

# 长江码头维护性疏浚监管系统设计

包 敏,何 昊,邓 凡,苍 箐,马雨衍

(南京市长江河道管理处,江苏 南京 210011)

**摘要:**针对长江码头维护性疏浚监管系统,通过对施工船只安装视频实时监控、北斗定位、吃水线监测等设备收集前端数据,平台服务器整合分析前端数据,对运泥船装载泥砂、卸载泥运泥船装载泥砂等重要节点的把控,完成整个疏浚项目过程中船舶抛泥船次、方量及定位的准确计量,实现船舶超范围、超方量、超规定工作时限及抛泥区外倾倒等异常情况的预警。研究对周边城市的采砂疏浚监管工作具有借鉴意义。

**关键词:**疏浚监管;系统研发;吃水检测;方量统计;自动预警

**中图分类号:**U656.2 **文献标识码:**B **文章编号:**1007-7839(2025)02-0044-0003

## Design of maintenance dredging supervision system for Yangtze River Wharf

BAO Min, HE Hao, DENG Fan, CANG Qing, MA Yuyan

(Nanjing Yangtze River Administration Office, Nanjing 210011, China)

**Abstract:** For the Yangtze River wharf maintenance dredging supervision system, the front-end data is collected through the installation of video real-time monitoring, Beidou positioning, draft line monitoring and other equipment for the construction vessels, the platform server integrates and analyzes the front-end data, controls the important nodes such as the loading of mud and sand by the dredger and the loading of mud and sand by the unloading of the dredger, completes the accurate measurement of the number, volume and positioning of the ship's dumping dredges during the whole dredging project, and realizes the early warning of abnormal situations such as the ship's out of range, out of volume, out of specified working time limit and dumping outside the dumping area. The research is of reference significance for the sand mining and dredging supervision work in surrounding cities.

**Key words:** dredging supervision; system development; draft detection; volume statistics; automatic warning

### 1 概 述

长江作为国内货运量大、运输最繁忙的通航河流,是连通东中西部的黄金水道,而长江上的码头则是连接水陆运输的重要枢纽。长江下游航道及沿线码头常出现周期性反复泥砂淤积,为保障深水船舶靠泊,沿江码头通常在每年枯水期会进行一次维护性疏浚,从而保障港口码头正常运行,防止出现搁浅等事故发生。以南钢码头为例,南钢原料码

头、二号排放口码头、石头河码头、南钢取水口及引航道位于宝塔水道的上段左岸。1985年整治后,特别是八卦洲洲头分水鱼嘴工程及两缘守护工程实施后,右侧守冲岸线得到守护,基本稳定下来。深泓线右摆已趋缓,贴近右岸深槽的平面位置也处于相对稳定之中。但该段受八卦洲汊道总体河势的影响,河道整体处于缓慢衰退之中。由于左岸边滩淤积,必须根据河床底的淤泥情况,进行清淤。对于采挖的砂石不需要上岸处置的维护性疏浚活动,

收稿日期: 2024-10-12

作者简介: 包敏(1990—),男,工程师,本科,主要从事长江采砂管理工作。E-mail: 409892149@qq.com

通常由抓斗式(反铲式)挖泥船负责将码头或航道疏浚区的淤泥挖至运泥船(自航开底驳),开底驳将淤泥运至批复的抛泥区,再通过船底的开口将泥砂倾入抛泥区,具体施工工艺流程见图1。

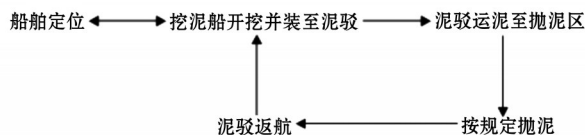


图1 施工工艺流程

## 2 现状

长江南京段总长97 km,每年约有6~7家大型沿江企业进行码头年度维护性疏浚,施工时间一般为当年11月至次年2月的枯水期内,疏浚总方量在90万 $\text{m}^3$ 左右。在海事部门及水利部门下发相关行政许可后,码头维护性疏浚项目将根据批复的疏浚区、抛泥区、疏浚控制高程、疏浚方量开展作业。

根据江苏省水利厅印发的《关于加强长江工程性疏浚项目审批管理工作的通知》(苏水河湖[2021]18号)的要求,码头、锚地等工程维护性疏浚活动中采挖的砂石不需要上岸处置的,该事项权限已下发至设区市水行政主管部门。在砂石不需要上岸的长江码头维护性疏浚监管实践中,现有监管系统通常只对施工船舶进行实时定位以及划定疏浚区、航行区及抛泥区电子围栏,能够确保船只不离开指定区域,但无法实时了解运泥船装载、抛泥的重要时间节点及定位<sup>[1]</sup>,难以保证所有运泥船次均按规定行驶至抛泥区抛泥,如果抛泥船在行驶路线上提前抛泥不仅会影响航道通行安全,也会对长江河势稳定造成破坏。

疏浚过程中的方量等大量数据通常仍以人工记录汇报的方式进行统计,先根据运泥船货舱大小进行方量估算,再由人工记录每日抛泥船次,最终根据整个疏浚项目运泥船抛泥次数统计总疏浚方量。但是该方法依赖传统人力记录,一方面在方量统计上存在一定误差,另一方面也极大地消耗人力物力,这种管理模式已不能满足现代疏浚监管的要求<sup>[2]</sup>。同时,码头疏浚通常在枯水期实施,同一时间会有多个码头同时进行疏浚,对现场监管工作也造成较大压力。传统的智能监管方法主要关注疏浚船只的定位及现场实时监控视频,忽视了疏浚中运泥船装载和抛卸泥砂的重要节点,导致监管人员无法真正远程了解疏浚船只尤其是

运泥船的动态<sup>[3]</sup>。

因此本文提出在疏浚监管系统中引入吃水线监测及方量智能统计系统,通过信息化高效管理船舶从装泥到抛泥的全过程,从而实现疏浚过程中的方量自动统计与监测,解决疏浚现场监管人力不足的难题,同时能够极大地提高疏浚监管的精准性及有效性。

## 3 疏浚监管平台设计

### 3.1 总体框架

针对长江下游疏浚工程的项目特点,疏浚监管系统以信息平台为中心,前端由北斗定位系统、视频实时监控系統、吃水线监测系统等设备进行现场数据采集,通过数据传输系统将前端数据传送至平台服务器,平台服务器根据前端基础数据结合项目信息系统、方量统计系统对基本情况、船舶定位、实时监控、疏浚方量等数据系统协同融合分析,对施工船舶超范围、超方量、超规定工作时限及非抛泥区倾倒等异常情况进行报警,实现疏浚项目监管的管控信息化、自动化。总体框架见图2。

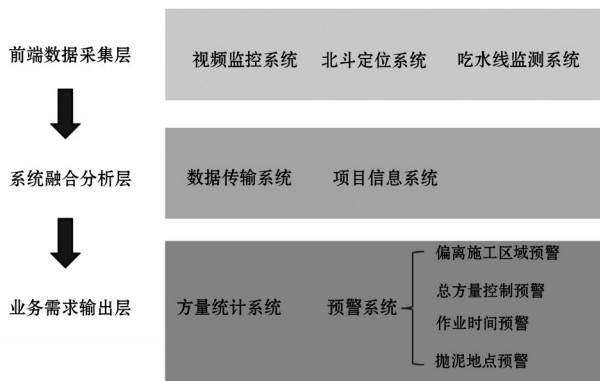


图2 总体框架

### 3.2 前端数据采集层

#### 3.2.1 北斗定位系统

项目开工前,在项目批复的挖泥船、运泥船上安装北斗定位设备,获取施工船只实时精准位置及航行路线。根据批复坐标,设定疏浚区、抛泥区及航行路线的电子围栏,疏浚项目施工期间,施工船只要在电子围栏内作业。

#### 3.2.2 视频监控系统

利用安装在挖泥船、运泥船上的视频监控系统,对疏浚现场施工进行实时拍摄,并将视频传输到平台系统,实现远程监视现场船只规范作业,防止非法盗采情况发生。

### 3.2.3 吃水线监测系统

利用安装在运泥船上的激光测距传感器,自动监测吃水线,感应和精准确定船舶吃水线实时变化情况,从而判定运泥船装载实况<sup>[4]</sup>。

### 3.3 系统融合分析层

服务器平台根据前端数据进行分析,实现系统间的融合。项目信息系统与吃水线监测系统相融合,实现各船舶吃水线与载重数据相对应,实时监测各船舶载重方量。北斗定位系统与吃水线监测系统相融合,运泥船在疏浚区电子围栏内发生吃水线变大时,判定为装载泥砂并自动标记装泥地点,运泥船在抛泥区电子围栏内发生吃水线变小时判定为卸载泥砂并自动标记抛泥地点。

#### 3.3.1 项目信息系统

维护性疏浚项目开工前,将项目业主单位、施工单位、疏浚区、抛泥区、批复文件等基本信息情况录入系统。同时,各施工船只拥有各自信息系统,项目实施前将施工船只船名船号、船舶所有权证、国籍证、检验证、施工许可证、施工人员等信息录入系统。监管人员可通过系统平台可一键调出各疏浚项目、各施工船舶具体信息。

#### 3.3.2 数据传输系统

通过5G网络将船载实时数据传送至服务器,由服务器对上传的数据进行同步分析、处理与储存,为系统融合分析提供数据基础。

### 3.4 业务需求输出层

#### 3.4.1 方量统计系统

参照各运泥船《船舶载重与水尺对照表》,将各运泥船对照数据录入系统,根据前端吃水线监测系统传回的数据,系统根据吃水线情况计算出运泥船实时载重方量<sup>[5]</sup>。运泥船装载及抛卸疏浚泥时,船舶吃水线发生变化,船舶方量统计系统将疏浚泥方量变化情况传送至平台,北斗定位系统将运泥船即时定位传送至平台。平台根据运泥船定位及方量数据,以运泥船1次抛泥为1个计数,自动统计当日、当月及全项目各抛泥船抛泥次数、方量,并在卫星图上标记每次抛泥的定位地点及时间。

#### 3.4.2 预警系统

对接北斗定位系统、方量统计系统,实现船舶超范围、超方量、超规定工作时限及非抛泥区倾倒等异常情况预警,具体见图3。

(1)偏离施工区域预警。在疏浚区、抛泥区、航行路线框定电子围栏,船只定位偏离规定区域航线实时预警,发送预警信息至监管人员。

(2)总方量控制预警。根据自动统计的方量,达到疏浚项目方量总量80%、100%时分别进行预警,便于监管人员对疏浚总方量进行了解和控制。

(3)作业时间预警。若在规定作业期间外运泥船发生吃水线变化,系统判定为超时作业,对超时时间作业及时预警。

(4)抛泥地点报警。吃水线监测系统实时报送运泥船吃水线,若运泥船在抛泥区外发生吃水线变小时,系统将判定为违规偷排,并发送预警信息至监管人员。

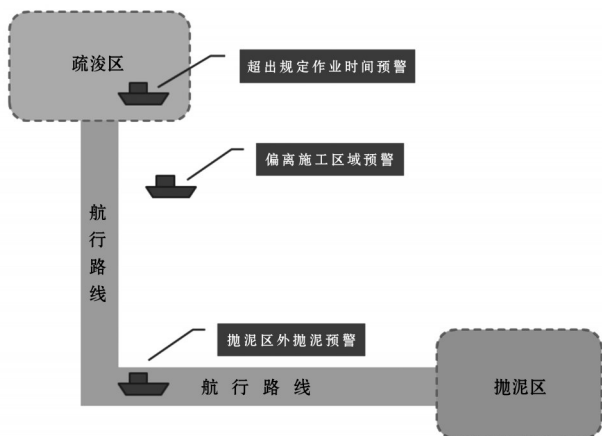


图3 预警系统

## 4 结 语

本系统设计旨在当前较为成熟的监管系统中,根据船舶吃水线自测量设备,引入方量自动监测系统,实现方量的智能化统计、方量变化时船舶的自动定位,从而通过运泥船装载泥砂、卸载泥砂等重要节点的把控,完成对整个疏浚项目过程中船舶抛泥船次、方量及定位的准确计量。该系统对吹填固基、疏浚砂综合利用等项目砂石未上岸前的监管工作具有借鉴意义。

#### 参考文献:

- [1] 王淮,谢亿秦,彭广益,等. 5G与人工智能在航道疏浚监管上的应用[J]. 珠江水运,2021(24):74-75.
- [2] 翁跃宗,陈金海,彭国均,等. 港口疏浚驳船载运状态监控系统研究[J]. 中国航海,2009,32(2):54-57.
- [3] 庞启秀,李怀远,王克勤,等. 航道疏浚全过程智能监管系统研发[J]. 航海技术,2024(2):18-21.
- [4] 王智,陈甜,李玉乐. 基于激光测距的船舶吃水深度检测系统设计[J]. 机械工程师,2019(9):113-115,118.
- [5] 申超男,李磊. 船舶载重自动测量技术的研究现状与进展[J]. 中国水运,2019(2):23-24.