

文章编号: 1000-582X(2011)08-071-09

# 摩托车零部件企业集成化车间生产管理系统集成 框架及实现技术

蒋研川, 龚小容, 尹超

(重庆大学机械工程学院, 重庆 400044)

**摘要:** 针对摩托车零部件制造企业车间生产过程与市场、设计、计划、供应、外协和配送等环节间信息交互和业务协作能力急需提升的需求, 构建了一种包括系统内部集成、向上与产品设计和计划管理系统集成、向下与底层设备和操作工人集成、向外与外协加工和供应链管理系统集成的摩托车零部件制造企业集成化车间生产管理系统集成框架, 并对基于面向服务架构的系统集成实现方案、基于可扩展标记语言的系统间数据集成与共享机制、基于多功能交互式信息终端的车间层信息实时交互技术等系统集成实现的关键技术进行了研究。该系统已成功应用于某摩托车零部件企业, 取得了良好的应用效果。

**关键词:** 摩托车零部件企业; 生产管理; 集成化; 框架; 面向服务架构

**中图分类号:** TH166; TP39

**文献标志码:** A

## Integration framework and implementation technologies of integrated workshop production management system for motorcycle parts enterprise

JIANG Yan-chuan, GONG Xiao-rong, YIN Chao

(College of Mechanical Engineering, Chongqing University, Chongqing 400044, P. R. China)

**Abstract:** According to the urgent need for motorcycle parts enterprise to improve the ability of information exchange and business collaboration between the production process and other links such as the marketing, design, production planning, outsourcing, purchasing and delivering, an integration framework of the intergraded workshop production management system for motorcycle parts enterprise is presented. It can be integrated with the designing and production planning management systems upwards, the workshop equipments and workers downwards, and the subcontract production and supply chain management systems outwards. Then, some key technologies are studied, such as the realization scheme of system integration based on Service Oriented Architecture (SOA), the data integration and sharing mechanism of heterogeneous information system based on eXtensible Markup Language (XML), and the real-time interaction technology of workshop information based on the multi-functional interactive information terminals, etc. Finally, the system is developed and successfully applied in a motorcycle parts enterprise, and good results are obtained.

**Key words:** motorcycle parts enterprise; production management; integration; framework; service oriented architecture

收稿日期: 2011-02-24

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(50775228); 国家 863/CIMS 主题资助项目(2007AA040701)

作者简介: 蒋研川(1970-), 男, 重庆大学副教授, 主要从事制造系统工程和企业管理方面的研究, (E-mail) jychuan@cqu.edu.cn.

摩托车零部件制造企业量大面广,处于摩托车产业链的中游地带,与上游主机厂、下游原材料提供商以及外部协作加工企业之间联系紧密、信息交互频繁。为了快速优化组织企业内外部资源,提高企业对市场的快速响应能力,广大摩托车零部件制造企业迫切需要一套集成化的生产管理系统,提升车间生产环节与内部的产品设计、生产计划等环节,与企业外部的物资供应、外协加工和产品配送等环节间的信息交互和业务协同能力。例如:

1)在设计制造协同方面:产品多样化导致车间加工工艺流程错综复杂,要求车间制造过程与产品设计、工艺设计等环节间时刻保持信息交互畅通。

2)在制造过程控制方面:车间作业计划的制定、执行和调度等头绪多、调整频繁、管理难度大,因此,要求对生产作业计划进行实时下达跟踪,对车间生产现场信息进行实时采集与分析,保证生产管理与车间制造现场进行实时的动态信息交互,从而实现对生产进度的实时监控和对生产任务的优化调度。

3)在制造任务协作方面:产品生产需要大量物资采购,部分工序通常还需要外协加工,生产任务安排、生产进度控制和资源优化配置又受供应商的供货情况和外协厂的生产情况的影响,因此,要求车间生产管理与物资采购、外协加工等环节间具有较强的信息交互和业务协同能力。

4)在面向 JIT(Just In Time)配送方面:越来越多的主机厂采用 JIT 生产模式,要求摩托车零部件企业的配送与生产更紧密协作。

近年来,国内外对制造企业车间生产过程的集成管理和优化运行方面进行了大量的研究,并取得了许多有价值的成果。如:文献[1]提出了一个多 Agent 系统,通过集成制造资源库、知识库、数控编程系统、CAD(Computer Aided Design)等系统来支持计划预测、工艺规划、车间加工等一体化活动;文献[2]提出了一种面向快速响应制造的集成生产管理和过程监控体系平台;文献[3]提出了一种通过系统集成接口实现制造执行系统与企业资源计划系统的数据和业务集成方法;文献[4]提出了一种与 ERP(Enterprise Resource Planning)、CAPP(Computer Aided Process Planning)、物资供应系统和工时定额系统集成的基于组件化的车间生产管理系统;文献[5]针对异构信息系统的集成问题,提出了一种基于服务组件技术的系统集成框架;文献[6]

提出了一种能够快速响应市场需求的虚拟企业运行模式,并建立了支持该模式优化运行的信息化平台;文献[7]针对企业运营管理过程中内外部信息孤岛的问题,提出了一种 ERP/SCM(Supply Chain Management)/CRM(Customer Relationship Management)的系统集成框架,等等。

但以上研究大多是针对某几个系统间的集成进行研究,而对摩托车零部件企业这种需要向上向下、向内向外整体集成的生产管理系统集成技术研究还较少。因此,本文在借鉴以上研究成果的基础上,结合广大摩托车零部件企业车间集成化生产管理的特点和需求,研究并构建了一种向上与产品设计和计划管理系统集成、向下与底层设备和操作工人集成、向外与外协加工和供应链管理系统集成的摩托车零部件制造企业集成化车间生产管理系统集成框架,并对相关集成实现的关键技术进行了研究。

## 1 总体集成框架研究

笔者构建的摩托车零部件企业集成化车间生产管理系统总体集成框架由内部集成框架和外部集成框架组成,如图 1-2 所示。通过内外部集成框架的实施,实现摩托车零部件企业从原材料供应、产品设计、车间生产制造、外协加工、产品配送,到反馈和控制的闭环运行,从而有效提升企业的快速应变能力和市场响应能力<sup>[8]</sup>。

系统内部集成是指生产管理系统内部子功能模块之间的信息交互和集成,主要包括车间任务管理、车间物料管理、车间质量管理、车间设备管理、车间人力资源管理、车间技术资料管理、车间成本管理等子系统之间的集成运行。

通过图 1 所示的系统内部集成框架的实施,可实现车间生产过程的优化组织和管理。例如:通过与车间任务管理子系统的集成,车间设备管理、车间物料管理、车间工具管理和车间人力资源管理等于系统可以根据制定的车间生产任务产生相关资源需求信息,同时各子系统产生的设备状态、物料库存、工具使用状态和人员技能等信息为车间任务管理进行合理优化的生产调度提供参考和支持;通过车间成本管理与车间任务信息、人员工时、工具损耗、返工返修和车间物料消耗等信息的集成,可实现车间生产成本的精细化管理,等等。

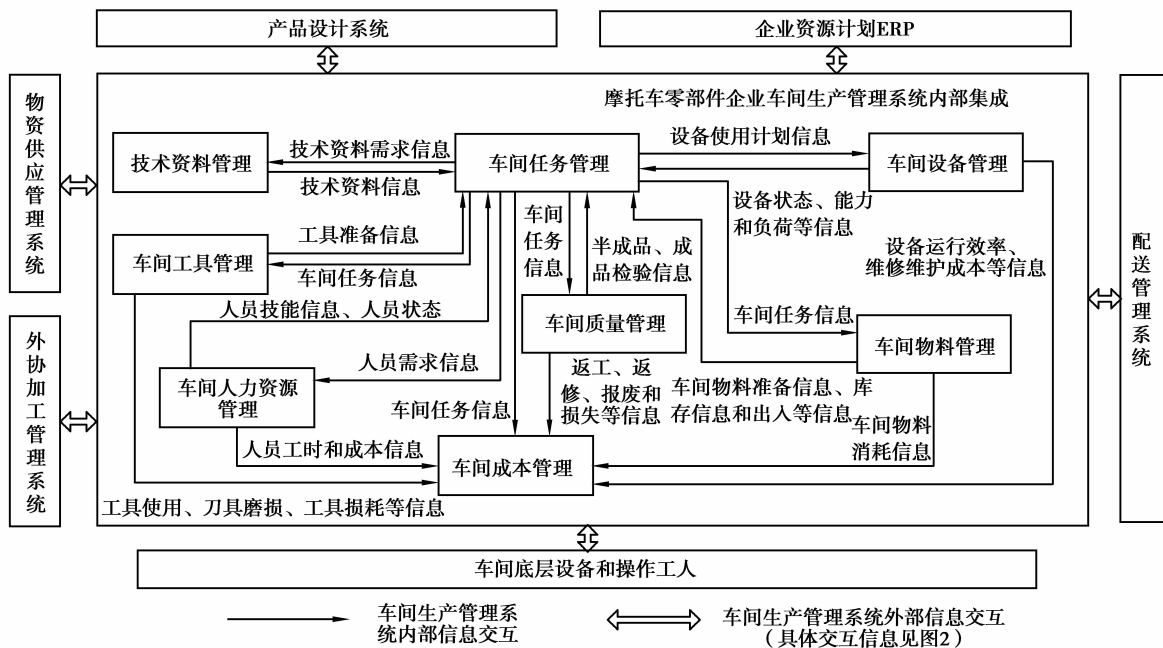


图 1 系统内部集成框架

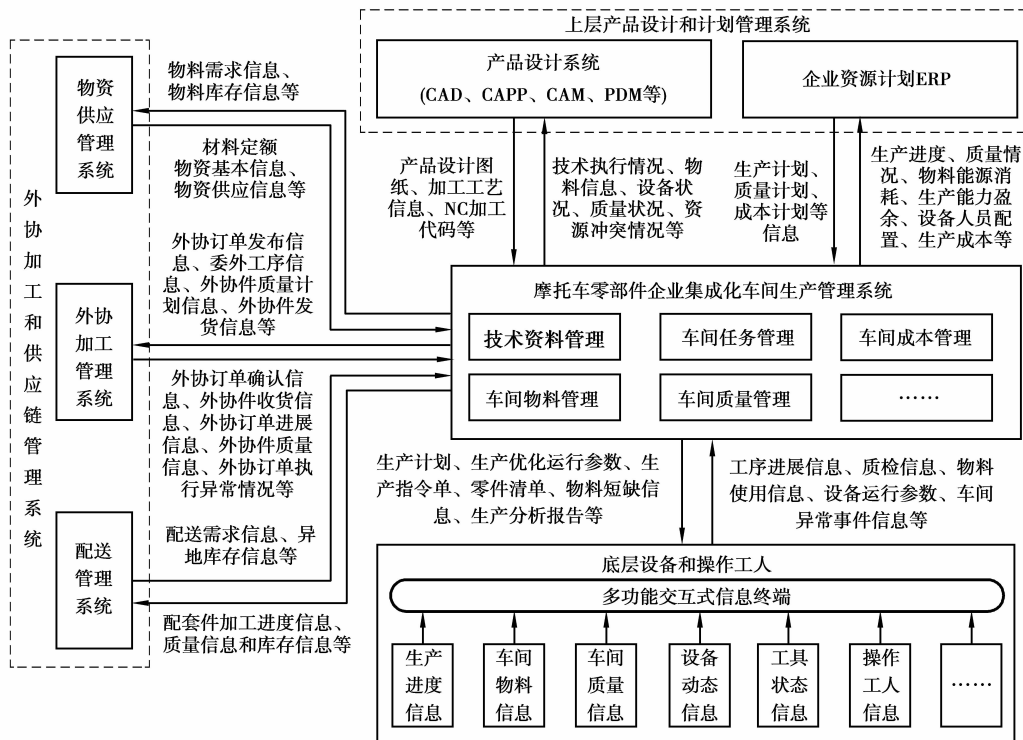


图 2 系统外部集成框架

系统外部集成是指生产管理系统与企业其他业务系统的信息交互和集成,主要包括向上与产品设计和计划管理系统的集成、向下与底层设备和操作工人的集成、向外与外协加工和供应链管理系统的集成。

通过图 2 所示的系统外部总体集成框架的实施,可实现与制造链上企业的信息共享,提高企业生产过程的敏捷性。例如:通过与产品设计系统的集成,可支持企业实现无纸化生产和面向制造的设计(Design for manufacturability, DFM);通过与 ERP

的集成,可有效提高企业生产计划的准确性和支持企业生产资源的优化配置;通过与底层设备和操作工人的集成,可实现车间计划层、执行层和控制层之间信息的实时交互和集成优化运行,支持企业对车间生产活动中的实时事件进行快速响应,等等。

## 2 系统集成框架实现的关键技术研究

### 2.1 基于 SOA 的系统集成实现架构

从以上集成框架可见,摩托车零部件企业集成化车间生产管理系统需要集成的信息复杂。一方面,需要与企业内外其它系统集成;另一方面,多变的市场需求导致业务规则频繁改变以及制造流程复

杂而多变,要求它具有一定的灵活性,即具有可重构的能力,以适应灵活多变的制造环境。基于面向服务架构(Service-Oriented Architecture, SOA)的集成方案具有标准化、松散耦合、共享服务等特点,同时可以根据业务流程通过服务的编排以及合成各种粗粒度服务来响应请求,从而灵活地响应业务流程的变更,及时响应客户和市场需求的变化<sup>[9-11]</sup>。可见,基于 SOA 的集成实现方案能较好的满足摩托车零部件企业集成化车间生产管理系统在集成化方面的需求。因此,采用 SOA 架构来构建摩托车零部件企业集成化车间生产管理系统,如图 3 所示。

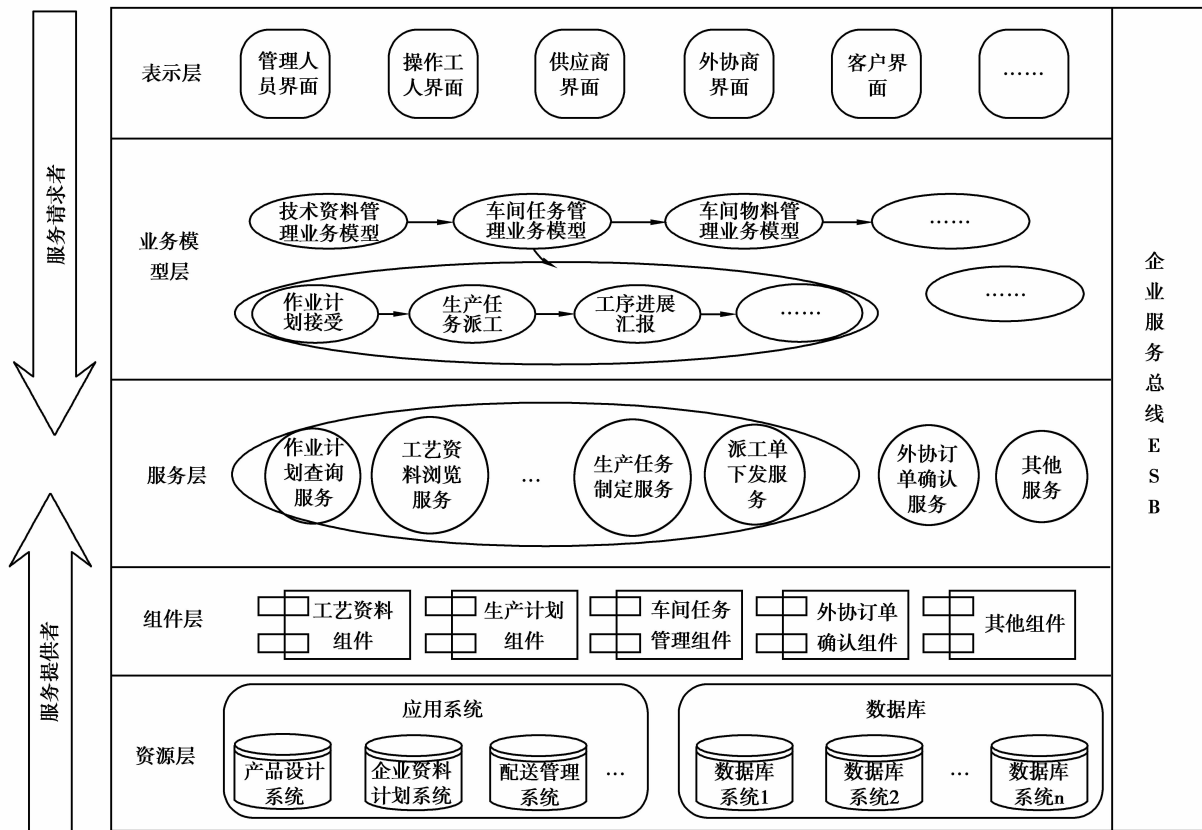


图 3 一种基于 SOA 的摩托车零部件企业集成化车间生产管理系统的集成实现架构

图 3 所示的系统集成实现方案包括以下几个主要部分:

1)资源层:资源层由应用系统和数据库组成,为组件层提供组件封装源和相关数据源。其中应用系统主要包括企业已建或在建系统,如产品设计系统、企业资源计划系统、物资供应管理系统、外协加工管理系统、配送管理系统等。

2)组件层:用 Web Service 技术将资源层应用

系统中需要与车间生产管理集成运行的功能子系统进行封装形成功能组件。

3)服务层:动态调用相关组件群形成细粒度服务,并组合成粗粒度服务来响应上层业务模型的需求,形成“业务驱动服务、服务驱动技术”的面向服务的事务处理方式。实际使用时,系统管理人员只需根据具体的业务需要动态地配置各种粗细粒度服务就可以较快速实现系统的业务功能需求,并且可以



随着业务需要的改变而动态调整。

4)业务模型层:包含系统业务逻辑服务的一般分类。系统从模型驱动架构中继承了平台无关模型来对业务处理过程建模。这一部分独立于服务层和物理部署层。

5)表示层:表示层是系统与用户的接口。

以下以任务派工为例对本方案的实现过程进行描述:

首先,将 ERP 的生产计划管理模块、产品设计系统中的工艺资料管理模块、车间生产管理系统中的车间任务管理模块等功能模块分别封装成生产计划组件、工艺资料组件、车间任务管理组件等。

然后,将以上功能组件构建成所需的作业计划查询细粒度服务、工艺资料浏览细粒度服务、生产任务制定细粒度服务和派工单下发细粒度服务等。

当管理人员通过表示层的操作界面发出生产任务派工请求时,可根据车间任务管理业务模型中的生产任务派工子业务模型,将作业计划查询细粒度服务、工艺资料浏览细粒度服务、生产任务制定细粒度服务和派工单下发细粒度服务等配置成生产任务派工的粗粒度服务。通过所形成的粗粒度服务便能响应管理人员提出的生产任务派工的业务请求。

## 2.2 基于 XML 的系统间数据集成与共享机制

可扩展标记语言 (eXtensible Markup

Language,XML)被称为 SOA 架构的基石,是异构数据集成与交换的关键之一。摩托车零部件企业集成化车间生产管理系统需要与多个异构系统集成。这些异构系统所采用的数据结构、数据组织方法和数据存储方式等一般都存在差异,为了解决这些异构系统间数据的相互识别、集成与共享问题,参考文献[12-14],构建了一种基于 XML 的摩托车零部件企业集成化车间生产管理系统数据集成与共享方案。

为了实现系统间异构数据交换,将需要集成的所有系统均视为对等系统,并在每个系统中内置一个包括发送端数据转换、数据加密、数据压缩、数据通信、数据解压缩、数据解密和应用逻辑处理等功能的数据交换组件;当 A 系统需要调用 B 系统的数据时,A 系统端自动调用其内置的数据交换组件,根据 A 系统中产生的查询命令,完成 XML 数据格式生成、文档加密、数据包压缩等,并将所形成的数据包传送至 B 系统;当数据包到达 B 系统时,B 系统自动激活其数据交换组件,经解压缩、解密、数据分析产生相关命令,然后将这些命令放入缓冲池等待执行,执行完后将结果回传至 A 系统。系统间异构数据交换流程如图 4 所示。

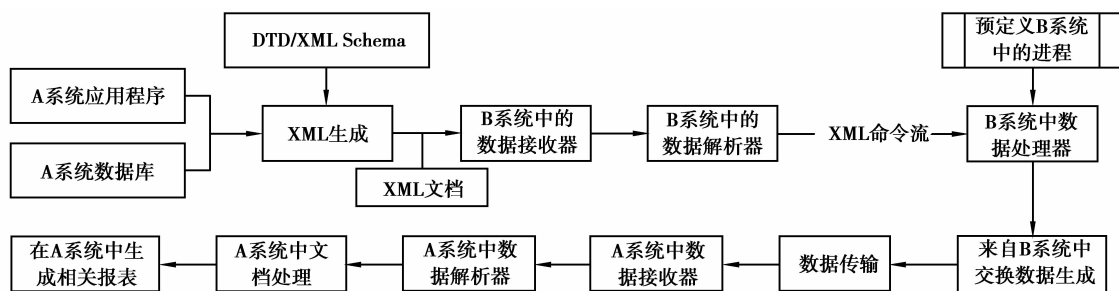


图 4 系统间数据交换流程

图 4 所示的系统间数据交换流程中,数据处理器是系统间数据有效集成的关键环节之一,其作用是通过模型驱动映射方式来实现 XML 文档和数据库模式之间的映射。该方式在实现 XML 文档与数据库模式的映射和数据转换过程中,关键是需要建

立一种数据库模式和 DTD (Document Type Definition,文档资料定义)之间的双向映射机制。该机制包括一个逆反过程,一个是根据 DTD 生成数据库模式,另一个是从数据库模式中构建 DTD。其具体转换步骤见表 1。

表 1 XML 文档和数据库模式之间转换的步骤

根据 DTD 生成数据库模式的步骤	从数据库模式中构建 DTD 的步骤
1) 对每个复杂元素类型创建一个表和一个主键列。	1) 对数据库中的每个表, 创建一个 DTD 中的元素。
2) 对每个具有混合内容的元素类型建立一个独立的表保存 PCDATA, 并通过父表的主键与父表连接。	2) 对表中的每一列, 创建一个属性或者是一个只有 PCDATA 内容的子元素。
3) 对于类型为单值属性的元素以及只出现一次的简单子元素, 在表中建立一个对应的属性列, 若子元素和属性是可选的, 则允许该列是空值。	3) 根据表中的每一主键与外键的关系, 创建该表元素的子元素。
4) 对于多值属性和多次出现的简单子元素, 建立一个独立的表来存储元素的值, 并且通过父表的主键与父表连接。	
5) 对于每个复杂子元素, 将父元素对应的表连接到具有父表主键的子元素对应的表。	

根据表 1 所述的 XML 文档和数据库模式之间的转换步骤, 可以实现 XML 文档和数据库模式的双向映射, 能为实现车间生产管理系统与其它异构系统间的集成提供一套统一的数据集成与共享机

制。如建立的零部件集成化车间生产管理系统查询 ERP 系统中的生产作业计划信息的 XML 数据交换过程如图 5 所示。

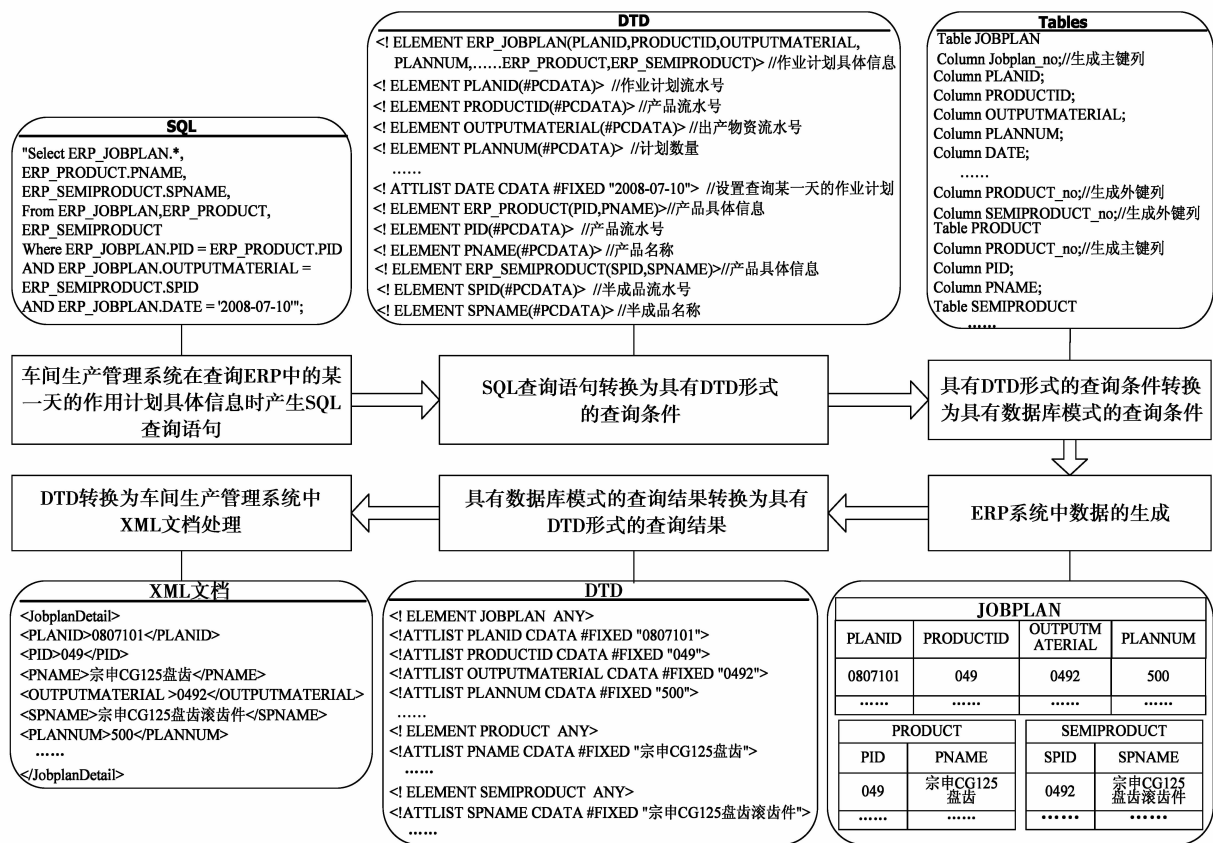


图 5 数据交换过程示例

### 2.3 基于多功能交互式信息终端的车间设备和操作层信息集成技术

摩托车零部件企业集成化车间生产管理系统与车间底层设备和操作工人的集成, 既包括车间层与设计、管理等部门之间的信息交互和资源共享, 也包括车间层各生产设备和操作工人间的集成运行。

笔者所在课题组前期发明了一种网络化制造系统中的多功能交互式信息终端(已获得国家发明专利, 专利号 ZL02113585.1)。该终端可用于车间数据和音视频等信息的采集、传递与监控, 从而为企业内和企业间各种制造活动提供网络化信息交互支持<sup>[15]</sup>。笔者应用多功能交互式信息终端, 建立了一种摩托

车零部件企业车间生产管理系统与车间底层设备和操作工人之间的信息实时交互的实现方案,如图6所示。

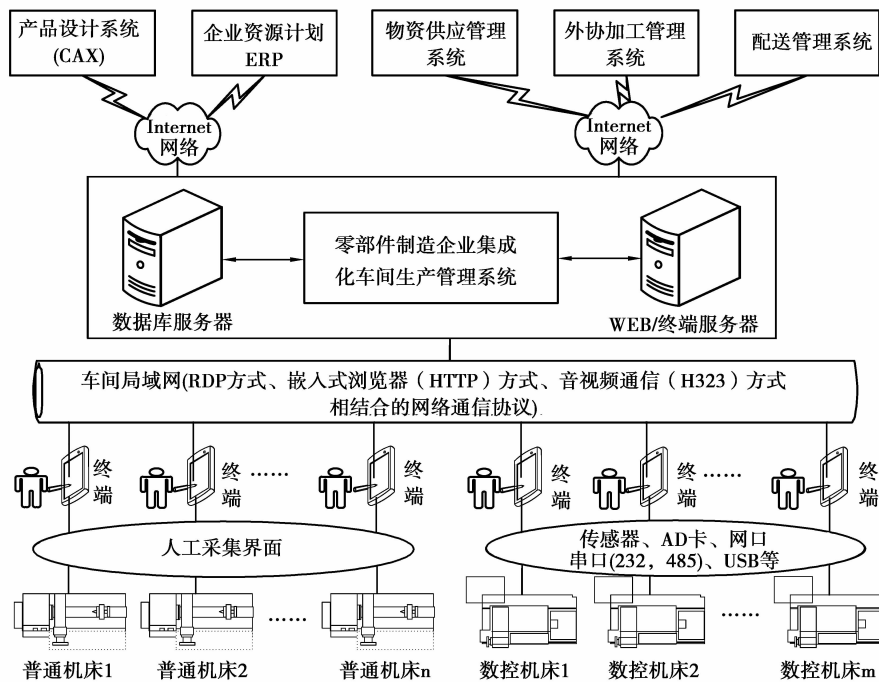


图6 基于多功能交互式信息终端的车间层信息实时交互实现方案

图6所示的信息实时交互方案的数据采集方式、通信协议和通信方式描述如下:

1)在数据采集方式方面。由于摩托车零部件企业车间存在普通机床和数控机床,因此对车间信息可采用两种不同的采集方式。对普通机床,可通过终端进行人工采集相关信息;对数控机床,可利用传感器采集模拟信号并通过AD卡转化为数字信号,也可通过终端基于网口、串口等直接采集机床的数字信号。以上信息通过车间局域网上传到车间数据库服务器,实现车间信息的实时采集。

2)在通信协议方面。首先,对车间生产设备及其监控点进行编号;其次,将采集到的设备数据提取出来后,在数据前面加入设备编号及监控点编号,形成一个数据帧,该帧数据便代表了该台设备该监控点在某一时刻的实时数据;然后,将一定时间内某设备监控点的多个数据帧连接成数据流,加上带标识的包头,形成一个数据包,该包数据便代表了该设备监控点在某段时间内的状态;最后,将数据包按套接字(Socket)数据流的形式发送到车间生产管理系统服务器端。

3)在通信方式方面。车间现场信息终端与车间生产管理系统间的信息交互可采取两种方式来实现,一是利用信息终端的嵌入式浏览器访问车间生产管理系统来实现;二是根据以上的定制通信协议,在信息终端和车间生产管理系统中分别编写相应的

后台守护程序,通过后台守护程序来实现双方的信息交互。以上两种信息交互方式的外部调用,都可以采取RDP(Remote Desktop Protocol,基于Windows终端服务的通信协议)和H.323(主要规定了包括IP网络在内的基于分组交换的网络上提供多媒体通信的部件、协议和规程)等通信方式来实现,其中RDP通信方式用于车间任务下达和完成情况反馈等信息交互;H.323通信方式用于与车间生产管理系统服务器端的音视频通信。

在以上信息实时采集和交互的基础上,通过计算机网络、手机短消息、警报装置、LED(Light Emitting Diode)大屏幕等多种信息传递方式以及系统各信息处理功能模块,可以实现从车间现场信息的实时采集、传递、及时处理,到处理结果的实时下发,再到相关人员接收指令并执行的闭环过程。例如当车间发生物料、质量或设备等生产异常事件时,现场管理人员或工人通过车间现场信息终端实时采集异常事件相关信息,并通过计算机网络传送到系统服务器;服务器端的相应系统通过计算机网络、移动通信接口等多种方式将信息发送到相关管理人员的电脑或手机上;管理人员收到异常事件信息后,根据具体情况分派人员对异常事件进行及时处理,并将处理结果录入系统,为今后车间异常事件的统计分析和类似事件的处理提供历史数据和决策支持。

### 3 应用案例

重庆某摩托车零部件企业主要生产起动链轮组合、起动离合外罩、超越离合器系列、正时齿轮等摩托车零部件。企业前期已较成功的实施和应用了 CAD、ERP、物资供应和配送管理等信息系统,但在车间生产管理方面仍面临许多问题。如:由于车间生产管理信息与产品设计和计划管理信息交互不畅,面对随时变化的生产订单,车间经常发生多产和漏产等现象,也时常由于加工图纸和 NC(Numerical Control)代码调用错误而导致错产现象的发生;由于生产过程信息不能及时收集,车间生产状况难以实时监控,管理人员无法根据车间的生产情况进行

生产优化调度和资源合理配置;由于无法与供应商和外协商进行及时的信息交互和良好的业务协同,经常影响客户定单的生产进度,甚至导致企业不能为主机厂及时供货,等等。因此企业迫切需要一套集成化的车间生产管理系统,实现车间生产环节与产品设计、生产计划、物资供应和外协加工等环节间的信息交互和业务协同。

为此,笔者所在的课题组通过深入调研和分析,在本论文研究的集成框架和集成实现技术的基础上,为企业开发和实施了一套集成化车间生产管理系统。图 7 为企业集成化车间生产管理系统和其他相关应用系统的信息集成关系及集成运行情况。

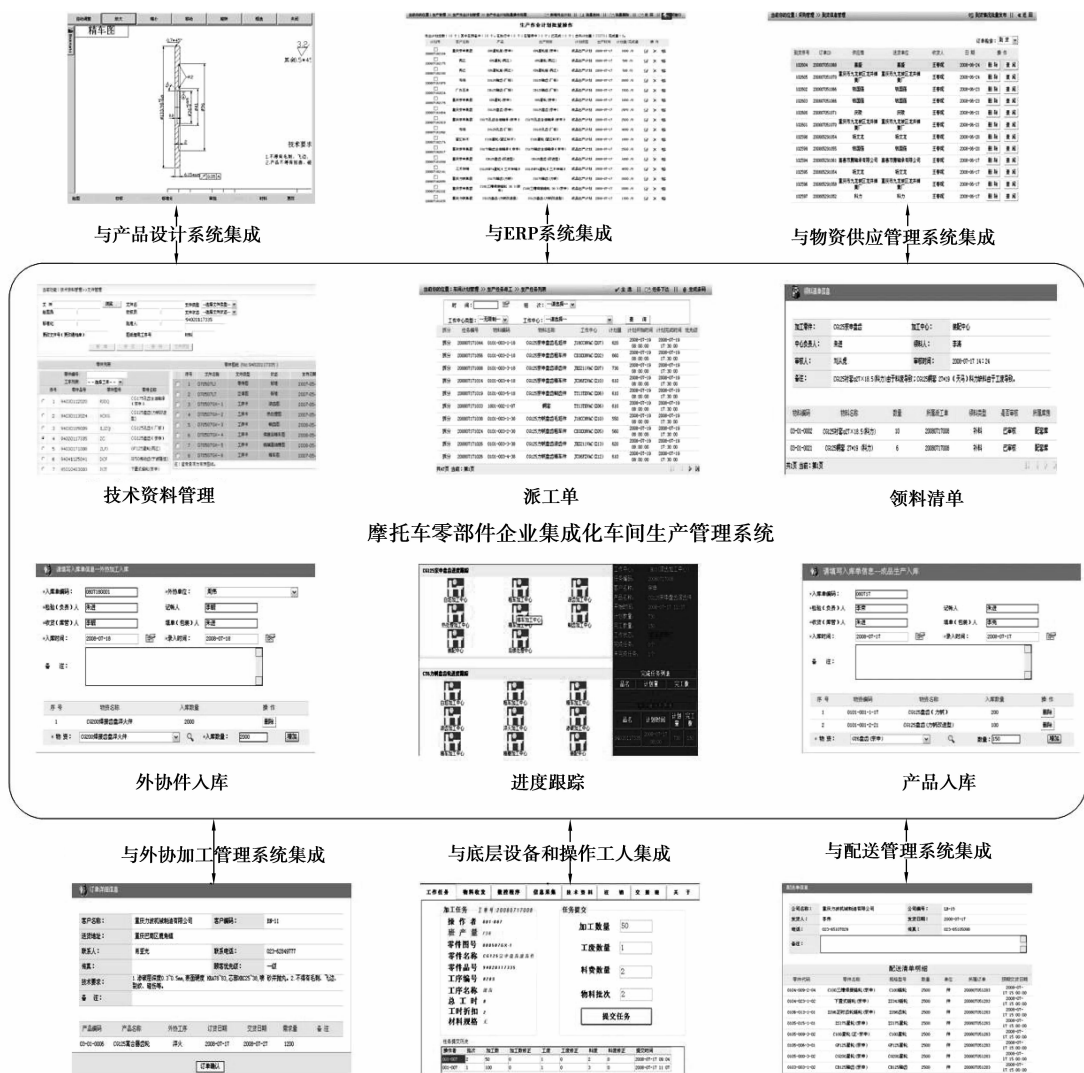


图 7 系统与其它相关应用系统的集成关系及集成运行情况

目前,该集成化系统已在企业稳定运行,并取得了良好的应用效果,初步实现了车间生产环节与企业产品设计、生产计划、物资供应、外协加工和产品配送等业务环节的协同,有效提升了车间生产过程

各环节间的信息交互与业务协作能力,以及对内外部环境柔性适应能力和快速响应能力。此外,企业生产计划因技术、物料和外协异常等原因被迫调整的现象也得到了有效控制,原材料和半成品库存

积压明显下降。例如据企业分析,产品平均生产周期缩短了 20%左右,在制品库存量减少了 23%,成品库存量降低了 30%,产品加工的一次性合格率提高了 17%,书面作业和蓝图作业的浪费降低了 80%左右。

## 4 结 语

针对摩托车零部件企业多客户、多品种、多订单的生产特征及其对企业内外部资源有效整合的需求,构建了一种包括系统内部集成、向上与产品设计和 ERP 等系统集成、向下与底层设备和操作工人集成、向外与外协管理和供应链管理等系统集成的,具有空间广域性、全员集成性和设备集成性等三大特点的摩托车零部件企业集成化车间生产管理系统集成框架;建立了一种基于 SOA 的系统集成实现方案;并运用 XML 技术,较好的实现了系统间数据集成与共享;利用多功能交互式信息终端,实现了管理层与车间层各生产设备和操作工人间的集成运行。本论文研究成果在一家摩托车零部件企业中得到了成功应用,有效提升了企业车间生产过程的信息交互能力、业务协作能力,以及对内外部环境的柔性适应能力和快速响应能力。

### 参考文献:

- [ 1 ] SHAW C, KEITH A, KEVIN K. Manufacturing planning and predictive process model integration using software agents [ J ]. *Advanced Engineering Informatics*, 2005, 19(2): 135-142.
- [ 2 ] 薛冬娟,刘晓冰,邢英杰,等.复杂装备集成生产管理方案设计及关键技术研究[J]. *中国机械工程*, 2006, 17(17): 1798-1802.  
XUE DONG-JUAN, LIU XIAO-BING, XING YING-JIE, et al. Solution design and key technologies of integrated production system for complex equipment [J]. *China Mechanical Engineering*, 2006, 17(17): 1798-1802.
- [ 3 ] 刘卫宁,黄文雷,孙棣华,等.基于射频识别的离散制造业制造执行系统设计及实现[J]. *计算机集成制造系统-CIMS*, 2007, 13(10): 1886-1890.  
LIU WEI-NING, HUANG WEN-LEI, SUN DI-HUA, et al. Design and implementation of discrete manufacturing industry MES based on RFID technology [J]. *Computer Integrated Manufacturing Systems-CIMS*, 2007, 13(10): 1886-1890.
- [ 4 ] 王军强,孙树栋,司书宾,等.组件化和集成化车间生产管理系统研究与实现[J]. *计算机集成制造系统-CIMS*, 2006, 2(12): 231-239.  
WANG JUN-QIANG, SUN SHU-DONG, SI SHU-BIN, et al. Research and implementation of workshop production management based on component and integration [J]. *Computer Integrated Manufacturing Systems-CIMS*, 2006, 2(12): 231-239.
- [ 5 ] LI S B, HU Y, XIE Q S. Heterogeneous system integration based on service component [J]. *Applied Mechanics and Materials*, 2010(20/23): 1305-1310.
- [ 6 ] LV F, LIU Z X. An operational mode of virtual enterprise based on self-organization [ C ]//2010 International Conference on Management and Service Science August 24-26, 2010, Wuhan, China. USA: IEEE, [2010-09-16]: 1022-1027.
- [ 7 ] CHENG H P. An integration framework of ERP, SCM, CRM [ C ]//2009 International Conference on Management and Service Science, September 20-22, 2009, Beijing, China. USA: IEEE, [2009-10-30]: 1-4.
- [ 8 ] 闫春平,何小兵,刘飞,等.数字化企业的一种描述模型及总体框架[J]. *重庆大学学报*, 2008, 31(4): 382-386.  
YAN CHUN-PING, HE XIAO-BING, LIU FEI, et al. A descriptive model and general framework for digital enterprises [J]. *Journal of Chongqing University*, 2008, 31(4): 382-386.
- [ 9 ] VALIPOUR H M, AMIRZAFARI B, MALEKO K N, et al. A brief survey of software architecture concepts and service oriented architecture [ C ]//2009 2nd IEEE International Conference on Computer Science and Information Technology, August 8-11, 2009, Beijing, China. USA: IEEE, [2009-09-11]: 34-38.
- [ 10 ] SHIN S W, KIM H K. A framework for SOA-based application on agile of small and medium enterprise [J]. *Studies in Computational Intelligence*, 2008, 131: 107-120.
- [ 11 ] 蔡海尼,何盼,文俊浩,等.面向服务架构的数据服务在数据访问中的应用[J]. *重庆大学学报*, 2009, 32(10): 1208-1213.  
CAI HAI-NI, HE PAN, WEN JUN-HAO, et al. Research and application of data service for data acquisition in SOA [ J ]. *Journal of Chongqing University*, 2009, 32(10): 1208-1213.
- [ 12 ] 鱼滨,郑娅峰.基于 XML 的异构系统集成框架的研究 [J]. *计算机应用与软件*, 2005, 22(7): 14-15.  
YU BIN, ZHENG YA-FENG. The research of heterogeneous system integration framework based on XML [J]. *Computer Applications and Software*, 2005, 22(7): 14-15.
- [ 13 ] FREIRE J, SIMEON J. Adaptive XML shredding: architecture, implementation, and challenges [J]. *Lecture Notes in Computer Science*, 2008, 2590: 104-116.
- [ 14 ] XU F. System integration and application of PDM CAPP and MES based on multi-views management of BOM [ C ]//2nd International Workshop on Computer Science and Engineering, October 28-30, 2009, Qingdao, China. USA: IEEE, [2010-02-02]: 200-203.
- [ 15 ] 刘飞,鄢萍,贺德强.网络化制造系统中的多功能交互式信息终端:中国, ZL02113585.1 [ P ]. 2003-10-22.  
(编辑 张小强)