



21 世纪高等院校经典教材同步辅导
ERSHIYISHIJIGAODENGYUANXIAOJINGDIANJIAOCAITONGBUFUDAO

电 路

第五版

全程导学及习题全解

主编 侯钢

副主编 徐旭伟 苗栋 罗尚志

主审 吴星明

- ◆ 知识归纳 梳理主线重点难点
- ◆ 习题详解 精确解答教材习题
- ◆ 提高练习 巩固知识迈向更高



中国时代经济出版社
China Modern Economic Publishing House

21 世纪高等院校经典教材同步辅导

ERSHIYISHIJIGAODENGYUANXIAOJINGDIANJIAOCAITONGBUFUDAO

电子电工与电气信息系列丛书

- ★ 电路(第四版)全程导学及习题全解
- ★ 电路(第五版)全程导学及习题全解
- ★ 电工学电工技术(第六版)全程导学及习题全解
- ★ 电工学电子技术(第六版)全程导学及习题全解
- ★ 电子技术基础数字部分(第五版)全程导学及习题全解
- ★ 电子技术基础模拟部分(第五版)全程导学及习题全解
- ★ 数字电子技术基础(第四版)全程导学及习题全解
- ★ 模拟电子技术基础(第三版)全程导学及习题全解
- ★ 信号与系统(第二版)全程导学及习题全解(上、下)
- ★ 自动控制原理(第四版)全程导学及习题全解
- ★ 通信原理(第五版)全程导学及习题全解
- ★ 信号与线性系统分析(第四版)全程导学及习题全解

策划编辑: 杨建春
责任编辑: 王 蓓
封面设计: 张 戈

ISBN 978-7-80221-290-9



9 787802 212909 >

定价: 21.00 元

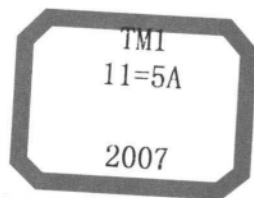
2007



21 世纪高等院校经典教材同步辅导
ERSHIYISHIJIGAODENGYUANXIAOJINGDIANJIAOCAITONGBUFUDAO

电 路

第五版



全程导学及习题全解

主编 侯钢

副主编 徐旭伟 苗栋 罗尚志

主审 吴星明

- ◆ 知识归纳 梳理主线重点难点
- ◆ 习题详解 精确解答教材习题
- ◆ 提高练习 巩固知识迈向更高



中国时代经济出版社
China Modern Economic Publishing House

图书在版编目 (CIP) 数据

电路全程导学及习题全解/侯 钢主编. —北京: 中国时代经济出版社,
2007. 2

(21 世纪高等院校经典教材同步辅导)

ISBN 978 - 7 - 80221 - 290 - 9

I. 电… II. 侯… III. 电路—高等学校—教学参考资料 IV. TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 160827 号

电
路
全
程
导
学
及
习
题
全
解

侯
钢
主
编

出 版 者	中国时代经济出版社
地 址	北京东城区东四十条 24 号 青蓝大厦东办公区 11 层
邮政编码	100007
电 话	(010)68320825(发行部) (010)88361317(邮购)
传 真	(010)68320634
发 行	各地新华书店
印 刷	北京鑫海达印刷有限公司
开 本	787×1092 1/16
版 次	2007 年 2 月第 1 版
印 次	2007 年 2 月第 1 次印刷
印 张	18.625
字 数	400 千字
印 数	1~5000 册
定 价	21.00 元
书 号	ISBN 978 - 7 - 80221 - 290 - 9

版权所有 侵权必究

内 容 简 介

本书是根据高等教育出版社出版,邱关源主编,罗先觉修订的《电路》第五版一书所编写的学习辅导和习题解答教材。全书按教材内容,针对各章节全部习题给出详细解答,思路清晰,逻辑性强,循序渐进的帮助读者分析并解决问题。本书可作为在校大学生和自考生学习《电路》课程的参考用书及工科考研复习指导书,也可作为教师的教学参考书。

前 言

《电路》是研究电子技术的理论基础课,高等教育出版社于2006年出版的邱关源主编的《电路》教材由罗先觉修订成第五版。为了帮助广大学生更好的学习和掌握《电路》(第五版)课程的精髓和解题方法,我们编写了本辅导教材。

本辅导教材根据《电路》(第五版)教材中每一章的内容,结合本课程教学大纲和研究生入学考试要求,编写了以下内容:

知识点归纳:精练了各章中的主要知识要点,理清了各知识要点之间的脉络联系,囊括了主要定理及相关推论和重要公式等,帮助读者迅速了解本章的重点,系统理解各章体系结构,奠定扎实的理论基础。

典型例题讲解:精选具有代表性的重点题型进行讲解,分析问题的突破点,指引解决问题的思路。

习题全解:依据教材各章节的习题,进行详尽的解答。在解答过程中,对重点和难点习题进行了分析和讲解,归纳解题技巧。

本书由侯钢、徐旭伟、苗栋、罗尚志等同志编写,由吴星明老师主审全书。本书编写过程中得到孙琦、李昌盛、陈晓峰、张景刚等同志的大力协助,并得到中国时代经济出版社的领导和有关编辑的大力支持,编者对此深表感谢。并对《电路》作者邱关源老师和罗先觉老师表示感谢。

由于编者水平有限,本书难免有缺点和疏漏,存在不妥之处,敬请各位专家及广大读者批评指正。

编 者

2007年1月

目 录

第一章 电路模型和电路定律	/1
第二章 电阻电路的等效变换	/13
第三章 电阻电路的一般分析	/28
第四章 电路定理	/45
第五章 含有运算放大器的电阻电路	/70
第六章 储能元件	/78
第七章 一阶电路和二阶电路的时域分析	/84
第八章 相量法	/119
第九章 正弦稳态电路的分析	/131
第十章 含有耦合电感的电路	/151
第十一章 电路的频率响应	/171
第十二章 三相电路	/183
第十三章 非正弦周期电流电路和信号的频谱	/196
第十四章 线性动态电路的复频域分析	/210
第十五章 电路方程的矩阵形式	/246
第十六章 二端口网络	/260
第十七章 非线性电路	/274
第十八章 均匀传输线	/283
附录 A 磁路和铁心线圈	/289

第一章

电路模型和电路定律

• ————— 知识点归纳 ————— •

1. 电路与电路模型

电路:将电气设备和电器元件根据功能要求按一定方式连接起来而构成的集合体.

电路模型:把各种理想的电路元件连接而成的电路为理想电路又称电路模型.

2. 电流与电压的关联参考方向

电流:电荷的定向移动形成电流,规定正电荷移动方向为正方向.

电压:电场中 a、b 两点之间的电位之差为 a、b 之间的电压,表示为 u_{ab} .

电流与电压的关联参考方向:对一个确定的电路元件或支路而言,若电流的参考方向是从电压参考极性的“+”流向“-”,则称电流与电压为关联参考方向.

3. 电功率与能量

电功率:一个元件或电路在电压电流取关联参考方向条件下, $P = ui$ 为吸收功率,非关联参考方向则 $P = -ui$ 为发出功率.

能量:为功率在时间上的累积,用微分与积分来描述能量与功率之间的关系可以是

$$P = \frac{dW}{dt} \quad W = \int_{-\infty}^{+\infty} P(\xi) dt$$

4. 电路元件与电源

(1) 电阻元件

$$u = Ri$$

$$i = \frac{u}{R}$$

(2) 理想电流源

$$i = i_s$$

u 由外电路决定

(3) 理想电压源

$$u = u_s$$

i 由外电路决定

5. 基尔霍夫定律

(1) 电流定律

对于集中参数电路中的任何一个节点,在任一时刻,流出或流进该节点的各支路电流的代数和等于零.

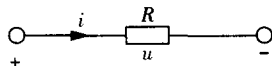


图 1-1

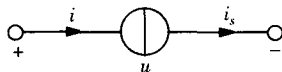


图 1-2

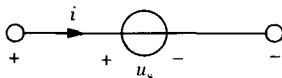


图 1-3

数学表示为

$$\sum i(t) = 0$$

(2) 电压定律

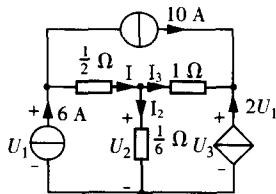
在集中参数电路中的任何一个回路中,在任一时刻,沿着该回路中任一指定参考方向的各支路电压的代数和恒等于零。

数学表示为

$$\sum u(t) = 0$$

• 典型例题讲解 •

例 1-1 求图中所示电路中的 U_1 、 U_2 和 U_3 。



例 1-1 图

解 首先确定电路中电流的参考方向,如图中所示。

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

$$I_2 = 6 + 2U_1, I_3 = -10 - 2U_1$$

由 KVL $U_1 = \frac{1}{2} I + \frac{1}{6} I_2 = \frac{1}{2} \times (-4) + \frac{1}{6} (6 + 2U_1)$

$$U_1 = -\frac{3}{2} \text{ V}$$

$$\text{则 } I_2 = 6 + 2U_1 = 6 + 2 \times \left(-\frac{3}{2}\right) = 3 \text{ A}$$

$$I_3 = -10 - 2U_1 = -10 - 2 \times \left(-\frac{3}{2}\right) = -7 \text{ A}$$

$$U_2 = \frac{1}{6} I_2 = \frac{1}{6} \times 3 = 0.5 \text{ V}$$

$$U_3 = -1 \times I_3 + U_2 = 7.5 \text{ V}$$

例 1-2 求图中所示电路电流源和受控电压源的功率。

解 由题意可设电流源端电压 U 及受控源中电流 I 的参考方向如图中。

由 KCL

$$I = 7 - I_1$$

由 KVL

$$1 \times I + \frac{1}{2} I_1 - 3I_1 = 0$$

解得

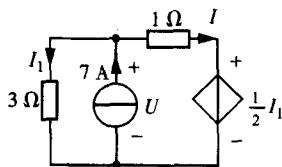
$$I_1 = 2 \text{ A}$$

则

$$U = 3I_1 = 6 \text{ V}$$

电流源的功率为 $P_1 = -7U = -7 \times 6 = -42 \text{ W}$

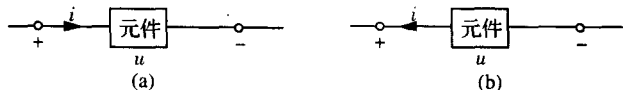
受控电压源功率为 $P_c = \frac{1}{2} I_1 I = \frac{1}{2} \times 2 \times 5 = 5 \text{ W}$



例 1-2 图

• 习题全解 •

1-1 说明题 1-1 图(a)、(b)中:



题 1-1 图

(1) u 、 i 的参考方向是否关联?

(2) ui 乘积表示什么功率?

(3) 如果在图(a)中 $u > 0$ 、 $i < 0$, 图(b)中

$u > 0$ 、 $i > 0$, 元件实际发出还是吸收功率?

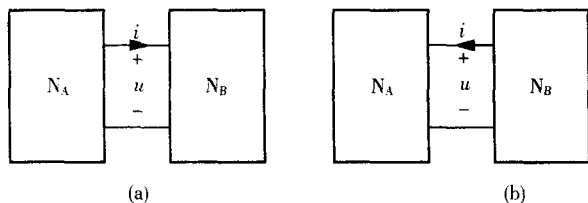
解 (1) 图(a)中的电流电压是关联的, 图(b)中的电流电压是非关联的。

(2) 图(a)中由于电流与电压的方向是关联的, 所以 ui 表示元件的吸收功率。

图(b)中由于电流与电压的方向是非关联的, 所以 ui 表示元件发出的功率。

(3) 图(a)中 $u > 0$ 、 $i < 0$, 所以 $u_i < 0$, 而图(a)中电流电压是非关联的, 所以 ui 表示的是发出功率。图(b)中 $u > 0$ 、 $i > 0$, 所以 $u_i > 0$, 而图(b)中电流电压是非关联的, 所以 ui 表示的是发出功率。

1-2 在题 1-2 图(a)与(b)中,试问对于 N_A 与 N_B , u, i 的参考方向是否关联? 此时乘积 ui 对 N_A 与 N_B 分别意味着什么功率?



题 1-2 图

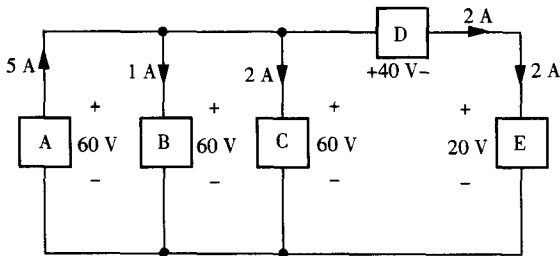
解 图(a)中,对于 N_A 、 u, i 参考方向相反,这时可将 N_A 看成一电压源,所以 u, i 是非关联的, ui 意味着发出功率。

对于 N_B 、 u, i 参考方向一致,这时可将 N_B 看成一电阻,所以 u, i 是关联的, ui 意味着吸收功率。

图(b)中,对于 N_A 、 u, i 参考方向一致,所以 u, i 是关联的, ui 意味着吸收功率。

对于 N_B 、 u, i 参考方向不一致,所以 u, i 是非关联的, ui 意味着发出功率。

1-3 求解电路以后,校核所得结果的方法之一是核对电路中所有元件的功率平衡,即一部分元件发出的总功率应等于其他元件吸收的总功率。试校核题 1-3 图中电路所得解答是否正确。



题 1-3 图

解 由题意可知功率平衡就是 $P_E = \sum P_i$, 即电源输出功率等于所有回路元件上消耗的功率之和。由图可知元件 A 为非关联参考方向,

所以 $P_A = 60 \times 5 = 300 \text{ W}$ 发出功率,

$P_B = 60 \times 1 = 60 \text{ W}$ 吸收功率,

$P_C = 60 \times 2 = 120 \text{ W}$ 吸收功率,

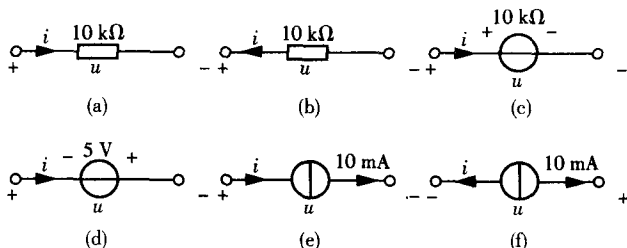
$P_D = 40 \times 2 = 80 \text{ W}$ 吸收功率,

$P_E = 20 \times 2 = 40 \text{ W}$ 吸收功率,

$P_A = P_B + P_C + P_D + P_E$

所以满足功率平衡。

1-4 在指定的电压 u 和电流 i 的参考方向下,写出题 1-4 图所示各元件的 u 和 i 的约束方程(即 VCR)。



题 1-4 图

解 (a)电阻元件, u, i 为关联参考方向.

$$\text{由欧姆定律 } u = Ri = 10^4 i$$

(b)电阻元件, u, i 为非关联参考方向

$$\text{由欧姆定律 } u = -Ri = -10i$$

(c)理想电压源与外部电路无关, u, i 为关联参考方向.

$$\text{故 } u = 10 \text{ V}$$

(d)理想电压源与外部电路无关, u, i 为关联参考方向.

$$\text{故 } u = -5 \text{ V}$$

(e)理想电流源与外部电路无关, u, i 为关联参考方向.

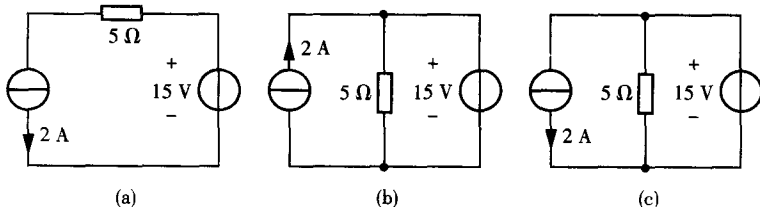
$$\text{故 } i = 10 \times 10^{-3} \text{ A} = 10^{-2} \text{ A}$$

(f)理想电流源与外部电路无关, u, i 为关联参考方向.

$$\text{故 } i = -10 \times 10^{-3} \text{ A} = -10^{-2} \text{ A}$$

注意 解此题时要明确 u, i 关联与否的定义, 不要将参考方向与元件实际标注方向混淆. 注意(d)、(f)两小题.

1-5 试求题 1-5 图中各电路中电压源、电流源及电阻的功率(须说明是吸收还是发出).



题 1-5 图

解 (a)由欧姆定律和基尔霍夫电压定律可知各元件的电压、电流(如解 1-5 图(a))故

电阻功率

$$P_R = ui = 10 \text{ V} \cdot 2 \text{ A} = 20 \text{ W (吸收)}$$

电流源功率

$$P_I = ui = 5 \text{ V} \cdot 2 \text{ A} = 10 \text{ W (吸收)}$$

电压源功率

$$P_U = ui = 15 \text{ V} \cdot 2 \text{ A} = 30 \text{ W (发出)}$$

(b)由基尔霍夫电压定律和电流定律可得各元件的电压(如解 1-5 图)(b)故

电阻功率

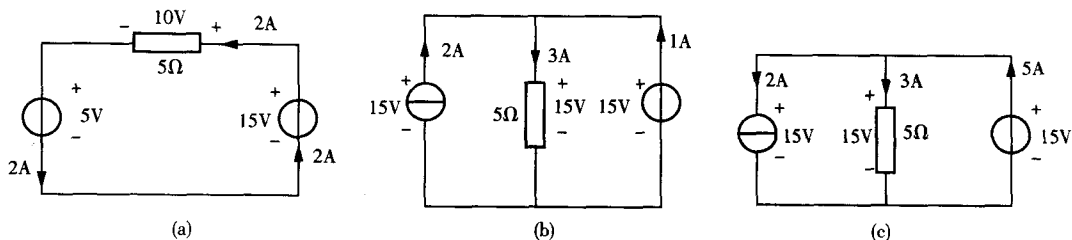
$$P_R = 15 \text{ V} \cdot 3 \text{ A} = 45 \text{ W (吸收)}$$

电流源功率

$$P_I = 15 \text{ V} \cdot 2 \text{ A} = 30 \text{ W (发出)}$$

电压源功率

$$P_U = 15 \text{ V} \cdot 1 \text{ A} = 15 \text{ W (发出)}$$



解 1-5 图

(c)由基尔霍夫电压定律和电流定律可得各元件的电压(如解 1-5 图(c))故

电阻功率

$$P_R = 15 \text{ V} \cdot 3 \text{ A} = 45 \text{ W (吸收)}$$

电流源功率

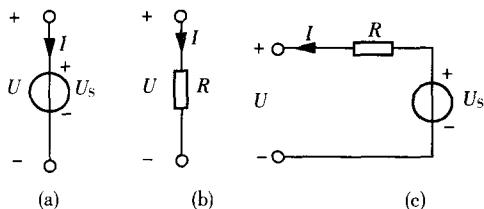
$$P_I = 15 \text{ V} \cdot 2 \text{ A} = 30 \text{ W (吸收)}$$

电压源功率

$$P_U = 15 \text{ V} \cdot 5 \text{ A} = 75 \text{ W (发出)}$$

注意 可用 1-3 题方法校核以上解答.

1-6 以电压 U 为纵轴, 电流 I 为横轴, 取适当的电压、电流标尺, 在同一坐标上, 画出以下元件及支路的电压、电流关系(仅画第一象限).



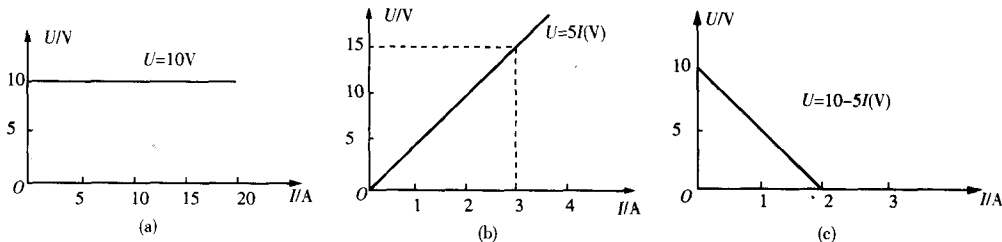
题 1-6 图

(1) $U_s = 10\text{ V}$ 的电压源, 如题 1-6 图(a)所示;

(1) $R = 5\ \Omega$ 线性电阻, 如题 1-6 图(b)所示;

(1) U_s 、 R 的串联组合, 如题 1-6 图(c)所示;

解 (1) 电压源 U 恒等于 U_s . $U = U_s = 10\text{ V}$



解 1-6 图

(2) 线性电阻 根据欧姆定律 $U = IR = 5\text{ I (V)}$

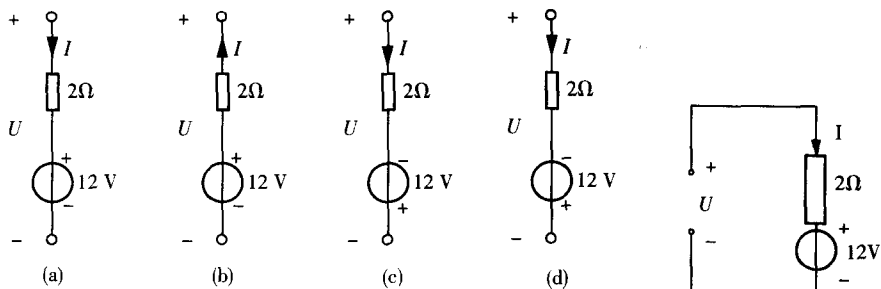
(3) U_s 、 R 的串联组合, 由欧姆定律和基尔霍夫电压定律

$$U = U_s - IR = 10 - 5\text{ I (V)}$$

1-7 题 1-7 图中各元件的电流 I 均为 2 A .

(1) 求各图中支路电压;

(2) 求各图中电源、电阻及支路的功率, 并讨论功率平衡关系.



题 1-7 图

解 1-7 图

解 (1)(a) 画出等效图(如解 1-7 图)

由基尔霍夫电压定律 $U - IR - 12 = 0 \Rightarrow$

$$U = 12 + IR = 12 + 2 \times 2 = 16\text{ V}$$

(b) 同理 $U = 12 - IR = 12 - 2 \times 2 = 8\text{ V}$

(c) 同理 $U = -12 + IR = -12 + 2 \times 2 = -8\text{ V}$

(d)同理 $U = -12 - IR = -12 - 2 \times 2 = -16 \text{ V}$

(2)(a) $P_{\text{电源}} = 12 \times 2 = 24 \text{ W}$ (吸收)

$P_R = I^2 R = 4 \times 2 = 8 \text{ W}$ (吸收)

$P_{\text{支}} = UI = 16 \times 2 = 32 \text{ W}$ (吸收)

功率平衡关系 $P_{\text{支吸}} = P_{\text{电源吸}} + P_{R\text{吸}}$

(b) $P_{\text{电源}} = 12 \times 2 = 24 \text{ W}$ (发出)

$P_R = I^2 R = 4 \times 2 = 8 \text{ W}$ (吸收)

$P_{\text{支}} = UI = 8 \times 2 = 16 \text{ W}$ (发出)

功率平衡关系 $P_{\text{支发}} = P_{\text{电源发}} - P_{R\text{吸}}$

(c) $P_{\text{电源}} = 12 \times 2 = 24 \text{ W}$ (发出)

$P_R = I^2 R = 4 \times 2 = 8 \text{ W}$ (吸收)

$P_{\text{支}} = UI = -8 \times 2 = -16 \text{ W}$ (吸收)

即放出 16 W 功率

功率平衡关系 $P_{\text{支发}} = P_{\text{电源发}} - P_{R\text{吸}}$

(d) $P_{\text{电源}} = 12 \times 2 = 24 \text{ W}$ (吸收)

$P_R = I^2 R = 4 \times 2 = 8 \text{ W}$ (吸收)

$P_{\text{支}} = UI = -16 \times 2 = -32 \text{ W}$ (发出)

即吸收 32 W 功率

功率平衡关系 $P_{\text{支吸}} = P_{\text{电源吸}} + P_{R\text{吸}}$

1-8 试求题 1-8 图中各电路的电压 U , 并讨论其

功率平衡.

解 (a) 由题图中可以得到

$U = U_R = 2 \times I_R = 2 \times 8 = 16 \text{ V}$

输入电路的功率为 $P = U \times 2 = 16 \times 2 = 32 \text{ W}$

电源发出功率为 $P_1 = 6 \times U = 6 \times 16 = 96 \text{ W}$

电阻消耗功率为 $P_R = 2 \times I_R^2 = 2 \times 8^2 = 128 \text{ W}$

$P_R = P_1 + P$, $\therefore$ 功率平衡.

(b) 由题图中可得到 $I_R = 6 - 2 = 4 \text{ A}$, $U = U_R = 2 \times I_R = 2 \times 4 = 8 \text{ V}$

输入电路的功率为 $P = -U \times 2 = -8 \times 2 = -16 \text{ W}$

电流源发出功率为 $P_1 = 6 \times U = 6 \times 8 = 48 \text{ W}$

电阻消耗功率为 $P_R = 2 \times I_R^2 = 2 \times 4^2 = 32 \text{ W}$

$P_R = P_1 + P$ 功率平衡.

(c) 由题中可得到 $I_R = 2 - 4 = -2 \text{ A}$, $U = U_R = 3 \times I_R = 3 \times (-2) = -6 \text{ V}$

输入电路的功率为 $P = U \times 2 = -6 \times 2 = -12 \text{ W}$

电流源发出功率为 $P_1 = 4 \times 6 = 24 \text{ W}$

电阻消耗功率为 $P_R = 3 \times I_R^2 = 3 \times (-2)^2 = 12 \text{ W}$

$P_R = P + P_1$, 功率平衡.

(d) 由题图中可得到 $I_R = 5 - 3 = 2 \text{ A}$, $U = U_R = 4 \times I_R = 4 \times 2 = 8 \text{ V}$

输入电路的功率为 $P = U \times 5 = 8 \times 5 = 40 \text{ W}$

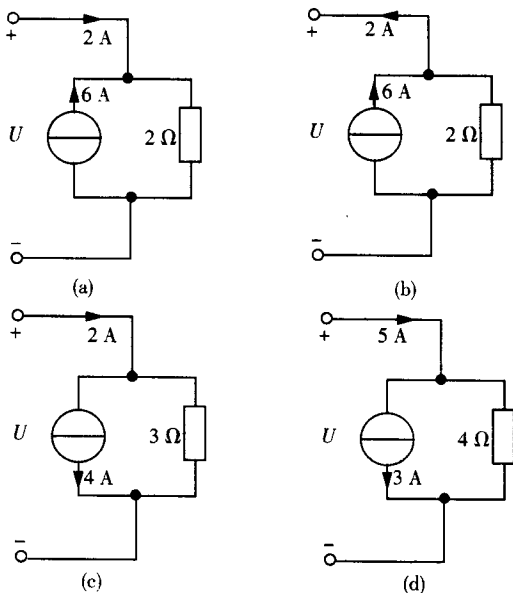
电流源发出功率 $P_1 = -3 \times U = -3 \times 8 = -24 \text{ W}$

电阻消耗功率 $P_R = 4 \times I_R^2 = 4 \times (-2)^2 = 16 \text{ W}$

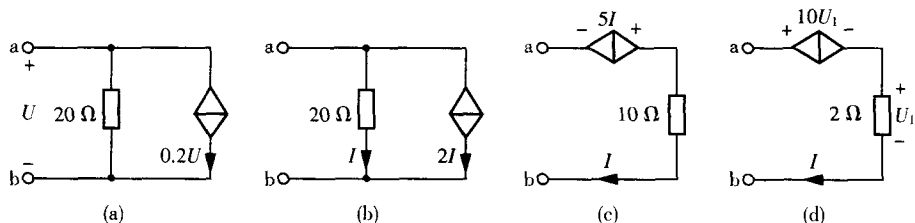
$P_R = P + P_1$, 功率平衡.

1-9 题 1-9 图中各受控源是否可视为电阻? 并求各图中 a、b 端钮的等效电阻.

解 (a) 如解 1-9 图(a) $i_1 = 0.2U$ $i_2 = \frac{U}{20} = 0.05U$



题 1-8 图



题 1-9 图

由基尔霍夫电流定律 $I = i_1 + i_2 = 0.2 + 0.05 = 0.25 U$

所以等效电阻 $R_{eq} = \frac{U}{I} = \frac{U}{0.25 U} = 4 \Omega$

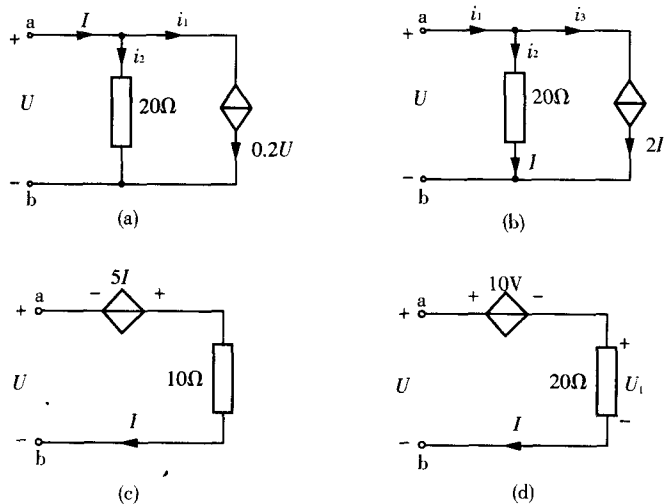
此时受控源可看作是一个 5Ω 的电阻。

(b) 如解 1-9 图(b) $i_2 = I, i_3 = 2I, U = 20 I$

由基尔霍夫电流定律 $i_1 = i_2 + i_3 = 3I$

所以等效电阻 $R_{eq} = \frac{U}{i_1} = \frac{20I}{3I} = 6.67 \Omega$

此时受控源可看作是一个 10Ω 的电阻。



解 1-9 图

(c) 如解 1-9 图(c)由基尔霍夫电压定律

$$U = 10I - 5I = 5I$$

所以等效电阻 $R_{eq} = \frac{U}{I} = \frac{5I}{I} = 5 \Omega$

此时受控源不能看作电阻。

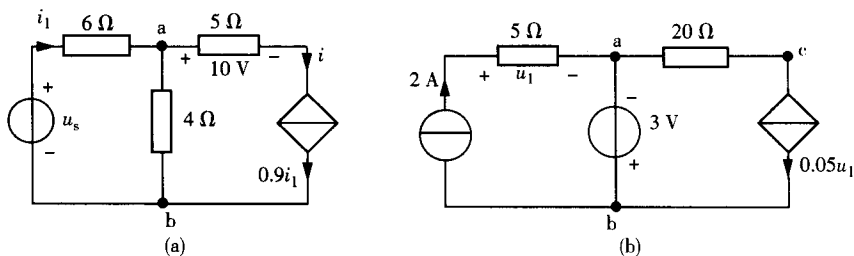
(d) 如解 1-9 图(d) $U_1 = 20I$ 由基尔霍夫电压定律

$$U = 10U_1 + U_1 = 11U_1 = 11 \times 20I = 220I$$

所以等效电阻 $R_{eq} = \frac{U}{I} = \frac{220I}{I} = 220 \Omega$

此时受控源可看作一个 200Ω 的电阻。

1-10 电路如题 1-10 图所示,试求:(1)图(a)中, i_1 与 u_{ab} ; (2)图(b)中 u_{cb} 。



题 1-10 图

解 (1) 由题意可列出方程 $0.9i_1 = i = \frac{10}{5} = 2 \text{ A}$

于是可得到 $i_1 = \frac{2}{0.9} = 2.22 \text{ A}$

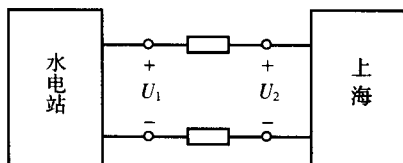
$$u_{ab} = 4 \times i_{ab} = 4 \times (i_1 - 0.9i_1) = 4 \times 0.1 \times \frac{20}{9} = 0.899 \text{ V}$$

(2) 因为 $u_1 = 2 \times 5 = 10 \text{ V}$

受控电流源的电流为 $i = 0.05u_1 = 0.05 \times 10 = 0.5 \text{ A}$

从而 $u_{ac} = 20 \times i = 20 \times 0.5 = 10 \text{ V}$, $u_{ab} = -3 \text{ V}$

所以 $u_{cb} = -u_{ac} + u_{ab} = -10 - 3 = -13 \text{ V}$



题 1-11 图

1-11 我国自葛洲坝水电站至上海的高压直流输电线路示意图如题 1-11 图。输电线每根对地耐压为 500 kV, 导线容许电流为 1 kA, 每根导线电阻为 27Ω (全长 1088 km)。试问当首端线间电压 U_1 为 1000 kV 时, 可传输多少功率到上海? 传输效率是多少?

解 由题得输电线上电压降为

$$\Delta U = 2IR = 1000 \times 27 \times 2 = 54 \text{ kV}$$

$$\therefore U_2 = U_1 - \Delta U = 1000 - 54 = 946 \text{ kV}$$

可传到上海功率为 $P_{\text{上海}} = U_2 I = 946 \text{ kV} \cdot 1 \text{ kV} = 9.46 \times 10^8 \text{ W}$

$$\text{传输效率 } \eta = \frac{P_{\text{上海}}}{P_{\text{葛洲坝}}} = \frac{U_2 I}{U_1 I} = \frac{U_2}{U_1} = \frac{946}{1000} = 94.6\%$$

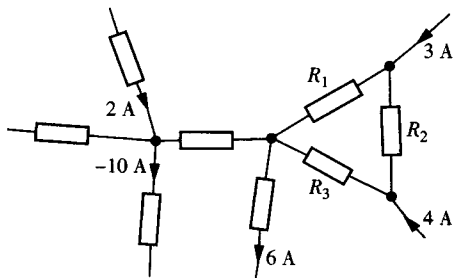
注意 因为传输线有两根, 所以电压降为 IR 的 2 倍。

1-12 对题 1-12 图所示电路, 若:

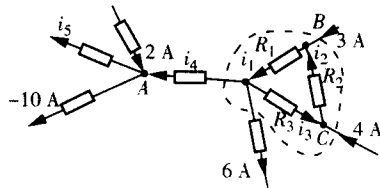
(1) R_1, R_2, R_3 值不定;

(2) $R_1 = R_2 = R_3$ 。

在以上两种情况下, 尽可能多地确定各电阻中的未知电流。



题 1-12 图



解 1-12 图

解 (1) 因为 R_1, R_2, R_3 的值不定, 所以 i_1, i_2, i_3 也不能确定。

对解 1-12 图中部分采用 KCL $i_4 = 3 + 4 - 6 = 1 \text{ A}$.

对题 1-12 图中的 A 点采用 KCL $i_5 = i_4 + 2 - (-10) = 1 + 2 + 10 = 13 \text{ A}$

(2) 因为 $R_1 = R_2 = R_3$, 可以对右边回路和 B, C 结点列 KVL 和 KCL 方程.

$$\begin{cases} R_1 i_1 + R_2 i_2 + R_3 i_3 = 0 \\ i_1 = 3 + i_2 \\ i_2 = i_3 + 4 \end{cases} \Rightarrow \text{整理得到} \begin{cases} i_1 + i_2 + i_3 = 0 \\ i_1 - i_2 = 3 \\ i_2 - i_3 = 4 \end{cases}$$

$$\text{列方程组得 } \Delta = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & -1 \end{vmatrix} = 3 \quad \Delta_1 = \begin{vmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 3 & -1 & 0 \\ 4 & 1 & -1 \end{vmatrix} = 10$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 1 & 3 & 0 \\ 0 & 4 & -1 \end{vmatrix} = 1 \quad \Delta_3 = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & 3 \\ 0 & 1 & 4 \end{vmatrix} = -11$$

$$\text{得到 } i_1 = \frac{\Delta_1}{\Delta} = \frac{10}{3} \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{\Delta_2}{\Delta} = \frac{1}{3} \text{ A}$$

$$i_3 = \frac{\Delta_3}{\Delta} = -\frac{11}{3} \text{ A}$$

$$i_4 = 1 \text{ A}, i_5 = 13 \text{ A}$$

1-13 在题 1-13 图所示电路中, 已知 $u_{12} = 2 \text{ V}$, $u_{23} = 3 \text{ V}$, $u_{25} = 5 \text{ V}$, $u_{37} = 3 \text{ V}$, $u_{67} = 1 \text{ V}$, 尽可能多地确定其他各元件的电压.

解 由已知条件与图中所示我们可以知道.

$$u_b = u_{12} = 2 \text{ V}, u_d = u_{23} = 3 \text{ V}, u_c = u_{25} = 5 \text{ V}, u_j = u_{67} = 1 \text{ V}.$$

于是对回路①②⑤①采用 KVL, 得,

$$u_a = u_{15} = u_{12} + u_{25} = 2 + 5 = 7 \text{ V}$$

对回路①②③①采用 KVL, 得,

$$u_k = u_{13} = u_{12} + u_{23} = 2 + 3 = 5 \text{ V}$$

对回路②③④⑦⑥⑤②采用 KVL, 得,

$$u_{23} + u_{37} - u_{67} - u_{56} - u_{25} = 0$$

$$u_f = u_{56} = u_{23} + u_{37} - u_{67} - u_{25} = 3 + 3 - 1 - 5 = 0.$$

对回路③④⑦⑥③采用 KVL, 得,

$$u_e = u_{36} = u_{37} - u_{67} = 3 - 1 = 2 \text{ V}$$

对回路⑤⑥⑦⑤采用 KVL, 得,

$$u_i = u_{57} = u_{56} + u_{67} = 1 \text{ V}.$$

1-14 对上题所示电路, 指定各支路电流的参考方向, 然后列出所有结点处的 KCL 方程, 并说明这些方程中有几个是独立的.

解 由题意可对各结点采用 KCL, 可得

$$\textcircled{1} i_a + i_b + i_k = 0$$

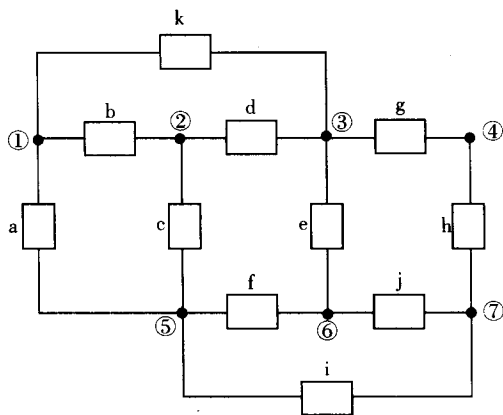
$$\textcircled{2} -i_b + i_c + i_d = 0$$

$$\textcircled{3} -i_d + i_e + i_g - i_k = 0$$

$$\textcircled{4} -i_a - i_c + i_f + i_i = 0$$

$$\textcircled{5} -i_e - i_f + i_j = 0$$

$$\textcircled{6} -i_j - i_i - i_g = 0$$

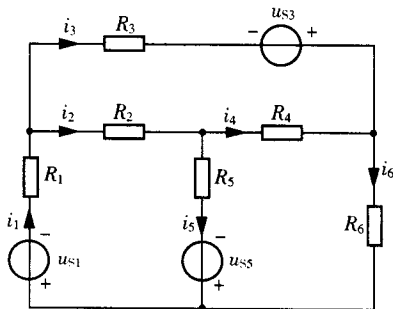


题 1-13 图

将 6 个方程式相加得 $0=0$

所以 6 个方程式不是相互独立的,但其中任意 5 个却是相互独立的.

1-15 电路如题 1-15 图所示,该电路可列 KVL 的回路共有 7 个.试按给定支路电流的参考方向列出这些 KVL 方程.并找出其中三组独立方程(每组中方程应尽可能多).



题 1-15 图

解 图中所有回路均采用 KVL,且均取顺时针方向.

$$① R_1 i_1 + R_2 i_2 + R_5 i_5 - u_{S5} + u_{S1} = 0$$

$$② R_4 i_4 + R_6 i_6 + u_{S5} - R_5 i_5 = 0$$

$$③ R_2 i_2 + R_4 i_4 + R_6 i_6 + u_{S1} + R_1 i_1 = 0$$

$$④ R_3 i_3 - u_{S3} + R_6 i_6 + u_{S1} + R_1 i_1 = 0$$

$$⑤ R_3 i_3 - u_{S3} - R_4 i_4 - R_2 i_2 = 0$$

$$⑥ R_3 i_3 - u_{S3} - R_4 i_4 + R_5 i_5 - u_{S5} + u_{S1} + R_1 i_1 = 0$$

$$⑦ R_3 i_3 - u_{S3} + R_6 i_6 + u_{S5} - R_5 i_5 - R_2 i_2 = 0$$

可以发现在这 7 个方程式中, $①+②=③$ $①+⑤=⑥$

$$⑤+②=⑦ \quad ①+②+⑤=④$$

所以这 7 个 KVL 方程不是相互独立的,独立的只有 3 个

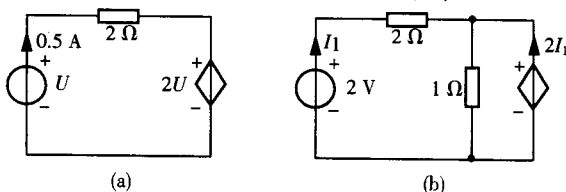
$$① \quad ② \quad ⑤$$

三组独立方程为 $① \quad ② \quad ⑥$

$$① \quad ② \quad ⑦$$

注意 上述三个独立方程组的得出可详见教材第三章内容.

1-16 电路如题 1-16 图所示,试求每个元件发出或吸收的功率.



题 1-16 图

解 图(a),由基尔霍夫电压定律,得

$$U - IR - 2U = 0 \Rightarrow U = -IR = -2 \times 0.5 = -1 \text{ V}$$

$$\text{电阻消耗功率 } P_R = I^2 R = 0.5^2 \times 2 = 0.5 \text{ W}$$

$$\text{电压源发出功率 } P_{\text{电压源}} = UI = -1 \times 0.5 = -0.5 \text{ W, 即吸收 } 0.5 \text{ W 功率}$$

$$\text{VCVS 吸收功率 } P_{\text{VCVS}} = 2UI = 2 \times (-1) \times 0.5 = -1 \text{ W, 即发出 } 1 \text{ W 功率}$$