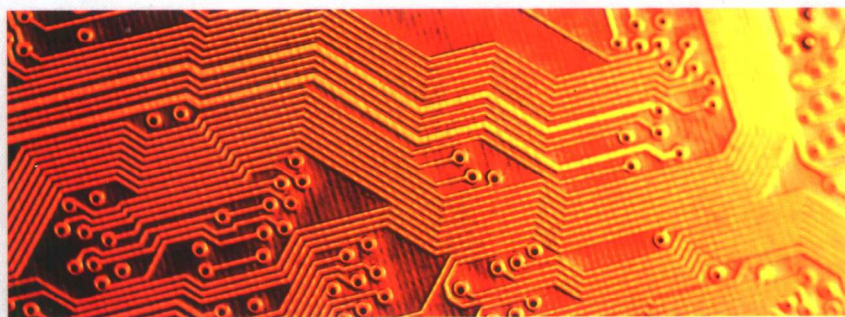


中国高等职业技术教育研究会推荐

21世纪高等职业教育规划教材

电路基础

刘克旺 马琳 宋剑英 主编



国防工业出版社

National Defense Industry Press

中国高等职业技术教育研究会推荐
21 世纪高等职业教育规划教材

电路基础

刘克旺 马琳 宋剑英 主编

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书是作者在总结近几年高等职业院校电工电子教学与教改实践经验的基础上编写而成的。主要内容包括电路的基本概念和基本定律、电路的等效变换、线性电路的一般分析方法和基本定理、正弦交流电路、三相交流电路、动态电路的时域分析、互感与理想变压器、非正弦交流电路。每章后有本章小结和一定数量的习题。书末附有习题答案。

本书从高等职业教育实际出发,文字叙述详细,概念阐述清楚,内容安排由浅入深,通俗易懂,简化理论推导,突出应用。

本书可作为高等职业院校电子、通信、计算机、电气、自动化、机电一体化、数控技术及家电维修等专业的教材,也可供中等专业技术学校的同类专业和其他专业选用,并可供有关的工程技术人员和参加自学考试人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电路基础 / 刘克旺, 马琳, 宋剑英主编. —北京: 国防工业出版社, 2006. 9

21 世纪高等职业教育规划教材

ISBN 7-118-04680-9

I. 电... II. ①刘... ②马... ③宋... III. 电路理论—高等学校: 技术学校—教材 IV. TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 086018 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

腾飞胶印厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 13 字数 292 千字

2006 年 9 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 20.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店: (010)68428422

发行邮购: (010)68414474

发行传真: (010)68411535

发行业务: (010)68472764

21 世纪高等职业教育机电类规划教材 编审专家委员会名单

主任委员 方 新(北京联合大学教授)
刘跃南(深圳职业技术学院教授)

委 员 (按姓氏笔画排列)

付文博(烟台南山学院副教授)
刘 炯(国防工业出版社副编审)
刘克旺(青岛职业技术学院副教授)
刘建超(成都航空职业技术学院副教授)
闫大建(北京科技职业学院副教授)
李景仲(辽宁省交通高等专科学校副教授)
辛再甫(国防工业出版社副编审)
蒋敦斌(天津职业大学教授)
韩玉勇(枣庄科技职业学院副教授)
颜培钦(广东交通职业技术学院副教授)

总 策 划 江洪湖 刘 炯

总 序

在我国高等教育从精英教育走向大众化教育的过程中,作为高等教育重要组成部分的高等职业教育快速发展,已进入提高质量的时期。在高等职业教育的发展过程中,各高校在专业设置、实训基地建设、双师型师资的培养、专业培养方案的制定等方面不断进行教学改革。高等职业教育的人才培养还有一个重点就是课程建设,包括课程体系的科学合理设置、理论课程与实践课程的开发、课件的编制、教材的编写等。这些工作需要每一位高职教师付出大量的心血,高职教材就是这些心血的结晶。

高等职业教育机电类专业赶上了我国现代制造业崛起的时代,中国的制造业要从制造大国走向制造强国,需要一大批高素质的、工作在生产一线的技术应用型人才,这就要求我们高等职业教育机电类专业的教师们担负起这个重任。

高等职业教育机电类专业的教材,一要反映制造业的最新技术,因为高职学生毕业后马上要去现代制造业企业的生产一线顶岗,我国现代制造业企业使用的技术更新很快;二要反映某项技术的方方面面,使高职学生能对该项技术有全面的了解;三要深入某项需要高职学生具体掌握的技术,便于教师组织教学时切实使学生掌握该项技术或技能;四要适合高职学生的学习特点,便于教师组织教学时因材施教。要编写出高质量的高职教材,还需要我们高职教师的艰苦工作。

国防工业出版社组织了一批具有丰富教学经验的高职教师所编写的数控、模具、汽车、自动化、机电设备等方面的教材反映了这些专业的教学成果,相信这些专业的成功经验又必将随着本系列教材这个载体进一步推动其他院校的教学改革。

方 新

《电 路 基 础》

编委会名单

主 编 刘克旺 马 琳 宋剑英
副主编 张 威 王 靓 都妍美 高 娟
王新艳

前 言

电路基础是高等职业院校电子、通信、计算机、电气、自动化、机电一体化、数控技术、及家电维修等专业开设的一门技术基础课。通过对本课程的学习,使学生获得电路的基本理论、基本知识和基本技能,为学好后续课程和专业知识以及毕业后从事工程技术工作打下理论基础和实践基础。

我们在编写本教材时按照精选传统内容、严格把握深度和广度、充分体现高等职业教育特点的总体思路,尽力让它成为一本教师好教、学生好学的教材。为此,着重考虑了以下几个方面。

(1)考虑到高等职业院校不同专业对教学内容要求的差异以及各专业实际学时数的不同,内容在覆盖机电一体化、数控技术、家电维修等专业对本课程基本要求的基础上,进行了扩展,以满足电子、通信、计算机、电气、自动化等专业的教学要求。各学校可以根据专业设置和学生就业岗位的需要选择所学内容。

(2)为突出理论与实践相结合,培养学生解决实际问题的能力及创新精神,从分析问题的思路、叙述的语言,到例题、习题的选择和设计,都力求突出高等职业教育特点,在注重实用性的同时,尽量列举日常生活、生产实际中能接触到的一些实际电路问题,力求生动、具体、鲜活,以激励学生的兴趣,调动起学生学习的积极性。

(3)为了突出高等职业教育的培养目标,我们遵循“理论教学以应用为目的,以必须够用为度”的原则,强调概念,注重应用,而不着力于对公式的推导和理论的论证。在理论与概念的阐述方面力求准确简练,易于理解。同时注意内容、结构的合理性和系统性。

(4)为了便于学生的学习,在教材的编排上每章开头有“本章要点”,使学生明确本章学习哪些知识和学习要求,且每章后有“本章小结”,整理本章的知识,帮助学生复习,建立知识结构。每章后面都有与教材内容紧密配合的习题,习题的编排注意数量和难度适当,通过习题可以巩固和加深对所学理论的理解,并培养学生的分析能力和运算能力。

本书第1章由马琳编写,第2章由王靓编写,第3章由宋剑英编写,第4章由张威编写,第5章由刘克旺编写,第6章由王新艳编写,第7章由高娟编写,第8章由都妍美编写,全书由刘克旺统稿。

本书在编写过程中借鉴了不少同行们编写的优秀教材,从中受到了不少教益和启发,在此,对各位作者表示衷心的感谢。

由于编者水平所限,书中难免有错误和欠妥之处,恳切希望使用本书的师生和读者批评指正。

作者

目 录

第 1 章 电路的基本概念和基本定律	1
1.1 电路与电路模型	1
1.1.1 电路	1
1.1.2 电路模型	2
1.2 电路的基本物理量	2
1.2.1 电流及其参考方向	2
1.2.2 电压及其参考极性	4
1.2.3 电压与电流的关联参考方向	5
1.2.4 电动势	6
1.2.5 电功率与电能	6
1.3 电阻元件、电容元件、电感元件	7
1.3.1 电阻元件	7
1.3.2 电容元件	8
1.3.3 电感元件	9
1.4 电压源和电流源	10
1.4.1 电压源	10
1.4.2 电流源	12
1.5 电路的状态及电气设备的额定值	13
1.5.1 电路的状态	13
1.5.2 电气设备的额定值	15
1.6 基尔霍夫定律	16
1.6.1 基尔霍夫电流定律	16
1.6.2 基尔霍夫电压定律	18
1.7 电路中各点电位的计算	20
本章小结	22
习题	23
第 2 章 电路的等效变换	26
2.1 等效的概念	26
2.2 电阻的串联、并联和混联	27
2.2.1 电阻的串联	27
2.2.2 电阻的并联	28
2.2.3 电阻的混联	30
2.3 $\triangle$ 形和 Y 形电阻电路的等效变换	31

2.4	电源的等效变换	34
2.4.1	理想电源的等效变换	34
2.4.2	两种电源模型的等效变换	35
2.5	受控源及其等效变换	38
2.5.1	受控源	38
2.5.2	含受控源电路的等效变换	40
	本章小结	42
	习题	43
第3章	线性电路的一般分析方法和基本定理	49
3.1	支路电流法	49
3.2	网孔电流法	51
3.3	节点电压法	54
3.4	叠加定理	58
3.5	戴维南定理	61
3.6	诺顿定理	65
3.7	最大功率传输定理	66
	本章小结	68
	习题	68
第4章	正弦交流电路	71
4.1	正弦交流电的基本概念	71
4.1.1	正弦量的三要素	71
4.1.2	两同频率正弦量之间的相位关系	74
4.1.3	正弦量的有效值	76
4.2	正弦量的相量表示方法	77
4.2.1	复数及其运算	77
4.2.2	正弦量的相量图及复数表示法	79
4.2.3	两个同频率正弦量的加、减运算	82
4.3	单一参数的交流电路	83
4.3.1	电阻元件的交流电路	83
4.3.2	电感元件的交流电路	85
4.3.3	电容元件的交流电路	88
4.4	RLC 串联电路	91
4.4.1	电压与电流的关系	91
4.4.2	RLC 串联电路的功率	95
4.5	正弦交流电路的分析方法	97
4.5.1	基尔霍夫定律的相量形式	97
4.5.2	复阻抗的串联和并联	98
4.6	电路中的谐振	99
4.6.1	串联谐振	99
4.6.2	并联谐振	101

4.7 功率因数的提高	103
4.7.1 提高功率因数的意义	103
4.7.2 提高功率因数的方法	103
本章小结	105
习题	108
第5章 三相交流电路	110
5.1 三相交流电路概述	110
5.1.1 发电厂	110
5.1.2 电力网	111
5.2 三相交流电源	111
5.2.1 三相交流电的产生	111
5.2.2 三相电源的连接方式	113
5.3 三相负载的星形(Y形)连接	117
5.3.1 负载星形连接方式	117
5.3.2 星形连接电路的特点及电路的计算	118
5.4 三相负载的三角形(Δ 形)连接	123
5.4.1 三相负载三角形连接方式	123
5.4.2 三角形连接电路的特点及电路的计算	124
5.5 三相电路的功率	127
5.5.1 有功功率	127
5.5.2 无功功率	128
5.5.3 视在功率	128
本章小结	130
习题	132
第6章 动态电路的时域分析	134
6.1 电路中的过渡过程及换路定律	134
6.1.1 过渡过程的概念	134
6.1.2 换路定律及初始值的计算	135
6.2 一阶电路的零输入响应	137
6.2.1 RC 电路的零输入响应	137
6.2.2 RL 电路的零输入响应	140
6.3 一阶电路的零状态响应	143
6.3.1 RC 电路的零状态响应	143
6.3.2 RL 电路的零状态响应	145
6.4 一阶电路的全响应	146
6.4.1 一阶电路零输入响应的一般形式	146
6.4.2 一阶电路零状态响应的一般形式	147
6.4.3 一阶电路的全响应	147
6.5 一阶电路的三要素法	149
6.6 二阶电路分析	152

本章小结·····	156
习题·····	157
第7章 互感与理想变压器 ·····	161
7.1 互感及互感电压·····	161
7.1.1 耦合电感的基本概念·····	161
7.1.2 互感系数·····	162
7.1.3 耦合电感的伏安关系·····	163
7.2 互感线圈的同名端·····	164
7.2.1 同名端的标记·····	164
7.2.2 同名端的应用·····	164
7.3 互感线圈的连接及等效电路·····	166
7.3.1 互感线圈的串联·····	166
7.3.2 互感线圈的并联·····	167
7.3.3 耦合电感的T形等效电路·····	168
7.4 空芯变压器·····	170
7.5 理想变压器·····	172
7.5.1 理想变压器的伏安关系·····	172
7.5.2 理想变压器的阻抗变换性质·····	173
7.6 常用变压器·····	174
7.6.1 自耦变压器·····	174
7.6.2 多绕组变压器·····	175
本章小结·····	176
习题·····	176
第8章 非正弦交流电路 ·····	180
8.1 非正弦周期信号及其分解·····	180
8.1.1 非正弦周期信号·····	180
8.1.2 非正弦周期信号的分解·····	180
8.1.3 具有对称性的非正弦周期函数·····	182
8.2 非正弦周期信号的有效值、平均值和平均功率·····	185
8.2.1 有效值·····	185
8.2.2 平均值·····	186
8.2.3 平均功率·····	187
8.3 非正弦周期电路的计算·····	187
本章小结·····	190
习题·····	191
附录 ·····	193
参考文献 ·····	197

第 1 章 电路的基本概念和基本定律

本章要点

- 电路模型的概念。
- 电路的基本物理量(电流、电压、电动势、电功率与电能)。
- 电阻元件、电容元件、电感元件、电压源和电流源。
- 电路的状态及电气设备的额定值。
- 基尔霍夫电流定律(KCL)和电压定律(KVL)。
- 电位的概念及其计算。

本章所介绍的有关电路的基本概念、基本物理量、基本定律以及计算方法等内容十分重要,是学习本课程的理论基础。本章有些内容虽已在物理课中学过,但为保持理论的系统性,仍列入本章中,以便对这些内容能进一步巩固和加深理解,达到温故知新的目的。本章的研究对象是直流电路,从中得出的基本定律和结论具有普遍性,以后再将这些规律和结论扩展到交流电路中去。

通过本章的学习,要求掌握:电路的基本物理量的特点;理想电路元件的伏安特性以及实际电源的两种模型;基尔霍夫定律的内容及应用;电功率及电位的计算。

1.1 电路与电路模型

1.1.1 电路

电路就是电流所通过的路径。一个完整的电路是由电源、负载和中间环节(包括开关和导线等)三部分组成,称为组成电路的“三要素”。例如,常用的手电筒的实际电路就是一个最简单的电路,如图 1.1(a)所示,它由电源(干电池)、负载(灯泡)、导线及开关构成。当开关闭合时,电流通过灯泡使其发光,将电能转换为光能和热能。其中,电源是电路中提供电能或产生信号的设备,它的作用是将机械能、化学能、光能、水能等其他形式的能量转换为电能,如发电机、干电池、蓄电池、信号发生器等;负载是电路中吸收电能或接收信号的设备,它的作用是将电源供给的电能转换成光能、热能、机械能等其他形式的能量,如电灯、电动机、各种家用电器等;中间环节是连接电源和负载的部分,其作用是传输和控制电能的,如导线、开关、熔断器等。

实际应用中的电路种类繁多,不同电路其作用也是各不相同的。根据电路的功能可分为电力电路和信号电路两种。其中,电力电路是对电能进行传输、转换和分配,如一般的照明电路和动力电路都属于电力电路;信号电路是对信号进行处理和传递,如收音机、

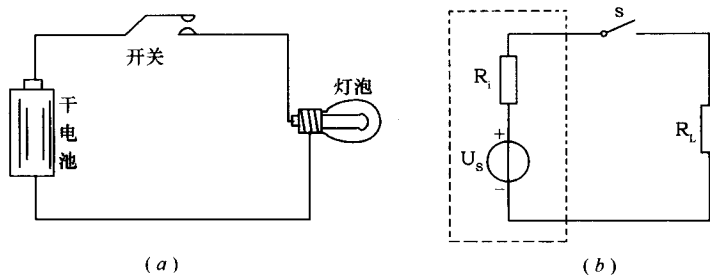


图 1.1 手电筒的实际电路图和电路模型
(a) 实际电路图; (b) 电路模型。

电视机、计算机网络、通信等电路都属于信号电路。

1.1.2 电路模型

实际电路种类很多,用途各异,组成电路的元器件也形形色色。在工作过程中,所表现出的电磁性能和能量转换过程往往较复杂,给电路分析(即在电路结构及参数已知的情况下,求解各部分电压和电流及功率)带来很大困难。如白炽灯不仅具有消耗电能的性质(即具有电阻性),而且当电流流过时,还会产生磁场(即具有电感性质)。这样很难用一个数学表达式表达其端钮的电压、电流关系。但由于其电感甚小,可忽略不计,则其主要性质为电阻性,这样就将白炽灯作为电阻元件。所以为了简化分析,必须抓电路元件的主要性质忽略其次要性质,使之尽可能用简单的数学式表达。这样经过简化的元件称为理想元件或元件模型。电路的理想元件主要有电阻元件、电容元件、电感元件及电压源和电流源等。理想元件都用规定的图形符号来表示,如图 1.2 所示。用理想电路元件代替实际电路元件而构成的电路称为电路模型。这样,图 1.1(a)所示的手电筒的实际电路图就可以用图 1.1(b)所示的电路模型来表示。用理想电压源 U_s 和电源内阻 R_i 串联表示电源(干电池),电阻 R_L 表示负载(小灯泡),S 表示电路的开关。

以后本书所介绍的电路一般都是由理想元件构成的电路模型。

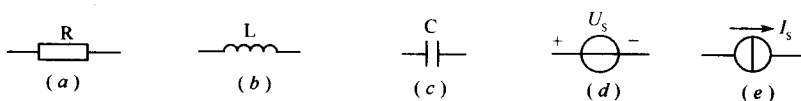


图 1.2 理想元件的图形符号
(a) 电阻元件; (b) 电感元件; (c) 电容元件; (d) 电压源; (e) 电流源。

1.2 电路的基本物理量

电路中的基本物理量有电流、电压、电动势、电功率与电能等。深刻理解这些物理量的含义对分析电路是很重要的。

1.2.1 电流及其参考方向

电荷的定向运动形成电流。电流的大小用电流强度(简称电流)表示,即单位时间内

通过导体横截面的电荷量。其表达式为

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

式中: dq 表示时间 dt 内通过导体横截面的电荷量, 单位为库仑(C); dt 表示时间, 单位为秒(s); 电流单位为安培(A), 常用的单位还有毫安(mA)、微安(μ A)等。它们之间的换算关系为

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

电路中经常遇到各种类型的电流。当电流大小和方向不随时间变化时, 即 dq/dt 为常数, 这种电流称为直流电流(DC), 用大写字母 I 表示, 即

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

式中: q 为时间 t 内通过导体横截面的电荷量。

大小和方向随时间变化的电流称交流电流(AC), 用小写字母 i 表示。

电流的实际方向规定为正电荷运动的方向或负电荷运动的反方向, 常用箭头表示。

对于简单的电路, 可以容易地判断出电流的实际方向, 但是在分析复杂电路时, 难以事先判定出电流的实际方向。为此, 引入一个十分重要的概念——参考方向。参考方向就是假定电流的正方向。电流的参考方向可以任以假定, 并在图上用箭头表示出来。根据电流正负和假定参考方向可以确定电流的实际方向, 如图 1.3 所示。电流实际方向的判定方法如下:

- (1) 若电流为正值($I > 0$), 则实际方向与参考方向相同, 如图 1.3(a)所示;
- (2) 若电流为负值($I < 0$), 则实际方向与参考方向相反, 如图 1.3(b)所示。

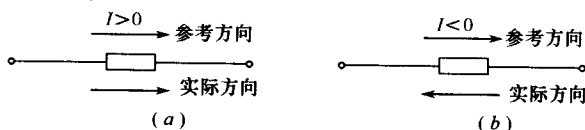


图 1.3 电流的参考方向

注意: 不设定参考方向时, 电流的正负号是没有意义的。

例 1.1 电路图 1.4 中的方框表示电路元件, 试分别指出图 1.4(a)、(b)、(c)中的电流的实际方向。

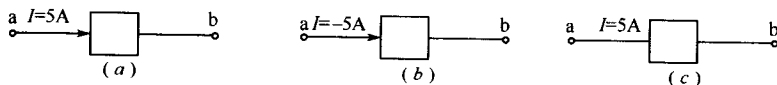


图 1.4 例 1.1 图

解 因为图中标出的电流方向为参考方向。所以, 图 1.4 中电流的实际方向分别为: 图(a)由 $a \rightarrow b$, 因为电流为正, 所以电流的实际方向与参考方向一致。

图(b)由 $b \rightarrow a$, 因为电流为负, 所以电流的实际方向与参考方向相反。

图(c)不能确定, 因为没有给出电流的参考方向。

例 1.2 分别画出图 1.5(a)、(b)所示元件的电流的参考方向。已知图 1.5(a)中电流的实际方向为 $a \rightarrow b$; 图 1.5(b)中电流的实际方向为 $a \rightarrow b$ 。



图 1.5 例 1.2 图

解 图(a)中电流的参考方向 $a \rightarrow b$, 因为电流为正, 所以电流的实际方向与参考方向一致。

图(b)中电流的参考方向 $b \rightarrow a$, 因为电流为负, 所以电流的实际方向与参考方向相反。

1.2.2 电压及其参考极性

电场力把单位正电荷由 a 点移动到 b 点所做的功, 叫 a、b 两点间的电压 u_{ab} , 其定义式为

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

式中: dw 为电场力将正电荷从 a 点移到 b 点所做的功, 单位是焦耳(J); dq 为被移动的正电荷量, 单位是库仑(C); 电压的单位是伏特(V), 常用的单位还有千伏(kV)、毫伏(mV)等。

大写字母 U 用来表示不随时间变化的电压, 即直流电压; 小写字母 u 用来表示随时间变化的电压, 即交流电压。

电压也可以用电位来表示, 电路中某点的电位就是该点到参考点之间的电压。规定参考点的电位为零, 电位用大写字母 V 表示。一旦选定了参考点, 电路中各点都将有确定的电位值。例如, 若选 c 点为参考点, 则任一点 a 的电位可表示为 $V_a = U_{ac}$ 。因此, 电位实质上就是电压, 是相对参考点的电压。

如果已知 a、b 两点的电位分别为 V_a 、 V_b , 则任意 a、b 两点间的电压可表示为

$$U_{ab} = V_a - V_b \quad (1-4)$$

由上式可见, 任意两点间的电压等于这两点的电位之差, 故电压又称电位差。

电压的实际方向规定为电压降的方向, 即由高电位端指向低电位端, 可用箭头表示, 箭头由高电位端指向低电位端, 如图 1.6(a) 所示; 也可用极性符号表示, “+”表示高电位, “-”表示低电位, 如图 1.6(b) 所示; 此外, 也可用下标的顺序来表示, 如 U_{ab} 表示电压的方向是 a 到 b。

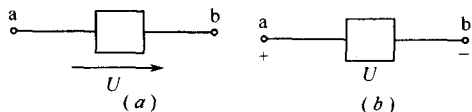


图 1.6 电压的表示方法

和电流一样, 各元件电压的实际方向也是难以事先判断, 因此, 对电压也要指定参考方向。根据电压的正负和假定的参考方向可以确定电压的实际方向。

(1) 若电压为正值 ($U > 0$), 则实际方向与参考方向相同;

(2) 若电压为负值 ($U < 0$), 则实际方向与参考方向相反。

例 1.3 图 1.7 中的方框表示电路元件, 试分别指出图 1.7(a)、(b)、(c) 中电压的实际极性。

解 根据图中标出的参考极性和各电压的正负, 可以确定出个电压的实际极性。

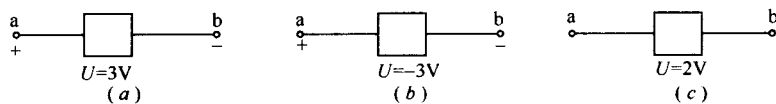


图 1.7 例 1.3 图

图(a)中电压的实际极性 a 为“+”， b 为“-”，因为电压为正，故电压的实际极性与参考极性一致。

图(b)中电压的实际极性 a 为“-”， b 为“+”，因为电压为负，故电压的实际极性与参考极性相反。

图(c)中不能确定，因为没有给出电压的参考极性。

例 1.4 分别标出图 1.8(a)、(b)所示元件 a 、 b 两端电压的参考极性。已知图(a)、(b)中电压的实际极性 b 端为高电位端。

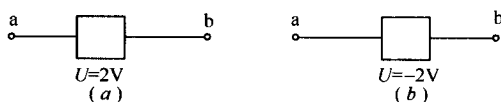


图 1.8 例 1.4 图

解 图(a)中电压的参考极性 b 为高电位，因为电压为正，故电压的实际极性与参考极性一致。

图(b)中电压的参考极性 a 为高电位，因为电压为负，故电压的实际极性与参考极性相反。

1.2.3 电压与电流的关联参考方向

在进行电路分析时，对于一个元件，既要为通过元件的电流选取参考方向，又要为元件两端的电压选取参考方向，两者是相互独立的，可任意选取。若选取的电流的参考方向与电压的参考方向一致，则称电流与电压为关联参考方向，也就是电流从电压的“+”号端流向“-”号端，如图 1.9(a)所示；若电流的参考方向与电压的参考方向相反，则称电流与电压为非关联参考方向，也就是电流从电压的“-”端流向“+”端，如图 1.9(b)所示。

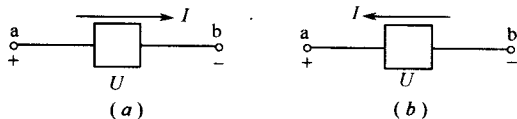


图 1.9 关联参考方向与非关联参考方向

(a) 关联参考方向；(b) 非关联参考方向。

注意：在采用关联参考方向时，电路图上可以只标出电压和电流中任意一个的参考方向即可，另一个可忽略不标，如图 1.10(a)、(b)所示。

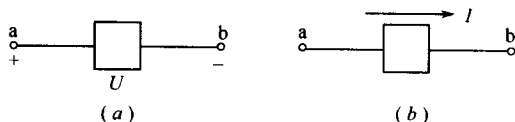


图 1.10 关联参考方向的另一种表示方法

1.2.4 电动势

电动势是描述电源力做功大小的一个物理量,电源力在电源内部把单位正电荷从电源的负极移到正极所做的功称为电源电动势,用字母 E 表示。其表达式为

$$E = \frac{W}{q} \quad (1-5)$$

式中: W 表示电源力所做的功,单位是焦耳(J); q 表示电荷量,单位是库仑(C);电动势与电压的单位相同,也是伏(V)。

对于不同种类的电源有着不同的电源力。例如,在发电机中,导体在磁场中运动,磁场能转换为电源力;在电池中,化学能转换成电源力,每个电源的电动势是由电源本身决定的,跟外电路的情况没有关系。

电动势的实际方向是电源力克服电场力移动正电荷的方向,是从低电位到高电位的方向,即由负极指向正极。

1.2.5 电功率与电能

1. 电功率

电功率是电路元件在单位时间内吸收或释放的电能,或者说电能对时间的变化率(即电能对时间的导数),简称功率。电功率的表达式为

$$p = \frac{dW}{dt} = \frac{dW}{dq} \cdot \frac{dq}{dt} = ui \quad (1-6)$$

式中: W 为电能,单位是焦耳(J); t 为时间,单位是秒(s); u 为电压,单位是伏特(V); i 是电流,单位是安培(A); p 是功率,用小写字母 p 表示随时间变化的功率,单位是瓦特(W),常用的单位还有千瓦(kW)、毫瓦(mW)等。

在直流电路中,功率用大写字母 P 表示,功率计算公式为

$$P = UI = I^2 R = \frac{U^2}{R} \quad (1-7)$$

在电路分析中,不仅要计算电路元件功率的大小,有时还要判断功率的性质,即该元件是产生功率还是吸收功率(消耗功率)。产生功率的元件属于电源性质;而吸收功率(消耗功率)的元件属于负载性质。下面介绍功率性质的判别方法:

(1)由电压 U 和电流 I 的参考方向确定式(1-7)中的符号:

①当电压 U 和电流 I 为关联参考方向时,功率的计算公式取正号,即

$$P = UI \text{ (或 } p = ui) \quad (1-8)$$

②当电压 U 和电流 I 为非关联参考方向时,功率的计算公式取负号,即

$$P = -UI \text{ (或 } p = -ui) \quad (1-9)$$

(2)再将已知的 $U(u)$ 和电流 $I(i)$ 的数值及符号代入上面相应的公式中得到计算结果。

(3)判断功率的性质:

①若计算结果 $P > 0$,表明该元件为吸收(或消耗)功率,属于负载性质;

②若计算结果 $P < 0$,表明该元件为产生功率,属于电源性质。

2. 电能

除了功率之外,有时还要计算一段时间内(t_1 至 t_2)电路元件所消耗(或产生)的电能。