



高等职业教育电子信息类“十一五”规划教材

GAODENG ZHIYE JIAOYU DIANZI XINXI LEI SHIYIWU GUIHUA JIAOCAI

● 主 编 陆 伟
● 副主编 曾文萱
● 主 审 郭再泉

电工与电子技术 基础教程

DIANGONG YU DIANZI JISHU JICHU JIAOCHENG



电子科技大学出版社

高等职业教育电子信息类“十一五”规划教材

电工与电子技术基础教程

主 编 陆 伟

副主编 曾文萱

主 审 郭再泉

电子科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

电工与电子技术基础教程 / 陆伟主编. —成都: 电子科技大学出版社, 2008. 8

高等职业教育电子信息类“十一五”规划教材

ISBN 978-7-81114-904-3

I. 电… II. 陆… 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. TM
TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 108181 号

内 容 简 介

本书是高职院校非电子类专业主干课程教材, 是根据非电子类专业教学要求与“维修电工”考级(即“双证融通”)的要求编写的。

本书的内容包括: 直流电路、正弦交流电路、三相交流电路、磁路与变压器、交流电动机、直流电机和控制电机、常用晶体管、放大电路基础、集成运算放大器、直流稳压电源、数制与逻辑代数基础、门电路和组合逻辑电路、双稳态触发器和时序逻辑电路、变频器。每部分内容分为两部分, 一为理论部分, 二为根据“维修电工”考级要求精选的并和本部分理论紧密联系的实践部分(实训、实验)。本教材在尽量保持系统性和完整性的基础上, 简化理论推导过程, 力求讲清基本概念, 做到深入浅出, 通俗易懂。并增加了实用性较强的实例, 以激发高职生的学习兴趣, 并为学习后续课程如“机床电气控制和 PLC”、“单片机原理及应用”、“自动检测与传感技术”和“维修电工”考级打下基础。

本教材被评为 2007 年江苏省高等学校立项精品教材。本书可作为高等职业技术学院、成人高校等非电子类专业的专业基础课程的教材。

高等职业教育电子信息类“十一五”规划教材

电工与电子技术基础教程

主 编 陆 伟

副主编 曾文莹

主 审 郭再泉

出 版: 电子科技大学出版社(成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦 邮编: 610051)

策划编辑: 朱 丹

责任编辑: 朱 丹

主 页: www.uestcp.com.cn

电子邮箱: uestcp@uestcp.com.cn

发 行: 新华书店经销

印 刷: 四川嘉华印业有限公司

成品尺寸: 185mm×260mm

印张 23.25

字数 566 千字

版 次: 2008 年 8 月第一版

印 次: 2008 年 8 月第一次印刷

书 号: ISBN 978-7-81114-904-3

定 价: 39.80 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

- ◆ 本社发行部电话: 028-83202463; 本社邮购电话: 028-83208003。
- ◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。
- ◆ 课件下载在我社主页“下载专区”。

前 言

“电工与电子技术基础”是面向高等职业技术学院非电子类专业的一门专业基础课。根据高等职业教育的培养目标和要求,本书以“必需、够用”为度,在保证必要的基本理论、基本知识、基本技能的基础上,贯彻理论与实践相结合,以应用为目的。在编写过程中,力求讲清基本概念,分析正确,减少数学理论推导,做到深入浅出,通俗易懂。

本教材的显著特点是结合了“维修电工”考级要求,从“双证融通”的需求出发,在每章后面都编写了相应的技能训练的内容,以加强对学生的实际技能的培养。本教材还在每章后面编写了一些经过认真筛选的习题,以便使学生系统地掌握所学的基础理论知识。并在每章后面编写了相应的实验,供选用。教材中有些内容是在教学基本要求的基础上加以拓宽的知识,可根据专业需要和学时数的多少选择学习。

本教材被评为 2007 年江苏省高等学校立项精品教材。本书可作为高等职业技术学院、成人高校等非电子类专业的专业基础课程的教材,也可作为非电子类专业的公共基础课的教学用书。建议授课课时为 128 学时。书中标有“*”号部分可作为选学内容。

本书第一章、第二章、第三章由无锡职业技术学院瞿慧琴编写;第四章、第五章、第六章、第十章由无锡职业技术学院陆伟编写;第七章、第八章、第九章由无锡职业技术学院曾文萱编写;第十一章、第十二章、第十三章由无锡职业技术学院黎雪芬编写;第十四章由无锡职业技术学院张春宝编写;实验部分由无锡职业技术学院杨云、石华编写。

本书由无锡职业技术学院陆伟任主编,无锡职业技术学院曾文萱任副主编,全书由无锡职业技术学院郭再泉任主审。

本书在编写过程中,得到各级领导和许多教师的大力支持和帮助,在此一并表示衷心的感谢。

限于编者的水平和编写时间仓促,对教材中的错误和不妥之处,敬请读者批评指正。

目 录

第一章 直流电路.....	1
1.1 基本概念.....	1
1.1.1 电路.....	1
1.1.2 电路的基本组成.....	1
1.1.3 电路的作用.....	1
1.1.4 电路模型.....	2
1.2 电路的基本物理量.....	2
1.2.1 电流.....	2
1.2.2 电压及电位.....	3
1.2.3 电功率.....	4
1.3 电路的基本定律.....	5
1.3.1 欧姆定律.....	5
1.3.2 基尔霍夫定律.....	6
1.4 电阻的串联、并联与混联.....	8
1.4.1 电阻的串联及分压.....	8
1.4.2 电阻的并联及分流.....	9
1.4.3 电阻的混联.....	10
1.4.4 简单电路计算步骤.....	11
1.5 电路的工作状态.....	11
1.5.1 额定值和额定工作状态.....	11
1.5.2 通路状态.....	12
1.5.3 开路状态.....	13
1.5.4 短路状态.....	13
1.6 电压源和电流源.....	14
1.6.1 电压源.....	14
1.6.2 电流源.....	15
1.6.3 两种电源模型的等效变换.....	17
1.7 支路电流法.....	18
1.8 叠加原理.....	20
1.9 电路中各点电位的计算.....	22
1.10 戴维南定理.....	23
本章小结.....	25
习题一.....	26
实验 1.1 认识实验.....	31

实验 1.2 直流电路的电位测量.....	31
实验 1.3 基尔霍夫定律验证.....	32
第二章 正弦交流电路.....	34
2.1 正弦交流电路的基本物理量.....	34
2.1.1 正弦量的周期、频率和角频率.....	35
2.1.2 正弦量的瞬时值、最大值和有效值.....	35
2.1.3 正弦量的相位与相位差.....	36
2.2 正弦量的相量表示法.....	37
2.3 单一参数元件的交流电路.....	40
2.3.1 纯电阻电路.....	40
2.3.2 纯电感电路.....	42
2.3.3 纯电容电路.....	45
2.3.4 总结.....	47
2.4 交流电路的分析与计算.....	47
2.4.1 RLC 串联的交流电路.....	47
2.4.2 并联交流电路及功率因数的提高.....	51
本章小结.....	53
习题二.....	54
实训一 RLC 串联电路的谐振.....	56
实验 2 日光灯电路及功率因数的提高.....	59
第三章 三相交流电路.....	61
3.1 三相电源.....	61
3.1.1 三相电源的产生.....	61
3.1.2 三相电源的连接.....	62
3.2 三相负载.....	64
3.2.1 三相负载星形 (Y) 连接及中线的作用.....	64
3.2.2 三相负载三角形 (Δ) 连接.....	67
3.3 三相功率.....	69
本章小结.....	69
习题三.....	70
实训二 三相四线有功电度表的装接.....	72
实验 3 三相负载的星形连接.....	73
第四章 磁路与变压器.....	75
4.1 磁路的基本概念.....	75
4.1.1 磁场的基本物理量.....	75
4.1.2 铁磁性材料的磁性能.....	76

4.1.3 磁路的基本定律.....	78
4.2 交流铁心线圈电路.....	80
4.2.1 各物理量之间的关系.....	80
4.2.2 铁心中的能量损耗.....	81
4.3 变压器.....	82
4.3.1 变压器的结构.....	83
4.3.2 变压器的工作原理.....	83
4.3.3 变压器的使用.....	88
4.4 特殊变压器.....	91
4.4.1 自耦变压器.....	91
4.4.2 仪用互感器.....	91
本章小结.....	93
习题四.....	94
实训三 参观中小型变电所.....	95
第五章 交流电动机	96
5.1 三相异步电动机的结构和工作原理.....	96
5.1.1 三相异步电动机的结构.....	96
5.1.2 旋转磁场.....	98
5.1.3 异步电动机的转动原理.....	101
5.2 三相异步电动机的电磁转矩与机械特性.....	102
5.2.1 电磁转矩.....	102
5.2.2 机械特性.....	102
5.3 三相异步电动机的使用.....	105
5.3.1 三相异步电动机的启动.....	105
5.3.2 三相异步电动机的调速.....	108
5.3.3 三相异步电动机的制动.....	110
5.4 三相异步电动机的选择.....	111
5.4.1 三相异步电动机的铭牌.....	111
5.4.2 三相异步电动机的选择.....	114
5.5 单相异步电动机.....	116
5.5.1 电容分相式单相异步电动机.....	116
5.5.2 罩极式单相异步电动机.....	117
本章小结.....	118
习题五.....	119
实训四 三相异步电动机三相绕组的首尾端判断.....	120
实验5 三相鼠笼式异步电动机正反转控制.....	122
第六章 直流电机和控制电机	124

6.1 直流电机	124
6.1.1 直流电机的结构	124
6.1.2 直流电机的基本工作原理	125
6.1.3 直流电动机的机械特性	126
6.1.4 并励电动机的启动与反转	128
6.1.5 并励电动机的调速	129
6.1.6 直流电机的额定值	130
6.2 伺服电动机	131
6.2.1 直流伺服电动机	131
6.2.2 交流伺服电动机	133
6.3 测速发电机	138
6.3.1 直流测速发电机	138
6.3.2 交流测速发电机	139
6.3.3 测速发电机的应用	140
6.4 步进电动机	141
6.4.1 步进电动机的典型结构	141
6.4.2 通电方式与运行原理	141
6.4.3 驱动电源	144
6.4.4 应用	144
6.5 直线电动机	144
6.5.1 直线异步电动机的工作原理	145
6.5.2 直线异步电动机的结构	145
6.5.3 直线异步电动机的应用	147
本章小结	148
习题六	149
第七章 常用晶体管	150
7.1 半导体基础知识	150
7.1.1 半导体的特性	150
7.1.2 本征半导体	150
7.1.3 杂质半导体	151
7.1.4 PN 结	152
7.2 晶体二极管	154
7.2.1 晶体二极管的结构和种类	154
7.2.2 二极管的特性	155
7.2.3 二极管的主要参数	156
7.2.4 二极管的型号及选用原则	156
7.2.5 稳压管	159
7.3 晶体三极管	160

7.3.1	晶体三极管的种类和结构	160
7.3.2	三极管的电流放大作用	161
7.3.3	三极管的特性曲线	163
7.3.4	三极管的主要参数	165
7.3.5	三极管使用注意事项	166
7.4	场效应管	166
7.4.1	N 沟道增强型 MOS 管	166
7.4.2	N 沟道耗尽型 MOS 管	169
7.4.3	场效应管使用时注意事项	170
	本章小结	171
	习题七	171
	实训五 用万用表测量二极管和三极管的电路特性	172
	实验 7 常用电子仪器的使用	174
第八章	放大电路基础	176
	【学习目标】	176
8.1	共发射极放大电路	176
8.1.1	共发射极放大电路的组成和工作原理	176
8.1.2	放大电路的静态分析	178
8.1.3	放大电路的动态分析	181
8.1.4	放大电路的非线性失真	183
8.2	静态工作点的稳定	186
8.2.1	温度对静态工作点的影响	187
8.2.2	分压式工作点稳定电路	188
8.3	射极输出器	190
8.3.1	射极输出器静态工作点的计算	190
8.3.2	射极输出器的动态分析	191
8.4	多级放大电路	193
8.4.1	多级放大电路的组成	193
8.4.2	级间耦合	193
8.4.3	多级放大电路的性能指标	194
8.5	差动放大电路	196
8.5.1	基本差动放大电路	196
8.5.2	差动放大电路输入电压的三种形式	197
8.5.3	常用差动放大电路	198
8.5.4	差动放大电路的输入/输出方式	200
8.6	功率放大电路	201
8.6.1	对功率放大电路的基本要求	202
8.6.2	功率放大器的工作状态与效率	202

8.6.3 互补对称功率放大电路.....	204
8.6.4 集成功率放大电路简介.....	206
本章小结.....	208
习题八.....	209
实训六 功率放大器的组装与调试.....	213
实验 8 单管交流放大器.....	214
第九章 集成运算放大器	217
9.1 集成运算放大器的简介.....	217
9.1.1 集成运算放大器的基本组成.....	217
9.1.2 集成运算放大器的符号.....	217
9.1.3 集成运算放大器的特点及类型.....	218
9.1.4 集成运算放大器的主要参数.....	219
9.1.5 集成运放电路的基本分析方法.....	219
9.2 集成运放电路中的负反馈.....	221
9.2.1 反馈的基本概念.....	221
9.2.2 负反馈的类型及其判别方法.....	223
9.2.3 反馈对放大电路性能的影响.....	225
9.3 集成运算放大器的应用.....	227
9.3.1 比例运算电路.....	227
9.3.2 差动输入运算电路.....	229
9.3.3 加法运算电路.....	230
9.3.4 积分运算电路.....	230
9.3.5 微分运算电路.....	231
9.3.6 集成运放在波形发生方面的应用.....	231
9.4 集成运算放大器的选择与使用注意事项.....	234
9.4.1 集成运放的选择.....	234
9.4.2 集成运放的使用注意事项.....	234
本章小结.....	236
习题九.....	236
实训七 扩音机音频信号强弱电平指示器的制作.....	239
实验 9 集成运算放大器的应用.....	240
第十章 直流稳压电源	243
10.1 整流电路.....	243
10.1.1 单相半波整流电路.....	244
10.1.2 单相桥式整流电路.....	245
10.2 滤波电路.....	247
10.2.1 电容滤波电路.....	247

10.2.2 电感滤波电路.....	249
10.2.3 π 形滤波电路.....	250
10.3 稳压电路.....	251
10.3.1 稳压管稳压电路.....	251
10.3.2 集成稳压电路.....	252
本章小结.....	254
习题十.....	254
实验 10 整流、滤波电路连接与测试.....	256
第十一章 数制与逻辑代数基础	258
11.1 数制.....	258
11.1.1 十进位计数制 (Decimal)	258
11.1.2 二进位计数制 (Binary)	258
11.1.3 八进位计数制 (Octal) 和十六进位计数制 (Hexadecimal)	259
11.2 数制间的转换及编码.....	260
11.2.1 不同数制间的转换.....	260
11.2.2 编码.....	261
11.3 逻辑代数及应用.....	262
11.3.1 基本逻辑运算.....	262
11.3.2 逻辑代数的三个重要规则.....	264
11.3.3 逻辑代数的运算法则.....	264
11.3.4 逻辑函数的卡诺图化简法.....	265
本章小结.....	274
习题十一.....	275
第十二章 门电路和组合逻辑电路	276
12.1 基本逻辑电路.....	276
12.1.1 晶体二极管与门电路.....	276
12.1.2 晶体二极管或电路.....	277
12.1.3 晶体三极管非电路.....	278
12.2 组合逻辑门电路.....	278
12.2.1 与非门电路.....	278
12.2.2 或非门电路.....	279
12.2.3 其它组合逻辑门电路.....	280
12.3 组合逻辑电路的分析和设计.....	281
12.3.1 组合逻辑电路概述.....	281
12.3.2 组合逻辑电路分析.....	282
12.3.3 组合电路的设计.....	285
12.4 组合逻辑电路部件.....	288

12.4.1	编码器	288
12.4.2	译码器	291
12.4.3	七段半导体数码显示器	298
12.4.4	数据选择器和分配器	299
	本章小结	301
	习题十二	301
	实训八 用集成逻辑门设计组合逻辑电路	302
	实验九 用译码器实现多种逻辑功能	303
实验 12.1	集成门电路功能及转换	304
实验 12.2	组合逻辑电路	305
实验 12.3	译码与显示	305
第十三章	双稳态触发器和时序逻辑电路	309
13.1	双稳态触发器	309
13.1.1	基本 RS 触发器	309
13.1.2	同步触发器	312
13.1.3	边沿触发器	315
13.1.4	T 触发器	319
13.1.5	触发器的应用	320
13.2	寄存器和移位寄存器	321
13.2.1	寄存器	321
13.2.2	移位寄存器	322
13.3	计数器	324
13.3.1	异步二进制加法计数器	324
13.3.2	异步二进制减法计数器	326
*13.4	555 电路的工作原理	327
	本章小结	328
	习题十三	329
	实训十 触发器的应用	330
	实验 13 触发器逻辑功能的测试	331
第十四章	变频器	333
14.1	变频器的分类	333
14.1.1	按变换环节分类	333
14.1.2	按电压的调制方式分类	333
14.1.3	按滤波方式分类	334
14.1.4	按控制方式分类	334
14.2	变频器的构成	335
14.2.1	主电路	336

14.2.2 控制电路.....	338
14.3 变频器的主要功能.....	339
14.3.1 变频器的保护功能.....	340
14.3.2 变频器的控制功能.....	340
14.3.3 升速和降速功能.....	341
14.3.4 控制方式的选择功能.....	343
14.3.5 频率给定功能.....	344
14.4 SPWM 控制技术.....	344
14.4.1 正弦脉宽调制 (SPWM) 原理.....	344
14.4.2 单极性 SPWM 技术.....	345
14.4.3 双极性 SPWM 技术.....	346
14.5 U/f 控制技术.....	347
14.5.1 U/f 控制原理.....	347
14.5.2 U/f 控制的应用.....	348
14.6 施耐德 ATV31 系列通用变频器的应用.....	349
14.6.1 ATV31 变频器面板.....	349
14.6.2 主回路接线.....	349
14.6.3 控制回路接线.....	350
14.7 变频器的工程设计和故障分析.....	352
14.7.1 变频器选型.....	352
14.7.2 变频器的安装环境.....	353
14.7.3 变频器的相关参数的设置.....	354
14.7.4 变频器常见故障分析.....	354
本章小结.....	354
习题十四.....	355

第一章 直流电路

【学习目标】

1. 了解电路和电路模型的概念, 理解电路的基本物理量之间的关系;
2. 掌握基尔霍夫电流定律、基尔霍夫电压定律等电路的基本定律;
3. 掌握串、并联电路的分析、计算;
4. 理解理想电压源(电流源)、实际电压源(电流源)的特点, 掌握两种电源模型等效变换的方法;
5. 掌握复杂电路的基本分析方法;
6. 掌握叠加定理和戴维南定理, 并会使用这些定理分析电路。

本章主要在物理学的基础上介绍电路的组成、电路的基本物理量及参考方向、电路的三种工作状态、电路的基本定律及基本分析方法等。参考方向是一个重要概念, 本章将结合电路的物理量着重加以介绍。电路的基本分析方法是分析计算复杂电路的重要工具, 为便于对比和掌握, 本章将这些分析方法放在一起进行介绍。

1.1 基本概念

1.1.1 电路

电路是电流的通路, 它是为了某种需要由某些电工设备或元件按一定方式组合起来的。复杂的电路呈网状, 又称网络。电路和网络这两个术语在本课程中一般是通用的。

1.1.2 电路的基本组成

电源 电路中提供电能或信号的器件。它是电路中能量的来源, 常见的电源如干电池、蓄电池和发电机等。

负载 电路中吸收电能或输出信号的器件。常见的负载如灯泡、电炉和电动机等。

中间环节 在电源和负载之间引导和控制电流的导线、开关等传输控制器件。

因此, 电路是通过中间环节将电源和负载连接起来而构成的。

1.1.3 电路的作用

电路的作用主要有两个:

一是传输和转换电能。例如, 发电厂的发电机产生的电能通过升压变压器、输电线和降压变压器送给用户, 最后经过负载将电能转换成其他形式的能量, 如图 1-1 (a) 所示。

二是传递和处理信号。如图 1-1 (b) 所示, 通过电路把所接收的信号经过变换(放大)和传递, 再由扬声器输出。

无论电能的传输和转换, 或者信号的传递和处理, 其中电源或者信号源的电压或电流称为激励, 它推动电路工作; 由于激励而在电路各部分产生的电压和电流称为响应。电路分析, 其实质就是讨论电路的激励与响应之间的关系。

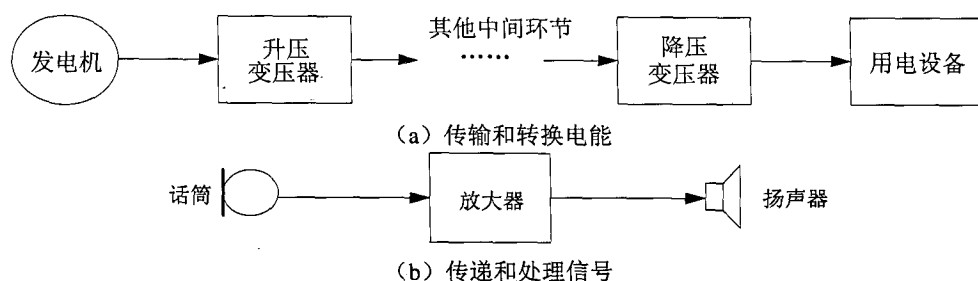


图 1-1 电路在两种典型场合应用示意图

1.1.4 电路模型

组成实际电路的元器件种类繁多，它们的电磁性质较为复杂，这就增加了电路分析的难度，为此通过建立电路模型来简化研究。

由一些理想电路元件所组成的电路，就是实际电路的模型，它是对实际电路电磁性质的科学抽象和概括。在实际电路中，元件的电磁性质不单一，比如电炉丝，通电后电炉丝要消耗电能（具有电阻性），同时还会产生磁场（具有电感性），但电感微小，可忽略不计，于是可以把电炉丝看成一个电阻元件。这一过程也就是实际元件的理想化（或称为模型化）。

电路模型简称电路。在电路中，各种电路元件用规定的图形符号表示。如图 1-2 所示为手电筒的电路模型，其中电阻元件 R 表示手电筒的电珠； E 表示干电池的电动势； R_0 为干电池的内阻； S 是手电筒的开关。

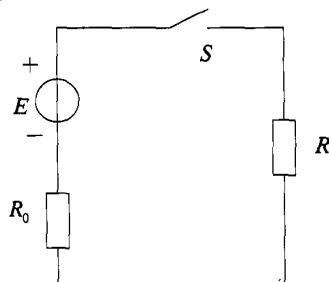


图 1-2 手电筒电路模型

今后我们所画的电路图都是电路模型，应用电路模型进行分析计算，其误差可在工程允许的范围之内。

1.2 电路的基本物理量

1.2.1 电流

带电粒子（电子、离子等）的定向运动形成电流。电流在数值上等于单位时间内通过导体横截面的电荷量，用符号 i 表示，即：

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (1-1)$$

这种电流称为变化电流。当电流的量值和方向都不随时间变化时， $\frac{dq}{dt}$ 是定值，此时电

流称为直流电流, 用符号 I 表示, 即:

$$I = \frac{Q}{t} \quad (1-2)$$

在国际单位制 (SI) 中, 当 1s 内通过导体横截面的电荷量为 1C (库仑) 时, 其电流就为 1A (安培)。

习惯上规定正电荷运动的方向为电流的实际方向。然而当分析较为复杂的电路时, 往往很难知道电流的实际方向, 尤其是交流电路, 由于电流的实际方向随时间变化, 所以很难在电路中标注其实际方向。因此, 在电路的分析计算中通常采用电流的参考方向。

电流参考方向的选择常常是任意的, 当参考方向确定后, 电流的实际方向与参考方向一致时, 电流值为正, 如图 1-3 (a) 所示; 反之, 电流值为负, 如图 1-3 (b) 所示。(图中实箭头方向为电流参考方向, 虚箭头方向为电流实际方向。)

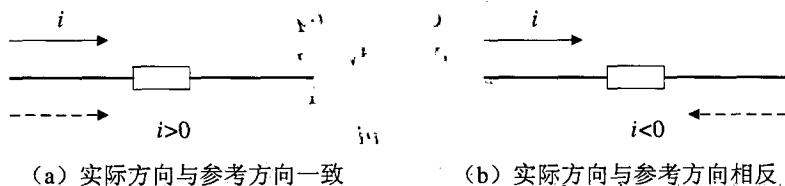


图 1-3 电流的参考方向 (虚线—实际方向 实线—参考方向)

需要说明的是: 电流的参考方向是人为假定的, 是电路分析计算的一种方法, 电流的实际方向与参考方向的选取无关, 但在参考方向选定之后, 电流值就有了正负之分。即某个电流是正值还是负值是相对于某一个确定的参考方向而言的, 在未选定参考方向的情况下说某个电流值是正还是负毫无意义。

1.2.2 电压及电位

电场力把单位正电荷从电场中的 a 点移到 b 点所做的功称为 a 、 b 两点间的电压。用 u_{ab} (U_{ab}) 表示, 单位为伏特 (V)。

$$u_{ab} = \frac{dW}{dq} \quad (1-3)$$

同电压一样, 电位也是用来描述电场力做功的一个物理量。在电路中任选一点 O 作为参考点, 则某点的电位就是该点到参考点的电压, 即 $V_a = U_{ao}$ 。

习惯上把电位降低的方向作为电压的实际方向, 但电压的实际方向有时难以确定, 因此分析电路时也要假定电压的参考方向。电压的参考方向可用 +、- 号表示, 也可用字母的双下标表示, 有时也用箭头表示, 如图 1-4 所示。当参考方向指定之后, 电压就是代数量, 当电压的实际方向与参考方向一致时, 电压值为正值, 反之为负值。

任一电路的电流参考方向和电压参考方向可以分别独立地选取, 但为了分析方便, 常使同一元件的电流与电压参考方向一致, 即关联参考方向, 如图 1-5 所示, 若电压和电流的参考方向相反, 就为非关联参考方向。

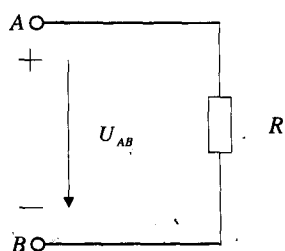


图 1-4 电压的参考方向

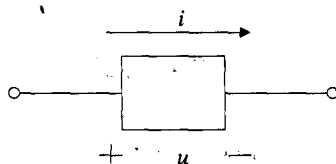


图 1-5 电压和电流的关联参考方向

1.2.3 电功率

传递转换电能的速率叫做电功率，简称功率，用 P 或 p 表示。

因为

$$i = \frac{dq}{dt}, \quad u = \frac{dW}{dq}$$

而

$$p = \frac{dW}{dt} = \frac{dW}{dq} \frac{dq}{dt}$$

所以

$$p = ui$$

图 1-6 中电阻两端电压 U 与流过的电流 I 是关联参考方向，则电阻吸收的功率为 $P = UI$ ，电阻在 t 时间内所消耗的电能为 $W = Pt$ 。

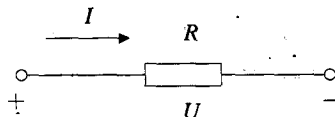


图 1-6 电阻的功率

在 SI 制中，功率的主单位是瓦特 (W)，电能的主单位是焦耳 (J)。我们平时还经常采用千瓦时 ($\text{kW} \cdot \text{h}$) 作为电能的单位，1 千瓦时即 1 度电。

$$1\text{kW} \cdot \text{h} = 10^3 \times 3600 = 3.6 \times 10^6 \text{J} \quad (1-4)$$

下面举例说明电路的功率平衡。

【例 1-1】如图 1-7 所示直流电路中， $U_1 = 12\text{V}$ ， $U_2 = -10\text{V}$ ， $U_3 = 15\text{V}$ ， $I = 3\text{A}$ ，求各元件接受或发出的功率 P_1 、 P_2 和 P_3 ，并求整个电路的功率 P 。

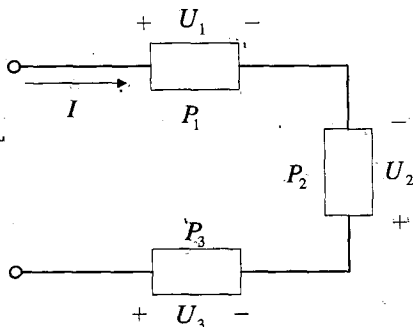


图 1-7 例 1-1 图

解： P_1 的电压参考方向与电流参考方向相关联，故 $P_1 = U_1 I = 12 \times 3 = 36\text{W} > 0$ ，该元件