

高职高专电子信息类课改教材

模拟电子技术

主 编 闵卫锋



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

高职高专电子信息类课改教材

教材内容

模拟电子技术

主 编 闵卫锋

副主编 冯春卫 姜育生 王 涛

主 审 马安良

模拟电子技术

本书可作为高职高专院校电子信息类专业及相关专业的教材，也可供从事电子技术工作的工程技术人员参考。



在编委名单中

主编 闵卫锋
副主编 冯春卫 姜育生 王涛
主审 马安良

（1999）第91号

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书是基于工作过程和项目式教学的理念并结合仿真软件平台编写而成的。全书共六个项目,内容包括小信号放大电路、信号运算和处理电路、负反馈放大电路、振荡电路、功率放大电路和直流稳压电源。在每个项目任务中,以仿真软件 Proteus 或 Multisim 作为辅助教学平台,让学生在自主完成相关技能训练的过程中总结出相应的结论,同时,再配合适度的相关知识讲解,从而激发学生自主学习的积极性。

本书可作为高职高专院校电子、通信、计算机、机电、自动化等相关专业的模拟电子技术教材,也可供相关电子技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

模拟电子技术/闵卫锋主编. —西安:西安电子科技大学出版社,2019.1
ISBN 978-7-5606-5157-6

I. ① 模… II. ① 闵… III. ① 模拟电路—电子技术 IV. ① TN710.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 280661 号

策划编辑 秦志峰

责任编辑 武翠琴 秦志峰

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfxb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西利达印务有限责任公司

版 次 2019年1月第1版 2019年1月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印张 12.375

字 数 289千字

印 数 1~3000册

定 价 30.00元

ISBN 978-7-5606-5157-6/TN

XDUP 5459001-1

*** 如有印装问题可调换 ***

前 言

本书是根据教育部制定的高等职业教育培养目标和有关文件精神以及模拟电子技术课程教学的基本要求，并结合虚拟仿真软件平台 Proteus 和 Multisim 编写的。编写时，既考虑到要使学生获得必要的基础理论和基本技能，也充分考虑到高职学生的实际情况。在编写过程中，始终坚持理论知识以够用为度，加强应用，以学生为中心，设计工作任务、技能训练等环节，让学生在实际行动手做的过程中掌握必备的知识和技能。

全书共六个项目，内容包括小信号放大电路、信号运算和处理电路、负反馈放大电路、振荡电路、功率放大电路和直流稳压电源。本书以仿真软件作为辅助教学平台，让学生在自主完成相关技能训练的过程中总结出相应的结论。

本书具体编写分工如下：杨凌职业技术学院闵卫锋编写项目 1 和项目 2，并负责全书的统稿和定稿；杨凌职业技术学院冯春卫编写项目 3 和项目 4；陕西工业职业技术学院王涛编写项目 5；陕西省电子科技职业技术学院姜育生编写项目 6。杨凌职业技术学院马安良对本书进行了审读。

由于编者水平有限，统稿时间仓促，书中不妥之处在所难免，恳请读者给予批评指正(邮箱：ya1000z@sohu.com)，以便修订时改正。

编 者

2018 年 4 月

目 录

项目 1 小信号放大电路	1
【任务 1.1】 二极管的特性测试及应用	1
1.1.1 二极管的特性测试	1
1.1.2 二极管的检测	14
1.1.3 二极管的应用	18
思考练习题	24
【任务 1.2】 三极管的特性测试及检测	26
1.2.1 三极管的特性测试	27
1.2.2 三极管的检测	34
思考练习题	38
【任务 1.3】 三极管放大电路的测试及应用	39
1.3.1 基本放大电路工作状态	39
1.3.2 小信号放大电路测试	57
1.3.3 多级放大电路	66
思考练习题	69
项目 1 小结	72
项目 2 信号运算和处理电路	73
【任务 2.1】 直接耦合放大器与差分放大电路	73
2.1.1 直接耦合放大器	73
2.1.2 差分放大电路	75
思考练习题	77
【任务 2.2】 集成运放的种类、选择和使用	78
2.2.1 集成运算放大器概述	78
2.2.2 集成运放种类	82
2.2.3 集成运放的选择和使用	83
思考练习题	84

【任务 2.3】 集成运放的应用	84
2.3.1 集成运放应用基础	84
2.3.2 基本运算电路	87
2.3.3 电压比较器	97
思考练习题	101
项目 2 小结	104
项目 3 负反馈放大电路	105
【任务 3.1】 反馈的类型及判断	105
3.1.1 反馈的基本概念	105
3.1.2 反馈的类型	107
3.1.3 反馈的判断方法及实例	108
思考练习题	114
【任务 3.2】 负反馈放大电路基本性能测试	115
3.2.1 负反馈降低了放大倍数	115
3.2.2 负反馈提高了放大倍数的稳定性	116
3.2.3 负反馈减小了非线性失真并可抑制反馈环内噪声和干扰	116
3.2.4 负反馈展宽了通频带	117
3.2.5 负反馈改变了输入电阻和输出电阻	118
思考练习题	121
【任务 3.3】 负反馈在实际工程中的应用	123
3.3.1 深度负反馈放大电路的分析计算	123
3.3.2 工程应用中如何引入负反馈	126
思考练习题	127
项目 3 小结	128
项目 4 振荡电路	129
【任务 4.1】 正弦波振荡器与非正弦波振荡器	129
4.1.1 振荡器概述	129
4.1.2 正弦波振荡器	131
4.1.3 非正弦波振荡器	136
思考练习题	141
【任务 4.2】 石英晶体振荡器及其应用	142
4.2.1 石英晶体振荡器概述	142

4.2.2 并联型石英晶体振荡器	144
4.2.3 串联型石英晶体振荡器	144
思考练习题	145
【任务 4.3】 集成函数发生器 ICL8038	145
4.3.1 ICL8038 集成电路的结构及管脚排列	146
4.3.2 ICL8038 集成多功能信号发生器的特点	147
4.3.3 ICL8038 集成多功能信号发生器的应用	148
思考练习题	149
项目 4 小结	149
项目 5 功率放大电路	151
【任务 5.1】 功率放大器	151
5.1.1 功率放大电路的特点和分类	151
5.1.2 互补对称功率放大电路	154
思考练习题	160
【任务 5.2】 集成功率放大器及其应用	161
5.2.1 集成功率放大器介绍	161
5.2.2 应用集成功率放大器应注意的问题	165
思考练习题	166
项目 5 小结	166
项目 6 直流稳压电源	167
【任务 6.1】 直流稳压电源的测试	167
6.1.1 直流稳压电源的组成	167
6.1.2 整流电路	171
6.1.3 滤波电路	175
6.1.4 稳压电路	178
6.1.5 集成稳压器	182
思考练习题	185
【任务 6.2】 开关电源的认识和使用	186
6.2.1 开关电源的认识	186
6.2.2 开关电源的使用	187
思考练习题	188
项目 6 小结	189
参考文献	190

项目1 小信号放大电路

【学习目标】

- 了解半导体基本知识，熟知二极管的结构和特性。
- 熟悉三极管的结构、符号，熟知其基本特性。
- 熟知小信号放大电路的基本概念、分析方法。
- 学会面包板、万用表的基本使用。

【技能目标】

- 能够正确识别和检测二极管、三极管。
- 学会二极管的基本应用。
- 能够分析小信号放大电路。
- 能够借助半导体器件手册查阅其主要参数。

【任务1.1】 二极管的特性测试及应用

【任务目标】

- 了解二极管的结构，熟识二极管的符号，熟知二极管的特性。
- 掌握万用表的使用方法，学会二极管的测试方法。
- 正确识别、检测、使用二极管。

【工作任务】

- 面包板、万用表的基本使用。
- 二极管的测试、使用和识别。

1.1.1 二极管的特性测试

一、面包板的使用

面包板也称万用线路板或集成电路实验板，由于板子上有很多小插孔，很像面包中的小孔，故常称为面包板。

图1.1.1(a)、(b)所示分别为面包板的正、反面。整板使用热固性酚醛树脂制造，板底部镶有金属条，在板上对应位置打孔使得元器件插入孔中时能够与金属条接触，从而达到导电目的。一般将每5个孔板用一条金属条连接。板子中央一般有一条凹槽，这是针对需要用集成电路芯片的试验而设计的。板子上、下两侧各有一条或两条插孔，也是5个一组，这两组插孔用于给板子上的元器件提供电源和地线。可见，面包板是专为电子电路的无焊接实验设计而制造的。

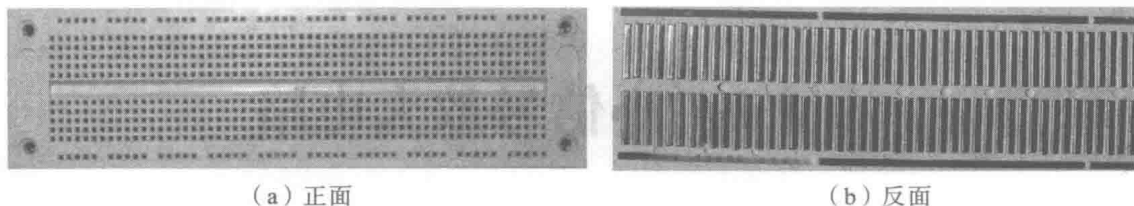


图 1.1.1 面包板

技能训练——面包板和万用表的熟练使用

测试电路图如图 1.1.2(a)所示,其中 E 所示的直流 5 V 电压源可选用实验室的直流稳压电源,小灯泡 X_1 可选用 2.5 V 小灯泡。

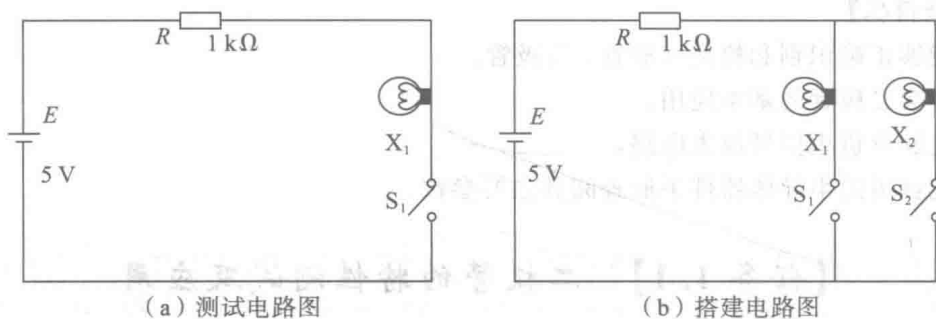


图 1.1.2 面包板搭建电路

训练步骤如下:

- (1) 在面包板上或在仿真软件(Multisim、Proteus)中按照图 1.1.2(a)所示搭建电路,闭合开关 S_1 ,观测小灯泡是否点亮。若未点亮,则利用万用表查找原因,直至小灯泡点亮。
- (2) 按照图 1.1.2(b)所示在面包板上或在仿真软件中搭建好电路,闭合开关 S_1 和 S_2 ,观测在 S_1 和 S_2 同时闭合和分别闭合时小灯泡 X_1 和 X_2 的亮度。
- (3) 在图 1.1.2(b)所示 X_1 和 X_2 所在支路分别串入直流电流表,或用间接法测试、计算并记录此时电路的电流 $I_1 = \underline{\hspace{2cm}}$, $I_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

上述训练过程中,电子元器件可根据需要随意插入或拔出,免去了焊接,节省了电路的组装时间,而且元件可以重复使用,所以非常适合电子电路的组装、调试和训练。

熟练掌握面包板的使用方法是提高实验效率、减少实验故障出现概率的重要基础之一。

知识拓展

万用表是电气人员的基本工具,使用它判断某一线路的通断也是一项基本技能。

对于指针式万用表,如图 1.1.3 所示,将表笔正确插入万用表,挡位调至欧姆(Ω)乘 1 挡,然后将黑、红表笔短接,左右旋转调零旋钮,使指针指向最右面的零处之后,再把两只表笔任意接在待测电路两端,表针指向零(最右端)表示电路导通,表针指向无穷大(最左端)则表示电路不通。

对于数字式万用表，将表笔正确插入万用表，按下图 1.1.4 所示万用表的“power”按钮(即电源键)，将中间的大旋钮调至如图 1.1.4 所示的通断挡位，将红笔和黑笔短接，此时应当能听到蜂鸣声。如果没有蜂鸣声，首先检查表笔是否插好，挡位是否正确。确认无误后可按下“hold”键切换，直至表笔接触能听到蜂鸣声。将红笔和黑笔分别与线路的两端导线接触，若听到蜂鸣声则可判断线路是导通的，否则是不通的。判断线路通断时要注意确保表笔与导线良好接触，否则容易误判。



图 1.1.3 指针式万用表

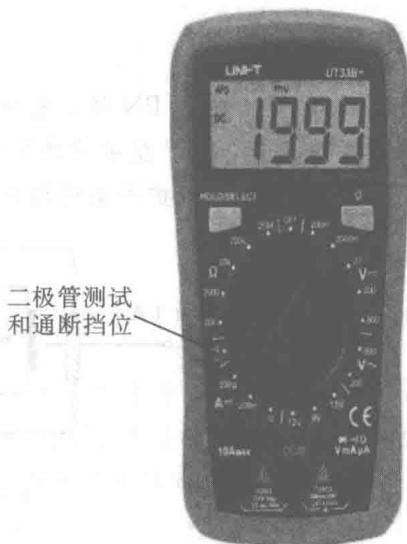


图 1.1.4 数字式万用表

二、二极管的识别

常见二极管的实物图如图 1.1.5 所示。为了使电路分析方便，常用图 1.1.5 最右边所示的符号来表示二极管，符号中的三角箭头代表了二极管正向导通时工作电流的方向。



图 1.1.5 二极管实物图及符号

技能训练——二极管的识别和初测

训练步骤如下：

(1) 利用目测法分别观测 1N4007 和 LED 的外形，试判断其正、负极的标注规则。

(2) 用数字式万用表的欧姆挡(20 kΩ)测试 1N4007 正、反两个方向的电阻值并记录其阻值， $R_{正} = \underline{\hspace{2cm}}$ ， $R_{反} = \underline{\hspace{2cm}}$ ；用数字式万用表的欧姆挡(20 kΩ)测试红色 LED 正、反两个方向的电阻值并记录其阻值， $R_{正} = \underline{\hspace{2cm}}$ ， $R_{反} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

(3) 用指针式万用表的欧姆挡(1 kΩ)测试 1N4007 正、反两个方向的电阻值并记录其阻值, $R_{正} = \underline{\hspace{2cm}}$, $R_{反} = \underline{\hspace{2cm}}$; 用指针式万用表的欧姆挡(1 kΩ)测试红色 LED 正、反两个方向的电阻值并记录其阻值, $R_{正} = \underline{\hspace{2cm}}$, $R_{反} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

结论: 普通二极管标注的是其 (正/负)极, LED 标注的是其 (正/负)极; 正、反两次测试中, 阻值较小的一次数字表的红表笔接触的是二极管或 LED 的 (正/负)极, 指针表的红表笔接触的是二极管或 LED 的 (正/负)极。

相关知识

二极管(Diode)是由一个 PN 结、电极引线以及外壳封装构成的两端电子器件。二极管经过特殊的焊接工艺, 由 P 型半导体引出正极或阳极(Anode), 由 N 型半导体引出负极或阴极(Cathode), 再加上保护外壳而构成。二极管结构如图 1.1.6 所示。

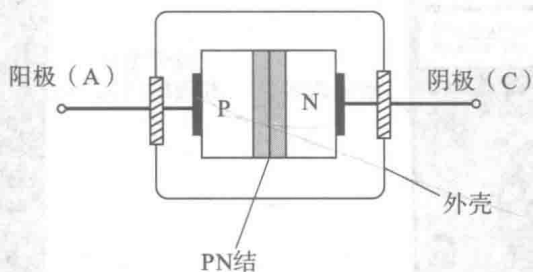


图 1.1.6 二极管结构示意图

二极管的种类较多, 按制作二极管的半导体材料可分为硅(Si)二极管和锗(Ge)二极管。在未说明情况下, 通常使用的均默认为硅材料二极管。

二极管按结构可分为点接触型和面接触型。点接触型二极管的工作频率高, 不能承受较高的电压和通过较大的电流, 多用于检波、小电流整流或高频开关电路, 其结构图如图 1.1.7(a)所示。面接触型二极管的工作电流和能承受的功率都较大, 但适用的频率较低, 多用于整流、稳压、低频开关电路等方面, 其结构图如图 1.1.7(b)所示。

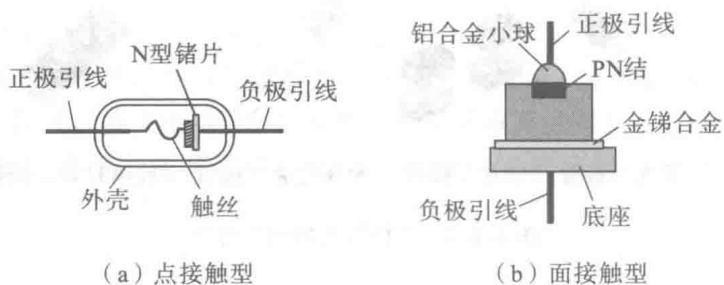


图 1.1.7 二极管点、面结构示意图

二极管按用途可分为稳压二极管、整流二极管、检波二极管、开关二极管、发光二极管、光电二极管等。

二极管的正负电极可以通过目测来判断。对于普通二极管(如常用的 1N 系列), 标有银色色环的一端为二极管负极, 另一端为其正极, 如图 1.1.8 所示。对于发光二极管(LED), 引脚长的为正极, 短的为负极。如果引脚被剪得一样长了, 发光二极管管体内部

金属极较小的是正极,大的片状的是负极,如图 1.1.9 所示。倘若标识已看不清,还可以借助万用表来检测二极管的正负极。

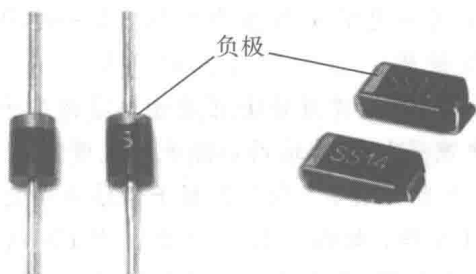


图 1.1.8 普通二极管电极标识

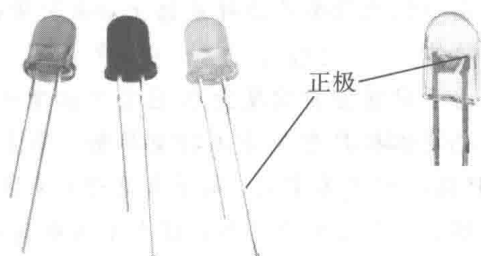


图 1.1.9 LED 电极标识



知识拓展

1. 半导体的导电特性

自然界的物质,按其导电能力可分为导体、绝缘体和半导体。导体的导电性能很好,如金、银、铜等。绝缘体的导电性能很差,如塑料、云母、陶瓷等。半导体的导电性能介于导体和绝缘体之间。常用的半导体材料有硅、锗、硒和砷化镓等。

半导体之所以得到广泛应用,并不是因为它具有一定的导电能力,而是因为它具有以下导电特性:

(1) 热敏性。半导体对温度很敏感,电阻率随温度升高而减小,即呈负温度系数特性。利用半导体的热敏特性,可制造热敏元件(如彩色电视机中的消磁电阻)。

(2) 光敏性。半导体对光照也很敏感,其电阻率随光照而变化。利用半导体的光敏性,可制造光敏元件。

(3) 可掺杂性。半导体的电阻率随掺入微量杂质的不同而发生显著变化。利用这一特性,通过工艺手段,可以制造出各种性能和用途的半导体器件。

除以上三个主要特性之外,压力、磁场、电场以及不同气体,都对半导体的导电性能有影响。利用这些特性,可以制成各种半导体器件,如热敏、光敏、磁敏、压敏、气敏等器件,广泛应用于电子技术的各个领域。

2. PN 结及其导电特性

1) P 型半导体和 N 型半导体

纯净的半导体叫本征半导体。常温下,本征半导体中载流子(带负电的自由电子和带正电的空穴)的浓度很低,其导电能力很弱。但是如果选择地加入某些其他元素(称为杂质),就会使它的导电能力大大增强,这样的半导体称为杂质半导体。杂质半导体有 P 型半导体和 N 型半导体两类。

如果在半导体硅、锗中掺入微量三价元素(硼),就会产生大量空穴。半导体中的多数载流子是空穴,少数载流子是自由电子。这种半导体主要是带正电的空穴参与导电,所以称其为空穴型半导体,或 P 型半导体。

在半导体硅、锗中掺入微量五价元素(磷、砷),将会使自由电子大量增加。自由电子

成为多数载流子而空穴是少数载流子。半导体主要依靠自由电子导电，这种半导体称为电子型半导体，或N型半导体。

2) PN结的形成

在一块本征半导体硅或锗上，采用掺杂工艺，使一边形成N型半导体，另一边形成P型半导体。

由于P区空穴浓度比N区空穴浓度大，N区自由电子浓度比P区自由电子浓度大，在N型半导体和P型半导体的交界面，产生多数载流子的扩散运动，由于载流子的扩散运动，P区一侧失去空穴，剩下负离子；N区一侧失去自由电子，剩下正离子。结果在交界面附近形成一个空间电荷区，这个空间电荷区就是PN结，如图1.1.10所示。在PN结内产生一个方向由N区指向P区的内电场，这个内电场使PN结的宽度不变。

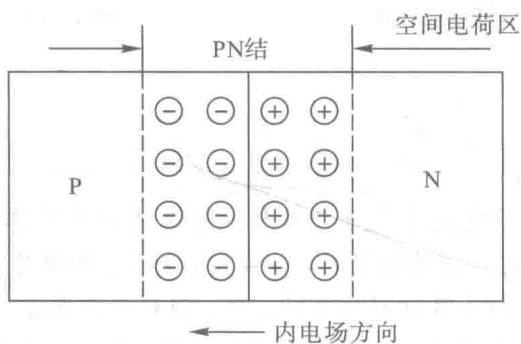


图 1.1.10 PN结的形成

三、二极管特性测试

技能训练——二极管的单向导电性

测试电路如图1.1.11所示，其中二极管 V_D 为1N4007，电阻 R 为 $1\text{ k}\Omega$ 。

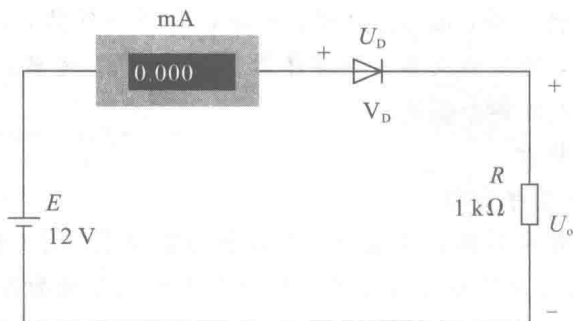


图 1.1.11 二极管单向导电性测试

测试步骤如下：

- (1) 按图1.1.11所示在面包板上或在仿真软件(Multisim、Proteus)中正确搭建电路。
- (2) 在输入端接入12V直流电压，即此时二极管两端所加的电压为正向电压，测量输出电压和电流的大小，并记录： $U_o = \underline{\hspace{2cm}}\text{ V}$ ， $I = \underline{\hspace{2cm}}\text{ mA}$ ， $U_D = \underline{\hspace{2cm}}\text{ V}$ 。

结论：当二极管两端所加电压为正向电压时，二极管将_____（导通/截止）。

(3) 保持步骤(2)，将二极管反接，即此时二极管两端所加的电压为反向电压，测量输出电压和电流的大小，并记录： $U_D =$ _____ V， $I =$ _____ mA， $U_D =$ _____ V。

结论：当二极管两端所加电压为反向电压时，二极管将_____（导通/截止）。

(4) 用万用表直接测量二极管的正、反向电阻，比较大小并记录：正向电阻 = _____ Ω ，反向电阻 = _____ Ω 。

结论：二极管_____（具有/不具有）单向导电性，且正向导通时管压降为 _____ V。



知识拓展

所谓PN结的单向导电性，就是当PN结外加正向电压时，有较大电流通过PN结，而且通过的电流随外加电压的升高而迅速增大；而当PN结外加反向电压时，通过PN结的电流非常微小，而且电流几乎不随外加电压的增加而变化。

1. PN结的正向导通特性

当PN结外加正向电压，即把电源正极接P区，电源负极接N区时，称PN结为正向偏置，简称正偏。这时外电场与内电场方向相反，PN结变窄，N区的多数载流子自由电子和P区的多数载流子空穴进行扩散运动，在回路中形成较大的正向电流 I_F ，PN结正向导通，呈低阻状态，如图 1.1.12(a)所示。

2. PN结的反向截止特性

当PN结外加反向电压，即把电源正极接N区，电源负极接P区时，称PN结为反向偏置，简称反偏。这时外电场与内电场方向相同，PN结变宽，多数载流子扩散受阻，N区的少数载流子空穴和P区的少数载流子自由电子在回路中形成非常小的反向电流 I_R ，PN结反向截止，呈高阻状态，如图 1.1.12(b)所示。

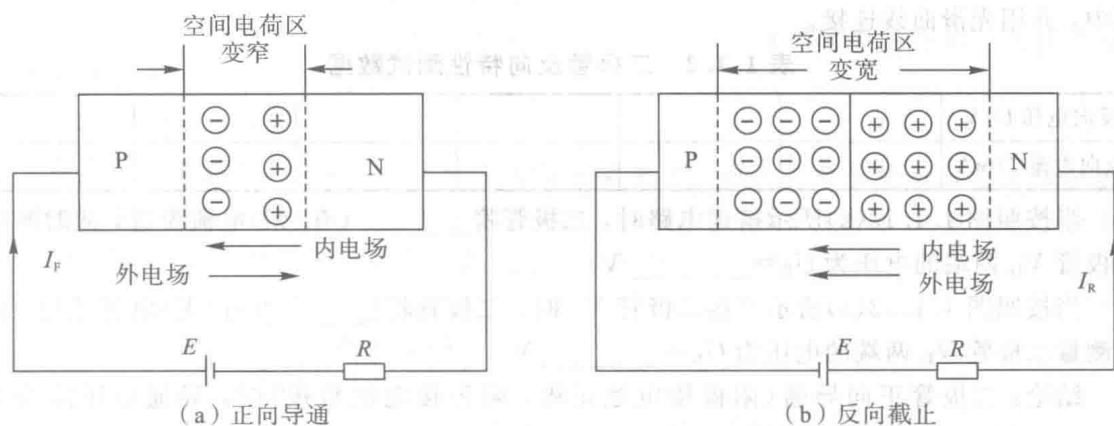
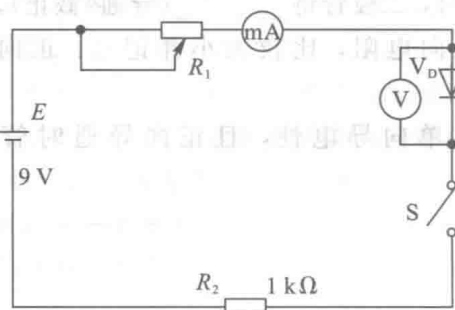


图 1.1.12 PN结的单向导电性

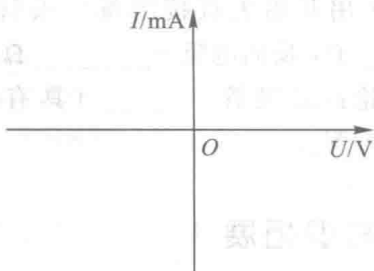
综上所述，PN结外加正向电压时，PN结的正向电阻小，正向电流 I_F 较大，PN结外加反向电压时，PN结的反向电阻很大，反向电流 I_R 很小，即PN结具有单向导电性。

技能训练——二极管的伏安特性

测试电路图如图 1.1.13(a)所示,其中电位器 R_1 的阻值为 $10\text{ k}\Omega$ 。



(a) 测试电路图



(b) 伏安特性

图 1.1.13 二极管的伏安特性测试

训练步骤如下:

(1) 在面包板上或在仿真软件(Multisim、Proteus)中按照图 1.1.13(a)所示搭建电路,闭合开关 S,改变电位器 R_1 的阻值,同时测出不少于 5 组电流表和电压表的值,并把测量的数据记录在表 1.1.1 中。采用描点法,把记录的数据绘制在图 1.1.13(b)所示的坐标中,并用光滑曲线连接。

表 1.1.1 二极管正向特性测试数据

正向电压 U/V					
正向电流 I/mA					

(2) 把二极管反接,闭合开关 S,改变电位器 R_1 的阻值,并把测量的数据记录在表 1.1.2 中,把记录的数据采用描点法,将对应的电压、电流值绘制在图 1.1.13(b)所示的坐标中,并用光滑曲线连接。

表 1.1.2 二极管反向特性测试数据

反向电压 U/V					
反向电流 I/mA					

当按照图 1.1.13(a)所示搭建电路时,二极管将_____ (有/无)电流流过,此时测量二极管 V_D 两端的电压为 $U_D =$ _____ V;

当按照图 1.1.13(a)所示反接二极管 V_D 时,二极管将_____ (有/无)电流流过,此时测量二极管 V_D 两端的电压为 $U_D =$ _____ V。

结论:二极管正向导通(阳极接电池正极,阴极接电池负极)时,导通电压降约为_____ V。



相关知识

二极管的伏安特性是指通过二极管的电流与其两端电压之间的关系。二极管的伏安特性可以用图 1.1.13(a)所示电路测定。改变电位器 R_1 ,从电压表和电流表上可以读出二极管两端的

电压和流过的电流值，每改变一次电位器的阻值，就可以读出一组电压、电流值，把若干组数值绘制在 $I-U$ 直角坐标系中，就得到硅二极管的伏安特性曲线，如图 1.1.14 所示。

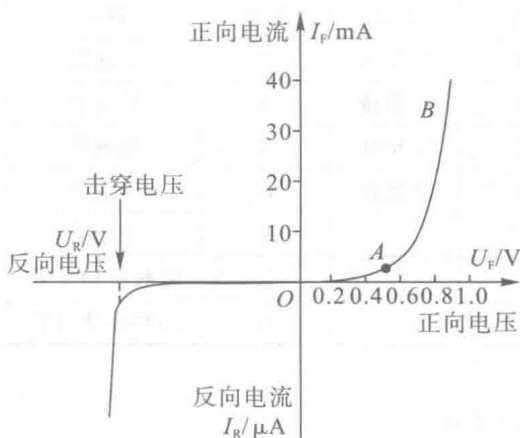


图 1.1.14 二极管的伏安特性

1. 正向特性

在正向特性曲线的 OA 段，由于正向电压较小，正向电流很小，故称为死区。通常将 A 点对应的电压称为死区电压或阈值电压 U_{th} 。硅管的死区电压约为 0.5 V ，锗管约为 0.1 V 。

在正向电压超过死区电压后，正向电流迅速增大，二极管正向电阻变小，二极管导通。如图 1.1.14 所示的 AB 段，二极管导通后二极管两端的电压变化很小，基本上是个常数，称为二极管的导通压降或导通电压 U_{on} 。通常硅管的导通压降约为 0.7 V ，锗管约为 0.3 V 。

2. 反向特性

只需将图 1.1.13(a) 所示的直流电源反接，即在反向电压的作用下，反向电流极小，二极管反向截止。反向电流越小，说明二极管的反向电阻越大，反向截止性能越好。通常硅管约为几微安到几十微安，锗管可达几百微安。

当外加反向电压增大到一定值时，反向电流突然增大，二极管被反向击穿。这时所加的反向电压值称为反向击穿电压 U_{BR} 。

3. 二极管的命名规则

二极管的种类繁多，各类二极管用不同型号来表示。国产二极管的命名由五部分组成，其示意图如图 1.1.15 所示，其符号意义见表 1.1.3。如 2AX36 表示 N 型低频小功率锗二极管；2BK6 表示 P 型锗材料开关管；2CZ6 表示 N 型整流硅二极管。

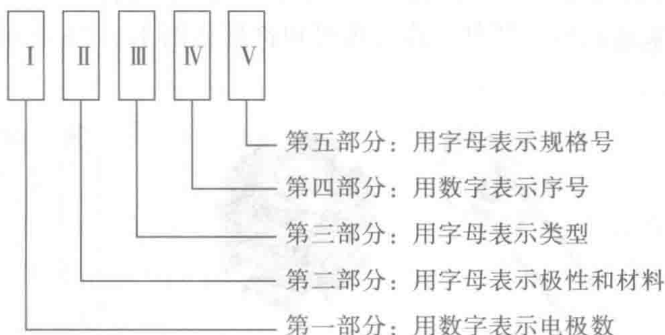


图 1.1.15 二极管的命名方法

表 1.1.3 二极管命名方法

第 I 部分		第 II 部分		第 III 部分		第 IV 部分	第 V 部分
符号	意义	符号	意义	符号	意义		
2	二极管	A	N 型锗	P	普通管	用数字表示同一类产品性能与参数数值的差别	用字母标识产品规格
		B	P 型锗	W	稳压管		
		C	N 型硅	Z	整流管		
		D	P 型硅	K	开关管		
				V	微波管		
				X	低频小功率管		
				G	高频小功率管		

4. 二极管的参数

(1) 最大平均整流电流 I_{FM} 。

I_{FM} 是指二极管长期工作时,允许通过的最大正向平均电流。它与PN结的面积、材料及散热条件有关。实际应用时,工作电流应小于 I_{FM} ,否则可能导致结温过高而烧毁PN结。

(2) 最高反向工作电压 U_{RM} 。

U_{RM} 是指二极管反向应用时,所允许加的最大反向电压。实际应用时,当反向电压增加到击穿电压 U_{BR} 时,二极管可能被击穿损坏,因而, U_{RM} 通常取为 $(1/2 \sim 2/3)U_{BR}$ 。

(3) 反向电流 I_R 。

I_R 是指二极管未被反向击穿时的反向电流。 I_R 愈小,表明二极管的单向导电性能愈好。另外, I_R 与温度密切相关,使用时应注意。

(4) 最高工作频率 f_M 。

f_M 是指二极管正常工作时,允许通过交流信号的最高频率。实际应用时,不要超过此值,否则二极管的单向导电性将显著退化。 f_M 的大小主要由二极管的电容效应来决定。

四、特殊二极管

发光二极管(Light Emitting Diode)简称LED,是一种能够将电能转化为可见光的固态半导体器件,在我们日常生活中随处可见,如LED显示屏、电源指示灯、交通信号灯、LED手电筒、家用照明灯等。LED改变了白炽灯钨丝发光与节能灯三基色粉发光的原理,而采用电场发光,被称为第四代照明光源或绿色光源,它具有节能、环保、寿命长、体积小等特点。随着国民经济的发展,LED的应用领域正在不断得到扩展。

LED是二极管家族的特殊器件,其实物图和符号如图1.1.16所示,一般引脚较长的一端为其正极。

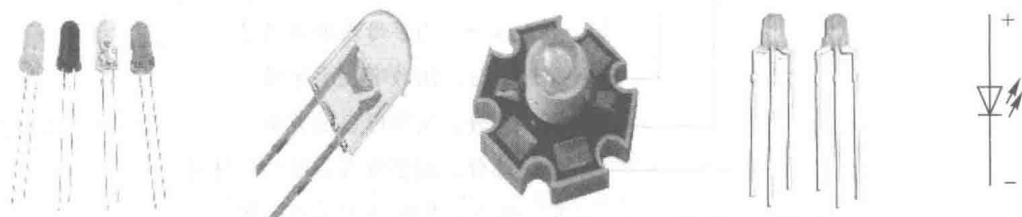


图 1.1.16 LED 实物图及其符号