



中等职业教育**建筑工程施工**专业规划教材

建筑应用电工

JIANZHU YINGYONG DIANGONG

主 编 孙志杰 王雪平
主 审 张洪武



武汉理工大学出版社

中等职业教育建筑工程施工专业规划教材

建筑应用电工

主 编	孙志杰	王雪平
副主编	房跃华	闫余铭
主 审	张洪武	

武汉理工大学出版社

· 武 汉 ·

内 容 提 要

本书是作为“中等职业教育建筑工程施工专业规划教材”之一而编写的。主要包括电工基础知识部分、电工专业知识部分、电气施工技能部分和建筑智能化简介,共计 10 个单元、3 个实验、3 个实训等内容。在简要阐明基本原理的基础上,将重点放在工程实际所需知识和技能上,力争能使学生对电气工程有一定的正确认识。

本书是按 60 学时编写的,既可作为中等职业教育建筑工程施工专业教材使用,也可作为工程造价、建筑智能化、物业管理等相关专业的教材,还可作为岗位技能培训教材和相关技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑应用电工/孙志杰,王雪平主编. —武汉:武汉理工大学出版社,2012.2

中等职业教育建筑工程施工专业规划教材

ISBN 978-7-5629-3656-5

I. ①建… II. ①孙… ②王… III. ①建筑工程-电工-中等专业学校-教材 IV. ①TU85

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 006199 号

项目负责人:张淑芳

责任编辑:于应魁

责任校对:张明华

装帧设计:牛 力

出版发行:武汉理工大学出版社

社 址:武汉市洪山区珞狮路 122 号

邮 编:430070

网 址:<http://www.techbook.com.cn>

经 销:各地新华书店

印 刷:武汉理工大印刷厂

开 本:787×1092 1/16

印 张:17.75

字 数:443 千字

版 次:2012 年 2 月第 1 版

印 次:2012 年 2 月第 1 次印刷

印 数:1—3000 册

定 价:32.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请向出版社发行部调换。

本社购书热线电话:027-87394412 87383695 87384729 87397097(传真)

· 版权所有 盗版必究 ·

中等职业教育建筑工程施工专业规划教材

出版说明

为了贯彻《国务院关于大力发展职业教育的决定》精神,落实《教育部关于进一步深化中等职业教育教学改革若干意见》,适应中等职业教育对建筑工程施工专业的教学要求和人才培养目标,推动中等职业学校教学从学科本位向能力本位转变,以培养学生的职业能力为导向,调整课程结构,合理确定各类课程的学时比例,规范教学,促使学生更好地适应社会及经济发展的需要,武汉理工大学出版社经过广泛的调查研究,分析了图书市场上现有教材的特点和存在的问题,并广泛听取了各学校的宝贵意见和建议,组建了“中等职业教育建筑工程施工专业规划教材编委会”,组织编写了一套高质量的中等职业教育建筑工程施工专业规划教材。

本套教材具有如下特点:

1. 坚持以就业为导向、以能力为本位的理念,兼顾项目教学和传统教学课程体系;
2. 理论知识以“必需、够用”为度,突出实践性、实用性和学生职业能力的培养;
3. 基于工作过程编写教材,将典型工程的施工过程融入教材内容之中,并尽量体现近几年国内外建筑新技术、新材料和新工艺;
4. 采用最新颁布的《房屋建筑制图统一标准》、《混凝土结构设计规范》、《建筑抗震设计规范》、《建设工程工程量清单计价规范》等最新的国家标准和相关技术规范;
5. 借鉴高职教育人才培养方案和教学改革成果,加强中职、高职教育的课程衔接,以利于学生的可持续发展;
6. 体现工学结合的办学理念,由骨干教师和建筑施工企业工程技术人员共同参与编写工作,以保证教材内容符合工程实际。

本套教材适用于中等职业学校建筑工程施工、工程造价、建筑装饰、建筑设备等专业相关课程教学和实践性教学,也可作为职业岗位技术培训教材。

教材建设是我们全体编写者、出版者共同的事业和追求,出版高质量的教材是我们共同的责任和义务。我们诚挚地希望广大专家、学者和读者在使用这套教材的过程中提出宝贵意见和建议,以便今后不断地修订和完善。

中等职业教育建筑工程施工专业规划教材编委会

武汉理工大学出版社

2011年7月

中等职业教育建筑工程施工专业规划教材

编委会名单

顾问:李宏魁 范文昭 宋兵虎 赵旭 戴恩情

主任:杨庚田高

副主任:(按姓氏笔画为序)

毛润山 冯珊 刘红英 纪光泽 吴承霞

张文晨 郑华 赵庆华 郭宝元 程超胜

杨学忠

委员:(按姓氏笔画为序)

王久军 王立霞 王庆刚 王海平 王雪平

方世康 甘玉明 田欣第 付英涛 付秀艳

吕颖 朱缨 刘峰 刘卫红 刘春梅

孙志杰 杨效杉 李明 李艳 李娟

李静 李思丽 张忠 张珂 张月霞

张丽军 张孟同 张敬伟 张智勇 邱培彪

金舜卿 周明月 郑君英 居义杰 孟华

赵浩 赵爱书 茹望民 原筱丽 郭晓霞

曹海成 董恩江 童霞 曾小红 滕春

秘书长:张淑芳

总责任编辑:高英

前 言

随着科学技术的发展,无论人类的日常生活还是工业生产,电能的应用越来越广泛,在建筑领域中这个特点更为明显。从在建项目中动力设备的应用,到已投入使用的建筑中建筑设备的控制、建筑的供电与照明、建筑的防雷与接地、智能化建筑等方面均离不开电能。由此可见,作为建筑工程施工专业的中职学生,不仅应掌握土建知识,还应具有一定的电学知识与用电常识。

本书是依据“突出职业教育理念,开发基于工作过程”的思路,按适于60学时左右的教学要求进行编写的建筑工程施工专业教材,共计10个单元。在内容取舍、顺序编排上,尽量体现中职教育的特点并做了一些尝试。

参加编写工作的有:天津建筑工程学校的孙志杰、杨俊兰、刘艳霞;山西城乡建设学校的王雪平;宜昌城市建设学校的闫余铭;石家庄城乡建设学校的房跃华、祁倩。本书由孙志杰、王雪平任主编,房跃华、闫余铭任副主编。具体分工为:绪论、单元4、单元5由孙志杰编写;单元1、单元3由王雪平编写;单元2、单元8由闫余铭编写;单元6由杨俊兰编写;单元7由刘艳霞编写;单元9由祁倩编写;单元10由房跃华编写。全书由孙志杰负责修改、统稿、定稿工作。

本书由天津市机电设备安装公司电气专业技术带头人、一级建造师张洪武任主审,他结合工程实践从编写大纲至成书,均提出了许多宝贵的修改意见,在此表示衷心的感谢。

在历时一年的编写过程中,编写者参阅了大量的技术文献和教材,深受启发,在此谨对原作者表示深深的敬意;同时,本书的编写工作也得到了天津建筑工程学校实习科孙昕樵老师的大力协助,在此一并表示谢意。

由于编者水平有限,书中难免有不当之处,敬请使用者批评指正。

编 者

2011年10月

目 录

绪论	(1)
单元 1 电工基础知识	(5)
1.1 电路基础知识	(5)
1.1.1 电路的组成	(5)
1.1.2 电路的状态	(6)
1.1.3 电路的基本物理量	(6)
1.1.4 电路的基本定律	(9)
1.2 单相正弦交流电路	(9)
1.2.1 正弦交流电基本概念	(10)
1.2.2 正弦交流电的表示方法	(12)
1.2.3 单一参数的正弦交流电路	(12)
1.2.4 非单一参数的正弦交流电路($R-L-C$ 串联电路)	(15)
1.3 三相正弦交流电路	(17)
1.3.1 三相交流电源	(17)
1.3.2 三相负载的连接与计算	(19)
1.3.3 三相负载的功率	(22)
1.4 电气工程常用材料、工具和仪表	(23)
1.4.1 常用材料	(23)
1.4.2 常用工具	(24)
1.4.3 常用仪表	(28)
习题	(33)
单元 2 变压器与配电设备	(35)
2.1 电力变压器	(35)
2.1.1 变压器概述	(35)
2.1.2 电力变压器安装	(38)
2.1.3 特殊用途变压器	(39)
2.2 低压电器	(40)
2.2.1 常用低压电气设备	(40)
2.2.2 常用低压电气设备的选择	(44)
2.2.3 低压配电设备安装	(47)
习题	(49)
实验一 认识实验	(51)
单元 3 电动机及控制	(53)
3.1 异步电动机概述	(53)
3.1.1 三相异步电动机	(53)

3.1.2 单相异步电动机·····	(62)
3.2 异步电动机基本控制电路及方法·····	(64)
3.2.1 基本控制环节·····	(64)
3.2.2 三相异步电动机的启动·····	(66)
3.2.3 异步电动机的正反转控制·····	(69)
3.2.4 异步电动机的调速与制动·····	(70)
3.3 常见建筑施工设备控制电路·····	(72)
3.3.1 混凝土搅拌机控制电路·····	(72)
3.3.2 皮带运输机控制电路·····	(73)
3.3.3 塔式起重机控制电路·····	(74)
3.3.4 卷扬机控制电路·····	(77)
3.3.5 电梯控制简介·····	(78)
习题·····	(80)
实验二 三相交流鼠笼式异步电动机正反转控制·····	(81)
单元4 建筑供配电 ·····	(82)
4.1 电力系统·····	(82)
4.1.1 电力系统基本概念·····	(82)
4.1.2 电力负荷计算·····	(86)
4.1.3 单相负荷计算·····	(90)
4.1.4 照明负荷计算·····	(94)
4.1.5 短路电流及影响·····	(97)
4.2 建筑供电·····	(101)
4.2.1 建筑物供电接线方式·····	(101)
4.2.2 建筑供电特点·····	(102)
4.2.3 低压电气设备与选择原则·····	(103)
4.3 导线选择·····	(104)
4.3.1 选择导线的一般原则与要求·····	(104)
4.3.2 导线、电缆横截面面积选择方法·····	(107)
习题·····	(112)
单元5 建筑照明 ·····	(113)
5.1 照明技术基本知识·····	(113)
5.1.1 光学基本物理量·····	(113)
5.1.2 照明方式与种类·····	(116)
5.1.3 照明质量基本要求·····	(118)
5.2 电光源及控制设备·····	(122)
5.2.1 电光源分类及性能指标·····	(122)
5.2.2 照明器·····	(128)
5.2.3 照明控制器·····	(132)
5.3 照明器安装·····	(134)
5.3.1 照明器的布置·····	(134)

5.3.2	照明计算	(136)
5.3.3	照明器及其他装置的安装	(139)
5.4	建筑照明要求	(143)
5.4.1	建筑照明的要求	(143)
5.4.2	室内照明的要求	(144)
5.4.3	室外照明的要求	(144)
习题		(145)
实训一	照明器安装练习	(146)
单元 6	配线工程	(147)
6.1	配线工程概述	(147)
6.1.1	配线工程术语介绍	(147)
6.1.2	常用配线方法简介	(148)
6.2	线管配线工程	(150)
6.2.1	线管配线简介	(150)
6.2.2	普通焊接钢管配线	(151)
6.2.3	KBG 管配线	(155)
6.2.4	塑料管配线	(158)
6.3	线槽配线工程	(160)
6.3.1	线槽配线装置基本要求	(160)
6.3.2	金属线槽配线	(161)
6.3.3	塑料线槽配线	(163)
6.4	导线敷设	(164)
6.4.1	导线的几种敷设方法	(164)
6.4.2	导线连接	(165)
6.5	电缆敷设	(168)
6.5.1	电缆敷设方法	(168)
6.5.2	电缆接头要求	(170)
习题		(171)
实训二	配电线路布置及连接	(172)
单元 7	建筑防雷与安全用电	(173)
7.1	建筑防雷	(173)
7.1.1	雷电的特点	(173)
7.1.2	雷电的危害形式与后果	(174)
7.1.3	雷电的规律性及防雷要求	(175)
7.1.4	建筑物防雷装置与措施	(177)
7.2	安全用电	(182)
7.2.1	触电形式	(182)
7.2.2	接地类型与作用	(186)
7.2.3	接地装置及施工	(188)
习题		(195)

实验三 绝缘电阻与接地电阻的测量	(196)
单元 8 施工现场用电	(198)
8.1 施工现场用电设计	(198)
8.1.1 施工现场临时用电组织设计	(198)
8.1.2 建筑工地电力负荷估算	(200)
8.1.3 施工现场配电室、自备电源、低压配电线路	(203)
8.2 施工现场安全用电	(208)
8.2.1 建筑施工现场临时用电要求	(208)
8.2.2 施工现场防雷措施	(208)
8.2.3 施工现场安全用电制度	(210)
习题	(215)
单元 9 建筑智能化简介	(217)
9.1 建筑智能化系统概述	(217)
9.1.1 建筑设备自动化系统(Building Automation System,简称 BA)	(217)
9.1.2 通信自动化系统(Communication Automation System,简称 CA)	(217)
9.1.3 办公自动化系统(Office Automation System,简称 OA)	(218)
9.1.4 系统集成(System Integration,简称 SI)	(218)
9.1.5 综合布线系统(Premises Distributed System,简称 PDS)	(218)
9.2 “3A”建筑的控制系统	(219)
9.2.1 建筑设备自动化系统控制	(219)
9.2.2 通信自动化系统控制	(221)
9.2.3 办公自动化系统控制	(222)
9.3 消防自动报警系统	(223)
9.3.1 消防自动报警系统的组成	(223)
9.3.2 常用的消防系统	(224)
习题	(224)
单元 10 电气施工图	(225)
10.1 电气施工图概述	(225)
10.1.1 电气施工图简介	(225)
10.1.2 电气施工图规定符号	(226)
10.2 电气施工图阅读	(243)
10.2.1 电气施工图阅读一般要求	(243)
10.2.2 电气系统图阅读	(244)
10.2.3 电气平面图阅读	(246)
10.2.4 电气安装图阅读	(248)
10.2.5 建筑防雷接地图阅读	(253)
10.2.6 建筑弱电工程图阅读	(255)
习题	(261)
实训三 阅读或绘制所在教学楼或宿舍楼的电气施工图	(263)
参考文献	(273)

绪 论

一般人会认为,搞建筑施工的技术人员只要学好了常用的建筑知识,如:建筑制图、建筑结构、建筑防水、建筑施工工艺、建筑施工组织与管理、建筑工程造价等课程就可以了,还有必要学习建筑应用电工知识吗?建筑应用电工知识与建筑施工有什么必然联系呢?建筑应用电工知识包括什么内容?学习建筑应用电工知识应达到什么要求?这既是建筑施工专业的学生普遍存在的疑问,也是本教材开篇——“绪论”部分首先要弄明白的问题。

一、学习本课程的目的

电能是现代能源中应用最广泛的二次清洁能源,随着科学技术的进步,整个社会进入了信息化、智能化的新阶段,电能的应用也更加广泛和深入。

先从建筑施工角度看:在施工现场所使用的生产机械和设备中,除一小部分采用了气压传动或液压传动外,其余绝大多数均采用的是电力拖动。

再从已投入使用的建筑分析:建筑设备的控制与调节离不开电;日常生活离不开电;智能建筑更离不开电。建筑电气已由早先单一的动力与照明应用,发展为有声能、光能、热能、电能、通信等知识综合应用的技术学科,而成为现代建筑和施工先进性的主要标志之一。

为什么会是这样?这主要得益于电能所单独具有的下列优点:

(1) 电能可方便地转换为其他形式的能量而被人类所利用,并且电能的交流与直流之间转换也很方便。

(2) 电能可大规模地生产,产生电能的一次能源是多样性的。电能可以远距离地输送、分配并且较为经济。

(3) 电能的生产、传输、分配、消耗几乎是在同一时间内完成,电能本身无污染,电能本身不可储存。

(4) 电能易于自动调节、检测、变换等。

目前工程界按电能作用范围,把建筑电气工程分为两大部分:一是以传输电能为主的动力与照明系统,即通常所说的“强电”部分,这部分主要包括建筑供配电、建筑照明、建筑防雷、安全接地等方面,“强电”部分主要考虑的是“能量的损失”问题,其特点是电压高、电流大、功率大、频率低;二是以传输信号为主要的通信与控制系统,即通常所说的“弱电”部分,这部分主要包括广播音响、电话通信、共用天线、设备控制、消防报警、保安监控、综合布线等方面,“弱电”部分主要考虑的是“信号的失真”问题,其特点是电压低、电流小、功率小、频率高。

在某种意义上可毫不夸张地讲:建筑电气设备的选用是否恰当、布置是否合理、控制是否灵敏、工作是否可靠、运行是否安全、成本是否适中等,将直接影响到建筑物应有的功能是否能够得到完美的实现。

可见,建筑电气是建筑工程的重要分部工程,无论是在建项目还是已投入运行的建筑设备,都是围绕着同一栋建筑物的。作为建筑施工技术人员,不但要掌握传统意义上的土建知识,而且还要理解电工在建筑业的应用知识,以提高在现场施工中综合解决各种技术问题的能

力。从这个角度分析,《建筑应用电工》也是属于建筑施工专业的基础知识范畴。

二、本课程的性质和任务

“建筑应用电工”是建筑工程施工专业的一门实践性较强的专业基础课程。

本课程的基本任务是:使学生获得一定的电工基本理论;能够识别常用的电工材料、常用电工工具、常见电工仪表等;熟悉并掌握常用的电器与设备的选择原则、使用要求等;初步具有查阅相关技术标准、技术规范、技术手册和标准图集的能力;初步掌握阅读电气施工图步骤和方法;初步具有一点用电的技能。

三、本课程的主要内容

本教材为“中等职业教育建筑工程施工专业规划教材”,共分 10 个单元,主要内容有:

电工基础知识:本教材主要从工程观点阐述电工基础知识。如电路基本概念及工作状态;电路中各电量基本概念及相互关联;电路的基本定律、定理及计算;常用电工材料及应用;常用电工工具的使用;常见电工仪表及测量方法等。

变压器与电动机:由于变压器、电动机在建筑工程实际中应用十分广泛,本教材主要讲述了变压器及电动机的机构、工作原理、主要参数、基本用途;介绍了常用低压电器的类别、用途、布局、安装、验收要求;研究了异步电动机常用的控制电路及方法,特别是建筑施工现场机械设备的控制常识等。

建筑供配电:这部分内容实质上归属建筑电气施工技术范畴,是现场施工中不可缺少的技术,应当是本课程的核心内容。本教材主要讲述了电力负荷的分类及计算、主要电气设备的选择与布置、导线选择与敷设、照明灯具的选择与布置、建筑的防雷与安全用电、建筑施工现场临时用电及要求等,掌握这些知识决定了建筑产品投入使用后是否能正常发挥使用效益。

电气施工图:是一种依据国家颁布的相关技术标准、规定的图形符号和文字符号,采用标准的标注方式和特殊绘制方法绘制的工程简图,是工程技术的通用语言。本教材介绍了电气施工图的种类、用途及阅读方法。

现代智能建筑发展:近年我国的智能化建筑发展迅速,随着种类复杂、功能多样的家用电器逐步进入千家万户,建筑设备自动控制也向着低能耗、高效率、多功能方向发展,有必要对智能建筑进行介绍。

通过本课程内容的学习与研究,应当使学生理解建筑电气施工中存在着以下主要特点:

- (1) 电气施工作业空间范围广,施工周期相对长,原材料及设备品种多。
- (2) 手工作业多,工序复杂,使用的工具与机具是繁杂的,经常拆装、移动工具与机具,技术要求高。
- (3) 工程质量要求高,强制性标准、规范多,这不但影响到设备是否正常运行,而且还将影响到人身安全。
- (4) 建筑施工现场供电是临时性强、用电量变化大、自然环境恶劣、安全条件差。因此,安全用电极为重要。
- (5) 建筑应用电工技术人员还应当掌握阅读电气施工图的步骤与方法,否则将无法承担施工现场的管理任务。

四、建筑应用电工与其他专业的配合

1. 与土建工程的配合

在建筑物、构筑物中预先埋入电气工程所需的固定件及线路导线敷设所用管材等,这不但可保持建筑物的美观、整洁,更为避免以后进行钻、凿等作业对建筑结构的破坏提供了保证,同时也可以保证电气设备安装后正常运行时的安全性。

当现场施工人员对预埋件的用途及要求不了解时,不一定能够按照电气工程的要求,对预埋件进行正确的预埋(如预埋的金属管与塑料管不能直接相连等问题),这必然会影响到后续施工质量,这就要求土建技术人员也要学一些电气施工知识,按电气施工图的要求正确进行预埋、核实,避免发生错误。

2. 与主体工程的配合

电气工程与建筑主体工程有着紧密联系,如配电箱、开关箱、灯口盒、插座等低压设备若采用明配时,可在抹灰及表面装饰工作完成后再进行施工;若进行暗配工程时,应当穿插于土建钢筋或砌墙施工过程中,将配件按照施工图纸进行正确预埋,待土建专业施工具备安装条件(如模板拆除后)再进行后续电气施工。

3. 与其他设备工程的配合

建筑电气工程还要考虑到与其他设备工程的关联,如电气管道与供热工程中热水管交叉时,其最小距离为 100 mm;与给排水工程中水管平行排列时,其最小距离应为 100 mm 等。

4. 常用标准、规范、图集

现代化大生产是伴随社会化工分而产生的,既然是分工,彼此间就会有联系、就会有统一的要求,这就产生了不同等级的标准、强制规范、验收规范等,这些标准、规范就是我们搞设计、施工、验收的法律,必须执行。但经过一段时间后,这些标准、规范也会被修改或被新的标准、规范所替代,故应随时关注。

例如,建筑电气方面常用的标准、规范与标准图集有:

《低压配电设计规范》(GB 50054—1995)

《火灾自动报警系统设计规范》(GB 50116—1998)

《电气简图用图形符号》(GB /T 4728—2000)

《建筑电气工程质量验收规范》(GB 50303—2002)

《建筑照明设计标准》(GB 50034—2004)

《建筑物电子信息系统防雷技术规范》(GB 50343—2004)

《施工现场临时用电安全技术规范》(JGJ 46—2005)

《建筑设计防火规范》(GB 50016—2006)

《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》(GB 50169—2006)

《智能建筑设计标准》(GB /T 50312—2007)

《民用建筑电气设计规范》(JGJ 16—2008)

《供配电系统设计规范》(GB 50052—2009)

《建筑电气照明装置施工及验收规范》(GB 50617—2010)

《建筑物防雷设计规范》(GB 50057—2010)

《建筑工程施工现场消防安全技术规范》(GB 50720—2011)

《建筑电气工程设计常用图形和文字符号》(09DX001)

5. 建筑电气施工阶段

建筑电气施工同其他工程施工一样,分为三个主要的施工阶段,分别是:施工准备阶段、施工过程阶段、竣工验收阶段。

施工准备阶段是保证施工能正常顺利进行的前提条件。包括:施工技术的准备、施工机具和工具的准备、施工主要材料的准备、施工队伍的准备、施工现场的准备等工作。主要目的是:理解设计意图、熟悉该设计选用的国标等依据、明确施工要求、了解各专业间与建筑电气的交叉配合情况、避免在施工中与其他专业发生碰车现象。若经图纸会审后发现存在技术及其他问题,应由设计单位出具设计变更书,并按变更后的图纸进行施工以确保施工质量。

施工过程阶段是按照施工方案、施工图纸、施工规范进行正常的施工阶段。同时既要注意与其他专业施工的配合,又要考虑今后的扩容等问题,还要做好本专业的施工组织与进度控制等工作。特别是对隐蔽工程、阶段工程都应该适时进行检查验收,并按规范及时编制好验收资料,不能等到整个工程完结后再进行检查,否则有可能因返工而造成经济损失,亦能充分反映出整个施工现场的管理水平。

竣工验收阶段是工程综合性检查的阶段。此阶段主要工作内容大致上可分为工程实体检测、试验与施工过程资料的归集、整理两大类。注意在工程实体检测、试验时,主要依据的应当是现行技术标准、施工图纸、相关招标技术文件要求、合同约定的对整个电气工程施工质量进行实际的综合性检验评定要求等。

五、本课程的学习方法

本课程是理论性和实践性并重的课程,具有相对独立的知识体系。本教材不仅有理论的分析推导,同时还有结合工程实际的操作技能;既有常用的工程材料、电学基础知识,又有电气施工图纸阅读等工程实际情况,这是学习本课程时务必要注意的,也是本课程的难点所在。因而在本课程教学时,采取将课堂教学与实训教学相结合的方法,尽量采用实物教学、参观现场、电化教学、动手实训等教学手段来完成。同时也要注意与其他专业课程在某些知识点上的衔接。

同学们在学习本课程时可注意下面几点:

- (1) 领会基本概念,掌握相关理论知识、原理。
- (2) 对施工程序、施工工艺、施工要求的学习,要认真听讲,做好记录,通过强化实训环节加深理解。
- (3) 对于施工图的学习,要结合工程实际,多看多练,多阅读标准图集,逐步掌握读图方法。
- (4) 了解其他相关专业知识,做好课前预习,课后复习。

单元 1 电工基础知识



教学目标

1. 了解电路的基本组成和基本物理量；
2. 熟悉电路的基本定律；
3. 理解正弦交流电的基本概念，掌握三相交流电路及功率计算；
4. 熟练掌握常用电工材料、工具和仪表。

1.1 电路基础知识

1.1.1 电路的组成

通常将电流的通路定义为电路。电路一般由电源、中间环节(控制与保护环节、连接导线)和负载三部分组成。图 1.1 是一个最简单的电路,它是由一节电池、一只灯泡、一个开关及连接导线组成。在工程上为了画图方便,常用规定的统一符号来表示各元件,这样做出的图称为电路图,如图 1.2 所示。

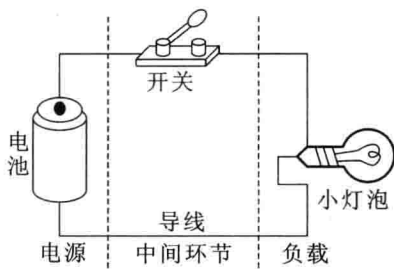


图 1.1 简单照明电路实物图

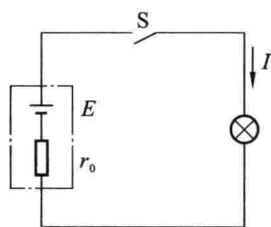


图 1.2 简单照明电路原理图

1. 电源

电源是电路中提供电能的装置,其作用是把其他形式的能量转化为电能,为电路提供原动力。如电池、发电机等都属于电源。

2. 负载

即用电设备,其作用是将电能转化为其他形式的能量并消耗掉。如电炉、电动机、扬声器等都属于负载。

3. 控制与保护电器

用来控制电路接通和断开的装置,称为控制电器,如负荷开关、刀开关等。当电路出现故障时,能及时将电路切断,保护线路或设备不至于损坏,或者使故障限制在一定范围的装置,称

为保护电器,如熔断器、漏电开关等。把上述各设备连接在一起的金属导体称之为导线,其主要的的作用是联通电路、传输电能。

1.1.2 电路的状态

1. 通路(负载状态)

闭合开关有电流通过时,电路处于正常工作状态,如图 1.3(a)所示。一般可分为三种运行状态:电路在额定状态下工作的满载运行;电路在超过额定状态下工作的过载运行;电路在低于额定状态下工作的欠载运行。过载运行是不安全的,欠载运行是不经济的,都是要尽量避免的。

2. 短路

短路是指电源的两端未经负载、直接由导线形成闭合回路的状态。当电源短路时,电流很大,电源产生的电能全部消耗在内阻上,会损坏电源及导线,是严格禁止的,如图 1.3(b)所示。

3. 开路(断路)

电路断开,电路中没有电流通过,设备不能正常工作。包括人为操作的正常开路和突发非正常的事事故断路,如图 1.3(c)所示。

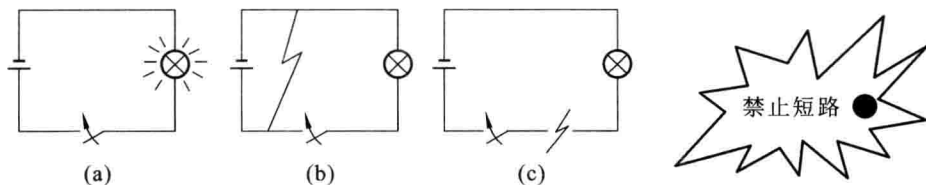


图 1.3 电路的三种状态

(a)通路;(b)短路;(c)断路

1.1.3 电路的基本物理量

1. 电流强度

符号为 I ,单位为安培,简称安(A)。

衡量电流强弱的物理量称为电流强度。它在数值上等于单位时间内通过导体横截面的电荷量。

$$I = q/t \quad (1.1)$$

在国际单位制中,常用的电流单位还有毫安(mA)、微安(μA)、千安(kA),它们的换算关系是:

$$1 \text{ mA} = 10^{-3} \text{ A} \quad 1 \mu\text{A} = 10^{-6} \text{ A} \quad 1 \text{ kA} = 10^3 \text{ A}$$

习惯上将正电荷的运动方向规定为电流的方向。而实际上在金属导体中,电流的方向与自由电子定向移动的方向恰恰相反。

2. 电阻

符号为 R ,单位为欧姆,简称欧(Ω)。

用来衡量导体对电流阻碍作用大小的物理量称为电阻。导体电阻值越大表示导体对电流的阻碍作用就越大。电阻是导体本身的一种特性,不同导体的电阻是不同的。图 1.4 所示是

一些电阻元件。

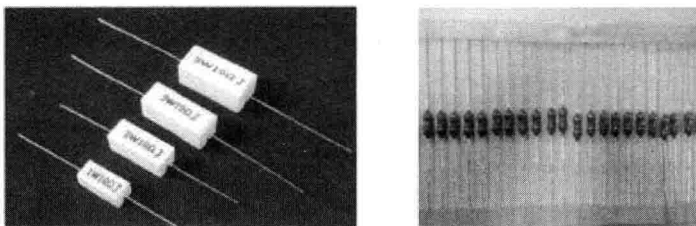


图 1.4 电阻

在国际单位制中,常用的电阻单位还有千欧(kΩ)、兆欧(MΩ),它们的换算关系是:

$$1 \text{ M}\Omega = 10^6 \Omega \quad 1 \text{ k}\Omega = 10^3 \Omega$$

导体的电阻值大小除了与温度有关以外,主要是取决于导体长度、粗细、材料种类。物理实验证明:某种材料导体的电阻与该导体的长度成正比,与其横截面积成反比。

电阻的定义式可表达为:

$$R = \rho \frac{L}{S} \quad (1.2)$$

式中 ρ ——制成电阻的材料电阻率,国际单位制为欧姆·毫米²/米($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$);

L ——绕制成电阻的导线长度,国际单位制为米(m);

S ——绕制成电阻的导线横截面面积,单位为平方毫米(mm^2);

R ——电阻值,国际单位制为欧姆(Ω)。

电阻器是所有电子电路中使用最多的元器件。电阻的主要物理特征是变电能为热能,是一个耗能元件,电流经过它就产生内能。电阻在电路中通常起分压及分流的作用,对信号来说,交流与直流信号都可以通过电阻。

物理界将某种材料制成长1米、横截面面积是1平方毫米的导线的电阻定义为这种材料的电阻率。它是描述材料性质的物理量,与导体长度 L 、横截面面积 S 无关,只与物体的材料和温度有关,有些材料的电阻率随着温度的升高而增大,有些反之。

【例 1.1】 已知:铜的电阻率为 $0.0175 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$,长10 m、横截面面积为 10 mm^2 的铜导线,求其电阻值。

【解】
$$R = \rho \frac{L}{S} = 0.0175 \times 10 / 10 = 0.0175 (\Omega)$$

3. 电源的电动势

符号为 E ,单位为伏特,简称伏(V)。

电动势的大小等于电源力把单位正电荷从电源的负极,经过电源内部移送到电源正极所做的功。如设 W 为电源中非静电力(电源力)把正电荷量 q 从负极经过电源内部移送到电源正极所做的功,则电动势大小为:

$$E = W/q \quad (1.3)$$

式中 W ——电源力所做的功,焦耳(J);

q ——在电源内部被电源力移送的电荷量,库仑(C)。

在国际单位制中,较大和较小的电动势单位分别是千伏(kV)和毫伏(mV),它们的换算关