



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
新编高等职业教育电子信息、机电类规划教材



应用电子技术专业

电子技术项目实训

(第4版)

潘海燕 主 编
蒋友明 张丽萍 副主编
程 周 主 审

内容包括:

- 14个项目融合模拟电子技术、数字电子技术知识和职业能力
 - 38个技能训练培养学生电路设计、安装、电气测试技能
 - 7个知识点讲解电路基本原理、应用知识
- 教育资源网免费下载电子教案



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

新编高等职业教育电子信息、机电类规划教材·应用电子技术专业

电子技术项目实训

(第4版)

潘海燕 主 编

蒋友明 副主编

张丽萍

程 周 主 审

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书通过完整的项目电路制作和实施来完成对学生知识和技能的培养,全书由14个项目组成,每个项目均有明确的学习目标和工作任务,完成项目所需的操作技能、理论知识分解到各个技能训练和知识点中,14个项目里共包含38个技能训练、近70个知识点。为方便组织日常教学,每一个项目、每一个技能训练任务都提供了电路参考原理图,在项目、任务实施中列出了元件材料清单。

项目1~项目6和项目14以涉及模拟电子技术方面的知识为主,主要内容包括:简易直流电源制作,音频前置放大电路制作,功率放大电路制作,红外线报警器制作,简易函数信号发生器制作,开关稳压集成电源制作,场效应晶体管放大电路测试等;项目7~项目13以涉及数字电子技术方面的知识为主,主要内容包括:全加器设计与制作,四路抢答器制作,电风扇模拟阵风调速电路制作,数字钟设计与制作,简易数控直流电源制作,数字电压表制作,半导体存储器 and 可编程逻辑器件的认识等。

本书适合于高职高专电子、电气、机电、计算机类专业学生使用,也可供从事电类产品开发制作的技术人员参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术项目实训/潘海燕主编. —4版. —北京:电子工业出版社,2015.7
ISBN 978-7-121-26620-1

I. ①电… II. ①潘… III. ①电子技术-高等学校-教材 IV. ①TN

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第159839号

策 划:陈晓明

责任编辑:郭乃明 特约编辑:范 丽

印 刷:三河市华成印务有限公司

装 订:三河市华成印务有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:16.5 字数:422千字

版 次:2003年8月第1版

2015年7月第4版

印 次:2015年7月第1次印刷

印 数:3000册 定价:36.00元

凡所购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

前 言

高职教育培养服务于企业一线岗位、具备综合职业能力的高素质技能型专业人才。高职教材是把高职教育理念转变为具体教育现实的载体，从内容选材、教学方法、实践配套等方面要突出高职教育的特点，突出应用能力的培养。为此，本教材在内容的组织和安排上强调实践环节，按项目精心组合，以项目制作和实施为总目标，强调以学生为中心，把培养职业能力作为主线并贯穿始终。

本书共包括 14 个项目，项目 1 ~ 项目 6 和项目 14 以涉及模拟电子技术方面的知识为主，项目 7 ~ 项目 13 以涉及数字电子技术方面的知识为主。完成项目所需的操作技能、职业素养、理论知识分解到多个技能训练任务和知识点中，以完成任务书内容为阶段性目标，通过一个个任务的完成，使学生能够不断拓展电子元器件知识，识读单元电路功能，提高仪器仪表测试水平，逐步培养综合应用电子技术知识，设计、安装、调试实用电子电路的能力。围绕项目内容分解的技能训练和理论知识尽量做到重点突出、层次分明、针对性强。

技能训练与知识点内容紧密结合，学生可以通过技能训练来获取知识点内容，实现做中学，也可以通过学习知识点内容后再进行技能训练，实现学中做，更好地理解理论知识，提高实践技能。项目里包含的各个技能训练和知识点，充分考虑了学生的理论知识够用和实践动手能力的培养，是顺利完成项目的知识和技能的保障。

在组织教学时可以参考以下方案，方案 1：完成某个项目的电路制作调试前，先将该项目涉及到的几个技能训练任务逐项完成，在完成的过程中积累必需的操作动手能力和足够的理论知识、综合素质。在此过程中，可以先由教师讲授知识点，后进行技能操作训练；或者通过技能任务训练，由学生归纳总结出知识点，实现做中学、学中做。方案 2：教师布置学生在课堂之外完成项目制作任务，包括元器件的采购、器件数据手册的查询等，在课堂上进行知识点和项目实训环节的讨论，缩短教学课时，以翻转课堂的形式实施教学。教师可根据不同专业的课程要求进行内容取舍，完成全部 14 个项目参考教学时间为 280 学时。

本书主编为台州职业技术学院潘海燕，副主编为台州职业技术学院蒋友明，张丽萍。安徽职业技术学院程周老师审阅了全书，董诚浩、余炜垚、陈伟、郑书桢、薛鹏参与了本书的编写工作。本书在编写过程中，得到了浙江省教育科学规划课题（2015SCG168）、台州市教科规课题（GG15028）资助。

限于编者水平，时间仓促，书中难免有疏漏和错误，敬请读者批评指正，索取电子课件或反馈意见请联系邮箱 panhy@msn.com。

编 者
2015 年 3 月

目 录

项目 1 简易直流电源制作	(1)
技能训练 1 二极管检测	(1)
知识点 半导体二极管	(2)
技能训练 2 稳压二极管稳压电路仿真	(6)
知识点 稳压二极管	(7)
技能训练 3 发光二极管电路仿真测试	(8)
知识点 发光二极管 (LED)	(9)
技能训练 4 桥式整流电路仿真	(9)
知识点 桥式整流电路	(10)
技能训练 5 滤波电路仿真	(12)
知识点 滤波电路	(13)
技能训练 6 印制电路板制作	(15)
知识点 印制电路板 (PCB) 设计常识	(16)
项目实施 简易直流电源制作	(18)
习题 1	(19)
项目 2 音频前置放大电路制作	(22)
技能训练 7 三极管的检测	(22)
知识点 半导体三极管	(24)
技能训练 8 基本共射放大电路测试	(29)
知识点 1 放大电路性能参数	(30)
知识点 2 基本共射放大电路	(32)
知识点 3 分压式偏置共射放大电路	(36)
技能训练 9 放大电路性能参数仿真测试	(38)
知识点 基本共集放大电路	(40)
知识拓展 图解分析法和微变等效电路法	(41)
技能训练 10 多级放大电路仿真测试	(44)
知识点 多级放大电路	(46)
项目实施 音频前置放大电路制作	(47)
习题 2	(50)
项目 3 功率放大电路制作	(52)
技能训练 11 差分放大电路仿真测试	(52)
知识点 1 差分放大器	(54)
知识点 2 电流源	(56)
技能训练 12 互补对称功率放大电路仿真测试	(57)
知识点 互补对称功率放大电路	(59)
项目实施 功率放大电路制作	(63)
习题 3	(65)

项目 4 红外线报警器制作	(68)
技能训练 13 运算放大电路功能测试	(68)
知识点 1 集成运算放大器	(69)
知识点 2 比例运算放大电路	(71)
知识点 3 加/减运算放大电路	(73)
知识点 4 积分/微分运算电路	(74)
技能训练 14 迟滞电压比较器电路功能测试	(76)
知识点 1 电压比较器	(77)
知识点 2 迟滞比较器	(78)
技能训练 15 负反馈放大电路测试	(79)
知识点 负反馈放大电路	(81)
项目实施 红外线报警器制作	(84)
习题 4	(88)
项目 5 简易函数信号发生器制作	(93)
技能训练 16 正弦波产生电路制作与测试	(93)
知识点 正弦波振荡电路	(94)
技能训练 17 方波产生电路制作与测试	(98)
知识点 方波产生电路	(99)
技能训练 18 三角波产生电路制作与测试	(101)
知识点 三角波产生电路	(102)
技能训练 19 三角波-矩形波转换电路测试与仿真	(102)
知识点 三角波-矩形波转换电路	(104)
知识拓展 三角波-正弦波转换电路	(104)
项目实施 简易函数信号发生器制作	(106)
习题 5	(106)
项目 6 车载 12V/24V 转 5V 开关稳压集成电源制作	(108)
技能训练 20 串联稳压电路制作	(108)
知识点 串联稳压电路	(109)
技能训练 21 线性三端稳压集成电源制作	(111)
知识点 1 常用线性集成稳压器	(112)
知识点 2 集成三端稳压器扩流技术	(115)
技能训练 22 开关稳压集成电源测试	(115)
知识点 开关集成稳压器	(116)
项目实施 车载 12V/24V 转 5V 开关稳压集成电源制作	(117)
习题 6	(118)
项目 7 全加器设计与制作	(119)
技能训练 23 常用集成门电路逻辑功能测试	(119)
知识点 1 逻辑门电路	(120)
知识点 2 TTL 门和 CMOS 门	(125)
技能训练 24 二进制加法器电路制作	(129)
知识点 1 数制和 BCD 码	(131)
知识点 2 逻辑代数基础	(133)
知识点 3 波形图表示和逻辑表示的相互转换	(133)

知识点 4	卡诺图化简	(135)
知识点 5	组合逻辑电路的分析	(140)
知识点 6	组合逻辑电路的设计	(141)
知识点 7	组合逻辑电路的竞争与冒险	(143)
项目实施	全加器设计与制作	(143)
习题 7		(143)
项目 8	四路抢答器制作	(147)
技能训练 25	数据选择器逻辑功能测试	(147)
知识点	数据选择器介绍	(149)
技能训练 26	译码器/编码器逻辑功能测试	(150)
知识点 1	译码器	(151)
知识点 2	编码器	(153)
技能训练 27	LED 显示译码电路制作与测试	(153)
知识点 1	LED 数码显示器	(155)
知识点 2	数字显示译码器	(156)
技能训练 28	集成缓冲器功能测试	(157)
知识点	集成缓冲器	(158)
项目实施	四路抢答器制作	(160)
习题 8		(160)
项目 9	电风扇模拟阵风调速电路制作	(162)
技能训练 29	基本 RS 触发器功能测试	(162)
知识点 1	基本 RS 触发器	(163)
知识点 2	单稳态触发器	(165)
技能训练 30	施密特触发器功能测试	(168)
知识点	施密特触发器	(168)
技能训练 31	555 多谐振荡器制作与测试	(172)
知识点	555 集成电路	(173)
项目实施	电风扇模拟阵风调速电路制作	(175)
习题 9		(176)
项目 10	数字钟设计与制作	(177)
技能训练 32	集成边沿触发器功能测试	(179)
知识点	常用触发器介绍	(181)
技能训练 33	集成锁存器功能测试	(185)
知识点	集成锁存器	(186)
技能训练 34	集成寄存器功能测试	(187)
知识点	集成寄存器	(189)
技能训练 35	二进制集成计数器测试	(192)
知识点	常用集成计数器	(193)
技能训练 36	六十进制集成计数器测试	(196)
知识点	高进制计数器变成低进制计数器的方法	(197)
知识拓展	同步时序逻辑电路的分析和同步计数器的设计	(201)
项目实施	数字钟设计与制作	(205)
习题 10		(207)
项目 11	简易数控直流电源制作	(210)

技能训练 37	DAC0832 单极性输出应用电路测试	(210)
知识点 1	数模转换器常用芯片介绍	(212)
知识点 2	数模转换器 DAC0832 介绍	(214)
技能训练 38	DAC0832 双极性输出应用电路测试	(217)
知识点	串行 D/A 转换器	(218)
项目实施	简易数控直流电源制作	(220)
习题 11		(221)
项目 12	数字电压表制作	(222)
知识点 1	模数转换器 (ADC)	(223)
知识点 2	常用 ADC 芯片介绍	(226)
项目实施	数字电压表制作	(231)
习题 12		(233)
项目 13	半导体存储器和可编程逻辑器件的认识	(234)
知识点 1	半导体只读存储器 (ROM)	(234)
知识点 2	半导体随机存取存储器 (RAM)	(238)
知识点 3	可编程逻辑器件	(241)
习题 13		(245)
项目 14	场效应晶体管放大电路测试	(246)
知识点 1	场效应晶体管	(246)
知识点 2	VMOS 场效应晶体管	(249)
项目实施		(252)
习题 14		(253)
参考文献		(255)

项目 1 简易直流电源制作

学习目标

通过本项目的学习，了解半导体二极管结构和特性；掌握稳压二极管的使用方法和发光二极管的电路设计方法；理解桥式整流电路和电容滤波电路的工作原理。能初步设计并制作印制电路板（PCB），熟练地进行简单电子产品的电路安装、元器件焊接，并能利用仪器仪表进行元器件检测和电路调试。

工作任务

制作带电源指示的简易直流电源，输入电压为单相交流 220 V 电网电压（即市电），输出为直流电压 12 V、电流 0.3 A，撰写项目制作报告。

带电源指示的简易 12 V 直流电源电路如图 1.1 所示。

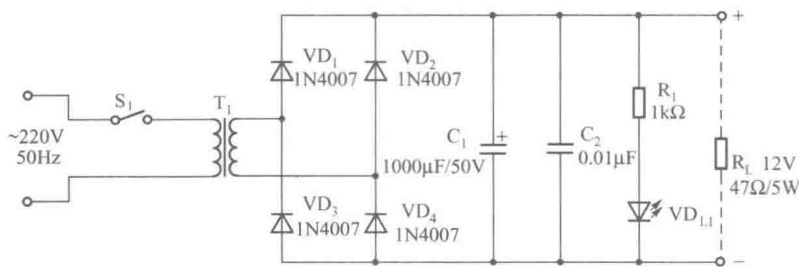


图 1.1 带电源指示的简易 12 V 直流电源电路

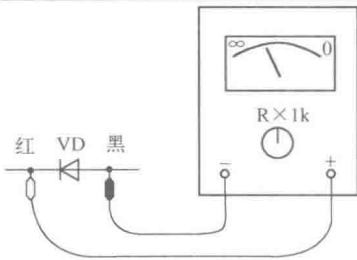
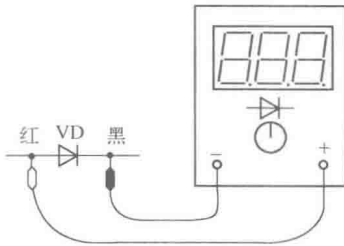
技能训练 1 二极管检测

完成本任务所需仪器仪表及材料见表 1-1 所列。

表 1-1

序 号	名 称	型 号	数 量	备 注
1	数字万用表/模拟万用表	DT9205/MF47	1 只	
2	二极管	1N4007	1 只	
3	二极管	1N4148	1 只	

任务书 1-1

任务名称	二极管检测
测量 电路图	  (a) 用模拟万用表测量 (b) 用数字万用表测量
步骤	(1) 若用模拟万用表进行测量,设置在测量电阻的 $R \times 1k$ 挡;若用数字万用表进行测量,设置在专用的 $\rightarrow$ 测量挡,如图 1.2 所示。 (2) 左手拿二极管,右手握万用表的红、黑两表笔,将红、黑两表笔与二极管的两端电极引出线接触,观察模拟万用表的指针有无变化,或数字万用表的显示数值有无变化。 (3) 交换红、黑两表笔的位置,再次与二极管的两端电极引出线接触,并再次进行观察。 (4) 二极管好坏的判断。 ① 对于模拟万用表,若两次观察到指针均不偏转或均有较大的偏转,则说明二极管已损坏;若两次观察到的指针一次不偏转,另一次有较大的偏转,则说明二极管完好。 ② 对于数字万用表,若两次观察到的数值均为无穷大或均为较小且伴有蜂鸣声,则说明二极管已损坏;若两次观察到的数值一次为无穷大,另一次为较小且伴有蜂鸣声,则说明二极管完好。 (5) 二极管正、负极判别。在上述的两次测量观察中,对于模拟万用表,指针有较大偏转时,黑表笔接触的电极引出线为二极管的正极,红表笔接触的电极引出线为二极管的负极;对于数字万用表,显示数值较小且伴有蜂鸣声时,红表笔接触的电极引出线为二极管的正极,黑表笔接触的电极引出线为二极管的负极。
小结	用模拟万用表电阻挡测量二极管,黑表笔接正极,红表笔接负极,指针有较大偏转;反之指针无偏转,阻值为无穷大。 用数字万用表 $\rightarrow$ 挡测量二极管,黑表笔接负极,红表笔接正极,读数为非无穷大数值;反之则读数显示无穷大。

知识点 半导体二极管

1. 二极管的结构

根据导电性能不同可以把物质分为导体、半导体和绝缘体。铜、铝等金属属于导体,橡胶、塑料等物质属于绝缘体,硅(Si)和锗(Ge)材料的导电性能介于导体与绝缘体之间,属于半导体。纯净的半导体的导电性能极差,若在纯净的半导体材料中,掺入杂质磷元素,就可以形成N型半导体,N型半导体主要靠带负电的自由电子导电,掺入的杂质越多,N型半导体的电子浓度越高,导电性能也就越强。在纯净的半导体材料中,若掺入的杂质为硼元素,则可以形成P型半导体,P型半导体主要靠带正电的空穴导电,与N型半导体相同,掺入的杂质越多,空穴的浓度越高,导电性能也就越强。

在同一块纯净的半导体材料(如硅片)上制作N型半导体和P型半导体,它们的界面,带负电的电子与带正电的空穴就会进行复合,P区由于复合掉空穴形成负离子区,N区由于复合掉电子形成正离子区,从而形成PN结。PN结中的内电场方向由N区指向P区,

如图 1.3 所示。

如图 1.4 (a) 所示，当电源的正极、负极分别接到 PN 结的 P 端、N 端时，称 PN 结外加正向偏置，此时内电场宽度变窄，P 区的空穴和 N 区的电子向另一端移动加剧，形成正向电流，PN 结导通。如图 1.4 (b) 所示，当电源的正极、负极分别接到 PN 结的 N 端、P 端时，称 PN 结外加反向偏置，此时内电场宽度变宽，阻止了 P 区的空穴和 N 区的电子向另一端移动，形成的电流非常小，PN 结处于截止状态。因此，外加电压极性不同，PN 结表现出截然不同的导电性能，即 PN 结具有单向导电的特性。

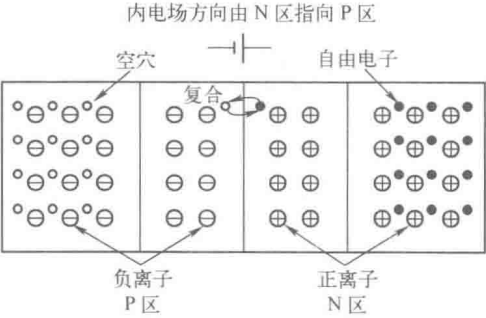


图 1.3 PN 结

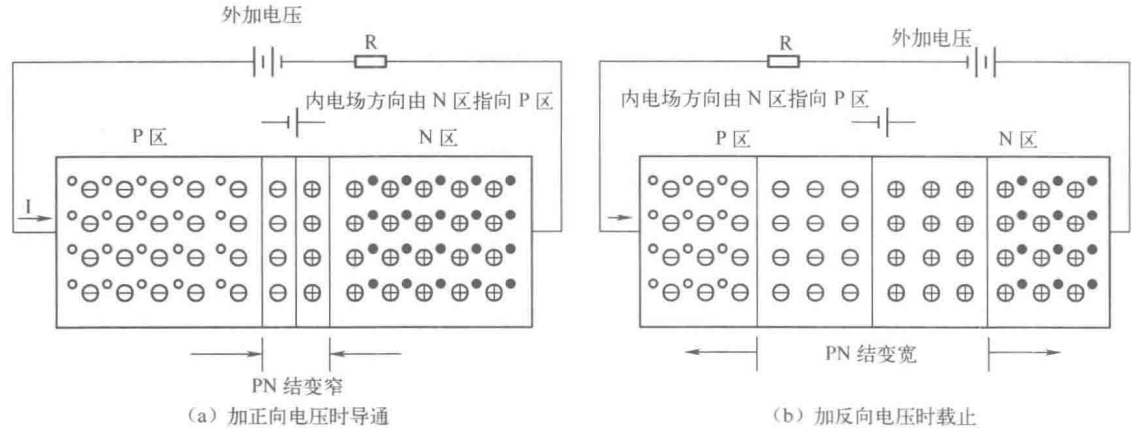


图 1.4 PN 结单向导电性

将 PN 结用管壳封装起来，加上相应的电极引线，就构成了晶体二极管，简称二极管。如图 1.5 (a) 所示，P 区的引出线称为二极管的正极，N 区的引出线称为二极管的负极。二极管在电路图中用图 1.5 (b) 所示的电气符号来表示。

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之间的关系曲线，如图 1.6 所示，坐标轴 u_D 表示加在二极管两端的直流电压， i_D 表示流过二极管的直流电流。

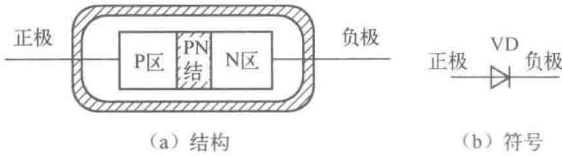


图 1.5 二极管的结构和符号

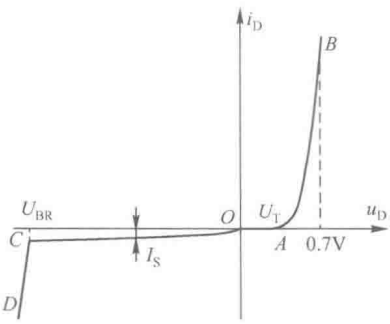


图 1.6 二极管的伏安特性

(1) 正向特性。 OA 段：常称“死区”。二极管两端所加正向电压 u_D 较小，正向电流 i_D 也非常小，几乎为零。使二极管开始导通的临界电压称为门槛电压 U_T ， OA 段就是正向电压 u_D 值在 $0 \sim U_T$ 之间时的情况。 U_T 的大小与管子的材料和所处温度有关。

AB 段：称为正向导通区。二极管两端所加电压 u_D 越过门槛电压 U_T 后，随着电压增大，正向电流 i_D 急速增大，表现为 AB 段是一条较陡的线段，此时二极管两端的正向压降很小，且几乎不随电流而改变。对于硅管，这个正向电压基本保持在 0.7 V 左右；对于锗管，这个正向电压基本保持在 0.3 V 左右。

(2) 反向特性。 OC 段：称为反向截止区。二极管两端所加反向电压增加时，反向电流 I_S 很小且几乎不变，通常都可忽略。

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，称为击穿断路。

3. 二极管的主要参数

二极管的主要参数有以下。

(1) 最大整流电流 I_F 。指二极管长期安全工作时，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. 常用二极管型号和参数

(1) 整流二极管。整流二极管大多采用硅材料构成，塑料封装。PN 结面积较大，能承受较大的正向电流和高反向电压，工作频率一般在几十 kHz 以下，常应用于各种线性电源整流电路。在使用时，一般根据电源电路的要求选择最大整流电流和最大反向工作电流符合要求的整流二极管即可。常见整流二极管有 1N 系列、2CZ 系列、RLR 系列等，常见 1N 系列二极管整流型号参数见表 1-2。

表 1-2 常见 1N 系列整流二极管型号参数

型 号	反向峰值电压	额定整流电流	正向浪涌电流	正 向 压 降	反 向 电 流
1N4001	50 V	1 A	30 A	$\leq 1\text{ V}$	$< 5\text{ }\mu\text{A}$
1N4007	1000 V				
1N5101	100 V	1.5 A	75 A	$\leq 1\text{ V}$	$< 5\text{ }\mu\text{A}$
1N5108	1000 V				
1N5201	100 V	2 A	100 A	$\leq 1\text{ V}$	$< 10\text{ }\mu\text{A}$
1N5208	1000 V				
1N5401	100 V	3 A	150 A	$\leq 0.8\text{ V}$	$< 10\text{ }\mu\text{A}$
1N5408	1000 V				

(2) 检波二极管。检波的作用是把调制在高频电磁波上的低频信号检取出来，检波二极管要求 PN 结面积小，反向电流也小，工作频率可达 100 MHz 以上。检波二极管的封装常采用玻璃或者陶瓷外壳，以保证良好的高频特性。常用的检波二极管有国外的 1N34、1N60，以及国产的 2AP 系列锗玻璃封装二极管，部分型号参数如表 1-3。

表 1-3 常见检波二极管型号参数

型 号	最大整流电流 I_F (mA)	正向电压 U_F (V)	最高反向工作电压 U_{RM} (V)	反向击穿电压 U_{BR} (V)	截止频率 f (MHz)
1N34A	50	≤ 1.00 V	45	—	—
1N60/1N60P	30/50	≤ 1.0 V	40/45	—	—
2AP1	16	≤ 1.2	20	40	150
2AP7	12		100	150	150
2AP11	25	≤ 1	10	—	40
2AP17	15		100	—	40
2AP9	8	≤ 1	10	65	100

(3) 开关二极管。利用二极管具有单向导电的特性，在电路中对电流进行控制，可起到接通或者断开的开关作用。开关二极管从截止到导通的时间叫“开通时间”，从导通到截止的时间叫“反向恢复时间”，两个时间加在一起统称“开关时间”。一般反向恢复时间远大于开通时间，开关二极管的开关速度要求很快，硅开关二极管反向恢复时间只有几个纳秒，锗开关二极管反向恢复时间要长一些，也只有几百个纳秒。开关稳压电源的整流电路及脉冲整流电路中使用的二极管，应选用反向恢复时间较短的开关二极管。常用的开关二极管分为普通开关二极管、高速开关二极管、超高速开关二极管等多种。普通开关二极管常用的国产管有 2AK 系列锗开关二极管，高速开关二极管常用的国产管有 2CK 系列，国外的有 1N 系列、1S 系列等。引线塑封的 1SS 系列和表面封装的 RLS 系列属于高速、超高速二极管。部分型号参数见表 1-4。

表 1-4 常见开关二极管型号参数

型 号	正向压降 U_F (V)	最高反向工作电压 U_{RM} (V)	反向击穿电压 U_{BR} (V)	正向电流 I_F (mA)	反向电流 I_R (μ A)	反向恢复时间 (ns)
1N4148	1	75	100	150	0.025	4
1N4150	1	50	60	200	0.1	6
1N4152	0.88	30	40	150	0.05	2
2CK9	≤ 1	10	15	30	≤ 1	≤ 5
2CK10		20	30			
2CK19		50	75			
2CK20/A/B/C/D	≤ 0.8	15/20/30/40/50	20/30/45/60/75	50	≤ 1	≤ 3
2CK70/A/B/C/D/E	≤ 0.8	20/30/40/50/60	30/45/60/75/90	≥ 10	≤ 1	≤ 5
2CK80/A/B/C/D/E	≤ 1	20/30/40/50/60	30/45/60/75/90	≥ 300	≤ 1	≤ 10
1SS130	1	75	100	130	0.5	4
1SS252	1.2	80	90	130	0.5	4
1SS92	1	65	75	200	0.5	2
RLS-92	1	65	75	200	0.5	2

(4) 肖特基二极管。肖特基二极管反向恢复时间极短（可以小到几纳秒），正向导通压降仅 0.4 V 左右，而整流电流却可达到几千毫安，是低功耗、大电流、超高速半导体器件。但肖特基二极管的缺点是其反向偏压较低及反向漏电流偏大。肖特基二极管适合于在低电压、大电流输出场合用于高频整流，部分型号参数见表 1-5。

表 1-5 常见肖特基二极管型号参数

型 号	正向电流 I_F (A)	最高反向工作电压 U_{RM} (V)	正向压降 U_F (V)
1N5817	1	20	0.75
1N5818	1	30	0.55
1N5819	1	40	0.6
1N5820	3	20	0.85
1N5821	3	30	0.38
1N5822	3	40	0.52
MBR160	1	60	1
MBR360	3	60	1
MBR735	7.5	35	0.84
MBR1035	10	35	0.84
MBR1660	16	60	0.75
MBR20100CT	20	100	0.8
MBR4045WT	40	45	0.59
MBR4060WT	40	60	0.77
MBR6045WT	60	45	0.73
SS12	1	20	0.5
SS34	3	40	0.5
STPS16045TV	160	45	0.95
STPS24045TV	240	45	0.91
MBR2080CT	20	80	0.85
STQ080	8	80	0.72
10MQ060N	0.77	90	0.65
MBR2090CT	20	90	0.8
30CPQ100	30	100	0.86
40CPQ100	40	100	0.77
30CPQ150	30	150	1
40L15CTS	10	150	0.41
150K40A	150	400	1.33

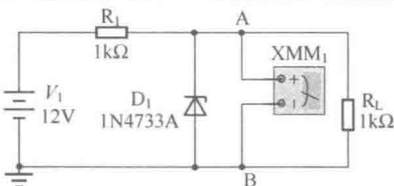
技能训练 2 稳压二极管稳压电路仿真

完成本任务所需仪器仪表及材料如表 1-6 所列。

表 1-6

序 号	名 称	型 号	数 量	备 注
1	电脑	安装 Multisim10.0 仿真软件	1 台	

任务书 1-2

任务名称	利用稳压二极管将直流 +12 V 电压降为 +5 V 输出的稳压电路仿真测试
测量 电路图	 图 1.7 +12 V 降为 +5 V 的稳压二极管稳压电路仿真测试
步骤	(1) 查阅稳压二极管 1N4733 的有关参数, 在 Multisim10 软件中按图 1.7 绘制电路图, 直流电源电压为 12 V, 用万用表测量输出端 AB 的电压, 负载电阻 R_L 的初始阻值可取 $R_L = 1\text{ k}\Omega$。 (2) 分别取 R_1 的电阻值为 $0\ \Omega$、$1\ \Omega$、$10\ \Omega$、$100\ \Omega$、$200\ \Omega$、$500\ \Omega$、$1\text{ k}\Omega$, 用万用表读出输出端 AB 间的输出电压值并记录。 (3) 根据测试结果, 说明稳压二极管 1N4733 的稳压值约为 _____ 伏。其中电阻 R_1 的作用是什么? _____。 (4) 将负载电阻 R_L 的阻值改为 $R_L = 100\ \Omega$, 重复上述步骤, 输出端 AB 间的电压还能稳定输出吗? 对限流电阻 R_1 的阻值有什么限制? (5) 为了验证输出端 AB 能否向负载提供 $5\text{ V}/1\text{ A}$ 的电压/电流, 将负载电阻 R_L 的阻值改为 $R_L = 5\ \Omega$, 此时 R_1 的取值应该为多少? 该电路能否实现? 为什么? R_1 电阻上消耗的功率是多少?
小结	稳压二极管工作在反向状态, 当反向击穿时, 两端电压保持一个稳定值。

知识点 稳压二极管

稳压管是用特殊工艺制成的二极管, 它工作于反向击穿区, 具有稳压的功能。它的伏安特性曲线和电气符号如图 1.8 所示。

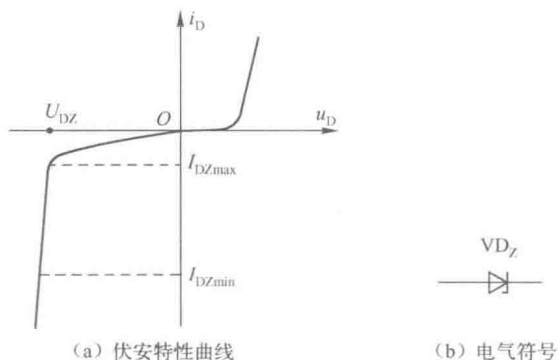


图 1.8 稳压管的伏安特性曲线和电气符号

从特性曲线看,稳压管与普通二极管极其相似,只是稳压管的反向击穿特性曲线更陡,当稳压二极管反向击穿后,流过管子的电流在很大的范围内 ($I_{DZmin} \sim I_{DZmax}$) 变化时,管子两端的电压基本不变 (保持为 U_{DZ}),起到稳压作用。

稳压管的主要参数如下:

(1) 稳定电压 U_{DZ} 。即反向击穿电压,是选用稳压二极管要考虑的一个主要参数。

(2) 稳定电流 I_{DZ} 。稳压管正常工作时的电流值,其范围在 $I_{DZmin} \sim I_{DZmax}$ 之间, I_{DZ} 较小时,稳压效果不佳; I_{DZ} 过大时,管子功耗也将增大,若功耗超过管子允许值,管子将不够安全。

(3) 耗散功率 P_M 。管子所允许的最大功耗 $P_M = I_{DZmax} U_{DZ}$ 。管子功耗超过最大允许功耗时,管子将产生热击穿而损坏。

稳压二极管有国产的 2CW 系列、2DW 系列和国外的 1N41 系列、1N47 系列、1N52 系列、1N59 系列、1N700 系列、1N900 系列等,1N47 系列稳压二极管常用型号与稳压值见表 1-7 所示。

表 1-7 1N47 系列稳压二极管常用型号与稳压值

型号	1N4728	1N4729	1N4730	1N4732	1N4733	1N4734	1N4735	1N4744	1N4750	1N4751	1N4761
稳压值	3.3 V	3.6 V	3.9 V	4.7 V	5.1 V	5.6 V	6.2 V	15 V	27 V	30 V	75 V

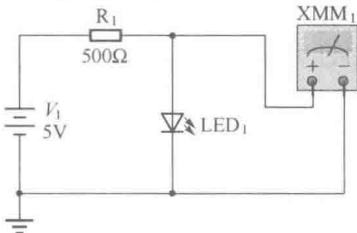
技能训练 3 发光二极管电路仿真测试

完成本任务所需仪器仪表及材料如表 1-8 所列。

表 1-8

序 号	名 称	型 号	数 量	备 注
1	电脑	安装 Multisim10.0 仿真软件	1 台	

任务书 1-3

任务名称	发光二极管电路仿真测试
测量 电路图	 图 1.9 发光二极管电路检测
步骤	(1) 在 Multisim10 软件中按图 1.9 绘制电路图,直流电源电压为 5V,限流电阻 $R_1 = 500\Omega$,用万用表测量发光二极管两端的电压。 (2) 将发光二极管反向连接,观察能否发光? 发光二极管正常情况下应工作在_____ (正向/反向) 状态。 (3) 根据发光二极管两端测得电压,计算电流值。若电源电压改为 +12 V,限流电阻 R_1 应该为多少?
小结	发光二极管是一种电流控制的器件,只要流过发光二极管的正向电流在所规定的范围之内,它就可以正常发光。

知识点 发光二极管 (LED)

发光二极管 (LED) 工作在正向状态。LED 对工作电流要求比较高, 通常由电源电压 U 和限流电阻 R 来供给, 必须根据电压 U 来合理选择限流电阻 R 值, 使 LED 工作在额定的工作电流下。如图 1.10 所示, 限流电阻可以根据下式来确定:

$$R = \frac{U - U_{VD}}{I}$$

式中, U_{VD} 为额定工作电流下 LED 的正向电压; I 为 LED 实际所需的正向工作电流。

红光 LED 和绿光 LED 的工作电流 I 一般为 $10 \sim 20 \text{ mA}$, 正向电压 U_{VD} 一般取 $1.5 \sim 2.3 \text{ V}$, 常应用于指示灯、显示板等场合。随着白光 LED 的出现, LED 也有被用于照明领域, 白光 LED 的正向电压 U_{VD} 介于 $3.0 \sim 4.0 \text{ V}$ 之间。

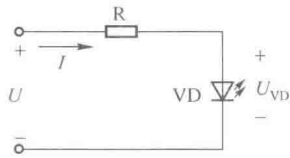


图 1.10 发光二极管直流驱动电路

技能训练 4 桥式整流电路仿真

完成本任务所需仪器仪表及材料如表 1-9 所列。

表 1-9

序 号	名 称	型 号	数 量	备 注
1	电脑	安装 Multisim10.0 仿真软件	1 台	

任务书 1-4

任务名称	桥式整流电路仿真
测量 电路图	
步骤	(1) 在 Multisim10 软件中按图 1.11 绘制电路图, 变压器初级绕组输入电压为单相 220 V、50 Hz 交流电, 设置变压器 T_1 的匝数比为 $n_1/n_2 = 9/220 = 0.04$。 (2) 断开二极管 VD_2、VD_3 与变压器副边的连线, 运行仿真电路, 观察示波器 XSC_1 的输出波形。 (3) 断开二极管 VD_1、VD_4 与变压器副边的连线, 运行仿真电路, 观察示波器 XSC_1 的输出波形。 (4) 二极管 VD_1、VD_2、VD_3、VD_4 均与变压器副边相连, 运行仿真电路, 观察示波器 XSC_1 的输出波形, 分析波形。