



高等学校经典教材配套辅导丛书

电路

辅导及习题精解

- ◆ 知识归纳
- ◆ 名师执笔
- ◆ 习题全解
- ◆ 精准解答

郑学瑜 肖红军 聂 典 刘景夏 编著

陕西师范大学出版社

第四版



高等学校经典教材配套辅导丛书

电 路

辅导及习题精解

(第四版)

郑学瑜 肖红军 编著
聂 典 刘景夏

陕西师范大学出版社

图书代号:JC4N0126

图书在版编目(CIP)数据

电路辅导及习题精解/郑学瑜,肖红军,聂典,刘景夏编著. —西安:陕西师范大学出版社,2004.7

(高等学校经典教材配套辅导丛书)

ISBN 7-5613-3019-7

I. 电… II. ①郑…②肖…③聂…④刘… III. 电路—高等学校—教学参考资料 IV. TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 065546 号

责任编辑 史 进

装帧设计 王静婧

出版发行 陕西师范大学出版社

社 址 西安市陕西师大 120[#] (邮政编码:710062)

网 址 <http://www.snuph.com>

经 销 新华书店

印 刷 如皋市印刷有限公司

开 本 787×960 1/16

印 张 26

字 数 480 千

印 数 8000 册

版 次 2004 年 8 月第 1 版

印 次 2004 年 8 月第 1 次印刷

定 价 29.80 元

开户行:光大银行西安南郊支行 账号:0303070—00330004695

读者购书、书店添货或发现印装问题,请与本社营销中心联系、调换。

电 话:(029)85307864 85233753 85251046(传真)

E-mail:if-centre@snuph.com

前 言

本书是为了配合高等教育出版社出版的高等教育“九五”国家级重点教材——西安交通大学的邱关源教授主编的《电路》(第四版)一书的使用而编写的。

本书着力于电路的理论知识体系的梳理,学习方法的启迪和解题方法的指导,强调基本概念,基本理论和基本方法的准确理解和灵活运用,力图使读者在学习该课程的过程中建立正确的思想方法,应用合理的思维方式,把握课程体系的基本脉络,逐步培养综合运用知识的能力,以达到本课程教学大纲的目的,乃至适应研究生入学考试的需求。

全书共分十九章(含附录 A),各章的顺序与《电路》(第四版)对应,每章均由二部分组成。

第一部分为“知识点归纳”,对各章的基本内容进行提要性叙述,对相应的重要概念的理解,基本解题方法,步骤的掌握进行提示和说明,从不同的侧面进行注释,以期帮助读者抓住要旨,建立整体概念。

第二部分的“习题全解”,对教材《电路》(第四版)中的全部习题进行分析、计算和求解,并给出了详细的解题过程。各习题的编号与教材中的一致。习题的解析方法与教材中各章、节讲述的内容密切配合;习题的解题过程力求做到概念清晰,步骤完整,数据准确,附图齐全;习题注意对典型题目给出几种不同的解题方法,通过相互比较和验证,以期使读者加深对基本概念的理解,扩展解题思路,提高解题的能力和效率。

本书中所用公式、符号及解题格式都力求与教材一致。

限于作者的水平和经验,加之时间仓促,书中难免有疏漏不妥之处,恳请专家、读者不吝指教。

编 者

2004 年 7 月

目 录

第 1 章 电路模型和电路定律	(1)
1.1 知识点归纳	(1)
1.1.1 电路的几个基本概念	(1)
1.1.2 电路的基本变量	(2)
1.1.3 电路的基本元件	(3)
1.1.4 基尔霍夫定律	(8)
1.2 习题全解	(9)
第 2 章 电阻电路的等效变换	(25)
2.1 知识点归纳	(25)
2.1.1 电路的等效变换	(25)
2.1.2 电阻的串联和并联	(25)
2.1.3 Y- Δ 等效变换	(26)
2.1.4 含源支路的等效变换	(27)
2.1.5 输入电阻	(28)
2.2 习题全解	(28)
第 3 章 电阻电路的一般分析	(45)
3.1 知识点归纳	(45)
3.1.1 电路的图	(45)
3.1.2 KCL 和 KVL 的独立方程数	(45)
3.1.3 支路电流法	(46)
3.1.4 网孔电流法	(46)
3.1.5 回路电流法	(47)
3.1.6 结点(节点)电压法	(47)
3.2 习题全解	(48)

第 4 章 电路定理	(68)
4.1 知识点归纳	(68)
4.1.1 叠加定理	(68)
4.1.2 替代定理	(68)
4.1.3 戴维宁定理和诺顿定理	(69)
4.1.4 特勒根定理	(70)
4.1.5 互易定理	(71)
4.1.6 对偶原理	(71)
4.2 习题全解	(71)
第 5 章 含有运算放大器的电阻电路	(93)
5.1 知识点归纳	(93)
5.1.1 运算放大器的电路模型	(93)
5.1.2 含有理想运算放大器的电路分析	(93)
5.2 习题全解	(94)
第 6 章 一阶电路	(100)
6.1 知识点归纳	(100)
6.1.1 动态电路的方程及其初始条件	(100)
6.1.2 一阶电路的零输入响应	(101)
6.1.3 一阶电路的零状态响应	(102)
6.1.4 一阶电路的全响应	(103)
6.1.5 一阶电路的阶跃响应	(104)
6.1.6 一阶电路的冲激响应	(104)
6.2 习题全解	(105)
第 7 章 二阶电路	(134)
7.1 知识点归纳	(134)
7.1.1 二阶电路的零输入响应	(134)
7.1.2 二阶电路的零状态响应和阶跃响应	(136)
7.1.3 二阶电路的冲激响应	(137)
7.2 习题全解	(137)

第 8 章 相量法	(150)
8.1 知识点归纳	(150)
8.1.1 复数	(150)
8.1.2 正弦量	(151)
8.1.3 相量法的基础	(151)
8.1.4 电路定律的相量形式	(153)
8.2 习题全解	(155)
第 9 章 正弦稳态电路的分析	(167)
9.1 知识点归纳	(167)
9.1.1 阻抗和导纳	(167)
9.1.2 阻抗(导纳)的串联和并联	(169)
9.1.3 电路的相量图	(169)
9.1.4 正弦稳态电路的分析	(170)
9.1.5 正弦稳态电路的功率	(170)
9.1.6 复功率	(171)
9.1.7 最大功率传输	(173)
9.1.8 串联电路的谐振	(173)
9.1.9 并联谐振电路	(174)
9.2 习题全解	(175)
第 10 章 含有耦合电感的电路	(223)
10.1 知识点归纳	(223)
10.1.1 互感	(223)
10.1.2 含有耦合电感电路的计算。	(225)
10.1.3 空心变压器	(226)
10.1.4 理想变压器	(226)
10.2 习题全解	(228)
第 11 章 三相电路	(246)
11.1 知识点归纳	(246)
11.1.1 三相电路	(246)

11.1.2	对称三相电路线量与相量的关系	(247)
11.1.3	对称三相电路的计算	(248)
11.1.4	不对称三相电路的概念	(248)
11.1.5	三相电路的功率	(249)
11.2	习题全解	(267)
第 12 章	非正弦周期电路和信号的频谱	(267)
12.1	知识点归纳	(267)
12.1.1	周期函数的谐波分析	(267)
12.1.2	非正弦周期电量的有效值与平均值	(268)
12.1.3	非正弦周期电路的平均功率	(269)
12.1.4	非正弦周期稳态电路的计算	(269)
12.1.5	对称三相非正弦稳态电路	(269)
12.1.6	傅里叶级数的指数形式	(270)
12.1.7	傅里叶积分	(270)
12.2	习题全解	(271)
第 13 章	拉普拉斯变换	(284)
13.1	知识点归纳	(284)
13.1.1	拉普拉斯变换	(284)
13.1.2	运算电路法	(286)
13.2	习题全解	(287)
第 14 章	网络函数	(310)
14.1	知识点归纳	(310)
14.1.1	网络函数的定义	(310)
14.1.2	网络函数的性质	(310)
14.1.3	网络函数 $H(s)$ 与频率特性 $H(j\omega)$	(311)
14.1.4	卷积	(311)
14.2	习题全解	(311)
第 15 章	电路方程的矩阵形式	(328)
15.1	知识点归纳	(328)

15.1.1	网络结构的矩阵描述	(328)
15.1.2	KCL 、 KVL 方程的矩阵表示	(330)
15.1.3	回路电流法	(330)
15.1.4	结点电压与割集电压法	(331)
15.1.5	结点列表方程	(332)
15.1.6	状态方程	(334)
15.2	习题全解	(335)
第 16 章	二端口网络	(354)
16.1	知识点归纳	(354)
16.1.1	二端口网络的端口特性方程与参数	(354)
16.1.2	二端口网络的等效电路	(355)
16.1.3	二端口网络的转移函数	(355)
16.1.4	二端口网络的相互联接	(356)
16.1.5	有载二端口网络的分析	(357)
16.2	习题全解	(357)
第 17 章	非线性电路简介	(373)
17.1	知识点归纳	(373)
17.1.1	非线性电阻元件	(373)
17.1.2	非线性电容元件	(374)
17.1.3	非线性电感元件	(374)
17.1.4	非线性电路静态工作点的确定	(374)
17.1.5	非线性电路的分析方法	(375)
17.2	习题全解	(377)
第 18 章	均匀传输线	(387)
18.1	知识点归纳	(387)
18.1.1	均匀传输线的参数	(387)
18.1.2	均匀传输线的偏微分方程	(387)
18.1.3	均匀传输线的正弦稳态解	(387)
18.1.4	均匀传输线的行波	(389)
18.1.5	均匀传输线副参数的含义	(389)

18.1.6	无畸变均匀传输线与无损耗均匀传输线	(390)
18.1.7	均匀传输线的输入阻抗	(390)
18.1.8	无损耗均匀传输线上的驻波	(390)
18.1.9	无损耗线的暂态分析	(390)
18.2	习题全解	(393)

附录 A 磁路和铁心线圈 (400)

A.1	知识点归纳	(400)
A.1.1	磁路与铁磁物质的磁化曲线	(400)
A.1.2	磁路的基本定律	(400)
A.1.3	恒定磁通磁路的计算	(401)
A.1.4	交变电流时铁心线圈的电路模型	(402)
A.2	习题全解	(402)

第 1 章 电路模型和电路定律

1.1 知识点归纳

1.1.1 电路的几个基本概念

1. 实际电路

为完成某种功能(如进行能量的传输、分配与转换和实现信息的传递与处理等),将实际的电气设备(如电动机、电视机、计算机、发射机、接收机等)与器件(如电阻器、电容器、电感器、二极管、三极管等),按照一定的方式和组合连接起来的整体称为实际电路,也就是我们通常所讲的电路。

2. 电路模型

(1) 理想电路元件

为了便于对复杂各异的实际电路进行分析和综合,我们有必要在满足实际工程需要和假设条件下,抓住实际电路中发生的主要现象和表现出的主要矛盾,将实际的电路中发生的物理过程或物理现象理想化,这就得到了理想电路元件,简称理想元件。我们把只消耗电能的二端电路元件,称为理想电阻元件,简称电阻;只储藏电能的二端电路元件,称为理想电容元件,简称电容;只储藏磁能的二端电路元件,称为理想电感元件,简称电感。其模型符号分别用图 1.1(a)、(b)、(c) 表示。

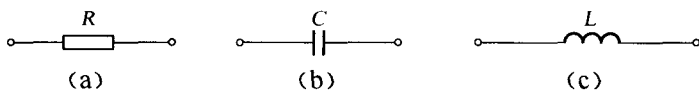


图 1.1 理想电路元件模型

实际电路中的电阻器、电容器、电感器等二端电路器件,根据它们的应用环境,可由一个理想元件或几个理想元件的组合来建立模型。

(2) 理想电路

用理想导线将理想电路元件连接起来而构成的具有一定功能的整体,称为理想电路。电路课程中的研究对象是理想电路,而不是实际电路。

(3) 电路模型

理想电路中的理想电路元件用它们相应的模型符号表示而构成的图形称为电路模型,又称为电路图。

3. 集中参数电路

若电路的几何尺寸 l 远小于电路的最大工作波长 λ , 即 $l \ll \lambda$, 就可以认为电路中的电磁能量只在电路中传输、转换与储存, 无电磁辐射, 则将这样的电路称为集中参数电路。否则, 就称为分布参数电路。

本课程只研究集中参数电路。

1.1.2 电路的基本变量

1. 电流、电压

(1) 电流、电压的大小

电路中的电流、电压的大小, 有的已知, 有的要通过电路分析得到, 它们是电路功能的表示形式。

(2) 电流、电压的参考方向

电流、电压的真实方向是电路中电流、电压的实际方向, 指的是实际存在。

参考方向是相对于真实方向而言的。参考方向是因为电流、电压的实际方向是未知的, 为了确定电流、电压的大小和实际方向而任意的“正”取向, 它与电流、电压的数值正负号一起确定了电流、电压的实际方向。

理解和应用电流、电压参考方向时应注意以下几点:

① 分析求解电路时, 首先必须对分析求解过程中用到的电流、电压变量假设它们的参考方向, 并标示在电路图上。一般电路电流、电压的真实方向是用文字说明的, 而标示在电路图上的方向都是参考方向。

② 参考方向是可以任意假设的, 但对某一个电路进行分析求解时, 你只能假设一次, 并保持在整个分析求解过程中。

③ 对某一电路中的电流、电压的参考方向的不同假设, 求解的电流、电压的数值正负, 可能是不一样的, 但电路中所有电流、电压的真实方向, 不随其参考方向的改变而改变。

④ 电压用参考极性, 即参考正极“+”, 参考负极“-”, 由“+”极指向“-”极的方向, 称为电压的参考方向。又常用下标表示其参考方向, 例, u_{ab} 则表示电压的正极在“a”端, 负极在“b”端, 电压参考方向为“a $\rightarrow$ b”。

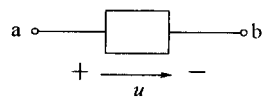


图 1.2

(3) 关联参考方向

对于某元件或电路, 其端口(二端元件只有一个端口, 而多端元件可能有多个端口)上的电流参考方向与电压参考方向一致, 或其端口上的电流参考方向总是由端口电压参考极性的正极“+”

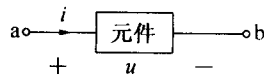


图 1.3

流入该元件或电路, 而由端口电压参考极性的负极“-”流出, 则称这样的电流、电压的参考方向是关联的, 简称关联参考方向, 否则就是非关联的, 简称非关联参考方向。图 1.3 所示的电流、电压参考方向对“元件”而言就是关联参考方向。

在分析求解电路时,如我们统一采用关联参考方向,则电流、电压的参考方向只要标示其中之一就可以了。

2. 电功率和能量

(1) 电功率

一个元件(或电路)在电流、电压取关联参考方向的条件下,吸收的功率为:

$$p = ui$$

电流、电压取非关联参考方向的条件下,吸收的功率为:

$$p = -ui$$

理解与计算电功率时应注意以下几点:

① 电功率的计算结果的正负,与该元件(或电路)端口上电流、电压的参考方向共同决定了该元件(或电路)上的功率的性质(吸收功率或发出功率)。

② 功率值的正负所表达的功率的性质与该元件(或电路)端口上电流、电压参考方向下所选用的功率计算式有关。具体而言,当电流、电压为关联参考方向时,选用 $p = ui$ 计算功率,则当 $p > 0$ 时,元件(或电路)吸收功率;当 $p < 0$ 时,为发出功率。当采用非关联参考方向时,若仍选用 $p = ui$ 计算功率,则当 $p > 0$ 时,为发出功率;当 $p < 0$ 时,为吸收功率。

③ 就某种元件(或电路)而言,吸收正值功率与发出负等值功率意义相同,吸收负值功率与发出正等值功率意义相同。

(2) 能量

能量是功率的积累,用微分和积分描述能量与功率的关系:

$$p = \frac{dW}{dt}$$

$$W = \int_{-\infty}^t p(\xi) d\xi$$

1.1.3 电路的基本元件

1. 电路元件的有关概念

(1) 电路元件的定义式和特性曲线

电路元件均可用数学式加以精确定义。

定义元件的二维空间称为特性平面,特性平面上元件的定义曲线称为特性曲线,特性曲线决定了元件的电路性质。

(2) 电路元件的分类

电路元件分为四类:

{	线性时不变元件
	线性时变元件
	非线性时不变元件
	非线性时变元件

本课程主要研究线性时不变元件和线性时不变电路,由线性时不变元件和电源构成的电路,称为线性时不变电路。

(3) 无源元件和有源元件

若元件在任何时刻从外部吸收的能量满足关系:

$$W = \int_{-\infty}^t p(\xi) d\xi = \int_{-\infty}^t u(\xi) i(\xi) d\xi \geq 0$$

称之为无源元件,否则为有源元件。上式中 u, i 取关联参考方向,并对 u, i 取所有可能的组合。

若是电阻元件,可直观地根据其特性曲线在 $u-i$ 平面上的位置判断它的有源性或无源性。 u, i 取关联参考方向时,若特性曲线位于第一、三象限,则为无源电阻元件。但若特性曲线有部分处于二、四象限,则是有源电阻元件。

(4) 耗能元件和非耗能元件

若元件在电路中总是从外部吸收能量,即对任意时间 t , 有

$$p = ui > 0$$

则称之为耗能元件,式中 u, i 取关联参考方向。否则,就是非耗能元件。

① 在一确定电路中,某元件要么扮演“耗能元件”,要么扮演“非耗能元件”的角色,两者必居其一。

② 耗能元件、非耗能元件与元件的无源性、有源性是不同的概念。在电路中无源元件不一定是耗能元件,有源元件可能是耗能元件。例如,电感、电容是无源元件,但它们都是非耗能元件;独立源是有源元件,但它们在电路中从外部吸收能量(如电池充电)时,表现为“耗能元件”。

2. 电阻元件

掌握电阻元件要注意以下几点:

(1) 电阻元件的定义式是电阻元件上的电流、电压参考方向关联的情况下的代数关系式。

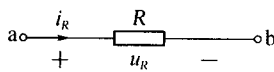


图 1.3

(2) 对于线性时不变电阻有: $u_R = Ri_R$, 其中, R 为不随时间变化的常数, u_R, i_R 取图 1.3 所示的关联参考方向。或

$$u_R = -Ri_R$$

其中, R 同上, u_R, i_R 如图 1.4 所示的非关联参考方向。

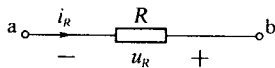


图 1.4

(3) u_R, i_R 无论取关联参考方向,还是非关联参考方向,其上的功率均为 $p_R = Ri_R^2 = \frac{u_R^2}{R}$ 。

(4) 显然在 p_R 式中, $R > 0$, 则 $p_R > 0$, “正电阻”总是吸收功率,即消耗功率,一般的电阻器都是“正电阻”; $R < 0$, 则 $p_R < 0$, “负电阻”总是提供功率。我们不能直接得到负电阻,工程实际中可用有源电子元件来实现“负电阻”。

(5) 当 $R = 0$ 时, $u_R = 0$, 此时可用一根短路线来代替电阻;当 $R = \infty$ 时, $i_R = 0$, 此

时可用“开路”或“断路”来替代电阻。

(6) 在参数值既不等于零也不等于无限大的电阻上, 电流与电压同时存在、同时消失, 即电阻是无记忆元件, 也称即时元件。

3. 电容元件

掌握电容元件要注意以下几点:

(1) 线性电容元件的定义式 $q_C = C u_C$, 是在 u_C 、 q_C 取“一致参考方向”(与电源正极相连的极板总是带正电荷, 与电源负极相连的极板总是带负电荷) 的情况下得到的, 这反映了其物理本质, 如图 1.5 所示。

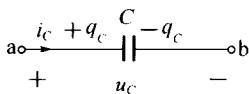


图 1.5

(2) 对于线性时不变电容有:

$$i_C = C \frac{du_C}{dt} \text{ 或 } u_C = \frac{1}{C} \int_{-\infty}^t i_C(\xi) d\xi$$

其中, C 为不随时间而变的常数, u_C 、 i_C 取图 1.5 所示的关联参考方向, 或

$$i_C = -C \frac{du_C}{dt} \text{ 或 } u_C = -\frac{1}{C} \int_{-\infty}^t i_C(\xi) d\xi$$

其中, C 同上, u_C 、 i_C 取图 1.6 所示的非关联参考方向。

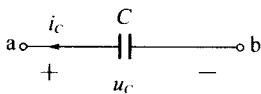


图 1.6

(3) 当电容电流 i_C 有意义时, 电容电压 u_C 不可能发生“突变”(或跳变), 只能连续变化, 称之为电容电压的连续性。

(4) u_C 、 i_C 取关联参考方向时

$$u_C = u_C(t_0) + \frac{1}{C} \int_{t_0}^t i_C(\xi) d\xi$$

其中

$$u_C(t_0) = \frac{1}{C} \int_{-\infty}^{t_0} i_C(\xi) d\xi$$

该式说明, 某时刻 t 时的电容电压 u_C , 不仅与当时的电容电流 i_C 有关, 而且与此前的电容电流有关, 这就是所谓的电容电压 u_C 对电容电流 i_C 具有“记忆”的本领, 故称电容元件为“记忆元件”。

(5) 电容元件在任意时刻的储能为

$$W_C = \frac{1}{2} C u_C^2$$

该式说明, 某时刻电容元件的储能 W_C 取决于该时刻电容元件的端电压 u_C , 而与该时刻电容电流 i_C 无关。

(6) 基于(3)、(4)、(5) 中电容电压 u_C 的特殊性, 电容电压 u_C 称为电容元件的状态变量。

(7) 在任意时刻 t , 总有 $W_C = \frac{1}{2} C u_C^2 \geqslant 0$, 电容元件是无源元件。电容元件储存的电磁能量没有消耗掉, 而是在其它的时间释放出去, 故电容元件是非耗能元件。

4. 电感元件

掌握电感元件要注意以下几点:

(1) 线性电感元件的定义式 $\Psi = Li_L$, 是在 i_L 、 Ψ 取符合右手螺旋法则方向时得到的, 这反映了其物理本质, 如图 1.6 所示, 其中 Ψ 是磁链, Φ 是磁通, N 是线圈的匝数。

(2) 对于线性时不变电感有:

$$u_L = L \frac{di_L}{dt} \text{ 或 } i_L = \frac{1}{L} \int_{-\infty}^t u_L(\xi) d\xi$$

其中, L 为不随时间而变的常数, u_L , i_L 取图 1.7 所示的关联参考方向, 或

$$u_L = -L \frac{di_L}{dt} \text{ 或 } i_L = -\frac{1}{L} \int_{-\infty}^t u_L(\xi) d\xi$$

其中, L 同上, u_L 、 i_L 取图 1.8 所示的非关联参考方向。

(3) 当电感电压 u_L 有意义时, 电感电流 i_L 不可能发生“突变”(或跳变), 只能连续变化, 称之为电感电流的连续性。

(4) u_L 、 i_L 取关联参考方向时

$$i_L = i_L(t_0) + \frac{1}{L} \int_{t_0}^t u_L(\xi) d\xi$$

其中

$$i_L(t_0) = \frac{1}{L} \int_{-\infty}^{t_0} u_L(\xi) d\xi$$

该式说明, 某时刻 t 时的电感时流 i_L 不仅与该时的电感电压 u_L 有关, 而且与此前的电感电压有关, 这就是所谓的电感电流 i_L 对电感电压 u_L 具有“记忆”的本领, 故称电感元件为“记忆元件”。

(5) 电感元件在任意时刻的储能为

$$W_L = \frac{1}{2} Li_L^2$$

该式说明, 某时刻电感元件的储能 W_L 取决于该时刻电感元件的电流 i_L , 而与该时刻电感电压 u_L 无关。

(6) 基于(3)、(4)、(5) 中电感电流 i_L 的特殊性, 电感电流 i_L 称为电感元件的状态变量。

(7) 在任意时刻 t , 具有 $W_L = \frac{1}{2} Li_L^2 \geq 0$, 电感元件是无源元件。电感元件储存的磁场能量没有消耗掉, 而是在其它的时间释放出去, 故电感元件是非耗能元件。

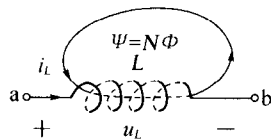


图 1.7

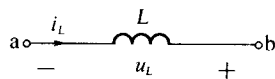
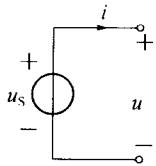
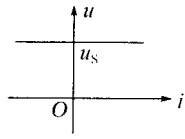
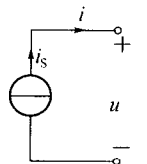
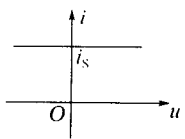
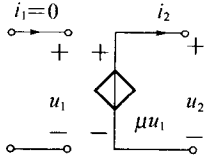
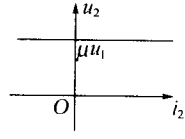
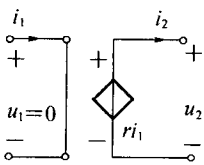
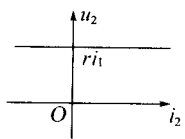
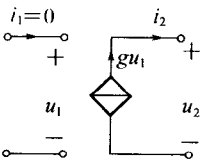
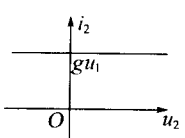
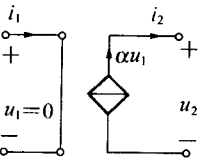
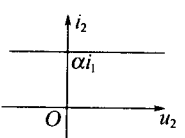


图 1.8

5. 电源元件

表 1.1 各种电源元件的模型、特性及它们的 $u-i$ 特性

类型	项目	模型符号	主要特性	$u-i$ 特性曲线
独立电源	独立电压源		任意时刻 t $\begin{cases} u \equiv u_s \\ i = \text{任意值} \end{cases}$	
	独立电流源		任意时刻 t $\begin{cases} i \equiv i_s \\ u = \text{任意值} \end{cases}$	
受控电源	电压控制电压源		任意时刻 t $\begin{cases} u_2 = \mu u_1 \\ i_2 = \text{任意值} \end{cases}$	
	电流控制电压源		任意时刻 t $\begin{cases} u_2 = r i_1 \\ i_2 = \text{任意值} \end{cases}$	
	电压控制电流源		任意时刻 t $\begin{cases} i_2 = g u_1 \\ u_2 = \text{任意值} \end{cases}$	
	电流控制电流源		任意时刻 t $\begin{cases} i_2 = \alpha i_1 \\ u_2 = \text{任意值} \end{cases}$	

掌握电源元件要注意以下几点:

- (1) 电源元件既可能输出功率(产生功率),也可能吸收功率。
- (2) 按照线性电阻元件的定义,电源元件实质上是非线性电阻元件。
- (3) 独立电源与受控电源的区别:
 - ① 独立电源是二端元件,而受控电源是四端元件。