

考虑时间因素的锚地规划评价指标体系构建

于磊

(大连海事大学交通运输工程学院, 辽宁 大连 116000)

摘要: 随着进港船舶的数量不断增加, 港口锚地如今面临巨大的考验, 越来越多的船舶到港锚泊作业, 使得港口锚地空间紧张。因此提高锚地的利用率, 最大化锚地使用面积以容纳更多的船舶的锚位分配问题变得尤为重要。合理的锚位分配可以提高锚地的有效利用面积, 降低海上交通拥堵。通过构建评价指标体系定量分析锚地使用状况, 同时引入时间因素使锚地规划问题更贴合实际。

关键词: 锚地规划; 锚固圆; 评价指标

中图分类号: U651

文献标识码: A

文章编号: 1006—7973 (2020) 07—0091—03

随着全球经济发展, 如今国内港口的吞吐量不断增加, 海上交通拥堵情况日益严重。锚地作为缓解海上交通拥堵以及提升海运质量的重要区域, 其使用情况对锚泊船舶的锚泊安全、锚地附近航行船舶的安全、港口运营效率、海事的安全监管等有着至关重要的作用。由于目前部分港口仍存在锚地利用率低、锚地安全性差的问题, 造成锚地资源浪费, 而且严重影响了进出锚地的船舶以及锚地附近其他正常航行船舶的航行安全。

在之前的研究中, Fan^[1]等提出了一种可应用于一般锚地的锚地容量模型。Huang^[2]等提出了利用仿真以及MHDF-WALLPACK方法对锚地进行规划。Oz^[3]等在Huang的研究基础上引入多目标优化进一步分析该问题。

本文以港口内的锚地区域作为主要的研究对象, 在查阅国内外学者的研究成果后, 充分考虑了影响锚地空间利用率以及锚地安全性的因素^[4-5], 对锚地评估指标体系进行了构建, 旨在提高锚地的利用率的同时减少锚地安全隐患, 降低锚泊风险, 对锚地区域进行合理规划。

1 锚地规划以及锚点规划

1.1 问题描述

锚地是指在港口区域, 专为船舶提供停泊、避风、海关检查、过境检疫、装卸作业的水域, 也称为锚泊地、泊地。根据锚地形状, 可以将锚地简化成多边形水域空间, 如下图所示为三种简化后的锚地

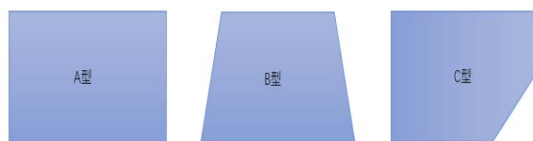


图1 三种简化后的锚地形状示例

在船舶到港后, 根据船舶需求以及锚地使用情况, 由港口为船舶提供锚泊区域, 即按照一定的锚地规划策略, 为到港船舶指定相应的锚泊位置。为减少船舶在锚

地内的航行距离, 降低船舶之间的碰撞风险, 部分港口要求船舶按照与锚地的进入侧相垂直的路线, 参照指定的锚泊位置, 由锚地入口驶入锚地, 离开时按照相同路线驶出锚地。而在船舶进入锚地后, 多采用抛单锚的锚泊方式。由于可能会受到的风、浪、潮汐等影响, 同一艘船舶在相同的锚点抛锚, 其在锚地中的位置也可能不同。同时在上述条件的影响下, 随着时间的推移, 船舶在锚地中可能围绕着锚点缓慢移动。因此在单锚的锚泊方式下, 每艘船舶在锚地中的锚泊区域如图, 可以将其看作是锚点为圆心的锚固圆, 其半径 R 通常采取以下计算方法:

$$r = L + \sqrt{(25\sqrt{D})^2 - D^2}$$

式中: r 为锚泊半径 (m); L 为船长 (m); D 为水深 (m)

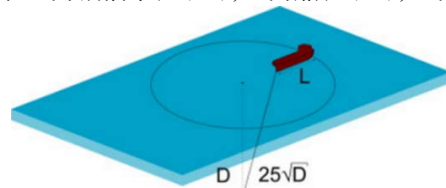


图2 单锚锚泊下的锚固圆

因此锚地的规划可以看作是在固定的港口锚地区域内, 向锚地内配置更多的锚固圆, 即在锚地中停泊更多的船舶的问题。

1.2 到港船舶锚点规划

根据以上介绍, 对于到港船舶锚点的选择过程可以看作是锚固圆的打包过程, 每一个可行的锚点位置均选择受到如下约束:

$$\frac{H}{2} - y_i - r_i \geq 0, \quad i \in \{1, \dots, n\} \quad (1)$$

$$\frac{H}{2} + y_i - r_i \geq 0, \quad i \in \{1, \dots, n\} \quad (2)$$

$$\frac{W}{2} - y_i - r_i \geq 0, \quad i \in \{1, \dots, n\} \quad (3)$$

$$\frac{W}{2} + y_i - r_i \geq 0, \quad i \in \{1, \dots, n\} \quad (4)$$

$$\sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} - r_i - r_j \geq 0, i \neq j, i \in \{1, \dots, n\}, j \in \{1, \dots, n\} \quad (5)$$

式中，H 为锚地区域的高度；W 为锚地区域的宽度；r 为锚固半径；x,y 分别代表锚点的横坐标与纵坐标。因此约束（1）（2）（3）（4）为确保船舶不与锚地边缘发生碰撞，约束（5）为保证两锚泊船不发生碰撞。

2 锚地评价指标体系的构建原则与影响因素

2.1 指标体系的构建

指标体系构建是由若干存在内在联系的统计指标组成的，以研究内容为目的的体系构建过程。在构建指标体系的过程中应遵循以下原则：

- （1）目的性原则，即指标体系的设计建立以评价目标为中心，有确定的评价目的，以达到评价指标的切实性；
- （2）科学性原则，即选择指标构建指标体系时完全依照科学依据，以确保指标的真实性、客观性，保证指标的可信性；
- （3）整体性原则，即指标体系的构建过程中要考虑到研究内容的各个方面，从各个角度体现研究对象的情况与特征；
- （4）客观性原则，保证指标选择的客观性；
- （5）可操作性原则，即在保证评价指标精度的情况下，评价指标应定义明确、概念清楚，便于数据的收集以及评价尺度的确立；
- （6）定性与定量相结合原则，在对研究对象进行定性分析的基础上，对研究内容尽可能地进行量化分析，达到定量和定性相结合。

2.2 锚地使用情况的影响因素

锚地的使用情况及安全隐患等影响因素包括很多，本文在遵循客观性与科学性的基础上列举了以下几个因素：

- （1）自然条件。受到自然环境的影响，船舶停泊在锚地中的位置是一个不断变化的动态过程，同时自然环境也会对进港船舶的行驶操作难度带来一定影响。常见的影响锚地使用的自然条件包括风、潮流、浪等。
- （2）船舶密度。船舶密度为在某一时间，单位水域面积内停泊的船舶数量。船舶密度在一定程度上反映出了港口锚地的拥挤状况与使用情况，也反映出港口内锚地的利用率。
- （3）船舶航行距离。船舶航行距离为船舶到港后在行驶至港口指定的锚泊位置的过程中所需要经过的航行距离。船舶的航行距离越长，可能要经过的已在锚地中停泊的船舶越多，碰撞风险越大。
- （4）锚地有效使用面积。锚地有效使用面积是指锚地停泊船舶的面积。锚地的有效利用面积在锚地满载时可以反映出锚地的利用率。

（5）船舶间距。船舶间距为港口锚地的某一锚泊船与距离其最近的另一艘锚泊船之间的距离。船舶间距影响锚地内的安全系数，船舶间距越大，锚地安全系数越高。

（6）船舶类型。船舶类型主要包括集装箱船、散货船、客船以及危险品船等，船舶类型在一定程度上影响锚泊船对锚地带来的安全隐患。

3 锚地评价指标选择

3.1 时间因素对锚地的影响

在以往的研究中，通常将锚地规划过程假设为一个不断有船舶进入不考虑船舶离开的过程，而在实际中的锚地规划问题中，船舶在锚地内的停泊时间是有限的，在新船到港的同时也不断地有船舶离港，因此本文将时间因素代入锚地规划问题，在对锚地的规划中每一艘船舶的锚点选择都可能会对即将离港的船舶以及后续到港船舶产生影响。

时间因素的引入对于锚地规划的合理性及现实性都具有十分重要的意义。

3.2 锚地规划评价指标

结合指标体系的构建原则、锚地使用情况的影响因素以及锚地规划方法，本文将从安全性和锚地利用率两个方向共三个指标构建锚地规划评价指标体系。

3.2.1 锚地利用率

锚地利用率是指当锚地达到承载上限状态，即无法再容纳任何规模的船舶时，锚地内所有锚泊船的锚固圆面积之和与锚地面积之比。该指标可以有效分析锚地的规划情况，即锚地利用率越高，对锚位的分配越合理，锚地的有效利用程度越高。锚地利用率公式如下：

$$U_A = \frac{\sum_{i=1}^N S_i}{S_A}$$

式中 N 为船舶总数； S_i 为船舶 i 的锚固圆面积； S_A 为锚地总面积。

3.2.2 平均有效面积利用率

该指标是指平均每艘船所占有的有效锚固面积，可以有效衡量锚地规划的过程中对锚地区域的利用程度。与锚地利用率不同的是该指标无须满足锚地达到承载上限，可以在任何情况下对锚地规划策略进行分析。公式如下：

$$\text{Avg. } U_{AE} = \frac{\sum_{j=1}^N (\sum_{i=1}^j S_i / S_{AE})}{N}$$

式中 S_{AE} 为锚地有效面积；j 为锚地中当前船舶数量；N 为船舶总数。

锚地有效面积为包含所有锚固圆的最小区域边界面积。

3.2.3 平均锚泊经过系数

该指标为平均每艘船舶到达自己的指定锚点所需要穿过的锚固圆数量。

长江下游航道码头布局优化研究

凡亚军

(长江南京航道局, 江苏南京 210011)

摘要: 考虑航标失常情况和航道条件对航道基层码头布设的影响, 通过建立布局优化模型, 科学测算基层码头合理的管辖范围, 依此对现有航道基层码头布局提出合理优化方案。

关键词: 航道基层码头; 布局优化; 优化模型

中图分类号: U651+4

文献标识码: A

文章编号: 1006—7973 (2020) 07—0093—02

1 引言

经过多年发展, 长江下游沿江布局建设了一批航道码头, 尚有一批规划建设中。但依据一处一码头的原则, 原先建设的航道码头建设时未综合考虑, 仅考虑靠泊便利和岸线资源, 致使个别航段航道码头布局不合理、部分航道码头管辖区长。

结合现有航道码头现状和业务工作模式, 基层码头在布局方面尚需进一步优化, 根据工作强度可适当优化航道维护点布局, 进一步提高航道维护的效率和品质。

2 研究对象

以现有航道养护码头为基础, 参照《国家水上交通安全监管和救助系统布局规划》中对码头的分类方法, 将航道养护码头分为基层码头和航道基地两大类。

基层码头主要承担航道日常维护、航标的日常维护保养、干线航道日常航道探测等工作。航道处码头依托基层航道处建设, 航道维护点是对维护工作强度为重度

表1 航道养护码头分类一览表

分类		功能定位	建设标准	备注
基层码头	航道处码头	航道日常巡查、日常探测、航标的日常维护保养	趸船、接岸、业务用房	
	航道维护点		趸船、接岸	在重度辖区增设航道维护点分担其维护业务。
航道基地	航标维护基地	①航标器材年度维修保养及航道船舶小型维修; ②航道测绘、基础数据的采集分析; ③中小型疏浚船舶的停靠、补给。	码头、陆域	
	疏浚船舶基地	①大型疏浚船舶的停靠、补给; ②需长期守槽、疏浚的重难点航道区域值守待命, 应急抢通和指挥调度。	码头、陆域	在需长期守槽、疏浚的重难点航道区域补充建设疏浚船舶基地

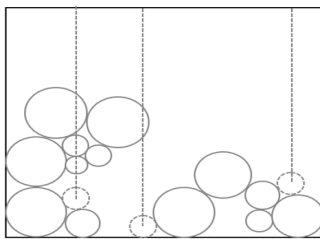


图3 船舶锚泊经过系数

如图3从左至右三艘船的锚泊经过系数分别为3,1,0。

$$I_{AI} = \frac{\sum_{j=1}^N q_j}{N}$$

q_j 为第 j 艘船到达指定锚泊位置所需要经过的船舶数

3.2.4 平均离港船舶经过系数

由于引入时间因素, 船舶会在时间到达后离开锚地, 因此对于每一艘新到港船舶, 其驶入指定锚点后可能对其他船舶的离开操作难度产生影响。因此引入离港船舶经过系数, 即其他船舶在驶出时经过该船的次数。

$$I_{LA} = \frac{\sum_{i=1}^N q_i}{N}$$

q_i 为驶出锚地时经过第 i 艘船的船舶数。

4 结论与展望

本文分别从锚地利用率和安全性两个方面构建了锚地规划评价指标体系, 为锚地规划的合理性以及科学性提供了量化分析思路, 对减少锚地的安全隐患, 提高锚地的有效利用具有十分重要的意义。同时在锚地的规划策略上还有很大的研究空间, 在之后的工作研究中可以在此基础上对锚地规划策略进行补充研究, 该问题将作为笔者今后的重点研究方向。

参考文献:

- [1] Henry S. L. Fan, Jia - Ming Cao. Sea space capacity and operation strategy analysis system[J]. Transportation Planning and Technology, 2000, 24(1).
- [2] Shell Ying Huang, Wen Jing Hsu, Yuxiong He. Assessing capacity and improving utilization of anchorages[J]. Transportation Research Part E, 2010, 47(2).
- [3] Dindar Oz, Vural Aksakalli, Ali Fuat Alkaya, Volkan Aydogdu. An anchorage planning strategy with safety and utilization considerations[J]. Computers and Operations Research, 2015, 62.
- [4] 张兆忠. 青岛港锚地锚泊船安全评价及管理系统研究[D]. 大连海事大学, 2011.
- [5] 张清. 锚地水域通航风险研究[D]. 武汉理工大学, 2012.