

港口航道与建筑施工安全管理体系构建与优化路径研究

王春伟¹, 陶德政², 秦子劼³

(1. 青岛盛仕建筑工程有限公司, 山东 青岛 266400;

2. 平度市发展和改革委员会, 山东 青岛 266799;

3. 枣庄中成建设发展有限公司, 山东 枣庄 277100)

摘要 针对港口航道与建筑施工水陆作业交叉多、水文环境复杂、安全管控难度高的行业特征, 以及当前安全管理体系碎片化、水陆管控脱节、动态风险预判不足、应急机制不完善等核心痛点, 本文系统梳理了港口航道与建筑施工安全风险的核心特征与关键影响因素, 构建了全流程、全要素、多主体的水陆一体化安全管理闭环体系, 明确了体系总体架构、核心模块与实施要点, 分析了体系运行的现存短板, 提出了系统性优化路径, 旨在为港口航道与建筑施工安全管理的标准化建设提供理论参考, 进而有效降低施工安全事故发生率, 提升工程建设安全管控水平。

关键词 港口航道工程; 建筑施工; 安全管理体系; 风险管控; 水陆协同

中图分类号: U655.1

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.25.026

0 引言

港口航道与建筑施工是水运基础设施建设的核心环节, 其安全管理水平直接决定工程建设的质量、进度与作业人员的生命财产安全。本文围绕港口航道与建筑施工安全管理核心问题, 系统界定施工安全风险的核心特征与影响因素, 构建水陆一体化全流程安全管理体系, 明确体系核心构成与实施要点, 梳理体系运行的现存痛点, 提出系统性优化路径, 形成港口航道与建筑施工安全管理的标准化技术框架, 为水运工程建设安全管控提供技术参考。

1 港口航道与建筑施工安全风险核心特征与影响因素

1.1 安全风险核心特征

港口航道与建筑施工兼具水运工程与陆域建筑施工双重属性, 涵盖航道疏浚、码头建设、陆域配套施工等多类型作业, 其安全风险呈现五大核心特征。一是高风险性, 施工涉及水上水下作业、高空作业、深基坑施工、大型起重吊装等高风险环节, 淹溺、船舶碰撞、结构坍塌等事故风险显著高于常规建筑工程。二是强环境依赖性, 施工安全受潮汐、风浪、地质条件、极端天气等自然因素影响显著, 通航水域施工还受航

道通航条件制约, 风险诱因具有强动态性。三是交叉耦合性, 水上作业与陆域施工同步推进, 船舶、机械、人员多环节交叉, 多专业协同要求高, 各类风险相互交织, 单一风险易引发连锁反应。四是动态不确定性, 施工区域水文气象条件实时变化, 作业场景随施工进度动态调整, 风险发生的时间、位置、影响程度随机性强, 难以静态精准预判。五是事故处置高难度性, 水上水下作业事故的应急救援受水域环境、通航条件限制, 响应时间长、处置难度大, 易造成损失扩大, 对事前预防与应急准备的要求远高于陆域工程^[1]。

1.2 安全风险核心影响因素

港口航道与建筑施工安全风险的产生, 受多维度因素影响, 核心可划分为四大类。一是人员因素。施工与管理人员的专业能力、安全意识是风险产生的核心主观因素, 特种作业人员无证上岗、违规操作, 管理人员管控缺位、技术交底不充分, 是引发安全事故的主要诱因。二是设备与设施因素。施工船舶、大型机械、水下作业设备的性能状态与维护情况, 安全防护、应急救援设施的设置情况, 直接决定作业过程的本质安全水平。三是环境因素。水文气象、地质条件、航道通航环境、施工场地水陆布局等, 是影响施工安全的重要客观因素, 极端天气、复杂地质易直接引发

作者简介: 王春伟 (1987), 男, 本科, 工程师, 研究方向: 港口与航道。

安全事故,同时放大其他风险的影响。四是管理因素。安全管理制度不完善、责任体系不健全、水陆协同管控机制缺位、应急预案针对性不足、安全教育培训不到位,是导致风险识别不全、防控措施不落地的根本原因,管理体系缺陷会形成系统性安全隐患。

2 港口航道与建筑施工安全管理体系总体架构与核心原则

2.1 体系总体架构

结合港口航道与建筑施工的行业特征与管控需求,构建“目标层—管控层—执行层—保障层—监督层”五层水陆一体化安全管理体系,各层级上下联动、协同运行,形成“事前预控—事中管控—事后处置—反馈优化”的全流程闭环管理机制,实现施工安全全要素、全周期、多主体一体化管控。目标层为体系顶层设计,以“零死亡、零重伤、零重大安全事故”为核心目标,明确安全管理总体要求、管控标准与考核指标。管控层是体系核心中枢,涵盖风险分级管控、全员责任管理、现场作业管控、应急处置管理、安全教育培训五大核心模块,制定安全管控具体流程与实施要求,统筹各参建方、各环节安全管理工作。执行层是体系落地端口,由施工项目部、作业班组、一线作业人员构成,负责安全管理制度与防控措施的现场执行^[2]。保障层为体系运行提供人员、制度、技术、资源、应急五大维度支撑。监督层是体系闭环保障,由建设、监理、行业监管部门构成,负责对体系运行开展全过程监督、考核与整改督促,推动体系持续优化。

2.2 体系核心管控原则

本质安全原则:以源头管控为核心,优先选用安全达标的施工船舶、机械设备与防护设施,优化施工工艺与作业方案,从设计与准备阶段消除先天安全隐患。水陆协同原则:打破水上与陆域施工的管控壁垒,建立统一的安全管控标准、协同作业流程与信息共享机制,实现水陆施工安全一体化管控。全流程闭环原则:将安全管理贯穿施工全周期,覆盖所有作业环节与风险点位,形成风险识别、评估、防控、处置、复盘、优化的闭环管理。合规性原则:以国家现行水运工程、建筑施工、安全生产相关法律法规与强制性条文为底线,所有安全管理行为严格符合合规性要求^[3]。分级管控原则:根据风险等级实行分级分类管控,明确差异化管控要求,聚焦重大风险重点防控,实现管控资源精准配置。全员参与原则:建立全员安全生产责任制,将安全管控责任落实到每个岗位与作业人员,形成全员安全管理格局。

3 安全管理体系核心模块与实施要点

3.1 全流程风险分级管控模块

风险分级管控是安全管理体系的核心基础,需建立覆盖施工全周期的风险分级管控流程。施工准备阶段,重点开展施工组织设计、专项方案的安全合规性审查,针对危大工程开展专项风险评估,编制专项管控方案。施工实施阶段,采用“全面排查法+专业分析法”开展常态化风险排查,梳理动态风险清单,采用层次分析法与风险矩阵法开展分级评估,明确风险等级、管控责任与防控措施;竣工验收阶段,重点管控收尾作业、设备拆除环节的安全风险,开展全过程安全管理复盘。针对重大风险,实行“一风险一专项方案”,落实全过程旁站监理与动态监测,确保风险全程可控^[4]。

3.2 全员安全责任管理模块

建立“横向到边、纵向到底”的全员安全生产责任体系,明确建设单位首要责任、施工单位主体责任、监理单位监督责任、设计单位技术支撑责任、船舶运营方作业责任,细化各单位、各部门、各岗位的安全管理职责,签订安全生产责任书,将责任落实到具体个人。建立安全管理考核评价机制,将安全生产责任落实情况与绩效考核、奖惩机制直接挂钩,对管控到位的予以奖励,对责任落实不到位的严肃追责,形成“有责必履、失责必究”的责任闭环。

3.3 现场作业安全管控模块

现场作业管控是安全管理体系的核心执行环节,需针对高风险作业建立标准化管控流程。严格执行作业审批制度,水上水下作业、动火作业、有限空间作业等危险作业,必须办理专项审批手续,明确作业范围、防控措施与现场监护人,审批通过后方可作业;强化水陆协同作业管控,划定水上施工作业警戒区,设置通航警示标识,建立船舶与陆域施工的沟通联络机制,杜绝交叉作业引发的碰撞、淹溺事故;严抓危大工程施工管控,严格执行专项施工方案,落实技术交底与全过程旁站监理,严禁无方案施工、擅自变更方案;规范现场安全防护管理,临水临边、高空作业区域按规定设置防护设施与警示标识,作业人员必须按规定佩戴防护用品,杜绝无防护作业;同步强化施工现场临时用电、消防安全、机械作业常态化管控,对隐患实行“清单化、闭环式”整改,确保隐患动态清零。

3.4 应急处置与事故管理模块

构建水陆一体化应急管理体系,针对船舶碰撞、淹溺、坍塌、极端天气等典型事故,编制专项应急预案,明确应急组织机构、响应流程与处置措施。建立专业化应急救援队伍,配备适配水上水下作业的应急救援设备、物资与船舶,定期开展水陆协同应急演练。建

立与海事、应急、消防部门的应急联动机制，畅通应急信息沟通渠道，确保事故发生后快速响应、高效处置。建立事故调查与复盘机制，对安全事故开展全面调查，查明原因、厘清责任，总结教训并优化管控措施与应急预案，实现“一事故一整改、一案例一提升”。

3.5 安全教育培训模块

建立分层级、全覆盖的安全教育培训体系，针对管理人员、作业人员、特种作业人员制定差异化培训计划。对管理人员重点开展安全管理体系、法律法规、风险管控培训，提升安全管理能力；对作业人员重点开展安全操作规程、风险防控、应急处置培训，严格执行岗前培训、三级安全教育制度，考核合格后方可上岗；对特种作业人员严格执行持证上岗制度，定期开展专项培训与技能考核，杜绝无证上岗。定期开展安全技术交底，将各工序施工风险、安全要求、应急措施，逐级交底至作业班组与一线人员，确保交底内容全员知晓、全面落实。

4 安全管理体系运行现存核心痛点

当前港口航道与建筑施工安全管理体系运行仍存在诸多突出短板，制约了安全管控效能。一是体系碎片化问题突出，多数项目未建立水陆一体化安全管理体系，水上与陆域施工分块管控，标准不统一、协同机制不健全，多参建方责任边界模糊，形成管控盲区。二是风险管控精准度不足，对水文气象、通航环境等动态风险的实时监测与预判能力不足，风险识别评估仍以静态排查为主，难以适配施工场景动态变化，风险预警存在滞后性。三是现场作业管控不严，作业审批制度执行不力，无审批作业、违规作业、监护缺位等问题频发，安全防护不到位等隐患长期存在，管控要求难以落地到作业层。四是应急管理体系不完善，应急预案针对性不足、与现场实际脱节，水陆应急联动机制不健全，应急物资与队伍配置不足，应急演练流于形式，事故处置能力不足。五是安全管理数字化水平偏低，仍以人工排查、现场巡检的传统模式为主，北斗定位、物联网等智能化技术应用不足，难以实现风险动态监测与智能预警，管控效率与精准度不足。

5 安全管理体系系统性优化路径

针对体系运行中的核心痛点，结合港口航道工程建设发展趋势，提出六大系统性优化路径，推动安全管理体系完善升级。一是构建水陆一体化闭环管控体系，打破水上与陆域施工管控壁垒，制定统一的安全管控标准与协同作业流程，明确各参建方责任边界，建立多主体协同管控机制，消除管控盲区，形成全流程、全要素闭环管理。二是强化动态风险分级管控能力，完善风险识别与评估体系，针对水文气象、通航环境等动态风险，建立实时监测与动态评估机制，结合施

工进度动态更新风险清单与管控措施，实现风险精准识别、动态评估、提前预警、靶向防控。三是推进现场作业精细化管控，严格执行危险作业审批与旁站监护制度，规范水上水下作业、船舶协同作业标准化流程，强化安全防护设施常态化检查，加大违规作业、隐患整改不到位行为的追责力度，推动管控要求全面落地到作业一线。四是完善水陆一体化应急管理体系，结合工程实际优化专项应急预案，提升预案针对性与可操作性；建立多部门应急联动机制，畅通应急信息渠道；配齐配强应急救援队伍、物资与设备，定期开展水陆协同实战化演练，全面提升事故应急处置能力^[5]。五是推动安全管理数字化智能化升级，引入北斗高精度定位、物联网、视频智能识别、BIM等技术，搭建港口航道施工智慧安全管控平台，实现施工船舶、设备、人员、风险点位的实时监测与智能预警，推动安全管理从“人工管控”向“智能管控”转型。六是完善全员安全培训与责任考核机制，优化分层级安全教育培训体系，强化特种作业、水上作业人员的专项技能与应急能力培训，提升全员安全意识；完善安全生产责任考核与奖惩机制，将安全责任落实情况与岗位绩效直接挂钩，推动全员安全生产责任制全面落地。

6 结束语

港口航道与建筑施工安全管理是水运基础设施建设的核心保障。本文构建的水陆一体化全流程安全管理体系，明确了体系总体架构、核心模块与实施要点，针对体系运行短板提出了系统性优化路径，可有效解决当前安全管理中体系碎片化、管控脱节、精准度不足等核心问题，全面提升港口航道与建筑施工安全管控水平。随着水运工程建设智能化发展，需持续完善水陆一体化协同管控机制，推动安全管理从事后处置向事前预防、从静态管控向动态预警全面转型，为水运基础设施高质量建设提供坚实的安全保障。

参考文献：

- [1] 杨舒涵. 水运码头桩基施工质量控制要点及安全保障措施[J]. 安家, 2026(02):169-171.
- [2] 韦鑫. 港口航道工程中生态护岸技术的创新与工程实践[J]. 时代漫游, 2022(01):237-239.
- [3] 卢自来, 刘超群, 朱运权. “水陆空”一体化测量在航道测量中的应用[J]. 中国水运, 2023(06):59-62.
- [4] 郑健良, 宋敏, 石常峰. 粤港澳大湾区航运网络韧性及驱动机制研究[J/OL]. 水利水电工程学报, 1-19[2026-04-17]. <https://link.cnki.net/urlid/32.1613.TV.20251009.1854.002>.
- [5] 王春梅, 宋亚军. IPD模式下基于BIM的水运工程项目风险协同管理[J]. 中国港湾建设, 2020, 40(11):71-74.