夏、冬两季长江口及邻近海域悬浮物的分布特征及其沉积量*

庞重光　王　凡　白学志　张明翰

(中国科学院海洋研究所 青岛 266071)

提要　利用2001年7~8月，2002年1月两个航次的悬浮物浓度资料，并参考其它水文参数，简要分析长江口及邻近海域悬浮物的分布特征：无论夏季还是冬季，长江入海悬浮物总是向东南方输运；冬季由于再悬浮作用显著，悬浮物浓度明显高于夏季，且南北分布范围也明显增大，垂向分布均匀。同时采用数值模拟的海流流速值和观测的悬浮物浓度值计算悬浮物的断面通量，并最终得计算区悬浮物夏、冬两季的沉积量，夏、冬季长江口及邻近海域悬浮物的沉积量分别为 0.79×10^{8} t，1.44×10^{8} t。

关键词　长江口及邻近海域，悬浮物，分布特征，沉积量

中图分类号　P76　　**文献标识码**　A　　**文章编号**　1000-3096(2003)-12-0031-05

2001年7~8月，2002年1月以中国科学院创新项目：中国主要河口及邻近陆架海域陆海相互作用研究为依托，在长江口及邻近海域进行了两次多学科综合调查。调查范围自南到北从28°N(夏季)，29°N(冬季)到32°N，自西向东从122.25°E到124°E，见图1。调查项目包括海洋水文(CTD)，定点及走航流速观测，常规气象，悬浮物浓度，营养盐浓度，生物量等等。本文主要利用以上两个航次的悬浮物浓度(采用水样的抽滤、烘干、称重法进行悬浮物浓度测定)资料，并参考其它水文参数，简要分析长江口及邻近海域悬浮物的分布特征并采用数值模拟的海流流速值计算该海域悬浮物夏、冬两季的沉积量。

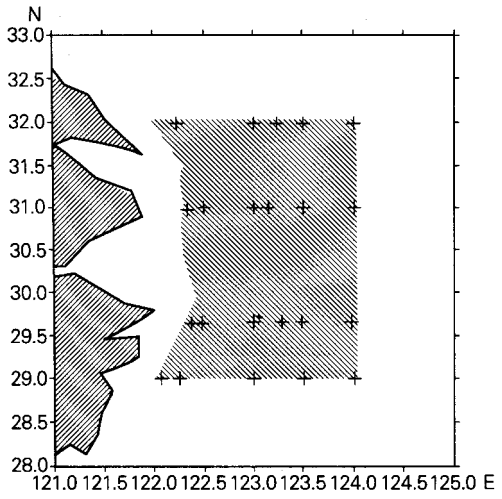

图1　调查、计算海域及站位分布

Fig.1　Observation stations and calculation domain

1　夏、冬两季长江口及邻近海域悬浮物的分布特征

1.1　夏季悬浮物浓度分布特征

从表层和底层悬浮物浓度分布(图2)可以看出，悬浮物浓度的极高值区位于长江口区域，无论向东，向北，还是向南，悬浮物浓度迅速降低，尤其是向东浓度下降的梯度最大。从表层到底层，长江口及邻近海域的悬浮物浓度逐渐增加，在长江口区从表层的56 mg/L，增加到底层的560 mg/L，增加了10倍之多。

若以悬浮物浓度5 mg/L为长江入海悬浮物扩散的边界，在夏季，长江入海悬浮物的扩散向东不超过123.5°E，向南甚至超过28.0°N。值得注意的是，本海区的温度、盐度平面分布显示，长江冲淡水主轴在123.0°E附近转向东北，但表层悬浮物浓度分布图并

* 国家重点基础研究发展规划项目G1999043803号；中国科学院创新项目KZCX2-207号。

第一作者：庞重光，出生于1973年，博士，研究员，主要从事近海物质循环与通量研究。chgpang@ms.qdio.ac.cn

收稿日期：2002-11-19；修回日期：2003-06-04

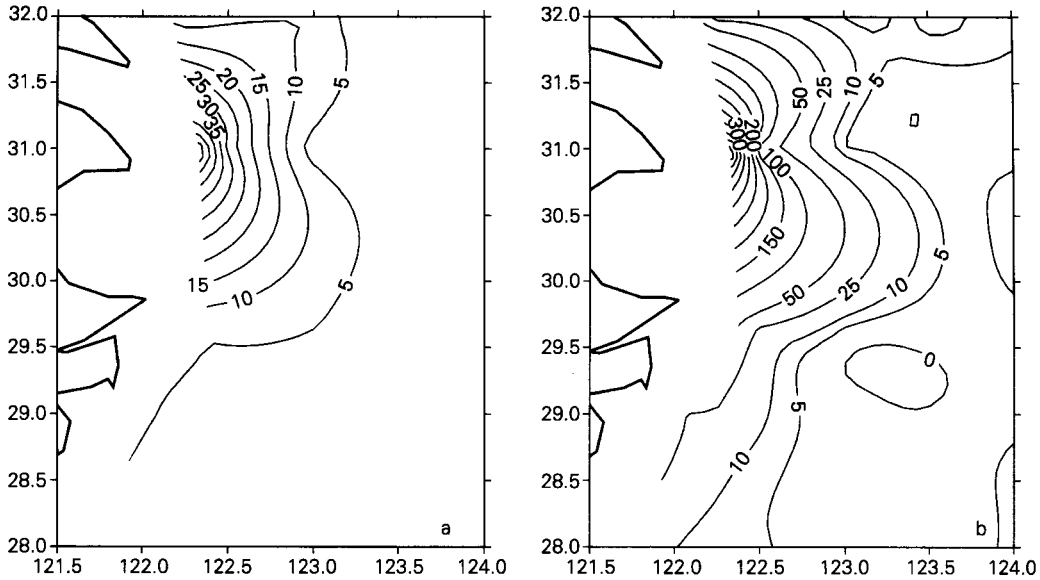

图 2　夏季长江口及邻近海域悬浮物浓度分布

Fig.2　The distribution of suspended matter concentration in summer at the Changjiang Estuary and its adjacent sea area

a. 表层；b. 底层

未显示同样趋势，说明向东北转向的长江冲淡水所含的悬浮物浓度很低，大部分长江入海的悬浮物在冲淡水转向之前都已迅速沉降，而且相当多数的悬浮物分布在水体下层，而不象冲淡水一样浮在水面。此现象与蔡爱智[1]的描述一致。

悬浮物浓度平面图 2、3 中，32.0°N和 31.0°N之间以及 31.0°N和 29.67°N之间出现向东凸出的现象，是一种在内插绘图时，由于数据点稀疏造成的假象，

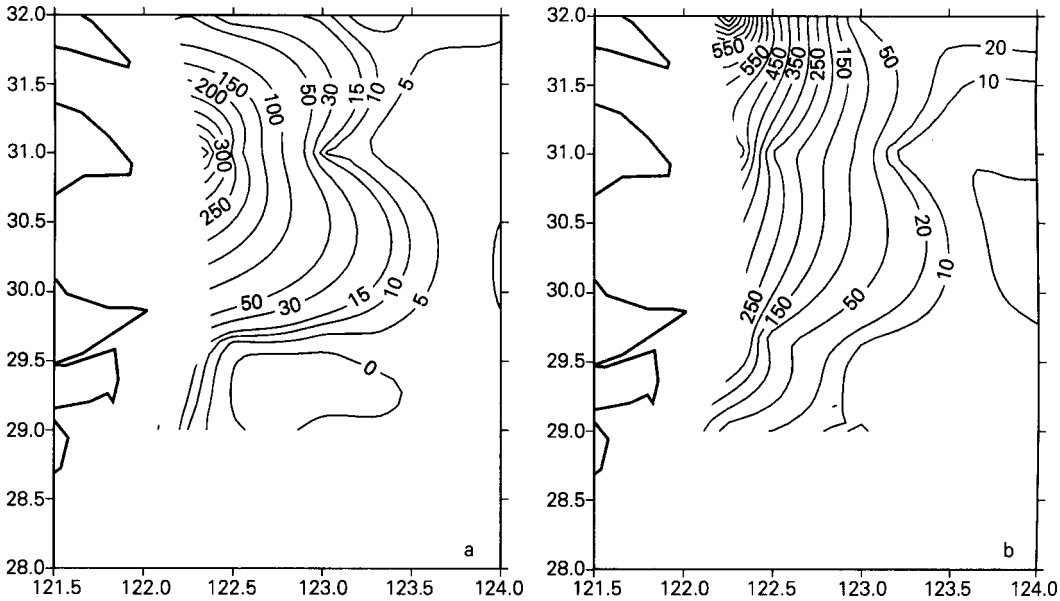

图 3　冬季长江口及邻近海域悬浮物浓度分布

Fig.3　The distribution of suspended matter concentration in winter at the Changjiang Estuary and its adjacent sea area

a. 表层；b. 底层

并非实际分布特征。

1.2 冬季悬浮物浓度分布特征

对比夏季与冬季的悬浮物平面分布图(图3),可以看出冬季整个海区悬浮物浓度明显高于夏季,主要是由于冬季风浪较大,造成海底未固结沉积物再悬浮所致。从表层悬浮物浓度分布(图3a)可以看出,悬浮物浓度的极高值区位于长江口区域;而底层悬浮物浓度分布(图3b)显示,悬浮物浓度的高值区有两处,一处位于长江口区域,另一处位于32.0°N,122.5°E以西的海区。两处悬浮物浓度高值区的存在说明,在冬季,本海区悬浮物浓度不仅受长江入海悬浮物的影响,还与海区北部的悬浮物输入有关,即苏北沿岸流携带的大量悬浮物沿岸南下,在底层,这部分悬浮物甚至已成为本海区悬浮物的主体。冬季,该海区两个悬浮物浓度高值区的存在早先由恽益民[12]提出。

冬季海水的温度、盐度平面分布显示,近岸低温

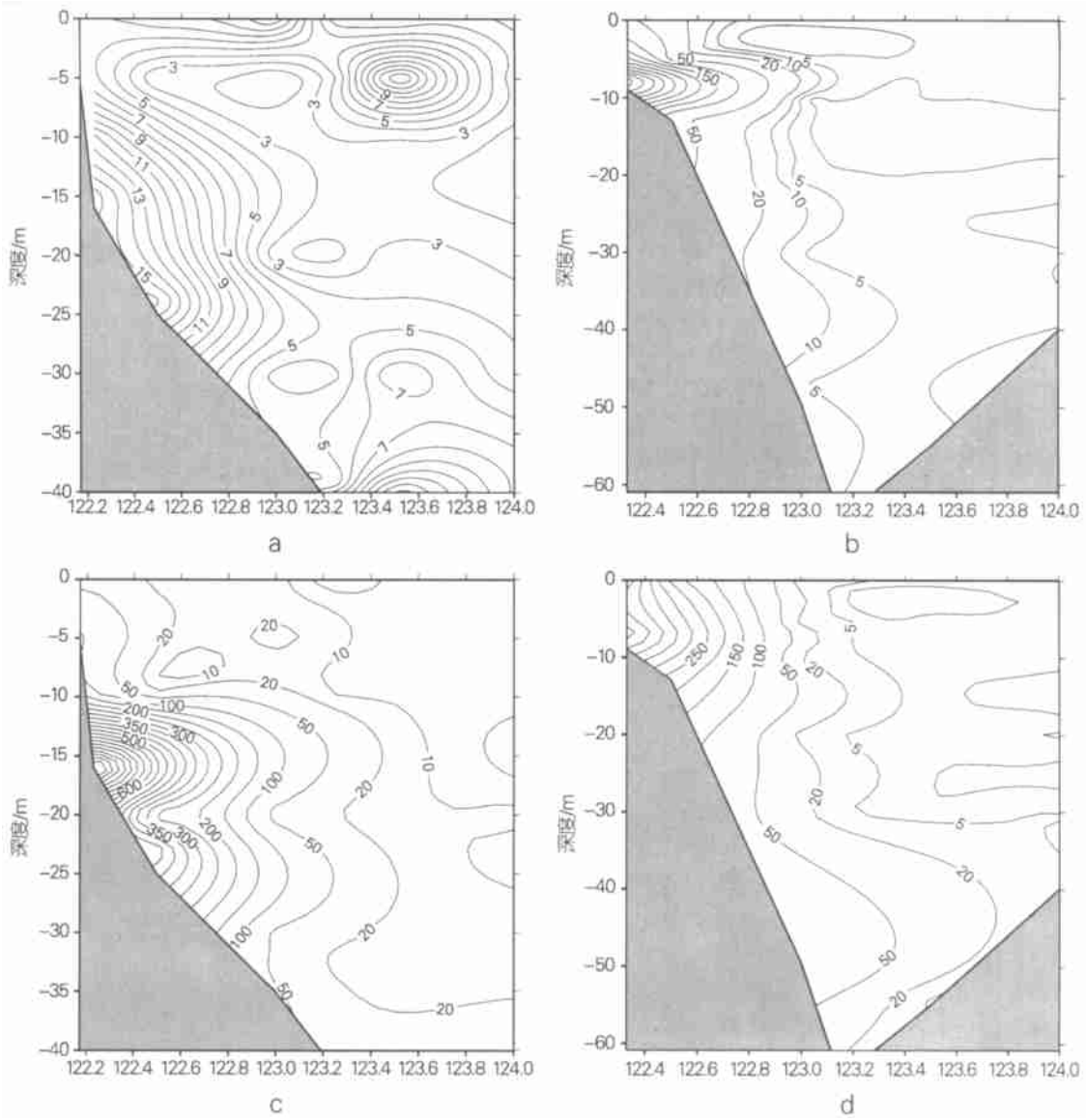

图4 夏、冬季悬浮物浓度断面分布

Fig.4 The distribution of suspended matter concentration along different section in different season

a. 夏季32°N断面;b. 夏季31°N断面;c. 冬季32°N断面;d. 冬季31°N断面

低盐水与高温高盐的台湾暖流水的交汇处位于123.5°E附近。悬浮物平面分布与温盐分布相对应,清澈与混浊水体的分界亦位于123.5°E附近,因为低温低盐的近岸水总是携带大量的悬浮物,而高温高盐的台湾暖流水中所含悬浮物很少。

1.3 悬浮物浓度的断面分布特征

从悬浮物浓度断面分布(图4)可以看出,夏季,在悬浮物浓度较高的海区,悬浮物浓度随深度的增加而迅速增加;而在悬浮物浓度较低的海区,小于10 mg/L,悬浮物浓度在整个水体中从上层到下层分布比较均匀。冬季,在悬浮物浓度较高的海区,悬浮物浓度随深度的增加而增加,但增加的幅度远不及夏季,主要是受冬季水体垂向混合强烈的影响。

夏季,在32.0°N断面,悬浮物浓度整体较低,最高不超过18 mg/L。而在31.0°N断面,由于本断面正好位于长江口,所以悬浮物浓度在122.8°E以西的水体中超过50 mg/L;然而,由于长江入海悬浮物的快速沉降,其扩散基本未超过123.2°E。

冬季,在32.0°N断面,悬浮物浓度整体较高,尤其是123.0°E以西的下层水体中悬浮物浓度甚至高达1 000 mg/L,与夏季此断面的情形完全不同。而在31.0°N断面,虽然本断面正好位于长江口,受长江入海悬浮物的直接影响,但在水体下层,其悬浮物浓度还不及32.0°N断面,表明在冬季本海区非长江来源的悬浮物输入比例甚至大于长江入海悬浮物。

2 夏、冬两季长江口及邻近海域悬浮物的计算沉积量

2.1 断面流速场的数值模拟

本文用Princeton Ocean Model (POM)来数值模拟东中国海环流。POM[3]是一个三维斜压海洋模式。数值模拟范围包括渤海、黄海、东海。水平及垂向分辨率分别为0.25度、10层。在开边界处,即长江口、台湾海峡、台湾以东到琉球群岛、大隅-吐噶喇海峡和对马海峡,给定流量,并采用呈对数分布的垂向流速结构;闭边界处法向流速为零;琉球群岛岛弧地区取无流量通过条件。

水平环流流场模拟结果较好地再现了东中国海冬、夏两季的环流系统[4](由于篇幅关系模拟流场图未附)。如冬季的对马暖流,黄海暖流,西朝鲜沿岸流,苏北沿岸流,闽浙沿岸流以及东海冷涡;夏季的台湾暖流等等。

本文取模拟的断面流速场来计算悬浮物的断面通量。

2.2 各断面悬浮物通量及区域沉积量

通过某一断面的物质通量(Q_m)的计算公式如下所示:

$$Q_m = \iint_s C\vec{v}\cdot\vec{n}\,ds \qquad (1)$$

其中,C为观测所得的物质浓度。

根据两个航次的观测区域,选取32°N,29°N,

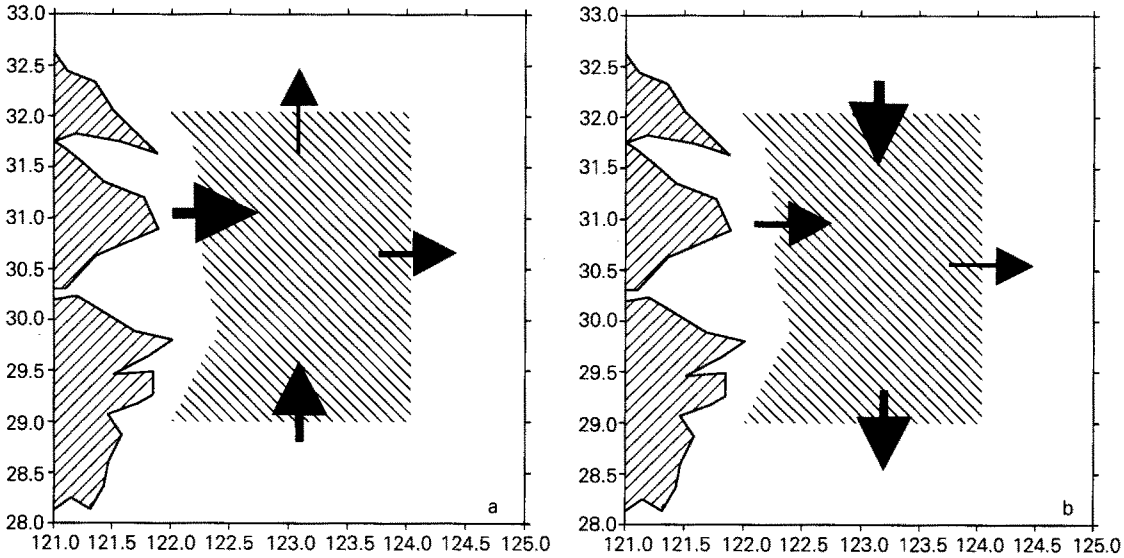

图5 断面悬浮物通量的方向及量值示意图

Fig.5 The schematic diagram of the direction and value of suspended matter flux along sections

a.夏季;b.冬季

表 1 不同断面的水通量、悬浮物通量及区域沉积量

Tab.1 The flux of water and suspended matter along different sections, the amount of sediment

	项目	122.25°断面	124°断面	32°断面	29°断面	区域沉积量(kg)
冬季	水通量(m^3/s)	-94 016	436 138	-691 125	-250 533	1.437×10^{11}
	悬浮物通量(kg/s)	305	237	-33 476	-15 068	
夏季	水通量(m^3/s)	221 252	1 616 929	214 933	1 267 279	7.864×10^{10}
	悬浮物通量(kg/s)	10 729	2 385	1 422	3 191	

122.25°E, 124°E 4 个断面计算悬浮物的断面通量, 即利用数值模拟的断面海流流速值乘以观测所得的悬浮物浓度值(计算时,内插于模拟的流速点上)。计算结果见表 1, 图 5; 图 5 显示夏、冬两季 4 个断面悬浮物的输运方向, 即箭头所指示的方向; 箭头的粗细示意输运量的大小; 在夏季, 本区沉积物的主要来源为长江入海物质; 而在冬季, 本区沉积物的主要来源是黄海的悬浮及再悬浮物质。

单位时间通过 4 个断面进入该计算区域的悬浮物总量, 即为本海域的悬浮物沉积量, 再乘以 90 天, 得一个季度的沉积量, 如表 1 所示。长江口及邻近海域夏、冬两季悬浮物的沉积量分别为 0.79×10^8 t 和 1.44×10^8 t。

参考文献

1 恽益民. 东海悬浮泥沙研究. 海洋实践, 1981, 1: 16-23

2 蔡爱智. 长江入海泥沙的扩散. 海洋学报, 1982, 4(1): 78-88

3 Blumberg A F, Mellor G L. A description of a three-dimensional coastal ocean circulation model. In: Three-Dimensional Coastal Ocean Models. Washington D C: American Geophysical Union, 1987. 208

4 Guan B X. Patterns and structures of the currents in Bohai, Huanghai and East China Sea. In: Zhuo D, Liang Y B, Tseng C K. Eds. Oceanology of China Seas. Dordercht: Kluwer Academic Publishers, 1994. 17-26

DISTRIBUTION FEATURES OF SUSPENDED MATTER AND AMOUNT OF SEDIMENT AT THE CHANGJIANG ESTUARY AND ADJACENT AREA

PANG Chong-Guang WANG Fan BAI Xue-Zhi ZHANG Ming-Han

(*Institute of Oceanology, Chinese Academy of Science, Qingdao*, 266071)

Received: Nov., 4, 2003

Key Words: Changjiang Estuary and its adjacent sea area, Suspended matter, Distributive features, Amount of sediment

Abstract

Based on field observations of suspended matter concentrations in July 2001, August 2001 and January 2002, distribution patterns were analyzed. Suspended matter from the Changjiang River was always transported in a southeasterny direction, regardless of season or in summer; In winter suspended matter concentration was almost vertically uniform, and significantly higher than that in summer due to strong re-suspension.

Suspended matter flux along different sections is calculated according to numerically simulated sea water velocities and observed suspended matter concentration; The amount of sediment in the Changjiang Estuary and adjacent sea area was calculated to be 0.786×10^8 tons in summer and 1.437×10^8 tons in winter.

(本文编辑:张培新)