

可下载教学资料

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>



高等学校教材
计算机科学与技术

Practical Numerical Calculation Methods for Computer Programming

实用计算机数值计算方法 及程序设计(C语言版)

恰汗·合孜尔 编著

清华大学出版社

内容简介

本书是清华大学计算机专业系列教材之一，可作为高等院校计算机专业及相关专业本科、研究生课程教材，也可供从事计算机工作的工程技术人员参考。

计算机科学与技术

Practical Numerical Calculation Methods for Computer Programming

实用计算机数值计算方法 及程序设计(C语言版)

恰汗·合孜尔 编著

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书旨在将算法描述、数值计算方法和程序设计方法学有机地结合,使读者能够利用正确的数值计算方法编写高效的计算机程序,达到提高分析问题和解决实际问题的能力。

本书共分9章。第1章介绍算法的概念、算法的描述及其设计基础;第2章介绍误差的基本概念;第3章介绍一元非线性方程的数值解法;第4章介绍线性方程组的数值解法;第5章介绍数值积分的计算方法;第6章介绍矩阵的特征值及特征向量的计算;第7章介绍插值法;第8章介绍常微分方程数值解法;第9章安排了内容丰富的上机实习题目。

本书可作为高等理工科院校本科生计算机数值计算课程的教材,也可以作为研究生教材和教师、工程技术人员参考书。另外,对于书中的每一个算法,都给出了经过认真调试运行的C语言程序,同时,在附录中给出了经过调试运行的一些常见的基本算法的C语言程序,可供广大读者直接使用,以解决实际问题,具有极强的实用性。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

实用计算机数值计算方法及程序设计(C语言版)/恰汗·合孜尔编著. —北京:清华大学出版社,2008.5

(高等学校教材·计算机科学与技术)

ISBN 978-7-302-16858-4

I. 实… II. 恰… III. ①电子计算机—数值计算—高等学校—教材 ②C语言—程序设计—高等学校—教材 IV. TP301.6 TP312

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第006811号

责任编辑:闫红梅 李玮琪

责任校对:梁毅

责任印制:孟凡玉

出版发行:清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社 总 机:010-62770175

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

地 址:北京清华大学学研大厦A座

邮 编:100084

邮 购:010-62786544

印 刷 者:北京市昌平环球印刷厂

装 订 者:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:15 字 数:366千字

版 次:2008年5月第1版 印 次:2008年5月第1次印刷

印 数:1~4000

定 价:23.00元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:026130-01

编审委员会成员

(按地区排序)

清华大学	周立柱	教授
北京大学	覃征	教授
北京航空航天大学	王建民	教授
中国人民大学	刘强	副教授
北京师范大学	冯建华	副教授
北京交通大学	杨冬青	教授
北京信息工程学院	陈钟	教授
北京科技大学	陈立军	副教授
石油大学	马殿富	教授
天津大学	吴超英	副教授
复旦大学	姚淑珍	教授
华东理工大学	王珊	教授
华东师范大学	孟小峰	教授
东华大学	陈红	教授
上海第二工业大学	周明全	教授
浙江大学	阮秋琦	教授
南京大学	孟庆昌	教授
南京航空航天大学	杨炳儒	教授
南京理工大学	陈明	教授
	艾德才	教授
	吴立德	教授
	吴百锋	教授
	杨卫东	副教授
	邵志清	教授
	杨宗源	教授
	应吉康	教授
	乐嘉锦	教授
	蒋川群	教授
	吴朝晖	教授
	李善平	教授
	骆斌	教授
	秦小麟	教授
	张功萱	教授

南京邮电学院	朱秀昌	教授
苏州大学	龚声蓉	教授
江苏大学	宋余庆	教授
武汉大学	何炎祥	教授
华中科技大学	刘乐善	教授
中南财经政法大学	刘腾红	教授
华中师范大学	王林平	副教授
	魏开平	副教授
	叶俊民	教授
国防科技大学	赵克佳	教授
	肖 依	副教授
中南大学	陈松乔	教授
	刘卫国	教授
湖南大学	林亚平	教授
	邹北骥	教授
西安交通大学	沈钧毅	教授
	齐 勇	教授
长安大学	巨永峰	教授
西安石油学院	方 明	教授
西安邮电学院	陈莉君	副教授
哈尔滨工业大学	郭茂祖	教授
吉林大学	徐一平	教授
	毕 强	教授
长春工程学院	沙胜贤	教授
山东大学	孟祥旭	教授
	郝兴伟	教授
山东科技大学	郑永果	教授
中山大学	潘小轰	教授
厦门大学	冯少荣	教授
福州大学	林世平	副教授
云南大学	刘惟一	教授
重庆邮电学院	王国胤	教授
西南交通大学	杨 燕	副教授

改革开放以来,特别是党的十五大以来,我国教育事业取得了举世瞩目的辉煌成就,高等教育实现了历史性的跨越,已由精英教育阶段进入国际公认的大众化教育阶段。在质量不断提高的基础上,高等教育规模取得如此快速的发展,创造了世界教育发展史上的奇迹。当前,教育工作既面临着千载难逢的良好机遇,同时也面临着前所未有的严峻挑战。社会不断增长的高等教育需求同教育供给特别是优质教育供给不足的矛盾,是现阶段教育发展面临的基本矛盾。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2001年8月,教育部下发了《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》,提出了十二条加强本科教学工作提高教学质量的措施和意见。2003年6月和2004年2月,教育部分别下发了《关于启动高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作的通知》和《教育部实施精品课程建设提高高校教学质量和人才培养质量》文件,指出“高等学校教学质量和教学改革工程”是教育部正在制定的《2003—2007年教育振兴行动计划》的重要组成部分,精品课程建设是“质量工程”的重要内容之一。教育部计划用五年时间(2003—2007年)建设1500门国家级精品课程,利用现代化的教育信息技术手段将精品课程的相关内容上网并免费开放,以实现优质教学资源共享,提高高等学校教学质量和人才培养质量。

为了深入贯彻落实教育部《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》精神,紧密配合教育部已经启动的“高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作”,在有关专家、教授的倡议和有关部门的大力支持下,我们组织并成立了“清华大学出版社教材编审委员会”(以下简称“编委会”),旨在配合教育部制定精品课程教材的出版规划,讨论并实施精品课程教材的编写与出版工作。“编委会”成员皆来自全国各类高等学校教学与科研第一线的骨干教师,其中许多教师为各校相关院、系主管教学的院长或系主任。

按照教育部的要求,“编委会”一致认为,精品课程的建设工作从开始就要坚持高标准、严要求,处于一个比较高的起点上;精品课程教材应该能够反映各高校教学改革与课程建设的需要,要有特色风格、有创新性(新体系、新内容、新手段、新思路,教材的内容体系有较高的科学创新、技术创新和理念创新的含量)、先进性(对原有的学科体系有实质性的改革和发展、顺应并符合21世纪教学发展的规律、代表并引领课程发展的趋势和方向)、示范性(教材所体现的课程体系具有较广泛的辐射性和示范性)和一定的

前瞻性。教材由个人申报或各校推荐(通过所在高校的“编委会”成员推荐),经“编委会”认真评审,最后由清华大学出版社审定出版。

目前,针对计算机类和电子信息类相关专业成立了两个“编委会”,即“清华大学出版社计算机教材编审委员会”和“清华大学出版社电子信息教材编审委员会”。首批推出的特色精品教材包括:

(1) 高等学校教材·计算机应用——高等学校各类专业,特别是非计算机专业的计算机应用类教材。

(2) 高等学校教材·计算机科学与技术——高等学校计算机相关专业的教材。

(3) 高等学校教材·电子信息——高等学校电子信息相关专业的教材。

(4) 高等学校教材·软件工程——高等学校软件工程相关专业的教材。

(5) 高等学校教材·信息管理与信息系统。

(6) 高等学校教材·财经管理与计算机应用。

清华大学出版社经过 20 年的努力,在教材尤其是计算机和电子信息类专业教材出版方面树立了权威品牌,为我国的高等教育事业做出了重要贡献。清华版教材形成了技术准确、内容严谨的独特风格,这种风格将延续并反映在特色精品教材的建设中。

清华大学出版社教材编审委员会

E-mail: dingl@tup.tsinghua.edu.cn

数值计算已成为理论分析和科学实验之外第三种科学研究的方法与手段,数值计算能力已成为当代大学生和工程技术人员必须具备的一种基本能力。计算机的普及和发展大大地促进了数值计算方法和程序设计方法的发展。在实际应用中,只有把数值计算方法和程序设计方法紧密地结合起来,才能够更好地使用计算机正确而又高效地解决各种极其复杂的计算问题。基于这一点,作者总结近 30 年教学和科研的经验,特别是在日本留学 8 年中,从事教学、科研和软件开发的实践经验,编写了本书。本书的特色是:

(1) 关于算法描述、数值计算方法和程序设计方法已经有了许多教材,但将三者有机地结合起来的教材还很少。本书将算法描述、数值计算方法和程序设计方法融为一体,使学生能够利用正确的数值计算方法编写高效的计算机程序,提高其分析问题和解决实际问题的能力,这也是一种尝试。

(2) 简化理论推导,突出算法的基本思想和实现步骤

绝大多数专业的学生在将来工作实践中主要是运用计算机解决实际问题,同时考虑到理工科各专业学生的知识结构,没有必要在内容繁杂的数值计算方法和分析理论上花费太多的时间和精力。因此,从实用角度出发,本书有意忽略复杂烦琐的理论证明和推导,简明扼要地介绍各种算法的基本思想、实现步骤和算法描述,进而缩短数学方法和计算机实现的距离。

(3) 详细介绍了算法的概念及其描述

因为程序设计的最根本的基础是算法,因此,本书首先用一章的篇幅详细介绍了有关算法的概念、算法的描述及其设计基础,并且对书中各章节的每一种数值计算方法均给出了使用流程图或 N-S 图的算法描述。

(4) 每章都有引言和本章小结,便于学生抓住要领

本书内容组织丰富,层次清晰,图文并茂,注重理论与实际相结合,适合循序渐进地学习。每章的引言中,简明扼要地介绍为什么引进本章内容及目的。本章小结中,有基本要求,学习要点和难点,便于抓住要领。同时,总结了每一个算法的优缺点,便于通过比较,深入理解和掌握每一个算法的针对性和实用性。

(5) 基于软件工程方法学的理论进行程序设计

程序设计上,完全按照模块化程序设计思想进行编程。每一个程序都遵循软件工程方法学的编程风格,即采用缩进格式,程序中尽力加注释,便于对程序的分析、理解和

自学。基于软件工程方法学的理论进行程序设计,也极容易将书中的程序转换成其他计算机语言的程序。

(6) 精选例题,程序经过了调试运行,具有极强的实用性

对每一个算法都有实用意义的精选例题,以及相应的程序和运行结果。各章均按序配有一定数量的精选习题,以便于读者通过练习,进一步理解和牢固掌握各章节的基本内容。因为书中的每一个程序都用 Turbo C 语言编写并经过上机实际调试,便于教师在上课时演示。同时,在附录中给出了经过调试运行的一些常见的基本算法的 C 语言程序,可供广大读者直接使用。

(7) 安排了内容丰富的实习题目

计算实习是学习计算机数值计算及提高程序设计能力的重要环节,通过编程、调试和运行一些典型的实习题目,可以加深对理论算法和所学内容的理解,进一步了解和领会相关算法的特点和适用范围。因此,本书对每一章的主要算法设计了数值计算实习题目。

学习本书只要求读者具备高等数学、线性代数和 C 语言方面的基本知识。本书的各章之间基本上互相独立,学习时可以根据课时(约需要 54~72 学时)和实际需要选取其中的一些章节。

在本书的编写过程中,编者广泛参阅、借鉴和吸收了国内外算法、数值计算方法和程序设计方法方面的相关教材和资料,并吸取了这些书的优点,在此谨向这些教材和资料的作者致以诚挚的感谢。

由于编者的水平有限,难免有所疏漏,恳请读者予以批评指正。

编 者

2008 年 1 月

目 录

高等学校教材·计算机科学与技术

第1章 算法及其设计基础	1
1.1 引言	1
1.2 算法的概念	1
1.3 算法的特性	1
1.4 算法的结构	2
1.5 算法的描述	3
1.5.1 自然语言方式	3
1.5.2 流程图方式	4
1.5.3 盒图方式	6
1.5.4 PAD图方式	8
1.5.5 伪代码方式	9
1.5.6 计算机语言方式	11
1.6 关于计算机算法的评价	13
1.7 常用算法设计及其实现	14
1.7.1 排序算法及其实现	14
1.7.2 查找算法及其实现	16
1.7.3 穷举算法及其实现	17
本章小结	18
习题	18
第2章 误差引论	20
2.1 引论	20
2.2 计算机数值计算方法	20
2.3 误差及有关概念	21
2.3.1 误差及其来源	21
2.3.2 误差限	22
2.3.3 绝对误差和相对误差	23
2.3.4 有效数字	23

2.3.5	约束误差	24
2.4	数值计算中应注意的一些原则	24
2.5	不同字节的数在计算机中的表示形式	26
2.5.1	2个字节的整数的最小值	26
2.5.2	2个字节的整数的最大值	27
2.5.3	4个字节的整数的最小值	28
2.5.4	4个字节的整数的最大值	29
2.5.5	4个字节的实数的正的最大值	30
2.5.6	4个字节的实数的正的最小值	31
2.5.7	8个字节的实数的正的最大值	32
2.5.8	8个字节的实数的正的最小值	34
2.5.9	实数值的分解	35
2.6	数值计算中常见误差实例	36
2.6.1	对同一个函数,计算式(计算顺序)不同产生的误差	36
2.6.2	使用单精度和双精度计算产生的误差	38
2.6.3	使用的位数不同所产生的计算误差	39
2.6.4	加法运算顺序的不同所产生的计算误差	39
	本章小结	40
	习题	40
第3章	一元非线性方程的数值解法	42
3.1	引言	42
3.2	二分法	43
3.2.1	二分法及其基本思想	43
3.2.2	实现二分法的基本步骤	43
3.3	迭代法	45
3.3.1	迭代法及其基本思想	45
3.3.2	牛顿迭代法及其基本思想	46
3.3.3	实现牛顿迭代法的基本步骤	46
3.3.4	弦截法及其基本思想	47
3.3.5	实现弦截法的基本步骤	48
3.3.6	埃特金迭代法及其基本思想	49
3.3.7	实现埃特金迭代法的基本步骤	50
	本章小结	51
	习题	52
第4章	线性方程组的数值解法	53
4.1	引言	53
4.2	高斯消去法	54

80	4.2.1	高斯消去法的基本思想	54
80	4.2.2	实现高斯消去法的基本步骤	56
80	4.3	列主元高斯消去法	59
80	4.3.1	列主元高斯消去法的基本思想	59
100	4.3.2	实现列主元高斯消去法的基本步骤	59
101	4.4	约当消去法	62
80	4.4.1	约当消去法的基本思想	62
80	4.4.2	实现约当消去法的基本步骤	63
80	4.5	三角分解法	66
100	4.5.1	三角分解法的基本思想	66
80	4.5.2	直接三角分解法	66
80	4.5.3	实现柯朗分解法的基本步骤	67
111	4.5.4	乔里斯基分解法	70
81	4.5.5	实现乔里斯基分解法的基本步骤	70
81	4.5.6	追赶法	73
81	4.5.7	实现追赶法的基本步骤	73
81	4.5.8	对称高斯法	76
81	4.5.9	实现对称高斯法的基本步骤	76
81	4.6	线性方程组的迭代解法	79
81	4.6.1	迭代法的基本思想	79
121	4.6.2	雅可比迭代法	79
121	4.6.3	实现雅可比迭代法的基本步骤	79
81	4.6.4	高斯-赛德尔迭代法	82
81	4.6.5	实现高斯-赛德尔迭代法的基本步骤	82
81	4.6.6	超松弛迭代法	84
121	4.6.7	实现超松弛迭代法的基本步骤	85
121		本章小结	88
121		习题	89
81	第5章	数值积分	93
81	5.1	引言	93
121	5.2	梯形积分法	93
121	5.2.1	梯形积分法的基本思想	93
121	5.2.2	梯形求积公式	93
88	5.2.3	实现梯形积分法的基本步骤	94
88	5.3	辛普森积分法	95
121	5.3.1	辛普森积分法的基本思想	95
121	5.3.2	辛普森求积公式	96
121	5.3.3	实现辛普森积分法的基本步骤	96

5.4	变步长求积分法	98
5.4.1	变步长求积分法的基本思想	98
5.4.2	变步长梯形求积分法	98
5.4.3	实现变步长梯形积分法的基本步骤	99
5.4.4	变步长辛普森求积分法	100
5.4.5	实现变步长辛普森积分法的基本步骤	101
5.5	牛顿-科茨积分法	103
5.5.1	牛顿-科茨积分法的基本思想	103
5.5.2	牛顿-科茨求积公式	103
5.6	高斯积分法	106
5.6.1	高斯积分法的基本思想	106
5.6.2	勒让德-高斯求积公式	106
5.6.3	埃尔米特-高斯求积公式	111
5.6.4	拉盖尔-高斯求积公式	113
5.7	龙贝格积分法	115
5.7.1	龙贝格积分法的基本思想	115
5.7.2	实现龙贝格积分法的基本步骤	115
5.8	高振荡函数的积分法	118
5.8.1	高振荡函数的积分法的基本思想	118
5.8.2	分部积分公式	119
	本章小结	121
	习题	121
第6章	矩阵的特征值及特征向量的计算	123
6.1	引言	123
6.2	幂法和反幂法	124
6.2.1	幂法和反幂法的基本思想	124
6.2.2	实现幂法和反幂法的基本步骤	124
6.3	雅可比法	130
6.3.1	雅可比法的基本思想	130
6.3.2	实现雅可比法的基本步骤	130
6.4	雅可比过关法	134
6.4.1	雅可比过关法的基本思想	134
6.4.2	实现雅可比过关法的基本步骤	134
	本章小结	138
	习题	138
第7章	插值法	141
7.1	引言	141

7.2	拉格朗日插值法	142
7.2.1	拉格朗日插值法的基本思想	142
7.2.2	实现拉格朗日插值法的基本步骤	143
7.3	牛顿插值法	146
7.3.1	牛顿插值法的基本思想	146
7.3.2	实现牛顿插值法的基本步骤	146
	本章小结	148
	习题	148
第8章	常微分方程数值解法	150
8.1	引言	150
8.2	欧拉法	151
8.2.1	欧拉法的基本思想	151
8.2.2	实现欧拉法的基本步骤	151
8.3	改进的欧拉法	153
8.3.1	改进的欧拉法的基本思想	153
8.3.2	实现改进的欧拉法的基本步骤	153
8.4	龙格-库塔法	156
8.4.1	龙格-库塔法的基本思想	156
8.4.2	实现标准四阶龙格-库塔法的基本步骤	156
8.5	亚当斯法	158
8.5.1	亚当斯法的基本思想	158
8.5.2	实现亚当斯法的基本步骤	159
	本章小结	161
	习题	162
第9章	计算实习	164
9.1	常用算法及数值计算	164
9.1.1	实习目的	164
9.1.2	实习要求	164
9.1.3	实习设备	165
9.1.4	实习内容	165
9.2	一元非线性方程的数值解法	166
9.2.1	实习目的	166
9.2.2	实习要求	167
9.2.3	实习设备	167
9.2.4	实习内容	167
9.3	线性方程组的数值解法	168
9.3.1	实习目的	168
9.3.2	实习要求	168

9.3.3	实习设备	168
9.3.4	实习内容	168
9.4	数值积分	170
9.4.1	实习目的	170
9.4.2	实习要求	171
9.4.3	实习设备	171
9.4.4	实习内容	171
9.5	矩阵的特征值及特征向量的计算法	172
9.5.1	实习目的	172
9.5.2	实习要求	172
9.5.3	实习设备	172
9.5.4	实习内容	172
9.6	插值法	173
9.6.1	实习目的	173
9.6.2	实习要求	173
9.6.3	实习设备	173
9.6.4	实习内容	174
9.7	常微分方程数值解法	174
9.7.1	实习目的	174
9.7.2	实习要求	175
9.7.3	实习设备	175
9.7.4	实习内容	175
附录 1	C 语言运算符的优先级与结合性以及常用数学函数	176
附录 2	Turbo C 编译错误信息	178
附录 3	常用计算机数值计算英汉词汇对照	181
附录 4	求两个分数的和、差、积、商、约分及通分	184
附录 5	多项式的计算	187
附录 6	矩阵运算	191
附录 7	复数运算	201
附录 8	实对称三对角阵的全部特征值与特征向量的计算	210
附录 9	多重积分的计算	215
附录 10	曲线拟合的最小二乘法的计算	219
参考文献		221

第1章

算法及其设计基础

1.1 引言

程序设计方法首先强调的是设计,其次才是实现(写出程序代码)。其核心是将程序设计过程分为两部分。第一部分集中于问题及其解法或算法,与任何特定的计算机或计算机语言无关。第二部分集中于选择某一种程序设计语言,把算法表达给特定的计算机系统。

1.2 算法的概念

广义地说,为解决一个问题而采取的方法和步骤,称为“算法”。例如,想查看计算机CPU 部件,首先必须将计算机断电,拆除连线,打开机箱,然后按下夹子解除夹口,最后取出CPU 部件进行检查。这就是查看计算机的算法。再如,复制文件,首先要寻找所要复制的文件,然后选中,再进行复制,最后移动到需要的地方进行粘贴。这就是复制文件的算法。

本书所讲述的算法只限于计算机算法,即计算机能执行的算法。在设计一个计算机算法时,应当考虑到计算机能否执行。例如,让计算机来完成“将 N 个整数按从小到大的次序排列”是可能的,而让计算机去完成“替我烧一壶开水”,则是不能够实现的(至少目前如此)。

计算机算法可分为两大类:数值运算算法和非数值运算算法。数值运算的目的是求数值解,例如求方程的根,求一个函数的定积分等,都属于数值运算范围。非数值运算包括的面十分广泛,最常见的是用于事务管理领域,例如图书检索、人事管理等。目前,计算机在非数值运算方面的应用远远超过了在数值运算方面的应用。

1.3 算法的特性

一个算法应该具有以下几个特性:

1) 有穷性

一个算法应包含有限的操作步骤,而不能是无限的。但是要注意,有穷性往往指“在合理的范围之内”。如果让计算机执行一个历时几百年才结束的算法,这虽然是有穷的,但超过了合理的限度,则不能把它视为有效算法。究竟什么算“合理限度”,并无严格标准,由人

们的常识和需要而定。

2) 确定性

算法中的每一个步骤,必须是有确切定义的,而不应当是含糊不清或模棱两可的,即算法的含义应当是唯一的,而不应当产生“歧义性”。例如,某人说请复制文件或查看计算机的CPU 部件,是不确定的,因为此人并没有说明要复制哪一个文件或查看哪一台计算机的CPU 部件。

3) 输入

所谓输入是指在执行算法时需要从外界取得必要的信息。例如,让计算机来完成“将 N 个整数按从小到大的次序排列”时,就需要输入 N 个整数。一个算法可以有多个输入,也可以没有输入。

4) 输出

算法执行过程中往往会产生一些数据,它们在算法执行之后被保存下来或传递给算法的调用者,这些数据被称为算法的输出。一个算法可以有多个输出,没有输出的算法是没有意义的。例如,由计算机来完成“将 N 个整数按从小到大的次序排列”的算法时,它的输出将是一组“从小到大的次序排列的 N 个整数”。

5) 有效性

一个算法应该是具有现实意义的,如果算法中含有不能实现的某一个步骤,则这个所谓的“算法”无法解决问题,因此,不能称为算法。例如,进行 a/b 的除法运算,当 $b=0$ 时,是不能执行的。

算法贯穿于程序设计的始终,希望读者对算法给予很大的重视,在解决一个问题之前应当首先构造出一个好的算法。在本书各章中都贯穿这一原则。

1.4 算法的结构

1966 年,计算机科学家 Bohm 和 Jacopini 的研究表明,任何简单或复杂的算法都可以由下述 3 种基本控制结构组成。

1) 顺序结构

这是最简单的一种基本结构。顺序结构中的各个部分是按书写顺序依次执行的。例如某个算法中可能出现下列形式的一组操作:

...

操作 1

操作 2

操作 3

...

如果这样一组操作的执行顺序与操作出现的前后顺序相同,即首先进行“操作 1”,然后进行“操作 2”,最后进行“操作 3”,那么这段算法的结构就是顺序结构。

2) 选择结构

这种结构也称为分支结构,它表示操作的处理步骤出现了分支,它需要根据某一特定的