内河航道智慧化建设的关键技术与应用前景

胡建新

江西省水运咨询有限公司 江西 南昌 330000

摘要: 内河航道智慧化建设的关键技术包括智能传感器、物联网、自动控制及人工智能等, 这些技术可自动获取航道系统要素信息, 并通过数据融合处理与深度挖掘, 实现航道规划科学化、建养智能化、管理现代化。应用前景方面, 智慧航道不仅能提升航运安全性及航行效率, 还能促进航道设施网与航运服务网、信息网、能源网的融合发展。预计未来智慧航道将在全国范围内实现联网运行, 形成智慧航运体系, 为航运企业运输决策、船舶航行安全等提供全方位服务。

关键词: 内河航道智慧化建设; 关键技术; 应用前景

引言: 在当今社会, 内河航道的智慧化建设已成为推动水运交通现代化、提升航道管理与服务水平的关键一环。借助智能传感器、物联网、大数据、人工智能等先进技术, 内河航道正逐步实现从数字化向智能化的跨越。这些关键技术的应用不仅提升了航道的通行能力与安全性, 更开辟了航道维护、船舶调度、港口协同及环保可持续性等方面的全新应用前景。本文将深入解析内河航道智慧化建设的关键技术及其潜在的应用价值。

1 内河航道智慧化建设的理论基础

1.1 智慧航道的定义与内涵

智慧航道是基于数字航道智能化升级的现代水运交通新模式, 实现了航道管理的全面智能化与现代化。它不仅是对传统航道进行数字化改造, 而是利用新一代信息技术, 如智能传感器、物联网、自动控制及人工智能等, 实现航道信息的实时获取、动态更新与智能分析。智慧航道的建设基于航道系统要素信息的全面自动获取与融合处理。这些要素信息包括航道水深、流速、风向、水位、船舶流量、货物吞吐量等关键数据。通过集成智能传感器和物联网技术, 航道管理部门能够实时感知航道环境的变化, 确保信息的准确性和时效性。与数字航道相比, 智慧航道在信息的处理和应用上有了质的飞跃。数字航道主要依赖于信息技术的初步应用, 实现了航道信息的数字化存储和初步处理。而智慧航道则通过大数据分析和人工智能算法, 对这些信息进行深度挖掘, 为航道的规划、建设和养护提供了强大的数据支持。这种智能化的处理方式不仅提高了管理效率, 还大大增强了航道的通行能力和安全性。

1.2 智慧航道的构成与功能

智慧航道融合了智能传感器、物联网、自动控制与人工智能等先进技术, 构建了全面的智能化管理体系。

(1) 技术构成: 智能传感器作为感知前端, 实时监测航道环境数据, 通过物联网平台整合与处理, 形成航道信息体系。自动控制技术实现航道设施的智能化操控, 如自动调整航道标志等。人工智能技术则运用深度学习、数据挖掘等手段, 为航道规划、建设与养护提供智能决策支持^[1]。(2) 功能应用: 智慧航道的构建推动了航道规划、建设与养护的智能化与现代化。在规划阶段, 利用大数据分析和人工智能算法预测航道发展趋势, 制定科学规划。在建设过程中, 智能传感器与物联网技术实时监测工程质量, 确保项目顺利推进。养护方面, 智慧航道通过定期检测、维修与保养, 延长设施寿命, 提升航道通行能力和安全性。

2 内河航道智慧化建设的关键技术

2.1 智能传感器技术

智能传感器技术是内河航道智慧化建设的基础。它能够实时监测航道环境的多要素监测, 为航道的规划、建设和养护提供实时、准确的数据支持。(1) 多要素监测终端的部署与应用。在内河航道中, 智能传感器被广泛应用于部署多要素监测终端。这些终端能够实时监测航道的水深、流速、风向、水位等关键参数, 为航道管理提供全面的环境信息。例如, 水文感知系统能够实时采集水文数据, 风速感知系统则能够实时监测风速和风向, 这些数据对于航道的通航能力和安全性评估至关重要。此外, 航标遥测遥控系统也是智能传感器技术的重要应用之一。通过部署航标遥测遥控终端, 航道管理部门能够实时了解航标的工作状态, 及时进行维护和调整, 确保航标的准确性和可靠性。(2) 无人机与无人船协同测量作业技术。无人机与无人船在内河航道智慧化建设中扮演着重要角色。它们能够协同进行航道的测量作业, 实现航道的快速、准确测绘。无人机能够飞越航道上

空,利用高分辨率相机和传感器对航道进行空中拍摄和监测。这些图像和数据可以用于制作高精度的电子航道图,为船舶的航行提供准确的导航信息^[2]。无人船则能够在航道中自主航行,进行水下地形测量和水质监测。它们能够实时采集航道的水深、流速、底质等数据,为航道的养护和管理提供关键信息。无人机与无人船的协同测量作业技术不仅提高了航道的测绘效率,还降低了人力成本和安全风险。

2.2 物联网与大数据技术

物联网与大数据技术是内河航道智慧化建设的重要支撑。它们能够实现航道运行监测数据的实时采集、传输、融合与深度挖掘,为航道的智能化管理提供有力保障。(1) 航道运行监测数据的实时采集与传输。物联网技术能够实时采集航道运行监测数据,并通过无线网络将这些数据传输到数据中心进行存储和分析。这些数据包括航道的水文数据、船舶流量数据、气象数据等。在数据采集过程中,物联网传感器被部署在航道的各个关键位置,实时监测航道环境的变化。通过无线网络,这些传感器能够实时将数据传输到数据中心,确保数据的准确性和时效性。(2) 数据融合与深度挖掘。大数据技术则能够对采集到的数据进行融合与深度挖掘。通过数据分析和算法优化,大数据技术能够提取出有用的信息,为航道的规划、建设和养护提供决策支持。例如,通过对航道水文数据的深度挖掘,可以预测航道的通航能力和水位变化趋势;通过对船舶流量数据的分析,可以评估航道的运输能力和拥堵状况;通过对气象数据的监测和分析,可以预警极端天气对航道的影响^[3]。此外,大数据技术还能够实现不同来源数据的融合。例如,将水文数据、气象数据和船舶流量数据进行融合分析,可以得出更全面的航道运行状态信息,为航道的智能化管理提供有力保障。

2.3 人工智能与机器学习技术

人工智能与机器学习技术在内河航道智慧化建设中发挥着越来越重要的作用。它们能够基于大数据进行航道演变的预测预报,为航道的养护和管理提供智能决策支持。(1) 基于大数据的航道演变预测预报系统。人工智能与机器学习技术能够利用大数据构建航道演变预测预报系统。该系统通过收集和分析历史数据,建立航道演变的数学模型,预测航道未来的变化趋势。例如,通过对航道水深、流速、底质等数据的监测和分析,可以预测航道的淤积和冲刷情况;通过对船舶流量和通航能力的数据分析,可以预测航道的拥堵状况和未来发展趋势。这些预测结果可以为航道的养护和管理提供重要

参考,帮助管理部门制定科学合理的规划和调度方案。

(2) 智能决策支持与优化调度算法。人工智能与机器学习技术还能够实现智能决策支持与优化调度算法。通过模拟和分析航道的运行状况,算法能够给出最优的调度方案,提高航道的通行能力和安全性。例如,在航道拥堵的情况下,算法可以根据船舶的流量和通航能力,给出最优的调度方案,减少拥堵和延误;在航道维护期间,算法可以根据维护任务的需求和航道的运行状态,制定合理的维护计划和调度方案。

2.4 自动化与智能化技术

自动化与智能化技术是内河航道智慧化建设的核心。它们能够实现无人驾驶船舶和智能装卸设备的研发与应用,推动智慧港口与智慧航道的协同与联动。(1) 无人驾驶船舶与智能装卸设备的研发与应用。无人驾驶船舶和智能装卸设备是自动化与智能化技术的重要应用之一。它们能够自主完成航行任务和装卸作业,提高航道的运输效率和安全性。无人驾驶船舶通过集成先进的传感器、控制系统和人工智能技术,能够实现自主航行和避碰功能。它们能够根据航道的水文数据、气象数据和船舶流量数据,自动调整航行速度和航向,确保航行的安全性和稳定性。智能装卸设备则能够自主完成货物的装卸作业。它们通过集成机器视觉、传感器和执行机构等技术,能够实现对货物的精确识别和快速装卸。这不仅提高了装卸效率,还降低了人力成本和安全风险^[4]。

(2) 智慧港口与智慧航道的协同与联动。智慧港口与智慧航道的协同与联动是自动化与智能化技术的另一重要应用。它们能够实现港口和航道之间的信息共享和协同作业,提高水运交通的整体效率和安全性。通过构建智慧港口和智慧航道的协同平台,可以实现港口和航道之间的信息共享和协同调度。例如,港口可以通过平台实时获取航道的水文数据、船舶流量数据和气象数据等信息,为船舶的进出港提供准确的导航和调度支持;航道则可以通过平台实时了解港口的装卸作业情况和船舶的动态信息,为航道的养护和管理提供重要参考。此外,智慧港口和智慧航道的协同与联动还可以推动水运交通的智能化发展。通过集成先进的传感器、控制系统和人工智能技术,可以实现水运交通的全面感知、智能调度和协同作业,提高水运交通的整体效率和安全性。

3 智慧化建设在内河航道中的应用前景

3.1 航道监测与维护的智慧化升级

(1) 实时监测与全面感知。智慧化技术的应用使得航道状态的监测实现了质的飞跃。通过部署智能传感器和物联网设备,航道管理部门能够实时获取包括水深、

流速、水位、水质、气象等在内的多维度数据。这些数据的准确性和时效性得到了显著提升,为航道的即时状态评估提供了可靠依据。特别地,电子航道图的实时更新与融合,使得航道信息更加直观、准确,为船舶的安全航行提供了有力保障。(2)智慧维护系统的高效运作。基于大数据分析和人工智能技术的智慧维护系统,对航道历史数据和实时监测数据进行深度挖掘,能够预测航道可能出现的故障或隐患。通过提前预警和精准定位,管理部门可以制定针对性的维护计划,有效降低维护成本,提高维护效率。此外,智慧维护系统还能优化维护资源的配置,确保资源的有效利用,进一步提升航道的通行能力和安全性。

3.2 船舶调度与安全的智能化管理

(1)智能调度系统的精准决策。智慧航道通过集成先进的调度算法和智能决策支持系统,能够根据实时航道状态、船舶流量、气象条件以及电子航道图的导航信息,自动调整船舶的航行计划和调度策略。这不仅提升了船舶调度的效率和准确性,还有效减少了航道拥堵和船舶等待时间,提高了水运交通的整体效率。(2)安全保障系统的全面监控。智慧航道的安全管理系统集成了雷达、摄像头、AIS等传感器设备,实现了对船舶航行状态的全面监控。结合人工智能和大数据技术,系统能够自动识别潜在的安全隐患,如船舶碰撞风险、航道障碍物等,并及时向船员发出预警信息。此外,智能导航系统还能根据电子航道图和实时天气信息,为船舶提供精准的航行指导,确保船舶在复杂航道环境中的安全航行。

3.3 港口与航道协同的智慧化协同

(1)港航一体化的无缝衔接。智慧航道与智慧港口的紧密协同,推动了港航一体化的发展。通过信息共享和协同作业,港口与航道之间的物流流程得到了优化。电子航道图与港口物流系统的无缝对接,使得船舶的进出港效率得到了显著提升。这不仅降低了物流成本,还提高了水运交通的竞争力。(2)信息共享平台的透明高效。智慧航道通过构建数据共享平台,实现了航道、港口、船舶等多方之间的信息共享。这种信息共享不仅提

高了数据的透明度,还促进了各方的协同作业和决策支持。在此基础上,管理部门可以制定更加科学合理的规划和调度方案,进一步提升水运交通的整体运营效率。特别是,沿线码头货运信息的实时共享,使得货物调度更加高效,降低了运输成本。

3.4 环保与可持续性的智慧化实践

(1)节能减排的智能管理。智慧航道通过智能管理手段,实现了对船舶能源消耗和排放的实时监测和优化。通过调整航行速度、优化航线规划等措施,结合电子航道图和天气信息,智慧航道能够显著降低船舶的能源消耗和排放水平,减少对环境的影响。(2)生态保护的智慧监测。智慧航道在保障水运交通的同时,也注重航道沿线的生态保护。通过实时监测水质、植被等生态指标,结合电子航道图的地理位置信息,智慧航道能够及时发现并采取保护措施,防止航道建设和运营对生态环境造成破坏。此外,智慧航道还可以推动绿色水运技术的发展和應用,为实现可持续发展目标贡献力量。

结束语

综上所述,内河航道智慧化建设的关键技术及其应用前景广阔,对于提升航运效率、保障航道安全、推动水运交通现代化具有重要意义。随着技术的不断进步和创新,智慧航道将在未来发挥越来越重要的作用,成为推动经济社会发展的新引擎。我们有理由相信,在不久的将来,智慧航道将全面覆盖我国内河航道网络,为航运业的持续健康发展提供强有力的技术支撑和保障。

参考文献

- [1]李学祥.内河智慧航道发展研究[J].中国水运,2023,(04):35-36.
- [2]周志翔.智慧航道建设与港航管理业务融合模式研究[J].科技资讯,2023,(06):60-61.
- [3]洛佳男,耿雄飞,文捷等.我国内河智慧航道现状、问题与展望[J].水运工程,2023,(12):123-124.
- [4]罗劲松.内河智慧航道与船舶智能航行建设[J].城市建设,2021,(15):157-159.