一体化电网运行系统数据集成技术的研究与实现

在新一代信息化电网运行系统建设过程中，原先二次系统缺乏统一规划和协调导致的信息孤岛现象是推进二次系统一体化面临的问题，数据全景集成旨在统一管理展现电网运行涉及所有数据。首先介绍一体化电网运行系统概念及IEC 61970/61968提供的信息模型和应用集成的规范标准，解析以公共信息模型为基础面向服务架构的电网运行数据全景集成技术原理，提出基于标准规范的分布式异构系统环境下以设备为核心的数据集成方法，实现在全景化数据集成的基础上推进一体化电网运行管理的应用融合和优化。

张留留[1] 季堃[1] 刘洋[2] 邓大为[2]/1.国电南瑞科技股份有限公司 2.广东电网有限责任公司电力调度控制中心

张留留/工程师

关键词/Keywords

一体化·
数据全景集成·
分布式·
应用融合·

0 引言

随着计算机信息技术发展以及现代电网运行要求提高，电力企业的调度、规划、资产和财务等多部门之间，网省地县站多层级之间的信息共享和协作的要求越来越高，电网运行各应用系统的交互日益显得频繁和重要。而受当时各种条件所限，各业务部门在不同发展时期根据需要部署了实现不同功能应用系统，这些传统的各套系统在设计和建设过程中由于缺乏统一规划和标准的指导，架构繁杂、功能分散问题突出，难以满足电网快速发展需要[1]。不同系统关心的电力对象不同，建模方法也不同，这些系统的数据和互操作标准化的缺乏抑制了发电、输电、配电和电力消费者各个运行单元之间的数据信息交换，形成的信息孤岛限制问题阻碍了系统的完全优化，从而使系统效率降低[2]。要实现一体化纵向到底、横向到边的业务及信息全覆盖，这就需要遵循标准规范来解决异构系统的专有信息模型和专有信息访问机制的数据集成问题，本文基于IEC 61970/61968既有规范标准的研究提出了分布式异构系统环境下面向服务架构的全景数据集成技术方法。

1 一体化电网运行智能系统概述

一体化电网运行智能系统（OS2）主要由各级主厂站的运行监控系统（Operation Control System,OCS）和运行管理系统（Operation Management System,OMS）组成。为了避免以往系统建设中存在的独立定制开发、种类繁多和信息不完整却又重复的现象，与传统的面向调度中心能量管理系统（EMS）不同，OS2的业务领域在电力系统环节角度上包含了对发电、输电、配电和用电的运行监控和运行管理，从层次角度上统一协调网省地县站实现全网性协调作业控制，支持智能决策和综合分析，具备可持续发展和对大电网综合智能化驾驭能力。

2 全景数据集成

全景数据集成是对电网运行所涉及的所有数据进行统一管理和展现的逻辑形式，是一体化电网运行智能系统运行监控和分析管理的基础，综合利用全景数据辅以挖掘数据和信息应用的潜力才能使得智能决策综合分析成为可能。

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2.1 数据建模方法

电网运行数据来源多样，建立具有标准的数据信息模型和应用接口集成框架是全景数据集成的关键，IEC 61970/61968系列标准成熟且支持应用集成中间件的技术。国际电工技术委员会（International Electrotechnical Commission，IEC）第57技术委员会（TC57）的第13工作小组（WG13）负责的61970系列标准涵盖电力系统EMS和控制中心，而第14工作小组（WG14）负责的61968系列标准涵盖配电管理系统，规范了电力企业构建在不同运行环境上的多种分布式系统应用间集成。

公共信息模型（Common Information Model，CIM）是IEC 61970-3XX部分的内容，通过抽象数据元素类型和性质把电力系统资源（PSR）描绘成类、属性以及它们之间的关系，为电力系统管理与各业务系统特有模型信息交换提供了良好抽象。为了使模型更易于设计、理解查看，CIM划分成几个逻辑包（Package），一个包即表示要建模的整个电力系统运行过程的一个特定过程，其往往对应某些应用[3-5]，如表1所示。

表1　IEC 61970-3XX的CIM包划分

逻辑视图包	Part
CIM Base基本包集:	
Core, Domain, Generation, Wires, LoadModel, Meas, Outage, Protection, Topology	IEC 61970-301
CIM Financial, Energy Scheduling and Reservation财务与能量交换包集	IEC 61970-302
CIM SCADA数据采集与监控包集	IEC 61970-303

每一个CIM包类图展示了该包中所有类及它们之间的关系，在与其他包中的类存在关系时，这些类也展现出来，而且标以表明其所属包的符号，这些类间关系分为：一般/具体化关系，简单关联聚集关系。使用统一建模语言(UML)表达描述如图1~图3所示。

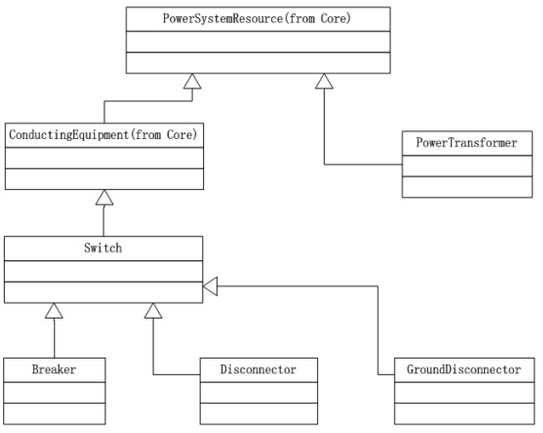

图1　CIM类关系一般/具体化

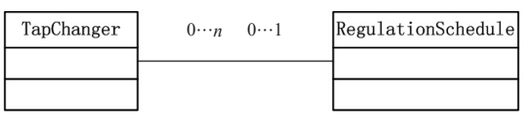

图2　CIM类关系简单关联

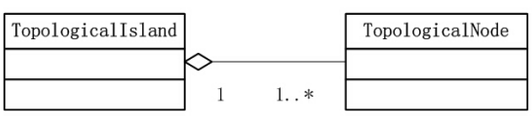

图3　CIM类关系聚合

2.2 接口及消息定义

IEC61968-1部分则提供基于XML松散耦合机制的应用间集成基础框架，其对应用数据接口的架构体系和总体要求为[6]：独立于通信服务，可靠性和可用性，性能按比例提高而不至于损失功能，透明地在网络上定位与其他应用交互。通过在应用间代理消息的中间件实现不同操作系统、开发语言和协议等松散耦合应用间的信息数据交换，作为数据仓库、数据库网关和操作存储的补充。其条款5定义抽象中间件服务，要求这些抽象中间件服务部署只需少量的附加软件，通过将它们映射的包括消息队列中间件（MQM）、面向消息中间件（MOM）和消息代理等多种消息技术实现支持接口参考模型（IRM）的服务，交换消息类型如图4所示。

2.3 全景化数据视图

全景视图数据除包括全网的电力一次、二次模型核心设备数据，运行管理数据和图形外，还应包括水雨情况和环境信息、地理信息、气象信息及水调脱硫等辅助信息数据。在标准数据建模方法和接口消息定义的基础上，对标准建模方

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

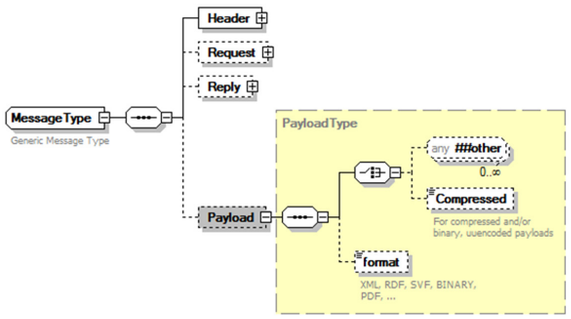

图4　通用交换消息类型

法CIM扩展出故障录波包（FaultRecord）、安全自动控制包（SecuControl）、PMU包及计量包(Metering)等，用于挂接保信系统、水调自动化系统和脱硫监控系统等各专业应用系统模型。其中，描述故障录波装置及采集量测之间的关系的FaultRecord包如图5所示。

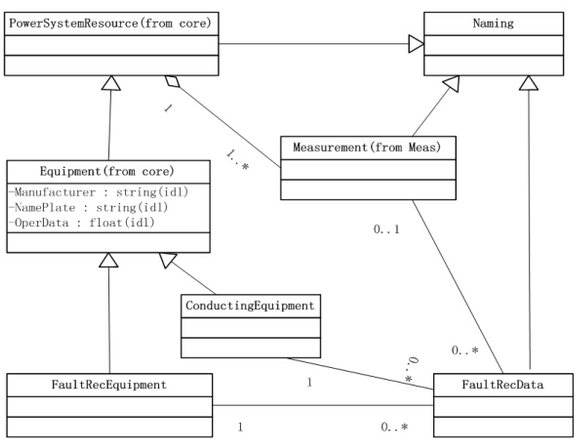

图5　扩展的FaultRecord包

对IEC 61968的信息交换模型（IEM）消息描述类型定义Message Type扩展请求消息类型RequestMessage Type（见图6）和应答消息类型Response Message Type（见图7），分别作为基于简单对象访问协议（Simple Object Access Protocol，SOAP）的WebService方法的输入参数和输出参数。

将集成各应用系统数据实现全景化视图过程的交互映射成SOAP底层通信协议（HyperText Transfer Protocol，HTTP）即超文本传输协议，主要是利用其请求/应答机制实现对数据交互封装成服务，定义该WebService方法为GetData如图8所示。根据IEC 61968标准，对输入参数的Header部分的动词(Verb)定义为“Get”，且大小写敏感。

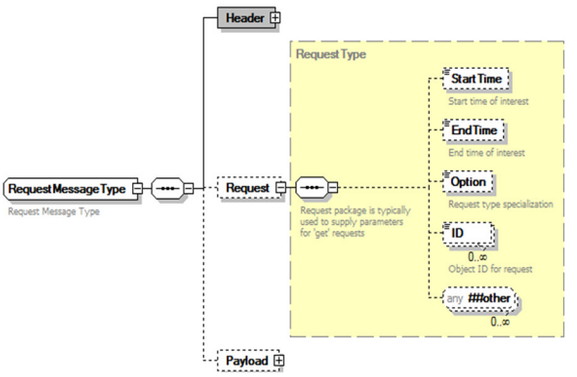

图6　请求消息类型

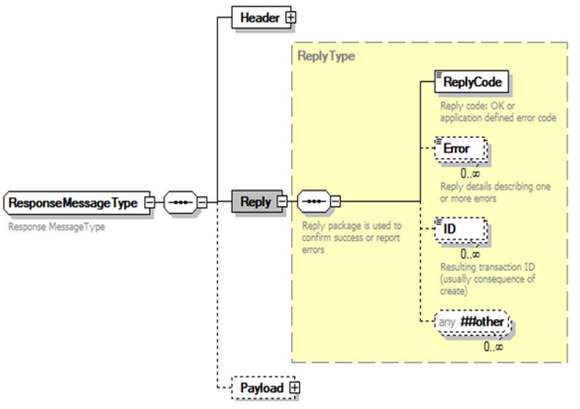

图7　应答消息类型

输入参数的Header部分的查询名词（Noun）定义为基于标准公共信息模型及前面介绍的扩展CIM包，用于区分数据对象类型。利用输入参数的Request节点的xsd:any类型XML元素序列化限制条件。输出参数的Header部分同样遵照IEC 61968对该部分的规范，动词定义为“Show”，输出参数的Payload则用来序列化各业务系统信息数据。

各应用系统业务信息数据经消息封装成服务后再基于统一描述、发现与集成协议UDDI（Universal Description，Discovery and Integration）的目录服务注册到企业服务总线（Enterprise Service Bus，ESB）上，利用其SOAP消息包路由转发功能实现接口服务接入和消息传输最终达到各应用异构系统的一体化和全景化集成。

3　开发实践与应用

通过前面所提出的基于IEC 61970-3和IEC 61968-1数据建模方法与接口服务集成扩展的语义约定全景数据集成方法，这里以C/C++实现了在不同系统部署环境下的全景数据集成，可借助第

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

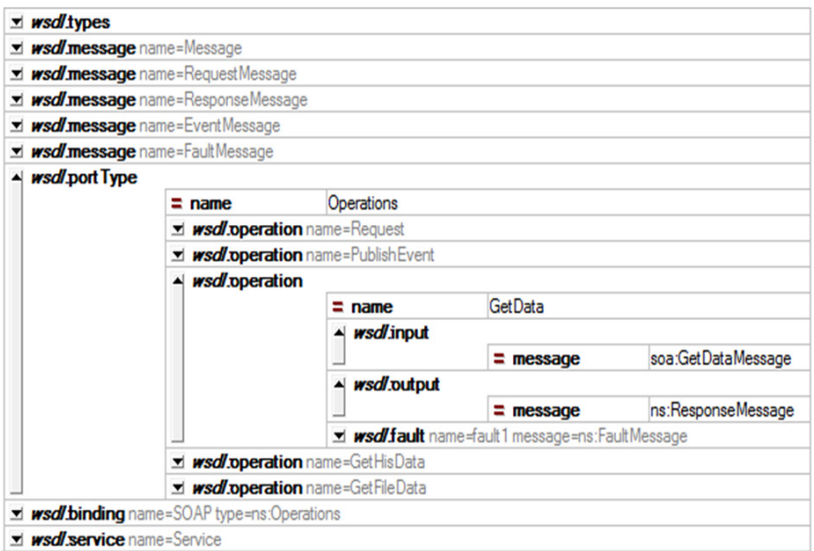

图8　基于IEC 61968扩展的服务描述

三方WebService服务端客户端开发工具，其提供在Linux、UNIX、Windows和MacOS平台下基于编译器技术的SOAP开发，自动实现SOAP和XML数据绑定，对开发者隐藏了服务描述（Web Service Description Language，WSDL）XML和SOAP的实现细节，同时提供自动基于XML有效性验证、内存管理和类型序列化等功能，这样开发人员就能够专注于业务逻辑的实现。

通过工具wsdl2h、soapcpp2对描述了数据类型和接口方法的WSDL文件解析映射成C++风格对象类，分布生成客户端、服务端代码文件如表2所示。其中，csgieb为生成文件前缀名便于开发集成管理，nsmap文件定义了各服务发布描述的命名空间用于区分各服务描述。而对于服务方法GetData则映射到C++的虚函数回调具有业务数据处理逻辑。

表2　WSDL到C++映射文件

客户端	服务端
csgiebH.h	csgiebH.h
csgiebC.cpp	csgiebC.cpp
csgiebStub.h	csgiebStub.h
csgiebcommProxy.h	csgiebcommService.h
csgiebcommProxy.cpp	csgiebcommService.cpp
csgieb.nsmap	csgieb.nsmap

各应用系统包括脱硫、雷电及水调等系统在对服务封装后接入IEB总线，并使网省地县部署的总线在内部数据网络打通，从而使数据信息实现在应用间、多层级电网运行管理之间的贯通和融合如图9所示。

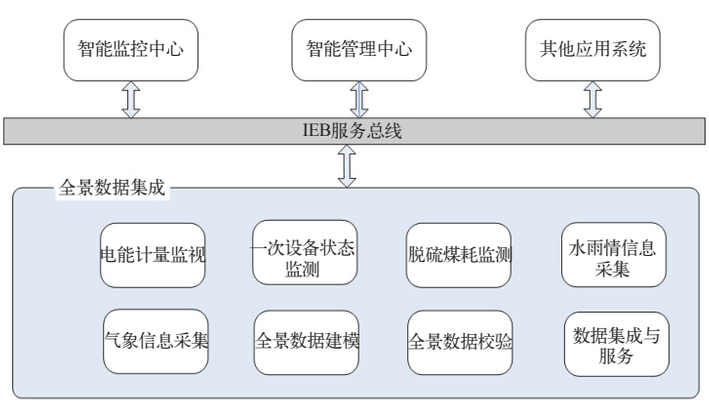

图9　应用数据集成

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

如获取保信系统一次设备母线数据，GetData方法输入参数的查询名词则指定BusbarSection，从HTTP协议请求报文如图10所示，负载业务数据的应答报文图11所示。

```
POST / HTTP/1.1
Host: xxx.xxx.xxx.xxx:xx
User-Agent: gSOAP/2.8
Content-Type: text/xml; charset=utf-8
Content-Length: 844
Connection: close
SOAPAction: "http://www.iec.ch/61968/Request"
<soap:Envelope xmlns:soapenv="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/"
xmlns: iecxsd ="http://www.iec.ch/TC57/2008/schema/message">
<iecxsd:RequestMessage>
<soap:Header/>
<soap:Body>
<iecxsd:Header>
<iecxsd:Verb>Get</iecxsd:Verb>
<iecxsd:Noun>Busbarsection</iecxsd:Noun>
</iecxsd:Header>
... ...
</iecxsd:RequestMessage>
</soap:Body>
</soap:Envelope>
```

图10　请求报文示例

```
HTTP/1.1 200 OK
Server: gSOAP/2.8
Content-Type: text/xml; charset=utf-8
Content-Length: 1122
Connection: close
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<soap:Envelope xmlns:soap="…">
<soap:Body>
<iecxsd:ResponseMessage>
……
<iecxsd:Payload>
<xmlns:cim="http://iec.ch/TC57/CIM-generic#">
    <cim:BusbarSection rdf:ID="BusbarSection_92612200">
        <cim:mRID>3sd2612DD200</cim:mRID>
        <cim:name>220kV#1 母线</cim:name>
        <cim:aliasName>92612200</cim:aliasName>
    </cim:BusbarSection>
    ……
</iecxsd:Payload>
</iecxsd:ResponseMessage>
</soap:Body>
</soap:Envelope>
```

图11　应答报文示例

4　结束语

针对电网运行系统中各业务应用系统种类繁多各自独立问题，结合推进电网运行系统一体化需求，分析了全景数据集成的意义，提出了基于标准规范并扩展的松散耦合机制应用间数据集成方法，并给出了以其接口类型定义映射到C/C++开发集成的实例，验证了该集成方法在实际应用中的可行性。由于将数据集成的服务方对外发布服务，这必然涉及到客户端与服务端交互性能及内部系统稳定问题，还需要在后续实际应用过程中对服务接口交互约束及性能优化等问题做进一步研究和完善。

参考文献

[1] 汪际峰.南方电网一体化电网运行智能系统建设初探[J].南方电网技术， 2012,6(2)：1-5.

[2] 余贻鑫,刘艳丽.智能电网的挑战性问题[J].电力系统自动化,2015,39(2)：1-5.

[3] IEC 61970-301CommonInformationModel(CIM) Base,FDIS2003-08-15.

[4] IEC 61970-302CommonInformationModel(CIM)Financial,EnergySchedulingandReservation,DR2,1999

[5] IEC 61970-303,CommonInformationModel(CIM) SCADA,DR0,1999.

[6] 姚毅.基于IEC61968的电力企业应用集成之路[J].电力信息与通信技术,2007,5(6)：38-40.

作者简介

张留留（1987-），男，硕士研究生，工程师，主要从事电网调度自动化工作。

（收稿日期：2015-12-10）EA

（编辑：杨得润）

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net