

# 基于业务模型语义的制造企业管理信息系统重构<sup>①</sup>

涂俊翔<sup>1,2</sup>, 王琳<sup>1</sup>

<sup>1</sup>(福州大学 机械工程及自动化学院, 福州 350108)

<sup>2</sup>(福建海源自动化机械股份有限公司, 闽侯 350100)

**摘要:** 报告了制造企业管理信息系统重构技术发展的现状, 剖析了其中存在的不足, 即目前重构技术不能很好地支持企业用户自主实施系统重构, 引出信息系统重构技术进一步发展目标. 提出了基于业务模型语义的制造企业管理信息系统重构方法, 支持用户通过对企业业务模型的配置来实现管理信息系统动态重构, 该方法已在实际的工艺管理系统中得到成功应用.

**关键词:** 管理信息系统; 重构; 业务模型; 语义; 元模型

## Manufacturing Enterprise Management Information System Reconstruction Based on Semantic Information of Business Model

TU Jun-Xiang<sup>1,2</sup>, WANG Lin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>(College of Mechanical Engineering and Automation, Fuzhou University, Fuzhou 350108, China)

<sup>2</sup>(Fujian Haiyuan Automatic Equipments Co., Ltd., Minhou 350100, China)

**Abstract:** The status quo of manufacturing enterprise management information system reconstruction technology is reported. The shortcomings of traditional reconstruction technology are analyzed. In order to support business users to reconstruct the information system independently, some new characteristics which information system reconfiguration technology should have are summarized. An information system reconstruction approach based on semantic information of business model is proposed to support business users to reconstruct management information system dynamically through the configuration of enterprise business model. The approach has been successfully applied to an actual process management system.

**Key words:** management information system; reconstruction; business model; semantic information; meta-model

### 1 引言

信息技术在制造领域全面的渗透和发展, 使得管理信息系统在制造企业生产过程中占据着越来越重要的地位. 制造企业管理信息系统支持企业根据市场环境变化快速重组生产过程和资源, 是可重构制造中不可或缺的组成部分. 由于市场竞争和企业业务环境的不断变化, 企业用户和管理信息系统开发商都不能可靠地预测未来的可能需求变化, 因此, 企业用户已不满足于管理信息系统设定的相对固定的业务流程. 在企业生产中, 制造工艺是最活跃的因素, 尤其迫切需要柔性的可重构工艺管理信息系统, 以方便他们依据企业

业务变化自主地对工艺系统进行个性化的功能调整.

文献[1]基于公共对象请求代理结构(Common Object Request Broker Architecture, CORBA)开发能变形和可扩展的软件产品, 以兼容较多的用户个性, 但带来了软件基础平台过于复杂的问题. 在面向服务的体系结构(Service-Oriented Architecture, SOA)中, 软件系统通过各自独立可复用的服务实现系统功能, 在软件层次上很好地实现了系统的灵活性和扩展性, 但它仍需要明确的业务需求即业务模型进行牵引来实现系统重构<sup>[2]</sup>. 文献[3,4]在组件描述框架基础上, 依据特定算法搜索匹配组件, 并通过组件重组达到业务功能调

<sup>①</sup> 基金项目:福建省自然科学基金(2012J01208)

收稿时间:2013-06-18;收到修改稿时间:2013-07-15

整,但由于组件的抽象层次不高,组件库的维护以及组件修改、装配等工作需要软件开发商的参与,系统重构的简易性和灵活性上达不到企业要求,不能满足企业业务调整的全面需要.文献[5]提出支持企业用户自主实现业务信息系统柔性调整的方法,但需要用户掌握简单的脚本语言,这对于非软件行业的技术人员而言,仍然存在一定难度.

由于制造企业管理信息系统的重构来源于企业的业务变化,而这些业务变化体现在业务模型的变更上,因此,管理信息系统重构研究应以反映企业个性特点且易于配置的业务模型为中心<sup>[6]</sup>.本文提出基于业务模型语义的管理信息系统重构技术,通过对制造企业业务模型的配置来实现信息系统功能模块组成及数据流的变更,帮助用户自主实现企业业务的柔性调整和快捷实施.

## 2 系统重构整体方案

### 2.1 系统重构目标

重构是一种通过修改信息系统既有结构或数据流程,达到优化现有信息系统的技术.重构能实现管理信息系统的个性化扩展,支持制造企业管理业务的变更和重组.管理信息系统的重构作为一种软件系统柔

性调整技术,需要达到以下目标,以适应企业业务需求的变化.

1) 易用性. 由于对信息系统进行重构是一个复杂过程,系统重构技术必须便于实施特别是要方便用户自主进行实施,以减小重构的成本.

2) 高效性. 信息系统重构不应影响现有系统的各种性能,在执行速度和效率上应不低于原有系统相应指标.

3) 稳定性. 稳定性是信息系统质量的重要指标,不能因为系统重构而影响系统的稳定性.

4) 可伸缩性. 应支持不同企业不同层次的重构,适应企业用户的个性化业务要求.

### 2.2 基于业务模型语义的系统重构方案

基于业务模型语义的系统重构方案旨在支持企业用户自主实施系统重构,它以反映用户需求的企业业务建模为入口,通过可视化建模工具支持用户对业务对象类别、业务流程和业务对象属性及其关系建模.信息系统重构在业务模型的约束下实施,依据业务模型的配置变更对相应的功能模块的组成或数据流进行调整,能在系统重构中避免盲目与反复,保证重构所得新系统的完整性和实用性.系统重构整体方案如图 1 所示.

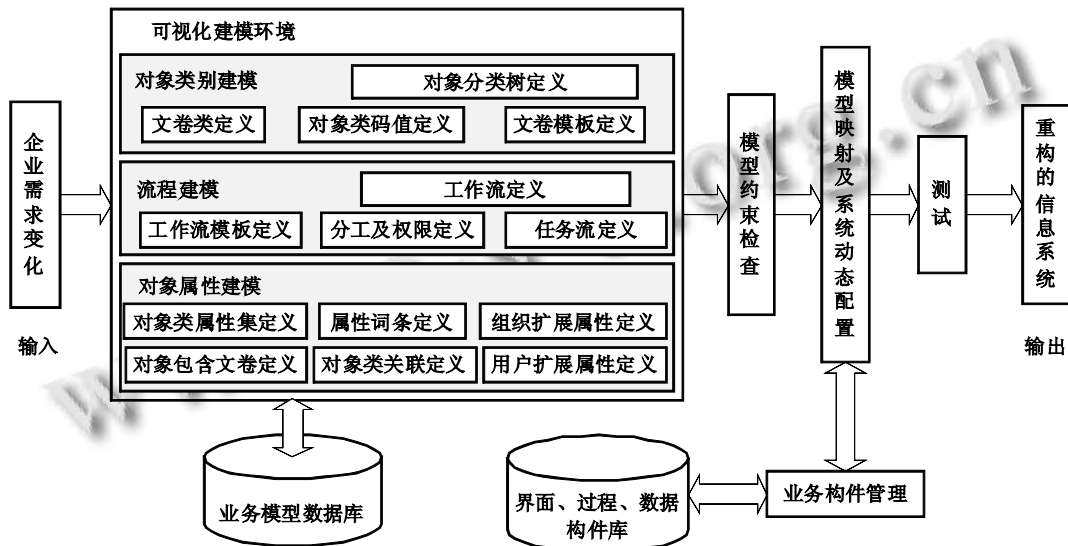


图 1 基于业务模型语义的系统重构方案

可视化建模工具由一系列称之为“定义器”的建模环境组成,它们提供“所见即所得”的界面,在用户完成建模相关的操作后自动生成符合规范的业务模型信息,这些信息由具有严格语义的元术语进行描述.在

企业需求发生变化时,用户可在相应的编辑环境中对业务模型进行动态配置.

模型约束检查包括概念类型检查、模型完备性检查和模型准确性检查.概念的类型检查指依据业务模

型的元信息对相关概念的归属类别进行鉴定, 类似程序语言对变量的类型检查, 不同类型概念具有其特定属性和属性值域. 模型完备性指一个模型系统是否具有对所有相关外部事件做出特定响应的能力. 模型准确性则指一个模型系统在特定条件下, 对相关外部事件能否做出正确的响应. 模型检查有助于保证重构系统功能的一致性和完整性.

模型映射及系统动态配置是依据业务模型语义信息, 在业务模型与软件系统构架的映射基础上, 对系统业务构件及其关联关系进行相应调整, 表现为业务构件的增加、删除、构件配置的变化和构件与连接器拓扑结构的变化等. 这些调整需要在业务构件管理系统支持下完成.

系统重构包括以下几个环节: 1) 可视化建模环境输出业务模型变更信息; 2) 变更的语义信息通过模型约束检查模块的确认; 3) 配置模块依据所确认的语义信息, 按照映射规则通过脚本语言驱动相关模块完成相应配置.

### 3 业务建模框架

对企业的 PDM、ERP、和工艺管理等信息系统而言, 实施与企业业务需求相适应的系统重构, 其前提是建立具有明确语义的业务模型. 而业务模型可通过内置的元信息表来保证模型元素及其关联关系的清晰语义. 元信息表中的字段由严格定义的元术语组成. 另外, 为方便用户自主进行业务模型配置, 业务建模采用企业用户熟悉的对象化组织形式, 按特定的主题进行组织, 如图 2 所示.

主题指从某个特定方面对企业业务管理对象进行描述, 例如制造企业中组织、产品、文档、物料、设备等. 构建的业务模型框架分为三个主要部分: 类别描述、流程定义和对对象属性描述. 业务建模框架采用经过抽象的概念, 使其对各种企业管理信息系统的建模都具有很好的通用性.

类别描述部分对特定的业务对象进行分类和描述. 例如, 对于企业加工的“零部件”对象可划分为“箱体类”、“盘类”、“轴类”等类别. 类别层级表示类别具有属性继承的父子层级关系, 例如“人员”类可作为“工艺人员”的父类.

流程描述部分用于描述由消息驱动的业务过程, 并对对象状态的变更过程建模. 例如, 对工艺规程的设计、审批、发布、修订、归档等建模.

对象属性描述部分用于描述企业管理中业务对象的特征及不同对象间的相互关系. 例如对机床对象的名称、型号、价格、功能等属性建立相应的特征字段, 并采用表格形式建模.

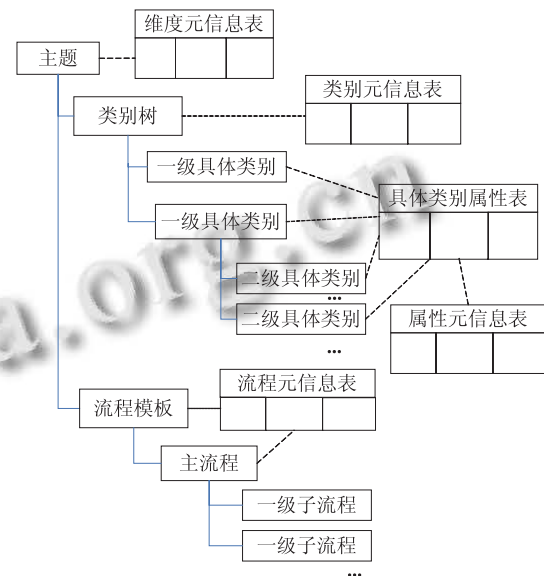


图 2 业务建模框架

### 4 业务模型到信息系统的映射

因为管理信息系统和业务模型都是对企业业务系统信息处理过程的抽象, 只是抽象层次有所不同, 因此, 业务模型要素和信息系统的业务构件之间存在着相互映射关系. 按照模型驱动的原理, 不同层次的应用模型可通过它们的上层元模型进行映射或转换. Seidewitz<sup>[7]</sup>定义元模型为基于特定语言的某种应用模型表达空间的陈述集, 它对模型的集成和互操作等信息进行描述. 例如, 利用元字段描述表格可对工艺管理业务模型的元素进行表述, 元字段描述表格是工艺管理业务模型的元模型; 同样, 面向对象语言是工艺管理信息系统的元模型. 工艺管理业务模型和工艺管理信息系统可通过它们的元模型元素的对应关系建立映射关系(如图 3 所示), 面向对象语言通过类、业务构件、属性、继承等概念描述工艺管理信息系统, 而元字段描述中也存在着类别、业务对象、属性、继承等概念, 由于这些对应的概念在各自模型中起着类似的作用, 可以藉此建立工艺管理业务模型到工艺管理信息系统的映射关系.

这里将工艺管理信息系统的业务构件划分为工艺界面编辑类、工艺过程类和工艺数据处理类构件, 利

用前述的映射关系建立业务模型元素与这些业务构件间的关联，并以具有语法格式的规则对其进行描述。然后，利用内置脚本语言依据这些规则，对业务模型的配置信息进行解释执行，完成管理信息系统的业务构件配置、调整和拼装，进而实现应用工艺管理信息系统的界面、过程和数据三个层次的动态重构。

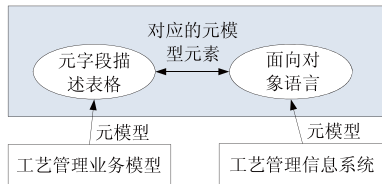


图 3 业务模型到信息系统的映射

### 5 基于业务模型语义的系统重构实现

本文基于前述的重构模型方案实现了工艺管理信息系统(程序运行界面如图 4 所示)。该系统包括业务配置接口模块，规则解析模块和动态配置模块。如前所述，该系统将业务构件划分为工艺界面编辑类、工艺过程类和工艺数据处理类构件，这样，工艺管理信息系统被划分为三个层次，分别为界面层、流程层和数据层，从而可利用脚本语言的动态解释机制实现工艺管理信息系统的分层重构。与传统的基于调整软件功能块的重构方法相比，不但能减小系统重构粒度，增加系统重构的灵活性，而且可以降低企业用户的实施难度。

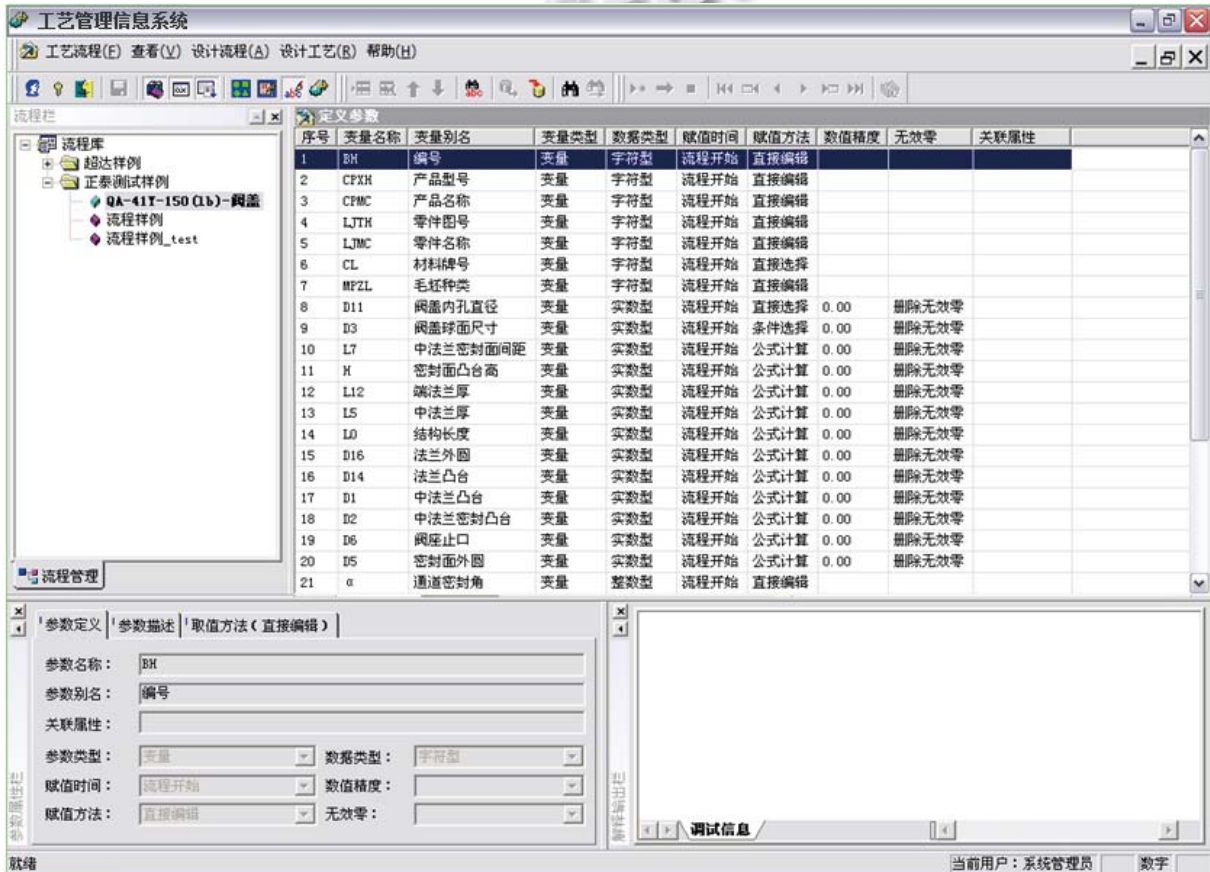


图 4 业务模型语义驱动重构的工艺管理信息系统

该系统在配置接口模块获得业务模型中与显示有关的参数信息基础上，在规则解析模块支持下利用脚本语言解释执行各种界面配置信息，对界面元素的各种控件、对话框及窗口等进行配置，完成企业业务对界面定制方面的要求。

在配置接口模块获取业务模型中的流程参数信息

后，在规则解析模块支持下通过脚本语言的解释执行，完成业务流程和数据处理上的特殊要求。

系统流程的变化往往引起用户界面的变化，而流程和界面的变化往往需要修改更底层的数据模型，依据流程和界面重构时返回的消息对底层数据进行同步调整。

(下转第 7 页)

- 12 张萧木.基于主机入侵检测系统的设计与实现[硕士学位论文].济南:山东大学,2007.
- 13 Buchholz F, Shields C. Providing Process Origin Information to Aid in Network Traceback. California USA, Proc. of the 2002 USENIX Annual Technical Conference, USENIX, 2002: 261–274.
- 14 Wang XY, Reeves DS. Robust Correlation of Encrypted Attack Traffic through Stepping Stones by Flow Watermarking. IEEE Trans. on Dependable and Secure Computing, May-June 2011,8(3): 434–449.
- 15 Wang BT, Schulzrinne H. A Denial-of-service resistant IP Traceback Approach. Proc. ISCC 2004. the 9th International Symposium on Computers and Communications, 28 June-July, 2004, Alexandria, Egypt.
- 16 Fung G. The Disputed Federalist Papers: Support Vector Machines Feature Selection via Concave Minimization; TAPIA 2003, Atlanta, Georgia.
- 17 Argamon S, Saric M, Stein S. Style Mining of Electronic Messages for Multiple Authorship Discrimination: First Results, SIGKDD 2003.
- 18 Stiles RA, Deppen SA, Figaro MK, Gregg WM, Jirjis JN, Rothman RL, Johnston PE, Miller RA, Dittus RS, Speroff T. Behind-the-Scenes of Patient-Centered Care: Content Analysis of Electronic Messaging among Primary Care Clinic Providers and Staff, Medical Care, Lippincott Williams & Wilkins, 2007,45(12):1205–1209.
- 19 Weeber S, Spafford E. Software Forensics: Can We Track Code to Its Authors? Computers & Security, 1993,12(6).
- 20 Bayer U, Moser A, Kruegel C, Kirda E. Dynamic analysis of malicious code, Springer, J Comput Virol, 2006,2:67–77.
- 21 Moser A, Kruegel C, Kirda E. Limits of static analysis for malware detection. Annual Computer Security Applications Conference (ACSAC). Miami Beach, 2007.
- 22 Dowland P, Furnell S, Papadaki M. Keystroke Analysis as a Method of Advanced User Authentication and Response. Proc. of IFIP/SEC 2002 - 17th Int. Conf. on Information Security, Cairo, Egypt. Kluwer, 2002.
- 23 Karatzouni S, Clarke NL. Keystroke Analysis for Thumb-based Keyboards on Mobile Devices. Proc. of the 22nd IFIP International Information Security Conference (IFIP SEC 2007), Sandton, South Africa, 14-16 May 2007:253–263.

(上接第 48 页)

## 6 结语

本文提出了基于业务模型语义的制造企业管理信息系统重构方法,并就构建具有清晰语义的业务模型、业务模型到信息系统的映射和业务模型语义驱动的系统重构等关键技术进行了论述.该方法无需依赖于软件开发商的参与,通过企业用户对业务模型的配置完成信息系统功能的调整,支持制造企业自主实施系统重构,提高了系统重构的效率.

在基金项目支持下,将基于业务模型语义的系统重构技术应用于某压机制造企业的工艺管理系统,明显降低了压机改型后的工艺调整周期,使新工艺准备周期从原来的一个月以上缩短至现在的 15 天以内,产生了明显的经济效益.在压机企业的应用实践表明,该技术适应了企业业务发展和变革的需要,对提升制造企业管理信息系统重构水平具有重要促进意义.

## 参考文献

- 1 朱传军,饶运清,张超勇,李培根.基于 CORBA 的可重构制造执行系统研究.中国机械工程,2004,15(23):2097–2101.
- 2 Shishkov B, Van SM, Quartel D. SOA-driven business-software alignment. Proc. of the IEEE International Conference on e-Business Engineering. Shanghai: IEEE Computer Society. 2006. 86–94.
- 3 郑彦树.基于构件的可重构 ERP 系统研究.计算机工程与设计,2006,27(17):3168–3171.
- 4 王琦峰,刘飞,黄海龙.面向服务的离散车间可重构制造执行系统研究.计算机集成制造系统,2008,14(4):737–743.
- 5 张金,涂俊翔,陈卓宁,严晓光.基于动态解释的管理信息系统多维重构技术.计算机应用研究,2009,26(7):2540–2542.
- 6 王忠杰,徐晓飞,战德臣.一种面向重构的业务过程模型.计算机集成制造系统,2004,10(11):1349–1355.
- 7 Seidewitz E. What models mean. IEEE Software, 2003, 20(5): 26–32.