

微软技术丛书

Microsoft



- IT畅销书作家Charles Petzold新作
- 优秀Windows程序员的思维训练读本
- 深入浅出，透彻演绎WPF 3D图形编程



精通  
Windows 3D  
图形编程

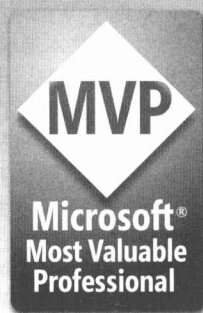
(美) Charles Petzold 著  
段菲 陈正华 译



清华大学出版社

微软技术丛书

Microsoft



精通  
Windows 3D  
图形编程



(美) Charles Petzold 著  
段菲 陈正华 译

清华大学出版社  
北京

## 内 容 简 介

借助于 WPF 3D, Windows 客户端应用程序开发人员可以创建出更逼真的、具有动画效果的控件。本书针对 3D 基本要素及其在 WPF 中的工作原理,通过丰富的图片和大量 XAML/C#代码,进行了详细的解释和适度的探究。全书共 9 章,内容涉及网格、模型、摄像机、光照、材质、变换和一些基本的 3D 数学知识,这些内容可有效帮助读者温故而知新。书中大多数素材都经过精雕细琢,而且有丰富的实例,必要的地方还有详细解释。

本书是了解 3D 图形编程的理想指南,适合具有 WPF 基础并渴望进阶到 WPF 3D 的读者阅读,也适合熟悉其他 3D 平台(DirectX/OpenGL)并希望了解 WPF 3D 的读者深入阅读。

**3D Programming for Windows**

**Copyright © 2008 by Charles Petzold.**

**Original English Language Edition Copyright © 2008 by Charles Petzold.**

**Published by arrangement with the original publisher, Microsoft Press, a division of Microsoft Corporation, Redmond, Washington, U.S.A.**

本书中文简体版由 Microsoft Press 授权清华大学出版社出版发行,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:01-2007-2831

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,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

精通 Windows 3D 图形编程/(美)佩措尔德(Petzold, C.)著;段菲,陈正华译. —北京:清华大学出版社,2009.4 (微软技术丛书)

书名原文:3D Programming for Windows

ISBN 978-7-302-19676-1

I. 精… II. ①佩… ②段… ③陈… III. 三维—动画—图形软件, Windows 3D IV. TP391.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 033207 号

责任编辑:文开琪

装帧设计:杨玉兰

责任校对:李凤茹

责任印制:李红英

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](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质 量 反 馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

印 刷 者:清华大学印刷厂

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:25 字 数:600 千字

版 次:2009 年 4 月第 1 版 印 次:2009 年 4 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:59.00 元

---

本书如存在文字不清、漏印、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)62770177 转 3103 产品编号:026266-01



## 《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，带来全新的、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&核心编程**

- 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(概念和函数等)的详细介绍，有些经典图书在相应位置标注了原书页码(在当前行末尾用粗体方括号【】或椭圆形灰色底纹表示)，并在书后附上原书索引，以期能对大家提供更多帮助。已经采用这一体贴设计的图书有《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》和《精通 Windows 3D 图形编程》。

在此，感谢参与本丛书翻译和审校的人员，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。深度的阅读是指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](mailto: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



## 序：MVP 项目简介

近几年来，随着技术和应用的变化、发展，Microsoft 技术也历经变迁。每一次 Microsoft 新技术的开发与发布，都促使 IT 专业人士和开发人员将拥有更强大的工具，使他们能够快速轻松地创建动态信息系统，让人们在最需要的时候、用最方便的设备、以最有效的方式无缝获取信息和计算能力，从而为企业的持续快速发展提供坚实的 IT 保障。

Microsoft 的技术已通过各类书籍向所有的开发人员和专业人士提供更多的信息，以帮助大家更好的学习、掌握并应用在我们的实际工作及生活中。

《精通 Windows 3D 图形编程》是 Charles Petzold 潜心研究 WPF 之后的新作。他是当之无愧的 Windows Pioneer，同时也是我们微软老资格的 MVP(最有价值专家)。在全球只有 7 人获得微软公司和 *Windows Magazine* 所颁发的 Windows Pioneer 中，他是唯一获得此项殊荣的技术作家。他的《Windows 程序设计》几乎是每一位 Windows 开发人员案头必备的圣经，引领着数十万读者体验 Windows 编程之美。

本书一如既往地传承 Petzold 专业、风趣的行文风格，系统、全面、深入地介绍了 WPF 3D 图形编程，通过丰富的示例代码和标记梳理了 .NET 命名空间 System.Windows.Media.Media3D 中几乎所有的类。可以这么说，本书可以作为 WPF 相关图书的姐妹篇，同时也是 Windows 客户端应用程序开发人员不可忽视的重要参考书。

Microsoft 最有价值专家(Microsoft MVP)是一群令人敬佩的人。他们指具备一种或多种 Microsoft 技术专业知 识，并且积极参与在线或离线的社群活动，经常与其他专业人士分享知识和专业技能，受人尊敬、信任，而且平易近人的专家。通过分享其知识和经验并提供客观反馈，MVP 帮助人们解决问题和发现新的潜能。

Microsoft 认为，技术社区为用户提供了技术交流的机会，这些交流促进变革和创新，从而提升大众的生活品质并促进行业的成功。技术社区帮助用户更快和更有效地采用新的技术。此外，它们还有助于 Microsoft 产品开发人员把握用户的“脉搏”和更好地满足客户的需要。作为技术社区中最活跃的专家参与者，MVP 因其对技术社区富有启发性的贡献而受到表彰和奖励。

Most Valuable Professional(最有价值专家)是 Microsoft 对上述专家在技术社群专业贡献的一种正式认同。该项目主要目的在于鼓励形成一个充满活力的全球性社群，使得 Microsoft 和用户之间建立良好的相互关系，增进相互了解。目前主要策略如下。

- **在全球范围内认可 MVP 并建立交流渠道** 通过跨产品、服务和行业的广大社群，



嘉奖有影响力和特殊贡献的专家，并赋予他们特殊的资源和权力。

- **贴近用户、提高体验** 认可技术专家的特殊贡献，不论他们来自哪个领域、使用何种语言，致力提高使用 Microsoft 技术的亲身体验。
- **推动项目日臻完美** 不断提高对技术专家的支持力度，在全球范围建立协调和沟通网络，增进 Microsoft 和用户的相互了解。

该项目已经运作了 17 年，在全球 90 多个国家拥有接近 4000 多位最有价值专家。目前中国区有 215 位最有价值专家。

谁是我们的 Microsoft 最有价值专家(MVP)?

- 以 Microsoft 技术为主题的作家、讲师、培训师
- IT 业界的业内知名专业人士，通过印刷媒体、blog 或其他形式分享经验和观点
- 参与和 Microsoft 技术有关的项目，担任主要角色的技术和管理人员
- 建立讨论 Microsoft 技术的技术网站，担任主要角色的技术和管理人员
- 参与 Microsoft 中文新闻组，积极地帮助论坛用户解决疑难问题的技术论坛高手
- 参与其他第三方的 Microsoft 技术论坛，积极地帮助论坛用户解决疑难问题的技术论坛高手

为什么要参与 Microsoft 最有价值专家的评选?

- **成为 Microsoft 全球 4000 位最有价值专家中的一员** Microsoft 公司视所有的 MVP 为“最有价值合作伙伴”。在 MVP 颁奖峰会上，您经常能够看见 Bill Gates, Steve Ballmer, Eric Rudder, Joe Peterson, Lori Moore 等 Microsoft 的最高层领导，他们亲自向 MVP 致词。来自 MVP 的反馈、建议，一直都是 Microsoft 高层和各个产品组极为重视的声音。
- **扩大您的专家关系网络** MVP 可以通过 Microsoft 私有新闻组(private newsgroup)和 4000 多位世界各地的 MVP 在线交流。MVP 也可以通过中国地区的 MVP 邮件列表交流分享专业信息和资源。
- **分享 Microsoft 最前沿的技术资源** 所有 MVP 将获赠价值人民币 32 000 元的 MSDN 光盘宇宙版或 TechNet 的一年免费订阅。Microsoft MVP 可以在专有站点上下载 Microsoft 最新的内部技术文档，访问合作伙伴级知识库(Partner Knowledge Base)，并参加专门为 MVP 制作的在线学院培训。Microsoft 总部的产品研发部门与 MVP 将保持密切的联系。MVP 将参与公司最新技术的审核和产品 Beta 测试，并可以透过特殊渠道对 Microsoft 的各项产品、活动提出意见和建议。MVP 将被邀请参加 Microsoft 公司在各地的大型市场活动，比如有机会参加当年的 TechEd。
- **Microsoft 助您不断攀登新的职业高峰** 在本人允许的前提下，Microsoft 将在官方网站公开宣传 MVP 的个人信息，并在各类专业印刷媒体上开设 MVP 专栏，使 MVP 和 MVP 所在的企业更有知名度。MVP 能得到 Microsoft 总部授予的全球统一的证书及精美纪念品。MVP 各地的项目主管会随时与 MVP 保持联系，协助 MVP 更好

的获取资源和提供反馈。

- **参与丰富多彩的 MVP 的聚会** 年度 MVP 全球峰会是 Microsoft 以最激动人心的方式，答谢最有价值专家做出的特殊贡献而举办的全球盛会。每年的全球峰会将在美国华盛顿州 Redmond 召开，届时，Microsoft 高层管理人员将发表主题演讲。

Microsoft MVP 大奖表彰来自世界各地的技术社区杰出领导者，他们自愿与他人分享自己非凡的实际专业技能。我们非常高兴地认可并表彰 MVP，以此作为我们表示感谢的方式，谢谢他们为帮助他人在全球技术社区做出的杰出贡献。

身为 Microsoft 最有价值专家中国区主管，倍感荣幸。非常高兴地看见这样一个“IT 精英中的活雷锋”的群体，积极活跃在各种技术社区，为推广 Microsoft 技术而做出的杰出贡献。他们所撰写的书籍，将帮助更多广大的专业人士和开发者获得更多的技术信息。热情专家，真知灼见。

# 林思綺

Microsoft 最有价值专家中国区主管





## 译者序

在上世纪 90 年代，美国未来学之父——托夫勒先生在其著作《第三次浪潮》中就已经预言人类将进入体验消费的时代，如今这个预言正在一步步变为现实。作为一种服务产业的现代软件业当然也不例外。随着计算机硬件，尤其是图形卡的飞速更新，现代软件业正在经历由过去性能至上、功能至上到现在逐渐以用户为中心、更加注重用户体验的蜕变过程。

增强用户体验最直接的手段是丰富程序界面元素的形象。在过去，当我们在 .NET 平台下使用 Windows Forms 编写多元媒体(Rich Media)的应用程序时，往往需要借助大量不同的 API 和对象模型。例如，在需要 2D 图形的支持时，我们会选择借助程序集 System.Drawing.dll 中的类；在需要 3D 图形功能时，可能只能借助于 DirectX API 或与 C#非官方绑定的 OpenGL；在需要对流媒体的支持时，我们一般会选择 Windows Media Player API。如此种种，不一而足。虽然这些 API 的句法非常相像，但其中蕴含的思想却千差万别，为开发人员带来了极大的负担。与此同时，界面外观的定义与驱动应用程序的逻辑存在较强的耦合，又对团队协作产生巨大的障碍。在这种形势下，Microsoft 极有前瞻性地适时推出了体现全新开发理念的 Windows Presentation Foundation，将其作为 .NET Framework 的主要组件之一。它的出现很好地解决了以前复杂工程开发中的诸多问题，将诸多 API 整合到一个对象模型之中；通过引入 XAML 将声明式编程带入一个崭新的境界，从而获得无与伦比的表示能力和创作能力；清晰地将负责界面外观的部分与内部逻辑区分开来，增强了界面设计人员和开发人员工作的独立性；WPF 基于 Direct3D，使所有与图形有关的运算都在 GPU 中完成，充分利用了硬件加速的功能；使图形界面矢量化，从而程序的外观不再像以前那样受制于显示器的分辨率。当然，WPF 所带来的革新远不止于此，它代表了应用程序开发的方向，可以说学习 WPF 的时机已经成熟。

本书作者 Charles Petzold 是一位富有传奇色彩的技术作家，历经二十载，其经典著作 *Programming Windows* 伴随着几代 Windows 程序员的成长。品读 Petzold 的书，“学必求其心得，业必贵其专精”这样的感觉会在读者心中油然而生。本书再次延续 Petzold 一贯的“抽丝剥茧”风格，从头至尾着眼于充分调动读者的大脑和双手，引导读者深刻把握 WPF 3D 编程的精髓。本书可以说是迄今为止介绍 WPF 3D 编程最全面、最系统、最深入的一本专著，对 .NET 命名空间 System.Windows.Media.Media3D 中几乎所有的类进行了系统的梳理，并辅以大量精彩示例的代码和标记。经典好书，优点无需赘述。能够有机会翻译这样一位经典大师的力作是译者莫大的荣幸，这本书的面世也是广大 .NET 技术爱好者的福音。

译者在翻译本书的过程中，始终抱着一种“诚惶诚恐”的心态，力求忠实原著，书中所涉



及的专业术语，均查阅了大量国内外相关文献，并请教了许多专家学者，力求找到最准确、最合理的译法，并在可能引起歧义的地方做了适当调整。同时，在专业术语第一次出现或容易混淆的环境中附上了该术语的英文表达，以便读者对比理解。尽管如此，由于计算机图形学发展迅速，新名词不断涌现，许多尚未规范化，如果读者朋友对书中术语的译法有不同的见解，非常欢迎与我一同探讨。

我要感谢清华大学出版社第三事业部能够在这样一个恰当的时机引进这样一本经典著作。在与他们合作的过程中，始终非常愉快。

我还要特别感谢文开琪编辑，作为本书责任编辑，在翻译本书的过程中，她给予了我诸多非常有价值的建议和帮助，让我获益良多。本书翻译的顺利完成，离不开她的帮助和指点。

本书的第1章、第3章、第5章和第7章主要由陈正华翻译，其余各章由段菲翻译。在翻译过程中，好友刘宝弟、郭山、李登、李硕、廖超、刘永、王汉奎、严严、朱云峰、蔡兴泉和宋威均参与其中，为我们提供了相当多的帮助和建议。限于译者的水平，书中错误和不妥在所难免，恳请读者朋友们批评指正。我的邮箱是 [duanfeis@gmail.com](mailto:duanfeis@gmail.com)。

段 菲

2009年3月于清华园



# 前 言

Windows Vista 是第一个为 3D 图形提供内置支持的 Windows 版本。该 3D 图形支持是集成在 Windows Presentation Foundation(WPF)中的, WPF 是一个客户端应用程序编程接口(API), 于 2006 年引入, 并成为 .NET Framework 3.0 的一部分。虽然 .NET Framework 3.0 为 Windows Vista 所内置, 但在 Windows XP SP2 或 Windows Server 2003 SP1 中也可以安装 .NET Framework 3.0。

本书将介绍如何编写面向 Windows Presentation Foundation 3D(或简称 WPF 3D)图形 API 的应用程序。更严格地说, 本书实际上是对 .NET 命名空间 *System.Windows.Media.Media3D* 中几乎所有的类进行了梳理, 并辅以大量的代码和标记示例。

## WPF 3D 的角色

WPF 3D 并不是为对画质精细程度要求苛刻的游戏行业准备的, 它也不适合下一代大屏幕电影中的 3D 啮齿类动物或巨兽。希望编写这类应用程序的开发人员更适合选择 DirectX, 而非 WPF 3D。

WPF 3D 存在的目的在于为开发人员提供一种能力, 以便将 3D 功能集成到他们的 Windows 客户端应用程序。使用增强的图形功能可能会为控件产生 3D 外观, 或用 3D 功能来显示复杂的信息, 或模拟真实世界中的物体(如书本)那样微妙。本书的最后一章提供了整合 WPF 3D 功能的许多实例, 目的是带给您更多的启发。

虽然 WPF 3D 并不是为复杂的游戏或电影而生的, 但它却内置动画功能。WPF 包括了大量的动画 API 供开发人员来实现复杂的 3D 图形功能。在本书中, 动画功能的演示是从第 2 章开始的, 但整本书都将关注和使用动画功能。与动画相关的一项重要技术是数据绑定。您可以通过将 3D 图形对象与一些控件(如滚动条)绑定在一起而实现 3D 图形的移动或变换, 这也是本书的另一个重要内容。

虽然 WPF 3D 可以运行在 Windows Vista 或安装了 .NET Framework 3.0 的 Windows XP 中, 程序的运行效果并不会完全一致。即使在 Windows Vista 中, 3D 图形的质量也与您计算机中显卡的性能息息相关。对于同一种复杂效果, 使用带有高性能的图形处理单元(GPU)的显卡能够取得比完全用软件来模拟高得多的效率。WPF 的图形功能可依据“等级”来进行



分类, 详情请参考如下网页:

<http://msdn2.microsoft.com/en-us/library/ms742196.aspx>

具体说来, 在 Windows Vista 中, 只有安装 Tier 2 显卡才能实现 3D 的反走样(anti-aliasing)功能(用离散像素来表示连续直线或曲面时, 会产生一些类似台阶状的锯齿效应, 反走样技术可用颜色的明暗来将这种效应最小化)。从宏观角度看, 反走样技术看起来并不是那么重要, 但当我们对 3D 图形进行动画处理时该技术就显得相当重要。

也许您为了投身 3D 图形领域而希望得到一块新的显卡, 但是如果您准备为其他用户开发应用程序, 应该大致了解一下用户在运行程序时所具有的局限性。

## 对背景知识的要求

在编写本书时, 我已假定您对使用 C#语言和在 .NET Framework 3.0 中引入的可扩展应用程序标记语言(XAML)编写 WPF(Windows Presentation Foundation)程序已有一定的经验。

如果是初学者, 我建议首先通过编写控制台程序来学习 C#语言, 这种模式下可编写运行于命令行窗口的字符模式程序。在我的著作“*Programming in the Key of C#: A Primer for Aspiring Programmers*”(微软出版社, 2003 年)中, 采用的正是这种方式。

如果对 C 或 C++已有一定的了解, 但对于如何使用 C#和 .NET Framework 进行编程尚缺乏了解, 可参考我的另一本著作:“*What the C or C++ Programmer Needs to Know About C# and the .NET Framework*”。该书是免费的, 并可从我的个人网站下载:

<http://www.charlespetzold.com/dotnet>

如果对 .NET 的早期版本比较熟悉, 但尚未接触过 .NET Framework 3.0, WPF 和 XAML, 建议阅读我的另一本著作“*Applications = Code + Markup: A Guide to the Microsoft Windows Presentation Foundation*”。WPF 编程中以下几点与 3D 技术息息相关:

- XAML 语法, 包括数据绑定和资源
- 依赖属性(Dependency Property)
- 动画与故事板(storyboard)
- 2D 画刷

对于经验丰富但希望使用 Visual Basic.NET 或其他 .NET 兼容语言的 WPF 程序员, 我想指出一点, 即本书许多程序示例都是用 XAML 而非 C# 编写的。您至少应该能够阅读 C#代码并将 C#转换为自己偏爱的语言, 这是在 .NET 编程中非常关键的一种技能。

3D 图形编程不可避免地会涉及许多数学知识, 但我尽量有的放矢地讲。例如, 我会回顾向量、矩阵代数和虚数等概念, 并介绍四元数(quaternion)。

但是，我仍然希望在阅读本书时，您对三角函数有较好的掌握。我并不需要您一口气说出一长串常用的三角函数公式，但是您至少应该对角度、弧度、正弦、余弦以及正切运用自如。如果您能够不假思索地说出  $180^\circ$  对应的弧度为  $\pi$ ， $90^\circ$  的正弦值为 1， $0^\circ$  的余弦值为 1， $45^\circ$  的正切值为 1 的话，就说明您的数学知识储备已经够了。

一些 WPF 3D 类专门用于帮助您从繁琐的数学知识中解脱出来。因此，我在本书中很早就提到这些类。直到最后几章，我才会涉及数学味道比较重的矩阵运算和四元数。您也许会觉得这些章节充满挑战，也许会感到非常恐怖，当然这要取决于您对 3D 图形编程的雄心壮志和渴望程度。在阅读这些章节时，我建议您这样做：

- 如果您觉得有些知识不是马上必需的，不妨将其跳过；
- 您可在稍后适当的时候回头重新学习一些知识点。

总而言之，我的目的在于帮助您，而不是为您增添烦恼。

## 系统需求

为了编译和运行本书中的程序，您应该配备以下要件。

- Windows Vista, Windows XP SP2 或 Windows Server 2003 SP1
- .NET Framework 3.0 或 3.5。 .NET Framework 3.0 已为 Windows Vista 所内置，对于 Windows XP 或 Windows Server 2003，您可从如下站点下载安装包：  
<http://www.microsoft.com/downloads/details.aspx?familyid=10CC340B-F857-4A14-83F5-25634C3BF043>
- .NET Framework 3.0 软件开发工具集，其 DVD 映像可从如下站点获取：  
<http://www.microsoft.com/downloads/details.aspx?familyid=C2B1E300-F358-4523-B479-F53D234CDCCF>
- Microsoft Visual Studio 2005/2008 的标准版或专业版，如果您使用的是 Visual Studio 2005，则需要从如下站点下载 .NET 3.0 扩展：  
<http://www.microsoft.com/downloads/details.aspx?familyid=5D61409E-1FA3-48CF-8023-E8F38E709BA6&displaylang=en>

理论上，要编译和运行 WPF 应用程序，您并不需要 Visual Studio。 .NET Framework 3.0/3.5 SDK 中已经包含了一个称为 MSBuild 的命令行程序，该程序从 C# 工程(.csproj)文件中建立应用程序。但使用 Visual Studio 显然会大大简化 WPF 程序的开发过程。

前面列出的大量下载链接都可从我的个人网站(<http://www.charlespetzold.com/3D/index.html>)直接找到。

请找到标题“Using the Book”，在该标题下，您会找到一个可用于 Visual Studio 2005 的空工程文件，这也是我偏爱的一种 WPF 编程方式。(实际上，完全动手编写自己的代码而非利用 Visual Studio 自动生成代码有时被称为“Petzold 风格”。)



在编写本书时, Visual Studio 的下一个版本(当时名称为 Orcas)已经发布了 beta 测试版。Orcas 集成了 .NET Framework 3.5 和 .NET Framework 3.5 SDK, 而且并不需要任何扩展。随着 Orcas 的逐渐普及, 我也会在我的个人网站上增加相应的使用信息。

在编写和测试独立的 XAML 文件时, 可以使用 XAMLPad(已包含在 SDK 中), 或者我编写的 XamlCruncher 程序。可从我的个人网站(<http://www.charlespetzold.com/wpf>)下载该程序。

注意, XamlCruncher 2.0 允许您将 DLL 文件加载到应用程序域中。然后, 在编写 XAML 文件时, 这些文件就可以使用了。

## 代码示例

本书所有代码示例(有一些在书中提及, 并未展开介绍)都可从本书配套网站下载:

<http://www.microsoft.com/mspress/companion/9780735623941>

如果您购买了本书, 便自动拥有了使用或修改本书中所有实例代码的许可, 您可能会发现, 这些代码对您编写自己的程序或开发商业软件很有帮助(这也是写作本书的一个初衷)。但是, 您不能发行这些代码实例(这就是这些代码具有版权的原因)。显然, 我并不能保证这些代码适用于任何特殊的用途, 即便它们能够正常运行(这也正是这些代码免费的原因)。

如果大致浏览一下本书, 您会注意到书中具有大量插图。许多插图其实都是书中示例代码在 Windows Vista 中的截图。而另外一些用来帮助解释所讨论的概念。所有的其他图表都是用 XAML 创建的。每个图表所对应的 XAML 文件都在这些图表的下方给出。这些 XAML 文件也可从本书配套的下载代码中找到。运行这些 XAML 文件时, 需要将 *Petzold.Media3D* 库(我将随后介绍)加载到 XamlCruncher 2.0 中。

## Petzold.Media3D 库及其他工具

本书配套的下载代码中也包括名为 *Petzold.Media3D.dll* 的动态链接库的全部源代码, 该库包含了非常有助于 3D 编程的一些类。如果运行的是 XamlCruncher 2.0, 您可将该 DLL 加载到其应用程序域, 并从自己所创建的 XAML 文件中对其进行访问。

*Petzold.Media3D* 库的最新版本可从 <http://www.charlespetzold.com/3d> 下载。

如果您购买了本书, 便自动拥有了使用该 DLL 的授权许可, 该 DLL 不但可用于开发您自己的程序, 也可用于开发商业软件。您也可在自己的程序中使用本书所涉及的任何源代码。但是, 我要求您不应发布该库的任何修改后的版本。我同时也要求无论这些代码是否被您修改, 都不能发布任何与该库相关的源代码。

*Petzold.Media3D* 库只是可供开发人员使用的几个 WPF 3D 库之一。特别是, 微软的 WPF 3D

开发团队已经提供了一个名为 3DTool 的库, 并可从 <http://www.codeplex.com/3DTools> 下载。

WPF 3D 开发团队还维护了一个博客(<http://blogs.msdn.com/wpf3d>), 其中包括一些非常重要的信息。

## 对本书的支持

我已尽一切努力来使本书及配套的内容尽可能精确。任何我所收集的修正信息, 都会被添加到 Microsoft Knowledge Base 文章中。

微软出版社还在以下网址为本书及配套内容提供支持:

<http://www.microsoft.com/mspress/companion/9780735623941>

## 问题与评论

关于此书及配套内容, 如果您有任何评论、问题或想法, 或者您访问前述网站, 但问题仍未得到解决, 请致电子邮件到 [mspinput@microsoft.com](mailto:mspinput@microsoft.com), 或通过信件投递到以下地址:

Microsoft Press

Attn: 3D Programming for Windows Editor

One Microsoft Way

Redmond, WA 98052-6399

请注意, 微软的软件产品支持并不通过这些地址提供。

## 作者的网站

本书相应的信息可从我的个人网站(<http://www.charlespetzold.com/3D/index.html>)访问。

关于我的其他著作以及博客和各种技术文章, 都可从我的个人网站的主页中访问到。

## 致谢

Windows 中的图形编程于我总是有着特别的吸引力。在过去几年中, 我开始编写 Windows 图形编程的书籍, 其中甚至还包括了一本面向 OS/2 Presentation Manager 的著作, 但总有这样或那样的原因使得这些书从未最终完成(其中两本“夭折”著作的封面可从我的个人网站中看到)。

编写一本面向 Windows 的 3D 图形编程书籍非常令人兴奋。在我请求写本书后, 我的代理



人 Caludette Moore 和微软出版社的组稿编辑 Ben Ryan 帮助我将这个愿望变成了现实。非常感谢你们！

很显然，项目编辑 Valerie Woolley 和技术编辑 Kenn Scribner 在我的著作 *Application = Code + Markup* 出版过程中积累了丰富的经验，使得我们能够再次为本书组成一个团队。我非常感谢他们为本书所付出的不懈努力，我向他们表示敬意。

在保护现代文明使其不至于退回蛮荒时代这一持久战中，加工编辑是当之无愧的先锋。为了保持英语的干净和纯正，免受分裂不定式<sup>①</sup>、悬垂分词<sup>②</sup>、时态不一致和主动语态等“恶魔”的玷污，他们做出了很大的贡献。对于 Becka McKay(我的加工编辑)的勤奋，我永远心存感激，她细心修改我的“散文”，帮助我使我的写作思路尽可能地更清晰。

承蒙 Eric Sink 和 Larry Smith 的垂青，自告奋勇阅读本书最初的草稿，我是何其幸运，他们甚至没有要求我为他们后来接受的心理咨询付费，毫无疑问，只有接受心理咨询，他们才能从这次经历中恢复正常。他们的反馈意见和文字录入错误检查是千金难买的。

我在微软的朋友一如既往地无私奉献他们的知识和智慧。我要感谢 3D 开发团队的 Daniel Lehenbauer, Jordan Parker, Adam Smith, Greg Schechter 和 Peter Antal。我还要感谢 Stephen Toub, Pablo Fernicola, Tim Sneath 和 Paul Scholz，他们曾给予我莫大的鼓励。

通过电子邮件和博客留言，Larry O'Brien, Rob Hill 和 Nathan Dunlap 给我提供了大量建议和教训。StatePopulationAnimator 项目的灵感来源于与 Neil Devadasan 进行的讨论。

最后，当然，我要向我的挚爱 Deirdre 表示感谢，她使过去十年成为我人生中最美好的一段时光。

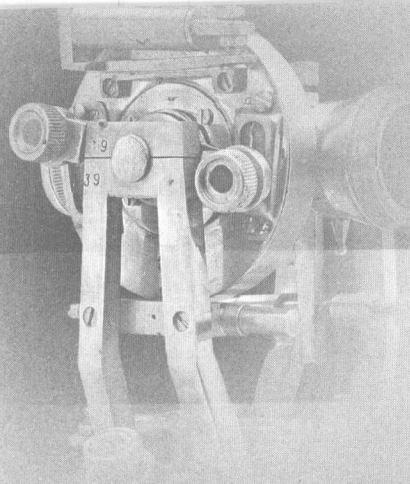
Charles Petzold

---

①译注：分裂不定式在英语中出现于 14 世纪，指的是连带一词素的不定式形式，通常连一副词，放在 to 和动词形式之间，如 to boldly go。很多语言学家反对这种用法。

②译注：又叫“无依着分词”(Unattached Participle)，指-ing 分词或-ed 分词结构在句中找不到它的逻辑主语，因而处于一种“悬垂”状态，即“无依着”状态。由于悬垂分词是个比较复杂的语言现象，如果没有对它做过深入全面的了解或掌握判断悬垂分词对与错的标准，会导致理解和使用错误。





# 目 录

<b>第 1 章 光源、摄像机和网格几何体</b> ..... 1	旋转和其他变换的组合 ..... 101
三维坐标 ..... 7	击中测试技术介绍 ..... 114
空间点 ..... 8	轴的动画处理 ..... 128
向量介绍 ..... 10	<b>第 4 章 光照与明暗效果</b> ..... 131
定义 3D 图形 ..... 14	关于照明 ..... 132
光源和摄像机 ..... 17	向量运算 ..... 143
Viewport3D 类及其构成 ..... 20	DiffuseMaterial 及其属性 ..... 150
对代码和标记语言的改动 ..... 23	SpotLight 与 PointLight ..... 155
视场 ..... 26	<b>第 5 章 纹理与材质</b> ..... 163
定义平坦矩形 ..... 30	渐变画刷 ..... 163
定义“实心”图形对象 ..... 34	平铺画刷 ..... 171
平衡各种光源 ..... 36	基于位图的画刷 ..... 172
正交投影 ..... 39	效率问题 ..... 186
为什么不共用顶点 ..... 42	基于绘图的画刷 ..... 187
透明度 ..... 44	VisualBrush 画刷 ..... 195
类的整理 ..... 46	反射材质和放射材质 ..... 201
<b>第 2 章 变换与动画</b> ..... 49	<b>第 6 章 网格计算几何</b> ..... 209
不借助变换的动画 ..... 50	三角剖分基础 ..... 209
对集合类的操作 ..... 56	参数方程 ..... 210
Transform3D 类 ..... 62	球面的参数方程 ..... 211
平移变换 ..... 65	球面的三角剖分 ..... 213
可共享模型 ..... 71	继承引发的问题 ..... 220
比例变换 ..... 80	三角剖分资源 ..... 221
平移变换与比例变换的组合 ..... 83	资源机制 ..... 221
如何构建座椅 ..... 85	依赖属性与动画 ..... 226
<b>第 3 章 轴旋转或角度旋转</b> ..... 91	将对象转换到 XAML ..... 238
旋转变换 ..... 91	从 ModelVisual3D 派生新类 ..... 239