

基于 SOA 的海量准实时数据服务平台接入/访问研究

李绍飞^{1,2}, 汤朝波^{1,2}, 茅海泉^{1,2}

(1. 南瑞集团有限公司(国网电力科学研究院有限公司), 南京 211106; 2. 江苏瑞中数据股份有限公司, 南京 211106)

摘要: 电网数据已成为电力企业发展的重要资产, 但缺乏有效的技术手段对准实时数据进行高效的接入/访问; 从松耦合、可重复性、标准化等架构设计原则考虑, 通过数据接入方案和数据访问方案设计并实现了基于 SOA 技术的海量准实时数据服务平台; 平台通过设计的数据接入/访问工具将不同业务系统的准实时数据统一接入, 以测点形式有序集成, 并统一对外提供订阅、查询和获取所需数据访问服务来支撑业务应用; 同时通过平台电网模型同步与模型树建立和高级应用支撑的关键技术, 建立主网模型, 并借助变电站设备模型挂接完成主网与配网模型拼接, 形成电网标准的模型树, 实现电网准实时数据的高效集成和访问, 更好的满足电力企业准实时数据纵向贯通和横向交互的需求。

关键词: SOA; 海量平台; 数据接入/访问; 模型同步; 高级应用

Research on Mass Real-time Data Service Platform Access/requirement Based on SOA

Li Shaofei^{1,2}, Tang Chaobo^{1,2}, Mao Haiquan^{1,2}

(1. Nari Group Corporation/State Grid Electric Power Research Institution, Nanjing 211106, China;

2. China Realtime Database Co., Ltd., Nanjing 211106, China)

Abstract: Grid data has become an important asset of electric power enterprises, but the lack of effective technical means effectively real-time data access/requirement. Considering loose coupling, repeatability and standardized architectural design principles, the data access scheme and data requirement scheme are designed and implemented to realize real-time data service platform based on SOA technology. The platform USES data access/requirement tools designed to unify the real-time data of different business systems, orderly integration in the form of measurement points, and unified the provision of subscriptions, querying and obtaining the required data access services to support business applications. Meantime, the main network model is established through the platform grid model synchronization with model tree and advanced application support. Using the equipment model, finishing the main network and the distribution network model joining together, making the standard model tree of the grid, Realize the efficient integration and access of real-time data of grid, Satisfy the electric power enterprise real-time data interaction of horizontal and vertical penetration requirements efficiently.

Keywords: SOA; mass data platform; data access/requirement; model synchronization; advanced application

0 引言

随着电力信息化建设大力发展, 企业的信息系统规模不断扩大, 信息化水平稳步提升, 不同业务部门展现出多样化的信息应用系统, 这些系统拥有多元化数据存储和访问方式, 标志着电网企业已逐步走进数据为中心, 构建数字化企业的阶段。企业管理从“业务驱动”逐渐转向“数据驱动”就需要电网体系的不同业务系统各类海量数据高效共享和交互, 将数据转化为核心资产, 充分挖掘数据资产价值。如何更好的实现电网中各业务系统之间数据资源纵向贯通和横向交互, 将“数据驱动”电网企业的发展落到实处, 已成为电力企业信息化工作深入发展的主要内容。

我国的部分地区和学者已经就电力系统数据接入和访问展

开研究, 从早期的点对点接入访问技术开始, 国家电网公司提出了点对点整合的总体方案, 逐步建设生产控制区数据平台和满足管理信息区应用的调度生产数据平台, 该种接入访问技术结构可满足早期业务个数较少时的应用需求^[1]。随着电力企业信息化水平提升, 有电力企业采用基于 EAI 方式进行数据接入访问, 如贵州省电力公司采用该技术将业务指标等, 在多个企业应用系统之间实现集成, 进行信息共享^[2]。EAI 技术节约了接口数量, 使得系统更加灵活, 但由于电力系统的技术标准、规范和数据量的增多, 使得 EAI 也有很大的局限性。面向服务架构(SOA)的接入访问方式可以很好的解决当前的问题, 上海市电力公司基于面向服务架构技术构建了集成 PMS、营销系统、ERP 的平台并为电力各类业务系统和数据库提供服务^[3], 有学者提出一种基于面向服务架构的电网调度控制系统架构的解决方案来针对传统电力业务系统集成的高耦合度问题^[4]。这些相关的研究都为本文奠定了坚实的基础, 为了实现电力系统海量实时数据的集约精益化管理, 满足网、省电力公司各业务应用对实时数据进行高效横向贯通与纵向交互的需求, 本文设计电网统一的海量准实时数据服务平台(以下简称海量平台)并着重分析了数据的接入访问方案和关键技术。

收稿日期: 2017-09-12; 修回日期: 2017-10-10。

基金项目: 海量准实时数据服务平台建设项目(036100HK4114004-003)。

作者简介: 李绍飞(1989-), 男, 江苏南京人, 硕士, 主要从事技术经济以及大数据处理和分析方向的研究。

1 基于 SOA 的海量准实时数据服务平台系统分析

海量平台是电网面向数据资源统一管理及针对实时数据管理的有力支撑平台, 是智能电网发、输、变、配、用、调度 6 个环节的业务数据整合、信息共享、应用分析以及统一访问的场所, 是为智能电网各业务应用——特别是跨专业跨部门的综合业务应用在实时历史数据层面提供技术支持的信息基础设施。平台基于 SOA 强调松散耦合、可重复性、标准化、隔离关注等设计原则, 遵循 SOA 技术路线进行规范化、服务化、标准化设计和开发, 采用多层架构设计, 总体分为存储层、服务层、SOA 层、应用层, 最大程度上提升平台数据接入/访问性能^[5]。基于 SOA 海量平台总体架构如图 1 所示。

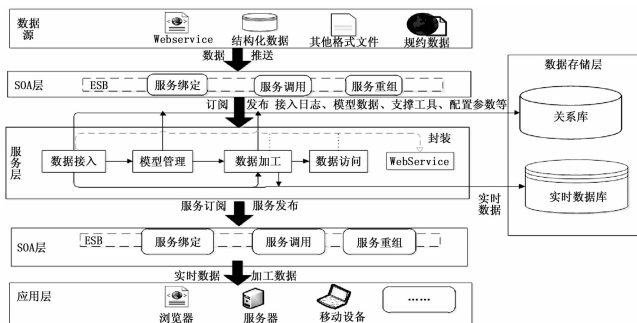


图 1 基于 SOA 海量平台总体架构

存储层: 主要是对平台资产模型、实时数据、元数据、采集配置数据、及平台支撑数据的存储。为保证实时数据的插入与查询效率采用关系数据库与实时数据库两种类型数据库混合使用的方式存储, 其中关系库采用的是 Hibernate、和 JDBC 相结合的读写方式用于量元数据、模型、平台支撑数据、采集配置数据等存取。时序数据库为重要的技术手段, 采用高效的数据缓存机制、特定的数据压缩方式存储各种准实时数据, 支持 SQL、ODBC 等多线程访问方式。针对文件类数据, 提供单独的文件访问组件^[6]。

服务层: 主要是平台多种基础服务如数据加工、模型管理、数据接入、数据访问等。基于 Spring Framework, 采用 Spring 的事务管理机制, 同时采用反射技术、JMS 消息队列技术、Quartz 调度技术等便于上层系统和应用灵活调用, 实现数据文件、服务提供者和数据源之间的数据映射和解析, 消除数据接入/访问平台的差异^[7]。

SOA 层: 业务部门或应用系统与海量平台在 SOA 层进行数据接入/访问。平台通过企业服务总线上发布/订阅的方式提供给业务部门或应用系统的访问者^[8]。通过企业服务总线进行统一的访问, 不涉及平台的具体的服务功能设置、技术支撑、实现方式等。在 SOA 层数据服务与其他 Web 服务具有同等性, 都可以通过企业服务总线进行访问, 数据服务也可以被传统的 Web 服务所调用。

应用层: 服务请求者展现出多元化, 可以是对访问的数据作进一步的分析、转换业务的应用系统, 也可以是对数据做转换显示的浏览器客户端或移动设备客户端等设备。

2 基于 SOA 海量准实时数据服务平台接入/访问方案

在 SOA 中不同业务系统需要服务调用来完成交互, 海量

平台系统由多个松耦合的模块构成, 下面重点讨论数据接入和访问部分的方案设计。

2.1 基于 SOA 海量平台数据接入方案

服务是 SOA 技术中重要的组成元素, 是指使用开放、中立的标准来定义格式和传输协议接口规范的功能。为降低服务之间的耦合关系实现更有效的服务管理, 将企业服务总线 (ESB) 的概念引入 SOA 中。企业服务总线提供了事件驱动导向的处理模式和分布式的运行管理机制, 支持基于内容的路由和过滤, 具备了复杂数据的传输能力, 让不同的应用服务器协调运作, 实现了不同服务之间的通信和整合^[9]。

在海量平台数据接入服务请求中通过服务查询搜索功能只需提供如服务的应用类型、数据接入服务提供方 (源系统) 等信息, 由总线动态路由决定分发, 交互的双方无需绑定, 消除了参与集成不同业务部门系统的硬件平台、支撑技术、网络和物理架构等区别。总线以 SOAP 作为消息格式, 支持 JMS 消息列队的标准传输协议, 数据接入服务请求方和提供方进行服务注册与 JMS 队列的创建, 进行权限验证后, 数据接入服务请求方按照提供方规定的格式将消息发送到指定地址, 最后总线再以数据接入方认可的格式返回结果。海量平台数据接入流程如图 2 所示。

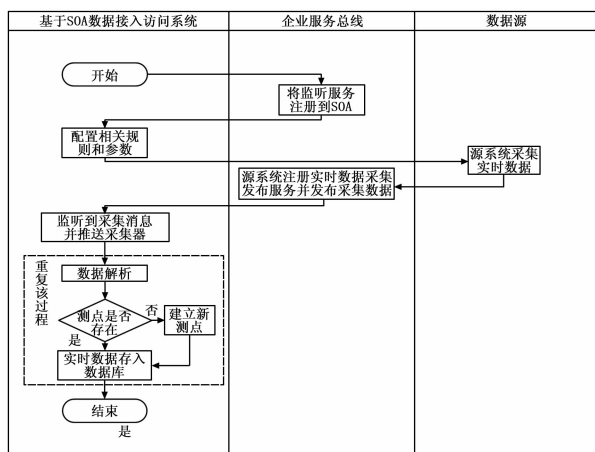


图 2 海量平台数据接入流程图

数据接入服务功能的作用是将不同业务系统的实时数据通过该接入工具统一接入海量平台, 存入时序数据库中, 而不再需要各现场针对不同业务系统自己单独开发数据接入程序, 从而保证各现场都能够高效、实时、统一的接入数据。具体的步骤如下:

- 1) 将海量平台的不同业务系统 (电网源系统) 实时数据接入监听服务并分别注册到 SOA 服务总线。
- 2) 海量平台数据接入服务模块配置接入任务调度参数、数据解析规则、测点及测点值创建规则等参数。
- 3) 数据源 (不同业务系统) 采集实时数据并形成采集消息 (该消息的消息体附有采集的实时数据)。
- 4) 不同业务系统通过注册的实时数据采集发布服务, 向 SOA 企业服务总线发布数据采集消息。
- 5) 海量平台的不同业务部门系统实时数据接入监听服务监听到采集消息, 接收消息体信息并推送给采集器。
- 6) 海量平台的采集器接收到采集消息体信息后, 根据预先配置的解析规则, 将消息体信息解析成海量平台可以存储的

测点和测点值组合数组。

7) 采集器根据海量平台关系库中的配置, 检测测点是否存在, 如果存在, 保存测点的测点值, 否则先创建该测点, 再保存该测点的值存储到时序数据库中。重复该步骤直到所有测点以及测点值保存完毕。

8) 记录日志信息, 结束服务。

2.2 基于 SOA 海量平台数据访问方案

海量平台使用开放的 XML 标准来描述、发布、协调和配置应用程序, 发挥 WebService 应用程序具有低耦合的、独立的、可编程的优势, 开发分布式的互操作的应用程序^[10]。基于 SOA 海量平台数据访问方案支持消息的单向发送和发布/订阅模式, 平台将 UAPI、CIS、SQL 数据访问接口封装成 WebService, 并注册到 SOA, 其他业务系统就可以通过调用访问海量平台发布的 WebService 来访问平台中的准实时数据及历史数据。其海量平台访问流程如 3 图所示。

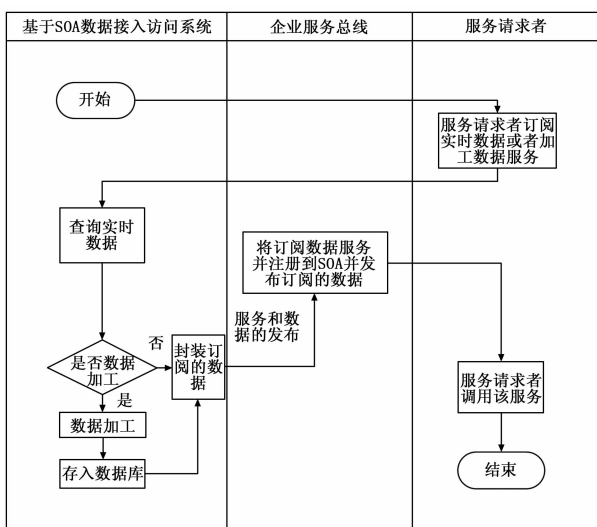


图 3 海量平台访问流程图

该 SOA 访问方案由数据访问服务提供者, 数据访问服务请求者和企业服务总线组成, 它们作用分别是服务发布, 服务查找访问和服务绑定。数据访问服务提供者通过总线发布服务, 访问服务请求者通过总线订阅、查询和获取所需的服务, 使得数据访问服务提供者和服务请求者进行高效交互。根据不同业务需求在 SOA 中还可以将服务进行组合形成新的服务。海量平台数据访问的流程如下:

1) 业务系统或应用在 SOA 企业服务总线中订阅所需要的实时数据;

2) SOA 企业服务总线将客户端订阅的数据项发送给海量平台, 业务应用系统可以根据访问数据量大小和数据频率来订阅不同的访问方式。

3) 海量平台根据订阅信息查询该业务系统或应用订阅的实时数据。

4) 在订阅信息中查看该数据是否需要加工, 若是通过数据加工服务加工的数据并存入数据库, 数据访问服务模块将实时数据或加工数据服务或接口封装好。

5) 平台将该服务注册到 SOA 中, 申请服务接入测试, 待权限验证和测试完成后, 向 SOA 企业服务总线发布数据访问服务消息 (该消息的消息体附有采集的实时数据), 以 Web-

Service 提供原子服务;

6) 企业服务总线对服务进行测试, 接入通过测试的服务, 根据服务设计装配发布服务, 给出 WSDL 地址, 从而服务请求者可从总线中查看到所需服务的注册信息;

7) 业务系统或应用设置访问服务请求者信息, 包括请求者所属系统名、用户名称、用户密码和调用服务类名等;

8) 按照服务描述信息, 根据服务要求的格式对服务的参数以及服务返回值的数据类型的 Class 对象进行设置。

9) 设置要调用访问服务方法以及 WSDL 文件的命名空间等信息。

10) 通过 RPC 远程过程调用 (Remote Procedure Call Protocol) 方式调用访问服务。平台提供 WebService 接口封装下的多种数据集成服务访问方式, 业务应用系统在访问海量平台时根据访问数据量大小和数据频率来选择不同的访问方式。

11) 获得所调用访问服务的返回结果, 记录日志信息, 结束服务。

3 关键技术

3.1 电网模型同步与模型树建立

海量平台涉及大量业务系统数据资产信息统一接入和访问, 这就需要电网模型的支撑。设备模型主要是通过模型匹配功能建立从数据资源管理平台 (负责电网主数据模型的维护) 同步过来的生产设备模型与从各地市接入的调度设备模型的映射关系, 并提供符合 CIM 规范的电网统一设备模型视图, 提供从生产设备角度访问电网运行历史/准实时数据的途径。

本文基于 SOA 海量平台与电网数据资源管理平台进行模型数据的同步, 并根据对模型文件进行梳理建立电网模型树。该技术的工作原理, 如图 4 所示。

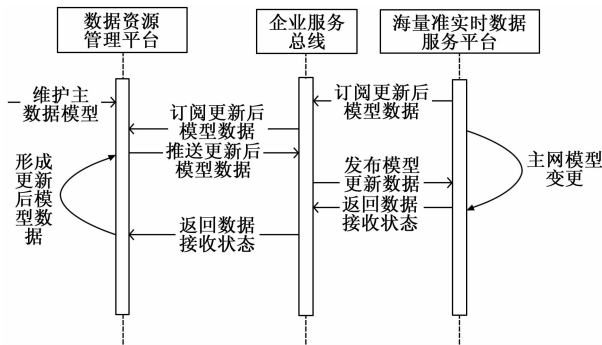


图 4 电网模型数据交互时序图

由于电网设备繁杂且不断更新, 电网模型相关数据也不断更新, 需要海量平台实时同步电网模型数据。首先海量平台在企业服务总线上订阅更新后模型数据, 总线将客户端订阅的数据项发送给数据资源管理平台, 数据资源管理平台查询订阅数据项并形成更新后的模型数据, 推送给总线。然后总线将更新后模型数据分发给海量平台, 海量平台接收来自总线的更新后的电网模型数据, 返回数据接收状态。最后海量平台根据数据内容相应更新电网模型数据的本地副本, 实现与资源管理平台的模型同步。

基于以上的电网模型同步过程, 通过海量平台对电网模型的统一梳理和设备匹配, 如断路器、隔离刀闸、母线、变压器、变电站等设备, 建立主网模型并在 110/35 kV 变电站通过变电站名称实现模型挂接, 完成主网与配网模型拼接并延伸到

量测端,形成电网标准的模型树,易于数据接入存储和业务部门的数据访问及分析。电网模型如图5所示。

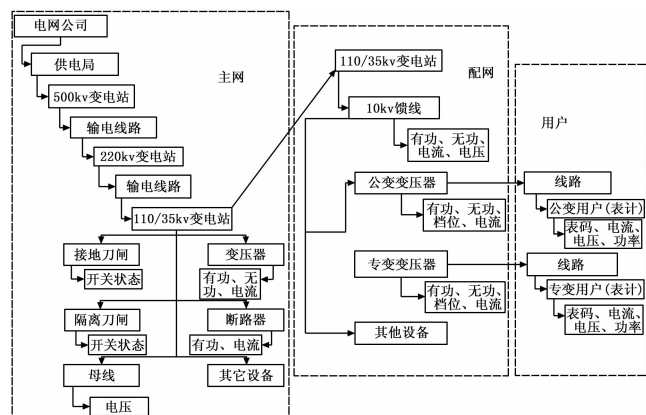


图5 电网模型树

3.2 高级应用的支撑

海量平台通过提供数据加工服务,分析计算接入模型和实时数据为相关业务部门提供高级应用支撑。数据加工是根据具体需求基于现有的实时数据进行计算、统计等生成更加有价值的信息,供其它业务应用和分析辅助决策类应用使用,数据加工服务包括计算引擎、计算规则库管理、统计服务三部分的内容。计算引擎通过时间、优先级等配置策略,执行对应的计算算法,生成计算结果,并作为测点的结果值和状态转存到数据库中。计算规则库管理负责对计算测点的计算规则进行管理,提供方便、友好的界面供用户离线或者在线定义计算量和计算公式。数据统计负责根据配置,获取所需要的数据,进行统计计算,并将结果保存在实时数据库或者关系数据库中。

海量平台通过数据加工服务制定支撑停电计划优化和故障停电后的恢复问题方案,有效减少停电损失。

支撑停电计划优化是将停电计划优化功能植入客户停电时间统计模块功能的停电计划管理流程中,考虑可靠性预计算、重复停电、负荷转供能力、工作量、重要用户需求等方面的因素,进行综合优化,形成正式停电计划。因此在评估负荷专供能力的过程中,基于主网拓扑关系分析专供前后的被专供主变负荷是否超载,以及专供后的被专供线路的负荷是否满足要求等分析,需要使用到主配网实时负荷数据,可按1分钟、15分钟、30分钟、1小时以及1天的时间维度来进行分析,为停电计划审批提供科学的依据。

故障后快速复电主要涉及故障辅助定位。故障辅助定位则是通过基于GIS技术的可视化监控,海量平台把属于同一单故障停电的实时数据显示在一起,再利用线路的运行信息,包括历史跳闸的情况、实时负荷信息、故障线路历史的故障情况及线路的缺陷等信息分析,方便指挥人员快速判断故障的类型及故障发生线路、区段或台变,从而抢修指挥人员快速找到故障点。

4 工程应用

本文成果已在南方电网公司海量准实时数据服务平台工程中得到了实际应用,南网海量平台采用二级部署,即海量平台部署于电网公司总部、广东省公司,省公司海量平台通过实时数据服务总线,形成网、省同步,省级和总部海量平台通过企业服务总线提供对外数据访问、查询等服务。平台主要集成资

产管理信息大区的设备在线监测系统、能量管理系统、配网自动化系统、计量自动化系统和生产大区调度系统等数据,给营销管理系统、数据中心和电力需求侧等提供了数据访问以及数据分析的支持。图6为南网海量平台的数据访问管理界面。



图6 南网海量平台数据访问管理界面

基于SOA海量平台在南方电网的应用,实现了高效的数据接入/访问,达到以下效果:一是定时获取不同业务系统模型和实时数据,经过模型梳理和设备匹配后装载到数据库中,既满足了对生产和管理数据信息的整合,又给各业务部门提供了统一、灵活的数据接口服务。二是通过海量平台对接入的多业务系统实时数据的分析和处理,有力的支撑了高级业务应用。三是建立企业级海量平台,通过企业服务总线满足了线上订阅等实时业务系统运作的需求,缓解了基于企业内部数据中层的负载、效率等问题。

5 结语

本文对电力不同业务系统的数据接入和访问进行了研究,设计海量准实时数据服务平台和数据接入/访问方案时采用SOA技术架构,从而保证该平台的适应性和扩展性,满足横向数据贯通和纵向数据高效交互的需求,同时基于SOA平台同步电网模型数据、建立模型树以及数据深层挖掘为电力企业的业务部门数据访问和高级应用提供了有力支撑,该平台和数据接入/访问方案也在南方电网也得到了良好的实践。

参考文献:

- [1] 石俊杰,李毅松,彭清卿,等. 国家电网公司调度系统数据整合总体方案的思考[J]. 电力信息与通信技术, 2006(6): 28-31.
- [2] 葛松. 数据集成在贵州电力企业应用集成中实现方式的研究[D]. 重庆:重庆大学, 2004.
- [3] 唐跃中,曹晋彰,郭创新,等. 电网企业基于面向服务架构的应用集成研究与实现[J]. 电力系统自动化, 2008, 32(14): 50-54.
- [4] 毕艳冰,蒋林,王新军,等. 面向服务的智能电网调度控制系统架构方案[J]. 电力系统自动化, 2015(2): 92-99.
- [5] 石海潜. 基于SOA的多源空间数据集成访问技术研究[D]. 长沙:国防科学技术大学, 2011.
- [6] 韩琳. 数据服务平台的服务发布和数据访问研究[D]. 武汉:华中科技大学, 2012.
- [7] 蔡海尼,何盼,文俊浩,等. 面向服务架构的数据服务在数据访问中的应用[J]. 重庆大学学报, 2009, 32(10): 1208-1213.
- [8] 张广胜,蒋昌俊,汤宪飞,等. 面向服务的企业应用集成系统描述与验证[J]. 软件学报, 2007, 18(12): 3015-3030.
- [9] 谢继晖,白晓颖,陈斌,等. 企业服务总线研究综述[J]. 计算机科学, 2007, 34(11): 13-18.
- [10] 韩琳. 数据服务平台的服务发布和数据访问研究[D]. 武汉:华中科技大学, 2012.