

文章编号: 2095-3747 (2020) -03-0018-04

港作拖轮协助大型船靠离泊时的操纵特点及应用探索

徐建豪

(青岛港引航站, 山东 青岛 266000)

摘要: 拖轮协助大船靠离泊对于船舶安全操纵具有重要意义。不同的港作拖轮具有不同的操作特性。拖轮顶推或拖带等不同的作业方式会对船舶产生不同的受力影响。本文对全回转拖轮不同情况下的操纵效果进行了比较分析, 对大型船舶靠离泊作业中拖轮的使用提出建议。

关键词: 港作拖轮; 作业方式; 船舶操纵

中图分类号: U675

文献标识码: A

随着船舶的大型化发展, 船舶靠离泊作业对船舶操纵技术的要求越来越高, 在引航工作中, 拖轮的协助已变得不可或缺。充分了解港作拖轮的操纵效果并能熟练使用, 对确保引航安全具有重要意义。

1 港作拖轮类型

港作拖轮大致可分为 Z 型(又称全回转型)拖轮、FPP 型(又称普通螺旋桨加导流管型)拖轮、CPP 型(又称可变螺距推进器型)拖轮、VSP 型(或称平旋推进器型)拖轮。

全回转拖轮指在原地可以自由 360° 旋转的

拖轮, 一般采用中高速柴油机和双 Z 型导流管式螺旋桨, 因主机输出推力轴、舵机输出轴、螺旋桨轴成 Z 型而称之为 Z 型全回转拖轮^[1]。Z 型拖轮为无舵双螺旋桨, 如图 1 所示。其具有优良的操纵性能, 旋回圈小, 在无风流的情况下可以将旋回半径控制为零; 后退效率高, 同车速时后退拉力达到前进推力的 90% 以上^[2]。拖轮应用方便, 不用带缆即可进行顶推作业, 且顶推位置可随意变换。若操纵得当还可以实现横向移动。

本文以青岛港“亚洲 12”号拖轮为例, 分析并探讨其协助大型船舶靠离泊时的操纵效果。

“亚洲 12 号”为 Z 型全回转拖轮, 主机功率 3824KW, 主要参数见表 1。

表 1 青岛港“亚洲 12”号拖轮主要参数表

总长	37.60m	船员	8 人 / 8 铺
垂线间长	32.9m	航速	14.10Kn
设计吃水(3.78m) 水线长	36.325m	拖力(正拖)	63.5t
型宽	10.60m	拖力(倒拖)	58.0t
型深	4.90m	拖钩中心距 基线	7.075m
设计吃水	3.78m	主甲板室	6.90m
航区	沿海	驾驶室	3.6m
主机	YANMAR 6EY26		
舵桨	AQU US 205 FP MK2		



图 1 Z 型全回转拖轮螺旋桨

收稿日期: 2020—06—26

作者简介: 徐建豪, 男, 一级引航员, 船长, 副教授

2 拖轮在协助大船靠离泊时的作业方式

2.1 协助大船制动降速

大型船舶入港后，一方面要维持舵效而需要具备一定的航速，另一方面因接近泊位而必须逐步减速，故主机需保持一定的转速而常借助拖轮拖拽降速，如图2所示。



图2 拖轮协助大船降速

拖轮制动时的效果与大船船速关系密切。大船航速6kn以上时，由于顾及自身安全，拖轮难以给出倒车^[3]。如果拖轮强行倒车，一是可能导致拖轮难以把定航向；二是可能造成拖轮负荷过大而使运动部件之间的磨损加剧，产生偏磨，甚至产生碎裂，致使主机损伤；三是可能导致拖轮负荷过大甚至造成断缆。故大船6kn以上航速时，驾引人员要求拖轮倒车制动意义不大。此时拖轮制动的拖力仅仅等于拖轮停车后其自身的水阻力。大船航速6kn以下时，拖轮可以进行低速倒车。随着大船航速的降低，拖轮倒车制动的效果逐步提升。大船航速5kn以下时，拖轮可以中速倒车；大船航速3kn以下时，拖轮可以全速倒车。

2.2 拖轮垂直顶推大船

随着大船接近泊位，需要拖轮协助转向。驾引人员通常会要求拖轮收缆，并调整拖轮的航向使之垂直大船的首尾线，以备随时顶推大船。

实际操作中，在航中的拖轮很难垂直于大船首尾线，总是留有一定的夹角，以便跟上大船前进的速度，如图3所示。随着大船速度逐渐降低，拖轮再调正顶推。从表1拖轮参数可知，“亚洲12”号拖轮设计吃水时水线长36米，船宽10米，若为设计吃水3.78米，则横向迎流面积超过130m²（36×3.78，考虑到斜尾影响，面积略减），可知其横向水阻力之大。根据实践经验，拖轮与大船保持垂直的临界船速在5kn左右，3kn以下则能达到较好的顶推效果。超过5kn，拖轮将无法做到与大船保持垂直，即使勉强能够保持垂直，也难以达到顶推的操纵目的。拖轮垂直顶推受力分析，如图4所示。



图3 拖轮力求垂直大船

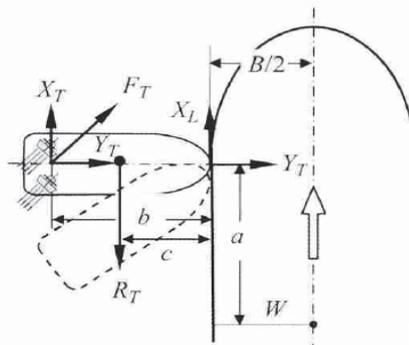


图4 拖轮顶推受力分析

其中 F_T 为拖轮顶推合力， X_T 为推力在大船纵向上的分量； Y_T 为剩余推力（推力 F_T 在大船横向上的分量）； R_T 为拖轮横向上所受阻力； X_L 为拖轮与大船纵向上的摩擦力； b 为拖轮推力中心距拖轮船首的距离； c 为拖轮阻力中心距拖轮船首的距离；拖轮偏转轴在其与大船接触面处；拖轮想要垂直于大船顶推，其推力及力矩必须满足：

$$X_T + X_L = R_T$$
$$X_T * b = R_T * c$$

如果大船船速为零，则 X_T 和 X_L 为零， F_T 为最大，拖轮完全垂直大船。例如大船至泊位外档，余速接近为零，拖轮此时顶推效果最佳。而大船船速越高，螺旋桨滑失越小，拖轮所提供的推力 F_T 随之越小，而其横向阻力 R_T 不断增加，推力 F_T 的分量——顶推力 Y_T 也随之更小，当船速达到一定值时，则 $R_T * c > X_T * b$ ，拖轮必将绕拖轮与大船接触面发生偏转至图中虚线部分。大船船速越高，则偏转越厉害。偏转至一定程度，剩余推力 Y_T 已极其微弱，则失去顶推效果。据长期观察，对于“亚洲12”号拖轮来说，拖轮能保持垂直顶推的极限船速在5kn左右。

3 同一搜拖轮的顶推拖力大于拖带拖力

从表1拖轮参数中可以看出，“亚洲12”号拖轮正拖拖力为63.5吨，倒拖拖力为58吨，即倒拖拖力为正拖拖力的90-95%。拖轮参数中的拖力数据为拖轮拖力实验所提供。拖力实验是在拖轮无航速条件下以额定功率所产生的拖力，

实际工作中拖力要小于此值。

由于Z型拖轮螺旋桨安装在船尾,如果拖缆出自船尾,则肯定会出现螺旋桨产生的转船力矩与拖缆受力时产生的转船力矩的合力矩而导致无法把定拖轮航向的情况。故日常港口作业中,Z型拖轮一般采用缆绳出自船首,正车顶推、倒车拖带方式。拖缆在拖轮的绞车上可自如收放,在顶推时可收短缆绳,而在拖带时又可松出一定长度的缆绳,拖轮可向各个方向施力,较为方便灵活。

实际工作中,顶推力可以达到拖轮正拖拖力的95%。而拖带力来自于拖轮倒车拖带。考虑到缆绳与大船磨损、破断、顿力、安全余量等因素,提供给缆绳的拖力一般在85%以下,且拖缆存在俯角,传递到大船的有效拖力更低。实际工作中“亚洲12”号拖轮顶推力可达60吨,拖带时缆绳可得到拖力最大为50吨,但有效拖带力为45吨以下,可见顶推力明显大于拖带力。驾引人员如能熟练掌握拖轮这一性能,灵活采用适当的作业方式,可以更好地提高船舶操纵效率。例如大型集装箱船离泊作业时,在海况、载况、艏侧推性能等允许的情况下,有些引航员会采用首拖不带缆,等待艏侧推将大船船首推出码头一定距离后,首拖进入内舷侧全速垂直顶推大船艏(如图5所示)。此种操作转船效果甚佳,无疑是良好船艺的体现。



图5 内舷侧顶推大船艏离泊

4 拖轮配置位置和拖力作用点的影响

理论上,欲使被拖带的船舶取得最佳转船效果,拖轮配置应垂直于被拖船首尾线且远离被拖船转心^[4],以增大转船力臂;欲提高被拖带船舶的降速效率,单艘拖轮应尽量配置在船尾中间,多艘拖轮则尽可能对称于被拖带船舶的两侧。但是拖轮的实际配置要考虑全局,例如大型集装箱船靠泊时,多艘拖轮一般都置于同一舷侧,如图6所示。而30万吨级超大型油船则常将拖轮对称于两舷,如图7所示。



图6 集装箱船的拖轮配置图



图7 超大型油船的拖轮配置图

顶推时拖力作用点在拖轮和大船的接触面,拖带时拖力作用点即拖缆上桩位置。但是往往顶推时的拖力作用点不在拖轮带缆的位置附近。例如大型集装箱船,船型特点是干舷较高,船舶毗部倾斜较大,尤其船尾凹陷很深,呈现“V”型(如图8所示)。如在带缆点下方顶推,拖轮上层大桅与大船极易发生触碰。因此,拖轮一旦收缆欲顶推大船,拖力作用点(顶推位置)必然离开拖缆上桩位置区域(图8中的箭头所指位置)。以图8为例,顶推时尾拖拖力作用点与拖带时拖力作用点位置纵距可达60米以上。可见,驾引人员对大船的船型特点不可忽视,需准确把握拖力作用点的位置及其对大船的影响,避免拖轮上层建筑与被顶推船体发生不必要的碰撞。



图8 拖力作用点示意图

5 结束语

引航实践中,拖轮的操作使用是灵活多变的。正确认识Z型拖轮的操纵要领,充分发挥该型拖轮的优势,熟练使用该型拖轮,有助于更加安全和高效地完成引航任务。

参考文献:

- [1] 史海波. 引领作业中拖轮应用具体分析[J]. 中国水运, 2015, (5): 15.
- [2] 郭启民. 港作拖轮安全操作之我见[J]. 中国水运, 2012, (10): 5.

- [3] 耿志兵. 大型船舶靠离泊操纵中拖轮助操的分析[J]. 武汉船舶职业技术学院学报, 2011, (2): 20.
- [4] 吴中强. 港内操纵大型船舶使用拖轮的探讨[J]. 大连海事大学学报, 1995,(3):9-11.

Research on the Maneuvering Characteristics and Use of Port Tug to Assist Berthing/Deberthing Operation of Large Ships

XU Jian—hao

(Qingdao Pilot Station, Qingdao 266000, China)

Abstract: It is of great significance for safe handling of ships by the tug helps to berthing/deberthing operation, but different type of port tug has different operation characteristics. Different operation modes, such as tug thrust or tow belt, have different force effects on the ship. In this paper, the control effect of the full-rotating tug under different conditions is compared and analyzed, and suggestions for the use of the tug in the berthing/deberthing operation of large ships are put forward.

Key words: port tug, operation type, ship maneuvering

(上接第 17 页)

参考文献:

- [1] IMO. International convention for the control and management of ships' ballast water and sediments[S]. London: International Maritime Organization, 2004.
- [2] 国际船舶网. 调查显示 43% 压载水处理系统“有问题” [DB/OL]. http://www.eworldship.com/html/2017/ship_inside_and_outside_0815/131023.html.
- [3] 刘铭辉, 王妮等. 船舶压载水处理方法研究进展[J]. 资源节约与环保, 2019,(2):69-72.
- [4] 王妮, 刘铭辉等. 《国际船舶压载水及沉积物

- 管理与控制公约》解读及履约事项综述[J]. 天津科技, 2019,(11):41-46.
- [5] 郑启波. 压载水管理履约及我国应对措施研究[J]. 天津航海, 2009,(2):29-31.
- [6] 刘明杰, 李西标, 李磊等. 国际航行船舶压舱水卫生检疫监管措施探讨[J]. 口岸卫生控制, 2012,(1):17-21.
- [7] 陈星森. 我国加入压载水公约的机遇和挑战[J]. 世界海运, 2017,(12):14-17.
- [8] 余妍慧. 我国船舶压载水的法律制度研究[D]. 哈尔滨, 哈尔滨工程大学, 2014.
- [9] 码头网: 压载水处理系统加装市场爆发 [DB/OL], https://www.sohu.com/a/359880622_776520."

Research on the Development Status and Strategy of Ship Ballast Water Management

ZHANG Gang¹, LIU Zhu², YANG Yong—jian¹

(1. Marine Engineering, 2. Technology Development Division, Qingdao Ocean Shipping Mariners College, Qingdao 266071, China)

Abstract: Aiming at the problem of poor discharge effect of ship ballast water treatment according to D-2 standard, researching on the development status existing problems of ship ballast water management. Finally, proposing the strategy and recommendations for reasonable implementation of “International convention for the control and management of ships' ballast water and sediments”.

Key words: convention for ballast water, D-2 standard, BWMS, operation skills