

LNG 船舶航行风险评价与航道网格化管理

Navigation Risk Assessment and Channel Grid Management of LNG Ships

赵帅

Shuai Zhao

江南造船厂 中国·上海 201913

Jiangnan Shipyard, Shanghai, 201913, China

摘要: 为了确保 LNG 船舶进出港口的安全性, 论文通过改善监管资源配置, 提出了规范网格划分原则, 构建健全权-TOPSIS 风险评估模型的新型网格化风险评估方法。根据 LNG 船舶进出港三段航道, 将其分成 10 个网格单元, 全面评估港区 LNG 船舶通航条件, 构建健全的航道网格化风险分布图, 全面提高网格化风险评估方法的应用效果。同时, 结合船舶实际航行情况, 进一步完善航道网格化管理机制, 给工作人员提高海事监管效能打下坚实基础。

Abstract: In order to ensure the safety of LNG ships entering and leaving ports, this paper proposes a standard grid division principle by improving the allocation of supervision resources, a new grid-based risk assessment method based on sanity right-TOPSIS risk assessment model is proposed. According to the three channels of LNG ships entering and leaving the port, it divides them into 10 grid units, comprehensively evaluates the navigation conditions of LNG ships in the port area, and constructs a sound grid risk distribution map of the channel, to improve the application effect of grid risk assessment method. At the same time, combined with the actual navigation of ships, further improve the channel grid management mechanism, to improve the effectiveness of maritime supervision staff lay a solid foundation.

关键词: LNG 船舶; 通航环境; 风险评价

keywords: LNG ship; navigation environment; risk assessment

DOI: 10.12346/etr.v5i6.8218

1 引言

随着社会经济不断发展, 中国能源需求量逐渐提高, 给生态环境和气候带来严重污染。为了实现绿色可持续发展, 中国政府部门注重优化能源结构, 积极使用天然气为绿色清洁能源, 提高能源应用效果, 避免出现严重的环境污染问题。而液化天然气船舶是长距离运输天然气的主要载体, 由于天然气具有易燃、易爆等特征, 一旦 LNG 船舶出现搁浅、碰撞等安全事故, 很容易给周围生态环境带来严重影响, 所以保证 LNG 船舶通行环境的安全性, 是目前实现天然气产业可持续发展的关键点。因此, 港口运营、海事监管等部门要提高对其的重视程度, 制定合理的监管规范, 加强天然气船舶运行的安全性, 防止产生严重的安全事故。但值得注意的是, 工作人员想要进一步规范管理制度, 也使占用大量海事监管

力量和公用巷道资源的 LNG 港口生产能力受到限制^[1]。

2 船舶运输管理现状

优化航道网格化风险评估办法后, 以信息化为核心, 合理运用协调机制, 对网格内各部件质量、事件实施效果进行全程管控, 集中海事管理资源, 强化海事服务效果和监管效果, 实现网格单元与各管理职能部门的信息互通共享, 明确不同岗位的管理职责, 形成全方位、全覆盖的管理体系(如表 1 和表 2 所示)。为了确保 LNG 船舶运输的安全性, 国内外海事监管部门根据实际情况, 制定完善的管理规范^[2]。

国内外学者通过计算流体力学方法, 定量评估 LNG 船舶进出港通航风险, 结合船舶实际情况, 建设综合风险评估架构, 对 LNG 运输中隐藏的危险区域进行综合分析, 全面

【作者简介】赵帅(1990-), 男, 中国辽宁葫芦岛人, 助理工程师, 从事 LNG 运输船及燃气系动力船研究。

评估海上风险和陆地风险，制定健全的减灾措施。同时，定量评估 LNG 码头风险，利用模糊层次分析法计算模糊评估矩阵和权重矢量，或者利用通过德尔菲法和层次分析法得出船舶安全风险指标，并结合模糊判断模型对船舶进行安全风险指标，再根据 LNG 船舶实际风险提出有效解决措施，将安全因素控制在合理范围内。很多学者在全面评估实际风险后，制定健全的风险防控措施，但很多港口受到各种因素限制，如监管设备不完善，监管人员配置不足等因素，严重影响防控措施使用效果。为了解决船舶运行中存在的问题，论文网格划分某港口 LNG 船舶进港航道，分区评价船舶进港巷道风险，结合风险评价数据，构建风险等级对应规范，进一步完善网格监督系统，网格化管理港口安全性，充分发挥港口自身监督作用，提高日常管理效果^[3]。

表 1 LNG 运输船进出不同国家推荐安全距离

国家	地点	移动安全区尺寸		
		首弦	船尾	横向
中国	大鹏湾	2 海里	2 海里	2 海里
	湄洲湾	1.5nm	0.5nm	750m
	舟山港	1nm	1nm	500m
澳大利亚	悉尼港	1nm	1nm	500m
美国	马萨诸塞州	2nm	1nm	500m

表 2 国内外 LNG 船舶夜间靠离泊相关规范

国家	法规	靠离泊相关要求
中国	海港总体设计规范	液化天然气窗禁止在夜间进行靠泊作业和进出港作业，必须要靠泊作业时，要进行专业的安全评估
澳大利亚		液化天然气窗能全天进行靠离泊作业
美国		液化天然气窗只能在白天进行靠离泊作业

3 港口航道网格化风险评估方法

航道网格化风险评估方法经过优化后，实现网格单元与各管理职能部门信息互通共享，明确不同岗位的管理职责，以信息化为核心，合理应用协调机制，全程控制网格中的部件质量和事件实施效果，集中海事管理资源，加强海事服务效果和监督效果，形成全方位覆盖的管理系统。目前，在网格化管理过程中，要提前网格划分航道，网格划分航道要满足如下标准：一是部件完整性。要求将相同性质部件分到相同网格单元，提高管理部件的完整性。二是相对稳定原则。要求在划分网格单元时，要尽可能控制单元稳定性，避免网格区域出现大幅度波动现象。三是网格衔接原则。要全部网格单元相互连接，避免官港区域出现遗漏和重叠现象，相邻网格要共用一段相同物理边界。四是分类设定原则。根据不同航道网格风险因素，对网格进行分类管理^[4]。

为了科学控制风险因素，提高资源控制能力，相关部门要在划分网格基础上，利用风险评估方法建设不同网格单元的风险要素。目前，风险评价方式是由对模糊综合评价法、综合安全评价法、熵权逼近理想阶法，其中综合安全评价法

站在不同方面进行考虑，整个方法内容非常复杂，很容易受到主观因素影响，无法建立统一评价标准；而模糊综合评价法是采用专家问卷方式计算指标值，评价结构准确性和主观因素有直接联系；熵权 TOPSIS 法是将 TOPSIS 法和熵权法相互结合，但这种方法过于依赖评价对象和最大风险集对比，主观因素对其影响程度较弱，评价结果具有较强的客观性。

4 实例应用

为了检验网格化风险评价方法效果，论文以某 LNG 港口为主要研究对象，进行网格化风险评价。目前，该港口 LNG 船舶进港巷道是由 LNG 支航道、主航道、中港池支航道组成，根据网格划分原则，结合巷道环境特征，将 LNG 船舶进港三段航道分成 10 个网格。同时，采用专家经验法和德尔菲法，通过向当地相关单元下发风险源辨识调查问卷，识别出主要风险源（如表 3 所示）。

表 3 某港区 LNG 船舶航行风险源分析

风险源	分值	风险源	分值
船员水平	5.75	航道长度	6.50
引航员水平	5.95	航道水深富裕度	6.50
船舶尺寸	5.95	航道最大弯曲度	6.73
船舶吨位	5.85	航道转向点个数	6.28
航行操纵难度	7.00	LNG 应急锚地和航道边线距离	6.40
船舶装卸货物危险	5.85	航道碍航物数	7.16
风速	6.73	交通量	6.05
能见度	6.60	交通流交汇个数	6.23
波浪高度	5.20	LNG 应急锚位数量	5.75
水流方向	6.37	VTS 覆盖率	5.95
水流速度	6.58	助航设施完善率	5.80
波浪方向	7.00	LMG 应急预案完善度	5.85
巷道最窄处宽度	6.85	专业人员培训工作	5.65

在上述表格中，分值表示风险源和研究对象间的紧密程度，其中 1~3 分为较低程度；4~5 分是一般程度；6~8 分是较为紧密程度；9~10 分是非常紧密程度。当分值超过 6 时，说明该风险源是船舶进港航道的重要风险，要全面评估该风险。同时，工作人员要 LNG 船舶进港巷道划分为十个网格单元，并将这些网格单元作为评价对象，结合港口实际资料，得到不同网格单元评价指标参数。通过利用 MATLAB 软件，构建健全的熵权-TOPSIS 模型，将网格单元评价指标值作为决策矩阵输入值，计算出不同网格单元相关数据。将危险度分为一级、二级、三级、四级、五级，不同等级对应的 FI 范围不同，分别是 (0.8,1) (0.6,0.8) (0.4,0.6) (0.2,0.4) (0, 0.2)。

5 航道网格化管理机制和风险防控措施

5.1 航道网格常规管理机制

要合理设置网格管理员，网格管理员要集中电子海图、

GIS、AIS 等软件性能,建立综合信息共享平台,实时控制责任网格中水文气象、巡航检查、船舶交通、风险源等信息,将数据上传到重要风险源点位,全面分析各方面数据,如码头区域、交通流交汇处、航道转向点灯区域,提高监控布控密度,时刻关注其水文、天气、航道等方面数据,合理控制检查间隔性。目前,风险评价方式主要包括模糊综合评价法、综合安全评价法、熵权逼近理想阶法,其中综合安全评价法站在不同方面进行考虑,整个方法内容非常复杂,很容易受到主观因素影响,无法建立统一评价标准;而模糊综合评价法是采用专家问卷方式计算指标值,评价结构准确性和主观因素有直接联系;熵权 TOPSIS 法是将 TOPSIS 法和熵权法相互结合,评价结果过于依赖评价对象和最大风险集对比,主观因素对其影响程度较弱,评价结果具有较强的客观性。同时,要全面推进船检与安检对接,对船内设施环境开展试验,确保船舶平稳运行,排除存在的隐患问题,全面保障航运安全,才能确保船舶质量达到规定标准。

5.2 航道网格分级管理机制

要将电子巡航、海上巡航、空中巡航等方法应用到港区管理中,全面提高港区监控力度,建设分级巡航机制,明确不同网格巡航要求的使用频率,实现网格全方位监控。对于水上运输而言,船舶具有承重的关键作用,也是保障船上人员安全的关键点。但从目前船舶运行情况来看,由于受到各种因素的作用,导致海上频繁发生安全事故,给船舶工作人员生命财产安全带来严重威胁。因此,为了减少此类事故的发生概率,在确保船舶安全行驶的基础上,要在船舶内设置相关救生设施,以确保相关人员安全,加强船舶本身抵御外来因素的能力。为了科学控制风险因素,提高资源控制能力,相关部门要在划分网格基础上,通过风险评估方法评估不同网格单元实际风险。针对低风险蓝色网格,要定期安排船艇进行网格巡航,巡航间隔时间通过主管机关进行控制。在分析网格归属的海事基层单元时,要合理利用各种先进技术进

行电子巡航工作,如 CCTV、AIS、VIS 等技术;对于中等风险的黄色网格,要定期检查高风险水域的风险隐患点,如航道水深变大水域、船舶流量大水域,有危险品船舶水域等;针对红色网格巡航工作,要加强空中巡航,注重监督水上交通事故的重要水域、时间段,提高日常监管质量。

5.3 优化 LNG 船舶进港航行风险防控

总结港口 LNG 船舶进港航道划分总结要求,确保网格风险评价结果的合理性,制定健全的风险防控方案:①加大海事监管工作力度,根据海上实际情况,建设海事监管机制,增加安全隐患排查力度,编制完整的隐患档案,实时监督安全事故,快速反应险情事故;②提高网格化管理服务的合理性,按照网格化管理要求,建立海事定点循环监控方案,全面分析网格风险实际情况,制定对应的分级定点监控机制;③实现装备信息化。积极落实上级主管机关监管要求,通过设置海事监管工作软硬件,全面促进港口现代化监控设施建设。

6 总结

综上所述,论文注重分析风险评价方法,结合风险评价结果,提出航道网格化管理机制和风险防范措施,加强 LNG 船舶通信的安全性,提高日常监管效果,保证 LNG 接收港口产能满足实际要求。

参考文献

- [1] 刘超.国内航行中小型船舶安全管理体系建设研究——以山东省为例[D].青岛:青岛大学,2021.
- [2] 周振路.谈航行值班交接——基于典型案例的船舶碰撞致因分析[J].世界海运,2020,43(4):37-39.
- [3] 秦柳.面向船舶进港靠泊过程的多要素数据组织与仿真技术研究[D].青岛:山东理工大学,2020.
- [4] 余庆,刘克中,袁志涛,等.海上风电水域船舶航行风险量化研究现状综述[J].中国航海,2022,45(3):21-25.