

南海深水区末次冰期和冰后期沉积物堆积速率的特征

黄 维¹, 汪品先¹

(1. 同济大学 海洋地质国家重点实验室, 上海 200092)

摘要: 通过统计南海 100 m 以下深水区的 136 个沉积柱状样的分析数据, 对南海末次冰期以来的堆积速率进行了统计. 计算出 MIS (marine isotope stage) 1 期的年均沉积量为 152.3 Mt/a, 2 期的为 215.2 Mt/a, 主要为陆源物质的贡献. 无论在末次冰期还是在冰后期, 堆积速率均在南海西南部最高, 其次是在东北部, 在其他地区较低. 由于侧向搬运和顺坡搬运频繁, 虽然整体上末次冰期的堆积速率高于冰后期的, 但在沉积物高速堆积地区附近有相反的变化趋势.

关键词: 南海; 堆积速率; 末次冰期; 冰后期

中图分类号: P722.7; P736.21⁺2

文献标识码: A

文章编号: 0253-4193(2007)05-0069-05

1 引言

在西太平洋边缘海中南海是晚第四纪研究程度最高的一个, 为我们观察古环境特别是沉积作用的变化提供了最佳窗口. 早在 1998 年笔者根据当时所收集到的 72 个柱状样的定量统计, 对南海末次冰期和冰后期的沉积作用作了初步的研究^[1]. 近年来随着众多航次在南海的调查, 高质量的沉积柱状样不断增加, 高分辨率的古海洋学研究进展迅速, 新资料不断涌现, 有必要对当时的结果进行校正以得到更加全面、客观的古环境解释.

2 材料和方法

鉴于海平面升降的影响, 本文仍将研究范围局限在水深 100 m 以下包括陆坡和中央海盆在内的深水区域 (图 1). 在此区域内现已收集到有地层学分析的沉积柱状样共计 136 个, 新增资料包括 ODP 184, “太阳”号 114, 115, 132 以及 IMAGE IV, IMAGE XII (Marco-Pole) 等航次所取得的高质量地层

数据, 由于数量众多, 在此不再一一列出, 主要资

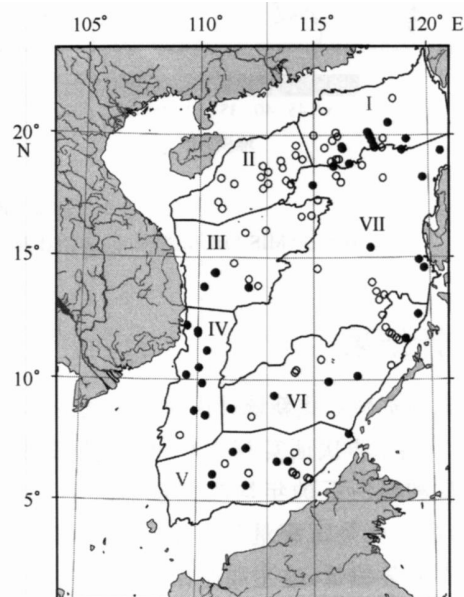


图 1 站位及沉积分区

本文新增站位用实心圆点表示, 空心圆圈为文献^[1]使用过的站位

收稿日期: 2006-04-11; 修订日期: 2006-12-17.

基金项目: 国家重点基础研究发展规划资助项目 (G2000078500); 创新研究群体科学基金资助项目 (40321603); 国家自然科学基金重点资助项目 (40331002); 国家自然科学基金资助项目 (40276019; 40506014); 教育部科技基础条件平台资助项目 (505003).

作者简介: 黄 维 (1972—), 男, 辽宁省锦州市人, 博士, 从事海洋地质研究. E-mail: huangwei@mail.tongji.edu.cn

料来源见文献[2~9].

具体的统计方法是将研究区按 1 的分辨率划分成栅格节点,根据现有的柱状样对 MIS 1 期和 2 期的厚度数据进行三维插值,得到两个时期各节点的沉积物厚度.同样,根据各柱状样的干样密度资料的插值,计算出每一节点的密度数据,进而将所有节点处的沉积物质量与该节点所代表的面积的乘积进行求和,即计算出沉积量.在计算面积时本文采用了

Albers 等面积圆锥投影方法,以减小球面误差.在此基础上根据 Martinson 等^[10]的年代表,分别取 1 期和 2 期的底部年龄为 12.05 和 24.11 ka,计算两个时期的堆积速率.

为了对比研究的方便,根据堆积速率的分布结果(图 2),对原分区方案加以修改,将深水区划分为 7 块,分别用 ~ 表示(见图 1),并对每一区块进行沉积量的统计和平均堆积速率的计算.

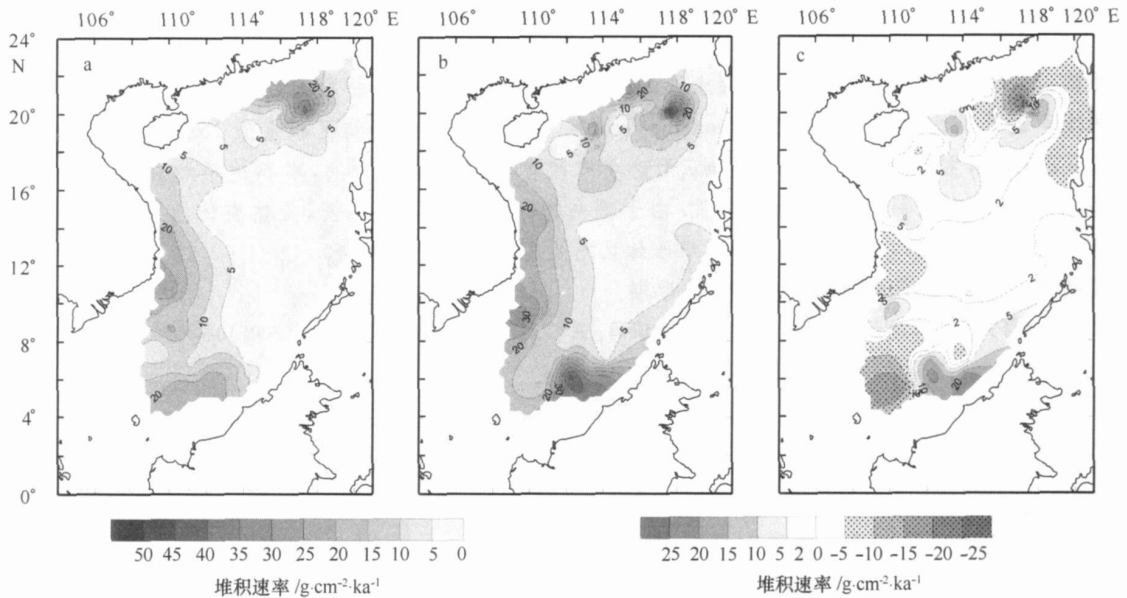


图 2 南海深水区堆积速率分布

a. 冰后期(MIS 1)堆积速率, b. 末次冰期(MIS 2)堆积速率, c. 末次冰期与冰后期的堆积速率的差值分布

3 统计结果

补充新资料后重新统计南海深水区的年均沉积量见表 1,结果再次证实 MIS 2 期的年均沉积总量、陆源物质和蛋白石的年均沉积量远高于 MIS 1 期的,而碳酸盐年均沉积量基本相同,但 1998 年估算的结果^[1]明显偏低,这主要是由于当时陆源物质的年均沉积量被低估.

表 1 MIS 1 期和 2 期年均沉积总量(Mt/a)统计

时期	沉积总量	陆源物质		碳酸盐		蛋白石	
		沉积量	百分比 (%)	沉积量	百分比 (%)	沉积量	百分比 (%)
MIS 1	152.3	116.8	76.7	30.3	19.9	5.2	3.4
MIS 2	215.2	178.2	82.8	28.8	13.4	8.2	3.8

据笔者估算,每年由河流搬运进入南海的陆原碎屑沉积物应当有 600 Mt 左右^[11~15],虽然本文高估了南海深水区沉积量的估算值,但与搬运量相比依然偏低,究其原因,一方面在于本文的计算并不包括大陆架,而大陆架上不仅有冰后期的沉积物,也有冰期时的大量沉积物,另一方面本文未能考虑河流三角洲的陆上部分,计算结果必然小于河流的输出量,尤其在末次冰期时南部巽他陆架出露后有大型河流发育,因此比较准确的计算还需更多的资料.

4 深水区的堆积速率

图 3 所示为按本文的分区方案统计的各沉积成分的堆积速率分布,其中碳酸盐和蛋白石堆积速率虽然在数值上与当年的结果略有不同,但是在末次冰期与冰后期在空间分布上的对比并无实质性的变化,在此对其古环境意义不再赘述.本文着重对总堆积速率和陆源物质方面加以讨论.

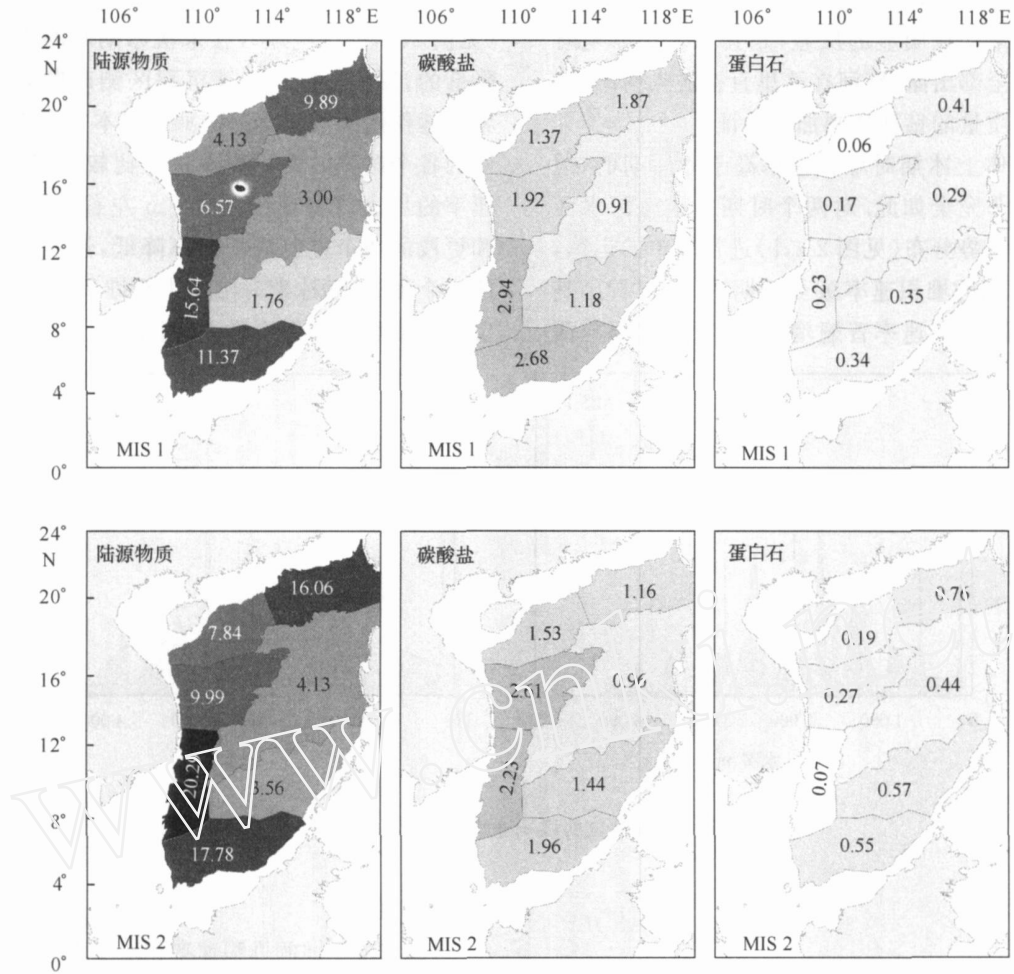


图3 末次冰期和冰后期的堆积速率[g/(cm²·ka)]分布

从陆源物质堆积速率的分布看(图3),无论在末次冰期还是在冰后期都是以湄公河岸外的IV区堆积速率最高,其次是加里曼丹岛北部的V区和介于珠江口和台湾岛之间的东北部I区,西北部地区的堆积速率较低,仅及上述地区的1/2左右,而南沙地区VI和中央海盆VII的堆积速率最低,这与早期的统计结果有明显的差异。

笔者在1998年根据72个站位的资料分析所得南海陆源物质的堆积速率在冰期时以南海南部的最高,其次是东北部地区的,而在冰后期以东北部的最高,南部地区的则大大降低;在东北部地区冰期和冰后期的堆积速率基本持平,而在南部地区冰期的堆积速率是冰后期的3倍左右^[1]。

由此看来,由于当时依据的资料偏少,特别是在湄公河口外基本没有站位,造成计算误差较大。IV区的堆积速率高值表明作为南海周边输沙量最大的

河流——湄公河对南海沉积作用的贡献不容忽视,而古巽他河的输入量尤为可观^[16]。另外,鉴于目前增加了更多的站位,并且这些站位都经过高质量的地层学分析,因此本文的结果更为可靠。从南海南北对比的角度看,冰期和冰后期的平均堆积速率不是“跷跷板”式的此消彼长,而是在冰期时同步增加,并且南海南部的堆积速率始终高于东北部地区的。

东北部I区和南部V区不仅邻近输沙量较大的河口,同时还分别位于强烈构造抬升的台湾岛和加里曼丹岛等岛屿附近,冰期时这些地区的高速沉积一方面反映陆架出露,沉积物直接注入深水区,另一方面,尽管冰期时南海存在北旱南湿的差异^[17],但并不影响南方岛屿剥蚀物质向南海的输送。

需要指出,在南海西北部地区尚未收集到充足

的沉积柱状样资料,而该处并不高的堆积速率与红河的高输沙量存在明显的反差,尤其在末次冰期时由于北部湾全部出露,红河在这里直接注入南海.这有待将来高质量的钻孔资料加以验证.

虽然整体上冰期时堆积速率高于冰后期的,但是在局部并非完全如此.对两个时期的南海深水区堆积速率的趋势分布(见图 2 a, b)进行简单的运算,即将 MIS 2 期的堆积速率减去 1 期的,可以看出整个深海区冰期堆积速率普遍增加,惟独东北部与西

南部(分别对应于 I 区和 IV, V 区)反而出现负值(见图 2c),即这些地区在末次冰期时的堆积速率是降低的,反映冰期时高速沉积区侧向搬运作用和顺坡搬运作用的活跃.另外,如果将本文在南海所收集到的各个站位的堆积速率进行比较,可以看出堆积速率的最大值出现在 2 000 m 左右的深度,向更深和更浅的两个方向堆积速率降低,这也是顺坡搬运的一个证据,而冰期时陆坡中部堆积速率显著增大,反映了顺坡搬运作用增大(图 4).

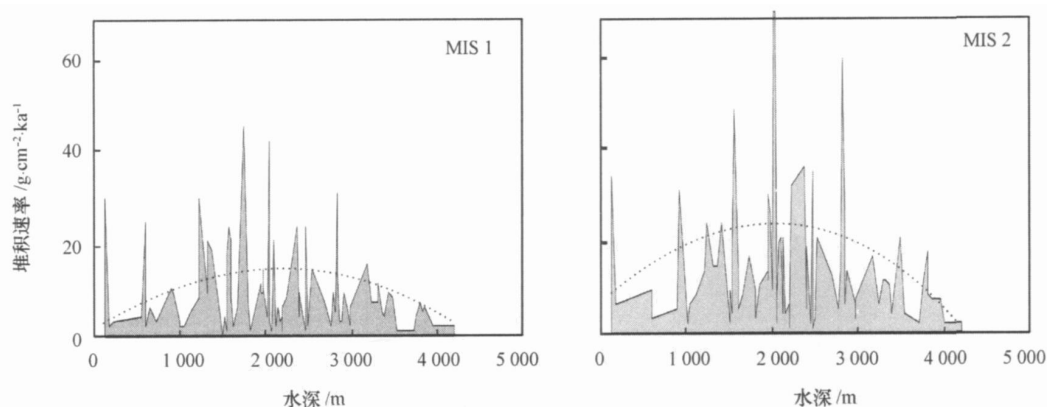


图 4 各站位的堆积速率与深度的关系

5 总结

(1) 经计算,在南海 100 m 以深的深水区, MIS 1期和 MIS 2 期的年均沉积量分别为 152.3 和 215.2 Mt/a,以陆源物质为主,在这两个时期分别为沉积总量的 76.7%和 82.8%.

(2) 堆积速率高值区位于南海西南部和东北部,无论在冰期还是冰后期南海西南部的堆积速率均高

于东北部的.

(3) MIS 1 期的堆积速率相对于 MIS 2 期的在整体上呈显著下降,但在西南部和东北部的高速沉积区附近反而有所升高,这是冰期时在高速沉积区的侧向搬运作用和顺坡搬运作用增大的结果,而顺坡搬运同时也造成了堆积速率的最大值出现在近 2 000 m 的水深处.

参考文献:

- [1] 黄 维,汪品先.末次冰期以来南海深水区的沉积速率[J].中国科学(D辑),1998,28(1):13-17.
- [2] BASSINOT Franck, BAL TZER Agnes. Les rapports des campagnes a la mer Wepama Cruise MD 122/ IMAGES VII [R]. Plouzan é Institut Polaire Francais, 2002.
- [3] LAJ Carlo, WANG Pin-xian, BALUT Yvon. MD 147 Marco Polo IMAGES XII: Cruise Report [R]. Plouzan : Institut Polaire France, 2005.
- [4] MIAO Q, THUNELL R C, ANDERSON D M. Glacial-Holocene carbonate dissolution and sea surface temperatures in the South China and Sulu Seas [J]. Paleocanography, 1994, 9: 269 - 290.
- [5] SARNTHEIN Michael, PFLAUMANN Uwe, WANG Pin-xian. Preliminary Report on Sonne-95 Cruise "Monitor Monsoon" to the South China Sea. Berichte-Reports [R]. Kiel: Geologisch Paleontologisches Institut und Museum, Christian-Albrechts-Universitat, 1994.
- [6] SCHIMANSKI A, STATTEGGER K. Deglacial and Holocene evolution of the Vietnam shelf: stratigraphy, sediments and sea-level change[J]. Marine Geology, 2005, 214: 365 - 387.

- [7] SCHÖNFELD Joachim, KUDRASS Hermann-Rudolf. Hemipelagic sediment accumulation rates in the South China Sea related to late Quaternary sea-level changes[J]. *Quaternary Research*, 1993, 40: 368 - 379.
- [8] WANG L, SARNTHEIN M, ERIENKEUSER H, et al. East Asian monsoon climate during the Late Pleistocene: high-resolution sediment records from the South China Sea[J]. *Marine Geology*[J], 1999, 156: 245 - 284.
- [9] WANG Pin-xian, PRELL Warren, BLUM Peter. Proceedings of the Ocean Drilling Program, Initial Reports: 184 [R]. Ocean Drilling Program, Texas A & M University, College Station TX 77845 - 9547, USA. 2000.
- [10] MARTINSON D G, PISIAS W G, HAYS J D, et al. Age dating and the orbital theory of the ice age: development of a high resolution to 300 000 year chronostratigraphy[J]. *Quaternary Research*, 1987, 27: 1 - 29.
- [11] MILLIMAN J D, MEADE R H. World-wide delivery of river sediment of the ocean[J]. *Journal of Geology*, 1983, 91(1): 1 - 21.
- [12] MILLIMAN J D, SYVITSKI J P. Geomorphic/ tectonic control of sediment discharge to the ocean: the importance of small mountainous rivers[J]. *Journal of Geology*, 1992, 100: 525 - 544.
- [13] 中国自然地理编委. 中国自然地理——地表水[M]. 北京: 科学出版社, 1981.
- [14] 冯文科, 薛万俊, 杨达源. 南海北部晚第四纪地质环境[M]. 广州: 广东科学技术出版社, 1988.
- [15] 王 颖. 中国海洋地理[M]. 北京: 科学出版社, 1996.
- [16] HANE BUTH Till, STATTEGGER Karl, GROOTES Pieter. Rapid flooding of the Sunda Shelf: a late-glacial sea-level record[J]. *Science*, 2000, 288: 1 033 - 1 035.
- [17] SUN Xiang-jun, LI Xu, LOU Yun-li, et al. The vegetation and climate at the last glaciation on the emerged continental shelf of the South China Sea[J]. *Palaeo Palaeo Palaeo*, 2000, 160: 301 - 316.

Accumulation rate characteristics of deep water sedimentation in the South China Sea during the last glacialiation and the Holocene

HUANG Wei¹, WANG Pin-xian¹

(1. State Key Laboratory of Marine Geology, Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract: The accumulation rate has been evaluated based on the dating data of 136 sediment cores taken from areas deeper than 100 m in the South China Sea since the last glacialiation. The average annual deposit amount is 152.3 Mt/a during MIS (marine isotope stage) 1 and 215.2 Mt/a during MIS 2 respectively, which are mainly contributed by terrigenous sediments. The accumulation rate is the highest in southwestern continental slopes followed by northeastern area, and lower in other part of the South China Sea during both of the last glacialiation and Holocene. Although the accumulation rate during MIS 2 is much higher than that during MIS 1 in most part of the South China Sea, it has opposite trends near the rapidly accumulated areas because of more active side and downslope transport.

Key words: South China Sea; accumulation rate; last glacialiation; Holocene