微软技术丛书

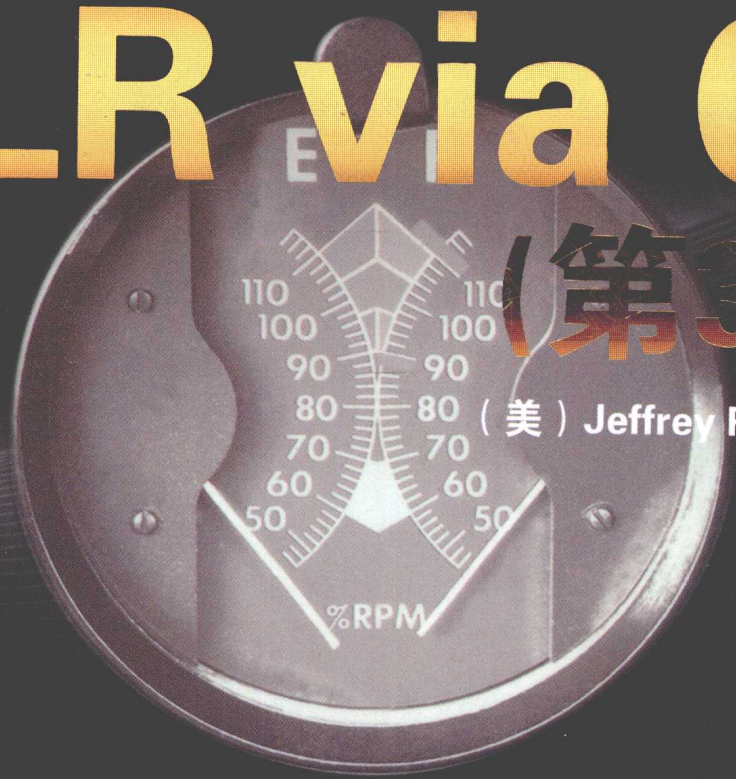
Microsoft

3

Third Edition

★ 深入、全面探讨.NET Framework、CLR和多核编程
★ 广泛讨论Framework Class Library(FCL)核心类型
★ 对泛型和线程处理等深奥难懂的开发概念提供权威、实用的指导

CLR via C#（第3版）



（美）Jeffrey Richter 著
周靖 译

MVP
Microsoft®
Most Valuable
Professional

联袂推荐

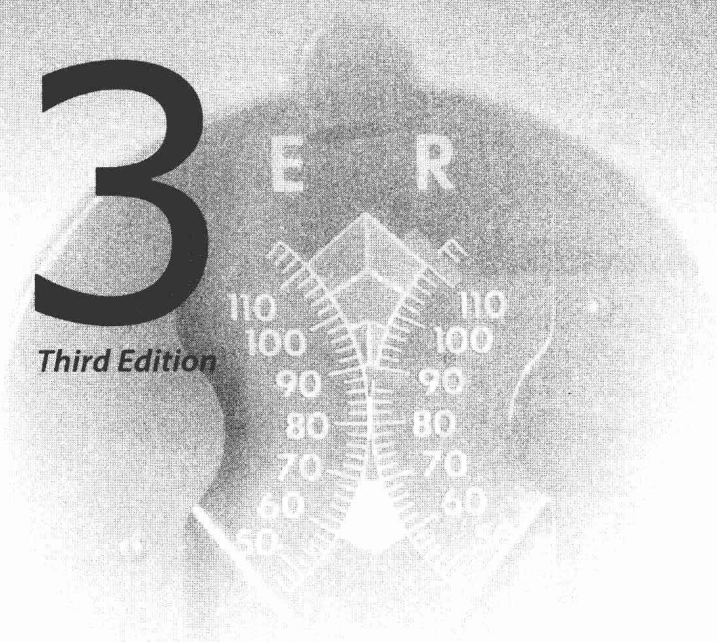
清华大学出版社

微软技术丛书

Microsoft

MVP
Microsoft®
Most Valuable
Professional

联袂推荐



CLR via C#
(第3版)

(美) Jeffrey Richter 著
周靖 译

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书针对 CLR 和.NET Framework 4.0 进行深入、全面的探讨，并结合实例介绍了如何利用它们进行设计、开发和调试。全书 5 部分 29 章。第 I 部分介绍 CLR 基础，第 II 部分解释如何设计类型，第III部分介绍基本类型，第IV部分以实用特性为主题，第 V 部分花大量篇幅重点介绍线程处理。

通过本书的阅读，读者可以掌握 CLR 和.NET Framework 的精髓，轻松、高效地创建高性能应用程序。

北京市版权局著作权合同登记号 图字：01-2010-0577

图书在版编目(CIP)数据

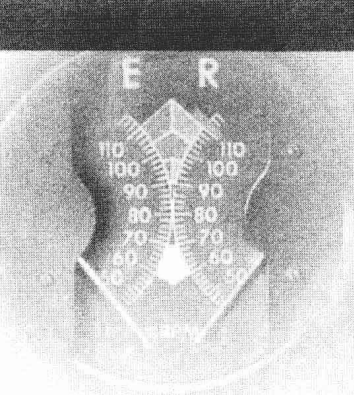
CLR via C#/(美)瑞奇特(Richter, J.)著；周靖译. --3 版. --北京：清华大学出版社，2010.9
(微软技术丛书)
书名原文：CLR via C#, Third Edition
ISBN 978-7-302-23259-9

Ⅰ. ①C… Ⅱ. ①瑞… ②周… Ⅲ. ①C 语言—程序设计 Ⅳ. ①TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 145437 号

责任编辑：文开琪
装帧设计：杨玉兰
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：010-62776969，c-service@tup.tsinghua.edu.cn
质 量 反 馈：010-62772015，zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn
印 刷 者：清华大学印刷厂
装 订 者：三河市新茂装订有限公司
经 销：全国新华书店
开 本：185×260 **印 张**：50 **插 页**：1 **字 数**：1185 千字
版 次：2010 年 9 月第 3 版 **印 次**：2010 年 9 月第1 次印刷
印 数：1～5000
定 价：99.00 元

产品编号：036273-01



《微软技术丛书》出版前言

在黄昏里希冀皓月与繁星
在深夜希冀着黎明
在炎夏希冀凉秋
在严冬又希冀新春
这不断的希冀啊，
使我感触到世界的存在，
带给我多量的生命的力。
这样，
我才能跨过——
这黎明黄昏，黄昏黎明，春夏秋冬，秋冬春夏的茫茫的时间的大海啊。

——艾青

时间在流逝，技术也在迅猛发展。在希冀中，微软的.NET 战略早已经变成现实，带来全新、快速而敏捷的企业计算能力，也给软件开发商和软件开发人员提供了支持未来计算的高效 Web 服务开发工具。在希冀中，我们欣喜地看到，微软的每一个技术创新，都对中国开发人员产生巨大的推动作用，使得越来越多的人加入微软开发阵营。

微软出版社为了配合 Visual Studio 的推广和普及，邀请项目开发组的核心开发人员和计算机图书专业作家精心编写了微软 IT Pro 系列图书。该丛书自面市以来，在美国图书销量排行榜上一直高居前列，颇受读者好评，成为程序开发人员和网络开发人员了解微软技术的权威工具书。随着新的开发平台的发布，该系列得以大幅度扩充，在美国及欧洲图书市场广受好评。

从 2002 年开始，清华大学出版社为了满足中国广大程序开发人员、网络开发人员以及计算机用户学习最新技术的渴望，在微软出版社的配合下，先后推出了《微软.NET 程序员系列》和《微软.NET 程序设计系列》。这两套书阵容庞大，几乎涵盖.NET 技术及其应用的各个方面；也正因为如此，翻译和编辑加工的工作量也大得惊人。但为了保持国外优秀技术图书的魅力，同时使读者领会新技术的真谛，本丛书的翻译和编辑都是经过严格筛选的、具有很高的翻译水平或丰富编辑经验的技术人员。同时，我们还聘请微软公司相关产品组的技术专家审读每一本书，确保在技术上准确无误。

2005 年，随着微软新的开发平台的推出，我们将原有的两套丛书整合为《微软技术丛书》。这套丛书针对不同层次的读者，分为 5 个子系列：从入门到精通、技术内幕、高级编程、精通&宝典和认证考试教材。各系列特色如下：

★ **从入门到精通**

- 适合新手程序员的实用教程
- 侧重于基础技术和特征

- 提供范例文件

★ **技术内幕**

- 权威、必备的参考大全
- 包含丰富、实用的范例代码
- 帮助读者熟练掌握微软技术

★ **高级编程**

- 侧重于高级特性、技术和解决问题
- 包含丰富、适用性强的范例代码
- 帮助读者精通微软技术

★ **精通&宝典**

- 着重剖析应用技巧，以帮助提高工作效率
- 主题包括办公应用和开发工具

★ **认证考试教材**

- 提供完整的eBook(英文版)
- 提供实际场景、案例分析和故障诊断实验
- 完全根据考试要求来阐述每一个知识点

这套丛书延续以前严谨的编校风格，一切以保证图书内容和技术质量为核心，付出了大量心血。相信整合后的这套丛书必然会帮助程序开发人员、网络开发人员以及具有一定编程基础的中高级读者，快速、全面地掌握微软技术，为将来的技术生涯奠定扎实的基础，使之成为中国软件产业的栋梁！

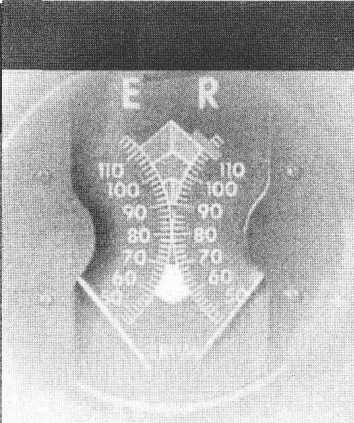
为增强本书的可读性，便于读者迅速定位关键术语的原文和快速根据索引来定位知识点(概念、函数等)的详细介绍，有些经典图书中在相应位置标注了原书页码(在当前行末尾用粗体方括号【】或椭圆形底纹 表示)，并在书后附上原书索引，以期能对大家提供更多的帮助。已经采用这一体系设计的图书有《Windows核心编程(第5版)》、《Visual C# 2008从入门到精通》、《ASP.NET 3.5核心编程》、《Visual C# 2008核心编程》、《精通Windows 3D图形编程》、《C# 2010从入门到精通》和《CLR via C#(第3版)》。

在此，感谢参与本丛书的翻译和审校人员，感谢他们付出的心血和时间。他们来自培训和实践前沿，具有深厚的技术底蕴和文化素养，善于用浅显易懂的语言阐述晦涩难懂的技术细节。同时也要感谢这一年来时刻关注这套书的读者朋友们。他们热心地提出自己的意见和建议，感谢他们的宽容和善意关爱。我们将和大家一样，时刻关注微软技术发展的最新动态，时刻保持自己的技术动力！

亲爱的读者朋友，期待着您把每一次看书的机会，都当成增进知识的时候。这个过程，绝对不是浅尝辄止，更非自认把书看过一两遍就可以了。深度的阅读是尽可能地把书本的知识转换为自己熟悉的，甚至读到自己内心的深处。同时，也请把您对这套书的感受告诉我们，我们期待着和您分享，联系信箱coo@netease.com。

尽管我们注入大量心血，但疏忽纰漏之处在所难免，恳请读者朋友提出建议和批评。本丛书在创作、翻译和编辑过程中得到了微软(中国)公司的大力支持。本丛书能够顺利出版，更是倾注了无数幕后人员的汗水和心力。在此，对他们的辛勤劳动一并表示衷心感谢！

清华大学出版社



译 者 序

从事软件开发的人，都是耐得住寂寞的人。Jeffery 不仅耐得住寂寞，还在自己的专业领域取得了很高的造诣。取得了很高的造诣不说，他还愿意将自己的所得与大家分享。愿意和大家分享不说，他还非常实诚，真心想把自己的全部知识都清楚地交待给读者。字里行间，全是殷殷叮嘱。无浮夸之文字，倾心血而写就，近十年之所悟，尽展现于本书。

读完这本书，你的心灵会受到巨大的震撼。原因很简单，以前许多似懂非懂的关键概念，现在都变得清晰明了；以前自以为是的一些做法，现在都得到彻底纠正；以前艰苦摸索的一些编程技巧，现在变得就像 1+1 一样简单。

Jeffery 最擅长的就是把最基本的东西讲清楚。你以前或许知道 1+1 等于 2，但他会把 1+1 为什么等于 2 讲得明明白白。最终你会有一种顿悟的感觉，然后自动地就会知道 1+2 等于几，2+2 等于几。不需要再去翻阅其他教科书查询结果。

如果不出意外，这当是 Jeffery 的封笔之作。原因很简单，他付出了实在太多。为了保证这本书(以及他的其他许多著作)的含金量，他在写作的时候非常投入，而且每一句话，每一个知识点的组织，他都会做到尽善尽美。也许你也曾经有过这样的体验，那就是在专心做一些事情的时候，对身边发生的其他事情反应可能非常迟钝。因此，必然有可能冷落了家人，或者耽误了自己的其他一些事情。

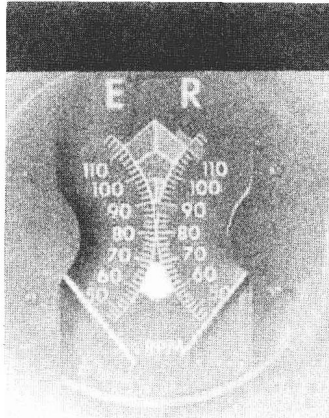
本书基于 *CLR via C#，2nd Edition*，在保持上一版精华内容的同时，进行了大量修订，并添加了大量和 C# 4.0 的新特性以及线程处理有关的内容。翻译这一版的过程中，我对上一版也进行了勘误，其中有许多都是热心读者提交的。在此要对他们表示感谢！

一本没有后期维护的书，不算是一本好书。即使如本书原版，也维护了一份很长的勘误表，我本人也为其贡献良多。本书中文版将延续我一直以来坚持的风格，建立专门的页面对它进行维护，以提供资源下载和勘误等服务。请大家继续前往我的博客(*http://transbot.blog.163.com*)，发表关于本书的意见和建议。

翻译过程中，感谢我的家人和朋友的诸多关怀和帮助，尤其要感谢我的乖女儿周子衿。这个学期，对她来说至关重要！

最后，如同往常一样，我要说所有的功劳都要归于作者，所有的错误都要归于译者。欢迎大家批评指正。

——周靖@北京



序　言

刚开始，当 Jeff 要我给他的新书作序时，我还觉得挺高兴！我想，他肯定是尊重我。但我错了。女士们，这是我们因为想当然而常犯的错误之一——相信我，他并不是尊重你。在他的候选序言作者列表中，我排在大概是第 14 位吧！他最后找上我，完全是迫不得已。显然，其他候选人(比尔·盖茨、史蒂夫·鲍尔默、凯瑟琳·泽塔琼斯……)对他都不是特别感冒。不过还好，他至少带我出去吃了一顿大餐。

但是，关于这本书，没人知道得比我更多。我是说，泽塔琼斯也许会教你如何在路上补妆，但我知道关于反射和异常的所有事情，我还知道 C#语言的更新，因为他这几年说得最多的就是它。这是我们家餐桌上的标准对话！其他人会谈论天气或者他们在饮水机旁边听到其他事儿，但我们谈论的是.NET。甚至我们 6 岁的儿子 Aidan，也会问 Jeff 关于书的事情。不过大多数时候，他是问爸爸什么时候写完了能和他玩一些“cool”的游戏。Grant(2 岁)还不会说话，但他说的第一个词极有可能是“Sequential”。

如果你想知道这一切是如何开始的，我可以大概地讲给你听。大概 10 年前， Jeff 去微软参加了一次“秘密会议”。微软向一帮行业专家(是真正的专家喔，要不然怎么会有这本书呢？相信我，这本书体现的绝不是 Jeff 大学时候的水平)揭示了 COM 的下一代，即.NET。那天晚上在床上(咳，我们俩在床上讨论的就是这种话题)，他给我讲了 COM 之死。此后他就着迷了。是真的神魂颠倒！那段时间，他成天泡在微软雷蒙德园区 42 号楼，希望深入了解这个令人着迷的.NET。他和.NET 的热恋至今还没有结束，这本书便是铁证！

Jeff 跟我讲了好多年的线程处理。他真的很喜欢这个主题。有一次，在新奥尔良，我们俩手牵着手散了两个小时的步。一路上，他一直在说他有好多内容可以写一本有关线程处理的书，甚至连名字都想好了，叫什么《线程处理的艺术》。人们对 Windows 线程处理的误解是多么地深。所思、所想、所说，全部都是线程。它们都去了哪里？既然都没有计划，为何还要创建呢？这些问题在 Jeff 脑海中盘旋，占据着 Jeff 的全部身心，成了他更深层次的生存意义。最后，他将自己的思考所得全都写入这本书中。是的，没有丝毫保留！相信我，朋友，如果你想知道线程处理，Jeff 绝对是最佳人选，没有人比他了解得更多，没有人有他研究得更多。耗费了他生命中很多宝贵时间(这些时间是他捡不回来的)的那些成果就摆在你的面前，任你任意使用。请读一读这本书吧！然后给他写封电子邮件，谈谈书中这些知识是如何改变您的一生的。否则，他将不过是众多可悲的作家中的一个，没有任何价值或成就地结束生命，一杯接一杯地喝着低糖汽水了却余生。

本书的这一版甚至包括了关于运行时序列化器的全新的一章。实践证明，这不是给孩子们的一款新的早餐食品。当我发现它更像是和计算机有关，而不是我食品清单上的东东时，

我立即非常气愤地把它赶出了我的清单。嗯，所以我不知道这一章真的讲的是什么，但它的确包含在这一版中，而你应该读一读它(嗯，就着一杯牛奶)。[①]

我希望他已经在理论上讨论好了垃圾收集，可以实际着手我们家的垃圾收集，然后把它们带去马路边了。对于一个如此认真的人，这件事情怎么就如此之难？

朋友们，这是 Jeffrey Richter 的鸿篇巨制。到此为止。以后不会再写书了。当然，每次他写完一本书，我们都这样说，但这一次，我们是认真的。所以，在写过大约 13 本书之后，这将是 Jeff 的收官之作，也是他的巅峰之作。大家请注意了，数量有限，欲购从速。机不可失，时不再来喔。(听起来是不是有点儿像电视购物频道里奸商们的吆喝？)

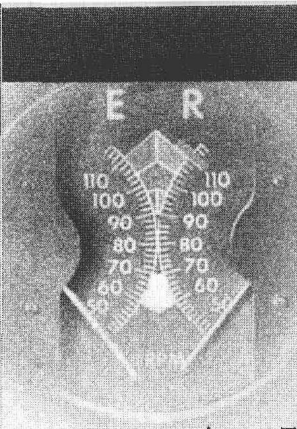
唉，终于可以回到我们的现实生活了，我们可以讨论很多重要的事情，比如孩子们今天又弄坏了什么，该谁给孩子换尿片了，诸如此类的东西。

Kristin Trace (Jeffrey 之老婆)

2009 年 11 月 24 日

Richter 家的标准家庭早餐

① serializer 和早餐食物 cereal 的读音相近，故有此误解。——译注



前　言

1999 年 10 月，Microsoft 的一些人首次向我展示了 Microsoft .NET Framework、公共语言运行时(CLR)和 C#编程语言。看到所有这一切时，我震惊了，我知道我写软件的方式要发生非常大的变化了。他们请我为团队做一些顾问工作，我当即就同意了。刚开始，我以为.NET Framework 是 Win32 API 和 COM 上的一个抽象层。然而，随着我投入越来越多的时间研究它，我意识到它是一个更宏伟的项目。在某种程度上，它是它自己的操作系统。它有自己的内存管理器，自己的安全系统，自己的文件加载器，自己的错误处理机制，自己的应用程序隔离边界(AppDomains)、自己的线程处理模型等。本书解释了所有这些主题，帮助你为这个平台高效地设计和实现软件应用程序及组件。

我花费了大量时间专注于线程处理、并发执行、并行结构、同步等方面的研究。如今，随着多核计算机越来越普遍，这些主题的重要性日益凸显。几年前，我决定专门写一本讲线程处理的书。然而，事情一件接着一件，我的想法一直没有实现。当我有时间修订本书的时候，我决定将所有线程处理的内容集成到其中。所以，本书除了全面讨论.NET Framework 的 CLR 和 C#编程语言，还嵌入了我的关于线程处理的书(第Ⅴ部分“线程处理”)。

我是 2009 年 10 月开始写作本书的，距离第一次接触.NET Framework 和 C#正好十年。十几年来，我作为 Microsoft 的一名顾问，开发过各种各样的应用程序，对.NET Framework 本身也贡献良多。作为我自己的公司(Wintellect，*http://Wintellect.com*)的一名合伙人，我还要为大量客户工作，帮他们设计软件、调试软件、优化软件和解决他们使用.NET Framework 时遇到的问题。正是因为有了这些资历，所以我才知道人们在使用.NET Framework 进行高效率编程时，可能会在什么地方遇到麻烦。贯穿本书的所有主题，你都会看到我的这些经验之谈。

本书面向的读者

本书旨在解释如何为.NET Framework 开发应用程序和可重用的类。具体地说，我要解释 CLR 的工作原理及其提供的功能。另外，我还要讨论 Framework Class Library(FCL)的各个部分。没有一本书能完整地解释 FCL——其中包含数以千计的类型，而且这个数字正在以惊人的速度增长。所以，我准备将重点放在每个开发人员都需要注意的核心类型上面。另外，虽然本书不专门讲 Windows 窗体、Windows Presentation Foundation(WPF)、Silverlight、XML Web 服务、Web 窗体等，但本书描述的技术适用于**所有**这些应用程序类型。

本书是围绕 Microsoft Visual Studio 2010，.NET Framework 4.0 和 C# 4.0 展开的。由于 Microsoft 在发布这些技术的新版本时，会试图保持很大程度的向后兼容性，所以本书描述的许多内容也适用于以前的版本。所有示例代码都用 C#编程语言来演示各种功能的行为。

但是，由于CLR可由许多编程语言使用，所以本书内容还是很适合非C#程序员的。

注意 本书代码可从Wintellect的网站下载(*http://Wintellect.com*)。在本书某些部分，我描述了我自己的Power Threading Library中的类。这个库是免费的，也可从Wintellect的网站下载。

Microsoft提供了CLR的几个版本。有桌面/服务器版本，在Microsoft Windows的32位(x86)和64位(x64/IA64)版本上运行。还有Silverlight版本，它是用和.NET Framework CLR的桌面/服务器版一样的源代码库来生成的。所以，本书描述的一切也适用于生成Silverlight应用程序，只是Silverlight加载程序集的方式有一些区别。.NET Framework有一个“简化”版本，称为.NET Compact Framework，它适合Windows手机和运行Windows CE操作系统的其他设备。本书许多内容也适合用于为.NET Compact Framework开发应用程序，但该平台不是本书的重点。

2001年12月13日，ECMA International(*http://www.ecma-international.org/*)接纳了C#编程语言、一部分CLR以及一部分FCL作为标准。因而形成的标准文档允许其他组织为其他CPU架构和其他操作系统构建这些技术的ECMA相容版本。事实上，基于ECMA规范，Novell已开发出了Moonlight(*http://www.mono-project.com/Moonlight*)，它是Silverlight(*http://Silverlight.net*)的一个开源的实现，主要用于Linux和其他基于UNIX/X11的操作系统。本书相当多的内容是围绕这些标准展开的；所以，如果想实现符合ECMA标准的“运行时”(runtime)和库，本书也是相当有用的。

注意 我和我的编辑们进行了艰苦卓绝的工作，试图为你提供最准确、最新、深入、容易阅读、容易理解、没有错误的信息。但是，即便有如此完美的团队协作，疏漏和错误也在所难免。如果你发现了本书的任何错误(尤其是硬伤)，或者想提出一些建设性的意见，请致函JeffreyR@Wintellect.com。[②]

献辞

献给Kristin 千言万语，难以描述我们在一起的日子。我爱我们的家，珍惜我们在一起的所有日子。每天都因为对你的爱而感到充实。

献给6岁的Aidan和2岁的Grant 你们两个是我灵感的源泉，是你们教会我游戏和找乐子。看着你们两个人的成长真是令我骄傲和快乐。能和你们共同生活，我感到非常幸运。我对你们的爱和感谢，远远超乎你们的想象！

---

① 译者博客 *http://transbot.blog.163.com* 也提供了资源下载和勘误等维护服务。——译注

② 关于中译本的问题和建议，请访问译者博客或者致函transbot@gmail.com。——译注

致谢

没有许多人的帮助和技术援助，我是不可能写好这本书的。尤其要感谢我的家人。为了写一本书，所投入的时间和精力是无法衡量的。我只知道，没有我的妻子 Kristin 和两个儿子 Aidan 和 Grant 的支持，根本不可能有这本书的面世。多少次，我们想花些时间一家人小聚，都因为本书而放弃。现在，本书总算告一段落，我们终于有时间做大家爱做的事情了。

针对本书的修订，我真的得到了一些“高人”的帮助。Christophe Nasarre 参与了我的几本书的出版，在审阅本书并确保我能以最恰当的方式来表达的过程中，表现出了非凡的才能。他对本书的质量有着至关重要的影响。和往常一样，我和 Microsoft Press 的教育出版团队进行了令人愉快的合作。特别感谢 Ben Ryan，Valerie Woolley 和 Devon Musgrave。另外，感谢 Jean Findley 和 Sue McClung 的编辑和制作支持。

本书支持

我们尽最大努力保证本书的准确性。一旦有勘误或更改，它们会添加到一篇 Microsoft 知识库文章中，可通过 Microsoft 帮助和支持网站访问。Microsoft Press 通过以下网址提供支持(包括如何查找知识库文章的指示)：

http://www.microsoft.com/learning/support/books/

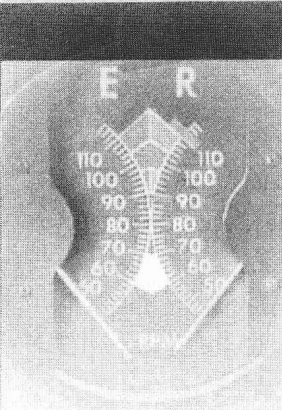
如果访问以上网站或者查看知识库文章解决不了你的问题，请通过电子邮件把它们发送给 Microsoft Press：

mspinput@microsoft.com

注意，上述邮件地址并不提供产品支持。

最后，本书中文版的后期支持(勘误和资源下载)请访问译者博客：

http://transbot.blog.163.com



目　录

第I部分　CLR基础

第II部分　设计类型

第III部分 基本类型

第Ⅳ部分 核心机制

第V部分 线程处理