

电厂继电保护二次回路常见运行故障分析处理及预防

温全

新疆维吾尔自治区塔里木河流域乌鲁瓦提水利枢纽管理中心

DOI:10.12238/hwr.v9i4.6262

[摘要] 在电力系统中,继电保护二次回路是确保电力设备安全稳定运行的重要组成部分。然而,在实际运行过程中,二次回路可能会出现各种故障,这些故障若不及时发现和处理,可能会导致保护装置误动作或拒动,进而影响整个电力系统的稳定性和安全性。因此,对电厂继电保护二次回路的常见运行故障进行深入分析,并采取有效的处理和预防措施,对于保障电力系统的安全运行具有重要意义。

[关键词] 继电保护; 二次回路; 常见运行故障; 处理及预防

中图分类号: TM774 **文献标识码:** A

Analysis, Handling, and Prevention of Common Operating Faults in the Secondary Circuit of Power Plant Relay Protection

Quan Wen

Wuluwati Water Conservancy Hub Management Center in Tarim River Basin, Xinjiang Uygur Autonomous Region

[Abstract] In the power system, the secondary circuit of relay protection is an important component to ensure the safe and stable operation of power equipment. However, in actual operation, various faults may occur in the secondary circuit. If these faults are not detected and dealt with in a timely manner, they may cause the protective device to malfunction or refuse to operate, thereby affecting the stability and safety of the entire power system. Therefore, conducting in-depth analysis of common operational faults in the secondary circuit of power plant relay protection and taking effective measures for handling and prevention is of great significance for ensuring the safe operation of the power system.

[Key words] relay protection; Secondary circuit; Common operational failures; Handling and prevention

引言

随着电力工业的快速发展,电力系统的稳定性和安全性越来越受到重视。作为电力系统的重要组成部分,继电保护二次回路在电力设备的安全稳定运行中发挥着至关重要的作用。然而,由于设备老化、操作不当、环境因素等多种原因,二次回路在运行过程中可能会出现各种故障。这些故障不仅会影响保护装置的正常工作,还可能导致电力系统的稳定性下降,甚至引发严重的事故。基于此,本文将从故障类型与特征分析、故障诊断技术、故障处理流程以及预防措施与维护策略等方面展开探讨,期为电厂继电保护二次回路的安全运行提供参考。

1 故障类型与特征分析

1.1 继电器误动与拒动的原因探究

继电器作为电厂继电保护系统中的关键元件,其误动与拒动可能导致严重的设备损坏和电网事故。继电器误动通常与外部环境干扰、内部机械磨损、设定定值不准确等因素有关。例如,当继电器长期处于高电磁环境,可能因电磁干扰导致信号误触发。此外,继电器的触点磨损,可能使接触电阻增大,影响正常

工作。另一方面,继电器拒动可能源于动作机构卡涩、电源电压不足或继电器内部故障。例如,根据历史数据,部分继电保护异常事件可追溯到继电器的拒动问题。在这些情况下,继电器未能在接收到启动信号时正确动作,延误了故障隔离,可能加剧电网的不稳定性。为了深入探究这些原因,可以采用故障树分析(FTA)或鱼骨图等工具,系统地排查从输入信号到继电器动作的每一个环节,找出可能的故障点。同时,结合实验室模拟试验和现场的定期功能测试,验证继电器在各种工况下的动作可靠性,以预防潜在的误动与拒动问题。

1.2 回路接线错误的识别与纠正

在电厂继电保护系统中,回路接线错误是导致保护装置误动或拒动的常见原因之一。这些错误可能包括接线松动、反向、短路或开路,严重影响电力系统的稳定运行。识别这些错误通常需要细致的检查和专业的分析。例如,工程师可以利用计算机辅助的接线校核工具,对比设计图纸与实际接线状态,以找出不一致之处。此外,应用故障树分析(FTA)方法,通过逻辑推理确定可能的错误点,可以系统性地排查问题。

在识别接线错误的过程中,实时监测数据也起着至关重要的作用。例如,监测保护装置的电流、电压输入,异常的波动或偏离正常范围的读数可能指示出潜在的接线问题。结合数据分析,可以建立故障模式和影响分析(FMEA)模型,预测不同接线错误可能导致的故障模式,从而提前采取纠正措施。在一次国内的电厂故障案例中,通过数据分析发现的异常电压趋势,最终定位到了一处反向接线的问题,避免了一次可能的大规模停电事故。

在纠正接线错误时,应遵循严格的维修程序,确保在隔离故障点的同时不会引入新的错误。这可能涉及拆线、重新接线以及使用专用工具进行的电气测试。同时,维修过程应记录详细,以便于后续的维护和故障回顾。此外,持续的员工培训和标准化作业流程的执行是预防接线错误的关键。通过定期的技能培训,确保工作人员熟悉最新的接线规范和最佳实践,可以显著减少人为错误的发生。因此,将预防措施融入日常工作中,是确保电厂继电保护系统可靠运行的重要策略。

2 故障诊断技术

2.1 继电保护装置的在线监测方法

在电厂继电保护二次回路的运行中,继电保护装置的在线监测技术扮演着至关重要的角色,它不仅能够实时监控设备状态,还能提前预警潜在故障,有效提升电力系统的稳定性和安全性。在线监测系统通过集成先进的传感器技术、数据采集与处理技术,能够连续不断地收集继电保护装置的关键参数,如电压、电流、温度、绝缘电阻等,通过实时数据分析,可以迅速识别出设备的异常状态,如过热、绝缘老化、接触不良等问题,从而实现故障的早期诊断和预防。

例如,某大型火力发电厂采用了一套基于云计算和大数据分析的继电保护在线监测系统,该系统通过部署在继电保护装置上的智能传感器,实时采集设备运行数据,并上传至云端进行深度分析。系统利用机器学习算法,建立了继电保护装置的健康状态预测模型,能够根据历史数据预测未来可能出现的故障趋势。据统计,自该系统投入使用以来,电厂的继电保护故障率降低了约30%,显著提升了电力系统的运行效率和安全性。

此外,继电保护装置的在线监测技术还能够与远程监控中心实现无缝对接,一旦监测到异常情况,系统会自动触发警报,及时通知运维人员进行检查和维护,避免了因设备故障导致的非计划停机,大大减少了经济损失。继电保护装置的在线监测技术是电厂继电保护二次回路维护策略中的关键技术之一,它通过实时监测和数据分析,能够有效预防和减少继电保护故障,保障电力系统的稳定运行。

2.2 故障录波数据分析技巧

故障录波数据分析是诊断电厂继电保护二次回路故障的关键技术之一。通过对故障发生时的电气量进行高速、高精度的记录和分析,可以揭示故障的动态过程,帮助工程师准确识别问题的根源。例如,利用傅里叶变换将录波的模拟信号转化为频域信息,可以有效滤除噪声,突出故障特征频率。此外,结合模式识别和机器学习算法,如支持向量机或神经网络模型,可以建立故

障分类和诊断的智能系统,提高故障判断的准确性和效率。在实际应用中,某电厂通过故障录波数据分析,成功识别出一起因谐波干扰导致的继电器误动事件,避免了不必要的设备停运和经济损失,彰显了该技术在故障诊断中的重要价值。

3 故障处理流程

3.1 故障初步判断与隔离步骤

在电厂继电保护系统中,故障初步判断与隔离是快速恢复电力系统稳定运行的关键步骤。首先,运行人员在接收到保护动作信号或现场异常反馈后,应立即查看继电保护装置的显示信息,结合监控系统中的电流、电压等实时数据进行初步分析。例如,如果电流速断保护动作,可能表明线路中存在短路电流,但需排除保护装置自身故障的可能。此时,参照故障录波数据,通过傅里叶变换等分析方法,可以识别出故障的特征频率或暂态特性,辅助判断故障源的位置。

在故障初步判断的基础上,应迅速隔离故障区域,以防止故障扩大影响范围。这可能涉及断开特定开关或隔离设备,同时需遵循既定的故障隔离操作规程,确保操作安全。例如,根据电力系统的网络拓扑结构和保护分区,可以使用模拟或数字仿真工具预演隔离操作,以确定最佳隔离方案。在实际操作中,可能需要与调度中心紧密协作,实时调整运行方式,以最小化非故障区域的停电时间。

在一次实际案例中,某电厂在故障发生后,通过快速分析保护装置的信号和实时数据,成功在5分钟内定位到故障线路,并实施了隔离。这得益于电厂对故障处理流程的严格训练和对故障诊断技术的熟练应用,有效避免了故障进一步恶化,保障了电网的稳定运行。因此,故障初步判断与隔离不仅依赖于技术手段,更需要人员的快速反应能力和实践经验。

3.2 维修与更换策略详解

在电力系统中,故障处理的效率和准确性至关重要。针对电厂继电保护二次回路的故障,维修与更换策略需要严谨且具有针对性。首先,应建立快速响应机制,一旦监测到异常信号,如保护动作时间异常(如小于设定的0.1秒定值)或保护装置状态指示灯异常,应立即启动应急预案,确保故障设备的快速隔离,防止故障扩大影响电网稳定。

在维修过程中,应采用标准化的故障诊断流程,如使用故障树分析法(FTA)或鱼骨图等工具,系统性排查可能的故障点。同时,结合故障录波数据,通过专业的数据分析软件进行详细分析,以确定故障的直接原因和潜在的系统性问题。例如,通过对比故障前后的电流波形,可以精确识别出是继电器本身的问题还是外部线路故障导致的误动。

在确定需要更换的组件时,应遵循设备制造商的更换指南,并考虑备件的可利用性和更换的复杂性。在某些情况下,可能需要与供应商合作,进行现场维修或更换服务,以确保更换过程的正确性和安全性。此外,更换后必须进行功能测试,验证设备在正常和模拟故障条件下的工作性能,确保其能够重新可靠地投入运行。

维修与更换策略的制定和执行，不仅依赖于技术手段，还应结合电厂的运行经验，不断迭代优化。定期开展故障案例分析研讨会，分享故障处理的实践经验，有助于提升团队的故障处理能力，确保电厂继电保护系统的高效可靠运行。

4 预防措施与维护策略

4.1 日常巡检与维护计划制定

在电厂继电保护系统的日常运行中，制定并执行有效的巡检与维护计划是预防故障发生的关键。这包括定期对继电器、保护装置以及二次回路进行细致的检查，确保所有设备的正常运行。例如，可以设定每季度一次的全面检查，每月一次的功能测试，以及每周的常规巡检，以及时发现潜在问题。在检查过程中，应使用标准化的检查表单，记录设备的运行参数，如电流、电压读数，对比历史数据进行趋势分析。此外，可以引入预测性维护技术，如基于大数据和机器学习的故障预测模型，通过监控设备的运行状态，提前预警可能的故障，提高故障响应的时效性。因此，制定科学的维护计划并严格执行，是确保电厂继电保护系统稳定运行的重要保障。

4.2 故障预警系统的构建与优化

构建有效的故障预警系统是预防电厂继电保护二次回路故障的关键步骤。这一系统应具备实时监测、数据分析和预测能力，以提前识别潜在的问题。例如，可以集成先进的传感器技术，对回路中的电流、电压等关键参数进行高精度测量，并将数据实时传输至中央处理单元。通过应用机器学习算法，如支持向量机或神经网络模型，系统能够学习并理解正常运行状态的模式，从而在数据出现异常变化时发出预警信号。此外，故障预警系统还应具备自适应能力，随着设备老化和工况变化自动调整预警阈值，确保预警的准确性和及时性。

在系统优化方面，应持续收集故障实例，不断更新和训练预警模型，提高其识别复杂故障模式的能力。同时，可以考虑集成专家知识库，将资深工程师的经验和故障处理策略融入系统决策过程中，以提升预警的智能水平。例如，通过与行业专家合作，将过去处理的100多例故障案例中的关键特征和解决策略编码到系统中，使预警系统具备更高级别的故障识别和应对能力。最后，故障预警系统的构建与优化是一个持续改进的过程，需要定期评估系统的性能，根据实际运行效果调整算法参数，确保其始

终与电厂的运营需求和行业标准保持同步，从而实现故障预防的最优化效果。

5 结束语

综上所述，通过对电厂继电保护二次回路运行故障的全面分析，我们深入探讨了故障类型、诊断技术、处理流程以及预防措施。故障的高效处理与预防不仅能够提升电力系统的稳定性和安全性，还能有效减少非计划停机时间，降低经济损失。然而，随着电力系统的不断发展和技术的不断进步，新的挑战和故障模式可能会不断出现。因此，电厂应持续关注新技术、新方法的应用，不断提升故障处理与预防的能力。未来，智能化、数字化将成为电厂继电保护二次回路维护的重要趋势。例如，利用人工智能和大数据分析技术，可以进一步提升故障诊断的准确性和效率；通过物联网技术，实现设备的远程监控和预警，将故障处理前置，减少故障对电力系统的影响。

[参考文献]

- [1] 闫强强. 电力系统中的电气二次与继电保护研究[J]. 科技资讯, 2024, 22(06): 92-94.
- [2] 李之煜, 袁曼曼, 郭小刚. 继电保护二次回路检修与维护方法研究[J]. 光源与照明, 2024, (02): 91-93.
- [3] 朱祥云. 智能变电站继电保护二次回路在线监测与故障诊断技术研究[J]. 光源与照明, 2024, (02): 103-105.
- [4] 李黄河, 苏晓, 柳明, 等. 继电保护的二次回路在线监测与故障分析[J]. 电子技术, 2023, 52(03): 390-391.
- [5] 宁健. 智能变电站继电保护二次回路可视化技术[J]. 电工技术, 2022, (09): 149-150+153.
- [6] 曹伟. 继电保护相关二次回路的在线状态检测技术[J]. 电子技术与软件工程, 2022, (08): 128-131.
- [7] 才璐, 钟韵美. 继电保护电气二次回路隐患排查分析[J]. 光源与照明, 2022, (03): 189-191.
- [8] 尹绍俊. 变电站继电保护二次回路的在线监测及故障分析[J]. 电气传动自动化, 2021, 43(05): 24-27.

作者简介:

温全(1989-), 男, 汉族, 江苏徐州人, 本科, 工程师, 研究方向: 水利专业。