

# 超大型重载失控船在狭水道的应急拖带

刘秋林

上海港引航站引航科, 上海  
Email: pilotliuql@sina.com

收稿日期: 2021年7月1日; 录用日期: 2021年7月22日; 发布日期: 2021年7月29日

---

## 摘要

随着船舶大型化的发展, 大型船舶进出狭水道航行频次增加, 其在狭水道航行时因主机失控、船舶跳电、舵机失控的概率也随之提高, 对于这些无动力、非常规、易受外界影响的大型失控船舶的应急拖带已成为驾引人员的操纵难题。本文通过在北槽航道应急拖带超大型失控船“现代奥克兰”轮的实例, 总结和探讨在狭水道应急拖带的风险及对策。

## 关键词

超大型船舶, 狭水道, 失控, 应急拖带, 风险, 对策

---

# Emergency Towing of NUC (Not Under Command) Mega Heavy-Loaded Ships in Narrow Channel

Qiulin Liu

Pilotage Section, Shanghai Maritime Pilots' Association, Shanghai  
Email: pilotliuql@sina.com

Received: Jul. 1<sup>st</sup>, 2021; accepted: Jul. 22<sup>nd</sup>, 2021; published: Jul. 29<sup>th</sup>, 2021

---

## Abstract

With the development of mega ships, especially the increased frequency of mega ships navigating in narrow channels, the probability that ships falling into situation of not under command, black-out, and steering gear failure will also increase in narrow channels. The emergency towing of these unconventional, unpowered and easily affected by the outside environment NUC mega ships has become a difficult problem for pilots. This article discusses and summarizes the risks and coun-

## termasures of emergency towing in narrow channel through an example of emergency towing of a mega ship *HYUNDAI OAKLAND* in Deep Water Fairway of Changjiangkou.

### Keywords

Mega Ship, Narrow Channel, Not Under Command (NUC), Emergency Towing, Risk, Countermeasure

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

部分船舶或装备往往需要借助拖船的帮助来实现其自身的移动,这便是港口作业中经常遇到的拖带作业。按照被拖物有无动力,拖带作业可分为两种类型:一种是被拖带物本身无动力,如钻井平台、通用型浮式生产储油船等海洋装备。随着各国对海洋资源开发的进一步深化,近年来这类拖带作业越来越多。这类拖带是可预期的,有足够的时间来做周全的评估和制定详细的拖带作业计划,可以申请专业的拖船,一般会选择白天、风浪较小或者风流影响小的合适天气进行拖带。另一种是被拖带物本身有动力或有部分动力,由于主机、舵机故障,或其他异常情况失去了自航能力,也需要进行应急拖带。在航船舶一旦发生这类情况,对于空间狭窄的港口水域而言,不仅仅会发生该船无法预料的后果,也会影响港口交通的顺畅与安全。因此,港口当局一般会组织相关方尽力克服风流不利影响,尽一切可能及早地将其从航道或航道边缘拖到合适位置锚泊检修,避免造成交通拥堵,这种拖带往往是突发的、不可预期的。有时为了及早地拖离该船,常不能选择最佳有利时机去实施拖带作业,这就要求岸基人员、船舶驾引人员有丰富的拖带知识储备和沉着冷静的应对能力,利用当地可以使用的拖船等资源。笔者以拖带在长江口北槽航道重载大型失控船“现代奥克兰”轮进港为例,论述失去自航能力的重载大型船舶在狭窄航道里拖带的前期论证、拖带方式、操纵要点和注意事项等,为相关人员实施类似的拖带提供参考。

## 2. 拖带任务的简述

### 2.1. 被拖船信息

被拖船“现代奥克兰”轮,船长 293 米、船宽 40 米、最大吃水 10.80 米,于 2019 年 10 月 30 日 0315 时,出口航行到北槽航道 D34 灯浮水域时,主机突发故障失控,并于 0335 时在北槽航道 D32 灯浮附近的进口航道边缘紧急抛锚,造成进港航道临时关闭。由于船方告知短时间不能修复,在相关方的紧急协商下,上海港引航站迅速制定拖带方案并指派两名资深引航员和安排五艘全旋回港作拖船赶赴现场,拟尽快将该轮拖带到吴淞口五号锚地进行锚泊检修,保障在下一船舶进口高峰期到来前,恢复北槽航道的通畅。

### 2.2. 拖带船队航行水域通航环境

北槽航道所属的南水道是长江的主要入海口,是船舶进出上海及所有长江沿岸港口的必经之路,该水域具有通航密度大、水域狭窄、水流急、船舶交通流复杂等特点,整个拖带船队行程包括北槽航道、圆圆沙警戒区和外高桥航道,全程约 18 海里。北槽航道为人工疏浚航道,相对较窄,设标宽度为 500 米,

底宽仅为 350 米, 从 D35 灯浮到 D37 灯浮有 12° 角的转向。圆圆沙警戒区为南北槽航道的交会处, 涨流时船舶密集、船舶种类多样, 会遇局面复杂, 容易形成紧迫局面, 还是事故多发区。外高桥航道水域相对宽阔, 南侧为沿岸码头, 北侧为吴淞口锚地, 但是掉头进锚地不是易事。图 1 是拖带船队航行水域。

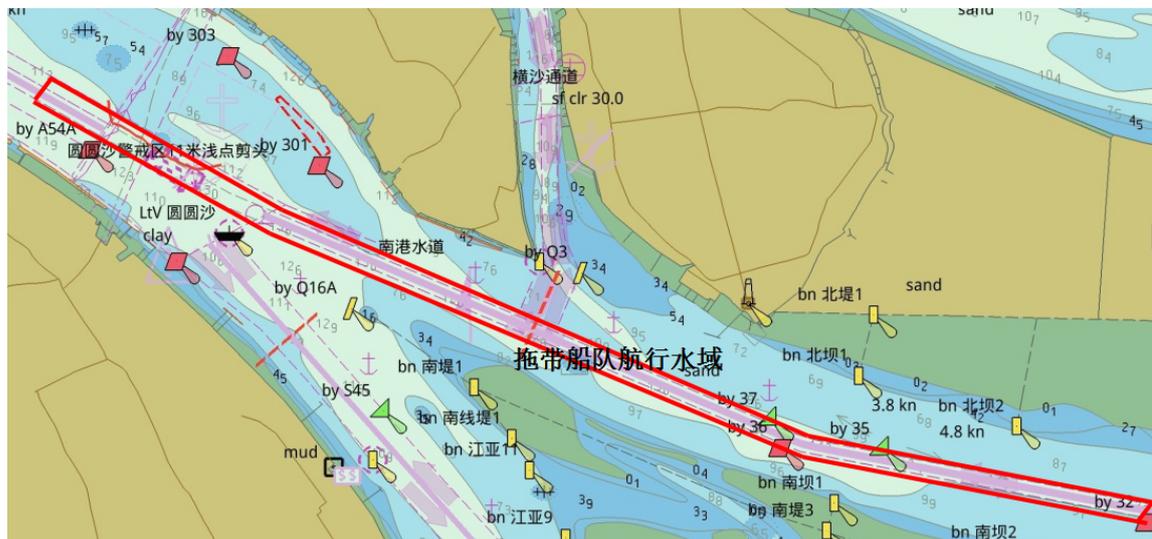


Figure 1. Towing fleet sailing through waters  
图 1. 拖带船队航行经过水域

所经航道的潮汐类型为正规半日潮, 当日中浚(上海港引航站一般以“中浚”潮位为推算验潮站)高潮 1205 时、潮高 4.72 米。预计 0730 时后开始起拖, 前半程顶流航行, 后半程顺流航行; D45 灯浮有明显向北的流压, 其余航段涨落流基本顺着航道, 流压较小。当日能见度良好、微浪、东北风 4 级, 拖航过程中, 整个船队右后侧受风。

### 3. 拖带前的理论论证

上海港引航站接到海事管理部门“尽快将该轮拖带到吴淞口五号锚地锚泊, 恢复北槽航道通畅”的要求后, 立即组织专家团队, 从确保船舶拖带安全的角度考虑, 首先对此项较难的引航任务进行可行性论证, 便于引航员在登轮之前对工作时各阶段的特殊性已有所了解; 在工作中要注意的问题有一定程度的认识, 包括拖带阻力的计算、总拖力计算、航迹带宽度与拖带总长度的估算、拖带前与船方的交流及评估等, 为安全拖带的顺利进行提供技术保障[1]。其次是选择资深引航员负责此项拖带任务。

#### 3.1. 拖带阻力的计算

根据《海上拖航指南》, 本次拖带的总阻力可由下面的经验公式计算[2]:

$$R_r = 1.15 \left[ (R_f + R_b) + m(R_{fi} + R_{bi}) \right]$$

式中  $R_f$  为被拖船的摩擦阻力, KN;  $R_b$  为被拖船的剩余阻力, KN;  $R_{fi}$ 、 $R_{bi}$  为拖船的摩擦阻力和剩余阻力, KN;  $m$  为拖船的艘数。

$R_f$ 、 $R_b$  可以由下列公式估算:

$$R_f = 1.67A_1V^{1.83} \times 10^{-3} \quad (1)$$

$$R_b = 0.147\delta A_2V^{1.74+0.15v} \quad (2)$$

其中,  $A_1$  为被拖船水下湿表面积,  $m^2$ ;  $A_2$  为浸水部分的船中横剖面积,  $m^2$ ;  $V$  为拖带速度,  $m/s$ ;  $\delta$  为方型系数, 本轮  $\delta$  取 0.68。

被拖船水下湿面积  $A_1$  一般可以查阅船舶资料, 也可以用下面的公式估算:  $A_1 = 0.92L(1.7d + \delta B)$ ,  $L$  是船长 293 m、 $B$  是船宽 40 m、 $d$  是最大吃水 10.80 m, 本轮  $A_1$  约为 12,281  $m^2$ 。  $A_2$  为 300  $m^2$ 。以船速  $V$  为 5 节计算, 则  $R_f$  为 390 KN、 $R_b$  为 1650 KN, 5 艘拖船的总阻力约为 210 KN, 则船队总拖带阻力  $R_t$  为 2250 KN。

### 3.2. 总拖力计算

对于全旋回拖船而言, 每 1000 KW 的功率可提供 199.92 KN 的拖力。在计算配备拖船的拖力时, 应留足富余量, 配备的拖力应比计算的拖带阻力多出 20%至 50%, 主要是考虑到拖船作业时的工况、缆绳传递能量的效率, 以及为应对突发事件而储备的功率[3]。

本次安排的 5 艘全旋回港作拖船中“海港 53”号为 3677 KW, “海港 33”、“海港 39”、“海龙 6”、“海龙 7”号均为 2942 KW, 比估算的拖带阻力多出近 40%, 因而完全满足需求。

### 3.3. 航迹带宽度与拖带总长度的估算

由于大型船舶拖带的航迹带宽度较大, 而北槽航道较窄, 因此本次拖带进口时, 北槽航道实行交通管制, 禁止他船通行。在北槽航道, 航迹带宽度  $A$  即为北槽航道槽底宽 350 米减去两倍船宽与航道边坡的富余宽度(取本船宽度), 则可达 270 米。由于没有船舶交会, 船舶间的富余宽度  $B$  为 0, 则由公式  $A = n(L\sin\gamma + B)$ , 导出拖带总长度  $L = A/nsin\gamma$ 。其中,  $n$  为船舶漂移倍数, 取 1.15;  $\gamma$  为风流压漂角, 取  $20^\circ$ 。经计算拖带总长度  $L$  值最大可为 686 米。

### 3.4. 拖带前与船方的交流及拖带方案评估

为了保障此次拖带作业的顺利实施, 引航员先对船舶的操纵性能、拖船的实际功率、缆绳以及锚泊状况做充分了解, 将拖带方案与船方进行了交流和沟通, 共同评估通航环境、存在的风险以及应对措施[4]; 共同评估控制本轮所需要的动力和转向能力(拖船数量); 评估本轮的缆绳受力能力; 评估本轮拖带连接点的布局、结构的适应性、安全工作的负荷; 评估本轮锚机的动力系统; 评估拖船的性能和绑好后的性能。考虑此次属于非常规拖带作业, 存在许多不可控的潜在风险, 特对各种风险做出预判并制定相应的应急措施, 评估的风险主要有以下几个方面:

1) 天气突变的风险。面对突发的强对流以及能见度不良等情况, 指派船首安排瞭望人员, 实时用岸基础设施、雷达等设备监控天气变化的情况, 始终保持对气象信息的掌握。

2) 断缆的风险。在带缆时指挥拖船使用满足要求的缆绳, 并检查缆绳状况; 本轮甲板人员应确保带缆孔和缆桩状况良好, 不会磨损缆绳, 并保持巡查。

3) 拖船发生故障的风险。拖船机舱和驾驶人员须加强值班, 确保主机处于良好的工作状态, 一旦发生异常情况, 应及时向引航员汇报, 以便采取补救措施。

4) 潮汐及流压的骤变对本船队船位控制造成的风险。必须熟悉每个航段的水文特征, 对潮汐的变化有精准的预期和敏锐的洞察。

5) 他船干扰带来的风险。面对航行过程中经常有小船、渔船穿越本船船首, 有时甚至造成紧迫局面, 尤其是航经有多股交通流汇聚的圆圆沙警戒区水域时, 情况更为复杂, 紧迫局面更易发生。因此, 拖带船队应时刻保持与巡逻艇和护航拖船的联系, 并请其协助驱离。同时, 还需充分利用“现代奥克兰”轮上的甚高频无线电话、汽笛等设备帮助警示他船, 以及做好拖船帮助减速的准备, 必要时甚至将本轮拖停。

#### 4. 拖船的分工及使用

明确相关人员的派遣、分工、值守，确定甚高频无线电话通信频道，保持通信设备的畅通；让甲板船员从船尾到船首依次系带拖船，“海龙6”号带本轮右船尾、“海龙7”号带本轮左船尾，分别带妥头缆、掬缆和尾缆，利用它们提供前进和停船动力。此外，左右不同的动力方向可形成转船力矩，也可以稳定船首；“海港33”号带船首右侧、“海港39”号带船首左侧，分别带头缆和掬缆，主要起应急纠偏和转向作用，同时提供前进的拖力。须要注意的是掬缆的方向尽可能平行于被拖船首尾线，左右两侧的拖船位置应对称，这样可以避免拖船提供的拖力不对称以及降低拖船在航行时产生的偏向阻力，影响船队航行时的航向稳定性。“海港53”号原计划安排带在被拖船船尾正中，带八字缆，既可顶又可拖，如下图2所示。

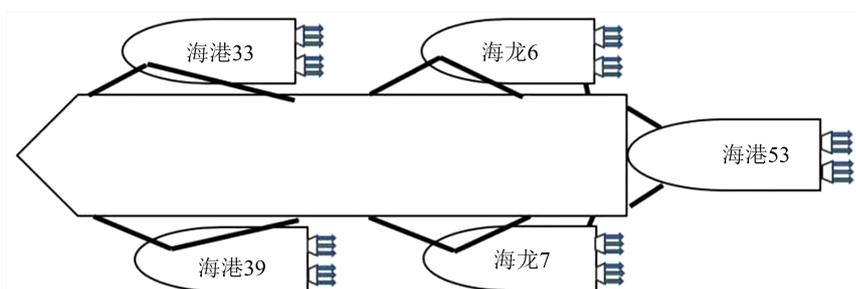


Figure 2. Sketch map of towing *HYUNDAI OAKLAND* operation with tugs configuration  
图2. “现代奥克兰”轮拖带作业的拖船配置示意图

但是，在实际带缆时发现，被拖船船尾最低可顶部位仅与“海港53”号的船首平齐，拖船若有颠簸就不能顶推。于是和船方及“海港53”号商议，改带船首正前方，考虑到拖力足够，安全可控，为了节省时间，尽早实施拖带，令其直接带一根单缆，不带龙须缆，放缆长度根据前面的拖带长度估算，缆绳最大长度可以放到360米。综合考虑让“海港53”号只放至300米，如图3所示。

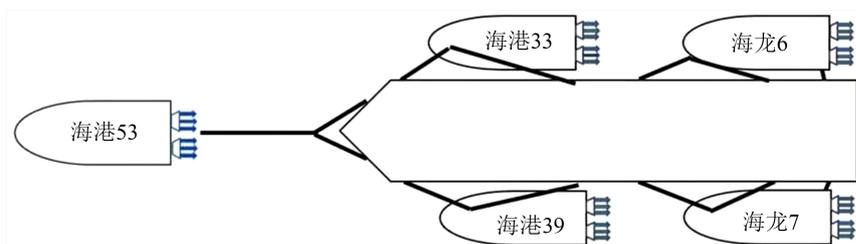


Figure 3. Sketch map of tug *HAI GANG 53* towing bow  
图3. “海港53”号带船首的拖船配置示意图

在带“海港53”号之前，先进行起锚作业，此时落流较急，令“海龙6”、“海龙7”号慢车，控制船位。0720时起锚完毕，让船方给“海港53”号带缆。

#### 5. 实施拖带航行

0730时“海港53”号带妥，并完成放缆，令5艘拖船慢慢加车，将本轮移至北槽航道中央略偏右，保持本轮与航道走向一致，开始进港，速度渐渐提升到4.5节。航行过程中，受风流影响，船位有向左侧漂移的趋势，立即向右调整航向，令左后方拖船“海龙7”号右进30（即右舵30度），拉动尾缆产生向右的转船力矩。如下图4所示。

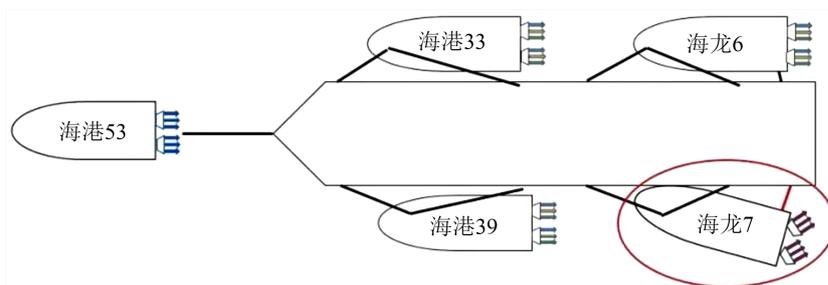


Figure 4. Sketch map of towing fleet alter course  
图 4. 拖带船队转向示意图

0825 时船队抵达 D35 灯浮, 准备过 D36 灯浮的湾头。考虑到水域狭窄、转向幅度又较大, 且本轮拖力足够, 令领拖的“海港 53”号减速, 让拖缆处于松弛状态, 自行过湾。令右侧的“海港 33”、“海龙 6”号慢车, 航速降至 3.5 节。到转向点后, 左侧的“海港 39”号侧顶、“海龙 7”号右进 30, 本轮的船首的侧推器也处于备用状态, 本轮顺着湾头的弧度平顺地转了过来。令右侧的“海港 33”、“海龙 6”号加车, 左侧的“海港 39”、“海龙 7”号船位重新与本轮平行, “海港 39”号减速慢车, 以便抑制船首右转趋势, 最终让本轮重新与航道平行, 保持船位在北槽航道当中略偏右, 此时再令“海港 39”号加车、“海港 53”号慢慢加车直至拖缆受力。

0955 时抵达 D42 灯浮下游, 此时航道已经略有涨流, 航速已增至 6.0 节, 考虑到 D42 灯浮上游涨流明显向右压, 令“海龙 6”号左车 30 度, 其他拖船协同, 将本轮船位慢慢调整到航道当中偏左。1015 时过 D45 灯浮, 考虑到拖力足够, 且南槽航道进口的大量小船已接近圆圆沙灯船, 令“海港 53”号解缆, 在本轮左前方保持合适距离, 协助巡逻艇维护通航秩序, 在本轮通过圆圆沙警戒区时, 确保南槽航道进口的小船不穿越本轮船首, 或者在本轮船首有足够的安全距离之外穿越。

1105 时抵达 51 号灯浮下游的 4 号锚地外缘, 令四艘旁拖拖船减速、停车, “海龙 6”和“海龙 7”号倒车, “海港 53”号到左侧船首待命。1120 时过 51 号灯浮, 此时本轮航速降至 2.0 节, 令“海港 53”和“海港 39”号准备顶、“海港 33”号准备拖, “海龙 6”号倒车, “海龙 7”号横向顶, 完成掉头。在掉头时, 一定要清楚此时涨流较急, 切勿让本轮向上游漂移过快, 并注意纵向速度, 掉至船首向 135° 时, 不可有较大的退速, 以防船尾的两艘拖船无法在短时间内加车抑制后退, 而被涨流将本轮压向上游的其他锚泊船(图 5)。掉头完毕后根据锚地水域情况, 在 5 号锚地的合适位置上, 保持本轮略有退速, 抛下右锚, 锚链一节下水、刹住, 待锚链吃力后, 慢慢松至六节入水。1150 时本轮稳定, 解掉旁拖拖船, 留两艘拖船在附近值守待命和应急使用。

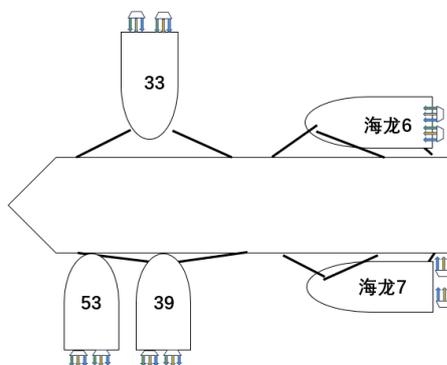


Figure 5. Sketch map of tugboats assisted ship turn around  
图 5. 拖船协助掉头示意图

## 6. 超大型重载失控船拖带总结

对超大型重载失控船实施拖带进港作业,在狭窄的北槽航道内受风流影响较大,存在偏荡带来的碰撞灯浮标和搁浅的风险,需要应对起锚、前进、保向、改向、避让、制动、掉头和锚泊等一系列复杂多变的操纵,必须提前制定必要的拖船配置方案,才能保证超大型重载失控船的拖带进港安全。引航员登船后应该与船方、拖船和 VTS 等相关的单位协调沟通,听取他们对拖带方案的建议和意见,及时修改和完善拖带方案。要明确各方的任务、职责和分工。本次拖带进港作业,主要依靠拖船,因此拖船应与超大型重载失控船紧密配合、协调一致,保持有效的无线电通信联络,同时确定备用联系频道;利用电子海图、雷达等导助航设备,充分估计风流的影响,保持船位在上风上流的位置。拖带航行时要运用良好船艺并及时修正船位,还要防止船队偏航过大而碰撞灯浮或冲出航道搁浅。要取得海事部门的支持,请求对拖带船队航行水域的交通管制、交通组织和海巡船的护航,防止其他船舶、渔船等妨碍拖带船队的操纵。要随时注意拖船缆绳受力和磨损情况,在操纵中留下一定的富余量,确保拖船安全。事实证明,只要做好前期充分的论证和准备工作,充分发挥各方的优势,超大型重载失控船在上海港的北槽航道、圆圆沙警戒区、外高桥航道进港拖带航行和掉头进锚地锚泊是安全可控的。

## 7. 结束语

在引航员、被拖船船员和 VTS 工作人员的努力下,本次应急拖带作业安全通过北槽航道并顺利地避开了圆圆沙警戒区进口高峰船舶流的影响,安全锚泊在 5 号锚地,确保了当天大量重载船舶乘潮通过北槽航道进口不受影响,降低了突发失控大型船舶对整个北槽航道的影响。对于此类突发拖带,虽然存在诸多不确定因素,但是只要驾引人员提前熟悉船舶性能、通航环境,制定合理的拖带方案,并对各种突发情况制定相应的应急措施,同时在具体操纵中,实时掌握拖带船队的运动状态、周边环境的变化以及船队的运动趋势,始终使拖带船队保持在有利的船位上,可消除此类大型船舶失控应急拖带的风险。驾引人员掌握超大型重载失控船舶的应急拖带技术,对于疏通航道、保障船舶和港口安全是必不可少的操纵技术。

## 参考文献

- [1] 陆悦铭, 陆珺, 詹海东. 安全引航的可行性论证和实际操纵[J]. 航海技术, 2006(4): 18-20.
- [2] 中国船级社. 海上拖航指南[M]. 北京: 人民交通出版社, 2011.
- [3] 陈建, 柳文波. 大型钻井平台复杂水域拖航实例[J]. 航海技术, 2021(1): 23-26.
- [4] 陆悦铭, 胡建国. 引航员与船长间信息交流方式研究[J]. 中国航海, 2006(4): 46-50.