

基于 workflows 的生产过程监控系统设计与实现*

Design and Implementation of Production Process Monitoring System Based on Workflow

西北工业大学现代设计与集成制造教育部重点实验室 常仕军 何卫平 和延立 张晶 洪鸿

[摘要] 针对制造业车间生产过程监控中信息采集不全面、反馈滞后、信息共享程度低等问题,引入 workflow 技术对生产过程进行建模和业务驱动,实现业务过程自动流转和信息自动采集、反馈。使用刷卡登陆触摸屏的方式增强终端应用的便捷性,应用甘特图等多种方式直观、形象地展现监控结果。基于普元 EOS 中间件平台开发出了生产过程监控系统,并在实际生产中进行了应用。

关键词: 过程监控 workflow 甘特图

[ABSTRACT] According to the problems such as incomplete information collection, feedback delay, low-level share of information during production process monitoring of manufacturing industry workshop, the workflow technology is introduced into process modeling and business drive, which can realize the automatic circulation of business process, the automatic collection and feedback of the information. The convenience of terminal application is enhanced by landing touch screen with reading card, and the monitoring results are displayed by using methods such as Gantt chart and so on. The production process monitoring system is developed based on the Primeton EOS middleware platform, which is applied in practical production.

Keywords: Process monitoring Workflow Gantt chart

随着制造业信息化的不断推进,越来越多的企业应用各种上层管理系统和底层自动控制系统来提高车间的生产效率、管理水平和产品质量,以促进企业经济效益的增长。然而由于车间实际生产加工过程的复杂性和某些不可预测性因素,使得实际生产加工进程与计划脱节。造成这些问题的主要原因是管理人员不能在第一时间准确、及时地获取生产过程中涉及到的物料、人

员、设备等相关资源的实时状态信息,从而做出有效、迅速的响应,及时对现场生产加以调整,以保证整个生产车间的正常运行。有效解决这一问题的方法就是对生产过程进行实时监控。

workflow 管理技术的出现,为企业业务过程自动化提供了一个很好的解决方案,它是企业实现复杂过程建模、仿真及优化、执行监控等过程管理功能至关重要的技术^[1]。近年来,workflow 管理技术在制造业得到广泛应用,但由于其本身正处于发展阶段,目前的工作流技术和产品还不能完全满足企业应用需求,如现有 workflow 模型的语义在描述复杂过程时能力不足、活动属性的定义不够丰富、缺少仿真和性能监控工具对模型进行评估和性能测试、难以支持复杂的企业应用、对已有企业应用的集成能力不足等。目前,生产过程监控主要靠提高设备的自动化程度,以便采用可视化的监控软件,对于自动化程度较低的车间则主要监控关键设备和关键任务,普遍存在信息采集不全面、不及时,信息整理分析时间较长,信息共享程度低等问题。

本课题应用图形化的建模工具、灵活的工作流路由模型、激活策略、版本控制策略和流程模式来建立柔性化的过程模型,实现在流程设计的同时根据模拟运行情况对业务流程进行业务验证和流程优化。采用基于 J2EE 体系结构、面向构件技术实现企业级应用开发、运行、管理、监控、维护的中间件平台,以 workflow 管理系统为核心组织车间生产过程资源,并实现与现有应用系统数据和应用的集成。

1 基于 workflow 的过程建模

1.1 workflow 技术

按照 workflow 联盟的定义,workflow 是指业务流程在计算机支持下全自动或者半自动的执行过程^[2]。workflow 技术的核心是将一个工作过程分解为若干个活动,按照预先定义的规则和顺序自动执行这些活动,并对执行过程进行监视和管理,它为企业更好地实现经营目标提供了先进的手段。

* 国防基础研究资助项目(B2720060292)、国家自然科学基金资助项目(50605051)。

异常处理流程。由于异常情况复杂,系统只负责传递异常类型的消息,处理过程由相应的质量系统或设备管理系统负责,处理结果出来以后系统再根据结果决定流程走向。如果整个流程中没有出现异常情况,则流程会在总检活动完成后正常结束。

2 系统设计与实现

2.1 系统构成

基于工作流的生产过程监控系统构成如图 3 所示。

过程监控系统部署于车间服务器上,并基于企业内部网与 ERP 系统、设备管理系统、质量管理系统等应用系统进行网络、数据及应用集成,以进行相关任务、工艺等信息的录入,获取设备信息及质量信息。数控班组的 DNC 系统也部署在车间服务器上,基于车间局域网进行数控程序的传输。底层数据的采集主要来自现场的触摸屏。

在生产现场使用了触摸屏和串口读卡器,将现有工卡中保存的人员 ID 与监控系统的用户登录名一一对

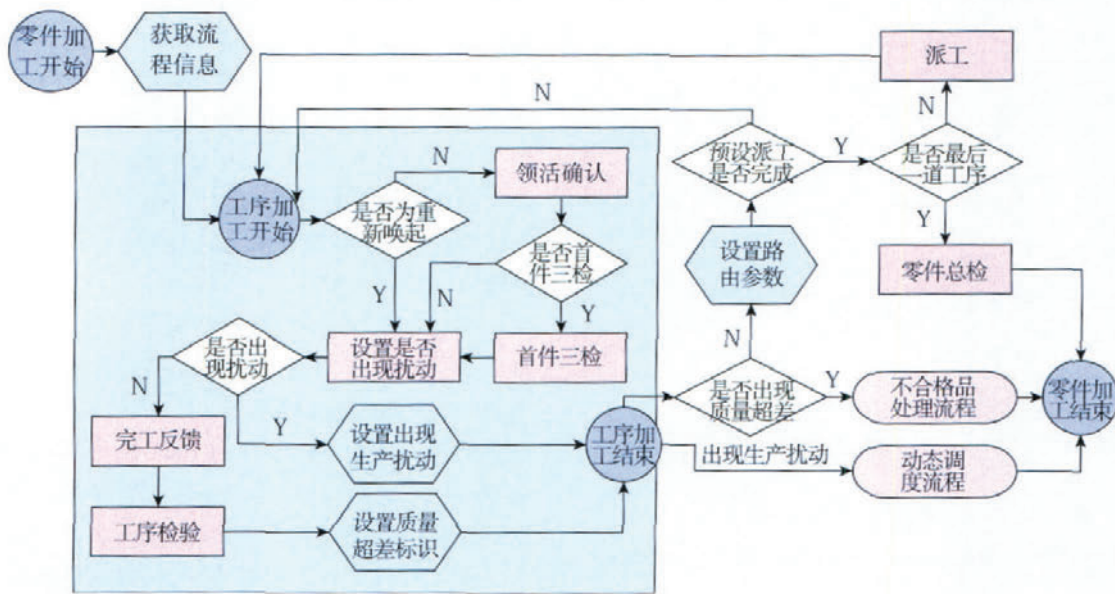


图 2 生产过程的工作流模型

Fig.2 Workflow model of production process

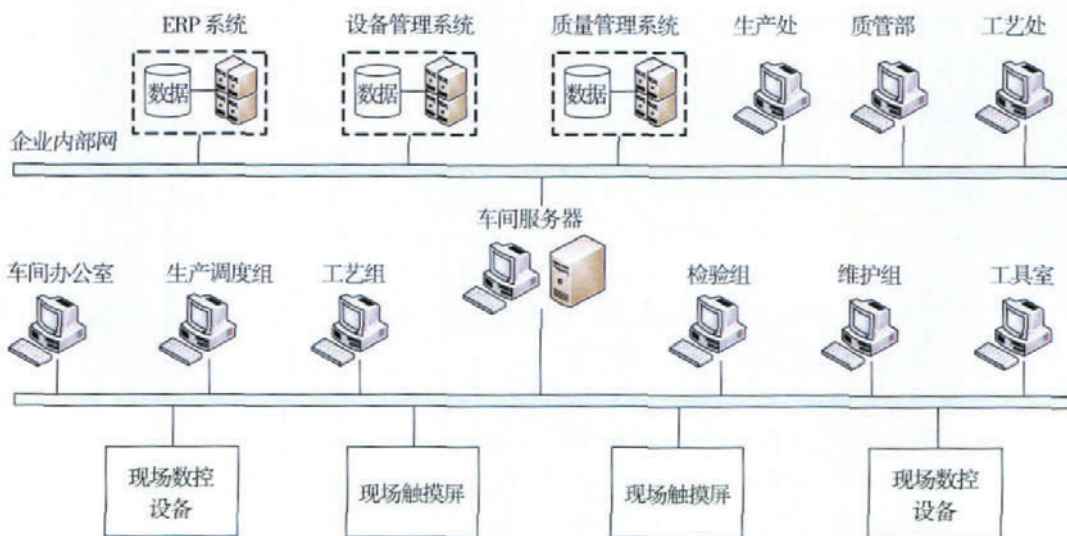


图 3 基于工作流的生产过程监控系统构成

Fig.3 Structure of production process monitoring system based on workflow

应起来,工人在触摸屏上通过射频卡读卡器扫描工卡登录系统,也可以通过屏幕上的软键盘输入用户名和密码进行手动登录。工人登录系统后可以查看自己的任务、进行领活确认、设置生产扰动、进行完工反馈、查看以及修改个人信息等。任务的进展情况、人员的实时状态和设备的加工状态等信息都是通过现场的触摸屏采集、整理、汇总得到的。

2.2 体系结构

为了方便系统的维护和升级,采用了基于 J2EE 的多层 B/S 结构体系,如图 4 所示。

其中,表示层通过浏览器作为系统的前端,实现底层反馈信息的录入、监控结果的可视化展现等。

业务逻辑层是生产监控系统所有业务逻辑的实现层,负责接收客户端的请求,将浏览器端传回的数据进行融合、处理、储存,并将数据库层返回的业务数据进行运算处理后返回到用户界面。其实现的主要功能有:

(1) 计划监控。

按照复杂型车间组织机构(车间/工段/班组),对车间所接受到的主生产计划和车间下发至工段的月份

作业计划的详细执行情况进行实时监控,并以简洁、直观的形式进行显示。

(2) 人员状态监控。

能够按照车间、工段、班组、个人等级别实现对人员实时状态(包括人员的状态和任务信息)的监控并实现在此基础上对任务的调整功能。

(3) 设备状态监控。

能够按照车间、工段、班组、设备类型等条件对设备的实时状态进行查看。

(4) 计划预警。

按照设定的时间范围,对即将到截至日期的任务进行预警。

(5) 历史信息查询。

能够查询历史任务信息、人员的加工历史信息、设备的加工历史信息等。

(6) 实时打印。

能够实时打印系统中的各种计划表单、统计分析得出的报表等。

中间件平台层采用面向构件的中间件产品——普

元 EOS 中间件平台。EOS 平台通过简单的拖拽和连线操作对构件库的运算逻辑进行组装形成业务逻辑,将业务逻辑与页面组装形成展现逻辑,再将展现逻辑和页面直接拖放至业务流程图中作为 workflow 中人工活动和自由活动所调用的应用程序;并可以在流程、逻辑、页面等多个层次添加断点对流程进行图形化调试, workflow 管理和监控工具能够对流程实例进行实时的管理、跟踪与监控;EOS 平台同时为流程处理提供了强大的组织机构权限控制功能,而且它可以对数据库和 Web 服务器进行选择性的配置。

数据库及运行平台层分别采用了 Oracle9 数据库和 tomcat 应用服务器,两者都可以根据实际情况进行灵活配置,在数据库层上与 ERP 系统、设备管理系统、质量管理系统等现有系统集成。

2.3 关键技术实现

(1) 业务过程的工作流驱动。

工作流模型发布后,工作流引擎对提交的流程定义进行解析,在流程

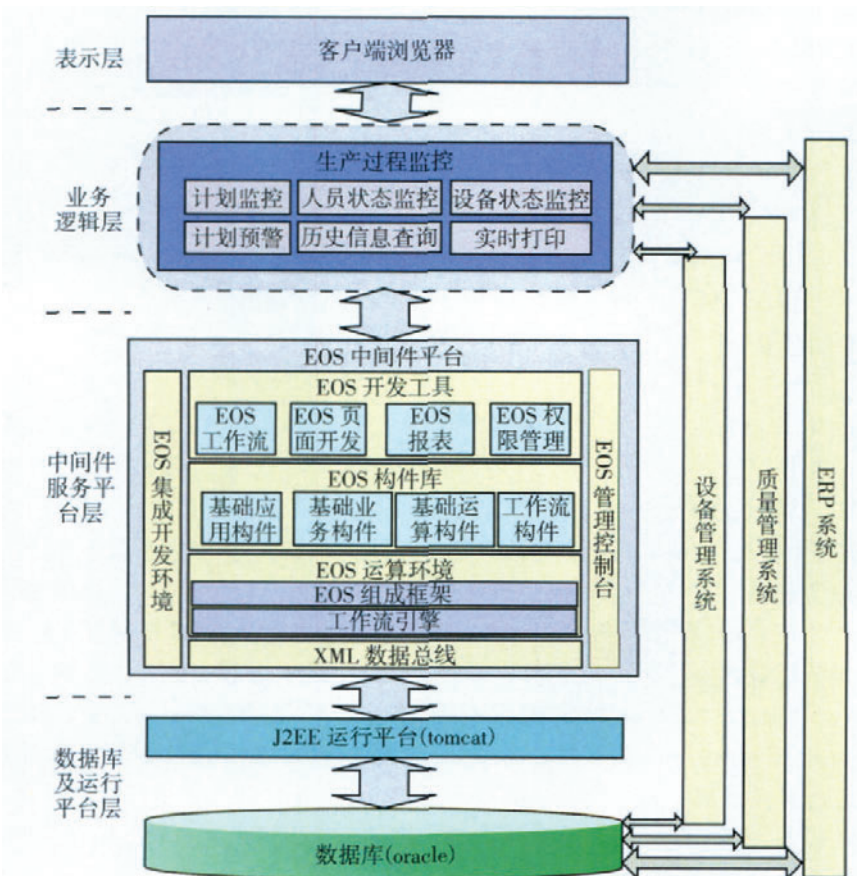


图 4 系统体系结构
Fig.4 System architecture

定义表形成一条记录,分配唯一的定义 ID,并以 XML 文件格式保存。过程模型中将零件的加工定义为主流程,所以当一个新的零件进行首道工序的派工以后,一个新的主流程实例即被创建。主流程实例创建以后将在流程实例表中形成一条具有唯一编号的流程实例记录,一个流程定义可以对应多条流程实例。主流程实例创建后就标志着零件开始加工,此时将从 workflow 相关数据表获取流程相关信息并创建工序子流程实例,根据流转条件激活子流程实例中的相应活动,根据子流程相关数据确定活动参与者并同时生产一条工作项记录,待工作项被领取以后,就会在工作项表里出现具体的执行人信息,同时根据活动调用指定的应用程序,通过与外部资源交互完成一个活动实例。如完成一道工序的领活确认活动,领活确认活动中工人通过领活将工序的领取数量、加工者、开始加工时间、加工设备等信息反馈至系统业务表,并通过应用程序自动更改工序、任务和设备等状态信息,进行一系列的整理、分析、汇总活动,将生产过程中的最新信息记录到系统数据库,以方便实时监控。当一个活动实例结束后,workflow 引擎再根据活动的执行结果信息或流程设定的路由条件确定下一活动的执行路径。对于零件加工过程中的诸多异常情况,在工序加工子流程中定义了一个人工活动——设置生产过程扰动,如果生产过程中发生了异常则可以在此进行反馈,反馈后将挂起子流程并返回至主流程,再根据异常类型触发相应的处理流程,异常处理完成后再唤醒子流程。如果没有出现异常情况,将会继续下一活动实例直到子流程结束。子流程结束后将会根据实际情况判断主流程实例的活动走向,直至整个流程实例的结束。

② 刷卡登陆实现。

在刷卡登陆中使用到了射频识别技术(Radio Frequency Identification,RFID),射频识别是一种非接触式的自动识别技术,是射频技术在识别领域的应用,RFID 通过射频信号自动识别目标对象并获取相关数据^[3]。通过 USB 口将射频卡读卡器与触摸屏连接以实现刷卡登陆,由于某些原因,标准 Java 库中尚未提供对 USB 接口进行访问的包,所以采用 JNI 和 Applet 实现从浏览器执行 Java 程序并且访问客户端自动采集设备的目标。

在登陆页面上加载 Applet,通过 JavaScript 和 HTML 代码与 Applet 提供的少量接口进行通信,这些接口通过实例化设备类进行自动采集设备的操纵,设备类通过使用 JNI 技术访问对应设备的驱动程序从而使自动采集设备工作。在登陆页面上,用 <param> 标记指定了一个整型数代表设备类,Applet 在加载时调用 getA11-

Params() 方法获得此整型数。紧接着该整型数会被传递至 readerFactory() 方法,该方法首先定义一个类型为 abstractReader 的数组 readers,并遍历整型数组从而找到每个整型数对应的设备类然后将该类实例化。实例化后的设备类被存入 readers 中,readers[currentReader] 所指向的设备类即代表了当前所监控的设备,由于设备类都已经向上转型为 abstractReader 类的实例,因此 getDataFromCurrentReader() 方法通过调用属于

abstractReader 类的指定方法(如 processEvent())即可获取从硬件端口得到的数据。然后根据数据库表中的工卡 ID 与系统用户名一一对应的关系找出用户名并赋值给登陆页面的登陆名,通过 JavaScript 自动提交,从而实现刷卡登陆。

2.4 应用实例

系统已经在实际生产过程中进行了应用,图 5 是工段月计划进度监控界面。

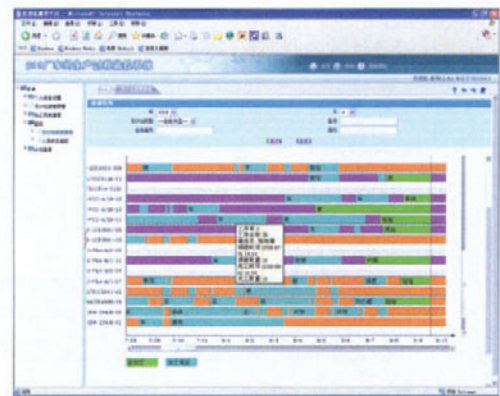


图 5 工段月计划进度监控界面
Fig.5 Workshop section month-schedule monitoring interface

图 5 以甘特图的形式显示了某工段 8 月份月计划的进度情况,以不同的颜色区分了任务的状态信息,同时根据现场反馈的工序的起始、结束时间在任务条之上绘制出了工序的信息,并且用不同的颜色对工序的状态进行了标识。横坐标为时间(上月的 26 日到本月的 25 日为车间的一个工作月),纵坐标对应的为任务编号和零件图号,最右边的竖线为系统的当前时间。鼠标移动到工序上时会显示工序信息,右键单击任务条可以选择右键菜单以列表的形式显示相应任务的执行情况。

图 6 为以甘特图的形式显示的人员状态信息,图中显示了一个工段所有人员在 8 月份的任务执行情况和状态信息,当鼠标移至工序条上时会显示任务的详细执行信息。在此界面还可以选择横坐标的查看比例,实现

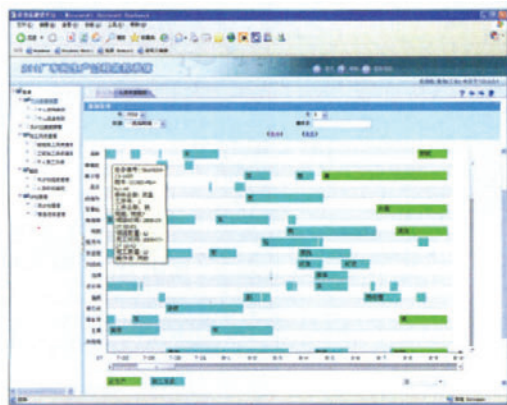


图6 人员状态监控界面

Fig.6 Personnel status monitoring interface

按日或按小时的显示。

3 系统特点

基于工作流的生产过程监控系统具有如下特点:

① 无需编码。

采用面向构件的中间件平台进行开发无需编码,基于构件思想的EOS提供了丰富的构件包,包括对数据库操作的构建包、组织结构开发构建包、日期时间构建包、报表开发构建包、数学计算构建包、页面开发构建包、字符串处理构建包、EJB调用构建包、文件上传构建包等一系列构建包,开发过程中只需要通过拖拽和连接的方式对构件进行组装。

② 柔性工作流。

首先,工作流模型的定义具有柔性,系统所使用的图形化建模工具能充分表达各种复杂、灵活的业务过程,所建模型直观易懂,可以在开发环境进行流程验证,并在缺省客户端快速模拟流程运行。其次,工作流执行过程具有柔性,用户在工作流执行中可以动态修改工作流实例数据、指定流程的流向,可以根据需要修改或补充定义、临时指定任务执行者或设置任务的完成时间等各种属性,可以任意添加用户、设置用户级别和功能范围。

③ 直观性显示。

使用了甘特图、柱状图、列表等多种方式对监控结果进行显示。在甘特图的显示中能够根据车间实际情况对时间轴进行自定义,能够以天或者小时为横坐标进行显示,并对任务和工序按照不同的状态用颜色进行了区分,定义了鼠标事件和右键菜单。

④ 终端操作便捷性。

在生产现场实现刷卡登陆触摸屏操作,在触摸屏调

用到的页面上都嵌入了软键盘,将页面的布局和风格都进行了特定的设置以便于工人实际操作,在页面的适当位置设置退出按钮以实现在任何情况下都能快速退出系统。

⑤ 组织结构和权限的灵活定义。

组织结构和权限管理采用组织树的形式对组织机构进行管理,能够方便灵活的对组织机构进行增、删、改,对机构下的人员进行增加、删除,对人员按角色进行权限管理。实现删除机构的所有人员及人员所对应的角色及权限。

4 结束语

基于工作流的生产过程监控系统应用 workflow 技术合理的组织了车间制造资源、信息和技术,提高了生产过程的自动化程度,加速了信息流转速度,实现了对现场信息的自动采集、整理、统计分析和各部门间的信息共享,解决了由于工人计算机水平低和车间现场环境恶劣导致信息化方案实施困难的问题,使得生产现场的信息能够及时、准确并以直观形象的方式呈现给技术人员和管理人员,对保证生产过程顺利进行、缩短产品制造周期、提高企业效益起到了明显作用。

参 考 文 献

- [1] 范玉顺. 工作流管理技术基础——实现企业业务过程重组、过程管理与过程自动化的核心技术. 北京: 清华大学出版社, 2001.
- [2] Workflow Management Coalition. The workflow reference model. WfMC TC00-1003v1. 1995.
- [3] 刘卫宁, 黄文雷, 孙隽华, 等. 基于射频识别的离散制造业制造执行系统设计与实现. 计算机集成制造系统, 2007, 10(10): 1 886-1 890.
- [4] 皮小东. 车间物料管理与过程监控系统的开发 [D]. 成都: 电子科技大学, 2007.
- [5] 李平芳, 钟建琳, 张平, 等. 一种 FMS 过程监控系统的设计与实现. 北京机械工业学院学报, 2006, 12(4): 64-66.
- [6] 鲍胜利, 钟勇. 基于 J2EE 的实时监控系统的设计与实现. 计算机工程, 2008, 3(5): 240-242.

(责编 小颖)

试飞院全力开展 ARJ21-700 飞机 适航取证试飞

ARJ21-700 飞机 101 架、102 架机先后转场中航工业试飞院后, 该院项目办、课题组、测试、改装、机务及研制方跟飞人员全面投入到该型机的改装、排故工作中, 掀起了大干热潮。 (本刊记者 良辰)