

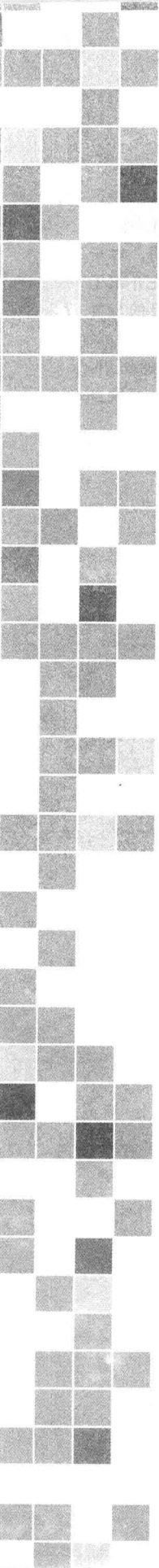
21世纪高等学校计算机教育实用规划教材

数据结构与应用教程 (C++版) 题解与实验指导

马石安 魏文平 主编



清华大学出版社



21世纪高等学校计算机教育实用规划教材

数据结构与应用教程 (C++版) 题解与实验指导

马石安 魏文平 主编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是《数据结构与应用教程(C++版)》(清华大学出版社, ISBN 978-7-302-29109-1)的配套辅助教材,其内容包括两个部分。第一部分是知识体系结构与习题和参考解答,与主教材的各章对应。各章中除了给出本章全部习题和参考解答外,还总结了本章的知识体系结构,并提供了数据结构的类模板声明。对于稍难的习题,书中都做了比较详细的分析,或在算法中加了注释;第二部分是实验指导,这部分首先介绍了实验的目的与要求、实验环境和实验报告格式,然后给出了实验内容和参考解答。每个实验均有目的与要求,实现提示和参考程序。

本书可以配合《数据结构与应用教程(C++版)》教材使用,起到衔接课堂教学和指导实验教学的作用,也可以自成一体、单独使用。本书可作为高等院校计算机及相关专业学习数据结构的辅助教材,也可供自学者或教师参考。

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

数据结构与应用教程(C++版)题解与实验指导/马石安,魏文平主编. —北京:清华大学出版社,2013
21世纪高等学校计算机教育实用规划教材
ISBN 978-7-302-34067-6

I. ①数… II. ①马… ②魏… III. ①数据结构—高等学校—教学参考资料 ②C语言—程序设计—高等学校—教学参考资料 IV. ①TP311.12 ②TP312

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第238084号

责任编辑:魏江江 薛 阳

封面设计:常雪影

责任校对:白 蕾

责任印制:宋 林

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

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

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:14 字 数:335千字

版 次:2014年1月第1版 印 次:2014年1月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:29.00元

产品编号:048159-01

出版说明

随着我国高等教育规模的扩大以及产业结构调整的进一步完善,社会对高层次应用型人才的需求将更加迫切。各地高校紧密结合地方经济建设发展需要,科学运用市场调节机制,合理调整和配置教育资源,在改革和改造传统学科专业的基础上,加强工程型和应用型学科专业建设,积极设置主要面向地方支柱产业、高新技术产业、服务业的工程型和应用型学科专业,积极为地方经济建设输送各类应用型人才。各高校加大了使用信息科学等现代科学技术提升、改造传统学科专业的力度,从而实现传统学科专业向工程型和应用型学科专业的发展与转变。在发挥传统学科专业师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势的同时,不断更新教学内容、改革课程体系,使工程型和应用型学科专业教育与经济建设相适应。计算机课程教学在从传统学科向工程型和应用型学科转变中起着至关重要的作用,工程型和应用型学科专业中的计算机课程设置、内容体系和教学手段及方法等也具有不同于传统学科的鲜明特点。

为了配合高校工程型和应用型学科专业的建设和发展,急需出版一批内容新、体系新、方法新、手段新的高水平计算机课程教材。目前,工程型和应用型学科专业计算机课程教材的建设工作仍滞后于教学改革的实践,如现有的计算机教材中有不少内容陈旧(依然用传统专业计算机教材代替工程型和应用型学科专业教材),重理论、轻实践,不能满足新的教学计划、课程设置的需要;一些课程的教材可供选择的品种太少;一些基础课的教材虽然品种较多,但低水平重复严重;有些教材内容庞杂,书越编越厚;专业课教材、教学辅助教材及教学参考书短缺,等等,都不利于学生能力的提高和素质的培养。为此,在教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议下,清华大学出版社组织出版本系列教材,以满足工程型和应用型学科专业计算机课程教学的需要。本系列教材在规划过程中体现了如下一些基本原则和特点。

(1) 面向工程型与应用型学科专业,强调计算机在各专业中的应用。教材内容坚持基本理论适度,反映基本理论和原理的综合应用,强调实践和应用环节。

(2) 反映教学需要,促进教学发展。教材规划以新的工程型和应用型专业目录为依据。教材要适应多样化的教学需要,正确把握教学内容和课程体系的改革方向,在选择教材内容和编写体系时注意体现素质教育、创新能力与实践能力的培养,为学生知识、能力、素质协调发展创造条件。

(3) 实施精品战略,突出重点,保证质量。规划教材建设仍然把重点放在公共基础课和专业基础课的教材建设上;特别注意选择并安排一部分原来基础比较好的优秀教材或讲义修订再版,逐步形成精品教材;提倡并鼓励编写体现工程型和应用型专业教学内容和课程体系改革成果的教材。

(4) 主张一纲多本,合理配套。基础课和专业基础课教材要配套,同一门课程可以有多种具有不同内容特点的教材。处理好教材统一性与多样化,基本教材与辅助教材,教学参考书,文字教材与软件教材的关系,实现教材系列资源配套。

(5) 依靠专家,择优选用。在制订教材规划时要依靠各课程专家在调查研究本课程教材建设现状的基础上提出规划选题。在落实主编人选时,要引入竞争机制,通过申报、评审确定主编。书稿完成后要认真实行审稿程序,确保出书质量。

繁荣教材出版事业,提高教材质量的关键是教师。建立一支高水平的以老带新的教材编写队伍才能保证教材的编写质量和建设力度,希望有志于教材建设的教师能够加入到我们的编写队伍中来。

21 世纪高等学校计算机教育实用规划教材编委会

联系人:魏江江 weijj@tup.tsinghua.edu.cn

前 言

当今的程序设计员不但要掌握一般的程序设计技巧,而且还要对计算机加工处理的对象进行系统的研究。数据结构正是一门研究非数值计算的程序设计问题中计算机的操作对象以及它们之间的关系和操作等的学科。

数据结构在计算机科学的各领域中应用十分广泛,如编译系统中要使用栈、语法树等;操作系统中要使用队列、存储管理表、目录树等;数据库系统中要使用线性表、链表、索引树等;人工智能中要使用广义表、检索树、图等;同样在面向对象的程序设计、计算机图形学、多媒体技术、软件工程等领域,都会用到各种不同的数据结构。因此,学好数据结构可以使你掌握更多的程序设计技巧,并能评价出算法的优劣,为以后学习计算机专业课程及走上工作岗位从事计算机大型软件开发打下良好的基础。目前,数据结构不仅是计算机专业的核心课程,而且是其他非计算机专业的主要选修或必修课程。

数据结构随着程序设计的发展而发展,面向对象技术是目前最流行的程序设计技术。为了适应形式的需要,有必要开设结合面向对象技术的数据结构课程。本书采用面向对象的观点讨论数据结构技术,并以 C++ 语言作为算法描述工具。

由于数据结构所涉及的原理和算法比较抽象,学生所掌握程序设计的知识较少,往往难以理解数据结构中的原理,在解答数据结构习题和上机实践时感到无从下手。作者在多年的教学过程中对此深有感触,针对这一现象,作者编写了这本《数据结构与应用教程(C++版)题解与实验指导》,目的是通过对习题的解答和实验引导,使学生充分掌握数据结构的原理以及求解数据结构问题的思路和方法,编写出符合数据结构规范的算法,进一步加深对基本概念的理解,提高分析问题和解决问题的能力,为专业的后续课程及编写大型程序的数据结构方面的问题打好坚实的基础。

本书具有以下特色和价值。

(1) 与主教材紧密结合。

把习题、实验与主教材作为学好数据结构课程的有机组成部分,多位一体,互为补充。

(2) 不同习题,不同对待。

对于稍难的习题,书中都作了比较详细的分析,或在算法中加了注释。

(3) 所有算法都给出了实现代码。

所有算法的代码均在 Visual C++ 6.0 环境下调试通过,读者只需通过主函数来调用它们,就可以边看书边上机看效果,这样有助于读者更好地理解、把握算法的精髓。

(4) 循序渐进地进行实践动手能力的训练。

本书安排了如下 3 类实验。

(1) 验证性实验:其主要内容是将书上的重要数据结构进行上机实现,深化理解和掌

握理论知识,这部分实验不需要学生自己设计,只需将给定的方案实现即可。

(2) 设计性实验:其主要内容是针对具体问题,应用某一个知识点,自己设计方案,并上机实现,目的是培养学生对数据结构的简单应用能力。

(3) 综合性实验:其主要内容是针对具体问题,应用某几个知识点,自己设计方案,并上机实现,目的是培养学生对数据结构的综合应用能力。

本书由马石安和魏文平编写,全书由马石安统一修改、整理和定稿。

在编写过程中,参考和引用了大量书籍和文献资料,在此,向被引用文献的作者表示衷心的感谢,向给予本书帮助的所有人士表示衷心感谢,尤其感谢江汉大学和清华大学出版社领导的大力支持与帮助。

由于作者水平有限、加之时间仓促,书中难免存在缺点与疏漏,敬请读者及同行们予以批评指正。作者联系方式是 wenpingwei@163.com,欢迎各位同仁探讨数据结构教学中的相关问题。

编 者

2013 年 10 月

目 录

第 1 部分 知识体系结构与习题和参考解答

第 1 章 绪论	3
1.1 本章知识体系结构	3
1.2 主教材中的全部习题和参考解答	4
第 2 章 线性表	8
2.1 本章知识体系结构	8
2.2 本章主要数据结构类模板的声明	8
2.2.1 顺序表	8
2.2.2 单链表	9
2.2.3 单循环链表	10
2.2.4 双链表	10
2.3 主教材中的全部习题和参考解答	11
第 3 章 栈和队列	22
3.1 本章知识体系结构	22
3.2 本章主要数据结构类模板的声明	22
3.2.1 顺序栈	22
3.2.2 共享顺序栈	23
3.2.3 链栈	24
3.2.4 循环队列	24
3.2.5 链队列	25
3.3 主教材中的全部习题和参考解答	26
第 4 章 串	37
4.1 本章知识体系结构	37
4.2 本章主要数据结构类模板的声明	37
4.3 主教材中的全部习题和参考解答	38
第 5 章 数组和广义表	44
5.1 本章知识体系结构	44

5.2	本章主要数据结构类模板的声明	44
5.2.1	稀疏矩阵	44
5.2.2	广义表的链式存储结构	45
5.3	主教材中的全部习题和参考解答	46
第6章	树和二叉树	56
6.1	本章知识体系结构	56
6.2	本章主要数据结构类模板的声明	57
6.2.1	二叉树的顺序存储结构	57
6.2.2	二叉链表	57
6.2.3	线索二叉链表	58
6.3	主教材中的全部习题和参考解答	59
第7章	图	70
7.1	本章知识体系结构	70
7.2	本章主要数据结构类模板的声明	71
7.2.1	邻接矩阵	71
7.2.2	邻接表	72
7.3	主教材中的全部习题和参考解答	73
第8章	排序	99
8.1	本章知识体系结构	99
8.2	本章主要类模板的声明	99
8.3	主教材中的全部习题和参考解答	100
第9章	查找	114
9.1	本章知识体系结构	114
9.2	本章主要类模板和类的声明	114
9.2.1	线性表的查找	114
9.2.2	二叉排序树	115
9.2.3	平衡二叉树	116
9.2.4	散列表	117
9.3	主教材中的全部习题和参考解答	118

第2部分 实验指导

第10章	实验预备知识	131
10.1	概述	131
10.2	Visual C++ 6.0 上机环境介绍	132

10.2.1	建立和运行包含单个文件的程序的方法	132
10.2.2	建立和运行包含多个文件的程序的方法	136
10.3	实验报告的一般格式	142
第 11 章	实验内容	144
实验 1	线性表	144
实验 2	栈和队列	154
实验 3	串	166
实验 4	数组和广义表	172
实验 5	树和二叉树	179
实验 6	图	190
实验 7	排序	198
实验 8	查找	205
参考文献		211

第1部分

知识体系结构与习题和参考解答

第 1 章

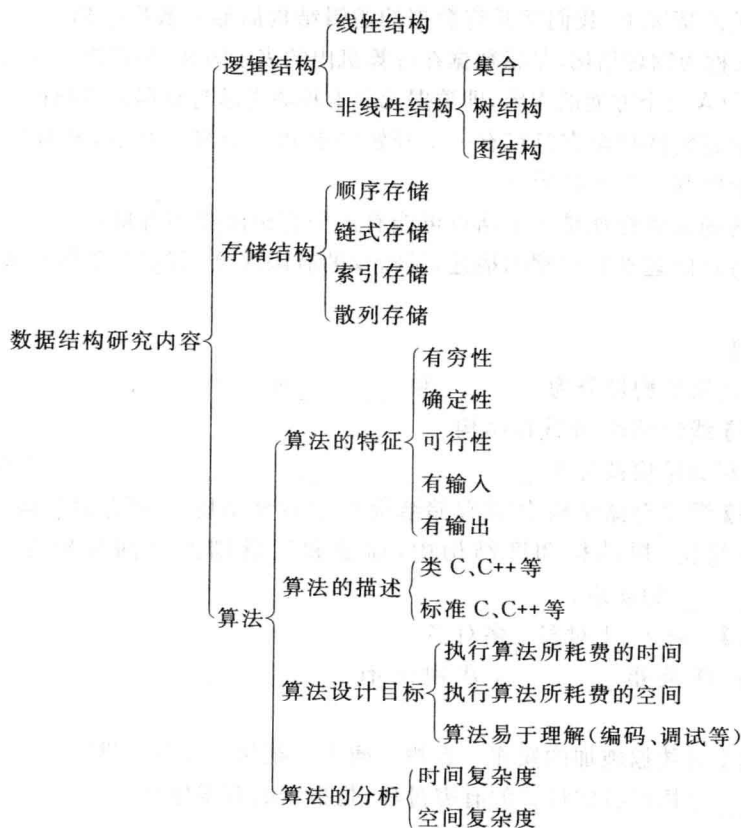
绪 论

基本知识点：数据结构的发展和研究内容；算法和数据结构的基本概念；算法分析的基本方法。

学习重点：数据结构的基本概念；数据结构的逻辑结构、存储结构和运算 3 个方面的概念及相互关系；算法分析的基本方法。

学习难点：分析算法的时间复杂度。

1.1 本章知识体系结构



1.2 主教材中的全部习题和参考解答

一、名词解释

数据 数据元素 数据结构 逻辑结构 存储结构 线性结构 非线性结构 算法

【问题解答】

数据是信息的载体,在计算机科学中是指所有能输入到计算机中并能被计算机程序识别和处理的符号集合。数据是计算机程序加工的“原料”。在计算机科学中,数据的含义相当广泛,它可以是数值型数据,也可以是非数值数据。

数据元素是数据的基本单位,有时也称为元素、结点、顶点、记录。一个数据元素可能由若干数据项组成。数据项是最小标识单位,有时也称为字段、域或属性。数据元素也可以仅有一个数据项。

数据结构是指数据元素之间的相互关系,即数据的组织形式。它一般包括数据的逻辑结构、数据的存储结构和数据运算 3 个方面的内容。

逻辑结构是从逻辑关系上描述数据,是面向问题的,不涉及数据在计算机中的存储,是独立于计算机的。可以说,数据的逻辑结构是程序员根据具体问题抽象出来的数学模型。在不会产生混淆的情况下,我们常常将数据的逻辑结构简称为数据结构。

存储结构又称为物理结构,是指数据在计算机内的表示方法,是逻辑结构的具体实现。因此,存储结构应包含两个方面的内容,即数据元素本身的表示与数据元素间逻辑关系的表示。

线性结构的逻辑特征是有且仅有一个开始结点和一个终端结点,并且所有结点都最多只有一个直接前驱和一个直接后继。

非线性结构的逻辑特征是一个结点可能有多个直接前驱和直接后继。

算法是对特定问题求解步骤的描述,是指令的有限序列,其中每条指令表示一个或多个操作。

二、填空题

1. 数据的逻辑结构被分为_____和_____两大类。

【问题解答】线性结构 非线性结构

2. 数据的存储结构被分为_____,_____,_____和_____ 4 种。

【问题解答】顺序存储结构 链接存储结构 索引存储结构 散列存储结构

3. 在线性结构、树结构和图结构中,前驱和后继结点之间分别存在着_____,_____和_____的联系。

【问题解答】1 对 1 1 对多 多对多

4. 数据运算是指_____,常用的有_____,_____,_____,_____,_____等。

【问题解答】对数据施加的操作 查找 插入 删除 更新 排序

5. _____是执行特定计算的有穷过程,是指令的有限序列。

【问题解答】算法

6. 算法分析包括从时间和空间方面对算法进行特性分析,从时间方面的分析称为_____;从空间方面的分析称为_____。

【问题解答】时间复杂度 空间复杂度

7. 用 $O(1)$ 、 $O(n)$ 、 $O(\log_2 n)$ 和 $O(n^2)$ 表示的算法时间复杂度中最坏的是_____, 最好的是_____。

【问题解答】 $O(n^2)$ $O(1)$

【结果分析】 $O(1) < O(\log_2 n) < O(n) < O(n^2)$

8. 若一个算法中的语句频度之和为 $T(n) = 3720n + 4n\log_2 n$, 则算法的时间复杂度为_____。

【问题解答】 $O(n\log_2 n)$

【结果分析】“ O ”的形式定义为若 $f(n)$ 是正整数 n 的一个函数, 则 $T(n) = O(f(n))$ 表示存在一个正的常数 M , 使得当 $n \geq n_0$ 时都满足 $|T(n)| \leq M|f(n)|$, 也就是说只求出了 $T(n)$ 的最高阶, 忽略其低阶项和常数。

9. 下列算法的时间复杂度是_____。

```
for(int i = 0; i < n; i++)  
    c[i][j] = i + j;
```

【问题解答】 $O(n)$

【结果分析】 $c[i][j] = i + j$ 基本语句的频度为 n 。

10. 下列程序段的时间复杂度是_____。

```
for(int i = 1; i < n; i++)  
    for(int j = 1; j < n; j++)  
        t = t + 1;
```

【问题解答】 $O(n^2)$

【结果分析】 $t = t + 1$ 基本语句的频度为 n^2 。

三、选择题

1. 研究数据结构就是研究()。

- A. 数据的逻辑结构
- B. 数据的存储结构
- C. 数据的逻辑结构和存储结构
- D. 数据的逻辑结构、存储结构及其数据在运算上的实现

【问题解答】D

2. 下列说法正确的是()。

- A. 数据是数据元素的基本单位
- B. 数据元素是数据项中不可分割的最小单位
- C. 数据可由若干个数据元素构成
- D. 数据项可由若干个数据元素构成

【问题解答】C

3. 数据的逻辑结构是()关系的整体。

- A. 数据元素之间逻辑
- B. 数据项之间逻辑
- C. 数据类型之间
- D. 存储结构之间

【问题解答】A

4. 从逻辑上可以把数据结构分为()两大类。

- A. 动态结构与静态结构 B. 顺序结构与链式结构
C. 线性结构与非线性结构 D. 简单结构与复合结构

【问题解答】C

5. 每一个存储单元只存储一个数据元素,各数据元素存储在连续的存储空间,该存储方式是()存储方式。

- A. 顺序 B. 链式 C. 索引 D. 散列

【问题解答】A

6. 将数据元素存储在一组任意的存储单元当中,用附加的指针域表示元素之间的逻辑关系,由此得到的存储表示称为()存储结构。

- A. 顺序 B. 链式 C. 索引 D. 散列

【问题解答】B

7. 数据的存储结构包括顺序、链式、散列和()4种基本类型。

- A. 向量 B. 数组 C. 集合 D. 索引

【问题解答】D

8. 下面关于算法的说法,错误的是()。

- A. 算法最终必须由计算机程序实现
B. 为解决某问题的算法与为该问题编写的程序含义是相同的
C. 算法的可行性是指指令不能有二义性
D. 以上几个都是错误的

【问题解答】D

9. 执行下面程序段时,执行S语句的次数为()。

```
for(int i=1; i<=n; i++)  
    for(int j=1; j<=i; j++)  
        S;
```

- A. n^2 B. $n^2/2$ C. $n(n+1)$ D. $n(n+1)/2$

【问题解答】D

【结果分析】执行S语句的次数 $=1+2+\cdots+n=n(n+1)/2$

10. 下面程序段的时间复杂度是()。

```
int func(int n)  
{  
    if(n==0 || n==1) return 1;  
    else return n*func(n-1);  
}
```

- A. $O(1)$ B. $O(n)$ C. $O(n^2)$ D. $O(n!)$

【问题解答】B**四、简答题**

1. 试举一个数据结构的例子、叙述其逻辑结构、存储结构、运算4个方面的内容。

【问题解答】例如有一张学生成绩表,记录了一个班的学生各门课的成绩。这个表就是一个数据结构。每个记录(有姓名,学号,成绩等字段)就是一个结点,对于整个表来说,只有一个开始结点(它的前面无记录)和一个终端结点(它的后面无记录),其他的结点则各有一个也只有一个直接前驱和直接后继(它的前面和后面均有且只有一个记录)。这几个关系就确定了这个表的逻辑结构。

那么怎样把这个表中的数据存储到计算机里呢?用高级语言如何表示各结点之间的关系呢?是用一片连续的内存单元来存放这些记录(如用数组表示)还是随机存放各结点数据再用指针进行链接呢?这就是存储结构的问题,我们都是从高级语言的层次来讨论这个问题的。

最后,有了这个表(数据结构),就要对这张表中的记录进行查询、修改、删除等操作,对这个表可以进行哪些操作以及如何实现这些操作就是数据的运算问题了。

2. 说出数据结构中的几种基本逻辑结构。

【问题解答】数据的逻辑结构有线性结构和非线性结构两大类。其中非线性结构又分为集合、树结构和图结构。

3. 简述逻辑结构与存储结构的关系。

【问题解答】一个具体的数据结构,其逻辑结构与其存储结构的关系密切相关,存储结构不但要将数据元素存储在计算机中,而且要表示出各元素的逻辑关系。逻辑结构与计算机无关,存储结构是数据元素及数据元素之间的关系在计算机中的表示。

4. 简述顺序存储结构与链式存储结构在表示数据元素之间关系上的主要区别。

【问题解答】顺序存储结构是将各数据元素按其之间的逻辑关系存放在一块连续的存储空间内,由数据元素的存储位置体现数据元素之间的逻辑关系。链式存储结构各数据元素不一定存储在连续的一块存储空间内,数据元素之间的逻辑关系与存储位置没有一一对应的关系,数据元素之间的逻辑关系,是依靠附加在存储数据元素的结点中的指针来表示的。

5. 算法的5个重要特性是什么?

【问题解答】一个算法必须具备下列5个特性。

(1) 有穷性:一个算法对于任何合法的输入必须在执行有穷步骤之后结束,且每步都可在有限时间内完成。

(2) 确定性:算法的每条指令必须有确切含义,不能有二义性。在任何条件下,算法只有唯一的一条执行路径,即对相同的输入只能得出相同的结果。

(3) 可行性:算法是可行的,即算法中描述的操作均可通过已经实现的基本运算的有限次执行来实现。

(4) 输入:一个算法有零个或多个输入,这些输入取自算法加工对象的集合。

(5) 输出:一个算法有一个或多个输出,这些输出应是算法对输入加工后合乎逻辑的结果。