

基于 Web Services 的企业 e-ERP 系统集成模型*

杨 颖^{1,2}, 杨 磊³

(1. 东华大学 信息学院, 上海 200051; 2. 广西大学 计算机与信息工程学院, 广西 南宁 530004; 3. 广西计算中心, 广西 南宁 530022)

摘 要: 如何利用 Web Services 更好地实现企业的应用集成是当前研究的一个研究热点。提出了基于 Web Services 的企业 e-ERP 系统的体系结构和应用集成模型, 并讨论了其特点及实现方法。

关键词: Web Services; 企业资源计划; 供应链管理; 客户关系管理; 产品数据管理

中图法分类号: TP302.1 文献标识码: A 文章编号: 1001-3695(2005)03-0210-04

Integration Model of Enterprise e-ERP System Based on Web Services

YANG Ying^{1,2}, YANG Lei³

(1. College of Information, Donghua University, Shanghai 200051, China; 2. College of Computer & Information Engineering, Guangxi University, Nanning Guangxi 530004, China; 3. Guangxi Computer Center, Nanning Guangxi 530022, China)

Abstract: How to apply Web Services to realize EAI of enterprise is the hot topic at present. The architecture and EAI model of enterprise e-ERP system based on Web Services are presented, and the implementation approach and characteristic are discussed.

Key words: Web Services; ERP(Enterprise Resource Planning); SCM; CRM; PDM

1 引言

企业资源计划 ERP 是由美国 Gartner Group Inc 提出的一整套企业管理系统体系标准。在当前全球经济一体化、Internet 网络迅速普及的环境下, 原有的 ERP 系统存在许多问题^[1]:

- (1) 全球化市场的发展与多企业合作经营生产方式的出现使得 ERP 无法支持异地企业运营和异种语言操作。
- (2) 企业过程重组及协作方式的变化使得 ERP 无法支持基于全球范围的可重构过程的供应链及供应网络结构。
- (3) 制造商需要应对新生产与经营方式的灵活性与敏捷性, 而 ERP 无法适应多种生产制造方式的管理模式和经营模式。
- (4) ERP 在跟踪客户服务和实现在线客户服务方面, 难以实现对客户服务需求的快速响应和高满意度。

今天的 ERP 管理领域已经超出了企业内部资源计划与管理的范畴, 开始步入电子商务环境下企业间协同管理的阶段, 并将最终导致全球化的新一代 ERP 系统, 即 e-ERP 系统的出现和发展^[1]。e-ERP 系统是在 ERP 基础上, 充分利用互联网的软件开发技术, 实现供应链管理、客户关系管理、产品数据管理等技术的全面集成, 以达到资源共享, 最终实现 ERP 系统的实时化, 为成就“实时企业”提供核心基础。

当前很多企业的信息系统都由企业资源规划、客户关系管理、供应链管理和产品数据管理等多种异构系统组成, 这些系统各自独立, 在企业中形成一个个“信息孤岛”。而企业 e-ERP

系统可以使应用程序不需要作太大的改变就可以共享数据和集成应用程序之间的商务活动的过程。本文给出了企业 e-ERP 系统的结构, 如图 1 所示。

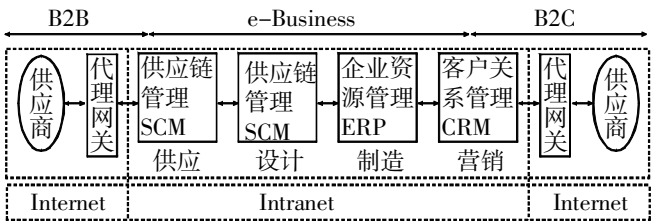


图 1 企业 e-ERP 结构

(1) ERP 系统与客户关系管理 (Customer Relationship Management, CRM) 的整合。整合后的 ERP 将更加面向市场和面向顾客, 通过基于知识的市场预测、订单处理与生产调度, 基于约束调度功能, 可进一步提高企业在全局化市场环境下更强的优化能力, 实现市场销售服务的一体化, 使 CRM 的前台客户服务与 ERP 后台处理过程集成, 提供客户个性化服务, 使企业具有更好的顾客满意度。

(2) ERP 系统与供应链管理 (Supply Chain Management, SCM) 的整合。整合后的 ERP 将支持企业面向全球化市场环境, 建立供应商、制造商与分销商之间基于价值链共享的新伙伴关系, 并使企业在协同商务中做到过程优化、计划准确、管理协调^[2]。

(3) ERP 系统与产品数据管理 (Product Data Management, PDM) 的整合。整合后的 ERP 将使企业中的产品设计和制造全过程的各种信息、产品不同设计阶段的数据和文档组织在统一的环境中。

在企业 e-ERP 系统中的应用集成应满足以下条件^[3,5]:

- (1) 基于工业标准, 尽量减少在异构环境之间对私有适配器和连接器的需要。

- (2) 松散的耦合, 即请求不必针对特定应用的 API。
- (3) 异步执行方式, 使得在等待第一个应用的响应时可以执行第二个应用。
- (4) 可靠性, 保证消息被投递一次且仅仅一次。
- (5) 安全性, 必须支持鉴别、授权标准以保护被交换信息的完整性。

目前的一些集成解决方案存在许多问题, 而 Web Services 技术由于使用一系列标准开放的技术规范和协议而满足了上述所有条件^[3]。它是在现有的各种异构平台的基础上构筑一个通用的与平台无关、语言无关的技术层, 各种不同平台之上的应用都依靠该技术层来实施彼此的连接和集成, 为 e-ERP 系统集成提供了一种崭新的方法。整个企业的所有系统都成为了一个松散结构中的组件, 系统接口、应用通信、数据转换和目录信息都是建立在开放的、被广泛接受的标准之上, 用户能迅速地访问到他们所需要的信息^[6]。

2 基于 Web Services 的 e-ERP 应用集成模型

2.1 Web Services 关键技术

Web Services 体系结构如图 2 所示, 它基于三种角色(服务提供者、服务注册中心和服务请求者)之间的交互。交互通过发布、查找和绑定三种操作来完成。这些角色和操作一起作用于 Web Services 构件^[3]: 服务提供者(Service Provider)。从企业角度看它是服务的所有者, 从体系结构上看它是提供服务的平台。 服务请求者(Service Requester)。从企业角度看它是指需要请求特定功能的企业, 从体系结构上看它是查找和调用服务的客户端应用程序。 服务注册中心(Service Registry)。它是指用来存储服务描述信息的信息库(Repository)。为了使服务可访问, 服务提供者需要发布(Publish)服务描述以使服务请求者可以查找它, 发布服务描述的位置可根据应用程序的要求而变化。服务请求者直接检索服务描述或在服务注册中心中查找(Find)所要求的服务类型, 根据注册服务器提供的规范接口发出查询请求, 以获取服务所需的相关信息。最后服务请求者需要调用服务, 在绑定(Bind)操作中, 服务请求者使用服务描述中的绑定细节来定位、联系和调用服务, 从而在运行时调用或启动与服务的交互。

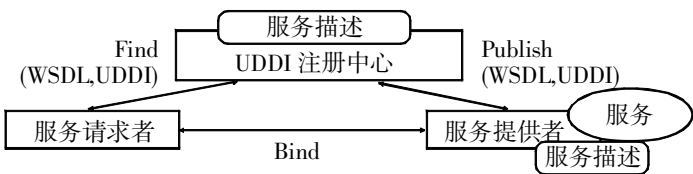


图 2 Web Services 体系结构模型

Web Services 技术包括各种重要的技术规范和应用, 主要有 XML, XML Schema, SOAP, WSDL 等。其中, XML 作为 Web Services 技术的基础, 是开放环境下描述数据和信息的标准技术; XML Schema 是 XML Web Services 标准数据建模工具; SOAP 1.2 规范是在松散、分布的环境中使用 XML 对等地交换结构化和类型化的信息, 提供简单且轻量级机制, 应用 SOAP 可以实现 Web Services 的调用和交互; WSDL(Web Services Description Language)是一种 XML Application, 它将 Web Services 描述定义为一组服务访问点, 客户端可通过这些服务访问点对文档信息或面向过程调用的服务进行访问; 统一描述、发现与集成协议 UDDI(Universal Description, Discovery and In-

tegration) 标准用于建立全球化的、平台无关的、开放式的构架, 使企业能彼此发现、定义如何通过 Internet 交互以及使用全球性的商务注册中心, 以共享信息, 加速全球 B2B 的电子商务的应用。

2.2 基于 Web Services 的企业 e-ERP 应用集成模型

本文针对 e-ERP 系统结构提出了基于 Web Services 技术的 e-ERP 应用集成模型, 如图 3 所示。在 e-ERP 应用集成模型中, Web Services 集成引擎通过各类接口和功能模块将应用封装成 Web Services 部件后发布到 UDDI 注册中心, 并通过接口调用相应的应用。它是连接各类应用的桥梁, 采用的是松散的耦合方式^[7], 即任何应用都可以调用对应的接口连接到系统中来。集成引擎包括适配器、SOAP 处理器和事务处理器三个模块。SOAP 处理器是实现客户调用 Web Services 的关键部件, 通过它可实现 SOAP 消息的传递。事务处理器负责各类事务处理, 它采用二阶段提交协议来确定事务协调者和参与者, 由协调者控制整个事务的提交和失败后的事务回滚。Web Services 适配器是集成引擎的核心, 由以下几部分组成: 应用接口 API。该接口可根据不同的应用系统提供不同的接口, 可满足不同应用系统调用 Web Services 集成平台的需要。 安全认证。用于建立与后端服务器的通信连接和安全机制, 包括用户身份鉴别、授权等。 数据转换器。用于验证数据有效性、生成 WSDL, 实现在 SOAP 数据格式与应用系统数据格式之间的转换。 消息路由器。实现在 SOAP 处理器与适配器之间的消息传递, 将 SOAP 消息过滤后, 路由到相应的目的地。

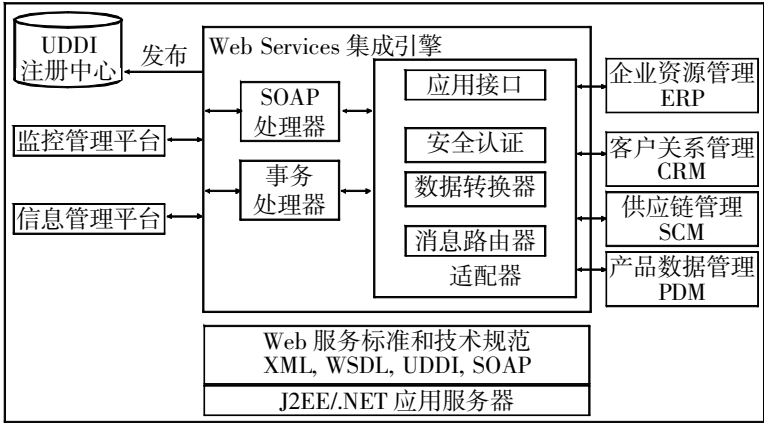


图 3 基于 Web Services 的企业 e-ERP 应用集成模型

当某应用系统需要集成时, 它首先调用集成平台的接口, 将其能够提供的服务用 WSDL 描述后, 用 SOAP 消息机制发布到 UDDI 注册中心。如果注册中心是私有的, 则集成的是企业内部的应用系统; 如果注册到公有注册中心, 则可以通过 Internet 集成不同企业之间的不同系统。

信息管理平台可以实现应用集成服务的动态配置和管理应用资源服务、统一界面服务等, 并为监控中心提供数据和模型服务。监控管理平台可以对服务的运行进行管理和监控, 包括服务对象管理器、动态监控及安全管理等; 实现信息的安全生命周期管理和维护, 包括共享信息管理、共享模型管理、数据操作管理等。

在该 e-ERP 系统集成模型中, 应用系统既可以是已有的旧应用, 也可以是新开发的 Web Services 应用。如果是已有的应用系统, 首先需要将此封装成 Web Services 构件, 其方法为: 生成描述该系统功能和调用方法的 WSDL 文件; 然后生成服务器端基于 SOAP 的服务框架, 并在此基础上开发适用于已有系统的适配器; 最后将服务描述文件通过 UDDI API 发布到 UD-

DI 注册服务器中。

3 制糖企业 e-ERP 系统的开发应用

作为广西经济支柱的国有企业, 制糖企业的管理信息化工程的建设起步较早, 分期建立的企业管理信息系统在生产管理中发挥了重要的作用。但面对动态多变且日趋激烈的市场竞争环境, 早期建立的管理信息系统无论从功能范围、应用技术到管理模式等诸方面均已不能适应现代企业生产发展的需求。因此全面规划设计企业管理信息系统, 使之成为具有先进管理模式和技术的 e-ERP 系统, 能有效地提高企业经营管理水平和市场竞争能力, 推动企业持续快速发展。

制糖企业原有的 ERP 系统如文献[4] 所示。甘蔗糖厂的产品都要经过从甘蔗原料中提取蔗汁, 然后经过澄清、蒸发、制炼等工序制成成品。其工艺流程固定、生产能力计算简单, 因此在制糖企业 e-ERP 系统的开发应用中, 基于成本控制的企业资源计划体系在网络和数据库支撑下, 通过计划(主生产计划、物料需求计划和采购计划)、能力平衡、库存控制和成本控制, 整合了从上游供应商资源到下游客户资源的整个供应链的资源管理, 使上游企业的产品能够准确及时地到达下游, 并使整个供应链能够及时获取市场需求信息, 快速响应市场和客户需求的变化。本文以制糖企业 e-ERP 系统的开发为例说明本文所提出的基于 Web Services 的企业 e-ERP 应用集成模型的应用。

(1) 制糖企业产品的 XML Schema 的定义

数据源中的数据描述是数据发现的重要因素, 提供数据源的基本特征, 是决定数据发现和数据操作的基本条件。在定义 SOAP API 消息之前, 首先需要确定的是产品这个实体的 XML 描述格式。我们采用 XML Schema 将它定义如下:

```
< xs: complexType name = " parameter" >
< xs: sequence >
< xs: element name = " keyName" type = " xs: string" / >
< xs: element name = " keyValue" type = " xs: string" / >
< /xs: sequence >
< /xs: complexType >
< xs: complexType name = " product" >
< xs: sequence >
< xs: element name = " name" type = " xs: string" / >
< xs: element name = " class" type = " xs: string" / >
< xs: element name = " price" type = " xs: float" / >
< xs: element name = " parameterBag" type = " parameter" / >
< /xs: sequence >
< /xs: complexType >
```

XML 文档中将产品定义为复合类型元素 product, 并且定义了它的四个子元素: name(产品名称)、class(产品类别)、price(产品价格)、parameterBag(产品的技术参数)。其中 parameterBag 子元素定义为名称为 parameter 的复合类型, 它又包含 keyName(关键参数) 和 keyValue(关键值) 两个子元素。

(2) 在制糖企业 e-ERP 系统中提供产品报价的 Web Services 的 WSDL 定义

WSDL 文档可以将 Web Services 定义为服务访问点或端口的集合。由于服务访问点和消息的抽象定义已从具体的服务部署或数据格式绑定中分离出来, 所以可以对抽象定义进行再次使用。WSDL 文档在 Web Services 的定义中使用下列元素: Types, 数据类型定义的容器; Message, 通信消息的数据结构的抽象类型化定义; Operation, 对服务中所支持的操作

的抽象描述, 每个 Operation 描述一个访问入口的请求/响应消息对; Port Type, 对某个访问入口点类型所支持的操作的抽象集合; Binding, 特定端口类型的具体协议和数据格式规范的绑定; Port, 协议/数据格式绑定与具体 Web 访问地址组合的单个服务访问点; Service, 相关服务访问点的集合。

下文给出制糖企业 e-ERP 系统中提供产品报价的 Web Services 的 WSDL 定义, 该服务支持名为 GetTradePrice 的操作, 并通过在 HTTP 上运行 SOAP 1. 1 协议来实现。该请求接受类型为字符串的 ProductSymbol 操作, 并返回类型为浮点数的价格。

```
< ! --the part of namespace that must be used according to GGF-- >
< definition name = " ProductService"
targetNamespace = " http: //service. com/ producttrade. wsdl"
xmlns: tns = " http: // service. com/producttrade. wsdl"
xmlns: xsd = " http: //service. com/producttrade. xsd"
xmlns: soap = " http: //schemas. xmlsoap. org/wsdl/ soap/"
xmlns = " http: //schemas. xmlsoap. org/ wsdl/ soap/" >
< ! --this is the definition of datatype information-- >
< schema targetNamespace = " http: //service. com/ producttrade. wsdl" >
< complexType name = " TradePriceRequest" mixed = " true" >
< all >
< element name = " name" type = " string" / >
< /all >
< /complexType >
< /element >
< complexType name = " TradePriceResult" mixed = " true" >
< all >
< element name = " price" type = " float" / >
< /all >
< /complexType >
< /element >
< /schema >
< ! --this is the definition of Message format-- >
< message name = " GetproductpriceInput" >
< part name = " body" element = " xsd: TradePriceResult" / >
< /message >
< message name = " GetproductpriceOutput" >
< part name = " body" element = " xsd: TradePriceResult" / >
< /message >
< portType name = " ProductquotePortType" >
< operation name = " Getproductprice" >
< input message = " tns: GetproductpriceInput" / >
< output message = " tns: GetproductpriceOutput" / >
< /operation >
< /portType >
< ! --this is the definition of binding information-- >
< binging name = " Getproductprice" type = " ProductPortType" >
< soap: binding stype = " RPC"
transport = " http: // schemas. xmlsoap. org/ wsdl/ soap" / >
< operation name = " Getproductprice" >
...
< /operation >
< /binding >
< ! --this is the definition of product-quote Web Services-- >
< service name = " productquoteService" >
< documentation > 产品报价服务 < /documentation >
< port name = " productquotePort" binding = " tns: productQuoteBinding" >
< soap: address location = " http: //service. com/producttrade. wsdl"
>
< /port >
< /service >
```

上述 WSDL 文档定义了 TradePriceRequest(产品价格请求) 和 TradePriceResult(产品价格) 两个数据类型, 以及两个消息格式 GetproductpriceInput(产品交易价格请求输入) 和 GetproductpriceOutput(产品交易价格响应输出)。此外, 还定义了

ProductquotePortType(产品报价服务) 服务访问入口, 其类型为请求 / 响应模式, 以及产品报价的 Web Services, 该服务使用 ProductquotePortType(产品报价服务) 服务访问点。

(3) 通过 SOAP 实现统一的远程过程调用 RPC

服务之间通过发送 SOAP 消息进行通信, 并通过在 HTTP 上运行 SOAP 1.2 协议来实现 RPC 的调用和响应。下面是产品名称为 “白砂糖 ” 的产品价格查询的 SOAP 远程调用和响应。

```
< soap-ENV: Envelope
xmlns: soap-ENV = " http: // schema. xmlsoap. org/ soap/ envelope"
SOAP-ENV: encodingStyle = " http: // schema. xmlsoap. org/ soap/ en-
coding" >
< soap-ENV: Body >
< m: TradePriceRequest xmlns: m = " http: // service. com/ product-
trade. xsd" >
< name > 白砂糖 < / name >
< / m: TradePriceRequest >
< / soap-ENV: Body >
< / soap-ENV: Envelope >
HTTP/1.1 200 OK
Content-type : text/xml
< soap-ENV: Envelope
xmlns: soap-ENV = " http: // schema. xmlsoap. org/ soap/ envelope"
SOAP-ENV: encodingStyle = " http: // schema. xmlsoap. org/ soap/ en-
coding" >
< soap-ENV: Body >
< m: TradePriceRequest xmlns: m = " http: // service. com/ product-
trade. xsd" >
< price > 2.6 < / price >
< ! --以公斤为单位-- >
< / m: TradePriceRequest >
< / soap-ENV: Body >
< / soap-ENV: Envelope >
```

4 结束语

e-ERP 系统代表了先进的企业经营管理模式和技术, 它的实施不仅是企业管理的信息化, 更应是综合最新发展的网络信息技术、先进制造技术、计算机技术和管理技术。基于 Web Services 的制糖企业 e-ERP 系统开发设计充分运用了 Web 服务技术的先进性, 以一种松散耦合的关系来组织企业应用之间的互连, 实现了应用系统之间信息的实时共享。与原有的管理系统相比, 它具有如下特点:

(1) 基于开放标准。Web 服务是基于开放标准的, 如 UD-

DI, SOAP, HTTP 等, 这是导致 Web 服务被广泛接受的最重要的因素。

(2) 灵活性。Web 服务是建立在发布服务的应用程序和使用服务的应用程序之间的松散耦合, 该特点使得企业应用易于更新, 可以连接异构系统和操作环境, 在局部系统出错的时候能更好地恢复。

(3) 高效性和可分解性。Web 服务允许把应用程序划分为一些小的逻辑组件, 因而在小粒度基础上集成应用程序时, 集成将变得更容易; 还可以把大的应用划分为小的、独立的逻辑实体并且包装它们。

(4) 动态。Web 服务赋予了应用动态绑定的能力。

制糖企业 e-ERP 系统的实施能有效合理地利用企业现有信息资源, 解决 “信息孤岛 ” 问题, 从而大大降低了系统的开发成本和风险, 提高了系统开发的成功率。现阶段我们主要是对服务数据信息进行描述, 实现轻量级服务和中心服务间的通信, 确立服务的使用状态, 以便更好地协同服务。对 e-ERP 系统模型中各模块功能和数据间的访问性能的进一步改进和实际使用, 尚需进一步探讨。

参考文献:

[1] 蒋洪伟, 韩文秀. 企业资源管理计划及其最新发展动态[J]. 中国管理科学, 2000, 8.

[2] 马士华, 林勇, 陈志祥. 供应链管理[M]. 北京: 机械工业出版社, 2000. 1-9.

[3] 柴晓路, 梁宇奇. Web Services 技术、架构和应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2003. 235-349.

[4] 杨颖, 杨磊. 基于组件技术的制糖企业系统 ERP[J]. 计算机工程, 2003, 29(4) : 59-61.

[5] K Hammer. Web Services and Enterprise Integration[J]. eAI Journal, 2001, (11) .

[6] M Aoyama, S Weerawarana, H Maruyama. Web Services Engineering: Promises and Challenges[C]. ICSE '02, 2002.

[7] H Kreger. Web Services Conceptual Architecture(WSCA 1. 0) [EB/OL]. http: // www-3. ibm. com/ software/ solutions/ webservices/ pdf/ WSCA. pdf, 2001-05.

作者简介:

杨颖, 女, 博士研究生, 主要研究方向为数据库技术、软件工程; 杨磊, 男, 研究员, 主要研究方向为网络、数据库技术

(上接第 201 页)

```
...
}
```

客户端的文件传输功能通过 ActiveX 技术来实现。在首次运行 Web 页面时, ActiveX 控件将下载安装在客户端, Web 页面调用客户端的 ActiveX 控件完成文件传输工作。限于篇幅, 实现代码不再给出。

4 结束语

现代制造企业所面临的是 “小批量, 多品种 ” 的市场需求环境, 要抓住转瞬即逝的市场机遇, 企业要具有快速反应和敏捷制造的能力。利用先进的管理方法和计算机技术及网络技术等信息技术为企业构建信息系统, 可以提高企业的核心竞争力。本文的立足点是产品数据管理系统中文件传输模块的设计, 但使用的设计思想和技术可以扩展应用到企业的整个信息

系统的设计中去。理想的制造企业的信息系统, 无论是 PDM, ERP, 还是 OA, 应该能够无缝集成, 易于重组和易于部署。仍在不断发展的软件设计方法和软件技术为设计出理想的信息系统提供了可能。

参考文献:

[1] 柴晓路. Web 服务架构与开放互操作技术[M]. 北京: 清华大学出版社, 2002.

[2] 李安渝, 等. Web Service 技术与实现[M]. 北京: 国防工业出版社.

[3] 吴丹, 等. 基于协同服务平台的分布式产品数据管理[J]. 清华大学学报(自然科学版), 2002, 42(6) : 791-794.

[4] Mark Michaelis. COM + 编程指南[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.

作者简介:

杨建明(1974-), 男, 硕士, 研究方向为企业信息化; 李禹(1980-), 男, 硕士生, 研究方向为计算机网络、模式识别; 李海峰(1971-), 男, 博士生, 研究方向为从事 PDMS 的开发与研究。