

破山银矿床地球化学特征及异常模式研究

张传庭

(河南省地矿厅第三地质调查队·信阳市)

河南桐柏破山银矿床属层控中低温热液型。本文从区域、矿区、矿床地球化学特征及异常模式研究入手,总结出本类银矿床的最佳指示元素,建立了矿致异常元素的垂向和水平分带序列,对寻找该类型矿床有一定指导意义。

关键词 破山层控银矿床 最佳指示元素 元素分带序列

矿区地质特征

破山银矿位于秦岭褶皱系东段南支,桐柏县围山城金银成矿带的西端。该成矿带西起泌阳县大磨,东至桐柏县朱庄乡,全长约25km,呈东宽西窄的楔形。

矿区北部出露桃园花岗岩体,北西端为梁湾花岗岩体;矿区南部为地层分布区,大栗树组(Pt₃d)由变质细碧—石英角斑岩组成,系歪头山组(Pt₃w)上覆地层,二者呈断层接触。区内歪头山组可划分为上、中、下三部分,共20个岩性段:上部有5个岩性段,为破山银矿床的赋矿层位;中部有6个岩性段,为银洞坡特大型金矿床的赋存层位;下部有9个岩性段,为老洞坡、河坎等小型银矿床赋存层位。该组为一套中浅变质火山—沉积岩系,由云母石英片岩、变粒岩类、角闪片岩类、大理岩和少量石英岩组成。上述地层组成了河前庄背斜,背斜北翼西端部分地层被桃园花岗岩体吞噬。

成矿带受北西向构造控制,构造变形强烈,河前庄背斜纵贯全区。断裂及挤压破碎带发育,北西向构造形成时间较早,规模大,以压扭性为主,与成矿关系密切。

矿床位于河前庄背斜北西倾伏端的西

翼,主要工业矿体分布在一系列平行的北西向层间挤压破碎带中,其特点是岩石较破碎、围岩蚀变强烈,矿体密布,呈不规则似层状、脉状、透镜状等,矿体产状与地层基本一致,平面上呈雁行状,剖面上呈多层状叠瓦式排列。

主要金属矿物为辉银矿,次为自然银。金属硫化物与银关系密切,主要有方铅矿、闪锌矿、黄铁矿等。围岩蚀变主要有硅化、绢云母化、碳酸盐化,次为绿泥石化、粘土化等。

地球化学特征

1. 区域地球化学特征

(1) 地层地球化学特征 为对比地层的含矿性,测试了区内地层中与成矿有关元素的含量:大栗树组分析200个样品,Ag、Pb、Zn、Cu的平均值分别为0.3、17.6、76.4、59.1($\times 10^{-6}$),浓集克拉克值分别为4.3、1.1、0.9和1.3;歪头山组分析407个样品,Ag、Pb、Zn、Cu的平均值分别为0.9、43.4、116.3和39($\times 10^{-6}$),浓集克拉克值分别为12.9、2.7、1.4和0.8。以上结果表明,Ag、Pb在两个层位中均较富集,歪头山组又明显高于大栗树组,前者为

本文1992年11月收到,李春兰编辑。

Ag、Pb 的含矿层位。

律，计算了 20 个岩性段有关元素的平均值

(2) 含矿层微量元素分布特征 为了研究歪头山组含矿地层成矿成晕元素的分布规

(\bar{X})和浓集克拉克值 (表 1)。

表 1 歪头山组各岩性段成矿成晕元素平均值(\bar{X})和浓集克拉克值(KK)

段号	样品数	Ag		Pb		Zn		Cu		测试单位
		\bar{X}	KK	\bar{X}	KK	\bar{X}	KK	\bar{X}	KK	
Pt ₃ w ₃ ⁵	88	0.27	3.86	17.07	1.07	98.1	1.19	28.88	0.61	成都地质学院实习队
Pt ₃ w ₃ ⁴	92	0.38	5.43	20.49	1.26	122.2	1.47	53.63	1.14	
Pt ₃ w ₃ ³	11	2.17	38.71	15.71	0.98	43.3	1.12	22.93	0.49	
Pt ₃ w ₃ ^{2.1}	105	8.22	117.43	96.64	6.04	224.1	2.70	46.07	0.98	
Pt ₃ w ₃ ¹	117	0.52	7.43	30.11	1.88	96.44	1.16	28.88	0.61	
Pt ₃ w ₂ ⁶	50	0.36	5.14	12.91	0.81	96.96	1.17	75.64	1.61	
Pt ₃ w ₂ ⁵	72	0.63	9.00	26.04	1.63	96.0	1.16	47.76	0.59	
Pt ₃ w ₂ ⁴	58	0.41	5.86	22.95	1.43	83.60	1.01	41.22	0.88	
Pt ₃ w ₂ ³	563	0.51	7.29	23.27	1.45	101.18	1.22	30.01	0.64	
Pt ₃ w ₂ ²	118	2.87	41.0	198.71	12.42	140.0	1.69	50.9	1.08	
Pt ₃ w ₂ ¹	125	0.54	7.71	42.39	2.65	130.7	1.57	30.0	0.64	
Pt ₃ w ₁ ⁹	55	0.43	6.14	18.4	1.15	109.23	1.32	57.27	1.22	
Pt ₃ w ₁ ⁸	297	0.41	5.86	35.78	2.24	98.4	1.19	36.24	0.77	
Pt ₃ w ₁ ⁷	48	0.50	7.14	17.0	1.06	109.0	1.31	68.14	1.45	
Pt ₃ w ₁ ⁶	297	0.57	8.14	20.76	1.30	104.2	1.26	50.72	1.08	
Pt ₃ w ₁ ⁵	3	0.63	9.0	18.0	1.13	100	1.20	23.33	0.50	
Pt ₃ w ₁ ⁴	28	0.50	7.14	8.51	0.53	100	1.20	23.93	0.72	
Pt ₃ w ₁ ³	11	0.40	5.70	21.37	1.33	42.0	0.51	15.0	0.32	
Pt ₃ w ₁ ²	253	2.72	39.0	74.4	4.7	164.4	1.98	30.3	0.64	
Pt ₃ w ₁ ¹	56	0.45	6.43	11.7	0.73	53.9	0.65	17.7	0.38	

1 上含矿层; 2 中含矿层; 3 下含矿层。

由表 1 可以看出, Ag 在上、中、下含矿层中富集程度均很高, 分别是地壳克拉克值的 117、41 和 39 倍; Pb、Zn 也相对富集。说明含矿地层在成岩及区域变质作用过程中 Ag、Pb 等元素被初步富集, 因此, 矿床在区域成矿带上具有 Ag、Pb 高背景特征。据成都地质学院郑明华等的研究资料, 从正常围岩→远矿围岩→近矿围岩, 成矿元素的含量呈鞍状模式。说明地层中的成矿物质在成矿过程中发生了强烈的活化转移。

(3) 围岩蚀变与矿化富集关系 近矿围岩蚀变主要有硅化、绢云母化和碳酸盐化。

其中以硅化最为强烈; 绢云母化和碳酸盐化次之, 且常见其叠加于硅化蚀变带上。元素分析结果表明, 该成矿带上的破山、银洞坡和老洞坡 (矿点) 三个矿区中, 发生硅化 (在成矿断裂、挤压破碎带上绢云母化和碳酸盐化常与硅化叠加) 的各类岩石中 Ag、Pb、Zn、Cu 均有不同程度的富集。但是, 在破山矿区和银洞坡矿区硅化发生在炭质绢云母石英片岩 (赋矿围岩) 比发生在绢云母石英片岩中对成矿更有利; 在老洞坡矿点, 硅化发生在绢云 (白云) 石英片岩 (赋矿围岩) 比发生在浅粒岩中更有利于成矿。

2. 矿区地球化学特征

(1) 矿区各类岩(矿)石中微量元素特征 地表及钻孔岩石测量结果(表2)表明,除矿体外,炭质石英片岩(赋矿围岩)中成矿及伴生元素的含量比其他岩石居高,矿体及赋矿岩性段(Pt₃w)的炭质绢云石英片

岩相对富F、Mn、Cu,说明矿区北部桃园花岗岩体侵入时带入了大量的F等矿化剂元素,使含矿层中的Ag、Pb、Zn等再次被活化浸出,与区域变质热液混合形成的含矿热液沿构造破碎带交代充填,在构造有利部位富集成矿。

表2 歪头山组上部各类岩(矿)石微量元素的含量($\times 10^{-6}$)

地层	岩(矿)石	样数	Ag	Pb	Zn	Cu	Mo	Mn	Co	Ni	Ba	F
Pt ₃ w ₄	黑云变粒岩	30	0.25	30.2	113.0	23.5	1.3	651.0	14.7	10.4	472	496
	黑云斜长片岩	45	0.25	30.0	135.0	29.2	1.5	629	17.7	13.4	462	161
	斜长角闪片岩	60	0.3	24.6	153.0	45.2	0.9	627	23.3	25.2	308	487
Pt ₃ w ₃	黑云变粒岩	55	0.28	31.7	121	27.6	1.4	667	9.6	10.8	319	485
Pt ₃ w ₂	A ₁ 矿体	50	278	10316	7467	115.7	1.8	4326	21.5	38.1	176.2	643.6
	炭质绢云石英片岩	60	3.0	112.6	209.0	43.1	2.6	781	18.9	28.7	211	547
	黑云变粒岩	40	0.59	40.7	181	24.8	1.8	578	6.5	5.7	302	539
Pt ₃ w ₁	绢云石英片岩	50	0.58	36.4	206	29.4	1.7	544	14.4	12.1	381	439
	黑云变粒岩	60	0.57	34.7	165	28.9	1.6	602	10.4	9.1	340	457
	黑云斜长片岩	65	0.54	36.4	151	36.7	1.7	623	20.3	21.2	430	500
Pt ₃ w ₂ ⁶	斜长角闪片岩	30	0.24	16.9	194	91.8	1.5	800	43.2	41.9	144	323
地克拉克值(维氏,1962)			0.07	16	83	47	1.1	1000	18	58	650	660

(2) 围岩蚀变过程中元素带入带出 采用巴爾特的岩石化学计算方法,以1600个氧原子体积作为比较岩石之间造岩元素阳离子在量上的差别及变化。由正常围岩与相邻

近矿蚀变围岩的化学成分计算出岩石单位岩胞中的阳离子以及所测定的微量元素的含量,进一步求得各类蚀变岩石中造岩元素和微量元素的浓集系数(表3)。

表3 破山银矿区各类蚀变岩石常量及微量元素浓集系数

原岩	蚀变类型	Si ⁴⁺	Al ³⁺	Fe ³⁺	Fe ³⁺ +Fe ²⁺	Mn ⁴⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Ag	Pb	Zn	Cd	Cu	Mo	Co
炭质绢云石英片岩	硅化	1.04	0.80	2.14	1.15	2.0	0.78	0.62	0.04	1.32	>10	7.5	2.67	5	2.3	1	3.6
	碳酸盐化	0.93	0.68	3.0	3.59	23.0	2.50	2.85	0.02	0.97	>2	7.5	1.33	2	1.0	0.4	1.4
变粒岩	绢云母化	0.68	1.09	2.09	1.05	0.5	1.36	2.0	0.9	3.89	25	11.7	4.3	1.4	1.5	1	2.0
	碳酸盐化	0.98	0.89	1.45	0.91	1.0	1.27	0.76	0.01	2.95	21.3	23.3	7.5	4	1.3	0.3	1.7
斜长角闪片岩	碳酸盐化	0.98	0.95	0.68	0.94	2.0	0.83	1.07	0.39	2.14	26.7	1.7	1.3	1	0.9	1.7	1
	绿泥石化	0.47	0.98	1.06	1.05	1.0	1.0	0.69	0.81	0.93	1.7	1.7	2.0	1.0	1.0	1.0	0.8

注:浓集系数>1为带入元素;浓集系数<1为带出元素。

由表3可以看出,炭质绢云母石英片岩中:硅化带入的元素有Si、Fe³⁺、Fe³⁺+Fe²⁺、Mn⁴⁺、K⁺和Ag、Pb、Zn、Cd、Cu、Co;碳酸盐化带入的元素有Fe³⁺、Fe³⁺+Fe²⁺、Mn⁴⁺、Mg²⁺、Ca²⁺和Ag、Pb、Zn、Cd、Cu、Co。在变粒岩

中:绢云母化带入的元素有Al³⁺、Fe³⁺、Fe³⁺+Fe²⁺、Mg²⁺、Ca²⁺、K⁺和Ag、Pb、Zn、Cd、Cu、Co;碳酸盐化带入的元素有Fe³⁺、Mg²⁺、K⁺和Ag、Pb、Zn、Cd、Cu、Co。在斜长角闪片岩中:碳酸盐化带入Mn⁴⁺、Ca²⁺、K⁺和Ag、Pb、Zn、Mo

等。上述蚀变带带入的组分类似，稳定带出的是 Na^+ ，带入的是 Ag、Pb、Zn，但硅化对 Ag、Pb、Zn 等的富集更明显。

(3) 不同岩石中 η_s 、 ρ_s 平均值与 Ag、Pb、Zn、Cu 含量对应关系 (表 4) 由表 4 可以看出，矿石和炭质绢云石英片岩中，Ag、Pb、Zn、Cu 含量与视极化率(η_s)呈正比，与电阻率(ρ_s)成反比。矿区勘探资料表明，凡出现 Ag、Pb、Zn 高异常与高级化

率、低电阻率异常相吻合的地段，钻探验证均见到矿，故可以作为矿致异常特征。

矿床地球化学特征

1. 单矿物中微量元素特征

用化学定量方法测定了主要矿石矿物方铅矿、闪锌矿、黄铁矿中的 Au、Ag、Zn、S、Cd、Cu、Ni、Co 等的含量 (表 5)。由表 5 可以看出，Au、Ag 的载体矿物

表 4 矿山矿区不同岩(矿)石 η_s 、 ρ_s 与成矿成晕元素含量(10^{-6})对应关系

岩性	标本数	η_s (%)	ρ_s ($\Omega \cdot m$)	样品数	Ag	Pb	Zn	Cu
矿石	32	20.96	20.0	30	278	10317	7467	115.7
炭质绢云石英片岩	184	2.02	139	50	3.0	112.6	209.0	43.1
绢云石英片岩	628	1.87	181	55	0.58	36.4	206.0	29.4
变粒岩	326	1.9	230	60	0.59	40.7	181	24.8
斜长角闪片岩	152	1.15	351	58	0.30	24.6	153.0	45.2

表 5 主要单矿物中微量元素的平均含量($\times 10^{-6}$)表

单矿物	Au	Ag	Pb	Zn	Cd	S	Cu	Co	Ni
方铅矿(7)	1.37	4291.4	847700	2300	76.0	136100	350		
闪锌矿(9)	1.87	369.0	4100	618600	8200	328600	1570		
黄铁矿(8)	8.54	1630.3	10830	4600	56.0	518000	232.5	133.9	144.4

主要是方铅矿和黄铁矿，其次是闪锌矿；Cu、Cd 在闪锌矿中含量较高；Co、Ni 在黄铁矿中含量较高。

2. 矿石中元素相关关系

取 40 个矿石样品的分析结果作 R 型点群分析，其谱系图如图 1 所示。由图可以看

Cd 与 Zn 元素最密切；Co、Ni、As 是黄铁矿化的特征元素组合；Mo、Co 是矿床中少量铜、钼矿化的元素组合，与前两组元素相比，Cu、Mo 相关系数较小；Mn 单成一组，是碳酸盐化的特征元素。

0 勘探线剖面 A_1 矿体 33 个矿石样品微量元素分析结果所得相关矩阵表明，Ag、Pb、Zn、Cd 之间呈显著正相关；Ni、Co、Mn 之间呈显著正相关；Ag 与 Mn、Ni、Co 与 F，As 与 Ni 呈弱正相关；Sr 与 Cd 为显著正相关，Sr 与 Pb、Zn 呈弱正相关。

A_1 矿体 33 个矿石样分析结果作因子分析，其正交因子解的结果为： F_1 因子有 Cd、Zn、Pb、Ag； F_2 因子有 Ni、Co、Mn； F_3 因子为 As； F_4 因子有 Cu、Mo； F_5 因子有 Ba 和 Sr。由此可见， F_1 是主成矿因子，在各因子解中具有最大的方差贡献，是主成矿阶段 Ag、Pb、Zn、Cd 矿化的组合特征； F_2 因子则反映主成矿阶段早期晶出矿物黄铁矿的元素组合特征。

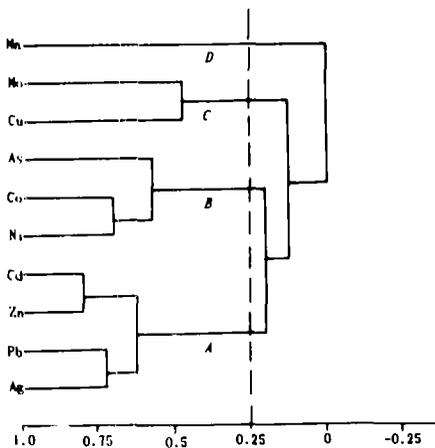


图 1 矿石 R 型点群分析谱系图

出，10 个元素可分为四组，Ag、Pb、Zn、Cd 是本矿床银、铅、锌矿化的特征元素组合，主要赋存于银、铅、锌矿物中，其中

综上所述, 该矿床的最佳指示元素组合为 Ag、Pb、Zn、Cd 和 Cu、Mn、Ni、Co、Mo。

3. 元素分带特征

采用 C.B. 格里戈良分带指数法计算了不同剖面 (0 和 W_8 勘探剖面) 元素轴向分带序列, 结果从上到下为 As、Pb—Ag—Cu—Ni—Co—Mn—Mo、Cd、Zn。

元素水平分带按成晕元素在地表矿异常内的平均晕宽计算, 元素侧向扩散距离由大到小为 Ag—Zn—As—Pb—Cd—Cu—Ni—Mn—Mo—Co。说明前 5 个元素扩散能力强, 均能形成较好的地球化学异常。

4. 矿体中的元素对比值特征

选择 0 勘探线剖面的 A_1 矿体, 计算了矿上与矿下元素对比值 (表 6)。由表 6 可

表 6 破山矿区 A_1 矿体元素对比值特征

异常部位	元素对比值					
	Ag × 100 / Zn	Ag / Cd	Ag / Mo	As × 100 / Zn	Pb / Zn	Ag × 100 / Pb
地表近前缘	4.2	7.1	8.9	1.8	1.8	2.4
上中部	2.3	1.0	> 18.9	0.8	1.1	2.13
中下部	1.2	0.8	9.1	0.1	0.6	2.1
近尾部	0.2	0.2	1.5	< 0.08	0.4	0.53

以看出, 从地表近前缘→矿体中上部→矿体中下部→矿体近尾部, 各元素对比值呈有规律的递减, 这一特征可作为判别矿体剥蚀程度的指标。

矿区地球化学异常特征

1. 土壤地球化学异常特征

在围山城金银成矿带上, 同时开展了土壤测量和激电测量, 测网为 50m × 20m, 完成面积 21.79km², 圈出化探异常 13 处, 激电异常 5 个, 其中破山和银洞坡矿区物化探异常套合最好, 均属甲类异常。破山矿区激电及次生晕异常如图 2 所示。Ag、Pb 异常和激电异常均沿歪头山组上部第二岩性段 (Pt₃w₃²) 呈带状展布, 表明异常受断裂破碎带及层位岩性双重控制, 矿体部位异常浓度高, 浓集中心明显, 且连续性好。Ag、Pb 异常具有清晰的内、中、外带结构, 异常内带指示矿体的赋存部位, 并与激电高异常带相对应。

2. 岩石地球化学异常特征

地表岩石测量沿矿化带进行, 网度 50m × 10m, 在探槽内取样, 所获 Pb、Zn 异常 (图 3) 受炭质绢云石英片岩和构造破碎带控制, 具有明显的内、中、外带、内带

与已揭露的地表矿体相吻合。

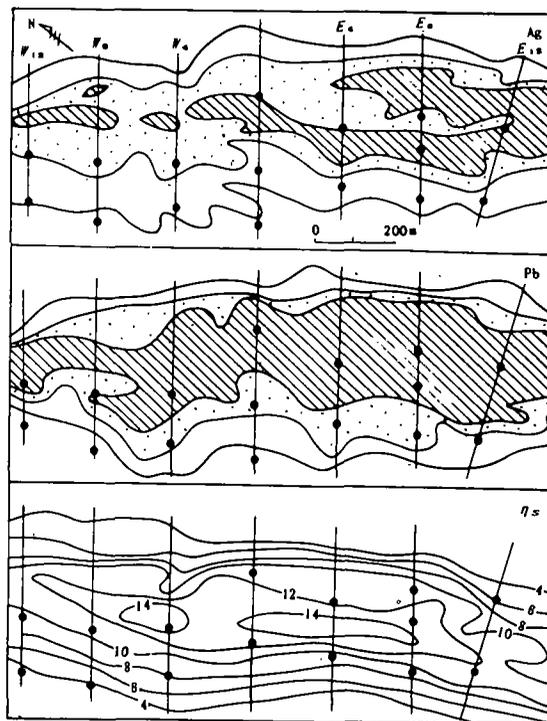


图 2 破山银矿区次生晕及激电异常图

Ag 异常: 外带 5~20、中带 20~50、内带 > 50 × 10⁻⁶;

Pb 异常: 外带 100~300、中带 300~1000、外带 > 1000 × 10⁻⁶

矿床剖面地球化学异常 (图 4) 特征表明, Ag、Pb、Zn 异常规模、形态和内部结

构基本相同, 均具内、中、外三个带, 矿体上盘异常较下盘异常发育。从垂向上看, 元素分布也具有一定的分带性, As 异常在矿体上部发育, 出现中—内带, 向深部含量渐

降, Cu 异常强度由浅到深也逐渐下降; Zn、Cd 异常在矿体中下部发育, Mo 异常由浅至深呈渐增趋势; Mn 异常的中—内带见于矿体中下部。

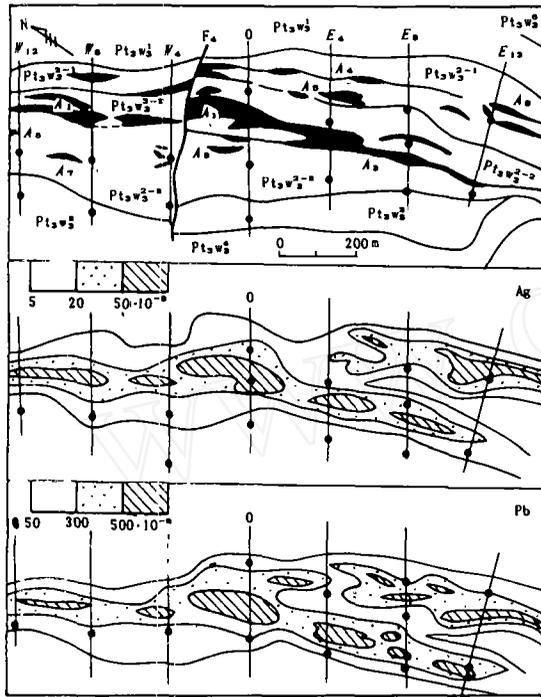


图3 破山矿区地质及原生晕异常平面图
Pt₃w₃⁴ 歪头山组上部第4—1岩性段;
1—矿体; 2—断层; 3—钻孔

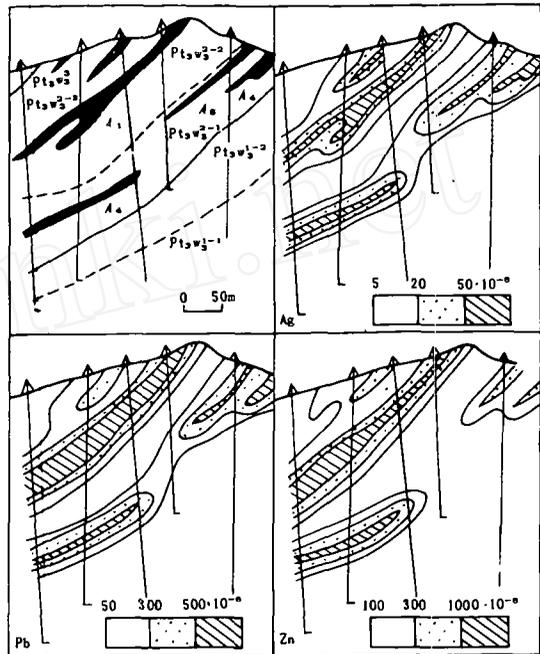


图4 勘探线剖面原生地球化学异常
(图例同图3)

综上所述, 在破山矿区凡出现 Ag、Pb 组合高值异常, 伴有高极化率、低电阻率异常, 且异常套合好, 均受构造破碎带和一定

层位岩性控制, 预示下部有矿体存在。应用上述物化探综合指标在矿区外围开展找矿预测, 可取得良好效果。

Geochemical Features and Anomaly Patterns of the Poshan Silver Deposit, Tongbai, Henan

Zhang Chuanting

The deposit we studied is of the stratabound meso-epithermal type. On the basis of the features and pattern of geochemical anomalies over this area, mining district and deposits, we have ascertained the optimal indicator elements and established the vertical and horizontal zoning sequences of the elements causing the occurrence of ores. No doubt, this information is of great importance to the exploration of such type deposits.