

邛海沉积柱重金属的分布特征及污染评价

廖超¹⁾, 施泽明^{1,2)}, 魏菲¹⁾

1) 成都理工大学, 成都, 610059; 2) 地学核技术四川省重点实验室, 成都, 610059

邛海位于四川省凉山彝族自治州西昌市东南郊, 地理位置: 东经 $102^{\circ} 16' 03.598'' \sim 102^{\circ} 20' 43.847''$, 北纬 $27^{\circ} 47' 34.273'' \sim 27^{\circ} 51' 57.783''$ 之间, 属高原构造淡水湖泊, 面积 27.4km^2 , 集水面积 307.67km^2 , 湖水平均深 14m , 最深处 34m ; 水面标高为 $1507.14\sim 1509.28\text{m}$, 为四川省第二大天然湖泊和当地工农业生产重要的水源地 (余斌等, 2006)。安宁河流域地处横断山脉东缘, 系长江一级支流雅砻江最大的一条支流, 发源于冕宁县北部牦牛山与小相岭之间。流域全长 350 余千米, 东西宽 $26\sim 75\text{km}$ 之间, 呈狭长形状, 支流 59 条, 流域面积 11150km^2 。海拔高程在 $992\sim 4750\text{m}$ 之间, 主要高山为螺髻山。总体地势北高南低, 西高东低, 山脉水系严格受构造控制, 呈南北向延伸, 近于由北向南展延的山脉主要有大雪山系的牦牛山和大凉山系的小相岭、螺髻山、大小凉山、鲁南山等。地貌以剥蚀侵蚀、构造高山和中山、冰川刨蚀高山与堆积河谷平原、山间断陷盆地为主, 局部出露侵蚀溶蚀构造地貌。

已有研究表明, 重金属是具有潜在风险的重要污染物, 在受重金属污染的水体中, 沉积物中重金属含量可达水体的数百倍至数十万倍, 并表现出明显的含量分布规律性, 对沉积物中的污染物进行分析和评价比单纯的水质分析更具代表性 (余辉等, 2011)。排入水体中的重金属大部分通过各种物理化学作用迅速转移到沉积物中, 表现出很强的累积效应 (陈春霄等, 2011)。重金属很难被生物降解, 且进入水体沉积物中的重金属往往会通过生物富集和放大作用对人体和生态系统构成直接和间接威胁 (戴树桂, 2000)。富集在沉积物上的重金属元素, 随着水体的环境的不断变化, 随时有可能从沉积物中再次释放进入水体中, 造成水体的巨大危害。因此, 水体沉积物中的重金属引起的环境

污染问题日益受到关注。有研究认为邛海湖泊重金属来源主要是自然源、工农业源以及工业源 (宋学兵等, 2014)。以往研究多集中于对表层湖泊沉积物重金属的分析, 缺少对沉积剖面重金属的研究。本文通过对邛海的沉积剖面重金属含量变化研究, 为邛海环境变化提供一定依据。

1 样品采集

于 2011 年 11 月, 采用 GPS 导航点定采集样品, 距两岸较远避开了人类活动的干扰, 以及尽量减少了北面官坝河及南面鹅掌河的影响。该沉积柱采样器采用由北京新地标土壤设备有限公司所制重力式柱状沉积物采样器 (XDB0205) 所获得。样品采集到柱状岩心管后放入冷库中冷冻 10 小时后将沉积柱推出采样管, 并进行表层 30cm 按 1cm 间隔切割, 30cm 以下按 2cm 间隔切割, 分别按序装入专用样品盒中。样品送至四川省地矿局成都综合岩矿测试中心进行分析测试。

2 数据分析

2.1 重金属元素变化规律

通过对沉积柱样品中 7 个重金属元素含量的测定, 使用 Excel 软件对沉积柱中重金属元素含量做剖面分布图 (图 1) 如下。

图 1 是邛海湖沉积柱中重金属元素含量的剖面分布图, 从图中可以看出随着沉积物的堆积, 除了 Cr 元素的含量具有比较明显的“先减小后增加再减小”的趋势外, 其余重金属元素的变化趋势不显著。结合沉积柱定年综合分析, 在第一阶段 (1920~1970) 21 年间的沉积过程除了 Cr 元素含量具有显著的降低外, 其他元素的含量没太大变化, 表明这一阶段沉积物中重金属主要为自然来源。在这一阶段沉积过程中, Cr 有减少的趋势, 其他元素波

收稿日期: 2015-02-03; 改回日期: 2015-03-01; 责任编辑: 周健。

作者简介: 廖超, 男, 1991 年生。硕士, 地球化学专业。Email: 396060208@qq.com。

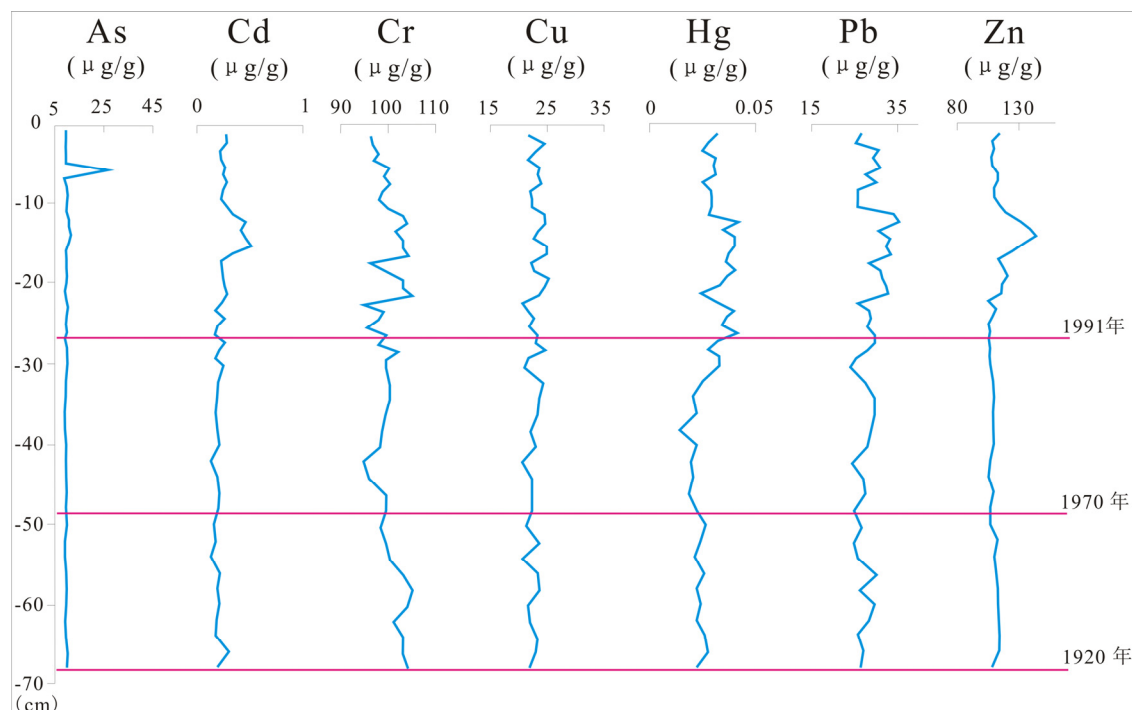


图 1 邛海湖沉积柱重金属元素含量剖面分布图

动不大, 显示自然沉积阶段, 人类活动对各种重金属的沉积影响不大, 故各种重金属元素在此阶段内的曲线相对平滑。

第二阶段, (1970~1991) 21 年间的沉积过程, Cr、Pb、Cu 和 Hg 有少许波动, 波动情况大约与第一阶段无异, 可能反映了此阶段人类活动的影响并不是十分明显。

第三阶段, (1991~2011) 20 年间各种元素相对

前两个阶段的波动较为明显, 但含量上基本不变。反映了此阶段期间人类活动和洪水、泥石流等地质灾害的复合影响比较大。其中 As 在深度为 5.5cm 处出现一异常高值 (26.7 $\mu\text{g/g}$), 推测可能和当时人类活动影响的关系比较大。

2.2 重金属元素的污染现状分析

邛海湖泊沉积柱中重金属的质量分数见表 1 所示。

表 1 邛海湖泊沉积柱中重金属的浓度

元素	样品数 (个)	最小值 ($\mu\text{g/g}$)	最大值 ($\mu\text{g/g}$)	平均值 ($\mu\text{g/g}$)	中位数	标准差	变异系数
As	51	8.55	26.70	9.72	9.31	2.47	0.25
Cd	51	0.136	0.507	0.239	0.218	0.08	0.33
Cr	51	94.4	105.0	100.0	99.8	2.82	0.03
Cu	51	20.4	25.1	22.7	22.6	1.25	0.05
Hg	51	0.014	0.042	0.028	0.028	0.007	0.24
Pb	51	24.1	35.2	28.3	27.9	2.80	0.10
Zn	51	104.0	143.0	112.0	109.0	8.23	0.07

本文采用地质累积指数法评价邛海湖泊沉积柱中重金属的污染状况。地累积指数法 (Index of Geoaccumulation) 是由德国海德堡大学沉积物研究所的学者 Muller 在 1979 年提出, 它是依据重金属的总含量进行评价的, 可以一般地了解重金属的污

染程度。该评价方法在欧洲被比较广泛地采用, 在我国曾被部分学者采用过。其计算式为:

$$I_{\text{geo}} = \log_2 [C_n / (k B_n)]$$

其中, C_n 是指元素 n 在沉积物中的含量 (质量比, 实测值); B_n 是指沉积岩 (即全球普通页岩)

中的地球化学背景值； k 是为考虑到成岩作用可能会引起背景值的变动而取的系数(一般取值为 1.5)。

首先将沉积柱中不同层位的重金属元素求取

平均值,再使用平均值计算地累积指数,背景值采用四川省土壤 7 种重金属元素含量的几何平均值。计算结果见表 2。

表 2 邛海湖沉积柱重金属地累积指数与污染程度分级

元素	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Zn	平均值
平均含量(mg/kg)	9.715	0.239	100.027	22.665	0.028	28.296	112.020	
I_{geo} 数值	-0.27	0.92	-0.11	-1.09	-2.38	-0.94	-0.30	-0.59
污染程度	无	无~中	无	无	无	无	无	无

由表 2 的计算结果可以看出,整体上看,沉积柱中重金属均没有达到污染水平,只有 Cd 元素具有中等一无的低污染。

3 结论

(1) Hg 元素含量在沉积柱表现为在整个剖面上有较大的波动变化,显示外界干扰对 Hg 元素具有显著的影响;Cu、Pb 和 Zn 三个元素均保持着较为固定的含量而基本上没有太大的变化;Cr 元素的含量具有比较明显的“先减小后增加再减小”的趋势。

(2) 结合沉积定年结果分析,邛海湖在上世纪 70 年代以前,重金属含量处于自然状态之下,受人类活动的影响较小;20 世纪 70 年代至 90 年代初,重金属含量在一定程度上呈现上升的趋势,主要是改革开放以来,随着经济的发展,邛海湖的环境恶化加剧;进入 21 世纪之后,随着一系列环保措施的出台以及退耕还林和可持续发展战略的实施,湖泊周围的环境得到一定程度的改善,进入湖

泊的重金属有所减少。

(3) 沉积柱中 Cd 元素的变异系数较大,表明其受人类活动的污染的可能性比较大;沉积柱中只有 Cd 元素具有中等~无的低污染,其他重金属均没有达到污染水平。

参 考 文 献 / References

- 陈春霄,姜霞,战玉柱,金相灿,赵铮. 2011. 太湖表层沉积物中重金属形态分布及其潜在生态风险分析. 中国环境科学, 31(11): 1842~1848.
- 戴树桂. 2000. 环境化学. 北京: 高等教育出版社, 229.
- 宋学兵,施泽明,阚泽忠,廖晶新,杨伟河,张峻基. 2014. 邛海湖泊表层沉积物重金属来源解析及风险评价. 地球与环境, 42(4): 532~539.
- 余斌,王士革,章书成,孟国才. 2006. 鹅掌河泥石流对四川邛海影响的初步研究. 湖泊科学, 18(1): 57~62.
- 余辉,张文斌,余建平. 2011. 洪泽湖表层沉积物重金属分布特征及其风险评价. 环境科学, 32(2): 437~444.