

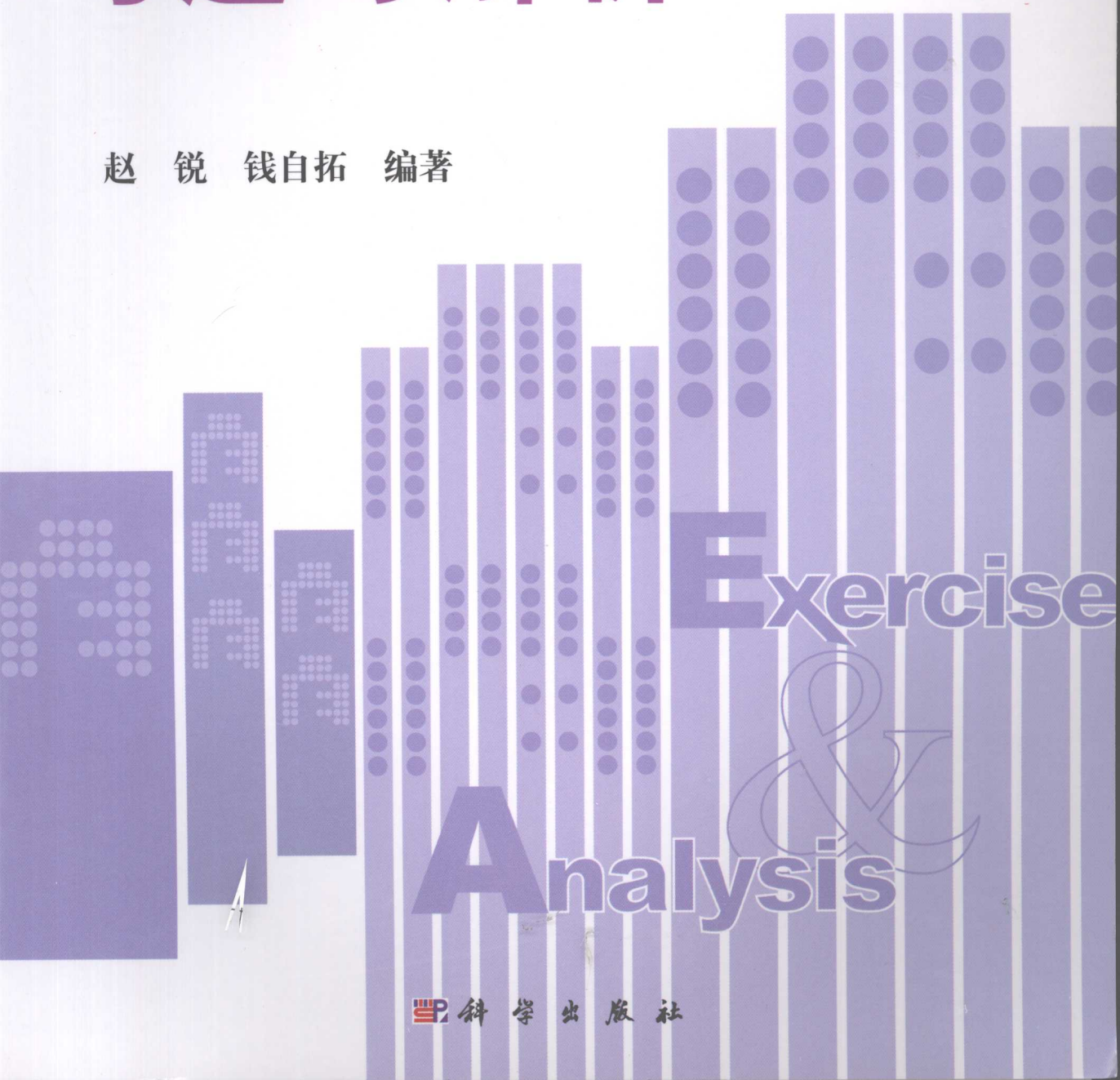
十一五规划理工类主干课程辅导丛书

◎ 电工电子 ◎

电 工 学 (上册)

习题与解析

赵 锐 钱自拓 编著



Exercise

&
Analysis

中国电力出版社

ISBN 7-313-03915-9

电工学 (上册)

习题与解析

主编 阎石 副主编 杨文海



十一五规划理工类主干课程辅导丛书

电工学（上册）习题与解析

赵 锐 钱自拓 编著

科学出版社

内 容 提 要

本书根据电工学(电子技术)课程的最新教学大纲要求,总结作者多年一线授课经验编写而成,书中通过对知识点概念和习题的讲解与分析,帮助读者了解和掌握该课程的难点、要点,提高读者分析问题与解决问题的能力。

全书按照通行教材的章节安排,对电工学(上册)的课程内容进行归纳分类。每章分成若干个知识点,每个知识点又分为“要点归纳”和“例题解析”。“要点归纳”是对重要知识点的提炼总结;“例题解析”部分精选出一些具有代表性的例题(包括疑难习题、课程考试试题以及近年考研真题),给出解题思路与解答步骤,并明示解题过程中需要注意的问题。全书最后提供了课程测试题和考研真题各一套,并附参考答案,以提高读者的应试水平和知识的综合应用能力。

本书可作为本、专科学生学习电工学(电工技术)课程的辅导教材,对准备考研的学生也是一本很好的考研复习资料。书中提供的海量习题为教授相关课程的老师提供了宝贵的教学资源,可供教师作为教学参考。

图书在版编目(CIP)数据

电工学(上册)习题与解析/赵锐,钱自拓编著.

—北京:科学出版社,2008

ISBN 978-7-03-020954-2

I. 电… II. ①赵… ②钱… III. 电工学—解题

IV. TM1-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 010101 号

责任编辑:何立兵 / 责任校对:杨慧芳

责任印刷:科海 / 封面设计:林陶

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>

北京市鑫山源印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2008年2月第一版

开本:16开

2008年2月第一次印刷

印张:18.25

印数:1-5000

字数:444千字

定价:28.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

本书是为读者学习电工学（电工技术）课程而编写的教学辅导书，可帮助读者复习课程的基本内容，检验基础理论和基本概念的掌握程度，培养和提高分析问题、解决问题的能力，力争使读者在学完本书之后，在课程的理解和掌握方面达到一个新的高度。

阅读指南

全书共分 12 章。

第 1 章 主要介绍电路的基本概念，欧姆定律和基尔霍夫定律，电位的计算等内容。

第 2 章 主要介绍电阻的串、并联及其等效变换，电压源和电流源及其等效变换，支路电流法，节点电压法，叠加原理，戴维南定理与诺顿定理等内容。

第 3 章 主要介绍电阻、电感与电容的特征，电压与电流初始值的确定，换路定则，RC 电路的响应，RL 电路的响应，暂态分析的三要素法，微分电路与积分电路等内容。

第 4 章 主要介绍正弦交流电路的相量分析法、相量图，阻抗的串、并联，有功功率、无功功率和视在功率，串、并联谐振的条件及特征，功率因数及其提高等内容。

第 5 章 主要介绍三相电源的连接方式，对称三相负载星形和三角形连接时相线电压、相线电流的关系，对称三相电路电压、电流及功率的计算等内容。

第 6 章 主要介绍磁场的基本物理量，交流铁芯线圈电路的分析计算，变压器的基本结构、工作原理以及运行特性，变压器的电压、电流和阻抗变换，变压器的损耗与效率等内容。

第 7 章 主要介绍三相异步电动机的基本构造和转动原理，三相异步电动机的电路分析、转矩和机械特性、起动和反转的基本方法、调速和制动的办法，单相异步电动机的工作原理等内容。

第 8 章 主要介绍直流电机的构造、工作原理，直流电动机的机械特性，并励电动机的起动、反转和调速，伺服电机、测速发电机和步进电机的工作原理等内容。

第 9 章 主要介绍常用低压电器的结构、功能和用途，笼型电动机直接起动和正反转的控制线路，基本控制环节的组成、作用和工作过程，如何设计简单的控制电路等内容。

第 10 章 主要介绍可编程控制器的结构和工作原理，可编程控制器的多种基本编程方法，常用的编程指令，梯形图和指令语句的相互转换，简单控制过程的程序编制等内容。

第 11 章 主要介绍常用电工测量仪表的结构、工作原理和使用方法，企业供配电的基本知识，安全用电的基本常识等内容。

第 12 章 提供了课程测试题和考研真题各一套并给出了参考答案，供读者检验学习效果及进行考前练习。

特色与优点

本书编写的指导思想是：在内容上重视基础理论，覆盖课程所有的基本教学要求；在体系上照顾不同专业学生，反映电工学面向 21 世纪教学内容和课程体系改革的成果；在形式上根据教学实践经验和对相关内容的思考理解，简明描述课程的基本知识点、重点和难点内容，使学生迅速掌握重点。

本书每章内容均包括各基本知识点的要点归纳，并精选一些具有代表性的例题（包括疑难习题、课程考试试题以及考研真题），给出了解题思路和分析方法，题后明示了解题中应注意的问题。这样编写的目的在于：力争使读者在尽可能短的时间内，巩固课程基本概念，加深理解基础理论并融会贯通，熟练掌握基本分析计算方法并举一反三，不断提高读者的应试水平和知识的综合应用能力。在全书最后给出了一套课程测试题和考研真题。

读者定位

本书可供学习电工学（电工技术）课程的读者和从事相关课程教学的教师参考，对于准备考研的学生，本书也是一本极好的备考指导。

本书由赵锐和钱自拓编写，李小燕参加了部分解题工作，蒋琳和赵丽欣参加了部分插图的绘制工作，全书框架结构由何光明拟定。衷心感谢上海交通大学吴婷博士为本书提供的宝贵资料，衷心感谢合肥工业大学电工理论与新技术系同志给予的支持和帮助。另外，衷心感谢上海交通大学陈玉旺、朱耀佳、潘常春、陆恒云、戴博、咎鹏、李鸿炜、李倩如、陈智等同志为本书作出的贡献。

由于编者水平和经验有限，书中难免会有不妥或错误之处，敬请广大读者批评指正。

编者于合肥工业大学

目 录

第 1 章 电路的基本概念与基本定律 1

1.1 知识点 1: 电路的基本概念	1
1.1.1 要点归纳	1
1.1.2 例题解析	2
1.2 知识点 2: 电流和电压的参考方向	8
1.2.1 要点归纳	8
1.2.2 例题解析	8
1.3 知识点 3: 电路的基本定律	10
1.3.1 要点归纳	10
1.3.2 例题解析	11
1.4 知识点 4: 电位计算	12
1.4.1 要点归纳	12
1.4.2 例题解析	12

第 2 章 电路的分析方法 17

2.1 知识点 1: 电阻的串并联及其等效变换	17
2.1.1 要点归纳	17
2.1.2 例题解析	18
2.2 知识点 2: 电源等效变换法	20
2.2.1 要点归纳	20
2.2.2 例题解析	21
2.3 知识点 3: 支路电流法	24
2.3.1 要点归纳	24
2.3.2 例题解析	25
2.4 知识点 4: 节点电压法	26
2.4.1 要点归纳	26
2.4.2 例题解析	27
2.5 知识点 5: 叠加原理	30

2.5.1 要点归纳	30
2.5.2 例题解析	30
2.6 知识点 6: 戴维南定理与诺顿定理	37
2.6.1 要点归纳	37
2.6.2 例题解析	37
2.7 知识点 7: 受控电源电路的分析	48
2.7.1 要点归纳	48
2.7.2 例题解析	49
2.8 知识点 8: 非线性电阻电路的分析	53
2.8.1 要点归纳	53
2.8.2 例题解析	54

第 3 章 电路的暂态分析 57

3.1 知识点 1: 换路定则	57
3.1.1 要点归纳	57
3.1.2 例题解析	58
3.2 知识点 2: RC 电路和 RL 电路的响应	65
3.2.1 要点归纳	65
3.2.2 例题解析	66
3.3 知识点 3: 暂态分析的三要素法	70
3.3.1 要点归纳	70
3.3.2 例题解析	71
3.4 知识点 4: 微分电路与积分电路	80
3.4.1 要点归纳	80
3.4.2 例题解析	81

第 4 章 正弦交流电路 85

4.1 知识点 1: 正弦交流电及其表示方法	85
------------------------------	----



4.1.1 要点归纳	85
4.1.2 例题解析	87
4.2 知识点 2: 单一参数的正弦交流 电路	92
4.2.1 要点归纳	92
4.2.2 例题解析	93
4.3 知识点 3: RLC 串联交流电路	95
4.3.1 要点归纳	95
4.3.2 例题解析	97
4.4 知识点 4: 阻抗的串联与并联	106
4.4.1 要点归纳	106
4.4.2 例题解析	106
4.5 知识点 5: 电路中的谐振	114
4.5.1 要点归纳	114
4.5.2 例题解析	115
4.6 知识点 6: 功率因数及其提高	120
4.6.1 要点归纳	120
4.6.2 例题解析	121
4.7 知识点 7: 非正弦电压和电流	126
4.7.1 要点归纳	126
4.7.2 例题解析	126
第 5 章 三相电路	129
5.1 知识点 1: 三相电压	129
5.1.1 要点归纳	129
5.1.2 例题解析	130
5.2 知识点 2: 负载星形连接的三相 电路	131
5.2.1 要点归纳	131
5.2.2 例题解析	133
5.3 知识点 3: 负载三角形连接的三相 电路	140
5.3.1 要点归纳	140
5.3.2 例题解析	141
5.4 知识点 4: 三相功率	144

5.4.1 要点归纳	144
5.4.2 例题解析	144
第 6 章 磁路和变压器	150
6.1 知识点 1: 磁路及其分析方法	150
6.1.1 要点归纳	150
6.1.2 例题解析	151
6.2 知识点 2: 交流铁芯线圈电路	153
6.2.1 要点归纳	153
6.2.2 例题解析	154
6.3 知识点 3: 变压器	156
6.3.1 要点归纳	156
6.3.2 例题解析	159
6.4 知识点 4: 电磁铁	171
6.4.1 要点归纳	171
6.4.2 例题解析	172
第 7 章 交流电动机	174
7.1 知识点 1: 三相异步电动机的构造 和转动原理	174
7.1.1 要点归纳	174
7.1.2 例题解析	175
7.2 知识点 2: 三相异步电动机的电路 分析	176
7.2.1 要点归纳	176
7.2.2 例题解析	177
7.3 知识点 3: 三相异步电动机的转矩 与机械特性	181
7.3.1 要点归纳	181
7.3.2 例题解析	182
7.4 知识点 4: 三相异步电动机的起动、 调速和制动	187
7.4.1 要点归纳	187
7.4.2 例题解析	189
7.5 知识点 5: 三相异步电动机的铭牌 数据与选择	195

7.5.1 要点归纳	195	9.4.2 例题解析	229
7.5.2 例题解析	196	第 10 章 可编程控制器及其应用	232
7.6 知识点 6: 单相异步电动机	200	10.1 知识点 1: 可编程控制器的结构和 工作方式	232
7.6.1 要点归纳	200	10.1.1 要点归纳	232
7.6.2 例题解析	200	10.1.2 例题解析	235
第 8 章 直流电机和控制电机	201	10.2 知识点 2: 可编程控制器的程序 编制	235
8.1 知识点 1: 直流电机	201	10.2.1 要点归纳	235
8.1.1 要点归纳	201	10.2.2 例题解析	238
8.1.2 例题解析	204	第 11 章 电工测量与安全用电	253
8.2 知识点 2: 控制电机	207	11.1 知识点 1: 电工测量	253
8.2.1 要点归纳	207	11.1.1 要点归纳	253
8.2.2 例题解析	209	11.1.2 例题解析	257
第 9 章 继电接触器控制系统	211	11.2 知识点 2: 安全用电	265
9.1 知识点 1: 常用控制电器	211	11.2.1 要点归纳	265
9.1.1 要点归纳	211	11.2.2 例题解析	267
9.1.2 例题解析	213	第 12 章 课程测试及考研真题	269
9.2 知识点 2: 笼型电动机直接起动的 控制线路	215	12.1 课程测试	269
9.2.1 要点归纳	215	12.2 课程测试参考答案	272
9.2.2 例题解析	216	12.3 重点大学硕士研究生入学考试 试题	275
9.3 知识点 3: 笼型电动机正反转的 控制线路	225	12.4 重点大学硕士研究生入学考试 试题参考答案	280
9.3.1 要点归纳	225	参考文献	283
9.3.2 例题解析	226		
9.4 知识点 4: 行程控制和时间控制	228		
9.4.1 要点归纳	228		

第1章 电路的基本概念与基本定律

【基本知识点】电路构成与电路模型；电流和电压的参考方向；电源三种工作状态；欧姆定律；基尔霍夫定律；电位计算等。

【重点】电流和电压的参考方向；欧姆定律；基尔霍夫定律；电位计算。

【难点】电流和电压的参考方向；欧姆定律；基尔霍夫定律；电位计算。

1.1 知识点 1：电路的基本概念

1.1.1 要点归纳

1. 电路与电路模型

电路由电源、中间环节和负载三部分组成，如图 1.1 所示。由理想电路元件组成的电路称为电路模型。理想电路元件主要有电阻元件、电感元件、电容元件和电源元件等。电路中电源或信号源的电压或电流称为激励；激励在各部分产生的电压和电流称为响应。电路分析是在已知电路的结构和元件参数的条件下，讨论激励与响应的关系。

2. 电源有载工作、开路与短路

典型电路如图 1.2 所示。

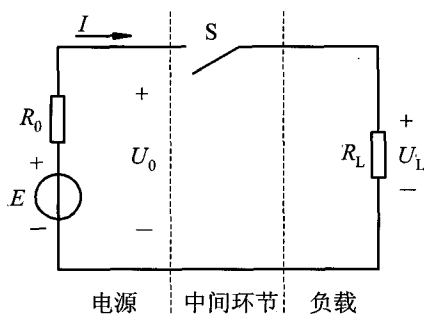


图 1.1

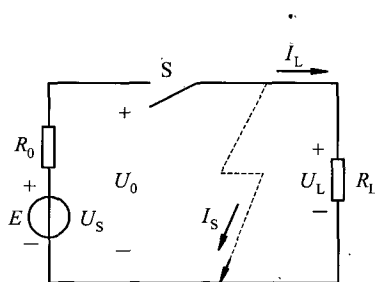


图 1.2

(1) 开路（空载）

开关 S 断开或 $R_L = \infty$ 时电路处于开路工作状态。 $I_L = 0$ ，电源端电压 $U_0 = U_s$ （或 E）， $P_L = P_s = 0$ ，负载端电压 $U_L = 0$ 。



(2) 短路

开关 S 闭合, 图 1.1 中虚线所示(或 $R_L = 0$)即为短路工作状态。 $I_s = \frac{E}{R_0} = \frac{U_s}{R_0}$ 很大。 $U_L = 0$, $I_L = 0$, $P_L = 0$, 不会损坏用电设备。但 $P_0 = P_s = I_s^2 R_0$, 电源内部发热而损坏, 要用熔断器保护电源。

(3) 有载工作

开关 S 闭合, 当 $0 < R_L < \infty$ 时电路处于有载工作状态。 $I_L = \frac{U_s}{R_0 + R_L}$, $U_L = I_L R_L = U_s - I_L R_0 = U_s - \Delta U$ 。 $\Delta U = I_L R_0$ 为内阻压降。功率平衡式 $P_s = P_0 + P_L = I_L^2 R_0 + U_L I_L$ 。

3. 额定值与实际值

额定值是为电气设备在给定条件下正常运行而规定的允许值。额定电压、额定电流和额定功率分别用 U_N 、 I_N 和 P_N 表示。

一定电压下, 电源输出的电流和功率由负载的大小决定。

4. 电源与负载的判别

(1) 根据电压和电流的实际方向判别

电源: U 和 I 的实际方向相反, 电流从“+”端流出, 发出功率;

负载: U 和 I 的实际方向相同, 电流从“+”端流入, 取用功率。

(2) 根据电压和电流的参考方向判别

U 和 I 的参考方向相同: $P = UI > 0$, 为负载; $P = UI < 0$, 为电源;

U 和 I 的参考方向相反: $P = UI > 0$, 为电源; $P = UI < 0$, 为负载。

1.1.2 例题解析

【例 1.1*】 在如图 1.3 所示电路中, 已知 $E = 2V$, $I_s = 1A$, $R_1 = 3\Omega$, $R_2 = 1\Omega$ 。试求各电阻消耗的功率及各电源产生的功率。

分析 计算电路时, 应标出各待求元件(或支路)中电压、电流的参考方向, 如图 1.4 所示。再根据元件(或支路)参考方向的关系来确定待求量。电路中的电源元件并不一定都起电源的作用, 有的可能起负载的作用。

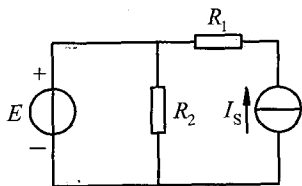


图 1.3

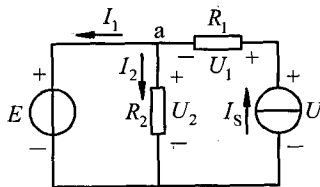


图 1.4

答 先标出各元件的电压、电流的参考方向, 如图 1.4 所示。则

$$U_2 = E = 2\text{V}$$

$$U_1 = I_s R_1 = 1 \times 3 = 3\text{V}$$

$$I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{2}{1} = 2\text{A}$$

对节点 a, 根据基尔霍夫电流定律 (KCL) 得 $I_1 = I_s - I_2 = 1 - 2 = -1\text{A}$

对右侧回路, 根据基尔霍夫电压定律 (KVL) 得 $U_2 = U_1 + U_2 = 3 + 2 = 5\text{V}$

所以各电阻吸收的功率分别为 $P_{R_1} = U_1 I_s = 3 \times 1 = 3\text{W}$

$$P_{R_2} = U_2 I_2 = 2 \times 2 = 4\text{W}$$

各电源产生的功率 $P_E = -U_2 I_1 = -2 \times (-1) = 2\text{W}$

$$P_{I_s} = U I_s = 5 \times 1 = 5\text{W}$$

【例 1.2】如图 1.5 所示电路中, 已知 $I_1 = 3\text{mA}$, $I_2 = 1\text{mA}$, 试求:

(1) 电路元件 3 两端电压 U_3 和流过的电流 I_3 ;

(2) 说明其是电源还是负载;

(3) 校验整个电路中的功率是否平衡。

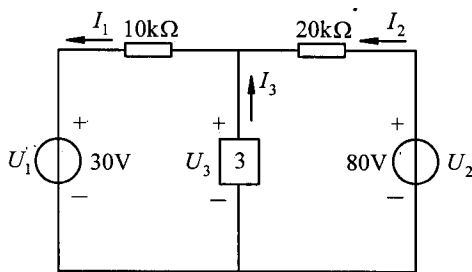


图 1.5

答 (1) 根据 KCL, 有

$$I_2 = I_1 + I_3$$

则

$$I_3 = I_2 - I_1 = 1 - 3 = -2\text{mA}$$

根据 KVL, 可列右侧回路电压方程 $20I_2 + U_3 - U_2 = 0$

则

$$U_3 = U_2 - 20I_2 = 80 - 20 \times 1 = 60\text{V}$$

(2) 从电压和电流的实际方向判别

电路元件 3: 电流 I_3 从 “+” 端流出, 故为电源;

80V 元件: 电流 I_2 从 “+” 端流出, 故为电源;

30V 元件: 电流 I_1 从 “+” 端流入, 故为负载。

(3) 电路中各元件吸收的功率

$$P_1 = U_1 I_1 = 30 \times 3 = 90\text{mW}, \text{ 为负载}$$

$$P_2 = -U_2 I_2 = -80 \times 1 = -80\text{mW}, \text{ 为电源}$$

$$P_3 = U_3 I_3 = 60 \times (-2) = -120\text{mW}, \text{ 为电源}$$

$$P_{R_1} = I_1^2 R_1 = 3^2 \times 10 = 90\text{mW}, \text{ 为负载}$$

$$P_{R_2} = I_2^2 R_2 = 1^2 \times 20 = 20\text{mW}, \text{ 为负载}$$



各电源发出的功率为 $|P_2 + P_3| = 80 + 120 = 200 \text{ mW}$

各负载吸收的功率为 $P_1 + P_{R_1} + P_{R_2} = 90 + 90 + 20 = 200 \text{ mW}$

所以, 整个电路的功率是平衡的。

另外, 电源和负载的判别还可以从电压和电流的参考方向来看。

对于元件 3, U_3 和 I_3 为关联参考方向, 则

$$P_3 = U_3 I_3 = 60 \times (-2) = -120 \text{ mW}, \text{ 为电源}$$

对于 80V 元件, U_2 和 I_2 为非关联参考方向, 则

$$P_2 = -U_2 I_2 = -80 \times 1 = -80 \text{ mW}, \text{ 为电源}$$

对于 30V 元件, U_1 和 I_1 为关联参考方向, 则

$$P_1 = U_1 I_1 = 30 \times 3 = 90 \text{ mW}, \text{ 为负载}$$

【例 1.3】有一直流电源额定电压 $U_N = 24 \text{ V}$, 额定功率 $P_{SN} = 200 \text{ W}$, 内阻 $R_0 = 0.24 \Omega$ 。又有白炽灯额定电压 $U_N = 24 \text{ V}$, 额定功率 $P_{LN} = 40 \text{ W}$ 。问:

(1) 电源的额定电流 I_N 等于多少? 空载时端电压 U_0 等于多少? 接多少盏灯达到满载? 灯应如何连接? 此时电源内阻消耗功率 ΔP 为多少?

(2) 若只接一盏灯, 其端电压 U_L 为多少? 电流 I_L 为多少? 灯泡消耗功率 P_L 为多少? 此时电源发出的功率为多少?

(3) 当满载时若其中一盏灯两端碰线而短路, 则对其余的灯有何影响? 可能会造成什么后果?

答 (1) 电源额定电流为

$$I_N = \frac{P_{SN}}{U_N} = \frac{200}{24} \approx 8.33 \text{ A}$$

因为空载电压等于电源电压 (或电动势), 则

$$U_0 = U_S = I_N R_0 + U_N = 8.33 \times 0.24 + 24 \approx 26 \text{ V}$$

灯的额定电压等于电源额定电压, 故可接入灯的个数为

$$n = \frac{P_{SN}}{P_{LN}} = \frac{200}{40} = 5$$

应采用并联接法。此时电源内阻消耗功率为

$$\Delta P = I_N^2 R_0 = 8.33^2 \times 0.24 \approx 16.7 \text{ W}$$

(2) 额定状态下灯的电阻为

$$R_{LN} = \frac{U_N^2}{P_{LN}} = \frac{24^2}{40} = 14.4 \Omega$$

当只接入一盏灯时, 电流为
$$I_L = \frac{U_s}{R_0 + R_{LN}} = \frac{26}{0.24 + 14.4} \approx 1.78 \text{ A}$$

端电压为
$$U_L = IR_{LN} = 1.78 \times 14.4 = 25.6 \text{ V}$$

灯消耗功率为
$$P_L = U_L I_L = 25.6 \times 1.78 = 45.6 \text{ W}$$

电源发出功率为
$$P_s = U_s I_L = 26 \times 1.78 = 46.3 \text{ W}$$

(3) 满载时其中一个灯短路将使得电源短路, 其余灯上电压变为零而不亮, 但不会损坏。而电源中流过的短路电流为

$$I_s = \frac{U_s}{R_0} = \frac{26}{0.24} \approx 108.3 \text{ A}$$

若没有保险丝就将烧坏电源, 故电源输出端一定要装保险丝。

【例 1.4*】 图 1.6 是电源有载工作的电路。电源的电动势 $E = 220 \text{ V}$, 内阻 $R_0 = 0.2 \Omega$; 负载电阻 $R_1 = 10 \Omega$, $R_2 = 6.67 \Omega$; 线路电阻 $R_L = 0.1 \Omega$ 。试求负载电阻 R_2 并联前后:

- (1) 电路中电流 I ;
- (2) 电源端电压 U_1 和负载端电压 U_2 ;
- (3) 负载功率 P 。当负载增大时, 总的负载电阻、负载功率、电源端和负载端的电压是如何变化的?

答 (1) 负载电阻 R_2 并联前: 电路总电阻为 $(R_0 + 2R_L + R_1)$ 。

电路中电流为

$$I = \frac{E}{R_0 + 2R_L + R_1} = \frac{220}{0.2 + 2 \times 0.1 + 10} \approx 21.15 \text{ A}$$

电源端电压为
$$U_1 = I(2R_L + R_1) = 21.15 \times (2 \times 0.1 + 10) \approx 215.7 \text{ V}$$

负载端电压为
$$U_2 = IR_1 = 21.15 \times 10 = 211.5 \text{ V}$$

负载功率为
$$P = U_2 I = 211.5 \times 21.15 \approx 4473 \text{ W} \approx 4.47 \text{ kW}$$

(2) 负载电阻 R_2 并联后: 电路总电阻为 $(R_0 + 2R_L + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2})$ 。

电路中电流为

$$I = \frac{E}{R_0 + 2R_L + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}} = \frac{220}{0.2 + 2 \times 0.1 + \frac{10 \times 6.67}{10 + 6.67}} \approx 50 \text{ A}$$

电源端电压为

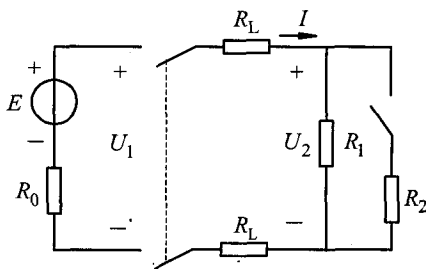


图 1.6

$$U_1 = I(2R_L + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}) = 50 \times (2 \times 0.1 + \frac{10 \times 6.67}{10 + 6.67}) \approx 210 \text{ V}$$

负载端电压为

$$U_2 = I \times \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 50 \times \frac{10 \times 6.67}{10 + 6.67} \approx 200 \text{ V}$$

(3) 负载功率为 $P = U_2 I = 200 \times 50 = 1000 \text{ W} = 10 \text{ kW}$

由上可知: 当负载增大时, 总的负载电阻减小, 线路中电流增大, 负载功率增大, 电源端电压和负载端电压均下降。

【例 1.5】 在如图 1.7 所示的两个电路中, 要在 12V 的直流电源上使 6V 50mA 的灯泡正常发光, 应该采用哪一个连接电路?

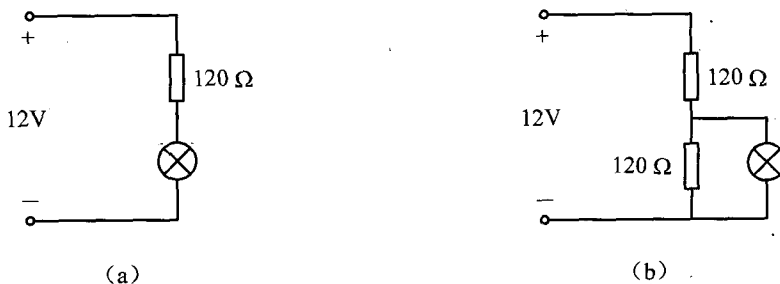


图 1.7

答 灯泡的电阻值为

$$R = \frac{6}{50 \times 10^{-3}} = 120 \Omega$$

要使灯泡正常发光, 必须保证其获得 6V 电压和 50mA 电流。

在图 1.7 (a) 中, 灯泡中电流为

$$I = \frac{12}{120 + 120} = 0.05 \text{ A}$$

灯泡端电压为

$$U = 12 - 120 \times 0.05 = 6 \text{ V}$$

灯泡上的电压和电流都为额定值, 故灯泡可以正常发光。

在图 1.7 (b) 中, 灯泡与 120Ω 电阻并联后再串联 120Ω 电阻。

电路总电阻为

$$R_0 = 120 + \frac{120 \times 120}{120 + 120} = 180 \Omega$$

电路总电流为

$$I = \frac{12}{180} \approx 0.067 \text{ A}$$

灯泡中电流为

$$I' = \frac{120}{120 + 120} I \approx 0.033 \text{ A}$$

灯泡端电压为

$$U = I'R = 0.033 \times 120 = 4 \text{ V} < 6 \text{ V}$$

灯泡上的电压和电流都低于额定值，故灯泡不能正常发光。故应采用图 1.7 (a) 所示的连接电路。

【例 1.6*】 试求图 1.8 所示两电路中的电压 U_{ab} 和电流 I_1 。

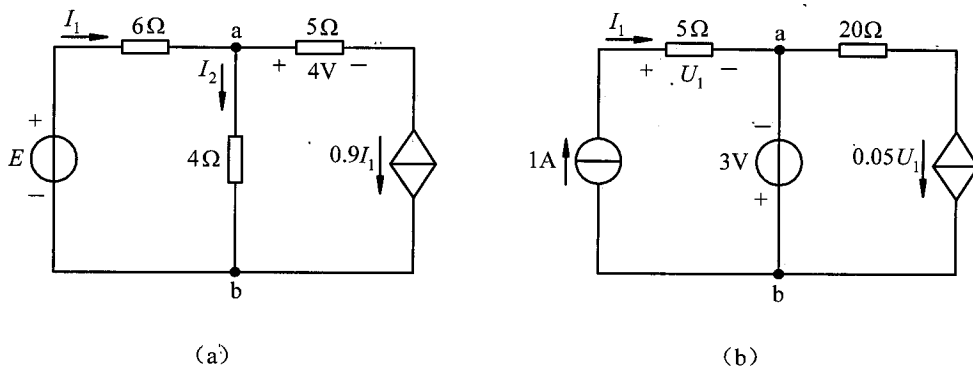


图 1.8

分析 在求解含有受控源的电路问题时，将受控源当作独立电源来处理。

答 (1) 在图 1.8 (a) 所示电路中，

$$0.9I_1 = \frac{4}{5} = 0.8 \text{ A}$$

所以

$$I_1 = \frac{0.8}{0.9} \approx 0.89 \text{ A}$$

$$U_{ab} = 4I_2 = 4 \times (I_1 - 0.9I_1) = 0.356 \text{ V}$$

(2) 在图 1.8 (b) 所示电路中，

$$I_1 = 1 \text{ A}$$

$$U_{ab} = -3 \text{ V}$$

评注 受控源也是电源，应用 KCL, KVL 列电路方程时，如果遇到回路内含有受控电压源，以及节点或封闭曲面连接有受控电流源时，先将受控源当作独立电源一样对待，列出电路基本方程，再根据受控源受控特点，列出控制量与待求量之间的关系式——辅助方程，解基本方程和辅助方程，即可求得待求量。



1.2 知识点 2：电流和电压的参考方向

1.2.1 要点归纳

电路中电压和电流的方向，有实际方向和参考方向之分。

1. 实际方向

- (1) 电压的实际方向：由高电位端指向低电位端；
- (2) 电流的实际方向：正电荷运动的方向或负电荷运动的反方向；
- (3) 电源电动势的实际方向：电源内部由低电位端指向高电位端。

2. 参考方向

- (1) 电压的参考方向：用极性“+”、“-”表示，还可使用双下标或箭头表示；
- (2) 电流的参考方向：用箭头表示。

电压、电流的参考方向是为分析电路而任意假设的。当参考方向与实际方向相同时，其值为正，反之为负值。

1.2.2 例题解析

【例 1.7】 图 1.9 (a), (b) 中，已知电流 $I = -5\text{ A}$ ， $R = 10\Omega$ 。试求电压 U ，并标出电压的实际方向。

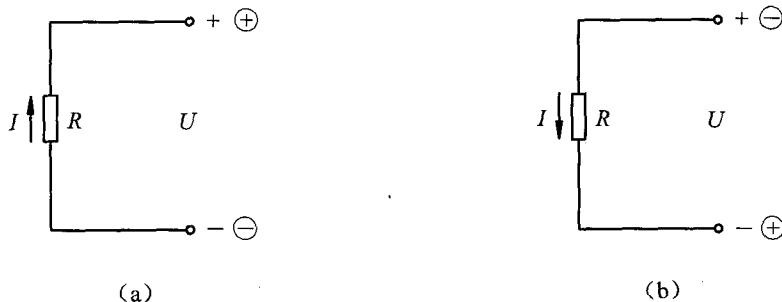


图 1.9

分析 当电阻两端电压 U 的参考方向与流过该电阻中的电流参考方向一致时，则电压 $U = RI$ ；相反时， $U = -RI$ 。

答 图 1.9 (a) 中， U 与 I 的参考方向相反，则

$$U = -RI = -(-5) \times 10 = 50\text{ V}$$

由于 $U > 0$ ，所以电压 U 的实际方向（如“+”，“-”所示）与参考方向相同。

图 1.9 (b) 中， U 与 I 的参考方向相同，则