

变电站综合自动化系统中继保护配置优化探讨

郝源博

内蒙古电力（集团）有限责任公司鄂尔多斯供电分公司 内蒙古 鄂尔多斯 017000

【摘要】：当前变电站继电保护存在配置匹配度不足、多装置联动配合性存在缺陷、定值整定科学性不足等问题，难以适配电网负荷扩容与分布式电源并网后的复杂运行工况，易引发保护误动、拒动等故障。本文结合电网实际运行参数与故障数据，采用工况适配整改、协同联动管控、智能算法整定等技术手段，对继电保护配置体系进行系统性优化。通过重构保护配置方案、搭建跨间隔联动机制、精细化整定保护定值，有效消除保护动作盲区与时限配合漏洞，提升电网故障判别及处置精度，全面强化变电站综合自动化系统的运行稳定性与安全可靠。

【关键词】：变电站；综合自动化系统；继电保护；定值整定；协同联动

DOI:10.12417/2811-0528.26.18.045

引言

随着新型电力系统建设推进，电网负荷规模持续扩增，分布式电源并网数量不断增多，变电站运行工况愈发复杂多变，对综合自动化系统的安全防控能力提出更高标准。继电保护作为电网故障预警与应急处置的核心设施，其配置的合理性、精准性直接决定变电站整体运行安全水平。现阶段大量变电站沿用传统保护配置模式，逐渐暴露出设备适配性差、装置联动紊乱、定值整定滞后等诸多问题，无法适配现代化电网的运行需求。基于此，结合电网实际运行特征，针对性开展继电保护配置优化研究，对提升电网故障处置能力、保障电力系统平稳运行具有重要的实践价值。

1 变电站综合自动化系统继电保护配置现存短板

1.1 继电保护整体配置匹配度偏低

现阶段多数变电站继电保护配置方案多沿用传统定型设计，未结合变电站主变容量、线路参数、负荷特性及电网架构的差异化特点开展针对性适配设计，与综合自动化系统的智能化运行模式适配性较差。部分老旧变电站存在保护装置型号、技术标准不统一的问题，新旧设备混搭运行的情况普遍存在，不同厂家的保护设备在通信协议、运算逻辑、动作阈值设定上存在固有差异，无法与自动化系统的数据采集、远程调控、联动跳闸功能形成高效配合^[1]。电网负荷动态扩容、分布式电源并网改造后，原有保护配置的定值区间、保护范围未同步更新调整，难以适配工况变化后的系统运行需求，极易出现保护拒动、误动以及故障响应滞后等问题，大幅降低电网运行的稳定性与安全性。

1.2 多保护装置联动配合存在漏洞

变电站间隔层继电保护装置整定参数普遍采用单独核算配置形式，各类线路、主变、母线保护设备及备自投单元缺少

统一整定协同参照标准，相邻保护定值区间容易出现范围交叠或衔接空档，系统出现瞬时接地、相间短路故障时容易产生保护越级跳闸或拒动问题。各类保护动作时序缺少整体统筹匹配设计，装置启停、跳闸出口及复归时间阈值设置零散杂乱，故障信息上报时序紊乱干扰后台测控平台对故障层级、故障覆盖范围的精准甄别，保护单元报文传输存在时延与数据丢失情况，站内改扩建施工阶段新增间隔定值校核只局限单回路验算工作，上下游关联保护参数未开展联动校验，新旧保护逻辑适配程度偏低。分布式保护闭锁、联跳回路接线核查细致度不足，隐性配合缺陷长期累积拉低整体系统处置复杂连锁故障的稳定水平。

1.3 保护定值整定设置缺乏科学性

继电保护定值整定长期依托静态参数演算模式，然而电网伴随季节性负荷变动、新线路投运扩容、分布式电源并网等运行状态持续调整，原有整定参数难以匹配系统实时运行工况，部分线路保护时限梯度配置存在偏差，邻近电气元件极易出现越级跳闸、保护拒动异常情况，现场整定测算大多依托过往台账资料粗略推演，线路阻抗、设备温升、瞬时短路电流等精细化运行数据采集存在缺失。老旧间隔定值计算常忽略分支负荷分流效应，裕度选取趋于保守或临界，定值校验仅做单次理论复核，常态化在线校验机制处于缺位状态，检修停运、短路容量波动引发参数偏移不能及时校正，大量间隔参数长期偏离适配区间。故障发生阶段保护难以划定故障边界，停电波及范围随之延伸，一次设备承受短路冲击产生的损耗也会持续加剧。

2 变电站综合自动化系统继电保护配置优化实施路径

2.1 依托电网运行实际重构保护配置方案

结合区域电网负荷波动特性、线路供电半径差异与站内主

变、电容器、电抗器等一次设备运行参数开展全域数据摸排梳理。针对重载馈线、分支多联络线路、老旧电缆回路原有保护定值匹配度不足、保护区间重叠或存在死区等问题开展专项校核测算,采集近三年故障跳闸记录、短路电流实测数据、系统阻抗变化数据建立动态分析台账,按照分层分区保护整定原则调整电流速断、限时电流速断、过电流保护定值阈值,同步优化零序保护、间隙保护投退逻辑。对新增分布式电源接入间隔增设防孤岛保护配置,梳理不同运行方式下保护投切细则,消除单条线路故障引发多级保护误动越级跳闸隐患,结合季节性负荷升降、检修转供特殊运行工况预留多套整定参数版本,依托综自系统后台组态功能完成保护逻辑下装与点位校验,保证各类故障工况下保护动作选择性、灵敏性与速动性满足电网安全运行约束标准。

2.2 构建保护装置协同联动管控模式

依托变电站综合自动化系统内网构建跨间隔保护信息交互通道,统一整定各保护装置动作时序、故障判据与跳闸逻辑阈值,解决各间隔继电保护独立运行带来的动作盲区、时限配合失衡问题^[2]。集中同步采集线路、主变、母线、电容器及电抗器保护的电流、电压、零序分量、故障点位等实时数据,经后台测控单元比对甄别故障瞬时工况,以防范多级保护越级跳闸、保护拒动风险。增设保护联动闭锁逻辑,母线故障即刻闭锁对应出线重合闸回路,主变内部故障动作时同步触发高低压侧开关跳闸、停运冷却系统,联动故障录波装置完整留存全过程运行数据。搭建联动逻辑在线校验模块,定期自动核查各联动链路传输时延、触点工况及逻辑适配情况,针对信号偏移、回路接触异常、参数偏差等隐性问题建立缺陷台账,动态校准

保护协同体系,确保各类保护装置在故障发生时逻辑配合有序、动作精准可靠。

2.3 采用智能算法完成定值精细化整定

各类智能算法能够打破传统定值整定依赖人工经验、公式演算的固有局限,适配变电站复杂多变的电网运行工况,推动继电保护定值走向精准化、差异化整定。遗传算法、粒子群算法等智能优化算法可全面归集电网负荷波动、线路阻抗、设备运行参数、故障历史数据等多维信息,构建契合变电站实际运行特征的整定计算模型,扭转传统整定模式参数固化、工况适配不足的短板,针对保护动作电流、动作时限、闭锁阈值等关键定值开展迭代寻优运算,适配不同电压等级、多种运行模式下的设备保护配置要求^[3]。借助算法实时动态运算能力,应对电网扩容、负荷转移等运行调整场景灵活修正定值,压缩保护动作盲区,提高故障识别判断准确度,减少保护误动、拒动现象,整体增强继电保护设备运行稳定性与工况适配能力。

3 结语

继电保护配置是变电站综合自动化系统安全稳定运行的核心支撑,适配电网动态工况的优化改造极具现实意义。针对当前保护配置匹配度不足、装置联动存在漏洞、定值整定不科学等核心问题,通过重构适配实际工况的保护配置方案、搭建协同联动管控体系、引入智能算法实现精细化整定等举措,可有效弥补传统保护模式的运行短板。持续优化继电保护配置体系,能够精准规避故障误动、拒动及越级跳闸等风险,提升电网故障处置的精准性与时效性,为新型电力系统背景下变电站安全、高效、智能化运行筑牢技术保障。

参考文献:

- [1] 谢继强,曲世钊.浅谈电力综合自动化系统与变电站继电保护[J].通讯世界,2025,32(10):106-108.
- [2] 韦帅余,赵董.电气工程中电力综合自动化系统与变电站继电保护研究[J].电气技术与经济,2023,(6):103-105.
- [3] 张燕雯.变电站综合自动化系统中的继电保护[J].集成电路应用,2020,37(9):88-89.