

基于 61850 规约的洛阳金谷园 110 kV 数字化 变电站工程应用实践

李瑞生¹, 王锐², 许沛丰³, 陈延昌³

(1. 许继电气股份有限公司, 河南 许昌 461000; 2. 河南省电力公司, 河南 郑州 450052; 3. 洛阳供电公司, 河南 洛阳 471000)

摘要: 基于 IEC61850 通信规范基础的数字化变电站, 可以实现二次设备之间互操作及信息共享, 并实现一次设备智能化、二次设备网络化。在洛阳金谷园 110 kV 数字化变电站工程实践中, 监控系统采用数字化变电站特有的过程层、间隔层、站控层三层网络体系结构。各层间及同层设备之间采用国际变电站通用的 IEC61850 标准通信规约, 采用过程层网络总线模式实现过程层设备间的数据共享、信息互通、即插即用。间隔层装置通过过程层总线获取过程层设备 GOOSE 信息, 实现对过程层设备控制互锁及互操作功能。以 GOOSE 方式网络化实现 10 kV 母线保护、备自投、低周减载、微机防误等多项变电站二次应用。

关键词: IEC61850; 数字化变电站; 网络化保护

Application practice of Luoyang Jingyuan 110 kV digital substation based on IEC61850

LI Rui-sheng¹, WANG Rui², XU Pei-feng³, CHEN Yan-chang³

(1. XJ Electric Co., Ltd, Xuchang 461000, China; 2. Henan Power Grid Group Co., Ltd, Zhengzhou 450052, China; 3. Luoyang Power Supply Company, Luoyang 471000, China)

Abstract: The intelligentization of primary devices and the network of secondary devices are implemented in the digital substation based on IEC 61850 communication protocol. During the application practice of Luoyang Jingyuan 110kV digital substation, this paper utilizes the unique construction of digital substation in the monitoring system, which has three-layer network, the process layers, spacer layers and the control layers. With IEC61850, the share of data, the communication of information, the plug&play by using the network bus mode of process layers are achieved. The spacer layers device gets the GOOSE information of process layers device through process layers bus, and then interlocks and inter-controls the process layers device. The 10kV bus protection, the reserve automatic switch-on, the low frequency protection and microcomputer misoperation-prevent could be realized by GOOSE type network.

Key words: IEC61850; digital substation; network protection

中图分类号: TM76 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2009)10-0076-03

0 引言

早期的变电站综合自动化系统采用集中式^[1], 由于集中式的缺陷, 后采用分层分布式^[2], 并在系统中广泛采用, 分层分布式解决了集中式在可靠性、扩展性、灵活性的瓶颈, 并减少站内二次电缆, 节省投资, 简化变电站的维护。分层分布式经过几年的发展运行经验成熟, 但还存在二次设备之间互操作性不够, 信息难以共享, 二次电缆影响系统可靠性, 难以适应于数字互感器等诸多问题。基于 IEC61850 通信规范基础的数字化变电站, 可以实现二次设备之间互操作及信息共享, 并实现一次设备智能化、二次设备网络化。

1 数字化变电站自动化系统网络简介

数字化变电站自动化系统, 网络采用 IEC61850 网络通信标准, 三层网络结构、信息的全数字化处理^[3]。IEC61850 协议是国际电工委员会 TC57 工作组制定的《变电站通信网络和系统》系列标准, 是基于网络通信平台的变电站自动化系统的国际标准。其主要特点为: 信息分层、面向对象的数据对象统一建模、数据的自描述、抽象通信服务接口 ACS I; IEC61850 协议将整站系统分为三层^[4]: 站控层、间隔层、过程层。站控层设备具有面向对象的统一数据建模, 能将系统内 IEC61850 协议转换成相对应规约格式以实现与外部接口设备(如远动装置等)的标准通信。站控

层设备采用百兆以太网,并按照 IEC61850 通信规范进行系统建模和信息传输;间隔层设备主要包括保护装置、测控装置等一些二次设备,所有信息上传均能够按照 IEC61850 协议建模并具有支持智能一次设备的通信接口功能;过程层设备是数字化二次自动化系统特有的设备,包括电子式电流电压互感器、智能开关一次设备或开关设备的智能单元。

2 基于 IEC61850 规约的洛阳金谷园 110 kV 数字化变电站工程应用

2.1 洛阳金谷园 110 kV 工程简介

金谷园变电站始建于上世纪 50 年代末,为 110 kV 和 10 kV 两个电压等级,110 kV 为单母分段接线,4 回 110 kV 出线,每段母线各带两条 110 kV 进线;主变 3 台,2*31.5+4 MVA;10 kV 采用单母三分段接线形式,出线负荷为 50 条。二次系统中 RTU、控制屏、计量屏、电缆等二次设备均已老化。在工程改造中采用光电互感器,110 kV 配电装置采用 PASS MO 组合电器,通过数字化变电站系统建设,取消传统的控制电缆;变电站各类信息与命令通过标准网络传输和全数字化处理,实现设备间信息的互通与

共享;实现自动化网络化间隔层五防闭锁;智能操作功能、网络化的备自投、10 kV 母线保护功能;数字电度量等。提高变电站二次系统整体技术水平,实现变电站设备智能化、信息数字化、传输网络化、运行管理自动化。

2.2 基于 IEC61850 协议的数字化变电站系统结构

基于 IEC61850 协议的数字化变电站网络通信结构如图 1 所示,站控层设备包括监控主站、工程师站(继保信息子站)、远动装置等。其主要功能为变电站提供运行、管理、工程配置的界面,并记录变电站内的相关信息。远动装置将站内信息转换为远动和集控设备所能接受的协议规范,实现监控中心远方控制。间隔层设备主要包括保护装置、测控装置等二次设备。站控层设备与间隔层设备采用 100 M 工业以太网通讯网络,并按照 IEC61850 通信规范进行系统建模及信息传输,站控层与间隔层设备采用 IEC61850-8-1 通信协议。

过程层设备包括电子式电流电压互感器、合并器、智能开关一次设备或开关设备的智能单元。过程层使用 100 M 以太网,选用点到点或基于交换机的网络拓扑结构。

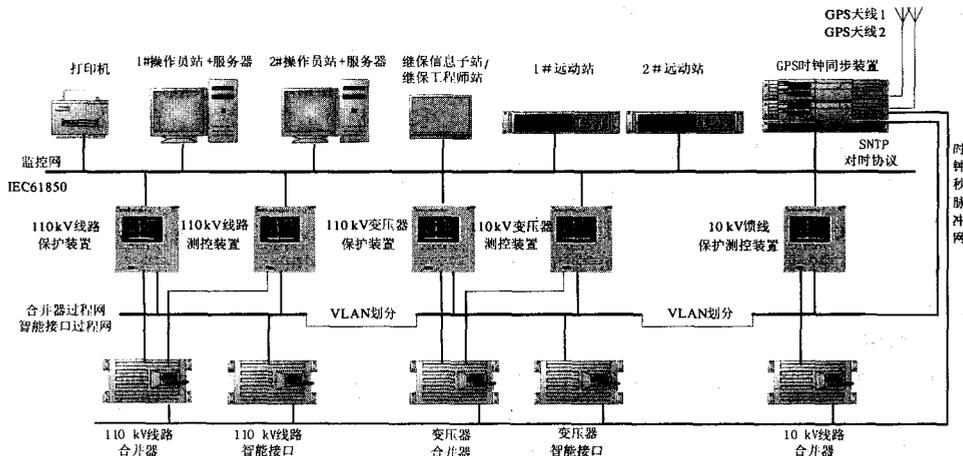


图 1 IEC61850 协议的数字化变电站网络通信结构

Fig.1 Structure of digital substation network based on IEC61850

时钟采用 GPS 主备冗余,及 GPS 与内部时钟冗余措施的同步时钟方案。正常工作时主 GPS 时钟接收 GPS 时钟信号,对站内二次设备进行时钟同步。当主时钟损坏或失步接收不到 GPS 信号时,依靠备用 GPS 时钟信号,对站内二次设备进行时钟同步。若两个 GPS 时钟均损坏或失步接收不到 GPS 信号时,改用内部时钟自主工作,完成时钟同步功能,从而实现 GPS 主备冗余,及 GPS 与内部时钟冗余。

对一些不符合 IEC61850 协议的设备例如直流电

源进行规约转换,实现信息按照 IEC61850 协议上传。

2.3 间隔层和过程层之间通信方式

交流采样信息仍采用 IEC61850-9-1 规定的点对点方式,不接入过程层总线网络。间隔层与间隔层,间隔层与过程层智能接口单元采用 GOOSE 网络方式。即交流采样采用光纤点对点,跳合闸等开关量信息采用 GOOSE 网络方式。实现了间隔层和过程层之间开关量信息的数字化,数字化程度和自动化程度高,不仅在间隔层网络实现了不同设备之间的

互联互通操作，在过程层网络也实现了不同设备之间的互联互通操作。

2.4 过程层通信总线组网方案

由于该站 10 kV 出线多达 50 条，为了限制网络上节点的数量，对过程层通信网络进行分段。过程层通信网络通过虚拟局域网(VLAN)技术划分，过程层总线组网方案采用 110 kV 按间隔保护配置网段，10 kV 按母线段配置网段。即 110 kV 线路保护配置独立网段，110 kV 变压器保护独立网段，10 kV 分段母线上所有保护集中在一起配置一个网段。

3 利用 GOOSE 网络方式实现保护功能

3.1 GOOSE 方式网络化 10 kV 母线保护

在电力系统中，10 kV 电压等级一般不装设专用母线保护。10 kV 母线故障要靠主变压器低压侧的后备保护来切除，这种设计方案的弊端是一旦发生母线短路故障时，故障不能被快速切除，而只能等到过流后备保护动作。所以在切除故障时将会加大设备的损坏程度，引发相邻设备的大面积烧毁，甚至波及到变压器，造成变压器的烧毁，10 kV 母线故障引起的变电站事故有很多报道。若配置常规的母线差动保护，把所有母线段上各回路的电流量引入差动保护装置(或差动继电器)，需增加的二次电缆较多，电缆投资大，现场施工工作量大，很难得到运行单位的认可。该工程中利用各开关柜保护提供的故障信息(GOOSE 信息)，经汇总后进行综合分析和逻辑判别，来实现 10 kV 母线短路故障的快速切除。母线故障的快速保护功能“嵌入”在进线保护装置及分段保护装置内，不以独立的母线保护装置形态出现，从而实现 GOOSE 方式的网络化 10 kV 母线保护。

3.2 GOOSE 方式网络化备自投

常规变电站需用专用的备自投装置以及保护联跳回路的硬件接线。该工程中通过 GOOSE 方式实现间隔层设备之间的信息互联互通，利用过程层网络已采集的 110 kV、10 kV 各段母线电压、进线电流、相关开关刀闸位置等数据信息，结合运行方式，根据运行策略和当前的状态以及备自投功能动作逻辑判别，向过程层设备下发控制命令，从而实现 GOOSE 方式的网络化备自投。

3.3 GOOSE 方式网络化间隔层五防

常规变电站需用微机五防系统，该工程中通过 GOOSE 方式实现间隔层设备之间的信息互联互通，利用网络实现本间隔操作的逻辑闭锁功能以及各间隔之间的数字化状态信息交互，并根据变电站现场运行要求，在间隔层中通过运行实时状态分析识别及逻辑判断综合决策，开放或闭锁间隔层设备的操

作，实现变电站完整的五防操作逻辑闭锁功能。

3.4 GOOSE 方式网络化低频、低压减载

常规变电站低频、低压减载采用专用的装置或分散到馈线保护装置中实现低频、低压减载，分散到馈线保护中需要根据不同负荷情况整定不同的定值。该工程中通过 GOOSE 方式实现间隔层设备之间的信息互联互通，利用过程层网络已采集的 10 kV 各段母线电压、电流、相关开关刀闸位置等数据信息，根据运行策略切不同负荷，从而实现 GOOSE 方式的网络化低频、低压减载。

4 结束语

通过洛阳金谷园 110 kV 数字化变电站的实践，采用数字化变电站特有的过程层、间隔层、站控层三层网络体系结构，实现过程层设备间的数据共享、信息互通、即插即用。间隔层装置通过过程层总线获取过程层设备 GOOSE 信息，实现对过程层设备控制互锁及互操作功能。与常规变电站不同，以 GOOSE 方式网络化实现 10 kV 母线保护、备自投、低周减载、微机防误等多项变电站二次应用。

参考文献

- [1] 刘振亚.特高压电网[M].北京:中国经济出版社, 2005. LIU Zhen-ya. Ultra-high Voltage Grid[M].Beijing: China Economic Press,2005.
- [2] 杨奇逊.变电站综合自动化技术发展趋势[J].中国电机工程学报, 1996, 16 (3): 145-146. YANG Qi-xun. Development Trend of Integrated Protection and Control in Power Substations[M]. Chinese Society for Electrical Engineering, 1996, 16 (3): 145-146.
- [3] 吴在军, 胡敏强. 基于 IEC61850 标准的变电站自动化系统研究[J].电网技术,2003, 27 (10): 61-65. WU Zai-jun,HU Min-qiang. Research on a Substation Automation System Based on IEC61850[J]. Power System Technology, 2003, 27 (10): 61-65.
- [4] 茹锋, 夏成军, 许扬.IEC61850 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, (3): 10-14. RU Feng, XIA Cheng-jun, XU Yang. Study on the IEC61850 Standard Applied to Substation Automation System[J].Jiangsu Electrical Engineering, 2004, (3): 10-14.

收稿日期: 2008-06-17; 修回日期: 2008-07-09

作者简介:

李瑞生(1966-), 男, 教授级高工, 从事继电保护方面的研究; E-mail:ruishengl@xjgc.com

王锐(1957-), 女, 高级工程师, 长期从事继电保护技术研究与管理工作;

许沛丰(1972-), 男, 硕士, 高级工程师, 从事电网规划及输变电设备生产、技术管理工作。