

贵港二线船闸输水系统水力特性原型观测

罗慧婧, 严秀俊, 李中华

Prototype observation of hydraulic characteristics of filling and emptying system of Guigang Second Line Ship Lock

LUO Huijing, YAN Xiujun, LI Zhonghua

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.12170/20220107001>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

大型升船机船厢出入水受力特性原型观测

Prototype monitoring of mechanical characteristics of large ship lift chamber filling and outleting of water

水利水电工程学报. 2019(3): 1 <https://doi.org/10.16198/j.cnki.1009-640X.2019.03.001>

高水头船闸第二分流口自分流体水力特性研究

Numerical study of hydraulic characteristics of self-difffluence structure in second diversion port of high-head lock

水利水电工程学报. 2017(6): 1 <https://doi.org/10.16198/j.cnki.1009-640X.2017.06.001>

贵港二线船闸下引航道物理模型试验研究

Model test study of low approach channel of Guigang second line shiplock

水利水电工程学报. 2017(6): 9 <https://doi.org/10.16198/j.cnki.1009-640X.2017.06.002>

基于同步原型观测的水质改善效果敏感性分析与应用

Sensitivity analysis and application research of water quality improvement effect based on synchronous prototype observation

水利水电工程学报. 2019(5): 1 <https://doi.org/10.16198/j.cnki.1009-640X.2019.05.001>

双线互输水船闸剩余水头优化研究

Optimization study of residual head of mutual water filling and emptying double-line lock

水利水电工程学报. 2018(4): 61 <https://doi.org/10.16198/j.cnki.1009-640X.2018.04.009>

船闸末级闸首超长输水廊道泄水水力特性数值模拟

Numerical simulation of hydraulic characteristics of the ultra-long water conveyance corridor at the head of the last-step ship lock chamber

水利水电工程学报. 2021(4): 92 <https://doi.org/10.12170/20200728003>

DOI:10.12170/20220107001

罗慧婧, 严秀俊, 李中华. 贵港二线船闸输水系统水力特性原型观测 [J]. 水利水运工程学报, 2022(4): 55-61. (LUO Huijing, YAN Xiujun, LI Zhonghua. Prototype observation of hydraulic characteristics of filling and emptying system of Guigang Second Line Ship Lock[J]. Hydro-Science and Engineering, 2022(4): 55-61. (in Chinese))

贵港二线船闸输水系统水力特性原型观测

罗慧婧^{1,2}, 严秀俊¹, 李中华¹

(1. 南京水利科学研究院, 江苏 南京 210029; 2. 河海大学 水利水电学院, 江苏 南京 210098)

摘要: 贵港二线船闸是西江航运干线中的重要通航枢纽, 采用简单的闸墙廊道侧支孔出水及双明沟消能的分散输水系统布置型式。为验证输水系统布置及闸阀门运行方式是否合理, 对船闸输水系统进行了水力特性原型观测试验。观测结果表明: 闸室水力特性及船舶停泊条件基本满足规范及设计要求, 船闸进出水口及闸室内流态较好; 在当前船闸水头及推荐的阀门运行方式下, 输水末期闸室内的超高、降超出了规范要求, 改善闸阀门运行方式后, 有效降低了惯性水头; 船闸原型与模型间流量系数存在偏差, 偏差值不超过 6%; 双线船闸在不同工作时段下运行, 相互影响不大。

关键词: 贵港二线船闸; 分散输水系统; 原型观测; 水力特性

中图分类号: U641.72

文献标志码: A

文章编号: 1009-640X(2022)04-0055-07

广西西江航运干线是我国“两横一纵两网十八线”水运布局中的重要组成部分, 也是连通珠江三角经济圈与西南矿产开发区的交通要道。贵港航运枢纽处于广西西江郁江航道的关键节点。近年来, 为满足航运发展需求, 适应船舶大型化发展趋势, 打造西江亿吨黄金水道, 贵港航运枢纽在原有一线船闸的基础上扩建了二线船闸。二线船闸平行布置于一线船闸右侧, 为单级船闸, 闸室有效尺度为 280 m×34 m×5.8 m (长×宽×槛上水深), 通航 1 000 t 级单船、2×2 000 t 级顶推船及 3 000 t 级单船组合船队, 最大工作水头 14.10 m (水位组合: 上游正常蓄水位 43.10 m, 下游最低通航水位 29.00 m), 设计输水时间为 10~12 min。贵港二线船闸输水时间短, 输水强度及相关水力指标较高, 消能问题相对突出, 为保障船闸及过闸船舶的运行安全, 解决船闸实际运行中存在的技术问题, 使船闸更平稳、高效地运转, 针对船闸输水系统进行了水力学原型观测试验。

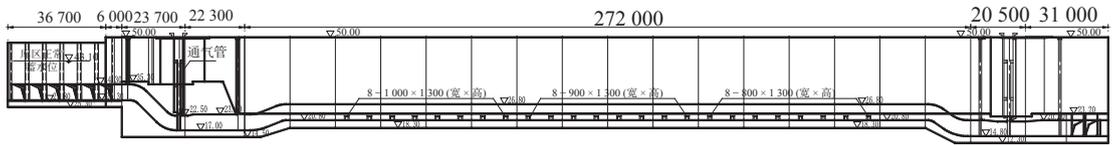
1 观测内容及方法

船闸输水系统采用闸墙廊道侧支孔输水、闸底双明沟消能的布置型式, 其总体布置见图 1, 各部位特征尺寸见表 1。观测研究内容包括: (1) 推荐阀门运行方式下, 闸室水位及流量变化过程、输水时间及闸室水面升降速度等水力特性指标; (2) 输水末期, 闸室内水位超高、降情况; (3) 船舶在上、下游引航道及闸室内的停泊条件; (4) 一、二线船闸不同工作时段下的相互影响; (5) 船闸输水时, 上下闸首进出水口的水流条件、闸室内消能设施的消能效果及闸室内整体水流分布情况。

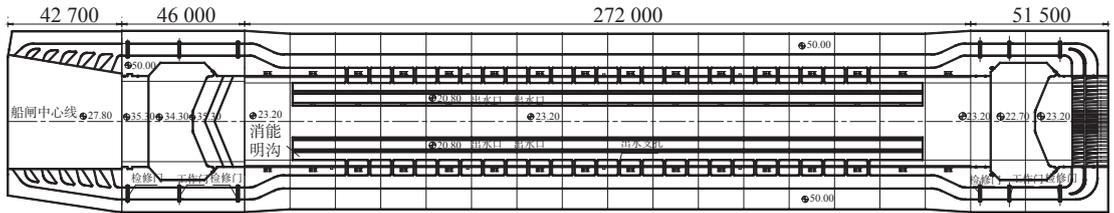
收稿日期: 2022-01-07

基金项目: 国家重点研发计划资助项目(2016YFC0402006/04)

作者简介: 罗慧婧(1997—), 女, 江西景德镇人, 硕士研究生, 主要从事通航水力学研究。E-mail: 897626685@qq.com



(a) 立面布置图



(b) 平面布置图

图 1 输水系统布置(单位:长度, mm; 高程, m)

Fig. 1 Layout of filling and emptying system (unit: length in mm; elevation in m)

表 1 输水系统各部位特征尺寸

Tab. 1 Characteristic dimensions of various parts of filling and emptying system

部位	布置方式	总面积/m ²	与阀门段廊道面积之比
上游进水口	进水口采用引航墙垂直多支孔布置, 两侧各6个支孔, 支孔最低淹没水深为6.8 m	$2 \times 6 \times 4.5 \times 6.0 = 324.00$	6.00
充水阀门段主廊道	阀门处廊道顶高程为22.50 m, 最小淹没水深6.1 m, 阀门后廊道顶部向上突扩至23.0 m	$2 \times 4.5 \times 6.0 = 54.00$	1.000
闸墙主廊道	廊道沿两侧闸墙底部各设置支孔24个, 支孔间距为8.5 m, 出水段总长占闸室有效长度的70%	$2 \times 5.0 \times 6.0 = 60.00$	1.210
出水支孔	支孔沿水流方向分3区段布置, 各区段设8支孔, 支孔尺寸分别为: 1.0 m × 1.3 m、0.9 m × 1.3 m、0.8 m × 1.3 m	$2 \times 8 \times (1.0 + 0.9 + 0.8) \times 1.3 = 56.16$	1.135
消能明沟	出水支孔外连续设置两道深2.4 m的消能明沟, 第一道明沟宽3.0 m, 第二道宽3.5 m	/	/
泄水阀门段主廊道	输水廊道跌落顶高程为20.3 m, 最小淹没水深8.7 m, 泄水廊道在阀门后水平转弯与下闸首出水口消能室相连接	$2 \times 4.5 \times 6.0 = 54.00$	1.000
下游出水口	出水口采用顶面和正面联合出水, 出水口外设消力池	$2 \times (4.5 + 4.5) \times 6.0 = 108.00$	2.180

根据观测内容, 分别在二线船闸上下游人字门前、阀门井、检修门井处及一线船闸上游人字门前、下游人字门后设水位测点, 利用高精度水位传感器监测水位涨落情况; 在上下游工作阀门处设行程传感器, 通过阀门行程变化计算平板阀门开度; 人字门启闭动作通过闸门转轴处的角度传感器监测。以上传感器监测信号均通过 DH-5981 系统集中收集、分析处理。实船试验通过在靠船墩处设水位计、ADV 流速仪及缆绳拉力仪监测水位波动、水流流速及船舶系缆力; 船舶停泊于闸室时, 在船首和船尾布置缆绳拉力仪测量缆绳受力情况。

2 观测结果分析

2.1 输水水力特性

针对贵港二线船闸输水系统的水力学相关问题, 南京水利科学研究院、重庆交通大学建立了船闸相关水力学物理模型开展系列试验研究, 并提出了上下闸首均宜采用 $t_v=7 \text{ min}$ 的输水阀门匀速开启运行方式^[1-7], 故此次原型观测主要围绕推荐的阀门运行方式开展水力特性研究。观测期间船闸水头约在

11.51 m(上游水位 43.05 m, 下游水位 31.54 m), 在此水位条件及推荐的阀门运行方式下, 现场对船闸单、双边输水进行了多组数据观测, 具体观测数据见表 2。

表 2 输水水力特性
Tab. 2 Hydraulic characteristics of filling and emptying system

序号	输水方式	工作水头/m	阀门运行方式	t_v /min	T /min	$Q_{max}/(m^3 \cdot s^{-1})$	$v_{umax}/(m \cdot min^{-1})$	$v_{uave}/(m \cdot min^{-1})$	h /m
1	双边充水	11.51	静水关阀	7	9.67	350	1.97	1.19	0.33
2	双边充水	11.51	动水关阀	7	10.31	350	1.97	1.12	0.10
3	双边泄水	11.51	静水关阀	7	10.33	350	1.97	1.11	0.32
4	双边泄水	11.64	动水关阀	7	9.55	390	2.20	1.22	0.15
5	单边充水	11.63	动水关阀	7	15.39	250	1.41	0.76	0.09
6	单边泄水	11.64	动水关阀	7	16.71	245	1.38	0.70	0.16

注: t_v 为阀门开启时间; T 为输水时间; Q_{max} 为输水最大流量; v_{umax} 为闸室水面最大上升(下降)速度; v_{uave} 为闸室水面平均上升(下降)速度; h 为惯性超高/降。

观测数据表明: 在双边充水阀门匀速开启且不控制惯性超高的运行方式下, 输水时间约 9.67 min, 满足 10 min 的输水时间要求; 充水最大流量 350 m³/s, 上游进水口处流速为 1.08 m³/s, 廊道内最大流速为 5.83 m³/s, 满足规范^[8]要求; 闸室内水面最大上升速度 1.97 m/min, 平均上升速度 1.19 m/min。现场观测到闸室水面上升平稳, 流态良好, 充水阀门上检修门井及阀门井水位无明显涌波现象。同时, 充水过程中上游引航道存在水位波动, 周期约为 635 s。船闸输水结束时, 观察到惯性水头达 0.33 m, 超出规范允许值。

在双边泄水、不控制惯性水头工况下, 输水时间满足 12 min 以内的设计要求; 泄水廊道内最大断面平均流速为 6.48 m³/s, 满足规范^[8]要求; 输水结束时惯性水头约为 0.32 m, 亦超出规范允许值。

为控制惯性超高、降, 进行了多组闸阀门运行方式调试, 最终推荐了水力特性较优的一组闸阀门运行方式: 阀门全开后, 剩余 2.5 m 水头时, 动水关阀至 2.5 m 行程(开度 $n=0.42$), 闸室内外水位齐平后立即开启闸首人字门。在此运行方式下, 闸室水力特性如表 2 中第 2、4 组工况所示, 对应的闸室水位流量过程线见图 2、图 3。采取动水关阀调控措施后, 惯性超高、降得到明显改善, 充水结束后惯性超高仅 0.10 m, 符合规范^[8]中 0.25 m 的要求; 船闸泄水时, 惯性超降为 0.15 m, 仍在规范^[8]要求范围内, 表明动水关阀措施取得较好成效。

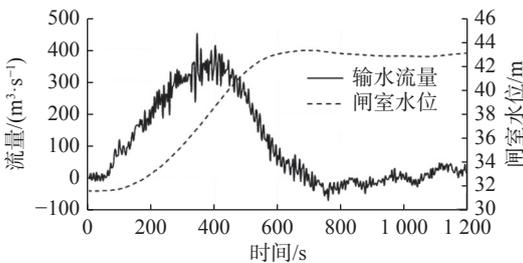


图 2 充水水力特性曲线

Fig. 2 Hydraulic characteristic curve of water filling

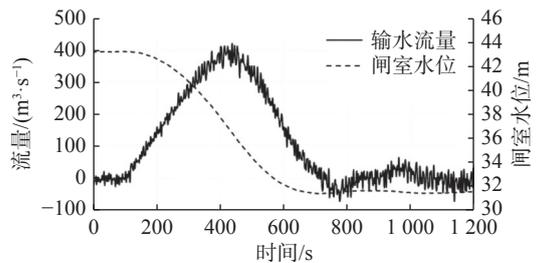


图 3 泄水水力特性曲线

Fig. 3 Hydraulic characteristic curve of water discharging

为控制单边充水下的惯性超高, 工况 5 采取了充水阀门全开, 剩余 1.5 m 水头时动水关阀至 3.5 m 阀门行程的运行方式。在此运行方式下, 输水水力特性指标均符合要求。动水关闭至 3.5 m 阀门行程等待约 111 s 后, 闸室水位与上游水位齐平; 但由于开启人字门指令发出至人字门开始启动, 中间存在 20 s 左右的滞后时间, 人字门仍然承受约 0.09 m 的反向水头。

单边泄水采取了剩余 2.5 m 水头后动水关阀至 2.5 m 阀门行程的运行方式,在此工况中,现场观测到当泄水阀门开启到 $n=0.7$ 开度时,下游人字门后出现最大壅高约 0.16 m;阀门全开时段,受阀门段流速及门槽与阀门缝隙段过流影响,阀门井水位跌落至下游初始水位以下,跌落幅值约 1.67 m;当人字门开启时,惯性超降约 0.07 m。

通过实测输水流量过程线及闸室水位过程线,计算得到原型船闸输水廊道的总阻力系数及流量系数,计算结果见表 3。表 3 中同时给出水力学模型试验计算得到的阻力系数及流量系数值。原型上的流量系数整体略大于模型,原型增幅最大不超过 6%,且单边输水时流量系数略大于双边输水,充水流量系数大于泄水。原型阻力系数总体小于模型,偏差为 5%~16%,参考国内外研究成果发现该值在正常偏差范围以内^[9-10],这说明该数据具有参考性;单边阀门开启的阻力系数小于双边开启,充水工况总体小于泄水工况,这是因充泄水输水系统进出口阻力不同而导致的。

2.2 船舶停泊条件

2.2.1 充水工况下船舶停泊条件

充水工况如下:上游水位 43.10 m,下游水位 31.58 m,阀门 $t_v=7$ min 双边连续,利用实际载货 2 800 t 的载砂船观测了上游引航道靠船墩船舶及闸室内上行船舶的停泊条件,观测结果如图 4 所示。船闸充水时,上游停泊区存在纵向水流的水力现象,但水面总体较为平静,无横流及回流等不良流态,阀门开启过程中,上游引航道船舶系缆力几乎不受影响,仅在阀门自落后、闸门开启时系缆力出现波动。整个充水过程中,船舶首尾系缆力不超过 20 kN。

船舶上行停泊于闸室后,随着充水阀门的开启,水面平稳上升,未见不良水流流态,船首最大系缆力 28 kN。阀门全开后船尾系缆力略有上升,是因为阀门全开导致水位上升的加速度增大,从而影响系缆力。输水结束后,船首系缆力有所增加,结合现场观测情况,分析认为人字门开启过程中闸室水位随上游引航道水位波动,系缆力也出现波动,此过程中船舶首尾系缆力最大不超过 20 kN。总体而言,充水至结束,船舶停泊系缆力均满足设计要求,泊稳性能良好。

2.2.2 泄水工况下船舶停泊条件

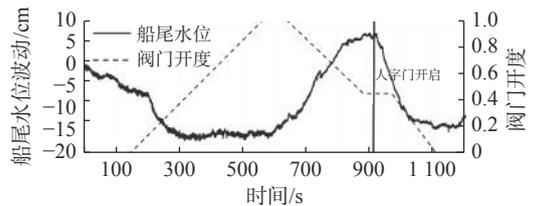
船闸泄水过程中,下游引航道船舶停泊区流态相对平稳,船尾水位波动值不超过 0.15 m,靠船墩处船舶首尾系缆力最大为 40 kN,此峰值出现在下游闸门开启时段。

船舶下行停泊于闸室中,闸室水面下降平稳,未见漩涡、泡漩等不良水力现象。泄水阀门开启过程中,

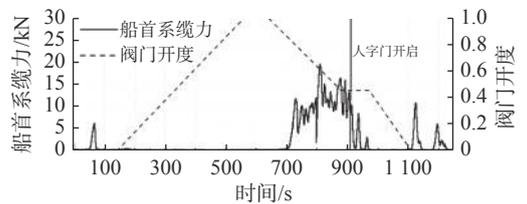
表 3 阻力系数及流量系数统计

Tab. 3 Statistics of resistance coefficient and discharge coefficient

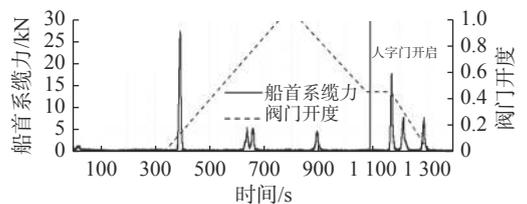
输水状态	阀门开启方式	模型试验值		原型观测值	
		阻力系数	流量系数	阻力系数	流量系数
充水	双边开启	1.422	0.839	1.298	0.846
	单边开启	1.327	0.862	1.118	0.906
泄水	双边开启	1.825	0.740	1.719	0.741
	单边开启	1.687	0.770	1.466	0.799



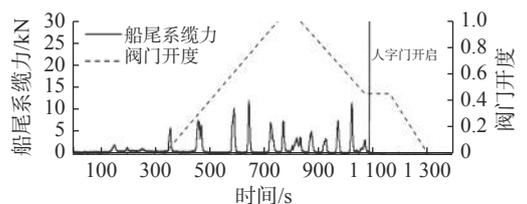
(a) 上游引航道水位波动曲线



(b) 上游引航道船首系缆力曲线



(c) 闸室内上行船舶船首系缆力曲线



(d) 闸室内上行船舶船尾系缆力曲线

图 4 充水工况下船舶停泊条件

Fig. 4 Ship berthing conditions under water filling condition

船舶首尾缆绳基本不受力, 仅在下游闸门开启时系缆力随闸室水位出现波动, 此阶段船首系缆力最大不超过 44 kN, 船尾系缆力最大不超过 20 kN, 此系缆力仍在规范允许值范围内。

2.3 输水过程水流流态

2.3.1 上游进水口水流流态 上游进水口水流流态主要观测进口漩涡情况。贵港二线船闸上闸首廊道进水口采用引航墙垂直多支孔布置, 上游最低通航水位时进水口淹没水深为 6.8 m, 进水支孔总面积较大且多支孔采用喉口宽度沿水流方向依次缩小的布置型式, 从而提高各进水支孔水流的均匀性。在船闸上、下游水位差 11.51 m、推荐的双边阀门 $t_v=7 \text{ min}$ 匀速开启工况下, 最大充水流量达 $350 \text{ m}^3/\text{s}$, 进水口断面最大平均流速为 1.08 m/s, 出现在最下游的 6#孔位置。总体而言, 上游 6 个进水孔流速分布较均匀, 这说明进水口布置达到了预期效果。现场观测到进水口区域水流条件仍较好, 并未出现明显凹陷、漩涡等不良水力现象。

2.3.2 闸室内水流流态 为减小闸室横向及纵向水面坡降, 输水系统采取了出水支孔外设双明沟, 以及支孔沿水流方向面积递减的布置方式。试验初期, 闸室内水位仅淹没闸底 1 m 左右, 上游引航道及廊道内不可避免地存在一定淤泥, 开启阀门充水后, 淤泥冲入闸室。通过水面观察淤泥扩散情况, 可见淤泥沿闸室上游至下游各出水孔依次出流、均匀扩散, 这表明水流扩散相对均匀。

在 11.51 m 水头下, 双、单边阀门 7 min 开启时, 观测到闸室水面升降平稳, 闸室内未见明显漩涡、泡漩等不良流态。采用动水关阀控制惯性超高、降后, 输水结束后开启闸首人字门时门缝流现象明显减弱。

2.3.3 下游出水口水流流态 为保证出水口水流消能充分, 尽可能均匀扩散进入下游引航道, 船闸在泄水阀门后水平转弯处设有中间隔墙, 消能室内设不对称挑流坎, 消能室外设消力池, 同时采用顶支孔和正面支孔联合出水布置型式。双边泄水阀门 7 min 匀速开启时, 观察到出水口出流较为均匀, 下游引航道水面壅高幅度较小。

2.4 双线运行对引航道水位波动影响分析

贵港二线船闸并列布置于一线船闸右侧, 两闸共用引航道, 且两闸直线距离仅 125 m, 双线运行时必然会相互影响。因此, 在一线船闸正常运行、二线船闸采用推荐的控制惯性水头双边输水的工况下, 对双线船闸不同运行时序下的引航道水位, 尤其是靠近上下游人字门附近的水位波动进行了观测。观测工况及结果统计见表 4, 其中一、二线船闸先后充泄水时上下游引航道水位波动过程如图 5~6 所示。

表 4 上、下游引航道水位波动

Tab. 4 Fluctuation of water level in upstream and downstream approach channels

运行方式	一线船闸波幅/m		二线船闸波幅/m	
	上升	下降	上升	下降
一线船闸单充	0.26	0.25	0.18	0.13
二线船闸单充	0.15	0.30	0.22	0.29
一、二线船闸先后充	0.27	0.29	0.26	0.34
一线船闸单泄	0.32	0.12	0.11	0.05
二线船闸单泄	0.15	0.06	0.25	0.23
一、二线船闸先后泄	0.38	0.22	0.22	0.26

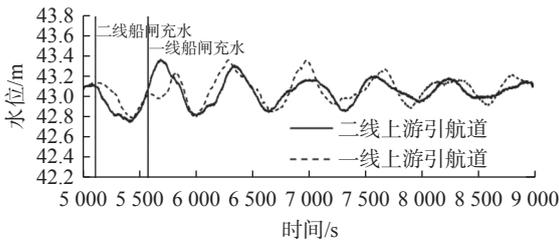


图 5 一、二线船闸先后充水时上游引航道水位波动

Fig. 5 Fluctuation of water level in the upstream approach channel when the first and second line ship locks are filled successively

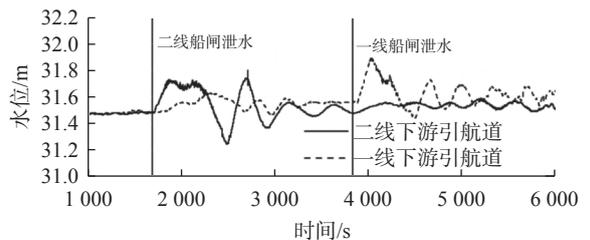


图 6 一、二线船闸先后泄水时下游引航道水位波动

Fig. 6 Water level fluctuation of downstream approach channel when the first and second line ship locks discharge successively

由观测结果可知, 双线船闸运行过程中, 一、二线船闸引航道水位波动规律基本一致。充水时一、二线船闸上游引航道最大峰值波幅 0.27 m, 最大谷值波幅 0.34 m, 均出现在双线船闸先后充水工况; 泄水时一、

二线船闸下游引航道最大峰值波幅 0.38 m, 最大谷值波幅 0.26 m, 出现在一、二线船闸同时泄水工况。由于二线船闸充泄水流量更大, 一线船闸引航道较窄, 二线船闸对一线船闸影响相对明显, 但总体而言, 双线船闸同时运行时引航道水位波动较小, 相互影响不大。

3 结 语

贵港二线船闸采用的是最简单的闸墙廊道侧支孔出水并双明沟消能的布置型式, 为验证其输水布置及闸阀门运行方式的合理性, 对船闸输水系统进行了多种工况下的水力特性原型观测试验。观测结果表明: 在船闸上、下游水位分别为 43.05 和 31.54 m 的水位组合下, 采用不控制惯性超高、降的闸阀门运行方式输水, 出现了惯性水头超出规范允许值的情况, 调整控制惯性水头的闸阀门运行措施, 有效降低了惯性水头。在推荐的阀门运行方式下, 双边充、泄水流量系数分别为 0.846 和 0.741; 单边充泄水流量系数为 0.906 和 0.799, 不超过模型试验值的 6%, 该值与国内外研究成果相符。实船试验及现场观察水流流态表明: 船闸输水过程中, 上下游引航道泊船区及闸室内水流流态良好, 未出现不良水力现象, 船舶系缆力均符合规范要求。双线船闸采用不同时序运行时, 引航道水位波动较小, 对船舶泊稳性影响不大。此次原型观测调试补充了相关水力学数据, 可为其他船闸输水系统的布置提供参考。

致谢: 衷心感谢南京水利科学研究院的宣国祥教授对本研究的指导, 以及唐南波、张首元博士研究生在试验中给予的帮助。

参 考 文 献:

- [1] 张绪进, 吕伟东, 刘平昌, 等. 贵港航运枢纽二线船闸输水系统水力学试验[J]. *水利水电工程学报*, 2012(4): 34-38. (ZHANG Xujin, LÜ Weidong, LIU Pingchang, et al. Hydraulic experiment for the second-line ship-lock's filling-emptying system of Guigang navigation project[J]. *Hydro-Science and Engineering*, 2012(4): 34-38. (in Chinese))
- [2] 徐进超, 宣国祥, 刘本芹, 等. 贵港二线船闸下引航道物理模型试验研究[J]. *水利水电工程学报*, 2017(6): 9-13. (XU Jinchao, XUAN Guoxiang, LIU Benqin, et al. Model test study of low approach channel of Guigang second line shiplock[J]. *Hydro-Science and Engineering*, 2017(6): 9-13. (in Chinese))
- [3] 彭永勤, 刘平昌. 贵港二线船闸下闸首出口及下游引航道停泊条件研究[J]. *水运工程*, 2015(10): 108-111. (PENG Yongqin, LIU Pingchang. Berthing conditions of Guigang second-lane lock's downstream lock head outlet and approach channel[J]. *Port & Waterway Engineering*, 2015(10): 108-111. (in Chinese))
- [4] 王晓刚, 胡亚安, 严秀俊, 等. 贵港二线船闸泄水阀门体型研究[J]. *水运工程*, 2016(12): 51-58. (WANG Xiaogang, HU Yaan, YAN Xiujun, et al. Body type of emptying valve at Guigang second-line ship lock[J]. *Port & Waterway Engineering*, 2016(12): 51-58. (in Chinese))
- [5] 彭永勤, 张绪进. 贵港二线船闸闸室双明沟内设消力槛试验研究[J]. *中国港湾建设*, 2017, 37(5): 32-35. (PENG Yongqin, ZHANG Xujin. Experimental study on baffle sill in double open ditch of Guigang second-line ship lock chamber[J]. *China Harbour Engineering*, 2017, 37(5): 32-35. (in Chinese))
- [6] 陈亮, 刘平昌, 张绪进, 等. 贵港二线船闸闸室双明沟消能工布置及消能特性研究[J]. *水道港口*, 2013, 34(2): 144-149. (CHEN Liang, LIU Pingchang, ZHANG Xujin, et al. Layout of double open trench energy dissipater and energy dissipation characteristics of Guigang second line ship lock chamber[J]. *Journal of Waterway and Harbor*, 2013, 34(2): 144-149. (in Chinese))
- [7] 彭永勤, 张绪进. 贵港二线船闸闸室消能工优化试验研究[J]. *水运工程*, 2016(7): 91-94. (PENG Yongqin, ZHANG Xujin. Experiment research on Guigang second-lane lock chamber energy dissipater[J]. *Port & Waterway Engineering*, 2016(7): 91-94. (in Chinese))

- [8] 中华人民共和国交通部. 船闸输水系统设计规范: JTJ 306—2001 [S]. 北京: 人民交通出版社, 2002. (Ministry of Transport of the People's Republic of China. Design code for filling and emptying system of shiplocks: JTJ 306—2001 [S]. Beijing: People's Communications Press. (in Chinese))
- [9] 张黎明. 船闸输水系统流量系数原、模型对比分析[J]. 水运工程, 2000(4): 31-33. (ZHANG Liming. Comparative analysis of prototype & model for factor factor of water filling & emptying system of shiplpck[J]. *Port & Waterway Engineering*, 2000(4): 31-33. (in Chinese))
- [10] 须清华. 分散输水系统船闸出水孔段廊道的水工模型缩尺影响[J]. 水利水运科学研究, 2000(3): 65-68. (XU Qinghua. Scale effect of lock culvert manifold in hydraulic model[J]. *Journal of Nanjing Hydraulic Research Institute*, 2000(3): 65-68. (in Chinese))

Prototype observation of hydraulic characteristics of filling and emptying system of Guigang Second Line Ship Lock

LUO Huijing^{1,2}, YAN Xiujun¹, LI Zhonghua¹

(1. *Nanjing Hydraulic Research Institute, Nanjing 210029, China*; 2. *College of Water Conservancy and Hydropower Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China*)

Abstract: Guigang Second Line Ship Lock is an important navigation hub in the main shipping line of the Xijiang River. It adopts a simple decentralized filling and emptying system with a layout of gate wall gallery side branch outlet and double open ditch energy dissipation, which is rare in China. In order to verify the reasonable layout of the system and the proper operation mode of the gate valve, and to ensure the safe and efficient operation of the ship lock, the prototype observation test of the hydraulic characteristics of the filling and emptying system was carried out. The observation results show that the hydraulic characteristics of the lock chamber and the berthing conditions of the ship can basically meet the code and design requirements, and the flow patterns at the inlet and outlet of the lock and in the lock chamber are good; and under the current ship lock head and recommended gate valve operation mode, the superelevation and drop in the lock chamber at the end of water conveyance exceed the specification requirements. After putting forward improvement measures for the operation mode of the lock valve, the problem has been improved. There is a deviation in the discharge coefficient between the prototype and the model of the ship lock, and the deviation value does not exceed 6%. The operation of the double-track lock under different working sequences has little influence on each other.

Key words: Guigang Second Line Ship Lock; decentralized filling and emptying system; prototype observation; hydraulic characteristics