

# 船舶吃水自动检测技术 在水利船闸调度安全管理中的应用

陈志宏<sup>1</sup>, 唐 隽<sup>1</sup>, 程思钦<sup>2</sup>

(1. 江苏省泰州引江河管理处, 江苏 泰州 225300; 2. 南京畅淼科技有限责任公司, 江苏 南京 211100)

**摘要:**剖析了当前船舶吃水自动检测技术研究的必要性,对比了现有船舶吃水自动检测技术的研究现状。研究提出一种基于机器视觉、人工智能的船舶吃水自动检测装置,该装置在高港船闸应用并在提升调度安全管理中起到重要作用,最后对该技术的应用前景进行展望。

**关键词:**船舶吃水检测;深度学习;调度安全

中图分类号:U641

文献标识码:B

文章编号:1007-7839(2024)01-0054-0003

## Application of Automatic Draught Detection Technology for Vessels in Safety Management of Waterway Lock Scheduling

CHEN Zhihong<sup>1</sup>, TANG Juan<sup>1</sup>, CHENG Siqin<sup>2</sup>

(1. Taizhou Yinjiang Canal Administration of Jiangsu Province, Taizhou 225300, China;

2. Nanjing Changmiao Science and Technology Co., Ltd., Nanjing 211100, China)

**Abstract:** This paper analyzes the necessity of current research on automatic draught detection technology for vessels and compares the existing research status of such technology. The study proposes a vessel draught automatic detection device based on machine vision and artificial intelligence. This device has been applied in the High Harbor Lock and plays a crucial role in enhancing safety management in scheduling. Finally, the paper provides prospects for the application of this technology.

**Key words:** ship draught detection; deep learning; scheduling security

### 1 研究现状

船舶吃水自动检测技术主要方式有船载设备检测法、水下设备检测法和岸基检测方法等。船载设备检测法需要在船舶上安装设备,不利于船闸管理单位管理和推广,水下设备检测法安装成本高,维护难度大,难以长期使用,现有的岸基检测法尚无较成熟可行的落地方案。

船载设备是指在船舶上安装传感器达到测量吃水的目标。管利广等<sup>[1]</sup>提出基于压力传感器与船载陀螺仪相结合监测船舶吃水方法,采用压力传感器测得水深,利用船载陀螺仪获得倾斜状态,并结合船体结构求得船舶吃水。王鹏皓等<sup>[2]</sup>提出一种利用雷达探测技术测量船舶吃水深度的仪器,利用高频雷达测距技术,测量得到船舶吃水深度,实现船舶吃水高精度测量。

收稿日期: 2023-11-28

基金项目: 江苏省水利科技项目(2022053)

作者简介: 陈志宏(1976—),男,高级工程师,主要从事船闸运行工程管理工作。E-mail:179645719@qq.com

水下设备检测法是指在水下安装传感器,对船底或者船舶侧面进行扫描达到测量船舶吃水的目标。刘占民设计了浮动式船舶吃水检测系统,系统包括船舶吃水检测子系统、速度检测子系统和静态信息子系统,通过误差补偿模块消除外界不利因素对测量结果的影响。杨卫忠等<sup>[3]</sup>研制了基于单波束测量原理的船体轮廓扫描吃水检测设施,采用阈值滤波剔除声纳信号的异常数据,并得到声呐到目标船舶的距离,同时使用单波束声纳的测量数据归纳总结出水下部署平台姿态,用水下平台的水深值减去此距离得到船舶的实时吃水值。韩伟<sup>[4]</sup>结合超声波衍射原理,设计一种基于侧扫单波束阵列的吃水检测系统,能够有效检测船舶动态吃水。

岸基设备检测法是指在岸边安装传感器,对船舶吃水进行检测和识别。谢磊等<sup>[5]</sup>提出采用岸基检测法获取船舶激光点云数据,通过船舶水面轮廓重构方法完成船舶水上部分三维重构,结合船舶静态信息推算出船舶吃水状态。彭将辉等<sup>[6]</sup>提出一种基于图像处理的船舶吃水线检测方法,确定水面边缘线与水迹边缘线相对于固定字符的最小距离是否变化,从而得到真实的水面边缘线来确定船舶吃水线的准确数值。

## 2 船舶吃水自动检测装置

从成本、技术难度、安装维护难度和推广应用等角度综合分析考虑,本文提出一种基于视频图像的在航船舶吃水自动检测装置。

### 2.1 系统架构

船舶吃水自动检测装置分为吃水检测设备和图像处理设备2个部分,见图1。吃水检测设备通过立杆安装于检测点岸边,图像处理设备为带显卡的专用服务器安装在机房。吃水检测设备主要以相机设备为主,包括昼间检测相机1台、夜间检测相机1台、全貌固定式抓拍单元1台、细节固定式抓拍单元1台、补光灯2台、AIS接收机1台和水运视频分析仪1台。

其中船舶检测相机用于感知船舶到达检测点的时间和位置,白天采用星光枪型摄像机进行检测,夜间采用热成像枪型摄像机进行检测;固定式抓拍单元主要用于船舶高清照片的抓拍和采集,两个抓拍单元分为全貌和细节;补光灯用于夜间补光,夜间触发抓拍时自动补光;AIS接收机用于接收附近的船舶AIS信号;水运视频分析仪作为前端控制设备,用于部署控制程序,联动各设备信号和数

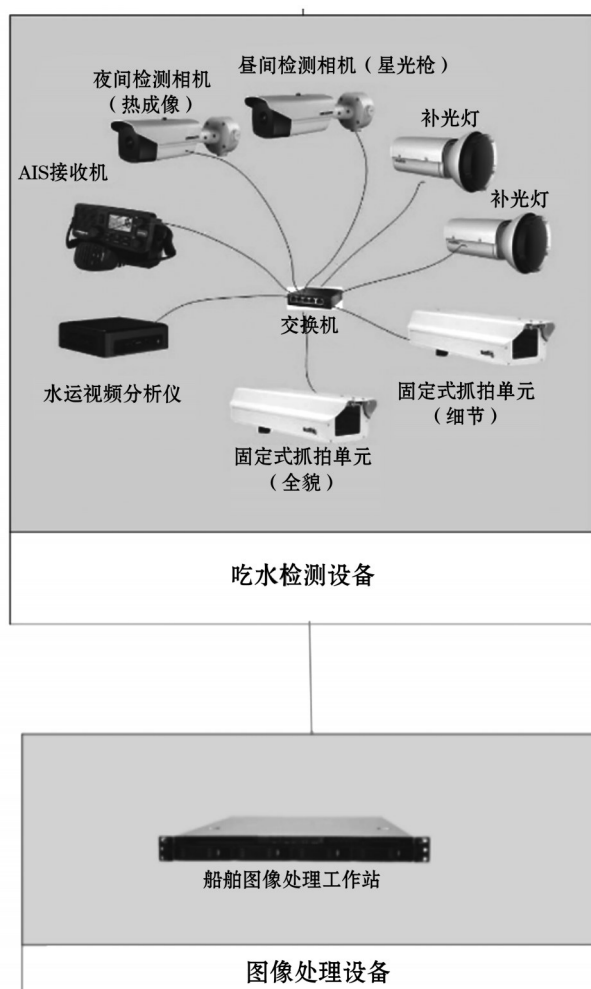


图1 船舶吃水自动检测装置架构

据。水运视频分析仪将前端采集的照片等信息传输至图像处理工作站,图像处理工作站进行后续的船舶吃水智能识别。

### 2.2 关键技术

#### 2.2.1 技术思路

本文提出的吃水检测技术不直接测量船舶水面以下尺寸,而是基于高清的船舶抓拍图像测量船舶干舷高度,即甲板与船水分界线高度,再用船舶型深减去干舷高度得到船舶吃水深度,具体思路见图2。

一方面,基于船舶抓拍技术,抓拍经过检测点的船舶高清照片,确保照片能看清船舶船名和干舷,随后基于高清照片和船舶AIS,识别船舶身份,根据身份从船舶数据库里获取型深数据;另一方面,基于机器视觉和深度学习技术,定位船水分界线和甲板线位置,根据图像与世界坐标系的转换关系,计算两条线垂直距离即为干舷距离水面高度。

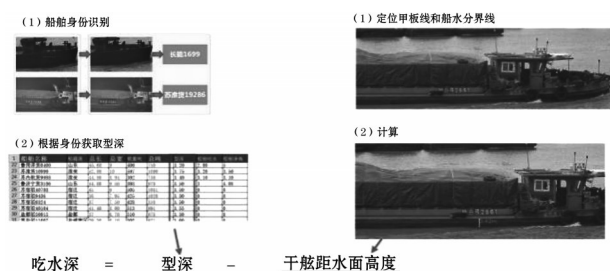


图2 船舶吃水检测技术思路

### 2.2.2 船舶高清抓拍和身份识别技术

通过多相机联动技术,实现7×24h高清抓拍。多相机联动采用图像识别和处理技术,在实现对闸口监控的同时,配合移动目标检测算法,对监控范围内的任何运动目标依次进行单个地、持续地特写跟踪和捕捉目标细节特征信息。多相机联动技术,通过船舶检测相机,检测到目标船舶,并锁定跟踪,确认目标为船舶后,触发细节抓拍相机和全景抓拍相机拍照。

船舶照片抓拍之后,采用AIS+船名字符识别融合的船舶身份识别方法,主动、精准感知船舶身份。利用深度学习、模糊匹配、自动纠错、OCR等技术,融合AIS数据在船舶图像上定位船名字符,并识别船名船号,获取船舶最终身份。

### 2.2.3 船舶干舷检测和计算技术

通过深度学习、边缘检测技术相融合,构建船舶甲板线、船水分界线识别模型,研究波浪补偿算法,自动剔除受波浪影响大的异常数据,实时校正波浪对吃水测量结果的影响,最终识别船舶干舷的精准检测,得到船舶干舷在图像中的坐标位置。

根据相机内参、相机安装高度、角度等参数,构建图像坐标与实际世界坐标的转换模型,模型构建好后,计算船舶干舷实际高度。

## 3 应用案例

泰州引江河是国家南水北调东线水源工程之一,为三级航道,可行千吨级船舶,与新通扬运河、泰东河、通榆河等一起,沟通里下河和江苏东部沿海地区,形成一条长300 km的三级航道,实现江海联运。

随着船舶大型化的推进,引江河高港船闸过闸的大型船舶、重载吃水船舶的调度成为一大难题。高港船闸率先采用吃水检测装置对过闸船舶自动吃水检测。吃水检测得到的数据用于辅助过闸船舶调度,调度时依据实测吃水深度,结合水位潮汐规律,科学调度,减少船舶超深风险,提升船舶过闸效率,保障船闸运行安全。

高港船闸吃水检测系统具有以下应用功能:

(1)对所有经过检测点的待闸船舶吃水自动检测,并结合水位变化给出船舶的推荐过闸时间,研判船舶过闸风险等级。(2)对引江河水位进行精准监测,结合潮汐数据预测未来水位,给船舶调度提供数据基础。(3)所有船舶按照型深进行分级分类赋码,对不同类型船舶差异化调度。

根据高港船闸的实测数据表明,本论文提出的船舶吃水检测算法误差在±5 cm范围内的准确率高达95%以上,具有较好的推广应用意义。

## 4 结 语

吃水检测技术是航闸管理中的“老大难”问题,是保障船闸安全、航道安全的关键技术。随着人工智能、机器视觉等技术的发展,吃水检测技术精度将更加精准,除水利行业以外,可推广应用至港航、海事、执法等涉水单位,为整个涉水行业提供吃水检测服务和应用。

### 参考文献:

- [1] 管利广,祁亮,徐小雯.内河船舶吃水及装载状态监测系统研究与设计[J].中国水运(下半月),2015,15(12):82-84.
- [2] 浙江海洋学院.利用雷达探测技术测量船舶吃水深度的仪器:CN201620465095.9[P].2016-12-07.
- [3] 杨卫忠,宁文龙.基于单波束测量原理的船体轮廓扫描吃水检测设施[J].中国水运(下半月),2019,19(12):77-78,81.
- [4] 韩伟,汤伟毕,李然,等.一种内河船舶吃水检测系统设计[J].水运工程,2020(2):35-38.
- [5] 谢磊,薛双飞,黄立,等.基于轮廓线聚类分析的船舶超吃水检测[J].中国航海,2018,41(1):60-63,108.
- [6] 彭将辉,冉鑫.基于图像处理的船舶吃水线检测方法[J].中国水运(下半月),2012,12(6):66-67.