



普通高等教育“十二五”规划教材

电工与电子技术

主编 宋玉阶 吴建国
张彦 曹阳



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

普通高等教育“十二五”规划教材

电工与电子技术

主 编	宋玉阶	吴建国	张 彦	曹 阳
副主编	胡月华	武达亮	王冬梅	刘 琼

华中科技大学出版社

中国·武汉

内 容 简 介

本书是根据教育部高等学校电子电气基础课程教学指导分委员会最新审定的“电工技术”、“电子技术”课程教学基本要求,在系统地总结多年教改和教学经验的基础上编写的。

全书分电工技术和电子技术两篇,共 13 章。其内容为电路的基本定律与基本分析方法、单相交流电路、三相电路、暂态电路、变压器和电动机、电气自动控制、半导体器件、基本放大电路、集成运算放大器及其应用、直流稳压电源、门电路与逻辑代数、组合逻辑电路、触发器和时序逻辑电路。例题丰富,各章有适当数量的习题,并附有答案。

本书内容简明扼要、深浅适度、重点突出、理论联系实际,知识点全面,可作为高等院校本科非电类专业的“电工学”课程教材,也可供其他相关人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电工与电子技术/宋玉阶 吴建国 张 彦 曹 阳 主编. —武汉:华中科技大学出版社, 2012. 8

ISBN 978-7-5609-8124-6

I. 电… II. ①宋… ②吴… ③张… ④曹… III. ①电工技术-高等学校-教材
②电子技术-高等学校-教材 IV. ①TM ②TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 132147 号

电工与电子技术

宋玉阶 吴建国 张 彦 曹 阳 主编

策划编辑:谢燕群

责任编辑:熊 慧

封面设计:阮志翔

责任校对:代晓莺

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321915

录 排:武汉佳年华科技有限公司

印 刷:武汉科源印刷设计有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:25.25

字 数:644 千字

版 次:2012 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:39.80 元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

前 言

本书是根据教育部高等学校电子电气基础课程教学指导分委员会最新审定的“电工技术”、“电子技术”课程教学基本要求编写的,可作为高等院校本科非电类专业“电工学”课程的基本教材。

“电工学”课程是研究电工技术和电子技术的理论和应用的技术基础课程。为了适应非电类专业对“电工学”课程的教学要求,课程教材应力求涉及面广、内容精炼、知识新颖,以克服学时少与内容多的矛盾。本书对教材内容进行了提炼,从系统的角度对基本理论进行阐述,重视外部特性的研究,力求结构化、积木式,以便于读者选用。本书还突出了对思维方法的训练,注重应用研究,以利于培养学生分析和解决实际问题的能力。

本书主要有以下特点。

第一,贯彻以能力培养为核心,注重传统与现代相结合、理论与工程实际相联系,重新优化了章节顺序,精选了基础内容和基本内容,精简了繁杂内容和例题。

第二,本着少而精的原则,力求概念准确、清楚,阐述简明扼要,定理推导从简,突出分析方法和应用。

第三,精选了典型的例题,采用了特别的习题模式,优选了课后习题。

第四,作者皆为从事该课程教学的一线教师,具有丰富的教学经验,并将多年教学经验融入教材编写中,使教材内容更贴近课程教学。

本书由武汉科技大学信息科学与工程学院教师编写,全书共13章,具体编写分工如下:第1、13章由张彦编写;第2、8章由吴建国编写;第3章由胡月华编写;第4章由武达亮编写;第5~6章由宋玉阶编写;第7、9、10章由曹阳编写;第11章由王冬梅编写;第12章由刘琼编写。全书由宋玉阶策划,并由宋玉阶和吴建国统稿。

在编写本书过程中,得到武汉科技大学教务处和信息科学与工程学院的大力支持和帮助,在此表示衷心的感谢。

由于作者水平有限,书中难免会有错误和不妥之处,殷切希望使用本书的师生及其他读者给予批评指正。

编 者

2012.7

目 录

第 1 章 电路的基本定律与基本分析方法	(1)
1.1 电路模型	(1)
1.1.1 电路与电路模型	(1)
1.1.2 电压和电流的参考方向	(2)
1.1.3 欧姆定律	(3)
1.1.4 功率和电能	(3)
1.1.5 电源的三种工作状态	(4)
练习与思考	(6)
1.2 理想电路元件	(6)
1.2.1 电阻元件	(6)
1.2.2 电感元件	(7)
1.2.3 电容元件	(8)
1.2.4 电源的两种模型	(9)
1.3 基尔霍夫定律	(10)
1.3.1 基尔霍夫电流定律	(11)
1.3.2 基尔霍夫电压定律	(11)
练习与思考	(12)
1.4 二端网络的等效变换	(13)
1.4.1 电阻的串联与并联等效	(13)
1.4.2 电源两种模型的等效变换	(15)
练习与思考	(17)
1.5 电路的两种基本分析方法	(19)
1.5.1 支路电流法	(19)
1.5.2 节点电压法	(20)
1.6 线性电路的两个重要定理	(23)
1.6.1 叠加原理	(23)
1.6.2 戴维南定理	(24)
练习与思考	(27)
1.7 习题	(29)
1.7.1 填空题	(29)
1.7.2 选择题	(30)
1.7.3 计算题	(35)
第 2 章 单相交流电路	(38)
2.1 正弦交流电的基本概念	(38)

2.1.1	正弦量的参考方向	(38)
2.1.2	正弦量的三要素	(39)
2.1.3	同频率正弦量的相位差	(41)
	练习与思考	(42)
2.2	正弦量的相量表示法	(42)
2.2.1	复数及其运算	(43)
2.2.2	正弦量的相量表示法	(44)
	练习与思考	(46)
2.3	单一参数的正弦交流电路	(46)
2.3.1	电阻元件的交流电路	(47)
2.3.2	电感元件的交流电路	(48)
2.3.3	电容元件的交流电路	(50)
	练习与思考	(52)
2.4	串联正弦交流电路	(53)
2.4.1	串联交流电路的复阻抗	(53)
2.4.2	复阻抗的串联	(55)
2.4.3	串联交流电路的谐振	(56)
	练习与思考	(58)
2.5	并联正弦交流电路	(58)
2.5.1	复阻抗的并联	(58)
2.5.2	并联交流电路的谐振	(59)
	练习与思考	(61)
2.6	正弦交流电路的功率	(61)
2.6.1	正弦交流电路的功率	(61)
2.6.2	功率因数的提高	(65)
	练习与思考	(67)
2.7	习题	(68)
2.7.1	填空题	(68)
2.7.2	选择题	(70)
2.7.3	计算题	(73)
第3章	三相电路	(77)
3.1	三相电源	(77)
3.1.1	三相电源的产生与表示	(77)
3.1.2	三相电源的星形连接	(78)
	练习与思考	(79)
3.2	三相负载的连接	(80)
3.2.1	三相负载的星形连接	(80)
3.2.2	三相负载的三角形连接	(82)

练习与思考	(84)
3.3 三相电路的功率	(84)
练习与思考	(85)
3.4 安全用电	(85)
3.4.1 电流对人体的危害	(86)
3.4.2 触电形式	(86)
3.4.3 接地和接零	(88)
练习与思考	(90)
3.5 习题	(90)
3.5.1 填空题	(90)
3.5.2 选择题	(91)
3.5.3 计算题	(92)
第4章 暂态电路	(94)
4.1 概述	(94)
4.1.1 电路的暂态	(94)
4.1.2 换路定理	(94)
4.1.3 电路初始值分析	(95)
练习与思考	(96)
4.2 RC电路的暂态分析	(96)
4.2.1 RC电路的零输入响应	(96)
4.2.2 RC电路的零状态响应	(98)
4.2.3 RC电路的全响应	(100)
练习与思考	(101)
4.3 微分电路和积分电路	(102)
4.3.1 微分电路	(102)
4.3.2 积分电路	(103)
4.4 RL电路的过渡过程	(103)
4.4.1 RL电路的零输入响应	(103)
4.4.2 RL电路的零状态响应	(104)
4.4.3 RL电路的全响应	(105)
练习与思考	(105)
4.5 习题	(105)
4.5.1 填空题	(105)
4.5.2 选择题	(106)
4.5.3 计算题	(108)
第5章 变压器和电动机	(111)
5.1 磁路与磁路的欧姆定律	(111)
5.1.1 磁路及磁性材料的磁性能	(111)



5.1.2	磁路的欧姆定律	(113)
	练习与思考	(113)
5.2	变压器	(113)
5.2.1	变压器的基本结构	(114)
5.2.2	变压器的工作原理	(115)
5.2.3	变压器的外特性、损耗和效率	(119)
5.2.4	变压器绕组的极性	(121)
5.2.5	变压器的额定值	(122)
5.2.6	三相变压器	(124)
5.2.7	特殊用途变压器	(124)
	练习与思考	(127)
5.3	电动机	(127)
5.3.1	三相异步电动机的基本结构	(128)
5.3.2	三相异步电动机的工作原理	(129)
5.3.3	三相异步电动机的电磁转矩	(132)
5.3.4	异步电动机的机械特性	(136)
5.3.5	三相异步电动机的使用	(137)
5.3.6	绕线式异步电动机	(143)
5.3.7	单相异步电动机	(145)
5.3.8	控制电动机	(148)
	练习与思考	(151)
5.4	习题	(152)
5.4.1	填空题	(152)
5.4.2	选择题	(153)
5.4.3	计算题	(155)
第6章	电气自动控制	(157)
6.1	常用低压电器	(157)
6.1.1	刀开关和组合开关	(157)
6.1.2	熔断器	(158)
6.1.3	按钮	(159)
6.1.4	行程开关	(160)
6.1.5	交流接触器	(160)
6.1.6	继电器	(161)
6.1.7	低压断路器	(163)
	练习与思考	(164)
6.2	电动机继电接触控制的基本电路	(164)
6.2.1	电气控制原理图的绘制与读图方法	(164)
6.2.2	三相异步电动机继电接触控制的基本电路	(165)

练习与思考	(171)
6.3 电动机继电接触控制应用举例	(171)
6.3.1 笼形三相异步电动机的 Y/ Δ 降压启动控制电路	(171)
6.3.2 加热炉自动上料控制电路	(172)
6.4 可编程序控制器	(173)
6.4.1 PLC 的基本结构	(173)
6.4.2 PLC 的基本工作过程	(174)
6.4.3 PLC 的主要性能指标	(175)
6.4.4 PLC 的编程语言	(175)
6.4.5 PLC 的指令系统	(179)
6.4.6 PLC 应用举例	(181)
6.5 习题	(183)
6.5.1 填空题	(183)
6.5.2 选择题	(183)
6.5.3 分析题	(185)
第 7 章 半导体器件	(189)
7.1 半导体的导电特性	(189)
7.1.1 本征半导体	(189)
7.1.2 杂质半导体	(190)
练习与思考	(191)
7.2 PN 结及其单向导电特性	(191)
7.2.1 PN 结的形成	(191)
7.2.2 PN 结的单向导电性	(192)
练习与思考	(193)
7.3 半导体二极管	(193)
7.3.1 二极管的结构与分类	(193)
7.3.2 二极管的伏安特性	(194)
7.3.3 二极管的主要参数	(195)
7.3.4 二极管的应用	(195)
练习与思考	(196)
7.4 稳压二极管	(196)
7.4.1 稳压管的伏安特性	(196)
7.4.2 稳压管的主要参数	(197)
练习与思考	(198)
7.5 双极型晶体管	(198)
7.5.1 晶体管的结构	(198)
7.5.2 晶体管的电流放大作用	(199)
7.5.3 晶体管的特性曲线	(200)

7.5.4	晶体管的主要参数	(202)
	练习与思考	(203)
7.6	场效应晶体管	(204)
7.6.1	N 沟道增强型 MOS 场效应管	(204)
7.6.2	N 沟道耗尽型 MOS 场效应管	(205)
7.6.3	场效应管的主要参数	(206)
	练习与思考	(207)
7.7	光电器件	(207)
7.7.1	发光二极管	(207)
7.7.2	光电二极管	(208)
7.7.3	光电晶体管	(208)
7.8	习题	(208)
7.8.1	填空题	(208)
7.8.2	选择题	(209)
7.8.3	计算题	(210)
第 8 章	基本放大电路	(213)
8.1	放大电路概述	(213)
8.1.1	基本放大电路的组成	(213)
8.1.2	基本放大电路的工作原理	(214)
8.2	放大电路的静态分析	(214)
8.2.1	估算法	(214)
8.2.2	图解法	(215)
	练习与思考	(216)
8.3	放大电路的动态分析	(216)
8.3.1	图解法	(216)
8.3.2	微变等效电路法	(219)
	练习与思考	(223)
8.4	静态工作点的稳定	(223)
8.4.1	温度对静态工作点的影响	(223)
8.4.2	分压式偏置电路	(224)
	练习与思考	(227)
8.5	射极输出器	(227)
8.5.1	静态分析	(228)
8.5.2	动态分析	(228)
	练习与思考	(230)
8.6	频率特性及多级放大电路	(230)
8.6.1	放大电路的频率特性	(230)
8.6.2	阻容耦合多级放大电路	(232)

练习与思考	(234)
8.7 差分放大电路	(234)
8.7.1 零点漂移	(234)
8.7.2 差分放大电路的工作原理	(235)
8.7.3 典型的差分放大电路	(236)
练习与思考	(238)
8.8 互补对称功率放大电路	(238)
8.8.1 对功率放大电路的基本要求	(238)
8.8.2 互补对称功率放大电路	(239)
8.8.3 集成功率放大器	(241)
练习与思考	(241)
8.9 场效应晶体管放大电路	(241)
练习与思考	(244)
8.10 习题	(244)
8.10.1 填空题	(244)
8.10.2 选择题	(245)
8.10.3 计算题	(247)
第9章 集成运算放大器及其应用	(251)
9.1 简介	(251)
9.1.1 集成运算放大器的特点	(251)
9.1.2 电路的简单说明	(251)
9.1.3 主要参数	(252)
9.1.4 理想运算放大器及其分析依据	(252)
练习与思考	(253)
9.2 运算放大器在信号运算方面的应用	(253)
9.2.1 比例运算	(254)
9.2.2 加法运算	(254)
9.2.3 减法运算	(255)
9.2.4 积分运算	(256)
9.2.5 微分运算	(256)
练习与思考	(256)
9.3 运算放大器在信号处理方面的应用	(257)
9.3.1 有源滤波器	(257)
9.3.2 测量放大器	(258)
9.3.3 电压比较器	(259)
练习与思考	(260)
9.4 放大电路中的负反馈	(260)
9.4.1 反馈的基本概念	(260)



9.4.2	反馈性质与类型的判别	(261)
9.4.3	负反馈的四种基本形式	(262)
9.4.4	负反馈对放大电路性能的影响	(264)
	练习与思考	(265)
9.5	习题	(266)
9.5.1	填空题	(266)
9.5.2	选择题	(267)
9.5.3	计算题	(269)
第10章	直流稳压电源	(273)
10.1	整流电路	(273)
10.1.1	单相半波整流电路	(273)
10.1.2	单相桥式整流电路	(274)
	练习与思考	(276)
10.2	滤波电路	(276)
10.2.1	电容滤波电路	(276)
10.2.2	电感滤波器	(278)
10.2.3	复合滤波器	(278)
	练习与思考	(279)
10.3	稳压电路	(279)
10.3.1	稳压管稳压电路	(279)
10.3.2	恒压源	(280)
10.3.3	串联型稳压电路	(281)
10.3.4	集成稳压器	(281)
	练习与思考	(282)
10.4	习题	(282)
10.4.1	填空题	(282)
10.4.2	选择题	(284)
10.4.3	计算题	(286)
第11章	门电路与逻辑代数	(289)
11.1	基本逻辑关系和逻辑门电路	(289)
11.1.1	基本逻辑关系	(289)
11.1.2	基本逻辑门电路	(291)
11.1.3	基本逻辑门电路的组合	(293)
	练习与思考	(294)
11.2	集成门电路	(295)
11.2.1	TTL 门电路	(295)
11.2.2	CMOS 门电路	(298)
	练习与思考	(300)

11.3	逻辑代数	(300)
11.3.1	逻辑代数的公式和定律	(300)
11.3.2	逻辑函数的表示方法	(301)
11.3.3	逻辑函数的化简	(303)
	练习与思考	(306)
11.4	习题	(306)
11.4.1	填空题	(306)
11.4.2	选择题	(307)
11.4.3	分析题	(308)
第 12 章	组合逻辑电路	(310)
12.1	组合逻辑电路的分析和设计	(310)
12.1.1	组合逻辑电路的分析	(310)
12.1.2	组合逻辑电路的设计	(312)
	练习与思考	(313)
12.2	加法器	(313)
12.2.1	半加器	(313)
12.2.2	全加器	(314)
12.3	编码器	(315)
12.3.1	二进制编码器	(315)
12.3.2	二十进制优先编码器	(317)
12.4	译码器和数字显示	(319)
12.4.1	二进制译码器	(319)
12.4.2	数字显示译码器	(321)
12.5	数据分配器和数据选择器	(324)
12.5.1	数据选择器	(324)
12.5.2	数据分配器	(327)
12.6	习题	(327)
12.6.1	填空题	(327)
12.6.2	选择题	(329)
12.6.3	计算题	(330)
第 13 章	触发器和时序逻辑电路	(333)
13.1	双稳态触发器	(333)
13.1.1	基本 RS 触发器	(333)
13.1.2	时钟控制触发器	(335)
13.1.3	主从 JK 触发器	(340)
13.1.4	维持阻塞 D 触发器	(341)
13.1.5	不同类型触发器之间的转换	(343)
	练习与思考	(343)



13.2	时序逻辑电路	(344)
13.2.1	时序逻辑电路概述	(344)
13.2.2	寄存器	(344)
13.2.3	计数器	(346)
	练习与思考	(354)
13.3	555 定时器及其应用	(354)
13.3.1	555 定时器	(355)
13.3.2	555 定时器的应用	(356)
	练习与思考	(358)
13.4	习题	(358)
13.4.1	填空题	(358)
13.4.2	选择题	(360)
13.4.3	计算题	(361)
	习题参考答案	(367)
附录 A	半导体分立器件型号命名方法	(376)
附录 B	常用半导体分立器件的参数	(377)
附录 C	半导体集成电路器件型号命名方法	(380)
附录 D	常用半导体集成电路的参数和符号	(381)
附录 E	数字集成电路各系列型号分类表	(382)
附录 F	TTL 门电路、触发器和计数器的部分品种型号	(383)
附录 G	电阻器标称值系列	(384)
附录 H	中英文名词对照与索引	(385)
	参考文献	(390)

第 1 章 电路的基本定律与基本分析方法

本章以电阻电路为例,介绍电路的基本定律和分析方法。首先讨论电压和电流的参考方向、基尔霍夫定律、电路的三种基本工作状态。在应用基本定律的基础上,再讨论几种复杂电路常用的分析方法,如等效变换法、支路电流法、节点电压法、叠加原理、戴维南定理。本章介绍的基本定律和分析方法不仅适用于直流电路,还适用于交流电路、电子电路等,必须给予充分重视。

1.1 电路模型

1.1.1 电路与电路模型

电路是为了某种需要由各种元件按一定方式用导线连接而成的,是电流的通路。电路一般由电源(或信号源)、负载和中间环节组成。电源是产生电能的装置,例如蓄电池、发电机等。负载是取用电能并将电能转换成其他形式能量(机械能、光能和热能)的装置,例如,电动机、照明灯、电炉等。中间环节是连接电源和负载的部分,如连接导线、控制开关和保护装置等,主要起传输、控制和分配电能的作用。

电路的一个作用是实现能量的传输与转换。如电力系统这类电路,由于电压较高,电流和功率较大(习惯上常称为强电电路),因此在电能的输送和转换中,电路的能量损耗应尽可能小,效率应尽可能高。

电路的另一个作用是电信号的传递和处理。如收音机这类电路,由于电压低,电流和功率较小(习惯上常称为弱电电路),因此主要考虑如何改善电路传递和处理信号的性能,如失真、稳定性、放大倍数、级间配合等问题。

实际电路元件就是构成电路的电工、电子元件或设备,如电池、电灯、电动机等。用实际电路元件构成的电路称为实际电路,如手电筒电路。

为了便于对实际电路进行分析和用数学描述,将实际电路元件理想化,即在一定条件下抓住其主要的电磁性质,忽略次要因素,把它近似地看做理想电路元件。理想元件(简称元件)主要有电阻元件、电容元件、电感元件和电源等。由理想元件所组成的电路就是实际电路的电路模型。也就是说,电路模型是为了某种需要由一些理想元件相互连接而构成的整体,是实际电路的一种等效表示,也称为等效电路。对一个实际电路建立电路模型可给分析和研究电路问题带来很大方便,是电路分析常用的方法。手电筒电路的电路模型如图 1.1.1 所示,其中干电池为电源,用 U_s 和

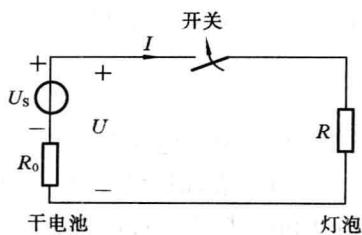


图 1.1.1 手电筒电路模型

R_0 。串联的模型表示;灯泡为负载,用电阻元件 R 表示;筒体为中间环节,用导线和开关表示。

1.1.2 电压和电流的参考方向

电压和电流的方向有实际方向和参考方向之分,要加以区别。

电路中带电粒子在电源作用下有规则的定向运动形成电流,其大小等于单位时间内通过导体横截面的电荷量,即

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (1.1.1)$$

在国际单位制中,电流的单位是安培(库仑/秒),简称“安”,用符号“A”表示,还有毫安(mA)、微安(μA),它们的换算关系如下:

$$1 A = 10^3 mA = 10^6 \mu A$$

大小和方向都不随时间变化而变化的电流称为直流电流,用符号“ I ”表示;大小和方向都随时间变化而变化的电流称为交流电流,用符号“ i ”表示。

既然电流是由带电粒子有规则的定向运动而形成的,那么电流就是一个既有大小又有方向的物理量。

习惯上规定正电荷运动的方向或负电荷运动的反方向为电流的实际方向,用“ $\rightarrow$ ”表示。分析复杂电路时很难确定电流的实际方向,这就要求先任意设定一个方向作为电流的参考方向。当电流的实际方向与所选定的电流参考方向一致时,电流为正值;当电流的实际方向与所选定的电流参考方向相反时,电流为负值。如图 1.1.2 中,实线箭头表示电流参考方向,虚线箭头表示电流实际方向。可见,在参考方向选定后,电流就有正负之分。分析与计算电路时,一定要在电路中标出电流的参考方向。

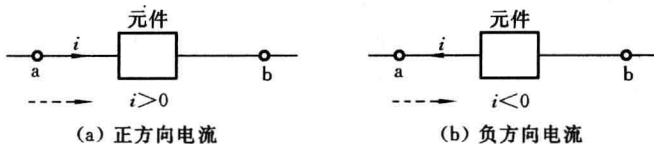


图 1.1.2 电流的参考方向

电压是描述电场力对电荷做功的物理量。 a 、 b 两点之间的电压 U_{ab} ,在数值上就等于电场力将单位正电荷从 a 点移到 b 点所做的功。

电动势是用来表示电源移动电荷做功的物理量。电源的电动势 E_{ba} ,在数值上等于电源把单位正电荷从负极 b (低电位)经由电源内部移到电源的正极 a (高电位)所做的功。

在国际单位制中,电压和电动势的单位都是伏特,简称“伏”,用符号“V”表示,还有千伏(kV)、毫伏(mV)和微伏(μV),它们的换算关系如下:

$$1 kV = 10^3 V, 1 V = 10^3 mV = 10^6 \mu V$$

电压的实际方向规定为由高电位(“+”极性)端指向低电位(“-”极性)端,即为电位降低的方向。电源电动势的实际方向规定为在电池内部由低电位(“-”极性)端指向高电位(“+”极性)端,即为电位升高的方向。和电流一样,在较为复杂的电路中,往往也无法先确定它们的实际方向(或者极性)。因此,在电路图上所标出的也都是电压和电动势的参考方向。电压的参考方向用“+”、“-”极性表示,从“+”端指向“-”端;或用双下标表示,如

U_{ab} , 它的参考方向是从 a 端指向 b 端。若参考方向与实际方向一致, 则其值为正; 若参考方向与实际方向相反, 则其值为负。

在分析电路时, 原则上参考方向是可以任意选择的。如果设电流的参考方向与电压的参考方向一致, 则这样设定的参考方向称为关联参考方向, 如图 1.1.3(a) 所示, 电流的参考方向是由电压的高电位流向低电位的。如果设电流的参考方向与电压的参考方向不一致, 则这样设定的参考方向称为非关联参考方向, 如图 1.1.3(b) 所示。

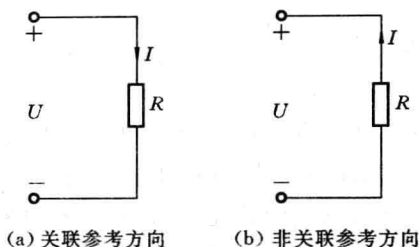


图 1.1.3 电压、电流的参考方向

1.1.3 欧姆定律

欧姆定律是电路的基本定律之一, 它的内容是: 流过线性电阻的电流与电阻两端的电压成正比。对图 1.1.4(a) 所示电路, 欧姆定律可表示为

$$I = \frac{U}{R} \quad \text{或} \quad U = IR \quad (1.1.2)$$

式中: R 为该段电路的电阻值。

由式(1.1.2)可知, 在电压一定的情况下, 电阻越大, 则电流越小。可见, 电阻具有对电流起阻碍作用的物理性质。

在图 1.1.4 中, 由于电阻元件的端电压和电流的参考方向可能不同, 在欧姆定律的表达式中就有正、负号之分。

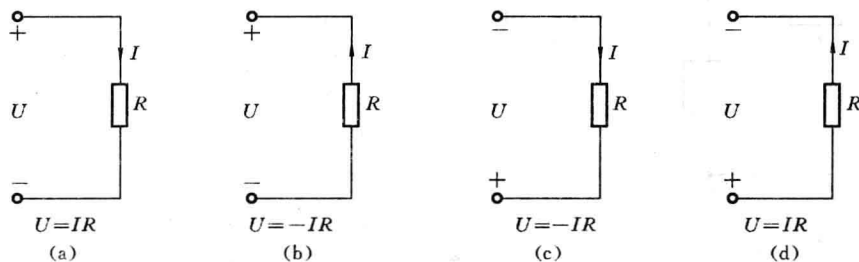


图 1.1.4 欧姆定律

当电压和电流的参考方向一致时, 如图 1.1.4(a) 和图 1.1.4(d) 所示, 有

$$U = IR$$

当电压和电流的参考方向相反时, 如图 1.1.4(b) 和图 1.1.4(c) 所示, 有

$$U = -IR \quad (1.1.3)$$

由以上分析可知, 欧姆定律的表达式中包含了两套正负号: 表达式前面的正负号, 由 U 与 I 的参考方向是否相同决定; 另外, 电压 U 和电流 I 本身的值还有正负之分。所以在使用欧姆定律进行计算时, 必须注意这一点。

1.1.4 功率和电能

电气设备在单位时间内消耗(实际是转换)的电能称为电功率, 简称功率。用“ p ”表示,