

基于中间件技术的电力市场辅助服务实时数据库设计

蔡瑞强, 程浩忠

(上海交通大学电气工程系, 上海 200030)

摘要: 以 COM (Component Object Model) 组件技术构建的电力市场辅助服务实时数据库系统, 通过基于组件技术的数据库访问中间件和基于可扩展标志性语言的数据库访问中间件, 实现了实时数据库与各种系统应用程序的交互访问, 不仅降低了系统开发的难度, 同时有利于系统的升级和后期维护工作。电力市场辅助服务实时数据库系统以三层模式为基础, 严格遵循 IEC61970 标准, 为电力市场环境下电厂自身加强对辅助服务指标监管, 保障机组经济运行提供了一个良好平台。

关键词: 电力市场; 辅助服务; 实时数据库; 组件对象模型; 中间件技术; 数据库访问中间件

Design of real time database of the auxiliary service in power market based on middleware technology

CAI Rui-qiang, CHENG Hao-zhong

(Department of Electrical Engineering, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200030, China)

Abstract: Based on COM (Component Object Model), a real time database of the auxiliary service in power market is designed. Two kinds of database access middleware technology, COM middleware and XML middleware are used to link the database with other application program and simplify system development. The technology is beneficial to system upgrading and maintenance. In power market, this system adopts three layers model and follow the IEC61970 standard to strengthen supervision of auxiliary service indexes and keep generators operating in an economic state.

Key words: power market; auxiliary service; real-time database; component object model; middleware technology; database access middleware

中图分类号: TM76

文献标识码: A

文章编号: 1003-4897(2007)12-0015-03

0 引言

随着华东电力市场逐步开展, 电力市场辅助服务必将成为各个电厂关注的一项重要内容。良好的辅助服务市场, 不仅有效确保了电力质量和电网的安全、稳定运行, 而且对电厂生产的经济性也会产生一定影响。现阶段, 电厂自身加强对辅助服务市场指标的考核是应对未来辅助服务有偿化的有效措施。因此, 构建辅助服务实时数据库, 实现辅助服务监控自动化具有重要意义。

1 组件对象模型技术

目前有影响的组件模型体系结构规范有 3 个: OMG 组织的 CORBA, Sun 公司的 Enterprise JavaBeans(EJB), 以及 Microsoft 公司的 COM / DCOM。UNIX 环境下采用 CORBA 较多^[1], 考虑到辅助服务实时系统基于 Windows 平台下, 因此采用 COM 技术。COM (组件对象模型) 是 Microsoft 提

出的一种组件标准, 它严格定义了如何编写模块以便应用程序能够访问组件。COM 接口不仅是一组可以调用的函数, 而且是组件及其客户程序之间的协议。

COM 技术不存在传统系统开发中代码可移植性差, 难以实现共享的问题, 只要遵循这一组件标准, 不同平台下开发的组件都可以通信, 实现了程序开发的跨进程、跨机器、跨语言通信。因此, 只要系统开发过程中始终保持各个组件接口标准化, 开发人员就可以有效地构建系统。此外, 实际系统使用后难免需要升级或者完善, COM 技术的应用使得开发人员只需更换相应的组件或者修改某些组件就可以实现。COM 技术在电力系统数据库设计中的应用已经在文献[2,3]中实现。

2 数据库访问中间件技术

中间件是位于平台(硬件和操作系统)和应用之间的通用服务, 这些服务具有标准的程序接口和协

议。针对不同的操作系统和硬件平台,它们可以有符合接口和协议规范的多种实现。中间件的引入为系统提供了一个相对稳定的应用环境。对于大型商用数据库而言,应用程序需要频繁地访问数据库,采用数据库访问中间件技术,不仅隔离了数据库与应用程序,同时可以提高数据访问的效率。目前对中间件技术的研究数据库访问中间件技术主要有两种:基于组件技术的数据库访问中间件和基于可扩展标记性语言 XML (eXtensible Markup Language) 的数据库访问中间件^[4,5]。

2.1 基于组件技术的数据库访问中间件

基于组件的数据库访问技术已经相当成熟,这种组件模型能解决网络分布计算环境中多种异构数据资源的互连共享问题,实现多种应用软件的协同工作。较为典型的有 OLE DB、ODBC、ADO 三种技术。

OLE DB 是 Microsoft 公司的数据库连接标准,它是一组 COM 接口组成的 ActiveX 接口。这些接口提供集中数据库管理服务。OLE DB 的两个基本结构是 OLE DB 供应程序和 OLE DB 用户程序。OLE DB 的存在为用户提供了一种统一的方法来访问所有不同种类的数据源。开放数据库联接 (Open DataBase Connectivity), 即 ODBC 是依靠分层结构实现的,可保证其标准性和开放性。ODBC 的体系结构分为四层:应用程序、驱动程序管理器、驱动程序和数据源。

ADO (ActiveX Data Object, ActiveX 数据对象) 是封装了 OLE DB 复杂接口的 COM 对象。它以极为简单的 COM 接口来存取各种不同的数据。ADO 可以直接由 OLE DB 来存取不同数据源的数据,也可以间接由 ODBC 来存取关系型数据源的数据。ADO 访问数据库前必须建立数据库连接 Connection, 然后通过创建 ADO 记录集 Recordset 就可以对数据库进行存取、创建、修改等工作。

2.2 基于可扩展标记性语言的数据库访问中间件

网络技术在电力系统中应用已经相当普遍,良好的数据库与网络交互技术有效地促进了电力生产自动化^[6]。XML 是 W3C (万维网联盟) 制定的用于描述数据文档中数据的组织和安排结构的语言,定义了利用简单、易懂的标签对数据进行标记所采用的一般语法,提供了计算机文档的一种标准格式。由于 XML 的自定义性及可扩展性,它足以表达各种类型的数据,解决了数据的统一接口问题。

在网络与数据库的交互访问中,基于 XML 技术的数据库访问中间件采用 XML 格式进行数据交换。中间件客户端的数据请求采用标准的 XML 格式,经

中间件服务处理后提交给数据库服务器处理,将结果返回中间件,最后中间件按照预先指定的标准将结果封装为 XML 格式的数据,返回请求服务的客户端。通过这种方式,不仅有效地利用了 XML 的优势,同时又避免了用户与底层的数据库打交道,提高了系统开发效率。

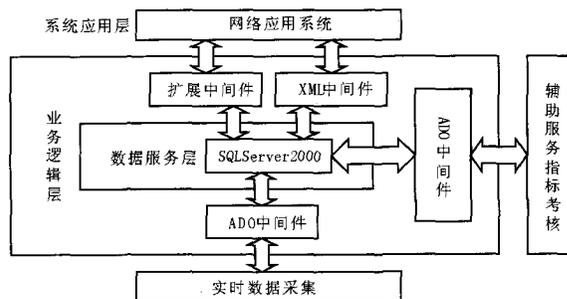


图1 辅助服务实时数据库系统设计

Fig.1 Design of real time database of the auxiliary service

3 系统设计

电力市场辅助服务实时数据库系统 (如图 1) 和其他电力系统实时数据库一样,具有数据量大、访问频繁等特点^[7]。因此实际构建辅助服务实时数据库系统时采用 SQL Server 2000 为基础。整个系统分为三个层次:系统应用层、业务逻辑层、数据服务层。在业务逻辑层,各个组件都以 COM 技术为基础,设计严格遵循 IEC61970 标准,便于系统的升级和完善。

3.1 实时数据采集

处于系统应用层的实时数据采集模块是整个实时数据库系统的核心,具有数据自动采集、数据处理、数据自动存储等功能,对数据的实时性要求较高。它主要采集电厂中机组的各种数字量、模拟量,例如发电出力、AGC 实时指令、一次调频动作开关量等信息。

由于系统采集时间间隔很短,导致系统需要处理的数据量很大,因此采用相应的 ADO 中间件专门负责采集数据工作,隔离应用程序与采集端的直接交互,其包含:

1) 数据库交互模块。及时将采集到的实时数据存储到辅助服务数据库服务器中,确保数据的实时性。

2) 数据校验 COM 模块。以 10 s 为间隔,对采集到的数据缓存处理,检查数据的连续性与正确性。处理后的数据与实时数据库中的数据核对,如果不同则更新数据库。

3.2 辅助服务指标考核

机组的辅助服务指标考核目前主要包括 AGC 机组的考核指标、一次调频考核指标、超铭牌出力考核指标等几个方面:

1) AGC 机组的调节速率反映了 AGC 机组响应增、减负荷指令的速率, 机组运行时必须达到 2% 额定容量/min。AGC 机组的可调范围是机组受控期间所能达到的机组出力调整范围, 必须达到额定容量的 40%;

2) 一次调频速率变动率是频率变动导致的一分钟内实际最大出力变动(标么值):

$$y = \frac{\Delta F}{\Delta P} = \frac{|F_0 - F_1| / F_1}{|P_0 - P_{\max}| / P_{\max}} \quad (1)$$

式中: P_0, F_0 为一次调频动作时机组出力值和频率值, P_{\max}, F_1 为机组最大出力值和对应时刻的频率值。

一次调频响应时间是一次调频动作时间, 反映了机组对电网频率变化的响应。此外还有一次调频动作次数、实际平均速率等指标。

3) 超铭牌出力持续时间、超铭牌出力的超发容量、累计超发的次数等指标反映了机组运行状态。

指标考核系统通过 ADO 中间件访问数据库服务器, 计算指定时间段的各类指标, 最后又通过该中间件返回到数据库中。通过监管机组各种辅助服务指标, 电厂运行人员可以及时了解机组运行状态, 保证机组的经济、安全运行。随着电力市场深入发展, 如果需要添加新的考核指标, 可以通过添加 ADO 中间件修改系统局部, 完善系统功能。

3.3 网络应用系统

随着电厂中各种 B/S 模式应用系统的普及, XML 对于扩展辅助服务系统的网络应用具有重要作用。在系统开发过程中, 针对数据库中的数据制定统一的 XML 规范, 可以有效地利用和管理数据库系统。XML Schema 定义 XSD (XML Schema Definition) 是一套 W3C 标准, 通过 Schema 描述系统中一类给定的 XML 文档, 它可以指定 XML 文档中出现的各个元素以及和某个元素相关的若干属性, 同时定义了关于 XML 文档的结构化信息, 避免 XML 文档出错。

网络应用系统结构如图 2。XML 中间件把数据转化为基于 XMLSchema 规范的 XML 报文, 使得各层之间传输的数据流实现 XML 化, 即数据的标准化, 便于描述不同复杂程度的数据。网络应用服务通过接口定义的各种访问方法与数据库交互: CreatXMLData() 创建指定类型的 XML 数据源, ModifyXMLData() 修正已有的数据源定义,

DeleteXMLData() 删除不用的数据源定义, 各种数据源可以根据需求不断完善。由于 XML 的数据语义和数据独立性, XML 中间件也具有跨平台数据交换和操作的优点。

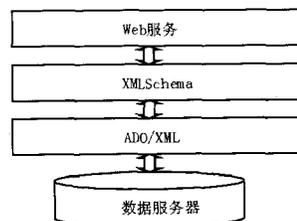


图 2 基于 XML 的中间件结构图

Fig.2 Structure of middleware based on XML

4 结语

基于 ADO 技术的中间件高效处理了实时数据采集问题, 同时为辅助服务监管指标的设计提供了灵活的解决方案; XML 中间件有力地拓展了辅助服务数据库系统的网络应用功能, 为实现电厂辅助服务信息自动化管理奠定了基础; 高效的三层系统开发模式, 提高了系统开发过程中的重用性, 降低了系统后期维护的难度。

总之, 以 COM 组件技术和数据库访问中间件为支撑的辅助服务实时数据库系统可以通过考核电厂辅助服务指标, 为电厂的经济、安全运行提供保障, 丰富了电力市场辅助服务管理手段。

参考文献

- [1] 何江, 吴杏平, 李立新, 等. 基于组件技术的电力系统实时数据库平台[J]. 电网技术, 2002, 26(3): 64-67. HE Jiang, WU Xing-ping, LI Li-xin, et al. A Component Based Real-time Database Management Platform[J]. Power System Technology, 2002, 26(3): 64-67.
- [2] 文本颖, 谈顺涛, 袁荣湘, 等. 基于 COM 技术的 SCADA 系统数据库设计与实现[J]. 电网技术, 2004, 28(14): 19-22. WEN Ben-ying, TAN Shun-tao, YUAN Rong-xiang, et al. Design and Implementation of Database of SCADA System Based on COM[J]. Power System Technology, 2004, 28(14): 19-22.
- [3] 但唐军, 陈星莺. 基于 COM 技术的数据库设计及其在电力监控系统中应用[J]. 电力自动化设备, 2002, 22(2): 23-25. DAN Tang-jun, CHEN Xing-ying. Database Design Based on COM and Its Application in Power Monitoring System[J]. Electric Power Automation Equipment, 2002, 22(2): 23-25.

(下转第 22 页 continued on page 22)

些密钥技术和加密算法;

3)许多系统采用多个通道的通信模式,常规的网络安全无法实施。

鉴于数据通信方式的多样性和来自信息非法访问的各种可能性,必须实施多层安全防护措施,如VPN仅保证传输层的安全性,不能保证应用层的安全性;必须采取附加的安全措施,如IEC62351-4所提供的应用层安全防护;此外,访问检测,访问名单控制,锁门技术,及其它的安全技术必须采用增加信息的安全防护措施后必须考虑对于系统性能的影响和对于网络带宽的影响。

4 结论

数字化变电站反映了数字化技术从变电站的二次设备向一次设备发展的必然趋势。本文综述了信息需求分类、信息合并等提高信息实时性的方法,以及几种针对性的提高网络信息安全性的技术。

参考文献

- [1] 殷志良. 变电站自动化系统过程层与间隔层串行通信研究[J]. 中国电力, 2004, 37(7).
YIN Zhi-liang. Investigation of Serial Communication Between Process Level and Bay Level of Substation Automation System[J]. Electric Power, 2004, 37(7).
- [2] IEEE TRPI 525-2003, Draft IEEE Technical Report on Substation Integrated Protection, Control and Data Acquisition Communication Requirements[Z]. 2003.
- [3] 黄文君. 实时控制系统网络设计[J]. 机电工程, 2000, 17(3).
- [4] 韩小涛. 基于 OPNET 的变电站二次回路通信系统仿真研究[J]. 电网技术, 2005, 29(6).
HAN Xiao-tao. Research on Substation Secondary Circuit Communication System Using Opnet Simulator[J]. Power System Technology, 2005, 29(6).
- [5] 高卓. 变电站的计算机网络安全分析[J]. 电力系统自动化, 2002, 26(1): 53-57.
GAO Zhuo. Analysis of Computer Network Security in Substation[J]. Automation of Electric Power Systems, 2002, 26(1): 53-57.
- [6] Boudaoud K, Network Security Management with Intelligent Agents[A]. In: Network Operations and Management Symposium[C]. 2000.
- [7] JIANG Tao, LIU Ji-ren. The Research on Dynamic Self-adaptive Network Security Model Based on Mobile Agent[A]. In: 36th International Conference on Technology of Object-oriented Languages and Systems[C]. 2000.
- [8] LIN Zeng. Multiple Intelligent Agent Supported Internet Security System: Issues, Current Solutions and a Proposed Approach[A]. In: IEEE International Conference on Intelligent Processing Systems[C]. 1997.
- 收稿日期: 2006-12-20; 修回日期: 2007-01-09
作者简介:
吴国威(1971-), 男, 硕士研究生。研究方向为继电保护及数字化变电站技术、信息技术在电力系统中的应用等。
E-mail: wu_guowei@zpepc.com.cn
- (上接第 17 页 continued from page 17)
- [4] 张海梁, 袁荣湘, 孙婉胜. 数据库访问中间件技术在 SCADA 数据库系统中的应用[J]. 电网技术, 2006, 29(17): 58-62.
ZHANG Hai-liang, YUAN Rong-xiang, SUN Wan-sheng. Application of Database Access Middleware Technology in SCADA Database[J]. Power System Technology, 2006, 29(17): 58-62.
- [5] 朱韵麓, 程代杰. 基于 XML 的分布式数据交换中间件模型设计[J]. 计算机工程与设计, 2003, 24(8): 35-38.
ZHU Yun-chi, CHENG Dai-jie. Design of XML-based Distributed Data Exchange Middleware[J]. Computer Engineering and Design, 2003, 24(8): 35-38.
- [6] 张小敏, 李晓明, 潘艳蓉. 基于数据库技术和 Web 应用的地方电网线损管理系统[J]. 继电器, 2006, 32(23): 62-65.
ZHANG Xiao-min, LI Xiao-ming, PAN Yan-rong. Energy Loss Management System of Local Electric Network Based on the Technology of Database and Application of Web[J]. Relay, 2006, 32(23): 62-65.
- [7] 赖明江, 耿英三, 张国钢, 等. 变电站自动化系统中实时数据库的研究[J]. 继电器, 2006, 34(2): 66-69.
LAI Ming-jiang, GENG Ying-san, ZHANG Guo-gang, et al. Study of Real-time Database Management System (RTDBMS) Applied in Substation Automation System[J]. Relay, 2006, 34(2): 66-69.
- 收稿日期: 2006-11-22; 修回日期: 2006-12-24
作者简介:
蔡瑞强(1982-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向为电力负荷预测和电力市场; E-mail: jacksin@sju.edu.cn
程浩忠(1962-), 男, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为电力系统电压稳定、电网规划和电能质量。