

# 多类型吊装设备在风电施工中的安全管理策略研究

高文强 王毓武

西北水利水电工程有限责任公司

DOI:10.32629/hwr.v10i3.6899

**[摘要]** 风电工程施工具有作业环境复杂、设备体积庞大、施工风险集中等特点,吊装作业作为核心环节,涉及多类型吊装设备协同作业,安全管理难度显著高于常规工程。当前风电施工中吊装设备种类多样、工况差异明显、现场组织复杂,易引发设备倾覆、构件坠落、人员伤害等安全事故。本文结合风电施工特点,分析多类型吊装设备作业存在的安全隐患,从设备选型、现场管理、人员管控、技术保障、制度建设等方面提出系统化安全管理策略,旨在提升风电吊装作业安全水平,保障工程顺利推进,推动风电行业安全稳定发展。

**[关键词]** 风电施工; 吊装设备; 安全管理; 多类型设备; 施工安全

中图分类号: TU714 文献标识码: A

## Research on Safety Management Strategies for Multi-Type Lifting Equipment in Wind Power Construction

Wenqiang Gao Yuwu Wang

Northwest Water and Hydropower Engineering Co., Ltd.

**[Abstract]** Wind power project construction has the characteristics of complex working environment, large equipment size, and concentrated construction risks. The hoisting operation, as a core part, involves the collaborative work of various types of hoisting equipment, and the management difficulty is significantly higher than that of conventional projects. Currently, in wind power construction, the types of hoisting equipment are diverse, the working conditions are significantly different, and the on-site organization is complex, which is prone to cause safety accidents such as equipment overturning, component falling, and personnel injury. This article, based on the characteristics of wind power construction, analyzes the potential safety hazards in the operation of various types of hoisting equipment, and proposes systematic safety management strategies from aspects such as equipment selection, on-site management, personnel control, technical support, and system construction, aiming to improve the safety level of wind power hoisting operations, ensure the smooth progress of the project, and promote the safe and stable development of the wind power industry.

**[Key words]** Wind power construction; Lifting equipment; Safety management; Multi-type equipment; Construction safety

### 1 引言

风电属于促进能源结构转型的重要清洁能源,工程大多处在山地、沿海等复杂的地区,施工安全风险较大。吊装作业属于关键部分,需要依靠各种吊装设备来完成大型构件的安装工作,设备种类繁多、交叉作业频繁,安全管理工作较为繁杂。由于风电建设规模的不断扩大以及吊装设备的不断升级,一些项目由于选型、组织、操作、人员和制度落实不到位而造成安全事故的发生。因此对各种吊装设备的安全管理措施进行系统的探究,建立全周期标准化的管控体系,对防止事故发生、保证人员安全、提升工程质量有着十分重要的现实意义。

### 2 多类型吊装设备在风电施工中应用的特点与安全价值

风电施工环境特殊,构件尺寸大、重量重、安装精度要求高,单一吊装设备不能满足全流程作业需要,必须根据施工阶段、场地条件、吊装对象合理选择多类型吊装设备。履带吊机动性好、接地比压小、稳定性高,适合于山地、软土地基等复杂场地大件吊装,主要用于塔筒、机舱等重型构件的吊装。汽车吊转场快捷、布置灵活,适合于场地平整、作业周期短的辅助吊装作业<sup>[1]</sup>。专用风电吊装设备由于风电叶片安装需要高精度、高准确度,因此作业高度高,且能实现叶片多角度吊装,是风电场

大型设备之一。使用多种吊装设备进行协同作业,可以完成构件卸车、场内运输、定位吊装、精确就位等各个环节的工作,从而提高施工效率。

多类型吊装设备的安全管理同风电施工总体安全有直接联系。安全管理体系可防止单位因设备倾覆、钢丝绳断开、构件相撞、高空坠落而产生的人身及财产安全事故的发生,保障施工人员安全和作业现场正常运行。完善安全控制体系可以改善设备调度和作业过程,削减交叉作业矛盾,加强现场组织能力。科学合理的防护,延长了设备的使用时间,减少故障率,降低了维修费用,避免因停工而造成的损失。提升吊装设备的安全管理水平是做好安全生产责任的担当、推进风电工程标准化建设、实现风电行业健康发展的基本条件。

### 3 风电施工中多类型吊装设备存在的主要安全问题

#### 3.1 设备选型与现场工况匹配不足

部分项目吊装设备选型未充分论证场地承载力、地形、作业半径及构件重量等参数,导致设备性能无法满足施工要求。复杂地形选用接地压力大的设备,易引发地面沉降、设备倾覆。为赶工期超性能、超范围作业,擅自扩大作业半径、提升吊装重量,严重超出安全极限。设备进场验收不全面,老化、磨损及安全装置失效等问题未能及时排查,埋下重大安全隐患。

#### 3.2 多设备交叉作业组织混乱,协同风险突出

施工现场多设备协同、多工序交叉作业频繁,因缺乏统一调度易引发安全冲突。多数项目未编制专项交叉作业方案,造成区域重叠、顺序混乱,易发生吊臂碰撞、构件摆动撞击等事故。指挥人员对设备参数不熟悉,信号不统一、传递不及时,易导致操作失误。班组间沟通不畅、衔接滞后,进一步加剧现场安全风险。

#### 3.3 操作人员专业能力不足,安全意识薄弱

风电吊装对技能与安全要求较高,但部分操作人员缺乏专业培训,不熟悉大型设备与特殊工艺。作业人员安全意识淡薄,违章操作、冒险作业、简化流程等现象普遍存在,未按规定开展设备检查与防护佩戴。维保人员专业能力不足,无法及时排查制动、液压、安全限位等关键部位隐患,造成设备带病运行。

#### 3.4 现场安全管控体系不完善,制度落实不到位

现有安全管理制度针对性不强,缺少多类型吊装设备专项细则。各方安全责任划分模糊,建设、施工、监理及出租方责任边界不清,出现问题相互推诿<sup>[2]</sup>。安全检查流于形式,吊装全过程监管缺失,隐患难以及时消除。安全防护、警戒隔离及应急装备配置不足,突发事件处置能力薄弱。

#### 3.5 外部环境影响突出,风险应对能力不足

风电施工大多处在开阔地区,容易受到大风、雷电、雨雪、低温等恶劣天气的影响,部分项目没有建立完善的天气预警和停工制度,违规作业很容易造成设备失稳。山地、沿海、滩涂等场地地形复杂,地基处理不到位容易造成设备沉降、倾斜甚至倾覆。夜间和连续作业还存在着照明不够、人员疲劳等问题,从而加大了安全隐患。

### 4 多类型吊装设备在风电施工中的安全管理策略

#### 4.1 科学选型与验收,夯实设备安全基础

设备选型是吊装安全首要环节,需严格遵循因地制宜、按需配备、性能匹配原则。施工单位需全面勘察施工场地,掌握地形、地基承载力、周边环境及作业空间等条件,结合塔筒、机舱、叶片等吊装构件的重量、尺寸、安装高度,科学选定吊装设备及参数。优先选用风电专用吊装设备,复杂场地优先采用接地比压小、稳定性强的履带吊,灵活配置汽车吊辅助作业,严禁超规格、超性能选用设备。

严格执行设备进场验收制度,全面核查出厂合格证、检测报告、维护记录等资料,对结构件、传动系统、制动系统、液压系统、安全限位装置、钢丝绳、吊钩等关键部位逐一检查,确保部件完好、运行正常、安全装置灵敏有效。加大对老旧、长期闲置、转场频繁设备的检测力度,不合格设备一律禁止进场。建立设备台账与全生命周期管理档案,完整记录进场、使用、保养、维修信息,实现设备状态全过程可追溯。

#### 4.2 优化现场组织与调度,降低交叉作业风险

建立统一高效的现场调度体系,成立专项吊装指挥小组,全面负责设备作业安排、协调调度与安全管控。依据施工进度与作业需求制定详细吊装计划,明确各设备作业区域、顺序与时间,避免交叉重叠、相互干扰。划分专用吊装作业区、设备停放区、构件堆放区,设置醒目警示标志,严禁无关人员及车辆进入。

制定多设备交叉作业专项方案,明确设备回转半径、作业路线、指挥信号与安全距离,保障设备及构件间安全间距。统一指挥信号与沟通方式,采用专业指挥人员搭配无线通讯设备的模式,确保指令清晰、传递快捷、执行到位。加强与土建、安装、电气等专业协作,科学衔接施工工序,避免吊装与其他工序相互影响<sup>[3]</sup>。严格执行作业许可制度,大型构件、特殊工况吊装必须履行审批手续,未经批准不得擅自作业。

#### 4.3 强化人员培训与管理,提升安全作业能力

构建全员安全培训体系,针对风电吊装特点开展专项培训,内容涵盖设备性能、操作规程、安全规程、风险辨识、应急处置等。对操作人员、指挥人员、司索人员、维护人员实施分类培训,确保作业人员熟知设备结构与安全要求。严格落实持证上岗制度,所有吊装作业人员必须具备相应资质,无证人员严禁上岗。

强化现场安全意识教育,严禁违章操作、疲劳作业、冒险作业等行为。定期开展安全教育、警示学习及事故案例分析,提升作业人员安全防范意识。落实岗位责任制,明确操作人员、指挥人员、安全管理人员的岗位职责,将安全责任压实到人。合理安排作业时间,避免长时间连续作业,保障人员精神状态饱满,提升作业稳定性与安全性。

#### 4.4 完善制度体系与过程管控,实现全流程安全覆盖

建立覆盖设备、作业、人员、现场防护、应急管理等全方位的风电吊装专项安全管理制度,形成标准化、规范化体系。明确建设、施工、监理、设备供应等各方安全责任,细化责任清单,构建层层落实、全过程监管的责任体系。严格管控吊装作业全

流程,作业前全面检查设备、场地、吊具、索具及气象条件,确认合格后方可施工;作业中安排专人全程监督,及时纠正违规行为,突发情况立即停工;作业后做好设备检查、保养、场地清理及记录工作。强化安全检查与隐患排查,采取日常、专项、综合检查相结合方式,建立隐患台账,实行限期整改、闭环管理。

表一 风电吊装作业人员培训与管理指标

培训与管理项目	具体数值要求
岗前专项培训时长	不少于 72 学时
定期安全复训频次	每季度不少于 1 次,全年不少于 4 次
安全警示教育频次	每月不少于 1 次,典型案例全年不少于 12 个
持证上岗率	100%
岗位安全考核合格率	100%
单次连续作业时长	不超过 4 小时
每日总作业时长	不超过 8 小时
现场安全技术交底覆盖率	100%
应急演练参与率	100%
安全培训考核通过率	不低于 98%

#### 4.5 加强环境应对与应急保障,提升风险处置能力

建立气象监测与预警体系,专人监测风速、雷电等天气变化,达到临界值立即停止起重作业。大风、雨雪、低温等恶劣天气按规定落实防护措施,加强吊装区域地基硬化与加固,确保基础承载力符合要求<sup>[4]</sup>。制定设备倾覆、构件坠落、人员伤亡等突发事件应急预案,明确应急组织、处置程序、救援措施及物资保障。定期组织应急演练,提升人员应急处置与自救互救能力。按标准配备应急救援器材、物资,设置应急通道与救援场地,确保突发事件能够快速有效处置,最大限度减少损失<sup>[5]</sup>。

### 5 结论

多类型吊装设备安全管理工作属于风电施工中系统性、专业性很强的工作,它同工程的安全、质量以及综合效益有着密切

联系。在复杂的施工环境中、多设备协同工作以及高风险作业的情况下,必须从设备选型、现场组织、人员控制、制度建设、应急保障这五个方面来建立全方位的安全管理机制。合理选型、进场验收可以从源头上消除隐患,优化现场调度可以减少交叉作业风险,完善人员培训和责任落实可以提高作业的规范性,健全制度和全过程管控可以形成安全闭环,强化环境应对和应急准备可以提高突发事件处置能力。

实行系统的安全管理规章制度,可以有效地预防吊装作业安全问题的发生,保证人员、设备的安全,提高施工的效率和质量。风电行业迅猛发展,吊装设备不断更新,安全管理也越来越完善,朝向标准、智能、精细的发展方向迈进。施工企业要牢牢守住安全发展这条红线,落实安全生产主体责任,不断加强多类型吊装设备的安全管理能力,为风电工程高质量建设、清洁能源产业健康发展筑牢根基。

#### [参考文献]

- [1]杨文斌.风电工程吊装施工技术的应用[J].能源新观察,2025,(09):50-51.
- [2]陈熙,刘昕冲,刘金良.海上风电机组吊装防干涉施工工艺研究[J].电工技术,2025,(01):93-95.
- [3]邓雪熊,孙范革,邓奇.风电吊装作业中大型起重机械的安全管理与技术应用[A]2024年全国土木工程施工技术交流会论文集(上册)[C].《施工技术》杂志社,施工技术编辑部,2024:3.
- [4]张吉海,郑康胜,王耀武.海上风电机组吊装技术研究[J].机电工程技术,2024,53(09):22-26+116.
- [5]郑新愿,鲁永杰,闫文博.大跨度悬挑铝板幕墙整体吊装技术研究与应用[J].四川水利,2023,44(05):86-88+107.

#### 作者简介:

高文强(1985--),男,汉族,陕西省榆林市人,硕士研究生,高级工程师,电力施工行业安全标准化管理。