



风对福建中部沿岸春、夏季水文结构和上升流的影响*

陈冠惠 (福建海洋研究所, 厦门 361012)

收稿日期 1990年3月31日

关键词 海坛岛, 风应力, 上升流

提要 本文对台湾海峡西侧海坛岛附近海域风情与附近岸站的风情进行了对比分析, 结果表明, 海上风情和岸站风情变化基本上是一致的; 在不同季风的作用下, 海域温、盐度呈现不同类型的分布。风情的短期变化对上升流的强弱变化有一定影响。

近年来, 我国海洋学者的研究表明, 台湾海峡中北部西侧(福建中部沿海)海坛岛附近海域存在着上升流现象^[1,2,4,5], 同时还指出, 该海域的水文结构可分为冬季和夏季两种类型^[1,3]。本文主要利用海坛岛平潭海洋站的风情及海坛岛附近 25°30'N 断面(1983年, 1984年)和 D 断面(1987年, 1988年)温、盐度资料(图 1), 分析风对海坛岛附近海域夏季水文结构和上升流的影响。

和 9 月为冬、夏季风的过渡期。据平潭海洋站 1971~1982 年的观测资料(表略), 该站春、夏期间(5~9 月)的风向大致和海岸线平行, 多为 SW 风或 NE 风, 其中 6~8 月盛行 SW (S~W) 风, 其频率分别为 55.6%, 64.0%, 49.1%; 5 月和 9 月 SW 风频率明显小于 NE (N~E) 风; 6~8 月 SW 风平均风速约为 5.6m/s, 5 月和 9 月较小。因此, 以平潭海洋站为代表的福建中部沿岸, 6~8 月的风情是以稳定的 SW 风为主。

研究海坛岛附近海域的风情, 单以海上大面调查资料进行统计, 显然带有很大的偶然性和片面性。将 1983 年 6~8 月、1984 年 5 月、1987 年 7~8 月, 1988 年 5 月及 7 月大面调查站和连续站风情资料与平潭站同期相应资料对比分析可知, 平潭海洋站的风向与海坛岛附近海域的风向偏差 ≤ 1 个方位(16 方位计), 风速偏差在 1~3m/s 之间(最大为 4m/s)。海上风速和平潭站风速的比值, 偏 N 风时较大, 平均约为 1.04; 偏 S 风时较小, 平均约为 0.79。

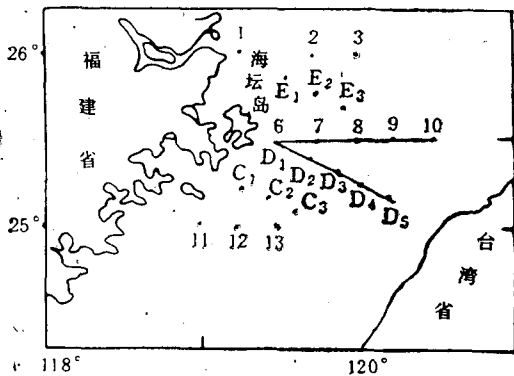


图 1 海坛岛附近调查站位

Fig. 1 Map of station locations in the vicinity of Haitan Island

I. 福建中部沿岸春、夏季风情

台湾海峡位于亚热带季风气候区, 其风情具有显著的季节变化特征^[1]。10 月~翌年 4 月盛行 NE 季风, 平均风速大, 大风日数多; 6~8 月盛行 SW 季风, 平均风速小, 大风日数少。5 月

II. 风对沿岸水位的影响

以平潭海洋站为例, 采用风应力进行讨论, 风应力公式为:

$$\tau = \rho c u^2$$

* 本所梁红星、李虹等同志参加现场资料收集工作, 特此致谢。

分量式为:

$$(\tau_x, \tau_y) = \rho c u^2 (\sin \alpha, \cos \alpha)$$

海坛岛东侧的岸线取南北向, τ_y 取顺岸偏北方向为正, τ_x 取离岸偏东方向为正, c 值取 0.8×10^{-3} 。

历年平潭海洋站夏季(6~8月)风应力和水位的关系相当密切。由1979年6~8月逐日风应力(τ_y, τ_x)和水位距平曲线(图略)可以看出,当 τ_y, τ_x 为正,其水位呈负距平,即出现SW风应力时,有利于沿岸水位下降。当 τ_y, τ_x 为负,其水位呈正距平,即出现NE风应力时,有利于沿岸水位上升。风应力的大小和水位的高低成正比。6月,由于风应力较小($\tau_y, \tau_x < |2| \times 10^{-5} \text{N/cm}^2$),水位变化也小,其距平值 $< |0.2| \text{m}$ 。7月,风应力比6月大(τ_y, τ_x 值可达 $|2 \sim 3| \times 10^{-5} \text{N/cm}^2$),此时水位距平也相应变大,可达 $|0.2 \sim 0.3| \text{m}$ 。8月,风应力(τ_y, τ_x)最大值可达 $|3 \sim 4| \times 10^{-5} \text{N/cm}^2$,其水位距

平值也达 $|0.3 \sim 0.5| \text{m}$ 。由此可见,随着风情的改变,沿岸海区水位将随之变化。

III. 水文结构

本文采用调查前平潭海洋站一周内逐日风应力的3d滑动平均值来代表调查海区风情的连续变化,讨论风对该海域水文结构的影响,结果表明,海坛岛附近海域春、夏季的水文结构在不同风情作用下有较明显的差异。

5月,整个海域仍盛行NE季风,在较强的NE风(风应力为 $1.0 \times 10^{-5} \text{N/cm}^2$)作用下,温、盐度均偏低的浙闽沿岸水控制着近岸海域。远岸海域为海峡暖流水所控制,在 $120^\circ 30' \text{E}$ 西侧存在较强的锋区(图2),这是冬半年较典型的温、盐度断面结构。

进入6月后,海域为海峡暖流水所控制。此时盛行SW风,在较强的SW风(风应力为 $8 \times 10^{-6} \text{N/cm}^2$)作用下,深、底层低温高盐水

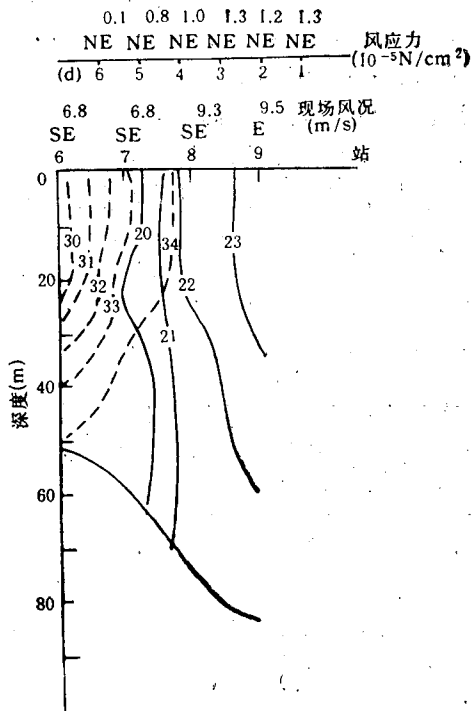


图2 25°30'N 断面温、盐度分布(1984年5月)
——温度;-----盐度

Fig. 2 Distribution of temperature and salinity at 25°30' N section (May, 1984)

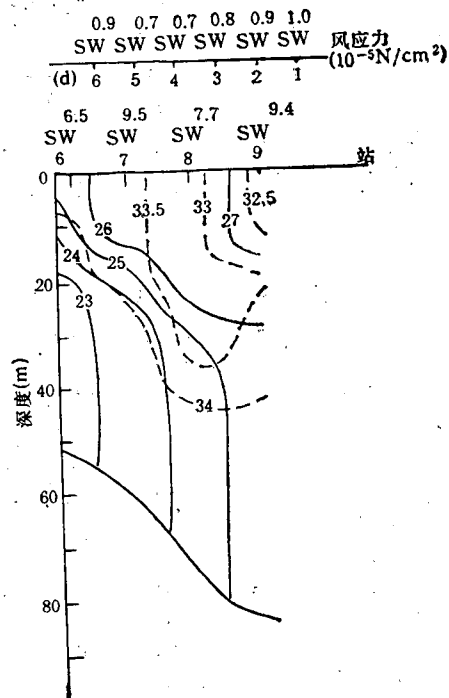


图3 25°30'N 断面温、盐度分布(1983年6月)
——温度;-----盐度

Fig. 3 Distribution of temperature and salinity at 25°30' N section (June, 1983)

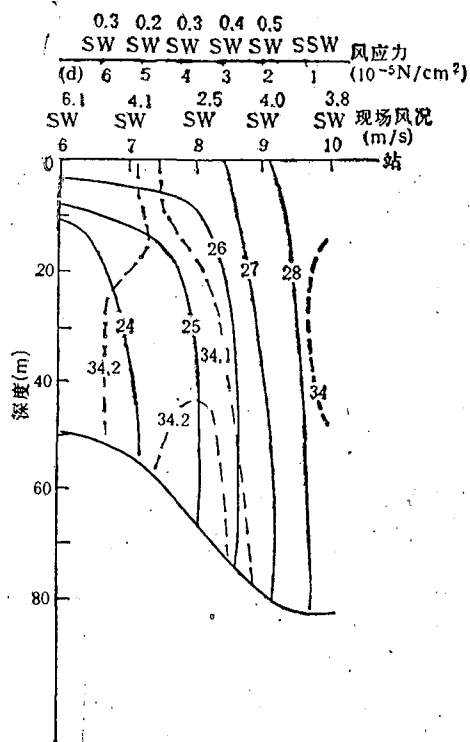


图4 25°30'N 断面温、盐度分布 (1983年7月)
——温度;-----盐度

Fig. 4 Distribution of temperature and salinity at 25°30'N section (July, 1983)

向岸坡抬升可达 10~15m 深处, 而远岸 30m 以浅为高温 (>27°C) 低盐 (<33.00) 水控制 (图 3)。

7月是本海域 SW 风盛期, SW 风频率达 64.0%, 居夏季各月之首。1983年7月在较弱 SW 风(风应力 $3 \times 10^{-6} \text{N/cm}^2$) 作用下, 深、底层低温高盐水向岸坡抬升仍可达上表层, 近岸 5~10m 深处存在较强温跃层 (图 4)。1987年7月在 NE~SW 风(风应力为 $1 \times 10^{-6} \sim 4 \times 10^{-6} \text{N/cm}^2$) 作用下, 虽然深、底层低温水向岸抬升现象仍较明显, 但等温线向岸倾斜变小, 水体明显分为上、下两层。跃层由远岸 30m 深处向近岸抬升至 5m 深处 (图略)。

8月研究海域出现的 SW 风频率比7月弱, 但在较强的 SW 风(1987年风应力为 $8 \times 10^{-6} \text{N/cm}^2$) 作用下, 其温、盐结构形式类似于1983年7月 (图略)。在1983年8月处较弱的 NE 风 (风应力为 $1 \times 10^{-6} \sim 3 \times 10^{-6} \text{N/cm}^2$) 情况下, 研究海域的水文结构与7月有较大差异, 等温线向岸抬升不明显, 在 20~30m 间存在强温跃层, 跃层以上是温度均匀的高温水, 跃层以下是低温高盐水 (图 5)。

为进一步分析风情与海坛岛附近海域水文结构的关系, 现就风对密度 (σ_t) 的影响再作些探讨。从表 1 看出, 当海区的风向为 SW 或 S 时, 近岸与远岸测站表层密度差为正, 近岸海水具高密特征, 其等 σ_t 线明显向岸抬升, 其中 23.00 σ_t 等值线在近岸位于水深 10~16m 处。

表 1 海坛岛附近断面 σ_t 和风情的关系

Tab. 1 The relation between σ_t and wind condition in the vicinity section of Haitan Island during the investigation period

时间 (年·月)	要素	表层近远 岸 σ_t 差①	23.00 σ_t 线在近岸 所在深度 (m)	海坛岛附近海域 平均风向风速② (m/s)	平潭站一周内平均风应力 (10^{-5}N/cm^2)
1984.5		-1.2	33	SE 5.3	NE 1.0
1988.5		-0.8	34	NE 8.3	NE 0.8
1983.6		1.3	12	SW 7.9	SW 0.8
1983.7		1.0	10	SW 4.2	SW 0.3
1987.7		0.8	13	S 5.0	NE→SW 0.1~0.4
1988.7		0.8	16	SW 6.2	SW 0.7
1983.8		-0.1	19	NE 5.5	NE 0.2
1987.8		0.8	12	S 7.2	SW 0.8

① 25°30'N 断面上, 近岸指 6~8 站, 远岸指 9~10 站; D 断面上, 近岸指 D₁~D₃ 站, 远岸指 D₄~D₅ 站。

② 海坛岛附近海域范围: 1983~1984 年取 1~3, 6~8, 11~13 站。1987 年及 1988 年取 C₁~C₃, D₁~D₃, E₁~E₃ 站 (图 1)。

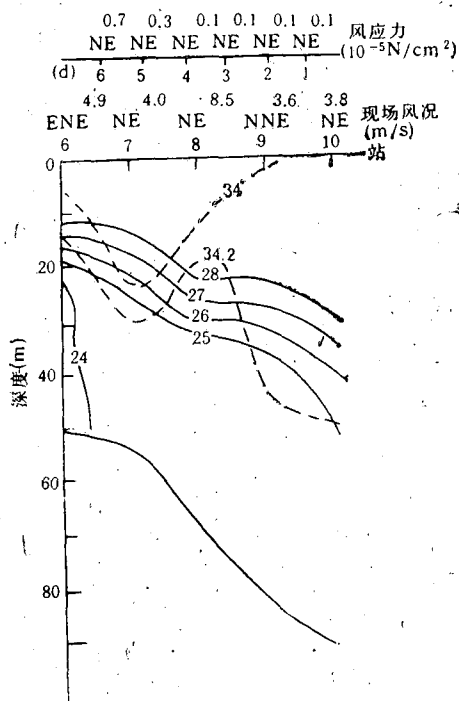


图5 25°30'N 断面温、盐度分布(1983年8月)
——温度;-----盐度

Fig. 5 Distribution of temperature and salinity at 25°30'N section (August, 1983)

当海区为E向风(NE, SE)时,近岸与远岸测站表层的密度差为负,23.00σ_t等值线在近岸所处的位置位于水深19m以深。

IV. 沿岸上升流的变化

1983~1984年5~8月温、盐度断面分布(图2~5)表明,在NE风仍较盛的春季存在着不同水团的相互影响。在SW风盛行的夏季研究海域受单一的海峡暖流水影响,近岸等温线存在着明显的向岸爬升现象。这一现象从6月

开始出现,进入8月后,调查海域在NE风作用下,深、底层低温水抬升现象变得不太明显。1987年8月在较强的SW风作用下,深、底层低温水抬升现象比1983年8月明显。因此,沿岸风情的短期变化对近岸的上升流起着一定的作用。

对调查资料进行同步对比分析表明,6~8月间平潭海洋站盐度略高于海坛岛附近海域的盐度,差值在0.02~-0.46间,且变化趋势基本一致。据此可用平潭站的盐度替代海坛岛附近海域的盐度来讨论沿岸上升流的变化。

由上述温、盐度断面分布及表2可得出,当平潭海洋站SW风较强(月 $\frac{SW}{NE} \geq 2.0$)时,月盐度较高(高盐频 $\geq 30\%$),近岸有上升流现象出现。当SW风较弱(月 $\frac{SW}{NE} < 2.0$),但月盐度仍较高,近岸上升流现象不明显(1983年8月)。当该站SW风较弱,月盐度偏低时,近岸则无上升流现象出现。因此平潭海洋站SW风的强弱和高盐度值用来反映沿岸上升流的变化趋势。

根据以上结果,对历年平潭海洋站5~8月盐频和风情作一分析。为了较好地反映高盐分布状况,把5~8月高盐频 \geq 月平均值作为高盐月的指标。由表3可见,5月平潭海洋站SW风较弱,NE风明显($\frac{SW}{NE} < 1.0$),盐度偏低,反映该月沿岸主要受浙闽沿岸水影响。6~8月,近岸上升流现象大致有3种情况:1)有明显的上升流现象出现;2)近岸有上升流现象,但不明显;3)近岸无上升流现象出现。

表2 调查期间平潭海洋站表层盐度和风情

Tab. 2 The relation between surface salinity and wind condition at Pingtan Station during the investigation period

要素	时间 (年.月)	1984.5	1988.5	1983.6	1983.7	1987.7	1988.7	1983.8	1987.8
≥ 33.80 盐度频率(高盐频)		0	0	30	100	84	97	100	100
$\frac{SW}{NE}$ 频率		0.2	0.4	2.5	14.9	5.2	2.3	1.3	2.0

表3 平潭海洋站历年5~8月表层高盐(≥ 33.80)频和风频

Tab. 3 The statistics of largest surface salinity frequency and wind frequency at Pingtan Station from May to August in various years

月 份		5		6		7		8	
年 份	要 素	盐频	SW	盐频	SW	盐频	SW	盐频	SW
		(%)	NE	(%)	NE	(%)	NE	(%)	NE
1971		0	0.3	70	6.1	97	2.0	97	3.0
1972		0	0.5	7	1.9	55	0.8	0	1.9
1973		0	0.5	10	0.9	13	0.9	19	0.4
1974		0	0.4	3	0.5	64	10.8	77	0.7
1975		0	0.3	10	1.9	94	9.9	32	0.8
1976		0	0.3	17	1.3	42	1.1	13	1.1
1977		23	0.7	43	1.5	77	1.0	58	1.0
1978		0	0.2	0	1.1	94	2.4	71	0.5
1979		0	0.1	10	1.7	100	3.4	68	0.6
1980		0	0.5	53	4.9	100	3.9	97	3.9
1981		0	0.4	10	0.6	87	2.0	94	1.2
1982		0	0.9	37	0.6	55	3.1	35	2.3
平 均		2		23		73		55	

以上分析表明,海坛岛附近海域的上升流是有年际变化的,其变化的趋势和SW风的强弱有一定关系。因此利用每年春、夏季的风情变化可粗略判断福建中部沿岸上升流的年际变化。

V. 结语

本文通过对海上调查资料和沿岸资料的对比分析得出:

1. 福建中部沿岸水位与风有密切关系。SW风有利于沿岸水位下降,NE风则有利于沿岸水位的上升。

2. 海坛岛附近海域春、夏季(5~8月)水文结构在不同风情作用下有较明显的差异。在NE季风影响下,海域呈现冬季型温、盐结构——近岸为低温、低盐,远岸为高温、高盐。在SW季

风影响下,海域呈现夏季型温、盐结构——近岸为低温、高盐,远岸为高温、低盐。

3. 风情的短期变化对研究海域上升流的强弱变化有一定影响。当SW风稳定或较强时,近岸上升流较明显;当SW风较弱,近岸上升流不明显,故由每年夏季SW风强弱变化可以大致反映上升流的年际变化。

参考文献

- [1] 福建海洋研究所, 1988. 台湾海峡中北部海洋综合调查报告. 科学出版社, 111~138.
- [2] 肖 晖, 1988. 台湾海峡西部沿岸上升流的研究. 台湾海峡 2: 135~142.
- [3] 黄荣祥, 1989. 台湾海峡中、北部海域温、盐度特征. 海洋科学 6: 33~38.
- [4] 黄荣祥, 1989. 台湾海峡中、北部海域的上升流现象. 海洋湖沼通报 4: 8~12.
- [5] 翁学传、阮五崎, 1989. 台湾海峡上升流区水文动力结构和生物生产力研究. 海洋科学 2: 71.

INFLUENCE OF WIND ON HYDROLOGIC STRUCTURES AND UPWELLING OFF THE MIDDLE FUJIAN COAST IN SPRING AND SUMMER

Chen Guanhui

(Fujian Oceanology Institute, Xiamen 361012)

Received: Mar., 31, 1989

Key Words: Haitan Island, Wind stress, Upwelling

Abstract

Contrast analysis of the wind condition of vicinity sea area of Haitan Island in west Taiwan Strait (upwelling area) and that near coastal station shows that the variation of sea area wind condition is similar to that near coastal station. So the coastal station wind condition can be considered as the wind condition in the upwelling area. Under the action of different seasonal wind, the temperature and salinity in sea area are varied in distribution. We also discover the effects of short-term variation of wind condition on the strength of upwelling.