

大型光伏电站电气设备的运行维护要点

王向龙

国能内蒙古电力蒙西新能源有限公司 内蒙古呼和浩特 010000

摘要:光伏电站投入使用后,电气设备易受多因素影响发生故障,影响其生产运行。本文围绕光伏电站电气设备运行维护展开研究,深入探讨大型光伏电站电气设备的运行维护要点,为光伏电站实现从被动维修到主动预警的运维模式转型提供有益的参考,以促进其全生命周期内的资产价值最大化。

关键词:光伏电站;电气设备;运行维护

引言

在“双碳”目标持续推进的背景下,大型光伏电站作为绿色能源体系的关键节点,其电气设备的运行维护水平直接影响电站全生命周期的发电效能与资产价值。并且,光伏电站电气设备的运行维护,是衡量系统能否从依赖个人经验的被动维修,成功蜕变为一个依靠标准化流程、数据驱动决策与强大组织韧性来主动管理风险的有机整体^[1]。它标志着运维工作从“事后补救”的粗放模式,向“事前预警、事中高效”的精细化管理的深层次跨越。因此,深入探索并系统性地构建这一成熟度体系的提升路径,剖析其中人员、巡检与应急响应三大支柱的强化策略,对于保障大型光伏电站资产的长期、稳定与高效运行,具有至关重要的理论与实践指导价值。

一、大型光伏电站电气设备运行维护的意义

当下,光伏发电的适用范围逐渐扩展,光伏发电技术具有较强的实用性,无论是航天器还是家用电源都能够将其加以运用,所以人们对光伏发电技术所需要运用的电气设备提出了更高的要求,电气设备的效果与发电效果存在直接的关联。针对电气设备实施定期维保工作,对于电气设备的运行情况进行全面了解,能够对电气设备运行中所存在的问题进行及时判断和处理,从而使得电气设备功能得到提升,延长电气设备的使用时长。

二、大型光伏电站电气设备运行维护检修的常见问题

(一) 设备老化

在大型光伏发电站投入使用之后,电气设备运行因为受到各方面因素的影响,都会发生老化或者是破损的情况,这样不但会对电气设备的正常运行造成不良影响,

甚至会诱发危险事故的发生。另外,因为缺少良好的检测方法和维护技巧,设备老化的问题始终没有得到有效解决。

(二) 维护检修技术落后

就当下实际情况来说,大型光伏电站电气设备运行维护检修技术整体水平还没有达到成熟的状态,在实践中都还在沿用人工检查和定期维保的方式。这种方式工作效率较差,并且工作效果往往会受到人为因素的影响,如果不能定期进行巡检或者存在漏检和误检的情况,不能及时对故障问题进行处理,必然会对光伏电站的正常运行造成严重损害。

(三) 专业维护检修人员缺乏

在大型光伏电站的运维体系中,人的因素是决定其成败的根本,而当前运维团队整体专业能力的短板正日益成为制约电站高效稳定运行的关键瓶颈。光伏电站常坐落于偏远地区,严苛的自然环境与相对匮乏的生活条件共同导致了专业人才“引不进、留不住”的困境^[2]。这就使得运维队伍的知识结构往往呈现出明显的不均衡性:部分人员或许精通传统电气一次设备,但对逆变器控制、通信协议、后台监控等数字化、智能化系统知之甚少;另一部分则可能熟悉软件操作,但对现场复杂的电气回路和故障排查缺乏实践经验。这种知识壁垒直接导致了在面对综合性、交叉性故障时,运维人员常常判断失准、效率低下,无法形成快速有效的解决方案。更深层看,系统性培训的缺失与技能更新的滞后,使得许多运维工作仍停留在“凭经验、靠感觉”的粗放阶段,难以应对设备技术的快速迭代,更让安全生产规程的严格执行流于形式,为整个电站的安全运行埋下了深层隐患。可以说,一支专业综合素养不足的运维队伍,是所

有运维难题的汇集点，直接掣肘着电站精细化管理水平的提升^[3]。

表 1 大型光伏电站电气设备运行维护检修常见问题概述

问题类别	具体表现	影响与后果
设备老化	电气设备受多种因素影响发生老化或破损	影响设备正常运行，可能诱发危险事故
维护检修技术落后	沿用人工检查和定期维保，效率低且易受人为因素影响	巡检不全面，漏检误检多，故障处理不及时
专业维护检修人员缺乏	维修人员专业能力差，实践经验不足	复杂故障判断处理不及时，阻碍光伏电站未来发展

三、大型光伏电站电气设备的运行维护要点分析

(一) 明确巡检工作要点，做好详细记录

在实施电气设备运行维护工作的过程中，工作人员务必要确定巡检工作的重点，切实地遵从操作规范标准来推进各项工作，尽可能的降低人为因素对电气设备巡检工作的效果造成损害。诸如：工作人员可以结合实际情况来制定设备巡检流程，从而规避漏检问题的出现。另外，对于各种不同类型的电气设备运行情况、电气故障以及使用寿命进行综合分析，制定出详细的电气设备巡检方案，明确巡检内容和工作周期。再有，工作人员在进行电气设备巡检工作的过程中，对于所发现的故障问题需要进行详细的记录，并且制定针对性的预防和解决方案，这样就能够为后续电气设备故障处理以及检修工作的实施提供需要的信息数据。对于设备巡检工作以及巡检记录，管理部门需要进行定期检查和审核，从而对电气设备中是否存在隐性故障进行准确判断^[4]。

(二) 组件运行维护工作要点，做好定期化的监察

光伏组件在电气设备中属于较为重要的以一个部分，并且也是设备运行维护工作中的重点。所以，务必要加大力度推进对各个运行部件的维保工作，明确实践工作中的重点，建立持续定期检查机制。为了保证电气设备得以持续稳定运行，可以采用下列措施：首先，运维工作人员应当将量化的理念运用到设备检查中，利用先进的方式和方法来对光伏组件的运行情况进行定期评估和分析，安排专人做好巡检工作，这样就能够及时发现和处理故障。其次，结合电气设备检查结果，设置定期检查的时间间隔，并且将精细化理念融入管理工作之中。再有，了解各个组件运行以及维护保养的各项规定要求。如果检查的设备组件长时间的裸露在外，就需要重点检查其是否存在松动或者是接触不良的情况，对其内部所

堆积的灰尘进行清理，做好紧固操作。

表 2 光伏电站电气设备维护要点表

级别	名称	维护要点	注意事项
一级设备	发电机、电力变压器、断路器、隔离开关、电力母线、电力电缆、输电线路	保持清洁	严禁带电作业
		连接固定	
二级设备	发电机、电力变压器、断路器、隔离开关、电力母线	绝缘性质	设备装置元件不能带“病”服役，超期服役
		润滑保养	
		油量充足	
		运行管理	

(三) 利用全面性分析找出运行维护的针对性策略

在大型光伏电站电气设备运行维护中，全面性分析是找出针对性策略的关键。工作人员需在故障发生初期，全面收集故障设备的各方面信息，涵盖设备型号、运行时长、过往故障记录、近期操作记录等，同时对设备运行时的各项参数，如电压、电流、温度等进行细致分析。结合设备所处环境因素，如光照强度、温度变化、湿度情况等综合考量。

借助信息化手段，利用专门的软件对收集到的数据进行模拟分析，模拟设备在不同工况下的运行状态，以此精准判断故障原因和类型。

(四) 逆变器运行维护工作的要点，做好降温处理

在对逆变器运行进行维护工作的过程中，应当对逆变器运行各项数据进行详细记录，结合所掌握的情况来判断逆变器的运行参数是不是保持在正常范围之内，并且也需要对逆变器线路连接情况进行综合分析。如果逆变器的温度持续提升，或者是长期维持在高温的状态，那么就会造成直流空开频繁而诱发跳闸或者是模块故障的不良情况。所以如果逆变器温度出现异常情况，或者是超出额定参数的时候，工作人员就需要选择运用有效方法来进行处理。另外，对于逆变器需要进行定期除尘工作，结合逆变器所处环境情况以及运行环境粉尘情况来制定定期清理计划^[5]。

(五) 运用专业化的人员及手法进行电气设备问题的针对性解决

在实施光伏电站电气设备运行维护工作的过程中，工作团队人员专业素养高低不齐，并且不具备良好的应急处理能力，所以不能保证维护工作的质量和效果。在实践中需要安排专业人员运用有效方法对各类电气设备故障问题进行预判和处理，为了保证上述工作的效果可以采用下列方法：首先，需要定期组织工作人员进行专业学习和培训，合理的将检测技术以及先进的运维理念

引入到培训之中，从整体上提升工作人员的专业素养以及实践能力。其次，对于各类设备故障问题进行前期预判，针对性的制定预防和解决方案。最后，增强电气设备检测技术研发力度，合理的将先进检测技术和方法加以实践运用，从根本上提升检测工作的整体水平和质量。

四、大型光伏电站电气设备运行维护检修方法创新

(一) 引入自动机场协同调度技术

自动机场协同调度技术是实现大规模光伏电站连续巡检作业的重要保障，自动机场集成无人机自动起降与电池更换及数据传输以及状态检测等功能模块，通过物联网技术与中央控制系统实现实时通信与协同调度，罗文延等提出的基于AI技术的无人机光伏巡检系统通过融合智能算法与无人机技术，为光伏电站提供高效精确的运维处理方案^[6]。调度算法综合考虑天气条件与电池电量及巡检任务优先级等因素，自动分配巡检任务并优化机场资源配置，段向阳的研究表明完善的无人机智能巡检系统组成与流程设计能够有效识别光伏电站组件缺陷，指导日常管理与维护^[7]。系统采用多机协同作业模式，通过任务分解与负载均衡算法实现多架无人机的并行巡检，大幅提升作业效率，自动机场还配备气象监测设备，实时监测风速与温度及湿度等环境参数，为飞行安全提供决策支持。

(二) 智能化监测与诊断系统

随着科技的不断发展，智能化监测与诊断系统在光伏发电系统电气设备故障检测中的应用越来越广泛。该系统通过集成传感器、数据采集器、通信模块和智能分析软件等组件，实现对设备运行状态的实时监测和数据分析。传感器能够实时采集设备的电压、电流、温度、振动等关键参数，并通过数据采集器将这些数据传输至中央处理单元。智能分析软件则利用先进的算法和模型对采集到的数据进行处理和分析，从而判断设备是否存在故障、故障类型以及故障位置等信息。智能化监测与诊断系统具有实时性、准确性和自动化程度高等优点，能够大大提高故障检测的效率和准确性，降低运维成本。同时，该系统还能通过远程监控和预警功能，实现对光伏发电系统的远程管理和维护，提高系统的可靠性和稳定性。

(三) 加强人员培训和技术交流

就当前我国实际情况来说，新能源的使用以及维保

工作在不断的创新发展，光伏系统之中电气技术水平也在逐步提升，所以需要重视引进高水平的专业人员进行全面的系统故障排查工作，设立完善的培训机制，从根本上提升工作人员的综合实力，使得新员工能够在最短的时间内掌握光伏系统运行原理。定期组织工作人员进行技术学习和交流，使得工作人员能够及时掌握先进理论和操作技能^[8]。

结语

在人类社会不断发展的过程中，大量的生态资源被开发利用，导致紧缺问题越发严峻。光伏发电属于当代最为先进的一种发电模式，因为具有良好的环保性所以受到了人们的广泛关注和青睐。但是，在光伏发电系统投入使用的过程中，因为受到多方面因素的影响，所以极易出现各类电气设备故障情况，对于系统发电的效果和效率造成了严重的破坏。所以这对光伏发电系统电气设备故障及处理进行分析研究工作具有一定的现实意义的，在促进电力事业发展中能够给予良好的辅助。

参考文献

- [1] 象征, 曹有连, 马生亮, 等. 大型光伏电站电气设备的运行维护要点[J]. 太阳能, 2014(3): 3.
- [2] 赵海. 大型光伏电站电气设备的运行维护要点[J]. 华东科技: 学术版, 2017(3): 1.
- [3] 张新强. 探讨大型光伏电站电气设备的运行维护要点[J]. 科技资讯, 2017(5).
- [4] 蔡阳, 陈金福, 覃新宇, 等. 光伏直流集电技术应用研究[J]. 中外能源, 2024, 29(11): 30-34.
- [5] 周琴, 高立刚, 程智卿, 等. 桩基固定式海上光伏电站电气系统设计分析[J]. 西北水电, 2024(05): 126-130.
- [6] 罗文延, 李林波, 赵赫, 等. 基于AI技术的无人机光伏巡检系统构建与优化[J]. 光源与照明, 2025(03): 172-174.
- [7] 段向阳. 光伏电站组件诊断中无人机智能巡检的应用[J]. 中国设备工程, 2025(02): 155-157.
- [8] 谢雪庆, 张琦, 李朝阳, 等. 模块化施工技术在光伏电站建设中的实践与优化研究[J]. 工程建设与设计, 2024(20): 109-111.