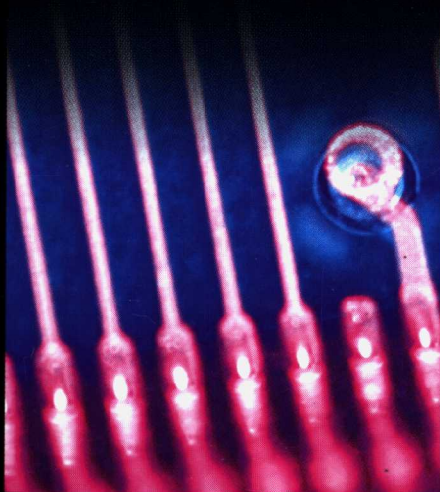


高等学校教材

电工电子技术

学习指导

太原理工大学电工基础教学部 编
张英梅 田慕琴 主编



高等教育出版社

内容简介

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——李晓明主编《电工电子技术》(上、下册)教材编写的一本学习指导书。是电工电子技术配套立体化教材之一。

本书配合教材结构,同步复习提高,针对每章的内容提出基本要求和阅读指导,并有例题解析和习题选解,力求给学生们学习和理解教材带来方便。

本书适当增加一些概念性强、综合分析能力强且有一定难度的例题,以扩展学生的视野,提高其分析能力和实际应用能力。本书可作为理工科非电类专业及计算机专业的本、专科学生和广大自学读者学习电工电子技术课程的辅导教材,也可作为学生考研的参考书和电工电子技术教师的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电工电子技术学习指导 / 张英梅, 田慕琴主编; 太原理工大学电工基础教学部编. —北京: 高等教育出版社, 2004.1

ISBN 7-04-013008-4

I. 电... II. ①张...②田...③太... III. ①电工技术-高等学校-教学参考资料②电子技术-高等学校-教学参考资料 IV. ①TM②TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 103659 号

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-82028899

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
印 刷 北京中科印刷有限公司

开 本 787×960 1/16
印 张 11.5
字 数 210 000

版 次 2004 年 1 月第 1 版
印 次 2004 年 1 月第 1 次印刷
定 价 14.50 元

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

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和体会,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《电工电子技术学习指导》,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、综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问题应用问题的能力,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

策划编辑	金春英
责任编辑	张春英
封面设计	于文燕
责任绘图	朱 静
版式设计	张 岚
责任校对	尤 静
责任印制	宋克学

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给予严厉打击。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) 58581897/58581698/58581879/58581877

传 真：(010) 82086060

E - mail：dd@hep.com.cn 或 chenrong@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街 4 号

高等教育出版社法律事务部

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)64014089 64054601 64054588

目 录

上篇 电路与模拟电子技术基础

第 1 章 电路分析基础	1
一、基本要求	1
二、阅读指导	1
三、例题解析	5
四、习题选解	9
第 2 章 电路的暂态分析	15
一、基本要求	15
二、阅读指导	15
三、例题解析	18
四、习题选解	22
第 3 章 交流电路	25
一、基本要求	25
二、阅读指导	25
三、例题解析	33
四、习题选解	38
第 4 章 二极管及其应用	43
一、基本要求	43
二、阅读指导	43
三、例题解析	46
四、习题选解	48
第 5 章 晶体管及其基本放大电路	51
一、基本要求	51
二、阅读指导	51
三、例题解析	56
四、习题选解	63
第 6 章 集成运算放大电路	65
一、基本要求	65

二、阅读指导	65
三、例题解析	69
四、习题选解	72
第7章 直流稳压电源	75
一、基本要求	75
二、阅读指导	75
三、例题解析	76
四、习题选解	78
第8章 电力电子器件及其应用	80
一、基本要求	80
二、阅读指导	80
三、例题解析	81
四、习题选解	83

下篇 数字与电气控制技术基础

第9章 数字电路基础	87
一、基本要求	87
二、阅读指导	87
三、例题解析	97
四、习题选解	98
第10章 组合逻辑电路	101
一、基本要求	101
二、阅读指导	101
三、例题解析	104
四、习题选解	106
第11章 触发器与时序逻辑电路	112
一、基本要求	112
二、阅读指导	112
三、例题解析	120
四、习题选解	123
第12章 脉冲波形的产生与整形	128
一、基本要求	128
二、阅读指导	128
三、例题解析	131

四、习题选解	134
第 13 章 数/模和模/数转换技术	135
一、基本要求	135
二、阅读指导	135
三、例题解析	137
四、习题选解	138
第 14 章 存储器与可编程逻辑器件	139
一、基本要求	139
二、阅读指导	139
三、例题解析	143
第 15 章 电机与电气控制技术基础	145
一、基本要求	145
二、阅读指导	145
三、例题解析	155
四、习题选解	158
第 16 章 可编程控制器	160
一、基本要求	160
二、阅读指导	160
三、例题解析	166
四、习题选解	168
参考书目	173

上篇 电路与模拟电子技术基础

第1章

电路分析基础

一、基本要求

1. 能熟练应用电路的基本定律；
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. 理解电流源和电压源模型及其等效变换；
5. 能熟练分析与计算电路中各点的电位；
6. 掌握电路的几种基本分析方法并能熟练应用。

二、阅读指导

本章着重讲授电压和电流的参考方向、基尔霍夫定律、电位的计算、电压源和电流源的概念及复杂电路的基本分析方法。这些基本概念和基本方法,如:参考方向、等效、额定值、功率平衡、参考电位、复杂电路的分析方法等,对电工电子技术来讲都是很重要的。本章的主要内容是本课程的分析依据和基础。

1. 电压、电流的参考方向

参考方向是一个假设的方向,也称正方向。当参考方向选定以后,电流和电压的值才有正负之分。在学习过程中,读者一定要知道什么是参考方向(假设方向、正方向),什么是实际方向以及参考方向和实际方向的关系。对于电流来讲,按照设定的参考方向,当计算结果为正时,说明电流的实际方向与其参考方向一致;当计算结果为负时,说明电流的实际方向与其参考方向相反。对于电压和电源电动势,一般规定高电位端为正,低电位端为负。电压的参考方向由高电位指向低电位,电源电动势的参考方向由低电位指向高电位。它们的实际方向同样由计算结果的正、负号来判断。

2. 欧姆定律

欧姆定律是人们熟悉的定律之一。这里要注意两点:第一,应用欧姆定律列方程式时,首先要标出电流、电压或电动势的参考方向,当电压和电流的参考方向相同(称关联方向)时,欧姆定律表达式应取正号,当电压和电流的参考方向相反(称非关联方向)时,欧姆定律表达式应取负号;第二,在参考方向选定后,电压和电流本身也有正值和负值之分。所以这里有两套正负号,这一概念应明确。

3. 电路的通路、开路与短路工作状态

为掌握电路的通路、开路与短路这三种状态在电流、电压和功率方面的特点,应弄清下面几个问题。

(1) 功率的平衡

在一个电路中,电源产生的功率与负载取用的功率以及电源内阻及线路电阻所损耗的功率是平衡的。

(2) 电源与负载

具体电路中,根据电压和电流的实际方向可判断一个元件是电源还是负载:

当 U 和 I 的实际方向相同,且电流从“+”极流入,是负载;

当 U 和 I 的实际方向相反,且电流从“+”极流出,是电源。

(3) 额定值与实际值

额定值是一个重要的概念,它是厂家对设备综合各种因素后规定的值。各种电气设备使用时的实际值(电流和功率等)不一定等于它们的额定值。电源输出的实际功率和电流的大小取决于负载的大小,负载需要多少功率和电流,电源就供给多少,所以通常电源不一定处于额定工作状态,这是一个很重要的概念。如在电动机的运行过程中,它的实际功率和电流取决于其轴上所带机械负载的大小,它自身不一定处于额定工作状态,故有满载、欠载及超载的概念。

(4) 电源的开路和短路

电源开路时, $I = 0$, $U = U_0 = E$

电源短路时, $U = 0$, $I = I_s = \frac{E}{R_0}$

电源开路和短路的特点一方面说明了实际电路中开路和短路状态的电路特征(我们应注意到,实际电路中是要严禁短路的),另一方面说明了电源的开路和短路可作为电路分析的一种手段,在电路分析计算中经常用到。

4. 基尔霍夫定律

(1) 基尔霍夫电流定律(KCL) $\sum I = 0$ 。它描述了电路中任一节点的各支路电流间的关系,即流向节点的电流必然等于流出节点的电流。基尔霍夫电流定律同时适用于任意假想的闭合面。

(2) 基尔霍夫电压定律(KVL) $\sum U = 0$ 。它描述了回路中各段电压间的相

互关系,即从回路中任一点出发,沿回路绕行一周,电位降之和必然等于电位升之和。基尔霍夫电压定律同样适用于开口电路。对于初学者来讲,写 KVL 方程容易出错,需多做多练,随着课程的深入会逐渐熟练应用它。

(3) 基尔霍夫定律具有普遍适用性,直流、交流电路,线性、非线性电路均适用,所以基尔霍夫定律是贯穿电工电子技术课程的基本定律之一。

(4) 应用基尔霍夫定律列方程式时,也要在电路图上标出电压、电流和电动势的参考方向,按照所标正方向确定式子中各项的正负号。今后在分析计算电路问题时,首先必须的第一步是标出各电压、电流和电动势的参考方向,然后分析解题,这是一部分同学易忽视的问题。

5. 电阻的串、并联

电阻的串、并联早在物理课中学过,本章安排学生自己复习,同学们应注意以下几点:

(1) 从电路结构上看懂电阻的串、并联关系,即串联电阻流过的是同一电流,并联电阻两端承受的是同一电压。

(2) 电阻串联起分压作用,电阻并联起分流作用,两个电阻的分压公式和分流公式在分析计算电路问题时经常用到,应熟记。

(3) 几个串联电阻或几个并联电阻可以用一个等效电阻来代替。“等效”的概念很重要,它是分析电路的一种方法,在本课程中常用到。所谓等效(如等效电阻、等效电路及等效电源),就是在一定条件下,两种不同的事物在某些方面具有相等的效果。

6. 电路中电位的计算

电位是指某一点到参考点的电压。在一个电路中,求电位,必须设定一个参考点,设其电位为零,其他各点的电位可用 KVL 来求。求电位可加深对 KVL 的理解,这里要避免停留在物理课时的初级方法上。另外,必须注意参考点选得不同,则各点的电位就不同,但任意两点间的电压不变。

7. 电压源与电流源及其等效变换

(1) 电压源引出电流源

经常接触的电源是电压源,电流源是从电压源变化而来,其根据是二者的外特性相同,实际的电流源一般都是由电子线路搭成的。

(2) 电源都可以等效为电压源或电流源这两种电路模型,而理想电压源和理想电流源是不能等效的。理想电压源和理想电流源实际上并不存在,只是一种抽象出来的理想元件模型。

(3) 对于理想电压源和理想电流源必须建立恒压和恒流的概念。如图1-1,与理想电压源并联的电阻 R_1 并不影响外电路电阻 R_2 上的电压 U_2 和电流 I_2 ,只是改变了理想电压源中的电流 I ;如图1-2,与理想电流源串联的电阻 R_1 也并不

影响流过 R_2 的电流和它的电压,只是改变了理想电流源上的电压 U 。

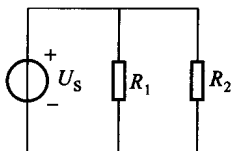


图 1-1

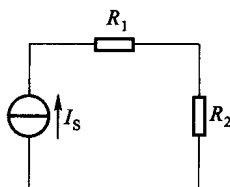


图 1-2

在图 1-3 中,对电阻 R 而言,理想电压源起决定作用;而在图 1-4 中,对电阻 R 而言,理想电流源起决定作用。

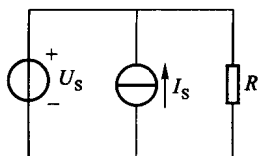


图 1-3

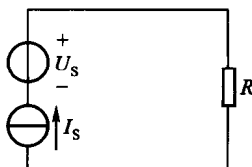


图 1-4

(4) 判断电源处于电源状态还是负载状态的方法和前面所讲的方法相同。要看电压、电流的实际方向。

(5) 电压源与电流源的等效变换也是分析与计算电路的一种方法。只要是一个电压为 U_s 的理想电压源与某个电阻 R 串联,都可以等效为一个电流为 I_s 的理想电流源和这个电阻并联的电路。由此,可利用二者的等效关系对电路进行化简,以便于分析和计算。

8. 电路的几种分析方法

(1) 支路电流法

支路电流法是最基本的一种方法,它应用基尔霍夫两个定律对电路列方程,然后联立求解。其解题步骤为:① 在电路图上标出各电流和电压的参考方向;② 找出支路数 b 和节点数 n ,以支路电流为未知数,共需列出 b 个方程;③ 用 KCL 对节点列出 $n-1$ 个独立方程;④ 用 KVL 对网孔列出其余的 $[b-(n-1)]$ 个独立方程,网孔数恰好等于 $[b-(n-1)]$ 。

(2) 弥尔曼定理(结点电压法)

弥尔曼定理只适用于两个结点的电路,结点电压公式:

$$U_{ab} = \frac{\sum \frac{U_s}{R} + \sum I_s}{\sum \frac{1}{R}}$$

其中, $\sum U_s/R$ 为代数和, 当 U_s 和 U_{ab} 的参考方向相同时取正号, 相反时取负号; $\sum I_s$ 也为代数和, 当 I_s 和节点电压 U_{ab} 的参考方向相同时取负号, 相反时取正号; $\sum 1/R$ 均取正。这里还要注意, 在分母中, 不应计入与电流源串联的电阻, 因为恒流源支路中无论串入任何元件都不影响其恒流值。

(3) 叠加定理

叠加定理只适用于线性电路。在叠加过程中应注意: ① 当设定某一电源单独作用时, 其余电源应设为零, 理想电压源为零时, 应短路, 理想电流源为零时, 应开路; ② 每个电源单独作用时所产生的电流或电压的正负号切不可忽视, 叠加时应取代数和。

(4) 等效电源定理

任何一个线性有源二端网络都可以简化为一个等效电源, 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两个等效电源定理。

读者应重点掌握戴维宁定理, 而应用戴维宁定理解题的关键是如何计算等效电压 U_s 和等效内阻 R_0 。其解题步骤为: ① 将待求支路从电路中断开, 求剩下的有源二端网络的开路电压 U_0 , 即为戴维宁等效电路中的电压 U_s ; ② 将有源二端网络变成无源二端网络, 求无源二端网络的等效电阻 R_0 , 即为等效电源的内阻; ③ 将待求支路接入所求出的等效电源, 由全电路欧姆定律可求得待求支路电流。

读者应特别注意: U_0 为有源二端网络的开路电压, 而非待求支路的端电压。

9. 受控电源的几种形式

独立电源的电压或电流不受外电路的控制, 独立存在。而在电子线路中还会遇到另一种电源, 其电压和电流的大小受电路中另一个电压或电流控制而不能独立存在, 这种电源称为受控源。由于控制量的不同, 受控源有教材中所述的四种形式。

受控源的大小是由控制量决定的, 分析电路时要同时考虑受控源和控制量, 不能分割, 也不能化简。当控制量为零时, 受控电源的电压或电流也将为零; 当控制量方向改变时, 受控电源的电压或电流的方向也将改变。由于受控源不同于独立电源, 求等效电阻时, 受控源不能去除, 所以, 求等效电阻时要保留受控源, 并采用加压求流法或开路短路法。除此以外, 在电路的处理方面受控源和独立电源一样对待。

三、例题解析

例 1.1 电路如图 1-5(a) 所示, 求: (1) 参考点在哪里? 请画电路图表示

出来。

(2) 当将 R_2 增大时, A、B 两点的电位增高了还是降低了?

解析: (1) 图示电路是一个简化电路, 电位 $+12\text{ V}$ 、 -12 V 是该点到参考点的电压值, 参考点被简化掉了, 复原电路后, 参考点如图 1-5(b) 所示。

(2) 按照电位的定义, 写出 A、B 点的电位表达式

$$U_A = 12 - R_1 I \quad U_B = R_3 I - 12$$

当 R_2 增大时, 电流 I 减小, 故 A 点电位增高, B 点电位降低。

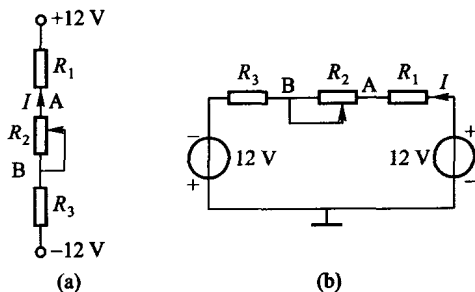


图 1-5

例 1.2 如图 1-6(a), (b) 电路所示, 一个理想电压源和一个理想电流源相连, 试讨论它们的工作状态。

解析: 电路中的电流是由恒流源(理想电流源)决定的, 而电压是由恒压源(理想电压源)决定的, 实际方向如图所示。

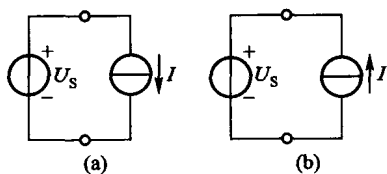


图 1-6

在图 1-6(a) 中, 理想电压源两端的电压和电流的实际方向相反, 且电流从“+”极流出, 按照判定方法, 理想电压源应为电源状态; 而理想电流源的电压、电流的实际方向相同, 且电流从“+”极流入, 应为负载状态。

在图 1-6(b) 中, 理想电流源两端的电压和电流方向相反, 且电流从“+”极流出, 发出功率, 应为电源状态; 而理想电压源两端的电压和电流的实际方向相同, 吸收功率, 为负载状态。

例 1.3 在图 1-7 电路中, $U_1 = 30\text{ V}$, $U_2 = 80\text{ V}$, $R_1 = 10\text{ k}\Omega$, $R_2 = 20\text{ k}\Omega$ 。已知: $I_1 = 3\text{ mA}$, $I_2 = 1\text{ mA}$, 试确定电路元件 3 中的电流 I_3 和其两端的电压 U_3 , 并说明其是电源还是负载。

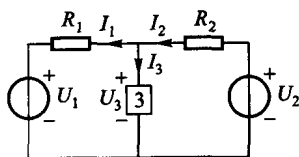


图 1-7

解析: 根据 KCL $I_3 = I_2 - I_1 = -2\text{ mA}$

根据 KVL $U_3 = R_1 I_1 + U_1 = (10 \times 10^3 \times 3 \times 10^{-3} + 30) \text{ V} = 60 \text{ V}$

I_3 为负,说明 I_3 的实际方向与所设参考方向相反,即元件 3 上的电压、电流的实际方向相反,且 I_3 的实际方向是从“+”极流出,故元件 3 是电源。

同理可判断, U_1 是负载; U_2 是电源。

功率平衡方程式: $P_3 + P_{U_2} = P_{U_1} + P_{R_1} + P_{R_2}$

例 1.4 已知 $U_1 = 10 \text{ V}$, $U_2 = 8 \text{ V}$, $R_1 = 10 \Omega$, $R_2 = 5 \Omega$, $R_3 = 4 \Omega$, $I_s = 2 \text{ A}$, $R = 20 \Omega$, $R_0 = 6 \Omega$ 。试求图 1-8 所示电路中的各支路电流及各电源功率。

解析: 电路看似有三个结点,但和恒压源并联的电阻 R_1 不影响其两端的电压变化,可先去掉;电路其他部分可看成两结点电路,用弥尔曼定理求结点电压为

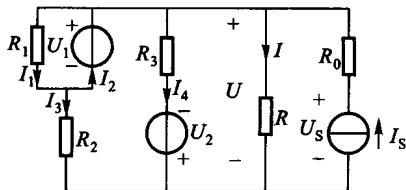


图 1-8

$$U = \frac{\frac{U_1}{R_1} - \frac{U_2}{R_3} + I_s}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R}} = \frac{\frac{10}{5} - \frac{8}{4} + 2}{\frac{1}{5} + \frac{1}{4} + \frac{1}{20}} \text{ V} = 4 \text{ V}$$

所以 $I = \frac{U}{R} = \frac{4}{20} \text{ A} = 0.2 \text{ A}$

$$I_3 = (U - U_1)/R_2 = [(4 - 10)/5] \text{ A} = -1.2 \text{ A},$$

$$I_1 = U_1/R_1 = (10/10) \text{ A} = 1 \text{ A},$$

$$I_2 = I_1 - I_3 = [1 - (-1.2)] \text{ A} = 2.2 \text{ A}$$

$$I_4 = (U + U_2)/R_3 = [(4 + 8)/4] \text{ A} = 3 \text{ A}$$

$$U_s = R_0 I_s + U = (6 \times 2 + 4) \text{ V} = 16 \text{ V}$$

$$P_s = U_s \times I_s = 16 \times 2 \text{ W} = 32 \text{ W}$$

$$P_{E1} = U_1 \times I_2 = 10 \times 2.2 \text{ W} = 22 \text{ W}$$

$$P_{E2} = U_2 \times I_4 = 8 \times 3 \text{ W} = 24 \text{ W}$$

三个电源均为电源状态。

注意: 处理电路时,和恒压源并联的电阻可去掉,和恒流源串联的电阻亦可去掉;但恒压源输出的电流受其并联电阻的影响,恒流源两端的电压受其串联电阻的影响。

例 1.5 已知 $U_1 = 150 \text{ V}$, $U_2 = 120 \text{ V}$, $U_3 = 20 \text{ V}$, $R_1 = 10 \Omega$, $R_2 = 10 \Omega$, $R_3 = 4 \Omega$, $R_4 = 10 \Omega$,用戴维宁定理求图 1-9(a)所示电路中的电流 I 。

解析: 此题用戴维宁定理求解较方便。在图 1-9(b)中求开路电压 U_0 ,

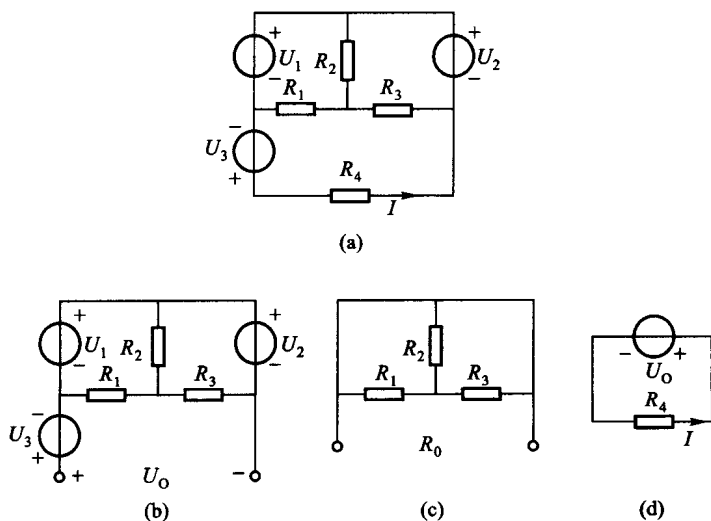


图 1-9

$$U_0 = U_3 - U_1 + U_2 = (20 - 150 + 120) \text{ V} = -10 \text{ V}$$

在图 1-9(c)中求等效电阻 R_0 , $R_0 = 0$

等效电路如 1-9(d)图,故可求得

$$I = \frac{U_0}{R} = -\frac{10}{10} \text{ A} = -1 \text{ A}$$

由以上例题看得出,一题多解,可以相互验证;同时可以看出,如果支路电流法的支路数过多,势必方程式个数就多,求解比较麻烦;叠加定理需要按电源个数将原电路图进行分解,并在各图标明参考方向,分别求解之后再叠加,也有些繁琐;而弥尔曼定理则对只有两个结点的电路有其独特的优越性;戴维宁定理最适合于求某一条支路的电流。

例 1.6 试求图 1-10(a)所示电流 I 。

解析: 只求某条支路的电流时,一般用戴维宁定理。但在含有受控源电路时,要注意受控源的特殊性。

由 1-10(b)图求开路电压 U_0 时,受控源的控制量电流 I 因断路而为零,所以受控源 $0.5I$ 也为零。故有

$$U_0 = \frac{U_1 + U_2}{R_1 + R_2} \times R_1 - U_2 = \left(\frac{24 + 12}{3 + 6} \times 6 - 12 \right) \text{ V} = 12 \text{ V}$$

求等效电阻时,电路中的理想电压源、理想电流源均可“除源”,但受控源应保留在电路中,且当受控源的控制量方向改变时,受控量的方向应随之改变。CCCS 变换为 CCVS 如图 1-10(c)示,电压为