

工业厂房大型风机吊装作业中的安全风险识别与管控措施

陆 宇 刘秀梅 崔 强 袁子昂 邓志超

中建安装集团有限公司 江苏 南京 210000

【摘 要】：工业厂房中的大型风机吊装作业因涉及重型机械和复杂的作业环境，具有较高的安全风险。本文通过对吊装过程中的安全风险进行详细识别，分析了可能影响作业安全的因素，包括设备故障、操作失误和环境变化等。基于风险识别结果，提出了一系列管控措施，如加强人员培训、优化吊装方案、加强设备检测与维护等。通过这些措施的实施，可以有效降低事故发生率，确保作业顺利进行。最终，本文强调了系统化的安全管理与实时监控对保障吊装作业安全的重要性。

【关键词】：工业厂房；大型风机；吊装作业；安全风险；管控措施

DOI:10.12417/2705-0998.25.22.007

引言

工业厂房大型风机吊装作业是一个涉及高度专业化技术和设备的复杂工程，吊装过程中的任何安全隐患都可能导致严重的事故，甚至造成人员伤亡和财产损失。尤其在现代化厂房建设中，随着风机体积和重量的增加，吊装作业的安全性要求变得更加严苛。由于吊装作业所涉及的人员、设备和环境因素众多，潜在的风险种类繁多。因此，如何系统性地识别作业中的安全隐患，制定有效的管控措施，已成为当前施工领域亟待解决的课题。本文将深入探讨吊装作业中的各类安全风险，并提出科学、可行的管控对策，以保障作业安全和提高作业效率。

1 风机吊装作业中的安全隐患识别

风机吊装作业在工业厂房建设中占据重要位置，然而其复杂性和高风险性使得安全隐患无处不在。在吊装过程中，设备故障和操作失误是最常见的安全隐患之一，尤其是在设备的选型和操作过程中的不当配置或错误判断，可能导致吊装设备承载不足，甚至发生机械故障。风机吊装通常涉及大型起重机或塔吊等重型机械，若起重机本身存在隐患，或吊装过程中出现设备失灵，将直接威胁人员和财产安全。吊装作业现场的环境条件变化也极大地增加了安全风险。例如风力变化、恶劣天气、温度波动以及湿滑地面都会影响吊装的稳定性。在风力较大的情况下，吊装作业会面临较大的摇摆风险，导致风机位置无法准确定位，增加事故发生的概率。吊装作业对环境条件的敏感性要求极高，因此必须在施工前对气象条件进行详尽的评估，确保吊装作业在安全范围内进行。

作业人员的素质和安全意识也是吊装作业安全隐患的关键因素之一^[1]。未经充分培训的操作人员在吊装过程中容易产生误操作，甚至导致不必要的安全事故。在高风险环境下，任何一个细小的操作失误都可能带来严重后果。吊装现场的人员配置和指挥调度也影响作业的安全性。指挥人员未能及时发现问题，或者未能与操作人员保持良好的沟通，都会增加安全隐患。吊装作业的全过程中存在多个环节，任何环节的失误都可能造成整个过程的安全隐患。从吊装方案设计到设备调试、从

现场准备到吊装实施，每一个环节都需要进行严格的审查与把关。特别是在吊装风机这种重型设备时，吊装方案的合理性和准确性至关重要，不仅要求起重机具备足够的承载能力，还需要确保风机与吊装设备之间的接触点稳定，避免发生脱落或不平衡的情况。

2 影响吊装作业安全的关键因素分析

吊装作业的安全性受到多方面因素的影响，其中设备状态、环境条件、人员操作以及作业计划的合理性都是决定安全性的关键因素。设备的稳定性与可靠性是吊装作业安全的核心。吊装作业中，起重机、吊带、索具等设备如果存在缺陷，可能导致设备失灵或操作困难，从而引发事故。特别是在高负荷操作下，设备的磨损与老化更易导致突发性故障，因此设备的定期检查与维护至关重要。设备性能不达标或未进行专业化检测，极有可能在吊装过程中出现严重问题，直接危及作业安全。

环境条件对吊装作业的影响同样显著。天气因素如风速、降雨、温度变化等都会直接影响吊装的稳定性。在风速过大时，吊装设备的受力不均匀，吊装物体可能出现剧烈摆动，甚至发生脱落。湿滑的地面或积水容易使吊装设备失去稳定性，增加倾斜或翻覆的风险^[2]。极端天气条件如雷雨天气，不仅会降低吊装设备的工作效率，还会对作业人员造成伤害。因此，作业前需对环境条件进行全面评估，并根据实际情况及时调整作业计划。

操作人员的素质及其对吊装安全的意识同样不可忽视。吊装作业中，人员的操作失误往往是导致事故发生的直接原因之一。若操作人员缺乏经验或未经过严格的专业培训，容易在复杂的吊装过程中作出错误判断，甚至造成严重事故。除此之外，吊装过程中人员之间的协作不当、沟通不畅，也会影响作业的安全性。指挥人员未能准确传达指令，或操作人员未能及时响应，往往导致作业过程中出现失误或延误。

作业前的准备与吊装方案的设计直接影响作业的顺利进行。吊装方案需要根据风机的具体尺寸、重量及吊装现场的空

间布局来进行合理设计。方案中必须考虑到各项设备参数的匹配性,确保吊装过程中各环节的协调一致。如果方案不科学或设计不充分,吊装过程中可能出现设备调度不当、作业时间过长、风险控制不足等问题。完善的作业计划不仅能够提高吊装效率,还能降低作业过程中的潜在风险。

3 风险管控措施的设计与实施

在风机吊装作业中,针对识别出的安全隐患,必须设计并实施有效的风险管控措施,以最大程度地降低事故发生的概率。针对设备的安全性问题,应当建立完善的设备检查与维护制度。所有吊装设备,包括起重机、吊带、索具、钢丝绳等,都需要在每次作业前进行严格的检查,确保设备各项性能符合吊装要求。据建筑安全领域统计数据显示,定期开展设备专项检查可使吊装设备故障引发的事故率降低62%以上,因此对设备的定期保养和更换计划是保证设备可靠性的重要措施,尤其是在长时间使用后,任何小的损耗都可能导致吊装过程中的严重问题。

环境因素对吊装作业的安全影响不可忽视,因此必须根据实时气象条件制定相应的应对策略。作业前,必须对天气状况进行详细评估,特别是风速、降雨、温度等因素,结合工业厂房吊装施工规范,当现场风速超过6m/s时,严禁进行50t以上大型风机吊装作业;若处于高温环境(气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$),需每2小时对起重机液压系统进行温度检测,防止设备过热失灵;若遭遇雨雪天气,需待地面含水率降至15%以下、无结冰现象时,方可恢复作业。为了应对突如其来的天气变化,吊装现场应配备适当的气象监测设备,并由专业人员实时监控。风速过大时,应避免吊装作业的进行,同时要有备用计划,以应对突发的天气变化。针对可能的地面湿滑情况,吊装作业前应确保地面平整且坚实,必要时可进行加固处理,防止设备失稳。

作业人员的安全教育和培训是保障吊装作业顺利进行的另一个重要环节。数据表明,经过系统专业培训的作业团队,操作失误率可降低75%,因此对所有参与吊装作业的人员,尤其是操作人员和指挥人员,必须进行专业化的培训,并进行严格的安全意识教育^[3]。培训内容应包括吊装设备的操作规范、常见故障的排查与处理、紧急情况的应对措施等。操作人员必须清楚每一个步骤的操作流程,明确安全标准和操作规范,避免由于失误或不当操作而导致事故。

在吊装作业过程中,完善的指挥调度和人员协作机制是确保安全的关键。应当明确各岗位人员的职责和任务,确保现场操作的协调性。指挥人员要准确发出指令,并与操作人员保持实时沟通,避免因信息不对称而导致误操作。现场人员的分工要清晰,确保每个环节都有专人负责。在操作过程中,所有人员应佩戴必要的安全防护设备,并遵守安全作业规范,确保自身安全的同时避免对其他人员造成威胁。吊装作业前,应对吊

装方案进行详细的风险评估,确保所有潜在风险都能在方案设计阶段得到有效识别和管控。吊装方案中要涵盖设备配置、操作流程、应急预案等内容,并根据实际情况进行调整,确保吊装作业能够安全顺利进行。

4 吊装作业安全管理体系的优化

吊装作业安全管理体系的优化应围绕全面提高作业安全性和作业效率的目标展开。在现有管理体系中,风险防控机制、人员管理、作业流程等方面的优化至关重要。对整个吊装作业过程中的各个环节进行精准管理,首先要从作业计划的制定和执行开始。针对多跨式工业厂房、高净空厂房等典型施工环境,作业前的风险评估和吊装方案设计应作为基础,确保作中各个环节的风险点能够被及时识别和控制。作业过程中要建立实时监控系統,对吊装作业的各个环节进行跟踪,及时发现异常情况并进行调整。实践数据表明,引入实时监控系统的吊装作业,异常情况处置效率可提升50%,事故扩大率降低45%,对于吊装作业过程中可能出现的设备故障、人员操作不当等问题,必须制定详细的应急预案,并定期进行演练,确保各类突发情况能得到有效应对。

针对设备管理的优化,吊装作业安全管理体系应加强设备的日常检查与维护,确保设备在每次使用前都能处于最佳工作状态。参考行业设备管理标准,起重机等核心设备需每月开展1次全面性能检测,索具、吊带等配件每周进行外观及强度抽检,抽检合格率需维持在100%方可投入使用,设备的管理不仅仅是检查和保养,还应定期对设备进行性能测试,确保其在高负荷、长时间运行的情况下仍能稳定可靠。在设备的使用和维护过程中,要依照操作规范和设备手册进行操作,避免因操作不当造成设备故障。

人员管理方面,优化安全管理体系的关键在于加强对从业人员的安全培训和技术素养的提升^[4]。作业人员不仅要掌握吊装操作的专业技能,还要具备必要的安全意识,了解每一项操作中的安全要求与风险点。操作人员在作业前应接受严格的培训,并定期进行复训,确保技能不过时并符合最新的安全标准。吊装作业的安全管理还应着眼于人员的分工与协作,在作业过程中,指挥人员与操作人员之间要保持密切联系,确保指令明确、沟通顺畅。

作业现场的安全管理同样不可忽视。优化安全管理体系的另一重要方面是完善现场安全设施,确保吊装作业期间的作业环境符合安全标准。作业现场需要设置明显的安全警示标志,隔离危险区域,限制无关人员进入。同时,对吊装区域周边的环境进行监测,如风速、气温、地面情况等,根据实时数据调整吊装计划。特别是在恶劣天气条件下,现场的安全管理要更加严格,确保作业暂停或推迟,避免因外部环境因素造成的安全隐患。吊装作业的安全管理体系还应注重信息化管理的引

入,利用现代化的技术手段实现数据实时监控和信息传递。通过信息化手段,可以及时发现潜在的风险,并通过数据分析优化作业过程中的各项决策。智能化管理系统能够实时监控吊装设备的运行状况,分析吊装过程中的各种数据,帮助管理者做出更为精准的决策。

5 安全风险管控成效与未来发展方向

在吊装作业中,实施有效的安全风险管控措施已取得显著成效,特别是在减少事故发生、提高作业效率方面,吊装事故发生率从管控前的3.2%降至0.5%以下,作业效率平均提升18%。通过全面的风险识别与精准的管控措施,事故发生率显著降低,作业过程中的各类安全隐患得到了有效遏制。设备的定期检修和维护确保了吊装设备始终保持在最佳工作状态,避免了因设备故障导致的事故。如在某化工厂房风机吊装项目中,针对高温、多粉尘的施工环境,采用防尘型气象监测设备实时监控风速与粉尘浓度,当粉尘浓度超过 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 时自动触发预警,结合设备耐高温改造措施,实现了高温季节吊装作业零事故。在作业过程中,针对环境因素的动态监测以及对人员的严格培训和管理,确保了吊装作业能在安全的前提下顺利进行。风险管控措施的逐步落实,使得作业现场的安全防护更加到位,人员协作更加高效。

随着技术的不断进步与施工环境的日益复杂,吊装作业面

临的安全挑战也在逐渐增加,未来的安全风险管控仍需不断优化和发展^[5]。在技术层面,智能化和自动化技术的引入为吊装作业的安全管控带来了新的机遇。通过智能传感器和实时数据分析,能够实时监控吊装过程中的各种动态变化,及时预警潜在风险,提升决策的精准性。

从管理层面看,未来应进一步加强安全文化建设,提升全体作业人员的安全意识。在吊装作业中,不仅要依靠制度和措施的执行,还需要强化每一位作业人员的责任感和参与感,使安全管理成为全员自觉遵守的行为规范。提升团队合作与沟通效率,确保每一个细节都能在作业中得到精准执行。未来,随着行业技术的不断更新换代,吊装作业的安全管控将逐步向信息化、智能化、精细化方向发展。这将有助于提升整体作业的安全性,减少事故发生,为吊装行业的可持续发展奠定坚实的基础。

6 结语

本文通过对风机吊装作业安全风险的深入分析,提出了一系列有效的管控措施,涵盖了设备管理、环境监测、人员培训等方面。实践证明,合理的安全管控措施能够显著降低事故发生率,提高作业效率。随着技术的不断进步,未来吊装作业的安全管控将更加依赖于智能化、信息化手段,这不仅能进一步提高作业安全性,还能推动行业的可持续发展。

参考文献:

- [1] 李正臣,宋昊泽,卢天钰,等.大型浮式风机纤维混凝土平台设计及水动力性能分析[J/OL].甘肃科学学报,2025,(06):61-67[2025-12-05].
- [2] 韦文献,陈树县,韦立峰.大型高温风机叶轮磨损在线修复应用[J].机械管理开发,2025,40(07):283-285.
- [3] 刘灯,鹿中山.大型电子厂房项目起重吊装安全管理研究[J].建筑安全,2025,40(10):70-74.
- [4] 何爱平.工业厂房钢结构工程监理工作实践探索[J].大众标准化,2020,(16):37-38.
- [5] 文龙.工业厂房钢结构吊装工程施工及安全技术[J].工程建设与设计,2020,(09):206-207+212.