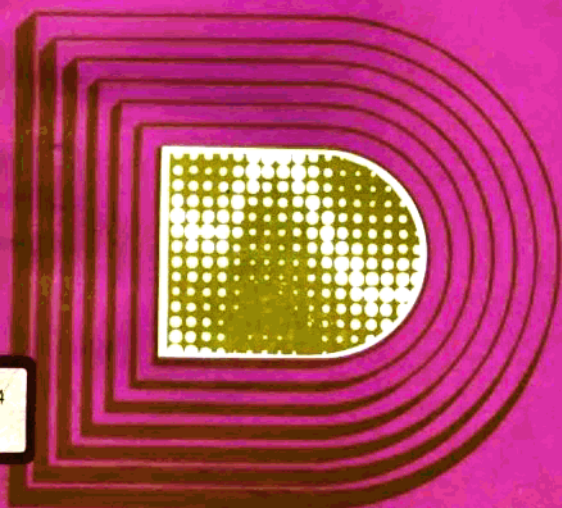


高等学校适用教材

电路理论 例题习题集

肖杰生 孙广恩 主编



机械工业出版社

本书是《电路理论》的配套教材,是根据国家教委批准于1987年试行的“电路课程教学基本要求”编写的。目的在于密切配合教学,提高电类专业学生对电路基本理论、基本知识的运用能力和计算技能。

对照主教材的系统结构,本书分一、二两篇。第一篇电路理论(基础部分)侧重于传统的基本内容,强调计算技能训练;第二篇电路理论(现代部分),通过对例题及习题计算,侧重于掌握现代电路理论的基本概念。

全书共分13章和附录部分,含例题143道、习题379道,其中的习题答案附于书末,以供读者参考。

电路理论例题习题集

肖杰生 孙广恩 主编

*

责任编辑:孙流芳 版式设计:张世琴

封面设计:姚毅 责任校对:熊天荣

责任印制:郭 炜

*

机械工业出版社出版(北京东直门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业登记证出字第117号)

机械工业出版社印刷厂印刷

机械工业出版社发行·机械工业出版社经销

*

开本 $850 \times 1168 \frac{1}{32}$ · 印张 $10 \frac{3}{8}$ · 字数 272 千字

1989年8月北京第一版·1989年8月北京第一次印刷

印数 0,001—9,050 · 定价:5.45元

*

ISBN 7-111-01635-8/TM · 209

出版说明

本套教材是根据国家教委于1987年批准试行的《电路课程教学基本要求》，认真总结了教学改革的经验，并参考了国内外相近教材编写的。

这套教材包括《电路理论（基础部分）》、《电路理论（现代部分）》、《电路理论例题习题集》、《电路理论学习指导》、《电路理论实验指导》、《电路的计算机辅助分析程序》和《电类专业英语阅读》共七册。全套教材是互相联系的有机的统一体。

本套教材体现了电路课程既是电工学科的入门课，又是各电类专业的技术基础课的性质；适应了实验、计算机使用和外语学习不断线的需要；贯彻了理论联系实际的原则；着眼于培养学生的自学能力，以及分析计算能力、实验操作能力、使用计算机能力和运用外语的能力。

本套教材在培养学生基本理论、基本知识，基本技能方面，注意到体现科学性、启发性、先进性和教学的适用性。力图通过理论学习、实验、习题、外文的阅读、计算机辅助分析等教学环节，使他们初步掌握研究和学习电工理论的方法和手段，增强学生的能力和开拓创新的精神。

参加本套教材编审工作的单位有哈尔滨电工学院、沈阳工业大学、吉林工业大学、哈尔滨科学技术大学、东北林业大学、无锡轻工业学院、大庆石油学院、太原重型机械学院和上海机械学院。哈尔滨电工学院为主编单位。

最后谨向帮助与支持编写、出版本套教材的有关单位和同志，致以诚挚的谢意。

九所高等院校《电路理论》教材编审委员会

1988.7

九所高等院校《电路理论》

教材编审委员会

主任委员	史 乃	教 授	(哈尔滨电工学院)
副主任委员	朱国玺	教 授	(东北林业大学)
	王尔智	副教授	(沈阳工业大学)
	周欣荣	副教授	(哈尔滨电工学院)
委 员	岳云龙	副教授	(哈尔滨科学技术大学)
	温书田	副教授	(吉林工业大学)
	潘孟强	副教授	(沈阳工业大学)

前 言

本书是《电路理论(基础部分)》和《电路理论(现代部分)》的配套教材,旨在提高电类专业学生灵活运用电路基本理论、基本知识的能力,掌握解答各种类型习题的思路、方法、规律和技巧。

本书以《电路理论》教材为基础,按篇章顺序,分例题和习题两部分编写:(一)题型与解法。依据课本内容及各校历届期末试题等的主要类型,精选了富有代表性、启发性的例题,进行了详细分析和简要规范的解答,并在此基础上,对各种类型习题的解题思路、方法、规律和技巧分别进行了归纳总结;(二)习题。习题既有基本的,又有略带提高、有一定综合性内容的(以*号标注),还有灵活性、综合性较强的(以**号标注)。例题习题的选取既注意知识的覆盖面,又注意其典型性和代表性,同时也注意综合性和灵活性,适当搭配,分量适宜。全书含例题143道、习题379道,习题答案附于书末。

本书由上海机械学院肖杰生、哈尔滨电工学院孙广恩担任主编,参加编写工作的还有朱建良、焦秀煜、陈淑杰、冯庆宽、杨育青、怀新江。吉林工业大学温书田担任主审。

在本书编写过程中,九所兄弟院校电工基础教研室的同志给予了积极支持,《电路理论》教材的编者提供了有关章节的例题和习题,本套教材编审委员会多次进行评审,在此,表示诚挚的谢意。

限于时间和水平,不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

编者

1988年7月

目 录

第一篇 电路理论 (基础部分)	1
第一章 电路的基本概念和基本定律	1
第二章 电阻电路分析	8
第三章 正弦稳态分析	49
第四章 非正弦周期电流电路	95
第五章 电路瞬态分析 (一)	113
第六章 电路瞬态分析 (二)	152
第七章 离散系统 Z 域分析	176
第二篇 电路理论 (现代部分)	188
第八章 二端口网络和多端元件	188
第九章 网络方程	216
第十章 均匀传输线 (分布参数电路)	243
第十一章 时变电路分析	248
第十二章 开关电容网络	254
第十三章 网络综合基础	259
附录 I 磁路和铁心线圈电路	278
附录 II	289
附表 I-1 以 Z 、 Y 、 A 、 H 参数表示的二端口网络输入 阻抗、输出阻抗、电压比、电流比	289
附表 I-2 二端口网络 Z 、 Y 、 A 、 H 参数互换关系表	289
附表 I-3 常用典型网络 Z 、 Y 、 A 参数表	291
附表 I-4 巴特沃思滤波器归一化元件值	291
附表 I-5 不同 n 值的巴特沃思多项式 $B_n(s)$ 表	291
附表 I-6 电工钢片比损耗	294
附图 I-1 电工钢、铸钢、生铁的基本磁化曲线	295
附图 I-2 磁通势修正系数曲线	296
附图 I-3 巴特沃思低通滤波器衰减曲线	296
习题答案	297
参考文献	323

第一篇 电路理论（基础部分）

第一章 电路的基本概念和基本定律

例 题

1-1 在图 1-1 所示的电路中，已知 $I_1 = 4 \text{ A}$ ， $I_2 = -2 \text{ A}$ ， $U_1 = 1 \text{ V}$ ， $U_2 = -1 \text{ V}$ ， $U_3 = 3 \text{ V}$ ，求各元件的功率 $\ominus$ ，并判断是吸收还是发出功率。

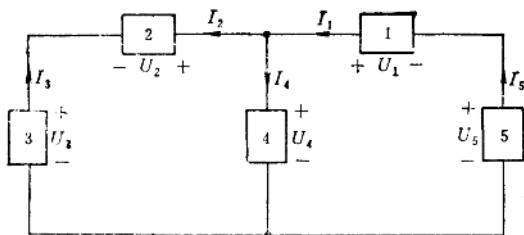


图 1-1

• 【解】 由 KCL

$$I_2 = -I_3 = 2 \text{ A} \quad I_3 = I_1 = 4 \text{ A}$$

$\ominus$ 关于功率究竟是发出，还是吸收的问题，还有另一种处理方法，即：若某支路的电压 U 与电流 I 取关联参考方向，则 $P = UI(\text{W})$ ；反之，若电压 U 与电流 I 取非关联参考方向，则 $P = -UI(\text{W})$ 。经这样处理后，凡计算结果 P 为正值，就是吸收功率，为负值，就是发出功率。例如，在本例 1-1 中，由于 U_1 与 I_1 为非关联参考方向，则

$$P_1 = -U_1 I_1 = (-1) \times 4 = -4 \text{ W} \quad (\text{发出})$$

当 U_2 与 I_2 取关联参考方向时，有

$$P_2 = U_2 I_2 = (-1) \times 2 = -2 \text{ W} \quad (\text{发出})$$

至于在实际计算中，究竟采用哪一套处理方法，则以各人习惯而定。

$$I_4 \approx I_1 - I_2 = 4 - 2 = 2 \text{ A}$$

由 KVL

$$U_4 = U_2 + U_3 = -1 + 3 = 2 \text{ V}$$

$$U_5 = -U_1 + U_4 = -1 + 2 = 1 \text{ V}$$

各元件的功率

$$P_1 = U_1 I_1 = 1 \times 4 = 4 \text{ W} \quad (\text{发出})$$

$$P_2 = U_2 I_2 = -1 \times 2 = -2 \text{ W} \quad (\text{吸收})$$

$$P_3 = U_3 I_3 = 3 \times (-2) = -6 \text{ W} \quad (\text{发出})$$

$$P_4 = U_4 I_4 = 2 \times 2 = 4 \text{ W} \quad (\text{吸收})$$

$$P_5 = U_5 I_5 = 1 \times 4 = 4 \text{ W} \quad (\text{发出})$$

$$\text{元件发出功率之和 } P_{\text{发}} = 4 - 6 + 4 = 2 \text{ W}$$

$$\text{元件吸收功率之和 } P_{\text{吸}} = -2 + 4 = 2 \text{ W}$$

$$P_{\text{发}} = P_{\text{吸}}$$

计算结果说明, 电路中元件发出功率的代数和恒等于元件吸收功率的代数和, 总功率是守恒的。

1-2 在图 1-2 所示的部分电路中, 已知 $I_2 = 1 \text{ A}$, $I_7 = 2 \text{ A}$, $U_{13} = -3 \text{ V}$, $U_{24} = 5 \text{ V}$, $U_{34} = 2 \text{ V}$, 试求支路 1 所吸收的功率。

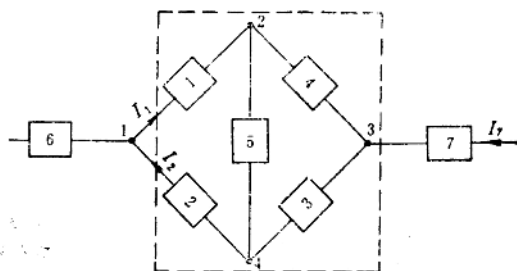


图 1-2

〔解〕 做闭合面, 如图 1-2 中虚线所示, 应用 KCL, 得

$$I_1 = I_2 - I_7 = 1 - 2 = -1 \text{ A}$$

视 1 3 4 1 为一假想回路, 应用 KVL,

得 $U_{14} = U_{13} + U_{34} = -3 + 2 = -1 \text{ V}$

对回路 1 2 4 1, 应用 KVL, 得

$$U_{12} = U_{14} - U_{24} = -1 - 5 = -6 \text{ V}$$

支路 1 所吸收的功率

$$P_1 = U_{12}I_1 = -6 \times (-1) = 6 \text{ W}$$

1-3 在图1-3所示的电路中, $R = 12 \Omega$, 通过电阻的电流 $i = 10e^{-8t} \text{ (A)}$ 。试求: (1) 电阻端电压 u , (2) 电阻吸收的功率 P , (3) 电阻吸收的总能量 W 。

〔解〕 (1) $u = Ri = 12 \cdot 10e^{-8t}$
 $= 120e^{-8t} \text{ (V)}$

(2) $P = ui = 120e^{-8t}$
 $\cdot 10e^{-8t}$
 $= 1200e^{-12t} \text{ (W)}$

(3) $W = \int_0^{\infty} P dt = \int_0^{\infty} 1200e^{-12t} dt$
 $= 1200 \left[-\frac{1}{12}e^{-12t} \right]_0^{\infty} = 100 \text{ J}$

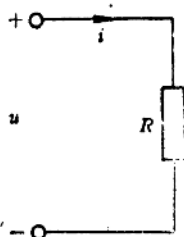


图 1-3

习 题

1-1 设每秒有10 C正电荷, 沿导线由A点流向B点。问: (1) 若电流参考方向由A指向B, 其电流为多少安? (2) 若电流参考方向由B指向A, 其电流为多少安? (3) 若导线中流动的是负电荷, 重新回答(1)、(2)所问。

1-2 设有1 C电荷在电场中从A点移动到B点, 改变了10 J能量。若(1) 电荷为正, 且在移动过程中是失去能量; (2) 电荷为正, 且在移动过程中是获得能量; (3) 电荷为负, 且在移动过程中是失去能量; (4) 电荷为负, 且在移动过程中是获得能量, 试求在上列各种情况下A、B两点间的电压。

1-3 已知通过10 Ω 电阻的电流波形如图1-4所示, 试求电阻在 $t > 0$ 时所吸收的功率。

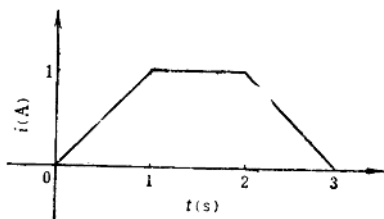


图 1-4

1-4 按图1-5中所示的参考方向以及给定的值，作出各元件电流和电压的实际方向。计算各元件的功率，并指出是吸收还是发出功率。

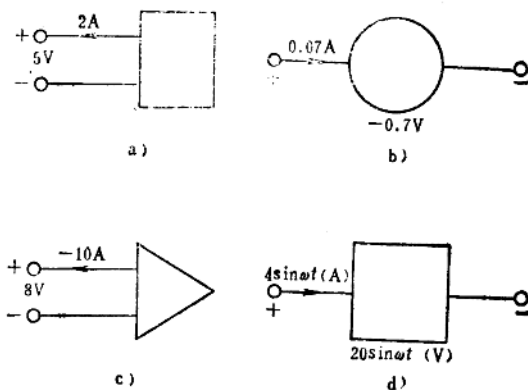


图 1-5

1-5 电路如图1-6 a 所示，设 u 、 i 的波形如图 b 所示。

(1) 画出 $0 \leq t < 2\text{ s}$ 向该电路元件提供的功率曲线；(2) 求在这一时间内供给元件的总能量是多少？

*1-6 已知某元件吸收的能量为 $\left(\frac{4}{3}t^3 - 4t\right) (\text{J})$ ，端电压 u_{AB} 为 $(2t - 2) (\text{V})$ ，($0 < t < 1$)。求在 $0 < t < 1\text{ s}$ 内，有多少正电荷进入元件 A 端。

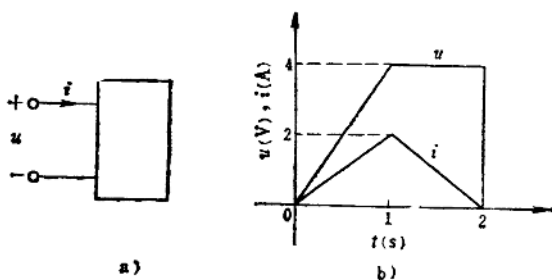


图 1-6

1-7 图1-7所示的电路中,有几个节点?几条支路?几个回路?

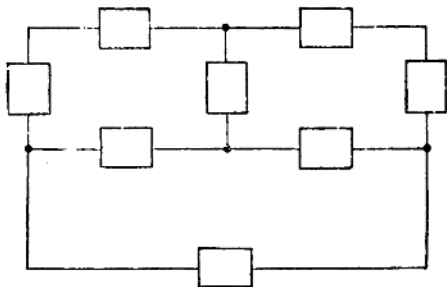


图 1-7

1-8 在图1-8所示的电路中,已知 $i_5 = 1\text{ A}$ 、 $i_6 = 2\text{ A}$ 、 $i_7 = 3\text{ A}$ 、 $i_8 = 4\text{ A}$, 试求出其它各未知电流。

**1-9 在图1-9所示的电路中,已知

$$u_1 = \sin 3t \quad (\text{V})$$

$$u_2 = \cos t + 5 \sin 3t \quad (\text{V})$$

$$u_4 = \sin t + \cos t \quad (\text{V})$$

$$u_5 = \cos 3t \quad (\text{V})$$

$$u_9 = -\sin t \quad (\text{V})$$

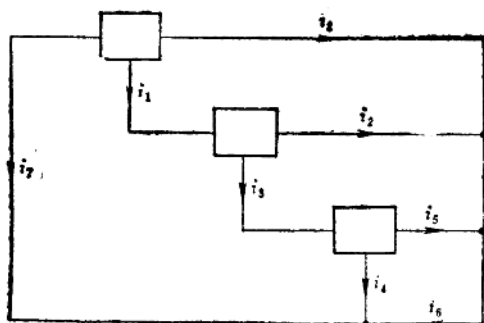


图 1-8

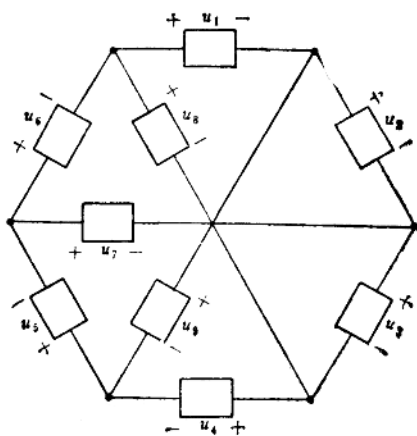


图 1-9

试求其它各支路电压在 $t = 0$ 、 $t = \frac{\pi}{4}$ 、 $t = \frac{\pi}{2}$ 及 $t = \pi$ 时的值。

1-10 求图1-10所示的各电路中的未知电流或电压。

*1-11 试求图1-11所示的部分电路中的电压 U_{ef} 、 U_{ed} 、 U_{de} 和电流 I_{cd} 。

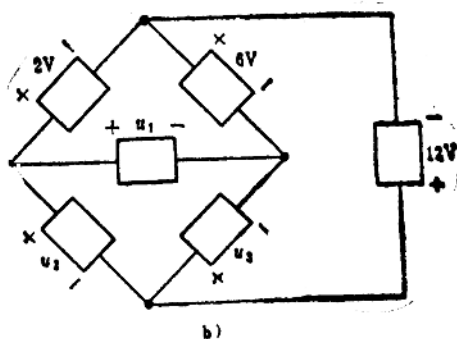
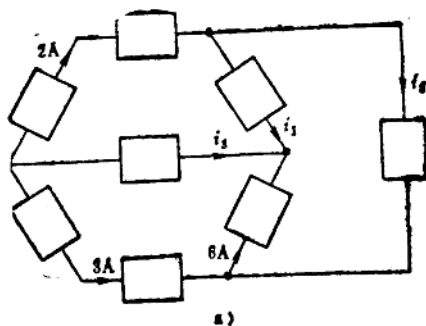


图 1-10

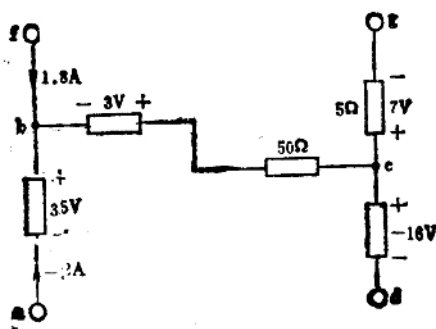


图 1-11

第二章 电阻电路分析

例 题

2-1 在图2-1所示的电路中, 线性电阻 $R = 5 \Omega$ 。当端电压 u 分别为 5、10、2.5 V 时, 求通过 R 的电流 i 及 R 所吸收的功率 P 。

〔解〕

(1) 端电压 $u = 5 \text{ V}$ 时

$$i = \frac{u}{R} = \frac{5}{5} = 1 \text{ A}$$

$$P = Ri^2 = 5 \times 1^2 = 5 \text{ W}$$

(2) 端电压 $u = 10 \text{ V}$ 时

$$i = \frac{u}{R} = \frac{10}{5} = 2 \text{ A}$$

$$P = ui = 10 \times 2 = 20 \text{ W}$$

(3) 端电压 $u = 2.5 \text{ V}$ 时

$$P = \frac{u^2}{R} = \frac{2.5^2}{5} = 1.25 \text{ W}$$

$$i = \frac{P}{u} = \frac{1.25}{2.5} = 0.5 \text{ A}$$

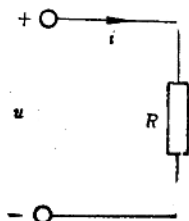


图 2-1

计算结果说明, 线性电阻中通过的电流与其端电压成正比, 即电流与电压为线性关系。而线性电阻所吸收的功率与其电压(或电流)并不为线性关系。

2-2 对于图2-2a所示的电路, (1) 试求 -5 V 电压源和 4 A 电流源发出的功率; (2) 欲使 -5 V 电压源发出的功率为零, 2 A 电流源的源电流应如何改变?

〔解〕 (1) 我们知道, 与理想电压源并联的电流源(或电阻)

以及与理想电流源串联的电压源（或电阻），对外电路来说没有影响，在运算过程中可以去掉。但对内电路，却不允许这样做。因此，在分析电路过程中，应特别注意内、外电路的区别。

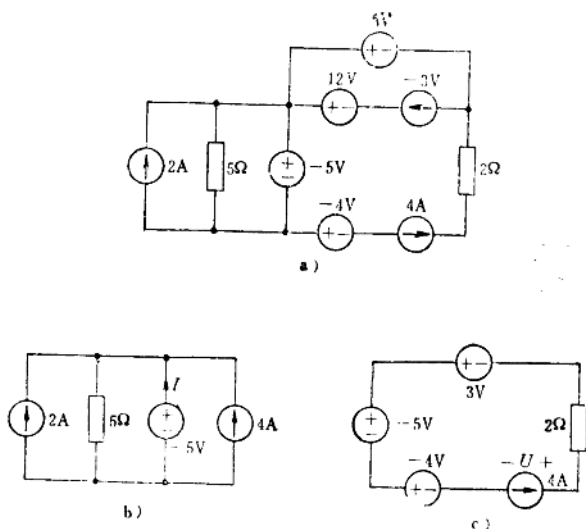


图 2-2

图2-2 b 为计算 -5 V 电压源中流过电流的等效电路。

$$I = -2 - 4 + \frac{-5}{5} = -7 \text{ A}$$

其发出功率 $P_{\text{发出}} = (-5) \times (-7) = 35 \text{ W}$

图2-2 c 为计算 4 A 电流源端电压的等效电路。

$$U = 8 - 3 - 5 - 4 = -4 \text{ V}$$

其发出功率 $P_{\text{发出}} = (-4) \times 4 = -16 \text{ W}$

(2) 欲使 -5 V 电压源发出功率为零，须使流过该电压源的电流等于零。由图 b 可知，2 A 电流源的源电流应改为 -5 A。

2-3 试用电源等效变换法，求图2-3 a 所示的网络中的电流 I 。

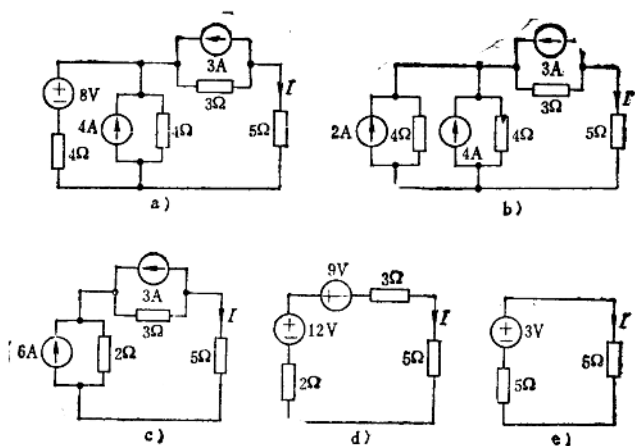


图 2-3

〔解〕 利用电压源与电流源的等效变换法，将原始网络经过几次变换后化简为一个串联电路。变换过程为图 2-2 a → 图 b → 图 c → 图 d → 图 e。每次变换都保持了对待求电流支路的等效性。每次变换结果凭观察可以看出。按照最后得到的串联等效电路计算出待求电流，即

$$I = \frac{3}{5 + 5} = 0.3 \text{ A}$$

2-4 求图 2-4 a 所示的电路中 A B 支路的电流 I 。

〔解〕 此题初看起来很复杂，但仔细研究后可化简如下：

(1) 与 42 V 电压源并联的 9Ω 电阻对 AB 支路无影响，可以去掉；

(2) 与 2 A 电流源串联的 7Ω 电阻对 AB 支路无影响，可以去掉；

(3) 对节点 C 来说，有 2 A 电流源进入该节点，也有 2 A 电流源流出该节点，实际上相当于电流源对其无作用，可以移去，但同时必须保证有 2 A 电流源流入节点 D，流出节点 E；

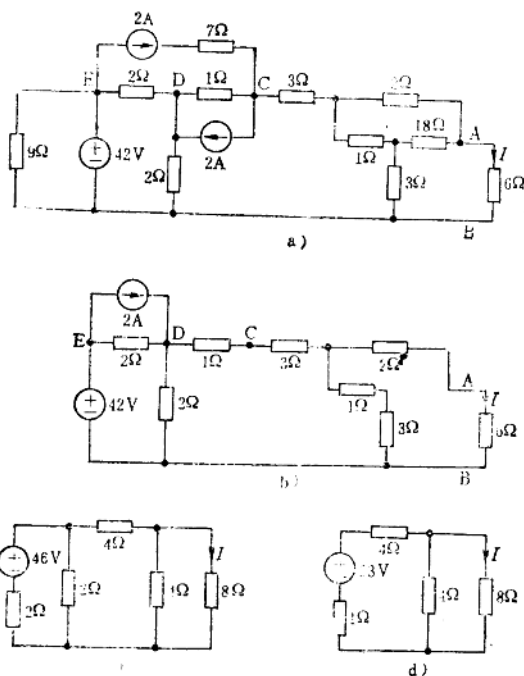


图 2-4

(4) 电路右侧五个电阻构成平衡电桥, 所以 18Ω 电阻可以断开 (也可以短接掉);

综上所述, 得到化简的电路图2-4 b。图2-4 b 电路利用电源等效变换法可进一步化简成图2-4 c、图 2-4 d, 由图 2-4 d 可以计算出待求电流 I , 即

$$I = \frac{23}{1 + 4 + 4 \parallel 8} \times \frac{4}{4 + 8} = 1 \text{ A}$$

2-5 将图2-5 a 所示的电路化为最简形式的电压源等效电路和电流源等效电路。

〔解〕 按图 a, 端电压