

基于 SG-CIM 的配电网数据平台及应用开发

郝思鹏¹, 楚成彪¹, 方泉², 张仰飞¹, 阚建飞¹

(1. 南京工程学院电力工程学院, 江苏 南京 211167; 2. 江苏省电力信息技术有限公司, 江苏 南京 210024)

摘要: 国家电网公司提出的SG-CIM模型为我国电网建模和信息交互建立了统一的规范, 方便了不同系统和应用间的信息集成。在现有SG-CIM模型的基础上, 根据配电网业务需要, 扩展了模型的类、属性以及相互关系。为克服电力系统安全分区对信息交互的影响, 在安全III区建立了数据汇聚平台。在统一数据源的基础上, 构建了一体化平台。根据业务要求, 进行了对象聚合, 同时构建了实时数据平台, 提高实时数据传输速度。在此基础上, 以GIS为依托, 根据业务流程, 集成了跨系统的信息, 开发了多个高级应用, 并在工程中得到实践。

关键词: SG-CIM; IEC 61970/61968; 数据平台; 安全分区; 公共信息模型

Distribution grid data platform and application development based on SG-CIM

HAO Si-peng¹, CHU Cheng-biao¹, FANG Quan², ZHANG Yang-fei¹, KAN Jian-fei¹

(1. School of Electrical Engineering, Nanjing Institute of Technology, Nanjing 211167, China;

2. Jiangsu Power Info-tech Co., Ltd., Nanjing 210024, China)

Abstract: SG-CIM defined by the State Grid Corporation of China provides unified specification for common information modeling and information interaction, which is convenient for information integration between different systems and applications. Based on the existing SG-CIM model, with the demand of distribution power system, the class, attribute and relationship are extended. In order to overcome the influence of security division to information interaction, the data aggregation platform is established in safety zone III. The integration platform is established based on data aggregation platform. Based on unified data source, the integrated platform is constructed. The object is aggregated on the basis of business requirement. The real time data platform is constructed to enhance data transmission speed. Depending on GIS and according to the distribution business process, information across systems are integrated and several senior applications are developed. They are running well in actual engineering projects.

This work is supported by National Natural Science Foundation of China (No. 51077068 and No. 51107120).

Key words: SG-CIM; IEC 61970/61968; data platform; security division; common information model

中图分类号: TM72 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2014)23-0138-05

0 引言

配电网直接面向工业企业和电力用户, 是进行末端治理的重要环节, 其自动化程度和管理水平直接影响供电可靠性和供电质量。用户对供电服务水平要求的不断提高, 给配电网管理提出了更高的要求^[1]。

现有配电网存在多个系统, 包括配电自动化系统、停电管理系统、调度自动化系统、95598系统、地理信息系统等。这些系统由不同企业开发, 大多

按照各自的专业需求建立, 采用了不同的数据库技术、通信规范及操作软件, 导致对大量冗余数据的重复维护。同时, 采用传统技术手段的基础数据管理, 造成了数据难以及时更新而与现场不符。当系统逐渐复杂和交互数据量急剧增加时, 信息重叠和信息孤岛的局面将不可避免, 无法方便地实现数据交换和信息共享^[2-3]。需要统一的平台汇聚数据, 使得不同应用或系统的数据传输可在平台中进行。

IEC 61970针对能量管理系统(EMS)模型和交互规范的标准化率先提出公共信息模型(CIM), IEC 61968进一步将其扩展到配电网。2013年, 国家电网公司在IEC 61970/61968公共信息模型

基金项目: 国家自然科学基金资助(51077068, 51107120)

(CIM)的基础上,根据我国电网运行和管理的需要,提出了 SG-CIM (State Grid-CIM),为我国电网的建模提供了统一的规范。文献[2]提出建立适应智能配电网发展的统一信息模型体系,并提出了技术路线;文献[3-8]根据工程需要,从多个方面对配电网 CIM 模型进行了扩展,并给出了扩展的思路;文献[9-12]根据配电网的发展要求,对一体化技术实现进行了探索,强调了配电网中信息集成的重要性;文献[13-14]对配电网可视化技术实现进行了研究,开发了相应的高级应用。这些研究成果都为配电网信息一体化和高级应用的开发提供了很好的技术支撑。

本文基于工程实际,针对现有配电网数据分散的现状,基于 SG-CIM,构建了数据汇集平台,并在统一数据源的基础上,建立了一体化平台,为数据资源共享、业务应用集成和高级应用开发提供了信息技术支撑,在此基础上,开发了高级应用,并应用于工程实例。

1 配电网的信息交互

随着配电网信息化、智能化建设,跨系统的数据交互越来越频繁。由于客观条件的限制,来自不同系统的数据交互存在一定困难,主要体现在:1)配电网的标准化建设刚刚起步,还没有建立完整的公共信息模型和交互规范;2)出于安全考虑,我国对电网中的数据信息进行了分区隔离,妨碍了信息交互。

1.1 配电网公共信息模型和交互规范

为了统一电网的表达模型,国际电工技术委员会(IEC)制定了 IEC 61970/61968 系列标准,标准的核心即 CIM, CIM 提供了关于电力企业信息的全面逻辑视图,代表电力企业所有主要对象的抽象模型,包括这些对象的公用类、属性以及它们之间的关系。交互规范规定了不同系统间数据交互的接口。

1.1.1 SG-CIM 模型及其扩展

根据国家电网公司的业务筛选、分类,SG-CIM 划分为12个主题域,包括:客户、产品、市场、设备、电网、安全、财务、资产、人员、物资、项目和综合。每个主题域下包含若干元素。如设备域下包含:输电设备、变电设备、配电设备、保护设备、自动化设备等。SG-CIM 采用类描述各电力系统对象,通过类之间关系描述电力系统各对象之间的关系,包括继承、关联、聚集等。

配电网管理主要涉及设备、电网、客户以及物资等主题域。信息交互涵盖 GIS 系统、PMS 系统、停电管理系统、配电自动化系统、95598 系统等。目前配电网 SG-CIM 还不够完善,相关模型缺乏,

部分信息在现有的 SG-CIM 中并没有对应描述,需要增加新的类来进行补充,如:现有模型缺少对投诉信息、故障报修、监控终端设备、受电点的描述。通过增加 CstComPlain(投诉)类、CstFaultRpt(故障报修)类、SupCtrDevice(监控设备)类、CstAcceptPowerSite(受电点)类以及为每个类添加相应属性来完善信息模型。有些信息模型在现有模型中已经存在,但模型之间的没有关联,对信息描述能力不强,通过增加相应类的关联关系使得对某些信息的描述更加完整,如:增加 Location(位置)类与 CstAcceptPowerSite(受电点)类及 GmlDiagram Object(图形对象)类之间的关联、Equipment(设备)类与 Terminal(终端)类之间的关联、Terminal(终端)类与 Measurement(量测)类之间的关联、CstCtCustAddr(客户地址)类与 Customer(客户)类之间的关联等。

1.1.2 交互规范

交互规范是规定应用或系统使用的信息交互接口,从而方便与其他应用或系统进行信息集成。配电网不同的数据信息对传输速率和实时性的要求不同,采用不同的数据交互规范进行信息传输。IEC 61970 中定义了组件交互规范(CIS),主要针对的是能量管理系统内部的数据交互,基于面向对象架构。包括用于非实时或准实时数据访问的通用数据访问接口(GDA);用于对实时数据访问的高速数据访问接口(HSDA);用于对历史数据访问时间序列访问接口(TSDA);用于事件和报警的传输的通信事件和订阅(GES)。在配电网中,信息交互更多基于面向服务的架构,不同系统间信息传输机制是松耦合的、在事件驱动的基础上的交换数据的应用^[14],为此构建了基于“消息”的配电网信息交互机制。

地理信息图、拓扑信息、单线图、设备台帐信息等基础信息主要来自 PMS 系统、地理信息系统等;配电网开关变位、实时状态等信息主要来自配电网自动化等。基础信息(如设备台帐信息、拓扑信息、地理信息)传输数据量大,对数据传输速度要求较高,但对实时性的要求不高,可通过通用数据访问接口(GDA)输入;开关变位信息等具有一定的实时性,但数据量不大,可通过事件和订阅的方式(GES)进行传输;设备属性数据量少,实时性要求不高,在查询的情况下才进行数据传输,采用松耦合的“消息”传输机制,通过系统间交换标准的“消息”来完成。配电网的实时数据查询和历史数据查询数据量大,但数据结构固定,可以通过 HSDA 和 TSDA 进行查询。新建的配电网通信架构中一般都建有 IEB 总线,用于不同系统和应用间的

信息交互。

1.2 跨安全分区的数据汇聚

1.2.1 电网安全分区

为保证电网的信息安全，全国电力二次系统安全防护总体方案提出了“三层四区”的安全防护策略，分区如图 1 所示。

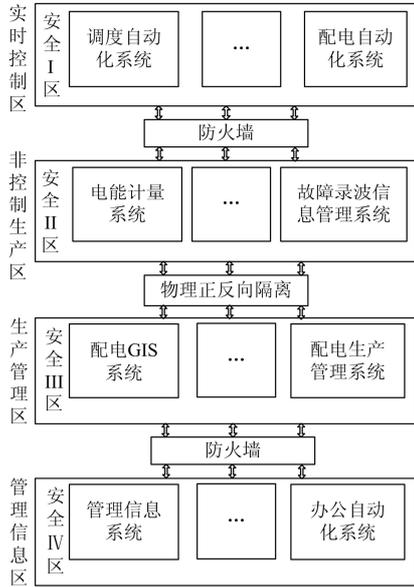


图 1 配电网信息安全分区

Fig. 1 Distribution information safety zone

分为生产控制大区和管理信息大区。生产控制大区分为控制区(安全 I 区)和非控制区(安全区 II 区)；管理信息大区根据各企业不同安全要求划分为生产管理区（安全 III 区）和管理信息区（安全 IV 区），电网的安全分区加强了电网内部信息的安全，但造成了电网各系统间的信息隔离，使得数据交互困难，成本增加。电网的信息主要是从安全 I 区（生产）向安全 II、III 区（管理）流动，在 III 区（管理）汇总，由 III 区向 I 区流动还存在技术瓶颈^[15-16]。

1.2.2 数据汇聚平台

由于系统存在安全分区，跨区的数据交互受到一定限制，需要建立统一的数据汇聚平台，将生产、营销、调度、实时等系统的数据对象按拓扑、功能位置、设备、用户、量测等主数据维度进行分类，并依据 SG-CIM 统一数据模型接口规范，对数据进行封装，为平台提供数据基础，确保数据源头唯一。数据汇集平台设置于 III 区，如图 2 所示。数据汇聚平台有利于提高数据的存储和查询效率。需要说明的是数据汇聚平台不是替代原有各系统和应用的数据，而是对原有数据的补充，以方便后续应用的开发。

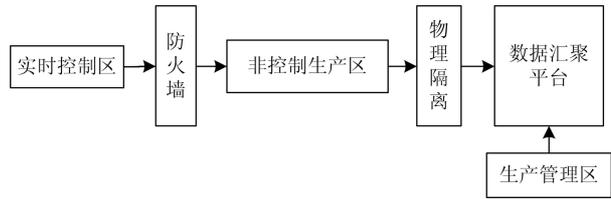


图 2 跨安全区数据源拓扑结构

Fig. 2 Topology structure of data source

2 基于统一数据源的一体化平台架构

一体化平台的架构设计采用了开放分布式的体系结构、面向对象的技术、基于 SG-CIM 的数据结构、遵循标准的接口模型等^[17]。总体架构如图 3 所示。分为三层结构：1) 数据源层，获取应用的原始数据，包括拓扑信息、设备台帐信息、地理位置信息、客户信息等；2) 平台支撑层，进行数据聚合，进行聚合对象分析、抽取，并提供相应的共享服务，以 GIS 平台为依托，进行数据构建以及提供外部服务；3) 应用开发层，依据 GIS 平台、移动作业平台等推送的各类主数据、实时数据等信息，进行故障报修抢修、供电方案辅助编制、业扩管理、业务受理可行性分析等各类高级应用开发。

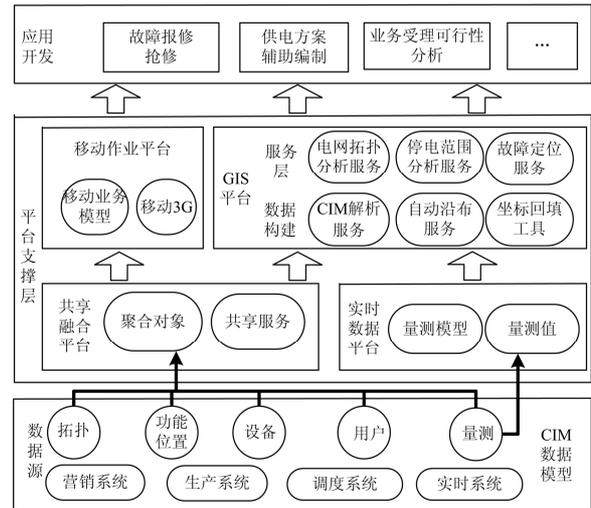


图 3 一体化平台架构

Fig. 3 Structure of integration platform

以 GIS 平台为依托，完成数据的构建及服务的支撑。GIS 平台将数据源层接收到的电网拓扑信息、地理位置信息利用 CIM 解析服务技术、自动化沿布服务技术、坐标回填工具等完成静态物理网架的构建。在构建的静态物理网架基础上，GIS 平台通过封装内部基础功能支撑服务、开放支撑服务与支撑组件，为外部业务系统提供电网拓扑分析服务、停电范围分析服务、故障定位服务、空间定位服务等。

实时数据平台主要包括量测值服务、遥信数据变化接收服务、数据存储管理服务, 通过统一的数据访问接口, 反映配电网中量测信息、设备开关的状态及拓扑结构的变化情况。其采用“广播”机制根据用户订阅推出实时数据, 提高了实时数据的传播速度和效率。

移动作业技术为可视化的移动作业服务提供技术支撑, 移动作业技术基于统一的移动作业平台, 利用中国移动 3G 通信网络与电力系统办公内网相连接, 通过网络安全论证、数据加密解密、移动 GIS 数据加载分析、单线图应用等关键技术, 实现移动作业与桌面应用的互动。

3 应用开发

基于扬州“一流配电网”示范工程, 在一体化平台基础上, 开发了多个可视化的高级应用, 通过计算机界面或移动设备, 对配电网业务进行管理, 包括供电方案辅助编制、故障派修抢修、业务受理可行性分析等多个应用功能。

以供电方案辅助编制和故障派修抢修移动作业为例, 分析其在可视化管理中的业务流程。供电方案辅助编制操作是根据用户业扩报装类型、用户类别、用电容量等申请信息, 基于 GIS 定位用电地址, 分析用电地址周边可接入设备, 辅助客户经理编制供电方案。其操作界面如图 4 所示。



图 4 供电方案辅助编制操作界面

Fig. 4 Power supply scheme aided planning operation interface

供电方案辅助编制业务流程主要由以下几步组成: ①基于 95598 系统接收用电客户的报装信息, 确定用户类型、用电容量、用电电压等级等申请信息; ②基于 GIS 系统定位用电地址; ③基于 PMS 系统及配电自动化系统获取申请用电点周围的单线图; ④确定受电设备位置后, 客户经理根据用电性质、负荷特性及重要性等级等因素确定供电方式。⑤系统根据用户受电设备位置, 搜索周边 500 m 范围内, 供电电压为符合的可接入设备。接入设备有站内设备(如: 环网柜、开闭所、分支箱)以及站外设备(如: 杆塔)。并考虑设备空闲间隔、设备可开放容量因素。形成满足申请容量、电压等级等要

求的一套或多套接入设备方案。

故障派修抢修移动作业利用可移动终端对故障抢修过程进行全流程跟踪, 并进行现场确认。该功能提供移动作业手段, 建立现场作业与故障抢修指挥中心的互动, 实现在线实时接收故障抢修任务, 抢修过程中反馈抢修人员的到达现场时间、所在位置、故障设备、现场图片等信息, 抢修现场工作完成后, 及时反馈故障处理情况。主要由以下几步组成: ①基于 95598 系统接收用电客户故障报修信息; ②基于 GIS 系统定位故障报修地点地址; ③利用移动作业技术实现现场设备拍照并上传平台; ④基于 PMS 系统及配电自动化系统获取故障点周围的单线图, 将故障设备信息上传; ⑤反馈故障处理结果, 生成抢修回单。其操作界面如图 5 所示。



图 5 故障抢修移动作业操作界面

Fig. 5 Fault repair mobile operation interface

4 结论

现有配电网存在多个自动化系统, 由于这些系统由不同厂家开发, 传统通信方式多基于“点对点”通信, 随着系统应用的增加, 相互间进行信息交互日益困难。国家电网公司推出的 SG-CIM 模型为我国电网的建模提供了统一的规范, 方便了不同应用和系统间的信息交互。本文在统一配电网信息模型及数据交互规范的基础上, 建立了数据汇聚平台, 并根据配电网的业务需要构建了一体化平台。以 GIS 为依托, 集成多个系统数据, 为后续应用开发提供了统一的数据平台, 方便了高级应用开发, 并已在示范工程中得到了实践, 应用效果良好, 为未来的大范围的推广应用打下了坚实的基础。

目前, 开发的应用针对建有 IEB 数据总线以及数据汇聚平台的标准化程度较高的配电系统。配电网中还大量存在没有进行标准化升级, 系统架构、数据模型及交互规范差距较大的系统, 如何对现有的系统进行升级改造, 在此基础上进行配电网可视化的高级应用开发是下一步的工作重点。

参考文献

- [1] 完整, 缪伟, 卫志农, 等. 配电网三维虚拟可视化平台的研究与应用[J]. 电网与清洁能源, 2011, 27(5): 12-15. WAN Zheng, MIAO Wei, WEI Zhi-nong, et al. Research

- and applications in distribution network based on three-dimensional virtual visual platform[J]. Power System and Clean Energy, 2011, 27(5): 12-15.
- [2] 陆一鸣, 刘东, 柳劲松, 等. 智能配电网信息集成需求及模型分析[J]. 电力系统自动化, 2010, 34(8): 6-9, 101. LU Yi-ming, LIU Dong, LIU Jin-song, et al. Information integration demand and model analysis for smart distribution grid[J]. Automation of Electric Power Systems, 2010, 34(8): 6-9, 101.
- [3] 顾强, 王守相, 李晓辉, 等. 配电系统元件的公共信息模型扩展[J]. 电力自动化设备, 2007, 27(10): 96-100. GU Qiang, WANG Shou-xiang, LI Xiao-hui, et al. CIM extension to distribution system components[J]. Electric Power Automation Equipment, 2007, 27(10): 96-100.
- [4] 陆一鸣, 刘东, 黄玉辉, 等. 基于CIM的馈线建模和应用[J]. 中国电机工程学报, 2012, 32(28): 157-163. LU Yi-ming, LIU Dong, HUANG Yu-hui, et al. Feeder modeling and application based on CIM[J]. Proceedings of the CSEE, 2012, 32(28): 157-163.
- [5] 陶顺, 周双亚, 肖湘宁, 等. 基于IEC61970公共信息模型的电压凹陷域分析[J]. 电工技术学报, 2013, 28(9): 40-46. TAO Shun, ZHOU Shuang-ya, XIAO Xiang-ning, et al. Analysis of area of vulnerability based on common information model in IEC61970[J]. Transactions of China Electrotechnical Society, 2013, 28(9): 40-46.
- [6] 丁银, 丁明, 毕锐, 等. 微电网系统 CIM/XML 模型研究[J]. 电力系统保护与控制, 2010, 38(9): 37-42. DING Yin, DING Ming, BI Rui, et al. Research on CIM/XML model of microgrid system[J]. Power System Protection and Control, 2010, 38(9): 37-42.
- [7] 王存平, 尹项根, 张哲, 等. 配电变一体化 STATCOM 结构设计及其控制方法[J]. 电工技术学报, 2012, 27(9): 34-40. WANG Cun-ping, YIN Xiang-gen, ZHANG Zhe, et al. Structure design and control method research of DT-STATCOM[J]. Transactions of China Electrotechnical Society, 2012, 27(9): 34-40.
- [8] 周念成, 邓浩, 王强钢, 等. 光伏与微型燃气轮机混合微网能量管理研究[J]. 电工技术学报, 2012, 27(1): 74-84. ZHOU Nian-cheng, DENG Hao, WANG Qiang-gang, et al. Energy management strategy of PV and micro-turbine hybrid micro-grid[J]. Transactions of China Electrotechnical Society, 2012, 27(1): 74-84.
- [9] 朱伯通, 程志海, 唐志强, 等. 基于 CIM 模型的智能变电站和调度中心互操作研究[J]. 电力系统保护与控制, 2013, 41(10): 93-97. ZHU Bo-tong, CHENG Zhi-hai, TANG Zhi-qiang, et al. Interoperate research of the intelligent substation and dispatching center based on CIM model[J]. Power System Protection and Control, 2013, 41(10): 93-97.
- [10] 吴文传, 张伯明, 汤磊, 等. 支持 SCADA/PAS/DTS 一体化的图形系统[J]. 电力系统自动化, 2001, 26(5): 45-48, 66. WU Wen-chuan, ZHANG Bo-ming, TANG Lei, et al. A graphic system supporting SCADA/PAS/DTS integration[J]. Automation of Electric Power Systems, 2001, 26(5): 45-48, 66.
- [11] 李灿, 陈琰, 陈春霖. 电网企业一体化信息模型设计及其应用[J]. 华东电力, 2009, 37(6): 45-49. LI Can, CHEN Yan, CHEN Chun-lin. Integrated common information model and its application in utility enterprises[J]. East China Electric Power, 2009, 37(6): 45-49.
- [12] 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, 50(4): 103-107. CHEN Qi, CHEN Hong, LI Jie. Design and implementation of SOA-based smart energy efficiency management system[J]. Electrical Measurement & Instrumentation, 2013, 50(4): 103-107.
- [13] 王耀辉, 李越阳. 电网隐性知识的概念图构建方法[J]. 电测与仪表, 2013, 50(10): 19-22. WANG Yao-hui, LI Yue-yang. Construction method for the concept maps of power grid tacit-knowledge[J]. Electrical Measurement & Instrumentation, 2013, 50(10): 19-22.
- [14] 林峰, 郭宝, 钱蔚. 面向公共电网 GIS 平台的电网地理图形应用架构[J]. 电力系统自动化, 2011, 35(24): 68-72. LIN Feng, GUO Bao, QIAN Wei. Common electric power grid GIS platform oriented architecture for electric power grid GIS applications[J]. Automation of Electric Power Systems, 2011, 35(24): 68-72.
- [15] 翟长国, 黄小钵, 叶剑斌, 等. 农村电网营销配电调度管理模式优化的探讨[J]. 电力系统自动化, 2012, 36(3): 106-110. ZHAI Chang-guo, HUANG Xiao-bu, YE Jian-bin, et al. Marketing-distribution-dispatch management model optimization for country grid[J]. Automation of Electric Power Systems, 2012, 36(3): 106-110.
- [16] 范兴明, 张鑫, 陈科, 等. 面向配电网的智能电力故障指示系统及其应用研究[J]. 电测与仪表, 2012, 49(6): 49-52, 66. FAN Xing-ming, ZHANG Xin, CHEN Ke, et al. A smart fault indicator system and its application research for distribution[J]. Electrical Measurement & Instrumentation, 2012, 49(6): 49-52, 66.
- [17] 陈树恒, 党晓强, 李兴源, 等. 基于一体化数据平台与改进粒子群算法的配电网重构[J]. 电力系统保护与控制, 2012, 40(17): 110-115, 120. CHEN Shu-heng, DANG Xiao-qiang, LI Xing-yuan, et al. Distribution network reconfiguration based on incorporation data platform and improved PSO[J]. Power System Protection and Control, 2012, 40(17): 110-115, 120.

收稿日期: 2014-05-24; 修回日期: 2014-08-24

作者简介:

郝思鹏(1971-)男, 博士, 副教授, 从事电力系统稳定分析, 配电智能监控系统等方面的研究。E-mail: hspnj@qq.com