

内河航道智慧化建设的关键技术与应用

翁靖洪

浙江交工集团股份有限公司港航工程分公司 浙江杭州 310014

DOI: 10.32629/ems.v8i2.18536

[摘要] 内河航运属于综合运输体系中重要组成部分,有着运量大成本低能耗小污染轻等优势,而传统内河航道管理模式很难满足现代航运发展需求,内河航道智慧化建设依靠集成先进信息技术,达成对内河航道全方位实时且准确的监测管理决策支持,可有效提升内河航运整体效能和服务水平,所以内河航道智慧化建设具备重要现实意义。

[关键词] 内河航道; 智慧化建设; 技术应用

在经济快速发展且水运需求持续增长的背景下,通过引入先进信息技术达成内河航道数字化智能化管理,可提高航道资源利用效率保障船舶航行安全并减少对环境的影响,近年来物联网大数据人工智能等技术飞速发展,为内河航道智慧化建设提供了有力的技术支持。深入研究内河航道智慧化建设的关键技术与应用,对于推动内河航运的高质量发展具有重要的理论和现实意义。

1 内河航道智慧化建设概述

内河航道智慧化建设是提升内河航运效率、安全性与可持续性重要举措,它以信息技术为核心,把内河航道打造成具有智能感知精准决策和高效管理能力的现代化运输通道。在感知层面,通过安装水位、流速、视频监控等各类传感器,能实时获取航道水文气象通航状况等信息,为后续决策提供数据支撑。通信技术保障数据稳定传输,让信息及时准确传递到管理中心;数据分析与处理技术作为智慧化建设大脑,借助大数据、人工智能等手段对海量感知数据深度挖掘分析,实现对航道运行状态精准评估和预测。在应用方面,智慧化建设可实现智能调度优化船舶航行路线减少拥堵,还能进行实时安全预警及时发现航道隐患和船舶异常,保障航行安全。此外,也有助于实现绿色航运,通过合理规划船舶运行降低能源消耗和环境污染,推动内河航运向智能化、绿色化方向发展^[1]。

2 内河航道智慧化建设的关键技术

2.1 物联网技术

物联网技术把各种物理设备和传感器跟网络连接起来,达成数据的实时采集、传输与交互,为内河航道智能化管理

提供有力支持,在内河航道中物联网技术能在多个方面得到应用,在航道设施监测这方面,借助安装在航标、桥梁和水闸等设施上的传感器,能实时获取设施状态信息,如:航标位置、光照强度和电量等,一旦检测到异常数据系统就会马上发出警报,方便相关部门及时采取措施保障航道设施正常运行。在船舶运行监测方面,利用物联网技术能够对船舶位置、航速、航向以及载重等信息开展实时跟踪与监控,这有利于航道管理部门掌握船舶动态情况,进而合理安排航道资源,提升船舶航行的安全性和效率。同时,还可实现船舶和岸边设施之间的信息交互,比如船舶向港口发送靠泊请求,港口及时给予响应和引导。此外,物联网技术还能应用于水质监测、气象监测等领域,通过在航道中布置水质传感器和气象监测设备,能够对水质状况和气象变化进行实时了解,为航道环境保护和船舶安全航行提供保障^[2]。

2.2 大数据技术

大数据技术能高效处理分析挖掘大量航道数据,为航道管理决策提供科学依据,内河航道运行期间会产生海量数据,涵盖航道设施监测、船舶航行、气象水文等数据,这些数据具备多样性、高流速以及大量性的特点,大数据技术可对这些数据进行集成和存储,构建统一的数据平台为后续分析应用打基础。通过分析船舶航行数据能了解船舶运行规律,如:常用航线、航行高峰时段等,进而优化航道资源分配提升通行能力,比如依据不同时间段船舶流量,合理调整航标设置与航标灯亮度满足航行需求。同时,大数据技术还能结合人工智能算法,对航道运行潜在问题进行预测和预警,例如:分析水质数据和气象数据,预测水污染事件或恶劣天气对航

道影响并提前准备应对。

2.3 人工智能技术

在航道监测这个领域,利用计算机视觉技术手段,通过布置于航道关键位置的摄像头,能够实时识别航道中船只类型、位置、行驶速度以及货物装载等信息,比如借助深度学习算法去分析船舶外观特征,可准确判断船舶是否符合航道通行标准,在航道维护相关工作中,人工智能能依据历史数据与实时监测信息,预测航道可能出现的淤积、坍塌等具体情况,提前制定相应的维护计划。同时,利用智能机器人开展水下探测和清理工作,可提高工作效率与保障工作安全性,在交通调度方面实际应用时,人工智能算法会根据航道实时交通流量、天气状况等相关因素,为船舶提供最优的航行路线以避免拥堵和碰撞事故发生。并且,人工智能还能用于航道应急处理相关事宜,快速分析事故原因和影响范围并制定科学救援方案,最大限度减少事故所造成的损失^[3]。

2.4 地理信息系统(GIS)技术

地理信息系统(GIS)技术功能强大,可对航道地理空间信息全面细致整合深入分析,借助该技术能将航道地理空间各种复杂信息汇聚起来,并运用科学方法剖析,进而为航道规划管理决策等重要工作提供极为有力支撑。具体来说,通过GIS技术可建立高精度航道地理信息数据库,此数据库涵盖内容丰富包含航道地形状况,如地势起伏、高低变化等、航道水深情况及不同位置具体深度数值、航道岸线特征,如岸线走向、弯曲程度等以及航道桥梁信息,如桥梁位置、高度、跨度等各方面详细信息。航道地理信息数据库如表1所示。

表1 航道地理信息数据库

信息类型	详细内容
地形信息	航道周边的山脉、丘陵、平原等地形分布
水深信息	不同位置的航道水深数据,用于船舶安全航行参考
岸线信息	航道两岸的土地利用类型、建筑物分布等
桥梁信息	桥梁的位置、高度、跨度等参数,确保船舶安全通过

基于这个数据库,管理人员能直观了解航道整体情况并做规划设计,在航道监测时,GIS技术可实时显示船舶位置和航行轨迹,结合其他监测数据对航道交通状况做动态分析。在应急管理工作中,GIS技术能快速定位事故发生地点并分

析周边地理环境与资源分布,为救援工作提供准确信息支持,GIS技术还可以和遥感技术、物联网技术等其他技术相结合,进一步提升内河航道智慧化建设的水平^[4]。

3 关键技术在内河航道智慧化建设中的应用

3.1 航道监测与预警

航道监测与预警依靠先进传感通信和数据分析技术,达成对航道全方位且实时的监控以及精准预警。在航道水位监测方面,通过于关键位置安装高精度水位传感器,可实时获取水位数据并传输到监控中心,监控中心运用数据分析模型来预测水位变化趋势,提前发出水位异常预警以保障船舶航行安全,针对航道气象条件,气象监测设备能实时收集风速风向能见度等信息,一旦气象条件可能对船舶航行安全造成影响,系统会马上发出预警通知船舶采取对应措施。航道视频监控可对航道内船舶航行情况和障碍物等进行实时监测,借助智能视频分析技术,能够自动识别船舶违规航行和航道内非法停泊等异常行为,并及时发出警报。同时,把航道监测数据和船舶自动识别系统(AIS)数据相结合,可实现对船舶位置航速航向等信息的实时跟踪,进一步提升航道监测准确性和预警及时性^[5]。

3.2 航道调度管理

航道调度管理工作要全面整合各类航道相关信息,最终达成对航道资源的优化配置以及对船舶航行的高效指挥,航道调度管理系统发挥功能时会主动收集航道实时信息,这些信息涵盖范围广泛,包含影响船舶通航能力的航道水位情况,如:风向、风力、降水等会影响船舶航行的气象条件,以及有助于合理安排航道使用的船舶流量。依据收集到的详细信息,系统运用先进智能算法对航道资源做动态分配,按照船舶大小、类型、目的地等相关因素,合理安排船舶通航顺序与航道区域以避免拥堵,为提升调度效率,航道调度管理系统和船舶开展实时通信工作,船舶借助船上终端设备接收调度指令并反馈行驶速度及有无故障等状态信息,另外系统拥有应急调度功能,面对航道事故如:船舶碰撞、搁浅或恶劣天气如:暴风雨、大雾等突发情况,能快速制定应急调度方案并指挥船舶避险来保障船舶和人员安全^[6]。航道调度管理如表2所示。

表2 航道调度管理

调度场景	调度措施	预期效果
航道拥堵	调整船舶通航顺序, 引导部分船舶临时停靠等待	缓解航道拥堵, 提高通航效率
恶劣天气	指挥船舶就近寻找安全锚地停泊	保障船舶和人员安全
航道事故	协调救援力量, 疏散周边船舶	减少事故影响, 快速恢复航道通行

3.3 航道规划与建设

在航道规划与建设这个环节, 地理信息系统 (GIS) 技术能精准收集并分析内河航道及其周边地理数据, 涵盖地形、地貌、水文等方面信息, 为航道规划提供全面且准确的基础资料, 有助于规划出科学合理的航道线路, 避免因地理条件限制产生潜在风险, BIM (建筑信息模型) 技术可实现航道建设的数字化模拟, 在虚拟环境中对航道设计方案进行全方位评估与优化, 通过 BIM 模型能提前发现设计中可能存在的问题, 如: 结构冲突、施工难度大等情况并及时调整, 进而提高建设效率、降低成本。此外, 物联网技术凭借自身独特优势能广泛用于航道建设实时监测工作, 在航道具体施工阶段, 施工团队可于施工现场科学合理布置各类传感器, 如: 压力传感器可精准感知压力变化、位移传感器能敏锐捕捉位置移动, 借助这些传感器可实时获取施工设备运行状态, 例如: 设备的转速、功率等具体参数, 也能精确掌握工程结构受力情况, 比如: 不同部位承受的压力、拉力等相关数据。通过分析这些数据, 施工人员能及时全面掌握工程进展与质量状况, 如工程是否按预定计划推进、工程结构有无潜在质量隐患, 如此可确保航道建设安全与质量, 避免因施工过程监测不到位引发安全事故和质量问题^[7]。

3.4 船舶服务

一方面, 基于大数据和人工智能技术, 能构建船舶智能调度系统。该系统可综合分析船舶位置、航速、载货量、目的地等信息以及航道实时通行状况, 如: 水位、水流、航道拥堵程度等, 进而为船舶规划出最优航行路线提高船舶运输效率减少航行时间和成本。另一方面, 通过安装在船舶上的物联网设备, 能实现对船舶设备的实时监测和故障预警。这些设备可收集船舶发动机、电气系统、导航设备等运行数据并传输到岸上监控中心, 一旦设备出现异常系统能及时发出警报通知船员进行检修避免因设备故障导致安全事故保障船舶航行安全。此外, 利用 5G 通信技术可为船舶提供高速稳定

网络连接, 让船员能实时获取天气航道港口等相关信息, 还能实现船舶与岸上管理部门、其他船舶之间高效通信, 提升船舶服务智能化和便捷化水平, 促进内河航运健康发展^[8]。

4 结论

综上所述, 内河航道智慧化建设已成为内河航运发展必然趋势。在如今科技飞速发展时代, 物联网、大数据、人工智能、GIS 等关键技术应用, 让内河航道管理有质的飞跃。通过物联网可实现对内河航道各类设施和环境状况全面感知; 大数据能深度分析航道运行中产生的海量信息。人工智能助力航道管理实现智能决策变得更科学精准; GIS 技术为航道空间信息管理提供强有力的支持。未来, 随着技术不断持续创新与深度融合, 内河航道智慧化建设朝着协同与绿色发展方向不断进步。

[参考文献]

- [1]徐瑞勃, 贺朝双. 智慧航道背景下内河航道养护作业的智能化调度技术要点研究[J]. 中国海事, 2025, (11): 56-59.
 - [2]刘思瑶. 内河航道桥梁通航安全风险评估及抗撞性能分析[J]. 珠江水运, 2025, (20): 59-61.
 - [3]韩赞斐. 人工智能赋能内河航道智能化的法律风险及规制路径[J]. 中国水运, 2025, (19): 21-24.
 - [4]柳子浪. 内河航道养护中存在的问题及应对措施[J]. 交通科技与管理, 2025, 6 (19): 81-83.
 - [5]文全. 内河航道疏浚工程施工技术分析[J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2025, (25): 130-132.
 - [6]赵瑞, 冯蕾, 杨晓丹, 等. 内河航道区域数值预报模式风速降尺度订正研究[J]. 气象, 2025, 51 (08): 928-940.
 - [7]高源, 高鑫, 苏东升, 等. 基于 BIM 技术的内河航道设计模块研发与应用[J]. 水运工程, 2025, (08): 202-208.
 - [8]吴寒晗. 浅谈内河智慧航道的发展趋势[J]. 珠江水运, 2025, (11): 109-111.
- 作者简介: 翁靖洪, 1997.3.30, 汉族, 男, 浙江台州, 本科, 初级, 研究方向为内河航道智慧化建设。