

恶劣天气条件下 船舶开航安全性评估

王凤武 吴兆麟 著

大连海事大学出版社

恶劣天气条件下 船舶开航安全性评估

王凤武 吴兆麟 著

大连海事大学出版社

©王凤武,吴兆麟 2018

图书在版编目(CIP)数据

恶劣天气条件下船舶开航安全性评估 / 王凤武, 吴兆麟著. — 大连: 大连海事大学出版社, 2018. 6

ISBN 978-7-5632-3660-2

I. ①恶… II. ①王… ②吴… III. ①异常天气—关系—水路运输—交通运输安全—安全评价 IV. ①U698

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 128590 号

大连海事大学出版社出版

地址: 大连市凌海路1号 邮编: 116026 电话: 0411-84728394 传真: 0411-84727996

<http://www.dmupress.com> E-mail: cbs@dmupress.com

大连住友彩色印刷有限公司印装

大连海事大学出版社发行

2018年6月第1版

2018年6月第1次印刷

幅面尺寸: 185 mm × 260 mm

印张: 13

字数: 305 千

印数: 1 ~ 500 册

出版人: 徐华东

责任编辑: 宋彩霞

责任校对: 张冰 陈青丽

封面设计: 解瑶瑶

版式设计: 解瑶瑶

ISBN 978-7-5632-3660-2 定价: 39.00 元

前 言

恶劣天气(即大风浪天气)条件下船舶航行安全问题一直是航运界关注的焦点之一,恶劣天气条件下船舶开航安全性则是船舶安全评估的重要课题。20世纪末以来,我国发生两起重大的恶劣天气条件下的船舶翻沉事故:一起是1999年11月24日,“大舜号”滚装船在恶劣的气象和海况条件下,因船长决策和指挥失误、船舶操纵和操作不当、车载车辆超载、系固不良而导致的重大责任事故;另一起是2015年6月1日,“东方之星号”客轮由突发罕见的强对流天气带来的强风暴雨袭击导致的特别重大灾难性事件。这也是恶劣天气条件下的船舶航行安全得到人们特别是航运界关注的缘由。本人的博士学位论文就是以此为选题并进行深入的研究。

本书对船舶安全航行研究理论进行了分析,总结了船舶安全评估方法,阐述了对船舶开航安全性评估的必要性;全面分析了世界范围内海损事故现状,利用灰色系统理论对在恶劣天气条件下海损事故的致因进行关联分析。对船舶检查缺陷及滞留原因进行了统计分析,结合《海船安全开航技术要求》及相关的一些规范对恶劣天气条件下船舶适航性进行探讨,从人、船及环境角度分析各个要素对船舶开航安全的影响,建立了科学、系统的恶劣天气条件下船舶开航安全性评价指标体系,分别应用模糊综合评价方法、概率影响图方法和BP神经网络方法对恶劣天气条件下船舶开航安全性进行评估,最后利用粗糙集理论对三种方法的评估结果进行数据挖掘,通过对数据挖掘结果的分析与验证,得出最终结论。结果表明,模糊综合评价方法和概率影响图方法较适宜于恶劣天气条件下船舶开航安全性评估。

在全面分析恶劣天气条件下影响船舶安全开航因素的基础上,提出的恶劣天气条件下船舶开航安全性的评估方法,一定程度上弥补了海上安全评估在该方面的空白。本书运用定性分析与定量分析相结合的方法对恶劣天气条件下船舶开航安全性进行多因素综合评估,解决了长期以来依靠经验来确定恶劣天气条件下船舶开航安全性的问题,对生产实践具有一定的指导作用。

本书是著者在导师吴兆麟教授的指导下结合博士学位论文选题的研究撰写的,书中主要研究及成果已纳入博士学位论文。本书的出版期望达到抛砖引玉,与国内外同行进行学术交流的目的。凡书中不妥之处,望各位读者不吝赐教。

在本书撰写和修改过程中,承蒙海军大连舰艇学院杨宝璋教授,大连理工大学王言英教授,大连海洋大学姚杰教授,大连海事大学刘正江教授、东昉教授、郑中义教授、张显库教授和贾传荧教授在百忙之中审阅书稿并提出宝贵修改意见,齐壮讲师参与文字校阅,在此一并致谢。

王凤武

2018年5月10日

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 研究的背景和必要性	1
1.2 研究的主要内容	5
1.3 研究的方法和解决的问题	5
本章参考文献	6
第 2 章 恶劣天气条件下船舶安全航行与评估方法综述	7
2.1 船舶安全评估	7
2.1.1 安全评价含义	7
2.1.2 安全评价分类	8
2.1.3 安全评价程序	8
2.1.4 船舶安全评估	9
2.2 恶劣天气条件下船舶安全航行研究综述	10
2.2.1 研究的基本状况	10
2.2.2 研究所涉及的理论	13
2.3 恶劣天气条件下船舶安全评估方法综述	16
2.3.1 通过单项重要指标评估船舶的安全性	16
2.3.2 从耐波性的角度来评估大风浪中船舶的安全性	17
2.3.3 用航行记录仪记录船舶在大风浪中的实际运动状态	19
2.3.4 大风浪中操船环境危险度的模糊综合评价方法	19
2.3.5 用船舶操纵模拟器模拟船舶在大风浪中的运动状态	19
2.3.6 风险分析与评估	20
2.3.7 灰色综合评价方法	22
2.3.8 可靠性评价法	23
2.3.9 船舶安全检查法	23
2.3.10 事故统计评价方法	23
2.4 本章小结	24
本章参考文献	24
第 3 章 恶劣天气条件下船舶开航安全性评估方法	29
3.1 船舶开航安全检查	29

3.1.1	船舶安全检查含义	29
3.1.2	船舶开航安全检查意义	30
3.1.3	船舶开航安全检查依据	31
3.1.4	船舶开航安全检查类别	32
3.2	船舶开航安全性评估必要性	35
3.2.1	海上事故统计结果	35
3.2.2	船舶开航安全性检查弊端	35
3.2.3	船舶适航性难以辨别	36
3.3	恶劣天气条件下船舶开航安全性评估方法	38
	本章参考文献	39
第4章	恶劣天气条件下海损事故灰色关联分析研究	41
4.1	世界范围内的海损事故现状	41
4.2	海损事故原因的分析	44
4.2.1	船龄	44
4.2.2	天灾等不可抗力的外在因素	45
4.2.3	船舶不适航	45
4.2.4	人为疏忽	46
4.2.5	货载因素	46
4.2.6	船舶结构和船体因素	47
4.2.7	船舶碰撞	47
4.2.8	船舶搁浅	47
4.2.9	安全管理不当	47
4.3	海损事故致因的灰色关联分析	48
4.3.1	灰色系统关联分析的基本原理	48
4.3.2	恶劣天气条件下海损事故致因的灰色关联分析	49
4.4	本章小结	53
	本章参考文献	53
第5章	恶劣天气条件下影响船舶开航安全性指标研究	55
5.1	船舶滞留	55
5.1.1	船舶滞留的含义	55
5.1.2	船舶滞留的影响	56
5.1.3	船舶滞留的判定	57
5.1.4	船舶检查缺陷和滞留原因分析	58
5.2	恶劣天气条件下船舶不适航分析	65

5.2.1 人为因素导致船舶不适航	66
5.2.2 船舶因素导致船舶不适航	66
5.2.3 环境因素导致船舶不适航	68
5.3 恶劣天气条件下影响船舶安全开航指标	69
5.3.1 人为因素	69
5.3.2 船舶因素	71
5.3.3 环境因素	74
5.4 本章小结	75
本章参考文献	75
第6章 恶劣天气条件下船舶开航安全性评价指标体系的建立	77
6.1 指标体系的建立原则	77
6.1.1 系统性原则	77
6.1.2 可行性与实用性原则	77
6.1.3 科学性原则	78
6.1.4 层次性原则	78
6.1.5 定性和定量相结合原则	79
6.2 评价指标的选取方法及步骤	79
6.2.1 评价指标的选取方法	80
6.2.2 评价指标的选取步骤	81
6.3 指标体系的建立	82
6.4 本章小结	83
本章参考文献	85
第7章 基于模糊综合评价的船舶开航安全性评估	86
7.1 模糊综合评价方法原理	86
7.2 船舶开航安全性评估步骤	87
7.3 船舶开航安全性的模糊综合评价	89
7.4 本章小结	100
本章参考文献	100
第8章 基于概率影响图的船舶开航安全性评估	101
8.1 影响图的基本理论	101
8.1.1 影响图的分类	101
8.1.2 影响图的组成	101
8.2 概率影响图的基本理论	102
8.2.1 概率影响图的描述	102

8.2.2	概率影响图的有关算法	103
8.2.3	概率影响图的优点	103
8.3	基于概率影响图的船舶开航安全性评估步骤	105
8.3.1	概率影响图关系层的建立	105
8.3.2	概率影响图函数层与数值层的确定	105
8.4	运用软件计算	106
8.5	本章小结	108
	本章参考文献	109
第9章	基于BP神经网络的船舶开航安全性评估	110
9.1	人工神经网络基本理论	110
9.1.1	生物神经元与人工神经元	110
9.1.2	神经网络的分类	111
9.2	BP神经网络介绍	111
9.2.1	BP神经网络结构	112
9.2.2	BP学习算法	112
9.3	基于BP神经网络的船舶开航安全性评估步骤	113
9.3.1	确定网络输入输出向量维数	113
9.3.2	样本数据预处理	117
9.3.3	确定传递函数及训练函数	117
9.3.4	确定隐层神经元数目	118
9.4	运用MATLAB计算	121
9.5	本章小结	127
	本章参考文献	128
第10章	基于粗糙集理论的船舶开航安全性评估结果分析	129
10.1	数据库知识发现和数据挖掘	129
10.1.1	知识发现和数据挖掘	129
10.1.2	数据挖掘的方法	130
10.1.3	数据挖掘的任务	131
10.1.4	数据挖掘的步骤	131
10.2	粗糙集理论	132
10.2.1	粗糙集理论基本知识	132
10.2.2	粗糙集理论特点	135
10.2.3	粗糙集理论应用	135
10.3	评价决策表的建立	137

10.4 指标离散化	140
10.5 数据挖掘	142
10.5.1 模糊综合评价方法评估结果数据挖掘	145
10.5.2 概率影响图方法评估结果数据挖掘	148
10.5.3 BP神经网络方法评估结果数据挖掘	150
10.6 数据挖掘结果分析与验证	152
10.7 本章小结	157
本章参考文献	158
第11章 恶劣天气条件下船舶开航安全性评估结论	159
附录	160
附录一 恶劣天气(大风浪)条件下船舶开航安全性评估算例	160
附录二 恶劣天气(大风浪)条件下船舶开航安全性影响因素专家调查表	167
附录三 BP神经网络样本集	175
附录四 基于粗糙集算法的离散化评价决策表	180
附录五 船舶开航安全性评估计算结果及转换结果	183
附录六 蒲福风级表	185
附录七 浪级表	187
附录八 船舶迎检自查表	189
附录九 《海船安全开航技术要求》	191
附录十 《中华人民共和国船舶安全检查规则》	194

第1章 绪论

1.1 研究的背景和必要性

目前,船舶在开航前都要进行船舶安全检查,安全检查不仅是海事主管机关对船舶实施监督管理的日常工作,也是船公司、船长在船舶开航前为确保船舶安全而应做的一项重要工作。船舶安全检查的主要内容是检查船舶操作要求、人员配备和技术条件,同时检查其是否符合有关国际公约、国内规范,对检查出的缺陷提出处理意见,并监督其改善,确保船舶不低于最低标准要求,保证船舶和人命安全,防止海洋环境污染。国际海事组织(IMO)正积极倡导加强船旗国监督(FSC)和港口国监督(PSC)工作,船舶安全检查已被誉为海上交通安全的“最后一道防线”^[1]。船舶也应积极地配合海事主管机关进行安全检查,同时加强自身安全检查,明确检查的重点,并对检查出的问题及时处理。

为了确保船舶的航行安全,国际和国内都比较重视船舶的安全检查。除严格遵照国际上检查管理相关的规范、法规外,2010年3月1日,我国发布的《中华人民共和国船舶安全检查规则》是目前我国港口国监督检查官员开展船舶安全检查工作的主要法律依据。为了加强船舶开航前的安全检查,国家技术监督局分别在1989年、1993年以国家标准的形式颁发了《海上运输船舶安全开航技术要求》和《船舶安全开航技术要求》(通信与导航)^[2,3]。中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局和中国国家标准化委员会又于2009年发布了《海船安全开航技术要求》^[4],规定了船舶在开航前应检查的项目。该技术要求是检验船舶在开航当时是否处于适航状态的最低标准,也是确保海船航行安全的指导性文件。它以适航为前提,将船舶技术状况及适航要求做了全面详尽的规定,要求船方、船公司海事监督、机务部门及港口安监机关严格按该标准要求检查开航船舶的适航状态,以保证船舶的适航性。

然而,不论是《中华人民共和国船舶安全检查规则》,还是以国家标准形式颁布的《海船安全开航技术要求》,都是指导性的文件,对于具体的运输船舶,必须根据船舶本身的特点,具体确定船舶安全检查的项目及开航前应该检查的项目,并对其开航前的安全状况进行评估。

世界范围内的海损统计数据表明^[5],有相当一部分的海损事故是由于船舶不适航所致,如船员不适任、船体强度难以抵抗风浪的袭击、主机开航前有故障隐患、设备落后、货物装载不当等。根据日本海上保安厅对2000—2009年各种事故涉及的26 354艘船舶的统计^[6,7],不适航和不可抗力引起事故的船舶数量有11 484艘,占总数的43.6%,不适航包括水文资料不全或未及时更新、装载不当、结构缺陷等,去掉不可抗力致因后为7305艘,占

27.7%。

在国内,近年来的一系列事故表明^[8],不适航是影响船舶安全的重要因素,如主机质量低劣、人员的不适任、货物装载不当、客轮严重超载超员等。中国海事局2006年对来华的9481艘外籍船舶当中的3164艘进行的港口国检查显示,检查缺陷项目总数为24234项,共有滞留船舶315艘,滞留率7.84%,按此比例计算,全年潜在滞留船舶743艘^[9]。

我国沿海及长江流域前些年频频发生滚装船事故,引起了有关部门对滚装船的高度重视。调查表明^[10],在渤海海峡、舟山群岛和琼州海峡等海域及长江川江段从事滚装运输的船舶,几乎无一例外承受着“三超”(超重、超长和超高)转嫁来的风险。因此,交通部于1992年、1999年、2000年和2002年先后下发了《滚装船运输安全管理的通知》《交通部关于进一步加强客滚码头安全生产的通知》《交通部关于加强客滚船安全管理的通知》《交通部关于开展客滚船运输安全评估的补充通知》《海上滚装船舶安全监督管理》等通知和规定,多次提出应限制客滚船的“三超”,要求客滚船应进行严格检查,确保船舶的安全^[11]。

《海上滚装船舶安全监督管理》第四十八条明确规定^[12]:“滚装船舶有下列情形之一的,海事管理机构应当责令滚装船舶立即纠正或者限期纠正;开航前仍未纠正影响航行安全的,海事管理机构不得为其办理出港签证手续:(一)不符合安全适航条件;(二)船员不符合本规定第三章的有关要求;(三)滚装货船载客不符合要求;(四)没有按照安全管理体系进行有效运转;(五)未按《海船船员值班规则》实施值班;(六)法律、行政法规和交通部规章规定的其他不得办理出港签证的情形。”第五十条规定:“海事管理机构对滚装船舶实施定期监督检查,重点检查以下内容:滚装船舶重要安全设备的技术状态;滚装船舶配员情况;滚装船舶装载情况;滚装船舶经营人及其船舶安全管理体系运转情况;滚装船舶安全应急措施;滚装船舶船长、船员的应急应变能力。”不难看出,主管机关做出的规定是以保证适航性为基础,确保船舶航行安全的。

渤海湾几起海难事故之所以损失惨重,究其原因主要是大风浪中客滚船摇摆剧烈,货物移动;或因火灾蔓延,利用水作为灭火剂,又未能保证积水及时排除,客滚船严重倾斜而导致沉没,都暴露出客滚船舶在船舶结构、船舶设备、货物系固与绑扎、人员的配备等方面存在着问题。“盛鲁号”“大舜号”的失事,车辆超载、货物系固不良是重要的原因,也归属于不适航的情况。作为运输船舶,应从根本上保证船舶的适航性。

2015年6月1日2130,载有454人“东方之星号”轮由南京开往重庆,当航行至湖北监利长江大马洲水道时翻沉,造成442人死亡的翻沉事件,是一起由突发罕见的强对流天气(飑线伴有下击暴流)带来的强风暴雨袭击导致的特别重大灾难性事件。

“东方之星号”轮航行至长江中游大马洲水道时突遇飑线天气系统,该系统伴有下击暴流、短时强降雨等局地性、突发性的强对流天气。受下击暴流袭击,风雨强度陡增,瞬时极大风力达12~13级,1h降雨量达94.4mm。船长虽采取了稳船抗风措施,但在强风暴雨上午作用下,船舶持续后退,船舶处于失控状态,船首向右下风偏转,风舷角和风压倾侧力矩逐步增大(船舶最大风压倾侧力矩达到船舶极限抗风能力的2倍以上),船舶倾斜进水并在一分多钟内倾覆。调查组查明,“东方之星号”轮抗风压倾覆能力不足以抵抗所遭遇的极端恶劣天气。该轮建成后,历经三次改建、改造和技术变更,风压稳性衡准数逐次下降,虽然符合规范要求,但基于“东方之星号”轮的实际状况,经试验和计算,该轮遭遇21.5m/s(9级)以上

横风时,或在 32 m/s 瞬时风(11 级以上),风舷角大于 21.1° 或小于 156.6° 时就会倾覆。事发时该轮所处的环境及其态势正在此危险范围内。几经改装的老旧客船,在开航前应对航线上拟遭遇的天气有充分的估计,并有相应的应急预案。

根据海事部门的定义,恶劣天气(大风浪天气)是指风力达到八级及以上,海面上出现 3~4 m 及以上的浪或涌。对于不同船型、同一船型在不同条件下及各公司等对于大风浪天气的定义也有差异。航海人员通常所说的大风浪天气,是指海上风力在七八级及以上的风浪。近年来一些恶劣天气条件下海上事故的统计如表 1-1 所示。

由表 1-1 中统计数据可以看出,船舶事故给人类的生命和财产带来了巨大的损失。同时,这些事故应该引起航海人员的重视,因为这些在恶劣天气条件下发生的事故,虽然船舶大都符合开航条件,却发生了海难事故,这就不得不引人深思,除船舶在航行中遇到恶劣天气海况外,船舶开航时的安全性是影响船舶航行安全的一个至关重要的因素。往往一些事故发生的根源就在于虽然船舶在开航时符合开航标准,PSC 检查、港口检查及自我检查等均未出现问题,但是船舶开航时的安全性不够理想,鉴于此,有必要对船舶开航安全性进行评估,从理论上对船舶开航安全性进行研究和探讨。

在恶劣天气条件下,船舶是否适航,船舶的技术条件(船舶状态、人员技术水平和运输货物积载状况等)是否达到安全性的要求,总体的安全状况如何,在既定的航线中航行能否保证安全,作为船长、船公司和海上安全监督部门都极为关心。因此,根据船舶开航前的具体技术指标,基于科学的分析和评估手段,对在恶劣天气条件下即将开航的船舶进行安全性评估,使船长、船公司和海事安全监督部门对航行中的船舶安全做到心中有数,为船长、船公司和海事安全监督部门对船舶能否开航做出正确决策提供重要的参考依据尤为重要。

1.2 研究的主要内容

- (1) 总结恶劣天气条件下船舶航行安全问题的研究方法;
- (2) 综述恶劣天气条件下船舶安全性评估方法;
- (3) 分析世界范围内的海损事故现状;
- (4) 对海损事故的致因进行灰色关联分析;
- (5) 船舶检查缺陷及滞留原因分析;
- (6) 建立恶劣天气条件下影响船舶安全开航的评价指标体系;
- (7) 分别利用模糊综合评价方法、概率影响图方法和 BP 神经网络方法对恶劣天气条件下船舶开航安全性进行评估;
- (8) 应用粗糙集理论对三种评估方法的评估结果进行数据挖掘,并对数据挖掘结果进行分析与验证,得出最终结论。

表 1-1 恶劣天气条件下船舶事故一览表

事故	时间	事故类型	死亡人数	经济损失(万元)	风力(级)	海况	事故主要原因	PSC 检查有关单位检查
“东方之星”客轮翻沉	2015.6.1	沉没	442	—	12~13	强风暴雨	突发罕见的强对流天气带来的强风暴雨,船舶失控进水	2008年7月16日,重庆市船舶检验局万州船舶检验局重新签发《内河船舶乘客定额证书》(定额534人)
“新明发17号”货轮沉没	2008.11.1	沉没	8	—	6~7(8~9)	—	—	最近一次PSC检查是2006年6月8日在韩国釜山港进行,PSC检查报告显示无缺陷
黄海“浩平”轮沉没	2008.6.28	沉没	10	3650	7~8(9)	大到巨浪	恶劣气象海况影响严重;货物水分含量大,存在自由液面	开航前船长提交了海事声明,预报风力未超过本船抗风等级,船舶装载等状况良好
朝鲜籍“丁”轮沉没	2007.10.28	沉没	2	—	7~8(9)	大浪大涌	恶劣天气、船员素质低、船员应急能力差	原粮矿粉,平舱,加密良好。该货物含水量10%以上,为不适装货物,不确定检查与否
黄海“3.16”“X”轮自沉	2007.3.16	沉没	—	1000	6~8	巨浪(中涌)	恶劣天气所载精矿粉液化	检查重点不仅包括船舶性能,还包括所载货物的特性
“龙运5”轮沉没	2006.11.18	沉没	9	—	6~7(8)	浪高4.8m	恶劣天气海况下货物进水,货物移位,应急措施不当	开航检查正常,天津海事局签发了进出港签证,船舶、船员等均合格
“铭扬州178”轮沉没	2005.12.21	沉没	13	—	8~9(10)	浪高4~5m	恶劣天气海况下货物移位,应急措施不当	2004年11月26日现场检验、倾斜检验、系泊试验和航行试验均符合要求;2005年9月13日台州检验处检验合格,依法取得船舶证书
“先锋海1”轮沉没	2005.11.14	沉没	14	—	8~9	浪高4m	恶劣天气海况下货物装载不当,货物移位,应急措施不当	符合船舶建造图纸审查、船舶建造检验、船舶定期检验的要求

续表

事故	时间	事故类型	死亡人数	经济损失(万元)	风力(级)	海况	事故主要原因	PSC 检查/有关单位检查
“华源顺 18”轮沉没	2003.10.12	沉没	15	—	10 (11)	狂涛, 浪高 10 m 以上	恶劣天气、海况下造成船舶进水	初次检验、年度检验合格
“辽旅渡 7”轮沉没	2003.2.22	沉没	10	—	6~7	大浪	恶劣天气海况下, 船舶超载且没有进行有效绑扎; 应急指挥不当	旅顺新港海事人员现场签证、船舶开航前提交海事声明
“飞云岭”轮沉没	2002.11.10	沉没	—	—	6~7	大浪、涌浪较大	恶劣天气海况下造成船体受损, 未进行有效的查漏、堵漏措施	特别检验、坞内检验、年度检验均符合要求; 开航前舱盖等符合要求, 且稳性符合要求
“重任 2 号”所载桥吊落江重大事故	2001.3.3	碰撞	—	3000	7~8	—	大风突袭, 船员玩忽职守	—
“嘉定夫”轮沉没	2000.12.28	沉没	—	380	7~8 (9~10)	浪高 4~5 m, 涌高 5~6 m	恶劣天气海况下造成船体受损, 未进行有效的应急堵漏措施	2000 年 10 月 26 日, 在广州完成年度检验, 1998 年 10 月, 完成坞修检验, 两次检验船籍方面均无批注; 开航前未发现异常, 系固、绑扎等都正常
“大舜号”海难事故	1999.11.24	沉没/火灾	282	9000	7~8 (9)	浪高 5 m	恶劣天气, 货物绑扎不牢, 船员操纵不当	开航检查不认真, 船舶“系固手册”未经 CCS 核准, 绑扎索具的型式、数量和绑扎方式没有得到确认, 现场检查缺乏依据; 气象部门已发布恶劣天气预报, 但开航检查未引起重视
“盛鲁号”海难事故	1999.10.17	火灾	2	—	8	大浪	安全监督部门在管理上不认真, 船舶不适航	—
“静水泉”轮沉没	1998.11.18	沉没	—	4038.43	7 (8~9)	巨浪	大风浪情况下船体破损进水	首次试航重载测试检验合格; 本航次出港时稳性满足要求

1.3 研究的方法和解决的问题

本书总结了国内外专家学者有关恶劣天气条件下船舶航行安全问题的研究方法,并对恶劣天气条件下船舶安全性评估方法做以综述;系统地分析了世界范围内的海难事故现状,利用灰色关联分析方法分析了海损事故的致因;统计分析了船舶检查中主要缺陷及船舶滞留原因,并分析了相关因素对船舶开航的影响,为恶劣天气条件下影响船舶开航安全的指标确定奠定了理论基础。本书基于评价指标体系建立规则,通过科学的指标选取方法和步骤,建立了恶劣天气条件下影响船舶安全开航的评价指标体系;利用模糊综合评价方法、概率影响图方法和BP神经网络方法,对恶劣天气条件下船舶开航的安全性进行评估。在对评估结果进行比较后发现这三种方法的评估结果不尽相同,为了找出适宜对船舶开航安全性进行评估的方法,本书利用粗糙集理论对这三种评估方法的评估结果进行了数据挖掘,对结果进行了分析与验证,并得出最终结论。

本章参考文献

- [1] 董玖丰. 海上安全的最后防线[M]. 北京:人民交通出版社,1997:449-454.
- [2] 国家技术监督局. 海上运输船舶安全开航技术要求[S]. 北京:中国标准出版社,1990.
- [3] 国家技术监督局. 船舶安全开航技术要求:通信与导航[S]. 北京:中国标准出版社,1994.
- [4] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. 海船安全开航技术要求[S]. 北京:中国标准出版社,2009.
- [5] 沈伦田. 船舶海上事故多发的主要原因与对策刍议[J]. 远航资料,1999(2):23-26.
- [6] 日本海上保安厅. 平成16-19年における海難及び人身事故の発生と救助の状況について[R].
- [7] 日本海上保安厅. 平成20-22年海難の現況と対策について[R].
- [8] 古文贤. 船舶运输安全学[M]. 大连:大连海运学院出版社,1992.
- [9] 中华人民共和国交通运输部. 中国海事监管科学发展目标[R]. 2009:38.
- [10] 李昕. 渤海湾客滚船航行安全评价:启航安全评价的研究[D]. 大连:大连海事大学,2003.
- [11] 刘培学. 滚装船上装载“三超”车辆带来的危害[J]. 世界海运,2003(4):17-18.
- [12] 中华人民共和国交通部. 海上滚装船舶安全监督管理规定[S]. 2002.
- [13] 国家安全生产监督管理总局. “东方之星号”客轮翻沉事件调查报告[R]. 2015.

第2章 恶劣天气条件下船舶安全航行与评估方法综述

2.1 船舶安全评估

2.1.1 安全评价含义

人类享受现代生产技术所创造的物质文明的同时,也承受着现代生产所带来的安全问题。为了准确识别和有效控制风险,保障人们的安全和健康,减少因工业生产事故而造成的损失,人们在不断总结事故灾难防治的成功经验和失败教训的基础上,开发了安全评价技术。

安全评价不仅可以识别生产中的危险、有害因素,而且可以根据其危险性制订安全对策,提高安全管理水平。同时,安全评价不仅是企业、生产经营单位实现科学化、系统化安全管理的基础,也是政府安全监督管理的需要^[1,2,3,4]。

(1) 安全评价的定义

对于安全,字典里有多种解释,不同学者也对“安全”给予了不同的定义,一般来讲,安全是指不受威胁,没有危险、危害、损失。在安全评价中,安全被定义为:使伤害或损害的风险限制在可以接受的水平的一种状态。

安全/风险评价技术起源于20世纪30年代,最早起源于保险业。保险公司为客户承担各种风险,必然会收取一定的保险费用,而收取费用的多少是由所承担的风险大小决定的。因此,就产生了一个衡量风险程度的问题,这一衡量风险程度的过程就是当时美国保险协会所从事的风险评价。

安全评价,国外也称为风险评价或危险评价,它是以实现工程、系统安全为目的,应用安全系统工程原理和方法,对工程、系统中存在的危险、有害因素进行辨识与分析,判断工程、系统发生事故和职业危害的可能性及严重程度,从而为制定防范措施和管理决策提供科学依据。安全评价既需要安全评价理论的支撑,又需要理论与实际经验的结合,二者缺一不可。安全评价就是对被评价系统的整体运行过程安全程度的评估,以此来确定人类对该系统运行状态的认可与否,并为系统的进一步改进提供信息基础^[5,6]。

(2) 安全评价的目的和意义

安全评价的目的是查找、分析和预测工程、系统、生产经营活动中存在的危险、有害因素及可能导致的危险、危害的后果和程度,提出合理可行的安全对策措施,指导危险源监控和事故预防,以实现最低事故率、最少损失和最优安全投资效益。

安全评价是安全生产管理的一个重要组成部分,安全评价的意义在于可有效地预防事故的发生,减少财产损失、人员伤亡和伤害,可以使系统有效地减少事故和职业危害,可以系统地进行安全管理,可以用最少投资达到最佳安全效果,可以促进各项安全标准制定和可靠性数据积累,可以迅速提高安全技术人员业务水平^[7]。

2.1.2 安全评价分类

安全评价可在系统的生命周期,即规划、研究、设计、制造、安装、运行、报废的任一阶段进行。安全评价的内容相当丰富,随着评价的目的和对象不同,具体的评价内容和指标也不相同。安全评价可针对一个特定的对象,也可针对一定区域范围^[8,9]。

(1)根据工程、系统的生命周期和评价的目的,安全评价可分为:安全预评价、安全验收评价、安全现状综合评价和专项安全评价。对恶劣天气条件下船舶开航安全性进行的评估即属于安全预评价。

(2)按评价的性质分类,可分为:系统固有危险性评价、系统安全状况评价和系统现实危险性评价。

(3)按评价的内容分类,可分为:设计评价、安全管理评价、生产设备安全可靠评价、行为安全性评价、作业环境评价和重大危险、有害因素危险性评价。

(4)按评价方法的特征、安全评价结果的量化程度分类,可分为:定性安全评价方法、定量安全评价方法和综合评价(定性和定量相结合)。

定性和定量相结合的安全评价:顾名思义,这种安全评价就是把定性安全评价和定量安全评价结合起来,利用定性和定量相结合的方法进行系统分析和评价,可以弥补单纯定性分析或单纯定量分析所容易产生的不足。利用定性和定量相结合的方法,不追求流于表象的定性分析,也不纯粹追求死板的“量化”分析,有利于全面综合、客观真实地反映所研究事物的规律。定性分析与定量分析相结合的方法在系统建模、系统分析等领域将得到广泛的应用,对恶劣天气条件下船舶开航安全性进行的评估即属于定性和定量相结合的安全评价。

(5)按评价对象系统的阶段分类,可分为:事先评价、中间评价、事后评价和跟踪评价,对恶劣天气条件下船舶开航安全性进行的评价即属于事先评价,即在船舶开航之前进行评价。

(6)按评价对象分类,可分为:劳动安全评价和劳动卫生评价。

2.1.3 安全评价程序

安全评价程序一般包括前期准备,辨识与分析危险、危害因素,划分评价单元,定性与/或定量评价,提出安全对策措施建议,做出评价结论,编写安全评价报告等,但在评价过程中不限于以上步骤^[8,10]。

而理论上理想的安全评价,应该包含两个方面:危险性确认和危险性评价。

(1)危险性确认

危险性确认首先是识别系统中存在的危险因素及危险性,包括新的潜在危险和原有危险的变化情况,其次是将识别的危险进行分析和量化,建立评价模式,确定评价方法,并得出系统危险因素的危险量化值。