

长江口邻近陆架²¹⁰Pb的地球化学特征

钱江初

(国家海洋局第二海洋研究所, 杭州)

D. J. DeMaster C. A. Nittrouer B. A. Mckee

(美国北卡罗莱纳州立大学)

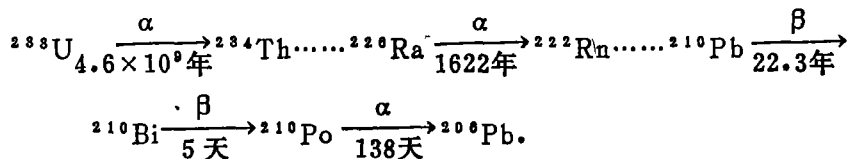
随着工业生产的不断发展, 铅的使用量日益增加, 由此铅对环境污染亦日趋严重。据研究, 长江向东海排放铅的通量为0.072公斤/秒(其中溶解相为0.008公斤/秒, 颗粒相为0.064公斤/秒), 每年排放总量可达二千二百吨之多^[1]。铅的放射性同位素²¹⁰Pb(下称²¹⁰Pb), 可作为很好的示踪剂来研究海洋环境中铅的地球化学行为, 因而被人们所重视。另外, ²¹⁰Pb有较为合适的半衰期(22.3年), 因此成为研究近百年来海洋现代沉积作用过程及现代环境污染的重要工具。

在1980—1982年“中美海洋沉积作用过程联合研究”中, 笔者使用了²¹⁰Pb测年技术, 测定了长江口及邻近陆架二十多个站位的现代沉积速率, 为现代沉积作用过程的研究提供了定量可靠的数据^[2]。

为进一步搞清长江口及邻近陆架²¹⁰Pb的地球化学行为, 本文着重就该地区²¹⁰Pb的来源、通量、归宿及在沉积物中分布特征等问题作一初步研究。并且根据这些特征, 对每年二千多吨的污染铅的去向作一些探讨。

一、²¹⁰Pb的循环途径

²¹⁰Pb是²³⁸U衰变系列的中间产物。



地表土壤中痕量的²³⁸U, 经过4次 α , 2次 β 衰变后生成气态²²²Rn, 并且从地壳扩散到对流层中。²²²Rn经过3次 α , 2次 β 衰变后生成²¹⁰Pb并随降水、降雪及干尘埃散落到海洋中。²¹⁰Pb在大气中的滞留时间大致在数天至数月。在海洋中, 大部份²¹⁰Pb被水体中的悬浮颗粒吸附并沉淀到海底。未被吸附的则在海流的作用下, 被带到开阔大洋中。²¹⁰Pb经1次 α , 2次 β 衰变后成为稳定的²⁰⁶Pb。

根据上述模式, ²¹⁰Pb的产生数量和陆地面积有关。Rama等人估计陆地上²²²Rn的排放通量为42个原子/厘米²·年。每年²²²Rn产量为 2.5×10^{20} 个原子。由于陆地面

积只占地球表面的三分之一,因此地球表面 ^{222}Rn 的通量为14个原子/厘米·分钟。相当于 $0.4\text{dpm}/\text{厘米}^2\cdot\text{年}$ [3]。

由于 ^{222}Rn 的半衰期只有3.8天,在它的平均寿命内(5.5天)和全球大气进行充分交换是不可能的。因此全球大气中 ^{222}Rn 的浓度是不均一的。它和大陆的面积成正相关。由此, ^{210}Pb 的大气通量亦和大陆面积成正相关[4]。(图1)。

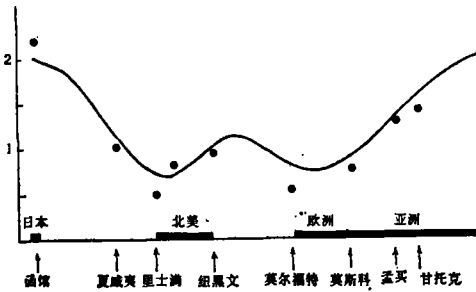


图1. 北半球(15°-55°N)大气中 ^{210}Pb 的通量(曲线为模式计算值,黑点为实体测量值)
Fig. 1 Pb-210 flux of atmosphere in the Northern Hemisphere (15°-55°N)

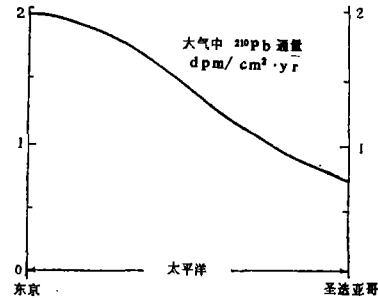


图2 在东京和圣地亚哥之间太平洋上空 ^{210}Pb 的估计通量
Fig. 2 Estimated atmospheric flux of ^{210}Pb in the Pacific air between Tokyo and San Diego.

东海大陆架紧靠欧亚大陆,产生的 ^{222}Rn 被盛行的西风带到东海上空,因此该上空的 ^{210}Pb 通量较高。由于 ^{210}Pb 的衰变及大气的稀释作用,在横跨太平洋到达彼岸北美洲时, ^{210}Pb 的通量只剩下大约三分之一[5](图2)。

从图1、2中可以看出,东海大陆架附近的 ^{210}Pb 通量在 $2\text{dpm}/\text{厘米}^2\cdot\text{年}$ 左右。但是除了日本有实测数据外,其他均为从模式中的理论推算值。显然,进一步测量东海大陆架附近的 ^{210}Pb 大气沉降通量对于研究该地区 ^{210}Pb 的地球化学行为是必不可少的。

二、东海大陆架大气中 ^{210}Pb 的沉降通量

1. 样品的选择

要知道某一区域内 ^{210}Pb 的沉降通量,通常可用下述几种方法获得:(1)设置人工收集装置,长时间收集降水、降雪及干尘埃散落物,然后测量 ^{210}Pb 的放射性。(2)直接测定某些天然收集物中的 ^{210}Pb 放射性,这包括永久性冰盖和积雪;岩石上生长的地衣;人工或天然湖泊内沉积物;土壤;盐沼泽沉积物等。设置人工收集装置有许多不便之处,且短时间内 ^{210}Pb 通量因外界因素影响变化很大。测定天然收集物的方法较简单,但要求被测样品严格保持原始状态未经后期自然或人为的扰动[5]。

2. 东海大陆架大气中 ^{210}Pb 通量的测定

对照上述几种 ^{210}Pb 沉降通量测定方法,笔者认为土壤法较为适合东海大陆架的情况。但在选择取样地点时要考虑到所处地方近百年内未经扰动;所处位置相对平坦以排除泥土淤积和冲刷;泥土粒度较细。由于这些条件的限制,使得取样较为困难。笔者在距东海大陆架附近的浙江嵊县剡源乡白茅山上,找到一个较为理想的场所。位于 $120^{\circ}36'E$

E, $29^{\circ}32' \text{N}$ 。海拔300米左右, 山的坡度小于 10° , 地面上生长着疏落的松树和杂草。

取样 在 20×20 厘米的范围内, 以0—5; 5—10; 10—20; 20—30厘米的间隔分层取样。表层生长的杂草及树根均应采集在内。样品分装于密封的塑料口袋内, 在实验室内称重。 110°C 烘干, 称重干样, 求出含水量。研细样品, 搅匀后保存待用。

化学处理 样品分别在美国北卡罗莱纳州立大学和国家海洋局第二海洋研究所 ^{210}Pb 实验室处理分析, 所用方法为铅-钋法。其化学流程简述如下:

称样10克 \rightarrow 加示踪剂 ^{208}Po \rightarrow 加HF、 HClO_4 各10毫升 \rightarrow 蒸干 \rightarrow
 6N HCl 浸取 \rightarrow 离心分离残渣和溶液 $\begin{cases} \rightarrow$ 残渣弃去。
 \rightarrow 调节溶液pH值 \rightarrow 片状白沉淀Po。

测量及计算 把沉淀了Po的银片置于金硅面垒 α 探测器中测量并用脉冲幅度分析器分析 α 能谱。所加的示踪剂是为了求得化学产率及仪器测量效率。利用 ^{210}Po 和其母体 ^{210}Pb 永久平衡的性质, 求出每层样品中 ^{210}Pb 放射性比度。然后用下述公式计算出每层样品中 ^{210}Pb 的放射总量 (Inventory)。

$$I_n = (1 - \phi) e \cdot L \cdot A \quad (1)$$

式中: I_n : 放射总量 (dpm/厘米 2)

ϕ : 含水量 (%)

e : 干样比重 (克/厘米 3)

L : 样品层位厚度 (厘米)

A : ^{210}Pb (过剩) 放射性 (dpm/克)

整个柱样放射性总量的积分即为该柱状的放射总量。知道放射总量后可用下述公式求出 ^{210}Pb 的沉降通量:

$$F = \sum I_n \cdot \lambda = \frac{\sum I_n}{\tau} \quad (2)$$

式中: F : 大气沉降通量 (dpm/厘米 2 ·年)

λ : ^{210}Pb 衰变常数 (0.031/年)

τ : ^{210}Pb 平均寿命 (32.2年)

测量结果见表1

表1 东海大陆架附近土壤中 ^{210}Pb 通量测表

Table 1 Pb-210 flux measured from soil near the East China Sea Continental Shelf.

层位 (cm)	含水量	^{210}Pb (总)放射性	本底	^{210}Pb (过剩)放射性dpm/g	^{210}Pb (过剩)放射总量 (dpm/cm 2)
0—5	21.2%	7.33 dpm/g	1.34 dpm/g	6.18 ± 0.14	61.02
5—10	19.3%	2.09	"	0.77 ± 0.10	5.6
10—20	21%	1.31	"		
20—30	18.6%	1.35	"		

注: 此表内为中方测量结果

据公式(1)(2)计算,得出整个柱样 ^{210}Pb 放射总量为 $66.62\text{dpm}/\text{cm}^2$, ^{210}Pb 的通量为 $2.06 \pm 0.17\text{dpm}/\text{cm}^2 \cdot \text{年}$ 。而美方测定结果约在 $1.8\alpha\text{pm}/\text{cm}^2 \cdot \text{年}$ 左右。两者结果较为接近,而且和根据理论的推算值 $2\alpha\text{pm}/\text{cm}^2 \cdot \text{年}$ 很相符合,因此,这一数值基本上可以代表东海大陆架上空的 ^{210}Pb 沉降通量。

三、长江口及邻近陆架沉积物中 ^{210}Pb 放射总量和沉积通量

1. ^{210}Pb 放射总量

^{210}Pb 从大气中散落到海面,在海水中滞留一段时间,然后被悬浮颗粒所吸附,并随颗粒沉淀到海底。滞留时间的长短和悬浮体浓度、水深及海流作用等因素有关。多数资料证明在近岸地区,滞留时间小于一年。假设在一个封闭水体中,即水体中所有 ^{210}Pb 全部沉淀于下复的沉物中而不和外界水域进行交换,那么根据上述 ^{210}Pb 大气沉降通量可以算出沉积物中应有的 ^{210}Pb 放射总量。

$$I_n = \frac{F}{\lambda} e^{-\lambda t} \quad (3)$$

设 ^{210}Pb 在水体中的滞留时间为一年, ^{210}Pb 通量为 $2.06\text{dpm}/\text{厘米}^2 \cdot \text{年}$ 则沉积物中放射总量为 $64.4\text{dpm}/\text{厘米}^2$ 。

事实上,这种封闭水体是不存在的。由于各站位悬浮体浓度、沉积速率及水动力条件的不同,使得各站位中 ^{210}Pb 放射总量亦有差异。如在内陆架区,由于悬浮体浓度高,除了吸附上覆水体中的 ^{210}Pb 外,还吸附从别处由海流带来的 ^{210}Pb 。而在外陆架区,由于没有足够的悬浮颗粒吸附上覆水中的 ^{210}Pb ,因此有的 ^{210}Pb ,就随水流作用被带到内陆架或开阔大洋。从实际测量中,也证实了不同站位中 ^{210}Pb 放射总量是不同的。正是由于这种不同区域各别的 ^{210}Pb 放射总量,告诉了我们 ^{210}Pb 的最后归宿(表2)。表中所有数据均由作者共同在美国北卡罗莱纳州立大学分析。所用方法为铅-钋法。

从表中可知,外陆架区及残留砂区的 ^{210}Pb 放射总量平均只有 $30\text{dpm}/\text{厘米}^2$ 左右。实测数据和理论预测数据的比值只有0.5,说明该水域中,水体内将近一半的 ^{210}Pb 被带到内陆架或开阔大洋中去了。这反映了该区域 ^{210}Pb 的辐散性。而在内陆架泥区, ^{210}Pb 放射总量平均大于 $80\text{dpm}/\text{厘米}^2$ 。实测数和预测数的比约为2,说明 ^{210}Pb 在该区域的辐聚性。

影响 ^{210}Pb 放射总量的因素很多,但是主要因素是该站位的沉积速率。从图4中可以看出,它们之间存在着正相关。区域之间沉积速率的差异是放射总量差别的根本原因。

2. ^{210}Pb 的沉积通量

^{210}Pb 的沉积通量是指每年每平方厘米的海底所沉积的 ^{210}Pb 放射性数量,可由下列求得:

$$P_f = (1 - \phi) e \cdot S \cdot A \quad (4)$$

表 2 长江口及邻近陆架部分站位²¹⁰Pb测定数据
Table 2 The measuring value of Pb-210 at some stations in the estuary of the Changjiang River and adjacent shelf.

区域	站 位	表层放射性 ²¹⁰ Pb (dpm/g)	²¹⁰ Pb本底 (dpm/g)	²¹⁰ Pb过剩 (dpm/g)	²¹⁰ Pb过剩深度 (米)	表观沉积速率 (厘米/年)	²¹⁰ Pb放射总量 (dPm/cm ²)	放射总量实测于测	备 注
内 陆 架 泥 区	G8003	2.2	1.1	1.1	35	<1	16.6	0.26	* 的站位由于箱式取样器取样深度50厘米, 未能达到衰变区底部, 所以这些站位的本底值和深度均为为估计值, 沉积速率和放射总量均为最小值。
	G8004	3	1.5	1.5	270	5.4	166	2.6	
	G8005	3.5	1.4	1.9	170	3.1	129	2.0	
	G8104*	3	1.5	1.5	150	>2	>90	>1.5	
	G8105*	3.6	1.5	2.1	150	>2	>90	>1.5	
	G812 *	4.8	1.5	3.3	150	>2	>88	>1.5	
	G8140*	4.5	1.5	2.7	150	>2	>50	1	
	平 均	3.4	1.4	2	150	>2	>80	>1.5	
外 陆 架 泥 区	G8015	3.3	0.58	2.7	27	0.31	21	0.3	
	G8016	5.6	0.65	5	25	0.21	26	0.4	
	G8024	6.7	1.30	5.4	20	0.29	29	0.5	
	G8014	6.1	0.60	5.5	20	0.11	34	0.5	
	平 均	5.4	0.78	4.7	23	0.25	28	0.5	
	G8009	3.3	0.63	2.7	29	0.28	29	0.5	
残 留 砂 区	G8011	2.4	0.52	2	25	0.36	28	0.5	
	G8020	6.7	0.55	6.15	25	0.16	31	0.5	
	G8021	7.8	0.56	7.20	15	0.11	32	0.5	
	平 均	5.0	0.57	4.5	24	0.23	36	0.5	

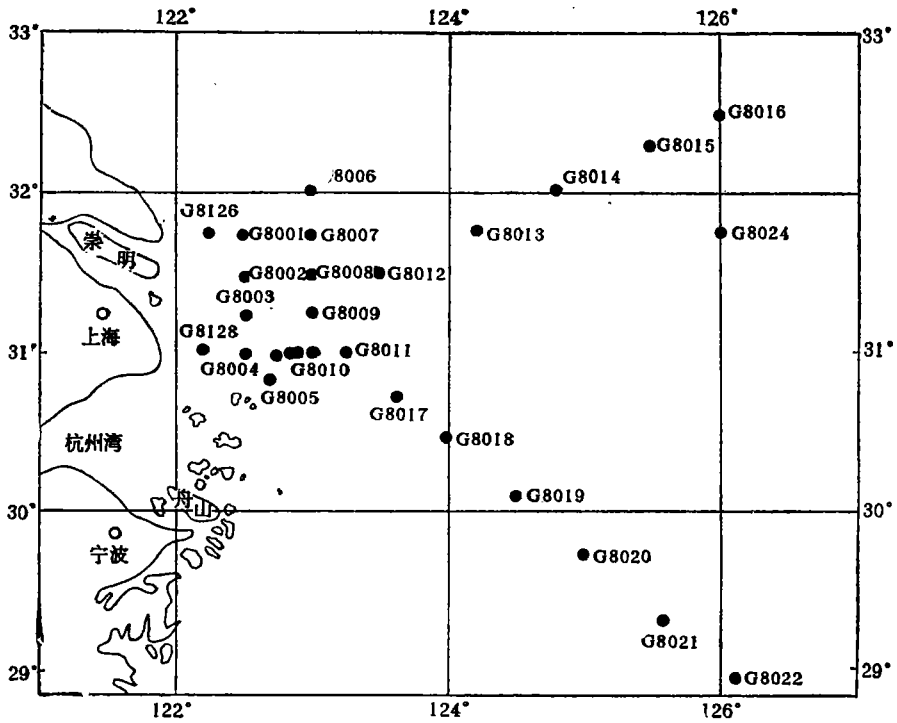


图3 长江口及邻近陆架站位图

Fig. 3 Station distribution in the estuary of the Changjiang River and its adjacent shelf

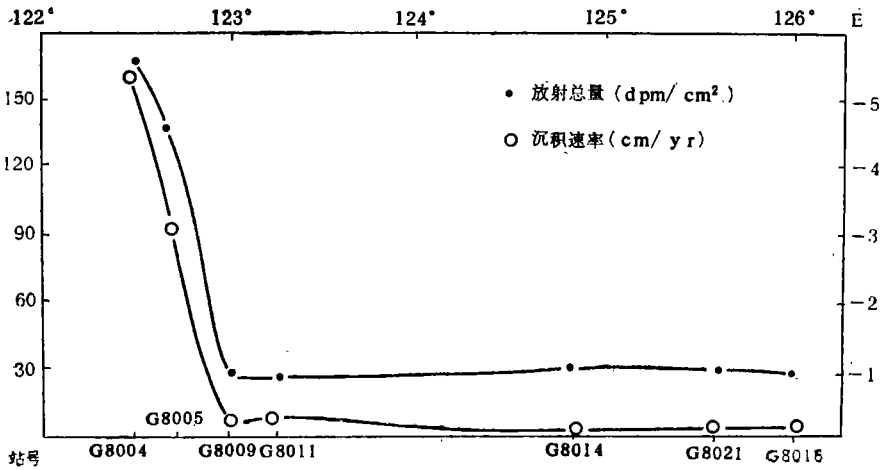


图4 部分站位²¹⁰Pb放射总量和沉积速度之间的关系

Fig. 4 Relationship between the Pb-210 total radioactive quantity and the sedimentary accumulation at several stations

此处, P_f : ^{210}Pb 沉积通量 ($\text{dpm}/\text{厘米}^2 \cdot \text{年}$)

S: 沉积速率 ($\text{厘米}/\text{年}$)

A: 表层 ^{210}Pb (过剩)放射性比度 (dpm/g)

式中 $(1 - \phi) \cdot e \cdot S$ 即为沉积物的沉积通量 ($\text{克}/\text{厘米}^2 \cdot \text{年}$) 当乘上表层 ^{210}Pb 放射性后即得 ^{210}Pb 沉积通量。

根据 $2.06 \text{dpm}/\text{厘米}^2 \cdot \text{年}$ 的大气 ^{210}Pb 沉降通量, 假定 ^{210}Pb 在水中滞留时间为1年, 理论上计算的 ^{210}Pb 沉积通量应为 $1.93 \text{dpm}/\text{厘米}^2$ 。不同站位 ^{210}Pb 沉积通量的实际测量值见表3。

表3 长江口及邻近陆架部分站位 ^{210}Pb 沉积通量

Table 3 The deposite flux of Pb-210 at some stations in the estuary of Changjiang and its adjacent shelf.

区域	站 位	表层含水量 (%)	沉积速率 (cm/年)	矿物沉积通量 (g/cm年)	表层 ^{210}Pb 放射性 (dpm/g)	^{210}Pb 沉积通量 (dpm/cm ² 年)	实测通量/预测通量
内陆架泥区	G8004	51.6	5.4	7.06	1.5	10.59	5.5
	G8005	58.7	3.09	3.45	1.9	6.5	3.4
外陆架泥区	G8015	47.2	0.31	0.44	2.7	1.18	0.60
	G8016	55.5	0.21	0.25	5	1.25	0.64
	G8024	66.2	0.29	0.26	5.4	1.40	0.72
残留砂区	G8009	31.2	0.28	0.35	2.77	0.97	0.5
	G8011	27.9	0.36	0.70	2	1.4	0.72
	G8021	30	0.11	0.21	7.20	1.49	0.76

从表可见, 内陆架泥区实测 ^{210}Pb 沉积通量是预测数值的4倍左右。说明该区的悬浮颗粒除吸附上覆水体中的 ^{210}Pb 以外, 还吸附了大量从别处水体带来的 ^{210}Pb 。在外陆架泥区及残留砂区实测 ^{210}Pb 沉积通量只是预测通量的0.6左右, 表明该区中相当一部 ^{210}Pb 在水流作用下被带到别处去了。这和 ^{210}Pb 放射总量的资料反映的情况相符合。综合上述 ^{210}Pb 放射总量和沉积通量的资料, 充分证明 ^{210}Pb 在内陆架泥区存在着强烈的辐聚作用; 而在外陆架泥区及广大残留砂区, 显示了 ^{210}Pb 的辐散作用。从 ^{210}Pb 在不同区域内的辐聚和辐散的分布特点, 可以推断: 由长江输入东海的二千多吨工业污染铅, 大部分被吸附净化在 123°E 以西的内陆架泥区内; 只有少部份被带到外陆架地区及开阔大洋中。

四、长江口及邻近陆架 ^{210}Pb 的分布规律

在对长江口及邻近陆架二十多个站位的 ^{210}Pb 测定中, 发现无论在垂直方向上及水

平方向上, ^{210}Pb 的分布都存在着一一定的规律性。从这些分布规律中反映了该站的沉积作用过程中的一些情况。

1. 垂直分布特征及其意义

综合长江口及邻近陆架 ^{210}Pb 的垂直分布, 大致可以归纳为以下两大类型和六种形式。

正常类型 在较为稳定的沉积环境中, ^{210}Pb 垂直分布主要由沉积作用所控制。因此 ^{210}Pb 的剖面亦呈一定的规律性。

(1) 三区形 这种分布形式是最常见和典型的。其中G8004、G8005、G8015、G8014、G8020、G8021、G8024等站均属于这种形式。其特点是 ^{210}Pb 的垂向分布可分三个区域: 混合区, 衰变区和本底区(图5)。混合区中, 由于生物活动及物理作用等对表层沉积物产生扰乱、混合作用, 使得这一区域中的 ^{210}Pb 放射性呈不同程度的均一状态。如果混合很完全, 则 ^{210}Pb 剖面为垂线; 如果混合不完全, 则 ^{210}Pb 分布仍然有一斜率。混合层的厚度和该区中 ^{210}Pb 剖面的斜率反映了该区中混合作用的程度。在衰变区中, ^{210}Pb 放射性随深度增加(即时间的增加)而呈指数衰减, 因此该区中 ^{210}Pb

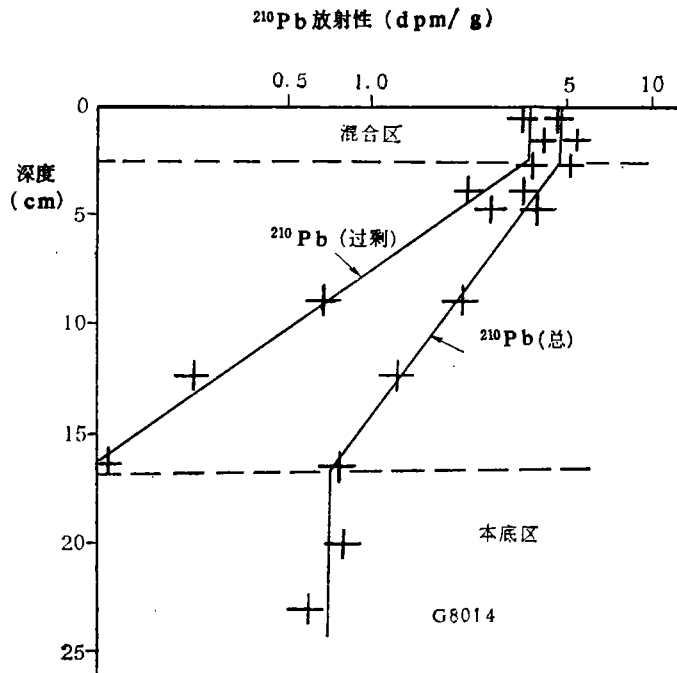


图5 G8014站 ^{210}Pb 剖面

Fig. 5 Pb-210 profile at the Station G8014.

的剖面总是呈倾斜状。在本底区中, ^{210}Pb 的剖面又呈直线, 因为 ^{210}Pb 的本底是由沉积物中 ^{226}Ra 衰变而来的(因此亦叫“补偿”)。而 ^{226}Ra 的半衰期为1600年, 因此在一定深度内, 它的放射性可以认为是不变的。从总的 ^{210}Pb 放射性中减去本底值, 即得 ^{210}Pb (过剩)。求出 ^{210}Pb (过剩)剖面的斜率K, 就可以求出该站位的表观沉积速率:

$$S = \frac{-\lambda}{K} \quad (5)$$

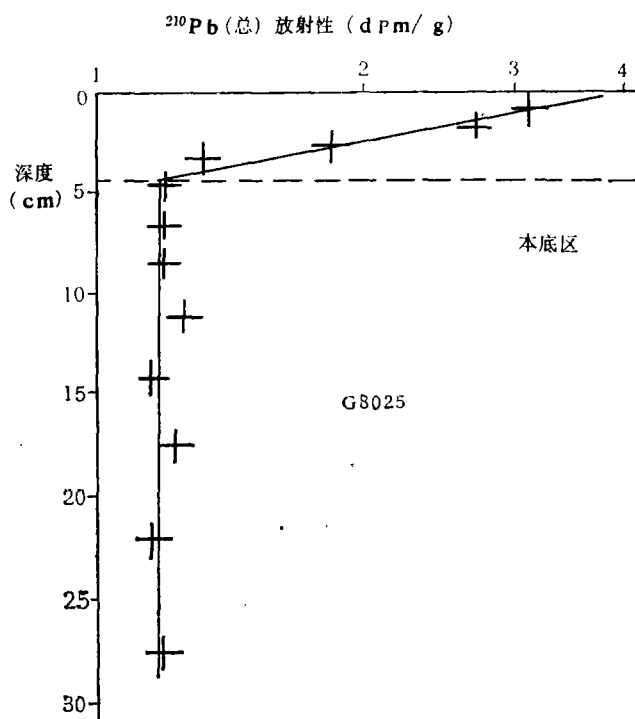


图6 G8025站的 ^{210}Pb 剖面

Fig. 6 Pb-210 profile at the Station G8025.

(2) 二区形 包括G8025、G8016、G8011等站。这种分布形态的特点是表层没有混合层(或可忽略), 只有衰变区和本底区(图6)。这种分布反映了该站的生物活动及物理作用对表层沉积物的扰乱及再改造影响较小。同样, 求出 ^{210}Pb (过剩)的斜率后可以得出该站的表现沉积速率。

(3) 一区形 即直线形。从表层到底部 ^{210}Pb 的垂向分布基本上呈均一状态, 如G8001、G8140、G8128W等站属于此种情况(图7)。有三种地质现象可以来解释这类情况: 高速沉积区。即所有的沉积物都是在很短的时间内快速形成(小于一个半衰期); 无沉积区。即该站没有接受现代沉积, 所有的 ^{210}Pb 均是由 ^{226}Ra 提供的本底值; 高度混合区。由于强烈的底栖生物活动和物理作用对沉积物产生高度的混合, 使 ^{210}Pb 剖面呈均一状态。为了区分上述三种情况, 可由延长取样深度, 对比表层沉积物中 ^{210}Pb 放射性大小以及对照地层结构的X光照片和其他地质资料等方法来实现。如根据表层放射性及站位的地理位置等地质资料, 可以初步确定G8001为无现代沉积区, 而G8128W站为高速沉积区。

异常类型 在复杂多变的水动力等因素影响下, ^{210}Pb 的垂直分布会产生异常现象。

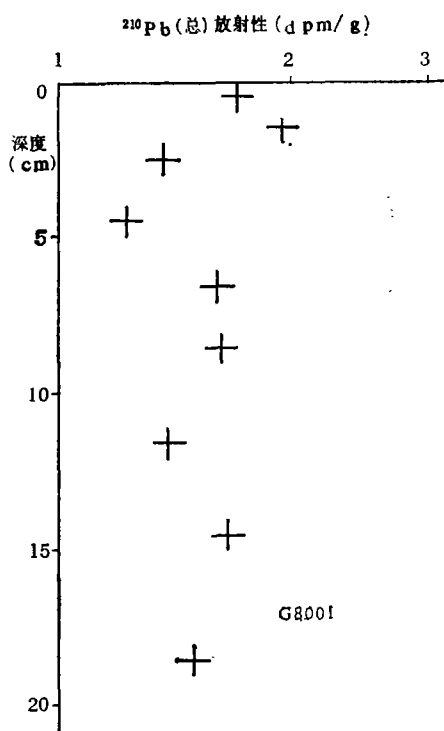
图7 G8001站 ^{210}Pb 剖面

Fig. 7 Pb-210 profile at the Station G8001.

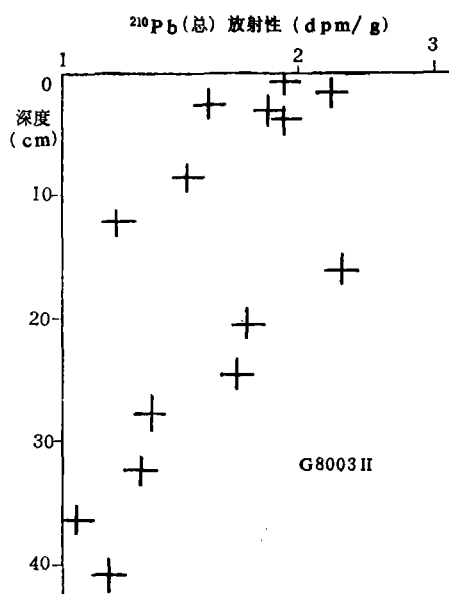
图8 G8003 I站的 ^{210}Pb 剖面

Fig. 8 Pb-210 profile at the Station G8003 I.

(1) 平行线形 G8003 I 属于此种情况(图8)。以15厘米深处为界, ^{210}Pb 分布可分成二个部份, 互相之间呈大致平行状态。显然在正常稳定的沉积作用下不会产生这种分布, 可能是偶然的突发事件例如滑坡造成了这种奇异的分布。其原始的表层可能在15厘米深处, 在该站附近某处发生滑坡, 并整个复盖在上面, 造成了这种平行线状的 ^{210}Pb 分布。

(2) 倒置形 G81M4W站的 ^{210}Pb 放射性在表层显得小, 向下逐渐增加, 到5厘米处为最大, 尔后又逐渐变小(图9)。显然这亦非正常分布。产生原因可能是由于后期再改造作用。其原始表层可能在5厘米处, 后在邻近站发生从上到下逐渐的侵蚀作用, 被侵蚀的沉积物又依次复盖在此站位上。或者由于较大型的底栖动物在挖掘洞穴时, 把深部的沉积物搬运到上部, 使 ^{210}Pb 呈这种倒置的分布。

(3) 混乱形 在长江口区某些站位如G8010的 ^{210}Pb 分布呈紊乱的无规律状态(图10)。这种分布情况在别处 ^{210}Pb 测定中亦多有出现, 尤其在河口地区。产生的原因可能有以下二种: 复杂的水动力条件和极不稳定的沉积环境; 柱状样中沉积物粒度发生变化。

以上二种类型和六种形式基本上概括了长江口及邻近陆架 ^{210}Pb 垂向分布的特点。根据这些分布特点, 结合其他资料, 就可以定量或者定性地了解这些站位的沉积作用过程。

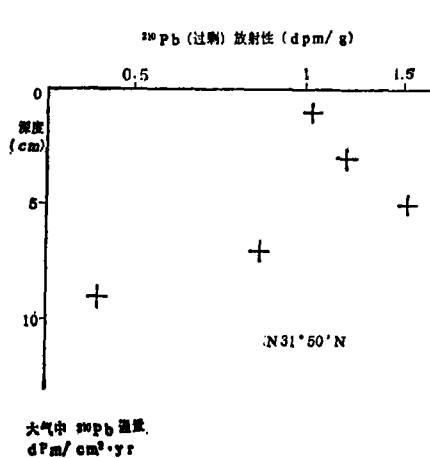


图9 G81M4W站的²¹⁰Pb剖面
Fig. 9 Pb-210 profile at the Station G81M4W.

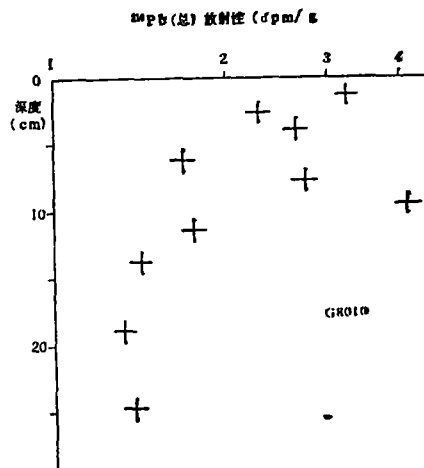


图10 G8010站²¹⁰Pb剖面
Fig. 10 Pb-210 profile at the Station G8010.

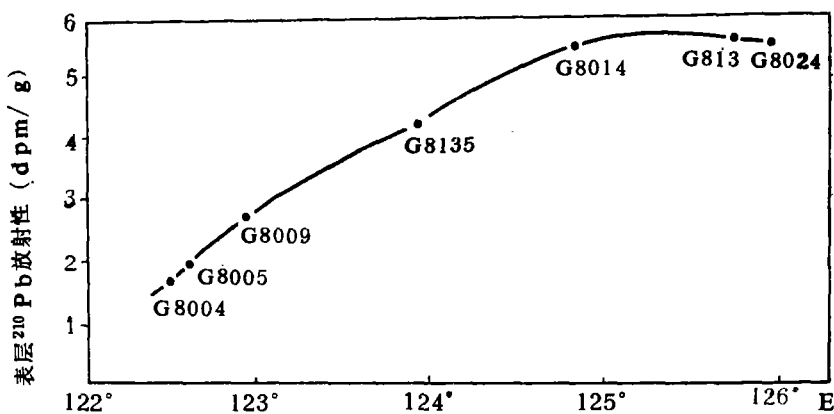
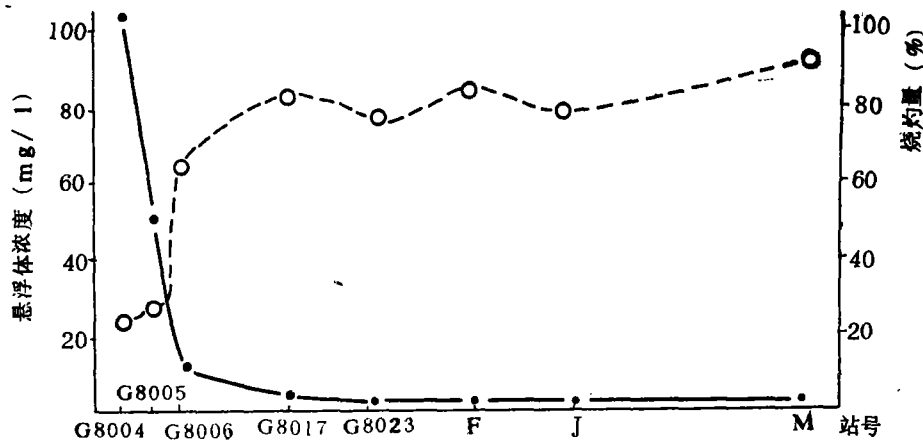


图11 表层²¹⁰Pb放射性和悬浮体浓度及有机物含量之间的关系

Fig. 11 Relationship between the Pb-210 radio-activity at the surface layer, the suspension concentration as well as the material content

2. ^{210}Pb 的水平分布及其控制因素

^{210}Pb 的水平分布指的是内外陆架不同区域中表层沉积物的 ^{210}Pb 放射性分布情况(表2)。从表中可见 ^{210}Pb 的水平方向的分布呈现一定的规律性。内陆架泥区, ^{210}Pb (过剩)较低,平均约为2dpm/克左右。而外陆架泥区及残留砂区,平均高达4.6dpm/克,为内陆架泥区的2倍多。这种分布规律正好和沉积速率分布规律相反。和沉积速率(也和水体中悬浮体浓度)成负相关。这是因为:假如水体中 ^{210}Pb 的浓度相等,若悬浮体浓度高,每克悬浮体颗粒所吸附的 ^{210}Pb 少,放射性比度就低。若悬浮体浓度低,每克悬浮体颗粒所吸附的 ^{210}Pb 就多,放射性比度就大。因此, ^{210}Pb 水平分布的主要控制因素是该站位的沉积速率。另一方面,外陆架悬浮体中有机成分比内陆架的要高得多〔6〕(图11)。而有机颗粒比无机颗粒具有更大的吸附能力。这也可能是外陆架表层 ^{210}Pb 高于内陆架的另一个原因。从图11中清楚可见,表层 ^{210}Pb 放射性和悬浮体浓度成负相关,和有机物含量成正相关。

王星福、徐征宇同志参加部份工作,本文承蒙余国辉、金庆明、黄德佩等同志修改及提出宝贵意见。在此一并致谢。

(收稿日期1984年2月7日)

参 考 文 献

- 〔1〕 Wang Zhengfang, et al. "Transport of Trace Metals in Changjiang River." NBO-NOAA. SSCS. (in press)
- 〔2〕 David. DeMaster, et al. "Rates of Particle Mixing and Sediment Accumulation Based on Radionuclids Profiles from Continental Shelf Deposits in the East China Sea". NBO-NOAA. SSCS. (in press)
- 〔3〕 Rama, N. F. N. et al. "Lead-210 in Natural Water" Science 134 98-99(1961).
- 〔4〕 Turekian, K. K. et al. "Geochemistry of Atmospheric Radon and Radon Products" .Ann. Rev Earth Planet Sci. 1977(5).
- 〔5〕 Nozaki, Y. et al. "The distribution of Pb-210 and Pb-210 in the Surface water of the Pacific Ocean" Earth and Planetary Science Letters 32(1976).

GEOCHEMISTRY FEATURES OF Pb-210 IN THE ESTUARY OF THE CHANGJIANG RIVER AND ITS ADJACENT SHELF

Qian Jiangchu

(Second Institute of Oceanography, National Bureau of Oceanography, China)

D.J.DeMaster C.A.Nittrouer B.A.Mckee

(North Carolina State University, U.S.A.)

Abstract

Pb-210 atmospheric flux of 2.06dpm/cm² · year has been determined by means of measuring the soil sample from the area near the East China Sea continental shelf. The result agrees with the value predicted from the model.

After the Pb-210 activities in the sediments have been determined from more than twenty columns in the estuary of the Changjiang River and its adjacent shelf, it is found that both vertical and horizontal distributions of Pb-210 follow certain laws.

The vertical distribution of Pb-210 in the estuary of the Changjiang River and its adjacent shelf can be divided into two types and six forms. The normal type consists of three-region, two region and one region forms, and the abnormal type consists of parallel, upside-down and disorder forms. The normal vertical distribution of Pb-210 reflects the environmental condition of steady-state deposits and from the gradient of Pb-210 profile, the sedimentary accumulation can be calculated. The abnormal vertical distribution of Pb-210 reflects the environmental condition of unsteady-state deposits, some sudden events, such as resuspension, reworking and sliding, may take place in this area.

The horizontal distribution of Pb-210 in the estuary of the Changjiang River and its adjacent shelf is quite different. Pb-210 activities of the surface layer in the inner-shelf mud deposit are almost two times smaller than those of the offshore mud deposit and relict sand area. The sedimentary accumulation is the main controlling factor to the Pb-210 distribution. There is a negative relationship between the sedimentary accumulation and horizontal distribution of Pb-210, and a positive relationship between the sedimentary accumulation and vertical depth of Pb-210 in sediments as well as the total Pb-210 radioactive quantity.

The total Pb-210 radioactive quantity in the inner-shelf mud deposit area is as

high as 160dpm/cm², much higher than the predicted value of 60dpm/cm², while the value of the offshore mud deposit and relict sand area is 30dpm/cm² approximately, much less than the predicted one. The Pb-210 deposit flux in the inner-shelf mud deposit area is four times greater than the predicted one, whereas in the offshore mud deposit and relict sand area is only 60% of the value predicted. From the facts described above, it can be seen obviously that the Pb-210 has been intensely focused in the inner-shelf mud deposit area, but in the offshore mud deposit and relict sand area, the Pb-210 has been largely dispersed. Based upon these geochemistry characteristics of Pb-210, it can be predicted that most of the lead pollutants carried by the Changjiang River are scavenged in the inner-shelf mud deposit area, only a small part of them is carried into offshore and open sea.