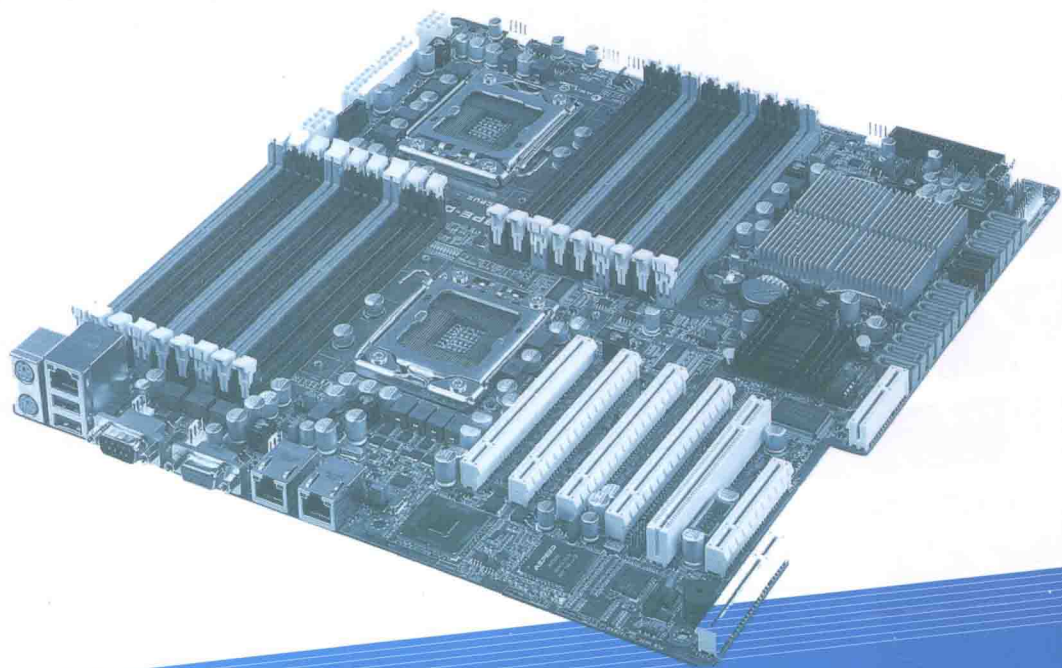


21世纪全国高职高专电子信息系列技能型规划教材



电工电子技术

倪涛 主编

- 案例丰富实用，突出职业基础能力培养
- 电工电路、模拟电子技术和数字电子技术有机整合



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国高职高专电子信息系列技能型规划教材

电工电子技术

主 编 倪 涛

副主编 周小薇 兰子奇 游 佳



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

“电工电子技术”是高职高专机电大类及相关专业必修的一门专业基础课程。本书编写以“重基础，力求全面、精简，突出职业基础能力培养”为原则。本书分为三大部分：第一部分电工电路基础；第二部分模拟电子技术；第三部分数字电子技术。电工电路基础部分含电路基础理论、直流电阻电路的等效变换、线性网络的一般分析方法、正弦交流电路、变压器、三相交流电路、三相异步电动机、电气安全技术知识；模拟电子技术部分含常用半导体器件、放大电路、放大电路中的反馈、集成运算放大器、功率放大电路、函数信号发生器、直流稳压电源；数字电子技术部分含数字逻辑基础、逻辑门电路、组合逻辑电路、触发器、时序逻辑电路、脉冲信号的产生与变换电路。本书共 21 章，各章配有相关习题。

本书为高职高专院校机电大类及相关专业的教材，不同专业可根据自身实际需求选取相关章节作为学习内容；对于从事电工电子技术的工作人员及相关工程技术人员可作为专业基础参考书，也可作为初学者的学习参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电工电子技术/倪涛主编. —北京:北京大学出版社, 2011.9

(21 世纪全国高职高专电子信息系列技能型规划教材)

ISBN 978-7-301-19525-3

I. ①电… II. ①倪… 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(2011)第 190259 号

书 名: 电工电子技术

著作责任者: 倪 涛 主编

策 划 编 辑: 赖 青 张永见

责 任 编 辑: 李娉婷

标 准 书 号: ISBN 978-7-301-19525-3/TM·0041

出 版 者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> <http://www.pup6.cn>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电 子 邮 箱: pup_6@163.com

印 刷 者: 河北滦县鑫华书刊印刷厂

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 20.25 印张 473 千字

2011 年 9 月第 1 版 2011 年 9 月第 1 次印刷

定 价: 38.00 元

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

举报电话: 010-62752024

电子邮箱: fd@pup.pku.edu.cn

前 言

高等职业教育的根本任务是培养技能人才，学生应重点掌握从事本专业领域实际工作所需的基本知识和职业技能。为适应高等职业教育的需要，根据高等职业教育的特点，编者参考了大量的国内外文献资料，并结合多年积累的教学与科研经验，在结构、内容安排等方面，吸收了编者近几年在教材建设方面取得的经验体会，以“重基础，力求全面、精简，突出职业基础能力培养”为原则，力求体现高职高专教育的特点，满足当前教学需求，特别是理论实践一体化教学经验，从培养学生的职业能力的角度出发，编写了本书。

本书以高职高专教育为主线，以实际应用为目的，侧重于培养学生解决实际问题的能力，以够用为度，强调概念，强调内容的应用性和实用性，降低理论分析的难度和深度，突出能力培养，建立以能力培养为主线的课程教学模式和教材体系。本书层次分明，条理清晰，结构合理，突出重点，概念阐述清楚、准确，内容深入浅出、通俗易懂，内容选材上以工程实践中常用和推广应用所需的理论基础为主，通过例题来说明理论的实际应用。各章在紧扣基本内容的同时，介绍了一些实用电路，以便学生加深对知识的理解，更好地掌握所学的知识。

“电工电子技术”是高职高专机电大类及相关专业必修的一门专业基础课程。通过对本书的学习，掌握必备的电工电子技术的基本理论、基本分析方法和技能，为后续专业的学习和参考工作打下良好的理论基础。

本书由黄冈职业技术学院倪涛任主编并负责统稿，黄冈职业技术学院周小薇、兰子奇、游佳任副主编。

由于编者水平有限，书中难免存在不妥之处，恳请广大读者批评指正。如读者在使用本书的过程中有其他意见或者建议，恳请向编者提出，以便修订时改进。

编 者

2011年8月

目 录

第一部分 电工电路基础	
第 1 章 电路基础理论	3
1.1 电路的概念	4
1.2 电路的基本物理量	5
1.3 电阻、电容、电感元件	9
1.4 欧姆定律	11
1.5 电压源与电流源	11
1.6 基尔霍夫定律	15
习题	16
第 2 章 直流电阻电路的等效变换	17
2.1 电阻的串并联及等效电阻	18
2.2 电阻的星形连接与三角形连接	23
习题	24
第 3 章 线性网络的一般分析方法	25
3.1 支路电流法	26
3.2 网孔电流法	27
3.3 叠加定理	28
3.4 戴维南定理	30
习题	32
第 4 章 正弦交流电路	34
4.1 正弦交流电的三要素	35
4.2 正弦量的相量表示法	38
4.3 电阻、电感、电容元件的正弦交流 电路	39
4.4 正弦交流电路的计算	44
习题	51
第 5 章 变压器	52
5.1 磁路的基本概念	53
5.2 变压器的基本结构	55
5.3 变压器的工作原理	56
5.4 几种常用的变压器	61
习题	62
第 6 章 三相交流电路	63
6.1 三相电源	64
6.2 三相负载	66
习题	71
第 7 章 三相异步电动机	72
7.1 三相异步电动机的结构	73
7.2 三相异步电动机的转动原理	74
7.3 三相异步电动机的工作原理	76
7.4 三相异步电动机的铭牌数据	77
习题	79
第 8 章 电气安全技术知识	80
8.1 安全用电及基本要求	81
8.2 电流对人体的危害及常见触电 事故	82
习题	89
第二部分 模拟电子技术	
第 9 章 常用半导体器件	93
9.1 半导体基础知识	94
9.2 半导体二极管	99
9.3 双极性晶体管(半导体三极管)	102
9.4 场效应管	106
9.5 可控硅(晶闸管)	111
习题	112
第 10 章 放大电路	115
10.1 基本放大电路	116
10.2 放大电路的基本分析方法	119
10.3 静态工作点的稳定	125
10.4 多级放大电路	127
习题	130

第 11 章 放大电路中的反馈	131
11.1 反馈的基本概念	132
11.2 反馈放大电路的基本关系式 ..	132
11.3 反馈的极性和类型	133
11.4 负反馈对放大电路性能的影响	136
11.5 负反馈放大电路的自激振荡 ..	137
习题	138
第 12 章 集成运算放大器	140
12.1 差动放大电路	141
12.2 集成运算放大器简介	142
12.3 集成运算放大器在信号运算方面的应用	147
12.4 集成运算放大器的应用	152
习题	157
第 13 章 功率放大电路	160
13.1 功率放大电路的特点及分类 ..	161
13.2 互补对称功率放大电路(OCL 电路)	163
13.3 单电源互补对称功率放大电路(OTL 电路)	167
13.4 集成功率放大器简介	168
习题	169
第 14 章 函数信号发生器	170
14.1 产生正弦波的条件和正弦波振荡电路的组成	171
14.2 RC 正弦波振荡器	173
14.3 LC 正弦波振荡电路	175
14.4 石英晶体振荡器	177
14.5 集成函数发生器 8038 的功能及应用	178
习题	179
第 15 章 直流稳压电源	180
15.1 直流电源概述	181
15.2 整流电路	181
15.3 滤波电路	184
15.4 直流稳压电源	186
15.5 开关稳压电源	190

习题	191
----------	-----

第三部分 数字电子技术

第 16 章 数字逻辑基础	197
16.1 数制与码制	198
16.2 基本逻辑运算	203
16.3 逻辑代数的基本定律	207
16.4 逻辑函数的代数变换与化简 ..	209
16.5 逻辑函数的卡诺图法化简	211
习题	220
第 17 章 逻辑门电路	221
17.1 二极管、三极管的开关特性 ..	222
17.2 TTL 逻辑门电路	224
17.3 MOS 逻辑门电路	228
习题	234
第 18 章 组合逻辑电路	240
18.1 组合逻辑电路的分析和设计的一般方法	241
18.2 编码器和译码器	247
18.3 数据选择器	254
18.4 数值比较器	256
18.5 算术运算电路	258
习题	259
第 19 章 触发器	263
19.1 RS 触发器	264
19.2 JK 触发器	268
19.3 D 触发器	269
习题	271
第 20 章 时序逻辑电路	274
20.1 移位寄存器	275
20.2 二进制计数器和 BCD 码十进制计数器	277
20.3 时序逻辑电路分析与设计	292
习题	298
第 21 章 脉冲信号的产生与变换电路	300
21.1 555 定时器	301



21.2 多谐振荡器	302
21.3 施密特触发器	306
21.4 单稳态触发器	308

习题	312
----------	-----

参考文献	315
------------	-----



第一部分



电工电路基础



第 1 章

电路基础理论

知识要点	教学重点	教学难点
<p>(1) 电路的基本概念，电路的基本物理量</p> <p>(2) 电阻、电容、电感元件的基本特性，电压源与电流源的概念与转换</p> <p>(3) 电路的基本定律：欧姆定律、基尔霍夫定律的应用</p>	<p>(1) 电路的基本概念，考核基本物理量</p> <p>(2) 欧姆定律和基尔霍夫定律的应用</p>	<p>常用电路元件的特性和电流源与电压源的转换</p>

 引言

本章主要介绍电路的基本物理量和基本定律，包括：电流、电压的参考方向；电流、电压、电功率和电位的计算；欧姆定律和基尔霍夫定律等重要概念。学习电路的基本理论和基本规律后，可以为深入学习电类的后续课程打下基础。

1.1 电路的概念

1. 什么是电路？

电路就是电流可以流通的回路。例如在图 1.1(a) 中所示的一个小灯泡的接线实物图，就是最简单的一种电路。它由干电池、小灯泡、导线和开关组成的。

电路有如下 3 种状态。

(1) 通路。电源与负载连通构成了闭合回路，电路中有电流，是电路的正常工作状态。

(2) 开路。电路中没有电流通过的状态，这是电路的第二种状态。

(3) 短路。电路中负载两端被导线连接，或者是用电器不应该接触的地方被连接起来，电路中出现很大的电流，可能会损坏电气设备。尤其是电源直接短路会形成很强的电流，在没有保护设置下很容易烧毁电源。在实际电路中，要采取各种防护措施避免短路现象的发生。

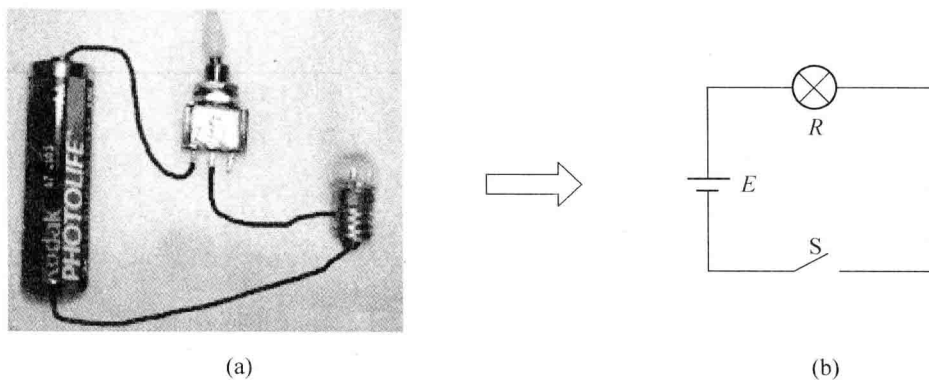


图 1.1 小灯泡的电路图
(a) 实物接线图 (b) 电路图

电路的作用主要表现在以下两个方面。

- (1) 用于电能的传输、分配和转换，例如电力传输系统。
- (2) 用于电信号的产生、传递和处理，例如电视、计算机、通信系统等。

2. 电路模型

实际中电路是由有各种各样的电气设备和器件组成的，人们把它们统称为实际电路元件。实际电路元件中的各种电磁现象交织在一起，给分析电路带来很大的困难。通常将实际电路元件理想化，就是只考虑其主要的电磁性质，而忽略次要的电磁性质，然后用一个



理想电路元件或几个理想电路元件的组合来代替它。

理想电路元件只代表单一的电磁性质。常见的理想负载元件有3种。

(1) 电阻元件,称为耗能元件,把电能转换为其他形式的能量,用字符 R 表示。

(2) 电感元件,称为储能元件,把电能转换为磁场能并储存起来,用字符 L 表示。

(3) 电容元件,称为储能元件,把电能转换为电场能并储存起来,用字符 C 表示。

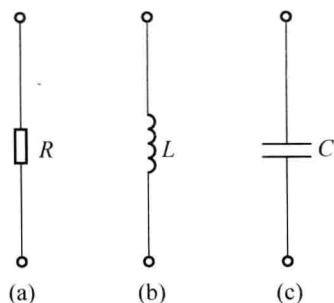


图 1.2 理想电路元件

这3种理想负载元件的图形符号如图 1.2 所示。(a) 电阻元件 (b) 电感元件 (c) 电容元件

还有其他一些理想元件,它们的图形符号及文字符号见表 1-1。

表 1-1 电路图常用的元件符号

名称	图形符号	文字符号	名称	图形符号	文字符号	名称	图形符号	文字符号
电池		E	电阻器		R	电容器		C
电压源		E_s	可变电阻器		R_p	可变电容器		C_p
电流源		I_s	电位器		RP_w	空心线圈		L
发电机			开关		S	铁心线圈		L
电流表			电灯		R	接地接机壳		GND
电压表			保险丝		FU	导线 { 连接		
						导线 { 不连接		

用理想电路元件表示和代替实际电路元件后,一个实际电路就可以由一些理想电路元件连接而成,这种由理想电路元件组成的电路称为实际电路的电路模型。由理想元件的图形符号表示的电路模型,称为电路图。图 1.1(b)就是小灯泡电路的电路图,是实际电路的理想化,近似化后的一种科学抽象,便于用数学方法来分析计算电路,这是后面研究的主要对象。电路模型简称为电路。

1.2 电路的基本物理量

1. 电流

自由电荷的定向移动形成了电流,金属导体中的电流是自由电子在电场力作用下形成的。习惯上,规定正电荷移动的方向为电流的实际方向。

电流按其随时间的变化情况,可以分为两大类。

一类是电流的大小和方向不随时间变化而变化的直流电流,简称直流,记作 DC,用大写字母 I 表示,如图 1.3(a)所示。

一类是电流的大小和方向均随时间而变化的交变电流，简称交流，记作 AC，用小写字母 i 表示，其中电流大小随时间变化，而方向不随时间变化的电流又称为脉动直流，如图 1.3(b) 所示；电流的大小和方向都随时间而变化的电流称为交流电流，简称交流，如图 1.3(c) 所示。

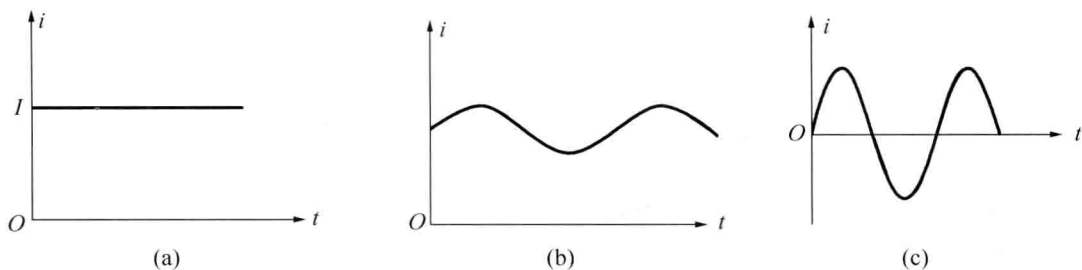


图 1.3 电流的种类

(a) 稳恒直流电流 (b) 脉动直流电流 (c) 交流电流

这种大写字母表示常量，小写字母表示随时间而变化的变量的表示方法，也用于电路的其他各物理量。

电流强度是衡量电流大小的物理量。定义为在单位时间内通过导体横截面的电量。通常电流强度简称为电流。

直流电路中，如果在 t 秒钟内通过导体横截面的电量为 Q 库[仑]，则流过该导体的电流强度为

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

交变电流的电路中，电流随时间变化，如果在很短的时间间隔 dt 内，通过导体横截面的电量为 dq ，则瞬时电流强度为

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (1-2)$$

式中， dq 表示电量对时间的变化率，即变动电流的电流强度是电量对时间的变化率。

电流的单位是安[培]，简称安，记为 A。1A 表示 1s 内通过导体横截面的电量为 1 库[仑]。电流单位还有毫安(mA)、微安(μ A)。它们的转换关系如下。

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

2. 电压

电压的定义是：电场力把单位正电荷从 a 点移到 b 点所做的功称为 a、b 两点之间的电压。电压用 U 表示，即

$$U = \frac{W}{Q} \quad (1-3)$$

式中， W 是电场力将正电荷从 a 点移到 b 点所做的功，单位为焦[耳](J)。 Q 是被移动正电荷的电量，单位是[库仑](C)。 U 是电路中 a、b 两点之间的电压，单位为伏[特]，简称伏(V)，常用单位还有千伏(kV)、毫伏(mV)、微伏(μ V)，转换关系如下。

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

与电流一样，不随时间变化的电压称为恒定电压或直流电压，用 U 表示；随时间变化



的电压称为交变电压，用 u 表示。

由定义可见，电压总是和电路中的两个点有关。如果正电荷从 a 点移到 b 点时是失去(或放出)能量，则 a 点为高电位， b 点为低电位。这时 a 端为正极，用“+”号表示， b 端为负极，用“-”号表示。如果正电荷由 a 点移到 b 点时是获得(或吸收)能量，则 a 点为低电位，应标“-”号； b 端为高电位，应标“+”号。习惯上规定：电压的实际方向是由高电位指向低电位的方向。所以，电压也称为电位降或电压降。

3. 电流、电压的参考方向

在电路分析中，某条支路中的电流方向有时难于判断或是经常变动的。当无法判断实际方向时，引入参考方向(又称正方向)的概念。

如图 1.4 所示，图中实线箭头代表电流的参考方向，虚线箭头表示电流的实际方向。当电流的参考方向与实际方向一致时，电流为正值；相反时，电流为负值。

电流的参考方向可以用双下标表示。如 I_{ab} 表示电流的参考方向由 a 指向 b ，而 I_{ba} 表示电流的参考方向由 b 指向 a ，且有 $I_{ab} = -I_{ba}$ 。电流的参考方向可以任意选取。

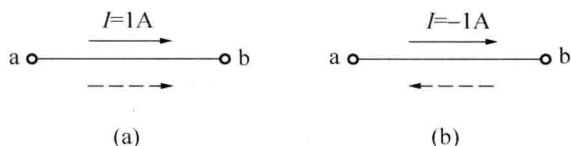


图 1.4 电流的参考方向

(a) 实际方向与参考方向一致 (b) 实际方向与参考方向相反



特别提示

在分析计算电路时，首先要选定电流的参考方向，并以此为依据来列写有关电流的方程式，由计算结果的正负来确定电流的实际方向。

和电流一样，也要先为电压选定参考方向。参考方向又称为正方向，可用实线箭头表示；也可用“+”、“-”号表示，如图 1.5 所示。

在选定电压的参考方向后，就应依据参考方向进行计算，如果计算得出电压为正值，说明电压的实际方向与参考方向一致；如果算得电压为负值，则说明电压的实际方向与参考方向相反。在图 1.6 中用实线箭头表示电压的参考方向，虚线箭头表示电压的实际方向。

电压的参考方向也可以用双下标表示，如 U_{ab} 表示电压的参考方向由 a 指向 b ，而 U_{ba} 表示电压的参考方向由 b 指向 a ，所以有 $U_{ab} = -U_{ba}$ 。

电压的参考方向也可以任意选定。如果选取电流和电压的参考方向一致，即电流从电压的“+”极流入，从电压的“-”极流出，称为关联参考方向，简称关联方向；若电流和电压的参考方向相反，即电流从电压的“-”极流入，从“+”极流出，称为非关联方向，如图 1.7 所示。对于负载元件，常选取关联方向。

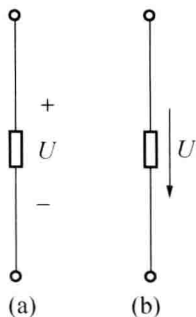


图 1.5 电压方向的表示方法

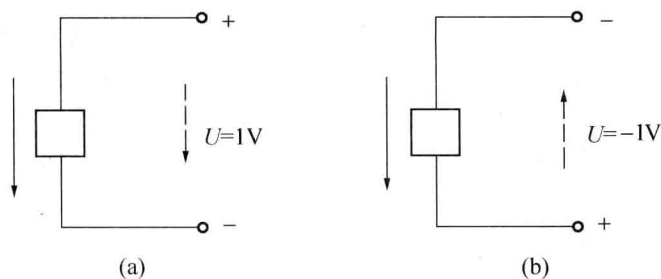


图 1.6 电压的参考方向

(a) 参考方向与实际方向一致 (b) 参考方向与实际方向相反

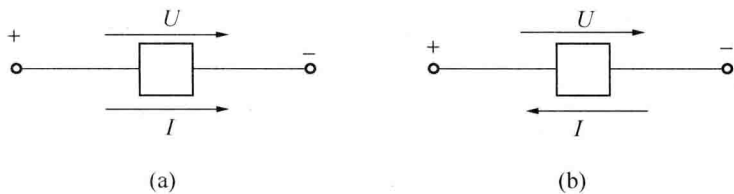


图 1.7 电流与电压的关联方向

(a) 关联方向 (b) 非关联方向

4. 电位

在电路中，两点之间的电压也称为两点之间的电位差，即

$$U_{ab} = U_a - U_b \quad (1-4)$$

式中， U_a 为 a 点的电位； U_b 为 b 点的电位。本书电压和电位都采用大写字母 U 表示，双下标或无下标代表电压，单下标代表电位。

在电路中任选一点为参考点，则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 0，并标注接地符号“⊥”，但不是真正与大地连接。

如果某点的电位为正值，表示该点的电位比参考点电位高。某点的电位为负值，表示该点的电位比参考点电位低。

【例 1-1】 在图 1.8 所示的部分电路中，试求 a、b 两点的电位和电压 U_{ab} 。

解：由图可见

$$\begin{aligned} U_a &= U_{a0} = 6V \\ U_b &= U_{b0} = -3V \\ U_{ab} &= U_a - U_b = 6 - (-3) = 9V \end{aligned}$$

说明 a 点电位比 b 点电位高出 9V。

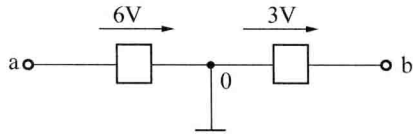


图 1.8 例 1-1 图

5. 电动势

电动势表示单位正电荷在电源内部，从负极移到正极时所获得的电位能。直流电动势用 E 表示，交流电动势用 e 表示。电动势的单位与电压单位相同，也是伏[特](V)。

电动势是电源的一个特征量，仅由电源本身的性质决定，与外接电路无关，其大小等于电源没有接入电路时两极间的电压，即电源的开路电压。

电动势的实际方向规定为在电源内部由负极板指向正极板。与电压一样，电动势



也可以引入参考方向, 由其数值的正负来确定实际方向。

当电源端电压 U 的参考方向与电动势 E 的参考方向选取相反时, 如图 1.9(a) 所示, 在忽略电源内部的能量损耗情况下, 它们之间的关系如下

$$U = E \quad (1-5)$$

如果 E 与 U 的参考方向选取一致时, 如图 1.9(b) 所示, 它们之间的关系式为

$$U = -E \quad (1-6)$$

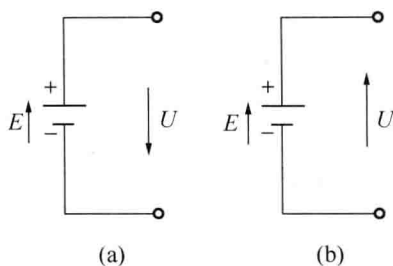


图 1.9 电动势与端电压的关系
(a) $U = E$ (b) $U = -E$

图 1.9 所示的 E 与 U 的关系在后面要经常用到, 这表明: 电源在没有内部能量损耗时, 它的端电压就等于电动势。

1.3 电阻、电容、电感元件

1. 电阻

自由电子在导体中运动时要不断受到导体中原子和分子的碰撞与摩擦, 使自由电子的运动受到一定的阻碍作用。物体对电流的阻碍作用, 称为该物体的电阻, 用 R 或 r 表示。电阻的基本单位是欧[姆], 简称欧(Ω), 常用单位还有千欧($k\Omega$)、兆欧($M\Omega$)。

$$1k\Omega = 10^3\Omega, 1M\Omega = 10^6\Omega$$

物体的电阻由它本身的物理条件决定。实验表明, 金属导体的电阻与导体的材料、长短、粗细有关。用一定材料制成的粗细均匀的导体, 在一定的温度下, 其电阻与长度成正比, 与横截面积成反比。用公式表示为

$$R = \rho \frac{L}{S} \quad (1-7)$$

式中, 导体的长度 L , 单位为米(m); 导体的截面积 S , 单位为平方米(m^2); 导体的电阻率 ρ , 也叫电阻系数, 单位为欧[姆]米($\Omega \cdot m$)。它表示长 1m, 截面积为 $1m^2$ 的导线所具有的电阻, 反映了这种材料的导电性能。电阻值越大, 表明材料的导电能力越差。

电阻的倒数称为电导, 用字母 G 表示。

$$G = \frac{1}{R}$$

电导的单位是西[门子], 用 S 表示, $1S = 1/\Omega$ 。电导 G 用来表示导体的导电能力, G 越大表明材料的导电能力越强。

2. 电容元件

电容是能够储存和释放电场能量的电路元件, 是一种储能元件, 也称为电容器, 用 C 表示。

当在电容器两端加上电压 u 时, 电容器被充电, 两块极板上将出现等量的异性电荷 q , 并形成电场。则电容 C 的定义为

$$C = \frac{q}{u} \quad (1-8)$$

式中, u 的单位是伏[特](V); q 的单位是库[仑](C); 电容量 C 的单位是法[拉](F), 常用单位还有微法(μF)、纳法(nF)和皮法(pF)。

它们的换算关系是

$$1\text{F}=10^6\mu\text{F}=10^9\text{nF}=10^{12}\text{pF} \quad (1-9)$$

当电容接上交流电压 u 时, 极板上的电荷也随之变化, 电路中便出现了电荷的移动, 形成电流 i 。若 u 、 i 为关联参考方向, 则有

$$i = \frac{dq}{dt} = C \frac{du}{dt} \quad (1-10)$$

通过上式表明, 电容器对直流有“隔直”作用, 即不允许直流电流通过; 对于交流, 电容器有“通交”作用, 即电容器会有交流电流通过。

当两端的电压增加时, 电容元件就将电能储存在电场中; 当电压减小时, 电容器就将储存的能量释放给电源。因此, 电容器通过加在两端的电压的变化来进行能量转换。如果忽略它的电阻和引线电感的影响, 则电容器本身是不消耗电能量的。因此, 电容器储存的能量可以由以下公式计算。

$$W_C = \int_0^t ui dt = \int_0^u Cu du = \frac{1}{2}Cu^2 \quad (1-11)$$

3. 电感元件

假设线圈 N 匝, 则在线圈中通入电流 i 时, 内部产生磁通 Φ 。若每匝线圈中通过同一磁通 Φ , 则 Φ 与 N 的乘积称为磁链 Ψ , 即 $\Psi = N\Phi$ 。那么, 磁链和通过线圈的电流 i 的比值称为电感, 用 L 表示, 即

$$L = \frac{\Psi}{i} \quad (1-12)$$

式中, Φ 和 Ψ 的单位是韦[伯](Wb); i 的单位是安[培](A); L 的单位是亨[利](H), 电感常用单位还有 mH(毫亨), $1\text{H}=10^3\text{mH}$ 。

当电感电路中的电流发生变化时, Φ 和 Ψ 都将发生变化, 并且在线圈中产生感应电动势 e_L 。在规定 e_L 参考方向与 i 参考方向一致时, 可由电磁感应定律求得该线圈产生的自感电动势为

$$e_L = -N \frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d\Psi}{dt} \quad (1-13)$$

则可得到

$$e_L = -L \frac{di}{dt} \quad \text{或} \quad u = -e_L = L \frac{di}{dt} \quad (1-14)$$

式(1-14)表明, 电感元件对于直流电流, 可视为短路。

电感是能够储存和释放磁场能量的电路元件, 也是一种储能元件。当电感中通过的电流增加时, 电感元件将电场能转换为磁场能储存在磁场中; 当通过电感的电流减小时, 电感元件将储存的磁场能转换为电能释放给电源。因此, 在电感中的电流发生变化时, 它能进行电能和磁场能的互换。电感储存的能量可以由以下公式计算。

$$W_L = \int_0^t uidt = \int_0^i Lidi = \frac{1}{2}Li^2 \quad (1-15)$$

可见, 电感储能的大小与电感量以及电流的平方成正比。同时也表明: 电感在某一时刻的储能, 只取决于该时刻的电感电流值, 而与电感电压值的大小无关。