

基层台站关于温带气旋诱发风暴潮的预报与检验

郑丽娜, 靳 军

(山东省东营市气象局, 山东 东营 257091)

摘 要:本文利用地转风计算公式、增水公式和日本数值预报产品相结合的方法,计算由温带气旋诱发渤海湾风暴潮时的增水值,并结合天文潮资料,估算高潮位。应用该预报方法对渤海湾发生的“070304”风暴潮个例进行检验,预报值与实测值基本相当,是基层台站较实用的一种风暴潮预报方法。但此方法是否适用于其它造成风暴潮的影响系统有待于进一步求证。风暴潮的发生与风向、风速关系密切,一般当渤海湾盛行东北风或偏东风,且风向维持时间较长、风速较大时,易造成风暴潮的天气。日本数值预报产品对渤海风向、风速的预报对预报渤海的大风有较好的参考价值。

关键词:渤海湾; 风暴潮; 日本数值预报产品

中图分类号:P443 **文献标识码:**A **文章编号:**1003-0239(2009)01-0070-06

1 引言

在现代天气预报工作中,数值预报产品被广泛应用于天气预报业务中,对提高天气预报准确率,特别是灾害性天气的预报至关重要。风暴潮作为沿海地区的一种自然灾害,是由台风、温带气旋、冷锋的强风作用和气压骤变等强烈的天气系统引起的水面异常升降现象,又称风暴增水或气象海啸。与之相伴的狂风巨浪,可引起水位暴涨、堤岸决口、农田淹没、房摧船毁,酿成灾害。对于这类灾害性天气,基层台站多年来一直没有可使用的数值预报产品,对于风暴潮的预报基本凭主观经验判断。

渤海湾位于 $38^{\circ}\sim 39^{\circ}\text{N}$, $117.5^{\circ}\sim 119^{\circ}\text{E}$ 的海域,面向渤海敞开呈喇叭形状,又是浅海大陆架^[1]。在春、秋季节的3,4月份和10,11月份出现风暴潮的几率较大,大约占全年总次数的63%^[2]。而导致风暴潮的天气系统又以温带气旋为主。2007年3月4日渤海湾发生了50年一遇的由温带气旋诱发的风暴潮,本文对这次个例预报经验进行总结,为今后此类风暴潮预报提供参考。

2 资料来源

近几年来,渤海湾中建立了桩西、孤东、刁口、海港等几个自动站(见表1)。根据地形、地貌相似程度,潮汐资料选用刁口站、海港站2005年至今的逐日逐时资料,并以它

收稿日期: 2007-11-13

作者简介: 郑丽娜(1971-),女,高级工程师,从事天气预报与服务工作。

表 1 渤海湾 4 个验潮站的地理坐标

	桩西	孤东	刁口	海港
纬度(° E)	38.13	37.93	38.02	38.07
经度(° N)	118.83	119.06	118.62	118.92

们的资料对渤海湾的情况进行分析和检验。

3 温带气旋诱发风暴潮的预报方法

渤海湾要产生风暴潮,就必须有引起增水的主要风向偏东风,而增水的量值主要与某一时段的平均风速和大风持续时间有关^[3]。因而,我们在做温带气旋诱发风暴潮的预报时,首先计算海面平均风速,再计算平均东风风速,最后根据平均东风风速计算增水值。

3.1 平均东风风速的计算

选根据朱乾根等^[4]提供的地转风公式,计算出地转风:

$$V_g = -\frac{1}{f\rho} \frac{\Delta p}{\Delta n} \quad (1)$$

式中 f 为地转参数, ρ 为大气密度, ΔP 为气压差(hPa), Δn 为纬距。应用日本高桥^[5]计算出的摩擦系数,得到海面平均风速:

$$V_h = 0.65V_g \quad (2)$$

因为渤海的范围在 $35^\circ \sim 45^\circ \text{N}$ 内,为便于计算,所以规定:

$$V_h = 6.2255 \frac{\Delta p}{\Delta n} \quad (3)$$

平均东风风速的计算:

$$V_e = V_h \cos(90 - \theta) \quad (4)$$

式中 θ 为风的来向与正北方向的夹角。

3.2 增水预报值和风暴潮最高潮位的计算

借鉴王月宾^[6]建立的风速对渤海增水的计算公式,在平均东风风速大于 $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 且小于 $18 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 时,采用下面经验公式计算增水极值:

$$\Delta H = 3.4V_e + 6.2 \quad (5)$$

当平均东风风速大于 $18 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 时,采用下面经验公式计算增水极值:

$$\Delta H = 5.3V_e + 6.2 \quad (6)$$

式中 ΔH 为增水值(cm), V_e 为平均东风风速($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)。

最后计算风暴潮最高预报潮位(Hg)为:

$$Hg = \bar{H} + \Delta H \quad (7)$$

\bar{H} 为历年平均潮位。

4 “070304”渤海湾风暴潮的天气分析

2007年3月4日,温带气旋产生后东移诱发地面低压生成,造成渤海存在持续的偏东大风而产生风暴潮的天气过程。由 Micaps 中 T213 数值预报产品提供的 700hPa 实况流线资料,绘制出图1。由图1可以清楚地看到温带气旋的移动路径:4日02时温带气旋在河南省的孟津附近生成后,沿黄河向东北方向移动,中心位置基本在黄河的南部边沿。4日08时中心到达山东省菏泽市境内,东-西向直径大约1600km,水平范围比较庞大,气旋东侧的东南气流影响到黄海和渤海海域,为黄海海水涌入渤海提供了有利的风向条件。4日14时,气旋中心到达山东省淄博市境内。气旋继续向东北方向移动,对黄海和渤海的影响也随之达到最强。20时,气旋中心到达威海市东侧,渤海湾的潮位逐渐下降。随着气旋的继续东移,对渤海湾的影响逐渐减弱,风暴潮警报随之解除。

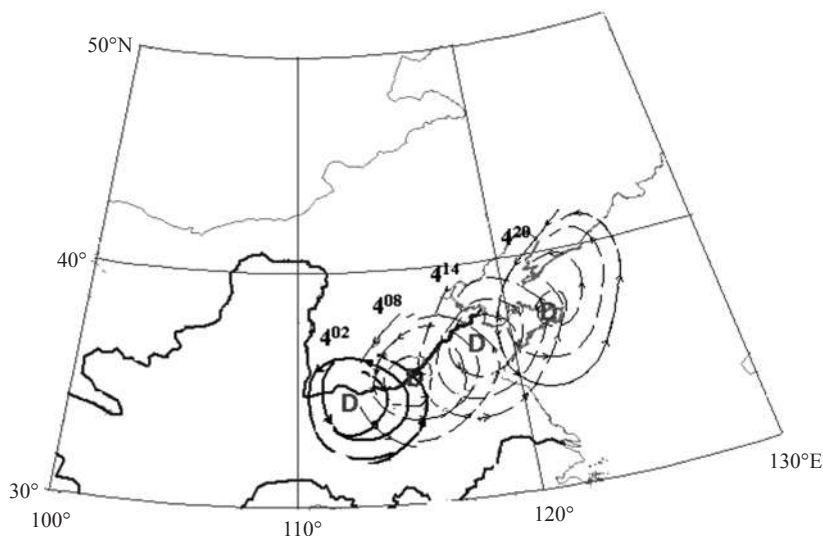


图1 2007年3月4日02时~20时温带气旋移动示意图

(带箭头的实线与虚线均为700hPa流线)

5 “070304”渤海湾风暴潮的预报

在基层台站应用最多的数值预报产品是日本传真图,许多专家学者对其预报效果检验表明^[7-9],日本传真图有较好的预报能力。根据对当地资料统计检验表明,日本传真图对渤海及其沿海的风预报效果较好。利用2.1中的(1)式计算地转风时,以35°~45°N,

115°~130°E 为关键区, 取日本数值预报当天 E02、E03 图, 在关键区内取气压梯度最密集的平均气压线走向的切线方向为大风平均风向。在这关键区内, 沿切线垂直方向读取任意 5 个纬度距离气压差, 计算出地转风。2007 年 3 月 3 日我们利用 Micaps 提供的日本传真图(见图 2), 按照本文 2 节中公式(1)~(7), 计算 4 日 08 时地转风 V_g 为 24.902m/s, 平均东风风速 V_e 为 23.006m/s, 可能增水极值 ΔH 为 128.1cm, 最高潮位 H_g 为 220.7cm。这个预报潮位明显高于警戒水位, 再加上 E02、E03 图预报偏东风持续时间较长, 且正值天文大潮期间, 所以果断发布了渤海湾将有风暴潮的预报结论。

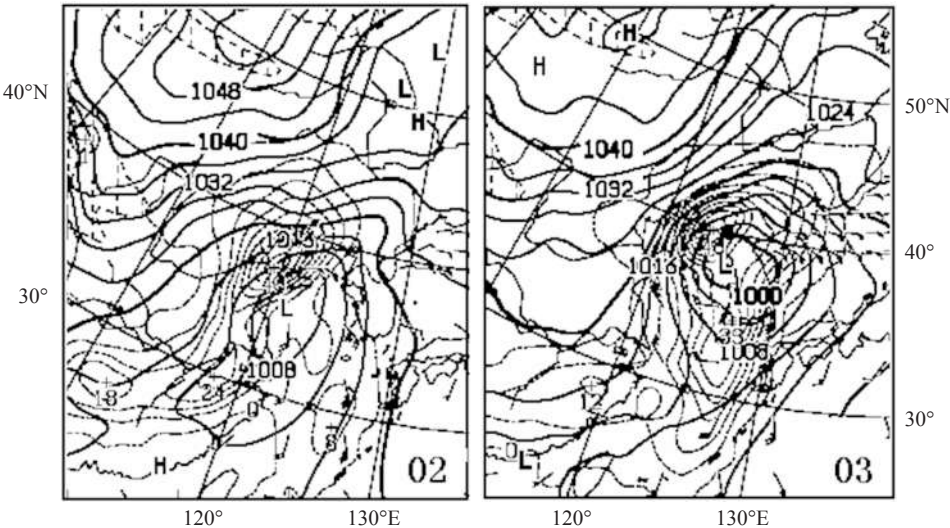


图2 2007年3月3日日本传真图JFSFE02与JFSFE03

6 “070304”渤海湾风暴潮的检验

6.1 增水值与潮位的检验

2007年3月4日从天津市北塘到山东省威海一带沿海都出现了80~300cm的温带风暴增水, 其中烟台莱州港增水最明显为202cm (见表2)。由表2可见, 渤海湾沿岸平均增水为147.3cm, 与我们的预报值128.1cm比较接近。选取表2中3个验潮站的最高潮位值, 计算其算术平均值为239.9cm, 比我们的预报值220.7cm高19.2cm。可见采用上面2节介绍的方法预报渤海湾风暴潮有很大的实用价值。

6.2 风向、风速的检验

按照日本数值预报产品的预报, 温带气旋诱发地面低压闭合环流形成后、中心气压

表2 2007年3月3~5日渤海沿岸最大风暴增水(单位:cm)

	天津塘沽站	羊角沟站	烟台莱州港	平均
最大增水	115	125	202	147.3

加深并向东北方向移动，3日下午其外围开始影响渤海，使得渤海内偏东风盛行，4日凌晨到10时随着地面低压中心接近成山头，偏东风在这一时间段风速达到最强。这样，黄海北部受低压影响盛行偏南风，渤海海峡盛行东南风，而渤海盛行偏东风。这种风向的转换，促使黄海北部的海水涌入渤海海峡后，灌入渤海，从而造成渤海的水位将迅速上涨。

6.2.1 实际风向、风速的变化特点

为了说明日本数值预报对这次天气风向、风速的预报效果，选取了渤海湾沿岸刁口和海港两个自动站的观测资料，绘制出图3~4。从图3中可以看出，在历时34个小时内，海港站风向集中在第一象限，刁口站风向也以第一象限为主，说明渤海湾沿岸存在持续长久的向岸风，这点与日本数值预报一致。这是造成风暴潮的关键因素。

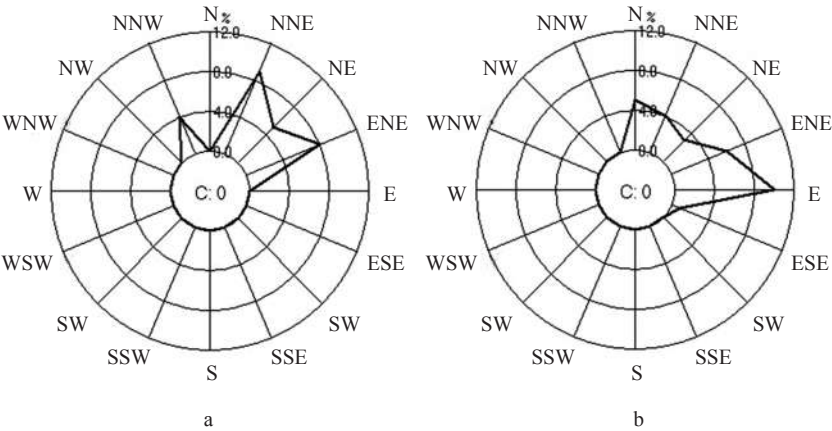


图3 2007年3月3日14时~4日24时刁口(a)和海港(b)自动站风向频率玫瑰图

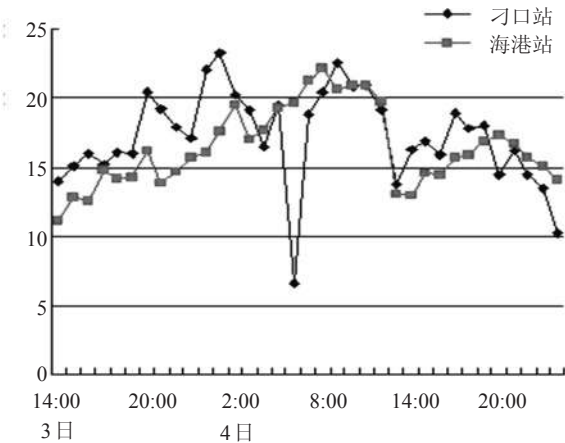


图4 2007年3月3日14时~4日24时刁口、海港自动站每小时极大风速时序图

结合图4可以看出:①刁口站和海港站每小时的极大风速超过15m/s的时次占到总时次的75.7%。说明渤海湾沿岸在近30个小时内存在持续的7级大风。由于海上风力一般大于陆上风力1~2级,在这个时间段内,渤海上的风力可达8~9级;②4日1时和08时左右,刁口站和海港站先后达到了两个较明显的风速峰值,风速达到了23m/s以上。这个时间段也是风暴潮最凶猛的时候;③海上出现的大风时间段与日本数值预报的结果比较接近,只是日本数值预报是一天中08时、20时两个时次的预报结果,若求精确的大风起止时间就需要用外推的方法来获得,这样就存在一些人为的误差;④刁口站在4日06时极大风速迅速降为6.6m/s,风向也由东北转为西南,经查这一时次的传输信息有误。

7 小结

(1) 基层台站运用地转风和增水公式计算最大增水极值和估算最高潮位的方法简单可行,且预报效果较好。但是本文仅就温带气旋引发的风暴潮个例进行了验证,是否适用于其它的影响系统有待进一步求证。

(2) 风暴潮的发生与风向、风速关系密切。渤海与黄海持续存在强大的适宜风向和风速,至使渤海湾沿岸存在持久的向岸大风,是产生风暴潮的关键。

参考文献:

- [1] 胡欣,景华等. 渤海湾风暴潮天气系统及风场结构个例分析. 气象科技, 2005, 33(3):235.
- [2] 张晓龙,李培英,刘月良. 黄河三角洲风暴潮灾害及其对滨海湿地的影响. 自然灾害学报, 2004, 15(2): 10-11
- [3] 王月宾. 渤海西岸致灾风暴潮的统计预报模型. 气象, 2007, 33(9):43-45.
- [4] 朱乾根,林锦瑞,寿绍文,等. 天气学原理和方法(第三版)[M]. 北京:气象出版社, 2000: 35-37.
- [5] 高桥浩一郎. 气象集志[J]. 1939, 17: 317.
- [6] 王月宾. 渤海西岸致灾风暴潮的统计预报模型. 气象, 2007, 33(9): 43-45.
- [7] 张建海,诸晓明. 数值预报产品和客观预报方法预报能力检验[J]. 气象, 2006, 32(2):58-63.
- [8] 王雨. 2004年主汛期各数值预报模式定量降水预报评估[J]. 应用气象学报, 2006, 17(3):316-324.
- [9] 高松影,孙连强. 日本数值预报产品在丹东地区降水预报的检验和评估[J]. 气象, 2006, 32(6):79-83.