

# 越南巴达棱湾沿岸海域周年风和浪的观测分析

刘愉强, 杨阳, 廖世智, 冯砚青, 赖新云

国家海洋局南海工程勘察中心, 广东 广州 510300

**摘要:** 基于国内首次在越南巴达棱湾 2007 年 5 月—2008 年 4 月的风、浪现场实测资料, 对该海区的风和浪的基本特征进行了初步统计分析, 得出如下结论: 1) 海区季风现象明显, 冬季(夏季)盛行东北(西南)季风, 东北季风强度大于西南季风强度; 2) 海区波向与风向基本一致, 即冬季(夏季)常浪向和强浪向均是 E(SSW)向浪; 3) 海区以风浪为主, 波谱表现为多峰结构, 主峰多为单峰和双峰结构, 东北季风(西南季风)期间, 峰值周期对应的波向为 E(SSW)向, 台风对海域的波谱影响明显。文章结果对认识与我国同纬度的南沙群岛海域的风、浪特点具有一定参考价值。

**关键词:** 巴达棱湾; 季风; 波谱

中图分类号: P731 文献标识码: A 文章编号: 1009-5470(2011)05-0062-05

## Observational analysis of wind and wave in sea area of Cu Lao Cau Bay, Vietnam

LIU Yu-qiang, YANG Yang, LIAO Shi-zhi, FENG Yan-qing, LAI Xin-yun

South China Sea Marine Engineering surveying Center, State Oceanic Administration, Guangzhou 510300, China

**Abstract:** Based on the observational data obtained during May 2007–April 2008, the features of wind and wave in the offshore area of Cu Lao Cau Bay were analyzed. We draw the conclusions as follows. 1) The monsoon is very prominent in the offshore area. The direction of the wind is almost northeasterly (southwesterly) in winter (summer), and the northeasterly monsoon is stronger than the southwesterly. 2) The directions of wave and wind are roughly consistent with the directions of normal wave and strong wave, which is eastward in winter and SSW-ward in summer. 3) The wind waves are normal, the wave spectrum has a multi-peak structure, and most of the main peaks are single-peak and two-peak structures. In the period of northeasterly (southwesterly) monsoon, the wave direction of peak value is south-southwest (eastward). Typhoon affects obviously the spectrum in the offshore area. This paper may provide a scientific basis for understanding the wind and wave characteristics in the Nansha Islands sea area.

**Key words:** Cu Lao Cau Bay; monsoon; wave spectrum

巴达棱湾位于越南中部沿岸, 处于山脉和半丘陵的交接地, 气候受地形影响明显。该海域的潮汐类型属不规则全日潮, 潮差较小(最大潮差约为 2.62m), 海流中等偏弱。海岸类型以沙质海岸为主, 海域沉积物以砂为主, 粉砂质砂和砾砂次之, 海域平均中值粒径约为 0.334mm。影响该海域 6 级以上的台风或热带气旋每年为 1.1 个, 实测台风历史最大风速为  $35\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。

本文通过越南巴达棱湾附近海域风、波实测资料分析该海域风、浪特点, 对了解同纬度南沙群岛海域的风和波浪的特点具有一定参考价值。

### 1 资料

图 1 为研究海域的风和波浪观测位置, 其中波浪观测站的水深约 15m。两站同步观测, 观测时间从 2007 年 5 月至 2008 年 4 月, 本文将 5 月至 9 月

收稿日期: 2010-03-12; 修订日期: 2010-12-15。孙淑杰编辑

基金项目: 国家高技术研究发展计划项目(2008AA09A401)

作者简介: 刘愉强(1979—), 男, 广东省惠州市人, 工程师, 主要从事海洋调查研究。Tel: 020-84462802; E-mail: yuqiangliu@21cn.com

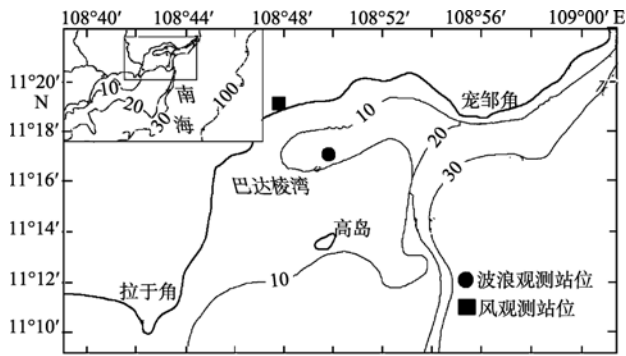


图1 风、波浪调查站位示意图

Fig. 1 Location of wind and wave observation stations

定为西南季风期, 11月至翌年3月东北季风期。采用 XZC5-1 型海洋自动监测系统 进行风观测, 风速测量范围为  $0\text{--}75\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ , 风速小于等于  $5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  时, 误差为  $-0.5\text{--}0.5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ , 风速大于  $5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  时, 误差为测速的  $-10\%\text{--}10\%$ 。统计分析表明, 全年逐时风速的标准差为  $2.35\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ , 中位数为  $2.8\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ , 偏斜度为 0.96。采用荷兰 Datawell Inc 公司生产的 MARK 型波浪骑士进行波浪观测, 该仪器波高测量范围为  $-20\text{--}20\text{m}$ , 其精度小于 2%, 观测波浪周期为 1.6—

33s, 波向范围为  $0^\circ\text{--}360^\circ$ , 其精度为  $\pm 1^\circ$ 。

## 2 观测要素

### 2.1 风

越南巴达棱湾地处热带季风区, 风的季节变化十分明显<sup>[1]</sup>, 冬季在南海表现为东北季风, 夏季表现为西南季风, 东北季风的强度大于西南季风的强度, 春季和秋季为季风转换季节<sup>[2-5]</sup>。此次观测结果再现了南海季风变化特征, 表 1 和图 2 分别表示观测期逐月风向风频分布统计和风玫瑰图<sup>[6]</sup>, 从表 1 和图 2 可以发现, 冬季, 研究海区盛行东北季风, 以 12 月为最盛, 月平均风速同样在该月达到最大, 为  $4.8\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ; 12 月份以 NNE 向风为主, 其频率为 30.2%; 2 月份次之, 风向仍以 NNE 向风为主, 频率为 28.9%。夏季, 研究海区盛行西南季风, 8 月最盛, 月平均风速以 8 月份最大, 为  $3.8\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ; SW 风出现频率在 8 月最大, 为 39.5%; 7 月次之, 为 22.8%。研究区域在年平均意义上表现为东北季风, 其中 NNE 风和 NE 风全年出现频率分别为 12.5% 和 11.1%, 此外, 观测期间没有出现静风。

表 1 观测期逐月风向风频分布统计(%)

Tab. 1 Frequency distribution of wind direction during observation period (%)

方向	月 份												全年	
	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4		
C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
N	4.3	4.1	2.6	1.7	6.3	6.2	8.1	12.1	8.7	7.8	6.7	4.4	6.0	
NNE	3.5	2.8	2.8	0.7	1.6	13.4	13.4	30.2	21.6	28.9	16.0	11.6	12.5	
NE	4.1	3.3	1.1	0.8	2.2	10.9	12.6	21.0	16.8	22.7	19.6	16.9	11.1	
ENE	3.8	1.4	0.8	0.5	1.6	4.8	6.5	8.3	9.5	9.1	13.0	11.8	6.1	
E	9.6	3.4	4.2	1.2	1.1	6.0	6.0	4.7	8.3	6.2	13.4	16.1	6.8	
ESE	5.1	2.3	4.2	0.5	2.7	3.2	3.0	2.2	4.0	2.6	3.5	5.1	3.2	
SE	3.0	3.7	5.7	2.3	3.5	3.6	3.5	1.3	3.5	2.2	2.0	3.4	3.1	
SSE	4.1	7.9	3.8	3.1	6.6	2.4	3.5	2.4	3.1	2.4	4.2	6.2	4.1	
S	8.0	7.7	5.3	4.8	12.6	4.2	5.0	2.4	4.8	3.1	3.0	2.7	5.3	
SSW	7.9	6.4	10.0	12.5	8.9	5.9	4.3	2.3	2.7	3.6	2.7	1.3	5.7	
SW	12.6	13.6	22.8	39.5	12.8	9.5	3.8	1.6	3.6	2.0	2.6	1.5	10.4	
WSW	6.6	8.7	9.8	17.2	10.1	6.6	3.6	3.0	1.6	2.3	2.0	1.1	6.0	
W	6.0	7.9	6.1	4.4	6.9	5.5	5.6	2.4	1.5	1.5	1.3	2.0	4.2	
WNW	8.0	10.3	6.1	4.4	7.4	5.5	6.3	2.0	2.6	1.7	2.7	3.8	5.1	
NW	8.7	9.1	8.7	3.2	8.9	6.7	8.2	2.0	3.5	2.2	3.2	6.5	5.8	
NNW	4.7	7.7	6.1	3.0	7.0	5.4	6.6	2.0	4.0	1.7	4.0	5.6	4.8	

注: C 表示静风

### 2.2 波浪

研究区域波浪的变化受风场影响较为明显, 波向与风向基本一致(图 3)。西南季风影响期, 海区以

SSW 浪为主, 期间各月的 SSW 浪出现频率在 32.2%—73.7%之间, 季节平均 SSW 浪出现频率为 54.2%。SSW 向上波高  $\geq 50\text{cm}$  的有效波高( $H_s$ )分布最

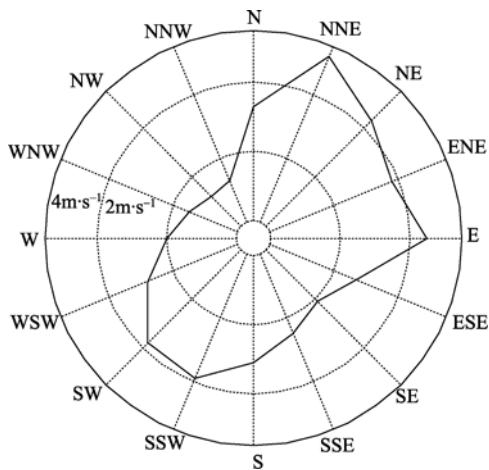


图2 风玫瑰图

Fig. 2 Wind rose plot during observational period

多, 为 32.9%, 其余方向上波高 $\geq 50\text{cm}$  的  $H_s$  分布总

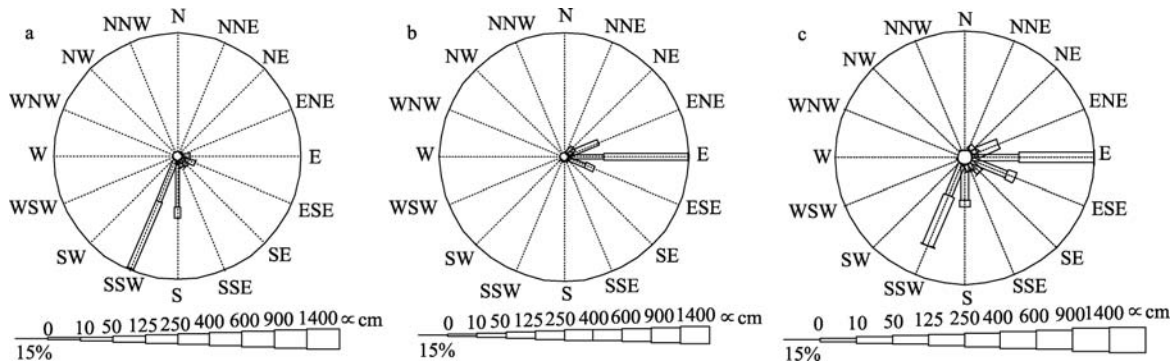


图3 有效波高玫瑰图

a. 西南季风期; b. 东北季风期; c. 全年调查期

Fig. 3 Wave rose plot of significant wave height during observational period

波浪谱表征海浪内部能量相对于频率( $f$ )和方向的分布, 对了解海浪成长衰减过程和近岸工程设计有重要意义。选取西南季风、东北季风、热带气旋风系, 了解不同风场结构下研究海域的波谱特征。

西南季风期间, 波谱表现为多峰结构, 主峰周期在  $0.15\text{--}0.17\text{Hz}$  之间, 主峰多为单峰和双峰结构, 在  $0.20\text{--}0.40\text{Hz}$  之间形成多个次峰结构, 波谱密度 ( $S$ ) 峰值在  $0.20\text{m}^2\cdot\text{Hz}^{-1}$  以上, 峰值周期对应的波向为 SSW 向, 波谱宽度较大(图略)。

东北季风期间, 波谱仍为多峰结构, 主峰周期多在  $0.20\text{Hz}$ 、 $0.30\text{Hz}$ 、 $0.40\text{Hz}$  的风浪频段, 在  $0.10\text{Hz}$  左右的涌浪频率段形成 1 个次主峰结构, 在  $0.20\text{--}0.40\text{Hz}$  之间形成多个次峰; 不同波谱密度峰值大都在  $0.10\text{m}^2\cdot\text{Hz}^{-1}$  以上, 峰值周期对应的波向为 E 向, 波谱宽度较大(图略)。

研究海域的波谱受台风影响明显, 由图 4 能清

和仅为 4.7%。各月月平均  $H_s$  介于  $33\text{--}61\text{cm}$  之间, 最大  $H_s$  为  $130.0\text{cm}$ , 出现在 SSW 向。

东北季风影响期, 常浪向为 E, 各月 E 向浪的比例在  $42.5\%\text{--}75.0\%$  之间, 季节平均 E 向浪出现频率为 62.3%; E 向上波高 $\geq 50\text{cm}$  的  $H_s$  分布最多, 为 42.8%, ESE 向次之, 为 13.4%, 其余方向上波高 $\geq 50\text{cm}$  的  $H_s$  分布总和为 8.2%; 各月月平均  $H_s$  介于  $47\text{--}65\text{cm}$  之间, 最大  $H_s$  为  $136.0\text{cm}$ , 出现在 E 向。

观测期内, 常浪向也为 E, 频率为 34.3%; 其次是 SSW, 频率为 24.5%。强浪向为 E 和 SSW, 波高 $\geq 50\text{cm}$  的  $H_s$  出现频率分别为 20.4% 和 14.7%。观测期最大  $H_s$  为  $136\text{cm}$ , 出现在 SSW。受台风“利奇玛”的影响, 观测到的最大波高为  $232\text{cm}$ , 对应浪向为 SSW。

晰看出研究海域波谱受“利奇玛”台风影响的变化特征。9月27日在弱西南季风的影响下, 谱宽度逐渐变窄, 谱峰逐渐呈单主峰的形态, 峰值周期主要集中在  $0.2\text{Hz}$  附近; 9月29日在“利奇玛”台风的影响下, 谱宽度加大, 谱峰增多, 峰值周期向低频段移动, 在  $0.10\text{--}0.20\text{Hz}$  之间形成多个大的主峰, 谱密度能量加大, 尤其是在  $0.10\text{--}0.30\text{Hz}$  之间形成大的谱密度区; 10月4日—10月6日, 台风的影响逐渐减弱, 谱密度能量减弱, 但依然存在多个谱峰, 峰值周期主要集中在  $0.20\text{--}0.30\text{Hz}$  之间; 10月7日—10月9日风浪频段谱密度能量继续减弱, 但涌浪频率段在外海传入的涌浪的影响下谱密度能量没有明显衰减, 此时波谱主要为双峰型的波谱结构, 在  $0.10\text{Hz}$  和  $0.20\text{Hz}$  附近存在两大主峰; 10月10日以后, 涌浪频段谱密度能量减弱, 风浪频率段谱密度能量增强, 在风浪频段形成单谱峰的结构。

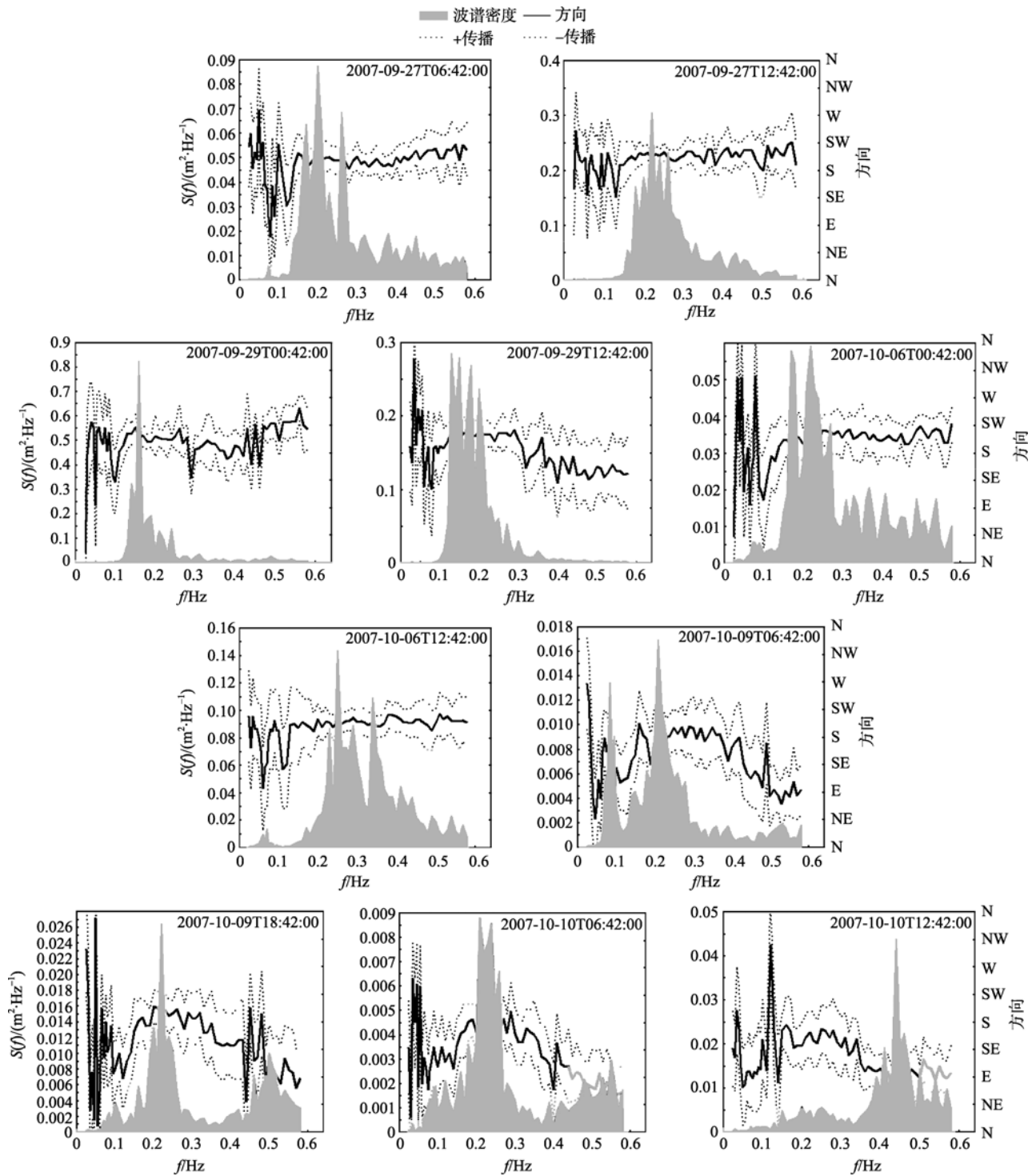


图4 “利奇玛”前后波浪谱特征的变化图  
Fig. 4 Wave spectrum during the Typhoon “Lekima”

### 3 结论

通过对越南中部巴达棱湾附近海域的风和浪现场观测资料的统计分析, 得出以下初步结论。

巴达棱湾季风现象明显, 冬季(夏季)盛行东北(西南)季风, 东北季风强度大于西南季风强度。

受风的影响, 巴达棱湾波浪的波向与风向基本一致, 冬季(夏季)常浪向和强浪向均是 E(SSW)向浪。受台风“利奇玛”的影响, 观测到的最大波高为 232cm, 浪向为 SSW。

巴达棱湾以风浪为主, 波谱表现为多峰结构, 主峰多为单峰和双峰结构, 东北季风(西南季风)期

间, 峰值周期对应的波向为 E (SSW) 向, 波谱宽度较大。受台风影响的波谱变化明显, 台风影响前, 谱宽度逐渐变窄, 谱峰逐渐呈单主峰的形态; “利

奇玛”台风影响时, 谱宽度加大, 谱峰增多, 峰值周期向低频段移动; 台风影响后谱峰恢复单主峰形态。

#### 参考文献

- [1] 赵焕庭. 南沙群岛自然地理[M]. 北京: 科学出版社, 1996: 25—94.
- [2] 谢强, 王东晓, 王卫强, 等. 南海几种海面风应力资料的比较分析[J]. 热带海洋学报, 2001, 20(1): 91—100.
- [3] WANG DONGXIAO, ZHOU FAXIU, LI YONGPING. On the features in the annual cycle of SST and surface heat budget in the South China Sea[J]. *Acta Oceanologica Sinica*, 1997, 15(1): 111—125.
- [4] 于慎余, 周发琇, 王东晓. 南海海面散度场和涡度场的季节变化特征[J]. *海洋湖沼通报* 1994, (2): 179—183.
- [5] XIE S-P, XIE Q, WANG D, et al. Summer upwelling in the South China Sea and its role in regional climate variations[J]. *J Geophys Res*, 108(C8): 3261.doi: 10.1029/2003JC001867.
- [6] 刘愉强, 廖世智, 冯砚青, 等. 越南永兴电厂一期工程周年气象、波浪、潮位和温盐观测分析报告[R]. 国家海洋局南海工程勘察中心, 2009: 15—27.