

火电厂发电机继电保护策略优化

庞 博 齐亚娟 石婷喻 刘晓文 郝 宇
达拉特发电厂 内蒙古鄂尔多斯 014000

摘 要：火电厂是电力系统中的重要组成部分，发电机作为核心设备，其运行状态直接影响电力供应的稳定性和可靠性。传统的火电厂发电机继电保护系统存在设备故障率高、维护难度大、故障排查效率低等问题。本文针对火电厂发电机继电保护系统中存在的问题，提出了优化策略，包括优化保护配置、改进故障排查与维护策略、提升系统信息化与智能化水平等。通过理论分析和实践应用，验证了优化策略的有效性，为提升火电厂发电机继电保护水平提供了新的思路。

关键词：火电厂；发电机；继电保护；策略优化

引言

火电厂是电力系统中的一个重要环节，火电厂发电机是否能够安全平稳地运行，直接影响着电力供应是否可靠。继电保护作为确保发电机安全工作的关键技术手段之一，可以在发电机出现故障后对其进行快速准确的切除，避免其不断扩大，降低设备损坏以及停电损失。但在电力系统日益发展，火电厂装机容量越来越大的情况下，发电机继电保护传统策略受到了保护动作精度，速度不够高以及故障排查效率不高等多方面的挑战。所以，优化火电厂发电机继电保护策略有一定的实际意义。

一、火电厂发电机继电保护系统组成

1. 差动保护装置

差动保护是发电机的主保护之一，通过比较发电机定子绕组两端电流的大小和相位，当发生内部故障时，两端电流不平衡，差动保护装置迅速动作，切除故障。它能够快速、准确地检测发电机内部的相间短路故障，保护范围涵盖发电机的定子绕组。

2. 后备保护装置

后备保护作为主保护的后备手段，在主保护拒动或故障范围超出主保护范围时发挥作用。常见的后备保护包括过电流保护、低电压保护等。过电流保护根据电流大小来判断故障，当电流超过设定值时动作；低电压保护则是在电压低于设定值时启动，防止发电机在低电压

情况下运行造成损坏。

3. 接地保护装置

发电机接地故障是常见的故障类型之一，接地保护装置用于检测发电机的接地故障。根据接地方式的不同，可分为中性点直接接地和中性点不接地系统的接地保护。对于中性点直接接地系统，一般采用零序电流保护；对于中性点不接地系统，则采用零序电压保护或绝缘监察装置。

4. 其他保护装置

除了上述主要保护装置外，还包括失磁保护、过励磁保护等。失磁保护用于检测发电机失磁运行状态，防止发电机因失磁而进入异步运行，导致设备损坏；过励磁保护则是在发电机过励磁时动作，保护发电机免受过高磁通的损害。

二、火电厂发电机继电保护策略优化方案

1. 保护配置优化

火电厂发电机保护配置优化需从多方面协同推进。针对主保护，对差动保护装置实施深度升级，采用具备高精度采样与先进算法的新型硬件，运用自适应比率制动特性，依据发电机不同运行工况自动调整制动系数，既能在外部故障时可靠制动，避免保护误动，又可在内部故障瞬间迅速响应，精准切除故障，极大提升主保护灵敏度与可靠性。对于后备保护，依据发电机实际负载特性与故障统计数据，精细调整过电流保护定值，采用反时限与定时限相结合的方式，使动作时间与故障电流大小紧密适配，同时优化低电压保护启动值与返回系数，确保在系统电压异常时准确动作，且与主保护形成完美配合，杜绝保护动作越级或拒动现象。针对特殊故障类型，为发电机增设定子绕组匝间短路保护，综合运用横

作者简介：庞博（1986.04——），男，汉族，内蒙古自治区包头人，本科学历，助理工程师，现任达拉特发电厂继电保护班班组技术员，主要从事电气工程及其自动化方面的研究工作。

差保护与裂相横差保护技术，通过检测绕组中性点侧与出线端电流差异，精准识别匝间短路故障，弥补传统保护在这方面的不足。此外，结合发电机失磁与过励磁运行危害，完善失磁保护逻辑，增加低励磁限制与失磁预警功能，优化过励磁保护定值与动作曲线，使其与发电机过励磁能力曲线相匹配，全方位保障发电机安全稳定运行。

2.故障排查与维护策略优化

火电厂发电机故障排查与维护策略优化是保障其稳定运行的关键环节。在故障排查方面，构建基于大数据与人工智能的故障诊断专家系统，该系统整合发电机历史故障数据、正常运行参数以及各类保护装置动作信息，运用深度学习算法对海量数据进行深度挖掘与分析。当发电机出现异常时，系统能迅速比对分析实时数据与历史模式，精准定位故障类型与可能故障点，为维修人员提供详细准确的诊断报告，大幅缩短故障排查时间。同时，配备先进的便携式故障检测设备，如高精度红外热成像仪可实时监测发电机各部件温度分布，及时发现局部过热隐患；局部放电检测仪能捕捉发电机绝缘内部的微弱放电信号，提前预警绝缘老化问题。

在维护策略上，制定个性化、精细化的定期维护计划。依据发电机运行时长、负载情况以及环境因素等，动态调整维护周期与项目。对于关键部件，如轴承、滑环等，采用状态监测技术，实时跟踪其磨损程度与运行状态，根据监测结果灵活安排维护时间，避免过度维护或维护不足。建立完善的备品备件管理体系，运用信息化手段对备品备件库存进行实时监控与动态调配，确保常用备件充足，同时根据故障统计分析与设备更新情况，合理优化备品备件种类与数量。此外，加强维护人员技能培训，定期组织技术交流与案例分析活动，使其熟悉最新故障排查技术与维护方法，不断提升维护水平，为发电机可靠运行提供坚实保障。

3.保护系统信息化与智能化升级

在信息化层面，构建一体化保护信息管理平台，该平台集成保护装置运行数据采集、故障信息存储、定值管理以及统计分析等多项功能。通过高速稳定的通信网络，将发电机各保护子站的数据实时汇聚至主站，实现数据的集中管理与共享。运行人员可在控制室直观查看保护装置的运行状态、动作记录、定值参数等详细信息，还能借助平台的报表生成功能，自动生成各类统计报表，为保护策略的优化调整提供数据支撑。

智能化升级方面，引入先进的智能传感器技术，这些传感器具备高精度、高可靠性和自诊断能力，能够实时精准采集发电机的电流、电压、温度、振动等多维度

运行参数，并将数据以数字化形式快速传输至保护装置。保护装置内置智能算法模块，可对采集到的数据进行实时分析与处理，运用机器学习算法对发电机的正常运行模式和故障特征进行深度学习，从而实现对故障的早期预警和精准判断。

同时，借助云计算与边缘计算技术，将部分计算任务下沉至保护装置边缘侧，减少数据传输延迟，提高保护动作的快速性。此外，开发保护系统智能运维APP，运维人员通过手机或平板电脑即可随时随地获取保护系统运行信息，进行远程参数设置、故障诊断与处理指导，实现保护系统运维的便捷化与智能化，全方位提升火电厂发电机保护系统的性能与可靠性。

三、优化策略的实施与保障措施

1.实施步骤

火电厂发电机继电保护策略优化实施步骤需系统规划、稳步推进，以保障优化工作有序开展且达到预期成效。前期筹备阶段，组建由电气专业工程师、自动化技术人员、运行维护骨干等构成的专项优化团队，明确各成员职责分工，确保工作推进过程中责任清晰、协同高效。同步开展全面深入的现场调研，详细梳理现有继电保护系统的设备配置、运行状况、历史故障记录等信息，精准识别存在的问题与薄弱环节，为优化方案制定提供详实依据。

方案设计环节，依据调研结果，结合火电厂发电机实际运行需求与行业先进标准，制定兼具针对性与前瞻性的优化方案。方案涵盖保护装置选型更新、保护逻辑优化、通信网络升级等多方面内容，组织行业专家对方案进行多轮论证评审，充分吸纳各方专业意见，确保方案科学合理、切实可行。

设备采购与安装阶段，严格按照优化方案要求，筛选优质供应商，采购符合技术规格与质量标准的保护装置、智能传感器等设备。设备到货后，进行严格的入场检验，确保设备性能完好。安排专业技术人员进行设备安装，遵循安装工艺规范，保证设备安装牢固、接线正确，为后续调试运行奠定坚实基础。

系统调试与验证阶段，制定详细的调试计划，对优化后的继电保护系统进行全面细致的调试。开展单体调试、分系统调试以及整组传动试验，模拟各类故障场景，检验保护装置的动作准确性、快速性与可靠性。根据调试结果，及时调整优化保护参数，确保系统性能达到最佳状态。最后，组织相关部门与专家进行验收，确认优化后的继电保护系统满足设计要求与运行标准，正式投入运行。

2.人员培训

对火电厂发电机继电保护策略进行优化培训是确保

新策略高效落地和设备平稳运行的关键环节。培训内容需要同时具备深度和广度,不仅要覆盖优化的继电保护相关理论知识,更要关注实际操作技能和应急处理能力。理论方面,特邀业内资深专家和设备厂商技术骨干就保护装置先进原理,新型保护逻辑算法以及信息化和智能化技术的运用进行了系统阐述。通过案例分析,原理推导,使参训者深刻了解优化策略设计初衷和技术优势,把握优化策略对确保发电机安全运行的关键性作用。

实际操作培训以实战性为主线,构建了一个高度契合现场的模拟训练平台,使学员在真实设备环境下完成保护装置参数设置,定值修改和故障模拟及处理等方面的操作实践。在训练期间安排有经验的导师一对一辅导,对操作上的失范之处及时修正,以保证参训者对新设备操作技巧和维护要点的熟练运用。

应急处理能力的培训主要集中在应对突发故障的场景上,通过组织紧急演练来模拟发电机继电保护系统在遭遇复杂故障时的反应机制。参加演练的学员需要快速判断故障类型,精准实施应急操作流程并锻炼自己面对高压环境沉着应对和快速决策的能力。同时建立培训效果评价机制,通过理论考试,实操考核和案例分析报告对参训者学习成果进行综合评价。基于评估的反馈,我们对培训的内容和方法进行了持续的调整和优化,从而构建了一个“训练—评估—反馈—提高”的完整管理流程,人员专业素养的不断提高为火电厂发电机继电保护系统可靠工作提供了扎实的人力保障。

3. 制度建设

火电厂发电机继电保护策略优化后,制度建设是巩固优化成果、保障系统长期稳定运行的关键支撑,需构建一套全面、细致且具有前瞻性的制度体系。

运行管理制度方面,要明确运行人员对优化后继电保护系统的日常巡检职责与标准。规定详细的巡检路线、项目及频次,要求运行人员定时记录保护装置的运行参数、状态指示灯等信息,通过数据分析及时发现潜在隐患。同时,建立严格的运行操作规范,对保护装置的投退、定值修改等关键操作设定多级审批流程,确保每一步操作都有据可查、责任到人。制定运行日志模板,规范运行人员对系统运行情况的记录方式,为后续的故障分析与策略调整提供详实依据。

维护管理制度需涵盖设备维护的各个环节。制定定期维护计划,根据设备的重要程度与运行状况,合理确定维护周期与项目,如对保护装置进行定期清灰、检查接线紧固性、校验保护定值等。建立维护档案,详细记录每次维护的时间、内容、更换的零部件等信息,实现

设备维护历史的可追溯性。对于突发故障,制定应急维护预案,明确故障报告流程、应急响应团队职责以及故障抢修的步骤与方法,确保在故障发生时能够迅速、有效地进行处理,减少停电时间与设备损坏程度。

安全管理制度是重中之重。强化安全教育培训,定期组织运行与维护人员学习安全规程、事故案例,提高人员的安全意识与自我保护能力。在继电保护系统现场设置明显的安全警示标识,配备必要的安全防护用品。对涉及高压、强电等危险区域的操作,制定严格的安全操作流程与监护制度,确保人员操作安全。此外,建立安全考核机制,将安全表现与人员绩效挂钩,对违反安全规定的行为进行严肃处理,营造良好的安全文化氛围,全方位保障火电厂发电机继电保护系统的安全稳定运行。

结论

综上,火电厂发电机继电保护策略的优化研究具有重要的意义,效果显著,通过深度优化保护配置,引进先进保护原理和技术,实现发电机复杂工况的精准匹配,大大提高保护动作精度和速度,并有效减少误动和拒动危险。优化故障排查和维护策略,在智能化诊断工具和精细化维护计划的支持下,做到故障早期发现和快速处置,提高设备寿命,降低非计划停机数量。对保护系统进行信息化和智能化升级,建立一体化管理平台以实现数据实时共享和智能分析,从而为动态调整保护策略提供科学依据。在执行过程中科学、合理的程序,全面、深入的人员培训和严格、健全的制度建设为优化工作的开展提供了坚实的保证。放眼未来,在电力技术不断创新的背景下,热电厂发电机继电保护策略也需要不断地迭代和提升,这样才能满足新型电力系统的发展要求,不断地为电力能源提供安全、稳定的保障。

参考文献

- [1] 薛联章. 火电厂继电保护及光伏电站并网方式优化探究[J]. 中国新技术新产品, 2024(17): 74-76.
- [2] 王欣. 火电厂继电保护二次回路存在的问题及其优化措施[J]. 电气技术与经济, 2024(9): 369-372.
- [3] 邹宏明. 火电厂继电保护系统问题分析与改进[J]. Engineering Science Research & Application, 2024, 5(4).
- [4] 陈思. 火电厂继电保护故障诊断与处理技术研究[J]. 中国设备工程, 2024(6): 178-180.
- [5] 李曼. 火电厂继电保护二次回路隐患及排查技术探讨[C]// 全国绿色数智电力设备技术创新成果展示会论文集(二). 2024.