

· 航道及通航建筑物 ·



长江口 12.5 m 深水航道 利用边坡交会对疏浚的影响*

夏 军, 高如江, 应 铭

(中交上海航道勘察设计研究院有限公司, 上海 200120)

摘要: 长江口 12.5 m 深水航道有限的航道宽度与大型超宽船舶安全交会需求之间的矛盾已成为长江口深水航道通航迫切需要解决的主要矛盾之一。2018 年 12 月 1 日起, 长江口深水航道大型邮轮和大型集装箱船舶利用边坡交会由试运行转为常态化运行。在保障深水航道邮轮准点运营的前提下, 研究利用边坡交会对深水维护疏浚的影响有着十分重要的意义。根据利用边坡交会的实测数据, 就其对疏浚的实际影响开展分析, 研究利用边坡交会条件下对航道疏浚的影响, 并提出相应航道疏浚保障措施, 可为今后利用边坡交会水平提高后带来的航道维护疏浚的影响和对策开展提供重要的技术支持。

关键词: 长江口; 深水航道; 边坡交会; 超宽交会; 通航影响

中图分类号: U 616

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2021)09-0081-06

Influence of using slope encountering of the Yangtze Estuary 12.5-meter deep-water channel on dredging

XIA Jun, GAO Ru-jiang, YING Ming

(Shanghai Waterway Engineering Design and Consulting Co., Ltd., Shanghai 200120, China)

Abstract: The contradiction between the limited channel width of the 12.5-meter deep-water channel in the Yangtze Estuary and the demand for safe rendezvous of large-scale super-wide ships has become one of the main contradictions that need to be solved urgently. Since December 1, 2018, using the slope to encounter by large cruise ships and large container ships in the Yangtze Estuary deep-water channel has changed from trial operation to normal operation. On the premise of ensuring the on-time operation of cruise ships in the deep-water channel, it is of great significance to study the impact of using slope encountering on deep-water maintenance and dredging. According to the measured data of using slope encountering, this paper analyzes its actual influence on dredging, studies the influence of using slope encountering on waterway dredging, and puts forward corresponding measures to ensure waterway dredging, which can provide important technical support for the influence of waterway maintenance and dredging brought about by the improvement of using slope encountering level in the future and the development of countermeasures.

Keywords: the Yangtze Estuary; deep-water channel; slope encountering; ultra-wide encountering; navigation influence

收稿日期: 2021-01-08

***基金项目:** 国家重点研发计划资助项目(2017YFC0405400)

作者简介: 夏军(1987—), 男, 高级工程师, 从事港口、航道设计工作。

1 工程概况

长江口 12.5 m 深水航道自 2010 年进入试通航期以来,极大地缓解了长江口航道通过能力不足的矛盾,有力促进了长江三角洲及长江流域港航产业的迅猛发展^[1-2]。近年来,随着大型邮轮进出深水航道艘次迅猛增长,加之船舶大型化趋势日益显著,大型邮轮与大型重载集装箱船(7 万吨级及以上)超宽交会矛盾加剧。为此,开展了超宽

交会的相关研究^[3-4],提出了长江口深水航道超宽交会总体方案,后续发布的相关规定明确了可超宽交会的区域要求,即“避免在 D12、D25、D36 灯浮的弯头水域和牛皮礁上下游 2 n mile(3.704 km)的航段进行超宽交会”。根据 2019 年 9 月 1 日起施行的《长江口深水航道通航安全管理办法》,“超宽交会”调整为“利用边坡交会”;本文统一采用“利用边坡交会”。

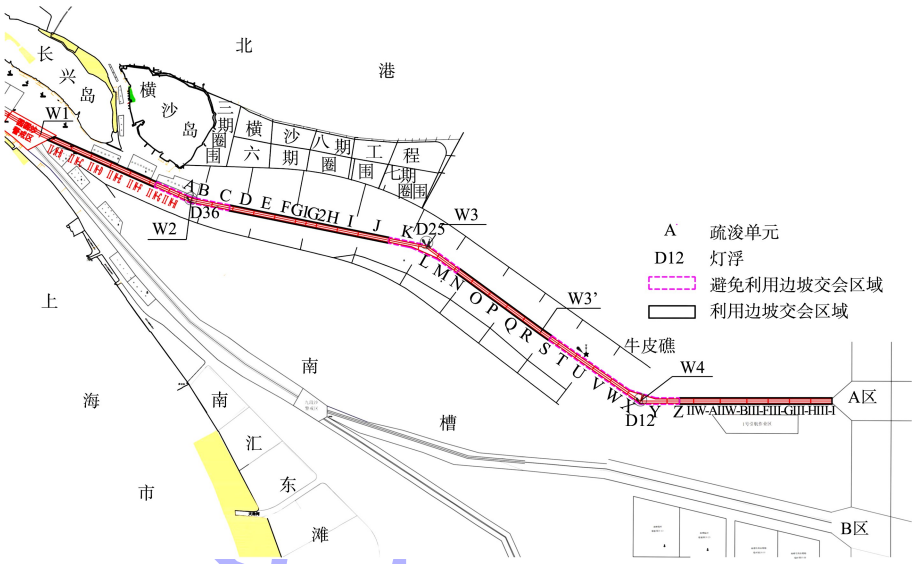


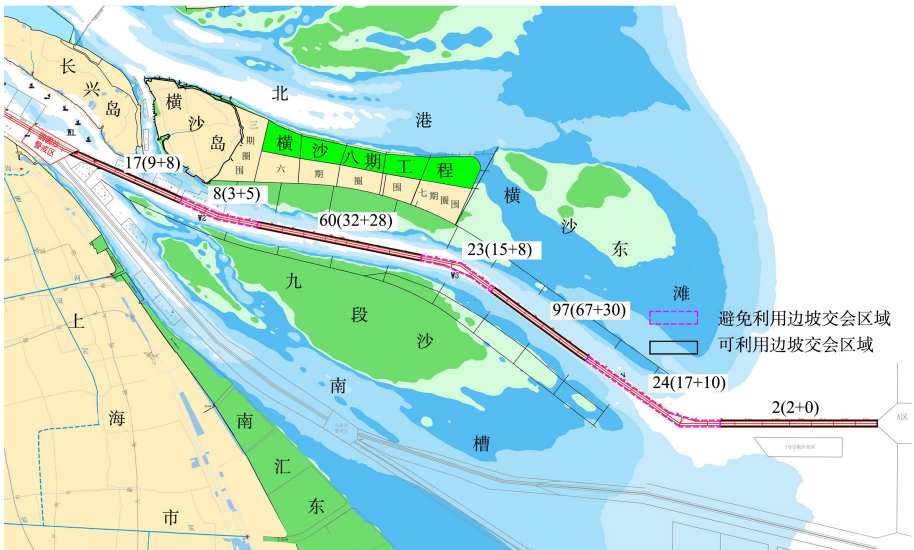
图 1 利用边坡交会区域分布

长江口深水航道作为关系流域经济社会发展全局的运输通道,其航道水深的保障离不开常态维护疏浚,在保障深水航道邮轮准点运营的前提下,研究利用边坡交会对深水维护疏浚的影响有着十分重要的意义。本文根据利用边坡交会的实测数据,就其对疏浚的实际影响开展分析,研究利用边坡交会条件下对航道疏浚的影响并提出相应航道疏浚保障措施,可为今后利用边坡交会水平提高后带来的航道维护疏浚的影响和对策研究提供重要的技术支撑。

2 超宽交会分析

2018 年 1 月 1 日,利用边坡交会进入试运行期,大型邮轮与大型集装箱允许在规定时段和区段进行交会;12 月 1 日起,长江口深水航道大型邮轮和大型集装箱船舶“利用边坡交会”由试运行转为常态化运行^[5]。

根据长江口北槽深水航道利用边坡交会实测数据,2018 年利用边坡交会共计 231 次,其中邮轮与集装箱超宽交会 208 次,邮轮与他船、集装箱与他船超宽交会 23 次^[6]。将上述交会按交会区域分别统计,其空间分布见图 2。



注: A(B+C)代表用边坡交会次数(编队航行时段内进出航道产生的利用边坡交会次数+编队航行时段外进出航道产生的利用边坡交会次数)。

图 2 2018 年利用边坡交会统计

2018 年利用边坡交会的时空分布见图 3。由图 3 可知, 利用边坡交会主要产生在 D~J 以及 N~S 疏浚单元, 其中 N~S 疏浚单元出现次数最多, 其次是 D~J 疏浚单元; 时间上, 5—10 月为利用边坡产生较多的时间。

由此可见, 在编队航行时间内进出港的大型集装箱船亦会在避免交会区段产生利用边坡交会; 在编队航行时间外进出港的大型集装箱船不仅产生了较多次数的利用边坡交会, 而且还是避免交会区域产生利用边坡交会的重要因素之一。

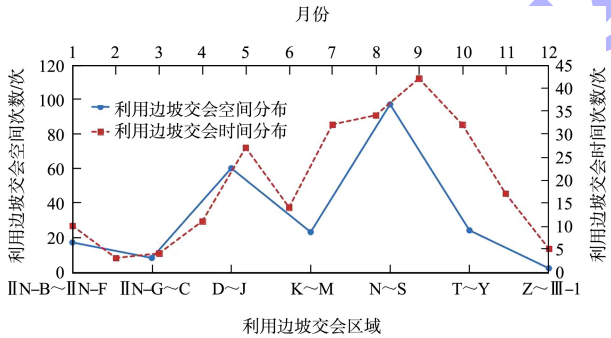


图 3 2018 年利用边坡交会时空分布情况

利用边坡交会的产生与集装箱船的进出港时间之间存在着直接联系, 即上述船舶进出港的时间不同, 产生利用边坡交会的地点和时间亦会有所不同, 对利用边坡交会情况与大型集装箱船进出港时间、交会区段进行统计, 见表 1。

3 航道维护疏浚施工组织

3.1 疏浚工程量

根据疏浚量统计, 2018 年长江口深水航道疏浚量约 5 755 万 m³, 其中圆圆沙段一口外段疏浚量约 5 528 万 m³。其中北槽段(B~Z 单元)疏浚占疏浚总量的 88%, 且月度间疏浚量增幅较大, 为疏浚主要区段。具体来看, 北槽段疏浚工程量又以 H~O 单元为主, 最大疏浚量出现在 J~L 疏浚单元。见图 4。

区段	编队航行时间内 进出港次数/次	编队航行时间外 进出港次数/次	合计/次
可交会区段	110	66	176
避免交会区段	32	23	55
合计	142	89	231

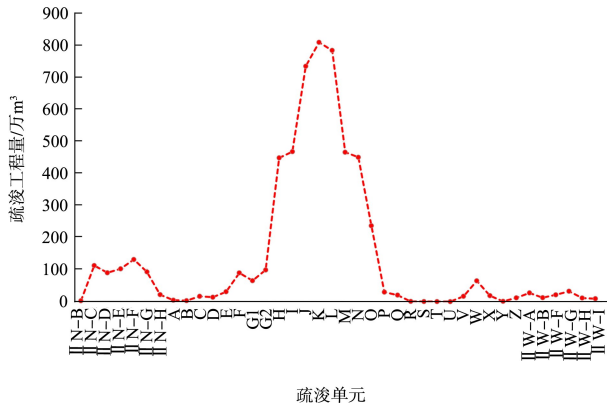


图 4 2018 年疏浚工程量沿程分布

3.2 疏浚船机配备

对疏浚船舶出现情况进行统计，见图 5。从空间上来看，疏浚船舶出现的次数与疏浚工程量分布基本一致，疏浚船舶主要出现在 D~J、K~M 以及 N~S 疏浚单元；从时间分布来看，疏浚船舶出现次数明显增加的时间段集中在 7—11 月，在 10 月达到最大值。

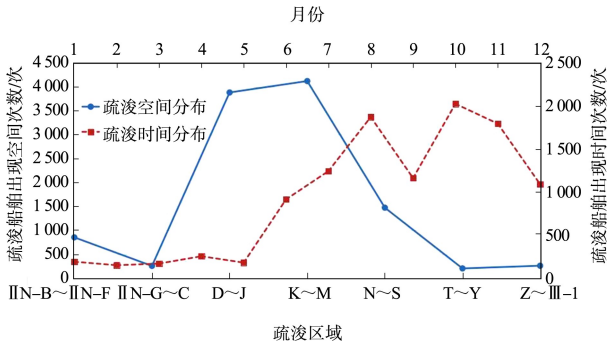


图 5 2018 年疏浚船舶出现次数时空分布

4 利用边坡交会疏浚的影响

4.1 利用边坡交会对疏浚的时空影响

1) 利用边坡交会可能影响船舶施工的主要区域和时间。

从概率上来看，理论上利用边坡交会出现的时间和空间与其对疏浚船舶的影响呈正相关，即利用边坡交会出现较多的时间对疏浚船舶影响较大，同样利用边坡交会出现频次较高的区域对疏浚船舶的影响也较大。

从数理统计方法入手，可得到利用边坡交会时空分布对疏浚施工的影响的数值关系。

对已有的利用边坡交会和疏浚船舶统计数据进行分析，假设出现利用边坡交会的事件为 A 事件，出现疏浚船舶的时间为 B 事件，则 A、B 为独立事件。独立事件 A 的影响因素主要为船舶进出港时间以及规定的可利用边坡交会区域；独立事件 B 的影响因素主要是疏浚区域分布，其中，可利用边坡交会区域由海事部门根据相关条件确定；疏浚区域基于航道回淤物理特性确定。由于航道回淤主要受客观条件影响，疏浚区域和强度

相对固定；船舶进出港及交会区域的确定存在主观上的可调空间，因此，利用边坡交会对疏浚的影响可通过调整 B 时间的影响因子，即通过精细化管理措施，譬如对船舶放行管制时间、密度控制、分区更细致或者一区一策等进行完善。

利用边坡交会区域自上游至下游按区分为 1~7 区域。利用边坡交会出现在 1 区域的概率为 P_{A1} ，疏浚船舶出现在 1 区域的概率为 P_{B1} ，利用边坡交会在 1 区域对疏浚产生影响的概率则为 P_{AB1} ，其他区域以此类推。

由独立事件的概率计算方法，可得：

$$P_{AB1} = P_{A1} \cdot P_{B1} \tag{1}$$

综合考虑利用边坡交会以及疏浚船舶在各区域、时间出现的占比，可得利用边坡交会对疏浚影响的时空分布，见图 6。

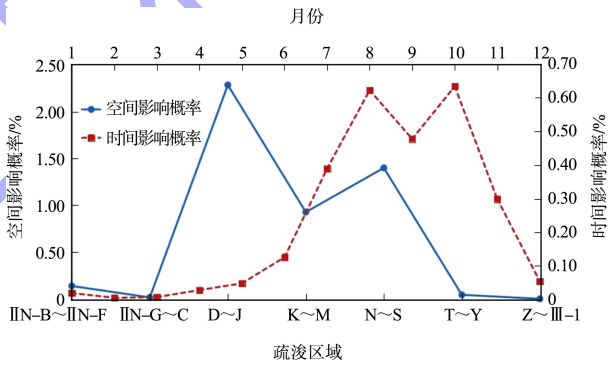


图 6 利用边坡交会对疏浚船舶影响概率的时空分布

2) 实际利用边坡交会影响船舶施工的主要范围和范围。

对 2018 年利用边坡交会对疏浚的实际影响进行统计，可得时空分布，见图 7。可以看出，利用边坡交会对疏浚的影响主要分布在 D~J 以及 K~M 疏浚单元，其中又以 D~J 疏浚的影响更大，年影响次数达到 8 次。在上述影响区域内，K~M 疏浚单元为避免交会区域，利用边坡交会对疏浚实际上产生了 3 次影响，占总影响次数的 25%，且该区域刚好在疏浚频次较多的区段。因此减少避免交会区域的利用边坡交会可较大程度上减少利用边坡交会对疏浚的影响。

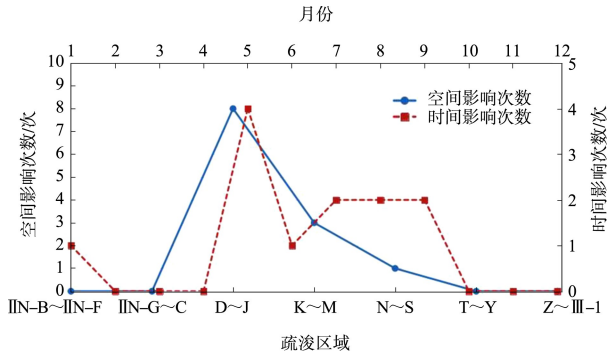


图 7 利用边坡交会对疏浚船舶的影响实际影响分布

从时间上来看,影响主要集中在5—9月,其中5月影响4次,达到最大值,其他月份影响基本在2次左右,另外1月有1次影响外,其余月份均未产生影响。

从利用边坡交会对疏浚施工的空间影响来看,其影响分布与式(1)计算分布大致相同,其中D~J单元影响最大,与计算分布基本一致,K~M单元影响次之;N~S段仅出现1次影响,比理论影响分布要小,主要是该段为顺直段且水域相关宽阔,疏浚船舶可操作空间较大,加之该区段疏浚船舶出现次数较小,利用边坡交会对其影响也明显减小。其余区段由于产生的影响本身就较小,实际并未产生。

从时间上来看,利用边坡交会对疏浚的影响主要集中在5—9月,与理论影响分布存在相位差,主要原因是进入5月后利用边坡交会次数突然增多,其对疏浚的影响突显,但随着应对措施的不断完善,后续造成的影响有所减弱。1月出现的影响主要是利用边坡交会刚刚运行、疏浚船舶缺乏避让的经验。

4.2 利用边坡交会对疏浚过程的影响

4.2.1 试运行期初期

试运行初期利用边坡交会对疏浚的影响时间较长。例如长江口02轮在1月份一次利用边坡交会中(D29灯浮附近),吴淞VTS在大型集装箱船与大型邮轮交会前1h通知施工船让槽并远离航道,交会船舶航速(10kn)转换为提前避让距离为18.5km。出于安全考虑,试通航初期采

取较富余的提前避让距离。过大的避让距离(时间)降低了有效施工时间,对施工作业造成一定的影响。

4.2.2 试运行后期

根据2018年5—6月疏浚船舶避让利用边坡交会船舶情况统计来看,疏浚船舶提前避让时间通过优化管理缩减至7~29min,有明显减少,平均提前避让时间为19min;疏浚船舶提前避让距离在1.5~2.0km。7—9月,提前避让时间更是缩减至3~18min,平均提前避让时间为12min;提前避让距离则进一步减小,最小提前避让距离仅1km左右。10月份之后,经过多方的协调、磨合后,利用边坡交会对疏浚船舶影响不大。

4.2.3 对疏浚过程的影响

利用边坡交会过程中,为避免对利用边坡交会产生影响,疏浚船舶须让出航槽,避让过程对疏浚作业产生了一定影响。根据历次避让影响时间(指利用边坡交会对疏浚整个过程的影响,包括让槽、滞航、回槽施工时间等)统计结果,疏浚过程受影响的情况统计见表2。

表 2 2018 年疏浚船舶受影响时间

月份	受影响次数/次	平均影响时间/min	总影响时间/min
1月	1	100.0	100
2月	-	-	-
3月	-	-	-
4月	-	-	-
5月	4	34.0	102 (其中2次为邮轮与集装箱连续交会)
6月	1	22.0	22
7月	2	20.5	41
8月	2	22.5	45
9月	2	33.5	67
10月	-	-	-
11月	-	-	-
12月	-	-	-

根据表2资料,单次疏浚过程受到最大影响出现在1月份,影响过程约100min。2—4月疏浚

过程基本未受到影响;5 月受影响的次数有所增加,但单次影响时间有所减小,总影响时间基本与 1 月持平;6—9 月受影响的次数在 2 次以内,单次影响时间 20~30 min,总影响时间在 1 h 左右;10 月以来,疏浚过程基本未受到利用边坡交会的影响。

疏浚船舶受到的影响时间占月度总疏浚时间的比例较小,利用边坡交会对维护的影响较小。

5 维护疏浚保障措施

1)利用边坡交会对疏浚船舶影响最大的范围集中在 D~J 疏浚单元(主要为 H~J 疏浚单元),其次为 N~S 疏浚单元(主要为 N~O 疏浚单元)和 K~M 疏浚单元,其他可交会区段的影响相对较小;时间上则更集中于 5—9 月,偏向于洪季。可通过适当调整集装箱船进出港时间以减小 K~M 区段利用边坡交会的概率。特别是洪季回淤量较大,K~M 弯段附近疏浚强度较大,通过上述方式可以极大减少疏浚高峰时间对疏浚的影响。

2)虽然目前利用边坡交会对疏浚船舶施工过程的影响较小,但疏浚船舶还是要做好自身的保障工作。施工单位可通过与相关部门的沟通协调,根据大型邮轮和重载集装箱船通航情况动态适时调整施工状态和船舶施工方向,或避开利用边坡交会段疏浚,或利用边坡交会时段进行抛泥,或选择合适的边坡(南、北边坡或水深条件较好的疏浚单元边坡)进行避让,做到保障安全的前提下尽量减少利用边坡交会对自身的影响。

6 结论

1)从利用边坡交会对疏浚施工的空间影响来看,其影响分布与计算分布大致相同,其中 D~J 单元影响最大、K~M 单元次之,与理论影响分布基本一致;N~S 段因其他原因影响分布与理

论有所不同,但其仍然是利用边坡交会的主要影响区段。从时间上来看,利用边坡交会对疏浚的影响主要集中在 5—9 月,但随着应对措施的不断完善,其与理论影响分布存在相位差。该分布特点可作为后续利用边坡交会管理的参考依据之一。

2)2018 年深水航道疏浚船舶共计 10 532 艘次,全年利用边坡交会仅产生 12 次对疏浚施工的影响(疏浚船舶让槽),影响次数占全年施工次数的 0.1%,利用边坡交会对疏浚船舶产生的让槽概率较小;单次对施工的影响时间为 20~30 min,利用边坡交会对疏浚施工过程(时间)的影响不大。

3)总体来看,长江口深水航道大部分利用边坡交会时间和区段与《长江口深水航道通航安全管理办法(试行)》中规定保持一致。根据其空间和时间分布特征,以及对疏浚的影响特点,可针对性地制定和完善利用边坡交会影响因子的方法减少其对疏浚的影响。

参考文献:

- [1] 李文正,潘文达.长江口深水航道航运经济效益分析[J].水运管理,2014(4):25-28.
- [2] 刘俊延,夏方.长江口深水航道整治效益分析:以船舶通航变化为例[J].水运工程,2013(11):29-32.
- [3] 曹慧江,居尧,车军.长江口 12.5m 深水航道利用边坡通航的方案[J].水运工程,2017(11):58-63,85.
- [4] 上海海事大学港航课题组.长江口深水航道通航功能提升研究报告[R].上海:上海海事大学,2017.
- [5] 沈尚.长江口深水航道“超宽交会”12 月起常态化运行[N].中国水运报,2018-12-03.
- [6] 季岚.长江口深水航道边坡自然水深利用对航道回淤及维护条件影响研究[R].上海:中交上海航道勘察设计研究院有限公司,2019.

(本文编辑 武亚庆)