

船舶海难事故中人因因素博弈研究

刘 杰¹, 李成海², 张 婷³

(1. 山东交通职业学院 管理与信息系, 山东 潍坊 261206;

2. 山东交通职业学院 督导考核办公室, 山东 潍坊 261206; 3. 山东交通职业学院 航海系, 山东 潍坊 261206)

摘 要: 为了深入剖析海难事故和人因因素之间的因果关系, 引入博弈论理论, 利用该理论探索人因因素导致船舶海难事故发生的深层次原因, 建立海事监管机构、船公司和船员三者间的博弈模型并求解, 对模型结果进行分析并提出建议。结果证明, 海事监管机关完善督导措施, 船公司加大培训资金投入, 留住高素质船员人才, 才能解决人因因素导致船舶海难事故频发这一难题。这为海事监管机关、船公司和船舶制订安全规章制度, 保证船舶海上安全、保护海洋环境提供了理论依据和相应对策。

关键词: 航行安全; 海难事故与人因因素关系; 博弈分析

中图分类号: U698.6

文献标志码: A

文章编号: 2097-0358(2021)3-0026-05

0 引言

近年来, 人因因素导致的海难事故时常发生, 据日本海上保安厅统计, 90%以上海难事故是人为因素导致的^[1]。因此, 越来越多的学者开展导致海难事故的“人因因素”研究, 姜菲菲、陈继红、杨柏丞、吴兵等研究了人为失误因素产生的原因, 并提出了实际海上情景和设定环境下人因因素的可靠性^[2-5]; 郑滨、鲍君忠、张欣欣、于家根等运用属性约简的粗糙集数据挖掘方法, 多层次模糊模型等定量方法对人为失误因素进行识别和评判^[6-9]。虽然学者们对人为因素失误进行了比较系统的研究, 但是对我国现行船员管理体制下海事监管机关、船公司、船员三者相互行为所造成影响的研究还不够。因此, 本文将从博弈理论角度对近年来船舶海难事故和人因因素致因关系进行深层次分析, 提出从根本上预防和减少海难事故发生的对策建议, 为船舶航行安全提供理论依据^[10]。

1 海难事故人因因素博弈模型

1.1 模型的假设

海事监管机构、船公司、船员为博弈模型的三要素。船公司通过更多招用新入职人员和减少船员培训来减少财务支出, 导致了船员业务技能水平下降, 人因因素船舶海难事故频繁发生。海事监管机构通过对(船公司)船员进行培训督导, 可提升船员素质和技能水平, 有效预防或减少人因因素致因的海难事故发生^[11], 因此海事监管机构和船公司构成了督导和被督导的关系。从政府职责上讲, 海事监管机构督导船员提高素质和业务技能水平, 因此海事监管机构和船员之间构成了督导与被督导的关系。图 1 列明了海事监管机构、船公司和船员之间的关系, 从而构成了海事监管机构、船公司与船员间的博弈模型。

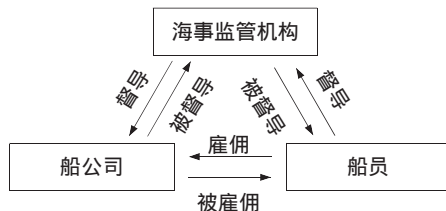


图 1 三方博弈关系网

收稿日期: 2021-02-28

作者简介: 刘杰(1969—), 男, 山东潍坊人, 山东交通职业学院管理与信息系讲师。

1.2 海事监管机构与船公司博弈求解

在博弈模型中海事监管机构的行为集合 $\lambda_1 = (\text{督导}, \text{不督导})$, 船公司的行为集合 $\lambda_2 = (\text{定期对船员进行培训}, \text{只满足最低要求的培训})$ 。假设船公司、船员只满足最低培训的要求, 船员业务水平在低水平徘徊, 势必容易导致人因因素致因的海难事故发生。

表1中 R_1 代表定期船员培训, R_2 代表只满足最低要求的船员培训。对船公司而言, 定期组织休假中的船员培训是一种资金投入行为, 短期内看不到效益, 且船公司担心船员跳槽, 主观上缺乏对船员培训的动力, 所以对船公司而言 $R_1 < R_2$ 。 Φ 表示为减少人因因素致因船舶海难事故对船员定期培训, 公司船舶事故率降低减少了处理事故的资金投入, 相应减少海事监管机构督导的人力、资金投入 A 表示海事监管机构督导船员业务提升所支付的成本, B 表示海事监管机构督导船公司定期组织船员进航海院校培训, 并促成航海院校提供的减免培训费用优惠政策, C 表示人因因素致因船舶海难事故的损失, D 表示海事监管机构不督导(船公司)船员培训, 在船舶海难事故发生后, 船公司提供海难救助、修复海洋环境等工作的资金支出。

表1 海事监管机构与船员培训博弈关系

海事监管机构	船公司	
	定期船员培训 β	只满足最低要求的培训 $(1 - \beta)$
督导船员培训 α	$\Phi R_1 - A - B (1 - \Phi) R_1 + B$	$\Phi R_2 - A (1 - \Phi) R_2 - C$
不督导船员培训 $(1 - \alpha)$	$\Phi R_1 (1 - \phi) R_1$	$\Phi R_2 - D (1 - \Phi) R_2 - C$

通常, 对单一家船公司而言, 发生海难事故的概率不会很高, 所以我们假定:

$$(1 - \Phi) R_1 < (1 - \Phi) R_2 - C \quad (1)$$

上述博弈在此情况下出现了一种战略均衡: 海事监管机构不督导(船公司)船员培训提高船员业务技能, 船公司借口船员流动性强, 不对船员进行培训, 这不符合现实情况, 也是海事监管机构不想看到的局面。在航运腾飞的时代, 船舶实现了现代化、大型化、高速化, 海难事故造成的后果普遍十分严重, 导致的经济损失 C 往往成百上千万人民币, 当 C 增大到一定程度时, 这种战略均衡将被打破^[12]。同时, 海事监管机构作为政府部门, 从保障船舶航行安全和人命、财产安全角度出发, 鼓励船公司组织船员培训, 鼓励或协调航海院校出台政策减免船员培训费用 B , 从而:

$$(1 - \Phi) R_1 + B < (1 - \Phi) R_2 - C \quad (2)$$

此时的博弈出现了混合策略纳什均衡:

$$\sigma^* = \frac{(1 - \Phi)(R_2 - R_1) - C}{B} \quad \beta^* = 1 - \frac{D + A}{D + B} \quad (3)$$

从式(3)中得到, 海事监管机构督导(船公司)船员培训可能性 σ^* 与收益差值 $(R_2 - R_1)$ 成正相关关系, 这符合目前船员技能现状, 船公司为追求自身经济利益 $(R_2 - R_1)$ 而选择船员满足最低培训要求, 甚至船公司从不组织休假船员进行业务培训, 船员应急能力和技能水平严重下滑, 人因因素导致船舶海难事故频发。 σ^* 与海事监管机关协调航海院校给予(船公司)船员培训费用减免成反比关系, 即海事监管机构在重视督导船员培训时, 如果协调航海院校给予(船公司)船员培训费用减免幅度大, 提高培训质量, 将极大激发(船公司)船员培训热情。船公司顺应航运时代发展提高对船员素质的要求, 主动加大船员培训资金投入和培训规模, 相反会降低海事监管机构督导船员业务提升的资金投入和工作量。 σ^* 与转化率 Φ 构成了负相关关系, 即船公司船员业务技能提升后相应人因因素导致的船舶海难事故较少, 从而船公司认识到船员培训的重要性, 自愿提高公司收益利润转化为船员培训支出占比, 代表政府行使职责海事监管机构督导受益的比例提高, 海事监管机构对(船公司)船员培训督导投入就相应减少。 σ^* 与船舶海难事故发生造成的损失成负相关关系, 即海事监管机构对(船公司)船员培训督导力度越小, 船舶人因因素导致海难事故的概率会越大, 船舶海难事故后的处置费用导致船公司经济损失越大。

船公司定期组织船员培训的概率 β^* 与海事监管机构重视督导(船公司)船员培训、保障船员培训质量支付的成本成负相关关系,即当海事监管机构协调减免船员培训、考试费用的力度减小(船公司)船员培训相应动力不足,同时,船公司也会降低船员培训频率,甚至在船员达到最低培训要求后不再投资培训。因此,海事监管机构应通过协调航海院校制定降费优惠政策激励(船公司)船员培训投入,形成(船公司)船员培训良性循环环境。 β^* 与船舶人因因素导致海难事故后船公司处置支付的费用成负相关关系,即船公司定期组织船员培训使船员素质和整体业务水平得到提升、船员技能知识能够及时更新,人因因素船舶海难事故数量必将有所减少,打捞救助、人船伤害善后处理、海洋环境修复的经济损失也会相应减少。

1.3 船公司与船员间博弈求解

在博弈模型中,假设船公司组织船员培训选择的行为集合 $\lambda_2 =$ (定期船员培训,只满足最低要求的适岗培训),船员可以选择的行为集合 $\lambda_3 =$ (业务娴熟成为合格船员,薪资高船员被解聘)。船公司解雇薪资高老船员,必然需要招收新船员上岗,新船员培训费需要付出。因新船员业务生技能差,如果新船员仓促上岗,必然容易导致人因因素海难事故的发生。船员培训与船员博弈关系如表2所示。

表2 船员培训与船员博弈关系

船员	船员培训	
	定期船员培训 θ	只满足最低要求的适岗培训 $(1-\theta)$
业务娴熟成为合格船员(*)	$\phi R_1 - E(1-\phi-\phi)R_1$	$\phi R_2 - E(1-\phi-\phi)R_2 - C$
公司解聘高薪船员 $(1-*)$	$R + E(1-\phi-\phi)R_1 - F - C$	$R + E(1-\phi-\phi)R_2 - F - C$

表2中 ϕ 表示船公司收益中转为船员收入的比例, E 表示老船员被解雇,招用新船员的支出, R 表示船公司解聘薪资高老船员而招聘新船员,新船员培训周期长,培训支付额外费用 F 表示。已知:

$$(1-\phi-*)R_1 - F - C < (1-\phi-*)R_2 - F - C \quad (4)$$

目前入职船员学历偏低,但船员的工资是陆上人员工资的几倍,即 $\phi R_1 < R$, $\phi R_2 < R$ 。船员工资虽高,但是他们的海上工作环境艰苦,船舶航行遭遇恶劣天气,船舶摇摆和颠簸消耗透支体力,晕船呕吐,远离家乡、思念亲人,工作单调枯燥,难以吃到新鲜蔬菜,经常遭受疾病困扰和海盗威胁^[13]。另外,受新冠疫情影响全球经济形势严峻,国际国内海运市场景气度下滑,船员工资多年来不升反降,船公司为节约成本,减少或不再组织船员培训。当今船员荣誉感下降,工作积极性不高,船公司对船员的吸引力不如以往。在此形势下:

$$R + E > \phi R_2 - E \quad (5)$$

该博弈出现了战略均衡,船公司不重视船员培训,维持最低要求的船员培训,船员业务水平不尽人意,这容易酿成人因因素海难事故,也是海事监管机构所不愿意看到的局面^[14]。为了改变这种局面,船公司加大船员培训资金投入,提高船员技术技能,增强船员胜任工作能力,从而:

$$R + E < \phi R_1 - E < \phi R_2 - E \quad (6)$$

这时,出现了混合策略纳什均衡:

$$\theta^* = \frac{\phi R_2 - (R + 2E)}{\phi(R_2 - R_1)}, \quad \phi^* = \frac{(R_2 - R_1)(1 - \phi - \phi)}{C} \quad (7)$$

从上式可知,船公司加大船员培训资金投入,船员成为业务娴熟、胜任工作合格船员的可能性 ϕ^* 与人因因素船舶发生海难事故导致的经济损失成反比关系。即船员只满足最低培训要求,业务水平越差,发生人因因素海难事故的概率就越高,对船舶航行安全、人命安全和海洋环境造成的损失和破坏就越大。

船公司定期进行船员培训的概率 θ^* 与船公司收益中转化为船员工资的比例成正相关关系,即(船公司)加强船员培训最主要的手段是培训投资,如定期安排船员到海事院校培训,定期邀请海事院校专家来船公司授课。 θ 与船公司收益差 $(R_2 - R_1)$ 成负相关关系,即船公司借口航运市场不景气,减少或不进行船员培训,短期内看到的是船公司节约了成本支出;从长远的角度出发,随着港口国和船旗国监管体系不断完善,船舶自动化现代化程度越来越高。加强船员培训投入,打造一支高学历、高素质、业务水平一流的船员队伍

才是良策。提高船员待遇,留住具有丰富航海经验,能经受住风吹雨打的老船员,才能从根本上减少人因因素导致的船舶海难事故的发生,减少海难事故发生后政府打捞救助经济损失,减少船公司经济和声誉损失。

2 博弈模型结果分析

上述分析结果表明,海事监管机构对船员培训督导力度与人因因素船舶海难事故频发密切相关。对于单一船公司而言船舶海难事故发生概率相对较小,船公司存有侥幸心理规避心理和海事监管机构督导力度下降或缺失督导的情况下,船公司就会降低船员培训次数或者干脆不组织船员培训,以减少船公司船员培训资金支出。结果船员业务技能水平下滑,甚至不适应新航运市场下现代化船舶对船员技能的要求。定期组织船员培训和知识更新,虽然从短期看会增加船公司经济负担,但是从长远和公司发展需求出发,一支业务娴熟、素质高、信心百倍的船员队伍是减少人因因素海难事故、减少船公司经济损失的最重要保障。作为起关键作用的海事监管机构,如果不能充分认识到督导船员培训对船舶航行安全以及航运发展所带来的经济利益,就不能从根本上改善人因因素导致的海难事故频发这一现状。

3 提升海上交通安全的对策建议

3.1 海事监管机构加大对船员培训的督导力度

一方面,海事监管机构需制定一套行之有效的船员培训法规,法规中明确船员培训的内容和培训学时,使船员培训有法可依;另一方面海事监管机构应督导航海院校增加培训内容和难度,特别是船舶应急训练和实操内容。海事监管机构建立通报机制,对船公司船员业务培训好的单位通报表扬,对船员培训院校不定期抽查和巡视,对任意减少船员培训内容、减少船员培训学时的船公司进行批评教育或处罚。建立船员培训、知识更新行之有效的机制,提高船员业务技能和职业素养,从根本上减少人因因素导致的海难事故发生,使船员高高兴兴上船、平平安安回家。

3.2 海事监管机构应适当调整船员准入门槛

最近几年,航运市场上船员供不应求,航海院校船员培训爆满,在没有增加硬件设施和师资力量条件下,培训学员人数暴增,势必出现“粗制滥造”的情况。2009年出台的《船员适任考试评估和发证规则》进一步放宽了船员准入门槛,2020年出台的开放船员考试题库、船员适任证书一等和二等合并等举措是适应航运形势发展的好政策,但同时也暴露了弊端:政策的导入和航运市场对船员的需求量,导致了我国目前新船员暴增,新船员占比增大使船员整体水平大幅下降。为改变现状,海事监管机构应调整船员准入门槛,增加船员考试试题难度,适度延迟见习(实习)时间,建立船员线上线下学习题库,制定船员上船前强制业务再培训和持有合格证书的船员定期进行理论考核、实操考核法规,造就一支高素质高技能的船员队伍。

3.3 船公司完善船员培训制度

船公司贯彻执行海事监管机构船员培训政策,提高船员培训资金投入,建立和完善公司内部船员培训体系,鼓励和监督船员线上线下学习,定期组织船员考试,将考试成绩与绩效挂钩,创造学习业务氛围。目前我国船员的文化程度偏低,自学自练能力差,加之船员工作强度大,休息生物钟被打乱,下船休假时间短,忙于探亲访友做家务的实际情况。船公司应采取多种形式的船员培训和业务交流,从对船舶航行安全、对船员人命安全负责和公司自身发展需要出发,提高船员业务水平,减少人因因素失误,船公司是解决减少人因因素导致海难事故发生的“最后一公里”。船员应自觉响应公司号召,自觉参加各种形式的培训学习,在实践中查找不足,提高自身业务水平。一名胜任工作的船员,不仅要有娴熟的业务技能,还要有健康的体魄、良好的心理素质,以及处置突发事件的能力。在实践中学习、在实践中锻炼以及船员间的“传、帮、带”,都是提高船员自身业务技能的最好方法,也是减少人因因素导致海难事故减少的最直接、最有效的方法。

此外,船长应定期组织船员培训学习和考试,提升船员适船能力,对多次考试成绩不理想、不适船船员建议公司换人。船长和大副、轮机长可以利用靠泊、锚泊期间船员相对轻松的时间组织船员业务学习和安全培训。船舶设备、设施每艘船不一定完全一样,操作方法可能略有差异,船长组织的全方位培训有事半功倍、立竿见影的效果。船长要教育船员强化安全意识,合理安排值班,及时掌握每一位船员业务技能情况,注重船员培训内容的接受和反馈,坚决淘汰业务差、不作为船员,从源头上杜绝人因因素导致海难事故的发生,保障船舶航行安全。

4 结束语

运用博弈理论构建海事监管机构、船公司、船员为对象的三方博弈模型并做出分析结果,表明海事监管机构代表政府对(船公司)船员培训督导力度不到位或对督导重视程度不够,是船舶人因因素导致海难事故频发的重要原因。船公司加大船员培训资金投入,多方督促船员学习是解决船舶人因因素导致海难事故频发的最重要环节。船员自学自练和船长组织学习、考核是解决船舶人因因素导致海难事故频发的源头。

根据博弈分析结果,分别从海事监管机构、船公司、船员三方提出了减少人因因素导致海难事故的应对措施和方法,为海事监管机构、船公司和船员三方杜绝或减少人因因素对船舶航行安全的影响,消除隐患,保证海上运输安全,保护船员人命安全,保障上海洋环境,提供了具有实质性的良好建议。

参考文献:

- [1]李铃铃,仇蕾.基于 Apriori 算法的海事事故中人为失误致因分析[J].交通信息与安全,2014(2):110-114.
- [2]姜菲菲,黄明,江福才.基于 CREAM 的船舶引航员人因可靠性预测研究[J].交通信息与安全,2017(3):26-31.
- [3]陈继红,万征,何新华,等.基于模糊物元的交通事故致因因素分析与应用[J].系统科学学报,2015(2):37-40.
- [4]杨柏丞,赵志磊,陈海力.基于模糊规则库 Fine-Kinney 方法的沿海水域碰撞事故人为失误风险分析[J].大连海事大学学报,2019(1):40-45.
- [5]吴兵,严新平,汪洋,等.水上交通事故人因可靠性定量评价方法[J].交通运输系统工程与信息,2016(4):24-30.
- [6]郑滨,金永兴.基于属性约简的海事人为失误致因分析[J].上海海事大学学报,2010(1):91-94.
- [7]鲍君忠,李建民,刘正江.海上事故人为因素量化模型[J].大连海事大学学报,2010(2):51-54.
- [8]张欣欣,轩少永,席永涛,等.基于 HFACS 的海上交通事故原因系统分析[J].大连海事大学学报,2012(4):15-19.
- [9]于家根,刘正江,卜仁祥,等.人为失误船舶碰撞智能防护模型设计[J].工业安全与环保,2018(9):25-28.
- [10]长青.基于演化博弈论的船舶网络安全监管决策分析[D].大连:大连海事大学,2017.
- [11]于景田,赵俊超.引航事故人为失误致因分析研究[J].中国水运,2019(1):59-61.
- [12]申玲,孙其珩,吴立石.基于博弈关系的建筑安全投入监管对策研究[J].中国安全科学学报,2010(7):110-115.
- [13]席永涛,胡基平.海运人因可靠性分析中行为形成因子模型[J].中国航海,2012(1):66-70.
- [14]于家凤,李沁生,黄云头.基于多层模糊模型的船舶机损事故人为失误评估方法[J].中国造船,2009(1):1008-1011.

(责任编辑 张 利)

Game Research on Human Factors in Ship Disasters

LIU Jie¹, LI Cheng-hai², ZHANG Ting³

(1. Department of Management and Information, Shandong Transport Vocational College, Weifang 261206, China;

2. Supervision and Assessment Office, Shandong Transport Vocational College, Weifang 261206, China;

3. Nautical Department, Shandong Transport Vocational College, Weifang 261206, China)

Abstract: In order to carry out in-depth analysis of the causal relationship between maritime accidents and human factors, the game theory is introduced, and the theory is used to explore the deep-seated causes of ship accidents caused by human factors, and the game model is established among maritime regulatory agencies, shipping companies and crews and solutions are explored, the results are analyzed and suggestions are made. The results prove that the problem of frequent ship accidents caused by human factors be solved by improving supervision measures by maritime regulatory agencies, and shipping companies increasing funding for training, and retaining high-quality crews. This provides theoretical basis and corresponding countermeasures for maritime regulatory agencies, shipping companies and ships formulating safety rules and regulations to ensure ships' safety at sea and protect marine environment.

Key words: safety of navigation; relationship between maritime accidents and human factors; game analysis