

电厂级信息集成系统模型的研究与实现

黄敏¹, 朱永利¹, 佟振声¹, 程莉先²

(1. 华北电力大学, 河北 保定 071003; 2. 河北石家庄热电厂, 河北 石家庄 050041)

摘要: 为促进电厂内部各种应用系统的信息集成, 实现信息一体化, 在对厂级综合自动化系统进行介绍的基础上, 提出建立信息集成系统的观点。研究并分析了 XML 相关技术, 设计了基于 XML 的电厂级综合自动化信息集成服务器模型, 并详细介绍了其主要组成部分及实现方法。在实验室环境下对该模型的主要功能部分进行了实验性开发, 系统运行结果证明了模型的可行性和有效性, 为实现电厂级信息集成系统和包括 DCS, SIS 和 MIS 在内的三级网络系统之间以及与 Internet 的信息互连提供了一种方案并做出了尝试。

关键词: 信息集成; XML; 监控信息系统; 厂级综合自动化系统

中图分类号: TM621.6; TP273.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2004)23-0049-04

0 引言

随着网络技术、通信技术和计算机技术的飞速发展, 电力行业也逐步朝着信息化方向发展。由于大多数电厂内部长期遗留下来了许多开发语言、部署平台不同的基于各种业务流程和数据源的异构应用系统, 它们被设计成各自独立的, 彼此之间不能实现信息交互和资源共享的系统。如何将这此应用系统方便、低代价地联结在一起, 解决电力企业“信息孤岛”问题, 提高电厂生产效益和管理水平, 是“电力信息化十五计划”期间电力信息化的重点之一^[1]。

针对电厂综合自动化各子系统的功能和内部数据流动特点, 并结合 XML 技术的特点和在信息交换方面所具有的优势, 本文提出利用 XML 技术构建电厂级综合自动化信息集成系统的观点, 并设计了信息集成系统的模型, 详细介绍了系统的组成并探讨其实现方法, 为实现电厂级信息集成系统和电厂内部包括 DCS、SIS 和 MIS 在内的三级网络系统之间以及与 Internet 的信息互连提供了一种方案。

1 厂级综合自动化系统

厂级综合自动化系统包括监控信息系统(SIS)和管理信息系统(MIS)。处于 DCS 和 MIS 之间的 SIS 是电厂生产过程中实时数据信息存储和处理的中心, 它通过融合了各种先进技术的功能模块和应用软件来完成对大量实时数据的存储、提炼、统计、分析以及优化计算, 并得到电厂生产运行的各种性能指标及优化结果, 为管理者提供有用信息和决策支持。而位于电厂管理层的 MIS 是各种管理应用软件的集成系统, 包括电厂生产、经营、人事等各个部

门的运作与协调。

实时数据库中存储的部分生产过程数据和 SIS 中各功能单元计算优化的结果需要管理系统进行进一步处理和浏览, 为使 MIS 系统中不同应用程序之间的数据和信息能够进行共享, 在 SIS 中加入信息集成服务器, 该服务器除了可以对实时数据库中存放的各种设备参数、运行参数等生产过程信息进行图形化显示, 同时还成为 SIS 系统与 MIS 系统的数据桥梁, 为 MIS 系统提供所需要的生产数据, 并可以实现 MIS 中不同应用系统之间的数据交换和提供给用户浏览和查看。

同时, 为保证与 DCS 系统相连的实时数据库的安全性, 防止对生产过程的干扰和破坏, 在信息集成服务器和作为实时数据库访问接口的实时数据库管理系统服务器之间通过如集线器 Hub 之类的网桥进行连接, 使数据只能从 SIS 系统向 MIS 作单向流动, 从物理连接上保证了实时数据库的安全性。

基于以上设计, 由 SIS 及 MIS 组成的厂级综合自动化系统结构可如图 1 所示。

2 XML 技术及其分析^[3~5]

XML 是 W3C 制定的一种通用语言规范, 包括可扩展样式语言(XSL)、链接语言(XLL)、名字空间、DTD 或模式(Schema)以及 XML 查询(XQL)等技术。它具有自描述性, 数据、结构和显示方式相分离性; 是开放的标准集, 属性和元素可根据需要进行扩展; 具有平台无关性; 与 Web 具有很好的结合性等特点。已发展成系统或应用间数据交换的通用格式和标准, 并广泛应用于电信、软件设计、文档说明、金融等领域。

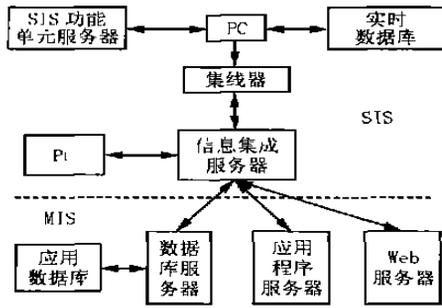


图1 厂级综合自动化系统结构图

Fig.1 Structure diagram of integrated automation system at power plant

XML 模式定义了 XML 文档的结构、数据类型等内容,可用来校验 XML 文档标记的正确性和有效性。目前最广泛应用的有 DTD 和 Schema 两种,二者的区别为:DTD 没有遵循 XML 规范,需要为 DTD 和 XML 使用不同的解析器和 API,它适合于由文本字符串、文本字符串和子元素组成的混合内容的 XML 文档;不支持名称空间,对新定义数据类型的支持非常有限;而 Schema 遵循 XML 规范,可以与 XML 文档被同一解析器解析,提供了广泛且可扩展的类及类型系统,同时支持名字空间;支持混合类型建模。因此,DTD 适合于文本密集型 XML 文档,而 Schema 适合于数据密集型 XML 文档。

XML 的解析一般都建立在几种公共编程 API 之上,目前最流行 DOM(文档对象模型)和 SAX(用于 XML 的简单 API)。前者是一个基于树形的模型,在内存中将 XML 文档解析为一个树型文档对象,并提供了访问该文档对象树内容和结构的方法,可对其进行遍历、添加、修改和删除等操作,而且可以多次使用解析结果;后者是一个基于事件的模型,解析过程触发一系列事件并执行相应的事件处理函数,该模式只能对解析结果使用一次。另外,还有 JDOM 和用于 XML 处理的 Java API(JAXP):JDOM 是基于 Java 技术的开放源码项目,它使用 SAX 和 DOM 解析器,主要特性是需要编写的代码数量少;JAXP 是 Sun 提供的能支持不同解析器如 DOM、SAX 和 XSLT 等的标准接口,以及对 XML 文档模式 DTD 或 Schema 进行选择的方法。

3 厂级自动化信息集成服务器的设计与实现

3.1 信息集成服务器功能设计

基于以上所分析的厂级综合自动化系统内部数据流动情况和系统需求以及对 XML 技术的深入研

究,本文设计了信息集成服务器来满足电厂生产和管理对信息交互的要求。该信息集成服务器既作为数据处理服务器又兼作为 Web 服务器,完成如下功能:访问实时数据库系统,取得所需要的数据并将其封装成 XML 文档格式;根据由统一电厂各系统需要交互信息的名称、类型而预先定义的 XML 文档模式 Schema 对从不同接口形成的 XML 文档进行一致性和有效性校验;完成载有数据的 XML 文档的解析并将解析后的结果与 MIS 中各种数据库系统进行交换;响应来自客户端的 Web 请求,从 MIS 数据库中取得相应数据并形成 XML 文档格式;根据需要调用预定义的级联样式表(CSS)或可扩展样式语言转换(XSLT)提供的样式信息,将数据在 Web 浏览器上进行图形化显示。由此服务器的组成主要可归纳为实时数据库访问、XML 文档校验和解析、Web 服务、数据库连接 4 个部分,系统结构如图 2 所示。

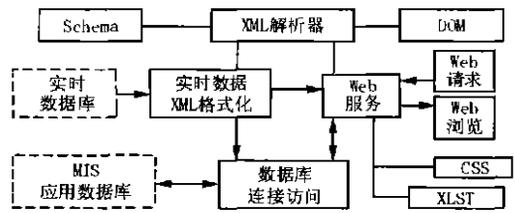


图2 信息集成服务器的结构图

Fig.2 Structure diagram of information integrating server

3.2 信息集成服务器功能及其实现

1) XML 编程接口

由于信息集成服务器所处理的数据都以 XML 文档格式存储和处理,因此一个很重要的组成部分就是对形成的 XML 文档进行校验和解析。这里首先需要建立 XML 文档的模式,基于上面所分析的 DTD 和 Schema 的特点以及作为电厂各系统间数据交换载体的 XML 文档包含数据较多,而且需要能被扩充,因此我们选择 Schema 来对电厂数据的名称、类型和结构关系进行统一和定义,制定了作为各异构系统中介的标准 XML 文档格式。另外,根据前面所提到的几种 XML 编程接口,由于系统主要采用 Java 语言实现,而系统中需要处理的几种 XML 文档如从实时数据库中读取数据所形成的 XML 文档和从 Web 服务器中所形成的用户请求 XML 文档由于在解析次数、内容大小、是否需要保存解析结果等方面都有所不同而可能采用不同的 XML 编程接口,因此我们考虑采用 JAXP 作为 XML 的编程接口。

2) 实时数据库的访问和数据 XML 格式化

该功能模块根据电厂具体使用的实时数据库所

提供的 API 进行数据访问,并将读取到的数据封装成 XML 文档。由于目前大部分实时数据库系统没有提供对 XML 技术的支持,不能直接利用其提供的软件包进行数据的 XML 格式存储,对于这种情况,可以先通过其 API 将需要读取的数据转存到临时的关系数据库中,然后利用 XML 文档模式 Schema 实现关系数据库模式向 XML 文档模式的转换。关系数据库向 XML 文档的转换可通过编程语言 Java、C++、VB 或脚本语言 Asp 等操作 DOM 对象来完成转换,实现步骤为:对于一个关系数据库,创建根节点元素;对库中的每一张表创建一个子元素;对表中的每一列创建该表元素的一个属性。

3) Web 服务

为方便电厂管理人员对电厂生产和管理信息进行查看及时了解,该信息集成服务器兼具有 B/S 功能结构,提供遵从 XML 标准的 Web 服务。

a. 服务请求

用户通过浏览器上的操作,向 Web 服务器提出请求,其中网页可采用 XML + JSP 的方式生成^[6]。具有 XML 模板的 JSP 页面,实质是在 XML 文档模板中加入了 Java 代码和 JSP 标记:在页面中加入 % @page contentType = "text/xml"% 即可将 JSP 页以 XML 文档形式显示,并将查询数据放入 % % 标记内,由 Servlet 负责接收请求和响应 Java 对象。

b. XML 文档的校验

调用 XML 解析模块中的 Schema 对客户端提交的 XML 文档进行有效性校验,然后调用数据库连接和访问模块。

c. 数据显示

对数据库访问模块生成的以 XML 文档格式存储的结果数据通过 Web 浏览器进行显示。这里需要用 CSS 或 XSL 设计 XML 文档的显示形式和风格。由于不是所有的浏览器都支持 XML 和 XSL,因此考虑在 Server 端的显示,即用 Jsp 脚本语言对 XML 文档进行转换,步骤是:创建 Microsoft XML 解析器 (MSXML) 的一个对象,然后将 XML 文档装载到内存,最后用 XSL 文档转换 XML 文档,并将结果返回浏览器。

d. 数据库连接访问

由于电厂内部 MIS 可能采用了几种类型不同的应用数据库系统,有的是大型商用数据库系统如 Oracle、Microsoft SQL Server,有的是根据需要在 Microsoft Access、Foxpro 等数据库软件上进行二次开发的小型关系数据库系统,针对这些情况,可以通过两

种方式实现 XML 文档与数据库之间的连接和数据访问

(1) 利用数据库系统本身对 XML 支持的软件包

目前许多大型数据库系统都陆续增加了支持 XML 文档操作的接口或软件工具包,如 Oracle 公司提供的 Oracle XML SQL Utility (XSU)^[7] 软件套件的功能有:由一个 SQL 的 "SELECT" 查询语句或 JDBC 的 ResultSet 组件产生一个 XML 文档;解析 XML 文档并抽离出数据内容,并将数据输入到数据库内部的表格或视图。另外,还有其它的软件套件如:用 Java 语言编写的支持 SAX 和 DOM 的 Oracle XML Parser、XML 类产生器、XML SAL Utility for Java 等。而 SQL Server 2000 提供的 XML 支持有:提供一种基于 XML 的语法支持采用 XML 方式对数据库进行更新、通过 XPath 进行信息定位、在存储过程中使用 OpenXML 函数写 XML 数据,等等^[8]。针对电厂内部所使用的这些大型商业数据库系统,可以利用其提供的 XML 软件套件采用 Java 编程,简单方便地实现 XML 文档与数据库的数据存取。

(2) 利用 JDBC 实现 XML 文档与小型关系数据库的数据交换

Sun 公司提供的 JAXP API (Java API for XML Processing) 支持 XML 的两种解析器 SAX 和 DOM,可通过 Java 编程实现 JDBC API 与关系数据库的连接和访问。利用 DOM 提供的方法从解析生成的文档对象中抽取数据,然后执行 SQL 语句将其插入数据库中。同时,用 DOM 和 JDBC 接口也可实现数据库表到 XML 文档的存储,从而 XML 文档与关系数据库可以相互转换。

3.3 信息集成服务器的安全策略

由于信息集成服务器与实时数据库、MIS 中的许多应用数据库相连接并有数据传输,为避免人为因素造成整个电厂生产运行和管理的不安全,信息集成服务器需要有一定的策略来保证安全性。服务器所提供的所有人机界面部分根据需要应为不同操作建立相应的权限,不同用户根据自己的访问权限通过身份验证方式对系统进行使用,以保证电厂所有系统的安全稳定运行。

该模型是一个基于 XML 技术的、通用的信息集成系统模型,提供了几种人机界面作为系统接口提供给不同级别的用户:

1) 实时数据库访问设置

系统管理员可以设置访问实时数据库的时间、

周期、数据类型、数据安全级别以及其他用户的访问权限,实时数据的存储路径和方式;一般用户可以选择数据浏览范围和图形、表格、文本方式等数据显示方式。

2) MIS 应用系统访问设置

系统管理员可以设置 MIS 中各种应用数据库或文件系统的安全级别和用户访问权限;一般用户可以选择数据源、数据类型以及数据显示格式。

3.4 模型实验

基于以上模型和实现技术,并结合实验室具有的一个实时数据库系统和几套小型关系数据库系统,对该信息集成系统模型的主要功能部分进行了实验性开发,开发的系统运行结果证明了信息集成服务器模型的可行性和有效性,系统的整体功能和性能将在以后的研究和实验中不断改进和完善。

4 结论

多年来随着计算机、通信技术的迅速发展,信息技术也在电厂生产管理的各个层面上逐渐展开,在不同方面、不同程度上推动了电力工业自动化的发展。但是信息技术在电力行业各个领域的应用同时也存在着分散性、孤立性的问题。为解决目前大多数电厂自动化系统内部各相关数据库子系统由于异构而相互之间不能进行数据流动和共享的问题,本文提出了建立电厂信息集成系统的观点,设计了基于 XML 技术的电厂级综合自动化信息集成服务器模型,并详细介绍了它的主要组成部分及其实现方法,并按此方案在本实验室环境下对服务器模型进行了实验性开发,为构造厂级信息集成系统、实现电厂内部包括 DCS、SIS 和 MIS 在内的三级网络系统之间以及与 Internet 的信息互连提供了一种方案并做出了尝试。

参考文献:

- [1] 王继业(WANG Ji-ye). 电力信息化应重视的几个问题(Discussion on Some Valued Proposals for Propelling Informa-

tion Technologies Application in Electric Power) [J]. 中国电力(Electric Power), 2002, 25(1): 64-67.

- [2] 曹文亮,高建强,王兵树,等(CAO Wen-liang, GAO Jian-qiang, WANG Bing-shu, et al). 电厂厂级监控信息系统的现状及发展前景(Application and Development of Power Plant Supervisory Information System) [J]. 中国电力(Electric Power), 2002, 35(9): 59-62.
- [3] 微软公司、东方人华(Microsoft Press, East Renhua). XML3.0 技术内幕(XML 3.0 Technologies) [M]. 北京:清华大学出版社(Beijing: Tsinghua University Press), 2001.
- [4] 李华,刘修国(LI Hua, LIU Xiuguo). 对 XML 的模式 DTD 和 Schema 的探讨(A Discussion of XML's DTD and Schema) [J]. 计算机与现代化(Computer and Modernization), 2003, (2): 12-15.
- [5] XML-RPC Specification [EB/OL]. <http://www.xml-rpc.com>, 2002.
- [6] 吴艾,陶宏才(WU Ai, TAO Hong-cai). 用 JSP 技术实现 XML 方案(Implementation of XML with JSP Technique) [J]. 电脑开发与应用(Computer Development & Applications), 2002, 15(4): 33-35.
- [7] Oracle Technology Network. Oracle XML SQL Utility (XSU) Oracle [EB/OL]. <http://technet.oracle.com/tech/xml/oracle-xsu>.
- [8] 苟凌怡,陈晓波,熊光愣(GOU Ling-yi, CHEN Xiao-bo, XIONG Guang-leng). 基于 SQL Server 2000 的关系数据与 XML 的集成(The Integration of XML and Relational Data Based on SQL Server 2000) [J]. 计算机工程与应用(Computer Engineering and Applications), 2001, 37(10): 10-13.

收稿日期: 2004-03-11; 修回日期: 2004-07-07

作者简介:

黄敏(1976-),女,博士研究生,从事电力系统自动化、Agent 技术方面的研究; E-mail: huangminhappy@163.com

朱永利(1963-),男,教授,博士生导师,从事电力系统自动化、Agent 技术、人工智能方面的研究;

佟振声(1944-),男,教授,从事仿真技术和智能控制方面的研究。

Research and implementation of power plant information integrating system

HUANG Min¹, ZHU Yong-li¹, TONG Zhen-sheng¹, CHENGLi-xian²

(1. North China Electric Power University, Baoding 071003, China; 2. Shijiazhuang

Thermoelectric Power Plant, Shijiazhuang 050041, China)

(下转第 65 页 continued on page 65)

件支持屏幕打印,可以根据打印时选择的纸张自动缩放报表;支持用户最终设计、修改报表,生成后的报表支持修改,包括字体的设置、边框的设置、修改内容等。这一控件的使用方便报表功能的开发。

5 结论

目前,此线损管理系统作为江西省吉安供电公司多异构系统的子系统已投入使用。该系统从吉安电网线损管理的实际需要出发,在优化数据库设计基础上,根据目前地区电网线损管理的普遍需求进行较为全面的系统功能设计,且线损信息可进行网上查询,实现了线损的科学管理,从而有效地提高了线损管理的工作效率和性能。运行结果表明该系统响应时间快、综合性能优良、具有较强的实用价值。

参考文献:

- [1] 陈传波,李成东,等(CHEN Chuang-bo, LI Cheng-dong, et al). 一种综合线损分析系统(A Synthesis Line Loss Analysis Systems) [J]. 江苏电机工程(Jiangsu Electrical Engineering), 2002, 21(3):19-22.
- [2] 曹进克(CAO Jin-ke). 关系数据库设计中规范化与逆规范化的应用(Application of Normalization and Renormalization in Relational Database Design) [J]. 解放军测绘学院学

报(Journal of the PLA Institute of Surveying and Mapping), 1999, 16(4):289-291.

- [3] 飞思科技产品研发中心(The Study Center of FEISI Science and Technology Production). Delphi 6 数据库开发(Database Exploration of Delphi 6) [M]. 北京:电子工业出版社(Beijing: Publishing House of Electronics Industry), 2002. 6-12.
- [4] 陈灿煌(CHEN Can-huang). Delphi 6 彻底研究(Downright Research of Delphi 6) [M]. 北京:中国铁道出版社(Beijing: China Railway Press), 2002. 583-592.
- [5] 李晓明(LI Xiao-ming). 异构电力信息系统柔性动态报表的设计与实现(The Design and Implement of Flexible and Dynamic Reports in Heterogeneous Power Information Systems) [J]. 电力系统自动化(Automation of Electric Power Systems), 2003, 27(24):56-58.

收稿日期: 2004-03-31; 修回日期: 2004-06-23

作者简介:

张小敏(1979-),女,硕士研究生,从事电力系统自动化运行与控制的学习和研究; E-mail: zxm197952@163.com

李晓明(1955-),男,教授,主要从事电力系统自动化运行与控制的科研和教学工作;

潘艳蓉(1978-),女,硕士研究生,从事电力系统自动化运行与控制的学习和研究。

Energy loss management system of local electric network based on the technology of database and application of Web

ZHANG Xiao-min, LI Xiao-ming, PAN Yan-rong

(School of Electrical Engineering, Wuhan University, Wuhan 430072, China)

Abstract: This paper introduces a kind of energy loss management of local electric network which has been realized based on database technology of an optimized design and management of database. The proposed system adopts the B/S mode of three layer (browser / Web server / database server) to implement the modularization design and issue the information in Web to meet the demand of intelligence and fitfulness. At present, the system has been carried out on energy loss management of Ji an power supply bureau.

Key words: energy loss management; database technology; modularization; B/S; Web

(上接第 52 页 continued from page 52)

Abstract: To promote information integration of heterogeneous application systems in power plant, this paper proposes to construct information integrating system on the basis of introducing the power plant integrated automation system. Technologies of XML are analyzed, model of XML based power plant information integrating system is designed, and main components of the system and their implementations are introduced in detail. Main functions of the model have been developed experimentally in lab and the feasibility and validity of the model have been approved by running results of system, which will provide a scheme for implementing information integrating system of power plant and interconnecting of three-class network system, including DCS, SIS and MIS, and Internet, and make an attempt at the same time.

Key words: information integrating; XML; supervisory information system (SIS); integrated automation at power plant