



高等学校教材经典同步辅导丛书电学类(二)

配高教社《电路分析基础》第4版 上、下册 李瀚荪 主编

电路分析基础

李瀚荪 第4版 上、下册合订本

同步辅导及习题全解

华腾教育教学与研究中心

丛书主编 清华大学 刘艳玲

本书主编 清华大学 卢莹莹

◆紧扣教材 ◆知识精讲 ◆习题全解
◆应试必备 ◆联系考研 ◆网络增值

中国矿业大学出版社

电路分析基础

同步辅导及习题全解

华腾教育教学与研究中心

丛书主编 清华大学 刘艳玲

本书主编 清华大学 卢莹莹

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书是高等教育出版社出版,李瀚荪主编的《电路分析基础》(第4版)(上、下册)教材的配套辅导书。全书由知识点精析、思考题与练习题解答及课后习题全解等部分组成,旨在帮助读者掌握知识要点,学会分析问题和解决问题的方法技巧,并且提高学习能力及应试能力。

本书可供高等院校电路分析课程的同步辅导使用,也可作为研究生入学考试的复习资料,同时可供本专业教师及相关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电路分析基础同步辅导及习题全解 / 卢莹莹主编. — 徐州:中国矿业大学出版社,2008.1

(高等学校教材经典同步辅导丛书)

ISBN 978 - 7 - 81107 - 912 - 8

I. 电… II. 卢… III. 电路分析—高等学校—教学参考资料 IV. TM133

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 003084 号

书 名 电路分析基础同步辅导及习题全解

主 编 卢莹莹

责任编辑 罗 浩

选题策划 孙怀东

特约编辑 薛春晓

出版发行 中国矿业大学出版社

(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮政编码 221008)

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

印 刷 北京市昌平百善印刷厂

经 销 新华书店

开 本 720×960 1/16 本册印张 23.75 本册字数 580 千字

版次印次 2008 年 2 月第 1 版 2008 年 2 月第 1 次印刷

总 定 价 85.20 元

高等学校教材

经典同步辅导丛书编委会

主 任：清 华 大 学 王 飞

副主任：清 华 大 学 夏应龙

清 华 大 学 倪铭辰

中国矿业大学 李瑞华

编 委 (按姓氏笔画排序):

于志慧	王海军	王 焯	韦爱荣
-----	-----	-----	-----

甘 露	丛 维	师文玉	吕现杰
-----	-----	-----	-----

朱凤琴	朵庆春	刘胜志	刘淑红
-----	-----	-----	-----

严奇荣	杨 涛	李 丰	李凤军
-----	-----	-----	-----

李 冰	李 波	李炳颖	李 娜
-----	-----	-----	-----

李晓光	李晓炜	李雅平	李燕平
-----	-----	-----	-----

何联毅	邹绍荣	宋 波	张旭东
-----	-----	-----	-----

张守臣	张鹏林	张 慧	陈晓东
-----	-----	-----	-----

陈瑞琴	范亮宇	孟庆芬	高 锐
-----	-----	-----	-----

电路分析是通信、计算机、自动化等专业重要的课程之一,也是上述专业硕士研究生入学考试的必考科目。

李瀚荪主编的《电路分析基础》(第4版)(上、下册)以体系完整、结构严谨、层次清晰、深入浅出的特点成为这门课程的经典教材,被全国许多院校采用。

电路分析是一门理论、工程和实践应用非常广泛的基础课程,所讲述的是电路技术的基本理论和分析方法。在修读本课程之前,应熟练掌握高等数学、线性代数、大学物理等课程的相关知识。同时,电路是模拟电子技术、数字电子技术、自动控制原理、信号与系统分析等课程最重要的先修课程。

为了帮助读者更好地学习这门课程,掌握更多的知识,我们根据多年的教学经验编写了这本与此教材配套的《电路分析基础同步辅导及习题全解》(第4版)(上、下册合订本)。本书旨在使广大读者理解基本概念,掌握基本知识,学会基本的解题方法与解题技巧,进而提高应试能力。本书作为一种辅助性的教材,具有较强的针对性、启发性、指导性和补充性。

考虑到电路分析这门课程的特点,我们在内容上作了以下安排:

1. 知识点精析 串讲概念,总结性质和定理,使知识全面系统,便于掌握。

2. 思考题与练习题解答 给出了李瀚荪主编的《电路分析基础》(第4版)(上、下册)各章思考题及练习题的答案。

3. 课后习题全解 给出了李瀚荪主编的《电路分析基础》(第4版)(上、下册)各章习题的详细解答。我们不仅给出了详细的解题过程,而且对有难度或综合性较强的习题做了分析,从而更好地帮助学生理解掌握每一知识点。

本书在编写时参考了大量的优秀教材和权威考题。在此,谨向有关作者和所选考试、考研试题的命题人以及对本书的出版给予帮助和指导的所有老师、同仁表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,本书难免出现不妥之处,恳请广大读者批评指正。

联系我们

华腾教育网:

<http://www.huatengedu.com.cn>

电子邮件:

huateng@huatengedu.com

华腾教育教学与研究中心

第一章 集总参数电路中电压、电流的约束关系	1
知识点精析	1
思考题与练习题解答	3
课后习题全解	19
第二章 网孔分析和节点分析	42
知识点精析	42
思考题与练习题解答	43
课后习题全解	48
第三章 叠加方法与网络函数	63
知识点精析	63
思考题与练习题解答	64
课后习题全解	70
第四章 分解方法及单口网络	87
知识点精析	87
思考题与练习题解答	91
课后习题全解	104
第五章 电容元件与电感元件	131
知识点精析	131
思考题与练习题解答	133
课后习题全解	139

第六章 一阶电路	150
知识点精析	150
思考题与练习题解答	154
课后习题全解	165
第七章 二阶电路	202
知识点精析	202
思考题与练习题解答	204
课后习题全解	207
第八章 阻抗和导纳	214
知识点精析	214
思考题与练习题解答	218
课后习题全解	237
第九章 正弦稳态功率和能量 三相电路	268
知识点精析	268
思考题与练习题解答	271
课后习题全解	279
第十章 频率响应 多频正弦稳态电路	299
知识点精析	299
思考题与练习题解答	301
课后习题全解	309
第十一章 耦合电感和理想变压器	326
知识点精析	326
思考题与练习题解答	329
课后习题全解	338
第十二章 拉普拉斯变换在电路分析中的应用	359
知识点精析	359
课后习题选解	361

第一章

集总参数电路中电压、电流的约束关系

III 知识点精析

一、集总参数电路模型

由集总参数元件组成的电路,称为集总电路。集总电路成立的先决条件是电路的尺寸远小于使用时其最高工作频率所对应的波长,同时不考虑电路中电场与磁场的相互作用。

二、电压、电流及功率

每单位时间内通过导体横截面的电荷量定义为电流,数学表达式为 $i(t) = \frac{dq}{dt}$ 。单位正电荷由 a 点转移到 b 点时所获得或失去的能量定义为 a 、 b 之间电压,其数学表达式为 $u(t) = \frac{dw}{dq}$ 。

元件吸收能量的速率定义为功率, $p(t) = \frac{dw}{dt} = \frac{dw}{dq} \cdot \frac{dq}{dt} = u(t)i(t)$ 。

电流的参考方向:在电路图中用箭头表示,参考方向可以任意选定。

当计算结果为正时表示真实方向同参考方向相同,否则相反。

电压的参考方向:在电路或元件的两端用“+”“-”符号来表示(如图 1-1 所示)。

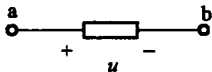


图 1-1

功率参考方向:功率参考方向由电流、电压的参考方向共同决定。

功率参考方向及计算公式如表 1-1 所示。

表 1-1

功率 \ 电压电流	关联参考方向	非关联参考方向
吸收	$p = ui$	$p = -ui$
提供	$p = -ui$	$p = ui$

当计算结果为正时,说明实际功率方向与功率参考方向相同,反之相反。

三、基尔霍夫定律

1. 基尔霍夫电流定律(KCL)

对于集总电路中的某个节点,在任意时刻,流入电荷数等于流出电荷数,即 $\frac{dq}{dt} = 0$,从而

$$\sum_{k=1}^K i_k(t) = 0.$$

2. 对 KCL 应用的几点说明

(1) 节点可不局限于某一个“点”,可以是任意闭合曲面(线)所包围的电路,即流入(流出)闭合曲面(线)的电流和为 0。

(2) 对于连入节点的每一支路,必须指定其电流参考方向,参考方向定义可以任意。

3. 基尔霍夫电压定律(KVL)

对于任意集总电路中任一回路,在任意时刻,沿回路的所有支路电压降的代数和为 0,即

$$\sum_{k=1}^K u_k(t) = 0.$$

4. 对 KVL 应用的几点说明

(1) KVL 适用于任意一个封闭回路。

(2) 在应用 KVL 前,必须指定各支路的电压参考极性,以及回路绕行方向。绕行方向要是同一个方向。

四、电压源、电流源

电压源具有端电压是常数 U_S 或只与时间有关的函数 $u_S(t)$,与流过它的电流无关。

电流源具有流出的电流是定值 I_S 或是一定的时间函数 $i_S(t)$,与两端的电压无关。当电压为零时,它发出的电流仍为 I_S 或 $i_S(t)$ 。

五、受控源

(1) 受控源的输出量与控制量呈线性关系,但不影响控制量大小。

(2) 受控源在具体实现时须借助有源器(比如运算放大器等),所以受控源同样是有源器件,其提供的功率来自外电路。

六、分压和分流公式

分流公式为 $i_1 = \frac{G_1}{G_1 + G_2} i$, $i_2 = \frac{G_2}{G_1 + G_2} i$ (电路如图 1-2 所示)

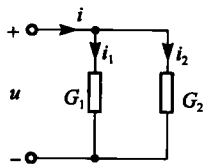


图 1-2

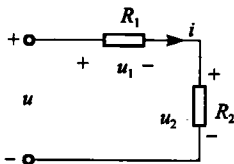


图 1-3

分压公式为 $u_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} u, u_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} u$ (电路如图 1-3 所示)

七、KCL、KVL 方程的独立性

(1) 若电路中有 n 个节点, 则独立的 KCL 方程数为 $(n-1)$ 个, 且为任意的 $(n-1)$ 个。

(2) 若电路中有 b 条支路, 则一般产生 $n-(b-1)$ 个网孔拓扑结构, 且 $b-(n-1)$ 个 KVL 相互独立。

(3) 电路有 b 条支路, 就有 $2b$ 个独立电压、电流变量, b 个 VCR, $n-1$ 个 KCL, $b-(n-1)$ 个 KVL, 相互独立。共有 $b+n-1+b \cdot (n-1) = 2b$ 个独立方程, 所以可解出所有 $2b$ 个独立变量。

思考题与练习题解答

第二节

思考题

1-1 试结合教材 1-1, 运用参考方向的概念为使用教材(1-2)式建立符号规则。

对于参考方向的定义包括两个方面: 电压极性和电流方向。电流方向也就是 $+q$ 的流动方向, 但若利用教材(1-2)式, 两个方向就必须对应起来, 即为当定义电流从一端向另一端流动为正时, 由于是放出能量, w 为正。所以电流必应从高电位处流向低电位处, 从而可以根据 w 使得电流方向与电压极性关联起来。在放能时 w 为正的前提下, 可以定义两种参考方向, 如图 1-4 所示。

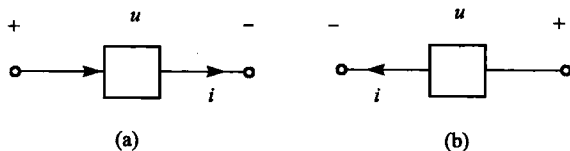


图 1-4

练习题

1-1 试计算图 1-5 所示各元件吸收或提供的功率, 其电压、电流为:

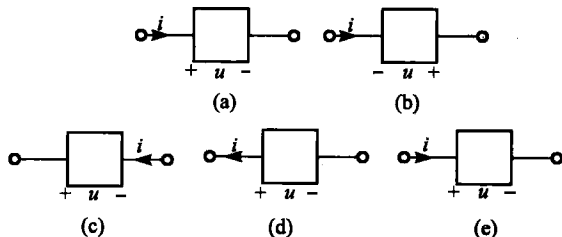


图 1-5

图(a): $u = -2 \text{ V}, i = 1 \text{ A}$ 图(b): $u = -3 \text{ V}, i = 2 \text{ A}$ 图(c): $u = 2 \text{ V}, i = -3 \text{ A}$ 图(d): $u = 10 \text{ V}, i = 5e^{-2t} \text{ mA}$ 图(e): $u = 10 \text{ V}, i = 2\sin t \text{ mA}$ **解** 图(a): 参考方向为关联方向, 应按吸收功率计算。 $P = u \cdot i = -2 \times 1 = -2 \text{ W}$, 吸收 -2 W 功率相当于实际提供 2 W 功率。

图(b): 参考方向为非关联方向, 应按提供功率计算。

 $P = u \cdot i = -3 \times 2 = -6 \text{ W}$, 提供 -6 W 功率相当于实际消耗 6 W 功率。

图(c): 参考方向为非关联方向, 应按提供功率计算。

 $P = u \cdot i = 2 \times (-3) = -6 \text{ W}$, 提供 -6 W 功率相当于实际消耗 6 W 功率。

图(d): 参考方向为非关联方向, 应按提供功率计算。

 $P = u \cdot i = 10 \times 5e^{-2t} = 50e^{-2t} \text{ mW}$, 说明提供 $50e^{-2t} \text{ mW}$ 功率。

图(e): 参考方向为关联方向, 应按吸收功率计算。

 $P = u \cdot i = 10 \times 2\sin t = 20\sin t \text{ mW}$, 说明吸收 $20\sin t \text{ mW}$ 功率。

第三节

思考题

1-2 图 1-6 中所示虚线为电路中包围若干元件的封闭面, 与外界有三条支路相连, 其支路电流为 i_1 、 i_2 和 i_3 , 如图中所示, 它们是线性相关的吗? 其约束关系如何?

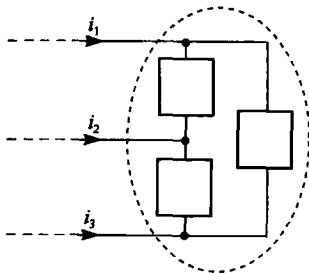


图 1-6 电路中的一个封闭面

解 由 KCL 方程可以断定当一个封闭曲面内的“空间”不能积累电荷时, 流入此曲面的各电流之和必然等于流出此曲面的电流。图中的三电流是线性相关的 $i_1 + i_2 + i_3 = 0$ 虚线所围部分可看作是“广义节点”。

1-3 判断下列说法是否正确:

(1) 在节点处各支路电流的方向不能均设为流向节点, 否则将只有流入节点的电流而无流出节点的电流(结合思考题 1-2)。

(2) 利用节点 KCL 方程求解某一支路电流时, 若改变接在同一节点所有其他已知支路电流的参考方向, 将使求得的结果有符号的差别。

(3) 从物理意义上来说, KCL 应对电流的实际方向来说才是正确的, 但对电流的参考方向

来说也必然是正确的。

解 (1) 错误。各支路电流的方向是任意假设的, 然后建立 $\sum i = 0$ 的方程, 求出各支路的电流大小。当电流值为“+”号表明参考方向与实际方向一致; 当电流值为“-”号时, 参考方向与实际方向相反。

(2) 错误。参考方向的定义仅仅影响本支路求解结果的符号, 因为无论参考方向如何定义, 实际方向是不变的。

(3) 错误。KCL 定理对电流的实际方向和参考方向来说都是正确的。

1-4 按续教材例 1-4, 试分别在下列各情况下, 重新求解 u_5 :

- (1) 另设 u_5 的参考极性;
- (2) 沿逆时针方向列写 KVL 方程;
- (3) 改变所有已知电压的参考极性。

解 (1) 由于改变参考极性只改变了真实极性和参考极性的正负关系, 所以 $u_5 = 5\text{V}$, 表明参考方向与真实极性方向是一致的。

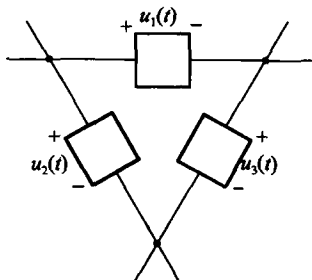
(2) 从 a 点出发逆时针用 KVL 列出方程

$$u_6 + u_5 - u_4 - u_3 - u_2 + u_1 = 0$$

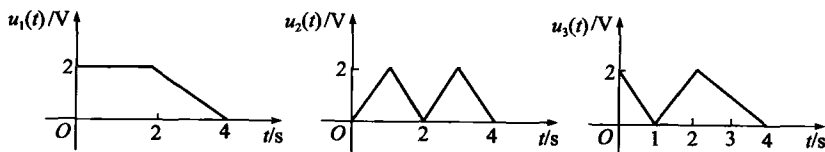
(3) 改变所有已知电压的参考极性, 从 a 点出发顺时针用 KVL 列出方程

$$u_6 + u_5 - u_4 - u_3 - u_2 + u_1 = 0$$

1-5 图 1-7(a) 所示电路中, $u_1(t)$ 、 $u_2(t)$ 、 $u_3(t)$ 的波形是否可能如图 1-7(b) 所示? 为什么?



(a)



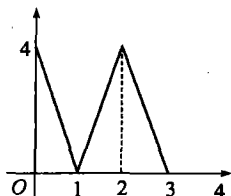
(b)

图 1-7

解 由 KVL 定律列出方程

$$u_1(t) - u_2(t) + u_3(t) = 0$$

任意时刻 t , 将三者波形代入上式左侧, 可得到波形如下图所示。



由波形可知, 不满足 KVL 关系。所以不可能是如图 1-7(b) 波形所示。

练习题

1-2 电路如图 1-8 所示, 已知的电流已标示于图, 试求 i_1 、 i_2 、 i_3 、 i_4 和 i_5 。

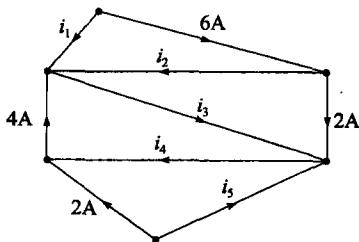


图 1-8

解 由图 1-8 上所标电流方向可得:

$$i_1 = -6\text{A}$$

$$i_2 + 2 = 6\text{A} \Rightarrow i_2 = 4\text{A}$$

$$i_1 + i_2 + 4 = i_3 \Rightarrow i_3 = 2\text{A}$$

$$i_4 + 2 = 4 \Rightarrow i_4 = 2\text{A}$$

$$i_5 + 2 + i_3 = i_4 \Rightarrow i_5 = -2\text{A}$$

第四节

思考题

1-6 $R = 0$ 时伏安特性曲线是怎样的?(该曲线称为“短路特征”。) $R = \infty$ 时又如何?(该曲线称为“开路特征”。)

解 $R = 0$ 时的伏安特性曲线与电流轴重合, 此时两端电压永远为 0, 而电流可以为任意值。

$R = \infty$ 时, VCR 与电压轴重合, 此时电压可以为任意值, 但电流永远为 0。

练习题

1-3 电路如图 1-9 所示, 试求 u_1 、 u_2 、 u_3 。

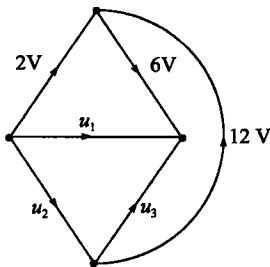


图 1-9

解 此电路图有 3 个回路。

由 KVL 定律列方程：

$$\begin{cases} 2 + 6 - u_1 = 0 \\ u_2 + u_3 - u_1 = 0 \\ 12 + 6 - u_3 = 0 \end{cases}$$

联立方程组得：

$$\begin{cases} u_1 = 8\text{V} \\ u_2 = -10\text{V} \\ u_3 = 18\text{V} \end{cases}$$

1-4 求图 1-10(a)、(b)、(c)、(d) 的 u_{ab} 以及图(e) 的 u_{ab} 、 u_{bc} 、 u_{ac} 。

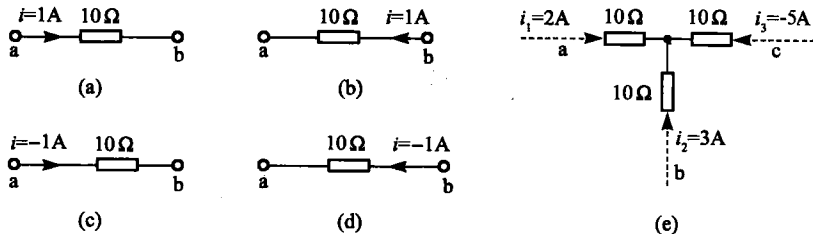


图 1-10

解 (a) 因为 u_{ab} 与 i 是关联方向, 所以 $u_{ab} = i \cdot 10 = 10\text{V}$ 。

(b) 因为 u_{ab} 与 i 非关联方向, 所以 $u_{ab} = -i \cdot 10 = -10\text{V}$ 。

(c) 因为 u_{ab} 与 i 是关联方向, 所以 $u_{ab} = i \cdot 10 = -1 \cdot 10 = -10\text{V}$ 。

(d) 因为 u_{ab} 与 i 是非关联方向, 所以 $u_{ab} = -i \cdot 10 = -10 \cdot (-1) = 10\text{V}$ 。

(e) $u_{ab} = 10i_1 - 10i_2 = 2 \times 10 - 3 \times 10 = -10\text{V}$

$u_{bc} = 10i_2 - 10i_3 = 3 \times 10 + 5 \times 10 = 80\text{V}$

$u_{ac} = 10i_1 - 10i_3 = 2 \times 10 + 5 \times 10 = 70\text{V}$ 。

1-5 一个 $40\text{k}\Omega$ 、 10W 的电阻, 使用时至多能允许多大电流流过?

解 因为 10W 电阻的最大承受功率为 10W

$$\text{所以 } P_{\max} = I_{\max}^2 \cdot R, I_{\max} = \sqrt{\frac{P_{\max}}{R}} = \sqrt{\frac{10}{40 \times 10^3}} = \frac{\sqrt{10}}{200} \text{mA} = 15.8\text{mA}。$$

1-6 图 1-11 所示电路中, 已知 $u_{be} = -2\text{V}$, $u_{cd} = 4\text{V}$, $u_{de} = -9\text{V}$, $u_{ef} = 6\text{V}$, $u_{af} = 10\text{V}$ 。求 u_{ab} 、 u_{bc} 、 u_{ca} 、 i_1 、 i_2 、 i_3 。

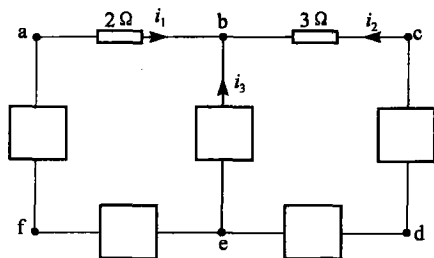


图 1-11

解 在左侧网孔, 根据 KVL 关系

$$u_{ab} = u_{af} + u_{fe} + u_{eb} = 10 - 6 - (-2) = 6\text{V}$$

在右侧网孔, 根据 KVL 关系

$$u_{bc} = u_{be} + u_{ed} + u_{dc} = -2 - (-9) - 4 = 3\text{V}$$

所以

$$u_{ac} = u_{cb} + u_{ba} = -3 - 6 = -9\text{V}$$

$$i_1 = \frac{u_{ab}}{2\Omega} = 3\text{A} \quad i_2 = \frac{u_{cb}}{3\Omega} = \frac{-3}{3} = -1\text{A}$$

在 b 节点处, 根据 KCL 关系可得

$$i_1 + i_2 + i_3 = 0 \Rightarrow i_3 = -i_1 - i_2 = -2\text{A}$$

第五节

练习题

1-7 求图 1-12 所示各段电路的 U_{ab} 。(答案与所标电流有关吗?)

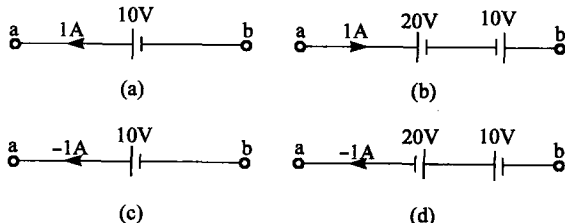


图 1-12

解 (a) $U_{ab} = 10\text{V}$

(b) $U_{ab} = 20 - 10 = 10\text{V}$

(c) $U_{ab} = 10\text{V}$

(d) $U_{ab} = -20 + 10 = -10\text{V}$

所求电压与所标电流无关。

1-8 求图 1-13 所示各段电路的 u_{ab} 或 i , 并计算各段电路功率。已知, 在图(a)中, $i = 2\text{A}$ 、

$R = 2\Omega, u_S = 4V$; 图(b) 中, $i = 1A, R = 4\Omega, u_{S1} = 2V, u_{S2} = -6V$; 图(c) 中, $u_{ab} = 10V, R = 5\Omega, u_S = -2V$ 。

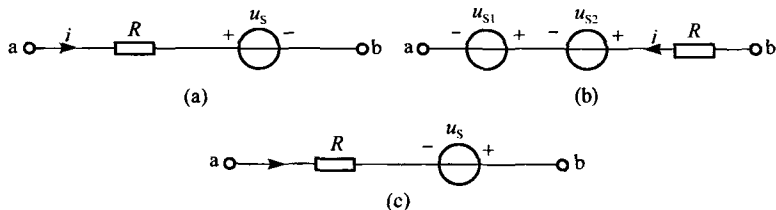


图 1-13

解 (a) $u_{ab} = u_S + i \cdot R = (4 + 2 \times 2)V = 8V$

$$P = u_{ab} \cdot i = (2 \times 8)W = 16W$$

(b) $u_{ab} = -u_{S1} - u_{S2} - i \cdot R = [-2 - (-6) - 1 \times 4]V = 0V$

所以

$$P = 0W$$

(c) $i = \frac{u_{ab} + u_S}{R} = \left(\frac{10 - 2}{5}\right)A = 1.6A$ (从 a 到 b)

$$P = i \cdot u_{ab} = (10 \times 1.6)W = 16W$$

1-9 若图 1-13(a)、(b) 中电流为零, u_{ab} 各为多少? 若电流方向改变, 大小不变, u_{ab} 又各为多少?

解 若电流为零时

(a) $u_{ab} = u_S = 4V$

(b) $u_{ab} = -u_{S1} - u_{S2} = [-2 - (-6)]V = 4V$

若电流方向改变, 大小不变时

(a) $u_{ab} = u_S - iR = (4 - 2 \times 2)V = 0V$

(b) $u_{ab} = -u_{S1} - u_{S2} + iR = -2 + 6 + 4 = 8V$

1-10 直流电阻电路如图 1-14 所示, 求: (1) 电流; (2) U_{ab} 及 U_{cd} 。

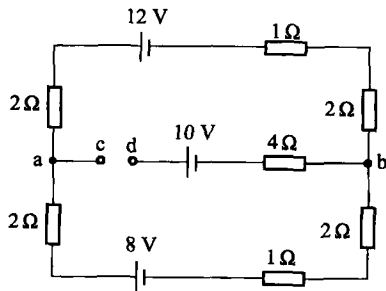


图 1-14

解 根据 KCL, 上下半侧支路电流应相等, 方向相反。

所以

$$\frac{U_{ab} - 12}{2 + 1 + 2} = -\frac{U_{ab} - 8}{2 + 1 + 2}$$