

# Study on the Warning of Giant Jellyfish Disaster in the Coastal Waters of Qingdao

LingJuan Wu, Tao Bai, Guiyan Liu

North China Sea Marine Forecasting Center of State Oceanic Administration, Qingdao 266061, China

## 青岛近海水母灾害预警方法研究

吴玲娟 白涛 刘桂艳

国家海洋局北海预报中心, 青岛 266061, 中国

### Abstract:

In this paper, with reference to emergency response and warning standard of marine ecological disaster such as red tide and green tide, the methods of external giant jellyfish disaster warning in the coastal waters of Qingdao have been studied according to jellyfish species, toxicity, distribution density, location and the possible arrival time for warning waters. According to their different characteristics, jellyfish disaster warning on bathing beach and water intake of power plant is divided into four levels, respectively, which represents different warning level with red, orange, yellow, and blue. Finally, this method has been demonstratively applied in the coastal waters of Qingdao.

**Keywords:** giant jellyfish disaster, warning, bathing beach, water intake of power plant

### 摘要

本文借鉴赤潮和绿潮等海洋生态灾害应急响应和预警标准,根据灾害水母种类、水母毒性、水母分布密度等指标,结合水母发生区域和可能到达预警区时间,研究青岛近海外来型水母灾害预警方法。根据青岛海水浴场和电厂取水口不同特征,将水母灾害警报分为4个等级,并分别用红、橙、黄、蓝等四种颜色表征其预警程度,并在青岛近海示范应用。

**关键词:** 大型水母灾害 预警方法 海水浴场 电厂取水口

### 1. 引言

在全球气候变化和人类活动影响下,海洋生态系统的结构与功能发生了很大变化,大型水母灾害发生频率与成灾种类不断增加,已严重影响了近海海洋渔业、沿海工业、滨海旅游业和海洋生态系统[1-5]。国内外水母灾害预警工作主要基于水母灾害监测信息对水母灾害进行预测和预警。韩国基于济州岛附近海域水母水母监测方法研究,于2011年正式建立水母监测体系,为预测水母运动趋势等提供重要信息。日本利用船舶、遥感、浮标等多源监测手段,随时获取海域大型水母的分布情况,经过汇总和处理成为可视化的水母实时分布与预报信息,及时发布给渔民和其它用海群众[6,7]。美国NOAA等研发太平洋黄金水母出现概率长期预报系统,定期发布水母预警报[8]。2012年,法国滨海自由城海洋实验室基于Berline等水母漂移模式[9]和监测结果,推出从马赛到芒通、从圣特罗佩到意大利边境的滨海海滩48小时在线水母预警系统,并在Medazur和jellywatch(<http://www.jellywatch.org/>)两家网站发布水母预报和分等级的警报,对各海滩的水母威胁程度进行打分,最低零分代表无危险,最高五分代表高度危险。

近年来,青岛近海大型水母连年暴发,成灾种类主要有海月水母、沙海蜇和白色霞水母。王世伟等[10]、孙松等[11]和张海彦等[12]的监测和研究结果认为青岛近海海月水母主要分布于胶州海湾内,能够在湾内自行自我补充并完成其生活史,可能属于原发型;沙海蜇和白色霞水母可能不是由本地水螅体和水母幼体发育,属于外来型的。国内外科学家水母灾害预测预警方面的研究和工作偏重于预测,对如何制定水母灾害预警没有具体的标准。本文借鉴赤潮、绿潮

等比较成熟的海洋生态灾害预警标准,针对外来型水母灾害,基于水母种类、毒性、水母灾害监测数据和水母漂移预测结果等对青岛近海外来型水母预警方法进行初步研究,并在青岛近海示范应用。

2. 国内海洋灾害应急响应及预警报标准

借鉴国内海洋生态灾害(绿潮、赤潮等)应急响应及预警报标准,结合水母灾害特征,初步建立了水母灾害风险等级预警方法。

2.1. 赤潮灾害标准和应急响应

按照赤潮灾害发生的影响范围、性质和对人类和敏感危害程度,赤潮灾害分为特别重大赤潮灾害、重大赤潮灾害、较大赤潮灾害和一般赤潮灾害四级(表1)启动相应的一级、二级、三级和四级应急响应。

2.2. 青岛市大型藻类预警标准

根据绿潮所在位置、分布面积、覆盖面积和未来三天影响区域等指标,海洋大型藻类灾害预警级别分为I、II、III、IV四级警报,颜色依次为红色、橙色、黄色和蓝色(表2)。

表 1 赤潮灾害标准

指标	赤潮灾害标准			
	特别重大赤潮灾害	重大赤潮灾害	较大赤潮灾害	一般赤潮灾害
近岸海域赤潮面积(平方公里)	≥5000(无毒); ≥3000(有毒)	3000<面积<5000 (无毒); 1000<面积<3000(有毒)	1000<面积<3000 (无毒); 500<面积<1000(有毒)	面积<1000(无毒); 面积<500(有毒)
近岸以外赤潮海域(平方公里)	≥8000(无毒); ≥5000(有毒)	5000<面积<8000 (无毒); 3000<面积<5000(有毒)	3000<面积<5000 (无毒); 1000<面积<3000(有毒)	面积<3001(无毒); 面积<1000(有毒)
对人类影响(因食用受赤潮污染的水产品或接触到赤潮海水)	身体严重不适病例报告100人以上,或出现死亡人数10人以上	出现身体严重不适病例报告50人以上、100人以下或死亡人数5人以上10人以下;	出现身体严重不适病例报告超过10人以上、50人以下,或出现死亡人数5人以下	无影响
对海域的影响	2天内可能影响社会敏感海域(如重大活动海域),或2天内可能影响经济敏感海域并可能造成5000万元以上的经济损失。	5天内可能影响社会敏感海域(如重大活动海域),或2天内可能影响经济敏感海域并可能造成5000万元以上的经济损失。	10天内可能影响社会敏感海域(如重大活动海域),或2天内可能影响经济敏感海域并可能造成1000万元以下经济损失。	无影响

## Risk Analysis and Crisis Response in Big Data Era (RAC-16)

表 2 青岛市大型藻类预警标准

指标	青岛市大型藻类预警标准			
	I 级预警 (红色)	II 级预警 (橙色)	III 级预警 (黄色)	IV 级预警 (蓝色)
海洋大型藻类面积 (平方公里)	分布面积 $\geq 8000$ ; 覆盖面积 $\geq 500$	分布面积 $\geq 7000$ ; $300 \leq$ 覆盖面积 $< 500$	分布面积 $\geq 5000$ ; $100 \leq$ 覆盖面积 $< 300$	分布面积 $\geq 3000$ ; 覆盖面积 $> 50$
聚集区分布情况	主要分布在大公岛与竹岔岛连线以北、团岛以东、石老人海水浴场以西的青岛市区南部海域	聚集区主要分布在大公岛与竹岔岛连线附近海域	聚集区最近处距离大公岛 10 海里以内	聚集区最近处距离灵山岛 10 海里以内
预计未来对海域影响	预计未来 3 天内将影响主要社会敏感海域 (如海上重大活动海域、风景旅游区、海洋自然保护区等)。	预计未来 7 天内将大规模进入青岛市区南部海域, 并可能影响管辖的社会敏感海域 (如海上重大活动海域、风景旅游区、海洋自然保护区等)	预计未来将 10 天内大规模进入大公岛以北海域, 并可能影响管辖的社会敏感海域 (如风景旅游区、海洋自然保护区、主要海水养殖区等)	预计未来 20 天内将大规模进入灵山岛附近海域, 并可能影响管辖的社会敏感海域 (如主要海水养殖区、海洋自然保护区、风景旅游区等)。

### 3. 水母灾害预警方法研究

对于外来型水母, 青岛第一海水浴场和电厂取水口预警范围分为监视区和预警区 (图 1), 根据船舶航行一天往返实际距离为依据, 设置监视区域最大范围距离岸边 40km 以内 (图 1, 蓝色)。根据示范区一个潮周期最大运移距离为依据, 设置海水浴场和电厂取水口预警区 (图 1, 橙色线和粉色线所包含的区域) 最远范围距离。

#### 3.1. 海水浴场水母灾害预警等级划分及颜色表征

对于外来型水母, 根据灾害水母种类、毒性、分布密度等指标, 结合水母发生区域和到达预警区时间, 将水母灾害预警分为 4 级, 各级警报分别用红、橙、黄、蓝等四种颜色表征其预警程度 (表 3)。利用数值模式模拟未来对敏感海域的影响, 这也经常用于防洪、绿潮等灾害预警中[13]。当水母灾害监测区内出现水母单点最大密度大于或等于 1 (个/

公顷), 对水母进行漂移预测, 并发布海水浴场水母灾害预报产品。

- 1) 水母灾害红色警报: 当监测区内出现有毒水母单点最大分布密度大于或等于 5000 (个/公顷) 或者无毒水母单点最大分布密度大于或等于 10000 (个/公顷), 预计未来 1 天内对预警区 (海水浴场) 构成影响时, 发布水母灾害红色警报。
- 2) 水母灾害橙色警报: 当监测区内出现有毒水母单点最大分布密度大于或等于 500 (个/公顷) 或者无毒水母单点最大分布密度大于或等于 1000 (个/公顷), 预计未来 2 天内对预警区 (海水浴场) 构成影响时, 发布水母灾害橙色警报。
- 3) 水母灾害黄色警报: 当监测区内出现有毒水母单点最大分布密度大于或等于 50 (个/公顷) 或者无毒水母单点最大分布密度大于或等于 100 (个/公顷), 预计未来 3 天内对预警区 (海水浴场) 构成影响时, 发布水母灾害黄色警报。
- 4) 水母灾害蓝色警报: 当监测区内出现有毒水母单点最大分布密度大于或等于 5 (个/公顷) 或者无毒水母单点最大分布密度大于或等于 10 (个/公顷), 预计未来 4 天内对预警区 (海水

浴场)构成影响时,发布水母灾害蓝色警报。

3.2. 电厂取水口水母预报警报等级划分及颜色表征

对于外来型水母,根据灾害水母的种类、密度等指标,结合水母发生的区域、可能到达预警区时间,结合青岛电厂取水口特征,将水母预报警报分为4个等级,其中各级警报分别用红、橙、黄、蓝等四种颜色表征其预警程度(表4)。当监测区内出现水母单点最大分布密度大于或等于20(个/公顷),对水母进行漂移预测,同时发布电厂取水口水母灾害预报产品。

- 1) 水母红色警报:当监测区内出现水母单点最大密度大于或等于20000(个/公顷),预计未来1天内对预警区(电厂取水口)构成影响时,发布水母红色警报。
- 2) 水母橙色警报:当监测区内出现水母单点最大密

度大于或等于2000(个/公顷),预计未来2天内对预警区(电厂取水口)构成影响时,发布水母橙色警报。

- 3) 水母黄色警报:当监测区内出现水母单点最大密度大于或等于200(个/公顷),预计未来3天内对预警区(电厂取水口)构成影响时,发布水母黄色警报。
- 4) 水母蓝色警报:当监测区内出现水母单点最大密度大于或等于20(个/公顷),预计未来4天内对预警区(电厂取水口)构成影响时,发布水母蓝色警报。

表3 青岛海水浴场水母预警级别

指标	海水浴场水母预警级别							
	红色警报		橙色警报		黄色警报		蓝色警报	
毒性	有毒	无毒	有毒	无毒	有毒	无毒	有毒	无毒
分布密度(个/公顷)	5000	10000	500	1000	50	100	5	10
影响预警区时间(天)	≤1	≤1	≤2	≤2	≤3	≤3	≤4	≤4

表4 青岛电厂取水口水母预警级别

指标	电厂取水口预警级别			
	红色警报	橙色警报	黄色警报	蓝色警报
分布密度(个/公顷)	≥20000	≥2000	≥200	≥20
预计影响预警区时间(天)	≤1	≤2	≤3	≤4

4. 水母灾害风险等级预警方法应用

2013年7月18日在青岛黄岛—胶南外海发现沙海蜇,密度1.1个/公顷,利用水母监测信息和业务化运行的海洋大气环境动力场,启动水母应急漂移集合预测模型[14],结果发现沙海蜇主要向偏北方向运动,经过胶州湾口,影响胶州湾附近海域。从不同时刻影响范围(图1)可以看出水母(沙海蜇)第一、二天未影响到第一海水浴场预警区,第三天开始进入第一海水浴场预警区,并影响到电厂取水口预警区,第四天开始进入电厂取水口预警区,发布水母灾害预报。

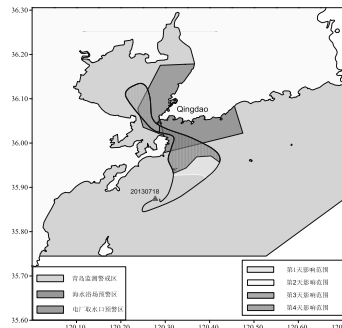


图1 2013年7月18日水母集合预报未来4天影响范围

### 5. 结论

本文借鉴国内海洋生态灾害(赤潮、绿潮等)应急响应及预警预报标准,初步建立了外来型水母灾害风险等级预警方法。该方法针对外来型水母,根据灾害水母的种类、密度等指标,结合水母发生的区域、预计

标准类似,可以采用数值模拟方法进行漂移预测。该方法将在未来水母灾害监测和预测预警示范应用中逐步改进,也可在其他海域的海水浴场和电厂取水口进行适用和推广,也为原发型水母的预警方法的研究提供参考。水母预警方法研究可为今后水母灾害

### Acknowledgements

This study was supported by the National Special Research Fund for Non-Profit Marine Sector (No. 201005018) and open found of Key Laboratory of Ocean Circulation, Institute of Oceanology, Chinese Academy of Science (KLOCAW1403).

### 致谢

本研究得到了国家海洋局海洋公益性行业科研专项(201005018)和中国科学院海洋环流与波动重点实验室开放基金(KLOCAW1403)。

### 参考文献

- [1] Brodeur, R D, C E Mills, J E Overland, et al. Evidence for a substantial increase in gelatinous zooplankton in the Bering Sea, with possible links to climate change. *Fish Oceanogr.*, 1999, 8(4): 296-306.
- [2] Mills, C E. Jellyfish blooms: are populations increasing globally in response to changing ocean conditions?. *Hydrobiologia*, 2001, 451: 55-68.
- [3] Nagai T. Recovery of fish stocks in the Seto Inland Sea. *Mar. Pollut. Bull.*, 2003, 47: 126-131.
- [4] Greve W. The 1989 German Bight Invasion of *Muggiaea Atlantica*. *ICES J. Mar. Sci.*, 1994, 51(4): 355-358.
- [5] 程家骅, 李圣法, 丁峰元, 严利平. 东、黄海大型水母暴发现象及其可能成因浅析. *现代渔业信息*, 2004, 19(5): 10-12.
- [6] Moon, J H, I C Pang, J Y Yang, W D Yoon. Behavior of the giant jellyfish *Nemopilema nomurai* in the East China Sea and East/Japan Sea during the

未来到达预警区时间,分析青岛电厂取水口或海水浴场等典型海域特征,将水母预警报分为4个等级。该方法预计未来到达预警区的时间与绿潮警报

预警报标准的建立提供基础,使水母灾害预警报更科学化、标准化、制度化,有利于绿潮灾害的准确分级和预警报的及时发布,对我国管辖海域的绿潮监测和预警业务有重要的科学意义和实际应用价值,对保护海洋环境有重要意义。

summer of 2005: A numerical model approach using a particle-tracking experiment. *Journal of Marine Systems*, 2010, 80(1-2): 101-114.

- [7] Kyoungsoon, L, B S Bae, I O Kim, W D Yoon. Measurement of swimming speed of giant jellyfish *Nemopilema nomurai* using acoustics and visualization analysis. *Fisheries Science*, 2010, 76(6), 893-899.
- [8] Brown C W, R R Hood, Z Li, M B Decker, T F Gross, J E Purcell, H V Wang. Forecasting system predicts presence of sea nettles in Chesapeake Bay. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 2002, 83(30): 321-326.
- [9] Berline L, B Zakardjiana, A Molcarda, Y Ourmièresa, K Guihoua. Modeling jellyfish *Pelagia noctiluca* transport and stranding in the Ligurian Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 2013, 70(1): 90-99.
- [10] 王世伟, 张光涛, 孙松等. 2011年夏季胶州湾三种大型水母的种群动态研究. *海洋与湖沼*, 2012, 43(3), 471-479.
- [11] 孙松. 对黄、东海水母暴发机理的新认知. *海洋与湖沼*, 43(3), 406-410.
- [12] 张海彦, 赵亮, 魏皓. 青岛外海夏季水母路径溯源研究. *海洋与湖沼*, 2012, 43(3), 662-668.
- [13] Li S J, Xie Y X. Utilization of Flood Simulation Technique in Urban Flood Warning-A Case Study on Fuzhou. *Journal of Risk Analysis and Crisis Response*, 5(2), 2015, 120-128.
- [14] 吴玲娟, 高松, 刘桂艳, 白涛. 青岛近海大型水母漂移集合预测方法研究. *海洋预报*, 2015, 32(2): 62-71.