

烟台港风暴潮灾害及其预报

刘学萍 邹积庆 李洪业 唐功瑞

(山东省烟台市气象局, 264001)

提 要

作者综合 20 多年烟台港水文和气象资料,着重从气象与海洋的结合上探索了风暴潮的生成机制和一般特征,并应用 1980—1992 年的实测水文资料及数值天气预报资料,在天气形势分型的基础上,进行分类,选取因子,建立风暴潮客观、定量、自动化预报系统,投入烟台海洋气象台业务使用,有一定实用性。

关键词: 风暴潮 生成机制 预报

烟台港位于山东半岛北部芝罘湾内,面临黄海,向东开口,北与辽东半岛隔海相望,东临威海,西傍庙岛群岛,为渤海的门户,是军、渔、商、贸综合性港口。烟台港经历了 7203、7303 和 9216 号强热带风暴造成的风暴潮袭击的教训,港口潮汐及风暴潮预报日益受到社会各界的关注和重视。因此研究风暴潮的特征及规律,探求预报方法,建立预报服务系统,做好风暴潮的预报服务有着极其重要的意义。

1 烟台港风暴潮概况

风暴潮系指由于强烈的大气扰动——如强风和气压骤变等所招致的海面的异常升高现象。由于获得的海洋增水资料有限,为增加样本容量,故把增水 $\geq 55\text{cm}$ 作为一次风暴潮统计。烟台港 1980—1992 年 $\geq 55\text{cm}$ 的增水过程有 73 次(见表 1),从表中看出烟台港增水具有明显的季节性,主要发生在冬半年(10 月—次年 3 月)占 77.3%,这正是强冷空气活动的季节。增水值一般在 80cm 以下,超过 100cm 的很少,13 年只出现一次,由热带风暴诱发。

2 风暴潮灾害

风暴潮引起的灾害居海洋灾害之首。在天文大潮期间,如遇持久而强劲的向岸大风,

加之有利的地形,很容易引起潮灾。热带风暴引起的风暴潮威胁最大,极易造成综合性、毁灭性灾害,历史上有据可查的烟台风暴潮灾害就有 53 次。9216 号热带风暴引起的风暴潮,潮水暴涨,超过警戒水位 269cm(1994 年确定警戒水位为水尺零点以上 390cm,按规定超过警戒水位 82cm),增水极值达 124cm。疯狂的海潮冲堤破坝,吞并虾池,侵袭渔港、田野、村庄。造成 4000ha 虾池冲毁绝产,1146 条船只受损,3300ha 扇贝绝产或严重减产,4 千万袋扇贝苗付之东流,1 万余间房屋倒塌,死亡 6 人,40 多人下落不明,直接经济损失 10 多亿元,仅芝罘区直接经济损失 7.9 亿元。

表 1 烟台港历年各增水高度出现次数统计

增水高度 /cm	月份												合计
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
55—80	8	6	8	5	2	3	1	2	1	8	10	10	64
80—100	2		3		1					1	1		8
100—150									1				1
合计	10	6	11	5	3	3	1	2	2	9	11	10	73

3 造成风暴潮的环流形势特征及成因

资料统计表明,引起烟台港增水的主导风向是东北风。通过对 1980—1992 年 73 年增水过程分析,在黄海和山东半岛东部沿海,前期有较强的东南大风,再转为持久的东北

大风,在风的作用下产生的风海流使海水不断的涌入烟台港,引起增水。增水幅度大小、增水时间长短与天气系统有着密切关系。本文以地面天气形势为主,高空形势为辅,对产生风暴潮的天气形势归纳为冷锋类、气旋类、热带气旋类三种类型(见表2)。其中以冷锋类影响最多。

表2 历年各月各种天气系统造成风暴潮次数

天气系统	月份												合计	百分比
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
冷锋	2	2								1	2	3	10	13.7
冷锋配气旋	7	6	6	3	1					8	8	6	45	61.6
气旋类	1	3	2	2	3	1	1	1		1	1		16	21.9
热带气旋类								1	1				2	2.7

3.1 冷锋类

此种类型引起风暴潮的频率最高,约为75%,80cm以上的增水有7次,最大增水为87cm。水位变化不剧烈,多发生在冬半年。

3.1.1 冷锋型

增水前一天08时地面图上,贝加尔湖附近有一完整的冷性高压,河套以东地区有东北西南走向的冷锋,华北一带气压梯度较大。高空700hPa内蒙古和河套地区有低槽与之配合,锋区上大气斜压性强,高空环流趋向度较大,冷空气随锋区爆发南下,造成山东半岛北部海面东北大风(图1)。这种形势下增水幅度一般不超过70cm,最大增水仅67cm。 ≥ 55 cm连续增水时间11小时。多发生于冬季,初春、深秋成灾机会很少。

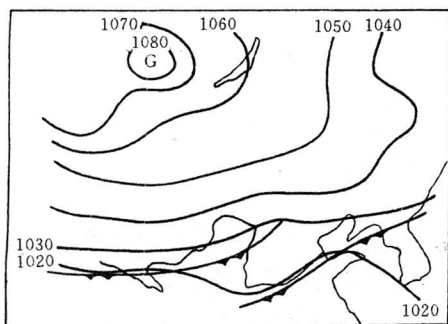


图1 1987年11月26日08时地面图

3.1.2 冷锋配合气旋型

增水前一天08时高空700hPa图上,在华北一带有一冷槽,锋区较强(12—20℃/5纬距),槽前有明显的暖平流输送。地面图上贝加尔湖附近有一完整的闭合冷高压,115°E以东、长江口以北有气旋或发展的低压,使黄、渤海气压梯度加大,风力增强。气旋前方较强的东南大风使黄海南部、中部海水大量涌入黄海北部,转东北风后,又涌入烟台港造成增水,形成较严重的风暴潮。

如1981年3月23日,气旋位于河套地区,贝加尔湖、日本海分别有一高压中心,山东半岛、渤海、黄海吹5—6级的偏东风。24日08时(见图2)气旋东移,从江苏北部入海,黄、渤海气压梯度加大,转东南风且风力增强到6—7级阵风9级。24日17时气旋位于山东半岛东北部沿海,渤海海峡、黄海北部转为东北风,20时左右东北风达7—8级,阵风10级。海水涌向山东半岛北部沿岸,致使烟台港潮位迅速增高。水文资料表明,24日10时增水已超过50cm,19时超过80cm,最大增水87cm出现在20时和23时,80cm以上增水持续了6个小时。随着冷锋南下,东北风减小,25日02时转为西北风5—6级,增水值开始下降,25日07时增水已降至55cm以下。说明烟台港持续东南大风时开始增水,转东北大风最大时也是增水最大的时刻,一旦转为西北风增水便开始下降,增水幅度与东北风的强弱有着密切的关系。

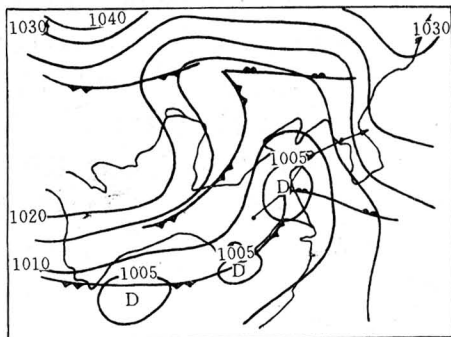


图2 1981年3月24日08时地面图

3.2 气旋类

气旋类引起的风暴潮占 21.9%，多集中在 3—6 月，占该类的 62.5%。增水前一天 08 时地面图上，30—40°N、110—125°E 有气旋或低压生成(图 3)，黄海吹东南大风，使海水向黄海北部及渤海堆积，随着气旋的东移，气旋中心位于山东半岛或山东半岛与朝鲜半岛之间时，黄海北部由东南大风转为东北大风，使烟台港迅速增水。这时如遇天文大潮，极易出现风暴潮。这种天气形势多产生于春季和初夏季节，增水强度较大，最大增水 83cm；增水时间长，连续增水 55cm 以上最长为 27 小时。

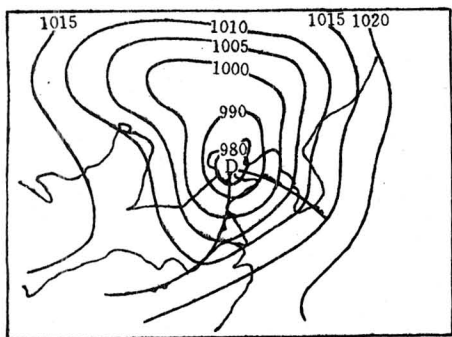


图 3 1983 年 4 月 26 日 08 时地面图

3.3 热带气旋类

1971—1992 年有 17 次热带气旋影响烟台港引起增水，平均每年 0.8 次，但增水 > 70cm 的有 3 次，超过 100cm 有 1 次，极值为 124cm，为 9216 号热带风暴所致。

对烟台港具有破坏性的风暴潮灾害主要是热带气旋造成的。因为热带气旋是发源于热带洋面上强大而深厚的气旋性涡旋，它本身的能量要比温带气旋大得多。虽然移到北方后其强度减弱，但若有冷空气加入会使其再度加强。热带气旋东侧是强大的副热带高压脊，二者之间为强劲的东南风，使海水在黄海北部堆积，一旦热带气旋靠近山东半岛东部，转为东北风会使烟台港增水迅猛，如遇天文大潮则可造成严重的风暴潮灾害。

影响烟台的热带气旋多发生在 7—9 月

份，以 8 月份居多(7 月 5 次，8 月 8 次，9 月 3 次)。热带气旋引起的增水与它的路径、强度和周围天气系统配置有关。统计表明引起烟台港增水的热带气旋路径大致可分为登陆转向、登陆北上和北上三个类型(如图 4)。

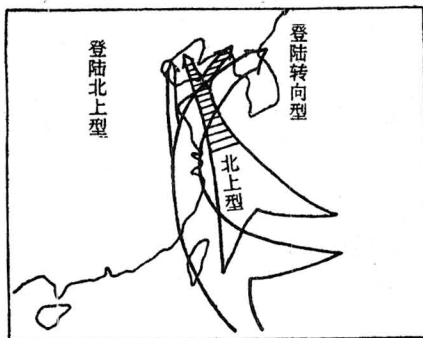


图 4 台风路径分类

3.3.1 登陆转向型

热带气旋从菲律宾以东洋面向西北方向移动，在福建、浙江一带沿海登陆北上，在苏北或山东南部入海向东北方向移动(见图 4)。该类型发生次数较多，中心靠近烟台，东北大风出现 2—7 小时后增水达到最大。热带气旋中心在 120°E 以西，36°N 以南移动，该港增水不超过 50cm；中心在 120°E 以东，37°N 以北增水显著，如 9216 号强热带气旋增水极值 124cm；超过 38°N 以北，该港转为西北风，则增水迅速减弱。

3.3.2 北上型

热带气旋从西北太平洋进入东海后在 125°E 以西北上，在山东半岛登陆或擦过山东半岛东部沿海北上、转向(见图 4)。该类增水最大出现在东北大风之后 5—10 小时左右，当热带气旋中心超过 38°N 以北增水开始减弱。

3.3.3 登陆北上型

热带气旋在福建、浙江一带沿海登陆后继续向偏北方向移动，在黄河口—莱州湾进入渤海。该类对烟台港增水一般不超过 50cm，因该港位于热带气旋移动路径的右侧，吹南—东南风，只利于海水在黄海北部堆

积,形成增水;但不会使烟台港海水暴涨。

4 风暴潮增水极值的预报

利用地面天气图和日本数值预报 FSFE02 和 FSFE03 图作为入型判断,采用逐步回归正交筛选法,建立气象因子与烟台港增水极值的经验回归预报方程,并进行微机自动化处理。如冷锋配合气旋型偏南类增水极值的预报:

起报条件:在 08 时地面天气图上,冷高压中心位于 $45^{\circ}\text{--}55^{\circ}\text{N}$, $88^{\circ}\text{--}110^{\circ}\text{E}$;气旋或低压中心位于 $30^{\circ}\text{--}40^{\circ}\text{N}$, $114^{\circ}\text{--}122^{\circ}\text{E}$ 。同时日本数值预报 FSFE02 或 FSFE03 图上气旋或低压中心位于 $30^{\circ}\text{--}40^{\circ}\text{N}$, $120^{\circ}\text{--}135^{\circ}\text{E}$;冷高压中心位于 $39^{\circ}\text{--}50^{\circ}\text{N}$, $105^{\circ}\text{--}115^{\circ}\text{E}$ 。

预报方程:

$$H = 7.17 + 0.19x_1 + 0.35x_2 - 0.09x_3$$

式中: H 为预报增水值,单位 cm。

x_1 为 14 时或 20 时地面天气图上 30710 (伊尔库次克)、44292 (乌兰巴托)、44231 (格尔斯)、44288 (阿尔拜)、44239 (布拉干)、44718 (科不多)、44212 (乌兰戈木)、44272 (乌利亚苏台) 8 站气压最高值,单位 0.1hPa。

x_2 为上述地面天气图上 54662 (大连)、

54776 (成山头) 二站平均气压的 12 小时变压,单位 0.1hPa。

x_3 为上述地面天气图上 54511 (北京)、54823 (济南)、53898 (安阳)、54857 (青岛)、58027 (徐州)、58221 (蚌埠)、58150 (射阳)、58238 (南京)、54662 (大连) 9 站气压最低值,单位 0.1hPa。

该型样本 23 个,复相关系数 0.88,通过 0.05 信度检验,平均拟合误差 14.6cm (其中两例高压数值偏高造成误差偏大),风暴潮预报的微机自动化处理及其它类型略。

5 结束语

影响风暴潮的因素诸多,本文着重从气象角度,也就是说从天气学角度研究了气象要素与风暴潮的关系,从气象与海洋的结合上探索了风暴潮的生成机制和它的一般特征,并建立了相应的预报方程,效果较好。预报关键区的确定借助于统计的概念,使用时需灵活掌握;由于获得的烟台港增水资料有限,只好把风暴潮增水幅度略有下浮,以尽量扩大样本容量。故预报的准确性与稳定性都受到限制,有待于我们今后进一步探讨,不断修改和提高。

A Research on Storm Surge Calamity and Its Forecast

Lui Xueping Zou Jiqing Li Hongye Tang Gongrui

(Yantai Meteorological Bureau, Shandong Province, 264001)

Abstract

Hydrological and meteorological data in Yantai port over twenty years are analysed. The mechanism of the genesis of storm surge and its general characteristics are studied mainly in view of the combined meteorological and oceanic influences. Applying the hydrological observations from 1980 to 1992 and the products of numerical weather forecast, the storm surges on different weather type are classified, and the factors are selected to build objective, quantitative, automated forecast system for storm surge. It had been proved to be useful such the system was used in service of Yantai Maritime Meteorological Observatory.

Key Words: storm surge genesis mechanism forecast