



单线航道避让区对散货港区航道通过能力的影响*

宋向群¹, 张颖超¹, 唐国磊¹, 王文渊¹, 高尚²

(1. 大连理工大学 建设工程学部, 辽宁 大连116023;

2. 中交第四航务工程勘察设计院有限公司, 广东 广州 510230)

摘要: 随着港区规模的扩大, 单线航道将极大地制约整个港区的通过能力。研究在散货港区单线航道中设置避让区, 在尽可能降低航道建设投资的条件下提高航道通过能力。采用Arena仿真软件构建设置避让区的散货港区船舶航行作业系统仿真模型; 研究避让区的位置及容量对航道通过能力的影响。研究表明, 设置避让区能够显著提高航道通过能力, 避让区的最优位置是航道中点处。

关键词: 避让区; 散货港区; 航道通过能力

中图分类号: U 651.3; U 653.1

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2012)11-0124-03

Affection of turnout anchorage on throughput capacity of fairway in coastal bulk port

SONG Xiang-qun¹, ZHANG Ying-chao¹, TANG Guo-lei¹, WANG Wen-yuan¹, GAO Shang²

(1. Faculty of Infrastructure Engineering, Dalian University of Technology, Dalian 116023, China;

2. CCCF-FHDI Engineering Co., Ltd., Guangzhou 510230, China)

Abstract: With the increase of port scale, the fairway greatly restricts the port's capacity. Therefore, turnout anchorage is proposed to improve the throughput capacity and decrease the investment. This study establishes an Arena-based coastal bulk port navigation operation system simulation model; then determines the optimal site of turnout anchorage and the affection of the quantity of turnout anchorage on the throughput capacity of fairway. Finally, the results show that the throughput capacity of fairway is improved evidently by setting turnout anchorage, and the optimal site of turnout anchorage is the midpoint of the fairway.

Key words: turnout anchorage; coastal bulk port; throughput capacity of fairway

资源和能源型经济发展模式使我国长期保持着对铁矿石、煤炭等原材料的强劲需求, 散货港区货物装卸量持续增加。随着港区内船舶交通日益繁忙, 由于通航受限而造成的船舶压港现象在散货港区时有发生, 提高航道通过能力成为许多港口亟待解决的问题。提高航道通过能力最有效的方法是将单线航道扩建成双线航道, 甚至是三线航道^[1]。但是, 增加航道线数投资巨大, 并且

有些港区受自然条件约束无法建设多线航道。为此, 在尽可能降低航道建设投资的条件下, 在散货港区单线航道设置避让区, 旨在缓解由于进出港船舶不能同时使用航道而造成的船舶压港, 进而提高航道通过能力。

目前, 对避让区的应用仅有初步尝试, 如连云港港通过严密的交通组织措施, 实现了2艘超大型散货船在单线航道内的会遇, 为进港船舶减少

收稿日期: 2012-08-20

*基金项目: 国家自然科学基金(50879010)

作者简介: 宋向群(1959—), 女, 教授, 研究方向为港口规划与物流。

了近 12 h 的等待时间; 湛江港设置超大型船舶的避让区, 用以解决超大型船舶在航道内的避让问题。但对避让区的位置及容量等问题, 尚缺乏深入的研究。

通过建立仿真模型, 模拟设置避让区的散货港区船舶航行作业过程, 探求避让区位置及容量对散货港区单线航道通过能力的影响规律, 为散货港区的建设与发展提供参考依据。

1 船舶避让系统仿真模型

1.1 设置避让区的进港航道特征

避让区系存在于沿海航道中的一块小型锚地, 将航道分为 2 段 (A 段航道和 B 段航道), 见图 1。单线航道内航行的船舶在该位置实现避让。

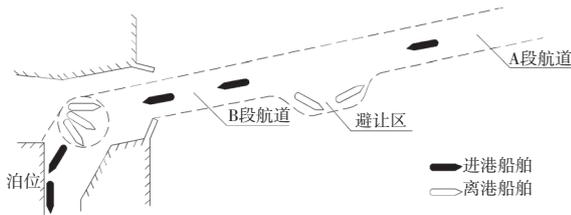


图 1 单线航道避让区示意

本文研究散货港区进口过程, 出口过程不再赘述。散货港区的进港船舶大多为满载, 吃水较大, 一般需要乘潮进港; 而离港船舶多为空载, 不需要乘潮。因此, 当航道中同时存在进出港船舶时, 离港船舶进入避让区等待, 待满载的进港船舶优先通过航道后, 再通过航道。

1.2 避让作业逻辑模型

该模型的特点是在航道中设置避让区, 使单线航道内可以有对向行驶的船舶, 通过避让区做短时间停泊以实现避让。避让区将航道一分为二, 缩短了单线航道的长度, 从而提高航道通过能力。船舶避让流程见图 2。

1.3 系统仿真模型

根据设置避让区的进港航道特征, 构建散货港区船舶航行作业系统仿真模型^[2], 动态模拟船舶航行作业全过程。

模型中, 避让区用资源模块 (Resource) 表示, 资源的数量表示避让区的容量, 占用模块

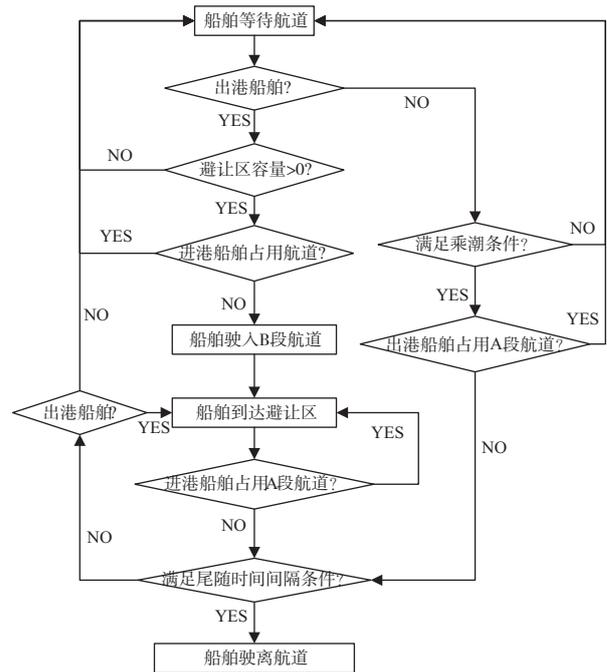


图 2 船舶避让流程

(Seize) 和释放模块 (Release) 共同实现船舶经过避让区的过程: 每进入避让区一艘船, 占用模块 (Seize) 就占用避让区的一个资源, 船舶离开避让区, 释放模块 (Release) 就释放避让区的一个资源, 如此循环。

2 避让区对航道通过能力的影响

沿海港口航道通过能力是指在港口正常生产作业状态下, 达到指定的港口服务水平^[2]时, 年通过航道的船舶载重吨之和^[3]。运行仿真模型, 研究避让区位置及容量对航道通过能力的影响规律。在此基础上, 确定避让区的最优位置。

2.1 仿真参数

船舶到港服从泊松分布, 到港时间间隔服从负指数分布。依据世界现有运营散货船舶统计数据^[4-5] 和 JTJ 211—1999 《海港总平面设计规范》, 确定到港船舶吨级; 泊位吨级组成与世界商船队中相应吨级船舶比例一致; 航道通航历时取 1~6 h; 航道内船舶尾随安全时间间隔取 10 min; 港口不可作业天数为 40 d, 随机分布在 1 a 中; 潮汐为正规半日潮, 潮差 2 m; 采用 AWT/AST 作为港口服务水平评价指标。AWT 是船舶平均等待时间, 包括船舶平均等待航道和平均等待泊位时

间；AST为船舶在泊作业时间。

2.2 避让区位置对航道通过能力的影响

假设避让区容量充足，以通航历时2 h为例，避让区设置在不同位置时，散货港区港口服务水平与航道通过能力之间的关系如图3所示。其他情况的规律与之类似，不再赘述。

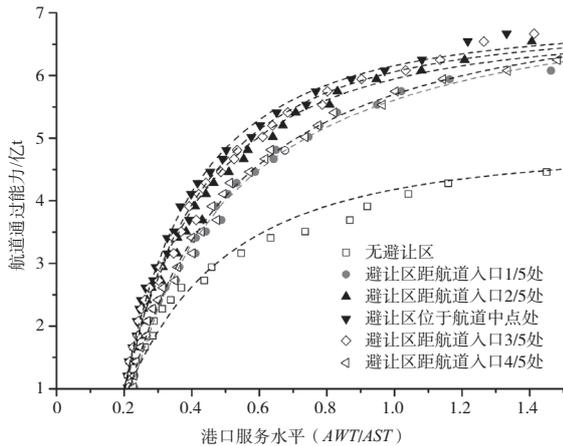


图3 避让区位置对航道通过能力的影响

分析图3可知：

1) 在航道中设置避让区能够显著地提高航道通过能力；

2) AWT/AST一定，避让区越靠近航道中点，航道通过能力越大，避让区位于航道中点时，对航道通过能力的提高效果最显著。

2.3 避让区容量对航道通过能力的影响

以通航历时2 h为例，散货港区避让区容量从2~10艘变化，港口服务水平与航道通过能力之间的关系如图4所示。

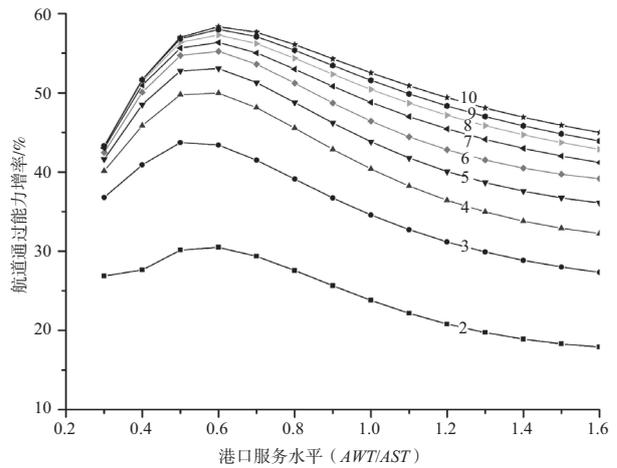
分析图4可知：

1) AWT/AST一定，避让区容量较小时，航道通过能力增长较快；避让区容量较大时，航道通过能力增长较慢。

2) 避让区容量一定，当AWT/AST处于0.6左右时，避让区对航道通过能力的提高程度达到峰值。

2.4 其他因素对单线航道通过能力的影响

1) 通航历时：港区单线航道通过能力随通航历时的增加而减小，通航历时对航道通过能力影响较大，历时太长导致港口不能正常作业，单线



注：曲线上数字代表避让区容量（艘）。

图4 避让区容量对航道通过能力的影响

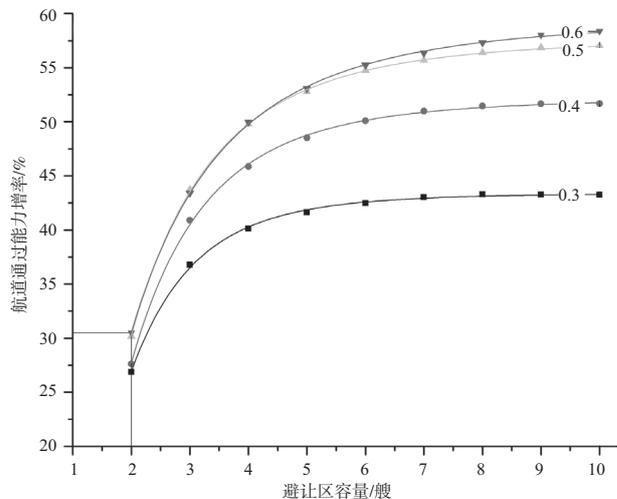
航道通航历时不宜超过3.5 h^[6]。

2) 平均潮差：平均潮差对航道通过能力影响较大，随着平均潮差的增大，同一服务水平航道通过能力成递减趋势、降低幅度较大^[7]。

3) 安全时距：缩短船舶航行的安全时距对提高港口服务水平具有一定效果，但其影响也有一定的适用范围^[8]。

3 算例分析

以国内某沿海散货港区为例，通航历时2 h，仿真计算避让区容量对航道通过能力的影响，结果如图5所示。



注：曲线上数字代表港口服务水平AWT/AST的值。

图5 避让区容量对航道通过能力的影响

(下转第144页)