

铁路桥梁项目特种设备起重机械的安全管理

陈 遂

(四川公路桥梁建设集团公路二分公司, 四川 成都 610000)

摘 要 随着铁路基础设施建设向高标准、长跨度及复杂地形不断迈进, 施工装备体系的复杂性及专业性同步提升, 特种设备起重机械在桥梁施工中的安全管理问题日益凸显。基于此, 本文阐述了铁路桥梁项目特种设备起重机械安全管理的必要性, 并提出完善设备巡检制度、优化吊装作业流程、强化应急处置模式、落实动态风险评估策略, 旨在为提升项目整体安全水平及作业稳定性提供借鉴, 并为工程精细化管理提供实践参考。

关键词 铁路桥梁项目; 特种设备; 起重机械; 安全管理

中图分类号: TH21

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.26.033

0 引言

特种设备起重机械作为铁路桥梁项目重物吊装及结构拼装的核心装备, 其安全性能及管理效能已成为制约现场安全水平的关键变量。起重机械在铁路桥梁建设中承担着动态负载转换、高频率运转及交叉作业的任务, 其作业环境的开放性、风险因素的不确定性使安全管理工作必须具备前瞻性。随着铁路桥梁项目施工组织规模扩大及设备集成度提高, 传统依赖经验及人为监控的管理方式难以适应当前的安全生产要求。因此, 建立具有针对性的安全管理模式是保障施工现场作业安全的基础环节, 更是落实设备生命周期管理、实现工程风险预控的核心所在。

1 铁路桥梁项目特种设备起重机械的安全管理意义

1.1 保障施工安全环境

铁路桥梁项目施工场景复杂, 空间受限、作业密度高, 特种设备起重机械在此环境中高频率运行, 其安全性直接关联整体作业面的风险等级^[1]。起重机械在吊装、搬运、拼接等关键环节中承载高负荷作业任务, 一旦设备运行失控或定位偏差, 极易诱发高空坠落、碰撞打击等严重事故。管理人员科学管理起重机械的投用、调度及作业边界, 能够有效降低施工空间的安全不确定性, 提升施工现场整体安全韧性, 进而为铁路桥梁项目的顺利推进构建稳固的安全基础。

1.2 强化设备运行监控

特种设备的运行稳定性是铁路桥梁项目安全管理体系的核心要素, 而起重机械因其结构复杂、任务重叠、操作空间狭小, 在高空、高载、多点协作作业中易出现部件疲劳、指令冲突、操作死角等问题, 极易导致运行异常或突发故障。这类设备一旦发生安全事

故, 常伴随重物坠落、设备倾覆、钢索断裂等高危后果, 可能造成严重的人员伤亡, 还会给桥梁结构、施工设备及交通运行系统带来连锁性破坏, 造成重大经济损失及工程中断。现代起重机械配备传感器、控制单元及远程诊断模块, 能为实时采集和分析运行数据提供技术支撑, 唯有在安全管理中落实此类监控手段, 方可掌握设备全生命周期的安全运行状态^[2]。

2 铁路桥梁项目特种设备起重机械的安全管理策略

2.1 完善设备巡检制度, 严控故障源头隐患

在铁路桥梁项目中, 特种设备起重机械的高频运转决定其对运行状态稳定性的高度依赖。起重机械长期运行在高负荷及动态变载下, 极易出现机械松动、部件老化、电气失灵等隐性故障, 若未及时识别将成为施工现场的潜在风险源。与此同时, 管理人员完善设备巡检制度的根本目的在于提升特种设备运行过程中的故障预判能力, 从而强化对铁路桥梁施工中高风险工序的系统掌控, 形成动态可控的安全管理格局^[3]。

在具体执行过程中, 管理人员需依据特种设备管理要求, 严格落实起重机械的“定期检验制度”。每台起重设备必须在法定两年检验周期内完成一次全面技术检测, 检验周期到期前 30 天管理人员需主动提交检验申请, 并在取得合格标识后方可继续用于桥梁吊装作业。在日常管理环节, 项目技术人员及管理人员应共同制定维护保养计划, 对不同型号起重设备分类管理, 可采用紧固螺栓、清洁通风等操作细节, 并维护记录台账追踪设备状态, 避免因维护缺失导致突发停机或作业故障。在隐患排查方面, 管理人员可在施工现场设立专职检查人员, 设立风险管控清单。对起重机械基础、轨道、行走机构通道与平台、支腿、主梁、

起重装置、临时用电、遥控器、标识、标准节及附着、爬升套架、回转总成、平衡臂、起重臂、钢丝绳等进行隐患排查。管理人员需围绕钢丝绳的磨损深度、断丝数量、绳径变化及润滑状况逐项检视，确认其是否超过报废标准；对吊钩锁止装置开展可靠性测试，检验自锁机构是否存在卡滞、开裂或复位不良问题。设备状态数据还需纳入项目安全信息系统，形成电子档案，以支持后续安全评估。管理人员采用这一系列具体制度，使铁路桥梁项目能在起重机械管理中实现从“被动应对”向“主动防控”的转变，从而为项目整体施工安全提供可靠的基础支撑（如表1所示）。

2.2 优化吊装作业流程，规范高危环节操作

在铁路桥梁项目施工过程中，吊装作业作为连接起重机械及结构施工的重要环节，其安全性直接影响整体工程的稳定性。特种设备在复杂吊装任务中承担着高风险作业责任，一旦流程设计不合理、关键参数不明确、场地信息不充分，将极易引发安全事故。管理人员只有依托全面的数据评估，才能有效降低起重机械在吊装作业中因参数失配、路径遮挡或受力不均带来的隐患，提升桥梁项目中各关键部位安装作业的安全保障能力。

管理人员在作业启动前，可围绕起重机械吊装任务的关键参数展开“系统规划”，逐一落实技术准备环节。管理人员需依据桥梁构件的重量、尺寸、受力点及运输路径，明确起吊构件的技术特征，随后借助结构模型及吊装模拟软件，精准计算起重机械所需起重量、臂长与回转半径，并结合作业空间的环境特点选定合适型号设备。在场地勘察环节，现场管理人员需带队完成吊装区域全覆盖踏勘，逐项登记地面沉降、障碍物、地下管线、临时道路负载情况等，重点对地基承载能力及支腿展开空间实测。吊装作业前，安全员应依据作业流程图对操作人员专项交底，明确各环节职责及信号沟通方式，重点强化起重指挥及设备操作人员之间的动作协同。起吊过程中管理人员需全程设置监控岗，动态监测臂架回转、吊物运行路径及障

碍物间距，当发现偏差应立即中止操作并纠偏。管理人员采用这一系列前期精准规划及现场动态管控举措，能使铁路桥梁项目中起重机械的吊装流程得以在“清晰、稳定、受控”的模式下执行，从而有效支撑特种设备在复杂结构施工中的安全运行。

2.3 强化应急处置模式，提高事故响应效率

铁路桥梁项目在高空作业、大型构件吊装等高危施工环境下运行，对特种设备起重机械的安全管理提出极高要求^[4]。在安全管理中，管理人员应立足于突发事件的全过程响应，以细化预案内容为切口，构建覆盖不同设备类型及作业场景的快速反应体系。应急预案的科学性直接决定事故处理的效率。设置精准分工、信息共享、程序明晰的应急模式，能够有效提升处置行动的协同性，降低特种设备故障对铁路桥梁项目整体施工节奏及作业安全带来的冲击。

管理人员在编制“特种设备应急预案”过程中，可以结合铁路桥梁项目施工工艺及起重机械应用特征，逐项拆解起重机类型、作业场景及事故类型，建立具备实操性的细化预案文本。管理人员应依据施工现场实际使用的塔式起重机、龙门吊等设备参数，全面识别可能发生的故障模式，并分类设计应对路径。对于起重臂结构失稳、电气系统失控、吊钩脱落、旋转系统卡滞等高风险情况均纳入应急场景范围，并保证每一类设备均有对应的快速处置流程。在起吊作业场景的应急预案中，管理人员还需设定多个关键响应节点，当发生起重臂折断事故，操作人员需立即启动断电装置，阻断设备电源；安全员应立刻引导施工人员沿预设疏散路线撤离至警戒区外，并对周边高空作业人员紧急叫停，避免次生风险；警戒组则依据预案内容，启动对邻近铁路线路的临时防护模式，结合设障、挂旗、通知调度等手段，快速构建临时隔离屏障，保障铁路运输系统不受干扰。管理人员采用这种预先研判、流程固化、岗位匹配的全流程安排，能使铁路桥梁项目实现对特种设备起重机械突发事件的快速响应，从而有效提升项目整体的安全稳定水平（如表2所示）。

表1 起重机械巡检与隐患管理表

项目内容	具体措施	责任人员	频次	管理目标
定期检验	每两年完成一次法定检验	管理人员	两年一次	保证设备合法合规运行
日常维护	润滑、紧固、清洁、检查易损部件	维修技工	每日	保持设备良好运行状态
隐患排查	检查钢丝绳、电控系统等关键部位	巡检人员	每周一次	及时发现并处理隐患
检查记录	填写台账，记录问题和整改情况	技术人员	实时记录	建立问题可追溯模式
整改闭环	明确责任人，设整改时限并复查	项目负责人	按需执行	达成问题闭环处理

表 2 起重机械应急管理要点表

项目内容	具体措施	责任人员	启动条件	管理目标
类型分类预案	针对不同起重设备制定应急流程	技术负责人	设备进场前	明确应急处置方案
作业场景预案	区分吊装、拼装等高风险操作细节	作业组长	作业前	防控关键操作风险
事故响应节点	明确吊臂断裂等紧急情况的处理步骤	安全员	事故初发时	限制事故扩大影响
灾害应对方案	细化地震、台风等自然灾害应急流程	管理人员	极端天气前后	保障设备与人员安全
通信传达模式	建立统一的应急信息发布与响应方式	通信专员	任意突发事件	提高信息传递效率
演练培训模式	定期组织多岗位实战演练与流程复盘	培训专员	定期+专项前	提升整体应急能力

2.4 落实动态风险评估，推动管理精细闭环

铁路桥梁项目施工周期长、工序复杂、设备类型多样，特种设备起重机械在此过程中持续参与关键环节，其风险特征具有阶段性、突发性及叠加性。管理人员应以实时监测、周期评估及阶段复核为手段，构建具备自适应能力的风险识别体系，将评估工作贯穿于起重机械的全生命周期管理中，形成以评估为核心的安全预警模式，从而实现工程管理的动态优化^[5]。

管理人员在实践中构建“起重机械动态风险评估模式”，需依据铁路桥梁项目的施工节奏设定固定评估周期，并结合现场施工状态开展不定期抽检工作。项目安全主管组织设备管理人员应每月开展一次风险评估，系统排查设备运行状况、维护记录、作业日志、操作规范落实情况等，并根据以往风险记录数据库对比分析，判断隐患变化趋势。在进入桥梁主构件吊装阶段，施工现场的设备使用频率显著提升，负荷峰值集中操作复杂度提高。对此，管理人员应临时调整抽检策略，在关键作业日前增加抽检频率，每周至少两次动态评估，逐项审核起重轨迹、吊点设置、操作协同等环节。为提高抽检质量，管理人员还引入传感采集装置记录起重机械实时运行数据，监测设备振动幅度、温升变化及功率波动等指标，一旦数据偏离设定阈值，系统就会自动发出预警信号，由值班人员介入确认并组织现场排查，最大限度压缩潜在故障的响应时间。评估结果将即时反馈至项目安全信息平台，管理人员则需根据不同风险等级闭环处理（如图 1 所示）。

管理人员落实这一模式，能使铁路桥梁项目中的特种设备安全管理实现从“定期控制”向“实时跟踪”的转变，同步提升起重机械的使用安全性及施工组织的灵活性，真正达成风险可控、管理精细、运行稳定的综合目标。

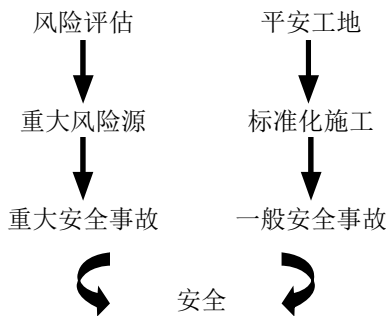


图 1 项目风险评估图

3 结束语

在铁路桥梁项目日益复杂化、专业化的建设实践中，特种设备起重机械的安全管理已成为保障工程系统稳定运行的重要支点。从设备巡检、吊装流程、应急响应到动态评估，安全管理体系必须协同推进、闭环运行，才能真正支撑高标准、高强度工程任务的持续推进。唯有在技术细化及管理体系同步优化的基础上，起重机械的安全价值才能在铁路桥梁项目中得到最大化体现，从而推动工程质量、安全效能及组织能力的整体跃升。

参考文献：

- [1] 洪泽水, 廖国威, 廉维宾, 等. 铁路桥梁项目施工安全预警系统设计与实施 [J]. 交通节能与环保, 2024, 20(S2): 165-169.
- [2] 李宏叶, 赵耀, 廖明超, 等. 风险评估在铁路桥梁项目施工安全管理中的应用 [J]. 交通节能与环保, 2024, 20(S2): 170-174.
- [3] 杜品. 论公路桥梁项目特种设备起重机械的安全管理 [J]. 交通科技与管理, 2024, 05(07): 164-166.
- [4] 胡超. 铁路桥梁项目中实心高桥墩施工技术运用分析 [J]. 建设监理, 2024(S1): 105-108.
- [5] 李荣. 跨铁路桥梁工程项目中的预制箱梁施工技术 [J]. 交通世界, 2023(12): 136-138.