



# 泰州港泰兴港区七圩作业区内港池 扩建方案研究\*

贾鹏鹏<sup>1</sup>, 李蕊<sup>1</sup>, 孙朝阳<sup>2</sup>, 王为汉<sup>3</sup>

(1. 交通运输部规划研究院, 北京 100028; 2. 河海大学, 江苏南京 211100;  
3. 大连理工大学, 辽宁大连 116024)

**摘要:** 针对泰州港泰兴港区七圩作业区散货码头能力紧张、江海船舶位不匹配等问题, 提出七圩作业区内港池扩建方案, 采用船舶AIS数据分析、二维潮流泥沙数值模型等方法, 从通航安全和潮流泥沙的角度验证规划方案的可行性。结果表明, 内港池扩建后, 港池内船舶与附近水域通航环境相互影响, 且港池口门及内部产生少量回淤, 在采取一定的通航风险缓解措施且加强泥沙监测、及时疏浚后, 规划方案是可行的。该方案可在不新增港口岸线的基础上, 有效提升码头靠泊等级和作业效率, 其规划思路可为其他存在运能缺口或岸线资源紧张问题的港口规划提供借鉴。

**关键词:** 泰州港; 内港池; 规划; 数值模拟

中图分类号: U651

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2024)10-0051-05

## Expansion plan of port pond in Qiwei operation area of Taixing port area, Taizhou Port

JIA Pengpeng<sup>1</sup>, LI Rui<sup>1</sup>, SUN Chaoyang<sup>2</sup>, WANG Weihang<sup>3</sup>

(1. Transport Planning and Research Institute, Ministry of Transport, Beijing 100028, China;

2. Hohai University, Nanjing 211100, China; 3. Dalian University of Technology, Dalian 116024, China)

**Abstract:** This paper proposes an expansion plan for the port pool in the Qiwei operation area of Taixing port area, Taizhou Port, addressing issues such as limited capacity of the bulk cargo terminal and mismatch of berths between rivers and seas. The feasibility of the plan is verified from the perspectives of navigation safety and tidal sediment by using ship AIS data analysis and two-dimensional tidal sediment numerical models. The results show that after the expansion of the inner harbor basin, there is a certain mutual influence between the ships in the harbor and the navigation environment in the nearby water area. At the same time, a small amount of silt is inevitably generated at the entrance and inside of the harbor. However, after taking certain navigation risk mitigation measures, strengthening sediment monitoring and timely dredging, the proposed plan is feasible. This plan can effectively improve the berthing level and operational efficiency of ports without adding new shorelines or land resources, and its planning approach can provide reference for the renovation of other ports with transportation capacity gaps and limited shoreline resources.

**Keywords:** Taizhou Port; inner harbor pool; planning; numerical simulation

近年来, 泰州港泰兴港区七圩作业区到港船舶总量快速增长, 港口吞吐量大幅提升, 预计2035年散货泊位的能力缺口将近2000万t。当前

七圩作业区装卸作业船舶多为1000~5000吨级, 由于内港池靠泊等级的限制, 船舶主要利用长江沿岸万吨级及以上的海船泊位进行装卸作业, 严

收稿日期: 2023-12-24

\*基金项目: 交通运输部战略规划政策研究项目(2019-19-4)

作者简介: 贾鹏鹏(1987—), 男, 博士, 高级工程师, 从事水运规划与战略政策研究。

重影响沿江海船泊位的作业效率和经营效益，制约了七圩作业区的可持续发展。为缓解七圩作业区散货泊位通过能力不足、江海船泊位不匹配等问题，开展对七圩作业区内港池扩建方案研究是十分迫切和必要的。

挖入式港池具有充分利用港口岸线资源、不影响主航道、泊稳条件较好，且不妨碍航道泄洪等优点，拥有广泛的应用前景<sup>[1-2]</sup>。业内学者积极采用建设或扩建挖入式港池的方法，解决港区岸线资源不足、吞吐量紧缺等问题。曹宏生等<sup>[3]</sup>以镇江粮食出运码头为例，通过部分拆除引桥打通内港池船舶进出通道，建设内港池出运泊位和待泊泊位，提高水路出运能力；柴国威等<sup>[4]</sup>针对西江某港口提出3种挖入式港池设想，并综合对水流的影响和回淤情况，选出最优方案，解决港口岸线资源不足的问题；王愈<sup>[5]</sup>通过开挖港池并采用丁靠方式布置港池内端部泊位，解决张家港港区支持系统岸线不足的问题，提高港区水上综合执法能力。对于通航安全与潮流泥沙分析的研究也在持续深入进行。刘云等<sup>[6]</sup>采用二维水流数值模拟方法，分析港池及口门区通航水流条件；崔志华<sup>[7]</sup>通过分析港池事故历史数据，构建挖入式港池水域风险评价指标体系和风险评估模型，对挖入式港池水域进行模糊风险评价；谈宝林等<sup>[8]</sup>、王伟等<sup>[9]</sup>采用二维潮流泥沙数学模型，分别针对中船长兴造船基地二期工程和周口港，模拟分析挖入式港池方案对周围水域的水动力影响以及港池泥沙淤积强度。

本文针对七圩作业区当前问题提出规划方案，采用船舶AIS数据分析和二维潮流泥沙数学模型等方法，从通航安全和潮流泥沙角度论证规划方案的可行性。

## 1 港区现状

泰州港泰兴港区七圩作业区位于六圩港北850 m至靖泰界河之间，主要为虹桥工业园区服务，以散、杂货运输为主，兼顾旅客运输服务。截止2021年底，七圩作业区共有生产性泊位12个，散

货及件杂货泊位的设计通过能力分别为2 220万、479万t<sup>[10]</sup>。根据预测2035年七圩作业区散货及件杂货吞吐量将分别为4 200万、500万t，与泊位能力相比，件杂货泊位基本可以满足运输需求，而散货泊位的能力缺口接近2 000万t。根据现有规划，泰兴港区七圩作业区存在散货泊位能力严重不足的现象<sup>[11]</sup>。同时因内港池靠泊吨级限制，部分内河船舶主要利用长江沿岸万吨级及以上的海船泊位进行装卸作业，严重影响沿江海船泊位的作业效率和经营效益，制约了七圩作业区长远可持续发展。

## 2 规划方案

为适应七圩作业区到港江船快速增长和大型化发展趋势、缓解七圩作业区码头能力不足问题、优化码头靠泊等级结构、提升港口岸线利用效率、促进港口绿色低碳发展，结合港区整体规划、自然条件及相关工程的建设情况，调整七圩内港池规划布局方案，见图1。

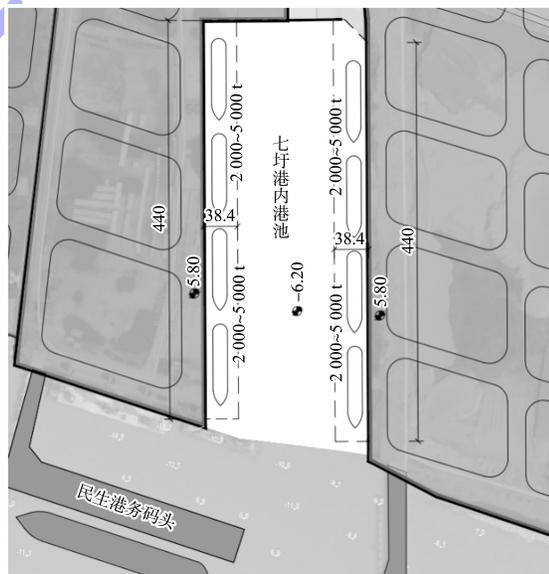


图1 泰州港泰兴港区七圩内港池总体规划（单位：m）

七圩内港池南、北两侧各规划布置4个2 000~5 000吨级泊位，其中南侧泊位长465.7 m，北侧泊位长440 m，港池宽185 m，形成设计通过能力为1 560万t，其中件杂货50万t。

综合考虑拟建码头区的自然地形条件和港池

水域尺度要求, 工程由现状河岸南侧向内挖入 60~70 m, 采用直立式码头结构。1#~4#泊位与岸线方向基本平行, 总长 440 m, 考虑到与北岸港池端部齐平, 南岸总长取为 465.7 m, 码头方位角为  $33.346^{\circ}$ ~ $213.346^{\circ}$ 。5#~8#泊位在现有民生港务码头基础上进行改建, 拟将现有码头前沿线后退 63~86 m, 改建后码头前沿线平行于 1#~4#泊位。

### 3 通航安全影响分析

#### 3.1 与自然环境的相互影响

气象上, 工程所在地区年均风速 3.1 m/s, 年均 6 级以上大风天数 15 d, 工程受风影响较小。本地雾日较多, 一般发生在冬春季的清晨及夜间, 年均雾日 29.6 d, 能见度 <1 000 m 雾日年均 6.5 d, 工程受能见度影响相对较多。

水文上, 工程所在河段不受外海波浪影响, 水域河道平顺, 河段河床稳定, 泥沙来源较少, 水流速度小, 泥沙淤积量小。水域涨落潮流流向垂直于港口码头口门方向, 船舶进出口门时会受到横浪影响。

工程设计代表船舶应选择在涨落潮流流速较小时段进出航行, 进出港池时提前预配风流压角, 控制好航速和入泊角度, 把定好船位, 保证船舶安全进出港池口门, 防止发生安全事故。

#### 3.2 对交通流、交通组织的影响分析

工程所处水域位于长江下游泰兴水道出口段左岸, 采用船舶自动识别系统 (automatic identification system, AIS) 数据分析技术绘制工程水域船舶 AIS 轨迹, 以深入分析内港池扩建对水域交通流、交通组织以及港口设施、功能的影响, 见图 2。

民生港务码头和七圩公用码头分别位于本工程码头上下游两端, 船舶共用七圩专用航道, 进出港需经过两码头前沿水域。本工程码头下游 1.6 km 处为七圩-圩塘汽渡, 上行进港和出港下行船舶会穿越汽渡水域, 下行进港和出港上行船舶会横穿航道掉头, 与七圩-圩塘汽渡主交通流轨迹形成交叉会遇态势, 对往返汽渡水域航行船舶产生影响。



图 2 工程水域船舶 AIS 轨迹

本项目船舶进出港航行期间应密切关注上下游码头的航行动态, 合理规划进出码头航路, 控制航速, 尤其是穿越七圩-圩塘汽渡水域时, 应加强与往返汽渡水域船舶的沟通联系, 密切关注横穿船舶航行动态, 提前采取减速、停车等有效措施协助避让。

#### 3.3 与港口设施、功能的相互影响

本工程船舶会在一定程度上增加泰兴水道的船舶交通流, 且船舶航行期间可能会横越泰兴水道。本工程码头与上下游码头共用七圩专用航道, 船舶进出航行作业不可避免与以上水道和码头的船舶产生相互影响。本工程船舶在进出码头航行时应严格遵守航道水域通航规定, 尽可能以与航道相垂直的航向进入航道, 从而减少进入航道的时间; 通过引桥及港池处口门时, 提前了解通航情况, 及时判断能否安全通过。

本工程附近码头引桥分布见图 3, 上下游紧邻码头伸出的引桥, 间距仅 156 m, 水域交通环境较为复杂, 且本工程设计船型吨位较大, 操纵性较差, 对船舶的航行安全造成严重影响。本工程港池口门与引桥口门的分布方向不一致, 船舶在进出港经过引桥时有效通航宽度仅 148 m。经核算, 在通航水域流速小于 1 m/s 时, 船舶单线通航可安全通过引桥处口门; 通航水域流速小于 0.75 m/s 时, 船舶双线通航可以安全通过引桥处口门; 通航水域流速大于 0.75 m/s 时, 口门处应禁止双线通航。



图3 本工程与附近码头引桥相对位置关系

通过制定相应的安全管理办法，并采取相应的风险缓解和安全保障措施后，不利影响将会得到相当程度的缓解或消除。在处理好与附近水域通航环境之间存在的相互影响后，从通航安全角度认为本方案可行。

#### 4 潮流泥沙分析

在资料分析的基础上，采用平面二维潮流泥沙数学模型研究工程实施后的水流及泥沙冲淤变化情况，计算范围包括长江整个扬中河段，上边界为大港水道五峰山附近，下边界为江阴水文站，全长约 90 km。

七圩闸为平板闸门，在无动力条件下进行取排水，通常在长江落潮时排水、涨潮时抽水，七圩港闸设计流量  $22 \text{ m}^3/\text{s}$ 。本河段为感潮河段，每日潮位两涨两落，计算时选取 1 个落潮过程进行七圩闸排水 ( $22 \text{ m}^3/\text{s}$ )，1 个涨潮过程进行七圩闸取水 ( $22 \text{ m}^3/\text{s}$ )。为研究工程对附近潮位流速的影响，在工程附近布置 26 个测点，见图 4。

在分析计算工程对附近流速影响时，考虑防洪设计流量、中水大潮、枯水大潮 3 种水流条件；计算泥沙回淤状况时，考虑平常水沙年、大水大沙年、常水大沙年 3 种泥沙条件。

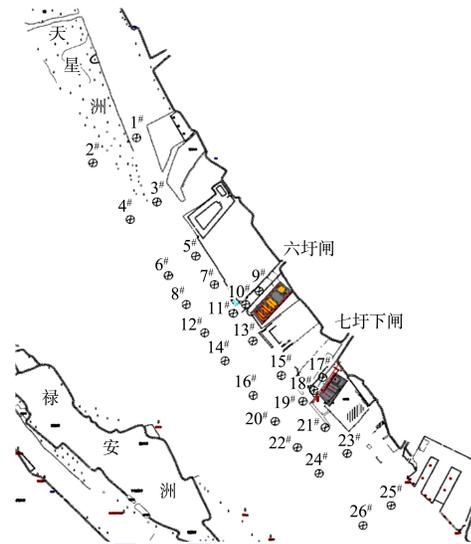


图4 测点布置

#### 4.1 对流场的影响

1) 防洪设计流量条件下，工程建成后，各测点水位基本没有变化。七圩港港池内测点流速增大  $0.02 \text{ m/s}$ ，出口附近及上下游测点流速变化较小。主槽流速基本顺直分布，港池出口附近的码头前沿流速约  $1.5 \text{ m/s}$ 。港池内回流范围增大，回流流速在  $0.2 \text{ m/s}$  以内。

2) 中水大潮水流条件下，工程建成后，各测点潮位基本没有变化。七圩港港池内流速增加约  $0.04 \text{ m/s}$ ，工程上下其他测点流速变化较小。主槽流速基本顺直分布，港池出口附近码头前沿流速约  $1.2 \text{ m/s}$ 。港池内回流范围增大，回流流速在  $0.2 \text{ m/s}$  以内。

3) 枯水大潮水流条件下，工程建成后，各测点潮位基本没有变化。七圩港港池内流速增大  $0.05 \text{ m/s}$  以内，工程上下游其他测点流速变化较小。港池出口附近码头前沿流速落急时约  $1.0 \text{ m/s}$ ，涨急时约  $0.5 \text{ m/s}$ 。七圩港池内形成回流范围有所增大，落急时回流流速约  $0.10 \text{ m/s}$ ，涨急时回流流速约  $0.06 \text{ m/s}$ 。

3 种条件下的流速分布模拟结果见图 5。分析可得, 在不同水流条件下, 工程后七圩港内港池

附近的潮位、流速增加极小, 对港池内外泊稳条件影响不大。

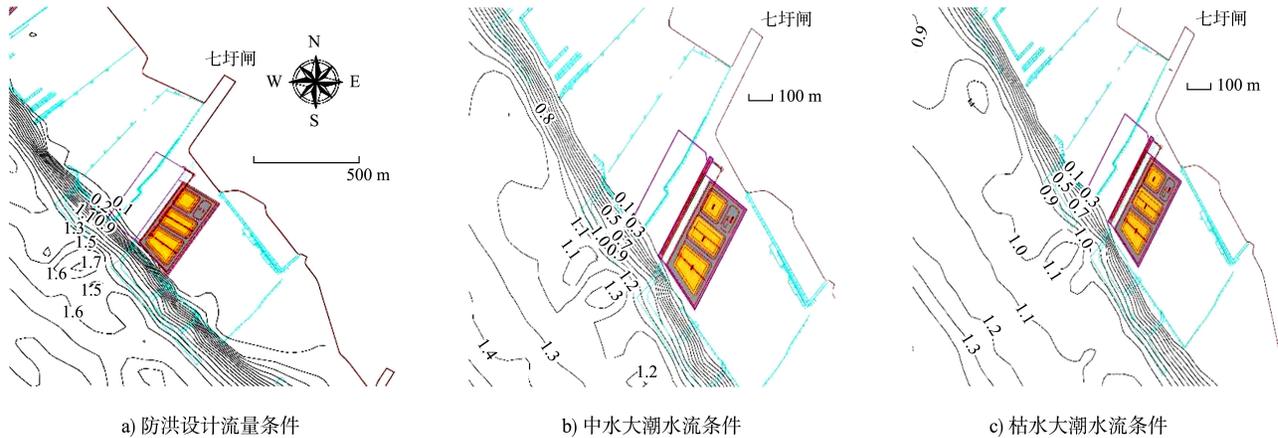


图 5 流速等值线 (单位: m/s)

#### 4.2 对泥沙回淤的影响

1) 平常水沙年(2008 年)条件下, 工程建成后, 港池口门附近泥沙淤积厚度 0.50~1.53 m, 港池内泥沙淤积厚度 0.10~0.50 m, 港池以及口门附近泥沙淤积量约 4.70 万 m<sup>3</sup>。

2) 大水大沙年(1998 年)条件下, 工程建成后, 港池口门附近泥沙淤积厚度 0.50~2.36 m, 港池内泥沙淤积厚度 0.10~0.50 m, 港池以及口门附近淤积量约 5.61 万 m<sup>3</sup>。

3) 常水大沙年(2005 年)条件下, 工程建成

后, 港池口门附近泥沙淤积厚度 0.50~1.71 m, 港池内泥沙淤积厚度 0.10~0.50 m。港池以及口门附近淤积量约 5.02 万 m<sup>3</sup>。

3 种条件下的泥沙淤积模拟情况见图 6。分析可得, 在不同典型年水沙条件下, 港池内泥沙回淤较小, 泥沙淤积最大位置在口门附近。七圩港内港池建成后, 港池口门以及港池内部不可避免产生泥沙回淤, 因此维护性疏浚必不可少。经过综合论证, 采取加强监测、及时疏浚等措施后, 从潮流泥沙角度认为本方案可行。

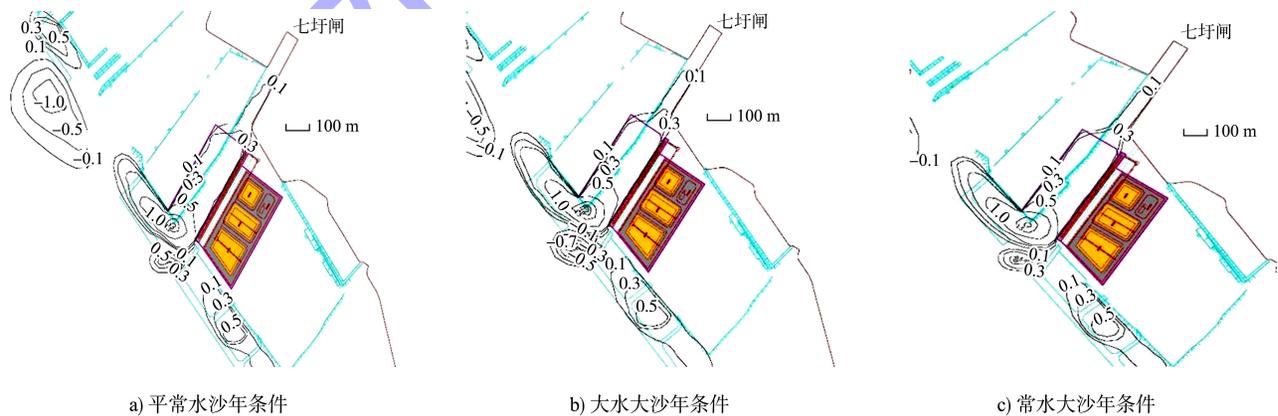


图 6 港池淤积等值线 (单位: m)

#### 5 结论

1) 工程将七圩作业区内港池由现状河岸南侧向内挖入 60~70 m, 采用直立式码头结构形式。在七圩内港池南、北两侧各规划布置 4 个 2 000~5 000 吨级泊位, 其中南侧泊位长 465.7 m, 北侧泊位

长 440 m, 港池宽 185 m, 形成设计通过能力 1 560 万 t, 其中件杂货 50 万 t。码头形式为挖入式港池, 码头运营对水位、水流、河势等通航自然条件影响均较小, 可以在不增加岸线利用的情况提升码头作业效率。 (下转第 89 页)