

光伏电站运维管理中的安全问题与对策

高 伟

中电建（阜康）新能源有限公司 新疆 阜康 831500

摘 要：本文旨在深入探讨光伏电站运维管理中面临的主要安全问题，并提出针对性的对策。通过对设备老化、人员操作、极端天气条件及安全管理机制等方面的综合分析，本文揭示了光伏电站运维过程中的潜在风险，并基于现有研究成果与实践经验，提出了加强设备维护、提升人员素质、完善管理机制及强化安全监测与预警等策略，以期光伏电站的安全、高效运维提供理论支撑与实践指导。

关键词：光伏电站；运维管理；安全问题；对策；设备管理；人员培训

引言

随着全球能源结构的转型，光伏发电作为清洁、可再生的能源形式，其重要性日益凸显。然而，光伏电站的长期稳定运行依赖于有效的运维管理，其中安全问题尤为关键。本文将从多维度剖析光伏电站运维管理中的安全问题，并探讨相应的解决策略，以期促进光伏行业的健康发展。

1 光伏电站运维管理中的安全问题分析

1.1 设备质量与初期故障

在新建光伏电站的背景下，设备质量与初期故障成为运维管理中需要特别关注的安全问题。尽管新建场站的设备通常处于较新的状态，但设备质量差异、安装工艺以及初期运行调试中的问题仍可能对电站的安全运行构成威胁。设备质量方面，不同厂商提供的设备在性能、耐用性和安全性上可能存在差异。一些设备可能由于制造缺陷、材料问题或设计不足，在投入运行后不久就出现性能衰退或故障。这些问题不仅影响电站的发电效率和经济效益，还可能引发安全隐患。初期故障方面，新建场站在投入运行初期，由于设备调试、系统整合以及运维团队对设备的熟悉程度等因素，可能会出现一些预料之外的故障。这些故障可能源于设备安装不当、调试不精确或运维人员对新设备操作不熟练等。初期故障的频繁发生不仅增加了运维成本，还可能影响电站的可用性和稳定性。

1.2 人员操作不当

运维人员操作不当的主要原因包括培训不足、操作规范缺失以及安全意识淡薄。首先，培训不足是普遍存在的问题。由于光伏电站技术的快速发展，新设备、新技术不断涌现，而运维人员的知识和技能更新往往滞后，导致他们在面对新问题时缺乏有效的解决策略。此外，部分运维人员可能未经过系统的专业培训，对设备

的性能、操作流程和维护要求了解不足，增加了操作失误的风险。^[1]其次，操作规范的执行不严也是导致操作不当的重要原因。在实际运维工作中，由于各种原因，如时间紧迫、任务繁重等，运维人员可能未能严格遵守操作规范，出现随意操作、省略步骤等现象。这种不规范的操作行为大大增加了事故发生的可能性。最后，安全意识淡薄是运维人员操作不当的又一关键因素。部分运维人员可能过于依赖经验，忽视了安全操作规程的重要性，或者在面对紧急情况时缺乏冷静判断和有效应对的能力。这种安全意识的缺失不仅危及个人安全，也可能对整个电站的安全运行造成严重影响。运维人员操作不当对光伏电站安全的影响主要体现在以下几个方面：一是可能导致设备损坏和性能下降，影响电站的发电效率和经济效益；二是可能引发火灾、电击等安全事故，对运维人员和周围居民的生命财产安全构成威胁；三是可能导致电网波动或中断，影响电力系统的稳定运行。

1.3 极端天气条件

光伏电站作为户外设施，其运行安全直接受到极端天气条件的影响，如强风、暴雨、雷电、沙尘暴等。这些极端天气不仅可能对电站设备造成物理损害，还可能引发电气故障，甚至对整个电力系统的稳定运行构成威胁。强风是光伏电站面临的主要自然威胁之一。高速风流可能导致光伏组件振动，增加支架和连接件的负荷，长期作用下可能导致结构松动、损坏。此外，强风还可能吹起地面杂物，对电站设备造成撞击或划伤。现有防护措施主要包括加强支架结构设计、采用防风固定装置以及定期检查和紧固连接件等。然而，这些措施的有效性受到材料性能、施工质量以及维护频率等多种因素的影响。暴雨可能导致光伏组件表面积水，影响发电效率，甚至引发短路故障。同时，大量雨水还可能渗入设备内部，造成电气元件损坏。为了应对暴雨，光伏电站

通常采取密封设计、设置排水系统以及安装防水材料等防护措施。然而,这些措施在长时间、高强度的暴雨条件下可能失效,需要定期检查和维修以确保其有效性^[2]。雷电是光伏电站面临的另一严重威胁。雷击可能导致设备损坏、火灾甚至人员伤亡。为了防范雷电,光伏电站通常安装避雷针、避雷带等防雷设施,并采取等电位连接、接地保护等措施。然而,雷电防护系统的设计和安装需要严格遵守相关标准和规范,否则可能无法达到预期效果。

1.4 安全管理机制不完善

在实际运维过程中,缺乏有效的安全管理机制成为制约电站安全的重要因素。部分光伏电站缺乏完善的安全管理制度,导致运维工作无章可循、无据可依。这主要体现在缺乏明确的安全责任划分、安全操作规程、应急预案以及安全培训制度等方面。由于缺乏统一的管理标准,运维人员可能凭借个人经验或随意操作,从而增加了安全事故的风险。即使光伏电站建立了安全管理制度,但在实际执行过程中往往存在诸多问题。例如,部分运维人员可能忽视安全操作规程,不按规定进行设备检查和维修;或者应急预案制定不合理,缺乏针对性和可操作性,导致在紧急情况下无法有效应对。此外,安全培训制度也可能得不到有效落实,运维人员的安全意识和技能水平无法得到持续提升。安全管理机制的不完善直接加剧了光伏电站的安全风险。一方面,缺乏明确的安全责任划分和操作规程可能导致运维工作混乱无序,增加事故发生的可能性;另一方面,应急预案的缺失、不合理以及应急演练和应急物资的不足可能导致在紧急情况下无法迅速有效地应对,从而加剧事故的后果。此外,安全培训制度的不足也可能导致运维人员缺乏必要的安全知识和技能,无法正确识别和应对潜在的安全隐患。

2 光伏电站运维管理中的安全对策

2.1 加强设备维护与管理

针对光伏电站设备老化与故障频发的问题,加强设备维护与管理是保障电站安全稳定运行的关键。为此,应建立全面的设备维护计划,具体措施如下:首先,制定详细的定期检查计划。根据设备的类型、性能和使用年限,设定合理的检查周期和检查项目。例如,对于光伏组件,应定期检查其表面是否有积尘、裂纹或损坏,以及接线盒的密封性是否良好;对于逆变器,应检查其输入输出电压、电流是否正常,以及散热系统是否工作良好。通过定期检查,可以及时发现并处理设备潜在的问题,防止故障扩大。其次,实施预防性维护策略。根

据设备的运行数据和历史故障记录,分析设备的故障模式和寿命周期,制定预防性维护计划。例如,对于易损件和易老化部件,如电缆接头、电容器等,应定期更换或加固;对于电气连接部分,应定期紧固螺丝,防止松动引发故障。通过预防性维护,可以有效延长设备的使用寿命,减少故障发生的概率。此外,还应加强设备更换与升级管理。对于已经老化或性能衰退的设备,应及时进行更换或升级。在更换设备时,应选用性能稳定、质量可靠的产品,并确保新设备与原有系统的兼容性。同时,对于新技术和新设备的应用,应进行充分的评估和测试,确保其在实际运行中的可靠性和安全性^[3]。最后,建立完善的设备维护档案。对每次维护活动进行记录,包括维护时间、维护内容、维护人员以及维护结果等信息。通过维护档案,可以追踪设备的维护历史和性能变化,为后续的维护工作提供参考依据。同时,还可以对维护数据进行分析 and 挖掘,发现设备维护的规律和问题,进一步优化维护计划和提高维护效率。

2.2 提升运维人员素质

运维人员作为光伏电站安全运维的主体,其专业素质和安全意识直接关系到电站的运行安全和效率。因此,加强运维人员的专业培训,提升他们的综合素质,是保障光伏电站安全稳定运行的重要措施。首先,应加强运维人员的理论知识培训。这包括光伏电站的基本原理、设备性能、运行维护知识以及相关的国家标准和规范等。通过系统的理论学习,使运维人员能够全面了解光伏电站的运行机制,掌握设备的特性和维护要求,为后续的实际操作打下坚实的基础。其次,要注重实操技能的培训。针对光伏电站的具体设备和操作流程,组织运维人员进行实操演练,提高他们的动手能力和解决实际问题的能力。例如,可以模拟设备故障,让运维人员按照操作规程进行故障排查和处理,锻炼他们的应急响应能力和实际操作技能。此外,还要加强运维人员的安全意识培养。通过安全教育和培训,使运维人员深刻认识到安全的重要性,掌握必要的安全知识和操作技能,如正确使用个人防护装备、遵守安全操作规程、识别和处理潜在的安全隐患等。同时,要建立健全的安全管理制度和应急预案,确保运维人员在紧急情况下能够迅速、有效地应对。最后,要鼓励运维人员持续学习和提升。随着光伏技术的不断发展和更新,运维人员需要不断学习和掌握新知识、新技能。因此,应建立完善的培训机制和激励机制,鼓励运维人员参加各种专业培训和学习活动,提高他们的综合素质和专业能力,为光伏电站的安全稳定运行提供有力的人才保障。

2.3 完善安全管理机制

为了全面提升光伏电站的安全管理水平,必须构建科学的安全管理体系。这一体系应涵盖详细的安全操作规程、高效的应急响应机制以及定期的安全审计等多个方面,确保安全管理工作的系统化、规范化。首先,要制定详细的安全操作规程。针对光伏电站的各个设备和操作流程,应编制详细、可操作的安全操作规程。这些规程应明确每个操作步骤的安全要求、潜在风险及预防措施,确保运维人员在执行操作时能够有章可循,减少人为失误和安全事故的发生。其次,建立高效的应急响应机制。光伏电站应制定完善的应急预案,明确各类紧急情况下的应对措施、责任分工和通讯联络方式。同时,要定期组织应急演练,提高运维人员的应急响应能力和协同作战能力,确保在紧急情况下能够迅速、有效地控制事态,减少损失。此外,实施定期的安全审计也是完善安全管理机制的重要环节。通过定期的安全审计,可以对光伏电站的安全管理状况进行全面、客观的评估,发现潜在的安全隐患和管理漏洞。审计结果应作为改进安全管理工作的依据,及时制定并实施相应的改进措施,不断提升安全管理水平。最后,要加强安全文化的建设。通过宣传、教育、培训等多种方式,营造关注安全、重视安全的良好氛围。鼓励运维人员积极参与安全管理活动,提出安全改进建议,形成全员参与、共同维护安全的良好局面。

2.4 强化安全监测与预警

为了及时发现并处理光伏电站运行中的安全隐患,必须强化安全监测与预警机制。推广使用智能监控系统是实现这一目标的有效手段。智能监控系统应具备实时监测功能,能够全面覆盖光伏电站的各个设备和关键环节。通过布置传感器、摄像头等监控设备,实时采集电站的运行数据,包括电压、电流、温度、湿度等关键参数。这些数据应被实时传输至监控中心,并进行处理和分析。智能监控系统应具备强大的数据处理和分析能

力。通过对实时采集的数据进行挖掘和分析,系统能够自动识别异常数据和潜在的安全隐患。例如,当某个设备的温度异常升高时,系统应能够立即发出预警,提示运维人员进行检查和处理。预警机制是智能监控系统的核心组成部分。当系统识别出安全隐患时,应立即触发预警机制,通过声光报警、短信通知等方式,及时将预警信息传递给运维人员^[4]。预警信息应明确、准确,包括隐患的具体位置、性质、严重程度以及建议的应对措施等,以便运维人员能够迅速、准确地做出反应。除了实时监测和预警外,智能监控系统还应具备数据记录和分析功能。通过记录历史数据和故障案例,系统能够分析故障模式和趋势,为运维人员提供有价值的参考依据。这有助于运维人员更好地了解设备的运行状况,制定更合理的维护计划,提高运维效率和安全性。

结语

光伏电站运维管理中的安全问题不容忽视,它直接关系到电站的经济效益、环境效益及社会稳定。本文通过分析光伏电站运维中的主要安全问题,提出了针对性的对策,旨在促进光伏电站运维管理的科学化、规范化。未来,随着技术的进步和管理理念的革新,光伏电站的运维安全将进一步得到保障,为可再生能源的可持续发展贡献力量。本研究期望能为光伏行业的管理者、研究人员及政策制定者提供有益的参考与启示。

参考文献

- [1]冯星.光伏电站建设及运行质量安全问题及对策[J].中国高新科技,2023,(18):23-24+27.
- [2]张焕杰.大型集中式光伏电站安全管控一体化平台的建设[J].节能,2024,43(07):101-103.
- [3]王锋.浅谈智能化技术提升光伏电站运维工作安全管控水平[J].电气技术与经济,2023,(10):97-99.
- [4]赵延青.二次安全防护系统在光伏电站中的应用[J].信息技术与信息化,2019,(10):147-149.