

基于 IEC61850 的数字化变电站的研究与应用

王璐¹, 王步华², 宋丽君³, 郭志红⁴

(1. 郑州电力设计院, 河南 郑州 450012; 2. 洛阳供电公司, 河南 洛阳 471000;
3. 焦作电力勘测设计院, 河南 焦作 454000; 4. 河南省电力公司安阳供电公司, 河南 安阳 455000)

摘要: 介绍了数字化变电站的特征和通信网络结构, 并与常规自动化系统相比较, 分析了郑州 110 kV 吴河数字化变电站的工程技术方案, 最后总结说明了数字化变电站存在的问题及发展方向。

关键词: 数字化; IEC61850; 变电站自动化

Research and application of digital substations based on IEC 61850

WANG Lu¹, WANG Bu-hua², SONG Li-jun³, GUO Zhi-hong⁴

(1. Zhengzhou Electric Power Design Institute, Zhengzhou 450012, China; 2. Luoyang Power Supply Company, Luoyang 471000, China; 3. Institute of Jiaozuo Electrical Exploitation and Design, Jiaozuo 471000, China; 4. Henan Anyang Power Supply Company, Anyang 455000, China)

Abstract: This paper discusses the feature and telecom internet instructure of digital substation, and the technology scheme of Zhengzhou 110 kV Wuhe digital substation is introduced. The problem and development of digital substation are discussed.

Key words: digital; IEC61850; substation automation

中图分类号: TM764 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2008)24-0090-03

0 引言

变电站自动化技术经过十多年的发展已经达到较高的水平, 在电网改造与建设中不仅中低压变电站实现了无人值班, 而且在 220 kV 及以上的超高压变电站建设中也大量采用自动化新技术, 从而大大提高了电网建设的现代化水平, 降低了变电站建设的总造价, 这已经成为不争的事实。随着数字技术的发展, 在变电站建设领域应用, 自动化技术随着应用网络技术、开放协议、智能一次设备、电力信息接口标准化等产生了比较理想的技术解决方案。变电站自动化技术发展进入了数字化时代。

1 数字化变电站概述

数字化变电站技术是指基于 IEC61850 标准建立全站统一的数据模型和数据通信平台, 实现站内智能化一次设备和网络化二次设备数字化通信, 确保智能化二次设备之间的互操作性。与传统的变电站相比具有以下显著特征:

1.1 基于 IEC61850 通信规范是新一代的变电站通信网络和系统协议

它和传统规约的主要不同之处在于它以服务器模型、逻辑设备模型、逻辑节点模型和数据对象模型建立了变电站自动化系统中常用设备的统一数据模型, 以满足装置互操作性要求。它将变电站系统明确地划分为站控层、间隔层和过程层三层, 给不同层间定义了清晰的接口。

1.2 电子式互感器

克服了传统互感器绝缘复杂、重量重、体积大、CT 动态范围小、易饱和、电磁式 PT 易产生铁磁谐振、CT 二次输出不能开路等诸多缺点。输出的是数字信号, 通过光纤以太网送给二次设备使用, 无电磁兼容问题, 测量精度高, 可靠性高。

1.3 一次设备智能化

采用数字输出的电子式互感器、智能开关(或传统开关配智能终端)等智能一次设备, 设备信息采用光纤传输, 实现对其的智能化控制。

1.4 二次设备网络化

取消控制电缆, 二次设备间用通信网络交换采样数据、运行状态和控制命令等信息。

以上先进技术的应用可实现许多优良特点: 数据共享、信息全面且简练, 简化设备, 提高可靠性; 安

装、运行、维护及升级方便;基于相同格式的底层数据,降低设备的成本;提供更先进的应用功能。

2 数字化变电站通信网络结构

通信部分的网络结构将会因为变电站类型、电压等级、元件数量、功能冗余等要求不同而有很大的区别。考虑到基于 IEC61850 标准的数字化变电站中由于过程层设备进行数字通信采用了过程网络,传输数据报文将遵循 ASN.1 协议要求的格式,报文的最大长度接近 1 KB,采样数据流在通信网络上的负荷对网络将产生很大的性能影响,这是过程层网络划分和选择的关键因素之一。过程层的数据源主要由电子式电流电压互感器合并单元提供,互感器头从高压侧的一次设备提取到电压电流等数据通过传感和采集设备进入合并单元合并后,通过网络提供给相应的间隔层设备。

通信介质首选是光纤传输网络;在采取了电磁屏蔽技术手段且能够满足电磁环境的要求下,也可以采用基于铜质的传输网络,如双绞线。在选用网络通信速率上,需要充分考虑到网络带宽与网络上的数据流的对应关系。速率 1000 Mbps 的以太网和更高速率的快速以太网在工业领域的应用与交换式以太网技术的发展,使通信确定性和实时性大大提高。采用以太网交换技术、简化通信栈软件层次等针对工业过程控制的通信实时性措施后,研究结果表明,完全可以满足数字化变电站过程层网络对实时性的要求。

为了限制网络上节点的数量,过程通信网络通

常需要划分网段。在大型的数字化变电站中,由于元件数量很多,必须对网络进行分段,网段之间通过路由连接起来。分段可以采用物理上直接划分,也可以通过虚拟局域网(VLAN)技术。

IEC61850 标准中对过程层通信网络提供了四种解决办法:

- (1) 每个间隔拥有自己的通信网络。
- (2) 通信网络可以跨越多个间隔。
- (3) 所有设备共用一个通信网络。
- (4) 面向继保功能区划分网络。

第一种办法所需路由器最多,通过带有路由器的站级通信网络将各个间隔层网络互联起来传输所需数据流,保护测控设备可从多个间隔网络获取数据;第二种方法由于网络跨越多个间隔,路由器数据流将大于第一种。第三种方法对网络带宽有很高的要求,但是不需要路由器。第四种方法划分原则与前三种不同,由于网络是面向继保功能区划分,需要较少的路由器,段之间的安排能够有效地减少传输的数据。

3 吴河数字化变电站的技术方案

吴河变电站全站按照数字化变电站进行建设,110 kV 设备采用 GIS 组合电器配智能接口装置和光电互感器,10 kV 设备采用中置柜配电子式互感器;二次系统满足 IEC61850 标准,110 kV 合并器采用 IEC61850-9-2 规约传输,10 kV 采用小信号模拟量直接接入保护测控装置和电度表,开关量和控制命令等信息通过 GOOSE 机制进行网络通信。

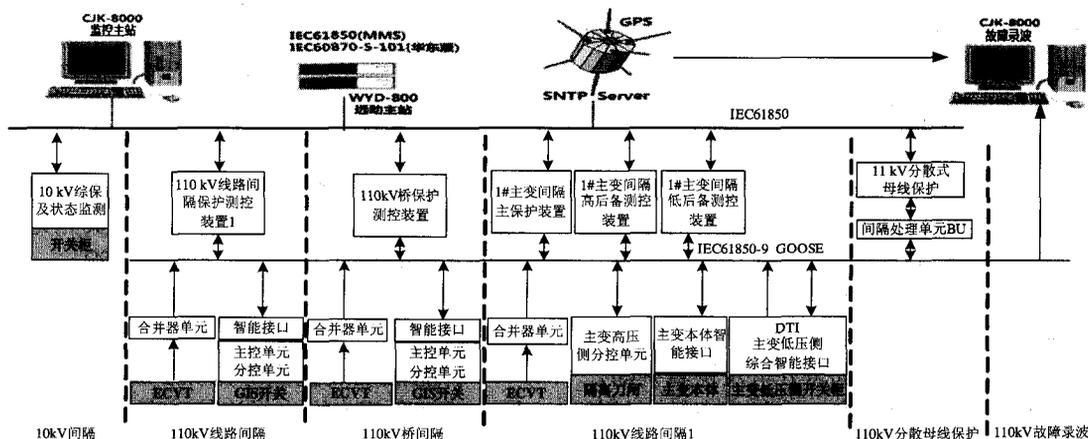


图 1 系统结构图

Fig.1 Structural diagram of system

3.1 间隔层功能配置

该站主接线为内桥接线,线路及桥开关不单独配置保护设备,其保护功能由主变差动和高后备完

成。每个间隔配置测控装置 FCK-851B 完成采集功能及桥开关自投功能。110 kV 母线配置 DVS-801 电压并列装置实现母线电压并列,通过光纤扩展装

置扩展后接入各间隔的电流合并器。由主变高压侧保护测控一体化装置完成 110 kV 电压采集功能。主变为低压侧带分支。配置一台差动保护装置、一台高压侧后备保护测控装置、两台低压侧分支保护测控装置,通过数据集中器 DDU-801 完成多侧数据采

集。10 kV 线路配置 12 台 WXH-821B 保护、测控、智能接口、小信号模拟量采集一体化装置,同时完成接地选线、低周低压减载功能。

3.2 过程层功能配置

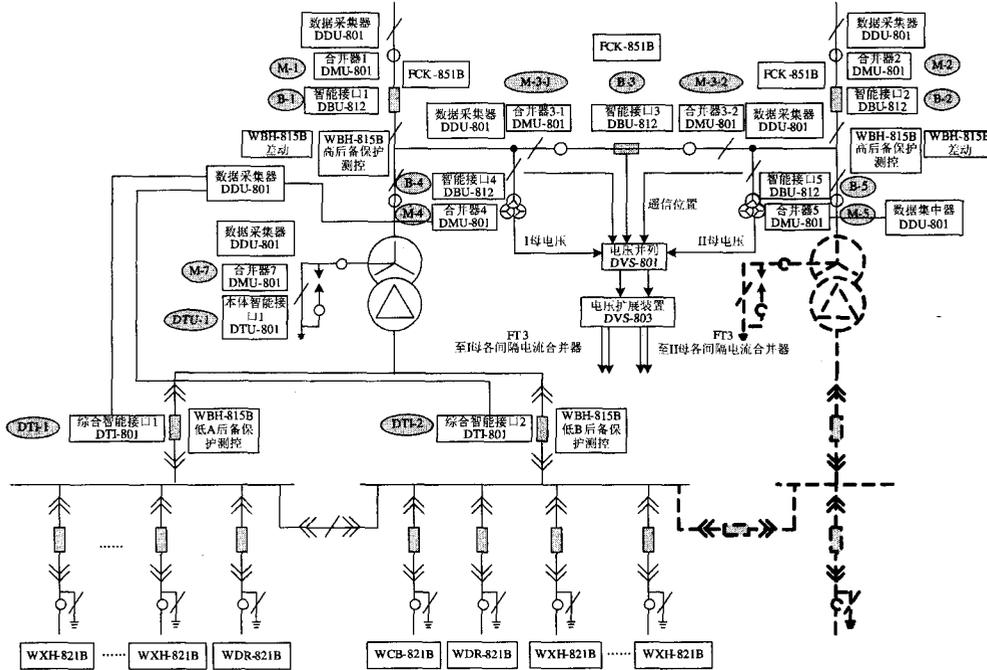


图 2 过程层功能配置图

Fig.2 The configuration of process level

3.3 系统网络结构及功能创新

开关智能终端与间隔层设备间的连接按照 GOOSE 报文进行传输。GOOSE 替代了传统的智能电子设备 (IED) 之间硬接线的通信方式,为逻辑节点间的通信提供了快速且高效可靠的方法。消除了主/从方式和非网络化的串行连接方案存在的缺陷,实现网络化连接的同时也降低了设备的维护成本。GOOSE 消息包含数据有效性检查和消息的丢失、检查和重发机制,以保证接收 IED 能够收到消息并执行预期的操作;另外 GOOSE 可实现网络在线检测,当网络有异常时迅速给出告警,大大提高了可靠性。

3.4 网络化间隔层智能操作及闭锁

在间隔层通过运行实时状态分析及逻辑判断,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。以测控装置为主体,利用间隔之间的状态信息交互,使间隔内的运行状态切换操作做到一键完成,操作快速,可靠性突出。

智能操作及操作闭锁功能完全独立于变电站层设备。所采用的 GIS 智能化控制柜的优势如下:

a. 节约了电缆等设备投资以及相应的施工投资。

b. 节约了主控室的占地面积和投资。

c. 优化了二次回路和结构;基于一二次整合的 GIS 智能控制柜能够有效地取消和简化冗余回路,提高了整个二次回路的可靠性。

d. 智能控制装置提供了强大的系统交互性。

友好的中文液晶人机界面以及丰富的自检和就地操作报告功能,使得运行维护人员无论在就地还是远方都能及时了解 GIS 的运行情况。

e. 基于通讯和组态软件的联锁功能比传统硬接点联锁方便。

智能控制装置能够采集到间隔内所有刀闸位置,且间隔间也有光缆连接,所以可以方便地实现基于软件和通讯的联锁,与传统硬接点联锁相比,能显著减轻调试工作量、减少机构辅助触点数量,提高系统的可靠性。

(下转第 100 页 continued on page 100)

绕组的二次运行时间的完好;操作 PT 时间,断开小刀闸,防止操作过电压直接进入二次回路。

参考文献

[1] 王梅义. 电网继电保护应用[M]. 北京: 中国电力出版社, 1999.
WANG Mei-yi. Application of Relay Protection in Power System[M]. Beijing: China Electric Power Press, 1999.

[2] 李火元. 电力系统继电保护与自动装置[M]. 北京: 中国电力出版社, 2001.
LI Huo-yuan. Electric System Relaying and Automatics[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2001.

[3] 国家电力调度通信中心. 电力系统继电保护技术问答(第二版) [M]. 北京: 中国电力出版社, 1999.
State Electric Power Dispatching Communication Center, Electric System Relaying Technology Dialogue (Second Edition)[M]. Beijing: China Electric Power Press, 1999.

[4] 国家电力调度通信中心. 电力系统继电保护规定汇编(第二版) [M]. 北京: 中国电力出版社, 1999.
State Electric Power Dispatching Communication Center, Electric System Relaying Provision Assembly (Second Edition) [M]. Beijing: China Electric Power Press, 1999.

[5] 李火元. 电力系统继电保护与自动装置[M]. 北京: 中国电力出版社, 2001.
LI Huo-yuan. Electric System Relaying and Automatics[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2001.

[6] 贺家李, 宋从矩. 电力系统继电保护原理[M]. 北京: 中国

电力出版社, 1994.
HE Jia-li, SONG Cong-ju. The Relay Protection Principium of Electric Power System[M]. Beijing: China Electric Power Press, 1994.

[7] 杨新民, 杨隽琳. 电力系统微机保护培训教材[M]. 北京: 中国电力出版社, 2005.
YANG Xin-min YANG Jun-lin. The Computer-based Relaying Protection of Electricpower System[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2005.

[8] 国家电网公司. 电力安全工作规程[M]. 北京: 中国电力出版社, 2005.
State Grid Corporation of China. THE Safe Produce Regulation of Electric System[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2005.

[9] 韩天行. 微机型继电保护及自动化装置检验调试手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.
HAN Tian-xing. The Tiny Model Protects After the Electricity and the Automation Equip Examination to Adjust to Try the Manual[M]. Beijing: China Machine Press, 2004.

收稿日期: 2008-02-21; 修回日期: 2008-03-25

作者简介:

叶东印(1971-), 男, 高级工程师, 从事继电保护、电力系统生产运行管理工作;
库永恒(1980-), 男, 助理工程师, 硕士研究生, 主要从事继电保护工作; E-mail: kuyongheng@163.com
倪有仁(1962-), 男, 工程师, 本科, 研究方向为继电保护。

(上接第 92 页 continued from page 92)

f. 缩小了与互感器的电气距离, 减轻了互感器的负载。

3.5 组网方式灵活

过程层组网采用 VLAN 技术, 组成更合理的数据传输网络, 实现过程层设备的数据共享、信息互通、即插即用。从而在实现数据传输的同时, 减少合并器单元和二次设备的网络接口数量, 简化接线方式, 提高系统可靠性。

4 展望

目前基于 IEC61850 的数字化变电站技术在电力系统的变电站二次系统中已开始运用, 且在项目的实施过程中已解决了很多过去常规系统不能克服的问题, 如取消常规电缆减少人为出错, 光缆传输

增强抗干扰抗浪涌, 减少直接接地发生机会, 实现一键式程序化操作, 减轻运行工作量, 提高运行正确率, 并取得了良好的效果。相信在不远的将来, 数字化变电站自动化系统将会迎来一个蓬勃的发展期。

收稿日期: 2008-10-28

作者简介:

王璐(1975-), 女, 本科, 工程师, 从事二次工作; 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的工作;
宋丽君(1976-), 女, 本科, 从事电力系统自动化研究和设计工作。