

长江口新生相形成的实验研究*

雍国平¹ 陈邦林²

(¹合肥经济技术学院 230052)

(²华东师范大学 上海 200062)

提要 证实了长江河水与长江口海水相混可形成新生相,新生相能强烈地捕集水体中的痕量元素;并首次用动态光散射技术测定了新生相的颗粒大小与分布。

关键词 河口混合,新生相,粒度分布,痕量元素

河水所携带的溶解态 Fe, Al, Mn 等元素在河口的混合过程中将发生水解,形成相应的水合氧化物或水合氢氧化物沉淀。这些新生的固相能够吸附溶解态硅及其他痕量元素,痕量元素的这种转移可归因于新生相的形成过程中的共沉淀作用^[5]。陈邦林阐述了新生相的形成原因^①。李法西提出了新生相的概念,他认为:水合 Fe(OH)₃对硅等元素的吸附并经结构重排是产生不溶性硅酸盐的实质^[1]。许多研究者都以实验证实河口混合过程中 Fe, Al 等将水解形成固态而从水体中转移,从而呈现非保守行为。在河口混合的初期,因胶态 Fe 的絮凝或溶解态 Fe 的水解而使 Fe 发生大规模的转移^[2,4]。Al 在河

口混合过程中的转移机理与 Fe 相似^[6,8]。溶解态硅主要是通过吸附在碎屑颗粒,特别是吸附在新生水合 Fe(OH)₃或水合 Al(OH)₃胶体上而被移出水体^[3,7]。

本文在前人研究的基础上,探讨长江口新生相的形成规律及其对痕量元素捕集作用,并采用动态光散射技术测定新生相的颗粒大小与分布。

* 国家自然科学基金资助项目;本文工作过程中得到华东师范大学化学系夏福兴和韩庆平同志的帮助,特此致谢!

① 陈邦林等,1992.中国水环境重金属研究305页。

收稿日期 1992年5月30日

1 材料与实验

1.1 主要试剂和仪器

NaAc, 8-羟基喹啉, 钼酸铵, 草酸, 人工海水 ($S=35, \text{pH}=8.0$), 以 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}, \text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}, \text{Cu}(\text{NO}_3)_2, \text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}, \text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}, \text{Pb}(\text{NO}_3)_2, \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}, \text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}, \text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 配制成含 $\text{Al}^{3+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Cu}^{2+}, \text{Ni}^{2+}, \text{Mn}^{2+}, \text{Pb}^{2+}, \text{Zn}^{2+}, \text{Cd}^{2+}, \text{Si}^{4+}$ 为 100×10^{-6} 的标准溶液, 用 HNO_3 调节 $\text{pH} < 2$ 。所用的试剂均为分析纯, 所用水均为两次石英蒸馏水。WFX-I 型双光束原子吸收分光光度计, 721 型紫外-可见分光光度计, 激光光散射谱仪 (北京大学组装), 粒度分布仪 (上海第二光学仪器厂生产), RAX-10 型 X-射线衍射仪, PE-580-B 型红外光谱仪。

1.2 水样的采集与分析

采集的长江口水样, 用 $0.45\mu\text{m}$ 微孔滤膜过滤, 在 24h 内用硅钼黄法测水样中溶解态 Si 的含量, 用 8-羟基喹啉法测水样溶解态 Fe, Al 的含量, 用原子吸收分光光度法测水样中溶解态 Mn, Ni, Cu, Zn, Pb, Cd 含量。

1.3 长江河水与长江口海水的混合实验

将过滤后的河水和海水按不同比例混合, 搅拌并放置数小时后再用 $0.45\mu\text{m}$ 的微孔滤膜过滤收集新生相颗粒, 然后置于加有 5ml 3mol/L HNO_3 的烧杯中在 80°C 水浴中蒸发至近干, 用 10ml 0.1mol/L HNO_3 洗涤滤膜 3 次, 洗涤液转入 25ml 容量瓶中, 用 0.1mol/L HNO_3 定容, 然后分析其中各种元素的含量。

1.4 新生相的粒度分布实验

将过滤后的水样混成不同盐度的混合水体, 用 WCL1005-1-Å 型粒度分布仪测新生相的粒度分布。用激光光散射谱仪测定新生相的颗粒大小与分布。

2 结果与讨论

分析可知, 新生相主要由 $\text{SiO}_2(3.34\text{Å})$, 高岭石 (7.1Å) 和伊利石 (10Å) 等所组成, 与长江

口泥沙的主要成分相似。

2.1 新生相的颗粒大小与分布

图 1 为激光光散射法测得的新生相的粒度分布图 (混合后盐度 7.5); 图 2 为粒度分布仪法

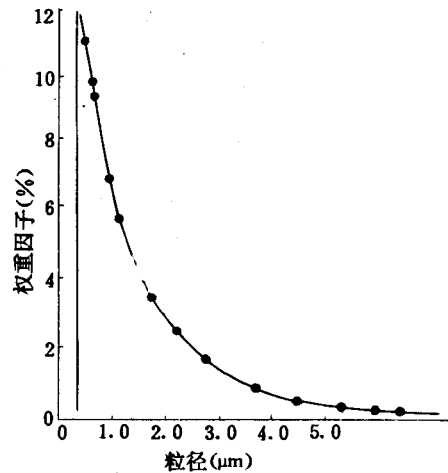


图 1 新生相的粒度分布 (动态光散射法)

Fig. 1 The grain size distribution in freshly forming phase (means of the dynamic light scattering)

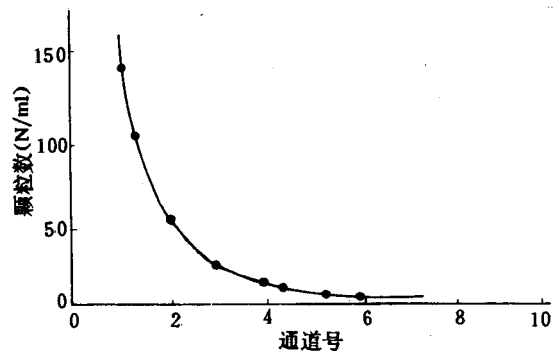


图 2 新生相的粒度分布 (粒度分布仪法)

Fig. 2 The grain size distribution in freshly forming phase (means of grain size distribution)

测得的新生相粒度分布图 (混合后盐度 7.5)。

动态光散射和粒度分布仪法所测定的结果表明, 粒径在 $0.5\mu\text{m}$ 附近时新生相的颗粒数分布最大。权重因子可近似看为颗粒数, 通道号 1 表明粒径为 $0.5\mu\text{m}$ 。显然, 经 $0.45\mu\text{m}$ 微孔滤膜过滤后的长江河水与长江口海水相混, 会形成较大的颗粒, 大多数颗粒的粒径为 $0.5\mu\text{m}$ 。这是

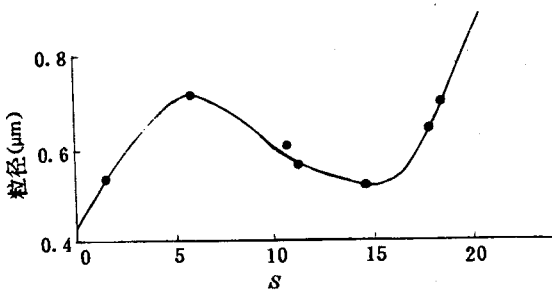


图3 混合后水体中新生相的粒径与盐度的关系
Fig. 3 The relationship of grain size and salinity in freshly forming phase in mixed water

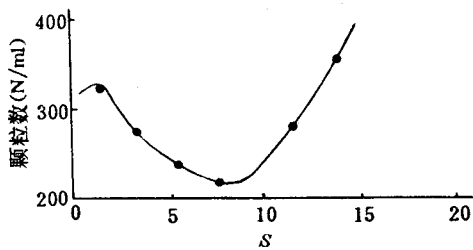


图4 混合后水体中新生相的颗粒数与盐度的关系
Fig. 4 The relationship of grain number and salinity in freshly forming phase in mixed water

盐效应和布朗运动的结果。

新生相的颗粒数(图3)及粒径(图4)随盐度的变化规律很相似。盐度较低时,颗粒数和粒径随盐度的增加而增加(或增大)。在中等盐度时随盐度增加颗粒数反而减少,其原因有待进一步探明。盐度较高时,盐度越大,颗粒数明显增加,粒径也增大。一般而言,盐度增加有利于新生相的形成。

2.2 新生相对痕量元素的捕集作用

新生相作为新生态胶体以溶解态痕量元素具有较强的捕集能力,使溶解态痕量元素具有较大的转移率,从而有利于水体的净化。图5表明 Pb 的转移率较高,其次是 Mn, 而 Si 的转移率极低,表明它在长江口河水与海水的混合过程中呈保守行为。其他几种溶解态痕量元素因新生相的捕集作用而发生转移。

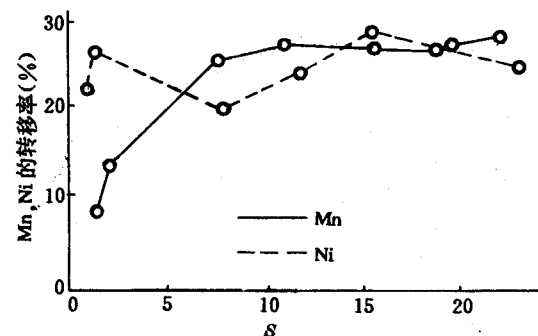
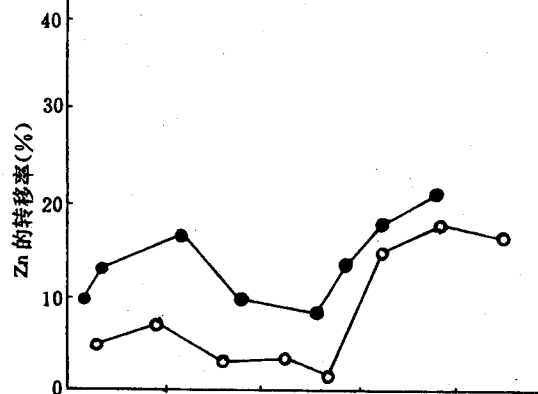
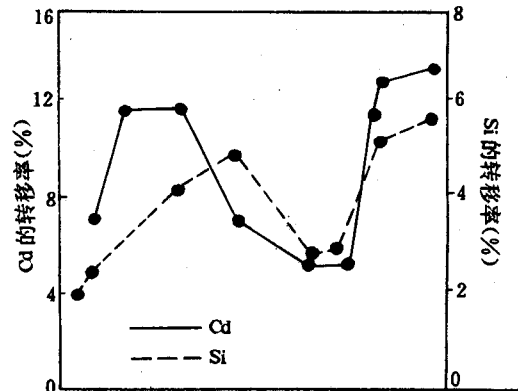
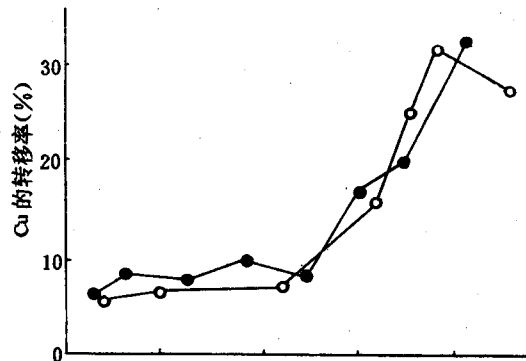


图5 长江河水中溶解态痕量元素的转移率与盐度的关系

Fig. 5 The relationship of salinity and transfer rate of dissolvable trace elements in Changjiang River water

•——1988年8月6日采样; °——1988年5月18日采样

实验结果可知,长江口河水中溶解态痕量元素的平均转移率依次为 $Pb > Mn > Ni > Cu > Zn > Cd > Si$ 。

有趣的是,溶解态痕量元素的转移率随盐度的变化规律与新生相的颗粒数及粒径随盐度的变化规律极为相似。低盐度(0~7)时,转移率随盐度增大而增加,这是新生相颗粒数增多而增强了捕集作用的结果。当盐度为7~13时,由于 Ca^{2+} , Mg^{2+} 等阳离子的竞争作用以及新生相颗粒数的减少,而使痕量元素转移率有所降低。当盐度大于13时,新生相颗粒显著增多,故痕量元素的转移率也明显增加。上述长江河水中溶

解态痕量元素转移率随盐度的变化规律,其实是河水与海水相混可产生新生相,而新生相又能强烈地捕集痕量元素,这对河水的净化具有重要的意义。

参考文献

- [1] 李法西等,1980.海洋学报 2(1):43.
- [2] Andrew, E., 1979. *Est. Coast. Mar. Sci.* 9:41.
- [3] Bien, G. S. et al., 1958. *Geochim. Cosmochim. Acta* 14:35.
- [4] Coonley, et al., 1971. *Chem. Geol.* 7:71.
- [5] Gibbs, R. J., 1973. *Science* 130:71.
- [6] Hydes, D. J. and Liss, P. S., 1977. *Est. Coast. Mar. Sci.* 5: 755.
- [7] Liss, P. S. and Pointon, M. J., 1973. *Geochim. Cosmochim. Acta* 37:1 327.
- [8] Shokovitz, E. R., 1976. *Geochim. Cosmochim. Acta* 40:331.

THE FORMATION LAW OF THE FRESHLY FORMING PHASE IN CHANGJIANG ESTUARINE

Yong Guoping¹ and Chen Banglin²

(¹Department of Processing & Technology, Hefei Institute of Economics & Technology 230052)

(²Department of Chemistry, East China Normal University Shanghai 200062)

Received: May, 30, 1992

Key Words: Freshly Forming Phase, Particle size & distribution, Salinity, Capture, Trace element

Abstract

This paper demonstrated that Changjiang River water mixed with Changjiang River Estuarine sea water can form the Freshly Forming Phase (the FFP). The FFP can strongly capture trace elements in water. This paper first determined particle size and distribution of the FFP by means of the dynamic light scattering