



# 基于港口发展需求的重点配套锚地建设方案

杨春平<sup>1</sup>, 方念坚<sup>2</sup>, 吴玲斌<sup>3</sup>

(1. 中交第三航务工程勘察设计院有限公司, 上海 200032;  
2. 台州港引航站, 浙江 台州 318000; 3. 台州市港航事业发展中心, 浙江 台州 318000)

**摘要:** 随着我国沿海港口不断发展, 码头泊位数量不断增长, 港口配套设施的锚地资源日益紧缺。基于台州港头门港区雀儿岙作业区港口开发的需求, 通过假定泊位利用率的方式, 估算到港船舶数量的概率分布特征及所需的锚位数量, 对重点配套的小型危险品锚地建设方案进行研究。结合底质、交通流、风浪流影响、水深和掩护条件等方面分析, 提出 2 种小型危险品锚地布置方案, 并从船舶靠离航程、锚泊环境、与规划衔接角度等因素综合考虑, 给出推荐的锚地布置方案, 为雀儿岙作业区港口发展建设提供了有力保障。

**关键词:** 台州港; 港口开发; 锚地建设

中图分类号: U651

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2024)06-0041-04

## Key supporting anchorage construction based on port development demand

YANG Chunping<sup>1</sup>, FANG Nianjian<sup>2</sup>, WU Lingbin<sup>3</sup>

(1. CCCC Third Harbor Consultants Co., Ltd., Shanghai 200032, China;  
2. Taizhou Pilot Station, Taizhou 318000, China; 3. Taizhou Port and Shipping Development Center, Taizhou 318000, China)

**Abstract:** With the continuous development of coastal ports in China, the number of berths is growing, and the anchorage resources of port supporting facilities are increasingly scarce. Based on the port development demand in Que'er ao operation area of Toumen port area in Taizhou Port, the probability distribution of the arriving ships and the required number of anchorage spaces are estimated by assuming the utilization rate of berths, among which the most important is the small dangerous anchorage construction plan. Based on the analysis of seabed, traffic flow, wind, wave effects, water depth, and wave conditions, this article proposes two layout plans of small dangerous goods anchorage. By comparing the berthing and departure distance, the anchorage environment, and the connection with the local planning, a recommended anchorage layout plan is proposed, which provides strong support for the port development and construction of Que'er ao operation area.

**Keywords:** Taizhou Port; port development; anchorage construction

## 1 工程概况

台州港头门港区雀儿岙作业区规划引进千万吨级高端新材料(台州)项目, 该项目规划液体原料及产成品全部按海运考虑, 预计每年通过雀儿岙作业区的货物吞吐量为 2 190 万 t, 其中液化烃 890 万 t(均为进口), 液体化工品 1 300 万 t, 并规

划近期建设 13 个 5 000~10 万吨级泊位<sup>[1]</sup>。

本文通过假定泊位利用率的方式, 估算到港船舶所需的锚位数量。目前虽已有大型危险品锚地配置规划<sup>[2]</sup>, 但 5 000 吨级(GT)及以下小型危险品船舶数量较多, 且可供雀儿岙作业区小型危险品船锚泊的水域有限, 其所需锚地需要重点研

收稿日期: 2023-09-28

作者简介: 杨春平 (1982—), 女, 硕士, 高级工程师, 从事港口、海岸及近海工程专业设计工作。

究考虑。本文从船舶靠离航程、锚泊环境、与规划衔接角度等因素综合考虑, 推荐小型危险品锚地规划方案, 以更好地适应锚地需求及港口发展。

## 2 到港船型及艘次预测

参照 JTS/T 177—2021《海港锚地设计规范》<sup>[3]</sup>及《海港工程设计手册》<sup>[4]</sup>, 待泊锚地锚位数可根据船舶到港规律排队论模型的方法进行推算。本文通过假定泊位利用率的方式, 估算到港船舶所需的锚位数量<sup>[5]</sup>:

$$M_{\omega_2} = \omega_2 - n \quad (1)$$

$$Q_{\omega_2} = \sum_{i=0}^{\omega_2} P_i \quad (2)$$

$$P_i = \frac{\alpha^i}{i!} P_0 \quad (1 \leq i < n) \quad (3)$$

$$P_i = \frac{\alpha^i}{n!} \frac{P_0}{n^{i-n}} \quad (i \geq n) \quad (4)$$

$$P_0 = \left[ \sum_{j=0}^{n-1} \frac{\alpha^j}{j!} + \frac{\alpha^n}{(n-1)! (1 - \alpha/n)} \right]^{-1} \quad (5)$$

$$\alpha = \frac{\lambda}{\mu} \quad (6)$$

式中:  $M_{\omega_2}$  为待泊锚地锚位数;  $\omega_2$  为保证率 90%~99% 时对应的在港船舶数量;  $n$  为泊位数;  $Q_{\omega_2}$  为在港有  $\omega_2$  艘船的保证率, 即港内少于和等于  $\omega_2$  艘船的概率之和;  $P_i$  为在港有  $i$  艘船的状态概率;  $P_0$  为无船在港的概率;  $\alpha$  为平均每天被利用的泊位数;  $\lambda$  为平均每天到港的船舶艘数, 按年运量、船舶的实际载货量、泊位年可营运天数等因素综合考虑;  $\mu$  为每个泊位平均每天服务的船舶艘数, 按泊位年可营运天数、船时效率等因素综合考虑。

按照台州港头门港区雀儿岙作业区货物吞吐量预测和近期泊位规划情况, 预计不同泊位年到港船型及艘次为 5 000 吨级化学品船到港 1 977 艘次, 平均每天约 5~6 艘次; 5 万吨级散货船、1 万吨级化学品船, 年到港分别为 243、171 艘次; 大型危险品船单个泊位较少, 3 个泊位共有 197 艘次。到港船型及艘次预测见表 1。

表 1 到港船型及艘次预测

到港船型	泊位/个	到港船舶/艘次
5 万~10 万吨级(GT) LPG 船	1	69
5 万~10 万吨级(GT) LPG 船	1	69
5 万~10 万吨级(T) 油船	1	59
1 万吨级(T) 油船	2	171
5 000 吨级(T) 化学品船	6	1 977
5 万吨级(T) 散货船	2	243
合计	13	2 588

## 3 配套锚地需求分析

规划锚地的数量与规模必须适应一定时期内航道及港区发展的建设规模; 锚地布置应尽量利用已建、原规划锚地, 并应方便船舶的候潮、待泊与进出港。在不同的泊位利用率情况下, 船舶在港概率也有所不同。港口工程设计中, 不同货类的泊位利用率一般取 0.50~0.75, 当港口装卸效率较高或同类泊位数较多时, 泊位利用率取较高值。结合台州港区和作业区规模, 考虑到非危险品泊位量相对较多, 泊位利用率按 0.70 取值, 危险品泊位利用率按 0.65 取值。5 000 吨级(GT)及以下小型危险品船数量较多, 保证率取 98%; 大型危险品船到港艘次较少, 保证率取 90%。

雀儿岙作业区规划所需锚位数计算结果见表 2。由表可知, 需小型危险品锚位 6 个, 供 5 000 吨级(GT)及以下小型危险品船锚泊; 需 1 万~10 万吨级(GT)危险品锚位 4 个, 供大型危险品船锚泊; 需 5 万~7 万吨级非危险品锚位 3 个, 供非危险品船舶锚泊。

表 2 不同等级泊位数及相应所需锚位数

泊位类型	船舶总吨级/t	泊位数/个	所需锚位数/个
危险品	5 000(GT)	6	6
	1 万~10 万(GT)	5	4
非危险品	5 万~7 万(T)	7	3

目前, 雀儿岙作业区附近布置有头门东待泊锚地、头门东危险品锚地, 设有 2 万~7 万吨级非危险品锚位 3 个、5 万~10 万吨级危险品锚位 3 个, 同时头门东非危险品锚地及大型危险品锚地扩容已有规划, 尚余 5 000 吨级(GT)及以下小型危险品锚地需要重点研究考虑。

#### 4 重点配套锚地建设存在的问题

台州港头门港区目前规划有头门东危险品锚地, 位于现有东航路和头门东待泊锚地东侧, 锚地规划面积为  $10.7 \text{ km}^2$ , 水深 25 m 左右, 可锚泊 10 艘 5 万吨级危险品船舶。对主要自北方进入港区的小型危险品船舶而言, 若利用原规划危险品锚地锚泊, 则需穿越大型公共航路即东航路、西航路进港, 沿程通航环境复杂, 需与大型危险品船舶共用锚地, 且小型危险品锚位需求较大, 头门东危险品锚地对于小型危险品船舶来说风浪影响较大, 不利于小型危险品船舶进出港及锚泊安全。因此, 需重点研究小型危险品船舶配套锚地的选址。

此外, 规范对锚地边线至海上油气平台、风电设施、航道边线、除油气平台和风电设施以外的其他水上、水下设施和障碍物均有保留安全净距的硬性要求。目前台州港头门港区的公共航路、习惯性航路较多, 且雀儿岙岛北侧的浙能台州 1 号海上风电场、规划象山 1# 风电场二期均占用了一定范围的海域。因此, 可供雀儿岙作业区小型危险品船锚泊的水域有限。

### 5 锚地建设方案

#### 5.1 锚地建设条件

小型危险品锚地所在水域附近的底质大部分为黏土质粉砂; 地区常风向为 NNE 向, 平均风速为  $5.2 \sim 6.7 \text{ m/s}$ ; 潮流以往复流为主, 河口及邻近河口区流速  $0.5 \sim 0.9 \text{ m/s}$ , 外海区域流速一般在  $0.5 \text{ m/s}$ ; 受西侧雀儿岙岛、南侧东矾列岛等众多岛屿掩护, 西向至南向的风浪掩护条件较好, 东南至西北向海域宽敞, 台风期受风浪影响较大; 海域多为涌浪以及涌浪和风浪兼有的混合浪, 常浪向为 ENE 向, 强浪向 E 向,  $H_{1/10}$  波高在  $1.1 \sim 3.0 \text{ m}$  之间;  $H_{1/10} \geq 3.1 \text{ m}$  的出现频率为  $5.21\%^{[6]}$ 。小型危险品锚地推荐方案所在区域位于东矾岛北侧, 2013—2022 年海域等深线形态总体保持相对稳定, 位移不大; 海域有冲有淤, 大部分区域冲淤幅度在  $-1.0 \sim 1.0 \text{ m}$ , 年冲淤幅度在

$0.12 \text{ m/a}$  左右。岛屿迎浪侧及矾头附近多为冲刷状态, 有利于锚地水深的维护。累年平均有效波高为  $1.3 \text{ m}$ , 累年平均波浪周期为  $6.2 \text{ s}$ , 因此锚地水深系数取  $1.6^{[7]}$ , 设计船型满载吃水  $7 \text{ m}$ , 锚地规范设计水深  $11.2 \text{ m}$ , 海图水深约  $12 \text{ m}$ , 满足规范要求。综合看来, 该水域适合锚地建设。

#### 5.2 方案比选

根据 JTS/T 177—2021《海港锚地设计规范》的锚地选址原则和要求, 从底质、交通流、风浪流影响、水深和掩护条件等方面进行分析, 结合雀儿岙作业区港口发展需求、头门港水域现有航道航路、水深现状等情况, 并核算与相邻水上、水下设施和障碍物的安全净距后, 布置 2 种锚地优选方案, 见图 1。方案 1 在规划雀儿岙作业区进港航道南侧布置小型危险品锚地, 面积约  $3.7 \text{ km}^2$ , 锚地现状自然水深为  $12.0 \sim 12.8 \text{ m}$ , 底质为粉砂, 可同时锚泊 6 艘 5 000 吨级船舶。方案 2 在规划雀儿岙作业区进港航道北侧布置小型危险品锚地, 面积约为  $6.3 \text{ km}^2$ , 锚地现状自然水深约  $10 \text{ m}$ , 底质为粉砂, 可同时锚泊 6 艘 5 000 吨级船舶。



图 1 两方案锚地布置位置

#### 5.3 推荐方案

从风、浪、流条件看, 小型危险品锚地 2 种布置方案的风、浪、流条件相当。

从船舶靠离航程看, 5 000 吨级及以下吨级小型危险品船舶一般自北片海域进入雀儿岙岛码头水域, 利用锚地方案 1 锚泊时, 所需航程相对方案 2 略长。

从锚泊环境看,方案2所在水域四周环绕有台州湾进港北航路、健跳港港区南线进港航道、台州沿海小型船舶习惯航路及规划雀儿岙作业区进港航道,周边通航环境复杂。方案1位于规划雀儿岙作业区进港航道南侧,锚地南侧为东矶岛,该水域船舶流量相对较小,锚泊环境相对较好。

从与规划衔接看,目前健跳港区南线进港航道受规划象山1<sup>#</sup>风电场二期的影响,且规划正在调整中,若其向西调整,则方案2将受影响无法实施,而方案1所在水域则不受影响。

因此,从船舶靠离航程、锚泊环境、与规划衔接等因素综合考虑,台州港头门港区雀儿岙作业区港口开发需求的配套小型危险品锚地推荐锚地平面布置方案1。

## 6 结论

1) 目前台州港头门港区雀儿岙作业区非危险品锚地、大型危险品锚地的规划都有合适选址,可供小型危险品船舶锚地的选址非常有限,将小型危险品船舶锚地作为雀儿岙作业区重点配套锚地的研究对象。

2) 本文对推荐水域的风浪流、水深、海床稳定性等主要锚地建设条件进行分析,综合看来,该水域适合锚地建设。

3) 结合雀儿岙作业区港口发展需求、头门港水域现有航道航路、水深现状等情况,并核算与相邻水上水下设施和障碍物的安全净距后,本文提出了2种锚地优选方案。

4) 结合底质、交通流、风浪流影响、水深和掩护条件等方面分析,从船舶靠离航程、锚泊环境、与规划衔接角度等因素综合考虑,配套小型危险品锚地推荐锚地平面布置方案1。

## 参考文献:

- [1] 中交第三航务工程勘察设计院有限公司. 台州港头门港区雀儿岙作业区规划修订方案(报批稿)[R]. 上海: 中交第三航务工程勘察设计院有限公司, 2023.
- [2] 台州市人民政府. 台州港总体规划(2017—2030年)[R]. 台州: 台州市人民政府, 2018.
- [3] 中交第四航务工程勘察设计院有限公司. 海港锚地设计规范: JTS/T 177-2021[S]. 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2021.
- [4] 交通部第一航务工程勘察设计院. 海港工程设计手册[M]. 北京: 人民交通出版社, 2001.
- [5] 刘敬贤, 李昌伟, 刘文. 基于排队论的锚地规模论证分析[J]. 航海工程, 2009(4): 158-161.
- [6] 中交第三航务工程勘察设计院有限公司. 雀儿岙岛田岙岛建港条件论证报告[R]. 上海: 中交第三航务工程勘察设计院有限公司, 2022.
- [7] 谷文强, 覃杰, 连石水. 海港锚地最小设计水深计算方法的数学模型[J]. 水运工程, 2020(12): 57-62, 75.

(本文编辑 王传瑜)

· 消息 ·

## 广东肇庆港九市作业区码头主体完工

近日,一航局承建的广东肇庆港德庆港区九市作业区通用码头项目主体施工完成。该项目是肇庆市建设西江“黄金水道”全产业链的重要组成部分,共建设5个3 000吨级通用泊位及配套设施,码头岸线全长476 m,年设计通过能力散货1 875万t、件杂货63万t。该项目建成后,将加快打造西江内河航运枢纽中心,助推粤港澳大湾区互联互通,更好满足船舶停靠和货物装卸的需求,吸引产业加速聚集,服务当地产业和腹地经济的发展。

[https://www.ccccltd.cn/news/jcxw/jx/202406/t20240604\\_214524.html](https://www.ccccltd.cn/news/jcxw/jx/202406/t20240604_214524.html) (2024-06-04)