

● 重点内容与学习指导 ● 典型例题解析 ● 思考与练习解答 ● 考研试题解析

电路分析基础

辅导讲案

李敬社 陈长兴 主编

西北工业大学出版社

FUDAO JIANGAN

Http://www.nwpup.com

JINGPIN KECHENG MINGSHI JIANGTANG

精品课程·名师讲堂丛书

电路分析基础 辅导讲案

主编	李敬社	陈长兴	
编者	李敬社	陈长兴	贾兰兰
	刘丽	王峻	王永刚

西北工业大学出版社

【内容简介】 本书是以国防工业出版社出版的陈长兴主编的《电路分析基础》为主讲教材而编写的教学参考书。全书分8章,每章内容分为重点内容、学习指导、典型例题解析、思考与练习解答、考研试题解析等4个部分。附录为考研真题及解答。

本书可供教师教学、考研人员考前复习、大学生自学使用,也可作为考研辅导班的教材。

图书在版编目(CIP)数据

电路分析基础辅导讲案/李敬社,陈长兴主编. —西安:西北工业大学出版社,2008.9

(精品课程·名师讲堂丛书)

ISBN 978-7-5612-2455-7

I. 电… II. ①李…②陈… 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 127156 号

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路 127 号 邮编:710072

电 话:(029)88493844 88491757

网 址:www.nwpu.com

印 刷 者:陕西友盛印务有限责任公司

开 本:850 mm×1 168 mm 1/32

印 张:11

字 数:364 千字

版 次:2008 年 9 月第 1 版 2008 年 9 月第 1 次印刷

定 价:17.00 元

前 言

电路分析基础是电子信息类各专业的一门重要的专业基础课。本课程的学习主要研究电路的基本概念、基本理论和基本分析方法,为后续课程和学生将来的工作准备必要的基础知识。

本课程是一门理论性和实践性很强的课程,它的内容涉及的数学知识相对较多,并有广泛的实际工程应用背景。在进行这门课程的学习时只有注重学练相结合,才能更好地掌握本课程的分析方法。

要学好这门课,首先要对电路基本概念和基本定理及基本分析方法有较好的把握,它不仅需要较强的逻辑推理能力,深入地思考,反复领会,更需要做大量的习题。解题的过程就是进一步领悟的过程,深入理解的过程,因此做大量习题是学好本课程的关键。为配合本课程的学习,我们以国防工业出版社出版的《电路分析基础》教材(陈长兴主编)为基础编写了本书,希望本书能够帮助读者更好地掌握电路分析的基本定理和基本分析方法,提高课程的学习水平,并能够满足考研人员考前复习的需求。

书中除对陈长兴主编的《电路分析基础》教材中的每一道习题都给出了详细的解析外,还编入了一些典型习题和近年来研究生入学考题,并附两套考研真题。

本书具有以下特点：

(1) 每章开头给出了章节的重点内容与学习指导，便于学生总体把握学习内容。典型例题解析为学生提供了范例。

(2) 习题的解析方法与教材中各章、节讲述的内容密切配合。主要用当节所讲述的内容及已学内容作解，以方便读者深化和掌握该章节所讲授的基本概念和基本分析方法。

(3) 每题给出的解析方法力求概念清晰、数据准确、简洁明了、附图齐全。

(4) 所用公式及解题格式与教材基本保持一致。

愿本书对您学习电路分析有所裨益，在考研时也能助您一臂之力。

在编写过程中，本书得到了空军工程大学理学院电路教研室同仁的大力协助和西北工业大学出版社的大力支持，在此表示感谢！

本书虽是编者竭力之作，但限于水平，书中若有不妥或错误之处，恳请读者指正。

编 者

2008年5月



目 录

第一章 电路的基本概念和定律	1
1.1 重点内容和学习指导	1
1.2 典型例题解析	3
1.3 思考与练习解答	7
1.4 考研试题解析	20
第二章 电阻电路分析	23
2.1 重点内容和学习指导	23
2.2 典型例题解析	29
2.3 思考与练习解答	40
2.4 考研试题解析	81
第三章 动态电路分析	84
3.1 重点内容和学习指导	84
3.2 典型例题解析	88
3.3 思考与练习解答	103
3.4 考研试题解析	142
第四章 正弦稳态电路分析	146
4.1 重点内容和学习指导	146
4.2 典型例题解析	151
4.3 思考与练习解答	172
4.4 考研试题解析	193

第五章 耦合电感和理想变压器	198
5.1 重点内容和学习指导	198
5.2 典型例题解析	202
5.3 思考与练习解答	212
5.4 考研试题解析	231
第六章 运算放大器	235
6.1 重点内容和学习指导	235
6.2 典型例题解析	236
6.3 思考与练习解答	239
6.4 考研试题解析	248
第七章 线性电路的频率特性	251
7.1 重点内容和学习指导	251
7.2 典型例题解析	254
7.3 思考与练习解答	262
7.4 考研试题解析	280
第八章 双口网络	284
8.1 重点内容和学习指导	284
8.2 典型例题解析	288
8.3 思考与练习解答	300
8.4 考研试题解析	316
附录 考研真题及解答	321

第一章

电路的基本概念和定律

1.1 重点内容与学习指导



一、集总参数元件、电路及电路模型

1. 集总参数元件

集总参数元件是指元件的外形尺寸相对其工作的频率波长很小(可忽略),则元件可用一点表示,并且在任意时刻从元件一端流入的电流恒等于流出的电流;端电压可准确测量。

2. 集总参数电路

由集总参数元件构成的电路称为集总参数电路,简称电路。

3. 实际电路

实际电路是由电路器件和电路部件相互连接而形成电流通路的装置,主要完成能量的传输、分配与转换以及实现信息的传递与处理。

4. 电路模型

将实际电路中的各个电路器件用理想化的元件模型来表示而形成的电路叫电路模型。通常电路分析是针对电路模型进行的,即电路模型是我们分析、研究的对象。



二、电路变量

电路分析中的基本变量是电流和电压。

1. 电流

带电粒子的定向移动形成电流。定义单位时间通过导体横截面的电荷量为电流强度,简称电流。其大小为 $i(t) = \frac{dq}{dt}$, 方向规定为正电荷移动的方向。

2. 电压

单位正电荷由 a 点移动到 b 点获得或失去的能量称为 a, b 两点间的电压。其大小为 $u(t) = \frac{dw}{dq}$; 电位降的方向规定为电压的正方向。



三、参考方向、关联参考方向及功率

1. 参考方向

预先为电压、电流假定的正方向为参考方向。电压、电流为代数量, 由正负表示方向。电压、电流计算值大于零, 说明电压、电流的实际方向与参考方向相同; 电压、电流计算值小于零, 说明电压、电流的实际方向与参考方向相反。因此, 只有标明电压、电流的参考方向, 计算结果才有意义。

2. 关联参考方向

电路中同一支路(或元件)上电流的参考方向与电压的参考方向一致(电流从电压“+”端流向“-”端), 称为关联参考方向, 反之称为非关联参考方向。如图 1-1 所示电路, 对元件 A , u, i 为关联参考方向。

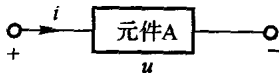


图 1-1

3. 功率

若二端网络(或一支路, 或一元件)的电压、电流为关联参考方向, 则它(吸收)的功率为

$$P = ui$$

若 $P > 0$, 则表明该支路(或元件)吸收功率; 若 $P < 0$, 则表明该支路(或元件)释放功率。

若电压、电流为非关联参考方向, 则它吸收的功率为 $P = -ui$ 。

同一元件(或网络)吸收与释放的功率互为相反数, 即

$$P_{\text{吸收}} = -P_{\text{释放}}$$



四、电路元件

电阻、电压源、电流源和受控源都是理想元件。元件端口电压和电流之间的



关系称为电压电流关系,简称为VCR。在关联参考方向下,电阻、电压源、电流源及受控源的VCR分别表示为:

电阻 $u = Ri$ u, i 为关联参考方向,非关联时须加“-”号

电压源 $u = u_s$ i 取决于外电路

电流源 $i = i_s$ u 取决于外电路

受控源 VCVS: $i_1 = 0, u_2 = \mu u_1$

VCCS: $i_1 = 0, i_2 = g u_1$

CCVS: $u_1 = 0, u_2 = r i_1$

CCCS: $u_1 = 0, i_2 = \alpha i_1$



五、电路的基本定律

1. 基尔霍夫电流定律(KCL)

KCL是给电路中与各节点相连的各支路电流之间建立约束关系。其基本内容为:对于任意集总参数电路中的任一节点,在任一时刻流入(或流出)该节点的电流的代数和为零,即 $\sum i_k = 0$ 。

也可描述为:对于任意集总参数电路中的任一节点,在任一时刻流入该节点的电流之和等于流出该节点的电流之和,即 $\sum i_{\text{入}} = \sum i_{\text{出}}$ 。

2. 基尔霍夫电压定律(KVL)

KVL是给电路中与各回路相关联的各支路的电压之间建立约束关系。其基本内容为:对于任意集总参数电路中的任一回路,在任一时刻沿回路一周,回路中所有支路电压降的代数和为零,即 $\sum u_k = 0$ 。

说明:

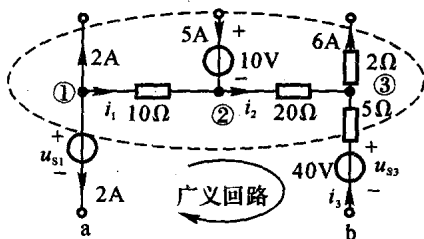
(1) KCL是电荷守恒的结果,可推出电流的连续性。KVL是能量守恒的结果,可推出电位的单值性。

(2) 基尔霍夫定律(KL)与元件的性质无关,只与电路的拓扑结构有关。

(3) 基尔霍夫定律(KL)给电路中的电压和电流建立了拓扑约束。元件的VCR给支路建立了电压、电流约束关系。此两类约束关系是我们建立电路数学模型的依据。

1.2 典型例题解析

例 1-1 例图 1-1 为某电路中的一部分,试确定其中的 i_3, u_{ab} 。



例图 1-1

解 根据 KCL 求 i_3 。

节点 ① $i_1 = -(2+2) = -4 \text{ A}$

节点 ② $i_2 = i_1 + 5 = -4 + 5 = 1 \text{ A}$

节点 ③ $i_3 = 6 - i_2 = 6 - 1 = 5 \text{ A}$

若取广义节点如例图 1-1 中虚线所示, 根据 KCL 直接可得

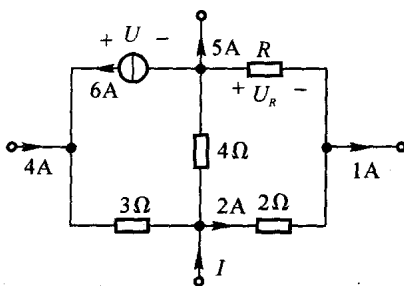
$$i_3 = 2 + 2 + 6 - 5 = 5 \text{ A}$$

求 u_{ab} 时可假想 a, b 间有一条虚拟支路, 该支路两端的电压为 u_{ab} , 这样就形成一个广义闭合回路, 应用 KVL 可得

$$-u_{S1} + 10i_1 + 20i_2 - 5i_3 + u_{S3} - u_{ab} = 0$$

所以 $u_{ab} = -30 + 10 \times (-4) + 20 \times 1 - 5 \times 5 + 40 = -35 \text{ V}$

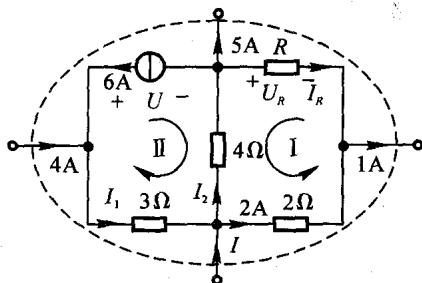
例 1-2 例图 1-2 所示为某电路的部分电路, 求电流 I , 电压 U 及电阻 R 。



例图 1-2

解 取广义节点如例图 1-3 中虚线所示, 由 KCL 得

$$I = 5 + 1 - 4 = 2 \text{ A}$$



例图 1-3

设 I_1, I_2, I_R 如例图 1-3 所示, 则

$$\text{节点 ①} \quad I_1 = 4 + 6 = 10 \text{ A}$$

$$\text{节点 ②} \quad I_2 = I_1 + I - 2 = 10 + 2 - 2 = 10 \text{ A}$$

$$\text{节点 ③} \quad I_R = 1 - 2 = -1 \text{ A}$$

由回路 I 得

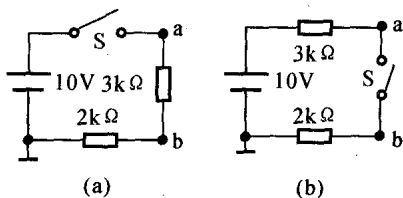
$$U_R = -4I_2 + 2 \times 2 = -40 + 4 = -36 \text{ V}$$

$$\text{所以 } R = \frac{U_R}{I_R} = \frac{-36}{-1} = 36 \Omega \quad (\text{电阻元件 VCR, 关联参考方向}).$$

由回路 II 得

$$U = 3I_1 + 4I_2 = 3 \times 10 + 4 \times 10 = 70 \text{ V}$$

例 1-3 计算例图 1-4 所示电路 S 打开和闭合时的 U_a, U_b, U_{ab} 。



例图 1-4

解 本题主要是参考点与节点电位的计算方法。

(1) 例图 1-4(a) 中, 当 S 打开时, 电路中无回路, 故

$$U_a = U_b = 0 \text{ V}$$

$$U_{ab} = U_a - U_b = 0 \text{ V}$$

当 S 闭合时, 电路中电流 I_{ab} (方向 $a \rightarrow b$) 为

$$I_{ab} = \frac{10}{2+3} = 2 \text{ mA}$$

$$U_a = 10 \text{ V}$$

$$U_b = 2I_{ab} = 2 \times 2 = 4 \text{ V}$$

$$U_{ab} = U_a - U_b = 10 - 4 = 6 \text{ V}$$

或

$$U_{ab} = I_{ab} \times 3 = 2 \times 3 = 6 \text{ V}$$

(2) 例图 1-4(b) 中, 当 S 打开时, 电路中无回路, 故

$$U_a = 10 \text{ V}$$

$$U_b = 0 \text{ V}$$

$$U_{ab} = U_a - U_b = 10 \text{ V}$$

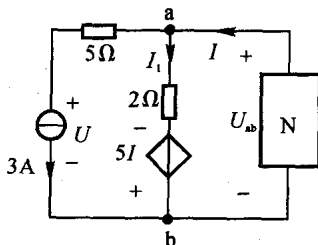
当 S 闭合时, 电路中电流 I_{ab} (方向 $a \rightarrow b$) 为

$$I_{ab} = \frac{10}{2+3} = 2 \text{ mA}$$

$$U_a = U_b = 2 \times I_{ab} = 2 \times 2 = 4 \text{ V}$$

$$U_{ab} = 0$$

例 1-4 例图 1-5 中, 已知 $I = -1 \text{ A}$, 求电压 U_{ab} 及电流源的功率。



例图 1-5

解 如例图 1-5 所示, 增加电流 I_1 和电流源两端电压 U 。

节点 a $I_1 = I - 3 = -1 - 3 = -4 \text{ A}$

所以 $U_{ab} = 2I_1 - 5I = -8 - 5 \times (-1) = -3 \text{ V}$

由大回路 KVL 知

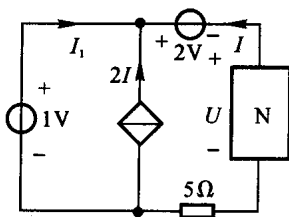
$$U = -5 \times 3 + U_{ab} = -15 - 3 = -18 \text{ V}$$

电流源的功率为

$$P = U \times 3 = -18 \times 3 = -54 \text{ W} < 0$$

电流源的电压、电流为关联参考方向, $P < 0$, 所以电流源实际发出功率为 54 W。

例 1-5 如例图 1-6 所示, 已知 $U = 4\text{ V}$, 求电流 I 及电压源的功率。



例图 1-6

解 由图中大回路 KVL 知

$$U = -2 + 1 + 5I$$

将 $U = 4\text{ V}$ 代入得

$$I = 1\text{ A}$$

增加电压源电流 I_1 , 方向如例图 1-6 所示, 则

$$I_1 = -2I - I = -3I = -3 \times 1 = -3\text{ A}$$

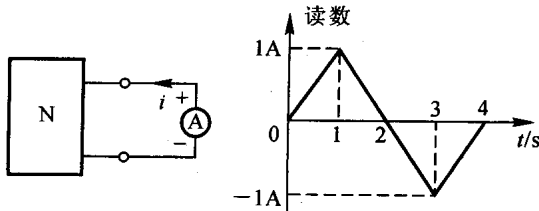
电压源的电压、电流为非关联参考方向, 故电压源的吸收功率为

$$P = -1 \times I_1 = -1 \times (-3) = 3\text{ W} > 0$$

电压源在此电路中吸收功率。

1.3 思考与练习解答

1-1 电路中电流表 A 的读数随时间变化的情况如题图 1-1 所示。试确定 $t = 1\text{ s}, 2\text{ s}, 3\text{ s}$ 时的电流 i , 并说明电流 i 的实际方向。



题图 1-1

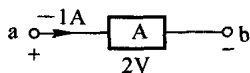
解 由题图 1-1 知

$t = 1 \text{ s}; i(1) = -1 \text{ A}$, 方向从左至右。

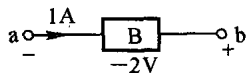
$t = 2 \text{ s}; i(2) = 0 \text{ A}$ 。

$t = 3 \text{ s}; i(3) = 1 \text{ A}$, 方向从右至左。

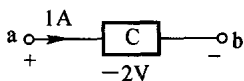
1-2 如题图 1-2 所示各元件, 试确定各元件上电压、电流的实际方向。



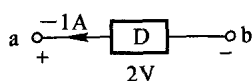
(1)



(2)



(3)



(4)

题图 1-2

解 根据参考方向的定义可知: 当 $U > 0, I > 0$ 时, 实际方向与参考方向一致, 否则实际方向与参考方向相反。所以 U, I 的实际方向为:

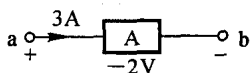
(1) 元件 A: $U: a \rightarrow b, I: b \rightarrow a$;

(2) 元件 B: $U: a \rightarrow b, I: a \rightarrow b$;

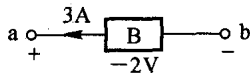
(3) 元件 C: $U: b \rightarrow a, I: a \rightarrow b$;

(4) 元件 D: $U: a \rightarrow b, I: a \rightarrow b$ 。

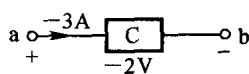
1-3 试计算如题图 1-3 所示各元件的功率。



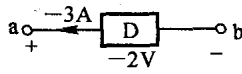
(1)



(2)



(3)



(4)

题图 1-3

解 本题计算产生的功率, 其计算公式如下:

故

$$P_{A\text{吸}} = 3 \times (-2) = -6 \text{ W}$$

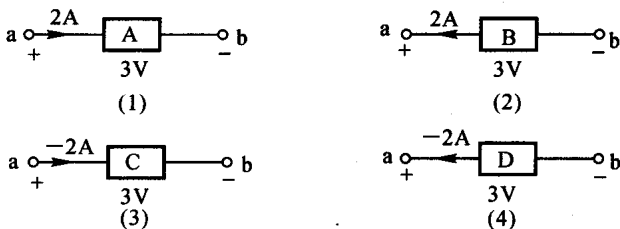
$$P_{B\text{吸}} = -(-2) \times 3 = 6 \text{ W}$$



$$P_{C吸} = (-3) \times (-2) = 6 \text{ W}$$

$$P_{D吸} = -(-3) \times (-2) = -6 \text{ W}$$

1-4 试计算如题图 1-4 所示各元件的发生功率。



题图 1-4

解 本题计算产生的功率,其计算公式如下:

$$P_{产} = -P_{吸} = \begin{cases} -UI & (U, I \text{ 为关联参考方向}) \\ UI & (U, I \text{ 为非关联参考方向}) \end{cases}$$

故

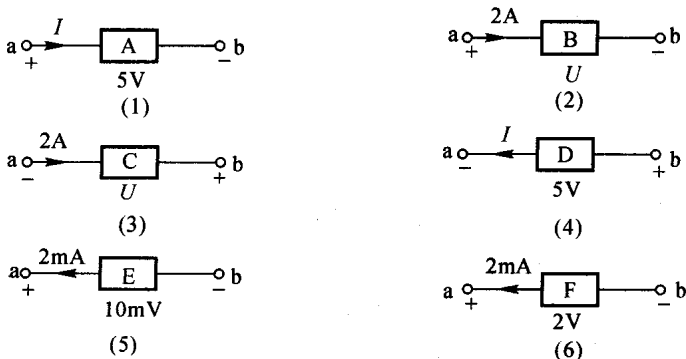
$$P_{A产} = -3 \times 2 = -6 \text{ W}$$

$$P_{B产} = 3 \times 2 = 6 \text{ W}$$

$$P_{C产} = -3 \times (-2) = 6 \text{ W}$$

$$P_{D产} = 3 \times (-2) = -6 \text{ W}$$

1-5 如题图 1-5 所示电路, (1) 元件 A 吸收功率为 10 W, 求 I ; (2) 元件 B 吸收功率为 -10 W, 求 U ; (3) 元件 C 产生功率为 10 W, 求 U ; (4) 元件 D 产生功率为 -10 W, 求 I ; (5) 求元件 E 吸收的功率; (6) 求元件 F 产生的功率。



题图 1-5

解 (1) U, I 关联:

$$I = \frac{P_{\text{吸}}}{U} = \frac{10}{5} = 2 \text{ A}$$

(2) U, I 关联:

$$U = \frac{P_{\text{吸}}}{I} = -\frac{10}{2} = -5 \text{ V}$$

(3) U, I 非关联:

$$U = \frac{P_{\text{发}}}{I} = \frac{10}{2} = 5 \text{ V}$$

(4) U, I 关联:

$$I = -\frac{P_{\text{发}}}{U} = -\frac{10}{5} = -2 \text{ A}$$

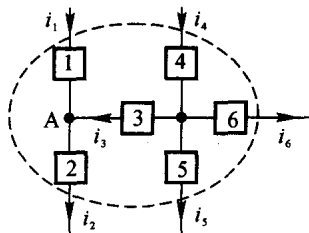
(5) U, I 非关联:

$$P_{\text{吸}} = -UI = -(10 \times 10^{-3}) \times (2 \times 10^{-3}) = -20 \times 10^{-6} \text{ W}$$

(6) U, I 非关联:

$$P_{\text{发}} = UI = 3 \times (-2) = -6 \text{ W}$$

1-6 如题图 1-6 所示电路, 已知 $i_1 = 4 \text{ A}$, $i_2 = 7 \text{ A}$, $i_4 = 10 \text{ A}$, $i_5 = -2 \text{ A}$, 求 i_3, i_6 。



题图 1-6

解 如图所示, 由 A 点 KCL, 得

$$i_3 = i_2 - i_1 = 7 - 4 = 3 \text{ A}$$

根据广义节点(图中虚线内)KCL 得

$$i_6 = i_1 + i_4 - i_2 - i_5 = 4 + 10 - 7 - (-2) = 9 \text{ A}$$

1-7 如题图 1-7 所示电路, 已知 $u_2 = 10 \text{ V}$, $u_3 = 5 \text{ V}$, $u_6 = -4 \text{ V}$, 试确定其余各电压。