

文章编号: 1001-0920(2007)02-0220-05

基于 XML 面向生命周期的企业建模方法研究

郭秀清, 严隽薇, 刘 敏

(同济大学 电子与信息工程学院, 上海 200092)

摘 要: 为了解决模型的交互、信息共享问题和建模周期内不同建模阶段的模型映射问题, 采用目前数据交换领域内的最新技术——可扩展标记语言, 提出一种面向全生命周期的企业通用建模语言——集成化企业建模标记语言(iemML)。论述 iemML Schema 的设计原理, 建立了基于可扩展样式转换语言的模型映射机制, 并给出基于 iemML 语言的集成化企业建模支持系统的体系结构、功能结构和应用场景。

关键词: 模型集成; 可扩展标记语言; 集成化企业建模标记语言; 模型映射

中图分类号: TP391

文献标识码: A

Research on XML-based enterprise modeling method for lifecycle

GUO Xiur-qing, YAN Jun-wei, LIU Min

(School of Electronical and Information Engineering, Tongji University, Shanghai 200092, China. Correspondent: GUO Xiur-qing, E-mail: gxq@mail.tongji.edu.cn)

Abstract: To deal with the problems of models interchange, information sharing and models mapping along with lifecycle, the extensible Markup Language is used to develop a general modeling language — integrated enterprise modeling markup language (iemML). In iemML method, the design principle is discussed and the XSL T-based models mapping mechanism is provided. Finally, the architecture, functions and application scene of integrated enterprise modeling system are built based on iemML.

Key words: Models integration; XML; Integrated enterprise model markup language; Models mapping

1 引 言

企业模型作为认识、分析、优化和设计企业的重要基础, 其相关的建模理论和建模方法研究取得了许多成果, 涌现出各种体系结构和建模工具, 如: CIM-OSA, ARIS, GERAM, PERA, GRAI/ GIM, IDEF, BAAN/ DEM, IEM, IEM-Tools, SLA 等。但存在如下不足: 1) 不同建模方法所建模型的交互和共享问题; 2) 不同生命周期阶段模型的映射问题。

企业建模具有生命周期, 包括: 需求定义、设计、实施和运行维护 4 个阶段, 并通过循环迭代使企业的总体性能最优。虽然目前已有多种建模方法, 用户可以根据自己的目的和喜好进行不同的选择, 但特定的建模方法只适用于特定的建模阶段, 还没有一种通用的建模方法。这样前一阶段所获取的企业知识在后一阶段得不到重用, 降低了模型的利用率。如: IDEF3 适用于需求定义阶段, 即获取企业过程知识, 用于领域专家和咨询人员对企业业务过程的

理解和交流; Petri 网适用于设计阶段, 即分析、优化和设计; 工作流建模主要用来实现企业业务流程的自动化。

本文提出一种集成化企业建模标记语言(iemML), 它是一种基于可扩展标记语言(XML)的不同建模方法模型共享、交换和不同建模阶段模型映射、演进的标准, 即模型集成的标准, 旨在对上述两个问题的解决作初步的探讨。

2 企业模型的集成标准

企业的复杂性决定了不可能用单一模型对企业作出清晰、完备的描述, 必须从不同视角对企业的不同侧面进行描述。企业建模的不同阶段要求模型描述的粒度和内容不同, 所以许多企业建模体系结构是一个多维(视图维、生命周期维等)立方体, 只是在维数和视图两方面有些差别。多视图和生命周期性决定了企业模型是一个由不同视图、不同生命周期阶段的模型组成的模型集。

收稿日期: 2005-11-09; 修回日期: 2006-01-24。

基金项目: 上海市科委科学研究计划项目(05DZ05810); 国家科技部项目(2005BA908B10)。

作者简介: 郭秀清(1965—), 女, 内蒙古丰镇人, 副教授, 博士生, 从事企业建模、仿真等研究; 严隽薇(1946—), 女, 上海人, 教授, 博士生导师, 从事企业建模、仿真等研究。

2.1 企业建模方法的多样性

不同的视图通常采用不同的建模方法,甚至同一视图也由于建模目的和建模人员喜好而采用不同的建模方法.以 ARIS 为例,它主要包括功能、组织、数据和控制 4 个视图.其中功能视图采用功能树的方法描述企业功能分解的层次、嵌套关系;组织视图采用组织树的方法描述企业组织单元、组织的分解方式、层次结构和隶属关系等;数据视图采用 E-R 图(实体-关系图)描述企业的实体(对象)及其间存在的关系;控制视图采用一系列建模方法,包括 eEPC(扩展的事件驱动过程链)、功能分配图和增值链图等,将组织、功能及数据联系在一起.

建模方法不同,对应的模型元素、建模语义、语法和规则不同,以至模型之间互不认识.为了实现模型之间的交互,需开发一对一的模型转换器,如图 1 所示.而一个复杂系统往往需要集成多种建模方法,这时模型转换器的数量将以指数级“爆炸”,如图 2 所示.显然,这种针对两种特定建模方法的转换器不具有通用性,也是不可行的.明智之举是在所有建模方法之间搭“一座桥”,即建立一种用于模型交互、共享的集成标准,无论基于何种建模方法,只要支持、遵循这样的标准,模型之间就可以交互,如图 3 所示.



图 1 两种建模方法的模型转换器

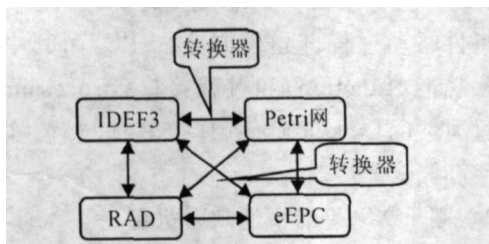


图 2 4 种建模方法的模型转换器

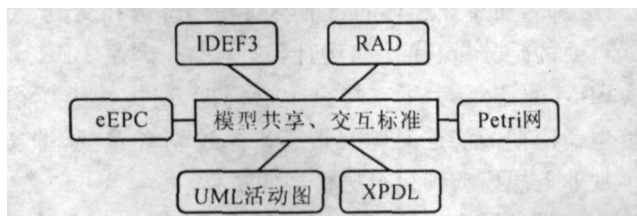


图 3 模型集成标准

2.2 企业建模的生命周期

如前所述,企业建模是一个循环迭代的过程,而目前大多数建模方法和建模工具仅侧重于需求定义阶段,对后续阶段的支持较弱.但是,企业建模的目的不仅仅限于认识企业这一层面,更重要的是为了

分析、优化和设计企业,这样才能满足企业的需求.

本文提出一种集成化企业建模标记语言 iemML,并基于 iemML 设计了集成化企业建模支持系统(IEMS).它是一种通用的建模方法和工具,支持所有的建模阶段(面向全生命周期),实现了概念模型向仿真模型以及工作流模型的映射,支持不同阶段模型的信息共享,解决了生命周期维各阶段模型之间的转换和一致性问题.同时,避免低水平重复建模,提高模型的利用率和重用率,有助于实现模型驱动的 BPR,CPI 和 BPM.

2.3 已有成果

目前,国内外关于不同建模方法所建模型的交互、信息共享技术的研究已经取得了一些成果,典型的如:XML 过程定义语言(XPDL)可以实现不同工作流产品之间的过程定义交换和工作流建模环境与执行环境的分离^[1];EPC 标记语言(EPML)是一种独立于建模工具和平台的基于 XML 的 EPC 业务过程模型交换格式^[2];过程规范语言(PSL)是一种描述制造过程的中性建模语言,其目的是设计一种类似产品数据领域中产品模型数据交换标准的过程数据交换的标准格式^[3];面向对象的结构化标记语言(OOSML)是基于概念建模框架、面向对象的结构化建模语言,用于决策模型的表示和管理^[4];扩展的 IDEF3 标记语言(eIDML)基于 IDEF3 过程流网的语法定义,建立了与之对应的一个 IDEF3 模型元素的 XML 标记集,目的是用于 IDEF3 模型向工作流模型的转换^[5].

上述成果都是基于 XML 的模型标记语言,因此,均继承了 XML 的简单性、层次性、可校验性、可扩展性和独立于平台及应用等优点.但它们大多针对某一种具体的建模方法,或仅是简单地针对业务过程模型向工作流模型转换,很少考虑不同视图之间的映射和不同建模阶段模型信息的共享和重用.

3 iemML

本文提出的 iemML 基于构件化企业建模支持系统^[6]、企业模型-仿真、诊断和评价工具集^[7]、虚拟企业建模支持系统^[8],同时继承上述已有模型交互、信息共享技术的优点,目标是实现企业模型的水平集成和垂直集成.

所谓水平集成是指同一建模阶段、同一视图的不同建模方法和建模工具之间的集成,以实现模型的交互和信息共享.而垂直集成是指沿着生命周期维实现企业模型的演进和映射,集成企业模型、仿真引擎、执行引擎和监控引擎^[1],即企业模型通过仿真引擎的仿真,然后基于仿真结果进行分析、优化设计,得到优化后的企业模型,优化后的企业模型在映

射机制的支持和约束下,映射为 workflow 模型;最后 workflow 模型由 workflow 引擎执行和监控,这样便贯穿了整个生命周期。

3.1 iemML Schema 的设计

目前,制造领域中基于 XML 的信息集成研究分为产品数据交换和制造过程数据交换两个方面,研究方法分为基于已有标准 PSL 和 WPDL 的映射和自定义新的标记语言两种。制造过程数据交换涉及的多为非结构化信息,相关的 STEP 在工艺和过程描述方面的许多应用协议尚不完善,并且应用范围很小。PSL 规范经过多年的研究只是基本建立了雏形,离实用还有很大距离,且它采用的语法-知识交换格式比较晦涩,使其应用受到一定的限制^[9-13]。本文采用自定义新的标记语言 iemML 方法研究制造过程数据交换标准。

XML 有如下基本特点:1) XML 是一种元语言,用于描述其他语言,使用标记来界定和说明数据;2) XML 的标记能够说明数据的实际意义,便于信息的检索和理解;3) XML 的标记可以定制;4) XML 使数据的结构和显示分离。为了使用 XML 文档中的数据,必须知道 XML 文档中有哪些数据,其结构和类型是什么,这由 XML 提供的文档类型定义(DTD)或 Schema 来定义。同理,iemML 是一种基于 XML 的企业模型标记语言,当然也涉及 Schema 的设计问题,用 iemML Schema 来定义 iemML 文档树的逻辑结构、元素、子元素及其属性的数据类型和相互关系。

如图 4 所示,iemML 文档的根元素是<iemml>,它包含 <graphicsDefault>、<definitions>、<attributeTypes>和<directory>4 个元素。其中:<graphicsDefault>用来定义模型图形的显示,又包含 4 个子元素<fill>、<line>、<position>和,分别用来定义填充、线型、坐标和字体;<definitions>用来定义对象事件、功能和过程接口,它与<directory>元素一起实现对象的定义和显示的分离,解决了冗余问题;通过<directory>元素把<iemML>文档组织为树状结构,以实现业务过程间嵌套和调用关系,<directory>由 @name 属性、子<directory>或/和<epc>组成,<epc>由 @epcid 唯一标识,且具有属性 @<name>,<epc>详细定义如图 5 所示。

在 IEMS 中,功能视图借鉴 CIM-OSA 思想采用从上到下、由粗到细的功能递阶分解树建模方法,依次为:域(DM)、域过程(DP)、业务过程(BP)和企业活动(EA)。相应的控制视图也分 4 层,其中 BP 层采用构件化建模方法独立封装,以输入事件和输出事件实现 BP 间连接。对应企业活动系统采用扩

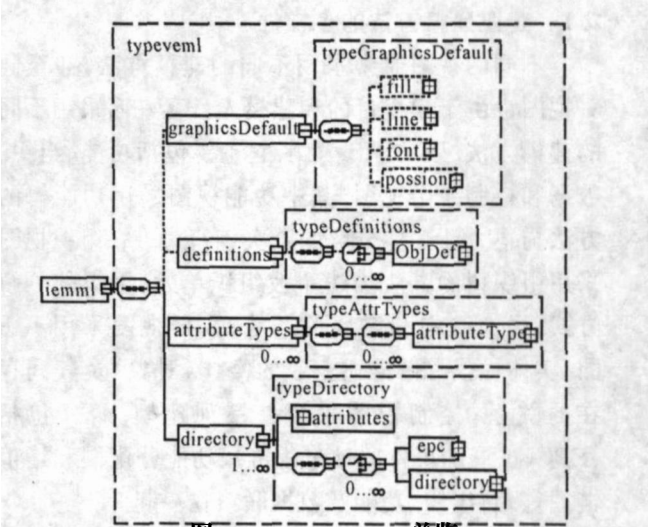


图 4 iemML Schemas 总览

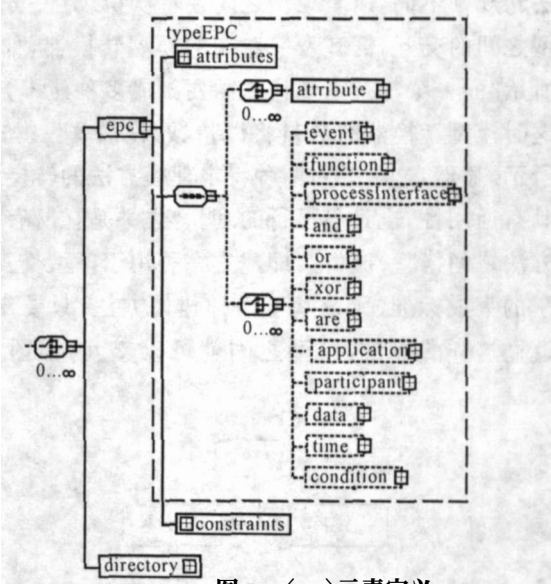


图 5 <epc>元素定义

展事件驱动过程链建模方法 eEPC,而其中的建模元素功能(function)和过程接口(processInterface)通过属性 @Link To Epcid 连接其他过程,实现过程调用和嵌套。

3.2 基于 XSL T 的模型映射机制

业务层模型仅限于对企业业务过程的理解和交流层面,而企业建模的目的不仅在于理解和交流,更重要的是分析、优化和设计,这样才能满足 BPR 和 BPM 的需要。为了支持全生命周期,研究模型沿着生命周期的演进问题变得越来越迫切和重要,即实现业务层模型到执行层模型的映射。

可扩展样式转换语言 XSL T 是 W3C 制定的一套用于转换 XML 文档的语言,能够对 XML 文档进行多种转换,如将一种逻辑结构的 XML 文档转换为另一种逻辑结构的 XML 文档,保证了不同 XML 文档格式之间的兼容性。它主要完成 4 种功能:1)将 XML 数据转换为另一种 XML 格式或非 XML 格式;2)追加或聚集新内容;3)抽取部分内容;4)实现

计算性工作. 本文利用 XSL T 实现 iemML 格式的 XML 文档与 XPDL 格式的 XML 文档之间的相互转换, 以实现企业设计层模型向实施层模型的顺利演进, 并通过 workflow 模型的仿真执行, 进一步分析、诊断和优化设计企业.

传统的控制视图(过程视图) 主要用来获取业务过程知识, 它反映了业务过程的组成活动及其层次关系、时序关系和逻辑关系等过程的结构信息. 而在 workflow 过程建模方法中, 除了包含上述业务过程本身的结构信息外, 还包括参与过程的组织、过程使用的资源、过程的输入和输出数据、过程的约束条件、过程的时间属性等. 为了模型顺利演进, 在 iemML Schema 中增加了这些相应的信息, 如图 5 中的子元素<participant>, <application>, <data>, <condition> 和<time>所示.

具体的映射方法为: 1) 正向映射, 将模型保存为 iemML 格式的 XML 文档, 利用 XSL T 将 iemML 格式的 XML 文档转换为 XPDL 格式的 XML 文档; 2) 反向映射, 利用 XSL T 将 XPDL 格式的 XML 文档转换为 iemML 格式的 XML 文档, 再将 iemML 格式的 XML 文档转换为模型, 在模型编辑区显示, 映射原理如图 6 所示. 这样就全面支持从需求定义、系统设计、实施到运行维护, 再到需求定义等的循环迭代, 不断优化企业工程.

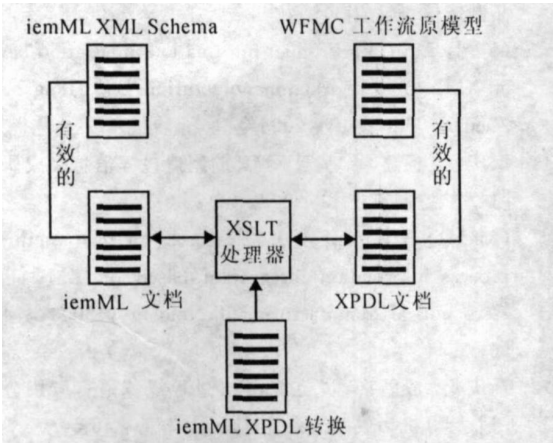


图 6 设计层模型与执行层模型的映射

4 IEMS

4.1 集成化企业建模体系结构(IEM)

集成化企业建模体系结构(IEM)是综合了课题组已有成果 CEMS, IEM-SDE 和 VEMS 的优点而提出的一种集成化的、开放的、面向企业信息化工程整体解决方案的、支持企业全生命周期的体系结构. 事实上, 它吸取了 CIM-OSA (功能递阶分解方法), ARIS (以控制视图为主, 其他视图为辅的 ARIS 屋——ARIS House) 和 GERAM (生命周期维扩展到运行维护阶段, 由原来的开环丰富为现在的闭环

迭代, 提高了模型的利用率) 3 者之精华, 即 IEM = CIM - OSA + ARIS + GERAM, 如图 7 所示.

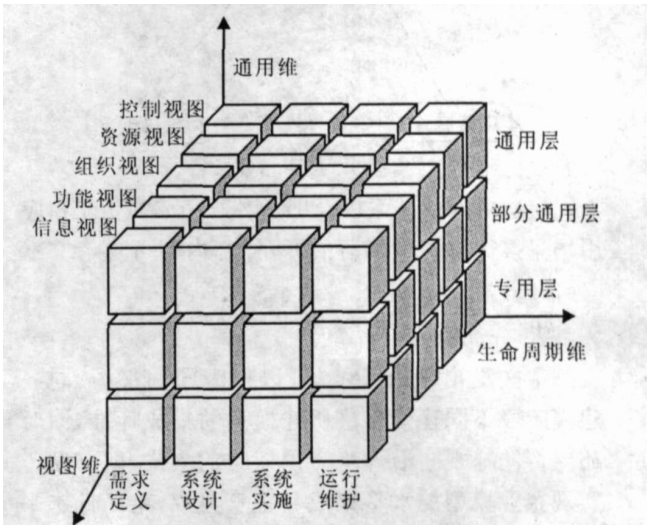


图 7 IEMS 体系结构

4.2 IEMS 的功能结构

IEMS 包括建模、仿真、诊断和评价 4 个功能模块, 其中建模模块提供 3 种建模途径: 1) 基于建模构件建模; 2) 基于参考模型定制; 3) 由控制视图自动生成组织、资源、信息和功能视图 (信息视图的自动生成正在开发中). 同时, 在视图一致性保证体系的约束下保障各视图的一致性和企业模型的完备性. 此外, 该建模支持系统是面向全生命周期的, 实现概念模型、设计模型、实施模型到执行模型的无缝集成, 即在 iemML Schema 的约束下, 实现控制视图向 workflow 模型的转换, 贯穿了模型驱动的系统开发思想. IEMS 的功能结构如图 8 所示.

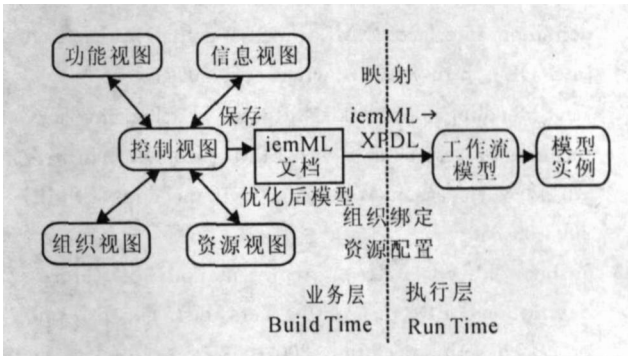


图 8 IEMS 功能结构

4.3 系统应用场景

系统采用软构件技术、XML 数据交换、共享标准实现各功能模块独立封装和构件化, 并最终实现基于 ASP、以第三方托管形式的应用模式 (如图 9 所示), 以扩大用户群, 推动企业信息化工程. 其工作机理是: 1) 动态地集成来自不同开发平台的应用服务; 2) 及时有效地发现系统能够提供的服务; 3) 在申请服务者和提供服务者之间建立绑定和调用.

限于篇幅, 有关 IEM 体系结构各维、各视图和

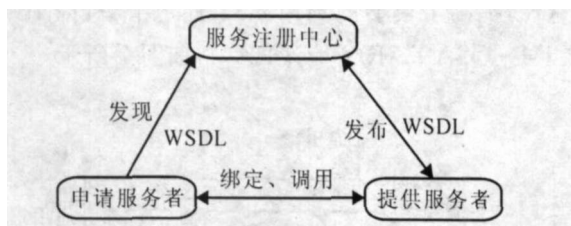


图9 应用场景

不同层次之间的关系以及 IEMS 所完成的功能和应用场景等内容这里不再展开,详细内容可参考文献[14,15].

5 结 语

本文提出的 iemML 可以作为同一视图、同一建模阶段不同建模方法所建模型的集成标准,同时还支持同一视图沿着生命周期维的集成,即有助于实现企业模型的水平集成和垂直集成,避免低水平重复建模,提高模型的利用率.

在后续工作中,需在如下两方面作进一步研究:

1) 视图之间的映射问题.即由控制视图自动生成功能、组织、资源和信息视图.方法是首先将控制视图导出为 iemML 格式的 XML 文档;其次依据一定算法遍历该文档树,分别查询与功能、组织、资源及信息视图相关的元素或属性;最后依据各视图生成算法分别生成功能树、组织树、资源树和 E-R 图.

2) 典型建模方法(如 ARIS, IDEF3 等)和 iemML 之间的映射机制的设计和实现,以进一步体现 iemML 的可行性、可用性和开放性等优点.

参考文献(References)

- [1] Workflow Management Coalition. Workflow process definition interface—XML process definition language [EB/OL]. <http://www.wfmc.org>, 2002-11-25.
- [2] Jan Mendling, Markus Nüttgens. Exchanging EPC business process models with EPML [EB/OL]. http://wi.wurwien.ac.at/Wer_sind_wir/mendling/EPML, 2003-03-25.
- [3] Joshua Lubell. XML representation of process descriptions [EB/OL]. <http://ats.nist.gov/psl/xml/process-descriptions.html>, 2002-05-22.
- [4] Hyoungho Kim. An XML-based modeling language for the open interchange of decision models[J]. Decision Support Systems, 2001, 31(4): 429-441.
- [5] 王大智,李清,陈禹六,等.基于中间交换格式的过程模型转换技术研究[J].计算机集成制造系统,2005,11(5): 696-700.
(Wang D Z, Li Q, Chen Y L. Research on transfer technique of interchange format-based process model [J]. Computer Integration Manufacturing Systems, 2005, 11(5): 696-700.)
- [6] 乔非,严隽薇,贺飞鸣,等.基于模型构件的企业模型体

系与建模技术[J]. 计算机集成制造系统, 2000, 6(3): 11-16.

(Qiao F, Yan J W, He F M, et al. Enterprise model architecture based on model construct and its modeling approach [J]. Computer Integration Manufacturing Systems, 2000, 6(3): 11-16.)

- [7] 宁伟锋,严隽薇,戴毅茹.集成化企业模型并行仿真系统中的仿真时钟[J].计算机工程,2004,30(14): 169-171.

(Ning W F, Yan J W, Dai Y R. Simulation clock in the parallel simulation system for integrated enterprise model[J]. Computer Engineering, 2004, 30(14): 169-171.)

- [8] 戴毅茹,严隽薇.虚拟敏捷制造企业建模技术的研究[D].上海:同济大学,2003.

(Dai Y R, Yan J W. Research on virtue enterprise modeling technology [D]. Shanghai: Tongji University, 2003.)

- [9] 齐建军,刘爱军,雷毅,等.基于 XML 模式的制造信息集成规范的研究[J].计算机集成制造系统,2005,11(4): 565-571.

(Qi J J, Liu A J, Lei Y, et al. Research on XML schema-based manufacturing information integration specification [J]. Computer Integration Manufacturing Systems, 2005, 11(4): 565-571.)

- [10] 于洁,林兰芬.基于 XML 的面向网络化制造平台的产品制造信息集成[D].杭州:浙江大学,2003.

(Yu J, Lin L F. Product information integration based on XML for networked manufacturing [D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2003.)

- [11] 廖庆妙,杨建军.基于 XML 的制造过程信息集成研究[J].航空制造技术,2003,(4): 50-52.

(Liao Q M, Yang J J. Research on manufacturing process information integration based on XML [J]. Aeronautical Manufacturing Technology, 2003, (4): 50-52.)

- [12] 马庆龙,殷国富,龙红能,等.过程规范语言应用分析[J].计算机集成制造系统,2001,7(9): 46-50.

(Ma Q L, Yin G F, Long H N, et al. Research on the application of process specification language [J]. Computer Integration Manufacturing Systems, 2001, 7(9): 46-50.)

- [13] 龙红能,殷国富,成尔京,等.基于本体论的过程规范语言的语义分析[J].计算机集成制造系统,2003,9(10): 926-931.

(Long H N, Yin G F, Cheng E J, et al. Language and semantic analysis on process specification language based on ontology [J]. Computer Integration Manufacturing Systems, 2003, 9(10): 926-931.)

(下转第 229 页)

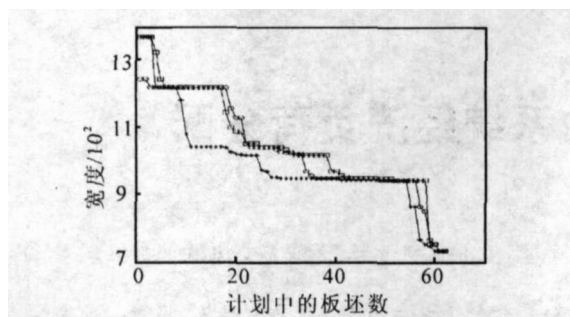


图5 最优解中任选3个计划主体材宽度变化曲线
制宽度由宽到窄变化,经统计平均轧制公里数为133 km.考虑烫辊材的添加,轧制单元总长度预计可超过140 km,说明该模型算法是有效的,可用于生产实际.

5 结 语

针对宝钢热轧厂生产实际,在建立热轧计划编制模型时主要考虑了板坯轧制区段与轧制表面等级间的约束,并将板坯间出炉温度、精轧温度、卷取温度的跳跃因素和主体材宽度、厚度、硬度组的变化综合考虑,建立了宽度反跳和各阶段温度跳跃的惩罚系数表.利用混合算法求解时,将编码个体经启发式算法转化为轧制单元,再转化为标准可行解后进行演化计算.现场实际数据仿真表明了该模型算法的可靠性和实用性.

参考文献(References)

- [1] Leo Lopez, Michael W Carter, Michel Gendreauu. The hot strip mill production scheduling problem: A tabu search approach [J]. European J of Operational Research, 1998, 106(2): 317-335.
- [2] Tang L X, Liu J Y, Rong A Y, et al. A multiple traveling salesman problem model for hot rolling scheduling in shanghai baoshan iron & steel complex [J]. European J of Operational Research, 2000, 124(2): 267-282.
- [3] 张涛,王梦光,杨建夏. 不确定计划数的轧制批量计划的模型和算法[J]. 系统工程学报, 2000, 15(1): 54-60. (Zhang T, Wang M G, Yang J X. The model and algorithm for the hot-milling batch planning with uncertain number [J]. J of System Engineering, 2000, 15(1): 54-60.)
- [4] 李耀华,王伟,徐乐江,等. 热轧生产轧制计划模型与算法研究[J]. 控制与决策, 2005, 20(3): 275-279. (Li Y H, Wang W, Xu L J. Rolling plan model and algorithm in hot rolling plant[J]. Control and Decision, 2005, 20(3): 275-279.)
- [5] Kosiba, E D, Wright J R, Cobbs A E. Discrete event sequencing as a traveling salesman problem [J]. Computers in Industry, 1992, 19(3): 317-327.
- [6] Chu P C, Beasley J E. A genetic algorithm for the multidimensional knapsack problem [J]. J of Heuristics, 1998, 4(1): 63-86.
- [7] Chu P C, Beasley J E. Constraint handling in genetic algorithms: The set partitioning problem [J]. J of Heuristics, 1998, 4(4): 323-357.
- [8] Davis L. Applying adaptive algorithms to domains[C]. Proc of the Int Joint Conf on Artificial Intelligence. Los Angeles, 1985: 162-164.
- [9] Mitsuo Gen, Chen R W. Genetic algorithm and engineering design [M]. New York: John Wiley and Sons, 1997.
- [10] Grefenstette J, Gopal R, Rosmaita B, et al. Genetic algorithms for the traveling salesman problem [C]. Proc of the 1st Int Conf on Genetic Algorithms. Lawrence Erlbaum, 1985.
- [11] 朱宝琳,于海斌. 炼钢-连铸-热轧生产调度模型及算法研究[J]. 计算机集成制造系统, 2003, 9(1): 33-36. (Zhu B L, Yu H B. Production scheduling model and algorithm for steel making-continuous casting-hot rolling processes [J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2003, 9(1): 33-36.)

(上接第224页)

- [14] 郭秀清,严隽薇. 现代集成制造体系结构生命周期研究[J]. 同济大学学报, 2006, 34(1): 120-125. (Guo X Q, Yan J W. Research on lifecycle dimension of CIM architecture[J]. J of Tongji University, 2006, 34(1): 120-125.)
- [15] 严隽薇,马达,王坚,等. 基于ASP模式的VEMS的研究[J]. 中南大学学报, 2005, 36(8): 533-537. (Yan J W, Ma D, Wang J, et al. Research on ASP mode based VEMS[J]. J of Central South University, 2005, 36(8): 533-537.)