

陈宜展, 曹永港, 罗士浩, 等. 粤西阳江海域春夏季沿岸激流现象及机理分析[J]. 海洋学报, 2022, 44(11): 1–11, doi:10.12284/hyxb2022115  
Chen Yizhan, Cao Yonggang, Luo Shihao, et al. Mechanism analysis of alongshore shock current phenomenon in Yangjiang sea area along the coast of western Guangdong in spring and summer[J]. Haiyang Xuebao, 2022, 44(11): 1–11, doi:10.12284/hyxb2022115

# 粤西阳江海域春夏季沿岸激流现象及机理分析

陈宜展<sup>1,2</sup>, 曹永港<sup>1,2\*</sup>, 罗士浩<sup>1</sup>, 廖世智<sup>1</sup>, 邓丹<sup>1</sup>, 刘愉强<sup>1</sup>, 马媛<sup>1</sup>

(1. 自然资源部南海调查中心, 广东广州 510300; 2. 自然资源部海洋环境探测技术与应用重点实验室, 广东广州 510300)

**摘要:** 通过分析 2018–2019 年粤西阳江沿岸流海域多站点周年观测水文气象实测资料, 发现 2019 年春季和夏季阳江沿岸流海域存在激流现象。研究结果表明: (1) 2019 年 5 月 5 日凌晨 6 时, 观测站点 2 m 水深处流速达到 164.7 cm/s, 9 m 水深处流速达到 127.6 cm/s。2019 年 8 月 1 日凌晨 4 时至 5 时, 阳江沙扒海域 2 m 水深处流速达到 161.8 cm/s, 9 m 水深处流速达到 156.6 cm/s。(2) 粤西沿岸流阳江 20~30 m 水深海域春夏季突发性强流具有典型的激流特征。激流在涨急时刻发生在海洋表层, 持续 2~4 h。(3) 在西南风与东北风转换期间, 粤西沿岸海域容易形成海水幅聚带, 近岸海域海平面上升, 外海海域海平面下降, 强劲的自岸向外水平压强梯度力导致近岸海水加强向西运动, 从而产生激流。

**关键词:** 粤西; 沿岸流; 海洋激流; 海水幅聚带; 水平压强梯度力

中图分类号: P731.21

文献标志码: A

文章编号: 0253-4193(2022)11-0001-11

## 1 引言

海洋激流由美国海洋地质学家 Hollister 和 Mccave<sup>[1]</sup> 提出, 是一种在海洋内观测到的突发性异常高速流动。海洋激流是一种冲击力极强的海流<sup>[2]</sup>。近年来, 随着我国近岸海域逐步开展的大量海洋水文观测, 海洋科学工作者<sup>[3-7]</sup> 在河北滦河口近海海域、江苏近海辐射沙脊、南黄海辐射沙脊北部水域、南海东部大陆架海域等近岸海域发现了激流现象。刘爱菊等<sup>[4,6]</sup> 在对海洋激流的大量研究中形成了一定的共识, 认为流场辐合是激流形成的重要因素, 并且海洋激流具有流速巨大、持续时间短暂、空间范围小、具有很大的随机性等特点。

方文东等<sup>[8]</sup> 认为南海北部大陆坡区存在突发性强流。尹逊福等<sup>[3]</sup> 在南海东部西江油田 XJ30-2 平台周年观测中多次观测到海洋激流现象。严金辉<sup>[9]</sup> 对粤西茂名海域进行了长时间的多站海流观测, 认为粤西海区海流主要受气象条件的影响, 周期性不好, 且

量值较大。目前, 学者们对粤西沿岸流的夏季驱动机制仍存在不同的观点<sup>[10]</sup>。伍伯瑜<sup>[11]</sup> 认为珠江径流在地转效应和偏东风作用下向西流动形成了粤西沿岸流。严金辉和陈达森<sup>[12]</sup> 认为夏季广东沿岸堆积低密海水, 在地转作用下海水向西流动, 并且夏季粤西海域高频率的偏东风加强了西向流。杨士瑛等<sup>[13]</sup> 则认为一方面夏季南海北部陆架区存在上升流, 近岸水体增温和沿岸径流入海, 造成近岸海平面升高、岸外海平面降低, 离岸水平压强梯度力导致近岸海水向西运动; 另一方面, 夏季华南降雨量多, 珠江冲淡水向西南方向运动是粤西沿岸流形成的另一个重要原因。此外, 不少模结果也支持珠江冲淡水是夏季粤西沿岸流形成的主导因素<sup>[14-15]</sup>。有少数研究认为, 南海北部存在气旋式环流是夏季粤西沿岸流的主要影响因素<sup>[16]</sup>。吴锋和钟万颀<sup>[17]</sup> 指出海洋激流经常发生在浅水海域, 实际上是一种内机械激波。

海洋科学是基于现场调查资料验证发展的学

收稿日期: 2021-12-14; 修订日期: 2022-06-07。

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(42174013); 广东省海洋经济发展(海洋六大产业)专项(粤自然资合[2021]38号)。

作者简介: 陈宜展(1984—), 男, 广东省阳江市人, 高级工程师, 主要从事近岸海洋动力和物理海洋方面研究。E-mail: chenyizhan@smst.gz.cn

\* 通信作者: 曹永港(1984—), 高级工程师, 主要从事海洋水文动力环境调查与分析及数值模拟研究。E-mail: caoyonggang@smst.gz.cn

科。因为激流形成时间短并有一定的随机性,所以需要长周期的海流观测资料进行验证分析,而同时段多站位的水文观测资料对揭示激流现象的机理尤为宝贵。本文通过分析粤西阳江近岸海域多站位实测风、海流、波浪和潮汐数据,研究激流发生期间的海表面温度、地转流和余流规律,探讨阳江沙扒海域激流现象特征以及发生机制。

## 2 资料来源

粤西阳江海域海流、波浪、潮汐资料为阳江海上风电场区 T1 站和 T2 站周年观测的多要素海洋水文气象定点连续性观测数据,观测位置和站位水深如图 1 和表 1 所示,海流观测采用 AWAC“浪龙”声波式剖面流速波浪仪,每 30 min 工作一次,每次连续采样 60 s 取平均值;波浪观测采用 WAVE III 型波浪骑士浮标,每小时观测 1 次;潮汐观测采用 RBR 水位计,每 10 min 记录一次,每次连续采样 1 min 取平均值。

S1 站为国家海洋局闸坡海洋环境观测站。

## 3 2019 年春夏季阳江海域激流现象

### 3.1 实测每月最大流速

选取海面 2 m 以下水深的海流数据进行分析。T1 站 2018 年 10 月至 2019 年 9 月观测期间每月最大流速如图 2 所示,2018 年 11 月观测最大流速为 107.4 cm/s,出现在 2018 年 26 号台风“玉兔”(强热带风暴级)影响期间;2018 年 12 月观测最大流速为 96.4 cm/s,2019 年 2 月观测最大流速为 74.0 cm/s,2019 年 3 月观测最大流速为 138.0 cm/s,均出现在寒潮影响期间。2019 年 5 月观测最大流速为 164.7 cm/s,流向为 234°,2019 年 8 月观测最大流速为 161.8 cm/s,流向为 250°。以上分析的每月最大流速都出现在 2 m 水深处。2019 年 5 月和 8 月最大流速出现期间 T1 海域没有受到台风和寒潮影响,S1 站也没有观测到大风天气。

除了 2019 年 6 月最大流速为偏东北向,其他各

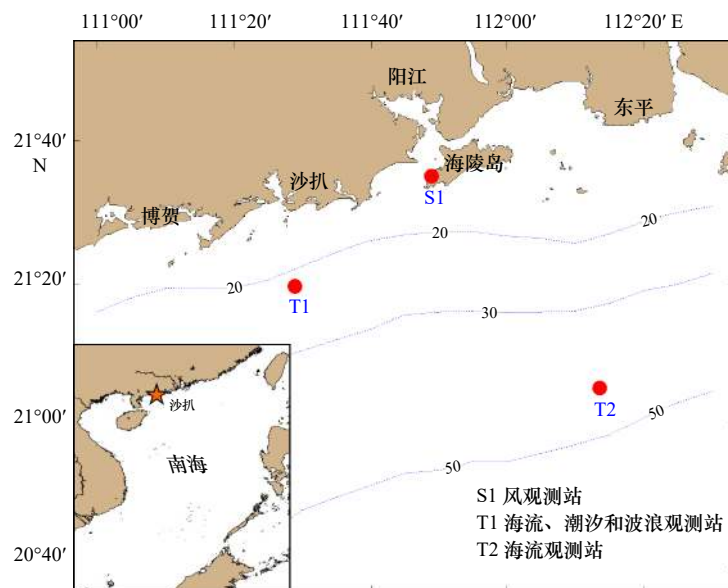


图 1 阳江海域长周期观测站位置

Fig. 1 Location map of long-term observation stations in Yangjiang sea area

图中 S1 站为风观测站,观测时间为 2018 年 10 月至 2020 年 2 月;T1 站为海流、潮汐和波浪观测站,观测时间为 2018 年 10 月至 2019 年 9 月;T2 站为海流观测站,观测时间为 2019 年 3 月至 2020 年 2 月;图中虚线为水深(单位:m)

S1 Station is a wind observation station, and the observation time is from October 2018 to February 2020; T1 Station is a current, tide and wave observation station, and the observation time is from October 2018 to September 2019; T2 Station is a current observation station, and the observation time is from March 2019 to February 2020. The dotted line in the figure is the water depth (unit: m)

表 1 观测站位经纬度、水深及观测要素

Table 1 Longitude and latitude water depth and observation elements of observation stations

站号	纬度	经度	站位水深/m	观测要素
T1	21°19'36.02"N	111°28'59.17"E	25.4	潮汐、海流、波浪
T2	21°05'21.36"N	112°13'34.68"E	47.1	海流

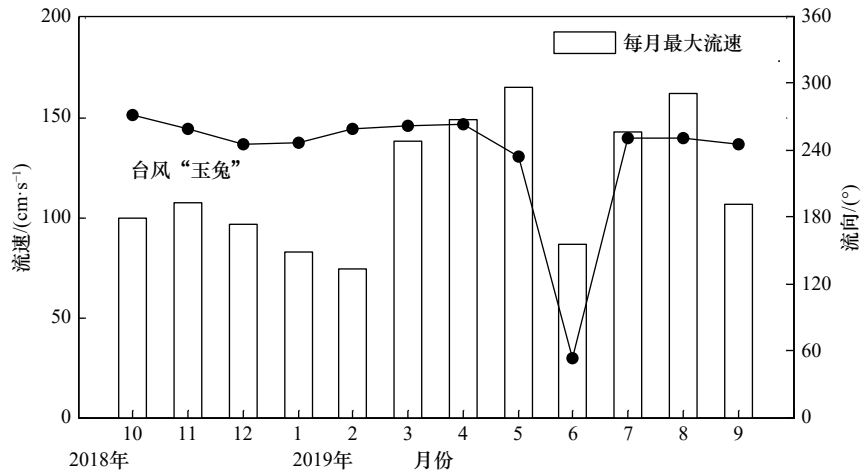


图2 T1站2018年10月至2019年9月观测期间每月最大流速

Fig. 2 Maximum monthly current velocity of T1 Station during observation period from October 2018 to September 2019

月份最大流速都是偏西南向, T1站海域明显受到粤西沿岸流影响。T1站春季(3-5月)和夏季(6-8月)的每月最大流速普遍比东北季风作用下的冬季(12月至翌年2月)每月最大流速大,说明T1站海域

最大流速并不只是受到风应力影响。

### 3.2 阳江海域2019年5月和8月海流矢量变化过程

通过图3和图4比较2019年5月、8月的风矢量和海流矢量的时间序列可以看出,海洋表层流速值变

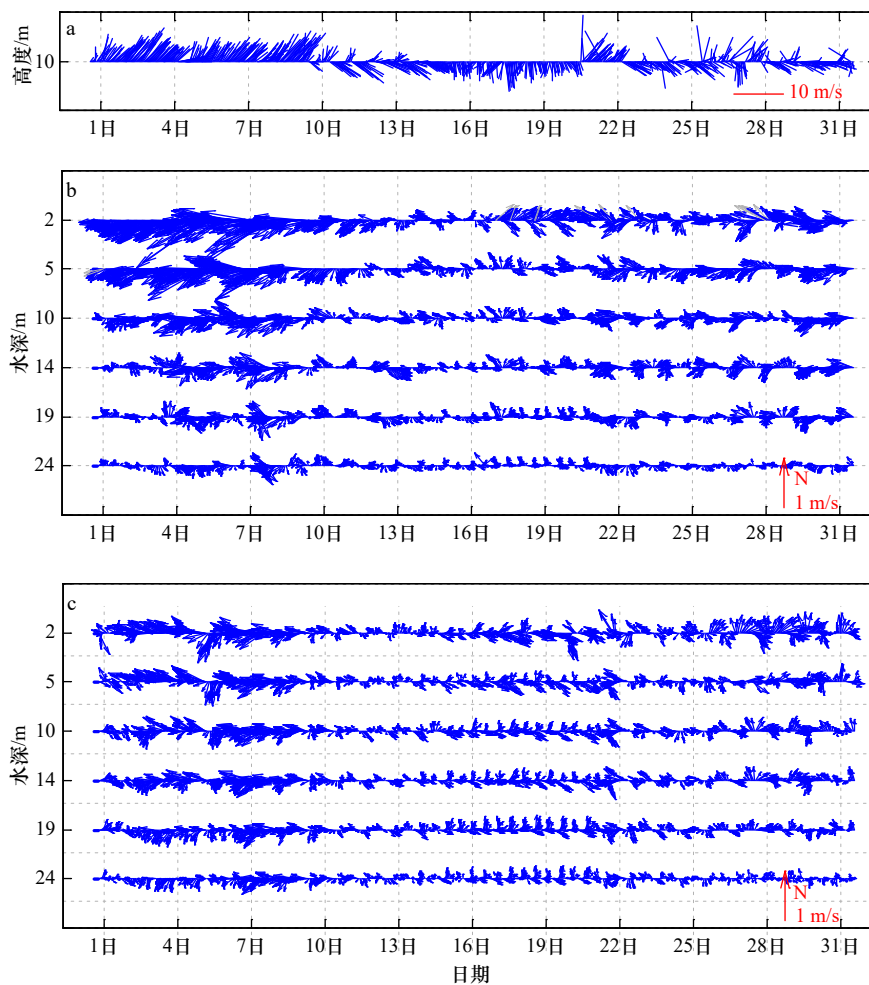


图3 2019年5月S1站风矢量图(a)和T1站(b)、T2站(c)不同水深海流矢量变化过程

Fig. 3 Wind vector diagram of Station S1 (a) and current vector change process of different water depth at Station T1 (b) and Station T2 (c) in May, 2019

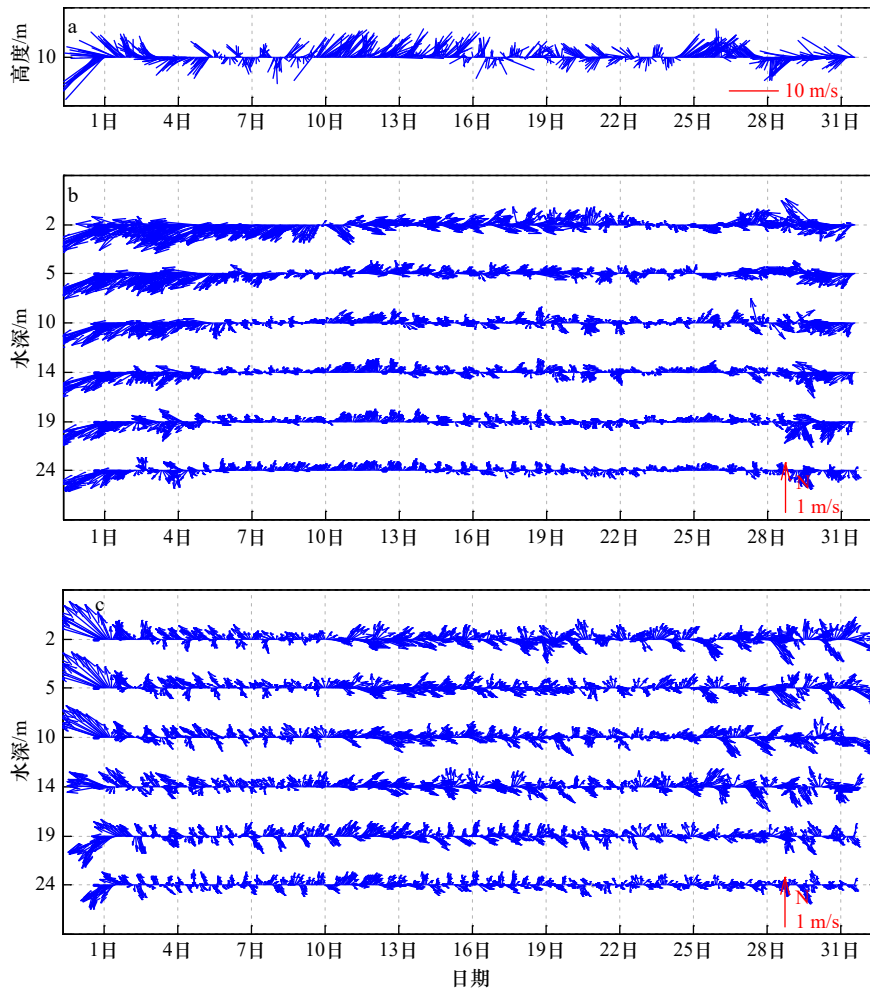


图4 2019年8月S1站(a)风矢量和T1站(b)、T2站(c)不同水深海流矢量变化过程  
 Fig. 4 Variation process of wind vector at Station S1 (a) and current vector at different water depths at Station T1 (b) and Station T2 (c) in August 2019

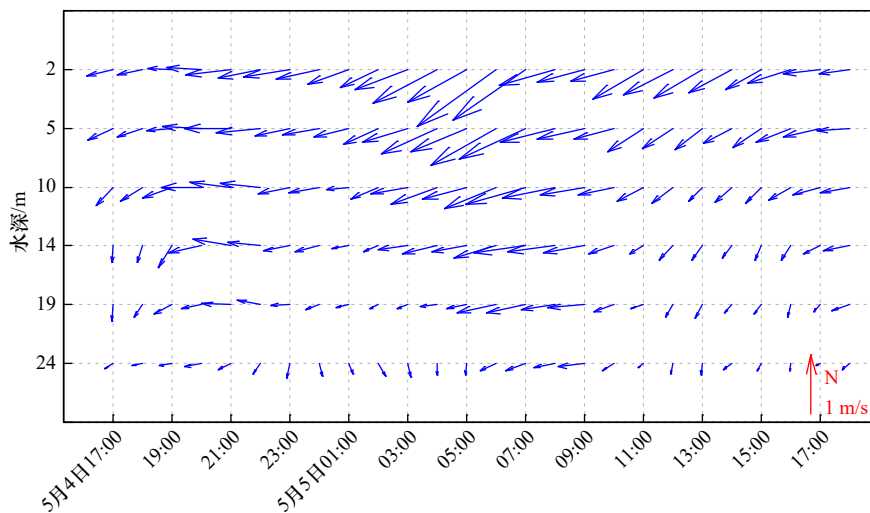


图5 T1站2019年5月4日17:00至5月5日18:00海流矢量图  
 Fig. 5 Current vector diagram of T1 Station from 17:00 on May 4 to 18:00 on May 5, 2019

化复杂且有激流现象。如表2所示,2019年5月5日6时,T1站流速急剧增大到164.7 cm/s,而激流发生前的流速仅为40.7 cm/s,激流与发生前流速之比为4.0,

激流持续时间达2 h,随后流速急剧下降,恢复到正常流速。海流的这种现象,与文献[18]所述的海洋激流状况相似,这也是一种海洋激流流态。从图3和图4

表 2 2019 年 5 月和 8 月典型激流流况

Table 2 Typical shock current conditions in May and August, 2019

日期	发生时间	站位	最大流速/( $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ )	最大流速方向/( $^{\circ}$ )	激流发生前流速/( $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ )	激流与发生前流速之比	持续时间/h
2019年5月5日	6时	T1	164.7	234	40.7	4.0	2
	4时	T2	74.2	275	18.4	4.0	2
2019年5月8日	0时	T1	161.4	239	33.8	4.8	3
	0时	T2	65.9	267	48.2	1.4	2
2019年8月1日	5时	T1	161.8	250	45.5	3.6	4
	6时	T2	107.7	309	21.1	5.1	3

海流流态分析, 阳江海域春、夏季激流有以下性质: (1) 2019 年 5 月激流发生两次, 分别发生在 5 月 5 日和 5 月 8 日; 2019 年 8 月激流发生 1 次, 发生在 8 月 1 日。激流现象发生时都盛行东北风, 并且激流流向都偏西南向, 与粤西沿岸流流向一致。在水深较小海域, 风应力作用明显, 东北风有利于阳江沿岸流海域发生强流。(2) 激流现象发生时, 近岸 T1 站流速明显大于 T2 站流速, 激流现象主要发生在近岸 20~30 m 水深海域。由于海岸的边界条件作用, 埃克曼层水体辐聚容易出现在近岸海域。(3) 激流现象先发生在海表, 随后海洋次表层和底层流速逐渐增大, 激流现象的最大流速都出现在海洋表层。从图 5 可以看出, 2019 年 5 月 5 日, T1 站 2 m 水深流速从凌晨 4 时增大到 123.9  $\text{cm}/\text{s}$ , 并在凌晨 6 时达到最大值 164.7  $\text{cm}/\text{s}$ , 9 m 水深流速凌晨 4 时增大到 105.0  $\text{cm}/\text{s}$ , 在凌晨 6 时达到最大值 127.6  $\text{cm}/\text{s}$ 。图 6 为 T1 站 2019 年 7 月 31 日 17:00 至 8 月 1 日 18:00 海流矢量图, T1 站 2019 年 7 月 31 日晚上 20 时, 2 m 水深流速为 101.7  $\text{cm}/\text{s}$ ,

9 m 水深流速为 93.3  $\text{cm}/\text{s}$ , 在 8 月 1 日凌晨 5 时 2 m 水深达到流速最大值 161.8  $\text{cm}/\text{s}$ , 9 m 水深流速在 8 月 1 日凌晨 6 时达到流速最大值 156.6  $\text{cm}/\text{s}$ 。

### 3.3 激流现象发生时的风、潮汐、波浪

海洋表层动力过程复杂, 近岸表层海流容易受风应力、波浪、潮汐等动力因素影响。T1 站海域春季和夏季流速最大值具有激流的典型特征<sup>[17]</sup>: (1) 流速巨大。激流流速大指的是流速的绝对值大, 或者激流发生后与激流发生前流速比值大。T1 站海流流速绝对值大于 1.6  $\text{m}/\text{s}$ , 具有明显的强流特征。(2) 持续时间短。粤西海域激流都发生在涨急时刻, 持续 2~4 h, 具有流速突变和持续时间极短的特征。涨潮时刻海水向岸运动, 在近岸容易形成海水辐聚带, 这也是激流发生在涨急时刻的原因。(3) 空间范围狭小。粤西激流主要发生在近岸 20~30 m 水深海域, 具有明显的沿岸流特征。(4) 具有很大的随机性。一般而言, 风是影响近岸海流的最主要因素。从图 7 和图 8 可以看出, 粤西激流发生时风速较小, 波高也没有明显

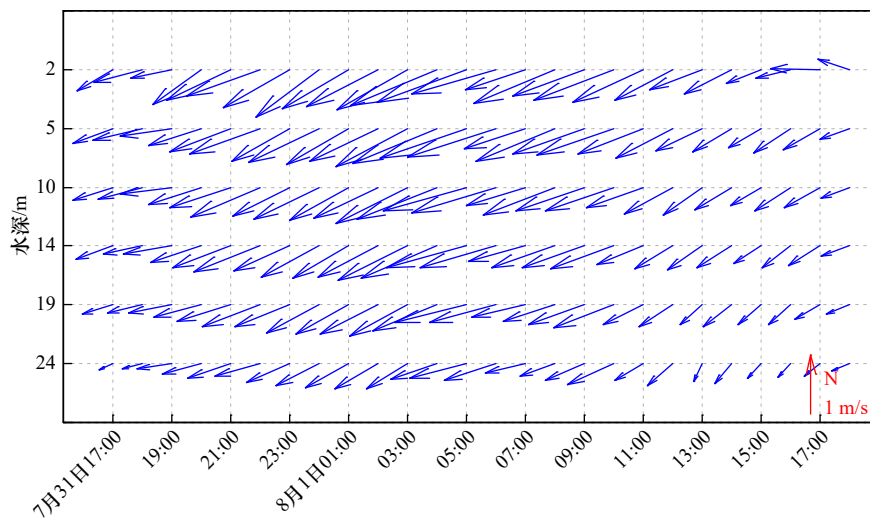


图 6 T1 站 2019 年 7 月 31 日 17:00 至 8 月 1 日 18:00 海流矢量图

Fig. 6 Current vector diagram of T1 Station from 17:00 on July 31 to 18:00 on August 1, 2019

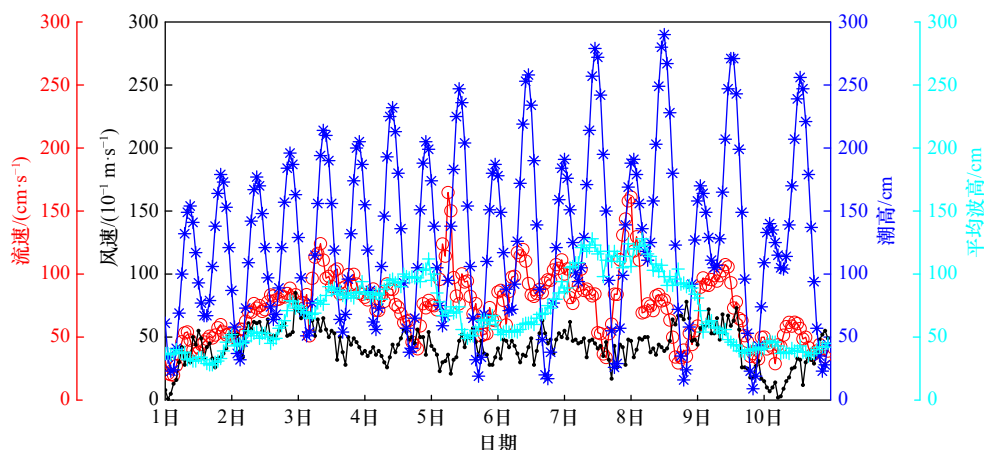


图 7 2019 年 5 月 1 日至 10 日激流期间 S1 站风速和 T1 站流速、潮高、平均波高变化过程

Fig. 7 Variation process of wind speed at Station S1 and flow velocity, tide height and average wave height at Station T1 during shock current period from May 1 to 10, 2019

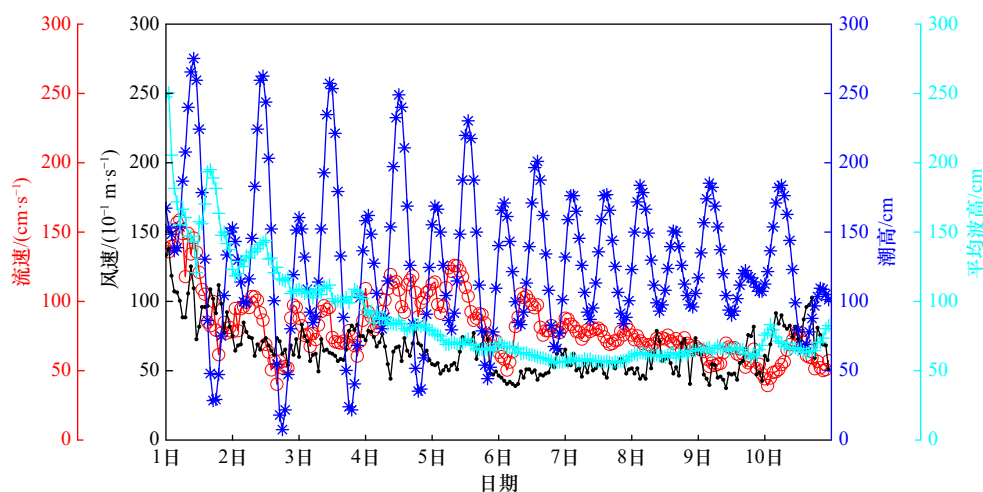


图 8 2019 年 8 月 1 日至 10 日激流期间 S1 站风速和 T1 站流速、潮高、平均波高变化过程

Fig. 8 Variation process of wind speed at Station S1 and flow velocity, tide height and average wave height at Station T1 during shock current period from August 1 to 10, 2019

增大,流速随涨潮过程快速增大。2019 年 5 月 5 日和 5 月 8 日 T1 站两个流速峰值期间风速并不大。2019 年 8 月流速值与风速值变化趋势基本一致。T1 站海域夏季风海流特征比春季明显。

#### 4 粤西海域春夏季激流现象机制分析

为了探讨粤西春季和夏季典型激流发生前后南海北部的环境要素变化特征,采用卫星遥感高分辨率资料 GHR SST (Group for High Resolution Sea Surface Temperature) 分析海表面温度 (SST) 特征, GHR SST 资料水平分辨率为  $0.05^{\circ} \times 0.05^{\circ}$ ; 采用 AVISO 卫星高度计数据资料分析海表面高度异常 (SLA) 和海表地转流特征; 采用 T1 站和 T2 站海流实测数据进行余流计算。余流通常指实测海流资料中扣除周期性 (天文潮) 海水流动外, 剩余的那部分流动, 包括潮汐余流、

风海流和密度流等非周期性流动。通过对实测定点潮流时间序列作两个半日潮周期 (25 h) 矢量平均合成计算, 求取观测位置的欧拉余流<sup>[19]</sup>。

##### 4.1 粤西海域春季激流发生机制

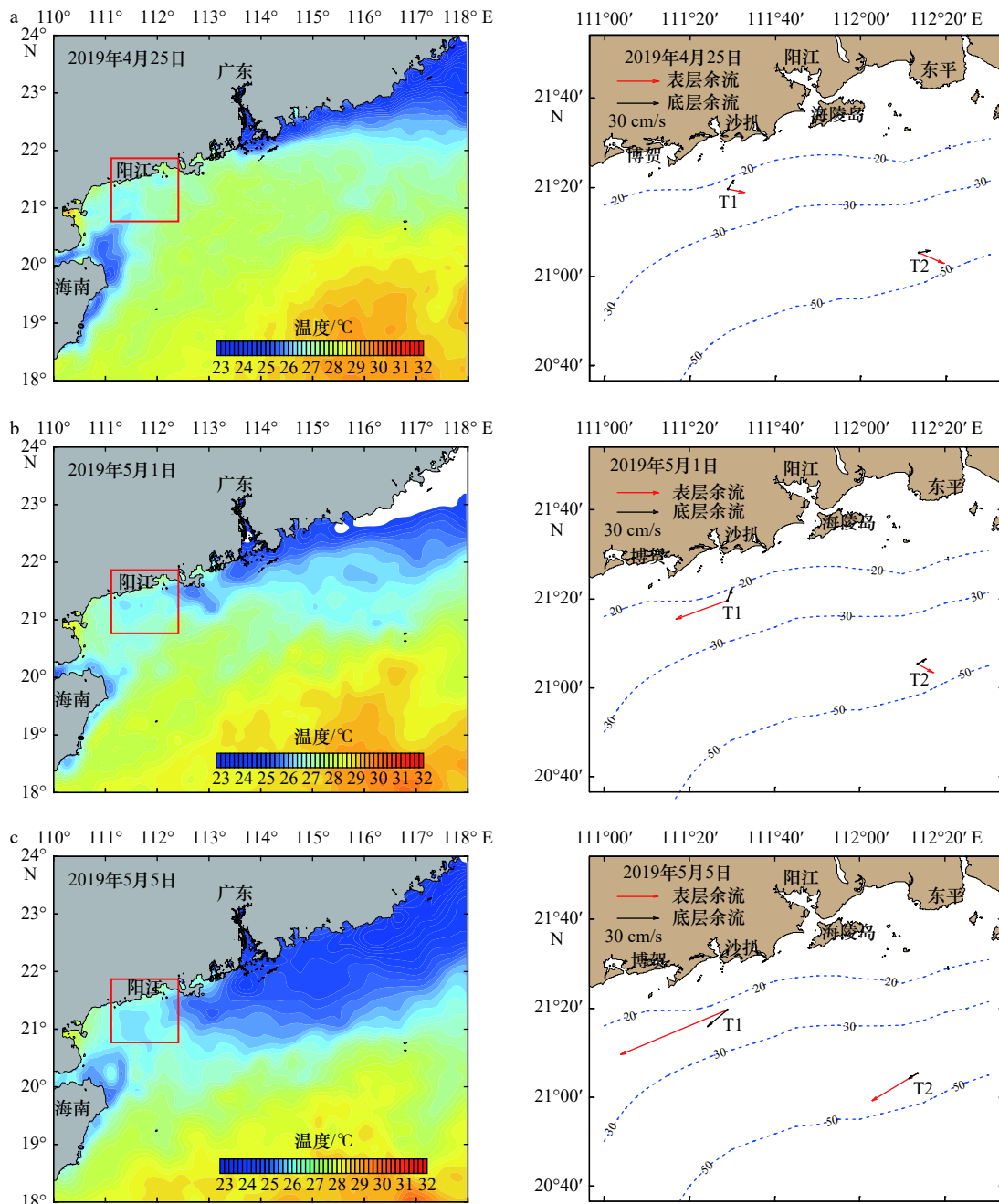
2019 年 4 月下旬到 5 月上旬, 南海北部持续的东北风促使粤西海域余流由东北转向西南, 南海东北部冷水水团也逐渐向南运动, 在南海北部近岸形成冷水带 (图 9b)。珠江冲淡水在东北风和地转作用下向西南方向流动加强 (图 10)。在 5 月 5 日到 5 月 8 日期间, 南海中部的暖水团向北移动 (图 9), 大量海水在粤西近岸海域辐聚。近岸海域海平面上升, 外海海域海平面下降, 形成了自岸向外的水平压强梯度力, 迫使近岸海水向西运动, 因此激流发生在近岸海域。

##### 4.2 粤西海域夏季激流发生机制

2019 年 8 月 1 日, 此时阳江海域盛行东北风, 有

利于激流产生(图 5a)。由图 5b、图 5c 和图 11 都可见, T1 站表层海水向西南流动, T2 站海水向西北向岸流动。结合图 10a 海表地转流分布, 此时在地转流作用下的海水由粤西外海向岸流动形成气旋式环流, 向岸运动的海水在粤西近岸海域辐聚。图 11a 显示了 2019 年 8 月 1 日粤西沿岸流强流期间的南海北部海表面温度, 粤西海域存在高温水带。南海中部的高温海水沿着海南岛东部和雷州半岛东部的气旋式环流运输到粤西沿岸海域(图 12)。与春季激流发生的机制相似, 夏季激流发生期间近岸海域海平面上升, 外海海域海平面下降, 水平压强梯度力自岸向外, 迫使近岸海域海水向西运动。

上述现象表明, 粤西海域大量海水辐聚形成强劲的近岸向外水平压强梯度力是阳江海域激流产生的主导机制。春夏季珠江入海径流量大, 而春夏季东北风和西南季风的不稳定性导致了激流产生的随机性。春季, 持续东北风作用下珠江冲淡水向西运动加强, 南海暖水团向北运动使得粤西近岸海域流场辐合。夏季, 西南季风在海南岛以南形成东北向流导致粤西沿岸的补偿流往西南流动, 在短暂东北风作用下沿岸流向西流动加强, 海水在粤西海域辐聚。此外, 雷州半岛向海伸突的地形使得春夏季南海北部辐聚海水容易在粤西海域产生流场辐合, 并且西向强流都发生在涨潮时刻。



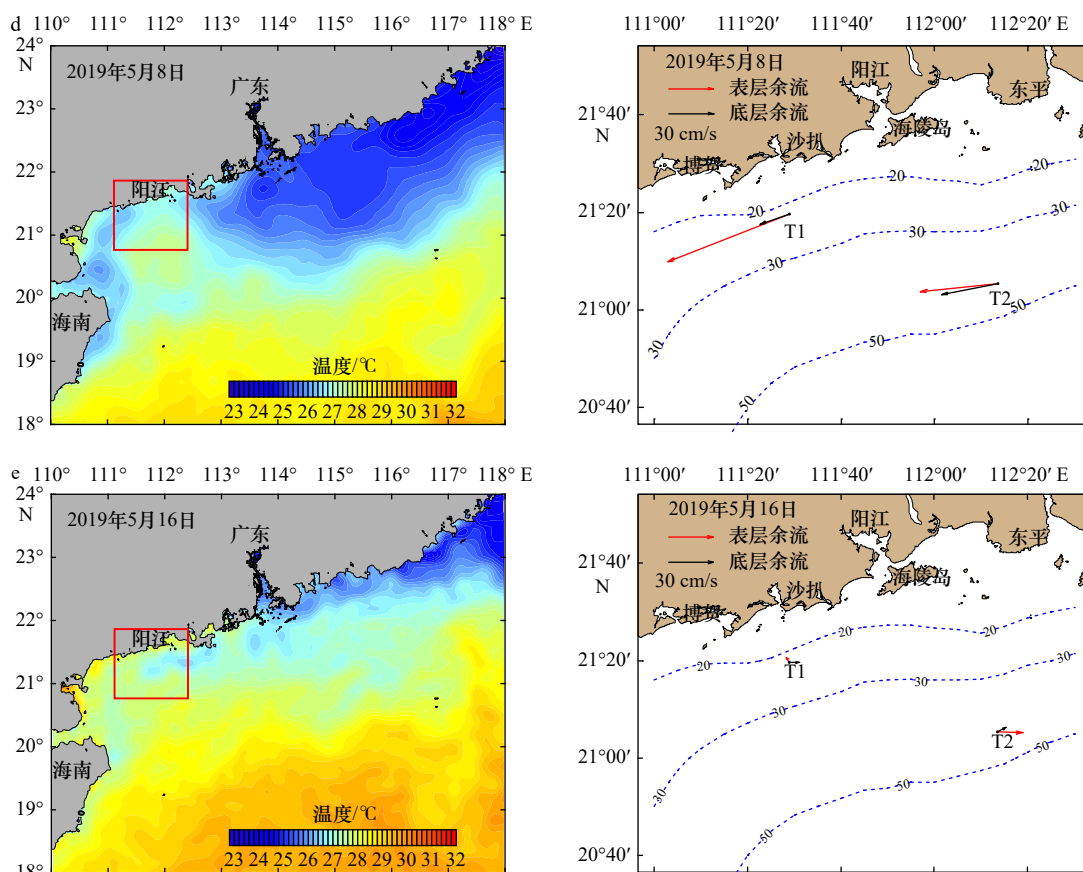


图 9 2019 年春季南海北部海表面温度和 T1、T2 站余流分布

Fig. 9 Distribution of sea surface temperature and residual current at stations T1 and T2 in the northern South China Sea in the spring of 2019

左图为 GHRSSST 遥感海表面温度, 右图为左图同日 T1、T2 站表层余流和底层余流(右图区域为左图红框内区域)

The left figures show the GHRSSST remote sensing sea surface temperature, and the right figures show the surface residual current and bottom residual current at stations T1 and T2 on the same day (the area in the right figure is the area in the red box in the left figure)

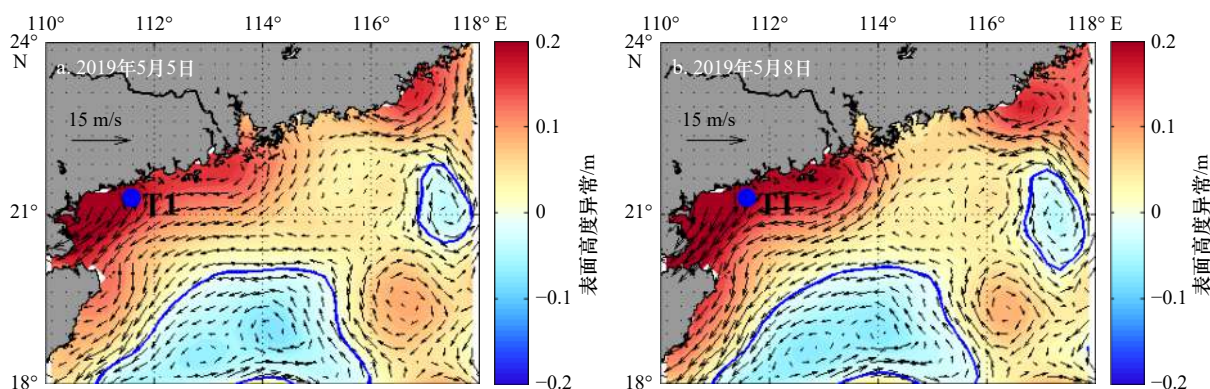


图 10 2019 年春季南海北部激流期间 AVISO 表面高度异常和海表地转流

Fig. 10 AVISO surface level anomaly and surface geostrophic current during the torrent in the northern South China Sea in spring 2019

本文通过实测海流数据比较了向岸强流的大小, 激流现象主要发生在粤西沿岸流近岸强流段。但由于缺乏同时期沿岸海流的观测数据, 尚不能确定粤西海域激流现象的沿岸段影响范围。其它海域的激流现象主要发生在海洋底层, 而阳江海域的激流发生在

海洋表层。

## 5 结论

(1) 春夏季粤西沿岸海域流场辐合, 形成强劲的自岸向外水平压强梯度力, 迫使沿岸流向西流动

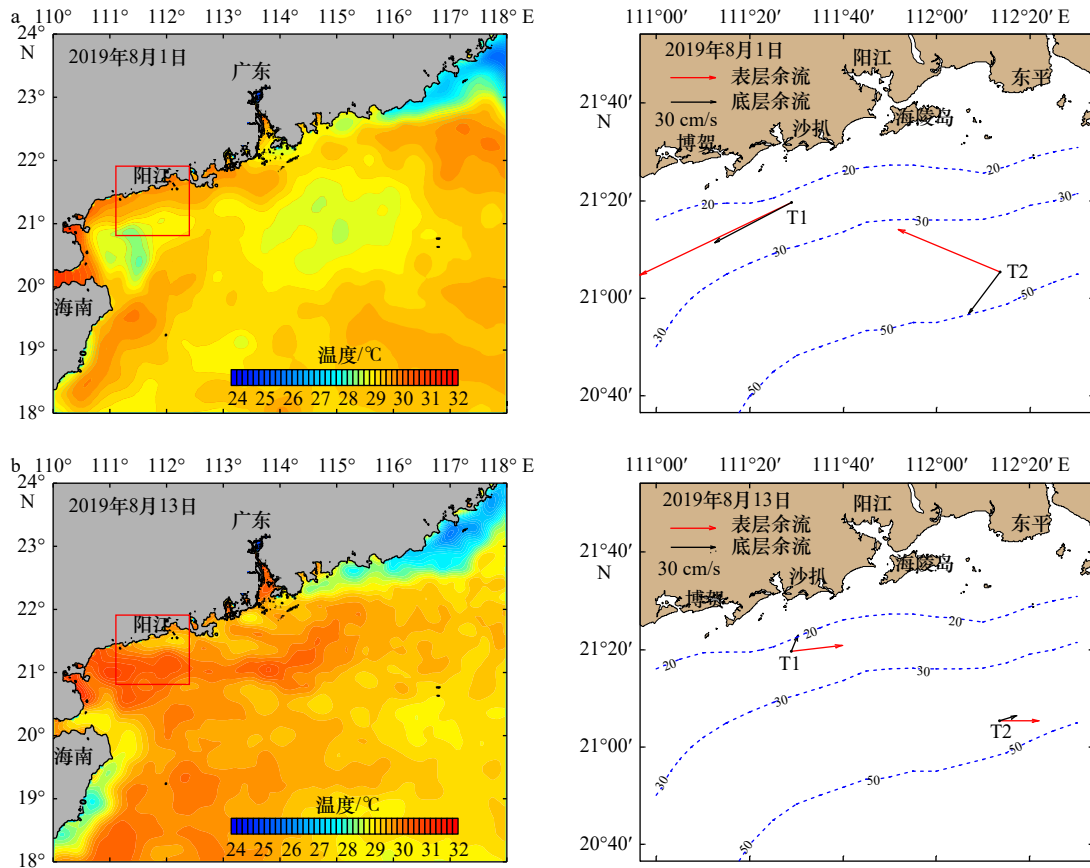


图 11 2019 年夏季南海北部海表面温度和 T1、T2 站余流分布  
 Fig. 11 Distribution of sea surface temperature and residual current at stations T1 and T2 in the northern South China Sea in the summer of 2019

左图为 GHRSSST 遥感海表面温度, 右图为左图同日 T1、T2 站表层余流和底层余流(右图区域为左图红框内区域)

The left figures show the GHRSSST remote sensing sea surface temperature, and the right figures show the surface residual current and bottom residual current at stations T1 and T2 on the same day (the area in the right figure is the area in the red box in the left figure)

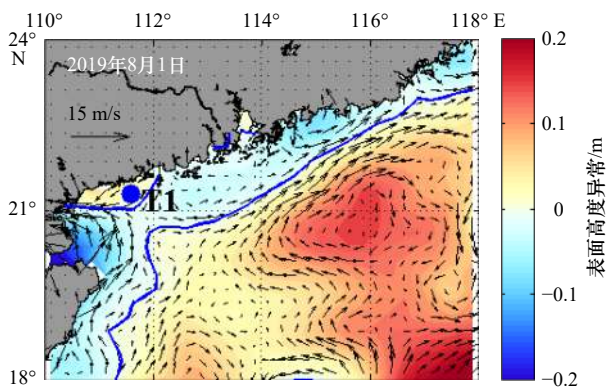


图 12 2019 年夏季南海北部激流期间 AVISO 表面高度异常和海表地转流

Fig. 12 AVISO surface level anomaly and surface geostrophic current during the torrent in the northern South China Sea in summer 2019

加强。

(2) 粤西阳江近岸 20~30 m 水深海域在春夏季

存在激流现象。激流发生海域也是粤西阳江沿岸流作用海域, 激流具有沿岸流性质。春夏季东北风有利于激流现象发生。2019 年 5 月 5 日凌晨 6 时, 阳江沙扒海域 2 m 水深处流速达到 164.7 cm/s, 9 m 水深处流速达到 127.6 cm/s。2019 年 8 月 1 日凌晨 4 时至 5 时, 阳江沙扒海域 2 m 水深处流速达到 161.8 cm/s, 9 m 水深处流速达到 156.6 cm/s。阳江沙扒海域激流现象出现在海洋表层, 发生在涨潮的涨急时刻, 持续 2~4 h。激流发生时, 没有出现显著大风。

(3) 粤西海域位于南海西北边缘, 雷州半岛向海伸突。春季, 珠江入海径流量大, 珠江冲淡水 and 南海中部向北移动水体在持续东北风作用下容易在粤西近岸海域辐聚。夏季, 在西南季风作用下外海海域水体向东北运动, 近岸海域形成西南向补偿流, 粤西沿岸海域生成海水辐聚带。因此在春季和夏季, 粤西海域东北风和西南季风交汇时沿岸流最大流速明显大于在风海流作用下的冬季沿岸流最大流速。

## 参考文献:

- [1] Hollister C D, Mccave I N. Sedimentation under deep-sea storms[J]. *Nature*, 1984, 309(5965): 220–225.
- [2] 修日晨, 张自历, 刘爱菊. 海洋激流的观测实验及分析讨论[J]. *海洋学报*, 2004, 26(2): 118–124.  
Xiu Richen, Zhang Zili, Liu Aiju. Observational experiment, analysis and discussion of sea storm current[J]. *Haiyang Xuebao*, 2004, 26(2): 118–124.
- [3] 尹逊福, 刘爱菊, 张海波. 南海东部区域的海流状况——II. 海洋激流现象[J]. *黄渤海海洋*, 2002, 20(2): 7–11.  
Yin Xunfu, Liu Aiju, Zhang Haibo. Current conditions in the eastern South China Sea—II. Ocean storm current phenomenon[J]. *Journal of Oceanography of Huanghai & Bohai Seas*, 2002, 20(2): 7–11.
- [4] 刘爱菊, 修日晨, 张自历, 等. 江苏近海的激流[J]. *海洋学报*, 2002, 24(6): 120–126.  
Liu Aiju, Xiu Richen, Zhang Zili, et al. Storm current in the coastal waters of Jiangsu Province, China[J]. *Haiyang Xuebao*, 2002, 24(6): 120–126.
- [5] 彭畅, 陈可锋, 徐志峰. 南黄海辐射沙脊北部水域“激流”特征及成因机制研究[J]. *科学技术与工程*, 2014, 14(5): 24–31.  
Peng Chang, Chen Kefeng, Xu Zhifeng. Analyses on characteristics and genesis of storm current in north radial sand ridges area, South Yellow Sea[J]. *Science Technology and Engineering*, 2014, 14(5): 24–31.
- [6] 刘爱菊. 滦河口激流状况[J]. *科学技术与工程*, 2002, 2(3): 59–60.  
Liu Aiju. Storm current in the Luanhe River Mouth area[J]. *Science Technology and Engineering*, 2002, 2(3): 59–60.
- [7] 刘爱菊. 滦河口近海激流成因初探[J]. *科学技术与工程*, 2002, 2(5): 16–17.  
Liu Aiju. Preliminary study on the formation cause of inshore storm current in the Luanhe River Mouth area[J]. *Science Technology and Engineering*, 2002, 2(5): 16–17.
- [8] 方文东, 陈荣裕, 毛庆文. 南海北部大陆坡区的突发性强流[J]. *热带海洋*, 2000, 19(1): 70–75.  
Fang Wendong, Chen Rongyu, Mao Qingwen. Abrupt strong currents over continental slope of northern South China Sea[J]. *Tropic Oceanology*, 2000, 19(1): 70–75.
- [9] 严金辉. 粤西长期海流观测揭示的低频流特征及其动力机制分析[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2005.  
Yan Jinhui. On the low-frequency West-Guangdong coast current and its dynamical mechanism[D]. Qingdao: Ocean University of China, 2005.
- [10] 谢玲玲, 曹瑞雪, 尚庆通. 粤西近岸环流研究进展[J]. *广东海洋大学学报*, 2012, 32(4): 94–98.  
Xie Lingling, Cao Ruixue, Shang Qingtong. Progress of study on coastal circulation near the shore of western Guangdong[J]. *Journal of Guangdong Ocean University*, 2012, 32(4): 94–98.
- [11] 伍伯瑜. 珠江口以西陆架海域环流研究 III [J]. *台湾海峡*, 1990, 9(2): 118–126.  
Wu Boyu. A study on the circulation in shelf waters west to Zhujiang River Mouth III. Shelf circulation model[J]. *Journal of Oceanography in Taiwan Strait*, 1990, 9(2): 118–126.
- [12] 严金辉, 陈达森. 粤西水东单点系泊海域潮流和低频流特征[J]. *海洋湖沼通报*, 2005(3): 8–15.  
Yan Jinhui, Chen Dasen. The characteristics of low frequency currents in the area of Shuidong anchored floating wharf in the west of Guangdong coastal waters[J]. *Transactions of Oceanology and Limnology*, 2005(3): 8–15.
- [13] 杨士瑛, 鲍献文, 陈长胜, 等. 夏季粤西沿岸流特征及其产生机制[J]. *海洋学报*, 2003, 25(6): 1–8.  
Yang Shiyang, Bao Xianwen, Chen Changsheng, et al. Analysis on characteristics and mechanism of current system in west coast of Guangdong Province in the summer[J]. *Haiyang Xuebao*, 2003, 25(6): 1–8.
- [14] Shi Maochong, Chen Changsheng, Xu Qichun, et al. The role of Qiongzhou Strait in the seasonal variation of the South China Sea circulation[J]. *Journal of Physical Oceanography*, 2002, 32(1): 103–121.
- [15] 杨毅, 徐艳东, 王发云, 等. 粤西沿岸流和物质输移模型研究及应用[J]. *科学技术与工程*, 2015, 15(19): 80–85.  
Yang Yi, Xu Yandong, Wang Fayun, et al. A numerical hydrodynamic and transport model in the west coast of Guangdong Province[J]. *Science Technology and Engineering*, 2015, 15(19): 80–85.
- [16] 朱冬琳, 陈波, 唐声全. 基于HYCOM模拟的南海西北部环流[J]. *广西科学*, 2019, 26(6): 641–646.  
Zhu Donglin, Chen Bo, Tang Shengquan. Northwest South China Sea circulation based on HYCOM simulation[J]. *Guangxi Sciences*, 2019, 26(6): 641–646.
- [17] 吴锋, 钟万颢. 内机械激波——海洋激流的一种解释[J]. *应用数学和力学*, 2019, 40(8): 823–839.  
Wu Feng, Zhong Wanxie. Internal mechanical shock wave: an explanation of the ocean shock current[J]. *Applied Mathematics and Mechanics*, 2019, 40(8): 823–839.
- [18] 修日晨, 顾玉荷, 刘爱菊, 等. 海洋激流的若干观测结果[J]. *海洋学报*, 2000, 22(4): 118–124.  
Xiu Richen, Gu Yuhe, Liu Aiju, et al. Some observational results of sea storm current[J]. *Haiyang Xuebao*, 2000, 22(4): 118–124.
- [19] 陈宜展, 曹永港, 肖志建, 等. 海口湾海域潮流季节性特征分析[J]. *中山大学学报(自然科学版)*, 2019, 58(5): 73–79.  
Chen Yizhan, Cao Yonggang, Xiao Zhijian, et al. The seasonal variation of tidal currents in the Haikou Bay[J]. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni*, 2019, 58(5): 73–79.

## Mechanism analysis of alongshore shock current phenomenon in Yangjiang sea area along the coast of western Guangdong in spring and summer

Chen Yizhan<sup>1,2</sup>, Cao Yonggang<sup>1,2</sup>, Luo Shihao<sup>1</sup>, Liao Shizhi<sup>1</sup>, Deng Dan<sup>1</sup>, Liu Yuqiang<sup>1</sup>, Ma Yuan<sup>1</sup>

(1. South China Sea Marine Survey Center, Ministry of Natural Resources, Guangzhou 510300, China; 2. Key Laboratory of Marine Environmental Survey Technology and Application, Ministry of Natural Resources, Guangzhou 510300, China)

**Abstract:** We can discover that there exist storm currents along Yangjiang sea area of western Guangdong waters in spring and summer of 2019 by analyzing materials which measure hydrologic and hydrometeorological along west coast of Guangdong flow Yangjiang sea area from 2018 to 2019. The result of research shows: Firstly, the velocity of 2 m water depth at the observation site reached 164.7 cm/s and 9 m water depth at the observation site reached 127.6 cm/s at 6:00 a.m. on May 5, 2019. The velocity of Yangjiang Shapa sea area 2 m water depth at the observation site reached 161.8 cm/s and 9 m water depth at the observation site reached 156.6 cm/s at 4:00 to 5:00 a.m. on August 1, 2019. Secondly, the suddenly strong currents in spring and summer have typically shock current trait in the Yangjiang 20 m to 30 m sea area along the shore current area of western Guangdong. The strong current happens at the surface of the ocean during the time of rising tide for 2 h to 4 h. Thirdly, during the transition period of southwest wind and northeast wind, the coastal sea area of western Guangdong is prone to form a water convergence zone. The sea level of the coastal sea area rises, and the sea level of the offshore sea area drops. The strong horizontal pressure gradient force from the shore to the outside causes the coastal water to strengthen the westward movement, resulting in shock current.

**Key words:** the west of Guangdong Province; alongshore current; ocean shock current; sea water convergence zone; horizontal pressure gradient force