



C

—Fourth Edition—
**HOW TO
PROGRAM**

Volume 1

C程序设计经典教程

-第4版-

(美) **Harvey M. Deitel** 编著
Paul J. Deitel

聂雪军 贺军 译

C过程编程

- 控制语句
- 函数
- 数组和指针
- 字符和字符串
- 格式化输入/输出和文件
- 结构和联合
- 位操作
- 枚举
- 数据结构
- 预处理器

C++面向对象编程

- 流输入/输出
- C的增强版本C++
- 类和对象
- 运算符重载
- 继承
- 虚拟函数
- 多态性
- 模板

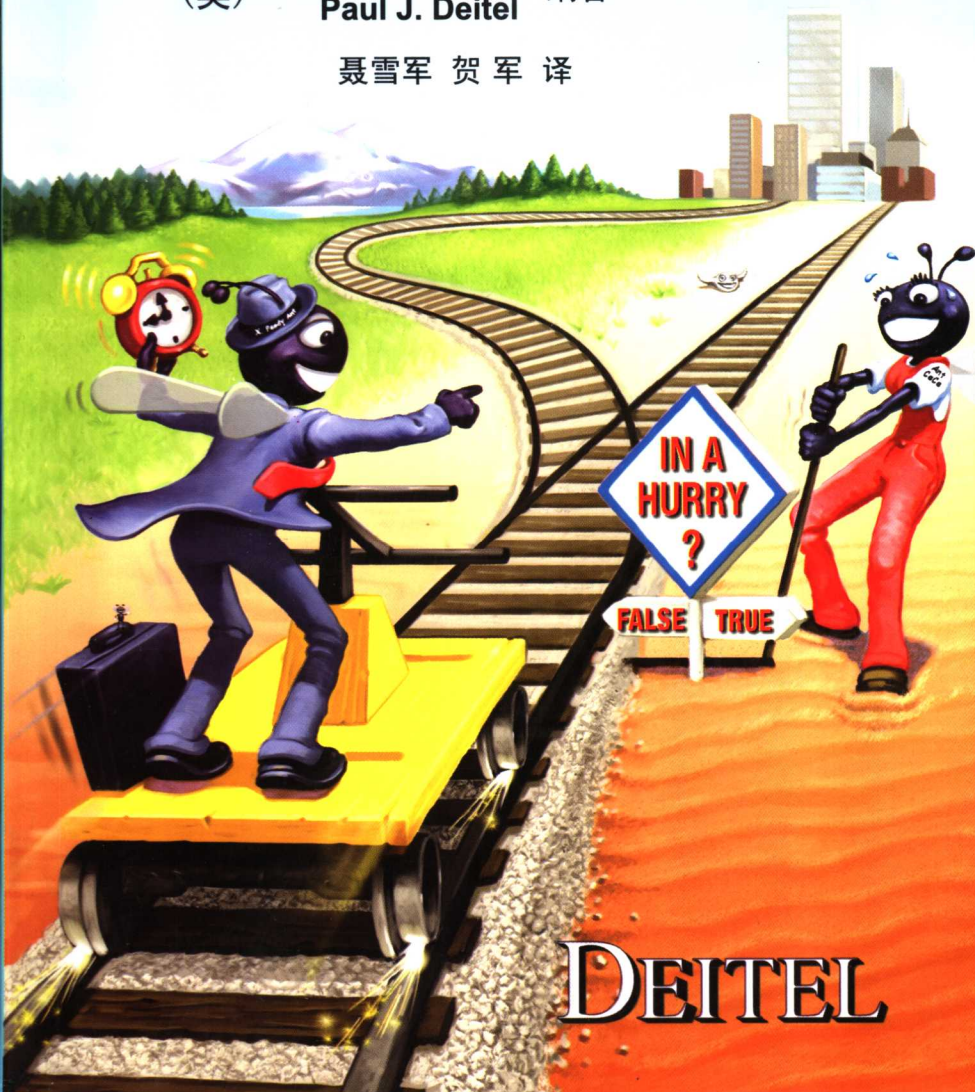
Java面向对象编程

- 应用程序和小程序
- 图形和Swing GUI
- 图形用户界面
- 多媒体/动画
- 图像和音频
- 事件驱动编程

DEITEL



清华大学出版社



► 世界最畅销计算机科学教材

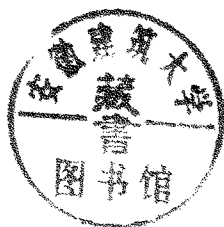
C 程序设计经典教程（第 4 版）

C How to Program

Fourth Edition

(美) Harvey M. Deitel 著
Paul J. Deitel

聂雪军 贺 军 译



清华大学出版社

北京

Simplified Chinese edition copyright © 2006 by PEARSON EDUCATION ASIA LIMITED and TSINGHUA UNIVERSITY PRESS.

Original English language title: C How to Program, Fourth Edition by Harvey M. Deitel, Paul J. Deitel, Copyright © 2004

EISBN: 0-13-142644-3

All Rights Reserved.

Published by arrangement with the original publisher, Pearson Education, Inc., publishing as Prentice Hall.

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

本书中文简体翻译版由 Pearson Education 培生教育出版亚洲有限公司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。未经出版者书面许可，不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

北京市版权局著作权合同登记号 图字：01-2005-1427

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。

图书在版编目（CIP）数据

C 程序设计经典教程：第 4 版/（美）戴特尔（Deitel, H. M.），

（美）戴特尔（Deitel, P. J.）著；聂雪军，贺军译.—4 版.

—北京：清华大学出版社，2006

书名原文：C How to Program

ISBN 7-302-11780-2

I. C… II. ①戴… ②戴… ③聂… ④贺…

III. C 语言—程序设计—教材 IV.TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2005）第 103489 号

出版者：清华大学出版社

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

社总机：010-62770175

地 址：北京清华大学学研大厦

邮 编：100084

客户服务：010-82896445

组稿编辑：科海

文稿编辑：洪英

封面设计：林陶

印刷者：北京市耀华印刷有限公司

发 行 者：新华书店总店北京发行所

开 本：787×1092 1/16 印张：31 字数：754 千字

版 次：2006 年 3 月第 1 版 2006 年 3 月第 1 次印刷

书 号：ISBN 7-302-11780-2/TP·7659

印 数：1~4000

定 价：43.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、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）82896445

内 容 提 要

本书译自经典计算机教程 *C How to Program* 的最新版。在美国，数十万学生通过本书学习 C 语言。作者 Deitel 父子从事编程和教学工作数十年，其所著教材被誉为美国标准教材，在教育界享有盛誉。

本书新版本有以下特色：

- (1) 应用软件工程原理讲述结构化程序设计方法。
- (2) 用新的代码标准重写所有的源代码，并加入大量注释。
- (3) 更新术语，使其与多种语言的标准和规范保持一致。
- (4) 免费下载所有源代码和 PowerPoint 讲义。
- (5) 数百个贴心提示，海量练习题与答案。
- (6) 为教师免费提供教学辅助软件包。

本书内容经典、权威，语言轻松活泼，适合只有很少甚至没有编程经验的大专院校学生，可以作为计算机编程方面的入门级教材，同时也可作为初中级程序员的参考书。

前 言

欢迎来到ANSI/ISO标准C语言世界！Deitel & Associates公司致力于编写具有大学水平的程序设计语言教材和专业书籍，并不断努力稳定地推出新的版本，使已出版的书籍紧跟时代。对我们来说，编写《C程序设计经典教程（第4版）》这本书是一种乐趣。本书及其辅助资料涵盖了很多内容，不论教师还是学生都可以从本书中获得相应的信息来完成一个内容丰富、有趣并富有挑战性以及寓教于乐的教学实践。我们在前言中对本书各章的内容及相关配套资源作了简要介绍，这可以帮助教师、学生和专业人士对本书所涵盖的丰富内容有一个初步的认识。

本书是一套全面的教育资料，它能够帮助教师最大程度地丰富学生的学习体验。本书包括一个只提供给教师的辅助软件包（索取方法请见本书最后所附的教师资源调查表），里面包含了书中部分练习题的答案以及一个测验题目文件，文件中有上百个选择测验题目及答案。在本书的镜像网站（www.prenhall.com/deitel）上还有其他的教师资源，包括一个课程提纲管理器和一个可配置的PowerPoint®讲义。同样，在这个网站上还有针对学生的PowerPoint幻灯片和其他教学辅助资料。

本书是由一个团队来进行审阅的，这个团队由著名的学者和企业专家组成，包括C标准委员会的前任和现任主席，我们列出了他们的名字和简单介绍，这样您就会感受到本书是通过了多么仔细的审查。在前言的末尾部分是作者以及Deitel & Associates公司的信息。在阅读本书的时候，如果您有任何疑问，都可以发E-mail到deitel@deitel.com，我们将及时回复。请访问我们的网站www.deitel.com，在www.deitel.com/newsletter/subscribe.html上还可以订阅Deitel® Buzz Online E-mail新闻邮件。我们通过网站和新闻邮件来通知读者所有最新的Deitel出版物和服务。

本书特性（第4版）

“代码清理”

“代码清理”是我们的术语，指的是添加注释，使用有意义的标识符、缩进以及垂直间隔来区分有意义的程序单元等处理。对程序进行这种处理的结果是：程序具有更好的可读性和自我描述性。我们已经为所有的代码增加了大量描述性的注释，包括在每个主要的控制语句前面加上注释，从而帮助学生清楚地理解程序的流程。

为了形成良好的程序设计习惯，我们用新的代码标准重写了所有的源代码。现在，变量的定义是放在单独的一行以提高可读性，每个程序控制语句都有起始大括号和结束大括号，即使这两个括号可能是多余的。这样有助于读者开发大型的和复杂的程序。每个函数原型和函数定义的第一行是一致的，包括参数名字（这有助于提高程序的可读性并减少错误——尤其对于初学的程序员而言）。

使用术语/陈述

我们对本书中所使用的术语都进行了更新，从而与多种语言的标准和规范保持一致。

教学方法

许多教育者都认为，由于C语言的复杂性和其他的一些难点，使得C并不适合作为第一门课程

序设计语言课程——而这正是本书的目标。那么我们为什么要写这本书呢？

Harvey M. Deitel (HMD) 博士在大学讲授程序设计入门课程已经二十余年，他一直强调要开发书写清晰、结构良好的程序。在这些课程中，他所讲授的大部分内容都是结构化程序设计的基本概念，强调对控制语句和模块化的有效使用。在本书中我们将按照HMD在大学课堂上的讲课方式来介绍这些内容。如果学生们知道自己正在学习的语言能够在进入企业后马上派上用场，那么他们就会有很高的学习热情。

我们的目标很明确：为那些程序设计经验很少甚至没有任何程序设计经验的学生编写一本C语言程序设计教材，它可以供计算机程序设计方向的大学入门级课程使用，同时，本书对传统的C语言课程所要求的理论和实践也要进行深入而翔实的讲解。为了达到这些目标，我们编写了一本篇幅大于其他C语言教材的书，这是因为我们的教材还要详细地讲解结构化程序设计的原理。全世界已经有数十万的学生通过本书的早期版本来学习C语言。

本书包含了从许多领域收集来的大量实例、习题以及项目，目的是让学生能够有机会来解决现实世界中有趣的问题。书中的示例代码在多种编译器上都通过了测试。

本书集中讲解了良好的软件工程原理，并强调了程序的清晰性。我们都是教育者，在全球的企业课堂上讲授与实践密切相关的课题。因此，本书还强调良好的教学方法。

实时代码方法

本书包含了大量实时代码的示例——每个新概念都用以下方式进行讲解：首先是一个完整的、可运行的程序，然后是一个或多个程序执行示例来给出程序的输入/输出。这种风格例证了我们在讲授和编写程序设计时的方法。我们称这种方法为实时代码方法。我们使用程序设计语言来讲授程序设计语言。阅读本书中的示例程序就好像在计算机上输入并运行这些程序一样。

访问万维网

本书（以及我们的其他书籍）中的所有源代码示例程序都可以从以下网址下载：

www.deitel.com
www.prenhall.com/deitel

注册过程快捷简单，并且下载是免费的。我们建议您下载所有的示例程序，然后在您阅读书中相应的内容时运行每个程序。修改示例程序，并立即查看修改后程序运行的结果，这是巩固学习成果的好方法。

学习目标

在每一章的开始都有一系列的学习目标。这些学习目标告诉学生应该达到什么样的要求，并且还可以在阅读完一章之后，给学生一个标准来考查他是否达到了这些目标。这样可以让学生树立信心并积极巩固所学的知识。

节

每一章都被组织为多个小节，每个小节都是C语言的一个关键主题。

示例程序，代码（包括程序输出）

我们通过使用实时代码的方法，在完整并且可运行的程序环境中来介绍C语言的特性。每个程序后面都紧跟着一个窗口，其中包含了程序运行时产生的输出结果。这使得学生可以确认

程序的运行是否正确。把输出结果放在产生输出结果的程序语句的后面，是学习和巩固概念的好方法。书中的程序对C语言的许多特性都进行了说明。仔细阅读本书的过程就好像是在计算机上输入并运行这些程序。

图表/图

本书提供了丰富的图表和线条图。在第3章和第4章讨论控制语句时，利用流程图进行讲解（注意：我们并没有把流程图作为一种程序开发工具来介绍，但我们的确使用了简单的流程图来说明C语言控制语句的运行）。在第12章中，我们使用线条图来说明链表、队列、堆栈以及二叉树的创建和维护。本书的其余部分也提供了详尽的图示说明。

程序设计提示

本书包含了6个程序设计提示类型，以帮助学生把注意力集中在程序开发、测试和调试、性能和可移植性等重要方面。这些提示分别是：常见的程序设计错误、良好的程序设计习惯、错误预防提示、性能提示、可移植性提示、软件工程经验。这些提示与习惯是我们从近60年来（两人合起来）的程序设计和教学经验中收集到的最好经验。我们的一个数学专业的学生告诉我们，她感觉这种方法与数学课本中强调公理、定理和推论时采用的做法有些类似，这为构建优秀的软件提供了基础。



127 个常见的程序设计错误

学习一门新语言的学生——尤其是初次学习程序设计的学生——通常会犯各种各样的错误。对这些常见的程序设计错误提高注意力，可以帮助学生避免犯同样的错误，它还有助于缩短在教师办公室外面排队等候提问的学生队伍长度！



63 个良好的程序设计习惯

良好的程序设计习惯是编写清晰程序的提示。这些技巧能够使学生编写出具有更高可读性和更易维护的程序。



25 个错误预防提示

当我们第一次设计这种“提示类型”时，我们想用它来告诉人们如何测试和调试程序，在本书早期的版本中把这种提示称为“测试和调试提示”。事实上，许多这种类型的提示描述的是C语言中一些可以减少bugs可能性的特性，从而可以简化测试和调试过程。此外，我们还将书中原来许多的“良好的程序设计习惯”提示改为这种提示类型。



32 个性能提示

根据我们的经验，对于第一门程序设计课程而言，教学生编写出清晰的可理解的程序是最重要的目标。但学生们往往希望写出运行最快，使用内存最少，按键次数最少或者在其他方面非常突出的程序。事实上，学生们关心的是程序的性能。他们想知道自己进行哪些操作能够让程序性能更好。因此，我们给出了可以提高程序性能的提示——使程序运行更快或者减少程序所占用的内存数量。



26 个可移植性提示

软件开发是一项复杂且昂贵的活动。开发软件的企业必须不断生产出适合于各种计算机和操作系统的软件版本。因此，今天人们非常重视软件的可移植性，也就是说，生产出的软件只需进行很少修改就能够在各种不同计算机系统上运行。很多人认为，C语言是用于开发可移植程序的合适语言。有些人乐观地认为，只要他们使用C语言来编写应用程序，那么这个程序将会自动地是可移植的。然而实际情况却不是这样。实现可移植性需要经过认真仔细地设计。这个过程有很多容易被忽视的错误。我们在本书中包含了許多可移植性提示，以帮助学生编写可移植的代码。



37 个软件工程经验

软件工程经验所强调的是技巧、架构与设计，这些问题影响着软件系统的架构和构建，对于大型软件系统尤其重要。在这里所学到的大部分内容，会有助于学生学习高级课程或者在企业中开发大型复杂的系统。C语言是实现良好软件工程的有效语言。

总结

在本书中每一章的结尾还有一些辅助教学内容。我们在每章的后面给出了一个总结列表。这可以帮助学生复习并强化关键的概念。

自测练习和答案

本书还包含大量自测练习和自测练习的答案供读者自学。通过这些自测练习和答案，学生们可以树立信心并进一步去解答常规习题。

练习

每章最后都提供了大量的练习，这些练习包括对重要术语和概念的回顾，编写单个程序语句，编写函数的某个部分，编写完整的函数及程序，以及编写一些项目。大量的习题使教师能够调整自己的课程，以满足不同学生的需要和每学期不同的课程安排。教师可以使用这些习题布置作业，安排小测验或重要的考试。

本书中包含的软件

在编写本书的时候，我们使用了多种C语言编译器。因此在很大程度上，本书中的程序可以在所有符合ANSI/ISO标准的C和C++编译器上运行，包括Visual C++ 6.0介绍版。

本书所使用的C语言符合1990年颁布的ANSI C标准。您可以参考所使用系统的帮助手册来获得C语言更详细的信息，或者从美国国家标准学会获得ANSI/ISO 9899:1990的一个副本“美国国家信息系统标准——C程序设计语言”，地址是11 West 42nd Street, New York, New York 10036。

在1999年，ISO通过了一个新的C语言版本——C99，但这个版本至今没有得到广泛的应用。附录B中包含了大量的C99网络资源列表。要了解更多关于C99的信息——或者想购买一份C99标准文档的副本——可以访问美国国家标准学会（ANSI）的网站www.ansi.org。

每个认真负责的程序员都应该仔细地阅读这些文档并正确地参考它们。这些文档并不是教程，它们以非常高的标准精确地定义了它们所描述的语言，这也是编译器的实现者和高度负责

的程序员所要求的精确性。

根据这些文档和文件，我们已经仔细地审查了本书。由于本书被定位为入门级和中级水平，因此我们并没有在本书中讨论上述这些文档中所定义的所有特性。

主流 C 程序开发环境的 *DIVE-INTO™ Series* 教程

我们发布了新的 *DIVE-INTO™ Series* 教程来帮助读者使用许多流行的程序开发环境。这些教程都是免费的，可以从 www.deitel.com/books.downloads.html 上下载。

目前，我们提供了以下的 *DIVE-INTO™ Series* 教程：

- *DIVE-INTO Microsoft® Visual C++® 6*
- *DIVE-INTO Microsoft® Visual C++® .NET*
- *DIVE-INTO Borland™ C++ Builder™ Compiler (command-line version)*
- *DIVE-INTO Borland™ C++ Builder™ Personal (IDE version)*
- *DIVE-INTO GNU C++ on Linux*
- *DIVE-INTO GNU C++ via Cygwin on Windows* (Cygwin 是一个 UNIX 模拟器，用于包含 GNU C++ 编译器的 Windows)
- *DIVE-INTO Forte for Java Community Edition 3.0*
- *DIVE-INTO SunOne Studio Community Edition 4.0*

上述每个教程都讲述了如何在不同的编译器中编译、执行和调试 C 程序。其中许多文档还提供了带有截屏的 step-by-step 使用说明以帮助读者安装软件。每个教程都简单说明了相应的编译器及其在线文档。

本书辅助软件包

本书为教师提供了大量的辅助资料。辅助软件包中包含了书中多数练习题的解答，还包括一个测验题目文件，里面是许多选择题及答案。这个辅助软件包可以免费提供给教师，请感兴趣的教师认真填写本书最后所附的教师资源调查表并邮寄给我们；或者从 <http://www.khp.com.cn/tr0501.rar> 下载调查表，填写完毕后 E-mail 至 chiefeditor@khp.com.cn。经核实您的信息属实后，我们会尽快将辅助软件包资料的下载路径发送到您的邮箱中。此外，我们还提供了 PowerPoint® 幻灯片，里面包含了本书的所有代码和图片并列出了对书中关键点的总结。教师可以自行对幻灯片进行配置。幻灯片可以从 www.deitel.com 下载，或者从本书在 Prentice Hall 上的镜像网站 (www.prenhall.com/deitel) 下载，这个网站还同时为教师和学生提供资源。这个镜像网站为教师提供了一个课程提纲管理器，以帮助教师制定课程计划，并建立在线课程提纲。

DEITEL 电子学习倡导

电子书籍与无线设备

在未来的网络中，无线设备将占有重要的地位。假定增加现在的带宽，并随着 2.5G 和 3G 技术的出现，我们可以预言在未来的几年中，更多人将通过无线设备访问互联网而不是通过桌面计算机。Deitel & Associates 公司致力于无线可达性的研究并出版了 *Wireless Internet & Mobile Business How to Program*。我们正在研究新的电子形式，例如无线电子书籍，这样学生和教师可

以在任意时间、任意地点访问书中的内容。要想定期地获得这些信息，可以在 www.deitel.com/newsletter/subscribe.html 上订阅 *DEITEL® Buzz Online* E-mail 新闻邮件，或者访问 www.deitel.com。

DEITEL® Buzz Online E-mail 新闻邮件

DEITEL® Buzz Online 是我们免费的 e-mail 新闻邮件，包括对企业趋势和发展的评述，指向免费文章和资源的链接，其中这些文章和资源都是从已出版的书籍和即将出版的书籍中截取出来的，产品的发布时间表、勘误表、奇闻趣事，以及关于我们公司的在线培训课程等等。要订阅 *DEITEL® Buzz Online*，可以访问

www.deitel.com/newsletter/subscribe.html

新的 DEITEL® Developer Series

Deitel & Associates 公司正在制定一个重要的出版计划，这个计划通过推出 *DEITEL® Developer Series* 来为企业软件专家讲授前沿技术。本系列推出的前两本书是 *Web Services A Technical Introduction* 和 *Java Web Services for Experienced Programmers*。我们正在编写 *ASP.NET with Visual Basic .NET for Experienced Programmers*、*ASP .NET with C# for Experienced Programmers* 等书籍。请访问 www.deitel.com 或者在 www.deitel.com/newsletter/subscribe.html 订阅我们的 e-mail 新闻邮件以获得所有已出版和即将出版的 *DEITEL® Developer Series* 的信息。

DEITEL® Developer Series 被划分为 3 个子系列。其中 *A Technical Introduction* 系列为 IT 经理和开发者提供正在出现的技术的详细描述。*A Programmer's Introduction* 系列从基础部分开始为程序员和新手讲解新语言和新软件技术；这些书籍讨论了程序设计的基本要素，然后是简单介绍一些更复杂的主题。*For Experienced Programmers* 系列是针对那些希望对新的程序设计语言与技术有更深了解的程序员，这些程序员往往经验丰富并且无需入门级的内容；这个系列中的书籍将很快地转到程序设计语言和软件技术特性的深层次内容中。

本书的内容简介

本书介绍了 C 语言的知识，其中包括对结构化程序设计的介绍。附录 A~附录 F 介绍了与本书相关的大量参考资料。

第1章——计算机、Internet 和万维网入门——讨论了计算机是什么，计算机如何工作以及计算机是如何进行程序设计的。本章介绍了结构化程序设计的概念，并解释了为什么这种技术带来了程序编写方法的革命。本章简短地介绍了程序设计语言的发展历史，从机器语言开始，到汇编语言，再到高级语言。本章还讨论了 C 语言的起源，介绍了典型的 C 语言程序开发环境。

第2章——程序设计入门——简要介绍 C 程序的编写。本章详细讲解了 C 语言中的判断和算术运算。学习完本章之后，学生将会了解如何编写简单而完整的 C 程序。

第3章——结构化程序开发——这可能是本书中最重要的一章，尤其是对于计算机科学专业的学生而言。本章介绍了用于解决问题的算法（过程）概念，并解释了结构化程序设计的开发易于理解、调试和维护以及第一次就能够正常运行的程序中的重要性。本章介绍了结构化程序设计的基础控制语句，即顺序语句、选择语句（if 和 if/else）和循环语句（while）。本章还说明了自上而下、逐步求精的技术，这对编写出正确的结构化程序而言是至关重要的。本章介绍

了流行的程序设计工具——结构化伪码。在第3章中所使用的方法对于用任意程序设计语言来进行结构化程序设计都是适用的，而不仅仅是只对C语言有效。本章有助于学生养成良好的程序设计习惯，为他们学习本书余下的程序设计知识打好基础。

第4章——程序控制——进一步介绍了结构化程序设计的概念，并介绍了其他控制语句。本章详细地讲解了循环语句，并比较了计数器控制循环和标志控制循环。本章对for语句进行了介绍，将其作为实现计数器控制循环的一种便利方法。本章还介绍了switch选择语句和do/while循环语句。本章的最后部分讨论了逻辑运算符。

第5章——函数——讨论了程序模块的设计和构建。C语言与函数相关的功能包括标准库函数、自定义函数、递归和值调用的功能。本章中介绍的技术对于编写和评价正确的结构化程序是非常重要的，对于在现实应用中程序员所开发的大型程序和软件来说尤其如此。通过把复杂的问题划分为多个较小的相互作用的组件，这种“分而治之”的策略被认为是解决复杂问题的一种有效途径。学生们喜欢本章中对随机数和模拟程序的讲解，他们还喜欢本章对掷骰子游戏的讨论，在这个游戏中非常优雅地使用了控制语句。在本章中我们介绍了枚举，第10章将对枚举进行详细的讨论。本章还介绍了递归，并利用一个表格总结了本书其余部分中的数十个递归实例和习题。有些书把递归放在全书内容的后面，但我们感觉这个主题最好是逐步地贯穿到整书中。本章的习题中包括了几个经典的递归问题，例如汉诺塔问题。

第6章——数组——讨论了将相同类型的相关数据项组成排列或者数组。本章介绍了大量单下标数组和双下标数组的实例。人们普遍认为，在结构化程序开发过程中，正确地构造数据与有效地使用控制语句一样重要。本章中的实例考察了各种常见的数组操作，输出直方图，排序数据，把数组传递到函数中以及对调查数据进行分析（使用简单的统计）。本章的一个特点就是详细介绍了基本的排序和查找技术，并把二分查找方法作为一种在线性查找的基础上快速提高效率的查找方法来介绍。本章的习题包括了很多有趣并具有挑战性的问题，如改进的排序技术、机票预订系统的设计、龟图概念（在LOGO语言中非常著名），以及骑士旅行和8皇后问题，在这些问题中介绍了在人工智能领域内广泛应用的启发式程序设计概念。

第7章——指针——介绍了C语言中功能最强大也是最难掌握的功能——指针。本章详细介绍了指针运算符、引用调用、指针表达式、指针算法、指针和数组的关系、指针数组和指向函数的指针等。本章习题中包括了一个经典的龟兔赛跑模拟，还包括了洗牌和发牌算法以及递归迷宫旅行等问题。本章还包括了一个名为“构建自己的计算机”的特殊主题。在这个小节中，我们解释了机器语言程序设计，接着介绍了一个包含计算机模拟器的设计和实现项目，在这个模拟器中，读者可以编写和运行机器语言程序。本书的这个特色是独一无二的，对于需要理解计算机是如何实际工作的读者来说特别有用。我们的学生都非常喜欢这个项目，并且经常对其功能进行增强，在习题中介绍了其中的许多功能。在第12章中，有另外一个特殊的小节会指导读者去建立一个编译器，然后这个编译器生成的机器语言就会在第7章所编写的机器语言模拟器上执行。

第8章——字符和字符串——介绍了处理非数字数据的基础知识。本章完整地介绍了C语言库中可用的字符和字符串处理函数。这里所讨论的技术广泛应用于构建文字处理器、页面排版和排版软件以及文本处理应用程序。本章包括了大量关于研究文本处理应用的习题。学生们非常喜欢这些习题，这些习题包括写作五行打油诗，写作任意诗歌，把英语转换为拉丁语，生成与给定电话号码等价的7个字母的单词，文本对齐，检查保护，检验单词数量，生成摩尔斯电码，

公制转换以及催讨信函等。对学生具有挑战意义的最后一个习题，是使用计算机字典去创建一个纵横字谜的生成器。

第9章——格式化的输入/输出——介绍了printf和scanf强大的格式化功能。本章讨论了printf的输出格式化功能，如把浮点值舍入到给定的小数位，对齐数字列，右对齐和左对齐，文字信息的插入，强制使用加号，输出先导零，使用指数符号，使用八进制数和十六进制数以及控制字段的宽度和精确度。本章还讨论了printf函数中的所有转义序列，例如移动光标，输出特殊字符以及产生可听见的警报声音。本章介绍了scanf的输入格式化功能，包括输入特殊类型的数据，在输入流中跳过特殊的字符。本章还讨论了scanf中所有用于读取十进制、八进制、十六进制、浮点、字符和字符串的格式转换符。本章的习题实际上是对C语言中所有的格式化输入/输出功能进行测试。

第10章——结构、联合、位操作和枚举——介绍了各种重要的特性。结构就像其他程序设计语言中的记录一样，它们能把各种不同类型的数据项组合在一起。第11章中使用结构来创建由信息记录构成的文件、结构与指针以及第12章中的动态内存分配结合在一起使用，可以用来创建诸如链表、队列、堆栈和树这样的数据结构。联合使内存中相同的区域能够在不同的时间用于不同的数据类型，这样的共享方式能够减少程序的内存需求或辅助存储器的需求。枚举是一种定义符号常量的方便途径，这有助于增加程序的可读性。C语言强大的位操作能力使程序员能够编写出利用低级硬件功能的程序。这有助于程序处理位串，设置单独位的开关状态，以及更加紧凑地存储信息。这样的功能通常只能在低级汇编语言中找到，编写操作系统和网络软件等系统软件的程序员对这个功能非常重视。本章的一个特色就是，它的洗牌和发牌模拟程序经过了修订，具有很高的性能。这对于强调算法质量的开发人员而言是一个非常好的学习机会。

第11章——文件处理——讨论了以顺序访问和随机访问这两种方式来处理文本文件的技术。在本章的开始部分按照从位到字节，然后到字段和记录，最后到文件的顺序对数据的层次结构进行了介绍。接着介绍了C语言文件和流的简单概念。我们通过程序来讨论顺序访问文件，在这些程序中给出了如何打开和关闭文件，如何在文件中按顺序存储数据，以及如何从文件中按顺序读取数据。同样，我们也通过程序讨论随机访问文件，在这些程序中给出了如何从随机访问的文件中按顺序读数据。第4个随机访问的程序把许多对文件进行顺序和随机访问的技术综合到了一个完整的事务处理程序中。

第12章——数据结构——讨论了用于创建和控制动态数据结构的技术。本章开头讨论了自引用结构和动态内存分配，接着讨论了如何创建和维护各种动态数据结构，包括链表、队列（或等待队列）、堆栈和树。对于每种类型的数据结构，我们都介绍了可以运行的完整程序，并给出示例的输出结果。本章能够帮助学生进一步掌握指针。本章还包括了大量使用间接和双重间接——一个特别难以理解的概念——的实例。在使用指针时，我们会遇到一个问题：学生们在想象数据结构和它们的节点如何连接在一起的时候存在着困难。所以我们在本章中通过一些图解来显示这些链接和创建这些链接的顺序。二叉树的实例是学习指针和动态数据结构的最好工具。这个实例创建了一个二叉树，加强了重复数据的消除，引入了递归的前序、中序和后序树遍历。当学生们学习和实现这个实例时，他们会真正获得一种成就感。他们尤其喜欢看到中序遍历按照排序后的顺序打印出节点值。本章还包括了一个习题集。这些习题中的亮点就是“构建自己的编译器”这一特殊主题。这些习题包含了一个前缀后缀转换程序和一个后缀表达式赋值程序的开发过程。然后，我们调整了这个后缀赋值算法以生成机器语言代码。编译器把这些

代码放在一个文件中（使用第11章介绍的技术）。然后，学生们就可以在第7章习题中创建的软件模拟器上运行编译器所生成的机器语言代码。

第13章——预处理器——详细讨论了预处理指令。本章详细介绍了#include指令和#define指令，其中#include指令会在文件编译之前把指定文件的一个副本包含在该指令的位置，#define指令用来创建符号常量和宏。本章还解释了条件编译，条件编译使程序员能够控制预处理指令的执行和程序代码的编译。本章讨论了#运算符和##运算符，#运算符可以把它的操作数转换为字符串，而##运算符可以连接两个标记。我们还介绍了预定义的符号常量_LINE_、_FILE_、_DATE_和_TIME_。本章的最后讨论了assert.h头文件的宏assert。在程序测试、调试、验证和确认中，宏assert是非常有价值的。

第14章——高级技术——介绍了其他一些主题，其中包括几个通常在入门课程中不会介绍的高级主题。例如：如何把程序的输入重定向为来自一个文件，把程序的输出重定向到一个文件中，把程序的输出重定向为另一个程序的输入（这称为管道），把一个程序的输入添加到现有的文件中，开发出使用变长参数列表的函数，把命令行参数传递到main函数中并在程序中使用它们，对分布在多个文件中的程序进行编译，使用atexit注册在程序终止时执行的函数，使用函数exit终止程序的执行，使用const和volatile类型限定符，指定使用整数或浮点后缀的数字式常量的类型，使用信号处理库来捕获意外事件，使用calloc和realloc来创建和使用动态数组，以及把union作为一种节省空间的技术。

在几个附录中提供了非常有价值的参考资料。附录A介绍了Internet和万维网上的C语言的资源；附录B介绍了C99在Internet和万维网上的资源列表；附录C介绍了完整的运算符优先级和相关图表；附录D介绍了ASCII码；附录E是关于数制系统的完整指南，其中包括很多带有答案的自测练习；附录F概述了C标准库和这些库在网上的资源。

致谢

写书的最大乐趣之一就在于感谢许多人的努力，尽管他们的名字可能不会出现在书的封面上，但他们的努力工作、相互配合、友谊和理解对本书的编写起着至关重要的作用。许多在Deitel & Associates公司工作的人都为本书投入了大量的时间。

- Abbey Deitel, 主席
- Barbara Deitel, 首席财政长官
- Christi Kelsey, 商业发展主管
- Jeff Listfield, 高级开发员
- Su Zhang, 高级开发员

我们还要感谢Deitel & Associates公司大学生实习项目¹的许多参与人员：Mike Oliver、Brian

¹这是一个竞争激烈的项目（我们在2003年收到了1000余份申请来竞争11个实习职位），它提供了一些带薪水的职位，招聘对象为波士顿地区的大学生，专业可以是计算机科学、信息技术、市场、管理和英语等。这些学生在我们公司的总部（马萨诸塞州，梅纳德）工作，在暑期是全职而在开学以后则是兼职（对于那些在波士顿地区上学的学生）。我们也为想实习一整个学期以获得工作经验的学生提供全职的实习职位。正规的全职职位也会不时地提供给大学毕业生。要想了解更多的信息，请联系我们的主席——abbey.deitel@deitel.com，或者访问我们的网站www.deitel.com。

O'Connor和Adam Burke, 他们致力于本书辅助软件包的制作。我们尤其要感谢Tim Christensen。Tim是波士顿大学的一名高级专家, 他主要致力于商业管理, 同时也在计算机科学领域进行研究, 他测试了本书的所有源代码, 为所有的代码(第2~第14章)添加了注释, 并将程序改写为标准的代码约定。他编写了附录F, 并修订了附录B。Tim同样也参与了本书辅助软件包的制作。

在这个项目中, 我们很幸运地与Prentice Hall公司中的天才与敬业的专业出版团队合作。我们要特别感谢计算机科学的编辑——Kate Hargett所作出的杰出努力, 以及她的老板, 我们在出版方面的顾问——Marcia Horton——Prentice Hall工程与计算机事业部的主编。Vince O'Brien和Tom Manshreck对本书的制作做了大量的管理工作。Sarah Parker负责管理本书的辅助软件包的发行。

我们要感谢本书审阅人员的努力, 要特别感谢Prentice Hall的Carole Snyder, 他负责审阅工作。

- Rex Jaeschke (独立顾问; ANSI C 委员会前任主席)
- John Benito (ISO工作组会议召集人, 负责C程序设计语言)
- Deena Engel (纽约大学)
- Geb Thomas (爱荷华州大学)
- Jim Brzowski (麻省-洛厄尔理工大学)

我们还要再次感谢前面版本的审阅人员(有些是第1版的, 有些是第2版的, 有些是第3版的, 还有些在3个版本中都参与了审阅; 按参加审阅的先后时间排序):

- Rex Jaeschke (独立顾问; ANSI C 委员会前任主席)
- Randy Meyers (NetCom; ANSI C 委员会主席; 前ANSI C++委员会成员)
- Simon North (Synopsis, XML作者)
- Fred Tydeman (顾问)
- Kevin Wayne (普林斯顿大学)
- Eugene Katzin (蒙哥马利大学)
- Sam Harbison (德克萨斯仪器公司, PH作者)
- Chuck Allison (Tydeman顾问公司)
- Catherine Dwyer (Pace大学)
- Glen Lancaster (DePaul大学)
- David Falconer (位于浮尔顿的加利福尼亚州立大学)
- David Finkel (Worcester Polytechnic学院)
- H. E. Dunsmore (Purdue大学)
- Jim Schmolze (Tufts大学)
- Gene Spafford (Purdue大学)
- Clovis Tondo (IBM公司, Nova大学访问教授)
- Jeffrey Esakov (宾夕法尼亚大学)
- Tom Slezak (加利福尼亚大学, 美国Lawrence Livermore实验室)
- Gary A. Wilson (Gary A Wilson & Associates 和加利福尼亚大学伯克利分校)
- Mike Kogan (IBM公司, 32位OS/2 2.0首席架构师)

- Don Kostuch (IBM公司, 已退休; C、C++和面向对象程序设计的教授)
- Ed Lieblein (Nova大学)
- John Carroll (圣地亚哥州立大学)
- Alan Filipksi (亚利桑那州立大学)
- Greg Hidley (加利福尼亚大学圣地亚哥分校)
- Daniel Hirschberg (加利福尼亚大学Irvine分校)
- Jack Tan (休斯顿大学)
- Richard Alpert (波士顿大学)
- Eric Bloom (Bentley大学)

这些审阅者对本书的每个细节都作了详细的审查, 为提高本书的准确性和完整性提供了无数的建议。

联系 Deitel & Associates

我们真诚地期待您的评论、批评、改正以及提高本书质量的建议, 请把这些建议发送到:
deitel@deitel.com

我们将及时回复。

勘误表

我们将把本书的所有勘误表放在www.deitel.com网站上。

客户技术支持

请把所有软件问题和安装问题发给Pearson Education公司的技术支持:

- 电话: 1-800-677-6337
- E-mail: media.support@pearsoned.com
- 网址: 247.prenhall.com

请将所有C语言的问题发给deitel@deitel.com, 我们将及时回复。

欢迎进入激动人心的C语言程序设计世界, 我们真诚地希望您能够享受本书的学习过程。

Harvey M. Deitel博士

Paul J. Deitel

关于作者

Harvey M. Deitel博士, Deitel & Associates公司的主席及首席策略长官, 在计算机领域有着42年的经验, 包括广泛的企业经验和学术经验。Deitel博士在麻省理工学院获得了学士和硕士学位, 并在波士顿大学获得博士学位。他曾在IBM和麻省理工学院从事前沿的虚拟内存操作系统项目的研究, 这个项目所开发的技术在目前许多操作系统中都得到了实现, 例如UNIX、Linux和Windows XP等。他还有着20年的教学经验, 这包括在与他的儿子Paul J. Deitel创建Deitel & Associates公司前担任波士顿大学计算机科学系的系主任。他和Paul是数十本书籍和多媒体软件

包的合作作者，现在他们正在编写更多的书籍。这些书籍被翻译为日语、德语、俄语、西班牙语、繁体中文、简体中文、韩语、法语、波兰语、意大利语、葡萄牙语、希腊语、乌尔都语以及土耳其语，Deitel的这些书籍获得了国际上的认可。Deitel博士对许多大型公司、政府和军方都作过专题演讲。

Paul J. Deitel, Deitel & Associates公司的CEO和首席技术长官，毕业于麻省理工学院斯隆管理学校信息技术专业。在Deitel & Associates公司中，他为许多企业客户讲授了C、C++、Java以及互联网和万维网课程，包括IBM、Sun、戴尔、朗讯科技、Fidelity公司、位于肯塔基空间中心的NASA、美国强烈风暴实验室、康柏、白沙导弹部队、Rogue Wave软件、波音、Stratus公司、Cambridge Technology Partners公司、Open Environment公司、One Wave公司、Hyperion软件、Adra系统公司、Entergy公司、CableData系统公司以及许多其他的公司。他为计算机协会波士顿分会作了关于C++和Java的演讲，并通过与Deitel & Associates公司、Prentice Hall和Technology Education Network合作，讲授了基于卫星的Java课程。他和他的父亲——Harvey M. Deitel博士都是世界上最畅销的计算机科学教材的作者。

关于Deitel & Associates公司

Deitel & Associates公司是一家享有国际声誉的培训和技術提供公司，致力于互联网/万维网软件技术、电子商务/电子金融软件技术、面向对象技术和计算机程序设计语言教育。公司提供以下的培训课程：互联网与万维网程序设计、无线网络程序设计、面向对象技术、主程序程序设计语言和平台（例如C、C++、Visual C++[®] .NET、Visual Basic[®] .NET、C#、Java、高级Java、XML、Perl、Python等）。Deitel & Associates公司的创建人是Harvey M. Deitel博士和Paul J. Deitel。公司的客户包括许多世界上著名的计算机公司、政府机构、军方机构以及商业组织。通过与Prentice Hall出版社27年的出版合作关系，出版了许多前沿的程序设计教材，专业书籍，基于CD的互动多媒体Cyber Classroom、Complete Training Course，基于网络的培训课程和课程管理系统电子内容，这些电子内容用于许多主流的CMS，例如WebCT[™]、Blackboard[™]和CourseCompassSM。Deitel & Associates公司和本书作者可以通过下面的E-mail联系：

deitel@deitel.com

要想了解更多关于Deitel & Associates公司、公司的出版物以及全球在线培训课程，可以访问：

www.deitel.com

目 录

第1章 计算机、Internet和万维网入门	1
1.1 简介	1
1.2 计算机是什么	2
1.3 计算机的组织	3
1.4 操作系统的演变	3
1.5 个人计算、分布式计算和客户/服务器计算	4
1.6 机器语言、汇编语言和高级语言	5
1.7 C语言的历史	6
1.8 C语言的标准库	7
1.9 C语言程序开发环境基础	7
1.10 Internet的历史	10
1.11 万维网的历史	11
1.12 C语言及本书的注意事项	11
总结	12
自测练习	14
自测练习答案	14
练习	14
第2章 程序设计入门	16
2.1 简介	16
2.2 一个简单的C程序：显示一行文本	16
2.3 另一个简单的C程序：两个整数相加	20
2.4 内存的概念	24
2.5 算术运算	25
2.6 判断：等式和关系运算符	28
总结	32
自测练习	33
自测练习答案	34
练习	35
第3章 结构化程序开发	40
3.1 简介	40
3.2 算法	40
3.3 伪码	41
3.4 控制结构	41