



电子技术
入门与提高
丛书

电子电路及 元器件

<http://www.phei.com.cn>

入门教程

王忠诚 孙唯真 编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

电子技术入门与提高丛书

电子电路及元器件 入门教程

王忠诚 孙唯真 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书是作者根据 21 世纪职业技术教育的特点及培养目标编写的, 它包含三方面内容: 电路基础部分、电子技术部分及电子元器件部分。全书从电路的基本概念及基本定律入手, 引导读者与电路结缘, 再逐步掌握直流电阻电路, 电容与电感电路, 交流电路, 模拟电子技术, 脉冲电子技术, 数字电子技术及常用的电子元器件等内容。

全书从实用角度出发, 充分考虑初学者的知识现状及学习特点, 自始至终突出理论联系实际, 能让读者轻松愉快地掌握书中内容。

本书特别适合职业技术学校电子类专业短期培训及初学者使用, 也适合计算机硬件专业的学生使用, 还可作为军地两用人才的培训教材。另外, 在华信教育网 (<http://hxedu.com.cn>) 上提供了本书的电子教案及习题答案供教师和学生下载。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有, 侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

电子电路及元器件入门教程/ 王忠诚, 孙唯真编著. —北京: 电子工业出版社, 2006.1
(电子技术入门与提高丛书)
ISBN 7-121-02198-6

I. 电… II. ①王… ②孙… III. ①电子电路—教材 ②电子元件—教材 IV. ①TN710 ②TN6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 161314 号

责任编辑: 张 榕 (zr@phei.com.cn 010-88254455)

特约编辑: 张友德

印 刷: 北京市顺义兴华印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 21 字数: 537.6 千字

印 次: 2006 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 5 000 册 定价: 31.00 元

凡购买电子工业出版社的图书, 如有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系。联系电话: (010) 68279077。质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

前言

翻开各出版社的书目,《电路基础》、《电子技术》、《电子元器件》等书应有尽有,三书加在一块,总字数竟在150万以上,无论是深度还是广度,都可谓面面俱到。这样的书虽不失好书之称,但都忽视了职业技术教育短期培训和初学者快速入门的需要,与当前职业技术教育的发展特点极不相称,不免让人感到不足。

随着高校数量的不断增加及招生人数的不断扩大,成绩稍好、学习积极性稍高的学生都步入了高校,而基础差、学习兴趣低的学生则流入了职业技术学校。加上政府对农村投入的不断增加,使得大量的农村劳动力也涌入了职业技术学校,这为职业技术学校的教学带来了前所未有的难度。近几年,职业技术教育又不断向“短平快”方向发展,力求以较短的时间培育出具有一技之长的劳动力,这无疑又为职业技术教育提出新的挑战。面对这种情况,若仍选用传统教材来充当职业技术学校的短期培训用书,未免会使职业技术教育雪上加霜。

在此前提下,改革教材,推出一套适应职业技术学校短期培训的教材势在必行。为此笔者与有关职业技术学校的专家通过对当前职业技术教育的现状进行深入研究后,推出一套《电子技术入门与提高丛书》,该丛书共5本,本书是其中之一。

本书与同类型书相比具有四大优势:

1. 采用三合一的写作思路,将电路基础、电子技术及电子元器件知识紧密结合在一起,以较小的篇幅容纳了原来三本书方可容纳的内容,不但经济、实用,更重要的是节省了学习时间。

2. 充分考虑职业技术学校短期培训和初学者快速入门的要求,不片面追求知识的深度和广度,而将知识的实用性和够用性放在首位,在鱼与熊掌不可兼得的情况下,舍鱼而取熊掌。这与职业技术学校培养一技之长劳动力的目标相适应。

3. 书中放弃了一些复杂的数学运算及一些日后不会用到的定律及分析,从而降低了学习难度。这种做法大有“集中优势兵力打歼灭战”之功效。职业技术学校生源杂,学生基础差,不具备全面“歼敌”的能力,这样,“集中优势兵力打歼灭战”就显得尤为重要。采用过去那种“眉毛胡子一把抓”的方法是行不通的。

4. 在知识讲解中利用实验现象导入理论知识,使理论知识变得直观,便于理解,增强初学者的学习兴趣和积极性。同时,为了增强初学者的参与性,书中安排了大量的实验,使理论知识学习与实践动手紧密结合起来,能有效提高学习效率。

书中带“*”的内容,可作为选学内容,读者可根据实际情况决定学习与否。

笔者在编著全书的过程中,得到了陈安如、蒋茂方、张明珠、张友华、周维忠、左计元、伍秀珍、罗纲要、张显斌、肖向红、邢修平、杨建红、陈兴祥、钟燕梅等同志的大力支持和协助,在此谨表感谢。

编 著 者

目 录

第 1 章 直流电阻电路	1
1.1 电路	1
1.1.1 电路与电路图	1
1.1.2 电路中的基本物理量	2
1.1.3 欧姆定律	4
1.1.4 电功和电功率	6
1.1.5 电阻消耗的能量	6
1.1.6 全电路中负载获得最大功率的条件	7
1.2 直流电阻电路	7
1.2.1 电阻串联电路	7
1.2.2 电阻并联电路	8
1.2.3 电阻混联电路	9
1.2.4 基尔霍夫定律	10
1.2.5 电路中各点电位的计算	12
本章实验	13
实验一：万用表的使用	13
实验二：测量电压和电位	14
习题	14
第 2 章 电容电路及电磁感应	17
2.1 电场	17
2.1.1 电场	17
2.1.2 静电屏蔽	17
2.2 电容电路	18
2.2.1 电容器的结构	18
2.2.2 电容器的充电和放电	19
2.2.3 电容器的连接	21
2.3 磁场及其基本物理量	22
2.3.1 磁场和磁力线	22
2.3.2 电流的磁场	22
2.3.3 磁场的基本物理量	23
2.3.4 磁场对电流的作用力	24
2.4 电磁感应和电感	24
2.4.1 电磁感应现象	24
2.4.2 感生电流的方向	25

2.4.3 法拉第电磁感应定律	26
2.4.4 自感和互感现象	26
2.4.5 正涡流效应	27
本章实验: 电磁感应现象观察	28
习题	28
第3章 正弦与周期性非正弦交流电路	31
3.1 正弦交流电	31
3.1.1 正弦交流电的基本概念	31
3.1.2 正弦交流电路	33
3.1.3 正弦交流电路的谐振	38
*3.2 三相正弦交流电	40
3.2.1 三相正弦交流电的特点	40
3.2.2 三相正弦交流电的连接	41
3.3 周期性非正弦交流电	43
3.3.1 周期性非正弦交流电的产生及常见波形	43
3.3.2 周期性非正弦交流电的谐波分析	43
本章实验	44
实验一: 双踪示波器的使用	44
实验二: 验证正弦交流电最大值与有效值的关系	44
习题	44
第4章 电磁铁、变压器和电动机	46
4.1 电磁铁	46
4.1.1 铁磁性物质的磁化及分类	46
4.1.2 电磁铁	46
4.2 变压器	48
4.2.1 变压器的构造及电气特性	48
4.2.2 变压器的功率和效率	49
4.3 电动机	49
4.3.1 直流电动机	49
4.3.2 交流电动机	50
习题	52
第5章 放大器	53
5.1 二极管和三极管	53
5.1.1 半导体	53
5.1.2 二极管	56
5.1.3 三极管	58
5.1.4 三极管的特性曲线	62
5.2 基本共射放大器	64
5.2.1 基本共射放大器的组成	64

5.2.2	基本共射放大器的分析	66
5.2.3	基极分压式共射放大器	70
5.2.4	放大器的幅频特性	73
5.3	共集放大器与共基放大器	74
5.3.1	共集放大器	74
5.3.2	共基放大器	76
5.3.3	多级放大器	77
5.4	负反馈放大器	80
5.4.1	反馈的基本概念及分类	80
5.4.2	负反馈放大器的分析	82
5.4.3	负反馈对放大器性能的影响	85
5.5	直流放大器	89
5.5.1	直流放大器的两大特殊问题	89
5.5.2	差动放大器	91
5.5.3	集成运算放大器	96
5.6	功率放大器	99
5.6.1	甲类功率放大器	100
5.6.2	乙类推挽功率放大器	101
5.6.3	互补对称推挽功率放大器 (OTL 电路)	103
5.6.4	OCL 互补对称功率放大器	106
5.6.5	功率放大器对元件的要求	107
*5.7	放大器中的噪声	108
5.7.1	噪声产生的原因	108
5.7.2	信噪比和噪声系数	109
5.7.3	降低噪声的措施	110
本章实验		111
实验一:	共射放大器实验	111
实验二:	负反馈放大器实验	112
习题		113
第 6 章	正弦波振荡器	116
6.1	正弦波振荡器的基本工作原理	116
6.1.1	自激振荡现象	116
6.1.2	自激振荡的产生	116
6.2	LC 正弦波振荡器	118
6.2.1	选频放大器介绍	118
6.2.2	变压器反馈式振荡器	119
6.2.3	电感三点式振荡器	120
6.2.4	电容三点式振荡器	121
6.3	石英晶体振荡器	123

6.3.1 石英晶体的特性	123
6.3.2 石英晶体振荡器的工作原理	125
本章实验: LC 振荡器输出波形观测	125
习题	125
第 7 章 串联型稳压源	127
7.1 串联稳压源的结构	127
7.1.1 串联稳压源的结构框图	127
7.1.2 直流稳压源的质量指标	127
7.2 整流与滤波电路	128
7.2.1 整流电路	128
7.2.2 滤波电路	132
*7.2.3 倍压整流滤波电路	134
7.3 稳压电路	136
7.3.1 稳压管稳压电路	136
7.3.2 串联稳压电路	136
7.3.3 三端稳压电路	139
本章实验: 串联稳压源检测	140
习题	140
第 8 章 基本脉冲电路	142
8.1 脉冲电路的基本知识	142
8.1.1 脉冲电路的基本特点及脉冲波形的参数	142
8.1.2 二极管和三极管的开关特性	143
8.1.3 反相器	145
8.2 基本的脉冲变换电路	146
8.2.1 微分电路和积分电路	147
8.2.2 限幅电路	148
8.2.3 钳位电路	150
8.3 三极管触发器	151
8.3.1 集-基耦合双稳态触发器	151
8.3.2 射耦双稳态触发器	156
8.4 脉冲信号发生器	158
8.4.1 多谐振荡器	158
8.4.2 间歇振荡器	160
8.4.3 锯齿波发生器	162
本章实验	163
实验一: 用双踪示波器观测反相器和限幅电路的输入、输出波形	163
实验二: 集-基耦合双稳态触发器的分频作用	163
实验三: 锯齿波发生器的波形观测	164
习题	164

第 9 章 数字电路知识	166
9.1 基本门电路	166
9.1.1 概述	166
9.1.2 分立元件门电路	167
9.1.3 TTL 门电路	171
9.2 逻辑代数	176
9.2.1 数制	176
9.2.2 逻辑代数的基本原理	178
9.2.3 逻辑函数表达式、真值表与逻辑图	181
9.2.4 逻辑函数的化简	182
9.3 组合逻辑电路	189
9.3.1 组合逻辑电路分析和设计方法	189
9.3.2 编码器	190
9.3.3 译码器	194
9.3.4 加法器	195
9.4 时序逻辑电路	197
9.4.1 触发器	197
9.4.2 寄存器	202
9.4.3 计数器	204
9.5 A/D 变换器与 D/A 变换器	206
9.5.1 A/D 变换器	206
9.5.2 D/A 变换器	211
本章实验	214
实验一: 验证逻辑功能	214
实验二: 将 JK 触发器改为 T' 触发器	214
习题	214
第 10 章 电阻元件	216
10.1 电阻元件概述	216
10.1.1 电阻元件的分类	216
10.1.2 电阻元件的主要参数	217
10.2 固定电阻与可变电阻	218
10.2.1 几种常用的固定电阻介绍	218
10.2.2 可变电阻的分类及特点	221
10.2.3 电阻元件的标识	222
10.2.4 电阻的应用	225
10.2.5 电阻的检测	227
10.3 几种特殊的电阻元件	228
10.3.1 熔断电阻与热敏电阻	228

*10.3.2 压敏电阻、光敏电阻及磁敏电阻	230
本章实验	233
实验一：电阻器的识别	233
实验二：用万用表测量固定电阻、可变电阻及热敏电阻	233
习题	233
第 11 章 电感、变压器与压电元件	235
11.1 电感元件	235
11.1.1 电感元件的分类及符号	235
11.1.2 电感的特性及主要参数	236
11.1.3 几种常用电感元件介绍	238
11.1.4 电感元件的识别及检测	240
11.2 变压器	241
11.2.1 变压器的基本结构及分类	241
11.2.2 变压器的符号及参数	243
11.2.3 几种常用的变压器介绍	245
11.2.4 变压器的典型应用及检测	250
11.3 压电元件	253
11.3.1 压电元件的分类及其基本功能	253
11.3.2 石英晶体谐振器	254
11.3.3 陶瓷元件	256
11.3.4 压电元件的检测	258
本章实验	259
实验一：电感元件的识别与测量	259
实验二：电源变压器的初、次级判断及变压特性的观测	259
习题	259
第 12 章 电容元件	260
12.1 电容元件的基本知识	260
12.1.1 电容器概述	260
12.1.2 电容器的命名	262
12.1.3 电容器的标识	264
12.2 固定电容器	266
12.2.1 云母电容器及其典型应用	266
12.2.2 瓷介质电容器及其典型应用	267
12.2.3 塑料薄膜电容器及其典型应用	270
12.2.4 电解电容器及其典型应用	272
12.3 可变电容器	277
12.3.1 可变电容器的主要类型及特点	277
12.3.2 可变电容器的典型应用	278

12.4 电容器的检测与更换·····	278
12.4.1 直观检查法 ·····	278
12.4.2 用万用表检测电容器 ·····	279
12.4.3 用电容表检测电容器 ·····	280
本章实验 ·····	281
实验一：电容器的识别 ·····	281
实验二：电容器充、放电现象观测 ·····	281
习题 ·····	281
第 13 章 半导体元件 ·····	282
13.1 半导体元件概述·····	282
13.1.1 半导体元件的分类 ·····	282
13.1.2 半导体元件的命名 ·····	282
13.2 二极管·····	285
13.2.1 二极管的分类及主要参数 ·····	285
13.2.2 各类二极管的主要特点 ·····	286
13.2.3 二极管的检测与代换 ·····	291
13.3 三极管·····	292
13.3.1 三极管的分类及主要参数 ·····	292
13.3.2 各类三极管的主要特点 ·····	294
13.3.3 三极管的检测与代换 ·····	297
*13.4 场效应管 ·····	299
13.4.1 场效应管的分类 ·····	299
13.4.2 结型场效应管 ·····	300
13.4.3 绝缘栅场效应管 ·····	301
13.4.4 场效应管的主要参数 ·····	304
13.4.5 场效应管的应用及检测 ·····	305
13.5 其他半导体元件·····	307
13.5.1 晶闸管 ·····	307
13.5.2 光电耦合器 ·····	309
13.6 集成电路简介·····	309
13.6.1 集成电路的分类及主要参数 ·····	310
13.6.2 集成电路的检测 ·····	311
本章实验 ·····	312
实验一：二极管、三极管的测量 ·····	312
实验二：单向晶闸管、光耦、场效应管的测量 ·····	312
习题 ·····	312
第 14 章 常用的电子器件 ·····	313
14.1 电声器件·····	313

14.1.1	电声器件的概述	313
14.1.2	扬声器	314
14.1.3	话筒	316
14.2	电接触器件.....	320
*14.2.1	开关的基本类型及应用	320
14.2.2	继电器	322
习题		324

第1章 直流电阻电路

【学习要点】 本章主要介绍电学中的一些基本概念、基本定律、直流电阻电路的分析计算方法。这些内容也是本书涉及的最基础的电学知识。为了使读者对抽象的概念、定律有更加感性的认识，本章列举了一些与日常生活息息相关的实例，力求做到使概念、定律、计算融为一体。学习本章时，应注意把基本概念、基本定律与实际应用联系起来。

1.1 电 路

电路又叫电网络，它是电学的研究对象。根据电路的功能不同，可将电路分为两大类。第一类是用于能量转换、传输和分配的电路，它是电工技术的主要研究对象；第二类是用于信号处理的电路，它是电子技术的主要研究对象。本书第1章至第4章所分析的电路属第一类电路，第5章至第9章所分析的电路则属第二类电路。

1.1.1 电路与电路图

1. 电路的组成

电路与人们的生产生活息息相关，它一般由电源、负载、导线和控制部分组成。图 1-1 (a) 所示的电路是一个微型直流电风扇接线图，干电池是电路中的电源，为整个电路提供电能。直流电机是电路中的负载，它能把电能转化为机械能。导线把干电池、直流电机、开关连接起来，为电流提供通路。开关是电路中的控制部分，控制直流电机的转动和停转。

知识窗

电路有以下三种基本状态：

- (1) 电路连通，有电流流过，称为通路状态。
- (2) 电路断开，无电流流过，称为开路状态。
- (3) 电路中的电源、负载或负载内部的元器件的端脚，直接连通，称为短路状态。

大多数情况下，短路状态会损坏电源或负载，造成电路故障，所以一般电路应避免出现这种状态。

2. 电路图

实际电路可以用统一规定的图形符号表示，称为电路图。例如图 1-1 (a) 所示的实际电路可以用图 1-1 (b) 所示的电路图来表示。电路中，部分常用的符号如图 1-2 所示。

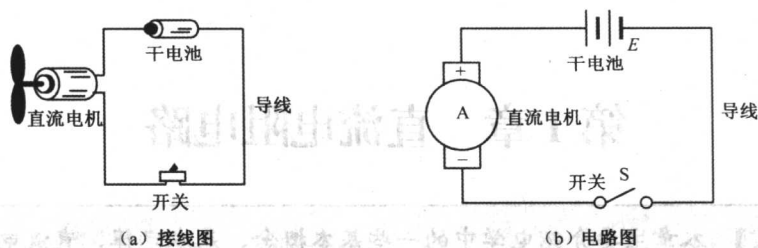


图 1-1 微型直流电风扇接线图及电路图

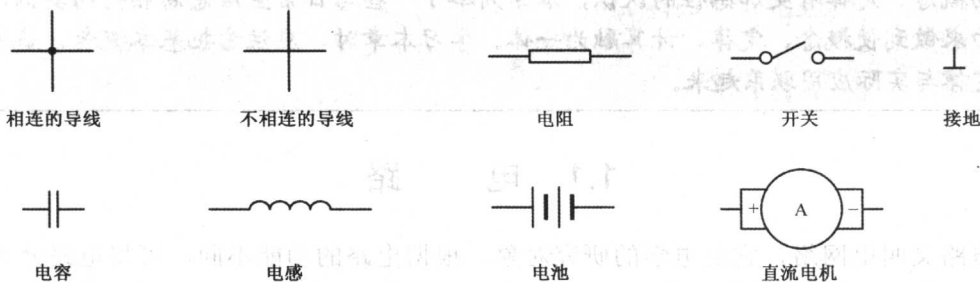


图 1-2 常用电路符号

1.1.2 电路中的基本物理量

1. 电流

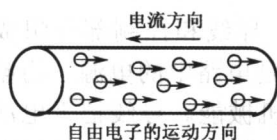


图 1-3 金属导体中的电流

电荷的定向移动形成电流，并且规定正电荷移动方向为电流方向。如图 1-3 所示金属导体中的电流，是由带负电荷的自由电子定向移动形成的，电流方向与自由电子移动方向相反。

电流不仅有方向，而且还有大小。电流的大小用电流强度表示。电流强度等于单位时间内通过导体横截面的电量。如果在时间 t 内通过导体横截面的电量为 q ，则通过导

体的电流强度为：

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

式中，电流强度用 I 表示，单位为安培（A），电量的单位为库仑（C），时间的单位为秒（s）。

常用的电流强度的单位和它们之间的换算关系如下

$$1 \text{ A} = 10^3 \text{ mA (毫安)} \quad 1 \text{ mA} = 10^3 \mu\text{A (微安)}$$

电流根据其大小、方向随时间变化情况的不同，可以分为以下几种。

- (1) 方向不随时间变化的电流称为直流电流。
- (2) 大小、方向都不随时间变化的电流称为稳恒电流。
- (3) 大小随时间变化，方向不随时间变化的电流称为脉动直流电流。
- (4) 大小、方向都随时间变化的电流称为交流电流。

2. 电阻

电流流过导体时会受到阻碍作用, 这种阻碍作用用电阻来表示。电阻的单位为欧姆(Ω), 常用的电阻的单位及它们之间的换算关系如下

$$1\text{k}\Omega = 10^3\Omega$$

$$1\text{M}\Omega = 10^3\text{k}\Omega = 10^6\Omega$$

一般来说, 导体都有一定的电阻。相同形状不同材料的导体, 电阻不相等; 相同材料不同形状的导体, 电阻也不相等。实验证明, 在温度不变时, 横截面积均匀的导体的电阻与导体的长度成正比, 与导体的横截面积成反比, 并与导体材料的电阻率有关, 它们之间的关系为

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (1-2)$$

式中, R 表示电阻, 单位为 Ω , l 表示长度, 单位为 m , S 表示横截面积, 单位为 m^2 , ρ 表示电阻率, 单位为欧·米($\Omega \cdot \text{m}$)。

电阻率是衡量材料导电能力的物理量。电阻率越大的材料, 其导电能力越弱; 电阻率越小的材料, 其导电能力越强。

不同材料具有不同的电阻率, 相同材料在不同温度下, 电阻率也不一样。一般情况下, 绝大部分金属材料的电阻率随温度升高而增大, 如钨、铝、铜等; 半导体材料的电阻率随温度升高而降低, 如碳、硅、锗等。表 1-1 列举了部分常见材料在 20°C 时的电阻率。

表 1-1 部分常见材料在 20°C 时的电阻率

材料名称	电阻率 ($\Omega \cdot \text{m}$)	备 注
银	1.6×10^{-8}	导电能力很强, 称为导体
铜	1.7×10^{-8}	
铝	2.8×10^{-8}	
铁	9.8×10^{-8}	
锡	1.14×10^{-7}	
碳	3.5×10^{-5}	导电能力介于导体和绝缘体之间, 称为半导体
锗	0.60	
硅	2300	
塑料	$10^{15} \sim 10^{16}$	导电能力极弱, 称为绝缘体
陶瓷	$10^{12} \sim 10^{13}$	
云母	$10^{11} \sim 10^{15}$	

例 1-1 一根横截面积为 2.5mm^2 , 长度为 300m 的铜导线, 电阻为多少欧姆?

解 根据式 (1-2) 可得

$$R = \rho \frac{l}{S} = 1.7 \times 10^{-8} \times \frac{300}{2.5 \times 10^{-6}} = 2.04 \Omega$$

3. 电压和电位

电压和电位是两个紧密关联的物理量。电路中不同的点有不同的电位, 任意两点之间的电压等于这两点电位的差。如图 1-4 所示, V_{ab} 表示 a、b 两点之间的电压, V_a 、 V_b 分别表示 a、b 两点的电位, 则 a、b 两点之间的电压为:

$$V_{ab} = V_a - V_b \quad (1-3)$$

知识窗 在分析计算电路中各点的电位时,一般先选择电路中某一点作为参考点,并规定参考点电位为 0V,然后其他各点的电位在数值上就等于该点和参考点之间的电压。

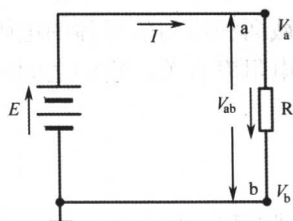


图 1-4 电压与电位的关系

如图 1-4 所示,选择 b 点为参考点,所以 b 点电位为 0V,由式 (1-3) 变形可得 a 点电位为

$$V_a = V_{ab} + V_b = V_{ab} + 0 = V_{ab}$$

式中,电压和电位的单位都是伏特 (V)。比伏特更大的单位有千伏 (kV)。

常用的电压和电位的单位及它们之间的换算关系如下

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

顺便指出 和电流一样,电压也是有方向的,电压的方向规定为从高电位指向低电位,即电位降低的方向,因此电压又称为电压降。电流在电源外部从高电位流向低电位,在电源内部从低电位流向高电位。因此,可以用电流的方向来判定电路中各点电位的高低。图 1-4 中,电流在电源外部从 a 点流向 b 点,所以 a 点电位高于 b 点电位。

电路中,任意两点之间的电位差有两个。如图 1-4 所示, a、b 两点之间有电位差 ($V_a - V_b$) 和电位差 ($V_b - V_a$),由电压降和电位的关系可知

$$V_{ab} = V_a - V_b$$

$$V_{ba} = V_b - V_a$$

因为 a 点电位高于 b 点电位,所以电压降 V_{ab} 为正值,记为 $+V_{ab}$; 电压降 V_{ba} 为负值,记为 $-V_{ab}$ 。

4. 电源与电动势

电源是一种把非电能转化为电能的设备,为整个电路提供电能。电源有正极和负极两个端子,电位高的一端为正极,电位低的一端为负极。

知识窗 电动势是衡量电源把非电能转化为电能的本领的物理量。它的单位和电压的单位一样,也是伏特 (V)。如一节五号干电池的电动势是 1.5V。和电压一样,电动势也有方向,它的方向规定为从电源的负极经内部指向正极。

1.1.3 欧姆定律

1. 部分欧姆定律

当电路中有电流流过电阻时,电阻两端就会产生电压,如图 1-5 所示。实验证明,流过

电阻的电流与电阻两端产生的电压成正比,与电阻的阻值成反比,这个规律称为部分欧姆定律,它的表达式为

$$I = \frac{V}{R} \quad (1-4)$$

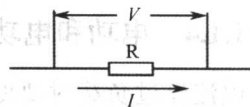


图 1-5 部分欧姆定律

式中,电流的单位为安培(A),电压的单位为伏特(V),电阻的单位为欧姆(Ω)。

2. 全电路欧姆定律

部分欧姆定律只揭示了电路中电阻两端的电压,与流过它的电流之间的关系,没有涉及电源电动势。那么在含有电源的全电路中,电源电动势、电阻两端的电压、流过电阻的电流三者之间的关系又是怎样的呢?

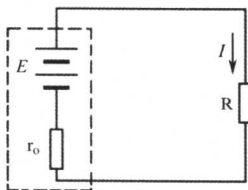


图 1-6 全电路欧姆定律

全电路中,电源不仅为整个电路提供了电动势,而且也会对流过它自身的电流产生阻碍作用,即电源内部也有电阻,称为内阻。如图 1-6 所示, E 为电源电动势, r_0 为内阻, R 为电源外接电路的电阻,称为外电路电阻,虚线框内的电路是电源的等效电路。

实验证明,全电路中电流与电源电动势成正比,与外电路电阻、内阻之和成反比。这个规律称为全电路欧姆定律,它的表达式为:

$$I = \frac{E}{R + r_0} \quad (1-5)$$

式中,电流的单位为安培(A),电压的单位为伏特(V),外电路电阻、内阻的单位都为欧姆(Ω)。

3. 路端电压及电源外特性

在图 1-6 所示的全电路中,电流在电源内阻和外电路电阻上都要产生电压,在内阻上产生的电压为

$$V_0 = I r_0 \quad (1-6)$$

在外电路电阻上产生的电压为

$$V = I R \quad (1-7)$$

在外电路电阻上产生的电压 V 被称为路端电压。

把式 (1-5) 变形可得

$$E = I R + I r_0 = V + V_0 \quad (1-8)$$

所以路端电压为

$$V = E - V_0 = E - I r_0 \quad (1-9)$$

式 (1-9) 反映了路端电压与电源输出电流之间的关系,也称为电源的外特性:随着电源输出电流增大,加在外电路电阻两端的路端电压会降低。