

智能化疏浚技术在航道治理中的应用与发展趋势

王 旭

长江南京航道工程局, 江苏 南京 210000

[摘要]在航道治理里智能化疏浚技术将大数据、物联网人工智能以及自动控制加以融合, 凭借这一方式对水下地形展开实时监测并做到精准挖泥, 其优势极为显著。疏浚作业的效率与安全性可通过该技术得到提升, 对人力的依赖得以减少能耗以及环境影响也会降低, 智能化系统应用阶段对施工参数予以动态优化的支持, 让航道治理的可持续性与科学性得到增强。未来发展趋势聚焦于绿色低碳技术的深度应用, 智能决策支持以及多源数据融合推动航道治理朝着生态化精细化与高效化方向前行。

[关键词]智能化疏浚; 航道治理; 人工智能; 可持续发展

DOI: 10.33142/sca.v8i8.17614

中图分类号: U616

文献标识码: A

Application and Development Trend of Intelligent Dredging Technology in Waterway Management

WANG Xu

Changjiang Nanjing Waterway Engineering Bureau, Nanjing, Jiangsu, 210000, China

Abstract: Intelligent dredging technology in waterway management integrates big data, Internet of Things, artificial intelligence, and automatic control, enabling real-time monitoring of underwater terrain and precise dredging. Its advantages are extremely significant. The efficiency and safety of dredging operations can be improved through this technology, reducing reliance on manpower, energy consumption, and environmental impact. Intelligent systems provide dynamic optimization support for construction parameters during the application stage, enhancing the sustainability and scientificity of waterway management. The future development trend focuses on the deep application of green and low-carbon technologies, intelligent decision support, and multi-source data fusion to promote the ecological refinement and efficiency of waterway governance.

Keywords: intelligent dredging; channel management; artificial intelligence; sustainable development

引言

航道疏浚如今已成为保障水运安全, 以及提升通航能力的关键环节, 这是由于全球航运规模在持续不断地扩大, 智能化疏浚技术的兴起为航道治理注入了新的活力, 与之相比传统疏浚方式在效率精度以及环境保护方面, 存在着诸多局限。人工智能物联网大数据协同应用下, 疏浚作业正朝着自动化智能化方向逐步转型, 这一变革为生态友好型治理提供了可能, 不仅展现出广阔的发展前景还提升了施工效率与安全性。

1 智能化疏浚技术的基本内涵与发展背景

随着科技进步, 智能化疏浚技术逐渐成为提升生态友好度与治理效率的关键手段, 航道治理乃是保障水运畅通的重要环节。

1.1 智能化疏浚技术的概念界定与特征

新型水利工程技术——智能化疏浚技术其核心涵盖人工智能大数据, 物联网以及自动控制, 通过多源传感器与实时监测系统来获取水下地形泥沙沉积, 以及水文变化的数据这是其核心特征。借助算法模型展开分析与预测, 以此达成挖泥船作业的精准控制, 智能化疏浚和传统人工经验驱动的模式相较, 可自动对施工路径予以优化对设备参数进行调节, 对作业风险加以预判让效率与安全性得到大幅提升。该技术在为航道治理给出高效且可持续解决办

法之际, 还拥有绿色环保特性, 不仅能够减少对周边生态系统的破坏, 还可在降低能耗方面发挥作用。

1.2 智能化疏浚技术的发展历程与推动因素

水运规模扩张科技创新, 以及环境保护理念的兴起和智能化疏浚的发展紧密相连, 早期的疏浚作业依赖的是人工测量以及经验判断方式, 不仅效率低下而且误差极大。自动化测深设备与全球定位系统伴随信息化技术的兴起, 在疏浚工程里渐次得到应用为智能化奠定了基础, 21 世纪来临, 人工智能以及物联网迅猛发展, 这促使疏浚作业达成了从“被动操作”向“主动决策”的转变。推动这一演变的主要因素包括: 全球航运贸易对通航能力的需求提升, 节能降耗与环保政策的倒逼, 以及高精度传感与计算技术的突破。智能化疏浚于航道治理里的广泛应用, 是由这些条件共同推动达成的。

1.3 智能化疏浚在航道治理中的意义与价值

在现代航道治理里, 智能化疏浚不只是一种技术手段, 更是治理理念的一次转变, 其意义主要体现在三个方面: 一是保障通航安全与效率。智能系统可凭借精确预测泥沙淤积以及水流变化的情况, 对疏浚策略实施动态调整防止出现过度施工或者施工不足的状况, 减少能源浪费以及对水域生态的干扰, 推动治理朝着绿色低碳方向发展, 实现航道与环境的协调共生。三是提升治理决策的科学性, 治

理单位因大数据与模型的引入得以依据客观数据制定更合理的疏浚计划，降低对主观经验的依赖。

2 航道治理中传统疏浚方式的局限性

随着航运规模扩大以及环境保护需求的增强，航道治理长期所依赖的传统疏浚方式虽在一定程度上保障了通航安全，然而其局限性正逐渐显现，难以满足现代治理对于高效精细以及可持续发展的要求。

2.1 作业效率与精度不足的局限

传统疏浚的作业效率和精度明显受制约，因其依赖人工测量以及操作，水下地形实时变化难以借助人工测深手段全面反映，因其往往存在数据滞后以及空间分布不均的情况，这使得疏浚作业常出现过度挖掘或者清淤不足的情况。这种误差在一方面致使工程周期延长，还造成了施工成本的增加，另一方面航道治理目标很难与疏浚效果高度契合，通常要多次返工这进一步降低了效率。在干线航道或者大型港口里航道条件繁杂，船舶通行量巨大，传统方式存在不精确与低效问题更容易引发安全隐患，甚至会对航运秩序造成不利影响。随着航运需求不断攀升，这一局限变成了制约航道治理迈向现代化的显著瓶颈。

2.2 环境影响与资源浪费的隐患

传统疏浚模式中环境保护意识匮乏，施工进度常伴有较为显著的生态扰动情况，大规模机械式挖掘不仅可能破坏水生生物的栖息环境，致使水体浑浊度升高还会对河口湖泊以及近海生态系统的稳定产生影响。传统方式因缺乏实时监控以及精确调控，常出现“过度施工”的现象，这种现象致使大量的能源与燃料被浪费，不仅增加了碳排放还提高了治理成本。当前绿色发展以及低碳经济的战略目标，同这种粗放式治理方式呈现出显著的冲突状况，在全球环境保护标准持续走高的形势里，传统疏浚方式不只是在技术领域呈现出滞后状态，于政策合规以及社会责任这两个层面也正面临着愈发沉重的压力。

2.3 管理模式落后与决策支持不足

传统疏浚作业通常依赖经验推动以及事后总结归纳，在决策支持方面欠缺系统化与数据化，在管理进程中通常是以人工开展调度作为主要方式，信息的传递存在不及时的情况面对突发情形时很难做到及时加以应对。传统手段无法对泥沙淤积的动态变化实现实时预警，使得治理措施滞后甚至对航道的畅通与安全造成影响，施工计划的制定，资源的分配以及工程质量的监督都因缺乏智能化管理平台而存在显著不足。随着治理规模在航道方面的扩大，这种管理模式的弊端正愈发明显地显现出来：在航道疏浚领域，一方面极大地阻碍了现代信息化智能化技术的推广与应用，另一方面还严重降低了治理具备的科学性与前瞻性。在很大程度上可以说，传统疏浚方式的局限性因落后的管理与决策体系而被大大加剧。

3 智能化疏浚在航道治理中的应用实践

在智能化技术迅猛发展的大背景下，航道治理领域越

来越多地开始广泛应用智能化疏浚手段，智能化疏浚借助引入自动化设备物联网以及数据分析系统，不仅将工作效率提高更极大提升了治理精度与生态环保水准，促使航道治理迈进了全新阶段。

3.1 智能化疏浚技术的核心应用

先进的传感器自动化系统以及数据分析技术，助力智能化疏浚技术达成精准监控与高效作业，在实际运用里借助全球定位系统（GPS）、遥感测量、水下激光扫描等技术方式实时收集水下地形资讯，对泥沙淤积状况展开监测并动态调整施工方案。自动化船舶借助内置智能系统调控作业深度速度以及动力，保障挖掘作业于最优参数状态下开展，显著降低了人为操作误差。系统借助人工智能算法能够对作业路径予以优化并开展风险预测，如此一来可规避传统疏浚里常出现的过度挖掘情况，以及安全隐患相关问题。

3.2 智能化疏浚的实际应用案例

在扬州港航道疏浚工程里，此工程位于中国江苏省，智能化疏浚技术获得了成功运用，扬州港通航能力的提升为目标的该工程，要保障能让更大吨位船舶顺利实现通行。全自动化的疏浚船被该项目采用，且水下传感器和自动控制系统先进且与之配备，自动化船舶凭借实时对泥沙沉积状况的监测，可精确调控工作深度以及速度，不仅减少了人工干预的需求还切实降低了对环境的干扰。在施工进程中系统不但凭借数据回传功能对施工计划予以实时优化，而且能够展开高效挖掘工作切实保障了航道治理兼具高效性与环保性。扬州港借助这一技术开展疏浚工作，大量能源消耗得以节省碳排放也有所减少，该技术应用后疏浚工期相较于原计划缩短了约 30%，成功达成了经济效益和环境效益的双赢局面。

3.3 智能化疏浚技术的优势与挑战

传统疏浚的作业方式被智能化疏浚技术的推广和应用改变了，在极大缩短工程周期降低成本方面它有着极为突出的表现，具体体现为提升作业效率与精度减少人为错误以及返工次数。在扬州港这一案例里，凭借智能化系统所给予的实时反馈以及数据分析结果，项目组得以随时把控施工的进度与质量情况，进而及时对作业策略做出调整，有效避免了诸如过度挖掘施工延误这类问题的出现。然而智能化疏浚技术虽然于实践里获取了显著成效，可它的推广依旧遭遇一定挑战，智能化设备投入成本在初期阶段尤其高，许多港口和航道治理单位可能会对其投资回报率产生顾虑。专门的技术培训和操作规范是设备维护及操作人员所必需的，因其技术要求较高这让技术应用的复杂性有所增加，智能化疏浚系统全面覆盖，在基础设施技术标准与管理体制等多方面因素制约下仍面临困境。要实现其全面覆盖，需政府与行业给予支持并制定相关标准。

4 智能化疏浚对航道治理效能与生态环境的影响

智能化疏浚技术应用伴随航道治理持续深入，给提升治理效能保护生态环境带来新可能，在保障航运畅通的该

技术推动了绿色可持续的治理模式,通过精准化自动化的操作提升了疏浚作业的效率与安全性,还减少了对环境的负面影响。

4.1 提升航道治理效能与作业精度

通过先进传感器与实时数据分析,智能化疏浚技术能够对水下地形以及泥沙沉积的动态变化展开精确监测,进而于疏浚作业里达成高效精准的操作。智能化系统能够凭借自动化设备,实时对作业参数予以优化降低不必要的施工与挖掘,与之相对传统疏浚往往遭遇人工测量误差,过度施工以及反复作业等诸多状况。以扬州港疏浚项目为例,运用智能化设备后疏浚精度显著提升,作业速度加快工期缩短了将近 30%,智能化系统引入后施工人员对作业过程的掌控能力得到提升,能及时调整策略减少人工干预产生的错误,进而提高了航道治理的整体效能。智能化疏浚不仅推动了更为精细化的治理,而且减少了因操作不当造成的重复性工作还提升了作业效率。

4.2 智能化疏浚对生态环境的正面影响

在生态保护方面发挥重要作用的智能化疏浚技术,在提升作业效能上的表现也十分突出,传统疏浚作业往往会产生较高噪音,还会有废弃物与污染物排放,并且在施工期间泥沙的搅动很容易致使水质遭受污染对生态系统造成破坏。通过实时监测水文和泥沙情况,智能化疏浚能够降低施工对周围环境的负面影响,减少不必要的挖掘作业和对水体的扰动,智能化系统能够借助对施工深度与路径加以优化的方式,防止对水生生物栖息地或者敏感区域造成破坏。施工量能够被自动化设备精准控制,防止因过度疏浚致使泥沙外泄或者水质被污染,智能化疏浚凭借这些措施能够为实现绿色可持续的航道治理提供技术保障,它可有效保护航道周边生态环境,降低对生物的干扰减少水体污染以及噪音。

4.3 智能化疏浚对节能减排的推动作用

智能化疏浚技术显著推动了节能减排,高能耗的机械设备被传统疏浚所依赖,人工操作以及低效作业让能源浪费的情况更加严重。通过精确控制智能化疏浚的每个作业环节,将能源使用效率最大化,自动化船舶依据实时数据对动力系统作出调整,以此保证作业能够处于最节能的状态之中。智能化设备对作业路径以及速度予以优化,让停机与重复作业得以减少,由此达成能源消耗与碳排放的降低,在扬州港所开展的智能化疏浚这一案例当中,项目借助减少人工操作以及对能源使用予以优化的方式,实现了能源消耗节省大约 20%碳排放减少幅度超过了 15%。这推动航道治理朝着低碳高效方向发展,不仅符合全球日益严格的环保政策还降低了施工成本。

5 智能化疏浚技术的发展趋势与前景展望

随着科技的进步,智能化疏浚技术在航道治理里的应用持续拓展,未来会迎来更具智能化绿色环保特性的发展走向,智能化疏浚借助人工智能大数据与物联网技术的融

合,不仅可达成更低碳环保的治理模式,而且能够提高作业的效率与精度。更加可持续的新时代将在未来发展推动下,让疏浚行业进入。

5.1 智能化疏浚技术的集成化发展趋势

智能化疏浚技术在未来会朝着集成化,以及系统化的方向有更进一步的发展,随着自动化技术与人工智能持续走向成熟,疏浚设备不再仅局限于单一智能化应用,而是借助多个技术模块协同运作构建起完整的智能化作业系统。未来的智能疏浚船舶会把激光测深系统、自动导航实时数据监测与分析环境保护等众多模块进行集成,构建起一个集成化操作平台让每个环节都可实现智能优化。疏浚作业借助集成化技术能够达成自动化调度,实现精准的实时监控与调整进而提升作业精度提高效率降低能源消耗,为未来大规模航道治理提供技术保障,还能达成更为高效的资源利用这样一来不仅可大幅降低成本减少人工操作。

5.2 智能化疏浚技术的绿色环保趋势

智能化疏浚技术未来发展的核心趋势之一将是绿色环保,随着全球环保标准愈发严格,传统疏浚方式因具备高能耗高污染的特性很难契合可持续发展的要求。通过实时监控泥沙变化精准控制作业深度,以及优化施工路径等方式,智能化疏浚技术能够显著降低不必要的环境扰动与能源浪费。智能化疏浚在未来会更为侧重低碳节能这类设计理念,船舶动力输出能够被系统依据实时数据,自动作出调整以降低不必要的能量消耗;智能化技术能够精准把控挖掘量,防止因过度疏浚致使泥沙出现外泄情况或者引发水体污染问题,伴随绿色能源技术进步,未来疏浚船舶有望采用风能太阳能这类可再生能源对环境的影响将进一步降低。智能化疏浚技术在航道治理里,借助这些绿色环保措施会成为绿色解决方案。

5.3 智能化疏浚技术的应用前景与挑战

智能化疏浚技术虽前景广阔,然而也遭遇一定的挑战,智能化疏浚的推广一大障碍仍是技术的高成本,尽管智能化设备可提升作业效率,减少人工干预然而其初期投资高昂不少港口和航道治理单位对其回报周期心存疑虑。智能化疏浚设备对操作人员技能要求较高,需要专业的操作与维护,相关培训和技术支持体系亟待完善,在某些地区特别是偏远地区的航道治理当中,数据传输和处理能力或许存在一定制约毕竟智能化疏浚技术的应用依赖着强大的数据支持以及信息传输网络。行业的规范化发展需要各方协作推动,智能化疏浚系统的标准化法规以及政策体系仍未彻底健全,在市场需求不断增长以及技术持续进步的态势下,尽管存在现状但智能化疏浚技术在未来定会获得广泛应用,将全球航道治理朝着更智能更绿色且更具可持续性的方向有力推动。

6 结束语

在航道治理领域,智能化疏浚技术作为一项关键创新正驱动行业朝着更高效精准且环保的方向迈进,智能化疏

浚借助集成化技术的运用,可极大提高作业效率减轻对环境的影响,还能为可持续发展给予技术支持。尽管智能化疏浚技术面临着高成本技术门槛以及基础设施等诸多挑战,然而鉴于技术的持续成熟以及市场需求的不断攀升,其应用前景依旧十分广阔。智能化疏浚在未来会成为推动全球航道治理朝着绿色低碳且高效方向发展的关键力量,对航运安全以及生态保护发挥日益重要的作用。

[参考文献]

[1]周富林.船舶智能化对耙吸式挖泥船疏浚效率提升的实证研究[J].珠江水运,2025(7):148-150.

[2]陈文锋.港口航道泥沙淤积与疏浚技术研究[J].珠江水运,2025(10):28-30.

[3]张文.复杂工况航道疏浚设备方案优化[J].珠江水运,2025(11):133-135.

[4]李晓峰.基于水运需求增长的港口航道疏浚工程智能化发展路径分析[J].珠江水运,2025(14):58-60.

[5]高莉,徐云辉,雷潘.江苏省干线航道和船闸养护科学决策与管理的思路 and 对策[J].中国水运,2025(16):27-29.

作者简介:王旭(1983.12—),男,江苏人,现就职于长江南京航道工程局,船长,从事航道疏浚船舶管理工作。