

大亚湾海水混合交换特征*

韩舞鹰 马克美

(中国科学院南海海洋研究所, 广州 510275)

收稿日期 1990年2月5日

关键词 大亚湾, 垂直与水平交换

提要 本文研究了大亚湾海水垂直与水平交换特征。结果表明: 由于夏季表层水升温和粤东沿岸上升流高盐冷水入侵, 大亚湾海水分层。大亚湾海水垂直循环属于单次混合型。高盐冷水入侵大亚湾的过程变异性很大, 变化的时间尺度约15d, 抬升速度为 $1.8 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ 。

大亚湾位于广东省粤东岸段。约在 $114^{\circ}30' \sim 114^{\circ}45' \text{E}$ 和 $22^{\circ}34' \sim 22^{\circ}51' \text{N}$ 之间, 是一个大型的山地溺谷湾, 水域面积 650km^2 , 水深一般在 $6 \sim 16 \text{m}$ 。大亚湾沿岸只有数条季节性短小溪河流入湾内, 径流影响很小。大亚湾湾口宽约 15km , 湾内海水主要通过湾口与外海水交换。

根据 1982~1986 年大亚湾调查资料(调查站位见图 1), 本文研究了大亚湾海水垂直与水平交换特征。

I. 大亚湾的层化特征

调查结果表明^[1], 大亚湾冬季上下层海水混合均匀, 密度的垂直梯度很小。春季表层水温升高, 海水温度垂直梯度不断增大, 直至夏季形成较强的温跃层及密度跃层。秋季表层海水降温, 海水重新开始垂直对流。各季节温度 (T)、盐度 (S) 和溶解氧 (DO) 垂直分布和温

* 国家自然科学基金资助课题。

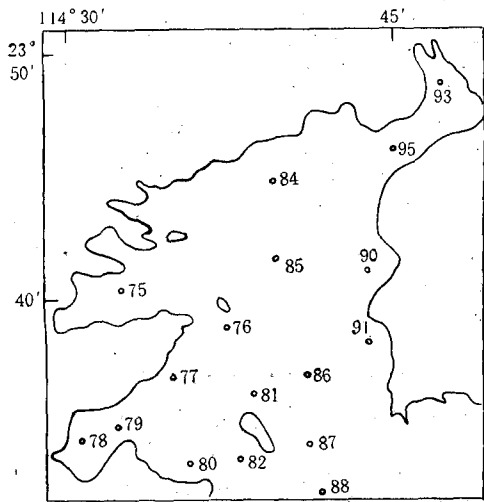


图1 调查站位

Fig. 1 Location of experimentation stations

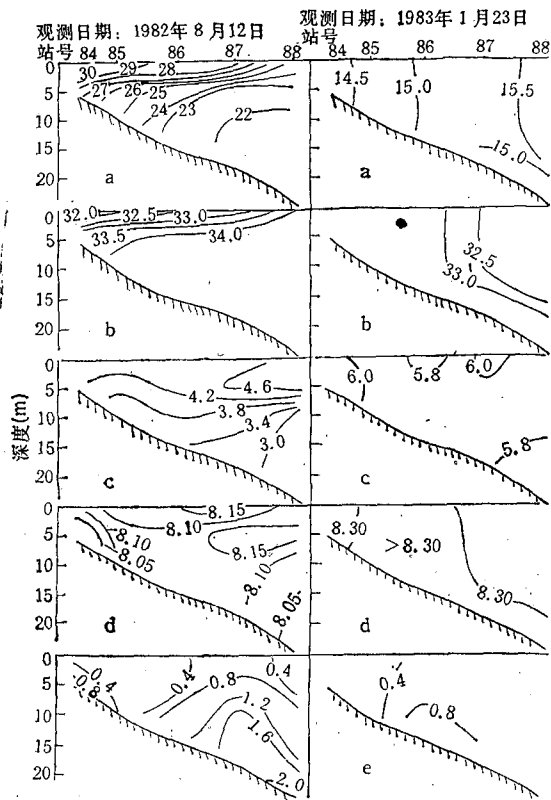


图2 水化要素断面分布

a. 温度(°C); b. 盐度(S); c. 溶解氧(DO) ($\times 10^{-3}$);
d. pH; e. 活性磷酸盐($\mu\text{mol/L}$)

Fig. 2 Distribution of hydrological and chemical factors

度的断面分布, 见图2和图3。

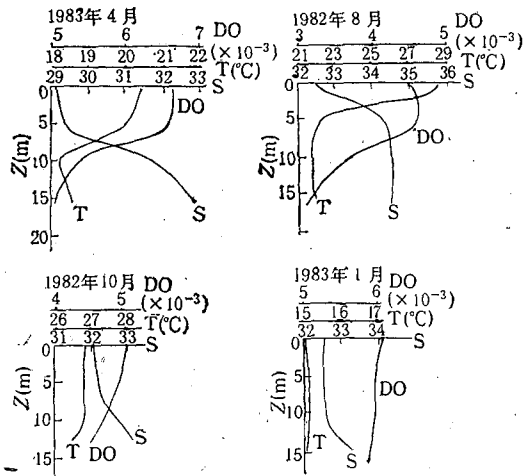


图3 87站四季 T, S, DO 垂直分布

Fig. 3 Vertical distribution of T, S, DO in 87 station one year

由公式 $E = \frac{d\sigma_t}{dz} \times 10^{-3}$ (小于 100m 水层)

求得大亚湾 87 站春、夏、秋、冬各水层的垂直稳定度结果见表 1。

表1 87站各季节海水垂直稳定度(m^{-1})

Tab. 1 Vertical stability in 87 station in quarter of a year (m^{-1})

深度(m)	$E(\times 10^{-3} \text{m}^{-1})$ 季节			
	春	夏	秋	冬
0~5	4.38	64.60	1.02	-0.088
5~10	4.46	6.58	7.64	0.438
10~15	13.60	0	5.94	11.500

由表1可见, 春季, 稳定度在 5~10m 水深处出现最大值。夏季, 稳定度最大值在 0~5m 处出现, 高稳定度的水层, 如一道天然屏障, 把海水分为上下两层。冬季稳定度出现负值, 说明海水出现对流混合现象。大亚湾水的垂直循环类型属于单次混合型, 大亚湾底层海水每年冬季进行一次“深呼吸”(夏季分层、冬季垂直混合称为“呼吸”)。这对大亚湾的物质循环起着重要作用。

大亚湾水体季节性分层呈年周期变化, 分层时间为 4~10 月, 与分层时出现密度跃层相

表 2 1982 年四季表、底层 T,S,DO,PO₄-P 平均值

Tab. 2 T,S,DO,PO₄-P average value in surface and bottom in one year, 1982

平均值 要素	季节		春		夏		秋		冬	
	层次		表层	底层	表层	底层	表层	底层	表层	底层
T(°C)			21.22	19.11	28.40	23.74	27.04	26.95	14.98	14.78
S			26.19	30.19	32.46	34.14	31.94	32.25	32.98	33.29
DO($\times 10^{-3}$)			6.37	5.43	4.50	3.44	4.75	4.43	5.93	5.97
pH			8.24	8.46	8.08	8.07	8.17	8.19	8.30	8.30
PO ₄ -P($\mu\text{mol/L}$)			0.91	1.52	0.218	1.16	0.48	0.67	0.42	0.47

应, 还出现温跃层、盐跃层和氧跃层。如 87 站 T, S, DO 的跃层强度分别达: 1.22°C/m, 0.34/m 和 0.20cm³/(dm³·m)。

海水分层使上下层海水性质差别较大, 1982 年四季表、底层的 T, S, DO 磷酸盐(PO₄-P) 含量的平均值见表 2。

II. 大亚湾海水分层的动力机制

对海湾而言, 特别是地处热带和亚热带的

大亚湾, 湾内水深并不太深, 水温年变化小, 无大

表 3 大亚湾 86 站底层 T,S,DO 平均值

Tab. 3 T, S, DO average value of bottom in 86 station of Daya Bay

时间 (年·月)	T (°C)	S	DO (cm ³ /dm ³)
1982.8.	22.60	34.39	3.46
1985.7.	26.11	31.76	3.86
1986.8.	28.44	31.18	3.98

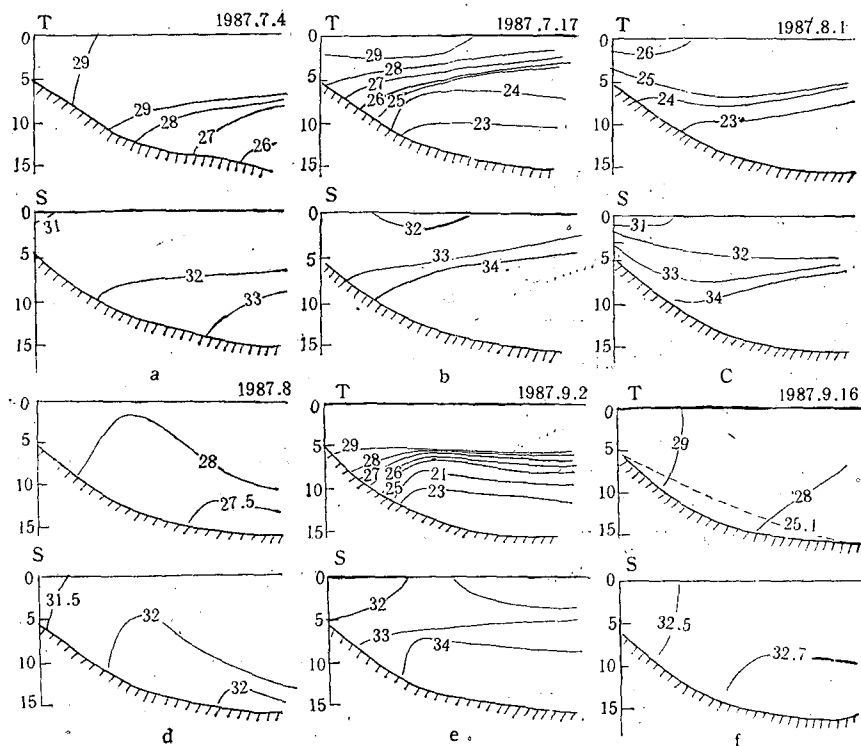


图 4 1987 年大亚湾西侧水道 T 和 S 径向断面分布
Fig. 4 Radial distribution of T and S in waterway of Daya Bay

河流入,又受到潮汐的混合作用等因子,并不具备充分的分层条件。促使大亚湾海水分层的重要动力机制是湾外高密度的高盐冷水的入侵。

韩舞鹰^[2]指出,粤东沿岸夏季存在风生上升流。底层高盐冷水除了涌升到粤东红海湾至汕头的岸段外,还入侵到大亚湾内(见图2)。从资料分析可见,86,87站底层海水和粤东沿岸上升流区底层海水性质是相似的,只是在入侵过程中略有变化。

高盐冷水入侵大亚湾和表层的高温低盐水之间形成了密度不连续面,维持和加强大亚湾海水的分层效应。

表3列出了大亚湾不同年份夏季底层水的性质,从表中看出,底层水的性质是有变化的,图4是1987年第三海洋研究所调查的大亚湾一个经向断面T和S的分布变化图,从图中清楚地看出高盐冷水的入侵过程,同时也看到在8月中旬出现高盐冷水的退出现象。粤东沿岸上升流的形成因素是风^[2],因为风速和风向变异性很大,相应上升流的变异性也很大。与此同时,高盐冷水入侵大亚湾的过程变异性也是很

大的,变化的时间尺度约15d。高盐冷水入侵、退出的频率和周期,就好比大亚湾夏季海水的“脉搏”,对大亚湾的物质交换有很大影响。可惜未能有足够的观测资料定量描述这一现象。

由图4的d和e中等盐线的抬升计算得出大亚湾高盐冷水的抬升速度为 $1.8 \times 10^{-3} \text{cm/s}$,这速度与韩舞鹰^[2]计算出的粤东沿岸上升流上升速度 $1.2 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ 是很接近的。这也证明大亚湾高盐冷水入侵的动力源是粤东沿岸上升流。

综上所述,夏季表层水升温 and 粤东沿岸上升流高盐冷水入侵是大亚湾海水分层的重要原因,显然大亚湾海水分层和上下水层的厚度的变化与风的大小及方向密切相关。与受沿岸径流影响的表层低盐水的强弱有关,即与径流量的大小及珠江冲淡水走向有关。

参考文献

- [1] 林洪瑛、韩舞鹰,1989。大亚湾核电站热排水对底层海水贫氧现象影响的预测。环境科学 10(2): 7~12。
- [2] 韩舞鹰、马克美,1988。粤东沿岸上升流研究。海洋学报 10(1): 52~59。

STUDY ON THE PROCESS OF SEA WATER EXCHANG IN DAYA BAY

Han Wuying and Ma Kemei

(South China Sea Institute of Oceanology, Academia Sinica, Guangzhou 510275)

Received: Feb. 5, 1990

Key Words: Daya bay, Sea water, Mis, Exchange

Abstract

The reasons to cause the sea water of Daya bay to stratify are that the surface water temperature increases in Summer and the cool brine of up welling along the Yue Dong coast intrudes. The vertical circulation of sea water of Daya bay belongs in single mixed type. The variation of process of the cool brine intruding in Daya bay is very great, its time scale is about fifteen days, going up velocity of the cool brine is $1.8 \times 10^{-3} \text{cm/s}$.