



全国农业中等职业学校“百万中专生计划”教材

电子技术基础

第二版

农业部农民科技教育培训中心
中央农业广播电视学校 组编



中国农业出版社



教育部中等职业教育教材“双证书”制度教材编写组

电子技术基础

第二版

教育部中等职业教育教材编写中心
中国电子出版社 编

中国电子出版社

全国农业中等职业学校“百万中专生计划”教材

电子技术基础

第二版

农业部农民科技教育培训中心 组编
中央农业广播电视学校

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

电子技术基础/农业部农民科技教育培训中心, 中央农业广播电视学校组编. —2 版. —北京: 中国农业出版社, 2009. 2

全国农业中等职业学校“百万中专生计划”教材

ISBN 978-7-109-13380-8

I. 电… II. ①农…②中… 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 (2009) 第 013951 号

中国农业出版社出版发行

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100125)

责任编辑 郭元建 李兴旺

北京通州皇家印刷厂印刷

1996 年 6 月第 1 版 2009 年 2 月第 2 版

2009 年 2 月第 2 版北京第 1 次印刷

开本: 720mm×960mm 1/16 印张: 11.5

字数: 200 千字 印数: 1~10 000 册

定价: 16.80 元

凡本版教材出现印刷、装订错误, 请向中央农业广播电视学校教材处调换

联系地址: 北京市朝阳区来广营甲 1 号 邮政编码: 100012

电话: 010-84904997

网址: www.ngx.net.cn

第二版编写人员名单

编 者 李丽英

指导教师 许 春

第二版编写说明

根据农业部农村实用人才培养“百万中专生计划”指导性教学计划要求,农业部农民科技教育培训中心和中央农业广播电视学校设计了计算机应用专业和农村电气化专业课程。计算机应用专业课程教材包括《计算机基础》、《计算机操作系统应用》(第二版)、《计算机办公自动化》、《微型计算机的组装与维护》、《数据库应用》、《程序设计基础》、《计算机网络应用基础》、《多媒体及常用软件应用》、《局域网络组建与维护》、《网页制作技术》、《电子技术基础》(第二版)等,农村电气化专业课程包括《电工基础》、《电子技术基础》、《电机及其应用》、《农村电力网》、《农村变电站》、《电力法律法规》、《电工维护安装技术》、《农电管理》等。

通过本教材的学习,力求使学员掌握半导体的基本知识,了解常用电子器件和电子电路、常用的集成电路的主要作用和应用,使学员具有从事各类工程专业所需要的电子技术方面的基本知识、基本技能,具有一定的分析和解决实际技术问题的能力。

为了适应广播电视教学的需要,教材尽量做到文字通俗易懂,且安排了较多的插图和表格,各章后附有习题,配合这套文字教材制作有录像教材,并编写了教学辅导大纲供教学使用,便于各学校开展教学和学员自学。

本教材由李丽英编写,责任教师许春负责具体组织编写,并按照广播电视学校教学特点对教材进行审定。

热诚希望广大读者对教材中不妥之处提出宝贵意见,以期进一步修定和完善。

中央农业广播电视学校

2009年1月

第一版编写人员名单

编 者 李丽英 沈正贤

责任教师 邵明旭

第一版编写说明

根据全国农业中等职业学校“百万中专生计划”指导性教学计划要求,农业部农民科技教育培训中心和中央农业广播电视学校设计了中等农业工程类计算机应用、农村电气化和农村能源开发与利用专业教学计划。该计划包括《机械制图》、《机械基础》、《机械制造基础》、《机电修理》、《汽车构造与维修》、《拖拉机》、《农业机械》、《农机管理》、《电机电气控制与供电》、《电工基础》、《电子技术基础》、《电机及其应用》、《农村电力网》、《农村变电站》、《农电管理》、《电工维护安装技术》、《电视机原理与维修》、《电冰箱与空调器》、《收录机与音响》、《电动器具》、《电热器具》、《录像机与视盘机》等课程,全套教材共22册。

本教材力求使学员掌握半导体的特性及应用,了解各种基本电子电路的组成和作用,以及各种电子元、器件的特性和用途,具有从事工程专业所需要电子技术方面的基本理论、基本知识和基本技能,及一定的分析和解决问题的能力。本教材中,中国农业大学李丽英编写了第一至十一章(1—7节),沈正贤编写了第十一章的第八节及电子技术实验指导书。该教材文字通俗易懂,且安排了较多的插图和表格,各章后附有本章内容提要 and 复习思考题,书后附有复习思考题答案要点和实验实习指导;配合这套文字教材制作有录像、录音教材,并编写了教学辅导材料供教学使用。本套教材由中央农业广播电视学校张博文、邵明旭任责任教师,负责具体组织编写并按照广播电视学校教学特点对教材进行审定。

热忱希望广大读者对教材中不妥之处提出宝贵意见,以期进一步修订和完善。

农业部农民科技教育培训中心

中央农业广播电视学校

2006年11月

目 录

第二版编写说明

第一版编写说明

绪论	1
第一章 常用电子器件	3
第一节 半导体的基本知识和主要性能	3
一、半导体的基本知识	3
二、PN 结的单向导电性	4
第二节 半导体二极管	5
一、普通二极管的基本结构	5
二、二极管的主要特性	6
三、二极管的主要参数	7
四、二极管的型号和简单测试方法	7
第三节 特殊用途二极管	9
一、稳压二极管	9
二、变容二极管	10
三、发光二极管	10
四、光电二极管	10
第四节 二极管的整流电路	11
一、单相桥式整流电路	12
二、三相桥式整流电路	13
第五节 晶体三极管	14
一、基本结构	15
二、主要种类和作用	15
三、主要参数	17
四、三极管的型号和简单测试方法	19
第六节 晶体三极管放大电路	22

一、交流放大电路的基本组成和各元件的作用	22
二、三极管的工作状态	23
三、放大电路的简单计算	24
四、多级放大电路的一般概念	26
第七节 场效应管	27
一、场效应管简介	27
二、场效应管的主要参数和使用中注意的问题	29
第八节 晶闸管的主要作用及应用	29
一、晶闸管的简单介绍	29
二、晶闸管的基本结构	30
三、晶闸管的工作状态和导通条件	31
四、晶闸管的型号和主要参数	32
五、晶闸管的主要应用和保护	33
六、普通晶闸管的判断	37
第九节 常用电子线路中的电器元件	37
一、电阻和电位器	38
二、电容和电容器	42
三、电感和电感器	46
四、继电器和变压器	48
习题	52
第二章 集成运算放大电路	53
第一节 集成运算放大器简介	53
一、集成运算放大器的组成	54
二、集成运算放大器的图形符号	54
第二节 集成运算放大器的运算电路	55
一、比例运算电路	55
二、反相加法运算	57
三、减法运算(差动运算)	57
四、积分与微分运算	59
第三节 集成运算放大器的应用	60
一、电压比较器	60
二、测量(数据)放大器	61
三、信号发生器	62

第四节 使用集成运算放大器应注意的问题	63
习题	64
第三章 集成功放及集成直流稳压电源电路	66
第一节 功放电路简介	66
一、对功放电路的基本要求	66
二、功率放大电路的种类	67
第二节 SL33 集成功率放大电路	67
第三节 集成直流稳压电源电路	68
习题	69
第四章 数字电路	70
第一节 数字电路概述	70
一、数字电路简介	70
二、数字电路的特点	70
三、数字信号及主要参数	71
四、数制及其相互转换	71
五、逻辑代数及其应用	74
第二节 逻辑门电路及组合逻辑门电路	78
一、逻辑门电路	78
二、组合逻辑电路	83
第三节 编码器	87
一、二进制编码器	87
二、二—十进制编码器	89
第四节 译码器和数码显示	90
一、二进制译码器	91
二、二—十进制译码器	92
三、数码显示	92
第五节 数据分配器和选择器	94
一、数据分配器	94
二、数据选择器	95
第六节 运算器	97
一、半加器	97
二、全加器	98

第七节 双稳态触发器和时序逻辑电路	99
一、双稳态触发器	99
二、寄存器	105
三、计数器	108
第八节 555 集成定时器	114
一、555 集成定时器的组成	114
二、由 555 集成定时器接成单稳态触发器	115
三、由 555 集成定时器接成无稳态触发器（多谐振荡器）	117
第九节 数字量和模拟量的相互转换	118
一、数—模(D/A)转换	118
二、模—数转换器(A/D)	119
第十节 数字电路应用举例	121
一、电子数字钟表	121
二、数字频率计	122
习题	123
第五章 万用电表	125
第一节 指针式万用表	125
一、万用表简介	125
二、万用表的准确测量	127
第二节 数字式万用表	129
第六章 电子电路的制作与安装	133
第一节 印刷电路板	133
一、印刷电路板的种类	133
二、手工制作印刷电路板的步骤	133
第二节 元器件的安装	135
第三节 印刷电路板的制作	136
第七章 图纸及资料的识别	139
第一节 识图的基本知识	139
一、电子工程图的基本概念	139
二、识图的基础	140
三、掌握典型电路的工作原理	141

第二节 识图的基本要求和步骤	142
一、识图的基本要求	142
二、识图的基本步骤	143
第三节 电器、电子电路的装配技术	143
一、装配前的图纸准备	143
二、装配原则及主要元器件的安装技术	144
习题	145
第八章 电子器件的焊接与检测	146
第一节 电子器件的焊接	146
一、焊接的工艺流程图	146
二、电烙铁的选用与焊接温度识别	146
三、焊料的选择	148
四、助焊剂（简称焊剂）的选择	149
第二节 电子器件焊接过程中的安全常识	149
一、使用电烙铁的注意事项	149
二、焊接的基本步骤	151
第三节 电子电路的检测	151
一、检测的要求	151
二、检测步骤	152
三、小型稳压电源电路的检测	153
习题	154
教学辅导大纲	156
主要参考文献	169

绪 论

电子技术应用是研究电子器件及其应用的技术基础课程。自 1948 年第一个电子器件即晶体管问世以来,电子技术有了很大的发展,从分立元件电路到集成电路,尤其是大规模、超大规模集成电路的出现,实现了材料、元件和电路的统一,体积更小、重量更轻、能耗更低、使用起来更加方便、可靠,实现了电子技术新的飞跃,进入了微电子技术时代。电子技术的广泛应用,促进了现代工业、农业、国防建设、日常生活以及科学技术领域先进技术的发展。

电子技术之所以能够在各个领域中占有很重要的地位,主要是电子器件具有独特的特点,主要有以下几点:

(1) 体积小、重量轻、能耗低。分立元件半导体器件如二极管、三极管等的体积比真空管小了很多,而集成电路不仅大大减少了体积和重量,而且打破了分立元件电路的设计、制作的方法,实现了材料、元件和电路的统一,例如超大规模集成电路,在只有几平方毫米的芯片上制造了上百万个元件,可以想像它的体积小到何种程度,自然它的重量就很轻、耗电很小,因此能得到广泛的应用和重视。

(2) 反应快。由于电子本身的惯性很小,电子器件也很小,所以电子器件反应很快,这样就可以在很短的时间内做出迅速而准确的分析和判断,提高计算机的运算速度,可达到每秒几十万次,大大提高了效率和生产率。

(3) 灵敏度高。由于电子器件的放大作用,可以把极微小的信号进行放大并显示,所以它的灵敏度、准确度和精确度是其他器件望尘莫及的。一般精密的电子仪器、仪表都采用电子器件。

(4) 使用方便、可靠。由于电子器件的体积很小,尤其是集成电路,减少了大量的焊点,因此连接简单、方便,可靠性高,是其他器件所没有的。例如人造卫星和宇宙飞船、数控机床和计算机中都有许多电子设备,迅速精确地按照人的意愿工作,促进了各个领域先进技术的发展。

电子技术主要有以下几个方面的应用:

(1) 电能的产生、转换和控制。一般电子器件有产生电能或对能量进行转换和控制的作用。例如光电管、热电偶、太阳能电池等可以将光能、热能、太阳能转变成电能,而电灯、发光二极管等又可以将电能转变成光能,二极管、

晶体管可以将交流电量转换成直流电量或将直流电量转换成交流电量。

(2) 实现信息、信号的传递。电子技术应用于电信、广播、电视等信息领域,可以使地球上各地区的人们相互联系,而且通过卫星、宇宙飞船等探索宇宙空间的奥秘,并将宇宙中各种信息和信号迅速、准确地传送到地面。

(3) 实现数据的运算和处理。自古以来,人们就需要对数据进行运算和处理,从算盘到计算器等,而利用电子技术的计算机的运算速度和精度使过去不能解决或者很难解决的问题能够得到迅速、正确的解答,从而促进了各个学科的深入发展。利用计算机还可以对大量的资料进行分类、统计、检索,有利于企业的规划和管理,有利于现代化生产的进行。

(4) 实现各种物理量的测量,进而实现各种自动控制。在科学研究和现代生产和自动控制中,往往需要对一些物理量(如各种应力、速度、位移、长度、重量、时间等)及一些物理现象(如光、电、声、热的传播、射线的辐射等)进行测量,使用电子技术的方法,就可以使测量的准确度、精度和灵敏度大大提高,因此电子技术广泛应用于自动控制和精密仪器仪表等设备中。

本教材的主要内容包含有“管、路、应用”三个方面,其中“管”就是指主要的电子器件即二极管、三极管、小型集成电路(集成运算放大电路、门电路、触发器、计数器等)及常用电器元件(电阻、电容、电感、开关等),“路”主要指主要的模拟电路和数字电路。对“管”的学习着重掌握它的主要结构、特性和作用及检测方法;对“路”的学习要了解它的应用,要会看并看懂各种电路及电路中各个元器件的作用,进行必要的简单计算和分析。本教材还包括一些实际操作及电子电路制作的实际训练,加强解决实际问题的能力。

由于电子技术的迅速发展,电子电路的种类繁多,更新换代产品很快、也很多,而在教材中只能够讲解一些基本、典型电路,为学员今后的工作和进一步的学习奠定良好的基础。

第一章 常用电子器件

第一节 半导体的基本知识和主要性能

一、半导体的基本知识

什么叫半导体？通俗的说法是导电能力介于导体和绝缘体之间的物质，主要是硅、锗、硒及大多数金属氧化物和硫化物等四价元素。本征半导体就是不含“杂质”的具有晶体结构的四价元素，所谓“杂质”就是非四价元素。四价元素就是指原子结构中的最外层有四个电子称价电子，而每个价电子与相邻的四个原子的价电子组成电子对，也就是说价电子是每两个相邻原子所共有，它们把相邻的四个原子结合在一起，形成共价键结构，共价键中的电子就是价电子。

半导体之所以能够迅速发展，并不在于它的导电能力介于导体和绝缘体之间，而在于它有独特的导电特性：

① 导电能力在不同的环境条件下差别很大。有些半导体的导电能力对温度变化反应很灵敏，利用这一特性，就可以制成热敏元件，进行温度控制；有些半导体当受到光线照射时，导电能力增强，使电路导通，利用这一特性，就可以制成光电元件，例如对路灯的自动控制；还有些半导体当给它施加一定的电压时，它就可以发出红、绿或黄光，如发光二极管等。

② 半导体中参与导电的粒子不仅有自由电子还有空穴，这一点与金属导体不同。半导体中“空穴”的通俗解释，就是半导体的共价键结构中的空位置。当共价键中的价电子，获得能量挣脱共价键的束缚跑出来，形成自由电子时，共价键中就留出一个空位置，称这个空位置为空穴，此时可以看成空穴作相对运动，原子中少了一个电子而带正电，就可以看成空穴带正电。当半导体受到电场作用时，半导体中就会形成电子电流和空穴电流。

③ 在纯净的半导体中，掺入“杂质”即非四价元素，它的导电能力有很大的提高，如掺入百万分之一的“杂质”，导电能力就能提高百万倍，因此可利用掺入“杂质”的浓度不同，实现不同的电阻率。

④ 在纯净的半导体中，掺入三价元素或五价元素，就会形成 P 型或 N 型两种半导体，进而可形成 PN 结，它是组成各种电子器件的重要部件。

二、PN 结的单向导电性

什么是 PN 结？为什么说它是组成各种电子器件的重要部件呢？它具有什么特性呢？在纯净的半导体中，掺入三价元素就会形成 P 型半导体，由于空穴数目比电子数多，就会吸引电子填补空穴变为负离子。而掺入五价元素就会形成 N 型半导体，由于电子数比空穴数目多，多出的电子很容易挣脱共价键的束缚跑出来形成自由电子，此时原子带正电，为正离子。通常将一块完整的半导体中的一部分形成 P 型半导体，而另一部分形成 N 型半导体，在它们的交界面处，就会形成一个具有内电场的电荷区，称 PN 结。内电场的方向是由 N 区指向 P 区，如图 1-1(a) 所示。当 PN 结外加电压时，它只允许一个方向的电流通过，这就称为 PN 结的单向导电性。

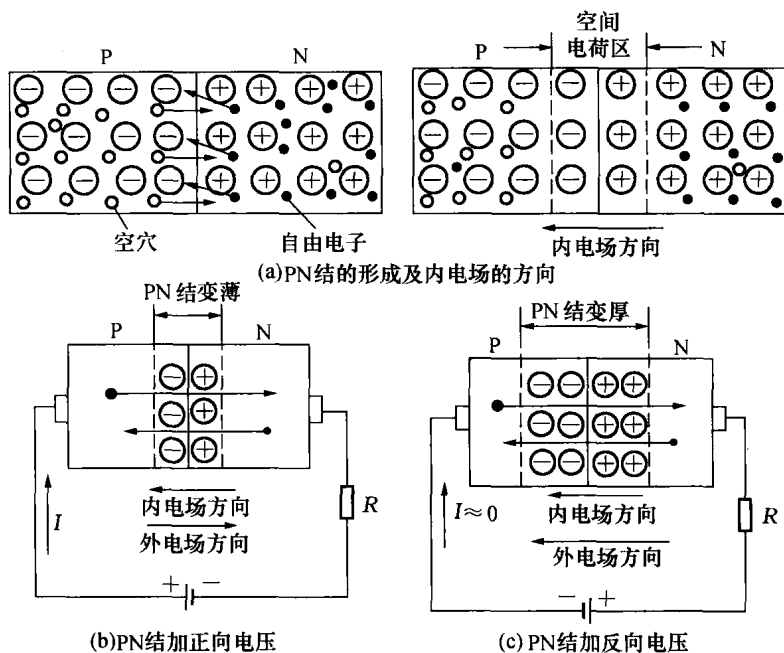


图 1-1 PN 结的单向导电性

当 PN 结外加正向电压时，如图 1-1(b) 所示，即 P 区接外电源的正极，而 N 区接外电源的负极，这时外电场的方向与内电场的方向相反，当外电场大于内电场时，外电场抵消内电场，PN 结变得很薄，电阻很小，电路导通。当 PN 结外加反向电压时，如图 1-1(c) 所示，即 P 区接外电源的负极，而 N 区接外电源的正极，这时外电场的方向与内电场的方向相同，外电场增强了内电场，