

建筑施工塔式起重机安全隐患分析及防控措施研究

邓国

宁波市建业起重设备安装有限公司, 浙江 宁波 315000

DOI:10.61369/ME.2026060004

摘 要 : 塔式起重机属于建筑施工核心机械, 高空作业流程繁琐, 安全意外事故多发且损伤程度大, 针对塔式起重机运行阶段, 各类安全隐患开展剖析, 梳理机件损坏、违规操作、外界条件干扰、管控疏漏几类风险源头, 剖析隐患形成过程与潜在伤害。依托项目真实事例制定管控举措, 夯实安全管控、规整操作步骤、夯实作业人员能力、落实机件养护手段, 削减意外出现概率, 稳固工地安全状态, 给塔式起重机安全管控供给理论依据与实操参照。

关 键 词 : 塔式起重机; 安全隐患; 风险分析; 防控措施; 施工安全

Analysis of Safety Hazards and Research on Prevention Measures for Tower Cranes Used in Construction Projects

Deng Guo

Ningbo Jianye Crane Equipment Installation Co., Ltd. Ningbo, Zhejiang 315000

Abstract : Tower cranes are core construction machinery characterized by complex high-altitude operation procedures, frequent safety incidents, and significant injury risks. This study analyzes various potential hazards during tower crane operation, identifying key risk sources—including component failures, improper operations, external environmental interference, and management deficiencies—and examines the mechanisms underlying hazard formation and associated injuries. Based on real-world project cases, practical control measures are proposed to strengthen safety management, standardize operational procedures, enhance operator competence, implement proper component maintenance practices, reduce accident incidence rates, ensure site safety compliance, and provide both theoretical foundations and practical guidelines for tower crane safety management.

Keywords : tower crane; safety hazards; risk analysis; prevention and control measures; construction safety

引言

塔式起重机多用于高层建筑与大型工程施工, 场地工况多变, 起升高度大, 操作偏差或机件故障, 极易酿成重大事故, 工地塔式起重机意外事故近年频繁出现, 人身损伤与经济损失问题突出, 事故诱因不局限机械本体, 操作人员技艺、现场管控、气象地质条件都会产生作用。高危工况下排查塔式起重机运行潜在风险, 梳理事故演变特点, 对改善工地安全管控具备现实需求, 划分风险类别追溯形成缘由能够匹配适配防护手段, 降低意外频次加快施工进度, 树立作业人员防护观念, 搭建稳定可靠的工程施工环境。

一、塔式起重机施工安全隐患识别

(一) 设备结构与部件故障隐患

塔式起重机持续承受高负荷运转, 框架构件与核心零件受载荷震动磨损及外界条件侵蚀滋生安全风险, 塔身标准节、附着架、起重臂、平衡臂连接处螺栓松脱、焊缝开裂、金属形变疲劳会大幅降低整机稳定性能^[1]。钢丝绳、吊钩滑轮制动限位构件、磨损超标、制动失灵、限位失效会引发吊具坠落、机构失控及整机倾倒, 不少工地轻视设备入场核验、日常巡检、周期检测, 潜藏故障无法提早排查, 构件损坏具备突发, 连带特性一处异常会快速扩散成整体危险, 这类问题定为塔式起重机风险排查首要方向。

(二) 安装拆卸过程安全隐患

塔式起重机拆装工序技术门槛高、危险系数高, 多数安全意外事故集中在此阶段, 组装包含地基加固、标准节抬升、附着件拼接及臂架装配多项高危工序, 工序偏差动摇整机支撑状态, 地基承载能力不足、预埋点位偏移、螺栓紧固力度不够, 设备投用后出现倾斜、摇晃及坍塌隐患。拆解阶段构件受力持续变动, 工序排布失调, 吊装配合脱节和临时加固不到位, 引发构件失衡、人员坠亡、物体砸伤, 部分施工队伍拆装人员资质不全, 技术交底简略、现场调度无序, 危险程度持续升高, 拆装风险夹杂操作技术和现场管控两类问题, 全程作业前后落实管控手段。

(三) 作业环境变化带来的隐患

塔式起重机架设高度偏高, 天气场地、周边建筑交叉施工都

会干扰设备运行，环境变动催生安全问题，大风、暴雨、雷电及大雾削弱设备稳固度和遮挡操作视线，高空吊运时风力拉扯吊物晃动，臂架受力失衡提升碰撞倾覆概率，施工场地狭小，物料堆放杂乱，贴近建筑高压线缆间距不够，压缩设备转动，吊运范围诱发碰撞触电事故。工程推进中路基操作面附着高度遮挡物持续变动，原有防护条件随之改变，现场未跟随环境改动调整施工计划防护手段，塔式起重机运行危险不断堆积，环境风险随时产生没有固定规律，跟随施工进度不间断排查处置。

二、塔式起重机事故成因分析

（一）操作人员违规作业因素

塔式起重机意外多由人员违规操作引发，塔式起重机操作具备专属技术标准，驾驶员信号指挥人员协同配合决定作业稳定，判断偏差指令错乱会直接催生吊装险情，不少作业人员防护观念淡薄，未核对重物重量、吊点、方位及周边空间便启动起吊，超载、斜拉、吊体晃动等险情随之出现^[9]。部分作业人员为追赶工期，带病、疲劳上岗，甚至酒后作业、无证操作，致使设备运行全程缺乏有效管控；加之信号传递流程不规范，进一步埋下安全隐患。指挥人员手势模糊、通讯设备出现故障，且存在多人交叉指挥的情况，严重干扰驾驶员判断。塔式起重机架设高度高，违规操作触发险情后，事态扩散速度快，物体撞击、机械损伤、高空坠落等伤害极易出现，人员违规操作属于塔式起重机事故里最直观多发的诱因。

（二）现场安全管理薄弱因素

工地管控力度不足持续放大塔式起重机运行隐患，场地多工种同步施工，塔式起重机作业范围物料堆放，通道临边工作面交错排布，缺少统一调度会出现吊运路径冲撞，人员闯入危险区域，不少项目安全权责划分模糊，设备使用拆装、租赁、总包各方管控衔接松散，隐患排查，技术交底作业审批，现场督查流于表面。安全管理制度虽条文齐全，但实际落地执行力度不足：现场安全查验台账弄虚作假，设备故障整改无法形成闭环，各类违规行为处置滞后，致使安全规章约束作用持续弱化。工期紧张时，现场管理人员时常无视恶劣天气停工规定与高危作业审批程序，允许设备在不符合安全要求的工况下带病运行。权责划分、制度落实、现场督查、整改执行多环节同步缺位叠加，形成多重管控漏洞，显著增大安全事故发生概率。

（三）维护保养不到位因素

塔式起重机属于重型机械设备，长期连续高负荷运转，设备养护水平直接决定整机运行稳定性。塔式起重机作业过程中频繁完成升降、回转、变幅动作，钢丝绳、制动器、滑轮、轴承、电气、限位等零部件会持续磨损老化；若未按规定定期检查更换，微小故障极易发展为重大安全隐患。多数施工现场仅关注设备能否正常启停运行，忽视隐蔽部位安全构件检测，螺栓松动、焊缝开裂、润滑不足、线路故障等问题难以第一时间发现。现场设备养护管理存在明显短板：养护台账记录敷衍，检修周期随意延长，专业维保人员配置不足，管理人员难以精准掌握设备真实安全工况。设备停机重启、顶升加高、暴雨大风后复工等关键节点本应开展全面细致检

查，若简化检修流程便直接投入作业，会大幅提升安全风险。养护工作缺位将使设备长期处于故障临界状态，各类潜在隐患不断累积，是引发塔式起重机安全事故不容忽视的重要诱因。

三、塔式起重机安全风险评估

（一）高危作业环节风险判定

塔式起重机安全风险评估依托作业流程展开，事故概率高、损伤程度大的施工步骤定为判别核心，组装、顶升加节、附着固定、重物吊运、多机交错运行、拆解都归为高危工序，工序开展对器械工况、人员配合、场地条件及技术把控标准严苛，塔式起重机顶升加节阶段整体受力结构产生变动，液压构件故障、标准节衔接松动及顶升步骤错乱会造成架体失衡^[9]。重物吊运环节中，重物自重、吊点布设、升降速度与回转轨迹共同决定作业稳定性。超载起吊、斜拉斜吊、吊物摆动均易造成构件碰撞、重物坠落；多台塔式起重机交叉作业时，若回转作业范围重叠，且未落实防撞管控与统一调度，将进一步加剧安全风险。

（二）隐患等级划分与排查重点

塔式起重机隐患等级需结合风险发生概率、事故伤害程度、隐患整改难度综合判定，不同等级隐患配套差异化整治措施。架体变形、地基沉降、制动部件损坏、限位装置失灵、钢丝绳严重磨损等问题风险等级最高，设备一旦失控极易造成群死群伤，需列为重点排查内容。作业人员无证上岗、指挥信号混乱、超载吊运、恶劣天气违规作业等人为主导隐患，统一纳入高风险管控清单。台账记录不全、安全警示标识缺失、零部件润滑不到位等属于一般隐患，短期内不会引发重大安全事故，但长期积累会逐步演变为重大险情。现场检查不可仅停留于设备表面外观，需全面覆盖塔式起重机主体、安装基础、安全零部件、现场操作流程、管理资料及周边施工环境。通过隐患分级明确整改优先级，可消除无差别全面巡查的弊端，有效提高隐患排查整治的精准度与实施效果。

（三）事故诱发链条分析

塔式起重机安全事故极少由单一要素瞬时触发，多重隐患叠加递进推进形成事故态势，器械细微损耗、人员违规操作、管控监督空缺及场地工况变动能够串联形成连续诱因脉络，钢丝绳磨损未及时处置叠加超载吊运指挥信号偏差，重物坠落概率快速上升，地基轻微沉降搁置不管伴随顶升加节、附着高度抬升及结构受力持续恶化，大风天气下整体架体失去稳定平衡。事故演化分为隐患生成、风险扩张、管控失效事故爆发几段，任一节点落实管控手段就能阻断事故成型，梳理诱因脉络，理清各类风险要素内在关联，摒弃只处置表层问题的处理模式，塔式起重机安全管控跳出单点检查模式转向全程风险约束，器械人员场地管控四项内容纳入统一分析体系。

四、塔式起重机隐患防控措施

（一）设备检查与维护管理措施

设备检查与养护管理是塔式起重机安全管控的核心流程，能

够在安全事故发生前排查潜在缺陷、消除风险源头。针对塔式起重机结构构件、钢丝绳、制动器、滑轮、限位装置、电气系统等全套设备，应建立定期巡检与专项检测机制，对磨损、裂纹、构件松动、润滑不足等问题逐项登记并落实整改。养护工作分为日常保养与关键节点检修，设备顶升加节、长期停用、大风降雨过后，均需开展整机全面检测^[4]。依托台账巡检记录故障，复盘养护方案搭建闭环管控模式，每轮查验留存凭证全程跟进落实，养护力度加大提升器械运转稳定，提早排查隐患缩减事故发生概率，塔式起重机全程维持安全可控运行状态。

（二）人员培训与规范操作措施

作业人员实操水准影响塔式起重机运转安稳度，搭建完整培训体系帮助人员熟知器械参数、操作条例、吊运技法及防护要点，减少违规操作失误，授课内容包含高空防护防坠手段、指挥手势及突发险情处置，搭配工地实景模拟实操事故实例讲解，让人员掌握风险分辨应对办法。规范作业管控，严格执行作业审批、荷载管控、吊运流程、回转区域划分及安全限位构件使用标准，严禁超载起吊、斜拉斜吊、违规变幅等危险操作。常态化开展安全培训，统一规范操作准则，引导作业人员树立主动防护意识，作业过程中自主排查隐患并及时处置，从源头降低安全事故发生概率。

（三）现场监督与应急处置措施

场地督查险情应对能够遏制事故扩散缩减损耗规模，督查范围覆盖场地排布塔式起重机运转区域，人员操作防护器具使用，全程作业贴合既定安全准则，督查采用动态管控模式，巡回查看实时监控调度协调排查潜藏隐患，第一时间纠正违规举动。险情应对编制处置预案，划分岗位权责、配齐防护器械、组织实操演练，突发状况下现场人员快速落实管控手段，督查预案体系联动覆盖器械人员场地全部要素，提升工地抵御风险实力，各类潜藏危险纳入管控范围，抬高塔式起重机作业整体安全标准。

五、塔式起重机安全管理闭环构建

（一）隐患排查机制完善

塔式起重机安全管理闭环依托隐患排查体系构建而成，风险辨识工作覆盖设备进场、安装验收、日常运行、顶升加节、拆卸退场全流程。隐患排查摒弃浅层粗略检查方式，围绕塔式起重机主体结构、安全零部件、地基承载力、附着连接、人员操作、现场施工环境制定详细核查清单，为现场检查工作提供明确执行依据。施工现场同步落实日间巡查、周期性专项检测、关键工序复

核三类检查机制，对塔身连接件、钢丝绳磨损状况、制动灵敏度、限位装置性能、电气系统稳定性等关键部位逐项核查^[5]。针对排查发现的问题，明确责任人员、整改时限与复查要求，杜绝隐患台账只做纸面记录、整改流于形式的问题。排查频次与检查重点随施工进度动态调整，当塔式起重机起升高度、作业半径、现场障碍物、气象环境发生变化时，同步调整检查侧重点。

（二）责任落实与动态监管

塔式起重机安全闭环管理依托清晰的权责划分与常态化实时监督实现。施工现场涉及建设、施工、监理、安拆、租赁单位及一线作业人员等多方责任主体，若各方权责边界模糊，极易形成安全管理盲区。需针对设备安装、使用、维保、检测、拆卸各工序明确岗位责任，每项安全工作落实专属责任人。采用全过程动态监督模式跟踪塔式起重机运行状态与人员操作行为，摒弃阶段性抽查的单一管控方式。管理人员结合现场实地巡查、监控设备、作业审批、交接班台账多重手段，实时掌握吊装配合、现场环境变化及设备异常等各类情况。超载斜吊无资质施工恶劣天气强行开工等举动当场叫停跟进整改进度，权责划分配合实时督查防止规章条文流于形式，管控标准融入施工全程，岗位绑定责任点位落实监督整改落地执行，塔式起重机安全风险稳定维持在可控区间。

（三）安全防控效果持续改进

塔式起重机防护能力提升借助闭环模式调整优化现有管控手段，隐患整治结束后核验整改质量器械运转状态人员操作举动，判断防护手段能否彻底消除危险，同类问题反复出现代表规章制度养护模式存有漏洞，回溯源头拆解问题成因，防护升级整合各类资料数据，查验台账故障记录违规行为险情整治结果统一归档，梳理高频问题核心短板补齐管控缺陷。授课内容巡检频次养护方案应急步骤依照工地实况灵活调整，防护手段贴合现场施工条件，安全闭环不属于固定一次性流程，在问题发掘处置成效核验体系优化之间循环运转，每一轮查验整改沉淀为管控实操经验，塔式起重机整体安全防护实力稳步上涨。

六、结语

塔式起重机安全管控维系工地整体平稳与人身安全，面对机件故障拆装风险场地工况人员操作管控疏漏各类隐患，依托风险辨识诱因研判等级评定防护执行搭建完整管控链路，器械养护人员操作场地督查同步强化，隐患查验整治形成闭环，削减事故频次稳固塔式起重机运行状态，支撑工程平稳推进。

参考文献

- [1] 常正隆. 塔式起重机倒塌原因分析及其预防措施 [J]. 大众标准化, 2025, (8): 100-102.
- [2] 司雯. 智慧工地塔式起重机司机人因失误分析与治理研究 [D]. 辽宁工程技术大学, 2024.
- [3] 丰啸. 建筑工程中塔式起重机群塔作业安全管理研究 [J]. 工程技术研究, 2024, 9 (5): 150-152.
- [4] 梁建俊. 塔式起重机安全隐患防范措施及维护保养措施 [J]. 工程机械与维修, 2024, (1): 38-40.
- [5] 路艺. 塔式起重机在建筑工程施工中的安全性分析 [J]. 工程机械与维修, 2022, (6): 29-31.