



临涣船闸下游引航道优化设计

杨 嵩

(华设设计集团股份有限公司, 江苏南京 210001)

摘要: 临涣船闸位于临涣节制闸南侧, 上距省界李口集约 30.0 km, 下距南坪闸 31.5 km, 下游引航道连接段位于转弯河段, 弯道转角约 75°。受此地形影响, 河道主流贴右岸凸嘴进入下游主河槽, 使引航道连接段与凹岸之间形成逆时针回流, 对引航道水流有压迫作用, 局部主流宽度显著束窄。通过物模试验可知, 河道主流对引航道口门区内水流形成较为明显的剪切, 导致口门区内形成较大范围的回流, 长度近 350 m。由于回流区较长, 形成多个复杂的双向回流组合流态, 水流条件十分复杂, 因此需提出相应的工程措施加以改善。通过河槽疏浚、增加隔流潜堤, 有效地解决了下游引航道水流流态不佳、横向流速超标较大、口门区回流强度较大、回流流速无法满足规范要求的问题。

关键词: 船闸; 引航道; 物理模型; 优化

中图分类号: U641.1

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2023)11-0153-05

Optimal design of downstream approach channel of Linhuan ship lock

YANG Qin

(China Design GroupCo., Ltd., Nanjing 210001, China)

Abstract: Linhuan ship lock is located in the south of Linhuan control lock, about 30.0 km away from Likouji, the provincial boundary, and 31.5 km away from Nanping lock. The connecting section of the downstream approach channel is located in the turning river section, with a turning angle of about 75°. Affected by the terrain, the main stream of the river flows into the downstream main channel close to the convex nozzle on the right bank, resulting in counterclockwise reflux between the connecting section of the approach channel and the concave bank. This exerts a compressive effect on the approach channel flow, with significantly narrowed width of the local mainstream. The physical model test shows that the mainstream of the river forms an obvious shear to the flow in the entrance area of the approach channel, resulting in a large reflux range in the entrance area with a length of nearly 350 m. As a result, multiple complex reverse reflux combined flow patterns are formed, and the flow conditions are very complex. Therefore, corresponding engineering measures should be put forward for improvement. By dredging the channel and increasing the separation submerged dike, we solve the poor flow pattern in the downstream approach channel, large cross-flow velocity exceeding the standard, large reflux intensity in the entrance area, and inability to meet the specification requirements.

Keywords: navigation lock; approach channel; physical model; optimization

1 工程概况

沱浍河航道是安徽、河南的省际航道, 也是沿河境内煤炭及其他物资进出的便捷通道。临涣船闸作为沱浍河(安徽段)航道工程最后一道航运

枢纽梯级节点, 具有承接东西、沟通淮河水系的功能, 项目的建设将进一步完善安徽省干线航道网, 形成新的豫皖苏水运通道^[1]。

临涣船闸通航标准为Ⅳ级通航建筑物, 工程建

收稿日期: 2023-02-12

作者简介: 杨嵩 (1985—), 男, 硕士, 高级工程师, 从事港口、航道及船闸工程设计工作。

设规模为 $200\text{ m} \times 23.0\text{ m} \times 4.0\text{ m}$ (闸室长度×宽度×门槛水深), 设计单向年货物通过能力 1 308 万 t。工程主要建设内容包括上下闸首、闸室、上下游

引航道、上下游导航墙、上下游靠船墩、上游锚地、配套工程、桥梁改建等。项目设计船型见表 1。

表 1 设计船型尺寸

船型	驳船尺寸(长×宽×吃水)/(m×m×m)	船舶/船队尺寸(长×宽×吃水)/(m×m×m)	备注
500 t 货船	-	$(44\sim45)\times8.8\times(2.0\sim2.3)$	《淮河水系过闸运输船舶标准船型》
1 拖 6×500 t 拖带船队	$42\times8.6\times2.0$	$278\times8.6\times2.0$	-
300 t 货船	-	$(36\sim40)\times7.0\times(1.7\sim2.2)$	《淮河水系过闸运输船舶标准船型》
1 拖 6×300 t 拖带船队	$30\times8.0\times1.8$	$210\times8.0\times1.9$	《内河通航标准》 ^[2]

2 船闸平面布置与优化

2.1 船闸平面布置

临涣船闸布置于节制闸南侧, 船闸中心线与节制闸顺水流中心线距离为 150 m, 船闸中心线与节制闸中心线夹角 $4^{\circ}19'1''$, 上闸首边线与节制闸边缘距离约 85 m, 工程建设不改变枢纽的总体布置。建成后船闸北侧通过节制闸闸顶道路进入, 船闸南侧通过下游改建 S203 公路桥西侧辅道进入^[3]。

船闸上下游引航道采用不对称式布置, 船舶

进出闸采用“直线进闸、曲线出闸”方式^[4], 靠船段均布置在船闸左岸。上、下游导航调顺段长度(沿船闸轴线投影长度)为 150 m, 靠船段上游长 238.8 m, 下游长 444.6 m, 前沿线距离船闸中心线分别为 11.5 m 和 25.0 m。上、下游辅导航墙斜率均为 1:5, 长度均为 70 m(沿船闸轴线投影长度), 端部分别以 15 m 转弯半径与护岸衔接, 船闸布置初步方案见图 1, 与节制闸相对关系见图 2。

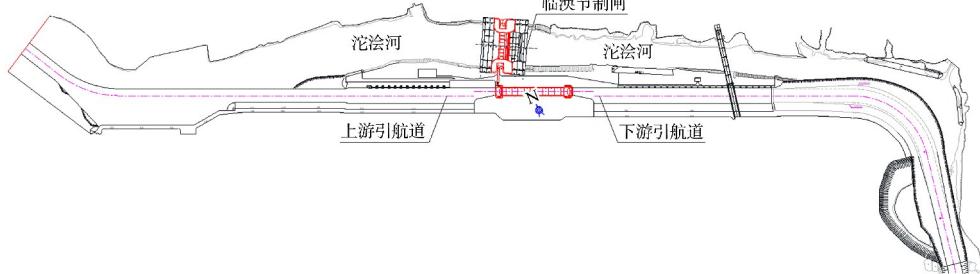


图 1 船闸布置初步方案

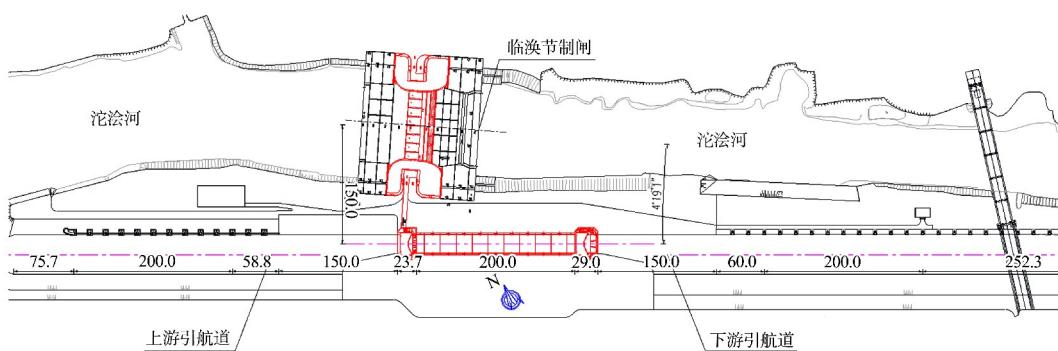


图 2 船闸与节制闸相对关系 (单位: m)

2.2 物理模型试验

船闸初步布置方案下的物理模型试验研究表明, 因节制闸上游河道较为顺直, 引航道内水流较为平顺, 各运行工况下, 口门区及连接段横向流速小于 0.26 m/s , 纵向流速小于 1.09 m/s , 回流流速不超过 0.3 m/s , 在不采取工程措施的条件下通航水流条件满足规范要求^[5]。

临涣船闸下游存在急弯河段, 弯道转角较大、流态复杂。受总体布置及局部地形的影响, 初步设计方案下游引航道口门区大部分处于回流区内, 且回流区流态紊乱, 存在多个异向回流。下游引航道连接段水流受弯道影响流态不佳, 横向流速难以满足规范要求, 且超标范围较大; 口门区回流强度较大, 回流流速未满足规范要求。因此, 通过比较提供优化的船闸布置方案, 重点研究下游引航道通航水流条件情况。

2.3 下游引航道通航水流条件

根据实际调度情况, 主要研究工况见表 2。

表 2 临涣船闸通航水流条件模型下游引航道试验工况

工况 编号	上游水位/m	下游 水位/m	流量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	试验内容
C_1	26.37 (10 a 一遇洪水位)	26.27	908	下游引航道流速
C_2	25.27 (5 a 一遇洪水位)	25.17	711	下游引航道流速

在初步布置方案下, 10 a 一遇洪水和 5 a 一遇洪水条件下临涣船闸下游引航道及口门区水流流向分布分别见图 3、4, 试验成果表明:

1) 口门区(口门距 $0 \sim 280 \text{ m}$)大部分处于回流区内, 连接段水流流态受局部地形影响, 入弯水流左偏, 出弯水流右偏。口门距 $245 \sim 350 \text{ m}$ 范围内引航道整个断面横向流速均较大, 口门距 $490 \sim 560 \text{ m}$ 范围内引航道左侧横向流速较大。

2) 10 a 一遇洪水条件下, 口门区最大横向流速 0.75 m/s , 连接段最大横向流速 0.50 m/s 。其中口门距 280 m 断面航道中心线左侧横向流速均大于 0.40 m/s , 口门距 315 m 断面各测点横向流速 $0.37 \sim 0.54 \text{ m/s}$, 口门距 350 m 断面各测点横向流速均超过 0.30 m/s , 口门距 $490 \sim 560 \text{ m}$ 范围内引航道左侧多个测点横向流速超过 0.30 m/s 。

3) 10 a 一遇洪水条件下, 口门区最大纵向流速 1.39 m/s , 最大回流流速 0.45 m/s ; 弯道最大纵向流速 1.41 m/s , 无回流。

4) 5 a 一遇洪水流态与 10 a 一遇基本一致, 口门区最大横向流速 0.70 m/s , 最大纵向流速 1.19 m/s , 最大回流流速 0.43 m/s ; 弯道最大横向流速 0.51 m/s , 最大纵向流速 1.32 m/s 。

5) 在临涣船闸初步布置方案下, 下游引航道口门区及连接段纵向流速基本满足规范要求。但受局部地形影响, 水流流态不佳, 横向流速难以满足规范要求, 且超标范围较大; 口门区回流强度较大, 回流流速也未满足规范要求。

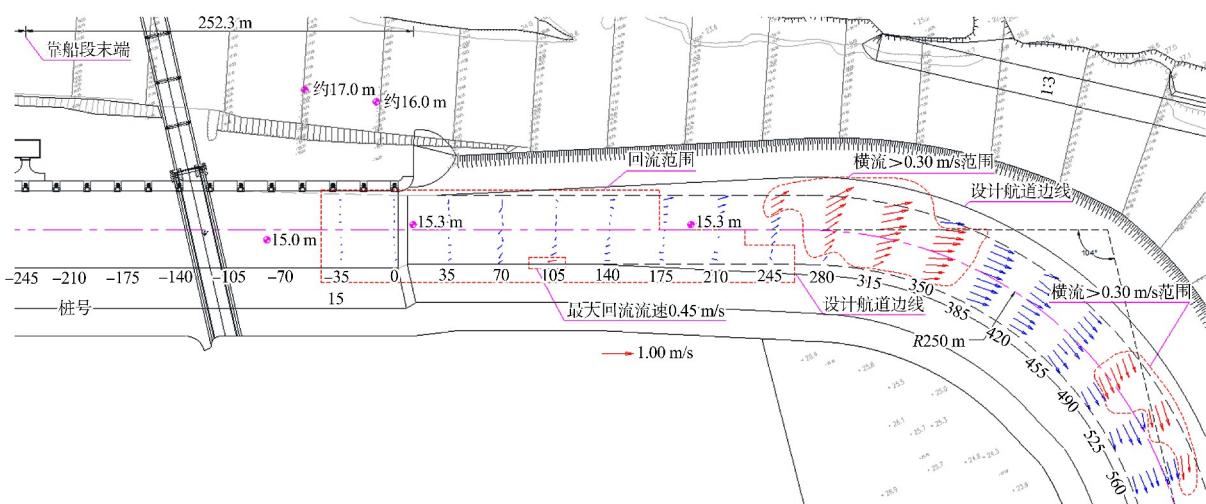


图 3 10 a 一遇洪水下游引航道口门区及连接段水流流速分布

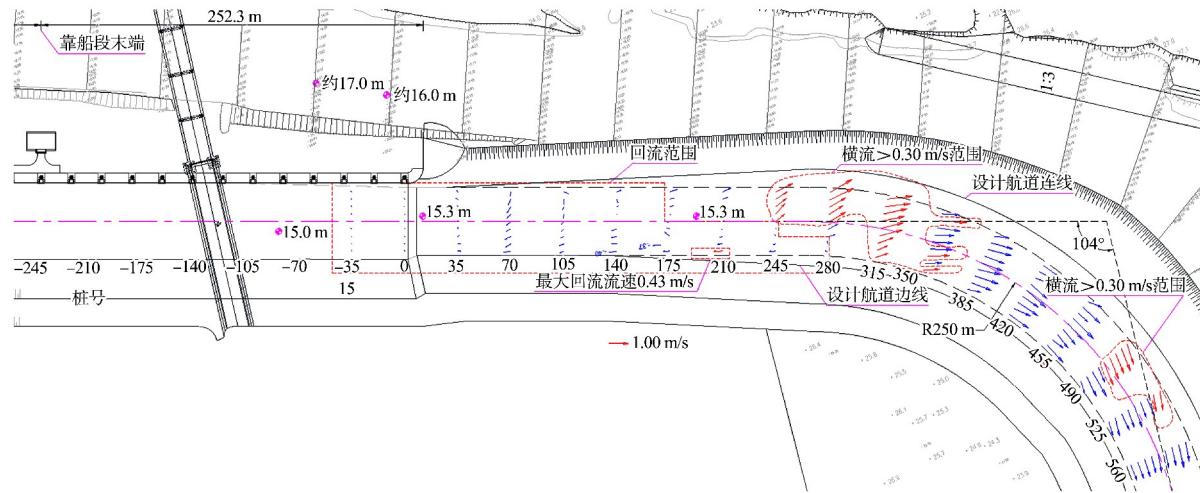


图 4 5 a 一遇洪水下游引航道口门区及连接段水流流速分布

3 下游引航道优化

临涣船闸上游引航道通航水流条件满足规范要求,但下游引航道横向流速较大,需通过工程措施加以改善。在现状条件下,主河槽宽度较窄、水深较小、过水断面相应较小、主流流速偏大,且在地形影响下直冲弯道,导致弯道附近引航道横向流速较大。因此,参考类似工程对引航道口门至弯道入弯段河槽进行疏浚,降低主流流速、平顺水流,并增加隔流堤^[6-7],调整横流及回流。经方案比选,最终采用的优化方案为:河槽深泓高程约 17.5 m,与引航道底高程差 2.2 m,疏浚边坡

取 1:5;下游引航道左岸末端增加隔流潜堤 50 m,潜堤顶高程 20.0 m,弯道边滩疏浚高程 19.0 m,边坡 1:5。

根据试验结果,船闸下游引航道优化后水流流速分布较原方案显著改善,口门区强回流和强横流基本消除,横向流速、纵向流速和回流流速均满足规范要求;弯道处水流更加平顺,归槽更为良好,通航水流条件满足规范要求,改善方案的船闸下游引航道及口门区水流流向分布见图 5、6,试验成果表明:

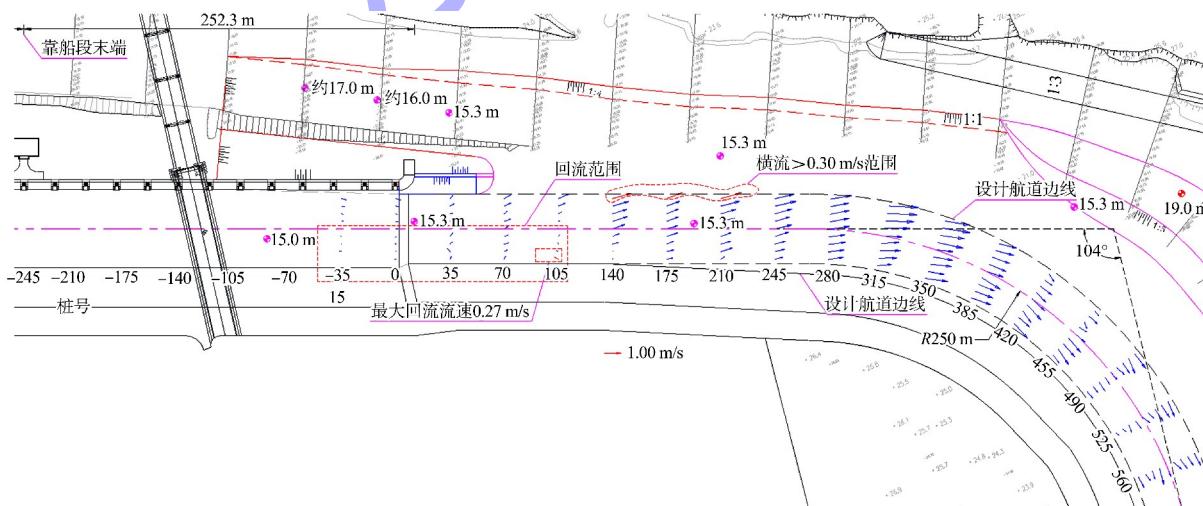


图 5 10 a 一遇洪水下游引航道改善方案下口门区及连接段水流流速分布

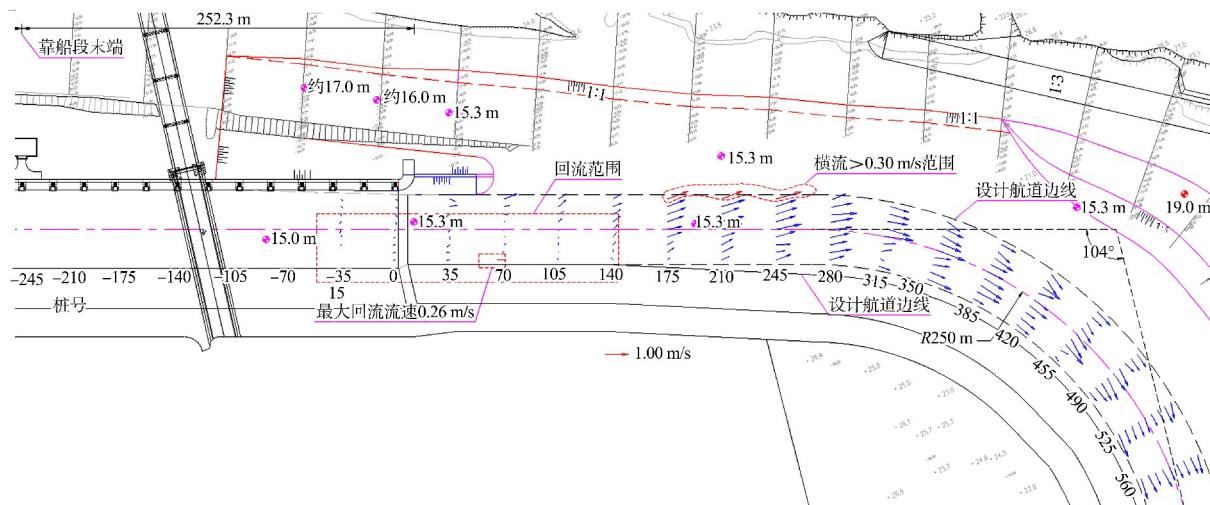


图 6 5 a 一遇洪水下游引航道改善方案下口门区及连接段水流流速分布

1) 10 a 一遇洪水条件下, 口门区横向流速仅航道边线个别点略有超标, 最大值 0.36 m/s, 基本不影响船舶航行安全; 引航道最大纵向流速 1.80 m/s, 最大回流流速 0.27 m/s, 均满足规范要求。

2) 5 a 一遇洪水条件下, 口门区横向流速仅航道边线个别点略有超标, 最大值 0.34 m/s, 基本不影响船舶航行安全; 引航道最大纵向流速 1.28 m/s, 最大回流流速 0.26 m/s, 均满足规范要求。

4 结语

1) 在临近节制闸一侧新建船闸时, 如下游引航道处于弯道段, 需要采用二维物理模型试验的方法, 研究分析节制闸运行调度工况下对船闸下游引航道水流条件的影响。

2) 通过河槽疏浚以及增加隔流潜堤, 有效解决了下游引航道水流流态不佳、横向流速超标较大、口门区回流强度较大、回流流速无法满足规范要求的问题。

参考文献:

- [1] 华设设计集团股份有限公司. 沱浍河航道临涣船闸工程初步设计 [R]. 南京: 华设设计集团股份有限公司, 2019.
- [2] 长江航道局. 内河通航标准: GB 50139—2014 [S]. 北京: 中国计划出版社, 2014.
- [3] 华设设计集团股份有限公司. 沱浍河航道临涣船闸工程施工图设计 [R]. 南京: 华设设计集团股份有限公司, 2020.
- [4] 中交水运规划设计院. 船闸总体设计规范: JTS 305—2001 [S]. 北京: 人民交通出版社, 2001.
- [5] 南京水利科学研究院. 沱浍河航道临涣船闸工程通航水流条件物理模型试验研究报告 [R]. 南京: 南京水利科学研究院, 2020.
- [6] 孙爱萍, 余春辉, 颜志庆, 等. 山溪性弯道河段船闸通航水流条件试验研究 [J]. 水运工程, 2023 (1): 97-102, 142.
- [7] 胡亮亮, 谭家万, 袁浩. 基于隔流堤的下游引航道通航水流条件优化 [J]. 水运工程, 2022(5): 72-77.

(本文编辑 赵娟)

著作权授权声明

本刊已许可《中国学术期刊(光盘版)》电子杂志社有限公司、北京万方数据股份有限公司、重庆维普资讯有限公司、北京世纪超星信息技术发展有限责任公司以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文。本刊支付的稿酬已包含上述公司著作权使用费, 所有署名作者向本刊提交文章发表之行为视为同意上述声明。