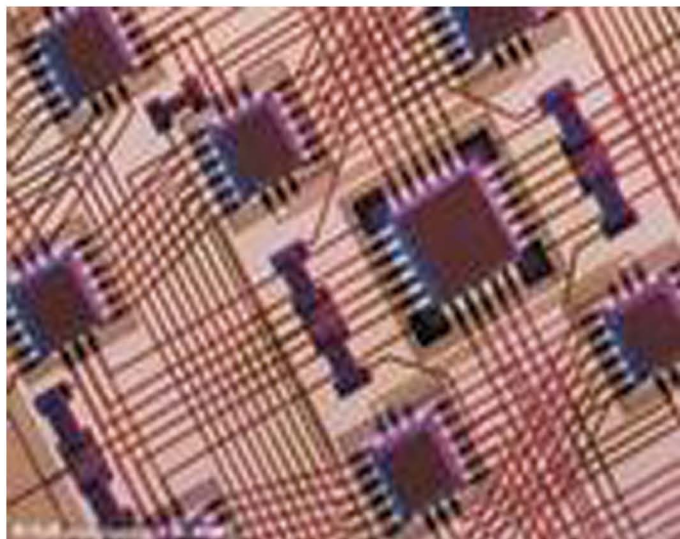


“十二五”普通高等院校规划教材

电工电子技术基础^(第2版)

DIANGONG DIANZI JISHU JICHU

主编 ◎ 王毅 贾磊 朱成庆



电子科技大学出版社

“十二五”普通高等院校规划教材

电工电子技术基础(第2版)

主 编	王 毅	贾 磊	朱成庆	
副主编	张天鹏	刘新英	李建军	刘 悦
	郎晓杰	姚国林	王 超	邓宽林
	付克兰	龙 燕	陈 涛	赵安城
	李小娟			
参 编	曹永娣			



电子科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

电工电子技术基础 / 王毅, 贾磊, 朱成庆主编. —
2 版. — 成都: 电子科技大学出版社, 2015.6
ISBN 978-7-5647-3008-6

I. ①电… II. ①王… ②贾… ③朱… III. ①电工技
术—高等职业教育—教材②电子技术—高等职业教育—教
材 IV. ①TM②TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 116174 号

内 容 简 介

本书是根据教育部制定的《高等职业教育技能型紧缺人才培养指导方案》和近年来高职高专教育教学改革的成果编写而成的。全书共分十三章, 内容包括直流电路、正弦交流电路、磁路与铁芯线圈电路、电动机、电气控制基础、工厂供电与安全用电、常用半导体器件、信号放大电路、直流稳压电源、组合逻辑电路、时序逻辑电路、转换电路、技能实训指导。为培养学生必备的实操能力, 书后有针对性地安排了实训指导, 供实训时选用。

本书通俗易懂, 实用性强, 学生易学, 教师易教, 可作为高职高专院校非电类专业电工电子技术基础课程教材, 也可供相关工程技术人员参考。

电工电子技术基础(第 2 版)

主 编 王 毅 贾 磊 朱成庆

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: 曾 艺

责任编辑: 曾 艺

责任校对: 刘 愚

主 页: www.uestcp.com.cn

电子邮箱: uestcp@uestcp.com.cn

发 行: 全国新华书店经销

印 刷: 北京市龙展印刷厂

成品尺寸: 185mm×260mm 印张 19.5 字数 480 千字

版 次: 2015 年 7 月第一版

印 次: 2015 年 7 月第一次印刷

书 号: ISBN 978-7-5647-3008-6

定 价: 36.00 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)83201495。

◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。

前 言

本书是根据教育部制定的《高等职业教育技能型紧缺人才培养指导方案》和近年来高职高专教育教学改革的成果编写而成的。可供高职高专院校非电类专业学习使用。

本书按照“厚基础、宽口径”的指导思想,其任务是使学生具备高素质技能型人才所必需的电工电子基本知识和基本技能。同时,为学生学习后续课程、适应职业岗位变化打下一定的基础。本书在内容结构和知识安排上都采用一些新颖的写法,从而使本书具有如下特色:

(1)面向职教。本书的作者均来自教学一线,有多年的专业教学经验,因此能根据高等职业教育的培养目标,结合目前高等职业学院的教学实际编写。编写过程中始终坚持“以学生为出发点,以职业标准为依据,以职业能力为核心”的理念。

(2)面向岗位。本书对传统学科型教材进行了整合,基本知识点、能力点的选取以职业岗位能力为基本依据,坚持“理论知识以够用为度”、“技能训练面向岗位需求”的原则。本书列举了许多电路实例,使学生将电工电子基础知识与专业知识紧密结合起来,以培养学生分析专业问题和解决实际问题的能力。

(3)面向教学。本书在叙述上力求语言简练、通俗易懂。形式上图文并茂,特色鲜明;结构上根据职业工作需求,采用项目导向、任务驱动的新模式;内容上科学规划,淡化学科体系,删繁就简,突出理论和实践的结合,由浅入深,环环相扣,学生易学,教师易教。

(4)面向未来。随着集成控制技术、计算机技术和网络技术的发展,电子技术已明显向集成化、智能化和网络化方向发展。

本书由王毅、贾磊、朱成庆任主编,本书在编写、定稿和审稿过程中得到许多老师的帮助和大力支持,并参考了大量的著作和文献资料,编者在此一并表示衷心的感谢。

编 者

2015 年 3 月

目 录

第 1 章 直流电路	1
1.1 电路的基本知识	1
1.1.1 电路的组成	1
1.1.2 电路模型	1
1.1.3 电路的作用	2
1.2 电路的基本物理量	2
1.2.1 电流	2
1.2.2 电压与电动势	3
1.2.3 电位	4
1.2.4 功率	6
1.3 电路的基本定律	7
1.3.1 欧姆定律	7
1.3.2 基尔霍夫定律	7
1.4 电路的基本工作状态	10
1.4.1 通路状态	10
1.4.2 开路状态	11
1.4.3 短路状态	11
1.5 戴维南定理	12
1.5.1 二端网络	12
1.5.2 戴维南定理	12
本章小结	14
习 题	14
第 2 章 正弦交流电路	18
2.1 正弦交流电的基本知识	18
2.1.1 正弦交流电的基本概念	18
2.1.2 正弦交流电的三要素	19
2.2 正弦量的相量表示法	23
2.2.1 用旋转相量表示正弦量	23
2.2.2 相量图	23
2.2.3 正弦量的加减运算	24
2.3 交流电路中的基本元件	25

2.3.1	电阻元件	25
2.3.2	电感元件	28
2.3.3	电容元件	29
2.4	单相正弦交流电路	31
2.4.1	纯电阻电路	31
2.4.2	纯电感电路	33
2.4.3	纯电容电路	35
2.5	RLC 串联电路	36
2.5.1	RLC 串联电路中电压与电流的关系	37
2.5.2	RLC 串联电路中的阻抗	37
2.5.3	串联谐振	38
2.6	功率与功率因数	40
2.6.1	正弦交流电路中的功率	40
2.6.2	功率因数	41
2.7	三相正弦交流电路	43
2.7.1	三相正弦交流电源	43
2.7.2	三相交流电源的连接	45
2.7.3	三相负载的连接	47
2.7.4	三相交流电路的功率	50
本章小结		51
习 题		53

第 3 章 磁路与铁芯线圈电路 56

3.1	磁路的概述	56
3.1.1	磁场的基本物理量	56
3.1.2	铁磁材料的磁性能	57
3.1.3	磁路的基本定律	59
3.2	交流铁芯线圈电路	60
3.2.1	电磁关系	61
3.2.2	功率损耗	62
3.2.3	电磁铁	62
3.2.4	电磁铁在汽车上的应用	63
3.3	变 压 器	66
3.3.1	变压器的基本结构	66
3.3.2	变压器的工作原理	67
3.3.3	变压器的外特性	68
3.3.4	变压器的主要参数	69
3.4	几种常见的变压器	70
3.4.1	三相电力变压器	70

3.4.2	自耦变压器	71
3.4.3	互感器	72
3.5	变压器在汽车上的典型应用	74
3.5.1	开磁路式点火线圈	74
3.5.2	闭磁路式点火线圈	75
本章小结		76
习 题		76
第4章	电动机	78
4.1	三相异步电动机的基本知识	78
4.1.1	三相异步电动机的结构	78
4.1.2	三相异步电动机的工作原理	80
4.2	三相异步电动机的机械特性	82
4.2.1	电磁转矩 T 与转子转速 n_1 的关系曲线	83
4.2.2	转矩与功率的关系	84
4.2.3	电磁转矩与电源电压的关系	84
4.2.4	电动机铭牌	85
4.3	三相异步电动机的运行	86
4.3.1	启动	86
4.3.2	制动	88
4.3.3	反转	89
4.3.4	调速	89
4.4	单相异步电动机	90
4.4.1	单相电容分相式异步电动机	90
4.4.2	单相罩极式异步电动机	91
4.5	直流电动机	92
4.5.1	直流电动机的结构及转动原理	92
4.5.2	直流电动机的励磁方式	93
4.6	控制电动机	94
4.6.1	伺服电动机	94
4.6.2	步进电动机	95
本章小结		96
习 题		98
第5章	电气控制基础	101
5.1	常用低压电器	101
5.1.1	接触器	102
5.1.2	继电器	103
5.1.3	熔断器	106

5.1.4	自动空气断路器	107
5.1.5	开关与主令电器	108
5.2	三相异步电动机的典型控制	112
5.2.1	全电压直接启动	112
5.2.2	降压启动	113
5.2.3	反接制动控制	113
5.2.4	能耗制动控制	114
5.2.5	正反转控制	114
5.2.6	两地控制	115
5.2.7	顺序控制	115
5.2.8	自动往返控制	116
	本章小结	117
	习 题	118
第 6 章	工厂供电与安全用电	121
6.1	工厂供电的基本知识	121
6.1.1	电力系统	121
6.1.2	工厂供电	123
6.2	安 全 用 电	125
6.2.1	触电	126
6.2.2	电击对人体的伤害	126
6.2.3	常见的触电方式	127
6.2.4	接地和接零	128
6.3	触 电 急 救	130
6.3.1	首先要尽快地使触电者脱离电源	130
6.3.2	现场急救方法	130
6.4	电气火灾的防护及急救常识	132
6.4.1	电气防火的基本措施	132
6.4.2	电气火灾急救常识	133
	本章小结	133
	习 题	135
第 7 章	常用半导体器件	136
7.1	半导体的基本知识	136
7.1.1	本征半导体	137
7.1.2	杂质半导体	137
7.2	PN 结与二极管	139
7.2.1	PN 结	139
7.2.2	半导体二极管	140

7.3	特殊二极管	143
7.3.1	稳压二极管	143
7.3.2	发光二极管	144
7.3.3	光电二极管	145
7.4	半导体三极管	145
7.4.1	半导体三极管的结构和电路符号	145
7.4.2	三极管的放大原理	146
7.5	晶闸管	151
7.5.1	晶闸管的结构	151
7.5.2	晶闸管的外形	151
7.5.3	晶闸管的分类	152
7.5.4	晶闸管的工作原理	152
7.5.5	晶闸管的主要参数	153
	本章小结	154
	习 题	155

第8章 信号放大电路 157

8.1	放大电路的组成和工作原理	157
8.1.1	放大电路的组成	157
8.1.2	放大电路的工作原理	158
8.2	放大电路的静态分析	159
8.2.1	近似估算法求静态工作点	159
8.2.2	图解法求静态工作点	160
8.3	放大电路的动态分析	161
8.3.1	图解分析法	161
8.3.2	放大电路的微变等效电路分析法	162
8.3.3	放大电路的微变等效电路	164
8.4	多级放大电路	166
8.4.1	阻容耦合方式的特点	166
8.4.2	阻容耦合多级放大电路的分析与计算	166
8.4.3	直接耦合方式	167
8.5	功率放大器	168
8.5.1	功率放大电路的基本要求	168
8.5.2	放大电路的工作状态与效率	169
8.5.3	OTL 互补对称功率放大电路	169
8.6	集成运算放大器简介	171
8.6.1	集成运放的组成	171
8.6.2	集成运放的性能指标	172
8.6.3	集成运放的传输特性	173

8.6.4	理想运放的“虚短”、“虚断”概念	174
8.7	放大电路中的负反馈	175
8.7.1	反馈的基本概念	175
8.7.2	反馈的四种组态	176
8.7.3	负反馈电路分析	178
8.7.4	负反馈对放大器性能的影响	179
8.8	集成运算放大器的应用	182
8.8.1	集成运算放大器的线性应用	182
8.8.2	集成运算放大器的非线性应用	186
8.9	放大电路在汽车电子电路中的应用	187
8.9.1	三极管放大电路在汽车电子电路中的应用	187
8.9.2	三极管开关电路在汽车电子电路中的应用	188
8.9.3	集成运算放大器在汽车电子电路中的应用	188
8.10	场效应管	189
8.10.1	N 沟道增强型 MOS 管	189
8.10.2	N 沟道耗尽型 MOS 管	191
8.10.3	三极管与场效应管的性能特点	191
本章小结	.....	192
习 题	.....	193

第 9 章 直流稳压电源 195

9.1	直流稳压电源基本知识	195
9.2	单相整流电路	196
9.2.1	单相半波整流电路	196
9.2.2	单相桥式整流电路	197
9.2.3	二极管的选择	198
9.3	晶闸管整流电路	199
9.3.1	单相半波可控整流电路	199
9.3.2	单相半控桥式整流电路	200
9.4	晶闸管触发电路	201
9.4.1	单结晶体管的结构和特性	202
9.4.2	单结晶体管触发电路	203
9.5	滤波电路	204
9.5.1	电容滤波电路	204
9.5.2	电感滤波电路	205
9.5.3	复式滤波电路	206
9.6	稳压电路	207
9.6.1	硅稳压二极管稳压电路	207
9.6.2	集成稳压电路	208

本章小结	210
习 题	211
第 10 章 组合逻辑电路	213
10.1 数制与码制	213
10.1.1 数制	213
10.1.2 码制	216
10.2 基本逻辑运算	217
10.2.1 与运算(逻辑与)	217
10.2.2 或运算(逻辑或)	218
10.2.3 非运算(逻辑非)	218
10.2.4 常用的复合逻辑运算	219
10.2.5 门电路在汽车电子电路中的应用	219
10.3 集成逻辑门电路	220
10.3.1 TTL 与非门电路	220
10.3.2 其他特殊的 TTL 门电路	222
10.4 组合逻辑电路	225
10.4.1 组合逻辑电路的分析方法	225
10.4.2 加法器	226
10.4.3 编码器	228
10.5 译码器和数字显示电路	230
10.5.1 二进制译码器	230
10.5.2 显示译码器	231
本章小结	233
习 题	234
第 11 章 时序逻辑电路	236
11.1 触发器	236
11.1.1 基本 RS 触发器	236
11.1.2 同步 RS 触发器	237
11.1.3 主从型 JK 触发器	238
11.1.4 维持阻塞型 D 触发器	240
11.1.5 触发器逻辑功能的转换	241
11.2 时序逻辑电路分析	243
11.3 计数器	245
11.3.1 二进制计数器	245
11.3.2 十进制计数器	247
11.3.3 N 进制计数器	249
11.4 555 集成定时器	250

11.4.1	555 定时器的结构及功能	250
11.4.2	555 定时器组成的多谐振荡器	252
本章小结	.....	255
习 题	.....	255
第 12 章 转换电路	.....	257
12.1 D/A 转换器	257	
12.1.1	二进制权电阻网络 D/A 转换器	257
12.1.2	集成 D/A 转换器 CC7520	258
12.1.3	主要参数	258
12.2 A/D 转换器	259	
12.2.1	并联比较型 A/D 转换器	259
12.2.2	逐次逼近型 A/D 转换器	261
12.2.3	集成 A/D 转换器 ADC0809	261
12.2.4	主要参数	263
本章小结	.....	263
习 题	.....	264
第 13 章 技能实训指导	.....	265
13.1	指针式万用表使用	265
13.2	验证基尔霍夫定律	268
13.3	日光灯的安装调试	269
13.4	三相交流电路的测试	271
13.5	三相异步电动机的测试	274
13.6	三相异步电动机点动与长动控制	276
13.7	三相异步电动机 Y— Δ 降压起动控制	278
13.8	二极管、三极管的识别与检测	279
13.9	示波器的使用	281
13.10	整流滤波电路	283
13.11	单管交流放大电路	285
13.12	译码显示电路测试	288
13.13	时序逻辑电路逻辑功能测试	290
13.14	555 定时器的应用	292
部分习题参考答案	.....	294
参考文献	.....	300



第1章 直流电路

学习要求

1. 理解电路的组成和作用。
2. 熟悉电路基本物理量的含义。
3. 理解电路基本定律,会利用基尔霍夫定律解决复杂电路问题。
4. 会利用戴维南定理解决复杂电路问题。

1.1 电路的基本知识

1.1.1 电路的组成

电路,简单地说就是电流流通的路径。它是由若干电气设备或元件按照一定方式用导线连接而成的,通常由电源、负载和中间环节三个部分组成。

电源是将其他形式的能量转换为电能的装置,如发电机、干电池、蓄电池等将各种非电能(如热能、化学能、机械能、水能、原子能等)转换成电能。

负载是消耗电能的设备,它将电能转换成非电形态的能量并消耗掉。例如,电动机、照明灯、电炉等,它们可将电能转换成机械能、光能和热能。

中间环节包括变压器、连接导线、控制开关和保护装置等,主要起控制、保护和测量等作用。

日常生活中使用的手电筒电路如图 1-1(a) 所示,干电池是电源,灯泡是负载,筒体(包括开关)是中间环节。电路理论中,通常用电路原理图来表示实际电路。在电路原理图中,各种电器元件都不需要画出原有的形状,而是采用统一规定的图形符号来表示。图 1-1(b) 就是手电筒的电路原理图。

1.1.2 电路模型

生活中接触到实际电路是由实际电路元件组成的。每一个实际电路元件中都包含了



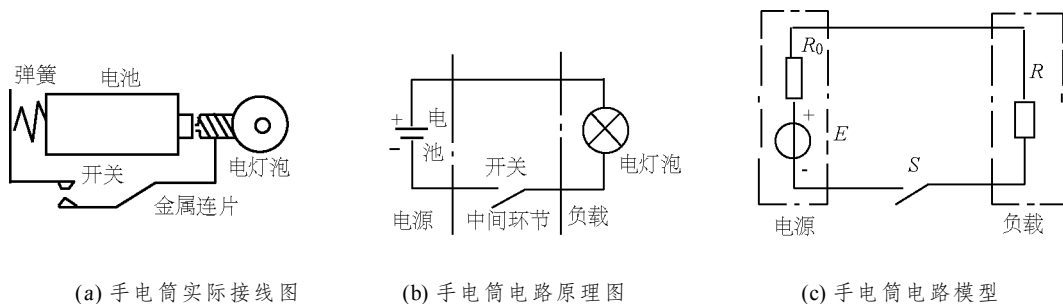


图 1-1 手电筒电路

多种复杂的电磁关系,给我们的分析和计算带来了一定的困难。为了便于对电路进行分析计算,将电路中实际元件理想化(或称模型化),即在一定条件下突出其主要的电磁性质,忽略其次要因素,把它们近似地看成理想电路元件。用理想电路元件及国家规定的标准电器元件符号所组成的电路图称为电路模型,简称电路。电路模型是电路分析研究的对象。

如图 1-1(c) 手电筒的电路模型,图中电灯泡是电阻元件,其参数为电阻 R ;干电池是电源元件,其参数为电动势 E 和内电阻 R_0 ;筒体是连接干电池与电灯泡的中间环节(包括开关),其电阻忽略不计,认为是一种无电阻的理想导体。

常见的理想电路元件符号如图 1-2 所示。

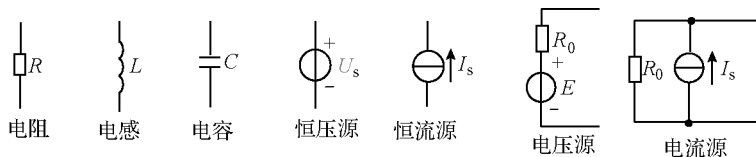


图 1-2 理想电路元件符号

1.1.3 电路的作用

电路种类繁多,从基本功能上分为两类。

一类是电力电路,其主要作用是电能的传输和转换,如把发电厂电机组产生的电能,通过变压器、输电线路送到千家万户的电力系统。

一类是信号电路,其主要作用是信号的传输和处理,如各种物理量的测量电路,放大电路,声音、图像或文字处理电路。

1.2 电路的基本物理量

1.2.1 电流

电流是由带电粒子有规则地定向运动而形成的,其大小等于单位时间内通过导体横截面的电荷量,即

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



大小或方向随时间变化的电流称交流电流,用小写字母 i 表示;不随时间变化的电流称直流电流,用大写字母 I 表示。

在国际单位制中,电流的单位是安培(库仑/秒),简称安,用大写字母 A 表示。另外还有毫安(mA)、微安(μA),它们之间的换算关系为

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

既然电流是由带电粒子有规则的定向运动形成的,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。

在复杂电路的分析中,一段电路电流的实际方向很难预先判断出来,在电路中就无法标明电流的实际方向。为了便于分析和计算电路,人为地引入了电流参考方向的概念。所谓参考方向就是任意选定一个方向作为电流的方向,这个方向就称为电流的参考方向,有时又称为电流的正方向。电流的参考方向一般用实线箭头表示。

如图 1-3 所示为某电路的一部分,其中长方框表示一个二端元件,流过这个元件的电流为 i ,其实际方向可能是从 $A \sim B$,也可能是从 $B \sim A$ 。在该图中用实线箭头表示电流的参考方向,它不一定与电流的实际方向一致。如果电流 i 的实际方向是由 $A \sim B$,如图 1-3(a) 中虚线箭头所示,与参考方向一致,则电流为正值,即 $i > 0$;在图 1-3(b) 中,电流的参考方向由 $B \sim A$,电流的实际方向是由 $A \sim B$,两者不一致,故电流为负值,即 $i < 0$ 。这样,在指定的电流参考方向的情况下,电流值的正和负就可以反映出电流的实际方向。

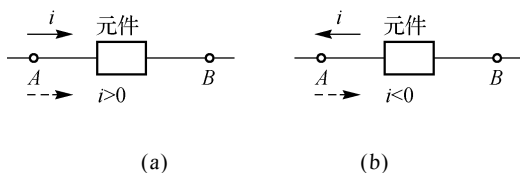


图 1-3 电流的参考方向与实际方向的关系

今后在分析与计算电路时,都要在电路图中标出有关支路电流的参考方向。这样,最后计算出来的电流正负值才有意义。

1.2.2 电压与电动势

电荷在电路中运动,必然受到电场力的作用,也就是说,电场力对电荷做了功。为了衡量其做功的能力,引入“电压”这一物理量,并定义:电路中 a 、 b 两点间的电压,在数值上等于电场力把单位正电荷从电路中 a 点移动到 b 点所做的功,用 U_{ab} 表示,即

$$U_{ab} = \frac{dW_{ab}}{dq} \quad (1-2)$$

电压的实际方向规定为由高电位端指向低电位端,即指向电位降低的方向。

与电流一样,在较为复杂的电路中,往往无法事先确定电压的实际方向(或者极性)。因此,在电路图上所标出的也都是电压的参考方向。若电压的参考方向与实际方向一致,则其值为正;若电压的参考方向与实际方向相反,则其值为负。这样,在指定的电压参考方向的情况下,电压值的正和负就可以反映出电压的实际方向,如图 1-4 所示。

电动势是用来表示电源力移动单位正电荷做功本领的物理量,在图 1-5 中,电源的电动势 E_{ba} ,在数值上等于电源力把正电荷 q 从负极 b (低电位) 经由电源内部移到电源的正

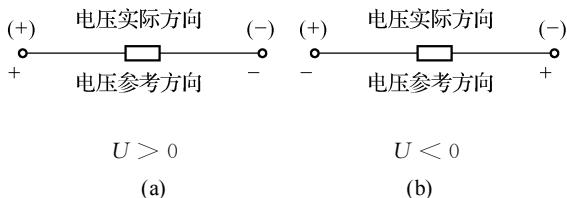


图 1-4 电压的参考方向与实际方向的关系

极 a (高电位) 所做的功 W_{ba} , 即

$$E = \frac{W_{ba}}{q} \quad (1-3)$$

由式(1-2) 和式(1-3) 可知:

$$U_{AB} = E \quad (1-4)$$

电压也称为两点间的电位差, 即

$$U_{ab} = V_a - V_b \quad (1-5)$$

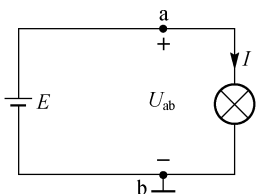


图 1-5 电动势 E 、电压 U 和电流 I 的关系

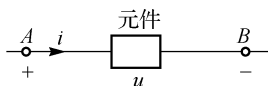


图 1-6 与参考方向相关联

在国际单位制中, 电压和电动势的单位都是伏特(焦耳 / 库仑), 简称伏, 用大写字母 V 表示。另外还有千伏(kV)、毫伏(mV) 和微伏(μV), 它们之间的换算关系为:

$$1\text{kV} = 10^3\text{V} = 10^6\text{mV} = 10^9\mu\text{V}$$

电源电动势的实际方向规定为在电源内部由低电位端指向高电位端, 即电位升高的方向。

对于同一个元件或同一段电路上的电压和电流的参考方向的假定, 原则上是任意的, 但为了方便起见, 习惯上常将电压和电流的参考方向设定为一致, 称为关联参考方向, 如图 1-6 所示。

1.2.3 电位

为了分析电路方便, 常指定电路中任意一点为参考点。我们定义: 电场力把单位正电荷从电路中某点移到参考点所做的功称为该点的电位, 用大写字母 V 表示。电路中某点的电位即为该点与参考点之间的电压。

为了确定电路中各点的电位, 必须在电路中选择参考点。分析如下:

(1) 参考点的电位为零。在图 1-7(a) 中, $V_O = 0$ 。

(2) 其他各点的电位为该点与参考点之间的电位差, 如图 1-7 (a) 中 A 、 B 两点的电位分别为:

$$V_A = V_A - V_O = U_{AO} = 1\text{V}$$

$$V_B = V_B - V_O = U_{BO} = -2\text{V}$$

(3) 参考点选取不同, 电路中各点的电位也不同, 但任意两点间的电位差(电压) 不



变。如选取 B 点为参考点,如图 1-7 (b) 所示,则 $V_B = 0$

$$V_A = V_A - V_B = U_{AB} = 3V$$

但 A 、 B 两点间的电压不变,仍然为 $U_{AB} = 3V$ 。

由以上分析可知:电压是绝对的,电位是相对的。

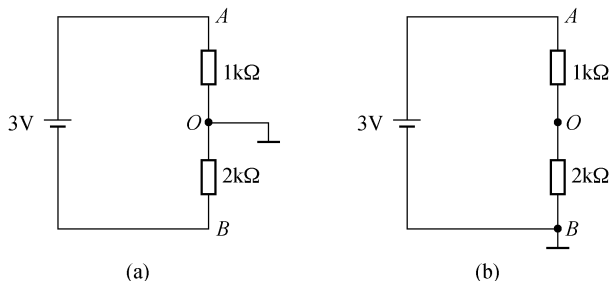


图 1-7 电位的计算示例

(4) 在研究同一电路系统时,只能选取一个电位参考点。电位概念的引入,给电路分析带来了方便,因此,在电子线路中往往不再画出电源,而改用电位标出。图 1-8 是电路的一般画法与电子线路的习惯画法示例。

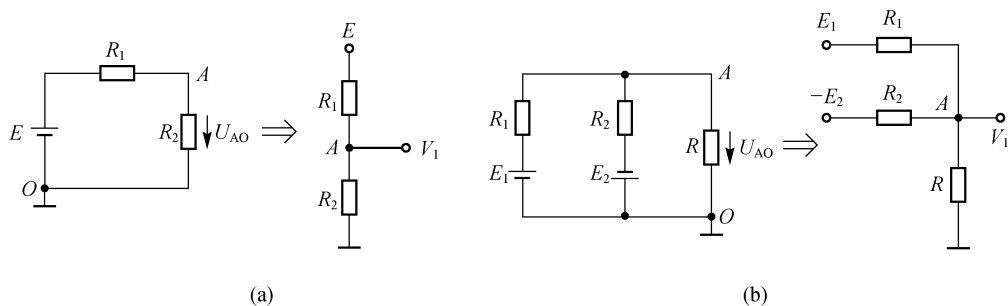


图 1-8 电路的一般画法与电子线路的习惯画法

【例 1-1】图 1-9 电路中, d 为参考点,各元件的参数值及电压、电流的参考方向如图所示,并知 $I_1 = 2A$, $I_2 = -1.25A$, $I_3 = 0.75A$,试求:(1) a 、 b 、 c 各点的电位 V_a 、 V_b 、 V_c ; (2) 电压 U_{ab} 、 U_{bc} 。

解:(1) $V_a = E_1 = 10V$, $V_c = E_2 = 8V$,根据欧姆定律

$$U_{bd} = R_3 I_3 = 12 \times 0.75V = 9V$$

$$\text{故 } V_b = U_{bd} = 9V$$

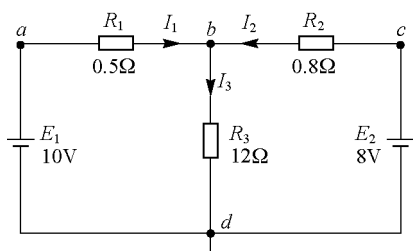


图 1-9 例 1-1 图

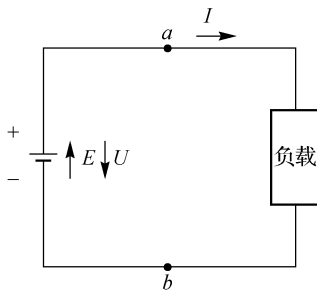


图 1-10 电路的功率