

引航员态势感知的影响因素及增强研究

张海明

(珠海港引航站, 广东 珠海 519099)

摘要: 态势感知是影响引航安全的重要因素, 引航员在复杂的通航环境中快速对局面做出判断、实现高水平的态势感知尤为重要. 文章结合引航事故案例, 分析了引航员态势感知的影响因素, 并提出了引航员态势感知评估及能力提升方法, 对引航员态势感知能力的研究及训练提高具有实用价值.

关键词: 引航员; 态势感知; 引航安全; 能力提升

中图分类号: U675

文献标志码: A

文章编号: 1009 - 8526(2023)01 - 0008 - 05

需提供引航服务的水域一般都具有水道狭窄、潮流复杂、可航水域小、通航密度大、船舶进出港会遇率高等特点. 换言之, 引航员身处水域严重受限与气象水文复杂多变的航行环境. 态势感知是影响引航员安全操作的关键因素, 引航事故和意外多数是由于引航员态势感知错误和/或不足引起的, 缺乏良好的态势感知, 引航员将无法及时发现潜在的威胁并做出正确的操作.

引航员态势感知的不足和/或错误是人为失误的直接成因. 薛一东从人为失误的角度出发, 阐述了引航员态势感知范畴的行为模型、信息处理、决策、操作、生理心理状态与船舶引航事故的关系^[1].

引航员的操船行为会受引航员对航行环境外显、内隐危险的态势感知能力所影响. 如果引航员危险信号态势感知水平较低, 其对航行环境信息的理解也会产生偏差. 因此, 评估引航员态势感知能力并进行相应的提高训练显得尤其重要.

1 引航员态势感知及其影响因素

1.1 态势感知

态势感知(Situation Awareness, SA)最早的研究源于 20 世纪 80 年代的美国空军, 其定义由 Endsley 于 1988 年人素工程学协会年会上发表的《提高态势感知的设计与评估》一文中提出, 即态势感知是在特定的时间和空间范围内对周边环境各种要素的感

知、理解, 并以此来对它们随后的状态进行预测^[2].

任何活动都遵循一个“感知 - 决策 - 执行”的过程, 态势感知是最重要组成部分. Endsley 将态势感知分为三个层级, 即要素感知、认知理解、态势预测^[3]. 要素感知: 感知环境中与任务相关要素的状态、属性及变化. 认知理解: 通过对获取的信息进行识别、解读和评估, 识别信息的重要性、与当前任务的相关性及预期的影响, 形成任务环境的认知. 态势预测, 基于对前两个层级信息的认知, 预测未来发展态势和对当前任务可能产生的影响.

1.2 引航员态势感知

引航员执行引航任务时处于信息高度密集的空间环境中, 需要进行与当前任务相关的大量的信息交互, 使其在恰当的时机获得正确的认知, 让决策过程最佳化. 图 1 为根据 Endsley 模型绘制的引航员态势感知的三个层级.

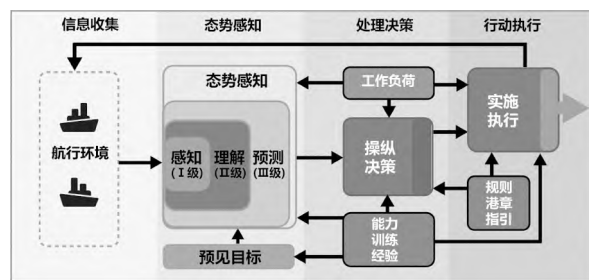


图 1 引航员态势感知三个层级

收稿日期: 2022 - 12 - 18

作者简介: 张海明(1965—), 男, 本科, 高级引航员, 主要从事引航安全管理、船舶操纵研究

对于引航员而言,态势感知意味着要对被引船的位置、航向、航速、交通流、环境条件、运动态势、船舶状况、驾驶台团队、导助航设备以及可能影响引航安全的任何其他因素进行整体交通图像规划。引航员的态势感知能力与引航安全关系密切,实现高水平的态势感知是至关重要的,同时也富有挑战性。

1.3 引航员态势感知的影响因素

由于引航员经验、认知能力、身心状况不同,其态势感知能力存在个体差异。引航员态势感知的影响因素可以分为与引航员认知活动相关的内部因素和与船、环境相关的外部因素。

1.3.1 引航员态势感知的内部影响因素

内部影响因素主要包括感知能力、认知能力、情绪控制能力、决策能力 4 个方面,表 1 对其进行具体说明。

表 1 内部影响因素

内部影响因素	具体说明
感知能力	1. 视觉、听觉的组织与灵敏度
	2. 对象、目标的检测与识别
	3. 注意力的保持与自动处理
	4. 环境感知的选择与偏差
	5. 交通图像绘制与规划
认知能力	1. 历史场景的记忆与搜索
	2. 知识经验的组织与综合
	3. 认知偏差的反馈与调节
	4. Top-Down 与 Bottom-Up 运用
情控能力	1. 情绪、焦虑带来的焦躁不安
	2. 压力、期待带来的精神紧张
决策能力	1. 基于经验的认知决策
	2. 基于评估的自然决策
	3. 基于技能的行动决策

1.3.2 引航员态势感知的外部影响因素

外部影响因素主要包括工作负荷、环境资源、系

统效能、条例规则四个方面,表 2 对其进行具体说明。

表 2 外部影响因素

外部影响因素	具体说明
工作负荷	1. 源由压力、负荷的认知隧道
	2. 源由工作、绩效的操作方式
	3. 生理状态与心理状态
环境资源	1. 航行环境、交通流密度
	2. VTS、清道、辅助拖轮
	3. 驾驶台人力及物质资源
	4. 船舶状况及操纵性能
系统效能	1. 获取信息的便利度与自动化
	2. 引航任务的困难与复杂程度
	3. 辅助系统的界面与智能程度
	4. 个体固有的操船能力与经验
	5. 多船机动的状态预测与规划
	6. 交互任务的信息识别与合成
条例规则	1. 国际避碰规则
	2. 当地港章条例
	3. 引航操作指引

2 与态势感知相关的引航事故

相关资料显示,广州港水域 2012—2019 年期间发生了 302 起引航事故^[4],航行中发生的事故占比 53.3%,态势感知错误和/或不足是导致引航事故发生的最大因素,本文以 2 个典型案例事故为样本,分析引航员态势感知。

2.1 案例 1

2.1.1 案例概况

事故发生水域交通繁忙,有多个交通流汇集,通航环境复杂。据统计,该水域每日海上交通流量约 330 艘次(没有 AIS 信号的船舶未统计在内),2019 年广州港引航站在 5~6 号浮筒截面测量的日交通流分布规律^[5]如图 2 所示。

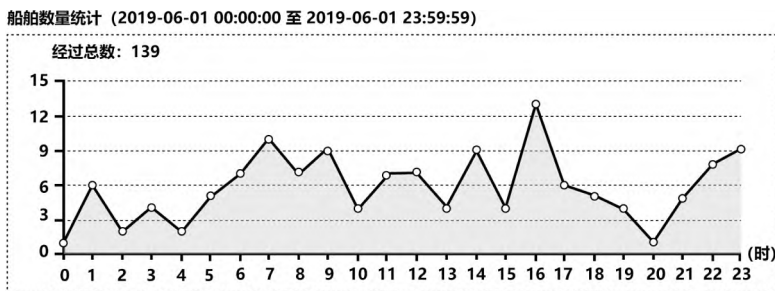


图 2 事故水域交通流分布

“MSC GULSUN”轮,船长 399.9 m,宽 61.5 m,吃水 14.5 m,以下简称 M 轮;“RUKAI BENEFIT”轮,船长 127.6 m,船宽 19.6 m,吃水 9.3 m,以下简称 R 轮.2020 年 8 月 3 日在广州港 6 号浮筒发生船吸. M 轮为实施交通管制船舶,以航速 14 kn 沿主航道进港;R 轮以航速 11 kn 沿航道西侧航行,计划尾随 M 轮进港.两船在广州港 2 号浮筒附近形成小角度交叉局面,在横距约 200 m 时产生船间效应,R 轮的速度被 M 轮带到 13 kn,R 轮取左舵试图摆脱未果,约 6 min 后两船平行靠拢,其后两船保持并航,抵达南沙二期港池后在拖轮协助下分离.图 3 为发生船间效应后的航行态势.

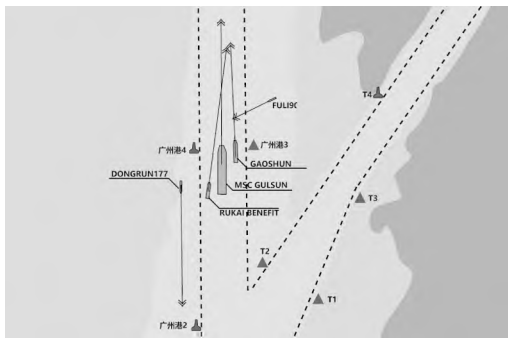


图3 航行态势示意图

2.1.2 原因分析

1) 双方引航员对任务相关环境中各要素,如登轮时间、本船可采用的航速、交通流、意图、交通管制等信息感知不足,到达会遇点的时间是日交通流的次高峰.

2) 双方引航员对态势的理解是错误的,综合形成的交通图像不清晰,M 轮引航员认为已实施交通管制,本船是被让路船;R 轮引航员则认为本船吃水不大,可以在主航道西侧避让 M 轮.

3) 双方引航员基于感知和理解形成的交通图像以及所预测态势的未来走向,在认知、精确度方面都出现了偏离,但都没有进行纠正,以致于“GAOSHUN”轮和“DONGRUN 177”轮形成多船会遇局面.

4) 通常引航员应按“Top-Down”处理过程达到目标,而尽可能避免在紧迫局面下按“Bottom-Up”处理过程达到新的目标,案例中双方引航员都按“Bottom-Up”处理,即见招拆招.

2.2 案例 2

2.2.1 案例概况

2022 年 10 月 4 日“ZARDIS”轮(304/40/12)由

珠海港引航员引领进靠珠海高栏港国际集装箱码头,在珠海高栏港 15 号浮筒附近与“东辉 59”轮(105/18)、“中铁浚 17”轮(106/19) 两条耙吸式疏浚船形成三船会遇的紧迫局面,“ZARDIS”轮与“中铁浚 17”轮两船通过距离不足 30 m. 航道有效宽度为 235 m,两船在船吸、岸推效应的作用下不断靠近,所幸两船为对驶会遇,短暂的船吸效应没有酿成事故.图 4 为根据珠海 VTS 提供的雷达影像绘制的局面示意图.

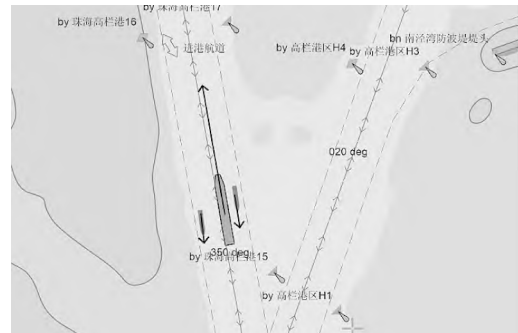


图4 三船会遇局面示意图

2.2.2 原因分析

1) 引航员对当时航行环境中的船舶交通、疏浚船的操纵意图及习惯做法等信息感知不足,认为疏浚船在 VTS 及引航员的提醒下会按照避碰规则要求驶离让请航道.

2) 引航员基于条例规则理解所形成的交通图像以及所预测态势的未来走向,在疏浚船违背规则的事实下出现了偏离,但引航员没有对疏浚船的动态在雷达和便携引航上进行追踪观察,对进行中的交通图像感知和理解出现偏差.

3) 引航员个体对环境感知的选择、认知偏差的反馈不足以支撑其对隐性危险态势的感知,以致在狭窄航段形成三船会遇的紧迫局面.

3 引航员态势感知评估与提高

3.1 引航员态势感知的评估

态势感知评估测量方法一般分为主观与客观两大类.详细如表 3 所示.

目前,最通用的评估办法是 Endsley 的综合评估技术,要求参与者在模拟器进行至某一点时暂停并回答有关自己对环境的认识及评估方面的问题,量表包括对三级态势感知的测量^[6].引航员态势感知水平评估的 SAGAT 量表可按表 4 设计.

表3 态势感知测量评估方法

分类	学者	方法
主观	Selcon	态势感知评估技术(SART) Situation Awareness Rating Technique
	Endsley	态势感知综合评估(SAGAT) Situation Awareness Global Assessment Technique
	Vidulich	主观工作负荷支配(SWORD) SA-Subjective Workload Dominance
	Mosier	机组成员态势感知(CSA) Crew Situational Awareness
	Caretta	态势感知测评表(SASRF) Situational Awareness Supervisory Rating Form
客观	Hansman	基于操作绩效;任务的最终绩效结果
	Sarter	基于嵌入式情境;突发场景下的注意力变化
	Byrne	基于生理指标;脑电图、眨眼率、心率、血压
	Bolstad	基于特征指标;空间能力、注意力、记忆、感知能力、识别能力及性格因素
	Tenney	基于过程/行为;感知、处理、决策、操作细节

表4 引航员态势感知 SAGAT 量表

感知级别	评估因素
I级:感知	交通流量、航行环境、船况
II级:理解	是否可以相遇或追越
III级:预测	实施后的交通图像

在引航过程中,当检测到某种危险或事件被触发时,引航员一般会通过注意力分配测定其紧急程度、目标与本船的关系等形成态势感知;同时,引航员的经验、操船技能差别也反映出态势感知水平,对于有经验的引航员,许多特定交通图像的出现常常会激活他条件反射式的熟练操作模式,从而反映出出众的训练水平、信息处理能力以及较高的态势感知水平,以至于在不增加工作负荷的情况下产生自主反应,进而可以在不出错的情形下完成任务。资深引航员具有的技术常常可以通过具体航行环境中的熟练操作和快速准确地对当前交通图像的规划能力表现出来。一般认为,资深引航员具有多种事件模式的记忆储备,并可以在需要时提取应用。

3.2 引航员态势感知的增强与提升

3.2.1 重于积累 – 基于实例的模拟训练

对态势感知能力的获取与保持是可以训练的,通过训练建立的有效反馈机能可以增强引航员态势感知的精确性和完整性,使引航员充分了解本身对任务相关的交通图像的认知错觉,以便更好地进行修正。模拟训练可以将实船历史数据提取出来,植入船舶操纵模拟器,营造一个本港水域逼真的航行环境,通过设置断点并按照表4的SAGAT量表来训练引航员的态势感知,使引航员了解信息获取过程及内容,体验其认知、预测、决策、执行的效能,获得相应的体验,增强其态势感知能力。

3.2.2 关注过程 – 最佳的信息获取行为

由于人体生理特征的局限,引航员不可能同时接受、处理综合驾驶台系统所输出的及外部环境的全部信息。但是,引航员必须了解任务相关的重要信息或引航员感兴趣的外部环境信息。

引航员通过瞭望窗、雷达、AIS、ECDIS来获取信息,存在注意力转移和将所获取的碎片信息进行整合的过程,同时还存在一个更加重要的问题,即驾驶台设备的信息是怎样获取的?其精确度和完整度如何?这对引航员来说不得而知。为了实现态势感知的预测或理解,就有必要考虑信息获取的行为过程及信息的精度。因此,对于引航员来说,应该强调:“一站式”的信息获取行为才是引航员态势感知能力增强的有力支撑。

便携引航终端作为一种有效的载体,可以整合具有时间、空间和专题属性的时空数据,提供“一站式”的最佳的信息获取行为。便携引航终端可以大幅提高引航员对航行局面的认知能力,提高在受限水域、恶劣天气和能见度不良等环境下的引航操作安全性^[7]。

3.2.3 增强能力 – 系统资源配置策略

引航员个体之间态势感知的差距主要在于:交通图像各要素检测识别的注意力,知识及经验的记忆力,信息理解及态势预测的认知力,现状变化及措施方案的决策力,基于船舶性能及操船技能的执行力。

引航员作为人-船-环境系统中的主体,可以通过优化系统资源的配置策略来增强自身的态势感知能力。当出现某一特定的交通图像时,引航员可以根据当前情况确定资源的优先级。如:确立注意力分配与保持中的视觉、听觉、雷达、终端使用的优先级是为了更敏捷地捕捉交通图像包含的各个

要素与变量;确立知识经验组织、历史场景搜索调用的优先级是为了确保正确地理解、分析本船所处的局面;确立规则条例运用、海员通常做法、船舶航行规律套用的优先级是为了更全面地预测判断其未来的变化趋势;确立基于经验认知、评估反射、操船技能、船况、操纵性能的决策优先级是为了更合理地采取有效措施与方法确保船舶安全。

3.2.4 了解约束—工作负荷条件

工作负荷是指单位时间内人体承受的工作量,包括生理工作负荷和心理工作负荷。任务的困难与复杂程度、夜航雾航、船舶导助航设备的可用性、获取信息的便利性、辅助系统的界面及智能化程度、驾驶台团队的沟通能力等是构成生理工作负荷的条件;船位监控、交通流量、操纵决策、等候拖轮泊位、期待尽快完成作业、绩效等是构成心理工作负荷的条件。引航员如果工作负荷过高容易产生疲劳和情绪低落、焦虑、紧张,工作负荷过低则大脑的兴奋度低,都会降低人体各感官的功能,注意力分散,对外界信息的反应迟钝,容易漏失或歪曲信息而导致态势感知错误,以致无法应付突发事件而导致引航事故。

引航员及管理机构都应对个体所承受的工作负荷状况进行准确评定并约束,合理的工作负荷是增强引航员态势感知能力的一项重要任务。对工作负荷的评定可以借助便携引航终端测量引航员工作中的心率、血压、语速等生理指标进行,同时也对态势感知的评估具有重要意义。

4 结语

态势感知目前在航空、军事、交通、安全、网络等领域广泛运用,期待在引航领域有突破性的运用。引航员态势感知的深入研究,可以在引航员人为失误事故分析、引航员选拔与训练、导助航设备的交互评估与设计指导方面发挥更大的作用。

参考文献:

- [1] 薛一东. 人为失误与船舶引航事故的预防[J]. 中国航海, 2005(03): 28-32.
- [2] ENDSLEY M R. Design and Evaluation for Situation Awareness Enhancement [J]. Proceedings of the Human Factors & Ergonomics Society Annual Meeting, 1988(02): 97-101.
- [3] ENDSLEY M R. Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems[J]. Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, 1995(01): 32-64.
- [4] 广州港引航站. 广州港水域水上交通事故统计分析[Z]. 广州: 广州港引航站, 2019.
- [5] 广州港引航站. 广州港水域水上交通流分析[Z]. 广州: 广州港引航站, 2019.
- [6] ENDSLEY M R. Measurement of Situation Awareness in dynamic system[J]. Human factors, 1995(01): 65-84.
- [7] 张胜钦. 引航员便携终端使用中应关注的问题[C]//中国引航协会、中国航海学会引航专业委员会. 中国引航论文集. 上海: 上海浦江教育出版社有限公司, 2018.

Research on Influencing Factors and Enhancement of pilots' Situation Awareness

ZHANG Hai-ming

(Zhuhai Port Pilot Station, Zhuhai Guangdong 519099, China)

Abstract: Situation awareness is an important factor affecting pilotage safety. It is particularly important for pilot to quickly judge the situation and achieve high-level situation awareness in a complex navigation environment. Based on the analysis of pilot accident cases, this paper analyzes the influencing factors of pilot situational awareness, and puts forward the methods of pilot situational awareness evaluation and ability improvement, which has practical value for the research and training of pilot situational awareness ability.

Key words: Pilot; Situational Awareness; Pilotage Safety; Ability Enhancement