



普通高等教育创新型人才培养规划教材

电工基础 (第4版)

主 编 邢迎春 葛廷友
副主编 刘福珍 王新岚
主 审 杜振玉

配有课件
和习题答案



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS



普通高等教育创新型人才培养规划教材

电 工 基 础

(第 4 版)

主 编 邢迎春 葛廷友
副主编 刘福珍 王新岚
主 审 杜振玉

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

“电工基础”是应用型本科及高职高专机电类及相关专业的一门主干课程,其任务是使学生掌握电工基础理论以及电路分析计算的基本方法与技巧。

本教材包括基础理论、实验实训、附录三部分。基础理论的编写以“宽、浅、精”为原则,以“必需、够用”为度,注意内容的深度与广度的结合,注意内在联系。实验实训部分是根据电工基础教学的基本要求编写的,同时充分考虑了各院校的实验实训条件,能框架式地适应相关院校的教学实践。附录部分是根据电工基础教学、实验实训以及电气测量操作要求编写的。每章配有典型例题、章后习题及测试题。同时,本书还配有习题及测试题的详细解答供教师参考,如有需要,请发邮件至 goodtextbook@126.com 或致电 010-82317037 申请索取。

本教材可供应用型本科及高职高专机械、机电、电工电子等专业教学使用,也可供相关专业的师生选用或参考。

图书在版编目(CIP)数据

电工基础 / 邢迎春, 葛廷友主编. -- 4 版. -- 北京 :
北京航空航天大学出版社, 2016. 1
ISBN 978-7-5124-1992-6

I. ①电… II. ①邢… ②葛… III. ①电工学 IV.
①TM1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 311486 号

版权所有,侵权必究。

电工基础(第 4 版)

主 编 邢迎春 葛廷友
副主编 刘福珍 王新岚
主 审 杜振玉
责任编辑 董 瑞

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱: goodtextbook@126.com 邮购电话:(010)82316936

北京时代华都印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:19.25 字数:493 千字

2016 年 2 月第 4 版 2016 年 2 月第 1 次印刷 印数:3 000 册

ISBN 978-7-5124-1992-6 定价:40.00 元

若本书有倒页、脱页、缺页等印装质量问题,请与本社发行部联系调换。联系电话:(010)82317024

前 言

本教材是结合应用型本科及高职高专教育发展的实际需求编写的。教材第4版是在第3版的基础上征求使用本教材院校的意见并为实现当前教学目标重新编写的。本教材在原内容框架不变的原则下,对部分内容进行了修改,纠正了第3版教材中的错误,增加了2.8、8.5及第9章内容。本教材可供应用型本科及高职高专机械、机电、电工电子类专业使用,也可供相关专业选用或参考。

本教材包括基础理论、实验实训、附录三部分。

基础理论的编写以“宽、浅、精”为原则,以“必须、够用”为度,注意内容的深度与广度的结合,注意内在联系,定量定性地把握内容,尽量避免繁琐的数学分析与推导,力求做到基本概念清楚、语言简练通畅。每章有典型题例,章后有习题、测试题,以便学生掌握基本内容,提高分析问题与解决问题的能力。

实验实训部分是根据电工基础教学的基本要求编写的,同时充分考虑了各院校的实验实训条件,能框架式地适应相关院校的教学实践。在编写过程中,将重点放在培养学生的基本动手和操作能力、规范地使用各类仪器及设备上。同时,注意培养学生运用基础理论知识分析、观察、记录和处理实验数据的能力。编写时力求做到目的明确、思路清晰、方法合理、操作可行、步骤得当,每一实验后均提出让学生分析思考的问题,以便扩展思维,取得良好的实验实训效果。

附录部分是根据电工基础教学、实验实训以及电气测量操作要求编写的。编写过程中,将重点放在常用电工仪表的分类、选择、工作原理及测量方法上。编写时注意工作原理细化,测量方法明确。该部分也可作为常用电工仪表的内容进行单独授课或培训。

教学中可根据各专业的学时和教学目标选学教材中的内容。

本书由大连海洋大学应用技术学院邢迎春、葛廷友主编。参加本书编写工作的有大连海洋大学应用技术学院邢迎春(第1、2章),大连海洋大学应用技术学院葛廷友(第8、9、10章,实验实训1~5、16),山西农业大学平遥机电学院刘福珍(第4章,实验实训7~10),山西农业大

学平遥机电学院王新岚(第5、6章,实验实训6、11~14),山西农业大学平遥机电学院李伍元(第3、7章,实验实训15、附录6),山西农业大学平遥机电学院张进彪(附录1~5、7)。全书由大连海洋大学应用技术学院邢迎春统稿。

山西农业大学平遥机电学院杜振玉老师对本书进行了精心审阅并提出了许多宝贵意见,在此表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限,书中缺点、错误、遗漏或不妥之处恳请广大读者批评指正。

编 者

2015年11月

本书配有习题及测试题的参考答案供教师参考,如有需要,请发邮件至 goodtextbook@126.com 或致电 010-82317037 申请索取。

目 录

第一部分 基础理论

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	1
1.1.3 电路原理图	2
1.2 电路的基本物理量	2
1.2.1 电流、电压及其参考方向	2
1.2.2 电 位	4
1.2.3 电动势	5
1.2.4 功率与电能	7
1.3 电阻元件	8
1.3.1 电阻与电阻元件	8
1.3.2 电阻元件的约束	9
1.3.3 电阻元件的功率	10
1.3.4 电路的工作状态	11
1.4 电压源与电流源	11
1.4.1 电压源	11
1.4.2 电流源	12
1.5 基尔霍夫定律	14
1.5.1 与拓扑约束有关的几个名词	14
1.5.2 基尔霍夫电流定律	14
1.5.3 基尔霍夫电压定律	16
本章小结	17
习 题	18
测试题	20
第 2 章 直流电阻性电路的分析	22
2.1 电阻的连接及等效电路	22
2.1.1 等效网络的概念	22
2.1.2 电阻的串联	22
2.1.3 电阻的并联	23
2.1.4 电阻的混联	24
2.2 电阻的星形连接与三角形连接及等效变换	24
2.2.1 电阻的星形连接与三角形连接	24
2.2.2 电阻的星形连接与三角形连接的等效变换	25

2.3	两种电源模型的等效变换	27
2.3.1	电源模型的连接	27
2.3.2	电源模型的等效变换	27
2.4	支路电流与支路电流法	28
2.4.1	支路电流	29
2.4.2	支路电流法	29
2.5	网孔电流和网孔法	29
2.5.1	网孔电流	29
2.5.2	网孔法	30
2.6	节点法	32
2.6.1	节点法概述	32
2.6.2	弥尔曼定理	35
2.7	叠加原理	36
2.8	替代定理	37
2.9	戴维南定理与诺顿定理	38
2.9.1	戴维南定理	38
2.9.2	诺顿定理	39
2.9.3	最大功率输出条件	40
2.10	受控源及受控源电路的分析	41
2.10.1	受控源	41
2.10.2	受控源电路的分析	41
2.11	非线性电路分析简介	44
2.11.1	非线性电阻元件	44
2.11.2	非线性电阻元件电路的分析	45
	本章小结	47
	习 题	48
	测试题	51
第3章	电容元件和电感元件	54
3.1	电容元件	54
3.1.1	电容元件的基本概念	54
3.1.2	电容元件的约束	56
3.1.3	电容元件的电场能量	56
3.1.4	电容元件的串并联	57
3.2	电感元件	59
3.2.1	电感元件的基本概念	59
3.2.2	电感元件的约束	61
3.2.3	电感元件的储能	62
	本章小结	63
	习 题	64

测试题	65
第 4 章 正弦交流电路	68
4.1 正弦量的基本概念	68
4.1.1 正弦量的三要素	68
4.1.2 正弦量的有效值	70
4.1.3 正弦量的相位差	70
4.2 正弦量的相量表示	72
4.2.1 复数及其四则运算	73
4.2.2 正弦量的相量表示	75
4.3 正弦交流电路中的电阻元件	76
4.3.1 电阻元件的电压与电流的关系	77
4.3.2 电阻元件的功率	78
4.4 正弦交流电路中的电感元件	79
4.4.1 电感元件的电压与电流的关系	79
4.4.2 电感元件的功率	80
4.5 正弦交流电路中的电容元件	82
4.5.1 电容元件的电压与电流的关系	82
4.5.2 电容元件的功率	83
4.6 基尔霍夫定律的相量形式	84
4.6.1 相量形式的基尔霍夫电流定律	85
4.6.2 相量形式的基尔霍夫电压定律	85
4.7 RLC 串联电路	86
4.7.1 RLC 串联电路的电压与电流的关系	86
4.7.2 RLC 串联电路的性质	88
4.8 RLC 并联电路	89
4.8.1 RLC 并联电路的电流与电压的关系	90
4.8.2 RLC 并联电路的性质	91
4.9 无源二端网络的等效复阻抗和复导纳	92
4.9.1 复阻抗、复导纳的串联和并联	92
4.9.2 复阻抗与复导纳的等效变换	93
4.10 相量法分析正弦交流电路	93
4.11 正弦交流电路中的功率	96
4.11.1 瞬时功率	96
4.11.2 有功功率	96
4.11.3 无功功率	97
4.11.4 视在功率	97
4.11.5 复功率	98
4.12 功率因数的提高	99
4.12.1 提高功率因数的意义	99

4.12.2 提高功率因数的方法	99
4.13 电路的谐振	101
4.13.1 串联谐振	101
4.13.2 并联谐振	104
本章小结	106
习 题	109
测试题	112
第5章 三相正弦交流电路	117
5.1 三相交流电源	117
5.1.1 三相交流电压的产生	117
5.1.2 三相电源的连接	118
5.2 三相负载的连接	121
5.2.1 三相负载的星形连接	121
5.2.2 三相负载的三角形连接	123
5.2.3 三相电路的接线方式	124
5.3 三相电路的分析与计算	125
5.3.1 对称三相电路的分析计算	125
5.3.2 不对称三相电路的分析计算	127
5.4 对称三相电路的故障分析	131
5.4.1 星形连接的对称三相负载的故障分析	131
5.4.2 三角形连接的对称负载的故障分析	133
5.5 三相电路的功率	134
本章小结	136
习 题	137
测试题	138
第6章 互感耦合电路	140
6.1 互感现象与互感电压	140
6.1.1 互感现象	140
6.1.2 互感系数和耦合系数	141
6.1.3 互感电动势和互感电压	143
6.2 互感线圈的同名端	144
6.2.1 互感线圈的同名端概述	144
6.2.2 同名端的测定	144
6.3 互感电路的计算	146
6.3.1 互感线圈的串联	146
6.3.2 互感线圈的并联	148
6.3.3 互感消去法	149
6.4 空心变压器	150
6.5 理想变压器	152

6.5.1 理想变压器的定义	152
6.5.2 理想变压器的作用	153
本章小结	156
习 题	157
测试题	160
第 7 章 非正弦周期性电路	162
7.1 非正弦周期量的合成与分解	162
7.1.1 非正弦周期量的合成	162
7.1.2 非正弦周期量的分解	163
7.1.3 非正弦周期性函数的傅里叶级数的简化	166
7.2 非正弦周期量的有效值、平均值和平均功率	167
7.2.1 非正弦周期量的有效值	167
7.2.2 非正弦周期量的平均值	168
7.2.3 非正弦周期量的平均功率	168
7.3 非正弦周期性电路的计算	170
本章小结	173
习 题	174
测试题	175
第 8 章 线性动态电路的分析	178
8.1 换路定律与初始值的计算	178
8.1.1 电路的动态过程	178
8.1.2 换路定律及初始值的计算	178
8.2 一阶电路的零输入响应	180
8.2.1 RC 电路的零输入响应	180
8.2.2 RL 电路的零输入响应	181
8.3 一阶电路的零状态响应	182
8.3.1 RC 电路的零状态响应	182
8.3.2 RL 电路的零状态响应	184
8.4 全响应及三要素法	185
8.5 一阶电路的阶跃响应	187
8.5.1 单位阶跃函数	187
8.5.2 一阶电路的阶跃响应	188
本章小结	190
习 题	190
测试题	192
第 9 章 双口网络	195
9.1 双口网络的概述	195
9.2 双口网络的方程和参数	195
9.2.1 短路导纳参数	195

9.2.2 开路阻抗参数	197
9.2.3 传输参数	198
9.2.4 混合参数	199
9.3 双口网络的等效电路	200
9.3.1 T型等效电路	201
9.3.2 Π 型等效电路	201
本章小结	202
习 题	202
测试题	203
第10章 磁路与铁芯线圈	205
10.1 磁场的基本物理量与铁磁物质	205
10.1.1 磁场的基本物理量	205
10.1.2 铁磁物质的磁化	206
10.2 磁路及磁路定律	208
10.2.1 磁 路	208
10.2.2 磁路的基尔霍夫第一定律	208
10.2.3 磁路的基尔霍夫第二定律	208
10.2.4 磁路的欧姆定律	209
10.3 恒定磁通、磁路的计算	209
10.3.1 已知磁通求磁通势	209
10.3.2 已知磁通势求磁通	210
10.4 交流铁芯线圈	210
10.4.1 交流铁芯线圈的电流、电压及磁通	210
10.4.2 磁滞损耗与涡流损耗	211
10.4.3 交流铁芯线圈的等效电路	211
本章小结	211
习 题	212
测试题	213

第二部分 实验实训

实验实训基本要求	214
实验实训项目	216
实验实训1 认识实验	216
实验实训2 电阻的测量	217
实验实训3 基尔霍夫定律	219
实验实训4 叠加原理	220
实验实训5 戴维南定理	222
实验实训6 电容元件和电感元件	224
实验实训7 交流电路等效参数的测量	227

实验实训 8 RL 串联电路	229
实验实训 9 功率因数的测量与提高	231
实验实训 10 串联谐振电路	235
实验实训 11 三相负载的星形连接	238
实验实训 12 三相负载的三角形连接	239
实验实训 13 三相电路的功率	241
实验实训 14 互感耦合电路	243
实验实训 15 非正弦周期性电路	245
实验实训 16 一阶电路的研究	248

第三部分 附 录

附录知识	250
附录 1 常用电工仪表的一般知识	250
附录 2 常用指示类仪表的工作原理	254
附录 3 电流、电压的测量	263
附录 4 电功率的测量	270
附录 5 电阻的测量	275
附录 6 电度表的使用	281
附录 7 数字式仪表基础	285
附录习题	288
参考文献	289
习题及测试题简答	290

第一部分 基础理论

第 1 章 电路的基本概念和基本定律

本章主要介绍电路与电路模型以及电路的基本概念和基本定律。其内容有:电流、电压、电功率等主要物理量的基本概念,电路的参考方向与电路的关联方向在电路图上的实际意义,欧姆定律、基尔霍夫两个定律的使用条件和方法,以及电阻元件的特点、电压源、电流源的电路模型。

1.1 电路与电路模型

1.1.1 电 路

为了研究电路理论,首先要了解什么是电路。电路是各种电气元器件按需要,以一定方式连接起来组成的总体,它提供了电流流过的路径。

现代工程技术领域中存在着许多种类繁多、形式和结构各不相同的电路,但就其作用而言,有两个重要作用:一是进行能量的转换、传输和分配,电力系统电路就是这样的典型例子,即发电机组将其他能量转换成电能,经变压器、输电线传输分配到用电部门,在那里又把电能转换成光能、热能、机械能等形式加以利用;二是对电信号的处理和变换,收音机或电视机就是把电信号经过调谐、滤波、放大等环节的处理、变换,使其成为人们所期望的信号。电路的这种作用在自动控制、通信、计算机技术等方面同样得到广泛的综合应用。电路有时也称为电网络。

1.1.2 电路模型

电路模型就是用理想元器件及其组合近似地替代实际电路元器件,把实际电路的本质特征抽象出来所形成的理想化的电路。

实际的电路元器件在工作时的电磁性质是比较复杂的,绝大多数元器件同时存在多种电磁效应,给分析问题带来了困难。为了使问题得以简化,以便探讨电路的普遍规律,在分析和研究具体电路时,对实际的电路元器件,一般取其主要作用方面,并用一些理想电路元器件替代。所谓理想电路元器件是指在理论上具有某种确定的电磁性质的假想元器件,它们以及它们的组合可以反映出实际元器件的电磁性质和实际电路的电磁现象。这是因为,实际电路元器件虽然种类繁多,但在电磁特性方面可以分类。例如,有的元器件主要是供给能量的,它们能将非电能量转换成电能,如干电池、发电机等就可用“电压源”这样一个理想元件来表示;有的元器件主要是消耗电能的,如电炉、白炽灯等,就可用“电阻”这样一个理想元件来表示;另

外,还有的元器件主要是储存磁场能量或储存电场能量的,就可用“电感”或“电容”这样一个理想元件来表示等。

1.1.3 电路原理图

用规定的电路符号(图形与字母)表示各种理想元器件,得到的电路模型图称为电路原理图。

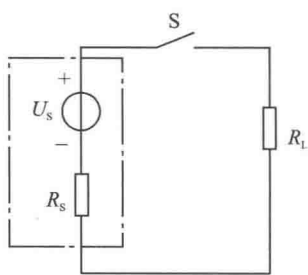


图 1-1 一个简单电路图

电路原理图简称电路图,电路图只反映元器件相互联系的实际情况,而不反映它们的几何位置等信息。图 1-1 就是一个按规定符号画出的简单电路图。其中 U_s (如干电池) 是电路中的电源元件; R_L 是电路中的电阻元件,表示负载(如灯泡); S 表示开关,连接导线消耗的电能很少,电阻可忽略不计。其他电路元件符号将在以后逐一介绍。

实际电路可分为“集中参数电路”和“分布参数电路”两大类: 当一个实际电路的几何尺寸远小于电路中电磁波波长时,就称其为集中参数电路; 否则就称其为分布参数电路。集中参数电路可用有限个理想元件构成其电路模型, 电路中的电磁量仅仅是时间的函数; 而分布参数电路情况, 则比较复杂, 其电磁量不仅是时间的函数, 而且还是空间距离的函数。集中参数电路理论是电路的最基本理论, 本书讨论的电路都是集中参数电路。

1.2 电路的基本物理量

电路分析中常用到电流、电压、电动势、电位、电功率等物理量。本节对这些物理量及其有关概念进行简要说明。

1.2.1 电流、电压及其参考方向

1. 电 流

带电粒子有规律地定向运动形成了电流。单位时间内通过导体截面的电荷量定义为电流, 用 i 表示, 根据定义有

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

式中, dq 为导体截面在 dt 时间内通过的电荷量。国际单位制(SI)中, 电荷量的单位为库仑(C); 时间单位为秒(s); 电流单位为安培, 简称安(A), 有时还用千安(kA)、毫安(mA)、微安(μA)等单位。

$$1 \text{ kA} = 10^3 \text{ A}, \quad 1 \text{ mA} = 10^{-3} \text{ A}, \quad 1 \mu A = 10^{-6} \text{ A}$$

电流的方向规定为正电荷运动的方向。对金属导体而言, 运动的电荷是自由电子(负电荷), 规定的电流正方向与电子实际运动的方向相反。

当电流的大小和方向不随时间而变化时, 就称为直流电流。以后对不随时间变化的物理量都用大写字母来表示。在直流时, 式(1-1)应写为

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

2. 电 压

电荷在电路中运动,必定受到力的作用,也就是说力对电荷做了功。为了衡量其做功的能力,引入电压这一物理量,并定义:电场力把单位正电荷从A点移到B点所做的功,称为A点到B点间的电压。用 u_{AB} 表示,即

$$u_{AB} = \frac{d\omega_{AB}}{dq} \quad (1-3)$$

式中, $d\omega_{AB}$ 为电场力将 dq 正电荷从A点移到B点所做的功。功的单位为焦耳(J);电荷单位为库仑(C);电压的单位为伏特,简称伏(V),有时还用(kV)、毫伏(mV)和微伏(μ V)等单位。

直流时,式(1-3)应写为

$$U_{AB} = \frac{W_{AB}}{Q} \quad (1-4)$$

由电压的定义可知,电压是有方向的。电压的方向是电场力移动正电荷的方向,这个方向也是规定的电压正方向。实际上只要有电场存在,电场中两点之间就有电压,而与受力电荷 Q 存在与否无关。如图1-2所示,A、B两端的电压存在,且为 U_{AB} 。

3. 参考方向

以上电流、电压的方向,是电路中客观存在的,称为实际方向,对于一些简单的电路是可以直接确定的。但在分析计算较复杂的电路时,往往很难判断出某一元件或某一段电路上电流或电压的实际方向;而对那些大小和方向都随时间变化的电流或电压,要在电路中标出它们的实际方向就更不方便了。因此,在分析计算电路时,在电路上要标定“参考方向”。参考方向是人们任意在电路图上选定的一个方向,也就是假设的,例如对于图1-3(a)、(b)所示电路中的一个元件,其电流的实际方向虽然事先不知,但它只有两种可能,不是A流向B,就是B流向A。可以任意选定一个方向作为参考方向,并用箭头标出。如果选定的参考方向是从A指向B的,若计算出 $i > 0$,则表明电流的参考方向与实际电流方向是一致的,如图1-3(a)所示;若计算出 $i < 0$,则表明电流的参考方向与实际电流方向是相反的,如图1-3(b)所示。于是在选定的参考方向下,电流的正负值也就反映了它的实际方向。

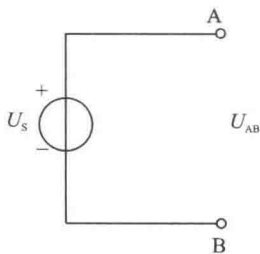


图 1-2 电源与端电压

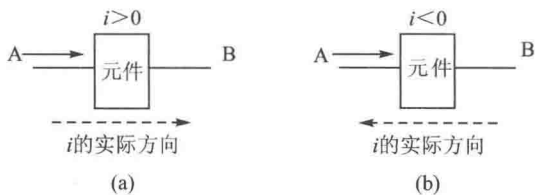


图 1-3 电流参考方向与实际方向的关系

同样的道理,电路中两点间的电压也可以任意选定一个参考方向,并用参考方向和电压值的正负来反映该电压的实际方向。

电压参考方向可以用一个箭头表示,如图1-4(a)所示;也可以用正(+)、负(-)极性表示,称为参考极性,如图1-4(b)所示。另外还可以用双下标表示,例如, u_{AB} 表示A、B两点间电压的参考方向是从A指向B的,如图1-4(c)所示。以上几种表示方法只须任选一种标出即可。

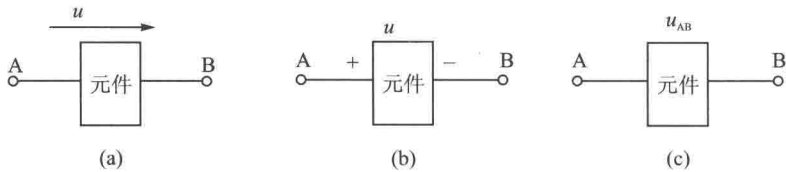


图 1-4 电压参考方向的表示方法

在以后的电路分析中,完全不必先去考虑电流、电压的实际方向如何;而应首先在电路图中标出它们的参考方向,然后根据参考方向列出有关电路方程,计算结果的正负值与标定的参考方向就反映了它们的实际方向。所以参考方向下的电压、电流是一个代数量。参考方向一经选定,在电路分析计算过程中就不能再改动了。

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,习惯常将电压和电流的参考方向标为同一方向,称其为关联的参考方向,简称关联方向。图 1-5 所示电路中电压与电流的参考方向称为关联方向。

参考方向并不是一个抽象的概念,电流表测量直流电路中的电流时,该表有“+”“-”标记的两个端钮,事实上就已为被测电流选定了从“+”端流入,“-”端流出作参考方向。如果指针正偏(右摆),电流为正值,如图 1-6(a)所示;若电流的实际方向是由“-”端流入,“+”端流出,则指针反偏(左摆),电流为负值,如图 1-6(b)所示。

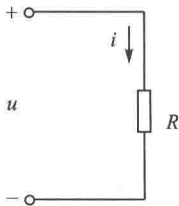


图 1-5 电压与电流的
关联方向

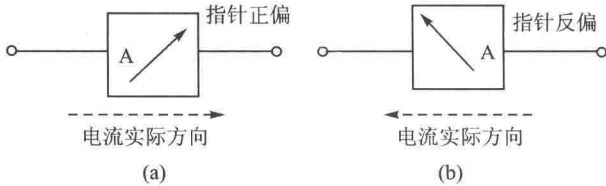


图 1-6 电流表与电流方向

同理,直流电压表测量电压时,表上两端钮也选定了参考方向,指针同样出现正偏或反偏两种可能。

1.2.2 电 位

在电路中任选一点 O 作为参考点,则该电路中 A 到参考点 O 的电压就称为 A 点的电位,也就是电场力把单位正电荷从 A 点移动到参考点 O 点所做的功,用 φ_A 表示。

$$\varphi_A = u_{AO} \tag{1-5}$$

电路参考点电位规定为零,即 $\varphi_O = 0$,也称为零电位点。电路中除了参考点外,其他各点的电位可能是正值,也可能是负值。某点电位比参考点高,则该点电位就是正值;反之,则为负值。

在图 1-7 中,以电路中 O 点为参考点,则另两点 A、B 的电位分别为 $\varphi_A = u_{AO}$, $\varphi_B = u_{BO}$,电场力把单位正电荷从 A 点移到 B 点所做的功,即 u_{AB} 就应该等于电场力把单位正电荷从 A 点移到 O 点,再从 O 点移到 B 点所做功的和,即

$$u_{AB} = u_{AO} + u_{OB} = u_{AO} + (-u_{BO})$$

$$u_{AB} = u_{AO} - u_{BO}$$

即

$$u_{AB} = \varphi_A - \varphi_B \quad (1-6)$$

式(1-6)说明,某两点的电压,就等于该两点的电位之差;因此,电压也称电位差,可以说电压的实际方向是由高电位指向低电位的。

例 1-1 在图 1-8 所示电路中,已知 $U_{CO} = 5 \text{ V}$, $U_{CD} = 2 \text{ V}$,若分别以“O”或“C”点为参考点,求 φ_C 、 φ_D 、 φ_O 及 U_{OD} 。

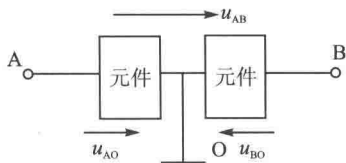


图 1-7 电压的表示

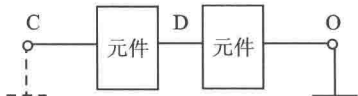


图 1-8 例 1-1 图

解 (1) 若取“O”为电位的参考点,即

$$\varphi_O = 0$$

则

$$U_{CO} = \varphi_C - \varphi_O$$

$$\varphi_C = U_{CO} + \varphi_O = (5 + 0) \text{ V} = 5 \text{ V}$$

$$U_{CD} = \varphi_C - \varphi_D$$

$$\varphi_D = \varphi_C - U_{CD} = (5 - 2) \text{ V} = 3 \text{ V}$$

$$U_{OD} = \varphi_O - \varphi_D = (0 - 3) \text{ V} = -3 \text{ V}$$

(2) 若取“C”为电位的参考点,即

$$\varphi_C = 0$$

则

$$U_{CD} = \varphi_C - \varphi_D$$

$$\varphi_D = \varphi_C - U_{CD} = (0 - 2) \text{ V} = -2 \text{ V}$$

$$U_{CO} = \varphi_C - \varphi_O$$

$$\varphi_O = \varphi_C - U_{CO} = (0 - 5) \text{ V} = -5 \text{ V}$$

$$U_{OD} = \varphi_O - \varphi_D = (-5 + 2) \text{ V} = -3 \text{ V}$$

由例 1-1 可知,参考点是可以任意选定的,一经选定,电路中其他各点的电位也就确定了。参考点选择的不同,电路中同一点的电位会随之而变;但两点之间的电压(即电位差)是不变的。

在电路中不指明参考点而谈某点电位是没有意义的,在一个电路系统中只能选一个参考点,至于选哪点为参考点,要根据分析问题的方便而定。在实际电路中常选一条(或一点)特定的公共线(或公共点)作为参考点。这条公共线(或点)常是诸多元件的汇集处,常用符号“⊥”表示。

1.2.3 电动势

电动势是表示电源性质的物理量。在图 1-9 所示电路中,在电源外部电路,正电荷总是从电源正极流出,最后流回电源的负极。就是说,从高电位流向低电位。这是电场力推动正电