

风力发电设备运维存在的问题及改进探讨

霍志龙

国能（济南）新能源有限公司河口分公司，山东 东营 257000

[摘要]随着我国经济的快速发展和人民生活水平的不断提高，能源需求持续增长，同时，环境污染和资源浪费等问题也愈加严峻。作为一种清洁能源，风力发电凭借其环保、可再生等优势，展现出广阔的发展前景。然而，风力发电设备的安全运行问题始终是行业关注的重点。文中探讨风力发电设备运维工作的重要性，分析当前存在的主要问题，并提出相应的优化措施，以推动风电行业的健康发展。

[关键词]风力发电设备；设备运维；问题及策略

DOI: 10.33142/aem.v7i4.16401

中图分类号: TM614

文献标识码: A

Discussion on the Problems and Improvement of Wind Power Equipment Operation and Maintenance

HUO Zhilong

Hekou Branch of Guoneng (Ji'nan) New Energy Co., Ltd., Dongying, Shandong, 257000, China

Abstract: With the rapid development of Chinese economy and the continuous improvement of people's living standards, energy demand continues to grow. At the same time, problems such as environmental pollution and resource waste have become increasingly severe. As a clean energy source, wind power has shown broad development prospects with its advantages of environmental protection and renewability. However, the safe operation of wind power generation equipment has always been a key concern in the industry. The article explores the importance of wind power equipment operation and maintenance, analyzes the main problems currently existing, and proposes corresponding optimization measures to promote the healthy development of the wind power industry.

Keywords: wind power generation equipment; equipment operation and maintenance; problem and strategy

引言

随着全球对可再生能源需求的不断增长，风力发电作为一种清洁、绿色、可持续的能源形式，已成为全球能源结构调整的重要方向。我国在风力发电领域取得了显著的进展，且风电装机容量连续多年位居全球第一。然而，随着风电产业规模的扩展及风力发电技术的持续发展，风电设备的运维管理问题逐渐浮现。尤其是在运维效率、成本控制及设备稳定性方面，诸多挑战已被提出。风电设备的长期稳定运行不仅关乎发电效益，也直接影响风电场的安全性、经济性以及对国家能源结构优化的支持力度。尽管风电行业的运维工作起步较晚，但随着技术的不断创新与市场的逐渐成熟，提升运维管理效率与质量，已变得至关重要，以确保风电场的整体运营水平。当前，我国风电运维管理普遍存在资金投入不足、技术手段滞后、专业人员匮乏、运维体系不完善等问题。由此，设备故障频发、维修周期过长、经济损失严重等问题不断出现，进而影响了风电项目的长期盈利能力与可持续发展。因此，对风力发电设备运维中存在的问题及其改进策略进行研究，不仅能够提升设备运维管理水平，也将为我国风电行业的稳定发展及能源转型提供重要保障。

1 风力发电设备运维工作的重要性

风力发电设备的运维工作在保障风电机组长期稳定

运行、提高运行效率以及确保风电场经济效益方面，发挥着至关重要的作用。作为可再生能源的关键组成部分，风力发电在全球能源转型中正发挥着日益重要的作用。然而，风力发电设备通常位于高海拔、偏远区域或海上，面临着复杂的运行环境，且设备在高负荷运转下易受恶劣自然条件的影响，这使得设备故障的风险增大。通过有效的运维管理，潜在问题可以及时被识别，故障的发生得以预防，风电机组的使用寿命得以延长，设备停机时间也得以缩短，从而提升风电场的电力产出与经济回报。随着风电装机容量的逐步增长，风电设备的维护与管理所面临的挑战也在不断加大。若忽视运维管理，风电机组的稳定性将可能下降，甚至可能引发安全事故与经济损失。运维工作不仅应包括定期巡检、维护和故障排除，还应借助现代信息技术，推动智能化运维手段的应用，以确保风电设备的高效、安全运行，进而为推动绿色能源的可持续发展提供有力保障。

2 风力发电设备运维工作的主要内容

2.1 风电运行

风电运行是风力发电设备运维工作中的核心任务之一，其主要目的是确保风电机组在最佳状态下高效、安全地运行。风电运行包括对设备的实时监控、运行数据的分析与性能评估等关键环节。在这一过程中，通过传感器和监控系统，对风电机组的主要部件（如叶片、齿轮箱、发

电机、主轴承等)进行持续监测,温度、压力、振动、负荷等数据被实时收集,并通过远程监控平台进行集中分析。通过这些数据的实时监控,潜在问题能够被及时发现,运维人员得以防止故障的发生。同时,风电机组的运行效率定期被评估,以确保其达到预定的发电能力和性能标准^[1]。在风电运行中,风资源评估也是不可或缺的环节,以确保风机在合适的风速条件下工作,从而避免低效或过度运行。除了设备性能的监测,风电运行还涉及与电网的协调工作,电力输出与电网负荷需求应当相匹配,进而确保电力供应的稳定性。

2.2 风电维护

风电维护是风力发电设备运维工作中的重要环节,其目的是通过定期检查、故障排查与修复,确保风电机组长期稳定运行与高效发电。维护工作可分为预防性维护与纠正性维护两大部分。预防性维护主要通过定期检查与检测设备各部件,潜在故障风险能够被识别,并及时进行调整与保养,从而避免设备发生严重故障或停机。常见的检查内容包括机械部件(如齿轮箱、主轴承、叶片等)的润滑、紧固及清洁,电气系统(如控制系统、变流器等)的性能测试与校准。纠正性维护则是在设备出现故障或性能下降时,问题得以迅速诊断,并进行修复,以恢复设备的正常运行。此外,风电维护还涉及备品备件的管理,确保关键零部件能够及时更换与供应。风电场的环境适应性评估也是维护的一项重要内容,特别是在极端天气或特殊气候条件下,风机叶片需及时进行清洁与除冰等工作以减少自然因素对设备的影响。

3 风力发电设备运维工作中存在的问题

3.1 运维资金投入需求居高不下

风力发电项目的全生命周期包括投资开发、设备安装和生产运维三个主要阶段。在确定项目投资预算的前提下,项目的经济效益不仅受项目竣工和投运后的生产运营情况影响,前期的投资、设备采购、电场建设以及设备安装等也会消耗大量资金。此外,风电场在后续的生产 and 运行阶段可能面临不确定的风险,一旦风险过大,可能需要额外的资金投入。这就导致了风电场运维阶段资金需求的持续增加,如果资金投入不足,可能会影响设备的顺利运维,进而影响项目的经济效益。

3.2 专业运维岗位人员缺口大

风力发电设备的运维工作需要高度专业化的技术人员。然而,当前风电行业正面临着专业运维岗位人员严重短缺的困境。随着风电装机容量的持续增长,运维需求不断增加,但行业内具备足够专业知识与实践经验的技术人员远远无法满足这一需求。多数运维岗位要求人员不仅需要掌握机械、电气、自动化等多个学科的知识,还必须能够在高空、恶劣天气等复杂环境中工作。然而,目前我国风电行业的专业技术人员数量不足,且现有运维人员的技术水平参差不齐,系统性的专业培训与实践经验也严重缺乏^[2]。

许多风电企业还面临着高额培训成本及人员流动率较高的问题,这进一步加剧了人员短缺的局面。

3.3 先进运维技术应用范围亟需扩大

尽管风力发电设备的运维技术在近年来取得了一定进展,但在风电行业中,先进运维技术的应用仍处于有限状态,亟需进一步扩展。许多风电场依然依赖传统的人工巡检与定期维护方式,这种方式不仅效率较低,还容易忽略设备潜在的隐患。尽管一些先进技术,如物联网、大数据分析、人工智能(AI)以及无人机巡检等,已经在部分风电场得到了应用,但这些技术的普及程度仍然较低。尤其是中小型风电场,由于资金不足及技术人员短缺等原因,许多风电场尚未能够全面部署智能监测系统或进行远程故障诊断。此外,现有技术的应用主要集中在设备监测与数据采集层面,智能分析与故障预测方面的深入应用却严重缺乏,这导致设备的运维管理仍处于较为被动的状态。若这些先进运维技术未能在更广泛的范围内推广应用,风电设备的运行效率与风电场的整体经济效益将严重受到影响。

4 风力发电设备运维工作的改进策略

4.1 加大资金投入,建立全寿命全周期的管理理念

加大资金投入并实施全寿命周期管理理念,是提升风力发电设备运维效率、确保设备长期稳定运行的重要策略。风力发电机组的建设阶段通常需要大量初期资金,但在许多风电场的规划与建设过程中,运维阶段的资金需求未被充分预见,导致后期运维资金不足。随着风电机组使用年限的增加,设备逐渐进入老化期,运维成本也呈现上升趋势,这些成本主要包括设备维护、零部件更换、故障修复及性能提升等。若在设备初期运行阶段未对这些长期运维成本进行合理规划,一旦设备发生故障或性能下降,缺乏资金将可能导致维护工作滞后,甚至影响风电场的正常运行。因此,风电行业迫切需要通过建立全寿命周期管理理念,科学规划与分配资金。从项目的设计与规划阶段开始,设备后期的运维需求应当得到充分考虑,包括预留足够的维修资金、建立合理的备品备件储备体系,并制定长期的技术更新与升级计划。全寿命周期管理还要求对每个设备的运行状态进行持续监控与数据分析,从而实现精准的故障预判与维修决策,避免突发性故障带来的资金浪费^[3]。通过这一管理理念,既可以提高设备利用效率,延长使用寿命,又能确保风电场的经济效益与可持续发展。合理安排资金投入与科学管理将有助于增强风电场的运营能力,减少停机时间,降低意外损失,从而提高整体运营的稳定性与盈利能力。

4.2 强化人才队伍,开展系统专业的运维人员培训

加强人才队伍建设并开展系统性、专业化的运维人员培训,是提升风力发电设备运维水平、确保设备高效稳定运行的关键策略之一。风电设备的运维工作跨越多个学科领域,要求运维人员不仅具备扎实的机械、电气、自动化

等方面的理论基础,还需拥有丰富的现场操作经验与故障处理能力。然而,目前我国风电运维行业面临技术人才不足、专业培训体系不完善等问题,导致整体运维队伍的技术水平参差不齐,特别是在一些偏远地区和大规模风电场,高水平的专业技术人员仍然匮乏。为解决这一困境,必须加大对运维人员培训的力度,特别是在系统化、专业化培训体系的建设上。根据风电场的规模、设备种类以及运维工作内容,具有针对性的培训课程应当被设计,确保不同层级、不同专业的运维人员能够掌握必要的知识与技能。例如,新员工应接受风电基础理论与设备原理的培训,而高级技术人员与管理人员则需进行更深入的故障诊断、设备维护、运行优化等方面的教育。此外,培训内容不仅应涵盖基础理论与技术操作,实际操作训练也应得到充分重视。例如,通过虚拟现实(VR)模拟或实地演练等方式,运维人员的动手能力与应急响应能力能够得到增强。由于运维人员常常面临复杂环境与突发设备故障,提升其问题解决与现场判断能力尤为重要。与此同时,风电行业的技术认证体系应当被构建,鼓励运维人员通过认证考试提高专业水平,从而推动行业人才的标准化发展。为进一步加强运维人员的技术能力,跨行业、跨领域的技术交流与合作应当被积极推动,产学研结合的促进也应得到重视。风电行业的技术培训平台应当被搭建,定期组织技术研讨会、培训班等活动,推动经验分享与技术更新。

4.3 引进先进技术,切实提高运维与监管的有效性

引进先进技术以提升运维效率与监管效能,是确保风力发电设备长期稳定运行并降低故障率的关键措施。随着信息技术、人工智能、大数据以及物联网等技术的不断进步与应用,风电行业的运维管理逐渐进入智能化、数字化的新时代。传统的运维模式依赖人工巡检与定期维护,往往存在较高的人工成本,且潜在设备问题无法及时识别,从而导致较长的停机时间与较低的维修效率。为解决这些问题,风电企业应当积极引进先进技术,以提升运维工作的精准性与效率。物联网技术通过安装传感器实时监测风电设备的各个部件,关键数据如振动、温度、电流、风速等被收集,并通过无线网络传输至中央监控平台。设备状态可以随时掌握,运维人员能够及时发现潜在故障隐患,从而在问题发生之前采取预防措施,避免设备出现突发性

故障,造成生产损失^[4]。此外,借助大数据分析 with 人工智能技术,能够深入挖掘大量运行数据,为故障预测与设备健康评估提供支持。异常模式能够通过人工智能算法识别,预测可能出现的故障趋势,优化维护计划,减少非计划性停机时间。远程监控与智能诊断系统的引入,也使得运维人员能够在控制中心集中管理多个风电场,进行远程故障诊断与决策,从而提升协同效率与决策速度。而无人机巡检技术,则在高空或难以到达的风电机组部件检查中,展现了极大的优势。无人机搭载高清摄像头与红外热成像技术,风机叶片、塔架等部位能够高效且安全地检测,潜在问题如裂纹、腐蚀、积冰等能够及时发现,从而减少人工巡检的风险,提高故障检测的精度。

5 结语

风力发电设备的运维工作对保障风电场的高效、安全运行、提高设备利用率及降低故障率至关重要。然而,当前风电运维领域面临着诸多挑战,如资金投入不足、技术应用滞后以及专业技术人员短缺等问题。为应对这些困难,必须加大资金投入,采用全生命周期管理理念,提升运维人员的专业技能,同时积极引入智能化与数字化技术,从而实现更加高效、精准的运维管理。随着风电产业的持续发展与技术进步,风力发电设备的运维将朝着智能化、精细化及系统化的方向迈进。这一转变,不仅能够显著提升风电行业的整体竞争力,还能推动绿色能源的可持续发展,为全球能源转型目标的实现提供重要支持

【参考文献】

- [1]曹占有.风力发电设备运维存在的问题及改进探讨[J].中国设备工程,2025(1):70-72.
- [2]朱洪喜.风力发电设备运维中存在的问题与优化措施[J].光源与照明,2024(2):180-182.
- [3]庄甦.浅析风力发电设备运维存在的问题与改进措施[J].中国设备工程,2021(3):38-40.
- [4]李景来.基于无损检测技术的新能源风力发电设备运维研究[J].电气技术与经济,2025(2):252-255.

作者简介:霍志龙(1988.9—),毕业院校:吉林农业大学,所学专业:自动化,当前就职单位:国能(济南)新能源有限公司河口分公司,职务:运检班长,职称级别:工程师。