

湖南大新金矿床构造叠加晕模型及深部成矿预测^{*}

Structural superimposed halo model and deep ore prognosis of the Daxin gold deposit in Hunan Province

戴建斌

(中国人民武装警察部队黄金第十一支队, 湖南 宁乡 410600)

DAI JianBin

(No.11 Detachment of General Gold Party, Chinese People's Armed Police Force, Ningxiang 410600, Hunan, China)

摘 要 大新金矿床位于华南褶皱系与扬子准地台接壤地带边缘, 湘中岩石圈古俯冲带内, 白马山—龙山东向西向隆起带中部, 为一大型破碎蚀变岩型金矿床, 已发现矿脉 15 条, 分别受 NE 向、NW 向、SN 向断层控制, 通过对矿区赋矿地层 326 件样品 12 种元素数据的聚类分析、因子分析, 以及对矿区 57 件构造叠加晕样品 16 种元素数据的组合分析, 认为矿区与 Au 成矿最相关的元素为 As、Sb; 5 号矿体元素组合为: Au、As、Pb、Zn、Sb、Ba、Mn、W、Bi; As、Sb、Hg 是前缘特征指示元素, Co、Mn、Mo 为尾晕特征指示元素; 矿床构造叠加晕具明显的反分带特征, 尾晕指示元素 Co、Mn、Mo 异常位于矿体上部, 且与 As、Sb 强异常并存, 往深部 Co、Mn、Mo 异常逐渐降低, 指示该矿向深部还有很大延伸。对矿体深部进行成矿预测, 认为矿区 5 号脉矿体在 20—28 线、45—63 线深部应有较大延深。

关键词 金矿床; 构造叠加晕; 成矿预测; 湖南

大新金矿区位于华南褶皱系与扬子准地台接壤地带边缘, 湘中岩石圈古俯冲带内, 城步—桃江深大断裂之东侧 (图 1), 白马山—龙山东向西向成矿带中部, 区内已发现较多的金 (锑) 矿床 (点)。

1 区域地球化学特征

区内出露较广的地层有震旦系下统江口组、洪江组和上统金家洞组、留茶坡组、寒武系、泥盆系中统半山组、跳马涧组、棋梓桥组和上统锡矿山组、石炭系下统大塘阶及中统黄龙组等, 而与金、锑、钨、铅、锌等矿产关系密切的主要为震旦系、寒武系、泥盆系中统半山组—棋梓桥组, 本文所引用资料只对这些地层进行丰度统计。

引用湖南 418 地质队在白云铺、坪上、禾青 3 个地区内实测剖面资料的统计, 共选择了与 Au 关系密切的 Au、As、Sb、Cu、Pb、Zn、Mo 7 个元素, 统计结果列于表 1。

从表中看出, 震旦系金家洞组、留茶坡组及寒武系上述 7 个元素丰度较高, 是重要的矿源层或含矿层。

Au 的丰度以金家洞组和留茶坡组最高, 达 4.6×10^{-9} , 次为寒武系和半山组第一段, 达 $3.13 \times 10^{-9} \sim 3.16 \times 10^{-9}$, 这些地层是找金的有利层位。

^{*} 本文得到国家黄金地质专项经费资助项目

作者简介: 戴建斌, 男, 1972 年生, 高级工程师, 主要从事金矿找矿工作。

表 1 各地层主要成矿元素丰度统计表

		Au	As	Sb	Cu	Pb	Zn	Mo	样品数
Z1j	$\bar{X}$	2.25	17.4	10.8	1.4	6.5	51.2		
Z1h	$\bar{X}$	1.78	11.3	<10	17.1	2	46	0.86	8
Z2j	$\bar{X}$	4.6	20.6	10.9	22.3	4.9	16.2	4.5	17
Z2l	$\bar{X}$	4.61	61.6	17.7	61.7	18	41.6	1.73	100
C	$\bar{X}$	3.13	59.7	22	50.6	26.2	72.7	2.66	135
D ₂ b ¹	$\bar{X}$	3.16	63	14.1	34.8	11.7	18.6	1.63	76
D ₂ b ²	$\bar{X}$	2.52	57.2	14	34.4	7.26	31.5	1.25	61
D ₂ b ³	$\bar{X}$	1.63	30.9	22.2	22.7	8.4	73	0.56	268
D ₂ t	$\bar{X}$	2.08	40	15.6	35.8	12.5	48.6	1.09	206
D ₂ q	$\bar{X}$	2.09	31	9.9	28.4	18.5	69	0.58	119
	$\bar{X}$	2.5	41	16.7	33	1.32	56	1.2	
高含量剔除标准		≥20	≥500	≥100	≥500	≥500	≥1000	≥20	

注：Au单位为 1×10^{-9} ，其余 1×10^{-6} ， $\bar{X}$ ：算术平均值。

Sb元素以寒武系和半山组第三段最高，达 22×10^{-6} 和 22.2×10^{-6} 。寒武系为已知锑矿层位，半山组第三段在找Sb时值得重视。

Pb和Zn丰度以寒武系、棋梓桥组最高，寒武系中Pb为 26.2×10^{-6} ，Zn达 72.2×10^{-6} 。棋梓桥组Pb达 18.5×10^{-6} 。Zn为 69×10^{-6} 。这与已知含矿层位吻合或比较吻合。

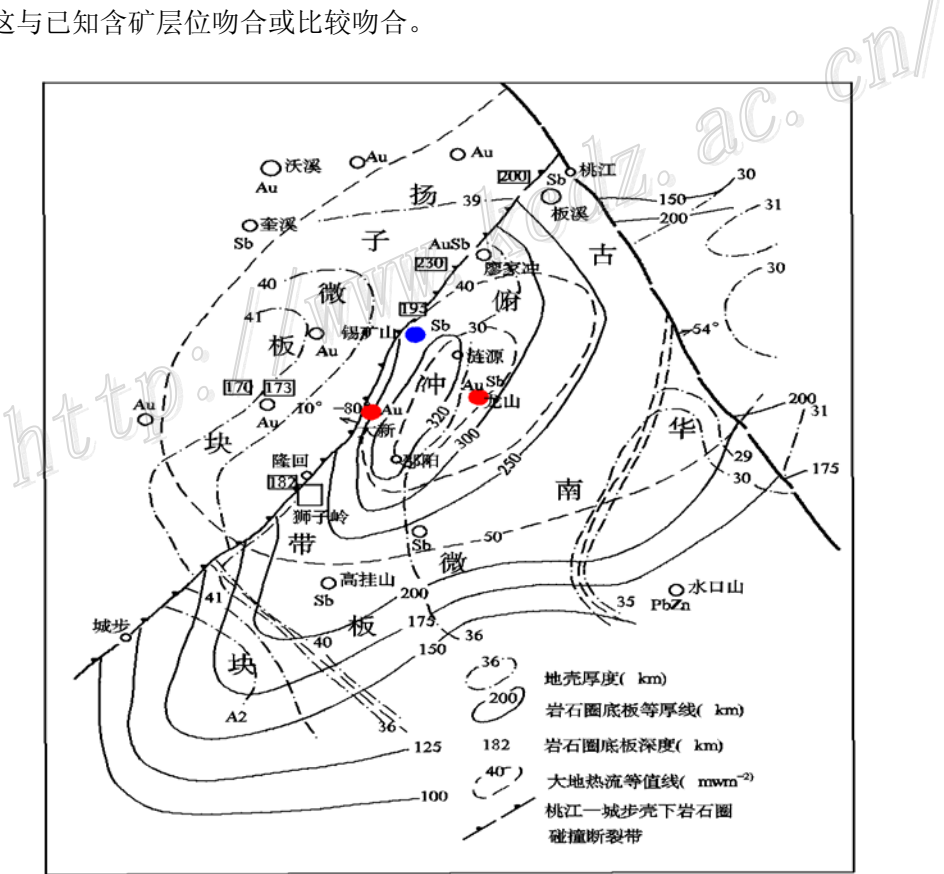


图 1 湘中岩石圈古俯冲带略图

2 矿床地质特征

湖南大新金矿床为大型破碎蚀变岩型金矿床。位于江南古陆成矿带湘中成矿小区白马山-龙山成矿带

内,产于桃江-城步深大断裂带下盘次级断裂中,成矿围岩为震旦系江口组含砾砂质板岩。已发现矿脉 15 条,分别受 NE 向、NW 向、SN 向断层控制,其中 1、5、10 号脉为主矿脉,5 号脉矿体是主矿体,属破碎蚀变岩型,5 号脉走向长大于 6 000 m,宽 0.45~60.91m,倾向 295~354°,平均倾向 322°,倾角 21~77°,平均倾角 61°,矿体呈似层状,长约 3 000 m,倾向延伸大于 600 m,占矿床总储量的 88.66%。目前矿体在走向上有二个厚度相对较大,矿化相对富集的地段,第一段位于 61-49 线之间,长 700 m,厚 3.64~21.48m;第二段位于 23~22 线之间,长 300 m,厚 3.70~29.80 m。10 号脉长 450 m,厚 0.52~7.49 m,倾向 250~270°,平均倾向 265°,倾角 52~74°,平均倾角 61°,矿体呈似层状,占总储量的 3.34%。

成矿阶段:可分为 3 个成矿阶段:早期石英-黄铁矿阶段(I);其矿物组合有:石英+黄铁矿+毒砂+黄铜矿+闪锌矿+辉锑矿+斑铜矿。晚期石英-黄铁矿阶段(II);其矿物组合有:石英+黄铁矿+毒砂+黄铜矿+闪锌矿+辉锑矿+斑铜矿+磁铁矿。石英-碳酸岩阶段(III);主要由石英、方解石及少量金属矿物组成,沿晚期裂隙呈细脉状不连续产出,矿化较弱。其中 I、II 阶段为主成矿阶段。

矿石矿物组合:矿床矿物组合比较单一,主要的矿物组合类型有:① 石英+黄铁矿+毒砂+黄铜矿+闪锌矿+磁铁矿+辉锑矿+斑铜矿+方解石+绿泥石。② 石英+黄铁矿+毒砂+辉锑矿+银金矿。金矿物主要为自然金、银金矿,黄铁矿、毒砂是主要载 Au 矿物。

Au 主要呈晶隙金(77.36%)、裂隙金(12.5%)、吸附金(10.14%)存在于毒砂、黄铁矿中,或被有机碳、褐铁矿等吸附。矿石呈块状、浸染状、斑点状——斑杂状、浸染条带状、脉状-网脉状、角砾状等。

3 矿床地球化学特征

3.1 元素相关性特征

对矿区原生晕元素相关性进行了普通聚类分析,从元素相关系数结果(表 2)、聚类分析谱系图(图 2)中可以看出,与 Au 成矿最相关的元素为 As、Sb。

表 2 聚类分析参数统计表

	Au	Ag	As	Sb	Hg	Cu	Pb	Zn	Mo	Ba	Mn	Co
Au	1.000	-0.043	0.702	0.276	0.019	0.060	-0.042	0.061	-0.007	-0.054	-0.047	-0.044
Ag		1.000	-0.033	-0.042	-0.045	-0.047	0.019	-0.014	0.110	0.780	0.605	0.281
As			1.000	0.207	0.040	0.065	-0.011	0.066	-0.025	-0.033	-0.028	-0.047
Sb				1.000	0.306	0.237	0.401	0.354	0.040	-0.072	0.002	0.035
Hg					1.000	0.134	0.413	0.658	-0.023	-0.062	-0.068	0.077
Cu						1.000	0.319	0.278	0.130	-0.052	0.126	0.338
Pb							1.000	0.520	0.090	0.005	0.052	0.163
Zn								1.000	0.101	-0.046	0.014	0.084
Mo									1.000	0.222	0.404	0.157
Ba										1.000	0.643	0.305
Mn											1.000	0.462
Co												1.000

3.2 矿床元素组合

以浓集克拉克值和衬值大于 1 为标准(表 3),则:

5 号矿体为: Au、As、Pb、Zn、Sb、Ba、Mn、W、Bi;

10 号矿体为: Au、Ag、As、Sb、Mo(未分析 Ba、W、Bi);

1 号矿体为: Au、As、Sb(未分析 Ba、W、Bi)。

5 号矿体与 1、10 号矿体元素组合有较大差异,5 号矿体中 Pb、Zn 含量大大高于 1、10 号矿体,反映了 5 号矿体多金属硫化物阶段较为发育。

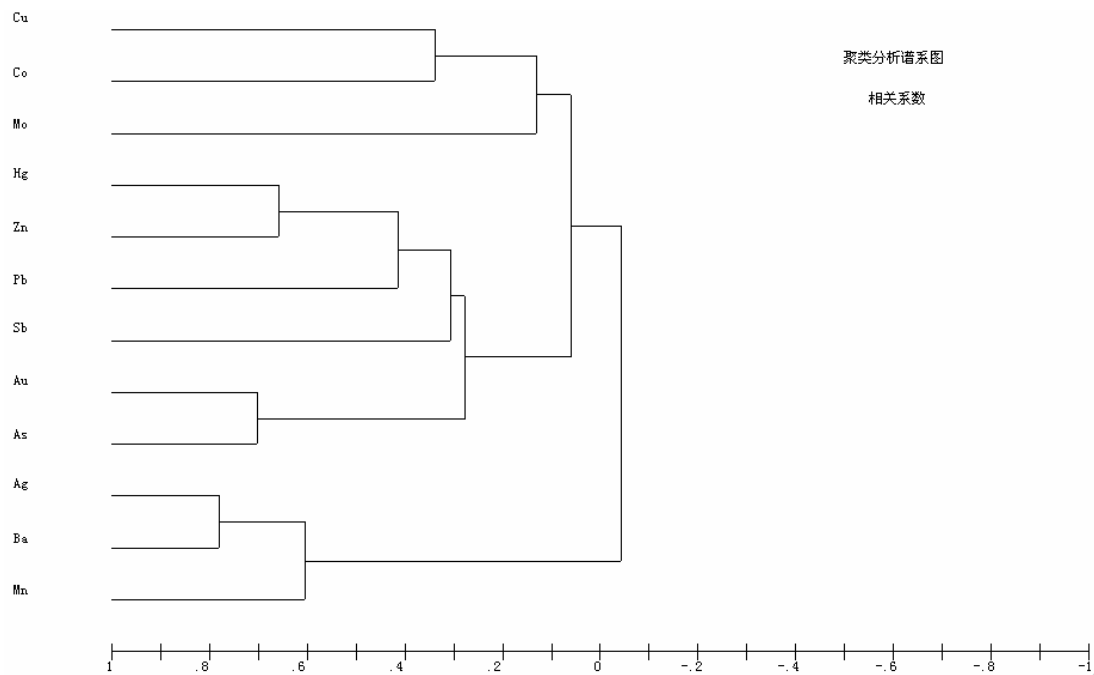


图 2 聚类分析谱系图

表 3 湖南大新金矿床元素含量(G)、衬度值 (Pc)、浓集克拉克值 (KK)

矿体		含量特征 (w(B)/ 10 ⁻⁶)							
		Au	Ag	Cu	Pb	Zn	As	Sb	Bi
5	G	1.62	0.148	27.93	67.37	214.63	3207	244.4	0.288
	KK	405	1.85	0.44	5.61	2.28	1458	407	72
	Pc	810	0.74	0.77	2.31	2.56	83.58	15.94	
10	G	5.63	0.23	48.67	27.74	63	611.5	17.33	
	KK	1407	2.87	0.77	2.31	0.67	277.95	28.88	
	Pc	2815	1.15	1.34	0.95	0.75	15.94	1.13	
1	G	4.37	0.12	29.82	28.29	58.64	2960.45	97.85	
	KK	1092	1.5	0.47	2.36	0.62	1345	163.08	
	Pc	2185	0.6	0.82	0.97	0.7	77.14	6.38	
背景值		0.002	0.2	36.21	29.14	83.96	38.37	15.33	
元素地壳克拉克值 (黎彤, 1976)		0.004	0.08	63	12	94	2.2	0.6	0.004

矿体		含量特征 (w(B)/ 10 ⁻⁶)							
		Hg	F/%	Ba	Mo	Co	Mn	Sn	W
5	G	0.052	0.0204	1305	1.119	11.78	1304	1.71	7.65
	KK	0.58	0.45	3.35	0.86	0.47	1	1	6.95
	Pc	1.73		1.84	0.51	1.04	1.67		2.32
10	G	0		634	3.63	8.6	1267		
	KK	0		1.63	2.79	0.34	0.97		
	Pc	0		0.89	1.65	0.76	1.63		
1	G	0.03			1.28	7.48	317.64		
	KK	0.34			0.98	0.3	0.24		
	Pc	1			0.58	0.66	0.41		
背景值		0.03		710	2.2	11.28	779		3.3
元素地壳克拉克值 (黎彤, 1976)		0.089	0.045	390	1.3	25	1300	1.7	1.1

4 矿床地球化学轴（垂）向分带特征

4.1 原生晕轴（垂）向分带序列

从上一至下是 As、Sb、Au、Pb、Zn、Ba、Bi、W、Mn。As、Sb 从上至下含量均较高，指示矿体向下延伸还很大。

4.2 地球化学轴（垂）向变化规律（表 4）

（1）元素含量特征：从上至下，头晕元素 As、Sb、Ba 含量均较高，尾晕元素 Mn、Co、Mo、Bi 含量均较低。

（2）元素轴（垂）向变化规律：从上至下即从第 650 m 标高至 600 m 标高，Pb、Zn、As、Sb 等逐渐降低，往下至 420 m、290 m 标高又逐渐升高，Mn 则相反，从 650 m 标高至 420 m 标高逐渐升高，至 290 m 标高又降低，说明矿体向下延伸还相当大。

（3）元素比值或分带性指数的变化规律：从上至下即从 650~600 m 标高，Pb.Zn/Mn.Bi、Pb.Zn/Mn.Mo 逐渐降低，往下 420~290 m 标高逐渐升高，Mn/Zn、Mn.Mo.Bi/Zn.Pb.Sb、Mn.Co.Mo/Ag.Sb.Zn、Mn.Mo.Co.Bi/Zn.Cu.As.Sb 逐渐升高，至 420 m、290 m 标高又降低。根据构造叠加晕反转准则（李惠等，2006），上述比值的特征反映了矿体往深部延伸很大。

表 4 大新金矿床 5 号脉轴（垂）向元素及比值或分带指数变化规律

工程号	标高/m	元素含量 (w(B)/10 ⁻⁶)											
		Au	Ag	Cu	Pb	Zn	As	Sb	Bi	Ba	Mo	Co	Mn
BT202	650	3.3	0.238	22.9	57.3	340	3790	51.9	0.215	1209	0.691	4.01	537
ZK2001	600	1.63	0.17	25.8	31	176	1020	31.8	0.315	1812	0.75	10.1	1297
ZK2002	420	1.37	0.136	22.4	36.6	188	4630	52.7	0.22	745	0.631	7.52	1366
ZK2003	290	1.33	0.167	23.4	64.7	262	5050	74.1	0.317	819	2.16	9.64	1053
工程号	标高/m	分带系数											
		As/Bi	Mn/Zn	Mn.Co/Zn.Ag	Pb.Zn/Mn.Bi	Pb.Zn/Mn.Mo	Mn.Mo.Bi/Zn.Pb.Sb	Mn.Co.Mo/Ag.Sb.Zn	Mn.Mo.Co.Bi/Zn.Cu.As.Sb				
BT202	650	17628	1.58	26.61	168.74	52.5	0.000079	2.1	2.09×10 ⁻⁷				
ZK2001	600	3238	7.37	437.82	13.35	5.61	0.0018	58.63	2.10×10 ⁻⁵				
ZK2002	420	21045	7.27	401.76	22.9	7.98	0.00052	24.71	1.39×10 ⁻⁶				
ZK2003	290	15930	4.02	232	50.78	7.45	0.00057	27.39	3.03×10 ⁻⁶				

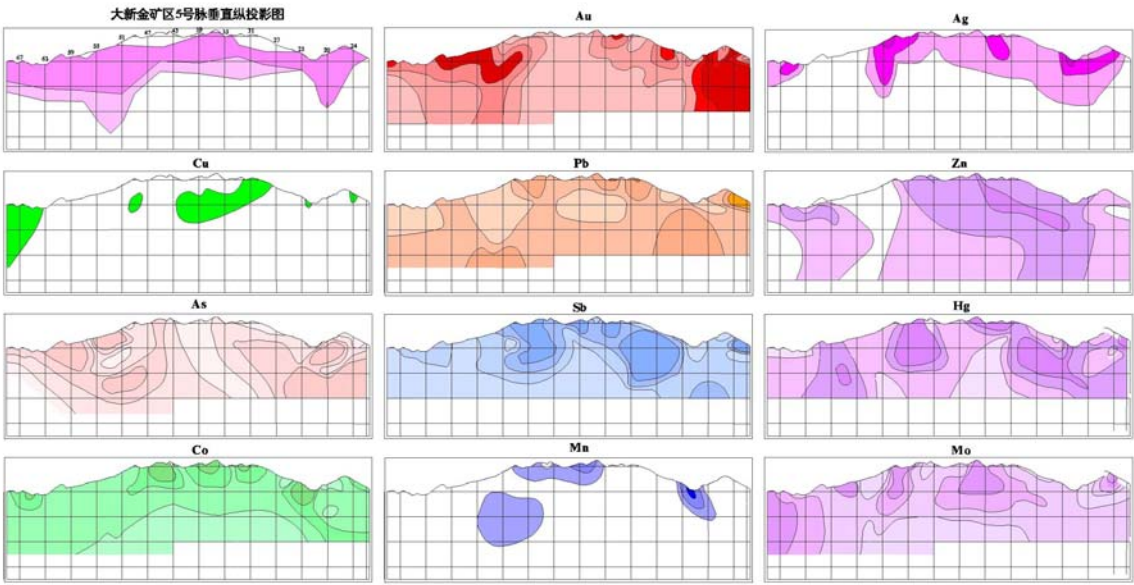
5 构造叠加晕特征及模型

构造叠加晕特征

对大新金矿区 5 号脉矿体构造叠加晕水平投影图进行了研究（图 3），矿床叠加晕总体特征是：

（1）在矿体及其周围能形成异常的元素有 Au、Ag、Cu、Pb、Zn、As、Sb、Hg、Co、Mn、Mo 等，其中 As、Sb、Hg 异常明显，是前缘特征指示元素，Au、As、Sb 异常呈正相关关系，Co、Mn、Mo 为尾晕指示元素。

（2）矿床构造叠加晕具明显的反分带特征，尾晕指示元素 Co、Mn、Mo 异常位于矿体上部，且与 As、Sb 强异常并存，往深部 Co、Mn、Mo 异常逐渐降低，根据构造叠加晕“反分带”原则（李惠等，2006），指示该矿向深部还有很大延伸。



元素含量 ($\times 10^{-6}$)	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	As	Sb	Hg	Co	Mn	Mo
外带	0.5	0.1	20	30	60	1200	30	0.03	6	500	0.7
中带	1.0	0.2	40	60	120	2400	60	0.06	12	1000	1.4
内带	1.5	0.3	60	90	180	3600	90	0.09	18	1500	2.1

图3 湖南大新金矿床5号脉矿体构造叠加晕垂直纵投影图

5.2 构造叠加晕模型

根据湖南大新金矿床成矿成晕特征，总结出大新金矿床构造叠加晕理想模式(图4)，矿床前缘晕特征指示元素为 As、Sb、Hg，尾晕特征指示元素为 Co、Mn、Mo，已知矿体深部若出现前、尾晕元素异常共存，指示矿体向下延伸很大或深部还有盲矿存在。

6 成矿预测

应用总结出的矿床构造叠加晕模型，对矿体深部进行成矿预测，认为矿区5号脉矿体在20—28线构造叠加晕出现了 Co、Mn、Mo 尾晕元素异常和 As、Sb 前缘晕元素异常并存特征，在45—63线出现了 As、Sb 前缘晕元素异常和 Au、Pb、Zn 近矿晕元素异常并存特征，预测矿体在这两处地段深部应有较大延深。

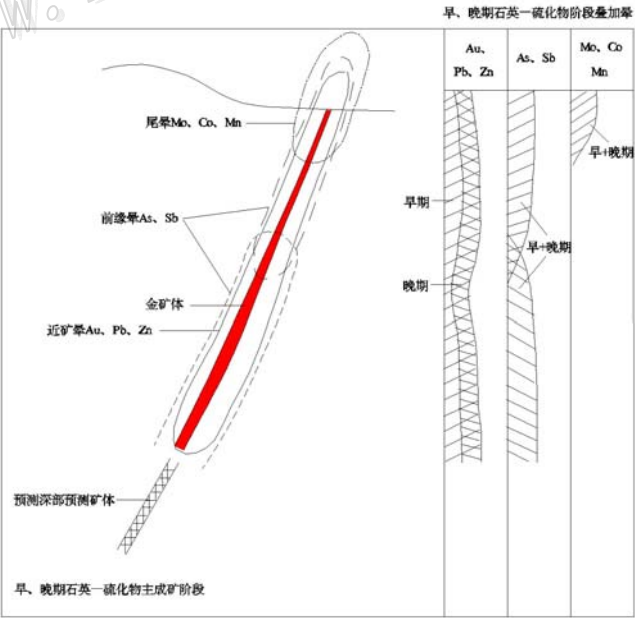


图4 湖南大新金矿床构造叠加晕理想模型

参考文献

李 惠, 张国义, 禹 斌. 2006. 金矿区深部盲矿预测的构造叠加晕模型及找矿效果[M]. 北京: 地质出版社. 第 46 页.