

电力生产中继电保护与自动化设备的协同故障分析及处理

兰香瑜

华电福新周宁抽水蓄能有限公司 福建宁德 355400

摘要：在现代电力生产中，电力系统的安全稳定运行至关重要，继电保护与自动化设备作为保障电力系统正常运转的关键部分，其协同工作效果直接影响着系统性能。然而，在实际运行中二者的协同故障时有发生，给电力供应带来诸多挑战，严重时甚至威胁到整个电力系统的可靠性与安全性，因此对其协同故障的分析及处理研究。本研究通过深入探讨继电保护与自动化设备的工作原理、协同工作机制，阐述常见的协同故障类型，提出针对性的协同故障处理策略与技术，并提出预防措施与维护管理方法，旨在提升对继电保护与自动化设备协同故障的认知水平，建立一套高效、科学的故障分析及处理体系，减少故障发生概率与故障影响范围。本研究期望通过可以为电力行业在相关设备的运行管理、故障防控等方面提供有力的理论支持与实践指导，进一步保障电力系统的稳定运行，推动电力行业持续健康发展。

关键词：电力生产；继电保护；自动化设备；协同故障；故障处理

引言

随着社会经济的迅猛发展，电力作为关键的能源支撑，其系统规模持续扩张，结构日趋复杂，对继电保护与自动化设备的协同工作能力提出了严苛要求。在电力生产流程中，继电保护设备负责快速切除故障，保护电力设备安全；自动化设备则实现对电力系统运行状态的实时监测与精准控制，二者的紧密协同是确保电力系统稳定运行的关键。然而，实际运行过程中，由于设备老化、环境干扰、技术局限等诸多因素，继电保护与自动化设备间常出现协同故障，导致电力系统局部甚至大面积停电，给社会生产生活造成严重影响。因此，深入研究电力生产中继电保护与自动化设备的协同故障分析及处理，不仅有助于快速定位和解决故障，保障电力供应的持续性，还能有效降低电力系统运行风险，提升整体运行效率，对推动电力行业安全、稳定、高效发展起着关键的支撑作用。

一、继电保护与自动化设备概述

（一）继电保护设备

继电保护作为保障电力系统安全稳定运行的第一道防线，通过采集电力系统中的运行信息，进行快速、精确分析与判断，一旦检出故障或其他异常情况，快速隔

离并切除故障区域、终止异常情况，以防止故障扩大。常见的继电保护类型繁多，如电流保护，当电流超出预设值时启动，避免设备因电流过大受损；电压保护在电压过低或过高影响设备正常运行时发挥作用。在实际电力生产中，继电保护设备需要多种功能相互配合，维持电力系统各工况下的稳定运行，避免系统振荡或崩溃，确保电力供应的可靠性。

（二）电力调度自动化设备

电力调度自动化设备以先进的信息技术和通信网络为依托，实现数据采集监控、调度管理等相关辅助系统，在电力系统运行管理中发挥着关键作用。以自动电压控制系统（AVC）系统和调度数据网为例。AVC系统通过实时监测电网电压、无功功率等参数，运用复杂算法自动调整系统无功分配，实现对电网电压的快速调节与精准控制，参与电力系统安全稳定运行的第二道防线，提高电能质量。调度数据网则为电力调度提供了安全可靠的数据传输通道，实现电力系统中各类运行数据的快速准确传输，为电力调度中心及时系统运行状态，做出正确决策提供有力支持。

二、协同工作原理及可行性

（一）协同工作原理

1. 自动电压控制系统与继电保护配合原理

在电力系统运行过程中，自动电压控制系统持续监测电网电压和无功功率等关键参数。当系统电压出现异常波动时，自动电压控制系统首先进行分析判断，若电

作者简介：兰香瑜（1987.12-），女，畲族，福建宁德，本科，电力职工，研究方向：继电保护。

压异常是由故障导致，且超出了自动电压控制系统的调节能力，此时可能已有部分厂站继电保护系统检测到异常参数，根据预设的保护逻辑和定值进行判断。以失磁保护为例，如果系统中出现机组失去励磁，从系统吸收无功功率，导致系统电压降低至设定值，继电保护装置迅速驱动跳闸机构，切断故障机组，防止系统电压进一步降低，保护电力设备安全。同时，继电保护动作后，会将动作信息通过调度数据网等途径反馈给调度中心。调度中心结合各区域信息统筹管控，自动电压控制系统据此重新调整系统运行方式，恢复电压稳定。

2. 调度数据网与继电保护系统协同原理

调度数据网负责收集、传输电力系统中各个节点的运行数据，包括继电保护装置采集的故障信号、设备运行状态信息等。当继电保护装置检测到故障时，会将故障信息通过调度数据网快速传输至电力调度中心。调度数据网凭借其高速、可靠的传输特性，确保数据的准确性和及时性。电力调度员接收到故障信息后，结合其他相关运行数据，利用调度自动化系统进行综合分析，准确判断故障性质和影响范围。然后，调度员通过各自动控制系统向各厂站控制系统下达控制指令，实现对故障的有效处理，继电保护系统的动作结果也会将调节后的运行工况如实反馈给调度中心，以便调度员及时掌握故障处理进展，进一步优化调度决策。

(二) 协同工作可行性分析

多级级差保护技术为协同工作奠定了坚实基础，在两级或三级级差保护体系中，通过合理设定不同位置保护装置的动作时间和电流阈值，能实现故障时的选择性切除，靠近电源侧的保护装置动作时间较长、动作电流阈值较高，靠近负荷侧的保护装置动作时间短、动作电流阈值低。当故障发生时，靠近故障点的负荷侧保护装置优先动作，若该装置异常未能动作，电源侧保护装置按照预设逻辑动作，确保故障最终被切除。这种分级保护机制与电力调度自动化设备的监测、控制功能相互配合，能够有效应对电力系统复杂多变的运行状况，充分证明了二者协同工作在技术理论上具备高度可行性。

三、协同故障类型及分析

(一) 常见协同故障类型

首先是设备硬件故障，在继电保护装置上，由于长期运行、环境温度变化、电磁干扰等因素，装置内的电路板可能出现元器件老化、焊点松动等问题，例如继电器的触点可能因频繁开合而磨损，导致接触不良，影响保护动作的准确性和可靠性^[3]。在自动化设备的硬件上，

如传感器可能因受潮、腐蚀等原因，出现测量误差增大甚至失效的情况，无法准确采集电力系统的运行参数，进而影响整个协同系统对故障的判断和处理。

其次是通信故障，在继电保护与自动化设备之间的通信过程中，可能出现通信中断的情况，这可能是由于通信线路遭受物理损坏，如电缆被外力破坏、光纤折断等；也可能是通信设备故障，如通信模块过热烧毁、交换机死机等。此外，数据传输错误也时有发生，可能是由于通信过程中的电磁干扰，导致数据在传输过程中出现误码，使得自动化设备接收到的继电保护信息不准确，或者继电保护装置无法正确执行自动化系统发出的指令。

最后是软件系统故障，继电保护装置和自动化设备的软件系统都较为复杂，可能存在软件漏洞。这些漏洞可能在特定条件下被触发，导致设备运行异常。例如，自动化系统的故障诊断算法可能存在缺陷，对某些类型的故障无法准确识别和定位；软件配置错误也较为常见，若保护定值设置不当、通信参数配置错误，都会导致设备协同工作出现问题。

(二) 故障原因综合分析

综合来看，协同故障的产生往往是多种因素共同作用的结果。设备长期运行导致的自然老化是硬件故障的重要诱因，恶劣的运行环境，如高温、高湿、强电磁干扰等，会加速硬件的损坏。通信故障与通信设备自身质量、稳定性密切相关，同时也受到外部环境和网络架构的影响。软件系统故障则与软件开发过程中的质量控制、测试覆盖范围以及后期的维护更新情况紧密相连。当这些因素相互交织时，极易引发继电保护与电力调度自动化设备的协同故障，严重威胁电力系统的安全稳定运行。

四、协同故障处理策略与技术

(一) 故障处理总体策略

快速定位故障是处理协同故障的首要环节，借助自动化系统强大的数据采集与分析能力，对电力系统各节点的运行参数进行实时监测与对比。利用故障诊断技术，如基于人工智能的故障诊断模型，通过对大量历史故障数据和实时运行数据的学习与分析，能够快速准确地判断故障发生的位置和类型。例如，通过分析电流、电压的突变情况以及设备的异常信号，迅速锁定故障设备或线路。

一旦确定故障位置应立即采取措施隔离故障区域。继电保护装置在此过程中发挥关键作用，迅速执行跳闸操作，将故障部分从电力系统中切除，防止故障进一步蔓延；通过合理设置保护装置的逻辑和定值，确保在故障发生时，能够有选择性地切除故障设备，最大程

度减少对非故障区域的影响。

恢复供电是故障处理的最终目标。在故障区域被隔离后，通过启动备用电源、转移负荷等方式，尽快恢复非故障区域的电力供应。对于一些重要负荷，配备专门的备用电源系统，如不间断电源（UPS）、柴油发电机，确保在主电源故障时能够迅速切换，保障电力供应的连续性。同时，通过优化电力系统的运行方式，将负荷合理转移至其他正常运行的线路和设备上，提高电力系统的整体运行效率。

（二）具体技术措施

优化继电保护配置至关重要。根据电力系统的实际运行情况，合理选择继电保护装置的类型和参数。例如，对于短路电流较大的线路，选用动作速度快、灵敏度高的保护装置，并精确计算和设置保护定值，确保在故障发生时能够快速、准确地动作^[4]。同时，定期对继电保护装置进行校验和维护，保证其性能的可靠性。

加强自动化系统功能可以提升故障处理能力。完善自动化系统的监测功能，增加对更多运行参数的实时监测，如设备的温度、振动等，以便更全面地掌握电力系统的运行状态。利用大数据分析技术，对采集到的海量数据进行深度挖掘和分析，提前预测潜在的故障风险。此外，增强自动化系统的控制功能，实现对电力设备的远程精确控制，提高故障处理的效率和准确性。

提升通信可靠性是保障协同工作的基础。采用冗余通信链路设计，即同时使用多条通信线路进行数据传输，当一条线路出现故障时，数据能够自动切换到其他正常线路上，确保通信的不间断。同时，应用抗干扰技术，如屏蔽电缆、滤波装置等，减少电磁干扰对通信数据的影响，保证数据传输的准确性和稳定性。

智能故障诊断技术的应用为故障处理提供了有力支持。利用人工智能算法，如神经网络、专家系统等，对电力系统的故障特征进行学习和识别。通过建立故障知识库，将各种常见故障的特征和处理方法存储其中，当系统发生故障时，智能诊断系统能够快速匹配故障特征，给出准确的故障诊断结果和处理建议，为运维人员提供决策支持。

五、预防措施与维护管理

（一）预防措施

从故障预防角度，设备选型与质量控制是首要关卡。在购置继电保护与自动化设备时，应优先选用技术成熟、质量可靠且符合电力行业标准的产品；详细考察设备制造商的研发能力、生产工艺以及质量管控体系，确保设

备在设计和制造环节具备高稳定性与可靠性^[5]，例如，对继电保护装置的关键元器件，要严格筛选，保证其能适应复杂电力环境，承受长时间运行考验。

定期巡检与维护是及时发现并解决潜在问题的重要手段。制定科学合理的巡检计划，明确巡检周期、内容与标准；安排专业技术人员对设备进行全面检查，包括硬件外观有无损坏、线路连接是否松动、软件运行是否稳定等。利用专业检测工具，对设备的关键性能指标进行测试，如继电保护装置的動作准确性、自动化设备的数据采集精度等。对于发现的问题，及时记录并安排维修，将故障隐患扼杀在萌芽状态。

人员培训与技术提升不可忽视。定期组织电力运维人员参加专业培训课程，内容涵盖设备工作原理、操作方法、故障诊断及处理技巧等。邀请行业专家进行技术讲座，分享最新技术动态与实践经验。鼓励运维人员自主学习，参加技能竞赛，提升自身业务水平。通过强化人员技术能力，确保在设备出现故障时，能够迅速、准确地进行处理。

结论

本研究通过深入探究继电保护与自动化设备的工作原理、协同机制、常见协同故障类型及成因，提出了针对性的处理策略、技术措施，以及预防与维护管理办法，并结合抽蓄电厂范例进行详细分析，有助于全面提升对继电保护与自动化设备协同故障的认知水平，在实际电力生产中，帮助运维人员快速定位和解决故障，有效降低故障发生率与影响范围，切实保障电力系统的稳定运行，为电力行业的安全、高效发展提供有力支撑。

参考文献

- [1] 贾轶峰.基于配电自动化与继电保护技术的协同保护故障与应对策略[J].光源与照明, 2024, (12): 162-164.
- [2] 周凌峰.继电保护与配电自动化配合的配电网故障处理[J].现代工业经济和信息化, 2023, 13(03): 266-267.
- [3] 詹佳祥, 吴长泽.继电保护与自动化系统中的缺陷对策分析[J].集成电路应用, 2024, 41(08): 370-371.
- [4] 吴雅晴, 吴玲瑶.电力系统继电保护与自动化系统的可靠性分析[J].集成电路应用, 2023, 40(05): 362-363.
- [5] 庞岑茂, 夏统照, 詹子民.电力系统继电保护及其自动化装置可靠性研究[J].光源与照明, 2023, (10): 231-233.