

长江口深水航道耙吸装驳工艺通航 交会宽度标准研究

刘栋¹, 陈复奎²

(1. 上海航鸿工程管理有限公司, 上海 200137; 2. 交通运输部长江口航道管理局, 上海 200003)

摘要:近年来, 长江口 12.5 米深水航道受附近吹填工程结束的影响, 航道维护疏浚施工产生的大量疏浚土均需实行长运距全外抛处理, 使得疏浚船施工效率明显降低, 航道维护费用大幅增加。本文创新性地运用耙吸装驳工艺是解决长运距施工难题的重要方向, 但是现行通航规则的盲点对耙吸装驳工艺与通航安全的关系提出了诸多要求, 因此, 本文通过对比分析加现场试验的方法, 切实分析了耙吸装驳工艺对通航安全交会的影响, 提出有针对性地通航交会控制标准, 为保障耙吸装驳新工艺顺利应用推广打好基础。

关键词: 长江口深水航道; 耙吸装驳工艺; 通航安全; 超宽交会; 措施

中图分类号: U61 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2022) 07—0105—03

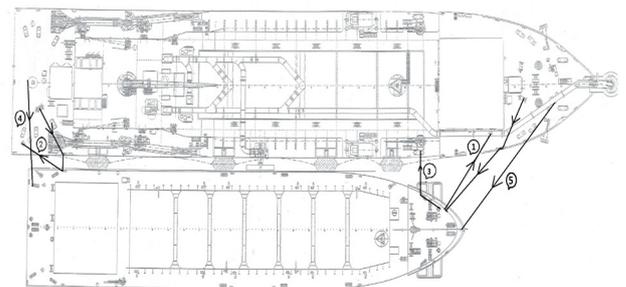
长江口深水航道回淤量大且在回淤时间和空间上分布不均, 主要集中在洪淤季节 (5-11 月份), 近年来, 平均每年的维护疏浚量在 6000 万 m³ 左右。随着附近横沙岛东滩区域吹填工程的完工, 多个吹泥站将陆续停止使用, 大量疏浚土需要外抛, 导致疏浚土处理区域与施工区域距离的增长, 长运距下耙吸船的运转效率较低, 核心装备利用率没有得到充分发挥。为了充分发挥耙吸船的挖掘能力, 在长运距工程中自航耙吸船与自航泥驳联合施工^[1-7], 改变过去耙吸船疏浚挖-运-抛的单船作业模式, 合理地将耙吸船挖泥环节和运输抛泥环节进行分离, 将运输抛泥环节交由自航泥驳完成, 从而提高耙吸船的有效利用率, 尽量减少维护疏浚成本, 有必要在长江口 12.5m 深水航道的维护疏浚中研究并运用耙吸装驳工艺。

由于长江口深水航道以往未采用过耙吸装驳工艺, 参与实船试验的施工船组在一定程度上占用原本已经紧张的通航资源, 现行通航超宽交会规则的适用在此方面也存在盲点, 因此需要通过研究切实了解耙吸装驳工艺与通航安全标准之间的关系, 提出有针对性的通航安全管理措施, 在确保通航及施工安全的基础上, 提高耙吸装驳工艺的作业时间和效率。

1 工艺流程介绍

长江口深水航道耙吸装驳工艺是由大型耙吸船携带自航泥驳进行联合施工的一种新型工艺。该工艺改变了目前耙吸船挖、运一体的施工模式, 通过采用耙吸船挖泥、泥驳运泥的施工工艺, 使航道疏浚施工中的挖泥

与疏浚土运输两道工序分解, 从而达到提高耙吸船挖泥施工效率、降低运输费用、解决长距离疏浚土外抛的目的。耙吸挖泥船与自航泥驳联合施工工艺流程为: 耙吸挖泥船只挖泥装驳, 运、抛全部由自航泥驳完成, 实现耙吸船挖泥环节和运输抛泥环节的合理分离, 从而提高大型耙吸船的有效利用率。主要包括 4 个过程: 艙靠系泊操作、挖泥装驳、满载后离泊航行、泥驳抛泥, 详见图 1。



a 艙靠、系泊示意图



b 挖泥装驳



c 满载后离泊航行



d 泥驳抛泥

图 1 耙吸装驳作业施工过程

2 通航交会安全宽度标准论证

2.1 分析船舶交会相关设计要求和通航宽度构成要素

2.1.1 通航过程中存在的问题

经过走访调研通航管理部门、航运企业的需求,从安全交会角度来看,大型耙吸挖泥船带泥驳联合疏浚工艺在长江口的应用急需解决通航安全性问题主要是: 舫靠作业过程需占用航道内通航水域,与其它船舶的相互影响。按照现行的《长江口 12.5 米深水航道通航安全管理办法》,目前的深水航道交会船舶的宽度之和超过 80m 即为超宽交会。由于船组作业时两条船舶及碰垫的宽度达到 51.8m (27.3+22+2.5),按一般理解,耙吸装驳船组与船宽大于 28.2m 的其他船舶交会即构成超宽交会。在深水航道实际通航的船舶多数船宽大于 28.2m,所以,如果认定船舶宽度之和不得超过 80m 的控制标准适用于耙吸装驳船组,船组只要在槽内作业即违反超宽交会规定。

针对现行通航宽度规则对工艺的限制问题,需要根据作业耙吸船和自航泥驳的尺度特征、操纵性能和作业特点,研究耙吸装驳船组作业位置与占用航道宽度之间的关系。

2.1.2 双向通航宽度的计算与确定

根据交通运输部《海港总平面设计规范》(JTJ211-99)^[8],双向航道宽度按下式计算:

$$W = 2A + b + 2c$$

$$A = n(L \sin \gamma + B)$$

式中,W—航道有效宽度(m);A—航迹带宽度(m);n—船舶漂移倍数; γ —风流压差角($^{\circ}$);b—船舶间富裕宽度(m),取设计船宽B;c—船舶与航道底边间富裕宽度(m),集装箱船取 0.75B,散货船取 B;L—设计船长(m)。

该研究成果根据《海港总平面设计规范》的规定和长江口深水航道三期工程的初步设计,得出在长江口深水航道内船舶双向交会时,两交会船舶宽度之和不得超过 78m 的结论。基于此项研究成果,上海海事局于 2008 年 8 月发布《长江口深水航道船舶超宽交通航安全管理办法(暂行)》^[9]。为便于操作,该办法将船舶超宽交会时两船宽度之和的控制标准放宽到 80m。

2.1.3 耙吸装驳作业船组与大型通航船舶的差异

耙吸装驳作业船组作业期间,耙吸船与泥驳船通过系统系统连接,在带妥全部缆绳后,两船车、舵、侧推等操纵设备及航行会让由耙吸船长负责,泥驳配合。舫

靠装驳工艺试验总结指出,作业期间船组的保速保向性能良好、航向稳定性较好、停车冲程在合理范围,船组协调操纵性能良好。

耙吸装驳船组最大吃水不超过 8.5m,施工期间航速 2-3 节,长江口深水航道维护疏浚的工作特点决定了耙吸装驳船组作业范围不仅仅局限在航槽内,而是包括边坡在内的整个航道宽度断面内的所有位置都是维护疏浚的作业区域,不受边坡效应和浅水效应的影响,不需要保持在航槽内作业,不必与航道边线保持富裕宽度,可以在航槽内和航槽外的边坡水域从事维护性疏浚作业。

因此,就耙吸装驳作业船组的作业特点、作业范围和可航水域而言,不宜完全套用交会船舶宽度之和不得超过 80m 的控制标准。

2.2 实船试验验证

2.2.1 试验设备

在实船实验中,在船舶各典型位置安装了定位定向仪、船舶姿态仪、信标机等设备,通过点位换算,实时记录各特征点的经纬度,在电子海图上绘成曲线,可表示作业期间耙吸船的航行轨迹。

2.2.2 耙吸装驳作业船组与通航宽度有关数据的取值

耙吸装驳作业试验期间通过大、中、小潮三个阶段的试验航行数据采集与分析,形成实船试验数据统计结果,结果表明:耙吸装驳作业船组的航迹顺直稳定,风流压差角 γ 不超过 7° ,船舶漂移倍数 n 不超过 1.69,与相关规范对大型运输船舶的规定基本相当。

2.2.3 耙吸装驳作业船组的航迹带宽度测试

参与耙吸装驳作业的代表船型“长江口 01”船长 132.00m,船宽 27.3m;“航驳 7001”船长 101.70m,船宽 22.00m。加上两船间缓冲靠垫 2.5m,耙吸装驳作业船组的总宽为 51.8m。比较分析耙吸装驳作业船组与集装箱船或散货的船型尺度可知,耙吸装驳作业船组最大的特点是宽度和长度的比值 $B/L=0.39$,远大于集装箱船 $B/L=0.13$ 和散货船 $B/L=0.15$ 。在风流压差角 γ 、船舶漂移倍数 n 相同的条件下,耙吸装驳作业船组的航迹带宽度远小于集装箱船和散货船。

计算分析表明:在风流压差角 $\gamma=7^{\circ}$ 、船舶漂移倍数 $n=1.69$ 条件下,耙吸装驳作业船组航迹带宽度 $A=114.73m$,与 50000 吨级集装箱船(船宽 32.3m)、70000-100000 万吨级散货船(船宽 32.3-43m)、50000-80000 吨级油船(船宽 32.2-42m)和 50000-80000 总吨级客船(船宽 32.3-36m)基本相当。

2.3 提出耙吸装驳工艺施工期间交会宽度的控制标准

通过实测数据,进一步模拟计算耙吸装驳作业船组占用相应航迹带宽度后航道剩余通航宽度允许通过的最大船型,以风流压差角为 7° ,船舶漂移倍数为1.69,航道设计宽度为350m为条件,参照耙吸装驳船组的船型尺度和《海港总体设计规范》(JTS165-2013)^[10]附录A所列的设计船型尺度,可计算出耙吸装驳船组在距离航道底边线不同位置挖泥作业时,航迹带左边界的位置及剩余航道宽度,并以此为依据计算出允许交会的不同类型船舶的最大吨级和最大宽度。结果表明:耙吸装驳作业船组在距离航道边线外侧10m至航道中心线不同位置挖泥作业,航迹带将占用航道宽度10.18~195.18m不等,剩余航道宽度339.82~154.82m,可交会350000~35000吨级散货船,宽度63.5~30.4m;可交会200000~20000吨级集装箱船,宽度59~27.6m;可交会300000~20000吨级油船,宽度60~26m;可交会225282~30000吨级客船,宽度60.5~30.4m;可交会40000吨级杂货船,宽度32.3m。

2.4 提出耙吸装驳工艺通航安全措施

(1) 鉴于耙吸装驳船组船型尺度、航行作业水域的特殊性,应明确《长江口深水航道(12.5m)试通航期间通航安全管理办法》^[11]关于双向交会船舶宽度之和不得超过80m的规定不适用于耙吸装驳作业。应根据耙吸船实际下挖泥作业的位置来确定剩余航道宽度,并以此来控制另一侧单向通航船舶的最大宽度;或者,根据另一侧单向通航船舶的最大宽度,反向计算通航所需的最小剩余航道宽度,以此控制耙吸船挖泥作业点在交会断面的横向位置。长兴高潮前3小时至长兴高潮时停止工作让出北槽航道。

(2) 明确耙吸装驳船组是一个避碰操纵和航行安全责任的统一主体,操纵性能良好,指挥分工明确,应视为1艘船,在同一断面只有1艘过往船舶交会或追越时,不构成“在北槽航道内同一断面三船相会”。同时,进出口船舶要注意耙吸装驳船组的动态,避免在船组施工作业单元水域会遇。

(3) 对耙吸装驳船组的号灯、号型进行专门研究后确定,并提请海事主管部门审定。

(4) 明确在航道底边线25m以外下耙作业属于槽外航行作业,在此情况下槽内同向航行船舶不构成“北槽航道内追越”。当船组在航道底边线25m以内下耙作业时,应向VTS报告作业位置及占用的水域宽度,由VTS根据有关避让规定协调双方行动。

(5) 耙吸装驳船组应采用小角度进出航道和避让浮筒。进出航道和避让浮筒前通过VHF向他船通报船

组的操纵意图。与他船交会应避开浮筒及浮筒附近的上下游水域。

3 结论

(1) 长江口12.5m深水航道的维护疏浚有必要研究并运用耙吸装驳工艺。耙吸装驳作业船组宽度和长度的比值,远大于集装箱船和散货船,在风流压差角 γ 、船舶漂移倍数 n 相同的条件下,其航迹带宽度远小于相同船宽集装箱船和散货船的航迹带宽度。船舶宽度之和不超过80m双向交汇控制标准对于耙吸装驳作业船组与他船的交会,并不适用。

(2) 提出耙吸装驳作业施工期间交会宽度的控制标准,应当建立剩余通航宽度的概念,把基于船组把头至航道底边线的距离位置、船组的风流压差角和横向漂移距离计算的剩余通航宽度是否满足另一侧通航船舶单向通航来作为判断耙吸装驳作业船组与其他通航船舶能否安全交会的标准。

参考文献:

- [1] 韩政,王丽华.大型耙吸船与自航泥驳联合施工的工效分析[J].水运工程,2017(12):232-235.
- [2] 刘昊,蓝洋,齐仲凯,等.1.1万m³耙吸挖泥船艏吹装驳施工技术[J].水运工程,2019(10):204-208.
- [3] 常俊宇,李毓敏,吴善刚,等.基于实船试验的作业耙吸船对长江口深水航道通航影响[J].中国航海,2020,43(03):57-61+88.
- [4] 冯俊.长江口疏浚工程疏浚土抛泥工艺优化[J].水运工程,2010(11):75-79.
- [5] 赵德招,刘杰,程海峰,等.长江口深水航道疏浚土处理现状及未来展望[J].水利水运工程学报,2013(2):26-32.
- [6] 季岚,张建锋,张谷明,等.耙吸船艏带泥驳疏浚工艺在长江口维护施工中的应用研究[J].水运工程,2012(6):183-187.
- [7] 郭素明,韩政.耙吸挖泥船装驳系统及艏带自航泥驳疏浚技术[J].上海航道科技,2017(1):60-65.
- [8] 交通部.海港总平面设计规范(JTJ211-99)[S].北京.人民交通出版社,1999:44-45.
- [9] 上海海事局.长江口深水航道船舶超宽交会通航安全管理办法(暂行)[Z].沪海通航,2008(448号):1-2.
- [10] 交通部.《海港总体设计规范》(JTS165-2013)[S].北京.人民交通出版社,2013:119-137.
- [11] 上海海事局.长江口深水航道(12.5m)试通航期间通航安全管理办法[Z].沪海通航,2010(123号):6-7.