

变电运维中安全倒闸操作的全过程风险管控策略研究

吴涛涛 刘 杰 王 柯 李 旭

国网新疆电力有限公司阿克苏供电公司 新疆 阿克苏 843000

【摘 要】：变电运维中的倒闸操作是电力系统中的关键环节，涉及到的安全风险较高。本文结合变电运维实际情况，针对倒闸操作中的各类风险进行深入分析，并提出相应的风险管控策略。通过对倒闸操作过程中的潜在风险因素进行识别，运用现代安全管理理论，制定了一系列可行的安全防范措施，以保障变电运维操作人员的安全。研究表明，完善的风险管控策略可以有效降低事故发生概率，提高变电站的运行安全性。本文的研究为进一步提升电力系统安全管理水平提供了理论依据和实践参考。

【关键词】：变电运维；倒闸操作；安全风险；风险管控；安全防范

DOI:10.12417/2811-0722.25.12.001

引言

变电运维中的倒闸操作是保障电力系统稳定运行的基础，但这一过程常常伴随着较高的安全风险。在复杂的操作环境下，任何细微的疏忽都可能引发事故，导致严重的人员伤亡和设备损坏。针对这一问题，如何通过科学有效的风险管控手段来提升倒闸操作的安全性，已成为电力行业迫切需要解决的难题。本文将在分析当前倒闸操作中面临的主要风险基础上，提出一套综合性的安全管控策略，旨在通过合理的风险评估和管控措施，确保操作人员的安全及设备正常运行，为电力系统的安全稳定运行提供保障。

1 变电运维倒闸操作中存在的主要安全风险

变电运维倒闸操作过程中的安全风险广泛且复杂，涉及到多个环节和操作人员的紧密配合。操作中出现的失误可能会导致设备损坏、人员伤亡甚至引发电力系统的重大事故。在倒闸操作时，最常见的风险之一是操作人员对设备状态的误判或疏忽，尤其是在多种电气设备交互的情况下。由于操作环境复杂，设备种类繁多，操作人员进行倒闸操作时，容易对设备的具体运行状态产生误解，导致错误的操作指令。这种判断失误是引发事故的重要原因之一。倒闸操作中的电气设备故障也是不容忽视的风险源。由于设备的长时间运行或维护不当，可能会存在潜在的电气故障隐患，尤其是在高压环境下，设备老化或损坏的概率增大。设备故障往往发生在电力系统负荷变化或负载过大时，给倒闸操作增加了额外的安全隐患。操作人员若未能及时发现或正确评估设备的故障，容易造成操作错误，从而引发严重后果。

操作环境的变化也是影响倒闸操作安全的重要因素。变电站内的环境条件，如温湿度、噪声和照明等，都可能对操作人员的判断力和操作精确度产生影响。尤其是在高温或恶劣天气条件下，操作人员的身体状态和精神集中度下降，可能导致疏忽或错误的判断，增加了操作过程中的安全风险。设备检修和人员轮班等因素，也可能在短时间内导致操作人员对设备状态了解不充分，从而影响倒闸操作的准确性。另一个潜在风险是

操作人员培训与操作规范的执行不严。虽然操作规程和安全操作手册已做出明确规定，但在实际操作中，部分人员可能存在对操作规范理解不到位、执行不严格的情况，尤其是在紧急情况下。对倒闸操作流程的不熟悉，可能导致在操作时采取非标准方法，或忽略一些重要的安全步骤，增加了事故发生的概率。

2 倒闸操作安全风险的评估与分析方法

倒闸操作安全风险的评估与分析方法是确保变电运维操作安全的关键步骤，准确的风险评估与分析能有效降低事故发生的概率。为实现这一目标，首先需要全面识别与分类倒闸操作中的潜在风险，结合电力系统设备的特点及其运行环境，评估其在不同操作环节中可能出现的故障与隐患。风险评估的第一步是对设备的健康状态进行全面检查，评估设备老化程度、故障率以及使用寿命等因素，识别可能影响操作安全的设备缺陷。通过对历史事故数据的分析，可以揭示在类似操作过程中出现的常见问题及其发生的原因，为后续的风险分析提供依据。

风险分析的方法主要包括定性与定量两类。定性分析侧重于对倒闸操作中的风险源进行分类与描述，通过专家经验和现场调查，识别操作过程中的危险点。这一方法适用于初步识别潜在的风险，但往往缺乏准确的量化指标。定量分析则通过数学模型和统计学方法，结合设备性能、操作条件及环境变量等数据，对风险进行量化评估。常见的定量分析方法有故障树分析（FTA）、事件树分析（ETA）以及失效模式与影响分析（FMEA）。这些方法能够提供具体的概率和影响程度，从而帮助评估不同风险因素的危害性。在倒闸操作风险分析中，情景模拟也是一种有效的分析手段。通过建立倒闸操作的仿真模型，模拟不同的操作场景与突发情况，分析各种变量的变化对操作安全性的影响。这种方法能够在虚拟环境中检验操作规程与安全措施的有效性，帮助发现潜在的风险点和操作中的薄弱环节。结合实际操作中可能遇到的紧急情况，模拟不同操作人员在面对压力时的反应，可以揭示操作失误的潜在风险。

风险评估与分析方法的有效性还需要借助实时监控技术

与数据分析工具。通过对变电站内的设备进行在线监测，实时获取设备的工作状态、运行参数和环境条件等信息，结合大数据分析技术，可以快速识别设备状态变化和潜在风险，及时预警并调整操作策略。通过这种方法，可以有效提高风险识别的实时性和准确性。通过对倒闸操作安全风险的全面评估与深入分析，不仅能识别出操作过程中的潜在危险，还能为制定科学的安全防控措施提供数据支持与理论依据，帮助实现安全管理的精细化与系统化。

3 安全倒闸操作中的风险防范与控制措施

在倒闸操作过程中，针对安全风险的防范与控制措施至关重要，这不仅关系到操作人员的安全，还直接影响到设备的稳定运行与电力系统的安全。有效的风险防范措施应从多个层面入手，从操作规程到人员管理，再到设备维护与技术手段的运用，都需要有针对性的控制策略。针对倒闸操作中的主要风险，建立一套全面的防范体系显得尤为必要。对操作人员的培训与管理是确保倒闸操作安全的第一道防线。操作人员的专业素质直接决定了倒闸操作的安全性，因此在日常管理中，必须加强对人员的技术培训与安全意识教育。培训内容不仅应包括操作规程、设备性能和应急处理流程，还需要定期进行模拟演练，帮助操作人员熟悉各种紧急情况的处理方法，提高其在高压环境下的应急响应能力。操作人员的资质审核和定期考核，确保只有经过严格培训并具备一定经验的人员才能进行倒闸操作，是保障安全的必要措施。

设备的定期维护与检修是降低故障风险的关键。设备的健康状态对倒闸操作的安全性至关重要，因此对变电设备进行定期检查、维护和更新换代是必不可少的工作。通过对设备进行系统化、定期化的检测，可以及时发现设备的潜在故障或隐患，避免在倒闸操作时因设备故障引发安全事故。监控设备的运行状态，尤其是关键部件，如断路器、开关设备和电流变压器等，应安装传感器与监控系统，实时收集数据并进行分析，确保设备在最佳状态下运行。操作规程的严格执行和标准化管理对于确保倒闸操作安全起着至关重要的作用。在进行任何操作前，必须确保操作人员遵循明确的操作流程，并严格按照规程要求操作。可以通过建立数字化流程管理系统，将倒闸操作的每个环节进行记录和监控，一旦发现操作人员偏离标准流程，立即发出警报，防止错误操作的发生。为进一步减少操作错误，实时监控可以为操作人员提供实时数据支持，帮助他们做出精准的判断与决策。

风险防范还应包括在操作过程中对外部环境的管理。在一些特殊情况下，环境因素对倒闸操作的影响不容忽视。在恶劣天气条件下，设备的绝缘性能可能会受到影响，操作人员也可能面临较高的身体与精神压力。必要时可采取措施如加强现场安全设施建设、增加照明设备、提高操作人员的防护装备标准等，以确保操作的安全性。通过多层次、多角度的防范措施，

不仅能够有效控制倒闸操作中的各类风险，还能通过及时识别与处理潜在隐患，确保倒闸操作的顺利进行。

4 基于案例的风险管控策略应用与效果评估

基于实际案例的风险管控策略应用能够有效评估和改进变电运维倒闸操作中的安全管理措施。在多个电力公司和变电站的实际应用中，风险管控策略的实施已被证明能够显著减少安全事故的发生，提升操作安全性。通过案例分析，可以深入了解各种风险管控策略在实际操作中的效果，评估其在不同操作情境中的适用性与效果。具体的案例中，通过引入基于事件树分析（ETA）和故障树分析（FTA）的方法，识别和分析了倒闸操作过程中不同环节的潜在风险。这些方法能够量化每一环节可能发生的故障概率以及相关后果，从而为制定有针对性的防范措施提供了科学依据。在某变电站的实际操作中，通过结合历史事故数据，识别出操作过程中频繁出现的风险点，实施了一系列定制化的管控策略。包括加强对设备的动态监控，利用自动化检测系统及时发现设备故障，减少人工操作中的误差。通过建立严格的操作规范，确保操作人员在执行倒闸操作时，按照标准流程和步骤进行，从而有效降低了操作失误的可能性。

结合实际案例的评估，管控策略的应用效果显著。通过对比实施风险管控策略前后的安全事故率，可以清晰地看到风险控制措施所带来的积极影响。在某次倒闸操作中，原本因为设备老化和环境复杂导致的误操作，在引入设备状态监控与预警系统后，大幅降低了事故发生的概率。进一步分析表明，通过系统化的设备检测、操作流程的标准化和人员操作技能的提升，倒闸操作的整体安全性得到了显著提高，尤其是在突发情况下的应急响应能力也有了很大提升。

尽管已有较为显著的效果，风险管控策略在应用过程中仍面临一定的挑战。部分变电站的设备老化较严重，即使进行定期维护和检查，仍难以消除一些潜在的安全隐患。通过案例分析，可以看出在设备管理上的短板需要进一步完善，这要求加强设备的技术改造和现代化升级，确保设备性能的稳定。操作人员的经验与技术差异也会影响风险管控策略的实施效果，因此需要持续加强人员培训，并提高人员的操作技能和应急处置能力。通过对多个案例的分析与评估，不难发现，风险管控策略的实施效果是显著的，尤其是在设备管理、操作标准化及人员培训等方面的改进，能够有效降低倒闸操作中的各类安全风险。对这些策略的进一步完善与应用，将为电力系统的安全运行提供更加坚实的保障。

5 提升变电运维倒闸操作安全性的综合策略总结

提升变电运维倒闸操作安全性需要多方面的协同努力，从技术改进到管理优化，方能构建全面的安全保障体系。确保设备的稳定运行是提升操作安全性的基础。定期的设备检测与维

护是防范设备故障的重要手段，尤其是在老化设备和高压电力设施中，更要依赖于先进的监测技术，如在线监测和智能传感器，及时发现设备故障，防止因设备失效引发的事故。对关键设备的实时监控和预警系统的引入，不仅能提升故障识别能力，还能为操作人员提供准确的实时数据，帮助他们在倒闸操作中做出更为准确的判断。

标准化操作流程是提升倒闸操作安全性的另一重要环节。通过制定严密的操作规程和标准，确保操作人员在执行任务时严格按照预定流程执行，避免因操作疏忽或不规范引发安全事故。加强对操作规程的执行力度，尤其是在紧急情况下，要求操作人员必须遵循标准化步骤进行操作，而不是依据个人经验做出判断。为确保操作的高效性与安全性，应引入数字化、信息化手段，借助智能化系统实时跟踪和记录操作过程，确保每个步骤都符合安全标准。

强化操作人员的培训与技能提升是构建安全防线的一环。高素质的操作人员在执行倒闸操作时能够识别更多潜在

的安全风险，并且具备快速反应和应急处置的能力。定期组织实战演练、模拟演习和安全培训，提升操作人员的应急处理能力及操作规范性，对减少人为失误具有重要作用。尤其是在面对突发状况时，培训能够帮助操作人员在压力下依然保持冷静并正确执行操作，从而有效规避风险。通过加强管理与协调，确保各项安全措施落到实处。安全管理不仅要注重日常检查与监督，还需定期评估风险管控策略的效果，并根据实际情况进行调整和优化。对变电运维中的每一个环节进行全面的安全评估，定期对操作流程、设备状态和人员操作进行审查，发现问题及时改进，是提升倒闸操作安全性的重要保障。

6 结语

通过对变电运维倒闸操作安全风险的研究，可以看出，提升倒闸操作安全性的关键在于全面加强设备管理、标准化操作流程、操作人员培训及安全防范措施的综合运用。未来，随着技术进步与管理手段的提升，变电运维倒闸操作的安全性将不断增强，为电力系统的稳定运行提供更加坚实的保障。

参考文献：

- [1] 王伟,李强.基于风险评估的电力设备倒闸操作安全管理[J].电力安全技术与环保,2023,41(2):45-50.
- [2] 张明,陈涛.电力系统倒闸操作中风险防控与应急管理研究[J].电力系统自动化,2022,46(9):112-119.
- [3] 刘杰,黄磊.变电站倒闸操作中风险评估方法研究[J].电力设备,2021,38(11):102-108.
- [4] 王磊,赵晨.电力运维中的安全风险管控策略[J].电力安全与环保,2023,40(4):65-72.
- [5] 张晓辉,孙丽.电力设备倒闸操作安全风险管控策略[J].电力系统保护与控制,2023,51(3):82-89.