

IEC 61850 在高压直流输电系统中的应用

景乾明¹, 薛海平², 曹卫国², 叶周²

(1.甘肃省电力公司,甘肃兰州 730050;2.南京南瑞继保电气有限公司,江苏南京 211106)

摘要:随着数字化变电站的快速发展,IEC 61850 在数字化变电站中得到广泛应用。高压直流输电(HVDC)工程的建设也十分迅速,但换流站的数字化水平还远低于变电站,主要体现在传输规约和传输网络等方面。文中结合天广直流改造工程,从装置建模和站控层通信冗余处理两个方面来阐述 IEC 61850 在直流输电系统中的应用。随着数字化水平要求的提高,IEC 61850 也将是 HVDC 系统自动化技术发展的重要基石。

关键词:数字化变电站;IEC 61850;高压直流输电(HVDC);装置建模;通信冗余

中图分类号: TM721.1

文献标志码: B

文章编号: 1009-0665(2012)02-0050-03

随着国民经济和电力工业的高速发展,电网正面临着空前的发展局面,而直流输电在电网发展中占有非常重要的位置。直流输电电压等级和输电容量的不断扩大,使得实时信息传送量成倍增多,对直流输电系统的数据通信提出了更高的要求。传输规约和传输网络的标准化,是实现可靠快速通信的保证^[1]。

考虑到通信技术发展很快,即使最新制订出的通信标准也不一定能代表出版时的最新技术^[2]。为此,IEC 61850 基于电力系统的服务和对象定义了独立于具体通信技术的抽象通信服务接口(ACSI),并为不同的应用制定不同通信服务映射(SCSM)。将 IEC 61850 的应用推广至直流输电系统中,可以解决专用或自定义通信协议带来的设备接入困难和信息共享困难等问题,更可提高换流站的数字化水平,促进自动化技术的发展,实现设备互操作性。

1 直流输电系统的通信要求

直流控制保护信号具有信息量大、采样复杂、相互配合多等特点,因此对系统通信提出了可靠、安全、准确、快速、冗余的要求。无论是通信线路还是通信接口都应充分满足直流系统运行的要求,而直流控制系统应满足在通信故障情况下和无通信情况下直流系统仍能继续运行。

(1) 实时性。实时性是直流输电系统首先考虑的问题。对系统的数据传送都有严格的实时性指标。要求数据通信网络能及时地传输现场的实时运行信息和操作控制信息。直流输电控制系统响应时间应小于等于 10 ms,因此,通信模块必须能够保证数据通信的实时性。

(2) 准确性。由于直流输电系统是连续运行的,数据通信网络必须连续、可靠地运行,通信网络

的准确性会影响整个输电系统的运行。

(3) 冗余性。为了保证直流输电系统的安全性和可靠性,直流控制系统对设备层和通信层都进行了冗余配置。网络冗余是提高网络容错能力的主要手段^[3],要求通信模块能够自动检测和判别网络故障,并及时、快速地进行自动切换。

2 IEC 61850 在直流输电系统中的应用

为了保证 IEC 61850 在直流输电系统中的应用和推广,在进行 IEC 61850 的设计与开发中应注意以下几点:

- (1) 遵循 IEC 61850 标准的各项规范;
- (2) 对整个直流输电系统的体系、功能、技术等方面作出审视和规范;
- (3) 对 IEC 61850 的各项规范进行适当裁剪和扩展,符合直流输电系统。
- (4) IEC 61850 对直流输电系统中的数据对象进行统一建模。

2.1 基于 IEC 61850 的装置建模方法

为了满足数据通信的要求,IEC 61850 提供了建立通信数据模型的方法。在天广直流改造工程中,基于直流输电系统的特点,将换流站内的每一台直流主机(即直流控制保护装置),例如直流站控 DCC、极控 PCP、极保护 PPR、交流站控 ACC 等,作为一个整体建模。每个实际装置就是一个智能电子设备(IED),直流应用中的每一种独立功能可定义为一个逻辑节点实例,根据直流主机的功能实现和分布,通常一个 IED 由若干个逻辑节点实例构成。每一个 IED 均由服务器和应用组成,服务器(Server)可分层为逻辑装置(LogicalDevice),逻辑节点(LogicalNode),数据对象(DataObject),数据属性(DataAttributes)^[4]。服务器(即 IED 的通信接口)通过访问点接入至通信网络,功能类似的逻辑节点实例与服务构成了逻

辑装置,直流主机的信号信息存储在逻辑节点实例下的数据对象中。

以天广直流改造工程中的交流站控装置为例,该设备由2个逻辑装置组成,可通过访问点访问服务器下的这些功能和数据。如图1所示。基于直流输电系统的特点和重要性,交流站控主机进行了完全双重化配置,所以图1中的IED1和IED2是完全冗余的、互为主备的2个装置,它们的信息模型是完全一致的。

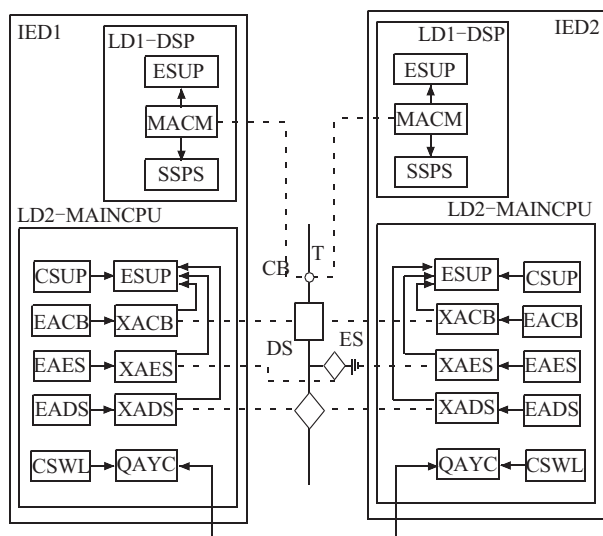


图1 天广直流改造工程的某交流站控 IED 信息模型

图1中给出了由高压设备断路器CB、隔离刀闸DS、接地刀闸ES和电流互感器(TA)组成的交流场的某个间隔。交流站控设备IED1和IED2分别采集一次设备的相关状态信息。由于IED1和IED2的信息模型是完全一致的,现以IED1为例进行信息模型的说明。

IED1是由2个逻辑装置DSP和MAINCPU组成。逻辑装置DSP主要是进行模拟量的采集、计算和相关逻辑处理。DSP包含3个逻辑节点,分别为MACM、ESUP、SSPS。MACM为模拟量采集和计算功能块,采集一次设备的测量量并进行计算处理;ESUP和SSPS为逻辑处理功能块,将计算后的测量量进行逻辑处理,产生相应的事件信息。逻辑装置MAINCPU主要是进行状态量的采集、计算和相关逻辑处理。MAINCPU包含10个逻辑节点,分别为ESUP、CSUP、XACB、EACB、XADS、EADS、XAES、EAES、QAYC、CSWL。ESUP为系统监视功能块,监视系统的故障状态(设备运行情况);CSUP为系统控制功能块,进行故障状态的逻辑切换处理;XACB为交流场开关状态监视功能块,采集断路器的状态并进行处理;EACB为交流场开关控制功能块,对断路器进行控制操作;XADS为交流场刀闸状态监视

功能块,采集隔离刀闸的状态并进行处理;EADS为交流场地刀闸控制功能块,对隔离刀闸进行控制操作;XADS为交流场地刀状态监视功能块,采集接地刀闸的状态并进行处理;EADS为交流场地刀控制功能块,对接地刀闸进行控制操作;QAYC为系统间通讯监视功能块,监视冗余设备间的通讯状态;CSWL为设备状态切换功能块,进行冗余设备的运行状态逻辑切换处理。

IED与一次设备之间的连接由虚线表示,如图1所示。单箭头实线为各逻辑节点之间的逻辑连接,表明相连的逻辑节点之间有信息交换,双箭头实线给出了IED1和IED2之间的物理连接,IED1和IED2通过LAN连接,实现信息的交互和监视。

2.2 基于 IEC 61850 的通信冗余处理方法

在直流输电系统中,为了确保系统运行的安全性和可靠性,站控层进行了冗余配置。早期的直流输电系统,其通信冗余处理采用单环网的通信网络拓扑结构,TCP/IP协议使用了虚拟网络镜像(虚拟IP地址)技术,2个不同的物理网络使用单一IP地址,而采用的通信规约为60870-5-103或104规约。

随着计算机技术和通信技术的发展,特别是工业以太网技术的发展,基于IEC 61850的双星形网络将会成为通信冗余实施方案的主流。双星形网络使用独立子网IP地址进行通信。双星形独立子网的通信冗余的具体实现是:IED之间使用双星形网络进行连接,IED双网口使用不同的子网IP地址分别接入对应的MMS(Manufacturing Message Specification)通信网络,IED(服务器)提供MMS服务,监控系统(客户端)的双网口也分别连接在对应的MMS通信网络,客户端享有服务器的服务。天广直流改造工程中的IED与监控系统间的通信层正是按照双星形网络进行组建的,如图2所示。图2的下半部分为IED,服务器和 workstation 属于监控系统。

在这种通信冗余结构中,天广直流改造工程采用了双网热备用模式进行通信冗余处理。在双网热备用模式下,双网绑定同一报告实例,监控系统和IED之间的A网正常发送报告和MMS请求应答服务,B网只保持连接。当A网发生故障时,IED通过TCP_KEEPALIVE参数判断网络连接状态,置对应的报告控制块实例的使能标志为FALSE,监控系统发送心跳报文等手段也判断出A网故障并且IED的报告控制块实例的使能标志为FALSE,监控系统置同一个报告控制块实例的使能标志为TRUE,利用BRCB的缓冲功能在B网发送报告,可以实现重要信息无丢失的网络切换。但是,在单网络发生故障时,判断网络的故障需要一定周期,此时如果发生

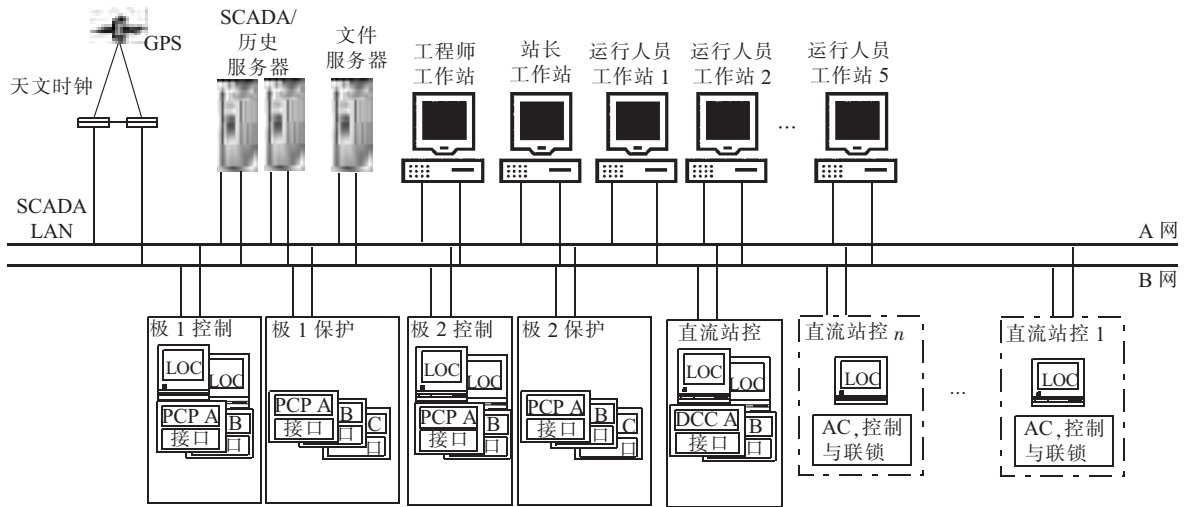


图2 天广直流改造工程的站 LAN 网络结构示意图

电力系统故障,不能及时上送报告给监控系统,不能做到无缝切换。

基于双网实现的规范、客户端的特殊处理、装置实现的难易等因素,MMS 双网冗余机制建议采用双网热备用模式,同时双网热备用方案需要进一步优化。

3 结束语

本文结合天广直流改造工程,重点从装置建模和站控层通信冗余处理两个方面阐述了 IEC 61850 在直流输电系统中的应用。目前,IEC 61850 已成功应用于天广直流改造工程,其稳定性和可靠性都得到了很好的工程检验。IEC 61850 对于现在和将来直流输电系统的数字化技术发展都将产生重大的影响,因此有必要继续对它进行深入分析和研究,同时需要进一步将 IEC 61850 在直流输电系统中的应用进行标准化、规范化。

参考文献:

- [1] 茹锋,夏成军,许扬. IEC 61850 标准在变电站自动化系统中的应用探讨[J]. 江苏电机工程,2004,23(3):8-12.
- [2] 徐礼葆,刘宝志,郝燕丽. 开放式数字化变电站自动化系统的讨论[J]. 继电器,2004,32(6):40-43.
- [3] 窦晓波,胡敏强,吴在军,等. 数字化变电站通信网络的组建与冗余方案[J]. 电力自动化设备,2008,28(1):38-42.
- [4] 张结,卢德宏. IEC 61850 的语义空间研究[J]. 电力系统自动化,2004,28(11):45-48.

作者简介:

- 景乾明(1965),男,甘肃通渭人,高级工程师,研究方向为电力生产技术管理;
- 薛海平(1980),男,江苏江阴人,工程师,研究方向为直流输电控制保护、电力系统自动化;
- 曹卫国(1978),男,河南新乡人,工程师,研究方向为 IEC 61850 在交流和直流系统的应用;
- 叶周(1967),男,河南鲁山人,研究员级高级工程师,研究方向为直流输电控制保护、电力系统自动化。

Application of IEC 61850 in the HVDC System

JING Qian-ming¹, XUE Hai-ping², CAO Wei-guo², YE Zhou²

(1. Gansu Electrical Power Co.Ltd., Lanzhou 730050, China; 2. Nari-Relays Electric Co.Ltd., Nanjing 211106, China)

Abstract: With rapid development of digital substation, IEC 61850 can be widely used. HVDC projects are also in quick developing process, but the digital level of converter station is much lower than substation, mainly reflecting in transmission protocols and transmission network etc. Based on the reconstruction of Tian-Guang HVDC project, this paper illustrated the application of IEC 61850 in the HVDC system from two main sides: device modeling and station-layer communication redundant processing. With the improvement of digital level, IEC 61850 will also be an important cornerstone for the development of automation technology in HVDC systems.

Key words: digital Substation; IEC 61850; HVDC; device modeling; communication redundant

欢迎投稿 欢迎订阅