊二极管符号、名称、
功能介绍 (6)1.1.5 常用二极管型号参数选录
..... (8)

1.2 双极型半导体三极管 (9)

1.2.1 三极管的结构、材料、极性
和符号 (9)1.2.2 三极管的三个电流及其控制
关系 (9)1.2.3 三极管的特性、三种工作
状态、参数和检测 (10)

1.2.4 三极管的三种组态 (14)

实训 1.1 常用电子仪器的使用
..... (15)

第2章 基本放大电路 (22)

2.1 共射放大电路 (22)

2.1.1 基本共射电路的组成及
工作过程分析 (22)2.1.2 三极管放大电路的静态
工作点 (24)2.1.3 放大器性能参数及对放
大器性能的影响 (25)2.1.4 常用三极管单元电路介绍
..... (27)2.2 场效应管及基本放大电路
..... (30)

2.2.1 场效应管及其应用 (30)

2.2.2 场效应管的主要参数及
使用注意事项 (33)

2.2.3 场效应管放大电路 (34)

2.3 差分放大电路 (34)

2.4 多级电压放大器几种耦合
方式 (36)* 2.5 图解分析法和微变等效
电路法介绍 (38)2.6 放大电路的调整和测试
..... (42)

2.6.1 放大电路测试 (42)

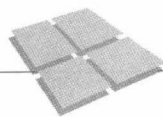
2.6.2 案例所用三极管型号和
主要参数 (43)2.6.3 电原理图和印制电路图
..... (44)2.6.4 根据印制电路图画电原理图
..... (46)

2.6.5 案例思考题 (47)

实训 2.1 晶体管共射极单管放
大器 (48)

第3章 电路中的负反馈 (57)

3.1 基本概念 (57)



3.2 负反馈四种基本组态及判断	(60)
3.3 负反馈对放大电路的影响	(61)
3.4 电压负反馈 A_{uf} 的近似计算及常用电压串联负反馈电路举例	(62)
实训 3.1 负反馈放大器	(64)
第4章 集成运算放大器及其应用	(69)
4.1 集成运算放大器主要参数和特点	(69)
4.1.1 集成运算放大器的主要参数	(69)
4.1.2 集成运算放大器的特点	(71)
4.2 集成运放的线性应用	(71)
4.2.1 比例运算电路	(72)
4.2.2 反相求和电路	(73)
4.2.3 减法运算电路	(73)
4.2.4 积分运算电路	(74)
* 4.2.5 微分运算电路	(74)
4.3 集成运放的非线性应用	(75)
4.3.1 单门限电压比较器	(75)
4.3.2 滞回电压比较器	(77)
实训 4.1 基本集成运算放大器实验	(77)
实训 4.2 滞回电压比较器实验	(80)
* 第5章 功率放大器	(83)
5.1 功率放大器的任务、要求和类型	(83)
5.2 互补推挽功率放大器	(84)
5.2.1 双电源乙类互补推挽功率放大器	(84)
5.2.2 双电源甲乙类互补推挽功率放大器	(86)
5.2.3 单电源互补推挽功率放大器	(87)
5.3 集成功率放大电路	(88)
实训 5.1 简单实用的功率控制电路	(91)
* 第6章 直流稳压电源电路	(93)
6.1 整流电路	(93)
6.1.1 单相半波整流电路	(93)
6.1.2 单相全波整流电路	(94)
6.1.3 单相桥式整流电路	(95)
6.2 滤波电路	(96)
6.2.1 电容滤波电路	(97)
6.2.2 电感滤波电路	(99)
6.2.3 复式滤波电路	(99)
6.3 直流稳压电路和集成稳压器	(100)
6.3.1 直流稳压电路	(100)
6.3.2 三端集成稳压器件	(103)
实训 6.1 方便实用的充电/稳压两用电源	(105)
第7章 正弦波振荡电路	(108)
7.1 正弦波振荡电路的基本概念	(108)
7.1.1 自激振荡与振荡电路	(108)
7.1.2 振荡电路的工作原理	(108)
7.1.3 振荡的平衡条件和起振条件	(109)
7.1.4 正弦波振荡电路的组成	(110)
7.1.5 正弦波振荡电路的分类	(111)
7.1.6 正弦波振荡电路的分析方法	(111)
7.2 RC 正弦波振荡电路	(111)
7.2.1 RC 串并联网络的频率特性	(112)
7.2.2 RC 桥式振荡电路	(113)

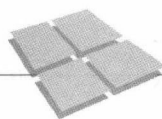
7.2.3 RC 桥式振荡电路的应用 举例	(115)
7.3 LC 正弦波振荡电路	(116)
7.3.1 选频放大器	(116)
7.3.2 变压器反馈式 LC 正弦波 振荡电路	(117)
7.3.3 三点式 LC 振荡电路	(120)
7.4 石英晶体振荡电路	(124)
7.4.1 石英晶体谐振器	(124)
7.4.2 石英晶体振荡电路	(126)
实训 7.1 单片调幅调频收音机	(128)

第二篇 数字电子技术

第 8 章 数字电路基础	(135)
8.1 数字电路概述	(135)
8.1.1 数字信号与数字电路	(135)
8.1.2 数字电路的特点	(135)
8.1.3 数字电路的分类	(136)
8.2 数制	(136)
8.2.1 位置计数法	(136)
8.2.2 数制之间的转换	(138)
8.3 码制	(139)
8.4 逻辑代数的基本运算	(141)
8.4.1 逻辑变量和逻辑函数	(141)
8.4.2 三种基本逻辑运算	(141)
8.4.3 复合逻辑运算	(143)
8.5 逻辑函数的建立及表示 方法	(145)
8.5.1 逻辑函数的建立	(145)
8.5.2 逻辑函数的表示方法	(145)
8.6 逻辑函数的化简	(147)
8.6.1 代数化简法	(147)
8.6.2 卡诺图化简法	(150)

8.7 逻辑门电路基础	(156)
8.7.1 晶体管的开关特性	(157)
8.7.2 分立元件门电路	(158)
8.7.3 TTL 集成门电路	(158)
8.7.4 CMOS 集成门电路	(160)
实训 8.1 TTL 数字集成电路的 正确使用及参数测试	(161)

第 9 章 组合逻辑电路	(167)
9.1 概述	(167)
9.2 组合逻辑电路的分析与 设计	(167)
9.2.1 组合逻辑电路的分析方法	(167)
9.2.2 组合逻辑电路的一般设计 方法	(169)
9.3 常用组合逻辑电路实例	(172)
9.3.1 编码器	(172)
9.3.2 译码器	(175)
9.3.3 数据选择器	(184)
9.3.4 加法器	(187)
9.3.5 数值比较器	(190)
* 9.4 组合逻辑电路中的竞争 与冒险	(192)
9.4.1 竞争与冒险的原因分析	(192)
9.4.2 冒险现象的判别	(193)
9.4.3 冒险的消除	(193)
实训 9.1 用小规模集成电路设计 组合逻辑电路	(194)
实训 9.2 编码器、译码器实验	(195)
实训 9.3 用中规模集成电路设计 组合逻辑电路	(196)
第 10 章 触发器	(199)
10.1 概述	(199)
10.2 基本 RS 触发器	(199)
10.2.1 基本 RS 触发器组成和	



工作原理	(199)	实训 11.4 计数器综合实验—— 二十四进制计数电路	(236)
10.2.2 基本 RS 触发器逻辑 功能	(200)	第 12 章 555 定时器	(240)
10.2.3 基本 RS 触发器应用 举例	(202)	12.1 概述	(240)
10.2.4 钟控 RS 触发器及其 缺陷	(202)	12.2 555 定时器及其应用	(240)
10.3 常用集成触发器	(204)	12.3 用 555 定时器组成施密特 触发器	(242)
10.3.1 D 触发器	(204)	12.4 用 555 定时器组成单稳态 触发器电路	(243)
10.3.2 JK 触发器	(205)	12.5 用 555 定时器组成多 谐振荡器	(247)
10.3.3 T、T' 触发器	(207)	实训 12.1 用 555 定时电路构成 多谐振荡器	(249)
10.3.4 触发器的转换	(207)	实训 12.2 用 555 定时电路产生 救护车双音信号	(250)
10.4 主从触发器	(208)	第 13 章 D/A 转换器与 A/D 转换器	(253)
10.5 边沿触发器	(209)	13.1 D/A 转换器(数模转换器)	(254)
实训 10.1 触发器的功能测试 及转换	(212)	13.1.1 D/A 转换器工作原理	(254)
第 11 章 时序逻辑电路	(217)	13.1.2 常见 D/A 电路	(254)
11.1 时序逻辑电路的分析 方法	(217)	13.1.3 D/A 主要性能指标	(256)
11.1.1 时序逻辑电路的特点	(217)	13.1.4 集成 D/A 介绍	(257)
11.1.2 同步时序电路的一般分析 方法	(217)	13.2 A/D 转换器	(258)
11.2 寄存器	(221)	13.2.1 A/D 转换的基本原理	(258)
11.2.1 数码寄存器	(221)	13.2.2 常见 A/D 电路	(260)
11.2.2 移位寄存器	(221)	13.2.3 A/D 主要指标	(263)
11.3 计数器	(223)	13.2.4 集成 A/D 介绍	(264)
11.3.1 计数器的特点和分类	(223)	实训 13.1 模/数转换器实验	(265)
11.3.2 异步计数器	(224)	参考文献	(267)
11.3.3 同步计数器	(227)		
11.3.4 N 进制计数器	(230)		
实训 11.1 寄存器、移位寄存器 及其应用	(233)		
实训 11.2 计数器实验(一)	(234)		
实训 11.3 计数器实验(二)	(235)		

第一篇 模拟电子技术

第1章 晶体二极管和三极管

本章要点

1. 半导体二极管性能参数及其应用电路;
2. 半导体三极管性能参数及其应用电路。

1.1 半导体二极管

半导体二极管是由一个 PN 结封装制成的器件,二极管按所用材料的不同分为硅管和锗管;按结构分为点接触型、面接触型和平面型三类。点接触型二极管因结面积小,不能通过较大电流,但结电容小,适宜在高频下工作,常用于高频检波、变频,有时也用作小电流整流,常用的型号有 2AP1...2AP7;面接触型因结面积较大,允许通过较大的电流和具有较大的功率容量,适用于作整流器件,而结电容较大,一般适用于在较低的频率下工作,常用的型号有 2CP33 等;平面型二极管采用光刻、扩散的工艺制成,常用于数字电路。

1.1.1 半导体二极管符号、特性、参数

1. 二极管的符号

二极管是由 PN 结加相应的电极和管壳封装制成的,如图 1-1(a)所示, P 区的引出线称二极管的正极, N 区的引出线称二极管的负极。虽然二极管在材料和制造工艺上各不相同,但在电路图中均可用图 1-1(b)的电气符号来表示,图中 I_D 的箭头表示二极管导通时的电流方向。

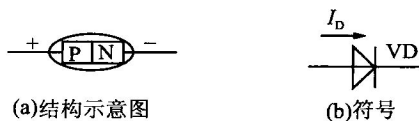
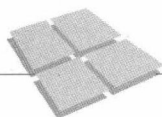


图 1-1 二极管的结构和符号

2. 二极管的伏安特性

二极管的伏安特性是指二极管两端的电压和流过二极管的电流的关系曲线,它是二极管应用的理论根据。二极管的伏安特性可用逐点描法或用专用的晶体管特性图示



仪直接测得。图 1-2 所示为二极管的伏安特性曲线。现对该曲线进行分段说明。

(1) 正向特性。OA 段：常称“死区”，表示由于起始部分正向电压较小，正向电流也非常小，几乎为零，OA 段的电压称死区电压或门槛电压 U_T ，其大小随管子的材料和温度的不同而改变，一般取硅管为 0.5V，锗管为 0.1V。AB 段：称为正向导通区，表示外加电压越过死区电压后，随着电压增大，正向电流急速增大，二极管正常导通后管子两端的正向压降很小，且几乎不随电流而改变，一般取硅管为 0.7V，锗管为 0.3V。

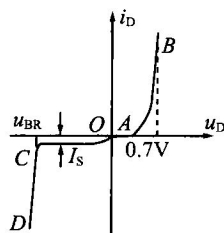


图 1-2 二极管的伏安特性

(2) 反向特性。OC 段：称为反向截止区，表示反向电压增加时，反向电流 I_S 很小且几乎不变，小功率硅管 I_S 小于 $1\mu A$ ，锗管 I_S 为几微安到几十微安，通常都可忽略，但 I_S 受温度影响大，实验证明，温度每升高 $10^\circ C$ 时， I_S 将增大一倍。CD 段：称为反向击穿区，表示反向电压增大到超过某一值时，反向电流急剧增大，这一现象称为反向击穿，反向击穿时所加的电压叫反向击穿电压，记为 U_{BR} ，反向击穿电流过大会使普通二极管烧坏，称为击穿短路。

3. 二极管的主要参数

电子器件的参数是其特性的定量描述，也是实际工作中根据要求选用器件的主要依据。二极管的主要参数有以下几个：

(1) 最大整流电流 I_F 。指二极管长期安全应用时，允许通过管子的最大正向平均电流。 I_F 的数值是由二极管允许的温升所限定的。使用时，管子的平均电流不得超过此值，否则，二极管 PN 结将可能因过热而损坏。

(2) 最大反向工作电压 U_R 。指工作时加在二极管两端的反向电压不得超过此值，为了留有余地，手册上查到的 U_R 通常取反向击穿电压 U_{BR} 的一半。

(3) 反向电流 I_S 。指在室温条件下，二极管两端加上规定的反向电压时，流过管子的反向电流值。 I_S 越小，管子的单向导电性越好。值得注意的是， I_S 受环境温度的影响大，在使用二极管时，要注意温度的影响。

(4) 最高工作频率 f_{DM} 。指二极管在工作时可达到的最高的工作频率，是因为二极管结电容 C_j 对交流电流有旁路作用。例如，用于检波的二极管，其结电容小，则 f_{DM} 较高；而用于整流的二极管，结电容较大， f_{DM} 较低。

(5) 直流电阻 R_D 和交流电阻 r_D ：

① 直流电阻 R_D 。指二极管两端所加的电压 U_D 与流过管子的直流电流 I_D 之比值，用式子表示，即：

$$R_D = \frac{U_D}{I_D}$$

二极管两端所加正向电压 U_D 和流过的直流电流 I_D ，在二极管的伏安特性曲线上找到相应的一点 Q，该点称为静态工作点。在图 1-3(a) 中， R_D 实际上是原点 O 与 Q 点连线的斜率的倒数，从图中可以看出，Q 点位置越高，斜率越大，直流电阻越小，二极管的正向直流电阻随着 I_D 的增大而减小。而由于二极管的反向电流很小，所以反向电阻很大。一般二极管的正向直流电阻约几十欧到几千欧之间，反向直流电阻约为几十

千欧到几百千欧。因此,二极管的直流电阻具有非线性的特性,所以在用万用表测二极管正向直流电阻时,不同的欧姆挡测得的正向直流阻值是不同的。

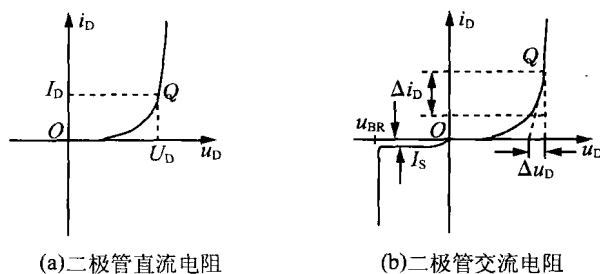


图 1-3 二极管的直流电阻和交流电阻

②交流电阻 r_D 。二极管在工作点 Q 附近的电压微小变化量与相应的电流的微小变化量之比值,用式子表示为

$$r_D = \frac{\Delta u_D}{\Delta i_D}$$

由于正向电压与正向电流不是线性的关系,不同的工作点具有不同的交流电阻。求 Q 点的交流电阻时,先在图 1-3(b)中通过 Q 点对特性曲线做切线,交流电阻是该切线斜率的倒数。可以看出,在工作点 Q 处,二极管的直流电阻大而交流电阻小。

1.1.2 二极管单向导电特性应用电路介绍

1. 半波整流电路和桥式整流电路

电子设备所需的直流电源,除少数情况用化学电池外,大部分都是由交流电网经整流、滤波、稳压后得到的。整流,就是通过二极管的单向导电性的作用,把交流电变成直流电的过程,单相整流电路分半波整流电路和桥式整流电路。

(1)半波整流电路。图 1-4(a)所示为纯电阻负载的半波整流电路,由交流变压器 T ,整流二极管 VD 和负载电阻 R_L 组成。其中 u_1 表示电网电压, u_2 表示变压器次级边电压。设 $u_2 = 2U_2 \sin \omega t$, 由于二极管的单向导电性的作用,当电源电压为正半周时,二极管承受正向的电压而导通,有电流流过负载,负载上得到一个上正下负的电压,当忽略二极管上的电压降时,负载上的电压 u_L 等于电源变压器次级边的电压 u_2 ; 当电源电压为负半周时,二极管承受反向电压而截止,没有电流流过负载,此时,负载上的电压 $u_L = 0$ 。整流波形如图 1-4(b)所示。由图 1-4 可以看出,一个周期内负载上只有半个电压波形输出,方向是单方向的,大小却是变化的,称脉动直流电压,它的大小常用一个周期内的平均值来表示。

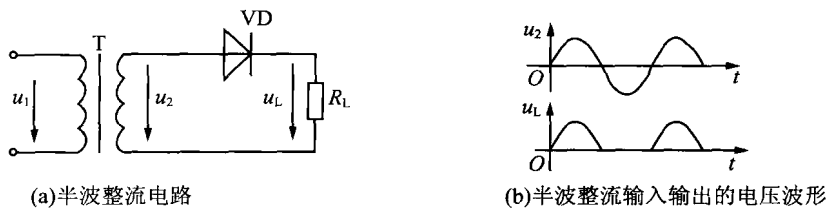


图 1-4 半波整流