

# 基于事故树方法的成山头海域渔商船碰撞事故分析及预防

吴晨辉

(山东交通学院航海学院, 山东 威海 264200)

**摘 要:** 成山头海域交通流复杂, 渔区和商船航道交错, 渔船与商船碰撞事故频繁。采用事故树分析法对资深船长、大副进行问卷调查, 在成山头海域渔商船事故历史数据的基础上, 结合当前通航形势, 确定了商船、渔船、通航环境、管理系统四大影响因素, 并对当前现状提出了预防措施及建议。

**关键词:** 商渔船碰撞; 事故树分析; 通航环境; 管理系统

**中图分类号:** U675

**文献标识码:** A

## 引言

成山头位于山东半岛最东段, 呈不规则三角形, 东、南、北三面临海。同时, 成山头是国际通航水域, 是中国北方沿海海上交通要道, 是船舶进出渤海和黄海北部各港口的重要通道。成山头水域交通非常繁忙, 是海上交通要塞。该水域同时是我国北方沿海重要的渔业水域之一。在捕鱼高峰时, 许多渔船在成山头水域频繁从事渔业活动。成山头水域的通航环境相对而言比较复杂, 海上交通事故时有发生<sup>[1]</sup>。成山头海域传统渔场众多, 沿海船舶习惯航线与传统渔区纵横交错, 商渔船交叉会遇频繁, 易发生碰撞事故。大量的渔船使得本就忙碌的水上交通环境愈加复杂。2016 年 10 月 30 日 3 时许, 津汉渔 04856 号在山东省成山头以东 50 海里海域被不明船舶撞击后沉没。船上 11 人落水, 救起 5 人, 有 6 人失踪。渔商船碰撞事故频发, 给渔民的生命财产造成重大损失。本文通过事故树分析法从商船、渔船、通航环境、管理部门四个角度, 对成山头海域的商渔船碰撞事故进行分析, 提出商渔船避碰事故的解决措施和建议。

## 1 成山头海域通航现状

成山头附近水域的船舶交通流主要有 4 个,

南北双向的航道和东南方向的航道。这几个交通流船舶航行频繁, 交通流之间会遇频繁, 容易形成多船会遇局面。虽然成山头水域自 2015 年 6 月 1 日就施行了新版的船舶定线制, 分道通航制的使用在一定程度上缓解了复杂交通流的状况, 但进出成山头水域的捕鱼船避免不了要频繁穿越航道水域, 导致碰撞危险局面频频发生。

成山头海域渔船设备简陋, 性能较差, 大部分没有配备雷达和 VHF 系统(甚高频通信系统)、AIS 系统(船舶自动识别系统), 渔船在夜间捕鱼时, 不能够及时地发现即将驶近的商船, 无法主动避让。

成山头海域有荣成、石岛海区两个我国北方重要的渔场, 年均通过该渔场南北航行和进出石岛渔港的渔船高达 60 万艘次。有八级大风或大风过后, 大量渔船回港避风或出海捕鱼, 尤其是成山头至石岛之间, 渔船经常穿越定线制水域, 给南下、北上的航行船舶避让带来了困难<sup>[2]</sup>。

## 2 事故树分析法

事故树分析法(Fault tree analysis, FTA), 源于数理逻辑理论, 是系统安全分析方法中最重要的方法之一。事故树分析可以是定量分析亦可以是定性分析。通过使用逻辑框图, 将事故发生的原因绘入框图中, 并根据因果关系, 罗列出事故原因的层次关系。事故树分析, 不同于传统的

收稿日期: 2019—12—31

作者简介: 吴晨辉(1996—), 男, 研究生

基金项目: 山东交通学院 2019 年研究生科技创新项目(2019YK013)

分析方法，是从事故的结果到原因的逆向推理分析。首先，将事故的结果确定为顶事件，然后根据事故的结果确定导致结果产生的直接原因，各项直接原因作为基本事件之一。然后根据事件的基本原因寻找造成直接原因的间接原因。

通过对事故进行事故树分析，可以直观地将事故发生的过程梳理清晰，并将事故的直接原因和间接原因的逻辑关系直观地展现出来。在事故树中，事故的基本事件即事故发生的隐患，在处于不同的发展阶段时，通过对事故树的查询，可以提前采取措施，预防事故的发生。事故树分析法，不但可以寻求解决问题的方法，更提供了解决问题的思路。

确定事故的顶事件。顶事件作为事故的结果，位于事故树的顶端。本文的顶事件为成山头海域渔商船碰撞。然后寻找造成顶事件的基本事件。分析基本事件之间的逻辑关系，确定事件之间的先后顺序。基于一个基本事件，连带产生一个或若干个造成事故产生的事件。根据事件之间的逻辑关系，从事件的底端画一条直线到另一事件的

顶端，直至没有其他事件连接，绘制成事故树。在事故树的最后写明各类事故和后果。由于本文的指标过多，本文的事故树绘制用字母代替基本事件<sup>[3]</sup>。

### 3 成山头海域渔商船船舶碰撞的事故树分析

#### 3.1 渔商船船舶碰撞的事故树绘制

为了更好地对成山头渔商船碰撞事故的风险进行分析，首先查阅了解成山头水域的水文、通航的历史资料和目前海域通航现状，收集渔区通航所发生的渔商船碰撞事故的案例，比对成山头海域碰撞事故的特征，对事故进行全面分析；与资深船长、大副以及海事院校的教师就成山头水域渔商船碰撞事故发生的地点、时间、人为因素、船舶因素、通航环境等内容展开讨论，着重了解事故发生的地点、时间、环境因素和事故后果及责任等事故特征；最后借鉴任玉清有关事故树的研究，采用事故树分析法对造成碰撞事故因素进行研究。绘制事故树如图 1 所示。

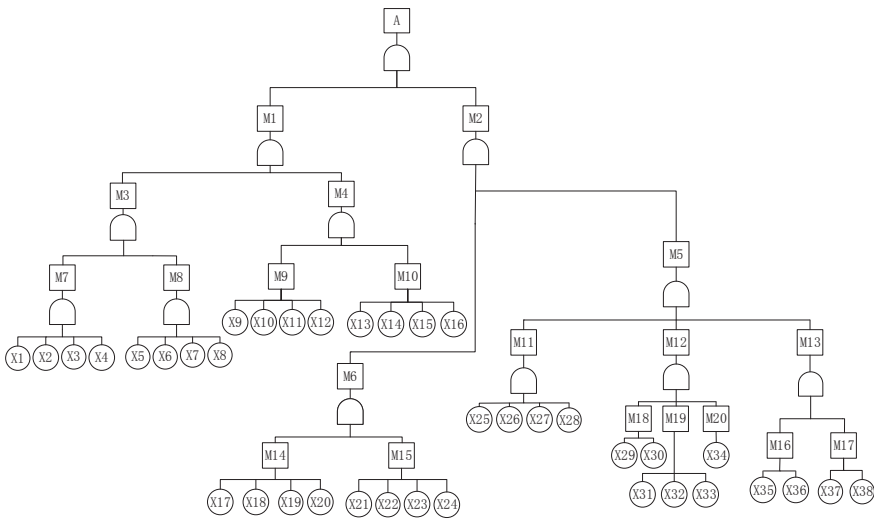


图 1 渔商船碰撞事故的事故树图

图 1 事故树图中基本事件代码及其含义如表 1 中所示。

表 1 渔商船碰撞事故树基本事件代码表

符号	含义	符号	含义	符号	含义
A	碰撞事故	X1	渔船航行违规，随意抢越	X20	渔区通航安全知识普及不足
M1	主体原因	X2	渔船未采取安全航速	X21	船员技能教育不足
M2	客体原因	X3	船员船艺欠佳，责任心不足。	X22	航行安全教育不足
M3	渔船	X4	船员来源复杂，普通话沟通困难。	X23	船舶监督管理不足

符号	含义	符号	含义	符号	含义
M4	商船	X5	驾驶台低,瞭望受限	X24	渔区航行会商机制缺乏
M5	通航环境	X6	没有配备 AIS 识别系统	X25	伏季休渔期前,大量渔船进港
M6	管理系统	X7	航行号灯、灯型使用不规范	X26	开放捕鱼期时,大量渔船出港
M7	人的因素	X8	助航、通信设备缺乏配备及维护	X27	夜间视线差,瞭望难度大
M8	船舶因素	X9	船员船艺欠佳	X28	船员交接班临近时间段,船员 疲劳程度高
M9	人的因素	X10	未采用安全航速行驶	X29	船员瞭望受到影响
M10	船舶因素	X11	不能充分掌握渔区通航状况	X30	雷达探测受到影响
M11	时间因素	X12	过分依赖雷达,不注重瞭望	X31	渔船随海浪起伏,不易瞭望
M12	气候因素	X13	避让不及时,转向时间长	X32	雷达回波收到干扰
M13	位置因素	X14	无法准确评估碰撞风险	X33	航行稳定性不足
M14	政府管理监督	X15	AIS 系统的渔船信息不全	X34	船员身体状态受到潮湿、寒冷 空气的影响
M15	船舶管理公司	X16	渔区的雷达回波易受干扰	X35	渔船频繁穿越商船航道,违规 作业
M16	习惯航线和定制航线 海域	X17	监督管理不足	X36	商船习惯航线和渔区重叠交叉
M17	渔场海域	X18	教育培训不足	X37	渔船活动频繁
M18	海雾	X19	安全管理不足	X38	渔区风浪流复杂
M19	风浪	M20	寒潮		

3.2 碰撞事故原因分析

本文通过对碰撞事故图的绘制,针对成山头海域,结合实际通航情况,从人员、船舶、通航环境和管理系统四个方面予以分析。文中“渔船”的因素包括人的因素和船舶的因素,为事故树中符号 M3 所包含内容;“商船”的因素包括人为因素和船舶因素,为事故树中符号 M4 所包含的内容;“通航环境”的因素包括时间因素、位置因素和气候因素,为事故树中符号 M5 所包含的内容;“管理系统”的因素包括政府管理监督的因素和船舶管理公司的因素,为事故树中符号 M6 所包含的内容。

①商船因素

商船船员的船舶操作失误是导致碰撞事故的直接原因。商船船员对海域渔船的航行规律、作业方式不熟悉,在航行过程中,遇到渔区多船会遇的紧迫局面,未能做出准确的避让决策,导致事故的发生。受到船舶助航设备有限的影响,商船驾驶员不能获取海域有效的渔船通航信息。且在雾天的天气状况下,没有按照规定行驶,施放雾号。

②渔船因素

渔船的驾驶人员没有充分地了解避碰规则。

渔船船员普遍认为,在渔船出海作业时,商船应该主动避让渔船,而不考虑商船的通航状态,随意穿越、锚泊。其次,渔船船员在作业期间,疏于值守,缺乏瞭望。

渔船的 VHF (甚高频) 通信设备并非为所有渔船配备,根据海域渔船管理规定,60 马力以下的渔船不强制安装 AIS 设备(船舶自动识别系统)以及 VHF 设备。这使得商船同小马力渔船的通信无法正常进行。已经装有 VHF 通信设备的渔船,只是用于捕鱼船队内部进行通信,方便作业以及沟通渔讯信息,并不为同商船以及渔队船之外的渔船通信使用,使得 VHF 通信设备丧失了通信避碰的功能。渔船面对吨位差巨大的商船,在避让决策时,往往不能做出准确的判断。

③环境因素

成山头海域交通流密集,传统商船习惯航路和定制航线与成山头海域的渔区交错分布,造成了渔船频繁穿越商船的航道。山东半岛南部至石岛一带海域海雾十分频繁,年平均雾日超 80 天。商船和渔船的碰撞事故中,80% 发生在雾季能见度不良的通航环境中。夜间航行的事故碰撞概率远远高于白天,夜晚发生的渔商船事故较多。在大副、二副交接班时间段,由于船员的身体疲劳



程度达到最大,也会造成渔商船事故的增加。海域在禁渔期的开始和结束时间段,大量的渔船驶入海域,造成交通流量的增大<sup>[4]</sup>,也容易诱发商渔船发生碰撞事故。

#### ④管理系统

商船和渔船的通航安全分属海事部门和渔政部门监管,海事部门和渔政部门监管侧重点不同,监管信息共享程度低。海事部门的交通管理工作虽然在避免船舶碰撞方面发挥了重要作用,但在实际的管理工作中,由于海域通航船舶密集,很难对每条过往船舶进行动态跟踪。渔业管理部门缺乏对海域渔船的有效管理。渔船受控性差,偷、逃、漏登记现象严重,无证、无资质、无船名(或更改船名)情况时有发生,是管理的难点和碰撞事故易发对象。渔船船员方面,存在流动性大、涉及的社会领域广、文化层次普遍偏低、接受集中教育培训的成本高、航行安全教育的普及性差等特点<sup>[5]</sup>。

#### 3.3 碰撞事故影响因素的耦合性说明

在绘制成山头海域事故的事故树时,一件基本事件即基本因素作用于顶事件的同时,往往并非单一归属于某事件。如在事故树中,事件X30、X32是由于气候原因对船载设备的稳定性产生干扰,考虑气候因素是主体,设备原因是客体,并对渔商船避碰决策产生干扰,故将事件X30、X32作为气候因素的子事件。本文从渔船、商船、通航环境、管理系统四个角度对事件进行深层次的分析,但由于基本事件的多因素的耦合作用导致事件的发生,所以只考虑主体和客体的关系来对基本事件进行归纳。由于事故的发生具有一定偶然性,一个基本事件的发生,是由于多因素耦合产生。因此,要探明事故的深层次原因,对碰撞事故的发生进行透彻分析。

### 4 事故预防及建议

根据前文的事故树分析,结合成山头海域的实际工作环境,为了更好地解决成山头渔商船碰撞问题,本文对成山头海域通航安全从人员、船舶、通航环境和管理系统四个方面提出以下建议。

#### 4.1 船舶驾驶员提高安全意识

商船驾驶员在船舶要经过渔区时,应合理规划航线,在条件允许的情况下,尽量避开渔区。在航线计划无法避开渔区时,应提前熟悉海域渔船的作业规律。同时要加强瞭望,密切观察渔船的动态和渔网的方向,及时使用号笛及探照灯以

警示渔船,保持对渔船连续不间断的跟踪。保持安全航速和安全距离,注意周围船舶的位置,会船时及时提醒注意避让,正确判断碰撞危险程度,降低碰撞概率。

#### 4.2 正确使用助航设备

渔船船员在海域进行捕鱼作业时,应当加强瞭望,同时打开VHF设备(甚高频通信设备)与AIS设备(船舶自动识别系统),与周围商船保持通信畅通<sup>[6]</sup>。同时渔船船员应该熟悉成山头海域分道通航制所在区域,注意渔船位置,进入分道通航水域时,提高警惕,加强值班,并按照规定的助航设施和作业号灯号型进行配备,方便商船进行识别与标绘。

#### 4.3 船舶公司应该加强船员的教育管理

对于要在沿海渔区有通航计划的船舶驾驶值班人员进行教育培训,加强船员对渔船的航行习惯、作业规律等相关内容的掌握。同时,船舶公司通过组织船舶驾驶员关于船舶操纵、船舶避碰等相关培训提高船员的船艺,减少事故的发生。

#### 4.4 海事和渔业管理部门应该加强船员的培训教育

定期进行业务技术培训,提高海域船员的安全意识以及驾驶船艺。加强成山头通航水域船舶通航特点和水域环境特点的宣传,加大成山头水域渔船作业规律和航行习惯的宣传,提高渔船船员自身的安全意识和对作业环境水域的了解。

### 参考文献:

- [1] 李惠敏. 成山头水域海上交通事故特征及成因分析研究[D]. 武汉理工大学, 2012.
- [2] 刘奕成. 基于ELM的成山头短时船舶交通流预测研究[D]. 大连海事大学, 2017.
- [3] 任玉清, 姚杰, 赵希波, 陈禹娜. 基于FTA的渔船海损事故分析[J]. 中国航海, 2007, (01): 68-71.
- [4] 汪运涛, 邓术章, 李光正, 乔文明. 成山头水域商船与渔船碰撞事故原因及对策[J]. 世界海运, 2011, 34(02): 6-8.
- [5] 高峰. 曹妃甸航道水域商渔船碰撞事故分析及预防[J]. 天津航海, 2017, (04): 11-13.
- [6] 周振路. 基于《避碰规则》的商船渔区安全航行应对[J]. 青岛远洋船员职业学院学报, 2018, 39(02): 1-4+12. (下转第46页)

温度自会降下来。

若试验没有问题,则安装顺利完成。

### 6 结束语

本文从船用双螺杆泵修理实践出发,对双螺杆类泵的修理过程作了比较详细的叙述,对修理

中需要注意的重点难点问题进行了总结梳理,尤其对其中一些平时容易忽视的一些细节问题予以强调,提供可借鉴可复制的经验,希望以后在双螺杆泵的修理中能够有所帮助。

## On the Repair of Twin Screw Pump

ZHU Ben—yong

(COSCO Shipping Bulk CO., Ltd, Guangzhou510250, China)

**Abstract:** From the point of view of ship repair, this paper briefly introduces some repair items of twin screw pump during repair, and sums up and summarizes the common troubles and problems of this kind of equipment as well as the solutions, some details which are often met but not taken for granted are concerned, and some opinions and solutions are put forward, which are expected to be used for reference by marine engineering managers.

**Key words:** twin screw pump; bearing; mechanical seal; right in the middle

(上接第 15 页)

## Analysis and Prevention of Collision Accident of Commercial Vessels and Fishing Boats in Chenshantou Sea Area based on Accident Tree Method

WU Chen—hui

( Navigation College, Shandong Jiaotong University, Weihai 264200, China )

**Abstract:** Chengshantou sea area traffic flow is complex, merchant shipping channels and fishing areas cross, fishing boats and merchant ships collision frequent. Based on the historical data of fishing and merchant ship accidents in chengshantou sea area and combined with the current navigation situation, the four influencing factors of merchant ship, fishing boat, navigation environment and management system were determined, and the preventive measures and suggestions were put forward.

**Key words:** collision of commercial vessels and fishing boats; accident tree analysis; navigation environment; management system