

电力市场运营系统体系结构设计及实现技术

赖 菲

(清华大学 电机与应用电子技术系, 北京 100084)

摘要: 总结了电力市场运营系统的特点,如扩展性要求强、系统复杂、时序性和安全性高等。在对比分析客户端/服务器(C/S)与浏览器/服务器(B/S)体系结构和分布式组件技术的基础上,结合系统特点给出了 C/S 与 B/S 结构混合模式的一种实用可行的电力市场运营系统体系解决方案。讨论了基于 IEC 61970 CIM 电力系统国际标准模型的数据库平台、基于 CORBA 的分布式系统中间件平台、用 XML 进行数据交换以及采用电子商务运作模式等关键技术 在电力市场运营系统中的应用。

关键词: 电力市场; 组件技术; 电子商务

中图分类号: F 123.9

文献标识码: B

文章编号: 1006-6047(2006)03-0057-04

1 系统特点及建设要求

a. 扩展性强。 应用程序的数目和功能以及相互之间的关系随电力市场体制、模式和运营规则进一步完善而随时需要扩展与升级。

b. 系统复杂。 电力市场运营系统需要完成的应用软件较多,同时各应用软件之间信息交换的逻辑关系较为复杂。

c. 阶段性强。 目前,我国电力市场各试点单位已实现的电力市场运营系统大多非一体化建设,现有能量管理系统(EMS)、管理信息系统(MIS)及 TMR 大多采用已有或略做修改的系统,新旧系统需要异构和互操作。以后发展趋势必然为基于一体化的建设。

d. 时序性强。 各应用软件之间运行的先后顺序

非常严格。

e. 实时性强。 完善的电力市场需要实时平衡市场,实时市场要求的实时性非常强。

f. 安全性高。 电力市场不仅是一个技术系统,更是一个经济系统,所以对信息安全性的要求更高。

g. 用户较少。 除了即时信息发布系统以外,其他应用软件的用户较少。

2 体系结构

电力市场运营系统的阶段性、复杂性以及扩展性客观上要求采用分布式组件技术。分布性是指系统的功能由网络联结的许多硬件和软件共同协调完成^[1]。基于分布式组件技术的系统集成实际上也是基于软件总线的信息集成^[2],基于组件技术的集成除了具有清晰的体系结构、简单的实现过程、良好的可维护性、灵活的可扩展性、很强的软件重用性、较

收稿日期:2005-06-08;修回日期:2005-10-17

小的接口处理复杂性以外,框架和对象总线还由许多基于标准的、异构系统互联的中间件技术支持,是当今最先进的应用系统集成方式之一。由于电力市场体制、模式和运营规则尚待进一步完善,电力市场运营系统的体系结构必须具有很好的灵活性和适应性,以便随时扩充、发展与升级^[3]。分布式组件技术的一个重要目的是实现软件重用与功能过渡^[4],并最终提高开发效率。利用分布式组件技术不需要开发和设计多个应用系统,而是通过分析多模式系统的核心功能,合理进行软件重用,使得开发的电力市场运营系统可以有效地同时支持不同的市场模式,并使应用系统各模块凝成有机体。

计算机体系结构^[5]经历了从主机集中的终端方式、客户端/服务器(C/S)结构以及现在越来越普遍的浏览器/服务器(B/S)模式的多层次客户服务器结构。C/S结构缺点^[6]是应用系统与平台有关,移植困难,培训费用大,客户配置复杂,系统维护费用高,系统升级、扩展与集成困难,特别是软件管理成了严重问题。应用逻辑上,在C/S结构中,业务逻辑往往在表示层与数据层都存在,无法有效分工。B/S模式分布式应用系统主要是将服务器端保存数据(数据层),原客户端的应用分解为应用界面(应用层)和应用处理(事务层),应用层保留在客户端,这样所有的业务逻辑作为独立的一面,可以被集成在一个地方,即部署在应用服务器上,同时隔离表示层与数据层关系,使得客户端变成了“瘦客户”,从而降低了维护费。而在事务层建立的应用服务器,可以采用面向对象的技术进行分析、设计、编程,并将组件部署在应用服务器上,实现了应用软件的模块化和即插即用功能,使得应用系统易于扩展和维护,同时系统应用的兼容性更强。C/S与B/S结构的对比可见图1。另外,在C/S机构中,用户不仅有对事务的访问权,同时还拥有直接访问数据库的权限,而B/S系统结构访问的是组件事务,控制的只是对事务的访问权,所以在安全性上有一定的优势。

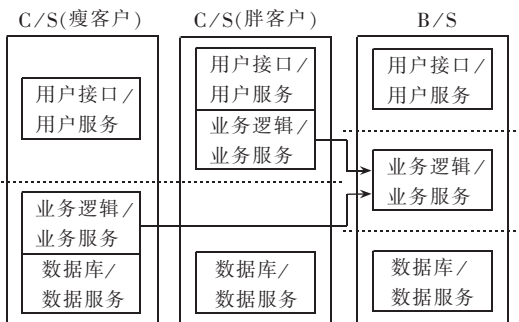


图 1 C/S 与 B/S 结构对比

Fig.1 Comparison between C/S and B/S architectures

总体而言,B/S的多层结构与传统的C/S 2层结构相比,从性能问题(包括数据库并发连接、远程连接、数据库的瓶颈问题)、互联问题、安全处理、开发维护问题等各方面都有一定的优越性,且有着可伸缩性好、可管理性强、维护量小、软件重用性好以及

节省开发时间等诸多优点。但B/S结构也有缺点,如B/S结构的应用软件在用户数量较少时就不如C/S结构,如果系统限于企业Intranet范围内使用,且无须和其他系统互联时,采用C/S结构相对而言是更好的选择,另外,Delphi,PB,C#,C++ Builder等开发工具也都为建立2层数据库应用做了相当的优化,甚至就是为此目的而设计的。

为了更清楚地表明电力市场运营系统应采用的体系结构,给出了2个表,其中表1说明了应采用的体系结构与电力市场运营系统特点之间的关系,表2说明了各应用软件子系统在设计及开发过程中具体应采用的结构。

表 1 体系结构与电力市场运营系统特点之间的关系

Tab.1 Relation between architecture system and characteristic of PMOS

体系结构	扩展性	复杂性	阶段性	时序性	实时性	安全性	用户量
分布式组件技术	√	√	√	○	○	○	○
C/S 2层结构	×	×	×	○	√	×	√
B/S 多层结构	√	√	√	○	×	√	○

注:√表示适合,○表示适中,×表示不适合;表2同。

表 2 各应用软件子系统应采用的结构

Tab.2 Architecture of every child-system of PMOS

体系结构	即时信息发布系统	实时系统	已有EMS等系统	其他系统
C/S 2层结构	×	√	√	×
B/S 多层结构	√	×	×	√

表2中其他系统包括市场分析与预测系统、交易管理系统中的非实时部分、报价处理系统、合同管理系统、电能量考核与结算系统及电能量计量等系统。

其中B/S结构的采用除了所述原因以外,也是为了适应电力市场的发展。电力市场的出现使得信息交换越来越频繁,各电力企业对信息传播及时性、准确性、安全性和可靠性的要求越来越高,能否及时、可靠地交换信息,是电力市场能否实现的关键之一。将应用移植到Web环境下,不仅可以较为充分地满足这一要求,同时由于前端使用统一的浏览器程序,便于用户学习和掌握。另外,浏览器技术用于电力市场运营系统中的非实时系统已毫无问题,将其作为系统的人机界面,对减少系统的维护工作量非常有利。对于图的显示、实时动态数据刷新^[3]等存在的困难,利用CORBA,COM/DCOM,RMI和EJB组件服务技术以及ActiveX,Applet,JSP,Servlet客户端展示工作方式进行的解决尝试,在Intranet应用上已经可行,实践表明SCADA接线图和实时数据展示已不再是问题的瓶颈。电力市场运营系统体系结构可见图2。需要注意的是:分布式组件技术既适合建设B/S结构的应用,也适合应用于建设C/S 3层结构的应用,其差别仅在于信息通信机制和组件调用

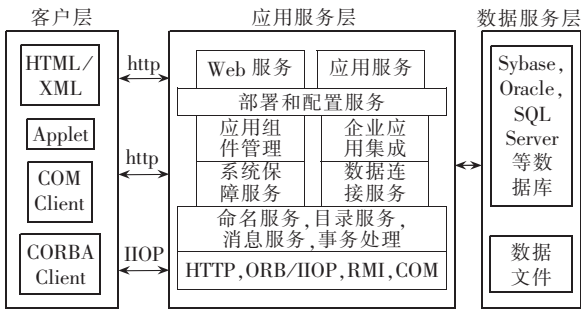


图 2 系统体系结构
Fig.2 System architecture

方式的不同。如在图 2 中,C/S 3 层结构的应用服务层不采用 Web,而是客户层应用由 COM/DCOM, CORBA 客户端通过 ORPC,IIOP 等运行协议机制直接调用部署在应用服务层的组件。

综上所述,电力市场运营系统采用基于分布式组件技术的、C/S 和 B/S 结构相结合的体系结构在目前阶段较为适合。对于相对固定的、实时性要求较强的应用模块采用 C/S 2 层或 3 层结构,而综合性、集成性和非实时性、需要与 EMS,MIS 及 TMR 等多种应用系统进行互联和系统扩展以及经常需要开发维护的应用系统采用 B/S 结构。利用组件技术部署应用服务,即可达到系统开发和应用的要求。

3 关键技术

3.1 基于 IEC 61970 CIM/CIS 的数据库平台

电力市场运营系统的扩展性以及现阶段电力市场运营系统的非一体化建设,都需要异构和互操作,如电力市场运营系统与传统的 EMS 等系统之间的互联。这就要求系统应该有相对固定的统一的数据库模型,电力市场初级阶段也是电力市场运营系统建立数据库的一个重要依据。为此,一些国际标准化组织已在电力系统某些方面建立了参考数据模型,如 IEC 61970 标准中的 CIM 模型,主要描述了电网的公用信息,建立了电力系统的数据模型,提出了一套标准化的设计规范^[7],解决了信息交换内容问题。采用这套规范可以保证数据结构定义的一致性,使不同系统之间直接交换数据成为可能。基于 IEC 61970 CIM 数据库平台,使得电力市场运营系统各应用软件之间建立了应用级的开放,其理想目标是实现“即插即用”,当前目标是解决互联和异构问题。

3.2 基于 CORBA 的分布式系统中间件平台

目前,电力市场运营系统已实现的应用软件子系统大多都是非一体化平台,新建系统和已有系统在硬件、操作系统、数据库和网络之间都存在差异^[8],基于 CORBA 的分布式系统中间件平台作为系统和底层不同硬件体系、不同操作系统之间的一个中间件软件包,可以有效地将上层应用和底层系统隔离开,同时为上层应用的设计与运行提供一种开发平台和运行环境,为系统的稳定、高效运行提供了可靠保障。中间件平台不仅可以组建稳定的局域网系统,同时借

助 CORBA/IIOP 有效地支持广域网系统。OMG 组织所制定的分布计算标准规范包括 CORBA/IIOP、对象服务、公共实施和领域接口规范。遵照这些规范开发出的分布式计算软件环境可以在几乎所有的主流硬件平台和操作系统上运行。现在 CORBA/IIOP 已成为 Internet 上实现对象互访的技术标准,OMG 的 IIOP 也成为许多公司系统集成的基本协议。其他流行的分布式对象结构还有 DCOM 和 EJB,目前只有 OMG 的技术在支持异构环境中大型分布式应用的开发方面具有一定的优势。对于 CORBA 在电力市场运营系统的应用,虽然 CORBA 的效率不高,主要原因在于采用对象代理方式,异构平台上组件之间通信是建立在 TCP/IP 之上的 IIOP,而非传统的网络管理采用 TCP/IP 协议。但采用 CORBA 的意义不仅仅是解决系统通信问题,它是贯彻 IEC 61970 CIM/CISIEC 61970 和 IEC 61968 UIB 的一个系统集成框架,可较好地解决系统异构和系统互联问题。选择合适的组件粒度可满足实时性要求。另外要注意的是,现阶段不要将 CORBA 组件的运用范围扩大化,即插即用只是软件的理想目标。由于前一种误区中 CORBA 的效率问题,组件的粒度不宜选得太小,运用 CORBA 技术比较现实的目标是减少系统接口的成本和时间,应用宜外部加封套和全部组件化两者相结合。

3.3 使用 XML 进行数据交换

XML 是广泛用于信息交换的标准语言,是用于标示具有结构性信息的电子文件的标示语言,也是一种开放的规范。其主要特点之一在于其非常适合异构系统之间的信息交换。因此,有些组织已将 CIM 模型、GOMSFE 模型等用 XML 语言描述,为开发电力市场运营系统提供了标准的数据交流的语言环境。XML 简单易读^[7],可以标注文本和二进制数据。异构系统之间采用 XML 作为通信媒介,可解决系统差异带来的影响,在已经普及的 Internet 上应用 XML,可进一步降低系统成本,并大大提高系统的可扩展性。由于 XML 既传递了数据,又传递了数据的逻辑结构,所以在存储时,如何保证不丢失 XML 的这些信息,成为关键的问题。目前,各大数据库厂商基于各自数据库系统提出了不同的解决方法,以数据为中心的 XML 与传统数据库技术的结合大多是通过中间件技术。基本原理是中间件位于 XML 与数据库之间,负责将 XML 分解为可由数据库存储的分散内容,或者将数据库内容组织为 XML 文件。XML 严密的逻辑结构可以准确描述 CIM 中类的定义和类的关系,XML 自定义的标签可解决如何描述 CIM 中的自定义类型。作为 CIM 模型的载体,XML 提供了一种独立于具体应用的方式,描述实体之间的关系。其传输、解析、处理都可以由独立的软件进行。

3.4 采用电子商务运作模式

电子商务从技术角度上讲是一种包括交换数

据、获得数据及自动捕获数据等多技术的集合体^[9],从贸易活动的角度是指利用简单、快捷、低成本电子通信方式,买卖双方不谋面地进行各种商贸活动。电力作为商品,其特有的配送体系从商务的角度能够满足电子商务运作的 3 个基础;满足用户需求的产品或服务、可靠的信用基础和支付手段、快捷的物流配送,并可以通过电子商务网站发布电力供求信息,利用 Internet/Intranet 技术实现广域范围内电力市场参与者之间的信息交换。网上交易和结算^[10]可以避免烦琐的现金交易结算过程,有利于提高电力市场运营的效率 and 效益。所以电力市场运营系统运作方式完全适合采用电子商务的运作模式,是发展的必然趋势。其实电力市场运营系统中的即时信息发布子系统也是部分采用了电子商务的运作方式。

4 结语

本文结合电力市场运营系统的特点,给出了一种基于分布式组件技术、采用 C/S 与 B/S 结构混合模式的实用可行的电力市场运营系统体系解决方案,并讨论了相关的关键技术。电力市场运营系统的体系结构并非一成不变,它应随电力市场自身的完善及计算机信息技术的发展而不断改进。

参考文献:

- [1] 张驰,周淑莉,吴健,等. 基于 Web Services 的异构组建互操作[J]. 计算机应用研究,2005,25(7):216-218.
ZHANG Chi,ZHOU Shu-li,WU Jian, et al. Heterogeneous components interoperability based Web Services[J]. **Research on Computer Application**,2005,25(7):216-218.
- [2] 刘清芝,胡仰栋. 面向对象的软件集成研究[J]. 计算机应用研究,2004,24(8):77-79.
LIU Qing-zhi,HU Yang-dong. Research on technology of object-oriented software intergeration [J]. **Research on Computer Application**,2004,24(8):77-79.
- [3] 宋燕敏,闵涛,曹荣章,等. 电力市场运营系统的自适应设计构想[J]. 电力系统自动化,2005,29(2):5-7.
SONG Yan-min,MIN Tao,CAO Rong-zhang,et al. Adapted design of electricity market operation system[J]. **Auto-**

- mation of Electric Power Systems**,2005,29(2):5-7.
- [4] 叶斌. 基于 XML,CORBA 和 Agent 分布式搜索研究[J]. 微计算机信息,2005,21(7):129-132.
YE Bin. Research on distributed search model on XML, CORBA and Agent[J]. **Micro-Computer Information**, 2005,21(7):129-132.
- [5] 侯云峰,刘睿,杨正洪,等. 多层次 Client/Server 应用开发指南[M]. 北京:电子工业出版社,2001.
- [6] 蔡忠林,林援朝. 基于 C/S 与 B/S 的电力调度信息系统[J]. 西北水利发电,2005,21(2):4-7.
CAI Zhong-lin,LIN Yuan-chao. Information management system of power dispatching based on combination of C/S and B/S[J]. **Journal of Northwest Hydroelectric Power**, 2005,21(2):4-7.
- [7] 金勇,许巧燕,尤钟晓. 用 CIM 与 XML 技术构造 EMS 统一信息交换模型[J]. 电力自动化设备,2002,22(4):45-47.
JIN Yong,XU Qiao-yan,YOU Zhong-xiao. Constructing common information exchange model with CIM and XML for EMS[J]. **Electric Power Automation Equipment**, 2002,22(4):45-47.
- [8] 吴文传,孙宏斌,张伯明,等. 基于 IEC 61970 标准的 EMS/DTS 一体化系统的设计与开发[J]. 电力系统自动化,2005,29(4):53-57.
WU Wen-chuan,SUN Hong-bin,ZHANG Bo-ming,et al. Design of integrated EMS/DTS based on IEC 61970[J]. **Automation of Electric Power Systems**,2005,29(4): 53-57.
- [9] 刘胜全,张明学,刘艳,等. 电子商务中撮合交易系统的研究与实现[J]. 计算机应用与软件,2005,22(9):75-76.
LIU Sheng-quan,ZHANG Ming-xue,LIU Yan,et al. The study and realization on matchmaking and transaction system in e-commerce[J]. **Computer Applications and Software**,2005,22(9):75-76.
- [10] 洪国彬. 电子商务基础教程[M]. 北京:高等教育出版社,2005.

(责任编辑:李育燕)

作者简介:

赖菲(1971-),男,陕西西安人,在站博士后,研究方向为电力经济与信息(E-mail:flai@mail.tsinghua.edu.cn)。

Architecture design and development technology of power market operation system

LAI Fei

(Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: The characteristics of PMOS(Power Market Operation System), such as expansibility, complexity, scheduling and security, and so on are summarized. Based on the comparison between C/S and B/S architectures and the distributed component technology, a C/S and B/S hybrid component-based software framework is proposed for PMOS. Several key technologies for its application in power market are also discussed, such as building data model by IEC 61970 CIM/CIS, implementing the software framework with CORBA, exchanging data by using XML, and using e-commerce.

Key words: power market; component technology; e-commerce