

高等学校教学参考书

简明电路分析基础 教学指导书

李瀚荪 吴锡龙

高等教育出版社

内容提要

本书是与李瀚荪编《简明电路分析基础》配套的教学指导书。但其内容的着眼点并不局限于与主教材的严格配套。作者的编写意图是希望所有学习电路的学生都能从本书中得益,尤其是准备参加硕士研究生入学考试的学生。

本书的内容主要分为两部分。第一部分主要是《简明电路分析基础》的习题解答。第二部分是作者多年从事电路课程教学工作的心得体会,介绍了电路教学中的一些重点难点和拓展内容。

本书可供高等学校电气信息类专业师生作为电路课程的教学参考书使用,也可供准备参加硕士研究生入学考试的学生作为考前辅导书使用。

图书在版编目(CIP)数据

简明电路分析基础 教学指导书 李瀚荪,吴锡龙.
—北京:高等教育出版社,2003.7
ISBN 7 - 04 - 011892 - 0

.简... . 李... 吴... .电路分析 -
高等学校 - 教学参考资料 .T M 133

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 044888 号

策划编辑 刘激扬 责任编辑 曲文利 封面设计 王凌波
责任绘图 朱 静 版式设计 马静如 责任校对 朱惠芳
责任印制

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010 - 64054588
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	免费咨询	800 - 810 - 0598
邮政编码	100011	网 址	http: www.hep.edu.cn
总 机	010 - 82028899		http: www.hep.com.cn

经 销 新华书店北京发行所
排 版 高等教育出版社照排中心
印 刷

开 本	787 × 960 1 16	版 次	年 月第 版
印 张	26.25	印 次	年 月第 次印刷
字 数	490 000	定 价	32.60 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

前 言

本书不只是《简明电路分析基础》(以后简称《简明》)的习题解答。全书分为两个部分。第一部分除为《简明》的全部 484 道习题作出详解外,还有下列作用:(1) 适当反映在《简明》习题规划中设置该题的目的。(2) 指出做题时应注意处、易犯的错误以及与有关习题的联系。(3) 按照习题规划,有些题原是为适当扩展知识面,联系实际或加深理解教材内容而设置的,如习题 1 - 43、1 - 44、13 - 25 等,教师未规定为必做题也可择要让学生阅读。(4) 有些习题原是可作为例题或正文的,如习题 7 - 39(时间常数为负值时三要素法的使用要点)、习题 11—31(时域分析与频域分析的对照)、习题 10 - 8(结合教材正文 § 10 - 2,可提供平均功率一种可能的讲授处理方式)等,可供教师参考使用。所有这些都在于题解的“注”中加以说明。这样也许能起到本书书名所规定的教、学指导作用。

这种作用还体现在本书第二部分电路分析复习大纲上。大纲可供学生在学完本课程后或在日后需要复习课程时使用。未曾使用《简明》为教材者也可使用,因为大纲基本上是以本书第一部分中已有解答的习题充当例题的。大纲对教师也有参考意义,有助于了解《简明》一书的编写思想,有助于掌握该书的脉络——基本结构。在教学思想上,我非常重视这样的观点:整体并不是各部分的简单总和,整体还有作为整体本身的性质,整体对于它的部分应具有优先的重要性等。电路分析课程并非直流电路、正弦交流电路和过渡过程的简单总和,或是电阻电路、动态电路时域分析、相量分析和 s 域分析的简单总和。课程整体还有作为整体本身的性质。我想课程的“基本结构”应是课程整体性质的体现。但在教学过程中,课程只能一部分、一部分地教和学,很容易出现“小学而大遗”,形成拼盘式的知识结构,缺乏联系和过程。这样,及时的总结和归纳就很重要。《简明》中已有三篇“回顾与前瞻”,但还只是局部性的。本书的大纲则是整体性的,以基本结构为纲,使课程的主要内容“若网在纲,有条不紊”。在具体的教学方法上,我主张:教材宜细不宜粗,讲授宜粗不宜细。这样,才能较好地适应通过这两种途径的认识过程。这样,能使各自留有回旋余地,利于进退,得心应手;也利于各自发挥优势,密切配合。但是,若不突出课程的基本结构,“细”教材将使人感到茫无头绪,“粗”讲授将使人感到不得要领。因此,大纲对教师有着具体的参考作用。为了醒目,大纲行文力求简单扼要。复习过程和备课过程应是居高临下,由“整体”重返“部分”的过程。当然,这些观点只是一种见解;这样的复习大

纲也只是一种尝试。

《红楼梦》第九十回说得好，“解铃还是系铃人”。写这本书，我责无旁贷，十分乐意去做。何况吴锡龙教授已为题解做了许多前期工作。吴教授在审阅《简明》书稿时，就对习题作了校核。不久，就交给我全部题解，吴教授为此已抽空紧张地工作了两个多月。我在这基础上又工作了近一年，终于在羊年大年初五脱稿。至此，《简明》的全部撰写工作才算告一段落。羊年伊始，了却一件心事，也算是“暂得于己”吧！

不妥和错误之处，在所难免。欢迎提出宝贵意见，请由高等教育出版社高等理工分社转交或发至电子信箱 dianlu819@sohu.com。

李瀚荪

北京云趣园

2003 年春节

目 录

第一部分 习题解答.....	1
说明	1
第一章 集总参数电路中电压、电流的约束关系	2
第二章 运用独立电流、电压变量的分析方法.....	30
第三章 叠加方法与网络函数	51
第四章 分解方法及单口网络	75
第五章 双口网络	116
第六章 电容元件与电感元件.....	141
第七章 一阶电路	156
第八章 二阶电路	207
第九章 阻抗和导纳	228
第十章 正弦稳态功率和能量 三相电路	276
第十一章 频率响应 多频正弦稳态电路	305
第十二章 耦合电感和理想变压器	331
第十三章 拉普拉斯变换在电路分析中的应用	362
第二部分 电路分析复习大纲	397
说明	397
§ 1 集总假设	398
§ 1 - 1 支路电流和支路电压	398
§ 1 - 2 功率和能量	398
§ 1 - 3 功率、能量的专用公式	398
§ 2 两类约束	399
§ 2 - 1 KCL 和 KVL	400
§ 2 - 2 元件约束——VCR	400
§ 2 - 3 两类约束的应用.....	401
§ 2 - 3 - 1 典型问题	401
§ 2 - 3 - 1 - 1 网孔电流法	402
§ 2 - 3 - 1 - 2 节点电压法	402
§ 2 - 3 - 2 非典型问题.....	402

§ 2 - 4	电阻电路与动态电路	403
§ 2 - 5	两类约束和三大基本方法	403
§ 3	叠加方法	403
§ 3 - 1	电阻电路的叠加原理	404
§ 3 - 2	正弦稳态电路的叠加原理	404
§ 3 - 3	动态电路时域分析的叠加原理	404
§ 3 - 4	动态电路 s 域分析的叠加原理	405
§ 3 - 5	功率与叠加原理	406
§ 4	分解方法	406
§ 4 - 1	单口网络的 VCR 和等效电路	406
§ 4 - 2	置换与等效	407
§ 4 - 3	分解方法的运用	407
§ 4 - 4	分解方法和双口网络	408
§ 5	变换域方法	408
§ 5 - 1	变换与反变换	408
§ 5 - 2	阻抗和导纳、网络函数	409
§ 5 - 3	相量模型与 s 域模型	409
§ 5 - 4	变换(域)分析中的叠加方法和分解方法	409
§ 5 - 5	正弦稳态分析的两类特殊问题	410
§ 5 - 6	相量分析法中三个需注意的方面	410

第一部分 习题解答

说 明

(1) 按《简明》的十三章次序编写,原习题中借用正文的图悉数补上,使本题解自成一体,便于未采用《简明》为教材者使用。

(2) 有些题解后加注,可起辅导作用,是题解的一个重要组成部分。

(3) 有些习题可充当本书第二部分复习大纲的例题,在该题题目后加注复习大纲的有关节数,以便呼应。但习题原是按《简明》的内容次序选编的,题解配合相应内容的要求,未必是理想的解法。

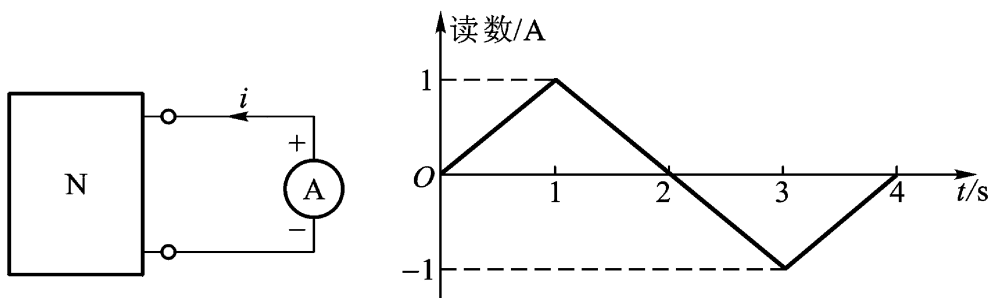
(4) 对学生来说,独立做题是学习的一个重要环节,请正确对待题解,善于利用。

(5) 有关振幅相量和有效值相量:《中华人民共和国标准有关电路和磁的基本规定》(GB8445—87)和IEC(国际电工委员会)同样内容的基本规定(1972),均明确这两种相量在表征时间 t 的正弦函数上,具有同等地位。近五十年来,我国教材以采用有效值为主,不加下标;美国教材基本上一直以采用振幅相量为主,不加下标。题解根据具体情况,两者混用,例如已知激励的正弦瞬时值表示式,需求响应的正弦瞬时值表示式时,就采用振幅相量,这样可免去先除以 $\sqrt{2}$,最后又乘以 $\sqrt{2}$ 的运算,且 $\sqrt{2}$ 为一无理数,反复的运算易导致误差。题解中都有说明,希望读者多加注意。

第一章 集总参数电路中电压、电流的约束关系

§ 1 - 2 电路变量 电流、电压及功率

1 - 1 接在图题 1 - 1 所示电路中电流表 A 的读数(单位为 A)随时间变化的情况如图中所示。试确定 $t = 1, 2$ s 及 3 s 时的电流 i 。



图题 1 - 1

解 因电流 i 的参考方向是从电流表负端到正端, 所以

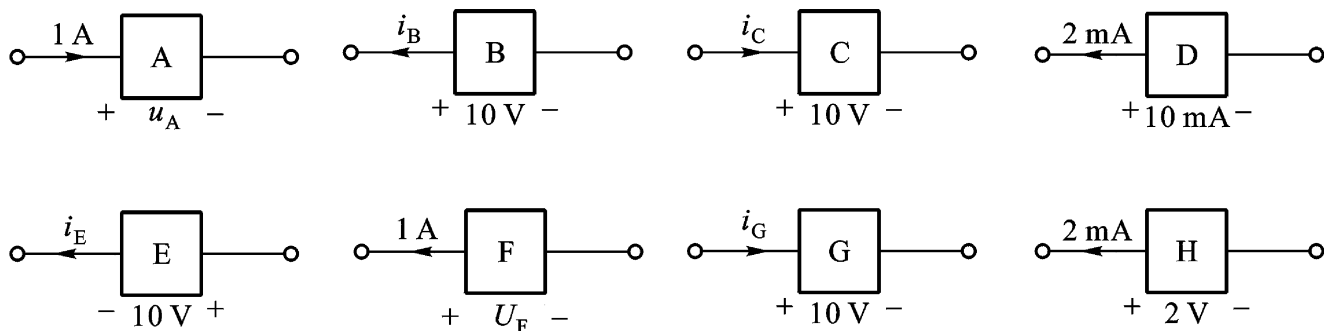
$$t = 1 \text{ s}, \quad i = -1 \text{ A}$$

$$t = 2 \text{ s}, \quad i = 0 \text{ A}$$

$$t = 3 \text{ s}, \quad i = 1 \text{ A}$$

注: 电流是代数量, 离开了参考方向的设定(此处为电流表的 +、- 端), 正、负是毫无意义的。(重要概念)

1 - 2 各元件的情况如图题 1 - 2 所示。(本书复习大纲 § 1 - 2, 以后只写节数)



图题 1 - 2

- (1) 若元件 A 吸收功率 10 W, 求 u_A ; (5) 若元件 E 产生的功率为 10 W, 求 i_E ;
 (2) 若元件 B 吸收功率 10 W, 求 u_B ; (6) 若元件 F 产生的功率为 -10 W, 求 u_F ;
 (3) 若元件 C 吸收功率 -10 W, 求 i_C ; (7) 若元件 G 产生的功率为 10 mW, 求 i_G ;
 (4) 试求元件 D 吸收的功率; (8) 试求元件 H 产生的功率。

解 元件 A、C、E、G 的 u 和 i 为关联参考方向, 在取关联参考方向前提下, 可以使用 $p = ui$, 功率为正表示这段电路吸收功率, 功率为负表示该电路产生功率, 因此一段电路产生 10 W 功率, 也可以说它吸收了 -10 W 功率。而元件 B、D、F、H 的 u 和 i 为非关联参考方向, 应注意在使用的公式中加负号, 即使用 $p = -ui$ 。

$$(1) u_A = \frac{p_A}{i_A} = \frac{10}{1} \text{ V} = 10 \text{ V}; \quad (2) i_B = -\frac{p_B}{u_B} = -\frac{10}{10} \text{ A} = -1 \text{ A};$$

$$(3) i_C = \frac{p_C}{u_C} = \frac{-10}{10} \text{ A} = -1 \text{ A};$$

$$(4) p_D = -u_D i_D = (-10 \times 10^{-3} \times 2 \times 10^{-3}) \text{ W} = -20 \mu\text{W};$$

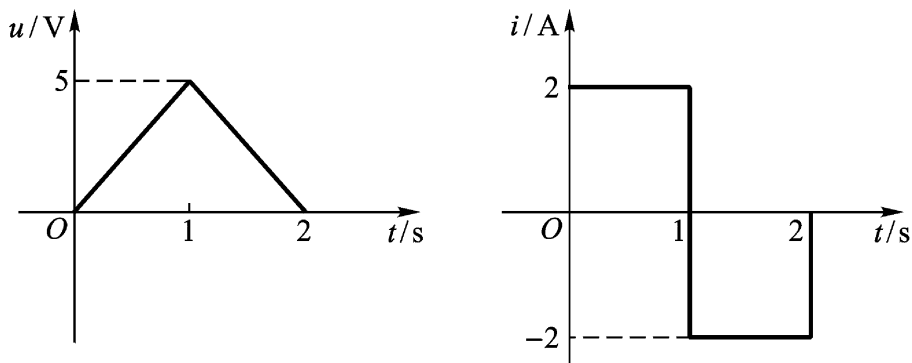
$$(5) i_E = \frac{p_E}{u_E} = \frac{-10}{10} \text{ A} = -1 \text{ A}; \quad (6) u_F = -\frac{p_F}{i_F} = -\frac{10}{1} \text{ V} = -10 \text{ V};$$

$$(7) i_G = \frac{p_G}{u_G} = \frac{-10 \times 10^{-3}}{10} \text{ A} = -1 \text{ mA};$$

$$(8) p_H = -u_H i_H = (-2 \times 2 \times 10^{-3}) \text{ W} = -4 \text{ mW}。$$

注: 这是有关电流、电压和功率关系的一道基本题。

1-3 某元件电压 u 和电流 i 的波形如图题 1-3 所示, u 和 i 为关联参考方向, 试绘出该元件吸收功率 $p(t)$ 的波形, 并计算该元件从 $t=0$ 至 $t=2$ s 期间所吸收的能量。(§1-2)



图题 1-3

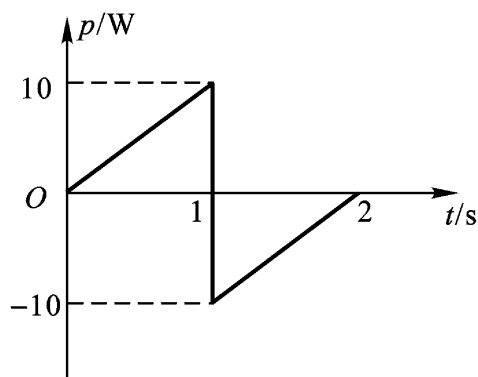
$$\text{解 } u = \begin{cases} 5t & (0 \leq t < 1 \text{ s}) \\ -5(t-2) & (1 \text{ s} \leq t \leq 2 \text{ s}) \end{cases}$$

$$i = \begin{cases} 2 \text{ V} & (0 < t < 1 \text{ s}) \\ -2 \text{ V} & (1 \text{ s} < t < 2 \text{ s}) \end{cases}$$

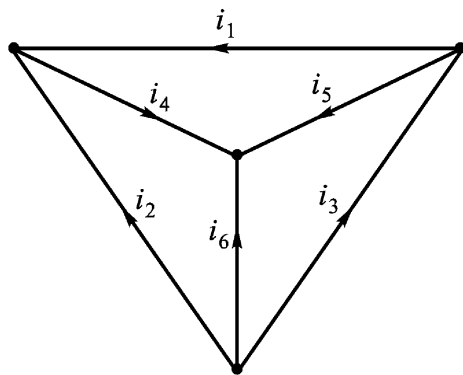
$$p = ui = \begin{cases} 10t \text{ V} & (0 < t < 1 \text{ s}) \\ 10(t - 2) \text{ V} & (1 \text{ s} < t < 2 \text{ s}) \end{cases}$$

该元件功率波形如图题解 1 - 3 所示。

$$W = \int_0^2 p dt = \int_0^1 10t dt + \int_1^2 10(t - 2) dt = 0$$



图题解 1 - 3



图题 1 - 4

1 - 4 汽车中 12 V 蓄电池用来供 60 W 车灯照明,若蓄电池的额定值为 100 A·h(安时),求蓄电池储存的能量?

解
$$i = \frac{p}{u} = \frac{60}{12} \text{ A} = 5 \text{ A}$$

100 A·h 表明提供 5 A 可使用 20 h,因此储存能量 $w = (60 \times 20 \times 60 \times 60) \text{ J} = 4.32 \times 10^6 \text{ J}$ 。

§ 1 - 3 基尔霍夫定律

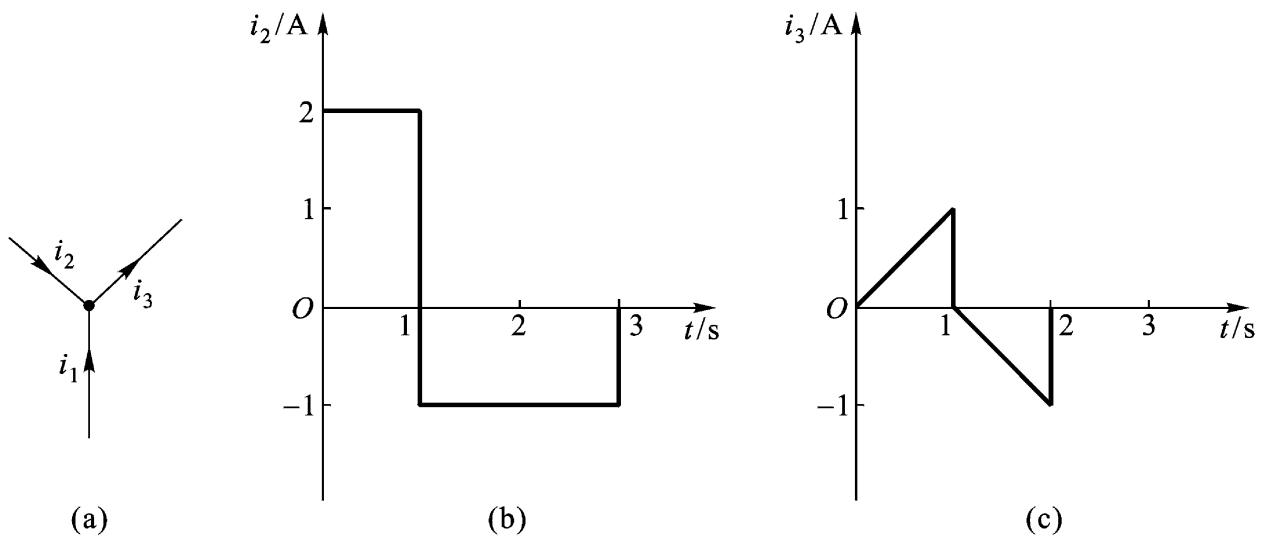
1 - 5 图题 1 - 4 所示图中,下列各支路电流的集合中,哪些集合的电流是线性无关的?

- (1) (i_1, i_2, i_4) ; (2) (i_3, i_4, i_6) ;
 (3) (i_1, i_5) ; (4) (i_2, i_3, i_4, i_5) 。

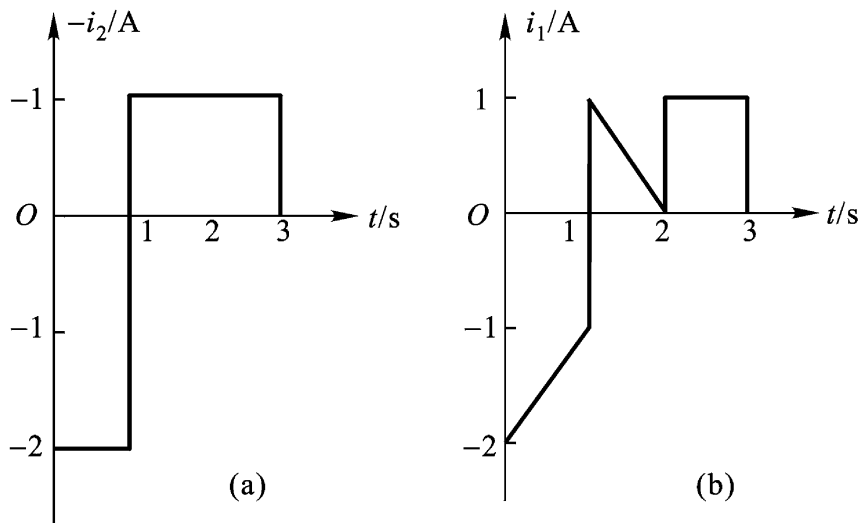
解 (1) 三个电流汇集于一个节点;(2)、(3) 不构成割集,是线性无关的;(4) 构成一个割集。

1 - 6 对图 1 - 9 所示节点,已知 $i_2(t)$ 和 $i_3(t)$ 的波形图如图题 1 - 5 所示,求 $i_1(t)$ 的波形图。(§ 2 - 1)(§ 2 - 3 - 2)

解 图 1 - 9 重绘为图题 1 - 5(a)。以流入节点的电流为正,按照所标示的电流方向根据 KCL 可得 $i_1 = -i_2 + i_3$ 。故可将 i_2 波形倒置如图题解 1 - 6(a)



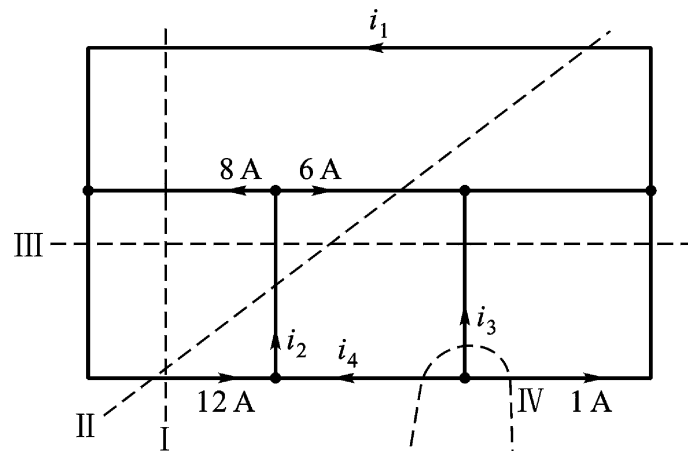
图题 1 - 5



图题解 1 - 6

所示,再与 i_3 波形相加,得 i_1 波形如图题解 1 - 6(b)所示。

1 - 7 试运用割集 KCL 求图题 1 - 6 中的未知电流。



图题 1 - 6

解

由割集 $i_1 = (12 - 8) \text{ A} = 4 \text{ A}$

割集 $i_2 = (12 + 6 - 4) \text{ A} = 14 \text{ A}$

割集 $i_3 = (12 - 1 - 14) \text{ A} = -3 \text{ A}$

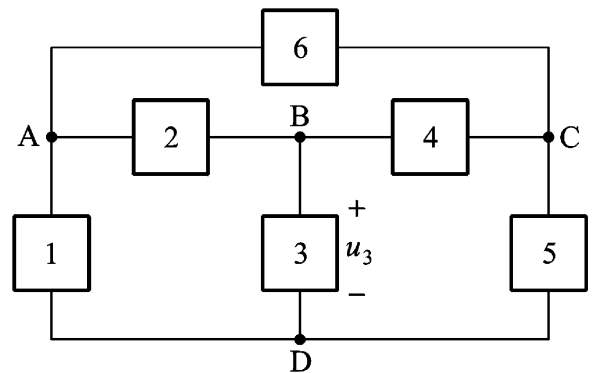
割集 $i_4 = [-1 - (-3)] \text{ A} = 2 \text{ A}$

1-8 图题 1-7 电路中电压 u_3 的参考极性已选定,若该电路的两个 KVL 方程为:

$$u_1 - u_2 - u_3 = 0$$

$$-u_2 - u_3 + u_5 - u_6 = 0$$

- (1) 试确定 u_1 、 u_2 、 u_5 及 u_6 的参考极性;
- (2) 能否再进一步确定 u_4 的参考极性?



图题 1-7

- (3) 若给定 $u_2 = 10 \text{ V}$, $u_3 = 5 \text{ V}$, $u_6 = -4 \text{ V}$, 试确定其余各电压。(§ 2-1)

解 在图中标上节点编号 A、B、C、D。

(1) 本题仅给出 u_3 的参考极性,根据已知的两个 KVL 方程可确定几个指定电压的极性。第一个方程是回路 DBAD 的方程,由此可判定 u_1 的参考极性 A 为正、D 为负, u_2 则 A 为正、B 为负。

第二个方程是回路 BACDB 的 KVL 方程,可知 u_5 的参考极性 C 为正、D 为负, u_6 的参考极性 C 为正、A 为负。

(2) 给出的两个方程均不含 u_4 ,故不能确定其参考极性。

(3) 由给定的 KVL 方程或由电路任何两点间循任一选定路径列出的电压降表示式,均可得

$$u_1 = u_2 + u_3 = (10 + 5) \text{ V} = 15 \text{ V}$$

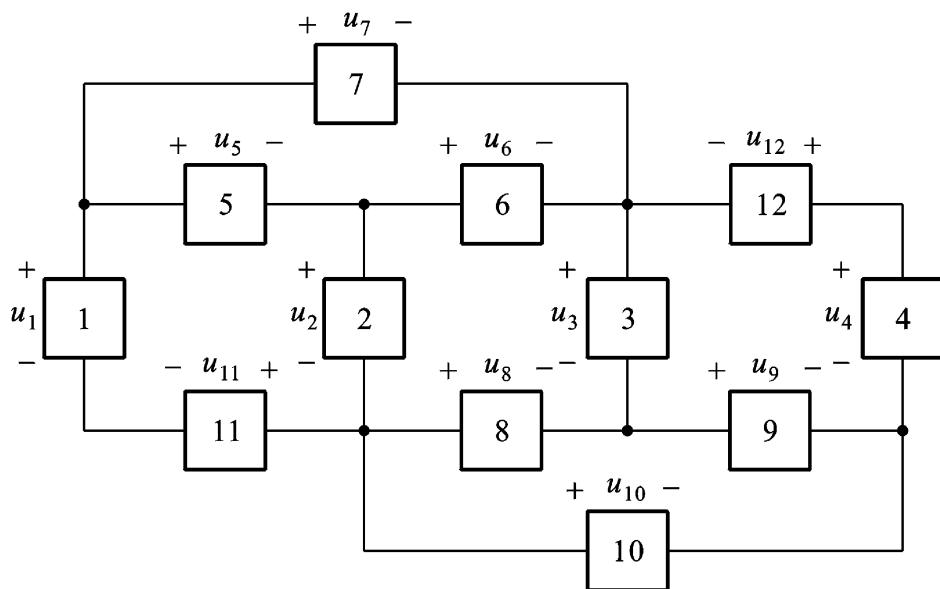
$$u_5 = u_6 + u_2 + u_3 = (-4 + 10 + 5) \text{ V} = 11 \text{ V}$$

若选 u_4 的参考方向是 B 为正,则

$$u_4 = u_3 - u_5 = (5 - 11) \text{ V} = -6 \text{ V}$$

注:会求电路任两点间的电压是学好本课程的关键内容。注意其与列写 KVL 方程的异同(教材例 1-4、例 1-8)。

1-9 电路如图题 1-8 所示,已知 $u_1 = 10 \text{ V}$ 、 $u_2 = 5 \text{ V}$, $u_4 = -3 \text{ V}$, $u_6 = 2 \text{ V}$, $u_7 = -3 \text{ V}$ 及 $u_{12} = 8 \text{ V}$ 。能否确定所有其他各个电压?如能,试确定它们。如不能,试指出尚需知道哪些电压才能确定所有电压。本电路需要给定几



图题 1 - 8

个电压才能确定其余电压？这些给定电压应具有什么特点？[§2-3-1(2)]

解 元件 5、6、7 构成回路的 KVL 方程为 $u_5 + u_6 - u_7 = 0$ ，可得 $u_5 = -5 \text{ V}$ ；元件 1、5、2、11 构成回路的 KVL 方程为 $u_1 - u_2 - u_5 - u_{11} = 0$ ，可得 $u_{11} = 10 \text{ V}$ ；元件 2、6、12、4、10 构成回路的 KVL 方程为 $u_2 - u_4 - u_6 + u_{10} + u_{12} = 0$ ，可得 $u_{10} = -14 \text{ V}$ 。

尚余 u_3 、 u_8 、 u_9 三个电压待求，因三条支路汇集于一个节点，其中至少一条应为树支电压，所以只需知道三个电压中任一个，其余电压就可求出。

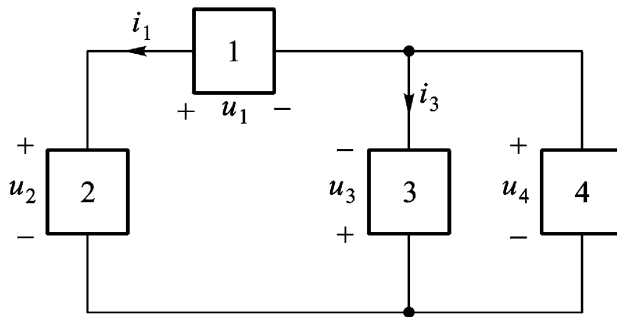
本电路在元件 1 和 11、4 和 12 之间应视为各有一个节点，所以本电路有 8 个节点，树应由 7 条边组成，必须知道构成树的 7 个电压，才能确定其余的电压。

1 - 10 电路如图题 1 - 8 所示，采用关联参考方向，且已知下列各支路电流： $i_1 = 2 \text{ A}$ ， $i_4 = 5 \text{ A}$ ， $i_7 = -5 \text{ A}$ 以及 $i_{10} = -3 \text{ A}$ 。其他各支路电流是否都能确定？试尽可能多地确定各未知电流。如需确定所有电流，尚需知道哪些电流。本电路需要给定几个电流才能确定其余电流？这些给定电流应具有什么特点？(§2-3-1-2)

解 元件 1、5、7 所连节点的 KCL 方程为 $i_1 + i_5 + i_7 = 0$ ，可得 $i_5 = 3 \text{ A}$ ；元件 4、9、10 所连节点的 KCL 方程为 $i_4 + i_9 + i_{10} = 0$ ，可得 $i_9 = -2 \text{ A}$ ； $i_{11} = -i_1 = -2 \text{ A}$ ， $i_{12} = -i_4 = -5 \text{ A}$ 。

尚有 i_2 、 i_3 、 i_6 、 i_8 待求，因 4 条支路构成一个回路，其中至少一条应为共有支路，所以只需知道这 4 个电流中的任一个，其余电流就可求出。本电路的共有支路有 5 条，必须知道构成共有支路的 5 个电流，才能确定其余的电流。

1 - 11 电路如图题 1 - 9 所示，已知 $i_1 = 2 \text{ A}$ ， $i_3 = -3 \text{ A}$ ， $u_1 = 10 \text{ V}$ ， $u_4 =$



图题 1 - 9

- 5 V, 试计算各元件吸收的功率。(§ 1 - 2)

解 取 i_4 的参考方向与 u_4 关联, 则

$$p_1 = - u_1 i_1 = (-10 \times 2) \text{ W} = -20 \text{ W}$$

$$p_2 = u_2 i_1 = [(10 - 5) \times 2] \text{ W} = 10 \text{ W}$$

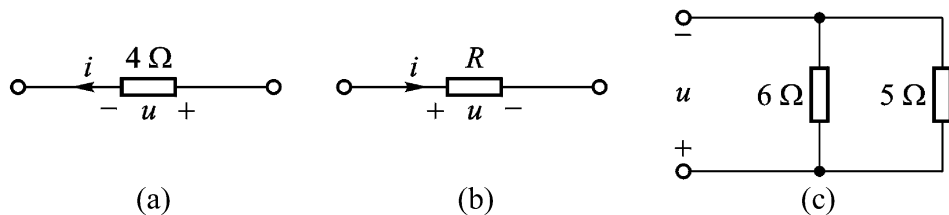
$$p_3 = - u_3 i_3 = [-5 \times (-3)] \text{ W} = 15 \text{ W}$$

$$p_4 = u_4 i_4 = [(-5) \times (-2 + 3)] \text{ W} = -5 \text{ W}$$

注: 注意 $p=0$ 。若 $u=0$, $i=0$ 必有 $p=0$ 。

§ 1 - 5 电阻元件

1 - 12 电路如图题 1 - 10 所示。(1) 图(a)中已知 $u = 7\cos(2t) \text{ V}$, 求 i ; (2) 图(b)中已知 $u = (5 + 4e^{-6t}) \text{ V}$, $i = (15 + 12e^{-6t}) \text{ A}$, 求 R ; (3) 图(c)中已知 $u = 3\cos(2t) \text{ V}$, 求 5Ω 电阻的功率。[§ 2 - 2(1)]



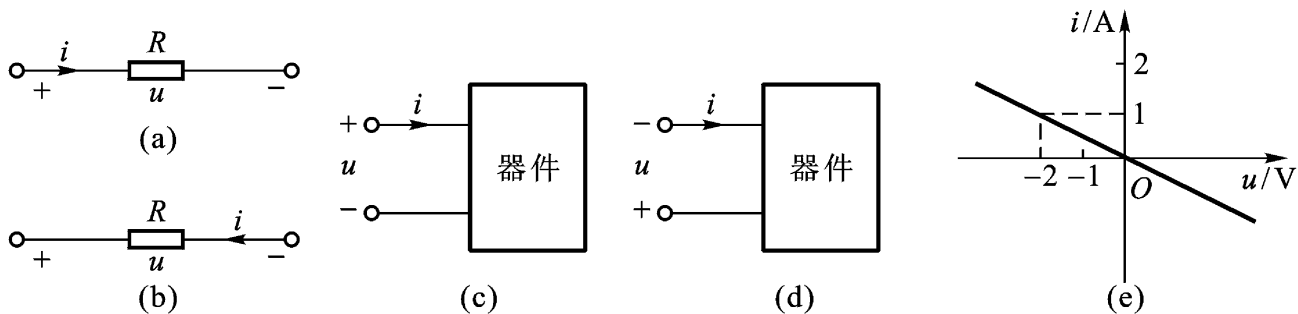
图题 1 - 10

解 (1) $i = \frac{U}{R} = \frac{7}{4} \cos(2t) \text{ A}$

(2) $R = \frac{u}{i} = \frac{5 + 4e^{-6t}}{3(5 + 4e^{-6t})} = \frac{1}{3}$

(3) $p = \frac{u^2}{R} = \frac{9\cos^2(2t)}{5} \text{ W} = \frac{9}{5} \cos^2(2t) \text{ W}$

1 - 13 (1) 图题 1 - 11(a)中, 已知 $u = 2 \text{ V}$, $i = -1 \text{ A}$, 求 R ; (2) 图题 1 - 11(b)中, 已知 $u = 2 \text{ V}$, $i = -1 \text{ A}$, 求 R ; (3) 图题 1 - 11(c)所示装置的伏安



图题 1 - 11

特性曲线如图题 1 - 11(e)所示, 求该装置的模型; (4) 图题 1 - 11(d)所示装置的伏安特性曲线如图题 1 - 11(e)所示, 求该装置的模型。[§2 - 2(1)]

解 (1) u 、 i 为关联参考方向 $u = Ri$, $R = \frac{u}{i} = \frac{2}{-1} = -2$

(2) u 、 i 为非关联参考方向 $u = -Ri$, $R = -\frac{u}{i} = \frac{-2}{-1} = 2$

(3) u 、 i 为关联参考方向 $u = Ri$, $R = \frac{u}{i} = \frac{-2}{1} = -2$

(4) u 、 i 为非关联参考方向 $u = -Ri$, $R = -\frac{u}{i} = -\frac{-2}{1} = 2$

注: 学习时注意区别公式或方程式中的正负号和参数或电压、电流、功率本身的正负号[教材例 1 - 3 和(1 - 23)、(1 - 24)式]。

1 - 14 电路如图题 1 - 12 所示。已知 $i_1 = 3$ A、 $i_2 = -2$ A、 $i_3 = 4$ A、 $i_4 = 6$ A、 $i_5 = -7$ A、 $i_6 = 5$ A。求其余各支路电流以及 u_{ba} 、 u_{dc} 。如果少给一个电流条件, 例如 i_6 , 本题是否能解? 如果少给 i_6 , 但给定 $i_7 = 7$ A, 本题是否能解? 如给定 $i_{bd} = 7$ A 呢?

解 在图题 1 - 12 中标出节点 e、f, 则

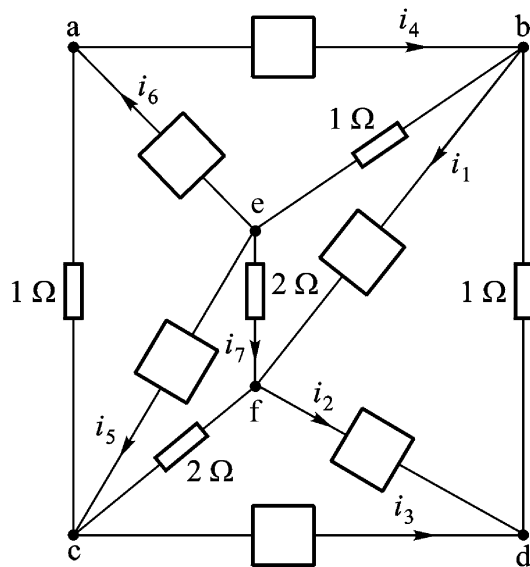
$$i_{ac} = i_6 - i_4 = -1 \text{ A}$$

$$i_{cf} = i_{ac} + i_5 - i_3 = -12 \text{ A}$$

$$i_{ef} = -i_1 - i_{cf} + i_2 = 7 \text{ A}$$

$$i_{bd} = -i_2 - i_3 = -2 \text{ A}$$

$$i_{eb} = i_1 + i_{bd} - i_4 = -5 \text{ A}$$



图题 1 - 12

以上根据节点 a、c、f、d、b 等 5 个节点的 KCL 解出了所有未知电流。

$$u_{ba} = u_{be} + u_{ef} + u_{fc} + u_{ca} = 1 \times i_{be} + 2 \times i_{ef} + 2 \times i_{fc} + 1 \times i_{ca} = 44 \text{ V}$$

$$u_{dc} = u_{db} + u_{be} + u_{ef} + u_{fc} = 1 \times i_{db} + 1 \times i_{be} + 2 \times i_{ef} + 2 \times i_{fc} = 45 \text{ V}$$

注:从以上求解过程可以看出,少给 i_6 ,至少是 i_{ac} 不能求得。本题所给出的一组电流,可以确定全部其余电流。是否还有其他的一组电流同样符合条件?这一组电流应有几个?这些问题到教材第二章,特别是 § 2 - 5 可以解决,本题仅提供一点感性认识。

如果在这组电流中,不给 i_6 而给出 i_7 ,仍然能解出所有其余电流。但不给 i_6 而给出 $i_{bd} = 7 \text{ A}$,显然,对节点 d ,三电流线性相关,第三个电流不能随意给出,如给定 $i_{bd} = -2 \text{ A}$,则纯属多余。可见任意的 6 个电流不一定可作为求其余电流的基础。

§ 1 - 6 电 压 源

1 - 15 电路如图题 1 - 13,若 $u_1 = 10 \text{ V}$, $u_2 = -5 \text{ V}$,试求电压源的功率。
(§ 2 - 3 - 2)

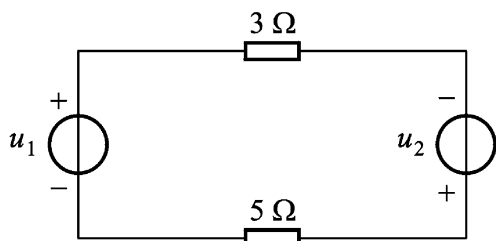
解 设电流 i 为顺时针方向,则由 KVL

可得 $3i + 5i = u_1 + u_2$

所以 $i = \frac{u_1 + u_2}{(3 + 5)} = \frac{5}{8} \text{ A}$

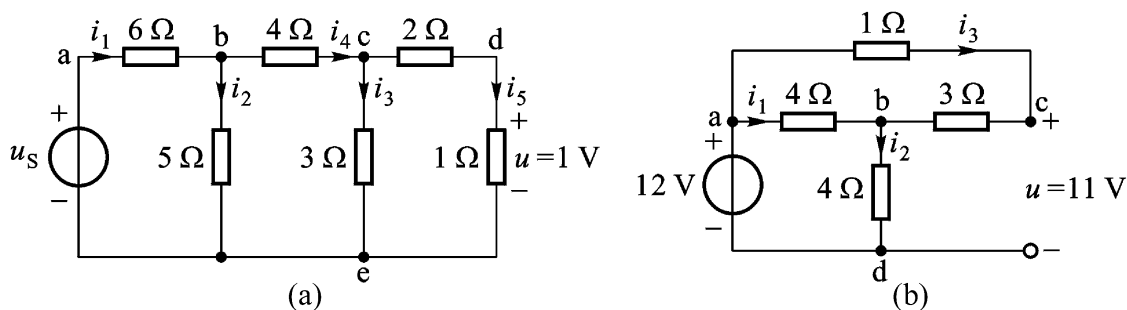
$$p_{10 \text{ V}} = -u_1 i = -10 \times \frac{5}{8} \text{ W} = -\frac{25}{4} \text{ W}$$

$$p_{-5 \text{ V}} = -u_2 i = -(-5) \times \frac{5}{8} \text{ W} = \frac{25}{8} \text{ W}$$



图题 1 - 13

1 - 16 求图题 1 - 14 所示电路所有各支路的电压和电流。并利用功率平衡关系来校核答案是否正确。



图题 1 - 14

解 在图(a)和(b)中标出节点编号和电流参考方向。

对图(a)电路

$$i_5 = \frac{U}{1} = 1 \text{ A},$$

$$u_{cd} = 2 \times i_5 = 2 \text{ V}$$

$$\begin{aligned}
 i_3 &= \frac{u_{ce}}{3} = \frac{u_{cd} + u}{3} = 1 \text{ A}, & u_{ce} &= 3 \times i_3 = 3 \text{ V} \\
 i_4 &= i_3 + i_5 = 2 \text{ A}, & u_{bc} &= 4 \times i_4 = 8 \text{ V} \\
 i_2 &= \frac{u_{be}}{5} = \frac{u_{bc} + u_{ce}}{5} = 2.2 \text{ A}, & u_{be} &= 5 \times i_2 = 11 \text{ V} \\
 i_1 &= i_2 + i_4 = 4.2 \text{ A}, & u_{ab} &= 6 \times i_1 = 25.2 \text{ V} \\
 u_s &= u_{ab} + u_{be} = 36.2 \text{ V}
 \end{aligned}$$

电源提供功率 $p_s = u_s i_1 = 152.04 \text{ W}$

各电阻消耗功率 $p_R = u_{ab} i_1 + u_{be} i_2 + u_{bc} i_4 + u_{ce} i_3 + (u_{cd} + u) i_5$
 $= 152.04 \text{ W}$

对图(b)电路

$$u_{ac} = u_{ad} - u_{cd} = (12 - 11) \text{ V} = 1 \text{ V}, i_3 = \frac{u_{ac}}{1} = 1 \text{ A}$$

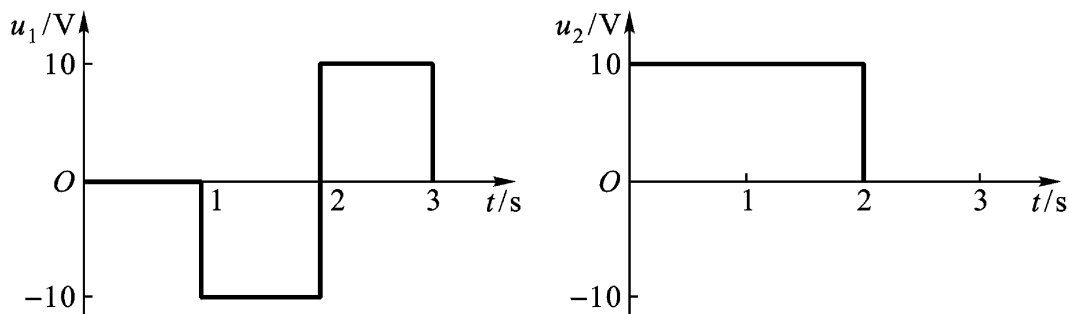
$$u_{cb} = 3 \times i_3 = 3 \text{ V}, u_{bd} = u_{cd} - u_{cb} = 8 \text{ V}$$

$$i_2 = \frac{u_{bd}}{4} = 2 \text{ A}, u_{ab} = u_{ad} - u_{bd} = 4 \text{ V}, i_1 = \frac{u_{ab}}{4} = 1 \text{ A}$$

电源提供功率 $p_s = 12 \times i_2 = 24 \text{ W}$

各电阻消耗功率 $p_R = u_{ac} i_3 + u_{ab} i_1 + u_{bd} i_2 + u_{bc} i_3 = 24 \text{ W}$

1 - 17 图题 1 - 13 电路中,若 u_1 和 u_2 的波形如图题 1 - 15 所示,重复 1 - 15 题。(§ 2 - 4)



图题 1 - 15

解 (1) $0 < t < 1 \text{ s}$: $u_1 = 0, u_2 = 10 \text{ V}$

则 $p_{s1} = 0, p_{s2} = -u_2 \times \frac{u_2}{3+5} = -12.5 \text{ W}$

(2) $1 \text{ s} < t < 2 \text{ s}$: $u_1 = -10 \text{ V}, u_2 = 10 \text{ V}$

则 $i = 0, p_{s1} = p_{s2} = 0$

(3) $2 \text{ s} < t < 3 \text{ s}$: $u_1 = 10 \text{ V}, u_2 = 0$