

高等院校教材同步辅导及考研复习用书

spark® 星火·燎原

丛书主编 马德高

电 路

辅导及习题精解

(邱关源 第5版)

本册主编 孙宝江 张绍杰

联系考研, 渗透精讲历年考研真题

典型例题
分析

+

教材习题
答案

+

同步自测
练习

延边大学出版社

丛书主编 马德高

电 路

辅导及习题精解

(邱关源 第5版)

本册主编 孙宝江 张绍杰

延 边 大 学 出 版

图书在版编目(CIP)数据

电路辅导及习题精解：邱关源第5版 / 马德高主编

— 延吉：延边大学出版社，2011.7

ISBN 978-7-5634-1819-0

I. ①电… II. ①马… III. ①电路—高等学校—教学参考资料 IV. ①TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 136234 号

电路辅导及习题精解

主编：马德高

责任编辑：何 方

出版发行：延边大学出版社

社址：吉林省延吉市公园路 977 号

网址：<http://www.ydcbs.com>

E-mail: ydcbs@ydcbs.com

电话：0433-2732435

印刷：莒南县文源印务有限公司

开本：880×1230 1/32

印张：17 字数：430 千字

版次：2011 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

ISBN 978-7-5634-1819-0

定价：20.80 元



邮编：133002

传真：0433-2732434

前 言

《电路》是电学类各专业最重要的一门基础课之一,也是报考专业硕士研究生的专业考试科目。邱关源等主编的《电路》是一套深受读者欢迎并多次获奖的优秀教材,被全国许多院校采用,也是许多学校硕士研究生入学考试的指定教材。邱关源等主编的《电路》(第五版)保持了其一贯的体系完整、结构严谨、层次清晰、深入浅出的特点;并根据近代学科发展的潮流,做了相应的调整,进一步强调提高学生的综合素质并激发学生的创新能力。为帮助、指导广大读者学好这门课程,我们编写了这本与邱关源主编的《电路》(第五版)完全配套的《电路辅导及习题精解》,以帮助加深对基本概念的理解,加强对基本解题方法与技巧的掌握,进而提高学习能力和应试水平。

本书共分十八章。章节的划分与教材一致。每章包括五大部分内容:

一、知识结构及内容小结:先用网络结构图的形式揭示出本章知识点之间的有机联系,以便于学生从总体上系统地掌握本章知识体系和核心内容;然后简要对每节涉及的基本概念和基本公式进行了系统的梳理,并指出理解与应用基本概念、公式时需注意的问题以及各类考试中经常考查的重要知识点。

二、经典例题解析:精选部分反映各章基本知识点和基本方法的典型例题——其中部分例题选自名校考研真题,给出了详细解答,以提高读者的综合解题能力。

三、历年考研真题评析:精选全国众多知名高校的研究生入学考试真题,做了精心深入的解答。

四、教材习题全解:对教材里该章节全部习题作详细解答,与市面上习题答案不全的某些参考书有很大的不同。在解题过程中,对部分有代表性的习题,设置了“思路探索”以引导读者尽快找到解决问题的思路和方法;

安排有“方法点击”来帮助读者归纳解决问题的关键、技巧与规律。有的习题还给出了一题多解,以培养读者的分析能力和发散思维能力。

五、同步自测题及参考答案:精选有代表性、测试价值高的题目(有些题目选自历年考研真题),以检测学习效果,提高应试水平。

全书内容编写系统、新颖、清晰、独到,充分体现了如下三大特色。

一、知识梳理清晰、简洁:直观、形象的图表总结,精炼、准确的考点提炼,权威、独到的方法归纳,将教材内容抽丝剥茧、层层展开,呈现给读者简明扼要、层次分明的知识结构,便于读者快速复习、高效掌握,形成稳固、扎实的知识网,为提高解题能力和思维水平夯实基础。

二、能力提升迅速、持续:所有重点、难点、考点,统统归纳为一个一个在考试中可能出现的基本题型,然后针对每一个基本题型,举出丰富的精选例题、考研例题,举一反三、深入讲解,真正将知识掌握和解题能力提升高效结合、浑然一体,一举完成。

三、联系考研密切、实用:本书既是一本教材同步辅导,也是一本考研复习用书,书中处处联系考研:例题中有考研试题,同步自测中也有考研试题,更不用说讲解中处处渗透考研经常考到的考点、重点等,为的就是让同学们同步完成考研备考,达到考研要求的水平。

本书注意博采众家之长,参考了多本同类书籍,吸取了不少养分。在此向这些书籍的编著者表示感谢。由于我们水平有限,书中疏漏与不妥之处,在所难免,敬请广大读者提出宝贵意见,以便再版时更正、改进。

编者

目 录

第 1 章 电路模型和电路定律	(1)
本章知识结构及内容小结	(1)
经典例题解析	(4)
历年考研真题评析	(6)
本章教材习题全解	(9)
同步自测题及参考答案	(21)
第 2 章 电阻电路的等交效变换	(24)
本章知识结构及内容小结	(24)
经典例题解析	(27)
历年考研真题评析	(30)
本章教材习题全解	(33)
同步自测题及参考答案	(46)
第 3 章 电阻电路的一般分析	(50)
本章知识结构及内容小结	(50)
经典例题解析	(52)
历年考研真题评析	(54)
本章教材习题全解	(56)
同步自测题及参考答案	(75)
第 4 章 电路定理	(78)
本章知识结构及内容小结	(78)
经典例题解析	(80)
历年考研真题评析	(83)
本章教材习题全解	(86)
同步自测题及参考答案	(110)
第 5 章 含有运算放大器的电阻电路	(115)
本章知识结构及内容小结	(115)
经典例题解析	(117)
历年考研真题评析	(119)
本章教材习题全解	(121)
同步自测题及参考答案	(126)
第 6 章 储能元件	(129)
本章知识结构及内容小结	(129)
经典例题解析	(130)

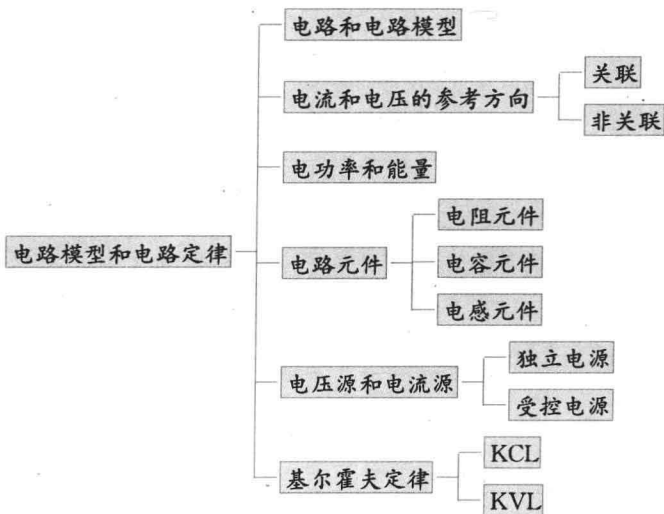
历年考研真题评析	(132)
本章教材习题全解	(134)
同步自测题及参考答案	(140)
第 7 章 一阶电路和二阶电路的时域分析	(142)
本章知识结构及内容小结	(142)
经典例题解析	(148)
历年考研真题评析	(153)
本章教材习题全解	(158)
同步自测题及参考答案	(196)
第 8 章 相量法	(200)
本章知识结构及内容小结	(200)
经典例题解析	(201)
历年考研真题评析	(202)
本章教材习题全解	(204)
同步自测题及参考答案	(215)
第 9 章 正弦稳态电路的分析	(217)
本章知识结构及内容小结	(217)
经典例题解析	(220)
历年考研真题评析	(224)
本章教材习题全解	(227)
同步自测题及参考答案	(250)
第 10 章 含有耦合电感的电路	(254)
本章知识结构及内容小结	(254)
经典例题解析	(257)
历年考研真题评析	(260)
本章教材习题全解	(265)
同步自测题及参考答案	(284)
第 11 章 电路的频率响应	(288)
本章知识结构及内容小结	(288)
经典例题解析	(290)
历年考研真题评析	(292)
本章教材习题全解	(293)
同步自测题及参考答案	(308)
第 12 章 三相电路	(311)
本章知识结构及内容小结	(311)
经典例题解析	(315)
历年考研真题评析	(320)
本章教材习题全解	(324)

同步自测题及参考答案	(339)
第 13 章 非正弦周期电流电路和信号的频谱	(345)
本章知识结构及内容小结	(345)
经典例题解析	(347)
历年考研真题评析	(352)
本章教材习题全解	(357)
同步自测题及参考答案	(371)
第 14 章 线性动态电路的复频域分析	(376)
本章知识结构及内容小结	(376)
经典例题解析	(381)
历年考研真题评析	(386)
本章教材习题全解	(391)
同步自测题及参考答案	(427)
第 15 章 电路方程的矩阵形式	(432)
本章知识结构及内容小结	(432)
经典例题解析	(434)
历年考研真题评析	(439)
本章教材习题全解	(443)
同步自测题及参考答案	(458)
第 16 章 二端口网络	(463)
本章知识结构及内容小结	(463)
经典例题解析	(468)
历年考研真题评析	(473)
本章教材习题全解	(477)
同步自测题及参考答案	(492)
第 17 章 非线性电路	(496)
本章知识结构及内容小结	(496)
经典例题解析	(498)
历年考研真题评析	(502)
本章教材习题全解	(506)
同步自测题及参考答案	(514)
第 18 章 均匀传输线	(519)
本章知识结构及内容小结	(519)
经典例题解析	(523)
历年考研真题评析	(524)
本章教材习题全解	(526)
同步自测题及参考答案	(531)

第 1 章 电路模型和电路定律

本章知识结构及内容小结

【本章知识结构】



第1章 电路模型和电路定律

【知识要点与考点】

电压与电流的参考方向设定,电阻、独立源、受控源等电路元件的约束方程;基尔霍夫电压定律、电流定律的具体运用;电动率的计算及性质的判断;电压源、电流源的外特性等为该章的知识要点。功率吸收与发出的判断、元件的伏安特性关系式与电压电流方向参考之间的关系、受控源在电路中的处理、电压源、电流源的外特性等,是本章的难点。

本章要求熟练掌握以下基本概念:电路的基本变量;电压、电流的参考方向;电路元件及其构成关系式;电压源、电流源及受控源;电功率、电能量;基尔霍夫电流定律、基尔霍夫电压定律。

1. 基础知识

名称	内容	说明
电压电流的关联参考方向		对于一个确定的电路元件或支路,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,简称关联方向,否则为非关联方向。如左图所示,对电路A而言, u 与 i 为非关联方向;对电路B而言, u 与 i 为关联方向。
电功率 (关联方向)		$p_{\text{吸}} = ui$ $p_{\text{发}} = -ui$
电功率 (非关联方向)		$p_{\text{吸}} = -ui$ $p_{\text{发}} = ui$

2. 线性电路元件的电压-电流关系

名称	电路	定义	电压-电流关系
电阻		电压 u 与电流 i 的关系曲线为通过 $u-i$ 平面上坐标原点的直线。	$u(t) = Ri(t)$ $i(t) = \frac{u(t)}{R} = Gu(t)$ (欧姆定律)

名称	电路	定义	电压 - 电流关系
理想电压源		用来产生电压的电源称为理想电压源。	$u(t) = u_s(t)$ $i(t) = \text{不定值(由外电路确定)}$
理想电流源		用来产生电流的电源称为理想电流源。	$i(t) = i_s(t)$ $u(t) = \text{不定值(由外电路确定)}$
受控电压源		一个支路的电压受另一个支路的电压 u_1 或电流 i_1 控制。	$u_2 = \mu u_1$ 或 $u_2 = r i_1$ $i_2 = \text{不定值(由外电路确定)}$
受控电流源		一个支路的电流受另一个支路的电压 u_1 或电流 i_1 控制。	$i_2 = g u_1$ 或 $i_2 = \alpha i_1$ $u_2 = \text{不定值(由外电路确定)}$

3. 基尔霍夫定律

名称	描述	定义
KCL	$\sum i = 0$	在任意时刻 t , 集中在某个节点上的所有支路电流的代数和为零。广义而言, 在任意时刻 t 流入(或者流出)某个封闭曲面的所有支路电流的代数和为零。
KVL	$\sum u = 0$	在任意时刻 t , 按照一定的回路绕行方向, 沿着任一回路中所有支路或者元件上电压的代数和为零。

4. 电路分析计算的步骤

- (1) 对电路中的电压、电流进行初步的定性分析。
- (2) 选定电压、电流的参考方向。

- (3) 根据元件的特性、结构约束关系式列出必要的支路方程及 KCL、KVL 方程式。
 (4) 进行具体的分析计算。

经典例题解析

例 1 试说明图 1-1 中

(1) u, i 参考方向是否关联?

(2) u, i 乘积表示什么功率?

(3) 如果在图 1-1a 中 $u > 0, i < 0$; 在图 1-1b 中 $u > 0, i > 0$, 元件实际功率是发出还是吸收?



图 1-1

本题的考点是电压、电流参考方向的关联与否以及有关吸收与发出功率的判断, 当电压与电流的参考方向关联时, 其乘积表示吸收功率; 当电压与电流的参考方向不关联时, 其乘积表示发出功率, 但是实际的功率是发出还是吸收, 还得看 ui 结果的正负。

解: (1) 图 1-1a, u, i 参考方向关联; 图 1-1b 中, u, i 参考方向不关联。

(2) 图 1-1a, u, i 表示吸收功率; 图 1-1b 中, u, i 表示发出功率。

(3) 图 1-1a 中, $u > 0, i < 0$, 则 $p_{\text{吸}} = ui < 0$, 实际功率是发出的;

图 1-1b 中, $u > 0, i > 0$, 则 $p_{\text{吸}} = ui > 0$, 实际功率是发出的。

例 2 如图 1-2 所示, A、B、C 为三个元件, 电压和电流参考方向已设定。已知, $I_1 = 3\text{A}, I_2 = -3\text{A}, I_3 = -3\text{A}, U_1 = 120\text{V}, U_2 = 10\text{V}, U_3 = -11\text{OV}$ 。

(1) 试指出各元件电流、电压的实际方向及极性;

(2) 计算各元件的功率, 并从计算结果指出哪个是电源, 哪个是负载。

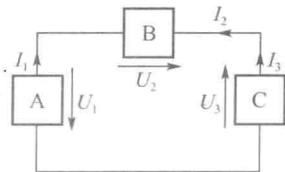


图 1-2

解: (1) 电流 I_1 的实际方向就是原图中 I_1 的方向, 电流 I_2 的实际方向与原图中 I_2 的方向相反, 电流 I_3 的实际方向与原图中 I_3 的方向相反。电压 U_1 的实际方向与原图中 U_1 的方向相同, 电压 U_2 的实际方向与原图中 U_2 的方向相同, 电压

U_3 的实际方向与原图中 U_3 的方向相反。

$$(2) P_A = -U_1 I_1 = -120 \times 3 = -360 \text{ W}$$

$$P_B = -U_2 I_2 = -10 \times (-3) = 30 \text{ W}$$

$$P_C = U_3 I_3 = (-110) \times (-3) = 330 \text{ W}$$

元件 A 是电源, 元件 B 和元件 C 是负载。

【方法点击】 根据在回路中吸收或者放出功率, 来确定哪个是电源哪个是负载。

例 3 利用 KCL 和 KVL 分别求解图 1-3(a)、图 1-3(b) 所示电路中的电压 u

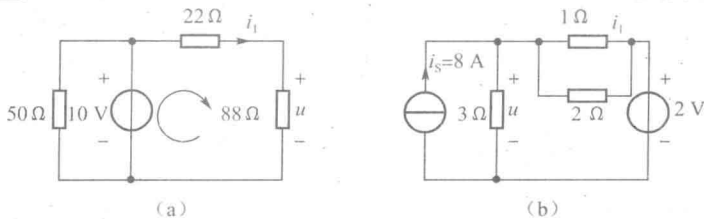


图 1-3

【方法点击】 在图 1-3(a) 中, 的值只与 10 V 的电压源有关, 而与 50 Ω 的电阻无关。所以对该题的右回路来说, 50 Ω 电阻与 10 V 电压源并联的部分可以等效为 10 V 电压源。

解: (1) 按图 1-3(a) 的右回路所示绕向列出 KVL 方程

$$(22 + 88)i_1 - 10 = 0$$

$$i_1 = \frac{10}{110} \text{ A} = \frac{1}{11} \text{ A}$$

$$\text{可得: } u = 88i_1 = 8 \text{ V}$$

(2) 对图 1-3(b), 取电流参考方向如下图所示列出 KVL、KCL 方程

$$\begin{cases} \frac{1 \times 2}{1+2} \times i_2 + 2 - 3i_1 = 0 \\ i_s = i_1 + i_2 \end{cases}$$

$$i_2 = 6 \text{ A}, i_1 = 2 \text{ A}, u = 3 \times i_1 = 6 \text{ V}$$

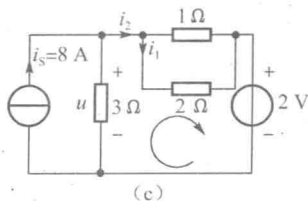


图 1-3

例 4 试讨论图 1-4(a)、图 1-4(b) 中, 开关 S 处于断开和闭合位置时, 对 50 Ω 电阻中的电流及其两端的电压有无影响?

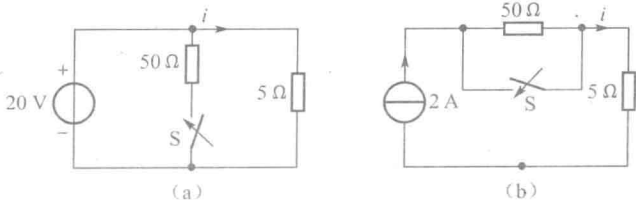


图 1-4

解: (1) $i = 20/5 = 4(\text{A})$

(2) $i = 2(\text{A})$

【方法点击】 任何与电压源并联的元件或支路对外电路都不起任何作用, 任何与电流源串联的元件或支路对外电路都不起作用。因此, 与电压源并联的 50Ω 电阻支路, 不管开关是否合上, 都不影响电流 i 。同样, 与电流源串联的 50Ω , 不影响电流 i 。

例 5 求图 1-5 所示电路中 A 点电位

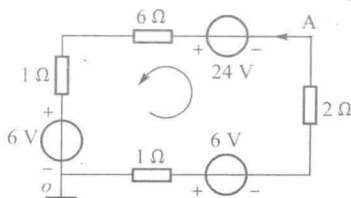


图 1-5

【思路探索】 选 o 点为参考节点, 用符号“ \perp ”表示, 电位为零。

解: 所示电路应用 KVL

$$(1 + 1 + 2 + 6)i - 24 + 6 + 6 = 0$$

可得

$$i = 1.2 \text{ A}$$

$$u_A = -24 + 6 \times 1.2 + 1 \times 1.2 + 6 = -9.6 \text{ V}$$

历年考研真题评析

1. 电路如图 1-6 所示, 求电流 i 。(西安交通大学研究生入学试题)

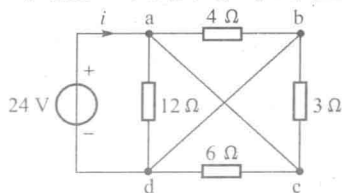


图 1-6

解: 原图进行变形, 化为下图

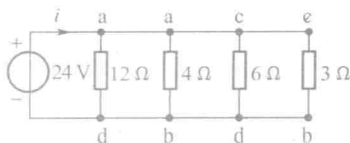


图 1-7

可得 $i = 20 \text{ A}$

【方法点击】 寻求电位相同的点,进行等效变形。

2. 电路如图 1-8 所示,求输入电阻 R_0 。(清华大学研究生入学试题)

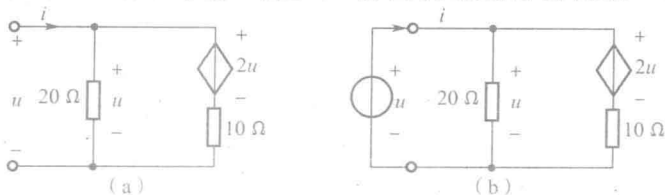


图 1-8

解:

$$i = \frac{u}{20} + \frac{u - 2u}{10} = -\frac{u}{20}$$

故得

$$R_0 = \frac{u}{i} = -20 \Omega$$

【方法点击】 用外施电压源法求解。

3. 求图 1-9 所示电路的端口输入电阻 R_0 。(中国电力科学研究院研究生入学试题)

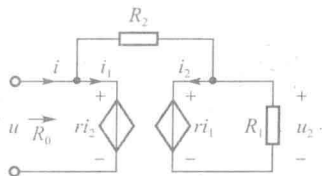


图 1-9

解:

$$u_2 = -R_1 i_2, u_2 = r i_1$$

$$i_2 = -\frac{r}{R_1} i_1$$

$$u = -r i_2 = \frac{r^2}{R_1} i_1 = \frac{r^2}{R_1} i$$

$$R_0 = \frac{u}{i} = \frac{r^2}{R_1}$$

【方法点击】 此题电阻 R_2 是关键,很容易让人误入歧途,电阻 R_2 构不成回路,所以没有电流流过。

4. 电路如图 1-10 所示,求端口 ab 的等效电压源电路和等效电流源电路。(西北工业大学研究生入学试题)

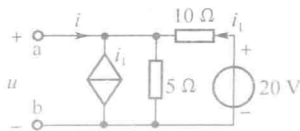


图 1-10

【思路探索】 根据求出的端口电压和端口输入电流的关系, 给出其对应的等效电路。

$$i + i_1 + i_2 = \frac{20 - 10i_1}{5}$$

解:

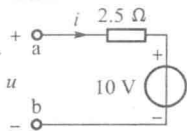
$$i_1 = 1 - \frac{i}{4}$$

$$u = 20 - 10i_1 = 20 - 10\left(1 - \frac{i}{4}\right) = 10 + 2.5i$$

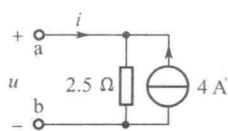
或者

$$i = -4 + \frac{u}{2.5}$$

得到对应电路如下



(a) 等效电压源电路



(b) 等效电流源电路

图 1-11

5. 试应用 KCL、KVL, 计算如图中的电流 I 。(湖南大学研究生入学试题)

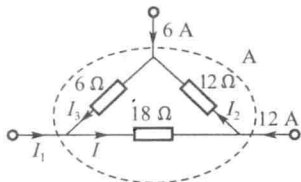


图 1-12

解: ① 设电流 I_1 如图示, 由广义节点 A(图中虚线) 列写 KCL

$$-6 - 12 - I_1 = 0 \quad (\text{变量前的负号是由参考方向定的})$$

得: $I_1 = -18 \text{ A}$ (变量 I_1 本身为负)

② 对由电阻构成的回路列写 KVL;

注: 将电阻支路的电流用已给支路电流表示出来。

设 I_2, I_3 如图示, 那么

$$I_2 = 12 + I \quad (\text{KCL})$$

$$I_3 = I - I_1 + 18 \quad (\text{KCL})$$

KVL 方程, $18I_1 + 12I_2 + 6I_3 = 0$ 得: $I = -7 \text{ A}$

【方法点击】 在应用 KCL、KVL 时, 要注意两套符号, 其表达式中变量所取正、负号取决于参考方向的选择, 而变量本身可正可负。

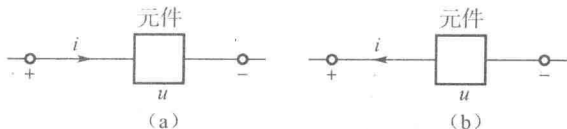
本章教材习题全解

1-1 说明题 1-1 图(a), (b) 中,

(1) u, i 的参考方向是否关联?

(2) u, i 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?



题 1-1 图

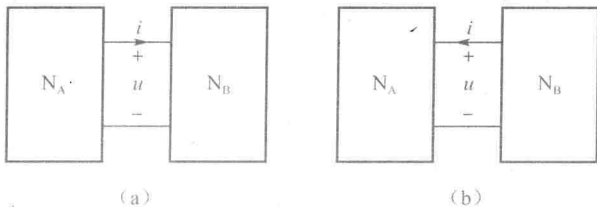
解: (1) 当流过元件的电流的参考方向是从标示电压正极性的一端指向负极性的一端, 即电流的参考方向与元件两端电压降落的方向一致, 称电压和电流的参考方向关联。所以(a)图中的 u, i 参考方向是关联的; (b)图中的 u, i 参考方向为非关联。

(2) 当取元件的 u, i 参考方向为关联参考方向时, 定义 $p = ui$ 为元件吸收的功率; 当取元件的 u, i 参考方向为非关联时, 定义 $p = ui$ 为元件发出的功率。所以(a)图中的 u, i 乘积表示元件吸收的功率; (b)图中的 u, i 乘积表示元件发出的功率。

(3) 在电压、电流参考方向关联的条件下, 代入 u, i 数值, 经计算, 若 $p = ui > 0$, 表示元件确实吸收了功率; 若 $p < 0$, 表示元件吸收负功率, 实际是发出功率。(a)图中, 若 $u > 0, i < 0$, 则 $p = ui < 0$ 表示元件实际发出功率。

在 u, i 参考方向非关联的条件下, 带入 u, i 数值, 经计算, 若 $p = ui > 0$, 为正值, 表示元件确实发出功率; 若 $p < 0$, 为负值, 表示元件发出负功率, 实际是吸收功率。所以(b)图中当 $u > 0, i > 0$, 有 $p = ui > 0$, 表示元件实际发出功率。

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