



中等职业教育课程改革国家规划新教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

经全国中等职业教育教材审定委员会审定通过

电子技术基础与技能

电气电力类

俞雅珍 主编

DIANZI JISHU JICHU YU JINENG

复旦大学出版社

www.com

中等职业教育课程改革国家规划新教材·电工电子系列

电子技术基础与技能

DIANZI JISHU JICHU YU JINENG

俞雅珍 主 编

李关华 孙义芳 袁伯刚 副主编

潘 松 张大彪 周兴林 主 审

图书在版编目(CIP)数据

电子技术基础与技能(电气电力类)/俞雅珍主编. —上海:
复旦大学出版社, 2010. 7
中等职业教育课程改革国家规划新教材
ISBN 978-7-309-07217-4

I. 电… II. 俞… 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(2010)第 065024 号

电子技术基础与技能(电气电力类)

俞雅珍 主编

出品人/贺圣遂 责任编辑/梁 玲

复旦大学出版社有限公司出版发行

上海市国权路 579 号 邮编:200433

网址:fupnet@fudanpress.com <http://www.fudanpress.com>

门市零售:86-21-65642857 团体订购:86-21-65118853

外埠邮购:86-21-65109143

常熟市华顺印刷有限公司

开本 787×1092 1/16 印张 14.75 字数 341 千

2010 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

印数 1—6 000

ISBN 978-7-309-07217-4/T · 364

定价:26.00 元

如有印装质量问题, 请向复旦大学出版社有限公司发行部调换。

版权所有 侵权必究

前言



技术泛指根据生产实践经验和自然科学原理而发展成的各种工艺操作方法与技能。如电工技术、焊接技术等。

电子技术是研究电子元器件、电子电路及其应用的一门科学技术。电子技术来源于实践，并应用于实践，因此学习电子技术不仅需要理解基本知识，更应注重基础技能实践。

当前，现代化建设的新形势、国际国内经济方式的转变、农业现代化的推进，迫切需要中等职业教育改革创新，要敢于冲破传统观念，探索新的教学方法，改革教材内容，使教学实施与就业岗位需求的知识、技能相对接，对电类专业应培养出会安装、能运行、善保养的高素质的技能型人才。

2009年7月教育部新颁布了“中等职业学校电子技术基础与技能”教学大纲，复旦大学出版社作为国家中职中专教材出版基地，经过教育部组织的招投标和专家审定，本教材被教育部正式列入“中等职业学校部分大类专业基础课国家规划新教材”编写计划。在充分吸收教育部聘请专家的指导意见以及深刻领悟新大纲的指导思想前提下，结合当前中职学生就业的职场情境及需要的职业能力，经反复推敲，并最终经教育部职成教司审定，编写出版了本教材。本教材与传统教材相比有如下特点：

1. 教材内容呈现方式由“看”到“做”再到“学”，真正引领

“做中学”、“学中做”。

教材中每一个基础电子技术均由实例引入或演示引入，然后要求学生动手做一做，使学生在形象思维的引领中，进入抽象思维，激发学习兴趣，并感悟其中的道理。

2. 教材中实物、实样、测试现场的图片极其丰茂。

利用这些图片，便于学生模仿操作，锻炼动手能力，接近职业活动，利于“职业技能鉴定”，为求职就业打下坚实基础。

3. 教材编写思路符合当前中等职业学校学生认知规律。

教材所写内容“由外至内”，“重外轻内”，“删去难深”，“强化操作”。

4. 教材内容浅显易学，技能要求具体明确。

具体技能要求是：图纸读懂、元器件会选、仪器仪表会用、线路会接、性能会测、简单故障能排。

5. 实训过程有评价记录，采用“学生自评”与“教师评价”相结合。

每一个实训任务完成后由学生自评，培养学生文明守纪、安全规范操作、爱护工具设备、珍惜资源、节省材料、保持环境整洁等意识。

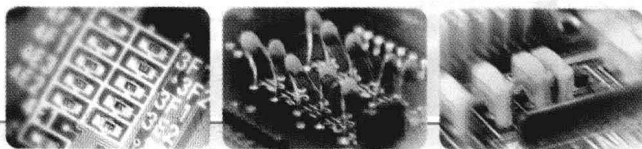
本教材共写有12个单元：第1~6单元为模拟电子技术部分，包括二极管及其应用、三极管及放大电路基础、常用放大器、正弦波振荡电路、直流稳压电源、晶闸管及其应用，建议学时为58学时（包括实训10学时）；第7~12单元为数字电子技术部分，包括数字电路基础、组合逻辑电路、触发器、时序逻辑电路、脉冲波的产生与变换、数模转换和模数转换，建议学时为58学时（包括实训10学时）。本教材相关的教辅材料、多媒体课件等将相继由复旦大学出版社出版。

本教材由俞雅珍老师编写第1、3、4、7和11单元，李关华老师编写第1、3、6和8单元，孙义芳老师编写第1、2、5和12单元，袁伯刚老师编写第7、8、9和10单元。俞雅珍老师担任主编，李关华、孙义芳和袁伯刚老师任副主编。

由于编者水平有限，教材中存在的不妥和错误之处敬请读者提出批评、帮助和指教。

编者

于2010年2月



目 录

第一部分 模拟电子技术

第 1 单元 二极管及其应用

1.1 二极管的性能及使用	4
1.1.1 认识二极管	4
1.1.2 二极管的伏安特性	7
1.1.3 二极管使用的相关技能及常识	8
1.2 二极管整流电路	11
1.2.1 认识单相整流电路	11
1.2.2 了解单相整流电路工作过程	13
1.2.3 单相整流电路应用举例	15
1.2.4 整流桥	17
1.2.5 三相整流电路初步了解	19
1.3 滤波电路	23
1.3.1 电容滤波电路	23
1.3.2 电感滤波电路	26
1.3.3 复式滤波电路的初步了解	27

1.3.4 滤波电路应用的相关技能及常识	28
1.4 其他用途的二极管	30
1.4.1 硅稳压二极管	31
1.4.2 发光二极管	32
1.4.3 光电二极管	33
实训指导 (一) 整流、滤波、稳压	
电路的测试	34

第 2 单元 半导体三极管及放大电路基础

2.1 半导体三极管性能及使用	35
2.1.1 认识三极管	35
2.1.2 三极管的电流放大作用	37
2.1.3 三极管使用的相关技能	40
2.1.4 三极管的伏安特性和主要参数	43
2.2 单管共射放大电路	46
2.2.1 认识放大电路	46
2.2.2 共射放大电路的静态	48

2.2.3 共射放大电路的动态·····	50
2.2.4 应用举例——触摸式防盗报警 电路·····	55
2.3 分压偏置式共射放大电路 ·····	57
2.3.1 静态工作点对输出电压波形的 影响·····	57
2.3.2 分压式偏置放大电路·····	58
实训指导(二) 交流放大趣味 电路——简易光控电路 ·····	59

第3单元 常用放大器 ·····60

3.1 多级放大电路 ·····	60
3.1.1 阻容耦合放大电路·····	60
3.1.2 其他耦合方式的电路·····	61
3.2 集成运算放大器 ·····	62
3.2.1 认识集成运算放大器·····	62
3.2.2 差分放大电路·····	65
3.2.3 集成运算放大器的电压传输 特性·····	67
3.3 集成运放构成的常用电路 ·····	71
3.3.1 认识集成运放组成的放大电路 ·····	71
3.3.2 集成运放组成加法运算电路 ·····	76
3.3.3 集成运放组成减法运算电路 ·····	78
3.4 电压比较器 ·····	79
3.4.1 开环接法电压比较器·····	79
3.4.2 电压比较器应用举例·····	81
3.5 集成运放使用的相关技能及常识·····	82
3.5.1 合理选择集成运放·····	82

3.5.2 万用表粗测集成运放的质量 ·····	82
3.5.3 正确接入集成运放电源·····	82
3.5.4 集成运放的调零和保护·····	82
3.6 低频功率放大器 ·····	84
3.6.1 认识功率放大电路·····	85
3.6.2 互补对称乙类功率放大电路 ·····	86
3.6.3 功率放大电路的基本要求·····	87
3.6.4 了解功率放大电路中三极管的 安全使用·····	87
3.6.5 集成功率放大电路·····	88
实训指导(三) 音频功率放大 电路的安装与调试 ·····	90

第4单元 正弦波振荡电路 ·····91

4.1 认识正弦波振荡电路 ·····	91
4.1.1 观察正弦波电信号的产生·····	91
4.1.2 正弦波振荡电路组成及各部分 作用·····	93
4.1.3 自激振荡条件·····	93
4.1.4 RC串并联网络的选频作用·····	93
4.2 常用振荡电路 ·····	94
4.2.1 RC桥式正弦波振荡电路·····	94
4.2.2 LC正弦波振荡电路·····	96
4.2.3 石英晶体振荡电路·····	97
4.2.4 应用实例——半导体接近开关 ·····	99
实训指导(四) 制作正弦波振荡电路 ·····	100

第5单元 直流稳压电源 101

- 5.1 认识直流稳压电源 101
 - 5.1.1 常用直流稳压电源使用介绍 101
 - 5.1.2 直流稳压电源的组成 102
 - 5.1.3 简单硅稳压管稳压电路 103
- 5.2 集成稳压器 104
 - 5.2.1 三端固定式集成稳压器 104
 - 5.2.2 三端可调式集成稳压器 107
 - 5.2.3 三端集成稳压器的主要参数和使用 108
- 5.3 开关型稳压电源 110
 - 5.3.1 开关型稳压电源的特点 110
 - 5.3.2 开关型稳压电源的工作原理 111
 - 5.3.3 开关型稳压电源的应用举例 112
- 实训指导(五) 三端可调稳压源的应用 114

第6单元 晶闸管及其应用电路 115

- 6.1 认识晶闸管 115
 - 6.1.1 晶闸管的外形、引出端 115
 - 6.1.2 观察晶闸管的导通与关断 116
 - 6.1.3 用万用表检测晶闸管引出极 117
 - 6.1.4 晶闸管的示意结构、等效电路、特性 118
 - 6.1.5 晶闸管使用的相关技能及常识 119
- 6.2 晶闸管应用举例 120

- 6.2.1 晶闸管调光电路 120
- 6.2.2 晶闸管调光电路原理分析 121
- 6.2.3 晶闸管触发时刻的调节 122

第二部分 数字电子技术

第7单元 数字电路基础 125

- 7.1 脉冲与数字信号 125
 - 7.1.1 脉冲信号及其参数 125
 - 7.1.2 数字信号、数字电路 126
- 7.2 数制与编码 127
 - 7.2.1 几种常用数制 127
 - 7.2.2 几种常用数制间的转换 128
 - 7.2.3 码制 129
- 7.3 逻辑门电路 131
 - 7.3.1 基本逻辑关系和基本门电路 131
 - 7.3.2 复合门电路 134
 - 7.3.3 逻辑函数表达方式 135
 - 7.3.4 逻辑函数的化简 137
 - 7.3.5 集成门电路 139

第8单元 组合逻辑电路 143

- 8.1 组合逻辑电路的基本知识 143
 - 8.1.1 组合逻辑电路的应用实例介绍 143
 - 8.1.2 组合逻辑电路的分析 144
 - 8.1.3 组合逻辑电路的构成 145
- 8.2 编码器 146
- 8.3 译码器 149
 - 8.3.1 集成二进制译码器 149

8.3.2 显示译码器	152
-------------	-----

实训指导(六) 制作三人表决器	156
-----------------	-----

第9单元 触发器 157

9.1 RS 触发器	157
9.1.1 基本 RS 触发器	157
9.1.2 同步 RS 触发器	161
9.2 D 触发器	163
9.2.1 集成 D 触发器的典型器件	
CC4013	164
9.2.2 D 触发器应用举例	168
9.3 JK 触发器	170
9.3.1 集成 JK 触发器的典型器件	
74LS112	170
9.3.2 JK 触发器应用举例	173
实训指导(七) 制作四人抢答器	175

第10单元 时序逻辑电路 176

10.1 计数器	176
10.1.1 二进制计数器	177
10.1.2 十进制计数器	182
10.1.3 部分集成计数器	186
10.2 寄存器	192
10.2.1 移位寄存器	192
10.2.2 数码寄存器	194
10.2.3 移位寄存器构成的计数器	194
10.2.4 集成4位双向移位寄存器	196
74LS194(并行存取)	196

实训指导(八) 制作秒计数器	199
----------------	-----

第11单元 脉冲波形的产生与变换 200

11.1 常见矩形脉冲输出电路简介	200
11.1.1 多谐振荡电路	200
11.1.2 单稳态触发器	200
11.1.3 施密特触发器	201
11.2 555 集成定时器的功能及应用	201
11.2.1 认识 555 集成定时器	201
11.2.2 555 集成定时器的应用	204
11.3 应用实例	207
11.3.1 变音警笛电路	207
11.3.2 光控照明电路	208
实训指导(九) 变音警笛电路	209
的装配和调试	209

第12单元 模数转换和数模转换 210

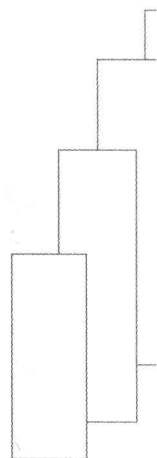
12.1 模数(A/D)转换器及其应用	210
12.1.1 认识 A/D 转换器	211
12.1.2 A/D 转换器应用举例	213
12.2 数模(D/A)转换器及其应用	215
12.2.1 认识 D/A 转换器	216
12.2.2 D/A 转换器应用举例	218
实训指导(十) 温度的检测和显示	221

参考文献 222

第一部分

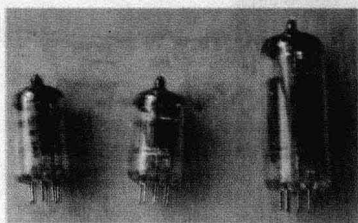
模 拟 电 子 技 术

- ◎ 第 1 单元 二极管及其应用
- ◎ 第 2 单元 半导体三极管及放大
电路基础
- ◎ 第 3 单元 常用放大器
- ◎ 第 4 单元 正弦波振荡电路
- ◎ 第 5 单元 直流稳压电源
- ◎ 第 6 单元 晶闸管及其应用电路

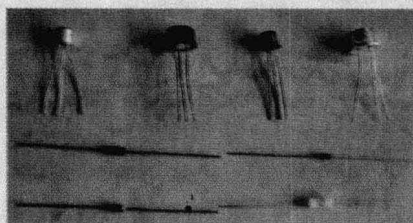


随着科学技术的不断发展,电子产品、电子装置中所用电子元器件一代一代地发生着巨大的变化.图1-0-1用照片反映了不同电子技术时代所用的不同电子元器件.

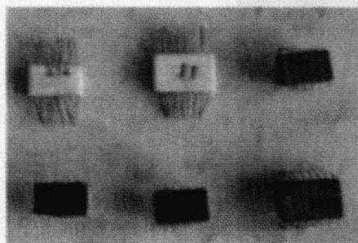
电子元器件的革新,不但使电子技术越来越先进,而且使电子技术的应用领域越来越广泛,如通信、广播、航天、计算机、自动控制等.总之,电子技术的发展使我们的工作便捷、高效,使生活丰富多彩.



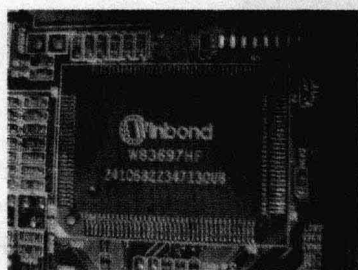
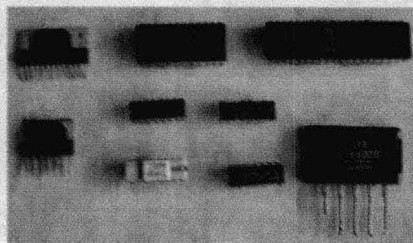
(a) 电真空器件时代所用器件



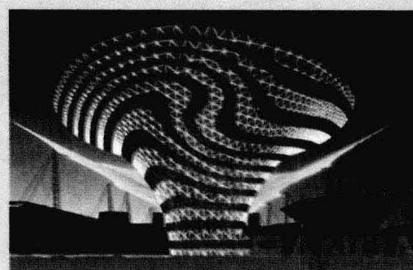
(b) 半导体分立器件时代所用器件



(c) 中小规模集成电路时代所用器件



(d) 大规模(超大规模)集成电路时代所用器件



(e) 光电结合时代所用器件(阳光谷)

图1-0-1 不同电子技术时代所用电子元器件

二极管及其应用

在我们的生活中,常用到手电筒、手机充电器等,如图1-0-2所示。在生产上也要用到许多电子装置,如图1-0-3是某工厂某台设备上所用的电子镇流器,通过观察看到电子设备都是由许多电子元器件依据一定的要求、功能组成电子电路,而后构成电子设备。其中二极管是最简单、最常用的电子元器件。

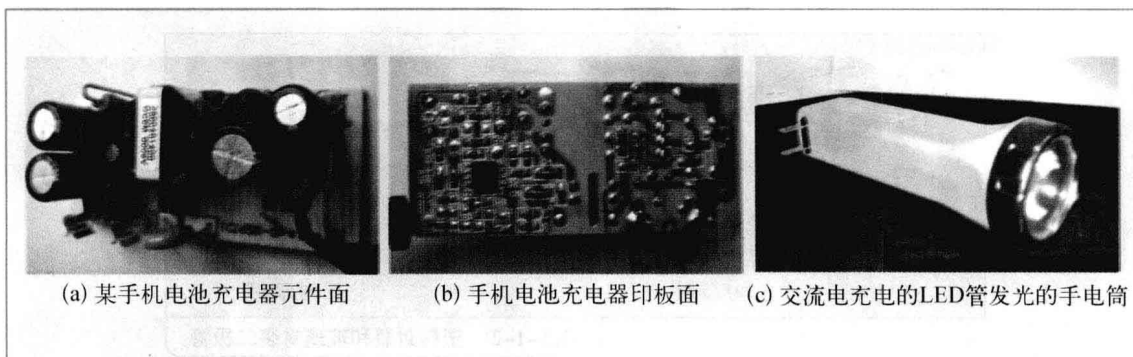


图1-0-2 简单电子产品举例

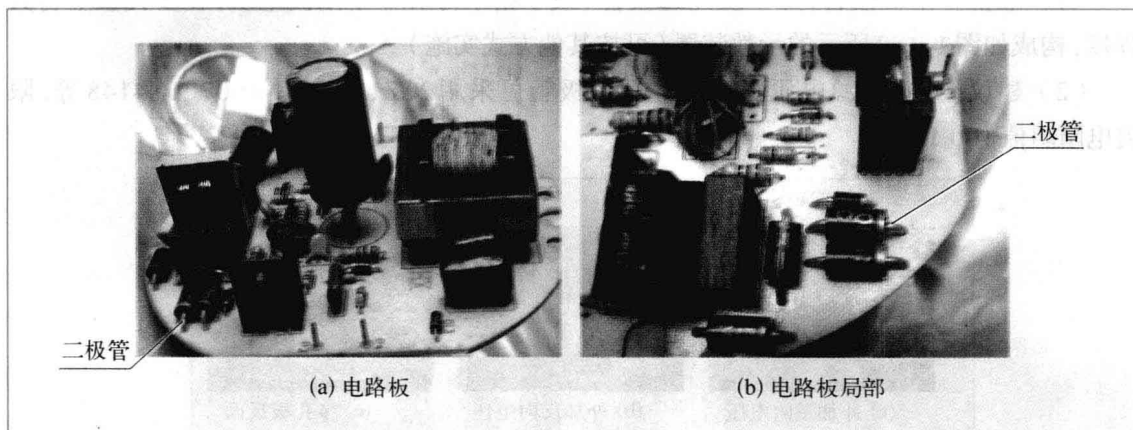


图1-0-3 电子镇流器

1.1 二极管的性能及使用

1.1.1 认识二极管

看一看

一、观察二极管的外形及引出端

准备若干种型号的二极管分发给学生观看。

图 1-1-1 和图 1-1-2 分别是金属封装、塑料封装和玻璃封装二极管。

通过观察 看到不同外形的二极管均具有两个引出极，一个称正极，另一个称负极，故称其为二极管。

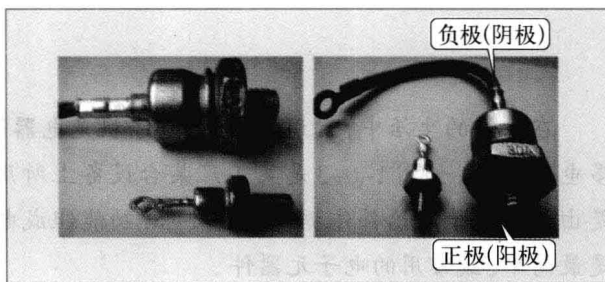


图 1-1-1 金属封装二极管

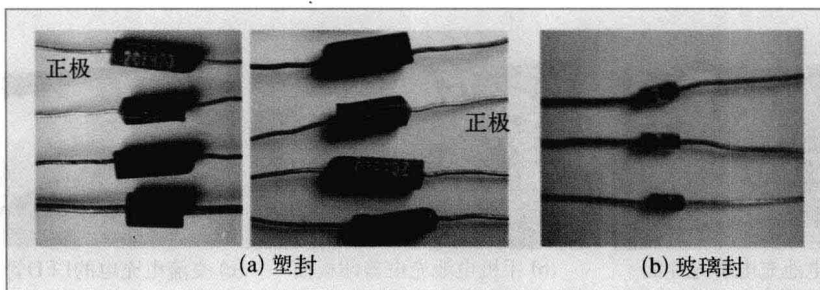


图 1-1-2 塑料封装和玻璃封装二极管

二、观察二极管的单向导电现象

(1) 准备一个二极管，一个发光二极管(或小指示灯)，一个限流电阻，在多孔板上将其焊接，构成如图 1-1-3 所示的示教装置(可按其他方式实施)。

(2) 建议：直流电源电压可采用 3 V，二极管可采用 2CZ、2AP、1N4007、1N4148 等，限流电阻阻值 100 Ω 。

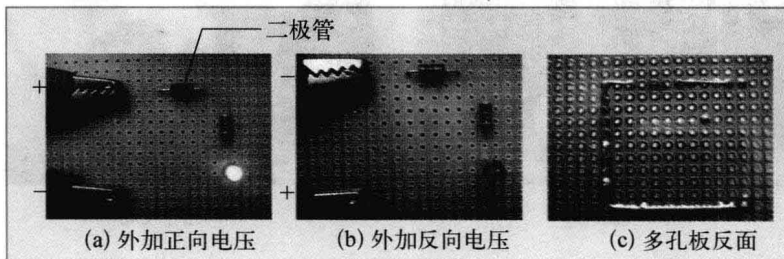


图 1-1-3 二极管单向导电现象演示

(3) 通电,当场观察二极管在电路中的导电情况。

按图1-1-3 (a)所示外加直流电源电压后,发光二极管(或小指示灯)就发光,按图1-1-3 (b)所示外加直流电源电压,发光二极管(或小指示灯)不亮。

通过观察 看到二极管外加两个不同极性(不同方向)电压时,只在加一个极性(方向)电压时,二极管才有电流流过,电路中发光二极管(或小指示灯)才亮,这个现象说明二极管有单方向导电性能,简称单向导电性。

测一测

三、用万用表测试二极管的单向导电性

(1) 准备万用表一只及待测二极管2CZ(或2AP等其他型号)一个。

(2) 按图1-1-4和图1-1-5所示进行操作。

(3) 记录测试结果: 正向电阻= _____ $k\Omega$, 反向电阻= _____ $k\Omega$ 。

通过测试 发现正反向电阻相差很大,在相同电源电压作用下,电阻小说明导电性好,电阻大则说明导电性差,故通过测试二极管的电阻也说明二极管有单向导电性。



图1-1-4 万用表选择 Ω 档与选用量程档调零

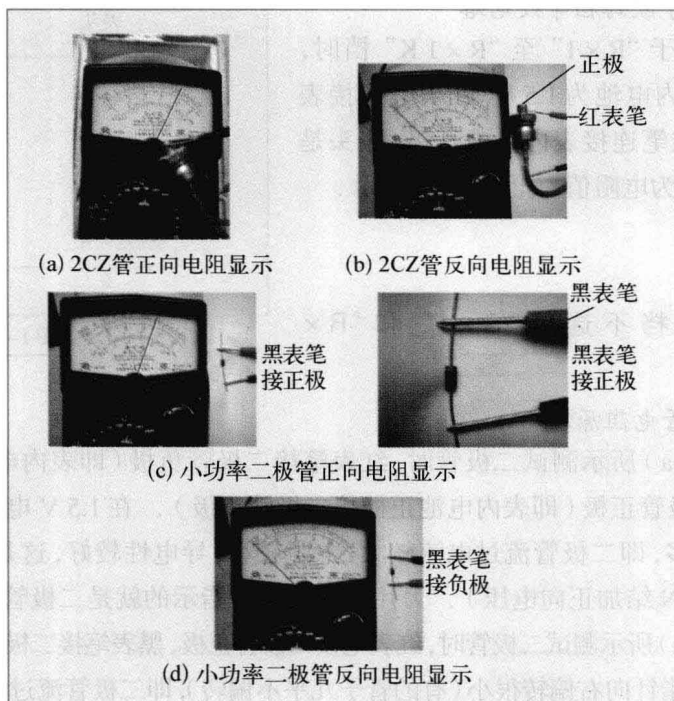


图1-1-5 二极管正反向电阻测试

讲一讲

四、二极管示意结构和图形符号、文字符号

1. 示意结构

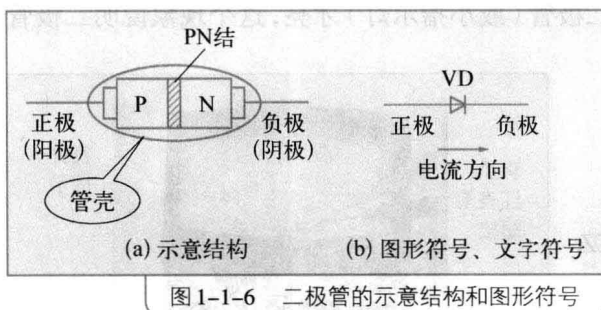


图 1-1-6 二极管的示意结构和图形符号

如图 1-1-6 (a) 所示, 不管哪种外形的二极管, 其内部都用工艺的办法在 4 价纯净半导体 (硅或锗) 中的一边掺入 3 价杂质形成 P 区 (P 型半导体), 另一边掺入 5 价杂质形成 N 区 (N 型半导体), 在两个区的交界面 (或接触面) 处会形成一层薄层, 这个薄层称为 PN 结。在管子内部 P 区引出一个电极称正极 (阳极), 在管内

N 区引出一个电极称负极 (阴极), 如图 1-1-6 (a) 所示。二极管实质上就是由一个 PN 结加上相应电极引线和管壳构成的一个元件。

2. 图形符号、文字符号

图 1-1-6 (b) 是按国家标准表示的二极管图形符号, 图中箭头表示二极管导通电流方向, 即从正极流向负极, 管内从 P 区流向 N 区。VD 是二极管的文字符号。

五、万用表测试二极管电阻原理

1. 万用表置于欧姆档等效电路

当万用表置于“ $R \times 1$ ”至“ $R \times 1 K$ ”档时, 指针式万用表表内电池为 1.5 V, 红表笔连接表内电池负极, 黑表笔连接表内电池正极, 表头是电流表, 表指示值为电阻值, 如图 1-1-7 所示。



注意

万用表欧姆档不选择“ $R \times 1$ ”和“ $R \times 10 k$ ”档。

2. 测试二极管电阻原理

按图 1-1-8 (a) 所示测试二极管时, 红表笔接二极管负极 (即表内电池负极接二极管负极), 黑表笔接二极管正极 (即表内电池正极接二极管正极)。在 1.5 V 电源电压作用下, 表头指针向右偏转较多, 即二极管流过电流较大, 电阻较小, 导电性较好, 这是给二极管加正向电压 (也是给管内 PN 结加正向电压)。万用表表头指针指示的就是二极管的正向电阻。

按图 1-1-8 (b) 所示测试二极管时, 红表笔接二极管正极, 黑表笔接二极管负极, 在 1.5 V 电源电压作用下, 表头指针向右偏转很小 (有的管子几乎不偏转), 即二极管流过电流很小, 电阻很大, 导电性很差, 这是给二极管加反向电压, 也是给管内 PN 结加反向电压, 测的是二极管的反向电阻。

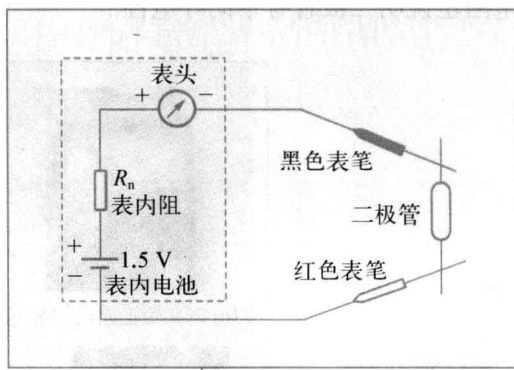


图 1-1-7 欧姆档等效电路

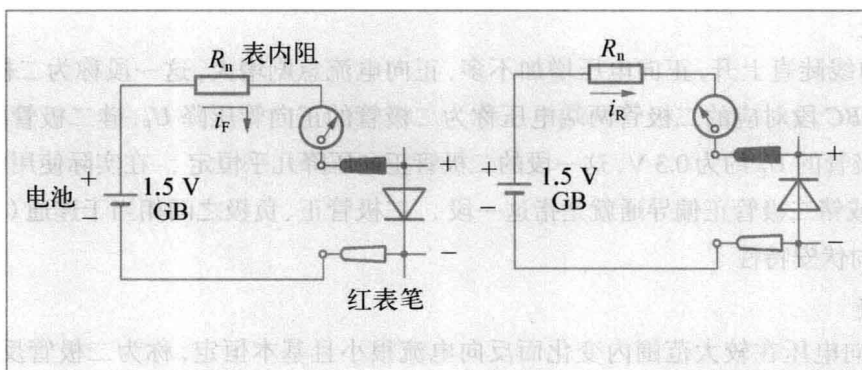


图 1-1-8 二极管外加电压

记一记

(1) 二极管有正极、负极两个引出极。

(2) 当给二极管正极接外加电压正端(高端)、负极接外加电压负端(低端)时,导电性好,呈现电阻小,约在几百欧至几千欧;反之,当二极管正极接外加电压负端,负极接外加电压正端,导电性能差,呈现电阻很大很大,约在几百千欧以上。这是二极管呈现的单向导电性。

以上结论要记住哦!

1.1.2 二极管的伏安特性

描述流过二极管电流 i_V 与二极管两端电压 u_V 之间关系的曲线称为二极管的伏安特性曲线,表达式为 $i_V = f(u_V)$ 。通过它细致反映了某二极管的伏安特性。

通过实验或用晶体管特性图示仪可测得二极管的伏安特性。

一、正向伏安特性

1. OA 段

这段曲线平坦,正向电流非常小,二极管基本上没导通,俗称“死区”。与 A 点对应的正向电压称为阈值电压(或称死区电压) U_{on} ,硅二极管的 U_{on} 约为 0.5 V,锗二极管的 U_{on} 约为 0.1 V。只要外加正向电压小于 U_{on} ,二极管基本上不导通。

2. AB 段

这一段随着外加正向电压增大,正向电流慢慢增大,属过渡段。

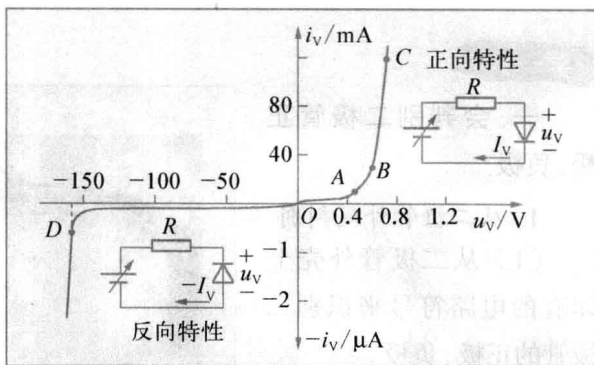


图 1-1-9 硅二极管的伏安特性

3. BC 段

BC 段曲线陡直上升, 正向电压增加不多, 正向电流急剧增大, 这一段称为二极管“正向导通区”, 与 BC 段对应的二极管两端电压称为二极管的正向管压降 U_F , 硅二极管的 U_F 约为 0.7 V, 锗二极管的 U_F 约为 0.3 V, 这一段的二极管正向压降几乎恒定. 在实际使用中, 硅二极管正偏导通或锗二极管正偏导通就是指这一段. 二极管正、负极之间相当于连通 (或短路).

二、反向伏安特性

1. OD 段

外加反向电压在较大范围内变化而反向电流很小且基本恒定, 称为二极管反向漏电流 I_R , 小功率硅二极管 I_R 约几微安, 锗二极管的 I_R 约几十微安到几百微安. I_R 的大小与二极管所处环境温度有关, I_R 随温度增加而增大, 这一段称“反向截止”区. 此时二极管对外电路呈现电阻很大. 二极管正、负极之间相当于断开.

2. D 点以后段

当反向电压增大到 D 点所对应数值时, 反向电流突然猛增, 这种现象称为反向击穿, 与 D 点所对应的电压称为反向击穿电压. 若反向击穿时电路中没有限流措施, 二极管将因反向电流过大而烧毁 PN 结, 使二极管永久性损坏.

从二极管伏安特性曲线分析可知二极管的电流电压关系呈非线性关系, 所以二极管属于非线性器件, 伏安特性各点所呈现电阻不一样. 正向特性中 BC 段各点电阻大远小于反向特性 OD 段各点电阻.

1.1.3 二极管使用的相关技能及常识

学一学

一、会判别二极管正极、负极

1. 从二极管外观判别

(1) 从二极管外壳上印有的电路符号来识别二极管的正极、负极.

(2) 二极管外壳一端印有色环 (或色点) 表示负极.

(3) 二极管外壳一端制成螺栓表示正极.

图 1-1-10 给出几种常见二极管引出端正负极的判别.

2. 用万用表测二极管正向电阻来判别

将指针式万用表置于“ $R \times 1 K$ ”档, 测其电阻时, 若测得电阻约为几百欧至几千欧时, 则



图 1-1-10 几种常见二极管的引出端