

滨海新区一次气旋型风暴潮的成因分析

徐明娥, 赵玉洁, 刘建军, 王万筠 (天津市滨海新区气象局, 天津 300457)

摘要 从天气系统、数值预报、风暴潮增水特征等方面, 对2008年8月22日滨海新区发生的一次风暴潮的原因进行了分析。分析表明, 由于黄海气旋在东移过程中引起渤海偏东风, 对滨海新区产生风增水, 同时黄海北部风增水造成的风暴潮波经渤海海峡呈逆时针传向渤海西岸堆积, 并与天文高潮位叠加, 实况潮位高达5.18 m。

关键词 风暴潮; 黄海气旋; 成因分析; 滨海新区

中图分类号 S424 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)05-02141-02

Analysis of A Storm Surge in Binhai New Area

XU Ming-e et al (Meteorological Bureau of Tianjin Binhai New Area, Tianjin 300457)

Abstract The causes for a storm tide in Aug. 22, 2008 in Binhai new area were analyzed from aspects of weather system, numerical prediction, storm time water increasing characteristics. The results showed that yellow sea cyclone cause east wind in Bohai during eastward process, at the same time, wind setup in north of Huanghai cause storm tide, and then storm tide accumulated in the west bank of Bohai and overlaid with astronomical tide. The live tide was up to 5.18 m.

Key words Storm tide; Yellow sea cyclone; Cause analysis; Binhai new area

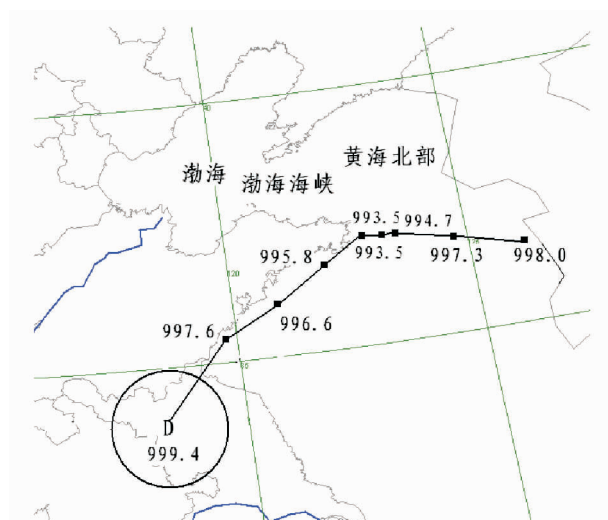
风暴潮是由强烈的大气扰动(如强风和气压骤变)所导致的潮位异常升降现象。风暴潮是天津沿海地区最为严重的自然灾害之一, 风暴潮灾一年四季均有发生^[1-4]。近50年影响天津滨海新区的风暴潮, 按天气形势将之分为冷锋型、台风(含热带风暴及热带低压)型、强孤立气旋型^[5]。热带气旋引起的台风风暴潮主要发生在6~9月份, 此类风暴潮增水较大, 且大多以风浪形式影响滨海新区^[6-8]。温带气旋多发生在10月~次年4月的冬、春季节。黄海气旋与日本海高压使得北黄海产生的风增水, 在经过渤海海峡后潮波逆时针旋转, 经辽东湾向渤海湾堆积, 增水从秦皇岛到滨海新区。其次, 黄海气旋影响时间较长, 北黄海风增水持续时间也较长, 使得增水持续在渤海堆积。

滨海新区位于渤海湾的西北角, 多数风暴潮是迎岸风与天文高潮位叠加而形成的。随着新区经济的飞速发展, 对自然灾害特别是风暴潮灾害的防御能力也提出了新的要求。经济发展水平越高, 对灾害的脆弱性也就越大, 风暴潮灾害造成的经济损失呈急剧增加的趋势。2008年8月22日滨海新区出现的一次风暴潮与以往不同, 这次风暴潮发生时, 滨海新区为持续的离岸风。笔者通过对造成这次特殊增水原因的分析, 为预报员积累经验, 提高对于相同天气类型下滨海新区增水的预报水平, 减小由重大风暴潮灾害带来的经济损失。

1 过程概况

1.1 天气系统 绝大部分为黄海气旋的生成源地主要集中在江淮和江南地区^[9], 此次造成滨海新区风暴潮的黄海气旋在江淮生成。高空500 hPa天气图上, 西风带中有较深的高空槽经青藏高原北部东移发展, 冷空气从偏西路径东移南下。地面图上相应冷锋从新疆经河西走廊东移南下, 8月20

日20:00冷锋前部有一个闭合低压, 且低压倒槽向北伸至河套, 逐渐向东南移动, 此时我国东部及南部地区均处于低压之中, 整个渤海海面转为偏东风, 黄海北部则处于低压前部、高压后部, 吹东南风。当倒槽移至江淮地区时, 冷锋进入倒槽。黄海气旋形成后随高空引导气流向东北移动。由于日本海高压的存在, 使得此时黄海海平面气压场表现为北高南低的形式。气旋入海后加强, 由21日20:00最低气压999.4 hPa到22日08:00 993.5 hPa, 下降了5.9 hPa(图1); 东北方向日本海高压阻挡, 北黄海西部气压值由1 008.2 hPa下降至1 000.0 hPa, 使得黄海海面气压梯度不断加大, 造成黄海持续较长时间的东南大风。



注: 黑点代表低压中心点, 每两点间隔3 h, 数值为最低气压。

图1 2008年8月21日20:00~22日20:00地面低压中心移动路径

1.2 数值预报 8月21日20:00各家数值预报产品对气旋的移动路径和强度预报不一致, 欧洲中心数值预报产品对气旋移动路径及强度的预报接近实况, T213在对黄海气旋中心移动路径的预报中, 22日08:00之前的预报情况与实际较为接近, 但08:00以后预报气旋继续向东北方向移动。

1.3 实际潮位及增水情况 由图2可见, 2008年8月22日

滨海新区有 2 次天文高潮及 2 次天文低潮,06:22 出现第 1 次高潮位 3.99 m,18:36 出现第 2 次高潮位 4.17 m,2 个高潮位之间的低潮为 13:13,天文潮位是 1.43 m。从涨潮到最高潮位所需时间约 5.3 h,落潮到最低潮位所需时间在 7 h 左右,涨潮历时小于落潮历时。实际潮位曲线,18:05 出现最高潮位为 5.18 m,超过天津警戒水位(4.90 m)0.28 m,增水 1.08 m,并且在天文高潮位时,实际潮位已经在缓慢降低。第 1 次高潮位后增水逐渐增加,在最低潮位时增水 0.81 m,在潮位回升阶段增水一直持续增加,16:41 出现最大增水 1.25 m 后增水逐渐减小。在最高潮位时持续了 20 min 左右的平潮,最高潮位出现时间较最大增水时间滞后 110 min。增水曲线在 22 日 12:00 之前表现比较缓和,12:00 之后到最高潮位出现时(16:41)增水曲线迅速上升,此阶段的天文潮位处于涨潮阶段。此次过程中 1.00 m 以上增水的持续时间在 4.5 h 左右,5.10 m 以上高潮位持续了 70 min。

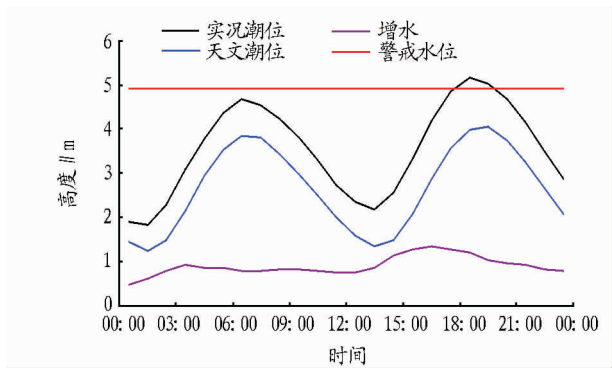


图 2 2008 年 8 月 22 日实际潮位及增水情况

2 成因分析

从此次风暴潮增水曲线中可以看到,风暴潮增水分 2 个阶段,11:00 之前增水曲线比较缓和,主要表现为风增水;11:00 之后增水值逐渐加大,16:41 出现 1.25 m 的最大增水,主要是由于黄海北部风增水逆时针经渤海海峡在风海流的输送下使海水在渤海西岸堆积,加上与天文高潮位时间接近,从而产生了这次风暴潮。以下对此次增水所表现的特征进行分析。

2.1 地面风场及海流特点 从地面气压场的实况可以看到,21 日 20:00~22 日 08:00 渤海海面处于低压北部,整个渤海海面吹向岸风——偏东风。21 日 20:00~22 日 17:00,滨海新区与低压中心压差从 5.1 hPa 增加至 12.8 hPa(表 1),气压梯度加大,风应力作用下造成滨海新区的增水;增水曲线图(图 3)上与之相对应的时段增水比较缓和,此时滨海新区的增水主要是风增水;与此同时,黄海北部则处于低压前部高压后部,所以黄海北部吹向岸风——东南风,气旋中心气压值与北黄海西岸之间的气压差略有增加,使黄海北部海面气压梯度加大,在风应力的作用下,海水向黄海北部沿岸堆积,造成较强增水。黄海北部风增水经黄海北部、渤海海峡由风海流向渤海输送。

随着气旋的东移,渤海逐渐转为气旋后部的偏北风,即离岸风,且风速逐渐减小;而黄海北部仍然维持东南大风,沿

岸风速加大,风增水仍持续。秦皇岛增水曲线(图 3)可以看到,秦皇岛最大增水出现在 22 日 15:00,比滨海新区最大增水早 100 min。由此看出黄海北部风增水造成的风暴潮波经渤海海峡呈逆时针转向滨海新区沿岸堆积。堆积的同时,滨海新区沿岸增水迅速,一方面渤海北部风增水向渤海不断输送,东南大风持续将近 20 h;另一方面,此时是滨海新区的涨潮阶段。在以上因素共同作用下,滨海新区产生了 5.18 m 的风暴潮。

表 1 滨海新区和黄海北部与气旋中心最低气压之间的气压差 hPa

时间	滨海新区	黄海北部
21 日 20:00	5.8	8.8
21 日 23:00	9.0	9.9
22 日 02:00	8.7	8.4
22 日 05:00	9.6	8.7
22 日 08:00	11.9	9.0
22 日 11:00	12.8	7.5
22 日 14:00	12.5	5.3
22 日 17:00	10.1	2.0

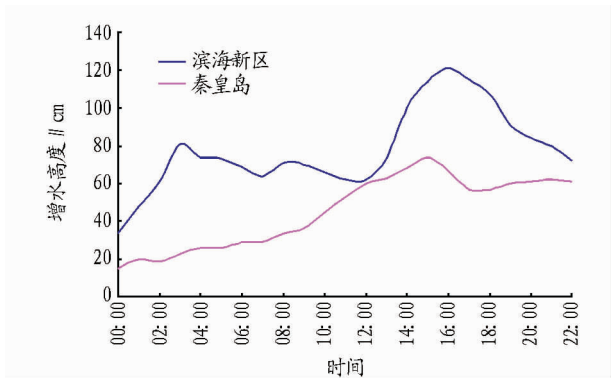


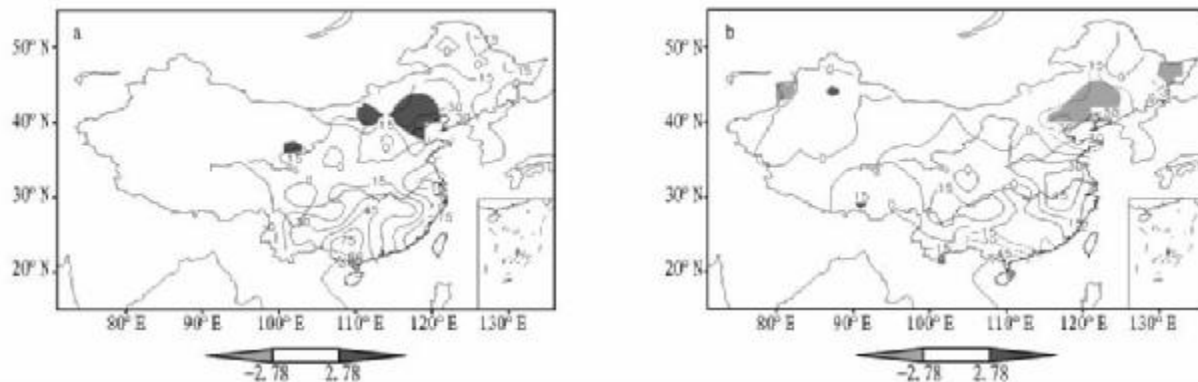
图 3 2008 年 8 月 22 日滨海新区与秦皇岛增水曲线

2.2 滨海新区增水达到极值点所需时间

根据浅海风暴潮模式,迎岸风暴潮位表达式为 $\zeta(l,t) = \frac{(1+m)\Gamma_a l}{2\rho gh} \{1 - \sum_{n=1}^{\infty} \frac{8}{\pi^2(2n-1)^2} \times \exp[-\frac{\pi^2 gh(2n-l)^2}{l^2 r} t]\}$,式中, t 为所需时间, Γ_a 为风应力, h 为水深, l 为海域长度, r 为湍阻尼系数。当 t 趋于无穷大时,且假定 $e^{-\pi} \approx 4\% < 1$ 则风暴潮波建立定常状态所需时间为 $t_{\infty} = \frac{l^2 r}{\pi^2 gh}$ 。由北黄海西岸到滨海沿岸距离大约为 630 km,取 $r = 10^{-4}/s$ 、 $g = 10 \text{ m/s}$ 、 $h = 20 \text{ m}$,代入上式后得到北黄海增水从北黄海经渤海海峡到滨海新区的时间为 17.5 h 左右,与滨海新区增水曲线所显示的所需时间基本一致。从上面的现象可以说明风暴潮波的运动与单站风向是否对当地增水产生反作用无关。

3 预报服务及灾情情况

滨海新区气象局于 8 月 22 日 11:10 参加全天津市天气会商时预测:受黄海气旋影响,考虑天文潮位较高,预计下午有 4.90~5.10 m 的高潮位。12:30 发现实况增水超过 1.00 m,通过对数值预报产品分析,得出黄海北部 6~7 级的偏东



注:阴影表示统计检验信度达 95%。

图 6 偏涝年(a)和偏旱年(b)全国 160 站降水距平合成(单位:mm)

3 小结

(1)通州区近 40 年平均气温总体呈上升趋势,四季气温变化以冬季增温最为明显。年平均最高气温和最低气温也呈上升趋势,最低气温比最高气温升温趋势更加明显,冬季比其他季节升温更加明显。气温变暖在 20 世纪 90 年代~21 世纪以来最为突出,可以以 20 世纪 80 年代末为分界线,70~80 年代为偏冷期,90 年代~21 世纪以来为偏暖期。

(2)近 40 年通州区降水量总体呈下降趋势,年际变化幅度较大。各个季节降水变化并不一致,其中春秋季节降水量略有增加,而冬夏季降水量则呈减少趋势,且以夏季降水量减少更为明显。近 10 年通州区旱重于涝,降水量除 2008 和 2009 年略高外,其余年份均处于多年平均值以下。

(3)通过对气温偏冷和偏暖年及降水偏多和偏少年的合成分析,发现通州区的变暖是在全国大范围内一致性变暖的背景下产生的结果,而降水量的减少则更多是局地环境变化的后果。

参考文献

[1] 王绍武. 近百年气候变化与变率的诊断研究[J]. 气象学报,1994,52

(3):261-273.

[2] 丁一汇,戴晓苏. 中国近百年来的温度变化[J]. 气象,1994,20(12):19-26.

[3] 王绍武,叶瑾林,龚道溢,等. 近百年中国年气温序列的建立[J]. 应用气象学报,1998,9(4):392-401.

[4] 陈隆勋,朱文琴,王文,等. 中国近 45 a 来气候变化的研究[J]. 气象学报,1998,56(3):257-271.

[5] 林学椿. 近 40 年来我国气候趋势[J]. 气象,1990,16(10):16-21.

[6] 陈隆勋,周秀骥,李维亮,等. 中国近 80 年来气候变化特征及其形成机制[J]. 气象学报,2004,62(5):634-645.

[7] 任国玉,郭军,徐铭志,等. 近 50 年中国地面气候变化基本特征[J]. 气象学报,2005,63(6):942-952.

[8] 蒋淑芳,李小泉. 近三十年我国气候异常的初步分析[J]. 气象,1985(7):20-24.

[9] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术[M]. 北京:气象出版社,2007:36-39.

[10] 翟盘茂,任福民. 中国近四十年最高温度变化[J]. 气象学报,1997,55(4):418-429.

[11] 魏凤英,曹鸿兴,王丽萍. 20 世纪 80~90 年代我国气候增暖进程的统计事实[J]. 应用气象学报,2003,14(1):78-86.

[12] 任国玉,吴虹,陈正洪. 中国降水变化趋势的空间特征[J]. 应用气象学报,2000,11(3):322-330.

[13] 贺俊艳,朱紫明,刘晶,等. 通辽市近 40 年气候变化特征及趋势分析[J]. 内蒙古农业科技,2011(3):89,93.

(上接第 2142 页)

大风仍将持续,气旋强度、位置没有明显变化,下午天文高潮时仍将维持超过 1.00 m 左右的增水。以电话、传真及短信的形式向沿海相关单位发布高潮位预警服务,天津港各公司启动了防潮预案。15:30 从最新潮位及增水曲线图中可预测 17:00 以后潮位将超过 5.10 m,并再次向政府及相关单位发布预警服务。由于预报及时,天津港区低洼地区的货物及大型设备都做了必要的处理,没有造成明显的经济损失。

4 小结

(1)黄海气旋东移及日本海高压阻挡,使得黄海北部气压梯度逐渐加大,风应力作用下产生增水。风时较长,使风增水经黄海北部、渤海海峡在风海流的输送下造成了海水在渤海西岸的持续堆积,加上与天文高潮位叠加,引起滨海新区 5.18 m 的高潮位。

(2)此次风暴潮是在滨海新区持续 17 h 的偏北风(离岸

风)的背景下产生的,分析发现由黄海气旋影响在滨海新区产生的风暴潮与单站风的相关系数较低。

参考文献

[1] 吴少华,王喜年,宋珊,等. 天津沿海风暴潮灾害概述及统计分析[J]. 海洋预报,2002(1):29-35.

[2] 张鹏,张锦文,王喜年. 天津沿海风暴潮实时监测预报系统[J]. 海洋预报,2002(1):16-23.

[3] 段志华. 再析天津渤海沿岸风暴潮特性及防御减灾对策[J]. 海洋预报,2002(1):43-50.

[4] 刘凤树,王喜年. 渤海风暴潮初步探讨[J]. 海洋科学集刊,1984(3):1-17.

[5] 王万筠,殷海海,赵玉洁. 近 50 年滨海新区风暴潮及强增水个例分析[J]. 天津航海,2007(2):66-69.

[6] 王月宾. 渤海西岸致灾风暴潮的统计预报模型[J]. 气象,2007(9):40-46.

[7] 段志华. 天津渤海沿岸风暴潮特性分析及防御对策[J]. 海洋预报,1995(2):37-41.

[8] 段志华. “92.6”天津特大风暴潮的危害及预防[J]. 海河水利,1993(1):16-17.

[9] 李兆洋,杨克明. 江淮气旋[R]. 中央气象台技术报告,1988.