

电子学基础系列



ELECTRONICS

MONI DIANZIXUE JICHU YU SHUZI LUOJI JICHU XUEXI ZHINAN

模拟电子学基础与数字逻辑基础 学习指南

王勇 陈光梦 编著

复旦大学出版社



014008993

电子
ELE

学基础系列

TN710
382

学习指南 模拟电子学基础与数字逻辑基础

王勇
陈光梦
编著



TN710
382



北航

C1696001

復旦大學出版社

MONI DIANZIXUE JICHU YU SHUZI LUOJI JICHU XUEXI ZHINAN

图书在版编目(CIP)数据

模拟电子学基础与数字逻辑基础学习指南/王勇,陈光梦编著. —上海:
复旦大学出版社,2013.9
(复旦博学·电子学基础系列)
ISBN 978-7-309-10025-9

I. 模… II. ①王…②陈… III. ①模拟电路-电子技术-高等学校-教材
②数字逻辑-高等学校-教材 IV. ①TN710②TP331.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 206104 号

模拟电子学基础与数字逻辑基础学习指南

王勇 陈光梦 编著
责任编辑/梁玲

复旦大学出版社有限公司出版发行
上海市国权路 579 号 邮编:200433
网址:fupnet@fudanpress.com http://www.fudanpress.com
门市零售:86-21-65642857 团体订购:86-21-65118853
外埠邮购:86-21-65109143
上海春秋印刷厂

开本 787×960 1/16 印张 20.75 字数 364 千
2013 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

ISBN 978-7-309-10025-9/T·489
定价:42.00 元

如有印装质量问题,请向复旦大学出版社有限公司发行部调换。
版权所有 侵权必究



北航

C1696001

内 容 提 要

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材《数字逻辑基础》和“十二五”国家级规划教材《模拟电子学基础》的配套教学用书，章节按照《模拟电子学基础》和《数字逻辑基础》进行编排。每章基本分为3个部分：第一部分是本章内容的重点和难点，并以例题讲解和问题回答的方式对重点和难点进行讲解；第二部分是《模拟电子学基础》和《数字逻辑基础》的习题与思考题的详细解答；第三部分则介绍了在《模拟电子学基础》和《数字逻辑基础》中没有涉及的一些扩充内容。

本书适用于高等学校的电气、电子类和其他相关专业，可以作为学生的辅导资料，也可以作为教师的教学参考，还可以供相关领域工程技术人员参考。

前 言

在本书的编写过程中,编者脑海中经常浮现出教学过程中学生问的这样那样的问题.这些问题有的缘于基本概念不清楚,有的缘于对课程中的难点不理解,有的问题则是学生自己的一些不自信的想法和观点.因此在编写这本书时,编者尽量站在学生的立场上,寻找学生在学习“模拟电子学基础”和“数字逻辑基础”课程中可能遇到的难点、模糊点甚至错误的想法,通过对基本概念、重要的知识点和难点的讲解,引导学生正确理解所学知识.理解是学习的一个重要过程,只有理解了才能知道所学知识的奥妙,才能真正掌握知识、运用知识,也才能从学习中激发学习兴趣、体会到学习的乐趣.

本书是复旦大学信息科学与工程学院陈光梦同志编写的《模拟电子学基础》和《数字逻辑基础》两本教材的配套教学用书,章节按照《模拟电子学基础》和《数字逻辑基础》进行编排.本书的特点是:

1. 列出了每章的重点和难点

每章的第一部分首先简要地回顾本章的基本内容、重点和难点,然后以问题回答或例题讲解的方式对一些重要的不易理解和掌握的基本概念、基本分析方法和解题思路进行详细讲解,有的例题给出多种解题思路和方法并加以比较.

2. 分析和解答了每章的习题,并对其中某些问题展开讨论

每章的第二部分是对《模拟电子学基础》和《数字逻辑基础》中的习题和思考题的解答,比较简单的题目仅提供解题过程和答案,复杂的则附以一定的说明文字,对于具有典型意义的问题则进行比较详细的分析讨论,有些问题还在原系题目的基础上加以引申,以开拓读者的思路.

3. 增加了补充和加深的内容

为了帮助读者更好地理解《模拟电子学基础》和《数字逻辑基础》的内容,在习题解答之后的第三部分均以一定篇幅介绍在《模拟电子学基础》和《数字逻辑基础》两书中没有涉及的一些扩充内容.这部分内容可以作为教师在讲课时的选讲或参考内容,也可以作为能力比较强的学生或相关工程技术人员参考.

本书的“模拟电子学基础”部分由陈光梦负责撰写各章第一部分和第三部分的内容,王勇撰写第1章到第5章的第二部分(习题解答),第6章的习题解答由陈光梦撰写,最后由陈光梦进行整理.本书的“数字逻辑基础”部分由王勇完成.

由于《模拟电子学基础》和《数字逻辑基础》的特点是涉及面比较广,有些内容在一般的教科书中较少讨论,而本书是针对复旦大学出版社《模拟电子学基础》和《数字逻辑基础》两本教材习题的解析和补充,所以本书可以作为模拟电子学和数字逻辑基础课程教学的补充资料,也可以作为一般工程技术人员乃至学生在从事设计工作和学习时的参考资料.

由于编写时间急促,书中难免有错误和不妥之处,恳请读者批评指正.

王 勇 陈光梦

2012年12月于复旦大学

复旦 电子学基础系列

- | | |
|--------------------|------------|
| ※ 模拟电子学基础 | 陈光梦 编著 |
| □ 数字逻辑基础 | 陈光梦 编著 |
| ○ 高频电路基础 | 陈光梦 编著 |
| 模拟与数字电路基础实验 | 孔庆生 主编 |
| 模拟与数字电路实验 | 王 勇 主编 |
| 微机原理与接口实验 | 俞承芳 李 旦 主编 |
| 近代无线电实验 | 陆起涌 主编 |
| 电子系统设计 | 俞承芳 李 旦 主编 |
| 模拟电子学基础与数字逻辑基础学习参考 | 王 勇 陈光梦 编著 |

加“※”者为普通高等教育“十二五”国家级规划教材；

加“□”者为普通高等教育“十一五”国家级规划教材，2011年荣获中国大学出版社图书奖第二届优秀教材奖一等奖；

加“○”者2012年荣获中国电子教育学会全国电子信息类优秀教材奖二等奖。

目 录

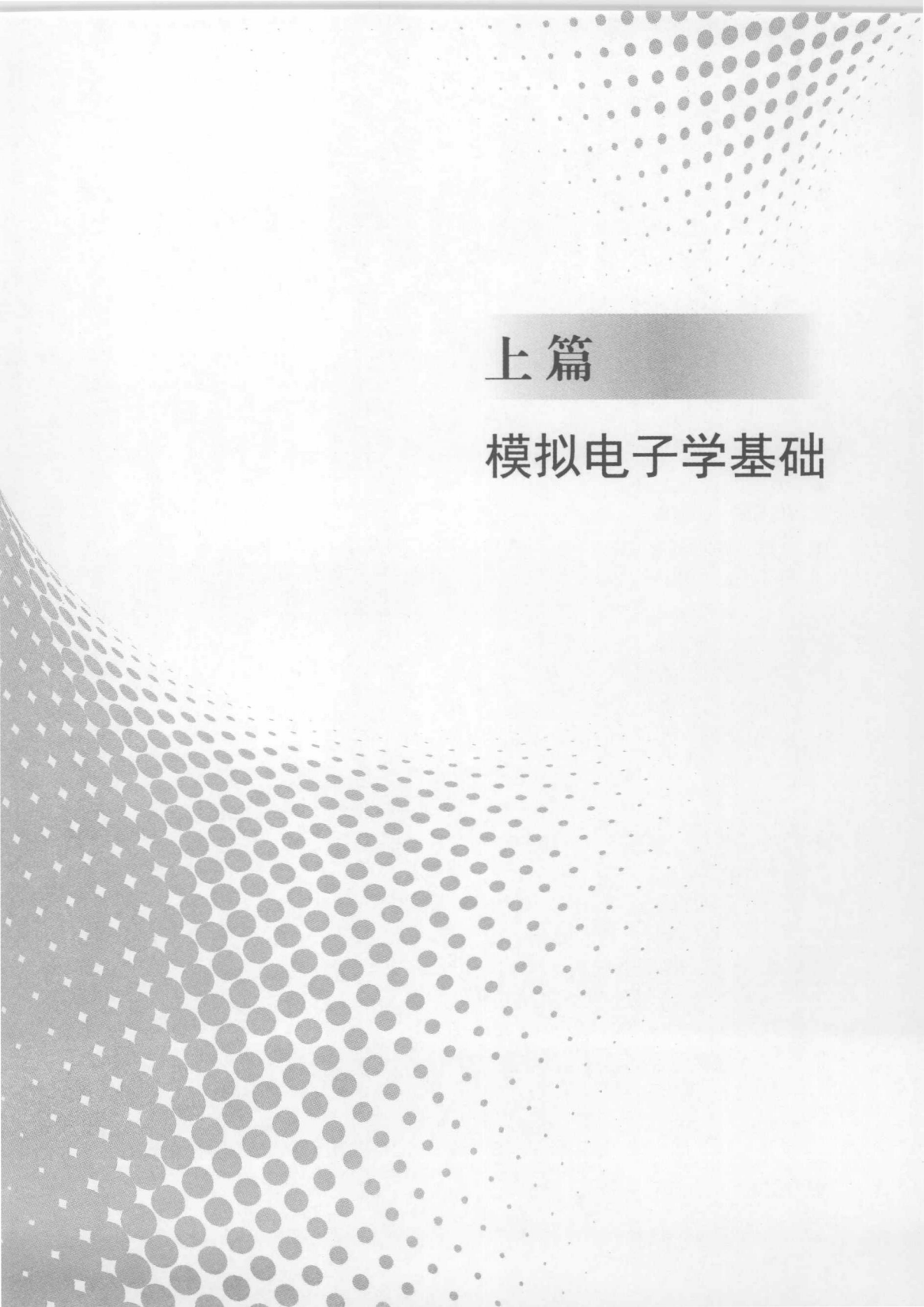
上篇 模拟电子学基础

第 1 章 电路分析基础	3
§ 1.1 要点与难点分析	3
一、线性电阻电路方程分析方法	4
二、线性电阻电路等效分析法	8
三、包含记忆元件的电路分析方法	10
§ 1.2 习题解答	15
第 2 章 半导体器件	27
§ 2.1 要点与难点分析	27
一、基本概念理解	28
二、二极管电路分析	33
三、双极型三极管电路分析	34
四、场效应三极管电路分析	38
§ 2.2 习题解答	42
§ 2.3 用于参考的扩充内容	53
2.3.1 半导体器件的 Pspice 模型	53
一、二极管的 Pspice 模型	53
二、双极型晶体管的 Pspice 模型	54
三、结型场效应管的 Pspice 模型	55
四、MOS 场效应管的 Pspice 模型	56
2.3.2 VMOS 管及其他功率 MOS 管介绍	57
第 3 章 晶体管放大器	59
§ 3.1 要点与难点分析	59
一、放大器直流偏置电路的分析	59
二、放大器动态小信号分析	62

§ 3.2 习题解答	72
§ 3.3 用于参考的扩充内容	87
3.3.1 跨导线性电路	87
一、跨导线性概念	87
二、跨导线性原理	88
三、跨导线性电路应用举例	89
3.3.2 BiCMOS 放大器	89
第 4 章 集成放大器	90
§ 4.1 要点与难点分析	90
一、镜像电流源	91
二、差分放大器	93
三、功率输出电路	100
§ 4.2 习题解答	102
§ 4.3 用于参考的扩充内容	114
4.3.1 基准电压源	114
4.3.2 电流传输器	115
第 5 章 反馈	118
§ 5.1 要点与难点分析	118
一、反馈极性、反馈类型的判断	119
二、负反馈放大器方框图分析法和深度负反馈分析法	121
三、反馈放大器的频率特性和补偿	128
四、正弦波振荡器	130
五、电压比较器电路和非正弦波振荡电路	132
六、串联型稳压电路	134
§ 5.2 习题解答	137
§ 5.3 用于参考的扩充内容	148
一、电流反馈运算放大器基本概念	148
二、电流反馈运算放大器内部结构	148
三、电流反馈运算放大器基本应用	149

第 6 章 信号处理电路	151
§ 6.1 要点与难点分析	151
一、信号运算电路	152
二、有源滤波电路	159
三、信号转换电路	163
四、集成运放使用和保护	164
五、集成运放的种类	166
§ 6.2 习题解答	166
§ 6.3 用于参考的扩充内容	177
一、跨导放大器基本概念和电路结构	177
二、跨导放大器的基本应用	178
下篇 数字逻辑基础	
第 7 章 逻辑代数基础	183
§ 7.1 要点与难点分析	183
一、利用逻辑函数的转换进行化简	183
二、利用卡诺图运算进行化简	186
§ 7.2 习题解答	190
§ 7.3 用于参考的扩充内容	198
7.3.1 卡诺图运算化简法中的二次阻塞	198
7.3.2 逻辑函数的 Q-M 化简法	199
第 8 章 组合逻辑电路	206
§ 8.1 要点与难点分析	206
一、基本的组合逻辑分析与设计	206
二、运算类逻辑设计	208
三、数字逻辑电路的电气特性	210
§ 8.2 习题解答	210
§ 8.3 用于参考的扩充内容	224
8.3.1 逻辑电路的动态冒险	224
8.3.2 开路输出门的负载电阻设计	224
8.3.3 不同类型的逻辑门的互联	225
一、TTL 电路和 5 V 的 CMOS 电路的互联问题	225

二、5 V 器件和 3.3 V 器件的混合设计问题	226
8.3.4 CMOS 电路的安全使用	227
一、输入电路的保护	227
二、可控硅效应的防止	227
第 9 章 触发器及其基本应用电路	230
§ 9.1 要点与难点分析	230
一、触发器的动作特点	230
二、触发器的应用电路	231
§ 9.2 习题解答	232
第 10 章 同步时序电路	240
§ 10.1 要点与难点分析	240
一、同步时序电路分析问题	240
二、同步时序电路设计问题	243
§ 10.2 习题解答	246
§ 10.3 用于参考的扩充内容	275
10.3.1 时序电路设计中的时钟信号产生电路	275
10.3.2 同步电路设计中的信号延时与时钟扭曲	276
第 11 章 异步时序电路	279
§ 11.1 要点与难点分析	279
一、基本型异步时序电路	279
二、脉冲型异步时序电路	280
§ 11.2 习题解答	282
§ 11.3 用于参考的扩充内容	299
第 12 章 可编程逻辑器件与数字系统设计初步	303
§ 12.1 要点与难点分析	303
§ 12.2 习题解答	304
参考文献	324

The background of the page features a decorative pattern of dots. The dots are arranged in a grid that curves from the top right towards the bottom left, creating a sense of depth and movement. The dots vary in size and density, with larger dots in the foreground and smaller ones receding into the distance.

上篇

模拟电子学基础

蘇士

蘇士學干申烘對

第1章 电路分析基础

§ 1.1 要点与难点分析

本章主要讲解线性电子线路常用的分析方法,为进一步学习模拟电子线路打下良好基础.常用的分析方法按电路类型分类如下.

1 线性电阻电路分析方法

适用于电路中只包含线性电阻、独立源、线性受控源的电子线路分析,如放大器静态工作点分析、不考虑放大器频率特性时的交流小信号分析,由于电路中没有记忆元件,电路中任意时刻的响应只与当前时刻的激励有关.线性电阻电路分析方法主要有方程分析法(如网孔分析法和节点分析法)及等效分析法(如叠加定理和等效电源定理分析方法),实际分析计算过程中往往结合使用方程分析法和等效分析法.

2 包含记忆元件的电路分析方法

适用于电路中包含电容、电感等记忆元件的电子线路分析,如稳态分析、瞬态分析等.包含记忆元件的电路分析方法主要有直接时域分析法(其特点是直接在时域列写满足基尔霍夫定律的微分方程,适用于低阶电路的瞬态分析,如一阶电路三要素分析法和变换分析法(其特点是将电路的激励函数和响应进行变换,在变换域列写代数方程,可以求解电路的一些变换域特性,如稳态频率分析、相量分析,也可以求解电路的时域瞬态特性,如阶跃响应等).

由于线性电容、电感等记忆元件在变换域的伏安关系是线性代数方程,因此在变换域电路的分析方法仍可使用方程分析法(如网孔分析法和节点分析法)和等效分析法(如叠加定理和等效电源定理分析方法).

在进行电路分析时,应该注意任何器件在电路中要满足两个约束:一个是元件约束,即器件自身的伏安关系;另一个是拓扑约束,即器件所在节点的节点方程和所在回路的回路方程.

一、线性电阻电路方程分析方法

方程分析法主要包括网孔分析法(回路电流法)和节点分析法(节点电位法),是分析线性电子线路最常用的分析方法,其难点在于独立源和受控源的处理.如在列写回路方程时,遇到独立电流源或受控电流源,而在列写节点方程时,遇到独立电压源或受控电压源,可以区分成以下六种情况.

1 在列写回路方程时遇到电流源,而该电流源所在支路是电路中的一条独立支路

例 1-1 用网孔电流法求解图 1-1 电路.

解 图 1-1 电路中,电流源 I_s 所在支路是电路中的一条独立支路,即只有一个网孔电流流过该支路.可以设网孔 3 的网孔电流就等于电流源 I_s ,由于该网孔电流已知,所以在列写网孔方程时只需列写网孔 1 和网孔 2 两个网孔方程:

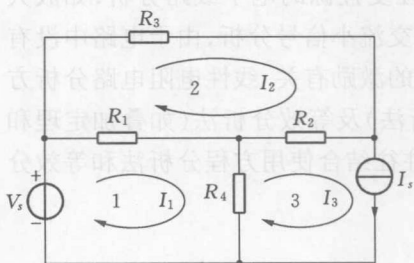


图 1-1 例 1-1 的电路

$$\begin{cases} (R_1 + R_4)I_1 - R_1I_2 - R_4I_3 = V_s \\ (R_1 + R_2 + R_3)I_2 - R_1I_1 - R_2I_3 = 0 \\ I_3 = I_s \end{cases}$$

求解上述方程即求得各网孔电流.

2 在列写回路方程时遇到电流源,而该电流源可以用等效电源定理转换为电压源

例 1-2 用网孔电流法求解图 1-2 电路.

解 本来电流源 I_s 和 R_5 构成一个网孔,但若把 I_s 和 R_5 等效成电压源串联电阻,则可少列一个网孔方程.等效变换后电路如图 1-3 所示.

网孔方程为

$$\begin{cases} (R_1 + R_5)I_1 - R_5I_2 - R_1I_3 = V_s - R_5I_s \\ -R_5I_1 + (R_2 + R_4 + R_5)I_2 - R_2I_3 = R_5I_s \\ -R_1I_1 - R_2I_2 + (R_1 + R_2 + R_3)I_3 = \alpha_m I_2 \end{cases}$$

求解上述方程即求得各网孔电流.

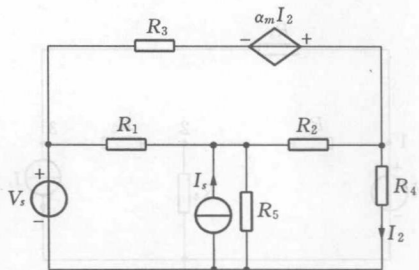


图 1-2 例 1-2 的电路

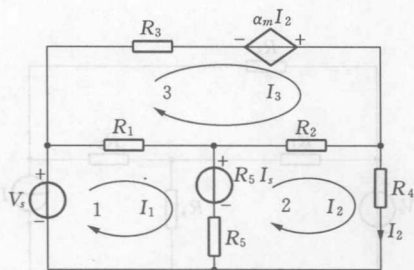


图 1-3 等效电路

3 在列写回路方程时遇到电流源, 而该电流源所在支路既不是电路中的一条独立支路, 也不能用等效电源定理转换为电压源

例 1-3 用网孔电流法求解图 1-4 电路.

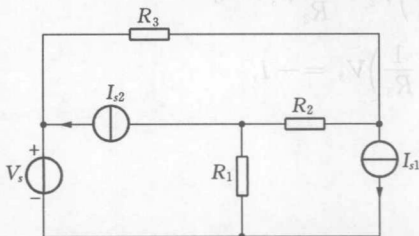


图 1-4 例 1-3 的电路

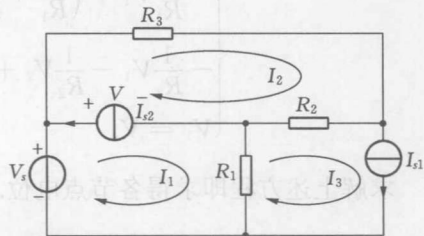


图 1-5 用网孔电流法求解例 1-3 的电路

解 电流源 I_{s2} 所在支路不是电路中的一条独立支路, 也不能用等效电源定理转换为电压源. 可以把该电流源两端的电压作为变量列入网孔方程, 而将该电流源电流与有关网孔电流的关系作为补充方程, 一并求解. 设 I_{s2} 两端的电压为 V , 如图 1-5 所示.

网孔方程为

$$\begin{cases} R_1 I_1 - R_1 I_3 = V_s - V \\ (R_2 + R_3) I_2 - R_2 I_3 = V \\ I_3 = I_{s1} \\ I_2 - I_1 = I_{s2} \end{cases}$$

求解上述方程即求得各网孔电流.

4 在列写节点方程时遇到电压源, 可以将电压源一端设为参考节点

例 1-4 用节点分析法求解图 1-6 电路.

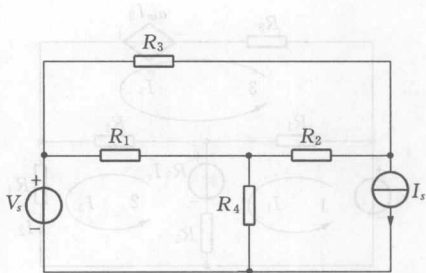


图 1-6 例 1-4 的电路

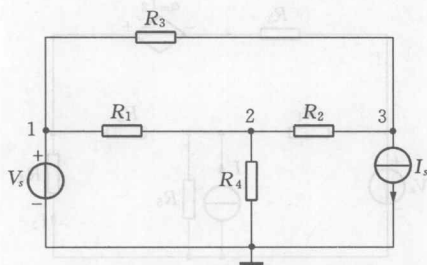


图 1-7 用节点分析法求解例 1-4 的电路

解 设参考节点如图 1-7 所示。

节点 1 的节点电位为 V_s , 只需列写节点 2 和节点 3 的方程:

$$\begin{cases} -\frac{1}{R_1}V_1 + \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_4}\right)V_2 - \frac{1}{R_2}V_3 = 0 \\ -\frac{1}{R_3}V_1 - \frac{1}{R_2}V_2 + \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)V_3 = -I_s \\ V_1 = V_s \end{cases}$$

求解上述方程即求得各节点电位。

5 在列写节点方程时遇到电压源串联电阻情况, 可以将电压源串联电阻等效为电流源并联电阻

例 1-5 用节点分析法求解图 1-8 电路。

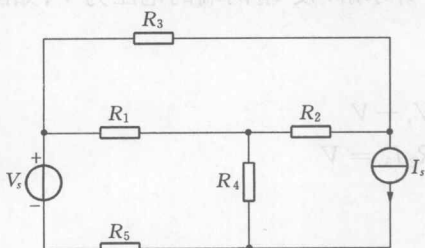


图 1-8 例 1-5 的电路

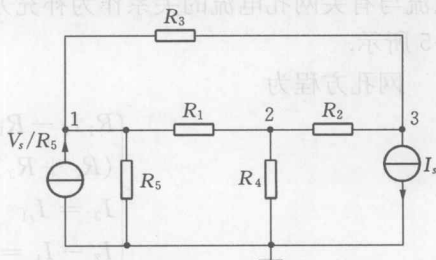


图 1-9 用节点分析法求解例 1-5 的电路

解 将 V_s 串联 R_5 支路等效为电流源并联电阻, 并设参考节点如图 1-9 所示。节点方程为