

和畅洲北汉通航风险与对策

金四明

长江引航中心南京引航站, 江苏 南京

收稿日期: 2023年3月9日; 录用日期: 2023年5月24日; 发布日期: 2023年5月31日

摘要

长江镇江段尹公洲航段以其航道窄、弯、险而为世人所知, 加之船舶流量的日趋增加, 重、特大事故及险情时有发生。尽管海事部门采取了一系列措施, 但该航段的事故发生率仍然高于其他航段。为缓解尹公洲航段通航压力, 通过对和畅洲北汉水域的相关法律文件、生态资源、通航环境及航道条件进行分析, 并通过前期多种船型的实船试验, 证实了和畅洲北汉水域具有通过大型海轮的可行性。本文从“人、机、物、环、管”因素出发, 分析了该水域的通航风险源, 并从引航操纵的角度, 对各种风险的应对提出了相应的对策, 为推进大型船舶常态化通过和畅洲北汉水域进出南京港提供安全保障。

关键词

大型船舶, 航行风险, 引航操纵, 对策, 和畅洲北汉

The Navigation Risk and Countermeasures of Hechangzhou North Branch

Siming Jin

Nanjing Pilot Station, Yangtze River Pilot Center, Nanjing Jiangsu

Received: Mar. 9th, 2023; accepted: May 24th, 2023; published: May 31st, 2023

Abstract

The Yingongzhou section of the Yangtze River is known to the world for its narrow, curved and dangerous channel. In addition, with the increasing ship flow, heavy and serious accidents occur from time to time. Despite a series of effective measures taken by the maritime authorities, the accident rate of this section is still higher than that of other sections. In order to relieve the navigation pressure of Yingongzhou navigation section, the relevant legal documents, ecological re-

sources, navigation environment and channel conditions of the north branch of Hechangzhou were analyzed, and the feasibility of passing through the north branch of Hechangzhou was confirmed in the early stage. This paper starts from the factors of human, machine, object, environmental and management, focuses on the analysis of navigation risk sources in the water area, and puts forward the corresponding countermeasures, from the perspective of pilot operation, for various risks, so as to further promote the normal entry of large vessels in and out of Nanjing port and help the construction of regional shipping logistics center in Nanjing.

Keywords

Large Vessel, Navigation Risk, Pilot Operation, Countermeasures, Hechangzhou North Branch

Copyright © 2023 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

2020年,为解决自然保护区的突出问题,国家相关部门联合发布了《自然资源部国家林业和草原局关于做好自然保护区范围及功能分区优化调整前期有关工作的函》(自然资函[2020]71号),明确提出“根据保护对象不同实行差别化管控措施:保护对象为水生生物、候鸟的自然保护区,应科学划定航行区域,航行船舶实行合理的限速、限航、低噪音、禁鸣、禁排管理,禁止过驳作业、合理选择航道养护方式,确保保护对象安全[1]。”这就为和畅洲北汊水道通航带来了转机。

和畅洲北汊水道位于豚类保护区内,开展限制性通航的研究,对于兼顾长江生态环境保护 and 航运高质量发展工作,提高尹公洲航段通航安全系数,助力南京区域性航运物流中心建设,均具有积极的理论及实际意义。

针对该航段通航的风险控制和管理,在船舶安全与管理领域,通过综合安全科学和管理科学,构建了“人-机-物-环-管”系统模型,结合船舶引航工作实际,从该水域安全通航密切相关的“人、机、物、环、管”因素出发,围绕该水域的通航风险,探讨影响该水域通航安全的危险源识别和风险控制。

2. 航道简介

2.1. 尹公洲航段

尹公洲水道位于长江和京杭大运河的交汇处,平面形态呈“Z”字型,长江主流受江中和畅洲所阻,一分为二成南北两股水道,如图1所示[2]。和畅洲南侧水道即为尹公洲航段,长期以来是长江航行船舶唯一使用的水道。

长江南京以下-12.5 m深水航道二期工程实施后,航道设计水深提升至12.5 m,通过焦北滩尾切滩工程,将进口段航道最小宽度由200 m提升至250 m。虽然整治工程在一定程度上改善了尹公洲水道通航条件,但“弯、窄、险、多、杂”等通航环境特征未在根本上得到根本改善[3]。

2.2. 和畅洲北汊

和畅洲北水道为航道主汊,上起沙头河口,下至和畅洲尾,分为左汊(和畅洲北汊)和右汊(尹公洲水

道),长约 10.9 km,下口门最窄处约 600 m,水道走势呈“7”字形。主流深槽平均水深 22.3 m,水道走势由上而下,先由西向东,主流偏向右岸,到和畅洲东北角时再由北向南,主流偏向左岸。为控制分流比,水利部门先行实施了口门控制工程,修筑 1100 m 长潜坝。长江南京以下 12.5 m 深水航道二期工程实施期间,在和畅洲北汊修筑 2 道潜坝(分别长 1817 m、1919 m),潜堤沿程堤顶高程和堤身高度变化较大,两端接岸堤顶标高+4.0 m、+6.0 m,深水航道位置-18 m,两端堤顶位于平均水位之上,其余部位位于水下。潜坝工程实施后,将北汊分流比由原 75.1%减少至 67.7%左右,如图 2 所示。

和畅洲北汊经过 20 年以上的冲刷发展,目前河道上段宽阔顺直,水深 20 m 以上,中下段弯曲,最大水深 50 m 以上,12.5 m 深槽宽度最窄处 360 m,最宽处 1000 m 以上,如图 3 所示。相较于尹公洲水道,和畅洲北汊水道弯曲程度稍大,但江面宽度、水深等通航条件相对较好。

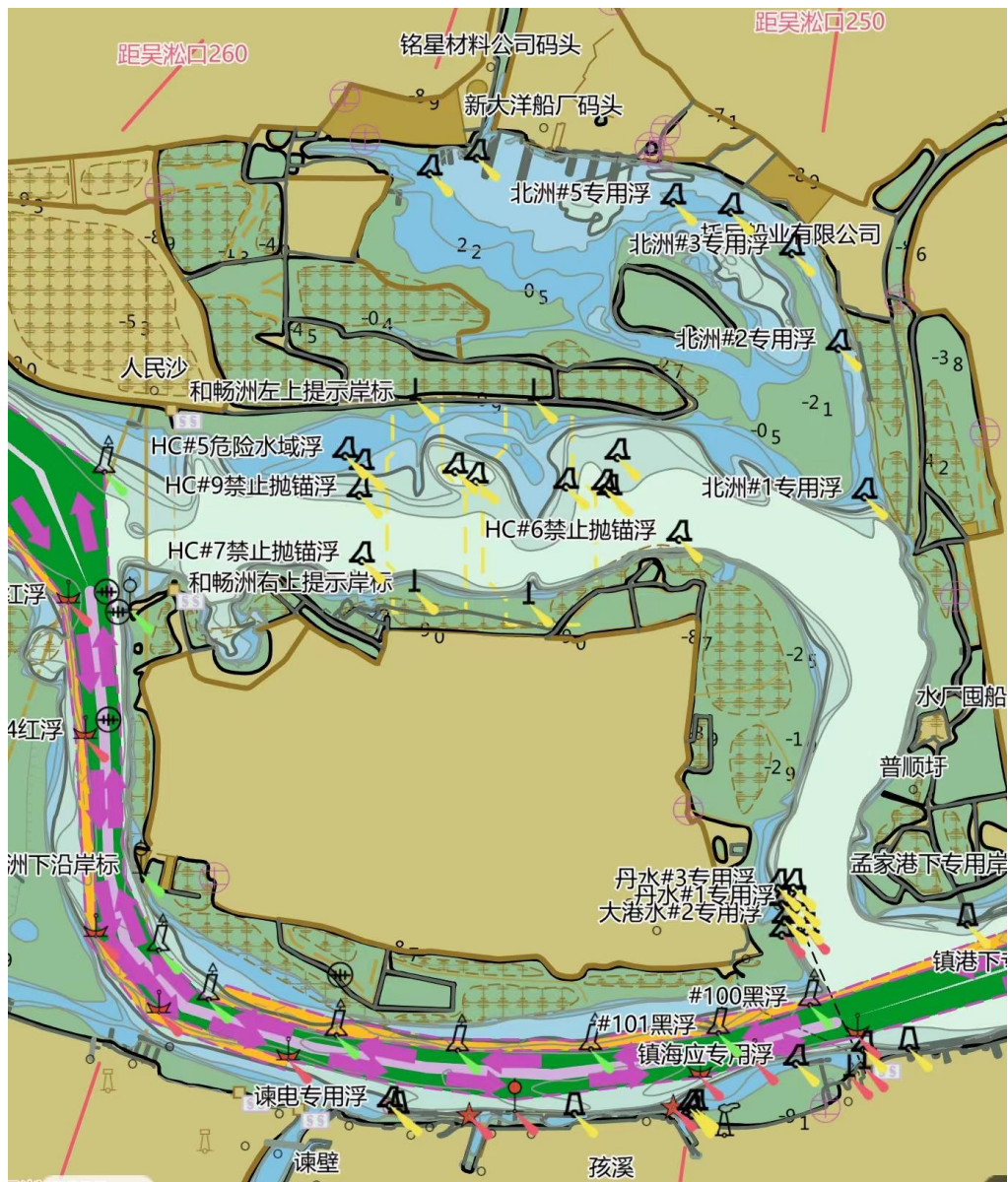


Figure 1. The plan of Hechangzhou waterway
图 1. 和畅洲水道平面图

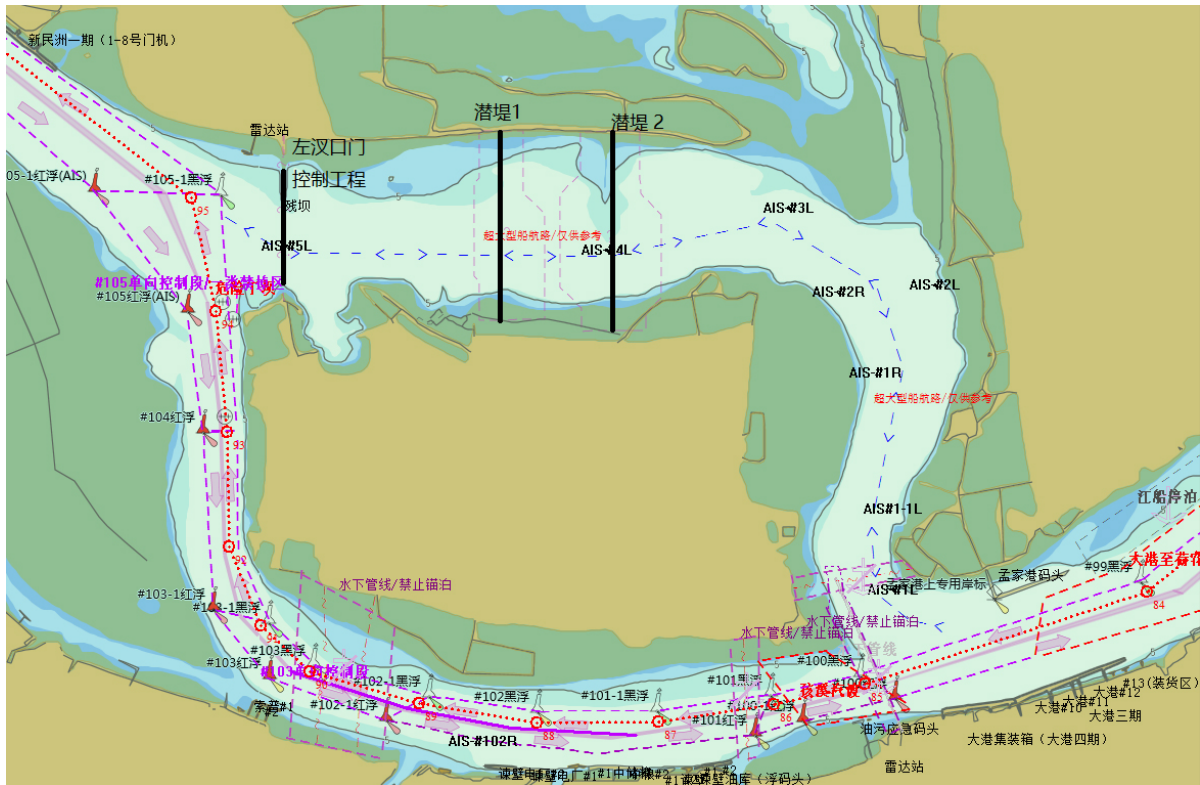


Figure 2. Situation chart of Yingongzhou waterway after the regulation of the -12.5 m deep water channel of the Yangtze River
图 2. 长江-12.5 m 深水航道整治后尹公洲水道形势图

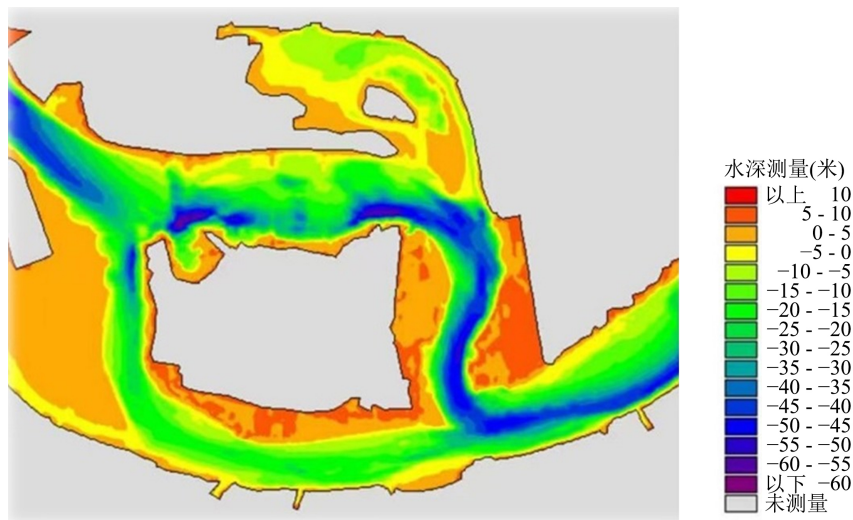


Figure 3. The topographic chart of Hechangzhou waterway
图 3. 和畅洲水道地形图

3. 通航危险源识别

3.1. 人的因素

3.1.1. 驾引人员的风险因素

- 1) 新开通一个航道，驾引人员对该航道的水文情况认知不足，在心理上需要克服对未知的恐惧；

- 2) 对于沿岸航行参照物不熟悉, 转向点把握不精准, 船位不能稳定在既定航线上;
- 3) 他船驾引人员由于对该水道没有任何航行经验, 对会遇、避让的预判缺乏经验;
- 4) 由于该航段通视性较差, 对于航行该水域的船舶仅仅依靠雷达、AIS 等助航仪器进行瞭望, 避让效果大大减弱。

3.1.2. VTS 值班人员

- 1) 进出该航段前, VTS 值班员对于正常交通流的组织协调难度加大, 需要寻找绝对安全的档距, 以确保船舶进出该航段穿越交通流时可以安全、顺利进行;
- 2) 进入该航段后, VTS 值班员加强对船舶的监控与服务, 实行全程跟踪监控, 避免船舶之间在和畅洲北汊上、下口会船。

3.2. 机械设备因素

3.2.1. 本船的不安全因素

- 1) 由于通过该航段需要连续采取转向、改变航速等操纵及避让措施, 在频繁用车、舵的情况下容易发生机械故障;
- 2) 重载海轮停车冲程大、转向操纵困难。

3.2.2. 他船的不安全因素

- 1) 该航段弯曲狭窄, 水流流速大, 洪水期他船顶流航行容易造成主机负荷加大, 从而容易造成主机故障;
- 2) 新大洋船厂新造船试航期间, 机械设备不稳定, 容易发生船舶机械设备故障。

3.2.3. 助航拖轮的不安全因素

助航拖轮功率不足, 带缆位置偏差等因素会造成拖轮对于被协助船是一种负担, 从而影响被协助船舶安全航行。

3.3. 物的因素

3.3.1. 航标布设

和畅洲北汊水道原有部分黄浮, 可做航行标识。在测试期间, 和畅洲北汊水道内设立 8 座虚拟航标, 标明航路, 其中 6 座左侧标、2 座右侧标[4], 有关航标布设如图 4。但是其中的部分实体浮标对于大型船舶转向存在碍航风险。

3.3.2. 潜坝

潜坝的设置(如图 2 所示)减少了可航水域, 在一定程度上限制了航道宽度, 对于该水域航行的船舶的避让机动性进行了限制, 存在船舶搁浅的风险。

3.4. 环境因素

3.4.1. 豚类保护

镇江豚类省级自然保护区位于和畅洲北汊江段, 于 2003 年 12 月由江苏省政府批复, 面积约 57 km², 分为核心区、缓冲区、试验区。核心区主要保护江豚活动比较集中的水域, 缓冲区重点保护豚类饵料生物赖以繁殖生存的自然洲滩和人类活动水域与核心区的隔离区域。如图 5 所示[5]。

长江江豚属国家二级保护动物, 仅生活于长江中下游干流及洞庭湖、鄱阳湖, 喜群居生活, 以鱼为食, 依赖水下“声探测”和“声通讯”进行生存、繁衍, 对水体空间、水文条件、鱼类资源、水下声环境等有特殊要求[6]。长江十年禁捕后, 目前长江江豚所面临的威胁主要为: 工业废水和生活污水造成的水体污染、饵料资源的减少、船舶航行噪音、江豚无法及时躲避高速船舶而被螺旋桨击打以及水利工程建设压缩江豚生存空间等。

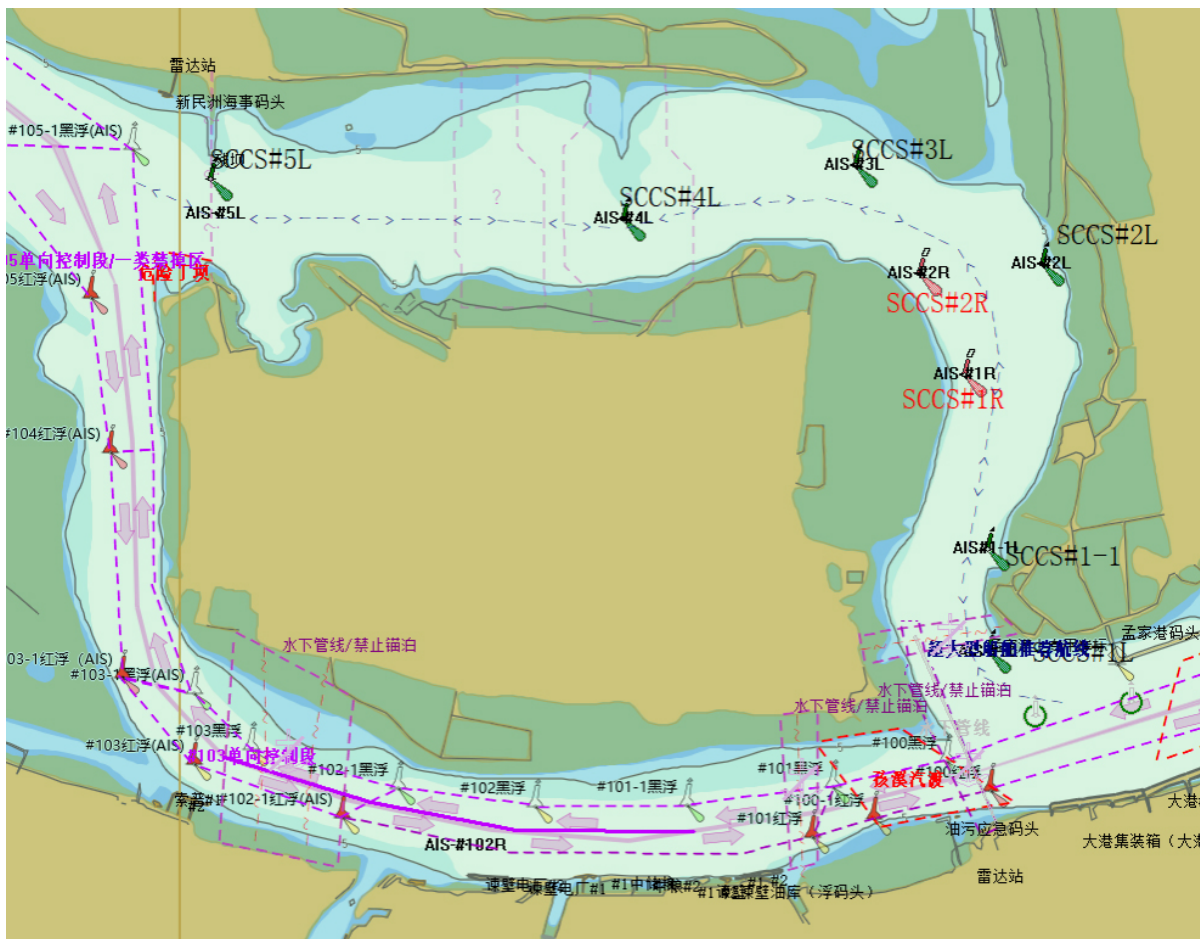


Figure 4. The schematic diagram of the virtual navigation mark location of Hechangzhou North Branch
图 4. 和畅洲北汊虚拟航标位置示意图

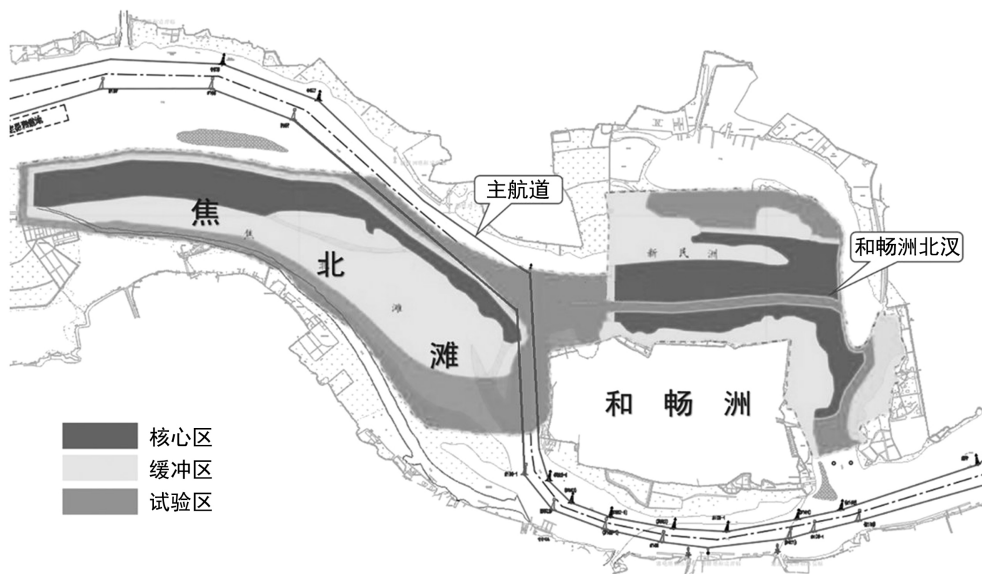


Figure 5. The relationship diagram between Zhenjiang Dolphin Provincial Nature Reserve and Hechangzhou Waterway
图 5. 镇江豚类省级自然保护区与和畅洲水道关系图

3.4.2. 风流影响

和畅洲北汊上、下口与尹公洲航道航行船舶两次航路交叉对通航影响很大。尹公洲航道通航密度大、水流湍急、流压大，船舶操纵难度较大。加上水深和航道宽度受限，航路交叉时避让困难。如图 6 所示。

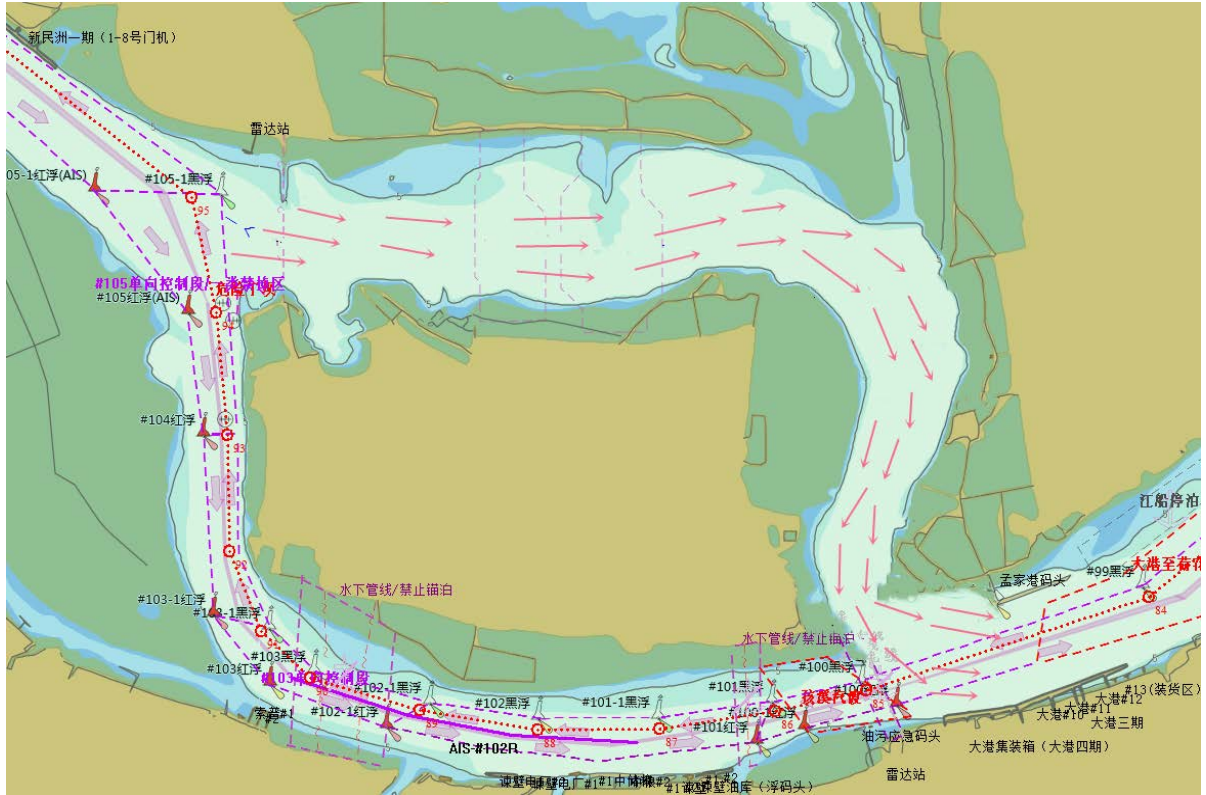


Figure 6. The current chart of Hechangzhou North Branch

图 6. 和畅洲北汊流态图

尹公洲航段在中、洪水期，水流流向多变、流速较大，特别是 105#浮附近水域的强扫弯水和 100#黑浮附近以下的强花水，对船舶航行安全影响很大。受强流水影响，船舶若转向、用车不当，或“一条龙船队”控制不当，则 105#黑浮附近水域的强扫弯水常使下水船舶偏离航路而落弯，占据上水航路下驶，容易与上水船发生碰撞或发生其他交通事故。在尹公洲段裕隆洲口航行船舶受水流的影响，在 99#~100#黑浮之间上行时，被和畅洲北汊下口处的强花水压至下水航路，易与下行船舶形成紧迫局面，这对进出和畅洲北汊航道带来很大影响。

每年 5~10 月，受季风和台风影响，冬季受寒潮影响，风浪较大，对小型船舶影响很大。东 - 东北风或南 - 西南风 4~5 级及以上时，会使长江 105#~103#浮水域航行的船舶产生漂移，船舶容易偏离航路，驶向对方航路；北风或南风同样会对航经 100#浮水域的船舶产生影响，特别是容易使空载船舶或满载空箱的集装箱船偏离航路，亦会造成吊拖船队的断缆事故等，同样对进出和畅洲北汊航道影响很大。

3.4.3. 转向

和畅洲北汊航道中段和下口两个大弯均连续转向 110° ，在水流湍急的洪水季节对通航安全有较大的影响。进口时若转向迟，船位偏西，有冲滩搁浅的危险；若转向过早船位偏东，左舷受强流有被冲向右侧滩头搁浅的危险。船舶进口后航行至 E 点(如图 7 所示)附近为大转向，转向幅度 100° 左右，转向前若

左舷受流，流压较大，稍有不慎有压向右舷岸边的危险；F点(如图7所示)附近底滩有增大趋势，水深变浅，出口水域束窄，操纵不慎有搁浅的危险。

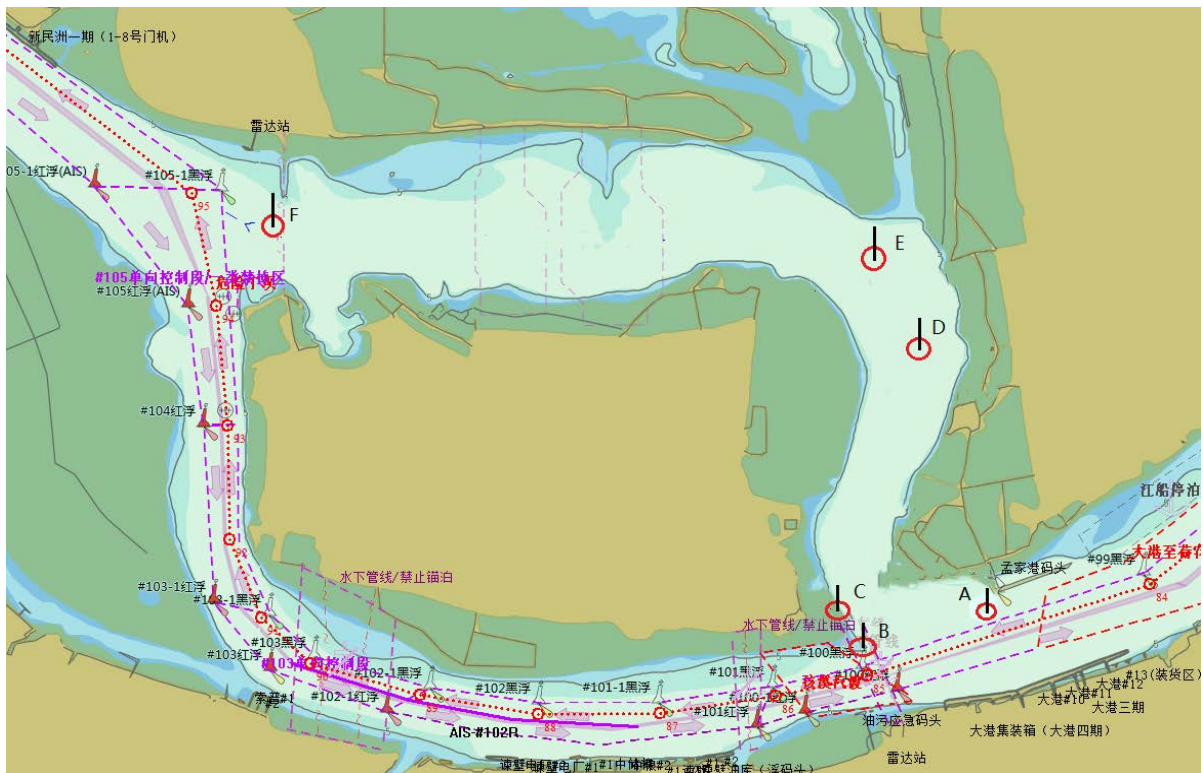


Figure 7. The 6 turning reference points of Hechangzhou North waterway
图 7. 和畅洲北水道 6 个转向参考点

3.5. 管理因素

3.5.1. VTS 监控

由于该水域船舶流量大，通航环境复杂，VTS 监控、交通组织存在较大困难。

3.5.2. 拖轮及维护艇

该水域需连续转向且通视性差，伴航拖轮兼顾应急操纵和现场维护的作用，两者存在时间和空间上的矛盾；

维护艇负责现场的护航和交通组织，但是由于和畅洲水道通视性差的原因，无法准确获知被维护船的船位，仅仅依靠 AIS、VHF 等手段联系沟通，存在一定障碍。

3.5.3. 应急区域的设置

现在实施的《长江江苏段船舶定线制》仅规定了尹公洲航道的单向控制水域，对于和畅洲北水道的单向控制等让水域，在法律条文上未作出规定，在船舶间等让关系的确立存在争议点，从而错失等让机会。

4. 通航风险控制

4.1. 人的因素

4.1.1. 驾引人员

1) 提高知识储备，通过提高对风险的认知能力来克服恐惧心理；

- 2) 对该水道的水文资料尽快熟悉掌握,并结合海图资料,对该水域的沿岸重要物标进行强化记忆;
- 3) 需要通过测试船实地考察、以老带新等措施,尽可能提高驾引人员对和畅洲北汉航道的认知;
- 4) 认真守听 VTS 的安全信息预报,服从现场交通组织。

4.1.2. VTS 值班员

- 1) 加强值班力量配备,在有大型船舶航经该水域时做到专人负责监控、协调沟通、交通组织;
- 2) 提前预报航行安全信息,循环提醒此水域通航风险,对可能影响该水域大型船舶进出的交通流提前实施交通组织。

4.2. 机械设备因素

4.2.1. 本船

- 1) 在船舶选择方面,应选择船况优良的船舶,避免选择老旧或有故障的船舶航经该水域;
- 2) 加强船员应急培训,提高驾驶台团队合作和应急反应能力;
- 3) 备锚航行,驾驶台船长上岗,机舱应急值班。

4.2.2. 他船

- 1) 引航员应提前联系 VTS,核实新大洋船厂有无新船出口,如有应提前联系好,确定会让关系;
- 2) 拟进出北汉的海轮和维保船舶保持密切联系。维保船舶在护航过程中应注意对海轮安全航行有影响的小型船舶,主动预控,并随时提醒海轮;
- 3) 出口前关注由和畅洲上口进出船舶、尹公洲上行船舶、新民洲码头靠、离泊船舶动态及早确定避让关系,以策安全。

4.2.3. 助航拖轮

助航拖轮应选择大功率拖轮,应保持高度戒备,随时随地响应被协助船舶的指挥。

4.3. 物的因素

4.3.1. 灯浮设置

1) 重要转向点。6个转向点参考位置如下,从过#99黑浮转向点始,自下而上分别为:A(119°37'39.89"E、32°11'54.05"N)、B(119°36'49.65"E、32°11'52.96"N)、C(119°36'55.37"E、32°11'44.92"N)、D(119°37'18.01"E、32°13'16.41"N)、E(119°37'00.35"E、32°13'47.94"N)、F(119°33'22.27"E、32°13'49.01"N),如图7所示。

2) 正式通航后,应采取虚拟航标和实体航标相结合的方法布设。在主要转向点设实体航标,并在下口增设进口专用航标,位置在孟家港码头上端与下洲头之间,为左侧标,作用类似于#103-1黑浮,提醒进口船及时转向,同时与下洲头保持一定横距。

4.3.2. 潜坝水域

在航经潜坝水域时,要谨慎操纵,避免大角度转向,保证船位在安全可航水域内,必要时在潜坝水域以外等待时机,避免在潜坝水域会船。

4.4. 环境因素

4.4.1. 豚类保护

- 1) 和畅洲北汉通航限制船舶通航艘次、航速限制方面,结合实际情况顺流不超过12节,逆流不超过8节;
- 2) 船舶在和畅洲北汉水道航行期间,不得随意鸣放声号,减少噪声源,尽量保持在限定的噪音范围

内通过;

3) 开展噪声监测及分析、江豚声反应及行为反应研究, 采取声学驱赶和声学诱导技术;

4) 开展全程环境监测及管理、编制环境风险应急预案、江豚救助预案、增殖放流等, 全面有效地保护江豚的栖息环境。

4.4.2. 风流因素

1) 选择合适的风流压差角, 尽可能减少风、流对船位的影响, 使船舶航行在既定航线上;

2) 使用恰当的航速, 配合合理的转向时机;

3) 必要时使用拖轮协助控制船位。

4.4.3. 转向

1) 大型海轮转弯前宜早用舵早回舵适时稳舵, 并适当拉大船舶之间的间距;

2) 必要时使用拖轮向后拖减速(增大滑失)或协助转向。

4.5. 管理因素

4.5.1. VTS 监控

及时掌握船舶动态, 及早安排海巡艇到指定水域实施维护。

4.5.2. 拖轮及维护艇

和畅洲下口: 船舶进出北汊时, 配备 1 艘拖轮协助, 1 艘维护艇在下口协助海巡艇做好现场维护和交通组织。

和畅洲水道航行期间: 由于此航段需要大角度转向, 配备 1 艘大功率拖轮伴航, 拖轮在船尾的巴拿马孔带缆跟随, 需要时可以随时往后拖, 如图 8(a)所示, 以增加船舶舵效和缩短船舶冲程以避免紧迫局面的发生。也可以借助拖轮的“八字缆”分力协助转向, 如图 8(b)所示, 以获取更好的协助转向效果。

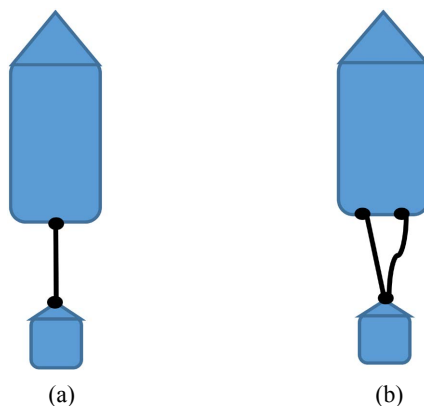


Figure 8. Schematic diagram of different ways of stern mooring

图 8. 船尾带缆不同方式示意图

1) 拖轮配备的理论依据[7]

这里要提到滑失和滑失比的概念, 若设螺旋桨的转速为 N 、进速为 V_p , 则其旋转一周在轴向所前进的实际距离 $H_p = V_p/N$, 称为进程。螺距 P 与进程 H_p 之差称为滑失。滑失与螺距 P 之比称为滑失比。螺旋桨理论前进速度 $N \times P$ 与螺旋桨实际对水速度 V_p 之差称为滑失速度。滑失速度与螺旋桨理论前进速度

$N \times P$ 之比也称为滑失比, 即:

$$S_r = \frac{P - H_p}{P} = \frac{N \times P - V_p}{N \times P} = 1 - \frac{V_p}{N \times P} \quad (1)$$

螺旋桨旋转产生诱导速度, 它是随滑失的增加而增加的, 滑失速度越大, 舵压力越大舵效也越好, 舵压力随滑失而增加的近似公式如下所示。

$$\Delta P_N = K \times S^{1.5} \quad (2)$$

式中: ΔP_N ——舵压力增加率; S ——滑失比; K ——比例常数。

以上式可以看出, 滑失比增加时, 舵压力大体以滑失比的 1.5 次方增加。因此, 在需要大角度转向时, 拖轮后拖抑制船速, 加车增大推力便可增大滑失比, 增加舵压力, 从而增加舵效。

2) 拖轮配备的实践操作

笔者经过大量实船试验证明, 拖轮拖缆带在船尾巴拿马孔, 在紧急情况下可以随时往后拖以增加船舶舵效和缩短船舶冲程以避免紧迫局面的发生。

4.5.3. 维护艇的配备

1 艘维护艇全程跟随维护, 以便他船影响航行时可以随时联系沟通协调避让。另外, 上行时海巡艇在#104 浮附近组织交通流, 随时与上行被维护船舶联系沟通, 在确保有安全间距时, 可驶出北汉上口; 下行时海巡艇在#99 黑浮附近负责警戒维护, 待出现安全档距时, 被维护船方可驶出北汉下口。

4.5.4. 设置单向通航水域

为船舶顺利进出和畅洲北汉水道, 避免与上行尹公洲航道船流发生紧迫局面。下口等待区在#99 黑浮至孟家港码头上端以下水域; 上口等待区在#105 浮下游水域至 SCCS4L (如图 4 所示) 水域。整个和畅洲北汉航道设置为单向通航水域。

4.5.5. 设置应急停泊水域

由海事局及船舶代理负责为船舶安排南京港联检锚地、镇江高资海轮锚地、镇江海轮锚地, 供其临时抛锚使用。

5. 引航操纵

5.1. 船舶上行

船舶在丹徒直水道沿上行通航分道与黑浮联线保持 100 m 的横距驶过#99 黑浮后, 航向分舵转至 260° 左右, 过孟家港码头后逐步向北岸靠拢, 当和畅洲北汉完全开门后大舵角转向, 保持与北岸 200 m 左右的横距上行, 最终航向转至 010° 左右, 船首对向北岸道标, 避开和畅洲岸边浅滩后分舵向左转向, 见左边的航道完全开门后, 航向转至 260° 左右, 与和畅洲沿岸保持 400 m 左右的横距上行。洪水季节通过上口控制工程潜坝时, 水流对船舶冲击较大, 应谨慎操作, 确保船舶航行在既定航线上。驶过和畅洲北汉水下潜坝后航向逐步调整至 300° 进入上行通航分道, 沿着黑浮上行。

5.2. 船舶下行

船舶平#106 红浮后船位逐渐分中, 在分隔带上平#105-1 浮, 逐渐向北汉靠近, 船位分中进入北汉, 进入北汉后保持与和畅洲沿岸保持 200 m 左右横距下行, 在新大洋船厂附近逐渐过渡至北岸, 沿北岸侧横距 200 m, 避开和畅洲沿岸浅滩后分中下行至左岸侧岸咀, 横距 200 m 驶平岸咀后, 逐渐左转避开船首右侧浅滩, 进入主航道继续下行。

6. 结束语

和畅洲北汊航道的开辟在兼顾长江生态环境保护的基础,围绕船舶在该水域“人、机、物、管、环”五个因素的各自影响并分析其通航风险,从这五个因素入手提出通航风险控制措施,结合笔者引航实践中数次实船试验,双重验证了该航道通航的可能性,该航道的开辟对打造长江水上“绿色航道”,提升尹公洲航段通航能力都具有积极的理论及实际意义。

参考文献

- [1] 中华人民共和国自然资源部国家林业和草原局. 自然资函[2020] 71 号[Z]. 2020.
- [2] 长江航道测量中心. 丹徒直水道航道图[EB/OL]. <http://www.cjienc.cn/#/>, 2022-07-17.
- [3] 刘伟. CROWN118 船型通过和畅洲北汊航行条件研究[D]. [硕士学位论文]. 武汉: 武汉理工大学, 2009.
- [4] 徐峰, 殷江勇, 王岩, 等. 开辟基于虚拟 AIS 航标的和畅洲北汊大型海轮航道探讨[J]. 中国水运·航道科技, 2021(1): 13-19.
- [5] 谈金豪, 蔺丹清, 代培, 等. 镇江长江豚类省级自然保护区浮游动物群落结构特征及影响因素[J]. 生态学报, 2021(16): 6495-6496.
- [6] 王克雄, 王丁. 航道整治工程对长江江豚影响及缓解措施分析[J]. 环境影响评价, 2015, 37(3): 13-17.
- [7] 杨亚东, 杲庆林. 船舶操纵[M]. 武汉: 武汉理工大学出版社, 2015: 18-20.