

# 一种远海转向型台风的风暴增水特点初析 ——以1419“黄蜂”为例

马林芳<sup>1</sup>, 卢美<sup>2</sup>

(1.温州海洋环境监测中心站,浙江台州318016;2.浙江省海洋监测预报中心,浙江杭州310007)

**摘要:** 通过浅析1419号超强台风“黄蜂”影响期间,台州沿海在偏北风作用下风暴增水持续升高的原因,并对2000年以来类似在127°~132°E之间远海转向,且在韩国或日本九州岛登陆的5个同类型台风过程的风暴潮增水进行统计分析。结果表明:在偏北风或离岸风作用下的增水,开尔文波对其作用较大;受此类台风影响,台州沿海各测站高潮位增水均达到50 cm以上,而海门站过程增水均达到1 m以上,风暴潮过程最大增水出现在台风即将登陆或登陆以后。

**关键词:** “黄蜂”;远海转向;风暴潮;统计分析

**中图分类号:** P731.23 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-0239(2017)06-0065-08

## 1 引言

台州沿海是浙江省风暴潮灾害重灾区之一,据统计对台州市沿海造成重大风暴潮影响的台风主要有登陆福建北部、浙江和在浙江近岸转向3种类型。根据卢美等<sup>[1]</sup>对浙江海门站风暴潮增水特征的分析,认为近岸转向型热带气旋一般都在124°E以西转向时,会对台州沿海产生较大幅度的增水,而且当台风移动到28.68°N以北时,增水幅度开始减小。然而类似1419号超强台风“黄蜂”这类最西位置在24 h警戒线(127°E)和48 h警戒线(132°E)区间内转向的台风影响台州期间,其最大潮位增水出现时,台风中心位置已移动到30°N以北。此类台风中心在日本、韩国周边时台州沿海出现最大增水的热带气旋,很容易让新手预报员放松警惕,忽视其增水影响。但往往此类高潮位风暴增水能达到50 cm以上的热带气旋,会在天文大潮时出现超警戒潮位的情况,对沿海居民出行造成影响,也会对低洼地带造成一定的经济损失。本文试通过对健跳站、海门站、沙港头站等的风暴潮过程最高潮位和最大增水数据进行统计和分析,以及对台风“黄蜂”个例的

初步分析,得到此类热天气旋在台州沿海岸段引发风暴潮的特征,以便为此类风暴潮预报累积经验。

## 2 资料及相似台风选取

### 2.1 资料引用

风暴潮资料选自健跳站、海门站两个水文站和沙港头站(代表玉环西部岸段,此站建站时间较短,仅有近几年的两个热带气旋过程资料)1个海洋站;台风定位资料选自温州台风网;风速、风向、海浪代表测站选取大陈海洋站。观测站点分布图见图1。

坎门站是台州沿海历史最久的主要潮汐代表站,但根据马林芳等<sup>[2]</sup>对坎门站风暴过程进行分析,发现增水极值出现时间与天文高潮重合的占73%,尤以南登型和近岸转向型最为突出,增水极值均出现在高潮时间。据分析,坎门站由于验潮井所处地形等原因,致使该站过程最大增水几乎均出现在天文高潮时段。因此,本文未对坎门站的资料进行分析。

### 2.2 相似台风选取

本文选取了2000—2014年在127°~132°E之间

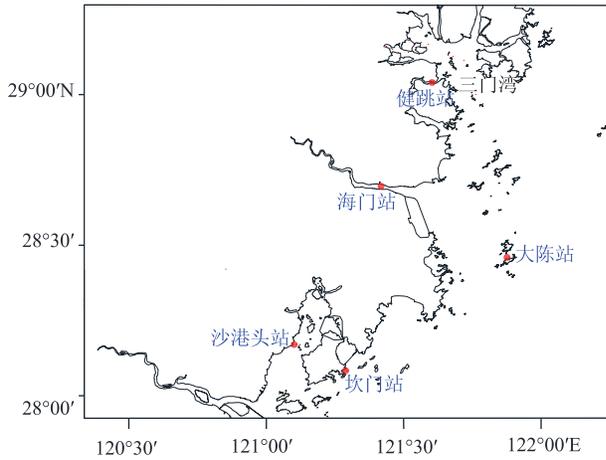


图1 观测站点示意图

(在 24 h 警戒线和 48 h 警戒线间), 过程强度达到台风级别以上, 并在该区间转向后在韩国南部沿海或日本九州岛登陆的 0215 号“鹿莎”、0417 号“暹芭”、0514 号“彩蝶”、1216 号“三巴”、1419 号“黄蜂”等 5 个热带气旋(见图 2)。

### 3 超强台风“黄蜂”影响期间基本情况分析

#### 3.1 “黄蜂”基本情况

1419 号超强台风“黄蜂”于 10 月 1 日在马绍尔群岛西南部海面上生成, 前期“黄蜂”沿西西北方向

移动, 9 日凌晨 2 时(北京时, 下同), “黄蜂”移动路径转向偏北, 12 日 15 时在 126.9°E、29°N 开始转向东北方向移动, 逐渐远离中国沿海, 13 日 08 时 30 分在日本沈崎市登陆。

在台风逐渐北进过程中, 北方有较强冷空气南下, 10 月 8 日起, 北方较强冷空气南下影响台州沿海地区, 使地面气压场一直维持北高南低的形势, 台州沿海风力较大, 9 日上午开始出现平均风 7 级以上大风。

此次系统主要特点: 一是“黄蜂”移速较慢, 台风位于 28°N 以南时, 速度基本维持在 12~15 km/h; 二是台风强度强, 超强台风级别维持了 67 h; 三是在“黄蜂”逐渐北上期间, 北方较强冷空气南下与其配合影响台州海域。

#### 3.2 风暴潮增水情况

根据验潮站资料, 健跳站于 10 月 10 日上午出现最大 50 cm 以上的增水, 之后随着台风的北上以及转向, 增水值逐渐增大, 13 日 09 时出现 147 cm 的最大过程增水, 12 日 22 时 35 分, 出现高潮位最大增水 106 cm, 本次过程中, 健跳站 9—12 日的 4 个早高潮均超当地警戒潮位。

海门站于 9 日上午开始出现 50 cm 以上的增水, 后逐渐增大, 至 13 日 10 时出现 176 cm 的最大过程增水, 12 日 22 时 45 分, 出现高潮位最大增水 95 cm, 本次过程中, 海门站 10—12 日的 3 个早高潮均超当地



图2 远海转向型台风路径图(引自: <http://www.wztf121.com/>温州台风网)

警戒潮位。

沙港头站于10日上午出现50 cm以上的增水,后逐渐增大,13日07时出现122 cm的最大过程增水,12日23时18分,出现高潮位最大增水112 cm。本次过程中,由于影响初期正值天文大潮期,沙港头站从7日的晚高潮开始到13日的早高潮,其潮位均超当地警戒潮位。

### 3.3 风暴潮特征及成因分析

“黄蜂”风暴潮过程增水曲线如图3(图中竖直虚线为台风登陆时间)所示,健跳站、海门站、沙港头站3站的增水类型均为波动型增水,过程增水具有明显的潮汐周期波动特征,增水幅度逐日增大;增水幅度较大,海门站增水幅度比其它两个站更甚;增水的波峰均出现在涨潮时段;沿海测站最大增水出现台风登陆日本前后2 h内;各测站过程最大增水均超过110 cm,高潮位最大增水也在95~110 cm间(此数据由温州中心站计算得出)。

一般来说,导致风暴增水的主要因素包括波浪

作用和大气作用,而“在浅水区的大陆架上,对风暴潮波增幅的贡献,风应力效应相对于气压梯度力效应占优势”<sup>[3]</sup>。波浪的辐射应力对近岸风暴增减水起着十分重要的作用,在近岸波辐射应力作用方向与风的作用方向相同,从而加强了增水效应<sup>[4]</sup>。从图4中可以看出,自9日上午开始,大陈站平均风7级以上大风持续时间超过90 h,在此期间台州沿海潮位也由于持续NNE大风的作用,风暴增水幅度也随之不断增大。但12日中午开始风力有所下降,风向也由前几日的NNE大风转为N风,至12日20时开始平均风力下降至5—6级;而且从波浪资料看(见图5),12日下半夜开始波高也已在逐渐减小;从台风移动路径上看,12日15时开始,台风移速加快并向东北方向移动逐渐远离台州沿海,在这种各项利于台州沿海增水的要素都减弱的情况下,台州沿海各站的增水在持续增大。12日晚高潮期间,台风中心位置位于128.2°E、30.4°N左右(10月12日23时),台州沿海各测站出现此次过程的高潮位最大增水;在台风登陆日本枕崎市前后即13日07时—10

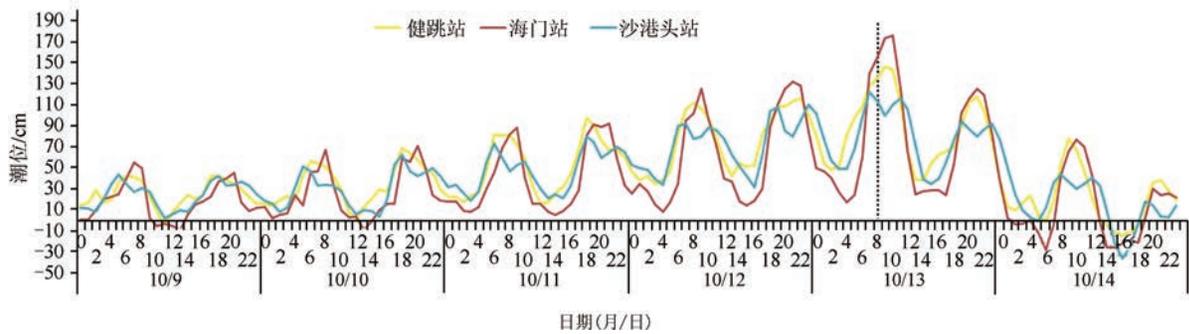


图3 台风“黄蜂”影响期间各站过程增水图

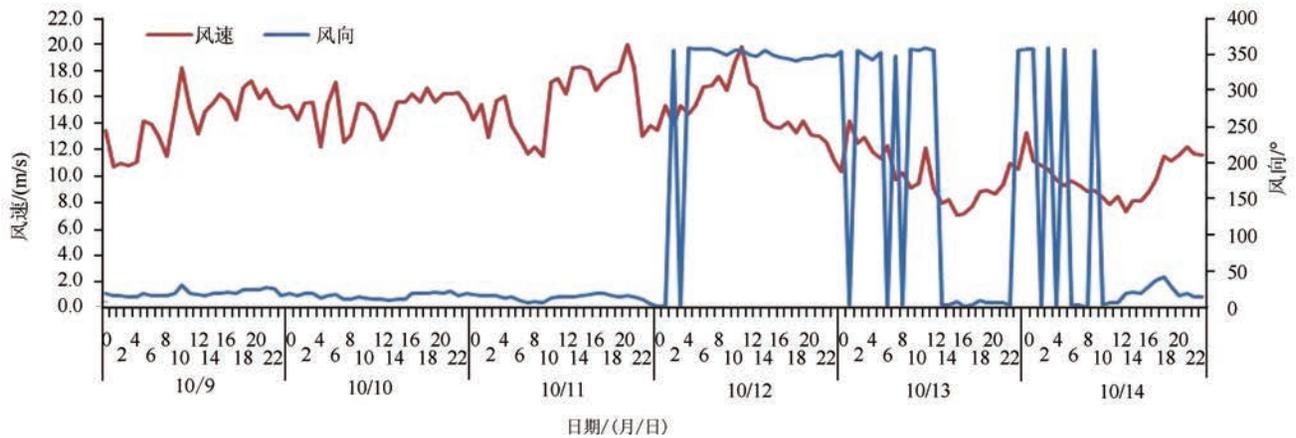


图4 台风“黄蜂”影响期间大陈站风向和风速

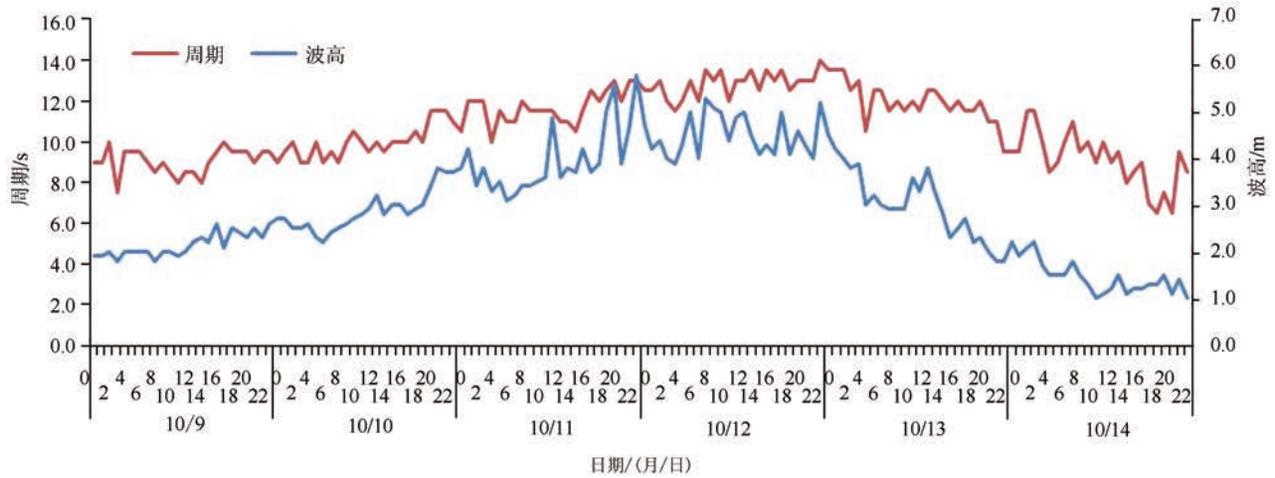


图5 台风“黄蜂”影响期间大陈站有效波高及对应周期

时,台州沿海各测站出现了此次过程的最大增水。

由于10月12日、13日为农历十九、二十,因此我们可以排除由于天文潮潮差加大造成天文潮和风暴潮相互作用加强导致的增水加大<sup>[5]</sup>。在北半球开尔文波沿西边界向赤道传播<sup>[6]</sup>,当前进的长波与开尔文波方向一致即自北向南传播时,在科氏力作用下水体会向岸堆积,使得潮水增幅增大,在岸边产生增水。13日凌晨开始风力和波高均在明显的减小的情况下,波周期基本维持减小不明显。另外根据Etopo1水深数据,计算台州沿海区域的平均水深约为17 m。根据开尔文波的理论 $v = \sqrt{gh}$ ,可以计算得到开尔文波的传播速度为13 m/s。我们根据验潮站的增水数据计算两个验潮站的滞后相关,从而估算风暴潮的传播速度。选取选取10月9日12时—13日16时这一段计算两站的滞后相关(以海门站为参考)。从图6可以看出-1和0的相关系数都为0.94,从两个站的增水曲线可以看出键跳站比海门站增水要早,两站的滞后时间为1 h。由于两站距离约为42 km,因此风暴潮的传播速度约为11.7 m/s,这个值和计算的开尔文波的速度基本吻合。两者造成的误差可能来自水深数据等。因此,我们初步认为造成此次风暴潮过程最大增水是开尔文波的作用所致。也可以解释为风暴潮过程属于“外来风暴潮”,即“风暴扰动中心不进入研究水域,而在其相邻海域移行扰动,引起研究水域产生风暴潮”<sup>[7]</sup>。

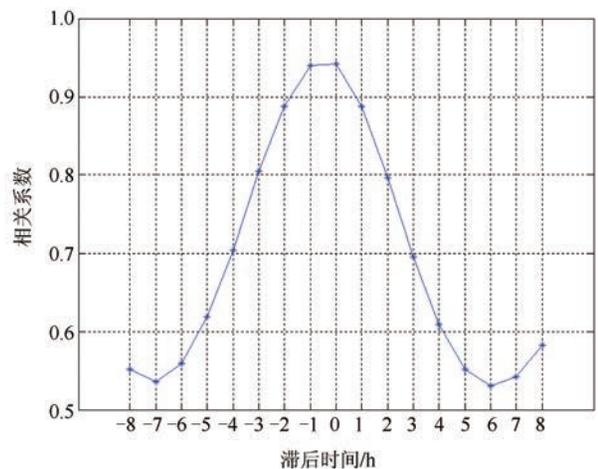


图6 海门站和健跳站两站滞后相关关系

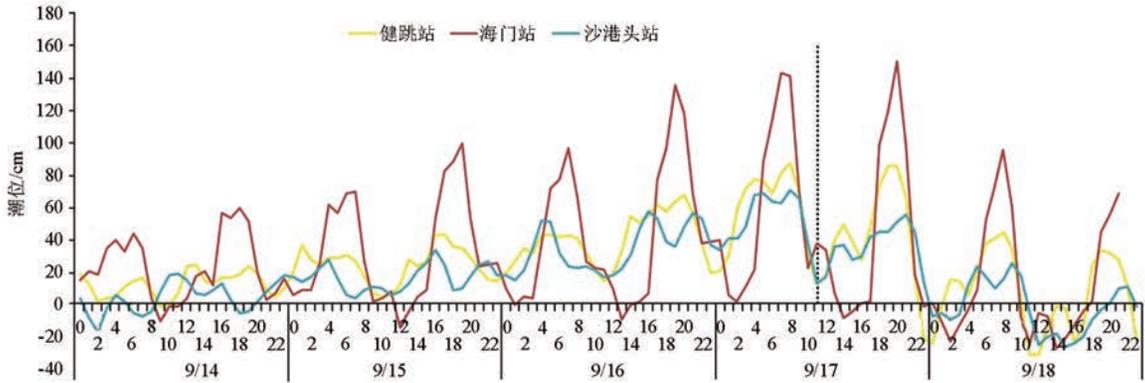
#### 4 类似热带气旋的增水统计分析

与1419号“黄蜂”类似,0215号“鹿莎”、0417号“暹芭”、0514号“彩蝶”、1216号“三巴”等4个热带气旋都是外海转向型台风。此4个台风的基本情况:(1)4个台风影响期间,台州沿海地区没有较强冷空气等其他大的系统影响;(2)除1216号台风在24 h和48 h警戒线内移动时间长达5 d外,其它3个台风时间均较短,为1~3 d不等;(3)台风位置最西点略有不同,1216号台风、0215号台风位置略偏西在126.9°~127.8°E间,对台州沿海产生风暴增水的天数有4~5 d;而0514号台风和0417号台风最西点

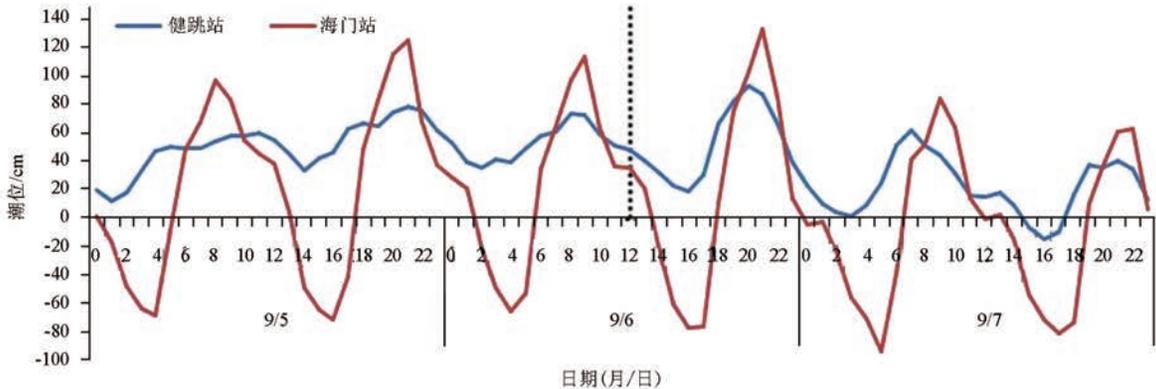
在130°E附近,台州沿海产生风暴增水天数约3 d。从图7和表1看,4次台风的过程增水及过程最大增水和高潮位增水特征与1419号台风基本相似,我们从中主要归纳为以下几个方面:

(1)增水特征

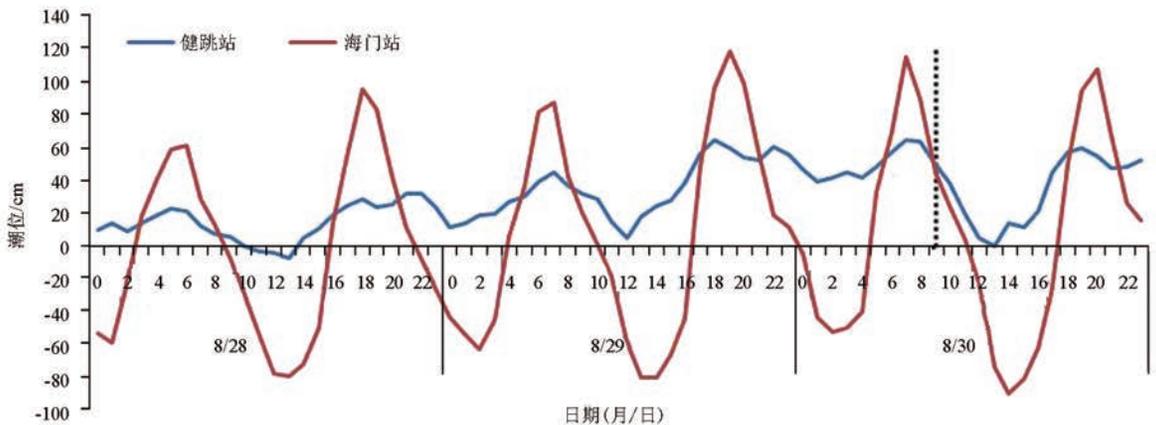
台州沿岸各测站的增水均为波动型增水,过程增水具有明显的潮汐周期波动特征,增水的波峰均出现在涨潮时段,海门站尤为明显。在台风登陆前后,从增水曲线可以较明显的看出,健跳站增水早于海门站。



a. 1216号台风“三巴”

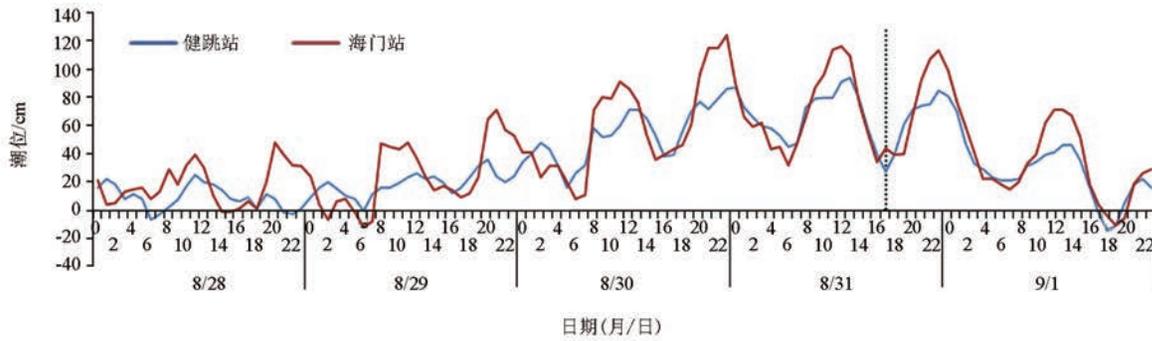


b. 0514号台风“彩蝶”



c. 0417号台风“暹芭”

图7 4个台风期间各站过程增水图



d. 0215号台风“鹿莎”

图7 (续)

表1 5个台风增水情况

热带气旋 名称	登陆时间	站点	过程最大增水/cm		高潮位增水/cm	
			增水值	时间	增水值	时间
0215号 “鹿莎”	8月31日傍晚左右	健跳	94	31日13时	75	31日00时33分
		海门	124	30日23时	81	31日13时33分
0417号 “暹芭”	8月30日09时	健跳	67	29日18时	70	31日00时40分
		海门	119	29日19时	81	31日13时30分
0514号 “彩蝶”	9月6日12时	健跳	67	29日18时	57	29日20时45分
		海门	133	6日21时	56	30日08时47分
1216号 “三巴”	9月17日11时前后	健跳	87	17日08时	67	29日20时36分
		海门	150	17日20时	57	30日08时30分
1419号 “黄蜂”	10月13日08时30分	健跳	147	13日09时	77	5日21时55分
		沙港头	122	13日07时	52	6日10时00分
		健跳	87	17日08时	64	5日21时50分
		海门	176	13日10时	61	6日09时50分
		健跳	87	17日08时	58	16日20时50分
		沙港头	70	17日08时	59	17日09时05分
		健跳	147	13日09时	62	16日21时10分
		海门	176	13日10时	57	17日09时10分
		健跳	87	17日08时	61	16日21时21分
		沙港头	122	13日07时	49	17日09时34分
		健跳	147	13日09时	106	12日22时35分
		海门	176	13日10时	83	13日11时35分
		健跳	87	17日08时	95	12日22时45分
		沙港头	122	13日07时	88	13日11时05分
		健跳	87	17日08时	112	12日23时18分
		海门	176	13日10时	105	13日11时55分

## (2)最大高潮位增水时的台风位置

风暴潮过程出现高潮位最大增水时期,台风的中心纬度基本接近(0215号台风除外),均已进入30°N附近,1419号台风中心位置在128.2°E、30.4°N

左右,1216号台风在128.0°E、30.5°N附近,0514号台风在130.4°E、29.5°N附近,0417号台风中心位置在130.0°E、29.4°N左右,0215号台风在127.5°E、34.1°N左右。高潮位最大增水一般发生在台风登

陆前的一个高潮时间,而登陆后的第一个高潮位增水幅度也较大,达到50~100 cm不等。

### (3)过程最大增水时的台风位置

台风登陆前的两个增水峰值与登陆后的1个增水峰值均较大,最大峰值一般出现在距登陆时间较近的涨潮时段。

### (4)风与增水值关系

风对此类台风风暴潮增水贡献不明显,特别是从0417号台风影响期间可以看出。0417号台风影响期间即8月29日和30日,大陈站测得日平均风速分别为3.4 m/s和3.7 m/s,最大风速分别为8.1 m/s和8.4 m/s,可见风速实际上对增水贡献不大。而其它几个台风影响期间,不仅日平均风速也仅有4—6级左右,特别应该指出的一点是风暴增水最明显时期均是在过程风速逐渐减小时,而且0215号台风和1216号台风影响期间,最大增水是在离岸风西北风和西北偏北风背景下发生。

## 5 结论

(1)1419号台风“黄蜂”在外海转东北向远离台州沿海后,受开尔文波的作用,台州沿海3个测站出现过程最大增水均超过110 cm,并且出现近100 cm的高潮位最大增水;

(2)此类在 $127^{\circ}\sim 132^{\circ}\text{E}$ 之间远海转向的热带气旋容易在台风中心位于 $30^{\circ}\text{N}$ 附近时造成高潮位最大增水。高潮位最大增水一般发生在台风登陆

韩国或者日本前的一个高潮时间,而登陆后的第一个高潮位增水值相对于前一个高潮增水值变化不大。预报此类系统时要特别注意分析;

(3)风力的大小和持续时间的长短,对一个风暴过程来讲会产生一些增水贡献,但对此类远海转向型热带气旋来说,风力大小的变化和风向的改变对增水影响不是非常明显;

(4)根据计算分析,我们初步得出一个结论:远海转向型热带气旋对台州沿海产生的风暴增水是开尔文波的作用所致,属于“外来风暴潮”类型,即“风暴扰动中心不进入研究水域,而在其相邻海域移行扰动,引起研究水域产生风暴潮”。

## 参考文献:

- [1] 卢美,王晶,朱业. 浙江海门站风暴潮增水特征及其预报[J]. 海洋预报, 2011, 28(5): 14-20.
- [2] 马林芳,卢益炳,韩小燕. 坎门站台风风暴潮特征分析[J]. 海洋预报, 2010, 27(6): 29-34.
- [3] 刘凤树. 平行海岸移行台风引起的风暴潮波[J]. 海洋科学, 1980, (1): 38-45.
- [4] 刘秋兴,于福江,王培涛,等. 辐射应力对台风风暴潮预报的影响和数值研究[J]. 海洋学报, 2011, 33(5): 47-53.
- [5] 卢美,严俊. 浙江沿岸“0216”号台风风暴潮特征及预报经验总结[J]. 海洋预报, 2003, 20(2): 15-23.
- [6] 陶丽. 浅水波示意图[J]. 黑龙江生态工程职业学院学报, 2013, (2): 24-26.
- [7] 王喜年. 风暴潮预报及预报技术讲座 第一讲 风暴潮及其危害[J]. 海洋预报, 1986, 3(2): 66-72.

## Analysis on storm surge characteristics of a typhoon turn on the high-seas—"Vongfong" as example

MA Lin-fang<sup>1</sup>, LU Mei<sup>2</sup>

(1. Marine Environmental Monitoring Center Station, Taizhou 318016 China; 2. Marine monitoring and forecasting center of Zhejiang, Hangzhou 310007 China)

**Abstract:** Under the impact of 1419 super typhoon "Vongfong" off the coast ( $127^{\circ}$  E to the east) turning direction, there were three or more super the local warning tide levels in Taizhou coastal stations. In this paper, the causes of the storm water increase in the coastal area of Taizhou under the influence of the norther wind were analyzed. The statistical analysis of typhoon storm surge for five typhoons which turned to north from  $127^{\circ} \sim 132^{\circ}$  E and landed in Korea or Kyushu, Japan since 2000 were conducted. The results showed that Kelvin wave plays a more important role in the water increase by north wind or offshore wind. The statistical analysis showed that under these kind of typhoon, water increase of high tide in Taizhou coastal stations was above 50cm, while process water increase of Haimen station is more than 1m. The maximum water increase of storm surge occurred after the typhoon landing or coming to land.

**Key words:** "Vongfong"; turn on the high-seas; storm surge; Statistical analysis