

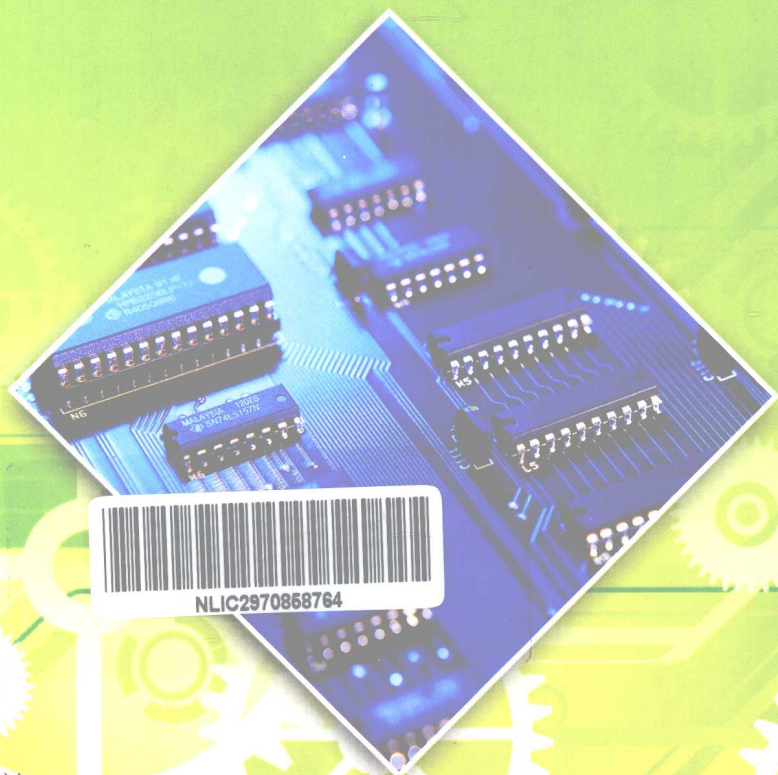


高等职业教育规划教材

DIANGONG YU DIANZI JISHU JICHU

电工与电子技术基础

主 编 蔡大华 石剑锋



苏州大学出版社

SOOCHOW UNIVERSITY PRESS

高等职业教育规划教材

电工与电子技术基础

主 编 蔡大华 石剑锋



NLIC2970858764

苏州大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

电工与电子技术基础 / 蔡大华, 石剑锋主编. — 苏州: 苏州大学出版社, 2012. 12
高等职业教育规划教材
ISBN 978-7-5672-0397-6

I. ①电… II. ①蔡… ②石… 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(2012)第 312993 号



电工与电子技术基础

蔡大华 石剑锋 主编

责任编辑 周建兰

苏州大学出版社出版发行

(地址: 苏州市十梓街 1 号 邮编: 215006)

宜兴市盛世文化印刷有限公司印装

(地址: 宜兴市万石镇南漕河滨路 58 号 邮编: 214217)

开本 787 mm×1 092mm 1/16 印张 14.75 字数 365 千

2012 年 12 月第 1 版 2012 年 12 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5672-0397-6 定价: 28.50 元

苏州大学版图书若有印装错误, 本社负责调换

苏州大学出版社营销部 电话: 0512-65225020

苏州大学出版社网址 <http://www.sudapress.com>



前 言

高等职业教育的任务是培养具有高尚职业道德,适应生产建设第一线需要的高技术应用性专门人才。电工与电子技术基础是高职院校机械类、数控类、机电类等相关专业的一门理论性、实践性和应用性很强的技术基础课程。通过本门课程的学习,学生能够掌握电路的基本理论和基本分析方法、电子器件功能及应用、电子电路分析及应用,并能进行典型电工电子电路实验、仿真,为后续课程准备必要的电工与电子电路理论知识、分析方法及技能操作。

根据电工与电子电路的特点及高等职业教育的任务,为激发学生的学习兴趣,提高学生的职业素质,编写本书的指导思想如下:

1. 本教材分为两部分:电路部分及电子技术部分。电路部分包括直流电路、单相电路、三相电路;电子技术部分包括模拟电子技术及数字电子技术。电路部分的重点是基本定律的理解及应用,从直流电阻电路入手,有助于学生更快地理解电路的基本规律和电路分析的基本方法;单相、三相电路以典型电路的分析、应用为主;电子技术部分以常用电子器件功能及应用为主,要求学生掌握典型电子电路应用、常用集成电路典型应用,本部分为重点,并要求学生掌握查阅电工与电子器件的选型及常见电路的读图能力。

2. 电工与电子技术基础内容繁多,而教学时数有限,因此本书在保证基本概念、基本原理和基本分析方法的前提下,力求精选内容,减少分立元件的内容,加强集成电路器件的内容和应用,贯彻“分立为集成服务”的原则,而对于集成内部电路的分析不做过多的介绍。本书以典型电路分析和应用为主,并结合实验要求强化实践技能训练。

3. 增强实用性。本书在编写过程中力图做到理论联系应用,学以致用;淡化公式推导,突出使学生掌握电工电子元器件功能、典型电路在实际中的应用,掌握基本分析工具、基本分析方法的运用。

4. 本教材力求语言通顺、文字流畅、图文并茂、可读性强。书中习题和例题着重培养学生分析和应用能力,每章后有小结、习题,习题附有参考答案,便于学生学习和提高。

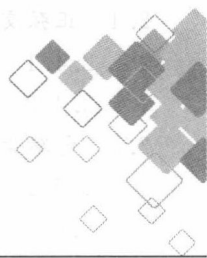
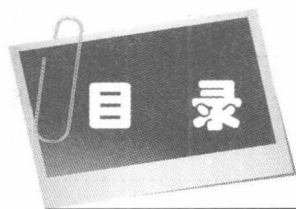
5. 附录给出了 Multisim 软件介绍及使用方法,便于学生掌握电路仿真技能。列出了电子元器件型号命名方法及常用器件选型内容。

本书由蔡大华老师任第一主编,石剑锋老师任第二主编,尹俊、田齐、陈淑侠、陈艳玲任副主编,由蔡大华老师负责统稿。参加编写的人员还有王志伟、祁晓菲、陈敏、郁志纯、袁红军、吴玉娟、丁雪梅等。

在编写过程中,编者借鉴了有关参考资料。在此,对参考资料的作者以及帮助本书出版的单位和个人一并表示感谢。

由于编者水平有限,编写时间仓促,书中难免有错误和不妥之处,恳请读者批评和指正。

编 者



第1章 直流电路及其分析方法

1.1 电路的组成及作用	1
1.2 电路中的主要物理量	2
1.3 电路的工作状态与电气设备的额定值	7
1.4 电压源和电流源及其等效变换	8
1.5 基尔霍夫定律	12
1.5.1 几个相关的电路名词	12
1.5.2 基尔霍夫电流定律(KCL)	13
1.5.3 基尔霍夫电压定律(KVL)	13
1.6 电阻的连接	15
1.6.1 电阻	15
1.6.2 电阻的串联	16
1.6.3 电阻的并联	16
1.6.4 电阻的混联	17
1.6.5 星形电阻网络与三角形电阻网络及其等效变换	17
1.7 支路电流法	18
1.8 叠加定理	19
1.9 戴维南定理	21
习题	23

第2章 单相正弦交流电路

2.1 正弦量的基本概念	26
2.1.1 正弦量的三要素	26
2.1.2 正弦量的相量表示	30
2.2 单一参数元件正弦交流电路	33
2.2.1 电阻元件交流电路	33
2.2.2 电感元件交流电路	35



2.2.3 电容元件交流电路	38
2.3 RLC 串联与并联电路	40
2.4 正弦交流电路的功率及功率因数的提高	44
2.4.1 交流电路的功率	44
2.4.2 感性负载功率因数的提高	46
2.5 电路谐振	48
2.5.1 RLC 串联电路的谐振	48
2.5.2 RLC 并联电路的谐振	50
习题	53

第3章 三相交流电路及其应用

3.1 三相对称电源	56
3.1.1 三相电源的知识	56
3.1.2 三相电源的连接	57
3.2 三相负载的星形连接	59
3.3 三相负载的三角形连接	61
3.4 三相电路的功率	63
习题	66

第4章 半导体器件及放大电路

4.1 半导体基本知识	68
4.1.1 半导体的特性	68
4.1.2 本征半导体	68
4.1.3 杂质半导体	70
4.1.4 PN 结及特性	71
4.2 半导体二极管	72
4.2.1 二极管的结构及符号	72
4.2.2 二极管的伏安特性	73
4.2.3 二极管的主要参数	74
4.2.4 特殊用途二极管——稳压管	74
4.3 半导体三极管	76
4.3.1 三极管的结构及符号	76
4.3.2 三极管的电流分配关系	77
4.3.3 三极管的伏安特性	78
4.3.4 三极管的主要参数	80
4.4 场效应管	81
4.5 基本放大电路	85
4.5.1 共发射极基本放大电路	85
4.5.2 放大电路中各电分量表示方法	86



4.5.3 静态分析	87
4.5.4 动态分析	88
4.6 静态工作点的稳定	93
4.6.1 静态工作点的设置与稳定	93
4.6.2 分压式偏置电路	94
4.7 共集电极放大电路	96
4.8 多级放大电路	98
4.8.1 多级放大电路的耦合方式	98
4.8.2 阻容耦合多级放大电路的分析	99
4.8.3 差动放大电路	102
4.9 功率放大电路	104
4.9.1 功率放大电路的特点及分类	104
4.9.2 互补对称功率放大电路	105
4.9.3 集成功率放大器	108
习题	111

第5章 集成运算放大器及其应用

5.1 负反馈放大电路	115
5.1.1 反馈的基本概念	115
5.1.2 正反馈和负反馈的判别方法	115
5.1.3 负反馈的基本类型及判别方法	116
5.1.4 负反馈对放大电路的影响	117
5.2 集成运算放大器概述	117
5.2.1 集成电路的分类与封装	117
5.2.2 集成运算放大器的组成	119
5.2.3 集成运算放大器的特点	119
5.2.4 集成运算放大器的主要参数	119
5.2.5 理想运算放大器	120
5.3 运算放大器的基本运算电路	121
5.4 集成运算放大器的非线性应用	125
5.4.1 电压比较器	125
5.4.2 集成运放典型拓展应用	127
5.5 集成运算放大器选择和使用中应注意的问题	129
5.5.1 集成运算放大器的选择	129
5.5.2 集成运放的保护	130
习题	131

第6章 正弦波振荡电路及直流稳压电源

6.1 直流稳压电源	134
------------------	-----



6.1.1 直流稳压电源的组成	134
6.1.2 单向整流电路	135
6.1.3 滤波电路	137
6.1.4 稳压电路及稳压电源的性能指标	139
6.1.5 三端式集成稳压器	140
6.2 正弦波振荡电路	141
6.2.1 振荡电路的振荡条件	141
6.2.2 正弦波振荡电路的组成及各部分的作用	142
6.2.3 RC 正弦波振荡电路	142
6.2.4 LC 正弦波振荡电路	145
习题	147

第7章 门电路与组合逻辑电路

7.1 数字电路概述	150
7.1.1 数字电路概述	150
7.1.2 脉冲信号	150
7.1.3 数制	151
7.1.4 码制	153
7.2 逻辑门电路	153
7.2.1 基本逻辑门电路	154
7.2.2 复合门电路	156
7.2.3 集成门电路	158
7.3 逻辑代数	165
7.3.1 逻辑代数的基本公式和定律	165
7.3.2 逻辑函数的化简	166
7.4 组合逻辑电路的分析与设计	168
7.5 常用组合逻辑器件	170
习题	178

第8章 时序逻辑电路

8.1 触发器	181
8.1.1 RS 触发器	181
8.1.2 主从 JK 触发器	185
8.1.3 D 触发器	186
8.1.4 触发器应用举例:四人竞赛抢答电路	187
8.2 时序逻辑电路	188
8.2.1 计数器	188
8.2.2 寄存器	193
8.3 555 定时器	196



8.3.1 555 定时器	196
8.3.2 555 定时器的应用	197
习题	203
附录 1 Multisim 2001 仿真软件	207
附录 2 电阻与电容的型号命名法	214
附录 3 半导体器件相关知识	218
习题答案	222
参考文献	226

本章介绍了直流电路的基本概念和主要物理量、电路模型及电路的状态和电气设备的额定值,讨论了基尔霍夫定律和电路的叠加定理及戴维南定理的分析方法.本章的概念及分析方法,同样适用于交流电路的分析,本章是全书的基础内容之一.

1.1 电路的组成及作用

1. 电路的概念

电路是电流的通路,它是由一些电工设备或元件按一定方式连接起来,具有一定功能的闭合线路.比较复杂的电路又称为网络.

电路根据其基本功能可以分为两大类:一类用来实现电能的传输和转换,如图 1-1(a)所示为电力线路系统示意图;另一类用来实现信号的传递和处理,如图 1-1(b)所示为扩音机电路示意图.

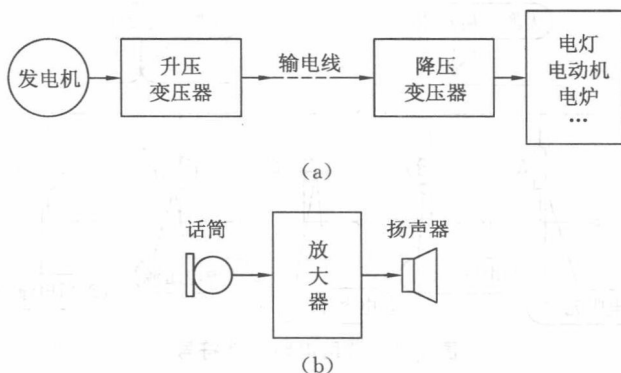


图 1-1 电路功能

2. 电路组成

不管电路简单还是复杂,电路通常由电源、负载和中间环节三部分组成.如图 1-2 所示,手电筒电路中的电池、灯泡和开关、导线,则分别属于电源、负载和中间环节.

电源是供给电能的设备,其作用是将其他形式的能转变成电能,如电池、发电机等.



负载是消耗、转换电能的设备,其作用是将电能转换为其他形式的能,如电灯、电炉、电动机等。

中间环节是起控制、连接、保护等作用的,如导线、开关、熔断器等。

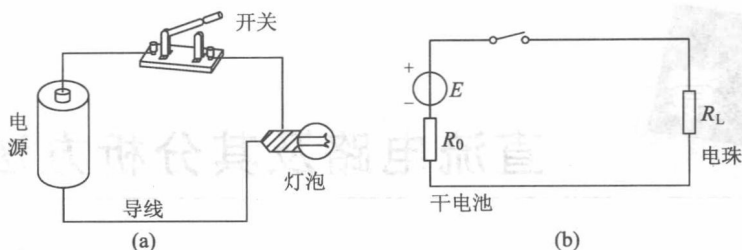


图 1-2 手电筒电路及电路模型

3. 电路原理图

实际电路是由一些按需要起不同作用的实际电路元件构成的,如电路中的电池、导线、开关、电灯等,它们的电磁关系较为复杂,为便于分析研究,常在一定条件下,将实际元件理想化,突出其主要电磁性质,忽略其次要因素,将其近似看做理想电路元件。在图 1-2(a)所示手电筒电路中,小灯泡不但因发光而消耗电能,而且在其周围还会产生一定的磁场,若只考虑其电能消耗的性质而忽略其磁场,可以将小灯泡看做为一个只消耗电能的理想化电阻元件。电源不仅提供一定电压的电能,且其内部有一定电能损耗,可以用电压源元件与一个内阻串联表示。开关、导线是电路中间环节,其电阻可以忽略,用一个无电阻的理想导体表示。

采用国家规定的图形符号及字母符号,可绘制电路原理图。图 1-3 是常用电路元件的图形及字母符号。任何实际器件都可以用理想电路元件来表示。由理想元件组成的电路称为实际电路的电路模型,又称为电路原理图。本教材所研究的电路都是指电路模型。如图 1-2(b)所示的电路为手电筒的电路原理图。

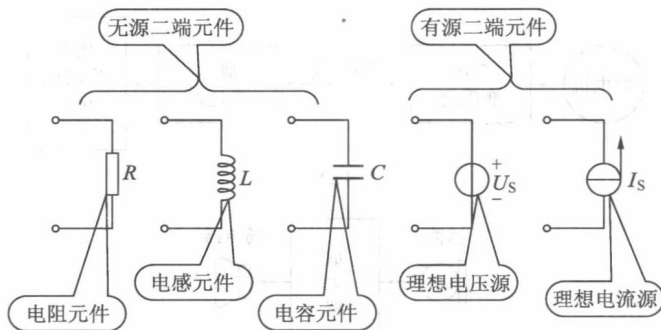


图 1-3 常用电路元件符号

1.2 电路中的主要物理量

电路中的物理量主要包括电流、电压、电位、电动势、功率以及电能。

1. 电流

电荷(电子、离子等)在电场力的作用下,有规则的定向移动形成了电流.其数值等于单位时间内通过导体某一横截面的电荷量,称为电流强度,用符号 I 或 i 表示.

当电流的大小和方向都不变时,称为直流电流,简称直流(DC),常用 I 表示,即

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

当电流大小、方向随时间作周期性变化时,称为交流电流,简称交流(AC),常用 i 表示,即

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

在国际单位制(SI)中,电流的单位是安[培](A),此外还有千安(kA)、毫安(mA)、微安(μ A).

电流是有方向的,习惯规定电流的实际方向是正电荷定向移动的方向或负电荷运动的反方向.电流的方向是客观存在的.在简单电路情况下,很容易就能判断电流的实际方向,如图 1-2(b)电路电流是由电源正极流向负极;在电源内部,电流则由负极流向正极.但在复杂电路中,电流的实际方向有时难以确定;对于交流电而言,其方向随时间而变,在电路图上无法用一个箭头来表示实际方向.为便于分析和计算,便引入电流参考方向的概念.

参考方向也称正方向,是任意假设方向,在电路中用箭头表示.就是在分析和计算电路时,先任意选定某一方向,作为待求电流的方向,并根据此方向进行分析和计算.当电流参考方向与电流实际方向一致时,电流为正值;当电流参考方向与电流实际方向不一致时,电流为负值.这样在选定参考方向下,根据电流的正负,可以确定电流的实际方向,如图 1-4 表示了电流的参考方向(图中实线所示)与实际方向(图中虚线所示)之间的关系.本书电路图上所标出的电流方向都是指参考方向.

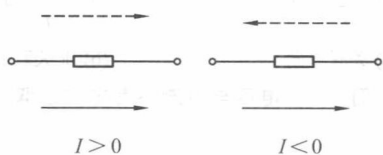


图 1-4 电流的参考方向与实际方向



提示

① 电路中电流可以用电流表串入电路中进行测量.

② 人体能感知的最小电流为交流 1 mA 左右;人体能摆脱触电状态的最大电流为交流 15 mA 左右;而 50 Hz 交流电流在 30~50 mA 能致人死亡.

例 1-1 如图 1-5 所示,电流的参考方向已标出,并已知 $I_1 = 1.5$ A, $I_2 = -3$ A,试指出电流的实际方向.

解 $I_1 = 1.5$ A > 0 ,则 I_1 的实际方向与参考方向一致,应由点 a 流向点 b .

$I_2 = -3$ A < 0 ,则 I_2 的实际方向与参考方向相反,由点 a 流向点 b .

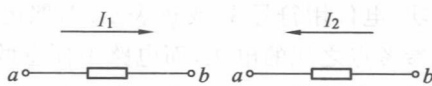


图 1-5 例 1-1 图



2. 电压

在电场力作用下,电荷做定向移动,电场力做功,将电能转换为其他形式的能量,如光能、热能、机械能等。电压是用来描述电场力做功的物理量,电路中两点 A 、 B 间的电压等于电场力将单位正电荷由电路 A 点移动到 B 点所做的功,即

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

对于交流电压,则为

$$u_{AB} = \frac{dw}{dq} \quad (1-4)$$

电压的单位为伏特(V),此外还常用千伏(kV)、毫伏(mV)、微伏(μ V)。

电压的实际方向则由电位能高处指向电位能低处,是电位能降低的方向。

与电流类似,在分析与计算电路时,可任意选定一个电压参考方向,或称为正方向,在电路中可用箭头、双下标或正负极性标出,如图 1-6 所示。

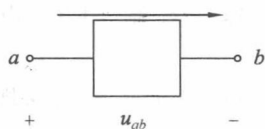


图 1-6 电压参考方向表示

电压总是针对两点而言的,因此用双下标表示电压的参考方向,由第一个下标指向第二个下标,即由 a 点指向 b 点。电压的参考方向也是任意假定的,当参考方向与实际方向相同时,电压值为正;反之,电压值为负。

在分析电路时,任一电路元件的电流和电压参考方向可以任意选定,但是为了分析方便,常选定同一元件的电流参考方向与电压参考方向一致,如图 1-7(a) 所示,称为关联方向。若同一元件的电压与电流的参考方向不一致,如图 1-7(b) 所示,称为非关联方向。

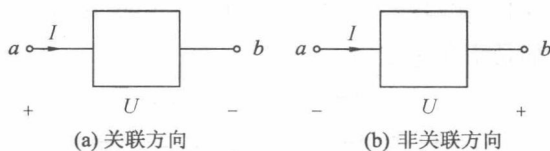


图 1-7 电压与电流参考方向选取



提示

- ① 电路中电压可以用电压表并联在元件两端进行测量。
- ② 人体的安全电压为交流 36 V,在特别危险场所为交流 12 V。

3. 电位

在电路测试中,经常要测量各点的电位,看其是否符合设计数值。电位是表示电路中各点电位能高低的物理量,其在数值上等于电场力将单位正电荷从该点移到参考点所做的功。电位用符号 V 或 φ 表示。对照电位与电压的定义,电路中任意一点的电位,就是该点与参考点之间的电压,而电路中任意两点间的电压,则等于这两点电位之差。若测出电路中任意两点的电位 V_a 和 V_b ,则 a 、 b 两点间的电压 U_{ab} 可以表示为

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

一般选取电路若干导线连接的公共点或机壳作为参考点,可用符号“ $\perp$ ”表示。参考点是零电位点,其他各点电位与参考点比较,比参考点高为正电位,比参考点低为负电位。



电位的单位是伏[特](V)。



提示

① 电位具有相对性和单值性。电位的相对性是指电位随参考点选择而异,参考点不同,即使是电路中的同一点,其电位值也不同。电位的单值性是指参考点一经选定,电路中各点的电位即为一确定值。

② 电压具有绝对性,与参考点选择无关。即对于不同的参考点,虽然各点的电位不同,但该两点间的电压始终不变,这就是电压的绝对性。

例 1-2 如图 1-8 所示电路中,已知 $V_a = 3 \text{ V}$, $V_b = 2 \text{ V}$, 求 U_1 及 U_2 。

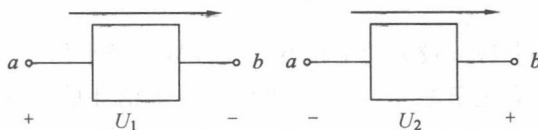


图 1-8 例 1-2 图

解

$$U_1 = V_a - V_b = 3 \text{ V} - 2 \text{ V} = 1 \text{ V}$$

$$U_2 = V_b - V_a = 2 \text{ V} - 3 \text{ V} = -1 \text{ V}$$

例 1-3 如图 1-9 所示电路中,已知各元件的电压分别为 $U_1 = 8 \text{ V}$, $U_2 = 6 \text{ V}$, $U_3 = 10 \text{ V}$, $U_4 = -24 \text{ V}$ 。若分别选 B 点与 C 点为参考点,试求电路中各点的电位。

解 选 B 点为参考点,则

$$V_B = 0$$

$$V_A = U_{AB} = -U_1 = -8 \text{ V}$$

$$V_C = U_{CB} = U_2 = 6 \text{ V}$$

$$V_D = U_{DB} = -U_4 - U_1 = 24 \text{ V} - 8 \text{ V} = 16 \text{ V}$$

选 C 点为参考点,则

$$V_C = 0$$

$$V_A = U_{AC} = U_4 + U_3 = -24 \text{ V} + 10 \text{ V} = -14 \text{ V}$$

$$V_B = U_{BC} = -U_2 = -6 \text{ V}$$

$$V_D = U_{DC} = U_3 = 10 \text{ V}$$

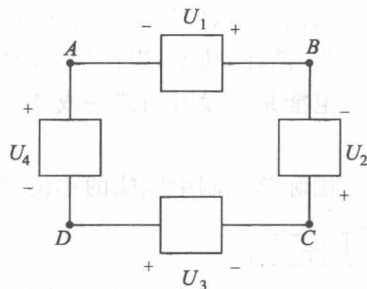


图 1-9 例 1-3 图

可见,电路中同一点电位随参考点选取不同而不同,但两点间电压是不变的。

4. 电动势

电动势是非电场力如电磁力、化学力等将单位正电荷从电源负极移到正极所做的功,用 E 或 e 表示,即

$$E = \frac{W}{Q} \quad (1-6)$$

对于交流电动势,则为

$$e = \frac{dw}{dq} \quad (1-7)$$

电动势的单位也是伏(V)。

电动势的方向规定是电源负极指向正极。电动势与电压的物理意义不同。电压是衡量电场力做功的能力,而电动势是衡量电源力(电磁力、化学力)做功的能力。电动势与电压的



实际方向不同,电动势的方向是从低电位指向高电位,即由“-”极指向“+”极;而电压的方向则从高电位指向低电位,即由“+”极指向“-”极。此外,电动势只存在于电源的内部。

5. 功率及电能

在电路中,正电荷受电场力作用从高电位移动到低电位所减少的电能转换为其他形式的能量,被电路吸收。电能转换的快慢称为电功率,简称功率,用符号 P 表示,即

$$P = \frac{W}{t} \quad (1-8)$$

在交流电路情况下

$$p = \frac{dw}{dt} \quad (1-9)$$

功率的单位是瓦[特](W),较大的单位有千瓦(kW),较小的单位有毫瓦(mW)。

在电路分析中,功率有正负之分:当一个电路元件上消耗的功率为正值时,表明这个元件是负载,是耗能元件;当一个电路元件上消耗的功率为负值时,表明这个元件起电源作用,是供能元件。因此,给出电功率的两种功率计算公式。

当元件的电压、电流选取的参考方向相同时,如图 1-7(a)所示时,有

$$P = UI \quad (1-10)$$

当元件的电压、电流选取的参考方向不一致时,如图 1-7(b)所示时,有

$$P = -UI \quad (1-11)$$

无论电压、电流参考方向是关联或非关联参考方向,都有:当计算的功率为正值,则元件吸收(消耗)功率;当计算的功率为负值,则元件发出(产生)功率。

电能是一段期间消耗或产生的电位能量,是电能转化为其他形式的能多少的量度。

$$W = Pt \quad (1-12)$$

国际单位制中电能的单位为焦耳(J)。



提示

在实际应用中,电能的单位常用千瓦·时(kW·h)表示,即功率为 1 kW 的用电设备在 1 h 内所消耗的电能,简称 1 度电,即

$$1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 1000 \text{ W} \times 3600 \text{ s} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$$

例 1-4 如图 1-10 所示,求图示各元件的功率。

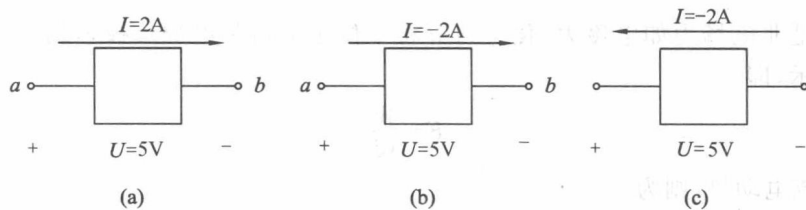


图 1-10 例 1-4 图

解 (a) 关联方向, $P = UI = 5 \times 2 \text{ W} = 10 \text{ W}$, $P > 0$, 吸收 10 W 功率。

(b) 关联方向, $P = UI = 5 \times (-2) \text{ W} = -10 \text{ W}$, $P < 0$, 产生 10 W 功率。

(c) 非关联方向, $P = -UI = -5 \times (-2) = 10 \text{ W}$, $P > 0$, 吸收 10 W 功率。

1.3 电路的工作状态与电气设备的额定值

1. 电路的工作状态

电路有空载、短路及负载三种状态. 下面根据电路连接情况, 分别讨论电路的电流、电压及功率.

(1) 空载状态.

空载又称断路或开路状态. 如图 1-11 所示, 当开关 S 打开时, 电源与负载没有构成闭合路径, 电路处于开路状态. 电路具有下列特征:

- ① 电路中的电流为零, 即 $I=0$.
- ② 电源的端电压等于电源的电动势电压 U_s .
- ③ 电源的输出功率和负载吸收的功率均为零.

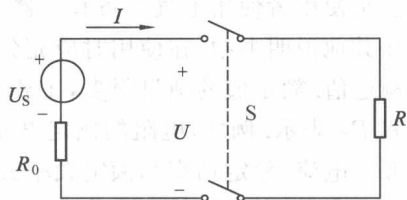


图 1-11 电路开路

(2) 短路状态.
当电源的两个输出端由于某种原因直接相连时, 会造成电源被直接短路, 它是电路的一个极端运行状态, 如图 1-12 所示.

短路电路具有下列特征:

- ① 电源中的电流最大, 对负载输出的电流为零.
- 此时电源中的电流为

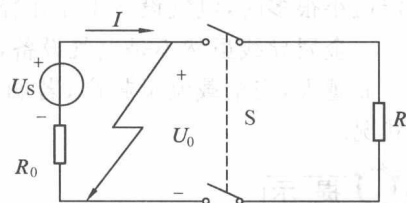


图 1-12 电路短路

$$I_{sc} = \frac{U_s}{R_0} \quad (1-13)$$

此电流称为短路电流 I_{sc} . 由于电源的内电阻 R_0 很小, 故短路电流很大, 常将电源烧毁. 产生短路的原因往往是由于绝缘损坏或接线错误, 为了防止短路事故引起的后果, 通常在电路中接入熔断器或自动断路器, 以便发生短路时, 能迅速将故障电路自动断开.

- ② 电源和负载的端电压均为零.

③ 电源对外输出功率和负载吸收功率均为零, 这时电源所发出的功率全部消耗在内阻上. 这就使电源的温度迅速上升, 有可能烧毁电源及其他电气设备, 甚至引起火灾. 而有时也会因某种需要, 将电路中某一部分或某一元件的两端用导体直接连通, 这种做法通常称为短接.

(3) 有载工作状态.

如图 1-11 所示, 当开关 S 闭合时, 电源与负载构成闭合通路, 电路便处于有载工作状态. 此时电路具有下列特征:

- ① 电路中的电流由负载决定:

$$I = \frac{U_s}{R_0 + R} \quad (1-14)$$

当 U_s 、 R_0 一定时, 电流由负载电阻 R 的大小来决定.

- ② 电源的端电压为



$$U = U_s - IR_0 \quad (1-15)$$

③ 电源输出功率为

$$P = U_s I - I^2 R_0$$

上式表明,电源发出的功率 $U_s I$ 减去内阻上的消耗 $I^2 R_0$ 才是供给外电路负载的功率,即电源发出的功率等于电路各部分所消耗的功率.由此可见,整个电路中功率总是平衡的.

2. 电气设备的额定值

在实际电路中,所有电气设备和元器件在工作时都有一定的使用限额,这种限额称为额定值.额定值是制造厂综合考虑产品的安全性、经济性和使用寿命等因素而制定的.额定值是使用者使用电气设备和元器件的依据.电气设备或元器件的额定值常标在铭牌上或写在其他说明书中,在使用时应充分考虑额定数据.如灯泡的电压 220 V、功率 40 W 都是它的额定值.额定值的项目很多,主要包括额定电流、额定电压以及额定功率等,分别用 I_N 、 U_N 和 P_N 表示.例如,电阻的额定电流和额定电阻为 100 mA 和 1000 Ω ;某电动机的额定电压、额定电流、额定功率和额定频率分别为 380 V、10 A、8 kW 和 50 Hz 等.

通常,当实际使用值等于额定值时,电气设备的工作状态称为额定状态(或满载);当实际功率或电流大于额定值时,电气设备工作在过载(或超载)状态;当实际功率或电流比额定值小很多时,电气设备工作在轻载(或欠载)状态.

金属导线虽然不是电气设备,但通过电流时也要发热,为此也规定了安全载流量.导线截面越大,安全载流量越高;若明线敷设且散热条件好,安全载流量显然大于穿管敷设的状况.



提示

当环境温度高时,电路工作电流应比额定值小,或增加散热环节、缩短工作时间,以避免电气设备过热.

例 1-5 有一 220 V、60 W 的电灯,接在 220 V 的直流电源上,试求通过电灯的电流和电灯的电阻.如果每晚用 3 h,则一个月消耗多少电能?

解

$$I = \frac{P}{U} = \frac{60}{220} \text{ A} \approx 0.273 \text{ A}$$

$$R = \frac{U}{I} = \frac{220}{0.273} \Omega \approx 806 \Omega$$

电阻也可用下式计算:

$$R = \frac{P}{I^2} \text{ 或 } R = \frac{U^2}{P}$$

一个月消耗的电能也就是所做的功为

$$W = Pt = 0.06 \times 3 \times 30 \text{ kW} \cdot \text{h} = 5.4 \text{ kW} \cdot \text{h}$$

1.4 电压源和电流源及其等效变换

电源可以用两种不同的电路模型表示.一种是用电压的形式来表示,称为电压源;一种是用电流的形式来表示,称为电流源.