

黄沙坪铅锌矿伴生银矿化特征研究

王静纯 姚 永 王康遥 汪元成 施倪承 刘 卫

(北京有色矿产地质研究所)

(黄沙坪铅锌矿)

(中国地质大学·北京)

黄沙坪铅锌矿银的赋存状态有 3 种, 即独立银矿物相、非晶态银和类质同象银。查明了银的分布规律和富银地段。研究了不同矿石类型银的含量和定量分配。通过研究银矿物的粒度、嵌布关系和银载体矿物特征, 为确定合理的选矿工艺, 提高银的回收率提供了依据。

关键词: 黄沙坪铅锌矿; 伴生银; 独立银矿物; 非晶态银; 类质同象银; 富银地段



黄沙坪铅锌矿位于华南准地台赣湘桂粤褶皱带中部, 为一大型岩浆期后中—高温热液矿床。Ag 品位 93g/t, 伴生 Ag 储量已达中型规模。

含银矿石特征

矿石类型复杂。按矿石成因和赋矿岩性可分为如表 1 所示的 4 种矿石类型, 而以碳酸盐型为主。碳酸盐型为含 Ag 最高的富铅矿石; 接触交代型为低 Ag、高 Pb 的锌矿石。

Ag 与 Pb 呈正相关, Ag 与 As 为负相关。矿石平均含 Sn 0.22%、W 0.1174%、Bi 0.0199%、Hg 0.2271ppm、Sb 0.0161%, 均可综合利用。共发现矿石矿物 40 余种。

矿石结构复杂。交代结构发育的矿石, 银矿化强烈; 块状、不规则条带状、网脉状和角砾状构造的矿石与 Ag 关系密切。块状铅锌银矿石常见多期次矿液活动现象, 一般 $Pb+Zn > 20\%$, $Ag > 100g/t$, 主要为碳酸盐型矿石。浸染状铅锌伴生银矿石, 通常 $Pb+Zn < 1.5\%$, $Ag < 50g/t$, 主要为粉砂岩型、夕卡岩型和接触交代型矿石(表 2)。由表 2 可见, 含方铅矿最多的矿石, 含 Ag 也最高。Ag 含量与硫化物矿化强度有关。

毒砂与银矿化强度呈负相关关系。硫化物中, 毒砂生成温度最高, 形成于硫化物矿化早期。毒砂含量高的矿石, 则 Ag 含量低, 如接触交代型矿石, 毒砂占 12.895%, Ag 含量 17.22g/t; 碳酸盐型矿石毒砂仅占 2.712%, Ag 含量为 141.9g/t。

表 1 各类矿石主要金属含量(%)

矿石类型*	Pb	Zn	Cu	TFe	Mn	Sn	As	S	Au (g/t)	Ag (g/t)
碳酸盐型	10.28	12.55	0.55	21.18	1.08	0.19	0.993	27.43	0.0295	141.9
砂岩型	4.64	19.70	0.79	21.64	0.31	0.11	0.898	27.70	0.0336	40.69
接触交代型	1.14	13.48	0.12	17.03	0.33	0.089	5.339	13.51	0.0025	17.22
夕卡岩型	3.63	13.79	0.20	33.08	0.35	0.042	1.442	27.77	0.0133	34.75

* 沿用矿山分类

本文 1992 年 6 月收到。

表 2 各类型矿石主要矿物相对含量(%)

矿石类型	方铅矿	闪锌矿	黄铜矿	毒砂	磁黄铁矿	黄铁矿、白铁矿	其他矿物	备注
综合型(II)	8.251	25.71	0.776	3.821	3.835	36.028	20.855	采自 165~309m
碳酸盐型	11.791	25.276	1.038	2.712	2.840	33.926	21.654	采自 165~309m
砂岩型	5.358	38.051	2.014	2.173		28.790	23.215	采自 165~309m
接触交代型	1.332	26.653		12.895		6.601	45.519	采自 165~309m
夕卡岩型	4.182	20.547		2.809	14.489	31.470	26.503	采自 165~309m

银矿物特征

1. 主要银矿物

本区已发现深红银矿、淡红银矿、脆银矿、柱硫锑铅银矿、银黝锡矿、含银黝锡矿、银黝铜矿、辉锑银矿、辉银矿—螺状硫银矿等银矿物。

根据镜下观察与统计,各种银矿物的相对含量(%)为:深红银矿 25~30,银黝铜矿 20~25,银黝锡矿 16~18,辉锑银矿 8~10,含银黝锡矿 4~6,柱硫锑铅银矿 7~8,脆银矿 4~5,辉银矿—螺状硫银矿 3~5,淡红银矿 2~4。

本区银矿化系列较丰富(表 3)。Ag—Sb 是本区重要的矿化元素对。

表 3 银矿化系列简表

矿化系列	典型矿物
Ag-Sb-S	深红银矿、脆银矿、辉锑银矿
Ag-Cu-Sb-S	银黝铜矿
Ag-Pb-Sb-S	柱硫锑铅银矿
Ag-Sn-Cu-Fe-S	含银黝锡矿—银黝锡矿
Ag-S	辉银矿—螺状硫银矿

深红银矿(Ag_3SbS_3):是本区最重要的银矿物,分布广泛,化学成分稳定,含 Ag 57.80~60.65%,是 Ag 的主要工业矿物。粒度从 200 μm 至几微米不等,自形一半自形柱状,少数为他形粒状、微细脉状和填隙状。常产在闪锌矿和(或)方铅矿的裂隙中或晶粒间,大量晶出于低温矿化阶段。按目前生产工艺,有 50~60%的深红银矿可

解离为单体。

银黝锡矿—含银黝锡矿 $[(Ag, Cu)_2SnFeS_4]$:这两种矿物实际上是 Ag 含量连续变化的类质同象系列的两个端员矿物相,是本区常见的银矿物,含 Cu 6.6~9.16%,含 Ag 31.79~2.55%。粒度一般在 10 μm 以下,甚至小于 2 μm ,少数达 40~60 μm ,分布在方铅矿与闪锌矿裂隙内,或呈出溶状出现在上述矿物或黝锡矿之中。含 Ag 低者反射光下为灰白色带黄褐色、浅棕色色调,含 Ag 高者带淡草绿色色调,具黄褐色、浅蓝色与灰绿色偏光色,非均质性清楚。

柱硫锑铅银矿($PbAgSbS_3$):为本区较重要的银矿物,含 Ag 17.27~18.90%,粒度 3~16 μm ,产在方铅矿或硫盐矿物隙间,为交代硫化物与硫盐矿物的产物,呈等轴粒状、不规则状或乳浊状。大部分不能解离成单体。

银黝铜矿 $[Ag_xCu_{10-x-x}(Cu, Fe, Zn)_2(Sb, As)_4S_{13}]$:以 Cu 与 Ag 和 Fe 与 Zn 的置换为特点。黝铜矿→银黝铜矿,从不含 Ag→富含 Ag,其含量最高可达 37%。银黝铜矿含 Ag 8.21~17.52%,含 Cu 17.55~27.29%,Fe 1~8%,Zn 5~11%。含 Ag 低者呈现浅绿色反射色,含 Ag 较高者呈灰色反射色。形成时间较早,从中温矿化阶段开始晶出,一直持续到低温矿化阶段早期。为本区重要的银矿物之一。粒度大部分小于 50 μm 。

脆银矿 ($5Ag_2S \cdot Sb_2S_3$)、辉锑银矿 ($AgSbS_2$)和辉银矿—螺状硫银矿 (Ag_2S)含量较少,辉锑银矿见于接触交代型矿石中,其

表 4 银矿物电子探针分析(%)

矿物名称	元素含量 (%)											样品数	
	Ag	S	Sb	Fe	Mn	Cu	Bi	Se	As	Pb	Zn		Sn
深红银矿	57.80~60.65 59.05	17.13~19.18 18.48	19.71~21.69 20.95	0.00~0.33 0.23	0.08~0.25 0.17	0.00~0.22 0.09	0.00~0.99 0.75	0.00~0.10 0.04	0.07~0.15 0.10	0.00~0.95 1.60	5.04~11.53 7.69	0.00~0.55 0.08	7
银黝铜矿	8.21~17.52 14.67	22.66~32.14 25.70	25.62~29.39 27.06	0.47~8.00 3.48		17.55~27.29 22.15							10
脆银矿	67.80~68.80 67.85	14.64~14.91 14.78	15.80~16.06 15.93	0.72~0.73 0.73	0.23~0.23 0.23	0.00~0.00 0.00	0.71~0.72 0.72	0.00~0.00 0.00	0.11~0.11 0.11	0.00~0.00 0.00		0.00~0.00 0.00	2
扎硫铋银矿	17.27~18.90 18.36	17.15~17.43 17.24	20.51~21.77 21.35	0.01~0.07 0.06	0.04~0.05 0.04	0.00~0.40 0.13	0.23~0.83 0.43	0.00~0.00 0.00	0.05~0.11 0.07	40.36~40.79 40.50		0.00~0.12 0.08	3
辉银矿	32.46~34.34 33.40	22.57~24.41 23.49	39.98~42.09 41.04	1.01~3.15 2.08									2
银黝铜矿	25.87~31.79 28.83	25.06~25.83 25.75		8.43~9.29 8.86		6.60~9.16 7.88					2.19~3.71 2.95	25.16~26.27 25.72	2
含银铜锡矿	2.55~9.30 5.93	32.56~33.87 33.22		9.50~10.46 9.98		23.19~25.19 24.59					0.89(1)	24.19~27.54 25.87	2

* 为能谱分析

他均见于碳酸盐型矿石,属中—高含银矿物。辉银矿主要分布于闪锌矿裂隙中,辉银矿—螺状硫银矿产于方铅矿中,有的与金红石连晶,粒度仅几微米。脆银矿以出溶体出现在方铅矿中,粒度小于 60 μm 。

主要银矿物化学成分见表 4。

银矿物粒度 80% 以上小于 50 μm , 50 μm 以上者不足 20%, 小于 2 μm 的约占 1/4(表 5)。

表 5 银矿物粒度分布

粒度(μm)	分布率(%)	累计(%)
> 750	19.05	
50~20	23.81	42.86
20~10	12.70	55.56
10~5	14.29	69.86
5~2	6.35	76.20
< 2	23.81	100.01

银矿物嵌布关系见表 6。嵌布形式以粒间型为主,其中方铅矿粒间和闪锌矿粒间的银矿物嵌布率约占 50%,粒间型嵌布的银矿物约占银矿物总量的 60%。连晶型嵌布的银矿物约占银矿物总量的 19%,银矿物与方铅矿连晶的分布率约 7.9%,两者为同期、同阶段的产物。其次是与脉石连晶,主要是与石英连晶,分布率约占 6.4%。脉型嵌布的银矿物主要产在方铅矿与闪锌矿中,分布率为 6.4%(表 6)。

表 6 主要银矿物嵌布特征

嵌布形式	载体矿物	分布率(%)	累计(%)
被包裹型	方铅矿中	1.6	
	闪锌矿中	3.2	4.8
	黄铜矿及其他矿物中	1.6	6.4
粒间型	闪锌矿间	25.4	31.8
	方铅矿间	25.4	57.2
	其他矿物(及其脉石)间	11.1	68.3
脉型	方铅矿中	6.4	74.4
	闪锌矿中	6.4	80.8
	其他矿物中		
连晶型	与方铅矿	7.9	88.7
	与黄铜矿	1.6	90.3
	与闪锌矿	1.6	91.9
	与脉石	6.4	98.3
	与其他金属矿物	1.6	100.2

2. 微晶银

本区除了镜下发现的近 10 种银矿物外, 还存在粒度在 $1\mu\text{m}$ 以下的银矿物, 称之为微晶银。微晶银主要分布在硫化物的界面上、方铅矿与闪锌矿颗粒之间, 以及微晶洞中, 特别是三角形的孔隙中。粒度多在 $n \times 100 \sim 1000\text{nm}$ 之间。由于粒度太小, 难以获得定量分析结果。根据能谱分析, Ag 的含量为 3.290~26.779%。微晶银多形成于第二期铅锌矿化阶段, 为微粒独立银矿物(表 7、8,图 1)。

3. 非晶态银

非晶态银见于方铅矿与闪锌矿中, 电子显微镜下呈细长条状、纺锤状或楔状等。粒度约 $0.0005 \times 0.0011\text{mm}$, 边界平直, 出现密度较大, 有些近于平行。X 射线衍射分析未出现衍射斑点, 为非晶态物质。经能谱(EDAX)分析(图 2),含 Ag0.622~18.133%(表 9)。

非晶态物质多点测 Ag 发现, 同一非晶态带中 Ag 含量很不均一。表 10 中的 D、E、F、G 即为同一非晶态物质不同点能谱分析结果, 其中 Ag 含量波动最大, 其次是 Pb 和 S。这表明矿液沿各种可能的渠道进

表 7 闪锌矿及其晶界处微晶银能谱分析结果(%)

名称	Ag	S(K)+Zn(L)	Fe	Cu	Zn(K)	Pb
矿物 A	26.779	38.937	5.493	6.800	21.605	0.386
矿物 B	11.192	46.821	5.923	10.080	25.328	0.646
矿物 C	3.290	41.307	11.209	14.440	29.084	0.670
闪锌矿	0.992	47.728	11.687	7.630	28.217	3.718

注:表 7~10 中元素含量为原子百分含量(At%); 表中将 S 与 Pb、Zn 含量表示为 S (K) +Pb (M), 或 Zn (L), 以及 Pb 或 Zn (K), 而 K、L 和 M 分别表示 $K\alpha$ 、 $L\alpha$ 、与 $M\alpha$ 线。

表 8 方铅矿及其晶界处含银颗粒能谱分析结果(%)

名称	Ag	S(K)+Pb(M)	Mn	Fe	Cu	Pb(L)
含银颗粒	6.209	38.561	3.722	12.294	27.000	12.213
方铅矿	0.473	60.782	0.807	5.281	4.269	28.338

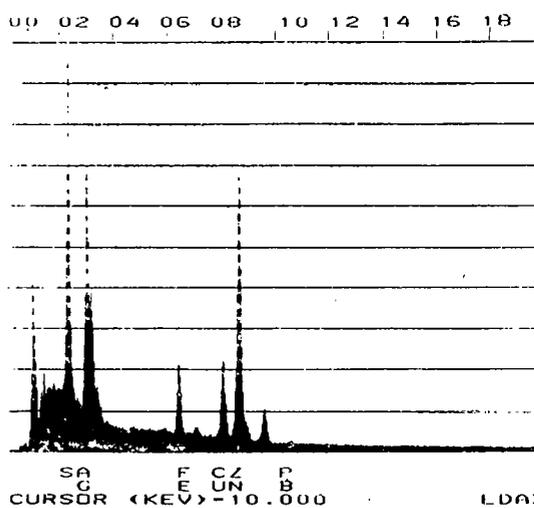


图 1 闪锌矿晶界处含 Ag 微粒能谱图

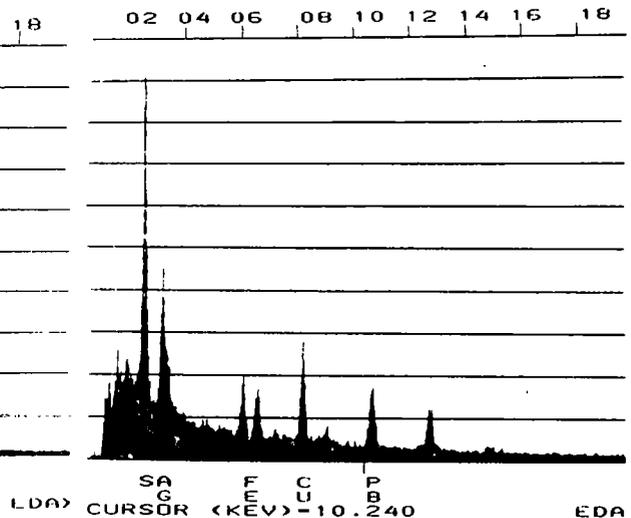


图 2 非晶态 Ag 银能谱图

入某些空隙时, Ag 浓度差异很大, 其他元素的分布也极不均匀, 在外部地质环境骤然冷却或在突发性地质事件中, 这些物质来不及结晶, 就以非晶态的形式保留在现在的某些空间里, 这是本区银赋存的重要形式之一, 也是银状态研究的重要突破。

4. 晶格银

通过透射电镜研究和物相分析, 确认了方铅矿中晶格银的存在。能谱分析查明, 平滑纯净的方铅矿大部分含 Ag, 不同方铅矿颗粒, 其含量可能不同, 而同一方铅矿颗粒

的不同测点, Ag 含量接近。据会聚束衍射结果, 再经电子计算机模拟, 查明在 Ag 替代 Pb 后, 方铅矿晶格常数减小。高温加热后, 方铅矿熔化, 其晶格被破坏, Ag 析出, 局部有所富集。物相分析结果表明, 综合型矿石有 0.88% 的 Ag 以类质同象存在。说明 Ag⁺在适宜的成矿环境中, 可以置换的方式进入方铅矿晶格中, 占据 Pb²⁺格点位置。在温度降低时, 多数 Ag⁺被排出而形成银矿物, 只有少数仍留在方铅矿晶格中(表 11)。

表 9 非晶态银多点能谱分析结果(%)

名称	Ag	S(K)+Pb(M)	Sn	Fe	Cu	Pb(L)
a	10.424	52.783	1.880	5.229	6.035	23.650
b	0.622	52.381	1.143	8.225	8.165	29.464
(11PbS-001)c	18.133	52.343	0.000	5.073	9.253	15.198

表 10 非晶态银多点能谱分析结果(%)

名称	Ag	S(K)+Pb(M)	Sn	Fe	Cu	Pb(L)
(11PbS-001)D	18.133	52.343	0.000	5.073	9.253	15.198
(11PbS-006)E	1.000	56.390	0.843	6.876	7.893	26.998
F	0.691	21.814	0.612	13.321	37.707	25.855
(11PbS-002)G	0.504	17.453	0.719	14.768	41.554	25.002

表 11 方铅矿中晶格银的能谱分析结果(%)

名称	Ag	S(K)+Pb(M)	Sn	Fe	Cu	Pb(L)
(G9-002)a	0.758	65.527	0.000	3.632	3.917	24.116
(G9-003)b	0.785	66.746	0.000	3.682	3.824	24.958
(G9-004)c	0.796	67.442	0.000	3.871	3.988	23.903
(G9-006)d	0.710	65.439	0.000	4.381	3.754	25.715
a'	0.915	65.436	0.137	3.323	4.197	25.992
b'	0.895	66.611	0.315	3.333	3.945	24.905
c'	0.982	66.880	0.377	3.276	3.723	24.761

银载体矿物特征

本区银载体矿物主要有方铅矿、闪锌矿、黄铁矿, 其次是黄铜矿、黝锡矿和脉石矿物。黄铜矿与黝锡矿含 Ag 量比闪锌矿、黄铁矿高, 但由于其数量较少, Ag 总量要低于闪锌矿与黄铁矿。

方铅矿可分两期。早期方铅矿, 粗粒、性脆、易解离。自形—半自形晶为主, 与闪

锌矿、碳酸盐类和石英等接触界面平直, 嵌布关系简单; 晚期方铅矿粒度细, 多呈不规则粒状集合体, 或脉状、细脉状、微细交织的网脉状, 与早期硫化物的交代关系、嵌布关系复杂, 不易高度解离。早期方铅矿, 不含(或少含)杂质, 干净、平整, 反射光下为纯白色, 含 Ag 较低; 晚期方铅矿反射色为白色略带淡淡的灰红色调, 含出溶包裹体较多, 共生矿物种类复杂, 含 Ag 较高, 其中

可见微粒银矿物或其他相银矿物，常与黝锡矿、闪锌矿、黄铜矿或黝铜矿连生或嵌生。

不同矿石类型中载体矿物 Ag 含量有明显差异(表 12)。

表 12 各类型矿石主要载体矿物银含量(g / t)表

矿石类型	方铅矿	闪锌矿	黄铁矿-白铁矿	毒砂	黄铜矿	磁黄铁矿	其他矿物
碳酸盐型	741.00	81.70	12.20	30.87	116.65	11.80	5.00 8.10*
砂岩型	912.50	30.25	18.10	25.30	39.60		17.20
接触交代型	910.00	7.75	3.15	8.55			2.95
夕卡岩型	813.00	17.70	6.45	7.00		10.80	50.30

* 为铁碳酸盐矿物 Ag 含量

闪锌矿也可分为两期。晚期者为细粒，不规则状集合体，与银矿化关系密切。其中除黄铜矿、磁黄铁矿、黝锡矿等包裹体外，在闪锌矿集合体的边部常见含银黝锡矿或其他银矿物不混溶体呈定向性排列。在距离闪锌矿边部 0.05~0.08mm 的位置，可见不规则的串珠状黄铜矿或磁黄铁矿以及黝锡矿晶体群沿闪锌矿(110)解理出溶。另外还有方铅矿或方铅矿与深红银矿或银黝铜矿等的连晶包裹体。闪锌矿中包裹的银矿物粒度较粗，晶格银比方铅矿少得多，这是因为 Zn^{2+} 离子半径明显小于 Ag^+ (Zn^{2+} 为 0.72 Å, Ag^+ 为 1.26 Å)。闪锌矿晶出之前， Ag^+ 通常优先与 Sb^{2+} 结合，其次是 Bi^{2+} ，再次是 Cu^{2+} 和 Pb^{2+} ；在闪锌矿晶出的同时，银矿物呈不混溶包裹体晶出，被包裹在闪锌矿集晶中，或出现在闪锌矿晶隙之间。据镜下统

计，闪锌矿中独立银矿物的含 Ag 量，占闪锌矿银总量的 28.10%；方铅矿中独立银矿物含 Ag 量，占方铅矿银总量的 5.50%。在透射电镜下观察，方铅矿中显微—超显微银矿物(含非晶态银)含量明显超过闪锌矿，反映了这两种载体矿物中银晶出形式的差异。闪锌矿中的银矿物更容易解离成单体。

银的化学物相研究

用物相方法测定了自然银、硫化银、硫盐银、硫化物和其他矿物中的 Ag 含量。硫化物中的 Ag 占 Ag 总量的 77.25~89.62%，硫盐银与硫化银占 6.78~22.02%，自然银占 0.01~0.22%(表 13)。

硫化物中的 Ag 包括部分独立银矿物、显微—超显微银矿物，选矿过程中与方铅矿或其他硫化物一起进入各类产品中，或进入

表 13 各类型矿石不同相态银含量(g / t)及其占有率(%)

矿石类型	自然银		硫化银与硫盐银		硫化物中银		其他矿物中银		类质同象银	
	含量	占有率	含量	占有率	含量	占有率	含量	占有率	含量	占有率
碳酸盐型	2.52	0.22	248.17	22.02	870.54	77.25	2.38	0.21	3.32	0.30
砂岩型	0.99	0.10	129.9	13.35	808.32	83.07	16.78	1.72	17.08	1.76
接触交代型	<0.10	6.95	57.32	6.95	736.4	89.34	2.48	0.30	28.08	3.41
夕卡岩型	<0.10	0.01	53.7	6.78	710.06	89.62	5.80	0.73	22.76	2.87
综合型	1.71	0.17	228.26	22.17	779.93	75.74	19.26	1.87	6.64	0.65

硫精矿，或流失于尾矿。类质同象银主要存在于方铅矿中。自然银、硫化银与硫盐银，有一部分可解离为单体银矿物，其流向直接

影响到银的回收率，应严格控制其流入硫精矿和尾矿，使之最大限度地进入铅精矿中。因为锌精矿与铜精矿中银的回收率均低于铅

精矿。

各类矿石中独立银矿物(含银量)所占比例,碳酸盐型为 22.24%,接触交代型为 13.90%,砂岩型为 13.45%,夕卡岩型为 6.78%。在选矿工艺中应采取适当措施,使

这部分银得以充分回收,提高回收率。

银的分配

为了定量了解 Ag 在各类型矿石中的分配,以合理预测选矿工艺中最佳回收指标及

表 14 各类型矿石银的分配率(%)

矿石类型	方铅矿	闪锌矿	毒砂	黄铁矿	磁黄铁矿	黄铜矿	其他金属矿物和脉石
碳酸盐型	63.02	14.89	0.60	1.34	0.24	0.87	18.26
砂岩型	57.66	15.24	0.73	3.06		1.06	22.25
夕卡岩型	61.68	6.72	0.36	3.73	2.89		24.62
接触交代型	72.36	12.33	6.58	1.24			7.49
综合型	60.73	15.34	1.56	3.41	0.33	0.73	8.89

合理的损失率,进行了 Ag 的金属量平衡计算。从表 14 可以看出,方铅矿是 Ag 的主要载体矿物,其次是闪锌矿、毒砂和黄铁矿含 Ag 也占一定比率。在充分回收方铅矿、闪锌矿和黄铜矿中 Ag 的前提下,其理想回收率可达 78.78~85.80%。

银的空间分布规律

矿体中 Ag 的分布极不均匀,发现了富银地段。

1. 不同矿化类型围岩中 Ag 的分布有差异。据几百件样品分析,碳酸盐型矿体围岩含 Ag 可达 3~6g/t,是矿区地层背景值的 30 倍,并且近矿围岩 Ag 含量高于远矿围岩。

2. 在水平方向上,自南而北矿体中 Ag 含量有逐渐增高趋势,自南部 101 线至北部 9 线的 1100m 间距内,Ag 品位由 11.4g/t 增至 167.8g/t,即每北移 100m,增高 14.22g/t,5 线达到 200g/t。赋矿围岩中 Ag 含量也由南部的 0.11g/t,增至北部的 5g/t。而 9 线至 17 线 Ag 含量又趋降低,矿体中降至 53.4g/t,围岩降至 7g/t(图 3)。

3. 在垂直方向上,近地表的 415m,Ag 达 60g/t,说明存在 Ag 的次生富集,但不强烈。Ag 的主要富集区间在 92~

237m(图 4)。

4. 构造枢纽部位 Ag 含量高,矿体平均含 Ag 142.28g/t。单一构造形成的矿体含 Ag 100~120g/t。复合构造、特别是先

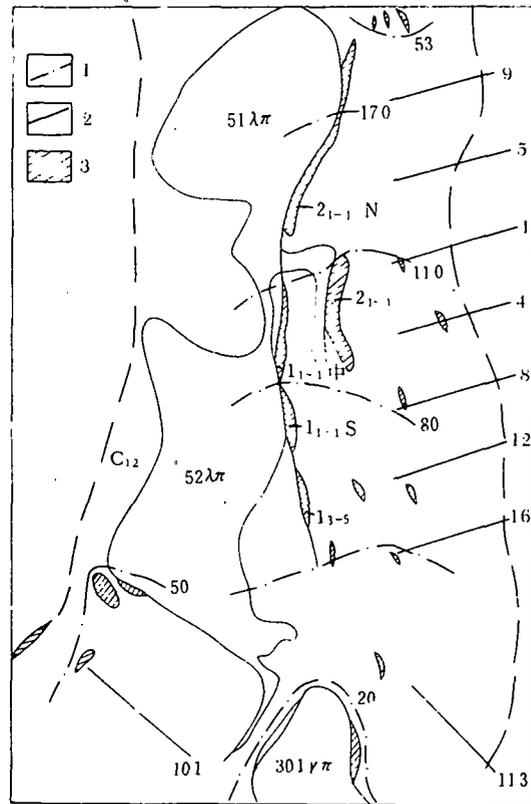


图 3 矿床水平方向银品位变化等值线

$\lambda\pi$ —碱性流纹斑岩; $\gamma\pi$ —花岗斑岩; 1—Ag 品位等值线; 2—勘探线; 3—矿体

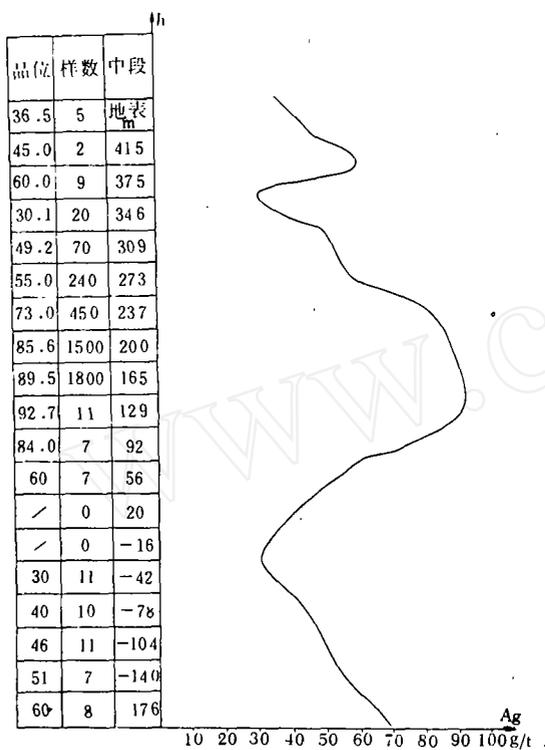


图4 Ag在垂向上品位变化曲线图

引后压性构造, 含Ag高达167g/t(图5)。

结 语

1. 本区银矿资源丰富, 在矿区北部165~237m之间发现富银地段, Ag品位普遍超过100g/t, 局部可达229g/t, 为矿山排产配矿提供了依据。

2. 本区银有3种赋存状态, 即独立银矿物相、非晶态银和类质同象银。其中, 独立银矿物相除显微镜下发现的近10种银矿物外, 还包括透射电镜下发现的微晶银矿物。银的上述矿化特点与非晶态银的发现, 对银矿化机制的研究和选矿工艺的选择有实际意义, 同时对结晶矿物学和成因矿物学研究具有理论意义。

3. 本区有22%的银以独立矿物形式存在; 75%的银呈被包裹的细粒及微粒银和非晶态银存在于硫化物中; 有0.65%的银呈类质同象存在。方铅矿是银的主要载体矿

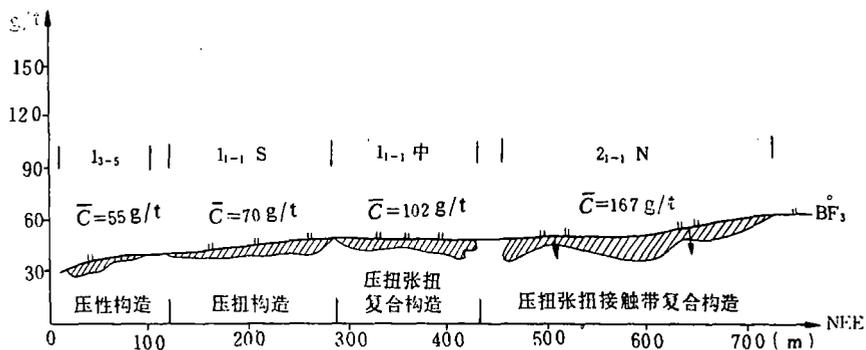


图5 Ag富集与构造的关系

物, 提高铅精矿回收率, 是提高银回收率的最重要途径之一。

4. 选矿工艺流程中应注意粗粒独立银矿物, 特别是深红银矿与银黝铜矿的回收。

5. 在目前选矿入选粒度(即-200目占70%左右)的情况下, 黄铁矿所载银的38~50%为独立银矿物, 尾矿中银的独立矿物约占51%, 尽量回收硫精矿中已解离成单体的银矿物, 最大限度减少尾矿中铅锌含

量, 并采用新的药剂使与尾矿解离的银独立矿物得到回收, 将提高银的回收率。

6. 本区银矿物的最大特点是粒度细小, 增加磨矿细度, 将使更多的银矿物从载体中解离出来, 如果选矿工艺不能明显地提高微粒银矿物回收率, 将会增加银的流失。

主要参考文献

- [1] 陈正, 《金属矿物鉴定表》, 地质出版社, 1972年。
- [2] 邱柱国, 《矿相学》, 地质出版社, 1982年。