

# 长江武汉江段水体中稀土元素的含量和形态<sup>\*</sup>

王立军 李岫霞<sup>①</sup> 章申 张朝生

(中国科学院 地理研究所, 北京 100101)  
(国家计划委员会)

**提 要** 本文采用中子活化分析技术同步研究了稀土元素在长江武汉江段水-悬浮物-沉积物中的地理含量分布及其赋存形态。结果表明,稀土元素在河水中溶解态含量极微,而悬浮态含量较高变幅较大。沉积物与悬浮物中稀土元素含量相近,其含量高低与粒级大小呈负相关,与矿物组成密切相关;稀土元素分布模式均为轻稀土富集、Eu 亏损型。各元素赋存形态均以结晶态为主,各形态所占比例的排序为结晶态>有机硫化物态>铁锰氧化物态>碳酸盐态>可交换态。各稀土元素相对比较,5 种形态的分配比例有一定差异,中稀土 Eu、Sm、Tb 较轻,重稀土的结晶态所占比例低,而其它形态则相反。

**关键词** 稀土元素 赋存形态 分布模式

中国稀土资源丰富,矿藏开发和工农业生产中使用稀土元素不断增加。1990 年中国 20 多个省市广泛施用稀土微肥,有明显的增产作用<sup>[1]</sup>,但也给陆地和水体环境与生态带来深远影响。近几年来,我国曾对长江水系等一些河流的水和沉积物中稀土元素背景值进行了较大量的研究<sup>[2]</sup>,但缺乏对稀土元素在水-悬浮物-沉积物循环系统的同步研究和对水体中稀土元素赋存形态的研究。本文选择了长江武汉江段其水质具有一定代表性的水域,同步采集了水(过滤水及原水)、悬浮物及沉积物样品,并进行了不同形态的分离,采用中子活化方法分析测定。较系统地研究了稀土元素在该水体中的含量、分布模式、存在形态以及在水-悬浮物-沉积物系统中的化学地理分配及相互关系。为长江武汉江段环境污染影响评价及水资源开发利用提供一些可靠依据。

## 1 研究方法

### 1.1 样点的选择

在长江干流武汉江段上、下游沌口及阳逻各选一个断面,取样点位避开两岸工业污染区及生活污水排放口,于河流近中泓处同步采集水、悬浮物、沉积物样品。

### 1.2 样品的采集和预处理

水样采集后,一部分直接装入样品瓶作为原水,用于测定水中各元素总含量。另一部分用 0.45 $\mu$ m 孔径滤膜过滤,收集滤液用于测定溶解态含量。原水、过滤水收集后立即用硝酸

\* 中国科学院核分析技术开发研究实验室资助项目。

① 中国科学院高能物理研究所中子活化分析实验室,北京,100039。

来稿日期:1993 年 8 月;收到修改稿日期:1994 年 3 月。

酸化,同时收集滤膜上的截留物,做为悬浮物样品。一般需过滤 100 L 左右的水样。

悬浮物与沉积物样品,经常规处理过 20 目筛后一部分供形态分离用,另一部分磨细过 100 目筛测原样中各稀土总量。

### 1.3 粒径的分离提取

将通过 18 目筛孔的沉积物样品,用沉降法进行不同粒径的提取<sup>[4]</sup>,提取物风干后一部分供 X-衍射分析矿物组分,另一部分供稀土元素的中子活化分析。

### 1.4 形态的提取

根据稀土元素的化学性质及中子活化分析特点,参考 Tessier 的重金属元素形态分级和提取方法<sup>[5]</sup>,将悬浮物及沉积物中稀土元素分为交换态、碳酸盐结合态、铁锰氧化物结合态、有机硫化物结合态、残渣结晶态等 5 种形态进行连续提取。分离方法见表 1。

表 1. 悬浮物及沉积物中稀土元素形态连续提取方法

Tab. 1 Sequential extraction method of REE in suspended matter and sediments

形 态*	提取剂	提取条件**
I 可交换态	1 mol/L MgCl <sub>2</sub> , pH7	振荡 1h(25℃), 离心 20min
II 碳酸盐结合态	1 mol/L NH <sub>4</sub> Ac, 用 HAc 调至 pH5	振荡 5h(25℃), 离心 20min
III 铁锰氧化物结合态	0.04 mol/L NH <sub>2</sub> OH·HCl 的 25% HAc 溶液	95±1℃ 水浴加热, 间歇振荡 5h, 离心 20min
IV 有机结合态	0.02 mol/L HNO <sub>3</sub> 6ml ± 30% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 10ml, 提取 2h 后, 补加 30% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 8ml 最后加 2mol/L NH <sub>4</sub> Ac 10ml	86±1℃ 水浴加热, 间歇振荡 5h 25℃ 振荡 0.5h, 离心 20min
V 结晶态	残渣物直接用于中子活化分析	105℃ 烘干恒重

\* I、II、III 及 IV 为不稳定态, 其中 II、III、IV 态在特定条件下易转化为生物可给态, 而 V 一般为稳定态。

\*\* 离心分离时转速为 4 000 转/min。

### 1.5 分析方法

水、悬浮物、沉积物及不同粒径的提取物, 不同形态的提取物中稀土元素均采用中子活化分析法。各类水样分别取 100ml, 经低温蒸发预浓缩富集, 将得到的固体盐与标准物同时放入反应堆中照射 16h—24h。各悬浮物、沉积物样品及残渣态等固体样皆准确称取 20mg—30mg, 包于纯铝箔在反应堆照射 8h。然后经过 4 天、7 天和 20 天衰变, 进行放射性测量。由 Ge(Li)探测器—多道分析器—微机在线分析系统进行数据获取和  $\gamma$  谱分析, 计算出稀土元素含量。因稀土元素含量极微, 在采样、处理、分离提取及分析过程中, 均严格按参考文献[6]的要求操作。

## 2 结果与讨论

### 2.1 稀土元素在河流水体中的含量分布

由表 2 可以看出武汉江段河水中稀土元素的含量分布有以下几个特点:①溶解态含量极低,在 $n \times 10^{-3} \sim n \times 10^{-1} \text{mg/L}$  范围内,同一元素最高与最低值一般只有 2—3 倍之差。与地处不同地带、不同区域的长江水系背景区河流的溶解态范围值极相近(见表 3),这表明稀土元素在不同河流中的溶解态含量较为恒定,没有明显的地带与区域差异。其原因可能是这些河流的水质均属偏碱性氧化环境,在此条件下通过各种途径进入河流中的稀土元素均易于转化为难溶的+3 价元素的水解产物而被悬浮物吸附。因此可以认为,稀土元素本身的地球化学特性及水环境的理化条件是形成河流水体中溶解含量极低、并基本保持恒定范围的主要因素。武汉江段溶解含量的排序为  $\text{Ce} > \text{La} > \text{Nd} > \text{Sm} > \text{Eu}, \text{Yb}, \text{Tb}, \text{Lu}$ , 与长江背景值的排序相似。②稀土元素以悬浮态为主。稀土元素在原水中的总量分布范围较宽,在 $n \times 10^{-2} \sim n \text{ }\mu\text{g/L}$  内变化(见表 2),远高于溶解态含量,比长江水系背景值及世界淡水中各稀土元素含量高得多,有些达几十倍(见表 3)。其中悬浮态占总量的 80% 以上。表明了在水质较混浊时,稀土元素在河水中主要以悬浮态存在,其含量会因悬浮物的多寡而有显著差异。在此江段原水中各稀土元素含量的排序为  $\text{Ce} > \text{La}, \text{Nd} > \text{Sm} > \text{Yb} > \text{Eu} > \text{Tb}, \text{Lu}$ , 与它们的地壳丰度大致相对应。③由表 4 的比较可知,无论是溶解态还是总量在下、上游的含量之比都 $\leq 1$ (只有 Lu 除外),说明长江干流河水从上游沌口经武汉市的工业区(如武钢等)及城市人口稠密区,稀土元素的溶解态及总量均未发生明显变化,其水质基本没有受到城市的污染。

表 2 武汉江段河水中稀土元素的含量分布(mg/L)

Tab. 2 Contents of REE in the water in the Wuhan section of the Yangtze River( $\mu\text{g/L}$ )

元素	上游(沌口)				下游(阳逻)				上、下游平均值			
	溶解态	总量	溶解态 总量 (%)	悬浮态 总量 (%)	溶解态	总量	溶解态 总量 (%)	悬浮态 总量 (%)	溶解态	总量	溶解态 总量 (%)	悬浮态 总量 (%)
La	0.040	2.4	1.7	98.3	0.044	1.6	2.4	97.6	0.040	2.0	2.0	98.0
Ce	0.18	5.0	3.6	96.4	0.19	3.2	5.9	94.1	0.19	3.4	5.6	94.4
Nd	0.20	2.0	10.0	90.9	0.2	1.6	12.5	87.5	0.2	1.8	11.1	88.9
Sm	0.016	0.39	4.1	96.9	0.017	0.28	6.07	93.9	0.017	0.34	5.0	95.0
Eu	0.007	0.098	7.1	92.9	0.006	0.069	8.7	91.3	0.006	0.084	7.1	92.9
Tb	0.01	0.070	14.3	85.7	0.01	0.034	29.4	70.6	0.01	0.052	19.2	80.8
Yb	0.006	0.16	3.8	96.2	0.006	0.12	5.0	95.0	0.006	0.14	4.3	95.7
Lu	0.002	0.029	6.9	93.1	0.005	0.021	23.8	76.2	0.003	0.024	12.0	88.0

表 3 不同河流河水中稀土元素的含量( $\mu\text{g/L}$ )

Tab. 3 Contents of REE in the water from various rivers ( $\mu\text{g/L}$ )

水类型	河流名称	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Yb	Lu
原水 (总量)	武汉江段	2.0	4.1	1.8	0.34	0.084	0.053	0.14	0.025
	长江水系背景值 <sup>[3]</sup>	0.24	0.49	0.26	0.055	0.011	0.008	0.017	0.004
	世界淡水 <sup>[7]</sup>	0.1	0.2	0.2	0.06	0.006	0.003	0.01	0.003
过滤水 (溶解态)	武汉江段	0.035	0.19	0.02	0.017	0.007	0.01	0.006	0.003
	长江水系背景值	0.05	0.11	0.07	0.013	0.004	0.004	0.008	0.002

表 4 武汉江段上、下游河水中稀土元素含量的比较

Tab. 4 Comparison of REE contents between the upper and lower reaches Within the Wuhan section of the Yangtze River

元素		La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Yb	Lu
下游/上游	溶解态	1.0	1.06	1.0	1.06	0.86	1.0	1.0	2.5
	总 量	0.67	0.64	0.80	0.72	0.70	1.0	1.0	0.72

2.2 稀土元素在悬浮物及沉积物中的地球化学特征

2.2.1 含量分布

武汉江段悬浮物与沉积物中各相应稀土元素的含量值都很接近(见表 5),其范围值在  $n \times 10^{-1} \sim n \times 10^2 \text{mg/kg}$  内,与长江水系沉积物背景值极相近,与世界沉积物平均值也大致相近(见表 6)。但相对比较而言,武汉江段沉积物中 La、Ce、Nd、Sm 等轻稀土元素略显偏高,而 Yb、Lu 等重稀土元素略显偏低。其含量排序均为  $\text{Ce} > \text{La}, \text{Nd} > \text{Sm} > \text{Yb} > \text{Eu}, \text{Tb} > \text{Lu}$ 。

表 5 武汉江段悬浮物与沉积物中稀土元素的含量(mg/kg)

Tab. 5 Contents of REE in the suspended matter and sediments from the Wuhan section of the Yangtze River

元素	悬浮物			沉积物			悬浮物/沉积物			世界 页岩
	上游	下游	平均	上游	下游	平均	上游	下游	平均	
La	45	45	46	47	49	48	0.96	0.94	0.95	41
Ce	89	87	88	91	97	94	0.98	0.90	0.94	83
Nd	41	45	43	45	40	43	0.91	1.13	1.00	38
Sm	6.1	6.2	6.2	6.3	6.7	6.5	0.97	0.93	0.95	7.5
Eu	1.42	1.40	1.41	1.07	0.97	1.02	1.33	1.44	1.38	1.61
Tb	1.00	1.10	1.05	1.20	0.96	1.08	0.83	1.15	0.97	1.23
Yb	2.4	2.5	2.5	2.4	2.3	2.4	1.00	1.09	1.04	3.5
Lu	0.40	0.40	0.40	0.37	0.38	0.38	1.08	1.05	1.05	0.6

表 6 不同河流沉积物中稀土元素含量的比较(mg/kg)

Tab. 6 Comparison of the REE content in the river sediments from the Wuhan section with those from other rivers

河 流	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Yb	Lu
长江武汉江段 (上、下游平均值)	48	94	43	6.5	1.02	1.08	2.4	0.38
长江水系背景值	47	87	43	7.1	1.3	1.0	2.9	0.42
世界沉积物平均值 <sup>[7]</sup>	41	83	32	3.4	1.2	1.0	3.6	0.70

2.2.2 分布类型

按照地球化学通用的方法<sup>[8]</sup>将悬浮物与沉积物中稀土元素含量以球粒陨石<sup>[9]</sup>标准化后得到的悬浮物或沉积物稀土元素分布模式如图 1 所示。由图 1 中各曲线形状的相似性可得

知,不论是悬浮物还是沉积物中的稀土元素在上、下游的分布模式都是相似的,相对浓度曲线的形状均呈斜率负值的模式,La—Eu 段曲线较平缓,并且在 Eu 处都出现一个低谷,二者有类似程度的 Eu 亏损。相对比较,沉积物中的 Eu 亏损更显著些。用内插法经计算得知,武汉江段沉积物中轻稀土与重稀土的含量比值( $\sum\text{LREE}/\sum\text{HREE}$ )平均为 9.69,悬浮物中该比值为 8.89, Eu 的实际值与假设不亏损的推导值  $\text{Eu}^*$  之比( $\text{Eu}/\text{Eu}^*$ )在 0.8—0.9 范围内。表明其分布模式均为轻稀土富集型, Eu 有中度亏损。这种分布模式与世界页岩中稀土元素平均值的分布模式极为相似(见图 1),说明武汉江段悬浮物与沉积物具有典型的页岩沉积岩稀土元素特征。由悬浮物、沉积物与世界页岩的标准化曲线大致重合的现象(图 1),表明该流域地表风化产物进入河流在运移过程中,虽经反复地水力搬运、沉淀与悬浮,稀土元素从悬浮物转移到水底表层沉积物的过程以物理过程为主,化学与生物学的地球化学变化较少。因此可以认为,稀土元素在水—悬浮物—沉积物间基本处于化学平衡状态。

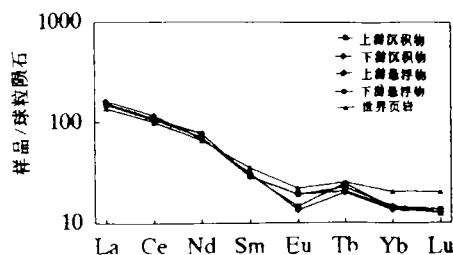


图 1. 武汉江段悬浮物与沉积物中稀土元素分布模式

Fig. 1 REE patterns in the suspended matter and sediments from the wuhan section of the Yangtze River

至于稀土元素在悬浮物与沉积物之间、上下游之间的一些局部差异,可能与机械组成有关,由颗粒物粒径含量分配的分异所造成。

### 2.3 稀土元素的含量分布与机械组成和矿物组分的关系

过去的研究证明,沉积物的粘粒常富集许多微量重金属元素,且随粒径变大,重金属含量下降<sup>[10]</sup>。为了解稀土元素含量分布与机械组成的关系,本项工作对阳逻江段沉积物进行了粒径分级,测定了粘粒( $<0.001\text{mm}$ )、细粉粒( $0.001-0.005\text{mm}$ )、中粉粒( $0.005-0.01\text{mm}$ )和砂粒( $0.01-1\text{mm}$ )等各粒级组分中的稀土含量,结果(见图 2)表明,稀土元素在粘粒及细粉粒中均比在中粉粒及砂粒中的含量显著偏高。这一现象说明,稀土元素在沉积物的细颗粒中较为富集,随着机械组成粒度的增大,其含量逐渐降低。

为揭示沉积物中稀土元素含量随粒径而变化的原因,本文对不同粒级的沉积物进行 X-衍射矿物分析,结果(图 3)表明,随着粒径的增大,样品中所含石英和长石的比例增加,而伊利石和绿泥石的比例降低。这些矿物的成分为  $\text{SiO}_2$ ,矿物结构类型为硅氧四面体紧密架状堆积,长石为架状结构的硅酸盐,稀土元素离子难于进入这些矿物的晶格中,所以在粗颗粒物中的含量较低。相反地,在细颗粒物中所占比例较高的绿泥石和伊利石是经风化的次生矿物,主要由粘粒层状硅酸盐和粘粒氧化物组成,其八面体结构的空隙易于被稀土元素离子所替代,所以在粒径较小的沉积物中稀土元素含量较高。

### 2.4 稀土元素在悬浮物及沉积物中的形态特征

按照表 1 的分级方法,武汉江段悬浮物与沉积物中各稀土元素 5 种形态所占的百分含

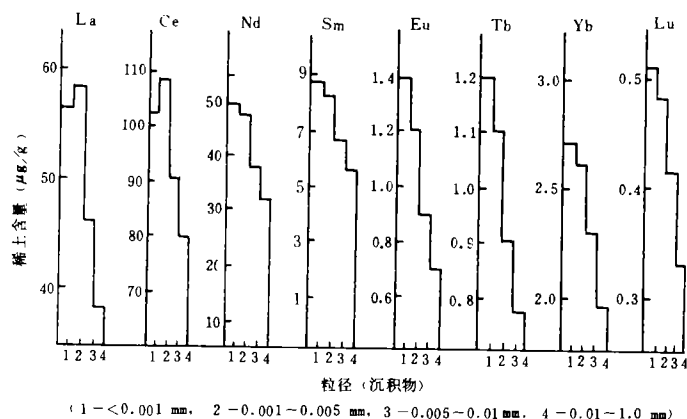


图2 阳逻江段沉积物各粒级中稀土元素含量

Fig. 2 Contents of REE in different grain size groups of the sediments in Yangluo section

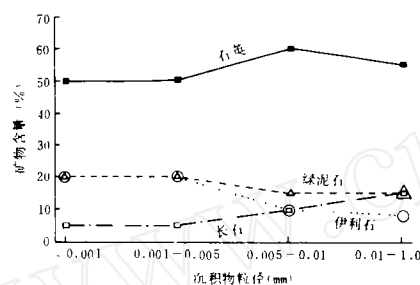


图3 阳逻江段沉积物各粒级的矿物成分

Fig. 3 Mineral composition of different grain size groups of the sediments in Yangluo section

量及柱状分布如图4、图5所示。由这些实验结果可以看出,位于上、下游不同位置的悬浮物和沉积物中的稀土元素赋存形态都具有以下特征:

#### 2.4.1 稀土元素形态含量分布具有相似性

由实验结果得知,悬浮物与沉积物中五种形态含量分布的顺序均为  $V > IV$ 、 $III > II > I$  (见图4)。在5种形态中以结晶态含量最高,占稀土总含量的60%—80%;其次是有机结合态和铁锰结合态,这两种形态所占的百分含量相近,大致均在5%—20%范围内,并且多数样品中有机结合态略高于铁锰氧化物态;碳酸盐态含量较少,多在5%以下;可交换态含量极微,只在部分样品中检出少数几个稀土元素,例如Eu的可交换态占1%左右, Lu占0.6%—0.8%, Sm占0.1%左右,其余元素均未检出可交换态。因此总的看来,稀土元素在此江段的悬浮物与沉积物中均以稳定态为主,也都保持一定量的不稳定组分。稀土元素形态分布的相对一致性可能是由于它们的化学特性及晶体化学性质都非常相似,所以在自然界成矿、成岩及风化过程中都有相似的地球化学演化。形态分布的相似性还表明,+3价的稀土元素能够被粘土矿物表面上裸露的羟基对其水化离子吸附,或与铁锰氧化物表面上的羟基生成络合物,发生专性吸附<sup>[11]</sup>、或与土壤中的有机物形成有机结合态化合物,等等。而且

这些形态的稀土元素在风化进入河流水体后,随其载体即悬浮物或沉积物运动、沉浮、迁移、转化及累积等演化过程中仍保持其地球化学性质有较大的一致性,但它们之间也有一定差异。

#### 2.4.2 稀土元素形态分布的差异性

从稀土元素在悬浮物和沉积物中的五种形态含量分布比较(见图4)可以看出,不同种类稀土元素结晶态的百分含量随原子序增加,其分布曲线呈“V”字型,中稀土元素 En、Sm、Tb 的结晶态百分含量明显低于左右两端的轻稀土和重稀土。与此相反,不稳定态中的有机结合态、铁锰氧化物态及碳酸盐态的百分含量随原子序增加,分布曲线呈倒“V”字型,中稀土元素 Sm、En、Tb 的这三种不稳定态所占百分含量均高于左右两端的轻稀土 La、Ce、Nd 和重稀土 Yb 及 Lu。由此得出如下结论:稀土元素之间的形态分布有一定的差异性,中稀土元素 En、Sm、Tb 的稳定态所占比例较轻、重稀土元素明显偏低,而非稳定态所占比例明显偏高。也说明了中稀土元素潜在活性程度大于轻、重稀土元素。这一形态分异规律可能是中稀土元素在地球化学演变过程中发生了价态变化而引起的。

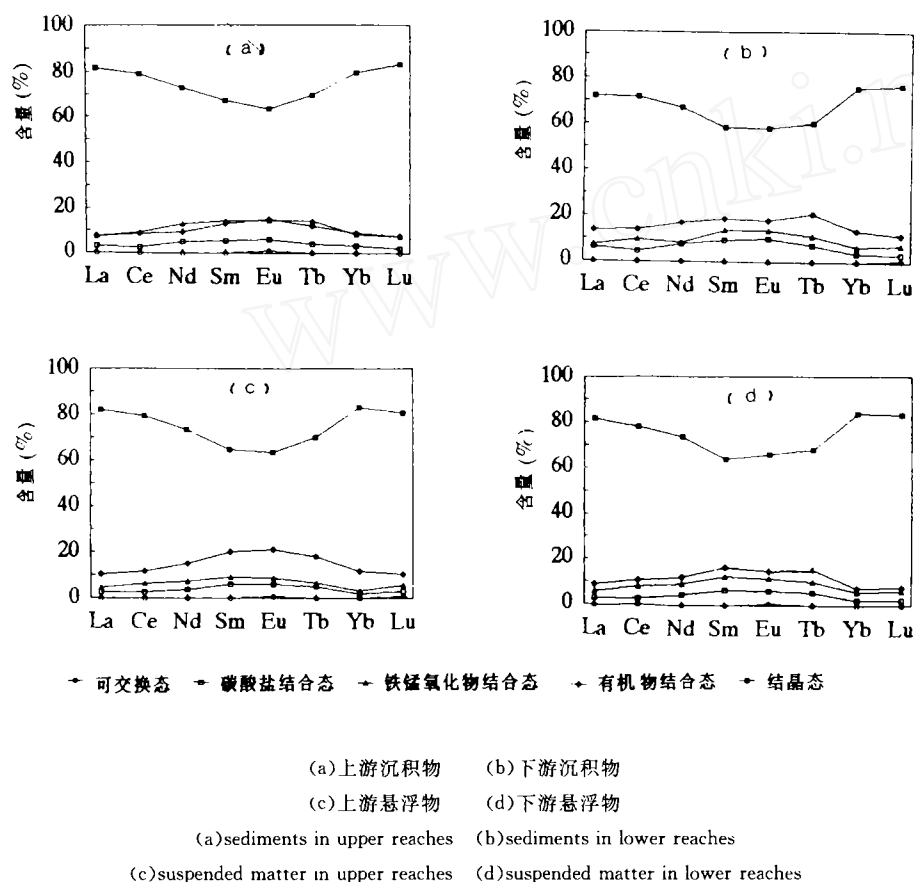


图4 武汉江段悬浮物与沉积物中稀土元素5种形态的百分含量分布图

Fig. 4 Percentages of REE form the suspended matter and sediments from the Wuhan section of the Yangtze River

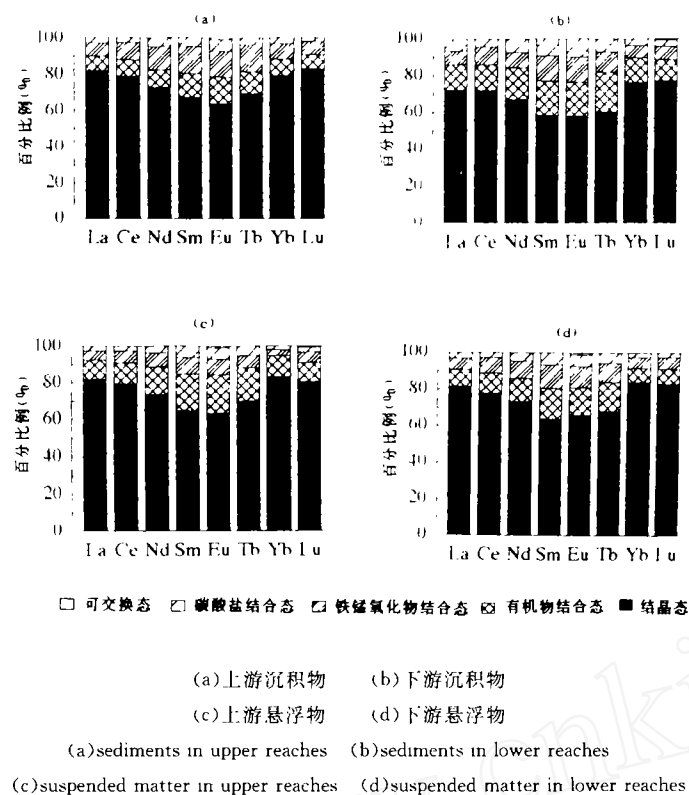


图 5 武汉江段悬浮物与沉积物中稀土元素 5 种形态的柱状比例图

Fig. 5 Proportions of REE forms in the suspended matter and sediments from the Wuhan section of the Yangtze River

### 3 结语

(1) 武汉江段水、悬浮物与沉积物中稀土元素的含量分布具有以下特点：①水中溶解态含量极微，与其它河流的溶解态含量范围基本一致；②水中悬浮态含量变幅较大，其含量的高低主要随水体中颗粒悬浮物的多少而变化，其变化趋势与悬浮物一致；③悬浮物与沉积物中各稀土元素含量分布相近。

(2) 稀土元素在沉积物中的含量分布与其机械组成有密切关系，易富集于粘粒及细粉粒中。

(3) 武汉江段上、下游水体的水、悬浮物与沉积物中各稀土元素相应含量没有明显差异，表明此江段整体上未受到稀土元素的污染。

(4) 武汉江段悬浮物与沉积物中稀土元素的分布模式为轻稀土富集、Eu 亏损型，与页岩一致。

(5) 悬浮物与沉积物中各稀土元素 5 种赋存形态的含量分布一致，均以结晶态为主，所占百分比的顺序大致为结晶态 > 有机硫化物结合态、铁锰氧化物结合态 > 碳酸盐结合态 >



离子型可交换态。相对比较,中稀土元素 Eu、Sm、Tb 较轻、重稀土元素的结晶态所占比例较低,而有机结合态、铁锰氧化物结合态及碳酸盐态所占比例较高。

### 参 考 文 献

- 1 解惠光. 中国稀土元素在农业上应用研究进展. 科学通报, 1991, **36**(8): 561—564.
- 2 章申, 唐以剑, 毛雪瑛, 钱杏珍, 李岫霞. 京津地区主要河流的稀有分散元素的水化学特征. 科学通报, 1983, **28**(3): 175—177.
- 3 张立成, 章申, 董文江, 王立军. 长江河源区水环境地球化学. 北京: 中国环境科学出版社, 1992, 61—199.
- 4 Андинян Рх. Выделение Почвенных кошоцлов без симической обработки. кошоцный журнал. Т. II. вып. 1, 1947.
- 5 Tessier AWG. Campbell and Baisson M. Sequential extraction procedure for the speciation of Particulate Trace Metals. *Analytical chemistry* 1979, **51**(7): 844—850.
- 6 王立军, 田笠卿, 曾北危等. 水环境化学元素研究方法. 武汉: 湖北科学技术出版社, 1992, 106—126.
- 7 Bewen HJM. Environmental Chemistry of the Elements. London: Academic Press, 1979.
- 8 王中刚, 于学元等. 稀土元素地球化学. 北京: 科学出版社, 1989, 5—19.
- 9 Larry A. Ha. and Huskin A. Relative and absolute Terrestrial abundances of the rare earths. In: Ahrens L.H. (eds). *Origin and distribution of the elements*. Oxford: Pergamon Press, 1968, 889—912.
- 10 章申, 应卫明, 于维新. 土壤重金属和矿物组分的关系. 见: 环境中重金属研究文集编辑组编. 环境中重金属研究文集. 北京: 科学出版社, 1988, 14—26.
- 11 冉勇、刘铮. 土壤和氧化物对稀土元素的专性吸附及其机理. 科学通报, 1992, **37**(18): 1705—1709.

## A STUDY ON THE CONTENTS AND SPECIES OF RARE EARTH ELEMENTS IN THE WATER BODY IN THE WUHAN SECTION OF THE CHANGJIANG RIVER

Wang Lijun Li Xiuxia\* Zhang Shen Zhang Chaosheng

(*Institute of Geography, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101*)

(\* *Institute of High Energy Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing*)

**Key words** rare earth elements species distriloution mode

### Abstract

The contents and partitioning characteristics of rare earth elements (REE) in Wuhan section of the Changjiang River were analysed by neutron activation analysis (NAA). The contents of solvable fraction of REE in the river was very limited, with the same results as other rivers. On the other hand, the contents of suspended fraction of REE in the river varied in a wide range. It varied with the variation of contents of suspended matter in the water. Contents of REE in the sediments were almost the same with those in the suspended matter. REE were accumulated in fine grained particles, and this showed strong relationship with minerals. The distribution modes showed strong accumulation in the light REE and relatively deficit in Eu. The partitioning characteristics of REE in the sediments and suspended matter were quite similar. With the main amount in residual forms. The amount of five forms obeyed the following order: residual > bound to organic matter > bound to Fe-Mn oxides > bound to carbonates > exchangeable. Compared with light and heavy REE, the medium REE (Eu, Sm, Tb) had relatively low percentages in the residual form and high in the forms which are bound to organic matter and Fe-Me oxides. The water bodies of the Wuhan section of the Changjiand River had not been polluted by REE.