

21世纪课程教材配套学习参考书

电工学

DIANGONG XUE LITI YU XITI

例题与习题

张万顺 阮建国 李振坡/编著



华东理工大学出版社

EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

21 世纪课程教材配套学习参考书

电工学例题与习题

张万顺 阮建国 李振坡 编著

华东理工大学出版社

内 容 简 介

本书的习题和章节次序主要参考张南主编、高等教育出版社出版的少学时《电工学》,同时还参考了秦曾煌主编的《电工学》第五版中的部分习题。

本书每章包含学习要求与小结,重点例题都有题意分析和求解指导,大部分习题附有答案。

本书第一、二、三、八、九章由张万顺编写,第四、五、六、十、十一章由阮建国编写,第七章由李振坡编写。

本书由华东理工大学张南教授和林家骏教授审阅。

图书在版编目(CIP)数据

电工学例题与习题/张万顺等编著. —上海:华东理工大学出版社,2003.8

ISBN 7-5628-1380-9

I. 电... II. 张... III. 电工学-高等学校-习题
IV. TM1-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 062055 号



电工学例题与习题

张万顺 阮建国 李振坡 编著

出版	华东理工大学出版社	开本	787×960 1/16
社址	上海市梅陇路 130 号	印张	8.75
邮编	200237 电话 (021)64250306	字数	162 千字
网址	www.hdlgpress.com.cn	版次	2003 年 8 月第 1 版
发行	新华书店上海发行所	印次	2003 年 8 月第 1 次
印刷	江苏省句容市排印厂	印数	1—4050 册
ISBN 7-5628-1380-9/TN·5		定价:12.80 元	

目 录

上篇 电 工 技 术

第一章 电路分析基础	1
I 电路的基本概念、定律、分析方法	1
一、基本要求	1
二、基本内容	1
三、例题与习题	5
II 电路的暂态分析	23
一、基本要求	23
二、基本内容	23
三、例题与习题	25
第二章 正弦交流电路	33
一、基本要求	33
二、基本内容	33
三、例题与习题	37
第三章 三相交流电	48
一、基本要求	48
二、基本内容	48
三、例题与习题	50
第四章 变压器	56
一、基本要求	56
二、基本内容	56
三、例题与习题	57
第五章 电动机	59
一、基本要求	59
二、基本内容	59
三、例题与习题	61
第六章 电气控制	65

一、基本要求	65
二、基本内容	65
三、例题与习题	68

下篇 电子技术

第七章 半导体器件	71
一、基本要求	71
二、基本内容	71
三、例题与习题	73
第八章 交流放大电路	77
一、基本要求	77
二、基本内容	77
三、例题与习题	84
第九章 电源电路	93
一、基本要求	93
二、基本内容	93
三、例题与习题	96
第十章 集成运算放大器	101
一、基本要求	101
二、基本内容	101
三、例题与习题	103
第十一章 数字电路	112
一、基本要求	112
二、基本内容	112
三、例题与习题	115
附录	125
参考试题一	125
参考试题二	127
参考试题三	130
参考试题四	133
参考文献	136

上篇 电工技术

第一章 电路分析基础

I 电路的基本概念、定律、分析方法

一、基本要求

- (1) 正确理解电压、电流正方向的意义。
- (2) 在正确理解电位意义的基础上,求解电路各点电位。
- (3) 加强电压源的概念,建立电流源的概念。
- (4) 了解电路的有载工作、开路与短路状态,强化额定值概念。
- (5) 熟悉电路基本定律并能正确应用之。
- (6) 学会分析、计算电路的基本方法。

二、基本内容

(一) 基本概念

1. 电压电流的正方向

在分析计算电路前,首先在电路图上标定各元件的未知电流和电压的正方向(假定的方向,又名参考方向)。

根据这些正方向,应用电路的定理、定律列写方程(方程组),求解后若为正值,说明假设的方向

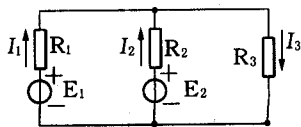


图 1-1

与实际的方向相同;求解后若为负值,说明假设的方向与实际方向相反。对于电路中某个(些)已知的方向,有两种可能,其一是实际的方向,其二也是正方向,这要看题目本身的说明。

2. 电路中的电位及计算

求解电路某点的电位时,必须首先确定参考点,令该点电位为零,电路其余各点与之比较,高者为正(电位),低者为负(电位)。

注:● 电位具有单值性(参考点一旦选定,某点电位是惟一的)和相对性(参考点选择不同,某点电位也不同)

● 任意两点间的电位差叫电压,记作 $U_{ab} = V_a - V_b$, 显然电压具有单值性和绝对性(与参考点选择无关)

(二) 基本定律

1. 欧姆定律

(1) 一段无源支路(元件)的欧姆定律。在图 1-2 中, $U_{ab} = I \cdot R$ (取关联正方向)。

(2) 一段有源支路(元件)的欧姆定律。一段有源支路(元件)的欧姆定律,实际上是电压降的准则。

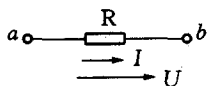


图 1-2

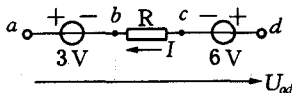


图 1-3

1) 总电压降等于各分段电压降的代数和。

2) 标出各分段电压降的正方向,

- 电源电压降从正极指向负极;
- 电阻电压降同电流方向。

3) 与总方向一致的分电压降取“+”号,不一致者取“-”号。

在图 1-3 中, $U_{ad} = U_{ab} + U_{bc} + U_{cd} = 3 + (-IR) + (-6) = (-IR - 3) (V)$ 。

2. 克希荷夫定律

(1) 克希荷夫电流定律(KCL)

$$\sum I = 0 \text{ (任一结点)}。$$

- 流入结点电流为正,流出结点电流为负。
- 定律的实质反映了电流连续性原理,即结点上不能积累电荷。
- KCL 适用于广义结点。

(2) 克希荷夫电压定律(KVL)

$$\sum U = 0 \text{ (任一回路)}。$$

● 回路的绕行方向就是总电压降的方向,定出各分段电压降的方向后,即可列回路电压方程。

● 定律的实质反映了电位单值性原理,即在闭合回路中,电位上升之和必然等于电位下降之和。

● KVL 也适用于开口电路(虚拟回路)。在图 1-4 中, $U_{ab} + (-IR) = 0$ 。

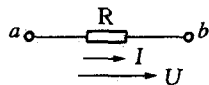


图 1-4

(三) 基本方法

1. 支路电流法

以支路电路为未知量,应用 KCL, KVL 列写电路方程组,联立求解,可得各支路电流。解题步骤如下:

(1) 在电路图上标定未知电流和电压的正方向,并设支路电流为未知数。显然未知数个数就是方程的个数。

(2) 若电路的结点为 n ,应用 KCL 列写 $(n-1)$ 个独立的电流方程。

(3) 若支路数为 b ,应用 KVL 列写 $b - (n-1)$ 个独立的电压方程。

(4) 联立求解 b 个方程,可求取 b 条支路电流。

2. 结点电压法

对于两个结点的电路,先求两结点间的电压,再求支路电流。

(1) 设参考点,定独立结点,标出结点电压 U 的正方向,根据规则代入标准方程

$$U_{ab} = \frac{\sum \frac{U_s}{R} + \sum I_s}{\sum \frac{1}{R'}}。$$

● 使独立结点电位升高的 U_s 取正号,反之取负号。

● 流向独立结点的电流源 I_s 取正号,反之取负号。

(2) 由一段含源的欧姆定律,求取待求支路电流。

3. 叠加原理(法)

在多个电源(至少两个)作用的线性电路中,任一支路的电流(或电压),是由各个源单独作用时所产生的电流(或电压)的代数和。

单独作用是指一个电源作用时,其余的电源使之为零,又名除源。除源准则是:电压源视为短接,电流源视为开路。

注:与电压源串联的电阻以及与电流并联的电阻,都视为内阻,必须保留。

解题步骤如下:

- (1) 在电路图上标出待求的电流(电压)正方向。
- (2) 画出每个源单独作用的分图,在分图上求解待求电流(电压)分量的大小并标出实际方向。
- (3) 求叠加后的总电流(电压),与待求电流(电压)正方向相同的分量取正号,反之取负号。

注:叠加原理只适用于求线性电路的电压或电流,而不能对功率进行叠加,更不能用在非线性电路中。

4. 电源变换法

实际的电压源是由理想的电压源与内阻 R_0 串联组成,实际的电流源是由理想的电流源与内阻 R_i 并联组成,见图 1-5。在保证电源外特性一致的前提下,两者可以进行等效互换。互换的条件:

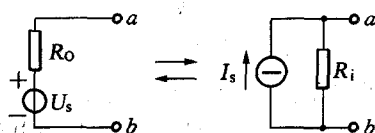


图 1-5

$$\begin{cases} R_i = R_0, \\ I_s = \frac{U_s}{R_0}. \end{cases}$$

注:

- 电流源的方向与电压源电位升的方向一致。
- 理想的电压源 ($R_0 = 0$) 与理想的电流源 ($R_i = \infty$) 之间不能互换。
- 等效变换是对外电路等效,对电源内部并不能等效。
- 与理想电压源串联的以及和理想电流源并联的所有电阻均可看成是电源的内阻。
- 多条有源支路并联时,可将其变为等效电流源;而多条有源支路串联时,可将其变为等效电压源。
- 和理想电压源并接的电阻,不影响电压源的端电压,对外而言,是多余的元件,故可开路;和理想电流源串接的电阻,不影响电流源的输出电流,对外而言,也是多余的元件,故可短接。

5. 等效电源法

在复杂电路中,欲求一条支路的电流,可将其余部分看作一个有源二端网络。利用戴维南定理将此有源二端网络等效(化简)为一个实际的电压源模型,或者利用诺顿定理将其等效(化简)为一个实际的电流源模型,问题的处理就大为简化。

- (1) 等效电压源法(戴维南定理法)。

1) 将待求支路从电路中除掉。

2) 求相应的有源二端网络的开路电压 U_{ab} (标定 U_{ab} 正方向); 求网络中所有电源取零(除源)后的入端等效电阻 R_{ab} 。

3) 画出实际电压源模型 ($U_{so} = U_{ab}$; $R_o = R_{ab}$), 接入待求支路, 应用欧姆定律, 求取待求支路电流。

注: ● 待求支路可以是一条支路, 也可以是一个元件(电阻或电源)。

● 若 U_{ab} 为负值, 则 U_{so} 极性倒向。

(2) 等效电流源法(诺顿定理法)。

1) 将待求支路从电路中除掉。

2) 求相应的有源二端网络两个端子短接后的短路电流 I_{ab} (标定 I_{ab} 正方向); 求网络中所有源取零(除源)后的入端等效电阻 R_{ab} 。

3) 画出实际电流源模型 ($I_{so} = I_{ab}$, $R_i = R_{ab}$), 接入待求支路, 应用分流公式, 求取待求支路的电流。

三、例题与习题

(一) 一个电源作用下的简单电路

当已知总电压(电流), 求解各分电流(分电压)时, 或者已知分电流(分电压), 求解总电压(电流)时, 要注意以下两点:

(1) 分析电路结构时, 先抓全局, 后抓局部, 在局部里面, 可能又有全局(分)和局部(分)的关系。

(2) 要求入端电阻, 必要时将电路变形, 若用数学表达式反应连接关系时, 并联用“//”表示, 串联用“+”表示, 一条支路组合用括号表示。

例 1-1 在图 1-6 中, 已知 $U_{ac} = 30\text{ V}$, 求 U_{bc} , U_{ac} 及 U_{de} 。

解 本题属于已知分(电压)求总(电压)类型, 处理这类题型时, 常按如下思路:

- (1) 利用串并联求电路总电阻 R 。
- (2) 利用欧姆定律求电路总电流 I 。
- (3) 利用分流公式求各分电流 (I_1 , I_2 , I_3 , I_4)。
- (4) 利用欧姆定律求相关元件电压 (U_{bc} , U_{ac} , U_{de})。

$$R = 2 + 6 // [4 + 6 // (1 + 2)] = 5(\Omega)。$$

$$I = 30/5 = 6(\text{A})。$$

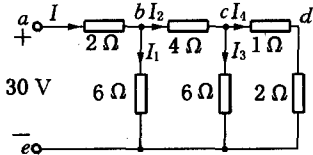


图 1-6

$$I_1 = I \frac{4+6 \parallel (1+2)}{6+[4+6 \parallel (1+2)]} = 6 \times \frac{6}{12} = 3(\text{A})。$$

$$I_2 = I - I_1 = 3(\text{A}) \text{ (或再用一次分流公式)}。$$

$$I_3 = 3 \times \frac{3}{6+3} = 1(\text{A})。$$

$$I_4 = I_2 - I_3 = 2(\text{A}) \text{ (或再用一次分流公式)}。$$

$$U_{be} = I_1 \times 6 = 3 \times 6 = 18(\text{V})。$$

$$U_{\alpha} = I_3 \times 6 = 3 \times 6 = 6(\text{V})。$$

$$U_{de} = I_4 \times 2 = 2 \times 2 = 4(\text{V})。$$

例 1-2 在图 1-7 中, 已知 $I_{ab} = 3 \text{ A}$, 求 U_{cd} 。

解 本题属于已知分(电流)求总(电压)类型, 处理这类题型时, 常按如下思路:

- (1) 利用总电压等于各分段电压的和求 U_{an} 。
- (2) 利用欧姆定律求 I_{an} 。
- (3) 利用 KCL 求 I 。
- (4) 利用总电压等于各分段电压的和求 U_{cd} 。

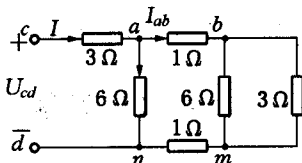


图 1-7

$$U_{an} = (I_{ab} \times 1) + I_{ab} \times (6 \parallel 3) + I_{ab} \times 1 = 12(\text{V})。$$

$$I_{an} = 12/6 = 2(\text{A})。$$

$$I = I_{ab} + I_{an} = 3 + 2 = 5(\text{A})。$$

$$U_{cd} = (I \times 3) + U_{an} = 15 + 12 = 27(\text{V})。$$

例 1-3 在图 1-8 中, 已知电路及参数如图示, 求 R_{ab} 。

解 $R_{ab} = 4 \parallel 4 \parallel \{4 + 4 \parallel [2 + (4 \parallel 4)]\} = 1.5(\Omega)。$

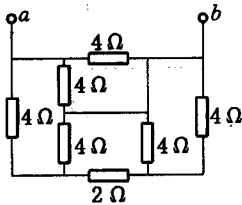


图 1-8

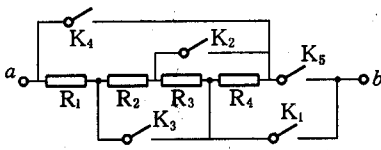


图 1-9

例 1-4 图 1-9 所示是直流电动机的一种调速电路, 它是由四个固定电阻串联而成。利用几个开关的闭合或断开, 可以得到多种电阻值。设四个电阻都是

1 Ω , 试求在下列三种情况下 a 、 b 两点间的电阻值:

- (1) K_1 和 K_5 闭合, 其他打开;
- (2) K_2 、 K_3 和 K_5 闭合, 其他打开;
- (3) K_1 、 K_3 和 K_4 闭合, 其他打开。

解 (1) K_1 和 K_5 闭合, 其他打开:

$$R_{ab} = R_1 + R_2 + R_3 = 3(\Omega)。$$

(2) K_2 、 K_3 和 K_5 闭合, 其他打开:

$$R_{ab} = R_1 + R_2 // R_3 // R_4 = 1.33(\Omega)。$$

(3) K_1 、 K_3 和 K_4 闭合, 其他打开:

$$R_{ab} = R_1 // R_4 = 0.5(\Omega)。$$

例 1-5 在图 1-10 中, 已知电路及参数如图所示, 求 R_{ab} 及 R_{ad} 。

$$R_{ab} = R // [(2R // R) + (R // 2R)] = R // \left[\frac{2}{3}R + \frac{2}{3}R \right] = \frac{4}{7}R。$$

$$R_{ad} = 2R // R // [R + (2R // R)] = \frac{2}{3}R // \left[R + \frac{2}{3}R \right] = \frac{10}{21}R。$$

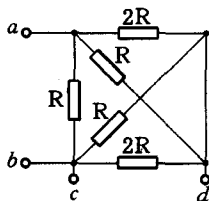


图 1-10

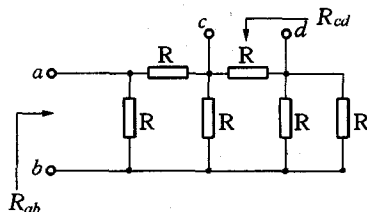


图 1-11

题 1-6 求图 1-11 的等效入端电阻 R_{ab} 和 R_{ad} 。

$$\left(R_{ab} = \frac{8}{13}R, R_{ad} = \frac{7}{13}R \right)$$

题 1-7 求图 1-12 电路中的 I 和 U 。

$$(I = 3.48 \text{ mA}, U = 19.14 \text{ V})$$

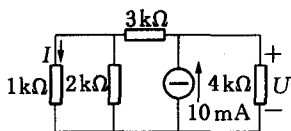


图 1-12

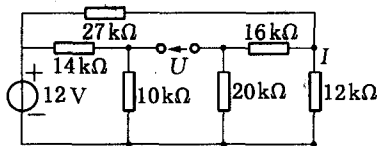


图 1-13

题 1-8 求图 1-13 电路中的 I 和 U 。

$$(I = 0.25 \text{ mA}, U = -\frac{10}{3} \text{ V})$$

(二) 电位的计算

电位的概念在电工技术特别是电子技术中常用,在计算电位时注意以下三点:

(1) 电路中某点的电位是指该点与参考点之间的电位差,又称电压,根据这一规律,求电位可以转变为求两点间的电压。

(2) 求电压首先想到前面已述的电压降准则,某分段的电压也有可能与通过该段的电流有关,求电流又和相关回路及电压发生联系。

(3) 有的题目参考点给出,有的题目参考点隐含(实际存在),这就要改画电路,画出参考点。

例 1-9 在图 1-14 中,已知电路及参数如图所示,求 a, b, c 三点的电位 V_a, V_b, V_c 。

解 本题参考点已知,根据前述思路, $V_a = U_{ad}$, $V_b = U_{bd}$, $V_c = U_{cd}$, 要求三个电压,关键先求回路电流,然后依据电压降准则,可迅速求之。

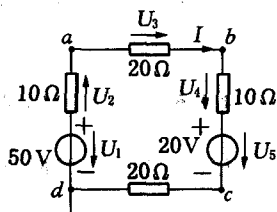


图 1-14

$$I = \frac{50 - 20}{10 + 20 + 10 + 20} = \frac{30}{60} = 0.5(\text{A}).$$

$$V_a = U_{ad} = (-I \times 10) + U_1 = (-5) + 50 = 45(\text{V}).$$

$$V_b = U_{bd} = U_{bc} + U_{cd} = (-I \times 20) + 45 = 35(\text{V}).$$

$$V_c = U_{cd} = 1 \times 20 = 10(\text{V}).$$

例 1-10 在图 1-15(a)和(b)中,已知电路及参数如图所示,分别求开关 S 断开与闭合两种情况下的 A 点电位。

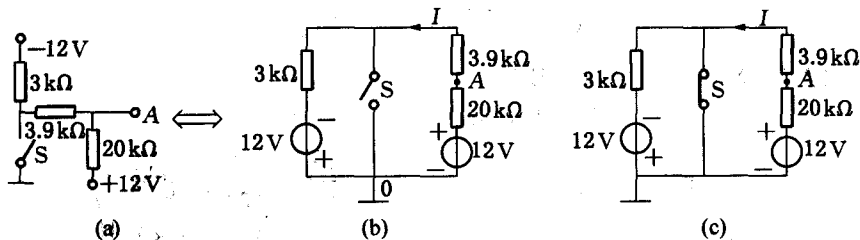


图 1-15

解 本题参考点已给出,但原始电路图 1-15(a)分析时不方便,有必要将其改画为普通电路图 1-15(b)(S 断开)和普通电路图 1-15(c)(S 闭合)。根据前述

思路,逐一求解。

(1) S 断开时:设 I 的正方向如图 1-15(b)所示,

$$I = \frac{12 - (-12)}{20 + 3.9 + 3} = 0.892(\text{mA})。$$

$$V_A = U_{A0} = (-I \times 20) + 12 = (-0.892 \times 20) + 12 = -5.84(\text{V})。$$

$$\text{或者 } V_A = U_{A0} = (I \times 3.9) + (I \times 3) + (-12) = 0.892 \times 3.9 + 0.892 \times 3 - 12 = -5.84(\text{V})。$$

(2) S 闭合时: I 经 S 构成回路,故

$$V_A = U_{A0} = I \times 3.9 = \frac{12}{20 + 3.9} \times 3.9 = 1.96(\text{V})。$$

$$\text{或者 } V_A = U_{A0} = (-I \times 20) + 12 = \left(-\frac{12}{20 + 3.9} \times 20\right) + 12 = 1.96(\text{V})。$$

例 1-11 在图 1-16 中,已知电路及参数如图示,求 V_A , V_B 及 U_{AB} 。

解 此题参考点已画出,根据前述思路,先求回路电流,后求 V_A , V_B 及 U_{AB} 。R 无电流流过,电压降为零。

$$I = \frac{12 - (6 + 3)}{2 + 1} = \frac{3}{3} = 1(\text{A})。$$

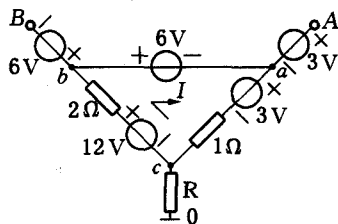


图 1-16

$$V_A = U_{A0} = 3 + 3 + (I \times 1) + 0 = 3 + 3 + 1 = 7(\text{V})。$$

$$V_B = U_{B0} = (-6) + (12) + (-I \times 2) = (-6) + 12 - 2 = 4(\text{V})。$$

$$U_{AB} = V_A - V_B = 7 - 4 = 3(\text{V})。$$

$$\text{或 } U_{AB} = 3 + (-6) + 6 = 3(\text{V})。$$

题 1-12 求图 1-17 中 A 点电位 V_A 。(需改画电路)

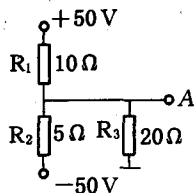


图 1-17

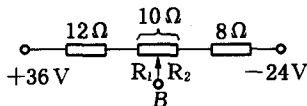


图 1-18

题 1-13 求图 1-18 中 B 点电位 V_B 。(需改画电路)

$$R_1 = R_2 = 5 \Omega.$$

($V_B = 2 \text{ V}$, 提示:参考点隐含,实际存在,改画成普通电路就出来了)

(三) 多电源作用下的电路

多电源作用的电路种类繁多,大致有下面几种方法。

(1) 利用电阻串并联及欧姆定律,结合电压降准则即可求之。

(2) 利用单一方法(如支路电流法)即可求之。

(3) 宏观上用某一方法(等效电源法),而微观上求开路电压 U_{ab} 时有可能用到叠加法、电源转换法等。

(4) 电路结构比较复杂,必要时分块简化,最后便一目了然。

(5) 部分题目可用几种方法求解,但必有最佳方法。

例 1-14 求图 1-19 中的电压 U_{de} 。

解 此题属于已知分求总的类型,分电压 U_1, U_3, U_4 是定值,只有 U_2 待定,而 U_2 又与回路中的电流 I 有关,只要求出 I, U_2 就确定了。

解题步骤:

$$(1) \text{ 求出 } I = \frac{12 - 6}{8 + 4} = \frac{6}{12} = 0.5 (\text{A}).$$

(2) 标出各分段电压降的方向(电源电压降从正极到负极,电阻两端的电压降取电流的关联方向)。

(3) 根据电压降准则,总电压降等于各分段电压降之和,与总方向一致的分电压取正号,反之为负号。

$$U_{de} = U_1 + (I \times 4) + U_3 + (-U_4) = 3 + 2 + 6 - 12 = -1 (\text{V}).$$

例 1-15 图 1-20 电路中,有多少支路,多少结点,多少回路,多少网孔? 列出支路电流法解题方程。

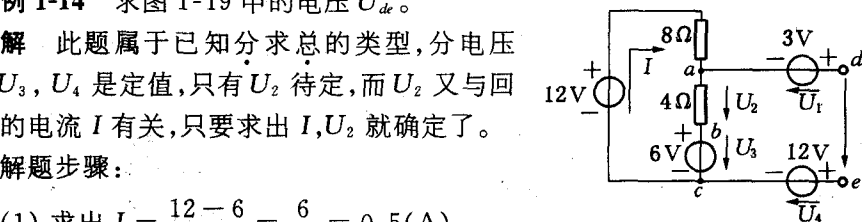
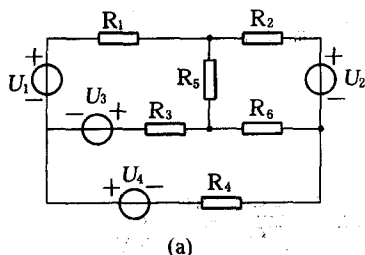
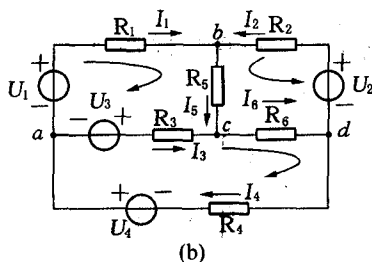


图 1-19



(a)



(b)

图 1-20

解 (1) 有 6 条支路 ($b = 6$), 4 个结点 ($n = 4$), 6 个回路, 3 个网孔 ($m = 3$)。

(2) 各支路电流的正方向如图 1-20(b) 所示, 因为 6 个电流未知, 故要列 6 个方程, KCL 列 ($n - 1$) 3 个方程, KVL 列 ($6 - 3$) 3 个方程 ($m = 3$)。

$$(3) \text{ 对结点 } a: I_4 - I_1 - I_3 = 0 \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{对结点 } b: I_1 + I_2 - I_5 = 0 \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{对结点 } c: I_3 + I_5 - I_6 = 0 \dots\dots\dots (3)$$

选定三个回路(网孔)的绕行方向, 根据 $\sum U = 0$ 列 KVL 方程

$$\text{对 } abca \text{ 回路: } (-U_1) + (I_1 R_1) + (I_5 R_5) + (-I_3 R_3) + U_3 = 0 \dots\dots (4)$$

$$\text{对 } bcdb \text{ 回路: } (I_5 R_5) + (I_6 R_6) + (-U_2) + (I_2 R_2) = 0 \dots\dots\dots (5)$$

$$\text{对 } acda \text{ 回路: } (-U_3) + (I_3 R_3) + (I_6 R_6) + (I_4 R_4) + (-U_4) = 0 \dots (6)$$

例 1-16 在图 1-21(a) 中,

- (1) 求各支路电流;
- (2) 确定各元件是电源还是负载;
- (3) 讨论这个电路模型的实用意义。

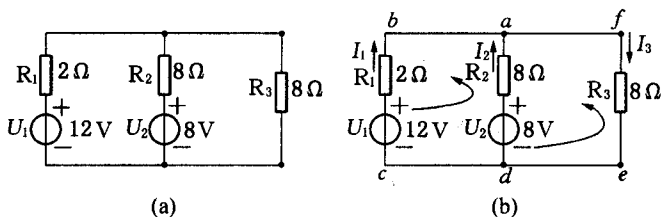


图 1-21

解 (1) 设各支路电流的正方向如图 1-21(b) 所示,

$$a \text{ 结点的 KCL: } I_1 + I_2 - I_3 = 0 \dots\dots\dots (1)$$

$$abcda \text{ 回路的 KVL: } (-I_1 R_1) + U_1 + (-U_2) + (I_2 R_2) = 0 \dots\dots\dots (2)$$

$$adea \text{ 回路的 KVL: } (-I_2 R_2) + U_2 - (I_3 R_3) = 0 \dots\dots\dots (3)$$

代入 R_1, R_2, R_3 及 U_1, U_2 数据, 联立求解(1)(2)(3),

$$I_1 = 1 \frac{1}{3} \text{ A 说明假设的方向与实际方向相同。}$$

$$I_2 = -\frac{1}{6} \text{ A 说明假设的方向与实际方向相反(实际向下流)。}$$

$$I_3 = 1 \frac{1}{6} \text{ A 说明假设的方向与实际方向相同。}$$

(2) 要确定电路中某元件是电源还是负载应按照如下准则判别:

1) 元件两端实际电压降方向与电流的实际流向相同, $P > 0$ (吸收功率, 为负载);

2) 元件两端实际电压降方向与电流的实际流向相反, $P < 0$ (发出功率, 为电源)。

所以 U_1 的电压降与电流的实际方向相反, 为电源。

U_2 的电压降与电流的实际方向相同, 为负载。

R_1 , R_2 及 R_3 的电压降与电流实际方向都相同, 因而都为负载。

(3) 这个电路模型在生活中常见, U_1 看作充电电源的电动势, R_1 是 U_1 的内阻; U_2 看作被充电的干电池组, R_2 是干电池内阻, R_3 是耗电负载(收音机等)。

例 1-17 (1) 用结点电压法求图 1-22 中开关断开和闭合时的电压 U_{ab} ;

(2) 求开关断开时的 I_1 及开关闭合时的 I_2 。

解 开关断开时只有两条支路, 可以认为第三条支路的电阻处于 ∞ 状态, 故依然可用结点电压法。设 b 为参考点, 则 a 为独立结点。

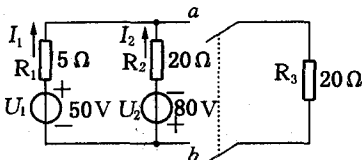


图 1-22

$$(1) \text{ 开关断开 } U_{ab} = \frac{\frac{U_1}{R_1} + \left(-\frac{U_2}{R_2}\right)}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = \frac{\frac{50}{5} - \frac{80}{20}}{\frac{1}{5} + \frac{1}{20}} = 24(\text{V}).$$

$$\text{由电压降准则知 } U_{ab} = 24 = (-I_1 R_1) + 50; I_1 = \frac{26}{5}(\text{A}).$$

$$(2) \text{ 开关闭合 } U_{ab} = \frac{\frac{U_1}{R_1} + \left(-\frac{U_2}{R_2}\right)}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} = \frac{\frac{50}{5} - \frac{80}{20}}{\frac{1}{5} + \frac{1}{20} + \frac{1}{20}} = 20(\text{V}).$$

$$\text{由电压降准则知 } U_{ab} = 20 = (-I_2 R_2) + (-80); I_2 = -3(\text{A}).$$

例 1-18 求图 1-23(a) 中的电流 I 。

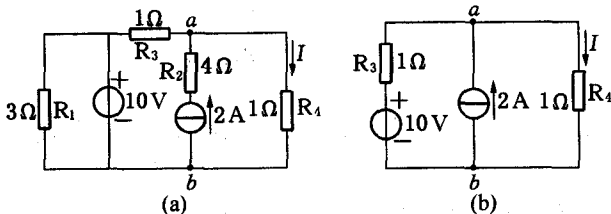


图 1-23