

国家示范院校重点建设专业工学结合系列教材

室内供配电系统安装

SHINEI GONGPEIDIAN XITONG ANZHUANG

主编 沈永跃

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

国家示范院校重点建设专业工学结合系列教材

室内供配电系统安装

主 编 沈永跃
参 编 侯文宝 李德路 瞿汉达
主 审 闫家建

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书系统地介绍了电工电子技术基础知识,新能源技术在建筑设备节能方面的应用,常用电工仪表的使用,建筑设备的动力配电系统及防雷措施,建筑施工工地的配电及安全措施,较为详细地介绍了给排水系统、空调系统、采暖锅炉房的电气控制系统。

本书既有工程实例又有技术措施,可作为建筑设备类专业教材,也可以作为相关工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

室内供配电系统安装/沈永跃主编. —徐州:中国矿业大学出版社,2011.1

ISBN 978 - 7 - 5646 - 0815 - 6

I. ①室… II. ①沈… III. ①供电—高等学校:技术学校—教材②配电系统—高等学校:技术学校—教材
IV. ①TM72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 197623 号

书 名 室内供配电系统安装

主 编 沈永跃

责任编辑 章 毅 耿东锋

责任校对 杜锦芝

出版发行 中国矿业大学出版社有限责任公司

(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)

营销热线 (0516)83885307 83884995

出版服务 (0516)83885767 83884920

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司

开 本 787×1092 1/16 印张 19.25 字数 476 千字

版次印次 2011 年 1 月第 1 版 2011 年 1 月第 1 次印刷

定 价 29.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

编委会名单

主 任：袁洪志

副主任：季 翔

编 委：沈士德 王作兴 韩成标

陈年和 孙亚峰 陈益武

张 魁 郭起剑 刘海波

序

20 世纪 90 年代以来,我国高等职业教育进入快速发展时期,高等职业教育占据了高等教育的半壁江山,职业教育迎来了前所未有的发展机遇,特别是国家启动了示范性高职院校建设项目计划,促使高职院校更加注重办学特色与办学质量,力求深化内涵、彰显特色。我校自 2008 年成为国家示范性高职院校建设单位以来,在课程体系与教学内容、教学实验实训条件、师资队伍、专业及专业群、社会服务能力等方面进行了深化改革,探索建设了具有示范特色的教育教学体制。

根据国家示范性高职院校建设项目计划,学校开展了教材编写工作。本系列教材是在工学结合思想指导下,结合“工作过程系统化”课程建设理念,突出“实用、适用、够用”特点,遵循高职教育的规律编写而成的。教材的编者都具有丰富的工程实践经验和较为深厚的教学理论水平。

本系列教材的主要特点有:

(1) 突出工学结合特色。邀请施工企业技术人员参与教材的编写,教材内容大多采用情境教学设计和项目教学方法,所采用案例多来源于工程实践,工学结合特色显著,着力培养学生的实践能力。

(2) 突出“实用、适用、够用”的特点。传统教材多采用学科体系,将知识切割为点。本系列教材以工作过程或工程项目为主线,将知识点串联,把实用的理论知识和实践技能在仿真情境中融会贯通,使学生既能掌握扎实的理论知识,又能学以致用。

(3) 融入职业岗位标准、工作流程,体现职业特色。在本系列教材编写中,根据行业或者岗位要求,把国家标准、行业标准、职业标准及工作流程引入教材中,指导学生了解、掌握相关标准及流程。学生掌握最新的知识、熟知最新的工作流程,具备了实践能力,毕业后就能够迅速上岗。

本系列教材的编写得到了中国矿业大学出版社的大力支持,在此,谨向支持和参与教材编写工作的有关单位、部门及个人表示衷心感谢。

本系列教材的付梓出版也是学校示范性建设项目的成果之一。欢迎读者提出宝贵意见,以便在今后的修订中进一步完善。

徐州建筑职业技术学院

2010 年 9 月

前 言

现代建筑的最大特点是高科技、多学科、多技术综合集成。建筑电气是现代建筑中一个不可缺少的专业学科,与建筑其他各专业学科联系密切。本书在编写时,为体现教学改革和课程改革精神,在内容的组合和选取方面作了较大的调整,主要表现在:

(1) 课程内容的综合性强。本书将过去的电工与电子技术基础、建筑电气与照明技术、电机原理与拖动控制等几门课程的内容进行了有机的组合,形成了一个较完整的体系,为教学组织和学生的学习提供了方便。

(2) 本书的内容体现了职业教育的特点,强调理论的应用性,理论知识以必需、够用为度,尽量避免过广过深,注重技能训练,紧密联系实际,充分体现以能力为本位的职业教育观念。

(3) 注重反映电气技术领域的新知识、新技术、新产品,注意贯彻最新的国家标准和设计规范。

参加本书编写的有:徐州建筑职业技术学院沈永跃(学习情境三、四、五、七),徐州建筑职业技术学院侯文宝(学习情境一),徐州建筑职业技术学院李德路(学习情境二),江苏长安建设集团瞿汉达(学习情境六)。徐州财苑房地产开发公司高级工程师闫家建主审。

本书编写过程中,得到了建筑设备工程技术专业顾问委员会各位专家的热情帮助和大力支持,提出了许多宝贵意见,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,本书难免有疏漏和不妥之处,恳请读者批评指出以便再版修正。

编 者

2010年6月

目 录

学习情境一 电工技术应用	1
项目一 电路及基本物理量	1
项目二 电路模型	4
项目三 电气设备的额定值及电路的工作状态	6
项目四 基尔霍夫定律	7
项目五 简单电路分析	9
项目六 交流电	10
项目七 三相交流电路	16
项目八 绿色新能源技术与应用	25
思考题与习题	31
技能训练一 电路元件的伏安特性	33
技能训练二 三相电路的连接实验	35
学习情境二 电子技术应用	39
项目一 分立电子器件的认识	39
项目二 分立电子器件的作用与功能	45
项目三 整流滤波与稳压电路	51
项目四 基本放大电路	55
项目五 集成电路模块	56
项目六 电子技术在暖通空调技术中的应用	59
思考题与习题	73
技能训练 整流滤波电路制作	75
学习情境三 动力及照明工程安装	77
项目一 动力及照明工程图	77
项目二 室内照明器具与控制装置的安装	85
项目三 室内配电线路	97
项目四 母线槽与电缆桥架	106
项目五 电缆的敷设方式	124
思考题与习题	130

技能训练一 电气照明工程图分析	134
技能训练二 电力工程图分析	145
学习情境四 建筑防雷接地工程安装	150
项目一 雷击的类型及建筑防雷等级的划分	150
项目二 建筑物的防雷措施	152
思考题与习题	160
技能训练一 防雷与接地装置的安装	161
技能训练二 建筑防雷接地工程图阅读	177
学习情境五 施工工地供配电设备安装	181
项目一 施工工地供配电的特点	181
项目二 建筑工地负荷的计算	182
项目三 建筑工地配电变压器的选择及安装	186
项目四 导线的选择	188
项目五 建筑工地配电箱的选择与安装	195
思考题与习题	197
技能训练一 建筑施工供电设计	198
技能训练二 低压配电保护装置选择及安装	202
学习情境六 楼宇常用设备电气控制	215
项目一 生活给水系统的电气控制	215
项目二 消防给水控制系统	231
项目三 锅炉房动力设备的电气控制	248
项目四 空调与制冷系统的电气控制	255
思考题与习题	278
学习情境七 电工仪器仪表的使用	279
项目一 电工仪表基本知识	279
项目二 电流和电压的测量	281
项目三 功率的测量	282
项目四 电能的测量	284
项目五 万用表的使用	286
项目六 绝缘电阻表的使用	288
项目七 钳形电流表	290
项目八 直流电桥	292
思考题与习题	294
参考文献	295

学习情境一 电工技术应用

一、职业能力和知识

- (1) 熟悉电流、电压、电阻、电功率、电能等基本物理量；
- (2) 熟悉电路基本概念、基本定律；
- (3) 熟悉电路类型与电器工作状态；
- (4) 熟悉单相与三相交流电供电系统；
- (5) 了解电气技术在空调系统中的应用。

二、相关实践知识

- (1) 电路元件认识及基本电路连接；
- (2) 三相交流电路的连接。

三、相关理论知识

- (1) 电路基本知识；
- (2) 电机基本知识；
- (3) 电力系统基本知识。

项目一 电路及基本物理量

一、电路的组成及功能

(一) 电路的组成

电路是为了某种需要而将某些电工设备或元件按一定方式组合起来的电流通路。由电源、负载和中间环节 3 部分组成。

(二) 电路的主要功能

- (1) 进行能量的转换、传输和分配。如电力系统中(图 1-1),发电机将机械能转换成

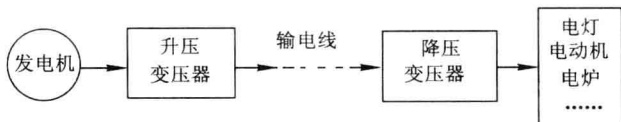


图 1-1 电力系统示意图

电能,再通过升压和降压变压器,输配电线路将电能输送到用户负载,负载又将电能转换成机械能、光能、热能等其他形式的能。

(2) 实现信号的传递、存储和处理。如电话、电视、广播(图 1-2)等系统。这类电路的作用是将输入信号(如声音、图像信号)进行处理,放大后送到负载,负载将信号还原成声音、图像信号。

二、电流

电荷的定向移动形成电流。电流大小指单位时间内通过导体截面的电量。

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

电流用符号 I 表示,单位是安培(A)。在工程中常用千安(kA)、毫安(mA)和微安(μA)作单位。 $1\text{ kA} = 10^3\text{ A}$, $1\text{ mA} = 10^{-3}\text{ A}$, $1\text{ }\mu\text{A} = 10^{-6}\text{ A}$ 。

正电荷运动方向规定为电流的实际方向。电流的方向用箭头或双下标变量表示。任意假设的电流方向称为电流的参考方向。如果求出的电流值为正,说明参考方向与实际方向一致,否则说明参考方向与实际方向相反,如图 1-3 所示。

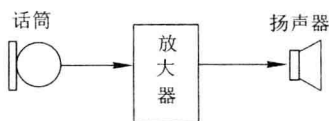


图 1-2 广播系统示意图

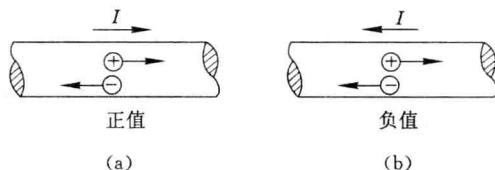


图 1-3 电流的参考方向

三、电压、电位和电动势

(一) 电压

单位正电荷由 a 点移至 b 点电场力所做的功称为 a 、 b 两点间的电压。电压的实际方向规定由电位高处指向电位低处。与电流方向的处理方法类似,可任选一方向为电压的参考方向,如图 1-4 所示。

例:当 $u_a = 3\text{ V}$, $u_b = 2\text{ V}$ 时,有 $u_1 = 1\text{ V}$, $u_2 = -1\text{ V}$ 。

最后求得的 u 为正值,说明电压的实际方向与参考方向一致,否则说明两者相反。

对一个元件,电流参考方向和电压参考方向可以相互独立地任意确定,但为了方便起见,常常将其取为一致,称关联方向;如不一致,称非关联方向。如图 1-5 所示。

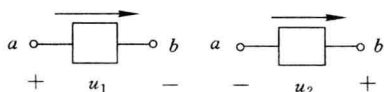


图 1-4 电压的参考方向

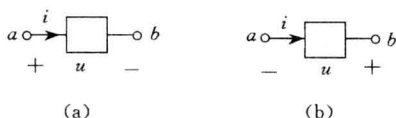


图 1-5 电压与电流的方向

(a) 关联方向;(b) 非关联方向

如果采用关联方向,在标示时标出一种即可。如果采用非关联方向,则必须全部

标示。

(二) 电位

电路中某点与参考点之间的电压称为该点的电位,选定参考点电位为零。电位的单位也是伏特(V)。

电压与电位的关系:电路中任意两点之间的电压等于这两点之间的电位差,即 $U_{ab} = U_a - U_b$,故电压又称电位差。

(三) 电动势

外力克服电场力把单位正电荷从电源的负极搬运到正极所做的功,称为电源的电动势。电动势是衡量外力即非静电力做功能力的物理量。电动势的实际方向与电压实际方向相反,规定为由负极指向正极。

四、电功与电功率

(一) 电功

电流所做的功,即电能,用字母 W 表示。单位是焦耳(J),或者千瓦时($\text{kW} \cdot \text{h}$)即通常所说的度。注意: $1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$ 。

电功的计算公式:

$$W = UI t \quad (1-2)$$

(二) 电功率

电流在单位时间内所做的功,用字母 P 表示,单位是瓦特(W)。计算公式为:

$$P = \frac{W}{t} = UI = I^2 R = \frac{U^2}{R} \quad (1-3)$$

$P > 0$ 时吸收功率, $P < 0$ 时放出功率。

功率与电流、电压的关系:关联方向时 $P = UI$; 非关联方向时 $P = -UI$ 。

例 1-1 求图 1-6 所示各元件的功率。

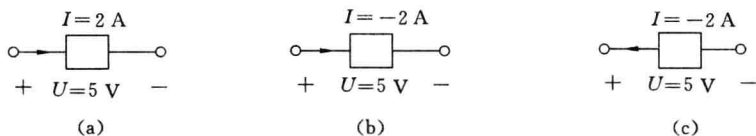


图 1-6 例 1-1 图

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

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

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

(三) 电流的热效应

电流通过导体时使导体发热的现象称为电流的热效应。电流热效应就是电能转换成热能的效应。

焦耳定律: $Q = I^2 R t$ 。 (1-4)

项目二 电路模型

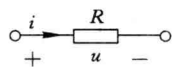
一、电路模型的概念

为了便于对电路进行分析计算,常常将实际电路元件理想化,也称模型化,即在一定条件下突出其主要的电磁性质,忽略次要的因素,用一个足以表征其主要特性的理想元件近似表示。由理想电路元件所组成的电路,称为电路模型。常见的电路元件有电阻元件、电容元件、电感元件、电压源、电流源。

电路元件在电路中的作用或者说它的性质是用其端钮的电压、电流关系即伏安关系来决定的。

(一) 电阻元件

电阻元件是一种消耗电能的元件,其电路模型如图 1-7 所示。



关联方向时

$$u = Ri \quad (1-5)$$

图 1-7 电阻的电路模型

非关联方向时

$$u = -Ri \quad (1-6)$$

(二) 电感元件

电感元件是一种能够贮存磁场能量的元件,是实际电感器的理想化模型,如图 1-8 所示。

关联方向时

$$u = L \frac{di}{dt}$$

(1-7)

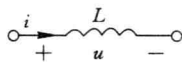


图 1-8 电感的电路模型

非关联方向时

$$u = -L \frac{di}{dt} \quad (1-8)$$

L 称为电感元件的电感,单位是亨利(H)。

只有电感上的电流变化时,电感两端才有电压。在直流电路中,电感上即使有电流通过,但 $u=0$,相当于短路。

存储能量:

$$W_L = \frac{1}{2} Li^2 \quad (1-9)$$

(三) 电容元件

电容元件是一种能够贮存电场能量的元件,是实际电容器的理想化模型,如图 1-9 所示。



关联方向时

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

图 1-9 电容的电路模型

非关联方向时

$$i = -C \frac{du}{dt} \quad (1-11)$$

C 称为电容元件的电容,单位是法拉(F)。

只有电容上的电压变化时,电容两端才有电流。在直流电路中,电容上即使有电压,但 $i=0$,相当于开路,即电容具有隔直作用。

存储能量:

$$W_C = \frac{1}{2} C u^2 \quad (1-12)$$

(四) 理想电源

(1) 伏安关系: $U=U_s$ 。端电压为 U_s ,与流过电压源的电流无关,由电源本身确定;电流任意,由外电路确定。

(2) 特性曲线与符号如图 1-10 所示。

(五) 理想电流源

(1) 伏安关系: $i=i_s$ 。流过电流为 i_s ,与电源两端电压无关,由电源本身确定;电压任意,由外电路确定。

(2) 特性曲线与符号如图 1-11 所示。

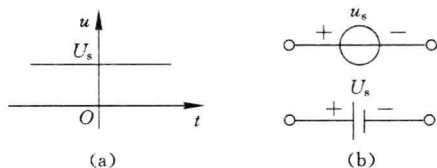


图 1-10 理想电压源的特性曲线和符号

(a) 特性曲线; (b) 电路符号

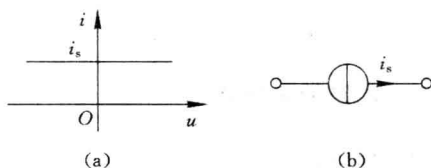


图 1-11 理想电流源的特性曲线和符号

(a) 特性曲线; (b) 电路符号

二、实际电源的两种模型

实际电源的伏安特性及其两种模型的原理电路如图 1-12 所示。

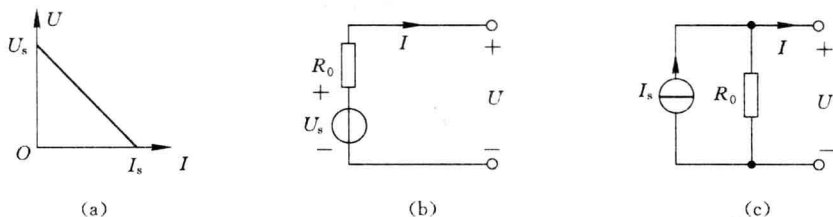


图 1-12 实际电源的两种模型

(a) 实际电源的伏安特性; (b) 电压源串联内阻的模型; (c) 电流源并联内阻的模型

实际电源的伏安特性: $U=U_s - IR_0$ 或 $I=I_s - \frac{U}{R_0}$ 。

可见一个实际电源可用两种电路模型表示:一种为电压源 U_s 和内阻 R_0 串联,另一种为电流源 I_s 和内阻 R_0 并联。

实际使用电源时,应注意以下 3 点:

(1) 实际电工技术中,实际电压源,简称电压源,常是指相对负载而言具有较小内阻的电压源;实际电流源,简称电流源,常是指相对于负载而言具有较大内阻的电流源。

(2) 实际电压源不允许短路,因为一般电压源的 R_0 很小,短路电流将很大,会烧毁电源。平时,实际电压源不使用时应开路放置,因电流为零,不消耗电源的电能。

(3) 实际电流源不允许开路处于空载状态。空载时,电源内阻把电流源的能量消耗掉,而电源对外没送出电能。平时,实际电流源不使用时,应短路放置,因实际电流源的内阻 R_0 一般都很大,电流源被短路后,通过内阻的电流很小,损耗很小;而外电路上短路后电压为零,不消耗电能。

项目三 电气设备的额定值及电路的工作状态

一、电气设备的额定值

额定值是制造厂为了使产品能在给定的工作条件下正常运行而规定的正常容许值。额定值有额定电压 U_N 与额定电流 I_N 或额定功率 P_N 。必须注意的是,电气设备或元件的电压、电流和功率的实际值不一定等于它们的额定值。

二、电路的工作状态

(1) 负载状态(图 1-13):

$$I = \frac{U_s}{R_0 + R}$$

$$U = IR$$

$$U = U_s - IR_0$$

$$P = P_s - \Delta P \begin{cases} P = UI: \text{电源输出的功率} \\ P_s = U_s I: \text{电源产生的功率} \\ \Delta P = I^2 R_0: \text{内阻消耗的功率} \end{cases}$$

(2) 空载状态(图 1-14):

$$\left. \begin{aligned} I &= 0 \\ U &= U_{oc} = U_s \\ P &= 0 \end{aligned} \right\}$$

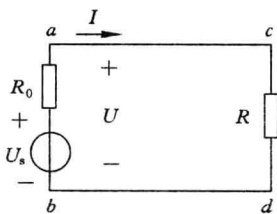


图 1-13 负载电路图

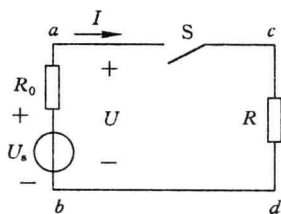


图 1-14 空载电路图

(3) 短路状态(图 1-15):

$$\left. \begin{aligned} U &= 0 \\ I &= I_{sc} = \frac{U_s}{R_0} \\ P &= 0 \\ P_E &= \Delta P = I^2 R_0 \end{aligned} \right\}$$

例 1-2 设图 1-16 所示电路中的电源额定功率 $P_N = 22 \text{ kW}$, 额定电压 $U_N = 220 \text{ V}$, 内阻 $R_0 = 0.2 \Omega$, R 为可调节的负载电阻。求:

- (1) 电源的额定电流 I_N ;
- (2) 电源开路电压 U_{oc} ;
- (3) 电源在额定工作状态下的负载电阻 R_N ;
- (4) 负载发生短路时的短路电流 I_{sc} 。

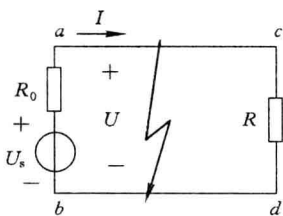


图 1-15 短路电路图

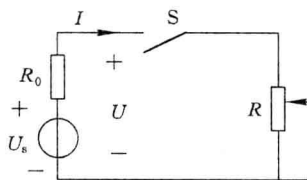


图 1-16 例 1-2 图

解 (1) 电源的额定电流为:

$$I_N = \frac{P_N}{U_N} = \frac{22 \times 10^3}{220} = 100 \text{ A}$$

(2) 电源开路电压为:

$$U_{oc} = U_s = U_N + I_N R_0 = 220 + 0.2 \times 100 = 240 \text{ V}$$

(3) 电源在额定状态时的负载电阻为:

$$R_N = \frac{U_N}{I_N} = \frac{220}{100} = 2.2 \Omega$$

(4) 短路电流为:

$$I_{sc} = \frac{U_s}{R_0} = \frac{240}{0.2} = 1\,200 \text{ A}$$

项目四 基尔霍夫定律

一、支路、节点、回路和网孔

- (1) 支路: 电路中两点之间通过同一电流的不分叉的一段电路称为支路。
- (2) 节点: 电路中 3 条或 3 条以上支路的连接点称为节点。
- (3) 回路: 电路中任一闭合的路径称为回路。
- (4) 网孔: 回路内部不含支路的称网孔。

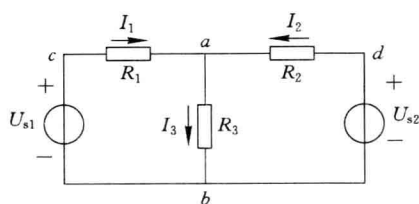


图 1-17 一般电路图

图 1-17 所示电路有 3 条支路、两个节点、3 个回路、两个网孔。

二、基尔霍夫电流定律(KCL)

表述一：在任一瞬时，流入任一节点的电流之和必定等于从该节点流出的电流之和，即

$$\sum I_{\text{入}} = \sum I_{\text{出}} \quad (\text{所有电流均为正})。$$

表述二：在任一瞬时，通过任一节点电流的代数和恒等于零，即 $\sum I = 0$ (可假定流入节点的电流为正，流出节点的电流为负；也可以作相反的假定)。

例 1-3 列出图 1-18 中各节点的 KCL 方程。

解 取流入为正。

节点 a : $I_1 - I_4 - I_6 = 0$;

节点 b : $I_2 + I_4 - I_5 = 0$;

节点 c : $I_3 + I_5 + I_6 = 0$ 。

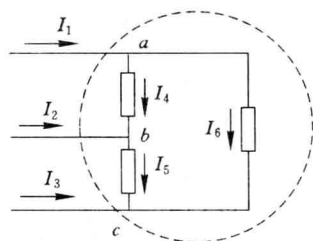


图 1-18 例 1-3 图

三、基尔霍夫电压定律(KVL)

表述一：在任一瞬时，在任一回路上的电位升之和等于电位降之和，即 $\sum U_{\text{升}} = \sum U_{\text{降}}$ (所有电压均为正)。

表述二：在任一瞬时，沿任一回路电压的代数和恒等于零，即 $\sum U = 0$ (电压参考方向与回路绕行方向一致时取正号，相反时取负号)。

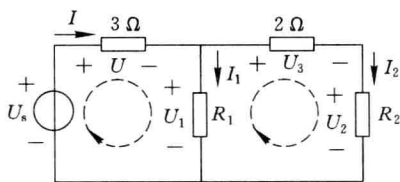


图 1-19 例 1-4 图

例 1-4 图 1-19 示电路，已知 $U_1 = 5 \text{ V}$ ， $U_3 = 3 \text{ V}$ ， $I = 2 \text{ A}$ ，求 U_2 、 I_2 、 R_1 、 R_2 和 U_s 。

解 $I_2 = U_3 \div 2 = 3 \div 2 = 1.5 \text{ A}$;

$U_2 = U_1 - U_3 = 5 - 3 = 2 \text{ V}$;

$R_2 = U_2 \div I_2 = 2 \div 1.5 = 1.33 \Omega$;

$I_1 = I - I_2 = 2 - 1.5 = 0.5 \text{ A}$;

$R_1 = U_1 \div I_1 = 5 \div 0.5 = 10 \Omega$;

$U_s = U + U_1 = 2 \times 3 + 5 = 11 \text{ V}$ 。

例 1-5 图 1-20 所示电路，已知 $U_{s1} = 12 \text{ V}$ ， $U_{s2} = 3 \text{ V}$ ， $R_1 = 3 \Omega$ ， $R_2 = 9 \Omega$ ， $R_3 = 10 \Omega$ ，求 U_{ab} 。

解 由 KCL $I_3 = 0$ ， $I_1 = I_2$

由 KVL $I_1 R_1 + I_2 R_2 = U_{s1}$

解得：

$$I_2 = I_1 = \frac{U_{s1}}{R_1 + R_2} = \frac{12}{3 + 9} = 1 \text{ A}$$

由 KVL $U_{ab} - I_2 R_2 + I_3 R_3 - U_{s2} = 0$

$$U_{ab} = I_2 R_2 - I_3 R_3 + U_{s2} = 1 \times 9 - 0 \times 10 + 3 = 12 \text{ V}$$

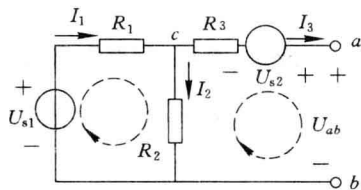


图 1-20 例 1-5 图

项目五 简单电路分析

简单电路就是可以利用电阻串、并联方法进行分析的电路。应用这种方法对电路进行分析时,先利用电阻串、并联公式求出该电路的总电阻,然后根据欧姆定律求出总电流,最后利用分压公式或分流公式计算出各个电阻的电压或电流。

一、电阻的串联

电阻串联及其等效电路如图 1-21 所示。

n 个电阻串联可等效为一个电阻。 $R = R_1 + R_2 + \cdots + R_n$ 。

分压公式:

$$U_k = R_k I = \frac{R_k}{R} U \quad (1-13)$$

两个电阻串联(图 1-22)时:

$$U_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} U, U_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U \quad (1-14)$$

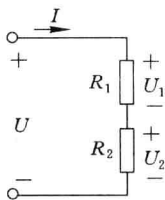


图 1-22 两个电阻串联电路

二、电阻的并联

电阻并联及其等效电路如图 1-23 所示。

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \cdots + \frac{1}{R_n} \quad (1-15)$$

n 个电阻并联可等效为一个电阻。

分流公式:

$$I_k = \frac{U}{R_k} = \frac{R}{R_k} I \quad (1-16)$$

两个电阻并联(图 1-24)时:

$$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I, I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} I \quad (1-17)$$

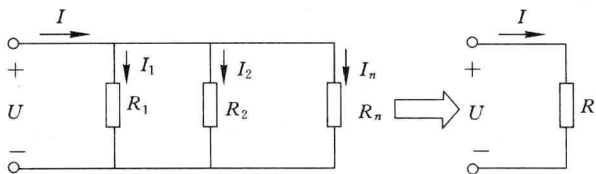


图 1-23 电阻并联及等效电路

(a) 电阻的并联;(b) 等效电路

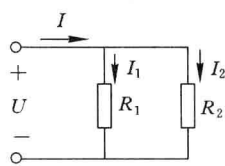


图 1-24 两个电阻并联电路