



普通高等教育“十一五”国家级规划教材配套参考书

电路基础理论 学习指导书

钱巨玺 余晓丹 李桂丹 编著



普通高等教育“十一五”国家级规划教材配套参考书

电路基础理论 学习指导书

钱巨玺 余晓丹 李桂丹 编著

DIANLU JICHU LILUN XUEXI ZHIDAOSHU



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容提要

本书是与孙雨耕教授主编的普通高等教育“十一五”国家级规划教材《电路基础理论》配套的教学指导书。各章的标题和排列顺序都与配套教材相同。每章内容包括三部分：第一部分为教学要求，说明各章的基本内容和掌握程度要求，以便读者了解学习要点；第二部分为学习指导，梳理每一章的知识脉络，展现内容的前后联系，提炼重要知识点，总结电路分析方法及应注意的问题，以便读者系统深入地掌握教学内容；第三部分为习题详解，给出教材全部习题的详细求解过程，有些题目给出两种甚至更多解法，很多题解加以注释，以便读者掌握解题要点，举一反三。书后附有模拟试题及答案。

本书可供讲授和学习电路课程的师生使用，也可供准备硕士研究生入学考试的考生作为复习参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电路基础理论学习指导书/钱巨玺,余晓丹,李桂丹编著.

—北京:高等教育出版社,2013.6

ISBN 978-7-04-037324-0

I. ①电… II. ①钱… ②余… ③李… III. ①电路理论—高等学校—教学参考资料 IV. ①TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 118633 号

策划编辑 杜 炜 责任编辑 许怀谔 封面设计 赵 阳 版式设计 马敬茹
责任校对 刘春萍 责任印制 韩 刚

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
印 刷 涿州市京南印刷厂
开 本 787mm × 1092mm 1/16
印 张 22.75
字 数 550 千字
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版 次 2013 年 6 月第 1 版
印 次 2013 年 6 月第 1 次印刷
定 价 35.50 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

物 料 号 37324-00

前 言

本书是与孙雨耕教授主编的普通高等教育“十一五”国家级规划教材《电路基础理论》配套的教学指导书,可供讲授和学习电路课程的师生使用,也可供准备硕士研究生入学考试的考生作为复习参考书。为便于使用,书中各章的标题和排列顺序都与配套教材相同。每章内容包括教学要求、学习指导和习题解答三大部分。

本书的写作意图在于:(1) 简明地归纳电路的知识点,使读者对各章内容有整体认识,了解各知识点在电路体系框架内的重要程度,从而明晰学习要点,这一意图主要通过每章的“教学要求”体现,其中打*号的内容可根据专业需要调整为选学内容;(2) 对于重要的知识点和学习难点给予指导,梳理知识脉络,展现内容的前后联系,书写《电路基础理论》一书的未尽之言,提炼作者在实际教学过程中的心得体会,总结电路分析方法,归纳分析电路时应注意的问题,这一方面主要体现在各章的“学习指导”中,这也是全书的重点,籍此希望读者能从不同角度和不同深度复习总结电路理论,形成系统全面的知识体系,读者可在进行章节复习时阅读相应内容;(3) 通过对习题的详细解答,给出运用知识解决问题的实例,有些习题通过题解后的注释或一题多解,帮助读者掌握解题要点,举一反三,所有习题建议读者先自行求解,再和本书解答相对照。

本书最后附有考试试卷及答案,以便读者自检自测。

书中的第一、二、三、七和第十三章由钱巨玺编写。第四、五、六章和附录由李桂丹编写。第八、九、十、十一和十二章由余晓丹编写,其中第十二章的习题解答部分由李桂丹完成。全书由钱巨玺统稿。本书植根于《电路基础理论》一书,秉承了该书编写组的教学思想。孙雨耕教授对全书进行了认真的审阅,并提出了宝贵意见。2010级天津大学自动化学院的部分本科生为本书习题计算做了很多前期工作,李造利、张强、杨挺、刘丽萍老师为本书提出了重要的修改意见。在此向所有为本书做出贡献的人士致以衷心的感谢。

由于水平有限,本书难免存在错漏之处,敬请读者批评指正。编者联系方式:yuxd@tju.edu.cn。

编者

2013年4月

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任；构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人进行严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话 (010)58581897 58582371 58581879

反盗版举报传真 (010)82086060

反盗版举报邮箱 dd@hep.com.cn

通信地址 北京市西城区德外大街4号 高等教育出版社法务部

邮政编码 100120

目 录

第一章 电路元件和电路基本定律	1	分析	178
一、教学要求	1	一、教学要求	178
二、学习指导	1	二、学习指导	178
三、习题解答	9	三、习题解答	182
第二章 电阻电路的一般分析方法	22	第九章 线性电路动态过程的复频域	
一、教学要求	22	分析	214
二、学习指导	22	一、教学要求	214
三、习题解答	24	二、学习指导	214
第三章 电路定理	51	三、习题解答	218
一、教学要求	51	第十章 电路图论和网络方程	242
二、学习指导	51	一、教学要求	242
三、习题解答	56	二、学习指导	242
第四章 含运算放大器电阻电路	85	三、习题解答	251
一、教学要求	85	第十一章 二端口网络	278
二、学习指导	85	一、教学要求	278
三、习题解答	89	二、学习指导	278
第五章 正弦交流稳态电路	95	三、习题解答	286
一、教学要求	95	第十二章 均匀传输线	304
二、学习指导	95	一、教学要求	304
三、习题解答	105	二、学习指导	304
第六章 三相电路	147	三、习题解答	316
一、教学要求	147	第十三章 非线性电阻电路	330
二、学习指导	147	一、教学要求	330
三、习题解答	151	二、学习指导	330
第七章 非正弦周期电流电路	164	三、习题解答	333
一、教学要求	164	附录 1 天津大学电路期末考试试题及	
二、学习指导	164	答案(第一学期)	347
三、习题解答	167	附录 2 天津大学电路期末考试试题及	
第八章 线性电路动态过程的时域		答案(第二学期)	351

第一章 电路元件和电路基本定律

一、教学要求

1. 掌握如下基本概念：电路模型；理想电路元件；参考方向和参考点；等效和等效变换。
2. 了解电路元件和电路的分类。
3. 掌握电压、电流和电功率等物理量的定义、单位和计算方法。
4. 掌握线性电阻、电感、电容、电压源、电流源和受控源等理想电路元件的图形、符号、定义式、功率和能量的计算及其物理特性。
5. 深刻理解基尔霍夫电流定律和电压定律的含义，并熟练掌握基尔霍夫定律方程的列写方法。
6. 学会：实际电压源与实际电流源电路模型间的等效变换；含受控源电路间的等效变换；星形联结电阻电路与三角形联结电阻电路间的等效变换。

二、学习指导

这一章的内容是从电路模型和电压、电流及电功率等电路变量为起点，详细介绍了电阻、电容、电感、电压源、电流源和受控源等理想电路元件。重点介绍电路理论中的两个重要定律——基尔霍夫电流定律(KCL)和基尔霍夫电压定律(KVL)。最后结束于等效和等效变换。

此章内容是本教材的基础。掌握好本章内容对学习全书内容至关重要。

1. 电路元件理想化和电路模型

(1) 实际电气器件的性能方程很复杂，为了简化对器件的数学描述，常常略去其次要的物理过程，把它理想化。理想化的方程在一定条件下能正确反映实际器件的基本物理现象，从而形成了电路理论中的理想化电路元件，简称电路元件。

(2) 由电路元件按一定方式连接而成的理想化电路可作为实际电路的电路模型，简称为电路。将电路元件用图形符号表示，并用理想导线连接，便是电路理论分析中所用的电路图。

2. 电路元件和电路的分类

按照电路元件端子变量间约束方程的特点，电路元件可分为：线性元件和非线性元件；非时变元件和时变元件；集总参数元件和分布参数元件。由上述元件所构成的电路可分为：线性电

路和非线性电路;非时变电路和时变电路;集总参数电路和分布参数电路。

3. 电压、电流和电功率

(1) 电流的定义是,通过某个截面上的电荷量对时间的变化率,即

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (1-1)$$

其中, q 为电荷的符号。电荷 q 是沿所指方向穿过该截面的正电荷 q_+ 与反方向穿过该截面的负电荷 q_- 的绝对值之和。

习惯上将正电荷移动的方向定为电流的实际方向。

(2) 电压的定义是,电场力将单位正电荷从 a 点移到 b 点所做的功。用 u_{ab} 表示两点间的电压,用 W_{ab} 表示所做的功,则

$$u_{ab} = \frac{dW_{ab}}{dq} \quad (1-2)$$

此电压的方向为从 a 点指向 b 点。

电压又称电位差。电位是指在电路中任选一点为参考点,其他某一点与参考点间的电压为该点的电位。而参考点即为零电位点,用符号 $\perp$ 表示。例如,分别用 u_a 、 u_b 表示 a 点和 b 点电位,则有

$$u_{ab} = u_a - u_b \quad (1-3)$$

在式(1-3)中,若 $u_a > u_b$,则 $u_{ab} > 0$,说明 a 点的电位高于 b 点的电位, u_{ab} 为电位降,因此必然有

$$u_{ba} = u_b - u_a = -u_{ab} \quad (1-4)$$

由此看出,若 u_{ab} 为电位降,则 u_{ba} 为电位升。

(3) 电压和电流都是有实际方向的物理量。为求解未知电压、电流所设定的方向为**参考方向**。计算结果为正值时,实际方向与参考方向一致;为负值时,说明实际方向与参考方向相反。这就把有实际方向的物理量转化为有正、负之分的代数量,便于分析计算。

电路图中标定的电压、电流方向皆为参考方向。

(4) 如果元件上的电流参考方向与电压参考方向一致,即电流从电压的“+”极经元件流到“-”极,则电压与电流参考方向之间的关系称为**关联参考方向**,简称**关联方向**,否则称为**非关联方向**。

若采用关联参考方向,为简便也可以只标出电流或电压一个参考方向。

(5) 电功率的定义是,在**关联**参考方向下,电压与电流的乘积为元件或电路**吸收**的电功率。

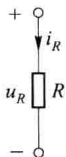
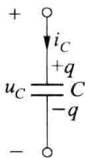
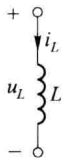
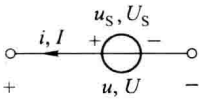
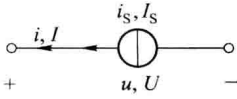
需要特别注意的是“**参考方向**”和功率“**吸收、供出**”的对应关系。在关联方向下,电压与电流的乘积为吸收的功率,如得正值表明电路实为吸收功率,得负值实为供出功率。反之,在非关联方向下,电压与电流的乘积为供出功率,若得正值表明电路实为供出功率,负值则实为吸收功率。

4. 理想电路元件

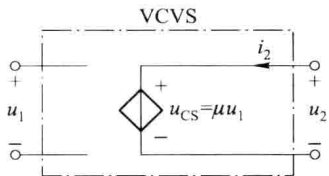
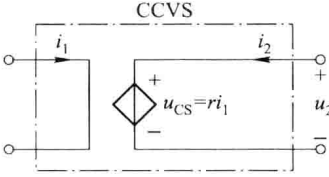
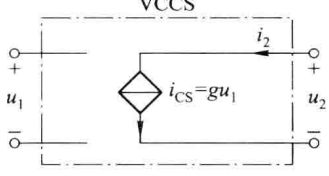
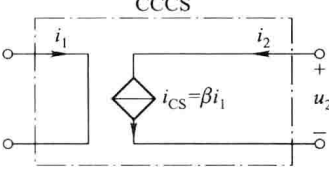
为便于掌握理想电路元件,将各电路元件的名称、图形、符号、定义式、单位、 $u-i$ 约束关系

及其功率和能量简要列于表 1.1 中。表中电压源和电流源的电压、电流为非关联方向,给出的是供出的功率和能量,其他均为关联方向,给出的是吸收的功率和能量。

表 1.1 理想电路元件

名称	图形和符号	定义式和单位	$u-i$ 约束关系	功率和能量
线性电阻		$R = \frac{u_R}{i_R} \Omega (\text{欧})$ $G = \frac{1}{R} \text{ S (西)}$	$u_R = Ri_R$ $i_R = Gu_R$	$p = ui = i^2 R = u^2 G$ $W_R(t) = R \int_{-\infty}^t i^2(\tau) d\tau$ $= G \int_{-\infty}^t u^2(\tau) d\tau$
电容		$C = \frac{u_C}{q} \text{ F (法)}$	$i_C = C \frac{du_C}{dt}$ $u_C = \frac{1}{C} \int_{-\infty}^t i_C(\tau) d\tau$	$p = ui$ $W(t) = \frac{1}{2} Cu^2 = \frac{1}{2C} q^2$
电感		$L = \frac{\Psi}{i} \text{ H (亨)}$	$u_L = L \frac{di_L}{dt}$ $i = \frac{1}{L} \int_{-\infty}^t u_L(\tau) d\tau$	$p = ui$ $W(t) = \frac{1}{2} Lt^2 = \frac{1}{2L} \Psi^2$
电压源		$U_S (\text{直流})$ $u_S (\text{交流})$	直流 $\begin{cases} U = U_S \\ I = \text{任意值} \end{cases}$ 交流 $\begin{cases} u = u_S \\ i = \text{任意值} \end{cases}$	$P = U_S I$ $p = u_S i$ $W = U_S I t$ $W(t) = u_S i t$
电流源		$I_S (\text{直流})$ $i_S (\text{交流})$	直流 $\begin{cases} I = I_S \\ U = \text{任意值} \end{cases}$ 交流 $\begin{cases} i = i_S \\ u = \text{任意值} \end{cases}$	$P = UI_S$ $p = ui_S$ $W = UI_S t$ $W(t) = ui_S t$

续表

名称	图形和符号	定义式和单位	$u-i$ 约束关系	功率和能量
受控源	 VCVS	控制系数 $\mu = \frac{u_{CS}}{u_1}$ 转移电压比 (无量纲)	直流 $\begin{cases} U_2 = \mu U_1 \\ I_2 = \text{任意值} \end{cases}$ 交流 $\begin{cases} u_2 = \mu u_1 \\ i_2 = \text{任意值} \end{cases}$	$P = U_{CS} I_2$ $p = u_{CS} i_2$ $W = U_{CS} I_2 t$ $W(t) = u_{CS} i_2 t$
	 CCVS	控制系数 $r = \frac{u_{CS}}{i_1}$ 转移电阻(Ω)	直流 $\begin{cases} U_2 = r I_1 \\ I_2 = \text{任意值} \end{cases}$ 交流 $\begin{cases} u_2 = r i_1 \\ i_2 = \text{任意值} \end{cases}$	$P = U_{CS} I_2$ $p = u_{CS} i_2$ $W = U_{CS} I_2 t$ $W(t) = u_{CS} i_2 t$
	 VCCS	控制系数 $g = \frac{i_{CS}}{u_1}$ 转移电导(S)	直流 $\begin{cases} I_2 = g U_1 \\ U_2 = \text{任意值} \end{cases}$ 交流 $\begin{cases} i_2 = g u_1 \\ u_2 = \text{任意值} \end{cases}$	$P = U_2 I_{CS}$ $p = u_2 i_{CS}$ $W = U_2 I_{CS} t$ $W(t) = u_2 i_{CS} t$
	 CCCS	控制系数 $\beta = \frac{i_{CS}}{i_1}$ 转移电流比 (无量纲)	直流 $\begin{cases} I_2 = \beta I_1 \\ U_2 = \text{任意值} \end{cases}$ 交流 $\begin{cases} i_2 = \beta i_1 \\ u_2 = \text{任意值} \end{cases}$	$P = U_2 I_{CS}$ $p = u_2 i_{CS}$ $W = U_2 I_{CS} t$ $W(t) = u_2 i_{CS} t$

(1) 可利用对偶关系掌握电路元件。所谓对偶关系是指,在电路理论中,电路变量、电路元件、元件数学模型、电路结构、电路定律和定理等常常成对出现,每一对中的两者之间互称对偶元素,将上述在电路理论的各种成对出现,一一对应的关系系统称为对偶关系。例如,电压 u 和电流 i 是一一对偶变量;电感元件和电容元件,电压源和电流源,电压控制的电压源和电流控制的电流源等都是对偶元件。再如,电感的数学模型 $u_L = L \frac{di_L}{dt}$ 与电容的数学模型 $i_C = C \frac{du_C}{dt}$ 相互对偶,将电感数学模型中的 u_L 、 L 和 i_L 分别用其对偶元素 i_C 、 C 和 u_C 替换后,即为电容的数学模型。利用对偶关系掌握电路元件,可起到事半功倍的效果。

(2) 随着科学技术的发展,当今利用电子器件可以较容易制作出具有负电阻特性的器件。负电阻吸收的能量为负值,即可以向外供出能量。

(3) 理想电压源无内电阻,理想电流源无内电导,统称理想电源,又分别称为独立电压源和独立电流源,简称电压源和电流源。

(4) 电压源两端电压恒定,其电流决定于与其连接的外电路;电流源中的电流恒定,其端电压决定于与其连接的外电路。

电压源两端不允许短路;电流源两端不允许开路。

(5) 受控源中的控制变量是电路中某处的电压或电流,在电路中不允许出现无控制变量的受控源。

(6) 当受控电压源受本身电流控制,或受控电流源受本身电压控制时,相当于一个电阻参数。此时,受控源的电压与电流呈关联方向时,为正电阻;呈非关联方向时,为负电阻。为正电阻时,可吸收功率;为负电阻时,可供出功率。

5. 基尔霍夫定律

(1) 基尔霍夫电流定律(KCL)的内容是:在集总参数的电路中,对任何一个节点,在任何时刻流出(流入)该节点的电流代数和恒等于零。其数学表达式为

$$\sum i = 0 \quad (1-5)$$

或

$$\sum i_{\text{入}} = \sum i_{\text{出}} \quad (1-6)$$

该定律适用于集总参数的电路中的任意节点和广义节点。

使用式(1-5)列写 KCL 方程时,应预先约定是流出为正还是流入为正,一般取流出为正。

当对直流电阻电路列写 KCL 方程时,应该用

$$\sum I = 0 \quad (1-7)$$

或

$$\sum I_{\text{入}} = \sum I_{\text{出}} \quad (1-8)$$

(2) 基尔霍夫电压定律(KVL)的内容是:在集总参数的电路中,对任何一个闭合回路,在任何时刻沿该回路定向循行时,所有支路电压的代数和恒等于零。其数学表达式为

$$\sum u = 0 \quad (1-9)$$

该定律适用于集总参数的电路中的任意回路。

列写 KVL 方程时,首先要选定循行方向,中途不可改变循行方向。

使用式(1-9)列写 KVL 方程时,皆取电位降为正,遇电位升时取负。

对由电阻和直流电压源构成的回路列写 KVL 方程时,应该用

$$\sum U = 0 \quad (1-10)$$

或

$$\sum RI = \sum U_{\text{升}} \quad (1-11)$$

用式(1-11)列写 KVL 方程时,等号左侧取电阻上的电位降为正,遇电位升时取负;等号右侧取电源的电位升为正,遇电位降时取负。

(3) KCL 和 KVL 是电路理论中的两条重要定律,又称两个拓扑约束关系。它贯穿于电路基础理论的始终。KCL 表明,在电路的节点处既不会有电荷产生,也不会有电荷消失。节点

只起到分配电流的作用。KVL说明,单位正电荷从电路的某一点出发,沿闭合回路定向循行一周又回到原出发点,所具有的电位能没有增加也没有减少,即在循行一周后总的电位能量保持不变。也就是说,两定律分别体现了电荷的守恒性、电流的连续性和能量的守恒性。

(4) KCL和KVL的适用范围是集总电路,只要**集总**即可。无论线性与否、时变与否,皆可使用。这两条定律是仅由电路的连接关系所确定的约束关系,与元件性质无关。

6. 等效和等效变换

(1) 所谓两电路等效是指,两个内部结构和元件参数完全不同的电路对外部电路有相同的电压、电流约束关系,这种约束关系称为外特性,即若**两电路有相同的外特性,则两电路等效**。

等效变换是指,将一个已知结构和元件参数的电路,利用变换关系等效成不同结构和参数的电路。等效变换可以用来化简电路。

(2) 在以往课程中学过求多个电阻、电感和电容的串联和并联的等效电阻、等效电感和等效电容等内容,皆属于等效变换的应用。

(3) 现将多个理想电源串、并联的等效电源列于表1.2中。

表 1.2 理想电源的串、并联

连接关系	等效关系	注意事项
n 个电压源串联	$u_{Seq} = \sum_{k=1}^n u_{Sk}$	u_{Seq} 应该为相串联的各电压源电压的代数和,注意它们之间的极性连接关系
n 个电压源并联	$u_{Seq} = u_{Sk}$	端电压仍为其中每个电压源的电压;不允许电压不同的电压源直接并联
n 个电流源并联	$i_{Seq} = \sum_{k=1}^n i_{Sk}$	i_{Seq} 应该为相并联的各电流源电流的代数和,注意它们之间的方向关系
n 个电流源串联	$i_{Seq} = i_{Sk}$	电流仍为其中每个电流源的电流;不允许电流不同的电流源直接串联

可用对偶关系掌握表1.2中的内容。

(4) 实际电压源与实际电流源间的等效变换。

① 一个实际电压源可用一个电压源 u_s 与一个表示电源内电阻 R_{in} 相串联的电路建立其模型,如图1.1(a)所示。一个实际电流源可用一个电流源 i_s 与一个电导 G_{in} 相并联的电路建立其模型,如图1.1(b)所示。两电路等效变换关系为

$$i_s = \frac{u_s}{R_{in}}, \quad G_{in} = \frac{1}{R_{in}} \quad \text{或} \quad u_s = \frac{i_s}{G_{in}}, \quad R_{in} = \frac{1}{G_{in}}$$

(1-12)

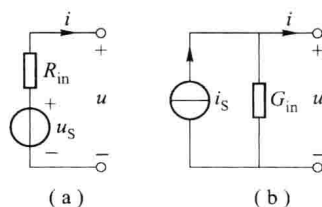


图 1.1 实际电源模型

② 将实际电流源电路中的电导用电阻表示时,可参照图 1.2 所示一组电路掌握两电路间的等效变换。

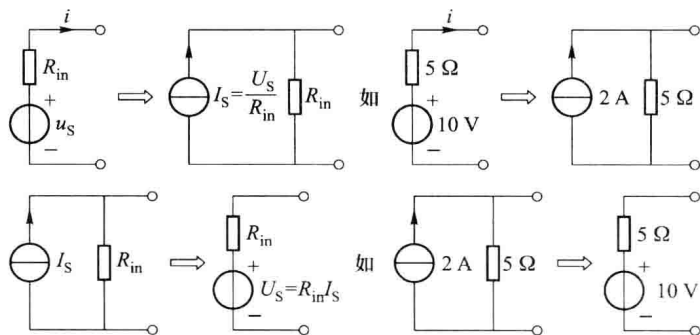


图 1.2 实际电源电路模型间的等效变换

(5) 由受控电压源和电阻串联构成的电路也可与由受控电流源和电导并联的电路进行等效变换。因为控制变量保持不变,所以在 4 种由受控源和电阻所构成的电路中,只有含 VCVS 的电路与含 VCCS 的电路间和含 CCVS 的电路与含 CCCS 的电路间能够进行等效变换。这种变换的原理与实际电源模型间的变换原理相同。处理方法与实际电源模型间的变换相似,由于控制变量不参与变换,可只对控制系数进行变换计算。可参照图 1.3 和图 1.4 所示两组电路掌握这种等效变换(为简单起见,图中未给出控制变量所在支路,但需要注意在等效变换过程中控制变量必须保留,不得丢失)。

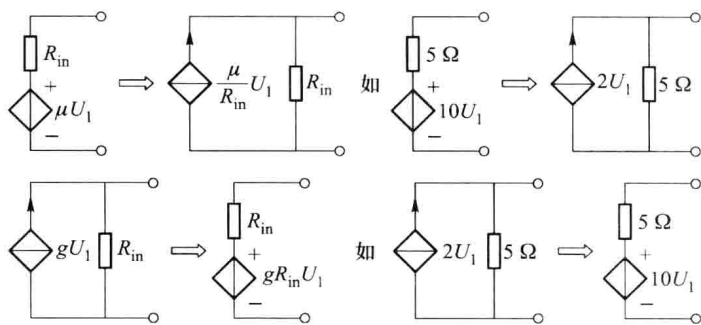


图 1.3 VCVS $\longleftrightarrow$ VCCS

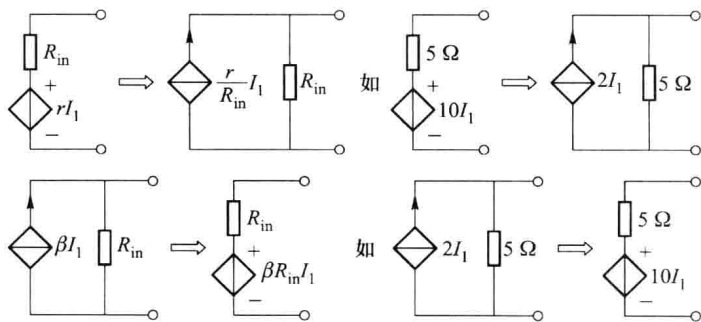


图 1.4 CCVS $\longleftrightarrow$ CCCS

(6) 星形联结电阻电路和三角形联结电阻电路及其等效变换。

① 将 3 个电阻中每个电阻的一端相连成为一个节点,以 3 个电阻的另一端作为外接端子,这就构成星形联结电阻电路,简称 Y 接(星形联结)、星接或 T 形电阻电路。将 3 个电阻之间相互串联形成一个闭合回路,从 3 个连接点处引出 3 个外接端子,这就构成三角形联结电阻电路,简称 Δ 接(三角形联结)、角接或 Π 形电阻电路。当构成 Y 接或 Δ 接的三个电阻相等时,分别称为对称 Y 接电阻或对称 Δ 接电阻。在图 1.5 中,分别给出了几种典型的 Y 接和 Δ 接图形。

② $Y \longleftrightarrow \Delta$ 变换可参照图 1.6 所示一组电路掌握。

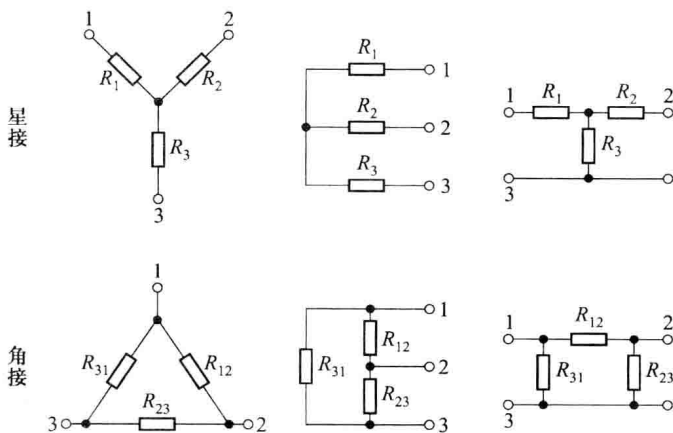


图 1.5 星接和角接电阻电路

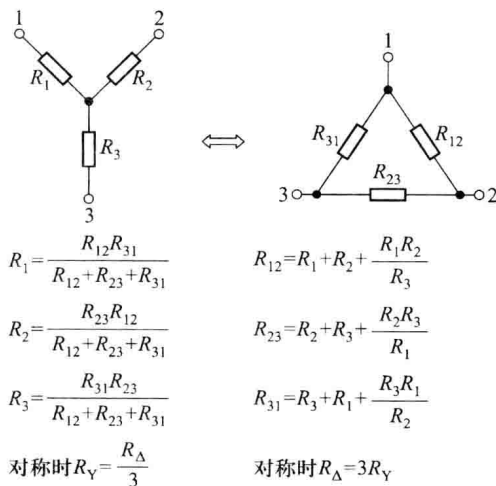
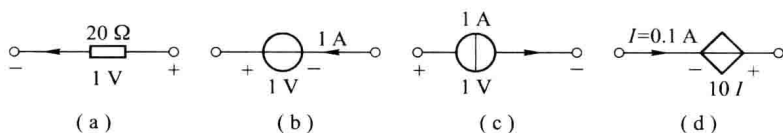


图 1.6 星接和角接电阻间的等效变换

三、习题解答

1.1 计算题图 1.1 中的 4 种元件的功率,并指明是吸收功率还是供出功率。



题图 1.1

解

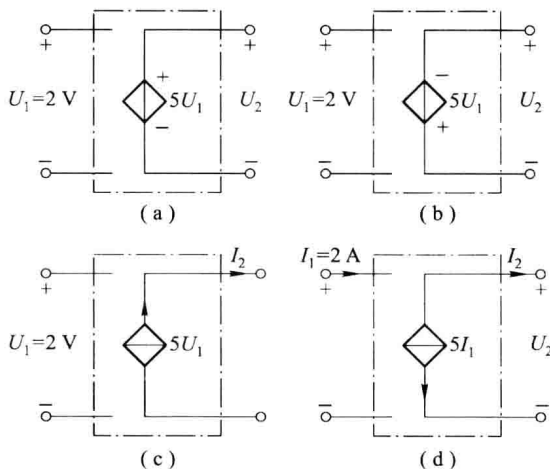
$$(a) P = \frac{1^2}{20} \text{ W} = 0.05 \text{ W} \quad \text{吸收功率};$$

$$(b) P = 1 \times 1 \text{ W} = 1 \text{ W} \quad \text{供出功率};$$

$$(c) P = 1 \times 1 \text{ W} = 1 \text{ W} \quad \text{吸收功率};$$

$$(d) P = 10 \times 0.1 \times 0.1 \text{ W} = 0.1 \text{ W} \quad \text{供出功率}。$$

1.2 在题图 1.2 中,题图 1.2(a)、(b)两受控电压源中的 U_2 分别为多少? 题图 1.2(c)、(d)两受控电流源中的 I_2 分别为多少?



题图 1.2

解

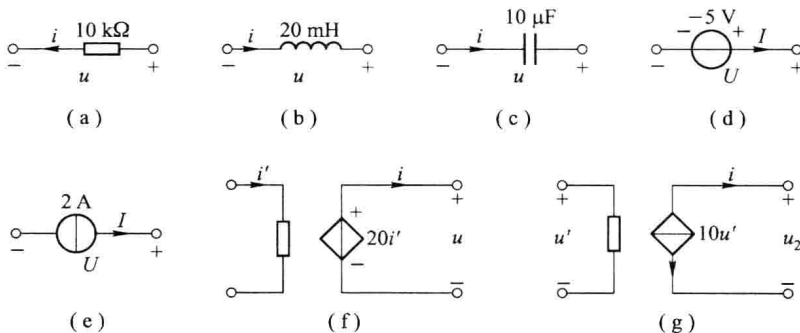
$$(a) U_2 = 5U_1 = 5 \times 2 \text{ V} = 10 \text{ V};$$

$$(b) U_2 = -5U_1 = -5 \times 2 \text{ V} = -10 \text{ V};$$

$$(c) I_2 = 5U_1 = 5 \times 2 \text{ A} = 10 \text{ A};$$

$$(d) I_2 = -5I_1 = -5 \times 2 \text{ A} = -10 \text{ A}。$$

1.3 在题图 1.3 中指定的电压 u 和电流 i 的参考方向下, 写出图中各元件 u 和 i 的约束关系。



题图 1.3

解

$$(a) u = 10 \times 10^3 i = 10^4 i;$$

$$(b) u = -L \frac{di}{dt} = -20 \times 10^{-3} \frac{di}{dt} = -0.02 \frac{di}{dt};$$

$$(c) i = -C \frac{du}{dt} = -10 \times 10^{-6} \frac{du}{dt} = -10^{-5} \frac{du}{dt};$$

$$(d) \begin{cases} U = -5 \text{ V} \\ I \text{ 为任意值} \end{cases}; \quad (e) \begin{cases} I = 2 \text{ A} \\ U \text{ 为任意值} \end{cases};$$

$$(f) \begin{cases} u = 20i' \\ i \text{ 为任意值} \end{cases}; \quad (g) \begin{cases} i = -10u' \\ u \text{ 为任意值} \end{cases}。$$

1.4 在题图 1.4 所示电路中, 已知 $i = 2\sin 2\pi t \text{ A}$, $u = 10\sin(2\pi t - \pi/2) \text{ V}$ 。求: (1) 图中所示的是什么元件, 并求该元件的参数; (2) 在一个周期内元件吸收的电能。

解

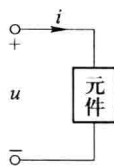
(1) 因为 i 超前 $u 90^\circ$, 所以图中所示元件为电容 C 。又因为

$$i = C \frac{du}{dt} = C \cdot 20\pi \cos\left(2\pi t - \frac{\pi}{2}\right) = 20\pi C \sin 2\pi t$$

则应有 $20\pi C = 2$, 所以

$$C = \frac{2}{20\pi} \text{ F} = 0.0318 \text{ F}$$

(2) 因为 $W(t) = \int_0^t u i dt = 0$, 即在一个周期内元件吸收的电能为零。

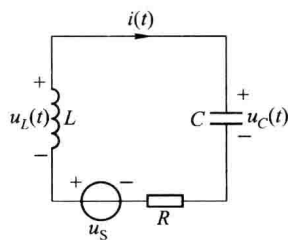


题图 1.4

1.5 题图 1.5 所示电路, 已知 $L = 0.5 \text{ H}$, $C = 1 \text{ F}$, $u_C(t) = 10(e^{-2t} - e^{-t}) \text{ V}$ 。试求电流 $i(t)$ 及电感电压 $u_L(t)$ 。

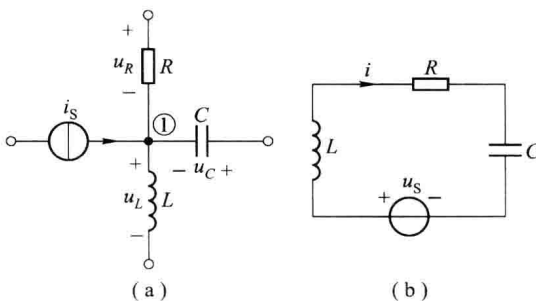
解
$$i(t) = C \frac{du_C}{dt} = (-20e^{-2t} + 10e^{-t}) \text{ A}$$

$$u_L(t) = -L \frac{di}{dt} = (-20e^{-2t} + 5e^{-t}) \text{ V}$$



题图 1.5

1.6 写出题图 1.6(a) 所示电路对节点①的 KCL 表达式和题图 1.6(b) 所示电路的 KVL 表达式。



题图 1.6

解 对图(a) 有节点①的 KCL 为

$$-i_R - i_S + i_L - i_C = 0$$

即有

$$-\frac{u_R}{R} - i_S + \frac{1}{L} \int_{-\infty}^t u_L d\tau - C \frac{du_C}{dt} = 0$$

对图(b) 电路的 KVL 表达式为

$$Ri + \frac{1}{C} \int_{-\infty}^t id\tau - u_S + L \frac{di}{dt} = 0$$

1.7 电路如题图 1.7 所示。已知: $U_S = 10 \text{ V}$, $I_S = 1 \text{ A}$, $U_{CS1} = 2I$, $U_{CS2} = 3I$, $R = 2 \Omega$ 。求两受控源支路中的电流 I_1 和 I_2 。

解 由 KVL 有

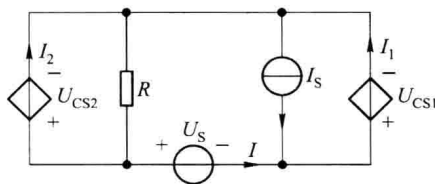
$$U_{CS2} = U_S + U_{CS1}$$

即

$$3I = 10 + 2I$$

解得

$$I = 10 \text{ A}$$



题图 1.7