

秦皇岛港 “一中心、三平台” 智慧化管理系统的构建与实践

李文熙

河北港口集团秦皇岛港股份有限公司调度指挥中心，河北 秦皇岛 066000

DOI:10.61369/SE.2025080017

摘 要： 本文以秦皇岛港 “一中心、三平台” 智慧化管理系统为研究对象，系统梳理该系统的建设背景，详细解析生产调度指挥运营中心及三大智慧平台的架构设计与核心功能。结合系统落地后的实际运行数据，从生产效率、环保治理、安全生产、客户服务四个维度论证其应用价值，并基于当前智慧港口发展趋势提出系统迭代方向，为国内同类港口的智慧化转型提供可借鉴的实践范式。

关 键 词： 一中心；三平台；智慧化管理；系统的构建；生产调度；数字化；生产运营

The Construction and Practice of the "One Center, Three Platforms" Intelligent Management System in Qinhuangdao Port

Li Wenxi

Li Wenxi Dispatching and Command Center, Qinhuangdao Port Co., Ltd., Hebei Port Group,
Qinhuangdao, Hebei 066000

Abstract: This paper delves into the "One Center and Three Platforms" intelligent management system at Qinhuangdao Port. By analyzing its construction background, it elaborates on the specific composition and functions of the system, including the Production Dispatching and Command Operation Center, the Intelligent Production Scheduling Platform, the Intelligent Environmental Monitoring Platform, and the Intelligent Safety Supervision Platform. Combining practical applications, it demonstrates the remarkable achievements of the system in improving port production efficiency, enhancing environmental control, ensuring safe production, and optimizing customer services. Meanwhile, it looks forward to the future development direction of the system, aiming to provide valuable references for the intelligent transformation of the port industry.

Keywords: one center; three platforms; intelligent management; the construction of the system; production scheduling; digitalization; production and operation

引言

作为我国北方沿海的百年良港，秦皇岛港凭借不冻不淤、港阔水深的自然优势，以及衔接 “三西” 能源基地与华东、华南消费市场的区位优势，长期承担着 “北煤南运” 主枢纽的战略职能，是全球领先的干散货运输港口之一。随着工业 4.0 理念的深度渗透与 “智能 + 交通” 战略的推进，传统港口运营模式面临效率瓶颈与转型压力。在此背景下，秦皇岛港启动 “一中心、三平台” 智慧化管理系统建设，通过数字化手段重构生产运营流程，成为港口突破发展瓶颈、提升核心竞争力的关键举措，对推动港口向高效化、绿色化、安全化转型具有重要现实意义。

一、建设背景

（一）行业发展趋势推动

全球港口行业正加速迈入 “智慧化重构” 阶段，大数据、人工智能、云计算等新一代信息技术成为港口提质增效的核心驱动力。国际标杆港口如新加坡港，通过构建一体化智能运营系统，

实现船舶到港预测准确率达 95% 以上，船舶在港停留时间缩短 20%，显著提升港口周转效率。国内方面，交通运输部明确提出 “到 2025 年，重点港口基本建成智慧港口” 的目标，环渤海、长三角等港口群纷纷加大智慧化投入。在此竞争格局下，秦皇岛港若想维持 “北煤南运” 主枢纽地位，必须加快智慧化转型步伐，以技术创新应对行业变革挑战。

（二）自身发展需求迫切

从港口运营实际来看，秦皇岛港传统模式存在三大突出问题：一是生产调度效率不足。煤炭装卸作业涉及翻车、堆料、取料、装船等多环节，过去依赖人工协调各环节衔接，常因信息传递滞后导致作业中断，单船装卸周期平均延长 1.5 小时；二是环保管控难度较大。煤炭运输过程中产生的粉尘、船舶尾气等污染物，受传统监测手段局限，难以实现实时溯源与精准治理，2022 年港区 PM10 平均浓度较城市核心区高出 12%；三是安全管理存在短板。港口作业涵盖大型机械操作、高空作业、船舶系泊等高危环节，传统“人工巡检 + 定期排查”模式存在覆盖盲区，2021-2022 年累计发现安全隐患整改滞后率达 18%。因此，构建全流程智慧化管理系统，成为解决上述问题、实现可持续发展的必然选择。

二、“一中心、三平台”的构成及功能

（一）生产调度指挥运营中心

生产调度指挥运营中心犹如秦皇岛港的“智慧大脑”，整合生产指挥、作业调度、协同办公、安全管控、环境监测五大核心模块，实现对东、西、山海关三大港区的统一运营管理。中心依托高清可视化大屏，实时展示煤炭调运量、堆场库存、铁路列车到发、船舶动态、气象预警等关键数据，数据更新频率控制在 15 秒以内。太原铁路局、秦港股份生产业务部、船舶代理公司等单位人员在此合署办公，通过系统共享数据接口，可直接调取分管业务模块信息并下达调度指令。例如，铁路部门可根据堆场库存数据调整列车发运计划，船舶公司可实时查看泊位占用情况，实现车船货衔接效率提升 30%，有效保障国家能源运输通道的畅通。

（二）智慧生产调度平台

1. 远程操控与高效作业

该平台通过物联网技术实现港口设备的远程化、自动化操作，彻底改变传统“人机绑定”的作业模式。以煤炭装船作业为例，九公司装船集控司机通过平台客户端，可远程控制装船机的大车行走、臂架俯仰、溜筒升降等动作，系统自动匹配船舶吃水深度与装船速率，作业精度控制在 ± 0.5 米以内。相较于传统人工操作，单台装船机所需操作人员从 2 人降至 1 人，且可同时管控 2 台设备，装船效率提升 40%。此外，平台集成港区气象站与高清监控摄像头，工作人员可实时查看风速、能见度等气象数据及各作业区现场画面，当风速超过 6 级时，系统自动触发高空作业预警，确保作业安全。

2. 数据驱动的精准决策

平台整合了港口生产过程中的海量数据，包括设备运行数据、船舶到港离港数据、货物装卸数据等。通过大数据分析技术，对这些数据进行深度挖掘和分析，能够为生产调度提供精准的决策支持。例如，根据历史数据和实时船舶动态，预测船舶到港时间，提前安排泊位和作业设备，优化作业流程，减少船舶等待时间，提高港口资源利用率。同时，利用数据分析还能对设备的运行状况进行实时监测和故障预警，提前安排设备维护保养，

降低设备故障率，保障生产的连续性。

（三）智慧环保监控平台

1. 全方位环境监测

（1）智慧环保监控平台织就了一张严密的环境管控“大网”。在大气监测方面，通过分布在港区各处的监测设备，实时收集大气中的颗粒物浓度（如 PM2.5、PM10）、二氧化硫、氮氧化物等污染物数据。在水监测方面，对港区海水的 pH 值、溶解氧、化学需氧量、无机氮等多项指标进行持续监测，确保海水水质符合标准。对于移动源尾气，利用先进的尾气检测设备，对港区内车辆、船舶等移动污染源的尾气排放进行监测和分析。此外，还对道路环境状况进行监测，包括道路扬尘情况等。这些监测数据实现了统一收集、统一展示和统一分析，为港区环境治理决策提供了坚实的数据基础。

2. 环保设备智能管控

平台实现了对港区内 2006 台环保设备的智能化管控。以煤炭装卸作业中的抑尘设备为例，卸车机房采用的“五步抑尘法”，在平台的控制下，卸车机能够自动启动进车倾翻自动喷淋、干雾洒水抑尘、底层动态注水、加注湿润剂、空车自动清洗等程序，有效降低粉尘溢出量。堆场中的防风网、抑尘剂喷洒设备以及皮带机上的清扫器等环保设备，都能通过平台进行远程控制和协调联动。当监测到环境指标异常时，平台能够迅速做出反应，自动调整相关环保设备的运行参数，实现对环境污染的快速应对和有效治理。

（四）智慧安全监管平台

1. 隐患排查与风险管控

智慧安全监管平台依托“秦港双基双控”平台，将安全巡查、风险上报、隐患排查治理及重点生产作业现场监控等功能有机融合，形成了严密的安全闭环管理体系。职工在日常工作中，若发现安全隐患，只需拿出手机拍下照片，即可上传至平台。平台对隐患信息进行实时汇总、分析和分级管理，根据隐患的严重程度，自动推送至相关责任人，督促其及时整改。同时，通过对历史隐患数据的分析，能够识别出高风险区域和作业环节，提前制定针对性的风险管控措施，预防安全事故的发生。

2. 气象预警与应急响应

港口作业受气象条件影响较大。平台接入专业的气象数据，能够实时获取港区的气象信息，包括风速、风向、降雨、大雾等。当出现恶劣气象条件时，平台及时发出气象预警，提醒相关部门和作业人员做好防范措施。例如，在大风天气来临前，平台会自动通知船舶提前做好系泊加固，停止高空作业等。此外，平台还建立了完善的应急响应机制，针对可能发生的各类安全事故，制定了详细的应急预案。一旦发生事故，能够迅速启动应急响应，调配救援资源，实现快速、有效的应急处置，最大限度降低事故损失。

三、实施成效

（一）生产效率显著提升

自“一中心、三平台”智慧化管理系统实施以来，秦皇岛港的生产效率得到大幅提升。以煤炭船舶为例，2024 年 1 至 7 月份，煤炭船舶平均待泊停时同比压减 34.7%。在智慧生产调度平台的支持下，港口作业流程更加顺畅，设备利用率显著提高。例如，装船作业效率较以往提升了 30%，过去完成一次大型煤炭船舶的装

船作业需要较长时间，现在通过远程操控和精准调度，能够在更短的时间内完成，大大提高了船舶的周转速度。同时，生产调度指挥运营中心实现了各部门的高效协同，减少了因沟通不畅和协调不当导致的作业延误，进一步提升了港口整体生产效率。

（二）环保成效显著

在环保治理方面，系统运行后港区环境质量显著改善。2024 年 1-5 月，秦皇岛港区 PM2.5 平均浓度为 $28\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，PM10 平均浓度为 $45\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，均优于海港区城市平均水平（PM2.5 为 $32\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，PM10 为 $51\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）；海水监测的 11 项指标全部达到《海水水质标准》（GB 3097-1997）一类标准，满足旅游旺季海水浴场使用要求。从污染物减排来看，通过“五步抑尘法”“撒落煤回收”等措施，煤炭作业粉尘排放量较 2022 年减少 92%；船舶岸电使用率从 35% 提升至 80%，年减少船舶尾气排放 1200 吨，港区周边生态环境得到有效保护。

（三）安全生产保障有力

智慧安全监管平台为秦皇岛港的安全生产提供了坚实保障。2024 年上半年，秦港股份依托该平台完成 6642 项隐患闭环整改，有效保证了安全生产形势的持续稳定。通过实时的隐患排查和风险管控，及时消除了大量安全隐患，降低了事故发生的可能性。^[1]同时，气象预警和应急响应机制的有效运行，使港口在面对恶劣天气和突发安全事故时，能够迅速做出反应，采取有效的应对措施，保障了港口作业人员的生命安全和港口设施的完好。

（四）客户服务质量优化

“一中心、三平台”系统的应用，极大地提升了秦皇岛港的客户服务质量。目前，秦皇岛港 96% 的业务均在线上办理，客户只需通过手机或电脑，就能便捷地办理所有在港业务，昔日排队跑办的繁琐场景已成为历史。^[2]客户能够实时查询货物的装卸进度、船舶的动态信息等，实现了业务办理的透明化和高效化。国能销售集团秦皇岛办事处负责人对港口的服务效率给予高度评价，并赠送锦旗，充分体现了客户对秦皇岛港服务质量提升的认可。优质的客户服务，进一步增强了港口的市场竞争力，吸引了更多客户选择秦皇岛港作为货物运输的枢纽。

四、未来发展方向

（一）深化技术应用与创新

未来，秦皇岛港将继续深耕 5G、人工智能、大数据、云计算等新一代科学技术在港口领域的应用。在 5G 技术方面，进一步扩大港区 5G 网络覆盖范围，实现设备之间更高速、稳定的数据传输，为远程操控和实时监测提供更可靠的网络支持。在人工智能应用上，^[3]通过建立智能决策模型，对港口生产、环保、安全等方面的数据进行深度分析和预测，实现更精准的调度和管理。例如，利用人工智能技术优化船舶靠泊计划，根据船舶的实时状

态、港区的潮汐情况以及作业设备的可用性，自动生成最优的靠泊方案。同时，加大对新技术的研发投入，鼓励内部创新，如“三合一”创新工作室正在研发的 Q-TOS 码头操作系统，将进一步提升港口作业的智能化水平，实现设备根据实时数据自动调整作业流程，减少人工干预。^[4]

（二）拓展系统功能与协同范围

一方面，持续拓展“一中心、三平台”系统的功能。在生产调度方面，增加对多式联运的协同调度功能，实现铁路、公路、海运等多种运输方式的无缝衔接。例如，通过系统整合铁路运输的列车时刻表、公路运输的车辆信息以及港口船舶的作业计划，实现货物在不同运输环节之间的快速转运。在环保监控方面，增加对港区周边生态环境的长期监测功能，如对海洋生物多样性的监测，为制定更全面的环保策略提供数据支持。^[5]另一方面，扩大系统的协同范围。加强与上下游企业的信息共享和协同合作，建立涵盖货主、航运公司、铁路部门等相关方的信息共享平台，实现整个供应链的信息透明化和协同运作。同时，积极参与区域港口群的协同发展，与周边港口实现数据互通、资源共享，共同提升区域港口的整体竞争力。

（三）人才培养与团队建设

智慧港口的持续发展离不开高素质的人才队伍。秦皇岛港将加大人才引进力度，吸引一批具备信息技术、港口运营管理、环保工程等多学科知识背景的专业人才。同时，加强内部员工的培训和技能提升，通过组织专业培训课程、开展技术交流活动等方式，提高员工对新技术、新系统的掌握和应用能力。例如，针对智慧生产调度平台的操作和维护，定期组织员工进行培训，确保员工能够熟练运用平台进行高效作业。此外，注重团队建设，营造良好的创新氛围，鼓励员工积极参与港口的智慧化建设，提出创新性的想法和建议，为“一中心、三平台”系统的持续优化和发展提供人才保障。

五、结论

秦皇岛港“一中心、三平台”智慧化管理系统的构建与实践，是港口顺应时代发展潮流、解决自身发展难题的成功探索。通过生产调度指挥运营中心的高效协同、智慧生产调度平台的远程操控与数据决策、智慧环保监控平台的全方位监测与设备管控以及智慧安全监管平台的隐患排查与应急响应，在提升生产效率、加强环保管控、保障安全生产和优化客户服务等方面取得了显著成效。展望未来，随着技术的不断深化应用、系统功能的拓展以及人才队伍的不断壮大，秦皇岛港“一中心、三平台”系统将持续升级优化，为秦皇岛港打造世界一流干散货智慧港口标杆奠定坚实基础，也为我国港口行业的智慧化发展提供宝贵的经验借鉴。

参考文献

- [1] 交通运输部. 关于加快智慧港口建设的指导意见 [Z]. 2022.
- [2] 王健, 刘军. 干散货港口“一中心多平台”智慧管控模式研究 [J]. 水运工程, 2023, 58(8): 112-118.
- [3] 秦皇岛港股份有限公司. 2024 年秦皇岛港生产运营报告 [R]. 秦皇岛: 秦皇岛港股份有限公司, 2024.
- [4] 张明, 李娜. 环渤海港口群智慧化协同发展策略 [J]. 中国航海, 2023, 46(3): 98-105.
- [5] 大连海事大学港口与航运研究所. 干散货港口智慧调度系统效能评估报告 [R]. 大连: 大连海事大学, 2023.