

新能源发电设备运维检修策略优化研究

黄谊斌² 柳 岩¹ 张 旭² 吴少宇¹ 杨晓飞²

1. 中国三峡新能源（集团）股份有限公司宁夏分公司 宁夏 银川 750000

2. 三峡新能源红寺堡发电有限公司 宁夏 吴忠 751900

摘 要：新能源发电设备运维检修至关重要。当前运维检修方式多样，各有优劣，尚未形成完善体系。运维检修面临设备分布广、种类多、环境复杂等挑战，且策略存在依赖定期检修、缺乏前瞻性问题。同时，运维检修技术落后、数据利用不充分。针对这些问题，提出基于风险、状态、全生命周期和智能的运维检修策略优化方案，旨在合理分配资源、提高检修针对性与效率、降低成本、提升设备可靠性与安全性，保障发电系统稳定运行。

关键词：新能源发电设备；运维检修；策略优化

1 新能源发电设备运维检修现状分析

1.1 运维检修方式

当前新能源发电设备运维检修方式主要包括定期检修、事后检修与状态检修。定期检修是按照预先设定的时间周期对设备进行全面检查与维护，这种方式虽能一定程度上保障设备运行，但缺乏针对性，可能导致过度检修或检修不足。事后检修则是在设备出现故障后才进行维修，这种方式虽成本在正常运营期间较低，但一旦设备故障，往往会造成长时间的停机，严重影响发电效率，增加发电成本，甚至可能因设备损坏严重导致维修成本大幅上升^[1]。状态检修是近年来逐渐受到重视的检修方式，它通过对设备运行状态的实时监测与分析，在设备出现故障前兆时及时进行检修，能有效避免突发故障，提高设备利用率，但目前状态检修技术还不够成熟，实施起来面临诸多挑战。总体而言，新能源发电设备运维检修方式各有优劣，尚未形成一套完善、高效且适应各种情况的运维检修体系。

1.2 运维检修挑战

新能源发电设备运维检修面临诸多挑战。首先，设备分布广泛且分散，许多新能源发电场站位于偏远地区，如海上风电场、高山光伏电站等，这给运维人员到达现场带来极大困难，增加了运维成本和时间成本。其次，新能源发电设备种类繁多，不同类型设备（如风力发电机组、太阳能光伏板、储能设备等）具有不同的工作原理和运行特性，对运维人员的专业技能要求较高，需要具备跨领域的知识和经验，而目前专业运维人才相对匮乏。再者，设备运行环境复杂多变，如风力发电机组长期暴露在恶劣的自然环境中，遭受强风、雷电、盐雾等侵蚀，太阳能光伏板易受沙尘、积雪等影响，这些因素都会加速设备老化，增加故障发生的概率，给运维

检修工作带来更大难度。另外，随着新能源发电规模的不断扩大，设备数量急剧增加，运维检修工作量大幅上升，传统的人工运维方式难以满足高效运维的需求。

1.3 运维检修策略问题

在运维检修策略方面，存在一些问题。一方面，部分企业过于依赖定期检修，缺乏对设备实际运行状态的深入分析，导致检修计划不够科学合理。例如，没有根据设备的负荷情况、运行时长、历史故障记录等因素动态调整检修周期和内容，造成资源浪费或设备安全隐患。另一方面，在制定运维检修策略时，缺乏对不同设备重要性和故障后果的综合考虑。对于一些关键设备，未能给予足够的重视和资源投入，一旦这些设备出现故障，可能引发整个发电系统的瘫痪；而对于一些非关键设备，可能过度检修，增加了不必要的成本。运维检修策略缺乏前瞻性，未能充分考虑新能源发电技术快速发展的趋势，对新型设备的运维检修经验不足，导致在面对新技术、新设备时，运维检修工作陷入被动局面。

2 新能源发电设备故障诊断与状态监测技术

2.1 故障诊断技术

新能源发电设备故障诊断技术对于保障设备稳定运行至关重要。常见的故障诊断方法包括基于信号处理的方法、基于模型的方法和基于知识的方法。基于信号处理的方法通过对设备运行过程中产生的振动、声音、温度等信号进行分析，提取特征参数，判断设备是否存在故障及故障类型。基于模型的方法则是建立设备的数学模型，通过比较实际运行数据与模型预测数据的差异来诊断故障。该方法适用于对设备运行机理有深入了解的情况，但对于复杂设备，建立精确的数学模型难度较大^[2]。基于知识的方法利用专家经验、故障案例等知识库，通过推理机制对设备故障进行诊断。随着人工智能技术的

发展,基于机器学习和深度学习的故障诊断方法逐渐兴起,它们能够自动从大量数据中学习故障特征,提高故障诊断的准确性和效率。然而,目前故障诊断技术在实际应用中仍面临一些挑战,如故障特征提取困难、多故障耦合诊断复杂等。

2.2 状态监测技术

状态监测技术是新能源发电设备运维检修的重要支撑。目前常用的状态监测技术有传感器监测技术、无线通信技术和大数据分析技术。传感器监测技术通过在设备关键部位安装各类传感器,实时采集设备的运行参数,如温度、压力、转速等,为设备状态评估提供数据基础。无线通信技术实现了传感器数据的远程传输,使运维人员能够实时获取设备运行状态信息,无需现场查看,提高了运维效率。大数据分析技术则对海量的状态监测数据进行深度挖掘,发现设备运行中的潜在问题和故障趋势。例如,通过对设备历史运行数据的分析,可以预测设备的剩余寿命,提前安排检修计划。但状态监测技术也存在一些问题,如传感器精度和可靠性有待提高,数据传输过程中可能存在干扰和丢失,大数据分析算法的准确性和适应性还需进一步优化等。

3 新能源发电设备运维检修存在问题分析

3.1 运维检修技术落后

新能源发电设备运维检修技术相对落后是当前面临的一个重要问题。一方面,部分企业仍采用传统的运维检修工具和方法,缺乏先进的检测设备和诊断技术。例如,在设备故障诊断中,仍主要依靠人工经验进行判断,缺乏科学、准确的诊断手段,导致故障发现不及时、诊断不准确,影响设备的正常运行。另一方面,对于新能源发电领域的新技术、新设备,运维检修技术更新不及时。随着新能源发电技术的不断发展,设备性能不断提高,结构更加复杂,传统的运维检修技术已难以满足需求。技术创新能力不足,缺乏自主研发的运维检修技术和产品,导致在面对复杂的运维检修问题时,往往依赖国外技术和设备,增加了运维成本。

3.2 检修策略不合理

检修策略不合理是新能源发电设备运维检修中的另一个突出问题。部分企业制定的检修策略缺乏科学性和系统性,未能充分考虑设备的实际运行状况和故障风险。例如,在定期检修中,检修周期和内容一刀切,没有根据设备的不同工况和使用年限进行差异化安排,导致一些设备过度检修,而另一些设备则检修不足。在故障处理方面,缺乏有效的应急预案和快速响应机制,一旦设备出现故障,不能及时采取有效的措施进行修复,

导致故障影响范围扩大,停机时间延长。检修策略缺乏对设备全生命周期的考虑,没有将设备的规划、设计、制造、安装、运行和维护等环节有机结合起来,导致设备在运行过程中出现各种问题,增加了运维检修的难度和成本。

3.3 数据利用不充分

在新能源发电设备运维检修中,数据利用不充分是一个亟待解决的问题。新能源发电设备在运行过程中会产生大量的数据,包括设备运行参数、故障记录、检修历史等,这些数据蕴含着丰富的信息,对于设备的运维检修具有重要的参考价值。然而,目前许多企业对这些数据的利用还停留在表面,缺乏有效的数据分析和挖掘手段。一方面,数据采集和存储不规范,数据质量不高,存在数据缺失、错误等问题,影响了数据分析的准确性^[1]。另一方面,缺乏专业的数据分析人才和工具,无法从海量数据中提取有价值的信息,为运维检修决策提供支持。

4 新能源发电设备运维检修策略优化

4.1 基于风险的运维检修策略

基于风险的运维检修策略是一种以设备故障风险为核心,深度融合设备故障发生可能性与后果严重程度进行综合考量的运维检修模式。在实施过程中,首先要对设备展开全面且细致的风险评估。这需要运用专业的风险评估方法和工具,深入剖析设备可能存在的各种故障模式以及引发这些故障的风险因素。以风力发电机组的叶片断裂故障为例,不仅要评估其在不同运行环境、工况下发生的概率,还要精准估算一旦发生该故障,对整个发电系统在发电量损失、设备损坏程度、维修成本增加等方面造成的损失大小,进而将其准确划分为高风险故障。根据风险等级的评估结果,制定与之匹配的运维检修计划。对于高风险故障,采取更为频繁的监测措施,如增加日常巡检次数,运用先进的在线监测设备实时跟踪设备状态;同时安装更先进的监测设备,如高精度的振动传感器、应力监测仪等,以便及时发现潜在问题。对于低风险故障,则可适当降低检修频率,避免过度检修造成资源浪费。这种策略能够科学合理地分配运维资源,将有限的资源精准地集中在关键设备和关键风险点上,显著提高运维检修的针对性和有效性,有效降低设备故障风险,为发电系统的稳定运行提供坚实保障。

4.2 基于状态的运维检修策略

基于状态的运维检修策略着重于对设备运行状态进行实时、精准的监测与分析,并以此为依据来决定是否开展检修工作以及确定检修的具体内容和时间安排。

在实际操作中,通过在设备的关键部位安装各类先进的传感器和监测设备,如温度传感器、振动传感器、电流传感器等,实时采集设备的运行参数,这些参数涵盖了温度、振动、电流等多个方面,为设备状态评估提供了丰富且准确的数据基础。随后,利用先进的数据分析技术对这些采集到的数据进行深度处理和分析,借助专业的算法和模型,判断设备的健康状况。例如,当监测到风力发电机组的轴承温度异常升高时,系统会迅速发出预警信号,运维人员接到信号后,能够及时安排检修人员前往现场进行检查和维修,避免故障进一步恶化,造成更严重的后果。这种策略有效避免了定期检修的盲目性,减少了不必要的检修工作,从而降低了运维成本。同时由于能够及时发现并处理设备故障,提高了设备的可靠性和可用性。然而实施基于状态的运维检修策略并非易事,需要建立完善的设备状态监测系统和数据分析平台,并且对运维人员的技术水平要求较高,需要他们具备专业的数据分析能力和设备故障诊断技能。

4.3 全生命周期运维检修策略

全生命周期运维检修策略将设备的规划、设计、制造、安装、运行和维护等各个环节视为一个紧密相连的有机整体,从设备的全生命周期角度出发,全面、系统地制定运维检修策略。在设备规划和设计阶段,充分考虑设备的可维护性和可靠性,运用先进的设计理念和方法,优化设备结构和布局,为后续的运维检修工作创造良好的条件。例如,合理设计设备的检修通道、预留足够的检修空间等。在设备制造和安装阶段,加强质量控制,建立严格的质量检验体系,确保设备的质量和安装精度,从源头上减少设备在运行过程中出现故障的可能性。在设备运行阶段,根据设备的实时运行状态和历史故障记录,制定科学合理的运维检修计划,定期进行维护和保养,及时发现并处理潜在问题,延长设备的使用寿命。在设备退役阶段,对设备进行全面的评估和合理的处置,实现资源的回收和再利用,降低对环境的影响。通过实施全生命周期运维检修策略,能够从整体上提高设备的性能和经济效益,有效降低设备的全生命周期成本,实现设备价值的最大化。

4.4 智能运维检修策略

随着人工智能、大数据、物联网等前沿技术的飞速发展,智能运维检修策略逐渐成为新能源发电设备运维检修的发展方向。智能运维检修策略充分利用先进的传感器、智能算法和自动化设备,实现对设备运行状态的实时、全方位监测、精准故障诊断和自动检修。通过物联网技术,将各个设备连接成一个有机的整体,实现设备之间的数据共享和协同工作,使得运维人员能够实时掌握设备的运行状态^[4]。利用人工智能算法,如深度学习、机器学习等,对设备运行数据进行深度分析和挖掘,从中发现潜在的故障模式和规律,实现故障的智能诊断和预测。采用机器人和自动化设备进行设备的检修和维护,不仅能够提高检修效率和质量,还能减少人工干预,降低运维成本,提高设备的可靠性和安全性。实施智能运维检修策略需要企业投入大量的资金用于购置先进的设备和技术,同时还需要具备强大的技术力量来支持系统的开发和维护,对企业的技术实力和管理水平提出了较高的要求。

结束语

新能源发电设备运维检修策略优化是保障发电系统高效稳定运行的关键。通过基于风险、状态、全生命周期和智能的运维检修策略,可有效应对当前运维检修面临的诸多问题,合理分配资源,提高检修的针对性和有效性,降低成本,提升设备可靠性和安全性。未来,随着技术的不断进步,需持续探索和完善运维检修策略,以适应新能源发电行业的快速发展,为能源供应的稳定与可持续发展提供有力支持。

参考文献

- [1]李逍.电厂数字化运维数据资产管理应用[J].国际援助,2024(32):157-159.
- [2]高中豪.某新能源电厂运维精益化管理优化分析[J].能源研究与管理,2024,16(3):49-56.
- [3]李小明.王强.风力发电场运维管理模式创新研究[J].电力科技,2023(3):25-30.
- [4]张悦.陈辉.基于大数据的风力发电设备运维管理实践[J].新能源研究,2022,15(4):35-40.