

基于构件的印染行业 MES 整体架构研究^①

Research on the framework of component - based MES for printing and dyeing

梅 红 (杭州电子科技大学理学院 310018)

田民亮 (杭州电子科技大学 自动化学院 310018)

摘要:通过对印染行业制造特点以及相关软件技术的分析,建立了印染行业制造执行系统体系结构逻辑模型,整体上采用 J2EE 的技术路线,设计了基于 EJB 构件的构件化支撑平台。提出了整个印染行业快速实施 MES 非常行之有效的模式,探讨了与此模式相关的构件表征与检索。

关键词:构件 EJB 印染 MES

1 引言

随着软件规模加大、软件复杂性增加及对软件系统的要求越来越高,在某种程度上讲,与实现细节相关的算法和数据结构相比,软件整体架构对系统来说更

具有长远价值。整个系统的稳定、灵活、安全及高效等因素不再是依赖某个具体实现的细节,而是依赖于整个系统的架构。著名 RUP(Rational Unified Process)的核心思想之一就是整体架构为中心的软件开发过程。印染行业具有自己行业特点,同时由于 MES 具有的地位特殊性与行业性,因此对 MES 架构研究具有重要理论意义与实际工程应用价值。

2 印染行业制造特点

印染行业的生产方式是面向订单、中小批量、多品种且具有客户个性化要求的,其一般业务流程如图 1,虚线表示可能出现的流程。其制造特点概述如下:

(1) 印染产品生产由客户需求驱动。印染企业的经营管理模式,生产管理运作机制,会随客户要求不同而进行适当调整,具有柔性制造特点。

(2) 印染企业对用户需求的产品,服务驱动的市场需要作出快速反应。需要在整个印染企业内,强调人、组织、管理、技术高度集成,具有敏捷制造特点。

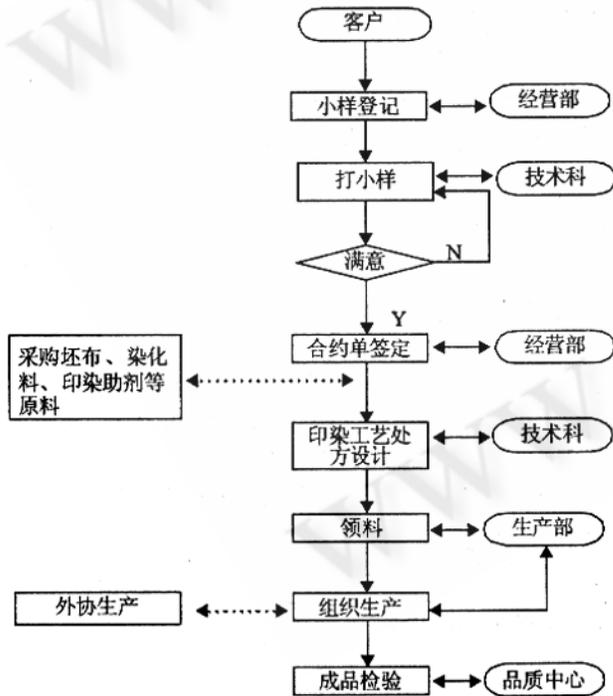


图 1 印染企业业务流程框架

① 基金项目:国家发改委“电子商务”专项;浙江省科技厅攻关项目:2005C11029-01

(3) 作为上游的坯布生产商,下游的服装加工业,印染生产处于整个纺织轻工业供应链的中间环节。而且印染生产具有季节性,一般旺季在 3 月至 6 月,将印染在制品的生产作为外协生产任务转包给其他相关企业,具有外协制造特点。

3 相关软件技术

针对印染行业制造特点,在此以软件体系结构理论、构件技术及分布式技术为基础,在网络技术、数据库技术及开发平台支撑下,以 EJB 构件为中心进行展开。

3.1 软件体系结构理论

软件体系结构的思想最早由 Dijkstra 等人提出, Shaw, Perry 及 Wolf 等人在 80 年代末作了进一步发展与研究。它是一个系统的高层结构共性的抽象,对软件系统的构造起着指导性的作用。体系结构风格(Architectural Style, AS)是与软件体系结构紧密相关一个概念。它定义一组构件、连接件类型词汇及之间连接方式的一组约束,为使用与组合不同风格的构件进行构造系统提供指导。主要分为以下几类:

(1) 管道过滤器风格。每个构件具有一组入口与出口,从入口中读取数据流,并将处理过的数据送到出口。优点是系统输入输出行为明确,支持复用、扩展及并发执行,缺点是难以支持交互式应用。

(2) 数据抽象与面向对象风格。数据表示和与之原语操作封装在类中,构件是这些对象类实例。构件负责自身的表示完整性,并通过函数或过程调用等方式同其他构件进行交互。

(3) 基于事件的隐式调用。与显示调用不同,一个构件可以向系统发送一个或多个事件,而不直接调用过程,特点是支持重用,新构件容易引入系统,对进化支持、构件更新及更替不影响到系统的其他部分。

(4) 层次系统风格。每一层都对上一层提供服务,除相邻层次之外,系统隐藏其他层次信息。通过不断增加系统层次的抽象程度,将一个复杂任务分解为一系列渐进步骤。对一个层次改动只会影响到与之相邻层次。因此层次结构很好的支持系统功能增强,保持相同接口层次的互换性与重用性。

3.2 EJB 构件技术

构件(Component)也叫组件,是具有某种特性与

功能且相对独立的软件单元,在对象、类以及类的聚集等概念的基础上发展起来。构件加上连接器形成满足特定应用域需求的软件体系结构,为软件开发开辟了有效途径。构件技术是实现软件重用和分布式计算的技术手段。目前在构件技术上主要存在三种标准:

(1) SUN 公司制订的企业 Bean (Enterprise Java Bean, EJB) 标准。

(2) Microsoft 公司制订的组件对象模型(Component Object Model, COM) 标准。

(3) OMG 组织的 Common Object Request Broker Architecture (CORBA) 标准。

COM 标准最大缺点是平台限制。CORBA 具有独立于语言、平台优点,但管理复杂,需要对低层机制有深入理解,有被 EJB 融合趋势。EJB 具有跨平台,有广泛厂商与产品支持而被广泛商业应用在各领域。

这里采用 EJB 标准, EJB 标准是使用 JAVA 构建服务端组件标准,定义组件与应用服务器之间规范,遵循该规范组件在任何服务器上运行,是 J2EE (Java2 Enterprise Edition) 平台的核心。核心思想是将商业逻辑与底层系统逻辑分开,开发者只需关心商业逻辑,由 EJB 应用服务器实现目录服务、事务处理、持久性、安全性等底层系统逻辑。EJB 应用服务器还负责 EJB 部署、发布及生命周期等管理。EJB 组件分类如图 2, EJB 组件调用机制如图 3。Session Bean 和 Entity Bean 都是基于 RMI - IIOP 同步调用机制, Message - Driven Bean 是基于 JAVA 消息服务异步消息通讯机制。EJB 客户端可以是 Java Application、JSP、Servlet 及另一个 EJB。

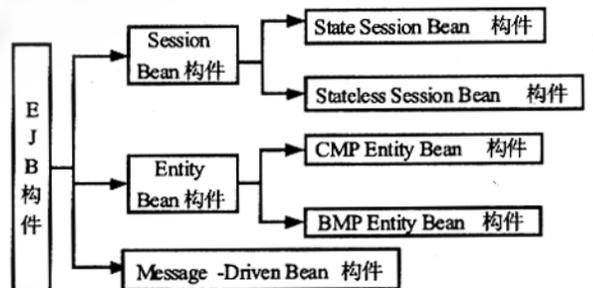


图 2 EJB 组件分类

3.3 实现技术路线简述

(1) 整体上走 J2EE 的技术路线。中间层应用服务器采用 Weblogic Server 9.0, 它是一个企业级的, 完全

严格遵循 J2EE 规范,支持 EJB, JDBC (Java DataBase Connectivity, JDBC), JNDI (Java Name Directory Interface, JNDI), JSP (Java ServePage, JSP) 等 J2EE 核心技术的产品;前端开发工具采用 Weblogic Workshop9.0,它是一个支持可视化,提供丰富的标签库,提供智能框架向导的 J2EE 优秀开发工具。

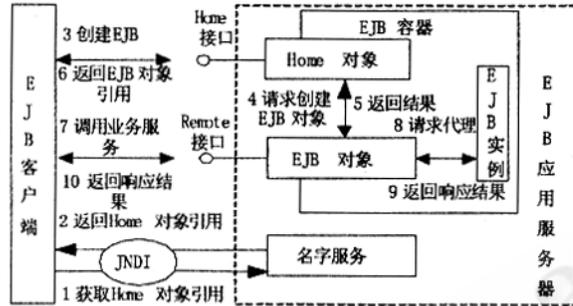


图 3 EJB 组件调用机制

式:① OPC 技术, OPC (OLE (Object Link Embedded, OLE) for Process Control, OPC) 提供了过程管理客户端与现场数源进行通信的一种标准机制,目前已经成为业界事实上的标准。②基于 COM 端口的 COM 通信,是一种实用的通信方式。③基于 TCP/IP 的 LAN 方式的 Socket 通信,是一个通用广泛使用的通信标准。

(4) 数据交换格式采用 XML (eXtend Mark Language, XML)。XML 是互联网联合组织 (W3C) 创建的一组规范。XML 的自描述性非常适合于不同应用间的数据交换,具有开发性,跨平台性,语言无关性。

(5) 与印染 ERP 系统、企业外部系统交互通信采用基于 Soap (Single Object Access Protocol) 的 WebService 技术。它解决了基于松耦合方式的应用系统之间的通信问题。

4 印染 MES 逻辑体系结构及其支撑平台

4.1 体系结构逻辑模型

结合印染行业制造特点,建立的印染行业制造执行系统体系结构逻辑模型如图 4,主要由四部分组成,分别是印染数据接口、印染数据集成、印染生产过程优化管理、印染生产优化调度。

4.2 支撑平台架构

4.2.1 构件化支撑平台

以逻辑体系结构为依据,融合上一节的指导方法,设计基于 EJB 构件的构件化支撑平台,如图 5

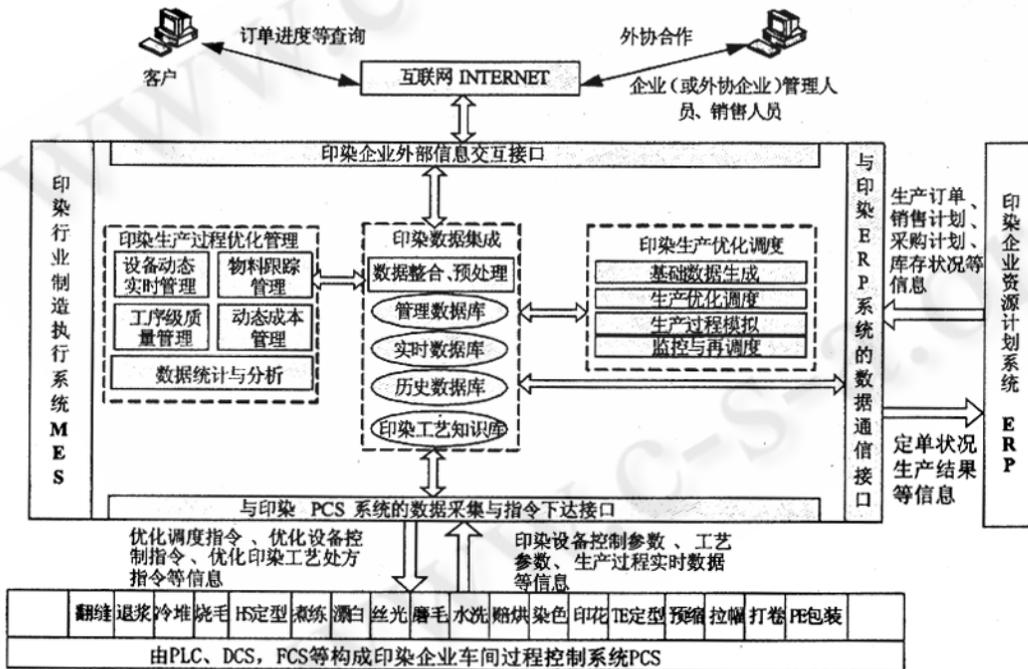


图 4 印染行业制造执行系统体系结构逻辑模型

(2) 后台数据库采用具有关系数据库、面向对象数据库及实时数据库特点的 Oracle10g。数据库接口采用 JDBC,基于 JNDI 数据库连接池技术,使用 Power-Design10 数据库设计工具。

(3) 与印染 PCS 系统交互通信可采用以下三种方

所示。由三层组成:

(1) 印染 MES 表示层是直接为用户交互的人机界面,是基于 Web 浏览器的。使用 Html, JavaScript 等技术完成合法性、一致性检查等简单实时的印染 MES 选

辑处理。

(2) 印染业务逻辑中间层分为 Web 服务器与基于 EJB 构件 MES 应用服务器。Web 服务器通过 JSP, Servlet, XML 等技术主要完成如下功能: ①生成各种格式的印染 MES 页面, 为客户端提供友好的人机接口。②简单印染 MES 的业务逻辑处理, 比如格式转换、印染数据预处理等。③对印染 ERP、PCS、印染客户及外协企业提供数据接口的代理功能。④通过 RMI - IIO 作为 EJB 构件的客户端, 实现跨平台, 跨网络, 跨 JVM (Java Virtual Machine, JVM) 的分布式远程访问。

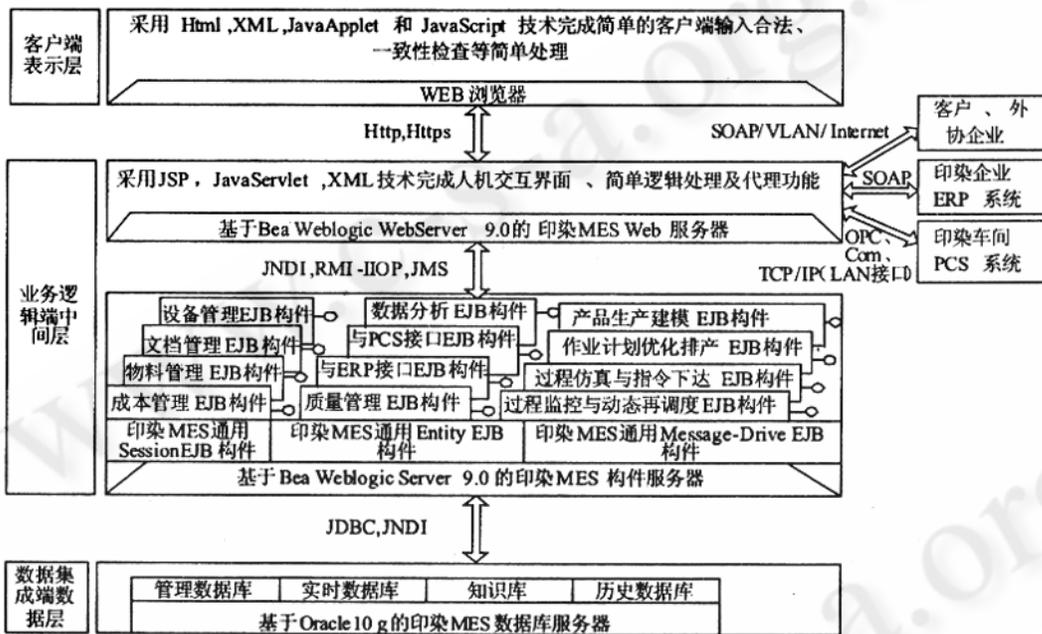


图 5 印染行业制造执行系统支撑平台架构

印染 MES 应用服务器由业务逻辑 EJB 构件包以分层方式组成, 如印染 MES 通用构件包、数据接口构件包、印染生产过程优化管理构件包及印染优化调度构件包等。这些 EJB 构件包完成与实现印染 MES 逻辑模型中各模块核心业务功能。其中 EntityBean 构件采用 JDBC 或 JNDI (Java Name Directory Interface, JNDI) 技术访问印染 MES 数据库。

(3) 印染数据层提供数据存储集成服务。数据库不与客户端直接相连, 通过基于数据源的业务逻辑 EntityBean 构件包共享数据库连接池方式, 减少与数据库连接次数, 提高了印染 MES 运行效率与安全性。

4.2.2 构件 EJB 设计

由图 5 可知, 印染 MES 应用服务器的 EJB 构件包集是支撑平台架构的核心, EJB 构件包集设计是关键。对此, 提出以下方法与原则设计印染 MES 的 EJB 构件:

(1) EJB 构件选型。与印染数据实体相关的构件采用 EntityBean 的 EJB 构件实现, 一般采用 CMP 方式, 除非对数据库的事务管理有特别要求的采用 BMP 方式。印染 MES 构件异步调用采取 Message - Drive Bean 的 EJB 构件, 由它来实现软件体系结构风格中的基于事件隐式调用。印染 MES 的逻辑处理采用 SessionBean, 需要记录信息与跟踪整个过程采用 State 方式, 否则采用 Stateless 方式。

(2) EJB 构件抽象提取。从印染 MES 业务对象中分离出不变量及可变量, 不变量由印染 MES 的通用 EJB 构件实现, 而可变量由印染 MES 的专用功能 EJB 构件完成, MES 通用 EJB 构件概括性、通用性较强, 一般可供其他构件继承或包容其接口。对每个印染 MES EJB 构件也分离出可变与不可变部分, 对可变部分进行参数化, 并保存在

对应的 EJB 构件部署描述符文件中。

(3) EJB 构件分解与合并。对印染 MES 中粒度大的构件如物料管理、质量管理、设备管理等, 根据业务要求将 EJB 构件进一步分解, 如物料跟踪管理可分解成在制品跟踪、合约单跟踪及新产品跟踪等 EJB 构件。各 EJB 构件之间保持层次关系。对细分后的 EJB 构件依照具有相近功能的业务进行合并的原则合并构件, 通过合并, 可以适当加大构件粒度, 减少构件数量。

对应的 EJB 构件部署描述符文件中。

(3) EJB 构件分解与合并。对印染 MES 中粒度大的构件如物料管理、质量管理、设备管理等, 根据业务要求将 EJB 构件进一步分解, 如物料跟踪管理可分解成在制品跟踪、合约单跟踪及新产品跟踪等 EJB 构件。各 EJB 构件之间保持层次关系。对细分后的 EJB 构件依照具有相近功能的业务进行合并的原则合并构件, 通过合并, 可以适当加大构件粒度, 减少构件数量。

5 构件表征与检索

随着印染行业 MES 的研究与应用, 开发的印染 MES 构件越来越多, 构建形成了丰富的印染行业 MES

构件库。依据印染 MES 整体架构,针对不同的企业需求,从构件库中选择不同的构件进行裁剪组合快速建立印染 MES 系统,是整个印染行业快速实施 MES 非常行之有效的模式。如何有效的表征构件与准确地检索构件决定着构件的查全率与查准率,是实施这一模式必须关注的另外两个主要关键问题。

5.1 构件表征

目前构件的表征方法比较多,如剖面分类方法、格式化规格说明方法、超文本方法、人工智能方法、基于行为的方法、基于神经网络的方法、浏览方法、自动索引方法等。实际中应用较多的是剖面分类法。表面上看,属性与剖面非常相似,属性值就相当于剖面的术语。但二者是有一定区别的:

(1) 剖面是构件属性的一个子集。属性绝大部分是由构件的制作者或提供者提供,而剖面则完全是由构件库的管理者规定,构件的制作者或提供者完全不需要了解它们。

(2) 剖面是构件的重用者在查询构件时最感兴趣的构件属性。在查询时重用者通过选择剖面术语,明确的限定构件的范畴,不会有遗漏的构件。

剖面分类法主要通过剖面来表征构件,每个剖面从不同侧面对构件库中的构件进行分类。剖面分类法的主要步骤为:

步骤 1: 确定每个剖面的一组术语,每个术语 T 对应于一个谓词 $P(T)$,根据术语 T 检索将得到所有满足 $P(T)$ 构件集合 $C(T)$ 。

步骤 2: 在剖面 F 中选择多个术语 T_1, T_2, \dots, T_k 时,检索得到的构件集合为 $C_f = C_{T_1} \cup \dots \cup C_{T_k}$ 。查询条件一般有多个剖面,各剖面检索到的构件集合交构成最终需要查找的构件集。

因此在开发印染 MES 构件完成时,两项非常重要的工作就是对构件属性的信息尽量提供的完全、正确及从构件的属性中挑选出剖面的描述方法,以便保证检索得到的构件全面性、精确性及高检索速度。

5.2 构件检索

由上节剖面分类法的步骤可知,构件表征与构件检索密切相关。表征是对构件进行的一种预处理,它通过为构件添加在表征过程中所产生的表征信息,为构件的检索提供支持。针对各种不同的构件表征方法,相应的构件检索方法也不同。下面给出基于剖面

分类表征方法的一种 B+ 树的构件检索算法。

由剖面分类法思想可知,基于剖面分类法的构件检索比较复杂,如果用数据库领域的多维索引作为构件库索引方法,将影响构件的查询效率。但是利用树索引结构,将多维索引转化为一维索引,可以较好地解决上述问题。对每个剖面都建立一棵树的结构,叶节点对应剖面的术语,检索算法描述如下:

(1) 操作。使用 Q 个剖面来检索构件,索引树为 $\text{indextree}[Q]$ 。

(2) 输入。构件查询条件 $\text{Condition}((\text{key}[1,1], \text{key}[1,2] \dots, \text{key}[1, Q1]), (\text{key}[2,1], \text{key}[2,2], \dots, \text{key}[2, Q2]), \dots, (\text{key}[Q,1], \text{key}[Q,2] \dots, \text{key}[Q, QQ]))$ 。(其中, $Q1$ 为第一个剖面的检索关键字, $Q2$ 为第二个剖面的检索关键字, \dots, QQ 为第 Q 个剖面的检索关键字)。

(3) 输出。与 Condition 相匹配的所有构件集合及术语信息。

6 结语

在日益激烈的国际化竞争中,纺织印染业传统的生产、运行管理模式已不能适应多变的市场需求。借助信息化手段,带动自动化建设,优化企业的生产运作和管理体系,是提升企业竞争力的根本途径。本文所提出的基于构件的印染行业 MES 整体架构对印染行业 MES 的实施提供了可行性方案,是印染行业快速实施 MES 非常行之有效的模式,并且在实际应用中也体现了其明显的作用。

参考文献

- 1 周华、刘民、吴澄,基于代理的可重构制造执行系统研究,计算机集成制造系统[J],2005.11(6):776-780.
- 2 <http://www.bea.com.cn/products/workshop/workshop2/start/index.jsp>.
- 3 Christofferso,唐明等译. BEA Weblogic Workshop:构建下一代 Web Service[M],北京 电子工业出版社,2003.8.
- 4 曹江辉,面向敏捷制造的制造执行系统关键技术研究,南京航空航天大学博士学位论文,2002.