

全球变化与海气相互作用国家专项成果

南海-印度洋海洋环境 风险评估与应急响应

张韧 洪梅 黎鑫 滕军 钱龙霞 著

SOUTH CHINA SEA-INDIAN OCEAN MARINE
ENVIRONMENT RISK ASSESSMENT
AND EMERGENCY RESPONSE



国防工业出版社
National Defense Industry Press

“全球变化与海气相互作用”国家专项成果

南海—印度洋海洋环境 风险评估与应急响应

**South China Sea – Indian Ocean Marine Environment
Risk Assessment and Emergency Response**

张韧 洪梅 黎鑫 滕军 钱龙霞 著

国防工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

南海—印度洋海洋环境风险评估与应急响应/张韧等著. —北京:国防工业出版社,2014.1

ISBN 978-7-118-08832-8

I. ①南... II. ①张... III. ①南海—海洋环境—风险评估 ②印度洋—海洋环境—风险评估 ③南海—海洋环境—环境污染事故—应急对策 ④印度洋—海洋环境—环境污染事故—应急对策 IV. ①X145

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 236766 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京嘉恒彩色印刷责任有限公司

新华书店经售

*

开本 710 × 1000 1/16 印张 16½ 字数 305 千字

2014 年 1 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—2000 册 定价 78.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店: (010)88540777

发行邮购: (010)88540776

发行传真: (010)88540755

发行业务: (010)88540717

致 读 者

本书由国防科技图书出版基金资助出版。

国防科技图书出版工作是国防科技事业的一个重要方面。优秀的国防科技图书既是国防科技成果的一部分,又是国防科技水平的重要标志。为了促进国防科技和武器装备建设事业的发展,加强社会主义物质文明和精神文明建设,培养优秀科技人才,确保国防科技优秀图书的出版,原国防科工委于1988年初决定每年拨出专款,设立国防科技图书出版基金,成立评审委员会,扶持、审定出版国防科技优秀图书。

国防科技图书出版基金资助的对象是:

1. 在国防科学技术领域中,学术水平高,内容有创见,在学科上居领先地位的基础科学理论图书;在工程技术理论方面有突破的应用科学专著。
2. 学术思想新颖,内容具体、实用,对国防科技和武器装备发展具有较大推动作用的专著;密切结合国防现代化和武器装备现代化需要的高新技术内容的专著。
3. 有重要发展前景和有重大开拓使用价值,密切结合国防现代化和武器装备现代化需要的新工艺、新材料内容的专著。
4. 填补目前我国科技领域空白并具有军事应用前景的薄弱学科和边缘学科的科技图书。

国防科技图书出版基金评审委员会在总装备部的领导下开展工作,负责掌握出版基金的使用方向,评审受理的图书选题,决定资助的图书选题和资助金额,以及决定中断或取消资助等。经评审给予资助的图书,由总装备部国防工业出版社列选出版。

国防科技事业已经取得了举世瞩目的成就。国防科技图书承担着记载和弘扬这些成就,积累和传播科技知识的使命。在改革开放的新形势下,原国防科工委率先设立出版基金,扶持出版科技图书,这是一项具有深远意义的创举。此举势必促使国防科技图书的出版随着国防科技事业的发展更加兴旺。

设立出版基金是一件新生事物,是对出版工作的一项改革。因而,评审工作需要不断地摸索、认真地总结和及时地改进,这样,才能使有限的基金发挥出巨大的效能。评审工作更需要国防科技和武器装备建设战线广大科技工作者、专家、教授,以及社会各界朋友的热情支持。

让我们携起手来,为祖国昌盛、科技腾飞、出版繁荣而共同奋斗!

国防科技图书出版基金
评审委员会

国防科技图书出版基金
第六届评审委员会组成人员

主任委员 王 峰

副主任委员 宋家树 蔡 镭 杨崇新

秘 书 长 杨崇新

副 秘 书 长 邢海鹰 贺 明

委 员 于景元 才鸿年 马伟明 王小谟

(按姓氏笔画排序) 甘茂治 甘晓华 卢秉恒 邬江兴

刘世参 芮筱亭 李言荣 李德仁

李德毅 杨 伟 肖志力 吴有生

吴宏鑫 何新贵 张信威 陈良惠

陈冀胜 周一宇 赵万生 赵凤起

崔尔杰 韩祖南 傅惠民 魏炳波

编 委 会

主 编 张 韧

副主编 洪 梅 黎 鑫 滕 军 钱龙霞

编 委 张 韧 洪 梅 黎 鑫 滕 军

钱龙霞 徐志升 李 琢 龚 锋

李 倩 姚雪峰 葛珊珊 余丹丹

序 言

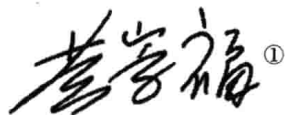
在我国经济对外依存度越来越高的今天,维护我国的海洋权益刻不容缓。然而,这一权益的维护,必须靠实力,包括国防硬实力和海洋环境风险分析等软实力。

张韧教授等撰写的《南海—印度洋海洋环境风险评估与应急响应》一书,首次系统地阐述了与我国利益攸关的南海—印度洋海域的海洋环境特征,建立了海洋环境的风险评估理论体系和应急响应的体系结构,并对研究区域的海洋环境自然风险和南海资源争夺等现实风险进行了评估。

该书的研究视野相当开阔,用少量数据资料进行合理的判断,研究更加注重未来,这与美国兰德公司 Henry H. Willis 研究小组对于风险的研究在风格上有些类似。

在这个充满危险而又瞬息万变的世界中,以有限的数据进行尽可能合理的风险分析,人们才可能降低生存成本。我国南海风起云涌,风险分析是一项时效性很强的工作,不能像天文学那样,喝着咖啡,慢慢观测、慢慢研究,追求精准。该书“信息不完备条件的风险评估”部分为使用有限资料快速进行风险评估提供了重要的工具。

该书的出版,将有力推动我国风险分析和危机反应领域的研究,并为实现我国的海洋战略做出应有的贡献。



2013 年 3 月 25 日

① 中国灾害防御协会风险分析专业委员会理事长,北京师范大学教授。

前言

在烟波浩淼的南中国海镶嵌着一串串璀璨的明珠—南海诸岛,南海以其特殊的战略地位自 20 世纪中叶起逐渐成为世界关注的焦点。南海是中国与东南亚各国交往的纽带,通过巴士海峡、马六甲海峡和巽他海峡可进入太平洋和印度洋,是沟通两洋的重要通道以及中国与中东、欧洲和非洲等地区交往的必经之地。南海的自然资源丰富,特别是油气储量巨大,在当前中国能源需求日益增加的情况下,南海丰富资源所蕴涵的战略价值是不言而喻的。西沙、中沙和南沙群岛等岛屿、岛礁构成了华南重要的海防前哨,是扼控东南亚的海上通道和瞰制沟通两洋重要航线的交通要冲;南沙群岛更是中国西出马六甲海峡、进入印度洋的重要中转基地。

随着中国经济的快速发展,印度洋对中国未来发展的影响日渐凸显。位于马来半岛和印度尼西亚苏门答腊岛之间的马六甲海峡是世界上最繁忙的海峡通道之一,也是中国海上石油运输的生命线,每天通过马六甲海峡近 140 艘船只中,近 60% 开往中国,且大部分是油轮,中国 80% 左右的进口石油靠这条航道运输。可以说,谁控制了马六甲海上通道,谁就扼制了中国能源的生命线。

南海—印度洋重要的战略地位、敏感的地缘格局和优势的资源蕴藏,使得该海域并不平静:自 20 世纪 80 年代始,南海诸岛礁逐渐被越南、菲律宾、马来西亚等周边国家蚕食。在南沙群岛 189 个已命名的岛礁滩沙中,露出海面的 52 个岛礁均已被分占,我国目前只控制了 8 个(其中太平岛为台湾海巡署驻守),其余均被周边国家侵占,形成了“五国六方”军事割据的格局,且这种分割和侵蚀有愈演愈烈之势。

马六甲海峡及其毗邻的印度洋的安全状况也令人堪忧:马六甲海峡的海盗活动猖獗,已对通行船只构成严重威胁。据统计,全球 60% 的海盗袭击发生在该海峡,仅 2001 年马六甲海峡就发生了 600 多起海盗劫船事件,经济损失达 100 多亿美元。近年来,马六甲海峡还弥漫着海盗与极端组织联手制造恐怖事件的阴影。据预测,若用自杀方式攻击一艘满载几十万吨原油的油轮,可使马六甲海峡关闭一年以上。近年来,南海、印度洋周边国家相继介入南海、印度洋和马六甲事务,使得该地区本已紧张的局势更为敏感和复杂。

当前人类生存环境和社会发展面临着多元化风险侵袭,包括自然风险和社会风险。风险意识和风险危机得到了广泛关注和普遍认同,风险分析已成为政

府行政管理、科学决策的重要依据。

我国的风险研究起步较晚,水平也落后于欧美等发达国家,风险研究主要集中在地震、泥石流等地质灾害和台风、暴雨等气象灾害以及财政、金融、股市等社会领域,针对海洋环境自然风险与现实风险以及海上突发事件应急响应等方面的研究很少。

南海—印度洋海域的地形地貌复杂、气候特征迥异,海上活动和目标既受热带季风、热带气旋、风、降水、雷暴、海雾等海洋天气影响,也受浪、流、潮汐等海洋水文要素影响以及海水的温、盐、密、跃层等环境特征制约。针对上述固有的海洋环境自然风险和潜在的军事冲突与恐怖袭击等现实风险,围绕海上突发事件的应急响应和危机处置以及海洋权益维护、海洋资源开发和海洋灾害救援等行动,开展海洋环境风险评估与海上突发事件的应急响应等决策支持研究具有重要的战略意义和应用价值。

近年来,作者在“全球变化与海气相互作用”国家专项以及中国社会科学基金“十二五规划”课题等项目的资助下,开展了气候变化与海洋环境区域响应以及我国能源战略通道海区海洋环境风险评估与海上突发事件应急响应研究,特别是开展了信息不完备条件下风险评估方法和建模技术研究,发展了“椭圆型”、“概率型”等非对称信息扩散风险评估模型,提出了基于定性决策规范的风险评估算法模型。本书对这些内容作了详细介绍和阐述,并在风险评估实验中得到了应用。

感谢解放军理工大学气象海洋学院领导、同事的关心、支持;感谢我的研究生所付出的辛勤工作。书中参考引用了许多国内外相关论著、文献,在此向其作者表示感谢。

感谢国防科技图书出版基金对本书出版的支持与资助。

感谢中国灾害防御协会风险分析专业委员会理事长黄崇福教授在百忙之中为本书作序。

由于作者知识水平和认识能力有限,书中定有不当和谬误之处,恳请读者批评指正。

本书第1章由钱龙霞、洪梅撰写;第2章由张韧、滕军、李琢撰写;第3章由张韧、徐志升、洪梅撰写;第4章由李倩、姚雪峰、余丹丹撰写;第5章由黎鑫、张韧、葛珊珊撰写;第6章由张韧、黎鑫、洪梅撰写;第7章由张韧、李琢、龚锋、滕军、黄志松撰写。全书由张韧统一校对和定稿。

张 韧
2013 年 5 月

目 录

第1章 风险分析的理论与方法	1
1.1 概述	1
1.2 风险定义	2
1.3 风险分类	4
1.4 风险分析与评估	5
1.4.1 风险分析过程	5
1.4.2 风险辨识	6
1.4.3 风险评估方法	7
1.5 风险规避与控制	10
1.6 风险决策	11
参考文献	12
第2章 应急响应体系与准则	13
2.1 概述	13
2.2 应急响应体系结构与内容	14
2.2.1 应急响应的主体和基本任务	14
2.2.2 应急响应的体系结构	14
2.2.3 应急响应的体系内容	15
2.3 应急预案制作原则和规范	16
2.3.1 制作原则	16
2.3.2 应急预案制作规范	17
2.4 救援的组织机构与救援程序	19
2.4.1 应急救援的组织机构	19
2.4.2 应急救援程序	21
2.5 突发事件的风险识别与管理	23
2.5.1 突发事件概念和特点	23
2.5.2 突发事件的风险识别	24
2.5.3 突发事件的风险管理	25

参考文献	27
第3章 信息不完备条件的风险评估	29
3.1 概述	29
3.2 基于定性经验知识的风险评估	29
3.2.1 模糊集合与模糊推理	29
3.2.2 模糊逻辑控制器	30
3.2.3 基于模糊推理的舰船航行风险评估	31
3.3 基于保障条件与规范的风险评估	33
3.3.1 基本思想	35
3.3.2 单影响因素的风险评估	35
3.3.3 多要素的综合风险评估	39
3.3.4 风险评估模型应用试验	39
3.4 基于小样本信息扩散的风险评估	43
3.4.1 信息扩散思想与算法原理	43
3.4.2 正态信息扩散模型	46
3.4.3 椭圆式非均匀信息扩散	47
3.4.4 概率式非均匀信息扩散	49
3.4.5 海上突发事件的海洋环境风险评估	55
参考文献	59
第4章 南海—印度洋海域的海洋环境特征	60
4.1 概述	60
4.2 南海—印度洋海域的地理特征	60
4.2.1 南海的地理特征	60
4.2.2 印度洋的地理特征	64
4.3 南海—印度洋的地形地貌特征	66
4.3.1 南海的地形地貌特征	66
4.3.2 印度洋的地形地貌特征	68
4.4 南海—印度洋的海洋气候特征	72
4.4.1 南海的海洋气候特征	72
4.4.2 印度洋的海洋气候特征	75
4.5 南海—印度洋的海洋水文特征	77
4.5.1 南海的海洋水文特征	77
4.5.2 印度洋的海洋水文特征	78

4.6	南海—印度洋的海洋资源分布	79
4.6.1	南海的海洋资源分布	79
4.6.2	印度洋的海洋资源分布	80
	参考文献	81
第5章	南海—印度洋海域的固有风险分析	82
5.1	概述	82
5.2	固有风险分析	82
5.2.1	基本内容	82
5.2.2	方法途径	83
5.2.3	风险指标定义与计算	84
5.2.4	固有风险评估模型	90
5.3	南海—印度洋海域的孕险环境分析	90
5.3.1	海峡、水道、港湾	91
5.3.2	岛屿	98
5.3.3	孕险环境敏感性分析	101
5.4	南海—印度洋海域的致险因子分析	102
5.4.1	热带气旋/台风	102
5.4.2	大风、大浪	106
5.4.3	低能见度	112
5.4.4	雷暴	115
5.4.5	风暴潮	117
5.4.6	海洋中尺度系统	119
5.5	承灾体的脆弱性/易损性分析	123
5.5.1	风险承灾体分析	123
5.5.2	脆弱性/易损性分析	125
5.5.3	脆弱性评估与区划	131
5.6	南海—印度洋海域固有风险评估与区划	132
5.6.1	常规风险函数的固有风险评估	132
5.6.2	基于模糊推理的固有风险评估	136
	参考文献	142
第6章	南海—印度洋海域的现实风险评估	144
6.1	概述	144
6.2	现实风险体系结构与评估流程	144

6.2.1	现实风险评估内容	144
6.2.2	现实风险体系结构	145
6.2.3	现实风险评估流程	146
6.3	南海主权争端风险评估	147
6.3.1	南海主权争端风险分析	147
6.3.2	南海主权争端风险评估	148
6.4	南海资源争夺风险评估	152
6.4.1	南海及周边海域的资源分布	153
6.4.2	南海资源争端的历史与现状	153
6.4.3	南海资源争夺的风险评估	156
6.5	南海—印度洋战略通道安全风险评估	159
6.5.1	南海—印度洋海峡通道的战略地位	160
6.5.2	南海—印度洋能源通道的控制状况	161
6.5.3	南海—印度洋战略通道的风险评估	162
6.6	南海—印度洋海盗活动与恐怖袭击风险评估	166
6.6.1	南海—印度洋海盗活动与恐怖袭击概况	167
6.6.2	南海—印度洋海盗活动与恐怖袭击的起因与特点	169
6.6.3	南海—印度洋海盗活动与恐怖袭击的风险评估	170
6.6.4	基于小样本案例信息扩散的海盗活动风险评估	175
6.7	南海—印度洋现实风险评估与区划	179
6.7.1	常规风险函数的现实风险评估	179
6.7.2	基于决策规范的现实风险评估	180
	参考文献	184
第7章	海上突发事件的应急响应	186
7.1	概述	186
7.2	风险识别与应急响应等级划分	186
7.2.1	风险识别与风险评估	187
7.2.2	应急响应的等级划分	189
7.3	应急预案与救援部署	197
7.3.1	预案编制的基本内容	197
7.3.2	预案编制的基本步骤	198
7.3.3	应急响应的救援部署	199
7.4	突发事件的救援策略	199

7.4.1	救助站点选择·····	200
7.4.2	救助设施选取·····	201
7.4.3	救援路径规划·····	204
7.4.4	搜寻方式确定·····	209
7.5	残余风险与风险控制·····	213
7.5.1	残余风险与风险控制·····	214
7.5.2	残余风险评估·····	215
7.6	突发事件应急响应的风险决策·····	216
7.6.1	统计决策理论概述·····	217
7.6.2	时段优选——马尔科夫风险决策·····	219
7.6.3	预案优选——模糊贝叶斯决策·····	225
7.6.4	区域优选——不确定型风险决策·····	232
7.6.5	资源配置——效用概率决策·····	238
	参考文献·····	244

Contents

Chapter 1	Theory and methodology of risk analysis	1
1.1	Introduction	1
1.2	Risk definition	2
1.3	Risk classification	4
1.4	Risk analysis and assessment	5
1.5	Risk elusion and control	10
1.6	Risk decision-making	11
	References	12
Chapter 2	Emergency response system and criteria	13
2.1	Introduction	13
2.2	Emergency response system structure and contents	14
2.3	Emergency response pre-arranged planning principles and specifications	16
2.4	Rescue institutional framework and procedure	19
2.5	Risk identification and management of emergency	23
	References	27
Chapter 3	Risk assessment under incomplete information conditions	29
3.1	Introduction	29
3.2	Risk assessment based on experiential knowledge	29
3.3	Risk assessment based on supporting criteria	33
3.4	Risk assessment based on small sample information diffusion	43
	References	59
Chapter 4	South China Sea-Indian Ocean environmental characteristics	60
4.1	Introduction	60
4.2	South China Sea — Indian Ocean geographical features	60
4.3	South China Sea — Indian Ocean terrain features	66
4.4	South China Sea — Indian Ocean meteorological features	72
4.5	South China Sea — Indian Ocean hydrological features	77

4.6 South China Sea — Indian Ocean marine resources distribution	79
References	81
Chapter 5 South China Sea — Indian Ocean inherent risk analysis	82
5.1 Introduction	82
5.2 Inherent risk analysis	82
5.3 South China Sea — Indian Ocean potential disaster background analysis	90
5.4 South China Sea — Indian Ocean disaster inducing factor analysis	102
5.5 Fragility and vulnerability analysis of disaster beared body	123
5.6 South China Sea — Indian Ocean inherent risk assessment and regionalization	132
References	142
Chapter 6 South China Sea — Indian Ocean realistic risk assessment ...	144
6.1 Introduction	144
6.2 Realistic risk System structure and assessment procedure	144
6.3 South China Sea dominion strife risk assessment	147
6.4 South China Sea resource competition risk assessment	152
6.5 South China Sea — Indian Ocean strategic passage risk assessment	159
6.6 South China Sea — Indian Ocean terroristic attack risk assessment	166
6.7 South China Sea — Indian Ocean realistic risk evaluation and regionalization	179
References	184
Chapter 7 Emergency response of marine accident	186
7.1 Introduction	186
7.2 Risk identification and grade division of emergency response	186
7.3 Emergency preplan and rescue deployment	197
7.4 Rescue strategies of emergency	199
7.5 Residual risk analysis and risk control	213
7.6 Risk decision-making of accident event emergency response	216
References	244