

清华大学硕士研究生入学考试

电路原理试题选编

(第三版)

刘秀成 于歆杰 朱桂萍 编著



清华大学出版社

电路原理试题选编

(第三版)

刘秀成 于歆杰 朱桂萍 编著

清华大学出版社
北京

TM13-VX
22-3

内 容 简 介

本书是《电路原理试题汇编》(第二版)(王树民等,清华大学出版社,2008)的修订版,补充了近6年清华大学硕士研究生入学考试电路原理试题,在每章开始加入了导读内容,便于读者阅读和理解。同时,新增试题内容也反映了清华大学电机系电路原理教学组近年来教学改革的部分内容。全书共分为10章,包括电阻电路、正弦激励下电路的稳态分析、三相电路、非正弦周期电流电路的稳态分析、动态电路的时域分析、动态电路的复频域分析、二端口网络、网络图论与状态方程、非线性电阻电路和分布参数电路。书后附有2011—2013年清华大学硕士研究生入学考试电路原理试题。

本书可对报考电气工程和自动化等学科硕士研究生的人员提供帮助,也可供正在学习电路原理课程的学生和有关科技人员参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

电路原理试题选编/刘秀成,于敬杰,朱桂萍编著.—3版.—北京:清华大学出版社,2014

ISBN 978-7-302-38377-2

I. ①电… II. ①刘… ②于… ③朱… III. ①电路理论—研究生—入学考试—习题集
IV. ①TM13-44

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第250962号

责任编辑:王一玲

封面设计:傅瑞学

责任校对:梁毅

责任印制:何芊

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×230mm 印 张:19 字 数:435千字

版 次:2001年11月第1版 2014年12月第3版 印 次:2014年12月第1次印刷

印 数:1~2500

定 价:39.00元

产品编号:059991-01

第三版前言

本书对《电路原理试题汇编》(第二版)(王树民等,清华大学出版社,2008)的修订主要做了以下几方面的工作:

1. 增加了2008—2013年的清华大学硕士研究生入学考试试题,有些新增试题内容反映了清华大学电机系电路原理教学组近年来教学改革的内容。

2. 新增加了非线性电阻电路和分布参数电路两章。全书分为10章,包括电阻电路、正弦激励下电路的稳态分析、三相电路、非正弦周期电流电路的稳态分析、动态电路的时域分析、动态电路的复频域分析、二端口网络、网络图论与状态方程、非线性电阻电路和分布参数电路。

3. 在每章开始增加了导读内容,便于读者阅读和理解。

4. 进一步对原书部分题目的分析和解题过程进行了必要的补充和修改,使读者更易于理解和掌握。

5. 书后附有2011—2013年清华大学硕士研究生入学考试电路原理试题。

本次修订的第1章、第2章和第9章由于歆杰负责;第3~5章由朱桂萍负责;第6~8章和第10章由刘秀成负责。刘秀成对全书进行了统编。

书中试题求解过程虽经多次校核,但仍难免有错误和不当之处,敬请读者批评指正。

编者

2014年7月

第二版前言

《电路原理试题汇编》(王树民等,清华大学出版社,2001)自2001年出版以来受到了广大考生和学生的欢迎,对提高考生和学生对电路原理课程内容的理解和掌握起到了一定的积极作用。本次修订主要做了以下几方面的工作:

1. 增加了2002—2007年的清华大学硕士研究生入学考试试题。

2. 将三相电路单独编为一章。全书分为8章,包括电阻电路、正弦电流电路的稳态分析、三相电路、非正弦周期电流电路的稳态分析、动态电路的时域分析、动态电路的复频域分析、二端口网络、网络图论和状态方程。

3. 对原书部分题目的分析和解题过程进行了必要的补充和修改,读者更易于理解和掌握。

4. 书后附录给出了2005—2007年清华大学硕士研究生入学考试电路原理试题。

本次修订的第1章和第4章由王树民负责;第6章和第7章由刘秀成负责;第2章和第3章由陆文娟负责;第5章和第8章由徐福媛负责。王树民和刘秀成对全书进行了统编。

本次修订纠正了第一版中的一些错误并进行了多次校核,但仍难免有错误和不当之处,敬请读者批评指正。

编者

2007年10月

第一版前言

电路原理课程是电力、通信、自动化、计算机等专业的一门重要的专业基础课。编者在多年的电路原理课程的教学实践和硕士研究生入学考试试卷的批阅过程中,深感有些学生和考生对电路的基本概念、基本方法的深入理解和灵活应用上还存在一些问题。为此,我们将清华大学历年来硕士研究生电路原理课程入学考试试题分类选编成此书,以期对相关人士能有所帮助。

全书分为7章和附录:电阻电路;正弦电流电路的稳态分析;非正弦周期电流电路稳态分析;动态电路的时域分析;动态电路的复频域分析;二端口网络;网络图论和状态方程;附录包括近三年的硕士研究生入学考试电路原理试卷。所有试题都给出了较为详细的解答,对一些较为复杂和综合性题目的解题思路做了必要的说明,对可用多种方法求解的题目则给出了不同方法的解答或最简单方法的解答。

本书第1章由徐福媛编写;第2,3章由刘秀成编写;第4章由陆文娟编写;第5章由徐福媛、陆文娟共同编写;第6,7章由王树民编写。由王树民、刘秀成对全书进行了统编。

教研室的多位教师参加过本书试题的命题工作,在此表示衷心感谢。

本书试题的解答虽经编者反复校核,仍难免有错误和不妥之处,敬请读者批评和指正。

编者

2001年9月

目 录

第 1 章 电阻电路	1
第 2 章 正弦激励下动态电路的稳态分析	33
第 3 章 三相电路	58
第 4 章 非正弦周期电流电路的稳态分析	89
第 5 章 动态电路的时域分析	116
第 6 章 动态电路的复频域分析	168
第 7 章 二端口网络	206
第 8 章 网络图论与状态方程	235
第 9 章 非线性电阻电路	266
第 10 章 分布参数电路	276
附录	284
2011 年清华大学硕士生入学考试电路原理试题	284
2012 年清华大学硕士生入学考试电路原理试题	287
2013 年清华大学硕士生入学考试电路原理试题	290

第 4 章

电阻电路



本章内容以电压和电流的参考方向以及关联及非关联情况下二端元件发出或吸收的功率为基础。核心知识点包括节点电压法、回路电流法、最大功率传输、电阻及电源等效变换、叠加定理、戴维南定理及诺顿定理、替代定理、特勒根定理、运算放大器。本章主要的解题思路可以总结如下：

(1) 对于拓扑比较简单的电路,不妨设定若干支路量(电压或电流),利用 KCL、KVL 和元件约束列写出足够数量的方程。

(2) 用节点电压法或回路电流法可进行规范化电路方程列写和求解,需要注意对于具体问题来说,要比较哪种方法列写的方程数量较少且不容易出错。

(3) 对于求某个支路量的问题和最大功率传输的问题,推荐采用戴维南定理求解。

(4) 对于“方框题”,如果给定某端口的开路电压和短路电流,或给出开路电压和最大功率电阻(或短路电流和最大功率电阻),可先求出戴维南或诺顿等效电路。

(5) 如果“方框题”的方框中为纯电阻,可考虑用特勒根定理求解。

(6) 如果“方框题”的方框中含独立源,一般要么用戴维南定理或诺顿定理进行等效,要么用叠加定理将其效果进行等效。

(7) 综合性较强的“方框题”的难度主要在于如何将某个求出的或给定的支路量用独立电压源或独立电流源来替代,然后再用叠加定理求解。

(8) 工作于线性区的运算放大器需要灵活应用“虚断”和“虚短”,在两个输入端用 KCL 进行求解,应避免在输出端应用 KCL 和对运算放大器应用广义 KCL。

1-1 求题图 1-1 所示电路中 1.4V 电压源发出的功率 P_1 和 0.5A 电流源发出的功率 P_2 。

解 设电压源中的电流和电流源两端的电压参考方向如题图 1-1 (a)所示,由题图 1-1 (a),利用 KCL 和 KVL 可得

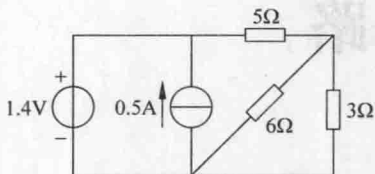
$$I = -0.5 + \frac{1.4}{5 + 6/3} = -0.3(\text{A}), \quad U = 1.4\text{V}$$

则 1.4V 电压源发出的功率为

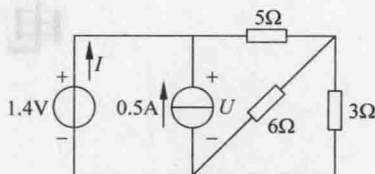
$$P_1 = 1.4 \times (-0.3) = -0.42(\text{W})$$

0.5A 电流源发出的功率为

$$P_2 = 1.4 \times 0.5 = 0.7(\text{W})$$



题图 1-1



题图 1-1(a)

1-2 电路如题图 1-2 所示。求：

(1) a、b 两点间开路电压 U_{ab} ；

(2) a、b 两点间短路电流 I_{ab} 。

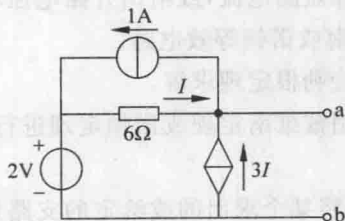
解

(1) 当 a、b 两端开路时，由 KCL 有 $I + 3I = 1$ ，解得 $I = 0.25\text{A}$ 。由此可得开路电压

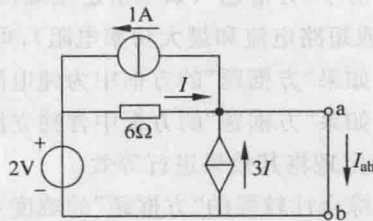
$$U_{ab} = -6I + 2 = -0.25 \times 6 + 2 = 0.5(\text{V})$$

(2) 设短路电流方向如题图 1-2(a) 所示。由 KCL 有

$$I + 3I = 1 + I_{ab}$$



题图 1-2



题图 1-2(a)

则

$$I = \frac{1 + I_{ab}}{4}$$

由 KVL 有 $6I = 2$ ，即

$$6 \times \frac{(1 + I_{ab})}{4} = 2$$

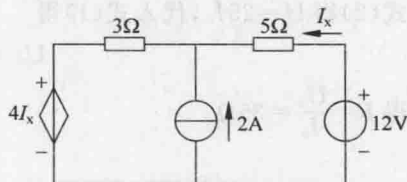
解得 $I_{ab} = \frac{1}{3} \text{A}$ 。

1-3 求题图 1-3 所示电路中的电流 I_x 。

解 由 KCL 及 KVL, 有

$$5I_x + (2 + I_x) \times 3 + 4I_x = 12$$

解得 $I_x = 0.5 \text{A}$ 。

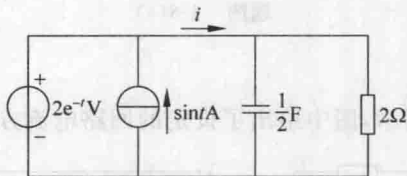


题图 1-3

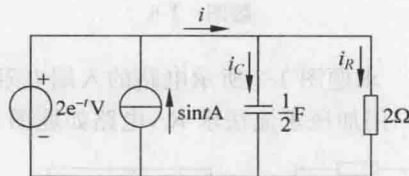
1-4 求题图 1-4 所示电路中的电流 i 。

解 根据电路元件特性及 KCL(题图 1-4(a)所示电路), 可得

$$i = i_C + i_R = \frac{1}{2} \times \frac{d}{dt}(2e^{-t}) + \frac{2e^{-t}}{2} = -e^{-t} + e^{-t} = 0$$



题图 1-4



题图 1-4(a)

1-5 电路如题图 1-5 所示, 求 10V 电压源发出的功率。

解 设所需支路电流如题图 1-5(a)所示, 由题图 1-5(a), 根据 KVL 可得

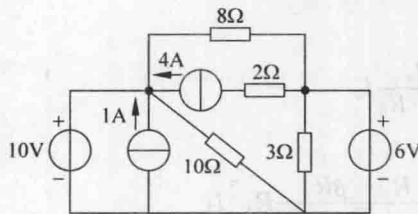
$$I_2 = \frac{10 - 6}{8} = 0.5(\text{A}), \quad I_3 = \frac{10}{10} = 1(\text{A})$$

由 KCL 可得 10V 电压源中的电流

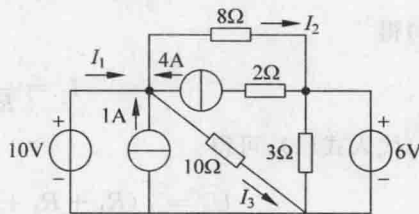
$$I_1 = -1 - 4 + I_2 + I_3 = -1 - 4 + 0.5 + 1 = -3.5(\text{A})$$

所以, 10V 电压源发出的功率为

$$P = 10I_1 = 10 \times (-3.5) = -35(\text{W})$$



题图 1-5



题图 1-5(a)

1-6 求题图 1-6 所示电路的人端电阻 R 。

解 采用加压求流法(见题图 1-6(a)), 有

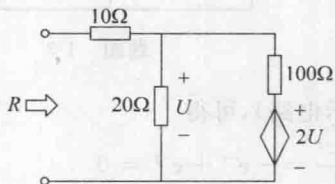
$$\begin{cases} U_0 = 10I_0 + U & (\text{KVL}) \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} U = 100 \times \left(I_0 - \frac{U}{20} \right) + 2U & (\text{KCL} + \text{KVL}) \end{cases} \quad (2)$$

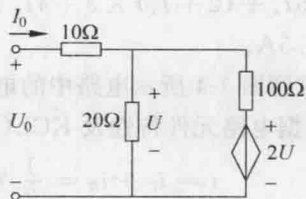
由式(2)得 $U=25I_0$, 代入式(1)得

$$U_0 = 10I_0 + 25I_0 = 35I_0$$

$$\text{解得 } R = \frac{U_0}{I_0} = 35\Omega.$$



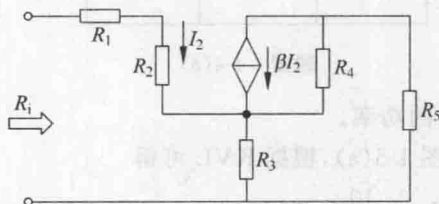
题图 1-6



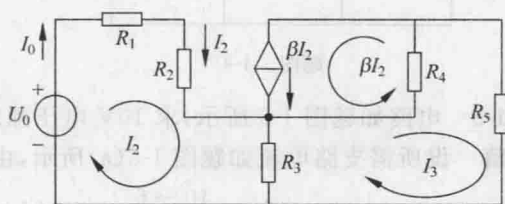
题图 1-6(a)

1-7 求题图 1-7 所示电路的入端电阻 R_i 。

解 用加压求流法求 R_i , 电路如题图 1-7(a) 所示, 图中给出了设定的回路电流方向。



题图 1-7



题图 1-7(a)

由回路电流法得

$$\begin{cases} (R_1 + R_2 + R_3)I_2 - R_3I_3 = U_0 & (1) \\ -R_3I_2 + (R_3 + R_4 + R_5)I_3 + \beta I_2 R_4 = 0 & (2) \end{cases}$$

由式(2)得

$$I_3 = \frac{R_3 - \beta R_4}{R_3 + R_4 + R_5} I_2 \quad (3)$$

将式(3)代入式(1), 可得

$$U_0 = \left[(R_1 + R_2 + R_3) - \frac{R_3 - \beta R_4}{R_3 + R_4 + R_5} R_3 \right] I_2$$

则入端电阻为

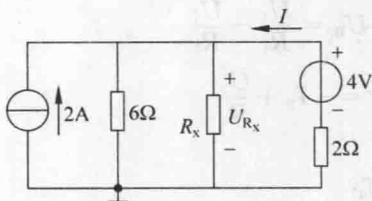
$$R_i = \frac{U_0}{I_2} = \frac{U_0}{I_2} = \frac{(R_1 + R_2 + R_3)(R_3 + R_4 + R_5) - R_3(R_3 - \beta R_4)}{R_3 + R_4 + R_5}$$

1-8 电路如题图 1-8 所示, 问 R_x 为何值时电流 I 为零?

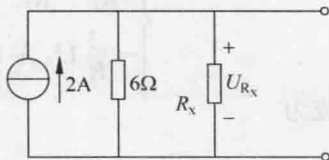
解法 1 在 2Ω 电阻上应用 KVL 知, 当 $U_{R_x} = 4V$ 时, $I = 0$ 。 $I = 0$ 时电路如题图 1-8(a) 所示, 由题图 1-8(a) 有

$$U_{R_x} = \frac{6R_x}{6+R_x} \times 2 = 4$$

解得 $R_x = 3\Omega$ 。



题图 1-8



题图 1-8(a)

解法 2 列写题图 1-8 所示电路的节点电压方程得

$$\left(\frac{1}{6} + \frac{1}{R_x} + \frac{1}{2}\right)U_{R_x} = 2 + \frac{4}{2}$$

在 2Ω 电阻上应用 KVL 知

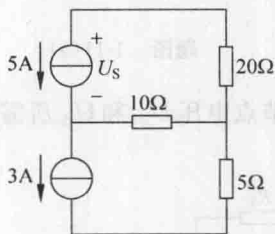
$$U_{R_x} = 4V$$

代入上式解得 $R_x = 3\Omega$ 。

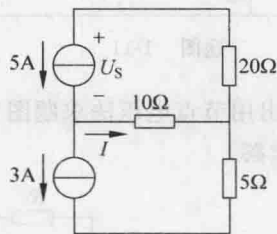
1-9 求题图 1-9 所示电路中 $5A$ 电流源两端的电压 U_s 。

解 设电流 I 如题图 1-9(a) 所示, 由 KCL, 有 $I = 2A$ 。再由 KVL 有

$$U_s = 20 \times (-5) - 10I = -100 - 20 = -120(V)$$



题图 1-9



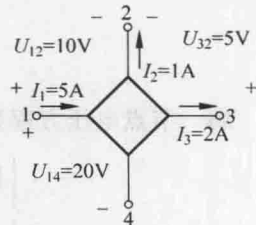
题图 1-9(a)

1-10 题图 1-10 所示四端网络中电压、电流如图中所注明(电压、电流均为直流), 求这个四端网络所吸收的总功率。

解 由 KVL 有 $U_{34} = U_{14} - U_{12} + U_{32} = 20 - 10 + 5 = 15(V)$

设 4 端为参考点, 该四端网络对外等效为三个端口, 分别为 1-4、2-4、3-4 端口, 则四端网络吸收的总功率为

$$\begin{aligned} P &= I_1 U_{14} - I_2 U_{24} - I_3 U_{34} \\ &= 5 \times 20 - (-10 + 20) \times 1 - 2 \times 15 \\ &= 60(W) \end{aligned}$$



题图 1-10

1-11 写出用节点电压法求解题图 1-11 所示电路中各节点电压、各支路电流所需的方程式。(不必求解,只写方程)

解 设节点电压如题图 1-11(a)所示,节点电压方程为

$$\begin{cases} \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_4}\right)U_A - \frac{1}{R_4}U_B = \frac{U_1}{R_1} - \frac{U_2}{R_2} \\ -\frac{1}{R_4}U_A + \left(\frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_3}\right)U_B = -I_s + \frac{U_3}{R_3} \end{cases}$$

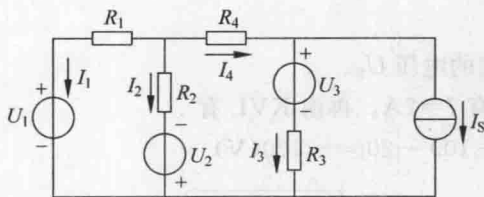
各支流电流为

$$I_1 = \frac{U_A - U_1}{R_1}$$

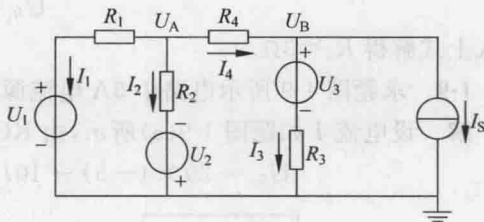
$$I_2 = \frac{U_A + U_2}{R_2}$$

$$I_3 = \frac{U_B - U_3}{R_3}$$

$$I_4 = \frac{U_A - U_B}{R_4}$$

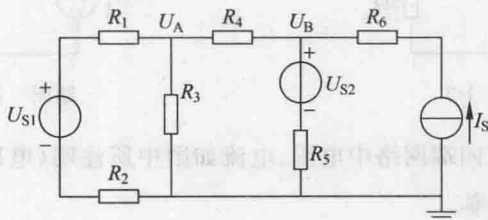


题图 1-11



题图 1-11(a)

1-12 写出用节点电压法求题图 1-12 所示电路中节点电压 U_A 和 U_B 所需的方程。(只列方程,不必求解)



题图 1-12

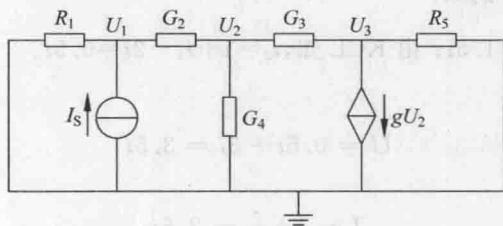
解 节点电压方程为

$$\begin{cases} \left(\frac{1}{R_2 + R_1} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}\right)U_A - \frac{1}{R_4}U_B = \frac{U_{S1}}{R_1 + R_2} \\ -\frac{1}{R_4}U_A + \left(\frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5}\right)U_B = I_s + \frac{U_{S2}}{R_5} \end{cases}$$

1-13 给定一个网络的节点电压方程组可用下列矩阵方程来表示,试说明该网络中有无受控电源,并画出其具体电路图。

$$\begin{bmatrix} \frac{1}{R_1} + G_2 & -G_2 & 0 \\ -G_2 & G_2 + G_3 + G_4 & -G_3 \\ 0 & g - G_3 & G_3 + \frac{1}{R_5} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ U_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I_s \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

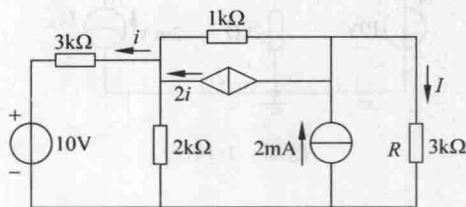
解 因系数矩阵不对称,所以电路中有受控源(压控电流源),受控源接在节点3上,控制量为节点2的电压,此方程对应电路如题图1-13所示。(对应的电路不唯一)



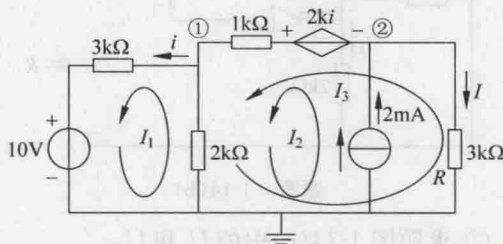
题图 1-13

1-14 求题图1-14所示电路中流过电阻R的电流I。

解 将题图1-14中受控电流源转换成受控电压源(题图1-14(a)所示电路)。



题图 1-14



题图 1-14(a)

方法1 回路法(电阻单位为 $k\Omega$, 电流单位为 mA , 电压单位为 V)。设回路电流如题图1-14(a)所示,则回路电流方程为

$$\begin{cases} 5I_1 - 2I_2 - 2I_3 = -10 \\ I_2 = 2 \\ -2I_1 + 3I_2 + 6I_3 = 2i \\ i = I_1 \end{cases}$$

解得 $I_3 = -2.45\text{mA}$, 则流过电阻R的电流 $I = -I_3 = 2.45\text{mA}$ 。

方法2 节点法。选参考节点如题图1-14(a)所示,节点电压方程为

$$\begin{cases} \left(\frac{1}{3} + 1 + \frac{1}{2}\right)U_1 - U_2 = \frac{10}{3} + 2i \\ -U_1 + \left(1 + \frac{1}{3}\right)U_2 = 2 - 2i \\ i = \frac{U_1 - 10}{3} \end{cases}$$

以上3式联立求解,得 $U_2 = 7.36\text{V}$, 则 $I = \frac{7.36}{3} = 2.45\text{mA}$ 。

方法3 戴维南定理:

① 求题图 1-14(b)中的 R 。

由 KVL 知, $i_1 = \frac{3i}{2} = 1.5i$; 由 KCL 知, $i_2 = i + i_1 - 2i = 0.5i$ 。

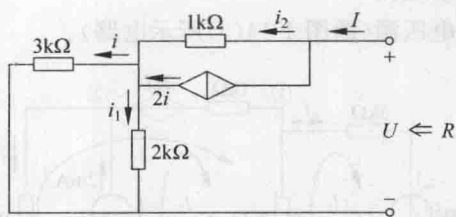
由 KVL 知

$$U = 0.5i + 3i = 3.5i \quad (1)$$

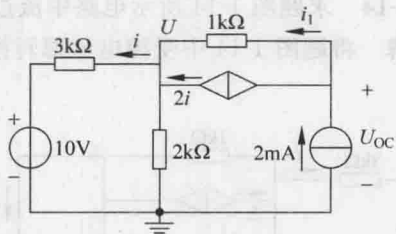
由 KCL 知

$$I = i + i_1 = 2.5i \quad (2)$$

联立式(1)和式(2)得, $R = \frac{U}{I} = 1.4\text{k}\Omega$ 。



题图 1-14(b)



题图 1-14(c)

② 求题图 1-14(c)中的 U 和 U_{oc} 。

列写节点电压方程得

$$\left(\frac{1}{3} + \frac{1}{2}\right)U = \frac{10}{3} + 2$$

解得 $U = 6.4\text{V}$ 。

由 KVL 知, $i = \frac{6.4 - 10}{3} = -1.2(\text{mA})$; 由 KCL 知, $i_1 = 2 - 2i$ 。

由 KVL 知

$$U_{oc} = 2 - 2i + U = 10.8(\text{V})$$

③ 流过 R 的电流为

$$I = \frac{10.8}{1.4 + 3} = 2.45(\text{mA})$$

1-15 电路如题图 1-15 所示,求图中 1A 电流源两端的电压 U 。

解法 1 按叠加定理将原电路分解为两个电路,如题图 1-15(a)和题图 1-15(b)所示。

由题图 1-15(a)可得

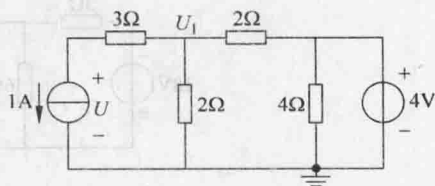
$$U' = -(3 + 2//2) \times 1 = -4(\text{V})$$

由题图 1-15(b)可得

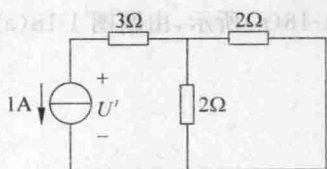
$$U'' = \frac{2}{2+2} \times 4 = 2(\text{V})$$

则

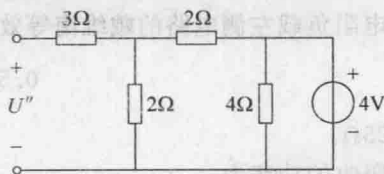
$$U = U' + U'' = -2(\text{V})$$



题图 1-15



题图 1-15(a)



题图 1-15(b)

解法 2 列写题图 1-15 的节点电压方程得

$$\left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2}\right)U_1 - \frac{1}{2} \times 4 = -1$$

解得 $U_1 = 1\text{V}$ 。

由 KVL 得, $U = -1 \times 3 + U_1 = -2(\text{V})$ 。

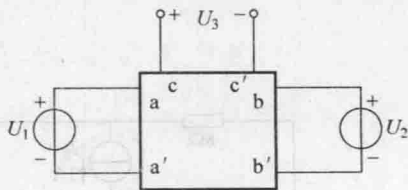
1-16 题图 1-16 所示电路方框内是不含有独立电源的线性电阻网络, aa' 接直流电压 U_1 , bb' 接直流电压 U_2 , cc' 两端的开路电压为 U_3 。已知 $U_1 = 2\text{V}$ 、 $U_2 = 3\text{V}$ 时, $U_3 = 1\text{V}$; $U_1 = 3\text{V}$ 、 $U_2 = 2\text{V}$ 时, $U_3 = 2\text{V}$ 。当 $U_1 = 10\text{V}$ 、 $U_2 = 10\text{V}$ 时, U_3 的大小应是多少?

解 由叠加定理,可设 $U_3 = K_1 U_1 + K_2 U_2$,代入已知条件有

$$\begin{cases} 1 = K_1 \times 2 + K_2 \times 3 \\ 2 = K_1 \times 3 + K_2 \times 2 \end{cases}$$

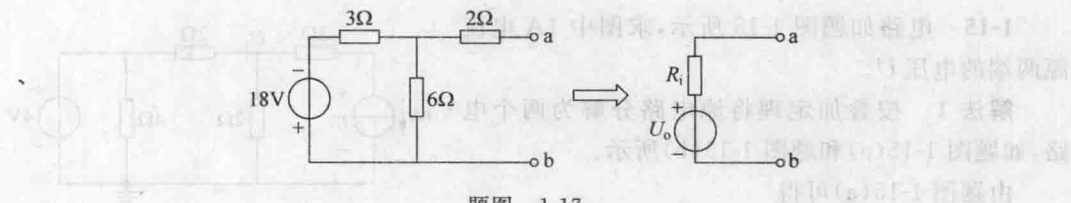
解得 $K_1 = \frac{4}{5}$, $K_2 = -\frac{1}{5}$ 。则当 $U_1 = 10\text{V}$ 、 $U_2 = 10\text{V}$ 时,可得

$$U_3 = \frac{4}{5} \times 10 - \frac{1}{5} \times 10 = 6(\text{V})$$



题图 1-16

1-17 求题图 1-17 所示电路的等效二端网络电路中的 U_0 和 R_i 。



题图 1-17

解

$$U_0 = -\frac{18}{3+6} \times 6 = -12(\text{V})$$

$$R_i = 2 + \frac{3 \times 6}{3+6} = 4(\Omega)$$

1-18 求题图 1-18 所示电路中电阻负载吸收的功率。

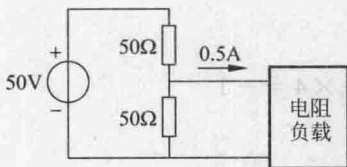
解 电阻负载左侧电路的戴维南等效电路如题图 1-18(a)所示,由题图 1-18(a)有

$$0.5 = \frac{25}{25+R}$$

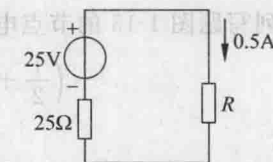
解得 $R=25\Omega$ 。

电阻吸收的功率为

$$P = 0.5^2 \times 25 = 6.25(\text{W})$$



题图 1-18

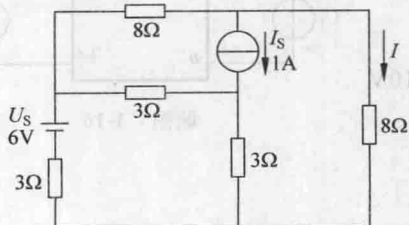


题图 1-18(a)

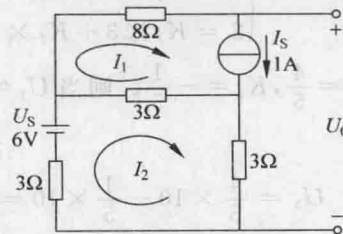
1-19 用戴维南定理求题图 1-19 所示电路中的电流 I 。

解 (1) 求开路电压 U_0 的电路如题图 1-19(a)所示,列写回路方程如下

$$\begin{cases} I_1 = 1\text{A} \\ 9I_2 - 3I_1 = 6 \end{cases}$$



题图 1-19



题图 1-19(a)