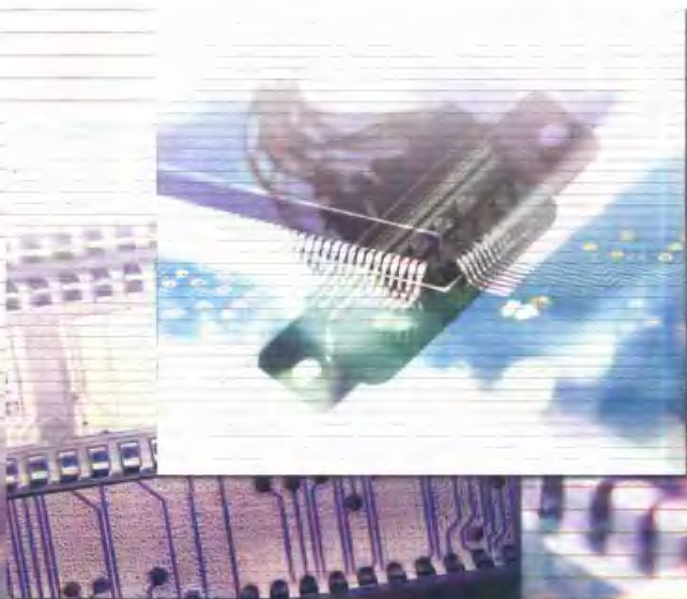


中等职业教育国家规划教材配套教学用书

电子技术教学参考书

主编 张友汉



高等教育出版社

中等职业教育国家规划教材配套教学用书

电子技术教学参考书

主 编 张友汉

本书附盘可从本馆主页 <http://lib.szu.edu.cn/>
上由“馆藏检索”该书详细信息后下载，
也可到视听部复制



A1027876

高等教育出版社

内容简介

本书是中等职业教育国家规划教材《电子技术》(张友汉主编)一书的教学参考书。

本书的主要内容有:各章的教学内容综述、教学目标与基本要求、教学建议与课时安排、习题示例及答案。书中引入了6篇反映电子技术发展的新知识、新技术、新产品的拓宽性内容及方便教师深入理解教材的提高性内容。

本书可作为教师备课的参考书,也可作为学生的学习参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术教学参考书 / 张友汉主编. —北京:高等教育出版社,2002
高职高专教材
ISBN 7-04-010855-0

I. 电... II. 张... III. 电工技术—高等学校:教学参考书—教学参考资料 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 040065 号

电子技术教学参考书

主编 张友汉

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号
邮政编码 100009
传 真 010-64014048

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
印 刷 国防工业出版社印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 12.5
字 数 300 000

版 次 2002 年 7 月第 1 版
印 次 2002 年 7 月第 1 次印刷
定 价 24.00 元(含光盘)

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

前 言

《电子技术教学参考书》是与中等职业教育国家规划教材全国中等职业教育教材审定委员会审定的张友汉主编的《电子技术》(高等教育出版社2001年7月出版)配套使用的,同时可供选用其他同类教材的教师参考。

本教学参考书的编写目的是:方便教师教学,特别帮助中青年教师深入掌握教材。为此,注意把握以下几个方面的要点:

1. 掌握教材体系、特点;
2. 明确教学目标和教学要求;
3. 提出课时分配参考;
4. 解答疑难问题,提供解题思路;
5. 提供教学参考资料,增大教师教学时的信息量。

本参考书按章节编写,每章分要点综述、教学目标与基本要求、教学建议与课时安排、习题示例及答案等四个方面。

要点综述简要说明本章内容要点,分析本章与前后的联系、承先启后,发掘教材思想、方法上的特点及教学中应注意的关键性问题;教学目标与基本要求是根据国家颁布的大纲,依照教材的顺序指明教学应达到的目标和基本要求;教学建议与课时安排是对教学目标与基本要求框架的具体化。教学内容中全面分析了“应知”和“应会”的具体内容、有关知识点,提供达到目标、要求可供采用的教学方法,注重重点、难点解析和教学方法的研讨。以上两条中都用掌握、理解、了解来区分要求的程度。课时安排以大纲规定的60学时基本方案为依据,80学时可安排加入选修,打*号表示选修内容。习题示例及答案是通过解若干例题和习题提供解题思路和方法,并给出了本书习题答案。

本书由张友汉任主编,戴月任副主编,徐良雄、张九洲编写了模拟电子技术部分,张友汉、戴月编写了数字电路、电力电子技术各篇,王伟强、陈东参加了编写。

本书由刘蕴陶教授主审,刘教授在审阅时提出了许多宝贵意见,在此表示衷心感谢。由于编者水平有限,书中问题和不足之处望各位老师和读者不吝赐教,编者将感激不尽!

编者

10/24/2001

目 录

绪论 电子技术及教学	1	二、教学目标与基本要求	83
第一章 常用半导体器件	7	三、教学建议与课时安排	83
一、要点综述	7	四、习题示例及答案	99
二、教学目标与基本要求	7	* 第七章 信号的产生、采集处理与 传输	103
三、教学建议与课时安排	7	一、要点综述	103
四、习题示例及答案	16	二、教学目标与基本要求	103
第二章 数字电路的基本知识	20	三、教学建议与课时安排	103
一、要点综述	20	四、习题答案	113
二、教学目标与基本要求	20	* 第八章 电子控制技术	115
三、教学建议与课时安排	20	一、要点综述	115
四、本章小结及习题答案	25	二、教学目标与基本要求	115
第三章 组合逻辑电路	27	三、教学建议与课时安排	115
一、要点综述	27	第九章 电力电子技术	130
二、教学目标与基本要求	27	一、要点综述	130
三、教学建议与课时安排	27	二、教学目标与基本要求	130
四、习题示例及答案	36	三、教学建议与课时安排	131
第四章 触发器及时序逻辑电路	41	四、习题及参考答案	148
一、要点综述	41	增补参考资料	150
二、教学目标与基本要求	41	第一篇 半导体元件及集成电路	150
三、教学建议与课时安排	41	第二篇 新型运算放大器	159
四、实作练习及习题答案	59	第三篇 卡诺图化简法	161
第五章 基本放大电路	64	第四篇 存储器与可编程逻辑器件 (PLD)	166
一、要点综述	64	第五篇 可编程控制器(PC)应用 举例	173
二、教学目标与基本要求	64	第六篇 现代通信技术	181
三、教学建议与课时安排	64		
四、实作练习及习题答案	79		
第六章 运算放大器及其应用	83		
一、要点综述	83		

绪论 电子技术及教学

电子技术的发展水平是国家富强的重要标志,是各行各业发展的支柱和人类进步的强大推动力。电子技术与工、农、林、交、医等各行各业的生产、管理联系紧密,与人们的日常生活紧密相关。在现代社会,了解和具备电子技术的基本知识和技能已成为适应现代化生产、管理和人们日常生活的必要条件。电子技术作为中等职业学校的一门必修的技术基础课,独立承担使学生了解和具备电子技术的基本知识和技能,完善学生素质的重任。下面,就教材特色、课程教学目标及讲授方法等问题和教师们作一商榷。

一、关于电子技术这门课

(一) 概述

电子技术作为工科非电专业的一门必修技术基础课,以前称作“工业电子学”。这门课程自1978年开设以来,在普及电子技术知识,提高学生素质诸方面都起到了很大的作用,之所以要更名,其原因有:①随着国民经济的发展,电子技术的应用范围已大大超出工业范围,涉及到工业、农业、交通、医疗、科研、国防军事、社会乃至成为民众生活的一部分。只限于工业范畴显然已太狭隘;②中等职业学校学习电子技术课程的目的在于结合本专业的应用,掌握电子技术基本知识,重在培养学生应用能力是本科学科的教学目标,摒弃以学科为中心,确立以应用为中心,改变传授知识为本位的教学思想,代之以培养能力为本位的教学思想。为此,经教育部批准“工业电子学”更名为“电子技术”。赋予本课程以基本应用性和广泛渗透的含义。

当前中等职业学校不同专业设置的课程中,常有主干课程和非主干课程二部分,“电子技术”在有的专业作为主干课程,有的专业作为非主干课程。但无论是或不是主干课程,由于电子技术高速发展和广泛渗透,电子技术与生产实践和生活实际紧密联系,一个高素质的劳动者和中初级专门人才对电子技术的基本知识和技能不能是一个“电子盲”。可以说,人们的生产和生活离不开“电子技术”,无论是从事哪一种生产活动,离开“电子技术”是寸步难行的。还有电子技术的实验实训课程对于体现课程与实践结合;对于操作技能训练和科学作风的培养;对于培养高素质劳动者和中初级专门人才也是必需的。

由于电子技术课程的覆盖面宽,各种专业对电子技术知识和技能的需要存在较大的差异,本书是作为非电专业电子技术课程的教材,由于专业不同,在教学中对电子技术内容侧重点不同。如对电子技术要求更高一些的机电一体化专业对电子控制内容要求较高,电力管理各专业对电力电子技术内容要求偏重,邮电、通信、机械专业对信号及处理方面的知识有所侧重等等。本书采用选用模块的方法满足各类专业的需要。另外,如确实需要,教师在教学时还可以在挤占基本学时的情况下另添本书尚未涉及的内容。

教师在教学中,要十分关注培养学生的创新精神和创新意识,要全面关注学生的素质教育,这是一个大课题,是要教师们为之奋斗的大目标。

(二) 课程的性质与任务

中等职业学校电子技术教学大纲规定,电子技术是中等职业学校工科非电类及相关各专业必修的技术基础课。它的任务是:使学生掌握成为高素质的劳动者和中初级专门人才必须具备的电子技术的基本知识和基本技能,为学习专业知识和职业技能,增强适应职业变化的能力,以及今后学习新的科学技术,打下一定的基础。同时,通过本课程的学习,使学生的全面素质得到提高。

(三) 课程教学目标

根据教学大纲,本课程的教学目标是:使学生学好作为高素质的劳动者和中初级专门人才必须具备的电子技术的基本知识,掌握基本技能,初步形成解决实际问题的能力,为学习专业知识和职业技能打下基础;并逐步培养学生的辩证思维,使学生的全面素质得到提高,职业道德观得到加强。

电子技术的基本知识是指:

1. 电子技术中的基本概念和基本分析方法;
2. 基本电路的原理、结构、用途;
3. 常用器件的特性和应用范围。

电子技术的基本技能是指:

1. 能独立完成大纲规定的实验实训;
2. 能正确使用常用电子仪器仪表;
3. 会观察实验实训现象、记录有关数据,并能通过分析比较得出正确结论;
4. 会查阅各种器件性能参数表及产品说明书。

初步形成解决实际问题的能力是指:

1. 能阅读和分析简单的电路原理图及设备电路方框图;
2. 具有借手册等工具书和设备铭牌、产品说明书、产品目录等资料,查阅电子器件及产品的有关数据、功能和使用方法的能力;
3. 初步具备运用运算放大器、典型的中小规模数字集成电路组成某些简单的应用电路的能力;

4. 能处理电子设备的简单故障。

使学生的全面素质得到提高,职业道德观得到加强是指:

1. 初步具备辩证思维的能力;
2. 具有热爱科学、实事求是的学风、创新意识、创新精神;
3. 加强职业道德意识;
4. 具有了解电子技术在本专业应用的新动向和进一步自学电子技术的能力。

二、关于《电子技术》这本书

与以往的教材相比,由张友汉编写的《电子技术》这本书以中等职业学校工科非电类及相关专业三、四年制通用(多学时)(60~90学时)的电子技术教学大纲(试行)为依据,以培养面向21世纪经济、社会、科技发展相适应的高素质劳动者所必须的人才规格、质量要求为目标,充分体现职教特色,采用三、四年制通用的“基本教学平台”加“选用模块”的“模块式”结构。基本教学平台突出“宽”、“新”、“用”、“精”的特点。本教材有如下特色。

(一) 打破学科体系的传统思想,突出课程的应用特点

改变传统以知识为本位的教学思想,打破学科体系,突出课程的应用特点,是本次编写《电子技术》的一个重要目标。

将教学内容与生产和生活实际紧密联系,加宽基础,按照以能力为本位的思想,并以“必需”、“足够”为度,降低理论深度,优化教材结构和内容。比如:删除三极管载流子的运动情况分析和放大电路图解分析法等纯理论内容,将反馈内容从分立元件电路移到运算放大器及其应用一章中讲解,注重反馈的应用,增加了计算机控制技术、电力电子技术、交流调压、无源逆变及变频调速等新技术、新知识的内容。

(二) 采用三、四年制通用的“基本教学平台”加“选用模块”的“模块式”结构

由于覆盖专业面宽,各种专业对电子技术要求差异较大,但作为技术基础课教材,由于各种机械类专业对电子技术要求相对较高,如对机械类、仪表类专业,必须按大纲要求构建60学时的三、四年制通用的“基本教学平台”,体现本课程相对较高的基本要求。

在基本平台基础上,精选内容,配好“选用模块”。“选用模块”特点是“应用灵活”和“有弹性”,在时间跨度和内容深度上可灵活掌握,根据不同类型学校和专业需要,可安排不同的教学学时,增添或删减某些内容,选用不同的模块。例如:机电一体化类专业可选用电子技术模块中传感技术及可编程控制器等模块及PID调节器、非电量测量等模块;冶金类专业可选用电子技术选学模块中的电力电子技术等模块。

(三) 紧紧抓住素质教育和能力培养这个中心

特别是注意知识结构体系与知识应用和能力培养体系结合。注意引导知识应用,鼓励创新精神,重视实践能力培养,加强实训和实验环节的教学。使整个教学活动紧紧抓住素质教育和能力培养这个中心。切实注意了对学生的全面素质、创新精神、实践能力的培养,形成了“宽基础、活模块”的结构,使本教材更具有时代性和职教特色。

(四) 在精选内容上把握“宽”、“新”、“用”、“精”的原则

“宽”是指有较宽的基本知识和基本技能,加宽教材知识面,着重对学生认识能力的培养。如:教材中增加了运算放大器应用(PID调节器)、计算机控制技术及电力电子技术应用(交流调压、无源逆变)等内容。

“新”是指引入新知识、新产品、新技术、新工艺。让学生认识新技术,培养学生创新精神、创新意识。如介绍 VMOS 器件、中大规模集成电路、检测与传感技术、可编程控制、工业控制计算机应用等内容。

“用”是指强化应用,理论联系实际,着重加强实践能力的培养。如:数字电路“搭积木法”组成应用电路,模拟电路利用运算放大器构成高精度测量仪表等。

“精”是指打破学科体系,贯彻少而精的原则,把教学的注意力引导到灵活应用上来。注意降低理论深度,删去复杂理论推导,用定性分析代替繁琐计算,从而为“宽”、“新”、“用”腾出空间和时间。例如:精简电子电路分析方法,以定性分析为主,辅以必须的定量计算,淡化半导体器件内部载流子运动的分析等。

根据电子电路的功能特点,本书将电子电路划分为三大块:模拟电子技术、数字电子技术、电力电子技术。以工作信号的特点来划分,电子电路所传递和处理的信号是连续变化的模拟信号,称为模拟电路。电路产生和处理的是在时间上和数值上不连续的数字信号,称为数字电路。当前应用越来越广泛的是数字电路。数字电路具有抗干扰能力强、能耗低、便于集成化等突出优点,数字电子技术发展迅猛,在计算机、通信、工业控制、声像、家电等许多领域已经或正在逐步取代模拟电路。未来世界是数字化的世界,这种说法并不夸张。

数字电路的应用广泛,其基本知识及技能比模拟电路容易掌握。数字电路实践训练成本不高,成功率高,这十分有利于对中等职业学校学生进行教学。本书采用“先数字、后模拟”的编排顺序对初学者入门是有利的。我们将数字电子技术放在模拟电子技术之前介绍,在篇幅上也有所增加,对模拟电子技术理论深度上要求有所下降,篇幅上有较大压缩。电力电子技术作为一个新兴的领域,单列为一部分,选入了一些新的器件和新技术。

综上所述,与以前的同类教材相比本教材体系上有较大变化,引入的新知识、新技术较多,涉及的知识面更宽,突出体现了对学生应用能力的培养及全面素质的训练。为便于教学,十分需要编写一本教学参考书。

三、关于这本教学参考书

本教学参考书的编写目的是:方便教师教学,帮助中青年教师深入掌握教材的内容……。为此,注意把握以下几个方面的要点:

- (一) 掌握教材体系、特点;
- (二) 明确教学目标和教学要求;
- (三) 提出课时分配参考;
- (四) 解答疑难问题,提供解题思路;
- (五) 提供教学参考资料,增大信息量。采用编写综述、摘抄相关参考书和参考资料(说明参考内容出处)的方法对教学内容总结和扩大信息量。

这本教学参考书也可以作为学生学习本门课的有力助手。

本指导书按章节编写,每章分:要点综述、教学目标与基本要求、教学建议与课时安排、习题示例及答案等四个方面。

要点综述简要说明本章内容要点,分析本章与前后章、节的联系,承前启后,指出教学中应注

意的关键性问题。教学目标与基本要求是根据国家颁布的教学大纲,依照教材的顺序指明必须达到的教学目标和基本要求。教学建议与课时安排是对教学目标与基本要求框架的具体化。教学建议中全面分析了“应知”和“应会”的具体内容,有关知识点,应达到的教学目标,可供采用的教学方法,注重重、难点解析和教学方法的研讨。以上两条中都用掌握、理解、了解来区分要求的程度。课时安排以大纲规定的60学时基本方案为依据,超过60学时部分安排选修内容,打*号表示选修内容。习题示例及答案:习题示例是通过讲解若干例题和习题提供解题思路和方法,并给出了本书部分习题答案。

四、关于如何教好“电子技术”

电子技术是一门理论及实践性都很强的课程,内容多、知识面宽,包括模拟电子技术、数字电子技术、电力电子技术、传感控制技术、计算机技术、电子测量、现代通信技术等电子课程的基本内容,还包含强电弱电的多个学科及其应用的基础知识和实验技能,还要适应多种专业不同的要求。而且电子技术知识的更新是各种学科中最快的,新知识多、新产品多、新技术多、新工艺多,而且层出不穷。总之,电子技术课程的教学确有难度,任课教师必须有足够深入的认知度,对教材涉及的内容有深入的研究和丰富的实践经验,才能胜任电子技术课程的教学工作。

教难,学也难。电子技术应用的无处不在、无时不在,从感官到实际使得学生感到深奥、神秘;信号的难于琢磨、电路的复杂又使得学生感到枯燥和繁琐;电信号摸不着,看不见,学习起来不知如何下手,这是初学者的普遍反映。

如何教好“电子技术”这门课是摆在每个任课教师面前的实际问题。

“电子技术”这门课对当前中等职业学校的学生是有一定吸引力的,在教学起步时,在教学对象的心理上较之于不少课程“电子技术”是有优势的。教师必须利用好这一优势,一开始就着力于如何把课程的吸引力变为学生对电子技术的热爱,热爱就是力量。

我感到教学的成功,师生满意的教学效果,是“感知+成就感+教师的睿智和耐心”的结果。

这里首先是“感知”,许多问题的出现,甚至苦苦不得解决,原因是学生对电子技术缺乏感知,电子技术应用是无处不在,但要启发学生去感知;流动的电信号摸不着,看不见,但信号产生的效应却是可以感觉的。电路是由具体的元器件组成的,教学时应特别重视加强学生对所学知识的感性认识。例如:常用半导体器件一章的教学,让学生感知常用半导体器件的名、形、结构,有关特性的结论尽可能地由教学演示实验和数据得出,如二极管特性、各种其他二极管及其功能、三极管放大作用、开关作用等都可以这样进行教学。这样作的好处很多,作到“感知”在前,“感知”与理论教学结合,融理论于“感知”之中,从实践上升到理论,把枯燥的线路和书本知识生动化了,而且这种教学活动本身就是培养学生的认知和实践能力。在其后的放大电路中电压放大倍数;基本门电路的逻辑功能等都可以这样教学。实验实训课是电子技术实践教学的主要方式之一,这对学生是十分重要的“感知”机会,是培养学生能力的必要环节,一定要安排好,决不能马虎应付。没有实践活动,教师的电子讲得再好,学生还是不会连接电子线路,黑板上是培养不出电子技工的,只有感知的东西学生才能更深刻地去领会它。加强让学生直接“感知”的教学手段是医治学生学习电子技术课程入门难的良方。

所谓“成就感”这里主要是指学生的一个实验的成功,一个小电子制作的完成,让学生在心灵

深处产生一股成就感,这是十分难得的,其作用不可低估,甚至一个看不起眼的成功,会影响一个学生的一生。为此,教师去精心准备和组织实验实训课,去组织课外兴趣活动小组,占领课余时间阵地,教师要付出很大的代价,但这是值得的。

“教师的睿智和耐心”这是教师的魅力所在。教师丰富的学识,富于启发及风趣的讲解,如果再有一手电子绝活和平易近人,他(她)的周围是一定会集合一批电子爱好者的,他(她)会影响一些学生,一个班,一个专业,甚至一个学校的学生的爱好。要有一股不达课程教学目标决不罢休的责任心。

一个教师成功的教学实践会影响一大批学生,停止一些学生的厌学,甚至激发起其中一些学生的学习热情,成为影响学生个人一生的新起点,这种事情实在不乏其例。

一个成功的电子技术教师,其首要条件是自身的高素质。教师自身的高素质来源于高度的责任感和孜孜不倦的学习,不断用新知识武装自己,加宽自己的知识面,加厚自己的学识底砮。要特别关注电子技术在本专业应用中的新发明、新发现、新技术、新产品的情况,并随时用以丰富自己的教学实践。要使自己永远不停地搜寻电子技术的前沿知识,不断学习和进取,常教常新,并不断适应市场和学生的需要,不断改进教学,这是使自己牢牢把握成功的支柱。

我国正进行着深刻的教育和教学改革,电子技术的发展突飞猛进。这门课如何发展,如何让学生掌握好电子技术是我们花大力气探讨的问题。以上所云实系一孔之见,写在本书的前面,仅作抛砖引玉而已。

第一章 常用半导体器件

一、要点综述

常用半导体器件主要是指晶体二极管(简称二极管)、晶体三极管(简称三极管)、稳压管、场效应晶体管、集成电路等。常用半导体器件门类繁多,各成系列,产品品种数量很多。

根据本课程的任务和要求,本书在介绍这些器件时,把注意力放在如何应用这些器件上,注重讨论的是把它们作为电路器件在其外引线端表现出来的电压与电流及输入与输出的关系,而对各种器件的内部结构及工作时的内部物理过程则不视为本书所要解决的问题。

本章内容:PN结与二极管;特殊二极管;三极管;MOS场效应晶体管;集成电路;半导体器件及集成电路的命名法。

二、教学目标与基本要求

(一)了解PN结的单向导电性,掌握二极管结构及电压、电流关系和主要参数,了解特殊二极管的应用。

(二)理解三极管结构、电流放大作用、特性曲线、主要参数。

* (三)了解场效应晶体管结构特点、类型、电压放大作用、主要参数。

(四)了解半导体器件查表法。

三、教学建议与课时安排

本章教学学时数 $7 + *1$ 学时,课时安排见表 1-1。

表 1-1

序号	内 容	课 时 数		
		讲授课	习题课	实践课
1	PN 结及二极管	2		
2	三极管	2		
3	* 场效应晶体管 半导体器件及集成电路命名和查表法	$1 + *1$		
4	常用电子仪器的使用			2

(一) 第一次课 绪论 PN 结与二极管 特殊二极管(2 学时)

绪论

绪论课的目的在于通过介绍现代电子技术的高速发展,了解电子技术发展水平是国家富强的重要标志,是各行各业发展的支柱和人类进步的强大推动力。了解和具备电子技术的基本知识和技能已成为适应现代化生产、管理和人们日常生活的必要条件。激发学生对电子技术课程学习的浓厚兴趣,使学生产生强烈的求知欲望和学习积极性。

1. 常用半导体器件概述

常用半导体器件产品类别、系列名称见表 1-2。

表 1-2

类 别	系 列 名 称
分立元件	二极管
	三极管
	场效应晶体管
集成电路	模拟集成电路
	数字集成电路
	接口集成电路
	混合集成电路

由于常用分立半导体器件具有重量轻、体积小、耗电少、品种齐全、工作可靠和寿命长等突出优点,应用极为广泛。即使是在中大规模、乃至超大规模集成电路普遍应用的今天,在许多场合,包括在集成电路的一些外部电路中,仍然是必不可少的重要器件。

根据本课程的任务和要求,本书在介绍这些器件时,把注意力放在如何应用这些器件上,注重讨论的是把它们作为电路器件在其外引线端表现出来的电压与电流及输入与输出的关系,而对各种器件的内部结构及工作时的内部物理过程不视为本书所要解决的问题。

2. PN 结与二极管

(1) PN 结及其单向导电性

对纯净的半导体材料按特别的“掺杂”工艺加工,可以制成 PN 结。所谓掺杂就是将其他有用的微量元素通过一定的工艺掺入纯净的半导体中,若掺入五价元素如磷等,就形成以“自由电子”导电为主的半导体,称为 N 型半导体;若掺入的是三价元素如硼等,则形成以空穴导电为主的 P 型半导体。PN 结是 P 型和 N 型两种半导体在其交界面上形成的一种特殊结构的薄层。

要了解 PN 结的导电性能,可以按图 1-1 将 PN 结的两端(P 区端和 N 区端)各连接一段导线,接上电源作通电测试。

观察图 1-1 演示电路:电路将 PN 结 P 区接电源正极, N 区接电源负极,串接在电路中的小灯泡发亮,表示 PN 结导通;若将电源反接,即 PN 结的 N 区接电源正极, P 区接电源负极,小灯泡不亮,

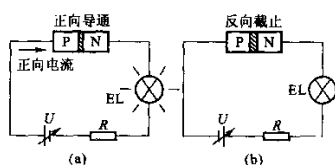


图 1-1 PN 结的导电性能测试演示电路

表示 PN 结截止。

通过观察以上实验证实:PN 结具有单向导电性。串联在电路中的小灯泡发光,说明在 PN 结上加正向电压(P 区接电源正极,N 区接电源负极),称这种连接为 PN 结正向偏置,此时 PN 结处于导通状态,PN 结呈现低阻性,电路中有较大电流通过;反之,在 PN 结上加反向电压(即反向偏置)时,PN 结处于反向截止状态,PN 结呈现高阻性,电流则很难通过。

(2) 二极管的结构

将一个 PN 结的两端各引出一个电极,外加玻璃或塑料的管壳封装即制成二极管。它是电子电路中最常用的器件之一。

二极管的结构及符号如图 1-2(a)所示,二极管的外形如图 1-2(b)所示。

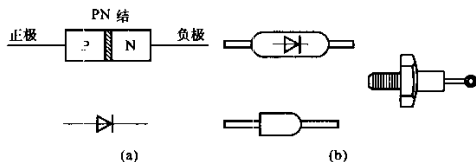


图 1-2 二极管的符号及外形

图中二极管的 P 区端,称为二极管的正极端,简称正极(或阳极端,简称阳极);二极管 N 区端,称为二极管的负极端,简称负极(或称为阴极端,简称阴极)。

根据所用半导体材料不同,二极管可分为硅二极管和锗二极管两大类。根据需要通过电流大小的不同,二极管的结构类型不同,二极管又可分为点接触型和面接触型。

(3) 二极管的电压电流关系

二极管的电压电流关系是指通过二极管的电流 I 与加在二极管两端的电压 U 之间的关系,可按图 1-3(a)所示演示电路进行测试,图中 V 为硅二极管。图 1-3(b)为电压电流坐标图。

A. 正向特性测试

给二极管外加正向电压,当外加电压很小时(对硅管小于 0.5 V,对锗管则小于 0.1 V),选定两个电压值;外加电压大于 0.5 V(硅管)再选定 3~5 个电压值,测出其相应电流值,记入坐标图中,可连接成正向特性曲线。

B. 反向特性

电流表改用微安表,二极管两端加反向电压时,选定 3~5 个电压值(反向电压值不能太大),测出其相应的电流值,记入坐标图中,可连成反向特性曲线。

C. 理想二极管

二极管在应用时,为简化分析,常将其理想化为一个开关,即二极管导通时,正向压降为 0 V,相当于开关闭合;在二极管两端加反向电压或正向电压 $U < 0.5$ V 时,视其反向电流为 0,相当于开关断开。

(4) 二极管的主要参数

二极管的性能可以用参数来表示,以整流二极管为例,其主要参数有两个。

A. 最大整流电流 I_{CM} 是指二极管长时间工作时,允许通过二极管的最大正向平均电流,

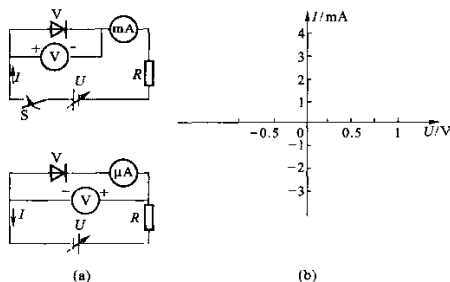


图 1-3 二极管的电压电流关系演示

当二极管长时间工作电流超过该值时,将使二极管因过热而损坏。

B. 最高反向工作电压 U_{RM} 这是指二极管所能承受的最大反向电压,一般取反向击穿电压的 $1/3 \sim 1/2$ 值作为最高反向工作电压,以确保二极管的安全使用。

二极管的种类繁多,用途不一,对其参数的要求也不一样,选用二极管时,可按需要查阅有关手册。

(5) 应用举例

二极管因具有单向导电性,所以成为整流电路的主要元件,整流的有关知识将在第九章中讨论,下面介绍几种其他应用举例。

A. 钳位

图 1-4 所示电路为一与门电路,假定二极管为理想二极管,借此例说明二极管起钳制电位的作用,当输入端 A、B 的输入电压为 0 V 或 3 V 时,把输出 Y 端的电位钳制在 0 V 或 3 V。二极管这种作用称为钳位。

B. 隔离

在以上电路中,当 $U_A = 0$ V, $U_B = 3$ V 时, V2 截止, V2 把输入端和输出端两边隔离开来, V2 在这里的作用称为隔离,即把两种不同电位的电路隔离开来,互不影响,电子电路中常常要用到这一点。

C. 限幅

二极管的限幅作用是指将电路的输出信号幅度限制在某一电平,而不允许高出该电平值的作用。

图 1-5 所示电路中,仍假定二极管是理想的,当输入电压 u_i 为正半周时,且 $U_{om} > U_s$, 二极管 V 导通,将输出 u_o 的幅度限制在 $U_{om} = U_s$ 上,当 $U_{im} < U_s$ 时,二极管承受反向电压而截止,二极管 V 两端相当于开路。电路输出 $u_o = u_i$ 。

3. 特殊二极管

用作钳位、隔离、限幅以及整流等用途的二极管都是普通二极管,除此以外还有一些特殊用

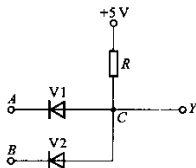


图 1-4 二极管的钳位及隔离作用

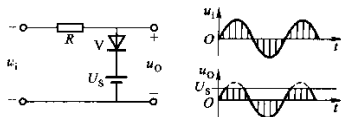


图 1-5 二极管的限幅作用

途的二极管,如稳压管、光电二极管、发光二极管等。对这些特殊二极管要配合实物和演示讲解其功能,加深学习印象。

(1) 稳压管

稳压管实质上也是一种二极管,经过特殊工艺制作,它通常工作在反向击穿区,而且允许通过较大的反向电流,当反向电流在允许的范围内变化时,稳压管两端的电压 U_Z 基本保持稳定,即所谓“稳压”。

有的稳压管与二极管外形相似,区别其为稳压管还是二极管可以用简便的方法判定,教师可以指导学生自行测试。稳压管的电路符号如图 1-6(a)所示。

图 1-6(b)为测试稳压管特性的电路原理图。

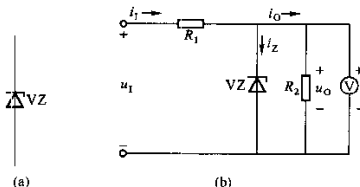


图 1-6 稳压管的电路符号及特性测试电路

稳压管有两个主要的参数:

1. 稳定电压 U_Z 稳压管工作在反向击穿区,管子两端的稳定工作电压。

2. 工作电流 I_Z 指管子能起稳压作用时,允许流过管子的电流范围,即 $I_{Zmin} < I_Z < I_{Zmax}$ 。若流过稳压管的电流小于 I_{Zmin} ,管子起不到稳压作用;电流大于 I_{Zmax} 时,管子将过热损坏。这一点必须引起学生注意。

(2) 发光二极管

半导体发光二极管是一种把电能直接转换成光能的固体发光器件,发光二极管的图形符号如图 1-7 所示。

(3) 光电二极管

光电二极管也由一个 PN 结构成,具有单向导电性,但光电二极管管壳上有一个能射入光的窗口,这个窗口用有机玻璃透镜封闭,入射光通过透镜正好射在 PN 结上。

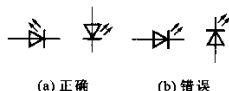


图 1-7 发光二极管的图形符号

光电二极管工作在反向偏置状态。当在 PN 结上加反向电压,再用光照射 PN 结时,能形成反向电流,反向电流的大小与光照射强度成正比。

另外,还有肖特基二极管、变容二极管等。这些二极管介绍与否,教师可视专业需要取舍。

(二) 第二次课 三极管(2 学时)

三极管是由两个 PN 结构成的三端半导体器件,简称为三极管。

1. 结构特点

两种类型:NPN 型、PNP 型。

三个电极(发射极 E、基极 B 和集电极 C),两结(发射结、集电结),三区(发射区、基区和集电区)。

三极管结构、外形、符号及 E、B、C 各个电极排列如图 1-8 所示。

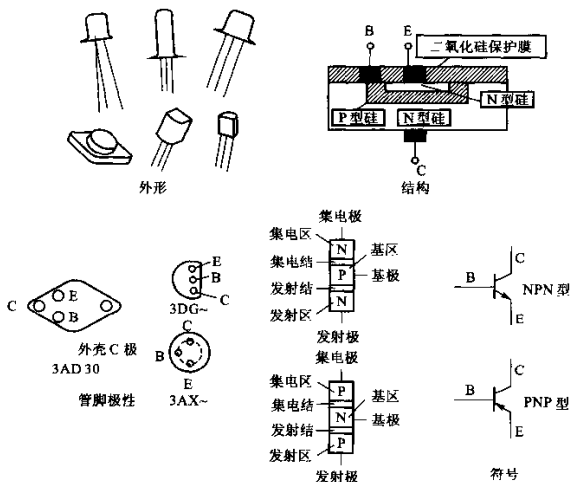


图 1-8 三极管

三极管有硅管和锗管之分,这是根据制作的基片材料来划分的,硅管性能优于锗管,故当前生产和使用的三极管多为硅管。根据管子的功能特性又可分为普通管、功率管、高频管、低频管等。

2. 三极管的电流放大及开关作用

三极管有三种工作状态,这就是放大状态、截止状态和饱和状态。这三个状态反映了三极管的电流放大作用及开关作用。

(1) 电流放大作用