

# 台风“纳沙”期间广西近岸风暴射流产生与增减水异常现象<sup>\*</sup>

陈波<sup>\*\*</sup>, 朱冬琳, 牙韩争, 董德信, 陈宪云

(广西科学院, 广西北部湾海洋研究中心, 广西近海海洋环境科学重点实验室, 广西南宁 530007)

**摘要:**利用长度为1年的广西近岸观测站的ADCP数据和有关潮位观测结果,针对2011年“纳沙”台风期间引发的广西沿岸西向风暴射流和增减水变化过程对应关系,分析台风期间广西近岸西向风暴射流产生的主要原因。结果发现:台风登陆期间S1站表、底层实测流速均比无台风期间流速增大将近两倍,余流流速最大值超出正常值3倍以上;台风消退时底层流向恢复最快,表层较慢;广西近岸强劲西向风暴射流的产生,可能是入海径流与台风将海水向北输运两种作用叠加导致的;台风引起的水位增减变化具有先减后增的规律。在距离海岸不到1 km处产生如此大的西向风暴射流实属少见,深入开展台风期广西沿岸西向风暴射流在传入近岸港湾后的变形、分布及衰减的理论问题研究,对于近海生态系统及环境保护具有重要的理论和现实意义。

**关键词:**风暴射流 台风 广西近岸 增减水 入海径流

中图分类号:P731.2 文献标识码:A 文章编号:1005-9164(2019)06-0626-08

## 0 引言

北部湾是一个近似扇面形的海盆,盆口朝南,仅南部湾口及东岸的琼州海峡与南海沟通相连,西、北、东三面为陆地和岛屿,平均水深约38 m,是一个半封闭的陆架浅海海湾。北部湾属于亚热带气候,地处季风气候区,加之独特的地形条件,使该湾的海水运动形态不仅与南海环流有关,同时与风生流、入海径流等都有很密切的关系。北部湾沿海地区是台风多发区。根据有关文献报道,1949—2010年,影响和登陆北部湾北部的热带风暴(台风)总数为296个,平均每年4.77个<sup>[1-4]</sup>。影响和登陆北部湾北部的台风引起

广西沿岸水位急剧升高。据统计,截至2010年的40多年里,几乎每隔10年就会引发一次台风登陆导致的最大增水过程,台风登陆引起广西沿海水位升高事件多达34次,其中1 m和2 m以上分别有11次和5次<sup>[5-6]</sup>。2013—2015年,台风登陆造成的广西沿海水位超过1.5 m以上有2次,其中一次是2014年7月19—20日登陆广西的超强台风“威马逊”,此次台风引起沿岸增水1.65 m以上。热带风暴频繁降临给广西沿海造成严重的自然灾害,沿岸增水对物质运输、污染物稀释扩散、环境保护、生态养殖等产生重要的影响。由台风激发的风暴射流,在短时间内驱使海水流动速度加快,对沿岸污染物输运等也产生重要的影响。

<sup>\*</sup>国家自然科学基金项目(41576024)和广西重点研发计划项目(桂科 AB16380282)资助。

### 【作者简介】

陈波(1954—),男,研究员,主要从事近海动力学研究,E-mail:cbgxkxy@163.com。

### 【\*\*通信作者】

### 【引用本文】

DOI:10.13656/j.cnki.gxkx.20191231.006

陈波,朱冬琳,牙韩争,等.台风“纳沙”期间广西近岸风暴射流产生与增减水异常现象[J].广西科学,2019,26(6):626-633.

CHEN B, ZHU D L, YA H Z, et al. Storm jet and water level fluctuations induced by typhoon Nesat in Guangxi coastal area [J]. Guangxi Sciences, 2019, 26(6): 626-633.

本文所指“风暴射流”系台风期间余流突然增强的现象。关于近岸风暴射流的研究,国内外有关报道很少,究其原因是在这方面观测资料少。以往学者们对风暴潮增减水的研究很多,但对风暴射流的研究未见开展,国际上也只有俄勒冈大学 Allen J. S. 针对风海流和水位升高引起的正压流合成结果,命名为“射流(Jet)”。风暴射流的主要特点:首先流速很强,量值接近  $1\text{ m/s}$ ;其次,强流带只限于近岸一定宽度,一般不超过  $10\text{ km}$ ,这是因为沿岸水位升高引发的正压场会随着离岸距离加大而迅速衰减。

本文主要利用连续1年的单点 S1 站 ADCP 和 H1 潮位仪观测的海流和潮位数据(图 1),并收集同期东兴气象站风速、风向观测数据和广西沿海水文观



图 1 海流及潮位观测站示意图(S1 为观测海流锚定点位置, H1 为白龙尾潮位岸站位置, F1 为白龙尾岸站位置)

Fig. 1 Schematic diagram of current and tide level observation station (S1 is the position of the anchor point for observing the current, H1 is the position of the tide level bank station at Bailongwei, and F1 is the position of bank station at Bailongwei)

测台站有关观测数据等,针对 2011 年“纳沙”台风期间引发的广西沿岸西向流和增减水变化的异常现象,分析广西近岸在台风期间突发风暴射流的主要原因,找出它们之间的一些对应关系,为探寻台风期广西沿岸西向风暴射流在传入近岸港湾后的变形、分布及衰减问题,揭示其强化机制等提供理论依据。

## 1 “纳沙”台风进入北部湾的风场概况

### 1.1 “纳沙”台风登陆路径

2011 年 9 月 24 日上午,第 17 号强台风“纳沙”在西北太平洋洋面上生成,3 d 后首次在菲律宾吕宋岛东部沿海登陆,29 日 14:30 左右在海南文昌市翁田镇沿海登陆,21:15 左右在广东徐闻角尾乡再次登陆;随后向西跨过北部湾,于 30 日上午 11:30 在越南北部广宁沿海登陆;30 日 20 时在越南北部减弱为热带低压(图 2)。在此期间,广西南部沿海出现 11~14 级大风,防城港市局地降水达  $332\text{ mm}$ 。

### 1.2 广西沿海台站实测风速、风向

收集“纳沙”台风期间距白龙尾约  $11\text{ km}$  处的东兴气象站(F1)气象观测资料(表 1)发现,2011 年 9 月 29—30 日,台风进入北部湾,广西沿海海面的风向从西北转向北,9—12 时,平均风速  $3.3\text{ m/s}$ ,13—16 时,平均风速  $4.9\text{ m/s}$ ,17—20 时,平均风速  $8.0\text{ m/s}$ ,21—24 时,平均风速  $5.8\text{ m/s}$ ,风向逐渐向西偏转。至 30 日 1—4 时,风向转为偏南风,平均风速为  $7.3\text{ m/s}$ ,最大风速超过  $14\text{ m/s}$ 。5—8 时,气旋中心移向西,进入越南境内,白龙尾附近转为南风(图 3),平均风速为  $7.7\text{ m/s}$ ,最大风速超过  $16\text{ m/s}$ ;9—12 时,风速逐渐减弱,平均只有  $5.5\text{ m/s}$ 。直至 17—20 时,风力才显著减弱。

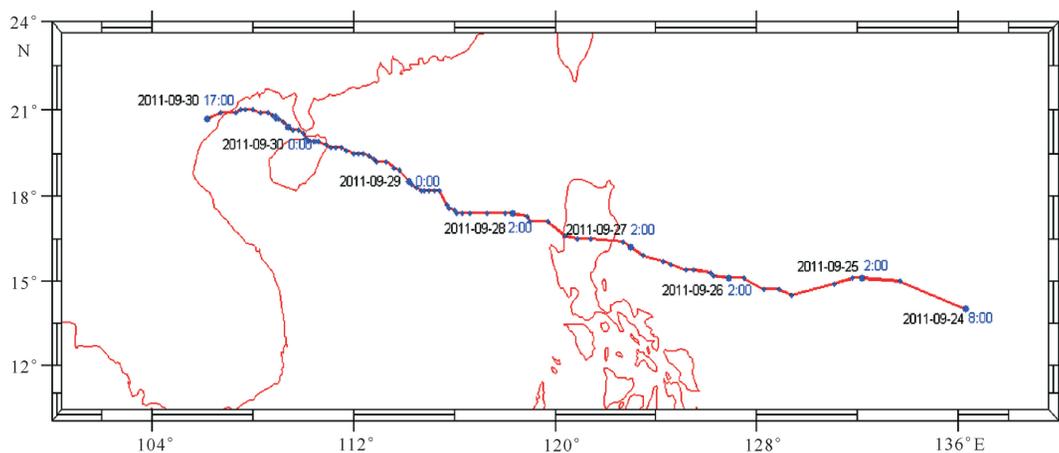


图 2 “纳沙”台风登陆路径

Fig. 2 The landing path of typhoon Nesat

表 1 东兴气象站风速和风向统计(2011-09-28—2011-10-01)

Table 1 Statistics of wind speed and direction in Dongxing weather station (2011-09-28—2011-10-01)

时间 Time	日均风速 Daily average wind speed (m/s)	日最多风向 Daily maximum wind direction	每 4 h 平均风速 Average wind speed every 4 h (m/s)					
			21—24 时 21—24 O'clock	1—4 时 1—4 O'clock	5—8 时 5—8 O'clock	9—12 时 9—12 O'clock	13—16 时 13—16 O'clock	17—20 时 17—20 O'clock
2011-09-28	1.5	NW	1.0	1.2	1.1	1.3	2.1	1.6
2011-09-29	4.2	N	1.0	1.5	2.4	3.3	4.9	8.0
2011-09-30	5.9	N-S-SW	5.8	7.3	7.7	5.5	6.5	2.7
2011-10-01	1.2	W	1.9	1.0	0.9	1.8	1.5	1.0

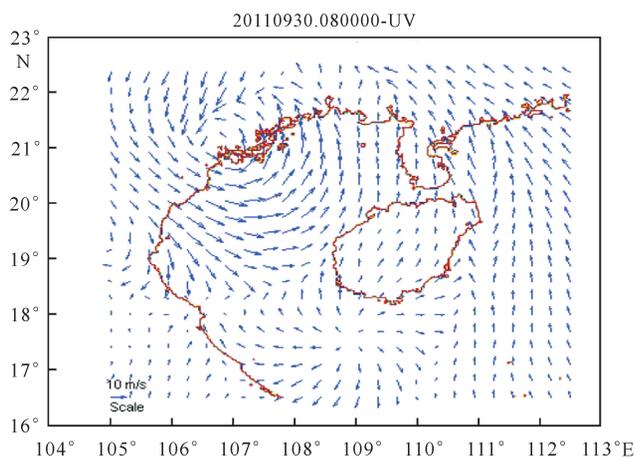


图 3 “纳沙”台风期间白龙尾风速极值时刻风场

Fig. 3 Wind field when typhoon Nesat reached its extreme peak value in Bailongwei Island

## 2 观测点实测流速、流向及水位增减特征

### 2.1 观测点位置

海流资料来源于郑斌鑫等<sup>[7]</sup>的观测结果。观测海流锚定点 S1 位于防城港湾白龙半岛附近海域,该

海域东、南、西三面为开阔水域,东面为防城港湾,西面为珍珠湾,海图水深约为 8 m。据气象资料统计,观测点冬半年盛行东北季风,风力较强而稳定;夏半年则为西南季风主导,东北季风期长于西南季风期。由于北部湾海区尺度小,广西沿岸海域未能形成独立的潮波系统,而是主要受制于北部湾的潮波系统。潮汐、潮流、波浪等水动力环境因子在近岸海域受到浅海复杂海底地形和风应力共同作用,加之这些因素之间的相互影响,使得观测点附近海域水动力状况较为复杂。

### 2.2 观测仪器

海流观测采用 AWAC 声学多普勒海流剖面仪,仪器每分钟发射 60 个脉冲,通过座底的方式向上进行观测,观测层高度间距为 0.5 m,经平均得到整个垂向剖面的流速流向数据。从剖面数据中选择表、中、底 3 层数据进行分析,其中表层是指水面下 1 m 处,底层是指距离海底约 1.5 m 处,中层是指相对于表、底层中间的位置。观测时间、观测项目和观测仪器等具体信息见表 2。

表 2 锚定点观测项目、时段及观测仪器

Table 2 Observing items, period and instruments of the anchor point

站位 Station	观测项目 Observing items	观测起止时间(年-月-日) Observing period (year-month-day)	数据间隔 Time interval (min)	观测仪器 Observing instruments
S1	流速、流向 Current velocity, current direction	2011-05-01—2012-04-30	30	AWAC 声学多普勒海流剖面仪 AWAC acoustic Doppler current profiler
H1	潮位 Tide level	2011-09-01—2012-08-31	30	潮位仪 Tide gauge

### 2.3 资料分析方法

实测海流资料中包含 3 部分,即高频流-噪声部分、潮流-周期性分量和定常余流-准定常分量。在分析资料时,首先通过声学多普勒(AWAC)海流剖面仪自带的软件对流速、流向原始数据进行高频滤波处

理,将实测数据中的高频噪声成分基本滤掉,得到潮流和定常余流为主的流动;然后再将上述得到的流动分解成东、北分量,并采用 Lanczos 余弦滤波器<sup>[8]</sup>对其分别进行截止频率为 1/25 的滤波,得出实测海流中低频流动的部分,在此基础上对余流进行计算。

### 2.4 实测流速、流向特征

对观测点表、底层逐时实测流速、流向并进行分级统计(图4),将2011年9月27日—10月5日“纳沙”台风期间S1站低频流动绘制成过程曲线(图5)。从图4~5可以看出:正常天气期间,各层低频流较为

均匀,且中层和底层的流速稍大于表层,方向多为N向和NE向。台风登陆前后,流速发生较大变化,尤其是表层和中层流速剧增,且方向变成了西南向,表明该观测点从表层到底层都出现很强的西向风暴射流。

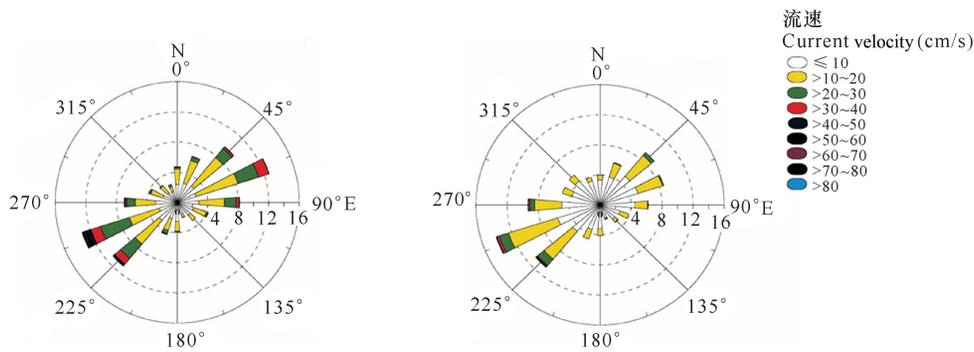


图4 表层(左)和底层(右)实测流速、流向分级玫瑰图

Fig. 4 Graded rose chart of the observed current velocity and direction of the surface layer (left) and bottom layer (right)

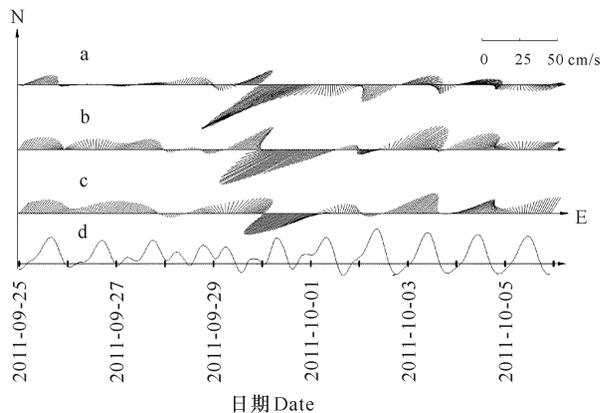


图5 “纳沙”台风期间S1站低频流动过程曲线(a. 表层, b. 中层, c. 底层)和潮位过程曲线(d)

Fig. 5 Low-frequency current curve of surface (a), middle (b) and bottom (c) layer and tidal level curve (d) at station S1 during typhoon Nesat

由“纳沙”台风期间观测站低频流过程曲线可知:

(1)从9月29日20时起,观测点各层流向从NE向迅速沿顺时针方向转成SW向,很快达到最大值,表、底层逐时低频实测流速分别为103.7 cm/s和71.0 cm/s,比无台风期间流速增大将近两倍。台风登陆期间余流也非常显著,9月30日,表、中、底层余流日平均值分别达40.0 cm/s、34.2 cm/s和21.7 cm/s,余流流速最大值达60.9 cm/s,超出正常值3倍以上。

(2)从9月30日晚上开始,台风开始减弱和消退,此时观测点各层流速逐渐减小,流向也逐渐恢复到N和NE向,但各层恢复的速度不一样,底层恢复最为迅速,10月1日2时左右流向就恢复偏北向。中层与底层类似,但表层恢复最慢,10月2日20时

后流向才转为NE向。

(3)台风登陆期间,从表层往底层流速最大值出现时间依次延迟,底层比表层延时约2 h。与历年登陆广西沿海台风相比,“纳沙”的影响不是最强的,但是值得注意的是,在“纳沙”影响下,各层流向从NE方向迅速从顺时针方向转成SW向,且日平均流速表层达40.0 cm/s,表层余流最大流速为60.9 cm/s,出现了西向风暴射流。

### 2.5 对应H1站水位增减变化

从H1站水位增减变化过程可以看出(图6),风速的变化与水位增减的变化基本一致。“纳沙”台风过境期间,9月29日6时,白龙尾半岛沿海域开始减水,20时急剧减水,到30日凌晨2时,减水达到最大值-92 cm,和偏北向的离岸风作用直接相关;随着台风的移动,风向逐渐转为偏南风,水位在向岸风作用下在岸边堆积,产生增水,30日上午10时,增水达到最大值65 cm,后来水位也发生了多次余震动,第1个余震动增水45 cm,第2个余震动增水约

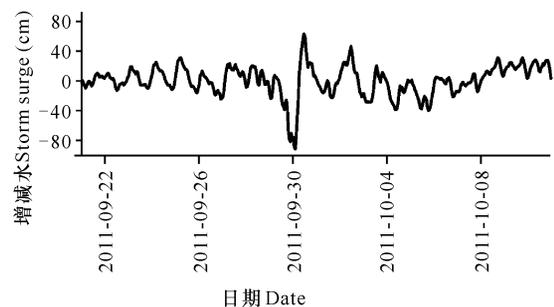


图6 台风“纳沙”过境期间白龙尾站(H1)水位增减过程

Fig. 6 Water level fluctuation process in Bailongwei station (H1) during typhoon Nesat passing

20 cm。

### 3 近岸西向风暴射流产生及其水位变化异常现象的分析

#### 3.1 风对表层流有影响,但不起主导作用

观测结果表明,风对环流的影响是存在的,但不起主导作用。根据对1988年10月1日至1989年8月6日涠洲岛南面石油井架附近水深为40 m的观测站收集的风、海流观测资料分析发现,按照Ekman风海流计算出来的结果和实测结果相比,流速、流向差别比较大(表3),实测海面风风速为5.0 m/s,风向为155°,当地的海流并未呈现出典型的Ekman螺旋结构。

表3 涠洲岛实测7月余流流速、流向和Ekman漂流计算结果比较

Table 3 Comparison of measured residual current velocity, direction and Ekman calculation results in July

项目 Item	流速 Current velocity (cm/s)			流向 Current direction (°)		
	10 m	20 m	30 m	10 m	20 m	30 m
实测 Obs	7.0	8.4	6.1	246	298	292
计算 Cal	3.1	1.8	1.1	49	78	107
差值 Diff	3.9	6.6	7.0	149	220	185

显然,把风当做主要驱动力来定论北部湾北部环流形成与实际是不相符的。涠洲岛附近测流结果证实了风对表层流有影响,但不起主导作用。同样,通过白龙尾锚定站的观测结果进行比较可以看出,无台风期间,白龙尾水深10 m处余流都指向西南(图7),夏季中间层和底层同样如此,是典型的逆风流,它不是风力驱动的,而是沿岸径流驱动的结果,因为夏季西南季风平均风力比东北季风小,风向不稳定和不持续,对近岸表层流的作用远比径流小得多。但是,在

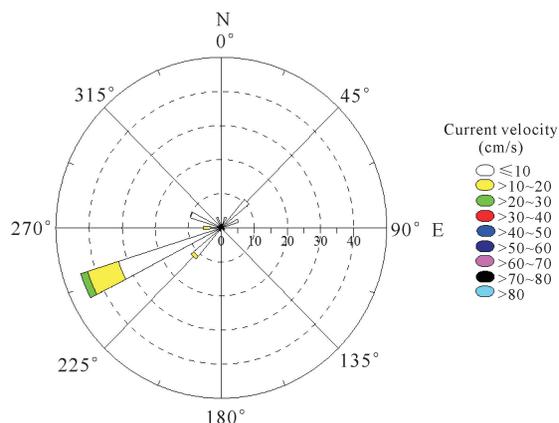


图7 无台风期间白龙尾水深10 m处余流流速、流向分级玫瑰图

Fig. 7 Graded rose chart of residual current velocity and direction at a depth of 10 m during the absence of typhoon

台风登陆期间,白龙尾风向从西北转向北,风速增大,流向从NE方向迅速沿顺时针方向转成SW向,表、底层实测流速分别为103.7 cm/s、71.0 cm/s,比无台风期间流速增大将近两倍。台风登陆期间余流也非常显著,余流流速最大值可达60.9 cm/s,超出正常值3倍以上,距离海岸1 km外的海域有如此大的西向流实属少有,其产生原因值得进一步探究。

#### 3.2 西向风暴射流的出现可能与入海径流有关

通过利用遥感法对叶绿素大面积测定时发现,广西近岸西向流的产生与入海径流有关。从图8中看出,2006年12月北部湾及邻近海域叶绿素浓度分布受入海径流影响,北部湾北部沿岸区域为叶绿素浓度高值区,中部区域分别有两个高值带向南、转而西南延伸。对照北部湾冬季环流结构<sup>[9]</sup>,可以基本解释上述规律:

(1)图8中的北部沿岸叶绿素浓度高值带,是越南沿岸北向的海流,在广西防城港附近与海南岛西部北上的沿岸流在防城港南部相遇的结果。两股海流相遇之后转而向南,逐渐与环境水稀释、混合、变弱。其北部分叉,表明两个不同海流的相交流态,正好位于西部反气旋环流与东部气旋环流相交的锋面上。

从1964年《中越合作北部海湾海洋综合调查报告》<sup>[10]</sup>表层盐度分布和溶解氧饱和度分布结果可以证实,1960年8月,在夏季西南季风作用下,受越南红河冲淡水(约占珠江径流量的70%)向北流动影响,广西西部沿海被低盐冲淡水所盘踞,对北部湾北部环流的形成产生重要的影响<sup>[8]</sup>。

(2)从琼州海峡进入北部湾的沿岸流,携带珠江冲淡水的高叶绿素值,形成北部湾西北部局部区域叶绿素的高浓度。

(3)琼州海峡的西向流进入北部湾后分成两支:一支继续西进,在防城港南面转向南,逐渐融入两个大环流的锋面内;另外一支紧贴海南岛西北沿岸向南扩散,形成叶绿素近岸高值区。同时与西面紧邻的北向沿岸流构成锋面,形成叶绿素次高值区。

由此可以推断出,风不是广西近岸西向流产生的决定性因素。除风之外,由于越南沿岸径流从水深20 m处向广西北岸流动,通过侧向摩擦和补偿效应,也会引起浅水区西向的余流产生。而台风期间形成如此强劲的西向流,可能是由于台风导致海水的北向流与越南沿岸径流叠加,从而产生更强的补偿效应。由于这一作用只存在于台风接近广西沿海期间,所以在台风过后,观测站点的流向很快便恢复了正常,但

这一预测还需要观测数据的进一步验证。

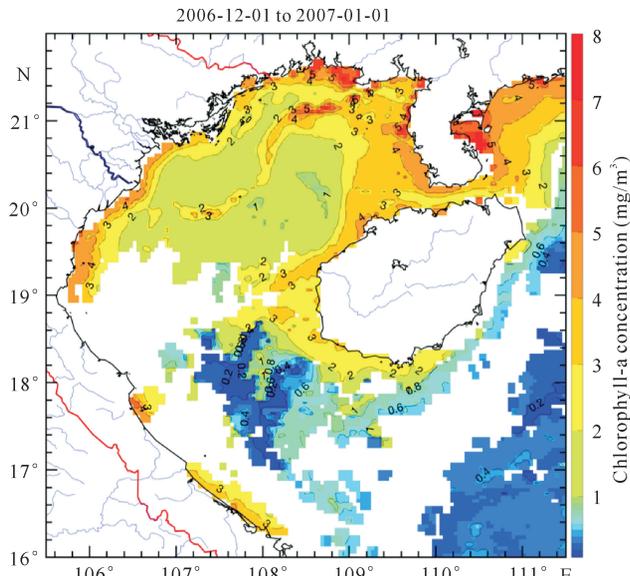


图8 2006年12月北部湾及邻近海域叶绿素浓度

Fig. 8 Chlorophyll-a concentration in Beibu Gulf and adjacent waters in December 2006

### 3.3 风与增减水相关,但是两者位相明显滞后

通过对比潮位及风观测资料(东兴气象站)可知,“纳沙”台风过境期间,由于北风(离岸风)的作用,白龙尾岸站(F1)水位先减后增,这显然是登陆台风的驱动作用。但是,我们注意到这样一个事实:最大风速在5—8时出现,而最大增水在10时出现,之间相位差在3h左右。由此可见,增水与风速、风向有关,但是,位相却显著滞后。同时,我们还发现无台风期与台风期观测点的余流具有以下规律:

(1)从表层往底层,流速最大值出现时间逐渐推迟,底层比表层延时约2h。

(2)台风移走后,各层余流流速逐渐减小,但表层恢复慢,中层比表层快,底层更快。

(3)这种风暴流接近正压,很难用风生流来解释。具体表现在:1)余流流向比风向转得快;2)流速和风速存在明显的不匹配;3)底层流延续时间很长。

### 3.4 台风引起的水位增减变化具有先减后增的区域特点

台风登陆引起的广西沿岸水位变化具有明显的规律性,在增水前期出现一次明显的减水过程,然后增水,过后呈现起伏的波动状态。同样分析表明,2001年7月1—3日“榴莲”台风过境引起水位增减变化过程与“纳沙”台风基本相同。7月1日,台风“榴莲”登陆北部湾北部,广西沿海东部铁山港石头埠站水位增减变化过程如图9所示:“榴莲”台风自东向

西行,台风最大风速为25~30 m/s,在台风过境期间,石头埠附近海域的水位经历先减水后增水的过程;在低压中心从石头埠以东接近石头埠的过程中,石头埠附近开始出现减水,并逐渐增大(-48 cm);最大减水发生在7月2日8时前后,此时低压中心位于石头埠的东侧,距离很近,石头埠附近吹刮强北风;10时前后,石头埠处于低压中心,风速变小,水位处在恢复状态,而后南风逐渐加强,石头埠附近进入增水过程,最大增水发生在7月2日14—16时,此时石头埠海区处于强风带,强烈的向岸风导致岸边增水达到最高值(140 cm);随着低压中心的继续西行,风力减弱,水位逐渐恢复。

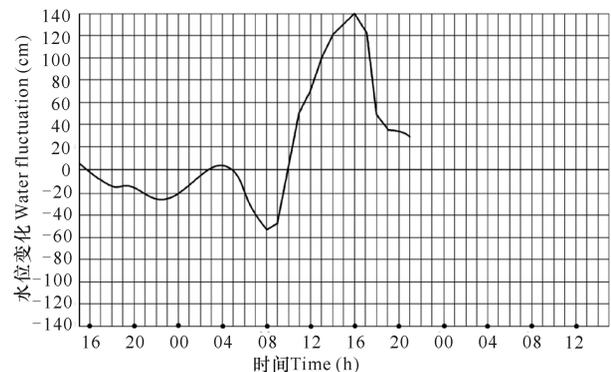


图9 “榴莲”台风过境期间铁山港石头埠站水位增减变化过程(2001年7月1日15时—3日15时)

Fig. 9 Water fluctuation process of Shitoupu station in Tieshan Port during typhoon Durian passing

从以上两个台风登陆引起的水位增减变化过程可以看出,虽然它们的登陆时间、地点和增减水位值都存在很大差别,但其水位变化过程几乎相同,即先减后增呈起伏扰动形状,在增水前期一般出现一次减水过程,然后增水。说明台风在进入沿岸区前由于受到雷州半岛和海南岛的阻挡,强度有所减弱,出现减水过程,但当台风进入本岸段时,强度又再度得到加强,沿岸水位迅速升高。登陆广西沿海台风引起的水位变化具有明显的规律性。

## 4 结论

本文主要通过对广西白龙半岛附近观测站S1站连续1年的实测海流剖面数据,以及附近的潮位和风资料进行分析,得出以下结论:

(1)台风登陆期间,S1站流向从NE方向迅速沿顺时针方向转成SW向,表、底层实测流速分别为103.7 cm/s,71.0 cm/s,比无台风期间流速增大将近两倍。台风登陆期间余流非常显著,表、中、底层余流

日平均值分别达 40.0 cm/s、34.2 cm/s 和 21.7 cm/s, 余流流速最大值达 60.9 cm/s, 超出正常值 3 倍以上, 表、中、底层均产生强劲的西向风暴射流; 台风消退时各层恢复速度不一, 底层最快, 表层最慢, 接近 2 d 后才恢复为 NE 向。

(2) 通过对应于 H1 站水位增减变化值发现, “纳沙”台风过境期间, 由于北风(离岸风)的作用, H1 站水位先减, 减水达到最大值为 -92 cm, 而后风向转为西南风, 水在岸边堆积, H1 站水位迅速增高, 增水达到最大值 65 cm, 随着台风西移, 增水迅速降低。H1 站水位增减变化具有先减后增的区域特点。

(3) 台风过境期间, 广西近岸产生强劲西向风暴射流及水位增减变化的异常现象, 通过分析发现, 风对表层流有影响, 但不起主导作用, 西向风暴流可能与径流产生的侧向摩擦和补偿效应关系更为密切, 台风期间海水向北输运与这一效应叠加, 可能是造成西向风暴射流的原因; 风与增减水相关, 但是两者位相明显滞后; 台风引起的水位增减变化具有先减后增的规律。

这些异常现象与台风影响密切相关, 对于不同台风条件下产生的结果还需要进一步深入研究, 如不同的台风登陆路径、移行速度、海(底)岸地形、径流等这些因素叠加后的影响等。值得注意的是, 在距离海岸不到 1 km 的位置, S1 站产生如此大的西向风暴射流, 将会对沿岸港湾污染物的输运和生态环境产生怎样的影响。事实上, 深入开展台风期广西沿岸西向风

暴射流在传入近岸港湾后的变形、分布及衰减的理论问题研究, 对于近海生态系统及环境保护也具有重要的理论和现实意义。

#### 参考文献

- [1] 吴兴国. 五十年来影响广西的热带气旋统计特征分析[J]. 广西气象, 1998, 19(4): 75-79.
- [2] 陈宪云, 陈波, 刘晖. 广西沿海风暴潮灾害及防治对策[J]. 海洋湖沼通报, 2013, 4: 17-23.
- [3] 陈宪云, 刘晖, 董德信. 广西主要海洋灾害风险分析[J]. 广西科学, 2013, 20(3): 248-253.
- [4] 陈波, 董德信, 陈宪云, 等. 历年影响广西沿海的热带气旋及其灾害成因分析[J]. 海洋通报, 2014, 33(5): 527-532.
- [5] 邱绍芳, 陈波. 广西沿海港湾风暴潮增减水与台风路径和地形效应的关系[J]. 广西科学, 2000, 7(4): 282-285.
- [6] 陈波, 董德信, 陈宪云, 等. 南海北部台风引起的广西近岸增减水研究[J]. 海洋湖沼通报, 2017(2): 1-11.
- [7] 郑斌鑫, 侍茂崇, 廖康明, 等. 北部湾北部白龙尾附近海域潮流谱分析[J]. 海洋科学进展, 2015, 33(1): 1-10.
- [8] 侍茂崇, 陈波, 丁扬, 等. 风对北部湾入海径流扩散影响的研究[J]. 广西科学, 2016, 23(6): 485-491.
- [9] 高劲松, 陈波. 北部湾冬半年环流特征及驱动机制分析[J]. 广西科学, 2014, 21(21): 64-72.
- [10] 国家科委海洋组海洋综合调查办公室. 中越合作北部湾海洋综合调查报告[M]. 第一册. 北京: 国家科学技术委员会, 1964.

## Storm Jet and Water Level Fluctuations Induced by Typhoon Nesat in Guangxi Coastal Area

CHEN Bo, ZHU Donglin, YA Hanzheng, DONG Dexin, CHEN Xianyun

(Guangxi Key Laboratory of Marine Environmental Science, Guangxi Beibu Gulf Marine Research Center, Guangxi Academy of Sciences, Nanning, Guangxi, 530007, China)

**Abstract:** Based on ADCP data and observations on tide levels observed for 1-year from Guangxi coastal observation station, the corresponding relationship between the westward storm jet and the water fluctuations induced by typhoon Nesat in 2011 was analyzed to identify the main course of the generation of strong western storm jet during typhoon period. The results found that during the landing of Nesat, the measured velocity of the surface layer and bottom layer at the S1 station increased by nearly two times compared with that

during the absence of typhoon, and the maximum value of the residual current velocity exceeded the normal value by more than three times. When the typhoon subsided, the bottom current direction recovered fastest and the surface layer recovered more slowly. Runoff into the sea and typhoons in Guangxi coastal area transported seawater northward, and these two effects overlapped together and led to the generation of a strong westward storm jet. The water fluctuations induced by typhoon Nesat showed a regularity of first decreasing and subsequently increasing. It was rare to produce such a large westward storm jet at the distance less than 1 km from the coast. During typhoon period, the westward storm jet along the Guangxi coast deformed, changed the distribution and declined the intensity after entering the harbor. In-depth research on these theoretical problems was conducted, which had important theoretical and practical significance for coastal ecosystems and environmental protection.

**Key words:** storm jet, typhoon, Guangxi coastal region, water level fluctuation, river discharge

责任编辑: 陆 雁

### 《广西科学》致谢 2018—2019 年审稿专家

《广西科学》在主办单位以及主编、编委和审稿专家的大力支持下, 圆满完成了 2019 年 1~6 期的编辑和出版工作。专家们在百忙中承担繁重的审稿任务, 是您严谨治学的态度及奉献精神保证了《广西科学》的学术质量。同时, 编辑和投稿作者也有幸得到了审稿专家的帮助。《广西科学》编辑部在此谨向以下审稿专家致以诚挚的敬意和谢意! 祝各位在新的一年里身体健康, 万事如意!

王 浩	王 瑁	王 静	王一兵	王玉霞	王桂文	王瑞红	韦宇拓
韦保耀	牛建峰	申玉春	冯春华	冯家勋	过 杰	吕跃进	吕镇梅
朱克诚	刘小玲	刘布鸣	刘永贤	刘永学	刘洪波	江 涛	许罕多
农旭华	孙丰强	杜 涛	杜丽琴	李文红	李先琨	李秉正	李高荣
李陶深	李瑞杰	杨 键	吴海一	何 斌	何铁光	何斌源	宋金明
张 杰	张鸿雁	陈 刚	陈 剑	陈宁江	陈庆锋	陈安泽	陈武华
陈 波	陈洪松	罗 奇	周 放	周本杰	周浩郎	庞 浩	郑 江
郑媛媛	赵志刚	郝林华	胡小波	胡亚芹	胡宝清	高劲松	高英俊
高 隼	郭新宇	郭 慧	唐 立	唐 亚	陶 勇	黄 凯	黄建荣
黄胜阳	黄庶识	梁士楚	董永峰	韩树民	温远光	温 放	谢能中
赖俊翔	管卫兵	廖国莲	谭光兴	谭伟福	谭宗琨	翟军勇	黎 宁
黎广钊							

注: 专家名单按姓氏笔画顺序排序, 截至 2019 年 12 月 20 日。

《广西科学》编辑部  
2019 年 12 月 30 日