

[特高压直流输电]

IEC 61850在特高压直流工程远动系统中的应用

文/中国电气装备集团许继集团 李凤龙 李 杰 李金旗 陈 鹏

阐述了基于标准IEC 61850规约的远动通信系统网络结构，并给出基于标准IEC 61850规约的远动通信系统的信息模型构建，在远动通信系统中实现了标准IEC 61850规约。经过厂内仿真平台测试，远动通信系统能够较好地与模拟主站进行通信，远动通信系统的各项功能和性能完全满足特高压直流输电工程的要求。

在国家提出“双碳”目标后，十四五期间，国家电网公司将对特高压直流项目建设提速，建设规模远超前两个五年规划。在直流输电工程日益发展壮大前提下，换流站内的部分IED设备已经具备了IEC61850的通信能力。随着调度中心通信系统的改造，换流站内远动系统需具备以IEC 61850规约接入调度中心的能力。

本文在原有特高压直流输电工程远动系统开发和对IEC 61850协议进行深入研究的基础上，提出了基于IEC 61850的网络结构，并详细描述了协议转换和信息模型，进行了软/硬件升级。升级后的远动系统支持IEC 61850、IEC 60870-104、IEC 61870-103及IEC 61870-101等多种规约，能够实现各种规约转换，既扩充了远动系统本身的接入能力，又可作为通用规约转换装置使用。

IEC 61850规约分析

IEC TC57技术委员会在2004年正式发布了标准IEC 61850规约，指出了从调度中心到变电站，从变电站层到间隔层再到过程层的通信一致，从而实现各设备厂家不同设备间的互操作性。

标准IEC 61850规约的另一个显著特点，即通过面向对象的方式描述了变电站和设备的相关信

息。另一方面，为整个变电站重要设备、通信系统及服务构建了基于对象的数模方式，把整个换流站的物理对象（包含若干一次相关重要设备和测量系统、控制系统及保护系统等二次相关设备）及其通信网络功能抽象为对应的逻辑设备，不同子功能又对应为不同逻辑节点，逻辑节点是承载着多种数据信息属性与方法的数据信息对象，而数据信息对象则是公共数据类型的对象实例。

标准IEC 61850规约采用30多个公共数据类型，将近400种数据对象，及由此产生的80多个逻辑节点，涵盖了变电站内绝大范围重要设备的相关信息，并且还可对逻辑节点、数据对象和相关属性加以扩充；另外，根据IEC61850标准通信模型的构建，采用了C/S方式，面向对象的抽象通信服务接口（ACSI）完成IED设备间的数据交换，ACSI再将变电站和站内相关设备的功能特性映射成服务器、逻辑设备、逻辑节点、数据类型及数据属性等分层的模型。并给出了满足信息传输所要求的如建立链接、访问变量、数据主动传输、设备控制和文件类型数据传输服务等通信服务的抽象接口，上述业务将采用ACSI向具体的应用层数据通信协议（如MMS等）来完成通信实现过程。因此，我们可以认为标准IEC 61850规约为网络化的远动通信系统创

造了一个全新的、面向对象的数据传输模式。

基于IEC 61850的远动系统

1. 网络结构

远动通信系统在实现传统的远动通信系统所

有功能的基础上，为了适应智能变电站以及智能调度的趋势，实现了基于标准IEC 61850规约信息模型建立和解析以及通信能力。其原理框架如图1所示。

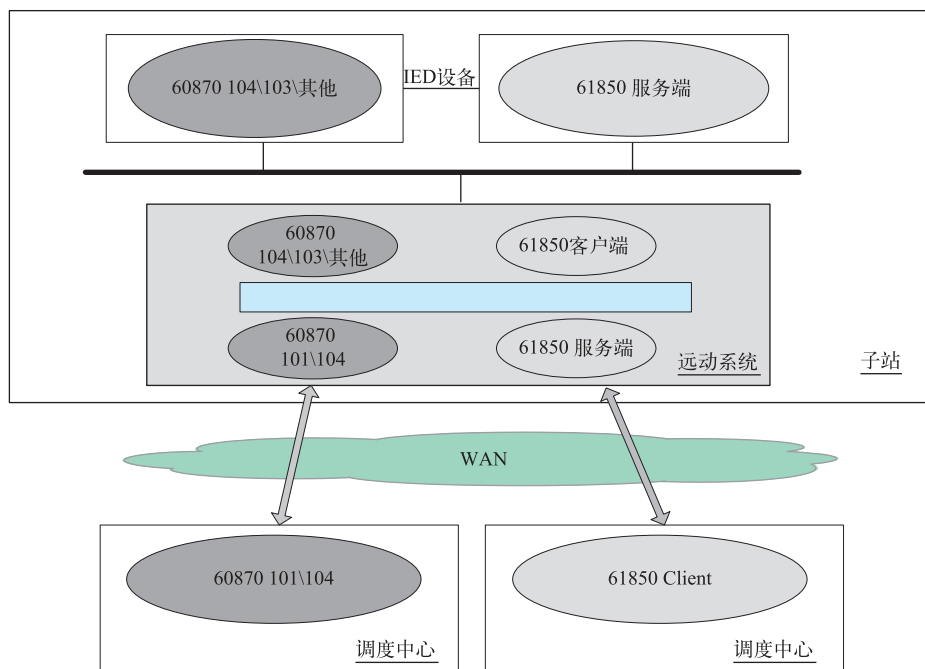


图1 原理框架图

支持基于标准IEC 61850规约的客户端功能。适应智能变电站本身的发展需求，对下层智能装置设备（61850 Server）的遥测、遥信等数据进行采集，根据标准IEC 61850规约统一处理，能够接收并向控制保护系统转发来自远方调度下发的控制指令和参考值命令等，从而完成对一次设备的控制操作。通过统一数模构建，形成本地信息数据库，并利用标准61850规约通信来获取所有61850数据对象的遥测和遥信等数据。

实现IEC 61850服务器的功能，能够与远方调度控制中心通过IEC 61850通信。IEC 61850不仅应用于变电站内部，还将应用于变电站与远方调度控制中心的通信。

2. 协议转换

全面系统遵循标准IEC 61850规约的变电站自动化系统逐步取代现有变电站自动化系统，新型远动系统不仅要能够适应未来发展，同时还需符合当前的自动化系统特点。本文实现的基于标准

IEC61850规约的远动系统体系结构，该远动系统可充分运用SDH电力通信专用网络的高宽带、高速率和高可靠度等特性，使其各级远方调度可以与不同变电站的远程终端设备及智能装置之间进行广域网连接。变电站站内的协议转换网关机与遵循IEC 61850规约且设有网络接口功能的IED设备均被认为是一个单独的网络节点被赋予IP进行通信，同时还可向调度中心或站控层转发数据，数据传输速率大幅提高。

转换网关实现DL/T 634.5104—2002规约和IEC 61850标准的转换工作，该网关作为客户端角色利用104规约将变电站的远动相关遥信、遥测数据采集过来，采用面向点的信息描述方法；另外该网关又作为服务器角色，利用IEC 61850标准为主站提供服务，采用面向对象的信息描述方法。故而需要将104规约转发的远动遥信、遥测数据通过标准IEC 61850规约定义的信息模型进行重组。

具体的规约转换工作可分为下述3个步骤：

1) 规约接收和解析。104 规约中报文的接收采用以太网的通信方式,随后再解析成站内相关遥信、遥测数据,另外将遥信、遥测数据存入实时库。

2) IEC 61850 信息模型构建。基于IEC 61850 规约定义变电站相关信息,构建基于104规约向IEC 61850规约转换网关的信息模型。

3) 数据映射。将实时库中已完成解析的相关遥信、遥测数据和对应的转换网关模型的数据对象属性进行相映射。

3. 信息模型

信息模型的定义决定了变电站自动化系统的数据交换机制。IEC 61850模型构建的重要方式是虚拟,该标准阐述了信息模型之间交换信息的方法。抽象模型实现信息交换,而现实设备将被虚拟生成抽象模型。在IEC 61850规约的基础之上,所有转换网关可以当作是一个IED,下层可以根据变电站的不同类型功能划分为多个逻辑设备节点,利用面向对象方法对不同类型功能构建信息模型。其中最重要的就是要完成104规约中对数据信息基于IEC 61850标准的建模。下文将以遥测信号构建模型为例,讲述转换网关信息模型的实现方法。

在XX变电站有一条交流线路遥测信息包括:电流、电压、有功值和无功值。选择恰当的逻辑节点来构建其信息模型,与其相对应的逻辑节点MMXU在IEC 61850-7部分进行了详细定义。有功功率和、无功功率和、总视在功率和及平均功率因数等相关数据均被包含在MMXU中。变电站交流线路中的电流、电压、有功值和无功值,实现构建逻辑节点MMXU 实例见表1。

表1 MMXU实例表

Logical Node	61850
Measured Values	Measuring MMXU
Binary States	Switch XSWI, Breaker XCBR

其他遥测信息模型构建可参考IEC61850-7-4部分的定义,针对61850标准中没有进行明确定义的其他数据对象,可以根据该标准加以扩充。在实现了逻辑节点的模型构建基础之上,把变电站给出的相关信息相对应到相应逻辑节点的数据对象属性中。

4. 软件实现

远动系统软件结构如图2所示。主要显示了远动系统软件结构中最主要的部分以及数据流向。

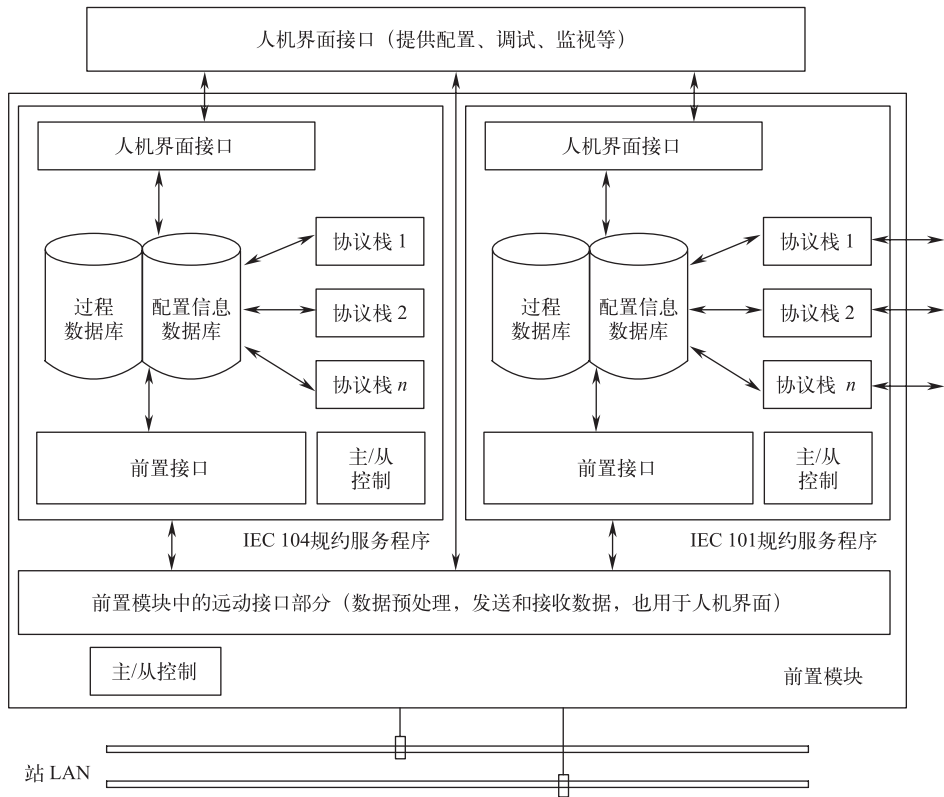


图2 远动系统软件结构

图2中各功能模块简述。

1) 前置模块。前置程序主体部分利用冗余站 LAN网与控制保护系统进行数据交换,另外向远动服务程序提供ICE服务,使其实现远动服务程序的数据交换。

2) IEC 104规约服务程序。DL/T 634.5104—2002规约服务程序。

3) IEC 101规约服务程序。DL/T 634.5101—2002规约服务程序。

4) 主/从控制。主从控制子模块,确定自身的主从角色。

5) 前置模块中远动接口部分。前置程序部分中负责和远动服务程序进行通信的接口部分,对数据进行预处理、数据交换等。

6) 前置接口。ICE 服务程序中与前置服务程序交换信息的接口部分。

7) Process Data。过程数据库,存放传送到

控制中心所有的信息点(状态量,模拟量,SER信息)的当前值。

8) 配置信息数据库。存储配置信息的数据库负责将远动服务程序中的遥信、遥测相关信号转发到远动通信链路至调度主站,包括主站IP地址及其端口号等信息。过程数据库和配置信息数据库通过点标识符连接起来。

9) 协议栈。也可称作规约栈,远动服务程序中每个远动通道,即每个与调度中心通信的链路都有一个对应的规约栈,实现与调度主站的遥信、遥测及其遥控等信号交换。

10) 人机界面接口。ICE 服务程序中向界面程序提供接口部分。

11) HMI Interface。界面,具有配置、调试和就地监视功能。

智能化远动系统改造软件技术解决方案框架如图3所示。

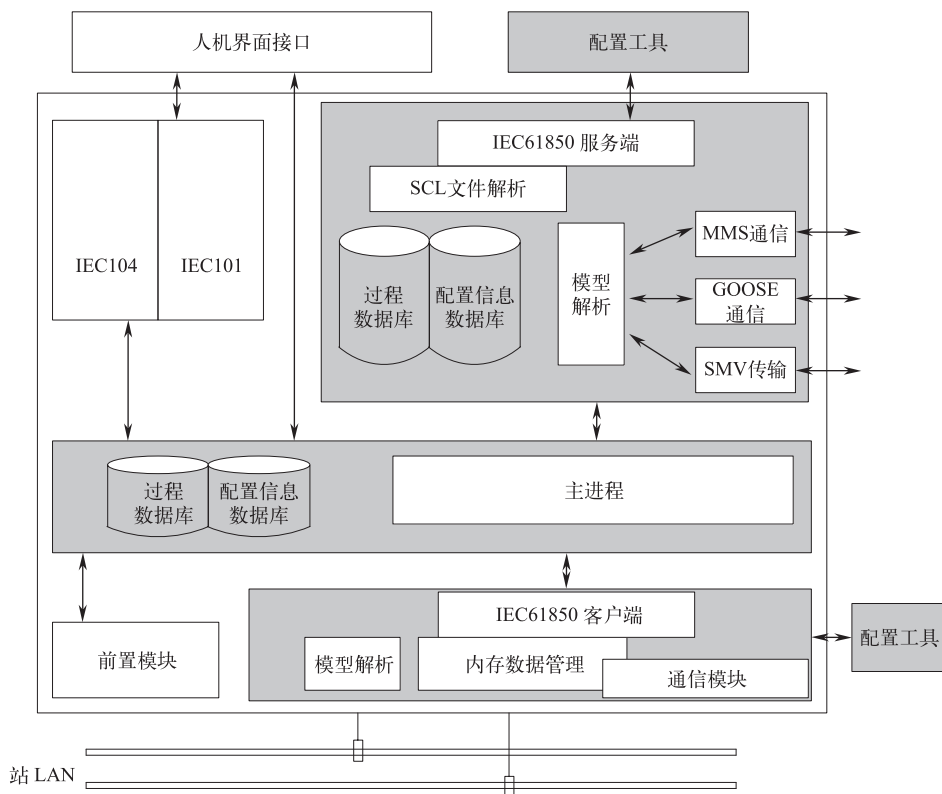


图3 智能化远动系统软件结构

1) IEC 61850 Server。提供IEC 61850的输出能力,是需要扩充的主体部分之一。Server能够解析配置文件,处理数据,通过配置工具的配置以不

同MMS、GOOSE及SMV三种方式为远方提供数据服务。MMS是制造报文通信协议,用于Server对外提供模拟量和开关量的数据,并能够映射到实时数

据库中；实现遥控、遥调及读写文件的功能，其作用主要是用于人机会话。GOOSE适用于传递快速信号的机制，一般用于传递开关动作、保护跳闸等信号，传输速度高达几毫秒。SMV用于传输采样值，即传输电压、电流波形的瞬时值，通常替代原有的故障录波等设备。

2) IEC 61850 Client。实现与间隔层智能装置(IED)之间MMS通信，通过目录服务实现61850模型的在线解析，获得间隔层设备的树型数据结构；通过61850的报告机制接收间隔层设备的模拟量和开关量的数据，并能够映射到实时数据库中；实现遥控、遥调和读写文件的功能。Client配置工具用于配置Client连接IED数目、通信的IP地址是否为双网、IED内的报告日志情况和数据点的映射表。

3) 配置工具。配置IP地址、数据映射和客户端连接的IED数等。

4) 过程数据库。放传送到控制中心所有的信息点(状态量、模拟量、SER信息)的当前值。

5) 配置信息数据库。存储配置信息的数据库，负责将远动服务程序中的遥信、遥测相关信号转发到远动通信链路至调度主站，包括主站IP地址及其端口号等信息。

结束语

随着IEC 61850标准在电力行业的应用日益成

熟，特高压直流输电工程换流站已经逐步具备完整的数据模型，信息传输能力有了很大幅度提升，本文将IEC 61850规约引入到远动通信系统中，提出了信息模型的构建和IEC 61850规约在远动通信系统中的软件实现方法，经过厂内试验验证，远动通信系统各项功能和性能能够很好满足特高压直流工程建设的需求，对换流站远动系统的学习有一定的参考意义。EA

(收稿日期：2022-04-27)

参考文献

- [1] 周远翔, 陈健宁, 张灵, 等. “双碳”与“新基建”背景下特高压输电技术的发展机遇[J]. 高电压技术, 2021, 47(7): 13.
- [2] 宣科, 栗大维, 王立靖, 等. 基于IEC61850的配电自动化系统信息交互技术[J]. 电气自动化, 2018, 40(1): 5.
- [3] 顾建伟, 张铁峰, 韩书娟. 基于IEC61850国际标准的配电自动化系统应用研究[J]. 电力科学与工程, 2012(1): 30-36.
- [4] 王雷. 基于IEC 61850标准的开闭所监控终端DTU模型研究[D]. 北京: 华北电力大学, 2012.
- [5] 席禹, 陈波, 郭晓斌, 等. 基于IEC61850配电系统自动化可靠性评估[J]. 电力系统保护与控制, 2019, 47(16): 7.

声 明

《电气时代》杂志唯一投稿渠道

登录电气时代官网www.eage.com.cn, 点击“我要投稿”

咨询电话: 010 - 68993981