

电力系统继电保护运行管理措施研究

赵印, 张春艳, 卢勇

内蒙古仲泰能源集团有限公司, 内蒙古 鄂尔多斯 017000

DOI:10.61369/ETQM.2026030030

摘 要 : 为确保现代电力系统继电保护效果, 本文基于继电保护技术基本原理和主要类型, 探究其运行管理措施。提出整治管理、设备全周期管理、运维升级、应急处置等策略。以期为电力系统继电保护提供参考。

关 键 词 : 电力系统; 继电保护; 运行管理; 全周期管理; 应急处置

Research on Operation Management Measures for Relay Protection in Power Systems

Zhao Yin, Zhang Chunyan, Lu Yong

Inner Mongolia Zhongtai Energy Group Co.,Ltd. Ordos, Inner Mongolia 017000

Abstract : To ensure the effectiveness of relay protection in modern power systems, this article explores the operational management measures based on the basic principles and main types of relay protection technology. Propose strategies such as positive management, equipment lifecycle management, operation and maintenance upgrades, and emergency response. In order to provide reference for relay protection in power systems.

Keywords : power system; relay protection; operation management; full cycle management; emergency response

引言

在现代电网运行过程中, 电力系统继电保护是最核心的一道防线, 其基本功能是在电力系统出现过载、短路等故障时, 能快速准确地识别故障, 及时切断故障元件, 防止故障范围进一步扩大对电力供应的不利影响, 确保供电连续。而在现代电力系统大容量、高电压和跨区域发展模式下, 继电保护面临更高的灵敏性和可靠性要求^[1]。因此, 电力单位应深入研究继电保护技术, 结合电力系统实际情况, 探索该技术的运行管理策略, 确保继电保护技术应用效果。

一、电力系统继电保护技术介绍

(一) 基本原理

继电保护技术的基本原理是将电力系统故障时的突发性电气量变化特征作为依据, 对其故障进行及时精准识别, 并快速隔离故障元件。在电力系统正常运行时, 电压、电流和阻抗等电气量可在额定范围内保持稳定, 继电保护装置也将一直处于待命状态; 而在故障发生时, 故障点将出现电压骤降、电流骤增等情况, 且相关参数变化具有规律性特点^[2]。此时, 继电保护装置将利用传感器采集故障信号, 与预设的整定值进行对比, 如满足故障条件, 其保护逻辑将立即启动, 通过驱动断路器跳闸法将故障元件及时切除, 使系统其他部分保持正常运行。

(二) 主要类型

基于保护对象和动作原理, 电力系统继电保护技术可按四大类划分。一是电流保护, 包括定时限保护和反时限保护两种, 前

者动作时间固定, 结构相对简单, 但电源故障动作相对滞后; 后者故障电流越大, 动作时间越短, 在负荷波动较大的元件保护中更加适配, 是目前最为广泛应用的基础性继电保护技术。二是差动保护, 根据基尔霍夫电流定律, 对比元件两端的电流差值, 依据差值进行故障判断。该技术具有较强选择性和迅速动作特点, 不受电力系统运行方式影响, 在变压器和发电机等设备主保护中适用^[3]。三是距离保护, 通过故障点与安装部位阻抗值测量法进行故障定位。该技术不受负荷变化与电容量等因素影响, 在高压输电线路继电保护中适用。四是高频保护, 利用高频载波通信法在两端传递电气量信息, 可将长距离线路全线故障有效切除, 适用于长距离高压线路继电保护。此外, 微机保护技术也已在现代电力系统继电保护中得到合理应用, 其基本原理是利用微处理器实时采集信号, 基于采集信号进行电网状态实时计算和继电保护自动控制, 具备功能强大、灵活性和维护升级便捷等优势^[4]。具体分类详情如下表所示:

表 1 电力系统继电保护主要类型、核心原理及适用场景		
保护类型	核心原理	适用场景
电流保护（定时限）	动作时间固定，基于故障电流超过整定值启动保护	结构简单场景，对动作速度要求较低的元件保护
电流保护（反时限）	故障电流越大，动作时间越短，适配负荷波动特征	负荷波动较大的元件保护（基础性广泛应用）
差动保护	依据基尔霍夫电流定律，对比元件两端电流差值判断故障	变压器、发电机等设备主保护
距离保护	通过测量故障点与安装部位的阻抗值定位故障	高压输电线路保护（不受负荷、电容量影响）
高频保护	利用高频载波通信传递电气量信息，实现故障切除	长距离高压线路继电保护
微机保护	微处理器实时采集信号，计算电网状态并自动控制保护动作	各类场景（功能强、维护升级便捷）

二、电力系统继电保护的主要运行管理策略

（一）定值管理策略

在继电保护装置动作中，定值属于核心参数，管理时应使其和不同继电保护技术的具体动作原理相适配。对于过电流保护，定值时应根据电网既有负荷变化台账，每半年进行一次动作时限复核，防止负荷增长使保护范围发生偏离。反时限保护定值时，则应根据历史故障电流数据库，采取大数据分析法进行时限曲线优化，每月对时限曲线一致性进行一次模拟实验。差动保护定值时，应将绕组匝数和变比等参数精准录入，通过同步时钟校准技术控制两端电流采样时长，并结合具体设备检修工作进行差流测试，从而实现故障动作逻辑的有效验证。距离保护定值应基于线路阻抗实测值确定，结合覆冰、高温等季节因素进行整定值调整，并利用先进的定值整定软件对不同故障工况进行模拟，确保继电保护动作灵敏性。高频保护中，定值管控工作应与载波通道参数管控保持同步，对载波通道信噪比和衰减量展开24h不间断监测，如发现衰减量高于15%，则需要自动优化告警。每周对载波通道信息交互准确性进行一次联调验证，确保定值管理效果^[5]。各类保护的定值管理核心要求汇总如下表：

（二）设备全周期管理策略

在继电保护设备全生命周期管理中，电力单位应将技术特性作为基本导向，对设备各运行环节实施精准管控。设备选型时，对于长距离高压线路，应将高频保护和微机保护作为优选继电保护设备，达到快速灵活的动作效果；对于新能源接入端，应将具备自适应功能的智能化继电保护装置作为优选，使其与新能源低惯量特征相适配。采购验收时，电力单位应重点检查微机保护的CPU处理能力和标准适配性，对高频保护载波模块进行性能测试，使继电保护设备匹配具体技术要求。安装调试时，对于数字化继电保护设备，应通过光纤通信法取代传统通信电缆，有效降低电磁干扰，同时应严格按 IEC 61850 标准建立信息模型并进行通信调试^[6]。完成安装后，应通过数字化接线检测仪器对差动保护电流互感器进行极性接线检验，防止接线错误引起继电保护技

术失效。运维时应利用微机保护强大的在线监测功能，对设备电源状态和负载等关键参数进行实时采集。结合实际情况建立智能化故障预警模型，并对距离保护阻抗测量和差动保护电流互感器等模块展开定期校验，防止元件老化对继电保护设备性能造成不良影响。检修时应通过数字化测试仪器仿真测试微机设备，重点检查高频保护载波通道实际情况，自动采集和分析检修数据，确保继电保护精准度^[7]。

（三）运维升级策略

在继电保护运维中，电力单位应将数字化和智能化发展趋势作为依托，合理升级运维管理技术。首先基于大数据技术建立运维平台，将同步相量测量装置、广域测量系统等数据同步整合其中，全局监控继电保护装置实时运行状态。通过不同区域动作时序数据分析，对越级跳闸风险做出准确预判，并及时进行定值优化。同时将人工智能故障诊断技术引入，用历史数据进行模型训练，使各类故障及其具体位置实现快速、准确识别，显著缩短故障处置时间。同时应大力推行智能化定值管理策略，积极开发智能化定值整定系统，将电网参数数据库集成在该系统中，使其与多种继电保护技术类型相适配，自动完成各类继电保护定值的计算和校验处理^[8]。并建立数字化继电保护训练平台，对各类故障场景进行仿真模拟，为运维技术人员故障处置实操能力提升创造有利条件。对于新能源并网场景，运维时可引入智能算法模型，根据实际情况对继电保护范围及其定值实施动态调整，使过电流和差动保护协同逻辑得到合理优化，精准切除并网状态下的分布式电源故障。在此过程中，电力单位也应为继电保护技术状态建立科学的分级预警机制，根据设备实时运行数据，将其划分为故障、预警和正常三个状态级别，基于不同级别开展针对性转向检测和维护工作，确保继电保护运维升级效果。

（四）应急处置策略

针对电力系统故障，应急处置时，电力单位应将继电保护响应效率提升作为基本目标，采取合理的策略进行处理。首先基于故障录波数据，建立自动化分析机制，根据微机保护模式下存储的继电保护数据，快速提取故障发生后的电气量变化曲线和保护动作时序等关键数据，结合人工智能算法对故障点进行精准定位，为继电保护故障准确隔离提供有力技术支持^[9]。对于高频保护通道故障等突发情况，应急处置时应基于继电保护的快速切除技术开展协同动作，确保突发故障应急处置效果。同时，电力单位也应组建专项化应急处置技术团队，配备数字化便携式调试设备，对各类故障进行参数校准和快速抢修处理。并积极建立跨区域继电保护技术协同机制，利用 WAMS 广域测量系统跨区域共享故障信息，协调大面积电网故障状态下的各区域继电保护装置协同动作，防止电力系统故障进一步扩大。在此过程中，电力单位也应定期对继电保护应急事件进行演练，对不同继电保护技术下的故障场景进行模拟，不断提高运维工作人员应急处置能力，为故障后的电力系统快速恢复提供人力和技术保障^[10]。

三、结束语

综上所述，电力系统继电保护技术的合理应用是确保整体电网安全、稳定运行的关键策略。因此，电力单位应基于当前的主流继电保护技术类型，将各类技术合理引入适应性场景，通过定期精准适配、全生命周期质量管控、智能化运维升级和应急处置

等方式，确保继电保护装置应用效果。在未来，电力单位应对继电保护技术的发展趋势展开持续跟进，根据实际发展需求不断优化其运行管理策略，使其与新能源并网下的电力系统新型场景相适配。进一步提高继电保护运行管理效果，促进电网自动化、智能化和安全化发展。

参考文献

[1] 王莉琳,魏文远,张兆轩,等.新时期电力系统继电保护的运行管理探究[J].模型世界,2023(29):103-105.
[2] 赵志坤,亓磊,薛志勇,等.电力系统继电保护装置运行可靠性指标探讨[J].消费电子,2023(7):46-48.
[3] 魏文远,王莉琳,杨俊,等.新形势下电力系统继电保护二次安全措施的规范化管理[J].模型世界,2023(27):105-107.
[4] 李嘉颖.电力系统继电保护装置调试及安全管理[J].电力设备管理,2023(7):219-221.
[5] 刘曦阳,安国韬.电力系统中的继电保护安全策略分析[J].电力设备管理,2023(15):20-22.
[6] 李晨.新型电力系统下配网继电保护策略[J].电力设备管理,2023(21):2-4.
[7] 卢潇,石天,徐志豪,等.电力系统继电保护可靠性研究[J].通信电源技术,2023(12):239-241.
[8] 王锐.继电保护远程分布式信息管理系统的设计与实现[J].模型世界,2023(30):1-4.
[9] 严凌霄,包正楷.电力系统中的继电保护措施分析[J].集成电路应用,2023(6):234-235.
[10] 屠雯凤,杜昕杨.智能变电站继电保护系统的可靠性研究[J].现代工业经济和信息化,2023,13(9):276-277,281.