

世界著名计算机教材精选

PEARSON

问题求解与程序设计

(C++语言版) (第6版)

Frank L. Friedman

Elliot B. Koffman

著

张长富 金名等译

PROBLEM SOLVING, ABSTRACTION,
AND DESIGN USING C++

Sixth Edition

清华大学出版社



世界著名计算机教材精选

问题求解与程序设计

(C++语言版)

(第6版)

Frank L. Friedman 著

Elliot B. Koffman

张长富 金名 等译

清华大学出版社

北京

Simplified Chinese edition copyright © 2010 by PEARSON EDUCATION ASIA LIMITED and TSINGHUA UNIVERSITY PRESS.

Original English language title from Proprietor's edition of the Work.

Original English language title: Problem Solving, Abstraction, and Design using C++, sixth edition by Frank L. Friedman, Elliot B. Koffman © 2010

EISBN: 978-0-13-607947-7

All Rights Reserved.

Published by arrangement with the original publisher, Pearson Education, Inc., publishing as Addison Wesley.

This edition is authorized for sale only in the People's Republic of China (excluding the Special Administrative Region of Hong Kong and Macao).

本书中文简体翻译版由 Pearson Education(培生教育出版集团)授权给清华大学出版社在中国境内(不包括中国香港、澳门特别行政区)出版发行。

北京市版权局著作权合同登记号 图字:01-2010-2526 号

本书封面贴有 Pearson Education(培生教育出版集团)激光防伪标签,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

问题求解与程序设计(C++语言版)(第6版)/(美)弗雷德曼(Friedman, F. L.), (美)科夫曼(Koffman, E. B.)著;张长富等译.—北京:清华大学出版社, 2011.3
(世界著名计算机教材精选)

ISBN 978-7-302-24585-8

I. ①问… II. ①弗… ②科… ③张… III. ①C语言—程序设计—教材 IV. ①TP312

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第010148号

责任编辑:龙啟铭

责任校对:徐俊伟

责任印制:杨艳

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:010-62795954, jsjic@tup.tsinghua.edu.cn

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

印 装 者:清华大学印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260

印 张:39.25

字 数:980千字

版 次:2011年3月第1版

印 次:2011年3月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:79.00元

产品编号:035083-01

译者序

通过采用经典的软件开发方法，本书第 6 版在强调软件工程原理和使用 C++ 语言实现面向对象编成的同时，提供了坚实的程序设计基础。它十分清晰地阐述了 C++ 程序设计。本书首先从简单的、易于理解的过程编程开始，逐渐拓展加深，直到最终完成动态数据结构的介绍为止。

本书的两位作者都是 Temple 大学计算机与信息科学教授。Elliot B. Koffman 是美国最著名的计算机科学教育家之一，也是 ACM 任务组初级程序设计方法课程的前主席。他与其他作者合著了多部问题求教与面向对象方面的著作。Frank L. Friedman 同时也是 Temple 大学计算机与信息科学系的主任。除了合著本书之外，他还编著了使用 FORTRAN 和 BASIC 编程的其他教材。他当前的研究方向是软件工程。

本书的编写目标是教材。全书由 14 章组成，它们对于学生学习和掌握软件编程的思路、方法、技巧提供了有效的帮助。

本书结构清晰，取舍得当，读者易于使用本书给出的示例体验和体会数据结构的概念与实现技巧，更深入地掌握 C++ 的核心内容。

本书由张长富、金名主译，参加本书翻译工作的人员还有蔡建章、李匀、张建安、邓铁洪、徐君、李强、蒋恩俊、杨文保、李强、苏辛、周成兴、魏敬安、朱建波、徐志平、赵杰辉、傅祎、郭碧莲、郭洵、洪晓煜、黄宣达、江松波、柯渝、赖曲芳、廖阳、刘文红、李伟、郭涛、高磊、王振营、冯哲、韩毅、马以辉、李腾、邓卫、邓凡平、周云、董武、郑晓蕊、陈占军、倪泳智、黄虹、吕巧珍、裘蕾、金颖、韩毅、王嘉佳、吴建伟、宋雁、贺军等。限于译者水平，错误和遗漏之处，敬请读者批评指导。

这是一部用于问题求解和程序设计方面的一个或两个学期的教材。它适用于没有编程背景的学生使用，也适用于学习另一门编程语言的一学期或同类课程的学生使用。学生的背景决定了学习本教材前几章内容以及后续章节扩充内容所需的时间。

本书先前的版本代表了 8 年努力的结晶，美国科学基金会进行了部分赞助。本书在介绍 C++ 程序设计语言的同时，提供了展示软件工程和面向对象程序设计基本原则的入门级课程。我们的主要目标是，在初级程序设计课程中，激励和推广程序设计和抽象的正确原则。在本书的开始部分，我们引入了诸如程序风格、文档、算法和数据结构、面向过程和面向数据的模块化、部件重用以及程序验证等主题。本书的核心放在问题求解与软件过程上，从问题分析开始，直到程序设计和编码。本教材符合程序设计初级课程的目标，遵从 ACM/IEEE 计算机课程 2001 中（课程 CS101 或 CS111）描述的必要的第一学期方法。由于本教材也介绍了面向对象程序设计和 C++ 标准模板库（STL）以及递归和动态数据结构，它也可以用作三学期系列课程 CS102 中的第二学期课程的教材。由于在第 1 章中引入了类、在第 3 章中使用了类，因此，本教材也能够被用于一期程序设计课程中对象方法的介绍上。此时，我们推荐将第 10 章向前提。它可以放在第 6 章之后的任何时间学习。

第 6 版的新增内容

学生将从各种各样新增内容中获取收益，包括：

- 全书多处介绍图形。很多计算机科学专业人士推荐使用图形来帮助激励入门程序设计的学习，并作为帮助学生理解如何使用库和如何调用函数的工具。我们赞同这一观点，并在本版中提供了数个可选的小节。新的、介绍图形的小节包括：

- 3.8 节：计算机图形简介
- 5.10 节：图形程序中的循环
- 7.6 节：使用 char 类型数据控制图形程序
- 9.12 节：使用数组的图形程序

为了降低介绍图形导致的负担，我们决定使用 WinBGIm（包含鼠标支持的 Windows BGI），这是一个基于 Turbo Pascal BGI（Borland 图形接口）库的软件包。WinBGIm 由科罗拉多大学的 Michael Main 及其学生在 Win32 库基础上创建。适合 CS1 课程的几个开发平台都已经嵌入到了 WinBGIm 中。Quincy（由 Al Stevens 开发）是一个开源的、面向学生的 C++ IDE，它包含了 WinBGIm 以及其他一些高级库（<http://www.codecutter.net/tools/quincy>）。科罗拉多大学发布了一个基于开源 GNU g++ 编译器和 emacs 程序编辑器的命令行平台（<http://www.codecutter.net/tools/winbgim>）。WinBGIm 可能用于

Bloodshed Software 的 Dev-C++ 和 Microsoft 的 Visual Studio C++。

- 新的第 0 章旨在向新生阐述计算领域的机会及其组成。通常展示学生能够将自己投入到世界的景象, 我们希望这一章能够鼓励学生或多或少地考虑计算领域。
- 多维数组和结构数组内容的重新组织。这些课题从第 11 章转移到了第 9 章, 以便在一章中涵盖数组和结构的所有内容, 并让学生能够在学习如何编写类之前完成过程编程课题的学习。
- 介绍迭代逼近的新的 7.6 节包含了一个求解方程根的案例研究。
- 第 11 章中的案例研究使用 C++ 向量类作为其基础数据结构。
- 新的节末练习和修订的案例研究。
- 新的章末快速检查、复习和编程项目安排包含了图形编程任务。

面向对象方法与过程方法之间的平衡

面向对象的概念和类在本书前面章节就进行了介绍, 这些介绍从 1.3 节开始引入。2.4 节和 3.7 节讨论了两个系统定义类 `iostream` 和 `string` 的用法, 并且, 在本教材的几乎所有部分都介绍了类和对象的用法。

教师关注的问题之一是数组、结构以及类的相对次序。与上一版一样, 我们首先介绍数组和结构 (第 9 章), 之后介绍类的定义和编码 (第 10 章)。某些教师或许喜欢相反的顺序, 这是完全可能的。介绍类的章节仅仅在类 `simpleString` 的实现中使用了数组, 这一部分可以省去或者将其推迟到讲解了数组之后再介绍。

在第 11 章我们继续着重介绍类的设计和建模, 这里我们引入了模板类、索引列表类、STL 向量类、友元函数以及运算符重载。我们还在第 13 章使用了模板类, 讨论了动态数据结构: 连标、堆栈、队列以及树。我们讨论了 STL 容器类和迭代器的用法, 并且向学生展示了如何实现自己的类。我们已经尽自己的最大努力遵从严格的对象优先与完全过程化编程之间的一条平衡路线。我们赞同对象优先的概念, 但也不愿意牺牲算法组织和设计的基础。第一学年的学生能够、也应该被传授过程设计的基本元素。我们的任务是, 在早期将重点放在数据建模、重用的重要性以及其他一些优秀软件开发基本原则的条件下来实现上述要求。

软件工程与面向对象的概念

众多基础的软件工程和面向对象的概念都在本教材中予以传授: 用户定义类型、建模问题领域实体及其关系、最小化接口、高级聚合、信息隐藏、重点分离、参数化部件以及继承。从一开始就介绍抽象。全书中给出了大量完整案例示例。这些示例遵从标准的软件开发方法, 从问题规格和分析、直到设计的第一阶段、最终到编码。

编程风格的议题完全以特殊格式展示出来。在第 3 章引入了程序是一系列控制结构的概念, 并在第 4 章和第 5 章给出了更详尽的讨论。我们在第一学年课程中介绍软件工程概念的决策明显地体现在这些开始的章节中。我们已经在入门级尽可能早地介绍函数和类——第 3 章和第 6 章介绍函数, 第 3 章和第 10 章介绍介绍类的定义和使用。我们也花了几节的篇幅讨论测试、调试以及程序验证。

内容概要

概念上讲, 本教材可以划分为三个部分。第 1~6 章提供了函数和自顶向下设计的入门材料, 给出了选择和重复结构的深入讨论以及使用这些结构的程序设计策略。在一开始的前三章中建立了良好的问题解决技能与有效的软件开发之间的联系。前两章中的一些小节介绍了问题求解

以及基于问题求解系统方法的软件开发方法。这几章中勾勒的问题求解方法可以一致地应用到本教材中所有其他案例研究上。第2章也包含了对C++基本要素的介绍，其中包括讨论抽象、数据建模和面向对象编程的两节。第3章中，我们在讨论自顶向下设计和分而治之策略的同时，继续重点强调培养基本的问题解决能力。这里讨论了程序部件的重用、并给出了string类及其成员函数的更多细节。

在第4~6章中，我们进一步深入了自顶向下的过程分解。第4章介绍了决策结构，第5章提供了重复结构。在第6章中，我们重提C++函数，介绍了带有输出参数的函数，并提供了展示涵盖大部分至此已学内容的完整案例研究。在第6章末尾包含了介绍递归的可选节。第7~9章涵盖了简单数据类型、输入和输出、结构化数据类型（数组和结构）以及类。第7章提供了简单数据类型更详尽的讨论，包括数据抽象的深度讨论以及简单数据类型内部和外部表示之间的区别。在第9章中，第一次引入了结构化类型（数据和结构）。这里讨论了简单搜索和排序算法，也展示了函数参数中结构类型的用法。第9章也讲述了多维数组和结构数组。

第8章介绍外部文件的输入和输出。尽管此刻学习外部文件似乎有点为时尚早，但我们坚信这是适宜的。程序并不是生活在真空中；它们操作通常来自外部数据元的数据，它们生成随后可以被其他程序操作的结果。因此，对于学生来说，较早地了解与文件输入和输出相关的基本概念十分重要，并且也不会干扰其他基础概念的掌握。当然，在学生学习到第8章的时候，他们已经被传授了流输入和输出的基础知识，包括格式化函数和输入/输出操作符的少量使用。

对于学习了另一门语言、同等深度的一学期编程课程的学生来说，第1~9章可以相当快速地掌握，或许仅仅需要5~6周的时间。对于没有编程背景的学生来说，学习过程可能需要10~12周的时间。

第10章和第11章涵盖了通常会在CS1末尾或CS2开始课程中讲述的中级概念。第10章涵盖了类和对象的定义与使用。第11章重点放在数据建模上。我们以讨论模板类和开发自己的索引列表模板类作为开始。接着，我们介绍了标准模板库，并提供了使用C++向量类处理地址簿的新案例研究。

第12、13、14章涵盖了有一些深度的高级主题：递归（第12章）、链表、栈、队列、树（第13章）以及多进程和线程（第14章）。第12章和第13章通常在第一学年的第二学期学习。第14章也可以包含在这个课程中，或者放在后面的操作系统课程中。

指针的涵盖

指针仅仅在它们真正所属的地方介绍——在讨论动态数据结构时讲述（第13章）。指针是C++语言中危险程度高、相对缺乏保护的要素之一，它不必是入门性教材的基础组成部分。new和delete操作符的使用以及堆中内存单元的分配和回收在第13章的开始部分介绍。我们展示了诸如简单链表、栈和队列、二叉树这样的动态数据结构的操作。

教学特点

几个教学特点也增强了作为教学工具的教材的有用性。这些教学特点包括：

- 一致使用分析和设计工具，比如数据需求表和程序结构图
- 节末的自测题和编程题
- 章末的快速检查练习（提供了答案）和编程项目
- 大量示例和案例研究贯彻了从分析和设计到实现的内容
- 语法展示包含了所介绍的、每一个新的C++特性的语法和语义
- 程序风格和设计指南展示

- 每章末尾详细的语法和运行错误讨论
- 本章复习和习题

教辅资料

本书的教辅材料包括如下,需要的老师请与 longqm@tup.tsinghua.edu.cn 联系:

- PPT
- 部分习题答案
- 测试库
- 源代码

致谢

很多人参与到了本教材的开发中。对于本版来说,我们要感谢 Michael Main,感谢他在 WinBGI 方面的支持以及在一些图形示例方面的协助。我们也要感谢他在科罗拉多大学时的学生的奉献,他们利用 WinBGI 创建了 WinBGI (Grant Macklem、Gregory Schmelter、Alan Schmidt 和 Ivan Stashak)。

我们也要感谢 South Plains College 的 Charlotte Young,感谢他在编写第 0 章时提供的帮助;我们也要感谢 Temple University 的 Jeff Warsaw 和 WaveRules,感谢他们对第 5 版中多进程章节的实际奉献。Temple University 的 Paul LaFollette 和 Paul Wolfgang 是第 1 版的主要贡献者。Temple University 的研究生 Donna Chrupcala、Bruce Weiner 和 Judith Wilson 对本教材原始版本的编写贡献重大。Steve Vinoski 提供了后面大部分章节中有关 C++ 资料的详细注释。

主要的评审者和类测试者在提出改进建议和查找错误方面帮助尤其巨大。对于第一版来说,这些人员包括 Allen Alexander (Delaware Technical and Community College)、Ruth Barton 和 Richard Reid (Michigan State University)、Larry Cottrell (University of Central Florida)、H. E. Dunsmore 和 Russell Quong (Purdue University)、Donna Krabbe (College of Mount St. Joseph)、Sally Kyvernitis (Neumann College)、Xiaoping Jia (DePaul University)、Xiannong Meng 和 Rick Zaccone (Bucknell)、Jeff Buckwalter 和 Kim Summerhays (University of San Francisco) 以及 Jo Ellen Perry (University of North Carolina)。Sally Kyvernitis、Donna Skalski 以及 Frank Friedman 的女儿 Dara 和 Shelley 提供了无价的校对和编辑协助。

我们也十分感谢本书其他版本主要评审者艰苦的工作和及时的回应。他们包括 William E. Bulley (Merit Network, Inc.)、Greg Comeau (Comeau Computing)、Bruce Gilland (University of Colorado at Boulder)、William I. Grosky (Wayne State University)、Bina Ramamurthy (SUNY at Buffalo) 以及 W. Brent Seales (University of Kentucky)。

Frank Friedman 尤其要感谢软件工程学院 (Pittsburgh) 的数位工作人员,特别是 Mary Shaw、Norm Gibbs (Guilford College) 和 Gary Ford,感谢他们在导致本书种子播种发芽年代给予的支持。

一如既往地,在这一努力的过程中,与 Addison-Wesley 的人们一起十分愉快地工作。主编 Michael Hirsch 与编辑助理 Stephanie Sellinger 一起,在整个手稿修订的所有阶段,都提供了指导和鼓励。Heather McNally 和 Wanda Rockwell 督导了本书的生产,而 Margaret Waples 和 Kathryn Ferranti 开拓了市场营销活动。

目 录

第 0 章 作为一种职业途径的计算机科学	1
概述.....	2
0.1 为什么计算机科学或许是适合你的正确领域.....	2
0.1.1 选择计算机科学专业的理由.....	2
0.1.2 计算机科学家的特质.....	3
0.2 大学经验：可选择的计算机学科和专业.....	4
0.2.1 计算机科学.....	4
0.2.2 计算机工程.....	5
0.2.2 信息系统.....	5
0.2.3 信息技术.....	5
0.2.4 软件工程.....	6
0.2.5 多学科专业.....	6
0.3 工作机会.....	7
0.3.1 在美国和世界上的需求.....	8
0.3.2 对代表性不足群体的需求.....	8
0.3.3 依然在地平线上的新职业.....	8
第 1 章 计算机、问题求解和编程引论	10
1.1 计算机概述.....	11
1.1.1 早期的计算机.....	11
1.1.2 计算机分类.....	12
1.1.3 共享计算机资源.....	12
本节练习.....	13
1.2 计算机硬件.....	13
1.2.1 存储器.....	14
1.2.2 主存储器.....	15
1.2.3 辅助存储器.....	15
1.2.4 中央处理器.....	16
1.2.5 输入/输出设备.....	17
1.2.6 计算机网络.....	17
1.2.7 万维网.....	18
本节练习.....	19
1.3 计算机软件.....	19
1.3.1 操作系统.....	19
1.3.2 应用软件.....	21

1.3.3 编程语言.....	21	本节练习.....	49
1.3.4 面向对象编程.....	22	2.4 可运行语句.....	50
本节练习.....	23	2.4.1 内存中的程序.....	50
1.4 处理高级语言程序.....	24	2.4.2 赋值语句.....	50
1.4.1 执行程序.....	25	2.4.3 输入/输出操作.....	51
本节练习.....	26	2.4.5 输入语句.....	52
1.5 软件开发方法.....	26	2.4.6 程序提示.....	53
本节练习.....	28	2.4.7 return 语句.....	55
1.6 应用软件开发方法.....	28	本节练习.....	55
案例研究——将英里转换为千米.....	28	2.5 C++程序的通用格式.....	56
本节练习.....	31	2.5.1 程序中的注释.....	57
1.7 计算机程序员的职业道德.....	31	本节练习.....	58
1.7.1 隐私与数据滥用.....	31	2.6 算术表达式.....	58
1.7.2 计算机黑客.....	31	2.6.1 操作符/和%.....	59
1.7.3 抄袭和盗版软件.....	32	2.6.2 混合类型表达式的数据 类型.....	60
1.7.4 计算机资源的滥用.....	32	2.6.3 混合类型赋值语句.....	61
本节练习.....	32	2.6.4 使用多个操作符的表达式.....	61
本章复习.....	33	2.6.5 在C++中编写数学公式.....	64
快速自测练习.....	33	案例研究——超市硬币处理器.....	64
复习题.....	34	本节练习.....	67
快速自测练习答案.....	35	2.7 交互模式、批模式和数据文件.....	69
第2章 C++概述.....	36	2.7.1 输入重定向.....	69
2.1 C++语言元素.....	37	2.7.2 输出重定向.....	70
2.1.1 注释.....	37	本节练习.....	71
2.1.2 编译器指令: #include.....	38	2.8 常见编程错误.....	71
2.1.3 名称空间 std.....	39	2.8.1 语法错误.....	72
2.1.4 函数 main.....	39	2.8.2 运行时错误.....	73
2.1.5 声明语句.....	40	2.8.3 未检测到的错误.....	73
2.1.6 可运行语句.....	40	2.8.4 逻辑错误.....	74
本节练习.....	41	本章复习.....	74
2.2 保留字和标识符.....	42	快速自测练习.....	76
2.2.1 保留字.....	42	复习题.....	76
2.2.2 标识符.....	42	编程项目.....	77
2.2.3 大写和小写字母.....	43	快速自测练习答案.....	80
本节练习.....	44	第3章 使用函数和类做自顶 向下设计.....	81
2.3 数据类型和声明.....	44	3.1 依据现有信息构造程序.....	82
2.3.1 数据类型.....	44	案例研究——计算圆的面积和 周长.....	83
2.3.2 string 类.....	46		
2.3.3 数据类型的目的.....	47		
2.3.4 声明.....	47		
2.3.5 常量声明.....	48		

案例研究——计算一批平面垫圈的重量.....	85	3.8 计算机图形简介(选读).....	116
本节练习.....	88	3.8.1 窗口的组成.....	116
3.2 库函数.....	89	3.8.2 绘制矩形.....	119
C++ 库函数.....	90	3.8.3 绘制圆、椭圆和弧线.....	120
展望未来.....	92	3.8.4 饼图和填充椭圆.....	124
本节练习.....	92	3.8.5 在绘图上添加文本.....	126
3.3 自顶向下设计和结构图.....	93	本节练习.....	127
案例研究——画简单图形.....	93	3.9 常见编程错误.....	127
本节练习.....	94	分别测试函数子程序.....	129
3.4 无参数函数.....	94	本章复习.....	129
3.4.1 函数原型.....	95	快速自测练习.....	131
3.4.2 函数定义.....	96	复习题.....	131
3.4.3 程序中函数的位置.....	97	编程项目.....	132
3.4.4 函数执行顺序.....	97	快速自测练习答案.....	135
3.4.5 使用函数子程序的优点.....	99		
本节练习.....	100	第4章 选择结构: if 和 switch	
3.5 带输入参数的函数.....	101	语句.....	137
3.5.1 带输入参数的无返回值函数.....	102	4.1 控制结构.....	138
3.5.2 带输入参数和单返回值的函数.....	103	4.2 逻辑表达式.....	138
3.5.3 带有多个参数的函数.....	106	4.2.1 使用关系和相等操作符的逻辑表达式.....	139
3.5.4 参数/参量列表对应关系.....	107	4.2.2 使用逻辑操作符的逻辑表达式.....	140
3.5.5 函数数据区.....	107	4.2.3 操作符优先级.....	141
3.5.6 使用驱动模块测试函数.....	108	4.2.4 在C++中编写条件.....	143
本节练习.....	108	4.2.5 比较字符和字符串.....	144
3.6 名称的作用域.....	109	4.2.6 布尔赋值.....	144
本节练习.....	110	4.2.7 书写 bool 值.....	145
3.7 借助类扩展 C++: 使用类 string.....	111	4.2.8 使用整数表示逻辑值.....	145
3.7.1 string 类.....	111	本节练习.....	146
3.7.2 声明 string 对象.....	112	4.3 if 控制语句简介.....	147
3.7.3 读取和显示 string 对象.....	112	4.3.1 带有两个备选方案的 if 语句.....	147
3.7.4 字符串赋值和拼接.....	113	4.3.2 带有从属语句的 if 语句.....	147
3.7.5 操作符重载.....	113	4.3.3 使用字符和字符串的 if 语句条件.....	148
3.7.6 点表示法: 调用函数 length 和 at.....	113	4.3.4 if 语句的格式.....	149
3.7.7 用于单词处理操作的成员函数.....	114	本节练习.....	150
3.7.8 将子字符串赋值给 string 对象.....	114	4.4 使用复合备选语句的 if 语句.....	151
本节练习.....	115	4.4.1 跟踪 if 语句.....	152
		本节练习.....	153
		4.5 算法中的决策步骤.....	154

案例研究——使用函数解决 工资发放问题..... 154	5.3.1 增量和减量操作符..... 195
4.5.1 有关标识符作用域的 提醒..... 160	5.3.2 异于一的增量和减量..... 197
4.5.2 在结构图中添加数据流 信息..... 160	5.3.3 显示值表..... 198
4.5.3 述评——软件开发方法..... 160	本节练习..... 198
本节练习..... 161	5.4 条件循环..... 200
4.6 检查算法的正确性..... 161	5.4.1 使用减量控制变量的 循环..... 200
本节练习..... 162	案例研究——监视石油供应..... 201
4.7 嵌套 if 语句和多项备选选择..... 162	5.4.2 零迭代循环..... 203
4.7.1 嵌套 if 语句和一系列 if 语句的比较..... 163	5.4.3 更通用的条件循环..... 204
4.7.2 编写嵌套 if 作为多个 备选选择..... 164	本节练习..... 205
4.7.3 条件的顺序..... 165	5.5 循环设计和循环模式..... 205
4.7.4 逻辑表达式的短路计算..... 167	5.5.1 哨兵控制循环..... 206
本节练习..... 168	5.5.2 计算平均值..... 209
4.8 switch 控制语句..... 169	5.5.3 标志控制循环..... 209
4.8.1 适宜地使用 break..... 171	本节练习..... 210
4.8.2 嵌套 if 语句与 switch 语句 的比较..... 171	5.6 do-while 语句..... 211
4.8.3 使用 switch 语句选择 备选函数..... 171	本节练习..... 214
本节练习..... 172	5.7 while、for、do-while 循环复习..... 215
4.9 常见编程错误..... 173	本节练习..... 216
本章复习..... 174	5.8 嵌套循环..... 217
快速自测练习..... 176	本节练习..... 218
复习题..... 177	5.9 调试和测试程序..... 220
编程项目..... 178	5.9.1 使用调试器..... 221
快速自测练习答案..... 182	5.9.2 无调试器的调试..... 221
第 5 章 重复和循环语句..... 184	5.9.3 差一错误..... 222
5.1 计数循环和 while 语句..... 185	5.9.4 测试..... 222
5.1.1 while 语句..... 186	本节练习..... 222
5.1.2 while 语句语法..... 187	5.10 图形程序中的循环 (选读)..... 223
本节练习..... 188	5.10.1 动画..... 224
5.2 使用循环累加和与乘积..... 189	本节练习..... 227
5.2.1 数字连乘..... 191	5.11 常见编程错误..... 227
5.2.2 复合赋值运算符..... 192	本章复习..... 229
本节练习..... 192	快速自测练习..... 232
5.3 for 语句..... 193	复习题..... 233
	编程项目..... 234
	快速自测练习答案..... 239
	第 6 章 模块化编程..... 240
	6.1 值参和引用参数..... 241
	6.1.1 传值调用和引用调用参数..... 243
	6.1.2 void 函数能够返回结果..... 244

6.1.3 什么时候使用引用参数或 值参.....	244	7.2.4 数值文字量的类型.....	282
6.1.4 值参与引用参数的对比.....	245	7.2.5 整数类型和浮点类型的 取值范围.....	282
6.1.5 值参提供的保护.....	245	7.2.6 数值的不精确性.....	283
6.1.6 再谈参量/参数列表的 对应关系.....	245	7.2.7 混合类型：提升.....	284
本节练习.....	247	7.2.8 类型转换.....	284
6.2 使用输出和输入参数的函数.....	248	7.2.9 类型强制转换.....	284
本节练习.....	253	本节练习.....	285
6.3 函数的逐步设计.....	254	7.3 字符数据和函数.....	286
案例研究——通用和与 平均值问题.....	254	7.3.1 一些有用的字符函数.....	287
6.3.1 程序中标识符的多次声明.....	260	本节练习.....	289
本节练习.....	261	7.4 bool 类型数据和逻辑表达式.....	289
6.4 与函数一起使用对象.....	261	7.4.1 求逻辑表达式的反.....	289
本节练习.....	263	7.4.2 bool 类型函数.....	290
6.5 调试和测试程序系统.....	263	7.4.3 bool 类型数据的输入 和输出.....	291
6.5.1 自顶向下测试和桩模块.....	263	本节练习.....	292
6.5.2 自底向上测试和驱动程序.....	263	7.5 枚举类型.....	293
6.5.3 程序系统调试技巧.....	264	7.5.1 字符与枚举成员值.....	294
6.5.4 标识符作用域和观察 窗口变量.....	265	7.5.2 包含枚举类型的比较.....	294
6.5.5 黑盒与白盒测试.....	265	7.5.3 整数类型之间的区别.....	295
本节练习.....	266	7.5.4 读和写枚举类型值.....	295
6.6 递归函数（选读）.....	266	7.5.5 枚举类型声明的位置.....	297
本节练习.....	268	7.5.6 作为强制转换操作符的 枚举类型.....	297
6.7 常见编程错误.....	269	本节练习.....	298
本章复习.....	269	7.6 迭代逼近.....	299
快速自测练习.....	270	7.6.1 函数参数.....	299
复习题.....	271	案例研究——求解根的二分法.....	300
编程项目.....	272	本节练习.....	304
快速自测练习答案.....	278	7.7 使用 char 类型数据控制 图形程序（选读）.....	305
第 7 章 简单数据类型.....	279	7.7.1 生成随机数.....	307
7.1 常量再探讨.....	280	7.7.2 为随机数生成器提供种子.....	307
7.1.1 #define 编译器指令.....	280	本节练习.....	308
本节练习.....	281	7.8 常见编程错误.....	308
7.2 数值数据类型的内部表示.....	281	本章复习.....	310
7.2.1 定点和浮点数据类型.....	281	快速自测练习.....	310
7.2.2 整数类型.....	282	复习题.....	311
7.2.3 浮点类型.....	282	编程项目.....	312
		快速自测练习答案.....	318

第8章 流和文件	319	本节练习	367
8.1 标准输入/输出流.....	320	9.5 搜索和排序数组.....	367
8.1.1 一次读取一个字符.....	325	9.5.1 找到数组中的最小值.....	367
本节练习.....	325	9.5.2 数组搜索.....	369
8.2 外部文件.....	326	9.5.3 以升序排序数组.....	370
8.2.1 交互式处理与批处理.....	326	本节练习.....	371
8.2.2 外部文件的目录名称.....	326	9.6 分析算法: 大O表示法.....	372
8.2.3 将流附加到外部文件上.....	327	9.6.1 搜索算法分析.....	373
8.2.4 函数 copyLine.....	329	9.6.2 排序算法分析.....	373
8.2.5 换行字符细解.....	329	本节练习.....	374
8.2.6 在文件流中使用 getline.....	330	9.7 多维数组.....	374
本节练习.....	331	9.7.1 声明二维数组.....	375
8.3 将外部文件用于程序间的通信.....	332	9.7.2 初始化二维数组.....	376
案例研究——准备工资单文件.....	332	9.7.3 处理二维数组的嵌套循环.....	376
本节练习.....	336	9.7.4 二维数组用作函数参数.....	376
8.4 深入探讨读取字符串数据.....	336	9.7.5 拥有多个维的数组.....	377
8.4.1 使用 ignore 跳过换行字符.....	337	本节练习.....	378
本节练习.....	338	9.8 结构数据类型.....	379
8.5 输入/输出操作算子.....	339	9.8.1 声明结构类型和结构 类型变量.....	379
本节练习.....	340	9.8.2 访问结构成员.....	380
8.6 常见编程错误.....	341	本节练习.....	381
本章复习.....	342	9.9 作操作数和参数使用的结构.....	382
快速自测练习.....	343	9.9.1 结构复制或赋值.....	382
复习题.....	343	9.9.2 作为参数传递结构.....	382
编程项目.....	344	9.9.3 读取结构.....	383
快速自测练习答案.....	349	9.9.4 结构用作函数结果.....	384
第9章 数据结构: 数组和结构	350	9.9.5 引用参数的效率.....	384
9.1 数组数据类型.....	351	本节练习.....	384
9.1.1 数组声明.....	351	9.10 结构数组.....	385
9.1.2 数组初始化.....	353	本节练习.....	387
9.1.3 数组下标.....	354	9.11 作为字符数组的字符串 (选读).....	388
本节练习.....	356	9.11.1 声明和初始化字符数组.....	388
9.2 顺序访问数组元素.....	356	9.11.2 读取和写入字符数组.....	388
9.2.1 字符串和字符数组.....	359	9.11.3 用于字符数组的一些 有用函数.....	389
本节练习.....	360	本节练习.....	390
9.3 数组参数.....	361	9.12 使用数组的图形程序(选读).....	390
9.3.1 数组元素作参数.....	361	9.12.1 绘制多边形.....	390
9.3.2 传递数组参数.....	362	9.12.2 绘制网格.....	392
本节练习.....	364	本节练习.....	395
9.4 读取部分数组.....	365		

9.13 常见编程错误.....	396	10.6.3 类 circle 的实现文件.....	431
本章复习.....	397	本节练习.....	433
快速自测练习.....	398	10.7 一个简单的字符串类.....	433
复习题.....	399	10.7.1 类 simpleString 的设计.....	433
编程项目.....	401	10.7.2 类 simpleString 的定义.....	434
快速自测练习答案.....	405	10.7.3 测试类 simpleString 的 成员函数.....	435
第 10 章 用户自定义类.....	408	10.7.4 类 simpleString 的 实现文件.....	436
10.1 类定义和使用.....	409	本节练习.....	438
10.1.1 counter 类.....	409	10.8 一个存款账户类.....	439
10.1.2 counter 类的类定义.....	410	案例研究——使用存款账户类.....	439
10.1.3 文件 counter.h 中的 编译器指令.....	412	本节练习.....	444
10.1.4 使用 counter 类.....	412	10.9 常见编程错误.....	444
10.1.5 文件 CounterTest.cpp 中的 编译器指令.....	413	本章复习.....	446
本节练习.....	414	快速自测练习.....	447
10.2 类的实现.....	415	习题.....	447
10.2.1 构造函数.....	416	编程项目.....	448
10.2.2 访问器和修改器函数.....	416	快速自测练习答案.....	451
10.2.3 文件 counter.cpp 中的 编译器指令.....	417	第 11 章 数据抽象与面向对象设计....	452
本节练习.....	417	11.1 模版类.....	453
10.3 类和对象使用规则小结.....	418	11.1.1 模版类的定义.....	453
10.3.1 对象是类的实例.....	418	11.1.2 模版类的实现.....	456
10.3.2 公有与私有访问的对比.....	418	11.1.3 支持单独编译的编译器 指令.....	458
10.3.3 类和成员函数定义语法.....	418	本节练习.....	458
10.3.4 结构和类的比较.....	420	11.2 索引列表.....	458
10.3.5 项目文件和单独编译.....	420	11.2.1 索引列表类的需要.....	458
10.3.6 数据、结构和类的结合.....	421	11.2.2 索引列表类的分析与 设计.....	459
10.3.7 函数重载和多态.....	421	11.2.3 使用 indexList 类.....	461
本节练习.....	421	本节练习.....	463
10.4 类用作操作数和参数.....	422	11.3 实现索引列表类.....	464
本节练习.....	423	本节练习.....	468
10.5 分数类.....	424	11.4 面向对象设计.....	469
10.5.1 fraction 类的设计.....	424	11.4.1 面向对象设计方法论.....	469
10.5.2 使用类 fraction.....	425	案例研究——E-mail 提供商的 地址簿.....	469
10.5.3 类 fraction 的实现文件.....	426	本节练习.....	480
本节练习.....	428	11.5 操作符重载与友元.....	481
10.6 circle 类.....	429	11.5.1 操作符重载.....	481
10.6.1 设计 circle 类.....	429		
10.6.2 使用 circle 类.....	431		

11.5.2 友元.....	482	编程项目	523
本节练习	483	快速自测练习答案	524
11.6 vector 类.....	484	第 13 章 指针与动态数据结构.....	526
11.6.1 向量与数组	485	13.1 指针与 new 操作符.....	527
11.6.2 向量函数	485	13.1.1 用指针来访问数据.....	528
11.6.3 通过迭代器访问向量	486	13.1.2 指针操作.....	529
11.6.4 标准算法.....	487	13.1.3 数组指针.....	529
11.6.5 在 E-mail 地址簿案例中 使用向量.....	487	13.1.4 指向结构体的指针.....	530
本节练习.....	490	本节练习	532
11.7 常见编程错误.....	491	13.2 操纵堆	532
本章复习.....	492	13.2.1 作用于堆上的 new 操纵结果.....	532
快速自测练习.....	492	13.2.2 把内存单元返回给堆.....	533
复习题.....	493	本节练习	534
编程项目.....	494	13.3 链表与 list 类.....	534
快速自测练习答案.....	497	13.3.1 结点声明.....	534
第 12 章 递归.....	499	13.3.2 结点连接.....	535
12.1 递归的本质.....	500	13.3.3 在链表中插入结点.....	535
12.1.1 递归问题与解答的 性质.....	501	13.3.4 在链表头插头结点.....	536
本节练习.....	501	13.3.5 在链表尾插入结点.....	537
12.2 跟踪递归函数.....	502	13.3.6 删除结点.....	537
12.2.1 跟踪一个递归函数.....	502	13.3.7 遍历链表.....	537
12.2.2 以反序显示字符.....	503	13.3.8 环形链表与双向 链表 (可选)	539
12.2.3 用于函数调用的栈.....	505	13.3.9 list 类.....	539
12.2.4 C++ 中的参数栈实现.....	507	本节练习	541
本节练习.....	507	13.4 抽象数据类型——栈.....	542
12.3 递归的数学函数.....	507	13.4.1 C++ 的 stack 类.....	542
本节练习.....	511	13.4.2 实现 stack 模版类	544
12.4 以数组为参数的递归函数.....	512	13.4.3 实现栈操作.....	546
案例研究——二叉搜索.....	513	13.4.4 测试栈.....	547
本节练习.....	516	本节练习	548
12.5 问题的递归求解.....	516	13.5 抽象数据类型——队列.....	548
案例研究——汉诺塔.....	516	13.5.1 C++ 的 queue 类.....	549
12.5.1 迭代函数与递归函数的 比较.....	520	13.5.2 实现队列.....	549
本节练习.....	521	本节练习	553
12.6 常见编程错误.....	521	13.6 二叉树	553
本章复习.....	522	13.6.1 二叉搜索树.....	554
快速自测练习.....	522	13.6.2 搜索二叉搜索树.....	554
复习题.....	522	13.6.3 构建二叉搜索树.....	555
		13.6.4 显示二叉搜索树.....	556

本节练习	557	14.2.3 从一个进程中运行另一个 程序	579
13.7 二叉搜索树抽象数据结构	557	本节练习	581
13.7.1 二叉树类的设计	557	14.3 进程间通信与管道	581
13.7.2 二叉树类的实现	559	14.3.1 管道	581
本节练习	562	14.3.2 使用管道	582
13.8 二叉搜索树的效率	563	14.3.3 使用标准输入进行进程间 通信	583
本节练习	564	14.3.4 演示父进程与子进程 之间的通信	584
13.9 常见编程错误	564	本节练习	587
本章复习	565	14.4 线程	587
快速自测练习	565	14.4.1 创建一个线程	587
复习题	567	14.4.2 线程同步化	589
编程项目	568	14.4.3 互斥锁	590
快速自测练习答案	570	14.4.4 死锁	593
第 14 章 使用进程和线程的多处理 ...	572	本节练习	595
14.1 多任务处理	573	案例研究——线程演示	595
14.1.1 线性与并行编程	573	14.5 常见编程错误	604
14.1.2 共享时间的多任务 处理	574	本章复习	605
14.1.3 抢占多任务处理	574	快速自测练习	606
14.1.4 时间片与并行性	575	复习题	607
14.1.5 并发编程	576	编程项目	607
本节练习	576	快速自测练习答案	608
14.2 进程	576		
14.2.1 创建一个进程	577		
14.2.2 等待进程	579		