



大学课程学习与考研
全程辅导系列丛书

名师教案
名师课堂
注释再现

名师 大课堂

电 路

孙立山 齐超 霍炬 杨旭强 编



科学出版社
www.sciencep.com

大学课程学习与考研全程辅导系列丛书

电路名师大课堂

孙立山 齐超 霍炬 杨旭强 编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书以邱关源教授主编的《电路》(第四版)教材的章节和内容为主,参阅了国内出版的电路、电路分析最新教材,并结合编者多年从事电路理论教学与研究的经验而编写。旨在帮助学生掌握电路课程的知识要点和分析解题的方法及技巧。

全书共分16章。内容包括:电路模型和电路定律,电阻电路的等效变换,电阻电路的一般分析,电路定理,一阶电路和二阶电路,相量法,正弦稳态电路分析,含有耦合电感的电路,三相电路,非正弦周期电流电路,拉普拉斯变换,网络函数,电路方程的矩阵形式,二端口网络,非线性电路,均匀传输线。每章分为名师辅导和名师课堂两部分。附录还提供了近几年重点大学本科生期末考试试题和模拟试题共9套,各种试题和习题均给出参考答案。

本书可作为在校大学生学习电路课程时的辅助教材,也可作为硕士研究生入学考试系统复习的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电路名师大课堂/孙立山等编. —北京:科学出版社,2006

(大学课程学习与考研全程辅导系列丛书)

ISBN 7-03-016787-2

I. 电… II. 孙… 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(2006)第 003204 号

责任编辑:资丽芳 马长芳 于宏丽/责任校对:钟 洋

责任印制:张克忠/封面设计:耕者设计工作室

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>

双青印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2006年5月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2006年5月第一次印刷 印张:13 1/4

印数:1—4 000 字数:295 000

定价:18.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈路通〉)

《大学课程学习与考研全程辅导系列丛书》编委会

编委(按姓氏笔画排列):

于 枫 (吉林大学)

于洪珍 (中国矿业大学)

孙立山 (哈尔滨工业大学)

陈乔夫 (华中科技大学)

胡华强 (科学出版社)

徐家恺 (南京大学)

唐竞新 (清华大学)

梅晓榕 (哈尔滨工业大学)

程 靳 (哈尔滨工业大学)

焦其祥 (北京邮电大学)

责任编辑:

资丽芳 (科学出版社)

《大学课程学习与考研全程辅导系列丛书》出版说明

2006年教育部公布的最新数字显示：目前全国拥有普通高等学校1550余所；全国各级各类高等院校在校生总数超过2000万；高等教育已基本实现了由精英化向大众化的转变。

高等院校扩大招生，一方面极大地满足了我国社会主义建设对高素质人才的迫切需求，为当代青年的成才和发展提供了更高更好的平台；另一方面，其造成的最直接的矛盾就是招生与就业的矛盾。如何提高学习效果、培养科学的思维方法和解题能力、增强自身就业竞争力是广大学子面临的最为迫切的问题。为此，我们在北京地区的高校中进行了大量设计严密的，包括对教师、学生、课程、教材等各方面信息的调研，结果发现：名师的指点和加强自修练习成为解决上述问题最重要的选项。

基于上述原因，我们组织策划了本套丛书，同时面向全国重点高校遴选并约请长期在教学第一线的优秀教师，尤其是国家级教学名师和省级教学名师，来参与本套丛书的编写工作。一方面希望能使广大学子们受益于这些名师丰富的教学经验并掌握学习技巧，同时也给在教学第一线工作的青年教师们以示范和启发。

本套丛书将针对大学本科课程的学习与考研对学生进行全面辅导，考虑到学生在学习的不同阶段、不同层次的不同需要，该套丛书将分成如下两个系列：

第一层次：“名师大课堂”系列——辅助课程学习，应对各种考试。

第二层次：“考研大串讲”系列——针对考研复习，帮助考生备考。

本套丛书的编写主要具有以下特点：

【定位明确，针对性强】本丛书针对不同的读者定位对课程学习的全程进行了科学的安排，分为课程学习和考研辅导两个层次。课程学习的指导部分重在帮助学生掌握知识要点，增强分析问题及解决问题的能力；考研辅导部分重在帮助参加研究生入学考试的学生掌握课程考点，迅速提高应试能力。

【名师开讲，经验丰富】本丛书充分挖掘优秀的教师资源，从全国各重点高校中约请经验丰富的任课教师参加编写，从基本知识到重点、难点进行全程讲解，对学生容易出错的地方进行分析，指导效果显著。

【源于基础，构建网络】本丛书在深入挖掘学科知识点的基础上，梳理各部分知识间的内在联系，把零散、孤立的知识交汇，编制成具有系统性、条理性的网络结构，使学生能够在解决问题时迅速地检索、提取和应用。

【全程优化，科学设计】本丛书根据学生学习的特点和要求，设计了不同的单元和模块，从知识点的归纳到理解再到运用，层层加深学生理解的程度，最终使学生能够达到熟练掌握所学知识并能灵活应用的目的。

【循序渐进，逐级提升】本丛书遵循由浅入深、由易到难、由简到繁的原则，例题和习题都设置了科学、合理的梯度与坡度，能够兼顾不同层次和水平的学生，使之成为

学生们十分有用而必备的学习工具。

我们相信，本套丛书的出版一定能够为提高我国高等教育的教学质量做出应有的贡献。

科学出版社高等教育分社

2006 年 5 月

前 言

电路课程是电气、电子、信息、控制等学科共同的技术基础课程。通过本课程的学习,学生能够掌握电路的基本理论和分析计算电路的基本方法,为学习后续课程和将来工作需要准备必要的基础知识。为了使能够学好电路课程,针对本课程的特点,并结合多年从事电路理论教学与研究的经验,作者编写了《电路名师大课堂》这本学习指导书。读者在使用本书后,对电路知识的学习和理解可达到事半功倍的效果。

本书根据教育部制订的“高等工科院校电路、电路分析课程基本要求”,以邱关源教授主编的《电路》(第四版)教材的章节和内容为主,并作了如下局部调整:将该书第5章“含有运算放大器的电阻电路”合并到第3章“电阻电路的一般分析”;将该书第6章“一阶电路”和第7章“二阶电路”合并成第5章“一阶电路和二阶电路”。本书共分16章,各章内容统一分为“名师辅导”和“名师课堂”两部分。在名师辅导中首先列出本章知识结构框图,使学生对各章内容、结构及知识点之间的关系一目了然,便于学生对知识点的整体把握;然后列出本章重点与难点,重点是本课程中必须掌握、后续课程中经常用到的内容,抓住重点以使学生明确各章的学习方向和目标,理解、解决难点有助于掌握重点。在名师课堂中对典型例题的讲解,使学生能够融会贯通地掌握相关知识点。在每章后均留有一定数量难易程度不一的练习题,供学生在学习过程中进行练习和检测。附录A还提供了近几年重点高校本科生期末考试试题和模拟试题共9套,各种试题和习题均在附录B、C中给出参考答案。

本书由哈尔滨工业大学孙立山、齐超、霍炬和杨旭强编写。霍炬编写第1、2、3、4、14章,杨旭强编写第5、11、12、13章,齐超编写第6、7、8、9、10章,孙立山编写第15、16章和附录A。全书内容的安排与统稿由孙立山完成。

由于编者水平有限,书中难免有不足或疏漏之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2005年12月

目 录

第 1 章 电路模型和电路定律	1
1.1 名师辅导	1
1.1.1 知识结构框图	1
1.1.2 重点	1
1.1.3 难点	3
1.2 名师课堂	4
1.2.1 典型例题精解	4
1.2.2 习题精选	7
第 2 章 电阻电路的等效变换	11
2.1 名师辅导	11
2.1.1 知识结构框图	11
2.1.2 重点	11
2.1.3 难点	12
2.2 名师课堂	13
2.2.1 典型例题精解	13
2.2.2 习题精选	16
第 3 章 电阻电路的一般分析	20
3.1 名师辅导	20
3.1.1 知识结构框图	20
3.1.2 重点	20
3.1.3 难点	22
3.2 名师课堂	22
3.2.1 典型例题精解	22
3.2.2 习题精选	28
第 4 章 电路定理	32
4.1 名师辅导	32
4.1.1 知识结构框图	32
4.1.2 重点	32
4.1.3 难点	34
4.2 名师课堂	34
4.2.1 典型例题精解	34
4.2.2 习题精选	40
第 5 章 一阶电路和二阶电路	44
5.1 名师辅导	44

5.1.1	知识结构框图	44
5.1.2	重点	44
5.1.3	难点	47
5.2	名师课堂	48
5.2.1	典型例题精解	48
5.2.2	习题精选	54
第6章	相量法	59
6.1	名师辅导	59
6.1.1	知识结构框图	59
6.1.2	重点	59
6.1.3	难点	61
6.2	名师课堂	61
6.2.1	典型例题精解	61
6.2.2	习题精选	63
第7章	正弦稳态电路的分析	65
7.1	名师辅导	65
7.1.1	知识结构框图	65
7.1.2	重点	65
7.1.3	难点	68
7.2	名师课堂	68
7.2.1	典型例题精解	68
7.2.2	习题精选	74
第8章	含有耦合电感的电路	78
8.1	名师辅导	78
8.1.1	知识结构框图	78
8.1.2	重点	78
8.1.3	难点	81
8.2	名师课堂	81
8.2.1	典型例题精解	81
8.2.2	习题精选	84
第9章	三相电路	88
9.1	名师辅导	88
9.1.1	知识结构框图	88
9.1.2	重点	88
9.1.3	难点	90
9.2	名师课堂	90
9.2.1	典型例题精解	90
9.2.2	习题精选	95

第 10 章 非正弦周期电流电路	97
10.1 名师辅导	97
10.1.1 知识结构框图	97
10.1.2 重点	97
10.1.3 难点	98
10.2 名师课堂	99
10.2.1 典型例题精解	99
10.2.2 习题精选	102
第 11 章 拉普拉斯变换	105
11.1 名师辅导	105
11.1.1 知识结构框图	105
11.1.2 重点	105
11.1.3 难点	107
11.2 名师课堂	107
11.2.1 典型例题精解	107
11.2.2 习题精选	113
第 12 章 网络函数	115
12.1 名师辅导	115
12.1.1 知识结构框图	115
12.1.2 重点	115
12.1.3 难点	116
12.2 名师课堂	116
12.2.1 典型例题精解	116
12.2.2 习题精选	121
第 13 章 电路方程的矩阵形式	123
13.1 名师辅导	123
13.1.1 知识结构框图	123
13.1.2 重点	123
13.1.3 难点	125
13.2 名师课堂	125
13.2.1 典型例题精解	125
13.2.2 习题精选	129
第 14 章 二端口网络	132
14.1 名师辅导	132
14.1.1 知识结构框图	132
14.1.2 重点	132
14.1.3 难点	134
14.2 名师课堂	134
14.2.1 典型例题精解	134

14.2.2 习题精选 140

第 15 章 非线性电路 144

15.1 名师辅导..... 144

15.1.1 知识结构框图 144

15.1.2 重点 144

15.1.3 难点 146

15.2 名师课堂..... 146

15.2.1 典型例题精解 146

15.2.2 习题精选 152

第 16 章 均匀传输线 156

16.1 名师辅导..... 156

16.1.1 知识结构框图 156

16.1.2 重点 156

16.1.3 难点 158

16.2 名师课堂..... 159

16.2.1 典型例题精解 159

16.2.2 习题精选 162

参考文献..... 165

附录 A 模拟试题..... 166

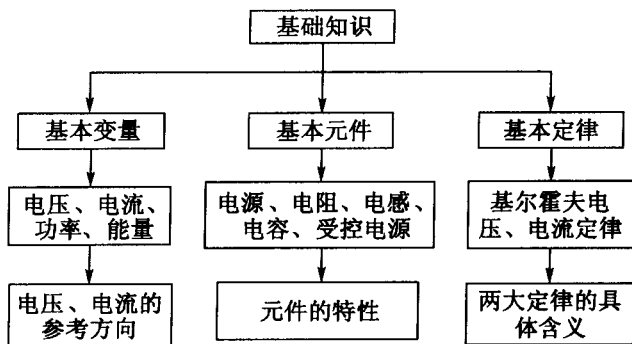
附录 B 习题精选参考答案 182

附录 C 模拟试题参考答案 195

第 1 章 电路模型和电路定律

1.1 名师辅导

1.1.1 知识结构框图



1.1.2 重点

1. 电路变量的基本概念

(1) 电流、电压及其参考方向

① 电流及参考方向。

电流 通过某截面电荷量的变化率,即

$$i \stackrel{\text{def}}{=} \frac{dq}{dt} \quad (1.1)$$

电流是有方向的物理量,其真实方向规定为正电荷运动的方向。但在计算复杂电路时,通常难以确定电流的真实方向。因此需人为规定电流的流向,即电流的参考方向。规定了参考方向后,电流便是代数量,其符号仅表示参考方向与真实方向是一致还是相反。若所求得的电流为正值则说明电流的参考方向与真实方向一致,否则相反。

② 电压和电位及参考方向。

电位 电场力把 1 库仑(C)的正电荷,从电场中的 a 点沿任意路径移动到无穷远处(该处的电场强度为零),电场力所做的功为电场中 a 点的电位,用 φ_a 表示。

电压 电场中 a、b 两点的电位之差称为 a、b 两点之间的电压,即 $u_{ab} = \varphi_a - \varphi_b$ 。

电压也是有方向的物理量,其真实方向是从高电位指向低电位的方向。在列写电路方程时,也要规定电压的参考方向。电压的符号也是用来表示参考方向与真实方向是否一致的。

③ 电压、电流的关联参考方向。对一个确定的电路元件或支路而言,如电流的参考方

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，否则即为非关联参考方向。

(2) 电功率和电能的定义及计算式

① 电功率。功率是元件或电气设备进行能量转换或传输的速率的一种度量。某端口吸收或发出的功率等于该端口电压与电流的乘积，即

$$p = ui \quad (1.2)$$

② 电能。能量等于功率的积分，从 t_0 到 t 时间内，某端口吸收或发出的电能为

$$w(t) = \int_0^t P(\xi) d\xi = \int_0^t u(\xi) i(\xi) d\xi \quad (1.3)$$

③ 电路元件的参考方向与功率的关系。 u 与 i 是代数量，所以功率也是代数量。根据其符号和电压、电流的参考方向可以判断一个端口实际上是吸收功率还是发出功率。具体如下：

在关联参考方向下

$$p = ui \begin{cases} > 0 & \text{吸收} \\ < 0 & \text{发出} \end{cases} \quad (1.4)$$

在非关联参考方向下

$$p = ui \begin{cases} > 0 & \text{发出} \\ < 0 & \text{吸收} \end{cases} \quad (1.5)$$

2. 电路元件

(1) 电阻元件

在线性电阻上电压与电流服从欧姆定律，即电压与电流成正比，在关联参考方向下，其方程为

$$u = Ri \quad (1.6)$$

式中， R 为常量，称为电阻，其倒数称为电导。正值电阻在电路中总是吸收电能或电功率，属于无源元件。电阻吸收功率的计算公式为

$$p = ui = i^2 R = u^2 G \quad (1.7)$$

(2) 电容元件

线性电容的基本特性是极板电荷与极板间电压成正比，即

$$q = Cu \quad (1.8)$$

当电压与电流的参考方向相同时，根据电流的定义可得电流与电压的关系

$$i = \frac{dq}{dt} = C \frac{du}{dt} \quad (1.9)$$

$$u = \frac{1}{C} \int_{-\infty}^t i(\xi) d\xi = u(t_0) + \frac{1}{C} \int_{t_0}^t i(\xi) d\xi \quad (1.10)$$

当电容积累电荷并在极板间建立了电场时，电容便储存了电场能量

$$w_e = q^2 / (2C) = Cu^2 / 2 \quad (1.11)$$

(3) 电感元件

当磁链与电流满足右手螺旋法则时，线性电感的磁链与电流关系为

$$\Psi = Li \quad (1.12)$$

当 u, i 参考方向相同, i, Ψ 满足右手螺旋法则时

$$u = \frac{d\Psi}{dt} = L \frac{di}{dt} \quad (1.13)$$

$$i = \frac{1}{L} \int_{-\infty}^t u(\xi) d\xi = i(t_0) + \frac{1}{L} \int_{t_0}^t u(\xi) d\xi \quad (1.14)$$

当电感通以电流 i , 电感便储存了磁场能量

$$w_m = \Psi^2 / (2L) = Li^2 / 2 \quad (1.15)$$

(4) 电源元件

独立电源包括电压源和电流源。电压源提供的电压与电源中的电流无关, 为某一确定的时间函数(包括常量), 电压源不得短路; 电流源提供的电流与其端电压无关, 为某一确定的时间函数, 电流源的端子不得断路。上述独立电源是理想化的电源, 可以发出或吸收无限大的功率, 而实际的电源却不能。

受控电源属二端口元件。被控端的源电压或源电流受控制端口电压或电流的控制。根据控制量和被控制量是电压还是电流, 受控电源分成四种类型。受控源虽然能够向电路提供能量, 但是在含有受控源而无独立源的电路中一般不存在持续不断的电流和电压。

3. 基尔霍夫定律

(1) 基尔霍夫电流定律

基尔霍夫电流定律(KCL)表述了支路电流所满足的关系: 在集中参数电路中, 流入任一节点的所有支路电流(或穿过任意假想闭合曲面的所有支路电流)满足

$$\sum i_k = 0 \quad (1.16)$$

式中, i_k 表示第 k 条支路电流。并可推广为, 在任意时刻, 流入某个节点的支路电流的总和等于流出该节点的支路电流的总和。

(2) 基尔霍夫电压定律

基尔霍夫电压定律(KVL)表述了回路中各支路电压之间的关系: 在集中参数电路中, 任一回路(包括假想回路)中各支路电压的代数和满足

$$\sum u_k = 0 \quad (1.17)$$

式中, u_k 表示第 k 条支路端电压。并可推广为, 在任意时刻, 回路中电压降的代数和等于电压升的代数和。

在满足集中参数假设的情况下, KCL、KVL 与元件性质及电流、电压的变化规律无关, 是列写电路方程的基本依据。

1.1.3 难点

(1) 电压、电流的参考方向及参考方向与功率的关系

①参考方向与功率的关系。

②判断某个元件是吸收还是发出能量。

(2) 电源的参考方向及功率问题

(3) 电感电容的特性, 受控电源的理解

(4) 运用 KVL、KCL 计算具体电路中各元件的电压、电流变量, 判断变量的实际方向

1.2 名师课堂

1.2.1 典型例题精解

例 1 分别求出图 1.1 所示各元件吸收和发出的功率。

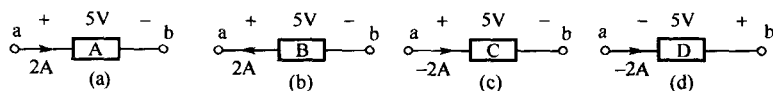


图 1.1

名师提示 此题目主要是考查参考方向的概念及参考方向和功率的关系, 无论是电压还是电流, 若其符号为“+”, 则说明其真实方向与参考方向一致; 否则相反。当求元件吸收的功率时, 若 u 和 i 的参考方向相反, 则在 u 和 i 的乘积前加一“-”号, 表示 u 和 i 取相同的参考方向; 当求元件发出的功率时, 若 u 和 i 的参考方向相同, 也要在 u 和 i 的乘积前加一“-”号, 表示 u 和 i 取相反的参考方向。若吸收功率为负, 表示实际为发出功率; 若发出功率为负, 表示实际为吸收功率。

解 各元件吸收的功率分别为

$$p_A = ui = 5V \times 2A = 10W, \quad p_B = -ui = -(5V \times 2A) = -10W$$

$$p_C = ui = 5V \times (-2A) = -10W, \quad p_D = -ui = -5V \times (-2A) = 10W$$

各元件发出的功率分别为

$$p_A = -ui = -5V \times 2A = -10W, \quad p_B = ui = 5V \times 2A = 10W$$

$$p_C = ui = -5V \times (-2A) = 10W, \quad p_D = ui = 5V \times (-2A) = -10W$$

例 2 电路如图 1.2 所示。根据已知支路电流, 求出其他支路电流。

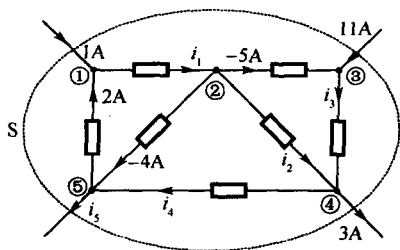


图 1.2

名师提示 基尔霍夫电流定律的描述可以是针对与节点相连的支路电流, 也可以扩展为与一个闭合边界相交的支路电流。有时用闭合面求电流可以简化电路的计算。

解 依次对图中节点列 KCL 方程得

$$\text{节点 ①: } i_1 = 1A + 2A = 3A$$

$$\text{节点 ②: } i_2 = i_1 - (-5)A - (-4)A = 12A$$

$$\text{节点 ③: } i_3 = 11A + (-5)A = 6A$$

节点④: $i_4 = i_2 + i_3 - 3\text{A} = 15\text{A}$

节点⑤: $i_5 = i_4 + (-4)\text{A} - 2\text{A} = 9\text{A}$

名师点评 若此题只求电流 i_5 , 对闭合边界 S 列写 KCL 方程, 一步便得

$$i_5 = 1\text{A} + 11\text{A} - 3\text{A} = 9\text{A}$$

如果只求电流 i_4 , 也可以找出一个闭合边界, 一步求出。

例 3 电路如图 1.3 所示。已知部分支路电压, 求出其他支路电压。

名师提示 基尔霍夫定律与集中参数电路元件性质无关。基尔霍夫电压定律是对回路中所包含的支路电压的约束。因此基尔霍夫定律也称为电路的结构约束, 它们是建立电路方程的重要依据。

解 分别对包含待求电压的回路列写 KVL 方程, 将待求电压写在等号左边得

$$\text{回路 } l_1: u_1 = -6\text{V} - 4\text{V} = -10\text{V}$$

$$\text{回路 } l_2: u_2 = u_1 + 2\text{V} = -8\text{V}$$

$$\text{回路 } l_3: u_3 = 6\text{V} + 8\text{V} = 14\text{V}$$

$$\text{回路 } l_4: u_4 = -8\text{V} + u_2 = -16\text{V}$$

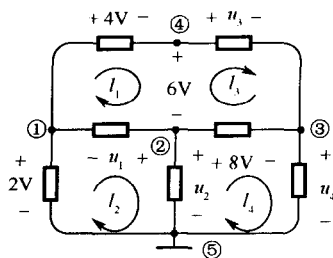


图 1.3

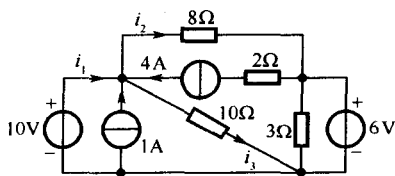


图 1.4

例 4 求图 1.4 所示电路中 10V 电压源提供的功率。

名师提示 当求任意元件的功率时, 只要求得该元件两端的电压和流过该元件的电流, 则该元件功率便可得出。对独立电压源和电流源, 计算这两种电源的功率时, 只需求出流过电压源的电流和电流源两端的电压即可。

解 由基尔霍夫电压定律和欧姆定律可求得

$$i_2 = (10\text{V} - 6\text{V}) / 8\Omega = 0.5\text{A}, \quad i_3 = 10\text{V} / 10\Omega = 1\text{A}$$

由基尔霍夫电流定律得

$$i_1 = i_2 + i_3 - 1\text{A} - 4\text{A} = -3.5\text{A}$$

所以, 10V 电压源提供的功率为

$$p = 10\text{V} \times i_1 = 10\text{V} \times (-3.5\text{A}) = -35\text{W}$$

例 5 在关联参考方向下, 某电感的 u, i 波形如图 1.5 所示。

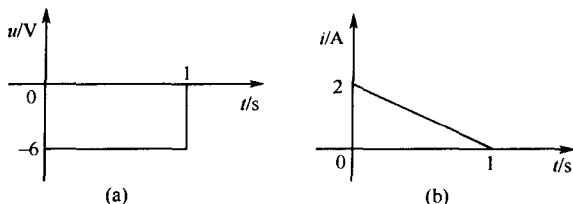


图 1.5

(1) 求 L ;

(2) 求 $w_L(t)$, $0 \leq t \leq 1\text{s}$;

(3) 若图中 t 的单位由 s 改为 ms , 再求(1)、(2)中各量。

名师提示 对于线性电感, 无论电感上的电压、电流如何变化, 电感值的大小是不变的, 可以根据电感上电压、电流的关系, 由电感值、电压、电流这 3 个量中的任意两个求取第 3 个。

$$\text{解 } (1) u = L \frac{di}{dt} \Rightarrow L = \frac{u}{di/dt} = \frac{-6}{-2} = 3(\text{H})$$

$$(2) w_L = \frac{1}{2} Li^2 = \frac{3}{2} (2-2t)^2 = 6(1-t)^2 \quad 0 \leq t \leq 1\text{s}$$

(3) 当 t 单位为 ms 时

$$i(t) = \frac{-2}{1 \times 10^{-3}} t + 2$$

$$\frac{di(t)}{dt} = -2000$$

$$L = \frac{u}{di/dt} = \frac{-6}{-2000} = 3(\text{mH})$$

$$w_L(t) = \frac{3 \times 10^{-3}}{2} (-2000t + 2)^2 = 6(-1000t + 1)^2 \quad 0 \leq t \leq 10^{-3}\text{s}$$

名师点评 在(1)和(3)两种 u 和 i 中, 电感不是同一个电感, 即 L 不同。

例 6 图 1.6(a) 所示电路, 已知 $u(t)$ 的曲线如图 1.6(b) 所示。(1) 求 $i(t)$ 的表达式;
(2) 求 $t=5\text{s}$ 时的电场能量 $w(5\text{s})$; (3) 求电容元件吸收的功率 $p(t)$, 并画出 $p(t)$ 的曲线。

名师提示 当电压与电流参考方向相反时, 元件 R 、 L 、 C 的电压、电流关系表示式加一“ $-$ ”。将电压的变化规律分段表示出来, 由电容电流与电压的微分关系就可以求出 i 。

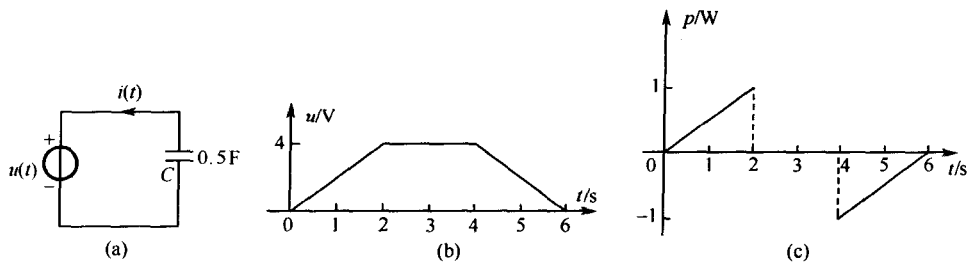


图 1.6

$$\text{解 } (1) \quad i(t) = -C \frac{du(t)}{dt} = -0.5 \frac{du(t)}{dt} \quad (1)$$

u 和 i 的参考方向相反, 所以在电流 i 和电压 u 的关系表达式加一负号。

根据图 1.6(b) 写出 $u(t)$ 的表达式, 由式(1)写出 $i(t)$ 的表达式