

全国建筑高等专科学校房屋建筑工程专业新编系列教材

建筑应用电工

关光福 主编

武汉工业大学



3

全国建筑高等专科学校房屋建筑工程专业新编系列教材

1

建筑应用电工

关光福 主编



武汉工业大学出版社

· 武汉 ·

内 容 提 要

本书为高等工业专科学校房屋建筑工程专业的教科书,全书共分十七章,包括直流电路、正弦交流电路、三相电路、变压器、三相异步电动机及其控制;供配电系统、照明技术基本知识、照度计算、照明器及其布置、电气照明供电、常用民用建筑照明特点、共用天线电视系统、建筑施工现场的供电、建筑防雷与接地、电气照明设计、建筑电气照明安装工程施工、建筑电气安装工程概论、预算的基本知识。本书体现了教学改革的精神,具有学以致用、拓宽专业面的特点,使电工理论直接同民用建筑电气技术与设计等紧密结合起来,实用性强。

本书除了作为房屋建筑工程专业的教科书以外,也可作为有关专业师生电气照明设计课程的教学参考书,还可作为有关工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑应用电工/关光福主编. —武汉:武汉工业大学出版社,2000.8 重印

高等学校房屋建筑工程新编系列教材

ISBN 7-5629-1520-2

I. 建… II. 关… III. 建筑安装工程-电气设备-电工学-高等学校-教材 IV. TU85

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 05081 号

武汉工业大学出版社出版发行

(武昌珞狮路 122 号 邮编 430070)

各地新华书店经销

武汉工业大学出版社印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:20.75 字数:528 千字

1999 年 9 月第 1 版 2000 年 8 月第 2 次印刷

印数:5001—8000 册 定价:21.00 元

(如有印装质量问题,请与承印厂联系退换)

全国建筑高等专科学校 房屋建筑工程专业新编系列教材

编审委员会

顾问:滕智明 李少甫 甘绍熺 罗福午
陈希天 卢 循

主任:齐继禄 袁海庆

副主任(按姓氏笔划排列):

李生平 孙成林 张协奎 张建勋
武育秦 侯治国 胡兴国 廖代广

委员(按姓氏笔划排列)

甘绍熺	乐荷卿	孙成林	齐继禄
卢 循	李少甫	李生平	张协奎
张建勋	张流芳	陈书申	陈希天
武育秦	陈晓平	周绥平	罗福午
胡兴国	侯治国	袁海庆	高琼英
舒秋华	董卫华	简洪钰	廖代广
滕智明	蔡德明	蔡雪峰	聂旭英
魏万德			

秘书长:蔡德明

出版说明

武汉工业大学出版社 1998 年组织出版的“高等专科工业与民用建筑专业系列教材”至今已近十年了。这套教材对于我国工民建专业的专科教育,包括成人教育、函授教育和自学考试等都起到了不可磨灭的历史作用。同时,我们也看到由于当时条件的局限,这套教材不可避免地存在着种种缺陷。随着社会主义市场经济体制的建立,迅速发展的建筑业和建筑工程技术以及其对人才的需求形势已远非十年前的情况可以比拟,加上高等专科教育教学改革的不断深入,迫切需要更加明确地针对专科教育的培养目标,适合专科教学规律,符合专科教学基本要求的教材。在这种形势下,武汉工业大学出版社得到建设部院校处的支持,与“全国建筑高等专科学校房屋建筑工程专业指导小组”密切合作,特聘清华大学土木系四位著名教授为顾问,以建设部和中建总公司所属的重点建筑高等专科学校的教师为主,联合九所院校共同编写了这套“全国建筑高等专科学校房屋建筑工程专业新编系列教材”。

按照教材组织过程中召开的“专科教学及教材研讨会”的精神,本套教材力求体现如下特点:

1. 统一性。成套教材不是单本教材的简单叠加,各门课程之间必须按照教学要求有机地联系,在内容的取舍、分配和衔接,编写体例,规范的运用以及加强实用性等方面力求全套书统一。

2. 创新性。编写人员吸收了近年来专科教育教学改革的阶段性成果,制订出全套教材的编写原则:基础理论的教学以应用为目的,以必须、够用为度;专业课教学加强针对性和实用性,增加计算机应用的内容,力求编出新意。

3. 普适性。本套教材以培养高等工程技术应用型人才为目标,不仅适宜于全日制高等专科学校,也适用于大学函授教育、成人教育和自学考试,对当前从事工程建设的建筑工程技术与管理人员也有较好的参考价值。

4. 持久性。一套水平高、实用性强、有新意的教材决不可能一蹴而就,它必然是高等专科学校教师长期教学实践的结果。本套教材第一版出来后,编委会将立即组织使用教师收集反馈意见,准备修订,然后再使用,再修订,保证教材不断提高质量,与专科教育的改革和发展同步。

参加本套教材编写的主要是重庆建筑高等专科学校、长春建筑高等专科学校、福建建筑高等专科学校、湖南城建高等专科学校、河南城建高等专科学校、武汉工业大学、武汉冶金科技大学和武汉水利电力大学等学校长期从事专科教学的教师,并聘请清华大学滕智明教授、李少甫教授、甘绍熺教授、罗福午教授和“全国建筑高等专科学校房屋建筑工程专业指导小组”组长、长春建筑高等专科学校陈希天教授以及福建建筑高等专科学校卢循教授为顾问。尽管全体编审人员殚精竭虑,不敢稍有懈怠,但由于时间仓促,错漏之处在所难免,恳请广大读者批评指正,以利我们修订重印。

武汉工业大学出版社

1997. 10

前 言

随着科学技术的飞跃发展,电能的应用越来越广泛。电气技术与现代一切新的科学技术有着密切的关系,从日常生活到航天技术都离不开电气设备。在土木建筑工程领域中,电气技术的应用也越来越广。

当前,从土木建筑工程各个领域反馈回来的信息其共同点就是:希望我们培养的土建专业的工程技术人员,不仅要有一定的电工理论基础,还应具有足够的实际用电知识,对建筑电气工程有一定的了解,这样才能适应建筑施工技术发展的需要。

本书是为高等工业专科学校教学改革编写的,是电工学与电气技术在民用建筑中应用的集合。通过本教材的教学,将使房屋建筑工程专业的学生具有一定的应用电气技术知识于本专业的能力,可从事一般民用建筑的电气设计和施工管理等工作。本教材对于其他相近专业亦可作为教学用书。

本书中的图形、符号均按照 GB4728 等新国标编写的,同时考虑新旧标准的交替,在书末附有新旧图形符号对照表,还收集采用了部分新的电气设备,新的电气材料和元器件,避免采用过时的、淘汰的产品。本书在编写过程中还参照了国家近年来颁发的有关建筑电气设计、施工的规程和规范及标准。

全书共为十七章。第一章、第六章、第七章、第八章、第九章、第十七章由河南城建高等专科学校范刚龙编写;第三章、第四章、第五章由湖南城建高等专科学校肖建群编写;第二章、第十章、第十四章由长春建筑高等专科学校张凤江编写;第十一章、第十二章、第十三章、第十五章、第十六章由福建建筑高等专科学校关光福编写,关光福为全书主编。

在本书编写过程中,得到福建建筑高等专科学校薛汉辉副教授、校网络中心林铭德老师、福建建专建筑工程勘察设计院苏瑾、吴选忠工程师以及许多生产厂家、施工等单位的热情支持和帮助,提出了许多宝贵的意见,在此致以衷心的感谢!

由于作者水平所限,编写时间仓促,难免有不妥甚至错误之处,敬请使用本书的广大师生、读者批评指正。

编 者

1999 年 4 月

目 录

第一章 直流电路	(1)
第一节 电路的组成及工作状态	(1)
一、电路的组成及作用	(1)
二、欧姆定律	(1)
三、电路的工作状态	(3)
复习思考题	(4)
第二节 电阻的串、并、混联电路	(5)
一、电阻的串联	(5)
二、电阻的并联	(6)
三、电阻的混联	(8)
复习思考题	(9)
第三节 克希荷夫定律	(10)
一、KCL 定律的基本概念及其表示	(10)
二、KVL 定律基本概念及其表示	(11)
复习思考题	(12)
第四节 支路电流法	(12)
复习思考题	(13)
习 题	(14)
第二章 正弦交流电路	(16)
第一节 正弦交流电的基本物理量	(16)
一、交流电的频率与周期	(17)
二、交流电的相位	(18)
三、交流电的大小	(19)
第二节 正弦量的相量表示	(20)
一、正弦量的相量表示	(20)
二、用相量计算正弦量	(22)
第三节 单一参数的交流电路	(23)
一、纯电阻电路	(23)
二、纯电感电路	(26)
三、纯电容电路	(30)
第四节 串联交流电路	(34)
一、电压与电流关系	(34)
二、功率关系	(39)
三、串联谐振	(42)

第五节 并联交流电路	(44)
一、电压与电流的关系	(44)
二、并联电路功率因数的提高	(48)
复习思考题	(50)
习 题	(51)
第三章 三相电路	(54)
第一节 三相电源	(54)
一、三相发电机的结构、工作原理	(54)
二、三相电源的连接	(55)
三、三相电动势、电压的正方向	(56)
四、相电压与线电压的关系	(56)
第二节 负载的星形连接	(57)
一、不对称负载的星形连接	(58)
二、对称负载的星形连接	(59)
第三节 负载的三角形连接	(60)
一、不对称负载的三角形连接	(61)
二、对称负载的三角形连接	(61)
第四节 三相功率	(62)
一、不对称电路中 P 、 Q 、 S 的计算	(62)
二、对称电路中 P 、 Q 、 S 的计算	(63)
复习思考题	(64)
习 题	(65)
第四章 变压器	(67)
第一节 变压器在输配电中的作用	(67)
一、概述	(67)
二、变压器在输配电中的作用	(67)
第二节 变压器的构造与工作原理	(67)
一、变压器的种类	(67)
二、变压器的构造	(68)
三、变压器的变压和变流原理	(69)
第三节 变压器的铭牌	(72)
一、变压器的型号含义	(72)
二、变压器的额定数据	(73)
三、连接组别、阻抗电压	(74)
第四节 自耦变压器与仪用互感器	(77)
一、自耦变压器	(77)
二、电压互感器、电流互感器的原理与特点	(78)
第五节 电焊变压器	(79)
一、电焊变压器的原理	(79)

二、使用电焊变压器时应注意的事项	(80)
复习思考题	(80)
习 题	(81)
第五章 三相异步电动机及其控制	(82)
第一节 三相异步电动机的构造	(82)
一、定子	(82)
二、转子	(83)
第二节 三相异步电动机的工作原理	(84)
一、旋转磁场	(84)
二、工作原理	(86)
第三节 异步电动机的电磁转矩与机械特性	(87)
一、电磁转矩	(87)
二、机械特性	(88)
三、三相异步电动机工作在稳定区与非稳定区的区别	(90)
四、过载能力 λ 的概念	(91)
第四节 三相异步电动机的启动	(91)
一、鼠笼式、绕线式异步电动机的启动及启动能力	(91)
二、异步电动机的调速、反转与制动	(94)
三、异步电动机的故障与维护	(96)
第五节 三相异步电动机的铭牌	(98)
一、型号	(98)
二、功率	(99)
三、电压和接法	(99)
四、电流	(99)
五、转速	(99)
六、频率	(99)
七、工作方式	(99)
八、温升与绝缘等级	(99)
九、防护等级	(99)
十、效率与功率因数	(100)
十一、堵转电流/额定电流	(100)
第六节 三相异步电动机的选择	(100)
一、电动机种类的选择	(100)
二、电动机形式的选择	(100)
三、电动机额定电压的选择	(101)
四、电动机额定转速的选择	(101)
五、电动机容量的选择	(101)
第七节 单相异步电动机	(103)
一、单相异步电动机的结构和工作原理	(103)

第八节 常用控制电器	(105)
一、开关设备、按钮、熔断器的结构、符号、工作原理	(105)
二、接触器、热继电器、中间继电器的符号、工作原理	(108)
第九节 继电接触控制电路	(110)
一、点动、长动控制电路	(110)
二、正、反转控制电路	(112)
复习思考题	(114)
习 题	(115)
第六章 供配电系统	(117)
第一节 电力系统简介	(117)
一、电力系统	(117)
二、各类型工业、民用建筑及施工工地供电	(118)
三、额定电压等级	(119)
第二节 电力负荷的分类和计算	(120)
一、电力负荷的分类及供电要求	(120)
二、电力负荷的计算	(120)
第三节 变(配)电所	(124)
一、所址选择	(124)
二、变(配)电所的形式	(125)
三、变(配)电所的主要电气设备	(125)
第四节 室外配电线路	(130)
一、架空线路	(130)
二、电缆线路	(132)
第五节 导线的选择	(133)
一、按机械强度选择	(133)
二、按发热条件选择	(133)
三、与保护设备相适应	(134)
四、按允许电压损失来选择	(134)
五、N线、PE线截面的选择	(134)
第七章 照明技术基本知识	(136)
第一节 光学基本知识	(136)
一、光的性质	(136)
二、基本光度量	(136)
三、光与视觉	(138)
四、明视照明的基本条件	(138)
五、照度定律	(139)
第二节 照明方式、种类、标准和质量	(140)
一、照明方式	(140)
二、照明的种类	(140)

三、照明质量	(141)
四、照度标准	(141)
复习思考题	(143)
第八章 照度计算	(144)
第一节 利用系数法	(144)
一、利用系数的确定	(144)
二、计算平均照度	(146)
第二节 单位容量法	(147)
一、计算公式	(147)
二、计算步骤	(148)
第九章 照明器及其布置	(149)
第一节 电光源的分类及主要技术参数	(149)
一、电光源的分类	(149)
二、常用电光源及其主要技术参数	(149)
第二节 照明器的分类和选择	(152)
一、照明器的组成与特性	(152)
二、照明灯具的分类和选择	(153)
第三节 照明器的布置	(155)
一、照明器的高度布置及要求	(155)
二、照明器的平面布置及要求	(156)
第十章 电气照明供电	(158)
第一节 照明供电和配电系统	(158)
一、照明供电	(158)
二、照明配电系统	(159)
第二节 照明线路	(161)
一、照明线路形式	(161)
二、照明线路控制	(162)
三、照明线路的敷设	(162)
第三节 常用的控制电器与保护电器	(166)
一、开启式负荷开关	(166)
二、熔断器	(167)
三、低压空气断路器	(168)
四、插座	(168)
五、灯开关	(169)
六、电能表	(169)
第四节 安全保护	(171)
一、保护接零	(171)
二、漏电保护器	(171)
第五节 照明负荷的计算	(172)

一、确定设备容量 P_e	(173)
二、计算负荷 P_j	(174)
三、计算电流 I_j	(175)
第六节 控制、保护设备的选择	(176)
一、概述	(176)
二、刀开关的选择	(178)
三、熔断器的选择	(178)
四、空气断路器的选择	(179)
五、熔断器、断路器与导线的配合	(179)
六、各级保护的配合	(180)
第七节 高层建筑火灾应急照明与疏散指示标志	(180)
一、火灾应急照明供电	(180)
二、应急照明设置位置与场所举例	(182)
三、照明器的控制	(184)
第十一章 常用民用建筑照明特点	(186)
第一节 住宅照明设计要点	(186)
一、一般要求	(186)
二、负荷计算	(186)
三、配电系统	(186)
四、导线选型和敷设方式	(187)
五、设备选择与安装	(187)
六、电气保护装置	(187)
七、防雷装置	(188)
八、电话和共用天线系统	(188)
第二节 中小学校	(188)
一、照明特点	(188)
二、供(配)电系统	(188)
三、弱电系统	(189)
第三节 医 院	(189)
一、医院的照明特点	(189)
二、医院的电气设计要点	(190)
第四节 商店照明	(190)
第五节 工 厂	(191)
第六节 影剧院	(191)
一、照明特点	(191)
二、供电系统	(191)
第七节 宾 馆	(192)
一、照明特点	(192)
二、弱电方面	(192)

第八节 建筑景观照明	(192)
第十二章 共用天线电视系统	(193)
第一节 系统概述	(193)
一、共用天线电视系统	(193)
二、共用天线电视系统的优点	(194)
三、共用天线电视系统的组成	(195)
第二节 前 端	(196)
一、我国的电视频道	(196)
二、前端设备	(196)
三、接收场强的估算	(198)
四、天线输出电平的计算	(200)
五、前端输出电平的计算	(201)
六、前端的典型设计	(201)
第三节 分配网络	(202)
一、用户电平	(202)
二、分配方式	(203)
三、分配器件	(204)
四、网络的计算	(206)
第四节 施工与安装	(209)
第十三章 建筑施工现场的供电	(210)
第一节 施工现场电力负荷计算	(210)
第二节 施工现场的变、配电	(211)
一、施工现场的变电	(211)
二、施工现场的配电	(212)
第三节 配电导线截面的选择与线路保护	(214)
一、配电导线的选择	(214)
二、线路保护设备的选择	(215)
第四节 施工现场的电力供应	(216)
一、施工现场的电源确定	(216)
二、施工现场的电力供应平面图	(216)
第十四章 建筑防雷与接地	(219)
第一节 雷电基本知识	(219)
一、雷电的产生	(219)
二、雷电的活动规律	(219)
三、雷电的危害	(219)
第二节 建筑物的防雷	(220)
一、建筑物的防雷分级	(220)
二、各类防雷建筑物的防雷措施	(221)
三、防雷装置	(223)

四、高层建筑的防雷	(224)
五、建筑工地的防雷	(225)
六、10kV 变(配)电所防雷电波侵入	(225)
第三节 建筑物的接地	(225)
一、系统接地形式	(225)
二、保护接地和保护接零	(228)
三、特殊装置的接地	(229)
四、共用接地	(231)
五、接地装置	(231)
第四节 建筑防雷及接地平面图	(232)
一、概 述	(232)
二、建筑防雷平面图	(233)
三、接地平面图	(234)
第十五章 电气照明设计	(235)
第一节 概述	(235)
第二节 照明设计原则及专业协调	(235)
一、设计原则	(235)
二、专业协调	(237)
第三节 电气照明设计的程序	(237)
一、照明设计的原始资料	(237)
二、照明设计规程	(238)
三、照明设计的有关专业资料	(238)
四、照明设计步骤	(238)
五、照明设计的文件	(240)
第四节 电气照明设计实例	(241)
一、对电气照明的要求	(242)
二、光照设计	(242)
三、电气线路设计	(242)
四、图纸目录、说明、图例、干线图、系统图、各平面图等	(243)
五、附加说明	(243)
第十六章 建筑电气照明安装工程的施工	(257)
第一节 电气安装工程与土建施工的配合关系	(257)
一、施工前的准备阶段	(257)
二、基础施工阶段	(257)
三、砖砌体阶段	(257)
四、捣混凝土的梁、板、柱、墙阶段	(257)
五、底层地面施工阶段	(257)
六、装修阶段	(258)
七、补洞阶段	(258)

八、挖沟复土阶段	(258)
九、拆脚手架阶段	(258)
第二节 建筑电气安装工程的质量检验标准	(258)
一、电缆敷设工程	(258)
二、钢管配线工程	(258)
三、塑料护套线配线工程	(259)
四、电气器具及照明配电箱(盘)安装工程	(259)
五、防雷与接地装置的安装工程	(259)
第十七章 建筑电气安装工程概、预算的基本知识	(261)
第一节 概 述	(261)
一、概、预算的意义	(261)
二、安装工程费用的组成	(261)
三、工程定额	(265)
第二节 概、预算的编制程序	(268)
一、编制依据	(268)
二、读图并了解施工方案	(268)
三、确定定额与单位估价汇总	(268)
四、计算工程量	(268)
五、计算直接费	(268)
六、计算施工管理费、独立费、利润和税金	(269)
七、写编制说明	(269)
八、填写概、预算书封面	(269)
第三节 工程量计算规则	(269)
一、变(配)电工程	(269)
二、电缆工程	(270)
三、架空线路工程	(271)
四、防雷接地装置	(272)
五、动力、照明控制设备	(272)
六、配管配线	(272)
七、照明器具	(273)
八、弱电工程	(273)
九、电梯工程	(275)
第四节 概、预算的审核	(275)
一、书面审核	(275)
二、竣工结算	(276)
第五节 常用电工材料	(277)
一、裸导线与绝缘导线	(277)
二、射频同轴电缆和电缆	(278)
三、管材	(279)

第一章 直流电路

第一节 电路的组成及工作状态

一、电路的组成及作用

1. 电路的组成

电流的通路称为电路。电路通常由电源、负载以及连接电源和负载的中间环节三部分组成,其形式是多种多样的。图 1-1 是一个最简单的电路,它是由一只灯泡、一个开关及连接导线组成。当开关 K 闭合时,电路中就有电流通过,灯泡发光。

电源是提供电路中所需电能的装置,它可以将其他形式的能量转化为电能。电源有电池、发电机、整流电源等。

负载是电路中消耗电能的器件或设备,是将电能转化为其他形式能量的装置,如电灯、电动机、电镀槽、扬声器等。

中间环节是传送、分配和控制电能的部分,主要包括将电源与负载连接成闭合回路的导线、熔断器、开关等。

一般把电源内部的电流通路称为内电路,其电流方向是从负极指向正极;把负载和中间环节构成的电流通路称为外电路,其电流方向是从正极指向负极。

2. 电路的作用

电路的作用主要有两个:一是实现电能的传送和转换;二是实现信息的处理与传递。

(1) 电能的输送和变换

解决这方面的问题,就是通常所说的电力工程,它包括发电、变电、输电、配电、电力和照明用电,以及交直流电之间的整流和逆变等。对于这些电路来说,一般要求尽可能小的能量损耗和尽可能高的效率。

(2) 信息的传递和处理

这一类电路中,虽然也有能量的输送和变换问题,但其量值很小,人们关心的是如何准确地传递和处理信息,保证信息不失真。如语言、音乐、文字、图像的广播和接收等电路。

二、欧姆定律

流过电阻的电流与该电阻两端的电压成正比,与该电阻成反比,这就是欧姆定律。它是电路的最基本定律,应用时通常分为下述几种形式。

1. 一段无源电路的欧姆定律

闭合回路中的一段电路,如果不包含电动势而仅含有电阻,那么这段电路被称为一段电阻

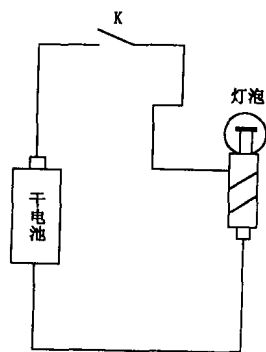


图 1-1 简单照明电路