C++标准库（第2版）

The C++ Standard Library

A Tutorial and Reference, Second Edition

[德] Nicolai M. Josuttis 著
侯捷 译

中国工信出版集团
電子工業出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
http://www.phei.com.cn

C++标准库（第2版）

The C++ Standard Library

A Tutorial and Reference, Second Edition

[德] Nicolai M. Josuttis 著
侯捷 译

電子工業出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京•BEIJING

内容简介

本书是全球C++经典权威参考书籍时隔12年，基于C++11标准的全新重大升级。标准库提供了一组公共类和接口，极大地拓展了C++语言核心功能。《C++标准库（第2版）》详细讲解了每一标准库组件，包括其设计目的和方法、复杂概念的剖析、实用而高效的编程细节、存在的陷阱、重要的类和函数，又辅以大量用C++11标准实现的实用代码范例。除覆盖全新组件、特性外，本书一如前版，重点着眼于标准模板库（STL），涉及容器、迭代器、函数对象以及STL算法。此外，本书同样关注lambda表达式、基于区间的for循环、move语义及可变参数模板等标准库中的新式C++编程风格及其影响。

版权贸易合同登记号　图字：01-2013-5...

图书在版编目（CIP）

C++标准库：第2版 /（德）约祖蒂斯（Josuttis,N.M.）著；侯捷译. —北京：电子工业出版社，2015.6

书名原文：The C++ Standard Library: A Tutorial and Reference

ISBN 978-7-121-26089-6

Ⅰ. ①C… Ⅱ. ①约… ②侯… Ⅲ. ①C语言－程序设计Ⅳ. ①TP312

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第103805号

责任编辑：白　涛

印　　刷：三河市鑫金马印装有限公司

装　　订：三河市鑫金马印装有限公司

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱　　邮编 100036

开　　本：787×980　1/16　印张：70.5　字数：1500千字

版　　次：2015年6月第1版

印　　次：2015年7月第2次印刷

定　　价：186.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：（010）88254888。

质量投诉请发邮件至zlts@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至dbqq@phei.com.cn。

服务热线：（010）88258888。

To those who care
for people and mankind

第 2 版译序

“不熟悉 C++ 标准库，任何人都称不上是高生产力的 C++ 程序员。”

这是我对每一位学生说的话。

自 C++98（1998）至 C++11（2011），这个语言有了相当的变化。而变化尤其剧烈——或者你也可以说攻城略地尤其大者——是其日益包山包海的标准库（standard library）。如今，不但昔日闪亮招牌如 STL 容器、算法、迭代器等依然熠熠发光，更添加了 Tuple、Smart Pointer、Type Trait、Clock 和 Timer、Regular Expression、Concurrency 等众多组件。脚步一个没跟上，很可能同侪写出来的代码，在你眼中都要逐渐模糊逐渐陌生了。

面对陌生，我们最大的障碍在于心中的怯弱。To be or not to be, that's the question! 不要像哈姆雷特一样犹豫不决。面对前程，必须果敢。

愈来愈多的术语，特别是组合式长术语，为翻译带来极大困扰。关于术语翻译，我的态度如下：

- 技术书籍（尤其高级技术书籍）之中译，价值不在于体现全中文化阅读。直接呈现英文术语很多时候更能营造突出的视觉效果，进而有利阅读，形成深刻印象。
- 尽可能兼顾中英词性平衡。例如“对于矢量和 deque 两种容器……”就不如“对于 vector 和 deque 两种容器……”读来顺畅。
- 本书读者不可能受制于英文单词。我们要学习的是术语代表的技术，而非术语的中文名称。
- 与 C++ 关键字重合的术语多半不译，例如 static、template、class 等以及延伸出去的 member template、function template、class template 等等。
- 任何术语第一次出现（或相隔一长段距离后再出现）时多半中英并陈。但由于你可能采取跳跃式阅读，所谓“第一次出现”或“相隔一长段距离后再次出现”也许对你意义不大。
- STL 各数据结构名称皆不译，例如 array、vector、list、deque、hast table、map、set、stack、queue、tree ……
- STL 六大组件的英文术语原欲全部保留，但由于频繁出现，对版面的中英比例形成视觉威胁，因此采用以下译名：container（容器），algorithm（算法），iterator（迭代器），adapter（适配器），function object（函数对象），allocator（分配器）。这些术语有时中文呈现，有时英文呈现，有时中英并陈，取决于当时语境。
- 全书按英文版页次编排，并因此得以保留原书极其详尽的索引。索引词条皆不译（因为书中相应保留了相当分量的英文术语）。

这是个知识爆炸、信息量也爆炸的时代。网络上如山似海的信息：文章、文件、文档、文献和繁若天星的论坛、群……很多都是免费的（因而似乎特别有吸引力），但我们的精力和时间才是更宝贵的东西。审阅并且评论过许许多多 C++ 标准库相关读物后，面对这本结构和细节都臻上乘的优秀教程，我强烈推荐给你。

侯捷

2014/10/20，White Rock

第 2 版序言

我从未想过本书第 1 版会卖得如此长久。现在，经过 12 年的等待，出新版本的时候到了——一个涵盖最新 C++11 标准的新版本。

注意，其意义比仅仅添加新子库更多更大。C++ 已经改变了，其标准库的几乎所有典型应用如今看起来都有那么一点不同。这不是因为语言出现巨大变化，而是许多小改变造成的结果，例如运用 rvalue reference 和 move semantic、range-based `for` loop、`auto`，以及新的 template 特性。因此，本书不但展现原标准库的补充特性及新成员，书中所有例子也都重新写过，或至少局部改写。尽管如此，为了支持那些仍然使用“旧” C++ 环境的程序员，本书会在遭遇 C++ 版本差异时加以描述。

我学习C++11有一段艰难的历程。大约两年前我开始看 C++11，但并未追随标准化的脚步，因此确实遭遇了理解上的麻烦。但是标准委员会的人帮助我描述及表现 C++11 新特性，一如它们如今呈现的样貌。

最后，请注意，本书有个困扰：虽然分量上由 800 页成长到超过 1100 页，我还是无法完整呈现C++ 标准库。标准库中单单针对 C++11 就有大约 750 页的描述，都是十分精练的文字，没有太多说明。基于这个原因，我必须取舍哪些特性需要描述，并决定以怎样的粒度描述之。再一次，C++ 社区中的许多人帮助我做出决定。我的企图集中在普通程序员需要的东西。若干本书舍弃的部分被我做成一份补充篇章放在本书官网`http://www.cppstdlib.com`。即便如此，你还是会在 C++ 标准规格书中找到我未曾讨论的细节。

教学的艺术，并非体现在“呈现每一面”，而是一种“沙里淘金”的艺术，从中取得最大价值。但愿我是成功的。

第 2 版致谢

本书呈现的想法、观念、解决方案和示例，来自许多出处。过去数年里 C++ 社区引入了许多关于 C++ 的想法、概念、提案和改进，成就了 C++11 的一部分。因此，我要再一次感谢所有协助并支持我完成这个新版本的人。

首先我要感谢 C++ 社区和 C++ 标准委员会的每一个人。不只是为了他们添加新的语言特性和标准库特性所做的努力，也为了他们对我做出的解释，这需要大量耐心和热诚。

Scott Meyers 和 Anthony Williams 允许我使用他们的教材原稿和书籍原稿，使我得以找出许多有用却尚未公开出版的程序示例。

我也要感谢每一位审阅本书并给予反馈的人，他们是：Dave Abrahams、Alberto Ganesh Barbati、Pete Becker、Thomas Becker、Hans Boehm、Walter E. Brown、Paolo Carlini、Lawrence Crowl、Beman Dawes、Doug Gregor、David Grigsby、Pablo Halpern、Howard Hinnant、John Lakos、Bronek Kozicki、Dietmar Kühl、Daniel Krügler、Mat Marcus、Jens Maurer、Alisdair Meredith、Bartosz Milewski、P. J. Plauger、Tobias Schüle、Peter Sommerlad、Jonathan Wakely 和 Anthony Williams。

有一个人做出了特别杰出的工作。每当我有疑问，Daniel Krügler 几乎总是立即回复我，带着不可置信的精准和知识。每一个经历标准化进程（standardization process）的人都知道，他就是以此方式对待每一个人的。如果没有他，不论 C++ standard 或本书都不可能有今天的质量。

非常感谢我的 Addison-Wesley 编辑团队：Peter Gordon、Kim Boedigheimer、John Fuller 和 Anna Popick。不只因为他们的支持，也因为他们找出了忍耐和压力之间的美好平衡。文字编辑 Evelyn Pyle 和校对者 Diane Freed 做出了难以置信的工作，将我的德式英文翻译为美式英文。此外，感谢 Frank Mittelbach 解决我的LaTeX排版问题。

最后（但不是最不重要），我把所有感谢献给 Jutta Eckstein。Jutta 有惊人的能力促使并支持人们完成他们的理想和目标。虽然大多数人只在与她共事时才能有此经验，我却是如此荣幸地在每一天的生活中都能得此幸福。

第 1 版序言

一开始，我不过是想写一本篇幅不大的关于C++ 标准库的德文书（也就 400 多页吧）。萌生这个想法是在 1993 年。而在 1999 年的今天，您看到了这个想法的成果：一本英文书，厚达 800 多页，其中包含大量的文字描述、图片和范例。我的目标是：详尽讲解C++ 标准库，使你在遭遇所有（或几乎所有）编程问题之前就能够先获得解答。然而请注意，这不是一种完整描述C++ 标准库的所有方面的书籍，我通过“在 C++ 中利用标准库进行学习及编程”的形式，表现出最重要的主题。

每一个主题都是以一般性概念为基础开展，然后引入日常编程所必须了解的具体细节。为了帮助你理解这些概念和细节，书中提供了详尽的范例程序。

这就是我的前言——言简意赅！撰写此书的过程中，我得到很多乐趣，希望你阅读本书时，能够像我一样快乐。请享用!

第 1 版致谢

本书表达的观点、概念、解决方案和范例，来源十分广泛。从这个意义上讲，封面只列我一个人的名字未免不公平。所以我愿在此向过去数年来帮助和支持我的人及公司，表示诚挚的谢意。

我第一个要感谢的是 Dietmar Kühl。 Dietmar 是一位 C++ 专家，尤其精通 I/O stream（串流）和国际化（他曾经仅仅为了好玩写了一个 I/O stream library）。他不仅将本书的大部分从德文译为英文，还亲自动笔，发挥专长，为本书撰写了数节内容。除此之外，过去数年里他向我提供了很多宝贵的反馈。

其次，我要感谢所有审阅者和那些向我表达过意见的人。他们的努力使本书的质量获得巨大提升。由于名单太长，以下若有任何疏漏，还请见谅。英文版的审阅者包括 Chuck Allison、 Greg Comeau、 James A. Crotinger、 Gabriel Dos Reis、 Alan Ezust、 Nathan Myers、 Werner Mossner、 Todd Veldhuizen、 Chichiang Wan、 Judy Ward 和 Thomas Wikehult。德文版的审阅者包括 Ralf Boecker、 Dirk Herrmann、 Dietmar Kühl、 Edda Lörke、 Herbert Scheubner、 Dominik Strasser 和 Martin Weitzel。其他投入者包括 Matt Austern、 Valentin Bonnard、 Greg Colvin、 Beman Dawes、 Bill Gibbons、 Lois Goldthwaite、 Andrew Koenig、 Steve Rumsby、 Bjarne Stroustrup 和 David Vandevoorde。

我要特别感谢 Dave Abrahams、 Janet Cocker、 Catherine Ohala 和 Maureen Willard，他们对全书进行了非常细致的审阅和编辑。他们的反馈意见让本书的质量获得了难以置信的提升。

我也要特别感谢我的“活字典” Herb Sutter，他是著名的“Guru of the Week”的创始人，那是个常态性的 C++ 难题讲解专栏，播出于`comp.lang.c++.moderated`。

我还要感谢一些公司和个人，他们的帮助使我有机会在各个不同的平台上使用各种不同的编译器来测试自己的范例程序。非常感谢来自 EDG 的 Steve Adamczyk、 Mike Anderson 和 John Spicer，他们的编译器真是太棒了，在 C++ 标准化过程和本书写作过程中提供了巨大的支持。感谢 P. J. Plauger 和 Dinkumware, Ltd，他们很早以来就持续进行与 C++ standard 兼容的C++ 标准库实现工作。感谢 Andreas Hommel 和 Metrowerks，他们完成了极具价值的 CodeWarrior 程序开发环境。感谢 GNU 和 egcs 编译器的所有开发者。感谢 Microsoft，他们完成了极具价值的 Visual C++。

感谢 Siemens Nixdorf Informations Systems AG 的 Roland Hartinger，他提供了一份他们的 C++ 编译器测试版本。感谢 Topjects GmbH，为了他那份极具价值的 ObjectSpace library 实现。

感谢 Addison Wesley Longman 公司里与我共同工作过的每一个人。他们包括 Janet Cocker、Mike Hendrickson、Debbie Lafferty、Marina Lang、Chanda Leary、Catherine Ohala、Marty Rabinowitz、Susanne Spitzer 和 Maureen Willard 等。这项工作真是太有趣了。

此外，我还要感谢 BREDEX GmbH 的人们，感谢 C++ 社区的所有人，特别是那些参与标准化过程的人，感谢他们的支持和耐心（有时候我问的问题确实挺傻）。

最后，也是最重要的，我要将我的感谢（附上一个亲吻）送给我的家人：Ulli、Lucas、Anica 和 Frederic。为了这本书，我很长时间没有好好陪他们了。

Have fun and be human!

目录