

智能感潮系统在江都东闸的应用

汤建忠, 孙国娟

(江苏省江都水利工程管理处, 江苏 扬州 225200)

摘要:通过智能感潮系统判断潮位涨落趋势、及时预报引潮开关闸时间,按时自动开关闸引潮,大大减轻了运行值班人员的劳动强度,提高了工作效率,同时避免因人为因素导致引潮不及时,确保最大限度地引水,提升水闸精准调度水平,确保工程安全应用和效益的充分发挥。

关键词:智能化; 调度控制系统; 感潮水闸; 江都东闸

中图分类号:TV64

文献标识码:B

文章编号:1007-7839(2024)08-0064-0005

Application of intelligent tide sensing system in Jiangdu East Gate

TANG Jianzhong, SUN Guojuan

(Jiangdu Water Conservancy Project Management Office of Jiangsu Province, Yangzhou 225200, China)

Abstract: The intelligent tide sensing system can judge the rising and falling trend of the tide level, forecast the opening and closing time of the tide gate timely, and open and close automatically the gate on time to generate tide, which greatly reduces the labor intensity of the personnel on duty, improves the work efficiency, and avoids the untimely tide generation due to human factors, so as to ensure the maximum water diversion, improve the precise dispatching level of the sluice, and ensure the full play and safe application of the project benefits.

Key words: intelligentize; dispatch control system; tide sensing; Jiangdu East Gate

1 应用背景

感潮水闸是建设在同时受河流水动力和天文潮汐影响河段上的水闸,潮波特征(如潮差、潮波振幅衰减率和潮位变化趋势等)时空变化复杂^[1],使感潮河段上水闸水位变化具有不规则性,也增加人为预测难度。

目前,一般引潮水闸均通过运行人员轮流值班来控制水闸开关,实现引排水。运行人员根据各自的经验、工程实时水位来确定引潮开关闸时间。这种传统控制方式无法动态跟随水位变化及时调节闸门开高,难免会出现因人为因素造成引潮时间判

断不准确,导致开关闸提前或滞后、引排水量不足等问题^[2],也对水闸效益发挥及工程安全带来不利影响。当长江水位下降时,闸门开高不及时增加,造成引水不足,影响工程效益发挥;当长江水位上涨时,闸门开高不及时降低,会造成超设计工况运行,给水闸工程本身及输水河道的安全运行造成威胁^[3]。

随着科技进步,智能控制已成为可能,一种能够判断潮位涨落趋势、及时预报引潮开关闸时间,按时自动开关闸引潮,减少运行值班人员,避免因人为因素导致引潮不及时,确保最大限度地引水,提升精准调度和智能控制的感潮水闸智能控制系

收稿日期: 2024-02-20

作者简介: 汤建忠(1975—),男,高级工程师,本科,主要从事水利工程管理工作。E-mail:sxz302@163.com

统将会成为主流。

2 智能感潮系统原理

2.1 潮位判断

潮位是根据潮汐河道水位的变化来判断的,共有平潮、涨潮和落潮3种状态。其中平潮是首次投入使用初始默认状态。如果潮汐河道水位值在变大,设定水位标志量为上升;如果潮汐河道水位值在变小,设定水位标志量为下降。

潮位具体判断:根据一段时间,如果水位标志量为上升,认定此时为涨潮,如果水位标志量为下降,认定此时为落潮。

2.2 系统原理

根据上一次潮位状态,结合当前潮水位,判断本次潮位状态,依据调度指令,结合工情、水情等因素,发出闸门动作指令。

2.3 程序流程

初始赋值,智能感潮系统首次投入运用,进行初始赋值,见图1。

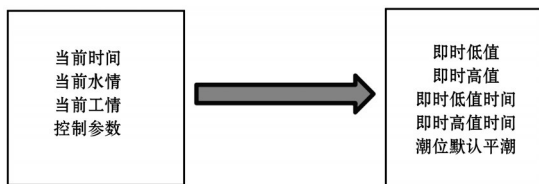


图1 初始赋值

潮位首次确定,根据感潮河道水位变化,判定潮位首次状态,见图2。

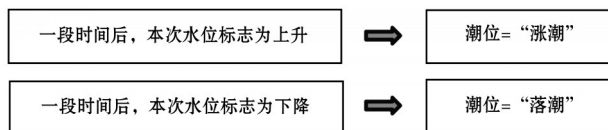


图2 潮位首次判定

潮位状态判断,根据当前水位标志、上一次潮位及时间参数变量等进行当前潮位状态判断,见图3。

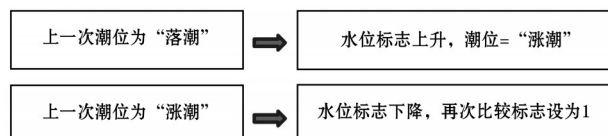


图3 潮位判定

潮位状态再次确认,“涨潮”状态根据上步判断改变时,避免由于波浪波动引起数据采集误差,而

采取再次判断,见图4。



图4 潮位再次判定

输出潮位状态信号,根据以上判断,最终确定本次潮位状态,为启闭闸门提供依据条件,输出启闭闸门指令信号。

集合指令启闭闸门,启闭闸门控制方式有水位差控制、流量控制单一方式或2种联合方式,其中以水位差控制和流量控制联合控制方式较安全。以水位差控制模式,见表1的运行操作指令;以流量控制模式,见表2的运行操作指令;以联合控制模式,见表3的运行操作指令。

表1 水位差控制模式下闸门运行操作指令

潮位	判别条件	闸门运行操作指令	操作缘由
涨潮	水位差达到预设值	闸门开启	投入运行
落潮	水位差达到预设值	关闸	防止倒流

表2 流量控制模式下闸门运行操作指令

潮位	判别条件	闸门运行操作指令	操作缘由
涨潮	瞬时流量达到设定流量时	减小闸门开度	以策安全
落潮	瞬时流量未达到设定流量时	加大闸门开度	增加引水

表3 联合控制模式下闸门运行操作指令

潮位	判别条件	闸门运行操作指令	操作缘由
涨潮	水位差达到预设值时	闸门开启	投入运行
	瞬时流量到设定流量时	减小闸门开度	以策安全
落潮	瞬时流量未达到设定流量时	加大闸门开度	增加引水
	水位差达到预设值	关闸	防止倒流

3 智能感潮系统在江都东闸的应用

3.1 工程概况

江都东闸位于扬州市江都区境内的新通扬运河上,距江都西闸1.5 km。与江都西闸一起构成江都抽水站抽、排的东、西控制闸门。其中江都西闸位于新通扬运河河口上,是江水北调、自流引江的引水口闸门及南水北调东线第一闸。江都东闸隶

属通扬运河水系,设计流量为 $550\text{ m}^3/\text{s}$,闸总长 120 m ,总宽 91.2 m ,13孔,为宽顶平底节制闸,Ⅳ级水工建筑物。作为南水北调东线源头(江都水利枢纽)的配套工程,当抽水站向北供水时,江都东闸关闸挡水阻止江水下泄。同时当里下河地区需要灌溉时,江都东闸开闸自流引水;当排涝时,东闸开闸排泄里下河涝水。江都东闸工程布置示意图,见图5。

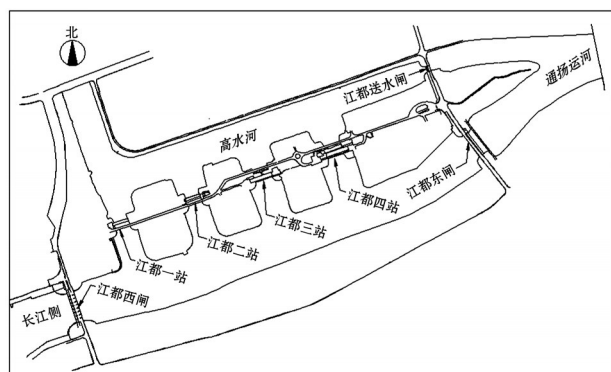


图5 江都东闸工程布置示意

3.2 运行工况

江都东闸经常与江都西闸、江都一站、江都二站、江都三站、江都四站一起或部分联合运行,有多种运行工况组合。

江都西闸未开闸时,江都一站、江都二站、江都三站、江都四站任何一个泵站有流量的时候,江都东闸工况自动变为排涝模式。在此模式下,江都东闸不引水,感潮系统退出运行。江都西闸开闸时,江都东闸工况自动变为引水模式,在此模式下,感潮系统投入运行。

3.3 判断流程

3.3.1 感潮开闸判断流程

长江为涨潮时,江都东闸上下游水位“具备自动开闸条件”前 0.1 m (0.1 m 可以人工设定),系统自动报警提醒值班人员,值班人员可点击“音响复位”按钮结束报警。

江都东闸上游水位上穿江都东闸下游水位 0.05 m (0.05 m 可以人工设定)后,发出“具备自动开闸条件”提示,同时记录此时下游水位值(为感潮开闸提供依据)。

系统自动确认“具备自动开闸条件”,播放开闸提示语音,同时根据引水流量的要求,自动计算闸门开启高度。

系统自动确认预定高度,发出“自动开闸”提示;系统自动确认“自动开闸”按键后,自动开闸;正常开闸结束后,系统确认开闸到位。

3.3.2 感潮关闸判断流程

江都东闸开闸后,江都东闸上游水位下降过程中,当上游水位值高于下游水位记录值 0.15 m (0.15 m 可以人工设定)时,发出“具备自动关闸条件”提示;当上游水位值一直低于下游水位记录值 0.15 m ，“落潮”标志出现时,发出“具备自动关闸条件”提示。

系统自动确认“具备自动关闸条件”,播放关闸提示语音,同时,发出“自动关闸”提示;系统自动确认“自动关闸”按键后,自动关闸;正常关闸结束后,系统确认关闸到位。

3.4 控制流程

感潮开闸流程图,见图6。左侧为感潮开闸时的各量显示,右侧为流程过程,流程进入哪一步,当前流程框改变颜色,满足条件后语音播报开闸。

感潮关闸流程图,见图7。左侧为感潮关闸时的各量显示,右侧为流程过程,流程进入哪一步,当前流程框改变颜色,满足条件后语音播报关闸。

3.5 智能保护

3.5.1 常规保护

(1)闸门开始运行(升或降) 1 min 后,过流或无电流会报警提示,发出报警并且急停(单孔停)。如果单孔停发出 1 min 后未停,多孔均停止。

(2)系统自动关闸结束 30 s 后,仍有电流,急停(单孔停)。如果单孔停发出 1 min 后未停,多孔停止。

(3)闸门运行时,任何一扇闸门 1 min 之内上升或下降距离超出某一范围,报警。

(4)在引水期间,只要上游水位不高于开闸时下游水位,直接关闸;只要瞬时流量超过设定流量时,立即减小闸门开度。

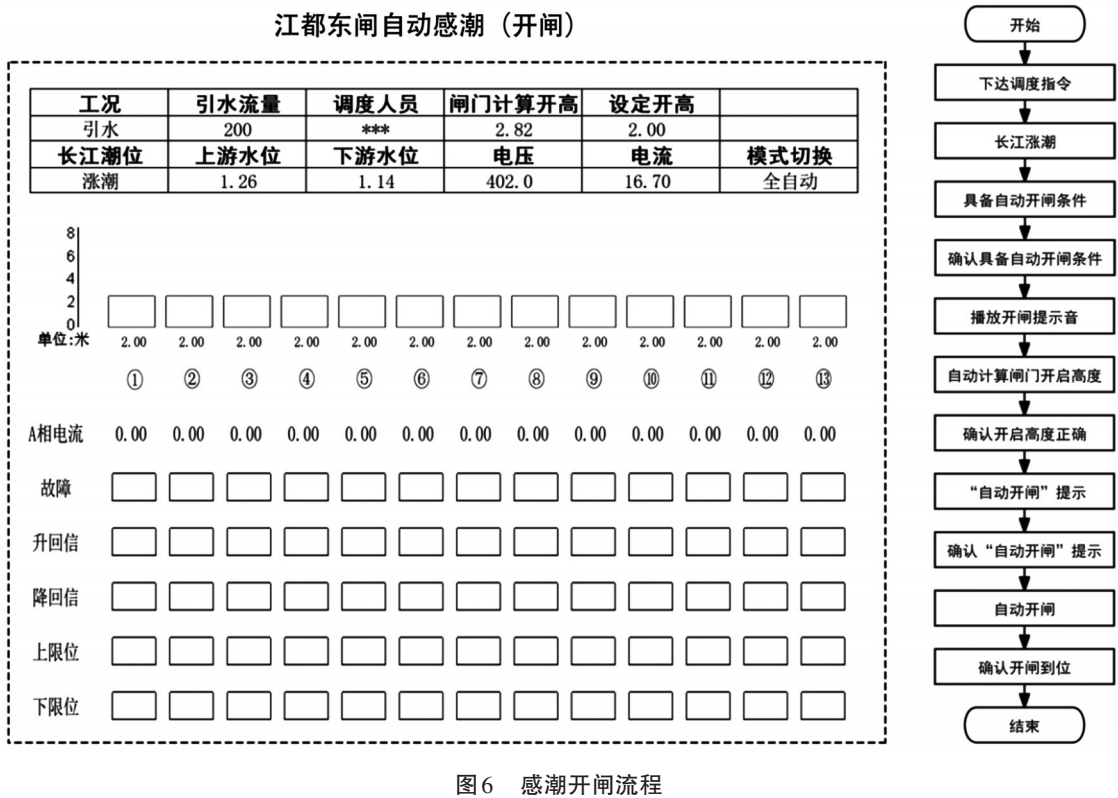
(5)两次涨潮(落潮)之间的时间差必须大于 10 h ,否则认为无效。

3.5.2 应急保护

感潮开关闸过程中,如出现异常情况,可点击菜单栏“紧急停”按钮,结束感潮系统运行,停止所有闸门动作。切换到电脑操作员手动控制或现场手动模式启闭闸门,确保工程运用。

4 数据引用

在江都东闸运行过程中,有江都东闸优化调度系统和智能感潮系统两套智能系统。江都东闸优化调度系统于2022年研发并投入使用,它是利用人工智能领域中深度学习的方法,提出一种基于GRU神经网络的感潮水闸潮位预测方法,对感潮水闸中长时间序列潮位数据进行预测分析。同时结合研



江都东闸自动感潮（关闸）

工况	引水流量	调度人员	闸门计算开高	设定开高	
引水	200	***	0.00	0.00	
长江潮位	上游水位	下游水位	电压	电流	模式切换
落潮	1.25	1.20	0.00	0.00	全自动

8
6
4
2
0

单位:米

①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬

A相电流0.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000.00

故障

升回信

降回信

上限位

下限位

开始

下达调度指令

长江落潮

具备自动关闸条件

确认具备自动关闸条件

播放关闸提示音

“自动关闸”提示

确认“自动关闸”提示

自动关闸

确认关闸到位

结束

图7 感潮关闸流程

究区域江都东闸的实际需求,准确地预测最高、最低潮位出现的时刻以及潮位值^[4],具备预测潮位值功能。而智能感潮系统引用当前实时水位数据,经过一段时间后,通过2次“实时”数据分析,判断潮位和运行状态,发出操作运行指令,具有真实性和可靠性,但不具备潮位预测功能。

在实际使用中,通过江都东闸优化调度系统的水位预测功能,作出调度决策参考,而最终指令由

智能感潮系统执行。两系统配合运用,使调度方案更加合理,指令执行更加精准。

5 结 语

智能感潮系统在江都东闸的运用,适应了智慧水利建设的要求,通过现代科技与工程运用相结合,大大减轻了运行值班人员的劳动强度,提高了工作效率,真正意义上实现了安全条件下最大量引水,做到精准、高效、安全运行,充分发挥工程效益,对同类水闸有一定借鉴意义。

(上接第53页)

采取人工手段进行数据汇总、审核、上报,工作任务繁重,工作效率难以快速提高。为保障统计时效及统计质量,着手开展节水统计调查信息系统建设,以电子化手段进行表格填报、审核、汇总、分析,有助于提高填报效率。开发用水户在线填报、查阅功能,实现系统自动提醒及审核功能,对水量、水效指标较同期变化较大等异常情况进行自动提醒,开发完善数据自动汇总及核算功能等^[8]。同时,进一步完善审批手续,严格按照相关统计法之规定,经由统计机构单独制定或者会同有关部门共同制定统计调查项目再上报审批。

节水行动的实施对节水统计工作的时效性、准确性提出了更高的要求。目前,亟待建立节水统计调查制度,推动节水统计的规范化、科学化、高效化。在构建节水统计调查制度基本架构的基础上,建议在调查对象方面,开展部分地区重点监控用水单位填报试点,进一步完善统计调查制度及表格;在填报方式方面,开展节水统计调查信息系统建设,实现填报电子化;在实施程序方面,需进一步完

参考文献:

- [1] 赵晨澄,杨友健,白直旭. 瓯江流域感潮河段潮位变化趋势分析[J]. 陕西水利,2022(000-007).
- [2] 江苏省江都水利工程管理处. 一种感潮水闸智能控制方法:中国,CN201810949309[P]. 2020-09-01.
- [3] 钱福军,钱江. 长江感潮段沿江引水闸过闸流量的自动控制[J]. 中国水利,2014(10):36-38.
- [4] 孙宝贵,薛井俊,刘清华,等. 感潮水闸优化调度关键技术研究及探索[J]. 中国农村水利水电,2023(12):213-219.

善相关制度后联合有关部门审批发布。

参考文献:

- [1] 陈松峰,何菡丹,孙晓文,等. 丰水地区节水型社会建设路径探究[J]. 中国水利,2022(11):25-28.
- [2] 沈际杰,柏欣莉,衣鹏. 节水建设城市用水时空差异模型研究[J]. 河海大学学报(自然科学版),2022,50(1):38-43.
- [3] 郝春沣,仇亚琴,卢琼,等. 用水统计调查制度实施情况及数据应用前景[J]. 水利发展研究,2022,22(5):59-62.
- [4] 樊霖,郭姝姝,庞靖鹏,等. 我国节水考核现状和对策建议[J]. 水利发展研究,2022,22(3):20-24.
- [5] 李肇桀,张旺,王亦宁,等. 加快建立健全节水制度政策[J]. 水利发展研究,2021,21(9):20-24.
- [6] 彭岳津,林锦,柳鹏,等. 我国建立用水总量统计制度刍议[J]. 中国水利,2017(11):1-4.
- [7] 国家统计局. 国民经济行业分类:GB/T 4754—2017[S]. 北京:中国标准出版社,2017.
- [8] 周双,何怀光,肖熠,等. 湖南省用水统计调查实践及思考[J]. 湖南水利水电,2022(3):37-39.