

火电厂继电保护二次回路存在的问题及其优化措施

夏泽宇 冯英杰

阳城国际发电有限责任公司

DOI:10.12238/jpm.v6i2.7723

[摘要] 本文围绕火电厂继电保护二次回路的现存问题及优化措施展开分析。针对设计不合理、安装与接线质量差、运行维护不足以及管理制度不健全等问题，提出了优化设计方案、改善安装与接线质量、加强运行维护、健全管理制度及引入信息化与智能化技术等优化策略，以提高继电保护系统的可靠性和安全性，为电力系统的稳定运行提供参考。

[关键词] 火电厂、继电保护二次回路、优化措施、信息化技术

Problems in secondary loop of thermal power plant and its optimization measures

Xia Zeyu Feng Yingjie

Yangcheng International Power Generation Co., LTD.

[Abstract] This paper focuses on the existing problems and optimization measures of the secondary loop of relay protection in thermal power plants. In view of the unreasonable design, installation and wiring quality, insufficient operation maintenance and management system is not sound, put forward the optimization design scheme, improve the installation and wiring quality, strengthen operation maintenance, improve the management system and introduce information and intelligent technology optimization strategy, in order to improve the reliability and safety of the relay protection system, provide reference for the stable operation of the power system.

[Key words] thermal power plant, relay protection secondary loop, optimization measures, information technology

引言

火电厂作为我国电力系统的主要组成部分，其安全运行对能源供应保障具有重要意义。在火电厂的电力系统中，继电保护二次回路是实现设备保护和故障隔离的重要环节。然而，随着电力系统规模的扩大和复杂性的增加，继电保护二次回路在实际运行中暴露出一系列问题。这些问题不仅威胁设备的安全运行，还可能引发系统性的连锁故障。因此，研究并优化继电保护二次回路具有重要的理论和实际意义。

本文将详细分析火电厂继电保护二次回路中存在的主要问题，并提出针对性的优化措施，以期为提高继电保护系统的可靠性与稳定性提供参考。

1 火电厂继电保护二次回路存在的问题

1.1 设计不合理

继电保护二次回路的设计作为电力系统中至关重要的部分，其合理性直接关系到电力系统的安全性与可靠性。然而，在实际工程中，部分火电厂在继电保护二次回路设计方面存在

显著的缺陷，这不仅影响了系统的运行效率，也埋下了潜在的安全隐患。

首先，回路结构复杂是普遍存在的问题之一。随着电力系统规模的不断扩大，二次回路设计过程中往往缺乏系统性和整体规划，这导致了冗余线路的堆积以及不必要的回路重复现象。过于复杂的回路结构增加了运行维护的难度，尤其在出现故障时，复杂的回路设计可能延误故障的定位与排除，增加了系统的风险敞口。

其次，标准化程度的不足进一步加剧了问题的严重性。不同厂区在继电保护二次回路的设计与施工中，缺乏统一的技术规范和标准化要求。某些设计单位甚至基于经验或场地特殊性对设计方案随意调整，导致各厂区之间的继电保护回路设计质量参差不齐，难以满足整体系统高效运行的需求。同时，这种差异化设计也在一定程度上增加了后期运行维护的复杂性和技术人员的适应成本。

最后，抗干扰能力不足是影响继电保护二次回路性能的关键

键因素之一。在强电磁干扰环境中，由于设计时未充分考虑电磁兼容性问题，二次回路常常因外部干扰而出现误动作或拒动作。这不仅严重威胁到保护装置的可靠性，也可能引发更大范围的电力系统故障，导致经济损失和供电安全隐患。

1.2 安装与接线问题

继电保护二次回路的安装与接线质量是保障电力系统稳定运行的重要环节，其直接影响系统保护功能的实现与设备的长期可靠性。然而，在实际工程中，由于施工过程中的不规范操作和管理不善，继电保护二次回路的安装与接线问题屡见不鲜，成为电力系统安全运行的一大隐患。

首先，接线错误是最常见的问题之一。施工过程中，施工人员对设计图纸的理解不到位，或者由于图纸标注不清晰，容易出现接线位置错误、接线顺序混乱等问题。一旦发生接线错误，轻则引发保护装置误动作或拒动作，重则可能导致设备损坏或系统大面积停电。这种情况通常反映出施工人员技术水平不足以及施工过程缺乏有效的监督与检查机制。

其次，接触不良问题在长期运行中表现尤为突出。由于接线端子未按规范要求紧固，或在运行过程中受振动和温度变化的影响，接触点可能松动，导致线路接触电阻增大甚至断路。此外，接触点氧化也是一个常见问题，尤其是在潮湿或污染较严重的环境中。接触不良不仅会影响继电保护装置的响应速度和可靠性，还可能引发接点过热，埋下安全隐患。

最后，布线混乱在部分火电厂施工过程中也较为常见。由于施工人员未严格按照设计规范布线，或施工现场管理混乱，导致线路排布无序，颜色标识不统一。这样的布线方式不仅使线路的辨识度降低，增加了维护和检修的难度，还可能引发相邻线路间的干扰或误接问题。

1.3 运行维护不足

继电保护二次回路的运行维护是保障电力系统可靠性的重要环节，其长期稳定性直接依赖于科学的维护策略与高效的运行管理。然而，在实际应用中，由于维护理念滞后、管理机制不完善等原因，部分火电厂在二次回路的运行维护方面存在明显不足，这不仅削弱了系统的保护功能，还可能加剧设备老化与故障风险。

首先，巡检力度不足是运行维护中的普遍问题。一些火电厂由于人力资源有限或管理松懈，对二次回路的巡检工作缺乏明确的计划和执行力度。定期巡检本应是发现潜在隐患、预防故障的重要手段，但由于巡检工作不到位，许多问题如接线松动、绝缘老化等在故障发生前未能及时发现与处理。这种被动维护模式导致问题积累，增加了系统运行的风险。

其次，测试手段落后进一步限制了维护工作的效率和精准度。现有的测试方法多依赖人工操作，如简单的仪表测量和外观检查，这种方式不仅效率低下，还难以全面覆盖复杂二次回

路中的潜在隐患。此外，测试设备的技术水平滞后，自动化与智能化程度不高，也使得问题的诊断与处理效率大打折扣，尤其是在面对复杂的回路故障时，传统测试手段的局限性尤为突出。

最后，运行数据记录与分析的缺失也影响了维护工作的效果。在部分火电厂，运行过程中产生的大量数据未能得到充分的收集与整理，导致对故障原因的分析缺乏依据。同时，历史数据的缺乏也使得预测性维护难以实施，维护工作的针对性和科学性不足，往往只能在问题发生后进行事后补救。

1.4 管理制度不健全

首先，职责划分不明确是管理制度不健全的典型表现之一。在许多火电厂，管理人员与操作人员的具体职责未能清晰界定，导致问题发生后责任归属模糊，甚至出现推诿现象。这种状况不仅影响了问题的快速解决，还可能使问题得不到追踪与整改，长期积累后对系统稳定性造成更大的隐患。明确管理职责和操作权限，形成责任闭环，是保障二次回路高效运行的基础，但这一关键环节在实际管理中却往往被忽视。

其次，从业人员的培训不足进一步加剧了管理问题。一线操作和维护人员对继电保护二次回路的运行原理和维护要求掌握不足，使其在面对复杂问题时显得力不从心。与此同时，技术更新的速度远超培训的覆盖范围，许多从业人员无法适应新设备和新技术的应用要求。这种技术能力的不足直接导致系统运行中的问题频发，也限制了故障处理的效率与精准度。最后，规范化流程的缺失严重制约了故障处理的效率。在部分火电厂，继电保护二次回路的故障处理和应急预案缺乏标准化和系统化的流程支持，导致处理方式随意且不具备复现性。缺乏统一的规范不仅使故障处理的时间成本增加，还可能因操作不当而引发二次故障，扩大问题的范围和影响。

2 火电厂继电保护二次回路的优化措施

2.1 优化设计方案

首先，统一规划与标准化设计是优化继电保护二次回路的基础。火电厂应严格依据最新的国家标准和行业规范，对现有二次回路设计进行全面梳理和优化。统一规划有助于减少回路结构的冗余性，降低设计中的随机性与差异化问题。同时，标准化设计不仅能确保不同火电厂之间的技术兼容性，还能后期维护提供规范化的操作依据，提升系统的整体运行效率。

其次，提升抗干扰能力是设计优化的重点之一。二次回路在运行过程中常面临电磁干扰的威胁，若设计时未充分考虑电磁兼容性，可能导致保护装置误动作或拒动作。优化设计时应优先采用屏蔽线缆、合理的接地方案和电磁隔离技术，以减小外外部干扰对二次回路的影响。此外，针对高干扰环境，设计中可以引入抑制噪声的电子元件和保护设备，进一步提高系统的抗干扰能力和运行稳定性。

最后，模块化设计是提升系统灵活性与维护便利性的有效手段。模块化设计理念强调将复杂的二次回路划分为功能明确的子模块，通过明确各模块的功能边界和接口标准，实现回路结构的简化。这种设计方式不仅便于故障定位和模块更换，还能在系统扩展或升级时减少对现有回路的干扰，大幅提高系统的可维护性和可扩展性。

2.2 改善安装与接线质量

首先，严格安装规范是改善接线质量的核心要求。在施工过程中，必须严格按照设计图纸进行安装，确保每一处接线位置准确无误，杜绝因人员疏忽或操作失误引发的接线错误。此外，强化施工现场的质量检查和技术监督，确保施工人员在每一环节都遵守规范要求，降低因人为因素造成的风险。其次，采用高质量材料能够提升系统的运行稳定性和使用寿命。优质的接线端子和耐用的屏蔽线缆在长期运行中能够有效避免接触不良、氧化腐蚀等问题，减少故障隐患。同时，在选材时需充分考虑运行环境的特殊性，如高湿度、高温或强电磁干扰场景下，优先选择具备抗腐蚀、抗干扰性能的材料，以适应复杂的运行条件。

最后，优化布线管理是解决布线混乱问题的有效手段。通过实施分区布线策略，根据功能模块将不同回路划分区域，采用颜色标识和编号管理方法，提升线路的辨识度和管理效率。布线优化后，不仅能够减少故障定位和维修的时间，还可以避免因线路交叉或干扰导致的误动作，提高系统整体运行的可靠性。

2.3 加强运行维护

首先，引入自动化巡检设备是提高运行维护效率的重要措施。通过部署智能巡检机器人或在线监测系统，可以对二次回路实现全天候的实时监测，快速诊断隐患并发出预警，避免人工巡检中可能存在的遗漏或延误。同时，这些设备还能记录运行数据，为后续分析提供详实的依据。其次，定期检测与维护能够有效降低故障率。火电厂应制定科学的维护计划，对接线端子、保护装置和关键元器件进行定期检查和检测，尤其要关注运行过程中易出现松动、氧化和老化的问题。在维护过程中，应针对性地开展专项检修，如线路绝缘性能测试和接地电阻检测，确保每个环节的可靠性。最后，完善故障记录与分析是提高维护质量的基础。建立完善的故障管理系统，对每次故障的原因、处理过程和结果进行详细记录，通过数据分析找到问题的根本原因。系统化的故障记录不仅为优化维护策略提供支持，也为预测性维护和长期规划奠定了数据基础。

2.4 健全管理制度

首先，明确岗位职责是实现管理闭环的关键。通过制定详细的岗位职责分工文件，将管理、操作和维护的具体责任落实到

到人，确保每个环节都有人负责，避免因责任不清而导致的推诿和效率低下。职责划分清晰后，各部门和岗位能够更高效协作，形成闭环管理模式。其次，强化人员培训可以显著提高从业人员的技术能力和操作水平。通过定期开展针对继电保护二次回路的专项培训，帮助人员掌握新技术、新设备的使用方法，并通过案例分析提升故障处理能力。结合实操考核的方式，确保每位从业者都能胜任高标准的运行与维护要求。最后，建立标准化流程是提高故障处理效率的核心手段。制定详细的故障处理流程和应急响应预案，确保问题发生时能够快速、高效地响应，减少系统停运时间。同时，通过流程化的管理方法，还能实现经验复用和持续改进，使管理水平逐步提升。

2.5 引入信息化与智能化技术

首先，应用智能监测系统能够实现对二次回路的实时监测与远程诊断。通过物联网技术，保护装置与数据采集终端相连，形成智能监测网络，不仅可以随时获取运行状态，还能够异常发生时迅速定位问题点，缩短故障处理时间。其次，数据分析与预测是信息化技术的重要功能。利用大数据分析技术，对二次回路运行中的历史数据进行趋势分析，可以提前预测潜在的故障风险。例如，通过对接线端子温度变化的监测与分析，可以预判接触不良问题，提前采取预防措施，避免故障扩大。最后，优化人机协作模式能够降低人为失误的可能性。通过智能化手段辅助人工操作，如智能检查清单、自动化校验等，能够减少操作中的疏漏，提高维护效率。智能系统还可以为工作人员提供决策支持，帮助其在复杂场景下快速作出科学判断，进一步提升系统的运行可靠性与管理水平。

3 结束语

火电厂继电保护二次回路的优化是确保电力系统稳定运行的重要环节。通过合理的设计、严格的安装与接线、科学的运行维护以及完善的管理制度，可以有效提升继电保护二次回路的可靠性和安全性。未来，应进一步结合信息化和智能化技术，实现继电保护系统的精细化管理，为我国电力系统的高质量发展提供有力支持。

[参考文献]

- [1]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, (09): 369-372.
- [2]李冬.火电厂继电保护二次回路常见故障及排除[J].仪器仪表用户, 2023, 30(08): 88-90.
- [3]陈宏伟, 胡高斌, 刘洲, 等.发电厂继电保护二次回路的检修策略分析[J].集成电路应用, 2023, 40(01): 144-145.
- [4]张泽晶.火电厂继电保护装置二次电流回路完整性的测试方法[J].化学工程与装备, 2022, (08): 290-291+303.