



普通高等教育“十一五”国家级规划教材配套参考书

电工学 (I、II、III)

第二版

学习指导

史仪凯 编著

西北工业大学出版社

013029604

TM1-42
25

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
普通高等教育“十一五”国家级规划教材

电工学(I、II、III)

第二版

学习指导

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
普通高等教育“十一五”国家级规划教材

史仪凯 编著

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
普通高等教育“十一五”国家级规划教材



TM1-42
25

西北工业大学出版社



北航

C1635456

108020810

【内容简介】 本书是与史仪凯主编的普通高等教育“十一五”国家级规划教材——《电工技术》(电工学Ⅰ)、《电子技术》(电工学Ⅱ)和《电工电子应用技术》(电工学Ⅲ)(第二版)——配套的学习指导书。本书介绍教材中的基本要求,根据重点和难点简要叙述学习指导,并精选部分例题和习题进行解答,以加深对所学内容的理解和掌握,拓宽分析解决问题的思路。

本书不仅可供本科和专科非电类专业学生和广大自学读者学习参考,也可作为电工学教师的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电工学(Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ)第二版学习指导/史仪凯编著. —西安:西北工业大学出版社,2012.11

ISBN 978-7-5612-3524-9

I. ①电… II. ①史… III. ①电工学—高等学校—教学参考资料 IV. ①TM1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 276070 号

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路 127 号 邮编:710072

电 话:(029)88493844 88491757

网 址:www.nwpup.com

印 刷 者:陕西宝石兰印务有限责任公司

开 本:727 mm×960 mm 1/16

印 张:19.25

字 数:364 千字

版 次:2012 年 11 月第 1 版 2012 年 11 月第 1 次印刷

定 价:40.00 元

前 言

西北工业大学史仪凯主编的《电工技术》(电工学Ⅰ)、《电子技术》(电工学Ⅱ)、《电工电子应用技术》(电工学Ⅲ)(第二版)是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,本书是该套电工学教材的配套辅导书。本书按文字教材的章节内容分为三篇,每篇的各章按基本要求、学习指导、例题和习题选解三个部分编写。

基本要求部分依据教育部高等学校电子信息科学与工程类基础课程教学指导委员会新修订的高等学校工科“电工学”课程的教学基本要求,提出各章内容学习中“了解”“理解”和“掌握”三个不同层次的具体要求。

学习指导部分根据笔者多年从事电工学课程教学的经验,以及对教材各章相关内容的思考和理解,简要论述教材各章节的重点和难点内容,提出该内容教学过程中应采取的处理方法和建议,强调学生在学习应采取的方法和应注意的问题。

例题和习题选解部分是根据各章的重点和难点内容,笔者精选部分例题并进行解答,目的在于加深学生对所学内容的理解和拓宽分析解决问题的思路。对教材中各章的部分习题进行解答,解题的思路灵活多样。例题和习题选解强调对题目的分析,找出解题方法和规律,启发性与逻辑性并重。部分例题和习题解后还指出了应注意的问题。其中标有*的章节为选学内容。

本书编写条理清晰,注意启发逻辑思维,便于阅读和自学,有助于提高学生分析和解决问题的能力,对课程学习总结、提高学习效率和成绩有一定的指导作用。

本书不仅可供本科和专科非电类专业学生和广大自学读者学习参考,也可作为电工学教师的教学参考书。

本书难免存在不妥之处,恳请使用本书的读者提出宝贵意见。

编著者

2012年7月

目 录

第一篇 电工技术(电工学 I)

第 1 章 电路的基本概念与基本定律	3
1.1 基本要求	3
1.2 学习指导	3
1.3 例题和习题选解	6
第 2 章 电路的分析方法	14
2.1 基本要求	14
2.2 学习指导	14
2.3 例题和习题选解	16
第 3 章 电路的暂态分析	29
3.1 基本要求	29
3.2 学习指导	29
3.3 例题和习题选解	32
第 4 章 单相正弦交流电路	47
4.1 基本要求	47
4.2 学习指导	47
4.3 例题和习题选解	50
第 5 章 三相正弦交流电路	61
5.1 基本要求	61
5.2 学习指导	61
5.3 例题和习题选解	62
第 6 章 非正弦周期电流电路	70
6.1 基本要求	70

6.2	学习指导	70
6.3	例题和习题选解	71
第7章	磁路与变压器	75
7.1	基本要求	75
7.2	学习指导	75
7.3	例题和习题选解	78
第8章	安全用电	85
8.1	基本要求	85
8.2	学习指导	85
8.3	例题和习题选解	86
第二篇 电子技术(电工学II)		
第1章	半导体二极管与整流电路	91
1.1	基本要求	91
1.2	学习指导	91
1.3	例题和习题选解	93
第2章	半导体三极管与基本放大电路	101
2.1	基本要求	101
2.2	学习指导	101
2.3	例题和习题选解	104
第3章	集成运算放大器	118
3.1	基本要求	118
3.2	学习指导	118
3.3	例题和习题选解	120
第4章	集成运算放大器的应用	125
4.1	基本要求	125
4.2	学习指导	125
4.3	例题和习题选解	127

第 5 章 正弦波振荡电路	138
5.1 基本要求	138
5.2 学习指导	138
5.3 例题和习题选解	139
第 6 章 门电路与组合逻辑电路	145
6.1 基本要求	145
6.2 学习指导	145
6.3 例题和习题选解	147
第 7 章 触发器与时序逻辑电路	157
7.1 基本要求	157
7.2 学习指导	157
7.3 例题和习题选解	160
第 8 章 半导体存储器与可编程逻辑器件	174
8.1 基本要求	174
8.2 学习指导	174
8.3 例题和习题选解	175
第 9 章 模拟量与数字量的转换	184
9.1 基本要求	184
9.2 学习指导	184
9.3 例题和习题选解	185

第三篇 电工电子应用技术(电工学Ⅲ)

第 1 章 交流电动机	193
1.1 基本要求	193
1.2 学习指导	193
1.3 例题和习题选解	196
第 2 章 直流电动机	202
2.1 基本要求	202

2.2	学习指导	202
2.3	例题和习题选解	204
第3章	控制电动机	210
3.1	基本要求	210
3.2	学习指导	210
3.3	例题和习题选解	212
第4章	电气自动控制技术	216
4.1	基本要求	216
4.2	学习指导	216
4.3	例题和习题选解	220
第5章	可编程序控制器原理与应用	231
5.1	基本要求	231
5.2	学习指导	231
5.3	例题和习题选解	235
第6章	电力电子技术基础	252
6.1	基本要求	252
6.2	学习指导	252
6.3	例题和习题选解	254
第7章	电气电测技术	262
7.1	基本要求	262
7.2	学习指导	262
7.3	例题和习题选解	263
第8章	信号处理与数据采集系统	270
8.1	基本要求	270
8.2	学习指导	270
8.3	例题和习题选解	272

* 第 9 章 现代通信技术	276
9.1 基本要求	276
9.2 学习指导	276
9.3 例题和习题选解	278
* 第 10 章 电工电子 EDA 仿真技术	281
10.1 基本要求	281
10.2 学习指导	281
10.3 例题和习题选解	283

第一篇

电工技术(电工学 I)

第一章

(一) 住宅工程

第1章 电路的基本概念与基本定律

1.1 基本要求

- (1) 了解电路模型和电路元件的意义。
- (2) 理解电压和电流的正方向。
- (3) 掌握实际电源模型及其等效变换。
- (4) 理解电路有载、开路和短路三种状态的特点。
- (5) 理解电功率和额定值的意义。
- (6) 掌握短路基本定律及其应用。
- (7) 掌握电路中各点定位的计算。

1.2 学习指导

本章主要讲述电压和电流的正方向、基尔霍夫定律、实际电源模型及其等效变换、电路中电位的概念与计算等内容。这些内容虽然比较简单,但却包含有不少概念,有的概念在物理学中并未涉及,正是这些概念对电工技术、电子技术等内容的学习起着极为重要的作用。

本章的难点是:电流源和理想电流源,关键在于建立电流源和理想电流源的概念;电路中的正方向;电路中电位的计算等。

1.2.1 电路模型和电路元件

电路是电流流经的通路,其作用是实现能量的传输、分配和转换。电路主要由电源、中间环节(包括连接线、开关和仪表等)和负载三个环节组成。

电路模型是将实际电路理想化,也就是在特定条件下主要突出电磁关系,忽略次要因素,而由理想元件(简称电路元件)组成的电路。

电路元件分为有源元件和无源元件。有源元件有电压源(由 U_s 和 R_s 组成)、电流源(由 I_s 和 R_s 组成)和受控源;无源元件有电阻元件 R 、电感元件 L (忽略导线的电阻)和电容元件 C (忽略介质损耗和漏电流)。

1.2.2 电压和电流的正方向

正方向是分析计算电路时假设的一种方法。通常电路中电压或电流的实际方向是未知的,只有在设定正方向后,才可确定分析计算数学表达式中各项的正负号。

电路中电流或电压的实际方向是客观存在的,但分析较为复杂的电路时,往往较难以事先判定电流或电压的实际方向。因此,在电路分析计算时,首先要规定电路中电流或电压的正方向。电路中正方向是可任意设定的参考方向,但它并不一定是电路中电压或电流的实际方向,故称正方向为参考方向。如果计算的数值为正,说明电压或电流的实际方向与设定的正方向一致;如果计算的数值为负,说明实际方向与设定的正方向相反。需要指出的是:以后在没有特殊说明的情况下,电路中所设定的电压或电流的方向均指正方向;另外,分析计算电路时一旦设定正方向,不可随意更改。

1.2.3 欧姆定律

欧姆定律是分析与计算电路的基本定律之一。值得注意的是:应用欧姆定律列数学表达式时应在电路图上标出电流或电压的正方向,当电压和电流的正方向设定得不一致时,表达式中应带负号;在正方向设定后,电路中电压或电流有正值或负值之分。

有源支路的欧姆定律可表示为

$$I = \frac{\pm U \pm U_s}{R}$$

式中,电压 U 或电动势 U_s 与电流的正方向相同时取“+”,相反时取“-”。

1.2.4 基尔霍夫定律

1. 基尔霍夫电流定律

基尔霍夫电流定律是指在任一瞬间,流入和流出电路某结点的电流相等,即 $\sum I = 0$ 。

这反映了流入电路任一结点的各支路电流间的相互制约关系。基尔霍夫电流定律是由电流连续性原理所决定的,即在任何一个无限小的时间间隔内,流入结点的电荷必然等于由该结点流出的电荷,结点上没有堆积电荷。

值得注意的是:这里所说的结点可以推广到包括部分电路的任一假设的闭合面(亦称广义结点);习惯上列结点电流方程时,设流入结点的电流为正,流出结点的电流为负。

2. 基尔霍夫电压定律

基尔霍夫电压定律是指在任一瞬间,沿任一回路循行方向,回路中各段电压的代数和恒等于零,即 $\sum U = 0$ 。

这反映了电路中任一回路中各段电压间相互制约的关系。基尔霍夫电压定律是由电位单指性所决定的,即在任一瞬间,从回路中任一点出发,沿回路循行方向一周电位升之和必然等于电位降之和。

值得注意的是:基尔霍夫电压定律可推广到回路中的部分电路(亦称广义回路);习惯上列回路电压方程时,设电位升高为正,电位降低为负。

1.2.5 电压源、电流源及其等效变换

能够独立产生电压的电路元件称为电压源;能够独立产生电流的电路元件称为电流源。电压源和电流源是独立实际电源的两种表示形式。任何一个实际电源可用电压源和电流源两种不同的电路模型表示,在保证电源外特性一致的条件下,两者间存在等效变换的关系,等效变换的条件为

$$U_s = R_0 I_s \quad \text{或} \quad I_s = \frac{U_s}{R_0}$$

应该注意:

(1) 所谓的等效是对外电路而言的,而对电源内部并不存在等效一说。

(2) 理想电压源和理想电流源都是理想电源,实际上并不存在,但在电路分析时应分别有恒压和恒流的概念。

(3) 理想电压源与元件(R 或 I_s) 并联时,并联元件均不会影响理想电压源端电压的大小,故并联元件可视为断开不予考虑,如图 1.1(a) 所示;理想电流源与元件(R 或 U_s) 串联时,串联元件均不会改变理想电流源输出电流的大小,故串联元件可视为短接不予考虑,如图 1.1(b) 所示。

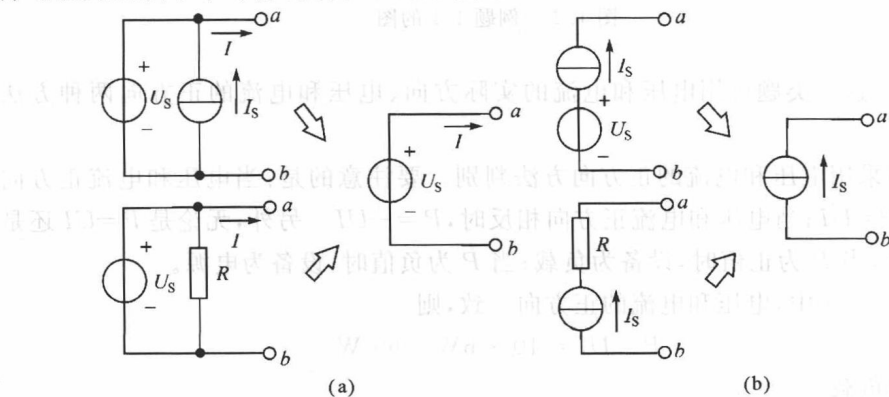


图 1.1 理想电源与元件的串、并联

(a) 理想电压源与元件并联; (b) 理想电流源与元件串联

1.2.6 受控源

受控源与独立电源的区别在于:独立电源在电路中起着“激励”的作用;受控源的电压或电流受电路中其他电压或电流所控制,本身不直接起“激励”作用。分析受控源电路时要注意其模型和控制系数 μ, γ, g, β 的意义。

1.2.7 电路中电位的计算

电路中某点电位在数值上是指该点与参考点间的电位差。当确定电路中某点的电位时,首先要设定电路中的参考点(即零电位点)。电路中某点的电位数值与参考点的选择有关。参考点选择不同,电路中各点电位的数值也会随之改变。可见,电路中的电位值是相对的,而电路中两点间的电压值是绝对的。

1.3 例题和习题选解

1.3.1 例题解答

[例题 1.1] 如图 1.2 所示的各设备中,已知电压 $U=10\text{V}$,电流 $I=6\text{A}$ 。试判别哪个设备是电源,哪个设备是负载?

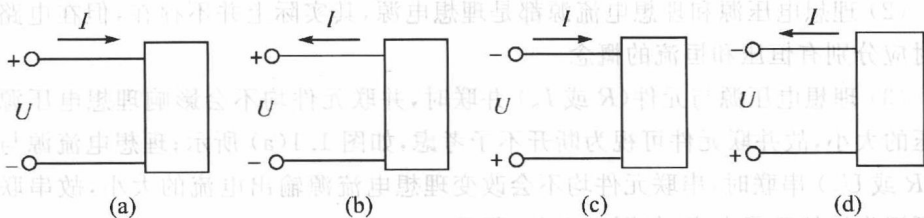


图 1.2 例题 1.1 的图

解 这一类题可用电压和电流的实际方向、电压和电流的正方向两种方法判别。

本题采用电压和电流的正方向方法判别。要注意的是:当电压和电流正方向一致时, $P=UI$;当电压和电流正方向相反时, $P=-UI$ 。另外,无论是 $P=UI$ 还是 $P=-UI$,当 P 为正值时,设备为负载;当 P 为负值时,设备为电源。

图 1.2(a) 中,电压和电流的正方向一致,则

$$P=UI=10 \times 6\text{W}=60\text{ W}$$

故设备为负载。

图 1.2(b) 中,电压和电流的正方向相反,则

$$P = -UI = -10 \times 6 \text{ W} = -60 \text{ W}$$

故设备为电源。

图 1.2(c) 中,电压和电流的正方向相反,则

$$P = -UI = -10 \times 6 \text{ W} = -60 \text{ W}$$

故设备为电源。

图 1.2(d) 中,电压和电流的正方向一致,则

$$P = UI = 10 \times 6 \text{ W} = 60 \text{ W}$$

故设备为负载。

注意:对于有电动势的设备,当 U_s 和 I 正方向一致时, $P = U_s I$; 当 U_s 和 I 正方向相反时, $P = -U_s I$ 。无论是 $P = U_s I$ 还是 $P = -U_s I$, 当 P 为正值时, 设备为电源; 当 P 为负值时, 设备为负载。

【例题 1.2】 图 1.3 所示电路中已知 $U_{s1} = 40 \text{ V}$, $R_1 = 5 \Omega$, $R_2 = 2 \Omega$, $U_{s2} = 10 \text{ V}$ 。试求:

- (1) 通过理想电压源的电流 I_1 和 I_2 ;
- (2) 说明各理想电压源是起电源作用, 还是起负载作用。

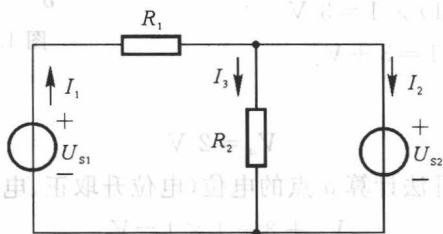


图 1.3 例题 1.2 的图

解 (1) 通过电源 U_{s1} 的电流为

$$I_1 = \frac{U_{s1} - U_{s2}}{R_1} = \frac{40 - 10}{5} \text{ A} = 6 \text{ A}$$

经过电阻 R_2 的电流为

$$I_3 = \frac{U_{s2}}{R_2} = \frac{10}{2} \text{ A} = 5 \text{ A}$$

经过电源 U_{s2} 的电流为

$$I_2 = I_1 - I_3 = (6 - 5) \text{ A} = 1 \text{ A}$$

(2) 由于 U_{s1} 和 I_1 的正方向相反, 则

$$P_1 = -U_{s2} \times I_1 = -40 \times 6 \text{ W} = -240 \text{ W}$$

所以, 理想电压源 U_{s1} 起电源作用。

由于 U_{s2} 和 I_2 的正方向一致, 因此有

$$P_2 = U_{S1} \times I_2 = 10 \times 1 \text{ W} = 10 \text{ W}$$

所以,理想电压源 U_{S2} 起负载作用。

【例题 1.3】 试求图 1.4 所示电路中 a 点的电位。

解 选择参考点电位为 0, 电路中各点电位则为该点到参考点的电压。该题可以采用电位升降法、广义回路法两种方法求解。

在图 1.4 所示电路中, 闭合回路 $abca$ 可视为广义结点, 列 KCL 方程得

$$\begin{cases} I_1 = 0 \\ I_2 = 1 \text{ A} \end{cases}$$

方法 1: 取 $abca$ 广义回路, 列 KVL 方程得

$$3 = 1 \times I_2 + V_a$$

所以, a 点的电位为

$$V_a = (3 - 1) \times 1 = 2 \text{ V}$$

方法 2: 取 oba 为广义回路, 1A 电流源的端电压为

$$U = (2 + 1) \times 1 = 3 \text{ V}$$

$$3 + 2 \times 1 = 3 + V_a$$

故 a 点的电位为

$$V_a = 2 \text{ V}$$

方法 3: 采用电位升法计算 a 点的电位(电位升取正、电位降取负), 则有

$$V_0 + 3 - 1 \times 1 = V_a$$

所以, a 点的电位为

$$V_a = 2 \text{ V}$$

【例题 1.4】 图 1.5 所示电路中已知 $U_{ab} = 10\text{V}$, 其余参数如电路所示。试求电路中的 I , I_s 和 U_s 。

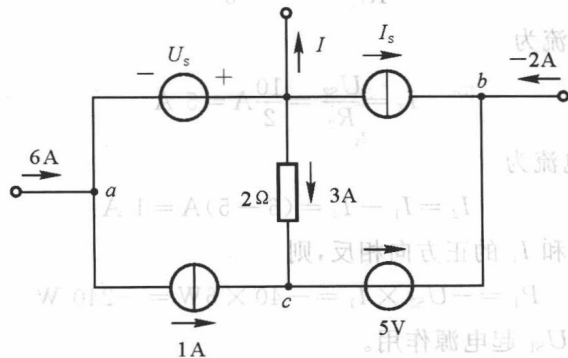


图 1.5 例题 1.4 的图