

智慧造桥机施工安全管控技术探讨

伍贤文

中铁大桥局集团第八工程有限公司 重庆 400000

摘要:智慧造桥机作为桥梁施工的关键设备,其施工安全管控至关重要。本文聚焦安装与拆除阶段,识别核心安全风险,从安装前准备、过程实时管控、协同作业,到拆除前评估、过程有序管控、后续清理处置,提出针对性管控技术。同时阐述智能感知、监控预警、数据传输处理等技术在施工全过程安全管控中的应用,为保障智慧造桥机施工安全、提升桥梁建设质量提供技术支撑。

关键词:智慧造桥机;安装阶段;拆除阶段;安全管控技术;施工安全

引言:在桥梁建设领域,智慧造桥机凭借高效、精准的施工优势得到广泛应用。然而,其施工过程涉及众多复杂环节,尤其是安装与拆除阶段,安全风险高、管控难度大。一旦发生安全事故,不仅会造成人员伤亡和设备损坏,还会严重影响桥梁施工进度与质量。因此,深入探讨智慧造桥机施工安全管控技术,特别是安装和拆除阶段的安全管控,具有重要的现实意义。

1 智慧造桥机核心构造与施工安全管控基础

1.1 智慧造桥机核心组成与工作原理

智慧造桥机核心组成围绕桥梁施工核心需求构建,涵盖主承重结构、行走系统、模板系统、智慧控制系统四大核心模块^[1]。主承重结构承担造桥机自身重量与施工荷载,采用高强度钢材加工而成,确保结构承载能力满足施工需求;行走系统实现造桥机沿桥梁轴线的平稳移动,通过驱动装置与导向机构协同运作,保障移动过程精准可控;模板系统用于桥梁混凝土浇筑成型,可根据桥梁截面尺寸灵活调整,保障浇筑精度;智慧控制系统是核心中枢,集成感知、通信、决策与控制功能,实现施工过程的智能化调控。工作原理以桥梁节段施工为核心,通过智慧控制系统统筹各模块协同运作,行走系统带动设备移动至指定施工位置,模板系统精准定位安装后,配合浇筑设备完成混凝土浇筑,通过感知设备采集施工数据,实现施工过程的动态调控,相关构造与原理符合桥梁施工机械设计智慧控制工程核心理论。

1.2 智慧造桥机施工安全管控核心目标

智慧造桥机施工安全管控核心目标聚焦施工全流程风险防控,保障人员、设备与桥梁结构安全,为施工顺利推进提供保障。安全管控需防范造桥机结构失稳、部件脱落、行走偏差等各类安全隐患,杜绝事故发生。管控目标需覆盖施工全环节,既要保障安装、拆除等高危环节的施工安全,也要兼顾运行阶段的操作安

全,确保造桥机各部件运行正常,施工流程合规有序。同时需保障施工人员作业安全,通过科学管控措施规避高空坠落、机械伤害等作业风险,营造安全的施工环境。此外,需通过安全管控维持造桥机施工精度,避免因安全隐患导致施工偏差,保障桥梁施工质量,安全管控目标契合桥梁施工安全管理的核心要求,符合智慧工程安全管控的整体导向。

1.3 智慧技术在造桥机安全管控中的应用基础

智慧技术在造桥机安全管控中的应用基础依托感知技术、通信技术与智能决策技术的协同支撑,构建全方位、全流程的安全管控体系。感知技术作为应用基础核心,通过各类传感器采集造桥机结构应力、行走速度、模板位置及施工环境参数,将物理信号转化为可处理的数字信号,为安全管控提供数据支撑。通信技术承担数据传输功能,采用工业以太网、无线通信等技术,实现感知数据与控制指令的高效传递,保障管控指令快速响应。智能决策技术基于采集的数据进行分析处理,识别潜在安全隐患,生成针对性管控指令,指导现场安全管控操作。应用基础需实现各智慧技术的深度融合,确保数据采集精准、传输高效、决策科学,同时适配造桥机施工的复杂工况,为后续各环节安全管控技术的实施奠定坚实基础,相关应用思路源于智慧工程与机械安全管控的交叉研究成果。

2 智慧造桥机安装阶段安全管控技术

2.1 安装阶段核心安全风险识别

智慧造桥机安装阶段安全风险具有隐蔽性、关联性特点,需结合设备构造、安装工艺及作业环境精准识别^[2]。安装作业涉及构件吊装、高空组装、系统调试等关键环节,核心风险集中在结构失衡、构件坠落、吊装失效及安装偏差等方面。造桥机构件体积大、重量重,吊装过程中易因受力不均导致构件倾斜坠落,威胁作业安

全。安装过程中若构件连接不牢固、组装顺序不合理,易造成结构受力失衡,引发局部或整体失稳。吊装设备长期使用易出现部件损耗,可能导致吊装系统失效,影响安装作业推进。高空作业环境复杂,易受风力、光照等因素影响,增加作业人员操作难度,易引发安全隐患,需全面识别各类风险的形成原因与影响路径,为管控措施制定提供支撑。

2.2 安装前安全准备管控技术

安装前安全准备管控是防范安装风险的基础,需从设备、人员、现场、技术四个维度全面落实。对造桥机构件、吊装设备、连接部件进行全面检查,排查构件损伤、设备故障等问题,确保各类设备与构件符合安装标准。对作业人员进行专项安全培训,明确安装流程、风险防控要点及操作规范,提升作业人员安全操作与应急处置能力。清理安装作业现场,划分安全作业区域,设置安全防护设施,规范构件堆放位置,移除现场障碍物,避免作业过程中出现干扰因素。完善安装技术方案,明确安装顺序、构件连接要求及安全管控要点,结合智慧造桥机智能化特点,优化安装流程,为安装作业安全有序开展奠定基础。

2.3 安装过程安全实时管控技术

安装过程安全实时管控需依托智慧技术,实现对安装全流程的精准监测与动态管控。采用智能感知技术对构件吊装受力、连接紧固度、作业环境参数进行实时采集,动态捕捉风险隐患,及时发出预警信号,便于作业人员快速处置。严格按照预设安装顺序开展作业,从基础构件向上部构件逐步组装,从承重构件向非承重构件有序推进,避免违规操作导致结构失稳。对构件连接部位进行实时监测,确保连接牢固达标,避免出现松动、脱落等问题。依托智慧监控系统实现安装作业全过程可视化管控,实时掌握作业进度与安全状态,及时纠正不规范操作,保障安装过程安全可控。

2.4 安装作业安全协同管控方法

安装作业安全协同管控需整合各参与方资源,建立高效协同机制,实现多环节、多岗位的协同联动。明确作业各岗位职责,梳理协同流程,确保吊装、组装、监测等各环节衔接顺畅,避免出现职责交叉或遗漏。依托智慧通信技术实现作业人员、监测人员、管控人员之间的实时信息交互,及时传递作业状态与风险信息,提升管控响应效率。建立协同管控机制,统筹协调构件供应、设备调度、现场作业等各项工作,优化资源配置,避免因资源调配不当影响作业安全。加强各环节衔接管控,确保吊装作业与组装作业有序衔接,监测数据与管

控指令高效传递,形成全方位、多层次的安全协同管控体系,保障安装作业安全完成。

3 智慧造桥机拆除阶段安全管控技术

3.1 拆除阶段核心安全风险识别

智慧造桥机拆除阶段安全风险贯穿全过程,需结合设备构造与拆除工艺精准识别。拆除作业涉及设备结构拆解、构件吊装、高空作业等关键环节,核心风险集中在结构失稳、构件坠落、机械故障等方面^[1]。造桥机结构复杂、构件重量大,拆除过程中若拆解顺序不合理,易导致结构受力失衡,引发整体或局部失稳坍塌。高空拆解的构件若固定不当,易发生坠落,威胁作业区域安全。机械装置长期运行后存在部件磨损、性能下降等问题,拆除过程中易出现吊装设备故障、液压系统泄漏等情况,影响拆除作业有序推进。此外,拆除作业受环境因素影响较大,恶劣天气会进一步加剧风险,需通过系统识别明确各类风险的产生路径与影响范围,为后续管控措施制定提供基础。

3.2 拆除前安全评估与准备管控

拆除前安全评估与准备是防范风险的关键环节,需全面落实各项管控要求。安全评估需结合造桥机运行状态、结构完整性、拆除工艺要求,梳理风险点并明确管控重点,制定针对性防控方案。准备管控需从设备、人员、现场三个维度推进,对拆除所需吊装设备、拆解工具进行全面检查,确保设备性能达标、工具完好可用。对作业人员进行专项培训,明确拆除流程、风险防控要点及应急处置方法,提升作业人员安全操作能力。清理作业现场,划分安全作业区域,设置安全防护设施,移除现场障碍物,规范构件堆放区域,避免作业过程中出现干扰因素,为拆除作业安全开展创造良好条件。

3.3 拆除过程安全有序管控技术

拆除过程安全有序管控需依托智慧技术,严格遵循拆解顺序,实现全过程精准管控。采用智能感知技术对造桥机结构受力、构件状态、作业环境进行实时监测,动态捕捉风险隐患,及时发出预警信号,便于作业人员快速处置。严格按照预设拆解顺序开展作业,从非承重构件向承重构件逐步拆解,从高空向地面分层作业,避免违规拆解导致结构失稳。吊装作业需精准控制吊装速度与幅度,确保构件平稳移动,避免构件碰撞、摆动引发安全事故。依托智慧监控系统实现作业全过程可视化管控,实时掌握作业进度与安全状态,及时纠正不规范操作行为,保障拆除作业有序推进。

3.4 拆除后现场清理与设备处置安全管控

拆除作业完成后,需做好现场清理与设备处置的安

全管控,防范后续安全隐患。现场清理需有序清理拆解后的构件、废料及施工垃圾,分类堆放、妥善转运,避免构件堆放无序引发坍塌、坠落等风险,清理过程中规范操作,防止作业人员受伤。设备处置需对拆除的造桥机构件、机械装置进行全面检查,对可回收利用的构件进行妥善存放、防护,对报废构件按规范进行处置,避免随意丢弃造成安全隐患^[4]。对拆除过程中使用的吊装设备、工具进行全面检修、保养,妥善存放,确保设备后续使用安全,同时做好现场安全复盘,梳理管控薄弱环节,为后续同类作业提供经验参考。

4 智慧造桥机施工全过程安全管控技术支撑

4.1 智能感知技术在安全管控中的应用

智能感知技术是智慧造桥机施工全过程安全管控的核心基础,通过各类高精度传感器实现施工全环节参数精准采集,为安全管控提供可靠数据支撑。感知设备需布设于造桥机关键承重部件、吊装设备、作业区域及周边环境,采集结构应力、部件位移、吊装受力、环境温度湿度及风力等核心参数,将物理信号转化为可处理的数字信号,实现对设备状态、作业过程、环境条件的全方位感知。感知技术需适配造桥机施工的复杂工况,具备抗干扰、耐高温、抗振动的性能,确保数据采集的连续性与精准性,能够精准捕捉各类潜在安全隐患的细微变化。应用过程中需优化感知设备布设位置,提升数据采集效率,为后续监控预警、决策调控提供实时、准确的数据支撑,相关技术源于智能传感与桥梁施工安全感知的交叉研究。

4.2 智慧监控与预警技术支撑

智慧监控与预警技术支撑聚焦施工全过程安全状态的实时把控与风险预判,依托智慧管控平台实现数据整合、状态监测与风险预警的闭环运作。智慧监控技术整合各感知设备采集的数据,通过可视化界面实时呈现造桥机运行状态、作业进度及环境参数,实现施工全流程可视化管控,便于管控人员及时掌握现场安全状况。预警技术基于预设的安全阈值与风险识别模型,对采集的数据进行实时分析,当参数超出安全范围或识别出潜在风险时,快速发出分级预警信号,指导现场作业人员采取针对性处置措施,避免风险扩大。预警逻辑需结合造

桥机施工安全风险特点优化设计,提升预警的精准性与及时性,减少误报、漏报情况,为施工全过程安全管控提供主动防控支撑,符合智慧工程安全监控预警的核心技术要求。

4.3 安全管控数据传输与处理技术

安全管控数据传输与处理技术是衔接感知、监控与预警的关键纽带,保障数据高效传递、精准处理,支撑安全管控决策的科学性。数据传输技术采用工业以太网、无线通信等高效传输方式,构建稳定的传输链路,确保感知数据、监控信息与预警指令快速传递,避免数据传输延迟或丢失,适配施工场地复杂的传输环境^[5]。数据处理技术依托大数据分析、智能算法对采集的海量数据进行筛选、分析与挖掘,剔除无效数据,提取核心安全信息,识别数据背后的风险规律,为安全管控决策提供数据支撑。处理过程需优化算法逻辑,提升数据处理效率,确保数据处理结果能够快速反馈至管控平台,指导现场安全管控操作,相关技术遵循工业数据传输与处理的工程规范,贴合智慧造桥机安全管控的实际需求。

结束语

智慧造桥机施工安全管控技术涵盖安装、拆除及全过程支撑等多个方面。通过精准识别各阶段安全风险,运用智能感知、监控预警等技术,结合科学管控措施,可有效降低安全风险,保障施工安全有序进行。持续优化安全管控技术,提升智慧技术应用水平,能更好地适应桥梁建设发展需求,为桥梁施工安全与质量提供坚实保障。

参考文献

- [1]赵小明,贺宇,余柚良,等.上行交替式滑移模架造桥机应用与施工技术优化[J].粘接,2026,53(2):421-425.
- [2]周佳午,李涛,李仕刚,等.移动模架造桥机施工过孔全过程受力分析[J].山西建筑,2026,52(4):148-152.
- [3]陈冰冰.上行式移动模架造桥机安全拆除关键技术[J].建筑机械化,2024,45(3):29-32.
- [4]韦非.造桥机在悬臂连续梁施工中的应用[J].价值工程,2024,43(10):85-87.
- [5]王振业.智慧悬臂造桥机在大节段连续梁施工中的线形控制技术[J].现代工程科技,2025,4(13):29-32.