

山东省海洋灾害综合防范能力提升研究

冀承振^{1,2}, 孙雅文^{1,2}, 辛若雪^{1,2}, 焦艳^{1,2}, 谭树亮³, 江伟伟^{1,2}

(1. 自然资源部北海预报减灾中心 青岛 266061; 2. 山东省海洋生态环境与防灾减灾重点实验室 青岛 266061;
3. 山东省海洋预报减灾中心 青岛 266104)

摘要: 山东省是我国海洋灾害较为严重的省份之一, 具有灾害种类多、分布地域广、发生频率高、损失严重的特点。在全球气候变暖的大背景下, 海浪、风暴潮等海洋动力灾害风险及破坏程度加剧, 海洋热浪、风暴异常增水等灾害事件也时有发生, 海洋灾害防范面临的形势依然严峻。经过多年发展, 山东省已逐步搭建起了以岸基站、浮标、雷达等手段为主的省属海洋观测网, 海洋预警预报能力不断增强, 海洋预报减灾服务保障体系不断完善。然而, 与海洋经济快速发展的需求相比仍有不足, 如各地市海洋预报能力发展不均衡, 海洋预报产品精准服务水平不高, 典型区域、典型要素观测站位覆盖不全, 预报减灾新技术应用欠缺等。未来, 应以数字赋能、科技创新、体系迭代升级为主要路径, 多措并举推进山东省海洋灾害治理向系统化、智能化转型, 全面提升海洋灾害综合防范与应对能力。

关键词: 海洋灾害防范; 发展现状; 制约因素; 对策建议; 山东省

中图分类号: P748; X43 文献标志码: A 文章编号: 1005-9857(2025)10-0031-06

Study on Enhancing the Comprehensive Prevention Capability of Marine Disasters in Shandong Province

JI Chengzhen^{1,2}, SUN Yawen^{1,2}, XIN Ruoxue^{1,2}, JIAO Yan^{1,2},
TAN Shuliang³, JIANG Weiwei^{1,2}

(1. Beihai Forecast and Disaster Reduction Center, MNR, Qingdao 266061, China;

2. Shandong Provincial Key Laboratory of Marine Ecological Environment and Disaster Prevention and Reduction, Qingdao 266061, China; 3. Shandong Provincial Marine Forecast and Disaster Reduction Center, Qingdao 266104, China)

Abstract: Shandong Province, one of the regions in China most severely affected by marine disasters, faces multiple challenges including diverse disaster types, extensive geographical distribution, high frequency of occurrence, and significant economic losses. Against the backdrop of global climate change, risks and destructive impacts of marine disasters such as storm surges and extreme waves have intensified, while emerging threats like marine heat waves and anomalous storm-induced water level surges further compound the situation.

收稿日期: 2025-02-28; 修订日期: 2025-08-15

基金项目: 北海局科技创新赋能海洋事业高质量发展三年行动方案项目(2023B12-YJC); 2024年山东省海洋软科学研究课题(202408); 2024年青岛市海洋科技创新专项(24-1-3-hygg-7-hy)。

作者简介: 冀承振, 工程师, 硕士, 研究方向为海洋观测预报和防灾减灾管理

通信作者: 焦艳, 高级工程师, 博士, 研究方向为海洋观测预报和防灾减灾管理

The prevention of marine disasters remains a pressing and complex task. Over the years of development, Shandong has established a provincial marine observation network integrating shore-based stations and buoys systems, progressively enhancing its marine early warning and forecasting capabilities. The province has also improved its disaster reduction services and emergency support systems. However, gaps persist in meeting the growing demands of marine economic development, including uneven development of marine forecasting capabilities across prefectural-level cities; insufficient precision in tailored marine forecasting products; inadequate coverage of observation stations for critical parameters in key regions; and limited adoption of advanced forecasting and disaster mitigation technologies. To address these challenges, Shandong should prioritize digital transformation, technological innovation, and systematic upgrades as core strategies. A multi-pronged approach is recommended to achieve intelligent, integrated governance of marine disasters, thereby comprehensively strengthening the province's resilience against marine hazards.

Keywords: Marine disaster prevention, Current status of development, Limiting factors, Countermeasures and recommendations, Shandong Province

0 引言

海洋灾害是指发生在海洋中的各种自然灾害,如风暴潮、巨浪、海啸等。在全球气候变暖大背景下,海浪、风暴潮等海洋灾害风险及破坏程度加剧,海洋热浪、风暴异常增水等海洋灾害事件也时有发生。海洋灾害不仅对海洋环境和生态造成破坏,更会给人类生命和财产安全带来威胁,因此世界各国都高度重视,不断优化和完善海洋灾害防治体系^[1],共同应对来自海洋的挑战。美国建立了从中央到地方、高效协同的防灾管理体系,依托强大的科研与技术支撑,建设了先进的观测与预警系统^[2],实时监测海洋环境变化,开展海啸、海冰、风暴潮、赤潮等海洋灾害的精准预测,加强社区参与和公众教育,形成全社会共同关注海洋灾害防范的良好氛围。日本也是海洋灾害频发的国家之一,在海洋灾害防范方面积累了丰富的经验和先进的技术,一方面建立了高效的灾害监测与预警机制,在全国范围内安装监测预报预警系统及地震、海啸监测预警系统^[3],对自然气象状态及各种地震、海啸活动进行24小时观测;另一方面高度重视由社区居民参与的海啸风险图编制,核心要素包含海啸疏散点、疏散路线、淹没程度及淹没时间等,同时在海岸线构建了防波堤和护岸墙等灾害防护设施,阻止海啸袭击。日本政府也高度重视防灾教育与演练,

以增强居民的避难和自救意识。这些举措共同构成了日本的海洋灾害防范体系,为减少海洋灾害的影响提供了有力保障。此外,丹麦、荷兰、新西兰等国家也高度重视海洋灾害防范工作,通过海洋观测和预警系统的建设,实时监测海洋环境的变化,通过数据分析和模型预测,准确预测海洋灾害的发生,为决策者采取有效的应对措施提供科学依据。

我国也是海洋灾害较为严重的国家之一,灾害种类多、分布地域广、发生频率高、造成损失严重。沿海各地区积极加强海洋预警监测体系建设,取得了海洋灾害防治方面的显著成效。例如,浙江省建成100余个海洋观测站(点),预报区域已覆盖所有沿海县(市、区),推出了全国第一家省级海洋预报网。福建省持续建设完善涵盖“沿岸—港湾—台湾海峡”的业务化海洋观测网,建设了全国首个省级海洋智能网格预报业务系统。广东省持续开展海洋观测网建设,建设了全国首个海洋减灾综合示范区。海南省实现了地波雷达表层海流观测环岛全覆盖。这些举措都为应对海洋灾害起到了积极作用。此外,国内学者针对海洋灾害防范也开展了广泛研究。郭敬等^[4]对比分析了浙江省28个沿海县(市、区)各项减灾能力现状与不足,并提出了对策建议;英晓明等^[5]给出了广东省风暴潮海洋灾害风险防控对策建议;周圆等^[6]则探讨了机构改革背景下的广东省海洋灾害应急管理;韩雪等^[7]探讨了江苏主要海

洋灾害特征及防灾减灾对策; 王军等^[8]对上海海洋防灾减灾体系建设进行了研究; 曾剑等^[9]以温州市为例, 探讨了海洋灾害“四级联动”应急管理体系。

山东省同样面临台风、风暴潮、海浪等多种海洋灾害, 且发生频率高, 对经济和社会发展造成了严重影响^[10]。例如, 2019 年台风“利奇马”导致山东省直接经济损失约 21.63 亿元; 2022 年受风暴潮和近岸浪的影响, 损失达 11.9 亿元。在全球气候变化背景下, 海洋灾害的频率和强度呈上升趋势, 加之沿海基础设施和民生产业的脆弱性, 山东省面临的海洋灾害风险愈加突出。本研究通过梳理山东省海洋灾害特征、现有防范能力与制约因素, 提出了山东省海洋灾害综合防范能力提升的对策建议。

1 山东省海洋灾害特征

1.1 海洋灾害损失区域分布

根据历年发布的《中国海洋灾害公报》数据, 统计了 2014—2023 年山东省海洋灾害造成的损失情况 (表 1)。山东省主要的海洋灾害为风暴潮、海浪和海冰, 2014—2023 年各类海洋灾害造成直接经济损失约 40.76 亿元。其中, 风暴潮灾害损失总计为 379 727.87 万元, 占总损失的 93.15%; 海浪灾害损失总计为 8 598.90 万元, 占总损失的 2.11%; 其他灾害 (如海冰、绿潮、海岸侵蚀等) 损失总计 19 300.00 万元, 占总损失的 4.74%。损失较大的两次风暴潮过程分别为 1909 号“利奇马”台风风暴潮和“221003”温带风暴潮。其中 1909 号“利奇马”台风风暴潮过程造成直接经济损失达 216 334.44 万元, “221003”温带风暴潮过程造成直接经济损失达 113 039.27 万元。

表 1 2014—2023 年山东省海洋灾害损失统计

Table 1 Statistics of marine disaster losses in Shandong Province from 2014 to 2023

年份	主要致灾原因	直接经济损失 / 万元
2014	风暴潮、海冰	14 900.00
2015	风暴潮	4 400.00
2016	风暴潮	17 550.81
2017	风暴潮、海浪	1 033.00

续表 1

年份	主要致灾原因	直接经济损失 / 万元
2018	风暴潮	6 193.01
2019	风暴潮	216 334.44
2020	海浪	194.10
2021	风暴潮、海浪	27 048.35
2022	风暴潮、海浪	119 973.06
2023	无	0.00
总计		407 626.77

从海洋灾害影响的区域来看, 东营市海洋灾害造成的直接经济损失最大, 2016—2023 年直接经济损失总和达到了 15.45 亿元, 其次是滨州市、潍坊市和烟台市, 分别为 10.76 亿元、7.61 亿元和 4.13 亿元 (图 1)。这与风暴潮灾害经常发生在莱州湾、渤海湾海域密切相关。

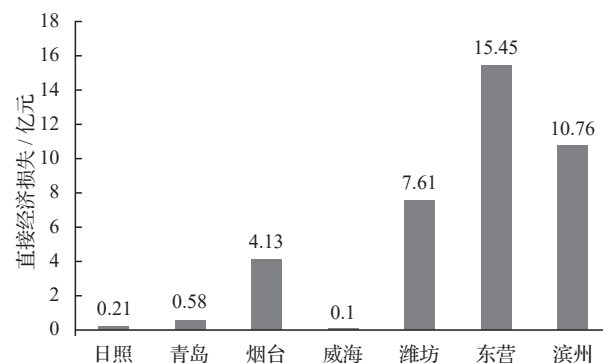


图 1 山东各地市 2016—2023 年海洋灾害直接经济损失总和
Fig.1 Total direct economic losses caused by marine disasters in various cities of Shandong Province from 2016 to 2023

1.2 海洋灾害危险性区划分布特征

山东省风暴潮、海浪、海冰等海洋灾害危险性区划分布呈现显著的地理差异。在风暴潮方面, 高危险区主要分布在渤海湾底部沿岸、莱州湾沿岸以及日照沿岸海域, 主要涉及滨州市的无棣县和沾化区, 东营市的河口区西部、利津县、河口区东部、垦利区、东营区和广饶县, 潍坊市的寿光市、寒亭区、昌邑市, 烟台市的莱州市和招远市, 日照市的东港区和岚山区等 15 个区市; 次高危险区主要分布在烟台市的龙口市、蓬莱区、福山区、芝罘区、

莱山区、牟平区,青岛市的黄岛区等区域,其他地区均为较低危险区。在海浪方面,山东省近岸没有海浪高危险区分布,海浪次高危险区主要集中在渤海海峡、黄海北部和黄海中部海域。山东半岛以东的黄海海域海浪危险性等级自西向东依次升高,半岛以北的渤海海域海浪危险性等级自南向北依次升高。在海冰方面,随着全球变暖加剧,山东沿岸海冰灾害发生频率降低,海冰灾害危险性等级呈现山东半岛北部沿岸、渤海湾沿岸和莱州湾南岸高,莱州湾东岸低的特征,总体呈现从西向东逐渐降低的趋势,山东半岛南部沿岸除胶州湾和丁字湾外,均为最低等级。

2 发展现状与制约因素

2.1 发展现状

山东省高度重视海洋灾害防治工作,建立了较为完善的海洋防灾减灾组织体系和制度体系,先后出台了《山东省海洋预报发布管理办法》《山东省海洋灾情调查评估和报送管理办法》《山东省风暴潮、海浪、海冰和海啸灾害应急预案》等规章制度,确立了业务运转机制框架。

在海洋观测方面,山东省已逐步搭建起了以岸基站、浮标、雷达等手段为主的省属海洋观测网,建立了省级和沿海七地市数据传输网络,各节点间实现了地面传输专线、北斗卫星数据传输系统、VPDN无线传输等多链路互联互通,实现辖区观测数据实时获取。建成了海洋观测数据实时监控系統,实时显示全省海洋观测网运行情况。建立了职责分工明确的全省海洋观测业务运行管理与维护机制,省、市、县相关单位依职责开展运行管理与技术支撑,确保海洋观测设施正常运行,为海洋灾害综合防范提供坚实的数据支撑。除此之外,交通、气象、海事、自然资源等相关部门,以及相关企业也在山东海域建立了岸基站、雷达站、浮标等观测设施,获取的数据都可为山东省海洋灾害防御服务。

在海洋预报服务方面,山东省已构建起较为完善的数值预报体系,引入同化技术和人工智能算法,提升海洋灾害预报的准确性和时效性。基于这

些技术,建立了高分辨率网格化预报系统,特别针对近岸复杂地形条件下的港区和养殖区等区域开展了精细化预报服务。每日开展海浪、潮汐、海温等各类预报产品的制作,面向地方社会公众发布海洋预报,在门户网站、App、微博、公众号、短视频平台等传统媒体和新媒体发布海洋预报产品,为各级各部门以及社会公众提供海洋环境预报保障服务。

在海洋减灾方面,完成了第一次海洋灾害综合风险普查,获取了风暴潮、海浪、海啸、海冰和海平面变化等海洋灾害的危险性及风险性分布特征。每5年组织开展一次全省警戒潮位核定工作,在重要岸段设立了风暴潮警戒潮位标识物。每年组织开展全省海平面变化影响评估,开展堤防、围填海、重点海岸侵蚀区的侵蚀强度评估。在黄河三角洲、胶州湾等生态敏感区设立海水入侵监测站,实现对氯离子浓度、地下水位等指标的连续监测。发布山东省年度海洋灾害公报,引导社会公众全面了解山东省海洋灾害情况。

2.2 制约因素

近年来,山东省已建立了“观测—预报—减灾”全链条的海洋灾害防范体系,但是相较国内其他沿海省市,依然存在省内各地市发展不均衡、部分能力弱等问题。在海洋观测方面,典型区域观测站位覆盖不足,海洋灾害高风险区域如山东北部莱州湾潍坊昌邑至烟台龙口一线观测站位分布较少;典型海洋要素如波浪的观测能力不足;部分海洋基础设施存在老旧失修的问题;观测数据应用共享不充分,各涉海部门之间存在“数据壁垒”。在海洋预报方面,各地市海洋预报能力发展不均衡,市级预报单位普遍缺乏专业的海洋技术人员,独立制作海洋预报的能力偏弱;海洋预报产品精准服务能力不足,对城市高风险区和重点隐患区的精细化预警能力不足;海洋预报产品信息接收渠道有限,受众范围狭窄;海洋预报技术有待进一步发展和应用。在海洋减灾方面,海洋灾害风险普查成果应用于海洋防灾减灾工作不够深入,海洋预报减灾新技术的应用不足;海洋防灾减灾宣教过于专业,过度依赖传统媒介与“摆摊式”活动,导致公众在风险认知

上形成“听得懂预警、读不懂危险”的认知断层。

3 对策建议

面对极端天气常态化与海洋经济高质量发展的双重挑战,必须把完善“分级负责、属地管理”的海洋灾害管理体制作为筑牢海上安全屏障的“先手棋”,以系统观念重构省、市、县三级事权与支出责任清单,充分发挥海洋预报减灾部门及技术支撑单位的“专、精、特”优势,通过制度创新与技术赋能双轮驱动,加快形成省市县纵向贯通、多部门横向协同、全社会共同参与的海洋减灾综合管理体系。

3.1 持续深化立体海洋观测网建设

整合优化提升全省海洋立体观测网,通过新建、迁建、升级等方式对海洋观测站点进行加密和优化调整,增加典型区域、典型要素观测站位建设,在灾害重点防御区、频发易发区、人口集聚区、重点产业园区、重点隐患区和沿海重大项目海域,尤其是渤海湾、莱州湾等海域,加密建设验潮站、近海平台站、浮标、岸基雷达等综合观测设施,提高近岸近海海洋观测密度。加强新型海洋观测装备的应用,针对海浪等典型观测要素,加强波浪谱浮标、S波段雷达等新型海洋观测方式和设备的应用。推进观测设施设备升级改造,开展全省海洋监测站点运行评估,根据评估结果开展针对性升级改造,推动观测装备迭代更新,发展智能化、小型化、低功耗、高可靠性的新型海洋观测装备,淘汰更换老旧设备,保证观测准确性。加强全省海洋观测资料的统一管理,逐步实现与国家观测网数据互联互通。

3.2 深入推进海洋预警预报技术发展

推动省市两级海洋预报机构体系建设,规范海洋预警预报信息发布和监管工作,加强省市海洋预报人员技能培训,选派骨干到国家或海区预报中心轮岗跟班,提高海洋预报技术水平。以高危险性、高风险性和隐患点密集重叠分布的重点岸段或承灾体为服务对象,开展有针对性的海洋预警服务。完善面向公众和保障对象的预警信息发布服务,依托微信公众号、视频号等新媒体矩阵,以及

城市地铁、大屏等公共资源,建立广覆盖立体化的预警信息发布手段,具备精准靶向预警信息发布能力,打通海洋预报发布的“最后一公里”。加强智能预报、耦合预报、数据同化、集合预报等先进预报技术研发和应用,构建以数值预报为核心、以检验评估为导向、无缝隙、全覆盖的精准海洋预报体系。打造预报一体化平台,实现海区一省一市海洋预报制作及管理互通,提升全省预报一体化联动水平。

3.3 不断提升海洋灾害风险防控能力

构建海洋灾害普查成果应用支撑体系,强化指导全省海洋灾害风险普查成果在灾害防治、规划编制和防灾减灾业务能力提升中的应用,对各类隐患区、风险区和防御区科学合理地划分“防”和“治”的范围。持续推进海洋灾害承灾体和风险源常态化调查,定期更新海洋灾害承灾体、风险源和隐患排查数据库,系统掌握其分布状况和减灾能力等基础信息。加强数字孪生等海洋减灾新技术应用,构建风暴潮漫堤漫滩淹没动态评估体系,开展多情景、多尺度、全链条的风险评估与韧性提升研究。建立多方参与的海洋防灾减灾宣传教育工作机制,结合全国防灾减灾日、全国海洋宣传日等,深入开展防灾减灾系列科普宣教活动。依托岸基海洋站,建设一批具有海洋特色的防灾减灾教育基地,开展沉浸式海洋科普宣传。在海洋灾害易发、多发区组织开展公众广泛参与的防灾避灾演练。充分利用网络、电视、户外大屏、流媒体等普及海洋灾害基础知识,扩大应急知识覆盖面,提高社会公众的海洋防灾避险意识。

4 结语

山东省是我国海洋灾害较为严重的省份之一,海洋灾害防范面临的形势依然严峻。海洋灾害防范应坚持以防为主,以数字赋能、科技创新、体系迭代升级为主要手段,完善海洋防灾减灾救灾协同联动机制,加快构建海洋灾害防范业务体系新格局,推进海洋灾害整体智治,着力构建与经济发展相适应的防灾减灾体制机制,实现从注重灾后救助向注重灾前预防转变、从应对单一灾种向综合减灾转

变、从减少灾害损失向减轻灾害风险转变,全面提升全社会抵御海洋灾害的综合防范能力,助力和保障经济社会高质量发展。

参考文献 (References):

- [1] 齐庆华. 基于国家海洋治理和全球气候变化的我国海洋灾害防治[J]. 海洋开发与管理, 2019, 36(2): 17-23.
QI Qinghua. Marine disaster prevention in China based on national marine governance and global climate change[J]. Ocean Development and Management, 2019, 36(2): 17-23.
- [2] 朱晓阳, 王项南, 路宽, 等. 关于美国观测技术创新和应用的借鉴和思考[J]. 海洋开发与管理, 2023, 40(10): 89-94.
ZHU Xiaoyang, WANG Xiangnan, LU Kuan, et al. Reference and thinking on the innovation and application of American ocean observation technology[J]. Ocean Development and Management, 2023, 40(10): 89-94.
- [3] 于福江, 吴玮, 赵联大. 基于数值预报技术的日本新一代海啸预警系统[J]. 国际地震动态, 2005, 4(1): 19-22.
YU Fujiang, WU Wei, ZHAO Lianda. New generation Tsunami warning system based on numerical forecast technology in Japan[J]. Recent Developments in World Seismology, 2005, 4(1): 19-22.
- [4] 郭敬, 车助镁, 金锴, 等. 浙江省县级海洋综合减灾能力评估研究[J]. 海洋开发与管理, 2022, 39(11): 90-96.
GUO Jing, CHE Zhumei, JIN Kai, et al. Evaluation of county-level marine comprehensive disaster reduction capacity in Zhejiang Province[J]. Ocean Development and Management, 2022, 39(11): 90-96.
- [5] 英晓明, 赵明利. 广东省风暴潮海洋灾害特征及风险防控对策研究[J]. 海洋开发与管理, 2020, 37(6): 30-33.
YING Xiaoming, ZHAO Mingli. The characteristics of storm surge marine disaster and countermeasures in Guangdong Province[J]. Ocean Development and Management, 2020, 37(6): 30-33.
- [6] 周圆, 赵明辉. 机构改革背景下的广东省海洋灾害应急管理[J]. 海洋开发与管理, 2019, 36(8): 42-48.
ZHOU Yuan, ZHAO Minghui. Marine disaster emergency management of Guangdong Province under the background of institutional reform[J]. Ocean Development and Management, 2019, 36(8): 42-48.
- [7] 韩雪, 黄祖英. 江苏主要海洋灾害特征及防灾减灾对策[J]. 海洋开发与管理, 2015, 32(9): 75-77.
HAN Xue, HUANG Zuying. Characteristics of major marine disasters and countermeasures for disaster prevention and reduction in Jiangsu Province[J]. Ocean Development and Management, 2015, 32(9): 75-77.
- [8] 王军, 张呈, 贝竹园. 关于上海海洋防灾减灾体系建设的思考[J]. 海洋开发与管理, 2020, 37(4): 23-28.
WANG Jun, ZHANG Cheng, BEI Zhuyuan. Marine disaster prevention and mitigation system for Shanghai[J]. Ocean Development and Management, 2020, 37(4): 23-28.
- [9] 曾剑, 金新, 陈甫源. 海洋灾害“四级联动”应急管理体系研究与应用[J]. 海洋开发与管理, 2018, 35(5): 77-82.
ZENG Jian, JIN Xin, CHEN Fuyuan. Emergency managing system of ‘four levels linkage’ for marine disasters and its application to Wenzhou[J]. Ocean Development and Management, 2018, 35(5): 77-82.
- [10] 温连杰, 江崇波, 马兆江, 等. 山东省 2010—2014 年海洋灾害概况及防御对策建议[J]. 海洋开发与管理, 2016, 33(6): 98-104.
WEN Lianjie, JIANG Chongbo, MA Zhaojiang, et al. The general situation of marine disasters in Shandong Province during 2010-2014 and the defense strategies[J]. Ocean Development and Management, 2016, 33(6): 98-104.