

变电站变压器主保护动作事故分析及处理措施

沈明生 田彦鑫

国网河南省电力公司新乡供电公司，河南新乡，453002；

摘要：在电力系统中，变电站变压器是重要的电力设备，其安全稳定运行关系到整个电网的可靠性。本研究聚焦于变电站变压器主保护动作所引起的事故案例，通过对典型事故的深入分析，揭示了变压器主保护动作事故的常见原因，并提出针对性的处理措施。首先，研究归纳总结了变压器主保护动作的基本原理及其在实际中的应用情况，通过对历史事故数据的收集和分析，识别了事故发生的主要因素，包括外部短路、内部故障、保护设置不当、操作失误等。其次，结合具体事故案例，系统地分析了变压器主保护动作后导致事故的详细过程和影响因素，揭示了问题的本质。最后，基于事故原因和特点，提出了一系列的处理措施和预防建议，包括优化保护装置设置，加强设备检修和监测，提高操作人员技能训练，以及加强应急预案的制定和实施。研究结果表明，通过实施这些措施，可以有效减少变压器主保护动作引起的事故，保障电力系统的安全稳定运行。此项研究的成果不仅为变电站变压器的故障处理提供了有力的指导，同时对提高电网运行的可靠性具有重要意义。

关键词：变电站；变压器；主保护动作；事故分析；处理措施

DOI： 10.69979/3060-8767.25.03.027

引言

变电站变压器作为电力系统的关键设备，其主保护动作事故可能导致电力中断和电网安全威胁。事故往往与外部短路、内部故障、保护设备设置和操作失误等多因素关联。因此，深入分析变压器主保护动作事故的原因和后果，提出有效的处理和预防方法，对于电力系统的稳定运行具有重要意义。本研究通过历史事故数据和具体案例分析，揭示事故发生的内在逻辑和根本原因，进而提出一系列具体而有效的处理和预防措施，以期降低变电站变压器主保护动作引发事故的频率，确保电力系统的安全稳定运行。

1 变电站变压器及其主保护简介

1.1 变电站变压器的作用与重要性

变电站变压器是电力系统中的关键设备，其主要作用在于实现电压的变换和电能的传输，以满足不同用电需求^[1]。变压器在电力系统中承载着电压等级的调整责任，能够在发电、输电、配电过程中转换电压阶梯，从而确保电能的高效传输。变压器还起到稳定电网运行的关键作用，通过减少电力传输过程中的损耗，提高电网整体效率。变电站变压器的安全稳定运行直接关系到电网的可靠性，其故障可能导致大范围的电力中断。确保变压器的正常运行，避免因故障引发的连锁反应，是保障电力供应连续性和稳定性的基础。

变压器的重要性不仅体现在其核心电力传输功能上，也在于其对电网经济性和安全性的影响。变压器效率的提升可以显著降低电网运营成本，而其故障则可能

带来巨大的经济损失。变压器具备电力系统中电流、电压等参数的调节能力，促进了电网运行的稳定与协调。在电力系统的保护和管理中，变压器的作用和重要性不容忽视。

1.2 变压器主保护的基本原理

变压器主保护的基本原理旨在确保变电站变压器的安全运行，是电力系统保护的重要组成部分。其主要功能是迅速检测和隔离故障，以防止故障放大、设备损坏以及供电中断。变压器主保护通常由差动保护、瓦斯保护和温度保护等多种保护类型构成。差动保护通过比较变压器各侧的电流，识别内部故障，具有高灵敏度和快速动作特性。瓦斯保护则基于变压器内部气体的积聚情况来判断设备故障，例如因绝缘损坏引发的慢性故障，而温度保护通过检测变压器内部热点温度，预防过热故障等。为了有效运行，主保护需精确协调，与后备保护相互配合，从而提供多层次的保护措施。这些基本原理确保了变压器在故障发生时能够迅速且准确地处理问题，保障电网的整体安全性和稳定性。

1.3 变压器主保护的应用现状

变压器主保护在电力系统中应用广泛，在提高变电站安全性和稳定性方面发挥关键作用^[2]。当前应用的主保护设备主要包括差动保护、重瓦斯保护和过电流保护等。这些保护装置能够快速准确地识别并断开故障，防止故障扩大和设备损坏。近年来，随着电力技术的持续发展，智能化保护装置的普及，使得故障定位和诊断的精度显著提高，极大地缩短了故障处理时间。仍存在保

护设置不当、灵敏度不足等问题影响其有效性。不断改进和优化保护装置的性能是保障电力系统可靠性的关键。

2 变压器主保护动作引起事故的常见原因

2.1 外部短路引发的事故

外部短路是导致变压器主保护动作引发事故的主要原因之一。外部短路通常发生在电网的其他部分，如输电线路、电缆或者其他连接设备。由于变压器与电网的连接密不可分，外部短路可能会导致过电流迅速涌入变压器，进而触发其主保护装置动作。外部短路的发生不仅会影响电力系统的稳定性，还可能导致变压器承受过大的电流，应力，加速其老化，甚至可能造成设备损坏。在电力系统中，外部短路通常由恶劣的天气条件、线路设备故障、人为失误等引发。例如雷击可能造成的线路故障，或者设备绝缘性能下降导致的短路。在这些情况下，变压器主保护装置通常会迅速切断电流，以防止进一步的损害并保障设备安全。不当的保护设置可能导致误动作或未能及时动作，增加了事故发生的风险。了解外部短路的特点和影响，优化保护装置的设置，及时排查和处理线路故障，都是降低变压器主保护动作因外部短路导致事故的关键措施。通过有效的检测和维护机制，可以减轻外部短路事故对变压器运行的潜在危害，保障电网的稳定运行。

2.2 内部故障引发的事故

变压器内部故障是导致主保护动作事故的重要原因之一。通常，变压器的内部故障可以包括绕组短路、绝缘击穿、油箱漏油以及元件老化等。这些故障可能是由于变压器年久失修、设备老化或是由于操作不当、维护不当所致^[3]。在绕组短路的情况下，可能导致过高的电流流通至变压器各部件，损伤核心部件，进而引发更大范围的设备故障。而绝缘击穿涉及绝缘材料的失效，则可能导致电弧或热热点现象，进而引发火灾或设备烧毁。油箱漏油会形成热损耗，影响变压器的冷却效能，导致设备超温运行。针对上述内部故障，必须进行定期检查和维护，确保变压器的各项参数符合标准，以减少此类故障引发的事故风险。

2.3 保护设置不当与操作失误

保护设置不当和操作失误是变压器主保护动作引发事故的关键因素之一。保护装置的错误配置可能导致误动作或拒动，影响系统的及时响应和安全保护。设定不合理的过电流保护、电流差动保护等阈值，易引起误触发或失灵。在操作中，人员疏忽或缺乏经验，导致错误操作或延误处理，进一步加剧了事故风险。保护装置的参数调整缺乏针对性和灵活性，未能适应系统负荷及

运行状况的动态变化，更增加了事故隐患。通过加强保护装置的合理配置并提升操作人员的熟练程度，可以有效降低事故发生率。

3 处理措施与预防建议

3.1 优化保护装置的设置

优化保护装置的设置是减少变电站变压器主保护动作引发事故的重要措施之一。针对变压器主保护的设置不当问题，可从提高保护装置的精确度和适应性入手，确保其在复杂的电力环境中能够准确识别故障并适时动作。完善对变压器保护装置的参数设置，需要根据变压器的实际工作条件和特性进行精准调试，以适应多变的负载状态和网络环境。对于保护装置的灵敏度和正确性，维护人员需要定期校准和测试，以保证其随时保持在最佳运行状态。无论是外部短路还是内部故障，都应能迅速触发保护动作，有效隔离故障点，避免事故扩大。保护装置的更新和升级也是优化设置的一环^[4]。现代科技的进步为设备提供了更加智能化的解决方案，这使得新型保护装置在故障识别和处理上具有更强的可靠性和灵活性。在更新保护装置时，必须考虑其与原有系统的兼容性，确保新设备的引入不会影响现有系统的稳定运行。通过优化保护装置设置，可以提高变压器的安全运行水平，降低事故发生的概率，保证电力系统的持续稳定。

3.2 加强设备检修与监测

变电站变压器的检修与监测对于保障设备的可靠运行至关重要。准确可靠的检修有助于及时发现潜在故障源，从而预防事故的发生。检修过程中，应采用先进的检测技术，如红外热成像、局部放电检测和油质分析等方法，以全面评估变压器的健康状况。常规监测需建立完善的监测系统，实时记录变压器的运行状态和参数，及时发现异常波动。远程监测技术的应用和大数据分析能够为变压器提供实时故障预警，提高设备维护的效率和效果。定期培训检修与监测人员，确保其具备专业技能和应急处理能力，以应对各种突发状况。通过加强设备检修和监测，可显著减少因设备故障导致的保护动作事故，提升电力系统的安全性与稳定性。

3.3 提高操作人员技能与应急预案的制定

操作人员在变电站系统中起着关键作用，其专业技能和应急反应能力对事故的预防和处理至关重要。提升操作人员的技能培训是保证变压器主保护装置正确操作的重要环节。培训内容应包括变压器主保护的基本理论、实际操作技巧以及事故处理流程。应针对各种潜在故障进行模拟演练，以增强人员识别和应对突发事件的能力^[5]。完善应急预案不仅能够使操作人员在事故发生

时采取及时有效的应对措施，还能保障电力系统的快速恢复。定期的应急演练和预案审查有助于发现漏洞并及时改进，进而提高变电站整体应对事故的能力。

4 结论与展望

4.1 研究成果总结

系统分析了变电站变压器主保护动作引发的事故案例，揭示了事故的发生原因及其处理措施。通过对变压器主保护的基本原理和实际应用的回顾，识别事故的常见因素，包括外部短路、内部故障以及设置不当和操作失误。在对多个事故案例的深入分析中，明确了主保护动作对事故过程和影响的具体关联，并揭示了设备、操作和系统设计上的隐患。基于对事故原因的全面评估，提出了一系列优化措施和建议，旨在减少此类事故的发生。优化保护装置设置、加强设备的检修与监测、提升操作人员技能训练以及制定和实施有效的应急预案等策略，被证明在改善电力系统的稳定运行效果显著。研究结果显示，采取上述措施可显著降低变压器主保护动作所导致的事故风险，增强电网的可靠性。此研究不仅为电力系统中的变压器故障处理提供了理论指导和实践支持，亦在保障电力系统安全运行方面具有积极的推动作用。

4.2 对电力系统安全稳定运行的意义

电力系统的安全稳定运行在现代社会中具有重要意义，直接关系到电力供应的连续性和可靠性。变电站变压器作为电力系统中的核心组件，其主保护系统的有效性和可靠性是保障电力系统稳定运行的关键因素之一。通过对变压器主保护动作引起事故的深入分析，识别出常见的事故原因，并提出了系统化的处理措施，这有助于提高变压器及整个电力系统的安全水平。优化保护装置设置、改善设备检修与监测、提升操作人员技能和制定完善的应急预案，这些措施在降低事故发生概率和减轻事故影响方面发挥着重要作用。通过实施这些策略，不仅能够降低变压器因主保护动作而停运的风险，还能提高电网整体的运行效率和可靠性。在电力系统日益复杂的背景下，这些研究和措施的应用有助于推动电力行业的技术进步，为保障社会正常运转和经济发展提供坚实的基础。

4.3 未来研究方向与挑战

随着电力系统的不断发展，针对变电站变压器主保护动作引起的事故，未来研究需深入探索智能化保护技术和大数据分析的应用。应进一步研究在复杂电网结构

下变压器保护的协调与优化，开发更为精准的故障诊断与预测模型。面对新能源接入的挑战，变压器保护策略需适应多样化的电力流动特性。新材料和先进传感器技术的应用也将成为提升保护系统响应速度和可靠性的关键。有效应对这些挑战将显著提升电力系统的整体稳定性和安全性。

5 结束语

本研究针对变电站变压器主保护动作事故之分析与处理措施进行了深入探讨。通过对典型事故案例的深入分析，总结并揭示了事故的主要触发因素，此外，对事故的详细过程和影响因素进行了解析，进一步揭示了问题的本质。在此基础上，针对事故原因及其特点，提出了一系列的处理措施和预防策略，这些措施和策略的实施，将有效降低事故发生的几率，从而保障电力系统的安全稳定运行。然而，本研究仍有一定局限性。例如，本研究中提出的处理措施及预防策略是否适宜于各种场景尚需进一步验证。再者，如何以最低的经济成本实施这些措施，以达到最优的防护效果，也是值得研究的问题。未来研究，可以进一步深化对变压器主保护动作事故形成机制的理解，以便对事故预防提供更加科学的依据。同时，也可探索更多有效且经济的措施以提高电力系统的安全防护能力。此外，对多种型号和使用环境的变压器进行长期数据收集和监测，为研究提供更丰富的数据支持，也是今后研究的一大方向。总的来看，本研究对于提升电力系统运行的安全性与稳定性，具有积极的实践意义。同时，本研究所提出的成果也可能在电力系统各类设备的故障处理和预防方面，发挥积极的推动作用。

参考文献

- [1] 王勇. 变电站变压器主保护动作事故分析及处理[J]. 电子乐园, 2021, (06): 0197-0197.
- [2] 潘朝阳, 汪李来, 胡细兵, 吴薇, 杨昆, 罗健. 某 110kV 变电站 I[#] 主变压器差动保护事故分析[J]. 电气时代, 2022, (08): 66-68.
- [3] 郭振杰. 变压器差动保护动作事故处理的分析与探讨[J]. 中国科技期刊数据库 工业 A, 2023, (09): 0009-0012.
- [4] 王伟, 王婷婷, 张里. 某主变压器保护多次动作跳闸事故分析[J]. 四川电力技术, 2022, 45(01): 78-80.
- [5] 奚好冉宋斌. 变电站电气主接线设计及主变压器的选择分析[J]. 华东科技: 综合, 2020, 0(03): 0309-0309.