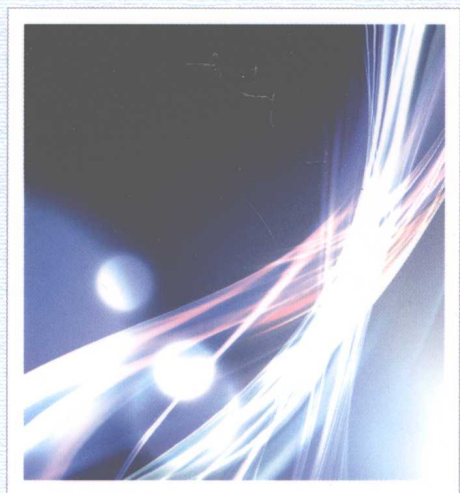


中国职业技术教育学会科研项目优秀成果

The Excellent Achievements in Scientific Research Project of Chinese Society of Technical and Vocational Education

高等职业教育机电一体化技术专业“双证课程”培养方案规划教材



电工技术

高等职业技术教育研究会 审定

王金花 主编

王树梅 纪志英 裴来祥 副主编

Electrotechnics

- ◆ 紧密结合工程实际应用技术需要，突出实用性
- ◆ 涵盖国家职业标准要求，由浅入深，循序渐进
- ◆ 理论知识与技能训练一体，提高教学学习效果

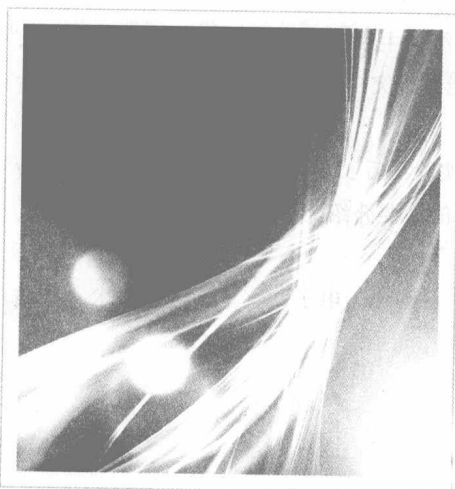


人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

中国职业技术教育学会科研项目优秀成果

The Excellent Achievements in Scientific Research Project of Chinese Society of Technical and Vocational Education

高等职业教育机电一体化技术专业“双证课程”培养方案规划教材



电工技术

高等职业技术教育研究会 审定

王金花 主编

王树梅 纪志英 裴来祥 副主编

Electrotechnics

电工技术

人民邮电出版社

样书

专用章

人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

电工技术 / 王金花主编. —北京: 人民邮电出版社,
2009. 5
中国职业技术教育学会科研项目优秀成果
ISBN 978-7-115-19791-7

I. 电… II. 王… III. 电工技术—职业教育—教材
IV. TM

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第037247号

内 容 提 要

本书采用理论与技能训练一体化的编写模式, 贯彻以技能训练为主线, 基础知识为支撑的编写思路, 内容涵盖原劳动与社会保障部相关职业标准要求的知识点和技能点, 突出职业教育特色。在技能训练方面紧密结合工程实际需求, 突出实用性。

本书前5章为基础知识部分, 并配有EWB仿真实验和硬件实验; 后5章为技能训练部分。为方便教学, 附录中给出了目前学校中应用广泛的EWB(Multisim 10.0)的简要介绍。全书安排了6个仿真实验、6个硬件实验和15个技能训练。前5章及第8章有配套习题。

本书可作为高职高专、高级技校、技师学院的机电、电气、自动化、电子、汽车、数控技术、机械制造技术等专业的教材, 也可供相关工程技术人员参考。

中国职业技术教育学会科研项目优秀成果
高等职业教育机电一体化技术专业“双证课程”培养方案规划教材

电 工 技 术

-
- ◆ 审 定 高等职业技术教育研究会
主 编 王金花
副 主 编 王树梅 纪志英 裴来祥
责任编辑 潘春燕
执行编辑 潘新文
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京艺辉印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 20.75
字数: 512千字
印数: 1—3 000册
 - 2009年5月第1版
2009年5月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-19791-7/TN

定价: 33.00 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

职业教育与职业资格证书推进策略与
“双证课程”的研究与实践课题组

组 长：

俞克新

副组长：

李维利 张宝忠 许 远 潘春燕

成 员：

李秀忠 周明虎 林 平 韩志国 顾 晔 吴晓苏 周 虹 钟 健
赵 宇 冯建东 散晓燕 安宗权 黄军辉 赵 波 邓晓阳 牛宝林
吴新佳 赵慧君 潘新文 李育民

课题鉴定专家：

李怀康 邓泽民 吕景泉 陈 敏 于洪文

高等职业教育机电一体化技术专业“双证课程”
培养方案规划教材编委会

主 任：李秀忠

副主任：吴晓苏 孙慧平

委 员：	徐小增	郭建尊	王诗军	李艳霞	王金花	蔡冬根	林党养
刘树青	娄琳	金文兵	朱强	霍苏平	周玮	周兰	孙小捞
张伟林	贾俊良	陈万利	杨占尧	郑金	黄中玉	李辉	赵宏立
华满香	周建安	孙卫锋	林宗良	金英姬	黄义俊	董小金	戴晓东
牛荣华	丁如春	冯锦春	刘岩	赵仕元	张雪梅	申晓龙	文学红
毛好喜	李本红	任成高	余慰荔	周旭光	苏伟	刘宏	吕永峰
王雁彬	邵萍	郭宏彦	何全陆	张念淮	姜庆华	张江城	冯宁
吴灏	阮予明	李振杰	李英	燕居怀	谢海良	王浩	张中
陈桂芳	宋雪臣	楚忠	王双林	王广业	刘慧	孟庆平	

审稿委员会

主 任：彭跃湘

副主任：胡进德

委 员：	米久贵	卜燕萍	徐立娟	陈忠平	庄军	谭毅	谢响明
汤长清	高荣林	卜新民	罗澄清	王德发	王德山	栾敏	谢伟东
李学鑫	张鑫	吕修海	王达斌	周林	熊江东	王军红	邓剑锋
杨国生	周信安	叶立清	雷云进	谷长峰	向玉平	葛序风	李建平
刘战术	魏东坡	肖允鑫	李丹	张光跃	陈玉宏	林长青	王玉梅
戴晓光	罗正斌	刘晓军	张秀玲	袁小平	李周	张凤军	王建香
陈晓罗	肖龙	何谦	周玮	张瑞林	田宏	潘爱民	孙国洪
张国锋	陈孝先	夏光蔚	李燕林	刘一兵	培成	刘勇	冯光林
魏仕华	曹淑联	孙振强	罗伦	田晶	卜燕萍	王少岩	山颖
温钢云	蔡超强	刘建敏	吴京霞	张海筹	张森林	范恒彦	朱庚生
丁明成	李华楹	孟华峰	范恒彦	高荣林	杨亚辉	鞠加彬	白福民
宋丽华	王世桥	孙岩	彭跃湘	李明平	吴春玉	吴崇	张华忠
牟志华	申凤琴	孙佳海	黎川林	孟朝红	杨强旭	麦吕	胡进德
吴德平	赵红毅	王观海	公相				李凡

本书主审：田明光 孙卫锋 张国锋

职业教育是现代国民教育体系的重要组成部分,在实施科教兴国战略和人才强国战略中具有特殊的重要地位。党中央、国务院高度重视发展职业教育,提出要全面贯彻党的教育方针,以服务为宗旨,以就业为导向,走产学结合的发展道路,为社会主义现代化建设培养千百万高素质技能型专门人才。因此,以就业为导向是我国职业教育今后发展的主旋律。推行“双证制度”是落实职业教育“就业导向”的一个重要措施,教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(教高[2006]16号)中也明确提出,要推行“双证书”制度,强化学生职业能力的培养,使有职业资格证书专业的毕业生取得“双证书”。但是,由于基于“双证书”的专业解决方案、课程资源匮乏,“双证课程”不能融入教学计划,或者现有的教学计划还不能按照职业能力形成系统化的课程,因此,“双证书”制度的推行遇到了一定的困难。

为配合各高职院校积极实施“双证书”制度工作,推进示范校建设,中国高等职业技术教育研究会和人民邮电出版社在广泛调研的基础上,联合向中国职业技术教育学会申报了职业教育与职业资格证书推进策略与“双证课程”的研究与实践课题(中国职业技术教育学会科研规划项目,立项编号 225753)。此课题拟将职业教育的专业人才培养方案与职业资格认证紧密结合起来,使每个专业课程设置嵌入一个对应的证书,拟为一般高职院校提供一个可以参照的“双证课程”专业人才培养方案。该课题研究的对象包括数控加工操作、数控设备维修、模具设计与制造、机电一体化技术、汽车制造与装配技术、汽车检测与维修技术等多个专业。

该课题由教育部的权威专家牵头,邀请了中国职教界、人力资源和社会保障部及有关行业的专家,以及全国 50 多所高职高专机电类专业教学改革领先的学校,一起进行课题研究,目前已召开多次研讨会,将课题涉及的每个专业的人才培养方案按照“专业人才定位—对应职业资格证书—职业标准解读与工作过程分析—专业核心技能—专业人才培养方案—课程开发方案”的过程开发。即首先对各专业的工作岗位进行分析和分类,按照相应岗位职业资格证书的要求提取典型工作任务、典型产品或服务,进而分析得出专业核心技能、岗位核心技能,再将这些核心技能进行分解,进而推出各专业的专业核心课程与双证课程,最后开发出各专业的人才培养方案。

根据以上研究成果,课题组对专业课程对应的教材也做了全面系统的研究,拟开发的教材具有以下鲜明特色。

1. 注重专业整体策划。本套教材是根据课题的研究成果——专业人才培养方案开发的,每个专业各门课程的教材内容既相互独立、又有机衔接,整套教材具有一定的系统性与完整性。
2. 融通学历证书与职业资格证书。本套教材将各专业对应的职业资格证书的知识和能力要求都嵌入到各双证教材中,使学生在获得学历文凭的同时获得相关的国家职业资格证书。
3. 紧密结合当前教学改革趋势。本套教材紧扣教学改革的最新趋势,专业核心课程、“双

证课程”按照工作过程导向及项目教学的思路编写,较好地满足了当前各高职高专院校的需求。

为方便教学,我们免费为选用本套教材的老师提供相关专业的整体教学方案及相关教学资源。

经过近两年的课题研究与探索,本套教材终于正式出版了,我们希望通过本套教材,为各高职高专院校提供一个可实施的基于双证书的专业教学方案,也热切盼望各位关心高等职业教育的读者能够对本套教材的不当之处给予批评指正,提出修改意见,并积极与我们联系,共同探讨教学改革和教材编写等相关问题。来信请发至 panchunyan@ptpress.com.cn。

前言

电工技术是高职高专院校机电、电气类及相关专业学生必修的一门专业基础课。电工技术课程的特点是涉及的基础理论较广,概念抽象,实践性强,对培养学生的科学思维能力、工程能力,提高学生分析问题和解决问题的能力,起着至关重要的作用。

本书包括两大部分,共10章:前5章属理论部分,其教学重点、难点以及与实际应用相关的章节均配有仿真实验,相关章节配有硬件实验;后5章属技能训练部分,重点内容以及与企业生产实际密切相关的部分配有专门的技能训练。本书的编写特点如下。

1. 从职业(岗位)需求分析入手,参照国家职业标准《维修电工》等的要求,精选教材内容,力求做到选材适当,内容涵盖国家职业标准的新知识和技能要求,由浅入深,循序渐进;在理论与概念的阐述方面力求准确详尽,适于自学。

2. 确定学生应具备的知识结构与能力结构,突出职业教育特色,采用理论知识与技能训练一体化的教学模式,体现以技能训练为主线,相关知识为支撑的编写思路,正确处理理论教学与技能训练的关系,切实落实“管用、够用、适用”的教学指导思想,在保证必要专业基础的同时,加强实践性教学环节,重视学生实际工作能力的培养。

3. 按照教学规律和学生的认知规律,广泛吸收和借鉴各地教学的成功经验,合理编排教学内容,基础理论以够用为度,尽量以(实物)图片、图形替代文字说明,以降低学习难度,提高学生的学习兴趣。在应用技术方面紧密结合工程实际需要,突出实用性。

4. 突出教材的先进性,较多地编入新技术、新设备、新材料、新工艺的内容,以期缩短学校教育和企业需要的距离,更好地满足企业用人的需求。

本书配有电子课件和习题答案,读者可到人民邮电出版社教学服务与资源网 <http://www.ptpedu.com.cn> 下载。

本书由王金花担任主编,王树梅、纪志英、裴来祥任副主编,田明光、孙卫锋、张国锋任主审。其中第1章、第2章、第3章由王金花编写;第4章和附录部分由纪志英编写;第5章由王树梅和夏景攀共同编写;第6章由夏景攀编写;第7章由裴来祥编写;第8章由王树梅编写;第9章由田同国编写;第10章由于冠军编写。

本书可作为高等职业技术学院、高等专科学校、高级技校、技师学院机电、电气、数控、机械制造、汽车等专业“电工技术基础”课程的教材,也可供相关工程技术人员自学。

本书在编写过程中得到了张伟林、孙桐传、孟凡军、孙卫锋等的大力支持与帮助,在此表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,书中不妥和错误之处在所难免,望广大读者批评指正。

编者

2009年1月

目 录

第 1 章 电路的基本知识	1
1.1 认识电路	1
1.1.1 电路的组成及各部分的作用	1
1.1.2 电路的作用	2
思考与练习	2
1.2 电路模型的构建	3
1.2.1 电路元件	3
1.2.2 电路模型	4
思考与练习	5
1.3 电流、电压及其参考方向	5
1.3.1 电流及其参考方向	5
1.3.2 电压及其参考方向	7
1.3.3 电位	8
1.3.4 电动势	9
1.3.5 电能、电功率	10
思考与练习	12
1.4 电路的无源元件——电阻、电感、 电容元件	13
1.4.1 电阻元件与欧姆定律	13
1.4.2 电感元件	14
1.4.3 电容元件	16
思考与练习	17
1.5 电路的有源元件——电压源与 电流源	17
1.5.1 电压源	18
1.5.2 电流源	19
思考与练习	20
1.6 电路的 3 种状态及电气设备的 额定值	21
1.6.1 电路的 3 种状态	21
1.6.2 电气设备的额定值	23
思考与练习	24
本章小结	25
习题	26
阅读材料 1 EWB 仿真练习	28
第 2 章 直流电路的分析方法	32
2.1 电阻串并联及其等效变换	33
2.1.1 电阻的串联	33
2.1.2 电阻的并联	34
2.1.3 电阻的混联	35
2.1.4 电阻星形连接、三角形 连接及其等效变换	37
思考与练习	39
2.2 基尔霍夫定律	40
2.2.1 几个有关的电路名词	40
2.2.2 基尔霍夫电流定律 (KCL)	41
2.2.3 基尔霍夫电压定律 (KVL)	41
思考与练习	43
EWB 仿真实验 基尔霍夫定律的 验证	44
2.3 支路电流法	45
思考与练习	46
2.4 电压源与电流源模型的等效 变换	47
2.4.1 等效的意义	47
2.4.2 等效变换的条件	47
2.4.3 电源等效化简和变换的注意 事项	48
思考与练习	49
2.5 叠加原理	50
2.5.1 叠加原理	50
2.5.2 用叠加原理求解的步骤	51

思考与练习	52	3.4.5 串联谐振	99
EWB 仿真实验 叠加定理的验证	52	思考与练习	100
2.6 戴维南定理	54	EWB 仿真实验 RLC 串联电路	101
2.6.1 戴维南定理	54	3.5 RLC 并联电路	104
2.6.2 戴维南定理的解题步骤	54	3.5.1 RLC 并联电路的相量分析	104
2.6.3 戴维南定理的实践意义	55	3.5.2 电感线圈和电容器的并 联谐振电路	105
思考与练习	56	思考与练习	106
EWB 仿真实验 戴维南定理的 验证	57	3.6 日光灯电路及感性负载功率 因数的提高	106
阅读材料 2 节点电压法	58	3.6.1 日光灯电路	106
思考与练习	60	3.6.2 功率因数的提高	108
阅读材料 3 受控源	61	思考与练习	110
思考与练习	62	EWB 仿真实验 感性负载及功率 因数的提高	110
本章小结	63	本章小结	112
习题	64	习题	115
实验 1 基尔霍夫定律的验证	68	实验 3 RLC 串联电路	120
实验 2 戴维南定理的验证	70	实验 4 提高感性负载的功率因数	121
第 3 章 正弦交流电路	72	第 4 章 三相交流电路	124
3.1 正弦交流电的特征	72	4.1 对称三相交流电及其特点	124
3.1.1 正弦交流电的三要素	73	4.1.1 对称三相交流电及其表 示法	124
3.1.2 同频率正弦交流电的相位 关系	75	4.1.2 对称三相交流电的特点及 相序	125
3.1.3 正弦交流电的有效值	76	思考与练习	126
思考与练习	77	4.2 三相电源的连接	126
3.2 正弦交流电的相量表示法	78	4.2.1 三相电源的星形连接	126
3.2.1 复数及复数运算	78	4.2.2 三相电源的三角形连接	128
3.2.2 正弦量的相量表示法	80	思考与练习	129
思考与练习	82	4.3 三相负载的连接	129
3.3 单一参数的正弦交流电路	83	4.3.1 实际负载接入三相电源的 原则	130
3.3.1 电阻元件的正弦交流电路	83	4.3.2 三相负载的星形 (Y) 连接	131
3.3.2 电感元件的正弦交流电路	86	4.3.3 三相负载的三角形连接	132
3.3.3 电容元件的正弦交流电路	88	思考与练习	133
思考与练习	91	4.4 三相负载星形连接电路的 分析计算	134
3.4 RLC 串联电路	92		
3.4.1 RLC 串联电路的相量分析	92		
3.4.2 RLC 串联电路的功率	95		
3.4.3 阻抗三角形、电压三角形及 功率三角形	96		
3.4.4 RLC 串联电路的性质	96		

4.4.1 三相对称负载星形连接 电路的分析计算	134
4.4.2 不对称三相负载星形 (Y) 连 接时的分析计算	136
思考与练习	140
4.5 三相负载三角形连接电路的 分析计算	141
4.5.1 三相对称负载三角形 连接时的分析计算	141
4.5.2 三相不对称负载三角形 连接时的分析计算	143
思考与练习	143
4.6 三相电路的功率	144
思考与练习	146
EWB 仿真实验 三相交流电路	147
阅读材料 4 周期性非正弦交流 电路	150
本章小结	154
习题	155
实验 5 三相负载的连接	158
第 5 章 磁路与变压器	162
5.1 磁路	162
5.1.1 磁路的基本物理量	162
5.1.2 磁场的基本定律	163
5.1.3 铁磁材料的磁性能	165
思考与练习	167
5.2 交流铁芯线圈电路	168
5.2.1 电磁关系	168
5.2.2 功率损耗	169
思考与练习	170
5.3 变压器	170
5.3.1 变压器的基本结构	171
5.3.2 变压器的工作原理	171
5.3.3 变压器的工作特性	174
5.3.4 变压器线圈极性测试	176
思考与练习	177
5.4 特殊变压器	177
5.4.1 自耦变压器	177
5.4.2 仪用互感器	178

5.4.3 三相变压器	180
思考与练习	180
实验 6 单相变压器实验	181
本章小结	182
习题	183
第 6 章 常用电工工具	185
6.1 低压验电器	185
6.2 旋具	186
6.2.1 螺钉旋具 (螺丝刀)	186
6.2.2 螺母旋具 (活络扳手)	187
6.3 电工用钳	188
6.3.1 钢丝钳	188
6.3.2 尖嘴钳	189
6.3.3 剥线钳	189
6.4 电工刀	189
技能训练 1 导线绝缘层的剖削	190
6.5 喷灯	192
6.6 电烙铁	192
6.7 手电钻	196
6.8 登高工具	196
6.8.1 梯子	196
6.8.2 踏板	197
6.8.3 脚扣	197
6.8.4 腰带、保险绳和腰绳	198
技能训练 2 踏板登高	199
本章小结	202
习题	202
第 7 章 常用电工材料	203
7.1 导电材料	203
7.1.1 铜	203
7.1.2 铝	203
7.1.3 导线	204
7.1.4 特种导电材料	205
7.1.5 电线电缆的选用	206
技能训练 3 导线的连接	207
7.2 绝缘材料	210
7.2.1 电工用橡胶	210
7.2.2 电工用塑料	211
7.2.3 云母绝缘制品	211

7.2.4 绝缘浸渍纤维制品·····	212	8.4.1 电压表的结构、工作原理·····	231
7.2.5 绝缘油·····	212	8.4.2 直流电压的测量·····	232
7.2.6 绝缘漆·····	212	8.4.3 交流电压的测量·····	233
7.2.7 常用绝缘材料基本性能及 选用·····	213	思考与练习·····	233
技能训练4 导线绝缘层的恢复·····	214	8.5 万用表·····	233
7.3 常用安装材料·····	216	8.5.1 MF500型万用表的介绍·····	233
7.3.1 塑料安装材料·····	216	8.5.2 磁电式万用表的结构和 工作原理·····	234
7.3.2 金属安装材料·····	216	8.5.3 万用表的使用·····	235
7.4 常用磁性材料·····	217	8.5.4 数字式万用表的使用·····	237
7.4.1 电工用纯铁·····	217	思考与练习·····	239
7.4.2 铝镍钴合金·····	218	技能训练5 交、直流电流、电压的 测量·····	239
7.4.3 硅钢片·····	218	技能训练6 元器件识别与检测·····	241
7.4.4 非晶合金和微晶合金简单 介绍·····	218	8.6 兆欧表·····	244
7.5 电机常用轴承及润滑脂·····	219	8.6.1 兆欧表的工作原理·····	244
7.5.1 电机常用轴承·····	219	8.6.2 兆欧表的选择·····	245
7.5.2 常用润滑脂·····	219	8.6.3 兆欧表的使用·····	245
本章小结·····	220	思考与练习·····	246
习题·····	220	技能训练7 兆欧表对电动机绝缘的 检测·····	246
第8章 常用电工测量仪器仪表及 测量技术·····	221	8.7 功率表·····	248
8.1 电工仪表的基本知识·····	221	8.7.1 功率表的结构与工作原理·····	248
8.1.1 电工仪表的分类·····	221	8.7.2 功率表的量程及扩展·····	249
8.1.2 电工仪表常用面板符号·····	222	8.7.3 功率表的正确接线和读数·····	249
8.1.3 电工仪表的误差及准确度·····	223	8.7.4 三相有功功率的测量·····	250
8.1.4 常用电工仪表的选择·····	225	思考与练习·····	251
思考与练习·····	226	8.8 功率因数表·····	251
8.2 电工测量的基本知识·····	226	8.8.1 功率因数表的结构·····	252
8.2.1 电工测量的主要对象·····	226	8.8.2 功率因数的测量·····	252
8.2.2 电工测量的特点·····	226	技能训练8 功率及功率因数的 测量·····	253
8.2.3 电工测量方法·····	226	本章小结·····	255
8.2.4 测量误差及消除·····	227	习题·····	256
思考与练习·····	228	第9章 照明电路配线及安装·····	258
8.3 电流表·····	229	9.1 照明电路配线·····	258
8.3.1 电流表的结构及工作原理·····	229	9.1.1 室内配线的一般要求·····	258
8.3.2 电流的测量·····	230	9.1.2 照明电路配线的工序·····	259
思考与练习·····	231	思考与练习·····	259
8.4 电压表·····	231		

9.2 室内配线形式	259	10.2.3 安全电压标准值及适用 场合	291
9.2.1 塑料护套线配线	259	10.3 接地和接地电阻	292
9.2.2 绝缘子配线	261	10.3.1 接地的概念	292
9.2.3 线管配线	262	10.3.2 接地的种类	294
9.2.4 线槽配线	265	10.3.3 接地电阻的测量	295
思考与练习	266	技能训练 13 接地电阻的测量与 检测	296
9.3 照明电路设备介绍	267	10.4 触电原因及预防措施	298
9.3.1 熔断器	267	10.4.1 常见触电原因	298
9.3.2 电度表	269	10.4.2 触电事故的规律	298
9.3.3 开关	271	10.4.3 预防触电的措施	298
9.3.4 插座、插头	275	10.5 触电急救	299
9.3.5 灯具	276	技能训练 14 触电急救的操作	300
思考与练习	279	10.6 电工安全技术操作规程	303
9.4 临时照明电路安装	280	10.6.1 电工安全工作的基本要求	303
技能训练 9 塑料护套线配线	280	10.6.2 电气设备上工作的安全 技术措施	303
技能训练 10 塑料线槽配线	282	10.6.3 电气设备安全运行措施	304
技能训练 11 日光灯线路安装	283	10.6.4 电气设备及线路的保护 措施和着火自救	304
技能训练 12 电度表的安装	285	技能训练 15 灭火训练	306
本章小结	286	本章小结	308
习题	287	习题	309
第 10 章 安全用电常识	288	附录 Multisim10.0 简介	310
10.1 有关人体触电的知识	288	参考文献	319
10.1.1 人体触电种类和方式	288		
10.1.2 电流伤害人体的主要因素	289		
10.2 安全电压	290		
10.2.1 人体电阻	291		
10.2.2 人体允许电流	291		

第1章

电路的基本知识

1.1

认识电路

在日常生活和生产中，人们要用电就离不开电路。要使电灯发光照明、电炉发热、电动机转动等都必须用导线将电源和负载（用电设备）连接起来，组成电路。电路其实就是电流流经的路径。随着科学技术的发展，电的应用也越来越广泛，电路的形式也是多种多样，例如电力系统供电电路、照明电路、通信电路、仪表电路、机床电路、电子电路等。这些电路的形式和功能各不相同，但都是由一些最基本的部件组成的。

1.1.1 电路的组成及各部分的作用

下面以图 1-1 (a) 所示的手电筒电路为例说明电路的组成及各部分的作用。构成手电筒电路的实际元件有干电池、小电珠、开关及筒体。干电池属于电源设备，小电珠是用电器（负载），开关及筒体是把电源与负载连接起来的中间环节。它的组成体现了所有电路的共性。因此，电路由电源、负载、中间环节 3 个部分组成。

电路各部分的作用如下。

(1) 电源：是将其他形式的能转换成电能的装置。它是电路中能量的提供者，如干电池、蓄电池、发电机或信号源等。

(2) 负载：是将电能转换成其他形式能的器件或设备，是电路中能量的消耗者，如电灯、电炉、电动机等。负载是各类用电器的统称。

(3) 中间环节：包括连接导线、控制、保护装置等。连接导线的作用是输送、分配电能。控制、保护装置的作用是控制电路的通断、保护及检测电路等，如开关电器、熔断器、仪器仪表等。

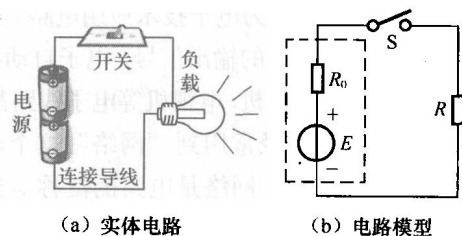


图 1-1 手电筒电路

1.1.2 电路的作用

电路的基本作用是进行电能与其他形式能量之间的转换。根据其侧重点的不同，主要有以下两方面的具体功能。

1. 电能的传送、分配与转换

如图 1-2 所示为供电系统应用电路。发电厂中发电机发出的电能通过变压器、输电线等送到用电单位，并通过负载将电能转换成其他形式的能量（如热能、机械能等）。

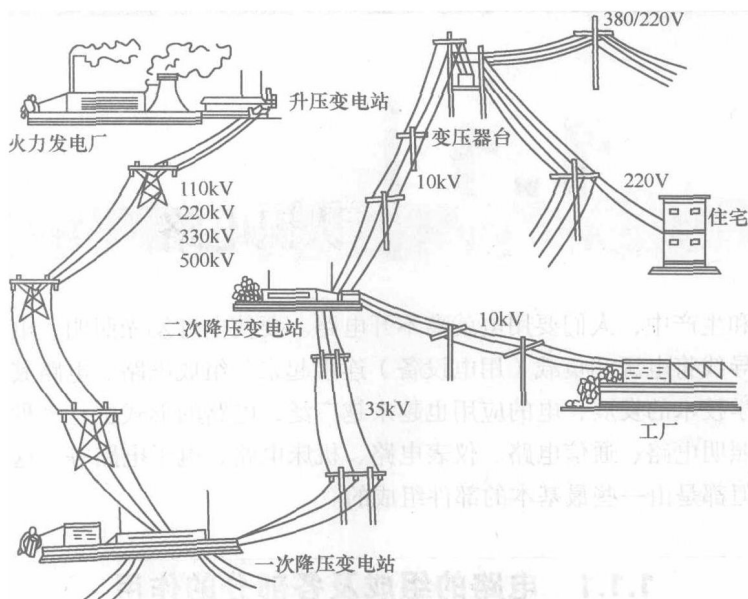


图 1-2 电力系统供电电路

2. 传递和处理信号

如图 1-3 所示为电子技术应用电路。通过电路将输入的信号进行转换、传送或加工处理，使之成为满足一定要求的输出信号。电子自动控制设备、测量仪表、电子计算机及收音机、电视机等电子线路都属于这类应用电路。

另外，我们经常用到“网络”这个名词，它和“电路”既通用又有区别，网络是电路的泛称。当讨论普遍规律及复杂电路的问题时，常常把电路称作网络，讨论比较简单或者是某一具体电路时，通常不用“网络”，而用“电路”。

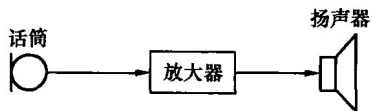


图 1-3 电子技术应用电路

思考与练习

1. 简述电路的组成及各元件的作用。
2. 简述电路的分类及各自的作用。

1.2

电路模型的构建

1.2.1 电路元件

理想电路元件简称电路元件，它具有单一的电磁特性。电路元件都有两个与外部电路相连的端钮，也称为二端元件。二端元件分为无源二端元件和有源二端元件两类。

常见的无源二端元件有电阻元件 R 、电感元件 L 、电容元件 C ，它们的图形符号如图 1-4 所示。有源二端元件分为电压源元件和电流源元件，它们的图形符号如图 1-5 所示。

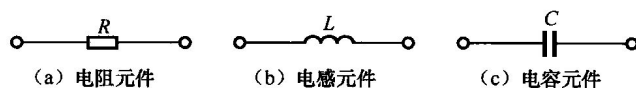


图 1-4 无源二端元件的图形符号

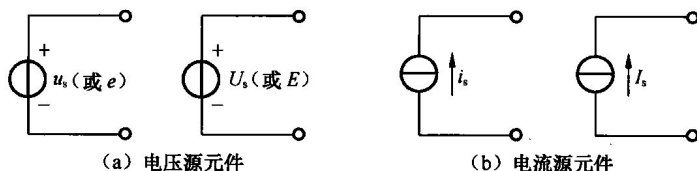


图 1-5 有源元件的图形符号

当这些电路元件的参数为常数时就称为线性元件。由线性元件组成的电路称为线性电路。

1. 电阻元件

电阻元件是实际电路中耗能特性的抽象与反映。所谓耗能，是指元件吸收电能转换为其他形式能量的过程是不可逆的。电阻元件只能吸收和消耗电路中的能量，不可能给出能量，故电阻元件属于无源二端元件。

例如电阻器、白炽灯、电热器等电路元器件，它们的电磁特性主要是电阻性，在一定条件下可视为电阻元件。电阻元件的图形符号如图 1-4 (a) 所示。

2. 电感元件

电感元件是实际电路中建立磁场、储存磁能特性的抽象和反映。电感元件在电路中只进行能量交换，不消耗能量，也属于无源二端元件。

电感器的主要特性是储存磁场能量，即突出表现为电感性，在一定条件下可视为电感元件。电感元件的图形符号如图 1-4 (b) 所示。

3. 电容元件

电容元件是实际电路中建立电场、储存电能特性的抽象与反映。电容元件在电路中只进行

能量交换，不消耗能量，也属于无源二端元件。

电容器的主要电磁特性是储存电场能量，即突出表现为电容性，在一定条件下可视为电容元件。电容元件的图形符号如图 1-4 (c) 所示。

4. 电压源元件

理想电压源是从实际电源中抽象出来的一种理想电路元件，以电压方式对外电路供电。例如干电池、蓄电池、直流发电机、交流发电机、电子稳压器等实际电压源，当输出电压基本不随外电路变化时可抽象为电压源元件。电压源元件属于有源二端元件。其图形符号如图 1-5 (a) 所示。

5. 电流源元件

理想电流源也是一种从实际电源中抽象出来的一种理想电路元件，以电流方式对外电路供电。例如光电池、电子稳流器等实际电流源，当输出电流基本不随外电路变化时可抽象为电流源元件。电流源元件也属于有源二端元件。其图形符号如图 1-5 (b) 所示。

没有说明具体性质的二端元件通常用具有两个引出端的方框符号来表示，如图 1-6 所示。

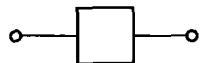


图 1-6 二端元件

1.2.2 电路模型

组成电路的元器件的电磁特性是非常复杂的。若把它的所有电磁特性都考虑进去，会使电路的分析计算变得繁琐，甚至难于进行。

用理想电路元件及其组合来模拟实际电路中的各个元器件，再用理想导线将各个理想电路元件进行串联或并联所组成的电路称为实际电路的电路模型。

下面完成手电筒电路模型的构建，在构建的过程中进一步说明电路元件及电路模型的概念。

手电筒实体电路如图 1-1 (a) 所示。

小电珠是利用电流的热效应原理制成的，主要表现为电阻性，故可以把小电珠看成是一个理想化电阻器，在电路图中用一个电阻元件代替。

干电池在输出电能的同时要发热，说明内部有电阻在消耗能量。假设电源的内阻 R_0 和小电珠的电阻 R 相比不能忽略，则它消耗的能量也不能忽略，因此在电路中可以用输出电压恒定的电压源元件 E (或 U_s) 和电阻元件 R_0 串联的电路模型来表示。

手电筒的金属外壳在电流通过时会发热，呈现出电阻性，但因耗电量很小可以忽略不计。故手电筒的筒体可用理想导体 (导线) 与开关这些中间环节表示。

手电筒实体电路的电路模型如图 1-1 (b) 所示。其中，电阻 R 是小电珠的电路抽象，电压源 E 与电阻 R_0 的串联组合是干电池的电路抽象，导线和开关这些中间环节是筒体的电路抽象。

电路模型具有普遍的适用意义。以图 1-1 (b) 为例，电压源 E 和电阻元件 R_0 的串联组合既可以表示干电池，也可以表示任何直流电压源；电阻元件 R 既可以表示白炽灯，也可以表示电炉、电烙铁等电热器，只是它们的参数 (电阻值) 不一样。

电路模型的构建过程就是用电路元件及其组合来表示实体电路的过程。电路模型的构建需要丰富的电路知识和专业知识。必须采用正确的电路模型表示实体电路，使电路模型的计算结果与实体电路的测量结果在误差允许的范围内。例如工频交流电路中的电感线圈，在低频交流