

文章编号:1672-9250(2004)01-0082-04

贵州省几个典型金属矿区周围河水的重金属分布特征

张国平^{1,2}, 刘丛强¹, 杨元根¹, 吴攀¹

(1. 中国科学院地球化学研究所, 贵州 贵阳 550002; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100039)

摘要:为了解矿山的开采、冶炼对周围水环境的影响,对贵州省杉树林铅锌矿、榨子厂铅锌矿、赫章县后河土法炼锌区、万山汞矿周围水体的重金属(Cr、Mn、Fe、Cu、Zn、As、Se、Cd、Pb)含量进行了测定。结果显示水流对矿区尾渣堆的冲刷可以导致河水中悬浮颗粒物迁移很远,溶解态重金属含量主要受到悬浮颗粒物释放的影响。颗粒物少的河水溶解态重金属含量低,如榨子厂和万山;颗粒物多的河水则溶解态重金属含量高,如杉树林和赫章后河。

关键词:重金属;铅锌矿;汞矿;矿山水

中图分类号:X52 **文献标识码:**A

贵州省矿产资源丰富,资源的开采产生大量的尾矿和废矿石,这些尾渣的风化氧化对矿山周围水环境造成了危害。在贵州省的矿山中,铅锌矿和汞矿是典型的有毒重金属源。为了了解矿山周围水系受矿山来源重金属的影响,本文选取杉树林铅锌矿、榨子厂铅锌矿、赫章县后河土法炼(铅)锌区、万山汞矿,研究这几个地区水系的重金属分布特征,评价矿山开采对水环境的影响。

杉树林铅锌矿位于贵州省西部六盘水市。矿山中主要含闪锌矿、方铅矿、黄铁矿等矿物^[1]。矿山开采、选矿所产生的大量尾矿和废矿石堆放于山谷中,周围的小溪流及矿山选矿厂的排水流经并冲刷这些尾矿堆,形成浑浊水流。这些水流流入竹林河、花地河、补那河,在流经约 36 km 后汇入北盘江(图 1)。

榨子厂铅锌矿位于赫章县妈姑镇以西约 8 km 处,为民采矿。在枯水期矿区没有地表水流,只是在矿区边缘地势最低处有泉水形成的清澈水流,水流在离矿区约 3 km 处流入一暗河,然后汇入后河。

赫章县后河土法炼(铅)锌区位于妈姑镇下游,包括上百个土法炼(铅)锌窑及民采铅锌矿。这些炼(铅)锌窑不仅冶炼本地所产矿石,还接纳外地运来的铅锌矿石。一些长期堆积的炉渣堆含 Zn、Pb 分

别高达 4%、2.2%^[2]。这些窑沿后河上游分布,所产生的炉渣散乱堆放于河边,炉渣被水流冲刷至河中,导致十几公里范围的河水较浑。

贵州省是中国的主要汞产区,废弃汞矿是一个重要的环境问题。万山汞矿是中国最大的汞矿,矿石单一,主要由辰砂组成,围岩为寒武系白云岩、灰岩及砂岩^[3]。汞的冶炼是将矿石粉碎、高温焙烧并冷凝收集汞。焙烧后的炉渣以及废石堆放在几个山谷中,有的已用土壤覆盖,有的则完全裸露,没有得到适当的处置。

1 采样与方法

我们于 2003 年 1 月在杉树林铅锌矿下游河流约 35 km 范围内共采 8 个水样,在榨子厂铅锌矿下游 3 km 内采集 7 个水样,在后河约 35 km 范围内共采 10 个水样(图 1)。2003 年 7 月在万山矿区一大型矿渣堆上游及下游河流采集 16 个水样,最远的样点离矿渣堆约 15 km。所采水样均包含干流和支流水。

所采水样就地测定 pH 值,并在当天用 0.22 μm 的纤维素滤膜过滤,立即用超纯(亚沸蒸馏)HNO₃ 酸化至 pH < 2 后保存在聚乙烯瓶(预先用 1:2 HNO₃ 浸泡、18.2 M Ω ·cm 的去离子水洗净并低温烘干)中。样品带回实验室后用等离子体质谱仪(英国 GV 公司 Platform ICP)测定溶解态重金属含量,同时测定纤维滤膜空白及平行样。

收稿日期:2004-02-12;修回日期:2004-04-08

基金项目:中国科学院知识创新工程项目(KZCX2-105)

第一作者简介:张国平(1966—),男,副研究员,环境地球化学专业。

E-mail: guoping_zhang@tom.com

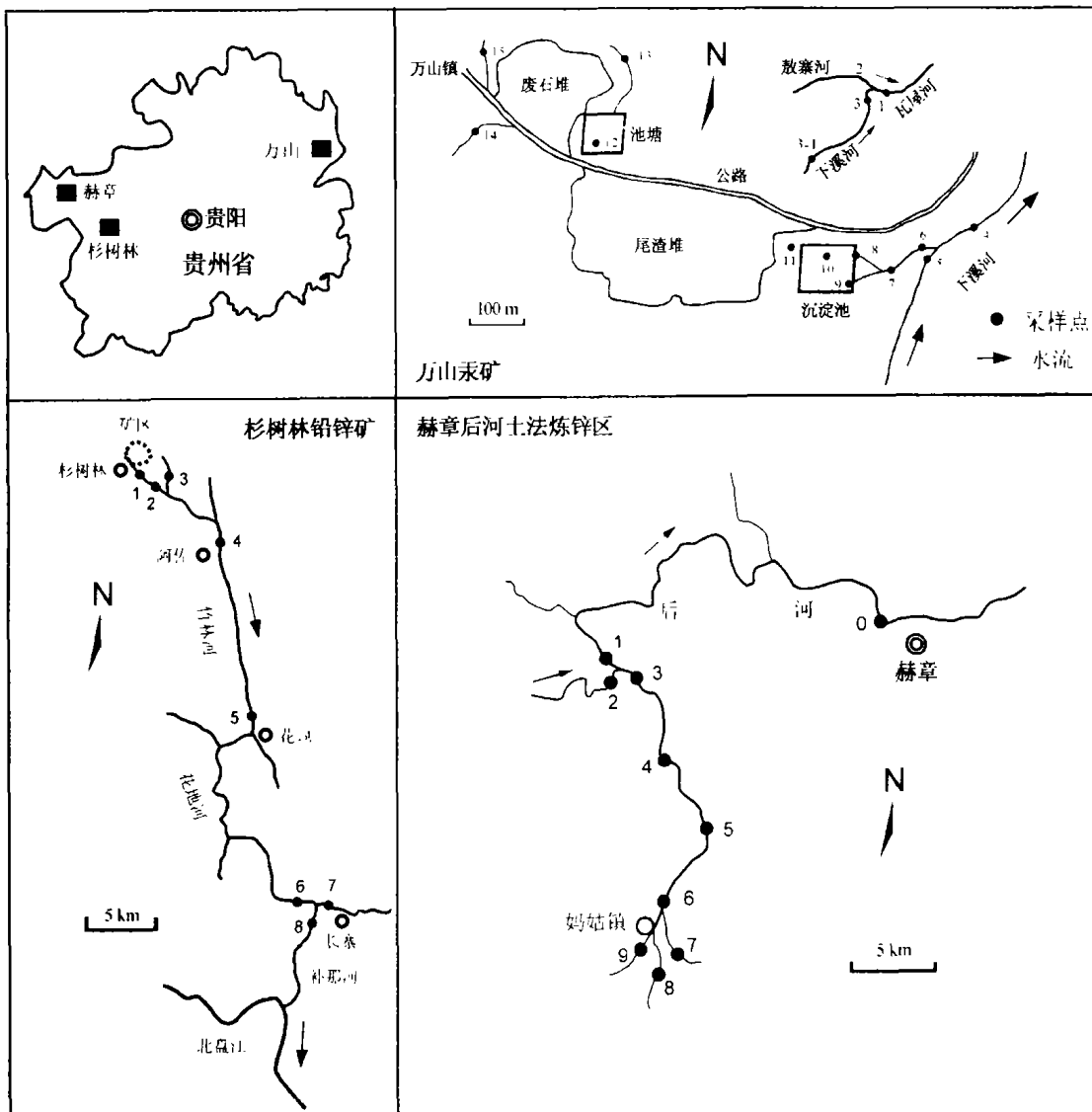


图 1 杉树林铅锌矿、赫章后河、万山汞矿水流采样位置图
 Fig. 1. Sketch map showing sample localities in the Shanshulin Pb-Zn mine, Houhe River (Hezhang) and Wanshan Hg mine.

2 结果与讨论

我们测定了水样中重金属 Cr、Mn、Fe、Cu、Zn、As、Se、Cd、Pb 的含量(表 1)。

杉树林铅锌矿选矿厂采用石灰等碱性物质进行选矿,1 号、2 号样品主要为选矿厂排水,pH 值高,分别为 12.87 和 12.11,从 4 号样开始,由于受到支流的稀释影响,pH 下降至 8~9 之间。1-5 号样品,单是溶解态 Pb、Zn 含量就已经超过了我国水环境标准^[4](Pb-10 μg/L,Zn-50 μg/L),说明这一段河流受到了矿山物质的严重污染。一直到距离矿区约 30 km 外的 6 号点,Pb、Zn 含量才有明显的降低(图 2)。究其原因,杉树林矿山下游的河流水流急,从矿山冲刷下来的悬浮颗粒物(主要为选矿尾渣)多,河

水浑浊,这些颗粒物不断向水体释放重金属,导致溶解态重金属含量居高不下。相比之下,其他元素含量均不高,只有 3 号样点的 Mn 高达 411 μg/L。

榨子厂下游水流样品 pH 值为 7.4~8.1,所有样品的重金属含量都很低,除 5 号样的 Mn 和 Zn 及 7 号样的 Fe 和 Zn 稍高以外,其他均低于 10 μg/L。榨子厂为民采矿区,大部分矿石不在当地加工处理,而且矿区地表没有水流,只是在地势低的矿区边缘位置才有泉水流出,水流清澈,矿山物质基本没有被水流冲刷下来。特别是采样是在枯水期,水流很小,泉水基本上没有携带矿山废渣,因此受矿山物质的影响很小。

赫章后河地区河水的 pH 稳定为 6.7-8.7。土法炼(铅)锌区上游的三条溪流(7,8,9 号样点)汇合

表1 几个矿山水系水样的重金属含量($\mu\text{g/L}$)

Table 1. The heavy metal concentrations of water samples in different mining areas

	样品号	pH	Cr	Mn	Fe	Cu	Zn	As	Se	Cd	Pb
杉树林	ssl-1	12.87	3.41	1.87	57.6	3.74	464	14.8	6.35	0.1	2478
	ssl-2	12.11	1.04	0.96	39.6	2.66	114	7.21	7.34	ND	1104
	ssl-3	8.77	0.36	411	33.7	15.6	423	3.7	ND	11.3	107
	ssl-4	8.01	0.31	165	39.4	3.42	117	2.18	0.75	0.47	57.2
	ssl-5	8.17	0.26	63.5	27.4	2.56	130	2.27	1.17	ND	37.6
	ssl-6	8.21	0.26	11.7	15.5	0.5	32.0	1.8	ND	ND	7.0
	ssl-7	8.15	0.41	8.84	13.2	0.5	27.8	3.05	ND	ND	7.55
	ssl-8	8.19	0.3	10.5	8.17	0.67	34.8	2.54	0.84	ND	5.76
榨子厂	ztc-2	7.94	0.11	2.11	ND	0.39	0.15	2.27	0.54	ND	ND
	ztc-3	8.14	0.08	ND	ND	1.41	ND	2.17	0.35	ND	ND
	ztc-4	7.93	0.08	ND	ND	0.17	0.13	1.2	0.24	ND	ND
	ztc-5	7.41	ND	109	ND	ND	71.6	1.92	0.41	ND	0.58
	ztc-6	7.51	0.05	0.53	ND	0.1	2.46	1.07	0.1	ND	ND
	ztc-7	7.39	4.7	6.14	156	2.65	67.9	5.14	0.33	ND	6.37
	ztc-8	7.44	0.23	ND	ND	ND	ND	1.26	0.07	ND	ND
	赫章后河	hh-0	7.70	1.47	34.9	144	2.99	40.8	10.0	0.55	0.04
hh-1		7.79	0.77	20.1	35.1	5.06	34.1	5.96	ND	ND	30.6
hh-2		8.09	4.83	55.6	84.7	18.0	67.2	11.1	0.34	3.02	46.1
hh-3		8.68	2.14	3.37	51.0	2.25	19.0	4.07	0.19	0.21	3.27
hh-4		7.83	3.35	62.0	37.0	4.75	52.1	13.2	1.28	0.24	39.9
hh-5		8.17	1.46	67.6	62.0	7.06	55.8	7.37	0.08	0.1	7.54
hh-6		8.10	1.08	526	108	1.67	130	23.4	5.88	ND	5.88
hh-7		6.96	1.45	6.53	69.0	2.01	17.4	1.52	ND	0.24	1.64
hh-8		6.74	1.83	8.47	92.4	3.15	25.4	1.79	ND	0.34	3.67
万山	ws-1	8.55	0.17	0.51	6.15	ND	9.54	0.92	1.44	ND	ND
	ws-2	8.47	0.13	0.51	0.17	ND	8.58	1.01	ND	ND	ND
	ws-3	8.91	0.15	0.5	123	ND	9.98	0.94	3.19	ND	ND
	ws-3-1	8.62	0.19	0.38	23.9	ND	6.35	1.47	14.7	ND	ND
	ws-4	8.17	0.22	0.75	28.3	0.15	7.1	1.96	29.3	ND	ND
	ws-5	8.32	0.15	0.95	10.1	0.15	6.41	1.77	33.6	ND	ND
	ws-6	10.87	1.02	ND	10.9	ND	5.52	2.19	1.53	ND	ND
	ws-7	10.68	0.68	ND	2.33	ND	4.2	0.75	1.43	ND	ND
	ws-8	11.82	1.89	ND	3.64	0.27	5.52	5.88	4.79	ND	ND
	ws-9	10.76	0.79	ND	3.7	ND	9.39	1.49	1.4	ND	ND
	ws-10	10.56	0.84	ND	3.76	ND	7.95	1.43	1.53	ND	ND
	ws-11	10.68	2.73	2.88	26.0	2.52	10953	23.2	29.7	0.16	0.2
	ws-12	8.20	0.28	0.5	12.0	0.12	13.1	6.55	1.23	ND	ND
	ws-13	8.11	0.21	0.21	5.02	0.07	6.19	1.91	0.35	ND	ND
	ws-14	8.00	0.22	0.45	433	0.14	13.9	2.42	0.9	ND	0.04
ws-15	7.97	0.47	0.62	86.1	0.08	9.55	2.51	0.54	ND	ND	

注:ND—未检测到。

后,从6号样点开始流经土法炼(铅)锌区,一直到3号样点都有民采铅锌矿点和土法炼(铅)锌点。大量冶炼尾渣被冲刷进入河水中,河水中有大量的悬浮颗粒物。从6号点往下游,Pb、Zn含量较高,一直到35 km外的0号点,Pb仍高达43.3 $\mu\text{g/L}$,Zn含量也保持在40.8 $\mu\text{g/L}$ (图3),说明这一河段受到民采

铅锌矿和炼(铅)锌矿渣的影响较为严重。其他元素含量除6号样点Mn高达526 $\mu\text{g/L}$ 以外,均相对较低。

万山地区矿渣堆中有碱性物质 CaCO_3 和 CaO ,使流经矿渣堆的水的pH由8左右增高至11左右,而在4号样点下游由于其他溪流的稀释作用,pH又降为8-9。万山与榨子厂相似,除11号样以外,所

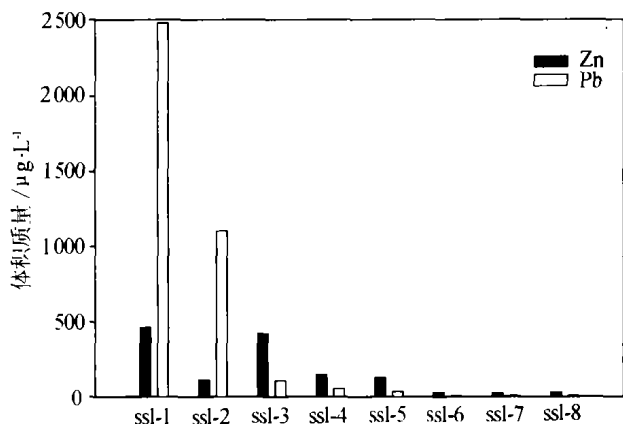


图 2 杉树林铅锌矿水流 Zn、Pb 含量变化

Fig. 2. Variations in Zn and Pb concentrations of Shanshulin Pb-Zn mine streams.

有的重金属(除 Se 外)都很低,这是因为万山汞矿的矿石非常单一,除辰砂以外其他矿物极少。另外,万山矿渣堆中有碱性物质(渗滤水的碱性强,pH 最高达 11.8),也使重金属不易溶出。11 号水样是死水,没有地表水的补给,可能受深处埋藏物质的影响,导致 Zn、As、Se 高,但具体原因不明。此外,与另三个地区相比,万山水样的 Se 含量明显偏高,其原因是万山地区少数矿点有共生硒存在^[3],特别是 5 号样点的支流 Se 含量高达 33.6 μg/L。5 号样点的上游是另一采矿区的尾矿库,很可能该采矿区的矿石含共生硒。

3 结语

总的来看,本文所研究的几个矿山地区只有杉

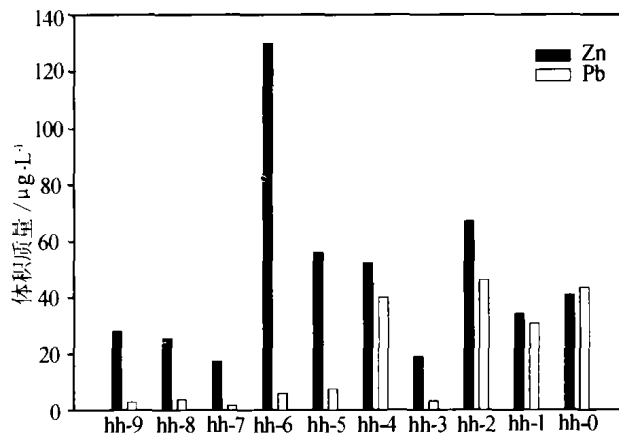


图 3 赫章后河河流 Zn、Pb 含量变化

Fig. 3. Variations in Zn and Pb concentrations of the Houhe River (Hezhang).

树林和赫章后河的 Pb、Zn 含量高,另两个矿山的水样重金属含量并不高。杉树林和后河地区矿山物质对溶解态重金属的影响很远,可能是由于水流大,颗粒物迁移远,颗粒态重金属的溶解导致溶解态含量一直较高。榨子厂矿区的水主要是受到泉水的影响,受矿山物质的影响并不大,故其重金属含量普遍较低,而万山则是由于矿石单一,矿石中的其他重金属(除汞以外)含量都低,故水流中重金属含量也低。溶解态重金属含量受悬浮颗粒物影响显著,因为这些悬浮颗粒物基本都是从矿山的尾渣区冲刷下来的,颗粒态重金属的溶解可能是导致溶解态重金属含量高的主要原因。

参 考 文 献

- [1] 毛健全,张启厚,毛德明,等. 水城断陷构造演化及铅锌矿研究[M]. 贵阳:贵州科技出版社,1998.
- [2] 吴攀,刘丛强,杨元根. 土法炼锌废渣堆中的重金属及其释放规律[J]. 中国环境科学,1998,22(2):109~113.
- [3] 花永丰,崔敏中. 贵州万山汞矿[M]. 北京:地质出版社,1994.
- [4] GB3838-88[S]. 国家环境保护局(1998)地面水环境质量标准。

DISTRIBUTION OF HEAVY METALS IN DOWNSTREAM RIVER WATERS IN THE SURROUNDINGS OF SEVERAL TYPICAL METAL MINES IN GUIZHOU PROVINCE

ZHANG Guo-ping, LIU Cong-qiang, YANG Yuan-gen, WU Pan
(Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550002, China)

Abstract

The heavy metal (Cr, Mn, Fe, Cu, Zn, As, Se, Cd, Pb) concentrations in rivers around the Shanshulin Pb-Zn mine, the Zhazichang Pb-Zn mine, the Hezhang smelting area, and the Wanshan Hg mine were determined. Dissolved heavy metal concentrations are dominantly affected by suspended particulate matter in water. In Zhazichang and Wanshan, the existence of little suspended particulate matter in water gives rise to low dissolved heavy metal concentrations, while in the Shanshulin and Hezhang smelting areas the existence of much suspended particulate matter in water results in high dissolved heavy metal concentrations.

Key words: heavy metal; lead-zinc mine; mercury mine; mine water