

洋山水域船舶不安全行为分类及影响因素研究

王昊¹, 金良刚², 刘剑平², 阳小鹏¹, 于尧¹

(1. 上海海事大学交通运输学院, 上海 201306; 2. 洋山港海事局, 上海 201200)

摘要: 为减少船舶在航行过程中的潜在风险, 保障航行安全。结合洋山港海事局辖区内 2019—2020 年事故数据, 采用系统聚类法对船舶不安全行为进行分类, 以问卷方式分别对船员、船公司和海事管理机构三类人员关于船舶不安全行为为影响因素的观点进行调查探究。基于问卷调查结果, 运用因子分析法寻找威胁航行安全、引发不安全行为的关键因素。结果表明: 船员素质、航行环境、外部管理是诱发船舶不安全行为的主要因素, 其中船员素质因素为关键因素。文章围绕船员、船公司和海事管理机构三个角度提出针对性管理对策, 以期保障水域航行安全和提高海事管理服务水平。

关键词: 船舶航行安全; 海事管理; 洋山深水港; 系统聚类; 因子分析

中图分类号: U692;U698.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2022) 07—0029—04

航运作为综合交通运输体系的重要组成部分, 承担了我国逾九成的国际贸易运输, 是重要的基础性、先导性和战略性产业。近年来, 随着船舶交通流量的急剧增加和航行环境的日益复杂, 船舶航行风险持续增大, 水上交通事故时有发生, 对水上交通运输安全保障体系的构建和完善提出了挑战, 掣肘了区域内港航经济的赓续发展。国际海事组织 (IMO) 指出人为因素是引发海上事故的关键因素, 2002 年 IMO^[1] 确立了人为因素在海上航行安全研究中的重要地位。经统计, 洋山水域近 5 年来发生的海上事故多由船舶不安全行为导致。因此, 对船舶不安全行为进行梳理和归类, 探究诱发船舶不安全行为的关键因素, 有助于提高海事监管效率, 保障海运安全, 助推交通强国、海洋强国行稳致远。

目前, 国内外对于船舶不安全行为的研究有以下方面: Metin Celik^[2] 等人采用模糊层次分析法 (FAHP) 结合人因分析与分类系统 (HFACS), 以确定不安全行为在航运事故中的影响; Chauvin C^[3] 等人研究了 27 起海上历史事故, 将不安全行为的影响因素归结为不安全行为的先决条件、人的不安全行为、组织的影响和不安全行为监管; 张锦朋等人^[4] 从“人—机—环—管”的安全系统基本要素出发, 分析了导致航海人员不安全行为的各种因素, 提出了一种航海人员安全行为指标体系; 张丽丽等人^[5] 通过聚类分析提取事故主要诱因, 利用 Bootstrap 方法预测了主要诱因组合模式。郝勇等人^[6] 应用熵加权灰色关联分析, 分别按船旗国、船舶类型、事故类型计算人为失误与影响因素之间的关联度, 明确了人为失误的关键影响因素。甘浪雄等^[7] 采用熵权法对水上交通安全影响因素排序, 认为自然环境因素、航道船员因素和

船舶因素条件最重要, 交通状况次之, 最后是管理服务水平。

明确船舶不安全行为的类别并找出引发不安全行为的关键因素, 对于海事系统有效制定相关管控与防治措施至关重要。本文在结合上述学者研究成果的基础上, 采用系统聚类法对船舶不安全行为进行了归类, 并首次采用因子分析法量化研究船舶不安全行为的影响因素, 寻找关键影响因素, 为更有针对性地制定管理对策提供重要参考和理论借鉴。

1 上海洋山港简介

上海港是世界第一大港, 集装箱吞吐量连续 11 年蝉联全球第一, 不仅是上海国际航运中心建设的主力军, 也是国家综合交通枢纽、经济发展的战略资源和重要支撑^[8]。洋山深水港作为上海港参与国际竞争的核心港区, 是中国首个在海岛建设的港口, 具备 15 米以上水深, 对于上海港具有举足轻重的地位。洋山四期超大型自动化集装箱码头是全球单体规模最大、智能化程度最高的集装箱码头, 助推上海港集装箱吞吐量连续多年领跑全球。

2020 年全年, 洋山港全港吞吐量首次突破 2000 万标箱的设计能力, 达到 2022.2 万标准箱, 同比增长 2.1%, 集装箱吞吐量在上海港的占比高达 46.5%。

2 基于系统聚类法的船舶不安全行为分类

2.1 系统聚类法

系统聚类法是聚类分析的一种常用方法, 根据种类中的个体或变量之间相似度的统计, 来确定样品或变量

之间的亲疏关系，从而将样品或变量分别聚类到不同的类中^[9]。这样一种连续并类的过程可以用聚类谱系图(俗称树状图)来表示，该图能清楚看出全部样本的聚集过程，从而对其分类。

2.2 船舶不安全行为分类

船舶的正常航行依靠两部分共同作用，即甲板部的安全操纵和轮机部主机、舵机等航行设备的正常运行。本文将船舶不安全行为划分为航行不安全行为和轮机不安全行为。

2.2.1 航行不安全行为

船舶常见的相遇态势主要分为：对遇、追越和交叉，将船舶间的不安全行为按照其相遇态势划分为相应的三类。根据洋山港海事局辖区船舶不安全行为汇总数据显示，在2020年10月至2021年5月期间，共发生了78次船舶不安全行为，涉及到93艘船舶，其中有84条关于对遇态势的不安全航行数据。造成船舶不安全的主要因素主要包括：未保持安全距离、船员疏忽、操作失误、不遵循避碰规则和航道航行规定等。本文使用系统聚类法对船舶不安全行为进行分类。

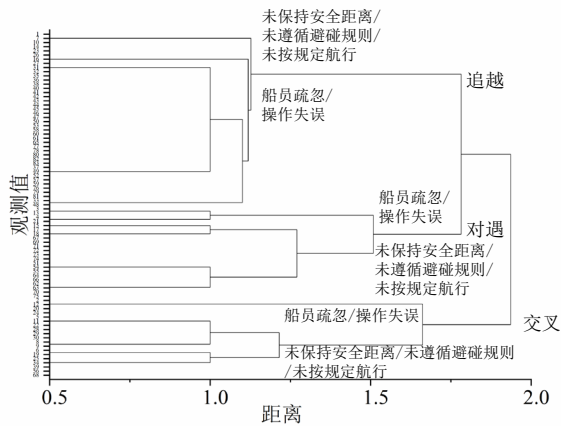


图1 系统聚类结果

系统聚类法分类结果(如图1)将造成这三类相遇态势不安全航行的因素分为有意识行为与无意识行为两大类。该分类结果与海上交通事故人失误分析与分类系统(HEACS-MTA)分类一致^[10]表明分类结果是可靠的。除上述船舶相遇态势间的不安全行为外，还存在危险天气航行、未避让其他助导航设备(如灯浮)的危险行为。

2.2.2 轮机不安全行为

轮机部可能造成船舶不安全行为的因素主要分为以下三类：①主机失控；②舵机失灵；③全船失电。主机是船舶的心脏，确保船舶主机正常运行是保证航

行安全的第一要务。船舶主机一旦失控，后果不堪设想。船舶舵机是直接关联着船舶可操纵性的重要辅机之一，倘若舵机发生故障，将严重影响航行安全，导致船舶难以操纵，以至于难以完成避碰等操作，造成人命和财产损失。电力系统供应船舶主要设备正常运作，一旦中断供电，将会导致设备失灵，船舶无法操作。

综上，本文的船舶不安全行为分类结果如图2：

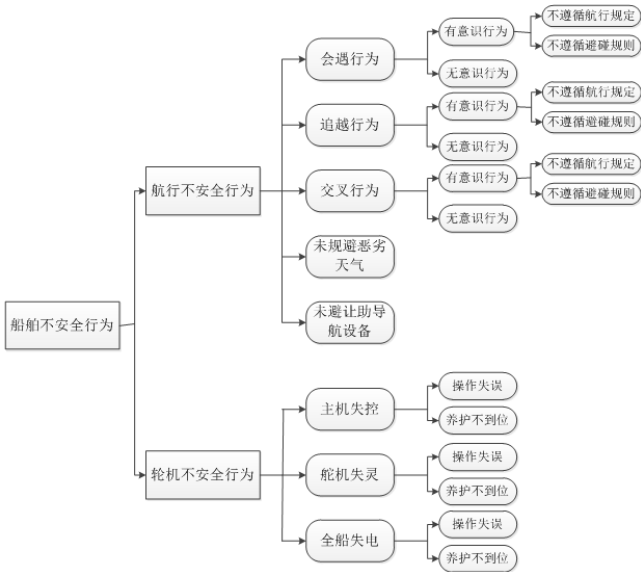


图2 船舶不安全行为分类

3 基于因子分析法的不安全行为影响因素探究

3.1 因子分析法

因子分析 (Factor Analysis) 是一种利用降维思想，把具有错综复杂关系的多个变量归结为少数几个综合因子的多元统计分析方法，其目的在于用较少的相互独立的因子变量代替原来多个变量的大部分信息，其数学模型如下：

$$\begin{aligned} x_1 &= a_{11}F_1 + a_{12}F_2 + \dots + a_{1m}F_m + \varepsilon_1 \\ x_2 &= a_{21}F_1 + a_{22}F_2 + \dots + a_{2m}F_m + \varepsilon_2 \\ &\dots \\ x_p &= a_{p1}F_1 + a_{p2}F_2 + \dots + a_{pm}F_m + \varepsilon_p \end{aligned} \tag{1}$$

式(1)中， $x_1, x_2, \dots, x_p$ 为 p 个原有变量，是均值为0、标准差为1的标准化变量， $F_1, F_2, \dots, F_m$ 为 m 个因子变量 ($m < p$)， $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_p$ 是仅对所属变量产生影响的特殊因子，该模型的矩阵表示形式为：

$$X = AF + a\varepsilon \tag{2}$$

3.2 不安全行为影响因素探究

本文采用问卷调查法，向海员、船公司和洋山港海事局发放150份调查问卷，回收有效问卷136份。为避

免数据缺失或异常等问题,对数据进行了清洗。为进一步提高数据的可靠性,在查阅大量国内外文献,应用德尔菲法并与海事管理领域专家沟通,综合分析船舶航行过程的基础上,提取出以下15项船舶不安全行为影响因素:海员生理素质(X1)、海员心理素质(X2)、海员安全意识(X3)、海员应变能力(X4)、海员业务能力(X5)、海员工作生活环境(X6)、海员培训和受教育程度(X7)、海员资历与经验(X8)、大雾(X9)、寒潮(X10)、风浪(X11)、雷暴(X12)、海事局监管力度(X13)、船公司安全文化培养(X14)、船公司考核频率(X15)。

对取得的136份有效样本数据进行处理,本文采用SPSS 23.0进行Bartlett球型检验和KMO适合度检验,求得数据的适切度量数为0.849,说明各变量之间的相关性较强,符合做因子分析的要求。验证了数据适用性后,计算各因子的特征根和方差贡献率,基于特征根原则选择了F1、F2和F3三个公共因子,其累计方差贡献率达到了59.420%。表1中给出了公共因子的特征根、方差贡献率和累计方差贡献率。

表1 公共因子的特征根、方差贡献率、累计方差贡献率

公因子	总计	方差百分比	累积 %
F_1	5.025	33.499	33.499
F_2	2.455	16.368	49.867
F_3	1.433	9.553	59.420

此外,碎石图是依照各因子的特征值大小进行排序所形成的散点图,由图3可以看出,前3项因子的特征值较为明显,曲线的斜率较大,因此它们对于整体的解释程度比较显著,再次证明前3项因子基本能够反映整体数据的大部分信息,其解释能力是有效的。

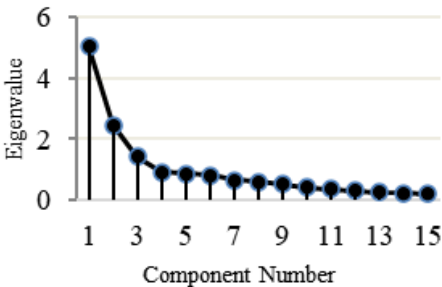


图3 碎石图

为使得提取出的公共因子具有较为明显的意义,明确变量及公共因子之间的关系,采用凯撒正态化最大方差法对初始因子载荷矩阵进行方差最大化正交旋转,如

表2所示:

表2 旋转后公共因子载荷矩阵

影响因素	公共因子		
	F_1	F_2	F_3
X_1	0.873	-0.066	-0.103
X_2	0.861	-0.127	0.123
X_3	0.840	-0.236	0.146
X_4	0.775	-0.202	0.128
X_5	0.723	-0.027	-0.038
X_6	0.701	-0.170	0.353
X_7	0.678	0.136	0.241
X_{11}	-0.198	0.861	-0.042
X_9	0.062	0.817	0.135
X_{10}	-0.155	0.706	-0.017
X_{12}	-0.275	0.419	-0.018
X_{14}	-0.010	-0.046	0.814
X_{15}	0.302	0.436	0.521
X_{13}	-0.035	-0.446	0.504
X_8	0.197	0.095	0.504

由表2的结果所示可知,公因子F1对于海员心理素质、海员资历与经验、船员安全意识、海员业务能力、海员生理素质、海员培训和受教育程度以及海员应变能力具有支配作用,这些指标反映的是船员个人的因素,因此将该因子命名为船员素质因素,从表中数据反馈易知,船员素质因素是造成船舶不安全行为的主要因素。公因子F2基本支配了风浪、大雾、寒潮、雷暴几个因子,这几个指标刻画了海上航行环境,故称为航行环境因子。第三个公因子F3主要支配船公司安全文化培养、船公司考核频率、海事局监管力度以及船员工作生活环境,这些指标反映的是船公司与海事局对船员的管理,因此称该因子为外部管理因子。

为进一步探究三个公因子(船员素质、航行环境、外部管理)的成因与重要程度,可将公因子表示为原始变量的线性组合,计算其因子得分。经计算可得,船员的心理素质、资历经验和安全意识以及大雾、风浪是引发船舶不安全行为的主要因素,应从以上角度进行相应的管理,以减少海上交通事故的发生,提高海上航行的安全性。

4 船舶不安全行为管理建议

为减少因船舶不安全行为所导致的事故,面向船舶不安全行为管理的关键环节,提出以下有效解决问题的对策建议。

(1) 提高船员的身体素质和心理素质,培养其在恶劣天气场景下对突发情况的应对能力,进一步深化船员的安全意识、规则意识、责任意识和船舶设备保养意识;

(2) 船公司强化管理体系建设与执行能力,制定相关规定、标准和指南,将责任层层落实,强化船员日

情势变更原则在船舶建造合同解除权的适用与规制

潘成祥

(大连海事大学, 辽宁 大连 116000)

摘要:《民法典》及《海商法》并未有详细规定情势变更原则在船舶建造合同解除权中的适用情形。在此情况下,有必要结合该类司法实践,针对现阶段存在的问题,对船舶建造合同的法律性质、情势变更原则的适用进行分析论述,并以此提出合理的完善路径。

关键词:情势变更原则;船舶建造合同解除权;法律适用

中图分类号: D923.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2022) 07—0032—03

1 问题的提出

近年来,受新冠肺炎疫情、经济形势低迷等综合因素影响,船舶建造领域面临严峻挑战。根据中国船舶工

业行业协会《2020年船舶工业经济运行分析》,2020年全球新船成交量同比大幅下降30%,而我国新接船舶订单连续两年不足3000万载重吨,创2008年金融危机

常培训及驾驶能力考核,确保安全驾驶管理取得实效。

(3) 海事主管机构要健全法制保障,进一步完善水上交通运输领域法律、规范或条例的建设,提升依法行政能力,实现海事执法的高效运行,推动形成社会共同监督的良好局面。

5 结束语

本文采用系统聚类法将船舶不安全行为划分为航行不安全行为和轮机不安全行为。基于因子分析法对问卷调查结果进行处理,结果表明船员素质是船舶不安全行为为最重要的影响因素,其次航行环境和外部管理也是关键因素。

本研究具有重要的理论价值和政策意义,为海事管理机构和航运企业科学监管,减少由船舶不安全行为导致的事故,保障航行安全,提供了重要参考。但仍存在以下局限:一是样本容量较少,有待进一步扩充,以提出更具说服力的结论;二是研究内容方面,可以进一步探析各影响因素之间的关联关系,深入挖掘导致船舶不安全行为的原因及其影响程度。后续研究将聚焦单个影响因素,探索其对船舶不安全行为的影响逻辑,提升海事管理服务水平。

参考文献:

- [1] IMO. International safety management (ISM) code (2002) [EB/OL]. [http://www.imo.org/Our Work/Human Element/Safety Management/Pages/ISMCode.aspx](http://www.imo.org/Our%20Work/Human%20Element/Safety%20Management/Pages/ISMCode.aspx).

- [2] Metin Celik, Selcuk Cebi. Analytical HFACS for investigating human errors in shipping accidents[J]. Accident Analysis and Prevention, 2008, 41(1):

- [3] Chauvin C, Ladjane S, Morel G, et al. Human and organisational factors in maritime accidents: Analysis of collisions at sea using the HFACS[J]. Accident Analysis & Prevention, 2013, 59: 26–37.

- [4] 张锦朋, 陈伟炯, 杲庆林, 沈淳. 航海人员的不安全行为分析与评价模型研究[J]. 中国安全科学学报, 2005(10): 47–51+3.

- [5] 张丽丽, 吕靖, 艾云飞. 人因海事事故诱因组合模式分析与预测[J]. 上海海事大学学报, 2014, 35(04): 32–36.

- [6] 郝勇, 胡思慧, 陈兴园. 基于MAIB事故报告的人为失误灰色关联分析[J]. 安全与环境学报, 2017, 17(03): 1008–1012.

- [7] 甘浪雄, 张怀志, 卢天赋, 宋兰, 陈继红, 束亚清, 张磊. 基于熵权法的水上交通安全因素[J]. 中国航海, 2021, 44(02): 53–58.

- [8] 张欣. 上海智慧港口建设的思考和建议[J]. 中国港口, 2021(05): 20–22.

- [9] 胡雷芳. 五种常用系统聚类分析方法及其比较[J]. 浙江统计, 2007(04): 11–13.

- [10] 张欣欣, 轩少永, 席永涛, 胡甚平. 基于HFACS的海上交通事故原因系统分析[J]. 上海海事大学学报, 2012, 33(04): 15–19.

基金项目: 国家自然科学基金(71272219); 国家级大学生创新创业训练计划项目(202110254009)