

# 继电保护智能运维检修标准体系构建研究

冶萧

国网西宁供电公司湟源县供电公司

**摘要：**继电保护在保障电力系统安全稳定运行方面发挥着极其重要的作用。继电保护专业长期面临着设备种类及数量繁多，但检修时间窗越来越短且专业人员投入不足等问题，迫切需要采用新技术、新手段，通过智能运维检修方式确保设备及电网安全稳定运行。基于此，本文主要就继电保护智能运维检修标准体系构建措施进行分析，以供参考。

**关键词：**继电保护；智能运维检修；标准体系

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2023.10.077

## 引言

继电保护智能运维检修标准体系涵盖了继电保护智能运维检修在设计、建设、运维检修和退役报废等全生命周期各个环节，适应继电保护新建和改扩建工程的智能运维检修要求。继电保护智能运维检修标准体系的构建对推动行业内继电保护智能运维检修工作的普及开展发挥着重要作用。

### 一、继电保护智能运维检修标准体系构建的重要性

继电保护智能运维检修标准体系的构建对于电力系统的稳定运行和安全性非常重要。一是提高电力系统的稳定性和可靠性。继电保护智能运维检修标准体系的建立可以实现对继电保护设备的实时监控、故障诊断和预测，及时发现潜在问题，提前采取预防性维护措施，降低设备故障的发生率，从而提高电力系统的稳定性和可靠性。二是提高运维效率和降低成本。智能运维检修标准体系可以自动化地监测、诊断和修复继电保护设备的故障，减少人工干预的需求，提高运维效率，同时降低运维成本，避免因故障而导致的停机损失。三是实现预测性维护。基于大数据和人工智能技术，智能运维检修标准体系可以分析历史运行数据，预测设备的寿命和可能发生的故障，提前制定维护计划，避免设备由于老化或磨损引起的故障，实现预测性维护，降低维修成本。四是提高电力系统的安全性和可控性。智能运维检修标准体系可以及时发现并响应电力系统中继电保护设备的异常，通过远程监测和智能诊断，可以迅速定位故障位置，减少故障对整个电力系统的影响，提高系统的安全性和可控性，确保电力系统的正常运行。

### 二、智能运维检修方式的探索与实践

随着设备和信息技术的发展，为适应继电保护的可靠性要求，提高运维效率，继电保护的运维检修应逐

步从人工作业的方式向机器在线监视、诊断、检验的智能运维检修模式转变。为此，国内相关科研机构、电网公司和设备研制企业联合开展了继电保护智能运维检修方式的探索与实践，并逐步构建了继电保护智能运维检修系统。由于数字化设计是开展智能运维检修的基础，因此构建继电保护智能运维检修系统时不限于传统运维检修方式的现场检验，而是从设备的数字化设计入手，涵盖设备的设计、建设、运维检修、退役报废全过程，实现继电保护设备的全生命周期管理。

工程图纸的数字化设计是实现厂站二次回路的信息感知与运维数据和检修功能智能化融合的基础，应按照工程设计的全要素构建继电保护小室、屏柜、装置、物料、电（光）缆以及厂站二次回路等的信息模型，全面支持工程设计单位的图形化设计，方便运维单位的文件化管控，提高智能运维检修的效率。

#### （一）自动化测试

自动化测试是对智能运维检修设备的功能、性能进行校核。继电保护等二次设备从出厂到运输至现场安装，宜开展工厂化调试，确保装置符合现场安装条件，减少现场调试工作量。工厂化调试应验证继电保护装置等二次设备的功能、性能及其关联回路，确定继电保护装置等二次设备的功能、性能及回路符合技术要求。工厂化调试宜自动校核继电保护二次虚回路配置的正确性，确认继电保护虚回路配置的正确性。现场继电保护定值校核、功能调试，应通过制定通用调试用例开展自动测试完成调试工作。现场继电保护回路整组调试，宜通过制定通用调试用例开展自动测试完成调试工作。可基于SCD文件中虚回路配置关系，开展继电保护镜像仿真测试。继电保护定值、功能、回路、信号，以及模型文件入网版本一致性、通信参数正确性、二次虚回路配

置正确性等宜通过自动验收实现。可通过仿真镜像测试来自动验收二次虚回路配置的通信参数和通信用过程。

### （二）信息采集

继电保护的基础资料和信息是开展继电保护智能运检的依据，信息采集应能全面覆盖继电保护及其二次回路、过程层设备、网络设备和故障录波等厂站端设备。采集的厂站端信息包括动作事件、告警信息（告警文件）、状态变位信息（状态文件）、录波列表及简报、内部状态监测量、交直流采样、录波文件、定值文件、在线监测信息、中间节点信息、设备台账信息（台账文件）、日志信息等。

### （三）智能运维检修

智能运维检修是继电保护智能运维检修工作的核心内容，包括在线监视、状态评价与状态检修、故障诊断、远程运维、智能辅助安全措施、智能检验、移动运检等诸多方面。1）在线监视保护装置、过程层设备、网络设备和继电保护综合记录与智能运维装置等设备及继电保护二次回路的运行状态，包括设备运行的工况和参数、电网故障中二次设备的动作信息，以及二次设备通过本身自检产生的告警信号，实时反映继电保护的运行状况。2）状态评价与状态检修的基本工作包括信息收集、状态评价、检修决策、检修计划、检修实施及效果评估，状态评价是施行继电保护状态检修的前提和基础，可根据状态评价结果动态制修订年度检修计划。状态评价所需信息应主要采取智能化手段采集，并应能自动进行装置状态的评价。3）故障诊断分为电网故障智能诊断、设备缺陷智能诊断。4）远程运维应具备远方巡视、远方控制、远方不停电传动、远方升级和远方配置等功能。5）智能辅助安措宜能实现一、二次设备运行状态监视、检修设备安全措施执行结果的校核及告警等功能。6）智能检验通过信息采集、在线监视、远方巡视等基本功能形成的智能诊断结果，以及历史定期检修记录、定期检修周期动态建立设备定检计划。7）移动运检可采用移动终端开展辅助运行维护和检修。移动终端应能对继电保护运行信息进行监视，支持电网故障波形的调阅，保护动作信息的查询，故障报告的展示等。

### （四）设备退役及台账管理

运行设备不应超过设备使用寿命年限。对于超期服役设备，宜基于全生命周期各环节形成的历史数据和诊

断报告，建立设备寿命评估模型，综合评估设备寿命，提出设备延寿、更换改造和退役策略。退役设备宜通过技术支持系统，开展退役处置的信息化管理，对设备全生命周期中存在的问题进行溯源，为后续设备设计、采购提供参考。应通过技术支持系统，建立继电保护设备台账。为确保设备台账与实物一致，设备台账包括出厂时间、投产时间、装置型号、生产厂家、版本信息、功能位置、插件型号及生产时间等信息。

### （五）技术支持系统

继电保护智能运维检修通过技术支持系统实现。技术支持系统是指基于计算机、网络通信、信息处理等技术，为智能运维检修提供技术服务的设备、功能模块或自动化系统。技术支持系统按功能需求部署在主站端和厂站端，能适用于智能变电站和常规变电站。主站端系统采集厂站端及继电保护信息，并支持主站端各应用间数据转发的功能。厂站端系统采集继电保护装置、过程层设备、网络设备和故障录波装置信息，并具备与主站端双向传输数据的功能。主站端与厂站端间的通信协议应保证主站端与厂站端高效、可靠互联互通。主站端和厂站端网络安全防护应符合相关标准的规定。

## 三、继电保护智能运维检修标准体系构建措施

继电保护系统是电力系统中重要的安全保障装置，其智能化运维和检修标准体系的构建是确保电力系统稳定运行的关键。

### （一）制定标准和规程

制定继电保护系统智能运维和检修的相关标准和规程，明确各个环节的操作流程、技术要求和安全标准。确定负责制定标准和规程的机构，通常是电力系统的管理部门或专业技术机构。确定继电保护系统的基本要求、技术规范、运维流程、检修程序、安全措施等方面标准和规程的内容，确保标准内容的全面性和准确性。制定初步的标准和规程草案，然后向相关专家、企事业单位、科研机构、行业协会等征求意见和建议，进行修订和完善。将草案提交给专家委员会进行论证和评审，确保标准和规程的科学性、合理性和可操作性。根据专家评审意见和实际情况，对标准和规程进行修订和完善，确保其符合实际应用需求。将最终的标准和规程发布，并进行广泛宣传，向电力系统的从业人员、管理者和相关机构传达标准和规程的内容和要求。建立标准和规程的监督和评估机制，定期对标准的实施情况进行评

估, 确保标准的有效实施和持续改进。

## (二) 建立信息化管理系统

在继电保护智能运维检修标准体系构建中, 建立信息化管理系统是确保继电保护设备运行可靠性和智能化运维的关键一环。建立继电保护系统的信息化管理系统, 包括设备台账、运行记录、故障信息等, 实现信息的实时记录、查询和分析。在建立信息化管理系统之前, 首先进行需求分析, 了解继电保护设备的运维需求, 根据需求分析结果, 选择合适的信息化管理系统。建立数据存储系统, 将采集到的数据进行存储, 并建立数据库, 实现数据的结构化和存储, 进行数据分析、故障诊断等处理。实现对继电保护设备的远程监测和控制功能, 通过信息化管理系统可以实时监测设备的运行状态, 远程调试设备参数, 提高设备的响应速度和故障处理效率。对信息化管理系统进行定期维护, 确保系统的稳定运行。同时, 随着技术的发展, 及时更新系统, 引入新的技术和功能, 保持系统的先进性。建立信息化管理系统的安全体系, 包括数据加密、权限管理、防火墙等措施, 确保系统数据的安全性, 防范网络攻击和数据泄漏。

## (三) 建立智能监测体系

在继电保护智能运维检修标准体系的构建中, 建立智能监测体系可以帮助实时监控继电保护设备的状态, 及时发现异常, 提前预警故障, 从而保障电力系统的安全和稳定运行。根据电力系统的特点和需求, 选择合适的传感器和监测设备, 用于监测继电保护设备的电流、电压、温度、湿度等参数。建立可靠的数据传输网络, 确保监测数据能够实时传输到监测中心。可以利用物联网技术建立设备与监测中心之间的远程通信通道。基于实时数据分析结果, 建立故障预警和报警系统。当监测数据出现异常时, 系统能够自动发出预警和报警信息, 通知相关人员采取应对措施。运维人员远程调试继电保护设备的参数, 优化设备的运行状态, 提高设备的响应速度和灵活性。在电力系统的运维管理中心建立专门的智能监测中心, 负责监测继电保护设备的运行状态, 监测中心应当配备有专业的监测人员, 负责实时监控和分析数据。对智能监测体系的设备和系统进行定期维护, 确保设备的正常运行。同时, 随着技术的发展, 定期更新监测设备和分析系统, 引入新的监测技术和算法。

## (四) 建立维修记录和故障分析数据库

建立继电保护系统的维修记录和故障分析数据库, 将每次维修和故障处理的经验进行归档和总结, 为未来的运维工作提供参考。维修或故障处理后, 及时采集和记录相关数据, 包括维修日期、维修人员、维修内容、更换的部件、故障描述、修复措施等详细信息。建立专门的维修记录和故障分析数据库, 选择合适的数据库管理系统, 设计数据库表结构, 确保可以存储和管理维修和故障数据。将维修记录和故障信息按照设备类型、故障类型、维修人员等进行分类和标签, 以便快速检索和分析。定期对维修记录和故障分析数据库中的数据进行分析, 生成报告, 总结维修经验, 发现问题和改进措施。这些报告可以用于改进维修标准和提高运维水平。维修记录和故障分析数据库是一个持续积累和改进的过程。随着维修工作的进行, 不断更新和完善数据库中的信息, 确保数据的准确性和完整性。

## 结束语

继电保护智能运维检修是对继电保护传统定期检验(周期检验)方式的继承与发展, 既有对传统检验方式的继承, 也有基于智能化手段的创新与发展。考虑到继电保护对电力系统安全稳定运行的重要性, 继电保护智能运维检修方式的推广, 应该坚持“积极试点、逐步推广”的策略, 选取部分地区、部分电压等级电网开展试点, 积累经验, 再逐步推广。

## 参考文献

- [1] 杨利民, 李超, 张良武等. 基于物联网技术的继电保护智能移动运维系统技术研究[J]. 电工技术, 2021, (01): 99-101+104.
- [2] 盛海华, 王德林, 马伟等. 基于大数据的继电保护智能运行管控体系探索[J]. 电力系统保护与控制, 2019, 47(22): 168-175.
- [3] 黄宏斌. 智能变电站继电保护运维防误技术及应用研究[J]. 湖北农机化, 2019, (19): 74.
- [4] 谈傲霜, 王倩. 智能变电站继电保护运维防误技术研究[J]. 冶金管理, 2019, (15): 57-58.
- [5] 肖克, 陈常曦. 智能变电站继电保护在线运维系统关键技术[J]. 数字通信世界, 2019, (06): 57.
- [6] 赵青, 李瑞贤, 刘胜帅. 智能变电站继电保护运维防误技术研究及应用[J]. 科技视界, 2019, (12): 59-60.