

21世纪高等学校计算机**专业**实用规划教材

C++程序设计 实用教程

李青 周美莲 编著



清华大学出版社

21世纪高等学校计算机**专业**实用规划教材

C++程序设计实用教程

李青 周美莲 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书以程序案例为线索,以问题需求驱动的方式深入浅出地介绍了C++语言的基本语法、程序设计规范和实用技法。书中的例题程序按照科学的原则、完整的结构、规范的格式设计,并经过多方面的测试,可供读者精读和模仿。各章配有一定的实用程序和趣味程序。大部分章后有基本语法练习题、程序设计练习题和程序设计竞赛题。

本书内容丰富,详略得当。全书共16章分成三个部分:第一部分(第1章)计算与算法基础;第二部分(第2~第8章)面向过程程序设计;第三部分(第9~第16章)面向对象程序设计。

本书可作为计算机等理工科专业大学生或研究生学习高级语言程序设计相关课程的教材或教学参考书,也可供学习或使用C++语言从事软件开发的人员参考。

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

C++程序设计实用教程/李青,周美莲编著. —北京:清华大学出版社,2008.12

(21世纪高等学校计算机专业实用规划教材)

ISBN 978-7-302-18078-4

I. C… II. ①李… ②周… III. C语言—程序设计—高等学校—教材 IV. TP312

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第099511号

责任编辑:魏江江 赵晓宁

责任校对:白 蕾

责任印制:王秀菊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦A座

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

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

印 刷 者:北京密云胶印厂

装 订 者:三河市李旗庄少明装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:30.25 字 数:729千字

版 次:2008年12月第1版 印 次:2008年12月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:39.50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:029056-01

出版说明

随着我国改革开放的进一步深化,高等教育也得到了快速发展,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,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投入力度,通过教育改革合理调整和配置了教育资源,优化了传统学科专业,积极为地方经济建设输送人才,为我国经济社会的快速、健康和可持续发展以及高等教育自身的改革发展做出了巨大贡献。但是,高等教育质量还需要进一步提高以适应经济社会发展的需要,不少高校的专业设置和结构不尽合理,教师队伍整体素质亟待提高,人才培养模式、教学内容和方法需要进一步转变,学生的实践能力和创新精神亟待加强。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2007年1月,教育部下发了《关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见》,计划实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程(简称‘质量工程’)”,通过专业结构调整、课程教材建设、实践教学改革、教学团队建设等多项内容,进一步深化高等学校教学改革,提高人才培养的能力和水平,更好地满足经济社会发展对高素质人才的需要。在贯彻和落实教育部“质量工程”的过程中,各地高校发挥师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势,对其特色专业及特色课程(群)加以规划、整理和总结,更新教学内容、改革课程体系,建设了一大批内容新、体系新、方法新、手段新的特色课程。在此基础上,经教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议,清华大学出版社在多个领域精选各高校的特色课程,分别规划出版系列教材,以配合“质量工程”的实施,满足各高校教学质量和教学改革的需要。

本系列教材立足于计算机专业课程领域,以专业基础课为主、专业课为辅,横向满足高校多层次教学的需要。在规划过程中体现了如下一些基本原则和特点。

(1) 反映计算机学科的最新发展,总结近年来计算机专业教学的最新成果。内容先进,充分吸收国外先进成果和理念。

(2) 反映教学需要,促进教学发展。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,融合先进的教学思想、方法和手段,体现科学性、先进性和系统性,强调对学生实践能力的培养,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教学质量和教学改革成果的教材。

(4) 主张一纲多本,合理配套。专业基础课和专业课教材配套,同一门课程有针对不同

层次、面向不同应用的多本具有各自内容特点的教材。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。在制定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、评审确定主题。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。建立一支高水平教材编写梯队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专业实用规划教材

联系人: 魏江江 weijj@tup.tsinghua.edu.cn

前 言

计算机是人类集其智慧之大成的杰作，是脑力劳动机械化、自动化的成功典范。在当今及未来，计算机都是科技进步、社会发展不可或缺的得力助手。然而计算机——这个神通广大的人造精灵的一举一动全都是靠人来掌控的。

掌控计算机用的是计算机语言程序。计算机程序设计语言——尤其现代高级语言的出现和发展是计算机科学中最富于智慧的成就之一。计算机程序设计语言是人为制订的一整套功能近乎完美的算法思想表达体系和计算机行为规范准则。学会一门计算机语言便是掌握了一种掌控计算机的本领。

C++ 从 C 语言进化而来，是 C 语言的超集，它同时吸收了许多著名语言最优秀的特征。C++ 新增加的特点和机制体现了它对高级抽象的支持，它是一门适合各种应用的计算机程序设计高级语言。C++ 既支持面向过程程序设计，又支持面向对象程序设计。它既适合作为教学及训练的计算机语言（适合作为大学相关专业第一门程序设计课程的语言进行学习），又能胜任大型软件开发，特别是众人集体开发大型软件。C++ 是众多学习程序设计和从事软件开发人员的首选语言。

在计算机专业课程体系中，高级语言程序设计课程具有基础性和工具性。通过该课程的学习，读者应该达到以下三个基本目标，并为进一步学习数据结构等课程或进行应用开发作准备。

(1) 掌握 C++ 语言的基本语法规则；

(2) 掌握基本的程序设计技术规范；

(3) 建立朴素的算法设计思维模式。

全书共分 16 章，第 1 章为导论，第 2~8 章为面向过程程序设计，第 9~16 章为面向对象程序设计。本书第 1~14 章由李青编写，第 15~16 章由周美莲编写，周美莲调试并测试了书中的大部分程序。全书由李青统稿。

书中的全部程序源代码均适用于 MinGW Developer Studio 2.05 和 Microsoft Visual C++ 6.0 集成开发环境。需要这些源代码及本书的电子教案者可直接向清华大学出版社索取。作者推荐读者在互联网上下载 MinGW Developer Studio 2.05 集成开发环境。它是一种可运行于 Windows 操作系统下的 C++ 应用程序集成开发环境，其中含 GCC 编译器，可在互联网上自由下载并发布它。

本书的特点

(1) 详略得当

本教材将函数的概念分散到各章节,并在第6章给出函数调用及返回时的栈操作过程描述;强调多文件结构;强化引用的概念和用法、弱化了指针(尤其是多级指针)并提倡对指针的封装和屏蔽;突出对象的构造(特别是对对象的复制构造、析构)和重载赋值运算符;强调多态性和虚析构函数的重要性。本书不介绍 STL(标准模板类库)。

特别增加的单向链表类模板(第12.2节)将对读者继续学习《数据结构》有一定的帮助。所介绍的自定义 String 类(第13.3节)将使读者对 C-字符串、类 string 有更深入的理解。书中的一些趣味程序具有一定的设计技巧,值得读者钻研。

本书还照顾到程序设计竞赛练习的需要,在一些章节后专设有竞赛题型。这些题目难度不高,并给出了其中一些题目的解答全过程,目的是给读者提供一些读取输入数据、处理输出结果的简便方法。

(2) 需求牵引

本书的面向过程程序设计部分以程序中最活跃的变量设计为线索,通过所谓的“评委评分”案例程序的逐步扩充和优化引出 C++ 的基本语法。即随着程序版本按“单变量→数组→堆数组→函数→链表”不断升级,教学内容从易到难逐步展开。这种“需求牵引”式方法有利于读者弄清为什么及怎样做的问题。

面向对象程序设计部分朝着“与基本数据类型看齐”的目标逐步推进,并将“评委评分”程序的功能扩充至最强(参赛选手人数、评委人数皆可随时变动,并可轻松处理多场同时进行的比赛)。

(3) 前后照应

本书的取材及在内容编排上注重循序渐进、前后照应。第1章(导论)的主要目的是使读者大致了解计算机的工作原理;懂得信息数字化及其标准化的必要性;理解将数据分成各种基本类型的“无奈”;了解计算机内存字节地址编址的线性性和程序执行的时序性。第2章与第16章的“小学算术测验程序”相映成趣。章节(包括练习)中的前后引证,可使读者逐步加深对知识点的理解,达到融会贯通。

(4) 科学规范

本书尽量做到叙述严格条理清楚,严格区分“定义”与“声明(描述)”的含义,希望读者关注这一用词的区别。作者不仅注重程序的宏观结构,而且非常强调精致的技术细节。本书中的示例程序皆根据科学的设计原则进行设计,特别注重函数的形式参数类型、函数的返回类型。程序中回避那些难理解的表达式^[1],避免因编译器不同而造成的

^[1]作者认为程序员主动编写程序时应该讲究程序的可读性。在被动地阅读他人编写的程序时,若遇见类似 `a+=a++-++++b`; 故弄玄虚的语句时,则应该予以抵制。

编译障碍^[1]。本书中的程序完整，并且注重了许多容易被忽视的细节。这些程序都经过了多方面的测试，以保证程序的质量。例如，在第8章的链表程序中，既然假设所有结点皆为堆结点以便于删除结点、释放结点操作的统一性，那么插入结点时就应该申请新的堆空间，而不能武断地将结点直接链接进链表。

笔者认为，仅仅为了解释某一语法现象而设计一些“纯粹”的语句不如将语法知识点放在一定的“语境”之中。因此，本书中的大部分示例程序均有其应用背景。这些示例程序能起到一定的示范作用，包括程序的书写格式，程序中的注解等。程序中的保留字一律排成粗体字；书中的反例程序则用加背景的方式排版，以引起读者的注意。

致教师

教师的主要任务是引导和教会学生如何学习^[2]。即教师应把握好如下关键点：引入概念、剖析难点、解答疑点、启发学生思考、指导学生归纳^[3]，尤其是引导学生养成良好的学习习惯和良好的程序设计风格（包括书写风格）。例如，在函数首部设计中，需要特别考虑引用型参数、考虑是否该加 `const` 保护；设计类时，是否应该提供复制构造函数、析构函数和重载赋值运算符，成员函数是否应该设计成常量成员函数等。教师要告诫学生，不要使用全局变量；提醒学生注意，开发程序常常是要与他人分工合作的，程序的最终用户也往往不是程序员自己。

本书的主要内容一般可在两个学期共约 80~100 学时内讲完。书中带星号的部分供选讲或课外讨论。对于书中比较长的程序代码可由教师提出若干关键问题，让学生分小组讨论并报告。

只需要或只准备学习 C 语言者也可以使用本教材前两个部分，它们与 C 语言几乎是相同的。不同之处（如：`I/O`，`new`，`delete`等）正是 C 语言的不足之处。因此，使用本教材本质上是在先学习 C 语言，再学面向对象程序设计。

致读者

本书的读者可能主要是大学低年级的学生。这一阶段的学生需要主动探索适合自己的学习方法——“学习怎样学习和学习怎样思考”^[4]。在教学活动中，学是矛盾的主要方面。作者强调学生自学能力的自我培养，因为一个合格的大学生应该有能力通过自学学会那些已经成熟的、并经过他人总结的知识。精读教材（逐字逐句、反复研读）是训练自

^[1] 例如：Visual C++ 与标准 C++ 关于 `for` 循环中所定义变量的生命期是不相同的。

^[2] “教会学生自学，也就是教会学生战胜自己。”——钱伟长

^[3] 由于一般的中学生尚没有很强的归纳能力，故优秀的中学教师是善于代学生作归纳者。

^[4] “全世界在争论着这样一个问题：学校应该教什么？在我们看来，最重要的应该是两个‘科目’：学习怎样学习和学习怎样思考。这首先意味着学习你的大脑是怎样工作的，你的记忆是怎样工作的，你是怎样存储信息、找回信息、将它与其他概念相连并在你需要时马上查出新知识。”——《学习的革命》

学能力的有效方法。把握程序结构、精读具有一定长度的源代码是十分必要的。

本书涉及的 C++ 语法规则是容易接受的,并且可以通过课堂教学的方式了解这些语法机制的背景。然而学习 C++ 语言的目的决不仅为了懂得一些规定、会用“排除法”做单项选择题。学习语言的目的是为了应用。与学习外国语一样,应该将知识点放在“语境”中,与计算机进行实际的“情景对话”。

学生仅听老师讲而不加以练习是无法提高程序设计能力的,而且还可能导致越来越听不懂。读者应该抓紧一切机会在计算机上验证所学的语法,通过调试程序不断总结经验以逐步提高自己的程序设计能力。与有些课程不同,本课程实验课前的准备工作比课堂上课前的准备工作更加重要。

学习程序设计语言需要多模仿、多上机练习。本书所设计的例题程序均有一定的代表性,读者在弄懂它们的基础上应该做到举一反三、触类旁通。

读者即使有了本教材上的所有程序源代码,作者仍然建议读者自己按语句块将一些源代码录入计算机并亲自进行调试(要按“意群”而非按行的顺序录入,即当录入到左花括号时,应立即换行输入右花括号,然后在其中插入语句块语句)。

当一个人所编写的程序代码总行数达到一定数量时,其程序设计能力就自然会有质的提高,程序设计思想就自然而然地建立起来了。知识可以通过传授获取并积累,能力只能依靠自己勤练来提高。

致谢

本书是作者在总结多年教学经验的基础上逐步形成的。在长期的教学工作中,作者与本课程组的同仁丁德明、龚林娣、朱颖、牛志华等多位教师经常互相交流经验。本书的初稿承蒙他们的指点和试用,他们提出了许多宝贵的、富有建设性的意见均被作者采纳。在此,作者对他们的帮助表示衷心的感谢!

作者十分感谢清华大学出版社,特别感谢魏江江先生的大力支持和帮助,他们为本书的策划、质量控制、出版等方面做出了卓有成效的贡献。

由于作者的水平有限,本书难免存在疏漏和缺点,敬请广大读者批评指正。

李 青

2008 年 11 月

目 录

第一部分 计算与算法基础.....	1
第1章 导论.....	3
1.1 计算系统.....	3
1.1.1 珠算系统.....	3
1.1.2 电子计算机基本原理.....	5
1.1.3 信息数字化及其标准化.....	10
1.2 计算机程序设计语言概述.....	15
1.2.1 计算机低级语言与高级语言.....	15
1.2.2 高级语言程序要素.....	16
1.2.3 高级语言程序设计方法.....	17
1.3 算法基础.....	19
1.3.1 算法的概念.....	19
1.3.2 算法的表示.....	19
1.4 小结.....	21
练习1.....	22
第二部分 面向过程程序设计.....	25
第2章 C++ 概貌.....	27
2.1 基本程序设计.....	27
2.1.1 “算术测验”程序之一.....	27
2.1.2 C++ 程序基本元素.....	30
2.1.3 输入输出及赋值操作.....	33
2.2 基本程序改进.....	36
2.2.1 “算术测验”程序之二.....	36
2.2.2 C++ 基本运算.....	37
2.2.3 C++ 程序流程控制.....	41
2.3 基本程序扩展.....	47
2.3.1 简单函数.....	47
2.3.2 多文件结构.....	49

2.4	C++ 程序开发流程	51
2.5	C++ 应用程序集成开发环境简介	52
2.5.1	MinGW Developer Studio 简介	53
2.5.2	VC++ 控制台应用程序开发集成环境	53
2.6	* 趣味程序——变换的字符	60
2.7	小结	61
练习 2		61
第 3 章	数据的表示及 I/O 流格式控制	68
3.1	数据的表示	68
3.1.1	常量	68
3.1.2	变量	69
3.1.3	变量的引用	75
3.1.4	常量的引用	75
3.2	函数	76
3.2.1	函数的形式参数	77
3.2.2	函数的返回类型	81
3.3	运算表达式	84
3.3.1	C++ 运算符汇总	84
3.3.2	单目运算	84
3.3.3	二进制位运算	84
3.3.4	迭代赋值运算	87
3.3.5	抽取及插入运算	87
3.3.6	三目条件运算	88
3.3.7	逗号运算	88
3.3.8	区分作用域	88
3.4	语句	88
3.5	I/O 流格式控制	89
3.6	应用举例	93
3.6.1	深入理解 ASCII 字符集	93
3.6.2	深入理解整型数据	95
3.6.3	输出字符图案	97
3.7	* 趣味程序——行走的字符串	98
3.8	小结	99
练习 3		99

第4章 变量设计	106
4.1 穷举计算	106
4.1.1 “百钱买百鸡”问题	106
4.1.2 判定素数	109
4.2 迭代计算	111
4.2.1 牛顿迭代法	112
4.2.2 级数计算	112
4.2.3 最大公因数和最小公倍数	116
4.3 标志变量的设计与应用	117
4.3.1 整除问题	117
4.3.2 三角形的周长及面积	120
4.4 单变量版“评委评分”程序设计	120
4.4.1 问题描述及算法分析	121
4.4.2 程序实现	121
4.5 * 趣味程序——击打字母游戏	124
4.6 小结	125
练习4	125
第5章 数组与指针	130
5.1 数组	130
5.1.1 数组的定义	130
5.1.2 访问数组元素	131
5.1.3 多维数组	131
5.2 数组版“评委评分”程序设计	132
5.2.1 问题描述及算法分析	132
5.2.2 程序实现	133
5.3 指针	135
5.3.1 定义指针变量	135
5.3.2 指针运算	136
5.4 动态变量和动态数组——堆变量和堆数组	138
5.5 地址值在函数之间传递	140
5.5.1 传递地址值——值传递	140
5.5.2 传递指针变量——引用传递	144
5.5.3 返回地址	145

5.6	堆数组版“评委评分”程序设计	145
5.7	字符数组与 C-字符串	148
5.7.1	字符数组	148
5.7.2	C-字符串	149
5.7.3	字符串 I/O 操作	150
5.7.4	C-字符串处理函数	152
5.8	指针数组与数组指针	155
5.8.1	指针数组	155
5.8.2	数组指针	157
5.9	* 趣味程序	158
5.9.1	生日的概率问题	158
5.9.2	匹配的概率问题	159
5.9.3	* 模仿密码输入	160
5.10	小结	162
	练习 5	163
第 6 章	函数	173
6.1	函数概述	173
6.2	函数的调用机制	174
6.2.1	函数调用的栈操作过程	174
6.2.2	函数原型纵览	179
6.3	函数版“评委评分”程序设计	182
6.3.1	功能模块设计	182
6.3.2	功能实现——函数定义	183
6.4	递归函数	186
6.5	函数重载	189
6.6	参数带默认值的函数	190
6.7	内联函数	191
6.8	函数模板	192
6.8.1	描述函数模板	192
6.8.2	模板函数的使用	193
6.8.3	重载模板函数	194
6.9	函数应用	195
6.9.1	静态局部变量的特性	195
6.9.2	排序	196

6.9.3	*定积分计算	201
6.9.4	矩阵乘积	203
6.9.5	*动态二维数组	206
6.10	*趣味程序——高尔顿钉板实验模拟	208
6.11	小结	210
练习 6		210
第 7 章	程序结构	219
7.1	多文件结构	219
7.1.1	同一编译单元中的共享变量及函数	219
7.1.2	不同编译单元中的共享变量及函数	219
7.1.3	头文件	220
7.2	编译预处理指令	222
7.2.1	文件包含指令	222
7.2.2	宏定义指令	223
7.2.3	条件编译指令	223
7.3	名字空间	225
7.4	*隐藏函数的定义	230
7.5	小结	230
练习 7		231
第 8 章	链表	232
8.1	结构体	232
8.1.1	数据组织形式描述	232
8.1.2	创建结构体对象	232
8.1.3	访问对象的成员	233
8.2	链表的概念	234
8.2.1	结点的结构	234
8.2.2	单向链表	235
8.3	链表操作	236
8.3.1	遍历	236
8.3.2	插入一个结点	239
8.3.3	删除一个结点	240
8.3.4	*链表版“评委评分”程序清单	241
8.4	小结	254
练习 8		254

第三部分 面向对象程序设计	261
第 9 章 类与类的对象	263
9.1 类的声明	264
9.1.1 成员的访问控制	265
9.1.2 数据成员和成员函数	265
9.2 创建类的对象	266
9.2.1 创建对象	266
9.2.2 对象的基本空间	267
9.3 对象的自我表现	267
9.3.1 this 指针	268
9.3.2 常量成员函数	269
9.4 封装与隐藏	270
9.4.1 屏蔽类的内部实现	270
9.4.2 *隐藏类的内部实现	273
9.5 小结	276
练习 9	276
第 10 章 构造函数及赋值运算	281
10.1 构造函数	281
10.1.1 默认构造函数	281
10.1.2 转换构造函数	282
10.1.3 构造函数的使用	284
10.2 析构函数	286
10.2.1 析构函数的概念	286
10.2.2 对象构造和析构的顺序	287
10.3 复制构造函数	287
10.3.1 浅复制构造——复制对象基本空间的数据成员	288
10.3.2 对象的资源空间	292
10.3.3 深复制构造——构造属于自己的资源空间	294
10.4 赋值运算	295
10.5 组合成员的构造	298
10.5.1 成员的构造时机	298
10.5.2 组合成员的构造——冒号语法	299
10.6 *趣味程序——模拟银行打印储户存折	306
10.7 小结	309
练习 10	309

第 11 章 静态成员及友元	314
11.1 静态成员.....	314
11.1.1 静态数据成员.....	315
11.1.2 静态成员函数.....	316
11.2 友元.....	320
11.2.1 友元函数.....	320
11.2.2 友元类.....	326
11.3 *趣味程序——自动单向链表类.....	327
11.4 小结.....	331
练习 11.....	331
第 12 章 类模板	334
12.1 类模板与模板类.....	334
12.1.1 类模板声明.....	334
12.1.2 模板类及其对象.....	335
12.2 *单向链表类模板.....	336
12.2.1 单向链表类模板框架设计.....	336
12.2.2 单向链表类模板实现技术.....	337
12.3 *趣味程序设计——单向链表类模板应用.....	347
12.3.1 约瑟夫 (Josephus) 问题.....	347
12.3.2 链表结点的奇偶二分.....	349
12.3.3 删除两条链表的相同前缀.....	351
12.4 小结.....	352
练习 12.....	352
第 13 章 运算符重载	354
13.1 运算符概述.....	354
13.2 重载运算符.....	355
13.2.1 重载双目运算符.....	359
13.2.2 重载单目运算符.....	362
13.2.3 Date 类的综合测试.....	364
13.3 *自定义版字符串类——String.....	366
13.4 *趣味程序——“评委评分”程序之类模板应用.....	372
13.5 小结.....	379
练习 13.....	379

第 14 章 继承与多态性	382
14.1 继承与派生概述	382
14.1.1 抽象与具体	382
14.1.2 组合与继承	383
14.1.3 派生类成员的访问属性	387
14.2 派生类对象的构造	390
14.2.1 派生类对象的构造与析构	390
14.2.2 派生类对象的空间	391
14.2.3 派生类对基类的赋值兼容性	392
14.3 多态性	392
14.3.1 虚函数	394
14.3.2 重载运算符享受多态性	397
14.3.3 虚析构函数	398
14.3.4 纯虚函数与抽象类	401
14.3.5 关于虚函数的说明	402
14.4 *多重继承	402
14.4.1 多重继承的一般形式	403
14.4.2 虚拟继承	403
14.5 构造顺序	406
14.6 小结	409
练习 14	409
第 15 章 I/O 流	416
15.1 标准 I/O 流	416
15.1.1 操作系统关于标准 I/O 及其重新定向	416
15.1.2 常用输入流成员函数	419
15.1.3 常用输出流成员函数	422
15.2 文件 I/O 流	422
15.2.1 文本文件	424
15.2.2 二进制文件	426
15.2.3 应用举例	429
15.3 字符串 I/O 流	432
15.3.1 C 语言中的字符串生成与解析	432
15.3.2 C++ 字符串流类	433