

# Research on Signal Link Closed-loop Debugging Technology of Main Plant Automation System

Qi Wang Lixia Zhang Jifei Shao Zhenyan Wei Xiangyang Liang

State Grid Henan Electric Power Company Ultra High Voltage Company, Zhengzhou, Henan, 450000, China

## Abstract

This paper studies the portable debugging equipment of substation automation system and the multi-link, multi-channel and multi-plane concurrent debugging technology of substation communication gateway, research real-time data and graphics interactive verification technology, thoroughly through the secondary equipment terminal to secondary equipment, to station control level monitoring background, the test and verification of the whole signal link from the gateway machine to all levels of the dispatching system and extending to the point-to-point of the dispatching system can ensure that the real-time signal and the picture in the dispatching system are real and reliable, and improve the debugging efficiency of the signal link, to further enhance the substation automation signal link debugging automation, intelligence level. This paper introduces the factors affecting the debugging and checking of the signal of the automation system of the main plant and station, expounds the important significance of the automatic signal checking of the substation in the power network, and analyzes the contents and methods of the automatic signal checking, it also provides a reference for improving the accuracy of signal check in power network and better ensuring the safe and reliable operation of power network.

## Keywords

power grid; signal; link; debugging

# 主厂站自动化系统信号链路闭环调试技术研究

王琪 张丽霞 邵季飞 魏真艳 梁向阳

国网河南省电力公司超高压公司, 中国·河南 郑州 450000

## 摘要

论文研究具有协同能力的变电站自动化系统便携式调试设备及多环节、多通道、多平面的变电站通信网关及多路并发调试技术, 研究实时数据与图形交互验证技术, 彻底打通从二次设备端子到二次设备、到站控层监控后台, 网关机到各级调度前置的整个信号链路测试验证并延伸至调度系统画面对点, 确保调度系统中的实时信号和画面真实可靠, 提高信号链路调试效率, 进一步提升变电站自动化信号链路调试的自动化、智能化水平。论文介绍了影响主厂站自动化系统信号的调试核对因素, 阐述了变电站自动化信号核对在电网中的重要意义, 并分析了自动化信号核对的内容与方法, 以及为提高电网中信号核对的准确性, 更好地保障电网的安全可靠运转提供参考。

## 关键词

电网; 信号; 链路; 调试

## 1 引言

在“双碳”目标的背景下, 电网将迎来快速发展, 新增变电设备数量也会大幅增加。为了满足调度、监控、运维需要, 变电设备投运前一个重要工作就是主厂站自动化系统信号(四遥)链路闭环调试工作。“调控一体化”模式下, 各级电力调度控制中心需要采集、监控的信息量呈现爆炸性的增长, 传统的完全依赖人工的调控信息采集模式已经不能适应实际工作需要<sup>[1]</sup>。

【作者简介】王琪(1991-), 男, 中国河南永城人, 硕士, 工程师, 从事继电保护及电网调度自动化研究。

## 2 信号链路闭环调试技术研究内容

首先, 针对主厂站自动化系统信号链路闭环调试技术开展研究, 制定信号链路闭环调试架构, 提出适应自动化操作的管理模式, 为主厂站自动化系统信号链路闭环调试的推广应用奠定基础。其次, 对主厂站自动化系统信号链路闭环调试执行的各个环节开展针对性的研究, 包括研究主厂站自动化系统信号链路闭环调试实施平台的功能规范; 研究对点调试验证系统与监控系统、主站系统之间的信号调试解决方案。最后, 研究组建多环节、多通道、多平面的信号调试试验等, 进一步增强对点功能的实用性和安全性<sup>[2]</sup>, 如图1所示。

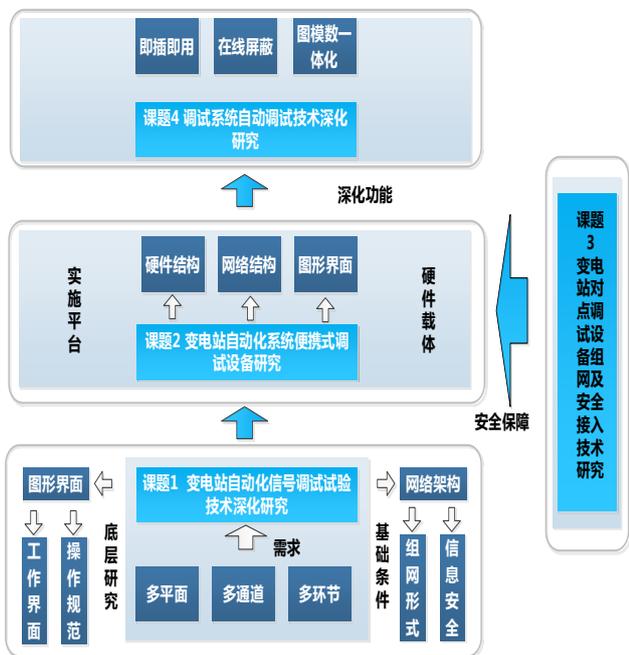


图 1 研究内容

### 3 主厂站自动化系统信号链路闭环调试原理

传统的对点方法复杂、烦琐，对点工作需要在调度主站端与变电站端两端远距离对点。其具体过程为：其一，调度主站工作人员通过电话联系厂站端工作的人员，厂站端工作人员对一次设备进行动作，作为输入激励；其二，调度主站将接收到的信息与厂站端输入的一次设备的动作信息进行人工校对，完成对点工作。

主厂站自动化系统信号链路闭环调试原理是利用智能变电站站控层采用以太网对各设备进行连接，实现了对变电站的监视、控制、告警和信息传输交互功能。智能变电站站控层在常规变电站基础上，采用 IEC61850 规约对变电站信息统一建模、配置，实现设备间互相操作。智能变电站站控层的通信规约主要遵循 MMS（工业制造协议）报文。MMS 报文采用抽象信息模型，将变电站设备的物理参数映射到 MMS 对象的相应属性上。变电站实时数据信息传递通过对 MMS 实例对象属性的读取和修改来实现。MMS 报文包含了变电站内智能设备信息以及设备运行的实时数据信息。IEC60870-5-104 的运行状态信息中并不具有站端内某设备的具体名称，而是以信息地址标识某一站端设备名。自动化、监控点表中的信息对象地址能与 IEC60870-5-104 报文中的信息地址体一一映射，将点表中的设备名称与 IEC60870-5-104 的设备运行状态信息对应。调度中心能够获取正确的远动信息，以及远动系统的正常工作是保障调度中心对变电站进行正确监控的前提。然而，调度主站 / 监控中心要获取正确的远动信息的前提条件是必须保证调度主站 / 监控中心的调度主站点表关联的信息与对应变电站设备实际信息具有一致性。点表因为人工修改描述同时又没有参引的原因，很

难全部精准映射回 SCD 寻找数据集。同时从大多数厂家远动机导出的转发表因为没有更改过点表描述，所以能够成功映射 SCD 的数据集概率更大一些，因此根据审核过后的点表重新配置转发表以后，根据该转发表文件，解析 SCD 文件、RCD 文件、点表文件后，对点调试验证系统实现内部链路关系匹配，实现兼容监控系统、主站系统实现标准化信息匹配，实现标准化信息接口封装，能精准定位到当前验证点信息及对应描述。对点调试验证系统通过建立多站、多设备监控数据基准库，抽取固化站内信息表的生成规则，实现站内信息表的自动生成、智能审核及校验分析，根据当前用户权限记录全站调试信息、事件信息、对点结果，在信号调试验证过程中自动验证当前信号点，并自动保存该条调试信息到本地，支持打开本地数据基准库查看调试记录信息。保证对点调试验证系统与监控系统、主站系统之间的标准化信息交互以及具备变电站多环节、多通道、多平面并发自动对点调试并且提升了变电站自动化系统的调试效率<sup>[9]</sup>。

### 4 信号链路闭环调试实现方法

信号链路闭环调试，主站通过模型服务获得变电站的一次和二次全景模型，根据主站图库的需要选择变电站的点表，生成文件，并传输至变电站。变电站接收到点表后，根据点表中 IEC61850 路径与主站点号的映射关系，生成通信转发点表。在实时库中，将设备原始信息映射到主站的通信点表中，成功实现通信转发。信息的自动校核包括主站到子站和子站到装置。主站和变电站之间的通信使用服务体系进行；变电站内的通信使用通用 IEC61850 服务来实现。主站进行信息自动校核时，通过主站与子站之间的数据点映射的关系，从数据库中读取子站设备中信息点原始路径，然后通过信息校核服务向变电站的数据通信网关机发送信息校核服务的请求。变电站的即插即用数据通信网关机则通过信息校核服务自动将信息校核命令转发到相应的 IED 设备。当变电站的 IED 设备接收到命令时，替换原始信息点并将其发送回数据通信网关机。数据通信网关机接收到替换数据，通过实时通信协议向主站发送高品质数据。主站接收到子站发送的数据后，检查上传的值是否与发送的原始值匹配，从而完成校核。

### 5 信号链路闭环调试的网络安全问题

信号链路闭环调试大量应用于电力的生产、管理等领域，极大提升了电力生产和检修效率。信号链路闭环调试主要由计算机软硬件和网络构成，由于软硬件自身漏洞和系统开发不足等，使电力自动化系统面临信息泄露、系统被恶意控制等诸多问题。网络安全加固兼顾效率与安全，是有效降低电力自动化系统网络安全风险的技术。针对操作系统存在的隐患，安全加固包括身份鉴别、安全审计、资源控制、访问控制、入侵防御几个方面。

①身份鉴别是对账户和口令进行加固，包括禁用默认

账号、删除多余账户、强化口令复杂度和时效性、启用登录失败处理功能等。

②安全审计是启用操作系统的日志审计功能，记录系统登录、访问、策略修改等一些事项。

③资源控制是对终端登录进行超时锁定。

④访问控制是对系统服务、端口、共享功能、远程访问、系统注册表等方面加固，包括禁用不必要的高危服务，关闭高危端口，禁用匿名远程连接与远程访问注册表路径和子路径，关闭默认共享功能。

⑤入侵防御包括在兼容性测试正常的情况下安装系统补丁，删除操作系统非必需的应用软件，实现系统的最小化安装等。

采用网络安全加固技术，保障对点调试设备及无线调试终端的安全接入，确保对点调试系统的安全接入<sup>[4]</sup>。

## 6 信号链路闭环调试技术在电网中的重要作用

信号链路闭环调试技术能够同时提高厂站端检修的安全性，提升厂站端自动化监控系统网络安全建设水平，有效保证了厂站端主机、网络的安全，避免感染病毒或者木马，提高电网的安全稳定运行水平。通过多场景接入，方便更多的自动化设备（相量测量、故障录波、保信子站等设备）检修场景接入及应用。

通过信号链路闭环调试技术的应用，成功、高效、安全地完成了变电站所有信号的核对测试工作，并提出了改进

措施。突显了信号链路闭环调试技术在电力系统运维中的重要性，为相关领域的实践和研究提供了有益的经验 and 案例<sup>[5]</sup>。

## 7 结语

对主厂站自动化系统信号链路闭环调试技术研究能有效缓解调度主站、监控主站、厂站端运检人员的工作压力，减少无效劳动，降低信号链路闭环调试的错误风险，提升效率和效益，支撑电网安全优质运行。而且能够同时提高厂站端检修的安全性，提升厂站端自动化监控系统网络安全建设水平，有效保证了厂站端主机、网络的安全，避免感染病毒或者木马，提高电网的安全稳定运行水平。通过多场景接入，方便更多的自动化设备（相量测量、故障录波、保信子站等设备）检修场景接入及应用。

## 参考文献

- [1] 畅广辉, 镐俊杰, 刘宝江, 等. 电网调控信息智能分级采集系统的研究与开发[J]. 电力系统保护与控制, 2015, 43(6): 6.
- [2] 韩伟, 石光, 李斌, 等. 智能变电站远动快速对点系统模块化设计[J]. 电网与清洁能源, 2017, 33(5): 57-62.
- [3] 朵向阳. 电网调度运行管理及调度自动化的研究[J]. 电子技术与软件工程, 2013(24): 252.
- [4] 帅君. 常规远动装置与综合自动化系统的几点思考[J]. 科协论坛, 2013(11): 65-66.
- [5] 杨红培, 马国强, 韩建定, 等. 智能变电站远动装置在线监测系统设计与实现[J]. 通信电源技术, 2016, 33(3): 101-104.