

· 专论与综述 ·

500 kV 变电站自动化系统进行无缝改造方案研究

李熙春¹, 崔英杰¹, 邓新华², 朱 林², 尤 欣²

(1. 国网电力科学研究院 / 南京南瑞集团公司, 江苏 南京 210003;

2. 国电南瑞科技股份有限公司, 江苏 南京 210061)

摘 要: 在 500 kV 变电站自动化系统进行数字化改造时, 其过程非常复杂, 提出一种无缝改造的方法, 实现新旧系统的平稳过渡, 来解决改造过程中因新旧系统不能实现信息共享而造成的缺数、防误闭锁逻辑不完整、重复停电、重复试验等问题, 保障了当地监控、调度通信、遥控操作等的安全性、稳定性和连续性。

关键词: 500 kV 变电站; 自动化系统; 无缝改造; IEC61850; 连续性; 安全性; 稳定性

中图分类号: TM63

文献标志码: A

文章编号: 1009-0665(2010)06-0001-03

自上世纪 90 年开始应用的 500 kV 变电站自动化系统技术相对落后^[1-3], 不满足电网信息化建设的需要。对于使用年限较长的自动化系统, 为确保系统的安全稳定运行需要逐步进行改造。在改造时, 可以利用新技术、新产品。数字化、信息化是自动化系统发展的方向^[4], 改造时采用基于 IEC61850 标准的自动化系统。文献[5, 6]阐述了 500 kV 变电站作为我国电力系统的负荷中心, 其安全性和稳定性很重要。在进行自动化系统改造时, 不能影响变电站的安全运行, 而其关键是要确保改造过程中当地后台和调度通信中心信息的连续性和完整性^[7, 8]。在系统改造过程中, 将存在新旧 2 套变电站自动化系统, 2 套系统完全独立, 信息不共享, 将造成当地后台和调度通信中心信息的严重缺失。通过对 500 kV 变电站自动化系统特点的研究, 提出一种实现无缝改造的方法, 简化改造期间的调试环节, 保证系统在改造过程中信息监视、控制和远传的完整性、连续性和安全性需要。

1 需要解决的问题

文献[2]阐述了变电站自动化系统的结构, 变电站自动化系统由智能装置、计算机设备、网络设备等构成, 这些设备均属电子产品, 其寿命远远低于一次系统的寿命, 提出方案的前提是只改造变电站自动化系统部分。变电站改造前和改造后的自动化系统, 因其所处的年代不同, 采用的技术手段和设计理念不同, 尤其是数字化变电站的技术规范和通信方式不同于常规变电站, 无法直接进行设备相互替换, 无法使用新系统并兼容老系统, 只能采用完全替代的方式进行升级改造。在实际应用中, 有基于 IEC61850 规范成功改造自动化系统的案例。例如, 北京 500 kV 顺义变和绍兴 220 kV 渡东变进

行自动化系统改造时, 采用了基于 IEC61850 标准的 NS3000 系统, 过程层仍采用电缆硬接点方式接入测控装置端子排。

文献[3]对 500 kV 变电站改造进行了总结, 确保了改造过程的顺利进行, 但存在不足之处是 2 套系统完全独立, 信息不能共享。为了监视全站的信息, 一般未改造部分在旧系统实现监控, 已改造完的设备在新系统实现监控; 远动部分则采用旧系统向新系统传输数据, 由新系统远动机向调度传输数据。利用常规方法在改造期间的系统连接如图 1 所示。其缺点为系统的数据分别来源于新旧系统间的通信数据库和测控装置数据库, 造成每次改造时需要重复以下工作: (1) 新旧系统的后台数据库、画面、报表等需进行重新定义; (2) 远动转发表需要重新定义; (3) 装置闭锁逻辑和后台闭锁逻辑需修改; (4) 验证远动数据和闭锁逻辑的正确性需重复做实验。由于改造期间, 变电站的多数设备处于运行, 无法集中做实验, 因此造成反复停电, 反复试验, 给系统带来的安全隐患极大。

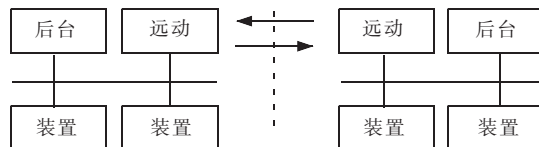


图 1 系统并存示意

为解决上述问题, 在改造的过渡期间 2 套独立系统并存时, 需要新旧系统实现以下功能:

(1) 新系统后台需要监视全站的遥测、遥信、遥控、遥脉四遥信息。

(2) 新系统远动机需要将全站的遥测、遥信、遥脉数据上送给调度通信中心。

(3) 新旧 2 套系统需要实现全站闭锁逻辑和遥控操作。

(4) 需要减少或避免重复停电、试验的环节。

2 优化后的无缝改造方案

2.1 切换系统结构

文献[9-11]阐述了变电站防误闭锁的重要性和实现方法,因此需要将改造的重点放在防误闭锁的实现方式和验证上。为解决节1提出问题,需要在改造过程中实现以下几点:(1)改造开始前,模拟改造后的系统状态在新系统完成所有试验,尤其是闭锁逻辑的验证试验;(2)在改造过程中,新系统中的改造完部分和未改造完部分的遥测,遥信数据源均来自测控装置驱动数据库;(3)新系统数据远动数据源均来自新测控装置数据;(4)新系统能够实现未改造部分的控制和防误闭锁逻辑。要实现这些功能,需要将遥信和遥控以特定方式传输给新系统测控装置。上海500 kV南桥站在改造时用手动拨码开关的方式将开关刀闸信号接入新系统测控装置,其特点是利用人工拨码的方式获得开关刀闸位置。在此基础上,提出采用一套切换系统来自动实现这些功能,切换系统实现与旧系统进行通信,接收旧系统的遥测、遥信、遥脉信息,并将遥测转换为模拟量信息,将遥信转换为开关量,再以硬接点的方式接入到新系统的测控装置。切换系统配置结构框图如图2所示。

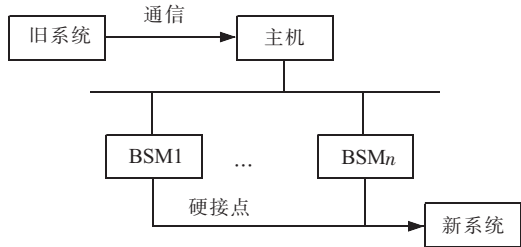


图2 切换系统结构

2.2 新系统开关刀闸信号采集

为实现旧系统开关刀闸信号自动传递给新系统,利用BSM装置来实现,其工作原理为:BSM装置接收主机的遥信状态,再传递给保持继电器输出为硬电缆(即硬接点),然后接入到新系统的测控装置的遥信回路中。这样,现场一次设备的状态就与新系统测控装置的遥信回路形成一对一的关系。设备状态传递关系如图3所示。

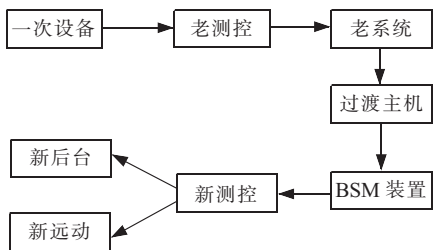


图3 数据传递关系

改造前,切换系统主机接收旧系统全部开关刀闸信号,再传递给BSM装置,BSM装置输出硬接点信号,再通过电缆接入到新系统测控装置内。这样,新系统在改造前实现了全站的开关刀闸信号采集,且全部来源于测控装置遥信采集回路。改造时,只需要将实际的一次设备位置信号接入相应的新测控。在改造过程中,新系统全站的位置信号,一部分为直接采集现场一次设备的刀闸信号,另一部分为经切换系统传递来的遥信信号。因此,不论是在改造前,还是改造中,新系统都是经测控装置接收到全站的开关刀闸信号。

2.3 新系统遥测信号的采集

切换系统BSM装置将旧系统的模拟量转换成电压电流相位的方式,改造前将过渡系统的模拟量输出回路和新系统测控装置相连,并核对遥测值。改造时,将遥测回路改接到变电站模拟量二次回路即可。由于遥测信号用于显示或上传调度,遥测信号不参与遥控操作闭锁逻辑,并且比较容易核对。因此,也可以不经数模转换接入测控装置,可以采用新旧系统直接通讯的方式,在改造时修改相应的数据库和图形显示等,并进行信息核对。

2.4 新系统全站闭锁逻辑的实现

500 kV变电站具有间隔层和站控层双层防误闭锁功能。文献[9-12]对防误系统和基于IEC61850标准新型防误系统进行了研究。完善的防误闭锁功能需要所有设备的开关和刀闸状态,如果防误闭锁信号不全面,将引起闭锁功能的误开放,容易引发系统操作事故,危害电网安全。

在2.2节已经描述了新系统开关刀闸信号的来源,确保了新系统开关刀闸信号在改造前和改造中均来自新系统的测控装置。因此,间隔层和站控层可以一次性将闭锁逻辑做完整,改造后就不需要重新验证闭锁逻辑,极大地缩短了改造时间和减少了重复停电试验的环节,有效确保了改造期间系统的稳定性和安全性。

基于IEC61850的新型防误系统,将采用面向通用对象的变电站事件(GOOSE)快速传输机制实现防误闭锁系统^[12],将在每个节点内配置GOOSE映射表,需要同时在发送端和接端节点的做映射表。在本方案中,可一次性将间隔层和站控层GOOSE映射表和防误闭锁逻辑做完整。

2.5 遥控操作切换

变电站的遥控操作是通过测控装置遥控回路出口,一般可供操作的设备包括开关、刀闸、分接头,这些设备对操作的安全性要求极高。操作时首先需要判断防误闭锁逻辑,其次还需要防止控错对象。在变

电站改造期间,要求未改造设备在旧系统进行操作,已经改造完毕的部分在新系统进行操作。已经改造完毕的部分,在 2.2 节阐述了其闭锁是完整的,而且现在的系统具备五防监控一体化功能,能够防止控错对象,因此在新系统里进行遥控操作是绝对安全的。对于未改造部分,其控制仍然在旧系统进行操作,但由于改造完成部分已经接入新系统,因此未改造部分站控层和间隔层的闭锁逻辑将不完整,在某些情况下,需要解锁操作,但可以采取如下方式达到闭锁和防误功能:新系统进行对应操作的操作预演,预演规则通过后再到旧系统进行遥控操作,保证了未改造部分操作时的安全性。

3 过渡系统的配置

过渡系统的 BSM 装置设计时尽量紧凑,可以考虑 1:N 的设计原则,即 1 台 BSM 装置,提供多个间隔的遥信量和模拟量,来节省成本。因停电环节和调试环节减少,抵消部分上升成本的同时,提高了改造过程中系统的安全性。过渡系统的 BSM 装置需要与新系统测控装置进行电缆连接,因此可以考虑 2 种组屏方案:(1) 相同间隔的新系统测控装置和过渡系统 BSM 装置同组一面屏。(2)新系统测控装置和过渡系统 BSM 测控装置分开组屏。方案(1)的优点在于新测控装置和 BSM 装置间接线短,便于调试和检查,而且可以在工厂调试期间完成,缺点是改造完毕后,需要拆除过渡系统的设备和配线。方案(2)过渡系统独立组屏,结构清楚,缺点是其所需的电缆多。比较起来,方案(1)优于方案(2)。

4 结束语

利用切换系统进行 500 kV 变电站自动化系统改造,在改造前的准备阶段,就完成了全站主要信息的采集和调试,且新系统的接线方式在整个改造过程中保持不变,改造过程中不需要修改新系统的配置,确保改造过程中数据的完整和无缝切换。还避免

了重复停电、重复试验的过程,极大地提高了改造过程中信息的完整性和连续性。在进行数字化改造时,一次性完成 GOOSE 映射表的配置工作,减少重复配置,重复试验 GOOSE 映射表和闭锁逻辑过程,极大地提高系统的安全稳定性。

参考文献:

- [1] 唐涛.电力系统厂站自动化技术的发展与展望[J].电力系统自动化,2004,28(4):92-95.
- [2] 张少华,陈卫中,金华.500 kV 变电站综合自动化系统运行分析[J].电力系统自动化,2000,24(6):57-60.
- [3] 赵杰,潘勇斌,曹玉文,等.500 kV 变电站自动化系统改造经验[J].电力系统自动化,2000,24(22):59-60.
- [4] 孙一民,李延新,黎强.分阶段实现数字化变电站的工程方案[J].电力系统自动化,2007,31(5):90-93.
- [5] 薛禹胜.综合防御由偶然故障演化为电力灾难——北美“8.14”大停电的警示[J].电力系统自动化,2003,27(18):1-4.
- [6] 宋锦海,李雪明,姬长安,等.安全稳定装置的发展现状及展望[J].电力系统自动化,2005,29(23):91-96.
- [7] 胡盐,辛耀中,韩英铎.二次系统安全体系结构化设计方法[J].电力系统自动化,2003,27(21):63-67.
- [8] 傅书遏.2007 年 IEEE PES 学术会议电网调度自动化部分综述与讨论[J].电网技术,2008,32(5):31-37.
- [9] 刘念,段斌,肖红光,等.电力操作在线闭锁方法及其实现模式[J].电力系统自动化,2006,30(23):58-63.
- [10] 罗钦,段斌,肖红光,等.基于 IEC 61850 控制模型的变电站防误操作分析与设计[J].电力系统及其自动化,2006,30(22):61-65.
- [11] 孙一民,侯林,揭萍,等.间隔层保护测控装置防误操作实现方法[J].电力系统自动化,2006,30(11):81-85.
- [12] 唐成虹,宋斌,胡国,等.基于 IEC 61850 标准的新型变电站防误系统[J].电力系统自动化,2009,33(5):96-99.

作者简介:

李熙春(1976-),男,四川安岳人,工程师,硕士研究生,主要研究方向为变电站自动化系统和嵌入式操作系统的应用;
崔英杰(1976-),男,江苏南京人,助理工程师,主要从事变电站综合自动化系统工作;
邓新华(1970-),男,江西赣州人,助理工程师,主要从事变电站综合自动化系统和继电保护工作。

One Seamless Transformation Scheme for 500 kV Substation Automation System

LI Xi-chun¹, CUI Ying-jie¹, DENG Xin-hua², ZHU Lin², YOU Xin²

(1.State Grid Electric Power Research Institute, Nanjing 210003, China;

2. NARI Technology Development Limited Company, Nanjing 210061, China)

Abstract: It is a complex process to transform 500 kV substation automation system into a new digital one. This paper introduces a new seamless transformation method which can transform the old system into a new one smoothly, and it can avoid many issues, such as lack data, incomplete anti-maloperation logic, duplicated power cut, duplicated test, and so on. It can ensure the security, stability and continuity of the local monitoring, dispatch communication and remote control operation.

Key words: 500 kV substation; automation system; seamless transformation; IEC61850; continuity; security; stability