

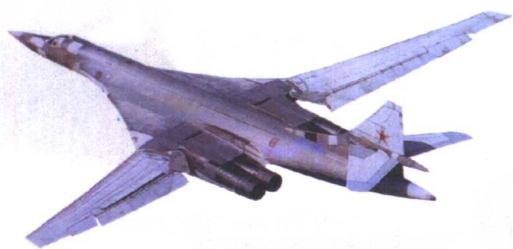
工科课程提高与应试丛书

- 涵盖课程重点及难点
- 精设典型题详解及评注
- 选配课程考试模拟及全真试卷

张永瑞 王松林 李晓萍 编著

电路基础

典型题解析及自测试题



西北工业大学出版社

工科课程提高与应试丛书

电路基础 典型题解析及自测试题

张永瑞 王松林 李晓萍 编著

西北工业大学出版社

【内容简介】 本书是根据国家教育部 1995 年颁布修订的《高等工业学校电路分析基础课程教学基本要求》,参照国内现行电类各专业选用较广泛的《电路分析基础》、《电路》、《电路基础》等几本优秀教材,融编著者数十年的教学经验、体会编写而成的。主要内容有典型题解析、自测试题以及习题、自测试题答案三个部分。典型题解析包括十二章内容,分章精选例题,配合各章讲授的内容作参考,对深刻理解概念、熟练掌握方法非常有效。

本书可作为电类专业本科、专科生学习电路基础(电路分析基础)的复习辅导用书,亦可作为报考硕士研究生考生的复习参考书。对从事相关专业工作的工程技术人员也有重要的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

电路基础典型题解析及自测试题/张永瑞,王松林,李晓萍编著. —西安:西北工业大学出版社,2002.5

ISBN 7-5612-1406-5

I. 电… II. ①张… ②王… ③李… III. 电路理论-高等学校-教学参考资料 IV. TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 069632 号

出版发行:西北工业大学出版社

通讯地址:西安市友谊西路 127 号 邮编:710072 电话:029-8493844

网 址: <http://www.nwpup.com>

印刷者:西安兰翔印刷厂印刷

开 本:850 mm×1 168 mm 1/32

印 张:12

字 数:312 千字

版 次:2002 年 5 月第 1 版 2002 年 5 月第 1 次印刷

印 数:1—8 000 册

定 价:16.00 元

前 言

根据国家教育部（前国家教育委员会）1995年修订颁布的《高等工业学校电路分析基础课程基本要求》，并考虑国家教育部1998年公布调整新的专业目录后各院校制订新教学计划中对该课程“学时压缩、内容要求不变”的这一新情况，还考虑现代电子科技日新月异的发展、面向廿一世纪电工系列课程改革的趋势和潮流及取得的新成果，我们编写了《电路基础典型题解析及自测试题》这本教学辅导书。

全书分典型题解析、自测试题及附录三个部分。第一部分包括十二章，覆盖课程基本要求的全部内容。每章均按内容提要、典型题解析、习题三个模块编写。“提要”简明归纳了每章的核心内容。例如，第三章讲述的电阻电路分析方法，将电路的各种分析方法、解算问题的步骤、方程通式、选用时机等列表作综合比较；再如，第四章讲述的电路定理，将各个定理的基本内容、适用的范围、条件、应用中应注意的问题亦列表作了简要归纳；“提要”中还明确了本章内容的具体要求。典型题解析是本书重点内容，是全书的精华，它是编著者数十年在该课程教学中的经验、体会的总结。有的例题是运用基本概念求解的典型；有的例题是使用多个定理、多种方法巧妙结合来求解的，在关键之处给以画龙点睛，会使读者有茅塞顿开之感；有的例题是笔者在几十年教学实践中遇到的各届学生发问多、难度大的题目；有的例题是研究生入学考试使用的题目，这类题目有分析、有判断、有计算、有引深问题的讨论，带有综合运用知识的性质；……。

近年来各高校普遍扩大了办学规模，招生人数逐年增多，人

校学生的基础参差不齐，而多数新的教学计划中课程学时压缩，课内讲授中举例及习题讨论课会有所削弱。因此编写这门课程学习辅导书的目的之一，就是补充行之有效的习题讨论课的作用。在本书中还讲述了一些不便在有限时数的课堂上展开讲授而对学

生带有启发、联想、引深问题的内容。这些内容对学生加深基本概念理解、熟练掌握分析方法、逐步培养分析问题、解决问题的能力都是非常有益的。

各章后配置了难易程度适当的精选习题。本书第二部分给出了9套自测试题。其中，前5套为国内几所重点大学近几年该课程结业时的实用考试题，后4套为4所重点大学硕士研究生入学考试试题。附录部分给出了各章习题及各套自测试题的参考答案。

本书第一、二、三、四章及自测试题1, 2, 3, 6, 8由张永瑞编写，第五、六、七、十二章及自测试题7, 9由王松林编写，第八、九、十、十一章及自测试题4, 5由李晓萍编写。全书由张永瑞主编，负责统稿。

感谢西安交通大学邱关源教授、北京理工大学李翰荪教授、西安电子科技大学吴大正教授、西北工业大学范世贵教授编写的好教材，为本书的编写提供了宝贵的资料；感谢本书所选用全真试卷（自测试题）拟题的各位老师，还要诚挚地感谢编著者所有同事们多年来的关心和支持。

由于编著者水平有限，又加编写时间紧迫，所以书中如有不足或错误，恳请广大读者批评指正。

编著者

2001年8月于西安电子科技大学

目 录

第一部分 典型题解析

第一章 电路的基本概念与定律	1
一、内容提要	1
二、典型题解析	9
三、习题	27
第二章 电阻电路等效	32
一、内容提要	32
二、典型题解析	38
三、习题	56
第三章 电阻电路的一般分析方法	61
一、内容提要	61
二、典型题解析	64
三、习题	79
第四章 电路定理	84
一、内容提要	84
二、典型题解析	88
三、习题	119

第五章 电容元件与电感元件	124
一、内容提要	124
二、典型题解析	127
三、习题	139
第六章 一阶电路和二阶电路	142
一、内容提要	142
二、典型题解析	146
三、习题	175
第七章 正弦稳态电路分析	180
一、内容提要	180
二、典型题解析	183
三、习题	209
第八章 正弦稳态电路的功率与三相电路	213
一、内容提要	213
二、典型题解析	218
三、习题	230
第九章 耦合电感与理想变压器	235
一、内容提要	235
二、典型题解析	241
三、习题	256
第十章 电路的频率响应和谐振现象	263
一、内容提要	263

二、典型题解析·····	268
三、习题·····	280
第十一章 双口网络·····	285
一、内容提要·····	285
二、典型题解析·····	290
三、习题·····	305
第十二章 简单非线性电路分析·····	310
一、内容提要·····	310
二、典型题解析·····	313
三、习题·····	319

第二部分 自测试题

1 2000 年西安电子科技大学电路基础期末考试试题 ·····	323
2 2001 年西安电子科技大学电路基础期末考试试题 ·····	328
3 2002 年西安电子科技大学电路基础期末考试试题 ·····	333
4 2000 年北京理工大学电路分析基础期末考试试题 ·····	338
5 2001 年北京理工大学电路分析基础期末考试试题 ·····	342
6 1999 年北京理工大学研究生入学考试电路分析基础 试题 ·····	346
7 2000 年电子科技大学(成都)研究生入学考试电路	

基础试题	351
8 2001 年西北工业大学研究生入学考试电路基础试题	354
9 2001 年华中理工大学（武汉）研究生入学考试电路 基础试题	359

附录 习题与自测试题答案

习题答案	363
自测试题答案	368
参考文献	376

第一部分 典型题解析

第一章 电路的基本概念与定律

一、内容提要

1. 几个电路名词含义

(1) 电路: 为完成某种电路功能, 将实际的电气设备与器件按照一定的方式组合连接起来的整体, 称为电路。或通俗说, 将电流所流经的“路”, 称为电路。

(2) 理想电路元件: “路”问题的本质是“场”。任何电磁现象都是电场能量与磁场能量相伴发生的, 从理论上严格讲, 二者是不可分割的。但在实际工程中, 在满足一定的条件下, 为简化问题分析、抓主要矛盾方面, 常把电路元件理想化。即假设只消耗电能的二端电路元件, 称为理想电阻元件; 只储藏电能的二端电路元件, 称为理想电容元件; 只储藏磁能的二端电路元件, 称为理想电感元件。它们的模型符号分别以图 1.1(a)、(b)、(c) 表示。

实际的电阻器、电容器、电感器二端电路元件, 根据它们在实际应用条件下消耗电能、储藏电能、储藏磁能的情况, 可由理想元件模

型符号的组合连接构成实际二端电路元件的模型。

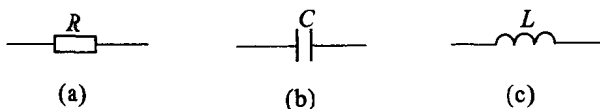


图 1.1 理想电路元件模型

(3) 电路模型: 将实际电路中各个实际元器件用它们相应的模型表示的图, 称为电路模型。

(4) 集中参数电路: 若电磁能量只在电路中传输、转换与储藏, 无任何电磁辐射, 则将这样的电路称为集中参数电路。具体讲, 若电路的几何尺寸 l 远小于电路最大工作波长 λ , 即

$$l \ll \lambda \quad (1.1)$$

则该电路称为集中参数电路。对不满足式(1.1)条件的电路, 称为分布参数电路。

电路基础课程只研究集中参数的电路。

2. 常用的电路变量

(1) 电流: 电荷作规则的定向运动形成传导电流。用电流强度量度电流的大小, 其定义为

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (1.2)$$

规定正电荷运动的方向为电流的实际方向。测量直流电流时, 要依据电流的实际方向将电流表串联接入电路, 使电流的实际方向从直流电流表的正极流入、负极流出。假定正电荷运动的方向为电流的参考方向。参考方向在电路问题分析中的作用举足轻重。

(2) 电压: 将单位正电荷自 a 点移动到 b 点电场力所做的功, 称为 a 点至 b 点的电压。其一般的数学定义式为

$$u = \frac{d\omega}{dq} \quad (1.3)$$

电路中某 a 点至参考点(接地点)的电压,称为 a 点的电位,以符号 v_a 表示。电压又称为电位差。如电压 u_{ab} 可写为

$$u_{ab} = v_a - v_b$$

规定电位真正降低之方向为电压的实际方向。测量直流电压时要依据电压的实际方向将电压表并联接入电路,使电压的实际高电位端接直流电压表的正极,实际低电位端接电压表的负极。假定电位降低的方向为电压的参考方向。电压参考方向在电路问题分析中同样有非常重要的作用。

(3) 电功率:单位时间电场力做功的大小,称为电功率,其数学定义式为

$$p = \frac{d\omega}{dt} \quad (1.4)$$

掌握电流、电压变量,重点是参考方向。在计算电路问题时用到的电流、电压,一定要在电路图上设出参考方向(若对电流、电压不设参考方向,KCL,KVL 就无法应用,计算得到的电流、电压数值的正与负也是无意义的);应会判断二端电路上电流、电压参考方向是否关联。这一点,对书写二端电路元件上的电压、电流关系即伏安关系 VAR(Volt Ampere Relation) 及功率计算至关重要。

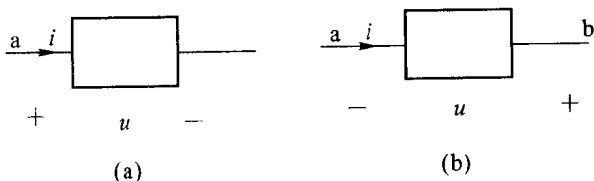


图 1.2 二端电路上电流、电压参考方向关联与非关联表示

掌握功率变量,重点是应用二端电路上电压、电流计算该二端电路吸收或产生的功率。如图 1.2(a) 所示电压、电流参考方向关联情况,有

$$P_{\text{吸}} = ui \quad (1.5a)$$

$$P_{\text{供}} = -ui \quad (1.5b)$$

如图 1.2(b) 所示电压、电流参考方向非关联情况,有

$$P_{\text{吸}} = -ui \quad (1.6a)$$

$$P_{\text{供}} = ui \quad (1.6b)$$

3. 欧姆定律(Ohm's Law, 简称为 OL)

欧姆定律只适用于 VAR 如图 1.3 所示的线性电阻。使用欧姆定律时应特别注意电阻元件上的电压、电流参考方向是否关联。如图 1.4(a) 所示的 u, i 参考方向关联情况,欧姆定律公式为

$$u = Ri \quad (1.7)$$

如图 1.4(b) 所示的 u, i 参考方向非关联情况,欧姆定律公式为

$$u = -Ri \quad (1.8)$$

式(1.7)、(1.8)表明了电阻元件是即时元件。

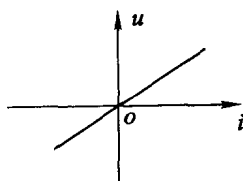


图 1.3 线性电阻的 VAR

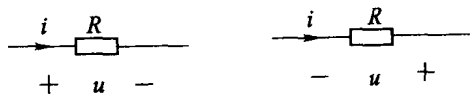


图 1.4 电阻元件上 u, i 参考方向关联与非关联表示

电阻元件上吸收(消耗)功率计算公式

$$P_R = u \cdot i \quad (u, i \text{ 参考方向关联}) \quad (1.9a)$$

$$P_R = Ri^2 \quad (1.9b)$$

$$P_R = \frac{u^2}{R} \quad (1.9c)$$

电阻元件耗能:对于线性正电阻,由式(1.9)可见,它在任意时刻吸收的功率都是非负的,所以它在 $t_0 \sim t$ 时间区间所消耗的电能

$$w_R(t) = \int_{t_0}^t Ri^2(\xi) d\xi \geq 0 \quad (1.10)$$

称电阻元件为耗能元件。它消耗的电能转变为热能。

电导与电阻互为例数关系,即

$$G = \frac{1}{R} \quad (1.11a)$$

$$R = \frac{1}{G} \quad (1.11b)$$

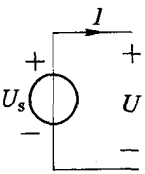
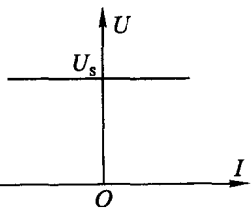
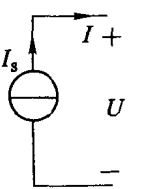
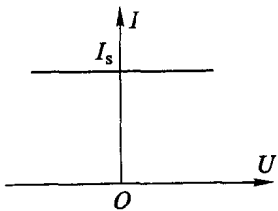
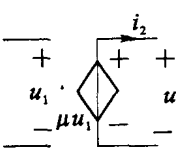
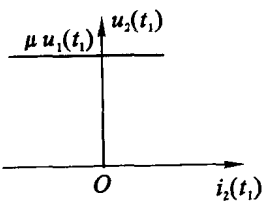
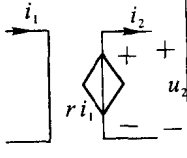
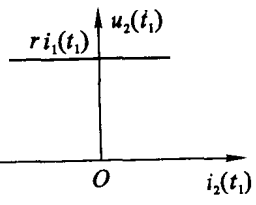
将式(1.11b)分别代入式(1.7)、(1.8)、(1.9)、(1.10)即可得到以电导参数表示的欧姆定律公式、电导元件上吸收功率公式和电导元件上耗能计算公式。

4. 电源

电源分为独立电源、受控电源两类。所谓独立源,就是电源的数值不受电路中任何处的电压或电流控制的电源。独立源是给电路中一切耗能元件、储能元件提供能量的“源泉”。独立源又称激励源。大小、方向受电路中其他处的电压或电流控制的电源,称为受控电源。受控源是用来表示器件中所发生的物理现象的模型,它反映了电路中某处的电压或电流控制另一处电压或电流的比例关系。若比例系数为常数,则称做线性受控源。受控源不是激励源。

表 1.1 归纳了各种独立源、受控源的主要特性。

表 1.1 各种电源模型、特性及它们的 VAR

项目 类型	模型符号	主要特性	VAR(特性)
独立电源 (以直流源为例)		① $U \equiv U_s$ ② $I = \text{任意值} \quad \forall t$	
		① $I \equiv I_s$ ② $U = \text{任意值} \quad \forall t$	
受控电源		① $u_2 \equiv \mu u_1$ ② $i_2 = \text{任意值} \quad \forall t$	
		① $u_2 \equiv r i_1$ ② $i_2 = \text{任意值} \quad \forall t$	

续 表

项目 类型	模型符号	主要特性	VAR(特性)
受控电源		① $i_2 \equiv gu_1 \quad \forall t$ ② $u_2 = \text{任意值}$	
		① $i_2 \equiv \alpha i_1 \quad \forall t$ ② $u_2 = \text{任意值}$	

5. KCL 与 KVL

基尔霍夫这两个定律是分析一切集中参数电路的根本依据。许多重要的电路定理、一些常用的电路分析方法都是源于这两个定律归纳、推导、总结出的。表 1.2 归纳了 KCL, KVL 的时域形式、适用的范围条件及使用中应注意的问题。

6. 基本要求

- (1) 深刻理解电流、电压概念, 熟练掌握电流、电压参考方向的应用。
- (2) 熟练应用一段电路上的电流、电压计算该段电路吸收或产生(供出)的功率。

(3) 熟练掌握、使用欧姆定律,理解电阻元件是即时元件,是耗能元件。

(4) 深刻理解独立电源的概念,掌握其主要特性。理解受控电源的概念,熟悉受控源的特性。

(5) 熟练掌握、使用 KCL, KVL 两个定律。

表 1.2 KCL, KVL 定律

项目 名称	时域形式	适用的范围条件	使用中应注意的问题
KCL	$\sum i(t) = 0$	适用于任意时刻、任意电流函数、集中参数电路中的任意节点或闭曲面	① 对与节点相连的每一支路必须设出电流的参考方向 ② 在列写节点 KCL 方程时,取流出节点的电流为正号,或反之,均可。但在列写同一个 KCL 方程时规则应一致 ③ 注意区分代数式中的正、负号与电流数值的正与负
KVL	$\sum u(t) = 0$	适用于任意时刻、任意电压函数、集中参数电路中的任意回路	① 对回路中每一段电路必须设电压参考方向 ② 在列写回路 KVL 方程时,选顺时针巡行或是逆时针巡行均可,巡行中先遇电压参考方向的正极性端取“+”号;反之,取“-”号 ③ 注意区分代数式中的正、负号与电压数值的正与负