

中等职业教育电类专业规划系列教材

电子技术基础学习点拨与练习

彭克发 林梅 主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

中等职业教育电类专业规划系列教材

电子技术基础学习点拨与练习

彭克发 林梅 主编
唐果南 主审



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

本书是中等职业教育电类专业规划教材《电子技术基础》的配套用书。本书包括上、下两篇。上篇为“模拟电路”，介绍了半导体二极管和整流滤波电路、半导体三极管和放大电路、负反馈放大器、调谐放大器与正弦波振荡器、直流放大器与集成运算放大器、功率放大器、直流稳压电源、无线电广播知识。下篇为“数字电路”，介绍了数字电路基础、组合逻辑电路、时序逻辑电路、数字电路在脉冲电路中的应用、D/A 和 A/D 转换技术等知识的学习方法和技巧。该书编排上以章为单元，每章包括学习要求、知识要点、解题范例、练习题和自我检测题。写作上力求突出基本概念、基本原理和分析方法，引导学生抓住重点、突破难点，注重培养学生分析问题和解决问题的能力。

本书既可作为中等职业学校电类专业教学用书，也可作为在就业岗位培训教材，还可作为相关专业人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术基础学习点拨与练习/彭克发,林梅主编. —北京:中国电力出版社,2007

(中等职业教育电类专业规划系列教材)

ISBN 978 - 7 - 5083 - 5618 - 1

I. 电… II. ①彭… ②林… III. 电子技术 - 专业学校 - 教学参考资料 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 069712 号

中国电力出版社出版发行

北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>

策划:周娟 责任编辑:吕允英 责任印制:陈焊彬 责任校对:付珊珊

北京铁成印刷厂印刷·各地新华书店经售

2007 年 8 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm × 1092mm 1/16 · 9 印张 · 222 千字

定价:16.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

本社购书热线电话(010 - 88386685)

考试要求

要点分析

学法指导

技能指南

典例剖析

基础训练

自我检查

前 言

根据 2006 年全国职业教育工作会议精神和电类专业教学大纲要求,我们组织在教学一线上工作多年、具有丰富教学经验的老师们编写了这套中等职业教育电类专业系列教材。本系列教材在知识、技能要求的深度和广度上,以国家技能鉴定中心颁发的相关专业中级技能鉴定要求为依据,突出这部分知识的掌握和专业技能的训练,力求使学生在获取毕业证的同时,又能取得本专业的初、中级技术等级证书。

本书包括上、下两篇。上篇为“模拟电路”,介绍了半导体二极管和整流滤波电路、半导体三极管和放大电路、负反馈放大器、调谐放大器与正弦波振荡器、直流放大器与集成运算放大器、功率放大器、直流稳压电源、无线电广播知识。下篇为“数字电路”,介绍了数字电路基础、组合逻辑电路、时序逻辑电路、数字电路在脉冲电路中的应用、D/A 和 A/D 转换技术等知识的学习方法和技巧。该书编排上以章为单元,每章包括学习要求、知识要点、解题范例、练习题和自我检测题。写作上力求突出基本概念、基本原理和分析方法,引导学生抓住重点、突破难点,注重培养学生分析问题和解决问题的能力。

本书由重庆市垫江县职业教育中心研究员彭克发和重庆解放军后勤工程学院讲师林梅任主编,重庆市第 18 中学彭丽娟老师、重庆垫江第一职业中学杨清德老师和重庆奉节袁梁职中陈家阳老师任副主编,参加本书编写的还有西南大学张元平老师、重庆文理学院许思康老师、垫江职业教育中心曹光华和况建平老师、重庆市江南职业学校林红老师、重庆工商学校杨洪江老师、重庆工艺美术学校先力老师、重庆綦江县职业高级中学梅福莲老师、重庆铜梁县职业高级中学童光发老师、重庆市彭水郁山职业中学李小林老师、重庆荣昌职教中心郭建老师。全书由彭克发制定编写大纲并负责编写组织及统稿和编审工作。

本书在编写过程中得到重庆工商学校、重庆垫江职业教育中心、重庆梁平职业教育中心、重庆市第二财贸学校、重庆工艺美术学校、重庆荣昌职业教育中心、重庆铜梁职业高级中学、重庆江南职业学校、重庆綦江职业高级中学、重庆忠县马灌职中、重庆忠县新生职业中学、重庆石柱一职中、重庆垫江一职中、重庆第 18 中学、重庆电子工程职业学院、重庆黔江民族职教中心、重庆市彭水郁山职业中学等单位领导的大力支持和指导,使该教材得以顺利完成。同时,本书在交稿以前,特别请重庆教育科学研究院特级教师、研究员唐果南对本书进行了认真细致地审阅,并提出了许多修改意见。在此一并致以诚挚的谢意!

由于作者水平有限,加之时间仓促,在编写本书中难免存在不足之处,恳请读者多提宝贵意见,以便进一步修改。

编 者

目 录

前言

引言.....	1
---------	---

第一篇 模 拟 电 路

第一章 半导体二极管和整流滤波电路.....	3
学习要求.....	3
知识要点.....	3
解题范例	10
练习题	13
自我检测题	14
第二章 半导体三极管和放大器	17
学习要求	17
知识要点	17
解题范例	27
练习题	30
自我检测题	32
第三章 负反馈放大器	34
学习要求	34
知识要点	34
解题范例	38
练习题	40
自我检测题	43
第四章 调谐放大器与正弦波振荡器	46
学习要求	46
知识要点	46
解题范例	49
练习题	51
自我检测题	53
第五章 直流放大器与集成运算放大器	57
学习要求	57
知识要点	57
解题范例	59
练习题	60
自我检测题	62

第六章 功率放大器	65
学习要求	65
知识要点	65
解题范例	66
练习题	66
自我检测题	68
第七章 直流稳压电源	70
学习要求	70
知识要点	70
解题范例	71
练习题	72
自我检测题	74
第八章 无线电广播基本知识	76
学习要求	76
知识要点	76
练习题	77
自我检测题	78

第二篇 数 字 电 路

第九章 数字电路基础	81
学习要求	81
知识要点	81
解题范例	82
练习题	84
自我检测题	86
第十章 组合逻辑电路	89
学习要求	89
知识要点	89
解题范例	92
练习题	93
自我检测题	95
第十一章 时序逻辑电路	98
学习要求	98
知识要点	98
解题范例	101
练习题	101
自我检测题	103
第十二章 数字电路在脉冲电路中的应用	105
学习要求	105

知识要点.....	105
解题范例.....	106
练习题.....	106
自我检测题.....	108
第十三章 数/模和模/数转换技术	111
学习要求.....	111
知识要点.....	111
解题范例.....	112
练习题.....	112
自我检测题.....	114
电子技术基础学习点拨与练习参考答案	116

引 言

一、本课程的特点

本课程是一门发展速度极快、应用范围较广、实践性又很强的技术基础课。与其他理论课程相比,它更侧重于理论联系实际,因而在基本概念和处理方法等方面,有着比较显著的特点:

1. 陌生概念多

(1) 非线性器件。所用主要器件无论是二极管、三极管、场效应晶体管,还是集成电路,都是非线性器件。

(2) 受控源。电子电路中除独立电源外,主要用的是非独立的受控源。

(3) 交直流共存。电子电路中,交直流并非独立,而是共存于同一电路之中,二者既相互区别,又相互联系,共同作用的结果使电路完成各种功能。

(4) 负反馈。实际电子电路中,无不带有这样或那样的负反馈,以使放大电路的性能得以改进。所以,信号的传输并非单向化,而是双向的。

以上这些主要概念,既是电子电路中的基本概念,又是其重点和难点。而这些也给电路的分析和处理带来了一定程度的复杂性和困难性。

2. 分析方法多

(1) 近似估算法。由于电子器件的离散性、电路中各种寄生因素的影响及有限的稳定性,常常使问题变得十分复杂,任何严格的数学计算都不可能得到与实际情况完全相等的精确结果。为了方便地分析处理问题,且又比较接近实际,经常采用“抓住主要矛盾,忽略相对次要因素”的近似估算法。

(2) 微变等效电路法。由于半导体器件的非线性特征,使得电路的分析计算难度增加,为简便计算,常采用“转化矛盾性质”的微变等效电路法,即在局部条件下,将非线性器件转化为线性电路的处理方法。

(3) 图解法。为了直观形象地分析全局,确定工作状态或研究变化趋势,又常常采用图解法,这也是分析非线性电路的一种有效方法。

总之,由于器件的非线性、离散性、电路的复杂性、不稳定性等,单纯的理论分析和定量计算不能完全解决问题,而最终解决问题的关键是通过实验,反复调整。所以这门课程总的分析方法常采用“定性分析,定量估算,实验调整”。

3. 电路形式多

从电路组态来说,有共射极(共源极)、共基极(共栅极)和共集电路(共漏极);从放大对象来说,有电流放大、电压放大和功率放大电路;从放大信号的性质来说,有直流放大和交流放大电路;从放大信号的频率范围来说,有低频放大和低频放大电路;从电路的耦合方式来说,有阻容耦合、变压器耦合和直接耦合电路;从电路的功能来说,有放大器、振荡器、整流器、稳压器、选频器、运算器等。这众多形式的电路,要求不同,性能不同,使用场合也不同。

二、研究的主要内容

1. 半导体器件 内容包括

晶体二极管、三极管、场效应晶体管及集成电路的结构、性能和主要参数。

2. 基本放大电路

以共射极放大电路为核心,介绍了基本放大电路的组成、放大原理、静态工作点的设置和稳定、各动态指标、频率特性的分析计算等,重点讨论了放大电路的3种基本分析方法。

3. 放大电路中的负反馈

主要讨论反馈类型、极性、负反馈对放大器性能的影响及负反馈放大电路的分析方法。

4. 常用放大器

除重点介绍电压放大器外,还介绍了正弦波振荡器、功率放大器、整流稳压器、直流放大器及集成运算放大器等的电路组成、工作原理和性能指标。

5. 系统

简要介绍了无线电广播与收音机、电视机的基本工作原理。

6. 介绍了数字脉冲电路基础(即数制、门电路、组合逻辑电路、触发器、时序电路等)

三、学习方法建议

1. 抓基本概念

弄清基本概念是学好本课程的关键。要首先学会利用基本概念如非线性器件、受控源、交直流共存、负反馈等进行定性的分析,这是进行定量估算和实验调整的前提。

2. 抓基本单元电路

主要抓共射极放大电路的组成,工作原理及静、动态指标的分析和计算,其他方式的电路用对比法,找出区别和特点即可解决。

3. 抓基本分析方法

主要抓放大电路的3种基本分析方法——近似估算法、图解法和微变等效电路法。

4. 抓规律、抓思路、抓内在联系

面对众多的电路,各方面的问题,要善于归纳总结,从中找出规律和内在联系。对于每一章节,要抓提出的问题,存在的矛盾,解决的办法,改进的途径等,在脑子里形成一条清晰的主线,才能举一反三,触类旁通。

5. 抓典型电路

主要抓常用的电压放大电路、功率放大电路、负反馈放大电路、振荡电路、运算放大电路及整流稳压电路等。

6. 抓理论联系实际

主要是抓实验。实验在本课程中有着特殊重要的地位,既能巩固所学理论,丰富拓宽知识面,又能培养解决实际问题的能力。

7. 抓课后练习

做好习题作业是学好这门功课必不可少的重要环节,对于巩固概念、启发思维、熟练运算、暴露学习中存在的问题等是极其重要的。

第一篇 模 拟 电 路

第一章 半导体二极管和整流滤波电路

半导体器件是构成电子电路的核心元件,各种电路的性能指标均与其所使用的半导体器件的特性密切相关。因此,无论是学习模拟电路还是学习数字电路,都必须对半导体器件有一定的了解。

✎ 学习要求

1. 熟悉半导体的导电特性和 PN 结的形成及其特点。
2. 了解半导体二极管的基本结构。
3. 掌握半导体二极管的伏安特性和主要参数。
4. 理解电容滤波、RC 滤波电路及原理。
5. 掌握单相半波整流、单相桥式整流电路。
6. 掌握稳压二极管外特性、主要参数。
7. 掌握识别二极管并用万用表判别二极管好坏的方法。

✎ 知识要点

半导体二极管又称晶体二极管,它是由两种不同的半导体(P 型和 N 型半导体)所形成的一个 PN 结组成。半导体二极管的主要作用有整流、稳压等。

电子设备中所用的电源,大多是直流电源,而电网供给的都是交流电,因此需要把交流电变换成直流电。变换的方法是把交流电变成单向的脉动直流,再用滤波电路滤掉其中的交流分量。由半导体二极管组成的整流滤波电路是二极管在电子线路中的一个重要应用。

本章主要学习半导体二极管和二极管整流滤波电路的有关知识,其知识结构如图 1-1 所示。

一、半导体的基本知识

物质按其导电能力的强弱可分为导体、绝缘体和半导体 3 种。人们把导电能力介于导体和绝缘体之间的物质称为半导体,常用的半导体材料有锗和硅。

1. 半导体具有晶体结构
2. 本征半导体是不含杂质的纯净半导体

本征半导体内部的自由电子和空穴数量相等。在半导体两端加上外加电压的特定条件下,电子和空穴都会定向移动,形成电流。即在半导体中存在着电子导电和空穴导电,这是半导体的最大特点。也就是说在半导体中,存在两种载流子——自由电子和空穴。电子带负电,空穴带正电。

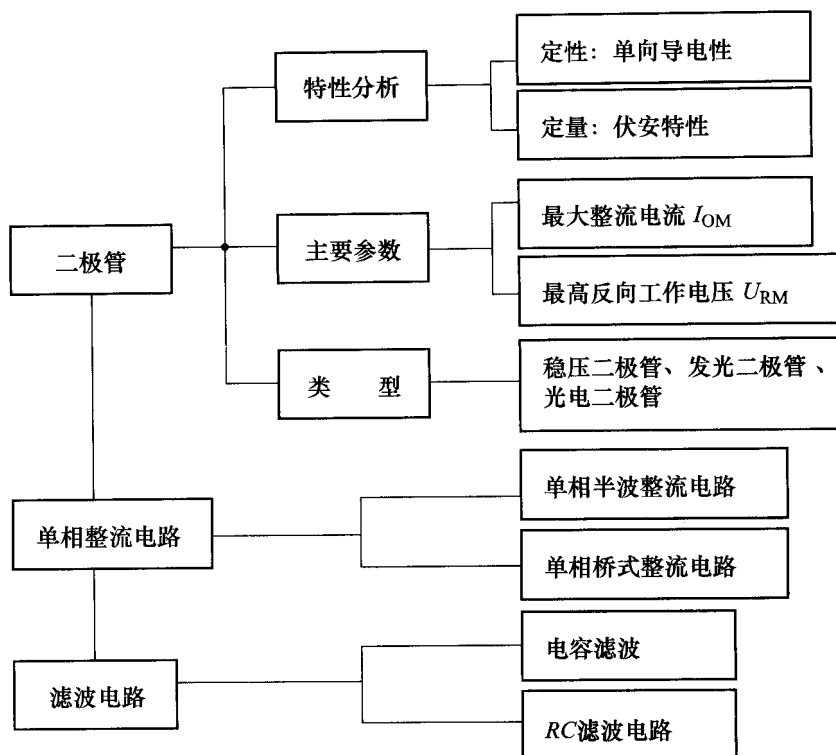


图 1-1 半导体二极管和二极管整流滤波电路知识结构框图

3. P 型半导体

P 型半导体又称空穴型半导体,其内部的空穴数量多于自由电子的数量。它由纯净半导体掺入适量三价元素形成。

4. N 型半导体

N 型半导体又称为电子型半导体,其内部的自由电子数量多于空穴的数量。它由纯净半导体掺入适量五价元素形成。

5. 半导体具有热敏特性、光敏特性和掺杂特性等

利用光敏性可制成光敏二极管和光电三极管及光敏电阻,利用热敏性可制成各种热敏电阻,利用掺杂性可制成各种不同性能、不同用途的半导体器件,例如二极管、三极管、场效应晶体管 and 集成电路等。

6. PN 结

在一块完整的晶片上,加工出 P 型区和相邻的 N 型区,在交界面两侧形成一个稳定的特殊的薄层,称为空间电荷区,其电场方向是从 N 区指向 P 区。因为在空间电荷区内多数载流子已扩散到对方并复合掉了,或者说消耗尽了,因此空间电荷区又称为耗尽层。这个稳定的空间电荷区就是 PN 结。

PN 结是构成半导体元件的基础。

7. PN 结的单向导电性

(1) PN 结正向偏置。给 PN 结加正向偏置电压,即 P 区接电源正极,N 区接电源负极,此

时称 PN 结为正向偏置(简称正偏),如图 1-2 所示。

PN 结正向偏置的特点:低电阻,有大的正向扩散电流。

(2) PN 结反向偏置。给 PN 结加反向偏置电压,即 N 区接电源正极,P 区接电源负极,称为 PN 结反向偏置(简称反偏),如图 1-3 所示。

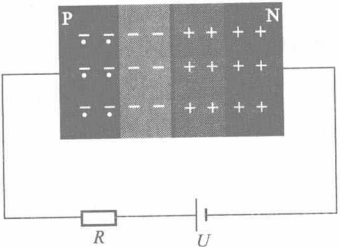


图 1-2 PN 结正向偏置

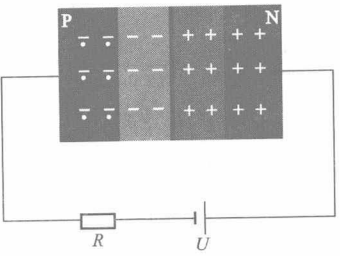


图 1-3 PN 结反向偏置

PN 结反向偏置的特点:高电阻,只有很小的反向漂移电流。

总之,PN 结具有单向导电性。即 PN 结加正向电压时,电阻很小,处于导通状态;PN 结加反向电压时,电阻很大,处于截止状态。

二、半导体二极管

1. 二极管的结构、符号及类型

半导体二极管由一个 PN 结组成。其结构外形及在电路中的文字符号如图 1-4 所示,如图 1-4(b)所示电路符号中,箭头指向为二极管正向导通时的电流方向。

二极管的类型包括以下几个方面。

- (1) 按材料分:有硅二极管、锗二极管和砷化镓二极管等。
- (2) 按结构分:根据 PN 结面积大小,有点接触型和面接触型二极管。
- (3) 按用途分:有整流、稳压、开关、发光、光电、变容和阻尼二极管等。
- (4) 按封装形式分:有塑封及金属封二极管等。
- (5) 按功率分:有大功率、中功率及小功率二极管等。

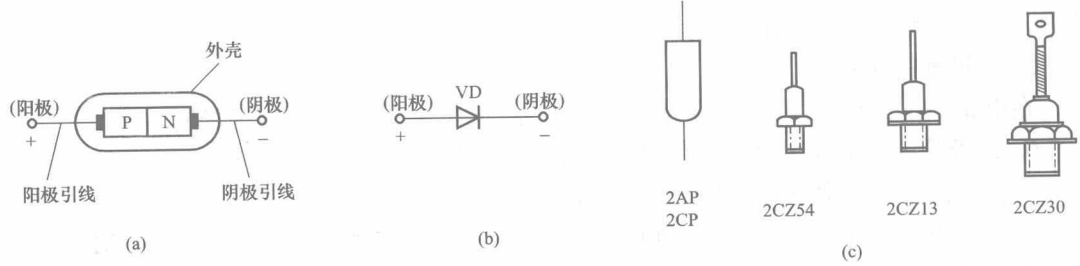


图 1-4 二极管结构、符号及外形举例
(a) 结构;(b) 符号;(c) 外形

2. 二极管的伏安特性

二极管的关键部分是 PN 结,PN 结具有单向导电性,这也是二极管的主要特性。

二极管的导电性能,由加在二极管两端的电压决定。我们把加在二极管两端的电压 U 与流过二极管的电流 I 之间的关系,称之为二极管的伏安特性。

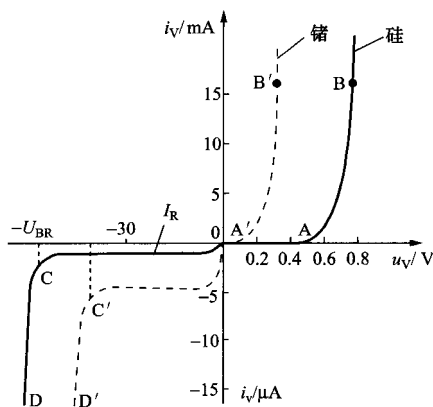


图 1-5 二极管伏安特性曲线

若以电压为横坐标,电流为纵坐标,用作图法把电压、电流的对应值用平滑的曲线连接起来,就构成二极管的伏安特性曲线,如图 1-5 所示(图中虚线为锗管的伏安特性,实线为硅管的伏安特性)。

在对照图 1-5 分析二极管正向特性时,应能找出二极管的死区电压、非线性区、线型区。在分析其反向特性时,能够找出反向截止区和反向击穿区。要求大家能够记住图 1-5 中的几个关键电压值,这对今后分析电路原理和解题都有极大的帮助。

二极管的导电性能还与温度有关。温度升高时,二极管正向特性曲线向左移动,正向压降减小;反向特性曲线向下移动,反向电流增大。

从二极管的伏安特性曲线可看出,二极管的电压与电流变化不是线性关系,其内阻不是一个常数,二极管是非线性器件。这也是二极管的一个重要特性。

3. 二极管的主要参数

- (1) 最大整流电流 I_{VM} 。二极管长时间工作时允许通过的最大正向平均直流电流值。
- (2) 最高反向工作电压 U_{RM} 。二极管正常使用时所允许加的最高反向工作电压。
- (3) 反向电流 I_R 。二极管击穿时的反向电流值。此值越小,二极管的单向导电性越好。此值与温度有密切关系,在高温环境中使用二极管时要特别注意这一参数。
- (4) 最高工作频率 f_M 。提高工作频率主要由 PN 结的结电容大小决定,超过此值,二极管的单向导电性将不能很好地体现。

说明:教材只介绍了前两个参数,其实,后面两个参数也是我们在选用二极管时应当重点考虑的。

4. 选用二极管的依据

$$\begin{cases} I \leq I_{VM} \\ U \leq U_{RM} \end{cases}$$

式中, I 为二极管的实际工作电流; U 为实际工作反向电压。

5. 二极管的作用

在电路中,二极管常用于整流、开关、检波、限幅、箝位、保护和隔离等场所。

6. 二极管的识别和用万用表判别二极管好坏的方法

- (1) 二极管的识别主要是看二极管上的标注或字样。
- (2) 利用万用表判别二极管。如图 1-6 所示,将万用表拨到 $R \times 100$ 或 $R \times 1k\Omega$ 电阻挡,用万用表的红、黑表笔分别接触二极管的两个脚,测其正反向电阻,测得的正反向电阻差值越大越好,只要在 50 倍以上就可用。其中,测得阻值小的那一次的黑表笔接触的就是二极管的正极,红表笔接触的就是二极管的负极。

测得的正反向电阻差值越小质量就越差,如果正反向电阻均为无穷大,就表明二极管已经开路损坏;如果正反向电阻均为零,就表明二极管已经击穿损坏。

7. 稳压二极管

- (1) 稳压二极管是利用反向击穿电流在较大范围内变化时,二极管两端电压变化很小的

原理制成。稳压二极管稳压时工作在反向电击穿状态,这就是稳压二极管的特性。

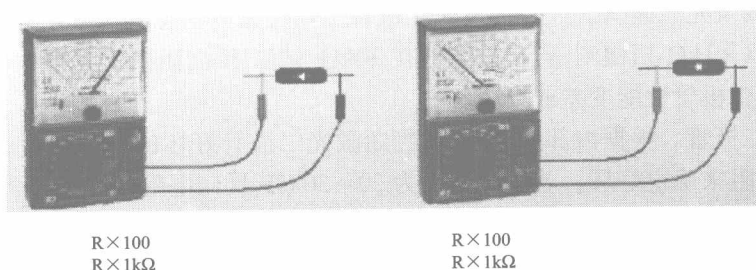


图 1-6 万用表测量二极管

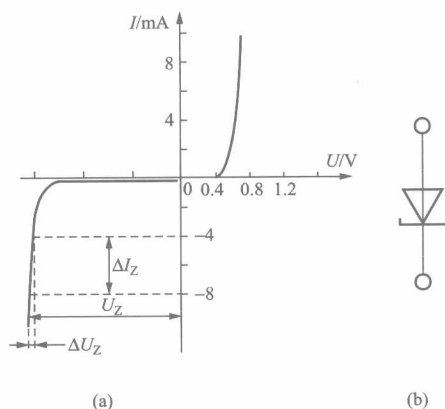


图 1-7 稳压二极管的伏安特性及符号

(a) 伏安特性; (b) 符号

(2) 稳压二极管的伏安特性曲线及符号如图 1-7 所示,其分析过程详见教材内容。

(3) 稳压二极管的主要参数有稳定电压和稳定电流。

(4) 由稳压二极管构成简单稳压电路,如图 1-8 所示。先请大家思考下面 3 个问题:

1) 稳压二极管稳压的条件是什么? 该电路适用于什么场合?

2) 若电路输入的 U_I 为正弦波,且幅值大于 U_Z , 此时 U_O 的波形是怎样的?

3) 电路中 R 的作用是什么?

在图 1-8 稳压二极管稳压电路中, $I = I_Z + I_O$,

$$U_I = U_R + U_O$$

电阻的作用:一是限制整流滤波电路的输出电流,保护稳压管;二是通过它的电流 I_R 发生变化时,其两端的电压也发生变化,从而使输出电压 U_O 趋于稳定。

该电路的稳压过程如下:

若电源电压 V_I 升高时

$$U_I \uparrow \rightarrow U_O \uparrow \rightarrow I_O \uparrow \rightarrow I_Z \uparrow \rightarrow I_R \uparrow \rightarrow U_R \uparrow \rightarrow U_O \downarrow$$

同理,若电源电压 U_I 下降,其稳压过程与上述相反。

若负载 R_L 减小,负载电流 I_O 上升时

$$R_L \downarrow \rightarrow I_O \uparrow \rightarrow I \uparrow \rightarrow I_R \uparrow \rightarrow U_O \downarrow \rightarrow I \downarrow \rightarrow I_Z \downarrow \rightarrow I_R \downarrow \rightarrow U_R \downarrow \rightarrow U_O \uparrow$$

当负载 R_L 增大,负载电流 I_O 下降时,稳压过程与上述相反。

8. 几种常用的二极管

(1) 普通发光二极管。普通发光二极管与普通二极管一样,也是由 PN 结构成的,同样具有单向导电性,但在正向导通时能发光,所以它是一种把电能转换成光能的半导体器件。电路符号如图 1-9 所示。

普通发光二极管工作在正偏状态。

检测发光二极管,一般用万用表 $R \times 10k\Omega$ 挡,方法和普通二极管一样,一般正向电阻

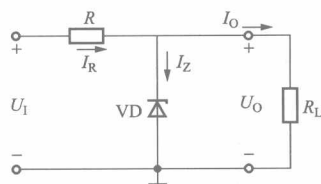


图 1-8 稳压二极管稳压电路

15kΩ 左右,反向电阻为无穷大。

(2) 红外线发光二极管。红外线发光二极管工作在正偏状态。

用万用表 R×1kΩ 挡检测,若正向阻值在 30kΩ 左右,反向阻值为无穷大,则表明正常;否则,红外线发光二极管性能变差或损坏。

(3) 激光二极管。根据内部构造原理,判断激光二极管好坏的方法是通过测试激光二极管的正、反向电阻来确定好坏。若正向电阻为 20~30kΩ,反向电阻为无穷大,说明正常;否则,要么激光二极管老化,要么损坏。

(4) 光敏二极管。光敏二极管工作在反偏状态,它的管壳上有一个玻璃窗口,以便接受光照,其符号如图 1-10 所示。

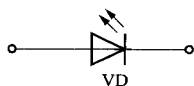


图 1-9 发光二极管的符号

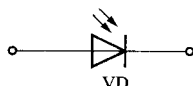


图 1-10 光敏二极管的符号

光敏二极管的检测方法和普通二极管一样,通常正向电阻为几千欧,反向电阻为无穷大。否则光敏二极管质量变差或损坏。当受到光线照射时,反向电阻显著变化,正向电阻不变。

三、单相整流电路

1. 整流、整流器

将交变电流换成单方向脉动电流的过程,称为整流。完成这种功能的电路称为整流电路,又称为整流器。

2. 单相整流电路的基本原理

利用二极管的单向导电性,把大小和方向随时间变化的交流电变换成只有大小变化的单向脉动直流电。

3. 半波整流

半波整流的结果,使得负载上只能得到半个周期的电压和电流。

4. 全波整流

全波整流有两个同一方向的半波电流通过负载,使负载上能得到一个完整周期的电压和电流。变压器中心抽头式全波整流电路和桥式整流电路都属于全波整流电路的范畴。

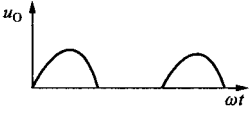
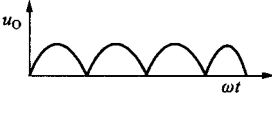
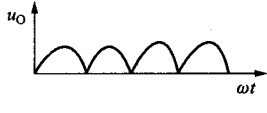
5. 单相整流电路性能比较 如表 1-1 所示

表 1-1

单相整流电路性能比较

电路名称 比较项目	单相半波整流电路	变压器中心抽头式全波整流电路	单相桥式整流电路
电路结构			

续表

电路名称 比较项目	单相半波整流电路	变压器中心抽头式全波整流电路	单相桥式整流电路
整流电压波形			
负载电压平均值 U_O	$U_O = 0.45 U_2$	$U_O = 0.9 U_2$	$U_O = 0.9 U_2$
负载电流平均值 I_O	$I_O = 0.45 U_2 / R_L$	$I_O = 0.9 U_2 / R_L$	$I_O = 0.9 U_2 / R_L$
通过每支整流二极管的平均电流 I_V	$I_V = 0.45 U_2 / R_L$	$I_V = 0.45 U_2 / R_L$	$I_V = 0.45 U_2 / R_L$
整流管承受的最高反向电压 U_{RM}	$U_{RM} = \sqrt{2} U_2$	$U_{RM} = 2 \sqrt{2} U_2$	$U_{RM} = \sqrt{2} U_2$
优缺点	电路简单, 输出整流电压波动大, 整流效率低	电路较复杂, 输出电压波动小, 整流效率高, 但二极管承受反压高	电路较复杂, 输出电压波动小, 整流效率高, 输出电压高
适用范围	输出电流不大, 对直流稳定度要求不高的场合	输出电流较大, 对直流稳定度要求较高的场合	输出电流较大, 对直流稳定度要求较高的场合

四、滤波电路

1. 滤波电路的作用

将脉动的直流电压或电流, 变成较平滑的直流电压或电流。

2. 滤波原理

利用电抗元件(L 和 C) 的储能作用, 滤除整流后单向脉动电压或电流中的交流成分, 使直流电压或电流中的脉动成分减少。

3. 滤波电路的种类

(1) 电容滤波电路。

(2) 电感滤波电路。

(3) 复式滤波电路 $\left\{ \begin{array}{l} \Gamma \text{ 型滤波} \\ \pi \text{ 型滤波} \\ RC - \pi \text{ 型滤波} \end{array} \right.$

(4) 常用滤波电路性能比较 如表 1-2 所示。

表 1-2 常用滤波电路性能比较

滤波电路 比较项目	电容滤波	电感滤波	$RC \pi$ 型滤波	$LC \pi$ 型滤波
电路结构	