

河北小石门银金矿床地质 地球化学特征与矿床成因

龚玲兰, 奚小双, 胡祥昭

(中南大学 地学院, 长沙 410083)

摘 要: 河北小石门银金矿床位于小寺沟斑岩铜钼矿床的南西侧。矿体呈脉状、透镜状, 银金矿化受 NNE 向断裂控制, 成矿与杂岩体及二长斑岩有关; 矿物组合主要为中低温矿物组合, 成矿温度 240~365℃; 流体包裹体研究表明成矿流体富硫, 有较高的 K^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} 和 Na^+ , 成矿热液为岩浆热液; 硫同位素分析显示, 硫来源于岩浆; 稀土元素分析亦表明成矿物质来自于二长斑岩及小寺沟岩体, 而铅锌矿可能部分来源于地层。推断小石门银金矿床为中低温热液矿床。

关键词: 小石门银金矿床; 地质特征; 硫同位素; 稀土元素; 矿床成因; 河北省

中图分类号: P613; P618.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2007)04-0282-05

0 引言

小石门银金矿床是由天津华北有色地勘局地勘总院新发现的矿床, 位于小寺沟斑岩铜钼矿床的南西侧, 距小寺沟岩体南西 1.5 km。

矿区地处华北地台北缘冀北隆起带与燕山沉降带的交接部位。承德—平泉近 EW 向深大断裂和平房—桑园 NE 向深大断裂为区内主要断裂构造, 与其派生的 NE 向、NNE 向、NW 向断裂形成了本区基本构造格局, 并形成多组构造交汇盆地。区域岩浆活动频繁, 以燕山期最为剧烈, 岩性齐全, 超基性—中基性—酸性岩及碱性岩均有出露, 以中酸性岩为主。本区地质科研工作较少^[1-3]。

1 矿区地质

矿区地层为中上元古界蓟县系雾迷山组, 根据岩性特征, 可分为 3 段。区内主要出露该组上段, 岩性为一套富镁、富硅的灰质白云岩及燧石条带白云岩, 岩性单一, 岩层呈单斜展布。

矿区褶皱构造简单, 但断裂构造复杂, 主要发育有 NNE 向、NE 向、NW 向断裂及一组层间滑脱构造。

NNE 向断裂: 是本区最主要的控矿断裂, 它直接控制了本矿区脉岩的侵位及金、银矿体的分布。断裂走向 15°~30°, 倾向 105°~120°, 倾角 50°~70°, 区内出露长度 3 000 m 以上, 破碎带宽度变化大, 最窄处不足 10 m, 最宽处在 50 m 以上。断裂具有膨胀收缩、尖灭再现等特征。

NE 向断裂: 不发育, 规模小, 可能为 NNE 向断裂晚期活动的配套断裂之一, 其力学性质为张扭性断层, 常破坏早期形成的断裂, 该组断裂走向 50°, 倾向 NW, 倾角 60°~70°, 沿走向延长约 100 m。

NW 向断裂: 本组断裂是区内活动时间较长的断裂之一, 属区域 EW 向断裂的共轭剪切断裂, 控制了本区杂岩体的产出, 在小石门矿区仅见 F₇ 断裂出露, 走向 320°~340°, 倾向 NE, 倾角较陡(70°~80°)。本组断裂与矿化无关。

由于区内杂岩体侵入上拱, 使区内不同岩性界面之间产生滑脱, 因而形成了区内特有的层间滑脱构造。滑脱构造主要发育在不同岩性的界面上, 此种滑脱构造主要与银、铅、锌矿化有关。

矿区岩浆岩为小寺沟杂岩体及闪长辉长岩、二长斑岩、闪长玢岩、石英闪长斑岩等脉岩。小寺沟岩

收稿日期: 2006-06-28; 改回日期: 2006-09-28

基金项目: 科研项目《河北省平泉县小寺沟地区成矿规律及预测》资助。

作者简介: 龚玲兰(1968-), 女, 湖南涟源人, 博士研究生, 矿产普查与勘探专业, 主要从事地球化学研究。

体是本区的成矿母岩, 是矿床的直接赋矿围岩。岩体为一多期活动的脉式杂岩体, 主要由花岗斑岩、花岗闪长斑岩及石英闪长斑岩组成。银、金矿化则主要与杂岩体及二长斑岩有关。

2 矿床地质特征

目前已发现 2 条金银矿脉, 已圈出金银矿体 8 个。

I 号脉: 矿区主要矿体, 沿 F_1 断层分布并受其控制, 矿脉产状与 F_1 断层基本一致, 矿脉走向 $15^\circ \sim 30^\circ$, 倾向 $105^\circ \sim 120^\circ$, 倾角 $50^\circ \sim 70^\circ$ 。I 号矿脉已圈定 3 个矿体, 其中 I-1 主矿体已控制长 564 m, 斜深 110 m 以上, 平均厚度 1.4 m, 平均品位 $w(\text{Au}) = 6.32 \times 10^{-6}$, $w(\text{Ag}) = 564.82 \times 10^{-6}$ 。

II 号脉: 位于 I 号脉东边, 沿 F_2 断层分布并受其控制, 矿脉产状与 F_2 断层基本一致, 矿脉走向 $20^\circ \sim 35^\circ$, 倾向 $110^\circ \sim 125^\circ$, 倾角 $50^\circ \sim 70^\circ$, 矿体直接产于二长斑岩脉脉壁的破碎蚀变带中。III 号矿脉品位 $w(\text{Au}) = 1.43 \times 10^{-6} \sim 2.42 \times 10^{-6}$, $w(\text{Ag}) = 72.17 \times 10^{-6} \sim 10.54 \times 10^{-6}$ 。

本区主要工业矿体均受断裂构造控制, 矿脉实际上是由多个透镜状或破碎带型单脉组成的脉群。如 I 号脉中的单矿脉分为破碎带型矿脉和剪切带型矿脉:

(1) 破碎带型矿脉。呈透镜状, 局部不规则状、囊状。产状与 F_1 断层的产状一致。矿脉脉壁往往是 F_1 的一个断层面。断面上通常都有擦痕与阶步。破碎带由团块状石英、残余围岩、破碎硫化物矿石及少量致密块状硫化物矿石组成。褐铁矿化、铁闪锌矿化、方铅矿化和黄铁矿化多沿石英的裂隙、石英与残余围岩的构造薄弱带发育, 呈团块状、网格状、裂隙状杂乱分布于破碎带中。

(2) 剪切带型矿脉。形态多呈透镜层状, 中心部位较厚, 边缘较薄; 有时也可出现分支复合的情况。民采坑道内观测此种类型矿脉的成矿期构造有平行复脉、脉中脉及矿液压力裂现象。脉中脉现象指较晚的含矿热液沿先期形成的石英脉脉壁或沿较早形成的矿脉脉壁沉淀, 亦可在先成脉体的中间沉淀发育(图 1); 矿液致裂现象则指侧羽脉中发育有裂隙-脉-液角砾系, 它仅出现于成矿时矿液对围岩有一定压裂作用的环境中(图 1)。这种类型的单脉中多为致密块状硫化物矿石和褐铁矿矿石。矿脉的厚度较为稳定和连续。

根据编录资料及民采坑道的观测, 我们发现单个矿脉在纵剖面上的形态呈透镜脉状, 横剖面上则呈椭圆状或透镜状。

矿石分为富金属硫化物矿石及贫金属硫化物矿石。富金属硫化物矿石的金属矿物主为黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、黄铜矿; 脉石矿物主要为石英、玉髓、方解石、白云石。贫金属硫化物矿石的金属矿物少见, 以铁、锰的氧化物为主, 硫化物极少, 脉石矿物组合以含金、银的玉髓、碳酸盐矿物为特征。

矿石结构主为自形-半自形结构, 他形粒状结构、碎裂状结构; 矿石构造主要为块状构造、细脉浸染状构造、浸染状构造。

矿床围岩蚀变有褐铁矿化、黄铁矿化、硅化和碳酸盐化。褐铁矿化、硅化与金银矿化呈正相关, 方解石细脉、网脉越发育则矿化越好。

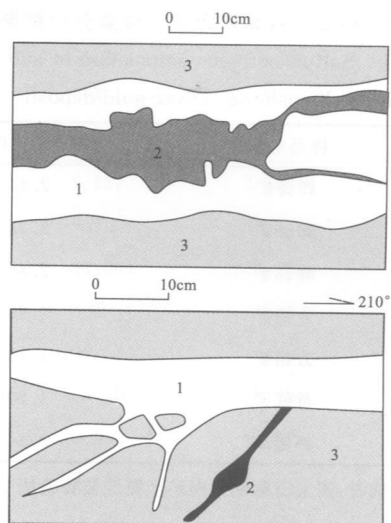


图 1 矿脉素描图

Fig. 1 sketch of ore veins

上图: 石英脉中的矿体(脉中脉现象)

下图: 矿脉旁的矿液致裂现象

1. 石英脉 2. 铅锌矿体 3. 围岩

3 矿床地球化学特征

3.1 硫同位素特征

矿床硫化物矿石的硫同位素测试结果(表 1)表明: ①硫同位素值均为正小值, 变化范围小, $\delta(^{34}\text{S}) = 0.99 \times 10^{-3} \sim 3.43 \times 10^{-3}$, 平均 2.21×10^{-3} , 具陨硫特征, 硫同位素分布频率呈塔式分布; ②硫化

物之间 $\delta(^{34}\text{S})$ 的富集顺序依次为辉锑矿> 黄铁矿> 方铅矿, 然而根据硫化物化学键的脆弱程度, 它们的富集顺序应是: 黄铁矿> 方铅矿> 辉锑矿, 造成本矿区辉锑矿硫同位素大于黄铁矿和方铅矿的原因是黄铁矿、方铅矿与辉锑矿为不同阶段的矿物, 辉锑矿形成时间明显晚于黄铁矿和方铅矿; ③本矿床中矿石 $\delta(^{34}\text{S})$ 平均值为 2.21×10^{-3} , 根据 Ohmoto H^[4] 观点, 与含水花岗质熔体处于平衡的岩浆流体相的 $\delta(^{34}\text{S})$ 接近于 4, 本矿床中未见到硫酸盐矿物。黄铁矿、辉锑矿、方铅矿是本矿床主要硫化物, 也就是说成矿流体中以还原形式的硫占绝对优势, 上述硫化物的 $\delta(^{34}\text{S})$ 值代表了与花岗质熔体处于平衡流体相的 $\delta(^{34}\text{S})$ 值, 因此可以认为形成本矿床的硫来源于岩浆; ④本矿床与小寺沟斑岩铜钼矿的 $\delta(^{34}\text{S})$ 特征非常相似, 说明它们的硫是同源的。

表 1 小石门银金矿床硫同位素分析结果

Table 1 Sulfur isotopic composition of sulfides in the Xiaoshimen silver-gold deposit

序号	样品名称	$\delta(^{34}\text{S}) / 10^{-3}$
1	辉锑矿	2.44
2	辉锑矿	2.23
3	辉锑矿	2.36
4	方铅矿	0.99
5	方铅矿	1.76
6	黄铁矿	1.80
7	辉钼矿	3.34

测试单位及测试者: 国土资源部中南矿产资源监督检测中心朱象平。

3.2 稀土元素特征

为了进一步了解矿床的成矿物质来源, 本次研究工作中, 采集了一批岩矿石, 送武汉岩矿测试中心进行稀土元素测定, 球粒陨石标准化的稀土配分模式(图 2) 特征为: ①岩体稀土元素总量变化大, 其平均值略低于华南花岗岩; 轻、重稀土元素的比值均大于 7, 明显富集轻稀土, 稀土模式为一向右倾斜的曲线; $\delta(\text{Eu})$ 约为 0.3, 呈明显的负异常, 与同熔型花岗岩相似; 说明杂岩体为同熔型花岗岩, 与斑岩型 Cu-Mo 矿的母岩相似; ②含金褐铁矿除稀土元素总量低于二长斑岩、花岗斑岩及花岗闪长斑岩外, 其轻重稀土元素比值、 $\delta(\text{Eu})$ 均与其相似, 说明本矿床的成矿物质来源主要来源于杂岩体及二长斑岩; ③磁铁矿、铅锌矿的稀土元素特征及稀土元素模式图与岩浆岩差别较大, 而与白云质角砾岩基本相似, 说明磁

铁矿的部分物质来自地层, 铅锌矿石(尤其是产于层间滑脱带的铅锌矿石) 的成矿物质来源也可能与地层有关。

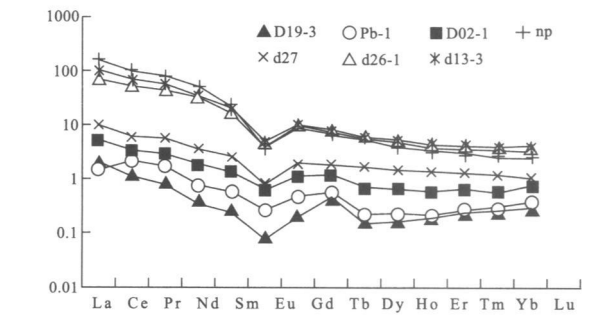


图 2 球粒陨石标准化的稀土元素配分型式

Fig. 2 Chondrite-normalized REE patterns

d27. 褐铁矿 d26-1. 花岗斑岩 D19-3. 磁铁矿 Pb-1. 方铅矿 np. 二长斑岩 d13-3. 花岗闪长斑岩 D02-1. 白云质角砾岩

4 成矿流体性质

4.1 成矿温度

硫化物矿石的成矿温度由桂林矿产地质测试中心分析测试。从表 2 中可以看出, 本矿床的成矿温度范围在 240~ 365℃之间, 平均 286℃, 属于中低温度范围。

表 2 成矿温度结果

Table 2 The ore-forming temperature

样品号	测定矿物	爆裂温度/℃
01	辉锑矿	250
02	辉锑矿	255
03	方铅矿	365
04	方铅矿	290
05	方铅矿	240
06	辉钼矿	320
平均		286

测试单位及测试者: 桂林矿产地质院测试中心张芳。

4.2 包体成分特征

本次工作测定了 6 个石英包裹体的气相、液相成分(表 3)。包裹体的气相成分以 H_2O 占绝对优势, 此外有 CH_4 , H_2 和 N_2 , 液相成分中阳离子主要有 K^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} 和 Na^+ , Na^+ / K^+ 为 0.2~ 0.4,

$\text{Na}^+ / (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$ 为 0.7~ 1.2, 阴离子以 SO_4^{2-} 为主, 说明成矿流体富硫。 F^- / Cl^- 的比值为 200 以上, F^- 的质量分数大大高于 Cl^- , $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ 为 0.2~ 0.4。林文通认为金银矿床包裹体气相成分中 $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O} < 0.5$ 时为岩浆热液, 范启源等认为

$\text{Na}^+ / \text{K}^+ < 2$, $\text{Na}^+ / (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) > 2$ 时为典型的岩浆热液, F^- / Cl^- 很大时为典型的岩浆热液。结合本矿床测试结果分析, 成矿流体主要为岩浆热液, 但可能有大气降水的混合, 由于样品均采自矿体部位, 因此只反映了矿床在成矿阶段的热液特征。

表 3 流体包裹体气液相成分测定结果
Table 3 Gas-composition of fluid inclusions

		<i>w_B</i> / 10 ⁻⁶					
成分	原样品	脉Ⅰ	脉Ⅰ	脉Ⅱ	脉Ⅱ	脉Ⅲ	脉Ⅲ
	样品编号	2005012	2005013	2005014	2005015	2005016	2005017
	矿物名称	石英	石英	石英	石英	石英	石英
气相成分	H ₂	0.524	0.468	0.356	0.498	1.039	0.957
	O ₂	痕	痕	痕	痕	痕	痕
	N ₂	0.423	0.628	1.031	0.952	0.329	0.285
	CH ₄	3.624	3.594	3.656	3.725	3.547	3.358
	CO	无	无	无	无	无	无
	C ₂ H ₂	痕	痕	痕	痕	痕	痕
	CO ₂	386.214	392.342	411.272	394.257	190.061	187.958
	C ₂ H ₆	无	无	无	无	无	无
	H ₂ O	924	934	956	909	815	854
液相成分	F ⁻	2.262	2.196	2.205	2.157	2.393	2.281
	Cl ⁻	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	NO ₃ ⁻	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
	PO ₄ ³⁻	无	无	无	无	无	无
	SO ₄ ²⁻	86.856	83.145	117.414	109.589	20.351	21.854
	Li ⁺	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
	Na ⁺	5.325	5.147	6.158	5.942	4.867	4.648
	NH ₄ ⁺	8.259	8.143	8.842	8.469	7.998	8.134
	K ⁺	19.256	20.489	24.538	23.925	9.358	10.257
	Mg ²⁺	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	无	< 0.001
	Ca ²⁺	6.972	7.549	9.350	9.215	3.954	4.253

测试单位及测试者: 中南大学地学院万方。

5 矿床成因

小石门银金矿床的成矿物质主要来源于二长斑岩及杂岩体, 而部分铅锌可能来源于地层; 成矿热液中的硫来源于岩浆; 矿物组合表现出中低温矿物组合特征(即黄铁矿-方铅矿-闪锌矿、黄铁矿-石英-自然金、黄铁矿-石英-辉银矿、方铅矿-闪锌矿-辉锑矿), 成矿的平均温度为 286℃; 包裹体成分显示成矿热液为岩浆热液。因此, 矿床为与小寺沟杂岩体及二长

斑岩有关的中低温热液充填型银金矿床。

参考文献:

[1] 孙冀凡, 王会文, 许振海. 冀北小寺沟铜钼矿外围银金资源潜力浅析[J]. 地质找矿论丛, 2004, 19(1): 20-23.
[2] 韩秀丽, 尹力军. 小寺沟铜钼矿床控矿因素及成矿规律[J]. 河北理工学院学报, 1999, 21(2): 62-66.
[3] 天津华北地质勘查总院. 河北省平泉小石门金银矿地质报告[R]. 天津: 天津华北地质勘查总院, 2004.

[4] Ohmoto H. Systematics of sulphur and carbon isotopes in hy-

drothermal ore deposits[J]. *Econ. Geol.*, 1972, 67: 551-579.

THE GEOLOGICAL-GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS AND GENESIS OF THE XIAOSHIMEN SILVER-GOLD DEPOSIT, HEBEI PROVINCE

GONG Ling-lan, XI Xiao-shuang, HU Xiang-zhao

(*School of Geoscience and Environmental Engineering of Central
South University, Changsha 410083, China*)

Abstract: The Xiaoshimen silver-gold deposit is a deposit newly discovered which located in southwest of the Xiaosigou porphyry copper-molybdenum deposit. The ore body is in vein or lens. The silver-gold mineralizations are mainly controlled by NNE faults, and connected with the Xiaosigou magmatic body and ivernite. Mineral assemblage is mainly medium-low-temperature mineral. The ore-forming temperatures are in the range of 240-365 °C. Fluid inclusion studies indicate that the ore-forming fluid is rich in sulfur, and has higher K^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} , Na^+ content. The ore-forming fluid is mainly composed of magmatic water. Sulfur isotopic results indicate that sulfur of the deposit come from the magmatic system. REE investigations also show that the ore-forming materials originate from ivernite and the Xiaosigou magmatic body, and lead-zinc ore maybe partly come from the stratum. According to these data, the Xiaoshimen silver-gold deposit can be deduced to be a medium-low-temperature hydrothermal deposit.

Key Words: Xiaoshimen silver-gold deposit; geological characteristics; sulfur isotope; REE, deposit genesis; Hebei province

(上接第 269 页)

PETROCHEMICAL CHARACTERISTICS AND DISCUSSION ON THE GENESIS OF THE DATUANSCHAN QUARTZ DIORITE IN TONGLING AREA, ANHUI PROVINCE

WANG Yuan-jian¹, LIU Jing-hua², XU Zhao-wen¹, FANG Chang-quan¹,
JIANG Shao-yong¹, YANG Xiao-nan¹, ZHANG Jun¹, LI Hai-yong¹

(*1. The State Key Laboratory of Mineral Deposit Research, Department of Earth Sciences, Nanjing University, Nanjing 210093, China; 2. Dongguashan Copper Mine of Tongdu Co., Ltd., Tongling 244031, Anhui, China*)

Abstract: Datuanshan quartz diorite, which is located in Shizishan orefield, Tongling area, Anhui Province, belongs to high K calc-alkali series intruded in late Yanshanian period. The analyzing results of major elements show that the content of SiO_2 is from 57.5% to 64.1%, $Na_2O + K_2O$ from 6.94% to 7.71%, and K_2O/Na_2O from 0.57 to 0.97. The analyzing results of trace elements show that the content has the character of high Ba, Sr, low Y and a depletion Nb, Ta, Ti; The chondrite normalized patterns of rare earth elements reveals a depletion of light rare earth and enrichment of heavy one. δEu shows little negative abnormality. All these studies indicate that the origin environment of Datuanshan intrusion is similar to volcanic arc granite and related to the underplating of the mafic igneous rocks which are rich in Ba and Sr. The source materials is from enriched mantle and was contaminated by the crustal material during the ascending process.

Key Words: petrochemistry; discussion on the genesis; quartz diorite; Datuanshan copper deposit; Tongling, Anhui province