

110 kV 宋城变电站数字化建设方案及对二次设计专业的要求

郑新才, 蒋剑, 卢素红, 马孝民

(河南省商丘供电公司, 河南 商丘 476000)

摘要: 根据 110 kV 宋城变电站数字化系统建设实例, 全面阐述了数字化变电站的系统组成和网络构架。结合数字化变电站的理论概念和 110 kV 宋城变的实际配置, 详细论述了数字化变电站采用的电子式互感器、合并器、智能接口单元等新式设备的原理、配置、接线特点, 从工程的角度对数字化变电站的概念进行了具体化的分析。同时, 对照常规综合自动化变电站进行了相关技术及设备的比较, 并论述了数字化变电站在二次设计专业方面的一些新特点、新要求。

关键词: 数字化变电站; 电子式互感器; 合并器; 智能接口单元; 二次设计

110 kV Songcheng substation construct plan of digitization and requirement of secondary design

ZHENG Xin-cai, JIANG Jian, LU Su-hong, MA Xiao-min

(Henan Province Shangqiu Power Supply Company, Shangqiu 476000, China)

Abstract: This paper comprehensively expatiates the system configuration and network architecture of digital substation based on the construction instance of digital system of 110 kV Songcheng substation. Combined with the theory concept of digital substation and actual configuration of 110 kV Songcheng substation, the paper expounds the principle, configuration and connection of new device such as the electronic transformer, merging unit and smart interface unit, and concretely analyzes the the theory of digital substation from the angle of engineering. It compares with the common automation substation in technology and equipment, and discusses new features and demands of digital substation in secondary design.

Key words: digitized substation; electronic transformer; merging unit; smart interface unit; secondary design

中图分类号: TM76 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2010)18-0186-04

0 引言

110 kV 宋城变电站是我市第一座按照数字化模式建设的变电站。宋城变 110 kV 主接线为单母线分段, 终期四回进线, 本期建设一回; 终期安装三台 50 MVA 主变, 本期安装一台; 10 kV 主接线为单母线四分段, 36 回出线, 本期建设一段母线 12 回出线。变电站一次设备配置情况为: 110 kV 配电装置采用常规 GIS, 10 kV 配电装置采用常规 KYN 中置柜, 变压器采用 SZ10-50000 变压器。

1 宋城变的网络构架与技术方案的

数字化变电站采用基于变电站通信网络与系统协议的 IEC61850 标准, 所有信息采集、传输、处理、输出过程全部为数字信息, 设备之间以数字方式传递及共享信息^[1]。

宋城变按照 IEC61850 标准建立信息模型和通信接口, 对于不具备该协议的其他智能设备, 通过

通信管理机转换使其满足 IEC61850 标准。IEC61850 的信息自解释机制, 实现了设备间的无缝连接和互操作性。统一使用 IEC61850 标准, 使得来自于不同开发厂家的设备, 也可以非常方便地进行系统集成。

1.1 网络构架的整体思路

宋城变数字化系统采用许继电气公司 CBZ-8000B 系列产品, 按照典型方案构建过程层、间隔层、站控层三层网络体系。站控层主要包括监控主机、远动主站等设备, 间隔层设备为各类微机保护测控装置, 过程层设备包括光电式互感器、合并器、智能接口单元等。

过程层和间隔层设备之间采用 IEC61850-9-1/2 标准通信规约, 间隔层和站控层采用 IEC61850-8-1 标准通信规约。站控层与间隔层之间采用以太网通信, 各层中各设备之间采用光纤进行连接。间隔层通过过程层总线获得过程层设备 GOOSE 信息以实现过程层设备的控制互锁及互操作功能^[2-3]。

1.2 网络构架的实现方式

宋城变电站控制层与间隔层的通信网络采用双网配置,在站控层、间隔层各配置两台交换机。站控层交换机布置在主控室,站控层设备(监控主站、运动装置等)及110 kV 间隔层设备(110 kV 线路保护、主变保护等)通过双以太网线与站控层交换机连接;间隔层交换机布置在10 kV 高压室,10 kV 间隔层设备(10 kV 线路、电容器保护等)通过双以太网线与间隔层交换机连接;交换机之间采用光纤连接^[4]。

过程层配置主干网交换机一台。110 kV 设备按照间隔独立配置过程层交换机,各间隔合并器、智能接口单元等设备均采用光缆连接至本间隔交换机,各间隔交换机按单网模式通过光缆与主干网交换机连接^[5]。10 kV 电压等级智能接口单元与微机保护采用一体化集成设计,没有独立的过程层设备。

2 宋城变典型数字化设备的选型与应用

2.1 光电互感器的应用

光电互感器的出现是互感器发展史上的一次重要变革,它采用全新的设计理念,从根本上解决了传统互感器运行中存在的诸多问题,是数字化变电站建设的重要基础。

光电式电流互感器分为有源与无源两种。有源光电电流互感器(ECT)又称电子式电流互感器,它采用罗氏(Rogowski)线圈构造。罗氏线圈是一种空心环形的线圈,直接套在被测量的导体上。导体中的交流电流产生的磁场会在线圈中感应出一个与电流变化相关的交流电压信号。电信号经过安装在高压侧的发光元件转换成光信号后经光纤传送至低压侧,经过逆变元件再转回成电信号供二次设备使用。因为执行“电-光”变换的发光元件需要电源,故称有源式光电互感器,又因为互感器的高压侧部分存在电子电路,也称为电子式电流互感器。

无源光电电流互感器(OCT)采用法拉第磁光效应制造,其采集单元不需要电子电路。其基本原理为:低压侧光源发出的偏振光经光纤传送至高压侧,并通过放置在被测电流产生的磁场中的磁光玻璃。偏振光的偏振面在磁光玻璃中发生旋转,即被电流信号调制。带电流信号的光波又经光纤传到低压侧,经“光-电”变换后输出。OCT 在高压侧只有光学元件,与 ECT 有本质区别。

无源光电电流互感器技术复杂,成本较高,性能不稳定,目前尚处于研究试用阶段。电子式电流互感器技术比较成熟,运行经验较多,故本站选用此类型设备。

电子式电压互感器(EVT)采用电容分压原理,在互感器低压侧对电信号进行“A/D”转换、“电-光”转换后经光纤传送至二次设备。二次设备内的逆变元件再将光信号转换为电信号,供运算元件使用。

2.1.1 电子式互感器的优点

电子式电流互感器采用的罗氏线圈不含磁饱和元件,具备无磁饱和、响应频率范围宽、精度高、暂态特性好、绝缘结构简单等特点。电子式电压互感器由于采用串行分压感应原理,解决了可能出现铁磁谐振的问题。由于不再使用传统端子排,也解决了电流互感器二次侧开路或电压互感器二次侧短路的问题。

2.1.2 电子式互感器的配置原则与接线特点

宋城变110 kV 电压等级采用DSU-810 系列电子式电流、电压互感器,安装在GIS 内部;10 kV 电压等级采用 ECVT800 系列电子式电流电压组合互感器(CVT),安装在10 kV 开关柜内。电子式电流互感器保护级准确度优于5TPE(5TPE 优于10P),测量级精度同时满足0.1 级和0.2S 级。

(1) 配置原则

电子式电流互感器与常规电流互感器的配置原则存在很大区别。

在110 kV 电压等级,以主变110 kV 进线间隔为例,常规电流互感器需配置最少四组二次线圈以满足保护(两组)、测量(一组)、计量(一组)的要求。而电子式电流互感器只需要配置两组罗氏线圈,一组用于保护,一组用于测量和计量。这种配置原则一方面是因为ECT 精度高、线性度好,另一方面是因为在数字化变电站网络中,数据得到了充分的共享。

110 kV 母线每段配置一台电子式电压互感器,其二次线圈数与常规电压互感器的配置原则是一样的,不同之处在于EVT 输出的是数字信号,其二次侧接线使用光缆而非控制电缆。

对于10 kV 电压等级,各个间隔的电流和电压信号基本上不需要在多个间隔层设备之间共享,所以采用低功率输出的电子式互感器与就地安装的间隔层设备相配合,间隔层设备采用数字化接口支持IEC61850 规约。10 kV 间隔配置电流电压组合式电子互感器,不再配置独立的母线电压互感器。

(2) 接线特点

在110 kV 电压等级,由于ECT/EVT 输出的都是光信号,所以在110 kV GIS 控制柜内端子排上不再设置传统的电流和电压端子,取而代之的是用光缆终端盒将光信号转接至合并器。

在 10 kV 电压等级, CVT 输出的小模拟信号经屏蔽电缆直接输出至调理单元, 在 10 kV 开关柜内端子排上也不再设置电流和电压端子。

2.2 合并器与调理单元的应用

合并器为 110 kV 间隔过程层设备, 其作用是将电子式互感器输出的光信号进行合并和处理, 并按照 IEC61850-9-2LE 标准转换成以太网数据, 再通过光纤输出到过程层网络或其他智能设备。宋城变合并器按间隔配置, 其中 1#主变高压侧间隔 1 台, 110 kV 线路间隔 1 台, 110 kV 母联间隔 1 台, 110 kV I 段及 II 段电压互感器公用 1 台。

调理单元用于对 10 kV 电子式组合互感器输出的小模拟量信号进行积分处理和精度调整, 并输出符合 G/B T 20840.7/8-2007 标准的保护信号和计量信号。调理单元可以输出小模拟量信号和光纤数字信号两种模式的信号, 宋城变采用小模拟量信号输出模式。原因主要有两点: 1) 小模拟量信号可以直接为 10 kV 间隔层设备(微机保护、电度表)运算单元所用, 而光纤数字信号则需要再进行一次“光-电”转换才能供间隔层设备使用; 2) 宋城变 10 kV 间隔层设备就地安装在开关柜上, 与调理单元距离很近, 满足小模拟量信号传输电缆的长度要求(不大于 2 m)。如果 10 kV 间隔层设备组屏安装在主控室, 则调理单元必须选择数字信号输出模式并在主控室配置“光-电”转换设备。

2.3 智能接口单元的应用

根据 IEC62063:1999 对智能开关设备的定义, 智能开关不但具有开关设备的基本功能, 还应具有在线监视、智能控制、数字化接口和电子操作等一系列高智能功能。由于智能断路器造价昂贵, 运行经验不足, 宋城变采用“常规断路器+智能接口单元”的模式实现数字化系统对开关设备的接入。

智能接口单元作为数字化变电站过程层中的设备, 主要作用为对一个间隔内一次设备位置和状态告警信息的采集和监视、对设备的智能控制, 并具有防误操作功能。宋城变采用的智能接口单元有两种, 一种是 110 kV 断路器智能接口单元 DBU-812, 一种是变压器智能接口单元 DTU-811。智能接口单元包含控制回路及数字量采集功能, 至一次设备二次回路的接线仍然使用控制电缆, 但其输出的数据格式符合 IEC61850 规约, 采用光缆与交换机相连。

10 kV 断路器智能接口单元与微机保护采用一体化设计。

2.4 数字化微机保护的应用

为满足数字化变电站的建设要求, 宋城变采用支持 IEC61850 通信规约的数字化微机保护装置。

与常规微机保护装置相比, 数字化微机保护的主要特点有: 配置与过程层智能一次设备/智能接口单元、站控层通信的以太网口; 硬件回路全面自检, 实现了装置的免维护; 独特的“日志系统”和离线的逻辑防震功能, 实现了事故分析透明化。

在二次设备的组屏方式上, 宋城变与常规综合变电站有明显不同: 宋城变仅微机保护装置组屏安装在主控室, 其余二次设备均按间隔就地安装。以主变保护为例, 常规综合变电站需配置一面主变保护测控屏, 配置差动保护装置、高/低压侧后备保护装置、本体非电量保护装置、高/低压侧测控装置、高/低压侧断路器操作箱。宋城变仅将差动保护装置和高/低压侧后备保护装置组成一面主变保护屏安装在主控室——在 GIS 的主变进线间隔配置一面智能接口柜, 安装有合并器与高压侧断路器智能接口单元; 在变压器本体配置一面智能接口柜, 配置合并器和变压器本体智能接口单元; 在 10 kV 开关柜配置调理单元和低压侧断路器智能接口单元。

3 对传统理念的影响

数字化变电站作为一种全新的变电站建设模式, 对许多传统观念产生了很大的冲击。

3.1 传统意义上的“模拟量”消失了

在采用电子式互感器以后, 电流、电压被采集后以数字量的形式被输出给需要的微机装置, 它采用的是一种辐射式网络构架, 传统的“电流串联”、“电压并联”的概念消失了。电流和电压以数值的形式通过自动化网络被各个设备共享, 而不需要象常规变电站使用控制电缆将各个设备连接起来。

3.2 取消了备自投装置和联跳回路并简化了控制回路

数字化变电站的过程层网络实现了互联互通, 各种操作命令与闭锁命令等信息以 IEC61850 标准格式传送, 实现设备间的联跳、备自投等功能。

数字化变电站取消了传统保护屏上的保护硬压板及操作回路中的操作把手、切换把手等控制回路附件。

3.3 取消了独立的“微机五防”系统

数字化变电站基于间隔层的测控装置, 利用本间隔操作的逻辑闭锁功能以及间隔间的数字化状态信息交互, 可以根据运行要求, 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。

4 数字化变电站对二次设计的新要求

数字化变电站对电气二次设计专业是一个新的

课题,由于采用了全新的变电站自动化体系,在设计工作中,设计人员需要考虑的不仅仅是新技术的应用,还包括新、旧技术的衔接以及对整个变电站二次部分进行重新评估。

从电气回路角度分析,由于 IEC61850 规约的支持,采用光纤网络交换大量数据,数字化变电站的二次回路较之以前发生了很大的变化。整个变电站的二次功能,更加倾向于网络化,而不再是传统的回路化。这种转变,使得设计人员对光通信、GOOSE 信息原理等新技术必须有较好的掌握。

从二次专业图纸方面来看,图纸量大幅减少,图纸内容变化很大。在传统的二次图纸中,各种功能的实现方式通过二次电气回路表现的非常清楚,而在数字化变电站的二次图纸中,则很难简单地通过图纸来判断其功能逻辑;端子排图的接线大大简化,由于大量使用光缆接线,而增加了光缆接线图。

5 结束语

随着电网规模的扩大,为了保证电网的安全、稳定运行,各种新技术不断得到推广应用。数字化变电站在变电站自动化领域做出了多项创新,解决了很多问题,是变电站建设的发展方向。

参考文献

- [1] IEC61850 communication networks and systems in substion[S].

- [2] 应用IEC61850规约的220 kV变电站继电保护设计[J]. 电力系统保护及控制, 2009, 37 (6): 60-63.
Relay protection design scheme of 220 kV substation for application of IEC61850[J]. Power System Protection and Control, 2009, 37 (6): 60-63.
- [3] 任雁铭, 秦立军, 杨奇逊. IEC 61850通信协议体系介绍和分析[J]. 电力系统自动化, 2000, 24 (8): 62-64.
REN Yan-ming, QIN Li-jun, YANG Qi-xun. The introduction and analyses of IEC61850 communication protocol[J]. Automation of Electric Power Systems, 2000, 24 (8): 62-64.
- [4] 高翔. 数字化变电站应用技术[M]. 北京: 中国电力出版社, 2008.
- [5] 林明宇. 数字化变电站自动化系统中以太网交换机的选择[J]. 电力系统保护及控制, 2009, 37 (1): 93-95.
LIN Ming-yu. Selecting ethernet switches for digital substation automation systems[J]. Power System Protection and Control, 2009, 37 (1): 93-95.

收稿日期: 2009-12-08; 修回日期: 2010-03-15

作者简介:

郑新才(1962-), 男, 高级工程师, 长期从事电力技术管理工作;

蒋剑(1979-), 男, 工程师, 从事电力工程设计及电力技术创新研究工作; E-mail: ZLCHZH@126.com

卢素红(1975-), 女, 工程师, 从事电力系统管理与分析工作。

(上接第 185 页 continued from page 185)

前双端同步试验在线路保护检验中很少应用, 缺少相关的经验, 本文提出的方法可以在实践中推广和完善, 并作为基建线路投产前、保护及通信设备技术改造后必须进行的一项检验项目。

参考文献

- [1] 中化人民共和国发展和改革委员会. 继电保护和电网安全自动装置检验规程[S].
Relay protection and grid security automatic equipment inspection procedures[S].
- [2] Carr K R. 卫星同步暂态试验在波尼维利电网中的应用[R]. 美国: 波尼维利电业管理局, 1992.
Carr K R. Satellite synchronous transient test in Boniweili power grid[R]. United States: Boniweili Electric Authority, 1992.

- [3] 黄捷. GPS 同步时钟在 500 kV 天瓶线保护调试中的应用[C]. //第七届全国继电保护学术研讨会. 1998.
HUANG Jie. GPS synchronized clock in 500 kV Tianpin line protection tests application[C]. //The 7th National Relay Academic Conference. 1998.

收稿日期: 2009-10-12; 修回日期: 2009-11-24

作者简介:

荣钢(1973-), 男, 高级工程师, 从事继电保护运行管理工作; E-mail:rgang@yepg.com

翟海燕(1965-), 女, 高级工程师, 从事继电保护运行管理工作;

左晓铮(1965-), 女, 高级工程师, 从事继电保护运行管理工作。