

汀江某河段底泥中重金属含量的测定及生态风险评价

张霖琳* 梁 宵 魏复盛

(中国环境监测总站, 北京, 100012)

摘 要 采用 ICP-MS 法测定汀江某河段底泥样品中重金属的含量, 了解该地区 13 种元素的分布特征, 通过地积累指数法和潜在生态危害指数法对底泥重金属污染进行综合评价. 结果表明, 用 ICP-MS 测定重金属快速、简便、结果准确, 地积累指数法得出 13 种元素污染程度由强至弱依次为 $Cd > Cu > As > Se > U > Co = Zn > Pb > Mn > Th > Ni = Tl > Cr$, 生态危害指数法得出 6 种重金属对样品所在区域造成的潜在生态危害, 由强到弱依次为 $Cd > Cu > As > Pb > Zn > Cr$, Cd 、 Cu 和 As 为该地区的主要污染因子. 其中 3[#] 点位 RI 值为 1283, 提示生态危害程度很强、污染程度最高, 2[#] 点位其次, 1[#] 点位也存在一定污染.

关键词 底泥, 重金属, 生态风险.

近年来重金属污染事故频频发生, 以各种物理形态或化学形态存在的重金属, 在进入环境或生态系统后会存留、积累和迁移, 对环境和人体健康造成危害. 在“十二五”环保科技规划的基本思路中, 重金属污染受到高度关注. 为此我国已专门制定了《重金属污染综合防治规划(2010—2015)》, 其中提及在加大科技研发力度方面, 提出要重点推进重金属污染环境基础调查与评估方法研究.

我国某金属冶炼厂属国家级特大型金铜矿床, 采用大规模露天堆浸方法提取金, 萃取-电积工艺生产阴极铜, 其铜矿石中铜含量 0.71%—3.2%、锌含量 0—0.05%、砷含量 0.028%—0.137%、镉含量 0.001%—0.004%、铅含量 0—0.11%. 其排污口均设在附近某河段上, 多年污水中重金属在下游河道沉积, 在受重金属污染的水体中水中重金属含量往往甚微, 而且随机性很大, 常随排放状况与条件不同而变化, 通过各种途径排入水体的重金属污染物转移沉积至底泥中, 因此底泥中重金属含量比水相高得多, 具有极强的累积作用, 并表现出一定的规律性, 是水环境重金属的指示剂^[1]. 因此, 底泥中重金属蓄积量反映了底泥对上覆水体影响的持久能力和该地区重金属的危害程度, 其污染状况也是衡量水环境质量状况的重要因素.

本文采用 ICP-MS 法测定某河段底泥中的重金属元素, 了解该地区 13 种元素的分布特征, 根据德国学者 Müller 提出的地积累指数法^[2]和瑞典学者 Hakanson 提出的潜在生态危害指数法^[3], 定量评价重金属污染特征及其潜在生态风险.

1 实验部分

1.1 主要仪器与试剂

Yamato 电热板 HK-41 型(日本 Yamato 公司), Agilent 7500a 型电感耦合等离子体质谱仪(美国 Agilent 公司), Milli-Q 超纯水机(美国 Milli-pore 公司), 水系沉积物成分分析标准物质 GBW07312 (GSD-12)、GBW07318 (GSD-14) (地球物理地球化学勘查研究所), 亚沸蒸馏纯化硝酸(中国地质科学院), 高氯酸(优级纯, 北京南尚乐化工厂), 氢氟酸(优级纯, 北京化工厂), 多元素混合标准溶液 5183-4688 (美国 Agilent 公司), 内标储备液 8500-6945 (美国 Agilent 公司), 调谐液(美国 Agilent 公司).

1.2 样品采集

底泥样品于 2010 年 9 月在某河段及其上游和下游各选择点位进行采集, 1[#] 点位设在冶炼厂上游 2 km 处, 2[#] 为该厂排污口附近, 3[#] 点位设在厂下游约 8 km 处水库坝前水流较缓的区域. 使用冲击式柱状

底泥采样器采集底泥样品,每个点位均采集平行双样,采样方法及样品制备参照国家环境保护总局组织编写的《水和废水监测分析方法(第四版—增补版)》^[4]。

1.3 样品前处理

底泥样品的制备和前处理参考“十一五”土壤污染调查中《全国土壤污染状况调查分析测试方法技术规定》,样品采集后置于风干柜中自然风干,除去砂石和植物根茎,过 20 目尼龙筛,过筛后的样品使用球磨机研磨,再通过 100 目尼龙筛,最后分装入聚乙烯瓶中,贴好标签详细记录备用。

1.4 样品消解

样品消解方法参考国家标准 GB/T 17138[#]-1997^[5]和《土壤元素的近代分析方法》^[6],根据 ICP-MS 测定的需要,通过试验将消解方法重新优化,具体操作步骤如下:用天平准确称量样品 0.2 g(精确到 0.0001 g),加入到 50 mL 聚四氟乙烯坩埚中,每个样品加 3 mL 硝酸浸泡过夜使其初步分解,次日向坩埚中加入 5 mL 硝酸、5 mL 氢氟酸和 3 mL 高氯酸,加盖后放置于通风橱内的电热板上加热,温度调节至 180 ℃,约 1 h 左右开盖除硅,期间经常摇动坩埚。当加热至有浓厚白烟生成时加盖,使黑色有机碳化物分解,待黑色有机物消失后,开盖继续赶酸,待不再有白烟生成,样品呈粘稠状,停止加热。对于消解不完全的样品,补加 1 mL 硝酸、1 mL 氢氟酸和 0.3 mL 高氯酸,重复上述过程。待加热完毕,将坩埚放置室温冷却,用 1% 硝酸清洗聚四氟乙烯坩埚盖和内壁,并向坩埚中加入适量酸使内容物溶解,润洗 3—4 次,转移至 50 mL 容量瓶中,用 1% 硝酸定容至刻度线,摇匀后转移至 50 mL 聚乙烯小瓶中,静置 24 h 待测。

1.5 溶液制备

用 5% 硝酸梯度稀释多元素混合标准溶液,配制浓度分别为 0、10、50、100 和 500 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 的系列标准溶液,选择合适质量数的元素制作标准曲线,标准曲线满足每个元素线性相关系数 $r > 0.999$ 。Re 和 Rh 内标储备液使用前用 5% 硝酸稀释至 1 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$,调谐液使用前用 5% 硝酸稀释至 10 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

1.6 质谱条件

对 ICP-MS 电感耦合等离子体参数、质谱仪参数和测量参数进行了优化选择,根据试验得到的最佳工作参数为:入射功率 1250 W,冷却气流量 13.0 $\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$,辅助气流量 1.20 $\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$,雾化气流量 0.9 $\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$,采样锥孔径 1.0 mm,截取锥孔径 0.7 mm,采样深度 8.0 mm,分析室真空度 4.52×10^{-4} Pa,雾化室温度 2 ℃,测量方式跳峰,样品提升速率 0.3 $\text{r}\cdot\text{s}^{-1}$,样品分析时间 35 s,停留时间 10 ms,重复 3 次。

1.7 QA/QC

样品前处理过程中均使用非金属工具,消解和 ICP-MS 测定中的所有溶剂为优级纯,溶液配制均使用超纯水,ICP-MS 使用前用调谐液进行调谐,采用双内标 Rh 和 Re 对分析信号进行校正,且内标元素信号变化 RSD 在 5% 以下,每次测定新配置标准溶液和制作标准曲线,每种元素的线性相关系数达到 0.999 以上,每批样品做 2 个平行空白和 2 个标准参考物质,每个采样点位均通过全程空白样品来确保数据的准确性。

2 结果与讨论

2.1 元素质量数及检出限

ICP-MS 测定同位素质量数的选择,是在避开同质异位素和氧化物等多原子离子干扰的前提下,尽可能选择高丰度的同位素。连续 10 次测定相同工作条件下的空白溶液,以 3 倍空白溶液的标准偏差除以线性相关系数(r)作为检出限。表 1 列出了 ICP-MS 测定 13 种元素的质量数、线性相关系数及检出限。所有元素线性相关系数均达到 0.999 以上,检出限在 0.01—0.20 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 之间。

2.2 标准物质测定

通过测定国家标准物质来验证方法的准确性,ICP-MS 测定水系沉积物成分分析标准物质 GBW07312(GSD-12)和 GBW07318(GSD-14)中重金属含量的结果见表 2,由表 2 中数据可以看出,13 种元素的测定值均在标准范围之内,说明用本方法测定实际样品准确可靠。

表 1 13 种元素的质量数和检出限

Table 1 The detection limit of 13 heavy metal elements by ICP-MS

元素	质量数(m/z)	线性相关系数(r)	检出限/($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)
Cr	53	1.0000	0.02
Mn	55	0.9997	0.03
Co	59	0.9998	0.02
Ni	60	0.9999	0.05
Cu	63	1.0000	0.02
Zn	66	0.9996	0.20
As	75	1.0000	0.05
Se	82	1.0000	0.01
Cd	111	0.9996	0.01
Tl	205	1.0000	0.01
Pb	208	1.0000	0.01
Th	232	1.0000	0.01
U	238	1.0000	0.01

表 2 ICP-MS 测定标准物质中重金属含量结果($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)Table 2 Analytical results of National Standard Material ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) by ICP-MS

质量数	元素	GBW07312(GSD-12)		GBW07318(GSD-14)	
		测定值	标准值	测定值	标准值
53	Cr	36.5	35 ± 3	239	243 ± 16
55	Mn	1388	1400 ± 47	1264	1230 ± 82
59	Co	8.46	8.8 ± 0.7	28.4	28 ± 2
60	Ni	11.79	12.8 ± 1.3	83.6	87 ± 9
63	Cu	1250	1230 ± 33	71.2	66 ± 6
66	Zn	480	498 ± 18	158	165 ± 15
75	As	113	115 ± 6	15.8	18 ± 2
82	Se	0.24	0.25 ± 0.03	0.24	(0.15)
111	Cd	4.06	4.0 ± 0.3	0.18	0.20 ± 0.03
205	Tl	1.55	1.76 ± 0.27	0.55	0.47 ± 0.19
208	Pb	277	285 ± 11	66.1	66 ± 6
232	Th	20.4	21.4 ± 1.1	12.9	12.4 ± 1.2
238	U	7.45	7.8 ± 0.7	3.38	3.0 ± 0.4

2.3 底泥中重金属含量

样品的测定结果见表 3, 与我国土壤环境质量和农用污泥控制标准进行比较, 2#样品 Cu 含量超土壤 II 级标准, 3#样品 Cu 含量超土壤 III 级标准和污泥 A 级标准; 3#样品 Zn 含量超土壤 II 级标准; 2#样品 As 含量超土壤 III 级标准和污泥 B 级标准, 3#样品 As 含量超土壤 I 级标准; 3 个点位 Cd 含量均超土壤 II 级标准, 3#样品超土壤 III 级标准; 3 个点位 Pb 含量均超土壤 I 级标准。

1#点位在某冶炼厂的上游 2 km 处, 2#和 3#点位在其厂周边和下游水库坝前水流缓慢区域, 3#点位 Cu、Zn、Cd 含量分别为 $627 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 、 $387 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 和 $1.76 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, 比 1#高出 30 倍、4 倍和 3 倍。2#点位 Cu、As 含量分别为 $301 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 和 $99.9 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, 比 1#高出 15 倍和 9 倍, Th 和 U 含量在 2#和 3#点位较为接近, 是 1#的 2 倍。

在本次调查期间同时对该河段水质和土壤也进行了监测, 其中水质 pH、溶解氧、高锰酸盐指数、氰化物、六价铬、铜、锌、砷、镉、铅和汞等 11 个项目均达到地表水环境质量标准中的 III 类标准, 企业周边村庄下游沿岸村庄居民饮用水样品中高锰酸盐指数、氰化物、六价铬、铜、锌、砷、镉、铅和汞 9 个项目数据也均符合饮用水卫生标准。周边土壤中镉等重金属浓度受影响较小, 采集的土壤样品包括耕作土样品中重金属浓度均符合土壤环境质量的二级标准, 但不排除在该地区有镉背景浓度较高的地块。

表3 ICP-MS 测定底泥样品中重金属含量及参照标准($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)Table 3 Analytical results of heavy metals in sediment samples by ICP-MS ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)

质量数	元素	1 [#]	2 [#]	3 [#]	土壤环境质量标准 ^[7]			农用污泥标准 ^[8]	
					I 级	II 级	III 级	A 级	B 级
53	Cr	33.8	11.5	21.4	90	300	400	500	1000
55	Mn	651	114	667	—	—	—	—	—
59	Co	13.9	5.88	23.8	—	—	—	—	—
60	Ni	15.5	5.04	13.5	40	50	200	100	200
63	Cu	20.5	301	627	35	100	400	500	1500
66	Zn	98.9	63.2	387	100	250	500	1500	3000
75	As	10.9	99.9	23.3	15	25	30	30	75
82	Se	1.36	1.02	1.22	—	—	—	—	—
111	Cd	0.49	0.41	1.76	0.2	0.3	1.0	3	15
205	Tl	0.85	0.44	0.79	—	—	—	—	—
208	Pb	54.7	61.7	64.2	35	300	400	300	1000
232	Th	14.8	26.2	27.8	—	—	—	—	—
238	U	5.02	11.9	12.9	—	—	—	—	—

注:— 表示未作规定.

上述结果表明,由于江水流动缓慢,水中重金属等在底泥中沉积,造成底泥中重金属浓度非常高,底质中的沉积污染物对水体有着潜在危害,对水生生物特别是底栖生物有较大影响,同时通过此次底泥监测数据说明企业排放的重金属对当地具有一定影响.

2.4 底泥重金属富集特征

应用富集因子来判断自然与人为污染来源及其对污染的比例等问题已成为普遍使用的方法,底泥中重金属富集因子表示其超过背景值的程度.富集因子(K)的计算公式为: $K = \frac{(C_i/C_n)_{\text{环境}}}{(C_i/C_n)_{\text{背景}}}$, 式中 C_i 为研究元素 i 的浓度, C_n 为选定的参比元素浓度,“环境”指研究元素与参比元素的比值,“背景”指土壤中相应元素平均含量与参比元素平均含量比值.选择在土壤中比较稳定和迁移性差的 Ti 作为参比元素,背景值取自中国土壤元素背景值,图 1 为底泥样品中 13 种重金属富集因子的比较.

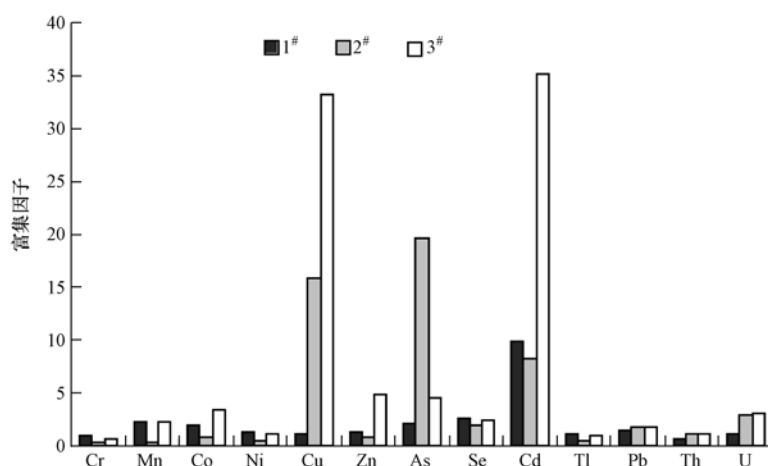


图1 底泥样品中 13 种重金属的富集因子

Fig.1 Enrichment factors of 13 heavy metals in the sediments

图 1 中 3[#] 点位 Cu 和 Cd 富集因子明显高于其它元素,分别为 33.2 和 35.2,且远高于 2[#] 点位 15.9 和 8.20,以及 1[#] 点位 1.08 和 9.80;Zn 也呈现同样趋势,即 3[#] > 1[#] > 2[#],富集因子分别为 4.91、1.26 和 0.80;2[#] 点位 As 富集因子较高为 19.59,大于 1[#] 点位 2.15 和 3[#] 点位 4.56;其它元素富集因子在 0.6—3.35 之间.富集因子大于 10 可认为该元素由于污染而富集在底泥中,3[#] 较其它两个点位略高,由

此推断样品中 Cu、As 和 Cd 的污染主要来源于其上游的冶炼工厂。

2.5 底泥重金属污染程度评价

德国学者 Müller 1979 年提出的地积累指数法 (index of geoaccumulation, I_{geo}), 广泛用于研究沉积物及其它物质中重金属污染程度的定量指标^[9,10], 其表达式为 $I_{\text{geo}} = \log_2 [C_i / (k \times B_i)]$, 式中, C_i 是测定的元素在小于 2 μm 沉积物中的含量, B_i 是沉积物中该元素的地球化学背景值, k 为考虑各地岩石差异可能会引起背景值的变动而取的系数 (一般取值为 1.5), 地积累指数共分为 7 级 (0—6 级), 表示污染程度由无至极强^[2]. 本研究采用全国土壤环境背景值调查结果中, 该地区土壤背景值的几何均值作为参比值^[11], 比较了 3 个点位各种重金属的污染程度, 详细结果见表 4。

表 4 底泥重金属地积累指数 I_{geo} 及污染程度分级

Table 4 Index of geoaccumulation and classification of heavy metals pollution degree of the sediments

元素	1 [#]		2 [#]		3 [#]		I_{geo} 均值
	I_{geo}	级数	I_{geo}	级数	I_{geo}	级数	
Cr	0.5	1	-1.0	0	-0.1	0	-0.2
Mn	1.7	2	-0.8	0	1.8	2	0.9
Co	1.6	2	0.3	1	2.3	3	1.4
Ni	0.9	1	-0.7	0	0.7	1	0.3
Cu	0.7	1	4.6	5	5.6	6	3.6
Zn	0.9	1	0.3	1	2.9	3	1.4
As	1.7	2	4.9	5	2.8	3	3.1
Se	2.0	2	1.6	2	1.8	2	1.8
Cd	3.9	4	3.6	4	5.7	6	4.4
Tl	0.7	1	-0.3	0	0.6	1	0.3
Pb	1.2	2	1.4	2	1.4	2	1.3
Th	-0.1	0	0.7	1	0.8	1	0.4
U	0.9	1	2.1	3	2.2	3	1.7

注: $I_{\text{geo}} \leq 0$ 为 0 级, 无污染; 0—1 为 1 级, 无—中度污染; 1—2 为 2 级, 中度污染; 2—3 为 3 级, 中—强度污染; 3—4 为 4 级, 强度污染; 4—5 为 5 级, 强—极强污染; >5 为 6 级, 极强污染。

Cd 在 3 个点位均为强度污染以上级别, Cu 除 1[#] 无污染之外, 其它两个点位为 5 级和 6 级的极强污染, As 在 2[#] 为 5 级强度污染, Se 和 Pb 均为 2 级中度污染, U、Co、Zn 为无—中度污染, Mn、Th、Ni、Tl、Cr 等为无污染. 根据重金属的地积累指数 I_{geo} 均值, 综合分析该地区底泥中 13 种重金属的污染程度, 由强至弱依次为 $\text{Cd} > \text{Cu} > \text{As} > \text{Se} > \text{U} > \text{Co} = \text{Zn} > \text{Pb} > \text{Mn} > \text{Th} > \text{Ni} = \text{Tl} > \text{Cr}$.

2.6 底泥重金属潜在生态风险评价

1980 年瑞典学者 Hakanson 提出潜在生态危害指数法 (risk index, RI), 利用沉积物中重金属相对于工业化以前沉积物的最高背景值的比值, 以及重金属的生物毒性系数进行加权求和, 得到生态危害指数^[3]. 指数反映沉积物重金属的浓度效应、多种重金属污染物的协同效应、不同重金属的毒性效应和水体对不同重金属污染物的敏感性, 广泛应用于底泥重金属风险评价^[12], 计算公式为:

$$\text{RI} = \sum E_i = \sum T_i (C_s^i / C_n^i)$$

式中, C_s^i 为表层沉积物中重金属 i 的实测值; C_n^i 为重金属 i 的参比值, 采用工业化以前沉积物中重金属的最高背景值; T_i 为重金属 i 的毒性系数, 反映该种重金属的毒性水平及水体对其污染的敏感性; E_i 为重金属 i 的潜在生态危害系数. $E_i < 40$ 、 $\text{RI} < 150$ 表示生态危害程度轻微, E_i 为 40—80、 $150 \leq \text{RI} < 300$ 表示生态危害程度中等, E_i 为 80—160、 $300 \leq \text{RI} < 600$ 表示生态危害程度强, E_i 为 160—320、 $\text{RI} \geq 600$ 表示生态危害程度很强, $E_i \geq 320$ 表示生态危害程度极强。

在本研究中测定的 13 种重金属中, 主要元素 Cu、Pb、Zn、Cd、Cr 和 As 在该方法中有给出生物毒性系数 T_i , 故通过计算这 6 种元素的 E_i 和 RI 值来对底泥样品进行潜在生态风险评价. C_n 采用全国土壤环境背景值调查结果中当地土壤背景值的几何均值作为参比值, 最终得出生态危害评价指数详细结果见表 5。

表 5 底泥重金属生态危害评价指数
Table 5 Risk index of heavy metals in the sediments

	Cu	Pb	Zn	Cd	Cr	As	RI
$C_n^{[9]}$	18.9	35.8	78.8	0.05	35.4	5.1	
$T_i^{[3]}$	5	5	1	30	2	10	
E_i	1 [#]	5.41	7.63	1.26	294	1.91	332
	2 [#]	79.6	8.62	0.80	246	0.65	532
	3 [#]	166	8.97	4.91	1056	1.21	1283

Pb、Zn 和 Cr 的 E_i 值均小于 40,表示这 3 种重金属污染轻微;3[#]点位 Cd 的 E_i 值为 1056,表示生态危害程度极强,其它两个点位值介于 160—320 之间,说明生态危害程度很强;Cu 在 1[#]、2[#]和 3[#]的 E_i 值依次增高,分别为 5.41、79.6 和 166,表示生态危害程度轻微、中等和很强;As 在 2[#]生态危害程度很强 E_i 值为 196,1[#]和 3[#]分别为轻度 and 中等. 根据生态危害系数,6 种重金属的潜在生态危害由强到弱的顺序为 Cd > Cu > As > Pb > Zn > Cr. Cd 对 RI 值的贡献最突出,其次是 Cu. 1[#]和 2[#]点位 RI 值介于 300—600 之间,表示生态危害程度强,3[#]点位 RI 值高达 1283,表示生态危害程度很强.

3 结论

本研究用 ICP-MS 测定了某河段底泥样品中重金属的含量,了解 13 种元素的分布特征,用两种方法评价了重金属污染的生态风险. 地积累指数法侧重于重金属含量与背景值的对比评价,主要反映外源重金属的富集程度,来源于上游某冶炼厂的 Cd、Cu 和 As 等重金属为主要污染因子. 生态风险指数法除考虑重金属的含量之外,还有不同金属的生物毒性影响,选用的土壤背景值可能与实际情况略有差异,6 种重金属的潜在生态危害由强到弱的顺序为 Cd > Cu > As > Pb > Zn > Cr. Cd 对 RI 值的贡献最突出,其次是 Cu. 3[#]点位 RI 值高达 1283,生态危害程度很强,1[#]和 2[#]点位 RI 值分别为 332 和 532,生态危害程度强. 此次底泥监测数据说明重金属对当地河段具有一定影响,主要以 Cd 和 Cu 的污染为主.

参 考 文 献

- [1] 陈静生,刘玉机. 中国水环境重金属研究[M]. 北京:中国环境科学出版社,1992: 168-170
- [2] Müller G. Index of geoaccumulation in sediments of the Rhine River [J]. Geochemical Journal, 1969, 2:108-118
- [3] Hakanson L. An ecological risk index for aquatic pollution control-A sedimentological approach [J]. Water Research, 1980, 14(8): 975-1001
- [4] 国家环境保护总局,水和废水监测分析方法编委会. 水和废水监测分析方法(第四版—增补版)[M]. 北京:中国环境科学出版社,2008:38-47
- [5] GB/T 17138-1997,土壤质量铜、锌的测定火焰原子吸收分光光度法[S]
- [6] 中国环境监测总站编著. 土壤元素的近代分析方法[M]. 北京:中国环境科学出版社,1992:64-69
- [7] GB15618-1995,土壤环境质量标准[S]
- [8] GB4284-84,农用污泥中污染物控制标准[S]
- [9] 单丽丽,袁旭音,茅昌平,等. 长江下游不同源沉积物中重金属特征及生态风险[J]. 环境科学, 2008, 29(9):2399-2404
- [10] 陈丽莎,陈志良,肖举强,等. 湘江流域长株潭段底泥重金属污染评价[J]. 安徽农业科学,2011,39(8):4603-4605
- [11] 中国环境监测总站主编. 中国土壤元素背景值[M]. 北京:中国环境科学出版社,1990:330-454
- [12] 周秀艳,王恩德,朱恩静. 辽东湾河口底泥中重金属的污染评价[J]. 环境化学,2004,23(3):321-325

Determination of heavy metal contents and evaluation of the ecological risk of the sediments of Tingjiang River

ZHANG Linlin * LIANG Xiao WEI Fusheng

(China National Environmental Monitoring Centre, Beijing, 100012, China)

ABSTRACT

The contents of the heavy metals in the sediment samples of Tingjiang river were determined by ICP-MS to investigate the distribution of 13 elements. The Index of Geoaccumulation and the Potential Ecological Risk Index were employed to evaluate the pollution degree of heavy metals in the sediments. The results indicate that ICP-MS was rapid, simple and accurate for determining the heavy metal elements. The descending order of pollution degree of various metals was $Cd > Cu > As > Se > U > Co = Zn > Pb > Mn > Th > Ni = Tl > Cr$ by the Index of Geoaccumulation. And similarly the potential ecological risk intensity caused by 6 different metals was $Cd > Cu > As > Pb > Zn > Cr$. Cd, Cu and As were the main factors. The RI value of 3[#] was 1283, which suggested that the ecological risk and the pollution was the worst, followed by 2[#], and 1[#] was also polluted.

Keywords: sediment, heavy metals, ecological risk.

慕尼黑上海分析生化展 analytica China 千人计划隆重推出

analytica China 自 2002 年首度进入中国以来,已经走过了 10 个年头. 10 年中有超过 10 万名来自全球各个行业的科研人员、仪器用户、实验室工作人员、设备厂商等参与了历届展会,共同见证了 analytica China 的成长与辉煌. 在庆祝展会 10 周年之际,analytica China 将携手 2012 年的参展企业、各相关行业协会、媒体合作伙伴等共同发起“analytica China 千人计划(Priority Customer Rewards)”活动. 作为 10 周年庆祝计划的重要组成部分,主办单位将投入巨资邀请并资助 3000 名来自全国及东南亚地区的仪器终端用户以及带有采购意向的专业人士共同参与 analytica China 2012 展览会. 这也将再次掀起 analytica China 2012 的宣传高潮,使今年 10 月的展会更加令人期待.

活动于 2012 年 7 月正式启动,向所有潜在用户征集对于实验室产品的采购意向与需求. 在经过主办单位审核后,将有超过 3000 名用户受邀成为“特邀观众”,在展会开始前获得由主办单位精心筛选出的对应其需求的供应商列表,同时参展企业的相关产品与解决方案的材料也将提前提供给用户. 特邀观众将得以从容又有的放矢地筹划自己的 analytica China 之旅. 除此之外,“特邀观众”将获得由主办方提供的包括差旅交通、本地通信、展期餐饮、十周年纪念奖品等各方面的资助. 而其中更有超过 1000 名的特邀观众将荣膺“金牌特邀观众”,享受主办单位提供的免费住宿、城际交通等全方位的贴心招待. 周到细致的安排必将使得每位用户的参观之旅更高效,更温馨,更满意!

即日起,有意向的专业人士均可通过登陆展会观众预登记网站 <http://pg.a-c.cn/3000.aspx> 报名参加. 同时用户也可以通过参与“analytica China 千人计划”的合作企业、媒体与协会发布的其他方式报名参加. “特邀观众”资格主要由主办单位直接邀请产生,对参与活动后未能收到主办单位邀请的用户,也可以尝试通过如下方式快速直接地获得“特邀观众”资格:

1. 您可以联络千人计划参与企业的销售或市场部人员,批准您成为优先观众.
2. 请您身边的金牌优先观众发送邮件至 ac@mmi-shanghai.com,推荐您为优先观众.

在此,我们真诚邀请广大用户以及 analytica China 的历届观众参与到“千人计划(Priority Customer Rewards)”中来,共享 analytica China 带给您的成功与喜悦! 我们将为所有入围用户提供各类礼遇,使得您的行程更加丰富多彩. 如有意参与活动合作的单位也请与我们联系.

活动详情请访问:<http://pg.a-c.cn/3000.aspx>