

注册电气工程师

专业基础全国统一考试复习指南

西安交通大学电力工程系
《注册电气工程师专业基础全国统一考试复习指南》编写组



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

责任编辑：王晓岚
装帧设计：阎亮

ISBN 7-5605-1816-8



9 787560 518169 >



ISBN 7-5605-1816-8/TN·75

定价：65.00 元

内容简介

人事部和建设部决定对申请电气工程师的人员实行执业资格注册制度(人发[2001]5号文),进行综合水平考试。《注册电气工程师专业基础全国统一考试复习指南》是根据《全国勘察设计注册工程师电气专业委员会》制定的注册电气工程师考试大纲编写的。其目的是为申请注册电气工程师的人员提供简明扼要的考试复习范围、要点、要求和应全面掌握的基本知识。综合水平全国统一考试的专业基础部分由电工基础理论知识、模拟电子技术基础知识、数字电子技术基础知识、电气工程基础知识4部分组成。本书对以上4部分内容进行了概括和总结,对考试大纲内容进行了分解和细化,对以上4部分内容进行了简明扼要的讲解,并列举了大量例题,可帮助考生理解知识要领与脉络,提高复习效率。读者只要认真学习复习指南中的基础知识和理论,就能进入较好的考前状态。

图书在版编目(CIP)数据

注册电气工程师专业基础全国统一考试复习指南 / 西安交通大学电力工程系《注册电气工程师专业基础全国统一考试复习指南》编写组. —西安:西安交通大学出版社, 2004. 3

ISBN 7-5605-1816-8

I. 注... II. 西... III. 电气工程-工程师-资格考试-自学参考资料 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 127195 号

- | | |
|------|--|
| 书 名 | 注册电气工程师专业基础全国统一考试复习指南 |
| 编 写 | 西安交通大学电力工程系
《注册电气工程师专业基础全国统一考试复习指南》编写组 |
| 出版发行 | 西安交通大学出版社 |
| 地 址 | 西安市兴庆南路 25 号(邮编:710049) |
| 电 话 | (029)82668357 82667874(发行部)
(029)82668315 82669096(总编办) |
| 印 刷 | 陕西江源印刷科技有限公司 |
| 字 数 | 645 千字 |
| 开 本 | 787mm×1092mm 1/16 |
| 印 张 | 25.25 |
| 版 次 | 2004 年 3 月第 1 版 2004 年 3 月第 1 次印刷 |
| 书 号 | ISBN 7-5605-1816-8 / TN·75 |
| 定 价 | 65.00 元 |

目 录

第 1 篇 电工基础理论

第 1 章 电路的基本概念和基本定律	(1)
1.1 电路基本概念	(1)
1.2 电路元件	(3)
1.3 基尔霍夫定律	(6)
第 2 章 电阻电路的分析	(13)
2.1 简单电路的等效变换	(13)
2.2 电阻电路的一般分析	(20)
2.3 电路定理	(28)
第 3 章 正弦电路稳态分析	(32)
3.1 相量法	(32)
3.2 正弦电流电路的分析	(38)
3.3 具有耦合电感的电路	(49)
3.4 三相电路	(53)
第 4 章 非正弦周期电流电路	(59)
4.1 非正弦周期信号	(59)
4.2 有效值、平均值和平均功率	(60)
4.3 非正弦周期电流电路的计算	(60)
第 5 章 一阶电路和二阶电路的时域分析	(65)
5.1 动态电路方程	(65)
5.2 一阶电路的时域分析	(68)
5.3 二阶电路的时域分析	(76)
第 6 章 静电场	(80)
6.1 电场强度·电位	(80)
6.2 高斯通量定理	(83)
6.3 镜像法和电轴法	(88)
6.4 电容和部分电容	(90)
第 7 章 恒定电场	(94)
7.1 恒定电场的基本概念	(94)
7.2 电导和接地电阻	(95)

第 8 章 恒定磁场	(99)
8.1 恒定磁场的基本方程	(99)
8.2 电感及其计算	(103)
8.3 磁场能量和磁场力	(105)
第 9 章 无损耗均匀传输线	(108)
9.1 无损耗均匀传输线方程及其正弦稳态解	(108)
9.2 无损耗均匀传输线中波的反射和透射	(109)
9.3 无损耗均匀传输线的入端阻抗	(111)
9.4 无损耗均匀传输线的阻抗匹配	(112)
9.5 解题示例	(112)
参考书	

第 2 篇 模拟电子技术基础

第 10 章 半导体及二极管	(116)
10.1 半导体的基本知识	(116)
10.2 半导体二极管	(117)
10.3 稳压二极管	(120)
第 11 章 放大电路基础	(121)
11.1 基本放大电路	(121)
11.2 反馈和负反馈放大电路	(130)
第 12 章 线性集成运算放大器和运算电路	(134)
12.1 多级放大电路	(134)
12.2 集成运算放大器	(135)
12.3 集成运算放大器组成的基本运算电路	(139)
12.4 模拟乘法器及其应用	(142)
第 13 章 信号处理电路	(143)
13.1 有源滤波器	(143)
13.2 电压比较器	(146)
第 14 章 信号发生电路	(149)
14.1 正弦波振荡电路	(149)
14.2 非正弦信号发生器	(152)
第 15 章 功率放大电路	(154)
15.1 功率放大电路的特点和分类	(154)
15.2 互补推挽功率放大电路	(154)
第 16 章 直流稳压电源	(157)
16.1 整流及电容滤波电路	(157)

第 1 篇

电工基础理论

第 1 章

电路的基本概念和基本定律

本章介绍电路模型的概念和各种理想电路元件。其中包括电阻、电容、电感、独立电源和受控电源。

另外,介绍电流、电压的参考方向的概念和功率吸收、发出的计算,并讨论欧姆定律和基尔霍夫定律。

1.1 电路基本概念

基本内容和知识点

1.1.1 电路和电路模型

众所周知,实际电路是由电工设备或(和)器件按照某种要求或(和)方法相互联接而构成的。电路理论所涉及的电路是实际电路的数学模型,即由理想电路元件(简称电路元件)和理想导线(理想导线中有电流通过时是不产生电压降的)联接而成的电路模型。

电路元件都有自己的科学的精确定义。如果电路元件的电磁过程都是集中在元件内部进行的,而且在任何时刻一个具有两个端子的电路元件,从某一个端子流入的电流等于另一个端子流出的电流,且电路元件两端的电压也是单值的量,这样的电路元件称为集总参数元件,简称集总元件,应用集总元件构成的电路模型称为集总电路。但是,用集总电路来近似实际电路是有条件

的,就是实际电路的几何尺寸 l 要远小于实际电路工作时的波长 λ ,即 $l \ll \lambda$ 。

1.1.2 电流和电压的参考方向

在电路中,一般很难标明电流的实际方向(即正电荷运动的方向)和电压的实际方向(即高电位点“+”指向低电位点“-”的方向)。但是,一段电路或元件中电流的方向和电压的方向不是由 A 到 B 就是由 B 到 A,见图 1-1。为此,指定一个电流的方向,称为电流的参考方向。用“ $\rightarrow$ ”符号或 i_{AB} 表示(下标指出电流的方向由 A 到 B)。同样,指定一个电压参考方向,用“+”、“-”或“ $\rightarrow$ ”符号或 u_{AB} 表示(下标指出电压的方向由 A 到 B)。

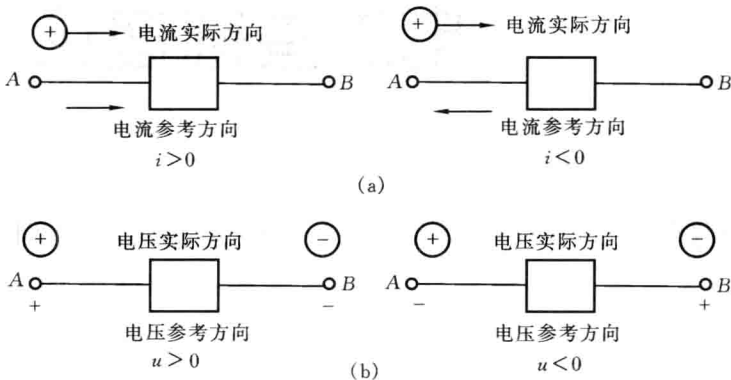


图 1-1 电流、电压的参考方向

由于电流、电压的参考方向是任意指定的,不一定就是实际方向。当 $i > 0, u > 0$, 则参考方向和实际方向一致;反之, $i < 0, u < 0$, 则两者相反。可见电流和电压的参考方向选定后,电流和电压就是一个代数量。

一段电路或一个元件上的电流的参考方向和电压的参考方向可以各自任意指定。如果指定电流从标以电压“+”极性的一端流入,并从标以“-”极性的另一端流出,即电流的参考方向和电压的参考方向一致,则称为关联参考方向,见图 1-2。

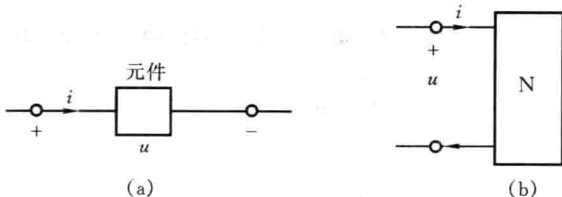


图 1-2 电流和电压的关联参考方向

参考方向在电路分析中起着十分重要的作用。电路元素的关系式都是在一定的参考方向下表示的。当列写电路方程时是以参考方向为准的。

1.1.3 功率

电流和电压为关联参考方向时,元件所吸收的电功率 p 可写成

$$p(t) = u(t)i(t) \quad (1-1)$$

当 $p > 0$ 时,元件的确吸收功率;当 $p < 0$ 时,元件实际发出功率。若在非关联参考方向下,则 $p = ui$ 中的 p 代表元件发出的功率。当 $p > 0$ 时,元件发出功率;当 $p < 0$ 时,元件吸收功率。

在国际单位制(SI)中,电流、电压、功率、能量的单位分别为安培(A)、伏特(V)、瓦特(W)、焦耳(J)。

① 本书将把 $u(t)$ 、 $i(t)$ 和 $p(t)$ 等简写为 u 、 i 和 p 等。

重点和难点

参考方向是本节的重点,一定要牢牢掌握。计算功率的吸收和发出,只有在掌握了参考方向的前提下,才能运算出正确的结果。

例题分析

考虑到使用本书的读者已有的基础知识,为了避免过多简单的重复,将所有例题采用综合的形式附于本章最后。



1.2 电路元件

基本内容和知识点

1.2.1 电阻元件

电阻元件是实际的电阻器和消耗电能的电器元件的理想化模型。本书所讨论的电阻元件是线性电阻元件。它的图形符号见图1-3(a)。线性电阻元件在电压和电流的关联参考方向下,于任何时刻,根据欧姆定律有

$$u = Ri \quad (1-2)$$

上式就是电阻元件的电压、电流关系。式中 R 称为元件的电阻。 R 是一个正实常数。

若上式中的电压 u 的单位为伏(V),电流 i 的单位为安(A),则电阻 R 的单位为欧姆(Ω)。

电阻元件的电压、电流关系在 $u-i$ 坐标轴上的图形表示称为电阻的伏安特性。线性电阻元件的伏安特性为通过坐标原点的直线,如图1-3(b)所示。

令 $R = 1/G$,则式(1-2)成为

$$i = Gu \quad (1-3)$$

式中 G 称为电阻元件的电导,其单位为西门子(S)。注意,式(1-2)和式(1-3)必须和参考方向配合使用。

在电流和电压的关联参考方向下,任何时刻电阻元件吸收的功率

$$p = ui = Ri^2 = Gu^2 \quad (1-4)$$

电阻 R 、电导 G 是正实数,所以功率恒为正值。可见电阻元件是一个消耗电能的元件。

今后,为了方便,将线性电阻元件称为电阻。这样,“电阻”这个术语以及它相应的符号 R ,一方面表示一个线性电阻元件,另一方面也表示它的参数。

1.2.2 电容元件

电容元件是实际电容器的理想化模型。线性电容元件的图形符号如图1-4(a)所示,图中 $+q$ 和 $-q$ 分别是该元件正极板和负极板上的电荷量。若线性电容元件上电压的参考方向规定由正极板指向负极板,在任何时刻正极板上的电荷 q 和其两端的电压 u 有以下关系:

$$q = Cu \quad (1-5)$$

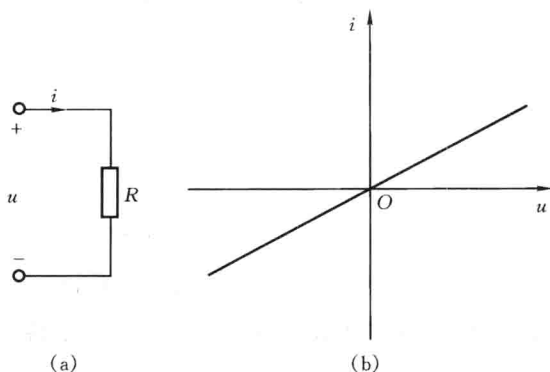


图1-3 电阻元件及其伏安特性

式中 C 称为该元件的电容。 C 是一个和电荷 q 、电压 u 无关的正实常数。当 $q = 1 \text{ C}$ (库仑), $u = 1 \text{ V}$ 时, 电容 $C = 1 \text{ F}$ (法拉)。有时用 μF (10^{-6} F) 和 pF (10^{-12} F) 作为电容的单位。

线性电容元件的电荷、电压关系在 $q-u$ 坐标轴上的图形表示称为电容的库伏特性, 它是通过 $q-u$ 坐标原点的直线, 如图 1-4(b) 所示。

在电流和电压的关联参考方向下, 当电压 u 变化时, q 也随着改变, 则电流

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (1-6)$$

将 $q = Cu$ 代入上式, 得到电容元件的电流、电压关系

$$i = C \frac{du}{dt} \quad (1-7)$$

从上两式可得

$$q(t) = q(0) + \int_0^t i(\xi) d\xi \quad (1-8)$$

$$u(t) = u(0) + \frac{1}{C} \int_0^t i(\xi) d\xi \quad (1-9)$$

上式表明, 在某一时刻 t , 电容元件的电压值并不取决于这一时刻的电流值, 而是和初始值 $u(0)$ 以及从 0 至 t 的所有电流值有关。因此, 我们说电容电压有记忆电流的作用。电容元件是一种“记忆”元件。

电容元件在任何时刻 t 所储存的电场能量为

$$w_C(t) = \frac{1}{2} Cu^2(t) \quad (1-10)$$

可见, 电容元件是一种储能元件, 也是一种无源元件。

同样, 为方便起见, 今后将线性电容元件称为电容。这样“电容”这个术语以及它相应的符号 C , 一方面表示一个线性电容元件, 另一方面也表示它的参数。

1.2.3 电感元件

电感元件是实际线圈的理想化模型。它的图形符号见图 1-5(a)。一般规定磁通 ϕ_L 的参考方向 (也是磁通链 ψ_L 的参考方向) 和电流 i 的参考方向成右螺旋关系, 在任何时刻, 线性电感元件的自感磁通链 ψ_L 和电流 i 的关系为

$$\psi_L = Li \quad (1-11)$$

式中 L 称为该元件的自感或电感。 L 是一个正实常数。当磁通链的单位为韦伯 (Wb)、电流的单位为安培 (A), 则电感的单位为亨利 (H)。有时用 mH (10^{-3} H) 或 μH (10^{-6} H)。

电感元件的磁通链、电流关系在 $\psi-i$ 坐标轴上的图形表示称为电感的韦安特性。线性电感元件的韦安特性是通过 $\psi-i$ 坐标原点的直线, 如图 1-5(b) 所示。

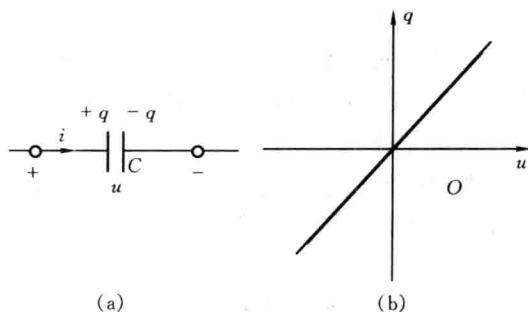


图 1-4 电容元件及其库伏特性

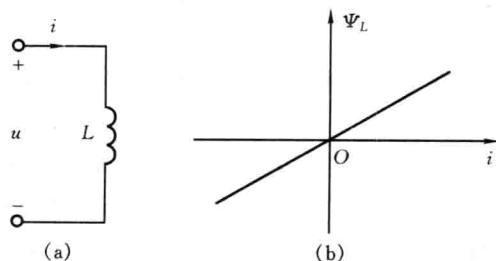


图 1-5 电感元件及其韦安特性

根据电磁感应定律,电感元件两端的电压

$$u = \frac{d\phi_L(t)}{dt} \quad (1-12)$$

将式(1-11)代入上式,得到电感元件的电流、电压关系

$$u = L \frac{di}{dt} \quad (1-13)$$

从上两式可得

$$\phi_L(t) = \phi_L(0) + \int_0^t u(\xi) d\xi \quad (1-14)$$

$$u_L(t) = u(0) + \frac{1}{L} \int_0^t u(\xi) d\xi \quad (1-15)$$

将上式和式(1-9)比较,可以看出电感元件也是一种“记忆”元件。

电感元件在任何时刻 t 所储存的磁场能量为

$$w_L(t) = \frac{1}{2} Li^2(t) \quad (1-16)$$

可见,电感元件是一种储能元件,也是一种无源元件。

为了方便,今后将线性电感元件称为电感。这样“电感”这个术语以及它相应的符号 L ,一方面表示一个线性电感元件,另一方面也表示它的参数。

1.2.4 电压源和电流源

电压源和电流源是有源元件。它们是从实际电源抽象得到的电路模型。它们又都称为独立电源。

1. 电压源

电压源是一个二端理想元件。元件两端的电压始终保持为某给定的时间函数,而和通过它的电流无关。元件中通过的电流随和它相联接的外电路的不同而不同。电压源在电路中的图形符号如图1-6(a)所示。电压源和外电路联接时,见图1-6(b),其端电压 $u(t) = u_s(t)$ 不受外电路的影响。在图1-6(c)中,示出电压源在 t_1 时刻的伏安特性。图1-6(d)是当 $u(t)$ 为恒定值 U_s 时,即直流电源的伏安特性。

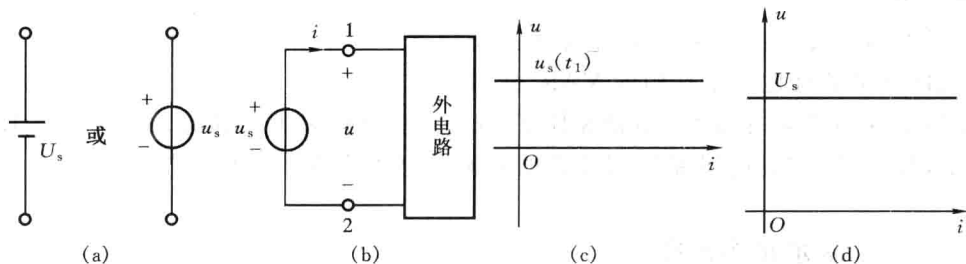


图1-6 电压源及其伏安特性

电压源不接外电路时,电流 i 为零值。这种情况称为“电压源处于开路”。但是,将电压源两端用没有电阻的导线联接在一起,即将它短路,是没有意义的。因为短路时,其两端电压 $u = 0$,这和电压源的特性不相容。

2. 电流源

电流源是一个二端理想元件。通过元件的电流和它两端的电压无关,电流始终保持为某个给

定的时间函数。元件两端的电压随和它所联接的外电路的不同而不同。电流源在电路中的图形符号如图 1-7(a) 所示。电流源和外电路联接时,如图 1-7(b) 所示,其电流 $i(t) = i_s(t)$ 不受外电路的影响。在图 1-7(c) 中,示出电流源在 t_1 时刻的伏安特性。图 1-7(d) 所示是当 $i(t)$ 为恒定值 I_s 时,即直流电流源的伏安特性。

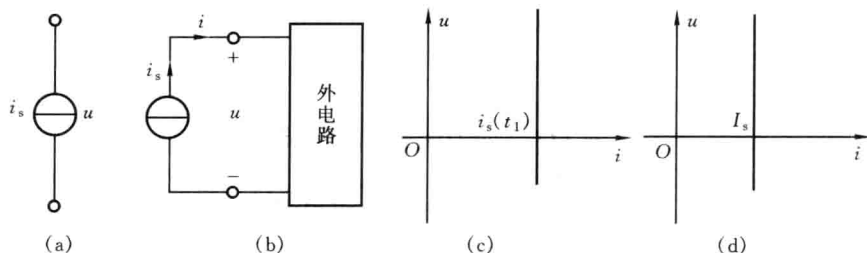


图 1-7 电流源及其伏安特性

电流源两端短路时,其两端的端电压 $u = 0$,而 $i = i_s$,电流源的电流即为短路电流。电流源的“开路”是没有意义的,因为电流源开路时,其电流必须为零,这和电流源的特性不相容。

1.2.5 受控电源

受控电源又称“非独立”电源。受控电压源的电压和受控电流源的电流是受电路中某部分的电流或电压控制的,而不是给定的时间函数。

受控源有:电压控制电压源(VCVS)、电压控制电流源(VCCS)、电流控制电压源(CCVS)和电流控制电流源(CCCS)4种。它们的图形符号如图 1-8 所示。为了区别于独立电源,用菱形符号表示受控源的电源部分, μ 、 g 、 γ 和 β 分别是有关的控制系数。这些系数为常数时,这种受控源为线性受控源。本书只考虑线性受控源,一般就略去“线性”二字。

重点和难点

各元件的定义和它们的电压、电流关系是极重要的。应能非常熟练地写出它们的 VAR。要做到这点并非易事。不少读者在知识惯性的驱使下,难于接受、理解理想电压源、电流源和受控源这些元件。其实,只要摒弃以往的旧观念,接受新的概念,是不会有困难的。

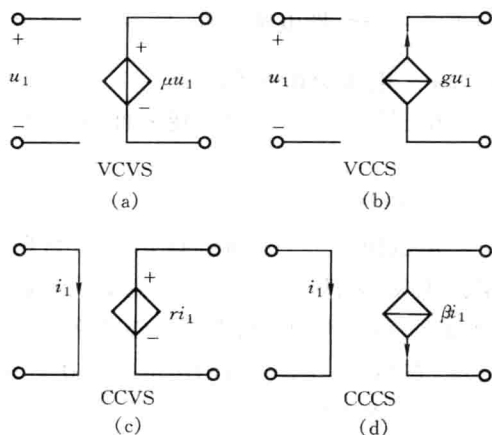


图 1-8 受控电源

1.3 基尔霍夫定律

基本内容和知识点

基尔霍夫定律是集总电路的基本定律。它具有普遍的意义。电路不论是由什么性质的集总元件组成,基尔霍夫定律总是成立的。

1.3.1 基尔霍夫电流定律(KCL)

基尔霍夫电流定律指出:在集总电路中任何时刻,对任一结点,所有支路电流的代数和恒等于零。用式子表示为

$$\sum i = 0 \quad (1-17)$$

上式中,若流出结点的支路电流前面取“+”号,则流入结点的电流前面取“-”号,而支路电流是流入结点还是流出结点,均按电流的参考方向来决定。

例如,以图 1-9 所示电路为例,对结点 ① 应用 KCL,

$$i_1 + i_4 - i_6 = 0$$

即

$$i_1 + i_4 = i_6$$

此式表明,流出结点 ① 的支路电流等于流出该结点的支路电流。

KCL 也适用于包围几个结点的闭合面,对于图 1-9 的电路,用虚线表示的闭合面 S,可以写出

$$i_1 - i_2 + i_3 = 0$$

其中, i_1 和 i_3 流出闭合面, i_2 流入闭合面。

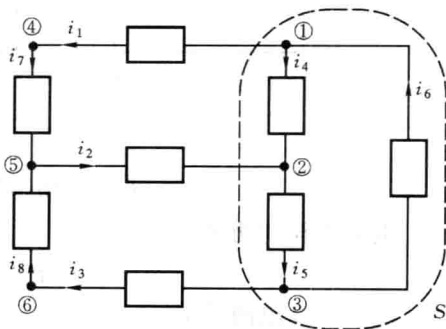


图 1-9 KCL

1.3.2 基尔霍夫电压定律(KVL)

基尔霍夫电压定律指出:“在集总电路中任何时刻,沿任一回路,所有支路电压的代数和恒等于零”。用式子表示为

$$\sum u = 0 \quad (1-18)$$

应用上式时,需要任意指定一个回路的绕行方向。支路电压的参考方向和绕行方向一致的,该支路电压前面取“+”号;支路电压的参考方向和绕行方向相反的,取“-”号。

如图 1-10 所示电路,选取回路的绕行方向用虚线箭头表示。对于由支路 1、2、3、4 构成的回路,根据 KVL,有

$$u_1 + u_2 - u_3 + u_4 = 0$$

即

$$u_3 = u_1 + u_2 + u_4$$

式子表明,结点 ③ 和 ④ 之间的电压是单值的,不论沿支路 3 或沿支路 1、2、4 构成的路径,结点 ③ 和 ④ 之间的电压是相等的。可见 KVL 实质上是电压和路径无关性质的反映。

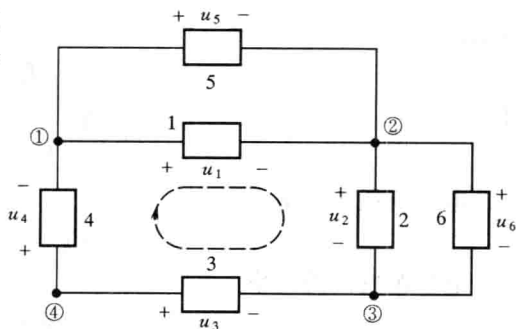


图 1-10 KVL

重点和难点

基尔霍夫定律是集总电路的基本定律,它的重要性毋庸置疑。定律的表达式虽然简单,但要熟练掌握它有一定的难度。

例题分析

例 1-1 试计算图 1-11 所示电路中的每个电阻消耗的功率和电源发出的功率。

解 根据 KCL 和 KVL,考虑到理想电源的基本性质和各元件所给出的参考方向,对图(a)

$$I = -2 \text{ (A)}$$

电流源两端的电压

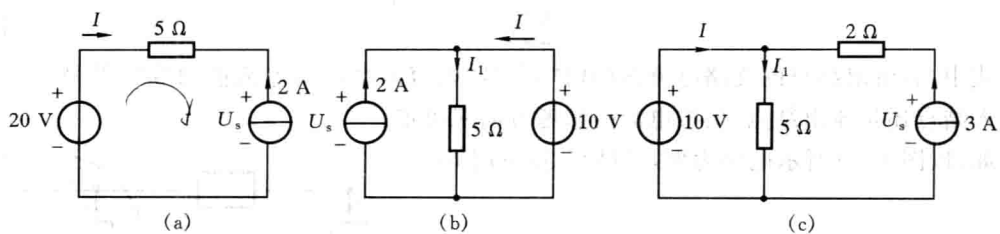


图 1-11 例 1-1 图

$$U_s = 20 - 5I = 20 - 5 \times (-2) = 30 \text{ (V)}$$

电阻消耗的功率

$$P_R = 5 \times (-2)^2 = 20 \text{ (W)}$$

电压源发出的功率

$$P_V = 20 \times (-2) = -40 \text{ (W)}$$

电流源发出的功率

$$P_I = 30 \times 2 = 60 \text{ (W)}$$

电源发出的总功率

$$P = P_V + P_I = -40 + 60 = 20 \text{ (W)}$$

和电阻吸收的功率相等。

对图(b)有

$$I_1 = \frac{10}{5} = 2 \text{ (A)}$$

$$U_s = 10 \text{ (V)}$$

由 KCL 有

$$I_1 - I - 2 = 0$$

得

$$I = 0$$

电阻消耗的功率

$$P_R = 5 \times 2^2 = 20 \text{ (W)}$$

电压源发出的功率

$$P_V = 10 \times 0 = 0$$

电流源发出的功率

$$P_I = 2 \times 10 = 20 \text{ (W)}$$

对图(c)有

$$I_1 = \frac{10}{5} = 2 \text{ (A)}$$

$$I = I_1 - 3 = 2 - 3 = -1 \text{ (A)}$$

$$U_s = 3 \times 2 + 10 = 16 \text{ (V)}$$

电阻消耗的功率

$$P_R = 5 \times 2^2 + 2 \times 3^2 = 20 + 18 = 38 \text{ (W)}$$

电压源发出的功率

$$P_V = 10 \times (-1) = -10 \text{ (W)}$$

电流源发出的功率

$$P_I = 16 \times 3 = 48 \text{ (W)}$$

例 1-2 图 1-12 所示电路的参考方向已注明, 试求电流 i 、电压 u 和各元件的功率。

解 由图可知

$$i = \frac{u_s}{R_1}$$

$$u = \beta i R_L$$

电阻 R_1 消耗的功率

$$P_1 = R_1 i^2 = R_1 \left(\frac{u_s}{R_1} \right)^2 = \frac{u_s^2}{R_1}$$

电阻 R_L 消耗的功率

$$P_L = R_L (\beta i)^2 = R_L \beta^2 \frac{u_s^2}{R_1^2}$$

电压源发出的功率

$$P_V = u_s i = \frac{u_s^2}{R_1}$$

受控电流源发出的功率

$$P_I = u \beta i = R_L (\beta i)^2 = R_L \beta^2 \frac{u_s^2}{R_1^2}$$

例 1-3 电路如图 1-13 所示, 求电路中电流 I 、电压 U_1 和各元件的功率。

解 由图应用 KVL 得

$$-6 - U_1 + 3U_1 + U_2 = 0$$

由于 $U_1 = -2I$, $U_2 = 6I$, 代入上式有

$$-6 - (-2I) + 3(-2I) + 6I = 0$$

所以

$$I = 3 \text{ A}, U_1 = -6 \text{ V}, U_2 = 18 \text{ V}$$

电阻消耗的功率

$$P_R = (2 + 6) I^2 = 8 \times 3^2 = 72 \text{ (W)}$$

电压源发出的功率

$$P_V = 6 \times I = 6 \times 3 = 18 \text{ (W)}$$

VCVS 发出的功率

$$P_V = I \times (-3U_1) = 3 \times (-3) \times (-6) = 54 \text{ (W)}$$

例 1-4 电路如图 1-14 所示。求电路中的 U 、 I 和各元件的功率。

解 由图应用 KCL 得

$$-4 + I_1 - 2I_1 + I = 0$$

再由欧姆定律, 可得

$$I_1 = U/6, I = U/2$$

于是得到

$$-4 - U/6 + U/2 = 0$$

即

$$U = 12 \text{ V}$$

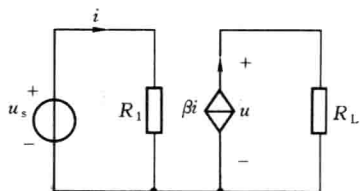


图 1-12 例 1-2 图

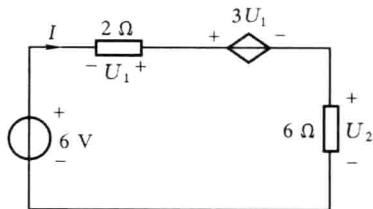


图 1-13 例 1-3 图

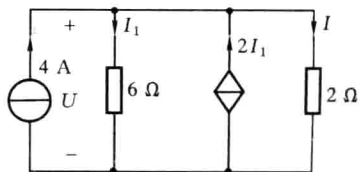


图 1-14 例 1-4 图

及

$$I_1 = 2 \text{ A}, I_2 = 6 \text{ A}$$

电阻消耗的功率

$$P_R = 6I_1^2 + 2I_2^2 = 6 \times 2^2 + 2 \times 6^2 = 96 \text{ (W)}$$

电流源发出的功率

$$P_I = 4U = 4 \times 12 = 48 \text{ (W)}$$

CCCS 发出的功率

$$P_I = 2I_1 \times U = 2 \times 2 \times 12 = 48 \text{ (W)}$$

例 1-5 求图 1-15 所示电路中的电流 I_1 和 I_2 。

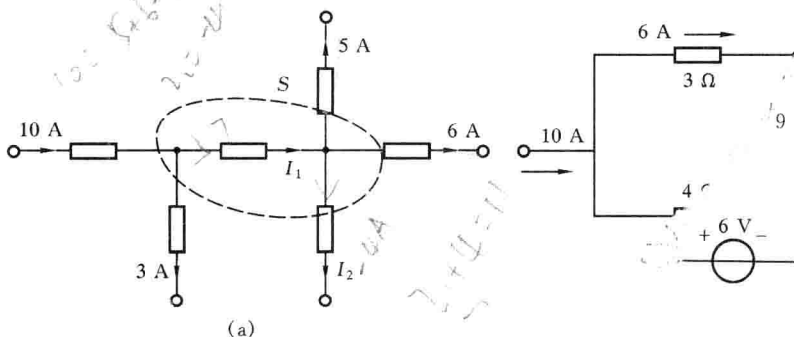


图 1-15 例 1-5 图

解 (1) 在电路(a)中作闭合面 S , 如虚线所示。应用 KCL, 可以得

$$10 - 3 - 5 - 6 - I_2 = 0$$

$$I_2 = 10 - 14 = -4 \text{ (A)}$$

而

$$I_1 = 10 - 3 = 7 \text{ (A)}$$

或由

$$I_1 - 5 - 6 - I_2 = 0$$

得

$$I_1 = 5 + 6 + I_2 = 11 - 4 = 7 \text{ (A)}$$

(2) 在电路(b)中, 应用 KCL 可以求出流经 4Ω 电阻的电流为

$$I = 10 - 6 = 4 \text{ (A)}$$

将 3Ω 、 2Ω 和 4Ω 电阻组成的回路, 应用 KVL, 有

$$6 \times 3 + 2 \times I' - 4 \times I = 0$$

得到

$$I' = \frac{4 \times I - 6 \times 3}{2} = \frac{16 - 18}{2} = -1 \text{ (A)}$$

再应用 KCL, 得到

$$I_1 = 6 - I' = 6 - (-1) = 7 \text{ (A)}$$

$$I_2 = -4 - I' = -4 - (-1) = -3 \text{ (A)}$$

例 1-6 图 1-16 所示电路是某电路的一部分。试确定其中的 i_x 和 u_{ab} 。

解 (1) 求 i_x 。根据 KCL, 可按下列步骤求得:

对结点 ①, $i_1 = -(1 + 2) = -3 \text{ (A)}$

$$i_2 = i_1 + 4 = 1 \text{ (A)}$$

$$i_x = 5 - i_2 = 4 \text{ (A)}$$

S, 则根据 KCL 可直接求得

$$i_x = 1 + 2 - 4 + 5 = 4 \text{ (A)}$$

ab 。可以将 a 、 b 两端点之间设想有一条虚拟路两端的电压为 u_{ab} 。这样, 由结点 a 经过到结点 b 就构成一个闭合回路。对此回

$$-u_s + 10i_1 + 5i_2 - u_{ab} = 0。$$

$$10i_1 + 5i_2 = -3 - 30 + 5 = -28 \text{ (V)}$$

ab 的电压等于由高电位 a 到低电数的和, 其中电压降为正, 否则为负。

7 所示各电路中的未知量。

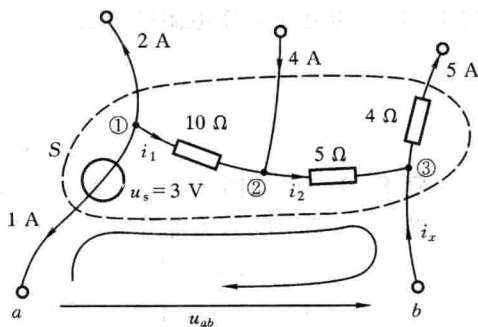


图 1-16 例 1-6 图

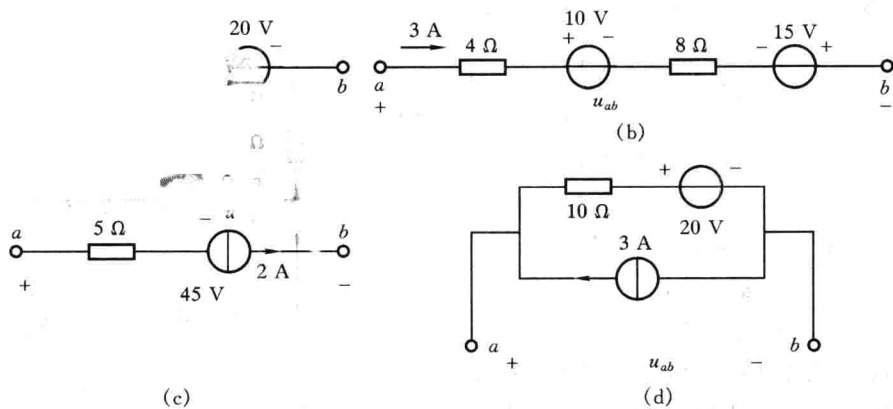


图 1-17 例 1-7 图

根据例 1-6, 可以写出

$$\text{a): } u_{ab} = 5 \times 2 + 20 = 10 + 20 = 30 \text{ (V)}$$

$$\text{b): } u_{ab} = 3 \times 4 + 10 + 8 \times 3 - 15 = 23 \text{ (V)}$$

$$\text{c): } 45 = 2 \times 5 - u$$

$$\text{以 } u = 2 \times 5 - 45 = 10 - 45 = -35 \text{ (V)}$$

$$\text{(d): } u_{ab} = 3 \times 10 + 20 = 50 \text{ (V)}$$

1-8 电路如图 1-18 所示。试求电流 i_1 和电压 u_{ab} 。

在 5Ω 电阻上的电压为 10V , 所以流经它的

$$i = \frac{10}{5} = 2 \text{ (A)}$$

CS 的电流为 $0.5i_1$, 因此

$$i = 0.5i_1$$

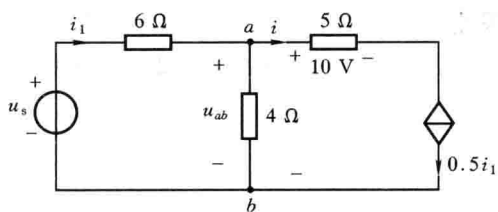


图 1-18 例 1-8 图

$$i_1 = \frac{i}{0.5} = 4 \text{ (A)}$$

由 KCL 可知流经 $4\ \Omega$ 电阻的电流为

$$i_1 - i = 4 - 2 = 2\ (\text{A})$$

所以

$$u_{ab} = 4(i_1 - i) = 4 \times 2 = 8\ (\text{V})$$

例 1-9 已知图 1-19 中 $R = 2\ \Omega$, $i_1 = 1\ \text{A}$, 求电流 i 。

解 在图中的右边部分, 应用 KVL, 有

$$-10 + 5i_1 + Ri = 0$$

$$i = \frac{10 - 5i_1}{R} = \frac{10 - 5 \times 1}{2} = 2.5\ (\text{A})$$

例 1-10 求图 1-20 所示电路的电流 i 、电压 u_{ab} 和

u_{ac} 。

解 由 KVL 有

$$1 \times i + 3 \times i - 6 + 1 \times i + 3 \times i + 4 + 2 \times i = 0$$

$$\text{解得} \quad i = \frac{1}{5} = 0.2\ (\text{A})$$

$$\begin{aligned} \text{于是} \quad u_{ac} &= -1 \times i + 6 - 3 \times i - 1 \times i = 6 - 5i \\ &= 6 - 5 \times 0.2 = 5\ (\text{V}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{或} \quad u_{ac} &= 3 \times i + 4 + 2 \times i = 5i + 4 \\ &= 5 \times 0.2 + 4 = 5\ (\text{V}) \end{aligned}$$

$$\text{又因} \quad u_{ac} = u_{ab} + 5$$

$$\text{所以} \quad u_{ab} = u_{ac} - 5 = 5 - 5 = 0$$

例 1-11 求图 1-21 所示电路的 I 和 U 。

解 由回路 $becb$, 应用 KVL, 可以写出

$$4 + 2I + 2 = 0$$

$$\text{所以} \quad I = \frac{-6}{2} = -3\ (\text{A})$$

$$\text{由于} \quad U_{ce} = 2 + 4 = 6\ (\text{V})$$

$$\text{则} \quad U_{dc} = U_{de} - U_{ce} = 8 - 6 = 2\ (\text{V})$$

$$\text{而} \quad U_{dc} = U_{da} + U_{ac} = 6I_{ac} + 4I_{ac}$$

$$I_{ac} = \frac{U_{dc}}{6 + 4} = \frac{2}{10} = 0.2\ (\text{A})$$

$$U_{ac} = 4I_{ac} = 4 \times 0.2 = 0.8\ (\text{V})$$

$$\begin{aligned} \text{因此} \quad U &= U_{ab} = U_{ac} + U_{cb} \\ &= 0.8 + 2 = 2.8\ (\text{V}) \end{aligned}$$

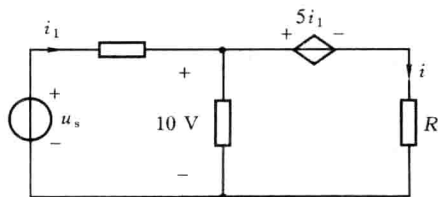


图 1-19 例 1-9 图

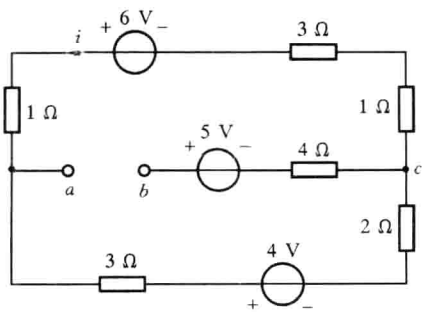


图 1-20 例 1-10 图

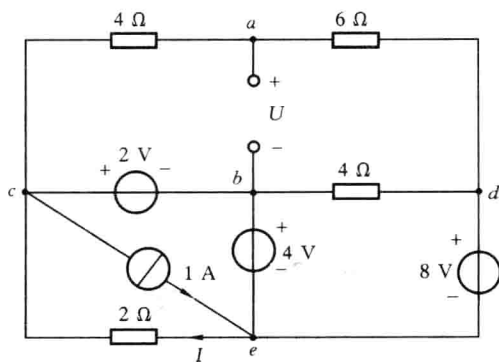


图 1-21 例 1-11 图