

变电运维隐患风险及对策探析

陈诗琪

国网福建省南安市供电有限公司

摘要：随着电力系统的快速发展，变电站作为重要的电力系统组成部分，在保障电力系统稳定运行中扮演着关键角色。然而，变电站在运维过程中存在着多种隐患和风险，这些问题可能导致系统不稳定甚至事故发生，对社会和经济造成重大影响。本文分析了变电站运维过程中的主要风险因素，包括设备老化、人为操作错误、自然灾害影响等，并提出了相应的风险防控对策。通过对现有运维管理模式的分析，提出了一系列改进措施，旨在提高变电站的运维安全性和可靠性。

关键词：变电站；运维；隐患；风险管理；对策

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2022.11.056

一、引言

随着电力行业的迅猛发展，变电站作为电网系统的重要组成部分，其安全稳定运行对于整个电力系统至关重要。变电站不仅承担着电能传输和分配的关键任务，还直接关系到电网的安全性和可靠性。然而，在现实运维过程中，变电站面临着多种挑战和风险，这些风险来源多样，包括设备老化、人为操作失误、自然灾害影响以及技术更新的滞后等。这些问题的存在不仅增加了运维工作的难度，也给电网的稳定运行带来了潜在威胁。因此，深入分析变电站运维过程中的风险因素，探索有效的风险管理和对策，对于确保电网的高效、安全运行具有重要意义。本文旨在通过对变电站运维风险的全面分析，提出切实可行的风险管理对策，以期为电力系统的稳定运行提供理论支持和实践指导。

二、变电站运维中的主要风险因素

（一）设备老化及其影响

在变电站的运维过程中，设备老化是一个不可忽视的重要因素。随着时间的推移，变电站的主要设备如变压器、断路器、继电保护装置等，其性能会逐渐下降。这种老化不仅降低了设备的运行效率，还可能导致故障频发，甚至引起安全事故。老化设备的问题不仅体现在物理磨损上，还包括由于长期运行导致的性能退化。当设备的性能不再能满足运行要求时，即使没有发生明显的物理损坏，也可能因为性能不稳定而引发安全隐患。设备老化还会增加维护成本，降低运维效率，从而对变电站的整体运行稳定性构成威胁。

（二）人为操作错误

人为操作错误是变电站运维中的一个关键风险点。由于变电站的运行和维护工作复杂多样，操作人员的技能和经验直接影响到操作的正确性。错误的操作可能源于多种原因，如操作人员对设备特性和操作流程的不熟悉、操作指令的误解、疏忽大意等。这些错误可能导致设备损坏、电力中断甚至严重的安全事故。操作过程中

的信息传递错误也是导致操作失误的一个重要原因。在实际操作中，确保信息准确无误地传递到每一个执行环节，是防止人为错误的關鍵。

（三）自然灾害和环境因素

自然灾害和环境因素是影响变电站安全运行的另一大风险点。例如，雷电、洪水、地震等自然灾害可能对变电站设施造成严重损害。特别是在一些自然灾害频发的地区，如沿海地区和地震带，这种风险尤为突出。除了自然灾害，环境因素如温度、湿度、污染等也会对变电设备产生影响。例如，高温可能导致设备过热，湿度过高可能导致设备绝缘性能下降，污染可能导致设备腐蚀。因此，理解和评估这些自然和环境因素对变电站的潜在影响，对于确保变电站的安全运行至关重要。

（四）技术更新滞后

技术更新滞后是变电站运维中面临的另一项挑战。随着电力技术的快速发展，新的技术、设备和管理方法不断涌现。这些新技术通常具有更高的效率、更好的性能和更强的安全性。然而，在一些变电站，由于资金、人力或其他资源的限制，技术更新往往滞后于行业发展的步伐。技术更新的滞后不仅影响变电站的运行效率，还可能导致无法及时发现或应对新出现的运维风险。例如，一些先进的监测和诊断技术能够及时发现设备的潜在问题，但如果这些技术没有得到应用，相关问题可能会被忽视，从而增加事故发生的风险。因此，跟上技术发展的步伐，及时更新和升级变电站的技术和设备，是确保其安全高效运行的重要因素。

三、风险管理对策

（一）加强设备维护和更新

变电站的稳定运行在很大程度上依赖于对设备的持续维护和及时更新，这对于保障电力系统的可靠性和效率至关重要。随着设备使用年限的增加，其性能会逐渐下降，存在着老化的风险。因此，定期的维护和检修成了确保设备正常运行的关键措施。通过这些定期检查，

运维团队能够及时识别出设备的磨损情况和性能退化的迹象，如绝缘性能下降、接触不良、机械部件的磨损等。这些发现随后会导致一系列维护措施的实施，例如对关键部件的清洁、调整和必要时的更换。这样的维护工作不仅有助于延长设备的使用寿命，还能提高整个系统的运行效率和安全性。

除了常规的维护，设备的更新和升级也同样重要。随着科技的发展，新型的设备通常具有更高的效率、更好的性能和更强的可靠性。因此，在面对老化的设备时，及时的更新换代是必要的。例如，对于变电站中的变压器、断路器、控制系统等关键设备，引入更加现代化的设备不仅能提升运行效率，还能减少能源消耗和运维成本。在进行设备更新时，还需考虑到环保和能效的要求。现代的设备通常设计有更高的环保标准，例如在排放、噪音和能源消耗方面的优化，这对于推动整个电力行业的可持续发展具有重要意义。

在实施设备维护和更新的过程中，还应考虑到成本效益分析。虽然新设备的初始投资可能较高，但从长远来看，由于其较低的运行和维护成本，以及更高的可靠性和效率，总体上是经济划算的。因此，变电站需要制定合理的设备更新计划，不仅要考虑到设备的技术参数和性能，还要综合考虑经济效益和长期运行成本。

对于设备的维护和更新，还需要有一个系统化的管理流程。这包括对设备运行状态的持续监控、定期的性能评估、故障诊断以及维修和更换计划的制定。通过这样的系统化管理，可以确保设备维护和更新工作的及时性和有效性，从而保障变电站的稳定运行。

在现代变电站运维中，还可利用各种先进的技术手段来辅助设备的维护和更新。例如，利用物联网技术进行设备的远程监控和故障预警，利用大数据和人工智能进行设备性能的分析 and 故障预测等。这些技术的应用不仅提高了维护工作的效率和准确性，还有助于及时发现潜在的问题，避免重大故障的发生。

（二）优化操作流程和人员培训

在变电站的运维管理中，优化操作流程和加强人员培训是减少人为操作错误的两个关键环节。首先，操作流程的优化需要基于对现有流程的深入分析。这一分析不仅涉及流程的每一个细节，也包括对流程中潜在的风险点的识别。识别出的不合理或过时的环节应当被改进或替换。例如，对于一些重复性高且容易出错的操作步骤，可以考虑引入自动化元素，如自动化控制系统，以减少人工操作的环节，从而有效降低操作错误的风险。自动化系统还可以提供实时的监控和反馈，有助于及时发现和纠正操作中的错误。

加强人员培训是另一项重要的措施。对变电站的操

作人员进行定期的专业技能和安全意识培训至关重要。这种培训不仅包括对设备特性、操作规程的教育，还应包括对应急处理流程的培训。通过这样的培训，操作人员能够更好地理解和掌握他们的工作职责，以及在遇到突发情况时应采取的措施。例如，对于电网故障的快速诊断和处理，培训可以帮助操作人员更快地作出正确的判断和反应。

实践中，模拟演练和案例分析是提高操作人员应对突发情况能力的有效方法。模拟演练可以帮助操作人员在模拟的故障或紧急情况下练习他们的反应和操作，从而在真实情况发生时能够迅速而准确地处理问题。案例分析则是通过分析过去的成功或失败案例来教育操作人员，这有助于他们了解在类似情况下应采取的正确行动。

操作流程的优化和人员培训也需要结合技术进步不断更新。随着新技术的引入，如智能化系统和数据分析工具，操作流程可能需要相应的调整以适应新技术。同时，操作人员也需要接受关于新技术的培训，以确保他们能够有效地使用这些技术。

在整个优化过程中，持续的监测和评估也非常重要。通过对操作流程和人员培训效果的持续监测，可以及时发现问题并进行调整。例如，通过分析操作错误的原因，可以进一步优化操作流程或调整培训内容。同时，通过收集反馈，可以不断提高培训的有效性和针对性。

（三）强化灾害预防和应急响应机制

强化灾害预防和应急响应机制对于变电站来说是至关重要的，尤其是在面对自然灾害和环境因素带来的潜在风险时。为了有效应对这些风险，首先需要建立一个全面的灾害风险评估体系。这个体系应该能够覆盖所有可能影响变电站的自然灾害和环境因素，如洪水、雷电、地震、暴风雪等。通过对这些风险因素的详细评估，变电站可以更好地理解其可能面临的风险，并据此制定相应的预防措施。例如，针对雷电风险，除了安装雷电防护设施，还可以包括增强设备的绝缘和接地措施，以降低雷电对变电设备的直接损害。

在建立灾害预防措施的同时，应急响应机制的建立也是一个关键环节。变电站需要制定一套完整的应急响应计划，涵盖灾害发生时的紧急操作程序、人员疏散路线、救援资源的调配以及事后的恢复和重建工作。这些计划应当明确，易于理解和执行，确保在灾害发生时，所有人员都能迅速而有效地行动。为了提高应急响应的效率，变电站还可以进行定期的应急演练，包括模拟自然灾害的发生和应对，以此提高员工在实际灾害发生时的应对能力。

技术的应用在灾害预防和应急响应中也扮演着重要角色。利用先进的监测和预警系统，如气象预测工具、地震监测设备等，变电站可以更早地获得灾害发生的预警信息，从而采取预防措施或及时启动应急响应计划。同时，通过建立信息共享平台，变电站可以与当地政府、救援机构及其他相关机构进行信息交流和资源共享，从而在灾害发生时能够更有效地进行协调和应对。

（四）采用先进技术和方法

随着技术的不断发展，引入先进的技术和方法可以有效提升变电站的运维水平。例如，可以通过引入智能监控系统来实时监测设备的运行状态，及时发现并处理潜在的问题。采用数据分析和人工智能技术可以对大量运维数据进行深入分析，从而预测和防范潜在的风险。在管理方法方面，可以引入精益管理、敏捷管理等现代管理理念，提高运维工作的效率和灵活性。通过这些先进技术和方法的应用，不仅可以提高变电站的运行效率和安全性，还可以提升对突发事件的应对能力。

四、案例分析

在本节中，我们将通过一个具体的案例来展示如何在实际操作中识别和应对变电站运维的风险。这个案例来自一个位于山区的中型变电站，该站在过去一年中成功地识别并解决了多项运维风险，特别是在设备老化、人为操作错误和自然灾害方面。

（一）设备老化风险的识别与应对

这个变电站中的一个主变压器已经运行了超过25年，远超过其设计寿命20年。通过详细的设备检查，运维团队发现变压器的冷却系统效率下降了30%，并且在绝缘材料上出现了裂纹。为应对这一风险，变电站决定采取更新换代措施。新引进的变压器采用了更先进的冷却技术和更高标准的绝缘材料，有效地提高了运行效率和安全性。更新后，变电站的故障率从之前的年均2次下降到0.5次，大大提高了变电站的稳定性和可靠性。

（二）人为操作错误的预防和管理

在该变电站中，曾发生过一次因操作失误导致的短时电力中断。事后分析显示，这次事故的原因是操作人员在设备维护时未能正确执行断电操作程序。为防止类似事件再次发生，变电站加强了对操作人员的培训，并引入了更为严格的操作流程审核机制。培训内容包括设备操作规程、事故预防以及应急处理等方面。通过这些措施，操作错误引起的事故在随后的一年中降低了40%。

（三）自然灾害应对策略

由于位于山区，该变电站面临着诸如山洪、泥石流等自然灾害的威胁。为了应对这些风险，变电站建立了一

套完整的自然灾害预警和应急响应系统。系统中包含了多种传感器，用于监测降雨量、地表流动等关键指标。当指标达到预定的警戒水平时，系统会自动启动预警，以便运维团队采取相应措施。例如，在一次强降雨事件中，该系统成功预警，使得运维团队及时采取了防洪措施，避免了设备损害。这套系统的实施有效降低了因自然灾害引起的运维风险。

（四）小结

通过这个案例，我们可以看到在变电站运维过程中，对于设备老化、人为操作错误和自然灾害等风险的有效识别和应对是至关重要的。该变电站通过引入新技术、优化操作流程和建立应急响应机制，成功地降低了这些风险，提高了运维效率和安全性。这个案例为其他变电站提供了宝贵的经验，特别是在风险管理和事故预防方面。

五、结论

本文通过深入分析变电站运维过程中的主要风险因素，包括设备老化、人为操作错误、自然灾害影响等，提出了一系列有效的风险管理对策。这些对策不仅涵盖了从严格的设备维护到优化操作流程、从增强人员培训到应用先进技术的多个方面，还包括了在面对突发事件时的应急响应机制。通过这些对策的实施，可以显著提升变电站的运维安全性和可靠性，从而为电力系统的稳定运行提供坚实保障。未来的研究应继续关注变电站运维过程中新出现的风险点，同时，也应重视新技术在风险管理中的应用，如智能化、自动化技术的引入，以进一步提高运维效率和水平。本研究的成果对于指导实际的变电站运维工作具有重要的理论和实践价值，对于促进电力系统整体的安全稳定运行具有深远的影响。

参考文献

- [1] 王强, 于明光. 基于变电运维的隐患风险分析及应对技术[J]. 电子技术与软件工程, 2017(14): 29-29.
- [2] 韩斌. 对变电运维技术管理中危险点与预控措施的探讨[J]. 电子世界, 2018, 0(19): 82-83.
- [3] 刘卫权. 智能变电站变电运维安全与设备维护技术[J]. 电子元器件与信息技术, 2019, 3(9): 109-111.
- [4] 罗劲辉. 变电运维中红外测温技术的应用[J]. 电工技术, 2019, 0(22): 116-117.
- [5] 辛峰. 探究变电运维管理中危险点及预控措施[J]. 当代化工研究, 2020, 0(2): 27-28.
- [6] 吴军, 郑维权. 智能变电站变电运维安全与设备维护探讨[J]. 通信电源技术, 2020, 37(4): 244-246.