

基于SOA的用电采集数据分析与智能监测系统的设计与实现

充分利用用电信息采集系统的海量数据，有效地整合智能电网中各类生产管理系统和自动化系统的数据资源和应用，采取基于面向服务的体系架构，结合数据集市技术，设计用电信息采集数据分析与智能监测系统的基础框架，通过阐明系统架构和功能，以及系统设计采用的关键技术与实现方式，通过一体化数据建模、服务组件和企业服务总线等技术，解决不同系统间的异构数据交互，并使用J2EE技术进行了系统实现。

马晓东¹ 李珏¹ 吴少雄² 王军²/1. 苏州供电公司 2. 国网电力科学研究院 (南京)



马晓东/高级工程师

关键词/Keywords

SOA ·
用电信息采集 ·
企业服务总线 ·
数据集市 ·

0 引言

国家电网公司从2009年开始推进电力用户用电信息采集系统（以下简称用采系统）建设，截止2014年，大部分国家电网省公司已经基本完成直供直管用户的“全采集”、“全覆盖”和“全费控”建设目标，采集数据项包括负荷、电量、电能质量、电能表示值和事件等信息。经过多年的应用，积累了大量有价值的海量数据。为深入挖掘用采系统的数据应用价值，提升电力公司配电网精益化管理能力，用电信息采集数据分析与智能监测系统（以下简称用采分析与监测系统）以用采系统数据为基础，通过数据集市技术整合结合营配集成、生产信息管理系统（PMS）、营销系统和GIS等的应用和数据，针对配电网的设备运行状态、电能质量、供电可靠性、线损分析、应用评价和用户用电行为的在线监测和智能分析进行了研究与实现。^[1-2]

1 基于服务的技术架构

1.1 面向服务构架

面向服务的架构（Service-Oriented

Architecture, SOA）是一个组件模型，它将应用程序的各个模块称为服务，通过对这些服务之间定义接口或规约将它们联系起来。接口和规约采用中立的、基于标准的方式进行定义，独立于实现服务的硬件平台、操作系统和访问对象，这使得构建在各种各样的系统或数据平台中的服务可以以统一和通用的方式进行交互。SOA通过指定一组实体（服务提供者、服务消费者、服务注册表、服务条款、服务代理和服务契约），并将它们发布到服务代理。服务请求者（或称为客户端）可以使终端用户应用程序或其他的服务，发现并调用其他的软件服务来提供解决方案。服务代理者产生由服务提供者发布的软件接口^[3]。SOA参与者包括：服务提供者、服务代理者以及服务请求者。三个基本操作为：发布、查找和绑定相互作用。服务提供者向服务代理者发布服务，服务请求者通过服务代理者查找所需的服务，并绑定在这些服务上。

1.2 数据集市

数据集市是面向企业范围内的主题^[4]。把原始数据从数据仓库或系统分流入不同的部门从而形成各个数据集市，以支持这些部门的定制化使用。一个数据集市就是面向部门和工作组的数据集合，其数据源主要来自数据仓库和其他数据源。数据集市大都采用多维数据库技术，通过对数据的预处理换取运行时的高速度，使用多维数据库建立以支持查询统计为主的数据集市优化了查询效率。

1.3 企业服务总线

企业服务总线（Enterprise Service Bus, ESB）从面向服务的架构发展而来，是传统中间件技术和XML、WebService等技术结合的产物^[3]。在SOA架构中，ESB是实现服务间智能化集成和管理的中介，它提供了服务管理的方法和在分布式异构环境中进行服务交互的功能。服务交互双方不直接交互而是通过ESB进行交互，服务请求者发送服务请求到服务总线，服务总线将请求转给服务提供者，得到响应消息后再转给服务请求者，因此服务提供者的地址和传输协议对服务请求者来说是透明的。ESB功能如图1所示。

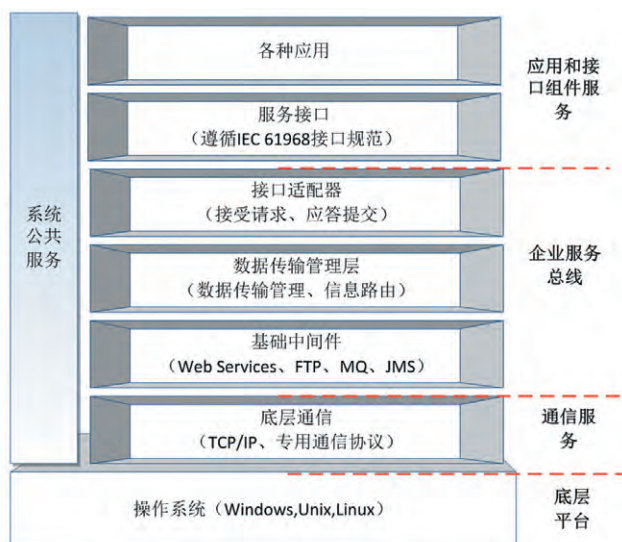


图1 ESB 功能

2 系统架构和功能

2.1 系统架构设计

基于SOA的用采分析与监测系统需要对用电信息采集、营销业务、PMS、EMS和营配集成等多个系统数据进行整合和处理，各个系统作为服务的提供者注册到基于IEC 61968CIM标准的企业服务总线上^[5]。通过同步传输、异步传输、发布与订阅等方式实现数据收发功能，成为即取即用的资源，以松耦合的方式实现数据的共享，达到信息整合和快速响应的目的。系统架构图如图2所示。

用采分析与监测系统由数据服务层、服务管理层、服务整合层、后台统计层、应用整合层和表现层组成。服务基础环境主要包括企业服务总线ESB和相关的服务集中管理监控进程。对于用电信息采集系统、生产MIS系统和营配集成等系统的接

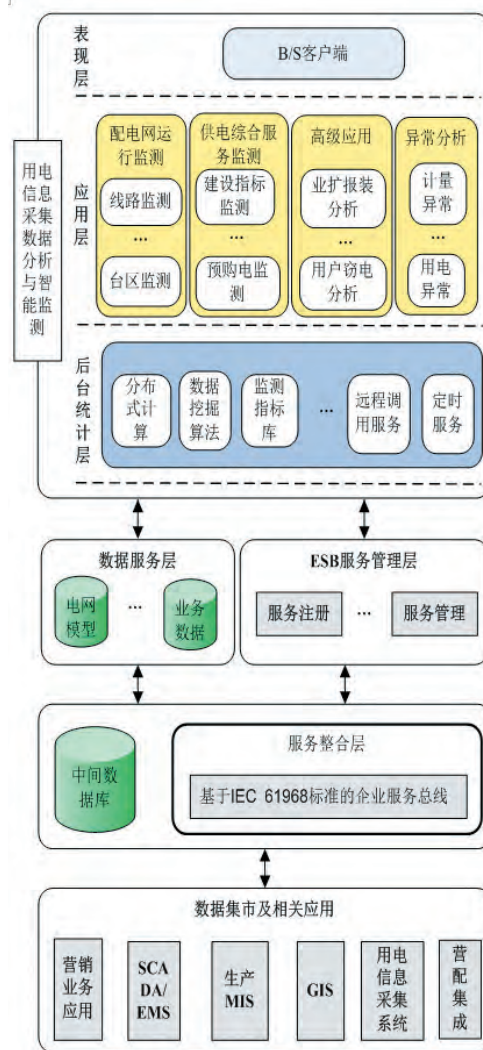


图2 系统架构图

入方式采用接口适配器的方式接入ESB，通过RDF（Resource Description Framework）技术，自动完成61968CIM及自定义扩充模型到一体化统一模型的封装和转换，实现与其他业务应用之间的交互^[6-8]。

用采分析与监测系统的服务层主要功能如下：

1) 数据服务层负责根据业务规则建立统一的数据模型，将应用和基础数据源分开，实现表现层和数据源的松耦合。数据服务层提供的数据包括：电网模型数据、各类用电采集数据和其他数据（如用户和设备档案）等，数据服务层提供的的数据以XML的形式在应用间传递。

2) 服务管理层主要实现用采分析与监测系统本身的服务注册、服务管理和告警等功能。用采分析与监测系统在获取基础数据，进行数据的归类 and 整理后，可以再通过服务的方式将

数据进行封装和发布，供服务展现层调用；封装的服务通过向ESB的UDDI（Universal Description, Discovery and Integration）注册，可供其他外来系统，如营销业务管理系统使用，此时用采分析与监测系统又成为服务提供者。

3) 服务整合层根据业务逻辑对业务进行梳理和整合，形成各种原子服务和组合服务，供应用整合层调用。用采分析与监测系统提供的重要服务包括：数据访问服务、能效分析服务、权限服务、告警服务和报表服务等。

4) 应用整合层根据客户需求和系统业务流程，调用不同的业务服务，组成较高层次的复合应用，最后展示给用户。系统根据用户业务的不同分为配电网运行监测、供电综合服务监测、计量异常监测、高级应用和流程管理等应用。

5) 表现层是用采分析与监测系统的主要数据展现平台，通过与GIS整合形成一体化展现平台，并通过人性化的界面展现数据分析结果。

2.2 系统交互设计

用采分析与监测系统涉及的外部系统众多，数据格式复杂，如果不进行全局规划和设计，就会出现众多格式的系统交互接口，不仅难以维护，开发量大而烦琐。由于用采分析与监测系统涉及到的大部分外部系统的数据模型基本都符合IEC 61968标准，同时针对用电信息采集系统和营销系统的模型进行简化，将其进行转换成IEC 61968标准进行数据交互，这样一来通过一个基于IEC 61968标准的ESB能够实现多系统之间的信息交互。系统交互图如图3所示。

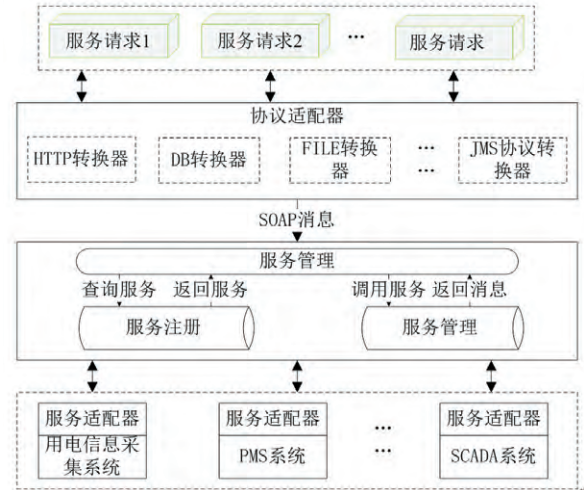


图3 系统交互图

2.3 系统功能

用采分析与监测系统从公司生产运营监控层面出发，针对国网、省公司和市县三级管理单位，从电网安全生产、供电综合服务和异常在线监测三类主要业务进行在线监测、自动分析和综合评价，并在此基础上结合进行数据挖掘与深化应用，实现多维度的分析结果用于生产管理和公司经营的辅助决策，其主要功能如下。

(1) 配电网运行监测

基于用电信息采集系统提供的负荷与电量数据，结合PMS的设备信息和GIS的地理信息建立配电网监测指标评价体系，其评价体系由网架水平、装备水平、设备运行状况和供电能力四部分组成。根据供电区域的配电网，通过对区域和设备负荷分布、用电特征、停电事件、电能质量、线损、有序用电和容载比等指标进行监测，建立多维度指标集对配电网运行进行监测、分析和评价。分析结果基于GIS和地图进行一体化展现，将影响配电网运行的严重异常和分布范围在GIS上进行全景展现，为配电网运行监测、调配一体化监控、线损分析和异常处理提供全景监控与个性化的分析界面。

(2) 供电综合服务监测

用采分析与监测系统从采集功能应用、营销自动化、用电营销、客户服务和电费回收等不同业务角度，实现对用电信息采集建设、采集装置可用率、自动化抄表核算、供电可靠性和费控成功率等监测功能，辅助供电公司加强营销稽查工作，满足国网公司提出的“客户全生命、购售电全过程”的管理要求，以及对供电综合服务进行量化、细化的评价要求。

(3) 异常监测与分析

系统通过对异常用电行为、供电质量、计量装置和采集装置工况的监测^[9]，结合异常用户和装置的档案信息、用电特征及异常波动进行综合分析，辅助供电公司及时诊断计量和采集装置的问题，发现供电质量问题和用户违约用电、窃电行为，提高异常处理的时效性。

(4) 高级应用

系统根据监控需求设计数据挖掘算法库和分析诊断模型库，在充分利用用电信息采集系统与

营销、EMS和PMS系统数据集成的成果，从多维度负荷与用电量趋势预测、配电网规划、配网检修计划编制、线损高损分析、违约用电、窃电和装置质量评价等业务出发，通过对数据的二次分析和深化应用，发现隐藏的问题或规律，为供电公司开展供用电综合服务水平评价、配电网经济运行与规划提供辅助决策。

3 关键技术与实现

系统基于SOA架构设计，其关键技术包括动态ETL数据抽取技术、XML报文处理技术和数据交换技术。

3.1 动态ETL数据抽取技术

为实现快速和灵活的从外部系统抽取数据，系统ETL采用三种方式提高数据抽取效率和保持数据一致性：第一，时间戳方式，通过检查系统时间与时间戳字段的差异，决定进行何种数据抽取，针对源数据抽取相对清楚简单，速度快。可以实现数据的递增加载；第二，添加系统日志表，当业务数据发生变化时，更新维护日志表内容，当作ETL加载时，通过读日志表数据决定加载哪些数据及如何加载；第三，Web Services方式，针对档案或设备的变化，ETL实时读取变化数据，推送目标数据源^[10]。

3.2 XML报文处理

XML报文具有良好的数据结构表现能力，为避免格式不规范，系统设计了一系列的工具类和包，作为ESB平台起到统一数据报文格式的作用。系统与外部通过ESB进行消息交互就是通过标准格式的XML报文以soap消息为载体进行传输，并根据安全性要求，对XML报文进行加密、解密；系统对XML报文进行拆包处理得到业务数据并进行入库操作；系统通过Schema和DTD约束。系统集成平台可以对自身发起的业务进行数据打包时严格检验；对于其他接入集成的平台的系统请求，利用XML Schema来对数据的格式规范进行规定。

3.3 数据交换技术

系统严格按照IEC 61968模型和国家电网公司定义的信息标准，规范化地定义和描述与数据交换相关的数据元、数据字典和数据交互目录，制

定设备档案与现有电网GIS集成数据作为图形交互的数据规范，实现系统档案数据与模型同步更新。同时，针对超大数据（如超大文件、超大数据库等），ESB在常规数据交换的基础上，设计特殊交换技术，涵盖到数据交换的所有情形。

4 结束语

随着智能电网建设的不断发展，供电企业、不同行业和类别的用电用户都对供电可靠性、电能质量和互动式服务提出了新的要求，本文探讨了基于SOA的用采分析与监测系统的设计与实现，根据SOA架构的思想对系统进行分层设计，结合GIS对实现各项监测指标全景展示和个性化分析。用采分析与监测系统和SOA设计思想的融合研究对于智能用电的应用具有重要的意义，在实际应用中得到用户的好评和认可。

参考文献

- [1] 刘振亚. 智能电网技术[M]. 北京：中国电力出版社，2010.
- [2] 胡江溢，祝恩国，杜新纲等. 用电信息采集系统应用现状及发展趋势[J]. 电力系统自动化，2014(4).
- [3] 赵蕾娜. 基于MULE_ESB的SOA理论研究与实现[D]. 吉林：吉林大学，2010.
- [4] 陈琪，陈鸿，李捷. 基于SOA的智能用能服务系统的设计和实现[J]. 电测与仪表，2013，4(50)：96-97.
- [5] 袁文广，周文俊，李春建. 配电自动化系统的实时SOA架构研究[J]. 电力系统保护与控制，2012(50).
- [6] 李曙光，苏胜，刘迪. 电力系统企业服务总线改进模型研究与设计[J]. 电力信息化，2012(2).
- [7] 肖坚红，严小文，周永真，等基于数据挖掘的计量装置在线监测与智能诊断系统的设计与实现[J]. 电测与仪表，2014(6).

(收稿日期：2015-05-26) EA

作者简介

马晓东（1971-），男，高级工程师，硕士，从事电力企业运营监测与分析研究。

李珏（1981-），男，工程师，硕士，从事电力企业运营监测研究。