

桥梁大型起重设备施工安全管理存在问题及防控措施

黄自修

四川省交通建设集团有限责任公司桥梁工程分公司 四川 成都 610200

摘 要：大型起重设备是桥梁施工的关键装备，其安全运行直接关系到工程进度、人员生命与结构安全。桥梁施工现场环境复杂、作业交叉频繁、工况多变，风险因素相互叠加，坍塌、倾覆等事故时有发生。本文从设备管理、作业操作、环境防控和制度保障四个维度，梳理了桥梁大型起重设备施工中的四类主要问题并分析其成因，从设备全生命周期管理、环境风险预控、人员能力建设及管理机制完善四个方面提出系统性防控措施，旨在为提升桥梁起重施工安全管理水平提供支撑。

关键词：桥梁工程；大型起重设备；施工安全；风险防控；设备管理

引言：随着桥梁结构向大跨径、高墩柱、深海基础方向发展，起重设备的起吊吨位、作业半径和安装高度持续攀升，加之施工现场多机交叉、立体作业密集，起重伤害事故占比长期居于各类施工事故前列。然而，当前针对桥梁大型起重设备的系统化安全管理研究仍显不足，在设备准入、作业管控、环境预判及制度保障等方面缺乏针对性指导。本文针对施工现场实际，系统分析该领域的安全管理问题与成因，并提出相应防控对策，以为同类工程的安全管理实践提供参考。

1 桥梁大型起重设备施工的特点与安全风险

1.1 大型起重设备的类型与应用场景

桥梁施工中常用的大型起重设备主要包括架桥机、塔式起重机、履带式起重机、门式起重机和缆索吊机等类型。架桥机专用于预制梁体的架设安装，在高速铁路和公路桥梁建设中应用广泛；塔式起重机多用于高墩施工中的材料垂直运输和模板安拆；履带式起重机机动性强，适用于桥梁基础施工、预制梁安装及临时设施搭设；门式起重机主要用于预制场内的梁体出运和材料装卸；缆索吊机则用于大跨度拱桥、悬索桥及斜拉桥的构件空中吊运。各类设备在起吊能力、作业半径、安装高度和工作环境方面各有差异，安全管理需因机制宜、因工况施策。

1.2 桥梁起重作业的特殊风险

与传统建筑施工相比，桥梁起重作业的风险具有鲜明的特殊性，这些特性贯穿于设备选型、方案编制和现场操作各环节。一是高空作业突出，高墩施工和跨江跨谷桥梁的起重作业多在上百米的高空进行，人员操作视野受限、坠落风险远超一般工地，一旦发生构件脱钩或

设备失稳，后果往往极为严重。二是交叉作业密集，桥梁施工现场通常存在多台起重设备同时作业、上下立体交叉施工的情况，塔式起重机群塔作业频繁交叉穿越，碰撞和坠物打击风险突出，对设备空间布置和作业时序的协调要求极高。四是结构物形状不规则，桥梁构件往往体积庞大、重心不易确定，如 T 梁边梁、箱梁边梁、钢拱节段等均属于异形构件，吊点位置选择和索具受力均衡控制难度较大，一旦出现偏吊、斜拉将显著增大瞬间冲击荷载。这些特性决定了桥梁起重设备安全管理必须针对性强、精细度高、预控手段到位，不能套用一般工程施工的安全管理模式。

2 桥梁大型起重设备施工安全管理存在的主要问题

2.1 设备管理混乱，本质安全水平不足

设备管理层面的问题直接关系到起重作业的本质安全。部分施工现场对起重设备的选用把关不严，未充分考虑设备性能参数与吊装工况的匹配性，存在“小马拉大车”的隐患。设备进场验收走过场，对金属结构的疲劳裂纹、钢丝绳的断丝锈蚀、制动器的磨损等隐蔽缺陷漏检现象普遍。在用设备的维护保养制度执行松散，日常检查流于形式，定期检验逾期未做或检测项目不全。老旧设备仍在服役的问题突出，部分设备已达到设计使用年限却未进行安全评估即继续使用，设备的可靠性和安全性缺乏科学判定依据。此外，临时租赁设备的管理尤为薄弱，租赁方资质审查不严、设备档案缺失、技术状况不明的情况时有发生。

2.2 作业过程违规现象频发

起重作业过程中违规操作是引发事故的直接原因。部分作业人员安全意识淡薄，超负荷起吊、斜拉斜吊、

吊物下站人等现象屡禁不止。在吊装方案编制环节,现场踏勘不充分、工况分析不到位,吊装计算参数选取随意,安全系数偏低。方案审批走过场,技术交底流于形式,作业人员对吊装步骤、指挥信号和应急措施不熟悉。多机抬吊作业中缺乏统一的指挥协调机制,各设备操作各自为政,协同配合出现偏差。恶劣天气条件下的强行作业时有发生——风力超过规定限值仍冒险吊装,能见度不足时仍进行大型构件空中翻转等高风险操作。这些问题暴露了作业过程管控的粗放性和规则执行的软弱性^[1]。

2.3 环境风险识别与应对能力薄弱

桥梁起重施工的环境风险具有高度不确定性,但现场管理对其重视程度不足。在地质条件复杂的山区桥梁施工中,对地基承载力的勘察不够细致,起重设备站位区域的地基处理不到位,支腿沉降或倾覆事故隐患埋下。气象条件的突变应对能力不足,突发阵风对高空吊装构件的冲击力远超出常规静力计算范围,但现场往往缺乏风速实时监测和预警响应机制。多台设备同场作业时,对相互之间的空间干扰和连锁风险分析不够,安全距离留有不足。环境风险的识别停留在静态、定性层面,缺乏系统性和动态性,风险底数不清直接导致防控措施缺乏针对性。

2.4 安全管理制度与责任体系不健全

安全管理制度的缺陷是上述问题长期存在的深层原因。部分项目未建立起覆盖起重设备“进场—安装—使用—拆卸—退场”全过程的闭环管理制度体系,各环节之间的管理接口不清晰,责任边界模糊。安全责任逐级递减——项目部与作业班组之间的责任传导机制不健全,安全目标未有效分解到具体岗位和个人。隐患排查治理未形成闭环,发现的问题登记造册不完整,整改跟踪不到位,同类问题反复出现。应急预案的编制缺乏针对性,未针对不同类型起重事故制定分级响应措施,应急演练形式化严重,人员对应急处置程序不熟悉。此外,安全管理的信息化水平偏低,设备的运行状态、维修记录、检验情况等基础数据管理散乱,无法为安全决策提供有效支撑。

3 桥梁大型起重设备施工安全事故的成因分析

3.1 系统层面:管理要素协同性差

起重设备安全管理涉及设备、人员、环境、制度等多个要素,各要素之间的协同程度直接决定了安全系统的整体效能。当前管理的碎片化特征明显——设备管理部门关注设备技术状态,工程部门关注施工进度,安全

部门负责现场监督,各部门之间的信息共享和协调联动不足。设备隐患信息不能及时传递至作业指挥层,作业计划调整未同步考虑设备维保需求,安全工作与生产调度之间存在“两张皮”现象。这种管理要素的割裂使得安全系统失去了整体性,局部问题的积累最终可能突破安全阈值。

3.2 组织层面:安全投入与培训不足

安全生产需要相应的资源投入作为保障,但实践中安全投入不足的问题较为突出。在设备选型阶段,为控制成本倾向选择租赁费用较低但技术状况不明的设备,在安全监测装置配备上满足于最基本的限位器、报警器,对力矩限制器的精度和可靠性重视不够^[2]。设备安全管理人员配备不足,一人多岗、身兼数职的现象普遍存在。在人员培训方面,起重作业人员、指挥人员和司索人员的岗前培训和定期复训制度执行不到位,培训内容偏重理论讲授,实际操作和应急处置训练不足。新入职人员跟岗实习期偏短,尚未完全掌握操作规程和风险辨识方法即被安排独立作业。

3.3 技术层面:信息化监控手段滞后

现代安全管理越来越依赖技术手段的支持,但桥梁起重施工领域的信息化水平整体偏低。多数施工现场的起重设备安全监控仍以人工巡查和纸质记录为主,设备运行参数的实时采集和异常预警功能缺失。对钢丝绳磨损、制动器间隙、结构变形等关键安全参数的监测依赖定期停机检测,无法实现运行状态下的连续跟踪。塔吊防碰撞系统、超载预警系统等安全装置的配备率和有效使用率不高,部分项目即使配备了相关系统也因操作复杂或维护成本高而长期闲置。技术手段的滞后使安全管理只能被动响应已发生的问题,无法实现前瞻性的风险预控。上述三重因素相互叠加、彼此强化,共同构成了当前桥梁起重设备施工安全事故多发的主要成因。

4 桥梁大型起重设备施工安全防控措施

4.1 强化设备全生命周期管理

设备全生命周期管理是提升本质安全水平的首要抓手。在设备选用环节,建立严格的设备准入制度,对所有进场起重设备的技术档案、检验报告、维保记录进行完整核查,对达到设计使用年限或存在重大结构缺陷的设备实行一票否决。在设备安装环节,编制专项安装方案并严格执行,安装完成后由具备资质的检测机构进行全面检验,未取得检验合格报告不得投入使用。在设备使用环节,建立“日常检查+周排查+月调度”三级隐患排查体系,日常检查由操作人员每班执行,周排查由项

目设备管理部门每周定期执行,月调度由项目负责人或分管领导每月定期组织执行。建立定期维护保养制度,按设备使用说明书要求编制定期维护保养计划,并由项目设备管理部门督导及落实维护保养情况。定期委托有资质的第三方检测机构按至少半年1次执行检验检测,并落实隐患整改。对在用设备的关键安全部件实施状态监测,对钢丝绳、吊钩、制动器等易损件建立更换台账,到期强制更换。在设备拆卸和退场环节,规范拆卸作业程序,确保大型构件拆卸过程中的安全措施落实到位。通过设备全生命周期的系统管理,确保起重设备始终处于安全受控状态。

4.2 实施作业环境风险预控

在施工准备阶段,对起重设备站位区域的地基承载力进行专项勘察和验算,对不满足要求的区域预先进行地基加固处理,确保设备在作业过程中的稳定性。建立施工现场风速实时监测系统,在起重设备顶部和作业面分别设置风速仪,风速数据实时传输至指挥中心,当风速超过安全限值时自动报警并锁定起升动作。对水上起重作业,结合水文气象预报建立作业窗口期管理制度,明确允许作业的潮位和水流条件范围。多机同场作业时,编制专项协同吊装方案,进行空间干涉分析和连锁风险评估,划定各设备的作业安全区。环境风险预控的要点在于动态化和系统化,将环境因素作为起重作业的前置条件纳入决策程序^[3]。

4.3 加强人员能力建设与行为规范

人的因素是安全管理的核心变量。在能力建设方面,建立起重作业关键岗位人员的准入、培训和考核制度。起重司机、指挥人员和司索人员须持有效资格证书上岗,项目每年组织一次操作人员考核,考核内容包括操作规程、风险辨识和应急处置三个模块。在行为规范方面,推行标准化作业程序,将每项起重作业分解为“作业准备—试吊检查—正式吊装—构件就位—摘钩复位”五个环节,对每个环节的操作步骤和安全确认点作出明确要求。实施“安全确认制”——每一吊作业前由工程技术人员及班组长组织全体作业人员进行岗位安全确认,逐一核对吊具状态、捆绑方式、吊点位置和作业区域清场情况,确认无误后方可下达起吊指令。建立违章行为积分管理制度,对轻微违章扣发警告,对严重违

章停岗培训,对重复违章取消作业资格,形成有威慑力的行为约束机制。

4.4 完善安全管理机制与技术支持

管理机制的完善是各项措施落地生根的制度保障。建立“项目部—工区—班组”三级安全管理网络,逐级签订安全责任书,将起重作业安全指标分解到最小作业单元。推行安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制,对桥梁起重作业中的风险源进行系统辨识和等级评定,重大风险源实行项目负责人包保管理。隐患排查实行“发现—登记—整改—验收—销号”闭环管理,整改责任落实到人、时限明确到天、验收标准量化到项。在技术支持方面,推动起重设备安全监控系统的数字化升级,安装力矩限制器、防碰撞系统、起升高度限位器、风速仪等安全装置信息监控采集系统并确保其有效投用,对塔式起重机和架桥机等关键设备加装运行参数实时记录仪,实现设备运行状态的实时监控及可追溯管理。利用物联网技术建立起重设备安全管理信息平台,集成设备档案、检验记录、维保台账和运行监控数据,为安全决策提供数据支撑。

结束语

桥梁大型起重设备是推动现代桥梁建设的关键力量,但其安全风险不可小觑。本文聚焦这一高风险施工领域,通过问题梳理、成因分析和措施构建的系统研究,揭示了当前安全管理中的薄弱环节,并提出了覆盖设备、人员、环境和管理四个维度的防控体系。提升桥梁起重设备安全管理水平,既需要持续加大安全投入和技术升级力度,也需要从管理理念和组织机制层面进行系统性改进。唯有将技术手段的硬约束与管理制度、人员素养等软实力有机结合,才能真正筑牢桥梁起重施工的安全防线,保障工程建设的平稳推进。

参考文献

- [1] 张明金. 跨海公路桥梁索塔施工中塔式起重机的应用与管理[J]. 中国设备工程, 2026(14):200-202.
- [2] 徐小兵. 公路工程起重机械安全管理存在的问题及策略研究[J]. 中国公共安全, 2025(1):52-54.
- [3] 师霞. 智能施工机械在市政道路桥梁建设中的应用研究[J]. 智能城市, 2025, 11(3):155-157.