

浙江港航

ZHEJIANGGANGHANG

主办单位：浙江省航海学会 浙江省港口协会 浙江交通职业技术学院

2022 年第四期
总第 96 期

季刊

2022 年 12 月出版

4

2022 年浙江省航海学会学术交流暨优秀论文评选活动在杭州圆满结束

ZH 轮中间轴断裂事故分析及其预防

百地年码头 1[#] 泊位涨水推开流靠泊操纵

对电子围栏技术在航标船中应用的思考

海洋环境下基于自适应蚁群算法的船舶节能航迹规划

国际港航科技联盟成立会议暨绿色港航专题研讨会召开

2022 海峡科技专家论坛“海峡两岸航海技术与海洋工程研讨会”在厦门召开



2022 年浙江省航海学会学术交流暨优秀论文 评选会议在杭州圆满结束



学会秘书长胡适军主持会议



理事长沈亚军致欢迎辞

10月22日，金秋送爽、桂花飘香，在党的二十大胜利召开之际，2022年浙江省航海学会学术交流暨优秀论文评选会议在杭州圆满结束。浙江省航海学会原理事长王德宝、季永青，浙江省航海学会理事长沈亚军、副理事长潘朝刚、副理事长陈晓峰、监事长张燕萍、浙江交通职业技术学院海运学院副院长方诚教授、杭州市交通运输行政执法队厉永滨高级工程师等

领导和嘉宾以及各地航海学（协）会领导和代表共40余人参加会议（因疫情影响，部分地区代表未能出席会议）。

会议主要分论文交流和论文评选两个阶段。学会秘书长胡适军主持会议，沈亚军理事长向大会致辞。沈理事长欢迎并感谢嘉宾、代表们在百忙之中来参加会议，他强调“绿色、环保、智慧、安全”是我们航海人过去和将来应追求的目标，开展学术交流活动旨在为浙江省航海科技工作者提供一个共享、合作交流与互动的平台，

共同为推进全省航海事业发展出谋划策，促进我省航海事业的发展和进步。并预祝大会圆满完成，为党的二十大献礼。

本次会议在全体理事单位、会员的大力支持下，克服疫情影响下如期举行。截止10月上旬，学会秘书处共收到经各地、市航海学（协）会评选推荐的论文共44篇，已经秘书处整理成论文集。论文作者来



学术交流大会会场

浙江港航

ZHEJIANGGANGHANG

2022 年 12 月出版（第四期）总第 96 期

主办单位：浙江省航海学会 | 浙江省港口协会 | 浙江交通职业技术学院

季刊

浙江港航

2022 年 12 月出版 (第四期)
总第 96 期 (季刊)

主办单位: 浙江省航海学会
浙江省港口协会
浙江交通职业技术学院

地址: 杭州莫干山路 1515 号

电话: 0571-88481664

邮编: 311112

E-mail: zjgx666@163.com

浙江港航 QQ 群: 517585132

《浙江港航》编委会

主 任: 郑惠明

副主任: 沈亚军 曹 云

胡适军 朱金龙

委 员: (以姓氏笔划为序)

马鹤鸣 尤克诗 王常金

王照祥 叶永平 卢金树

卢 斌 朱文华 朱 剑

向坚刚 汤岳忠 李 可

沈 坚 陈永芳 陈晓峰

陈德强 步海滨 邱向真

杨礼平 余春辉 何振镐

邹德武 周卫国 周浩杰

周祥寿 郑彭军 郑 勇

郑毅彪 施仲凯 顾 军

黄海运 韩凤雷 薛建忠

主 编: 胡适军

副主编: 付昌辉

编 辑: 鲍军晖 李彦朝

学术探讨

- | | |
|----|---|
| 04 | ZH 轮中间轴断裂事故分析及其预防
◎ 浙江省海运集团有限公司 / 周加平 |
| 07 | 码百地年码头 1 [#] 泊位涨水推开流靠泊操纵
◎ 宁波大港引航有限公司 / 慕永光 |
| 11 | 对电子围栏技术在航标船中应用的思考
◎ 温州航标处 / 林 伟 陈安坤 张一鸣 |
| 14 | 海洋环境下基于自适应蚁群算法的船舶节能航迹规划
◎ 浙江海洋大学 / 干鑫华 董良雄 |
| 21 | 杭州港船舶污染物接收转运处置能力评估与建议
◎ 杭州市交通运输行政执法队 / 翟绍兵 钱 勇 马 轩 |
| 25 | 乐清湾进港航道深吃水船舶富余水深探讨
◎ 台州港引航站 / 狄敏志 |
| 29 | 通过旋回降速靠泊宁波舟山港光明码头的探索
◎ 宁波大港引航有限公司 / 李飞楠 |





行业动态

34	国际港航科技联盟成立会议暨绿色港航专题研讨会召开
35	传承中华海丝文化，助振两岸海洋经济 ——2022 海峡科技专家论坛“海峡两岸航海技术与海洋工程研讨会”在厦门召开
36	中国航海学会船闸专业委员会四届委员会换届大会暨五届一次年会在南宁召开
38	首届“海峡两岸暨港澳航运业科技协同发展论坛”赋能航运高质量发展
39	第四届智能航运与产业发展峰会在沪举行何建中理事长出席会议并致辞
41	浙江护航水上救援基金会顺利召开“甬发 1”轮海上搜救事件即时奖励专家咨询会
42	点赞椒江货船“辽油 123 轮”！1 小时 10 分钟生死营救 3 人！
43	省港航管理中心赴杭州开展船检相关工作内部审核
43	杭州市交通执法队落实水上防范寒潮大风工作
43	嘉兴市交通执法队出“实招”应对寒潮雨雪天气
44	绍兴市 12 客位以下小型客船运输管理纳入规范许可
44	全省内河污染物全链条管控场景功能在平湖试点应用

视野拓展

45	再订 4 艘全球最大汽车船！比亚迪加速“造船出海”
46	0 亿美元！中东土豪巨资打造海上“龟”宿
48	又一突破！川崎重工船用氢燃料发动机获日本船级社 AiP 批复

ZH 轮中间轴断裂事故分析及其预防

◎ 浙江省海运集团有限公司 / 周加平

摘要: 通过对巴拿马灵便型散货船 ZH 轮在 2019 年 2 月在黄骅港靠泊过程中发生中间轴断裂事故, 并委托大连海事大学对中间轴断裂的原因进行了分析, 对该事故所暴露出来的中间轴的材料、工艺处理及日常检查问题进行了阐述, 对事故的预防措施进行简要说明, 供船舶管理人员参考。

关键词: 中间轴; 裂纹; 检查

0 船舶概况

ZH 轮为 3.3 万吨散货船, 2007 年 10 月由浙江某船厂建造完工, 总长 178m, 型宽 B27.6m, 结构吃水 10.15m, 总吨 19983; 主机型号 B&W 6S42MC(MCR6480kw $\times$ 136r/min, SMCR5830 kw $\times$ 131.3r/min), 主机运转时间约 43000 小时。

1 事故经过

2019 年 2 月 3 日 20:45, ZH 轮由黄骅港外锚地起锚进港。2 月 4 日 00:20 在港池内带妥两拖轮准备靠 401 泊, 00:22 主机微速进, 左满舵, 船长发现无舵效(航速下降), 船尾海面有排出流, 马上停车, 通知轮机长检查主机情况。轮机长检查后报告中间轴在靠近艏轴连接法兰处断裂, 艏轴前密封处有海水往机舱漏水, 且艏轴已经往尾部滑移了约 60cm(艏轴法兰被前轴承处的密封装置阻挡)。公司接到报告后, 立即启动应急响应处置程序, 船舶临时靠泊黄骅港 401# 码头, 并调整船舶压载水, 减少尾吃水, 控制艏轴前密封处进水, 并且安排堵漏和固定尾轴, 申请 CCS 船级社临时适航检验。2 月 22 日由拖轮拖航至就近的天津新港船厂进行整个推进轴系的拆卸、检查和修理换新。

2 中间轴损坏情况

2 月 24 日在船厂进坞后对轴系进行拆解出舱, 经全面检查发现损坏情况如下: 1. 中间轴在靠近艏轴连

接法兰处断裂, 实际向后滑移了 680mm。2. 艏轴发生了单一方向的塑性弯曲变形。

3 事故原因分析



图 1 中间轴靠近艏轴连接法兰处断面情况

中间轴断面情况见事故现场照片图 1 所示, 经肉眼观察, 断裂面上发现有 4 处疲劳源, 基本上处于法兰根部与中间轴外圆 R35 过渡的位置(该位置周边为应力集中区); 明显可见较为光滑的疲劳裂纹扩展区分布以及锯齿状粗糙的断裂区分布; 疲劳剪切扩展区上, 疲劳纹或前沿线分布也清晰可见。

委托大连海事大学对该轴的断裂破坏进行失效分析, 失效报告结论如下:

(1) 该件失效中间轴的材质相当于 20# 碳素结构钢。靠近艏轴一侧的碳含量为 0.20%, 靠近曲轴一侧的碳含量为 0.24%, 两侧材料的碳含量均低于技术要求(0.32~0.40%), 与技术要求的 35# 钢化学成分不相符。法兰圆角根部表面的粗糙度($Ra=6.33\mu m$)低

于技术要求 ($Ra=3.2\mu m$)。

(2) 该件中间轴的表面硬度、心部硬度以及轴两端硬度差异不大, 平均硬度 (114~115HB) 低于 35# 钢硬度要求 (150~185HB) 下限约 23%。同一区段、不同取向的拉伸强度指标、塑形指标相差也不大, 但两端的强度指标存在差异。靠近艏轴一侧的屈服强度、抗拉强度、扭转疲劳强度分别低于曲轴一侧 8%、7%、11%。靠近断裂区域的屈服强度和抗拉强度分别低于该件的图纸技术要求下限 16%、20%。不同位置、不同取向的延伸率 (32.8~33.7%) 均符合技术要求 (15~21%)。中间轴断裂瞬间所受的静载荷不大, 可以排除载荷异常引发的断裂。

(3) 失效中间轴断口附近的安全系数 ($K=2.22\sim2.29$) 和另侧法兰圆角根部的安全系数 ($K=2.43\sim2.49$) 均低于许用安全系数下限 ($[K]=2.5\sim5.5$), 其抗拉强度分别低于《钢质海船建造规范》强度下限 12.1% 和 5.7%。原设计的屈服强度指标 ($\sigma_S \geq 260MPa$) 满足静强度要求, 其安全系数 ($K=2.6\sim2.7$) 大于许用安全系数下限。原设计的抗拉强度指标 ($\sigma_b \geq 520MPa$) 也满足《钢质海船建造规范》要求。

(4) 该件中间轴的失效模式属于扭转载荷作用下的多源疲劳断裂。整个断口出现了四处疲劳源, 且四处疲劳源均位于靠近艏轴一侧法兰圆角根部的车刀刀痕处, 如下图所示。主裂纹 A 是在进车阶段形成的, 次裂纹 B 是在倒车阶段形成的。整个断口共出现了四处 (A、B、C、D) 较大尺寸的疲劳裂纹扩展痕迹, 这表明中间轴的失效模式属于多源疲劳断裂。由于该件中间轴碳含量偏低导致其强度偏低, 加之法兰圆角根部车加工不当出现了明显横向的刀痕, 在交变扭转载荷作用下萌

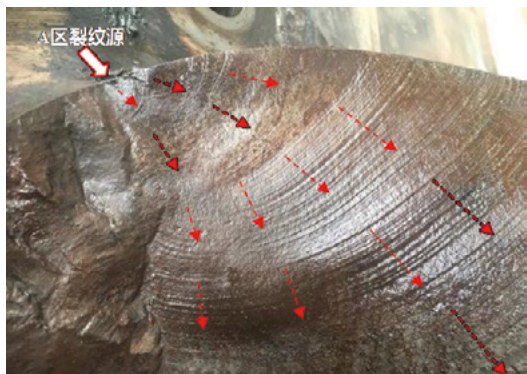


图2 失效中间轴断口形貌 (艏轴侧)

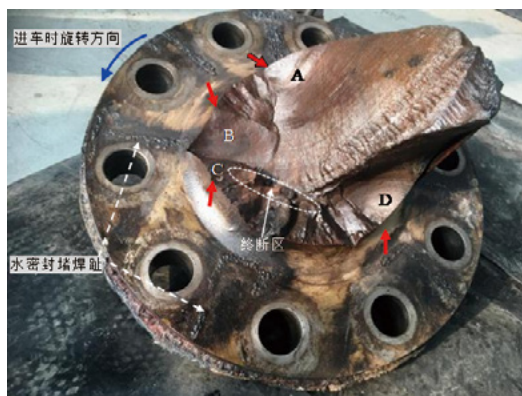


图3 失效中间轴 A 区断口形貌及其裂纹扩展方向 (艏轴侧)

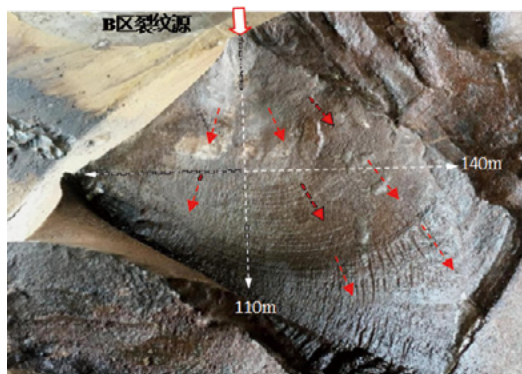


图4 失效中间轴 B 区断口形貌及其裂纹扩展方向 (艏轴侧)

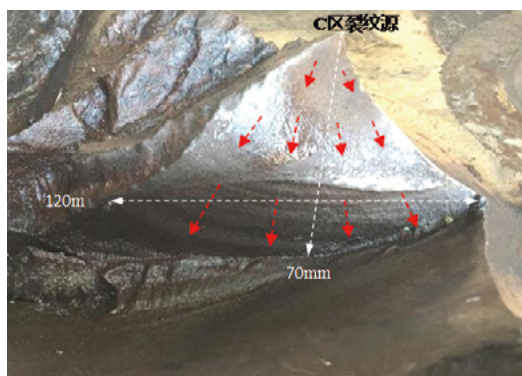


图5 失效中间轴 C 区断口形貌及其裂纹扩展方向 (艏轴侧)

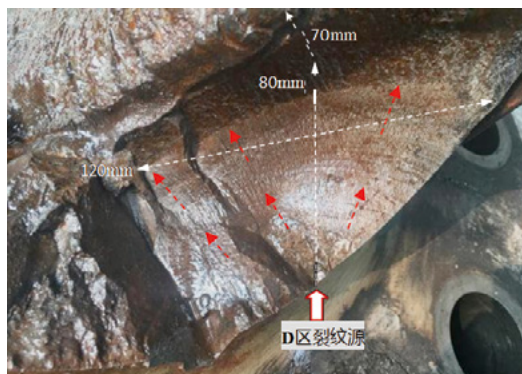


图6 失效中间轴 D 区断口形貌及其裂纹扩展方向 (艏轴侧)

生疲劳裂纹,最终导致了疲劳断裂。在引起断裂失效的因素中,材质不合格是主要原因,表面加工质量不良是次要原因。

(5)由于中间轴断裂后引起艉轴及螺旋桨后移整体约 680mm,且后端单边同时受螺旋桨、桨毂及液压螺母共达 12 吨左右的重力作用以及较长时间的悬臂效应影响,造成艉轴发生了单一方向的塑性弯曲。



图7 螺旋桨轴船体外侧变形情况

4 对类似事故的预防措施

针对本船舶中间轴失效分析得出的事故原因,提出事故预防措施如下。

(1)在新造船确定中间轴厂商表时,应重视产品质量问题,选择品牌产品,从源头上保证材料的质量符合技术规范要求,杜绝材料质量造成的安全隐患。

(2)在中间轴验收时,不仅要检查材料的加工精度,同时要肉眼仔细观察中间轴表面,检查表面是否有裂纹、局部凹陷损伤、以及是否存在加工刀痕等。

(3)对营运船舶的中间轴进行定期检查,可以结合进坞尾轴检查同时进行。由于船级社对运营船舶的中间轴检查没有具体要求,在金属材料及其机械力学性能等方面的缺陷在船上管理中容易被忽视,有必要对轴系进行针对性的定期检查。如超声波探伤、中间轴轴承及底脚螺栓检查、轴跳动测量等。如有条件还可以通过轴系冷态或热态的轴承顶升负荷测量来综合评估轴系的运行状况。

(4)在船舶轴系进厂坞修、拆检、吊装、安装施工过程中,应避免在中间轴或螺旋桨轴表面、法兰以及法兰连接螺栓上造成额外的碰撞和局部损伤(如焊接、碰焊、表面凹坑等),以防止在轴系材料表面留下不必要的隐患。

(5)在船舶日常运营的过程中,落实并加强中间轴管理和检查工作。中间轴要定期清洁,涂防锈油,不能油漆。每次开航前应对中间轴表面、法兰和连接螺栓、中间轴承基座和底脚螺栓进行检查,如有裂纹或螺栓松动应及时处理。

(6)结合事故案例做好船员的熟悉培训工作,提升船员的安全意识、检查能力,在日常检查和维保工作中排查隐患,避免类似事故发生。岸基管理人员要熟悉船舶的维护保养及检查要点,对于规范中没有明确的关键设备,及时提醒和督促船员进行定期的检查和维护。

参考文献

[1] 散货船中间轴断裂失效分析[J]. 大连海事大学学报。



百地年码头 1[#] 泊位涨水推开流靠泊操纵

◎ 宁波大港引航有限公司 / 慕永光

摘要: 通过对宁波百地年码头 1[#] 泊位及其水域的潮流特点分析,探索出安全可靠的大型 LPG 船舶靠泊方法,保障船舶的安全性。

关键词: 大型 LPG 船舶;强推开流;靠泊

1 码头概况

百地年 1[#] 泊位位于宁波舟山港大榭港区大榭岛东北岸(见图 1),具体地理位置为(29° 56′ .69N, 121° 58′ .43E),西邻中油 25 万吨级码头,东邻百地年 5 千吨级化工码头,码头按照蝶形布置,高桩梁板式跟重力式相结合。码头全长 320m,其中连续部分 183m,码头前沿水深 -15m,码头走向为 119° /299°,码头前沿距离分道通航边界线 0.75nmile 左右。目前,该泊位主要靠泊船长 225~230m 的 LPG 运输船,带缆绳要求为 2—4—2。设计靠泊速度要求控制在 15cm/s 以内,入泊角度在 10° 以内。



图 1 百地年码头地理位置

2 潮流特点

百地年码头水域潮流属于非正规半日浅海潮流,潮流基本沿等深线方向运动,主要为西北向和东南向的往复流。每日两涨两落,该码头约镇海高潮后 0.5~1 h 初落,约镇海低潮后 1h 初涨。镇海低潮时附近开始出现涨流向回流,大潮汛时涨流向回流可能出现得更

早。大潮汛转涨流后,流速增加很快,低潮后 2~3 h 涨流流速达到最大,最大涨流流速可达 2~3kn。当主航道涨急和落急时,码头边涨落流呈不规则变化。主航道涨急时,在码头附近的大田湾和狗头颈北侧会形成 2 个逆时针回流水域,且随着主航道流速流向的变化而变化。码头东南端突出岸线处于涨水急流区,码头西北端处于湾内,涨落流常变化不定,泊位两端经常出现涨落不一致的流态。主航道的涨落流都与码头走向有较大的夹角,特别是急涨流时,流向与码头走向有 30° 左右的夹角,码头东南端推开流很强,涨流流速大于落流流速。

3 靠泊主要船型和靠泊窗口

目前靠泊百地年 1[#] 泊位的主要船型尺度为:船长 225~230m,船宽基本约为 36.4m(部分船宽约 32.24 m),主机功率为 11760~13230kW,吃水为 11~12 m,排水量在 7 万 t 左右,主机功率与船舶排水量比为 0.20~0.25。该类船舶停车冲程较大,倒车功率较小,须提早减速来控制速度,但方型系数较大,旋回性较好,旋回圈直径一般在 0.5nmile 以内。

该码头由于潮流复杂,目前安排 2 个靠泊窗口:一个靠泊窗口为初落,即在镇海高潮后 1h 左舷靠泊;另一个是靠泊窗口为初涨,即在镇海低潮后 1~1.5h 右舷靠泊。

4 涨水靠泊的困难

百地年码头 1[#] 泊位水域特殊,潮水复杂,很难选择出更好的靠泊窗口,同时由于码头原设计船型偏

小,引桥偏短,这样就给靠泊大型LPG船舶增加了很多困难,通常情况下初落时刻左舷靠泊是最佳靠泊选择,但是为了提供优质的引航服务,保障港口生产,有时候我们会克服困难选择靠泊初涨。

在初涨靠泊时,船舶在右舷靠泊贴近码头的过程中受到码头东南端涨水推开流,船首不容易贴靠,当船首2艘拖船全力将船舶顶到接近码头时,由于靠泊角度的存在,会让船首1艘拖船松开缆绳到准备拖的位置,此时就会出现船首停止入泊并缓慢加速向左偏转的情况。即便船首1艘拖船全速顶推也抑制不住船首的左偏,整个船舶被推开流推开,进而需要重新靠泊。

笔者在掉头靠泊百地年1[#]泊位过程中有过类似经历。2019年10月3日,笔者引领大型LPGC轮,计划0915时靠泊百地年1[#]泊位。C轮当日平均吃水11.5m,夏季满载吃水12.019m,排水量69664.5t,主机功率12400kW。当日宁波镇海潮水为:低潮潮时0750时、潮高65cm,高潮潮时1420时、潮高366cm。具体引航操纵细节见表1。船舶在码头前沿及码头边靠泊轨迹见图2。

表1 C轮进靠过程

时间 / 时	船舶位置	船舶动态	备注
0854	利万码头对开,距离码头1nmile	航速4.8kn	跟码头取得联系,同时3艘拖船已经在船边等候
0915	百地年码头对开,横距0.48nmile	航速3kn,利用左船尾拖船顶推配合车舵向左掉头	左船首第一位置(3528kW)、第二位置(2940kW)、左船尾(2940kW)的拖船全部带上
1000	船舶距离码头横距6~7m,入泊角3°左右	船首撇缆上岸,让船首第1根缆绳松到起拖的位置,船首开始左偏	第2艘拖船最快顶,同时让第1艘拖船回来最快车顶,外加右满舵进车,船首还是一直左转。后来让船尾拖船最快拖,船舶仍然被推开100多米,横移速度达到1kn
1005	船被推开到100m左右的地方	横移速度很快到升到1kn	倒缆受力,船首开始右转
1035	贴拢码头	船首拖船一直顶到码头,配合车舵,横移很慢	距离码头较近时,降低船首2艘拖船功率,观察船首偏转趋势,让船舶平行贴靠码头

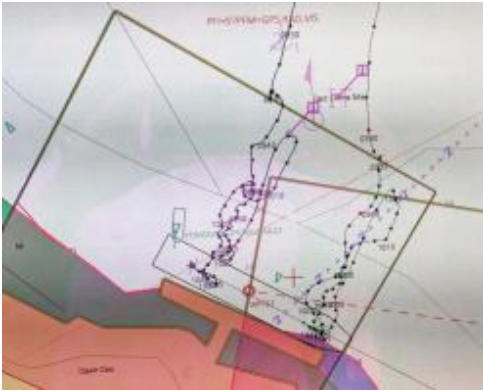


图2 船舶靠泊轨迹

从码头边的船舶靠泊轨迹图可以明显看出,船舶在靠近码头的过程中受到向外很大的推开力,导致船舶被推开100多米。查阅潮汐预报表得到当日0900、1000、1100时码头前沿60m,层深6米处流的大小和方向,如表2所示。

表2 百地年1号泊位前沿潮流情况

时间 / 时	涨流方向 / (°)	涨流大小 / (m/s)	推开角度 / (°)	备注
0900	309	0.43	10	低潮后1h左右
1000	328	0.78	29	低潮后2h左右
1100	333	0.94	34	低潮后3h左右

假设船舶距离码头60m时,船首向基本与码头平行,则船身受到的流的推开方向就可以近似为流冲开码头的方向。流压力为:

$$F=0.5 \rho C_v 2 L d$$

式中: ρ 取1025kg/m³; C是横向水动力因数; v是相对流速; L是船长; d是船舶吃水。

当C轮吃水11.5m时,可以计算出当日0900、1000、1100这3个时刻所受到的推力F不同(见表3)。

表3 C轮在不同时间所受推开流大小

时间 (小时)	涨流方向 (°)	涨流流速 (m/s)	推开角 (°)	推力 (kN)	横向推开力 (kN)	备注
0900	309	0.43	10	98.0	16.66	低潮后1h左右
1000	328	0.78	29	803.6	389.06	低潮后2h左右
1100	333	0.94	34	1166.2	651.70	低潮后3h左右

船舶所受到的推力F可以分解为垂直于船舶首尾线方向的力F1和在船舶首尾线的力F2F1=Fsin θ

$$F_2=F\cos \theta$$

F1是导致船舶向外偏转的主要原因。横向水动力

因数 C 随船首向与流的角度不同而变化。以当日 1000 时为例: (1) 当船首向左偏转, 流压角为 60° 时, 根据公式可以算出垂直于船舶首尾线的横向推开力为 1391.6kN ; (2) 当船首向左偏转, 流压角为 $80^\circ \sim 90^\circ$ 时, 根据公式可以算出垂直于船舶首尾线的横向推开力是 $1813.0 \sim 1852.2\text{kN}$ 。

若在 1000 时左右引领船舶平行靠近码头, 船舶受到横向推开力约 392kN , 推开流让船舶产生逆时针的旋转力矩 (见图 3)。在船首向左偏转的过程中, 流相对于船舶的冲开角度逐渐增大: 当船首向左偏转到与码头成外向 30° 左右时 (即船舶与流夹角成 60° 时), 船舶受到的横向推开力达 1391.6kN , 超过 3 艘拖船的总功率 (三条拖船总功率: $3528+2940+2940=9408\text{kW}=12800\text{hp}$, 设 $100\text{hp}=1\text{t}$, 则 $128\text{t} \approx 1254\text{kN}$)。

当船首继续偏转到与码头成外向 $50^\circ \sim 60^\circ$ 时 (即船舶与流夹角成 $80^\circ \sim 90^\circ$ 时), 船舶受到的横向推开力达 $1813.0 \sim 1852.2\text{kN}$, 远超于 3 艘拖船的总功率。这就导致本船被推开流推开 100 多米。



图 3 船舶受流作用图

5 强推开流靠泊的应对措施

5.1 靠泊时间点的控制

涨流时刻码头边潮流变化快, 低潮后 1h 左右码头边潮流缓和, 推开角度不大, 待低潮后 2h 推开角度和流速明显增加。因此, 靠泊时间应控制在低潮后 45min 左右, 低潮后 1.5h 前贴拢完毕。

5.2 拖船的配备

针对涨流时刻百地年码头东南端强推开流的特点, 在船舶掉头靠泊的过程中左舷船首应该配备足够

功率的拖船。如果只配备 2 艘拖船, 大功率拖船应带在左舷船首位置, 小功率拖船应带在左舷船尾。

鉴于码头结构特点 (码头两侧都有影响船舶靠泊的消防泵), 靠泊贴拢时船舶必须平行靠泊, 因此为能顺利安全靠泊, 涨流靠泊期间大型 LPG 船舶一般都安排 3 艘拖船助泊, 一般将最大功率拖船安排在左舷船首第 1 个位置, 中等功率拖船安排在左舷船首第 2 个位置, 小功率拖船安排在左舷船尾。

5.3 拖船的使用

在涨流靠泊掉头前, 一般控制船舶与码头间的横距在 0.5nmile 左右, 船舶对地速度 4kn 左右, 然后利用左舷船尾拖船的顶推来完成掉头, 因为船舶有前进速度, 转心靠近船首, 所以左船尾的拖船顶推力臂很大, 进而形成的旋转力矩也较大, 船舶旋回效果明显。

船舶在入泊过程中, 距离码头远时码头东南端的推开流影响不是很明显, 船舶在左舷首 1 艘拖船和左舷尾 1 艘拖船的顶推下, 容易形成向内的横移速度。当船舶距离码头在 1 链以内时, 逐渐开始受到码头东南端推开流的影响, 船首贴靠速度开始减慢甚至停止, 船尾表现为容易推向码头, 此时需要船首第 1 艘拖船全速顶推, 才能让船舶以一定的速度缓慢移向码头。在船舶接近码头的过程中, 为调整船舶的靠泊角度, 推荐将前面第 2 艘拖船松缆绳到随时可以拖的位置, 左边船尾拖船根据船尾贴靠趋势选择是顶推还是拖带, 同时配合船首第 1 艘拖船顶推力量的改变, 合理利用车舵来完成船舶平行安全靠泊。

5.4 错过最佳靠泊时间点的靠泊方法

有时候因为港口生产需要, 船舶可能会错过最佳的靠泊时间, 甚至于推后到低潮后 2~3h, 此时的涨水推开流及推开角度都很大, 掌握其潮流推开方向以及特点后可以尝试用新的靠泊方法来实现安全靠泊。

5.4.1 大角度靠泊法

低潮后 3h 左右, 码头东南端的推开流角度可达到 34° 左右, 且推开流速大。1 艘长 225m 的 LPG 船吃水约 11.5m , 向外横向力可以达到 646.8kN 。为避免如此大的推开力, 可以选择大角度靠泊, 通过改变推开流角度, 进而减少向外的横向力。

当船舶大角度靠近码头时, 一定要控制好船舶横移速度, 并且时刻关注船首的运动趋势, 关键要控制



图4 船舶大角度靠泊

好船舶与流的角度变化,避免角度过大,进而导致船首右转触碰码头。笔者在靠泊实践中通过多次观察努力找到个平衡点,让本船船首在距离码头半个船宽左右基本不动或者微微向外旋转,船尾在拖船的顶推下慢慢靠近码头,船首如果向外旋转加速,就立即加大船首第1艘拖船的顶推力度(第2艘拖船处于拖带位置),可适当配合内挡舵加进车抑制船首向外旋转。最终将船舶平稳安全地贴靠码头,图5为低潮后2.5h左右船舶实际大角度靠泊图,此刻靠泊角度 28° ,横移速度约 0.1kn 左右。

5.4.2 进靠法

百地年1[#]泊位的西北侧是中油码头,当中油码头没有船舶进行靠离泊作业时,百地年1[#]泊位的西北侧

是有一定的空间允许船舶进行淌航作业。如果海况良好且没有强拢风,船舶在3艘拖船带好的情况下,靠泊船舶可以有意地控制在码头偏西北的位置,即推开流相对较缓和的位置,这样更有利于船舶靠近码头。当船舶距离码头约50m时采用进车配合舵角的方法,让船舶进入推开流强势区,同时合理地利用拖船安全地将船舶贴靠码头。

6 结束语

百地年码头1[#]泊位特殊的地理位置导致在涨水时刻其东南端存在大角度的推开流,这股推开流给右舷靠泊的大型LPG船舶的入泊带来很大困难。驾引人员要充分了解不同时刻可能遇到的推开流的角度和大小,采取优化拖船配置、调整靠泊角度及适当控制船位等措施加以应对,从保障靠泊船舶的安全。

参考文献

- [1] 姚泽炎. 船舶引航中力与力矩的分析[J]. 中国水运, 2009(09):23.
- [2] 杨东晓. 关于船舶平行靠泊的思考[J]. 世界海运, 2010,33(07):48-51.

简讯

11月6日,
正值全党全国
各族人民认真
学习贯彻党的

“苏浙闽粤桂沪”五省(区)一市航海学会 第十届学术研讨会圆满结束

二十大精神之际,为了进一步贯彻落实国家交通强国与航运强国战略,促进航海科技研究与学术交流,分享探讨航运发展经验,展望航运发展前景。由江苏省综合交通运输学会航海分会承办的“苏浙闽粤桂沪”五省(区)一市航海学会第十届学术研讨会,以南通为主会场,采用线上线下相结合的方式胜利召开。江苏省内的四十余名代表出席了现场会议,中国航海学会秘书长闫晓波先生、交通运输部水运行业专家李善友先生,以及浙江、福建、广东、广西、上海等航海学会的领导和同仁们参加了线上会议。

江苏省综合交通运输学会航海分会副会长兼秘书长李军先生对所有的参会代表表示了热切的欢迎以及感谢;福建省航海学会秘书长陈明光代表五省(区)一市航海学会领导致辞;中国航海学会闫晓波秘书长作重要讲话;交通运输部水运行业专家李善友先生作了主题

为《加快构建
现代化水运发
展新格局》的
学术报告。大

会上,航海分会副秘书长王彬会议宣读了优秀论文获奖文件,并给获奖代表颁发荣誉证书,感谢他们的智慧和奉献。会议最后阶段,来自全国五个省市区的优秀论文作者代表分别在线上和线下进行了学术交流。

浙江省航海学会秘书处组织在杭部分科技工作者在学会会议室参加线上会议,各地市航海学(协)会以集中和分散的形式组织参加了线上会议。

浙江省航海学会秘书处供稿



对电子围栏技术在航标船中应用的思考

◎ 温州航标处 / 林 伟 陈安坤 张一鸣

摘要: 随着全球经济复苏和国际贸易的不断增长,航运业的交通物流作用越来越明显,以及海上捕捞行业的发展,海上通航密度大,商渔交织,呈现一片繁荣。温州航标处管理辖区水域船舶众多,通航环境复杂,航标船作业时易受到过往船舶的影响,不利于现场航标作业,存在一定安全隐患。为保障辖区水域船舶的航行安全,研究将电子围栏系统应用在航标船中以提升现场智能助航和安全预警很有必要。本文将介绍电子围栏系统的主要功能、架构、关键技术、应用场景设计,为服务航船安全提供一种手段。

关键词: 电子围栏;航标船;应用

0 引言

传统的航行安全预判和保障方法,主要是通过视觉、听觉、导航设备、无线电呼叫等方式,提前交流沟通,避免发生航行事故。这种方法虽然简单方便,但较为被动,难以主动发现目标的行为动态而不能做到正确预判。因此,从船舶航行安全的角度出发,除了保持正规的瞭望外,采用智能化、信息化手段进行预警,相互相成,起到共同保障船舶通航安全的作用。

从船舶航行的实际情况来看,造成船舶航行风险的客观因素主要包括以下几个方面:第一是自然环境因素,在船舶航行的过程中势必会受到自然环境的制约影响,故船舶航行需要考虑自然因素,如气象条件、潮汐水文、水底结构等情况,进而做好相应的准备工作;反之,如果船舶航行之前缺少对相关因素的查阅则很容易对自身的安全航行产生威胁,对相关人员的生命安全和财产安全都会造成隐患。第二是通航因素,作为交通运输的重要组成部分,船舶航行的过程一定会受到交通因素的影响,而这样的影响在大多数情况下都是来自于航道。例如,如果实际航道过窄,就很容易造成航行船舶的碰撞现象,而且如果单一航道中船舶过多也会对航行的安全性造成影响。对于港口区域一般高平潮位通航密度大,习惯借助潮流的小船走顺水,小船密度会很大,故安全风险会大大增加。第三,船舶自身因素以及船员的综合素质也会对船舶的安全航行造成影响,船舶机器设备、助导航设备、船体结构、货物积载,船员业务水平和基本船艺能力等都会影响航行安全。因此在船舶实际航行的

过程中,应不断加强对各种客观因素的考虑,并有效采取相应的防范措施和应急预案。

2 电子围栏系统功能、架构、关键技术和应用场景设计

2.1 系统功能

对特定水域船舶发送临时预警信息。水上作业现场水域因施工作业需要而临时划定警戒区域,为防止船舶误入这些特定水域,可通过设置电子围栏、AIS 虚拟航标,对靠近该类水域船舶发送 AIS 短报文予以警示。

2.2 系统架构

电子围栏系统是在传统的 AIS 数据应用基础上开发的拓展应用系统,由 AIS 播发基站和应用软件系统两部分构成。

2.2.1 AIS 播发基站

AIS 播发基站的功能是数据接收、数据管理和数据发送。AIS 播发基站将接收到的 AIS 船台广播信息进行初步处理和存储后再转发给应用软件,实现数据的呈现和应用;应用软件将要发送的数据信息通过网络发送给基站管理服务器,由基站向 AIS 船台播发 AIS 数据。

2.2.2 应用软件系统

电子围栏应用软件系统是采用面向对象的开发方法、运用微服务理念而开发的基于浏览器/服务器模式(B/S 架构)的管理系统。系统通过 AIS 播发基站在水上划出电子围栏区域和警戒线,当系统感知船

舶进入电子围栏区域或穿越警戒线时,就会由 AIS 基站向船舶发送安全提醒的 AIS 短报文。

2.3 关键技术

2.3.1 采用面向对象开发方法

电子围栏应用软件系统的设计和开发,选用的是基于 UML (Unified Modeling Language) 标准的可视化 (Rational Rose) 建模工具。建模工具从不同应用角度出发,定义了系统的用例图、类图、对象图、状态图、活动图、顺序图、协作图、构件图、部署图等图形模型,从不同角度对系统进行描述。

2.3.2 微服务应用架构

电子围栏应用软件采用的微服务应用架构可以让系统运转变得更为简便,只需扩展单个组件而无需整个应用程序堆栈就能满足服务等级协议,且可更快更新,将更有利于后续系统功能的拓展和二次开发。

2.3.3 采用 B/S 架构

为充分满足电子围栏应用软件系统在安全、跨平台、易扩展、易维护等方面的要求,采用先进的 3 层应用体系架构:第一层为客户机,是用户与整个系统的接口,客户的应用程序精简到一个通用浏览器软件;第二层为网页 (Web) 服务器,动态生成超文本标准语言 (HTML) 代码和相应的数据响应及存取处理;第三层数据库服务器,协调各 Web 服务器发出的对数据库的请求,管理数据库。基于 B/S 架构开发的电子围栏应用软件,可在网络浏览器上轻松访问和应用。

2.4 应用场景设计

2.4.1 电子围栏区域设置

在控制终端上设置警戒线及由自主划定多边形线段组成的电子围栏区域,实现在海图图层上通过经纬度描点、拖拽划线等人机友好界面实现警戒线的设置,当船舶以某一航线穿越警戒线后,可对其播发 AIS 短报文;对于进入多边形封闭电子围栏警戒区域内的船舶进行 AIS 短报文广播,也可根据后台导入预设数据对比匹配后,对指定船舶进行 AIS 短报文广播。

2.4.2 船舶数据的查询显示

基于 AIS 信息可实时查询单个船舶 AIS 数据的静态信息和动态信息,也可以以列表、柱图、曲线图等方式实时显示群体 AIS 船舶数据信息。

2.4.3 系统播发机制

在电子围栏系统播发控制终端上,可灵活设定重复播发时间间隔,也可手动即时播发。当有多台 AIS 基站组网时,可手动指定播发的基站,也可根据电子围栏区域按基站与船舶“就近原则”自动选择播发基站。

2.4.4 基站配置监控软件

通过应用软件系统,可实现对 AIS 播发基站基础信息配置、控制和各类工作数据监测。

2.4.5 甚高频 (VHF) 语音播发

设置电子围栏警戒区域,当船舶穿越警戒区域时,可根据需要通过 VHF 基站 16 频道发送区域 VHF 语音信息。

2.4.6 手机短信服务

中国移动、中国电信和中国联通 3 家通信运营商提供沿海手机短信服务,系统采用第三方接口组件并分别开发公网手机短信模块,一旦船舶穿越电子围栏,系统除通过 AIS 短报文播发警示信息外,还通过手机短信服务向船舶有关人员的手机播发短信。

3 航标船电子围栏发展前景

3.1 航标船电子围栏的优势

电子围栏技术发展成熟背景下,电子围栏在航标船上的应用也有着不俗的适配性。随着电子围栏技术发展,通过结合电子围栏与传统的安全保障方法,可以更大程度的提高航标船作业时的安全性。电子围栏在航标船作业保障自身及过往船舶的安全可以很好地实现自身的优势,主要体现在以下方面:

3.1.1 报警事件响应的快速性

当可疑船舶距离航标船自身距离过近后,及时提醒船上人员注意具体情况,是否需要紧急避让或其他应急措施,不间断工作,能有效防止由于人为因素而造成的失误而造成安全隐患。

3.1.2 系统参数的动态可配置性

根据航标船作业周边实际情况的变化,设置单个或多个多边形限制区域,动态地进行航标船的安全保障。

而为了利用好电子围栏技术,在满足原先航行需求的前提下,如何在航标船上利用好电子围栏,进一步保障航标船作业时航标船自身及过往船舶的安全,这就需要我们进一步的研究。

3.2 应用中可能遇到的难题

随着电子围栏的逐步推广应用,其在风电场、共享单车等领域都有着一定程度的基础,但在航标船上的应用,又是一个全新的领域需要去探索,也相比其他已经投入使用的电子围栏,航标船上的电子围栏也存在一些问题:

3.2.1 电子围栏设置的范围

现有的海上风电场、渔场、养殖场等场所,因其位置和范围相对固定,故划定好电子围栏区域之后,无需做过多的调整。而航标船需要到不同的航标上作业,周边环境、航道状况一直在发生变化,无法用一个固定的区域应对所有场景,因此需要切换调整,划定不同范围的电子围栏区域。

3.2.2 信息播发、接收延迟

信息的播发和接收如遇到不良的通信环境,或受其他设备干扰,接收器自身等问题影响,可能导致信息接收不及时,出现预警播报延迟现象。

3.2.3 频道资源占用

设置电子围栏警戒区域后,当船舶穿越警戒区域时,可根据需要通过 VHF 基站 16 频道发送区域 VHF 语音信息。而 16 频道是一个所有海员都了解的频道号,通常听到的海船驾驶台的船舶呼叫信息都是在这个频道发布。如果电子围栏范围设置不合理,可能会造成大量占用频道资源的问题。

4 结语

航标船电子围栏是一种利用现代信息技术手段进行航海保障的技术手段,可以助力保障船舶通行安全,同时确保航标船作业时船舶和人员安全,方便船上人员提高当前海域的把控程度。目前来看,航标船电子围栏的实施要点在于设置范围要求多变化、电子围栏本身延迟影响、船舶密集区域的使用限制。未来我们也将基于此情况对电子围栏在航标船应用进行进一步的优化,争取能够实现其在航标船广泛应用。这一技术可以进一步推广到所有工程系列船舶上的应用。

简讯

浙江省航海学会磁罗经工作先进表彰暨 2022 年年在仙居召开

为加强磁罗经校正员(师)的队伍建设,表彰本年度工作中先进的磁罗经校正员(师)和工作人员,交流各地在磁罗经校正工作中的经验,不断提高我省磁罗经校正的技术业务水平,更好地为航运



企业服务。12月11日,浙江省航海学会暨中国航海学会磁罗经技术服务浙江分部联合我省舟山、宁波、台州和温州磁罗经工作站,在台州仙居县召开了磁罗经工作先进表彰暨2022年年会。参加会议的有省学会(分部)领导和工作人员,各地航海学会(协会、联合会)领导、各站负责人、经办人员和受表彰的先进个人代表,学会老理事长王德宝先生特邀参加会议。

会议由学会理事长沈亚军主持,秘书长胡适军代表磁罗经分部作2022年全省磁罗经服务工作总结,报告充

分肯定了在过去的一年中,全体工作人员在抗击疫情、保障安全中顺利完成各项工作,取得校正船舶和磁罗经数量及营收三增长的又一好成绩,同时为全国磁罗经技术服务工作的改革,推进信息化管理

和在线填报系统工作所作的努力。会议由沈亚军理事长宣读表彰2022年磁罗经工作先进个人,并进行了颁奖仪式。

会议专门进行了各工作站和会议代表的工作汇报与交流环节,总结成绩、交流经验,反应工作中存在的问题,探讨改进措施,以进一步提高工作效率和服务质量,为航运业发展做出优良的服务。最后,老理事长王德宝先生作重要讲话,并为磁罗经技术服务工作提出了宝贵的指导意见。浙江省航海学会秘书处供稿

海洋环境下基于自适应蚁群算法的船舶节能航迹规划

◎ 浙江海洋大学 / 干鑫华 董良雄

摘要：针对船舶的节能航迹规划问题，本文提出一种考虑海洋环境影响的船舶全局航迹规划方法，该方法在传统蚁群算法的框架内引入船舶能耗模型，设计一种基于能耗的启发函数，提高蚁群选择低能耗节点的期望程度。此外，为了提高算法的优化性能，自适应调整算法的参数及信息素的更新与扩散，并引入带惩罚的融合策略对当前最优解进行处理，以进一步提升算法的寻优能力。最后，利用B样条曲线对所规划航迹进行平滑处理，使其更加贴合船舶实际的运动特性。仿真实验表明：该算法相较于传统算法具有更强的寻优能力，能够为船舶在复杂海洋环境下规划出更加节能的航迹，对于船舶智能化发展具有一定价值意义。

关键词：航迹规划；蚁群算法；能耗模型

0 引言

随着航运业的快速发展，船舶航迹规划也随之成为了船舶领域的研究热点之一。目前大多数船舶航迹规划方法与陆上移动机器人路径规划相差无几，仅在考虑障碍物的环境模型下规划一条安全避障的最短路径。然而船舶所处的海洋环境相较于移动机器人而言更加复杂多变，海洋环境中的海风与海流都会对船舶的航行造成影响，并且由于船舶自身能源消耗量大，在执行远洋航行任务时，必须充分考虑航行中的能耗问题。因此，针对船舶的特殊性对传统路径规划算法进行优化是十分必要的。

目前应用于路径规划的算法主要有A*算法、遗传算法以及蚁群算法等，各类算法的优缺点都较为明显，其中蚁群算法凭借其较强的鲁棒性、正反馈机制以及算法结构，被大量学者所关注。然而蚁群算法在应用时存在着收敛慢、易陷入局部最优解等缺陷。因此，为了使蚁群算法更好地满足船舶航迹规划的要求，本文针对海洋环境下船舶的节能航迹规划问题，重点分析无人船航行时受到风与海流的干扰力，以此建立无人船能耗模型，并在此基础上提出一种考虑海洋环境影响的自适应蚁群算法。

1 节能航迹规划问题分析

航迹规划是实现船舶智能化的关键技术，其主要任务是为船舶在海洋环境中依据一定的优化目标规划出一条从空间中某一点到目标点的最优或次优航迹。本文主要研究船舶节能航迹规划，其优化目标为航行总能耗最低。此外，在船舶航迹规划过程中主要涉及船舶所处的二维位置坐标且主要考虑船舶在纵荡方向的运动，因此将船舶所处海洋环境栅格化为二维笛卡尔坐标系下的离散栅格空间，并将船舶简化为空间中的质点。在离散栅格空间中主要将栅格划分为可通行栅格与障碍栅格，并采用仅含0和1的矩阵表示，其中0表示可通行栅格，1表示障碍栅格，其对应关系如图1所示。另外，在可通行栅格中存储海风与海流的速度向量，以进一步贴近真实海域环境。

在此基础上，为简化计算、提高规划效率，假设船舶在航行过程中保持恒定速度且海洋环境稳定，则节能航迹规划问题可进一步描述为：基于给定的海洋环境信息，在二维栅格空间中搜索到一组从起点到目标点总能耗最低且无碰撞的栅格节点序列^[1]。



图1 二维栅格空间与矩阵的对应关系

2 相关模型建立

2.1 海流模型

为了更加真实地模拟船舶所航行的海洋环境,本文采用一种基于Lamb矢量的涡流模型^[2]来模拟海洋环境中的海流。此外,由于本文的节能航迹规划是基于二维离散栅格空间进行的,因此假设每一栅格内的海流速度矢量相同且不考虑垂直方向的涡流速度分量,则其数学表达式如下:

$$V_c = (u_c, v_c) \quad (1)$$

$$\begin{bmatrix} u_c \\ v_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -K \frac{y - y_0}{2\pi(r - r_0)} \left(1 - e^{-\left(\frac{r - r_0}{\tau}\right)^2} \right) \\ K \frac{x - x_0}{2\pi(r - r_0)} \left(1 - e^{-\left(\frac{r - r_0}{\tau}\right)^2} \right) \end{bmatrix} \quad (2)$$

式中: V_c 为涡流速度矢量, u_c 与 v_c 分别为水平与纵向的涡流速度分量, K 为涡流强度, τ 为涡流的半径, r_0 为涡流中心。

2.2 船舶能耗模型

为在规划时充分利用海洋环境,尽可能减少船舶的能源消耗,本文采用文献^[5]所提出的船舶能耗计算方法建立船舶能耗模型,主要研究海风与海流在船舶航行时对其能耗造成的影响,因此在建立能耗模型之前需分析海风、海流对船舶所施加的荷载。

(1) 海风荷载模型

船舶在海上航行过程中,海风会作用于船舶水上部分产生一定的作用力,为简化计算只考虑海风施加于船舶的横向荷载 F_{wx} 与纵向荷载 F_{wy} , 利用不可压缩流体的伯努利方程,可得海风荷载的计算模型^{[5][6]},如式3所示。

$$\begin{bmatrix} F_{wx} \\ F_{wy} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{2} \rho_{air} u_{rw} |u_{rw}| C_x(v_{rw}) A_{ax} \\ \frac{1}{2} \rho_{air} v_{rw} |v_{rw}| C_y(v_{rw}) A_{ay} \end{bmatrix} \quad (3)$$

式中: ρ_{air} 为空气密度, u_{rw} 与 v_{rw} 分别为船舶纵荡与横荡方向的相对风速, $C_x(v_{rw})$ 与 $C_y(v_{rw})$ 为船舶的空气阻力系数,为简化计算本文假设为1, A_{ax} 为船舶水上部分正投影面积, A_{ay} 为船舶水上部分侧投影面积, v_{rw} 为海风相对于船舶的角度,如下图所示。

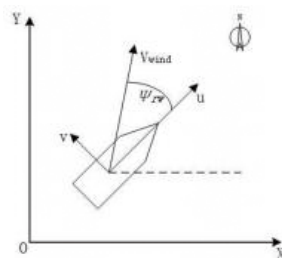


图2 海风相对船舶的角度

(2) 海流荷载模型

海流是海洋环境中常见的物理现象,船舶在海上航行时不可避免受到海流的影响,从而影响船舶的航行能耗,因此分析海流对于船舶的荷载是必要的,其计算模型如下所示:

$$\begin{bmatrix} F_{cx} \\ F_{cy} \end{bmatrix} = \frac{1}{2} \rho_w S_{wet} C_T \begin{bmatrix} u_{rc} \\ v_{rc} \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$C_T = \frac{0.075}{(\log Rn - 2)^2} + C_R \quad (5)$$

式中: F_{cx} 与 F_{cy} 为海流施加于船舶的横向与纵向荷载, ρ_w 为海水密度, S_{wet} 为船舶浸水面积, C_T 为总阻力系数, C_R 为剩余阻力系数, Rn 为雷诺数, D 为船舶吃水, C_D 为船舶纵向阻力系数, v_{rc} 与 u_{rc} 分别为海流在横荡与纵荡方向上相对于船舶的速度。

基于以上分析,由于本文将船舶的航行空间栅格化,船舶航迹被若干个栅格划分为 N 段,相邻栅格内船舶所受到的环境荷载不同,而船舶在每段航迹内以恒定的速度航行,船舶所受阻力和推进系统的推力是平衡的,因此假设船舶从栅格节点 i 航行至 j 的能量消耗等于船舶推进系统为克服栅格节点 i 与 j 的平均阻

力所做的功, 则船舶能耗模型如下所示。

$$E = \sum_{k=1}^N E_x(k) + E_y(k) \quad (6)$$

$$E_x(k) = \frac{1}{2} (F_{wx}(k) + F_{wx}(k) + F_{cx}(k) + F_{cx}(k)) L_{ij} \quad (7)$$

$$E_y(k) = \frac{1}{2} (F_{wy}(k) V_{wy}(k) + F_{wy}(k) V_{wy}(k) + F_{cy}(k) V_{cy}(k) + F_{cy}(k) V_{cy}(k)) \frac{L_{ij}}{u} \quad (8)$$

式中: E 为船舶航行所需的总能耗, $E_x(k)$ 与 $E_y(k)$ 为第 k 段子航迹上船舶在纵荡和横荡方向上消耗的能量, 由于在二维离散栅格空间中规划船舶航迹不考虑横荡方向的位移, 则假设 $E_y(k)$ 在数值上等于环境干扰力在船舶横荡方向上所作的虚拟功, L_{ij} 为栅格节点 i 与 j 之间的欧式距离, V_{wy} 与 V_{cy} 分别为海风和海流在船横荡方向上的速度, u 为船舶在纵荡方向的速度。此外, 为避免能耗出现负值, 采用文献^[5]所提出的方法对小于 0 的 $E_x(k)$ 直接赋予 0, 而船舶在横荡方向始终需要消耗能量去保持一定航行状态, 因此对 $E_y(k)$ 取绝对值。

3 考虑海洋环境的自适应蚁群算法设计

3.1 自适应参数设计

蚁群算法的各项参数对于算法的寻优能力起着决定性的影响, 而在传统蚁群算法的参数设定上常采用反复试凑的方法, 这使得算法容易由于不恰当的参数组合而导致前期多样性差或后期收敛速度不足的后果。为此, 本文基于蚁群算法的特点对信息素启发因子 a 及信息素挥发系数 p 进行自适应调整。在算法前期应尽可能让蚁群在较大问题空间内进行搜索, 提高搜索出全局最优解的概率, 且此时环境中的信息素分布较为均匀, 若加大信息素的正反馈作用容易过早陷入局部最优; 在算法中后期, 此时蚁群已逐渐集中于全局最优或较优解附近, 应当逐步加强信息素的正反馈作用, 以加快算法的收敛速度。因此, 两种参数的自适应调整方式如下:

$$\begin{bmatrix} a(t) \\ p(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.9 - (0.9 - 2) \left(\frac{t}{T} \right)^{1.2} \\ 0.1 - (0.1 - 0.3) \left(\frac{t}{T} \right)^{1.2} \end{bmatrix} \quad (9)$$

式中: t 为算法当前迭代次数, T 为算法最大迭代次数。此外, 对每只蚂蚁的信息素启发因子 a 进行突变, 从而利用蚁群异构特征提高蚁群整体的全局搜索能力^[7], 其数学表达式如下。

$$a(t, m) = a(t) + \text{rand}(-0.02, 0.02) \quad (10)$$

式中: $a(t, m)$ 为第 t 代第 m 只蚂蚁的信息素启发因子, $\text{rand}(-0.02, 0.02)$ 为 $(-0.02, 0.02)$ 内符合正态分布的随机数, 突变后的自适应信息素启发因子与迭代次数的映射关系如图 3 所示。

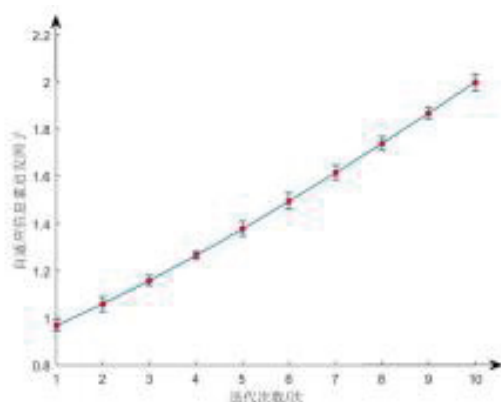


图3 自适应信息素启发因子与迭代次数的映射关系

3.2 引入能耗模型的状态转移规则

在传统蚁群系统中蚁群构建候选解时仅考虑当前节点与候选节点之间的欧式距离, 在算法前期具有一定盲目性, 且在各种环境荷载的影响下最短路径并非为能耗最低路径, 因此需要对蚁群系统的启发函数进行改进。通过引入上述能耗模型计算每一候选节点的能耗值, 并将其与目标节点距离信息相结合, 综合考虑航线的航程与油耗, 建立新的评价算子 O_{ij} , 其具体数学表达式如下所示:

$$P_{ij}^k = \begin{cases} \arg \max_{j \in allowed_i} [\tau_{ij}(t)]^{\alpha(t, m)} [\omega_{ij}(t)]^{\beta} & \text{if } q \leq q_0 \\ \frac{[\tau_{ij}(t)]^{\alpha(t, m)} [\omega_{ij}(t)]^{\beta}}{\sum_{s \in allowed_i} [\tau_{is}(t)]^{\alpha(t, m)} [\omega_{is}(t)]^{\beta}} & \text{if } q_0 < q \end{cases} \quad (11)$$

$$O_{ij} = \frac{1}{d_{ij} + E_x(k) + E_y(k)} \quad (12)$$

式中: $t_{ij}(t)$ 为节点 i 与 j 之间的信息素浓度, b 为评价算子在节点选择中的重要程度, q_0 为状态转移控制参数, q 为 $(0,1)$ 之间的随机数, d_{je} 为下一节点与目标节点的距离, G 为调整参数。

3.3 基于熵的自适应信息素更新策略

信息素更新策略是蚁群算法迭代的重要环节, 是蚂蚁个体间信息交互的渠道, 也是算法收敛的关键。传统蚁群系统的信息素更新策略是在一代蚂蚁结束搜索后, 对全局或当代最优解进行信息素更新, 虽然能够很好地发挥优质解的引导作用, 但也一定程度上影响了算法的全局搜索能力, 使得算法容易陷入早熟。

为此, 本文利用相对信息熵 H_o 对每一代的候选解多样性进行定量分析, 提出一种基于熵的自适应算子 C , 根据该算子对信息素更新进行调整。当算子值较大时, 即蚁群候选解多样性较好, 此时说明算法具有加快收敛速度的空间, 应加强优质解的引导作用; 反之, 则说明算法全局搜索能力较弱, 应当适当降低最优解的更新强度, 相对信息熵与自适应算子的映射关系如图 4 所示。通过对信息素更新策略进行自适应调整, 能有效平衡算法对于全局寻优性及快速收敛性的矛盾, 其具体数学模型如下:

$$H_o(t) = \frac{-\sum_{i=1}^n p(t, x_i) \cdot \ln p(t, x_i)}{\ln n} \quad (13)$$

$$c(t) = 0.3 - (0.3 - 0.9)(2H_o(t) - H_o(t)^2) \quad (14)$$

$$\tau_{ij}(t+1) = \begin{cases} (1 - \rho(t))\tau_{ij}(t) + \text{编}T_{ij}^{\text{best}}(t), & \text{if } \varepsilon > q \\ (1 - \rho(t))\tau_{ij}(t) + \text{编}T_{ij}^{\text{est}}(t)\varepsilon, & \text{if } \varepsilon \leq q \end{cases} \quad (15)$$

式中: $p(t, x_i)$ 为第 t 次迭代时第 i 类候选解出现的概率, 其中候选解依据路径长度进行分类, 而 n 为此次迭代状态的总量。编 $T_{ij}^{\text{best}}(t)$ 为当前最优解的信息素增量, 其计算方法如下所示。

$$\text{编}T_{ij}^{\text{best}}(t) = \frac{Q}{E_{\text{best}}} \quad (16)$$

式中: Q 为信息素更新强度, E_{best} 为当前最优解的能耗值。

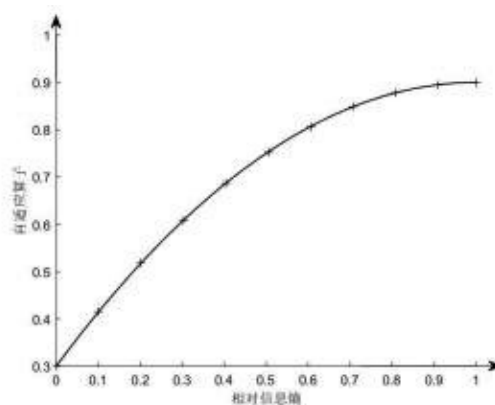
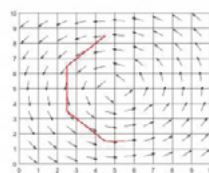


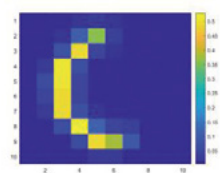
图 4 相对信息熵与自适应算子的映射关系

在此基础上, 为进一步提高算法的全局寻优性, 提出一种自适应信息素扩散策略。在蚁群通过上式在当前最优路径上释放信息素后, 该路径上各节点作为扩散源根据相邻节点适应度的不同进行相应的信息素扩散, 在提高全局寻优能力的同时, 额外加强优质节点的引导作用, 其扩散模型如下所示。

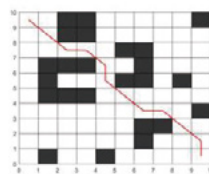
$$\text{编}T_{ju}^{\text{diffuse}} = \begin{cases} \frac{(0.5 \cdot \tau_{ij}(t+1))}{r_n}, & d_{ju} = 1 \\ \frac{0.5 \cdot \tau_{ij}(t+1)}{\sqrt{2} r_n}, & d_{ju} = \sqrt{2}, u \in \text{allowed}_j \\ 0, & d_{ju} > \sqrt{2} \end{cases} \quad (17)$$



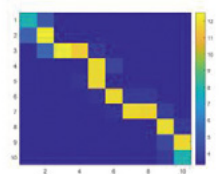
(a) 以能耗为适应度的航迹



(b) 以能耗为适应度的信息素扩散



(c) 以路程为适应度的航迹



(d) 以路程为适应度的信息素扩散

图 5 基于不同适应度的自适应信息素扩散

3.4 带有惩罚的融合策略

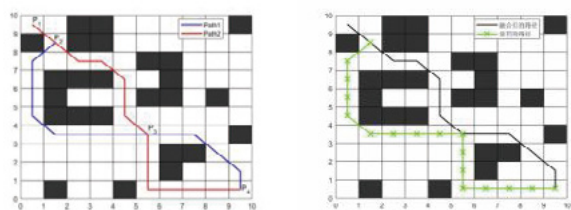
针对蚁群算法收敛速度慢的不足, 本文基于文献^[8]所提出的融合方法提出一种带有惩罚的融合策略。该策

略通过将历代最优解与全局最优解的不同子路径进行比较,如图6(a)所示,取出Path1与Path2的非公共子路径进行对比,即P2P3与P3P4,保留其中适应度更优的离散节点集合,与其公共子路径重新构成新的当前最优解,并对适应度较差的节点进行相应的惩罚,惩罚强度与两者适应度的相对差值成正比,其数学表达式如下所示。

$$c = \frac{|D_{path1}^i - D_{path2}^i|}{\min(D_{path1}^i, D_{path2}^i)} \quad (18)$$

$$T_{ij} = c p_{ij} T_{ij}^{best} \quad (19)$$

式中: c 为惩罚因子, D_{path1}^i, D_{path2}^i 为第 i 段的非公共子路径适应度。



(a) 对比路径

(b) 采用融合策略后的优化结果

图6 带有惩罚的融合策略

3.5 基于B样条曲线的航迹平滑

通过改进算法所规划的船舶节能航迹是由若干栅格节点连接而成的折线段,其航迹方位并不连续,且存在曲率突变的问题,因此该航迹无法满足船舶的运动特性,不能直接作为船舶的航行轨迹^[9]。为此本文采用B样条曲线对所得到的折线段进行优化,优化效果如图5所示。

由于船舶航行空间被栅格划分,所规划的航迹由 $n+1$ 个节点组成,这 $n+1$ 个节点可作为 k 阶B样条曲线的控制点 P_i ,则样条曲线的数学表达式为:

$$P(t) = \sum_{i=0}^n P_i N_{i,k}(t) \quad (20)$$

式中: $N_{i,k}(t)$ 为 k 阶B样条基函数,其数学表达式为:

$$N_{i,k}(t) = \frac{1}{k!} \sum_{j=0}^k (-1)^j C_{k+1}^j (t+k-i-j)^k \quad (21)$$

由于3次样条曲线具有二阶导数连续的特点,故本文选择3次B样条曲线来优化航迹,将 $k=3$ 时的基函数代入式(17)可得到3次样条曲线方程,其中曲线段 $P_{0,3}(t)$ 如下式所示:

$$P_{0,3}(t) = \frac{1}{6} \begin{bmatrix} 1 & 4 & 1 & 0 \\ 3 & 0 & 3 & 0 \\ 3 & -6 & 3 & 0 \\ -1 & 3 & -3 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P_0 \\ P_1 \\ P_2 \\ P_3 \end{bmatrix} \quad (22)$$

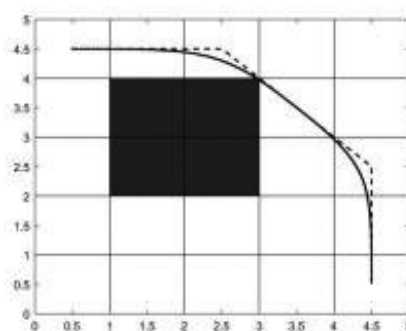


图7 基于B样条曲线优化的航迹

4 仿真实验与结果分析

4.1 仿真准备

为了验证自适应蚁群算法(AdaptiveAntColonyAlgorithm, AACAA)在船舶节能航迹规划时的实用性与有效性,采用文献^[5]中的案例船分别在有障碍静态海洋环境、无障碍稳定海洋环境以及有障碍稳定海洋环境中进行仿真实验^[3],并在相同仿真环境中将其规划结果与传统蚁群系统(AntColonySystem, ACS)以及文献^[10]所提出的基于种群相似度的自适应改进蚁群算法(Anadaptiveimprovedantcolonyalgorithmbasedonpopulationsimilarity, IAACS)进行对比。由于蚁群算法属于概率型优化算法,规划结果具有一定随机性,为了保证仿真实验的真实性,各算法分别运行30次,并将实验结果的平均值作为评价指标。案例船参数、算法参数以及能耗模型中所涉及的参数设置分别如下表所示。

表1 能耗模型参数表

$\rho_w(\text{kg/m}^3)$	$\rho_{air}(\text{kg/m}^3)$	C_R	C_D	$S_{wet}(\text{m}^2)$
1025	1	0	1	6600

表 2 案例船参数表

船长 (m)	船宽 (m)	船高 (m)	吃水 (m)	水上正投影 面积 (m ²)	水上侧投影 面积 (m ²)
200	30	30	10	600	4000

表 3 参数设置表

算法	ρ	ζ	a	β	q_0
ACS	0.15	0.1	1.1	8	0.7
AACS	-	0.1	-	8	0.7
IAACS	0.15	0.1	1.1	8	0.7

4.2 仿真结果分析

为避免偶然性，本文将三种算法分别在不同环境，不同起点以及不同环境影响下进行仿真实验，为进行区分，分别用 AESACA、ESACS、ESIAACS 来表示考虑海洋环境影响的三种算法，通过对仿真结果进行分析，得到以下结论：

(1) 改进算法具有较好的稳定性。从表 4 中可以看出，改进算法 AACA 在 6 种仿真环境中所得到的平均航迹与平均能耗最低，且在环境较为简单的 Map1 与 Map4 中每次运行均能收敛至最优解。

(2) 在 6 种不同的仿真环境中，所提出的 AACA 算法所得到的最优路径的长度与能耗均为最低，表明

其具有较强的全局寻优性能。在环境复杂度较低的 Map1 与 Map4 中，三种算法均能搜索到最优解，而随着环境复杂度不断增加，算法陷入局部最优的概率也大大增加，在 Map3 与 Map5 中，ACS 已经无法收敛至最优解，而在 Map2 和 Map6 中，只有 AACA 能够寻找到最优解。

(3) 在有障碍物静态海洋环境中，因只有障碍物的干扰，复杂度相较于考虑海洋环境要低，因此仅需较少的迭代次数就能完成收敛，在 Map1 和 Map2 中 AACA 收敛速度最快，IAACS 次之，ACS 最差。而在加入环境影响后，算法陷入局部最优的风险也随之增加，可以看出在 Map3,Map4, Map5 中 IAACS 收敛速度最佳，AACA 次之，ACS 最差，在 Map6 中 ACS 收敛速度最快，但从搜索结果来看，IAACS 与 ACS 搜索结果的稳定性较差，AACA 却能很好地平衡收敛速度与全局寻优性之间的矛盾。

(4) 从图 8 中可以看出，在引入基于能耗模型的状态转移规则后算法能够充分利用海洋环境的影响去搜索到一条能耗更低的安全航迹，虽然在航迹长度上有所增加，但却能节省下大量的能耗，表明基于船舶能耗构建航迹具有一定现实意义。

表 5 无障碍稳定海洋环境仿真结果

环境	算法	平均航迹长度/m	最优航迹长度/m	平均航迹能耗/KJ	最优航迹能耗/KJ	平均首次收敛次数
Map1	AACA	45.11	45.11	-	-	17.44
	IAACS	45.60	45.11	-	-	35.69
	ACS	45.66	45.11	-	-	45.50
Map2	AACA	57.13	57.01	-	-	13.3
	IAACS	59.25	58.67	-	-	32.70
	ACS	59.08	58.43	-	-	57.10
Map3	AESACA	-	-	4470376.82	4449528.83	43.2
	ESIAACS	-	-	4512694.79	4449528.83	42.80
	ESACS	-	-	4688723.94	4598764.97	45.27
Map4	AESACA	-	-	6099727.62	6099727.62	34.20
	ESIAACS	-	-	6101980.12	6099727.62	20.2
	ESACS	-	-	6163085.33	6099727.62	43.50
Map5	AESACA	-	-	8032105.86	7985973.34	59.18
	ESIAACS	-	-	8077747.87	7985973.34	53.91
	ESACS	-	-	8239741.25	8167553.27	56.73
Map6	AESACA	-	-	8177732.09	7977331.51	60.45
	ESIAACS	-	-	8264677.42	7982641.95	55.20
	ESACS	-	-	8946494.72	8711240.46	50.10

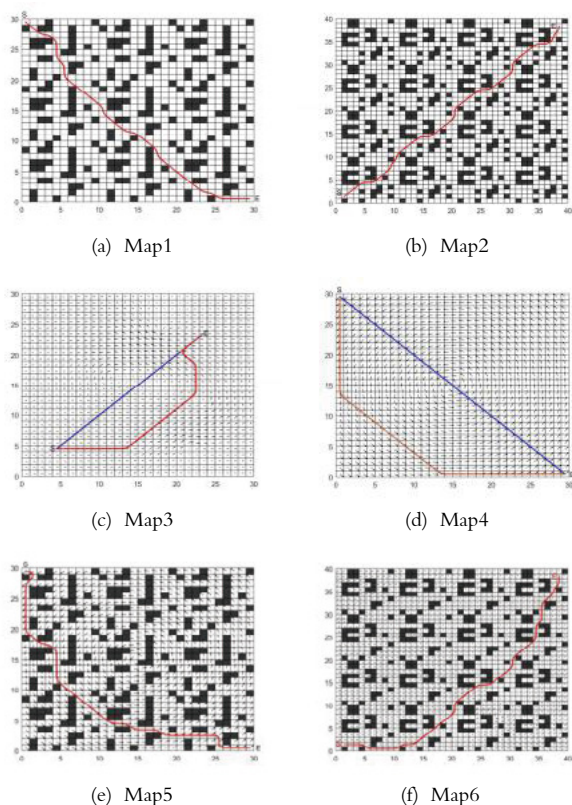


图8 不同环境下自适应蚁群算法得到的最优路径

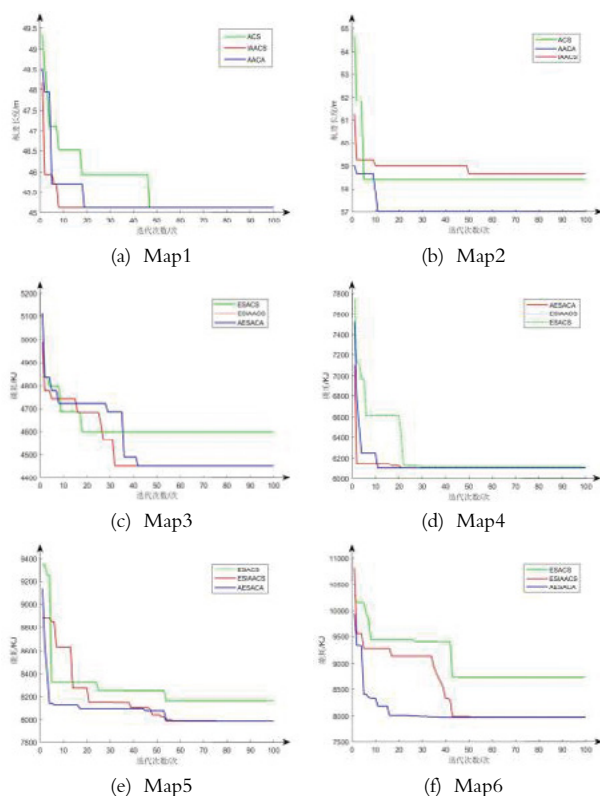


图9 不同环境下的算法收敛曲线

5 结语

为了适应无人船技术发展对航迹的能耗要求,本文通过对无人船所受环境荷载进行分析,建立了考虑海风与海流影响的无人船能耗模型,并基于该模型设计了一种考虑海洋环境影响的自适应蚁群算法。为验证该算法的有效性,本文基于六种不同仿真环境对其进行航迹规划仿真实验,通过对仿真结果进行分析,证明了该算法具有一定实用性,能够为无人船规划出一条安全且低能耗的优质航迹。

参考文献

- [1] 徐玉如,姚耀中.考虑海流影响的水下机器人全局路径规划研究[J].中国造船,2008,49(04):109-114.
- [2] Garau B, Alvarez A, Oliver G. AUV navigation through turbulent ocean environment supported by on-board H-ADCP[C]//Robotics and Automation, 2006. ICRA 2006. Proceedings 2006 IEEE International Conference on. IEEE, 2006.
- [3] 李欣然.无人水面艇全局路径规划的混合优化研究[D].大连海事大学,2020.DOI:10.26989/d.cnki.gdlhu.2020.000606.
- [4] 胡梦晴.考虑海洋环境的无人船节能路径规划[D].大连理工大学,2021.DOI:10.26991/d.cnki.gdllu.2021.000519.
- [5] Lee T H, Chung H, Myung H. Multi-resolution path planning for marine surface vehicle considering environmental effects. IEEE, 2011.
- [6] FOSSENTI. Handbook of marine craft hydrodynamics and motion control[M]. New York: Wiley, 2011.
- [7] 张松灿,孙力帆,司彦娜,普杰信.单种群自适应异构蚁群算法的机器人路径规划[J/OL].计算机科学与探索:1-15[2022-07-29].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.5602.TP.20211015.1339.006.html>
- [8] Wenxiang Gao; Qing Tang; Beifa Ye; Yaru Yang; Jin Yao. An enhanced heuristic ant colony optimization for mobile robot path planning. Soft Computing, 2020, 24: 6139-6150.
- [9] 敖邦乾,杨莎,叶振环.改进蚁群算法水面无人艇平滑路径规划[J].控制理论与应用,2021,38(07):1006-1014.
- [10] 张松灿,普杰信,司彦娜,孙力帆.基于种群相似度的自适应改进蚁群算法及应用[J].计算机工程与应用,2021,57(08):70-77.

杭州港船舶污染物接收转运处置能力评估与建议

◎ 杭州市交通运输行政执法队 / 翟绍兵 钱 勇 马 轩

摘要：《中华人民共和国长江保护法》的实施，对长江经济带船舶和港口污染防治能力提出了新的更高要求。本文采用电话调研、现场走访、定量分析等方法，梳理了杭州港船舶污染物接收转运处置现状，通过比较船舶污染物现状接收量与现有接收转运处置设施容量评估了现有设施接收转运处置能力的充足性，并根据调研评估中发现的问题提出了针对性的建议，以期推动杭州港船舶与港口污染防治工作再上新台阶。

关键词：杭州港；船舶污染物；接收转运处置；能力评估

0 引言

随着港口规模的扩大和吞吐量的上升，船舶进出港艘次数明显增加，船舶污染物的产生量也大幅增长，对港口码头船舶污染物接收转运及处置设施的需求也随之增加^[1]。2021年3月，交通运输部等四部委联合发布《关于建立健全长江经济带船舶和港口污染防治长效机制的意见》（交水发〔2021〕27号），要求深入开展长江经济带船舶和港口污染防治攻坚行动，建立健全长效机制，全面提升污染防治能力，利用两年左右时间，到2022年底初步形成布局合理、衔接顺畅、运转高效、监管有力的船舶和港口污染治理格局^[2]。

杭州港是全国主要内河港口之一，是长三角南翼重要的内河枢纽港，位于浙江省东北部，京杭大运河南端，是我国水运事业的发源地之一。随着交通强国、长三角一体化国家战略的提出，杭州市经济社会发展对杭州港船舶污染防治工作提出了更高的要求^[3]。开展本地船舶污染物接收能力与到港船舶匹配情况的评估，根据评估结果及时动态完善接收转运处置设施，能够有力地推动杭州港船舶污染防治工作再上新台阶。

1 船舶污染物接收转运及处置现状

根据杭州港船舶污染物接收种类的实际调研情况，目前杭州港船舶有毒污水和危险废弃物产生量较少，本文中船舶污染物主要指含油污水、生活污水和船舶垃圾。

1.1 船舶污染物接收转运及处置流程

1.1.1 含油污水接收转运及处置流程

目前杭州港到港船舶产生的含油污水一般储存在船舶的机舱中，主要由第三方接收单位将含油污水抽取到流动接收船或者岸上含油污水接收设施，接收设施储存的含油污水经转运车运送到内河鸭雀漾和西湖袁浦2个含油污水处理点进行集中处理，袁浦点处理后的出水达标后转运到鸭雀漾纳管排放，油渣则由杭州大地海洋环保有限公司回收处理，实现闭环处置（图1-1）。

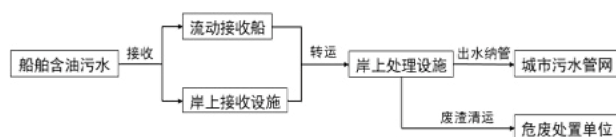


图 1-1 船舶含油污水接收转运处置流程图

1.1.2 生活污水接收转运及处置流程

杭州本港籍船舶目前已完成100-400总吨和100总吨以下船舶生活污水储存柜的装设改造工作，船上储存的生活污水一部分由公共接收点（包含岸上接收设施、趸船和流动接收船）接收，收集后就近纳入到市政污水管网。另一部分由港口码头企业接收，有处理设施的港口码头企业对生活污水处理后达标排放或纳管，没有配置处理设施和不具备纳管条件的港口码头企业则将生活污水转运到市政污水管网处置（图1-2）。

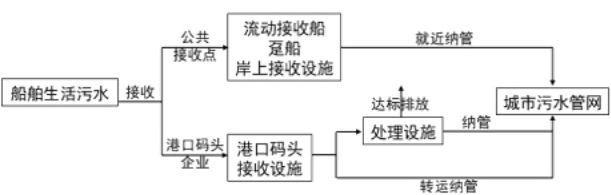


图 1-2 船舶生活污水接收转运处置流程图

1.1.3 船舶垃圾接收转运及处置流程

目前杭州港船舶垃圾一部分由公共接收点（包含岸上接收设施和流动接收船）接收，并委托当地的环卫部门进行转运处置；另一部分由港口码头企业配置的船舶垃圾接收桶接收，再由当地环卫部门进行清运（图 1-3）。

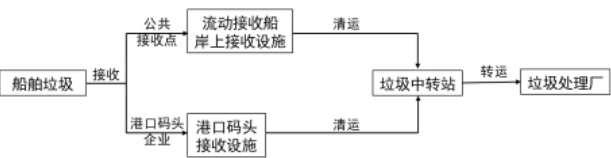


图 1-3 船舶垃圾接收转运处置流程图

1.2 船舶污染物接收量

2021 全年，杭州港共接收含油污水约 1933 吨，生活污水约 28069 吨，船舶垃圾约 477 吨（表 1-1）。杭州港船舶含油污水主要由第三方单位接收，生活污水和船舶垃圾以港口码头企业接收为主，第三方单位接收为辅。

表 1-1 2021 年杭州港船舶污染物接收量汇总表（单位：吨）

类别	含油污水			生活污水			船舶垃圾		
	港口码头企业	接收单位	小计	港口码头企业	接收单位	小计	港口码头企业	接收单位	小计
接收量	0.04	1933.2	1933.24	17002.5	11066.1	28068.6	293.4	183.9	477.3

1.3 船舶污染物接收转运及处置设施建设情况

杭州港现有船舶含油污水岸上公共接收设施 18 套、流动接收船 7 艘，转运车 2 辆及处置设施 2 套。现有船舶生活污水接收设施 104 套，其中岸上公共接收设施 10 套、趸船 4 艘，码头企业接收设施 90 套，另有流动接收船 6 艘（兼顾转运）。现有船舶垃圾接收设施 888 个，其中公共接收设施 158 个，码头企业接收设施 730 个（表 1-2）。

表 1-2 杭州港船舶污染物接收转运及处置设施汇总表

接收点性质	含油污水						生活污水				船舶垃圾	
	接收设施数量	接收设施总容量	转运设施数量	转运设施总容量	处置设施数量	处置设施设计处理量	接收设施数量	接收设施总容量	转运设施数量	转运设施总容量	接收设施数量	接收设施总容量
公共	18 套岸上设施	83.4 吨	2 辆	10 吨	2 套	96 吨 / 天	10 套岸上设施	/	/	/	158 个	18.96 吨
	7 艘流动船	106 吨					4 艘趸船	1165 吨	6 艘流动船	637 吨		
码头企业	/	/	/	/	/	/	90 套	644 吨	/	/	730 个	50.82 吨

2 船舶污染物接收转运处置能力评估

2.1 船舶含油污水接收转运处置能力评估

接收量: 2021 年杭州港船舶含油污水接收量约为 1933 吨, 含油污水处理设施产生的残油废渣为 203 吨, 均由杭州大地海洋环保公司回收处置。

接收转运能力: 杭州港目前船舶产生的含油污水基本都由第三方单位接收, 根据上文数据, 18 个接收点的合计满负荷接收容量为 83.4 吨/次, 7 艘流动接收船的合计接收容量为 106 吨/次, 按照 7 天/次的满载频率保守估算, 则一年可接收含油污水 9876 吨。另外, 2 辆油污水转运车的合计转运容量为 10 吨/次, 按照 1 天/次的转运频率估算, 则一年可转运含油污水 3650 吨。三者合计的年接收转运量为 13526 吨, 现有设施能满足当前船舶含油污水的接收需求。

处置能力: 目前杭州航区含油污水处理装置有 2 套, 单套设计处理量为 17520 吨/年, 则一年共可处理含油污水 35040 吨, 远远满足当前含油污水的处置需求。另外, 处理设施产生的残油废渣由杭州大地海洋环保股份有限公司清运处置, 其经营规模高达 49000 吨/年, 能够满足当前处理设施产生的残油废渣的处置需求。

2.2 船舶生活污水接收转运处置能力评估

接收量: 2021 年杭州港船舶生活污水实际共接收约 28069 吨, 其中港口码头企业接收约 17003 吨, 公共接收点接收约 11066 吨。

接收转运能力: 杭州港船舶生活污水由港口码头企业和公共接收点接收。目前杭州港有 121 家港口码头企业共配有生活污水接收设施 90 套, 单次最大接收容量 644 吨, 按照 5 天/次的转运频率计算则一年可接收生活污水 47012 吨, 其中纳管处置的码头企业有 60 家, 理论上能够随时满足到港船舶的生活污水接收需求。此外, 杭州港还有 14 处公共接收点 (包含 4 处接收趸船) 和 6 艘流动接收船也负责接收船舶生活污水。大部分公共接收点生活污水纳管处理, 可大量接收到岸的船舶生活污水, 岸上接收能力充足; 4 艘接收趸船和 6 艘流动接收船合计接收容量为 1165 吨, 按 3 天/次的转运频率计算则一年可接收船舶生活污水 141742 吨。两者合计年接收转运量保守估算可达

188754 吨/年, 实际由于纳管的原因, 接收容量较该值更大。

处置能力: 杭州港船舶生活污水大部分由港口码头企业利用自建设施处理或转运纳管, 目前 121 家港口码头企业生活污水纳管处置的码头有 60 家, 根据实际调研情况, 船舶生活污水处置能力充足; 另一部分则由公共接收点接收设施和流动接收船收集后就近纳管处理, 杭州港船舶生活污水占市政污水的比例较低, 杭州生活污水处理厂处置能力充足。

2.3 船舶垃圾接收转运处置能力评估

接收量: 2021 年杭州港实际共接收船舶垃圾约 477 吨, 其中港口码头企业接收约 293 吨, 船舶污染物接收单位共接收船舶垃圾约 184 吨。

接收转运能力: 目前杭州航区港口码头、公共接收点和流动接收船均配置有船舶垃圾收集桶, 根据前文数据, 杭州港用于船舶垃圾接收的垃圾桶总数为 888 个, 合计接收容量为 69.78 吨/次, 按照 5 天/次的垃圾清运频率估算, 则一年可接收转运垃圾 5094 吨, 能够满足杭州港当前船舶垃圾接收的需求。

处置能力: 船舶垃圾由环卫部门清运后就近运输到垃圾填埋场或焚烧厂, 船舶垃圾的产生量较小, 对垃圾填埋场或焚烧厂的冲击负荷影响较小, 环卫部门的垃圾处置能力能够满足当前需求。

3 评估结论与相关建议

3.1 评估结论

杭州港船舶污染物接收转运处置能力充足, 无需新建公共接收设施。2021 年杭州港到港船舶的含油污水、生活污水、船舶垃圾接收量分别约为 1933 吨、28069 吨和 477 吨。杭州市现有接收设施对船舶含油污水、生活污水、船舶垃圾的接收能力分别为 13526 吨/年、188754 吨/年和 5094 吨/年, 因此, 杭州港船舶污染物接收设施总体能力远远满足到港船舶的接收需求, 到港船舶水污染物接收需求总体能够得到较好的满足。

3.2 相关建议

3.2.1 尽快启动辖区船舶污染物接收设施智能化改造工作

建议对岸上船舶污染物接收处理设施进行智能流量计和智能控制系统安装,必要的情况下对污水泵进行升级改造。可结合杭州港实际情况,进行智能流量计一体化集成设备安装或改造,接收量等数据可自动上传至船E行系统,可实现流量自动统计、电子化信息管理等功能,以提高辖区船舶污染物接收、转运和处置数据统计的准确性。

3.2.2 推动船舶垃圾分类及智能计量试点工作

规范船舶垃圾接收点的标准垃圾桶配置,按要求设置蓝色可回收、绿色易腐、红色有害和灰色其他四色垃圾桶。配备专职管理员,确保船舶垃圾的精准投放。加大垃圾分类宣传工作,对到港船舶进行垃圾分类宣传、发放倡议书,确保船员知晓。建立健全奖惩制度,根据船舶运行轨迹测算垃圾投放量应该在合理的区间值,如果明显偏低就进行环保诚信减分,做到奖惩到位^[4]。建议在公共接收点推行智能垃圾站房试点建设工作,实现垃圾智能分类、自动溯源和自动称量等功能,节约船舶垃圾接收的人力成本,提高垃圾接收量统计值的准确度。

3.2.3 增强船E行信息系统的推广和使用

建议污染物接收工作人员在确保船户在长江经济带船舶水污染物联合监管与服务信息系统(船E行)登记后再开具污染物接收单证,建议交通运输、海事等部门开展专项检查,督促内河码头、船舶安装使用长江经济带船舶水污染物联合监管与服务信息

系统的使用率,建议生态环境、环卫和城镇排水等部门重点加快推进船舶污染物岸上转运、处置环节信息系统的安装、使用,加强信息系统间对接,从“船-港-城”全链条推动船舶污染物的送交、计量、转运、处置数据录入信息系统。

3.2.4 推进船舶防污染区域联动与齐抓共管工作

对设有直通舷外的生活污水排放管路的本省籍内河运输船舶,船舶检验机构应结合最近一次营运检验结果对船舶实施铅封或盲断整改。途经杭州港的部分外省船舶生活污水存储设施未铅封或盲断,存在直排现象,建议交通部门加强区域联动,多部门齐抓共管,形成合力,达成共识,对辖区内违法违规的省内外船舶及时协同处置,并建立船舶信用管理机制,加大对船舶违规排放污染物的惩戒力度。

参考文献

- [1] 韩明国. 浅议海事对港口船舶污染物接收处理能力的监管[C]. 2010年船舶防污染学术年会论文集. 2010.
- [2] 《关于建立健全长江经济带船舶和港口污染防治长效机制的意见》解读[J]. 中国水运, 2021(06):26.
- [3] 刘冲, 钱宽, 姜红权. 杭州港发展现状及对策研究[J]. 中国水运, 2020(8):2.
- [4] 施旭航, 薛青青, 陈荣昌. 船舶垃圾污染船岸协同治理问题与对策研究[J]. 交通节能与环保, 2021, 17(04):69-72.



乐清湾进港航道深吃水船舶富余水深探讨

◎ 台州港引航站 / 狄敏志

摘要: 为保障深吃水船舶进出乐清湾航行安全, 本文通过分析乐清湾通航环境, 采用《海港总体设计规范》对船舶富余水深的计算方法, 研究乐清湾深吃水船舶进港应保留的安全富余水深, 为深吃水船舶进出乐清湾合理装载提供建议。

关键词: 乐清湾; 潮汐; 海浪; 富余水深

0 前言

乐清湾位于浙江东南沿海玉环岛与大陆之间, 系一南北狭长的半封闭海湾, 湾内三面环山, 湾口有众多岛屿阻挡风浪, 是十分难得的天然深水良港。湾内港区分为台州港大麦屿港区和温州港乐清湾港区, 现有 10 万吨级泊位两个, 五万吨级兼靠 7 万吨级泊位两个, 5 万吨级泊位一个, 三万吨级泊位两个, 两万吨级泊位一个。乐清湾进港航道有两个浅点, 分别为: 第一疏浚段, 海图水深 11.58 米; 第二疏浚段, 海图水深 10.50 米。深吃水船舶需候潮通过上述两个浅点。为深吃水船舶保留合理的富余水深过浅点, 既可以保障船舶航行安全, 又可以充分发挥港口水域的通航能力, 提高经济效益, 有一定的社会价值。长期以来, 进出乐清湾的船舶均以 13.40m 作为限制吃水。实践中发现, 这些船舶通过浅滩时龙骨下往往还有 2~3m 的富裕水深, 安全余量过大。乐清湾潮差大, 平均潮差 4m, 大小潮高潮高也相差 1.5m 左右, 以具体的吃水值作为限制吃水不能充分利用潮高资源。有必要就乐清湾航道富余水深问题展开进一步的研究, 供有关方面参考。

1 乐清湾航道情况

乐清湾航道主要由乐清湾水域船舶定线制组成。乐清湾水域船舶定线制 2014 年 7 月起实施, 该定线制起于乐清湾进港航道一期工程第一疏浚段南段, 止于第二疏浚段北段, 由 1 个深水航路、2 个警戒区、3

个分道通航制和沿岸通航带组成, 全长约 18.2 海里。

第 1 分道通航制, 从乐清湾进港航道一期工程第一疏浚段北段至横趾山东侧。进港船舶通航分道, 宽度为 0.22 海里, 通航分道中心线长度为 4.16 海里, 主交通流向为 315° 。出港船舶通航分道, 宽度为 0.22 海里, 通航分道中心线长度为 4.16 海里, 主交通流向为 135° 。

第 2 分道通航制, 从横趾山东侧至大岩头南侧警戒区东边界线。进港船舶通航分道, 宽度为 0.22 海里, 通航分道中心线长度为 3.18 海里, 主交通流向为 270° 。出港船舶通航分道, 宽度为 0.22 海里, 通航分道中心线长度为 3.18 海里, 主交通流向为 090° 。

第 3 分道通航制, 从警戒区北端至乐清湾进港航道一期工程第二疏浚段北端。进港船舶通航分道, 宽度为 0.14 海里, 通航分道中心线长度为 3.70 海里, 主交通流向为 348° 。出港船舶通航分道, 宽度为 0.14 海里, 通航分道中心线长度为 3.70 海里, 主交通流向为 168° 。

深水航路, 沿乐清湾进港航道一期工程第一疏浚段, 由以下两点连线为航路进港方向的南边界: (1) $27^{\circ} 53.86' N, 121^{\circ} 21.58' E$; (2) $27^{\circ} 58.90' N, 121^{\circ} 16.03' E$, 宽度 230 米, 通航底标高 - 17.2 米 (因多年淤积, 现最低海图水深 11.58 米), 全长 7.10 海里的航路。

乐清湾进港航道一期工程第二疏浚段, 位于乐清湾第三通航分道制 15 号浮筒与 18 号浮筒之间, 设计通航底标高 - 16.4 米 (因多年淤积, 现最低海图水深 10.50 米), 挖槽底宽不小于 205 米。



图1 乐清湾水域定线制示意图

2 乐清湾自然条件

2.1 气象

乐清湾属亚热带季风气候,四季分明,气候温暖,空气湿润,光照充足,附近海域系东海多雾海区,以平流雾为主,风向主要表现为季风特征,冬季盛行偏北风,夏季盛行西南风。

乐清湾每年均有可能遭受不同程度热带气旋的袭击,根据近50年的台风资料统计,平均每年台风、热带气旋影响乐清湾3.3次,以7-9月为盛行期,最大风速可达40m/s以上,台风过境引起风暴潮并常与天文大潮相遇,引起强降水和增高水。

2.2 水文

2.2.1 潮汐

乐清湾属强潮海湾,潮汐以正规半日潮为主,湾内潮流运动形式呈往复流性质,平均潮差4m以上,落潮流速大于涨潮流速,平均涨潮流速0.6m/s,表层最大涨潮流速1.52m/s,平均落潮流速0.7m/s,表层最大落潮流速1.67m/s。

乐清湾坎门潮位站的理论最低潮面在平均海面下3.34m,大麦屿华能玉环电厂附近的理论最低潮面在平均海面下3.73m。坎门站平均高潮间隙09h10min,平均低潮间隙02h53min,大潮升5.7m,小潮升4.4m。大麦屿站平均高潮间隙09h21min,平均低潮间隙03h02min,大潮升6.4m,小潮升4.9m。

根据统计:乐清湾进港航道第一疏浚段潮高低潮潮时和坎门站潮高低潮潮时相差最大为0.21小时(第

一疏浚段晚),平均0.09小时(第一疏浚段晚);第一疏浚段高低潮潮高普遍高于坎门站高低潮潮高,最大0.30m(第一疏浚段高),平均0.10m(第一疏浚段高)。实践工作中,第一疏浚段潮汐数据可以直接引用坎门站潮汐数据。第二疏浚段距离华能玉环电厂煤码头1.2海里,可直接采用华能玉环电厂煤码头潮汐资料。

相关潮汐资料分析,乘潮延时2小时,乘潮通航保证率90%,第一疏浚段乘潮水位为4.6m,第二疏浚段乘潮水位为4.9m。

2.2.2 海浪

乐清湾内以局地风作用下的风浪为主,外海波浪作用不大。据1985年2月~1986年1月大麦屿乐清湾内以局地风作用下的风浪为主,外海波浪作用不大。据1985年2月~1986年1月大麦屿波站实测资料统计,主浪向出现在N、NNE向,频率分别为17.3%、12.3%,其次为S、SSE向,频率分别为8.1%、7.3%。H4%波高全年以0~0.4m最多,占60%,0.5~1.0次之,占13.65%,1.1~2.5m最少,占2.85%,静浪频率为23.5%。

乐清湾外海域波浪在年内分布上具有明显的季节性变化,其中10月~翌年3月以E偏N向浪为主,4~9月以E偏S向为主。根据附近大陈岛海洋站1994年和1997年波浪观测资料统计,该水域常浪向为ENE向,各年出现频率分别为28.1%和30.0%,次常浪向为E向,各年出现频率分别为15.3%和24.6%,ESE向浪各年出现频率分别为12.3%和17.3%;平均H4%波高1.2m,H4%波高主要集中于0.6~2.5m级中,各年分别占94.4%和97.3%;波浪平均周期5.6s;各级波高的年出现频率,3~4级浪为75.5%,0~2级浪为9.9%,5级浪为5.6%,≥6级大浪出现很少为1.3%,而且大多出现在7~11月的台风影响期。

2.3 底质

乐清湾区域浅层10m以上厚度范围内为海陆相混合型沉积的淤泥性土,土类分为淤泥和淤泥质粘土2层。

2.4 富余水深

船舶在浅水水域航行,为了保证船舶航行安全,并使船体水下有足够的空间供船舶操纵,在考虑航行

水域条件和气象条件基础上,船舶龙骨下水深应保有足够的安全余量,称为富余水深。航道水深应大于等于船舶吃水与富余水深之和。

目前国内常用的计算船舶富余水深方法有两种:一种是按照《海港总体设计规范》中规定,根据船型吃水、船舶航行下沉量、波浪产生的垂直运动、航道底质、水体密度等因素确定;另一种是教科书中常用的,按照船舶实际航行状态来计算,即富余水深=船体下沉量+横倾增加吃水量+半波高+保留水深。这两种计算方法各有优缺点,计算结果相差不大,本文仅采用第一种方法进行计算。

2.4.1 富余水深规范计算方法

根据《海港总体设计规范》,富余水深可按下列公式计算:

$$Z=Z_0+Z_1+Z_2+Z_3$$

Z: 富余水深(m);

Z₀: 船舶航行时船体下沉量(m),可按图2查取;

Z₁: 航行时龙骨下最小富裕深度(m),按表1查取;

Z₂: 波浪富裕深度(m),按表2查取;

Z₃: 船舶装载纵倾富裕深度(m),杂货船和集装箱船可以不计,油船和散货船取0.15m;

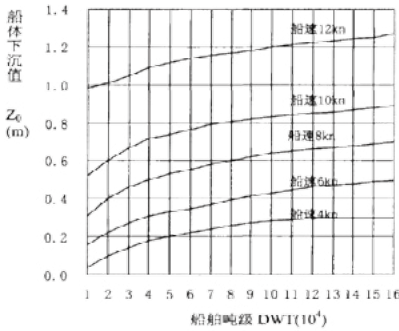


图2 船舶航行时船体下沉量曲线

表1 航行时龙骨下最小富余水深 Z₁ (m)

土质特性 \ 船舶吨位 (t)	船舶吨位 (t)				
	DWT<5000	5000 ≤ DWT <10000	10000 ≤ DWT <50000	50000 ≤ DWT <100000	100000 ≤ DWT <300000
淤泥土、软塑、可塑性土、松散沙土	0.20	0.20	0.30	0.40	0.50
硬塑粘性土、中密砂土	0.30	0.30	0.40	0.50	0.60
坚硬粘性土、密实砂土、强风化岩	0.40	0.40	0.50	0.60	0.70
风化岩、岩石	0.50	0.60	0.60	0.80	0.80

表2 船、浪夹角 ψ 与波浪富裕深度与 4% 波高的变化系数值

ψ/(°)	Z ₂ /H _{4%} (T̄ ≤ 8 s)	Z ₂ /H _{4%} (T̄ = 10 s)
0 (180)	0.24	0.55
10 (170)	0.32	0.65
20 (160)	0.38	0.75
30 (150)	0.42	0.83
40 (140)	0.44	0.90
50 (130)	0.46	0.97
60 (120)	0.48	1.02
70 (110)	0.49	1.08
80 (100)	0.50	1.10
90 (90)	0.52	1.15

2.4.2 富余水深模拟计算

富余水深计算公式中可以看出,船速和海况对富余水深影响较大,而船速是船舶自身可以控制的,海况则取决于当地当时的气象条件。本文模拟目前乐清湾进港的最大吨位船舶即10万吨级散货船在不同天气条件影响下通过浅滩,对船舶所需要保持的富余水深进行计算。

3 乐清湾进港航道第一疏竣段富余水深计算

3.1 冬季偏北风

按照10万吨级散货船设计船型设定参数,船长255m,船宽43m,满载吃水d为14.30m,过浅滩航速7.0kn,底质淤泥,浪向ENE,H4%浪高2.5m,浪夹角ψ112.5°,波浪周期6s,按照前文计算方法,得:

$$Z_0=0.52\text{m}, Z_1=0.4\text{m}, Z_2=0.49 \times 2.5=1.23\text{m}, Z_3=0.15\text{m}$$

$$Z=Z_0+Z_1+Z_2+Z_3=0.52+0.40+1.23+0.15=2.30\text{m}$$

$$Z/d=16.1\%$$

3.2 夏季偏东风

按照10万吨级散货船设计船型设定参数,船长255m,船宽43m,满载吃水d为14.30m,过浅滩航速7.0kn,底质淤泥,浪向E,H4%浪高2.0m,浪夹角ψ135°,波浪周期6s,按照前文计算方法,得:

$$Z_0=0.52\text{m}, Z_1=0.4\text{m}, Z_2=0.45 \times 2.0=0.90\text{m}, Z_3=0.15\text{m}$$

$$Z=Z_0+Z_1+Z_2+Z_3=0.52+0.40+$$

$$0.90+0.15=1.97\text{m}$$

$$Z/d=13.8\%$$

3.3 夏季台风过境

按照 10 万吨级散货船设计船型设定参数, 船长 255m, 船宽 43m, 满载吃水 d 为 14.30m, 过浅滩航速 7.0kn, 底质淤泥, 浪向 E, H4% 浪高 4.0m, 浪夹角 $\psi 135^\circ$, 波浪周期 10s, 按照前文计算方法, 得:

$$Z_0=0.52\text{m}, Z_1=0.4\text{m}, Z_2=0.94*4.0=3.76\text{m}, \\ Z_3=0.15\text{m}$$

$$Z=Z_0+Z_1+Z_2+Z_3=0.52+0.40+3.76+0.15=4.83\text{m}$$

$$Z/d=33.8\%$$

从计算结果可以看出, 绝大部分天气条件下 (H4% 浪高 2.5m 以下, 年占比约 96%), 第一疏浚段船舶富余水深约为船舶吃水的 15%。

4 乐清湾进港航道第二疏浚段富余水深计算

4.1 一般天气情况

按照 10 万吨级散货船设计船型设定参数, 船长 255m, 船宽 43m, 满载吃水 d 为 14.30m, 过浅滩航速 7.0kn, 底质淤泥, 浪向 NNE(或 SSE), H4% 浪高 0.4m, 浪夹角 $\psi 34.5^\circ$, 波浪周期 6s, 按照前文计算方法, 得:

$$Z_0=0.52\text{m}, Z_1=0.4\text{m}, Z_2=0.43*0.4=0.17\text{m}, \\ Z_3=0.15\text{m}$$

$$Z=Z_0+Z_1+Z_2+Z_3=0.52+0.40+0.17+0.15=1.24\text{m}$$

$$Z/d=8.7\%$$

4.2 冬季或夏季风浪较大时

按照 10 万吨级散货船设计船型设定参数, 船长 255m, 船宽 43m, 满载吃水 d 为 14.30m, 过浅滩航速 7.0kn, 底质淤泥, 浪向 NNE(或 SSE), H4% 浪高 1.0m, 浪夹角 $\psi 34.5^\circ$, 波浪周期 6s, 按照前文计算方法, 得:

$$Z_0=0.52\text{m}, Z_1=0.4\text{m}, Z_2=0.43*1.0=0.43\text{m}, Z_3=0.15\text{m}$$

$$Z=Z_0+Z_1+Z_2+Z_3=0.52+0.40+0.43+0.15=1.50\text{m}$$

$$Z/d=10.5\%$$

从计算结果可以看出, 绝大部分天气条件下 (H4% 浪高 1.0m 以下, 年占比约 97%), 第二疏浚段船舶富余水深约为船舶吃水的 10%。

5 确定富余水深的参考案例

世界各地港口有很多成熟的确定富余水深的实例, 其中不少是以结合船舶吃水的方式来确定富余水深。

欧洲引航协会, 对进出阿姆斯特丹、鹿特丹、安特卫普等主要港口的船舶, 建议采用如下的富余水深: 外海航道, 大型船舶为船舶吃水的 20%, VLCC 为船舶吃水的 15%; 港外航道, 大型船舶为船舶吃水的 15%, VLCC 为船舶吃水的 10%; 港内, 大型船舶为船舶吃水的 10%, VLCC 为船舶吃水的 5%。

日本濑户内海主要港口富余水深标准为: 船舶吃水 9m 以下, 富余水深为船舶吃水的 5%; 船舶吃水大于等于 9m 小于 12m, 富余水深为船舶吃水的 8%; 船舶吃水大于等于 12m, 富余水深为船舶吃水的 10%。

澳大利亚 Haypoiny 港规定, 船舶安全富余水深取船舶吃水的 5% 加 1m。

因此, 根据以上具体实例, 亦采取结合船舶吃水方式, 确定船舶在乐清湾的富余水深。

6 结论及建议

综上所述, 就深吃水船舶进出乐清湾提出以下几点结论及建议:

1) 建议乐清湾进港航道第一疏浚段船舶航行应保留船舶吃水的 15% 作为富余水深, 乐清湾进港航道第二疏浚段船舶航行应保留船舶吃水的 10% 作为富余水深。

2) 按海图水深 11.58m, 富余水深为船舶吃水的 15%, 乘潮水位 4.6m 计算, 第一疏浚段可航 10 万吨级船舶吃水为 14.07m。按海图水深 10.50m, 富余水深为船舶吃水的 10%, 乘潮水位 4.9m 计算, 第二疏浚段可航 10 万吨级船舶吃水为 14.00m。

3) 风浪较大、船舶摇摆幅度增大时, 应增加富余水深值。极端天气影响下, 深吃水船舶应避免进出港。

4) 船舶在上一港装货时应查阅抵港前后一段时间乐清湾潮汐情况和天气预报, 以确定合理的装载吃水。船舶进港时, 应保持在进港航道上航行, 一般应 8 节以下船速过浅滩。

通过旋回降速靠泊宁波舟山港光明码头的探索

◎ 宁波大港引航有限公司 / 李飞镝

摘要: 根据宁波港光明码头水域的特点, 为降低在此水域的船舶操纵风险, 尝试利用旋回降速来协助控制船舶, 进而为后续靠泊提供较为有利的船速、横距和入泊角并取得成功靠泊。

关键词: 船舶靠泊; 急涨流; 旋回降速; 入泊角

0 引言

随着港口的发展, 适合建码头的岸线寥寥无几, 部分新建码头不得不建于水流复杂的区域。宁波舟山港穿山港区光明码头处于螺头水道长柄子附近, 地理位置特殊, 码头前沿潮流复杂。船舶靠泊该码头时需近距离从急涨流水域穿过潮流切变线进入落流水域, 操纵难度较大。在此码头投入使用的靠泊初期阶段, 出现了巴拿马型船舶船首大幅左转, 导致船舶离岸距离过近、进入码头前沿水域时速度过快等危险情况, 甚至出现过好望角型船舶在此水域受潮流影响失控的紧迫局面。为降低在此水域的船舶操纵风险, 尝试利用旋回降速来协助控制船舶, 进而为后续靠泊提供较为有利船速、横距和入泊角并取得成功靠泊, 供船舶驾引人员一起分享。

1 码头地理位置及潮流特征

光明码头建于穿山半岛长柄子水域, 码头距离螺头水道主航道主线距离约 7cables, 码头长 440m, 走向

034—214°; 由于后方岸壁十分陡峭, 该码头采用全直桩嵌岩高桩梁板结构^[1], 可靠泊 10 万吨级散货船。主航道与码头连接水域较为宽阔, 可供船舶旋回降速使用。由于岛礁等地形的影响, 码头附近底质多为礁石, 操纵时难以用锚助操, 大型船舶靠离泊过程中对助泊拖轮的依赖较强。图 1 是光明码头地理位置图。

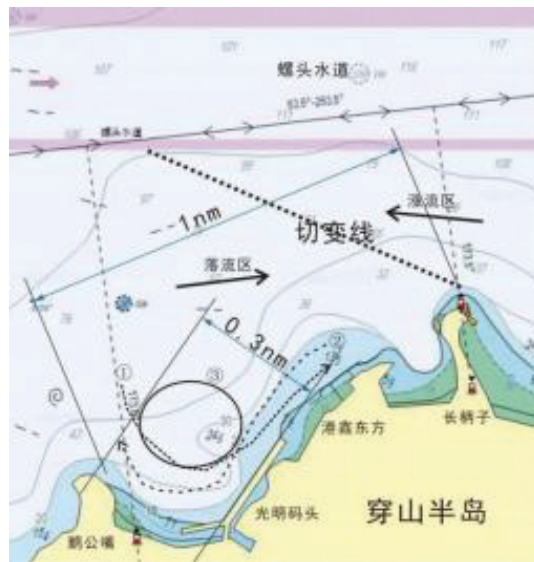


图 1 光明码头地理位置图

5) 航道部门应定期测量航道水深, 保证第一疏浚段和第二疏浚段水深的准确性。

参考文献

- [1] 洪碧光. 船舶操纵 [M]. 大连海事大学出版社, 2008.5.
- [2] 刘德新等. 航海学 [M]. 人民交通出版社, 2013.3.
- [3] JT5165-2013 海港总体设计规范 [S].
- [4] 浙江省交通规划设计研究院. 乐清湾进港航道一期工程航标配布方案设计 [R]. 浙江省交通规划设计研究院, 2013.4.
- [5] 舟山市交通规划设计院. 温岭市龙门港振威贸易有限公司临

时水上过驳锚地工程方案设计 [R]. 舟山市交通规划设计院, 2013.2.

[6] 浙江海安技术贸易有限公司台州分公司. 华能玉环电厂码头大型船舶进出通航风险评估报告 [R]. 浙江海安技术贸易服务有限公司台州分公司, 2014.9.

[7] 张瑾等. 华能玉环电厂 10 万 t 级进港航线方案研究 [J]. 港工技术, 总第 182 期.

[8] 付光. 大麦屿航线及锚地规划的研究 [d]. 大连海事大学, 2007.3.

[9] 潮汐表第 2 册 [M]. 海洋出版社, 2021.

在一片水域内若同时存在涨流与落流,一般它们之间会有一条分界线(如图1所示),则将这条线称为潮流切变线^[2]。由于长柄子和鹅公嘴等不规则地形的挑流和阻挡左右,光明码头附近水域也存在明显的潮流切变线。涨流期间,由于长柄子的阻挡作用,在其东北侧水域均为涨流,而其西南侧水域则为落流(洄流),涨落流的切变线位于自长柄子向摘箬山方向,长度约1.5nm。由于地形阻挡和长柄子挑流作用,光明码头对开水域0.5nmile存在逆时针的漩涡,如图1虚线①所示。落流期间,主航道向东的落流受长柄子阻挡后被反弹回来形成码头前沿的涨流,在码头前沿出现洄流。洄流逆向前行,流经码头后岸壁折返后转为西北流,沿码头西侧岸线流出,如图1虚线②所示。在岸形弯曲地段、凹凸处附近和码头前沿出现数量不等的顺时针的漩涡,整个码头前沿流态紊乱,图1中实线圆③所处的位置为漩涡生成大概位置。

该码头的靠泊窗口选在镇海高潮前45分钟^[3]。此时主航道涨流还比较急,而码头前沿出现较为明显的落流。重载散货船顺流进港,需要从急涨流的区域穿过潮流切变线水域进入码头前沿靠泊,其主要风险表现为:1)主航道涨流较急,重载船降速困难;2)余速较快时,拖轮难以发挥最佳的工作效率;3)穿越切变线时由于船首、船尾受到的流向不一的水流影响,极易导致船舶大幅度左转;4)码头前沿潮流变化较快,靠泊窗口期较短。切变线以南至码头边水域呈较为明显的落流时长约1小时。如靠泊期间延误时间较长,容易导致后续靠泊和稳泊都产生较大困难;5)在靠泊窗口期,落流水域范围较小,若一味选择从落流区域航行前往靠泊,易导致船舶离岸过近,风险较高。

2 两种不同方法的比较及旋回降速的条件分析

靠泊光明码头的典型船舶资料如表1所示。

表1 某“N”轮船舶资料

船长(m)	229.2	船宽(m)	38.0	型深(m)	20.7
总吨(t)	51208	净吨(t)	31204	载重吨(t)	92902
吃水(m)	15.0	主机马力(kw)	13560	排水量(t)	108461
锚重(t)	12.3	Deadslow ahead(kn)	3.8@35rpm	Slowahead(kn)	7.3@55rpm
Halfahead(kn)	11.8@70rpm	Fullahead(kn)	14.5@85rpm		

在该码头投入使用开始靠泊的初期阶段,主要有两种船舶操纵方式可选。方案1是船舶贴近长柄子航行,利用拖轮协助降速,再完成入泊操纵;方案2是船舶实施向左的旋回降速,从涨流区穿越切变线,再向右小幅度旋回,进入码头前沿水域前往靠泊。表2是两种方案的船舶降速比较。

表2 不同方案的船舶降速比较

起始时间(min)	0	5	10	15	20	25	30	35	40
方案1航速(kn)	7	6.1	5.3	4.2	3.1	2.4	1.5	1	0
方案2航速(kn)	8	7.4	6.6	3	2.2	1.2	0.7	0	0

贴近长柄子航行的方案1,需要较早开始减速,从2号警戒区南侧水域驶近,要求拖轮必须及早到位并带妥,要求出口船舶能充分配合本船的操纵。而2号警戒区南侧水域潮流混乱,不便停车淌航,会导致船舶余速较高。由于落流范围小,船舶离岸距离只有2cables左右,若控制不好,船舶发生大幅左转时,极易产生触碰岸壁或港鑫东方码头的危险局面。减速对拖轮依赖较大,降速幅度不明显,常需要在较高余速时大幅度倒车刹减船速。

穿越切变线入泊的方案2,风险主要是控制合适的离岸距离,及时回旋减小入泊角并控制合适的靠泊横距。此方案对余速要求相对较低,可实现较短时间大幅降速,对拖轮等外界条件要求较低,主观可控性强,相比较而言更安全快捷。

为了使用好旋回降速,达到入泊操纵前调整好船舶姿态的目标,主要需要判断好以下几个条件是否具备:

1) 有足够的水域可供旋回。要充分考虑到船舶在复杂流场中舵效不如预期的可能性,做到即便船舶旋回降速失败,仍然可以逃离危险局面。要考虑到做旋回降速时,若船舶不能及时掉转船头,是否还有足够的余地能顺势冲出旋回水域。

2) 过往交通流对本次旋回操纵没有影响。主航道及沿岸通航带常有大量进出口船舶交通流,要及早协调好避让行动,确保在实施旋回操作时能一气呵成。

3) 助泊拖轮全部及时到位并做合理安排。要有完整的应急方案,确保即使由于其他不可协调的原因导致旋回降速难以实施,仍然

可以在拖轮的协助下完成靠泊工作或逃离现场。在靠泊本码头时巴拿马型散货船一般配置3艘拖轮,250米以上船舶配置4艘拖轮助泊。三艘拖轮助泊时,一般在右靠时,在右船艏楼位置带一艘拖轮,右艏部带妥一艘拖轮并向后送缆跟随,在船速慢慢下降的同时此拖轮加大拖拽力度,协助大船降速,第三艘拖轮在左舷里档待命在旋回结束之后往泊位推进的过程中在船舶中前部实施顶推作业。四艘拖轮时则在右舷2、3舱位置再带一艘。

4) 船舶主机舵机等性能良好。进港前应做好船舶进车和倒车测试、操舵测试,在进入旋回水域之前尽量实施一次船舶主机转速归零的停车淌航操作,以便后续使用进车或倒车时主机能处于随时可用状态。

5) 要与船方进行充分的沟通。针对特殊水域、特殊潮流的特殊操纵方法,一定要与船方进行协调沟通,取得船方的信任和配合。特别要告诉船方船舶会发生短时间的剧烈左转,以免船方不配合操纵。

3、靠泊中使用旋回降速的风险分析

图2是不同船舶靠泊光明码头的实际航行轨迹。一般船舶在靠泊中的轨迹如图2中②所示的操纵比较理想:一是与岸线横距较大,可调整余地较大,旋回时驾引人员压力较小,二是充分借用了潮流切变,快速旋回降速的同时船舶顺利驶近泊位前沿,三是充分估计到了落水区域流压对船舶低速运动的影响,船舶获得一个较好的靠泊姿态。在旋回过程中如果不控制好初始速度、横距纵距等,不注意观察,不能协调好各方面的工作,极易带来较为危险的局面。结合几艘船舶靠泊时的实际航行轨迹进行风险分析。

一是施舵过晚,导致船位过于靠西,船舶运动趋势没有明显改变且逐步向鹅公嘴接近,驾引人员背负较大心理压力,如图2中①号船的轨迹。由于在进港过程中出口船太多导致没有找到穿越航道驶入旋回水域的最佳时机,导致在向左转向的时候船位已经比较偏西,而船舶已经穿越切变线,不能有效利用船首尾所受不同流压力作用在本船上的叠加力矩实施大幅度转向。

二是在旋回降速后期向右调整航向的幅度不够,加上码头边东南向落流的叠加影响,导致船舶往东南驶近泊位的过程中横距过小,靠泊时带来较大压力,

如图2中③号船的轨迹。在未到码头对开水域船已经发生不可控制的左转,导致旋回后距离泊位太远,驾引人员为减小横距,可能会晚一点施舵导致与港鑫东方过近。高平潮窗口时码头前沿落流较为明显,驾引人员要对码头前沿的落流推船往东侧靠近的影响有充分的预估,否则船舶再次向右回转的过程中极易被压向码头东北侧水域。

三是距离岸线过近,在旋回中船舶同时快速接近岸线。此类情况已经导致两次较为紧张的局面发生,如图2中④号船舶的轨迹(在图2中A点处即开始发生旋转)。究其原因,其一是操纵人员在实施靠泊中的犹豫不决导致,对是否采用旋回降速还是依靠拖轮刹减船速方案上举棋不定;也有可能是从洋小猫西侧水域驶近长柄子的过程中没有调整好船位导致与长柄子过近;当然最重要的是驾引人员对舵工操舵的疏忽,舵工为了把定航向而采取大舵角压舵或转向。

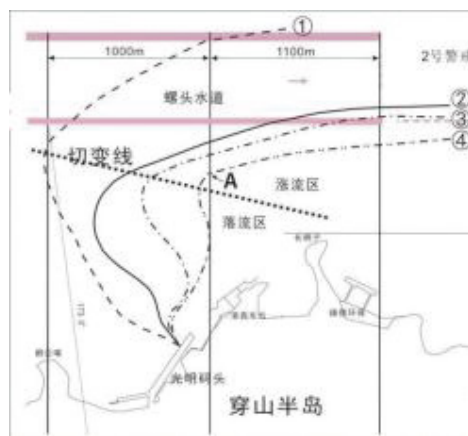


图2 不同船舶靠泊光明码头实际航行轨迹

3 旋回降速操纵

一次成功的船舶旋回降速操纵能安全顺利的刹减船速,同时能在旋回的后期调整好船舶姿态向泊位驶近,顺利实现靠泊的目标。反之,如果控制不好,旋回后有的船位可能距离泊位过近,会给船舶带来较高的靠泊风险;有的船位距离泊位过远,需要付出更长的时间和精力去靠泊。这里以某巴拿马型散货船高平潮窗口靠泊光明码头为例,操纵过程示意简图如图3所示。

3.1 控制好与岸线的横距

在控制与岸线横距的时候主要需要考虑旋回的安全与旋回之后船舶与码头的合理距离。一般从以下几个方面考量: 1) 旋回初径。登轮后要准确核实本船的旋回初径, 给出一定的余量, 要根据驾驶台张贴的操纵图表获取旋回数据。一般来说, 巴拿马型的散货船重载时的旋回初径约为 4.5cables。2) 拖轮到位情况。拖轮因各种原因未及时到位时, 横距应放大, 以免船舶在旋回中陷入困境时无计可施。一般靠泊前 45 分钟在洋小猫北侧水域带好拖轮。3) 交通流情况。要尽可能按照既定计划航行在设定的航线上, 避免因长时间避让过往船舶而使得本船船位距离码头横距过大, 但亦不能一味强调与出口船会绿灯而导致本船船位距离码头横距一再缩小。

3.2 旋回初期阶段

自洋小猫北侧水域以最慢车速航至长柄子水域后, 船舶的航速基本稳定在 6~7.5kn 之间, 船首向在 250° 左右, 船舶航向在 265° 左右, 船舶距离长柄子的横距在 680m 左右。旋回初期阶段船舶前后可能还处在同一流场中, 在使用左舵旋回的时候, 由于左舷受到较大的斜航阻力, 向左的偏转角速度会较小, 甚至可能出现向右偏转的现象。这个时候不要犹豫, 由于船舶左舷受到向西的涨流, 船舶旋回中运动趋势始终是往西的, 因此不要担心船舶前冲速度大小, 应果断加车增加舵效, 使得船舶能按照操纵意图产生明显向左的转头角速度。艏对鹅公嘴时, 向左的 ROT 应大于 10° /min。

3.3 加速旋转阶段

船舶有初步旋回角速度之后继续往西偏南方向驶进, 随着车舵效应的累积, 旋回加速度增大, 旋回角速度迅速增大。当船舶穿越切变线, 船舶首尾处在不同流场时, 向左旋回的角速度进一步增加, 旋回转头角速度最大可能达到 30° /min。此时船舶即便使用右满舵控制, 较短时间内对减小船舶向左的偏转角速度效果上难以体现。此阶段航速会迅速下降。一般来说, 若在旋回中不加车, 旋回角度超过 120°, 即船首指向光明码头北端时, 速度下降 50% 左右; 旋回角度超过 150° 时, 即船首指向港鑫东方码头西侧时, 速度损失 70% 左右。自旋回开始至加速旋回后期阶段, 船舶进距在 3.5cables 左右, 横距在 2cables 左右, 船

首距离码头后端的距离在 3cables 左右。

3.4 调整姿态驶近泊位

在加速旋回的后期阶段, 应考虑到船舶靠泊需要, 及早使用右舵抑制, 虽然短时间效果有限, 但是配合主机加车, 向左转的趋势还是能得到及时的抑制并在后期调整船首偏转方向, 逐渐驶向码头前沿水域, 再慢慢减小入泊角。调整入泊角的时机应当掌握好, 否则给后续靠泊带来较大的困难。一般在船头 ROT 增至 20° /min、艏向 180° 之后需要施右满舵, 减小向左旋回角加速度, 并逐渐使船舶产生向右的旋回角加速度, 最后艏向应指向港鑫东方码头西侧带缆桩至光明码头北侧附近水域位置为宜。在整个旋回期间不应停车, 当速度衰减 50% 时始(即艏向 180° 左右时), 需要主机逐步加车, 此时航速依然在降低, 直至船首往右调整至合适入泊角度并稳定后, 航速方能呈稳定增长状态。全程应控制航速最低不低于 2kn、最大不超过 3.5kn, 以便船首接近泊位后方时航速控制在 2.5kn 以内。

为应对横距吃紧时万一车舵效应不足以抑制左转或者在需要右转时右转很慢, 可以靠考虑使用拖轮协助扭转船头。在实施左转旋回降速的时候如果右满舵压不住, 应该使用拖船在右船尾顶尾、右舷船头第一艘拖轮拖艏, 通常情况下第三条拖轮在左舷待命, 如遇紧急情况可辅助顶左艏。在速度降下来之后, 如果向右转头效果不明显, 应采取拖艏的办法, 避免顶右艏, 因为此时船舶往东运动的趋势较强, 顶右艏会快速减小船舶与码头岸线的距离, 船舶会陷入较为危险的境地。

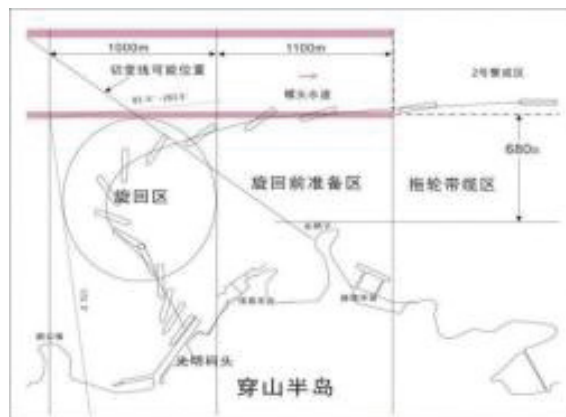


图3 旋回降速操纵阶段区分

3.5 过切变线时的转船力矩

船舶所受水动力 F_w 可分解为船舶操纵运动方程中的纵向分量 X_w 和横向分量 Y_w 。 Y_w 可用下式求出:

$$Y_w = \frac{1}{2} \rho_w \cdot C_{wy} \cdot V_w^2 \cdot L \cdot d$$

其中:

Y_w : 横向流压力; ρ_w : 水的密度 (取 1018 kg/m^3);

C_{wy} : 水动力横向分力系数; V_w : 相对流速;

L : 船舶两柱间长; d : 为船舶吃水。

以某 230m 船 (LBP=218m, $d=15\text{m}$) 为例, 顺流 ($V_w=1.5$ 节) 从涨流区进入落流区时, 那么会产生船尾和船头受到完全不同流场的情况。假设靠泊首尾相对流压角均为 45° , 取 $C_{wy}=0.3$, 则:

$$Y_{zw} = \frac{1}{2} \times 1018 \times 0.3 \times 0.773^2 \times 218 \times 15 \approx 28.1 \text{ (t)}$$

同理, 船尾落流的流压力计算也约为 28.1 吨左右。涨落流流压力转船力矩对船舶转动效果来说是合力矩, 将加速船舶逆向 (向右) 旋转。该型船舶微速进车配合满舵, 产生的力约为 30 吨左右, 显然极端情况下这种力产生的力矩无法抑制船舶的左转力矩, 需要船尾拖轮的顶推和及时加车增加转船力矩配合扭转船头。

4 结语

旋回降速是在特殊流场水域靠泊中使用的方法。在进港时主航道往往还是涨流甚至是急涨流, 但码头

边已经是落流, 而可供船舶停车淌航降速的空间和时间都很有限。为此, 需要借助旋回来实现短距离上大幅度降低船舶速度, 以便船舶能以合适的余速抵达泊位后方, 既安全又便捷的进行靠泊。当船舶首尾处在不同流场之中, 借助穿越潮流切变线的机会, 旋回横距要比正常旋回小, 比较适合在有限水域实施。不仅在穿山港区光明码头如此, 在高平潮靠泊中宅码头、梅山码头西南流掉头靠泊甚至重载矿船顺流进入北仑锚地抛锚时都可以这样操纵。在实践中需要有分阶段操纵计划图, 设计好旋回水域, 明确各个阶段的动作要领, 精确掌握时间节点和空间距离。当然, 选用此方法时一定要注意旋回水域大小、旋回初径大小、拖轮到位情况、离岸距离、切变线位置等因素, 同时对旋回不同阶段船舶可能出现的姿态心里有数, 才能有条不紊的施舵压舵、加减车以便能控制好旋回的姿态, 达到安全抵达泊位的目的。

参考文献

- [1] 张光辉. 宁波穿山港区光明码头靠泊技术 [J]. 航海技术, 2014(05):5-7.
- [2] 胡中敬. “流场”的“切变线”概念 [J]. 航海技术, 2003(6):37.
- [3] 王宝金. 宁波光明码头的流况和靠离泊时机选择探讨 [J]. 中国水运 (下半月), 2017, 17(06):24-26.



国际港航科技联盟成立会议暨绿色港航专题研讨会召开



12月10日，国际港航科技联盟成立会议暨绿色港航专题研讨会以线上形式召开，标志着由中国航海学会联合国内外港口、航运领域相关单位共同发起的国际港航科技联盟正式成立。该联盟旨在为促进国家和地区间港口、航运科技研发合作与交流共享，搭建国际科技合作交流平台。目前已有21家海内外机构加入联盟。

中国航海学会理事长何建中在致辞中表示，未来，联盟要顺应绿色低碳智能发展新趋势，推动新技术与航运业的深度融合，加强绿色低碳技术的研发应用，推动航运业数字化转型和智能航运发展；要共创国际航海科技合作共赢新局面，促进形成产学研用深度融合的港航科技创新体系，提升创新链整体效能和协同创新效率；要不断丰富工作内容，创新活动形式，

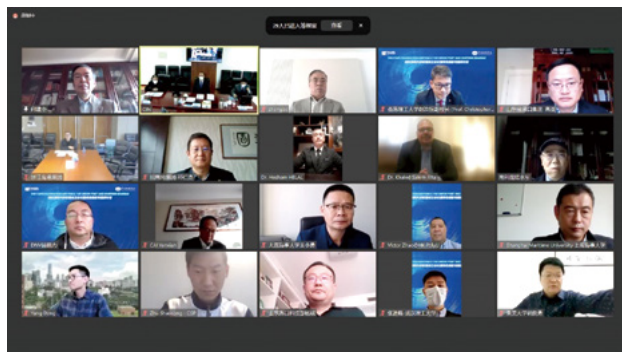
努力提升联盟平台的组织凝聚力、学术引领力和国际影响力。

联盟筹备召集人、中国航海学会常务副理事长张宝晨主持成立会议。阿拉伯航海学会理事长希拉勒、香港理工大学副校长赵汝恒出席会议并致辞。联盟成员单位代表30余人参加了会议。会议审议通过了国际港航科技联盟《章程》，选举产生了临时执委会成员。交通运输部水运科学研究所所长费维军当选国际港航科技联盟首任主席，阿拉伯航海学会理事长希沙姆·希拉勒等8人当选联盟首任副主席。

绿色港航专题研讨会由ITAPS首任主席费维军主持，研讨会主题为“引领港航绿色发展”。中国远洋海运集团有限公司科创部总经理刘一凡、挪威船级社大中国区技术中心副总经理刘小峰、交通运输部水运科学研究所副院长朱建华、越南西贡新港集团市场副总监Pham Thi Thuy Van分别围绕中远海运集团绿色港航科技研发及国际合作进展、DNV在绿色航运科技研发成果及合作情况、绿色港航科技发展趋势、越南绿色港口及数字化发展的最新进展等主题作演讲交流。联盟代表们与国内外港航领域相关企业、院校及研究单位的130余位科技工作者共同参加了绿色港航专题研讨会。



ITAPS 首任主席费维军主持第二阶段绿色港航专题研讨会



部分参会领导及 ITAPS 成员代表

传承中华海丝文化，助振两岸海洋经济 ——2022 海峡科技专家论坛“海峡两岸航海技术与海洋工程研讨会”在厦门召开

2022 年 12 月 1 日，2022 海峡科技专家论坛分会场——海峡两岸航海技术与海洋工程研讨会以线上线下相结合的方式在厦门隆重召开。

本次研讨会作为 2022 海峡科技专家论坛的分会场之一，由中国航海学会、中国造船工程学会、福建省航海学会、福建省船舶与海洋工程学会、集美大学等单位共同主办，福建省航海学会、集美大学轮机工程学院共同承办。受疫情影响，本次研讨会以线上的形式举办。集美大学轮机工程学院设立了主会场，各主办承办单位的领导、海峡两岸航海技术与海洋工程领域的专家学者、科技工作者代表和企业高管齐聚线上参会，分享科技前沿知识、科研创新成果，开展学术交流互动。线下和线上参会代表一共 200 多名。其中，台湾代表 50 多名。



研讨会主会场

研讨会聚焦“传承中华海丝文化，助振两岸海洋经济”主题，围绕海洋发展和互联互通等课题开展交流研讨。

在研讨会开幕上，集美大学党委副书记郑志谦线下出席会议并致欢迎辞。省科协党组成员、副主席史斌，中国造船工程学会常务副理事长李国安，中国航海学会副秘书长张萍线上参会并致辞。

开幕式之后，进行了两岸专家的主旨报告。在主



中国航海学会副秘书长张萍致辞

旨报告会上，中国造船工程学会秘书长、研究员王俊利，台湾海洋大学商船学系教授、轮机长、验船师田文国，集美大学轮机工程学院教授、工学博士庄学强和台湾成功大学研究发展处副研发长、教授沈圣智分



中国造船工程学会秘书长、研究员王俊利在作主旨报告



台湾海洋大学商船学系教授、轮机长、验船师田文国在作主旨报告

别作了题为《世界海洋装备产业发展展望》《“利比加轮”巴士海峡意外沉没探讨》《D-2 标准下的船舶压载水港口国监督检查》和《LED 集鱼灯在鱿钓渔船之应用》的主旨报告。

本次研讨会,得到了两岸专家、学者的高度重视和积极参与,共征集到了来自两岸专家学者的交流论文 61 篇,其中台湾代表论文 16 篇。经过组委会专业评选,推荐了 12 篇论文在研讨会上进行了主题报告交流,航海技术领域和海洋工程领域各推荐了 6 篇论文。其中,每个领域的大陆和台湾各安排了 3 名的专家进行了主题交流发言。

在研讨会上,海峡两岸航海技术与海洋工程领域的专家学者,围绕“传承中华海丝文化,助振两岸海洋经济”主题,以航海技术与航运领域、船舶工程与海上风电相关学科的学术和技术交流为切入点,就两岸航海与海洋资源合作、互通,在航海技术与航行安

全、航运热点与市场开拓、两岸直航与发展战略、航海教育与职业培训、船员劳务与就业发展等航海技术专题和绿色船舶与海洋工程装备研发设计、智能船舶与智能制造、海洋新能源的开发与应用、海上风电装备制造与运维技术、海洋深远海养殖装备技术开发等海洋工程专题方面进行了广泛深度的交流研讨,分享两岸航海与海洋领域技术成果。

研讨会之后,举行研讨会获奖论文的颁奖仪式。

通过交流研讨,建立两岸民间科技交流平台,充分展示了本次研讨会的民间性、科技性、草根性和广泛性的亮点。研讨会取得了良好的效果。

本次研讨会的召开,将助力构建两岸同行业交流与合作的平台,提升海峡两岸航海技术与海洋工程学科领域的学术水平,为海峡两岸航运业与海洋工程装备的经济发展做出贡献。

(研讨会会务组供稿)

中国航海学会船闸专业委员会四届委员会换届大会暨五届一次年会在南宁召开

2022 年 11 月 23 日 -25 日,中国航海学会船闸专业委员会四届委员会换届大会暨五届一次年会在南宁举行。来自全国各地的船闸行业家会员单位 90 多名代表(含线上)参加会议。

会议由广西西江开发投资集团有限公司承办,采取“线下+线上”相结合的方式进行。船闸专委会主任委员,长江三峡通航管理局原党委书记包文全;广西北部湾国际港务集团总工程师韦德鉴;广西海事局二级巡视员廖建峰;自治区港航发展中心航道管理处处长朱伟强;交通运输部珠



江航务管理局广西办事处主任谢仲健等领导出席会议。广西西江开发投资集团有限公司党委书记、董事长陈定松主持换届大会。中国航海学会副秘书长谢燮以线上方式参加并致辞。

会议总结回顾船闸专业委员会四届委员会五年来的工作。2017 年以来,

船闸专业委员会始终以服务内河航运发展为己任,引导各会员单位担当、奉献、协作、创新,围绕“三主三服务和构建四个平台”的工作定位,团结带领广大会员单位抢抓“一带一路”、长江经济带、珠江—西



江黄金水道建设等重大机遇，船闸通过量继续保持高速增长，通航供给能力加速推进，船闸运行维护方式不断创新，科技创新取得丰硕成果，船闸行业服务船方举措形式多样，会员单位文明创建各有特色，有力促进了内河水运的发展。

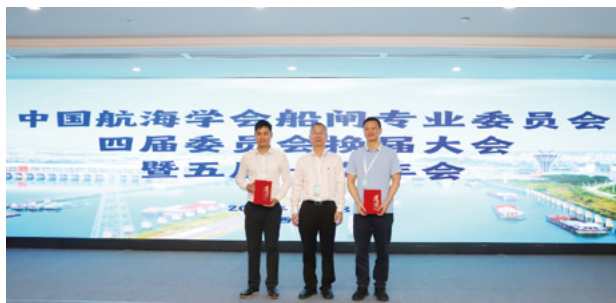
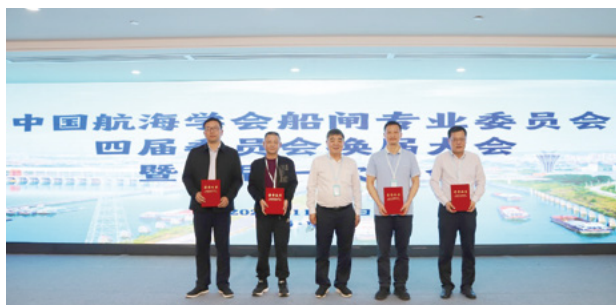


会议审议通过了《四届委员会工作报告》、《四届委员会经费收支报告》、《中国航海学会船闸专业委员会工作条例》（修正案）；选举产生新一届主任委员会委员。会议期间，还召开了五届委员会第一次主任委员会议。

包文全代表新一届委员会对下一届任期的工作作表态讲话，表示将进一步发挥专委会平台作用和学术优势，加快现代化、服务型、智慧型船闸建设，为全面建成小康社会作出船闸行业的新贡献。



本次年会还对 2022 年度优秀论文和信息工作先进进行表彰。2022 年共征集论文 180 篇，评选出技术类论文一等奖 3 篇、二等奖 5 篇、三等奖 10 篇、优秀奖 66 篇；管理类论文一等奖 2 篇、二等奖 4 篇、三等奖 6 篇，优秀奖 48 篇。西江集团共有 11 篇论文获奖。



在特色工作交流环节，广西西江开发投资集团有限公司、重庆航运建设发展（集团）有限公司、湖南省水运建设投资集团有限公司、江西省赣江船闸通航中心的代表分别介绍了所在单位的枢纽通航管理的特色工作、科研成就、管理经验和 development 情况。

11 月 23-25 日，与会人员参观了西部陆海新通道北部湾港展厅和调度中心，了解了北部湾港在推进西部陆海新通道建设、落实国家重大战略方面所取得的



一系列成果；还到了梧州市长洲船闸、西江船闸运行调度中心、北港西江党建实践基地等地，了解西江集



团打造“智慧船闸”、塑造船闸文化品牌、助推西江黄金水道升级版建设的成效。



首届“海峡两岸暨港澳航运业科技协同发展论坛” 赋能航运高质量发展

2022年11月15日，两岸四地航运科技业者齐聚线上，召开首届“海峡两岸暨港澳航运业科技协同发展论坛”。

本次论坛在中国科协的支持下，由中国航海学会、台湾中华海洋事业协会、香港理工大学和澳门科技大学联合主办，以“航海科技创新协同发展”为主题，共同探讨新形势下航海领域科技发展的热点问题，共同推动地区间技术交流与合作，推动航海科技协同发展。

论坛分别在中国航海学会、集美大学、台湾中华海洋事业协会、武汉理工大学、香港理工大学以及澳门科技大学设立会场。

论坛由中国航海学会监事长曹迪和集美大学航海学院院长杨神化主持。中国航海学会副理事长郑和平致辞，并针对两岸四地的航运科技协同发展提出四点倡议：同舟共济，携手应对航运新形势；科技引领，赋能航运发展新动力；传承发扬，开辟中华航海文化新境界；互信合作，打造航运交流新平台。台湾



中国航海学会会场



集美大学会场



台湾中华海洋事业协会会场

中华海洋事业协会理事长张文哲和集美大学校长李清彪分别致辞，希望通过论坛这个平台，实现两岸四地科技创新和成果应用的融通，深化科技和产业的合作互惠。武汉理工大学严新平院士以及来自中远海运集团、招商局集团、长荣海运集团、台湾中华海洋事业协会、香港理工大学、澳门科技大学的行业知名专



武汉理工大学会场

家结合航运科技热点问题发表了主题演讲。

本次论坛立志打造面向大陆、台湾、香港、澳门四地航运界企业、科研机构、高等院校等有关方面的常态化对话、交流、合作平台，争取通过三年持续形成业内广泛认可的精品论坛，并发挥好“连心桥”“助推器”的作用，服务航运业高质量发展。

第四届智能航运与产业发展峰会在沪举行 何建中理事长出席会议并致辞



11月6日，第四届“新时代·大航海·强国梦”智能航运与产业发展峰会在上海临港举行。本次峰会由中国航海学会、交通运输部海事局、交通运输部水运局、上海组合港管理委员会办公室、上海市通信管理局联合指导，中国（上海）自由贸易试验区临港新

片区管理委员会、中国交通报社、上海海事大学、上海国际航运中心发展促进会联合主办。

中国航海学会理事长何建中在致辞中表示，要深刻认识和把握智能航运发展的时与势。发展智能航运，是深入贯彻落实党的二十大精神的具体行动，是



把握新一轮科技革命和产业变革新机遇的战略选择。目前在智能航运关键核心技术中,我国在很多方面基本上接近国际领先水平,但基础不牢,制约发展的因素如政策法规标准和研发投入、基础设施条件等都是亟待解决的难题。要认真贯彻落实党的二十大精神,把握最佳时机,咬定发展目标,不断补齐短板,突破核心技术,加快发展进程。努力在智能船舶制造、技术规范标准、资源整合创新等方面取得新进展。进一步创造技术成果转化环境条件,大力推进智能航运发展市场化进程,扎实推进智能航运健康有序发展。

何建中指出,要多方引导和营造智能航运发展的良好生态。一是要把握好《智能航运发展指导意见》和《关于加快内河船舶绿色智能发展的实施意见》的总体要求,利用中央财政现有资金渠道,支持智能船舶研发应用和产业化、规模化发展,优化完善保险补偿政策,加快智能船舶首台(套)推广应用。以法规、标准、规范制定为重点,加快构建智能航运治理体系,不断完善推进机制和激励政策,营造良好的智能航运发展政策环境。二是要完善智能航运成果评价、转化机制。要始终坚持质量、绩效、贡献为核心的评价导向,全面准确反映成果创新水平、转化应用效果和对经济社会发展的实际贡献。同时,充分发挥市场的主导作用,强化优秀智能航运成果的宣传、应用和推广,推动优秀智能航运成果转化为产业发展的强劲动力。三是要搭建多方交流合作平台,营造协同创新的良好生态。智能航运的实现非一日之功,需要多方面努力、多形式推进。智能航运峰会的举办,就是搭建一个高端前沿的学术交流平台,追踪学术热点,预判前沿方向,汇聚磅礴之力,助力我国智能航运发展开启新篇章。

何建中强调,要持续推动和提升智能航运发展产业水平。一是要进一步集智攻关。坚持问题导向,加强政产学研用合作攻关。中国航海学会将进一步发挥航海智库和“航海科创”平台的优势,瞄准航海领域前沿科学问题、重大技术难题,特别是智能航运发展产业化难题,组织航海领域专家集智攻关,搭建协同创新平台,突破关键核心技术,努力实现高水平航海科技自立自强。二是要强化智能航运科技创新资源与产业实际需求精准对接,构建智能船舶新型产业链。鼓励

以龙头企业为主体集聚研发、设计、建造、配套、运营等产业链上下游优势资源,组建产业联盟,打造协同创新平台,促进全产业链、创新链融合,推动船舶智能关键技术研发和成果转化应用,提升协同创新效率。三是要深化国际智能航运技术交流合作。中国航海学会一直致力于通过国际交流合作参与到协同发展的进程当中。正在筹建的国际港航科技联盟、明年将在青岛召开的世界航海科技大会,将聚焦智能航运技术发展,顺应绿色低碳智能航运发展新趋势,通过深入研讨和广泛合作,构建可持续创新的全球伙伴关系,不断提升我国在智能航运发展中的地位和作用。

中国(上海)自由贸易试验区临港新片区党工委委员、管委会专职副主任赵义怀致欢迎辞,交通运输部总工程师兼水运局局长李天碧,上海海事大学党委副书记、校长陆靖致辞。



中国航海学会专家委员会主任、交通运输部原副部长徐祖远在主旨演讲中表示,航运产业数字化转型升级是新时代发展的必然选择,是新发展格局下加快建设交通强国的必然要求,同时也是航运业自身谋求数字化转型发展的内在需求,对于应对商业生态化、政治化的挑战,落实航运强国战略,加快航运业高质量发展,助推构建双循环新发展格局具有重大意义。当前,航运业数字化转型升级仍面临数字化新商业模式不完整,产业数字化体系不完善,不同区域间应用不平衡不充分,数字化产业“碎片化”阻碍跨平台融合发展,营商环境亟待改善,基础保障水平亟待提升等挑战。徐祖远建议,做好系统谋划和顶层设计;建设培育好国家级、行业重点智能航运数字化平台和产业典型案例;积极营造优质营商环境;加强引领航运



数字标准化建设。

中国航海学会常务副理事长张宝晨在主题演讲中表示,解决船舶智能航行技术应用示范面临的问题,应允许智能航行船舶在“特区”内合法航行,并解脱不该由监管机构和人员承担的责任;以安全等效为原则,尽快允许有人在船的遥控驾驶船(R1)开展商业化运行;让智能航行技术在安全、效益和提升职业吸引力等三个方面体现价值;鼓励大型航运国企新建船舶带头应用自主智能航行技术。

来自交通运输行业管理部门、海事管理机构,港口航运、装备制造、船舶检验、通信导航、无人驾驶、人工智能等航运产业链相关企业和科研院所、行业协会等单位代表深入交流,共同为智能航运产业化汇智献策。

峰会期间,上海组合港管理委员会办公室、中国交通报社、上海海事大学、上海港城开发(集团)有限公司举行“新时代·大航海·强国梦”智能航运峰



会永久会址战略合作协议签约仪式,四方一致同意,将临港新片区作为峰会永久举办地,并以峰会为基础进行长期合作。上海组合港管理委员会办公室和中国交通报社、中国航海博物馆三方举行战略合作签约仪式,上海港城开发(集团)有限公司和上海国际航运中心发展促进会举行合作框架协议签约仪式,上海港城开发(集团)有限公司还与10家智能航运相关企业进行了落户签约。

(图文由中国交通报提供)

浙江护航水上救援基金会顺利召开“甬发1”轮海上搜救事件即时奖励专家咨询会

11月16日下午,浙江护航水上救援基金会在浙江交通职业技术学院海运学院会议室召开“甬发1”轮海上搜救事件即时奖励专家咨询会。出席此次咨询会的专家有:浙江省农业农村厅四级调研员李劲松,浙江省港航管理中心海事处副处长曲少林,浙江华瑞

物流有限公司副总经理、船长沈欣中,浙江省海上搜救中心二级主任科员赵丹皓,浙江省水上救生协会副会长蔡旭辉,基金会理事长蒋更红主持会议,基金会秘书长陈斐奇及各部门成员参加会议。

会议上,基金会项目组组长沈灿良对“甬发1”轮



救助中国台湾船舶“祥庆”轮事件进行了详细介绍并对事实材料逐一展示。专家组组长沈欣中组织各位专家讨论发言，会议上专家们针对事实情况各抒己见，最终形成专家组意见。专家组表示，“甬发1”轮救助中国台湾船舶“祥庆”轮事件，救援事实清晰，有效避免了海上人命损失，社会影响力极大，符合《浙

江护航水上救援基金会奖励管理办法》相关规定，建议予以奖励。

会议最后，基金会理事长蒋更红对莅临咨询会的专家们表示感谢，对专家组给予的专业意见表示认同，希望各位行业专家继续支持浙江护航水上救援基金会的发展与未来。（通讯员 赵玲君）

点赞椒江货船“辽油 123 轮”！1 小时 10 分钟生死营救 3 人！

近日，中远海运石油运输有限公司收到了一封来自大连市海上搜救中心的感谢信。

信中，大连市海上搜救中心对该公司下属的台州中油海运有限公司所属的椒江船舶“辽油 123”轮在大连复州湾海域成功营救 3 名遇险渔船船民的行为，表达了崇高的敬意和感谢。

11 月 28 日凌晨 3 时许，“辽油 123”轮在大连长兴岛恒力石化西偏北 7.2 海里附近，值班驾驶员接到交管中心紧急通知，船舶附近水域有一艘渔船因船舱进水，情况紧急，存在沉没危险，船上有 3 名船员，急待救援！接报后，船舶立即联系公司，同时启动应变部署，积极配合交管中心开展海上应急救援行动。

当时气温在零下 6 度，由于遇险渔船正在下沉，导致渔船回波弱，船舶雷达搜寻困难，“辽油 123”轮一边全速驶向渔船事故地点，一边不间断地通过交管提供的手机号码联系遇险人员、增加瞭望搜寻，准确定位遇险渔船位置。同时，船舶通过 VHF16 频道播

报遇险渔船船位信息，指导遇险渔船自救。

事发水域天气海况恶劣，考虑到释放大船救助艇实施救助作业危险性较大，船长经过安全评估后，决定操纵大船慢慢向事故发生地靠近，顺利把遇险渔船置于上风侧并安全靠拖，在船员的协助下，3 名遇险人员通过引水梯被成功救助。

遇险人员登船后，船员立即送上备妥的衣服、鞋子，准备热水和食物，安抚遇险人员的情绪，并安排其到指定房间休息。

从接到遇险求救信息到将遇险的 3 名渔船船员全部成功救起本次海上救助行动历时 1 小时 10 分钟。此次救援不仅展现了椒江船舶“辽油 123”轮娴熟的应急操作技能和优秀的团队协作能力，更充分践行了“生命至上、甘于奉献”的优良海员职业操守和高尚的人道主义精神。

转载自：中国交通新闻网

省港航管理中心赴杭州开展船检相关工作内部审核

11月29日下午，省港航管理中心率内审专家组赴杭州市公路与港航管理服务中心开展内部审核，重点审核船舶法定检验质量管理体系和内河渔船检验机构履职情况。参加内审会议的有省港航管理中心、湖州港航中心、金华港航中心、浙江方正等地市专家及公港中心海事船检处有关人员。

首先，由杭州市公港中心海事船检处负责人介绍本处室2022年年度工作总结和2023年的工作计划，对有序开展船舶检验、深化小船优化检验试点、开展海船专项检查、夯实优化游艇营商环境、推进星级质检员评价机制等工作做总结汇报；并对2023年的杭州新型旅游船舶研发试点、长江经济带船舶岸电改造、小船优化检验二期试点工作做展望汇报。其次，公港

中心向省港航中心对最近工作中遇到的问题进行请教，如船厂受检条件认证、泥浆船舶检验、船坞建造等。再次，省港航中心内审组对公港中心的船舶法定检验质量管理体系、船舶检验和图纸档案、渔船检验资料等台账进行审核，对存在问题给予反馈。最后，省港航中心结合内审专家组的意见进行总结，高度评价了船舶法定检验质量管理体系和内河渔船检验机构履职情况，并对检查中存在的问题提出了优化建议。

下一步，杭州市公港中心将认真落实省港航中心提出的建议，持续优化船舶法定检验质量管理体系，完善检验管理制度，确保内河渔船检验机构规范履职、廉洁自律，不断提升杭州辖区商渔船法定检验能力和水平。

来源：省交通运输厅

杭州市交通执法队落实水上防范寒潮大风工作

11月28日杭州市气象台气象预报，预计29日起受寒潮影响，杭州市有一次剧烈降温。杭州市交通运输行政执法队高度重视，积极部署，做好水上寒潮预警工作。

一是做好天气预警提醒。加强监测预警及时掌握降温、大风、等恶劣天气的发展动态并通过GPS短信平台、甚高频等方式，及时将信息推送至辖区各水运、港口企业及船舶，要求做好寒潮预警和防寒保暖工作。二是加强辖区视频监管。重点对鸦雀漾锚泊区、危险品锚地等重点水域、客运码头及旅游船等进行重点监管，重点检查集中上下客区域的防滑措施，要求

客旅企业落实好防滑防冻各项准备工作。三是根据受寒潮影响，做好大雨浓雾等恶劣天气的应对。预警船舶关注流速和水位变化，保障船舶航行及停泊安全，恶劣天气过后即进行航道障碍物排查，保障航道畅通安全。四是落实应急值班。检查应急仓库，储备应急物资，工作人员保持24小时通讯畅通，确保人员和设备处于良好的备战状态，及时有效应对水上交通突发事件。

接下来，交通执法队将持续关注水文、天气情况，做好今年秋冬季节第一场寒潮大风防范工作，确保辖区安全形势持续稳定。

来源：省交通运输厅

嘉兴市交通执法队出“实招”应对寒潮雨雪天气

为全力做好本次寒潮雨雪天气防范应对工作，嘉兴市交通执法队高度重视、高度警惕，全体执法人员坚守一线，全力为市民群众水路出行营造安全、畅通、

有序的交通运输环境。

一是一线检查，排查隐患。督促港口现场管理人员采取积极措施加固大型设施设备，码头前沿加强值

守，做好船舶作业人员上下船梯的个人安全防护。做好船艇的防滑、防冻保障工作，出动海巡艇做好水上服务区、重要锚地、重点航段、码头等现场巡查，对停泊船舶及应急车艇放净管路残水，及时清除甲板冰雪。

二是补充物资，加强储备。要求港口企业落实防寒潮防风预案，严防寒潮大风对人员、机械、设备、物资等造成伤害，加强机械发动机保养和防冻液冰点

测试，全力保障设备正常运转，截止 11 月底，嘉兴港口 28 家普货码头和 17 家危货企业已制定本次寒潮防范天气管控措施和应急预案。

三是值班值守，应急保障。安排好值班人员，确保及时处置突发情况，与相关部门加强沟通协调，密切关注天气变化情况，及时调整工作部署，切实做好“抗凝冻、保民生、保畅通、保安全”各项工作。

来源：省交通运输厅

绍兴市 12 客位以下小型客船运输管理 纳入规范许可

根据《浙江省水上交通安全管理条例》规定，贯彻落实水上交通安全管理条例，绍兴市 12 客位以下小型客船运输管理要纳入规范许可了。8 月 10 日，绍兴市交通运输局官网上公示了全市小型客船所有权，公示期为三个月。现公示期已满，相关企业应于公示期结束后的 2 周内申请办理小型客船运输经营许可及营运证配发等事项。

“八统一 4.0”里已新增 12 客位以下小型客船投入运营审批、申请 12 客位以下小型客船运输业务经营

许可、变更 12 客位以下小型客船运输业务经营许可等许可事项，绍兴市政服务办已落实条例规定，相关企业可通过浙江政务服务网申请办理相关许可事项，各县、市交通运输局审批部门办理该许可，现有小型客船经营企业应尽快完成水路运输经营许可证和船舶营业运输证的补办手续。经营小型客船单位未在规定时间内取得水路运输经营许可，将不得经营。

来源：省交通运输厅

全省内河污染物全链条管控场景功能 在平湖试点应用

近日，省港航管理中心印发文件，决定依托平湖内河码头开展内河航运智控应用污染物全链条管控场景试点应用。此次试点落地平湖是省、嘉兴市交通港航主管部门对平湖前一阶段港航领域污染防治工作给予充分肯定的结果。

作为内河航运智控平台的重要组成部分，污染物全链条管控场景目前有监管概况、污染防治、联单管理、综合查询、预警告警、预警配置、统计分析、投诉举报等功能模块。作为此前污染物监管系统的升级

版，该场景功能打通了“浙里办”和“浙政钉”两大平台，船方可继续通过原“船 E 行”扫码后自动跳转到“浙船 E 行”进行污染物送交，码头方则可通过“浙里办”账号登录进行管理，管理部门则可通过“浙政钉”账号登录进行监管。

下一步，平湖交通港航部门将积极组织配合好船、岸、开发单位等各方开展场景试点，促进该场景功能不断完善，推动港航数字化发展。

来源：省交通运输厅

再订4艘全球最大汽车船！比亚迪加速“造船出海”



再次下单订造4艘全球最大双燃料汽车运输船，短短两个月连续订造了6艘汽车运输船，总金额超过40亿元，民营汽车巨头比亚迪响应“国车国运”的号召，正在加快造船出海的步伐。

招商工业建造！比亚迪将订造4艘全球最大汽车运输船

据贸易风消息，比亚迪已经与招商工业签署了4艘9400车位双燃料汽车运输船订单，将由招商工业南京金陵和招商局重工（江苏）分别建造两艘，每艘造价至少为1亿美元，预计将从2025年开始陆续交付。

如果消息属实，这将成为全球最大的双燃料汽车运输船。克拉克森的数据显示，目前汽车运输船现有船队和手持订单中最大船舶为挪威礼诺航运（HoeghAutoliners）在招商局重工（江苏）订造的8艘9100车位LNG动力/氨预留（ammonia ready）/甲醇预留（methanol ready）汽车运输船，而比亚迪此次订造的新船运力则达到了9400车位。

比亚迪的新订单将进一步巩固招商工业作为全球汽车运输船建造领域的龙头地位。根据克拉克森的数据，目前汽车运输船手持订单排名前五的船厂里有3家来自招商工业，包括招商局重工（江苏）13艘、招商工业南京金陵12艘以及招商工业威海金陵10艘，合计手持订单35艘，远远超过其他造船集团。而这还未涵盖比亚迪的最新订单。

仅在今年，招商工业承接的45艘新船订单中就有高达20艘汽车运输船，占比最高，其次则是18艘化



学品船订单。

据了解，比亚迪目前主要通过与中国远洋海运集团、招商滚装等专业运营商合作出口汽车。今年年中，比亚迪首次传出将自建船队的消息，有望成为继上汽集团之后国内第二家拥有自营船队的汽车企业。

消息称，比亚迪计划订造6-8艘7700车位双燃料汽车运输船，并已经接洽了包括招商工业、广船国际、黄埔文冲和浙江扬帆集团在内的多家中国船厂，新船预计从2025年开始陆续交付。

今年11月，有消息称比亚迪在广船国际订造了首批2艘7000车位双燃料汽车运输船，每艘造价约为9000万至9300万美元，交付时间订造2025年。加上招商工业的4艘，短短两个月时间里比亚迪已经订造了6艘汽车运输船，总价值高达5.8亿美元（约合人民币40.33亿元）。

新能源汽车销量强劲增长，比亚迪布局海外市场加速造船出海

比亚迪此次购船计划是该公司确保其供应链稳定战略的一部分。今年6月，比亚迪董事长王传福在年度股东大会上表示，公司未来在海外市场会加大力度，目前公司在开拓海外市场方面有较大压力，但还是拿出了一些紧缺资源来推进全球电动车市场。

比亚迪新能源汽车业务遍布全球六大洲，70多个国家和地区，超过400个海外城市。上半年集团新能源汽车销量增长势头强劲，屡创历史新高，连续4个月保持单月“10万+”的销量，累计销量达64.14万

辆，已经超越特斯拉，成为全球新能源汽车的销售冠军，市场占有率遥遥领先，同比实现迅猛增长。

在出口量快速增长的同时，比亚迪却面临着汽车运输船运力紧张、运价高涨的挑战。克拉克森的数据显示，6500 车位汽车运输船一年期日租金自 2021 年以来一路飙涨，截止今年 11 月日租金水平高达 10.5 万美元，是 2008 年 5 月 5.25 万美元巅峰价格的两倍。专家预计未来日租金可能上涨到 12 万美元甚至 15 万美元。

对于包括比亚迪在内的中国汽车制造商而言，一方面日益高涨的海运成本，一方面是疯狂布局海外市场，造船组建船队也并不意外。除了比亚迪之外，



据称奇瑞汽车同样就订造汽车运输船进行多方联系，蔚来汽车也在计划建造汽车运输船。

另外，作为中国最大的汽车制造商，上汽集团通过其从事汽车及零部件物流业务的子公司上汽安吉物流运营着总计 31 艘汽车运输船。上汽安吉物流今年 8 月还与中远海运特运、上港集团物流有限公司共同成立合资汽车供应链公司广州远海汽车船运输有限公司，该公司已经披露了造船计划，将从 2024 年下半年起陆续投入超过 15 艘 7000-8600 车位 LNG 双燃料大型汽车船。

最新财报显示，今年三季度比亚迪实现净利润 57.16 亿元，同比增长 350.26%，前三季度累计净利润 93.11 亿元，同比增长 281.13%。

比亚迪指出，第三季度尽管面对复杂严峻的经济形势、疫情散发、极端高温天气及大宗商品价格高位运行等多重不利因素，但新能源汽车行业继续加速上行。集团新能源汽车销量保持强劲增长，持续创下历史新高，市场占有率遥遥领先并持续强化，同比和环比均实现大幅增长，推动盈利大幅改善，有效的缓解了上游原材料价格上涨带来的盈利压力。

来源：国际船舶网

0 亿美元！中东土豪巨资打造海上“龟”宿



意大利设计公司 Lazzarini Design Studio 近日发布一款巨型游轮概念设计，这座外形和速度都如巨型海龟的漂浮城市有望成为全球有史以来最大的船舶。

这一名为“Pangeos”的“怪兽游艇”（Terayacht）是沙特阿拉伯极限设计项目（extreme design projects）之一。如果获得批准，“Pangeos Terayacht”最晚将于

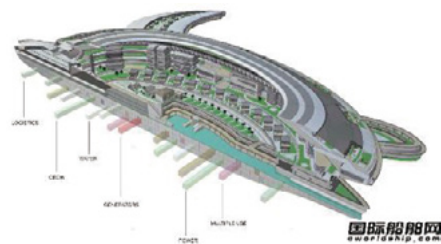
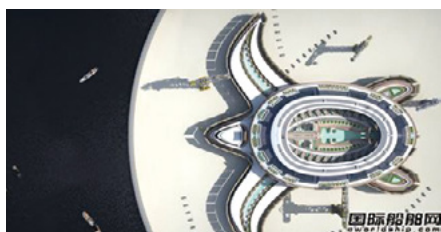
2025 年开始在沙特阿拉伯阿卜杜拉国王港开始建造，预计需要耗时 8 年完工，花费大约 80 亿美元。

据介绍，Pangeos 这个名字源自盘古大陆（Pangea），这是一个在数百万年前存在的超级大陆，如今以未来主义形式重现出来。“Pangeos Terayacht”外形类似巨型海龟，还有呈鳍足状的四肢，整体宽度



达 610 米，长 550 米，每一边侧翼具备 19 座私人别墅和 64 间公寓，此外还有酒店、俱乐部、购物中心、公园、船舶，甚至还有港口和垂直起降机场等配置，如同一座漂浮的都市，可以容纳超过 6 万人入住，俨然如一座小型城市，有望成为世界上最大的浮式结构。

“Pangeos Terayacht”的巨大船体有着 30 米吃水，由 9 个不同的船首组成，分为多个部分。从港口区域的入口到主广场，延伸到一个宽阔的露台别墅，然后通向私人住宅、建筑和屋顶露台，上盖的“龟壳（shell）”区域提供了各种飞行器的着陆。



下部空间容纳了 30000 个单元或集群隔间，并为地下室提供了一个不沉的浮动解决方案，其设想主要由钢实现。

该船将由 9 台高温超导体（HTS）发动机推进，每台发动机提供 16800 马力，由各种船

载能源提供动力，能够以 5 节的速度巡航。在航行过程中，大型侧翼将从波浪能中获得动能，设计上可以在无碳排放之下永久巡航。此外，屋顶区域排列着太阳能电池板能够

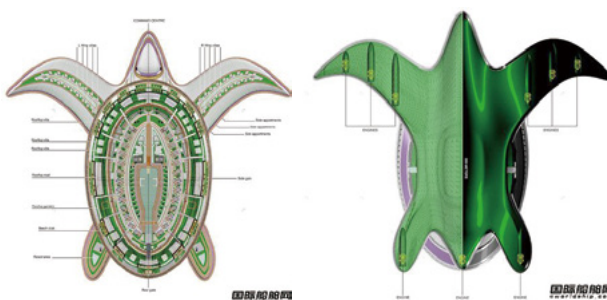
为游艇提供必要的清洁能源。

这艘游艇甚至还有港口和垂直起降机场，当附近没有陆地让 Pangeos 停靠时，船上的客人可以搭船或飞机离开游艇。这相当有帮助，因为截至目前为止，Lazzarini 没有严格制定任何行程，希望这艘海龟游轮纯粹能够在世界各地航行。

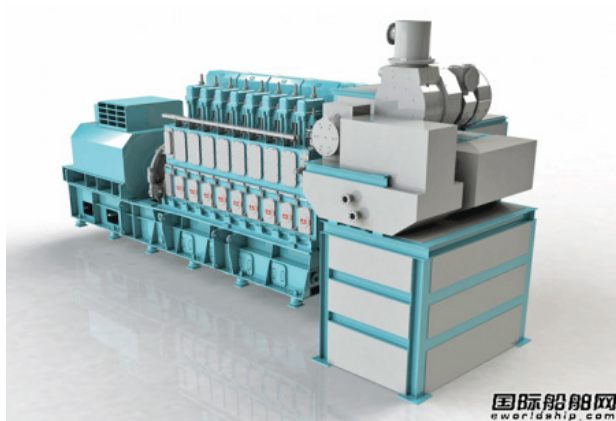
由于船体巨大，需要一个与之相匹配的“怪兽船厂”（terashipyard），但目前还不存在。该基础设施宽 650 米、长 600 米，提供了直接进入海洋的通道。这也意味着要用圆形大坝疏浚约 0.4 平方英里（1 平方公里）的海域。游艇建成后，大坝就会打开淹没这片区域让船舶下水。Lazzarini 目前建议沙特阿拉伯海岸是理想的建造地点。

据悉，考虑造价高昂且等待时间漫长，目前 Lazzarini 设计师在 Terayacht 的页面上发起了一项众筹计划，出售“云服务”，让感兴趣的买家购买虚拟的登船票、饭店房间，甚至是元宇宙版游艇上的房屋。Lazzarini 表示将准备好在 2023 年之前让人“以虚拟方式”登船。

来源：国际船舶网



又一突破！川崎重工船用氢燃料发动机 获日本船级社 AiP 批复



11月30日，日本川崎重工宣布其16万立方米大型液化氢运输船配备的氢气双燃料发电用发动机和相关系统获得日本船级社原则性批准（AiP）。

据介绍，这一氢气双燃料发动机可以在氢气和低硫燃料油之间灵活切换，使用氢燃料的情况下额定输出功率2400千瓦，圆筒直径300毫米。在选择氢燃料时，从船舶的液化氢储罐中自然产生的沸腾气体将作为主燃料，以超过95%的比例混合发电并向船上供应电力，与传统发动机相比可大大减少船舶温室气体排放。

川崎重工至今已经销售了200余台天然气专用发动机。氢气比天然气燃烧更快，更容易逆火，而且燃烧温度更高，通过开发适合氢气特点的燃烧技术，该公司克服了异常燃烧和燃烧室部件过热等技术难题，并在使用单缸试验机进行的演示试验中确认了该技术能够稳定燃烧氢气。

据悉，这是日本船级社首次为氢燃料发电用发动机颁发原则性批准。日本船级社表示，由于氢气有望作为清洁能源推动实现脱碳社会，日本船级社已经致力于建立必要的标准和认证，以促进其在海上运输和船舶燃料方面的应用。

此前，日本船级社已经为川崎重工研发的16万方大型液化氢运输船的综合设计、以及其货物围护系统（CCS）、货物处理系统（CHS）和以氢气为燃料的船用氢气锅炉颁发了原则性批准。

川崎重工氢气双燃料发动机的开发是日本经济产业省下辖新能源产业技术综合开发机构（NEDO）

“新一代船舶”开发项目的一部分。其中，川崎重工参与了船用氢燃料发动机、船用氢燃料储罐和燃料供给系统（MHFS）开发项目，该项目时间为2021财年至2030财年的10年间，预计总投资219亿日元，其中210亿日元由NEDO提供支持。



据了解，川崎重工的16万方大型液化氢运输船全长约346米，宽约57米，吃水9.5米，船上装载了4个40000立方米液化氢储罐，总容积可达16万立方米，可装载约1万吨液化氢。该船能够在一次航行中大量运输低温液化氢，通过将氢气冷冻至零下253摄氏度，液化氢货物可以被压缩至其气体体积的800分之一，从而有助于降低氢气供应成本。

作为日本氢能源研发领域的“领头羊”，川崎重工正在瞄准不断扩大的氢燃料运输需求。此前，日本政府已经宣布，目标到2030年将氢气消费量从当前的每年200万吨增加到300万吨，主要用于发电和汽车动力。川崎重工因此预测，未来日本对进口氢气的大型运输船需求将会不断增加。根据计划，川崎重工将在2020年中期实现16万立方米级大型液化氢运输船的商业化。

来源：国际船舶网

自全省航海院校、港航、海事、航运企业的专家学者和一线科技人员。会上，浙江数智交院科技股份有限公司等单位的7位作者（代表）进行了论文交流发言，他们通过事先的精心准备进行了精彩的演讲，论文内容详实、重点突出、层次分明、观点新颖、技术先进，具有较强的航海专业性及可操作性。交流过程还设置互动环节，与会专家、代表与论文作者互动探讨，达到共同提高的目的。

为达到公平公正，选拔优秀论文和鼓励大家积极投稿，本次评委由9位具有高级职称的专家、学者组成论文评委会，并由王德宝担任评委会主任，学会监事会成员



浙江数智交院科技股份有限公司 王杰发言



台州海事局 石传波发言



杭州市交通运输行政执法队 林志强发言



浙江国际海运职业技术学院 彭晓星发言



理事长沈亚军向专家代表介绍水域情况

全程参与评选活动的监督。

活动的第二阶段，由评委主任主持、监事会人员监督，论文评委进行了认真的评选工作。最后，大会评选出优秀论文一等奖10篇，二等奖14篇，三等奖20篇。按评比办法规定，10篇一等奖论文将推荐至2022年五省（区）一市航海学术研讨会进行交流。

下午，会议还专门组织参会人员考察了钱塘江杭州段水域及钱塘江勾通京杭运河二通道八堡船闸口门。专家、代表们深入实地了解水域和航道建设现状，为进一步开展航运发展研究获取更多的第一手资料，同时观赏了沿江两岸的城市建设和发展的美好景色。



京杭运河二通道口门实景

