

大鹏湾沉积物重金属污染的初步研究*

关祖杰¹⁾ 杨健明²⁾ 余君岳²⁾ M J Stokes²⁾

(1) 中山大学物理学系, 广州 510275; 2) 香港城市大学)

摘要 用电感耦合等离子焰光谱技术测定大鹏湾 4 个采样站位沉积物岩芯中 Pb, Mn, Ni, Cr, Cd 和 Fe, Mg, Zn, Cu, Co 共 10 种重金属元素的浓度-深度关系, 并根据相应的沉积速率分析该海域的污染史。

关键词 大鹏湾, 沉积物岩芯, 重金属元素, 等离子焰光谱, 污染史

分类号 X132

沉积物对海洋污染信息具有放大作用, 并对海洋污染事件具有空间统计代表性和时间记录有序性。所以, 沉积物监测能反映较大时空尺度内海洋环境污染“气候”的变化。而沉积物监测最简单最常用的方法是沉积物岩芯历史组分测定方法^[1]。Domink 等人 1978 年用²¹⁰Pb 和¹³⁷Cs 测年法测定了北海德国海湾沉积物岩芯中重金属的污染史。Tanner^[2]1992 年也研究了大鹏湾外属香港一小岛附近的沉积物岩芯的重金属浓度, 但由于缺乏较准确的沉积速度资料, 而无法评价其污染史。

大鹏湾沿岸的经济发展迅速, 其内外海域又是大亚湾核电站液态废物排放的前沿海区。作者已用²¹⁰Pb 和¹³⁷Cs 测年法对该海域的沉积速率做了较深入的研究^[3], 在此基础上, 对 4 个采样站位的 4 条沉积物岩芯样品采用电感耦合等离子(ICP)光谱技术, 测量了分层样品 10 种金属元素的含量。这 10 种元素分为两组, 一组为 Pb, Mn, Ni, Cr 和 Cd, 它们是对生物体有毒的元素; 另一组是 Fe, Mg, Zn, Cu 和 Co, 它们是维持生物体正常生化活动的元素。各种元素的浓度与深度和时间(年份)的关系用图线表示, 其污染情况可一目了然。

1 测量方法

1.1 采样 在大鹏湾由内至外, 沿香港东部海域边界设置 S1, S2, S3 和 S4 四个采样站位, 于 1992 年夏季由海洋调查船大型箱式采样器进行柱状沉积物采样。采样站位的方位及沉积物特性与文献^[3]相同。柱状岩芯长 50 cm, 分割成每个 2 cm 长, 共 25 个样品, 每一样品分别进行烘干、研磨、过筛等, 制成 80 目粉末干样。

1.2 样品的预处理 取 1 g 沉积物粉末干样置于硬质烧杯中, 加入 5~20 mL 浓硝酸浸

* 香港城市大学资助项目

收稿日期: 1995-01-17 关祖杰, 男, 57 岁, 副教授

泡过夜, 然后置于电热板上微火加热至颗粒溶化; 再加入 5~10 mL 浓硝酸加热至干, 然后再加入高氯酸烘干. 如此重复加入浓硝酸和高氯酸直至使溶液成为透明无色为止. 向烘干的残渣加入 5% 硝酸溶液浸泡, 过滤, 并用 5% 的硝酸清洗滤纸和烧杯, 制成 10 mL 的硝化液, 置于贝塞比色管中待测.

1.3 等离子焰光谱分析 等离子焰光谱仪是利用高温等离子体作为激发光源的光谱分析系统, 它具有检出限低、准确度高、干扰小、重现性好和快速等优点. 本工作采用 J-A ICAP 9000 型电感耦合射频等离子光谱分析系统. 对方法的回收率和稳定性进行了测量, 对绝大多数金属元素的回收率都在 80%~85% 的范围内, 为确保结果的稳定可靠, 用同一样品在相隔一段时间(2 个星期)后重复测量, 发现其结果的相对偏差随元素含量减少而增加, 但大于 1 mg/kg 的浓度其相对偏差都在 20% 以内, 所以对本工作绝大多数元素的测量结果影响不大. 由于样品数较多, 需分批处理和测量, 实践中同一岩芯必须在同一批处理和测量.

2 结果与讨论

S1, S2, S3 和 S4 四个站位沉积物岩芯 10 种金属元素的含量随岩芯深度(0~50 cm)的分布分别如图 1~4 所示. 纵坐标为含量(mg/kg), kg 为岩芯干重. 每一站位由 a 和 b 两个图线绘出, a 图为 Fe, Mg, Zn, Cu, Co 五种金属, b 图为 Pb, Mn, Ni, Cr, Cd 五种金属. 作者

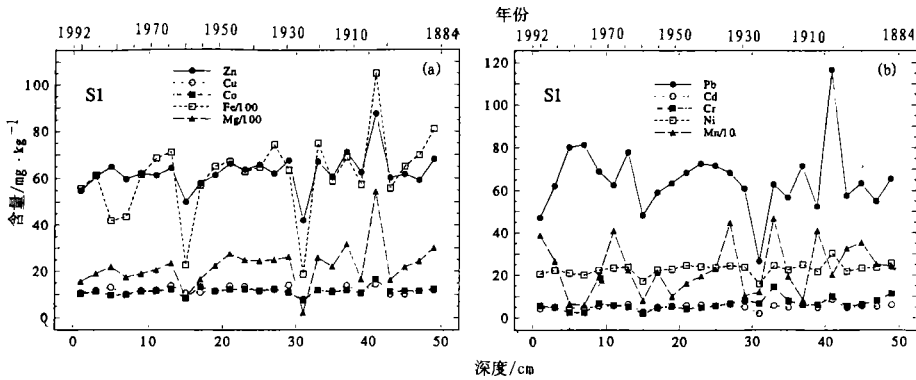


图 1 S1 站位岩芯金属元素含量

Fig. 1 Trace metal concentrations in the core S1

已对该 4 个站位沉积物的沉积速率进行了测量, 用较为准确的²¹⁰Pb 测年法测得 S1, S2, S3 和 S4 的沉积速率分别为 0.462, 0.392, 0.318 和 0.269 cm/a^[4], 计算了对应不同岩芯深度对应的年份也标出在图 1~4 中的顶横坐标上.

由图 1~4 可见, 前后 5 种金属元素在沉积物中的含量由高至低依次为 Fe > Mg > Zn > Cu > Co 和 Mn > Pb > Ni > Cr > Cd. 4 个站位的规律大致相同, 只有 S3 站位例外, S3 的 Fe 含量特别低, 只有表层值 5680.0 mg/kg 能测量出来, 其余各层都在检出限以下, 故未在图 3a 中划出. 而且, S3 的其余元素的含量亦较其它站位为低. 痕量元素的沉积与沉积物的粒度、间隙水含量和其它物化性质, 痕量元素的扩散规律、海流和波浪, 以及生物活动有关. 对 4 个站位沉积物岩芯粒度分析结果表明, 它们基本上属粘土质粉砂

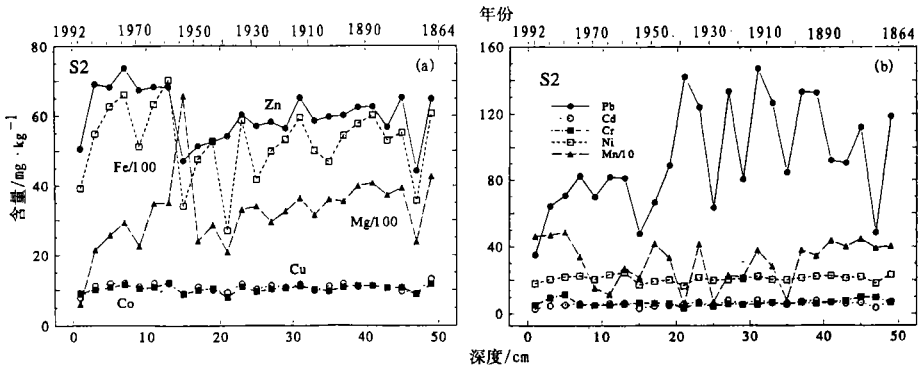


图 2 S2 站位岩芯金属元素含量

Fig. 2 Trace metal concentrations in the core S2

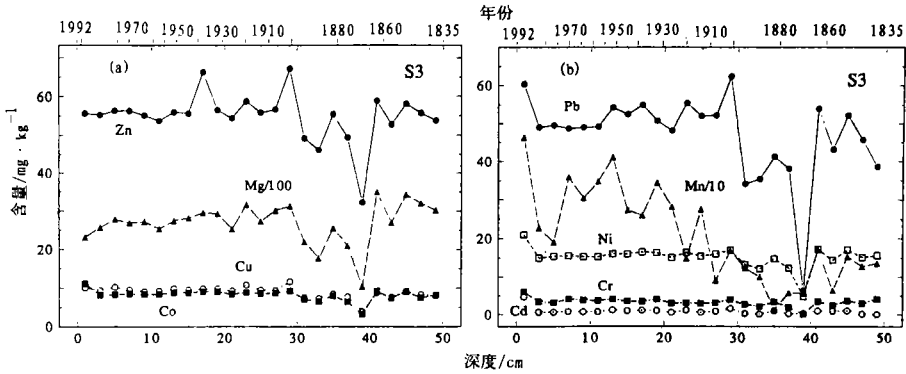


图 3 S3 站位岩芯金属元素含量

Fig. 3 Trace metal concentrations in the core S3

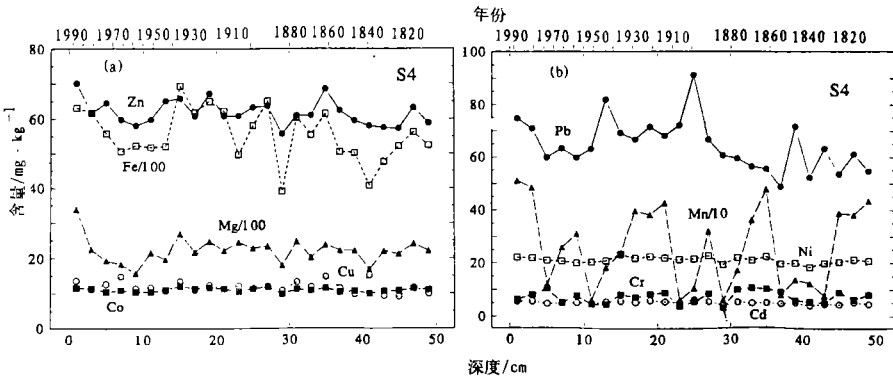


图 4 S4 站位岩芯金属元素含量

Fig. 4 Trace metal concentrations in the core S4

(YT), 其中 S1, S2 和 S3 混有不同程度的粉砂质粘土(TY), 且 S3 的 TY 成分较多, 即颗粒较细的份额相对较多. 按一般规律, 颗粒较细的 S3 沉积物对痕量元素的吸附力较强, 痕量元素含量应较高, 但事实正好相反, 这一结果的可能解释是由于 S3 的 Fe 含量特别低, 而 Fe 在沉积物中起着凝聚剂的作用, 它能较好地吸附痕量元素, 而 S3 的 Fe 含量特低而导致痕量元素的含量也特低.

从图 1~4 亦可看出各种金属元素含量随深度(或随年份)的变化情况. 首先看 Pb, Mn 等对生物体有毒的 5 种金属元素, S3 和 S4 站位的含量随 80 年代至今有上升的趋势, 尤其 S3 站位, 表层含量有明显的增加. 但 S1 和 S2 却没有这种趋向. S3 和 S4 位于九龙工业区以东大鹏湾出口处, 而 S1 和 S2 则在大鹏湾内, S3, S4 这种上升趋势是否由于香港工业, 尤其如电镀、印染、印刷业自 60~70 年代的发展排污而引起, 尚需进一步验证和结合水文资料分析, 但这种可能性是存在的. 而另一组金属元素亦有类似规律, 但 S4 比 S3 较为明显, 尤其是 Zn 和 Mg, S4 站位近年上升趋势十分明显.

表 1 列出 4 个站位沉积物中 Pb, Mn 和 Cu 三种金属元素的表层及岩芯平均含量的比较. 同时亦列出香港已有的近海同类测量资料以作比较. 从表 1 可见, S3 和 S4 的表层含量高于岩芯的平均含量, S3 站位更为明显. 此外 S4 的表层含量明显高于其余三个站位的值, 这可能也是香港工业排污的又一证据. 但从整个海域看来, 无论是表层或岩芯的含量还是比较低的, 都在已有数据范围之内. 可以认为, 香港的工业排污, 并未对该海区沉积物做成严重的重金属污染, 深圳市大鹏湾沿岸工业的发展对该海区沉积物的污染未能发现.

表 1 Pb, Mn 和 Cu 含量与香港已有数据的比较

Tab. 1 Concentrations of Pb, Mn and Cu compared with values from Hong Kong

站 位	表层含量 /mg · kg ⁻¹			岩 心 平 均 值 /mg · kg ⁻¹		
	Pb	Mn	Cu	Pb	Mn	Cu
大 鹏 湾						
S1	47.1	387.2	10.8	64.8(15.9)	231.1(124.8)	11.8(1.5)
S2	35.0	463.2	7.9	92.7(32.1)	311.5(135.8)	10.9(1.2)
S3	60.5	463.3	10.0	47.1(11.1)	205.5(121.1)	8.6(2.2)
S4	74.7	510.4	13.6	64.7(9.6)	262.3(155.4)	11.9(1.6)
果洲群岛 ⁽²⁾	45.0	480.0	8.0	28.4(8.0)	461.8(50.8)	6.9(1.1)
赤鯮角 ⁽²⁾	55.0	630.0	16.0	31.0(12.3)	387.7(105.9)	10.8(3.9)
维多利亚港 ⁽²⁾	93.0	520.0	111.0			
香港平均值 ^(2*)	46.0	621.0	28.0	岩芯长度 0~80 cm		

3 结 论

用等离子光谱技术分析大鹏湾 4 个站位沉积物岩芯 10 种重金属元素含量的结果显示, 沉积物中主要含有 Fe, Mn, Mg, Pb, Zn 和 Ni, 而 Cu, Co, Cr 和 Cd 的含量甚低.

根据这 4 个站位已有的沉积速率分析了沉积物的金属元素含量随年代的变化, 发现位于香港工业区以东, 大鹏湾出口及外侧的 S3 和 S4 站位的 Pb, Mn, Ni 等对生物体有毒的金属元素含量近 10 多年来有不同程度的增加; S4 站位的 Zn, Fe, Mg 等元素也有增加趋

势. 这可能是工业排污的结果.

但总的来说, 大鹏湾海域的沉积物未受到严重的重金属污染.

参 考 文 献

- 1 马德毅. 海洋沉积物的污染指示作用和监测方法. 海洋通报, 1993, 12(5):89 ~ 97
- 2 Tanner P A. Trace — metal concentration in sen — sediment core from Chek Lap Ko, k and Ninepin Islands. Research Report, City polytechnic, 1992, Ap — 92 — 27
- 3 关祖杰, 杨健明, 余君岳, 等. 香港海域海洋沉积物的放射性测量. 中山大学学报(自然科学版)1994, 33(4):118 ~ 121
- 4 关祖杰, 杨健明, 余君岳, 等. 用 γ 谱方法测定大鹏湾沉积物的沉积速率, 中山大学学报(自然科学版), 1995, 34(2):32 ~ 37

The Preliminary Study of Heavy-Metal Pollution in Sediment Cores from the Mirs Bay

Guan Zujie Young E. C. M. Yu K. N. Stokes M. J.*

Abstract An ICP spectrometry system has been employed to measure the contents of heavy metal elements in sediment cores collected from 4 sea areas of the the Mirs Bay. The metol elements can be separated into two kind. One of them is composed of Pb, Mn, Ni, Cr and Cd and the other is composed of Fe, Mg, Zn, Cu and Co. The distribution of their contents with the depth are also acquired. Using the data of sedimentation rate at the four sampling sites, sediment polluted history have been evaluated.

Keywords the Mirs Bay, sediment core, heavy-metal element, ICP spectrometry, polluted history

* Department of Physics, Zhongshan University, Guangzhou 510275