

金矿区水系沉积物重金属含量影响分析

张江华^{1,2}, 杨梅忠¹, 徐友宁², 王葵颖¹

(1. 西安科技大学地质与环境工程系; 2. 西安地质矿产研究所)

摘要:通过对比金矿区水库底泥剖面与邻区水系沉积物重金属含量,评价了底泥中砷、铬、汞、铅、铜、锌等重金属的污染现状;结合剖面不同层位物理性状,分析了影响重金属富集的两个因素:一是沉积物自身的吸附作用,二是区域矿业活动的强弱。

关键词:重金属;吸附;沉积;矿业活动

中图分类号:X524

文献标识码:B

文章编号:1001-1277(2008)01-0049-03

0 引言

潼关金矿区属小秦岭金矿带的西延部分,矿产资源丰富,开发历史悠久,为国家和地方经济发展做出了巨大贡献。但是,潼关金矿区附近不合理的无秩序开发和密布的“三小”提金对矿区周围水体、大气、土壤乃至水系沉积物等环境造成了严重污染^[1,2]。为此,20世纪末开展过数次矿业秩序整顿工作。

太峪为潼关矿区南部山区 7 条峪道之一,全长 14.8km,于太要镇北侧与双桥河交汇,最终流入黄河。出山口处建有太峪水库——太要镇饮用水源地,沉积了有数米厚的河流底泥。峪道上游采矿、选矿活动频繁,大量选矿废水直接排入河流中,导致河水浑浊,并形成厚厚的堆积层^[3]。通过采样分析测定发现,河水中除砷、铬外,汞、铅、铜、锌重金属元素存在不同程度的超标。含重金属的选矿泥浆进入水体后,一方面随着水流的运动不断迁移、转化和积累,改变了河水水质结构;另一方面,受河水的携带、悬浮物的沉降而转移至水系沉积物中^[4~6]。当河流水体的理化条件、动力学条件、污染物浓度梯度发生变化时,沉积在河流底泥中的污染物会重新释放至水体中,所以二者间的污染物处于一种动态平衡。河流沉积物可以反映多年河水的污染情况^[7,8],所以探讨其中重金属含量的变化既具有重要意义,也是研究河流污染情况与矿业活动强度关系的一个切入点。

1 样品的采集及沉积物剖面结构

多年的河流冲积在水库形成了厚达 2~3m 的沉积淤泥,受矿业活动的影响,底泥剖面分层现象十分显著。根据颜色、成分、颗粒的不同,对 0~165cm 的底泥从上至下采集 10 件沉积物样品(1~10 号),各

层物理性状如下:

(1) 1号样品:0~8cm 为褐灰色粉砂质淤泥层,主要由河流淤泥和少量的矿浆泥组成,局部可见植物根系及腐殖质层,顶部有龟裂。

(2) 2号样品:8~16cm 为黄灰色含矿浆粉砂淤泥层,主要成分为河流冲积物和矿浆沉积物,矿浆成分约占 30%,层中可见小型交错层理和水平层理。

(3) 3号样品:16~30cm 为青灰色矿浆淤泥层,主要成分是选矿厂排出的矿浆泥沉积物,矿物颗粒较细,干枯后形成垂直的收缩节理、水平层理,多孔隙,孔径为 2~3mm。

(4) 4号样品:30~35cm 为褐黄色氧化矿浆淤泥层,主要成分是选矿厂排出的矿浆沉积物,已氧化为褐黄色,具有垂直收缩节理。上部见 1cm 厚的灰白色含细砾粗砂石层,呈弧形底面构造。

(5) 5号样品:35~46cm 为深灰—灰色矿浆淤泥,成分为选矿厂排出的矿浆淤泥,矿物颗粒较细;其中含硫化矿物,经氧化出现褐色斑点。

(6) 6号样品:46~77cm 为灰白色粗砂夹细砂石层,主要为河流冲积沉积物,以长英质矿物为主,具有交错层理,与前积层呈 30° 夹角,表明水动力较强,搬运速率较快;从石英砂看,棱角状约占 30%。

(7) 7号样品:77~84cm 为黑灰色矿浆淤泥层,矿物成分主要为氰化或选矿厂排出的尾矿和矿浆泥;在局部硫化矿物氧化后,出现褐黄色斑点。该层在剖面上呈楔形体。

(8) 8号样品:84~122cm 为河流冲积细砂石层,粒径为细粒级,主要成分为长英质,约占 90%~95%,少量的黏土质矿物充填和胶结其中,局部夹有宽 1cm 的褐灰色泥。

(9) 9号样品:122~150cm 为黑灰色矿浆淤泥

收稿日期:2007-09-29

作者简介:张江华(1979—),男,陕西渭南人,工程师,硕士研究生,从事矿山环境地质研究工作;陕西省西安市友谊东路 438 号,西安地质矿产研究所,710054

层,主要成分为选矿厂氰化废渣和底泥,矿物颗粒较细,呈楔状体夹于细砂石层中。

(10) 10号样品: 150 ~ 165cm 为灰色粗砂石层,由石英、长石组成,胶结松散,黏土质较少,前者约占 90%以上。

太峪水库水系沉积物剖面组成一个大的沉积规

律,内部又可分为 4个小的规律,即 1 ~ 3, 4 ~ 6, 7 ~ 8 和 9 ~ 10 4个部分。

2 样品的分析测定

将样品风干、研磨预处理后,送实验室分析测定,结果见表 1。

表 1 太峪水库水系沉积物剖面重金属含量 mg/kg

编号	采样深度 /cm	Hg	Pb	Cd	Cr	As	Cu	Zn
1	0 ~ 8	92.8	8 350	35.2	50.6	4.16	560	3 300
2	8 ~ 16	78.9	10 200	53.2	25.3	2.6	850	6 375
3	16 ~ 30	278	25 100	101.8	21.9	3.12	1 530	10 625
4	30 ~ 35	70.5	9 710	32.7	15.1	2.34	950	2 925
5	35 ~ 46	156	18 450	92.5	26.7	2.34	1 220	9 500
6	46 ~ 77	22.7	2 830	21.9	21.2	2.08	350	2 300
7	77 ~ 84	70.5	8 890	53.2	24.6	1.56	940	5 375
8	84 ~ 122	19.7	3 740	24.7	18.5	1.56	360	2 625
9	122 ~ 150	117	13 200	46.8	44.5	2.08	1 050	5 375
10	150 ~ 165	3.85	1 130	4.2	39.7	0.78	83	1 550

同时,在相邻区域(华阴地区)选择地质环境背景相近、没有矿业活动的地点采集 4件水系沉积物样品(A,B,C,D)进行化验分析测定,以其重金属含量均值作为参照标准(详见表 2)。

表 2 相邻区域水系沉积物重金属含量 mg/kg

编号	Hg	Pb	Cd	Cr	As	Cu	Zn
A	0.6	55.6	0.32	84.1	15.8	34	94
B	0.2	55.9	0.32	105	16.7	27.6	106
C	0.22	55	0.2	52.7	17.6	28.2	75.8
D	0.04	23.8	<0.1	75.2	12.3	24	89
平均值	0.27	47.58	0.28	79.25	15.6	28.45	91.2

3 水系沉积物污染评价

水系沉积物重金属污染程度,采用单项累积超标

表 3 太峪水库水系沉积物剖面重金属元素累积超标倍数

编号	采样深度 /cm	Hg	Pb	Cd	Cr	As	Cu	Zn
1	0 ~ 8	342.70	174.49	124.71	-	-	18.68	35.18
2	8 ~ 16	291.22	213.38	189.00	-	-	28.88	68.90
3	16 ~ 30	1 028.63	526.53	362.57	-	-	52.78	115.50
4	30 ~ 35	260.11	203.08	115.79	-	-	32.39	31.07
5	35 ~ 46	576.78	386.77	329.36	-	-	41.88	103.17
6	46 ~ 77	83.07	58.48	77.21	-	-	11.30	24.22
7	77 ~ 84	260.11	185.84	189.00	-	-	32.04	57.94
8	84 ~ 122	71.96	77.60	87.21	-	-	11.65	27.78
9	122 ~ 150	432.33	276.43	166.14	-	-	35.91	57.94
10	150 ~ 165	13.26	22.75	14.00	-	-	1.92	16.00

4 不同层位重金属含量变化分析

研究太峪水库水系沉积物剖面重金属含量发现,影响水系沉积物中重金属含量因素有两个:一是沉积物本身对重金属的吸附能力;另一个是受矿业活动强

度的控制,即矿业活动剧烈则重金属浓度增加,反之减弱。

对比不同层位各重金属的含量发现,铅和锌含量远远高于其它元素,污染最为严重,汞污染次之。铅、汞、镉、铜和锌含量逐层变化有一定规律: 16 ~ 30cm、

倍数进行定量评价。计算公式为:

$$P_{ci} = (c_i - c_b) / c_b$$

式中: c_i ——某污染物实测含量 (mg/kg);

c_b ——某污染物相邻区域背景值 (mg/kg)。

计算及评价结果见表 3。

从表 3数据明显可以看出,除铬、砷元素以外,整个纵剖面上,水库河流沉积物中重金属元素累积超标倍数较大。在同一层上,汞、铅、镉累积污染超标倍数明显高于同层的铜、锌,并随深度也阶段性升高,而在同一层内汞、铅、镉升高或降低的趋势一致,即汞升高,则铅、镉随之升高。这一特性与含量变化规律相一致,反映了污染源和强度在时间上的变化。

35 ~ 46cm、77 ~ 84cm、122 ~ 150cm 为 4 个高峰 (详见图 1、图 2),并随深度的增加而降低,逐步接近区域背景值。

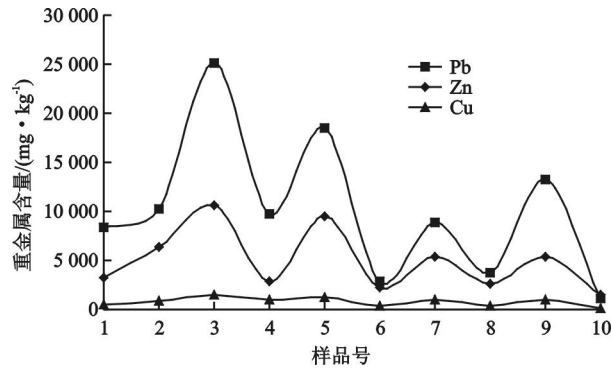


图 1 太峪水库水系沉积物纵剖面铅、铜、锌含量变化

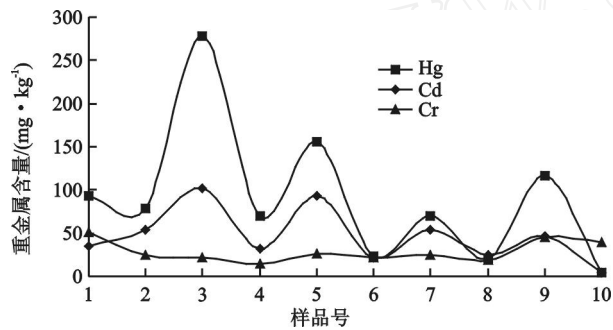


图 2 太峪水库水系沉积物纵剖面汞、镉、铬含量变化

从图 1、图 2 可以看出,太峪水库水系沉积物剖面重金属含量的变化存在以下规律:剖面从上而下的 4 个峰值并不相同,前 2 个峰值 (3 号样品和 5 号样品)比后 2 个峰值 (7 号样品和 9 号样品)高,结合不同层位的物理成分描述可知,这是由于上部沉积物以矿业活动产物 (矿浆泥)为主,而到下部其主导因素为河流冲积物代替所致。这一点同样反映在前 2 个波谷 (2 号样品和 4 号样品)高于后 2 个波谷 (6 号样品和 8 号样品)上。

对照各样品的物理性状研究不难发现,3 号样品和 5 号样品含量高是受细颗粒黏土的较强吸附作用控制,7 号样品和 9 号样品出现的峰值也是如此,但由于 9 号样品颗粒较 7 号样品更细,其含量明显高于

7 号样品。从波谷的分布看,2 号样品是以河流冲积物为主要成分,4 号样品是颗粒较粗的氧化矿浆淤泥,6 号样品为颗粒较粗的河流冲积物,8 号样品为细颗粒的河流冲积物。这些从另一方面说明太峪水库水系沉积物剖面重金属的富集受吸附作用和其中矿浆淤泥比例控制。

5 结 语

太峪水库水系沉积物是潼关矿区矿业活动历史的一部记录档案,客观地反映了矿业发展的高潮和低谷。剖面重金属含量的 4 个峰值反映了太峪乃至潼关矿区的采矿活动存在 4 次高峰;由第 2 个波谷 (4 号样品)高于第 3 个波峰 (7 号样品)可知,早期 2 次规模相对较小,近期 2 次规模较大;第 3 次和第 4 次之间的波谷反映了矿业秩序整顿后,矿区环境有了显著改观;现在,低重金属含量则与潼关矿区资源趋于枯竭,矿业活动逐渐减弱相吻合。

同时,水系沉积物重金属含量研究也为反演潼关乃至小秦岭矿区水系污染的时空变换提供了可能。通过重金属在水体和沉积物中含量的动态平衡关系,在若干年后也可能再现底泥上覆水体的污染历史。

【参考文献】

[1] 杨忠芳,朱立,陈岳龙. 现代环境地球化学 [M]. 北京:地质出版社,1999.

[2] 戴前进,冯新斌,仇广乐,等. 陕西省 × × 采金地区汞污染的初步研究 [J]. 环境化学,2004,23 (4): 460 - 464.

[3] 徐友宁,何芳,袁汉春. 中国西北地区矿山环境地质问题调查与评价 [M]. 北京:地质出版社,2006.

[4] 戴秀丽,孙威. 太湖沉积物中重金属污染状况及分布特征探讨 [J]. 上海环境科学,2002,20 (2): 71 - 74.

[5] 李改枝,李景峰,郭博书. 黄河水体表层沉积物与重金属交换吸附作用的研究 [J]. 水处理技术,2001,27 (5): 264 - 266.

[6] 郁亚娟,黄宏,王晓栋,等. 淮河沉积物中重金属的测定和污染评价 [J]. 环境科学研究,2003,16 (6): 26 - 28.

[7] 张敏,钱天鸣. 运河 (杭州段)底质有机质与重金属元素相关性的探讨 [J]. 环境污染与防治,2000,22 (2): 32 - 33,44.

[8] 毛健全,顾尚义,张启厚. 金矿采选过程中的重金属污染问题 [J]. 贵州环保科技,2000,6 (3): 17 - 22,28.

Analysis on impact of heavy metal contents in stream sediment of gold mining district

Zhang Jianghua^{1,2}, Yang Meizhong¹, Xu Youning², Wang Kuiying¹

(1. Department of Geology and Environment Engineering, Xi'an University of Science and Technology;

2. Xi'an Institute of Geology and Mineral Resources)

Abstract: In this paper, by comparing the contents of heavy metals in the sediments profile of reservoirs in the gold mining area and in stream sediments of neighbour areas, the evaluations of pollution in the sediment by heavy metals including arsenic, chromium, mercury, lead, copper, zinc were finished. The two effecting factors on enrichment of heavy metals were analyzed with the physical properties of different sections and layers: one is adsorbent actions of sediment by itself, and the other is the strength of mining actions in these regions.

Keywords: heavy metal; adsorption; sediment; mining activities

(编辑:赵玉娥)