

· 信息技术 ·



三峡船闸智能化自动化运行方式的可行性研究

刘祖伟，胡航，熊锦玲，吴昊，韩新，吴全胜

(长江三峡通航管理局，湖北 宜昌 443001)

摘要：目前三峡船闸南北两线运行方式为集控半自动运行方式，人为因素在船闸运行安全中占比较高。为了规避人为因素在船闸运行中带来的风险，提高船闸的可靠性和安全性，研究连续多级船闸的智能自动化运行方法。船闸智能化自动运行系统主要由3个部分组成，包括船方确认、船闸闸室自动监测和集控监测。对船闸智能化运行方式实施方法和3个部分的选择进行探讨。

关键词：多级船闸；智能化全自动运行；自动检测；人为因素

中图分类号：U 641

文献标志码：A

文章编号：1002-4972(2021)03-0164-04

Feasibility study on intelligent and automatic operation mode of the Three Gorges ship lock

LIU Zu-wei, HU Hang, XIONG Jin-ling, WU Jiong, HAN Xin, WU Quan-sheng

(Three Gorges Navigation Administration Bureau, Yichang 443001, China)

Abstract: At present, the operation mode of the North-South two lines of the Three Gorges ship lock is a centralized and semi-automatic mode, and the human factor accounts for a relatively high proportion in the operation safety of the lock. In order to avoid the risk of human factors in lock operation and improve the reliability and safety of lock operation, we probe into the method of intelligent and automatic operation of the continuous multi-level lock. The intelligent automatic operation mode of ship lock is mainly composed of three parts, i.e. the confirmation of shipowner, the monitoring of the lock chamber, and the centralized monitoring. The implementation method of the intelligent operation mode of the ship lock and selection of the three parts are discussed.

Keywords: multi-stage lock; intelligent and automatic operation; automatic detection; human factor

三峡船闸为多级船闸，在船闸五级运行时，船舶从进闸到出闸结束总共需要进行6次移船的过程。三峡船闸目前运行方式为集中半自动运行方式，即船舶移船完成以后，由集控操作员进行确认并手动按钮确认关闭人字门信号，随后通过集中控制系统传输到现地机房进行相关闸阀门运行^[1]，实现船舶的运行过程。

在现有传统模式下，人的因素贯穿整个船舶的过闸环节，并成为影响运行绩效输出的一个主要因素，而这个因素存在随机性，难以通过现有手段进行量化评估和优化^[2]。目前，对于船闸过

闸的智能化开发还没有成熟的工程应用案例。因此，开展面对船舶过闸的智能化运行研究对于提升船闸运行效率具有重大意义。

借助图像识别技术，对船舶过闸进行实时监测和图像处理分析；结合船闸控制系统，能够实现船闸的全智能化自动运行，避免很多人为风险，增加船舶过闸的可靠性和安全性，同时提高船闸的过闸效率^[3]。

1 三峡船闸传统运行方式及风险

目前，三峡船闸运行方式为集中半自动控制

系统: 集控操作员通过监控系统对船舶进行全程监控, 当船舶在闸室移舶完成并满足船舶过闸关门条件时, 集控人员通过按钮下发关门指令, 随

后集控和现地机房的集中控制系统自动控制船闸设备的运行^[4](图1)。

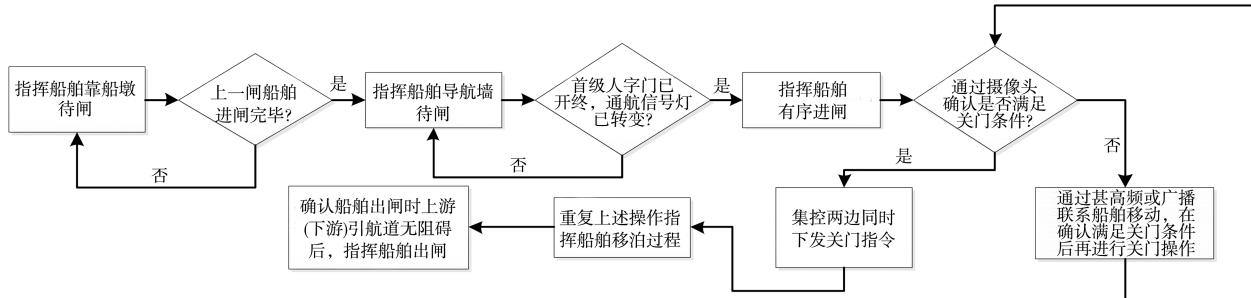


图1 三峡船闸传统运行方式

在人员操作过程中, 由于船舶与集控人员均为24 h不间断运行, 在操作上存在以下风险:

1) 误操作: 因误操作按钮导致程序中断, 或下达关闭本不应该关闭的闸门;

2) 闸门夹船: 因为大雾、夜间识别度低等特殊情况, 或通过摄像头监控视觉偏差等导致提前关闭闸门, 并损坏船体和船闸设备;

3) 漏船: 因为天气等其他情况或者摄像头偏差等原因, 提前关闭闸门导致船舶遗漏在上一闸室;

4) 延误关门: 因船闸24 h运行或夜班疲劳运行, 在船舶移舶到位后未及时关闭闸门从而耽误船闸运行, 影响其他闸次过闸, 降低过闸效率。

2 智能化全自动运行方式的设计思路

2.1 船闸智能化运行设计流程

船闸智能化全自动运行方式无需人为进行关闸门操作, 规避了由人为因素导致的各种船舶过闸风险。该运行方式由船方确认、船闸闸室监测、集控监测3个部分组成, 运行设计流程如图2所示。

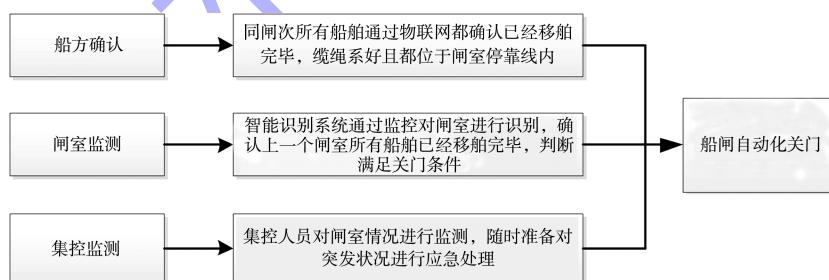


图2 智能化运行设计流程

2.1.1 船方确认

从当前人字门开终开始到该闸次所有船舶移舶完毕, 该闸室内所有船舶停靠在安全停靠区域内, 船方通过互联网向船闸发送停靠完毕指令。

船方确认部分为第1道防线, 从外部确认所有船舶已经停靠到位, 满足船闸下一步运行条件。

2.1.2 船闸闸室监测

有船舶停靠完毕信号以后, 船闸通过监控系统对船舶移舶前一个闸室全景和2个闸室之间人字门区域进行识别检测和判断。监测内容包括:

- 1) 所有船舶已经移舶到下一个闸室, 当前闸室没有船舶;
- 2) 所有船舶停靠在下一个闸室安全线以内, 即移舶在指定安全区域, 闸门区域或者停靠线以外没有船舶。

当船闸集控系统通过互联网收到当前闸室所

闸室船舶监测部分为第 2 道防线，从内部确认所有船舶停靠完毕，满足船闸下一步运行条件。

2.1.3 集控监测

集控监测包括集控操作人员应急操作和报警操作，即在出现船方突发状况报警影响过闸的情况或者发现不满足关闸门条件等特殊情况下的应急操作。

集控监测部分为第 3 道防线，在特殊情况下保障船舶和船闸设施的安全。

2.2 船闸自动检测

在船方确认部分和船闸闸室监测判断均满足的情况下，船闸集控操作系统自动发送关闸门指令，现地机房进行自动运行，此时集控监测部分仍可以在应急情况下中断程序。

智能化全自动运行方式只有同时满足 3 道防线时，船闸集控操作系统才会下达操作运行指令，

使船舶过闸能够规避因为人因素导致的各项过闸风险，可靠性和安全性更高。

3 智能化全自动运行方式可行性研究

3.1 外部程序确认

在船方即将进入船闸时，船方可通过微信公众号或者微信小程序等类似软件，扫描二维码或者进入船闸公众号，填写船舶名称、尺寸、吃水等信息，并根据提示进行操作。船方停靠好以后须点击停靠完毕按钮，船闸集控操作系统通过互联网接受对应信息。

船闸可在操作系统中设置各种进闸提示，例如提前备车、抓紧移舶、注意安全等过闸标语，增进船闸和船方的交互联系，提高船舶过闸技术和过闸安全性(图 3)。

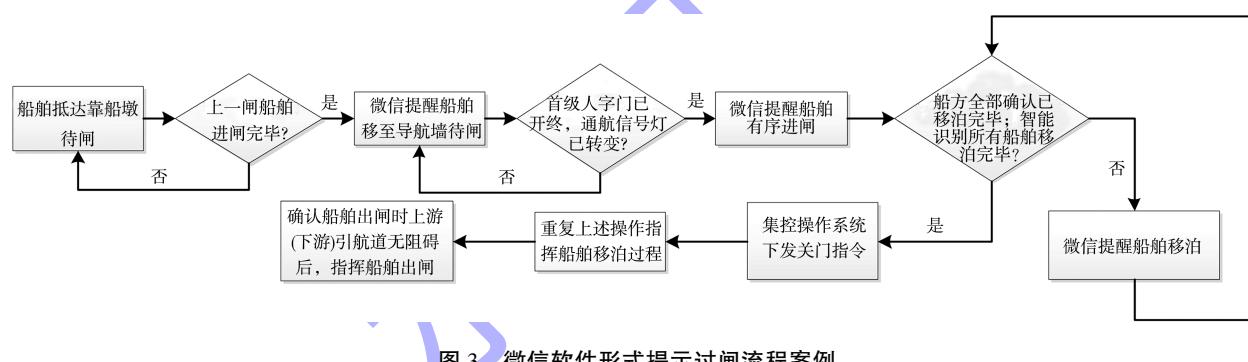


图 3 微信软件形式提示过闸流程案例

3.2 船闸闸室监测

本文以三峡船闸过闸情况为例。三峡船闸由于 24 h 连续运行，人员在夜间通过图像采集判断时受采集模糊因素影响可能导致判断结果误差，船闸运行环境还可能受大风大雾雨雪天以及湿度较大等特殊恶劣天气影响。同时，船闸监测要保证视频信号的采集角度准确合适，保证闸室情况能够全面覆盖。

图像识别技术通过 AI (artificial intelligence, 人工智能) 算法，对监控系统中的船舶进行全面扫描和分析，并将监视的内容反馈到监控系统中。以单闸室下行为例：

- 1) 通过 AI 算法分析闸室是否有船以及船数；
- 2) 形成后台数据推送至用户原有管理平台；

3) 可以根据不同的标签进行查看管理；

4) 根据用户需求形成反馈图表(图 4)，其中时间设定为移泊关闸 30 min、输水开闸 20 min。

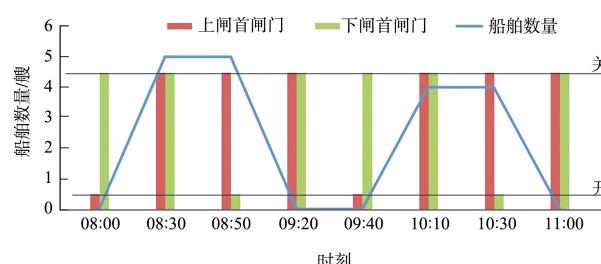


图 4 单闸室下行船舶数量及闸门状态

针对三峡船闸具体过闸情况，每个闸室只需要对 2 个监控画面进行图像处理，图 5 为全景闸室监测画面。



a) 全景闸室检测



b) 各闸首人字门下方监测

图 5 监测画面

监测装置位于 2 个闸室之间, 其中全景闸室监测画面覆盖整个闸室, 可监测有无漏船情况; 人字门区域监测画面可监测船舶是否已经通过安全线停靠在指定区域。当 2 个监测画面都未监测到船舶时, 则表示船舶已驶到指定的安全区域, 满足船闸运行的必要条件。

3.3 综合处理并实现智能化运行

信息处理流程如下: 船闸监控系统将图画传输到交换机, 交换机对实时图片信息进行收集和处理, 通过算法模拟服务器进行识别和处理, 然后反馈到集控操作系统(图 6)。

在所有条件都满足的情况下, 集控操作系统收到各项结果, 即可自动下达关闭闸门运行指令, 此时船闸采取智能化运行方式, 集控操作人员则只须对现场进行监控和应急处理。

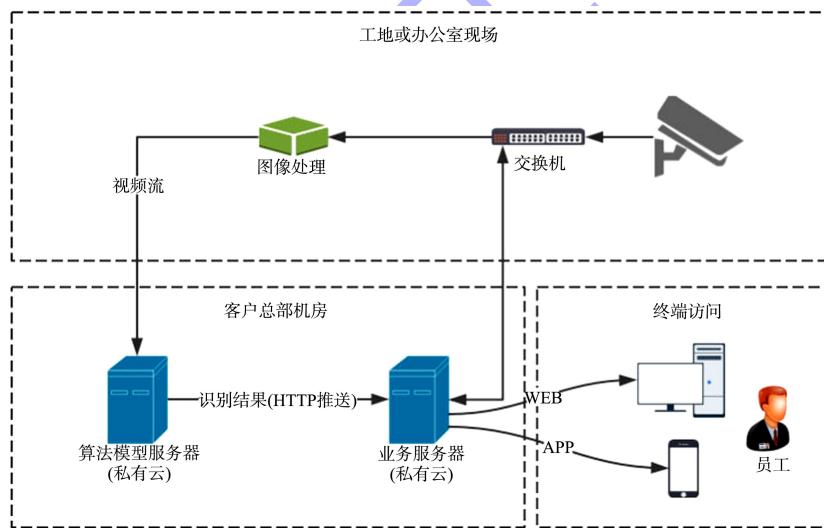


图 6 信息处理流程

4 结语

1) 基于互联网和智能识别系统, 可以实现船闸的智能化全自动运行。本文提供了一套简单实用的可行性比较高的方案。

2) 智能化全自动运行方法从船方确认、船闸确认、集控监护 3 个相互独立的方面进行分析, 3 道防线保证船舶运行, 避开了人为因素可能导致的各种安全风险, 提高了船闸运行的安全性和可靠性, 使船闸的过闸能力进一步提高。

参考文献:

- [1] 杜炯. 自动化监测在江阴船闸中的应用[J]. 交通科技, 2007(2): 221.
- [2] 王忠民, 杨全林, 金俊. 三峡船闸通过系统与智能运行模式探讨[J]. 水运工程, 2020, 2(2): 566.
- [3] 王礼伦, 高术, 胡航. 三峡船闸运行调度智能化研究[J]. 中国水运, 2019(8): 20-22.
- [4] 欧阳文全, 王哲, 申玉琴. 船闸安全运行智能化辅助系统在京杭运河苏北段的应用[D]. 南京: 江苏省新通智能交通科技发展有限公司, 2019. (本文编辑 郭雪珍)