



新江海河航道梯级布置方案技术经济分析

罗业辉，柯林杰，李子洋

(中交水运规划设计院有限公司，北京 100007)

摘要：针对新江海河航道双桥枢纽与新江海枢纽距离近、水位差小且上下游平水期长，对双桥梯级方案取消与否两种方案进行技术经济分析。结果表明，取消双桥梯级方案对区域防洪、排涝、水系连通、水质等影响较大，水系恢复工程总投资和营运费用高，项目内部收益率低；保留双桥梯级方案维持现有水系布局，船闸具备开通条件，可与新江海河船闸联合调度，共用待闸锚地，经济上合理。

关键词：平水期；水系连通；内部收益率；梯级布置

中图分类号：U 641

文献标志码：A

文章编号：1002-4972(2023)06-0131-06

Technical and economic analysis of cascade layout scheme of Xinjianghai River waterway

LUO Yehui, KE Linjie, LI Ziyang

(CCCC Water Transportation Consultants Co., Ltd., Beijing 100007, China)

Abstract: In view of the close distance between Shuangqiao junction and Xinjianghai junction in the Xinjianghai River waterway, the small water level difference, and the long normal level period in the upstream and downstream, this paper carries out the technical and economic analysis of retaining or canceling the Shuangqiao cascade scheme. The results show that canceling the Shuangqiao cascade scheme has a great influence on regional flood control, drainage, water system connectivity, and water quality. The total investment and the operation cost of the water system restoration project are high, and the internal rate of return of the project is low. In contrast, retaining the Shuangqiao cascade scheme to maintain the existing water system layout can ensure that the ship lock can be opened and jointly dispatched with the ship lock of the Xinjianghai River, so as to share the anchorage to be locked, which is economically reasonable.

Keywords: normal level period; water system connectivity; internal rate of return; cascade layout

1 梯级现状及水系概况

1.1 梯级现状

新江海河航道是通海港区—通州湾港区疏港航道的重要组成部分。航道起自通吕运河口，终于新江海河闸，航道整治里程约 28.6 km^[1]，规划航道等级为Ⅲ级。在入江口和与通启河交汇处分别建有新江海河闸和双桥套闸两座控制建筑物，两闸相距约 16 km，见图 1。

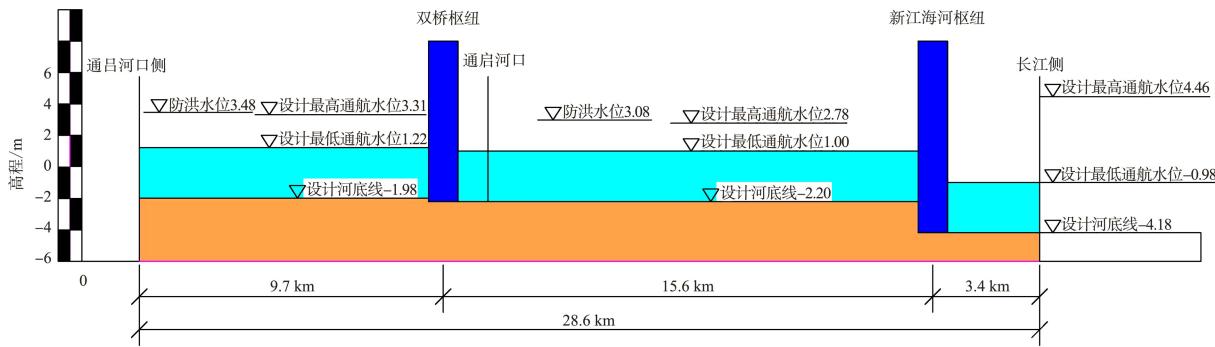
新江海河闸由新闸和老闸组成，为Ⅱ等工程，设计最大排涝流量 313 m³/s。新闸为防洪挡潮型

节制闸，共 3 孔，中孔为主要通航孔，净宽 12 m；两边孔为辅通航孔，净宽均为 10 m。老闸为 6 孔节制闸，东边 5 孔为输水孔，净宽均为 6 m，西边孔为通航孔，净宽 12 m。新、老闸组成套闸共同发挥防洪挡潮、引水灌溉、排涝排污及通航等功能。

双桥套闸是通启河、通吕运河两大水系的重要控制性建筑物，级别为Ⅴ级，上下闸首净宽 12 m，闸室净宽 16 m，闸室长 140 m。该闸功能主要是控制高低水位和通航。

收稿日期：2022-08-01

作者简介：罗业辉（1975—），男，硕士，高级工程师，从事水运工程设计和研究。



注：采用 1985 国家高程。

图 1 新江海河航道梯级纵断面

1.2 水系概况

新江海河是南通通州区和海门市引水、排涝及通航的骨干河道。双桥枢纽是九昌区和通启西区主要控制工程，是阻拦九昌区高水直接进入通启西区的关键控制点，新江海河周边主要水系及控制建筑物位置见图 2。

九昌区位于老通吕公路控制线(图 2 水利分区界线)以北，地面高程在 2.8~6.3 m，东部沿海地区多为围垦而成，地面高程略低。通启西区位于海门青龙港以西、老营船港以东、北至老通吕公路、南至长江边，地面高程在 1.8~5.4 m。其中沿江各农场和圩区为独立排水区，其余由营船港闸、新江海河闸及海门沿江港闸排水入江。



图 2 新江海河周边主要水系及控制建筑物位置

2 梯级布置规划方案

2.1 梯级布置原则及思路

1) 梯级布置方案应根据河道的水文、泥沙、地形地貌和地质等自然条件，结合河道防洪排涝、水系连通等水资源综合利用等要求，保证上下游

梯级水位衔接、通航安全高效。

2) 梯级枢纽选址应满足建筑物布置要求，优先考虑地形开阔、地质良好的顺直河段，尽量减少淹没、浸没、征地和拆迁等，力求工程造价经济合理。

3) 渠化河流梯级间河段的长度不宜过小, 应使船舶在这个渠段的航行时间大于船舶过闸时间, 避免过闸船舶聚集在通航建筑物前造成拥挤现象。参照国内外其他渠化河流的情况, 河流中上游梯级平均间距以不少于 20 km 为宜。

新江海河闸和双桥闸相距仅约 16 km, 水位差仅 4.29 m, 因此有必要研究减少枢纽数量, 适当增大单个枢纽的设计水头, 以提高航运效率。

2.2 保留双桥枢纽梯级方案

即不调整现状水系布局, 维持双桥枢纽+新江

海河枢纽的双梯级方案。规划双桥枢纽为避让上游保留的砂石码头, 拟拆除现有套闸, 新闸位较原套闸下移 195 m, 采用右岸节制闸、左岸船闸的布置方案。新建双桥船闸等级为Ⅲ级, 建设规模为 $200\text{m} \times 23\text{m} \times 4.5\text{m}$ (闸室长×口门宽×槛上水深), 设计最大船舶为 1 000 吨级; 双桥节制闸等别为Ⅱ等, 共 3 孔布置, 总净宽 16 m, 正向(九吕—通启)设计流量 $143\text{m}^3/\text{s}$, 反向(通启—九吕)设计流量 $95\text{m}^3/\text{s}$, 见图 3。



图 3 双桥枢纽梯级总体布置

规划新江海河船闸布置在新江海河左侧岔河内, 主河道内新江海河闸维持现状不变, 船闸建设规模同为 $200\text{m} \times 23\text{m} \times 4.5\text{m}$, 船闸主体位于农

场路桥和苏州路桥间, 船闸上游口门位于新江海河老河道和岔河交汇处, 下游口门区航道平顺衔接主河道。见图 4。



图 4 新江海河枢纽梯级总体布置

2.3 取消双桥枢纽梯级方案

即调整现状水系布局,仅保留新江海枢纽的单梯级方案。根据现有双桥套闸调度运行资料统计,最大水头1.9 m,1978—2017年间上下游水头差在0.3 m以内,同时双桥闸以北水位不超过2.0 m的多年平均时间为183 d,每天约10 h左右,船闸具备开通条件。因此,新江海河航道整治考虑取消双桥枢纽方案,从降低运输成本、提高通航效率的角度是有利的。但双桥枢纽是新江海河高低水系的主要控制工程,取消后势必引起新江海河水系重新调整,补充水系恢复方案并分析其影响及补偿措施是各方关注的焦点。

按照新江海河与通启河的连通方式考虑以下2个方案^[2]:方案1为通启、九吕区洪(涝)水高低不分方案,即通启河与新江海河平交,九吕区洪涝水通过新江海河南排,新江海河与通启运河水位均抬高至与九吕区相同;方案2为新江海河高水,水位抬高与九吕区相同,通启河维持现有水位不变,通启西区新江海河东西两侧分别扩大外排出路方案。

方案1的新江海河和通启河水位均抬高至与九吕区相同,对通启西区防洪和排涝均造成较大影响。防洪影响表现为河道两岸低于3.3 m的地区存在受淹风险,两岸均需要筑堤挡洪。排涝影响表现为通过新江海河与通启河排涝的地区涝水将无法自排入河道,沿线地区均须设站抽排入河。防洪和排涝影响范围面积分别为468.97和460.16 km²。新江海河与通启河两侧需要筑堤32.0和67.6 km,新建闸站47座,排水流量213 m³/s。且通启河西段河道筑堤防洪措施受河道两侧现状房屋限制条件大,河道共计9.1 km河段河口处分布有大量房屋,在不考虑土地征占与房屋拆迁的前提下,方案1较方案2工程投资增加10.6亿~14.9亿元。

方案2仅抬高新江海河水位,维持通启河水

位,交汇处通启运河上设对口套闸(兼顾排水功能)和地涵,九吕区洪涝水通过新江海河南排。防洪和排涝影响范围与方案1相同。但是在影响程度上较方案1小,防洪影响仅考虑新江海河,排涝影响仅考虑直接排入新江海河的地区。新江海河两侧需要筑堤32 km,新建闸站22座,排水流量114 m³/s。

综上,方案1比方案2的防洪、排涝影响程度更大,处理措施更为复杂,工程费用更高。因此,若双桥梯级取消,新江海河与通启河连通采用方案2。

3 影响分析及处理措施

3.1 航运影响及措施

取消双桥枢纽梯级后,双桥枢纽南侧最高通航水位抬高约42 cm,最低通航水位抬高约22 cm^[3],航道土方量减少15.8万m³,护岸和新江海河枢纽工程基本维持不变,需新增南海路桥、南兴大桥、沿江公路桥以及通启运河河口等4座桥梁改建工程。此外,通启运河规划等级为V级,为保证通启运河航运功能,需在交叉处设对口船闸,船闸规模均为150 m×18 m×3.5 m。

3.2 防洪影响及措施

目前,九吕区、通启西区排涝控制水位分别为3.2~3.3 m、2.8 m。双桥枢纽取消后,通启西区河道两岸高程低于3.3 m的地区必须构建防洪屏障确保防洪安全。新江海河两侧需筑堤32 km,按填土垫滩+挡墙结合设计,采用航道开挖土方沿河道两岸堆弃,顶高程不低于4.15 m,顶宽不小于4 m。

对于沿线支河口,由于新江海河河道水位抬高,海门河、天星横河、中心河等河口根据地方需求及河道现状条件需分别建闸控制。新江海河双桥梯级取消补偿工程见图5。

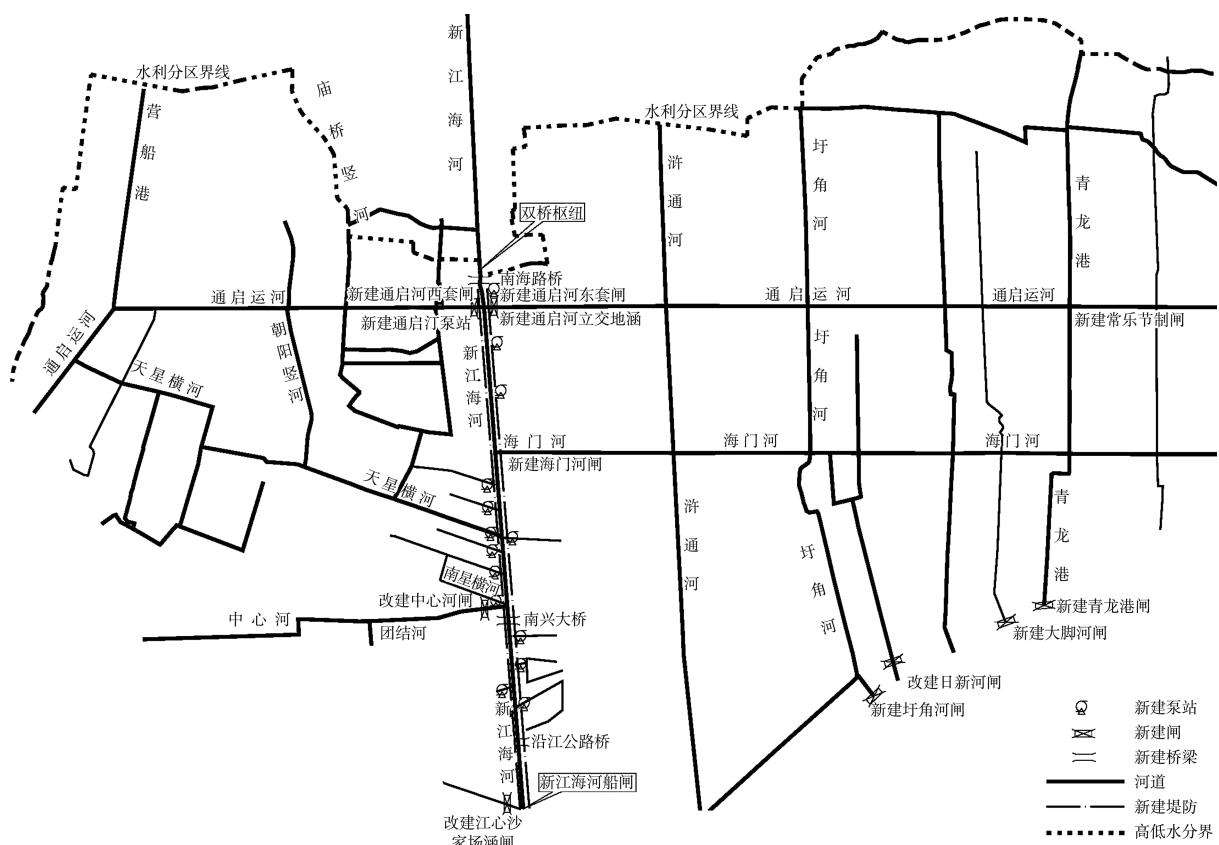


图5 新江海河双桥梯级取消补偿工程

3.3 排涝影响及措施

双桥梯级取消后, 新江海河全线水位抬高, 现状直接或间接通过新江海河排水入江的区域均受到影响。通过新江海河排水的区域见图6。1#、2#区域的涝水均进入通启河, 按照一半通过营船港闸排出、一半进入新江海河考虑。3#、4#区域的涝水均通过通启河进入新江海河。增设抽排泵站位于通启河上(新江海河西侧), 4个区域的总排涝流量 $64.5 \text{ m}^3/\text{s}$, 泵站设计流量取 $65 \text{ m}^3/\text{s}$ 。5#区域相对独立, 在区域内保通中心横河、天星横河、朱江河、周南界河、南兴横河、积明横河等6条横河口设置1座泵站, 排涝总流量 $18.99 \text{ m}^3/\text{s}$, 泵站总规模 $19 \text{ m}^3/\text{s}$ 。6#区域在志南中横河设置泵站, 设计流量 $3 \text{ m}^3/\text{s}$ 。7#区域结合地方需求, 在川北中横河、川南北横河和天星新河增设泵站抽排进新江海河, 泵站总流量规模为 $9 \text{ m}^3/\text{s}$ 。8#区域对现有2座排灌站改扩建, 原自流排水横河口增设2座排水泵站, 泵站设计流量均为 $2 \text{ m}^3/\text{s}$, 整个区域的排水总流量 $8 \text{ m}^3/\text{s}$ 。改扩建江心沙农场现有排水涵闸及中

心河套闸。9#、10#区域结合地方规划, 增设坎角河闸站、大脚河闸站, 改建日新河闸及青龙港闸。位于通启运河上的常乐套闸, 作为通启西区向东的择机排水通道, 结合地方需求, 改建常乐套闸。

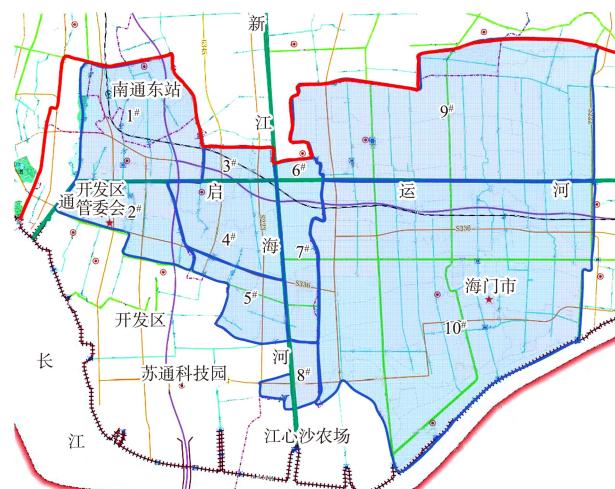


图6 通过新江海河排水的区域

3.4 水系连通影响及措施

双桥梯级取消, 通启运河建套闸后, 通启运河新江海河两侧河段沟通相对于现状趋于不畅,

对通启西区整体而言，不利于水系河网的连通。为保证通启河引水通畅，通启河与新江海河交汇处设置地涵，保证通启河左右两侧连通。同时为了避免增加海门市的排水压力，地涵的进出口必须设置控制建筑物。根据营船港的设计引水流量，地涵的设计流量按 $20 \text{ m}^3/\text{s}$ 确定，设计过水断面 $8 \text{ m} \times 3 \text{ m}$ （宽×高），地涵长约 90 m，两侧新开引河总长约 400 m。

3.5 水质影响及措施

通启西区现状引水线路布局主要是通过营船港引水，新江海河排水，以使通启河沿线达到水体流动、改善水环境的目的。双桥梯级取消后，新江海河全线水位抬高同九吕高水区，自流引江能力降低，通启运河东引通道被截断，水体流动性变差，水质将受到较大影响，增加了南通市通启河上现有 4 处省控水质断面考核的压力。为解决引水去污水路阻断问题，设置通启运河穿新江海河地涵，保证调水线路的连通性，但是水体过流较现状而言仍然在水量上受到一定的影响。

4 经济分析

采用“有-无”对比法和差额投资内部收益率法进行计算^[4]。取“无项目”为保留双桥枢纽梯级；“有项目”为进行水系调整，取消双桥梯级并在通启运河建设 2 座对口船闸。效益主要为水系调整后，新江海河航道节约的过闸费。

4.1 工程规模及投资对比

双桥枢纽梯级取消后，须填筑新江海河堤防 32 km；新建 1 座地涵和 16 座闸站，改建 7 座闸站；新江海河段航道整治里程约 28.6 km，新建 1 座新江海河闸和 2 座通启运河闸，改建 13 座桥梁；保留双桥梯级情况下，新江海河段航道整治里程约 28.6 km，新建 1 座新江海河闸和 1 座双桥枢纽，改建 9 座桥梁。

保留双桥梯级方案总投资为 36.73 亿元^[5]，取消双桥枢纽梯级方案相比保留双桥梯级方案增加投资 14.56 亿元，考虑影子价格，增加投资 13.39 亿元。其中桥梁补偿增加 5.75 亿元，船闸

增加 2.57 亿元，水利补偿增加 6.18 亿元。

4.2 营运费用对比

2 个方案均考虑在 3 a 内建成，根据船闸运营经验，Ⅲ级和Ⅴ级船闸年运营费用分别约 500 万和 300 万元/座（含人员工资、福利、办公、交通、维修保养等）。此外，考虑船闸 10 a 大修一次，Ⅲ 级和Ⅴ 级船闸大修费用分别为 800 万和 500 万元。取消双桥梯级方案较保留双桥梯级方案船闸正常年份运营费用增加支出 100 万元，大修年增加支出 200 万元。此外，水系调整后沿线水闸、泵站年运行管理费约 1 488 万元/a。

4.3 航运效益对比

根据货运量预测，双桥枢纽船闸 2045 年上下行货运量为 3 280 万 t；通启运河两侧货运量合计为 1 440 万 t。“有-无”对比情况下，取消双桥枢纽梯级，新江海河航道可节约 3 280 万 t 货运量的过闸运输成本，相应增加通启运河 1 440 万 t 的过闸运输成本，考虑 60% 的装载率，2045 年可节约过闸运费 2 453 万元。同时，因少过 1 道船闸，预计船舶待闸时间平均减少 4 h，可增加航运效益 1.75 亿元。经计算，项目内部收益率为 7.55%，低于社会折现率 8%。因此，推荐保留双桥梯级。

5 结语

1) 梯级布置方案应根据河道的水文、泥沙、地形地貌和地质等自然条件，结合河道防洪排涝、征地拆迁影响、水资源综合利用等要求，合理设置梯级数量，保证上下游梯级水位衔接、通航安全高效。

2) 取消双桥梯级方案对现有区域防洪、排涝、水系连通、水质等影响较大，水系恢复工程投资及相应的营运费用高，项目内部收益率低；保留双桥梯级方案通航效率虽有一定降低，但仍维持现有水系布局，经济上合理。

3) 现有双桥套闸调度运行资料表明，闸址处上下游水位差小、平水期长，保留后的双桥梯级具备开通闸条件，可与新江海河船闸联合调度，共用待闸锚地，以提高通航效率。

（下转第 153 页）