

关于海上风电在运维期安全管控的思考

汪少红

广东华电福新阳江海上风电有限公司

DOI:10.12238/jsse.v3i3.14952

[摘要] 随着全球对清洁能源需求的不断增长,海上风电作为一种重要的可再生能源形式,在过去几十年中得到了迅速发展。然而,海上风电运维工作面临着诸多风险和挑战,如复杂的海洋气象条件、设备故障、海上交通安全等。本文旨在深入分析海上风电运维期的主要风险因素和危险点,并提出相应的安全措施,以确保海上风电运维工作的安全、高效进行。通过加强风险管控、完善安全管理制度、提高运维人员安全意识和技能等措施,可以有效降低海上风电运维期的安全风险,保障海上风电设施的安全稳定运行,为海上风电产业的可持续发展提供强有力支持。

[关键词] 海上风电; 运维期; 风险因素; 危险点; 安全措施

中图分类号: TQ023+.5 **文献标识码:** A

Thoughts on Safety Management and Control During the Operation and Maintenance Phase of Offshore Wind Power

Shaohong Wang

Guangdong Huadian Fuxin Yangjiang Offshore Wind Power Co., Ltd.

[Abstract] With the growing global demand for clean energy, offshore wind power, as an important form of renewable energy, has experienced rapid development over the past few decades. However, the operation and maintenance (O&M) of offshore wind farms face numerous risks and challenges, such as complex marine weather conditions, equipment failures, and maritime transportation safety. This paper aims to conduct an in-depth analysis of the main risk factors and hazards during the O&M phase of offshore wind power and proposes corresponding safety measures to ensure safe and efficient O&M operations. By strengthening risk management, improving safety management systems, and enhancing the safety awareness and skills of O&M personnel, the safety risks during the O&M phase can be effectively reduced. These measures will help ensure the safe and stable operation of offshore wind facilities, providing strong support for the sustainable development of the offshore wind power industry.

[Key words] Offshore wind power; Operation and maintenance (O&M) phase; Risk factors; Hazard points; Safety measures

引言

海上风电作为一种清洁能源,具有资源丰富、发电效率高、不占用陆地资源等优势,近年来在全球范围内得到了广泛的发展。然而,由于海上风电所处的特殊环境,其运维工作面临着诸多风险和挑战。据统计,我国沿海地区每年台风发生次数约为6~8次,台风对海上风电设施造成的损失巨大。同时,海上风电设备在海浪、海风等环境因素作用下容易发生腐蚀、磨损等问题,增加了运维的难度和风险。此外,海上风电运维还涉及到海上交通安全问题,船舶碰撞、火灾、溢油等事故时有发生。因此,加强海上风电在运维期的安全管控至关重要。

1 海上风电运维期主要风险因素

1.1 自然环境因素

海上风电场通常位于远离陆地的海域,运维人员需要面对复杂多变的海洋气象条件,如台风、暴雨、大雾、海浪、风暴潮等。这些极端天气对运维作业的安全性和效率造成严重影响。据统计,我国沿海地区每年台风发生次数约为6~8次,台风对海上风电设施造成的损失巨大。例如,2024年台风“摩羯”登陆广东和海南等地,对海南地区的海上风电场造成了严重破坏,部分风机叶片折断、塔筒倾斜,直接经济损失高达数亿元。此外,海上风电设备长期暴露在海水中,受到海水的腐蚀和冲刷,容易导致设备结构损坏、性能下降。据我国某海上风电场统计,其设备年腐蚀损失率约为5%,且腐蚀问题在风力等级较高的海域更为严重。

1.2 设备故障因素

海上风电设备通常体积庞大、结构复杂,如海上风电叶片的长度可达60米以上,运维人员在进行设备维护时需要克服高空作业、狭小空间作业等困难。此外,海上风电设备在海浪、海风等环境因素作用下容易发生腐蚀、磨损、疲劳等问题,导致设备故障频发。据统计,海上风电设备故障率约为2%-3%,其中叶片故障最为常见,约占设备故障总数的30%。^[1]设备故障不仅会导致发电量下降、停机维修等问题,还可能引发安全事故,对运维人员的人身安全构成威胁。

1.3 海上交通因素

海上风电场运维人员需要在海上进行航行和作业,海上航行风险较大,如船舶碰撞、火灾、溢油等事故时有发生。以“船舶上发生的事故”为例,船舶能够在有限的时间内运载大批施工人员,因此,相关的安全事故极有可能影响一大群人,应当引起足够重视。2018年,共发生278起与船舶相关的事故及危险,其中34%为高风险潜在事故。^[2]此外,海上风电场周边通常存在其他船舶活动,如渔船、商船等,这些船舶的航行轨迹和速度难以预测,容易与海上风电运维船舶发生碰撞。例如,2019年某海上风电场运维船舶在作业过程中与一艘渔船发生碰撞,导致渔船沉没,造成人员伤亡和财产损失。

1.4 人员操作因素

海上风电运维工作需要专业的技术和技能,运维人员的操作水平和安全意识直接影响到运维工作的安全和效率。然而,目前我国海上风电运维人员的专业素质和技能水平参差不齐,部分运维人员缺乏必要的安全培训和操作经验,在作业过程中容易出现违规操作、误操作等问题,从而引发安全事故。例如,2020年某海上风电场运维人员在进行风机检修时,未按照操作规程进行操作,导致风机突然启动,造成人员伤亡。

2 海上风电运维期危险点分析

2.1 风机登高作业

风机登高作业是海上风电运维工作中最常见的危险点之一。运维人员在进行风机登高作业时,需要攀爬高达几十米甚至上百米的风机塔筒,面临着高处坠落、物体打击等风险。此外,风机塔筒内部空间狭小,通风条件差,运维人员在作业过程中还可能面临缺氧、中毒等风险。例如,2017年某海上风电场运维人员在进行风机登高作业时,因安全带佩戴不当,从塔筒上坠落身亡。

2.2 狭小空间作业

海上风电设备中存在许多狭小空间,如风机机舱、塔筒底部、海上升压站等,运维人员在进行设备维护和检修时,需要进入这些狭小空间作业。狭小空间作业面临着通风不良、缺氧、中毒、火灾、爆炸等风险。例如,2018年某海上风电场运维人员在进入风机机舱进行检修时,因机舱内通风不良,导致运维人员缺氧窒息死亡。

2.3 电气作业

海上风电设备涉及大量的电气设备和系统,运维人员在进

行电气作业时,面临着触电、电气火灾、爆炸等风险。此外,海上风电设备长期暴露在潮湿、盐雾等环境中,电气设备容易受到腐蚀和损坏,增加了电气作业的风险。例如,2019年某海上风电场运维人员在进行电气设备检修时,因未采取有效的安全措施,导致触电身亡。

2.4 船舶作业

船舶是海上风电运维工作中不可或缺的交通工具,船舶作业面临着船舶碰撞、火灾、溢油、倾覆等风险。此外,海上风电运维船舶通常需要在复杂的海洋环境中航行和作业,如风浪、潮汐、海流等,增加了船舶作业的难度和风险。例如,2020年某海上风电场运维船舶在航行过程中遭遇强风巨浪,导致船舶倾覆,造成人员伤亡和财产损失。

3 海上风电运维期的安全管控措施

3.1 加强风险评估与预警

建立完善的风险评估体系,对海上风电运维期的各种风险因素进行全面、系统的评估,制定相应的风险控制措施。同时,加强对海洋气象、海况等信息的监测和分析,及时发布风险预警信息,为运维人员提供决策依据。例如,通过安装气象监测设备、海况监测设备等,实时监测海洋气象和海况变化,提前发布台风、暴雨、海浪等预警信息,确保运维人员能够及时采取防范措施^[3]。

3.2 完善安全管理制度

建立健全海上风电运维安全管理制度,明确运维人员的安全职责和操作规程,加强对运维工作的监督和管理。例如,制定《海上风电运维安全操作规程》《海上风电运维人员安全培训制度》《海上风电运维设备管理制度》等,确保运维工作有章可循。同时,加强对安全管理制度的执行情况的检查和考核,对违反安全管理制度的行为进行严肃处理^[3]。

3.3 提高运维人员安全意识和技能

加强对运维人员的安全培训和教育,提高运维人员的安全意识和技能水平。培训内容包括安全法规、安全操作规程、应急处理技能等。例如,定期组织运维人员参加安全培训课程、安全演练等活动,提高运维人员的安全意识和应急处理能力。同时,鼓励运维人员参加相关的职业技能培训和认证考试,提高运维人员的专业素质和技能水平^[3]。

3.4 加强设备维护与管理

建立完善的设备维护与管理制度,加强对海上风电设备的日常维护和管理,及时发现和处理设备故障。例如,制定《海上风电设备维护计划》《海上风电设备故障处理流程》等,定期对设备进行巡检、保养和维修,确保设备处于良好的运行状态。同时,加强对设备备品备件的管理,确保备品备件的充足和及时供应。

3.5 强化海上交通安全管理

加强对海上风电运维船舶的管理,确保船舶适航、船员适任。同时,加强对海上交通秩序的管理,避免船舶碰撞等事故的发生。例如,严格审查运维船舶的资质和证书,定期对船舶进行

检验和维护,确保船舶的安全性能。加强对船员的培训和考核,提高船员的驾驶技能和安全意识。同时,加强对海上风电场周边海域的交通管制,设置明显的警示标志和导航设施,确保海上交通秩序的安全和畅通。

3.6完善应急救援体系

建立健全海上风电运维应急救援体系,制定完善的应急预案,加强应急救援队伍建设和应急物资储备。例如,制定《海上风电运维突发事件应急预案》《海上风电运维人员伤亡事故应急预案》等,明确应急救援的组织机构、职责分工、应急响应程序等。同时,加强应急救援队伍的培训和演练,提高应急救援队伍的实战能力。定期对应急物资进行检查和维护,确保应急物资的充足和有效^[3]。

4 结论

海上风电作为一种清洁能源,具有广阔的发展前景。然而,海上风电运维期面临着诸多风险因素和危险点,如自然环境因素、设备故障因素、海上交通因素、人员操作因素等,这些风险因素和危险点严重威胁着海上风电运维工作的安全和效率。因此,加强海上风电在运维期的安全管控至关重要。通过加强风险

评估与预警、完善安全管理制度、提高运维人员安全意识和技能、加强设备维护与管理、强化海上交通安全管理、完善应急救援体系等措施,可以有效降低海上风电运维期的安全风险,确保海上风电运维工作的安全、高效进行,为海上风电产业的可持续发展提供有力保障。在未来的发展中,还需要不断加强对海上风电运维安全技术的研究和创新,提高海上风电运维安全管理水平,推动海上风电产业的健康、快速发展。

[参考文献]

[1]高晨,赵勇,汪德良,等.海上风电机组电气设备状态检修技术研究现状与展望[J].电工技术学报,2022,37(S1):30-42.

[2]高空坠物、船舶事故引警醒!2018全球海上风电安全事故统计报告! [N].《风能》杂志,2018.

[3]国家能源局,《国家能源局关于进一步加强海上风电项目安全风险防控相关工作的通知》—国能发安全【2022】97号 [E],2022.11.11.

作者简介:

汪少红(1974--),男,汉族,湖北武汉市人,大学本科,工程师,本人从事海洋风电场建设及运营的安管理工作。