

十一五规划理工类主干课程辅导丛书

◎ 电工电子 ◎

电 路

习题与解析

陈 波 蒋 琳 编著

Exercise

&
Analysis

科学出版社

TM1/i1=5A3

2008

十一五规划理工类主干课程辅导丛书

电路习题与解析

陈 波 蒋 琳 编著

科学出版社

内 容 提 要

本书是依据教育部颁布的《高等学校工科本科电路分析基础课程教学基本要求》，以邱关源先生主编的、目前较通用的《电路》一书为教材蓝本，编写而成的电路课程辅导教材。书中通过对知识点概念和习题的讲解与分析，帮助读者了解和掌握该课程的难点、要点，提高读者分析问题与解决问题的能力。

全书按照通行教材的章节安排，对电路课程的内容进行归纳分类。每章分成若干个知识点，每个知识点又分为“要点归纳”和“例题解析”。“要点归纳”是对重要知识点的提炼总结；“例题解析”部分精选典型例题（包括疑难习题、课程考试试题以及近年考研真题），对例题的题意、解题思路、容易混淆的概念、容易产生的错误进行分析，并给出十分详尽的解答，以帮助读者熟练掌握常考知识点。部分解答还给出了多种解题方法，扩展读者的解题思路。全书最后提供了课程测试题和考研真题各一套，并附参考答案，以提高读者的应试水平和知识的综合应用能力。

本书可作为高等学校电气、电子、计算机等专业本科生学习电路课程的辅助教材，也可供相关专业学生作为考研复习用书。此外，本书还是广大青年教师教学参考的必备手册。

图书在版编目（CIP）数据

电路习题与解析 / 陈波，蒋琳编著. —北京：

科学出版社，2008

（“十一五”规划理工类主干课程辅导丛书）

ISBN 978-7-03-020963-4

I. 电… II. ①陈… ②蒋… III. 电路分析—高等学校—
解题 IV. TM133-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2008）第 010092 号

责任编辑：丁庆翔 / 责任校对：杨慧芳

责任印刷：科 海 / 封面设计：林 陶

科 学 出 版 社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码：100717

<http://www.sciencep.com>

北京市鑫山源印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2008 年 4 月第一版

开本：16 开

2008 年 4 月第一次印刷

印张：19.25

印数：1-5000

字数：468 千字

定价：29.80 元

（如有印装质量问题，我社负责调换）

前 言

本书是根据国家教委颁布的高等工业学校基础课及基础课程教学基本要求组织编写的“十一五规划理工类主干课程辅导丛书”之一。

本书是为适应高等学校电气、电子、计算机等专业本科生学习电路课程和考研的需要而编写的教学辅导书，可帮助读者复习课程的基本内容，检验基本理论和基本概念的掌握程度，同时培养和提高读者分析问题、解决问题的能力。读者在学完本书之后，可以对课程的理解和掌握达到一个新的高度，同时锻炼和提高自己的解题能力，开拓解题思路。

内容组织

本书共分 19 章，基本覆盖了电路的主要内容。

第 1 章主要介绍了电路模型和电路定律，包括：电路和电路模型、电流和电压的参考方向、电功率和能量、电路元件、电压源和电流源、受控电源（非独立源）和基尔霍夫定律等内容。

第 2 章主要介绍了电阻电路的等效变换，包括：电路的化简与等效、电阻星形连接与三角形连接的等效变换和输入电阻等内容。

第 3 章主要介绍了电阻电路的一般分析方法，包括：电路的图、KCL 和 KVL 的独立方程数及电路分析法等内容。

第 4 章主要介绍了电路的定理，包括：叠加定理、替代定理、戴维南和诺顿定理、特勒根定理以及互易定理和对偶原理等内容。

第 5 章主要介绍了含有运算放大器的电阻电路，包括：运算放大器的电路模型和含理想运算放大器的电路分析等内容。

第 6 章主要介绍了一阶电路，包括：动态电路的方程及其初始条件和一阶电路的分析等内容。

第 7 章主要介绍了二阶电路，包括：二阶电路的零输入响应和零状态响应以及二阶电路的冲激响应等内容。

第 8 章主要介绍相量法，包括：复数、正弦量、相量法的基础和电路定律的相量形式等内容。

第 9 章主要介绍了正弦稳态电路的分析，包括：阻抗、导纳及其等效变换，电路的相量图，正弦稳态电路的分析，正弦电流电路的功率，串联电路的谐振，并联电路的谐振以及串/并联电路的谐振等内容。

第 10 章主要介绍了具有耦合电感电路，包括：互感及空心变压器和理想变压器等内容。

第 11 章主要介绍了三相电路，包括：三相电源、线电压与相电压的关系、对称三相电路的计算以及三相电路的功率等内容。

第12章主要介绍了非正弦周期电流电路,包括:非正弦周期电路和非正弦周期信号的分解、非正弦周期信号有效值和平均功率以及非正弦周期电流电路的计算等内容。

第13章主要介绍了拉普拉斯变换,包括:拉普拉斯变换的性质和定义、拉普拉斯逆变换、利用拉普拉斯变换求解电路运算等内容。

第14章主要介绍了网络函数,包括:网络函数的定义、极点和零点,极点、零点与时域、频域响应以及卷积等内容。

第15章主要介绍了电路方程的矩阵形式,包括:关联矩阵、回路矩阵、割集矩阵、节点法、回路法、割集法以及状态方程等内容。

第16章主要介绍了二端口网络,包括:二端口网络、二端口的方程和参数、二端口网络的等效电路、二端口的转移函数、二端口的连接以及回转器和负阻抗变化器等内容。

第17章主要介绍了非线性电路简介,包括:非线性电阻、非线性电容和非线性电感以及非线性电阻电路分析等内容。

第18章主要介绍了均匀传输线的一些基本定理和计算、分析方法等内容。

第19章提供了考研真题和课程测试题各一套并配有相应的答案解析,供学生进行实践演练。

特色与优点

(1) **结构清晰,知识完整。**内容翔实、系统性强,依据高校教学大纲组织内容,同时覆盖最新版本的所有知识点,并将解题经验融入基本理论之中。

(2) **重点突出,针对性强。**提炼出每部分内容的知识点、重点及难点,以便帮助读者掌握教材的全部重点内容,提高课程学习和考试复习的效率。

(3) **学以致用,注重能力。**以知识要点一习题解析为主线编写,各知识点之后的习题练习可以让读者立刻学以致用,详尽的解题思路便于读者提高实际解题能力。

(4) **例题丰富,实用性强。**例题众多且题型多样,包括疑难习题、课程考试试题以及考研真题(以星号“★”标识),共数百道,并配有详细的分析和解答过程,旨在帮助读者通过全面的习题训练更好地巩固所学知识。

读者定位

本书可作为高等学校电气、电子、计算机等专业本科生学习电路课程的辅导教材,也可供相关专业学生考研使用,以及广大青年教师教学参考的必备手册。

本书由陈波、蒋琳主编,丁美斌、黄莺、刘晓静、林志平、陈朗及周勇等共同参与编写而成,全书框架由何光明拟定,另外,吴婷、陈玉旺、陈智、倪伟老师提出了许多宝贵的修改意见,在此表示衷心的感谢。同时,对出版社的大力支持一并表示谢意。

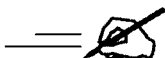
限于作者水平,书中难免存在不当之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2007年12月

目 录

第 1 章 电路模型和电路定律	1	2.3.2 例题解析	30
1.1 电路和电路模型	1	2.4 输入电阻	32
1.2 电流和电压的参考方向	2	2.4.1 要点归纳	32
1.2.1 要点归纳	2	2.4.2 例题解析	33
1.2.2 例题解析	3	2.5 综合习题	36
1.3 电功率和能量	4	第 3 章 电阻电路的一般分析	41
1.3.1 要点归纳	4	3.1 电路的图	41
1.3.2 例题解析	5	3.1.1 要点归纳	41
1.4 电路元件	6	3.1.2 例题解析	42
1.4.1 要点归纳	6	3.2 KCL 和 KVL 的独立方程数	42
1.4.2 例题解析	8	3.2.1 要点归纳	42
1.5 电压源和电流源	11	3.2.2 例题解析	43
1.5.1 要点归纳	11	3.3 电路分析法	44
1.5.2 例题解析	12	3.3.1 要点归纳	44
1.6 受控电源 (非独立源)	13	3.3.2 例题解析	47
1.6.1 要点归纳	13	3.4 综合习题	52
1.6.2 例题解析	14	第 4 章 电路定理	60
1.7 基尔霍夫定律	15	4.1 叠加定理	60
1.7.1 要点归纳	15	4.1.1 要点归纳	60
1.7.2 例题解析	16	4.1.2 例题解析	61
1.8 综合习题	17	4.2 替代定理	66
第 2 章 电阻电路的等效变换	23	4.2.1 要点归纳	66
2.1 引言	23	4.2.2 例题解析	66
2.2 电路的化简与等效	23	4.3 戴维南定理和诺顿定理	67
2.2.1 要点归纳	23	4.3.1 要点归纳	67
2.2.2 例题解析	26	4.3.2 例题解析	68
2.3 电阻星形连接与三角形连接的 等效变换	30	4.4 特勒根定理	72
2.3.1 要点归纳	30	4.4.1 要点归纳	72
		4.4.2 例题解析	72



4.5 互易定理和对偶原理	73	8.2.1 要点归纳	141
4.5.1 要点归纳	73	8.2.2 例题解析	142
4.5.2 例题解析	75	8.3 相量法的基础	144
4.6 综合习题	77	8.3.1 要点归纳	144
第5章 含有运算放大器的电阻电路	83	8.3.2 例题解析	144
5.1 运算放大器的电路模型	83	8.4 电路定律的相量形式	145
5.1.1 要点归纳	83	8.4.1 要点归纳	145
5.1.2 例题解析	85	8.4.2 例题解析	145
5.2 含理想运算放大器的电路分析	89	8.5 综合习题	148
5.2.1 要点归纳	89	第9章 正弦稳态电路的分析	151
5.2.2 例题解析	91	9.1 阻抗、导纳及其等效变换	151
5.3 综合习题	94	9.2 电路的相量图	152
第6章 一阶电路	100	9.2.1 要点归纳	152
6.1 动态电路的方程及其初始条件方程	100	9.2.2 例题解析	153
6.1.1 要点归纳	100	9.3 正弦稳态电路的分析	155
6.1.2 例题解析	103	9.4 正弦电流电路的功率	155
6.2 一阶电路的分析	104	9.4.1 要点归纳	155
6.2.1 要点归纳	104	9.4.2 例题解析	158
6.2.2 例题解析	112	9.5 串联电路的谐振	164
6.3 综合习题	116	9.6 并联电路的谐振	167
第7章 二阶电路	125	9.7 串/并联电路的谐振	169
7.1 二阶电路的零输入响应和零状态响应	125	9.8 综合习题	170
7.1.1 要点归纳	125	第10章 具有耦合电感电路	174
7.1.2 例题解析	128	10.1 互感	174
7.2 二阶电路的冲激响应	134	10.1.1 要点归纳	174
7.2.1 要点归纳	134	10.1.2 例题解析	175
7.2.2 例题解析	135	10.2 空心变压器和理想变压器	180
7.3 综合习题	136	10.2.1 要点归纳	180
第8章 相量法	141	10.2.2 例题解析	181
8.1 复数	141	10.3 综合习题	182
8.2 正弦量	141	第11章 三相电路	189
		11.1 三相电源	189
		11.1.1 要点归纳	189

11.1.2 例题解析	191	第 14 章 网络函数	224
11.2 线电压与相电压的关系	192	14.1 网络函数的定义、极点和零点	224
11.3 对称三相电路的计算	193	14.1.1 要点归纳	224
11.3.1 要点归纳	193	14.1.2 例题解析	225
11.3.2 例题解析	197	14.2 极点、零点与时域、频域响应	227
11.4 三相电路的功率	199	14.2.1 要点归纳	227
11.4.1 要点归纳	199	14.2.2 例题解析	229
11.4.2 例题解析	201	14.3 卷积	230
11.5 综合习题	202	14.3.1 要点归纳	230
第 12 章 非正弦周期电流电路	207	14.3.2 例题解析	230
12.1 非正弦周期电路和非正弦周期 信号的分解	207	14.4 综合习题	231
12.1.1 要点归纳	207	第 15 章 电路方程的矩阵形式	234
12.1.2 例题解析	207	15.1 关联矩阵、回路矩阵、割集 矩阵	234
12.2 非正弦周期信号的有效值和 平均功率	209	15.1.1 要点归纳	234
12.2.1 要点归纳	209	15.1.2 例题解析	235
12.2.2 例题解析	210	15.2 节点法	236
12.3 非正弦周期电流电路的计算	210	15.2.1 要点归纳	236
12.3.1 要点归纳	210	15.2.2 例题解析	237
12.3.2 例题解析	211	15.3 回路法、割集法	240
12.4 综合习题	213	15.3.1 要点归纳	240
第 13 章 拉普拉斯变换	216	15.3.2 例题解析	241
13.1 拉普拉斯变换的性质和定义	216	15.4 状态方程	242
13.1.1 要点归纳	216	15.4.1 要点归纳	242
13.1.2 例题解析	217	15.4.2 例题解析	243
13.2 拉普拉斯逆变换	218	第 16 章 二端口网络	247
13.2.1 要点归纳	218	16.1 二端口网络	247
13.2.2 例题解析	218	16.1.1 要点归纳	247
13.3 利用拉普拉斯变换求解电路 运算	219	16.1.2 例题解析	247
13.3.1 要点归纳	219	16.2 二端口的方程和参数	248
13.3.2 例题解析	220	16.2.1 要点归纳	248
13.4 综合习题	221	16.2.2 例题解析	253
		16.3 二端口的等效电路	256
		16.3.1 要点归纳	256



16.3.2 例题解析	257	17.3.1 要点归纳	278
16.4 二端口的转移函数	258	17.3.2 例题解析	281
16.5 二端口的连接	260	第 18 章 均匀传输线	285
16.5.1 要点归纳	260	18.1 要点归纳	285
16.5.2 例题解析	263	18.2 例题解析	286
16.6 回转器和负阻抗变化器	264	第 19 章 课程测试及考研真题	290
16.6.1 要点归纳	264	19.1 课程测试	290
16.6.2 例题解析	265	19.2 课程测试参考答案	292
16.7 综合习题	265	19.3 重点大学硕士研究生入学 考试试题	296
第 17 章 非线性电路简介	274	19.4 重点大学硕士研究生入学 考试试题参考答案	299
17.1 非线性电阻	274	参考文献	300
17.1.1 要点归纳	274		
17.1.2 例题解析	275		
17.2 非线性电容和非线性电感	277		
17.3 非线性电阻电路分析	278		

第 1 章 电路模型和电路定律

【基本知识点】 电路与电路的模型，电压、电流及其参考方向，功率、能量，电路元器件，电阻元件、电感元器件、电容元器件，电压源和电流源，受控源，基尔霍夫定律。

【重点】 电流和电压的参考方向；电路元件的约束关系（VCR）；基尔霍夫定律。

【难点】 受控电源。

1.1 电路和电路模型

1. 基本概念

电路：是电流的通路，是为了某种需要由某些电工设备或元器件（电气器件）按一定的方式组合起来的。

电路主要由电源、负载、连接导线及开关等构成。

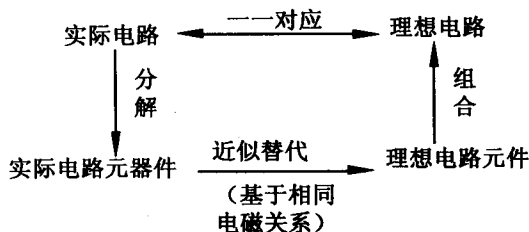
电源（source）：提供能量或信号。

负载（load）：将电能转化为其他形式的能量，或对信号进行处理。

导线（line）、开关（switch）等：将电源与负载接成通路。

2. 电路模型

为了便于用数学方法分析电路，一般要将实际电路模型化，用足以反映其电磁性质的理想电路元件或其组合来模拟实际电路中的元器件，从而构成与实际电路相对应的电路模型。



注意：一种理想电路元器件只反映一种电磁关系，并且具有特定的数学定义（关系）；不同的条件下，同一个实际元件可能有不同的电路模型。



3. 集总参数元件与集总参数电路

集总参数元件：每一个具有两个端钮的元件中有确定的电流（瞬间两端电流相等），端钮间有确定的电压。

集总参数电路：由集总参数元件构成的电路。

一个实际电路是否能用集总参数电路近似，要满足如下条件：即实际电路的尺寸必须远小于电路工作频率下的电磁波的波长（约 6000km）。

1.2 电流和电压的参考方向

1.2.1 要点归纳

1. 实际电量方向

（1）物理中对电量规定的方向（见表 1.1）

表 1.1

物 理 量	单 位	方 向
电流 I	A, mA, μ A	正电荷运动的方向
电动势 E	kV, V, mV, μ V	电位升高的方向
电压 U	kV, V, mV, μ V	电位降低的方向

（2）参考方向（正方向）

概念：在分析计算电路时，对电量任意假定的方向。

注：参考方向可能与实际电量方向不同。

2. 电流及其参考方向

概念：单位时间内通过导体横截面的电荷量 q 定义为电流 i ，数学上定义为

$$i = \frac{dq}{dt}$$

当电流的大小和方向不随时间变化时，称为直流（恒定）电流，习惯上用大写字母 I 表示；反之，称为交流电流，习惯上用小写字母 i 表示。

表示方法：箭头表示，或带双下标的字母表示。

注：对同一个元件不同的参考方向有 $I_{AB} = -I_{BA}$ 。

3. 电压及其参考方向

概念：将单位正电荷由 a 点移至 b 点电场力所做的功或能量 w ，称为 a 、 b 两点间的电压 u ，可描述为

$$u = \frac{dw}{dq}$$

当电压的大小和方向不随时间变化时，称为直流（恒定）电压，习惯上用大写字母 U 表示；反之，称为交流电压，习惯上用小写字母 u 表示。

表示方法：箭头表示或带双下标的字母表示。

注：对同一个元件不同的参考方向有 $U_{AB} = -U_{BA}$ 。

4. 实际方向与参考方向的关系

- ┌ 实际方向与参考方向一致，电流（或电压）值为正；
- └ 实际方向与参考方向相反，电流（或电压）值为负。

注意：在参考方向选定后，电流（或电压）值才有正、负之分。对任何电路分析时都应先指定各处的 i 、 u 的参考方向。

5. 关联参考方向

如图 1.1 所示，当电压的参考方向指定后，指定电流从标以电压参考方向的“+”极性端流入，并从标“-”极性端流出，即电流的参考方向与电压的参考方向一致，也称电流和电压为关联参考方向。反之为非关联参考方向。

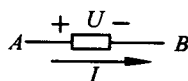


图 1.1

注意：① 关联（非关联）参考方向对判断元件吸收还是发出功率结果不同。② 电压（电流）源常用非关联参考方向；一般元件常用关联参考方向。③ 参考方向一经选定，必须在图中相应位置标注（包括方向和符号），在计算过程中不得任意改变；参考方向不同时，其表达式的符号也不同，但实际方向不变。

1.2.2 例题解析

【例 1-1】已知图 1.2 (a)、(b) 中，电流 $I_1 = 0.1A$ ，求电流 I_2 。

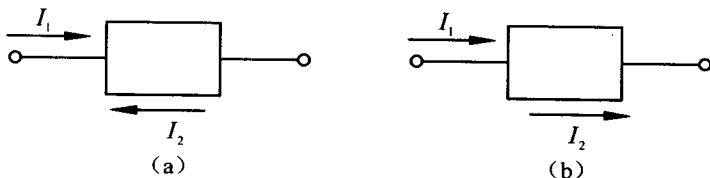


图 1.2

解：图 1.2 (a) $I_2 = -0.1A$ （方向相反，取负号）；

图 1.2 (b) $I_2 = 0.1A$ （方向相同，取正号）。

【例 1-2】标出图 1.3 所示电路中，电流、电动势和电压的实际方向，并判断 A、B、



C 三点电位的高低。

解：电流、电动势和电压的实际方向如图 1.4 所示。

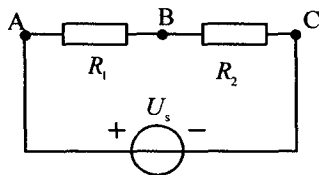


图 1.3

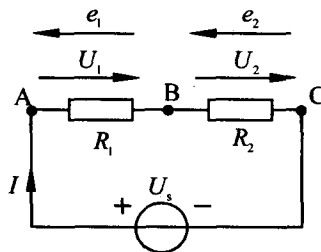


图 1.4

A、B、C 三点电位的比较：

$$V_A > V_B > V_C$$

【例 1-3*】“电路中，没有电压的地方就没有电流，没有电流的地方也就没有电压。”这句话对吗？为什么？

答：不对。因为电压为零时电路相当于短路状态，可以有短路电流；电流为零时电路相当于开路状态，可以有开路电压。

1.3 电功率和能量

1.3.1 要点归纳

1. 电功率

物理上定义，单位时间所做的功称为功率 p ，数学上的描述为 $p = \frac{dw}{dt}$ 。设元件中的电流和电压参考方向相关联，则

$$p = \frac{dw}{dt} = \frac{dw}{dq} \frac{dq}{dt} = ui$$

这表明，电路元件所吸收的电功率等于元件中的电压和电流的乘积。

2. 能量

根据功率与能量的关系， $t_0 \sim t$ 时间元件所吸收的电能为

$$w(t) = \int_{t_0}^t p(\tau) d\tau = \int_{t_0}^t u(\tau) i(\tau) d\tau$$

1.3.2 例题解析

【例 1-4】 元件端子上的电压和电流如图 1.5 所示，其中， $u = 10\cos(100\pi t)\text{V}$ ， $i = 7\sin(100\pi t)\text{A}$ 。

求：① u ， i 的参考方向是否关联？

② 该元件吸收功率的最大值和发出功率的最大值？

解：① u ， i 的参考方向不相关联。

② $p(t) = -ui = -10\cos(100\pi t) \times 7\sin(100\pi t) = -45\sin(200\pi t)\text{W}$

当 $\sin(200\pi t) < 0$ 时， $p(t) > 0$ ，元件吸收功率；

当 $\sin(200\pi t) = -1$ 时，元件吸收功率最大，即 $P_{\max} = 45\text{W}$ ；

当 $\sin(200\pi t) > 0$ 时， $p(t) < 0$ ，元件实际发出功率；

当 $\sin(200\pi t) = 1$ 时，元件发出最大功率，即 $P_{\max} = 45\text{W}$ 。

【例 1-5】 已知 $U_1 = U_2 = U_3 = 60\text{V}$ ， $U_4 = 40\text{V}$ ， $I_1 = 5\text{A}$ ， $I_2 = 1\text{A}$ ， $I_3 = 2\text{A}$ 。各元件电流和电压参考方向如图 1.6 所示。求各元件的功率，并指出是吸收功率还是发出功率，整个电路的总功率是否满足能量守恒定律？



图 1.5

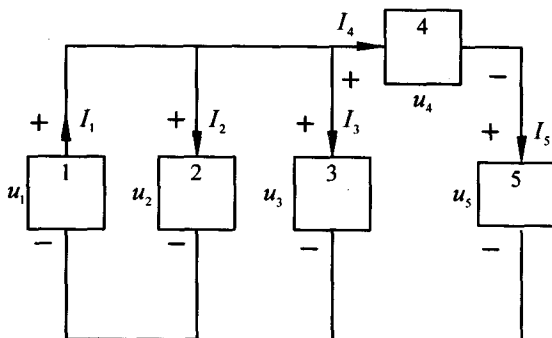


图 1.6

解：元件 1 为 $P_1 = -U_1 I_1 = -60 \times 5 = -300\text{W}$ （发出功率）；

元件 2 为 $P_2 = U_2 I_2 = 60 \times 1 = 60\text{W}$ （吸收功率）；

元件 3 为 $P_3 = U_3 I_3 = 60 \times 2 = 120\text{W}$ （吸收功率）；

元件 4 为 $P_4 = U_4 I_4 = 40 \times 2 = 80\text{W}$ （吸收功率）；

元件 5 为 $P_5 = U_5 I_5 = 20 \times 2 = 40\text{W}$ （吸收功率）；

总功率为 $P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 = 0$ ；可见功率守恒。

【例 1-6★】 如图 1.7 (a)、(b) 所示电路，分别求出电流源和电压源的功率，并判断是发出功率或吸收功率。

解：图 1.7 (a) 所示电路解析如下。

① 电流源电流 i_s 与电压 $u = u_s$ 为非关联参考方向，则其功率为

$$p_s = -u i_s = -5 \times 2\text{W} = -10\text{W}$$



因其值为负，故电流源发出功率。

② 电压源电压 u_s 与电流 $i=i_s$ 为关联参考方向，则其功率为

$$p_{us} = u_s i = 5 \times 2 \text{ W} = 10 \text{ W}$$

因其值为正，故电压源吸收功率。

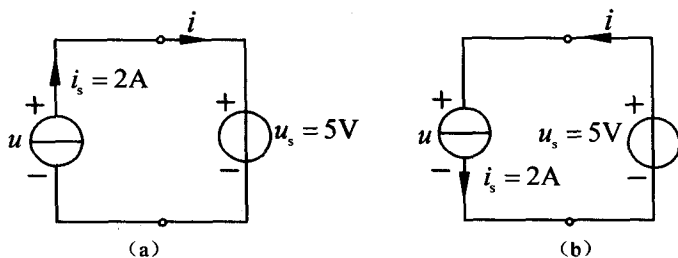


图 1.7

图 1.7 (b) 所示电路解析如下。

① 电流源电流 i_s 与电压 $u=u_s$ 为关联参考方向，则其功率为

$$p_{is} = u i_s = 5 \times 2 \text{ W} = 10 \text{ W}$$

因其值为正，故电流源吸收功率。

② 电压源电压 u_s 与电流 $i=i_s$ 为非关联参考方向，则其功率为

$$p_{us} = -u_s i = -5 \times 2 \text{ W} = -10 \text{ W}$$

因其值为负，故电压源发出功率。

【例 1-7】 一盏 220V/40W 的荧光灯，每天点亮 5h，问每月（按 30 天计算）消耗多少度电？若每度电费为 0.5 元，问每月需付电费多少元？

解： $W = 40 \times 10^{-3} \times 5 \times 30 \text{ 度} = 6 \text{ 度}$ （度的国际单位是千瓦时）

每月需要的费用： $F = 6 \times 0.5 \text{ 元} = 3 \text{ 元}$ 。

1.4 电路元件

1.4.1 要点归纳

1. 集总元件假定

在任何时刻，流入二端元件的一个端子的电流一定等于从另一端子流出的电流，两个端子之间的电压为单值量。

2. 电阻元件

(1) 定义

电阻是一种将电能不可逆地转化为其他形式能量（如热能、机械能、光能等）的元件。

(2) 数学表示

设电流和电压参考方向相关联，线性时不变电阻的 VCR 约束方程由欧姆定律得

$$u = Ri \text{ 或 } i = Gu$$

由电功率的定义及欧姆定律可知，电阻吸收的功率为

$$p = ui = Ri^2 = Gu^2$$

非关联参考方向时： $p = -ui = -(-Ri)i = i^2 R = -u(-u/R) = u^2 / R$

这表明正电阻总是吸收（消耗）功率，称为无源元件。

注意：①电阻是无记忆元件，正电阻只能吸收功率，是耗能元件；负电阻反之。

②从元件特性上可分为线性、非线性、时不变和时变电阻；从功率的发出或吸收角度，可分为有源和无源电阻；线性电阻上的电压和电流的波形必然相似。③所谓“有源元件”是指元件可向外部电路提供大于零且无限长时间的平均功率的一类元件。

3. 电容元件

(1) 定义

电容是储存电场能量或储存电荷能力的量度。电容元件是用来模拟一类能够储存电场能量的理想元件模型。

(2) 数学表示

电容元件的特性方程

$$C = q / u$$

① 电容上电流为

$$i = dq / dt$$

则

$$i = \frac{dq}{dt} = C \frac{du}{dt}$$

这表明，电容的电流与其端电压的变化率成正比，与电压的数值大小无关。

② 电容上电压为

$$\begin{aligned} u &= \frac{1}{C} \int_{-\infty}^t i(\tau) d\tau = \frac{1}{C} \int_{-\infty}^0 i(\tau) d\tau + \frac{1}{C} \int_0^t i(\tau) d\tau \\ &= u(0) + \frac{1}{C} \int_0^t i(\tau) d\tau \end{aligned}$$

式中， $u(0) = \frac{1}{C} \int_{-\infty}^0 i(\tau) d\tau$ ，称为电容电压在 $t=0$ 时刻的初始值。这说明任一时刻的电容电压不仅与该时刻的电流有关，而且还与此时刻以前的“历史状态”（从 $-\infty$ 开始）有关，

与电阻的电压只取决于即时的电流截然不同，故电容称为“记忆元件”。

注意：电容是反映电能与电场能之间相互转换的储能元件；电容有隔断直流的作用；其上的 u 与 i 是积（微）分关系。

4. 电感元件

(1) 定义

电容是储存磁场能量的量度。电感元件是用来模拟一类能够储存磁场能量的理想元件模型。

(2) 数学表示

电感元件的特性方程为 $L = \psi / i$ （设磁通与电流方向符合右手螺旋法则）

① 电感上电压为

$$u = \frac{d\psi}{dt} = L \frac{di}{dt}$$

这表明，电感的电压与其通过电流的变化率成正比，与电流的数值大小无关。

② 电感上电流为

$$i = \frac{1}{L} \int_{-\infty}^t u(t) dt = i(0) + \frac{1}{L} \int_0^t u(t) dt$$

式中， $i(0) = \frac{1}{L} \int_{-\infty}^0 u(t) dt$ ，称为电感电流在 $t=0$ 时刻的初始值。这说明任一时刻有关的电感电流不仅与该时刻的电压有关，而且还与此时刻以前的“历史状态”（从 $-\infty$ 开始）有关，与电阻的电流只取决于即时的电压截然不同，故电感称为“记忆元件”。

注意：电感是反映电能与磁场能之间相互转换的储能元件；电感对于直流相当于短路；其上的 u 与 i 是微（积）分关系。

1.4.2 例题解析

【例 1-8】已知图 1.8(a) 所示电容的两端电压波形如图 1.8(b) 所示。如果 $C = 100\text{pF}$ ，求电流 i 。

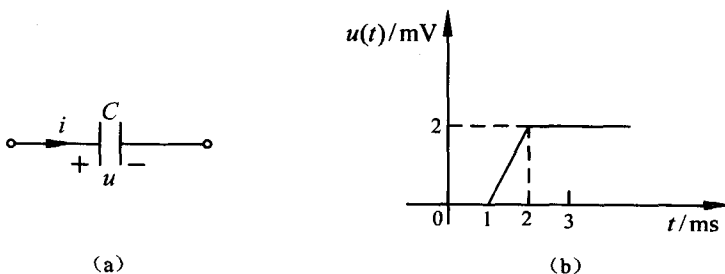


图 1.8