



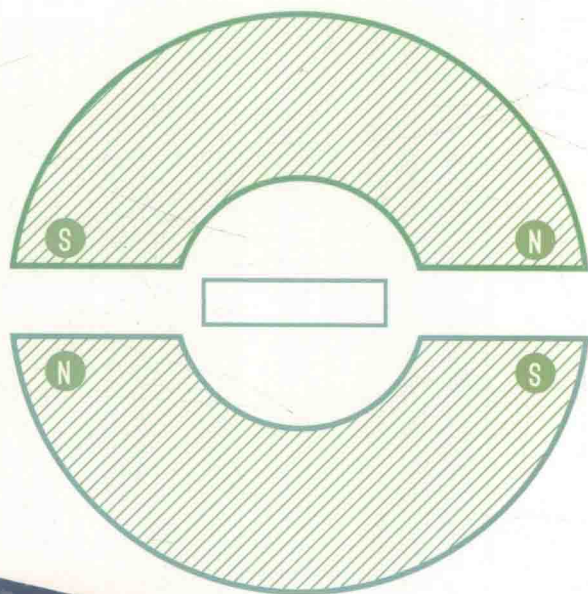
教育部高等学校电子信息类专业教学指导委员会规划教材
高等学校电子信息类专业系列教材

电工电子基础

Electronic Circuits and Sensor Experiments

电子电路 与传感器实验

张永华 编著
Zhang Yonghua



清华大学出版社



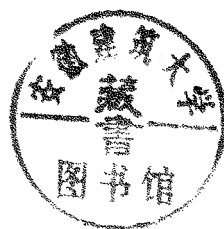
教育部高等学校电子信息类专业教学指导委员会规划教材
高等学校电子信息类专业系列教材

Electronic Circuits and Sensor Experiments

电子电路 与传感器实验

张永华 编著

Zhang Yonghua



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书基于“以传感器原理为基础、以验证性实验和设计性实验为两条分支、最终实现工程应用的一体化教学模式”这一教学指导思想,将实验内容设置为基础实验和综合设计实验两大模块。通过深入浅出的系统训练,强化学生对于传感器原理特性的理解和感性认识,着重培养学生理论联系实际的能力和独立分析问题、解决问题的能力。

本书适合作为电子信息类本科生实验课教材,以及科创活动的培训教材,也可供相关工程技术人员参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

电子电路与传感器实验/张永华编著. —北京:清华大学出版社,2018

(高等学校电子信息类专业系列教材)

ISBN 978-7-302-50410-8

I. ①电… II. ①张… III. ①电子电路—实验—高等学校—教材 ②传感器—实验—高等学校—教材 IV. ①TN710-33 ②TP212-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 123021 号

责任编辑:曾 珊

封面设计:李召霞

责任校对:梁 毅

责任印制:丛怀宇

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:三河市少明印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:11.75

字 数:282 千字

版 次:2018 年 10 月第 1 版

印 次:2018 年 10 月第 1 次印刷

定 价:39.00 元

产品编号:076389-01

高等学校电子信息类专业系列教材

顾问委员会

谈振辉	北京交通大学 (教指委高级顾问)	郁道银	天津大学 (教指委高级顾问)
廖延彪	清华大学 (特约高级顾问)	胡广书	清华大学 (特约高级顾问)
华成英	清华大学 (国家级教学名师)	于洪珍	中国矿业大学 (国家级教学名师)
彭启琮	电子科技大学 (国家级教学名师)	孙肖子	西安电子科技大学 (国家级教学名师)
邹逢兴	国防科技大学 (国家级教学名师)	严国萍	华中科技大学 (国家级教学名师)

编审委员会

主 任	吕志伟	河北工业大学		
副主任	刘 旭	浙江大学	王志军	北京大学
	隆克平	北京科技大学	葛宝臻	天津大学
	秦石乔	国防科技大学	何伟明	哈尔滨工业大学
	刘向东	浙江大学		
委 员	王志华	清华大学	宋 梅	北京邮电大学
	韩 焱	中北大学	张雪英	太原理工大学
	殷福亮	大连理工大学	赵晓晖	吉林大学
	张朝柱	哈尔滨工程大学	刘兴钊	上海交通大学
	洪 伟	东南大学	陈鹤鸣	南京邮电大学
	杨明武	合肥工业大学	袁东风	山东大学
	王忠勇	郑州大学	程文青	华中科技大学
	曾 云	湖南大学	李思敏	桂林电子科技大学
	陈前斌	重庆邮电大学	张怀武	电子科技大学
	谢 泉	贵州大学	卞树檀	火箭军工程大学
	金伟其	北京理工大学	刘纯亮	西安交通大学
	胡秀珍	内蒙古工业大学	毕卫红	燕山大学
	贾宏志	上海理工大学	付跃刚	长春理工大学
	李振华	南京理工大学	顾济华	苏州大学
	李 晖	福建师范大学	韩正甫	中国科学技术大学
	何平安	武汉大学	何兴道	南昌航空大学
	郭永彩	重庆大学	张新亮	华中科技大学
	刘缠牢	西安工业大学	曹益平	四川大学
	赵尚弘	空军工程大学	李儒新	中国科学院上海光学精密机械研究所
	蒋晓瑜	陆军装甲兵学院	董友梅	京东方科技集团股份有限公司
	仲顺安	北京理工大学	蔡 毅	中国兵器科学研究院
	黄翊东	清华大学	冯其波	北京交通大学
	李勇朝	西安电子科技大学	张有光	北京航空航天大学
	章毓晋	清华大学	江 毅	北京理工大学
	刘铁根	天津大学	张伟刚	南开大学
	王艳芬	中国矿业大学	宋 峰	南开大学
	苑立波	哈尔滨工程大学	靳 伟	香港理工大学
丛书责任编辑	盛东亮	清华大学出版社		

序

FOREWORD

我国电子信息产业销售收入总规模在 2013 年已经突破 12 万亿元,行业收入占工业总体比重已经超过 9%。电子信息产业在工业经济中的支撑作用凸显,更加促进了信息化和工业化的高层次深度融合。随着移动互联网、云计算、物联网、大数据和石墨烯等新兴产业的爆发式增长,电子信息产业的发展呈现了新的特点,电子信息产业的人才培养面临着新的挑战。

(1) 随着控制、通信、人机交互和网络互联等新兴电子信息技术不断发展,传统工业设备融合了大量最新的电子信息技术,它们一起构成了庞大而复杂的系统,派生出大量新兴的电子信息技术应用需求。这些“系统级”的应用需求,迫切要求具有系统级设计能力的电子信息技术人才。

(2) 电子信息系统设备的功能越来越复杂,系统的集成度越来越高。因此,要求未来的设计者应该具备更扎实的理论基础知识和更宽广的专业视野。未来电子信息系统的设计越来越要求软件和硬件的协同规划、协同设计和协同调试。

(3) 新兴电子信息技术的发展依赖于半导体产业的不断推动,半导体厂商为设计者提供了越来越丰富的生态资源,系统集成厂商的全方位配合又加速了这种生态资源的进一步完善。半导体厂商和系统集成厂商所建立的这种生态系统,为未来的设计者提供了更加便捷却又必须依赖的设计资源。

教育部 2012 年颁布了新版《高等学校本科专业目录》,将电子信息类专业进行了整合,为各高校建立系统化的人才培养体系,培养具有扎实理论基础和宽广专业技能的、兼顾“基础”和“系统”的高层次电子信息人才给出了指引。

传统的电子信息学科专业课程体系呈现“自底向上”的特点,这种课程体系偏重对底层元器件的分析与设计,较少涉及系统级的集成与设计。近年来,国内很多高校对电子信息类专业课程体系进行了大力度的改革,这些改革顺应时代潮流,从系统集成的角度,更加科学合理地构建了课程体系。

为了进一步提高普通高校电子信息类专业教育与教学质量,贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020 年)》和《教育部关于全面提高高等教育质量若干意见》(教高【2012】4 号)的精神,教育部高等学校电子信息类专业教学指导委员会开展了“高等学校电子信息类专业课程体系”的立项研究工作,并于 2014 年 5 月启动了《高等学校电子信息类专业系列教材》(教育部高等学校电子信息类专业教学指导委员会规划教材)的建设工作。其目的是为推进高等教育内涵式发展,提高教学水平,满足高等学校对电子信息类专业人才培养、教学改革与课程改革的需要。

本系列教材定位于高等学校电子信息类专业的专业课程,适用于电子信息类的电子信

息工程、电子科学与技术、通信工程、微电子科学与工程、光电信息科学与工程、信息工程及其相近专业。经过编审委员会与众多高校多次沟通,初步拟定分批次(2014—2017年)建设约100门课程教材。本系列教材将力求在保证基础的前提下,突出技术的先进性和科学的前沿性,体现创新教学和工程实践教学;将重视系统集成思想在教学中的体现,鼓励推陈出新,采用“自顶向下”的方法编写教材;将注重反映优秀的教学改革成果,推广优秀的教学经验与理念。

为了保证本系列教材的科学性、系统性及编写质量,本系列教材设立顾问委员会及编审委员会。顾问委员会由教指委高级顾问、特约高级顾问和国家级教学名师担任,编审委员会由教育部高等学校电子信息类专业教学指导委员会委员和一线教学名师组成。同时,清华大学出版社为本系列教材配置优秀的编辑团队,力求高水准出版。本系列教材的建设,不仅有众多高校教师参与,也有大量知名的电子信息类企业支持。在此,谨向参与本系列教材策划、组织、编写与出版的广大教师、企业代表及出版人员致以诚挚的感谢,并殷切希望本系列教材在我国高等学校电子信息类专业人才培养与课程体系建设中发挥切实的作用。

吕志伟 教授

前言

PREFACE

当今社会信息技术迅猛发展,智能系统、物联网系统在国防、自动化生产及人们居家生活、室外活动等方面的应用日益普及,使得作为现代信息社会三大支柱之一的传感器技术成为世界各国竞相研究发展的重点领域。传感器技术被认为是继计算机、互联网之后,又一次能够带来大的产业变革的关键技术。因此,传感器技术课程目前也得到了国内大中专院校的普遍重视,成为许多院校理工科相关专业的必修课程。本书是为了配合传感器技术理论课教学、促进传感器工程应用,专门针对学生进行实践、创新能力再提升训练之需要而撰写的一种实验教材。

根据人们认识事物的规律,本书将实验部分设置为“基础实验”和“综合设计实验”两部分。“基础实验”部分为验证若干种传感器的功能原理而设计,学生通过学习这部分实验操作将增加对传感器的感性认识,并进一步加深对传感器理论知识的理解。“综合设计实验”部分又按难易程度将实验分为设计性实验和综合提高性实验两部分。“综合设计实验”环节的训练,要求学生通过自行设计制作以传感器为核心的实用电子作品,初步掌握传感器电路的综合设计能力。为了使本课程具有相对完整性,编写了“电子电路与传感器实验基础”作为本书的第一篇,介绍了传感器基本原理、传感器信号处理电路等知识。本书旨在通过由基础理论到实践操作、由简单到复杂的循序渐进的系统训练过程,提升学生的创新实践能力。对于本书的第二篇和第三篇,也可以根据学生掌握相关知识程度的不同分别用于独立开课。

本书的特点在于将理论联系实际的方针贯穿整个课程的教学环节,强调学生动手操作的实践能力,要求学以致用,提高学生的动手能力、创新能力。

本书是作者在总结近几年传感器实验课教学工作实践的基础上撰写而成的。本书得到了华东师范大学精品教材建设专项基金和华东师范大学信息科学技术学院的大力支持,华东师范大学信息科学技术学院张健教授审阅了本书书稿并提出了修改意见,在此一并表示感谢。作者同时感谢清华大学出版社对本书出版给予的支持和帮助。

本书可作为大中专院校传感器实验课的教材以及理工科各专业学生电子信息类科创活动的培训教材,也可以供相关科技人员参考。由于作者水平有限,书中难免有不妥之处,敬请读者批评指正。

作 者

于华东师范大学

2018年5月

学习建议

➤ 本书定位

本书可作为电子信息类、仪器类、自动化类、生物医学工程类等相关专业本专科生传感器实验课程的教材,以及理工科各专业大中专学生电子信息类科创活动的培训教材,也可供相关研究人员、工程技术人员阅读参考。

➤ 建议授课学时

如果将本书作为教材使用,建议课程教学第二篇“基础实验”部分用时 18~36 学时、第三篇“综合设计实验”部分用时 24~36 学时。教师可以根据不同的教学对象或教学大纲要求安排学时数和教学内容。

➤ 教学内容、重点、课时分配

1. 绪论课

“绪论”部分是绪论课的主要内容。通过绪论课使学生了解电子电路与传感器实验的重要性,熟悉本课程的主要教学内容,了解实验专题的实施过程,掌握学习本课程的方法。最后结合附录部分简单介绍数据分析和制图软件,以及印制电路板设计软件,为后续实验课做准备。

绪论课安排 1 次课(3 学时)。

2. 电子电路与传感器实验基础

本篇内容共 3 章,主要包括传感器的一些基本概念、传感器信号处理电路和传感器实验平台三部分,重点是传感器的基本特性和传感器信号处理电路。

这部分内容建议安排学生自学,对于没有学习过传感器技术原理课程的学生,可安排 1 次课(3 学时)。

3. 基础实验

本篇设计了“金属箔式应变片直流电桥性能实验”等 12 个大专题实验,每个实验专题为一章。每章在介绍一种传感器的工作原理的基础上,以验证该传感器的原理、特性和简单应用为主要内容。每个实验均按照实验目的、实验原理、实验单元器材、实验内容与步骤、实验报告要求、思考题等顺序予以介绍,重点是传感器特性曲线的测量及评价。另有 PN 结温度传感器演示实验等 7 种传感器的演示实验构成第 16 章,即演示性实验系列专题,用于快速、简单地了解相关传感器性能。

对于这部分的前 12 个大专题实验,每一个可安排 1 次课(3 学时),教学实施时可以选择 6 个或更多。演示性实验专题部分可以供学生自由选做。

4. 综合设计实验

本篇设计了“基于集成温度传感器的温度测量仪的制作”等 11 个专题实验,每个实验专

题为一章,大体按照先简单后复杂的顺序进行排列。每章在介绍一种传感器的工作原理的基础上,以该传感器的应用为核心,介绍一款或两款实用的传感器应用电路。每个实验大体均按照实验目的、实验原理、实验内容和要求、实验材料等顺序予以介绍,重点是传感器实用电路的制作。学生通过一个专题实验的训练,即传感器实用电路制作从选题到设计电路、材料采购、印制电路板的计算机辅助设计、制板、焊接与调试全过程的训练,能够初步培养传感器应用电路的综合设计能力。

这部分的 11 个专题实验,供学生选做其中 1 个,可安排 8~12 次课(24~36 学时),其中包括 2 次课(6 学时)的印制电路板设计软件的详细介绍。

目录

CONTENTS

绪论	1
----------	---

第一篇 电子电路与传感器实验基础

第 1 章 传感器基本原理	7
1.1 传感器的定义和作用	7
1.2 传感器的组成和分类	8
1.2.1 传感器的组成	8
1.2.2 传感器的分类	8
1.3 传感器的基本特性	9
1.3.1 传感器的静态特性	9
1.3.2 传感器的动态特性	10
1.4 传感器的选用	10
第 2 章 传感器信号处理电路	12
2.1 信号放大电路	12
2.1.1 电压放大电路	12
2.1.2 电荷放大电路	13
2.2 信号变换电路	14
2.2.1 电压-脉冲数变换电路	14
2.2.2 脉冲数-电压变换电路	17
2.3 信号滤波电路	18
2.3.1 无源低通滤波电路	18
2.3.2 有源低通滤波电路	19
第 3 章 传感器实验平台	22
3.1 传感器实验仪结构	22
3.2 主要技术参数、性能及说明	24
3.3 注意事项	26

第二篇 基础实验

第 4 章 金属箔式应变片直流电桥性能实验	29
4.1 实验目的	29
4.2 实验原理	29
4.3 实验单元器材	31
4.4 实验内容与步骤	31

4.5	实验报告要求	33
4.6	思考题	33
第5章	金属箔式应变片交流全桥性能实验	34
5.1	实验目的	34
5.2	实验原理	34
5.3	实验单元器件	36
5.4	实验内容与步骤	36
5.5	实验报告要求	38
5.6	思考题	38
第6章	半导体扩散硅压阻式压力传感器实验	39
6.1	实验目的	39
6.2	实验原理	39
6.3	实验单元器材	40
6.4	实验内容与步骤	40
6.5	实验报告要求	41
6.6	思考题	41
第7章	差动变面积式电容传感器性能实验	42
7.1	实验目的	42
7.2	实验原理	42
7.3	实验单元器材	44
7.4	实验内容与步骤	44
7.5	实验报告要求	45
7.6	思考题	45
第8章	差动变压器(互感式)性能实验	46
8.1	实验目的	46
8.2	实验原理	46
8.3	实验单元器件	47
8.4	实验内容与步骤	47
8.5	实验报告要求	48
8.6	思考题	49
第9章	差动螺管式变磁阻(自感式)传感器实验	50
9.1	实验目的	50
9.2	实验原理	50
9.3	实验单元器材	51
9.4	实验内容与步骤	51
9.5	实验报告要求	53
9.6	思考题	53
第10章	电涡流式传感器实验	54
10.1	实验目的	54
10.2	实验原理	54
10.3	实验单元器材	56
10.4	实验内容与步骤	56

10.5	实验报告要求	58
10.6	思考题	58
第 11 章	霍尔式传感器实验	59
11.1	实验目的	59
11.2	实验原理	59
11.3	实验单元器材	61
11.4	实验内容与步骤	61
11.5	实验报告要求	62
11.6	思考题	62
第 12 章	磁电式传感器实验	63
12.1	实验目的	63
12.2	实验原理	63
12.3	实验单元器材	64
12.4	实验内容与步骤	64
12.5	实验报告要求	65
12.6	思考题	65
第 13 章	热电式传感器实验	66
13.1	实验目的	66
13.2	实验原理	66
13.3	实验单元器材	68
13.4	实验内容与步骤	68
13.5	实验报告要求	69
13.6	思考题	69
第 14 章	压电式传感器实验	70
14.1	实验目的	70
14.2	实验原理	70
14.3	实验单元器材	72
14.4	实验内容与步骤	72
14.5	实验报告要求	72
14.6	思考题	73
第 15 章	光纤位移传感器实验	74
15.1	实验目的	74
15.2	实验原理	74
15.3	实验单元器材	75
15.4	实验内容与步骤	76
15.5	实验报告要求	77
15.6	思考题	77
第 16 章	演示性实验	78
16.1	PN 结温度传感器演示实验	78
16.2	热敏电阻特性演示实验	79
16.3	光敏电阻特性演示实验	81
16.4	气敏电阻特性演示实验	83

16.5	湿敏电阻特性演示实验	85
16.6	硅光电池特性演示实验	86
16.7	光电开关演示实验	88

第三篇 综合设计实验

第 17 章	基于集成温度传感器的温度测量仪的制作	93
17.1	实验目的	93
17.2	实验原理	93
17.2.1	集成温度传感器	93
17.2.2	温度测量仪参考电路	94
17.2.3	调试要点	95
17.3	实验内容和要求	95
17.4	实验材料	96
第 18 章	可燃气体浓度检测仪的制作	97
18.1	实验目的	97
18.2	实验原理	97
18.2.1	半导体气敏传感器	97
18.2.2	可燃气体浓度检测仪参考电路	98
18.3	实验内容和要求	99
18.4	实验材料	99
第 19 章	基于湿度传感器的液位控制电路的制作	100
19.1	实验目的	100
19.2	实验原理	100
19.2.1	氯化锂湿敏电阻	100
19.2.2	液位控制器参考电路	101
19.3	实验内容和要求	102
19.4	实验材料	103
第 20 章	驻极体话筒应用电路	104
20.1	实验目的	104
20.2	实验原理	104
20.2.1	驻极体话筒	104
20.2.2	声光控楼道灯参考电路	105
20.2.3	助听器参考电路	108
20.3	实验内容和要求	109
20.4	实验材料	109
第 21 章	超声波传感器应用电路	110
21.1	实验目的	110
21.2	实验原理	110
21.2.1	超声波传感器	110
21.2.2	超声波多普勒报警参考电路	112
21.2.3	超声波遥控器参考电路	112
21.3	实验内容和要求	116

21.4	注意事项	116
21.5	实验材料	116
第 22 章	热释电红外报警电路的制作	118
22.1	实验目的	118
22.2	实验原理	118
22.2.1	热释电红外传感器	118
22.2.2	热释电红外报警参考电路	119
22.3	实验内容和要求	120
22.4	实验材料	120
第 23 章	多通道红外频分编译码遥控器的制作	121
23.1	实验目的	121
23.2	实验原理	121
23.2.1	红外遥控与红外传感器	121
23.2.2	多通道红外频分编译码遥控器参考电路	122
23.3	实验内容和要求	124
23.4	实验材料	125
第 24 章	微波感应自动门控制电路的制作	126
24.1	实验目的	126
24.2	实验原理	126
24.2.1	微波传感器	126
24.2.2	微波感应自动门控制参考电路	127
24.3	实验内容和要求	128
24.4	实验材料	128
第 25 章	灰尘传感器测量电路的制作	129
25.1	实验目的	129
25.2	实验原理	129
25.2.1	GP2Y1010AUOF 灰尘传感器	129
25.2.2	灰尘传感器检测器参考电路	130
25.3	实验内容和要求	132
25.4	实验材料	132
第 26 章	震动传感式防盗音乐报警器的制作	136
26.1	实验目的	136
26.2	实验原理	136
26.2.1	电阻应变式震动传感器	136
26.2.2	震动音乐报警器参考电路	137
26.3	实验内容和要求	139
26.4	实验材料	139
第 27 章	智能电动小车的制作	142
27.1	实验目的	142
27.2	实验原理	142
27.2.1	智能小车模块化系统	142
27.2.2	智能小车分模块方案	142

27.2.3 参考电路	144
27.3 实验内容和要求	144
27.4 实验材料	144
附录A TDS1001C-EDU 数字存储示波器	145
A.1 技术指标	145
A.2 面板说明	146
附录B Origin 数据分析和制图软件简介	148
B.1 Origin 用户界面	148
B.2 Origin 绘图功能	149
B.3 Origin 数据分析功能	151
附录C Multisim 仿真软件简介	153
C.1 Multisim 用户界面	153
C.2 Multisim 仿真分析	154
附录D 印制电路板设计软件简介	158
D.1 Protel 99SE 软件	158
D.1.1 Protel 99SE 软件设计 PCB 的方法	158
D.1.2 Protel 99SE 软件的使用操作	160
D.2 Altium Designer 设计软件	160
附录E 电路板的焊接	162
E.1 焊接基本工具和材料	162
E.2 焊接工艺技术	164
附录F PCB 的制备简介	167
参考文献	169

绪 论

“电子电路与传感器实验”是适用于电子信息类、仪器仪表、自动化与控制、生物医学工程等相关专业本科生的一门重要的必修实验课,是一门工程应用性非常强的课程。设计该实验课的目的是为了适应当今社会信息技术迅猛发展的需要,提升传感器技术理论教学水平,实现教学的与时俱进,增进学生的实践、创新能力。

1. 电子电路与传感器实验的目的和意义

在当今的信息化社会,传感器技术与现代通信技术、计算机技术被认为是现代信息社会的三大支柱技术。从信息流的流向来看,三大技术分别对应着信息的获取、传递和处理。随着信息技术的突飞猛进,以传感器应用为基础的智能系统、物联网系统在国防、自动化生产以及人们日常生活中的应用日益普及。传感器技术已成为全球网络化、信息化发展过程中人类感知自然界、获取有用信息不可缺少的重要途径和手段。随着各种柔性、可穿戴、便携式电子系统的飞速发展与普及,机器人、无人机等产业的强力推动,传感器将会发挥越来越重要的作用。传感器技术从诞生之初,就体现出强烈的交叉学科色彩,它涉及了物理、机械、电子、材料、生物、医学、化学等诸多领域。目前,新原理、新材料、新加工手段与技术不断涌现,纳米功能材料、微纳加工技术等的发展为传感器的集成化、智能化、阵列化等注入了新的发展动力。传感器技术被认为是继计算机、互联网之后,又一次能够带来大的产业变革的关键技术,因此成为各国竞相发展的重点领域。

鉴于其重要性,“传感器原理”课程已成为电子信息技术、电气自动化技术、计算机应用等专业的一门重要的专业技术课程,目前国内高校理工科专业普遍都开设了传感器及相关课程。“传感器原理”本身就是一门工程应用性非常强的课程,“电子电路与传感器实验”就是为实现传感器的工程应用这一教学目的而开设的。本课程是学生在修读过“电子电路”“传感器原理”理论课程,并完成“电子线路基础实验”课程的基础上,所需要修读的一门实践课。但该课程的组织实施又有相对的独立性,可以安排在传感器理论课程完成之后,或者并行进行。该课程的设置是为了强化学生对传感器原理特性的理解和应用,着重于培养学生理论联系实际的能力和独立分析问题、解决问题的能力。

2. 实验教学内容的组织结构

从人们的认识规律出发,“电子电路与传感器实验”分为三个环节:验证性实验、设计性实验和综合提高性实验三大类。

1) 验证性实验

以某一种传感器原理特性和应用为研究内容的专题实验验证,旨在使学生通过验证性

实验,测量各种传感器的特性,了解传感器的工作原理,在学习传感器理论知识的基础上实现对传感器的感性认识。

2) 设计性实验

要求学生以一种传感器元器件的使用为核心,根据实际生活生产的需要,设计制作一款实用的电子作品。该环节要求学生掌握传感器实用电路的设计制作全过程,即在学习掌握 Multisim、Protel 设计软件的基础上,进行包括电路图的设计、电路板制作、元器件的选择与采购、电路板的焊接、电路的调试与测试、电路故障的排除以及实验报告的撰写等内容的一系列工作;要求学生在教师指导下,独立查阅资料,提出传感器电路应用课题,设计实用电路并且合理选择所需要器件,最终进行传感器实用电路的制作,以培养学生理论联系实际、独立分析问题、综合运用所学理论技能解决实际问题的能力。

3) 综合提高性实验

该环节是对设计性实验的一个提高,既有设计性,又更强调探索性,强调以传感器为核心,按要求构成功能更为完善的传感器系统。例如,要求学生将单片机功能植入到电子作品中,实现传感器应用的新颖性和智能化。这对于培养学生的创造力和想象力,提高创新能力是十分重要和必要的。

3. 实验教学的实施

“电子电路与传感器实验”的每一个实验专题的实施过程分为三个阶段:即实验前的预习准备阶段、实验中的操作阶段、实验后的结果分析及处理阶段。

1) 实验前的预习准备

有好的计划才能做到有的放矢,达到做事、把事情做好的目标。对于实验,好的计划就是要做好实验前的预习准备工作,以提高实验的主动性,减少盲目性。如果不能做好预习,只想在实验室按照书本上的实验步骤机械地操作一遍,则由于不理解实验的前因后果、不熟悉实验过程,结果将是一团糟:或者胡乱连线、盲目地接通电源造成电路元件的损坏和实验设备的故障,或者出现实验指导书上没有提到的现象时不知所措,实际上并不能把实验完整顺利地做下来,或者不能对实验结果做出合理的预计,以致一些由于似是而非的连线或操作或电子器件、仪器设备故障等原因产生错误的实验结果时,不能分析、排查原因进而改进操作得到正确的结果,更不可能根据自己的理解改进实验操作,做一些探索性的研究工作。

要做好实验前的预习准备工作,就要认真做好以下几个方面:

- (1) 理解实验目的和要求。
- (2) 掌握实验的有关原理,选定实验方案。
- (3) 理解实验原理图,查阅相关的资料,确定使用的电子元器件型号,对实验结果进行理论计算分析。
- (4) 确定实验步骤,把实验过程按照自己的理解进行步骤分解,按操作顺序列出来,尤其是不能忽略一些重要的动作要领和关键点,还要注意实验操作的可行性。
- (5) 设计实验数据记录表格,要预测实验结果,使数据表格适合输入输出的变化范围。
- (6) 对实验过程中可能出现的异常情况进行预测,并给出相应的对策。
- (7) 在可以完成实验基本要求的前提下,自行设计一些更深入的相关实验研究内容。
- (8) 准备好实验器材。

对于设计性实验或综合提高性实验,尤其要注意做到: