陆上风电项目风机吊装施工安全隐患及管控对策

张甲伟

中核汇能新疆能源开发有限公司　新疆　乌鲁木齐　830000

摘　要：陆上风电风机吊装属于危大及超危大工程，施工环节工序复杂、交叉作业多、环境影响因素大，现场存在多类型安全隐患。本文结合风电项目吊装现场标准化管控模式，梳理起重伤害、高处作业、临时用电、环境气象、设备管理等多维度安全隐患，结合项目开工管控清单、全过程监督、多维度风险排查等现有管理举措，针对性制定全方位、规范化的现场管控对策，完善吊装施工全流程安全管理体系，规避各类施工安全风险，保障陆上风电吊装施工有序、安全开展。

关键词：陆上；风电项目；风机吊装；施工安全隐患；管控对策

引言

随着陆上风电项目规模化推进，风机吊装施工频次持续提升，吊装施工是风电工程建设的核心高风险环节。风机吊装涉及大型起重设备、多工种协同作业，受场地、气象、设备、人员、管理等多重因素影响，安全管控难度极大。当前行业内吊装施工安全事故多源于风险排查不全面、管控流程不规范、现场监督不到位等问题。基于项目现有标准化开工管控、全过程旁站、动态气象监测等管理基础，全面排查现场各类安全隐患，优化完善管控体系，是提升风电吊装施工安全管理水平的核心举措。

1 陆上风电项目风机吊装施工基础概况

陆上风电风机吊装施工为典型危大、超危大工程，整体施工流程包含设备进场、场地处理、设备调试、部件吊装、设备收尾等多个核心环节，各环节均存在高安全风险属性。施工现场采用标准化封闭式管理模式，通过硬质围栏实现作业区域、设备摆放区域、通行区域的分区隔离，完全实现作业区域全封闭管控，杜绝无关人员、设备随意进出作业现场。施工场地处理遵循专项标准，针对起重设备作业区域地面开展压实作业，提升地面承载稳定性，不进行地面硬化处理，适配陆上风电野外施工的场地特性[1]。起重设备投入使用前，严格落实空载、动载两类试验工作，检验设备运行稳定性、操作灵活性，排查设备机械故障，保障起重设备满足吊装作业基础条件。作业开工执行多维度核查签字机制，作业前针对现场设备设施、作业环境、作业人员资质、通讯设备状态开展全方位排查，核查工作由建设单位、监理单位、承包单位、施工单位、设备厂家多方安全监督人员共同参与，核查合格并完成联合签字确认后，方可启动吊装作业。高风险作业全程落实管控要求，现场配置视频监控设备，实现作业全过程视频录制，设备具备违章抓拍功能，辅助现场安全管控。同时严格执行项目开工管理清单制度，从手续合规性、组织架构、人员配置、设备设施、信息化报备等多个维度，明确开工前置条件，不满足条件的项目及作业环节一律禁止开工，从源头把控吊装施工安全风险。

2 陆上风电风机吊装施工主要安全隐患

2.1 施工管理体系隐患

风机吊装作为危大、超危大工程，部分施工环节存在专项施工方案管控缺失的问题，未严格落实专项方案审批、专家论证流程，方案内容与现场实际施工工况不匹配，无法为现场作业提供精准指导。项目开工管控落地存在漏洞，部分环节存在合规手续备案不完整、信息化平台填报滞后的情况。部分项目前期组织架构搭建不完善，未按要求设置安全质量环保部、工程管理部，未配备专职安全总监，安全管理岗位人员配置不足。高风险作业旁站管控存在薄弱环节，部分作业时段建设单位现场监督人员在岗履职不到位，现场监督力量无法匹配高风险作业管控需求。合同安全管理存在疏漏，总承包、监理、施工分包合同未完整签订安全生产管理协议，各参建单位安全管理职责划分不清晰，出现安全管理交叉、空白区域。危大工程管控流程未完全贴合行业导则标准，管控流程简化、核查环节缺失，导致管理层面安全隐患持续存在。

2.2 现场作业与人机隐患

吊装现场多工种交叉作业频次高，存在高处作业、

动土作业、动火作业同步开展的情况，多工序叠加提升风险发生概率[2]。高处作业过程中，作业人员操作行为不规范、防护措施落实不到位，易引发高处坠落、物体打击风险。地面动土作业易破坏地下管线、土体结构，影响作业场地稳定性。起重设备长期野外作业，易出现机械磨损、部件老化问题，设备日常检修维护不及时，会导致机械故障，引发机械伤害、起重伤害事故。作业人员资质管控不严，部分关键岗位人员资质不达标、实操能力不足，作业过程中违规操作、盲目操作。临时用电布置不规范，线路敷设杂乱、接地保护不到位、用电设备防护缺失，易出现漏电、短路问题，引发用电安全事故。现场作业通讯设备状态不稳定，设备调试、信号核查不全面，作业过程中通讯中断，会导致吊装操作指令传递失误，引发作业风险。

2.3 设备与运输环境隐患

风机核心设备生产、监造环节管控不足，设备驻厂监造工作落实不到位，无法及时排查设备生产过程中的质量缺陷，不合格设备进场投入使用后，会在吊装作业中出现部件故障、结构失稳问题。设备出厂检测流程简化，质量核查数据不完整，设备本身存在固有安全隐患。风机设备体积大、重量高，场外运输环节路线规划不合理，路况核查不全面，运输过程中易出现设备颠簸、部件受损、车辆偏移等车辆伤害及设备损坏风险。设备进场后堆放、保管不规范，分区摆放不合理，防护措施缺失，易造成设备零部件锈蚀、破损，影响吊装作业安全性。作业场地基坑开挖环节管控薄弱，基坑边坡稳定性核查不及时、支护措施不到位，易出现基坑坍塌、土体滑坡隐患。起重设备作业地面仅做压实处理，长期重载作业后易出现地面沉降、受力不均问题，导致设备倾斜、吊装重心偏移，引发吊装安全隐患。

3 陆上风电风机吊装施工安全管控对策

3.1 完善危大工程专项管控体系

针对风机吊装危大、超危大工程属性，建立专项施工方案全流程管控机制，所有吊装作业必须编制针对性专项施工方案，严格执行内部审批、专家论证流程，结合现场场地条件、设备参数、作业工况优化方案内容，杜绝方案与现场施工脱节问题。方案未经审批、论证通过，一律禁止开工作业。严格落实项目开工清单管理制度，逐条核查开工前置条件，合规性手续不全、未通过公司工程管理部备案的项目及作业环节，严禁开工实施。落实省公司安全责任包保制度，明确各级包保领导及岗位职责，未明确包保责任的项目不得启动施工。完善项目组织架构搭建，所有风电项目必须按要求配备专职安全总监，设立安全质量环保部与工程管理部，配齐专职管理人员，保障安全管理工作常态化落地。规范参建合同安全管理，总承包合同、监理合同、施工分包合同必须完整签订安全生产管理协议，细化各单位安全管理职责，明确作业管控分工、隐患整改责任、事故追责机制，杜绝安全管理空白区域[3]。严格对标《电力建设工程施工安全管理导则》行业标准，梳理危大工程管控流程，补齐管控短板，规范方案编制、现场核查、过程管控、验收归档全流程工作。

3.2 强化现场作业全流程管控

优化现场封闭式管控模式，依托现有硬质围栏分区隔离体系，细化吊装作业区、设备停放区、动火作业区、基坑作业区等功能区域划分，完善区域标识、警示标识，严禁无关人员、设备进入作业核心区域。针对高处作业、动土作业、动火作业等交叉高风险作业，制定错峰作业、分区作业制度，减少多工序叠加作业风险。严格落实作业前联合核查机制，每次吊装作业前，由建设、监理、承包、施工、设备厂家多方人员组成核查小组，对设备设施运行状态、现场作业条件、作业人员资质、通讯设备性能开展全方位排查，所有核查项目达标后多方签字确认，方可开展施工作业。对高处作业防护设施、临时用电线路、接地保护装置进行专项核查，杜绝防护缺失、用电违规问题。规范起重设备试验流程，所有起重设备进场及作业前，必须完整开展空载试验、动载试验，检验设备起重性能、制动系统、操作系统稳定性，试验数据留存归档，试验不合格设备禁止投入使用。强化作业人员管控，严格核查关键岗位人员资质，定期开展实操培训及安全交底，杜绝无证上岗、违规操作行为。

3.3 规范设备全周期安全管理

建立风机设备生产、监造、出厂、运输、进场全周期管控体系，强化设备驻厂监造工作，安排专职人员全程跟进设备生产过程，核查设备生产工艺、零部件质量、结构性能，及时排查生产阶段质量隐患，从源头保障设备质量达标。完善设备出厂检测机制，细化检测项目，完整留存检测数据，不合格设备禁止出厂进场。优化设备运输管控流程，施工前提前勘察运输路线，排查道路承载力、路况障碍、通行限制等问题，制定专项运输方案，配备专职运输监护人员，全程管控设备运输过程，规避车辆伤害、设备损坏风险。设备进场后，按照分区管控要求规范堆放，做好设备防护、防潮、防破损措施，分类存放零部件，做好标识登记，避免设备混用、损坏[4]。健全起重设备运维管理制度，制定常态化

检修、保养、核查计划，定期对起重设备机械部件、制动系统、液压系统、控制系统进行全面检修，及时更换老化、磨损部件，杜绝设备带病作业。建立设备运行台账，记录设备试验、检修、作业运行数据，实现设备全周期溯源管理。

3.4 优化气象与环境风险管控

明确风速管控为吊装作业核心气象管控指标，建立多维度风速监测体系，整合起重设备自带风速仪、手持式风速仪、自建小型气象站三类监测设备，构建全方位、高精度的现场风速监测网络。制定标准化风速监测流程，吊装作业前一小时启动监测工作，每 15 分钟完成一次风速数据采集、记录、核对工作，确保监测数据真实、精准、有效。建立政企气象联动机制，与当地气象部门建立实时对接通道，实时获取区域气象预警、天气变化趋势、风力等级、极端天气预警等信息，提前预判作业环境风险。针对大风、暴雨、雷电、极端降温等恶劣天气，制定专项停工管控标准，达到预警条件立即停止吊装作业，撤离现场作业人员及设备。完善现场环境动态排查机制，作业前对施工现场地质条件、周边障碍物、作业空间进行全面排查，清理现场杂物、障碍物，规整作业场地。针对野外施工环境复杂、天气多变的特点，建立实时环境巡查制度，作业过程中定时核查现场环境变化，及时处置场地积水、土体松动、设备移位等突发问题。

3.5 健全全过程监督与信息化管控

构建多参建方联合监督体系，落实建设单位、监理单位、承包单位、施工单位、设备厂家多方安全监督人员全程在岗制度，明确各方监督职责，分工开展现场人员操作、设备运行、环境条件、制度落实等环节的监督工作，形成全方位监督格局。严格落实高风险作业旁站管控，杜绝监督人员脱岗、履职不到位问题。完善视频监控信息化管控，充分利用现场全覆盖视频监控设备，落实吊装作业全过程录制要求，规范视频存储、调取、归档流程。依托设备违章抓拍功能，建立违章问题台账，对抓拍的违规操作、违规作业行为立即整改、闭环处置，定期汇总违章问题，开展针对性管控整改，杜绝同类问题重复发生[5]。严格落实集团信息化平台报备制度，所有吊装高风险作业必须在平台提前填报作业信息、风险清单、管控措施、人员配置，未完成平台报备的作业一律禁止开工。依托信息化平台实现作业全过程线上监管、流程溯源、风险管控，提升安全管理标准化、智能化水平。

结语

陆上风电风机吊装施工风险类型多、管控难度大，其安全管理直接关系风电工程整体建设质量与施工安全。本文全面梳理施工管理、现场作业、设备运输、环境气象等多维度安全隐患，结合项目现有标准化开工管控、封闭管理、多方联检、全程监督等成熟举措，制定针对性、系统化的管控对策。通过完善危大工程专项管理、规范现场作业流程、强化设备全周期管控、优化气象环境监测、健全信息化监督体系，可全方位补齐吊装施工安全管控短板，有效规避各类安全风险，为陆上风电项目吊装施工的安全、稳定、标准化推进提供坚实保障。

参考文献

[1] 沈建全, 范明阳, 陆地. 浅谈 BIM 技术在陆上风机吊装中的应用 [J]. 中文科技期刊数据库（引文版）工程技术,2023(1):057-060.

[2] 苏淇. 陆上风电场风机吊装施工组织与管理研究 [J]. 中国科技期刊数据库工业 A,2025(12):025-028.

[3] 吴官宏, 库玉博. 浅谈陆上风电场风机吊装施工技术 [J]. 水利水电施工,2025(5):117-119.

[4] 杨友, 柴全银, 高鹏, 叶兆艺, 王欣怡, 田新娇. 陆上风机履带吊组装及拆卸施工技术 [J]. 水电与新能源,2023,37(7):72-75.

[5] 焦战增, 孟素玉. 丘陵山地风电场风机吊装设备选型研究 [J]. 云南水力发电,2022,38(7):192-195.