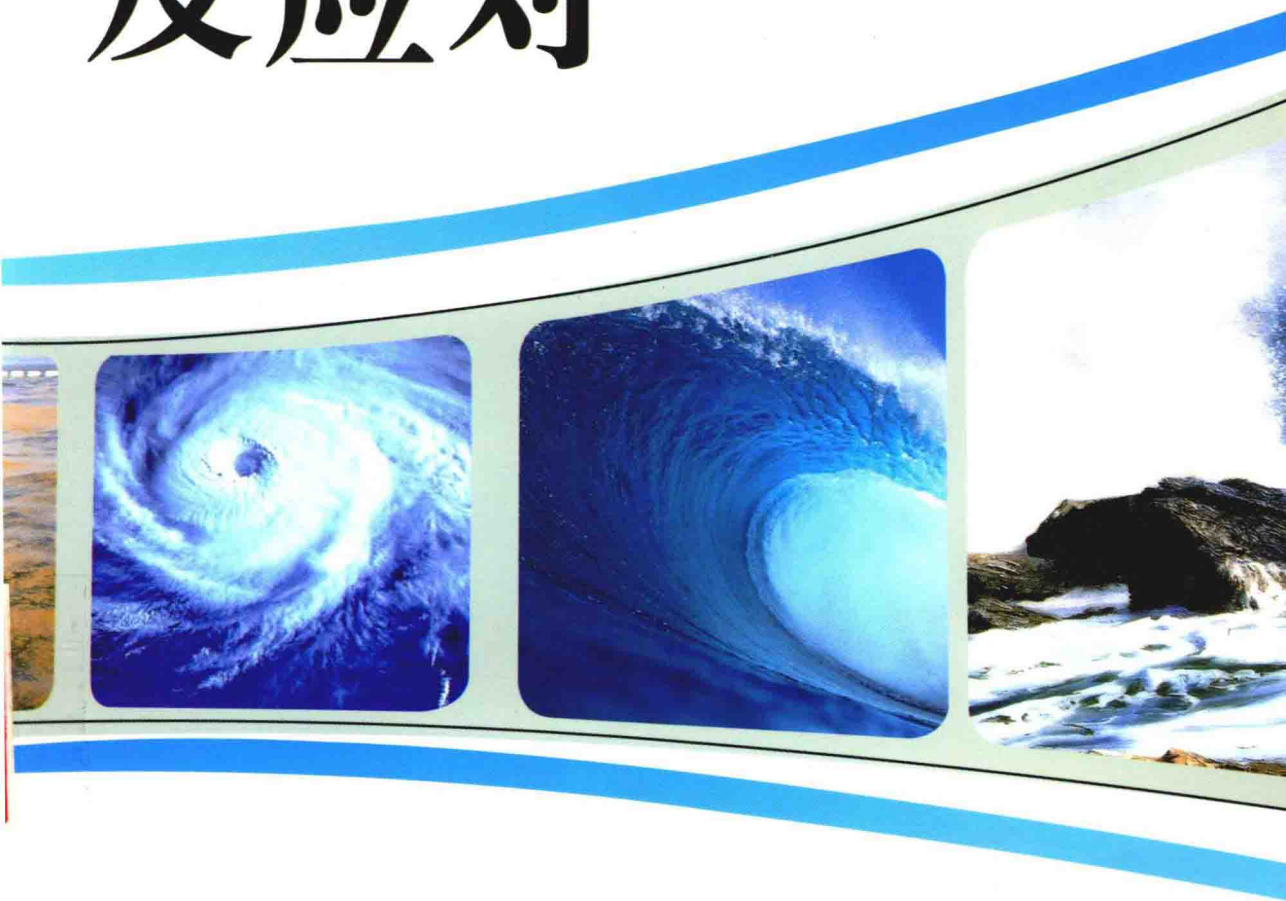


The Common Marine Disasters and Countermeasures in Zhejiang Province

◎ 陆建新 主编

浙江省 主要海洋灾害 及应对

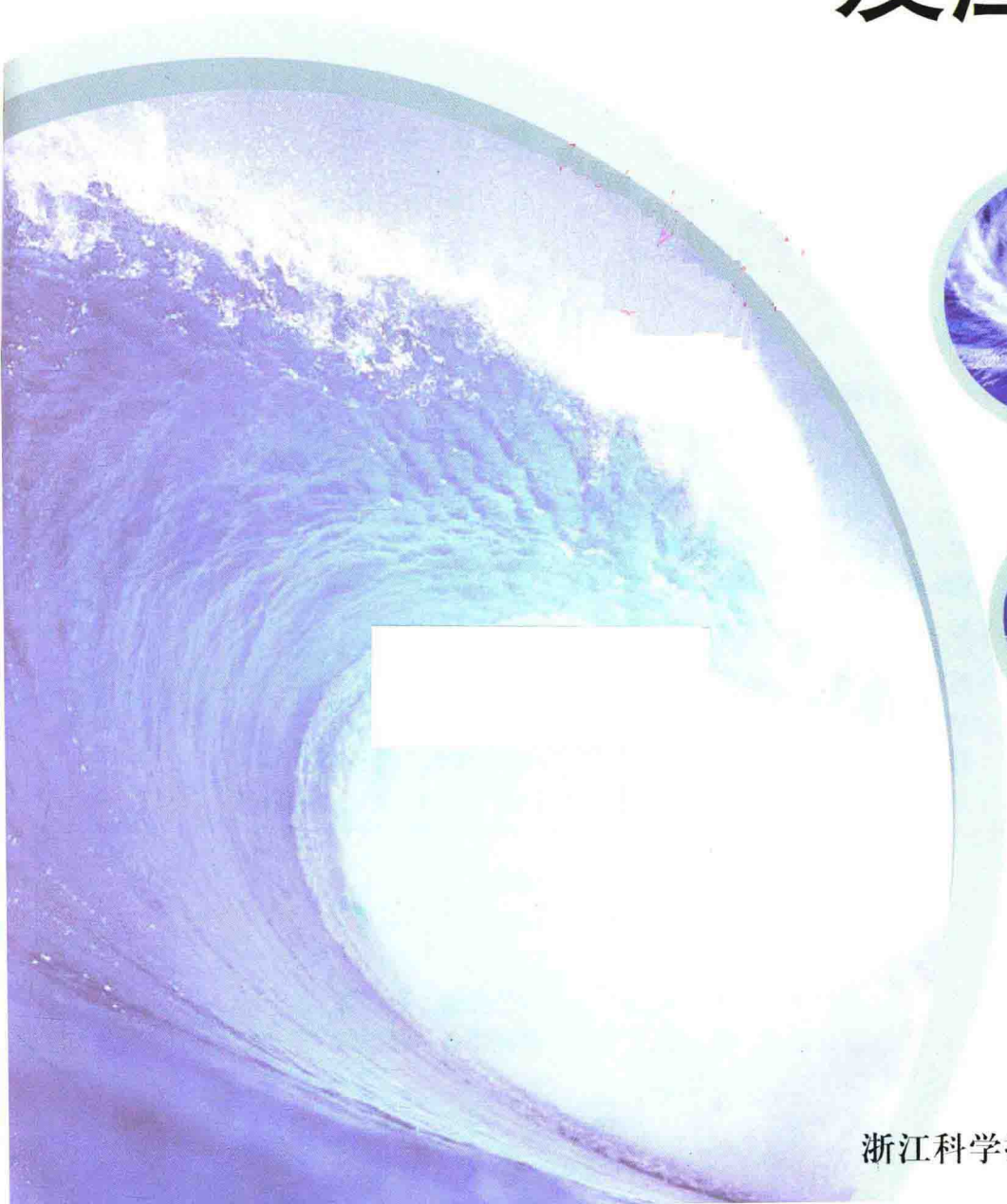


浙江科学技术出版社

The Common Marine Disasters and Countermeasures in Zhejiang Province

© 陆建新 主编

浙江省主要海洋灾害 及应对



浙江科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

浙江省主要海洋灾害及应对 / 陆建新主编. —杭州:
浙江科学技术出版社, 2012. 7

ISBN 978-7-5341-4783-8

I. ①浙… II. ①陆… III. ①海洋地质—灾害防治
研究—浙江省 IV. ①P736

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 160658 号

书 名	浙江省主要海洋灾害及应对		
主 编	陆建新		
副 主 编	吴 玮	周 燕	董剑希 曾淦宁 龙江平 曾江宁
出版发行	浙江科学技术出版社		
	杭州市体育场路 347 号 邮政编码: 310006		
	联系电话: 0571-85170300-61714		
	E-mail: zt@zkpress.com		
排 版	杭州大漠照排印刷有限公司		
印 刷	杭州丰源印刷有限公司		
经 销	全国各地新华书店		
开 本	787×1092	1/16	印 张 8.25
字 数	181 000		
版 次	2012 年 7 月第 1 版 2012 年 7 月第 1 次印刷		
书 号	ISBN 978-7-5341-4783-8	定 价	36.00 元

版权所有 翻印必究

(图书出现倒装、缺页等印装质量问题,本社负责调换)

责任编辑 张 特

责任美编 金 晖

责任校对 詹 喜

责任印务 徐忠雷

《浙江省主要海洋灾害及应对》

编 委 会

主 编 陆建新

副主编 吴 玮 周 燕 董剑希 曾淦宁 龙江平
曾江宁

编 委 (按姓氏笔画排序)

丁 骏 丁照东 车助镁 孔 蕾 龙 华
卢 美 付 翔 邢 闯 朱 业 乔吉果
刘秋兴 李 涛 杜 伟 严 俊 吴佳兴
何 辉 余 骏 张 成 张月霞 茅克勤
郑重莺 侯京明 章伟艳 蒋林娟 蒋熾钦
傅赐福 翟万林

前 言

为全面贯彻党的十六大提出的“实施海洋开发”战略部署,贯彻胡锦涛同志“要加强对海洋的调查与评价”的指示精神,实施《全国海洋经济发展规划纲要》,建设海洋强国,针对现阶段我国近海海域综合调查程度和基本状况认知度较低的状况,国家海洋局提出开展“我国近海海洋综合调查与评价”专项(简称“908 专项”),于 2003 年 9 月获国务院立项批准。浙江省开展的 908 专项工作的目的是围绕“充分发挥海洋资源优势,建设海洋经济强省”的战略目标,突出解决本省海洋经济可持续发展进程中的关键问题,为国家和省委、省政府宏观决策服务,为海洋经济和海洋管理服务,同时也为国防建设提供高精度的数字化服务。

本书是根据 908 专项调查有关专项取得的成果,结合浙江省实际情况而编写的。本书系统地分析了全省主要海洋灾害的分布特征、发生机理和趋势,建立和健全了符合浙江省沿海实际的海洋灾害评价指标体系和模式,做出了准确、系统和量化的风险评估,提出了相应的预防对策和控制策略,使全省减灾防灾工作更加科学化和规范化,以提升全省海洋管理和海洋科研的基础能力和整体水平。

本书是浙江省 908 资助项目(ZJ908-02-03),充分利用了国家 908 专项和浙江 908 专项调查项目的有关调查资料和成果,突出重点,将最新调查资料与历史资料相对比,充分反映了地质灾害的变化趋势;利用 20 世纪 90 年代以后国内和国际先进的评价方法,最大限度地发挥了经费使用效益,确保了评价结果的可靠性与可对比性。

本书的编写出版得到了浙江省 908 项目办、国家海洋局第二海洋研究所、国家海洋环境预报中心、浙江省海洋监测预报中心、浙江工业大学和浙江省水产技术推广总站等单位的各级领导、专家和同志们的大力支持和热心帮助,在此一并表示衷心的感谢。

本书内容丰富,重点突出,由浅入深,结构清晰,语言简练,实用性和指导性强。由于作者水平有限,书中难免有疏漏之处,望广大读者批评指正。

编 者
2012 年 5 月

目 录

第 1 章 海洋环境及灾害概况	1
1.1 海洋环境	1
1.1.1 风暴潮和海浪灾害与预防对策研究	1
1.1.2 赤潮灾害与预防对策研究	2
1.1.3 滨海湿地退化与预防对策研究	3
1.1.4 生物多样性减少与预防对策研究	3
1.1.5 外来生物入侵与预防对策研究	3
1.2 海洋灾害	3
1.2.1 风暴潮与海浪灾害	3
1.2.2 赤潮灾害	4
1.2.3 滨海湿地退化	4
1.2.4 外来物种入侵	5
1.3 小结	5
第 2 章 风险评估分析	6
2.1 风暴潮的特征及风险评估	6
2.1.1 评价指标体系	6
2.1.2 时间分布特征	8
2.1.3 空间分布特征	23
2.2 海浪灾害的特征及风险评估	35
2.2.1 评价指标体系	35
2.2.2 时空分布特征	36
2.3 赤潮灾害特征及风险评估	46
2.3.1 评价指标体系	46
2.3.2 时空分布特征	49
2.3.3 风险评估应用	54

2.4	湿地退化特征及风险评估	58
2.4.1	滨海湿地的类型	58
2.4.2	生态环境特征	60
2.4.3	典型滨海湿地	69
2.4.4	风险评估	79
2.5	外来物种入侵特征及风险评估	85
2.5.1	入侵理论	85
2.5.2	入侵特征	87
2.5.3	入侵影响	87
2.5.4	预防入侵	88
2.6	小结	90
2.6.1	风暴潮灾害	90
2.6.2	赤潮灾害	90
2.6.3	滨海湿地退化	90
第3章	预防对策	91
3.1	风暴潮与海浪灾害	91
3.1.1	评估和区划	91
3.1.2	监测能力和资料共享	92
3.1.3	防御基础能力建设	92
3.1.4	预警预报技术	92
3.1.5	应急执行预案及指挥系统	92
3.1.6	宣传教育和法制建设	93
3.2	赤潮灾害	93
3.2.1	防治措施	93
3.2.2	预警预报模型	101
3.2.3	水体的修复	103
3.3	湿地退化	104
3.3.1	开发过程中存在的问题	104
3.3.2	未来发展趋势预测	107
3.3.3	防治对策和措施	109
3.4	外来物种入侵	112
3.4.1	关键点的控制	112
3.4.2	风险预防	113
3.4.3	生物治理方案	114

3.4.4 生物管理方案	115
3.5 小结	116
3.5.1 管理机制	116
3.5.2 监视、监测和预报、预警能力	117
3.5.3 专业化队伍	117
3.5.4 战略观念	117
参考文献	118

第 1 章 海洋环境及灾害概况

1.1 海洋环境

浙江省是海洋大省,也是全国社会、经济和文化最为发达的省份之一。浙江省海域面积达 $2.6 \times 10^5 \text{ km}^2$,为陆域面积的 2.6 倍,500 m^2 以上的海岛占全国的 40% 以上,深水岸线占全国三分之一以上。海洋为浙江省提供了区位优势和丰富的“港、渔、景、油、涂”等资源。浙江省委、省政府十分重视海洋经济的发展,在 2003 年 8 月的全省海洋经济工作会议上,明确提出要把浙江省建设成为海洋经济综合实力强、海洋产业结构布局合理、海洋科技先进、海洋生态环境良好的海洋经济强省。2011 年 3 月,国务院正式批复《浙江海洋经济发展示范区规划》,浙江海洋经济发展示范区建设上升为国家战略。根据规划,到 2015 年,浙江海洋生产总值接近 7 000 亿元,占全国海洋经济比重的 15%,基本实现海洋经济强省目标;到 2020 年,浙江海洋生产总值力争突破 1.2 万亿元,海洋新兴产业增加值占 35% 左右,现代海洋产业体系建立,全面建成海洋经济强省。

在海洋经济快速发展的同时,浙江省沿海地区的台风风暴潮、海浪以及赤潮等灾害所造成的经济损失也逐年增大,外来海洋生物入侵造成渔业资源枯竭、赤潮灾害频发、养殖生物逃逸,滨海湿地则随着某些大规模、超强度、非合理的沿海开发活动而逐渐退化和丧失功能。浙江省主要海洋灾害分布见图 1.1。与海洋经济的快速发展相比,浙江省海洋减灾防灾工作的发展明显滞后,海洋灾害已成为制约浙江省海洋经济发展的瓶颈之一。加强对影响浙江省的海洋灾害的评估和防御对策研究,是海洋减灾防灾工作重要而又紧迫的任务之一,对实现建成海洋经济强省、经济社会与生态环境协调发展的目标具有重大意义。

1.1.1 风暴潮和海浪灾害与预防对策研究

浙江省历史上多发风暴潮和海浪灾害,尤其是 20 世纪 90 年代以来,仅风暴潮灾害造成的年经济损失就已达数十亿元,甚至上百亿元。浙江省每 3~5 年就会遭受一次特大风暴潮灾害,特别是 9417 号、9711 号、0216 号、0414 号等特大风暴潮灾害,造成大量人员伤亡和重大经济损失。2006 年,0608 号“桑美”超强台风又重创浙江省南部地区,造成大量人员伤亡和重大财产损失。加强对浙江省风暴潮与海浪灾害自然变异的系统性研究,并提出有针对性的防御对策,可以更加有效地促进海洋防灾减灾科学技术成果的应用,更好地为浙江省海洋防灾减灾提供服务。

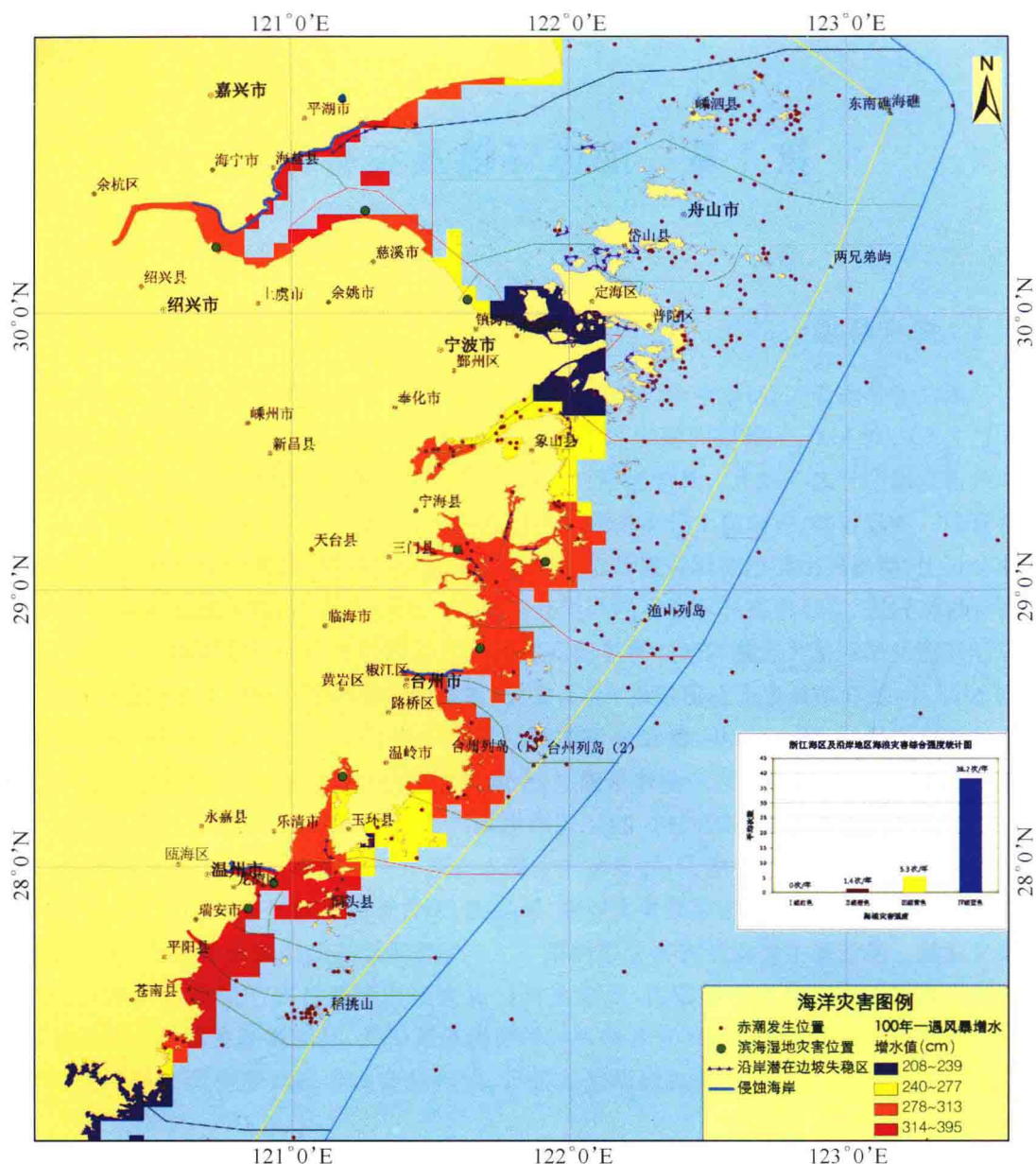


图 1.1 浙江省主要海洋灾害概图

1.1.2 赤潮灾害与预防对策研究

浙江沿岸海域是我国沿岸赤潮灾害的多发区之一。统计表明,在过去的 60 年间,浙江沿岸曾发生过 34 次赤潮。赤潮已对浙江近海的渔业和养殖业构成严重威胁。因此,迫切需要摸清浙江省海域赤潮灾害的空间分布特征,确定赤潮多发区域,了解赤潮灾害的发生频率和灾害发生趋势,掌握有毒有害赤潮的发生发展特点及其生理生态特征,确定浙江省海域赤潮频发的主要藻种生态特征、与环境因素的关系、发生规律及其危害范

围。这是浙江省赤潮灾害趋势评估和防御的主要任务。

1.1.3 滨海湿地退化与预防对策研究

浙江省滨海湿地是全国滨海湿地的重要组成部分之一。沿海地区经济的高速发展和人口的快速增长,已极大地改变了滨海湿地的资源环境状况。目前,由于基础资料不详,缺乏总体的保护与发展规划,大规模、超强度及不合理的开发导致滨海湿地和海滩生境退化和丧失,这些都成为制约海洋管理、海洋开发、海洋经济可持续发展的重要因素。因此,迫切需要系统地掌握浙江省典型地区滨海湿地自然属性与资源环境的现状、变化及原因以及演化趋势,开展典型区域滨海湿地的价值评估以及退化对策研究,这对实现滨海湿地环境保护和资源开发的协调发展将会产生积极的影响。

1.1.4 生物多样性减少与预防对策研究

浙江省还是我国海洋生物多样性最为丰富的省份之一。随着人们对生物资源的消费不断增长,加之生物资源的不合理开发和利用,浙江省的生物多样性正面临着严峻的威胁,如渔业资源枯竭、赤潮灾害频发、养殖生物逃逸等,保护生物多样性已成为浙江省十分紧迫的任务。

1.1.5 外来生物入侵与预防对策研究

入侵种是生态系统最大的生物威胁因子,部分外来种成功入侵后大规模暴发,难以控制,对生态系统产生的破坏性不可逆转,甚至引起本地物种的消失与灭绝,并且对农林牧渔业造成严重的损失,进而可能对人类的健康与安全造成威胁。研究浙江省外来生物入侵的特征、分布规律、发生机理,评价其对沿海地区生态系统以及社会经济的影响,开展外来生物入侵预警及防治对策研究,具有重要的意义。

1.2 海洋灾害

1.2.1 风暴潮与海浪灾害

1.2.1.1 风暴潮

我国历史上从公元前48年到1946年间各朝代有记录的潮灾发生的次数达576次,每次死于潮灾的,少则数百、多则万人。新中国成立后,发生了数次特大风暴潮灾害。随着各级风暴潮预警报的建立以及各地防潮能力的不断加强,潮灾死亡人数大幅降低,但直接经济损失却呈明显上升趋势。

浙江省为我国沿海风暴潮严重影响区域之一,历史上曾多次出现过特大风暴潮灾害,对浙江省的社会经济产生重大影响。浙江主要的风暴潮过程由5612、7413、8923、9216、9417、9711、0414号等台风引起。

1.2.1.2 海浪

历史上,我国近海及邻近海域均出现过重大和特别重大海浪灾害。我国近海及邻近海

域出现重大和特别重大海浪灾害最多的年份为 2001 年、2005 年和 2006 年,均为 4 次/年,未出现重大和特别重大海浪灾害的年份为 1993 年、1998 年和 2000 年。

浙江省沿岸海域海浪灾害的出现频数为全国最高,有 11 次;海南省沿岸海域海浪灾害的出现频数最低,只 1 次。

1.2.2 赤潮灾害

赤潮藻种的存在和充分的营养物质是赤潮发生的物质基础,适宜的水温、盐度、水动力和气象因子等是赤潮发生的重要环境因子,有利的种间竞争和相对较低的生物摄食压力对赤潮的形成有重要的作用。

受长江径流等陆源营养物质,以及台湾暖流等外海营养物质季节性变动的输入影响,浙江海域形成了其特有的富营养环境,目前已经成为全国赤潮发生最严重的区域之一。浙江海域“赤潮高发区”中不同群落组合的变化反映了本海域受不同水系的影响程度,赤潮暴发则呈现出发生时间不断提前、持续时间不断加长、发生面积不断扩大、有毒有害藻类逐渐增加的特点。

1933 年、1981~2008 年,浙江海域有记录的赤潮共 456 次,累计面积 158 900 km²。浙江海域最早的赤潮记录为 1933 年台州沿海的夜光藻赤潮,20 世纪 80 年代开始有文献记载的赤潮记录开始增多。20 世纪 80 年代,赤潮发生次数和面积都较少,分别为 19 次和 8 100 km²;90 年代赤潮发生次数上升为 66 次,面积达 15 000 km²;进入 21 世纪以后浙江海域赤潮发生次数和面积显著上升,2000~2008 年的 9 年间,赤潮发生次数达到 371 次,赤潮累计面积高达 135 800 km²。

1.2.3 滨海湿地退化

滨海湿地是湿地的重要类型,它处于海陆交错地带,也是受人类干扰比较强烈的地区。国内外学者对滨海湿地都有重要论述,但都没有比较全面的、能为湿地学界普遍接受的科学定义,滨海湿地的概念只能参照湿地概念中涉及的有关海洋的内容而定。Gerardo 等(2009)在 COASTAL WETLANDS 一书中介绍了滨海湿地的特点:一方面,滨海湿地是在陆地边缘同时受到潮水动力和淡水注入影响的区域;另一方面,生物因素通过生物膜、沉积物的生物扰动和有机物的伏击、水流和潮汐的振动以及营养物质循环等发挥反馈作用。同时,Gerardo 等对滨海湿地下了笼统的定义:滨海湿地是建立在这样一个范围内的生态系统,向海洋方向至海底植物可以进行光合作用的潮下带区域,向陆地方向达到地下水和大气过程都受到海洋水文影响的区域。陆健健(1990)参照湿地公约及美国、加拿大等国家的滨海湿地定义,根据我国的实际情况,将滨海湿地定义为:陆缘为含 60%以上湿生植物的植被区、水缘为海平面以下 6 m 的近海区域,包括自然的或人工的、咸水的或淡水的所有富水区域(枯水期水深 2 米以上的水域除外),不论区域内的水是流动的还是静止的、间歇的还是永久的,该定义基本上涵盖了潮间带的主要地带,以及与之密切相关的主要区域。

浙江省滨海湿地资源非常丰富,根据浙江省滨海湿地调查结果,2007年浙江省滨海湿地总面积达到了 $3\,259.92\text{ km}^2$,调查范围为向陆地方向延伸至 5 km 的距离(以1987年海岸线为基准),向海方向为海图 0 m 线,还包括所有的海岛。其中海岸带湿地面积为 $2\,489.87\text{ km}^2$,海岛湿地面积为 770.05 km^2 。

1.2.4 外来物种入侵

入侵生物在没有人类介入的情况下,生物在生物区之间、大陆之间和海岛之间的远距离传播也可能发生,但这种入侵只是小概率事件。浙江海洋外来动植物入侵途径可大致分为有意引入和无意引入两种。有意引入的海洋动植物通常是由于海水养殖的需要而引入的经济价值高或性状优良的物种,或者是为改善被破坏的海洋生态环境而引进的滩涂植物、大型藻类、鱼虾贝类等。无意引入的方式通常是伴随着进出口贸易、海轮或入境旅游在无意间被引入的。

1.3 小结

浙江省地处我国东南沿海,东临广阔的西北太平洋,是我国海洋灾害最严重的省份之一。由于特殊的地理位置和气候条件,浙江省海洋灾害形势复杂多样。进入21世纪以来,在全球气候变暖和海平面上升的背景下,浙江省沿海地区的台风风暴潮与海浪灾害、赤潮灾害所造成的直接经济损失也逐年增加、影响范围扩大,外来海洋生物入侵造成渔业资源枯竭、赤潮灾害频发、养殖生物逃逸,滨海湿地则随着某些大规模、超强度、非合理的沿海开发活动而退化和功能丧失。海洋灾害已对浙江省沿海社会公共安全、生态环境及海洋经济发展造成严重威胁。加强对影响浙江省的海洋灾害的评估和防御对策研究是海洋减灾防灾的一项迫在眉睫的工作,并对全面建设平安浙江、构建和谐社会、率先实现现代化具有十分重要的意义。

第 2 章 风险评估分析

2.1 风暴潮的特征及风险评估

2.1.1 评价指标体系

风暴潮灾害评价指标体系是围绕风暴潮的自然属性和成灾属性来建立的。自然属性主要为风暴潮强度,本书以风暴增水作为评价指标,按照增水量值的大小来进行等级划分。成灾属性方面,以风暴潮超警戒、风暴潮灾度以及风暴潮损失等作为评价指标,其中,风暴潮超警戒按照最高潮位超警戒潮位值的大小来进行等级划分,风暴潮灾度在综合考虑风暴潮强度和风暴潮超警戒程度的基础上来划分灾害程度等级,风暴潮损失则是以历史风暴潮灾害的直接经济损失和人员伤亡情况进行等级划分。风暴潮灾害评价指标体系建立的原则是:科学性、合理性和实用性。

2.1.1.1 风暴增水等级

风暴增水依据增水大小分为特大、大、较大、中等和一般五个级别,分别对应Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ五个级别。按照调查区域内标准验潮站风暴增水的大小划分本站增水等级,具体划分如表 2.1 所示。

表 2.1 风暴增水等级划分标准

等级	Ⅰ(特大)	Ⅱ(大)	Ⅲ(较大)	Ⅳ(中等)	Ⅴ(一般)
增水值(cm)	≥251	201~250	151~200	101~150	50~100

2.1.1.2 风暴潮超警戒等级

风暴潮超警戒等级分为特大、严重、较重和一般四个级别,分别对应Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ四个级别。按照调查区域内标准验潮站的最高潮位超过当地警戒潮位值的大小进行划分,划分标准如表 2.2 所示。

表 2.2 风暴潮超警戒等级划分标准

等级	Ⅰ(特大)	Ⅱ(严重)	Ⅲ(较重)	Ⅳ(一般)
超警戒潮位值(cm)	≥151	81~150	31~80	0~30

2.1.1.3 风暴潮损失等级

风暴潮灾情等级分为特大、严重、较重和一般四个级别,分别对应 I、II、III、IV 四个级别。按照死亡(失踪)人数和经济损失进行划分,划分标准如表 2.3 所示。

表 2.3 风暴潮灾情等级划分标准

等级	I (特大)	II (严重)	III (较重)	IV (一般)
死亡(失踪)人数 或经济损失	死亡>100 人 损失>50 亿元	死亡 31~100 人 损失 21~50 亿元	死亡 10~30 人 损失 10~20 亿元	死亡 10 人以下 损失 10 亿元以下

2.1.1.4 风暴潮灾度等级

(1) 单次风暴潮灾害灾度等级。综合考虑风暴潮强度等级和风暴潮超警戒等级来划分风暴潮灾害综合等级。计算公式为:

$$D_g = S_g \times 0.4 + H_g \times 0.6 \quad (2-1)$$

其中, S_g 为风暴潮增水指数, H_g 为风暴潮超警戒指数, D_g 为风暴潮灾度等级指数。

某次风暴潮增水指数值通过各标准站出现的风暴潮增水等级按照增水指数公式计算而得,用各确定的标准站的风暴潮增水等级乘以该等级的权重系数并累加得出的,并依据此值进行等级划分。计算公式为:

$$S_g = S_1 \times 20 + S_2 \times 16 + S_3 \times 12 + S_4 \times 8 + S_5 \times 4 \quad (2-2)$$

上式中, S_g 代表增水指数值; S_1 代表 I 级增水等级, S_2 代表 II 级增水等级, S_3 代表 III 级增水等级, S_4 代表 IV 级增水等级, S_5 代表 V 级增水等级(表 2.4)。

表 2.4 风暴增水指数等级划分标准

等级	I (特大)	II (严重)	III (较重)	IV (一般)
增水指数值(cm)	≥ 61	41~60	21~40	0~20

风暴潮超警戒指数是通过一次风暴潮过程中各标准站出现的风暴潮超警戒级别来计算的,用各站出现的风暴潮超警戒等级(特大、严重、较重、一般)分别乘以各自的权重系数,得出本次风暴潮过程的超警戒指数,依据此值进行等级划分(表 2.5)。

$$H_g = W_1 \times 20 + W_2 \times 15 + W_3 \times 10 + W_4 \times 5 \quad (2-3)$$

表 2.5 风暴潮超警戒指数等级划分标准

等级	I (特大)	II (严重)	III (较重)	IV (一般)
超警戒指数值(cm)	≥ 61	41~60	21~40	0~20

(2-3)式中, H_g 代表超警戒指数; W_1 代表特大 I 级, W_2 代表严重 II 级, W_3 代表较重 III 级, W_4 代表一般 IV 级。

最后,依据(2-1)式计算得到 D_g ,依据此值进行等级划分,划分标准见表 2.6。

表 2.6 单次风暴潮灾害灾度等级

等级	I (特大)	II (严重)	III (较重)	IV (一般)
等级指数	≥ 106	71~105	36~70	0~35

(2) 单站风暴潮灾度等级。综合考虑单站历史风暴潮强度等级和风暴潮超警戒等级来划分风暴潮灾度等级。计算公式为:

$$D_g = S_g \times 0.4 + H_g \times 0.6 \quad (2-4)$$

其中, S_g 为风暴潮强度指数, H_g 为风暴潮超警戒指数, D_g 为风暴潮灾度等级指数。

$$S_g = S_1 \times 20 + S_2 \times 16 + S_3 \times 12 + S_4 \times 8 + S_5 \times 4 \quad (2-5)$$

其中, S_1 为单站历史出现 I 级增水等级的次数, S_2 为出现 II 级增水等级的次数, S_3 为出现 III 级增水等级的次数, 以此类推。

$$H_g = W_1 \times 20 + W_2 \times 15 + W_3 \times 10 + W_4 \times 5 \quad (2-6)$$

其中, W_1 为单站历史出现 I 级超警戒等级的次数, W_2 为出现 II 级超警戒等级的次数, 以此类推。

之后, 由(2-4)式计算得到单站风暴潮灾度 D_g , 并用同样的方法得到研究区域内其余各站的 D_g 值, 将得到的各站 D_g 值归一化处理[0, 1], 以此值来划分风暴潮灾害综合等级, 划分标准如表 2.7 所示。

表 2.7 单站风暴潮灾害灾度等级

等级	I (特大)	II (严重)	III (较重)	IV (一般)
等级指数	0.75~1	0.5~0.74	0.25~0.49	0~0.24

最后, 依据统计、分析、计算得到的各评价指标结果绘制各类风暴潮(灾害)图。

2.1.2 时间分布特征

2.1.2.1 月际分布特征

为了探讨浙江省风暴潮历史灾害逐月分布规律, 本书收集整理了浙江沿海 1949~2008 年数十个验潮站的近 1 000 次风暴潮过程, 统计分析了每次风暴潮过程的起因、最大风暴增水及发生时间、最高潮位及出现时间、高潮位超过当地警戒潮位等。在此基础上, 绘制了浙江省各级风暴增水逐月分布图、各等级风暴潮超警戒逐月分布图、风暴潮灾度逐月分布图、风暴潮损失逐月分布图。

(1) 风暴增水月际分布特征。从浙江省风暴增水分布图(图 2.1~图 2.6)中可以看出, 其风暴增水呈现比较明显的月分布特征, 5~11 月在沿海均会发生增水 50 cm 以上的风暴潮, 其中 7~9 月为风暴潮多发期, 每个验潮站平均发生次数超过 10 次, 其中发生在 8~9 月的风暴潮过程远多于其他月份, 8 月平均每站发生风暴潮次数超过 30 次, 9 月超过 25 次, 7 月和 10 月则在 15 次以下。各级风暴增水的逐月分布规律也基本一致, 7~9 月均是发生次数最多的月份。

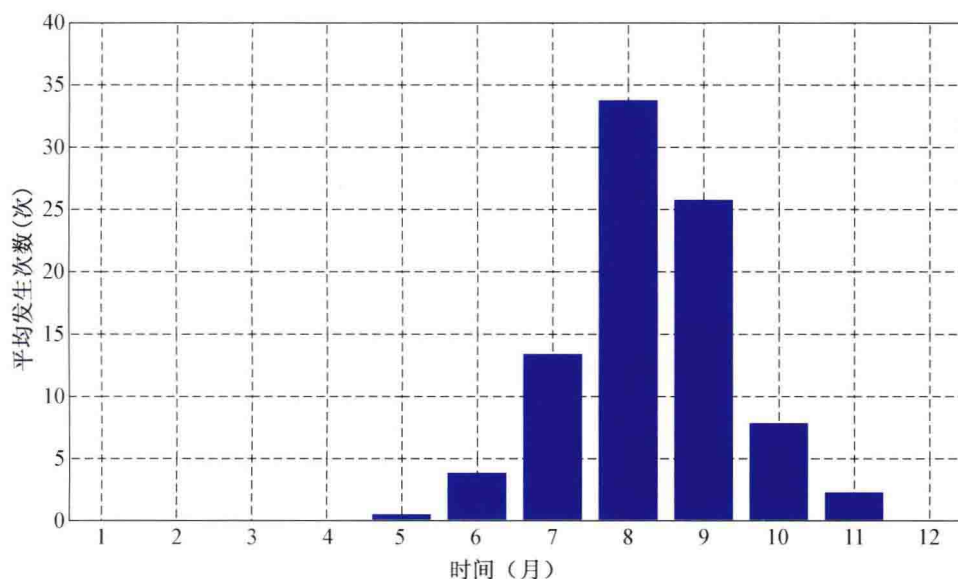


图 2.1 浙江省风暴增水(≥ 50 cm)逐月变化(1949~2008)

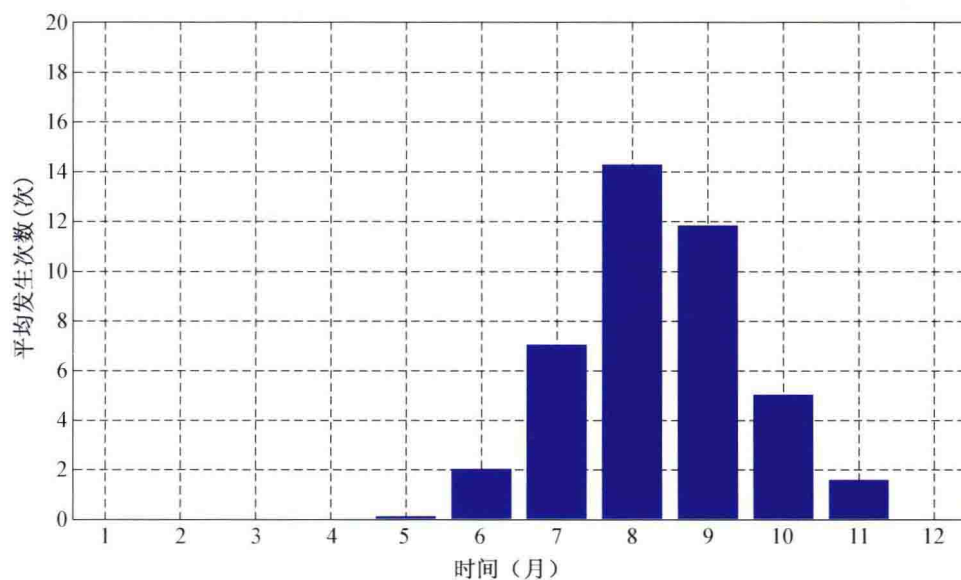


图 2.2 浙江省风暴增水 V 级(50~100 cm)逐月变化(1949~2008)