

数字化转型驱动下的港口作业安全管理创新机制研究

张磊

天津港联盟国际集装箱码头有限公司, 天津 300461

DOI:10.61369/ETQM.2026060028

摘 要 : 随着全球贸易复苏与港口智能化升级,数字化转型已成为港口高质量发展的必然趋势,而安全管理作为港口作业的核心底线,直接关系到人员生命、财产安全与行业稳定发展。当前,港口作业场景日益复杂,风险点增多,传统安全管理模式已难以适配数字化发展需求,二者的协同融合成为破解管理难题、提升安全水平的关键。本文立足数字化转型与港口安全管理的协同关系,剖析当前港口安全管理存在的突出问题,提出针对性创新实施策略,为港口安全管理高质量发展提供支撑。

关 键 词 : 数字化转型;港口作业;安全管理;创新机制

Research on the Innovation Mechanism of Safety Management in Port Operations Driven by Digital Transformation

Zhang Lei

Tianjin Port Alliance International Container Terminal Co., Ltd., Tianjin 300461

Abstract : With the recovery of global trade and the intelligent upgrading of ports, digital transformation has become an inevitable trend for the high-quality development of ports. As the core foundation of port operations, safety management is directly related to the safety of personnel and property, as well as the stable development of the industry. Currently, port operation scenarios are becoming increasingly complex, with a growing number of risk points. Traditional safety management models are struggling to meet the demands of digital development, making the integration and synergy between the two crucial for solving management challenges and enhancing safety standards. This paper examines the synergistic relationship between digital transformation and port safety management, analyzes the prominent issues in current port safety management, and proposes targeted innovative implementation strategies to support the high-quality development of port safety management.

Keywords : digital transformation; port operations; safety management; innovation mechanism

一、数字化转型与港口安全管理的协同关系

数字化转型与港口安全管理是相互支撑、协同共进的有机整体,二者的深度融合的不仅能提升港口安全管理水平,更能为数字化转型指明方向,为港口安全管理创新机制构建奠定坚实理论基础。

数字化转型对港口作业安全管理具有显著赋能作用。在安全监控方面,通过部署智能摄像头、传感器等设备,结合视觉大模型等技术,实现港区全场景、无死角覆盖,解决传统人工监控漏抓、难追溯的问题,提升监控全面性。在风险预警上,依托大数据分析技术,实时整合作业环境、设备运行等数据,精准识别风险隐患并及时预警,增强预警及时性。在管理效率方面,数字化系统替代人工繁琐操作,实现安全审批、调度等流程自动化,大幅优化管理效率。在隐患治理上,通过建立数字化台账,实现隐患上报、整改、复核全流程留痕,构建闭环管理体系,确保隐患及时清零。

港口安全管理的实际需求为数字化转型提供明确导向。港口作业场景复杂、风险点多,对监控覆盖、风险预判、效率提升等的需求,推动数字化技术向精准化、智能化升级,避免转型脱离

实际。二者相互促进,数字化转型赋能安全管理提质增效,安全管理需求牵引数字化转型精准发力,形成协同发展格局,为港口安全管理创新机制的构建提供了理论支撑和实践路径。

二、港口作业安全管理存在的主要问题

(一) 技术应用层面

数字化技术在港口安全管理中的应用呈现碎片化特征,缺乏统一的整合平台,各类技术分散应用于装卸、仓储、运输等不同作业环节。不同系统由不同厂商开发,数据标准不统一、接口不兼容,导致数据无法有效互通共享,形成信息孤岛,难以实现对港口安全的全面统筹管控。同时,部分数字化技术与港口实际作业场景脱节,适配性不足,例如 AI 识别模型未充分考虑港口露天作业的风雨、粉尘等复杂工况,对违规操作、安全隐患的识别精度不足,误报率较高,不仅增加了工作人员的排查负担,还可能因误报忽视真正的安全风险,影响安全管理成效。

(二) 管理模式层面

港口安全管理仍未摆脱传统层级管理的局限,管理模式较为

僵化。各部门之间存在信息壁垒，安全信息共享不畅，缺乏健全的协同处置机制，当出现跨部门的安全隐患或突发事件时，易出现推诿扯皮、响应滞后的情况。此外，安全决策多依赖管理人员的过往经验，缺乏数据驱动的科学支撑，对安全风险的判断不够精准，隐患排查工作存在明显盲区，部分隐蔽性较强的安全隐患难以被及时发现，导致安全管理效率低下，无法实现对安全风险的主动防控。

（三）制度体系层面

随着数字化技术在港口安全管理中的广泛应用，现有制度体系已难以适配转型需求，呈现明显的滞后性。针对数字化安全管理的相关规章制度不完善，数据安全、数字化设备操作规范、安全责任划分等方面存在空白，导致数字化技术应用缺乏明确的制度指引，易出现操作不规范、责任不清晰的问题。同时，安全培训工作未跟上技术升级步伐，部分员工缺乏数字化操作技能，对智能监控设备、大数据分析系统等的操作不熟练，无法充分发挥数字化技术在安全管理中的作用，进一步制约了数字化转型与安全管理的深度融合。

（四）风险管控层面

港口作业风险点多、类型复杂，尤其是隐性风险的管控难度较大，设备长期运行产生的磨损、危化品运输与仓储过程中的微量泄漏等隐性风险，难以及时被识别和排查。风险评估工作缺乏动态性，多采用静态评估方式，无法根据作业环境、设备状态的变化实时更新评估结果，导致风险预判不够精准。此外，应急预案流于形式，内容缺乏针对性和可操作性，且数字化应急处置手段不足，面对突发事件时，无法通过数字化系统快速调度资源、制定处置方案，应急响应效率低下，难以有效降低事故损失。

三、数字化转型驱动下港口作业安全管理创新机制的实施策略

（一）技术层面实施策略

技术创新是数字化转型驱动港口安全管理创新的核心支撑，需聚焦核心技术突破、系统整合优化、场景适配升级，构建全方位、智能化的技术支撑体系。首先，加大数字化技术投入力度，明确投入重点与优先级，将资金向 AI 大模型、数字孪生、数据中台等核心技术的研发与应用倾斜，避免盲目投入造成资源浪费。可借鉴国内先进港口经验，分阶段、分步骤推进技术升级，例如某沿海枢纽港制定三年数字化升级规划，累计投入 1.2 亿元，逐步建成覆盖全港区的数字化安全监控系统、设备智能运维系统和风险预警平台，实现从基础监控到智能管控的跨越式提升。

其次，打破技术应用碎片化困境，建立统一的数据标准与技术规范。针对当前不同系统数据不兼容、信息孤岛突出的问题，组织技术专家、港口管理人员联合制定统一的数据采集、存储、传输、分析标准，明确各系统的接口规范，推动装卸、仓储、运输、危化品管理等各环节系统的数据互通共享，实现安全数据的集中管理与统一调度。例如，规范设备运行数据、作业人员操作数据、环境监测数据等各类安全相关数据的格式，确保数据能够

在数据中台实现高效整合与分析，为安全决策提供全面、准确的数据支撑。

最后，加强产学研协同创新，提升技术适配性。港口应主动加强与科技企业、科研院所的合作，联合研发适配港口复杂作业场景的数字化安全管理技术与解决方案，重点攻克极端天气下视觉识别、危化品微量泄漏检测、大型设备故障预判等技术难题。例如，联合高校研发适配港口露天作业的抗风雨、抗粉尘 AI 识别模型，优化算法精度，降低误报率；与科技企业合作开发数字孪生港口系统，构建港区三维虚拟模型，实现作业场景、设备状态的实时模拟，提前预判作业风险，为安全管控提供可视化支撑。

（二）管理层面实施策略

管理模式优化是确保数字化转型驱动安全管理创新落地见效的关键，需通过制度完善、架构优化、评估保障，构建协同高效、权责清晰的管理体系。首先，完善港口作业安全管理制度，结合数字化技术应用需求，修订完善安全操作规程、责任追究制度、数据安全管理制度等相关规章，确保数字化安全管理有章可循、有规可依。例如，针对 AI 监控系统、数字孪生平台等数字化设备的操作流程，制定专项操作规程，明确操作标准、责任主体和应急处置措施；修订安全责任追究制度，将数字化设备操作规范执行情况、数据安全情况纳入责任追究范围，强化全员安全责任意识。

其次，优化安全管理组织架构，打破部门壁垒，明确各部门、各岗位的安全管理责任。整合安全管理相关部门职能，成立数字化安全管理专项工作组，统筹推进数字化安全管理创新机制的落地执行，协调解决实施过程中出现的跨部门问题。明确各部门在数字化安全管理中的职责，例如技术部门负责数字化设备的运维与技术升级，安全管理部门负责风险排查与预警处置，作业部门负责一线数字化设备的规范操作，确保各项工作有序推进、责任落实到人。

最后，建立创新机制实施效果的评估体系，确保创新策略落地见效。结合港口安全管理目标，制定科学的评估指标，涵盖技术应用成效、安全管理效率、隐患治理效果、事故发生率等多个维度，明确评估标准和评估周期。定期开展评估工作，通过数据对比、现场检查、员工调研等方式，全面掌握创新机制的实施情况，及时发现实施过程中存在的问题与不足，并根据评估结果优化调整实施策略。例如，通过对比数字化系统应用前后的隐患排查效率、事故发生率，评估技术应用成效；通过员工反馈，了解制度执行情况和管理流程的合理性，针对性地优化管理措施，确保创新机制始终贴合港口安全管理实际需求。

（三）人员层面实施策略

人员是数字化转型与安全管理创新的核心主体，需通过人才培养、交流激励，提升全员数字化素养和安全管理能力，激发全员参与创新的积极性。首先，制定针对性的人才培养计划，构建分层分类的培训体系，满足不同岗位员工的培训需求。针对管理人员，重点开展数字化安全管理理念、数据驱动决策、创新机制实施等方面的培训，提升其统筹协调和科学决策能力；针对技术人员，重点开展 AI 大模型、数字孪生、数据中台等核心技术的

培训，提升其技术研发、设备运维和问题解决能力；针对一线作业人员，重点开展数字化设备操作规范、安全风险识别、应急处置等方面的培训，确保其能够熟练操作数字化设备，规范开展作业。

其次，搭建人才交流平台，促进全员能力提升。定期组织开展数字化安全管理经验交流活动，鼓励员工分享数字化设备操作技巧、安全风险排查经验、创新管理思路等，实现经验共享、相互学习。建立跨岗位、跨部门的人才交流机制，安排技术人员、管理人员、一线作业人员相互交流学习，了解不同岗位的工作需求和技术应用难点，提升全员综合素养。同时，鼓励员工参与行业内的数字化安全管理交流活动，借鉴其他港口的先进经验和优秀做法，拓宽视野，激发创新思路。

最后，完善激励机制，激发员工工作积极性和创新热情。将数字化安全管理的工作成效与员工的绩效考核、职称评定、评优评先等直接挂钩，对在数字化技术应用、安全管理创新、隐患排查处置等方面表现突出的员工给予表彰奖励，对未按要求执行数字化安全管理规定、造成安全隐患或事故的员工进行处罚。

（四）政策与环境层面实施策略

良好的政策环境和行业氛围是推动数字化转型驱动港口安全管理创新的重要保障，需通过政策争取、行业合作、标准推广，为创新机制实施创造有利条件。首先，积极争取政府的政策支持与资金扶持。主动对接政府相关部门，了解数字化转型、安全生产相关的扶持政策，积极申报专项补贴、科研项目资金等，利用政策红利推进港口数字化安全管理升级。例如，争取政府对港口数字化安全技术研发、设备更新的专项补贴，缓解资金投入压力；申报数字化转型示范项目，争取政策指导和资源支持，推动

创新机制落地实施。

其次，加强行业内的交流合作，实现经验共享与共同提升。主动与青岛港、南京港等数字化安全管理成效显著的典型港口建立合作关系，通过实地考察、座谈交流等方式，深入学习其数字化转型经验、安全管理创新模式、技术应用路径等，结合自身港口的实际情况，优化完善自身的实施策略。参与港口行业协会组织的交流活动，分享自身的创新实践经验，与其他港口共同探讨数字化转型过程中遇到的共性问题，共同探索解决方案，推动整个港口行业数字化安全管理水平的提升。

最后，推动数字化安全管理标准的制定与推广。联合行业内的先进港口、科技企业、科研院校，参与制定港口数字化安全管理相关标准，明确数字化技术应用、数据安全、人员操作规范等方面的要求，推动港口安全管理向规范化、标准化方向发展。积极推广数字化安全管理标准，引导行业内其他港口借鉴实施，形成统一的行业规范，提升整个港口行业的安全管理水平。

四、结语

数字化转型为港口作业安全管理创新注入了新动能，也对安全管理的技术、管理、人员、政策环境提出了更高要求。本文通过分析二者协同关系、梳理现存问题、提出实施策略，明确了数字化转型与港口安全管理深度融合的路径。唯有统筹推进技术升级、管理优化、人才培育与政策保障，破解碎片化、协同不足等难题，才能构建科学高效的安全管理创新机制，推动港口安全管理向智能化、规范化转型，为港口行业安全、有序、高质量发展筑牢根基。

参考文献

[1] 董裕恒. 数字化转型驱动下的港口作业安全管理创新机制研究 [J]. 湖北应急管理, 2025, (22): 25-27.
[2] 闫国康. 浅析港口作业安全管理系统性优化及实践 [J]. 现代职业安全, 2025, (09): 83-85.
[3] 韩志永, 牟洪涛. 港口干散货作业安全管理问题与对策研究 [J]. 中小企业管理与科技, 2024, (22): 85-87.
[4] 扶子澜. 智慧水运技术在港口作业安全管理中的应用研究 [J]. 珠江水运, 2024, (17): 32-34.
[5] 吴俊峰. 我国智慧港口数字化转型趋势与创新平台建设 [J]. 中国港口, 2021, (10): 20-23.