



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

电工电子技术

第三版 第五分册

学习指导

太原理工大学电工基础教学部 编

系列教材主编 渠云田 田慕琴

第五分册主编 任鸿秋 王跃龙 陶晋宜

 高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS



“十二五”普通高等教育本科国家级

电工电子技术

Diangong Dianzi Jishu

第三版 第五分册

学习指导

■ 太原理工大学电工基础教学部 编

系列教材主编 渠云田 田慕琴

第五分册主编 任鸿秋 王跃龙 陶晋宜



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容提要

本书为“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材,是按照教育部高等学校电子电气基础课程教学指导分委员会最新制定的“电工学课程教学基本要求”,为非电类专业、计算机专业电工电子技术课程编写的指导教材。本书和主教材内容紧密配合,提出每章的基本要求和阅读指导,对每章的重点内容进行高度提炼,对重点题目进行详细解析,并列举一些概念性、综合性强且有一定难度的例题,以扩展学生的视野、提高学生的综合分析能力和实际应用能力,此外,本书还给出了习题详解,力求为广大学习者理解教材带来方便。

本书结构编排科学合理,内容阐述条理清晰,注重启发性、逻辑性,有助于学习者深入理解教材、拓宽知识、提升学习效果。

本书可作为理工科非电类专业、计算机专业本科学生及广大自学者学习指导书,也可作为电工电子技术教师教学和研究生入学考试的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电工电子技术.第5分册,学习指导/渠云田,田慕琴主编;任鸿秋,王跃龙,陶晋宜分册主编.—3版.—北京:高等教育出版社,2013.3

ISBN 978-7-04-036914-4

I. ①电… II. ①渠… ②田… ③任… ④王… ⑤陶… III. ①电工技术-高等学校-教材 ②电子技术-高等学校-教材 IV. ①TM ②TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 022360 号

策划编辑 金春英	责任编辑 许海平	特约编辑 许海平	封面设计 于文燕
版式设计 马敬茹	插图绘制 尹莉	责任校对 陈旭颖	责任印制 韩刚

出版发行 高等教育出版社	网 址 http://www.hep.edu.cn
社 址 北京市西城区德外大街4号	http://www.hep.com.cn
邮政编码 100120	网上订购 http://www.landaco.com
印 刷 涿州市京南印刷厂	http://www.landaco.com.cn
开 本 787mm × 1092mm 1/16	版 次 2008年4月第1版
印 张 13.25	2013年3月第3版
字 数 320千字	印 次 2013年3月第1次印刷
购书热线 010-58581118	定 价 21.20元
咨询电话 400-810-0598	

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究
物料号 36914-00

第三版前言

本书是按照教育部高等学校电子电气基础课程教学指导分委员会最新制定的“电工学课程教学基本要求”和教育部关于“卓越工程师教育培养计划”的要求,结合我校电工电子技术精品课程建设,在第一、二版的基础上修订编写的。本指导教材更注重基础性、应用性、先进性,适应于非电类专业、计算机专业电工电子技术的教学要求,是《电工电子技术》第三版第一、二分册的同步指导书。

本系列教材《电工电子技术》在内容和编排结构方面较第二版教材有了较大的调整和增删,加强了现代新技术理论和新技术应用方面的内容。为了帮助学生迅速适应新教材特点,并能开阔视野,拓宽思路,解易释难,更好地理解电工电子技术的基本概念、理论分析及实际应用,尽快掌握现代分析手段,我们编写了《电工电子技术学习指导》。本书紧密配合主教材内容,提出每章的基本要求、阅读指导、重点题目解析和习题详解,还适当增加了一些概念性、综合性强的例题,力求给学生充分理解主教材并提高实际应用能力带来方便。

本书由太原理工大学电工基础教学部组织编写,渠云田教授、田慕琴教授担任系列教材主编,任鸿秋副教授、王跃龙讲师、陶晋宜副教授担任本书主编。其中李晓云(晋中学院)编写第1章,太原理工大学陶晋宜编写第2章,李媛媛编写第3章,郭军编写第4章,任鸿秋编写第5章,陈泽华编写第6章,赵有生(山西焦煤)编写第7章,李凤霞编写第8章,朱林彦编写第9章,徐晓菊编写第10章,赵金昌编写第11章,崔建明编写第12章,曹金燕编写第13章,苏斌编写第14章,王跃龙编写第15章,王建平编写第16章,程永强编写第17章,赵晋明编写第18章。太原理工大学夏路易教授对书稿认真审阅,并提出了宝贵意见和修改建议。任鸿秋副教授对全书进行了详细的校对并统稿。在编写本书过程中,也曾参考了部分优秀教材,在此,深表谢意。

由于编者水平有限,时间仓促,书中不妥和错误之处在所难免,敬请专家和读者批评指正。

编者

2013年1月

第二版前言

21 世纪是科学技术飞速发展的时代,知识日新月异。为体现培养素质型、能力型的优秀人才的教育理念,根据教育部面向 21 世纪电工电子技术课程教学改革要求,结合我校电工基础教学部近年来对电工电子技术基础课程的改革与实践,在 2003 年第一版的基础上,借鉴国内外优秀教材,重新修订编写,使教材更适应非电类专业、计算机专业电工电子技术的学习要求。

本教材由太原理工大学电工基础教学部组织编写,全套教材共有六个分册:第一分册,电路与模拟电子技术基础(分册主编李晓明、李凤霞),本分册主要介绍电路分析基础、电路的瞬态分析、正弦交流电路、常用半导体器件与基本放大电路、集成运算放大器、直流稳压电源、现代电力电子器件及其应用和常用传感器及其应用;第二分册,数字与电气控制技术基础(分册主编王建平、靳宝全),本分册主要介绍数字电路基础、组合逻辑电路、触发器与时序逻辑电路、脉冲波形的产生与整形、数模和模数转换技术、存储器与可编程逻辑器件、变压器和电动机、可编程控制器、总线、接口与互连技术等;第三分册,利用 Multisim 2001 的 EDA 仿真技术(分册主编高妍、申红燕),本分册主要介绍 Multisim 2001 软件的特点、分析方法及其使用方法,然后列举大量例题说明该软件在直流、交流、模拟、数字等电路分析与设计中的应用;第四分册,电工电子技术实践教程(分册主编陈惠英),本分册主要介绍电工电子实验基础知识、常用电工电子仪器仪表,详细介绍了 38 个电路基础、模拟电子技术、数字电子技术和电机与控制实验以及 Protel 2004 原理图与 PCB 设计内容;第五分册,电工电子技术学习指导(分册主编田慕琴),本分册紧密配合主教材内容,提出每章的基本要求和阅读指导,有重点内容、重点题目的讲解与分析,列举了一些概念性强、综合分析能力强并有一定难度的例题;第六分册,基于 EWB 的 EDA 仿真技术(分册主编崔建明、陶晋宜、任鸿秋),本分册主要介绍 EWB 5.0 软件的特点、各种元器件和虚拟仪器、分析方法,并对典型的直流、瞬态、交流、模拟和数字电路进行了仿真。系列教材由太原理工大学渠云田教授主编和统稿。本教材第一分册、第二分册由北京理工大学刘蕴陶教授审阅;第三分册、第六分册由太原理工大学夏路易教授审阅;第四分册、第五分册由山西大学薛大林副教授审阅。

本教材第五分册电工电子技术学习指导,由田慕琴编写第 1、4、15、16 章,郭军编写第 5、6、7、8、14、17 章,王跃龙编写第 9、10、11、12、13 章,李凤霞编写第 2、3 章,田慕琴教授担任主编并统稿。

由于本教材第一分册、第二分册在内容和教学思路方面比传统教材有了较大的变动和删减,加强了现代新技术理论和新技术应用方面的内容,为了帮助学生迅速适应新教材特点,并能开阔视野,解易释难,更好地理解电工电子技术的基本概念与理论分析方法,尽快掌握现代分析手段,我们重新组织编写了第五分册电工电子技术学习指导,本分册在内容的组织和编写上具有以下特色:

一、紧密配合主教材内容,提出每章的基本要求和阅读指导,有重点内容、重点题目的讲解与分析,大部分习题给出了详解,力求给学生学习和理解主教材带来方便。

二、指导内容阐述由浅入深,详略得当;文字叙述简明、扼要;增强了教材内容的科学性。

三、适当增加了一些概念性强、综合性分析并有一定难度的例题,以扩展学生的视野,引导启发学生掌握一些设计方法,有利于提高学生素质、培养学生分析问题和解决问题的能力。

本教材由各位审者提出了宝贵意见和修改建议;并且还得到太原理工大学电工基础教学部老师和广大读者的关怀,他们提出大量建设性意见,在此深表感谢。

在编写本教材过程中,也曾参考了部分优秀教材,太原理工大学夏路易、朱林彦以及赵晋明老师对本书的编写给予了极大的指导和帮助,在此一并表示衷心的感谢。

限于编者水平,时间仓促,书中不妥和错误之处在所难免,敬请专家和读者批评指正。

编者

2007年10月

第一版前言

本书是根据教育部面向 21 世纪电工电子技术课程教改方案、山西省教育厅 21 世纪初高等教育重点教改项目——“非电类理工科电工电子课程模块教学改革的研究与实践”的成果之一——《电工电子技术》编写的配套立体化教材。

为配合我校电工电子系列课程建设,配套立体化教材,结合我们近年来教学改革实践的经验 and 体会,编写了理工科非电类专业及计算机专业本、专科适用的《电工电子技术学习指导》。

新编教材《电工电子技术》(上、下册)精练、删减了传统内容,大幅度增加了集成电路和数字电路,结构顺序作了较大的调整,并且引入现代新技术理论和新技术应用方面的内容,但与之配套的教学参考书却很少。为了帮助学生在理解电工电子技术的基本概念、基本理论和基本分析方法的基础上,尽快掌握现代分析手段,培养学生具有一定的计算机辅助分析和设计创新的能力以及尽快掌握新技术的应用能力,如:了解电气控制方面和数字电路的最新技术等,特编了《电子电子技术学习指导》,此书旨在帮助学生解疑释难、开阔视野、迅速适应新教材的特点。通过本书的帮助和指导,进一步激发学生对本课程的学习兴趣及学习热情,学懂、学好《电工电子技术》这门课程。

电工电子技术对理工科非电类专业的学科影响和渗透越来越明显,它已是其他专业的重要技术支柱。许多非电专业的学生考研究生就有《电工电子技术》科目。为此,本书适当增加了一些概念性强、结合分析能力强且有一定难度的例题,提高学生分析问题的能力和解决实际应用问题的能力,因此本书也可作为非电类学生考研究生的参考书。

本书配合教材结构,同步复习提高,提出每章的基本要求和阅读指导,归纳总结出各知识点及重难点;同时还讲解和分析了重点内容、重点题目,给出了习题答案和难题解答及提示,力求给学生们学习和理解教材带来方便。

在基本内容力求系统、简洁,概念清晰、准确的基础上,加强了电工电子技术的实用性及其在工业中的应用范例,较大容量地引入了现代电工电子新技术,如:PLC、CPLD 实际应用举例等,以增强学生的工程意识与创新能力。

全书由太原理工大学电工基础教学部组织编写,张英梅、田慕琴任主编,其中张英梅编写上篇第 1~8 章,田慕琴编写下篇第 9~16 章。

太原理工大学王建平副教授详细审阅了全部书稿,并提出了许多宝贵意见和修改建议,在此深表感谢。我们根据提出的意见和建议对全书做了认真仔细的修改,并最后定稿。

在本书编写过程中,太原理工大学电工基础部的领导和所有教师都给予了关心和支持,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者的水平有限,写作时间仓促,书中难免存在不少缺陷和不足之处,恳请读者予以批评和指正。

编者

2003 年 8 月

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任；构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人进行严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话 (010)58581897 58582371 58581879

反盗版举报传真 (010)82086060

反盗版举报邮箱 dd@hep.com.cn

通信地址 北京市西城区德外大街4号 高等教育出版社法务部

邮政编码 100120

目 录

第 1 章	电路分析基础	1
第 2 章	动态电路的瞬态分析	10
第 3 章	正弦交流电路	23
第 4 章	二极管及其整流电路	41
第 5 章	晶体三极管及基本放大电路	50
第 6 章	集成运算放大器	66
第 7 章	直流稳压电源	83
第 8 章	现代电力电子器件及其应用	89
第 9 章	常用传感器及其应用	98
第 10 章	数字电路基础	102
第 11 章	组合逻辑电路	111
第 12 章	触发器与时序逻辑电路	123
第 13 章	脉冲波形的产生与整形	139
第 14 章	数模和模数转换技术	147
第 15 章	存储器与可编程逻辑器件	153
第 16 章	变压器和电动机	157
第 17 章	可编程序控制器	178
第 18 章	工业网络介绍	197
	参考文献	201

第1章 电路分析基础

一、基本要求

1. 熟练掌握电路的基本定律；
2. 深刻理解电压、电流参考方向的意义；
3. 了解电路的各种工作状态、额定值及功率平衡的意义；
4. 能熟练分析与计算电路中各点电位；
5. 理解电压源和电流源模型及其等效变换；
6. 掌握电路的几种基本分析方法并能熟练应用；
7. 理解受控源的定义、性质，能够分析含受控源的简单电路。

二、阅读指导

1. 电流、电压的参考方向

对电路进行分析，最基本的问题就是求解电路中各元件上的电流和电压，而其参考方向的选择与确定是很关键的。

关于电压和电流的参考方向，需注意：

① 在求解电路时，必须首先给出求解过程中所涉及的一切电压、电流的参考方向，并在电路图中标出。

② 参考方向的指定具有任意性，但指定后在求解过程中不应改变。

③ 当电流、电压参考方向一致时，称为关联的参考方向。否则为非关联参考方向。

2. 功率

在分析电路时，对功率计算公式有如下规定：

① 当电流、电压取关联的参考方向时

$$P = UI$$

② 当电流、电压取非关联参考方向时

$$P = -UI$$

把电流 I 和电压 U 数值的正负号如实代入公式，当计算结果 $P > 0$ 时，表示元件吸收功率，该元件为负载性；反之，当 $P < 0$ 时，表示元件发出功率，该元件为电源性。

3. 电阻、电感和电容

① 电阻、电感和电容三种常用电路元件的基本关系及性质比较见表 1-1。

② 电阻、电感和电容的串并联 在实际使用中，若单个电阻器、电感器和电容器不能满足要求，则可将几个元件串联或并联起来使用。表 1-2 给出了两个同性质元件的串联和并联时参数的计算公式。

表 1-1 R、L、C 电路特性及性质比较

元件	电路基本关系	性 质
电阻 R	$u = Ri$	耗能元件 $W_R = \int i^2 R dt$
电感 L	$u = L \frac{di}{dt}$	储磁能元件 $W_L = \frac{1}{2} Li^2$
电容 C	$i = C \frac{du}{dt}$	储电能元件 $W_C = \frac{1}{2} Cu^2$

表 1-2 两个同性质元件的串联和并联时参数的计算公式

连接方式	等效电阻	等效电感	等效电容
串联	$R = R_1 + R_2$	$L = L_1 + L_2$ (无互感效应时)	$C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$
并联	$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$	$L = \frac{L_1 L_2}{L_1 + L_2}$ (无互感效应时)	$C = C_1 + C_2$

4. 电源

(1) 理想电压源和理想电流源

理想电压源和理想电流源都是理想的电源元件。理想电压源可以向外电路提供一个恒定值的电压 U_s 。当外接负载电阻 R_L 变化时,流过理想电压源的电流将发生变化,但电压 U_s 不变。因此理想电压源有两个特点,其一是任何时刻输出电压都和流过的电流大小无关;其二是输出电流取决于外电路,由外部负载电阻决定(由欧姆定律可得)。

理想电流源可以向外电路提供一个恒定值的电流 I_s 。当外接负载电阻 R_L 变化时,理想电流源两端的电压将发生变化,但电流 I_s 不变。因此理想电流源有两个特点,其一是任何时刻输出电流都和它的端电压大小无关;其二是输出电压取决于外电路,由外部负载电阻决定(由欧姆定律可得)。

(2) 受控电源

受控电源的输出电压或电流不能独立存在。而是受电路中另一个电压或电流的控制,当控制它们的电压或电流消失或等于零时,受控电源的电压或电流也将为零。

根据控制量是电压或电流,受控源是电压源或电流源,理想受控源可分四种类型:电压控制电压源,电压控制电流源,电流控制电压源,电流控制电流源。

5. 电路分析的基本方法

基尔霍夫定律是电路的基本定律,是电路分析的基本依据。基尔霍夫电流定律应用于结点,

它是用来确定连接在同一结点上各支路电流之间的关系的,缩写为 KCL。基尔霍夫电压定律应用于回路,它描述了回路中各段电压间的相互关系,缩写为 KVL。

支路电流法是最基本的电路分析方法,它是以支路电流为未知量,应用 KCL 和 KVL 列出方程,而后求解各支路电流的方法。

电压源模型与电流源模型的等效变换也是电路分析的一种方法。

叠加定理是反映线性电路基本性质的一个重要定理。通过叠加定理,可将复杂电路分解为一个简单电路,分别求解后再求代数和。

等效电源定理是电路分析中非常重要的、应用极其广泛的方法。任何一个线性有源二端网络对外电路都可以等效为一个电源,这个等效电源可以是电压源,也可以是电流源,由此得出戴维宁定理和诺顿定理。

三、例题解析

例 1-1 在图 1-1(a)中,已知 $I_1 = 2 \text{ mA}$, $I_2 = -1 \text{ mA}$ 。试确定电路元件 3 中的电流 I_3 和两端电压 U_3 ,并说明它是电源还是负载。

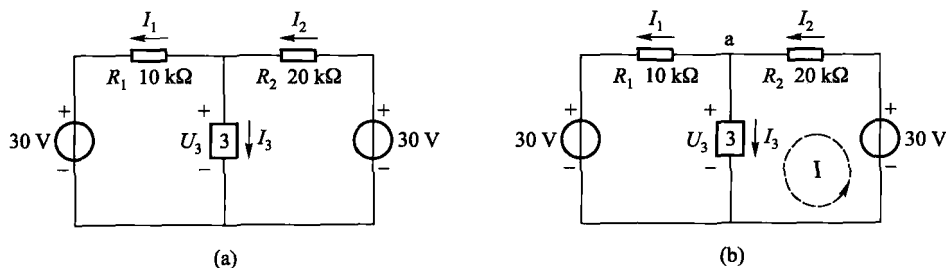


图 1-1

解:在图 1-1(b)中,设结点为 a 点,根据 KCL 得

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

在回路 I 中,由 KVL 列回路电压方程

$$-30 + 20 \times (-1) + U_3 = 0$$

$$U_3 = 50 \text{ V}$$

元件 3 上电流与电压参考方向关联,它的功率为

$$P = I_3 U_3 = -3 \times 50 \text{ mW} = -150 \text{ mW}$$

元件 3 上的功率小于零,说明元件 3 产生功率,起电源作用。

说明: $P > 0$ 时,表示元件吸收功率,该元件为负载性;

当 $P < 0$ 时,表示元件发出功率,该元件为电源性。

例 1-2 试用结点电压法求图 1-2 所示电路中的各支路电流。

解:取结点 O 为参考节点,设结点 1、2 的电压为 U_1 、 U_2 ,则各支路电流的表达式为

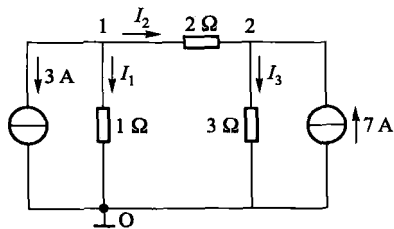


图 1-2

$$I_1 = \frac{U_1}{1} = U_1, \quad I_2 = \frac{U_1 - U_2}{2}, \quad I_3 = \frac{U_2}{3}$$

结点 1 的电流方程为

$$I_1 + I_2 + 3 = 0$$

结点 2 的电流方程为

$$I_2 + 7 = I_3$$

联列解得

$$U_1 = 1 \text{ V}, \quad U_2 = 9 \text{ V}$$

$$I_1 = \frac{U_1}{1} = 1 \text{ A}, \quad I_2 = \frac{U_1 - U_2}{2} = -4 \text{ A}, \quad I_3 = \frac{U_2}{3} = 3 \text{ A}$$

说明:结点电压法实质是 KCL 定律的应用,是求解支路电流的一种手段,适用于结点少而网孔多的电路。另外,各独立结点电压之间相互独立,可作为电路分析的变量使用。

例 1-3 在图 1-3(a)所示电路中,已知 $U_1 = 14 \text{ V}$, $U_2 = 2 \text{ V}$, $R_1 = 5 \Omega$, $R_2 = 2 \Omega$, $R_3 = 4 \Omega$, 试用叠加定理计算三个电阻上的电流。

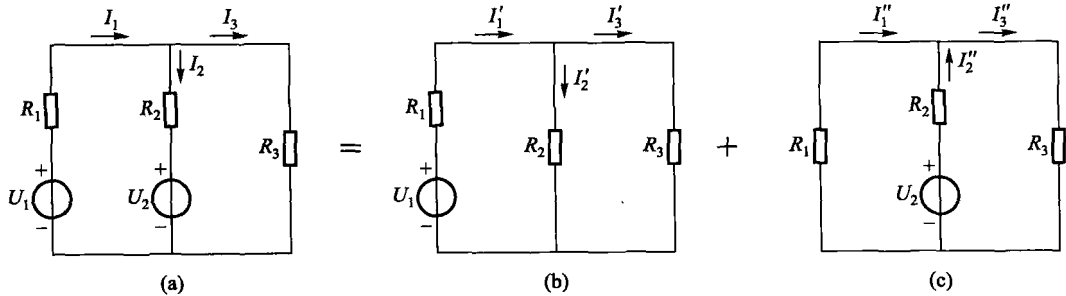


图 1-3

解:为分析方便,将图 1-3(a)中两电源 U_1 、 U_2 单独作用时的电路图画出,如图 1-3(b)、(c)所示。

$$I'_1 = \frac{U_1}{R_1 + (R_2 // R_3)} = \frac{14}{5 + \frac{2 \times 4}{2 + 4}} \text{ A} = \frac{42}{19} \text{ A}, \quad I''_1 = \frac{R_3}{R_1 + R_3} I''_2 = \frac{4}{5 + 4} \times \frac{9}{19} \text{ A} = \frac{4}{19} \text{ A}$$

$$I'_2 = \frac{R_3}{R_2 + R_3} I'_1 = \frac{4}{2 + 4} \times \frac{42}{19} \text{ A} = \frac{28}{19} \text{ A}, \quad I''_2 = \frac{U_2}{R_2 + (R_1 // R_3)} = \frac{2}{2 + \frac{5 \times 4}{5 + 4}} \text{ A} = \frac{9}{19} \text{ A}$$

$$I'_3 = \frac{R_2}{R_2 + R_3} I'_1 = \frac{2}{2 + 4} \times \frac{42}{19} \text{ A} = \frac{14}{19} \text{ A}, \quad I''_3 = \frac{R_1}{R_1 + R_3} I''_2 = \frac{5}{5 + 4} \times \frac{9}{19} \text{ A} = \frac{5}{19} \text{ A}$$

$$I_1 = I'_1 - I''_1 = \left(\frac{42}{19} - \frac{4}{19} \right) \text{ A} = 2 \text{ A}, \quad I_2 = I'_2 - I''_2 = \left(\frac{28}{19} - \frac{9}{19} \right) \text{ A} = 1 \text{ A},$$

$$I_3 = I'_3 + I''_3 = \left(\frac{14}{19} + \frac{5}{19} \right) \text{ A} = 1 \text{ A}$$

注:叠加时注意电流的方向,分电路的电流与总电路对应的电流方向一致时为正,相反时为负。叠加后的电流为分电路电流的代数和。

例 1-4 图 1-4(a)所示电路中,已知 $U_S = 10 \text{ V}$, $I_S = 1 \text{ A}$, $R_1 = 4 \Omega$, $R_2 = 2 \Omega$, $R_3 = 22 \Omega$, 试用戴维宁定理计算电阻 R_3 上的电流。

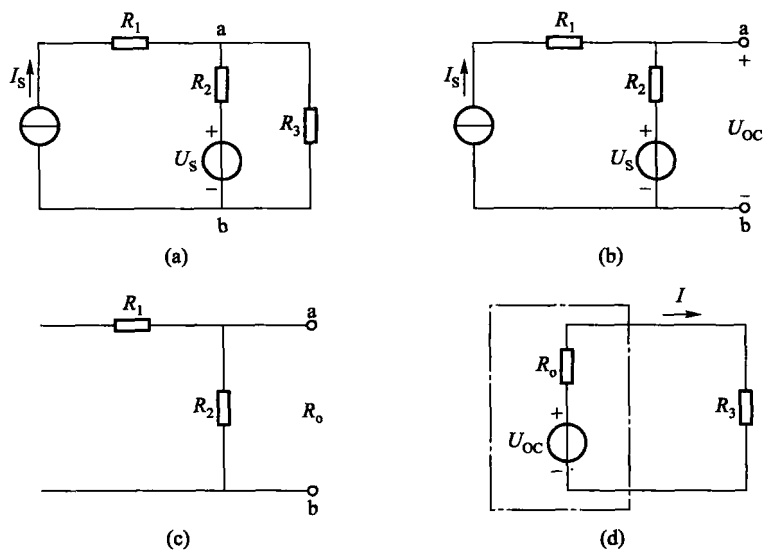


图 1-4

解:根据戴维宁定理:

(1) 将图 1-4(a) 中 R_3 左侧部分作为有源二端网络, R_3 作为外电路电阻, 画出二端网络如图 1-4(b) 所示, 求开路电压 U_{OC} 。在图 1-4(b) 中, 流过闭合回路中的电流是 I_s , 则 U_{OC} 为

$$U_{OC} = I_s R_2 + U_s = (1 \times 2 + 10) \text{V} = 12 \text{V}$$

(2) 计算有源二端网络的内阻 R_o 。此时二端网络内部的独立电源置零, 即电压源以短路来代替, 电流源以开路表示, 如图 1-4(c) 所示, 则电阻为

$$R_o = R_2 = 2 \Omega$$

(3) 此时二端有源网络等效为一个电压源 U_{OC} 和一个电阻 R_o 的串联形式, 加上外电路的电阻 R_3 , 构成等效电路如图 1-4(d) 所示, 则

$$I = \frac{U_{OC}}{R_o + R_3} = \left(\frac{12}{2 + 22} \right) \text{A} = 0.5 \text{A}$$

例 1-5 求图 1-5(a) 电路中的电流 I_1 及电压 U 。

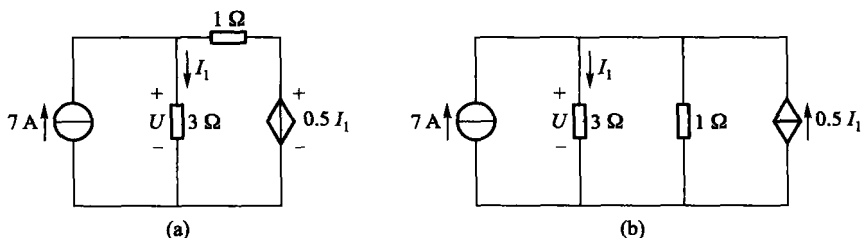


图 1-5

解:将原电路中的受控电压源等效变换成如图 1-5(b) 所示的受控电流源形式, 由 KCL 得

$$I_1 + \frac{3 \times I_1}{1} = 7 + 0.5 I_1$$

$$I_1 = 2 \text{ A}$$

$$U = 3I_1 = 6 \text{ V}$$

说明:基尔霍夫定律、戴维宁定理、诺顿定理、叠加定理等都用来分析受控源电路。但必须注意两点:一是简化电路时,只要存在受控源,就不要把受控源的控制量消除掉;二是运用叠加定理、戴维宁定理、诺顿定理进行电源置零时,所有受控源均应保留,不能像对待独立电源那样进行置零处理。

四、部分习题解答

1. 练习与思考解析

1-3-2 试问题 1-3-2 图中 A 点的电位等于多少?

解:由图知电流为

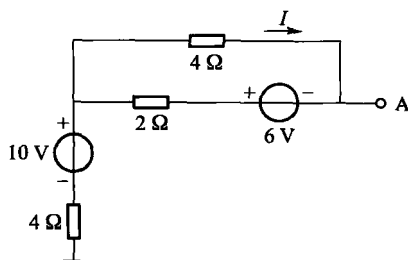
$$I = \frac{6}{2+4} \text{ A} = 1 \text{ A}$$

A 点的电位 $V_A = (-4 \times 1 + 10) \text{ V} = 6 \text{ V}$

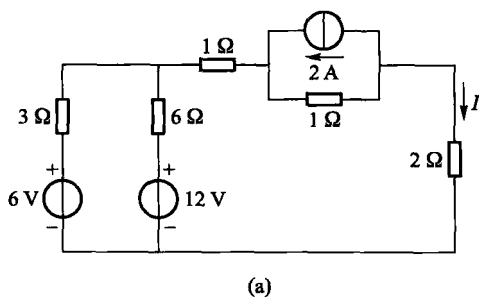
2. 习题解析

1.1.1 试用电源两种模型的等效变换方法计算题

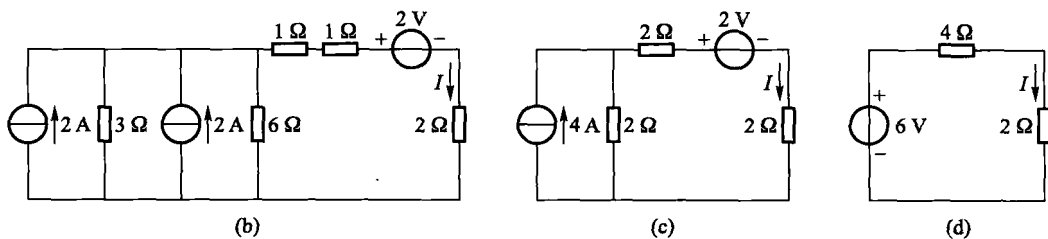
1.1.1 图(a)中 2Ω 电阻上的电流 I 。



题 1-3-2 图



(a)

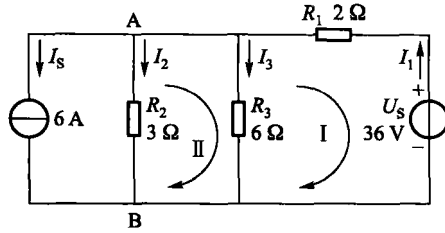


题 1.1.1 图

解:根据电源等效变换原理,题 1.1.1 图转变过程如题 1.1.1 图(b)~(d)所示。所以

$$I = \frac{6}{2+4} \text{ A} = 1 \text{ A}$$

1.1.2 试用支路电流法和结点电压法计算题 1.1.2 图中各支路电流。



题 1.1.2 图

解:(1) 支路电流法

$$\text{结点 A } I_1 - I_s - I_2 - I_3 = 0$$

$$\text{回路 I } -2I_1 - 6I_3 - 36 = 0$$

$$\text{解得 } I_1 = 12 \text{ A}, I_2 = 4 \text{ A}, I_3 = 2 \text{ A}$$

$$\text{回路 II } -3I_2 + 6I_3 = 0$$

(2) 结点电压法

$$U_{AB} = \frac{\frac{U_s}{R_1} - I_s}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} = 12 \text{ V}$$

以 B 为参考点, 结点电压为

$$I_2 = \frac{U_{AB}}{R_2} = 4 \text{ A}$$

$$I_3 = \frac{U_{AB}}{R_3} = 2 \text{ A}$$

$$I_1 = \frac{U_s - U_{AB}}{R_1} = 12 \text{ A}$$

1.3.2 题 1.3.2 图所示电路中, 如果 15Ω 电阻上的电压为 30 V , 其极性如图所示, 试求电阻 R 及电位 V_B 。

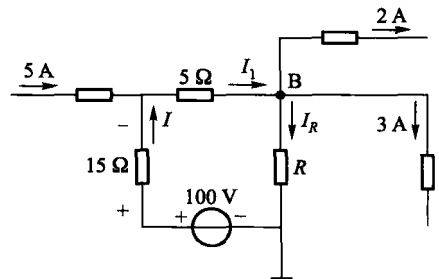
$$\text{解: 由题可知 } I = \frac{30}{15} \text{ A} = 2 \text{ A}$$

$$\text{由 KCL 得 } I_1 = 5 \text{ A} + I = 7 \text{ A}$$

$$\text{由 KVL 得 } V_B = (-7 \times 5 - 2 \times 15 + 100) \text{ V} = 35 \text{ V}$$

$$I_R = I_1 - 2 \text{ A} - 3 \text{ A} = 2 \text{ A}$$

$$\text{所以 } R = \frac{V_B}{I_R} = 17.5 \Omega$$



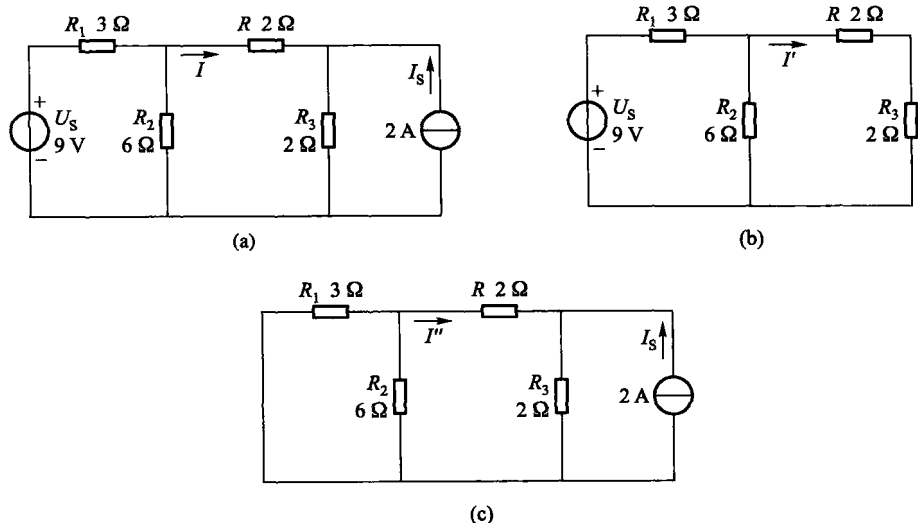
题 1.3.2 图

1.4.1 试用叠加定理求题 1.4.1 图(a)所示电路中的电流 I 。

解:(1) U_s 单独作用时如题 1.4.1 图(b)所示。

$$I' = \frac{U_s}{R_1 + R_2 // (R + R_3)} \times \frac{R_2}{R_2 + R + R_3} = 1 \text{ A}$$

(2) I_s 单独作用时如题 1.4.1 图(c)所示。



题 1.4.1 图

$$I'' = -\frac{R_3}{R_1 // R_2 + R + R_3} I_s = -\frac{2}{3} \text{ A}$$

所以

$$I = I' + I'' = \frac{1}{3} \text{ A}$$

1.4.2 试用戴维宁定理计算题 1.4.2 图(a)所示电路中 4Ω 电阻上的电流和电压。

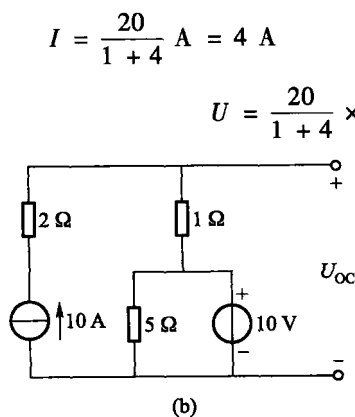
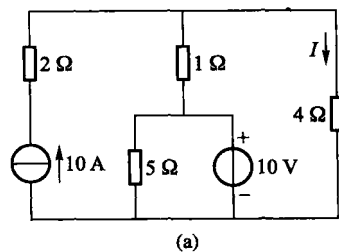
解:画出除 4Ω 以外有源二端网络电路如题 1.4.2 图(b)

所示。

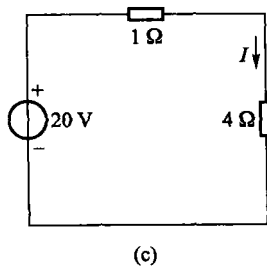
开路电压 $U_{oc} = (10 \times 1 + 10) \text{ V} = 20 \text{ V}$

等效电阻 $R_o = 1 \Omega$

戴维宁等效电路如题 1.4.2 图(c)所示。



(b)



(c)

题 1.4.2 图

1.5.5 试用诺顿定理计算题 1.5.4 图(a)所示电路中的电流 I 。

解:(1) 求短路电流 I_{ab}

利用题 1.5.4 图(b),由叠加定理知: