



普通高校“十三五”规划教材

电子技术实验教程

(第3版)

主 编 骆雅琴
副主编 顾凌明



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS



普通高校“十三五”规划教材

电子技术实验教程

(第3版)

主 编 骆雅琴

副主编 顾凌明

常州大学图书馆
藏书章

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书为高等院校非电类工科专业电子实验教材,共分为三篇:第一篇是电子实验基础,主要介绍电子元器件、测量技术及仪器设备(包括软、硬件);第二篇是电子实验,由基础性实验和设计性综合性实验组成;第三篇是例题、习题和实验理论试卷。本书第一篇和第二篇均配有思考题。

本书可作为高等院校非电类工科专业“电子技术”(电工学2)课程的配套实验教材,也可作为实验独立设课的电子实验教材。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术实验教程 / 骆雅琴主编. -- 3 版. -- 北京 :
北京航空航天大学出版社, 2017. 8

ISBN 978-7-5124-2495-1

I. ①电… II. ①骆… III. ①电子技术—实验—高等学校—教材 IV. ①TN-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 203499 号

版权所有,侵权必究。

电子技术实验教程(第3版)

主 编 骆雅琴

副主编 顾凌明

责任编辑 胡 敏

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱: bhpress@263.net 邮购电话:(010)82316936

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:710×1 000 1/16 印张:19.5 字数:416 千字

2017 年 9 月第 1 版 2017 年 9 月第 1 次印刷 印数:3 500 册

ISBN 978-7-5124-2495-1 定价:39.00 元

若本书有倒页、脱页、缺页等印装质量问题,请与本社发行部联系调换。联系电话:(010)82317024

第3版前言

2008年9月,我们出版了“十一五”高校规划教材《电子实验教程》。该书的出版对安徽工业大学“电工学”教学和教改起到了积极的促进作用。经过两年的教学实践,于2010年8月对其进行了再版修订。前两版教材已经使用了近10年,对安徽工业大学的“电工学”实验课起到了重要的作用。目前本人兼聘于河海大学文天学院进行“电路电子”课程的教学工作,并即将完成安徽省级教改项目“电路电子教学团队”。在开展电路电子教学团队建设的过程中,我们安排了两校更多的教师参与对《电子实验教程(第2版)》的修订工作,力求在修订过程中让教师们的业务水平得到提升。考虑到“电子”课程教学的需要,同时考虑到基础知识的相同性,本次修订力求拓展应用面,即使之不仅适合非电专业“电工学”课程使用,也适合电专业“电子技术”课程使用,只是选取的内容有所不同即可。

本书共分三篇。第一篇是基础,第二篇是核心,第三篇是复习。三篇各有侧重,又相互联系。使用本书的教师,可根据课时对内容进行选取。

本书是“电工学 电子技术”实验课程的配套教材,又可作为电专业“电子技术”实验课程的选用教材,还可作为这两门课程的提高性实验、课程设计、创新实验的选用教材。因此本版即第3版的书名中增加“技术”两字,为《电子技术实验教程(第3版)》。

对本次修订说明如下:

1. 保留了第2版的体系和主要内容,除订正错误、调整部分内容外,删去第2版的实验十~实验十二,增加了五个电子实验,即实验十“晶体管多级放大电路”、实验十一“用SSI设计组合逻辑电路的实验分析”、实验十二“MSI组合功能件的应用I”、实验十三“MSI组合功能件的应用II”和实验十四“触发器的研究”。

2. 绪论、第一篇和第二篇的第7章,对需要做电子技术实验的任何学生都是适用的。实验基础知识的准备非常重要,由于实验课主要是动手操作,不会有太多的时间来讲授这些基础知识,因此要求学生在课前要认真自学这些内容。只有认真地做好准备工作,才能顺利地完成实验。

3. 非电专业学“电工学 电子技术”的学生必做的电子实验基本内容

是:实验一~实验六。

4. 电专业学“电子技术”的学生必做的电路实验基本内容是:实验二、实验三以及实验十~实验十四。

5. 非电专业学“电工学 电子技术”和电专业学“电子技术”的学生,需要做提高性实验、课程设计、创新实验的,可以选用实验七~实验九。

6. 实验理论试卷应在 15 分钟之内完成。

以上划分仅为参考,读者可以根据需要自行选择内容。

参加本次修订工作的有主编骆雅琴、副主编顾凌明,安徽工业大学的游春豹、程卫群,以及河海大学文天学院纪萍、陈玲、胡徐胜等。在本次修订过程中,安徽工业大学教务处、电气工程及信息学院、电工学教研室以及电气实验中心等部门的领导和老师们给予了极大的支持和帮助,河海大学文天学院教务处、电气系、电路教研室等部门的领导和老师们也给予了极大的支持和帮助,北航出版社的编辑们认真严谨的工作态度给我们留下了深刻的印象,在此表示衷心的感谢!对给本书提出宝贵意见的读者在此也一并表示诚挚的谢意。

由于我们水平有限,恳请广大读者朋友批评指正。

骆雅琴

2017 年 7 月写于安徽工业大学

2017 年 8 月修改于河海大学文天学院

第2版前言

2008年9月我们出版了“十一五”高校规划教材《电子实验教程》。该书的出版对我校“电工学”教学和教改起到了积极的促进作用。通过本教材——这个与广大读者交流的窗口,我们第一次向大家介绍了具有安徽工业大学特色的“电工学”三位一体教学模式,并强调实验课在其中的重要作用。一方面我们希望使用这本教材的学生能了解“电工学”新的教学体系,积极配合教学,学得更好、更扎实;另一方面还希望和高等院校的同行们共同探讨,摸索出“电工学”实验课最有效的教学方式,以促进我国“电工学”学科的发展。

《电子实验教程》自出版以来,受到广大师生的欢迎。为了提高教材质量,对广大读者负责,我们决定对其进行修订。我们广泛地向使用这本教材的教师和学生征求了修改意见。为此,安徽工业大学教务处对学生进行了百余份问卷调查,并将统计结果反馈给我们。这些宝贵意见是我们修订工作的依据。修订后的《电子实验教程(第2版)》有以下特点:

1. 保留了第1版的体系和主要内容。

2. 本书是“电工学”实验课程的配套教材。为满足独立设课的要求,在内容的选取上体现了实验理论体系的完整性和系统性,因此追求新编实验教材内容的丰富、全面、新颖。使用本书的读者,可根据课时对内容进行选取。

3. 为满足教学的需要,着重修改了第2章常用电子实验仪器,增加了“DS5022M示波器”、“TDS1000B-SC系列示波器”和“TFG1000系列DDS函数信号发生器”的使用内容。

4. 本书共分三篇。第一篇是基础,第二篇是核心,第三篇是复习。三篇各有侧重,又相互联系。要完成实验,首先要学习实验基础知识。学习实验基础知识是实验准备的重要内容之一,由于实验课主要是动手做,不会有太多的时间来讲授基础知识,因此要求学生在课前认真自学基础篇。准备工作做得越认真全面,实验就会越顺利,也能得到预期的收获。

5. 本书各章均配有思考题,这些思考题都可能是实验理论考试的考点,希望使用本书的迎考读者,认真做完各章的思考题,全面复习才能取

得优良的成绩。

6. 本书第二篇的前六个实验是基础性实验,是必做实验。实验七和实验八是设计性实验,实验九至实验十二是综合性实验。设计性实验和综合性实验是选做实验,操作考试一般在其中选题。

7. 本书为了配合实验课学习和考试,收编了四套往届实验理论试卷,并给出了标准答案和评分标准,以供学生参考。

参加《电子实验教程(第2版)》编写的有主编骆雅琴、副主编顾凌明等。在本次修订过程中,安徽工业大学教务处、电气信息学院、电工学教研室以及电气实验中心等部门的领导和老师们给予了极大的支持和帮助,北航出版社的编辑们认真严谨的工作态度给我们留下了深刻的印象,在此表示衷心的感谢!对给本书提出宝贵意见的读者在此也一并表示诚挚的谢意。

由于我们水平有限,恳请广大读者朋友批评指正。

骆雅琴

2010年8月于安徽工业大学

前言

随着现代科学技术的飞速发展,电工学领域的新技术层出不穷。为了适应科技的进步,我们坚持教学改革多年,初步形成了电工学理论、电工学实验和电工学实习三者各自独立又相互融合的“电工学”课程教学新体系。电子实验是这一新体系的重要组成部分。为了满足电子实验教学的需要,我们编写了《电子实验教程》。

本书是根据教育部制定的“高等工科院校‘电子技术’(电工学2)课程的教学基本要求”,结合现有的实验设备条件和电子实验教学改革而编写的。根据现代高校的办学特点,本书在内容安排上,充分考虑了一本、二本、三本不同层次的教学需要。本书可作为高等工科院校非电类专业“电子技术”(电工学2)课程的配套教材,也可作为独立设置实验课的“电子技术”(电工学2)的实验教材。

为了帮助学生巩固和加深理解所学的理论知识,培养学生的实验技能和综合应用能力,树立工程实践观念和严谨的科学作风,在本书编写过程中,把实验教学的重心从单纯的验证理论层面,转移到实验操作、综合应用与扩展知识层面,使得实验教学与理论教学的关系不再是简单的重复,而是彼此各有所侧重、又相互呼应形成有机结合。

本书应用现代教育技术、现代实验技术来解决实践教学中的问题,增加了反映电子实验教改成果的实验内容和反映新技术应用的实验项目。本书的最大特点是将电子实验分为基础性实验和综合性设计性实验两部分:基础性实验是必做实验,它覆盖了电子技术的主要内容;综合性设计性实验为选做内容,属于提高性实验,能拓宽知识面且有一定的深度和广度。两部分实验相互配合,可供不同层次的学生选用。本书部分实验可以应用安徽工业大学“电工学”精品课网页中的网上实验平台来预习和验证。

《电子实验教程》的编写还注意启发性和系统性。本书每章都编有思考题,每个实验既有预习思考题还有实验思考题,以此启发学生思考问题。本书的编写还注重教材的完整性和系统性。本书共有三篇:第一篇

是电子实验基础,主要介绍电子元器件、电子测量技术及仪器设备(包括软、硬件);第二篇是电子实验,包括基础性实验和综合性设计性实验;第三篇电子实验题,主要为了配合实验课学习和考试,并在其中收编了四套往届实验理论试卷,以供学生参考。

本书由骆雅琴任主编,顾凌明任副主编。参与编写、校对和验证实验等工作的还有郭华、游春豹、程卫群和甘晖。在本书的编写过程中,安徽工业大学电气信息学院电工学教研室及实验中心的老师们给予了极大的支持和帮助。安徽工业大学教务处大力支持了本书的出版工作,在此表示衷心地感谢!对参考文献中的有关作者在此也一并表示诚挚的谢意。

由于编写水平有限,加之时间仓促,对于书中存在的疏漏和错误之处,恳请广大读者朋友批评指正。

骆雅琴

2008年9月于安徽工业大学

目 录

绪 论	1
0.1 电子实验的重要性	1
0.2 电子实验的目标任务	1
0.3 电子实验的教学体系	2
0.4 电子实验课的教学方式	4
0.5 电子实验的基本要求	5
0.6 实验室安全用电规则	7

第一篇 电子实验基础

第1章 电子测量技术	8
1.1 电子测量的特点及分类	8
1.2 常用电量的测量	10
1.3 常用元器件的测量	11
1.4 电子测量的基本步骤	18
1.5 电子电路主要参数测量	19
思考题	21
第2章 常用电子实验仪器	22
2.1 双踪示波器	22
2.1.1 示波器的工作原理	22
2.1.2 SS-5702 示波器	25
2.1.3 DS5022M 示波器	35
2.1.4 TDS1000B-SC 系列示波器	45
2.1.5 示波器使用的注意事项	54
2.2 信号发生器	54
2.2.1 XD22A 型信号发生器	55
2.2.2 TFG1000 系列 DDS 函数信号发生器	58
2.3 晶体管毫伏表	66
2.4 晶体管直流稳压电源	67
2.5 数字万用表	69
2.6 电子实验台常用仪器	72



思考题	73
第3章 常用电子实验设备	74
3.1 逻辑电路学习机	74
3.2 电压放大电路实验板	80
3.3 集成运算放大器实验板	81
3.4 直流稳压电源实验板	82
思考题	82
第4章 常用电子元器件	84
4.1 常用的电子元件	84
4.1.1 电阻器	84
4.1.2 电位器	86
4.1.3 电容器	87
4.1.4 电感器	91
4.2 常用的电子器件	92
4.2.1 半导体的型号表示	92
4.2.2 半导体二极管	93
4.2.3 半导体三极管	94
4.3 常用的模拟集成电路	96
4.3.1 集成电路国家标准型号命名规则	96
4.3.2 集成运算放大器	97
4.3.3 集成三端稳压器	98
4.4 常用的数字集成电路	99
4.4.1 选用数字集成电路器件的一般原则	99
4.4.2 数字集成电路的使用规则	100
4.4.3 常用数字集成电路的引脚排列	101
4.5 表面贴装元件	104
4.5.1 表面贴装技术简介	104
4.5.2 表面贴装元件的特点	104
4.5.3 表面贴装元器件介绍	105
4.6 电子元器件手册的查阅方法	106
4.6.1 查阅电子元器件手册的意义	106
4.6.2 电子元器件手册的类型	106
4.6.3 电子元器件手册的基本内容	106
4.6.4 电子元器件手册的查阅方法	107
思考题	107



第5章 电子电路制作知识	109
5.1 使用面包板插接电路	109
5.2 印制电路板的设计与制作	111
5.2.1 PCB板图绘制的基本要求	111
5.2.2 PCB板的制作	112
5.3 电子电路焊接基本知识	113
5.4 工业生产线焊接技术简介	116
思考题.....	116
第6章 Multisim 8 实验仿真软件	118
6.1 Multisim 8 软件简介	118
6.1.1 Multisim 软件的起源	118
6.1.2 Multisim 系列软件的形成	118
6.2 Multisim 8 的基本界面	120
6.2.1 Multisim 8 的主窗口	120
6.2.2 Multisim 8 菜单栏	121
6.2.3 Multisim 8 主工具栏	126
6.2.4 Multisim 8 仪器工具栏	127
6.2.5 Multisim 8 元器件库工具栏	127
6.3 Multisim 8 创建仿真电路	135
6.3.1 创建电路文件	135
6.3.2 创建仿真电路	135
6.4 Multisim 8 虚拟仪器的应用	137
6.4.1 数字万用表	138
6.4.2 函数信号发生器	139
6.4.3 示波器	140
6.4.4 波特图仪	143
6.5 单管共射放大电路仿真实验分析	145
思考题.....	149

第二篇 电子实验

第7章 电子实验方法	151
7.1 电子基础性实验	151
7.1.1 电子基础性实验的要求	151
7.1.2 电子基础性实验的操作方法	152
7.2 电子设计性综合性实验	153
7.2.1 电子设计性综合性实验的要求	153



7.2.2 电子设计性综合性实验的步骤	155
7.2.3 电子设计性综合性实验的方法	156
7.3 电子实验注意问题	158
7.3.1 模拟电路的故障检查	158
7.3.2 数字电路的故障排除	159
7.3.3 放大器干扰、噪声抑制和自激振荡的消除	160
7.3.4 实验中的接地问题	161
第8章 电子实验内容	163
实验一 常用电子仪器的使用练习	163
实验二 单管交流电压放大电路	173
实验三 集成运算放大器的应用	181
实验四 直流稳压电源	191
实验五 门电路及其应用	201
实验六 计数器及译码显示电路	208
实验七 组合逻辑电路的设计	214
实验八 时序逻辑电路的设计	219
实验九 555 集成定时器的应用	231
实验十 晶体管多级放大电路	238
实验十一 用 SSI 设计组合逻辑电路的实验分析	242
实验十二 MSI 组合功能件的应用 I	245
实验十三 MSI 组合功能件的应用 II	251
实验十四 触发器的研究	256

第三篇 例题与习题

第9章 电子实验例题	261
9.1 电路部分	261
9.2 仪器使用练习	265
第10章 电子实验习题	278
10.1 电子实验习题	278
10.2 电子实验习题答案	286
第11章 电子实验理论考卷(样卷)	289
试卷1	289
试卷2	291
试卷3	293
试卷4	296

绪 论

0.1 电子实验的重要性

在现代科学技术及工程建设中,电子技术的应用十分广泛。电子技术的应用渗透到了各个学科,因此,非电类专业的学生同样要掌握现代电子技术的基础知识和基本技能。要掌握现代电子技术离不开实验。实验是人们认识自然及进行科学研究工作的重要手段。一切真知都是来源于实践,同时又通过实践来检验其正确性,因此可以说实验是一种重要的实践方式。

实验是观察与感知电子现象与电子电路中物理过程的重要手段。众所周知,电子现象及电子电路过程不是那么直观的。电压的变化、电流的流动都是看不见、摸不到的,只有通过检测仪器的测量来间接地观察各电量的变化。另外,电压和电流的变化是瞬息万变的,观察的时效性很强,只有熟悉电子仪表、仪器的使用,掌握正确的测试方法,了解电子电路中电压与电流变化的基本规律,才能对电子电路或装置进行测试和研究。

因此要学好电子技术,必须加强电子实验这一教学环节。通过电子实验来巩固和加深理解所学的电子理论知识。

0.2 电子实验的目标任务

1. 电子实验课的目标

在工科大学生的培养过程中,实验是一项重要的实践性教学环节。电子实验将培养学生以下几方面能力:

- ① 培养学生正确使用设备的能力。要求学生学会正确使用常用电子仪器,熟悉电子电路中常用的元器件性能。
- ② 培养学生理论联系实际的能力。要求学生能根据所掌握的知识,阅读简单的电子电路原理图。
- ③ 培养学生的实验动手能力。让学生能独立地进行实验操作。
- ④ 培养学生解决问题的能力。要求学生能处理实验操作中出现的問題。
- ⑤ 培养学生实际工作能力。要求学生能准确地读取实验数据,测绘波形和曲线。
- ⑥ 培养学生独立分析问题的能力。要求学生学会处理实验数据,分析实验结



果,撰写实验报告。

⑦ 培养学生的工程实际观点。要求学生掌握一般的安全用电常识,遵守操作规程。

实验的目的不仅要帮助学生巩固和加深理解所学的理论知识,还要训练他们的实验技能和实际工作能力,树立工程实际的观点和严谨的科学作风,全面提高学生在工程技术方面的素质。为将来能够更好地解决现代科学技术研究、工程建设和开发过程中碰到的新问题打下良好的基础。

2. 电子实验要掌握的基本技能

电子实验技能训练的具体要求是:

① 认识常用电子仪表和仪器。常用电子仪表仪器有直流稳压电源、双线示波器、信号发生器、毫伏表、万用表等。

要求了解仪器、仪表的组成原理及功能;了解仪器、仪表的主要技术性能。学会使用常用的电子仪器、仪表。掌握电子仪器、仪表的正确接线方法。了解电子仪器、仪表的主要操作旋钮及操作开关的功能。了解电子仪器、仪表的正确调节方法、正确观察及读数方法。

② 认识数字逻辑学习机等实验设备。了解数字逻辑学习机的功能及插接元器件的方法。

③ 能按电路图接线、查线以及排除简单的线路故障。具有熟练的按图接线能力,能判别电路的正常工作状态及故障现象,能够检查线路中的断线、接触不良及元器件故障,特别是不能因错误接线而出现短路。

④ 能进行实验操作、读取数据,观察实验现象和测绘波形曲线。

⑤ 能整理分析实验数据、绘制曲线,并写出整洁的、条理清楚的、内容完整的实验报告。

⑥ 能使用安徽工业大学电工学精品课网页中的网上实验平台。学会使用网上实验平台提供的计算机仿真软件来预习实验,验证实验以及完成设计性实验。

⑦ 能完成1~2项电子设计性实验。电子设计性实验可以用仿真预习,但必须在实验室验证。

为了完成电子实验的基本任务,实现电子实验的教学目标,电子实验不仅已单独设课,单独考试及记分,而且还增加了设计性、综合性实验,并尝试和以收音机制作为主线电子实习进行有机结合。本教材的部分实验和预习要求可以在安徽工业大学电工学精品课网页中的网上实验平台进行。

0.3 电子实验的教学体系

1. 电工学课程体系中的电子实验

安徽工业大学电工学课程新体系里的电子技术有三个环节,即电子理论、电子实



验和电子实习。其中电子实验起着承上启下的作用。它既要支撑电子理论,为理论服务;又要沟通电子实习,为电子实习做前期实践准备。电子实验必须与电子理论和电子实习有机结合,形成一个整体。

电工学课程体系示意图如图 0.0.1 所示。



图 0.0.1 电工学课程体系示意图

电子实验虽然单独设课,有自身的教学体系。但它必须服从电工学课程体系的要求。

2. 电子实验教学体系

安徽工业大学电子实验的教学体系示意图如图 0.0.2 所示。



图 0.0.2 电子实验的教学体系

1) 基础性实验

基础性实验是必做实验。基础性实验基本上是验证性实验,占实验总学时的 62.5%~75%。

2) 设计性实验

设计性实验必做 1~2 项,占实验总学时的 25%。

3) 综合性设计性实验

综合性设计性实验是选做实验或演示实验,占实验总学时的 0~12.5%。这类实验是给学有余力的学生准备的。

4) 网上实验

网上实验也是电子实验的重要组成部分,它主要提供一个课外实验平台。这个实验平台是用计算机仿真软件来进行实验预习、实验验证以及设计实验的。网上实验不安排学时,是开放性实验,为学生自主学习提供方便。网上实验平台的具体内容及操作要求见安徽工业大学电工学精品课网页中的网上实验。



0.4 电子实验课的教学方式

1. 电子实验课的安排

电子实验课以自然班人数为单位安排。电子实验课是在开课的上一学期末选课,学生按选课时间到电子实验室上课。每学期的实验安排,在开学的第三周内发布在安徽工业大学电工学精品课网页中的网上实验里。实验内容、实验进度及实验地点等相关内容都将发布在网上实验里,请同学务必注意网上实验里的通知。如有不清楚的问题,可通过电工学精品课网页中的互动平台与相关教师联系。

根据实验内容进行实验分组,1人1组,以提高学生的动手能力及独立工作能力。每班由1~2名教师负责指导。实验课教师负责检查学生的预习情况,讲解实验内容及仪器使用方法,检查实验接线,处理实验故障,检查实验结果,指导学生实施正确的实验操作方法,负责实验课进行中的安全用电,解答学生在实验中所出现的问题,批改实验报告,期终考核学生的实验能力及评定成绩。

每次实验课需要经过预习、熟悉设备、接线、通电操作、观察读数、整理数据以及编写实验报告等环节,学生对每一个环节都必须重视,有始有终地完成每个实验。

每次实验课学生除了要带预习报告,还要交上一次的实验报告。在实验课开始时指导教师应在实验内容、实验接线图、主要操作步骤、预习练习题和实验注意事项等方面检查学生的预习情况。

2. 电子实验课的操作程序

1) 基础性实验

良好的实验操作方法与正确的操作程序是实验顺利进行的有效保证。因此可参照图0.0.3所示的程序进行实验。

以下操作程序的详细说明见7.1节“电子基础性实验”。

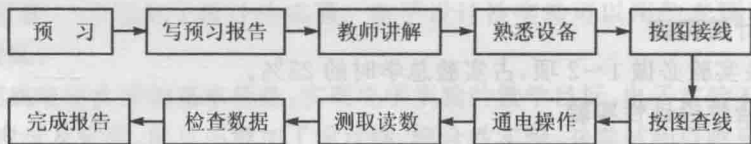


图 0.0.3 常规实验的实验操作方法

2) 设计性实验

图0.0.4所示的操作程序是设计性实验的操作方法,其详细说明见7.2节“电子设计性综合性实验”。

3. 电子实验成绩评定方法

电子实验成绩的评定方法如表0.0.1所列。