



The C++ Programming
Language (Special Edition)

C++ 程序设计语言
(特别版)

(美) Bjarne Stroustrup 著
贝尔实验室
袁宗燕 译



机械工业出版社
China Machine Press



Pearson Education
培生教育出版集团



北京华章图文信息技术有限公司

国外经典教材



Classical Texts From Top Universities

C++ 程序设计语言 (特别版)

*The C++ Programming
Language*
(Special Edition)

(美) Bjarne Stroustrup 著
贝尔实验室
裘宗燕 译



机械工业出版社
China Machine Press



Pearson Education
培生教育出版集团

本书由C++语言的设计者编写，是有关C++语言的最全面、最权威的著作。本书覆盖了标准C++以及由C++所支持的关键性编程技术和设计技术。标准C++较以前的版本功能更强大，其中许多新的语言特性，如名字空间、异常、模板、运行时类型声明等使得新技术得以直接应用。本书围绕语言及库功能来组织，内容涉及C++的主要特征及标准库，并通过系统软件领域中的实例解释说明一些关键性的概念与技术。

本书的目的是帮助读者深刻地理解C++如何支持编程技术，从而成为一名优秀的编程人员和设计人员。本书适合作为高校计算机专业C++语言和面向对象编程等课程的教科书，也是C++程序员和爱好者必备的参考书。

Simplified Chinese edition Copyright © 2002 by PEARSON EDUCATION NORTH ASIA LTD and China Machine Press.

Original English language title: The C++ Programming Language, Special Edition by Bjarne Stroustrup, Copyright © 2000.

All Rights Reserved.

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

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

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。

本书版权登记号：图字：01-2001-2195

图书在版编目（CIP）数据

C++程序设计语言（特别版）/（美）斯特朗斯特鲁普（Stroustrup, B.）著；裘宗燕译. - 北京：机械工业出版社，2002.7

（国外经典教材）

书名原文：The C++ Programming Language, Special Edition

ISBN 7-111-10202-9

I. C… II. ①斯…②裘… III. C语言－程序设计－教材 IV. TP312

中国版本图书馆CIP数据核字（2002）第029325号

机械工业出版社（北京市西城区百万庄大街22号 邮政编码 100037）

责任编辑：温丹丹 杨海玲

北京牛山世兴印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2002年7月第1版第1次印刷

787mm×1092mm 1/16·58.75印张

印数：0 001-8 000册

定价：85.00元

凡购本书，如有倒页、脱页、缺页，由本社发行部调换

出版者的话

文艺复兴以降，源远流长的科学精神和逐步形成的学术规范，使西方国家在自然科学的各个领域取得了垄断性的优势；也正是这样的传统，使美国在信息技术发展的六十多年间名家辈出、独领风骚。在商业化的进程中，美国的产业界与教育界越来越紧密地结合，计算机学科中的许多泰山北斗同时身处科研和教学的最前线，由此而产生的经典科学著作，不仅擘划了研究的范畴，还揭橥了学术的源变，既遵循学术规范，又自有学者个性，其价值并不会因年月的流逝而减退。

近年，在全球信息化大潮的推动下，我国的计算机产业发展迅猛，对专业人才的需求日益迫切。这对计算机教育界和出版界都既是机遇，也是挑战；而专业教材的建设在教育战略上显得举足轻重。在我国信息技术发展时间较短、从业人员较少的现状下，美国等发达国家在其计算机科学发展的几十年间积淀的经典教材仍有许多值得借鉴之处。因此，引进一批国外优秀计算机教材将对我国计算机教育事业的发展起积极的推动作用，也是与世界接轨、建设真正的世界一流大学的必由之路。

机械工业出版社华章图文信息有限公司较早意识到“出版要为教育服务”。自1998年始，华章公司就将工作重点放在了遴选、移译国外优秀教材上。经过几年的不懈努力，我们与Prentice Hall, Addison-Wesley, McGraw-Hill, Morgan Kaufmann等世界著名出版公司建立了良好的合作关系，从它们现有的数百种教材中甄选出Tanenbaum, Stroustrup, Kernighan, Jim Gray等大师名家的一批经典作品，以“计算机科学丛书”为总称出版，供读者学习、研究及度藏。大理石纹理的封面，也正体现了这套丛书的品位和格调。

“计算机科学丛书”的出版工作得到了国内外学者的鼎力襄助，国内的专家不仅提供了中肯的选题指导，还不辞劳苦地担任了翻译和审校的工作；而原书的作者也相当关注其作品在中国的传播，有的还专诚为其书的中译本作序。迄今，“计算机科学丛书”已经出版了近百个品种，这些书籍在读者中树立了良好的口碑，并被许多高校采用为正式教材和参考书籍，为进一步推广与发展打下了坚实的基础。

随着学科建设的初步完善和教材改革的逐渐深化，教育界对国外计算机教材的需求和应用都步入一个新的阶段。为此，华章公司将加大引进教材的力度，在“华章教育”的总规划之下出版三个系列的计算机教材：针对本科生的核心课程，剔抉外版菁华而成“国外经典教材”系列；对影印版的教材，则单独开辟出“经典原版书库”；定位在高级教程和专业参考的“计算机科学丛书”还将保持原来的风格，继续出版新的品种。为了保证这三套丛书的权威性，同时也为了更好地为学校和老师服务，华章公司聘请了中国科学院、北京大学、清华大学、国防科技大学、复旦大学、上海交通大学、南京大学、浙江大学、中国科技大学、哈尔滨工业大学、西安交通大学、中国人民大学、北京航空航天大学、北京邮电大学、中山大学、解放军理工大学、郑州大学、湖北工学院、中国国家信息安全测评认证中心等国内重点大学和科研机构在计算机的各个领域的著名学者组成“专家指导委员会”，为我们提供选题意见和出版监督。

“国外经典教材”是响应教育部提出的使用外版教材的号召，为国内高校的计算机本科教学度身订造的。在广泛地征求并听取丛书的“专家指导委员会”的意见后，我们最终选定了这20多种篇幅内容适度、讲解鞭辟入里的教材，其中的大部分已经被M.I.T.、Stanford、U.C. Berkley、C.M.U.等世界名牌大学采用。丛书不仅涵盖了程序设计、数据结构、操作系统、计算机体系结构、数据库、编译原理、软件工程、图形学、通信与网络、离散数学等国内大学计算机专业普遍开设的核心课程，而且各具特色——有的出自语言设计者之手、有的历三十年而不衰、有的已被全世界的几百所高校采用。在这些圆熟通博的名师大作的指引之下，读者必将在计算机科学的宫殿中由登堂而入室。

权威的作者、经典的教材、一流的译者、严格的审校、精细的编辑，这些因素使我们的图书有了质量的保证，但我们的目标是尽善尽美，而反馈的意见正是我们达到这一终极目标的重要帮助。教材的出版只是我们的后续服务的起点。华章公司欢迎老师和读者对我们的工作提出建议或给予指正，我们的联系方式如下：

电子邮件：hzedu@hzbook.com

联系电话：(010) 68995265

联系地址：北京市西城区百万庄南街1号

邮政编码：100037

专家指导委员会

(按姓氏笔画顺序)

尤晋元
石教英
张立昂
邵维忠
周克定
郑国梁
高传善
裘宗燕

王 珊
吕 建
李伟琴
陆丽娜
周傲英
施伯乐
梅 宏
戴 葵

冯博琴
孙玉芳
李师贤
陆鑫达
孟小峰
钟玉琢
程 旭

史忠植
吴世忠
李建中
陈向群
岳丽华
唐世渭
程时端

史美林
吴时霖
杨冬青
周伯生
范 明
袁崇义
谢希仁

Preface to the Chinese Edition

This book is the most complete and up-to-date book on Standard C++. It is also the most widely read and most widely available. By my current best count, it is now available in 17 languages (see <http://www.research.att.com/~bs/covers.html>). This translation is based on a text that has been improved by thousands of suggestions from readers.

I am particularly pleased that this book is now more easily accessible to Chinese programmers and students. Chinese colleagues have pointed out the need for a translation to me, as has many Chinese programmers in email. Not being a native English speaker myself, I appreciate the need - and anyway, I just love my collection of translations as a graphic example of the widespread use of C++.

Naturally, some people prefer the original English text whereas others feel that a translation into their native language removes a barrier to understanding. I have known programmers who used both the original version and a translation to have the advantage of using their native language and also of having English available to communicate with programmers worldwide.

This book covers Standard C++, its standard library, and the fundamental programming techniques supported by C++, such as Object-Oriented Programming and Generic Programming. The aim is not just to explain the language facilities, but to provide sufficient information of their effective use for a programmer to cope with major projects. For that discussion of design is essential.

In August 1998 the ISO standard for C++ (ISO/IEC 14882 *Standard for the C++ Programming Language*) was ratified (by a 22-0 vote of national standards committees). This was a milestone for C++ inaugurating a new era of stability and advances in tools and techniques.

For me, the bottom line is that Standard C++ is a better approximation to my aims for C++ than any previous version. Standard C++ and its standard library allows me to write better, more elegant, and more efficient C++ programs than I have been able to in the past.

The aim of the standards effort was to specify a language and a library that will serve every part of the user community well without favoring any particular group of users, any particular company, or any particular country over others. It was an open and fair process aimed at quality and consensus.

One potential problem with an open and democratic standards process is "design by committee." This was largely avoided for C++. One reason was that I served as the chairman of the working group for language extensions. In that capacity, I evaluated all suggestions for major extensions and wrote the final version of the ones I, the working group, and the committee deemed both worthwhile and feasible. Thus, the primary activity of the committee was discussion of relatively complete designs presented to it, rather than design itself. Similarly, the major new part of the standard library - the "STL" providing a general, efficient, type-safe, and extensible framework of containers, iterators, and algorithms was primarily the work of one man: Alexander Stepanov.

Importantly, the C++ standard is not just a document. It is embodied in C++ implementations. All the major implementations now implement the standard with very minor exceptions. To help keep vendors honest, at least two companies now offer validation suites for Standard C++. Thus, the code I write now use — where appropriate — most of the facilities offered by Standard C++ and described in this edition of *The C++ Programming Language*.

The improvements to C++ language and the addition of a standard library have made a significant difference in the way I am able to write my code. My programs are now shorter, cleaner, and more efficient than they used to be. This is a direct result of Standard C++'s better, more systematic, and cleaner support for abstraction. Better support for facilities such as templates and exceptions reduce the need to deal with lower-level and messier facilities. Also, the last few years have seen the emergence of many new design and programming techniques, which are reflected in the presentation approach and examples of this book.

C++ can now be taught as a higher-level language. That is, the initial emphasis can be on algorithms and containers, rather than fiddling with bits, unions, C-style strings, arrays, etc. Naturally, lower-level concepts (such as arrays, non-trivial uses of pointers, and casts) must eventually be taught/learned. However, the presentation of such facilities can be postponed until a novice C++ programmer, reader, or student has gained the maturity to see them in the context of the higher-level concepts that they are used to implement.

In particular, I cannot overemphasize the importance of the statically type-safe strings and containers over programming styles involving lots of macros, casts, and arrays. In *The C++ Programming Language* I have been able to eliminate essentially all uses of macros and to reduce the use of casts to the handful of cases where they are essential. I consider the C/C++ form of macros a serious deficiency — which now has been made largely redundant by proper language facilities such as templates, namespaces, inline functions, and constants. Similarly, extensive use of casting is — in any language — a sign of weak design. Both macros and casts are major sources of errors. Being able to do without them makes C++ programming much safer and more elegant.

Standard C++ is meant to change the way we program in C++, to change the way we design our programs, and to change the way we teach C++ programming. Such changes do not happen overnight. I encourage you to take a long hard look at Standard C++, at the design and programming techniques used in *The C++ Programming Language*, and the way you program. I suggest that major improvements are possible. Do keep a cool head, though. There are no miracles, and using a language facility or a technique that you only partially understand in production code is dangerous. Now is the time to explore and experiment — the really major benefits of Standard C++ you reap only through the understanding of new concepts and new techniques.

Enjoy!

Bjarne Stroustrup

中文版序

本书是讲述标准C++的最完整和最新的著作，它拥有最多的读者，使用也最为广泛。按我目前的统计，本书已经被翻译成17种语言（参见<http://www.research.att.com/~bs/covers.html>）。所以，这个译本所依据的原文，已经从成千上万的读者建议中获益匪浅。

现在，中国的程序员和莘莘学子能够更容易地读到本书，对此我尤感欣慰。我的中国同事，还有许许多多中国的程序员（通过电子邮件）早就向我建议有必要将本书译为中文。因为自己的母语也不是英语，我当然也认识到了这种必要性——何况，我还非常喜欢拿本书译本的总数作为C++得到广泛应用的活生生的例子。

自然了，所谓“仁者乐山，智者乐水”，有人会更喜欢英文原版，而另一些人则会感觉阅读翻译成母语的版本更能消除理解上的障碍。我认识许多程序员同时使用原版和译本，这样既能发挥母语的优势，又能用英语与全世界的程序员进行交流。

本书涵盖了标准C++、它的标准库和C++所支持的基本技术，如面向对象程序设计和通用型程序设计。其目的不仅仅是阐述语言的功能，还要提供如何行之有效地使用这些功能的信息，使程序员足以应付大多数开发项目。因此其中对设计的讨论非常重要。

1998年，ISO的C++标准（ISO/IEC 14882 *Standard for the C++ Programming Language*）得到了批准（各国标准委员会以22-0全票通过）。这是C++发展史上的一个里程碑，开创了C++工具和技术稳定发展的新纪元。

对我本人而言，其中关键在于，标准C++相对于以前的任何版本，更接近于我对C++的目标。标准C++及其标准库使我能够编写出比过去更好、更优雅、更高效的C++程序。

标准化的目的是为一种语言和一个库制定规范，使其能够服务于所有用户群体，而不至偏向于某个用户群、某个公司或某个国家。这是一个以保证质量和达成共识为目的的开放、公正的过程。

开放和民主的标准化过程存在一个潜在的问题：所谓“由委员会设计”。这在C++的标准化中基本上被避免了。原因之一在于，我担任了语言扩展工作组的主席。在此位置上，我负责评估所有关于主要语言扩展方面的建议，并就那些我本人、工作组和委员会都认为值得和可行的建议撰写最终版本。因此，委员会的主要活动是讨论提交上来的相对完整的设计，而不是自己来设计。与此类似，标准库的主要新增部分——“STL”（为容器、迭代器和算法提供了通用的、高效的、类型安全的和可扩展的框架），主要都源自一个人——Alexander Stepanov的工作成果。

重要的是，C++标准不仅仅是一份文档。它已经在各种C++实现产品中得到了体现。所有主要的C++实现产品现在都实现了标准，只有极少的几个例外。为了帮助厂商更好地实现标准，现在至少有两个公司提供了标准C++的验证套件。因此，我现在写代码，只要合适，都会用到标准C++提供的和本书这一版中讲述的功能。

C++语言的改进和标准库的增加，使我自己编写代码的方式发生了显著变化。现在我的程序比原来更加简洁、更加高效。这直接得益于标准C++对抽象更好、更系统和更纯粹的支持。

对模板和异常等功能更好的支持，使对底层处理和更混乱的功能的需要大大降低了。而且，最近几年出现了许多新的设计和编程技术，这在本书的表达方法和实例中都有所反映。

C++现在可以作为高级语言来讲授了。也就是说，重点一开始就可以放在算法和容器上，而不用再在什么位呀，联合呀，C风格字符串，数组等等东西上纠缠不清了。自然，底层的概念（如数组、重要的指针应用和强制转换）最终还是要教要学的。但是，可以等到作为新手的C++程序员、读者或学生已经成熟，能够在实现这些功能的高级概念的大背景中看待它们的时候，再对这些功能进行阐释。

我想特别强调（怎么强调都不过分）的是，应该多使用静态类型安全的字符串和容器，而不要学那些使用大量宏、强制转换和数组的编程风格。在本书中，我能够根本就不用宏，并且只在很少的非用不可的情况下才使用强制转换。我认为C/C++形式的宏是一种严重的缺陷——现在因为有了模板、名字空间、在线函数和常量这些正确的语言功能，它很大程度上更是一种多余了。同样，在任何语言中，强制转换的大量使用都是设计不良的标志。宏和强制转换是错误的主要渊藪。不用它们也能工作，这一点大大提高了C++编程的安全性和优雅性。

标准C++改变了我们使用C++编程、设计程序以及教授C++编程的方式。这些变化不可能“毕其功于一役”。我鼓励你在标准C++、在本书中所用的设计和编程技术，以及自己的编程方式上好好下一番功夫。我想脱胎换骨是有可能的。但是别太死心眼了。奇迹是不存在的，在产品代码中使用仅仅一知半解的语言功能和技术是相当危险的。现在该开始探索，开始试验了——标准C++真正对你有所裨益的地方，就在理解新概念和新技术的旅程中！

旅途愉快！

Bjarne Stroustrup

译者序

Bjarne Stroustrup的《*The C++ Programming Language*》是有关C++语言的第一部著作。毫无疑问，它是关于C++语言及其程序设计的最重要著作，在此领域中的地位是无可替代的。《*The C++ Programming Language*》一书伴随着C++语言的发展演化而不断进步，经过第1版（1985年）、第2版（1991年）、第3版（1998年），本书的英文原书是《*The C++ Programming Language*》第3版经过补充和修订后的“特别版（2000）”（对应于国内引进的影印本）。对于这个中译本，我想说的第一句话就是“来得太晚了”。

要学习C++语言和程序设计，要将C++应用于程序设计实践，本书自然是必读之书。这个“特别版”以标准化的C++语言为基础，讨论了C++的各种语言特征和有效使用这一语言的程序设计技术。书中也用了大量的篇幅，在标准库以及一般软件开发的环境下，讨论了使用C++语言编程和组织程序的许多高级技术。本书内容覆盖了C++语言及其程序设计的各个方面，其技术深度与广度是举世公认的。

然而，作者讨论的并不仅是C++语言及其程序设计。本书的讨论远远超出这一范围，第四部分用了大量的篇幅去讨论软件开发过程及其问题。即使是在介绍C++语言及其程序设计的具体问题时，作者也常在程序结构、设计和软件开发的大环境下，提出自己的许多认识。作者有很强的计算机科学与技术基础，在系统软件开发方面极富经验，他所提出的观点和意见值得每个在这个领域中工作的人的重视。

当然，重视并不是盲从。在Stroustrup的两本关于C++的重要著作（本书和《C++语言的设计与演化》（已由机械工业出版社出版））中，都有这样一句话使我印象深刻：希望读者带着一种健康的怀疑态度。看来这是作者深深铭刻在心的一种思想，也特别值得国内每个从事信息技术，或者努力向这个方向发展的人注意。从来就没有什么救世主，Stroustrup不是在传道，他只是在总结和论述自己在这个领域中工作的经验。请不要将本书中的东西作为教条，那也一定是本书作者所深恶痛绝的。

许多人说本书比较难读，这种说法有一定道理。真正理解本书的一般性内容需要花一些时间，融会贯通则更需要下功夫。理解本书的内容不仅需要去读它，还需要去实践。问题是，花这个时间值吗？作者在讨论C++语言的设计时提出了一个观点：你从C++语言中的收获大致与在学习实践这个语言的过程中所付出的努力成正比；而且C++是一个可以伴随你成长的语言。同样的话也适用于本书。如果你致力于将自己发展成一个职业的程序员，或者要在计算机方面的技术领域中长期工作下去，我认为，你从本书中的收获大致也会与你所花的时间成正比，这本书也是一本能够伴随你成长的书。

当然，这本书也不是没有缺陷的。由于作者有着极其丰富的实践经验，因此，当他想要论述一个问题、提出一个观点时，常会想到在自己长期实践中最适合说明这个问题的示例，用几句简短的话引述有关的情况。由于作者对C++谙练有加，因此，在讨论中有时会不知不觉地将某些并不显然的东西当做不言自明的事情提出来。而对于许多初学者而言，这些都可能成为学习中的障碍。为了帮助这部分读者，我也在书中一些地方加入了少量注释，解释一

些背景性情况。过多过滥的注释会增大书的篇幅，干扰读者阅读，绝不会是大家都喜欢的方式。因此我在这样做的时候也很有节制，希望不会引起读者的反感。

由于读者的水平有极大差异，对一些人很熟的东西，对另一些人可能就会莫名其妙。我无法解决所有问题，但也希望能为广大读者做一点服务性的工作。为了帮助初学者入门，为使本书（包括其中文译本）能更好地在国内计算机领域中发挥作用，也为了关心本书、学习本书的人们能够有一个交流经验、传播认识的场所，我将在下面地址维护一个有关本书的信息、情况、认识和意见的网页：

<http://www.math.pku.edu.cn/teachers/qiuzy/cpp.htm>

在其中收集有关的信息，记录朋友们（包括我自己）的认识与意见，提出的问题和相应的认识，有关这一译本的勘误信息，原英文书的更正与更新信息等。欢迎读者提供自己的见解和问题，提供有价值的线索。我没时间去创建与维护一个“纯的”C++语言及其程序设计的讨论组（确实需要这样的场所，而有关VC等的讨论组倒是太多了。如果有人愿做，我乐得坐享其成、积极参与并尽可能提供帮助），只想抽空将接收到的和自己写的东西编辑公布。与我联系可以发email: qzy@math.pku.edu.cn。我还将把有关《C++语言的设计与演化》一书的相关信息也放在那里，供大家参考。

还请读者注意，本书的英文原版书是“特别版”的第1次印刷，即“第3版”的第11次印刷，也是目前国内可买到的影印本的原书。在那以后，作者在重印时不断更正书中的错误，并修改了少量的程序示例。最新的重印是第16次印刷，有关情况可从作者的网页或上面网址找到。由于一些情况，本书无法按最新的重印本翻译，但我还是参考了作者的网页，在译文中尽可能地采纳了有关勘误信息。此外，在翻译过程中我也发现了一些错误。经与作者通过电子邮件讨论取得了一致意见，有关更正反映在本书里。由于这些原因，本书在个别地方的说法可能与读者手头的英文原书有异。如果想确认有关情况，请查看原书的勘误信息。

裘宗燕

2002年2月于北京大学数学学院信息科学系

译者简介



裘宗燕，北京大学数学学院信息科学系教授。长期从事计算机软件与理论、程序设计语言和符号计算方面的研究和教学工作。已出版多部著作和译著，包括：《程序设计语言基础》（译著，北京大学出版社，1990），《Mathematica数学软件系统的应用与程序设计》（编著，北京大学出版社，1994），《计算概论（上）》（合著，高等教育出版社，1997），《从问题到程序——程序设计与C语言引论》（编著，北京大学出版社，1999），《程序设计实践》（译著，机械工业出版社，2000），《C++语言的设计和演化》（译著，机械工业出版社，2002），《程序设计语言——概念和结构》（合译，机械工业出版社，2002）等。

序

去编程就是去理解。

——Kristen Nyggard

我觉得用C++ 编程序比以往更令人感到愉快。在过去这些年里，C++ 在支持设计和编程方面取得了令人振奋的进步，针对其使用的大量新技术已经被开发出来了。然而，C++ 并不就是好玩。普通的实际程序员在几乎所有种类和规模的开发项目上，在生产率、可维护性、灵活性和质量方面都取得了显著的进步。到今天为止，C++ 已经实现了我当初对它的期望中的绝大部分，还在许多我原来根本没有梦想过的工作中取得了成功。

本书介绍的是标准C++^①以及由C++ 所支持的关键性编程技术和设计技术。与本书第1版所介绍的那个C++ 版本相比，标准C++ 是一个经过了更仔细推敲的更强大的语言。各种新的语言特征，如名字空间、异常、模板，以及运行时类型识别，使人能以比过去更直接的方式使用许多技术，标准库使程序员能够从比基本语言高得多的层面上起步。

本书第2版中大约有三分之一的内容来自第1版。这个第3版则是重写了比例更大的篇幅的结果。它提供的许多东西是大部分有经验的程序员也需要的，与此同时，本书也比它的以前版本更容易供新手入门。C++ 使用的爆炸性增长和作为其结果的海量经验积累使这些成为可能。

一个功能广泛的标准库定义使我能以一种与以前不同的方式介绍C++ 的各种概念。与过去一样，本书对C++ 的介绍与任何特定的实现都没有关系；与过去一样，教材式的各章还是采用“自下而上”的方式，使每种结构都是在定义之后才使用。无论如何，使用一个设计良好的库远比理解其实现细节容易得多。由于这些情况，在假定读者已经理解了标准库的内部工作原理之前，就可以利用它提供许多更实际更有趣的例子。标准库本身也是程序设计实例和设计技术的丰富源泉。

本书将介绍每种主要的C++ 语言特征和这个标准库，它是围绕着语言和库功能组织起来的。当然，各种特征都将在使用它们的环境中介绍。也就是说，这里所关注的是将语言作为一种设计和编程的工具，而不是语言本身。本书将展示那些使C++ 卓有成效的关键性技术，讲述为掌握它们所需要的那些基本概念。除了专门阐释技术细节的那些地方之外，其他示例都取自系统软件领域。另一本与本书配套出版的书《带标注的C++ 语言标准》(*The Annotated C++ Language Standard*)，将给出完整的语言定义，所附标注能使它更容易理解。

本书的基本目标就是帮助读者理解C++ 所提供的功能将如何支持关键性的程序设计技术。这里的目标是使读者能远远超越简单地复制示例并使之能够运行，或者模仿来自其他语言的程序设计风格。只有对隐藏在语言背后的思想有了一个很好的理解之后，才能真正掌握这个语言。如果有一些具体实现的文档的辅助，这里所提供的信息就足以对付具有挑战性的真实世界中的重要项目。我的希望是，本书能帮助读者获得新的洞察力，使他们成为更好的程序员和设计师。

① ISO/IEC 14882, C++程序设计语言标准。

致谢

除了第1版和第2版的致谢中所提到的那些人之外,我还要感谢Matt Austern, Hans Boehm, Don Caldwell, Lawrence Crowl, Alan Feuer, Andrew Forrest, David Gay, Tim Griffin, Peter Juhl, Brian Kernighan, Andrew Koenig, Mike Mowbray, Rob Murray, Lee Nackman, Joseph Newcomer, Alex Stepanov, David Vandevoorde, Peter Weinberger和Chris Van Wyk,他们对第3版各章的初稿提出了许多评论和意见。没有他们的帮助和建议,这本书一定会更难理解,包含更多的错误,没有这么完全,当然也可能稍微短一点。

我还要感谢C++ 标准化委员会的志愿者们,是他们完成了规模宏大的建设性工作,才使C++ 具有它今天这个样子。要罗列出每个人就会有一点不公平,但一个也不提就更不公平,所以我想特别提出Mike Ball, Dag Brück, Sean Corfield, Ted Goldstein, Kim Knuttila, Andrew Koenig, José Lajoie, Dmitry Lenkov, Nathan Myers, Martin O'Riordan, Tom Plum, Jonathan Shopiro, John Spicer, Jerry Schwarz, Alex Stepanov和Mike Vilot,他们中的每个都在C++及其标准库的某些方面直接与我合作过。

在这本书第一次印刷之后,许多人给我发来电子邮件,提出更正和建议。我已经在原书的结构里响应了他们的建议,使后来出版的版本大为改善。将本书翻译到各种语言的译者也提供了许多澄清性的意见。作为对这些读者的回应,我增加了附录D和附录E。让我借这个机会感谢他们之中特别有帮助的几位: Dave Abrahams, Matt Austern, Jan Bielawski, Janina Mincer Daszkiewicz, Andrew Koenig, Dietmar Kühl, Nicolai Josuttis, Nathan Myers, Paul E. Sevinc, Andy Tenne-Sens, Shoichi Uchida, Ping-Fai(Mike) Yang和Dennis Yelle。

Bjarne Stroustrup
Murray Hill, 新泽西

第2版序

前路漫漫。

——Bilbo Baggins

正如在本书的第1版所承诺的，C++ 为满足其用户的需要正在不断地演化。这一演化过程得助于许多有着极大的背景差异，在范围广泛的应用领域中工作的用户们的实际经验的指导。在第1版出版后的六年中，C++ 的用户群体扩大了不只百倍，人们学到了许多东西，发现了许多新技术并通过了实践的检验。这些技术中的一些也在这一版中有所反映。

在过去六年里所完成的许多语言扩展，其基本宗旨就是将C++ 提升成为一种服务于一般性的数据抽象和面向对象程序设计的语言，特别是提升为一个可编写高质量的用户定义类型库的工具。一个“高质量的库”是指这样的库，它以一个或几个方便、安全且高效的类的形式，给用户提供了一个概念。在这个环境中，安全意味着这个类在库的使用者与它的供方之间构成了一个特殊的类型安全的界面；高效意味着与手工写出的C代码相比，这种库的使用不会给用户强加明显的运行时间上或空间上的额外开销。

本书介绍的是完整的C++ 语言。从第1章到第10章是一个教材式的导引，第11章到第13章展现的是一个有关设计和软件开发问题的讨论，最后包含了完整的C++ 参考手册。自然，在原来版本之后新加入的特征和变化已成为这个展示的有机组成部分。这些特征包括：经过精化后的重载解析规则和存储管理功能，以及访问控制机制、类型安全的连接、*const*和*static*成员函数、抽象类、多重继承、模板和异常处理。

C++ 是一个通用的程序设计语言，其核心应用领域是最广泛意义上的系统程序设计。此外，C++ 还被成功地用到许多无法称为系统程序设计的应用领域中。从最摩登的小型计算机到最大的超级计算机上，以及几乎所有操作系统上都有C++ 的实现。因此，本书描述的是C++ 语言本身，并不想试着去解释任何特殊的实现、程序设计环境或者库。

本书中给出的许多类的示例虽然都很有用，但也还是应该归到“玩具”一类。与在完整的精益求精的程序中做解释相比，这里所采用的解说风格能更清晰地呈现那些具有普遍意义的原理和极其有用的技术，在实际例子中它们很容易被细节所淹没。这里给出的大部分有用的类，如链接表、数组、字符串、矩阵、图形类、关联数组等，在广泛可用的各种商品的和非商品资源中，都有可用的“防弹”和/或“金盘”版本。那些“具有工业强度”的类和库中的许多东西，实际上不过是在这里可以找到的玩具版本的直接或间接后裔。

与本书的第1版相比，这一版更加强调本书的教学方面的作用。然而，这里的叙述仍然是针对有经验的程序员，并努力不去轻视他们的智慧和经验。有关设计问题的讨论有了很大的扩充，作为对读者在语言特征及其直接应用之外的要求的一种回应。技术细节和精确性也有所增强。特别是，这里的参考手册表现了在这个方向上多年的工作。我的目标是提供一本具有足够深度的书籍，使大部分程序员能在多次阅读中都有所收获。换句话说，这本书给出的是C++ 语言，它的基本原理，以及使用时所需要的关键性技术。欢迎欣赏！

致谢

除了在第1版序中致谢里所提到人们之外，我还要感谢Al Aho, Steve Buroff, Jim Coplien, Ted Goldstein, Tony Hansen, Lorraine Juhl, Peter Juhl, Brian Kernighan, Andrew Koenig, Bill Leggett, Warren Montgomery, Mike Mowbray, Rob Murray, Jonathan Shopiro, Mike Vilot和Peter Weinberger, 他们对第2版的初稿提出了许多意见。许多人对C++从1985年到1991年的开发有很大影响，我只能提出其中几个：Andrew Koenig, Brian Kernighan, Doug McIlroy和Jonathan Shopiro。还要感谢参考手册“外部评阅”的许多参与者，以及在X3J16的整个第一年里一直在其中受苦的人们。

Bjarne Stroustrup
Murray Hill, 新泽西

第1版序

语言磨砺了我们思维的方式，
也决定着 we 思考的范围。

——B.L. Whorf

C++ 是一种通用的程序设计语言，其设计就是为了使认真的程序员工作得更愉快。除了一些小细节之外，C++ 是C程序设计语言的一个超集。C++ 提供了C所提供的各种功能，还为定义新类型提供了灵活而有效的功能。程序员可以通过定义新类型，使这些类型与应用中的概念紧密对应，从而把一个应用划分成许多容易管理的片段。这种程序构造技术通常被称为数据抽象。某些用户定义类型的对象包含着类型信息，这种对象就可以方便而安全地用在那种对象类型无法在编译时确定的环境中。使用这种类型的对象的程序通常被称为是基于对象的。如果用得好，这些技术可以产生出更短、更容易理解，而且也更容易管理的程序。

C++ 里的最关键概念是类。一个类就是一个用户定义类型。类提供了对数据的隐藏，数据的初始化保证，用户定义类型的隐式类型转换，动态类型识别，用户控制的存储管理，以及重载运算符的机制等。在类型检查和表述模块性方面，C++提供了比C好得多的功能。它还包含了许多并不直接与类相关的改进，包括符号常量、函数的在线^①替换、默认函数参数、重载函数名、自由存储管理运算符，以及引用类型等。C++ 保持了C高效处理硬件基本对象（位、字节、字、地址等）的能力。这就使用户定义类型能够在相当高的效率水平上实现。

C++ 及其标准库也是为了可移植性而设计的。当前的实现能够在大多数支持C的系统上运行。C的库也能用于C++ 程序，而且大部分支持C程序设计的工具也同样能用于C++。

本书的基本目标就是帮助认真的程序员学习这个语言，并将它用于那些非平凡的项目。书中提供了有关C++ 的完整描述，许多完整的例子，以及更多的程序片段。

致谢

如果没有许多朋友和同事持之以恒的使用、建议和建设性的批评，C++ 绝不会像它现在这样成熟。特别地，Tom Cargill, Jim Coplien, Stu Feldman, Sandy Fraser, Steve Johnson, Brian Kernighan, Bart Locanthi, Doug McIlroy, Dennis Rechie, Larry Rosler, Jerry Schwarz 和Jon Shopiro对语言发展提供了重要的思想。Dave Presotto写出了流I/O库的当前实现。

此外，还有成百的人们对C++ 及其编译器的开发做出了贡献：他们给我提出改进的建议，描述他们所遇到的问题，告诉我编译中的错误等。我只能提出其中的很少几位：Gary Bishop, Abdreu Hume, Tom Karzes, Victor Milenkovic, Rob Murray, Leonie Rose, Brian Schmult 和Gary Walker。

① inline在本书中统一地直译为“在线”，表示函数代码在调用位置的在线展开（而不是编译为独立的函数代码段）和运行中的在线执行（不经过函数调用）。目前常见的另一译法是“内联”，因其不妥，本书没有采用。
——译者注