



# 新江海河船闸平面布置及方案优化

华 华, 曲红玲

(华设设计集团股份有限公司, 江苏 南京 210001)

**摘要:** 针对新江海河船闸总平面布置受到外部建设条件制约的问题, 总结船闸总体布置原则, 研究闸址周边建设条件、河道状况、船舶航行条件、对外部环境的影响、施工条件和工程投资等各方面因素, 采用定量与定性分析相结合的方法, 得出最优的闸位方案。分析上游口门区可通航的最大引水流量和全年船闸可运行小时数, 采用降低最大通航流量和牺牲少量通航时间的方法, 得出优化布置方案。结果表明: 船闸平面布置应结合多方面因素, 综合分析比选; 通过降低最大通航流量进而优化平面布置, 旨为类似工程提供借鉴和参考。

**关键词:** 船闸; 闸位; 平面布置; 口门区

中图分类号: U641

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2023)11-0114-06

## General layout and scheme optimization of new Jianghaihe ship lock

HUA Hua, QU Hongling

(China Design Group Co., Ltd., Nanjing 210001, China)

**Abstract:** The general layout of the new Jianghaihe ship lock is restricted by external construction conditions. To this end, we summarize the general layout principles of ship lock. Meanwhile, we study various factors such as the construction conditions around the lock site, river channel conditions, ship navigation conditions, influence on the external environment, construction conditions, and project investment. In addition, we adopt the method of combining quantitative and qualitative analysis. As a result, the optimal lock site scheme is obtained. We also obtain the optimized layout scheme by analyzing the maximum navigable diversion flow and annual operating hours of the ship lock in the upstream entrance area and adopting methods to reduce the maximum navigation flow and sacrifice a small amount of navigation time. The results show that the general layout of ship lock should be determined by comprehensive comparison and analysis in combination with various factors. The layout can be optimized by reducing the maximum navigable flow to provide references for similar projects.

**Keywords:** ship lock; lock site; general layout; entrance area

通海港区—通州湾港区疏港航道是江苏省干线航道网规划的“两纵五横”中第“三横”, 亦是通扬线航道的重要组成部分, 北接沿海通州湾港区, 南连沿江通海港区。项目的建设对加快长江经济带发展, 打造江苏新出海口, 高质量推进“一带一路”交汇点建设任务, 发挥枢纽引领功能

具有重要的促进作用<sup>[1]</sup>。

通海港区—通州湾港区疏港航道由新江海河、通吕运河以及东灶新河组成(图 1)。现有新江海河航道入江口门处设置新江海河节制闸, 主要承担排涝、引水和通航等功能, 现有节制闸通航等级较低, 需建设新江海河船闸, 满足航运发展需求。

收稿日期: 2023-02-20

作者简介: 华华 (1983—), 男, 硕士, 高级工程师, 从事航道船闸工程设计及研究工作。



图 1 项目地理位置

船闸是为使船舶通过航道上集中水位差的区段而设置的水工建筑物<sup>[2]</sup>, 是内河水运的重要节点工程。船闸的平面布置十分重要, 是一项具有全局性和指导性的工作<sup>[3]</sup>, 目前国内建成的具有通航功能的船闸 500 余座<sup>[4]</sup>, 积累了丰富的工程经验和研究成果。韩巍巍等<sup>[5]</sup>结合前期研究结论, 论证蔺家坝一、二线轴线中心距; 王勤振等<sup>[6]</sup>分析处于狭窄区域内的一线船闸扩容改造的平面布置; 袁和平<sup>[7]</sup>通过方案比选, 提出在受到既有建筑物制约的情况下, 万年闸复线船闸闸位布置方案; 江涛等<sup>[8-9]</sup>结合现场建设条件, 分析淮安东船闸布置方案, 并考虑临时船闸永久使用,

研究滨海枢纽永久与临时结合的通航布置方案。

船闸平面布置涉及的因素较多, 如外部建设环境、船舶通航条件、船闸运行管理、施工条件、工程投资等。目前大量研究主要是在既有枢纽基础上进行的船闸改扩建, 少有涉及拆除现有枢纽或船闸改线的布置研究, 且通过降低通航流量优化平面布置等研究也较少。本文结合新江海河船闸工程, 通过多方案比选, 合理选择船闸平面布置, 并提出上游口门区平面布置的优化方案, 旨在为类似工程提供借鉴和参考。

## 1 项目概况

新江海河船闸级别为Ⅲ级, 设计最大船舶为 1 000 吨级, 船闸建设规模为  $200\text{ m}\times 23\text{ m}\times 4.5\text{ m}$  (闸室长 $\times$ 口门宽 $\times$ 门槛水深)。船闸上游为内河侧, 下游为长江侧, 设计代表船型为 1 000 吨级内河货船、50 TEU 集装箱船。船闸承受双向水头, 最大正向设计水头为 3.76 m, 最大反向设计水头为 2.86 m<sup>[10]</sup>。

新江海河主河道呈南北走向, 在节制闸下游经内港池入长江, 河面宽约 105 m; 岔河位于主河道东侧, 河面宽 95 m, 现状不通航, 主河与岔河之间的江心岛宽约 200 m (图 2)。



图 2 闸址现状

现有新江海河节制闸由新闸和老闸组成：新闸共 3 孔，中孔净宽 12 m 为主要通航孔，两边孔净宽均 10 m；老闸东边 5 孔净宽均为 6 m，西边孔净宽 12 m 作为通航孔；新老闸可套闸运行，通航级别为 V 级。节制闸设计最大排涝流量  $313 \text{ m}^3/\text{s}$ ，最大引水灌溉流量  $410 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

## 2 船闸总体布置原则

1) 闸址宜选择在顺直、稳定和开阔的河段内；2) 应考虑外部建设条件，妥善处理与既有构筑物的关系，不影响节制闸运行调度以及沿河企业的日常生产；3) 确保进出船闸的船舶航行和停泊安全，有利于船闸的管理和运行；4) 闸位布置应考虑施工条件和施工期对外部设施的影响，并采取相应措施消除或减少影响，确保施工期间节制闸的安全和正常运行；5) 减少征地拆迁，闸位布置应有利于降低工程造价；6) 船闸口门区航道应与主河道平顺连接，流速、流态需满足船闸正常航行的要求。

## 3 船闸闸位方案及比选

### 3.1 闸位分析

新江海河主河道较为顺直，但主河道两侧企业众多：右岸有国石混凝土、港新建材、丰泽肥业等企业，左岸为砖瓦厂。企业进出货运主要依靠新江海河主河道上的码头，若将闸位布置在主河道内，需拆除部分企业赖以生存的码头，造成

企业停工停产。因此需考虑其他闸址方案并进行分析比选。

在新江海河河道早期规划中，探讨过在节制闸东侧配套建设船闸的方案，但最终并未实施，目前该闸址处已经开挖成岔河和沟塘。岔河两侧无企业码头，受征地拆迁影响小，土方开挖量小，可以用于布置闸位。节制闸西岸规划建设中俄东线天然气管道，不适合布置闸位。闸位选择时，还应考虑在船闸施工期保留新江海河排涝、引水和通航等功能。综上，选取 3 个闸位方案进行经济技术比选。

### 3.2 闸位方案

#### 3.2.1 闸位方案 1

为避免对主河道处的企业造成影响，将船闸布置在东侧岔河处，与老河道平行，中心距为 290 m。船闸主体位于苏州路桥和江心沙大桥之间，下闸首距节制闸新闸 940 m。维持主河道现状，船闸施工期不影响新江海河运行，见图 3。

上游引航道直线段长 609 m，通过 S 弯与新江海河主河道相接，中心线夹角为  $30^\circ$ ，S 弯直线段长 365 m，引航道和口门区中心线转弯半径分别为 320、400 m；下游引航道直线段长 830 m，平地开河 520 m 后，通过 S 弯与新江海河内港池河道相接，中心线交角为  $32^\circ 30'$ ，S 弯直线段长 916 m，引航道和口门区中心线转弯半径分别为 320、400 m。船闸上下游引航道口宽均为 70 m。

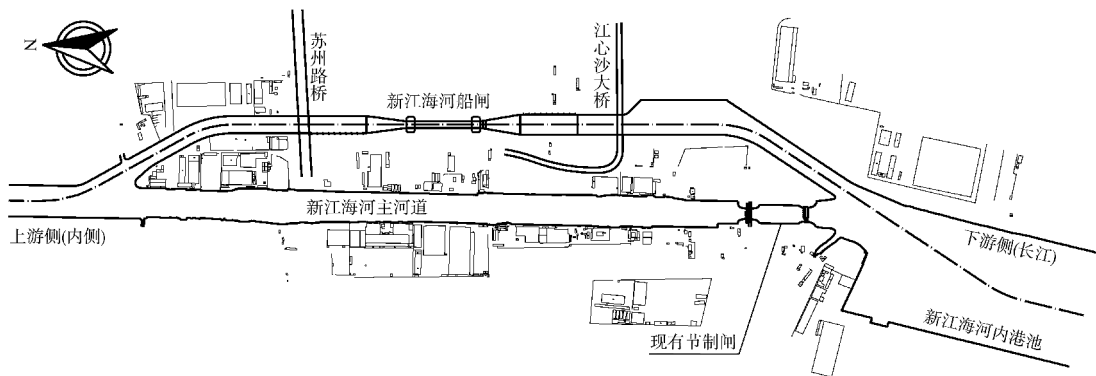


图 3 闸位方案布置 1



### 3.2.2 闸位方案 2

在主河道内新建船闸, 利用主河道通航, 在岔河处新建节制闸, 将岔河作为引水排涝的通道, 主河道不承担引水排涝功能; 先期建设

节制闸, 待节制闸建成后, 拆除现有节制闸, 再建设船闸, 船闸施工期利用新节制闸导流, 船舶可从周边通吕运河、通启运河等航道绕行, 见图 4。

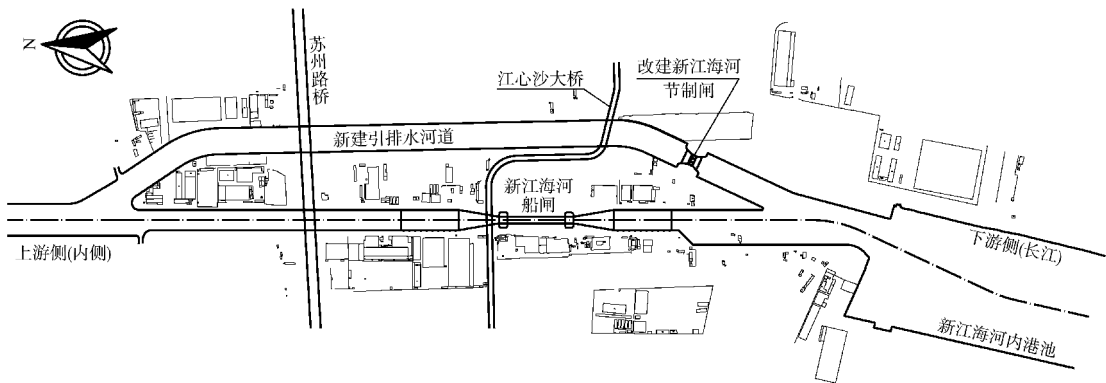


图 4 闸位方案布置 2

新建节制闸布置在现有节制闸东北侧的岔河末端, 距离新江海河内港池口门 720 m, 闸孔总净宽 32 m, 共分 3 孔, 中孔宽 12 m。在岔河处新开引排水河道, 口宽 90 m。

船闸布置在主河道内, 船闸中心线沿河道中心布置, 船闸主体位于现有节制闸和江心沙大桥之间, 上闸首上游边距江心沙大桥 25 m。上游引航道顺直布置, 延伸至上游口门; 下游引航道直线段长 830 m, 与节制闸下游河道中心线夹角为  $25^\circ$ , 通过 S 弯与新江海河内港池河道相接, S 弯直线段

长 500 m, 中心线转弯半径为 400 m。船闸上下游引航道口宽均为 70 m。

### 3.2.3 闸位方案 3

拆除现有节制闸, 在主河道内新建船闸和节制闸, 满足通航、引水和排涝功能。枢纽分期进行建设, 先建设节制闸和分水墙, 在其施工期利用现有节制闸导流、通航, 待新节制闸建成后, 拆除现有节制闸, 再建设船闸, 船闸施工期的导流、通航与闸位方案 2 一致, 见图 5。

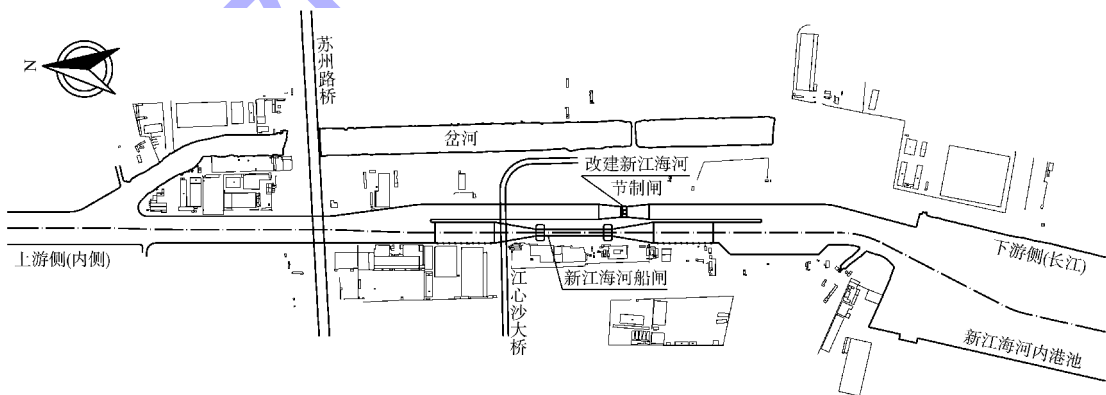


图 5 闸位方案布置 3

为满足该方案施工顺序的要求, 需将新节制闸偏移主河道, 为施工期新江海河导流、通航预留空间, 同时将船闸布置在主河道内, 更加有利于航行顺畅。

船闸沿河道中心布置, 船闸主体位于现有节制闸和江心沙大桥之间, 上闸首上游边距江心沙大桥

100 m。上游引航道顺直布置, 延伸至上游口门; 下游引航道直线段长度 765 m, 通过 S 弯与新江海河内港池河道相接, S 弯直线段长度 462 m, 中心线转弯半径为 400 m。船闸上下游引航道口宽均为 70 m, 为满足引排水要求, 口门区外航道口宽 90 m。

新建节制闸闸孔总净宽 32 m, 共分 3 孔, 中孔

宽 12 m，布置在主河道内的船闸左岸，节制闸闸室较船闸下闸首下移 42 m，两者结构边相距 21.6 m。节制闸侧河道中心线与船闸平行，中心距为 70 m，河道口宽 50 m，中间设置分隔墙隔离。

3.3 方案比选

从工程布置、建设内容、周边企业影响、施工期影响和桥梁的影响等方面对 3 个闸位方案进行比选(表 1)。

表 1 闸位方案比选

方案	工程布置和建设内容	周边企业影响	施工期影响	桥梁的影响
1	1) 建设 1 座船闸,整治岔河河道,工程建设内容较少; 2) 船闸位于岔河,航行和通视条件均不如主河道;船闸里程为 3.2 km 略长; 3) 工程投资较少,为 12.1 亿元	利用岔河通航,不影响主河道企业正常运行	1) 施工期不影响现有节制闸导流; 2) 施工期不影响船舶通航; 3) 工期较短,为 36 个月	改建岔河处的苏州路桥、江心沙大桥
2	1) 船闸位于顺直开阔的主河道,船闸里程为 3.0 km 略短; 2) 建设 1 座船闸和 1 座节制闸,整治主河道和岔河,工程建设内容相对较多; 3) 工程投资较高,为 13.5 亿元	需拆除国石混凝土、港新建材、丰泽肥业、砖瓦厂等企业码头,影响企业生产	1) 需分期施工,工序较多,涉及施工导流通道空间转换; 2) 施工期船舶需从通吕运河、通启运河等航道绕行; 3) 工期较长,为 48 个月	改建主河道和岔河处的苏州路桥、江心沙大桥
3	1) 船闸位于顺直开阔的主河道,船闸里程为 3.0 km 略短; 2) 建设枢纽由 1 座船闸和 1 座节制闸组成,仅需整治主河道,较方案 2 减少整治岔河; 3) 工程投资较高,为 13.2 亿元	与闸位方案 2 一致	1) 需分期施工,工序较多,涉及施工导流在主河道内的空间转换; 2) 主河道转换导流通道,施工较为复杂,施工要求高; 2) 施工期船舶需从通吕运河、通启运河等航道绕行; 3) 工期较长,为 48 个月	改建主河道的苏州路桥、江心沙大桥

闸位方案 1 布置在岔河处，不影响主河道两岸企业的正常运行，较方案 2、3 可以节省较多的房屋拆迁和码头迁改的费用；该方案在施工期利用主河道导流、通航，施工相对简单方便，建成后未改变现有节制闸的运行管理模式；闸位方案 1 仅需建设 1 座船闸，工程建设内容为 3 个方案中最少，投资最低，虽然船闸里程略长，但工程布置满足规范要求，因此为最优闸位方案。

《船闸总体设计规范》要求，上游口门区水面横向流速最大值为 0.54 m/s(图 6)，满足水面横向流速 0.3 m/s 要求的最大引水流量 200 m<sup>3</sup>/s，见图 7a)。

4 口门区方案优化

4.1 数模分析成果

新江海河节制闸设计引水工况流量为 410 m<sup>3</sup>/s，对应的水位组合为内河侧 1.11 m、长江侧 1.91 m；设计排涝流量为 313 m<sup>3</sup>/s，对应的水位组合为内河侧 2.31 m、长江侧 1.31 m。

《数值模拟报告》<sup>[11]</sup>对上、下游口门区水流条件进行了分析：在排涝工况下，上下游口门区水面纵向、横向和回流流速均满足 JTJ 305—2001《船闸总体设计规范》<sup>[12]</sup>要求；在引水工况下，除上游口门区水面横向流速不满足外，其余均满足

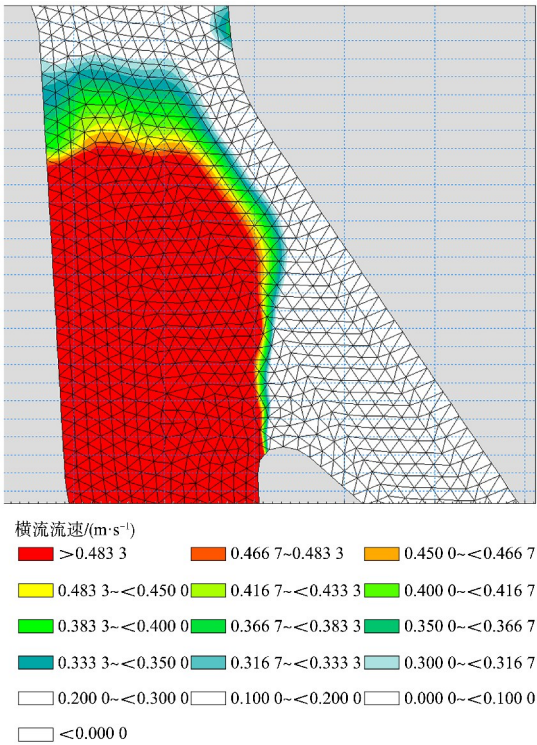


图 6 上游口门区水面横流流速

受周边高压铁塔和厂房限制, 扩大堤头和扩挖左岸均不具备条件, 结合现场条件<sup>[13]</sup>: 将上游停泊锚地南侧护岸退后 30 m, 与锚地护岸齐平, 将河底高程由原设计的-2.2 m 浚深至-4.0 m, 见图 7b)。按此方案实施后, 上游口门区水面横向流速最大值为 0.29 m/s, 满足要求。

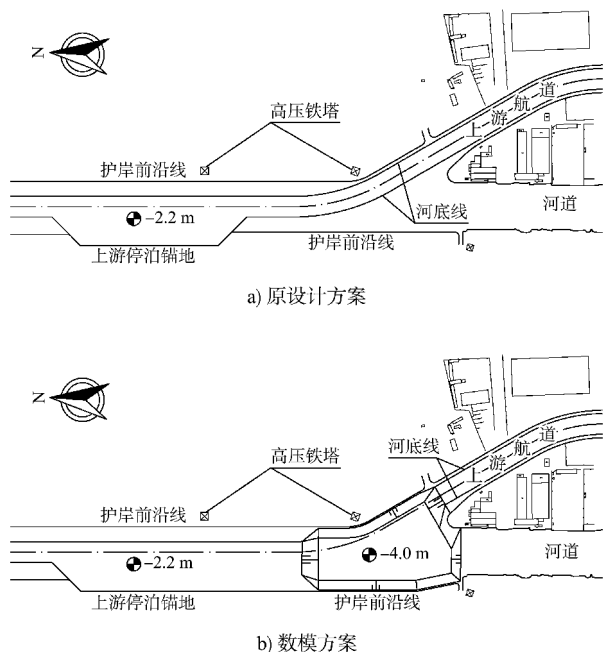


图 7 上游口门区布置

#### 4.2 方案优化

若按图 7b) 方案实施, 将上游护岸退后并疏浚, 将增加疏浚量约 15.8 万  $\text{m}^3$ , 多征用 0.156  $\text{km}^2$  耕地, 右岸 520 m 护岸断面加大, 合计增加费用 2 138 万元, 且易在高程 -4.0 m 的深槽处产生淤积, 需定期清理维护。

收集 2012—2021 年新江海河节制闸实际引水资料<sup>[14]</sup>, 共引水 12 次, 单次引水时长为 2~3 h; 引水流量超 200  $\text{m}^3/\text{s}$ , 次数为 6 次, 总时长为 13 h, 最大引水流量为 273  $\text{m}^3/\text{s}$ , 可知节制闸引水历时较短。考虑按照原设计方案, 将可通航的最大引水流量调整至 200  $\text{m}^3/\text{s}$ , 超出该流量则船闸停航。

由上述统计资料可知, 节制闸引水时间平均每年为 1.3 h, 以此计算全年船闸可运行小时数。图 7b) 所示平面布置对应的全年船闸可运行小时数为 7 700.0 h, 图 7a) 所示平面布置需扣除 1.3 h

停航时间, 得出 7698.7 h, 两者差距较小, 每年仅相差约 2 个闸次的时间。

原设计方案虽然增加了停航时间, 略微降低了船闸通过能力, 但可节省工程投资 2 138 万元, 节约土地资源, 减少维护清淤量, 因此推荐原设计平面布置方案。

#### 5 结论

1) 在设有节制闸的河道上新建船闸, 闸位布置通常受节制闸和河道两岸构筑物的影响, 闸位选择应结合闸址周边建设条件、河道状况、船舶航行条件、对外部环境的影响、施工条件和工程投资等多方面因素, 综合比选分析, 推荐最优的闸位方案。

2) 船闸闸位方案的选择不必局限在船闸工程本身, 必要时可结合引排水建筑物的移址、改建等综合分析确定。

3) 对节制闸实际调度运行状况进行分析, 通过降低可通航的最大引水流量, 牺牲少量通航时间, 可进一步优化平面布置、节约土地资源、减少工程投资、减轻后续维护清淤工作量。

4) 加强运行管理, 保证船闸不在超标流量下通航, 做好船闸与节制闸的联合调度, 确保通航安全。

#### 参考文献:

- [1] 任强. 通州湾江海联运内河航道建设必要性研究[J]. 中国水运(下半月), 2021, 21(11): 19-20, 22.
- [2] 长江航道局. 航道工程基本属于标准: JTS/T 103-2—2021 [S]. 人民交通出版社股份有限公司, 2021.
- [3] 钮新强, 宋维邦. 船闸与升船机设计[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2007: 49.
- [4] 王炜正, 刘江林. 船闸两闸轴线距离的计算分析[J]. 水运工程, 2023(2): 103-108.
- [5] 韩巍巍, 汤建宏, 张黎明. 蔺家坝复线船闸闸位布置[J]. 水运工程, 2014(4): 133-137.
- [6] 王勤振, 邹永超, 汤建宏. 某扩容改造船闸工程闸位平面布置[J]. 水运工程, 2017(12): 179-184.
- [7] 袁和平. 京杭运河万年闸复线船闸平面布置方案[J]. 水运工程, 2019(5): 135-140.

(下转第 172 页)