

地理信息系统在内河航道维护管理中的应用分析

陈帅

广西壮族自治区南宁航道养护中心

DOI: 10.12238/jpm.v5i3.6589

[摘要] 在当前社会经济和科技持续向前推进的背景下，众多高级技术设备被引入各个领域。特别是在现代内河航道的构建方面，采用具备现代功能的航道成为了建设的核心。本文将探讨地理信息系统 (GIS) 如何在内河航道项目中被有效集成，如何促进航道建设的现代化步伐，并充分讨论了内河航道在其中发挥的潜力。最后，本文还将对 GIS 技术进行简要介绍，了解该技术在内河航道工程中的应用及具体成效，为后续工作提供有益参考。

[关键词] 地理信息系统；内河航道维护管理；电子水路导航图集

Application analysis of GIS in the maintenance and management of inland waterway

Chen Shuai

Nanning Waterway Maintenance Center, Guangxi Zhuang Autonomous Region

[Abstract] In the context of the current social economy and science and technology, many advanced technical equipment has been introduced into various fields. Especially in the construction of modern inland waterway, the use of modern waterway has become the core of the construction. This paper will discuss how the geographic information system (GIS) is effectively integrated in inland waterway projects, how to promote the modernization pace of waterway construction, and fully discuss the potential of inland waterway development in it. Finally, this paper will also give a brief introduction to the GIS technology, to understand the application and specific results of the technology in the inland waterway engineering, and to provide a useful reference for the follow-up work.

[Key words] geographic information system; inland waterway maintenance and management; electronic waterway navigation atlas

我国的内陆区域经济迅猛增长与进出口交易量的显著扩张，促进了内河货物运输需求的增加。然而，由于内河航道的数字化基础设施建设起步较晚，并且受限于各地经济发展不均，导致投资不足和规模较小，水运的数字化潜能尚未充分实现。借助理信息系统 (GIS) 技术能够显著提升内河航道的维护与管理效率，是构筑高效率内河航道系统、优化运输配置、推动水路运输增长、促进可持续和绿色运输、并加速现代综合运输网络发展的关键。

一、内河航道发展现状

内河航运是关键的运输网络和水资源利用的一部分，对于推动可持续的经济和社会发展具有战略意义。内河航运系统以其高效率、大容量、低能耗和低污染特点突出，推广其发展既满足了资源高效利用和生态友好型社会的构建需求，又优化了水资源的综合利益，促进了生态发展。

依据 2007 年的《全国内河航道与港口布局规划》，我国

规划了一套包含“两横一纵两网十八线”水路网络结构。这涵盖了水资源丰富的区域如长江、珠江、京杭大运河、淮河、黑龙江及松花江等水系，构建覆盖长江主航道、西江主航线、京杭大运河、长江三角洲及珠江三角洲的高级航道网，以及其他 18 条重要的高等级航道^[1]。

随着国内经济的飞速增长以及进出口交易的显著上升，内陆地区对原材料及大宗商品的运输需求显著提升。内河航道作为一个关键的物流纽带角色，在连接内陆与海运中发挥着重要作用，且成本和经济性方面相较铁路和公路更有优势。此外，内河运输因其较低的能源消耗支持了绿色发展策略，根据《2023 年交通运输行业发展统计公报》中的数据，截至 2023 年末，全国内河航道通航里程为 12.76 万公里，比上年末减少了 43 公里。等级航道通航里程为 6.72 万公里，占总里程的比重为 52.7%。其中，三级及以上的航道通航里程为 1.45 万公里。自 2009 年起，内河货运量从 15.68 亿吨增加至如今的 47.93

亿吨，反映了近年来的迅速增长。

快速的现代科技进展促进了陆地和铁路交通的进步，传统的水运方式开始遭遇一些挑战。为了适配现代需求，这些传统方法必须通过科技进行创新和改进。互联网和大数据的兴起为水运经济带来了新的考验。为了保持与现代化同步，航道管理技术亦需依托于最新的科技，比如互联网和大数据。

尽管我国的主要内陆水道如长江和京杭大运河已经部分实现了航道管理的信息化，建立了信息系统、基础数据库和电子图系统，还有在航标维护和航道测绘方面的一些进步，但信息化应用仍主要集中在数据收集、传输等基础设施上。内河航道的信息化建设依旧存在主流与支流、东海岸与内陆地区之间的发展差距。总体而言，这些信息化努力还只是处于从手工操作向数字化过渡的早期阶段。

二、地理信息系统 (GIS) 介绍

地理信息系统 (GIS)，融合了地理学、地图学、遥感技术、测绘学和计算机科技，专门用于空间数据的管理与分析。这种科技为地理研究、测绘专业人士以及不同层级的管理与生产部门，提供精准的、及时的综合区域分析、规划选择和策略制定等方面的地理或空间信息支持。

GIS 主要功能包括地理数据的采集、储存、查询、分析、展示和输出，服务于地理科学研究与决策支持的计算机技术平台。作为主要依据地理坐标系统的信息平台，GIS 整合图形与属性数据，并采用多样的存储格式，如文档、数据库和目录形式，可保存空间信息^[2]。此系统采用矢量和栅格数据结构，并支持两者的集成，数据组织采用水平和垂直分割方法，即按照地理分区或主题层级来组织空间信息。

综合所述 GIS 功能与特性，结合网络技术、数据整合及二次开发手段，能够拓展其系统的应用范围。特别在内河航道维护和管理方面，GIS 展现出更广泛的应用潜力与专业性，预示着更加强大的功能展开与发展潜力。

三、GIS 在内河航道维护管理中的应用

1. 构建全方位航道监测平台

全方位航道监测平台整合采用卫星遥感、远程监测、地球空间信息技术、网络通信以及航道感应设备搜集的数据，涵盖航道结构、图形解析、水情信息等。此外，该系统还融入了来自航海、水务、气候等相关领域的共享数据，实现信息的数码化、模拟演绎和图形展现。平台依托于先进的数据处理与分析技术，可对大规模航道信息资源实施综合分析，实现对航道状况即时、连续、准确的监视，有效促进航道维护管理效率和决策质量的提升^[3]。同样，它还支持航道信息的即时发布，依托于航运信息服务系统，为航海管理、水上紧急救援及船只安全导航提供快速、有效的支持。

将航道感应设备与地理信息系统技术整合在一起，平台能够对航道数据进行全面的搜集、整理、评估和展示，这些数据

涵盖河床地貌、水域深度、航标情况等航道基础属性数据，还包括桥梁阻挡、河边设施、船舶流量和其他航行必要信息等航行环境的关键因素。

2. 内河水路数据管理新模式

传统的水路数据管理过度依赖于纸本地图、计算机辅助设计 (CAD) 航线图以及各类电子文件，相比之下，地理信息系统 (GIS) 包含了地理空间实体的视觉表示和空间结构关系，还融合了相关属性信息，使得图形与数据可以互相关联查询和同步刷新。GIS 的高效数据仓库能处理大量信息。开发基于 GIS 的内河航道查询系统，整合航道基本信息、导航标记、河堤防护以及航道治理结构等多个数据库，为水路信息管理提供一站式服务，实现快速搜索、数据分析与结果展示。此技术能显著减少工作周期，降低资源消耗，提升管理效率和方便性。

3. 电子水路导航图集

基于 GIS 的电子水路导航图集系统，利用实际测量的地形与水域深度数据，配合高清卫星遥感图像，经数据重组成标准化集，转换为电子格式的水路信息图，包括但不限于地貌、深度和导航标志。该系统支持图层与属性的管理，及定位与查询服务，整合了生成、发布、分析及二维视图等多种功能。

表 1 电子水路导航图集的关键组件

组件	描述
地形数据	实际测量的地形数据
水域深度数据	实际测量的水域深度数据
卫星遥感图像	配合高清的卫星遥感图像
数据标准化	经数据重组成标准化集
信息图特征	包括地貌、深度和导航标志
系统服务	支持图层与属性的管理，及定位与查询服务
功能集成	整合了生成、发布、分析及二维视图等多种功能

4. 内河水道立体展示

现实世界为立体构成，GIS 技术旨在模拟真实地貌以呈现地理实体，依托栅格、TIN 或 Terrain 数据集等三维数据的构建，支持斜率、等深线变动及河床演变分析。内河维护时，结合现场数据与三维展示技术可实现仿真与直观显示，从而更有效监控水道深浅、障碍物，简化航道维护的决策过程。

5. 航道工程的高效管理

在地理信息系统应用中，距离的测量功能允许评估不同地点间的空间相互作用，这一点在优化资源配置和识别成本效益路径方面尤为关键。具体到确定码头和水上活动区域等航道工程布局，距离测量工具的应用可确保这些设施就近于相关的工业集群、城市或交通枢纽，对地理位置具有一定优化作用。在工程实施阶段，该工具还能指导材料运输，实现较理想的成本效率，依托最短或成本最低的路线进行材料搬运，达到资源优化使用的目的。采用视线分析，精确设定导航标志的最佳位置，保障避免障碍物干扰的同时实现最佳视线覆盖。

基于斜率分析评估河岸斜率,结合土壤类型确定适宜的防护区域,防止侵蚀和滑坡现象发生。在疏浚工作中,可结合GIS的叠加分析技术和断面测量法,精确计算出所需疏浚量。还可利用现场测量数据构建的三维模型可以形象展示施工进度,实现项目的质量和进展速度的实时、全面监控。

6. 有效设定水路维护界线

水路维护界线的设定需要根据技术等级和实际保护需求,于现有水路维护区域外划定一系列区块,使水路资源、通行条件及相关设施得到适当维护。此类界线,即缓冲区,设定原则是围绕特定区域,评估该地区对周边环境的影响^[4]。缓冲区分析是一种测定地理元素之间物理接近度的手段,采用这一手段,可以利用地理信息系统(GIS)的空间分析能力,迅速而准确地确定需要保护的水路边界,实现水路及其附属资源的有效保护。

7. 航道建设规划

航道的建设计划是一个全面的工作,需要充分考虑与城市建设、水利发展和水路交通等因素的融合。此计划主要采用预测分析模型,综合考察水域流量和河流状况,运用如指数平滑和移动平均等算法预测未来水域流量和河道变动。计划还将结合城市和水利发展需求,全面制定航道建设方案。地理信息系统(GIS)对于航道建设规划起着决定性作用,现代规划手段相较于旧有人力方法,凭借计算机辅助,大大提升了效率和精度。利用GIS,可以将不同时期的数据处理并储存,使得规划和设计工作能够随时利用更新的数据和信息,据此展开深度分析对比,选定最佳解决方案。引入GIS至内河航道建设的规划过程,展示了在精确度、逻辑性和效率等多个方面的明显优势,与传统方法之间拉开了巨大的差距。

8. 航道保养

正确布设航标是维护航道的关键步骤之一,其中涵盖的任务包括明确标示出航道,综合考虑经济性、便利性及安全性;结合岸标与浮标,以最大限度发挥它的指示功能;利用地理信息系统分析查询功能,快速定位航标;GIS数据库收集并整理所有必要信息,为航标定位提供数据支持。航标保养包含将地理信息系统与全球定位系统技术整合,实时获取航标数据,数据通过无线方式上传至GIS数据库并在电子航图上更新,实现航标实时监视^[5]。航道疏浚、底质清理与水深测量构成航道保养核心活动,GIS技术可精确分析需整治航段,提升工作质量;定位清理与测量作业区域,使作业具备更高的精准度及效率,维护航道通畅。航道管理优化是指利用GIS评估新建河边设施申请,维护实施的合理性;依托GIS对沙矿作业进行管理,标明高含沙量区域,指出可能对航道造成破坏的作业区,以此达到保护航道安全的目的。

9. 码头位置的确定与规划

地理信息系统(GIS)的应用在水道工程规划中展示了其在协助确定码头位置方面的显著作用,此过程依赖于符合特定标准的地理分析,借助该分析确定最理想的路径或地点。码头和港口的选址就是依据此方法进行的,它涵盖了一种更全面的分析过程,需要对城市、交通布局进行综合考虑,也要将经济 and 环境影响纳入全面审视中,在此基础上展开综合规划,这一过程也充分体现了GIS中的系统化应用框架。

创建码头位置模型涵盖三个主要阶段:阶段一是数据整备阶段,主要关注根据选址需求对数据和影响因素的筛选和整理;阶段二是综合评估阶段,此时主要根据工程需求和经济状况,制定评价指标、选择标准和计算方法;阶段三为位置决策阶段,该阶段着重于最终位置的选择,并对其进行深入的分析 and 评价。

四、GIS在内河航道维护管理中的应用前景预测

现阶段,内河航道的管理和维护开始尝试集成GIS技术,但对于使用这一技术结合旧数据与最新数据进行河床变化分析及航运项目建设的深入探索尚在起步阶段。特别是在智能化维护系统的构建上,仍待深入探讨与优化,目的是推进从简单数字化向全面智能化的进程。

面对当前的经济趋势,国内水运领域亟须增强政策驱动与航道设施的扩充。利用GIS技术结合新兴的智能传感器、5G通信和人工智能,进行大规模数据整合和深层次分析,能够将技术创新有效转化为产业动能,从而推动航道管理向现代化迈进,促进水上运输业的整体格局发展,加速构建全方位的交通运输网络系统。

五、结束语

综上所述,随着时代的发展和科技的进步,地理信息系统(GIS)将会在众多技术领域中得到更广泛的应用,展现出显著的效能。在内河航道维护管理方面,GIS展现了强大的分析和决策支持能力,有效促进了内河航道领域的发展,显著提升了建设的现代化水平,真正促进了内河航道发展的速度与质量。

[参考文献]

- [1]蓝忠义.数据挖掘技术在內河航道维护管理中的应用研究[J].西部交通科技,2021(09):190-193.
- [2]刘金沅.航标遥测遥控系统在航道维护管理中的应用[J].水运管理,2020,42(04):30-32.
- [3]董政,曹春,孟东海.数字航道综合监控系统在航道维护管理中的应用研究[J].中国水运,2020(03):83-85.
- [4]王雅琴,郭尧.数字航道综合监控系统在航道维护管理中的应用[J].中国新技术新产品,2019(18):27-28.
- [5]胡建文.航道维护管理中航标遥测遥控系统应用[J].运输经理世界,2021(31):77-79.