



21st CENTURY
实用规划教材

21世纪全国高等院校

自动化系列 实用规划教材



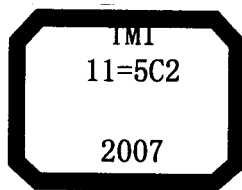
电路基础

学习指导与典型题解

主 编 公茂法 刘 宁
副主编 谭震宇 戴 文



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS



21 世纪全国高等院校自动化系列实用规划教材

电路基础学习指导与典型题解

主 编	公茂法	刘 宁
副主编	谭震宇	戴 文
参 编	张冬梅	于昊昱
	孙秀娟	胡晓君
	刘庆雪	于永进
	朱 慧	



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书是参考高等工业学校《电路基础课程教学基本要求》编写而成的。针对学生学习《电路基础》的实际情况,本书主要内容分为三大部分:一是简明扼要的学习指导,其目的是帮助学生抓住学习要点,并对各章重点内容进行系统总结,以利于学生更快地掌握所学内容;二是电路基础典型题解,用于学生开拓思路,巩固所学内容。所选例题注重基本内容,覆盖面宽,题型多,难易适中,数量适当,针对性强;三是部分填空题和选择题,用于学生巩固所学知识和检验学习效果。

本书特别适合大学本专科学子学习电路基础课程时使用,也可作为电路基础课程研究生入学考试的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电路基础学习指导与典型题解/公茂法,刘宁主编. —北京:北京大学出版社,2007.1
(21世纪全国高等院校自动化系列实用规划教材)

ISBN 978-7-301-11151-2

I. 电… II. ①公… ②刘… 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(2006)第124454号

书 名: 电路基础学习指导与典型题解

著作责任者: 公茂法 刘 宁 主编

策划编辑: 李 虎

责任编辑: 李娉婷

标准书号: ISBN 978-7-301-11151-2/TM·0011

出 版 者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路205号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> <http://www.pup6.com>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电子邮箱: pup_6@163.com

印 刷 者: 河北涿县鑫华书刊印刷厂

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787毫米×1092毫米 16开本 22.5印张 516千字

2007年1月第1版 2007年1月第1次印刷

定 价: 32.00元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话: 010-62752024

电子邮箱: fd@pup.pku.edu.cn

《21世纪全国高等院校自动化系列实用规划教材》

专家编审委员会

主任委员 张德江

副主任委员 (按姓氏拼音顺序排名)

陈 静 丁坚勇 侯媛彬

纪志成 任庆昌 吴 斌

秘书长 于微波

委 员 (按姓氏拼音顺序排名)

陈志新 戴文进 段晨旭 樊立萍

范立南 公茂法 关根志 嵇启春

蒋 中 雷 霞 刘德辉 刘永信

刘 原 马永翔 孟祥萍 孟彦京

聂诗良 王忠庆 吴旭云 燕庆明

杨新华 尤 文 张桂青 张井岗

总 序

我们所处的时代被称为信息时代。信息科学与技术的迅速发展和广泛应用，深深地改变着人类生产、生活的各个方面。人类社会生产力发展和人们生活质量的提高越来越得益于和依赖于信息科学与技术的发展。自动化科学与技术涉及到信息的检测、分析、处理、控制和应用等各个方面，是信息科学与技术领域的重要组成部分。在我国经济建设的进程中，工业化是不可逾越的发展阶段。面对全面建设小康社会的发展目标，党和国家提出走新型工业化道路的战略决策，这是一条我国当代工业化进程的必由之路。实现新型工业化，就是要坚持走科技含量高、经济效益好、资源消耗低、环境污染少、人力资源优势得到充分发挥的可持续发展的科学发展之路。在这个过程中，自动化科学与技术起着不可替代的重要作用，高等学校的自动化学科肩负着人才培养和科学研究的光荣的历史使命。

我国高等教育中工科在校大学生数占在校大学生总数的 35%~40%，其中自动化类的学生是工科各专业中学生人数最多的专业之一。在我国高等教育已走进大众化阶段的今天，人才培养模式多样化已成为必然的趋势，其中应用型人才是我国经济建设和社会发展需求最多的一大类人才。为了促进自动化领域应用型人才培养，发挥院校之间相互合作的优势，北京大学出版社组织了此套《21 世纪全国高等院校自动化系列实用规划教材》。

参加这一系列教材编写的基本上都是来自地方工科院校自动化学科的专家学者，由此确定了教材的使用范围，也为“实用教材”的定位找到了落脚点。本系列教材具有如下特点：

(1) 注重实用性。地方工科院校的人才培养规格大多定位在高级应用型，对这一大类人才的培养要注重面向工程实践，培养学生理论联系实际、解决实际问题的能力。从这一教学原则出发，本系列教材注重实用性，注意引用工程中的实例，培养学生的工程意识和工程应用能力，因此将更适合地方工科院校的教学要求。

(2) 体现新颖性。更新教材内容，跟进时代，加入一些新的先进实用的知识，同时淘汰一些陈旧过时的内容。

(3) 院校间合作交流的果。每一本教材都有几所院校的教师参加编写。北大出版社事先在西安市和长春市召开了编写计划会和审纲会，来自各院校的教师比较充分地交流了情况，在相互借鉴、取长补短的基础上，形成了编写大纲，确定了编写原则。因此，这一系列教材可以反映出各参编院校一些好的经验和做法。

(4) 这一系列教材几乎涵盖了自动化类专业从技术基础课到专业课的各门课程，到目前为止，列入计划的已有 30 多门，教材门数多，参与的院校多，参加编写人员多。

地方工科院校是我国高等院校中比例最大的一部分。本系列教材面向地方工科院校自动化类专业教学之用，将拥有众多的读者。教材专家编审委员会深感教材的编写质量对教学质量的重要性，在审纲会上强调了“质量第一，明确责任，统筹兼顾，严格把关”的原则，要求各位主编加强协调，认真负责，努力保证和提高教材质量。各位主编和编者也将尽职尽责，密切合作，努力使自己的作品受到读者的认可和欢迎。尽管如此，由于院校之间、编者之间的差异性，教材中还是难免会出现一些问题和不足，欢迎选用本系列教材的教师、学生提出批评和建议。

张德江

2006年1月

前 言

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

电路基础是自动化、电子信息工程、通信工程等电类专业的一门最重要的专业基础课，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。要学好电路基础，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，但学习指导书大多是针对电大学生编写的，例题集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，编写了这本教学参考书《电路基础学习指导与典型题解》。

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

本书每章内容包括学习指导、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，注重讲解的视角方式有别于教材。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了总结类比，使读者更容易掌握所学内容。

例题部分的选择按照以下几条原则：一、注重电路基本要求、基本内容；二、按章节顺序编写，便于学生随课程同步学习参考；三、大多数题目难度适中、再配以少量复杂或难度较大的题目；四、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。

填空题和选择题部分用于学生巩固所学知识和检验学习效果。

本书由山东科技大学、山东大学、青岛理工大学、青岛科技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公茂法、刘宁，山东大学谭震宇，山东科技大学戴文，青岛理工大学张冬梅，青岛科技大学朱慧以及山东科技大学于昊昱、孙秀娟、胡晓君、刘庆雪、于永进等。全书由公茂法、刘宁统稿。

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

2006年8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 章学习指导部分第二号图。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。第三部分内容是习题，有填空题和选择题两类，填空题题号和图号前带 A，选择题号和图号前带 B。

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 $\dot{U} = Ue^{j\varphi}$ ，阻抗应表示为 $Z = |Z|e^{j\varphi}$ 。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，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，辐角部分需加括号。

目 录

第 1 章 电路模型和电路定律	1	3.2.4 回路法.....	46
1.1 学习指导	1	3.2.5 综合题.....	51
1.1.1 学习要点	1	3.3 习题	54
1.1.2 内容概述	1	3.3.1 填空题.....	54
1.2 例题	4	3.3.2 选择题.....	55
1.2.1 R 元件, 功率, 参考方向	4	第 4 章 电路定理	57
1.2.2 电压源、电流源和受控源.....	5	4.1 学习指导	57
1.2.3 基尔霍夫定律.....	8	4.1.1 学习要点.....	57
1.2.4 综合题	11	4.1.2 内容概述.....	57
1.3 习题	13	4.2 例题	61
1.3.1 填空题	13	4.2.1 叠加定理.....	61
1.3.2 选择题	14	4.2.2 替代定理.....	64
第 2 章 电阻电路的等效变换	17	4.2.3 戴维南定理和诺顿定理.....	65
2.1 学习指导	17	4.2.4 特勒根定理.....	70
2.1.1 学习要点	17	4.2.5 互易定理.....	71
2.1.2 内容概述	17	4.2.6 对偶定理.....	72
2.2 例题	19	4.2.7 综合题.....	73
2.2.1 电阻的等效变换.....	19	4.3 习题	77
2.2.2 电源的等效变换.....	22	4.3.1 填空题.....	77
2.2.3 输入电阻	26	4.3.2 选择题.....	80
2.2.4 综合题	26	第 5 章 含运算放大器的电阻电路	83
2.3 习题	28	5.1 学习指导	83
2.3.1 填空题	28	5.1.1 学习要点.....	83
2.3.2 选择题	30	5.1.2 内容概述.....	83
第 3 章 电阻电路的一般分析方法	33	5.2 例题	85
3.1 学习指导	33	5.3 习题	91
3.1.1 学习要点	33	5.3.1 填空题.....	91
3.1.2 内容概述	33	5.3.2 选择题.....	91
3.2 例题	39	第 6 章 储能元件	93
3.2.1 图的概念	39	6.1 学习指导	93
3.2.2 支路法	40	6.1.1 学习要点.....	93
3.2.3 节点法	42	6.1.2 内容概述.....	93

6.2 例题	94	9.1.1 学习要点	154
6.3 习题	96	9.1.2 内容概述	154
6.3.1 填空题	96	9.2 例题	161
6.3.2 选择题	97	9.2.1 阻抗和导纳	161
第 7 章 一阶电路和二阶电路的时域分析	99	9.2.2 阻抗的串并联、阻抗的 Y- Δ 变换	163
7.1 学习指导	99	9.2.3 正弦稳态电路的功率及复功率	168
7.1.1 学习要点	99	9.2.4 一般正弦稳态电路的分析	171
7.1.2 内容概述	99	9.2.5 谐振	176
7.2 例题	108	9.2.6 最大功率传输	178
7.2.1 初始条件	108	9.2.7 综合题	179
7.2.2 一阶电路的零输入响应	110	9.3 习题	182
7.2.3 零状态响应、全响应	112	9.3.1 填空题	182
7.2.4 三要素法	113	9.3.2 选择题	183
7.2.5 阶跃响应	116	第 10 章 具有耦合电感的正弦稳态电路	186
7.2.6 一阶电路的冲激响应	117	10.1 学习指导	186
7.2.7 二阶电路的零输入响应	119	10.1.1 学习要点	186
7.2.8 二阶电路的零状态响应、全响应、阶跃响应	122	10.1.2 内容概述	186
7.2.9 二阶电路的冲激响应	127	10.2 例题	190
7.2.10 综合题	130	10.2.1 互感的概念及 VAR	190
7.3 习题	137	10.2.2 具有耦合电感电路的计算	191
7.3.1 填空题	137	10.2.3 空心变压器	193
7.3.2 选择题	139	10.2.4 理想变压器	195
第 8 章 相量法	143	10.2.5 综合题	197
8.1 学习指导	143	10.3 习题	198
8.1.1 学习要点	143	10.3.1 填空题	198
8.1.2 内容概述	143	10.3.2 选择题	199
8.2 例题	146	第 11 章 三相电路	202
8.2.1 正弦量	146	11.1 学习指导	202
8.2.2 相量	147	11.1.1 学习要点	202
8.2.3 电路定律的相量形式	148	11.1.2 内容概述	202
8.2.4 综合题	149	11.2 例题	206
8.3 习题	150	11.2.1 三相电路的概念	206
8.3.1 填空题	150	11.2.2 对称三相电路的计算	207
8.3.2 选择题	151	11.2.3 非对称三相电路	209
第 9 章 一般正弦稳态电路的分析	154		
9.1 学习指导	154		

11.2.4 综合题	214	14.1.1 学习要点	257
11.3 习题	216	14.1.2 内容概述	257
11.3.1 填空题	216	14.2 例题	259
11.3.2 选择题	217	14.2.1 网络函数与零极点	259
第 12 章 非正弦周期信号及其稳态电路分析	220	14.2.2 零极点与响应的关系	262
12.1 学习指导	220	14.2.3 电路的频率响应	263
12.1.1 学习要点	220	14.2.4 综合题	265
12.1.2 内容概述	220	14.3 习题	267
12.2 例题	223	14.3.1 填空题	267
12.2.1 非正弦信号及其分解	223	14.3.2 选择题	268
12.2.2 有效值、平均值、平均功率	224	第 15 章 电路方程的矩阵形式	270
12.2.3 非正弦周期信号电路的稳态分析	225	15.1 学习指导	270
12.2.4 对称三相电路中的高次谐波	228	15.1.1 学习要点	270
12.2.5 综合题	230	15.1.2 内容概述	270
12.3 习题	232	15.2 例题	275
12.3.1 填空题	232	15.2.1 割集、关联矩阵、回路矩阵、割集矩阵	275
12.3.2 选择题	233	15.2.2 节点电压方程的矩阵形式	278
第 13 章 动态电路的运算法——拉普拉斯变换分析法	236	15.2.3 回路电流方程的矩阵形式	281
13.1 学习指导	236	15.2.4 割集法	283
13.1.1 学习要点	236	15.2.5 移源法、改进的节点电压法	285
13.1.2 内容概述	236	15.2.6 状态方程	288
13.2 例题	239	15.3 习题	291
13.2.1 拉普拉斯变换的定义及性质	239	15.3.1 填空题	291
13.2.2 拉普拉斯反变换	241	15.3.2 选择题	293
13.2.3 应用拉氏变换分析线性电路	242	第 16 章 二端口网络	294
13.2.4 综合题	247	16.1 学习指导	294
13.3 习题	254	16.1.1 学习要点	294
13.3.1 填空题	254	16.1.2 内容概述	294
13.3.2 选择题	255	16.2 例题	299
第 14 章 网络函数	257	16.2.1 二端口的概念	299
14.1 学习指导	257	16.2.2 二端口的方程和参数	299
		16.2.3 二端口的转移函数	304
		16.2.4 二端口的输入阻抗和特性阻抗	305
		16.2.5 二端口的等效电路	306

16.2.6	二端口的联接.....	307	17.2.2	非线性电路的特征.....	322
16.2.7	回转器和负阻抗变换器.....	310	17.2.3	非线性电阻电路方程和图 解法.....	323
16.2.8	综合题.....	311	17.2.4	小信号分析法.....	326
16.3	习题.....	315	17.2.5	折线法.....	328
16.3.1	填空题.....	315	17.2.6	数值法.....	330
16.3.2	选择题.....	316	17.2.7	非线性动态电路.....	331
第 17 章	非线性电路.....	318	17.3	习题.....	334
17.1	学习指导.....	318	17.3.1	填空题.....	334
17.1.1	学习要点.....	318	17.3.2	选择题.....	335
17.1.2	内容概述.....	318	习题答案.....		338
17.2	例题.....	321	参考文献.....		346
17.2.1	非线性元件.....	321			

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

- (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) R 、 L 、 C 元件的定义与伏安关系(VCR)。
- (4) 电压源、电流源的定义及 VCR。
- (5) 受控源的概念、VCR 及类别。
- (6) 基尔霍夫定律(KL): KCL 和 KVL。

本章的重点是 KL 和元件(R 、 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: 实际电子元件、电气设备有导线连接的组合。实际电路种类繁多、复杂, 很难进行分析计算。

(2) 理想元件: 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。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: 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, 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

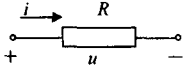
(1) 若元件(或支路)的 u 、 i 为关联方向时，该元件(或支路)吸收的功率为 $p = ui$ 。当 $p > 0$ 时，该元件(或支路)实际上为吸收功率；当 $p < 0$ 时，该元件(或支路)实际上为释放功率。

(2) 若元件(或支路)的 u 、 i 为非关联方向，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. R 元件

线性元件 R 是二端无源元件。其定义式及特点见表 1-1。

表 1-1 线性元件 R 的定义式及特点

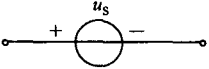
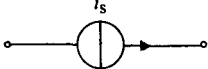
元件符号	电路符号	定义式	物理含义	VCR	储能
R		$u = Ri$	能耗现象	$u = Ri$	0

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

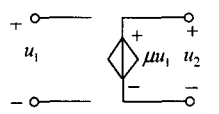
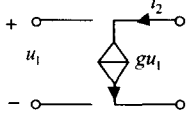
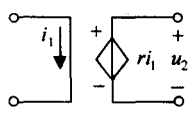
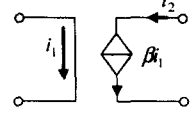
	电压源	电流源
定义	电压源是一个二端理想元件，其端电压 $u(t) = u_s(t)$	电流源是一个二端理想元件，其中的电流 $i(t) = i_s(t)$
电路符号		
特性	①电压源的端电压是一个特定时间函数，与其中的电流无关 ②电压源中的电流取决于外电路，外电路不同，其中的电流也不同	①电流源中的电流是一个特定的时间函数，与其两端的电压无关 ②电流源的端电压取决于外电路，外电路不同，其端电压也不同
特例	当 $u_s(t) = U_s$ 即常数时，称其为(恒定)直流电压源	当 $i_s(t) = I_s$ 即常数时，称其为(恒定)直流电流源

6. 受控源

(1) 受控源是一种 4 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。

① 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。

② 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。

③ 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。

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	$\sum_{k=1}^n i_k(t) = 0$	$\sum_{k=1}^n u_k(t) = 0$
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

KL 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。

1.2 例 题

1.2.1 R 元件, 功率, 参考方向

【例 1-1】求图 L1-1 所示各电路中的 u 、 R 、 i 。

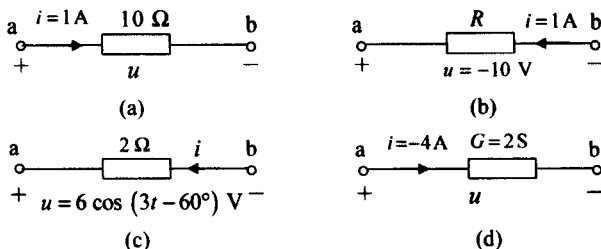


图 L1-1

解: 根据各图中所设电压、电流的参考方向, 由欧姆定律得

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

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

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

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

【例 1-2】(1) 在图 L1-2(a)及(b)中, 若电流均为 2A, 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 4W, 求电流。

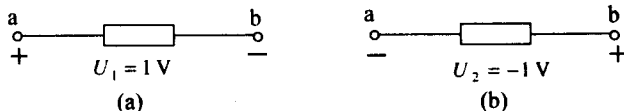


图 L1-2

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)式可得

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

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 $100\ \Omega$ 、 $1\ \text{W}$ 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 $100\ \text{mA}$ ，电压绝对值不得超过 $10\ \text{V}$ 。

1.2.2 电压源、电流源和受控源

【例 1-4】 求图 L1-4 所示 3 种情况的电压 u 。

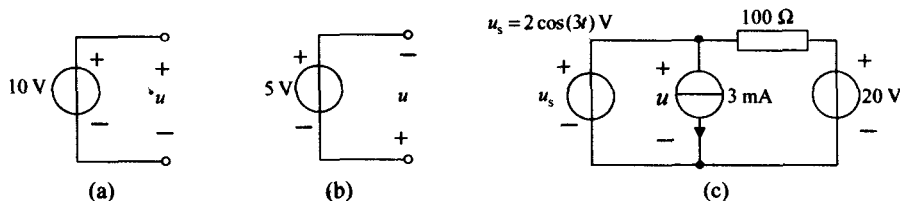


图 L1-4

解：根据理想电压源特性可知

(a) $u = 10\ \text{V}$

(b) $u = -5\ \text{V}$

(c) $u = 2 \cos(3t)\ \text{V}$

【例 1-5】 试分别计算图 L1-5(a)、(b)、(c)所示的 3 个电路中每个电阻消耗的功率及每个电源所产生的功率。

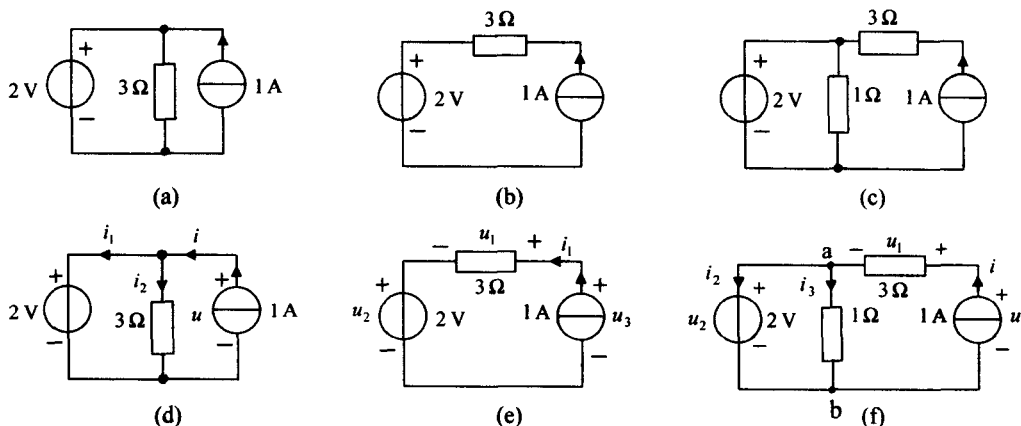


图 L1-5