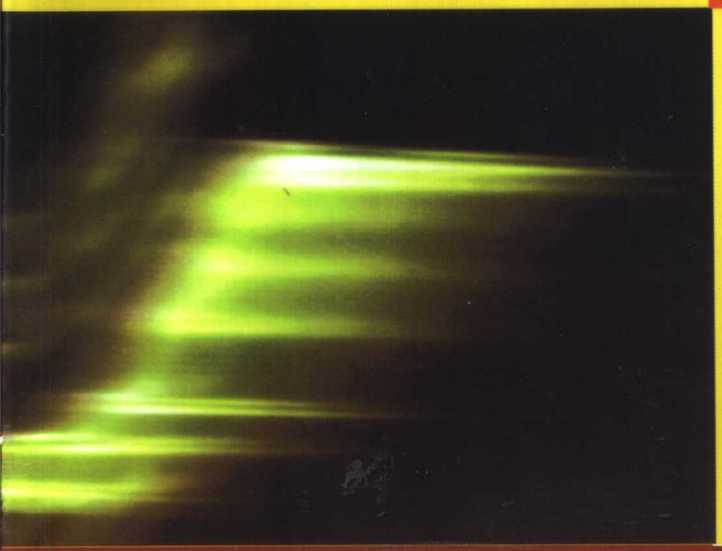
SPRINGER PROFESSIONAL COMPUTING



Guide to
Applying the UML

UML 高级应用

(德) Sinan Si Alhir 著
韩宏志 译

清华大学出版社

UML 高级应用

(德) Sinan Si Alhir 著

韩宏志 译

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书详细介绍了 UML 面向对象软件设计的基本概念、符号表示、术语、准则和原理。围绕 UML 的结构分析建模原理，并通过对路标的分析来阐述 UML 的应用方法。前三章简要介绍 UML、建模和面向对象的基本原理，第 4 章介绍路标，第 5 章到第 9 章阐述各种 UML 建模技术及其在路标中的应用，最后两章介绍 UML 扩展机制和对象约束语言。

本书可用作软件工程相关专业的教科书，也可供 UML 软件项目的设计、开发和管理人员参考使用。

Sinan Si Alhir：Guide to Applying the UML
EISBN：0-387-95209-8

北京市版权局著作权合同登记号　图字：01-2003-4521

图书在版编目(CIP)数据

UML 高级应用/(德) 阿尔赫(Alhir, S. S.) 著；韩宏志 译. —北京：清华大学出版社，2003. 12
书名原文：Guide to Applying the UML
ISBN 7-302-07996-X
I. U… II. ①阿… ②韩… III. 面向对象语言, UML—程序设计—教材 IV. TP312
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 004263 号

出 版 者：清华大学出版社　　**地　　址**：北京清华大学学研大厦
http://www.tup.com.cn　　**邮　　编**：100084
社 总 机：010-62770175　　**客户服务**：010-62776969

组稿编辑：曹　康
文稿编辑：王晓娜
封面设计：康　博
版式设计：康　博
印 刷 者：北京市昌平环球印刷厂
装 订 者：三河市新茂装订有限公司
发 行 者：新华书店总店北京发行所
开　　本：185×260　**印张**：18.75　**字数**：389 千字
版　　次：2004 年 2 月第 1 版　2004 年 2 月第 1 次印刷
书　　号：ISBN 7-302-07996-X/TP·5795
印　　数：1～4000
定　　价：36.00 元

前　言

本书将全面讨论 UML 语言，详尽讲述路标，带您进入 UML 之门。

系统工程技术领域受到现实的约束，其中时间和空间维度为更改和复杂性搭建起共同活动的舞台。此处，必须审视一个问题："要最大程度地拓展系统工程技术领域，应该用哪种语言呢？"正确的回答是"UML。"即统一建模语言(Unified Modeling Language)。通过 UML，人员与团队、过程、工具和技术可共同营造一个向同一目标迈进的环境，可以在减少工时、降低成本的同时，完善功能，提高质量，创造更多价值。

还有一个问题亟需解决："如何才能有效应用 UML？"正确的回答是"路标。"路标专门从 UML 派生而来，独立于工具、过程和技术，为 UML 的有效应用提供了一种切实可行的方法。

UML 概述

UML 是一种发展演变而来的通用建模语言，运用广泛，得到很多工具支持，并被用作行业标准；用于指定、显现、构建和记录系统密集过程的工件。

UML 最早主要源于 Rational Software 公司和三位盟友——最卓越的方法学家 Grady Booch、Jim Rumbaugh 和 Ivar Jacobson 的构思，并在他们的共同努力下逐渐发展起来。UML 是作为对象管理组(Object Management Group，OMG)和 Rational Software 公司的一个标准出现的，将信息系统和技术行业的最佳工程实践合并为建模技术集合。

UML 可用于不同类型的系统(软件和非软件)、域(业务与软件)和方法(或过程)。它支持并推广(但并不要求或强制)一种过程，这种过程的特点是用例驱动的、以体系结构为中心的、面向对象的、基于组件的、迭代的、递增的和抗风险的。但 UML 并未指示任何特定的系统开发方法，它非常灵活，可进行定制，以适应所有情况。

随着 UML 的出现，并鉴于其支持各种类型的过程或方法学的灵活性，各种协调使用 UML 的方法应运而生，其中包括：不使用方法学、使用重量级方法学或轻量级方法学。虽然这些方法都在一定程度上取得了成功，但是，要成功有效地应用 UML，并利用它所提供的一切功能性，需要在路标中捕获真正需要的信息类型。

学习目标

重量级方法学涉及大量规则和准则，例如三位盟友的统一过程(Unified Process，UP)架构。轻量级方法学也称“灵活”、“经验化”或“突现”的方法学，几乎不涉及规则和准则，例如 Kent Beck、Ward Cunningham 和 Ron Jeffries 合作开发的 eXtreme Programming(XP，极限编程)准则。本书介绍如何整体性并结合性地组合 UML 的所有元素，并使用路标来填补 UML 和过程之间的空隙；路标为重量级方法学提供了一个成本识别方案，为轻量级方法学提供了一个成熟度识别方案。

本书未指定任何特定过程，其重点在于分析路标，说明在应用 UML 时应解决什么问题，其中包括判定点(计划临界点，必须在此临界点做出判定)及判定点之间的关系。方法学专用于解决各种过程元素，包括什么人对什么产品从事什么活动，何时、何地、为什么以及按什么方式完成这些活动。路标解决判定点及其相互关系，为方法学提供架构。为保证公司成功地应用 UML，可根据需要将路标伸缩为轻量级或重量级方法学。可将任何特定过程或方法学理解成遍历路标。

本书介绍语法规则、组成原理、风格指南和实用示例，介绍独立于工具、过程和技术并有助于有效应用 UML 的路标。它围绕 UML 结构分析组成 UML 模型的基本原理，围绕路标分析应用 UML 的基本方法。

本书论述精辟，观点新颖，介绍了 UML 的重要知识，既可用作教材，也可用作参考书。通过学习，您将了解如何在不过早应用特定过程的情况下，将 UML 应用于实际项目。

读者对象

本书适于软件工程及相关专业学生、执行项目的项目经理、从业者(工程师)，以及任何希望有效应用 UML 的人员学习使用。

为了便于负责管理项目执行的经理和专家学习使用，本书全面介绍了 UML 的用法，使经理能够更加方便地制定项目执行的相关决策；可将路标用作公司实际过程的更高级别抽象，以进一步理解执行项目的各个选项；可将路标用作架构，这样，既可成功有效地应用 UML，又不致过早地强制使用过程。

为了便于负责执行项目各个相关活动的从业者(工程师)和专家学习使用，本书提供了应用 UML 的丰富示例，以便工程师在整个周期利用 UML 建模时，能够更加灵活地执行决策；认真分析本书介绍的语法规则、组成原理、风格指南和实用示例，进一步理解概念、说明和实现模型的创建方法。

为了便于经理和从业者学习，本书通过路标说明了 UML 元素之间的相关方式，还

说明了路标如何支持跟踪性和伸缩性以支持系统开发周期过程。

通过本书，可以学习(初级水平)和有效应用(中级到高级水平)UML。本书不要求您具备预备知识和技能，不过，如果了解面向对象概念，对学习更有益。

本书将带您感受路标，发掘其益处，开发其价值。不过，前进的道路上并非一帆风顺，会时常遇到各种问题，需深思熟虑，冷静分析，从多个方面进行认真思考，仔细剖析应该做什么、如何做以及为什么做，以便逐渐吸收利用路标的多种好处。在此过程中，应统观全局，不只是强调重要目标和达到目标的速度，而应在焦点、目的、历程、目标和达到目标的速度之间寻求一个平衡点。

方法

过程的重量级和轻量级程度如何确定？这个问题可通过解决更基本的问题来解答：过程或方法学有什么价值？独立于过程的重量级或轻量级程度如何？为什么说某种过程或方法学比另一种更合适？有许多策略试图协调或辩论重量级方法和轻量级方法，但这失去了解决过程或方法学价值的根本问题的机会，并常引发核心过程的文化大战。这些派系均低估了语言的巨大影响，实际上，语言建立了思想和行为的边界，过程建立了该边界中的行为，工具建立了该边界中的自动操作。路标建立了一个连续区间，从中可导出和应用最佳方法(独立于重量级或轻量级)。该方法防止类似于重量级方法的工程化过程元素的过度使用，也防止类似于轻量级方法的工程化过程元素不足，它提供了一种切实可行的路标，以成功有效地利用 UML。

由于历史原因，我一直从事咨询工作。那时，如果一个人未能获得两个或更多哲学博士基本学位证书，及一个证明三十年及以上行业经历的实用证书，是不能称为咨询师的。

在为客户服务之前，我经常问："咨询师的价值体现在哪些方面？""是他们提供给项目的知识吗？"或许有人认为是，但实际上，咨询师的知识也是有限度的，这是一种极端认识。我又问："是他们可以在项目中完成的工作吗？"又有人认为是，但实际上，咨询师并非是一个实用的"承包人"，这是另一种极端认识。问题的答案可能介于这两个极端之间，咨询师的价值可以归纳为：他们提出的问题(人们在这些问题的指引下寻求答案，并提出更多问题)，根据知识和经验提供的可选方案，为寻求可选方案而完成的工作，以及他们提供的辅导。在编写本书时，也遵循这样一种思维方式，并未列出讲述内容的所有答案，而是提供了一个架构：提出问题和回答问题，识别、计算和选择方案，分析特定方案的分支。

客户常问："不同公司和团队使用的方法学不尽相同，在咨询时，您如何保持提供价值的一致性和可认知性？"我的回答是"路标。"路标并不是专门设计的、深奥的、非常抽象的东西，相反，它非常实用，便于应用，受时间限制，是有价资产，使从业

者可以用任何过程、工具和技术成功有效地应用 UML。在与各种从业者团体打交道时(它们有各自独特的文化，涉及过程、工具和技术)，我一直使用 Socratic 方法将路标动态地传递给从业者。Socratic 方法是一个论证(转换或论述)方法，它不是简单地指出正确结论，而是由教师逐渐向学生提问，从而引导学生认知和推出结论。在从业者确认已理解结论之后，便将它们作为一个团体，授予协调使用路标的权力，以采用过程和方法学，并发展已采用的过程和方法学，通常，还将合并、优化和简化方法，以成功有效地达到目标和设想。此外，只要有对应的概念，也可使用除 UML 之外的其他任何建模语言。

有些客户对此持怀疑态度，特别是在阅读我的作品之后，便将我当成一个书呆子，常问："您的方法实用吗？"对此，我的回答是"非常实用。"一开始，这些客户不大相信，不过，待到与我共同经历开发过程之后，他们终于心悦诚服。有人可能认为路标过于理想化，一点也不实用；但实际上，路标使我们注重实践，并将其真正应用于实际项目，如果缺少它，实践将成为附带事件。如总想着采用一些权宜之计或容易的方法，结果必然会差强人意。实用的并不代表容易的，理想的并不代表困难的。正确的理解是，容易的方法可能只能执行实用的或理想方案；而最困难的和最有意义的是在特定上下文(而不仅在真空)中执行实际的方案，换言之，即实际应用理想方法，并注重实际方法和理想方法之间的力量平衡。许多人错将理想方法和实用方法割裂开来，但事实上，成功的做法是将实际上下文的理想方法实际应用于实际情形，这是我很久以前就接受的一个教训，在职业和个人生涯中，这个概念在我的头脑中生根发芽，逐渐成熟。许多人在面对困难和挑战时，选择牺牲实际方法之上的理想方法，而不是继续钻研并从实际方法向理想方法发展，由上述分析可知，这种做法也是错误的。此处的论述都是关于路标的实用信息，请认真体会理解！许多人与我共事后，往往有所感触，认为我不仅联系上下文含义，还考虑环境含义，但是在各种情况下(即使在同一上下文中)，策略都是惟一的，所以我的着眼点既不面向过程，也不面向路标，而是从策略上面向结果。

值得注意的是，UML 不只是一个标准或另一建模语言。它是一种"范例"、"基本原理"、"变革"和"进化"，说明如何处理问题求解和系统问题。我们常说，英语是全世界的"通用语言"，同样，也可以肯定地说，UML 将成为信息系统和技术领域的"通用语言"。

本书不含源代码，重在分析建模语言和路标；它并没有说明如何将系统转换为特定实现，而是说明如何成功有效地应用 UML。

由于时间仓促，水平有限，书中难免有疏漏和错误之处，恳请得到社会各界和广大读者的批评和指正。本书介绍路标的精华部分，而不只是实质部分(实质是指必需和基本的内容，而精华是指精髓和典范)，以成功有效地使用 UML；虽然 UML 在不断发展，但本书仍极具价值。在阅读本书的过程中，如果您有什么意见，或要对路标、UML、

面向对象及其他相关主题发表看法，欢迎来信告知，我的邮箱地址是salhir@earthlink.net；另外，您也可浏览我的 Web 站点主页，网址为：http://home.earthlink.net/~salhir。

内容介绍

本书共分 11 章。在后续章节中，个别地方会重述前面章节的内容，并对这些内容进行进一步阐释。这样，在实际执行项目的过程中，如果用到本书内容，您可以直接参考特定章节来获取所有相关信息，不必再查阅其他章节。

前 3 章重点介绍 UML、建模和面向对象。

- 第 1 章“UML 简介”首先介绍 UML 的目标、范围和发展史；然后讲述 UML 与过程的关系；最后讨论如何才能成功、高效地使用 UML。通过第 1 章的学习，您可以理解语言和过程的要求。
- 第 2 章“建模”介绍建模语言、系统以及支持生成更好的系统模型的各种机制，并介绍建模与过程和方法学的相互关系。通过第 2 章的学习，您将理解路标是如何解决轻量级过程和重量级过程之间的争夺战的。
- 第 3 章“面向对象”介绍面向对象的基本原理、支持建立模型系统的基本概念，以及如何通过 UML 传递这些概念。通过第 3 章的学习，您可以了解 UML 表示法的详细指南概要。

第 4 章简要介绍路标，第 5~9 章详细介绍各种 UML 建模技术，以及这些技术在路标中的用法。第 4 章是第 5~9 章的出发点。第 5~9 章的各章都分为两个部分：第 1 部分通过实例，进一步阐述第 3 章介绍的各种 UML 建模技术，并介绍各种基本规则、原理和方式指导；第 2 部分讨论如何在第 4 章介绍的路标上下文中使用各种 UML 建模技术。基本规则解决关于 UML 建模元素“是什么”的问题；基本原理解决关于 UML 模型“是什么”的问题；基本风格指南解决关于 UML 建模元素“如何做”的问题。如要概括了解路标，请阅读第 4 章；如要进一步理解 UML 表示法和路标，请阅读第 5~9 章。这些章节并未列出所有答案，而是提供了一个架构：提出问题和回答问题，识别、计算和选择方案，分析特定方案的分支。对于 UML 初学者而言，如要进一步了解关于第 3 章介绍的各种 UML 建模技术，可以首先阅读第 5~9 章中关于建模技术的部分，然后再阅读第 4 章，最后再返回到第 5~9 章，着重理解在路标上下文中各种 UML 建模技术的用法。

- 第 4 章“路标”建立在第 2 章和第 3 章的基础之上，简要介绍路标。要派生路标需分析 UML 句子，建立路标空间，定义常规路标，细化明细路标，指定表示法路标。第 4 章是继续学习第 5~9 章内容的预备知识。

- 第 5 章“用例(用户)建模”着重分析用例图(见附录)并建立系统功能维度模型，即系统为用户提供了哪些功能性(在概念模型中捕获)。
- 第 6 章“结构(静态)建模”着重分析类图和对象图(见附录)并建立系统结构或静态维度模型，即哪些元素及其关系构成系统(在说明模型中捕获)。
- 第 7 章“行为(动态)建模”着重分析顺序图、协作图、状态图和活动图(见附录)，并建立系统行为或动态维度模型，即协作构成系统的元素如何交互，从而为用户提供系统的功能性(在说明模型中捕获)。
- 第 8 章“组件(实现)建模”着重分析组件图(见附录)并建立系统实现维度模型，即系统的实现方式(在实现模型中捕获)。
- 第 9 章“部署(环境)建模”着重分析部署图(见附录)并建立系统环境维度模型，即实现或实现的系统在环境中的驻留方式(在实现模型中捕获)。

最后两章重点介绍UML扩展机制，以及UML的约束语言——对象约束语言(OCL)。

- 第 10 章“扩展机制”简要介绍 UML 的扩展机制。通过本章的学习，您将初步了解 UML 的扩展方法。
- 第 11 章“对象约束语言”简要介绍 OCL。通过本章的学习，您将初步了解 OCL 的用法。

致谢

本书的最终出版凝聚着许多人的付出和努力。特别是在我身边与我共度这段艰难时光的人，他们理解我，鼓励我，耐心地帮助我，为了本书的问世做出了很大的奉献。

感谢父亲 Saad 和母亲 Rabab，是他们把我培养成人，引导我走上成功之路。感谢弟弟 Ghazwan 和 Phillip，是他们的孜孜相助成就了我的事业。感谢妻子 Milad 在生活上对我的关怀。感谢女儿 Nora，她一直促使我学习“诚实”，并重检和审视已经学到的“诚实”，教我自惭，催我自新，使我学会了适应和发展。

感谢顾问 Carl V. Page 博士和 George C. Stockman 博士，是他们的谆谆教导，使我体会到：计算机科学的理想、理论和抽象领域与计算机职业的实际、实用和具体领域是密不可分的，它们相互依存，相互促进，为复杂的现实问题的解决方案奠定了基础。

感谢世界各地的从业者阅读我的第一本书籍《UML in Nutshell》(O'Reilly&Association，1998 年)，衷心地感谢他们对该书的支持和厚爱。

感谢负责本书出版的 Springer-Verlag 公司的员工；同时感谢评论家们为本书提出的宝贵意见。

我会永远记得你们，也希望你们记住我。

Sinan Si Alhir

目　　录

第1章 UML 简 介

本章将概述统一建模语言(Unified Modeling Language，UML)，分析使用 UML 和过程的必要性。首先介绍 UML 的目标及范围；然后讲述 UML 与过程和方法学的关系以及 UML 的发展史；最后讨论如何才能成功、高效地使用 UML。

1.1 UML 的定义

在系统开发期间，会遇到各种复杂的、不断变化的问题。若系统支持的业务过程和需求跨越使用不同技术的多个单位和区域，情况将更为复杂。为应对之，我们尝试采用包含相应技术的解决方案，并力求在减少工时、降低成本的同时完善功能并提高质量。但事实上，试图解决的复杂性愈高，更改的内容也愈多；反过来，增加更改内容后，又会滋生新的复杂性，形成恶性循环；问题和方案不断演变，最终导致混乱。另外，由于复杂性高，又时常更改，所以系统开发无法由个人完成，必须通过团队合作，由人员与团队、过程、工具和技术共同营造一个向同一目标迈进的氛围。为成功地组建团队，需使用一种公共语言来沟通信息，协调问题和方案，并采用统一方法，在管理复杂性和更改的同时实现开发目标；否则，在面对问题时将无从下手。

应如何处理呢？答案是使用 UML。通过它，一切问题均可迎刃而解。

UML(统一建模语言)用于指定、显现、构建和记录系统密集(system-intensive)的过程的工件(artifact)。即为“语言”，当然是一种交流手段，使我们可以沟通主题、正在讨论的系统及周边环境或上下文。“建模”是指 UML 通过对主题及其上下文的模型模式化而突出主题；模型捕获与主题相关的一系列观点或抽象(即吸纳理解主题所需的本质信息，摒除所有可能对影响理解的无关或偶然信息)；通过建模，可进一步管理系统开发的复杂性。“统一”是指 UML 源于对象管理组(Object Management Group)和 Rational Software 公司，结合信息系统和技术行业的最佳工程实践，实现行业一体化，使我们可以协调使用那些经实践检验、证明切实可行的技术。

“指定系统”是指可通过 UML 来交流系统要做什么，以及系统如何满足这些要求。“显现系统”是指可通过 UML 进行可视化交流，此所谓“百闻不如一见”，使我们透过想象查看系统，检测模式。“构建系统”是指可用 UML 来指导物理系统的构建，类似于设计蓝图。“记录系统”是指可利用 UML 来记录整个系统开发周期过程的信息，免于事后为追加记录而苦思冥想。UML 的使用方便了指定、显现、理解和记录问题，

方便了获取、交流和协调使用解决问题的方法，也方便了指定、显现、构建和记录解决方案。

UML 是一种演变而来的通用建模语言，运用广泛，并能得到工具支持，被用作行业标准。UML 最早主要源于 Rational Software 公司和三位盟友——最卓越的方法学家 Grady Booch、Jim Rumbaugh 和 Ivar Jacobson 的构思，并凝聚了面向对象界核心建模概念的共识。UML 可用于整个系统开发周期过程，可用于不同类型的系统(软件或非软件)、域(业务与软件)及方法或过程，可由各个供应商和工具支持。UML 既非专用的语言，也非闭合的语言，而是一种开放的、可充分扩展的行业认知语言，得到了构成 UML 合作者联盟和 OMG 的多个组织的支持。

设计 UML 时，力求使其成为一种简单明了的可视建模语言，较自然语言更简单精确，具有可扩展性，独立于实现和过程。若过于复杂，将令人敬而远之，最终无法被广泛接纳和使用。若不精确，将背离支持通信的初衷。若不能扩展，是闭合的，则只能解决已知需求，无法解决尚未发现的需求。若依赖于实现或过程，其使用范围将严重受限，难以达到通用和广泛运用的目标。

UML 促成了前述三位方法学家的概念在建模语言级别上的融合：Grady Booch 的 93 方法，Jim Rumbaugh 的对象建模技术(Object Modeling Technique，OMT)以及 Ivar Jacobson 的面向对象软件工程(Object-Oriented Software Engineering，OOSE)，并凝聚了面向对象界核心建模概念的共识。需澄清一点，UML 既不是一种可视化编程语言、工具或存储库规范，也不是一种方法或过程。

1.2　UML 与过程或方法学的关系

UML 采用并推广(但并不要求或强制)了一种过程，这种过程的特点是用例驱动的(use-case-driven)、以体系结构为中心的、面向对象的、基于组件的、迭代的、递增的和抗风险(risk-confronting)的。但 UML 并未指示任何特定的系统开发方法，它非常灵活，可进行定制，以适应所有情况。

迭代和递增过程采用渐进方法开发系统。各个步骤(或迭代)都由若干个更小的步骤组成，负责完成全部系统的部分工作(可能采用并行方式)；而各个递增则随时间的推移开发系统的其他部分。迭代并无特别之处：由构成方法的活动或步骤的偏序(semi-order)集合组成，有始有终，按规划设计，有评估标准，需要资源支持，旨在生成一些示范以提供能指导未来迭代的反馈。反馈使迭代经验化。通过使用迭代和递增方法，可以在验证需求并在系统演变的各个步骤中协调使用反馈时，我们可以，随着系统的扩展更好地管理复杂性，更好地结合需求和技术革新，发现和揭示未知需求。在迭代方法中，需要进行一些重复工作，以逐渐发展和改进系统，但这不能作为迭代的主要任务，