

智能变电站全景数据采集方案

苏永春¹, 汪晓明²

(1. 江西省电力科学研究院, 江西 南昌 330096; 2. 江西超高压分公司, 江西 南昌 330096)

摘要: 提出并实现了一种智能化变电站全景数据采集方案。通过一台通信对象服务器接入变电站中异构的各类应用系统, 将收到的数据按照 IEC61850 统一建模后, 再对外提供 IEC61970 GID 及 IEC61850 MMS 标准接口, 满足了智能变电站全景数据采集需求。阐述了通信对象服务平台的系统架构及功能, 给出了详细的数据采集实现方法。该数据采集方案已经在江西赣州兴国数字化变电站得以应用。

关键词: 智能变电站; 数据采集; 统一建模

Panorama data acquisition scheme for intelligent substation

SU Yong-chun¹, WANG Xiao-ming²

(1. Jiangxi Electric Power Research Institute, Nanchang 330096, China;
2. Jiangxi Super High Voltage Electric Power Company, Nanchang 330096, China)

Abstract: A method of panorama data acquisition scheme for the intelligent substation is proposed and implemented. A communication server is used to access various application subsystems with different structures in the substation and the received data are modeled according to IEC61850 standard. The external interface is supplied in accordance with IEC 61970 GID and IEC 61850 MMS. By this way, requirement of data acquisition in intelligent substation is satisfied. Structure and function of the communication server are demonstrated. The detailed realization method of data acquisition is also presented. The whole scheme has been realized in Xingguo digital substation in Jiangxi province.

Key words: intelligent substation; data acquisition; unified modeling

中图分类号: TM76 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2011)02-0075-05

0 引言

智能电网明确提出需要实现电力流、信息流、业务流的有机融合^[1-7]。作为电网节点的变电站首先需要将这三流信息进行补充、完善和标准化, 满足智能电网各类客户端的实时需求。为此, 首先要在变电站实现所有数据的统一管理并模型化, 建立变电站基础数据平台, 《智能变电站技术导则》也明确提出了建立站内全景数据的统一信息平台, 供各子系统统一数据标准化规范化存取访问以及和调度等其他系统进行标准化交互。

采用 IEC61850 实现变电站信息化、交互标准化是变电站自动化的必选项^[8-13], 也是智能电网的必选项。变电站上传的信息符合 IEC61850 SCL 规范, 而遵循 IEC61970 CIM 建模规范^[14]的主站系统执行到 CIM 电力资源对象的映射, 实际工程中需要进行相互转换映射, 也就是说, 需要解决智能变电站和主站的共享建模问题。

为此, 本文提出了一种智能变电站全景数据采

集方法, 在变电站增设一台变电站通信对象服务器, 实现变电站数据整合, 其基本思路是: ①在深入研究变电站各子系统信息模型的特性及相互关系的基础上, 采用面向对象建模技术, 利用对象的继承、信息隐藏和模块化的优点, 进行系统分析与设计, 准确地定义对象, 然后再根据对象的特征属性定义对象之间的关系, 进而完成整个系统的分析与设计工作。②建立涵盖变电站各种应用的一体化通信管理平台。设计充分适应安全分区的变电站各个应用系统的通信结构; 设计各个非 IEC61850 标准的应用到通信管理平台的适配接口; 设计各个需要适配到统一信息模型上的转换关系; 设计全面符合 IEC61850 标准体系结构; 设计各个应用系统到通信信息管理平台的专用通信服务映射 (SCSM) 及实现 GOOSE 机制; 设计独立于所采用网络和应用层协议的抽象通信服务接口 ACSI。③建立统一的变电站信息系统对外接口体系。支持 IEC61970 GID 及 IEC61850/MMS 接口。④汇总以上内容, 开发变电站通信对象服务平台。

1 系统架构

多数变电站已安装或即将建设各类自动化子系统，如：综合自动化系统、电能计量系统、故障信息管理系统、电能质量监测系统、火灾报警系统、防误操作闭锁系统、图像监控系统^[15]和在线监测系统等，智能变电站需要全部或部分接入这些系统。

这些子系统大多是在不同阶段建设，处于相互独立的状态，造成了很多问题，包括：(1) 通信线路重复投资、重复建设；(2) 整体可靠性差，不利于变电站安全生产；(3) 各种系统自成体系，需要专门、独立的值班和维护人员；(4) 各种系统自成一体，信息不能互通，不能发挥自动化系统的综合效益；(5) 系统维护量大，维修、维护困难等。

为了从系统工程的角度整体对变电站进行统一的自动化管理，防止“信息孤岛”现象，有效整合各种资源并发挥自动化集成的最大效益，需要建立一体化变电站二次系统，对各类子系统进行有效整合，这是智能化变电站的建设要求和发展方向。

在各子系统中，综自系统、计量系统、图像监控系统等都已相当成熟，而在线监测系统的的应用则刚刚起步。而智能变电站的建设又对在线监测系统提出了较高要求。在线监测系统可及时了解站内一次设备的实时运行状态和环境状况，主要内容包括：点式在线红外测温、断路器状态在线监测、变压器油色谱在线监测、变电站气象环境监测等。现阶段

的 IEC61850 标准尚不能完全涵盖在线监测系统。

点式在线红外测温系统主要应用于监测变电站高压电气设备中易发热部件，可在开关柜母线排连接处及柜内各种触点安装点式在线红外测温仪，利用485总线可以将多个探头的的数据连接到主控室内，实现远程监控，并有声光报警。

断路器状态在线监测，主要监测三相电流的实时值、开关的动作时间、累计的动作次数、每相的触头磨损量及累计的触头磨损量，相对剩余电寿命、开关辅助触点的动作状态、开关动作时刻的三相负荷以及短路电流波形，分合闸线圈电流波形，机械振动波形、储能电机打压时刻与储能时间，可在主变各侧断路器及出线断路器上安装断路器在线监测设备。

变压器油色谱在线监测可对变压器油中氢气、乙炔和乙烯等多种非电气特征参数进行监测与监视，安装于变压器本体上。

变电站气象环境监测对变电站的微气象参数（空气温、湿度，降雨量，大气压力，光合有效辐射，太阳总辐射，土壤湿度，叶片湿度，风向，风速，气候图像，冰雪厚度）进行在线监测和数据传输，安装于站内。

为了统一站内站外的模型和接口，本文提出了智能变电站全景数据采集方法，研制变电站通信对象服务平台，统一接入变电站内各子系统。通信对象服务平台的系统架构如图 1 所示。

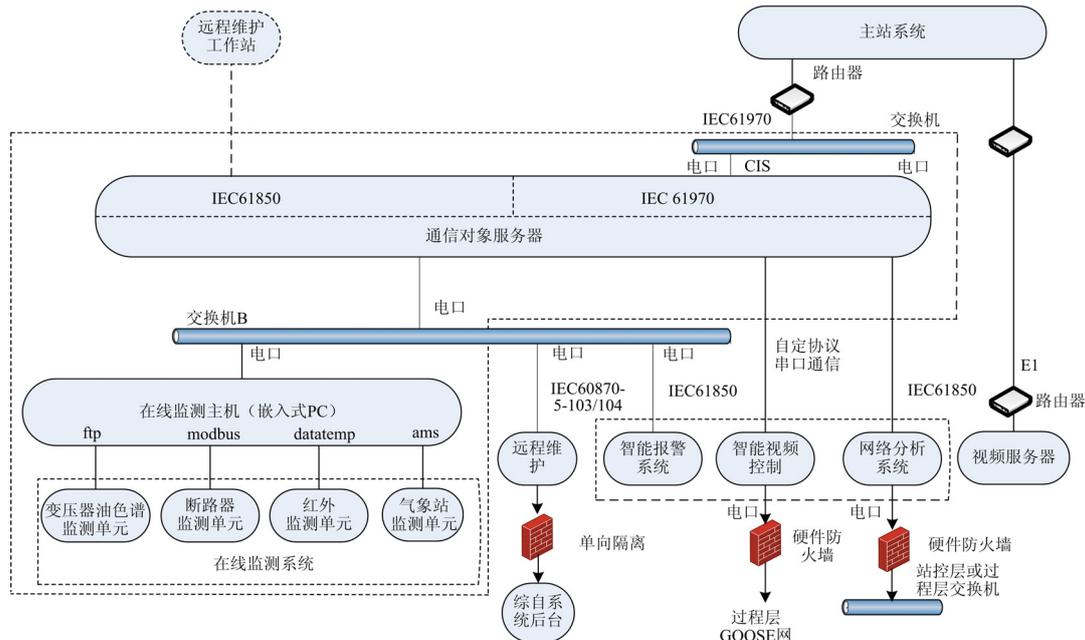


图 1 系统架构

Fig.1 Structure of the proposed system

变电站通信对象服务平台主要实现以下功能:

(1) 数据模型的整合

通信对象服务器可以接入各种不同数据模型的子系统, 通信对象服务器对这些不同的数据模型进行整合, 统一成基于 IEC61850 标准的数据模型。

(2) 数据模型的扩展

在 IEC61850 标准中, 对变电站在线监测领域涉及较少。通信对象服务器根据 IEC61850 标准的扩展原则, 对在线监测领域的的数据模型进行扩展。

(3) 数据模型的转换

通信对象服务器可以根据需要对数据模型进行转换, 包括:

基于 IEC61850 标准的模型和基于传统的线性点表的模型之间的转换;

基于 IEC61850 标准的模型和基于 IEC61970 标准的模型之间的转换。

(4) 通信协议的转换

通信对象服务器可以根据不同的数据模型, 转

换对站外的通用通信协议: 基于 IEC61850 标准的模型和接口以及基于 IEC61970 标准的模型和接口。

2 智能变电站全景数据采集方案

本方案的实现包括以下步骤:

(1) 通过各厂商的私有通信协议, 获取各种传感器采集到的变电站稳态、暂态、动态数据以及设备状态、图像等全面反映变电站设备状态与运行工况的全景数据, 遵循 IEC61850 建模规则, 将全景数据转换成符合 IEC61850 标准的对象模型。

(2) 根据资源采用全局统一命名规则, 将遵循 IEC61850 SCL 的变电站二次设备模型与遵循 IEC 61970 CIM 建模规范的主站一次设备模型进行相互转换映射, 实现电力系统一、二次设备统一建模。

(3) 遵循 IEC61970 GID 规范, 提供 GID 开放应用程序接口。

智能化变电站全景数据采集的实现方式如图 2 所示。

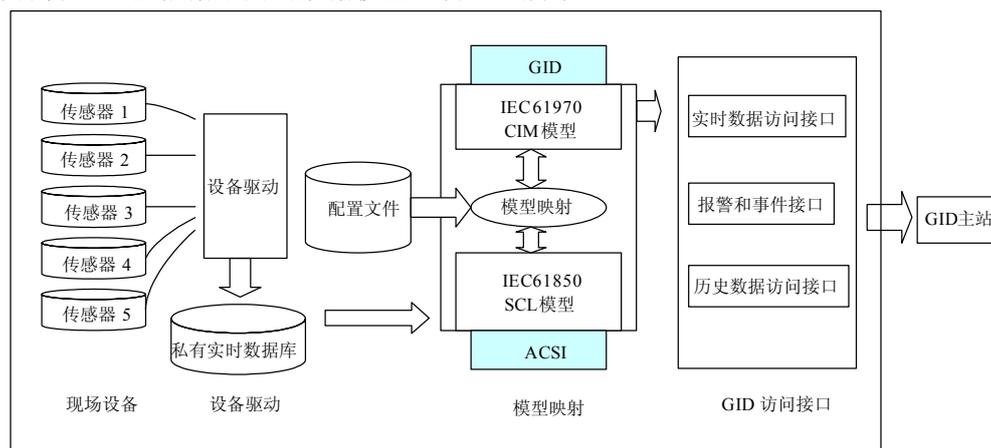


图 2 数据采集方案示意图

Fig.2 Diagram of data acquisition scheme

在图 2 中, 采用各厂商的私有通信协议, 可获取各种传感器采集到的变电站三态数据以及设备状态、图像等全面反映变电站设备状态与运行工况的全景数据。

将各子系统内所有非 IEC61850 的监测设备通过规约转换, 统一对外提供 IEC61850 服务, 通过标准化的数字化信息, 实现变电站内全景数据采集与信息高度集成。不仅包括传统“四遥”的电气量, 还包括设备信息(如变压器的绕组变形情况、色谱分析结果、冷却散热系统情况、断路器的动作次数、传动机构储能情况、开断电流的情况等)以及环境信息、图像信息等。

根据资源全局统一命名规则, 将遵循 IEC61850

SCL 规范的变电站二次设备模型与遵循 IEC61970 CIM 建模规范的主站一次设备模型进行相互转换映射, 对电力系统一、二次设备进行统一建模, 实现智能变电站与主站之间无缝通信。

遵循 IEC61850 建模规则, 将全景数据转换成符合 IEC61850 标准的对象模型; 根据资源采用全局统一命名规则, 在统一语义的定义下, 将变电站二次设备(保护、测控等设备)的 SCL 模型与主站一次设备(变电站、线路、负荷等)的电网 CIM 模型拼接起来, 建立一二次关联关系; 根据映射法则, 将遵循 IEC61850 SCL 的变电站二次设备模型与遵循 IEC61970 CIM 建模规范的主站一次设备模型进行相互转换映射, 实现电力系统一、二次设备统一

建模。

遵循 IEC61970 GID 规范，提供 GID 开放应用程序接口。按照功能的不同，GID 接口又分为三类接口，分别是：(a) 实时数据访问接口 (DAIS)；

(b) 报警和事件接口；(c) 历史数据访问接口 (HDAIS)。相应地，分别实现这三类接口的服务器就称为 DA 服务器、AE 服务器和 HDA 服务器。

本方案具有如下优点：① 实现了变电站稳态、暂态、动态数据以及设备状态、图像等变电站设备状态与运行工况的全景数据有机融合，便于实现各种系统资源的共享，降低系统监测成本；② 将变电站采集的各类数据统一转换为基于 IEC61850 标准的数据对象；③ 实现了遵循 IEC61850 SCL 的变电站二次设备模型与遵循 IEC61970 CIM 的一次设备模型无缝拼接；④ 提供了基于 IEC61970 GID 的远程服务接口，第三方分析程序可以很方便地获取和分析采集的数据，为相关应用工作提供了便利，部署灵活，维护成本低。

3 建立面向对象的变电站信息统一模型

在变电站数据采集方案中，对各个不同应用系统中高度异构数据实现有效信息共享，建立一个统一的信息模型是关键。IEC61850 标准为变电站自动化系统的发展指明了方向，在深入研究变电站各子系统信息模型的特性及相互关系的基础上，采用面向对象建模技术，利用对象的继承、信息隐藏和模块化的优点，进行系统分析与设计，准确地定义对象，然后再根据对象的特征属性定义对象之间的关系，进而完成整个系统的分析与设计工作。

基于 IEC61850 标准，从全局的视点出发，给出变电站物理设备、逻辑设备、逻辑节点、数据对象的信息模型，并给出变电站数据编码标准，定义采用应用设备名、逻辑节点名、实例编号、数据类型名，建立对象名的命名编码规则。

由于目前现场设备的私有协议大多是面向信号点表、线形和平面的，而 IEC61850 的数据模型是面向对象和立体的，这就存在私有协议向 IEC61850 数据模型的转换过程，涉及将线形的信号点表，按照 IEC61850 的面向对象方式重新建模的过程，这是一种从平面到立体的过程，如图 3 所示。

4 结论

本文提出并实现了一种智能变电站全景数字采集方案，研制了变电站通信对象服务器，将变电站的数据源形成基于同一断面的唯一性、一致性基础信息，通过统一标准、统一建模来实现变电站内外

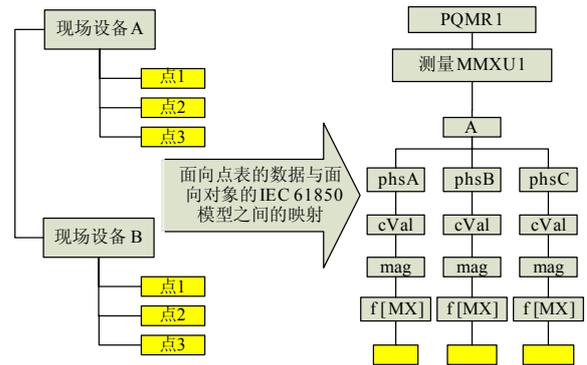


图 3 基于对象的建模示意图

Fig.3 Diagram of object-based modeling

的信息交互和信息共享，可将变电站内多套孤立系统集成成为基于信息共享基础上的业务应用。实现了智能变电站的厂站接线图、电网模型和采集信息与主站自动化系统的无缝共享，调度主站端和厂站端信息免维护，提高自动化水平。本文提出的智能变电站数据整合方案已在江西省赣州市兴国110 kV 数字化变电站中得以应用，在智能变电站的全景数据采集方面进行了有益的探索。

参考文献

[1] 张文亮, 刘壮志, 王明俊. 智能电网的研究进展及发展趋势[J]. 电网技术, 2009, 33 (13): 1-11.
ZHANG Wen-liang, LIU Zhuang-zhi, WANG Ming-jun. Research status and development trend of smart grid[J]. Power System Technology, 2009, 33 (13): 1-11.

[2] 李兴源, 魏巍, 王渝红, 等. 坚强智能电网发展技术的研究[J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37(17): 1-7.
LI Xing-yuan, WEI Wei, WANG Yu-hong, et al. Study on the development and technology of strong smart grid[J]. Power System Protection and Control, 2009, 37(17): 1-7.

[3] 谢开, 刘永奇, 朱治中, 等. 面向未来的智能电网[J]. 中国电力, 2008, 41 (6): 19-22.
XIE Kai, LIU Yong-qi, ZHU Zhi-zhong, et al. The vision of future smart grid[J]. Electric Power, 2008, 41 (6): 19-22.

[4] 余贻鑫, 栾文鹏. 智能电网[J]. 电网与清洁能源, 2009, 25 (1): 7-11.
YU Yi-xin, LUAN Wen-peng. Smart grid[J]. Power System and Clean Energy, 2009, 25 (1): 7-11.

[5] 余贻鑫. 面向21世纪的智能配电网[J]. 南方电网技术研究, 2006, 2 (6): 14-16.
YU Yi-xin. Intelli-D-grid for the 21st century[J]. Southern Power System Technology Research, 2006, 2 (6): 14-16.

[6] 陈建民, 周健, 蔡霖. 面向智能电网愿景的变电站二

- 次技术需求分析[J]. 华东电力, 2008, 36(11): 37-38.
CHEN Jian-min, ZHOU Jian, CAI Lin. Substation secondary technology demand analysis for intelligent grid vision[J]. East China Electric Power, 2008, 36(11): 37-38.
- [7] 王明俊. 自愈电网与分布式电源[J]. 电网技术, 2007, 31(6): 1-7.
WANG Ming-jun. Self-healing grid and distributed energy resource[J]. Power System Technology, 2007, 31(6): 1-7.
- [8] IEC 61850: communication networks and systems in substations[S]. 2003.
- [9] 王海峰, 丁杰, 陈爱林. 基于IEC61850 的双网通讯探讨[J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37(3): 76-78.
WANG Hai-feng, DING Jie, CHEN Ai-lin. Research on dual network communication based on IEC61850[J]. Power System Protection and Control, 2009, 37(3): 76-78.
- [10] 施鲁宁, 王步华, 刘艳华, 等. 实现IEC61850规约传输的过渡期通讯网关设计[J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37(1): 87-90.
SHI Lu-ning, WANG Bu-hua, LIU Yan-hua, et al. Design of transitional communication gateway of the IEC 61850 transmission[J]. Power System Protection and Control, 2009, 37(1): 87-90.
- [11] 高翔, 张沛超. 数字化变电站的主要特征和关键技术[J]. 电网技术, 2007, 30(23): 67-71.
GAO Xiang, ZHANG Pei-chao. Main features and key technologies of digital substation[J]. Power System Technology, 2007, 30(23): 67-71.
- [12] 童晓阳, 王晓茹, 丁力. 采用IEC 61850构造变电站广域保护代理的信息模型[J]. 电力系统自动化, 2008, 32(5): 63-67.
TONG Xiao-yang, WANG Xiao-ru, DING Li. Modeling a wide-area backup protection agent in substation using IEC 61850[J]. Automation of Electric Power Systems, 2008, 32(5): 63-67.
- [13] 范建忠, 战学牛, 王海玲. 基于IEC 61850动态建立IED模型的构想[J]. 电力系统自动化, 2006, 30(9): 76-79.
FAN Jian-zhong, ZHAN Xue-niu, WANG Hai-ling. A visualization of dynamic modeling of IED based on IEC 61850[J]. Automation of Electric Power Systems, 2006, 30(9): 76-79.
- [14] 柳明, 何光宇. IEC 61850/IEC 61970保护模型的协调[J]. 电力系统自动化, 2006, 30(22): 7-11.
LIU Ming, HE Guang-yu. Coordination between IEC 61850 and IEC 61970 for the protection model[J]. Automation of Electric Power Systems, 2006, 30(22): 7-11.
- [15] 窦晓波, 吴在军, 胡敏强. 与GOOSE联动的数字化变电站遥视系统[J]. 电力自动化设备, 2008, 28(11): 94-98.
DOU Xiao-bo, WU Zai-jun, HU Min-qiang. Remote video system of digital substation supporting linkage with GOOSE[J]. Electric Power Automation Equipment, 2008, 28(11): 94-98.

收稿日期: 2010-01-22; 修回日期: 2010-03-31

作者简介:

苏永春(1973-), 男, 博士, 从事智能变电站相关的科研与生产工作; E-mail: suyongchun@126.com

汪晓明(1978-), 男, 硕士, 从事超高压运行、检修及相关科研工作。

(上接第 74 页 continued from page 74)

- WEI Jun-jun, QUAN Li, PENG Gui-xue, et al. Curve fitting of excitation characteristics based on the least squares support vector machine[J]. Power System Protection and Control, 2010, 38(11): 15-17, 24.
- [12] 王岗, 姜杰, 唐昆明, 等. 基于自适应双向加权最小二乘支持向量机的超短期负荷预测[J]. 电力系统保护与控制, 2010, 38(19): 142-146
WANG Gang, JIANG Jie, TANG Kun-ming, et al. Ultra-short-term load forecasting based on adaptive bidirectional weighted least squares support vector machines[J]. Power System Protection and Control, 2010, 38(19): 142-146.
- [13] 张琛. 直流无刷电机原理及应用[M]. 北京:机械工业出版社, 1999.

收稿日期: 2010-01-22; 修回日期: 2010-03-14

作者简介:

王鲜芳(1969-), 女, 博士, 副教授, 研究方向为基于数据挖掘的智能控制; E-mail: xfwang11@yahoo.com.cn

杜志勇(1967-), 男, 硕士, 教授, 研究方向为智能控制。