

船舶事故中人为因素的分析及改进措施

李俊鹤

(山东交通学院航运学院, 山东 威海 264200)

摘 要: 据 IMO 统计, 80% 以上的海运事故都是由人为因素导致。探索人为因素如何影响船舶事故对航行安全具有重要意义。本文基于文献分析, 对人为因素的研究进行综述; 结合案例阐述人、船舶、环境和管理因素如何影响船员行为, 导致船舶事故; 并从船员角度、船舶本身以及管理措施方面提出相应的改进措施, 减少人为因素导致船舶事故发生风险的概率, 保障船舶航行安全。

关键词: 船舶事故; 人为因素; 改进措施

中图分类号: U675

文献标识码: A

相关统计数据显示, 全球贸易中 90% 以上的货物运输是由海上运输来完成的^[1]。在海运逐渐繁荣的背景下, 船舶事故的频发, 导致大量的人身伤亡、巨额的经济损失和严重的环境污染。经调查, 75%~96% 的水上交通事故 (或者部分) 是由于人员和组织方面的失误所造成的^[2]。水路运输中频繁出现的事故提醒人们注重人为因素。英国船东保赔协会在对重大海事索赔案进行原因分析后曾指出^[3]: 低标准的船舶不一定拥有低标准的船员, 而低标准的船员几乎总是意味着船舶的低标准^[4]。根据国际海事组织 (International Maritime Organization, IMO) 官方网站统计, 从 1986 年初至 2015 年底, 前 10 年共发生海上事故 1257 起, 中间 10 年共发生 4394 起, 近 10 年下降到 3648 起^[5]。尽管近十年来海事事故数有所降低, 但在科技发达, IMO 规则要求日益严格的今天, 现存的事件件数仍属于较高的量级。分析其中人为因素的产生原因, 并利用各方面的措施减少人为因素对船舶事故的影响, 对保障航行安全至关重要。

1 人为因素事故研究现状

近年来, 许多国内外专家都在研究人为因素对船舶航行的影响, 并提出人为因素是复杂的^[1], 不仅涉及到船员本身, 还涉及到诸如环境

等对船员有影响的因素。在研究人为因素方面, 张晓等人利用 SCL-90 心理量表和 MMPI 人格测试问卷对船员的心理健康状态进行了研究, 得出远洋船员的心理健康处于较低的水平^[6]; 王焕新等人从船员、管理、船舶、环境方面研究了疲劳对船员的影响^[7]; 芮梦霞等人对船员情绪和管理调节方法进行了研究^[8]; 罗森森等人阐述了人为失误与职业道德的关系^[9]; 范诗琪等人在研究人为因素导致事故方面, 通过建立贝叶斯网络和 TOPSIS 方法的模型, 制定了最适合的事故预防策略^[10]; Nieves Endrina 等人利用风险模型评估船舶设计和操作因素对船员表现的影响, 研究印证了噪声、船舶运动和振动对人为因素的负面影响, 也发现了睡眠是影响休息质量的主要因素^[11]; Andrea Coraddu 等人利用数据驱动对决定人为因素的事故进行了研究^[1]。国内外专家都希望基于事故的调查分析, 找到减少人为因素导致船舶事故的方法。

2 船舶事故调查分析

从江苏海事局 2015-2019 年船舶事故中随机选取 66 件案例, 其中碰撞事故 39 起, 沉没事故 5 起, 自沉事故 12 起, 人员落水 5 起, 触滩断裂 1 起, 触碰事故 2 起, 爆炸事故 1 起, 搁浅 1 起。研究发现在 66 件船舶事故中, 人为因素致因有 49 起, 占到事故发生率的 74%; 其中碰撞事故 39 起, 占到选取事件总数的 59%。在对碰撞事故的主要原因分析中, 疏忽瞭望占到 29 起, 说

明 74% 的碰撞事故都存在值班人员疏忽的问题；而其他原因也属于人为因素，如移泊操作不当，对会遇局面判断错误，未能及时采取有效措施等等；在自沉事故中，多是由于船员在大风浪天气或是紧迫局面下应对不当，或是船员不适任等原因；而人员落水大多是由于操作人员的安全意识不足。以上随机选取的事故表明，当下船舶事故中人为因素依然是水上交通事故的主要原因。因船员疏忽瞭望、不适任、应急措施不当等行为造成了大量的人身伤亡事件。

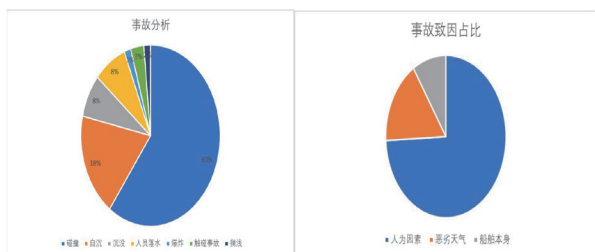


图 1 事故分析图

3 人为因素造成船舶事故的原因分析

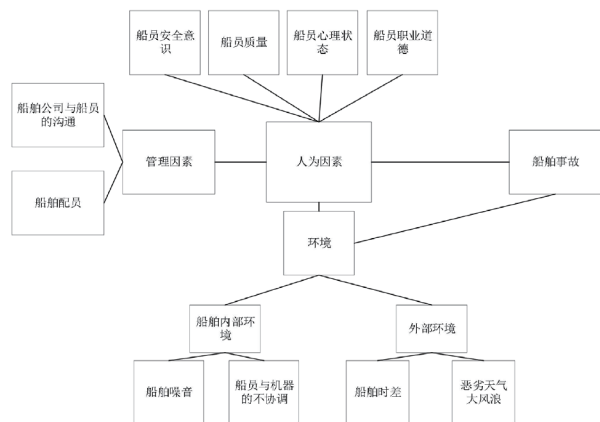


图 2 人为因素致因事故的“H (Humans) 模型”

本文基于“H (Humans) 模型”分析船舶事故的原因。人为因素的失误和外部恶劣环境均容易引发船舶事故。环境问题诸如船舶本身和外部恶劣天气只占事故原因极少部分，而且难以控制；而对于人为因素，尽管涉及到的方面很多，但可以通过措施去人为的控制。在分析船舶事故的人为因素时，一般从人、机、环境和管理四个方面去分析。

3.1 人

人的因素即船员自身素质。船员缺乏专业素养是造成船舶事故的重要原因。船员专业素养是多方面的，包括：船员质量（专业知识的掌握水

平、专业技能操作水平）、船员心理素质和职业道德水平。

3.1.1 船员质量

船员质量一方面指船员对专业知识和操作技能的熟练程度，另一方面是指船员面临突发状况时的应变能力。在正常航行中，受限于自身的专业知识水平，导致不能对所遇到的情况做出最佳的判断，会执行职能不全面；而在需要做出正确操作时，由于其本身的操作技能不熟练，故会出现按错误的程序执行职能或错误地履行职能等情况，最终造成船舶事故，所以船员质量很大程度上影响着船舶航行安全。船员质量不高，一方面由于航海高校具备综合素质的大学生受限于船员工作的特殊性而选择其他职业，高校航海类毕业生上船比例逐年下降^[12]，而目前许多在职船员仅经过短期培训，缺乏对专业的综合性理解；另一方面就是有经验的高级船员大量流失，我国的高级船员占比仅为 20%^[13]，严重影响了我国船员队伍的整体质量。船员的质量直接影响着船舶设备的维修和日常保养，以及船舶的常规操作和正常航行。

3.1.2 船员安全意识淡薄

在上述船舶事故中的人员落水案例，大多是由于船员没有穿戴救生衣，亦或是船员在不具备安全条件的状态下工作。受限于船员本身安全意识淡薄，船上操作时存在“无知者无畏”的情况，往往造成船舶事故的发生。

3.1.3 船员自身的心理状态和职业道德

根据对 2000 余名远洋船员 MMPI 人格测试问卷测试结果的分析，远洋船员在疑病症、癔病症、妄想症、轻躁狂症 4 个量表上的均值和标准差非常明显地高于全国常模；在抑郁症、精神病态、精神衰弱症、精神分裂症 4 个量表上的均值和标准差也明显地高于全国常模^[6]。受限于船舶狭小封闭的工作环境，再加上船员之间的语言不通，交流不畅，容易让船员本身产生严重的心理问题。船员异常的心理状态对船舶这个逼仄的工作空间和社会系统来说具有非常恶劣的影响。不良情绪在船上群体传播会使船舶成员产生心理波动，将大幅度增加船舶事故发生概率。

职业道德就是具有职业特点的道德认识、道德情感、道德意志、道德信念和道德行为的综合^[9]。船员的职业道德指船员有着极强的责任感，

能够切实履行自己的职责。船上工作讲究整体化,牵一发而动全身。船员缺乏职业道德容易对工作产生逆反心理,玩忽职守,对待工作极其随意。这一系列状态将给船舶的临界操作和关键性操作留下隐患。

3.2 机

“机”指船舶机器因素。机器因素对船员的影响主要体现在现代船舶日益先进的驾驶台设备和机舱设备与船员不完全匹配。随着现代科技的发展,船舶驾驶设备和机舱设备都出现了自动化的趋势。船舶设备的自动化造成船员配额大幅度减少。一艘普通万吨轮,上世纪七八十年代的配员是45人左右,九十年代缩减到28人左右,现在则是20人^[13]。发达的科技设备并不能完全取代之前人工所能完成的任务;而且随着信息化程度的不断加深,船舶需要定时向船公司传输数据,这就使得船员会因工作量过重而出现疲劳的现象^[14]。船舶配员大幅度减少,一方面船员和设备的配合可能起不到1+1>2的作用,另一方面在正常航行中因配员减少所产生的疲劳,在大风浪中航行时容易分散船员注意力,给船舶的正常航行带来了风险。

3.3 环境因素

环境因素对船员的影响可分为内部环境影响和外部环境影响。船舶外部环境的影响主要由于船舶特殊的航行环境,包括一系列时差的变化影响船员的昼夜规律和正常作息,以及大洋中多变的气候对船员的心理和生理产生影响;而船舶内部环境主要是指船舶仪器的噪音、振动和温度对船员的影响。据德国科学家的统计调查发现,船员的生理压力80.6%由振动引起,71.8%由噪音引起,45.7%由温度过高引起^[15]。非正常区间的声音和振动严重扰乱了船员的日常休息。

3.3.1 船舶航行过程中带来的时差因素

船舶在远洋航行时往往需要跨越多个时区。每跨越一个时区,就要对船钟进行一次调整。这种由地理因素引起的时差变化并不会带来工作量的变化,但是会产生由生物钟变化引起的生理疲劳。长期生理疲劳会引发胃病、心脑血管病等疾病。此外,昼夜时间的逐渐转置影响作息规律,容易出现“白天睡不醒,晚上睡不着”的现象。这种违反正常生物钟变化的情况长期出现,给船员的正常操作带来了很大阻碍。

3.3.2 船舶设备噪音对船员的影响

根据德国科学家测量,在航行时,船舶机舱中最高噪音达到104分贝,工作室达到81分贝,甲板处达到77分贝^[15],严重超过了人体正常接收的44分贝,而90分贝以上的噪音就会对人体产生损害。据调查资料显示,船员每次值班过程中,值班驾驶员必须接听大约14个来电,共计持续约16.19分钟,占据总值班时间的6.7%^[16]。船舶内部和外部之间的常规工作通信非常频繁,但对提供船舶航行信息、帮助值班驾驶员做出决策的支持有限,而且近岸有关inmarsat的卫星播报还大多是与航行安全无关的商务活动。大量的船舶噪音一方面直接导致船员的听觉疲劳甚至听力损伤,影响船员的警惕性;另一方面影响船员的睡眠质量,造成船员的身体疲劳,影响日常的工作生活。

3.4 管理因素

管理因素主要指对船舶配员的要求和对船舶安全系统的管理。

3.4.1 船舶配员

船员是一种高强度、高危险的职业。船上工作造成船员身体的疲劳和心理的疲劳。每天8个小时的值班,还要兼顾船上相关设备的保养、维护。船舶自动化导致大幅度减少了船舶配员^[14]。根据IMO的规定,船员最短休息时间在任意24小时时段内不得少于10小时;在任何7天时间内不得少于77小时。为了减少船舶运输成本,船公司一般按照IMO最低配员要求给船舶配员,以致于在船舶进入公海需要进行应急演练以及靠港时没有充足的船员轮换,使得部分船员的休息时间受到一定程度的压缩。不能保证充足的休息导致船员在履行自己职责时存在困难。

3.4.2 船舶安全管理体系的要求

ISM和NSM规则的出台,要求船公司建立相应的船舶安全管理体系,通过书面文件来约束船员的操作。在船舶靠港期间会有公司人员上船进行除PSC之外的检验考核。但是,由于船上工作和船舶的特殊性,公司人员与船员面对问题和处理问题时角度不同,会有不同程度的偏差。船员在靠港时不仅需要应对PSC的审查,还要面对公司的监督检查,工作量增大,再加上船员受限于升迁等压力,容易出现身体异常,影响船舶的正常出港和航行。

4 减少人为因素导致船舶事故的措施

消除人为因素对船舶事故的影响是一个漫长的过程,而且有些人为因素的存在需要从外界解决环境方面的问题,所以一蹴而就不现实,只能通过一系列措施去逐步的减少人为因素所带来的船舶事故。外界环境属于不可控因素,所以只能从“人”“机”“管”的角度去实现。通过提高船员素质、优化船舶管理措施减少人为因素带来的问题。

4.1 提高船员素质

为防止出现人的不安全行为,首先要对人员的综合素质进行分析,找出容易发生事故的人员层次;然后,再从心理、生理角度进行测验,在此基础上合理选配人员,并加强教育、训练和管理,提高生理、心理素质,增强安全意识,提高安全操作技能,尽可能减少船员本身操作不利带来的影响,从而最大限度地减少、消除不安全行为。

4.1.1 调整船员培训周期

目前,我国许多船员的培养采用速成的模式。学员只需要经历短时间的学习,并通过相应的证书考试就可以获得上船资格。在较短时间内,受训人员不可能对专业知识有着全面的认知和了解,对相应的操作技能也不熟练掌握,更缺乏在特殊情况下的积极应变能力,必然给船舶增加遭遇风险的机会。只有建立长时间的培训跨度,让准船员无论是从知识层面还是专业技能层面都能对船舶操纵有更加深刻的了解,操作技能掌握熟练,并能应对船舶遭遇的特殊情况,才可以完全履行船上船员的责任。

4.1.2 干预船员心理,营造船舶文化

船舶安全文化是航运企业在生产过程和经营活动中为保障船舶安全航行,保护员工身心安全与健康所进行的文化实践活动^[18]。好的船舶文化容易给予船员们归属感。美国罗斯福军舰,由于其良好的船舶氛围,给予船员一种家国文化。在这种家庭氛围中,船员尽职尽责,使军舰在航行中从未出现任何的船舶事故。尽管商业船舶与军舰有很大不同,但是及时干预船员的心理,通过沟通来解决问题,营造良好的船舶文化,构建温馨的船舶氛围,无论是对船舶还是船员都是有百利而无一害的事情。对船舶来说,船员及时的保养与修理可以保证船舶仪器的正常运行,少出故

障或是不出故障;对船员来说,良好的船舶氛围,有利于彼此之间及时的沟通,解决自身或是船舶之间的问题,促进船舶安全快速地航行。

4.1.3 加强船员安全意识和职业道德

船员作为船舶的掌控者,其自身的安全意识程度和职业道德水平将直接影响船舶的航行安全。船员本身应加强安全知识的学习、职业道德的培养,不断提高自身的安全意识、责任意识;船长可在船舶航行期间,利用船员的空余时间,结合船上的实际情况开展安全教育和职业素养座谈会,防止船员因工作而懈怠;船舶公司应在开航前组织船员进行集中安全教育和培训,培养船员的安全意识和责任感,并在涉及船舶临界操作和关键性操作时予以特殊的强调;海事管理机构应定期对下船船员进行船舶安全教育方面的测试,保证船员安全意识始终处于较高的水平,防患于未然。

4.2 改善船舶驾驶台系统

优化内部环境,改善驾驶台管理系统,处理冗余信息。繁杂的驾驶台通信系统给值班驾驶员带来了较大的噪声干扰。对于驾驶台的通信设备如VHF甚高频等设备,与航行安全无关的工作沟通,可采取其他的频道进行交流,不去干扰值班驾驶员的值班操作;对于inmarsat设备的通信,可以进行通信系统的整合,对于与航行无关的信息播报,设置自动过滤机制,减少与航行无关声音对值班驾驶员的干扰。

4.3 优化船舶管理措施

4.3.1 适当增加船舶配员,调整船舶适航条件

为了降低航行成本,船公司目前普遍遵循IMO《SOLAS》公约中所规定的船舶最低配员标准进行船舶配员。这就使得船舶在全部配员状态良好的情况下才可以满足船舶安全航行。STCW公约要求值班制度应保证船舶值班人员的效率不因疲劳而受到影响;在紧急或其他超常工作情况下不必要保持关于休息时间的要求;对于紧急集合演习、消防和救生演习应以对休息时间的干扰最小且不导致船员疲劳的形式出现^[19]。这就需要适当增加船舶配员,以保证船员足够的休息,避免疲劳履责。此外,在岸方要求利用设备进行及时信息传输的背景下,需要适当增加船舶配员,保证船员在靠港和应急消防、救生演习以及日常

工作时存在一定的人员轮换。只有在保证船员充足休息时间的前提下,船员本身才可以正常履行职责。

4.3.2 加强船旗国对船舶适航状态的检查

船舶在靠泊过程中,船员分工明确,分别负责船舶保安、船舶正常维护、船舶货物的装卸等一系列操作。由于港口靠港时间不定致使船员的工作时间不明确,会使得整条船的部分船员处于疲惫状态。随着船舶靠港频率越来越高,船员的疲惫程度也会随之加深^[20];而且长时间的海上航行后,船员的心理也会产生一定程度的变化。在货物装卸完毕,经过港口国的常规检查后,船舶就开航前往下一个目的港。港口国检查只对船舶正常的设备维护、保养进行检查,却忽视了造成船舶事故中最重要的因素——人。船旗国可以在正常检查过程中,附加对船员状态的调查;通过对其日常言语的交流 and 对其反应能力的测试,判断船员是否处于疲劳状态,以及心理状态是否正常;对处于疲劳状态的船员给予强制性的休息,对处于心理状态异常的船员给予一定的心理疏导和干预,减少船舶开航后事故发生的可能性。

4.3.3 增加船公司对船员的支持关爱

船舶公司管理人员与船员的互相理解与沟通^[17]非常重要。无论是出于“以人为本”的管理理念,还是遵照 ISM 和 NSM 的管理规定,船舶管理公司在管理船舶和船员方面应增加对船员的支持关爱,及时与船员沟通。据丹麦科学家调查发现,工作与家庭的冲突往往加剧船员疲劳,而来自于公司或是船长的支持则有助于缓解船员疲劳^[20]。船公司提供组织支持,一方面将解决船员在船舶方面所遇到的困难,及时提供船舶和船员需要的配套设施;另一方面,解决船员在家庭方面所面临的问题,增加船员的忠诚度和对公司的归属感;另外,还可以缓解船员疲劳,便于提升船员的工作状态和心理状态,使得船舶安全航行。

5 结语

消除或者减少人为因素造成船舶事故是一个漫长的过程。从 1 到 0 需要经过很多的 x 因素,在历经足够多的改变,并运用多种措施联合作用的情况下,才能彻底解决问题。在追求消除根源的同时,也应时刻关注船舶的运行状态和船员的生活状态,毕竟对于船舶和海上贸易来说,船员的安全永远是第一位的。

参考文献:

- [1] Coraddu A, Oneto L, De Maya B N, et al. Determining the most influential human factors in maritime accidents: A data-driven approach[J]. Ocean Engineering, 2020, 211.
- [2] Ren J, Jenkinson I, Wang J, et al. A methodology to model causal relationships on offshore safety assessment focusing on human and organizational factors[J]. Journal of Safety Research, 2008, 39(1): 87-100.
- [3] 李文双. 船舶轮机事故人为因素的研究[D]. 大连海事大学, 2005.
- [4] Club U I. The Human Factor, Safety at Sea[R]. 1996, May: 25-27.
- [5] 范丽先, 叶圆慧, 尹静波. 基于贝叶斯网络的海上交通安全[J]. 中国航海, 2017, 40(04): 61-65+85.
- [6] 张晓, 高玉德, 周元丽, et al. 中国远洋船员总体心理健康状况的研究[J]. 中国航海, 2005, (03): 72-77.
- [7] 王焕新, 王新建. 基于文献综述的船员疲劳研究[J]. 世界海运, 2017, 40(11): 13-19.
- [8] 芮梦霞, 施利承, 李静, et al. 船员情绪管理现状及调节方法[J]. 交通医学, 2013, 27(03): 236-239.
- [9] 罗松森, 包雄关. 刍议加强船员的职业道德教育[J]. 航海教育研究, 2002, (04): 58-60.
- [10] Fan S, Zhang J, Blanco-Davis E, et al. Maritime accident prevention strategy formulation from a human factor perspective using Bayesian Networks and TOPSIS[J]. Ocean Engineering, 2020, 210.
- [11] Endrina N, Konovessis D, Sourina O, et al. Influence of ship design and operational factors on human performance and evaluation of effects and sensitivity using risk models[J]. Ocean Engineering, 2019, 184: 143-158.
- [12] 许民强, 刘益迎. 航海类专业学生就业工作的思考[J]. 航海教育研究, 2019, 36(04): 1-6.
- [13] 林文闻. 基于贝叶斯网络的组织因素对船员疲劳影响分析[D]. 上海交通大学, 2014.
- [14] Bhardwaj S, Bhattacharya S, Tang L J, et al. Technology introduction on ships: The tension between safety and economic rationality[J]. Safety Science, 2019, 115: 329-338.

- [15] Oldenburg M, Felten C, Hedtmann J, et al. Physical influences on seafarers are different during their voyage episodes of port stay, river passage and sea passage: A maritime field study[J]. Plos One, 2020, 15(4).
- [16] Maglic L, Valcic S, Gundic A, et al. Voice Communication Systems Impact on Navigating Officers[J]. Journal Of Marine Science And Engineering, 2020, 8(3).
- [17] Zhao Z W, Wadsworth E, Jepsen J R, et al. Comparison of perceived fatigue levels of seafarers and management approaches in fatigue mitigation: Case studies from two Chinese and two European shipping companies[J]. Marine Policy, 2020, 116.
- [18] 张景林, 林柏泉. 安全学原理 [M]. 北京: 中国劳动社会保障出版社, 2009.
- [19] 张晓, 龚雪根. 船舶管理 [M]. 北京: 人民交通出版社, 2012.
- [20] Dohrmann S B, Leppin A. Determinants of seafarers' fatigue: a systematic review and quality assessment[J]. International Archives Of Occupational And Environmental Health, 2017, 90(1): 13-37.

Analysis and Measures of Human Factors in Ship Accidents

LI Jun-he

(Shandong Jiaotong University, Weihai 264200, China)

Abstract: According to IMO statistics, more than 80% of maritime accidents are caused by human factors, and exploring how human factors affect ship accidents is of great significance to navigation safety. This article consults a large amount of data, summarizes the research involving human factors, combined with case analysis, expounds how people, ships, environment and management affect crew behavior and cause ship accidents, and from the perspective of the crew, the ship itself and management measures Propose corresponding improvement measures to reduce the probability of ship accidents caused by human factors, and provide help to ensure the safety of ship navigation.

Key words: ship accident, human factors, improvement measures