21世纪高等学校本科计算机专业系列实用教材

# UML 面向对象

## 分析与建模

◎ 唐学忠　胡智喜　费贤举　等编著


電子工業出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
http://www.phei.com.cn

21 世纪高等学校本科计算机专业系列实用教材

# UML 面向对象分析与建模

唐学忠　胡智喜　费贤举　殷　凯　编著

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

## 内 容 简 介

本书是由多年从事软件工程教学的教师和科研人员根据教学的特点精心组织和编写的。本书从 UML 语言的基本概念开始，由浅入深地介绍了 UML 的基本语法、建模的基本步骤、RUP 开发过程等，最后，通过一个应用案例详细介绍 UML 开发的过程。全书共分为 11 章，第 1 章介绍了面向对象开发技术的基本概念；第 2 章介绍了 UML 语言的基本语法、概念和符号；第 3 章至第 9 章详细介绍了 UML 静态建模和动态建模的详细方法步骤和注意事项；第 10 章介绍了 RUP 开发过程；第 11 章通过一个应用案例详细介绍了 UML 开发的过程。

本书既可作为大专院校相关专业的教材，又可作为软件开发人员的技术参考手册，尤其适合使用面向对象技术分析和建模的用户。



**图书在版编目（CIP）数据**

UML 面向对象分析与建模/唐学忠等编著. —北京：电子工业出版社，2008.9
（21 世纪高等学校本科计算机专业系列实用教材）
ISBN 978-7-121-06592-7

Ⅰ. U… Ⅱ. 唐… Ⅲ. 面向对象语言，UML—程序设计—高等学校—教材 Ⅳ. TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2008）第 110068 号

责任编辑：刘海艳
印　　刷：北京季蜂印刷有限公司
装　　订：三河市万和装订厂
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：787×1 092　1/16　印张：13.5　字数：346 千字
印　　次：2008 年 9 月第 1 次印刷
印　　数：4 000 册　　定价：24.00 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。

# 序　言

21 世纪是“信息”主导的世纪，是崇尚“创新与个性”发展的时代，体现“以人为本”、构建“和谐社会”是社会发展的主流。然而随着全球经济一体化进程的不断推进，市场与人才的竞争日趋激烈。对于国家倡导发展的IT产业，需要培养大量的、适应经济和科技发展的计算机人才。

众所周知，近年来，一些用人单位对部分大学毕业生到了工作岗位后，需要 1～2 年甚至多年的训练才能胜任工作的“半成品”现象反应强烈。从中反映出单位对人才的需求越来越讲究实用，社会要求学校培养学生的标准应该和社会实际需求的标准相统一。对于IT业界来讲，一方面需要一定的科研创新型人才，从事高端的技术研究，占领技术发展的高地；另一方面，更需要计算机工程应用、技术应用及各类服务实施人才，这些人才可统称“应用型”人才。

应用型本科教育，简单地讲就是培养高层次应用型人才的本科教育。其培养目标应是面向社会的高新技术产业，培养在工业、工程领域的生产、建设、管理、服务等第一线岗位，直接从事解决实际问题、维持工作正常运行的高等技术应用型人才。这种人才，一方面掌握某一技术学科的基本知识和基本技能，另一方面又具有较强的解决实际问题的基本能力，他们常常是复合型、综合型人才，受过较为完整的、系统的、有行业应用背景的“职业” 项目训练，其最大的特色就是有较强的专业理论基础支撑，能快速地适应职业岗位并发挥作用。因此，可以说“应用型人才培养既有本科人才培养的一般要求，又有强化岗位能力的内涵，它是在本科基础之上的以‘工程师’层次培养为主的人才培养体系”，人才培养模式必须吸取一般本科教育和职业教育的长处，兼收并蓄。“计算机科学与技术”专业教学指导委员会已经在研究并指导实施计算机人才的“分类”培养，这需要我们转变传统的教育模式和教学方法，明确人才培养目标，构建课程体系，在保证“基础的前提”下，重视素质的培养，突出“工程性”、“技术应用性”、“适应性”概念，突出知识的应用能力、专业技术的应用能力、工程实践能力、组织协调能力、创新能力和创业精神，较好地体现与实施人才培养过程的“传授知识，训练能力，培养素质”三者的有机统一。

在规划本套教材的编写时，我们遵循专业教学委员会的要求，针对“计算机工程”、“软件工程”、“信息技术”专业方向，以课群为单位选择部分主要课程，以计算机应用型人才培养为宗旨，确定编写体系，并提出以下编写原则。

（1）本科平台：必须遵循专业基本规范，按照“计算机科学与技术”专业教学指导委员会的要求构建课程体系，覆盖课程教学知识点。

（2）工程理念：在教材体系编写时，要贯穿“系统”、“规范”、“项目”、“协作”等工程理念，内容取舍上以“工程背景”、“项目应用”为原则，尽量增加一些实例教学。

（3）能力强化：教学内容的举例，结合应用实际，力争有针对性；每本教材要安排课程实践教学指导，在课程实践环节的安排上，要统筹考虑，提供面向现场的设计性、综合性的实践教学指导内容。

（4）国际视野：本套教材的编写要做到兼收并蓄，吸收国内、国外优秀教材的特点，人才培养要有国际背景和视野。

本套教材的编委会成员及每本教材的主编都有着丰富的教学经验，从事过相关的工程项目（软件开发）的规划、组织与实施，希望本套教材的出版能为我国的计算机应用型人才的培养尽一点微薄之力。

编委会

# 前　言

面向对象的开发和设计技术从诞生以来，一直受到了广大软件开发人员的喜爱。随着软件规模的不断扩大和软件复杂度的不断增加，软件开发人员之间迫切需要一种新的技术用于在软件设计之间进行沟通和交流，UML 建模技术正是在这样的背景下产生的。

最早的面向对象分析和设计方法主要有 Booch、Jacobson、Rumbaugh、Youdon 等，它们各有特色，又有不足之处，而且，使用的术语不统一，缺乏共同的标准，常常给软件开发人员带来困惑。

UML 语言综合了目前主流的面向对象分析和设计技术，它为面向对象建模提出了一个统一的标准。1997 年，UML 被美国工业标准化组织 OMG 接受，经过不断使用、修改、补充、完善，UML 日趋成熟，得到众多计算机厂家如 IBM、HP、SUN、Microsoft 等的支持。

UML 适合系统开发过程中从用户需求开始到系统完成的各个阶段，通过静态结构建模和动态行为建模来抽象系统的模型，同时又可以将模型转化为面向对象语言实现的代码，为广大软件开发人员带来了极大的方便。

本教材由多年从事软件工程教学的教师和科研人员根据教学的特点精心组织和编写。从 UML 语言的基本概念开始，由浅入深地介绍了 UML 的基本语法、建模的基本步骤、RUP 开发过程等，最后通过一个应用案例详细介绍 UML 开发的过程。

本书共分为 11 章。第 1 章介绍了面向对象开发技术的基本概念；第 2 章介绍了 UML 语言的基本语法、概念和符号；第 3 章至第 9 章详细介绍了 UML 静态建模和动态建模的详细方法步骤和注意事项；第 10 章介绍了 RUP 开发过程；第 11 章通过一个应用案例详细介绍了 UML 开发的过程。

本书理论联系实际，既可作为大专院校相关专业的教材，又可作为软件开发人员的技术参考手册，尤其适合使用面向对象技术分析和建模的用户。在内容安排上，本着从入门到精通的原则，内容安排合理、语言通俗易懂。

本书由唐学忠、胡智喜、费贤举、殷凯编著。王文琴和王文两位老师也帮助编制了本书的部分图表，同时，本书编写过程中得到了丛书编委会华容茂教授的鼓励和支持，特在此表示感谢。

编者

# 目　录

# 第1章

# 面向对象技术概述

**本章要点**

（1）了解目前常用的软件开发方法；

（2）熟悉软件生命周期过程，理解常见的软件开发模型并会比较它们之间的区别；

（3）比较不同软件开发方法的适应场合；

（4）理解面向对象技术基本概念，熟悉面向对象的分析与设计过程；

（5）理解常见的面向对象方法与工具，并且能够比较它们之间的异同。

## 1.1 软件开发方法概述

### 1.1.1 面向过程的开发方法

面向过程的开发方法是由 E.Yourdon 和 L.L.Constantine 在 1978 年提出的，即所谓 SASD 方法，也可称为面向功能的软件开发方法或面向数据流的软件开发方法。SASD 方法是 20 世纪 80 年代使用最广泛的软件开发方法。1979 年 TomDeMacro 对此方法作了进一步完善，提出了一组提高软件结构合理性的准则，如分解与抽象、模块独立性、信息隐蔽等。它首先用结构化分析（SA）对软件进行需求分析，然后用结构化设计（SD）方法进行总体设计，最后是结构化程序设计（SP）。这一方法不仅开发步骤明确，SA、SD、SP 相互承启，一气呵成，而且它给出了两类典型的软件结构（变换型和事务型），使软件开发的成功率大大提高。

结构化方法强调过程抽象和功能模块化。将现实问题域映射为数据流和加工，加工之间通过数据流来通信，数据流作为被动的实体被主动的操作所加工，以过程（操作）抽象为中心来构造系统和设计程序。结构化分析产生功能规约。它一般利用图形表达用户需求，使用

的手段主要有数据流图、数据字典、结构化语言、判定表及判定树等。结构化设计阶段用结构化程序设计语言实现分析阶段表示出来的用户需求。

结构化分析与设计的本质是功能分解，从内部功能上模拟客观世界，围绕处理功能来构造系统结构。结构化方法的工具主要有数据流图 DFD，通过不断将 DFD 中复杂的处理分解成子数据流图来简化问题。

### 1.1.2 面向数据结构的开发方法

面向数据结构的开发方法适合于求解算法依赖于问题描述的数据结构之类的情况。这种开发方法最终的目标是得到对程序处理过程的描述，它并不明显地使用软件结构的概念，也不注重模块独立原则，模块只不过是设计过程的副产品。因此，这种方法最适合在完成了软件结构设计之后，用它来设计每个模块的处理过程。

使用面向数据结构的开发方法是根据问题的数据结构定义一组映射，把问题的数据结构转换为问题求解的程序结构。首先分析确定数据结构，并且用适当的工具清晰地描绘数据结构。常用的面向数据结构的开发方法有 Jackson 方法和 Warnier 方法。

#### 1. Jackson 方法

1975 年，英国人 M. A. Jackson 提出的 Jackson 方法是最典型的面向数据结构的软件开发方法。Jackson 方法把问题分解为可由三种基本结构形式表示的各部分的层次结构。三种基本的结构形式就是顺序、选择和重复。三种数据结构可以进行组合，形成复杂的结构体系。这一方法从目标系统的输入、输出数据结构入手，导出程序框架结构，再补充其他细节，就可得到完整的程序结构图。这一方法对输入、输出数据结构明确的中小型系统特别有效，如商业应用中的文件表格处理。该方法也可与其他方法结合，用于模块的详细设计。

（1）Jackson 图

Jackson 方法使用 Jackson 图作为一种描述数据结构的工具。Jackson 把数据结构分为三类：顺序结构、选择结构和重复结构，分别用三种 Jackson 图来表示。Jackson 图的优点如下：

- 便于表示层次结构，是对结构进行自顶向下分解的有力工具；
- 形象直观可读性好；
- 既能表示数据结构也能表示程序结构。

（2）Jackson 方法的步骤

Jackson 方法分为五个步骤：

① 分析并确定输入和输出数据的逻辑结构，并用 Jackson 图描述这些数据结构。

② 找出输入数据结构和输出数据结构中有对应关系的数据单元。

③ 把数据结构图转换成程序结构图。

④ 列出所有操作和条件，并把它们分配到程序结构图的适当位置。

⑤ 用伪码表示程序。

Jackson 方法在设计比较简单的数据处理系统时特别方便，当问题比较复杂时，常常遇到输入数据可能有错、条件不能预先测试、数据结构冲突等问题。为解决这些问题，还需要采

取一系列比较复杂的辅助技术。

2. Warnier 方法

1974 年，J. D. Warnier 提出的软件开发方法与 Jackson 方法类似，差别主要有三点：一是它们使用的图形工具不同，分别使用 Warnier 图和 Jackson 图；二是使用的伪码不同；三是在构造程序框架时，Warnier 方法仅考虑输入数据结构，而 Jackson 方法不仅考虑输入数据结构，还考虑输出数据结构。

### 1.1.3 面向对象的开发方法

当前计算机业界最流行的几个术语就是分布式、并行和面向对象。由此可以看到，面向对象（Object Oriented，OO）这个概念在当前计算机业界的地位，例如，当前流行的两大面向对象技术 DCOM 和 CORBA。当然我们实际用到的还是面向对象的编程语言，如 C++、Java。因现代软件工程对新的软件开发模式与方法的需求，面向对象的开发方法逐渐成为计算机软件界青睐的主流开发方法。

面向对象的开发方法是一种把面向对象的思想应用于软件开发过程中，指导开发活动的系统方法，它是建立在对象概念基础上的方法。面向对象技术是软件技术的一次革命，在软件开发史上具有里程碑的意义。面向对象的开发方法基本思想是：对问题空间进行自然分割，以更接近人类思维的方式建立问题域模型，以便对客观实体进行结构模拟和行为模拟，从而使设计出的软件尽可能直接地描述现实世界，构造出模块化的，可重用的，维护性好的软件，同时限定软件的复杂性和降低开发维护费用。

面向对象的软件开发方法是通过面向对象的分析（OOA）、面向对象的设计（OOD）和面向对象的程序设计（OOP）等过程，将现实世界的问题空间平滑地过渡到软件空间的一种软件开发过程。其中的关键点是能否建立一个全面、合理、统一的模型，使它既能反映问题空间，也能被软件空间所接受。面向对象的开发方法是一种自底向上和自顶向下相结合的方法，而且它以对象建模为基础，从而不仅考虑了输入、输出数据结构，实际上也包含了所有对象的数据结构。所以面向对象的开发方法彻底实现了 PAM 没有完全实现的目标。不仅如此，OO 技术在需求分析、可维护性和可靠性这三个软件开发的关键环节和质量指标上有了实质性的突破，彻底地解决了在这些方面存在的严重问题。面向对象的开发方法建立系统模型的基本思想是自底向上的归纳和自顶向下的分解相结合。

面向对象的开发方法的基础是对象模型，每个对象类由数据结构（属性）和操作（行为）组成，有关的所有数据结构（包括输入、输出数据结构）都成了软件开发的依据。面向对象的开发方法解决了需求分析这一问题，因为需求分析过程已与系统模型的形成过程一致，开发人员与用户的讨论是从用户熟悉的具体实例（实体）开始的。面向对象的开发方法关注的是目标系统的对象模型，而不是功能的分解。功能是对象的使用，它依赖于应用的细节，并在开发过程中不断变化。由于对象是客观存在的，因此当需求变化时对象的性质要比对象的使用更为稳定，从而使建立在对象结构上的软件系统也更为稳定。更重要的是面向对象的开发方法解决了软件的可维护性。在 OO 语言中，子类不仅可以继承父类的属性和行为，而且也可以重载父类的某个行为（虚函数）。利用这一特点，可以方便地进行功能修改：引入某类的一个子类，对要修改的一些行为（即虚函数或虚方法）进行重载，也就是对

它们重新定义。由于不再在原来的程序模块中引入修改，所以彻底解决了软件的可修改性，从而也彻底解决了软件的可维护性。OO 技术还提高了软件的可靠性和健壮性。

目前，典型的面向对象的开发方法是 UML 和统一开发过程（RUP）。

## 1.2 软件生命周期

### 1.2.1 软件生命周期概念介绍

软件生命周期是指软件从立项、功能确定、设计，到开发成功投入使用，并在使用中不断地修改、增补和完善，直至被新的需要所替代而停止该软件的使用的全过程。

软件生命周期经历软件定义，软件设计、软件使用与维护三个阶段，而又可以具体分成以下几个子阶段，即可行性研究、需求分析和定义、总体设计、详细设计、编码（实现）、软件测试、运行/维护。

#### 1．软件定义时期

软件定义时期的任务是确定软件开发工程必须完成的总目标，确定工程的可行性，导出实现工程目标应该采用的策略及系统必须完成的功能，估计完成该项工程需要的资源和成本，并且制定工程进度表。这个时期的工作通常又称为系统分析，由系统分析员负责完成。软件定义时期通常进一步划分成三个阶段，即问题定义、可行性研究和需求分析。

（1）问题定义

问题定义必须明了要解决的问题是什么，通过问题定义阶段的工作，系统分析员应该提出关于问题性质、工程目标和规模的书面报告。通过对系统的实际用户和使用部门负责人的访问调查，分析员扼要地写出对问题的理解，征求用户意见之后，统一对问题的理解，最后得出一份双方都满意的文档。

（2）可行性研究

可行性研究阶段讨论问题涉及的范围，探索这个问题是否值得去解，是否有可行的解决办法。可行性研究应该比较简短，这个阶段的任务不是具体解决问题。可行性研究的结果是使用部门负责人做出是否继续进行这项工程的决定的重要依据。

在问题定义阶段提出的对工程目标和规模的报告通常比较含糊。可行性研究阶段应该导出系统的高层逻辑模型，通常用数据流图表示，并且在此基础上更准确、更具体地确定工程规模和目标。然后分析员更准确地估计系统的成本和效益，对建议的系统进行成本/效益分析。

（3）需求分析

为了达到用户要求和系统的需求，需求分析的目标是准确地确定系统必须做什么，系统必须具备哪些功能。在需求分析阶段确定的系统逻辑模型是以后设计和实现目标系统的基础，因此必须准确完整地体现用户的要求。

用户了解所面对的问题，知道必须做什么，但是通常不能完整准确地表达出要求，更不知道怎样利用计算机解决问题，软件开发人员知道怎样用软件实现人们的要求，但是对特定用户的具体要求并不完全清楚。在需求分析阶段必须和用户密切配合，充分交流信息，以得