

21世纪高等学校规划教材 | 电子信息



电工电子实践教程

董毅 张立君 蔡睿直 张文 编著



清华大学出版社

21世纪高等学校规划教材 | 电子信息



电工电子实践教程

董毅 张立君 蔡睿直 张文 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本教材是根据高等院校工科电类基础课程的教学基本要求编写的,教材对传统的电工电子实验教学内容进行了综合,在满足电类基础课程实验教学要求的基础上,增加了计算机仿真技术的应用和电子技术课程设计的教学内容。

本教材共分为3篇,主要内容包括:电工电子实验基础、常用电工电子实验仪器与仪表的使用方法、计算机仿真技术的应用、电工电子基础实验、综合设计性实验与电子技术课程设计及题目,教材适用于普通高等学校电类基础课程的电工电子实验教学。教材中打*号的实验内容在实际教学时可以根据课程教学内容及实际授课学时选做。

本教材注重培养学生的理论分析与实际动手能力,注重理论联系实际,强化基础训练,教学内容对提高学生的实际动手能力、创新能力与初级电子电路的设计能力有指导作用。

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

电工电子实践教程/董毅等编著. —北京:清华大学出版社,2011.1

(21世纪高等学校规划教材·电子信息)

ISBN 978-7-302-23566-8

I. ①电… II. ①董… III. ①电工技术—实验—教材 ②电子技术—实验—教材

IV. ①TM-33 ②TN-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第158244号

责任编辑:付弘宇 薛 阳

责任校对:李建庄

责任印制:孟凡玉

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦A座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62795954, jsjic@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:14.25 字 数:351千字

版 次:2011年1月第1版 印 次:2011年1月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:25.00元

产品编号:035897-01

编审委员会成员

东南大学
南京大学
南京航空航天大学
解放军理工大学

上海大学
上海交通大学

华中科技大学

华中师范大学
武汉理工大学

宁波大学
天津大学

中国科学技术大学

苏州大学
山东大学
山东科技大学
东北师范大学
沈阳工业学院
长春大学
吉林大学
湖南大学
长沙理工大学
华南理工大学

王志功	教授
王新龙	教授
王成华	教授
邓元庆	教授
刘景夏	副教授
方 勇	教授
朱 杰	教授
何 晨	教授
严国萍	教授
朱定华	教授
吴彦文	教授
刘复华	教授
李中年	教授
蒋刚毅	教授
王成山	教授
郭维廉	教授
王煦法	教授
郭从良	教授
徐佩霞	教授
赵鹤鸣	教授
刘志军	教授
郑永果	教授
朱守正	教授
张秉权	教授
张丽英	教授
林 君	教授
何怡刚	教授
曾喆昭	教授
冯久超	教授

西南交通大学

重庆工学院

重庆通信学院

重庆大学

重庆邮电学院

西安电子科技大学

西北工业大学

集美大学

云南大学

东华大学

冯全源 教授

金炜东 教授

余成波 教授

曾凡鑫 教授

曾孝平 教授

谢显中 教授

张德民 教授

彭启琮 教授

樊昌信 教授

何明一 教授

迟 岩 教授

刘惟一 教授

方建安 教授

出版说明

随着我国改革开放的进一步深化,高等教育也得到了快速发展,各地高校紧密结合地方经济建设发展需要,科学运用市场调节机制,加大了使用信息科学等现代科学技术提升、改造传统学科专业的投入力度,通过教育改革合理调整和配置了教育资源,优化了传统学科专业,积极为地方经济建设输送人才,为我国经济社会的快速、健康和可持续发展以及高等教育自身的改革发展做出了巨大贡献。但是,高等教育质量还需要进一步提高以适应经济社会发展的需要,不少高校的专业设置和结构不尽合理,教师队伍整体素质亟待提高,人才培养模式、教学内容和方法需要进一步转变,学生的实践能力和创新精神亟待加强。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2007年1月,教育部下发了《关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见》,计划实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程(简称‘质量工程’)”,通过专业结构调整、课程教材建设、实践教学改革、教学团队建设等多项内容,进一步深化高等学校教学改革,提高人才培养的能力和水平,更好地满足经济社会发展对高素质人才的需要。在贯彻和落实教育部“质量工程”的过程中,各地高校发挥师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势,对其特色专业及特色课程(群)加以规划、整理和总结,更新教学内容、改革课程体系,建设了一大批内容新、体系新、方法新、手段新的特色课程。在此基础上,经教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议,清华大学出版社在多个领域精选各高校的特色课程,分别规划出版系列教材,以配合“质量工程”的实施,满足各高校教学质量和教学改革的需要。

为了深入贯彻落实教育部《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》精神,紧密配合教育部已经启动的“高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作”,在有关专家、教授的倡议和有关部门的大力支持下,我们组织并成立了“清华大学出版社教材编审委员会”(以下简称“编委会”),旨在配合教育部制定精品课程教材的出版规划,讨论并实施精品课程教材的编写与出版工作。“编委会”成员皆来自全国各类高等学校教学与科研第一线的骨干教师,其中许多教师为各校相关院、系主管教学的院长或系主任。

按照教育部的要求,“编委会”一致认为,精品课程的建设工作从开始就要坚持高标准、严要求,处于一个比较高的起点上;精品课程教材应该能够反映各高校教学改革与课程建设的需要,要有特色风格、有创新性(新体系、新内容、新手段、新思路,教材的内容体系有较高的科学创新、技术创新和理念创新的含量)、先进性(对原有的学科体系有实质性的改革和发展,顺应并符合21世纪教学发展的规律,代表并引领课程发展的趋势和方向)、示范性(教材所体现的课程体系具有较广泛的辐射性和示范性)和一定的前瞻性。教材由个人申报或各校推荐(通过所在高校的“编委会”成员推荐),经“编委会”认真评审,最后由清华大学出版社审定出版。

目前,针对计算机类和电子信息类相关专业成立了两个“编委会”,即“清华大学出版社计算机教材编审委员会”和“清华大学出版社电子信息教材编审委员会”。推出的特色

精品教材包括:

- (1) 21 世纪高等学校规划教材·计算机应用——高等学校各类专业,特别是非计算机专业的计算机应用类教材。
- (2) 21 世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术——高等学校计算机相关专业的教材。
- (3) 21 世纪高等学校规划教材·电子信息——高等学校电子信息相关专业的教材。
- (4) 21 世纪高等学校规划教材·软件工程——高等学校软件工程相关专业的教材。
- (5) 21 世纪高等学校规划教材·信息管理与信息系统。
- (6) 21 世纪高等学校规划教材·财经管理与计算机应用。
- (7) 21 世纪高等学校规划教材·电子商务。

清华大学出版社经过二十多年的努力,在教材尤其是计算机和电子信息类专业教材出版方面树立了权威品牌,为我国的高等教育事业做出了重要贡献。清华版教材形成了技术准确、内容严谨的独特风格,这种风格将延续并反映在特色精品教材的建设中。

清华大学出版社教材编审委员会

联系人: 魏江江

E-mail: weijj@tup.tsinghua.edu.cn

前言

本教材是为普通高等院校工科专业本科教育服务的,教材以原国家教育委员会高等教育司 1995 年颁布的“高等学校工科本科电类基础课程教学基本要求”作为编写依据。教材中汇集了电路分析实验、模拟电路实验、数字电路实验、电机与控制电路实验、电子技术课程设计及计算机仿真实验的教学内容,覆盖面较广。

根据电类基础课程的教学特点及对实践教学的要求,教材在编写中以培养学生的理论分析能力、实际动手能力、基础设计能力为主要教学目的,对电类基础课程的实验教学内容进行了整合,在传统验证性实验教学内容的基础上,增加了计算机仿真、综合设计性实验与电子技术课程设计的教学内容,通过实践教学的逐步提高,使学生对电工电子技术的工程应用有一个比较全面的了解。

本教材中列出了电工电子实验设备与仪器的使用方法、电工电子实验故障的分析与排除方法,EWB 软件与 MAX+plus II 软件的使用方法及实践教学内容。其中,电工电子实验设备与仪器的使用方法及电工电子实验故障的分析与排除方法这两部分教学内容是为了帮助学生认识并了解实验故障产生的原因,自主分析并解决实验中出现的部分实验故障。这部分教学内容有助于学生掌握实验设备的使用方法,提高学生理论联系实际的能力。

在电类基础课程的实践教学中,学生通过验证性实验可以了解并认识电工电子电路的结构与工作原理;通过仿真实验可以了解现代计算机仿真技术在电子技术中的广阔应用前景;通过综合设计性实验可以了解并认识电路设计的基本原理;通过电子技术课程设计可以掌握电子电路设计的基本方法。通过电工电子实验的综合培训,可以使学生对电工电子电路的应用有基本的认识。

为了适应电类基础课程不同实验类型的教学要求及实际的实验学时,教材中安排了较多的实验项目,实验项目的内容与难易程度可以满足不同层次的实验教学要求,在实验教学中,指导教师可以根据课程教学的基本要求,对实验项目及实验内容进行筛选。在实验项目中,标注有*号的实验内容为提高性实验内容,在实验学时允许的条件下可以选做。

本教材由董毅编写第 1 篇的第 1~3 章;第 2 篇的第 5~6 章与附录;张立君编写第 2 篇的第 7 章与第 3 篇的第 11 章;蔡睿直编写第 1 篇的第 4 章;张文编写第 2 篇的第 8 章、第 3 篇的第 9~10 章。董毅负责全书统稿。

本教材在编写过程中得到了北京印刷学院信息与机电工程学院和西安科技大学理学院许多教师的关心与支持,另外,李旸提供了实验设备与仪器的照片,张伟华审核了部分实验的数据,在此谨向他们表示衷心的感谢。

由于编者的学识与能力有限,教材中难免存在疏漏,希望使用本教材的教师和同学提出批评和改进意见,以便教材的修订与提高。

编者

2010 年 9 月

目 录

第 1 篇 电工电子实验基础知识

第 1 章 电工电子实验教学要求	3
1.1 实验教学的目的和意义	3
1.2 实验教学的基本要求	3
1.2.1 撰写实验预习报告	3
1.2.2 实验操作注意事项	4
1.2.3 完成实验报告	4
1.3 电工电子实验室安全操作规则	5
第 2 章 常用电工电子实验设备与仪器的使用方法	6
2.1 RTDG-4B 型电工技术实验台	6
2.1.1 实验台总电源	6
2.1.2 实验台电源模块	7
2.1.3 测量电表	9
2.1.4 函数信号发生器	12
2.1.5 实验电路挂箱	14
2.2 SS-7802A 型双踪示波器	14
2.2.1 示波器显示光标	15
2.2.2 输入采样信号调节	16
2.2.3 扫描信号控制	18
2.2.4 触发信号控制	20
2.2.5 示波器的测量功能	21
2.3 GFG-8255A 型函数信号发生器	22
2.3.1 电源开关与输出端口	22
2.3.2 输出频率调节	23
2.3.3 输出信号类型与幅值调节	24
2.4 DF2170C 型晶体管毫伏表	24
2.4.1 电源开关与输入端口	25
2.4.2 工作模式选择	26
2.4.3 测量数据的读取	26
2.5 RTMD-4 型模拟电路实验箱	28

2.5.1	电源区	28
2.5.2	电平区	31
2.5.3	译码/显示区	31
2.5.4	集成芯片插座区	32
第 3 章	电工电子实验故障的分析与排除	34
3.1	电工实验常见故障与故障排除方法	34
3.1.1	电工技术实验台电源故障的分析与排除	34
3.1.2	电工技术实验台测量仪表故障的分析与排除	36
3.1.3	电工实验操作错误的分析与排除	38
3.2	电子实验常见故障与故障排除方法	40
3.2.1	电子实验仪器仪表操作故障的分析与排除	40
3.2.2	电子实验故障的分析与排除	42
第 4 章	常用仿真软件	46
4.1	EWB 软件	46
4.1.1	EWB 软件的菜单栏与工具栏	46
4.1.2	EWB 软件的元器件库与仪器仪表库	50
4.1.3	元器件参数的设定	52
4.1.4	常用实验仪器仪表	55
4.2	EWB 仿真电路图的绘制	59
4.2.1	实验电路的连接	60
4.2.2	电路元器件插入与删除	61
4.3	MAX+plus II 软件	61
4.3.1	MAX+plus II 软件的主界面与设计项目的建立	61
4.3.2	设计电路的绘制	63
4.3.3	设计电路的编译	67
4.3.4	设计电路的仿真	69
4.3.5	设计项目的硬件配置与下载	73

第 2 篇 电工电子实验

第 5 章	电路实验	81
实验 5-1	基尔霍夫定律与叠加原理	81
实验 5-2	戴维南定理	83
实验 5-3	一阶 RC 电路的暂态分析	86
实验 5-4	感性电路功率因数的提高	90
实验 5-5	RLC 串联谐振电路	93
实验 5-6	三相电路	96

第 6 章 模拟电路实验	101
实验 6-1 单级晶体管放大电路	101
实验 6-2 阻容耦合两级放大电路	106
实验 6-3 集成运算放大电路	111
实验 6-4 电压比较器	117
实验 6-5 LC 振荡电路	122
实验 6-6 RC 振荡电路	125
实验 6-7 差动放大电路	128
实验 6-8 并联直流稳压电源	132
第 7 章 数字电路实验	136
实验 7-1 二极管与晶体管的开关特性	136
实验 7-2 集成逻辑门电路	139
实验 7-3 逻辑门电路的研究	142
实验 7-4 三态输出门(TS 门)与集电极开路门(OC 门)	145
实验 7-5 半加器	149
实验 7-6 触发器的转换	151
实验 7-7 分频器	155
实验 7-8 计数器	158
实验 7-9 555 定时器及其应用	162
第 8 章 电动机与控制电路实验	167
实验 8-1 三相异步电动机连续运转控制电路	167
实验 8-2 三相异步电动机正反转控制电路	169

第 3 篇 综合设计类实验

第 9 章 综合设计性实验	175
实验 9-1 负反馈放大电路	175
实验 9-2 正弦波-方波发生电路	180
实验 9-3 组合逻辑电路的设计	183
实验 9-4 时序逻辑电路的设计	185
第 10 章 仿真实验	188
实验 10-1 基尔霍夫定律与叠加原理	188
实验 10-2 单级晶体管放大电路	190
实验 10-3 RC 振荡电路	193
实验 10-4 六十进制计数器	196

第 11 章 电子技术课程设计	198
11.1 概述	198
11.2 课程设计的基本方法	198
11.2.1 设计题目的理论分析与设计	198
11.2.2 实现设计电路	199
11.2.3 撰写课程设计报告	200
11.3 电子技术课程设计题目	201
11.3.1 数字钟	201
11.3.2 十六位表决器	202
11.3.3 函数信号发生器	204
11.3.4 8 输入抢答器	205
11.3.5 可调直流稳压电源	205
附录 A 常用集成芯片引脚图	206
附录 B 本书常用符号表	210
参考文献	214

第 1 篇

电工电子实验基础知识

第1章

电工电子实验教学要求

1.1 实验教学的目的和意义

电工电子实验是高等院校工科专业一个非常重要的实践教学环节, 电工电子实践教学内容涵盖电路分析、模拟电子技术、数字电子技术、电机与控制电路等方面, 电工电子实验教学的目的是培养学生增强对电路与电子电路的认知, 培养学生使用电工电子仪器的能力, 培养学生掌握电工电子电路的连接和电路参数的测试方法, 培养并提高学生的实际动手能力, 巩固所学的电学基础理论。

在验证性实验的基础上, 电工电子实验开发了综合性、设计性实验项目, 通过对小型电子电路的分析与设计过程, 帮助学生清楚地了解电子电路的设计思路、电路元器件的选配与设计电路实现的方法, 这一实际动手操作的过程旨在培养学生以逻辑思维的方式对工程问题进行分析并解决。

随着计算机仿真技术的发展, 利用计算机仿真技术进行电路设计也是电工电子实践教学的内容之一, 利用仿真软件可以实现电路图的绘制及电路参数的测量, 通过使用虚拟仪器可以对实验电路传输的信号进行观察。仿真技术有利于提高学生对所学理论知识的理解, 有利于帮助学生了解电子设备及仪器的使用方法, 也有利于学生对理论电路与实际电路之间的不同之处进行比较。计算机仿真技术能够提高学生对电工电子电路进行分析、设计与实现的能力。

1.2 实验教学的基本要求

电工电子实验教学过程是培养学生按照电学基础理论对工程问题进行分析并解决的过程, 在实验教学过程中, 需要学生掌握与实验有关的基础理论、熟悉电工电子实验中常用的实验设备与电路元器件, 自己动手连接实验电路、测量实验数据、观察实验现象并对实验测量数据进行分析与总结, 实验教学的基本要求是顺利完成实验过程的必要条件。

1.2.1 撰写实验预习报告

在进入电工电子实验室前, 学生应当认真学习实验指导教材, 了解本次实验的实验内

容与实验要求,并撰写本次实验的预习报告,在实验预习报告中应包括下列内容。

(1) 实验预习报告中应当注明本次实验项目的名称与实验目的,列出本次实验使用的仪器仪表。

(2) 实验预习报告中应当简要叙述本次实验项目所涉及的电学基础理论,学习并掌握实验电路的工作原理,对在本次实验中要观察的实验现象有基本了解。

(3) 实验预习报告中应当绘制出本次实验使用的实验电路接线图,并根据实验电路接线图中元器件的参数对实验测量数据做出预评估,以便在实验操作时正确选择测量电表的测量量程。

(4) 实验预习报告中应当简要叙述本次实验的操作步骤,列出实验测量数据表格与待测量电参数的名称,掌握本次实验内容中对电路参数的测量要求。

1.2.2 实验操作注意事项

在进入电工电子实验室进行实验操作时,应当注意下列事项。

(1) 进行实验操作前应当检查本次实验所需使用的仪器仪表与电路元器件是否齐全、完好,在进行数字电路实验前尤其需要检查集成芯片的型号、个数及电路连接线的完好。

(2) 在连接实验电路时,一定要断开电源开关,不能带电接线。在实验进行过程中,若实验电路出现异常现象,应当立即断开电源开关。若需要改接实验电路或实验完成后需要拆线时,也要先断开电源开关再进行操作。

(3) 在进行实验操作时,应当按照实验电路接线图正确连接实验电路,电路的连接线应当清晰有序。在初次进行实验操作或电路接线较为复杂时,应当请实验指导教师检查后再闭合电源开关。

(4) 在实验数据测量时,应当正确选择并使用测量仪表、如实记录实验数据,并根据实验原理对所测量的数据进行评估,判断数据测量是否正确。

(5) 在观察实验电路现象时,应当如实记录所观察到的实验现象,如果需要绘制电路信号的波形图时,应当认真完整地绘制波形,并在波形图上标注出该波形的特性参数(例如:绘制电压波形图时,应当在图中标注出信号电压的峰值)。

(6) 完成实验数据测量后,断开电源开关,不要拆线,请实验指导教师检查实验数据,待实验指导教师审核后,方可拆线。

(7) 实验电路拆线时,应当轻拿轻放,不要强力拉扯电路连接线,以免造成仪器设备的损坏。实验完成后,应当整理实验操作台面,保持实验室的干净整洁。

1.2.3 完成实验报告

实验操作过程结束后,在实验预习报告的基础上撰写本次实验的实验报告,在实验报告中应当包含以下内容。

(1) 对本次实验得到的原始测量数据进行分析与处理,并将处理后的数据与电路理论值进行比较,如果测量数据与理论值之间存在较大误差,应当分析误差产生的原因及对电路测量数据的影响。

(2) 在对实验观察现象进行分析时,应当根据原始记录结合电路理论进行分析。若需

要绘制电路特性曲线时，应当使用坐标纸，并在特性曲线中标出相应数据。

(3) 如果本次实验是验证性实验，则应当对实验测量数据进行计算或对实验观察现象进行分析，以验证实验原理并做出验证后的结论。如果本次实验是设计性实验，则应当利用实验测量数据、实验观察现象对所设计电路的工作状态是否达到设计要求做出评价。

(4) 应当对本次实验指导教材中的思考题进行理论解答。

1.3 电工电子实验室安全操作规则

在电工电子实验中使用了工业电网供电，尤其是电路实验室，在电路实验室的电工技术实验台上，配备了220V与380V两种电压的供电电源，为防止意外人身伤害及实验仪器仪表的损坏，实验操作者必须遵守实验室安全操作规则。

(1) 进入实验室后，应当遵守课堂教学纪律，不随便拨动自己不熟悉的开关按键，以免发生意外。不要拨动别的实验仪器背面的控制开关，以免影响其他人进行实验。

(2) 学习并掌握电工实验台电源区的设置与控制面板功能，了解各种电源的使用方法，了解调压器的使用方法，了解三相交流电源的相线与中线，在实验进行中不能将实验台中电压源的输出端短接。

(3) 学习并掌握电工测量仪表的使用方法，正确选择测量仪表的测量量程。

(4) 在实验进行过程中，当出现异味、冒烟、闪弧等异常现象时，应当紧急断开工电技术实验台（拍下实验台急停开关）或电子实验箱的工作电源，并报告给实验指导教师。

(5) 电工电子实验室配置了多套实验设备，为安全用电，不要将液体物质放置在实验台操作台面上。