

基于 IEC61850 的变电站新型运动网关机

笃 竣¹, 祁 忠^{1,2}

(1. 南京南瑞继保电气有限公司, 江苏 南京 211102;

2. 南京大学 计算科学与技术系, 江苏 南京 210009)

摘要: 分析了基于 IEC61850 的运动通信网络结构, 提出了基于 IEC61850 的电力运动的数据模型和通信模型, 将 IEC61850 标准引入到运动通信体系中。针对运动网关机既是 IEC61850 客户端又是 IEC61850 服务器的特点, 选用数据处理能力较强的高性能服务器作为网关机硬件。详细介绍了运动网关机软件结构、各个模块的功能和执行流程。选用 MMS-EASE Lite 库来实现 IEC61850 的客户端进程和服务器进程, 进程之间通过共享内存实现交换数据。该运动网关机通过了与调度主站的互操作测试, 实践表明运动网关机的各项功能和性能均满足要求。

关键词: IEC61850; MMS; 网关机; 运动通信; 智能电子设备

中图分类号: TM 73

文献标识码: A

文章编号: 1006-6047(2011)02-0112-04

0 引言

IEC61850 是 IEC TC57 制定的关于变电站通信网络和系统的最新国际标准, 具有信息分层、面向对象的统一建模、面向应用的数据自描述以及与具体网络无关的抽象通信服务接口等特点^[1], 采用变电站配置描述语言(SCL)^[2], 对变电站系统结构、通信系统结构以及智能电子设备 IED(Intelligent Electronic Device)功能配置进行统一的描述, 实现了变电站内不同制造厂商 IED 间的互操作和无缝集成, 并能适应未来网络技术的发展。

目前完全遵循 IEC61850 标准的变电站越来越多, 但与调度中心之间仍然采用的是传统运动通信协议, 如 IEC60870-5-101、IEC60870-5-104。传统运动通信协议采用面向信息点的方式, 仅规定了数据报文格式的统一, 缺乏对变电站系统的统一建模和描述, 互操作性差。由于 IEC61850 与传统运动通信协议的不兼容, 必须要进行协议转化, 才能实现变电站与调度中心的无缝集成^[3]。

国内外 IEC61850 的研究与应用仍然主要集中于变电站内, IEC61850 应用于电力运动实现变电站到调度中心通信的研究还很少。本文分析了 IEC61850 的运动通信网络结构, 提出了基于 IEC61850 的电力运动的数据模型和通信模型, 将 IEC61850 标准引入到运动通信体系中, 设计了一种新型的基于 IEC61850 的变电站运动网关机, 突破了传统运动机的体系结构和传输模式, 实现了变电站过程层、间隔层、站控层到调度中心的无缝通信和信息集成, 为 IEC61850 系统的拓展做了有益的探索。

1 基于 IEC61850 的运动通信网络结构

基于 IEC61850 的电力运动通信网络结构如图 1 所示。运动网关机通过变电站内的站控层 IEC61850 MMS(Manufacturing Message Specification) 网络与间隔层 IED 通信, 接收间隔层 IED 的数据, 通过电力调度数据网按照 IEC61850 MMS 协议与调度中心主站通信, 向主站上送运动数据。运动网关机是变电站内 IED 的通信代理, 避免了调度主站直接与每个 IED 通信, 避免了 IED 直接接入调度数据网, 提高了系统安全性。变电站内部以及变电站与调度主站之间都采用 IEC61850 作为唯一的网络通信协议, 省去了变电站到调度主站之间的协议转换, 实现了变电站到调度主站的无缝集成。

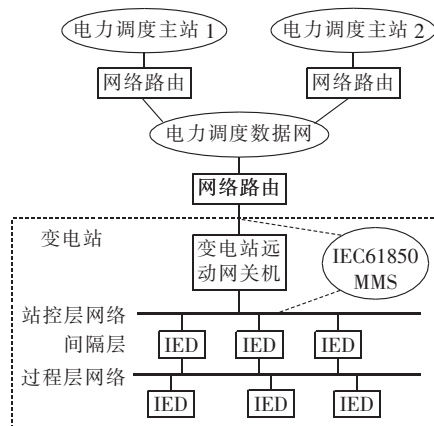


图 1 基于 IEC61850 的运动通信网络结构

Fig.1 Structure of telecontrol communication network based on IEC61850

2 基于 IEC61850 的运动通信模型^[4-9]

IEC61850 是变电站内的网络通信标准, 必须对

标准 IEC61850 的通信模型做些修改,才能应用于变电站与调度中心主站之间的通信。IEC61850 中提到的一种网关建模方式是把网关视为代理 IED,把其他实际 IED 的逻辑装置 LD(Logical Device)映射到代理 IED 下,这样会导致数据模型发生变化,不利于实际工程应用。本文设计的远动网关机通信模型如图 2 所示。

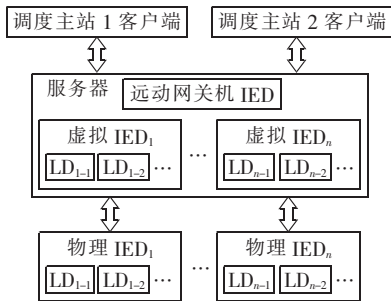


图 2 基于 IEC61850 的远动通信模型
Fig.2 Telecontrol communication model based on IEC61850

变电站内的各个物理 IED 映射为网关机内的虚拟 IED,虚拟 IED 的数据模型与物理 IED 保持一致。为了能够反映网关机自身的状态信息,增加了一个网关机 IED,该 IED 包含网关机的配置信息和运行状态。远动网关机是一个 IEC61850 服务端,调度主站是 IEC61850 的客户端,与网关机建立 MMS 连接,通过这个连接实现对各个 IED 的数据访问服务。

采用所设计的模型,从通信的角度看,网关机是一个 IEC61850 服务器,从数据模型的角度看,网关机内部建有多个 IED 数据模型,是多个服务器的集合,因此需要对 IEC61850 的抽象通信服务接口 ACSI(Abstract Communication Service Interface)做一些特殊处理。网关机在处理调度主站 GetServerDirectory 服务时,把所有 IED 的 LD 名称列表返回给调度主站,LD 名称内含有 IED 名称,调度主站可以区分出每个 IED 的 LD 列表。网关机在处理调度主站其他服务请求时,通过 LD 名称内包含的 IED 名称信息,找到对应的 IED 模型,然后再进行处理,这些处理过程与 IEC61850 标准规定的通信服务是一致的。

这种通信模型保持了变电站数据模型与调度主站数据模型的一致。在实际应用中,变电站监控系统生成的 SCD(Substation Configuration Description)文件,可以直接供远动网关机、调度主站使用,减少了模型维护工作量。

3 基于 IEC61850 的远动网关机硬件设计

IEC61850 远动网关机既是一个 IEC61850 的客户端,与变电站的各个 IED 通信,又是一个 IEC61850 的服务端,与调度主站通信,同时 IEC61850 比传统

远动协议通信数据流量大,这要求远动网关机具有较快的数据处理能力和通信能力。传统的嵌入式远动机很难满足要求。为此,采用处理数据能力较强的 Sun Fire X2250 服务器作为网关机的硬件,配置 4 个 Intel 至强 5400 处理器,4 G 内存,2 个百兆网口,操作系统采用 RedHat Enterprise Linux 5.2,保证了网关机的数据处理能力和通信能力。为提高系统的可靠性,网关机支持主、备运行模式,配置 2 台 Sun 服务器,在正常情况下,一台网关机处于值班状态,另一台处于备用状态,值班机负责与 IED、调度主站通信,当值班机发生故障时,自动降为备用机运行,另外一台备用机升为值班机运行。

4 基于 IEC61850 的远动网关机软件设计

IEC61850-8-1 部分定义了抽象通信服务 ASCII 映射到制造报文规范 MMS 的方法^[10],实现这些抽象通信服务的关键是实现 MMS 协议。SISCO 公司的 MMS-EASE Lite 是实现 MMS 协议的 C 语言编写的开发库,采用了被上千个 MMS 应用使用的相同的编解码方法,以确保互操作性,可在 Windows 和 Linux 等多个平台上运行。为了降低开发成本和节省开发周期,远动网关机也基于 MMS-EASE Lite 库来实现 IEC61850 的服务端和客户端功能。受 MMS-EASE Lite 机制的限制,在一个进程内同时实现 IEC61850 的服务端和客户端功能是不可能的,所以设计 2 个独立的进程,客户端进程和服务端进程,进程之间通过共享内存交换数据。IEC61850 远动网关机软件结构如图 3 所示,主要包括数据库配置工具、IEC61850 实时库、IEC61850 MMS 客户端进程、IEC61850 MMS 服务端进程、SCADA 模块、历史数据库以及图形监视、实时告警、历史查询等人机界面模块。

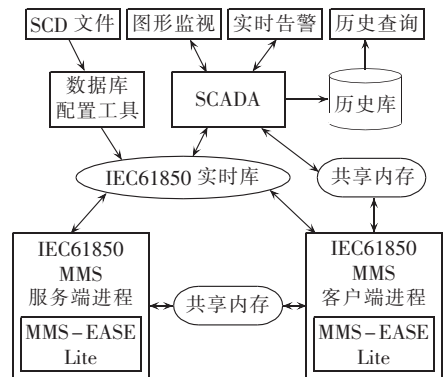


图 3 远动网关机软件结构

Fig.3 Software structure of telecontrol gateway

下面介绍各个模块的功能。

a. 数据库配置工具^[11-12]。通过导入变电站配置文件 SCD,生成 IEC61850 实时库,导入的内容包括变电站 IED 配置、通信配置,可以从 SCD 中挑选部分 IED 导入,这些 IED 的数据是需要上送调度主站

的。数据库配置工具还可以设置远动网关机 IEC61850 客户端使用的报告实例号,避免与变电站内的其他客户端发生冲突。

b. IEC61850 实时库。根据 IEC61850 的对象层次关系,采用面向对象的方法,在内存中建立了符合 IEC61850 规范的实时数据模型。其他模块通过访问 IEC61850 实时库,快速地获得 IED 模型配置信息,不必直接去解析 SCD 文件,提高了系统效率。

c. IEC61850 MMS 客户端进程^[13]。客户端进程负责与变电站内的各个 IED 装置通信。客户端进程从实时库中读入 IED 通信配置,与各个 IED 建立 MMS 连接,在线读取 IED 数据集配置、报告控制块配置,然后逐个使能 IED 的报告控制块,接收 IED 上送的实时报告数据,包括遥测报告、遥信报告、保护动作报告等,经过分析处理后,通过共享内存数据交换区,把遥测、遥信、SOE 等数据送给 IEC61850 MMS 服务端进程、SCADA 进程。同时,客户端进程可以接收服务端进程、SCADA 进程模块发送的控制命令,把控制命令下发给 IED。客户端进程定时去检测与各个 IED 的通信情况,在 MMS 连接发生中断时,能够自动地重新建立连接。

d. IEC61850 MMS 服务端进程^[14-15]。服务端进程通过访问实时库,建立服务器(server)、逻辑装置(logical device)、逻辑节点(logical node)、数据(data)、数据属性(data attribute)、数据集(data set)、报告控制块(report control)、定值控制块(setting control)等模型对象,实现 IEC61850 的服务功能,包括关联服务、目录类服务、报告服务、控制服务、定值服务、文件传输服务。

关联服务可同时接收多个不同调度主站的连接,为不同调度主站提供不同的访问视窗,各调度主站对服务端的请求和设置等操作是相互独立的,互不影响。报告服务功能是网关机向调度主站传送数据的主要方式,通过报告服务实现遥测、遥信信息的上送。服务端进程根据设置的报告控制块参数,向调度主站发送总召报告、周期报告、数据变化报告。考虑到安全性,调度主站对 IED 报告控制块的设置和使能操作,只是对网关机内的虚拟 IED 生效,网关机不会转发给间隔层的 IED。

控制服务用于实现调度主站的遥控功能。服务端进程接收调度主站的遥控服务请求,通过共享内存把遥控命令转发给客户端进程,客户端进程再把遥控命令下发给 IED,IED 遥控执行完成后,客户端进程把遥控结果返回给服务端进程,服务端进程再把遥控结果上送给调度主站。定值服务用于向调度主站上送 IED 的定值信息,与遥控过程是类似的,服务端进程接收调度主站的定值服务请求,把定值命令下转发给客户端进程,客户端进程再向 IED 发送定值服务请求。

e. SCADA 模块。SCADA 模块从 IEC61850 MMS 客户端进程接收 IED 上送的遥测、遥信数据,对遥测量进行统计计算,对 SOE 和遥信变位事件进行告警处理,并保存入历史库,同时把遥测、遥信数据更新入实时库。

f. 历史数据库。历史数据库基于 Oracle 商用数据库,用于长时间保存变电站的各种 SOE 事件、遥信变位事件、操作记录等,通过历史查询工具可以检索各种历史事件,可以进行各种数据统计和分析。

g. 图形监视模块。显示变电站的一次接线图、系统配置图、通信状态图,实时显示各个开关、刀闸的状态信息,实时显示各个一次设备相关的电压、电流、有功、无功等量测数据。通过图形界面,可以进行各种遥控、遥调操作。

h. 实时告警模块。对变电站内产生的各种事件进行分类处理,登录到实时告警窗口。根据告警事件的处理方式定义,进行画面闪烁、光字牌显示报警、推事故画面、语音报警、音响报警等处理。

与传统远动机相比,新型远动网关机功能更完备,特别是图形监视、实时告警等人机界面功能,丰富了远动机的功能。

5 结语

本文提出了基于 IEC61850 MMS 的电力运动的数据模型和通信模型,将 IEC61850 标准引入到远动通信体系中,设计了一种新型的基于 IEC61850 MMS 的变电站远动网关机,为 IEC61850 系统的拓展做了有益的探索。所设计的远动网关机通过了与调度主站的互操作测试,各项功能和性能均符合要求,表明该设计方案是可行的,该远动网关机已经应用在数字化变电站中。

参考文献:

- [1] 谭文恕. 变电站通信网络和系统协议 IEC61850 介绍[J]. 电网技术, 2001, 25(9): 8-11.
TAN Wenshu. An introduction to substation communication network and system-IEC61850[J]. Power System Technology, 2001, 25(9): 8-11.
- [2] IEC TC57. IEC61850-6 Communication networks and system in substations-part 6: configuration description language for communication in electrical substations related to IEDS[S]. [S.I.]: IEC, 2003.
- [3] 谭文恕. 远动的无缝通信系统体系结构[J]. 电网技术, 2001, 25(8): 7-10.
TAN Wenshu. Seamless telecontrol communication architecture [J]. Power System Technology, 2001, 25(8): 7-10.
- [4] IEC TC57. IEC61850-7-1 Communication networks and system in substations-part 7: basic communication structure for substation and feeder equipment-principles and models[S]. [S.I.]: IEC, 2003.
- [5] IEC TC57. IEC61850-7-2 Communication networks and system in substations-part 7: basic communication structure for substation and feeder equipment-Abstract Communication Service Interface (ACSI)[S]. [S.I.]: IEC, 2003.
- [6] IEC TC57. IEC61850-7-3 Communication networks and system

- in substations-part 7:basic communication structure for substation and feeder equipment-common data classes[S]. [S.I.]:IEC,2003.
- [7] IEC TC57. IEC61850-7-4 Communication networks and system in substations-part 7:basic communication structure for substation and feeder equipment-compatible logical node classes and data classes[S]. [S.I.]:IEC,2003.
- [8] 王德文,朱永利,邸剑. 利用 IEC61850/MMS 的电力远动实时数据交换新方法[J]. 中国电机工程学报,2008,28(1):65-69.
WANG Dewen,ZHU Yongli,DI Jian. A new approach to exchange real-time data of power telemonitoring systems by using IEC61850/MMS[J]. Proceedings of the CSEE,2008,28(1):65-69.
- [9] 章坚民,朱炳铨,赵舫,等. 基于 IEC61850 的变电站子站系统建模与实现[J]. 电力系统自动化,2004,28(21):43-48.
ZHANG Jianmin,ZHU Bingquan,ZHAO Fang,et al. Modeling and implementation of the subsystem in substations based on IEC61850[J]. Automation of Electric Power Systems,2004,28(21):43-48.
- [10] IEC TC57. IEC61850-8-1 Communication networks and systems in substations-part 8-1:Specific Communication Service Mappings (SCSM) to MMS(ISO 9506-1 and ISO 9506-2)and to ISO/IEC 8802-3[S]. [S.I.]:IEC,2003.
- [11] 范建忠,沐连顺,战学牛,等. 基于 IEC61850 标准的变电站监控系统数据建模[J]. 电力系统自动化,2006,30(5):43-47.
FAN Jianzhong,MU Lianshun,ZHAN Xueniu,et al. Data modeling for substation SCADA system based on IEC61850 standard[J]. Automation of Electric Power Systems,2006,30(5):43-47.
- [12] 祁忠,笃竣,张志学,等. IEC61850 SCL 配置工具的研究与实现[J]. 电力系统保护与控制,2009,37(7):76-81.
QI Zhong,DU Jun,ZHANG Zhixue,et al. Research and implementation of IEC61850 SCL configuration tool[J]. Power System Protection and Control,2009,37(7):76-81.
- [13] 何为,缪文贵,朱頔怡,等. IEC61850 模型与 MMS 映射的矛盾及其解决建议[J]. 电力系统自动化,2006,30(23):97-99.
HE Wei,MIAO Wengui,ZHU Songyi,et al. Contradiction in the mapping of IEC61850 model and MMS and its solutions[J]. Automation of Electric Power Systems,2006,30(23):97-99.
- [14] 徐永晋,张乐,叶申锐. IEC61850 报告控制块和日志控制块的研究[J]. 电力系统保护与控制,2009,37(18):139-141.
XU Yongjin,ZHANG Le,YE Shenrui. Research of RCB and LCB of IEC61850 standard[J]. Power System Protection and Control,2009,37(18):139-141.
- [15] 张冉,任春梅,贺春. IEC61850 报告控制模型及应用问题讨论[J]. 电力系统保护与控制,2009,37(6):93-97.
ZHANG Ran,REN Chunmei,HE Chun. IEC61850 report model and its application problems discussion[J]. Power System Protection and Control,2009,37(6):93-97.

(编辑:汪仪珍)

作者简介:

笃竣(1975-),男,江苏南京人,工程师,硕士,主要从事变电站综合自动化系统的研究和开发工作;

祁忠(1977-),男,江苏张家港人,工程师,硕士研究生,主要从事变电站综合自动化系统的研究和开发工作(E-mail: qizhong@nari-relays.com)。

Telecontrol gateway of substation based on IEC61850

DU Jun¹,QI Zhong^{1,2}

(1. NARI-Relays Electric Co.,Ltd.,Nanjing 211102,China;

2. Department of Computer Science and Technology,Nanjing University,Nanjing 210009,China)

Abstract: The structure of telecontrol communication network based on IEC61850 is analyzed. The IEC61850-based telecontrol data model and communication model are presented. As the telecontrol gateway is both the IEC61850 client and IEC61850 server,high-performance server with better data-handling capacity is chosen. Its software structure,functional modules and execution procedures are introduced in detail. MMS-EASE Lite is applied to implement the IEC61850 client procedures and server procedures. The memory is shared to exchange data between procedures. The test of interoperability between telecontrol gateway and the master station in dispatch center are accomplished and applications show its satisfying functions and performance.

Key words: IEC61850; manufacturing message specification; gateway; telecontrol communication; intelligent electronic device