



专为国家电网应聘考生量身定制的图书



校园招聘系列

国家电网招聘考试用书

专业知识（电气工程类）

编著：华图教育

审定：华图国家电网考试研究院

本书特色

- 电路 电力系统分析 电力系统断电保护 高电压技术
- 内附图书配套视频

教材会说话？进军国网就靠它！

红旗出版社
RED FLAG PRESS

国家电网应聘考生量身定制的图书



校园招聘系列

国家电网招聘考试用书

专业知识（电气工程类）

编著：华图教育

审定：华图国家电网考试研究院

图书在版编目(CIP)数据

国家电网招聘考试用书. 专业知识. 电气工程类/
华图教育编著. —北京: 红旗出版社, 2015.9(2016.8 重印)

ISBN 978-7-5051-3560-4

I. ①国… II. ①华… III. ①电力工业—工业企业—
招聘—考试—中国—教材②电气工程—招聘—考试—
中国—教材 IV. ①F426.61

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 229812 号

书 名	国家电网招聘考试用书. 专业知识. 电气工程类
编 著	华图教育
出 品 人	高海浩
出版发行	红旗出版社
地 址	北京市沙滩北街 2 号
邮政编码	100727
E-mail	hongqi1608@126.com
印 刷	天津市蓟县宏图印务有限公司
开 本	850 毫米×1168 毫米
字 数	384 千字
版 次	2015 年 9 月北京第 1 版
ISBN 978-7-5051-3560-4	
责任编辑	齐 钰
封面设计	华图设计中心
编 辑 部	010—62136828
发 行 部	010—64037151
1/16	
印 张	13
2016 年 8 月天津第 2 次印刷	
定 价	35.00 元

欢迎品牌畅销图书项目合作

联系电话 010—84026619

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 本社发行部负责调换。

前

言

国家电网公司成立于2002年12月29日,是经国务院同意进行国家授权投资的机构和
国家控股公司的试点单位,连续12年获评国务院国资委业绩考核A级企业,《财富》世界企
业500强保持第7位,是全球最大的公用事业企业。

——转自万能的度娘

国家电网公司实力雄厚,发展前景广阔,待遇优厚,体制完善,是很多应届毕业生的理
想就业去向。且自2013年开始,国家电网的校园招聘采用全国统一考试的形式,招聘流程
日趋严格、正规,相信很多考生对此都不甚熟悉,故编者就国家电网招聘流程及考试相关事
项进行详细解读,希望对广大毕业生有所帮助。

考生的需求⇨学习的革命

一、招聘对象

国家电网应届生招聘的招聘对象为具有大专、本科、硕士及以上学历的电气工程、通信
工程、计算机以及金融会计专业的应届毕业生。不同分公司的招聘需求会有所差异。

二、招聘时间

国家电网公司应届生招聘一般在每年10月份开始报名,有意向的应聘者可关注国家
电网人力招聘平台。各公司的招聘详情会在上面及时公布。应聘者应仔细阅读招聘公告,
关注报名截止时间、专业、人数。谨慎选择公司和岗位。

三、招聘流程

网上报名:考生需在国家电网公司人力招聘平台注册登录后填写个人简历,选择应聘
岗位。网址为:<http://zhaopin.sgcc.com.cn/>。

报名流程:注册用户—登录系统—个人设置—简历登录—简历预览及确认—搜索单位
申请工作—完成。



四、笔试题型

国家电网招聘考试的笔试内容包括综合能力和专业知识两部分。综合能力主要包括言语理解、数理思维、判断推理、资料分析、中国电力与能源战略(包括特高压、智能电网、能源互联网等基本知识)等内容,约占35%。专业知识主要包括专业理论知识和专业技能知识等内容,约占65%。

专业知识的题型有:单项选择题(50×0.5)、多项选择题(25×1)和判断题(30×0.5),总分为65分。综合能力的题型有:单项选择题(共40题, $20 \times 0.5 + 20 \times 1$,即20题为0.5分,20题为1分)、资料分析题(2篇资料,每篇资料下包含5道选择题, 10×0.5 ,均为单选),总分为35分。

时代的钟声 ⇨ 教材的革命

一、删繁就简,留取精华

为避免大量文字的堆砌,本书对电气工程类专业知识的考点进行了高度浓缩,提纲挈领,言简意赅,留其根本。百字不如一例,配合章节后的习题,使考点易于理解,思路清晰,减轻了大家的学习负担。

二、移动互联,掌中有“宝”

随书附视频是本教材的一大特色,它们将传统纸质图书与移动/电脑客户端的名师视频紧密结合,充分利用线上的相关串讲视频等,对考生进行全方位、立体化的辅导。看书又累又无聊?扫扫封底二维码,有更周到的服务等着您!



“码”上听课

本书虽经编者严格审核,反复推敲,但由于水平有限,难免有所纰漏,望读者对本书的缺陷和错误不吝指正。最后,祝大家顺利通过考试!

国家电网考试交流QQ群:456056327

答疑邮箱:htbjb2008@163.com

编者

2016年8月

目

录

第一章 电 路

第一节 电路的基本概念和基本定律	1
◇一、电路的概念	1
◇二、电路的基本物理量与参考方向	2
◇三、基尔霍夫定律	6
第二节 电阻电路的等效变换	9
◇一、各种电路类型	9
◇二、电路的等效变换	9
◇三、电阻的串联、并联和串并联	10
◇四、电阻的 Y 形连接与 Δ 形连接的等效变换	13
◇五、电压源、电流源的串联和并联	17
◇六、实际电压源和电流源的等效变换	20
◇七、输入电阻	23
第三节 电阻电路的一般分析	24
◇一、电路的图	24
◇二、KCL 和 KVL 的独立方程数	25
◇三、支路法	28
◇四、节点法	29
◇五、网孔法	34
◇六、回路法	37
第四节 电路定理	41
◇一、叠加定理	41
◇二、戴维南定理与诺顿定理	44
◇三、替代定理	50



第五节 一阶电路和二阶电路	51
◇一、一阶电路	51
◇二、二阶电路的零输入响应	59
第六节 相量法	64
◇一、复数的概念	64
◇二、复数的四则运算	65
◇三、正弦量的复数表示法	66
◇四、复数形式的欧姆定律	66
◇五、复阻抗的连接	67
第七节 含有耦合电感的电路及三相电路	70
◇一、互感与理想变压器	70
◇二、三相电路	73
第八节 非正弦周期电流电路	75
◇一、非正弦周期信号	75
◇二、周期函数分解为傅里叶级数	75
◇三、有效值、平均值和平均功率	77
◇四、非正弦周期电流电路的计算	78
真题演练	78

第二章 电力系统分析

第一节 电力系统基本概念	82
◇一、电力系统的基本概念、组成与分类	82
◇二、电力系统的基本参量和接线图	83
◇三、电力系统运行特点及基本要求	83
第二节 电力系统各元件的数学模型	84
◇一、系统等值模型的基本概念	84
◇二、电力线路的参数计算及等值电路	85
第三节 电力系统的潮流分布计算	93
◇一、电力系统潮流分布的概念及目的	93
◇二、电力线路上的功率损耗和电压降落	94
◇三、电力网络的电能损耗	97
◇四、辐射形网络中的潮流分布	98
◇五、复杂电力系统潮流的计算机算法	102
第四节 电力系统有功功率平衡和频率调整	103
◇一、电力系统负荷变化曲线	103
◇二、发电厂的备用容量	104

◇三、电力系统中有功功率的最优分配	104
◇四、电力系统的频率调整	106
第五节 无功功率平衡及电压调整	109
◇一、无功电源	109
◇二、无功负荷和无功损耗	110
第六节 电力系统短路基本概念及三相短路计算	111
◇一、短路原因及类型	111
◇二、电力系统三相短路的实用计算	112
第七节 不对称故障分析	118
◇一、对称分量法及其应用	118
◇二、对称分量法在不对称故障中的应用	120
第八节 电力系统暂态稳定性	122
◇一、电力系统暂态稳定概念及方法	122
◇二、电力系统暂态发展过程	124
◇三、暂态稳定分析的基本假定	124
◇四、提高电力系统暂态稳定性的措施	124
真题演练	127

第三章 电力系统继电保护

第一节 电力系统继电保护概述	133
◇一、电力系统继电保护的概念及任务	133
◇二、继电保护的基本原理和保护装置的组成	133
◇三、对继电保护的基本要求	134
◇四、继电保护的作用	135
第二节 线路三段式电流保护配置与整定计算	136
◇一、线路上的故障类型及特征	136
◇二、保护的配置	137
◇三、三段式电流保护的整定计算	138
◇四、阶段式零序电流保护的整定	139
第三节 阶段式距离保护及输电线纵联保护	140
◇一、阶段式距离保护	140
◇二、输电线纵联保护	145
第四节 自动重合闸	150
◇一、自动重合闸的作用	150
◇二、对自动重合闸的基本要求	150



第五节 变压器、母线故障异常及保护配置	151
◇一、变压器的故障类型与特征	151
◇二、变压器保护配置的基本原则	151
◇三、母线的异常运行和事故处理	152
◇四、母线保护配置原则、作用、故障原因	154
真题演练	155

第四章 高电压技术

第一节 高电压绝缘及试验	159
◇一、电介质的极化、电导和损耗	159
◇二、气体放电的物理过程	164
◇三、气隙的电气强度	170
◇四、液体和固体介质的绝缘强度	174
◇五、电气设备的绝缘试验	176
◇六、绝缘的高电压试验	179
第二节 线路和绕组中的波过程	180
◇一、波沿均匀无损单导线的传播	180
◇二、波的折射和反射	183
◇三、冲击电压在绕组间的传递	183
◇四、旋转电机绕组中的波过程	184
第三节 电力系统过电压	185
◇一、雷电过电压及其防护	185
◇二、变电所防雷	187
◇三、电力系统稳态过电压	189
第四节 防雷和接地技术	191
◇一、一般规定	191
◇二、保护接零	192
◇三、接地与接地电阻	192
◇四、防雷	193
第五节 电力系统绝缘配合	193
◇一、绝缘配合	193
◇二、绝缘水平	194
◇三、绝缘配合的方法	194
◇四、输变电设备绝缘水平的确定	195
真题演练	196

第一章

电 路

第一节 电路的基本概念和基本定律

一 电路的概念

1. 电路及其组成

电路是电流通过的路径,通常由**电源、负载和中间环节**三部分组成,如图 1-1 所示。实际电路通常由各种电路实体部件(如电源、电阻器、电感线圈、电容器、变压器、仪表、二极管、三极管等)组成。每一种电路实体部件具有各自不同的电磁特性和功能,按照需要,人们把相关电路实体部件按一定方式进行组合,就构成了一个个电路。当某个电路元器件数很多且电路结构较为复杂时,通常又把这些电路称为电网络。

电源是向电路提供电能的装置。它可以将其他形式的能量,如化学能、热能、机械能、原子能等转换为电能。在电路中,电源是激励,是激发和产生电流的因素。负载是消耗电能的装置,其作用是把电能转换为其他形式的能(如:机械能、热能、光能等)。通常在生产与生活中经常用到的电灯、电动机、电炉、扬声器等用电设备,都是电路中的负载。中间环节在电路中起着传递电能、分配电能和控制整个电路的作用。最简单的中间环节即开关和连接导线;一个实用电路的中间环节通常还有一些保护和检测装置。复杂的中间环节可以是由许多电路元件组成的网络系统。

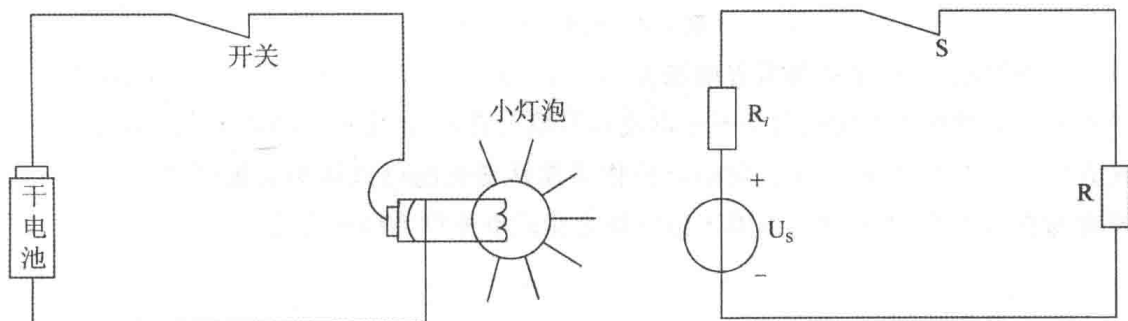


图 1-1 电路的组成

2. 电路的种类及功能

工程应用中的实际电路,按照功能的不同可概括为两大类:一是完成能量的传输、分配和转换的

电路,如图 1-2 中,电池通过导线将电能传递给灯,灯将电能转化为光能和热能,这类电路的特点是大功率、大电流;二是实现对电信号的传递、变换、储存和处理的电路。

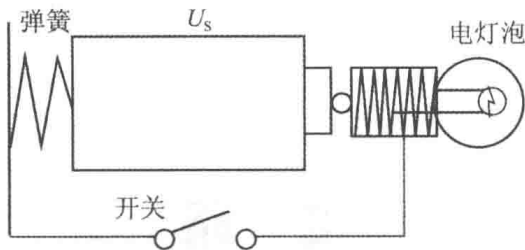


图 1-2 手电筒照明实际电路

二 电路的基本物理量与参考方向

1. 电流及其参考方向

电荷的定向移动形成电流,图 1-3 为电流定义示意图。电流的大小用电流强度来衡量,电流强度亦简称为电流。其定义为:单位时间内通过导体任一横截面的电荷量,用公式表示为:

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

其中 i 表示电流强度, dq 表示在 dt 时间内通过导体横截面的电量。

在国际制单位中,电流的单位为安培,简称安(A)。实际应用中,大电流用千安培(kA)表示,小电流用毫安培(mA)表示或者用微安培(μA)表示。它们的换算关系是:

$$1\text{kA} = 10^3\text{A} = 10^6\text{mA} = 10^9\mu\text{A}$$

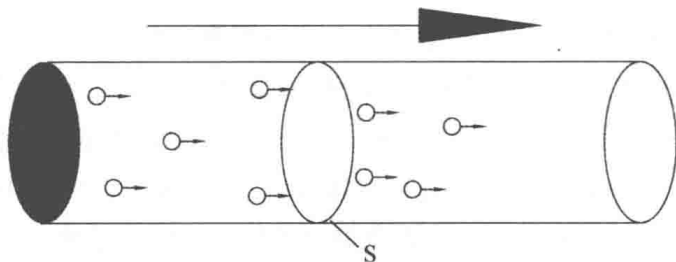


图 1-3 电流定义示意图

在外电场的作用下,正电荷将沿着电场方向运动,而负电荷将逆着电场方向运动(金属导体内是自由电子在电场力的作用下定向移动形成电流),习惯上规定:正电荷运动的方向为电流的正方向。

电流有交流和直流之分,电流方向随时间作周期性变化的电流称为交流电流。方向不随时间变化的电流称为直流电流;大小和方向都不随时间变化的电流称为稳恒直流。

电流在导线中或一个电路元件中流动的实际方向只有两种可能,见图 1-4。



图 1-4 电流方向

当有正电荷的净流量从 A 端流入并从 B 端流出时,习惯上就认为电流是从 A 端流向 B 端,反之,则认为电流是从 B 端流向 A 端。电路分析中,有时对某一段电路中电流实际流动方向很难预先判断出来,有时电流的实际方向还在不断地改变,因此很难在电路中标明电流的实际方向。由于这些原因,引入了电流“参考方向”的概念。

在图 1-5 中先选定其中一个方向作为电流的方向,这个方向叫做电流的参考方向(图中用实线表示)。当然所选的方向并不一定就是电流实际的方向(图中用虚线表示)。把电流看成代数量,若电流的参考方向与它的实际方向一致,则电流为正值($i > 0$);反之,若电流的参考方向与它的实际方向相反,则电流为负值($i < 0$),见图 1-5。于是,在指定电流参考方向后,电流值的正和负,就可以反映出电流的实际方向。

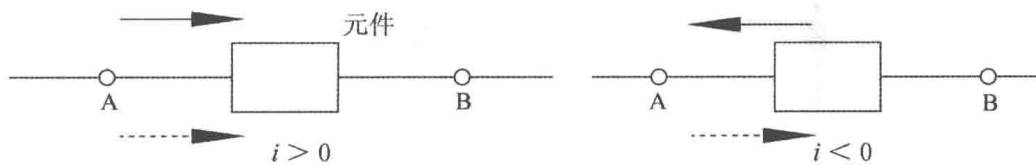


图 1-5 电流的参考方向

电流的参考方向是任意指定的,在电路中一般用箭头表示,也有用双下标表示的,如 i_{AB} ,其参考方向是由 A 指向 B。

2. 电压及其参考方向

如图 1-6 所示的闭合电路,在电场力的作用下,正电荷要从电源正极 a 经过导线和负载流向负极 b(实际上是带负电的电子由负极 b 经负载流向正极 a),形成电流,而电场力就对电荷做了功。

电场力把单位正电荷从 a 点经外电路(电源以外的电路)移动到 b 点所做的功,叫做 a、b 两点之间的电压,记作 U_{ab} 。因此,电压是衡量电场力做功本领大小的物理量。

若电场力将正电荷 dq 从 a 点经外电路移动到 b 点所作的功是 $d\omega$,则 a、b 两点间的电压为:

$$u_{ab} = \frac{d\omega}{dq} \quad (1-2)$$

在国际制单位中,电压的单位为伏特,简称伏(V)。实际应用中,大电压用千伏(kV)表示,小电压用毫伏(mV)表示或者用微伏(μV)表示。它们的换算关系是:

$$1\text{kV} = 10^3\text{V} = 10^6\text{mV} = 10^9\mu\text{V}$$

电压的方向规定为从高电位指向低电位,在电路图中可用箭头来表示。

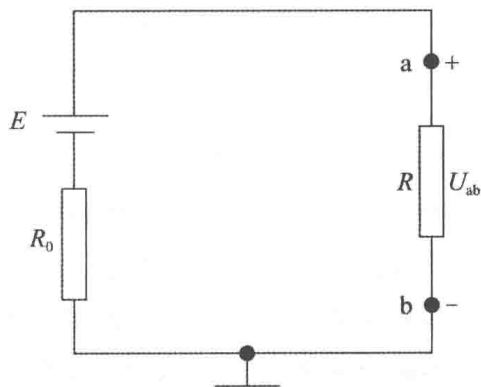


图 1-6 定义电压示意图

在比较复杂的电路中,往往不能事先知道电路中任意两点间的电压,为了分析和计算的方便,与电流的方向规定类似,在分析计算电路之前必须对电压标以极性(正、负号),或标以方向(箭头),这种标法是假定的参考方向,如图 1-7 所示。如果采用双下标标记时,电压的参考方向意味着从前一个下标指向后一个下标,图 1-7 元件两端电压记作 u_{ab} ;若电压参考方向选点 b 指向点 a,则应写成 u_{ba} ,两者仅差一个负号,即 $u_{ab} = -u_{ba}$ 。

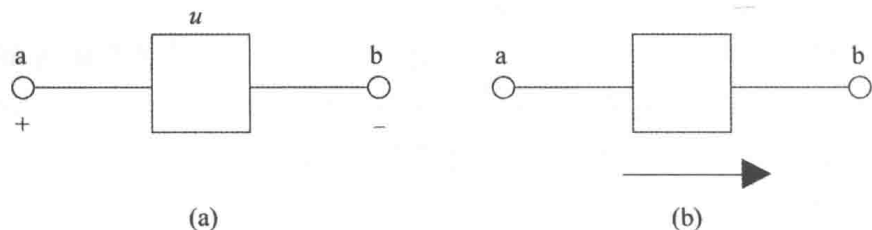


图 1-7 电压参考方向的表示方法

引入电流和电压的参考方向后,电流和电压便可用函数来表示,如图 1-8 中,电流随时间按正弦规律变化,则可表示成 $i(t) = I_m \sin \omega t$, 其中 $\omega = 2\pi/T$ 。对任何电路进行分析时都应先指定各处的电流和电压的参考方向。

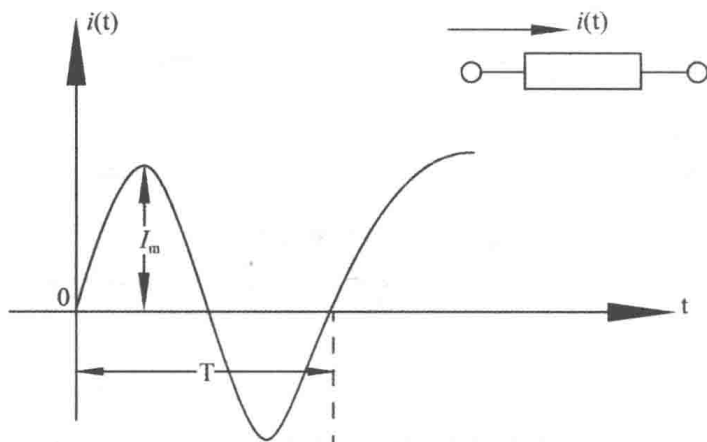


图 1-8 正弦电流

3. 电位的概念及其分析计算

为了分析问题方便,常在电路中指定一点作为参考点,假定该点的电位是零,用符号“ $\perp$ ”表示。在生产实践中,把地球做为零电位点,凡是机壳接地的设备(接地符号是“ $\perp$ ”),机壳电位即为零电位。有些设备或装置,机壳并不接地,而是把许多元件的公共点做为零电位点,用符号“ $\perp$ ”表示。

电路中其他各点相对于参考点的电压即是各点的电位,因此,任意两点间的电压等于这两点的电位之差,我们可以用电位的高低来衡量电路中某点电场能量的大小。

电路中各点电位的高低是相对的,参考点不同,各点电位的高低也不同,但是电路中任意两点之间的电位差与参考点的选择无关。电路中,凡是比参考点电位高的各点电位是正电位,比参考点电位低的各点电位是负电位。

4. 电功率及电能的概念和计算

(1) 电功率

电流通过电路时传输或转换电能的速率,即单位时间内电场力所做的功,称为电功率,简称功率。数学描述为:

$$p = \frac{dw}{dq} \quad (1-3)$$

其中 p 表示功率。国际单位制中,功率的单位是瓦特(W),规定元件 1 秒钟内提供或消 1 焦耳能量时的功率为 1W。常用的功率单位还有千瓦(kW)。1kW=1000W

将式(1-3)等号右边分子、分母同乘以 dq 后,变为

$$p = \frac{dw}{dt} = \frac{dw}{dq} \times \frac{dq}{dt} = ui \quad (1-4)$$

可见,元件吸收或发出的功率等于元件上的电压乘以元件上的电流。

为了便于识别与计算,对同一元件或同一段电路,往往把它们的电流和电压参考方向选为一致,这种情况称为关联参考方向,如图 1-9(a)所示。如果两者的参考方向相反则称为非关联参考方向,如图 1-9(b)所示。

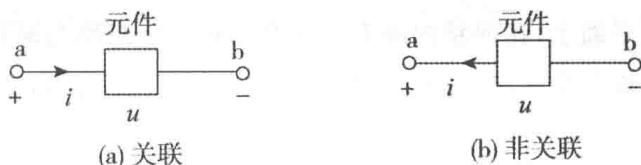


图 1-9 电压与电流的方向

有了参考方向与关联的概念,则电功率计算式(1-4)就可以表示为以下两种形式:

当 u, i 为关联参考方向时

$$p = ui \text{ (直流功率 } P = UI) \quad (1-5a)$$

当 u, i 为非关联参考方向时

$$p = -ui \text{ (直流功率 } P = -UI) \quad (1-5b)$$

无论关联与否,只要计算结果 $p > 0$,则该元件就是在吸收功率,即消耗功率,该元件是负载;若 $p < 0$,则该元件是在发出功率,即产生功率,该元件是电源。

根据能量守恒定律,对一个完整的电路,发出功率的总和应正好等于吸收功率的总和。

(2) 电能

电路在一段时间内消耗或提供的能量称为电能。根据式(1-4),电路元件在 t_0 到 t 时间内消耗或提供的能量为

$$W = \int_{t_0}^t p dt \quad (1-6a)$$

直流时

$$W = P(t - t_0) \quad (1-6b)$$

在国际单位制中,电能的单位是焦耳(J)。1J 等于 1W 的用电设备在 1s 内消耗的电能。通常电业部门用“度”作为单位测量用户消耗的电能,“度”是千瓦时(kW·h)的简称。1度(或 1 千瓦·时)电等于功率为 1 千瓦的负载在 1 小时内消耗的电能。即

$$1 \text{ 度} = 1\text{kW} \cdot \text{h} = 10^3 \times 3600\text{J} = 3.6 \times 10^6 \text{J}$$

如果通过实际元件的电流过大,会由于温度升高使元件的绝缘材料损坏,甚至使导体熔化;如果电压过大,会使绝缘击穿,所以必须加以限制。

电气设备或元件长期正常运行的电流容许值称为额定电流,其长期正常运行的电压容许值称为额定电压;额定电压和额定电流的乘积为额定功率。通常电气设备或元件的额定值标在产品的铭牌上。如一白炽灯标有“220V、40W”,表示它的额定电压为 220V,额定功率为 40W。

三 基尔霍夫定律

基尔霍夫定律是与电路结构有关的定律,在研究基尔霍夫定律之前,先介绍几个有关的常用电路术语。

1. 电路常用术语

(1) **支路**。一个二端元件或同一电流流过的几个二端元件互相连接起来组成的分支称为支路。

(2) **节点**。电路中 3 条或 3 条以上支路的汇集点称为节点。

(3) **回路**。电路中由若干条支路组成的,其中每一个节点与两条支路相连接的闭合路径称为回路。

(4) **网孔**。将电路画在平面上,在回路内部不另含有支路的回路称为网孔。

一般来说,基尔霍夫定律是集总电路的基本定律。它包括电流定律和电压定律。

2. 基尔霍夫电流定律

基尔霍夫电流定律(KCL)是用来反映电路中任意节点上各支路电流之间关系的。其内容为:对于任何电路中的任意节点,在任意时刻,流过该节点的电流之和恒等于零。其数学表达式为:

$$\sum i = 0$$

霍夫电流定律还可以表述为:对于电路中的任意节点,在任意时刻,流入该节点的电流总和等于从该节点流出的电流总和。即

$$\sum i_1 = \sum i_o$$

KCL 不仅适用于电路中的任一节点,也可推广应用于广义节点(图 1-10),即包围部分电路的任一闭合面。可以证明流入或流出任一闭合面电流的代数和为 0。

如果选定电流流出节点为正,流入节点为负,则 $-i_1 + i_2 - i_3 = 0$

将上式变换得 $i_1 + i_3 = i_2$

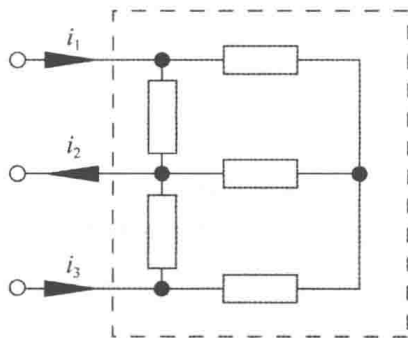


图 1-10 广义节点

图 1-11 中,对于虚线所包围的闭合面,KCL 方程的列写方式如下:

(1) 对节点

节点①: $i_1 + i_2 + i_3 = 0$

节点②: $-i_2 - i_5 + i_6 = 0$

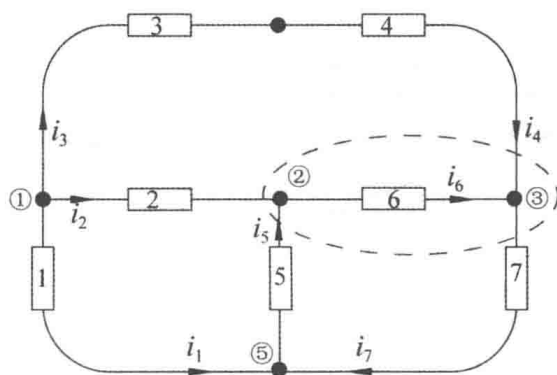


图 1-11

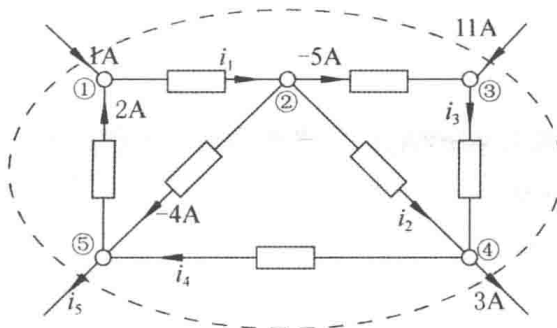
(2)对虚线包围的闭合面

$$-i_2 - i_4 - i_5 + i_7 = 0$$

(3)流入电流之和=流出电流之和

$$i_2 + i_4 + i_5 = i_7$$

例 1-1:求未知电流。



例 1-1 图

解 对各节点列 KCL 方程得

$$\textcircled{1}: i_1 = 1 + 2 = 3\text{A}$$

$$\textcircled{2}: i_2 = i_1 - (-5) - (-4) = 12\text{A}$$

$$\textcircled{3}: i_3 = 11 + (-5) = 6\text{A}$$

$$\textcircled{4}: i_4 = i_2 + 6 - 3 = 15\text{A}$$

$$\textcircled{5}: i_5 = i_4 + (-4) - 2 = 9\text{A}$$

若只求电流 i_5 , 对虚线包围的闭合面列 KCL 方程:

$$i_5 = 1 + 11 - 3 = 9\text{A}$$

3. 基尔霍夫电压定律

基尔霍夫电压定律(KVL)是反映电路中各支路电压之间关系的定律。可表述为:对于任何电路中任一回路,在任一时刻,沿着一定的循行方向(顺时针方向或逆时针方向)绕行一周,各段电压的代数和恒为零。其表达式为

$$\sum u = 0 \quad (1-7)$$

如图 1-12 所示闭合回路中,则有:

$$\text{回路 1: } -u_1 + u_2 + u_5 = 0$$

$$\text{回路 2: } -u_5 + u_6 + u_7 = 0$$

回路 3: $-u_1 + u_3 + u_4 - u_6 + u_5 = 0$

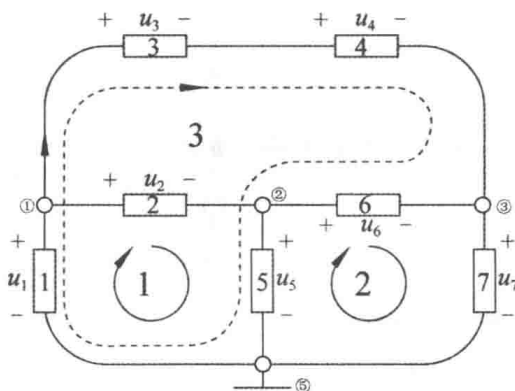


图 1-12

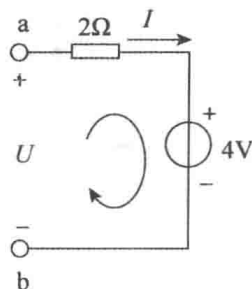


图 1-13 开口电路

注意应用 KVL 时,首先要标出电路各部分的电流、电压或电动势的参考方向。列电压方程时,一般约定电阻的电流方向和电压方向一致。

KVL 不仅适用于闭合电路,也可推广到开口电路。图 1-13 中,有

$$U = 2I + 4$$

例 1-2:求例 1-2 图示电路中的未知电流和未知电压。

解

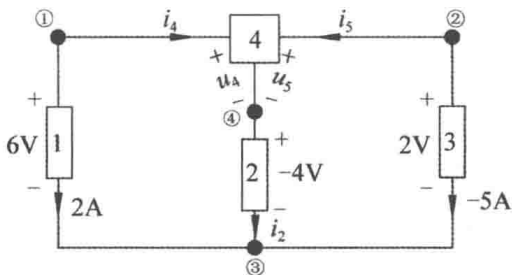
对于节点① $i_4 + 2 = 0$,故 $i_4 = -2\text{A}$ 。

对于节点② $i_3 + (-5) = 0$,故 $i_3 = 5\text{A}$ 。

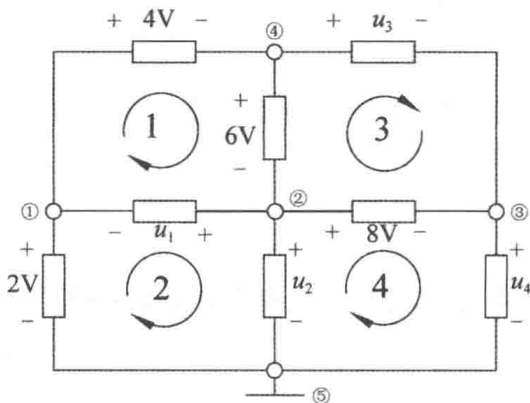
对于节点③ $i_2 + 2 + (-5) = 0$,故 $i_2 = 3\text{A}$ 。

对两个网孔分别列写 KVL 方程

$$\begin{cases} u_4 + (-4) - 6 = 0 \\ -u_5 + 2 - (-4) = 0 \end{cases}, \text{解得} \begin{cases} u_4 = 10\text{V} \\ u_5 = 6\text{V} \end{cases}.$$



例 1-2 图



例 1-3 图

例 1-3:求例 1-3 图所示电路中的各支路电压。

解 对例 1-3 图中各回路列写 KVL 方程

回路 1: $u_1 = -6 - 4 = -10\text{V}$

回路 2: $u_2 = u_1 + 2 = -8\text{V}$

回路 3: $u_3 = 6 + 8 = 14\text{V}$

回路 4: $u_4 = -8 + u_2 = -16\text{V}$