

【高校 电工电子 实验系列教材】

电工电子技术 ■ 实验教程

徐淑华 主编

DIANGONGDIANZI
JISHUSHIYAN
JIAOCHENG

 山东大学出版社
Shandong University Press

高校电工电子实验系列教材

电工电子技术实验教程

主 编 徐淑华

副主编 (以姓氏笔画为序)

王鲁冀 陈大庆 张冬梅

徐红东 蔡明正 戴迎春

山东大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

电工电子技术实验教程/徐淑华主编. —济南:
山东大学出版社, 2005. 4
ISBN 7-5607-2948-7

- I. 电...
- II. 徐...
- III. ①电工技术—实验—高等学校—教材
②电子技术—实验—高等学校—教材
- IV. ①TM-33②TN-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 022349 号

山东大学出版社出版发行

(山东省济南市山大南路27号 邮政编码:250100)

山东省新华书店经销

日照报业印刷有限公司印刷

787×1092 毫米 1/16 13.25 印张 302 千字

2005 年 4 月第 1 版 2005 年 4 月第 1 次印刷

定价:16.00 元

版权所有,盗印必究

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社营销部负责调换

山东省高等学校基础课实验教材编写指导委员会

主任委员 马庆水

副主任委员 宋承祥 周新利 陈国前

委员 (以姓氏笔画为序)

王正林	王 波	朱德中	刘传宝	刘智军
杜守旭	李明弟	张奎平	郑兆聚	杨玉强
赵景胜	柳中海	顾灵光	徐京明	郭仲聚
梁立刚	慕明正	魏鲁真		

电工电子系列实验教材编委会

主任 慕明正

副主任 徐淑华

委员 (以姓氏笔画为序)

王汝霖	王春兴	王祖强	王 涛
公茂发	李纲民	张 民	

总 序

为了进一步加强我省高等学校实验教学和实验教学条件建设,更好地为深化高等教育改革和全面实施素质教育服务,根据教育部《新世纪高等教育教学改革工程》(教高[2001]1号),山东省教育厅于2004年颁布了《山东省高等学校基础课实验教学示范中心建设标准》。这是进一步优化高等学校资源配置、提高办学效益、深化实验室管理体制改革,培养学生动手操作能力、实践能力和创新能力的重要举措,对于促进高等学校教学资源共享、强化办学特色、加快学校发展,具有重要作用。

实验教材建设是基础课实验教学示范中心建设的关键任务之一。为了切实把这项工作做好,山东省教育厅成立了“山东省高等学校基础课实验教材编写指导委员会”,对新体系、立体化实验教材的编写思路、编写方式进行了认真研究。在此基础上,山东省教育厅组织有关高校长期从事实验教学的教师、专家,组成了物理、化学、生物、电工电子、机械、力学等六个门类新体系立体化实验教材编写组。各编写组根据《山东省高等学校基础课实验教学示范中心建设标准》和“厚基础、宽口径、大综合”的要求,按照系列文本教材、配套教学课件、网络课程等三大部分的编写框架,群策群力,集思广益,开展了卓有成效的工作。

新体系立体化实验教材,是我省首次统编实验教材,对于基础课实验教学示范中心建设具有开创性意义。通过在全省高校统一实验教材,力求突破传统的实验教学模式,建立以基础型实验、综合设计型实验、创新型实验为主,形成开放、自主、探究性学习的实验教学新模式和分层次、一体化的实验教学新体系。

本套新体系立体化实验教材的编写力求突出时代性、先进性、适用性和通用性,力求做到科学规范。但是,由于水平所限,难免有疏漏和不足之处,请各高校在使用过程中提出修改意见,不断提高我省统编实验教材的质量和水平,为促进高等教育改革和素质教育的实施作出更大的贡献。

山东省高等学校基础课实验教材
编写指导委员会

编写说明

电工电子系列课程是高等学校理、工、医、师类各专业很重要的专业基础课,是实践性很强的课程。该系列课程涉及到电工电子学科的各个领域,是学习专业知识的重要基础。

培养具有厚基础、宽口径、强能力、高素质的创造型人才,培养大学生的实际工程能力,在很大程度上是通过实验课程来实现的。在高等教育改革和培养人才的整个过程中,“实践”占据极为重要的地位。经过几年的努力,电工电子系列课程理论课教学改革的教材建设有了很大的进展,但因受到诸多因素的制约,实验改革和实验教材的建设相对滞后。大部分学校没有比较系统的、完整的实验教材,提供给学生的仅是一本很简单的实验讲义或实验指导书。学生只要按照讲义规定的步骤去做,不需要多动脑子,便可完成实验,因此收效较少,一定程度上扼制了广大学生的创造性和个性的发挥。之所以长期维持这种状况,是因为存在错觉和误区,即认为离开实验室现有的具体仪器和实验板无法编写实验教材,而各实验室的仪器和实验板又不尽相同,即使写出来也无法通用。在教育部《新世纪高等教育教学改革工程》和山东省教育厅《山东省高等学校基础课实验教学示范中心建设标准》颁布的推动下,我们以极大的热情尝试着编写这套实验教材,希望该教材的出版有助于实验教学的改革和进步。

对应用性极强的电工电子系列课程,实验体系的改革尤为重要。但多年来在我国传统的电工电子系列课程的实验教学中,多以验证性实验为主,且实验学时与理论教学的学时比例很低。当前,随着教育改革的深入,“高等教育需要从以单纯的知识传授为中心,转向以创新能力培养为中心”,为此,在彻底转变教育培养观念的同时,对电工电子系列实验课程的教学体系、教学内容和教学模式的改革也势在必行。山东省高等学校电工电子实验新体系立体化系列教材的陆续出版发行就是为适应这种教学改革而编写的。电工电子实验新体系立体化系列教材由《电工电子技术实验教程》、《电工电子工艺实习实验教程》、《电路基础实验教程》、《电子技术实验教程》、《电子设计自动化实验教程》、《电子综合设计实验教程》、《微机技术实验教程》、《虚拟仪器实验教程》八

个分册组成,由系列文本教材以及与之配套的教学课件、网络教程三大部分构成。它是在山东省高等学校基础课新体系立体化系列实验教材编写指导委员会的指导下,由青岛大学、山东大学、中国海洋大学、山东师范大学、山东科技大学、烟台大学、山东建筑工程学院、青岛理工大学等高校多年从事电工电子课程实验教学的教师,结合各高校多年积累的教学经验,参考国内外电工电子实验教材及相关论著共同编写而成。

系列文本教材是根据“高等学校基础课实验教学示范中心建设标准”和“厚基础、宽专业、大综合”教育理念的要求编写而成的。突破传统的实验教学体系,建立以基础实验、综合设计实验、提高创新实验和开放自主性学习、研究性学习模式、分层次一体化的实验课程新体系;突出时代性、先进性、适用性和通用性;更加科学化和规范化。

山东省高等学校电工电子实验新体系立体化系列教材编写委员会

前 言

《电工电子技术实验教程》分册主要是面向非电类专业的学生开设电工电子技术实验课程使用的。该课程几乎涉及到电工电子学科各个领域,量大面广。特别是在当前信息时代,不同领域科技将创造性地融合在一起,各非电专业都将利用与电工电子学科的交叉、融合来促进本学科的发展,并开拓出新的学科领域,因而对电工电子技术的教学提出了更高的要求。《电工电子技术实验教程》依据全国电工学课程指导委员会制定的最新的基本要求编写,内容涵盖了:电路的基础理论,模拟电子技术,数字电子技术,电机与控制,而且将当前蓬勃发展的电子设计自动化(EDA)技术与可编程控制器 PLC 作为重要内容编入。将计算机 EWB 仿真实验引入到实验教学,并贯穿始终。作为入门,本书介绍了在系统编程技术(In system Program)新型的 PLD 编程技术的使用方法,为今后进一步深入学习打下基础。

本书根据《高等学校基础课实验教学示范中心的建设标准》,将实验内容分成基本实验内容与综合设计创新研究实验内容,且后者所需学时数大于前者。基本实验内容丰富,通过常规基础实验的训练,使学生掌握基本实验理论,基本实验方法,基本实验技能。培养基本素质。而一个人掌握了宽厚的实验基础,就有很强的适应性。随着环境的变化就会迅速学会新的实验知识与技能。综合设计创新研究实验内容,既有课程各知识点的综合,又有实验技能、测试方法的综合,提高学生对电工电子知识的综合应用能力。书中所有实验电路均经过多年教学实践和学生实验验证过。

本书在编写中依据教学体系建设需要,充分考虑了各种教学模式和不同层次学生的需要和使用。实验内容由浅入深地进行安排,基本实验内容给出了实验电路、实验仪器与器件及实验方法步骤,写得较为详细,综合设计创新研究实验内容只提要求,让学生自行设计实验方案,独立完成实验。根据各学校各专业实验学时的不同和教学要求的不同,可选择其中部分内容使用。

本书在编写过程中得到青岛大学资产设备处、教务处和自动化工程学院的大力支持。在本书出版之际,谨向他们致以最诚挚的谢意。

限于编者水平,本书难免有错误和不妥之处,恳请读者给予批评指正。

编 者

2004年9月于青岛大学

目 录

第 1 章 实验综述

1.1 实验课的目的	(1)
1.2 实验准备	(1)
1.3 实验操作	(2)
1.4 实验总结	(3)

第 2 章 电工电子实验预备知识

2.1 常用电子元器件简介	(4)
一、电阻器	(4)
二、电容器	(8)
三、电感器	(10)
四、半导体器件	(11)
2.2 常用电工电子仪器仪表简介	(15)
一、直流稳压电源	(15)
二、函数信号发生器	(17)
三、万用表	(19)
四、交流毫伏表	(20)
五、示波器	(22)
2.3 电气测量技术	(25)
一、电压、电流的测量	(25)
二、功率的测量	(27)
三、直流电阻的一般测量	(28)
四、测量误差的分析	(29)

第 3 章 电工电子基础实验

实验 3.1	元件伏安特性的测定	(32)
实验 3.2	基尔霍夫定律与电位的测定	(35)
实验 3.3	叠加原理与戴维宁定理	(38)
实验 3.4	典型电信号的观察与测量	(42)
实验 3.5	R, L, C 电路的阻抗特性和谐振电路	(45)
实验 3.6	功率因数的提高	(48)
实验 3.7	三相电路中负载的连接	(52)
实验 3.8	三相功率的测量	(55)
实验 3.9	RC 一阶电路的暂态分析	(57)
实验 3.10	变压器的应用	(62)
实验 3.11	异步电动机的基本控制	(65)
实验 3.12	电动机的时间控制与行程控制	(69)
实验 3.13	单级共射放大电路	(71)
实验 3.14	整流、滤波、稳压电路	(78)
实验 3.15	基本运算电路	(81)
实验 3.16	电压比较电路	(85)
实验 3.17	集成门电路的逻辑变换及应用	(88)
实验 3.18	集成触发器及应用	(91)
实验 3.19	计数、译码显示电路	(95)
实验 3.20	555 电路的应用	(100)

第 4 章 电工电子综合设计实验

4.1	概 述	(104)
	一、教学目的	(104)
	二、设计型实验的进行步骤	(104)
实验 4.1	电路定理的仿真	(105)
实验 4.2	受控源特性的分析	(110)
实验 4.3	滤波器特性的研究	(113)
实验 4.4	电路的暂态分析	(115)
实验 4.5	单级放大电路的研究	(119)
实验 4.6	运算放大器的线性应用	(122)
实验 4.7	运算放大器的非线性应用	(124)
实验 4.8	直流稳压电源	(126)
实验 4.9	组合逻辑电路的设计	(128)

实验 4.10	中规模集成模块的应用	(129)
实验 4.11	数字电路综合应用	(133)
实验 4.12	PLD 器件使用练习	(135)
实验 4.13	PLD 器件综合应用	(139)
实验 4.14	A/D,D/A 转换器	(146)
实验 4.15	三相异步电动机控制电路的设计	(150)
实验 4.16	PLC 应用基础	(152)
实验 4.17	PLC 应用实验	(153)

附 录

附录 1	Electronics Workbench 5.0 的基本使用方法	(156)
附录 2	ISP Synario System 的操作说明	(174)
附录 3	电阻器和电容器的命名方法及性能参数	(189)
附录 4	半导体分立器件命名方法及性能参数	(192)
附录 5	半导体集成电路型号命名方法及性能参数	(195)
参考文献	(198)

第 1 章 实验综述

1.1 实验课的目的

《电工电子技术》是高等学校理工科各专业一门实践性很强的专业基础课。电工电子技术实验作为该课程的重要教学环节,对培养学生理论联系实际的学风,培养学生研究问题和解决问题的能力,培养学生的创新能力和协作精神,提高学生针对实际问题进行电子设计制作的能力具有重要的作用。

通过该课程的实验环节,使学生得到电工电子基本实践技能的训练,学会运用所学理论知识判断和解决实际问题,加深和扩大理论知识;学会常用电工仪表、电子仪器等基本实验设备的测量原理及使用方法;学会用电子设计与仿真软件 EWB 进行电路设计与仿真;能根据要求合理布线和正确连接实验线路,能分析并排除实验中出现的故障;能运用理论知识对实验现象、结果进行分析和处理;能根据要求进行简单电路的设计,并正确选择合适的电路元件及适用的仪器设备。

一个完整的实验过程应包括实验准备、实验操作和实验总结等环节。不论是验证性实验还是设计性实验,各环节的完成质量都会直接影响到实验的效果。

1.2 实验准备

实验准备的第一个环节即为实验预习。预习是保证实验能否顺利进行的必要步骤,是提高实验质量和效率的可靠保证。

对于验证性实验,实验预习应按以下步骤进行:

(1)仔细阅读实验指导书,了解本次实验的目的和内容,复习与实验有关的内容,熟悉与本次实验相关的理论知识。

(2)根据给出的实验电路与元件参数,进行必要的理论计算。

(3)详细阅读本次实验所用仪器仪表的使用说明,熟记操作要点。

(4)掌握本次实验内容的工作原理和测量方法,明确实验过程中应注意的问题。

对于设计型实验,除了进行以上必需的预习步骤外,还应在预习中完成:

(1)深入理解实验题目所提出的任务与要求,阅读有关的技术资料,学习相关的理论知识。

(2)进行电路方案设计,选择电路元件参数。

(3)使用仿真软件进行电路性能仿真和优化设计,进一步确定所设计的电路原理图和元器件。

(4)拟定实验步骤和测量方法,画出必要记录表格备用。选择合适的测量仪器。

写出预习报告,其中应包含以上所有内容。

1.3 实验操作

在完成理论学习,实验预习等环节后,就可进入实验操作阶段。实验时要做到以下几点:

(1)实验开始前,指导教师要对学生的预习报告作检查,要求学生了解本次实验的目的、内容和方法。只有通过预习要求后,方能允许进行实验操作。

(2)认真听取指导教师对实验装置的介绍,或通过CAI课件了解本次实验所用实验设备、仪器的功能与使用方法。

(3)按确定的实验线路图接线。一般情况下,接线次序为:先主电路,后控制电路;先串联后并联;实验电路走线、布线应简洁明了、便于测量;导线的长短粗细要合适、尽量短、少交叉,防止连线短路。所有仪器设备和仪表,都要严格按照规定的接法正确接入电路(例如,电流表及功率表的电流线圈一定要串接在电路中,电压表及功率表的电压线圈一定要并接在电路中)。

(4)实验电路通电。完成实验系统接线后,必须进行复查,按电路逐项检查各仪表、设备、元器件的位置、极性是否正确。确定无误后,方可通电进行实验。尤其做强电实验时要注意:手合电源,眼观全局,一有异常现象(例如有声响、冒烟、打火、焦臭味及设备发烫等)应立即切断电源,分析原因,查找故障。

(5)测量数据,观察现象。接通电源后,先将设备大致调试一遍,观察各被测量的变化情况和出现的现象是否合理,若不合理,应切断电源,查找原因,进行改正;若无问题,则读取数据。仪表读数时,思想要集中,姿势要正确。对于数字式仪表,要注意量程、单位和小数点位置;对于指针式仪表,要求眼、针、影成一线,及时变换量程,使指针指示于误差最小的范围内。变换量程要在切断电源情况下操作。

(6)将所有数据记在原始记录表上,数据记录要完整、清晰,力求表格化,一目了然,合理取舍有效数字。要尊重原始记录,实验后不得涂改,养成良好的记录习惯,培养工程意识。交实验报告时,要将原始记录一起附上。

(7)完成本次实验全部内容后,应先断电,暂不拆线,待认真检查实验结果无遗漏和错误后,方可拆除接线。整理好连接线、仪器工具,使之物归原位。

(8)实验过程中应特别注意人身安全与设备安全。改接线路和拆线一定要在断电的情况下进行。绝对不允许带电操作。使用仪器仪表要符合操作规程,切勿乱调旋钮、挡位。发现异常情况,立即切断电源,查找故障,排除后再继续进行。

1.4 实验总结

实验的最后阶段是实验总结,即对实验数据进行整理,绘制波形和图表,分析实验现象,撰写实验报告,每次实验参与者都要独立完成一份实验报告。实验报告的编写应持严肃认真、实事求是的科学态度,如实验结果与理论有较大出入时,不得随意修改实验数据和结果,不得用凑数据的方法来向理论靠拢,而是用理论知识来分析实验数据和结果,解释实验现象,找出引起较大误差的原因。

实验报告的一般格式如下:

- (1)实验名称;
- (2)实验目的;
- (3)实验仪器及设备;
- (4)实验原理;
- (5)实验步骤及电路图;
- (6)数据图表及计算;
- (7)实验结果及误差分析;
- (8)思考题回答。

对实验数据的处理,要合理取舍有效数字。报告中的所有图表、曲线均按工程化要求绘制。波形曲线一律画在坐标纸上,比例要适中,坐标轴上应注明物理量的符号和单位。

第 2 章 电工电子实验预备知识

2.1 常用电子元件简介

一、电阻器

电阻器(简称电阻)是电子电路中最常用的电子元件,它在电路中起分压、分流、限流、阻抗匹配等作用。根据其阻值在电路中的特性来分,可分为固定电阻器、可变电阻器(电位器)和敏感电阻器。按组成材料可分为碳膜电阻器(RT)、金属膜电阻器(RJ)、线绕电阻器(RX)、敏感电阻器等。

1. 电阻器的类型与符号

国家标准规定电阻器图形及符号如图 2.1.1 所示。固定电阻器用字母 R (Resistor) 表示,电位器用 R_p 或 R_w 表示,敏感电阻器则根据敏感性能在 R 下方加英文字母来表示,如热敏电阻器用 R_T 来表示。

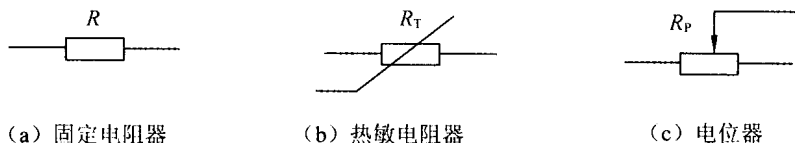


图 2.1.1 电阻器的符号

(1) 固定电阻器

固定电阻器的种类很多,按组成材料可分为线绕电阻器和非线绕电阻器。常用的主要有线绕电阻器、碳膜电阻器和金属膜电阻器。

1) 线绕电阻器(RX 型)。线绕电阻器是用金属丝绕制在陶瓷或其他绝缘材料制成的骨架上,表面涂以保护漆或玻璃釉膜制作而成。其特点是:阻值准确(电阻值在 $5\Omega \sim 56k\Omega$),功率范围大,噪声小,耐热性好,工作稳定可靠;缺点是成本高,体积大,高频性能差。所以线绕电阻器主要应用于精密和大功率场合,不适用于高频电路。

2) 碳膜电阻器(RT 型)。碳膜电阻器是以小磁棒或磁管作骨架,在真空和高温下,沉积一层碳膜作导电膜,磁管两端加上金属帽盖和引线,外涂保护漆制作而成。外形如图

2.1.2 所示。碳膜电阻器的特点是:稳定性好(指电压、温度的变化对阻值的影响小),噪声低,阻值范围宽($10\Omega\sim 10M\Omega$),价格低,适用于高频电路。

3)金属膜电阻器(RJ型)。金属膜电阻器的结构与碳膜电阻器相似,只是导电膜是由合金粉蒸发而成的金属膜。外形如图 2.1.3 所示。它各方面的性能优于碳膜电阻器,且体积远小于同功率的碳膜电阻器,是应用最广泛的一种电阻器。

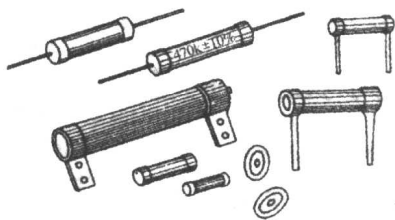


图 2.1.2 碳膜电阻器的外形

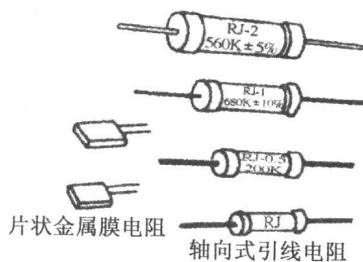


图 2.1.3 金属膜电阻器的外形

(2) 电位器(可变电阻器)

电位器是靠一个电刷在电阻体上移动而获得变化的电阻值,在一定范围内连续可调。按电阻体材料分,可分为薄膜电位器和线绕电位器两种。

常用的薄膜电位器有:小型碳膜电位器(WTX型)、合成碳膜电位器(WTH型)、有机实心电位器(WS)等类型。薄膜电位器体积小,阻值范围宽,误差小(不大于2%)。其阻值、误差和型号均标在电位器上。

线绕电位器的代号为WX型,电阻体由金属线绕制而成,能承受较高的温度。所以线绕电位器的额定功率范围大(一般为 $0.25\sim 50W$),阻值范围在 $10\sim 100\Omega$,误差不大于10%。

电位器按其结构还可分为单圈、多圈、单联、双联和多联电位器,也可根据有无开关分为带开关和不带开关型。几种常用电位器的外形如图 2.1.4 所示。

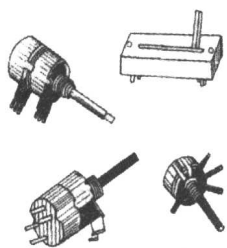


图 2.1.4 几种常用电位器的外形

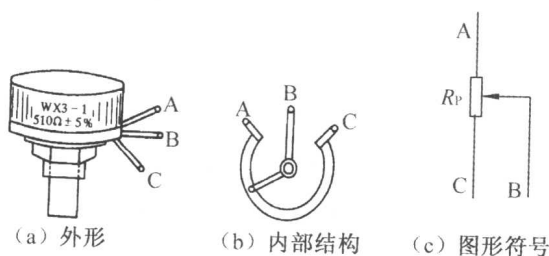


图 2.1.5 电位器外形结构及图形符号

电位器的基本结构及符号见图 2.1.5 所示,它有三个引出端,其中 B 是滑动端,旁边两个 A, C 是固定端。

(3) 敏感电阻器

敏感电阻器是由半导体材料制成的。根据制作材料和工艺的不同,分为光敏电阻(其阻值随光线的强度变化),热敏电阻(其阻值随温度的高低变化)和压敏电阻(其阻值随压力的大小变化)等。敏感电阻器一般在工业控制中作传感器使用。