

继电保护运行可靠性提升策略

胡 阳, 李显伟, 刘志辉

(国网新疆电力有限公司吐鲁番供电公司, 新疆 吐鲁番 838000)

摘 要 电网发展形势使得二次设备隐患不断增加, 在进行电力设备的日常管理过程中, 由于缺乏系统性的摸排治理手段, 导致积累了大量设备隐患和缺陷未能及时发现并处理。本文认为应通过规范检查标准、深度挖掘继电保护在线监视与分析系统数据查找隐性缺陷、校核智能变电站配置文件、协同工作等手段多维度、全方位地开展隐患排查治理; 对发现的隐患和缺陷登记建档, 逐月监管整改成效, 落实闭环管理要求, 有效提高继电保护运行可靠性。

关键词 继电保护; 运行可靠性; 数据挖掘技术

中图分类号: TM77

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)11-0109-03

继电保护装置的核心功能在于保障电力系统的安全稳定供电, 确保社会生活的基本需求得到满足。在电力传输过程中, 一旦某个组件或设备发生故障, 若未能及时处理, 不仅会对线路造成损害, 还可能对整个电力系统造成重大损害, 影响正常用电。继电保护装置的设计宗旨在于预防此类情况的发生。当检测到设备故障时, 继电保护装置能够迅速准确地判断故障性质和位置, 并给故障设备相对应的断路器发出跳闸命令, 使故障设备及时从电力系统中隔离。这样可以最大限度地减少对电力系统元件本身的损坏, 降低对电力系统安全供电的影响。然而, 目前大部分继电保护装置都极易受到周围环境的影响, 导致基本保护功能受损。因此, 进一步完善继电保护装置显得尤为重要。

1 继电保护规范检查标准

在提高继电保护运行可靠性的征程中, 规范检查流程闭环尤为重要。随着电网的快速发展与智能化转型, 继电保护系统作为电网安全稳定运行的第一道防线, 其复杂性与重要性日益凸显^[1]。因此, 制定并执行一套科学、全面、细致的规范检查标准, 对于及时发现并消除潜在隐患, 确保继电保护装置的正确动作, 具有不可估量的价值。以下是对规范检查流程对策的深入探讨。

1.1 明确检查目标与原则

首先, 需清晰界定检查目标, 即通过规范化的检查流程, 确保继电保护装置及其相关二次回路、配置文件等处于健康、可靠的工作状态, 有效预防误动、拒动等故障发生^[2]。同时, 确立检查应遵循的基本原则包括: (1) 全面性, 即检查应覆盖所有关键设备和环节; (2) 系统性, 注重各组成部分之间的协调与配合; (3) 预防性, 强调事前控制, 及时消除潜在风险; (4) 可

追溯性, 确保检查记录详实, 便于问题追溯与整改验证。

1.2 细化检查内容与标准

(1) 装置本体检查: 明确各类型继电保护装置的外观检查标准, 如指示灯状态、接线端子紧固度、运行环境温湿度等, 确保装置物理状态良好。同时, 对装置内部软件版本、硬件配置进行核对, 确保与设计要求一致; (2) 二次回路检查: 制定详细的二次回路检查规范, 包括电缆敷设、接线正确性、绝缘电阻测试等, 确保回路无断路、接触不良等问题; (3) 配置文件管理: 针对智能变电站, 建立严格的配置文件检查机制。包括配置文件版本控制、定期备份与恢复验证、配置文件一致性校核等, 确保配置文件准确无误; (4) 在线监视与分析系统应用: 充分利用在线监视与分析系统提供的数据, 制定数据监测与分析的标准流程。通过设定合理的阈值、报警规则, 实现对保护装置运行状态的实时监测与异常预警。同时, 加强对历史数据的深度挖掘, 识别潜在的运行趋势与隐性缺陷。

1.3 强化检查执行与监督

(1) 培训与教育: 加强对检查人员的专业技能培训, 使其熟练掌握检查标准与流程, 提升检查工作的专业性和准确性^[3]; (2) 定期检查与随机抽查: 实施定期检查计划, 确保所有设备均得到周期性检查。同时, 结合实际情况开展随机抽查, 增加检查的灵活性和针对性; (3) 问题跟踪与整改: 建立问题跟踪与整改机制, 对检查中发现的隐患和缺陷进行登记建档, 明确整改责任人与完成时限。实施闭环管理, 定期对整改成效进行监管与评估, 确保问题得到有效解决。

2 深度挖掘继电保护在线功能查找缺陷

在电力系统中, 继电保护在线监视与分析系统(以下简称“在线系统”)作为保障电网安全稳定运行的

关键工具，其数据深度挖掘能力对于识别并预防隐性缺陷具有不可估量的价值。隐性缺陷往往难以通过常规检查手段直接发现，但却可能在关键时刻引发保护误动或拒动，对电网安全构成严重威胁。因此，制定并实施一套有效的数据深度挖掘对策，对于提高继电保护运行可靠性至关重要。

2.1 构建全面的数据收集与分析框架

针对继电保护在线监视与分析系统涉及的各类数据资源，构建了全面的数据收集与分析框架。主要包括：（1）实时监测数据，包括继电保护设备的运行状态参数、故障信号、保护定值等实时监测数据；（2）历史运维数据，包括设备运维记录、检修报告、故障分析报告等；（3）外部关联数据，包括电网拓扑信息、用电负荷数据、气象数据等。

通过对上述多源异构数据的集成，建立了覆盖继电保护设备全生命周期的大数据分析平台，实现数据的集中化、标准化处理，为后续的数据挖掘工作奠定坚实的基础。

2.2 应用先进的数据挖掘技术

在数据收集与分析框架的基础上，应引入先进的数据挖掘技术，如机器学习、大数据分析、人工智能等，对海量数据进行深度挖掘^[4]。具体而言，可以采取以下策略。（1）隐性缺陷识别：应用异常检测算法，挖掘数据中隐藏的异常模式，识别潜在的隐性缺陷；（2）设备故障预警：基于历史故障数据训练故障预测模型，结合实时监测数据对设备故障风险进行预警；（3）关联分析：分析不同数据源之间的关联性，探索保护动作、故障录波、设备运行参数等之间的内在联系。通过关联分析，可以发现一些不易察觉的隐性缺陷，如保护定值设置不当、二次回路隐性故障等；（4）趋势预测：基于历史数据，运用时间序列分析、回归分析等方法，预测保护装置的运行状态。通过趋势预测，可以提前发现设备性能下降、寿命到期等潜在问题，为预防性维护提供科学依据。

2.3 建立专家系统与知识库

通过对数据分析结果进行深度解读和知识总结，构建了基于继电保护领域的专家系统与知识库，主要包括以下几个方面。（1）故障模式库：归纳总结各类故障模式的特征，为快速识别故障原因提供依据；（2）解决方案库：积累各类故障的处置经验，为故障快速修复提供参考；（3）设备档案库：记录设备关键参数、运行状态、维修历史等信息，为精准诊断提供基础；（4）专家经验库：提炼专家多年积累的经验和智慧，为运维决策提供支持。

通过专家系统与知识库的协同工作，可以更加准

确地识别隐性缺陷并制定有效的处理措施^[5]。

2.4 加强数据可视化与交互

为确保分析结果的直观呈现和高效交互，在数据分析平台中集成了丰富的可视化组件和交互功能，包括以下几个方面。（1）多维度数据展示：支持设备状态、故障事件、趋势分析等多维度数据可视化展示；（2）交互式分析：允许用户自主设置分析维度和范围，动态调整分析视角；（3）智能诊断：基于知识库提供智能化的故障诊断和原因分析建议；（4）报告生成：支持自动生成分析报告，便于管理人员掌握设备运行概况。

通过上述数据挖掘与分析技术的深度应用，大大提高了对继电保护在线监视与分析系统数据的利用效率，帮助运维人员快速识别隐性缺陷，提升了故障预防与处理的时效性，为保障电网安全稳定运行提供了有力支撑。

3 校核智能变电站配置文件

智能变电站配置文件，如系统配置描述（SCD）文件、控制信息数据（CID）文件等，是遵循 IEC 61850 标准构建的信息模型与通信服务的具体体现。这些文件不仅描述了变电站内各智能电子设备（IED）的数据连接、逻辑关联，还定义了保护控制策略、数据流向及安全机制。随着变电站规模的扩大和功能的复杂化，配置文件的复杂度和重要性也日益凸显。

3.1 引入先进的校核工具与软件

KMS9000 SCD 解析分析软件等先进工具的应用，能够将复杂的 SCD 配置文件进行图形化展示，帮助运维人员直观理解智能变电站的体系结构和配置情况。智能化监测和预警系统能够实时监测智能变电站的运行状态，及时发现潜在的问题和隐患，并通过预警机制提醒运维人员进行处理。在配置文件校核过程中，也可以引入类似的智能化监测和预警系统，对配置文件的变更进行实时监测和评估，确保配置文件的正确性和规范性。一旦发现异常或错误，系统能够自动发出预警信号，提醒运维人员进行及时处理。

3.2 全面梳理变电站基础资料

全面梳理变电站的基础资料是不可或缺的第一步，包括但不限于变电站的单线图、接线图、设备说明书、设计文档等关键资料^[6]。通过仔细审查这些资料，我们可以清晰地了解变电站的拓扑结构、主要设备的型号、性能参数以及它们之间的连接关系。这一过程不仅有助于我们建立对变电站整体运行状况的宏观认识，还为后续深入分析提供了坚实的数据支撑。

在梳理过程中，特别要注意识别并标记出关键设备与关键节点，它们往往是继电保护系统的核心组成

部分,其配置的正确性直接影响到整个保护系统的性能。同时,我们还需要深入理解继电保护系统的功能实现和逻辑关系,确保各保护单元之间的协调性,避免保护误动或拒动的情况发生。

3.3 重点关注关键的配置信息

智能变电站配置文件中包含了大量的配置信息,其中保护单元的定值设置、逻辑关系、故障录波参数以及通信参数等是关键数据。这些配置信息的准确性直接关系到继电保护系统的可靠性和响应速度。

首先,我们要仔细检查保护单元的定值设置是否合理,并与实际参数进行对比验证。定值设置过高或过低都可能导致保护系统无法正确动作,因此必须严格按照设计要求和实际运行状况进行设定。

其次,细致检查各保护单元之间的逻辑关系,确保它们能够准确反映变电站的实际拓扑结构和保护需求。这包括但不限于电流差动保护、距离保护、方向保护等各种保护原理的实现方式及其之间的配合关系。

最后,检查各保护单元之间的通讯参数设置也是必不可少的步骤。通讯链路的稳定性和可靠性直接影响到保护系统之间的信息共享和协同工作。我们必须确保通信协议一致、地址分配正确、通信速率和带宽满足要求等。

4 全方位开展隐患排查治理

提高继电保护运行可靠性是确保电力系统安全稳定运行的核心任务之一。在这一过程中,协同工作、多维度隐患排查治理、精细化管理与闭环控制等措施的综合运用,构成了提升继电保护系统整体效能的关键路径。

4.1 强化多部门协同合作

继电保护系统的稳定运行依赖于多个部门的紧密协作。首先,需要建立跨部门的协同工作小组,成员应包括继电保护专业人员、自动化技术人员、信息通讯人员、运维人员以及安全管理人员等。通过定期召开联席会议,共享信息,协调资源,共同解决继电保护运行中的难题。同时,利用信息化手段,如建立协同工作平台,实现信息共享的即时性和准确性,提高工作效率。

4.2 多维度隐患排查治理

隐患排查治理是提高继电保护可靠性的前置条件。这要求我们从多个维度出发,进行全面细致的排查。一是技术维度,利用专业检测仪器和仿真测试系统,对保护装置进行定期的性能测试和故障模拟,以发现潜在的技术隐患。二是管理维度,审查继电保护管理制度的执行情况,包括定值管理、巡视检查、缺陷处理等流程,确保各项管理工作规范有序。三是环境维度,

关注变电站的运行环境对继电保护的影响,如温度、湿度、电磁干扰,恶劣天气等,采取相应措施进行改善。

4.3 隐患与缺陷的登记建档

对于排查过程中发现的隐患和缺陷,必须建立详细的登记建档制度。这包括隐患的发现时间、地点、性质、影响范围、处理措施以及责任人等关键信息。通过建立电子化档案,实现隐患信息的集中管理和快速检索。同时,根据隐患的严重程度和紧急程度进行分类管理,制定针对性的整改计划和时间表。

4.4 逐月监管整改成效

为确保隐患整改工作的有效推进,必须建立严格的监管机制。采取逐月监管的方式,对整改计划的执行情况进行跟踪和评估。通过现场检查、数据分析等手段,验证整改措施的有效性,及时发现并纠正整改过程中的偏差。对于未按计划完成整改的部门或个人,应依据相关规定进行问责,以形成有效的约束和激励机制。

4.5 落实闭环管理要求

闭环管理是确保隐患整改工作闭环的关键。在隐患整改完成后,必须组织相关人员进行复查验收,确保隐患得到彻底消除。同时,对整改过程中形成的经验教训进行总结提炼,形成可复制、可推广的整改案例。此外,还应将隐患整改情况纳入绩效考核体系,作为评价部门和个人工作成效的重要指标之一。通过闭环管理,实现隐患排查治理工作的持续改进和优化。

5 结束语

随着电力系统的不断发展与智能化转型,继电保护的可靠性成为保障电网安全稳定运行的关键因素。本文围绕提高继电保护运行可靠性,从规范检查标准、深度挖掘在线监视与分析系统数据、校核智能变电站配置文件以及全方位开展隐患排查治理等多个方面进行了深入研究,为提高继电保护运行可靠性提供参考。

参考文献:

- [1] 李时国.继电保护装置运行可靠性提升研究[J].中国机械,2024(15):62-65.
- [2] 蒋炳琦.提高火电厂继电保护运行可靠性的措施[J].仪器仪表用户,2023,30(06):110-112,109.
- [3] 朱建钢.继电保护的常见故障处理及运行可靠性措施[J].技术与市场,2021,28(10):136,138.
- [4] 赵震.如何提高火电厂继电保护运行的可靠性[J].科技风,2021(18):193-194.
- [5] 张育楠.提高火电厂继电保护运行可靠性的对策研究[J].中国设备工程,2021(12):42-43.
- [6] 谭小林.增强火力发电厂继电保护运行可靠性路径探析[J].应用能源技术,2021(05):39-41.