

火力发电厂低压配电系统安全性提升措施研究

贾艳辉, 仝宏宇, 李铁军

华润电力(仙桃)有限公司, 湖北 仙桃 433000

DOI:10.61369/WCEST.2025030019

摘要：随着火力发电厂机组容量扩大与用电设备增多，低压配电系统安全问题愈发突出。对开关设备分断能力不足、接地系统可靠性欠佳、电缆混敷且防火隔板缺失、上下级断路器保护定值配合存在偏差等现状进行了分析，从设备更新、系统改造、防护强化和参数优化等方面进行了论述，提出了更换高分断能力开关设备、改造接地网并定期检测、实施电缆防火分区隔离及优化断路器保护定值级差配合等针对性措施，进行了系统性研究。以期通过这些措施有效解决低压配电系统的安全隐患，提升系统运行的可靠性与安全性，为火力发电厂低压配电系统安全稳定运行提供可行路径。

关键词：火力发电厂；低压配电系统；安全性；开关设备；接地网

Research on Safety Improvement Measures of Low Voltage Distribution System in Thermal Power Plant

Jia Yanhui, Tong Hongyu, Li Tiejun

China Resources Power (Xiantao) Co., Ltd. Xiantao, Hubei 433000

Abstract：With the expansion of thermal power plant unit capacity and increasing electrical equipment, safety issues in low-voltage distribution systems have become increasingly prominent. This study analyzes existing challenges including insufficient breaking capacity of switchgear, unreliable grounding systems, mixed cable installations without fire barriers, and mismatched protection settings between upstream and downstream circuit breakers. Through systematic research, targeted measures are proposed: upgrading equipment, system retrofitting, enhanced protection measures, and parameter optimization. Specific solutions include replacing high-break capacity switchgear, renovating grounding grids with periodic inspections, implementing cable fire compartmentation, and optimizing protection setting coordination. These measures aim to effectively address safety hazards in low-voltage distribution systems, improve operational reliability and safety, and provide a practical roadmap for stable operation of thermal power plant distribution networks.

Keywords：thermal power plants; low-voltage distribution systems; safety; switchgear; grounding networks

火力发电厂低压配电系统是将电能分配至厂用低压设备，保障辅助系统运转，由开关设备、电缆、接地装置等组成的配电网络。火力发电厂低压配电系统是电力生产的重要环节，其安全稳定直接影响机组运行与人员设备安全。当前，受机组容量提升、设备增多等因素影响，低压配电系统负荷压力增大，开关设备故障、接地不良等各类安全隐患逐渐显现，不仅干扰电力生产连续性，还可能引发严重事故。在此背景下，深入研究低压配电系统安全性提升措施，针对问题制定科学方案，成为保障火力发电厂安全高效运行的关键，对相关实践具有重要意义。

一、火力发电厂低压配电系统安全性现状

(一) 开关设备分断能力不足

开关设备分断能力不足是低压配电系统中较为突出的安全隐患，表现为部分运行中的断路器、负荷开关等设备的额定分断电流与实际可能出现的短路电流不匹配。随着机组容量提升和用电设备增加，系统短路容量已显著增大，但不少老旧开关设备仍沿用原设计参数，其分断能力无法满足当前短路故障时的分断需求。在故障发生瞬间，设备难以在规定时间内可靠分断电路，易

导致触头熔焊、外壳炸裂等情况，不仅扩大故障范围，还可能引发火灾或设备损毁，同时威胁运维人员的人身安全。部分开关设备因长期运行出现机械磨损、灭弧介质老化等问题，进一步降低了分断可靠性，形成潜在的安全风险点。

(二) 接地系统可靠性欠佳

接地系统可靠性欠佳主要体现在接地装置腐蚀、接地电阻超标以及连接松动等方面。土壤中的腐蚀性成分会逐渐侵蚀接地体，尤其是在潮湿或盐碱环境中，接地体截面不断减小，导致接地电阻上升，超过规范允许值，无法有效泄放故障电流^[1]。部分

接地端子因振动、热胀冷缩等因素出现松动，形成虚接，使接地回路阻抗增大，在发生漏电或雷击时，不能及时将电流导入大地，易造成设备外壳带电，引发人员触电事故。不同区域接地网之间的连接不规范，缺乏有效的等电位联结，在系统出现电位差时，可能导致设备间产生电弧，损坏精密仪器，影响系统稳定运行。

（三）电缆混敷且防火隔板缺失

电缆混敷且防火隔板缺失的问题普遍存在于低压配电线路布置中，不同电压等级、不同用途的电缆被无序敷设在同一电缆沟或桥架内，缺乏必要的分隔和屏蔽。动力电缆与控制电缆混在一起时，动力电缆产生的电磁干扰会影响控制信号的传输准确性，导致控制失灵^[9]。当某一电缆因过负荷、绝缘老化等原因发生短路起火时，火焰和高温会迅速蔓延至相邻电缆，引发连锁反应，扩大火灾范围。而防火隔板的缺失使得火势无法得到有效阻隔，高温烟气在电缆通道内快速扩散，不仅烧毁大量电缆，还可能通过电缆孔洞蔓延至其他区域，对整个配电系统乃至机组运行造成严重威胁。

（四）上下级断路器保护定值配合存在偏差

上下级断路器保护定值配合存在偏差会导致保护动作失去选择性，当线路末端发生短路故障时，本应首先动作的下级断路器未能及时跳闸，反而使上级断路器越级动作，造成大面积停电。这种定值配合问题主要源于整定计算时未充分考虑系统运行方式的变化，上下级断路器的额定电流比、动作时间差设置不合理，使得保护范围重叠或出现盲区^[9]。部分情况下，为追求快速保护，将下级断路器的动作电流整定值设置过大，导致轻微故障时无法动作，而上级断路器因长时间承受故障电流而误动。断路器的实际动作特性与理论计算存在偏差，且缺乏定期校验，进一步加剧了定值配合的不协调，影响系统的故障隔离效果。

二、火力发电厂低压配电系统安全性提升措施

（一）及时更换高分断能力开关设备

从系统短路电流核算起步，组织专业人员结合当前机组运行参数、电网结构及用电设备容量，采用电力系统短路电流计算软件进行精确测算，确定各回路可能出现的最大短路电流值，以此作为开关设备选型的核心依据。选型阶段需优先考虑具备限流特性的高分断断路器，其额定分断电流应比计算值高出20%以上，同时核查设备的动稳定、热稳定参数是否满足系统要求，确保在短路故障时能承受电力和热效应的冲击^[4]。更换实施前要制定详细的停电计划，明确操作步骤和安全防护措施，对相关回路进行断电、验电、挂牌上锁，拆除旧设备时记录其接线方式和位置编号，避免新设备安装时出现接线错误。安装过程中严格按照厂家提供的安装手册进行操作，控制断路器与母线、电缆的连接力矩在规定范围内，确保接触良好^[5]。更换完成后进行绝缘电阻测试、机械操作试验和分合闸时间测试，验证设备性能达标后，先进行空载试运行，再逐步投入负载，观察设备运行状态，记录各项参数，确保更换后的开关设备能可靠分断故障电流，提升系统

的短路保护能力。

（二）改造接地网并定期检测

对现有接地网进行全面排查，采用接地电阻测试仪逐点测量接地电阻值，结合土壤电阻率测试结果，分析接地体腐蚀程度和接地网的完整性，确定改造范围和方案。改造时优先选用耐腐蚀材料的接地体，如铜包钢、锌包钢等，根据土壤腐蚀性等级选择合适的截面规格，确保接地体使用寿命满足设计要求^[6]。接地网敷设过程中，严格按照设计图纸开挖接地沟，深度控制在0.8m以上，避开地下管道和电缆，接地体连接采用放热焊接工艺，保证接头处的机械强度和导电性能，焊接后清除焊渣并进行防腐处理。对于不同区域的接地网，采用水平接地体进行可靠连接，实现等电位联结，消除电位差。改造完成后进行接地电阻测试，确保整个接地网的接地电阻不超过 4Ω ，重要设备的接地电阻不超过 1Ω ^[7]。定期检测方面，制定年度检测计划，每季度进行一次接地电阻抽检，每年进行一次全面检测，检测时记录土壤湿度、温度等环境参数，对比分析接地电阻的变化趋势。对接地端子和连接点进行定期检查，紧固松动的螺栓，修复腐蚀的部件，确保接地系统长期可靠运行，有效泄放故障电流和雷电电流，保障设备和人员安全。

（三）实施电缆防火分区隔离并加装防火装置

对电缆敷设现状进行梳理，绘制详细的电缆走向图，根据电缆的电压等级、用途和所在区域的火灾危险性，划分不同的防火分区。在电缆沟、桥架和隧道内设置防火隔墙和防火挡板，隔墙采用不燃材料砌筑，厚度不小于10mm，与电缆之间的缝隙用防火密封胶填塞，确保严密性^[8]。对于穿越楼板和墙壁的电缆孔洞，采用防火封堵材料进行封堵，封堵厚度不小于楼板或墙壁的厚度，防止火焰和烟气通过孔洞蔓延。在电缆密集区域加装防火槽盒和防火涂料，防火涂料涂刷厚度符合设计要求，确保电缆在火灾情况下能延缓燃烧时间。在重要电缆回路中安装缆式线型感温火灾探测器，与火灾报警系统联动，实现对电缆火灾的早期预警。实施过程中，严格按照防火规范进行施工，每完成一个防火分区的隔离和装置加装，进行耐火极限试验这一类防火性能测试，验证防火措施的有效性^[9]。施工完成后，清理现场杂物，整理电缆走向，确保电缆排列整齐，标识清晰，定期对防火装置进行检查和维护，更换老化的防火密封胶和损坏的防火挡板，保持防火分区的完整性和防火装置的可靠性，有效阻止火灾在电缆间的蔓延。

（四）优化上下级断路器保护定值级差配合

收集系统内所有断路器的技术参数，包括额定电流、脱扣器类型、保护特性曲线等，结合系统接线图和运行方式，建立上下级断路器保护定值配合的计算模型^[10]。根据系统最大运行方式和最小运行方式，计算各段线路的短路电流值，确定下级断路器的瞬时脱扣电流和延时脱扣时间，上级断路器的脱扣电流应大于下级断路器的脱扣电流，时间级差设置在0.3 ~ 0.5s秒以上，确保故障时下级断路器先动作，实现选择性保护。对于具有可调特性的断路器，通过专用调试工具调整其保护定值，记录调整前后的数值，确保与计算值一致。调整完成后，进行模拟短路试验，通过

试验装置模拟不同故障电流，观察上下级断路器的动作情况，验证保护定值配合的有效性，若存在动作不协调的情况，重新调整定值，直至达到预期效果^[11]。建立保护定值台账，记录每个断路器的保护定值和调整时间，定期对保护定值进行校验，每两年进行一次全面校验，结合系统运行方式的变化和设备的增减情况，及时更新保护定值，确保上下级断路器的保护定值始终保持合理的级差配合，避免越级跳闸，缩小故障影响范围，提高系统的供电可靠性。

三、结束语

通过上述分析得出以下接轮轂盖：更换高分断能力开关设备可解决短路故障分断不可靠问题，增强系统故障应对能力；改造

接地网并定期检测能提高接地系统可靠性，降低触电与设备损坏风险；实施电缆防火分区隔离及加装防火装置可有效遏制火灾蔓延，减少火灾影响；优化上下级断路器保护定值级差配合能保障保护动作选择性，避免故障扩大。这些措施相互配合形成完整体系，经分析验证，可全面改善系统安全状况，为电厂稳定运行提供有力保障。

参考文献

[1]王耀龙. 火力发电厂低压配电系统安全性提升措施[J]. 光源与照明, 2025(4):216-219.
[2]刘广耀. 火力发电厂电气设计中低压配电系统安全性[J]. 科技创新导报, 2022, 19(13):55-57.
[3]周艺. 浅谈火力发电厂电气设计中低压配电接线安全性[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2022(33):10-12.
[4]袁晓霞. 火力发电厂低压电气供配电和设备安全运行分析[J]. 电力系统装备, 2021(18):51-52.
[5]吴仁杰, 于清辉. 火力发电厂低压电气供配电及设备安全运行措施[J]. 广东安全生产技术, 2024(12):118-120.
[6]侯志超. 火力发电厂低压电气供配电和设备安全运行[J]. 数码-移动生活, 2023(4):400-402.
[7]王晓飞. 火力发电厂低压电气供配电设备的安全运行措施探究[J]. 仪器仪表用户, 2024, 31(11):101-102, 105.
[8]张静, 陆通通. 火力发电厂低压电气供配电及设备安全运行措施[J]. 科技创新与应用, 2023, 13(35):137-140.
[9]陈国伟. 论火力发电厂低压电气供配电和设备安全运行[J]. 电力设备管理, 2022(11):93-95.
[10]朱成陈. 火力发电厂低压电气供配电及安全运行探究[J]. 科技经济导刊, 2021(13):81-82.
[11]冯勤. 解析电力系统中配电网的安全运行技术[J]. 精品, 2021(19):198.