

文章编号:1008-0244(2003)02-0046-05

# 老万场金矿及其外围水系沉积物 元素地球化学特征

李晓燕

(中国科学院地球化学研究所环境地球化学国家重点实验室, 贵州 贵阳 550002)

**摘要:**为揭示晴隆县老万场金矿及其外围水系沉积物的元素组成和富集情况与矿体的关系,将老万场金矿矿样、矿区水系沉积物、矿区外围不同异常范围内水系沉积物的元素平均值及全省的水系沉积物背景值进行了比较,发现老万场金矿水系沉积物与老万场金矿矿样具有相同的元素组合及富集趋势。

**关键词:**老万场;水系沉积物;背景值;地球化学特征

**中图分类号:**P632 **文献标识码:**A

表生地球化学环境中,地壳表层的各种岩石和矿物风化产物受到剥蚀与搬运,在地表水和地下水的冲刷和溶解下,一部分物质被带入水系,沿水系底部沉淀或吸附组成水系沉积物组份。对于岩溶洼地发育区,在流入岩溶洼地的水系口上取水系沉积物样品,能取得控制上游汇水流域的具有代表性的找矿信息。因此研究区域水系沉积物的元素组成和富集特征对地质勘探和找矿有着重要的指导作用。老万场及周边地区就是通过采集水系沉积物样品,在洼地中发现异常并找到矿的。老万场金矿位于晴隆县南西约40 km处,矿区属晴隆县大厂镇及紫马乡所辖,贵州地勘局地球物理地球化学勘查院于1992年发现,并进行勘查和开发,目前为黔西南州成品金生产的主要矿山之一。本文将老万场金矿矿样与老万场金矿水系沉积物及金矿外围不同异常范围内水系沉积物元素组成进行比较,研究老万场金矿及其外围水系沉积物的元素组成特征及富集规律,旨在为区域地质矿产研究和地质找矿提供一定参考。

## 1 地质背景

老万场金矿区位于扬子陆块西南部褶皱冲断带的弱变形域——碧痕营穹状背斜上(图1),核部地层为二叠统石灰岩,两翼则为上二叠统峨眉山玄

武岩及龙潭组含煤陆源硅质细碎屑岩夹石灰岩两层(已硅化成硅质蚀变岩或硅化灰岩),峨眉山玄武岩底部(即第一段)为火山碎屑岩(玄武质凝灰岩及玄武质火山角砾岩),常强烈蚀变,以硅化为主,并有铋、金等的矿化或矿体存在。该背斜轴迹呈近南北向,南北两段均被北东向断层破坏,并伴有次级小褶曲发育,在茅口组石灰岩出露区的一些喀斯特负地形中或夷平面上,残存有第四纪的松散堆积物,它是此类红土型金矿的赋金介质<sup>[1]</sup>。

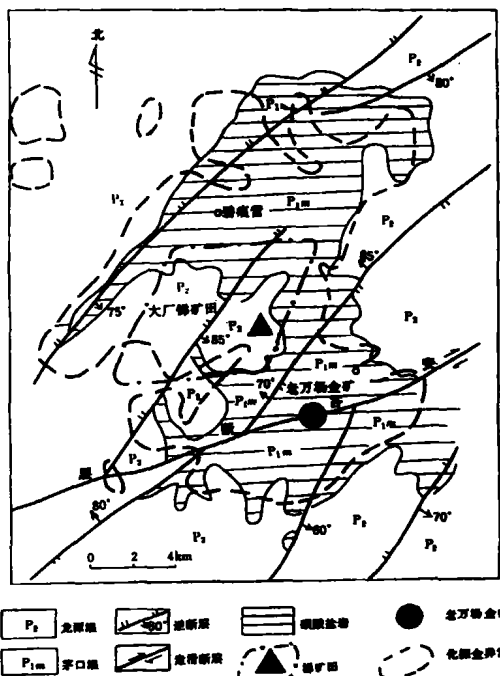


图1 老万场金矿区域地质略图(据盛学庸等<sup>[2]</sup>)

Fig. 1. General map showing the geological setting of the Laowangchang gold deposit.

收稿日期:2002-05-14;修回日期:2002-10-22

第一作者简介:李晓燕(1966—),女,高级工程师,博士研究生,环境地球化学专业。

## 2 元素演化及赋存状态

### 2.1 矿石构造

金矿产于茅口灰岩形成的喀斯特负地形(漏斗、溶沟、沟槽等)中。上覆含金原岩被风化、溶蚀、垮塌,金被低洼处土壤中粘土及粘土中铁、锰氧化物所吸附;喀斯特漏斗底部被堵塞成湖,使原岩中的金经溶蚀下渗,不至于很快通过喀斯特漏斗流失而被湖底沉积物吸附逐渐富集成矿(图 2)。矿石结构松散如土,常见有泥状、粉砂泥状、泥砂状等结构,另外还有原岩(矿)残留结构。矿石构造为土状,斑块状和角砾状等。

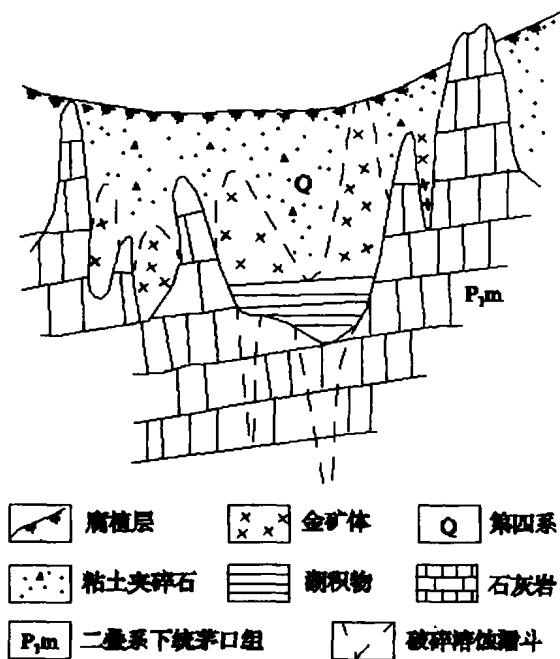


图 2 老万场金矿喀斯特洼地与金矿体示意剖面图  
Fig. 2. Section showing the relation between Karst low-lying land and Laowangchang gold deposit.

### 2.2 元素赋存状态

黔西南地区从 1978 年发现板其金矿起到目前为止,共发现特大型、大型、中型、小型金矿数十处,老万场金矿是其中一个,属大型。这些金矿金呈微细粒型,金粒直径均小于  $1 \mu\text{m}$ ,这些矿体没有发现明金。老万场金矿金的赋存状态有两种:① Au 以  $< 1 \mu\text{m}$  的颗粒被褐铁矿、伊利石等吸附;② Au 呈超显微包裹体;Au 颗粒以小于  $1 \mu\text{m}$  呈包裹体形式存在于褐铁矿、石英、绢云母、钠长石、金红石、磁黄铁矿、黄铁矿及辉锑矿中<sup>[3]</sup>。其中,以吸附金为主,包裹金为次且含量甚低。

## 3 水系沉积物元素地球化学特征

### 3.1 水系样品的采集及数据的获得

冯济舟等根据贵州西南部岩溶地区水系沉积物测量采样方法及采样密度试验结果,规定了岩溶区域化探方法。对于区域化探来说,岩溶区可分为水系发育区与岩溶洼地发育区。岩溶洼地发育区由一些永久性溪流或季节性水系汇入岩溶洼地,在流入岩溶洼地的水系口上取水系沉积物样品,能取得控制上游汇水流域的具有代表性的找矿信息。老万场地区化探工作做得较为详细,除 1:20 万每平方公里采集 1~2 件样品外,还作了 1:5 万每平方公里 4~8 件样品以及 1:1 万矿区高密度采样的工作。

贵州省水系沉积物元素背景值是贵州地矿局地球物理地球化学勘查院在全省  $176\,218 \text{ km}^2$  的范围内经过定点、采样、分析、综合、计算几何平均值而获得的,分析方法有原子吸收、原子荧光、发射光谱等。老万场金矿水系沉积物元素含量是金矿矿区 46 件样品的平均值<sup>[4]</sup>,老万场金矿外围局部异常范围和区域异常范围水系沉积物元素平均含量分别是老万场金矿外围约  $400 \text{ km}^2$  范围内 117 件和老万场金矿外围约  $7\,000 \text{ km}^2$  范围内 1 924 件水系沉积物样品的元素含量平均值<sup>[4]</sup>。

### 3.2 矿区水系沉积物部分元素含量与矿体矿样平均含量比较

3.2.1 氧化物比较 从表 1 中可看出,  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$  在水系沉积物与矿样中的含量基本一致,  $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{MgO}$  在矿样中的含量远远低于水系沉积物中的含量,这是因为  $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{MgO}$  在风化过程中是易迁移元素,在溶蚀过程中,随着水系的流动,  $\text{Na}$ 、 $\text{Mg}$  大部分被带走,只有极少部分被粘土吸附。

3.2.2 元素分布比较 矿石具 Au-As-Sb-Hg-W-Ag 组合,且各元素高度富集,大大高于地壳平均丰度,水系沉积物具 Sb-As-Au-Cr-Cu 组合(该区附近为锑矿区),相对于地壳的平均丰度,富集程度也很高(表 1)。在表生氧化环境中,  $\text{Cu}$ 、 $\text{Cr}$  元素活动性较小或呈弱活动状态,它们与 Mo 在矿样与水系沉积物中的含量接近一致。金在矿样中的含量是水系沉积物的四百多倍,  $\text{Hg}$ 、 $\text{As}$  在矿样中的含量也是水系沉积物中含量的几十倍,其它元素在矿样中的含量与它们在水系沉积物中含量相比也相对浓集化。从  $\text{K}_1/\text{K}_3$ 、 $\text{K}_2/\text{K}_3$  可看出,矿样中

元素的富集顺序为 Au-As-Sb-Hg-W-Ag, 水系沉积物中元素的富集顺序为 Sb-As-Au-Cr-Cu-Mg-Hg, 二

者元素富集顺序基本一致, 只是各元素在两种环境中的富集程度不同而已。

表1 老万场金矿矿石与水系沉积物元素含量对比

Table 1. Comparison of the compositions of elements between ores from the Laowanchang gold deposit ore and hydrographic net deposits

元素及氧化物	矿样平均值 (K <sub>1</sub> )	水系沉积物元素含量(K <sub>2</sub> )	K <sub>1</sub> /K <sub>2</sub>	地壳丰度 K <sub>3</sub>	K <sub>1</sub> /K <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> /K <sub>3</sub>
Ag	800	64.65	12.37	50	16	1.29
As	10 046	150.34	66.82	1.5	6708	100
Au	6 380	15.07	423.35	1.8	3544	8.37
Cr	105	140.74	0.74	35	3.00	4.02
Cu	122	89.15	1.37	25	4.88	3.57
Hg	7 400	191.80	38.58	80	92.50	2.40
Mo	6.0	5.72	1.05	2.0	3.00	2.86
Pb	111	23.28	4.77	2.0	5.55	1.16
Sb	197	59.79	3.29	0.2	985	300
W	32	3.28	9.76	1.5	21.33	2.19
Zn	755	104.48	7.23	71	10.63	1.47
SiO <sub>2</sub>	57.05	59.94	0.95			
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.95	13.88	1.08			
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13.34	12.18	1.10			
CaO	0.41	0.40	1.00			
MgO	0.21	1.02	0.21			
K <sub>2</sub> O	1.41	0.90	1.56			
Na <sub>2</sub> O	0.13	0.94	0.14			

注:  $w(\text{Ag, Au, Hg})/10^9$ ;  $w(\text{As, Cr, Cu, Mo, Pb, Sb, W, Zn})/10^6$ ;  $w(\text{SiO}_2, \text{Al}_2\text{O}_3, \text{Fe}_2\text{O}_3, \text{CaO, MgO, K}_2\text{O, Na}_2\text{O})/10^2$ ; K<sub>1</sub> 据老万场金矿五件矿样平均值<sup>[1]</sup>; K<sub>2</sub> 为老万场金矿 46 件水系沉积物样品的平均值<sup>[4]</sup>; K<sub>3</sub> 据泰勒(1985)地壳丰度。

### 3.3 老万场金矿水系沉积物地球化学特征

老万场金矿水系沉积物 39 种元素含量(K<sub>2</sub>)、老万场金矿外围约 400 km<sup>2</sup> 局部异常范围内 117 件水系沉积物 39 种元素含量(K<sub>4</sub>)、老万场金矿外围约 7 000 km<sup>2</sup> 区域异常范围内 1 924 件水系沉积物部分元素含量(K<sub>5</sub>)、贵州省水系沉积物 39 种元素背景值(K<sub>6</sub>)比较见表 2:

3.3.1 矿区水系沉积物的组成 矿区水系沉积物主要组成为 SiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、K<sub>2</sub>O、Na<sub>2</sub>O、CaO、MgO、Ti、P、Mn 十种元素或氧化物, 其含量之和占水系沉积物化学总量的 90% 以上, 其余 29 种元素含量极低, 属微量元素, 与全省水系沉积物元素背景值分布不同的是 P 的含量高达 0.12%, 超过了 Mn 的含量, 使它从微量元素跃升为常量元素。

3.3.2 矿区与全省水系沉积物元素地球化学对比特征 老万场金矿矿区水系沉积物元素平均值(K<sub>1</sub>)与全省水系沉积物地球化学背景值(K<sub>6</sub>)对比, 元素及氧化物含量分布从富集到贫化呈现下列趋势:

Sb (44.29)—Au (14.22)—As (10.10)—Mo (4.14)—Na<sub>2</sub>O (3.92)—Ti (3.28)—Cu (3.03)—Nb

(2.70)—Sr (2.34)—V (2.29)—Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (2.16)—P (2.02)—W (1.89)—Hg (1.87)—Cr (1.77)—Co (1.54)—La (1.47)—Y (1.40)—Zr (1.31)—Li、Ni (1.26)—Sn (1.22)—Zn (1.16)—U、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (1.09)—Mu (1.00)—Ag、Th (0.94)—Bi (0.92)—Be (0.90)—SiO<sub>2</sub> (0.89)—Ba (0.86)—Cd (0.80)—MgO、Pb (0.79)—B (0.69)—F (0.63)—CaO (0.54)—K<sub>2</sub>O (0.48), 括号内为 K<sub>1</sub>/K<sub>6</sub> 值。

(1) 元素地球化学特征: 因是金矿矿区且与铈矿毗邻, 它的矿样组成特征是 Au、Sb 高度富集, 水系沉积物中 Sb、Au 的富集系数最高, K<sub>2</sub>/K<sub>6</sub> 分别为 44.29、14.22, 与矿样组成相吻合。其次 As、Hg 为伴生元素, K<sub>1</sub>/K<sub>6</sub> 分别为 10.10、1.87, As 与 Au、Sb 伴生关系更强; 另外大多数铜族元素含量较高, 其中 Cu (K<sub>1</sub>/K<sub>6</sub>) 为 3.03; 亲铁元素含量也高, Mo 的富集系数为最高 (4.4), P 有明显富集 (2.02), 亲石元素中 Ti、Nb、Sr、V、W、Cr 含量较高, 其余元素无明显富集, 39 种元素中有 25 种元素具有不同程度的富集, 其中 (K<sub>1</sub>/K<sub>6</sub>) > 2 的有 12 种, 占有富集元素的 50%。说明老万场矿区也是一个多元素浓集化的地带。

(2)氧化物地球化学特征:老万场金矿矿区水系沉积物金属氧化物相对于全省水系沉积物金属氧化物由富至贫的顺序为:Na<sub>2</sub>O(3.92)—Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(2.16)—Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(1.09)—SiO<sub>2</sub>(0.89)—MgO(0.79)—CaO(0.54)—K<sub>2</sub>O(0.48),七种氧化物中只有 2 种明显富集,其余有四种均有不同程度

的贫化,氧化物含量分布差异大,Na<sub>2</sub>O 几乎是全省背景值的 4 倍,而 K<sub>2</sub>O 只有全省背景值的一半。

3.3.3 老万场金矿与其外围水系沉积物元素地球化学对比特征 从表 2 看出,随着范围的扩大,外围水系沉积物中部分元素的含量降低,相对于

表 2 老万场片区水系沉积物元素含量对比表

Table 2. Comparison of the contents of elements in the Laowangchang region

元素及氧化物	老万场矿区(K <sub>2</sub> )	老万场外围局部异常范围(K <sub>4</sub> )	老万场外围区域异常范围(K <sub>5</sub> )	贵州省背景值(K <sub>6</sub> )	K <sub>2</sub> /K <sub>6</sub>	K <sub>34</sub> /K <sub>6</sub>	K <sub>5</sub> /K <sub>6</sub>
Ag	64.65	55.40	32.66	68.15	0.94	0.81	0.48
As	150.34	79.68	15.78	14.89	10.10	5.35	1.06
Au	15.07	8.18	1.56	1.06	14.22	7.72	1.47
B	46.65	54.52	50.93	67.14	0.69	0.81	0.76
Ba	274.10	289.61		319.30	0.86	0.91	
Be	2.13	2.39		2.36	0.90	1.01	
Bi	0.38	0.40	0.20	0.41	0.92	1.00	0.90
Cd	250.72	186.48	312.65	313.30	0.80	0.60	0.49
Co	26.71	35.69	13.29	17.38	1.54	2.05	1.00
Cr	140.74	163.66		79.42	1.77	2.06	
Cu	89.15	94.55	35.76	29.43	3.03	3.21	1.22
F	435.22	690.34	493.9	679.20	0.63	1.02	0.73
Hg	191.80	144.71	89.20	102.74	1.87	1.41	0.87
La	60.89	59.37		41.35	1.47	1.44	
Li	50.61	58.72	38.07	40.09	1.26	1.46	0.95
Mn	1075.63	1 275.52	772.94	1 076.90	1.00	1.18	0.72
Mo	5.72	3.75	1.25	1.38	4.14	2.72	0.91
Nb	55.10	48.22	14.68	20.37	2.70	2.37	0.72
Ni	41.25	60.03	19.76	32.84	1.26	1.82	0.60
P	1257.59	1140.94	440.46	621.05	2.02	1.82	0.71
Pb	23.28	26.36	24.52	29.39	0.79	0.90	0.83
Sb	29.79	29.92	2.37	1.35	44.29	22.16	1.75
Sn	3.90	3.82	1.08	3.19	1.22	1.20	0.34
Sr	151.55	126.34	59.82	64.82	2.34	1.95	0.92
Th	15.44	15.97	2.55	16.47	0.94	0.97	0.15
Ti	17958	17161	5341.69	5469	3.28	3.14	0.98
U	3.62	3.84		3.31	1.09	1.16	
V	250.21	240.56	78.71	109.40	2.21	2.20	0.72
W	3.28	2.42		1.75	1.89	1.39	
Y	43.87	41.64		31.44	1.40	1.32	
Zn	104.48	108.86	59.33	89.94	1.16	1.21	0.66
Zr	432.68	407.12		330.80	1.31	1.23	1.23
SiO <sub>2</sub>	59.94	57.38		67.03	0.89	0.86	0.86
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13.88	14.92		12.70	1.09	1.17	1.17
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12.18	12.53	3.17	5.63	2.16	2.22	0.56
K <sub>2</sub> O	0.90	1.55	0.67	1.89	0.48	0.82	0.35
Na <sub>2</sub> O	0.94	0.99	0.91	0.24	3.92	4.13	3.79
CaO	0.40	0.66		0.74	0.54	0.89	
MgO	1.02	1.96	1.01	1.29	0.79	1.52	0.78

注:  $w(\text{Ag, Au, Hg})/10^9$ ;  $w(\text{As, Cr, Cu, Mo, Pb, Sb, W, Zn})/10^6$ ;  $w(\text{SiO}_2, \text{Al}_2\text{O}_3, \text{Fe}_2\text{O}_3, \text{CaO, MgO, K}_2\text{O, Na}_2\text{O})/10^2$ ; K<sub>2</sub>、K<sub>4</sub>、K<sub>5</sub>、K<sub>6</sub> 均引自文献[4]。

全省水系沉积物元素背景值的富集系数变小,从老万场金矿区水系沉积物的组合元素来看,除 Cr 外,其它元素在外围局部异常范围内还有明显富集,当扩大到外围区域异常范围内时,元素含量已十分接近全省背景值了,特别是 Au、As、Sb 三种元素,它们在三个范围内相对于全省背景值的富集系数是 Au: 14.22-7.7-1.47, As: 10.10-5.35-1.06, Sb: 44.29-22.16-1.75, 这说明越接近矿体,相关元素的水系沉积物含量越高,在找矿上可以通过宏观数据缩小范围,查找异常。

## 4 结论

老万场金矿矿区水系沉积物中元素的地球化

学特征是:元素分布与矿体中元素的分布具有相似性,矿体元素及伴生元素相对富集。从三个不同范围的水系沉积物元素含量来看,越接近矿体,矿体元素及其伴生元素的富集系数越高,因此,对水系沉积物中各元素含量的研究可宏观在研究地表各种元素含量分布和浓集特征,为查找异常缩小范围,即为工业找矿提供信息,另一方面也为基础地质研究、远景区划以及农业、环境保护的研究提供地球化学资料。

致谢:本文得到贵州地矿局冯济舟高级工程师和贵州地矿局物化勘院何邵麟高工的指导,在此特表谢意。

## 参 考 文 献

- [1]王砚耕,陈履安.贵州省西部红土型金矿[M].贵阳:贵州科技出版社,2000.37~41
- [2]盛学庸,韩至钧.一种新类型金矿—试谈老万场式金矿成因及其找矿方向[J].贵州地质,1998,15(1):37~38.
- [3]陈履安.晴隆老万场红土型金矿常量元素地球化学特征及其红土化作用[J].贵州地质,1999,16(4):308.
- [4]贵州地勘局地球物理地球化学勘查院.贵州省1:50万地球化学图说明书[M].1996.27~37.

# GEOCHEMISTRY OF CHEMICAL ELEMENTS IN THE HYDROGRAPHIC NET DEPOSITS AROUND LAOWANCHANG GOLD DEPOSIT

LI Xiao-yan

(Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550002)

## Abstract

This study revealed the geochemistry features of chemical elements in the hydrographic net deposits in the Laowanchang gold deposit while comparing the background values of 39 kinds of chemical elements in the hydrographic net deposits in Laowanchang and its vicinities in Guizhou Province. It is indicated that there exist similarities between ore samples and hydrographic net deposits of the Laowanchang gold deposit by comparing their chemical element contents.

**Key words:** geochemistry feature; hydrographic net deposit; background value; Laowanchang