

支持 BPR 的工作流动态模型实现技术

李伟平 薛劲松 朱云龙



李伟平 博士研究生

摘要: 设计并实现了一种支持企业经营过程重组(BPR)的工作流管理系统,给出了系统的结构和工作流模型的动态实现技术。文中通过对工作流实例的结构进行动态改变,实现了动态的工作流模型,从而在工作流管理系统中提供了对企业经营过程重组的支持,为 BPR 的实际应用提供了支撑环境,进而推动了 BPR 理论在企业中的应用。

关键词: 工作流管理系统; 企业过程; 动态结构改变; BPR

中图分类号: TP311; TH166 **文献标识码:** A

工作流管理是近年来在计算机应用领域中发展最为迅速的几项新技术之一,其主要特征是实现人与计算机交互事件结合过程中的自动化。它首先在办公自动化、银行和保险等行业中得到了广泛地应用。随着企业经营过程重组这一管理思想被工业界广泛接受^[1],以过程管理为核心的工作流管理系统(workflow management system, WFMS)在工业界逐步得到认可,并得到应用。相关的软件产品如 Flowmark、Flowpath、Inaction 等也已面世。这些系统不仅继承了早期 OA 系统任务过程控制的特点,而且还利用现有技术成果在用户界面和分布协作等方面有很大的改进。1993年,国际工作流管理联盟(workflow management coalition, WfMC)发布了工作流管理系统参考模型,为各种工作流管理软件产品实现互操作提供了标准接口^[2]。

工作流从本质上讲是使在多个参与者之间按照某种预定义的规则传递文档、信息或任务的过程自动进行,从而实现某个预期的目标,或是促使此目标的实现。一个工作流包括一组活动以及它们之间的逻辑关系。为了对工作流进行有效的管理,从而为企业服务,必须建立工作流管理系统。工作流管理系统是指运行于一个或多个工作流引擎上,用于定义、管理和执行工作流的软件系统。一个工作流管理系统能够完整地定义、管理和执行工作流。

目前,人们正试图把工作流技术广泛地应用到制造企业中去,并取得了很大的进展^[3,4]。通过工作流技术对企业进行过程建模与集成,实现了

对企业经营过程和生产过程的协调与控制,以及企业内部过程的全程监视与管理。但是,目前的工作流管理系统只能支持静态的工作流实例,即无法在工作流管理系统运行时动态地改变工作流的结构。由于不能对企业的实际情况进行实时处理,从而不能对 BPR 提供有效的技术支持。企业经营过程重组是当前国内外管理学界和工业界关注的热点问题。而为实施 BPR 提供技术支撑环境是能否在企业中成功实现 BPR 的一个关键因素。本文设计并实现了集成化工作流管理系统——Inworks。通过对工作流结构进行动态改变,Inworks 实施了工作流动态模型实现技术,有力地支持了对企业经营过程重组,为 BPR 的实际应用提供了支撑环境。

1 Inworks 工作流管理系统结构

由于制造企业具有分布性和多样性的特点,要求工作流管理系统必须是分布、开放和透明的。参考 WfMC 所给出的工作流管理系统体系结构,我们设计了集成化工作流管理系统 Inworks。它是基于 Web 的、分布自治的工作流管理系统,它的结构见图 1。

由于 CORBA 软件总线具有良好的平台透明性和分布透明性,以及分布对象操作能力,可以解决企业的分布性。所以 Inworks 采用 CORBA 软件总线作为支撑平台,实现了企业中各个自治系统接口的标准化,解决了不同企业各个信息系统之间的异构性问题。Inworks 采用基于 Web 的结构,由 ORB 软件负责具体的通信细节问题,这样可以把精力放在工作流管理系统的功能上面。

Inworks 工作流管理系统软件由 5 个部分组成:

收稿日期: 2001-02-02

基金项目: 国家自然科学基金资助重大项目(59990470、69884005)

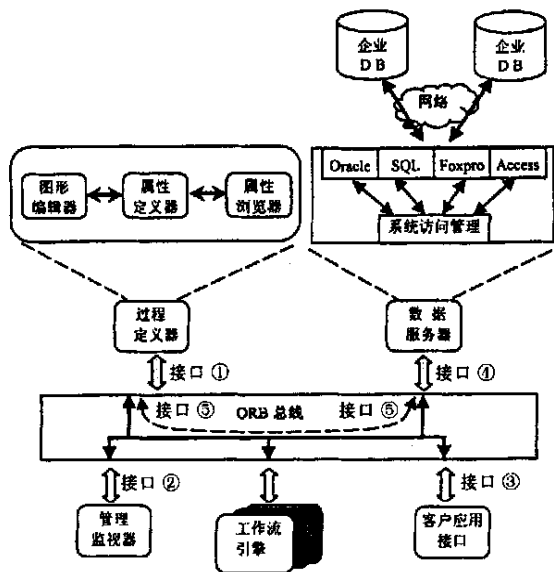


图 1 Inworks 系统结构图

(1) 过程定义器 它是企业过程的计算机化的表示。过程定义器实现了对企业过程直观的、图形化的描述,由图形编辑器、属性定义、属性浏览 3 部分组成。

(2) 工作流引擎 它是 Inworks 的核心部分,负责解释过程定义,并进行过程实例化和过程执行控制、任务调度、日志维护等。此外,它提供与工作流的参与者之间的接口,以及必要时激发其它 IT 工具和应用。Inworks 在执行时有多个工作流引擎同时运行。

(3) 管理监视器 它对工作流的执行状态进行监视和控制。

(4) 数据服务器 它负责访问企业数据库。Inworks 中没有建立专用数据库,而是通过分布式数据采集器获得企业的实际数据。企业在使用 Inworks 时,可以充分利用企业现有资源,直接建立工作流模型而不必重新建立数据库,由此可减少工作量,提高工作效率。由于企业数据库可能是各种不同的类型,数据采集器对每种数据库都提供了驱动引擎。只要指定数据库的类型和来源,数据采集器就会启动相应的引擎进行数据访问。

(5) 接口 Inworks 工作流管理系统提供了 5 个接口: 1 过程定义器与工作流引擎的接口; ° 管理监视器与工作流引擎之间的接口; » 客户应用与工作流引擎之间的接口; ¼ 数据服务器与工作流引擎之间的接口; ½ 数据服务器与过程定义器之间的接口。其中,前 2 个接口为内部接口,后 3 个接口为外部接口。

工作流引擎通过接口 1 从过程定义器获取过程模型,并对过程模型进行解释和实例化,为过程

的执行做好准备。接口 ° 负责提供正在执行的过程的实时信息。从过程执行模块获取过程执行的相关数据后,由管理监视器实现实时信息显示。

接口 » 负责 Inworks 与用户的实时信息交互,系统根据用户指令完成指定的操作。接口 ¼ 负责过程执行时从数据库获得数据,供执行模块使用。及时、准确地提供实际数据,可以使过程执行模块及时跟踪现场情况,分析企业性能指标,使整个企业优化运行。接口 ½ 负责过程定义时从数据库获得数据,供过程定义模块使用。从数据库获得的现场数据可以帮助用户正确地建立起过程模型。

2 工作流模型的动态结构改变

Inworks 工作流管理系统用于企业生产过程和经营过程的管理与控制,协助实现企业过程的顺利执行。Inworks 在对企业过程进行管理、监视与跟踪的同时,实现企业性能指标的实时控制,从而为企业正确地决策提供依据。为了实现对企业经营过程重组的支持,Inworks 通过对工作流实例的动态结构改变为 BPR 在企业中的实施提供了技术支持,使得 BPR 在企业中的实施变得更容易。同时也为 BPR 在企业中的应用起到了积极的推动作用。

2.1 工作流模型的动态结构改变方法

当工作流管理系统运行某个工作流实例时,有时会出现过程实例的实际情况与用户在过程定义时建立的工作流模型不完全一致。例如,由于意外事件的发生而使得过程与计划情况偏离;过程中某个活动运行错误或设计阶段出现的失误等^[5]。由于工作流设计者不能预见所有的意外事件,而工作流管理系统不能独立解决所有出现的问题,那么用户参与并解决意外事件是一个有效办法。用户可以通过诸如跳过一个活动、增加一个活动等方法来解决。我们称工作流运行时对工作流实例的结构改变为工作流模型的动态结构改变。

在 Inworks 中,我们用有向图来表示工作流模型,用有向图中的结点表示活动。工作流模型的动态结构改变可分为 2 种:永久性改变和临时性改变。对工作流实例进行动态结构改变以后,如果根据实例的改变结果去修改相应的工作流模型,则称为永久性改变;如果只是对工作流模型的动态结构改变而不修改相对应的工作流模型,则称为临时性改变。一般来讲,对设计失误进行修改工作流实例需要同时修改工作流模型,此时为永久

性改变。对于意外事件或活动运行错误而做的改变为临时性改变。当然,此时如果修改合理也可进行永久性改变。动态结构改变为企业经营过程重组提供了强大的技术支持,使得 BPR 可以实时进行。

workflow 模型的动态结构改变有 6 种操作: 插入活动、删除活动、跳过活动、转移操作、把并行部分串行化和把串行部分并行化。 workflow 模型的动态结构改变操作应遵循以下原则: 1 必须考虑相关活动实例的状态; 2 保证控制关系完整性: 在对结点操作后, 必须修改相应的控制边; 3 保证参数集合完整性: 在对结点操作后, 必须重新设置结点的参数集合; 4 保证操作的时效性: 在规定的时间内完成操作, 保证不影响过程实例的顺利运行。

动态结构改变必须考虑相关活动实例的状态, 活动实例有 6 个状态^[6], 分别为初始、就绪、等待、执行、挂起、完成。每个操作对所有涉及到的活动实例都有相应的状态限制。例如, 对于插入活动操作, 只有当后面活动的状态为初始态才能进行。为了保持 workflow 实例控制关系的完整性, 在对 workflow 实例的结构进行改变时必须添加或删除控制边。为了保证 workflow 实例中参数集合的完整性, 在进行改变操作时, 必须调整相应的参数。例如, 对于插入活动操作, 需要为新插入的活动配置参数集合。对 workflow 实例的结构改变操作必须考虑到时间, 保证不影响 workflow 实例的正常运行。

(1) 插入活动 在 workflow 实例运行时, 一个活动可以插入到 workflow 实例中的 2 个结点集之间。结点集是指一个结点或一组并行运行的结点。插入操作必须考虑相关活动实例的状态。设将 1 个结点 X 插入到结点集合 N_1 和 N_2 之间, 只有当 N_2 处于初始状态时才可以进行。否则插入操作没有意义。插入一个活动后, 必须建立与活动相连接的控制边, 包括与前驱结点和后继结点相连接的有向边。然后, 需要为新插入的结点设置参数, 这些参数根据实际情况从数据库中取得。另外, 结点 X 的参数集合与它的前驱和后继的关系非常密切, 有可能需要重新调整它的后继结点集的参数集合。因为 X 的输入可能是 N_1 的输出, 而 X 的输出可能是 N_2 的输入。那么, N_1 和 N_2 的参数集合中的部分成员需要重新指定来与新插入的结点建立联系。图 2 是在活动 B 后面插入活动 X 的操作示例。

(2) 删除活动 在 workflow 实例运行时, 可以删除实例中的 1 个或一系列活动。删除操作必须考虑 workflow 实例中相关活动实例的状态。只有当

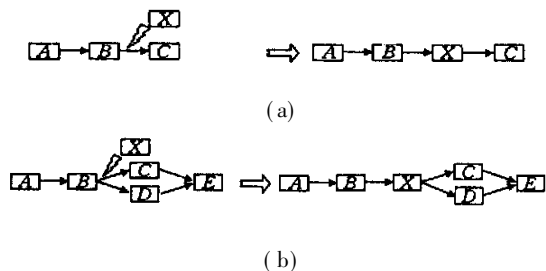


图 2 插入 1 个活动示例

活动 X 的状态不是完成态时, 才可以删除它。删除活动 X 之后, 从 X 到 workflow 实例中下一个汇合点之间路径上的所有活动都将被删除, 同时删除与之相连的控制边。对于涉及到的活动, 需要重新设置参数。图 3 是删除操作示例。其中, C 与 D 2 个活动在活动 E 之前汇合, 则 E 称为汇合点。而活动 B 与 C 在一条路径上, 则删除活动 B 之后, 活动 C 随之被删除。然后, 需要修改活动 E 的参数集合, 它的某些输入参数将被取消(即从活动 C 的输出得来的信息), 它的触发也由 C 与 D 合并触发改为由活动 D 单独触发。

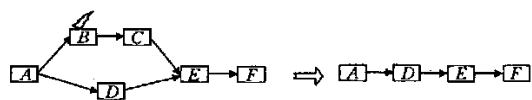


图 3 删除 1 个活动示例

(3) 跳过活动 在 workflow 实例运行时, 可以跳过 1 个或一系列活动而直接执行后续活动。跳过操作必须保证不破坏当前过程的结构, 合理地转移到过程路径上的某个活动。跳过操作同样必须考虑 workflow 实例的状态。只有当活动 X 的状态不是完成态时, 才可以跳过它。跳过活动之后, 把 X 的前驱活动集合和后继活动集合直接连接, 同时需要给涉及到的活动重新设置参数。由于跳过操作使得某些预定的活动不能执行, 那么势必影响到后继活动的一些参数, 这就要求做相应的修改, 如增加参数、删除参数, 或者从数据库中重新选定新的参数等。图 4 是跳过活动 B 的操作示例。

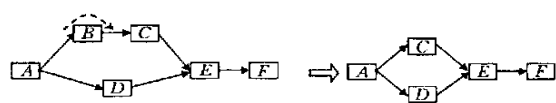


图 4 跳过 1 个活动示例

(4) 转移操作 在 workflow 实例中, 由于某种需要, 可以先期执行某个活动的间接后继结点而不先执行直接后继结点。转移操作同样必须考虑 workflow 实例的状态。只有当活动 X 以及它的后继结点的状态为初始状态时, 才可以跳过这些活动, 并转移到其它地方执行。执行转移操作后, 需要重

新调整 workflow 实例的结构以保证实例结构的完整性。与跳过操作不同的是,跳过操作是不执行某一个或某些活动,而转移操作则需要执行被暂时跳过的结点集合。而且转移操作很可能改变 workflow 的结构。图 5 是转移操作示例。图中,活动 E 为活动 B 的 1 个间接后继结点,而活动 C 为 B 的直接后继结点。当 E 的参数不依赖于 C 的输出时,可以执行转移操作,即先执行活动 E,而不必等到活动 C 执行结束后再执行它。

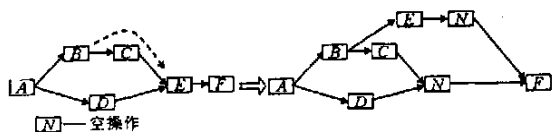


图 5 转移操作示例

(5) 串行化与并行化 为了提高 workflow 实例的执行速度,在允许的情况下(如串联的结点之间没有直接的参数依赖关系),可以将一部分串行执行的活动改为并行执行——并行化。反之,在某些特殊情况下,可以将部分并行执行的活动串联执行。执行串行化或并行化操作后,需要为相关的活动重新设置参数。图 6 是并行化操作示例。图中,把原过程的 B、C 2 个结点改为并行执行,这时, B、C 是与分叉和与合并关系,即必须保证二者都能够执行到。同理,在进行串行化操作时,也要保证这一点。

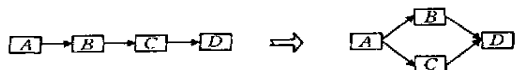


图 6 并行化操作示例

2.2 workflow 管理系统对动态结构改变的支持

在 Inworks workflow 管理系统中提供了对动态结构改变的支持。需要说明的是,Inworks 不能对过程模型进行自主的性能评价。在何时进行动态结构改变以及怎么改变,需要由用户来判断和执行,workflow 管理系统只是提供了进行动态结构改变操作的支撑环境。

在 Inworks workflow 管理系统中进行动态结构改变操作的步骤见图 7。首先,由用户根据具体情况进行决策,如果需要动态改变结构,那么就通过客户应用接口提出申请。workflow 引擎接受申请后,进行现场管理,记录当前 workflow 实例的执行状态,保存数据库信息,并挂起相应的工作流实例,以保证 workflow 实例的状态不受破坏。然后,调用过程定义器来编辑 workflow 实例。由用户通过过程定义器执行动态结构改变操作,同时重新定义参数集合。用户根据需要执行插入、删除、跳过、转移等操作。

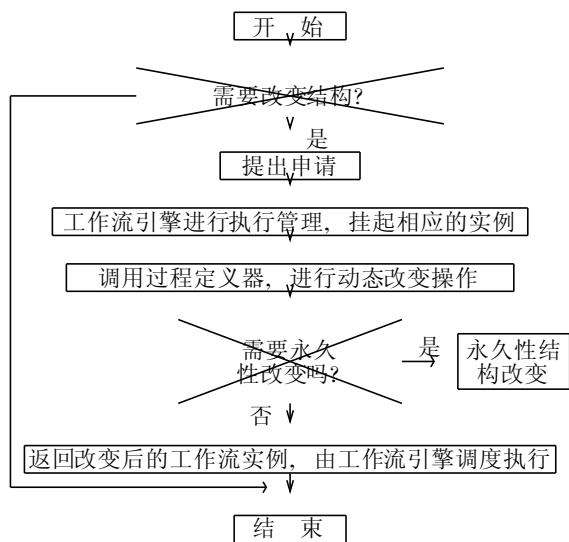


图 7 动态结构改变的实现步骤

最后,把改变后的 workflow 实例返回到 workflow 引擎,并继续接受调度执行。如果需要永久性保留这些变化,那么由 workflow 管理系统自动改变相应的工作流模型。这样,完成了一次结构改变操作。

3 结语

本文设计并实现了一种支持企业经营过程重组的 workflow 管理系统——Inworks,给出了系统结构和工作流模型动态实现技术。企业经营过程重组是当前国内外管理学界和工业界关注的热点问题。通过对 workflow 实例的动态结构改变,Inworks 为企业经营过程重组提供了技术支持,为 BPR 的实际应用提供了支撑环境,进而丰富了 workflow 管理系统的内容,也推动了 BPR 理论在企业中的应用。

参考文献:

- [1] 朱云龙,李伟平,李红信等.业务过程重组分析方法研究.中国机械工程,2002,13(10):887~890
- [2] WfMC. The Workflow Reference Model. 1994.
- [3] Markus Dickerhof, Milena M. Didic, Ulrich Mampel. Workflow and CIM OSA——Background and Case Study. Computer in Industry, 1999, 40: 197~205
- [4] Angel Ortiz, Francisco Lario, etc. Building a Production Planning Process with an Approach Based on CIMOSA and Workflow Management Systems. Computer in Industry, 1999, 40: 205~219
- [5] Manfred Reichert, Peter Dadam. ADEPT flex——Supporting Dynamic Changes of Workflows Without Losing Control. Journal of Intelligent Information Systems, 1998, 10: 93~129

管线布局设计的约束因素分析及建模方法研究

曹 斌 谭建荣 伊国栋



曹 斌 博士研究生

摘要: 布局设计是一个基于约束空间的求解过程, 而影响布局设计的约束因素又是复杂多变的。针对工程领域的管线布局设计问题, 提出了约束元、约束集、约束方法、约束度、约束链和关联约束子集等概念, 并应用这些概念对影响管线布局的约束因素进行了分析, 进而给出了基于目标分解的管线布局建模方法。

关键词: 布局; 约束; 约束元; 约束集; 优化设计

中图分类号: TH128 **文献标识码:** A

作为布局问题的一个范例, 管线布置是机械、化工、建筑等诸多工程领域中设计人员经常需要面对的一项复杂工作。由于多数情况下管线布置为后设计行为, 即管线布局设计依附于工程的主体设计, 例如航天器的管线布置、建筑物的管线布置、城市地下管线布置等, 使得影响管线布局设计的限制性(约束)因素具有复杂、多变的性质, 如布局中不易确定的限制性因素有布局空间的形态、范围, 管线的几何尺寸、空间位置, 管线设计的工程技术要求等, 正是由于这些限制性因素的动态性和复杂性, 增加了获取最优管线布局方案的难度。因此, 在进行复杂的布局设计时, 如何使设计结果成为最优(或较优)一直是空间规划领域的一个主要研究方向。

从理论上讲, 布局问题属于 NP 完全问题, 国内外许多学者对其做过深入的研究, 并取得了显著的成效, 例如, Dyckhoff^[1]、Dowland 等^[2]对空间布局问题的基本情况进行了较全面的分析与综述, 并提出了解决问题的策略和方法, Kumara^[3]、Mcdermott^[4]提出了基于专家系统的空间布局问题求解方法, 王金敏等^[5]提出了基于约束的布局求解算法, 戴佐等^[6,7]提出了基于八叉树表示的 3 维实体布局求解算法等。虽然提出了许多有关布局问题的求解方法、算法, 但目前还无法找到一个

能解决所有空间布局问题的较为通用的方法, 究其原因主要是影响布局设计的限制性因素过于复杂。

解决一个优化布局问题, 首先需要仔细分析影响布局设计的基本约束因素, 并较为准确地建立描述布局问题的数学模型(布局方案场), 然后再通过对布局模型求解找到最优(或较优)的布局方案。同样, 对于管线的布局问题, 要得到一个合理的布局方案应对影响管线布局设计的基本约束因素进行分析并建立布局优化模型。赵长春^[8]针对影响液压管道布置的限制性因素进行了较为深入的分析, 提出了基于规则约束的管道布置限制因素环概念, 并使用关系算子矩阵描述管道布置的方案场, 以通过对限制性因素间的约束关系解耦得到确定的布局方案。用关系算子描述管道布置模型的方法, 可以清楚地映射出布局设计与各约束因素间的关系, 但这种描述在模型求解上存在一定的难度, 尤其是最优布局方案的求解。基于此, 在相关研究工作的基础上, 本文提出了约束元、约束集、约束方法、约束度和关联约束子集等概念, 进一步对影响管线布局设计的约束因素进行了分析, 并给出了基于目标分解的管线优化布局建模方法。

1 管线布局设计的约束因素分析

为了便于分析与理解, 我们定义了以下基本概念。

收稿日期: 2001-03-05

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(50075080); 浙江省自然科学基金资助项目(600088)

[6] 李伟平, 李莉, 薛劲松等. 工作流管理系统实现技术研究. 计算机集成制造系统—CIM S, 2002, 8(3): 202~206

(编辑 华 恒)

作者简介: 李伟平, 男, 1973 年生。中国科学院沈阳自动化研究所(沈阳市 110016)博士研究生。研究方向为工作流管理、ERP 和企业建模等。发表论文 10 篇。薛劲松, 男, 1938 年生。中国科学院沈阳自动化研究所研究员、博士研究生导师。朱云龙, 男, 1967 年生。中国科学院沈阳自动化研究所副研究员。

gent Diagnosis HUANG Zhijian(Beijing University of Aeronautics and Astronautics, Beijing, China) p 1298-1301

Abstract: In intelligent diagnosis system, dividing and deepening, synthesized judging with all factors of the system, inspecting problem by means of the similarity between the objects, making clear of a black box from out surface into internal, and detecting troubles according to the key parts of problem etc. are as the basic logic inference methods for hydraulic failure diagnosis. Analysis combining with synthesizing, qualitative analysis combining with quantitative analysis, inspecting failure mechanism combining with logic judgment, supposing combining with testing and verifying etc. are as the basic principles for hydraulic failure diagnosis.

Key words: hydraulic failure intelligent diagnosis logic

Neural- Network- Based Down- Hole Fault Diagnosis Technique for Sucker- Rod Pumping System of Double-Layer Separate Recovery WANG Jindong(Harbin Institute of Technology, Harbin, China) CAI Dongsheng

ZHANG Jiazhong LIU Shulin p 1302-1305

Abstract: The existing fault diagnosis technique of sucker-rod pumping system can not meet the needs to diagnose the faults of sucker-rod pumping system of double-layer separate recovery. In this paper, the diagnostic model of sucker-rod pumping system of double-layer separate recovery is established, an iterative difference method of the noncomplete system is proposed, and then a neural-network-based down-hole fault diagnosis expert system of sucker-rod pumping system of double-layer separate recovery is built. The function of various blocks and the working principle of expert system is discussed, the initialization, training and testing process of BP network is illustrated, and the BP network is trained with the improved BP algorithm that has self-adapting learning rate and momentum factor. The software of the fault diagnosis expert system has been designed with the aid of the MATLAB and its Toolbox.

Key words: multiple pumping hollow pump fault diagnosis BP network

Real-time Simulating Research on Temperature Field for LOM Process GUO Yonghong(Tsinghua University, Beijing, China) YAN Yongnian GAO Hongtao YAN Xurei p 1306-1310

Abstract: LOM is a developed manufacturing technology in which the part is built layer by layer. But sometimes several defects such as warp and deformation may be found because of the effects of temperature and thermal stress, especially in larger parts. In this paper, the research of real time simulating the temperature field of the part in the process has been made, the mathematical model has been set up, and how does the temperature to change can be known through the computer software.

Key words: laminated object manufacturing temperature field stimulate

Axis Intersection Measurement of Three-axis Turntable with a Filament REN Shunqing(Harbin Institute of Technology, Harbin, China) ZENG Qingshuang YANG

Qihui p 1310-1313

Abstract: A filament is fixed on the inner axis of a three-axis turntable, when the inner axis frame, the middle axis frame and the outer axis frame are on different angle positions, the horizontal angles of the measurement point on the filament can be measured by a theodolite, thus the axis intersection of the three-axis turntable is achieved. In this paper, the coordinate systems is created, then the position and attitude relationship is deduced by homogeneous method, in the end of the paper, the calculation method of the axis intersection is attained.

Key words: intersection homogeneous transformation three-axis turntable theodolite

The Dynamic Modeling Method of Workflow Management System Supporting BPR LI Weiping(Chinese

Academy of Sciences, Shenyang, China) XUE Jinsong ZHU Yunlong p 1314-1318

Abstract: This paper designs and develops an integrated workflow management system (Inworks) supporting business process reengineering. The structure and the key technology of Inworks are given. Recently, BPR have gained great focus in the area of industry and academia of management. It is a key factor to implement BPR in an enterprise that a technological supporting environment is given. Inworks supports the implementation of BPR through dynamic structural changes of workflows. Thus provides a supporting environment for the application of BPR in enterprises and to speed up BPR development.

Key words: workflow management system business process dynamic structural change BPR

Analysis of Constraint Factors and Research on Modeling Method of Pipeline Packing Design CAO Bin(Zhejiang University, Hangzhou, China) TAN Jianrong YI

Guodong p 1318-1323

Abstract: The packing design is a process of finding the solution in a constraint space, which includes many complex and changeable constraint factors that affect on packing design. Aimed at pipeline packing problem, some concepts, such as constraint unit, constraint set, constraint method, etc., are proposed in this paper to be used to analyze the constraint factors which affect on pipeline packing design. Then, a modeling method of pipeline packing problem based on target decomposition is provided.

Key words: packing constraint constraint unit constraint set optimum design

Numerical Calculation of Laser Melting for Workpiece Formed by Plasma Spraying FANG Jiancheng

(Hauqiao University Quanzhou, Quanzhou, China) XU Wenji DENG Qilin LI Zhigang ZHOU Jinjin p 1324-1327

Abstract: A mathematical model of double slabs in finite size for laser melting workpiece is established by considering the different behavior of heat transfer between coating and prototyping / backing material, which can be used to simulate the heat cycle calculation of laser melting. The effective rules of laser power, moving speed and