



普通高校“十三五”规划教材

电路学习指导 与 典型题解

(第3版)

主 编 公茂法

副主编 刘 宁 于昊昱 张冬梅



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS



普通高校“十

电路学习指导与典型题解

(第3版)

主 编 公茂法
副主编 刘 宁 于昊昱 张冬梅

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书是参照高等工业学校《电路课程教学基本要求》，针对学生学习电路的实际需要而编写的一本教学参考书。

书中的每章内容包括学习指导、例题和习题三大部分。全书共分 17 章，主要内容有：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方法、电路定理、含运算放大器的电阻电路、一阶电路、二阶电路、相量法、一般正弦稳态电路、具有耦合电感的正弦稳态电路、三相电路、非正弦周期信号及其稳态电路、动态电路的运算法——拉普拉斯变换分析法、网络函数、电路方程的矩阵形式、二端口网络、非线性电路。

本书可作为相关本科专业学生学习电路课程的辅助教材和研究生升学考试的参考书，也可作为任课教师的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电路学习指导与典型题解 / 公茂法主编. -- 3 版

. -- 北京 : 北京航空航天大学出版社, 2017. 1

ISBN 978 - 7 - 5124 - 2323 - 7

I. ①电… II. ①公… 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(2016)第 300433 号

版权所有,侵权必究。

电路学习指导与典型题解(第 3 版)

主 编 公茂法

副主编 刘 宁 于昊昱 张冬梅

责任编辑 金友泉

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:goodtextbook@126.com 邮购电话:(010)82316936

北京兴华昌盛印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×1 092 1/16 印张:24 字数:614 千字

2017 年 3 月第 3 版 2017 年 3 月第 1 次印刷 印数:3 000 册

ISBN 978 - 7 - 5124 - 2323 - 7 定价:48.00 元

前 言

本书是参照高等工业学校《电路课程教学基本要求》，针对学生学习电路的实际需要而编写的一本教学参考书。

电路是自动化、电子信息工程、通信工程等电类专业的一门重要的专业基础课，其教学质量直接关系到毕业生的质量。根据我们多年的教学经验，学生在学习电路课程中碰到的问题具有普遍性，编写简明的学习指导书，对学生的学习非常有益，且能减少教师的辅导工作量。要学好电路，习题是非常关键的一个方面，可以说没有适量习题配合是很难深刻掌握电路基础这门课程的。目前虽然与电路基础相关的学习指导书和习题、例题集并不少，但学习指导书类大多是针对电大学生编写的，例题类大多是研究生入学考试试题。这些书目对在校学生学习虽有一定帮助，但存在针对性不强、内容不够全面、例题难度高、基本题少等问题。有的虽然题目多，但有些题目内容或题型重复，而有些内容题目偏少。为此我们针对在校大学生学习电路基础的实际需要，编写了《电路学习指导与典型题解(修订版)》这本教学参考书。

本书章节划分及内容顺序基本参照了邱关源主编的《电路》(第五版)教材，同时还借鉴了国内其他统编教材及一些重点院校的优秀教材。

本书每章均包括学习指导、例题和习题三大部分。学习指导的编写尽可能简明扼要，便于学生用较短的时间把握其主要内容；作为辅助教材，讲解的视角、方式均有别于教材。学习指导部分的一个明显特点是采用了较多的表格对主要内容进行总结类比，使读者更容易掌握所学内容。

例题部分的选择遵照以下几条原则：① 注重电路基本要求、基本内容；② 按章节顺序编写，便于学生随课程同步学习参考；③ 大多数题目难度适中，再配以少量复杂或难度较大的题目；④ 注意题量，既不太多，也不太少，重点内容适当多些，一般内容部分也要兼顾。

《电路学习指导与典型题解》第一版 1999 年由北京航空航天大学出版社出版，其被很多学校列为重要的教学参考书，对提高电路教学质量发挥了极大作用。本次修订一方面充实了例题，另一方面增加了填空题和选择题。



本书由山东科技大学、山东大学、青岛理工大学等院校多年从事电路基础课程教学的教师编写,参与编写工作的有山东科技大学的公茂法、刘宁、于昊昱、戴文、刘庆雪、陈旭、王传江等,青岛理工大学的张冬梅,山东大学的李德广。全书由公茂法统稿。

由于编者水平有限,书中不妥之处在所难免,欢迎读者批评指正。

编者

2016年10月

使用说明

1. 图号说明

本书插图各章独立编号。各章内容主要由两部分构成,第一部分为学习指导部分,这部分的图号第一个数字表示章序号,第二个数字表示本章学习指导部分的图号顺序。例:图3-2,表示该图是第3章学习指导部分第2号图。第二部分内容是典型例题,为了使用方便,例题中的插图图号数字序号部分与例题题号相同,同一例题有多幅图时,在序号部分后加(a)、(b)…区别。为了与学习指导部分的图号区别,在图号中加L表示“例题”中的图。L后的数字为章序号,其后的数字为图所属的例题号。例:图L2-7(b)表示第2章例题2-7中的第(b)号图。

2. 相量、阻抗的表示说明

按照相量和阻抗的定义,相量和阻抗的表达式应该是复数。按国家标准,复数表示方法应是 $Ae^{j\varphi}$ 的形式,其中 A 表示幅值, φ 表示辐角。如电压的相量应表示为 $\dot{U}=Ue^{j\varphi_u}$,阻抗应表示为 $Z=|Z|e^{j\varphi_z}$ 。但是为书写方便,并参照国内大部分教材的习惯表示方法,本书相量和阻抗的表示采用如下方法:

$$A\angle\varphi \quad \text{即为} \quad Ae^{j\varphi}$$

例如: $\dot{U}=5\angle-30^\circ$,即表示相量 \dot{U} 的幅值为5,辐角为 -30° 。若“ \angle ”后的辐角是一个角度数字或一个字符,则不再加括号;若辐角是一个表达式,且不加括号可能引起误解时,则辐角部分需加括号。

目 录

第 1 章 电路模型和电路定律	1
1.1 学习指导	1
1.1.1 学习要点	1
1.1.2 内容概述	1
1.2 例 题	4
1.2.1 电阻 R , 功率, 参考方向	4
1.2.2 电感 L 和电容 C	5
1.2.3 电压源、电流源和受控源	7
1.2.4 基尔霍夫定律	10
1.2.5 综合题	13
1.3 习 题	14
1.3.1 填空题	14
1.3.2 选择题	17
第 2 章 电阻电路的等效变换	22
2.1 学习指导	22
2.1.1 学习要点	22
2.1.2 内容概述	22
2.2 例 题	24
2.2.1 电阻的等效变换	24
2.2.2 电源的等效变换	27
2.2.3 输入电阻	30
2.2.4 综合题	31
2.3 习 题	33
2.3.1 填空题	33
2.3.2 选择题	35
第 3 章 电阻电路的一般分析方法	39
3.1 学习指导	39
3.1.1 学习要点	39
3.1.2 内容概述	39
3.2 例 题	45
3.2.1 图的概念	45
3.2.2 支路法	46
3.2.3 节点法	49
3.2.4 回路法	54



3.2.5 综合题	59
3.3 习题	63
3.3.1 填空题	63
3.3.2 选择题	64
第4章 电路定理	67
4.1 学习指导	67
4.1.1 学习要点	67
4.1.2 内容概述	67
4.2 例题	71
4.2.1 叠加定理	71
4.2.2 替代定理	74
4.2.3 戴维南定理和诺顿定理	75
4.2.4 特勒根定理	81
4.2.5 互易定理	83
4.2.6 对偶定理	84
4.2.7 综合题	85
4.3 习题	87
4.3.1 填空题	87
4.3.2 选择题	90
第5章 含运算放大器的电阻电路	94
5.1 学习指导	94
5.1.1 学习要点	94
5.1.2 内容概述	94
5.2 例题	96
5.3 习题	101
5.3.1 填空题	101
5.3.2 选择题	101
第6章 一阶电路	103
6.1 学习指导	103
6.1.1 学习要点	103
6.1.2 内容概述	103
6.2 例题	109
6.2.1 初始条件	109
6.2.2 一阶电路的零输入响应	111
6.2.3 零状态响应、全响应	113
6.2.4 三要素法	116
6.2.5 一阶电路的阶跃响应	119
6.2.6 一阶电路的冲激响应	121
6.2.7 综合题	123



6.3 习 题	126
6.3.1 填空题	126
6.3.2 选择题	127
第7章 二阶电路	131
7.1 学习指导	131
7.1.1 学习要点	131
7.1.2 内容概述	131
7.2 例 题	134
7.2.1 二阶电路的零输入响应	134
7.2.2 二阶电路的零状态响应、全响应、阶跃响应	137
7.2.3 二阶电路的冲激响应	141
7.2.4 综合题	143
7.3 习 题	145
7.3.1 填空题	145
7.3.2 选择题	146
第8章 相量法	149
8.1 学习指导	149
8.1.1 学习要点	149
8.1.2 内容概述	149
8.2 例 题	152
8.2.1 正弦量	152
8.2.2 相 量	153
8.2.3 电路定律的相量形式	154
8.2.4 综合题	155
8.3 习 题	156
8.3.1 填空题	156
8.3.2 选择题	157
第9章 一般正弦稳态电路	160
9.1 学习指导	160
9.1.1 学习要点	160
9.1.2 内容概述	160
9.2 例 题	165
9.2.1 阻抗和导纳	165
9.2.2 阻抗的串并联、阻抗的 Y- Δ 变换	167
9.2.3 正弦稳态电路的功率及复功率	172
9.2.4 一般正弦稳态电路的分析	175
9.2.5 最大功率传输	181
9.2.6 综合题	183
9.3 习 题	184



9.3.1 填空题	184
9.3.2 选择题	185
第10章 具有耦合电感的正弦稳态电路	189
10.1 学习指导	189
10.1.1 学习要点	189
10.1.2 内容概述	189
10.2 例题	193
10.2.1 互感的概念及 VCR	193
10.2.2 具有耦合电感电路的计算	194
10.2.3 空心变压器	197
10.2.4 理想变压器	199
10.2.5 综合题	200
10.3 习题	203
10.3.1 填空题	203
10.3.2 选择题	205
第11章 电路的频率响应	208
11.1 学习指导	208
11.1.1 学习要点	208
11.1.2 内容概述	208
11.2 例题	213
11.2.1 网络函数	213
11.2.2 谐振	214
11.2.3 频率响应、波德图和滤波器	217
11.3 习题	220
11.3.1 填空题	220
11.3.2 选择题	221
第12章 三相电路	224
12.1 学习指导	224
12.1.1 学习要点	224
12.1.2 内容概述	224
12.2 例题	228
12.2.1 三相电路的概念	228
12.2.2 对称三相电路的计算	229
12.2.3 非对称三相电路	232
12.2.4 三相电路的功率	235
12.2.5 综合题	238
12.3 习题	240
12.3.1 填空题	240
12.3.2 选择题	241



第 13 章 非正弦周期信号及其稳态电路	246
13.1 学习指导	246
13.1.1 学习要点	246
13.1.2 内容概述	246
13.2 例 题	249
13.2.1 非正弦信号及其分解	249
13.2.2 有效值、平均值、平均功率	250
13.2.3 非正弦周期信号电路的稳态分析	250
13.2.4 对称三相电路中的高次谐波	256
13.2.5 综合例题	259
13.3 习 题	261
13.3.1 填空题	261
13.3.2 选择题	262
第 14 章 动态电路的运算法——拉普拉斯变换分析法	265
14.1 学习指导	265
14.1.1 学习要点	265
14.1.2 内容概述	265
14.2 例 题	270
14.2.1 拉普拉斯变换的定义及性质	270
14.2.2 拉普拉斯反变换	271
14.2.3 应用拉氏变换分析线性电路	272
14.2.4 网络函数与零极点	283
14.2.5 零极点与响应的关系	286
14.2.6 综合题	288
14.3 习 题	290
14.3.1 填空题	290
14.3.2 选择题	292
第 15 章 电路方程的矩阵形式	295
15.1 学习指导	295
15.1.1 学习要点	295
15.1.2 内容概述	295
15.2 例 题	300
15.2.1 割集、关联矩阵、回路矩阵、割集矩阵	300
15.2.2 节点电压方程的矩阵形式	302
15.2.3 回路电流方程的矩阵形式	306
15.2.4 割集法	308
15.2.5 移源法、改进的节点电压法	310
15.2.6 状态方程	313
15.3 习 题	316



15.3.1 填空题	316
15.3.2 选择题	317
第16章 二端口网络	320
16.1 学习指导	320
16.1.1 学习要点	320
16.1.2 内容概述	320
16.2 例题	325
16.2.1 二端口的概念	325
16.2.2 二端口的方程和参数	325
16.2.3 二端口的转移函数	330
16.2.4 二端口的输入阻抗和特性阻抗	331
16.2.5 二端口的等效电路	332
16.2.6 二端口的连接	333
16.2.7 回转器和负阻抗变换器	335
16.2.8 综合题	337
16.3 习题	340
16.3.1 填空题	340
16.3.2 选择题	341
第17章 非线性电路	344
17.1 学习指导	344
17.1.1 学习要点	344
17.1.2 内容概述	344
17.2 例题	347
17.2.1 非线性元件	347
17.2.2 非线性电路的特征	348
17.2.3 非线性电阻电路方程和图解法	349
17.2.4 小信号分析法	352
17.2.5 折线法	354
17.2.6 数值法	356
17.2.7 非线性动态电路	357
17.3 习题	359
17.3.1 填空题	359
17.3.2 选择题	361
习题答案	364
参考文献	372

第 1 章 电路模型和电路定律

1.1 学习指导

1.1.1 学习要点

本章的学习要点是：

- ① 电压、电流的参考方向。
- ② 功率的计算、功率的吸收和释放。
- ③ 电阻、电感、电容、电压源和电流源的定义及 VCR。
- ④ 受控源的概念、VCR 及类别。
- ⑤ 基尔霍夫定律(KL):KCL 和 KVL。

本章的重点是 KL 和元件(R 、 L 、 C 、 u_s 、 i_s 、受控源)的 VCR,两者可称为电路的两大约束关系,前者为元件之间的约束,后者为元件自身的约束。这两大关系将贯穿全书。本章还要注意参考方向的引入,做到熟练、正确地应用。列写电路方程时,必须先确定参考方向,否则就无法判定方程正确与否。

1.1.2 内容概述

1. 实际电路和电路模型

① 实际电路:是实际电子元件、电气设备与导线连接的组合。实际电路种类繁多、复杂,很难进行分析计算。

② 理想元件:是电路理论中,实际元件中一种电磁现象,一般用一个理想元件来反映,例如:电阻、电感、电容、电压源、电流源、受控源、耦合电感和理想变压器等。

③ 电路模型:是由理想元件和理想导线构成的电路,称为电路模型。一个实际电路可以用一个电路模型近似替代,从而简化实际电路的分析。电路理论中的电路一般是指电路模型。

2. 电压、电流的参考方向

(1) 电流的实际方向与参考方向

① 电流的实际方向:规定为正电荷流动的方向。这是由国家(或国际)标准规定的,不能随便更改。

② 电流的参考方向:根据电路分析的需要任意选定的方向。

③ 参考方向、实际方向、电流数值之间的关系:当电流的参考方向与实际方向相同时, $i > 0$;当电流的参考方向与实际方向相反时, $i < 0$ 。

在电路中,一般先选定参考方向,并根据参考方向列写方程,再解方程求得结果(>0 或 <0),方可确定电流实际方向。



(2) 电压的实际方向(极性)与参考方向(极性)

① 电压的实际方向(极性):电路中两点之间由高电位指向低电位的方向,或者说高电位端为正极,低电位端为负极。

② 电压的参考方向:根据电路分析的需要任意选定的方向。

③ 参考方向、实际方向、电压值之间的关系:当电压的参考方向(极性)与实际方向(极性)相同时, $u > 0$,反之 $u < 0$ 。

3. 功率

① 若元件(或支路)的 u, i 为关联方向,则该元件(或支路)吸收的功率为 $p = ui$ 。当 $p > 0$ 时,该元件(或支路)实际上为吸收功率;当 $p < 0$ 时,该元件(或支路)实际上为释放功率。

② 若元件(或支路)的 u, i 为非关联方向,则该元件(或支路)释放的功率为 $p = ui$ 。当 $p > 0$ 时,该元件(或支路)实际上为释放功率;当 $p < 0$ 时,该元件(或支路)实际上为吸收功率。

4. 线性元件 R, L, C

线性元件 R, L, C 的共同特点是:① 二端元件;② 无源元件。其定义式及特点如表 1-1 所列。

表 1-1 线性元件 R, L, C 的比较

元件符号	R	C	L
电路符号			
定义式	$u = Ri$	$q = Cu$	$\psi = Li$
物理含义	能耗现象	电场现象	磁场现象
VCR	$u = Ri$	$i = C \frac{du}{dt}$	$u = L \frac{di}{dt}$
储能	0	$W(t) = \frac{1}{2} Cu^2$	$W(t) = \frac{1}{2} Li^2$

5. 电压源 u_s 和电流源 i_s

电压源和电流源是有源元件,有时为了和受控源区别也称它们为独立电源。

电压源和电流源的定义、特性见表 1-2。

表 1-2 电压源和电流源的定义及特性

名称	电压源	电流源
定义	电压源是一个二端理想元件,其端电压 $u(t) = u_s(t)$	电流源是一个二端理想元件,其中的电流 $i(t) = i_s(t)$
电路符号		
特性	① 电压源的端电压是一个特定的时间函数,与其中的电流无关 ② 电压源中的电流取决于外电路,外电路不同,其中的电流也不同	① 电流源中的电流是一个特定的时间函数,与其两端的电压无关 ② 电流源的端电压取决于外电路,外电路不同,其端电压也不同
特例	当 $u_s(t) = U_s$ 即常数时,称其为(恒定)直流电压源	当 $i_s(t) = I_s$ 即常数时,称其为(恒定)直流电流源



6. 受控源

① 受控源是一种四端元件,由两个支路构成,一个为控制支路,另一个为被控制支路;被控支路的电流或电压由控制支路的电流或电压控制。

② 受控电源的分类比较见表 1-3。

表 1-3 受控电源的分类比较

代号	VCVS	VCCS	CCVS	CCCS
名称	电压控制的电压源	电压控制的电流源	电流控制的电压源	电流控制的电流源
符号				
控制量	u_1	u_1	i_1	i_1
被控量	u_2	i_2	u_2	i_2
被控支路的 VCR	$u_2 = \mu u_1$	$i_2 = g u_1$	$u_2 = r i_1$	$i_2 = \beta i_1$

③ 应注意的问题如下:

- CCVS、VCVS 被控量均为电压,统称为受控电压源,被控支路的符号和电压特性与独立电压源相近。被控支路的电压与该支路的电流无直接关系,这一点与独立电压源相同,但又有不同:独立电压源不受其他支路电压或电流的控制,而受控电压源受控制支路电压或电流的控制。
- VCCS、CCCS 被控量均为电流,统称为受控电流源。被控支路的符号和电流特性与独立电流源相近。被控支路的电流与该支路的电压无直接关系,这一点与独立电流源相同,但又有不同:独立电流源不受其他支路电压或电流的控制,而受控电流源则受其控制支路电压或电流的控制。
- 受控源自身不能产生激励作用,即当电路中无独立电压源或电流源时,电路不能产生响应(u, i)。因此受控源是无源元件。

7. 基尔霍夫定律 KCL

基尔霍夫定律及注意事项见表 1-4。

KCL 是电路最基本的关系之一。

- ① 无论是线性、非线性或时变、非时变电路,只要是集总电路均可使用。
- ② 任意时刻均成立。

表 1-4 基尔霍夫定律

名称	基尔霍夫电流定律	基尔霍夫电压定律
简称	KCL	KVL
定律内容文字表述	在集总电路中,对于任何节点,在任一时刻流出(或流入)该节点的电流的代数和恒等于零	在集总电路中,对于任何回路,在任一时刻回路中各支路电压降(或升)的代数和恒等于零
定律公式表述	$\sum_{k=1}^n i_k(t) = 0$	$\sum_{k=1}^n u_k(t) = 0$



名称	基尔霍夫电流定律	基尔霍夫电压定律
定律使用说明	可用于一个节点,也可用于一个闭合面	用于任一个闭合路径,其 u_k 可以认为是元件电压,也可以是支路电压
物理实质	它是电流连续性和电荷守恒的体现	它是电位单值性的体现

1.2 例 题

1.2.1 电阻 R , 功率, 参考方向

【例 1-1】 求图 L1-1 所示各电路中的 u 、 R 、 i 。

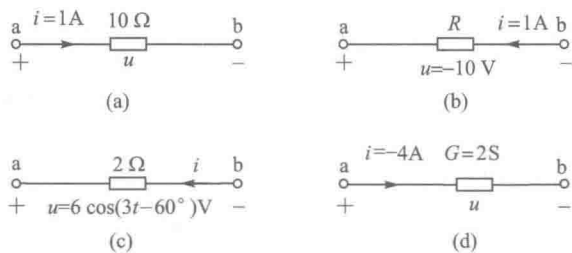


图 L1-1

解:根据各图中所设电压、电流的参考方向,由欧姆定律得

$$(a) u = Ri = 10\ \Omega \times 1\text{ A} = 10\text{ V}$$

$$(b) R = -\frac{u}{i} = -\frac{-10\text{ V}}{1\text{ A}} = 10\ \Omega$$

$$(c) i = -\frac{u}{R} = -\frac{6 \times \cos(3t - 60^\circ)\text{ V}}{2\ \Omega} = -3 \cos(3t - 60^\circ)\text{ A}$$

$$(d) u = \frac{i}{G} = \frac{-4\text{ A}}{2\text{ S}} = -2\text{ V}$$

【例 1-2】 ① 在图 L1-2(a)及(b)中,若电流均为 2 A ,且均由 a 流向 b,求该两元件吸收或产生的功率;② 在图 L1-2(b)中,若元件产生的功率为 4 W ,求电流。



图 L1-2

解:① 设电流 I 的参考方向由 a 指向 b,则 $I = 2\text{ A}$ 。

对图 L1-2(a)所示元件来说,电压、电流为关联参考方向,故

$$P = U_1 I = 1\text{ V} \times 2\text{ A} = 2\text{ W} \quad (\text{吸收})$$

对图 L1-2(b)所示元件来说,电压、电流为非关联参考方向,故



$$P = -U_2 I = -(-1) \text{ V} \times 2 \text{ A} = 2 \text{ W} \quad (\text{吸收})$$

② 设电流 I 的参考方向由 a 指向 b, 由图 L1-2(b) 可得元件产生的功率为

$$P = U_2 I = 4 \text{ W}$$

由此得

$$I = \frac{4 \text{ W}}{U_2} = \frac{4 \text{ W}}{-1 \text{ V}} = -4 \text{ A}$$

负号表示电流的实际方向是由 b 指向 a。

【例 1-3】 设有 100Ω 、 1 W 的碳膜电阻使用于直流电路中, 问作用于该元件的电流、电压值不得超过多大?

解: 由功率表达式

$$P = UI = RI^2$$

所以得

$$|I| = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{1}{100}} \text{ A} = \frac{1}{10} \text{ A} = 100 \text{ mA}$$

又

$$|U| = R|I| = 100 \times 100 \times 10^{-3} \text{ V} = 10 \text{ V}$$

所以, 该元件使用于直流电路中时, 电流绝对值不得超过 100 mA , 电压绝对值不得超过 10 V 。

1.2.2 电感 L 和电容 C

【例 1-4】 已知图 L1-4 所示电路中 $i(t) = 2\sin(2\pi t) \text{ A}$, $u(t) = 10\sin(2\pi t - \pi/2) \text{ V}$, 求:

① 方块图所表示的是什么元件? 其数值是多少?

② 在一周期内元件吸收的电能是多少?

解: 根据已知 i 和 u 的表达式得

$$\frac{du}{dt} = 20\pi \cos(2\pi t - \pi/2) \text{ V/s} = 20\pi \sin(2\pi t) \text{ V/s}$$

$$\text{则} \quad i = \frac{1}{10\pi} \frac{du}{dt} \text{ A} = 2\sin(2\pi t) \text{ A}$$

所以, 该元件是电容, 其参数

$$C = \frac{1}{10\pi} \text{ F} = 31\,830 \mu\text{F}$$

该元件吸收的功率

$$p(t) = ui = 20\sin(2\pi t - \pi/2) \times \sin 2\pi t \text{ W} = -10\sin(4\pi t) \text{ W}$$

在一周期内元件吸收的能量等于零。因为在 $0 \leq t \leq T/4$ 周期内, 元件放出电能; 在 $T/4 \leq t \leq T/2$ 周期内, 该元件又吸收电能(它吸收的电能正好是上一个 $T/4$ 周期内放出的电能); 在 $T/2 \leq t \leq 3T/4$ 周期内, 该元件又放出电能; 在 $3T/4 \leq t \leq T$ 周期内, 该元件又吸收电能(这 $T/4$ 周期内元件吸收的电能, 正好等于上 $T/4$ 周期内元件放出的电能)。

【例 1-5】 电路如图 L1-5(a) 所示, 其电感上的电流波形如图 L1-5(b) 所示。求电压 $u(t)$ 、电吸收功率 $p_L(t)$ 及电感上储能 $W_L(t)$, 并绘出它们的波形。

解: 根据图 L1-5(b) 所示的 $i_L(t)$ 波形, 写出函数表达式

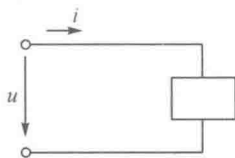


图 L1-4



$$i_s(t) = \begin{cases} 0, & t < 0 \text{ s} \\ 2t, & 0 \leq t \leq 2 \text{ s} \\ -\frac{2}{3}t + \frac{16}{3}, & 2 \text{ s} < t \leq 8 \text{ s} \\ 0, & t > 8 \text{ s} \end{cases}$$

由电感的 VCR, 得

$$u(t) = L \frac{di_s}{dt} = \begin{cases} 0, & t < 0 \text{ s} \\ 4, & 0 < t < 2 \text{ s} \\ -\frac{4}{3}, & 2 \text{ s} < t < 8 \text{ s} \\ 0, & t > 8 \text{ s} \end{cases}$$

电感上吸收的功率为

$$p_L(t) = u \cdot i_s = \begin{cases} 0, & t < 0 \text{ s} \\ 8t, & 0 \leq t \leq 2 \text{ s} \\ \frac{8}{9}t - \frac{64}{9}, & 2 \text{ s} < t \leq 8 \text{ s} \\ 0, & t > 8 \text{ s} \end{cases}$$

电感上储能为

$$W_L(t) = \frac{1}{2}L \cdot i_s^2 = \begin{cases} 0, & t < 0 \text{ s} \\ 4t^2, & 0 \leq t \leq 2 \text{ s} \\ \frac{4}{9}t^2 - \frac{64}{9}t + \frac{256}{9}, & 2 \text{ s} < t \leq 8 \text{ s} \\ 0, & t > 8 \text{ s} \end{cases}$$

电感上的电压、吸收的功率和储能的波形分别如图 L1-5(c)、(d)、(e)所示。

【例 1-6】 若电阻 R 和电容 C 中的电流波形如图 L1-6(a)所示, 设元件的 u 和 i 为关联方向, 已知 $u_C(0) = 0, R = 2 \Omega, C = 1000 \mu\text{F}$, 求 R 和 C 元件的电压, 并画出 u_C 的波形。

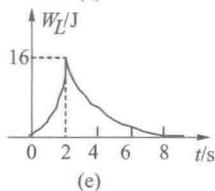
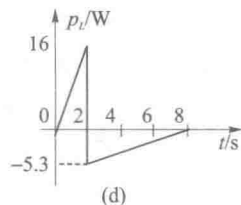
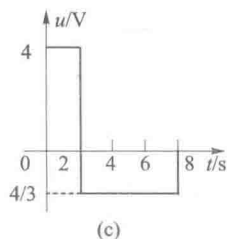
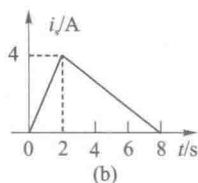
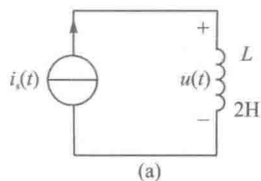


图 L1-5

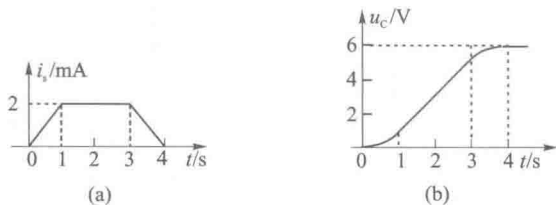


图 L1-6

解: 将 i (单位: mA) 表示成分段函数

$$i_s(t) = \begin{cases} 2t, & 0 \text{ s} \leq t \leq 1 \text{ s} \\ 2, & 1 \text{ s} < t \leq 3 \text{ s} \\ (8-2t), & 3 \text{ s} < t \leq 4 \text{ s} \\ 0, & t > 4 \text{ s} \end{cases}$$