

# 基于 UML 的车间制造过程信息化系统建模

周廉东 潘慧丽 洪春燕 王琦峰 (浙江万里学院 商学院 浙江 宁波 315100)

**摘要:** 车间制造过程信息化系统是支撑车间制造过程运作的信息化平台,是制造企业管理决策与设备执行之间的信息桥梁,并兼有车间生产运作的信息化管理功能。采用面向对象分析设计方法,在分析了车间制造过程信息化系统的业务流程的基础上,使用 UML 建模工具建立了概念模型、用例模型、动态模型和物理模型。

**关键词:** 车间制造过程信息化系统;UML; 系统建模

## Workshop Manufacturing Process Information System Based on UML

ZHOU Lian-Dong, PAN Hui-Li, HONG Chun-Yan, WANG Qi-Feng

(Business School, Zhejiang Wanli University, Ningbo 315100, China)

**Abstract:** Workshop Manufacturing Process Information System is the information platform for supporting the operation of workshop manufacturing process. It is the information bridge between manufacturing enterprise's management decision-making and equipment executive. And it also has functions for workshop production information management. This paper uses object-oriented analysis and design method. And after analyzing the business processes of workshop manufacturing process information system, the conceptual model, case model, dynamic model and physical model are built by using UML modeling tool.

**Keywords:** workshop manufacturing process information system; unified modeling language(UML); system modeling

## 1 引言

随着经济全球化进程的加速以及市场竞争的加剧,信息化建设成为了制造企业提升竞争优势的一种重要手段。制造企业的信息化建设主要集中在管理信息化和设计信息化上,并取得了较好的效果。但制造企业与制造过程直接相关的设备和工人以及整个制造的过程并没有集成到制造企业信息化系统中。车间制造过程信息化系统是车间制造过程运作的信息化平台,是制造企业管理决策与设备执行之间的信息桥梁,并兼有车间生产运作的信息化管理功能。车间制造过程信息化系统能帮助制造企业更好地贯彻企业的生产决策,并为制造企业管理者提供更好的决策依据。随着制造企业信息化进程的推进,车间制造过程的信息化建设必将成为制造企业信息化建设的重要领域。

统一建模语言(Unified Modeling Language, UML)是一种绘制软件蓝图的标准语言,可以用 UML 对软件密集型系统的制品进行可视化、详述、构造和文档化<sup>[1]</sup>。使用 UML 进行面向对象的软件系统建模是目前广泛采用的信息系统建模方法。从分析阶段就以面向对象观点去认识问题域,并且在后面的设计、实现阶段继续运用这种观点,这使得面向对象的概念与原则贯穿于软件开发的全过程,在整个软件生命周期保持概念的一致性,这对于改善软件开发和维护,对软件复用级别的提高都具有十分深远的意义<sup>[2]</sup>。使用 UML 对信息系统进行建模能够帮助系统开发者与用户进行更好的沟通,共同完成系统需求分析的迭代。系统开发者可以通过 UML 的各种图从不同的层面全面地理解整个系统。

基金项目:浙江省科技厅新苗人才计划 (2008R40G2210028);宁波市自然科学基金 (2008A610023)

收稿时间:2009-12-11;收到修改稿时间:2010-01-11

本文通过分析和提炼汽车、摩托车等典型离散制造车间的管理流程，建立用例模型。并在充分分析制造企业车间数据管理的需求，建立比较全面的系统静态模型。通过用例模型中的用例详述和静态模型的分析导出系统动态模型。在建立分析模型的基础上，提出了系统体系结构设计和系统类模型设计。本系统中固化比较规范和完整的车间制造业务流程，使系统能够具备一定的通用性。本文侧重于从面向对象分析设计角度探讨 UML 建模技术的应用，并不过多讨论详细设计细节和具体算法。

## 2 车间制造过程信息化系统建模

现代软件需求实践证明采用用例驱动的面向对象分析方法是进行信息系统软件需求分析的一种有效方法。采用 UML 对用例驱动的需求分析技术进行可视化可以帮助开发者与用户之间建立良好的沟通，提高系统分析的质量。

对车间制造过程信息化系统进行需求建模首先在用户的积极参与下，与用户一起对业务流程进行分析，进行需求的捕获；然后在此基础上进行用例建模和静态模型建模；最后从用例模型的详细描述和静态模型导出动态模型。整个分析过程是一个增量、迭代的过程，并将需求分析得到的模型贯穿到软件开发的整个过程中。

### 2.1 业务流程分析



图 1 加工任务为核心的车间生产业务流程

通过用户参与的对离散制造车间管理流程深入调查分析，车间制造过程信息化系统应包含与制造过程相关的生产任务管理、生产进度管理、生产质量管理和车间物料管理等相关业务流程。在离散制造车间中，车间生产主要以加工任务(生产订单或工序订单、派工

单)为基本单位进行，所有物料、进度和质量的相关智能化管理都围绕着加工任务展开。以加工任务为核心的车间生产业务流程如图 1 所示。

### 2.2 概念模型建模

通过对车间制造过程业务流程的分析，对车间制造过程有了初步的认识。为更加清晰地理解业务系统中所设计的术语，更好地从面向对象的视角看待现实世界，描述车间制造过程中涉及的各种事物的关系。在需求捕获过程中与客户一起采用 UML 的类图的形式对系统进行概念模型的建模，便于开发团队快速深入地理解车间制造过程领域的相关知识。

概念模型建模中最主要的工作是找出业务中涉及到的相关类，然后明确类的主要职责以及类与类之间的关联关系，并分析类之间的多重性描述，必要时描述业务规则约束。通过对利用需求捕获技术捕获的用户需求中涉及到的名词和概念进行分析，得到车间制造过程信息化系统的概念模型。图 2 为车间生产任务管理所涉及到的概念模型，模型中涉及工厂日历、物料、设备、生产订单、生产工序订单、生产工具、工人、工艺路线、工序发料单和工时定额等相关概念，并得到相关概念之间的关系及多重性描述。



图 2 车间生产任务管理概念模型

### 2.3 用例建模

#### (1)识别参与者

用例模型中的参与者表示的是与系统进行交互的任何的人或事物。用例模型中的参与者不是指现实世界中的人、组织或者系统本身，而是指在与系统交互过程中所扮演的角色。在对企业信息系统的需求分析中，并不一定能将企业中设置的职位直接识别为参与者。

由于参与者是处于系统边界之外与系统进行交互的角色，因此识别参与者首先要确定系统边界。从与系统交互的外部系统、与系统交互的项目干系人、需求研讨会的参与人员以及用户需求说明书中发现参与者。

车间制造过程信息化系统需要开发基础信息配置、车间生产基础数据管理、车间用图纸、生产管理、设备状态管理、车间生产工具管理、车间人力资源管理、在线质量管理、车间物料管理、在制品管理和综合查询与分析等模块。与这些模块交互的系统有 CAD、PDM、CAPP、ERP、SCM 等企业信息系统以及多功能信息终端和工厂设备等。在车间生产任务管理子系统参与者有：生产计划员、车间作业管理员、工人、车间主管、ERP 系统等。

(2)寻找用例

使用传统的需求捕获技术将用户需求整理成特性表的形式后，采用用例的形式对需求特性进行整合。用例是与参与者交互的一组操作序列，因此可先将特性表中的特性分配给识别参与者阶段所得到的参与者，然后根据操作序列将特性进行合并或分解成相应的用例。

车间制造过程信息化系统划分成系统管理、基础数据管理、生产任务管理、生产进度管理、生产质量管理、车间物料管理、生产线事件管理、文档管理和综合查询统计报表模块，对每个模块的用户需求进行整理后画出用例图。其中车间生产任务管理子系统用例图如图 3 所示。



图 3 车间生产任务管理子系统用例图

(3)用例的详细描述

根据上节得到的用例图，对每个用例进行详细分析，得到每个用例的详细描述。用例描述使用事件流

的形式表述系统和参与者在用例中完成的一系列动作。制定生产任务用例描述如下所示：

用例概述：根据生产计划制定生产任务

参与者：车间主管

前置条件：具备车间资源状态信息和生产计划信息

后置条件：生产任务建立

基本事件流：1)车间主管选择车间任务建立功能；2)车间主管选择车间计划；3)系统返回车间计划详细信息；4)车间主管选择要执行的车间计划，并根据生产能力修改时间、数量等参数；5)系统制定出生产订单；6)车间主管保存生产订单信息扩展事件流：7)若生产计划尚未建立，系统提示信息

2.4 动态模型建模

概念模型和用例模型从静态角度描述了系统。而面向对象的信息系统最终的运行是建立在对象以及对象与对象之间的交互之上的。因此从动态方面对系统进行建模能够使开发者更深入地理解系统的动态运行情况。UML 中动态建模技术包括交互图、状态图和活动图。动态建模中以交互图为核心，状态图和活动图作为动态模型的补充。交互图包括顺序图和通信图，这两种图在语义上等价，但从不同侧面描述了对象之间的交互。顺序图强调的是对象间交互的时间顺序，而通信图强调的是对象的组织结构。

动态模型的建立是以静态模型为基础的，通过对用例模型的事件流进行分析，构建边界对象、控制对象和实体对象之间的交互。通过对制定生产任务用例的事件流以及概念模型进行分析，得到该用例的顺序图，如图 4 所示。

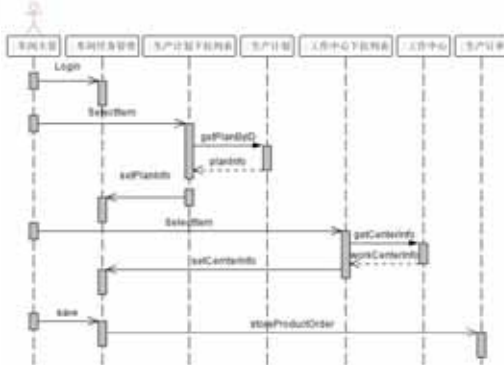


图 4 制定生产任务顺序图

2.5 物理模型建模

本系统的物理模型采用 B/S 三层架构，如图 5 所

示。系统采用 Java EE 技术进行系统构建,系统中与企业已有的信息系统交互采用 Web Service 技术数据及业务流程的整合。

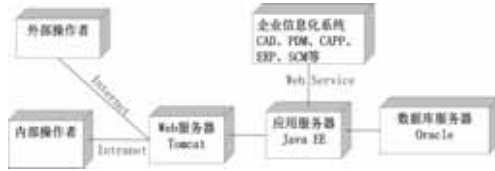


图5 车间制造过程信息化系统部署图

### 3 结语

车间制造过程信息化系统是车间制造过程运作的信息化平台,需要与制造企业现有的信息系统有机地整合。如何更好地理解制造过程流程,对流程进行整合使得车间制造过程信息化系统成为企业管理决策与设备执行之间的信息桥梁是建设该系统的关键点。因此,本文使用 UML 对车间制造过程信息

化系统进行建模,从不同的视角深入地理解业务流程和用户需求,保证了系统的开发的顺利进行。在进行系统建模的基础上,采用了 Java EE 技术进行了车间制造过程信息化系统的开发。并在多家制造企业中进行了应用,对本文中系统建模方法和建立的模型进行了验证。

### 参考文献

- 1 Booch G, Rumbaugh J, Jacobson I.邵维忠等译.UML 用户指南(第2版).北京:人民邮电出版社,2006.
- 2 邵维忠,杨芙清.面向对象的系统分析(第2版).北京:清华大学出版社,2006.
- 3 贾晓辉,韩恺,乐嘉锦.基于 UML 的系统需求分析.计算机应用与软件,2007,24(8):72—74.
- 4 王永良,宋豫川,李先旺,刘飞.机械制造企业车间制造过程信息集成方案研究.现代制造工程,2008,(12):13—16.