

UML面向对象 建模基础

Primer of Object-Oriented
Modeling with UML

徐锋 陈暄 等编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

TP312
2083

UML 面向对象建模基础

徐 锋 陈 暄 等编著

中国水利水电出版社

内 容 提 要

本书是一部 UML 的初级读本,涵盖了 UML 2.0。本书共 16 章,详细讲解了 UML 背景、UML 规范中的 13 种图,以及 UML 在各个开发阶段的应用。本书最大的特色在于,对于每种图的介绍都从相关知识介绍开始,然后是图的阅读方法、绘制方法,最后说明其应用方法,符合中国人的学习曲线。

本书适合作为高等院校计算机及相关专业本科生或研究生教材,也可作为“中国计算机软件技术专业资格水平考试”的专项辅导教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

UML 面向对象建模基础 / 徐锋等编著. —北京:中国水利水电出版社, 2006
ISBN 7-5084-4007-2

I. U… II. 徐… III. 面向对象语言, UML—程序设计 IV. TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 095950 号

书 名	UML 面向对象建模基础
作 者	徐 锋 陈 暄 等编著
出版 发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心)、82562819 (万水)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京蓝空印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16 开本 16 印张 390 千字
版 次	2006 年 9 月第 1 版 2006 年 9 月第 1 次印刷
印 数	0001—4000 册
定 价	26.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

Introduction

导读

“类是一个框，什么都往里装”，这就是很多程序员所编写的程序代码给我留下的印象。从这些代码中，我也终于找到了那些批判面向对象技术言论的根源：其实国内太多程序员一边在使用 Java、C++ 等 OO 语言，而一边则还在沿用结构化开发方法的思想进行设计，而当这两种东西发生矛盾与冲突时，就将问题转而怪罪于面向对象技术。

而笔者认为，由于世界对软件系统的需求日益增长，变化也越来越快，软件开发技术的发展方向已悄悄地从“提升被开发系统的执行效率”转变成为“提升开发效率”。而面向对象技术降低了解决方案域（计算机）与问题域之间的差别，提供了良好的复用机制，能够更加有效地提高软件开发效率，完全顺应了软件开发技术的发展方向。

而要熟练地驾驭“面向对象”开发技术，重点在于掌握面向对象的理论基础，善于正确地利用面向对象分析、设计的工具和方法。为了能够使自己的经验更好地帮助广大开发人员提高“内力”，笔者 2004 年曾在《程序员》杂志开设了“实战 OO”专栏，连载了 7 篇文章，说明如何正确使用 UML 和 UP 来进行系统的分析、设计活动，获得了广大读者的好评，并且被许多高校一线老师引用为“讲义”。从那时开始，笔者就萌生了编写一本“实战 OO”的书籍来更加系统化地总结这些经验的想法。

但要写好一本书并非易事，在准备素材时发现根本不可能在一本书中倾倒这些知识，因此就萌生了分卷写作“实战 OO”的构思：

- 《实战 OO 第 1 卷：UML 简明教程》，即本书，主要从统一建模语言本身出发，让读者正确地理解、阅读、绘制和使用 UML。

- 《实现 OO 第 2 卷: Rose 简明教程》,正在写作中,主要结合主流的建模工具 Rational Rose,说明如何利用工具有效地完成模型的创建与管理。
- 《实战 OO 第 3 卷: 项目案例》,正在写作中,将结合一个真实的 MIS 系统案例来说明如何利用 UML、UP、Rational 来有效地进行软件开发实践。全书将充满各种文档的真实范例。

本书的定位

写到这里时,笔者停下来数了数书架上关于 UML 的书,竟然有 30 余本,近 8000 页之多。但在笔者学习和实践 UML 的过程中,和大家一样遇到了大量的困难,产生了很多困惑,一度感到 UML 是那样的神秘、不可捉摸。

为什么会有本书的出现呢?

虽然我们有《UML 用户手册》,但好像总是与我们的开发实践“貌合神离”;虽然我们有《UML 参考手册》,但那只是一本字典;虽然我们有《UML 精粹》,但似乎仍然没有告诉我们 UML 如何读懂;虽然我们有《UML 与模型应用》,但总是感到阅读有点吃力……

因此,笔者希望本书能够成为一个带初学者入门的“导引者”,因为笔者精心为读者奉献了几点:

- 每章均提供知识图谱告知重点、难点,附带练习帮助总结提高。
- 以“相关知识介绍”→“图的阅读方法”→“图的绘制方法”→“图的应用说明”为主线,符合中国人的学习曲线特点。
- 所有的例子都源于真实的开发实践,给予读者更强的亲切感。
- 例子具有较强的连续性,注意各个章节的关联性。

……

本书适合于计算机软件专业的教师、研究生、本科生,也适合于所有希望了解和使用 UML 的初学者,对那些已经基本了解 UML 的读者也有很高的指导作用;对于“中国计算机软件技术专业资格水平考试”中系统分析师、软件设计师、数据库工程师等涉及 UML 内容的考生而言,本书也是一本针对性很强的补充读物。本书在编排上充分考虑了教学的需要,并向授课教师提供电子教案、复习题答案以及其他相关资源。

本书的组织结构

本书共 16 章,第 1 章和第 2 章阐述了 UML 的历史和基本构成;第 3~12 章阐述了 UML 2.0 规范中的 13 种图;第 13~16 章通过一个例子说明了 UML 在软件建模时的使用方法。

第 1 章 UML 概述,系统阐述 UML 的发展历史和常见认识误区,以及软件建模的意义与方法。

第 2 章 UML 世界的构成,从语言的角度来说明 UML 的组成,包括构造块、规则和公共机制三个主要方面,并且阐述了图和视图的概念。

第3章类图，从一个现实生活中的例子开始引入面向对象思想的本质，并详细说明 UML 中类的表示法。在此基础上，讲述阅读、绘制类图的方法、技巧和相关的知识。最后阐述类图在不同阶段的应用。

第4章对象图，阐述对象的结构、行为和标识三大特性。同时解释对象的表示法和对象图的阅读方法，并通过一个实例说明对象图的绘制技巧，总结了对象图的适用场景。

第5章包图，通过一个“股票通”软件的例子来说明如何寻找包、确定包之间的依赖关系，从而绘制出一个表明软件基本结构的包图。

第6章用例图，首先阐述用例驱动软件开发的基础知识，接着结合一个“棋牌馆管理系统”的用例图讲解阅读用例图的方法，然后延续第3章中“个人图书管理系统”的例子说明用例的绘制方法，最后强调用例建模的一些要点和应用场景。

第7章交互图，从阐述交互的概念开始，接着延续第3章开始的电子商务网站的例子说明交互图的阅读方法，然后演示了如何采用 Robustness 分析法从一个用例的事件流描述中导出相应的交互模型。另外还讲述了 UML2.0 中新引入的定时图的概念和用法。

第8章活动图，首先延续第3章中的电子商务网站的实例，逐一介绍简单活动图、带泳道的活动图和带对象流的活动图的阅读方法，然后对辅助活动图、汇合描述、发送信号与接收信号、引脚和扩展区等概念进行了解释，最后概括说明活动图的绘制要点。

第9章交互概述图，本章概要地总结 UML 2.0 中引入的交互概述图在使用时的一些核心原则与关键点，并结合一个实例说明了它的阅读和绘制方法。

第10章状态机图，首先介绍状态、状态机的概念和 UML 表示法；接着，通过三个例子逐一说明简单状态机图、包含复杂转换的状态机图以及包含复合状态的状态机图的阅读方法；最后通过一个航班机票预订系统来阐述状态机图的绘制过程。

第11章构件图，首先阐述构件的定义和要素，然后分别结合实例说明基本构件图和嵌套构件图的阅读技巧，然后阐述了嵌套构件图的绘制步骤。

第12章部署图，首先结合一个“客户机/服务器系统”的例子说明部署图的阅读技巧；再结合一个“IC卡考勤系统”的例子说明如何分两步绘制一张体现系统物理结构的部署图。

第13章需求建模基础与实例，首先阐述需求的三个层次，解释需求工程的任务，并展开说明需求捕获的工作流程；接着阐述如何通过 UML 来对需求进行建模；最后引入一个“开发时间管理”系统的实例，描述了从需求捕获到需求建模过程中的关键步骤和工作。

第14章设计建模基础与实例，首先阐述设计建模的内容、 workflow；接着，结合 UML 来阐述架构建模和构件建模的方法；最后，对“开发时间管理系统”进一步进行设计建模，包括架构建模和构件建模的过程与产出工作的实例。

第15章数据库建模基础与实例，首先比较了数据库模型与类模型；接着阐述用 UML 来构建概念、逻辑、物理三种模型的方法和要点；最后，针对“开发时间管理系统”进行逻辑、物理数据模型的构建。

第16章 UML 模型管理，首先从建模的角度阐述 UML 模型的构成，然后结合 Rose 说明如何来管理整个 UML 模型。本章通过描述 UML 建模的最终结果，帮助大家建立模型的感性概念。

写作约定

(1) 知识图谱。

为了使大家能够对每一章的知识要点及其依赖关系有所了解，每章的开始都有一个知识图谱，其中箭头表示依赖关系，被指向的知识点依赖于发出箭头的知识点。每个知识点都使用方框来表示，每个方框都包括知识点名称、重要系数、难度系数，如图 0-1 所示。

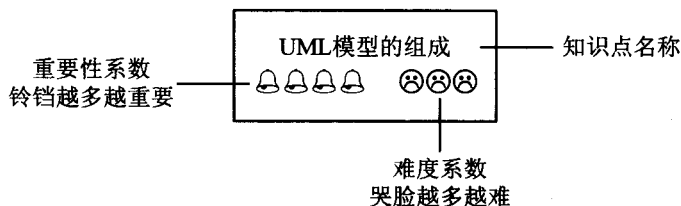


图 0-1 知识图谱说明

(2) 定义与原则。

在本书中用黑体字（如下所示）突出了“定义”与“原则”，其中定义是对术语的准确定义，而原则是一种在建模时应该掌握的要点。

首先识别基本元素，然后用修饰元素来对其细节进行表述，并用组织元素来组织基本元素以生成描述软件的各种模型和图表。（原则 16.1）

(3) 对话与补充说明。

在本书中对于对话的摘录、补充性文档都将采用如下所示的楷体表示。

开发人员甲：我认为，开发人员自己应能够通过这套系统来统计自己的产能数据。
研发经理：那么产能数据怎么表示呢？任务可是不同的呀。

关于作者

国家认证高级程序员、网络工程师、系统分析员（现名为系统分析师、高级工程师），中国系统分析员顾问团软件工程首席顾问，希赛网（原软件工程专家网）、51testing 特邀顾问、上海漫索公司特邀咨询师、《程序员》杂志社专栏作者、“全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试辅导指定教程系列丛书”副主编。具有丰富的 IT 市场规划、技术管理、产品研发、需求分析、产品建模、体系结构设计、软件开发等工作经验。现在致力于系统分析与设计、需求工程、软件过程改进等领域的研究。具有丰富的 UML 应用、培训及相关教材写作经验。已在《程序员》、《中国计算机世界》等报刊杂志上发表各类文章近 50 篇，其中实战 OO、大话 Design 等专栏都深受读者喜爱与好评，参与及独立编著出版的图书近 20 本。

(1) 主要文章。

- “软件过程改进思辨专栏”，《程序员》杂志 2004.10-2004.12 月刊
- “实战 OO 专栏”，《程序员》杂志 2004.2-2004.8 月刊
- “大话 Design 系列专栏”，《CSDN 开发高手》杂志 2003.11-2004.4 月刊
- “感悟测试驱动开发”，《程序员》杂志 2003.11 月刊
- “体验特征驱动开发”，《程序员》杂志 2003.10 月刊
- “软件项目管理三步曲”，《程序员》杂志 2003.4-2003.6 月刊

(2) 主要译作。

- 《Cloud To Code 中文版》
- 《基于用例的面向方面软件开发》
- 《Ajax 修炼之道》
- 《Ajax 高级程序设计》

(3) 主要书籍。

- 《系统分析师技术指南》(副主编, 主要作者)
- 《系统分析与设计技术》(副主编, 主要作者)
- 《网络工程师考试冲刺指南》(独立作者)
- 《软件设计师考试冲刺指南》(独立作者)

(4) 联系方式。

可以通过以下方式与作者取得联系, 交流各方面的心得:

- CSAI 专栏: www.csai.cn/tszl/xf.html
- Blog 专栏: blog.csdn.net/fjxufeng
- E-mail: xf@csai.cn

致谢

一本书的出版, 其功劳不能仅仅归于作者。首先, 要对所有支持、喜爱《实战 OO 系列》文章的读者表示感谢, 你们的热情与建议给予了我强大的动力。同时, 要对中国水利水电出版社的杨庆川编辑表示深深的感谢, 没有她的信任与鼓励, 难以想象本书会成功面市。

对于参与本书素材整理、部分初稿写作、前期技术阅读工作的陈暄、陈绍继等表示衷心的感谢; 对于长期以来给我许多技术灵感和帮助的张华、潘加宇 (Think)、温昱、王海鹏、张恂等朋友表示诚挚的感谢。

最后还要对我的家人表示感谢, 多年以来的鼓励与支持是我一直向前努力的动力源泉。

目 录

导读

第 1 章 UML 概述	1
1.1 什么是 UML	2
1.1.1 UML 的发展历程	2
1.1.2 UML 的特性	3
1.1.3 UML 的发展现状	3
1.2 什么是模型	3
1.2.1 为什么要建模	4
1.2.2 为什么要用 UML 建模	5
1.2.3 用 UML 可以建立什么模型	5
1.2.4 谁应该建模	6
1.3 常见的 UML 认识误区	7
1.4 本章小结	8
1.5 复习题	8
第 2 章 UML 世界的构成	10
2.1 UML 的组成	11
2.2 事物构造块	11
2.2.1 面向对象视角下的世界	12
2.2.2 结构事物	12
2.2.3 行为事物	16
2.2.4 分组事物	17
2.2.5 注释事物	17
2.3 关系构造块	17
2.4 UML 规则	20
2.5 UML 公共机制	21
2.5.1 UML 规格描述	21
2.5.2 UML 修饰	22
2.5.3 UML 通用划分	22
2.6 UML 扩展机制	22
2.6.1 构造型	23
2.6.2 标记值	23
2.6.3 约束	23

2.7	UML 体系结构与图	24
2.7.1	UML 中的图	24
2.7.2	“4+1”视图	25
2.8	本章小结	26
2.9	复习题	27
第 3 章	类图	28
3.1	什么是类	29
3.1.1	面向对象的思想	29
3.1.2	如何在 UML 模型中表示一个类	30
3.2	如何阅读类图	31
3.2.1	类图的基本部分	31
3.2.2	类图的增强部分	34
3.3	其他高级概念	36
3.3.1	接口与抽象类	36
3.3.2	关联类	38
3.3.3	模板类	38
3.3.4	主动类	39
3.3.5	嵌套类	39
3.3.6	依赖关系	40
3.3.7	引用对象与值对象	41
3.3.8	对象约束语言 (OCL)	41
3.4	如何绘制类图	42
3.4.1	发现类	43
3.4.2	关联分析	44
3.4.3	职责分析	45
3.4.4	限定与修改	46
3.5	类图应用说明	47
3.5.1	软件系统模型	47
3.5.2	数据库逻辑模型	51
3.6	复合结构图	51
3.7	本章小结	52
3.8	复习题	53
第 4 章	对象图	56
4.1	对象与类的关系	57
4.1.1	对象的概念	57
4.1.2	对象的特性	57
4.1.3	对象与类	58

4.2	如何阅读对象图	59
4.2.1	对象图的表示法	59
4.2.2	阅读方法	59
4.3	如何绘制对象图	60
4.4	对象图应用说明	62
4.5	本章小结	63
4.6	复习题	63
第5章	包图	64
5.1	什么是包	65
5.1.1	包的作用	65
5.1.2	包的表示法	65
5.2	如何阅读包图	66
5.2.1	包图的解读	66
5.2.2	包的构造型	68
5.3	如何绘制包图	70
5.3.1	寻找包	70
5.3.2	确定包之间的依赖关系	71
5.4	包图应用说明	71
5.4.1	对成组元素建模	71
5.4.2	对体系结构建模	72
5.5	本章小结	72
5.6	复习题	72
第6章	用例图	74
6.1	用例和用例驱动开发	75
6.1.1	现代需求技术	75
6.1.2	用例驱动开发过程	75
6.1.3	参与者和用例	76
6.2	如何阅读用例图	77
6.2.1	用例图部分	77
6.2.2	用例描述部分	81
6.3	如何绘制用例图	83
6.3.1	记录需求特性	83
6.3.2	识别参与者	84
6.3.3	合并需求获得用例	84
6.3.4	细化用例描述	86
6.4	用例图应用说明	88
6.4.1	用例模型的运用方法	88

6.4.2	建模要点	89
6.5	本章小结	90
6.6	复习题	91
第 7 章	交互图	93
7.1	交互与交互图	94
7.1.1	交互的概念	94
7.1.2	UML 交互图的类型	94
7.2	如何阅读交互图	95
7.2.1	顺序图	95
7.2.2	其他交互片断操作符	101
7.2.3	通信图	104
7.3	如何绘制交互图	106
7.3.1	准备工作	107
7.3.2	Robustness (鲁棒) 分析	107
7.3.3	构建交互模型	110
7.4	交互图应用说明	111
7.4.1	分析阶段的交互模型	112
7.4.2	分析阶段的交互模型之后	112
7.4.3	设计阶段的交互模型	113
7.4.4	建模要点	113
7.5	定时图	113
7.6	本章小结	115
7.7	复习题	115
第 8 章	活动图	118
8.1	活动图概述	119
8.2	如何阅读活动图	119
8.2.1	简单活动图	119
8.2.2	带泳道的活动图	121
8.2.3	带对象流的活动图	122
8.2.4	复杂活动图	124
8.3	如何绘制活动图	128
8.4	活动图应用说明	128
8.4.1	对 workflow 建模	128
8.4.2	对操作建模	130
8.5	本章小结	130
8.6	复习题	130

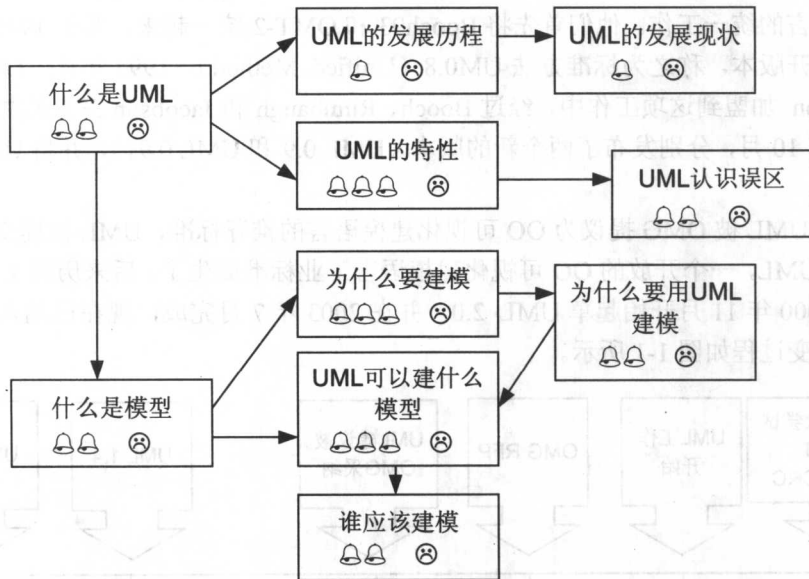
第9章 交互概述图	133
9.1 什么是交互概述图	134
9.2 如何阅读交互概述图	134
9.2.1 理解活动控制流	134
9.2.2 分析活动节点	135
9.3 如何绘制交互概述图	136
9.3.1 策略选择	136
9.3.2 理清主线	136
9.3.3 表述细节	137
9.4 本章小结	138
9.5 复习题	138
第10章 状态机图	139
10.1 状态和状态机	140
10.1.1 状态及状态表示法	140
10.1.2 状态机	140
10.2 如何阅读状态机图	141
10.2.1 简单状态机图	141
10.2.2 包含复杂转换的状态机图	143
10.2.3 包含复合状态的状态机图	145
10.3 如何绘制状态机图	150
10.4 状态机图应用说明	152
10.5 本章小结	153
10.6 复习题	153
第11章 构件图	156
11.1 什么是构件	157
11.1.1 构件的要素	157
11.1.2 构件和类	157
11.1.3 构件的表示法	158
11.2 如何阅读构件图	159
11.2.1 基本构件图	159
11.2.2 嵌套的构件图	160
11.3 如何绘制构件图	160
11.4 构件图应用说明	161
11.4.1 对可执行程序的结构建模	162
11.4.2 对源代码进行建模	162
11.5 本章小结	163
11.6 复习题	163

第 12 章 部署图	165
12.1 如何阅读部署图.....	166
12.1.1 基本部署图.....	166
12.1.2 部署图的补充元素.....	168
12.2 如何绘制部署图.....	168
12.3 部署图应用说明.....	169
12.4 本章小结.....	170
12.5 复习题.....	171
第 13 章 需求建模基础与实例	172
13.1 什么是需求.....	173
13.1.1 需求的定义.....	173
13.1.2 需求工程.....	174
13.1.3 需求捕获.....	175
13.2 如何使用 UML 对需求建模.....	177
13.2.1 用例模型——组织需求.....	177
13.2.2 类模型——概念模型.....	179
13.2.3 交互模型——描述事件流.....	179
13.3 需求建模实例.....	180
13.3.1 确定业务需求.....	180
13.3.2 需求捕获.....	181
13.3.3 建立概念模型.....	183
13.3.4 建立用例模型.....	185
13.3.5 编写用例规格描述.....	188
13.3.6 用户界面初步设计.....	192
13.4 本章小结.....	193
13.5 复习题.....	193
第 14 章 设计建模基础与实例	195
14.1 设计建模的内容.....	196
14.2 如何使用 UML 进行设计建模.....	197
14.2.1 架构建模.....	197
14.2.2 构件建模.....	201
14.3 设计建模实例.....	202
14.3.1 确定解决方案.....	202
14.3.2 架构建模.....	204
14.3.3 构件建模.....	208
14.4 本章小结.....	216
14.5 复习题.....	216

第 15 章 数据库建模基础与实例	218
15.1 UML 和数据库模型	219
15.1.1 数据库模型与类模型	219
15.1.2 数据模型的三种形式	219
15.2 UML 数据库建模	220
15.2.1 概念模型	220
15.2.2 逻辑模型	221
15.2.3 物理模型	222
15.3 数据库建模实例	223
15.3.1 构建概念模型	223
15.3.2 构建逻辑模型	223
15.3.3 构建物理模型	224
15.4 本章小结	227
15.5 复习题	228
第 16 章 UML 模型管理	229
16.1 UML 模型的组成	230
16.1.1 模型基本元素	230
16.1.2 模型组织元素	231
16.1.3 模型修饰元素	233
16.1.4 其他辅助元素	233
16.2 用 Rose 管理 UML 模型	234
16.2.1 Rose 操作基础	234
16.2.2 用例视图的组织方法	235
16.2.3 逻辑视图的组织方法	237
16.2.4 其他视图的组织方法	239
16.2.5 模型创建流程	239
16.2.6 模型发布	239
16.3 本章小结	241
16.4 复习题	241
参考文献	242

UML Overview

UML 概述



知识图谱

1.1 什么是 UML

UML 是 Unified Modeling Language 的缩写，中文名为统一建模语言。它现在已经纳入了 OMG（对象管理组织，<http://www.omg.org>）标准，成为业务、应用和系统架构的标准可视化建模语言。

1.1.1 UML 的发展历程

要理解 UML，首先必须了解它的起源。随着面向对象编程（OOP）的出现，逐渐催生了面向对象设计（OOD）、面向对象分析（OOA）技术的出现。为了更好地进行 OOD 和 OOA，在 20 世纪 70 年代，出现了面向对象建模语言。而且，在 80 年代末开始进入快速发展阶段，截止到 1994 年，就从不到 10 种发展到 50 多种。由于每个语言、方法的创造者都极力推崇自己的成果，于是爆发了“面向对象技术的方法大战”，也从此流传着一句戏言：“方法学家和恐怖分子的差别在于，方法学家不能谈判。”

而在 1994 年之后，各种方法论逐渐拉开了差距，Grady Booch 提出的 Booch 方法和 Jim Rumbaugh 提出的 OMT（Object Modeling Technique，对象建模技术）成为了可视化建模语言的市场老大，而 Ivar Jacobson 的 Objectory 方法则成为最强有力的方法。

分久必合，这是一个亘古不变的真理。1994 年 10 月，Grady Booch 和 Jim Rumbaugh 开始致力于建模语言的统一工作。他们首先将 Booch93 和 OMT-2 统一起来，并于 1995 年 10 月发布了第一个公开版本，称之为标准方法 UM0.8（Unified Method）。1995 年秋，OOSE 的创始人 Ivar Jacobson 加盟到这项工作中，经过 Booch、Rumbaugh 和 Jacobson 三人的共同努力，于 1996 年 6 月和 10 月，分别发布了两个新的版本（UML 0.9 和 UML 0.91），并将 UM 重新命名为 UML。

1996 年，UML 被 OMG 提议为 OO 可视化建模语言的推荐标准，UML 被提交。1997 年，OMG 采纳了 UML，一个开放的 OO 可视化建模语言工业标准诞生了。后来历经 1.1~1.5 版本的变迁，在 2000 年 11 月开始起草 UML 2.0，并在 2003 年 7 月完成，现在已纳入了 OMG 标准。其整个演变过程如图 1-1 所示。

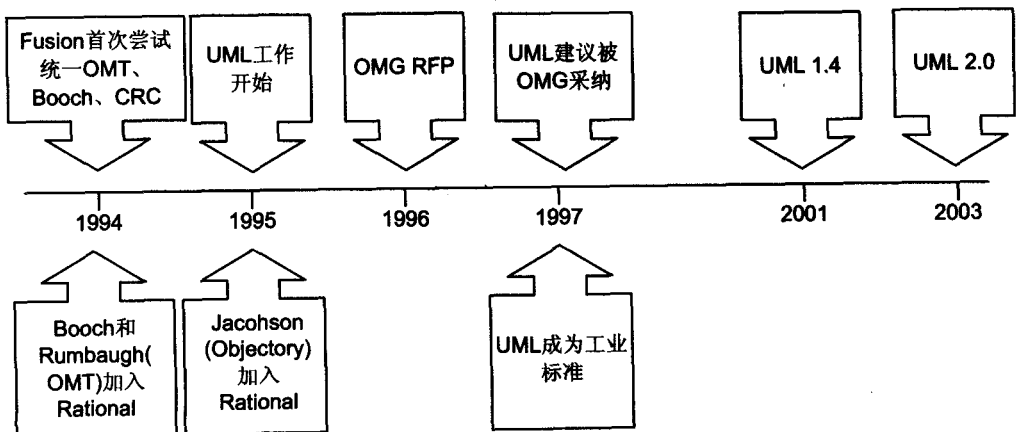


图 1-1 UML 的演变历程