

适应智能调度的继电保护故障信息系统 高级应用研发

张 祎¹ 南东亮² 常喜强³ 焦春雷² 冯小萍³

(1. 南京南瑞继保电气有限公司, 南京 211102;
2. 国网新疆电力公司电力科学研究院, 乌鲁木齐 830011;
3. 国网新疆电力公司调度控制中心, 乌鲁木齐 830011)

摘要 以当前新疆电网继电保护故障信息系统的应用进行研究、分析的基础上, 针对新疆电网实际情况, 提出了新疆电网继电保护故障信息系统改造及高级应用功能设计方案, 并阐述了其关键技术及实现方式。以期对新疆电网继电保护技术人员进行故障分析处理的信息支持和决策起到添砖加瓦的作用。

关键词: 电力系统; 继电保护故障信息系统; 高级应用

Development of Realization of Advanced Application Function for Protective Relaying Fault Information System Adaptable to Smart Dispatch

Zhang Yit¹ Nan Dongliang² Chang Xiqiang³ Jiao Chunlei² Feng Xiaoping³

(1. NR Electric Co., Ltd, Nanjing 211102;

2. State Grid Electric Power Research Institute of Xinjiang Electric Power Company, Urumqi 830011;

3. Xinjiang Electric Power Dispatching and Communication Center, Urumqi 830011)

Abstract Based on the research and analysis of relay protection fault information system in Xinjiang power network, this paper puts forward the transformation and advanced application function design scheme of relay protection fault information system in Xinjiang power network, and expounds its key technology and realization method. The purpose is to contribute to the information support and decision of Xinjiang power grid relay protection technical personnel while conducting fault analysis and processing.

Keywords: power system; relay protection fault information system; advanced application

“大运行”体系下智能调度技术是智能电网的重要体现, 智能调度技术要求对电网运行过程中的状态和信息实时获取和流畅传输, 并将其涵盖的各个功能系统信息进行高效、精确的综合处理、深度挖掘, 将信息流和业务流高度一体化, 有效提升智能分析和决策支持水平^[1-2]。为适应智能调度应用, 新疆电网现有继电保护故障信息系统作为智能调度技术的一个功能模块亟待进行全面改造。要求对继电保护运行监视、电网故障信息的快速分析和决策应用功能进一步强化, 由此本文研究了继电保护故障信息系统的功能目标、关键技术, 并制定了高级

应用设计方案。

1 系统改造的必要性

1.1 保护故障信息系统改造是安全生产的要求

为达到安全生产的要求, 调度端保护故障信息系统改造势在必行。随着新疆电网规模的不断扩大、智能变电站的逐步普及、系统容量不断增大, 新疆电网现有继电保护故障信息系统存在以下问题: 缺少统一的继电保护专业业务支撑平台和完整的电网一、二次设备建模, 不能充分有效地整合和利用电网数据; 保护通信规约、接口种类繁多, 接入较为

困难；当电网发生故障时，调度人员和继电保护人员面对海量的各类告警信息，很难对发生的故障做出快速有效辨识，对保护故障信息系统进行维护与改造是“大运行”体系下安全生产的要求。

1.2 保护故障信息系统改造是智能调度技术的要求

特高压互联大电网的建设，要求调度业务实现统一协调和精益化分工。为此，新一代智能电网调度技术支持系统（D5000 系统）应运而生。D5000 系统以先进适用技术为手段，以统一规范和标准为基础，以标准化建设为着力点，以统一设计、分步实施为原则开展建设^[3]。

D5000 系统能够适应各级调度中心的应用需求和系统建设目标的要求，遵循基于组件的面向服务体系结构（service-oriented architecture, SOA）的理念，使其成为调度端各专业技术人员有力的工具和助手^[4]。二次设备在线监视与分析应用模块在 D5000 平台上对二次设备建模，接入故障信息子站和联网录波器数据，以提高调度对电网运行状态的整体感知能力，实现二次设备在线监视和故障信息快速整合、传递等功能。

2 系统改造的原则及方案

2.1 系统改造原则

本改造工程的总体原则，按照《继电保护设备在线监视与分析应用提升方案》（调继【2014】80号）要求基于调度端 D5000 平台，建设部署二次设备在线监视与分析功能模块，通过采集继电保护、

故障录波器等二次设备的基础数据，实现调度管理部门实时掌握继电保护设备运行状态、及时判断电网实际故障状况、有效分析继电保护动作行为，并提供给智能告警等高级功能应用。

D5000 应用建模应采用源端维护方式^[5]。系统可通过召唤厂站端已配置好的二次设备模型配置信息完成自动建模，也可通过建模工具实现二次设备模型生成及参数录入。方案的一次设备建模遵循 IEC 61970/CIM 标准，以 D5000 平台目前已有的一次模型为准，二次设备建模遵循 IEC 61850 标准。

当调度端—厂站端之间以 IEC 60870-5-103 为主体的 DL/T 634.5104 协议通信时，可直接通过通信获取状态量信息、模拟量信息、定值信息、事件信息以及故障量信息。基于这些配置信息，再经过必要的转换，即可形成二次模型。

2.2 系统改造方案

改造前后系统结构示意图如图 1 所示。改造实施工程中，对于新建站，通过 I 区通信网关机或 61850 通信管理机通过 I 区网络上送，II 区故障录波器直接通过两套调度数据网上送主站，或一套通过通信管理机一套通过调度数据网直接上送。对于运行站，在已运行的变电站中实现保信子站和故障录波器单独组网，将原子站接入 II 区的保信子站网线改到 I 区网络即可。改造后，原保信子站升级为保护信息采集处理在线监视模块，这样有效降低了系统改造的成本，充分利用了原有的硬件平台设备。

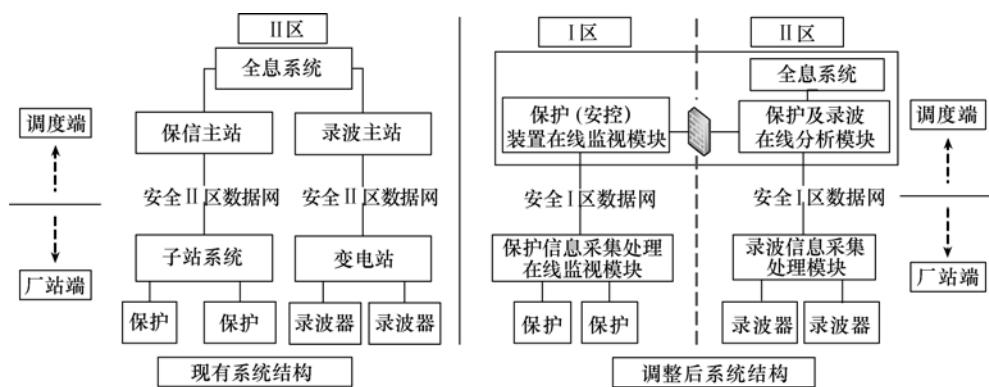


图 1 改造前后系统结构对比

改造后应实现的功能如下：

1) 保护信息采集处理在线监视模块接入。D5000 应用通过安全 I 区数据网与厂站端在线监视模块通信，可直接采集到的实时数据主要有：①二次设备运行状态信息；②电网故障时保护设备的故

障相关信息；③行波测距信息；④保护动作等硬接点信号；⑤模拟量信息；⑥告警、事件信息；⑦定值区、定值、软压板信息；⑧保护装置故障录波数据；⑨实现继电保护装置远方操作（控制）功能等。

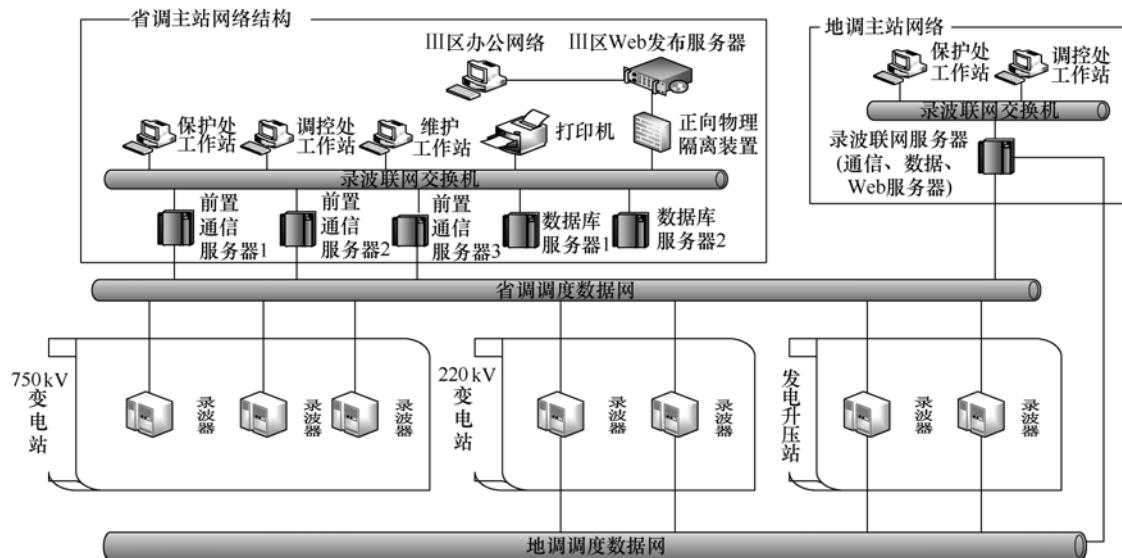


图 2 录波器联网方案

2) 录波器联网接入。D5000 应用通过与厂站端

录波器通信, 可直接采集到的实时数据主要有:

① 联网录波器录波简报; ② 联网录波器录波文件。录波简报、录波文件遵从对应录波器提供通信协议上送, D5000 直接获取录波器的信息。录波器联网方案如图 2 所示, 系统为网络式故障录波器联网系统, 其网络包含了变电站 (750kV 变电站、220kV 变电站、电厂升压站、新能源升压站)、调度数据网网络、地州分站、省调主站。地州分站通过调度数据网分别和变电站内的故障录波器进行通信, 地州分站负责收集故障录波器的波形数据并格式化成统一格式和形成故障录波器的接入率和通信率等数据, 同时向省调主站转发所有的数据和解析主站发送过来的命令。省调主站向地州分站转发跨地区的联络线故障数据, 方便地州分站进行双端故障分析。

3) 实现二次设备的在线监视和电网故障分析。

系统通过采集继电保护、故障录波器等二次设备的基础数据, 完成运行监视、二次设备建模、定值管理、远程控制、信息归档、统计查询、故障分析等功能, 便于调度管理部门实时掌握继电保护设备运行状态、及时判断电网实际故障状况、有效分析继电保护动作行为。

3 新疆电网继电保护故障信息系统主要高级应用功能设计

3.1 总体思路

继电保护故障信息系统高级应用功能设计方案参照图 3 中的结构, 总体思路如下:

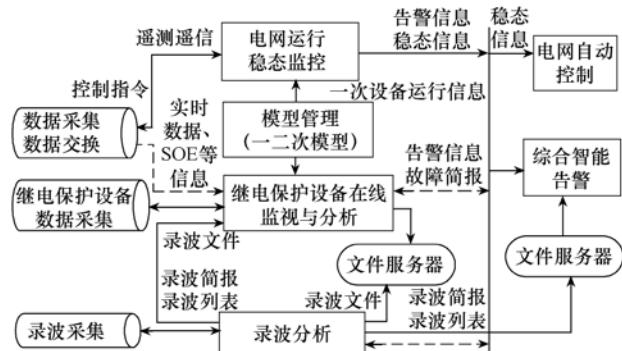


图 3 系统高级应用功能结构示意图

1) 采用 IEC 61850、61970 标准基础上的多源全景数据平台、电网全景建模等技术研制继保专业统一业务支撑平台, 基于该平台集成继电保护专业相关应用功能, 提高继电保护专业管理的一体化、信息化、自动化水平。

2) 结合实际的运行经验和当前需求, 研究调度端故障信息系统与前置在线监视模块中二次设备模型自动检测技术, 实现图形和模型的免维护, 解决系统维护困难的问题。

3) 综合利用继电保护故障信息系统和 EMS 系统的各类稳态、暂态数据, 实现电网运行的数据分析及故障诊断, 辅助调度运行人员和继电保护人员的日常运行和管理, 提高电网的智能化水平。

3.2 电网全景建模技术

以 IEC 61970 标准为基础, 扩展建立通用保护模型, 建立保护装置与一次设备的关联关系; 建立保护跳闸出口模型; 对保护装置进行了全面的、完

整的建模；构建描述保护的通用模型，从继电保护的原理出发，屏蔽不同保护设备厂家的装置设计差异，对不同类型保护装置进行语义和功能上的规范，实现电网一、二次设备的全景建模，解决目前继电保护故障信息系统模型不完整的问题。

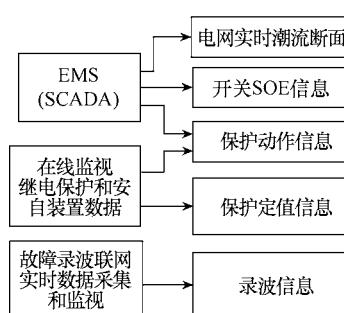


图 4 故障诊断方案流程图

第一阶段快速故障诊断，基于保护动作链原理，利用保护动作、开关动作、实时潮流断面等信息，形成 1min 故障简报，定位故障元件，帮助调度运行人员快速定位故障设备。

第二阶段故障综合分析，利用故障录波联网文件、保护定值等信息，分析出故障的详细信息，包括故障位置、故障相别、故障性质、故障电流等，整合为较详尽的故障报告，帮助继保人员进行事故的详细分析。

第三阶段为 D5000 综合智能告警推送故障信息综合分析结果，结合第一、第二阶段的分析，加入信息筛选模块功能，通过数据总线将简报发给与 D5000 智能告警的通信模块，并采用按需求上传简报模式，简报中包含详细内容的链接，若调度人员需要简报中个别信息的详细内容，能够很快通过链接获取相关信息，由此实现故障信息快速整合、传递功能。

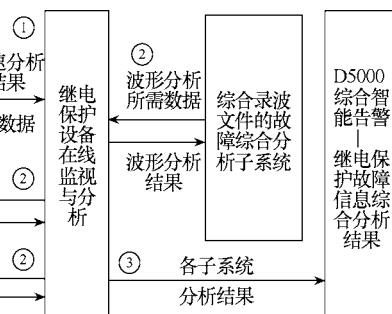
3.4 双端测距技术

输电线路发生故障后，继电保护装置将切除故障线路，同时需做到快速查找故障点，及时恢复供电。快速、准确定位故障能有效缩短故障修复时间，并减轻巡线负担，提高供电可靠性。双端量法可从原理上消除过渡电阻和运行方式的影响，具有很好的发展与应用前景。

随着新疆电网故障录波联网系统的建成，实现数据联网和共享，为双端测距提供了技术实现的基础，方案提出通过识别录波数据中故障起始和终止时刻进行数据同步，为降低故障初始阶段可能存在谐波等会影响测量阻抗计算的因素，采用自适应截

3.3 智能故障分析技术

方案提出基于保护动作链的电力系统故障诊断的方法，实现对电网事故的快速分析。根据不同数据的特性，分阶式进行故障诊断，方案流程如图 4 所示。



取计算数据窗的算法，同时利用 D5000 平台引入线路联网参数，建立修正模型和测距模糊区处理方法，提高双端故障测距精度。

3.5 基于 Trie 树的面向对象多层次电网模型比对

基于 Trie 树的面向对象多层次电网模型比对技术，将前置在线监视模块中二次设备配置信息与标准模板库进行对比，实现对调度端故障信息系统与前置在线监视模块中模型的完整性和一致性的全面快速检测（一、二次设备是否关联、参数是否合理、装置配置是否存在）；利用 Trie 树在查询与检索等方面的高效性，构建对比模型，实现快速对比。通过模型对比，实现模型的差量更新，提高导入效率。

3.6 前置在线监视模块实现双模型加测点模式的实时数据库技术

新建站前置在线监视模块应实现双模型加测点模式的实时数据库技术，分别建立 IEC 61850 模型库、IEC 103 模型库和测点库，为同时访问对象视图和平面视图提供技术支撑。解决因规约差异接入困难和转换问题，突破传统保信系统都按 103 标准进行通信和建模的局限性。

4 结论

本文研究的基于智能调度的继电保护故障信息系统高级应用方案设计技术特点如下：

- 1) 本技术方案旨在建立继电保护专业的统一业务支撑平台，为继电保护专业的应用拓展提供平台支撑。
- 2) 能够实现智能故障分析、电网全景建模、模

型和图形免维护等关键技术，提高继电保护运行管理水平，提高电网事故处理的速度和准确性。

为适应新疆电网的快速发展，满足智能调度技术的要求，本技术方案进一步强化了保护运行监视、电网故障信息的快速分析和决策应用，为新疆电网的安全稳定运行奠定坚实基础。

参考文献

- [1] 刘振亚. 智能电网知识读本[M]. 北京: 中国电力出版社, 2010.
- [2] 国网能源研究院. 2012 国内外智能电网发展分析报告[M]. 北京: 中国电力出版社, 2012.

(上接第 58 页)

表面金属异物缺陷下盆式绝缘子的表面放电现象，并通过改变金属丝的大小和位置模拟不同的缺陷情况，将试验与仿真结果进行了对比，得到以下结论：

1) 绝缘子表面金属异物会使局部电场发生严重畸变，显著降低绝缘子表面击穿电压，最终造成绝缘子沿面放电和绝缘破坏。在绝缘子表面沿电场方向附着细长的金属丝可以较好地模拟金属异物积聚的现象。

2) 当绝缘子表面附有金属丝模拟的放电缺陷时，绝缘子表面电场整体分布趋势没有明显变化，但是在金属丝附近区域呈现强局部高度集中，大大高于正常绝缘子表面最大场强。

3) 仿真计算的绝缘子表面击穿电压值与试验击穿电压值很接近，误差在允许范围（5%）内，可认为由此仿真模型计算的结果是可靠的。在试验条件不充分的情况下可用仿真计算预测绝缘子的绝缘状态。

4) 金属丝越长或半径越大，则引起场强畸变越严重，绝缘子表面击穿电压越小，可模拟绝缘子表面积聚的金属异物越多的情况。

5) 金属丝越靠近高压端导体，绝缘子表面击穿电压越小，由此可知，金属异物积聚的位置越靠近高压端导体，对绝缘子的危害越大。

参考文献

- [1] 周倩, 唐炬, 唐铭, 等. GIS 内 4 种典型缺陷的局部

- [3] 张道农, 纪峰磊, 刘宇, 等. 国调中心继电保护故障信息系统改造研究[R]. 国电机工程学会年会论文集, 2013.
- [4] 闪鑫, 戴则梅, 张哲, 等. 智能电网调度控制系统综合智能告警研究及应用[J]. 电力系统自动化, 2015, 39(1): 65-72.
- [5] 笃峻, 胡绍谦, 滕井玉, 等. 数据源端维护技术在继电保护信息系统中的应用[J]. 电力自动化设备, 2015, 35(3): 162-169.

作者简介

张 祎 (1981-), 男, 硕士, 工程师, 主要从事电力系统继电保护与控制工作。

- 放电超高频数学模型构建[J]. 中国电机工程学报, 2006, 26(8): 99-105.
- [2] GIGRE Working Group 33/32-12. Insulation Coordination of GIS: return of experience, on site tests and diagnostic technics[J]. Electra, 1998, 176(2): 67-95.
- [3] 司文荣, 李军浩, 袁鹏, 等. 气体绝缘组合电器多局部放电源的检测与识别[J]. 中国电机工程学报, 2009, 29(16): 119-126.
- [4] Okabe S, Yamagawa T, Okubo H. Detection of harmful metallic particles inside gas insulated switchgear using UHF sensor[J]. IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation, 2008, 15(3): 701-709.
- [5] 齐波, 李成榕, 郝震, 等. GIS 绝缘子表面固定金属颗粒沿面局部放电发展的现象及特征[J]. 中国电机工程学报, 2011, 31(1): 101-108.
- [6] 罗文天. 存在气泡缺陷的盆式绝缘子电场仿真分析 [D]. 沈阳: 沈阳工业大学, 2014.
- [7] 许建春, 卢鹏. 1100kV GIS 盆式绝缘子的性能[J]. 电力建设, 2010, 31(8): 91-93.
- [8] 马爱清, 杨秀, 陆鑫森, 等. GIS 盘式绝缘子三维电场计算及其逆问题分析[J]. 高电压技术, 2010, 36(5): 1217-1221.

作者简介

夏小飞 (1981-), 男, 广西南宁人, 硕士, 现于广西电网有限责任公司电力科学研究院工作, 从事开关设备方面的试验和研究工作。