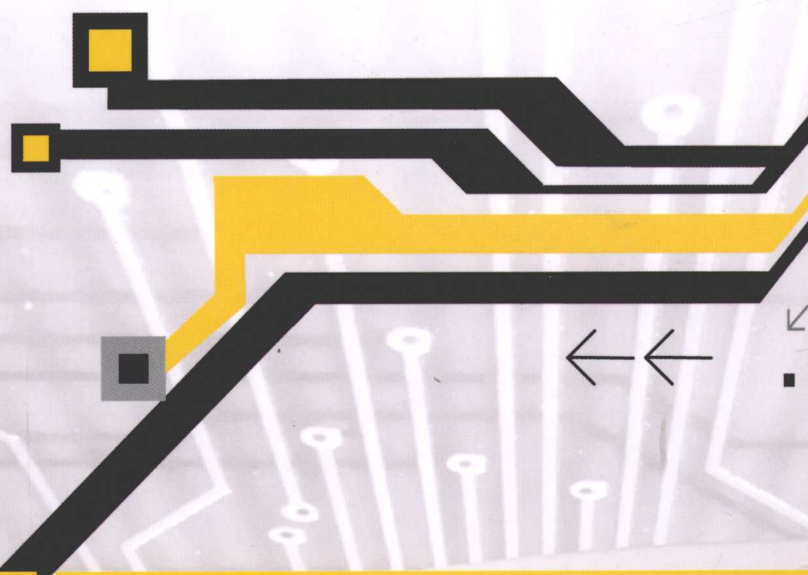




全国高职高专教育精品规划教材



DIANGONG DIANZI JISHU JICHU

电工电子技术基础

主编 温澍萍 王金旺



北京交通大学出版社
<http://press.bjtu.edu.cn>

内 容 简 介

本书分为3篇:第1篇电工基础,包括第1~5章,主要内容为电路与电路模型、电路的等效变换、线性电路的一般分析方法和定理、正弦交流电路、三相交流电路和耦合电感电路;第2篇电子技术基础,包括第6~11章,主要内容为半导体二极管和晶体管,基本放大电路,集成运算放大器和负反馈放大器,数制、逻辑代数和逻辑门电路,组合逻辑电路和时序逻辑电路,数模与数模转换器;第3篇电工电子技术应用,包括第12~17章,主要内容有直流电源、变压器与电机、电气测量技术、继电器接触器控制系统、可编程程序控制器、供配电技术。

本书既可作为高职高专院校机电类及相关专业的教材,也可作为广大技术人员的参考用书。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

电工电子技术基础 / 温澍萍, 王金旺主编. — 北京: 北京交通大学出版社, 2010. 7

(全国高职高专教育精品规划教材)

ISBN 978 - 7 - 5121 - 0175 - 3

I. ① 电… II. ① 温… ② 王… III. ① 电工技术 - 高等学校: 技术学校 - 教材
② 电子技术 - 高等学校: 技术学校 - 教材 IV. ① TM ② TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 129950 号

责任编辑: 张慧蓉

出版发行: 北京交通大学出版社

电话: 010 - 51686414

北京市海淀区高粱桥斜街 44 号

邮编: 100044

印刷者: 北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185 × 260 印张: 20.25 字数: 484 千字

版 次: 2010 年 7 月第 1 版 2010 年 7 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978 - 7 - 5121 - 0175 - 3/TM · 27

印 数: 1 ~ 3 000 册 定价: 33.00 元

本书如有质量问题, 请向北京交通大学出版社质监局反映。对您的意见和批评, 我们表示欢迎和感谢。

投诉电话: 010 - 51686043, 51686008; 传真: 010 - 62225406; E-mail: press@bjtu. edu. cn。

全国高职高专教育精品 规划教材丛书编委会

主 任：曹 殊

副主任：武汉生（西安翻译学院）

朱光东（天津冶金职业技术学院）

何建乐（绍兴越秀外国语学院）

文晓璋（绵阳职业技术学院）

梅松华（丽水职业技术学院）

王 立（内蒙古建筑职业技术学院）

文振华（湖南现代物流职业技术学院）

叶深南（肇庆科技职业技术学院）

陈锡畴（郑州旅游职业学院）

王志平（河南经贸职业学院）

张子泉（潍坊科技职业学院）

王法能（青岛黄海学院）

邱曙熙（厦门华天涉外职业技术学院）

逯 侃（步长集团陕西国际商贸学院）

委 员：黄盛兰（石家庄职业技术学院）

张小菊（石家庄职业技术学院）

邢金龙（太原大学）

孟益民（湖南现代物流职业技术学院）

周务农（湖南现代物流职业技术学院）

周新焕（郑州旅游职业学院）

成光琳（河南经贸职业学院）

高庆新（河南经贸职业学院）

李玉香（天津冶金职业技术学院）

邵淑华（德州科技职业学院）

刘爱青（德州科技职业学院）

宋立远（广东轻工职业技术学院）

孙法义（潍坊科技职业学院）

颜 海（武汉生物工程学院）

出版说明

高职高专教育是我国高等教育的重要组成部分,其根本任务是培养生产、建设、管理和
服务第一线需要的德、智、体、美全面发展的应用型专门人才,所培养的学生在掌握必要的
基础理论和专业知识的基础上,应重点掌握从事本专业领域实际工作的基础知识和职业技
能,因此与其对应的教材也必须有自己的体系和特点。

为了适应我国高职高专教育发展及其对教育改革和教材建设的需要,在教育部的指导
下,我们在全中国范围内组织并成立了“全国高职高专教育精品规划教材研究与编审委员会”
(以下简称“教材研究与编审委员会”)。“教材研究与编审委员会”的成员所在单位皆为教
学改革成效较大、办学实力强、办学特色鲜明的高等专科学校、成人高等学校、高等职业学
校及高等院校主办的二级职业技术学院,其中一些学校是国家重点建设的示范性职业技术
学院。

为了保证精品规划教材的出版质量,“教材研究与编审委员会”在全国范围内选聘“全
国高职高专教育精品规划教材编审委员会”(以下简称“教材编审委员会”)成员和征集教
材,并要求“教材编审委员会”成员和规划教材的编著者必须是从事高职高专教学第一线
的优秀教师和专家。此外,“教材编审委员会”还组织各专业的专家、教授对所征集的教材
进行评选,对所列选教材进行审定。

此次精品规划教材按照教育部制定的“高职高专教育基础课程教学基本要求”而编写。
此次规划教材按照突出应用性、针对性和实践性的原则编写,并重组系列课程教材结构,力
求反映高职高专课程和教学内容体系改革方向;反映当前教学的新内容,突出基础理论知
识的应用和实践技能的培养;在兼顾理论和实践内容的同时,避免“全”而“深”的面面俱
到,基础理论以应用为目的,以必要、够用为尺度;尽量体现新知识和新方法,以利于学生
综合素质的形成和科学思维方式与创新能力的培养。

此外,为了使规划教材更具广泛性、科学性、先进性和代表性,我们真心希望全国从事
高职高专教育的院校能够积极参与到“教材研究与编审委员会”中来,推荐有特色、有创
新的教材。同时,希望将教学实践的意见和建议及时反馈给我们,以便对出版的教材不断修
订、完善,不断提高教材质量,完善教材体系,为社会奉献更多、更新的与高职高专教育配
套的高质量教材。

此次所有精品规划教材由全国重点大学出版社——北京
交通大学出版社出版。适合于各类高等专科学校、成人高等
学校、高等职业学校及高等院校主办的二级技术学院使用。

全国高职高专教育精品规划教材研究与编审委员会
2010年7月

总 序

历史的年轮已经跨入了公元2010年,我国高等教育的规模已经是世界之最,2009年毛入学率达到24.2%,属于高等教育大众化教育阶段。根据教育部2006年第16号《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》等文件精神,高职高专院校要积极构建与生产劳动和社会实践相结合的学习模式,把工学结合作为高等职业教育人才培养模式改革的重要切入点,带动专业调整与建设,引导课程设置、教学内容和教学方法改革。由此,高职高专教学改革进入了一个崭新阶段。

新设高职类型的院校是一种新型的专科教育模式,高职高专院校培养的人才应当是应用型、操作型人才,是高级蓝领。新型的教育模式需要我们改变原有的教育模式和教育方法,改变没有相应的专用教材和相应的新型师资力量的现状。

为了使高职院校的办学有特色,毕业生有专长,需要建立“以就业为导向”的新型人才培养模式。为了达到这样的目标,我们提出“以就业为导向,要从教材差异化开始”的改革思路,打破高职高专院校使用教材的统一性,根据各高职高专院校专业和生源的差异性,因材施教。从高职高专教学最基本的基础课程,到各个专业的专业课程,着重编写出实用、适用高职高专不同类型人才培养的教材,同时根据院校所在地经济条件的不同和学生兴趣的差异,编写出形式活泼、授课方式灵活、满足社会需求的教材。

培养的差异性是高等教育进入大众化教育阶段的客观规律,也是高等教育发展与社会发展相适应的必然结果。只有使在校学生接受差异性的教育,才能充分调动学生浓厚的学习兴趣,才能保证不同层次的学生掌握不同的技能专长,避免毕业生被用人单位打上“批量产品”的标签。只有高等学校的培养有差异性,其毕业生才能有特色,才会在就业市场具有竞争力,从而使高职高专的就业率大幅度提高。

北京交通大学出版社出版的这套高职高专教材,是在教育部“十一五规划教材”所倡导的“创新独特”四字方针下产生的。教材本身融入了很多较新的理念,出现了一批独具匠心的教材,其中,扬州环境资源职业技术学院的李德才教授所编写的《分层数学》,教材立意新颖,独具一格,提出以生源的质量决定教授数学课程的层次和级别。还有无锡南洋职业技术学院的杨鑫教授编写的一套《经营学概论》系列教材,将管理学、经济学等不同学科知识融为一体,具有很强的实用性。

这套系列教材是由长期工作在第一线、具有丰富教学经验的老师编写的,具有很好的指导作用,达到了我们所提倡的“以就业为导向培养高职高专学生”和因材施教的目标要求。

教育部全国高等学校学生信息咨询与就业指导中心择业指导处处长
中国高等教育学会毕业生就业指导分会秘书长
曹 殊 研究员

前 言

当今时代, 电工电子技术应用非常广泛, “电工电子技术”是机电类及相关专业重要的专业基础课程。为了满足教学需要, 由北京交通大学出版社组织, 根据教育部最新制定的高职高专教育电工电子技术课程教学基本要求和机电类及相关专业最新教学要求编写了《电工电子技术基础》。

本书是由有多年教学实践经验、长期从事高等职业教育和教学的教师编写。本书在结构、内容安排等方面, 吸收了编者近几年在教学改革、教材建设等方面取得的经验体会, 力求全面体现高等职业教育的特点, 满足当前教学的需要。我们在编写过程中体现了以下特点。

(1) 根据机电类及相关专业电工电子技术教学的特点, 在教材内容选取上, 基本概念、基本分析方法以“必需、够用”为度, 舍去复杂的理论分析。内容层次清晰, 循序渐进, 让学生对基本理论有系统、深入的理解, 为今后的继续学习奠定基础。在内容安排上, 注重吸收新技术、新产品、新内容。

(2) 注重将理论讲授与实践训练相结合, 理论讲授贯穿其应用性, 实践中有理论, 以基本技能和应用为主, 易学易懂易上手, 且具有工程应用性。每章前均有本章要点与学习目标, 每章中均有例题, 每章后均有习题, 以利于学生学习, 注重分析问题、解决问题能力的培养。

(3) 全书包括电工、模拟电子技术、数字电子技术等应用性较强的知识。书中还选入了大量学生感兴趣的、便于制作的常用实用电路, 可供教学演示和学生动手实践。并编入了直流电动机、可编程序控制器、继电器接触器、供配电技术等实用性较强的内容。

本书是根据电工电子技术的知识特点, 按照高职高专教育要求, 融知识、能力、技能和实用等方面为一体的教材。

本书由内蒙古机电职业技术学院温澍萍、王金旺主编并审定。内蒙古机电职业技术学院孟建平、杨杰副主编, 内蒙古机电职业技术学院车建忠、甄继霞参编。第1~6章、第12章、第13章、第15章、第16章由温澍萍编写, 第7章由王金旺编写, 第8章由车建忠编写, 第9章由杨杰编写, 第10章、第11章由甄继霞编写, 第14章、第17章由孟建平编写。

在本书编写过程中, 得到了袁广教授的大力支持和帮助, 提出了许多具体、宝贵、真挚的意见, 谨在此表示诚挚的感谢。

由于水平有限, 编写时间仓促, 书中难免有错误和不当之处, 恳请广大读者批评指正。

编 者
2010年6月

目 录

第 1 篇 电工基础

第 1 章 电路与电路模型	(3)
1.1 电路与电路模型	(3)
1.1.1 电路	(3)
1.1.2 电路模型	(4)
1.2 电路的基本物理量	(4)
1.2.1 电阻	(4)
1.2.2 电流	(5)
1.2.3 电压、电位和电动势	(5)
1.3 电能与电功率	(7)
1.3.1 电功率	(7)
1.3.2 电气设备的额定值	(7)
1.4 欧姆定律	(8)
1.4.1 部分电路的欧姆定律	(8)
1.4.2 基尔霍夫电流定律	(9)
1.4.3 基尔霍夫电压定律	(10)
1.4.4 电路中电位的计算	(12)
1.5 电路的工作状态	(13)
1.5.1 电路的有载工作状态	(13)
1.5.2 电路的开路状态	(14)
1.5.3 电路的短路状态	(14)
第 2 章 电路的等效变换	(17)
2.1 电阻的串、并、混联及其等效电阻	(17)
2.1.1 电阻的串联及分压公式	(17)
2.1.2 电阻的并联及分流公式	(18)
2.1.3 电阻的混联	(19)
2.2 电压源与电流源及其等效	(21)
2.2.1 理想电压源与理想电流源	(21)
2.2.2 实际电压源与电流源	(22)
2.3 两种电源模型的等效变换	(24)
第 3 章 线性电路的一般分析方法和定理	(27)
3.1 支路电流法	(27)

3.2	叠加定理	(28)
3.3	戴维南定理和诺顿定理	(29)
3.3.1	戴维南定理	(29)
3.3.2	诺顿定理	(30)
3.4	最大功率传输定理	(31)
第4章	正弦交流电路	(34)
4.1	正弦交流电的基本概念	(34)
4.1.1	正弦交流电的特征	(34)
4.1.2	正弦交流电的有效值	(37)
4.2	正弦量的相量表示法	(38)
4.2.1	复数及其运算	(38)
4.2.2	用复数表示正弦量	(39)
4.2.3	相量表示法	(41)
4.2.4	同频率正弦量的运算	(42)
4.3	电容、电感元件及其电压、电流的关系	(42)
4.3.1	电容元件	(42)
4.3.2	电感元件	(43)
4.4	单一参数正弦交流电路	(45)
4.4.1	纯电阻正弦交流电路	(45)
4.4.2	纯电感正弦交流电路	(46)
4.4.3	纯电容正弦交流电路	(48)
4.5	基尔霍夫定律的相量形式	(50)
4.5.1	相量形式的基尔霍夫电流定律	(50)
4.5.2	相量形式的基尔霍夫电压定律	(51)
4.6	RLC 串联电路	(53)
4.6.1	RLC 串联电路及复阻抗	(53)
4.6.2	RLC 并联电路及复导纳	(55)
第5章	三相交流电路和耦合电感电路	(60)
5.1	三相交流电路	(60)
5.1.1	三相电源及其连接方式	(60)
5.1.2	三相负载及其接法	(63)
5.2	耦合电感电路	(66)
5.2.1	互感电压及系数	(66)
5.2.2	互感线圈的同名端	(67)

第2篇 电子基础

第6章	半导体二极管和晶体管	(75)
6.1	半导体的基本知识	(75)

6.1.1	本征半导体和杂质半导体	(75)
6.1.2	PN 结的形成及其特性	(77)
6.1.3	二极管的结构和类型	(78)
6.1.4	半导体二极管的主要参数和伏安特性	(79)
6.1.5	特殊二极管	(80)
6.2	晶体三极管	(81)
6.2.1	三极管的结构、分类和连接方式	(81)
6.2.2	三极管中的电流放大作用	(82)
6.2.3	三极管的特性曲线	(84)
6.2.4	三极管的主要参数	(85)
6.3	场效应晶体管	(86)
6.3.1	结型场效应管	(86)
6.3.2	绝缘栅型场效应管	(86)
6.3.3	场效应管的特点和注意事项	(87)
第7章	基本放大电路	(90)
7.1	放大电路概述	(90)
7.1.1	基本放大电路的组成	(90)
7.1.2	基本放大电路的直流通路和静态工作点	(91)
7.1.3	交流通路和放大原理	(93)
7.1.4	基本放大电路的主要性能指标	(94)
7.1.5	基本放大电路的估算	(95)
7.2	分压式偏置电路	(97)
7.2.1	分压式偏置电路的结构及稳定工作点的原理	(97)
7.2.2	静态工作点的计算	(98)
7.2.3	电压放大倍数的计算	(99)
7.3	放大器的频率特性及其三种组态	(100)
7.3.1	放大器的频率特性	(100)
7.3.2	放大器的三种组态	(101)
第8章	集成运算放大器和负反馈放大器	(106)
8.1	集成运算放大器	(106)
8.1.1	集成运算放大器的简介及其特点	(106)
8.1.2	比例运算电路	(107)
8.1.3	求和运算电路	(108)
8.1.4	微分和积分运算电路	(110)
8.2	反馈的概念及分类	(111)
8.2.1	反馈的概念	(111)
8.2.2	串联反馈和并联反馈	(112)
8.2.3	电压反馈和电流反馈	(113)
8.2.4	直流反馈和交流反馈	(113)

8.2.5	正反馈和负反馈	(114)
8.3	四种负反馈放大电路的分析	(114)
8.3.1	电压串联负反馈放大电路	(114)
8.3.2	电压并联负反馈放大电路	(115)
8.3.3	电流串联负反馈放大电路	(116)
8.3.4	电流并联负反馈	(116)
第9章	数制、逻辑代数和逻辑门电路	(119)
9.1	数制与码制	(119)
9.1.1	数制	(119)
9.1.2	码制	(122)
9.2	逻辑代数的基本定律	(123)
9.2.1	逻辑代数的基本概念	(123)
9.2.2	逻辑代数的基本运算	(124)
9.2.3	逻辑代数的运算定律和运算规则	(127)
9.3	逻辑函数的化简	(129)
9.3.1	逻辑函数的代数法化简	(129)
9.3.2	逻辑函数的卡诺图化简	(130)
9.4	逻辑电路图、逻辑表达式与真值表之间的互换	(134)
9.4.1	逻辑电路的表示方式	(134)
9.4.2	逻辑电路图与逻辑表达式之间的互换	(134)
9.4.3	逻辑表达式与真值表的互换	(135)
9.5	逻辑门电路	(136)
9.5.1	分立元器件门电路	(136)
9.5.2	集成逻辑门电路	(140)
第10章	组合逻辑电路和时序逻辑电路	(145)
10.1	组合逻辑电路	(145)
10.1.1	组合逻辑电路的定义	(145)
10.1.2	组合逻辑电路的分析方法	(146)
10.1.3	组合逻辑电路的设计方法	(147)
10.1.4	编码器、译码器和数据选择器	(148)
10.1.5	RS 触发器、JK 触发器	(152)
10.2	时序逻辑电路	(156)
10.2.1	时序逻辑电路的基本特征	(156)
10.2.2	时序逻辑电路的种类	(157)
10.2.3	时序逻辑电路的分析方法	(157)
10.2.4	寄存器和计数器	(162)
第11章	数模与模数转换器	(169)
11.1	数模转换器 (DAC)	(169)
11.1.1	DAC 的基本原理与分类	(170)

11.1.2	DAC 的主要技术参数	(171)
11.1.3	集成 DAC 及其应用	(172)
11.2	数模转换器 (ADC)	(173)
11.2.1	ADC 的基本原理与分类	(173)
11.2.2	ADC 的主要技术参数	(175)
11.2.3	集成 ADC 及其应用	(175)

第3篇 电工电子技术应用

第12章	直流电源	(181)
12.1	整流电路	(181)
12.1.1	主要性能参数	(181)
12.1.2	单相整流电路	(182)
12.1.3	三相整流电路	(186)
12.2	滤波电路	(188)
12.2.1	电容滤波电路	(189)
12.2.2	电感滤波电路	(190)
12.3	逆变电路	(190)
12.4	模拟稳压电源	(191)
12.4.1	稳压二极管稳压电路	(191)
12.4.2	串联型稳压电源	(192)
12.4.3	集成三端稳压器	(194)
第13章	变压器与电机	(197)
13.1	变压器的工作原理和结构	(197)
13.1.1	工作原理	(198)
13.1.2	结构	(198)
13.1.3	变压器的分类	(200)
13.1.4	变压器的工作原理	(201)
13.2	三相变压器	(201)
13.2.1	三相变压器的磁路系统	(201)
13.2.2	三相变压器的电路系统——连接组	(203)
13.3	特殊变压器	(205)
13.4	直流电动机的基本原理	(207)
13.5	直流电动机的构造和励磁方式	(209)
13.5.1	直流电动机的基本构造	(209)
13.5.2	直流电动机的励磁方式	(211)
13.6	直流电动机的工作过程和机械特性	(211)
13.6.1	直流电动机的工作过程	(211)
13.6.2	直流电动机的机械特性	(212)

13.7	直流电动机的启动、调速和反转	(214)
13.7.1	直流电动机的启动	(214)
13.7.2	直流电动机的调速	(215)
13.7.3	直流电动机的反转	(216)
13.8	三相异步电动机的基本构造	(216)
13.8.1	定子	(216)
13.8.2	转子	(217)
13.9	异步电动机的运转原理	(218)
13.10	异步电动机的工作过程	(219)
13.11	异步电动机的启动、调速、制动和反转	(220)
13.11.1	异步电动机的启动	(220)
13.11.2	异步电动机的调速	(222)
13.11.3	异步电动机的制动	(223)
13.11.4	异步电动机的反转	(224)
13.12	异步电动机的功率损耗与效率	(225)
13.13	三相异步电动机的铭牌	(225)
13.14	单相异步电动机的工作原理	(226)
第14章	电气测量技术	(229)
14.1	电流电压的测量及仪表	(229)
14.1.1	测量方法的分类	(229)
14.1.2	电工仪表的分类	(230)
14.1.3	电工仪表的组成和基本原理	(230)
14.1.4	测量误差及其表示方法	(231)
14.1.5	电流与电压的测量方法	(232)
14.2	功率的测量	(232)
14.2.1	功率测量方法	(232)
14.2.2	电动系功率表	(233)
14.2.3	三相功率的测量	(234)
14.3	万用表及示波器	(235)
14.3.1	万用表	(235)
14.3.2	电子示波器的类型和基本工作原理	(237)
14.3.3	示波管	(238)
14.3.4	液晶显示器	(238)
14.3.5	示波器电源	(240)
14.3.6	示波器的Y通道	(241)
14.4	常用电气测量仪器及应用	(243)
14.4.1	磁电系仪表	(243)
14.4.2	磁电系检流计	(245)
14.4.3	电磁系仪表	(246)

14.4.4 电动系仪表	(248)
第15章 继电接触器控制系统	(250)
15.1 常用低压电器	(250)
15.1.1 概述	(250)
15.1.2 接触器	(252)
15.1.3 继电器	(253)
15.1.4 熔断器	(259)
15.1.5 断路器	(259)
15.1.6 主令电器	(260)
15.1.7 其他常用电器	(261)
15.2 电气控制电路图的绘制和分析方法	(261)
15.2.1 电气控制电路图的绘制方法	(261)
15.2.2 电气控制电路图的分析方法	(262)
第16章 可编程序控制器	(270)
16.1 可编程序控制器基础知识	(270)
16.1.1 可编程控制器的产生与发展	(271)
16.1.2 可编程控制器的基本特点	(272)
16.1.3 可编程序控制器的性能指标	(272)
16.2 可编程序控制器类型	(274)
16.2.1 按结构分类	(274)
16.2.2 按可应用规模及功能分类	(274)
16.3 PLC 的结构与工作原理	(275)
16.3.1 PLC 的结构	(275)
16.3.2 PLC 的基本工作原理	(279)
16.4 PLC 系统配置与编程	(280)
16.4.1 系统配置的基本原则	(280)
16.4.2 PLC 的基本配置	(282)
16.5 PLC 系统的编程及应用	(284)
16.5.1 编程的方法	(284)
16.5.2 可编程控制器的指令系统	(285)
16.5.3 可编程控制器的应用	(290)
第17章 供配电技术	(292)
17.1 变配电所的电气主接线及结构	(292)
17.2 供配电线路	(298)
17.2.1 高压电力线路的接线方式	(298)
17.2.2 低压电力线路的接线方式	(301)
17.3 安全用电	(302)
17.3.1 安全电压和人体电阻	(303)
17.3.2 电气安全的一般措施	(303)

17.4 电气照明	(306)
17.4.1 照明技术的有关概念	(306)
17.4.2 照明方式和种类	(307)
参考文献	(309)

第1篇

电工基础

第 1 章

电路与电路模型



本章教学目的和要求

1. 了解和熟悉电路模型和理想电路元件的概念；
2. 理解和区分电压、电流、电动势、电功率的概念及其描述问题的不同；
3. 进一步熟悉欧姆定律及其扩展应用；
4. 充分理解和掌握基尔霍夫定律的内容，并能初步运用基尔霍夫定律分析电路中的实际问题；
5. 深刻理解和掌握参考方向在电路分析中的作用。

1.1 电路与电路模型

1.1.1 电路

将某些电气设备或器件按一定方式连接起来，构成电流的通路，这就是电路。电路的基本功能是实现电能的传输和分配，或者电信号的产生、传输、处理加工及利用。最简单的电路如图 1.1 所示，它由 3 部分组成：电源、中间环节、负载。

1. 电源

电源是一种将非电能转换成电能的装置。常用的电源有干电池、蓄电池和发电机等，它们分别将化学能和机械能转换成电能。电源符号如图 1.2 所示。图 1.2 (a) 所示为干电池或蓄电池符号，图 1.2 (b) 所示为干电池组或蓄电池组的符号。在电路分析中，电源设备一般用图 1.2 (c) 所示的电压源表示，图中 R_s 表示电压源的内阻。

2. 中间环节

中间环节起传输、分配和控制电能的作用。最简单的中间环节就是开关和导线。一般导线的电阻很小，所以为了简单起见，电路分析中常把导线的电阻视为零。中间环节一般还有保护和测量设备。对一个实际电路来说，中间环节可能是相当复杂的，它可能是由各种元器件或设备组成的网络系统。

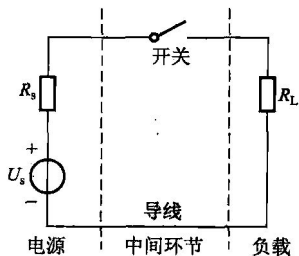


图 1.1 电路的组成