

实现IEC61850规约传输的过渡期通讯网关设计

施鲁宁¹, 王步华², 刘艳华³, 武红波⁴, 宋丽君⁵, 郭志红⁶

(1. 巩义供电公司, 河南 巩义 451200; 2. 洛阳供电公司, 河南 洛阳 471000;
3. 河南电力物资公司, 河南 郑州 450000; 4. 郑州供电公司, 河南 郑州 451000;
5. 焦作电力勘测设计院, 河南 焦作 454000; 6. 安阳供电公司, 河南 安阳 455000)

摘要: 讨论在当前变电站自动化系统中, 如何实现 IEC 61850 技术的新系统与基于传统通讯协议的现有 IED 的兼容问题。通过分析变电站自动化系统的现状, 比较现有通信协议规范与 IEC 61850 的重要差异, 认为在当前系统与新系统之间必然存在一个过渡期。并提出设计了一种过渡期的通讯网关模型, 以保证变电站内传统非 IEC 61850 装置与新系统的兼容。

关键词: 数字化变电站; IEC61850; IEC60870-5; IED; 通信协议

Design of transitional communication gateway of the IEC 61850 transmission

SHI Lu-ning¹, WANG Bu-hua², LIU Yan-hua³, WU Hong-bo⁴, SONG Li-jun⁵, GUO Zhi-hong⁶

(1. Gongyi Power Supply Bureau, Gongyi 451200, China; 2. Luoyang Power Supply Company, Luoyang 471000, China;
3. Henan Electric Power Materials Co. Zhengzhou 450000, China; 4. Zhengzhou Power Supply Company,
Zhengzhou 451000, China; 5. Jiaozuo Electric Power Survey and Design Institute, Jiaozuo 454000, China;
6. Anyang Electric Power Company, Anyang 455000, China)

Abstract: This article discusses the current substation automation system and the problem between the new system with IEC61850 and the IED based on the traditional communication protocols. Analyzing the current situation of the substation automation system and the difference of IEC61850, a transition period existed between the current system and the new system. And design a new communications gateway model to ensure that the substation in non-traditional IEC 61850 device is compatible with the new system.

Key words: digital substation; IEC61850; IEC60870-5; IED; communication protocol

中图分类号: TM73 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2009)01-0087-04

0 引言

变电站自动化系统的关键是对站内实时数据的监测和控制。随着变电站内微机智能化设备和网络设备大量应用, 变电站数据信息采集、共享、传输的网络化已成为电力系统发展的必然趋势。目前作为变电站内部网络数据通信的 IEC 61850 标准, 规范了变电站自动化系统的数据访问和通讯网络即数据模型和通讯服务模型, 以此来实现来自不同厂家设备的互操作性。电力装备制造厂家都在积极开展 IEC61850 相关的研发, 但由于需求、技术、成本等原因, 在变电站自动化系统中采用 IEC 61850 标准还需要一个比较长的阶段。现在变电站应用的大部分 IED 还是采用厂家内部通信规范或 IEC60870-5 规范。本文针对这一过渡阶段提出了一种变电站站内通讯网关的模型设计, 实现将当前非 IEC 61850 的 IED 兼容到数字化变电站新系统中来。

1 变电站通信标准向 IEC 61850 标准的过渡过程

1.1 IEC 61850 标准和原有变电站内通讯协议的差异

在 IEC 61850 之前, IEC TC57 为了适应电力系统自动化的需要, 制定了 IEC60870-5 系列规范, 在这个标准制定出来之后, 广泛应用在变电站内部的继电保护设备(或者间隔单元)与控制系统之间的信息交换。另外还有一些早期引用的国外标准如 modbus, DNP 等及厂家内部制定的规范作为 IED 的通信协议。

IEC 61850 标准与传统协议主要在以下方面存在差异:

1.1.1 体系结构和数据服务不同

IEC 61850 为变电站自动化的应用定义了 ACS1 (抽象通信服务接口), 然后将该接口映射到特定

应用层标准 (SCSM: 特定通信服务映射), 从而将变电站自动化应用与具体通信方式加以隔离, 可以适应通信网络技术的快速发展变化, 而不影响到变电站自动化应用。目前 IEC 61850 以通信协议制造业报文规范 (MMS) 作为应用层标准, 但并不排除制订新的应用层标准, 而变电站自动化应用可以保持不变。传统通信协议的数据与服务是混合一起定义的, 其适应性差, 如底层技术发生变化, 则协议本身需要作很大修改才能适应。

1.1.2 建模方法和数据信息点描述不同

IEC 61850 采用了面向变电站对象建模的方法, 对变电站自动化通信系统及相关设备、功能和数据进行建模, 并用统一建模语言 UML 进行了描述。所建立的模型主要有变电站模型、IED 产品模型、通信系统模型及相关的建模冗余。其中, IED 产品的建模又逐级分解为 IED—访问点—服务器—逻辑装置—逻辑节点—数据—数据属性。IEC 60870 系列标准是远动系统数据传输的通用标准, 适用于电力系统自动化各种应用, 不是专门为变电站制订的。IEC 60870-5-103 协议是该系列标准针对变电站的特定信息的伴随标准, 因此并未对变电站的对象和功能详细建模, 主要针对继电保护设备 (或间隔单元) 应传输的信息定义了接口规范。对于传统协议和一些厂家内部的私有规约, 都是面向数据点的。这种模型无法表达数据之间的关联性, 而数据点的具体含义需预先定义, 与实际工程密切相关。

1.1.3 内容涵盖范围不同

IEC 61850 是包括了变电站自动化系统的有关系统需求、系统建模与设计、配置描述、工程和管理等整个系统生命周期要求的完整标准。而传统协议和厂家私有规范不是专门针对整个变电站自动化系统的, 大部分的传统通信协议主要是一种信息接口标准, 厂家私有规范只是针对一个系列的产品使用, 内容远没有 IEC 61850 全面。

1.2 设计通讯网关完成非 IEC61850 设备向 IEC61850 规范转换的必要性

在 IEC 61850 标准制定之前, 变电站中广泛使用了如 IEC 60870-5 等传统通信协议和厂家内部制定协议标准。在推广 IEC 61850 系列标准的应用过程中, 必然有一个新旧混用的过程。如何从原有标准过渡到基于 IEC 61850 的新标准, 是当前变电站自动化工程领域的一个现实问题。由于不同厂家设备之间的互操作性较差, 必须使用协议和通信方式转换设备才能实现数据共享, 而目前的数字化变电站中的 IED 如直流设备, 消弧设备等并不能输出 61850 规约, 必须通过转换设备进行转换。这些 IED

向 61850 标准的转换, 是实现全数字化变电站的关键。

从原有通讯协议与 IEC 61850 的差异分析不难看出, 实现 IEC 61850 的开发难度要大得多。不同厂家对 IEC 61850 的认识、重视程度以及研发水平都存在差异, 这就会导致不同厂家的研发速度有快慢, 支持 IEC 61850 系统的时间也存在先后。正在运行的原有保护装置大多为非 IEC 61850 的设备, 大都还在寿命期之内, 不可能全部淘汰。由于自动化系统站控层监控设备的扩建、改造等工作, 使得需要 IEC 61850 站级设备与现役的非 IEC 61850 装置接口的支持。

2 通讯网关设计

尽管标准中不会对站内通讯网关的模型建立提出要求, 但如果同样能够遵照该标准建立变电站自动化系统中数据对象模型和变电站自动化通信系统的模型, 形成带有丰富自描述信息的开放的智能网关通讯平台, 那么基于此模型的变电站层应用将会得到简化和增强。

2.1 通讯网关的硬件设计原则

- 1) 通信网关应具备有多个通讯模式接口, 便于和一些使用年限较长的 IED 接口, 如串口连接。
- 2) 应采用嵌入式如 linux 等实时性较高的操作系统。
- 3) 存储空间较大能够存储录波数据和下接设备一些 61850 标准的转换文件。
- 4) 低功耗, 体积小, 安装方式灵活。

开放式协议开发接口, 网络服务管理
IED 建模, 通信, 数据管理, IEC61850 协议转换模块
网关实时数据库模块
传统通信协议解析模块
实时操作系统及附属模块 (LINUX)
各种电力通信接口及网关硬件平台

图 1 通讯网关硬件及软件模块示意图

Fig.1 Hardware and software module of communication gateway

2.2 通讯网关的实现模式

通讯网关实现的目的是不但要反映 IED 转换成 IEC 61850 所涉及的全部信息, 而且要体现标准的特点, 特别是体现出互联能力强、工程实现简单的优势。为了达到这个目的, 作为 IEC 61850 的智能网关, 需要得到作为服务器端的间隔层设备 (IED) 的全部或大部分信息 (包括配置信息和运行信息),

相应地也要解决这些信息的存储、使用、管理等问题。

IEC 61850 智能网关实现的基础是考虑数据库与 IEC 61850 信息如何对应的问题。在 IEC 61850 标准中, 信息是丰富的, 既有模拟量、开关量等运行时的信息, 也有像自描述信息这样说明模型属性等的配置信息。

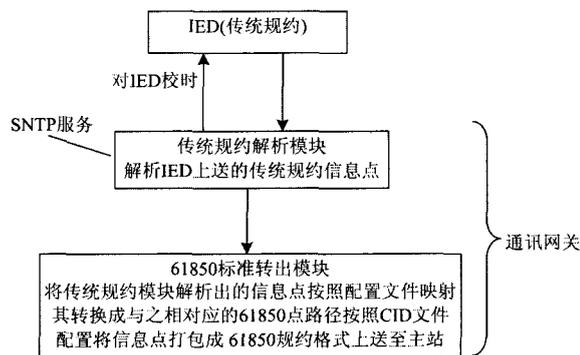


图2 网关实现传统规约 IED 转换成 IEC61850 标准的流程图

Fig.2 Traditional protocol IED converted into IEC61850 by gateway

3 通讯网关接入 IED 的建模与协议转换功能实现

IEC 61850 通讯网关的实现, 首先是在网关内部建立接入 IED 的数据模型, 该模型在很大程度上决定了该 IED 的应用和功能。对于站内通讯网关所属的 IED 模型设计, 依照电力系统二次设备的实际情况, 对非 IEC 61850 智能装置扮演代理的角色, 采用层次结构模型对象来表征现实的物理设备, 使得数据库的结构更为合理, 其含义也更为明确, 并且能够实现对象的自我描述。

3.1 通讯网关实现能力

(1) 能够采集非 IEC 61850 智能装置的数据

能够接入不同厂家、不同型号的微型型保护装置包括故障录波装置以及有必要管理的其它 IED, 并与所有接入的装置通信, 采集装置的所有通讯数据。必要时应能接入非微型型二次装置。支持各种通信接口、通信速率和通信规约。

任一装置发生故障或通信发生故障不影响通讯网关与其它装置的正常通信。

(2) 为站级设备应用层提供一致的访问接口

将所连接的非兼容 IEC 61850 智能装置以标准规定的信息模型和信息交换模型来表示, 以屏蔽各种装置通信协议的差异性以及服务方法的差异性。即通讯网关与这些装置的通信采用原有协议, 但是经过该网关代理功能的处理, 在站层及以上完全表

现为标准中所规定的信息模型和信息交换模型, 以一致的方式向上提供装置量测、开入信息、动作信息、事件报告、运行状态信息、录波数据, 以及装置定值等数据。

(3) 保证所管理的资源数据的唯一性、完整性、一致性

(4) 对通讯网关自身的监视、控制和维护

维护和监视功能用于监视本网关工作状态并产生相关报告和日志, 以及控制重新自启动等。安全监视功能用于监视安全认证、访问控制、服务权限、关联超时等方面的安全破坏情况。

3.2 非 IEC 61850 智能装置建模和信息映射

对于非 IEC 61850 智能装置建模的过程是将其 IED 的信息和服务分解成可以用逻辑节点表示的功能单位, 以逻辑装置、逻辑节点、数据项及数据属性来描述通信协议承载的装置信息以及其它信息。在此对于非 IEC 61850 智能装置, 将其通信协议所承载的数据转换到信息模型, 统一以代理 LD 的形式提供服务。

在继电保护中, 保护设备主要实现的任务就是数据的采集和逻辑判断, 因此, 在实际中可以把一个保护设备建模成一个逻辑设备。在每一个逻辑设备中都有两个基本的逻辑节点 LLNO 和 LPHD, 在每一个逻辑设备中它们都是唯一的。在 IEC 61850 中, 保护和保护相关功能是建模在各个相关的逻辑节点中的, 因此可以分为以下几个方面来建模:

距离保护: 采用距离保护节点 PDIS 来建模;

过流保护: 采用瞬时过电流保护节点 PIOC 和定时过电流保护节点 PTOC 来建模;

变压器差动保护和线路差动保护: 采用差动保护节点 PDIF 来建模;

遥测: 在 IEC 60870-5-103 规约的一个 ASDU 中, 保护设备上传的遥测量可以有多个模拟值, 对应于 IEC 61850 中的 MMXU 逻辑节点或者 GGIO 逻辑节点;

遥信: 遥信 (状态量) 采用通用 I/O 节点 GGIO 来建模;

遥控: 在 IEC 60870-5-103 中, 遥控的功能是由断路器控制命令来完成的, 对应于 IEC 61850 中定义的开关控制 CSWI 逻辑节点来建模;

扰动数据: 在保护扰动数据传输过程中, 扰动数据包括扰动值 (模拟量) 和二进制值 (信号状态) 两部分, 对应于 IEC 61850 中的 RADR 和 RBDR 两个逻辑节点, RADR 逻辑节点建模模拟通道, 而 RBDR 则建模二进制通道。

为实现上述目的, 应建立一种将非 IEC61850 装置的信息和服务转换成逻辑节点模型的信息和服务的机制。为此, 将引入 XML 标准格式配置文件, 对非 IEC 61850 装置进行信息建模, 即生成该装置的 ICD 文件, 向外体现此 IED 的符合 IEC 61850 标准的数据和通讯能力。

4 结束语

IEC 61850 通讯标准具有很多优点, 且终将取代变电站内传统通讯协议。但是在相当长一段时间会出现有很多采用 IEC 60870-5 和其他协议的 IED 与采用 IEC 61850 的 IED 在一个变电站自动化系统内共存的情况, 探讨技术上实现的策略是一个非常现实问题。本文提出了一种解决方案, 供读者参考。由于不同标准之间差异巨大, 也由于其它种种原因, 不同厂家对该协议的实现千差万别, 无法保证一致性。即使全部采用 IEC 60870-5 标准, 不同厂家的 (甚至同一厂家的不同种类的) IED 之间互操作也非常麻烦。即使将来完全过渡到 IEC 61850, 由于保护原理的发展和实现技术的进步, 未来是否会出现今天 IEC 60870-5 应用的情况也未可知。这有待于标准的持续修订, 对可扩充部分加以详细限制, 以及技术人员的不懈努力。

参考文献

[1] 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, 2006, 30(23): 67-71, 87.
GAO Xiang, ZHANG Pei-chao. Main Feature and Key

Technologies of Digital Substation[J]. Power System Technology, 2006, 30(23): 67-71, 87.

[2] 任雁铭, 秦立军, 杨奇逊. IEC 61850 通信协议体系介绍和分析[J]. 电力系统自动化, 2000, 24(8): 62-64.
REN Yan-ming, QIN Li-jun, YANG Qi-xun. Study on IEC 61850 Communication Protocol Architecture[J]. Automation of Electric Power Systems. 2000, 24(8): 62-64.

[3] 朱炳铨, 任雁铭, 姜健宁, 等. 变电站自动化系统实现 IEC61850 的过渡期策略[J]. 电力系统自动化, 2005, 29(23): 54-57.
ZHU Bing-quan, REN Yan-ming, JIANG Jian-ning, et al. Strategy for Implementation of IEC 61850 in Substation Automation System During Transitional[J]. Automation of Electric Power Systems, 2005, 29(23): 54-57.

[4] 孙一民, 李延新, 黎强. 分阶段实现数字化变电站系统的工程方案[J]. 电力系统自动化, 2007, 31(5): 90-93.
SUN Yi-min, LI Yan-xin, LI Qiang. A Grading Solution for Building Digital Station[J]. Automation of Electric Power Systems, 2007, 31(5): 90-93.

收稿日期: 2008-11-02; 修回日期: 2008-11-22

作者简介:

施鲁宁 (1965-), 男, 本科, 工程师, 从事电力系统继电保护和自动化工作; E-mail: ydh2713@163.com

王步华 (1963-), 男, 硕士, 高级工程师, 从事电力系统自动化研究和管理工作;

刘艳华 (1964-), 男, 本科, 高级工程师, 从事电力系统自动化技术和管理工作的。

(上接第 78 页 continued from page 78)

参考文献

[1] 杨奇逊. 变电站综合自动化发展趋势[J]. 中国电机工程学报, 1996.
YANG Qi-xun. Development Trend of Integrated Protection and Control in Power Substation[J]. Proceedings of the CSEE, 1996.

[2] 孙军平, 盛万兴, 王孙安. 新一代变电站自动化网络通信系统研究[J]. 中国电机工程学报, 2003, 23(3): 16-19.
SUN Jun-ping, SHENG Wan-xing, WANG Sun-an. Study on the New Substation Automation Network Communication System[J]. Proceedings of the CSEE, 2003, 23(3): 16-19.

[3] 高峰, 崔琪, 杨常府. 分层模块化软件设计在变电站通信管理机中的应用[J]. 电力自动化设备, 2004, 24(6): 95-97.
GAO Feng, CUI Qi, YANG Chang-fu. Application of Layered Modularized Software Design in Substation Communication Manager[J]. Electric Power Automation Equipment, 2004, 24(6): 95-97.

[4] 路小俊, 吴在军, 郑建勇, 等. 基于 ARM 平台及嵌入式

实时操作系统的通信管理机[J]. 电力自动化设备, 2005, 05.

LU Xiao-jun, WU Zai-jun, ZHENG Jian-yong, et al. Communication Management Unit Based on ARM Platform and Embedded RTOS[J]. Electric Power Automation Equipment, 2005.

[5] 戴晓静. 嵌入式计算机在变电站综合自动化中的应用[J]. 赛尔电力自动化, 2006, 09.
DAI Xiao-jing. Applications of Embedded Computer in Substation Automation System[J]. Saier Electric Power Automation, 2006, 09.

收稿日期: 2008-03-17; 修回日期: 2008-04-28

作者简介:

刘航 (1971-), 男, 学士, 工程师, 从事计算机测控、变电站自动化技术等领域的科研工作; E-mail: hang_liu@163.com

刘全 (1970-), 男, 硕士, 高级工程师, 从事微机继电保护、变电站自动化技术等领域的科研工作;

凌俊银 (1967-), 男, 硕士, 高级工程师, 从事计算机测控、变电站、水电站自动化技术等领域的科研工作。