

河北省小石门银金矿床地质特征及成因探讨

郭鸿军, 王艳辉, 郭忠

(天津华北地质勘查总院, 天津 300181)

摘要: 小石门银金矿位于小寺沟铜钼矿外围, 是小寺沟铜钼矿成矿系列的组成部分。矿区内有三条长达千米的金银矿化带, 共 17 个矿体。矿体赋存于硅质白云岩中, 受北北东向断裂及顺层滑脱断层构造控制明显, 在空间上和切层或顺层产出的闪长玢岩及二长斑岩关系密切。矿体形态为不规则脉状、透镜状、囊状, 矿石成分为富金属硫化物矿石及贫金属硫化物矿石, 围岩蚀变主要表现为褐铁矿化、黄铁矿化、硅化、碳酸盐化。从硫同位素特征、稀土元素特征、成矿温度、包体成分特征等矿床地球化学特征综合研究, 认为该矿床硫元素和成矿物质来源于与小寺沟杂岩体同源异相岩浆岩, 矿床的成矿温度属中低温, 矿物组合为中低温矿物组合, 成矿热液为岩浆热液。矿床成因与小寺沟杂岩体及二长斑岩有关的中低温热液充填型矿床。

关键词: 矿床成因; 地球化学特征; 地质特征; 银金矿; 小石门

中图分类号: P618.5

文献标识码: A

文章编号: 1672-4135(2008)02-0107-06

小石门银金矿位于冀北寿王坟-小寺沟有色金属成矿带之小寺沟铜钼矿南部 1.5 km 处, 是小寺沟铜钼矿成矿系列的组成部分。它的发现为利用成矿系列理论在铜钼矿外围寻找中低温热液型银金矿提供了佐证。

1 区域地质背景

矿区位于华北地台北缘燕山台褶带与冀北隆起带的过渡区-燕辽沉降带中段。构造单元属马兰峪复式背斜下板城凹褶束北缘^[1]。基底为太古宙迁西岩群, 由中深变质的表壳岩、基性火山岩、深成岩构成。盖层主要为中新元古代高硅富镁的碳酸盐岩及中生代陆相火山岩、火山沉积岩构成, 局部有早古生界碳酸岩、泥页岩地层。断裂构造发育, 承德-平泉、桑园-平房两条深大断裂与其次级多组断裂交切, 将本区分割成以中新元古界为主体的菱形地块(图 1)。其中 NNE-NE 向深大断裂控制了寿王坟-小寺沟-洼子店-下店岩体的形成及斑岩型、矽卡岩型矿床的定位, 而次级的 NE、NW 向构造控制了小寺沟斑岩体及脉岩的总体展布方向。区域岩浆活动频繁, 具多旋回性, 岩石类型齐全, 分布面广, 以燕山期中酸性浅成岩体最发育。与成矿密切

的主要有吕梁旋回的基性、超基性和燕山旋回中晚期的酸性侵入岩, 为本区成矿提供了丰富的热源和物源^[2]。前者由透辉岩、辉长岩和斜长岩构成, 沿大庙-娘娘庙东西向断裂分布, 形成冀北巨大的超基性岩带, 富含 Fe、Co、V、Ti、P 及 Pt、Au 等矿产。小寺沟杂岩体为其代表之一。后者呈小岩株、岩枝产出, 多分布于变质核杂岩周围, 或断陷盆地、穹窿边缘及大断裂两侧, 区内多金属矿产均与其有关^[3]。代表性岩体有洼子店二长花岗岩、烟筒山花岗斑岩、小寺沟石英二长斑岩等, 与其有关的矿产主要有 Cu、Mo、Au 等, 如洼子店金矿、姑子沟银矿、小东沟铜钼矿、小石洞银金铅锌矿等。

2 矿区地质特征

2.1 地层

矿区地层为中新元古界蓟县系雾迷山组二段(J₃W²), 岩性为厚层、中厚层夹薄层含燧石条带(结核)白云岩、燧石条带白云岩。为一套浅海相富硅、镁的碳酸盐岩组合, 呈单斜展布, 产状 290°~320°∠15°~30°。

2.2 构造

矿区断裂构造发育, 主要有 EW、NW、NNE 向

收稿日期: 2008-02-11

责任编辑: 林晓辉

基金项目: 河北省国土资源厅资源补偿项目: 河北省平泉县小石门金矿普查(2004)

作者简介: 郭鸿军, 男(1974-), 地质工程师, 主要从事地质勘查和管理。

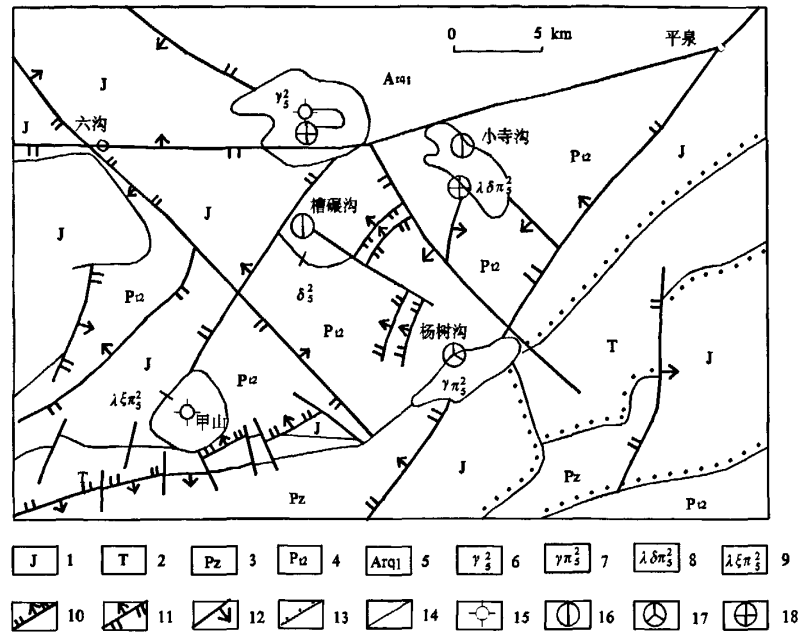


图 1 小寺沟地区地质略图
Fig. 1 Geological sketch map of Xiaoshigon area

1. 侏罗系; 2. 三叠系; 3. 古生界; 4. 中新元古界; 5. 迁西群; 6. 燕山期花岗岩; 7. 燕山期花岗斑岩; 8. 燕山期石英闪长斑岩; 9. 燕山期石英正长斑岩; 10. 正断层; 11. 逆断层; 12. 性质不明断层; 13. 不整合线; 14. 地质体界线; 15. 火山口; 16. 铜铅矿床(点); 17. 多金属矿床(点); 18. 银金矿床(点)

及顺层滑脱断层。EW、NW 向规模大,控制了小寺沟杂岩体定位;NNE 向及顺层滑脱断层控制了脉岩及矿脉展布,为矿区主要控矿断裂。其中 NNE 向 F1、F2 断层长数千米,破碎带宽 20 ~ 50 m,产状 105° ~ 110° ∠40° ~ 70° (图 2),具多期活动特征,性质属右行压扭性。早期活动导控了闪长辉长岩脉的侵入及相关的金银矿化,中期活动导控了二长斑岩、闪长岩脉的侵入及与之相关的金、银矿化,晚期(成矿后)活动对矿化体造成破坏。层间滑脱断层多发育在物性差异较大的两种岩性界面处,长数百至千余米不等,延深较大,被后期岩脉(ηπ、δμ)充填,滑脱带宽窄不一,岩石具不同程度的碎裂、角砾岩化及矿化蚀变,局部形成 Au、Ag 矿体^①。

2.3 岩浆岩

区内岩浆岩以脉岩为主,岩石类型有闪长辉长岩(δν)、闪长玢岩(δμ)及二长斑岩(ηπ)。闪长辉长岩形成早,规模大,切层产出并被小寺沟杂岩体截断,脉体两侧局部有 Cu、Fe、Au、Ag 矿化。闪长玢岩及二长斑岩均属小寺沟杂岩体的岩(脉)

枝,切层和顺层产出,彼此界线不明显,可能为同源异相的产物,是矿体主要围岩之一。小石门矿体的围岩主要为二长斑岩,在矿区具分枝复合现象,在北部与小寺沟岩体相连,应属于小寺沟的分枝部分。

3 矿体地质特征

3.1 矿体形态、产状、规模

矿区内有三条长逾千米的金银矿化带,共 17 个矿体。矿体赋存于硅质白云岩中,受构造控制明显,在空间上和脉岩关系密切。

I 号脉受 F1 断层控制,总体产状 105° ∠45° ~ 60°;有 3 个矿体,其中主矿体,控制长 564 m,控制斜深 110 m(未封闭),厚度 1.40 m, Au 6.32 × 10⁻⁶、Ag 594.82 × 10⁻⁶。

II 号脉受顺层滑脱断层控制,总体产状 250° ~ 300° ∠25° ~ 35°;有 9 个矿体,长 30 ~ 350 m,厚度 0.42 ~ 3.12 m, Au 0.69 × 10⁻⁶ ~ 5.92 × 10⁻⁶, Ag 143.5 × 10⁻⁶ ~ 469 × 10⁻⁶。

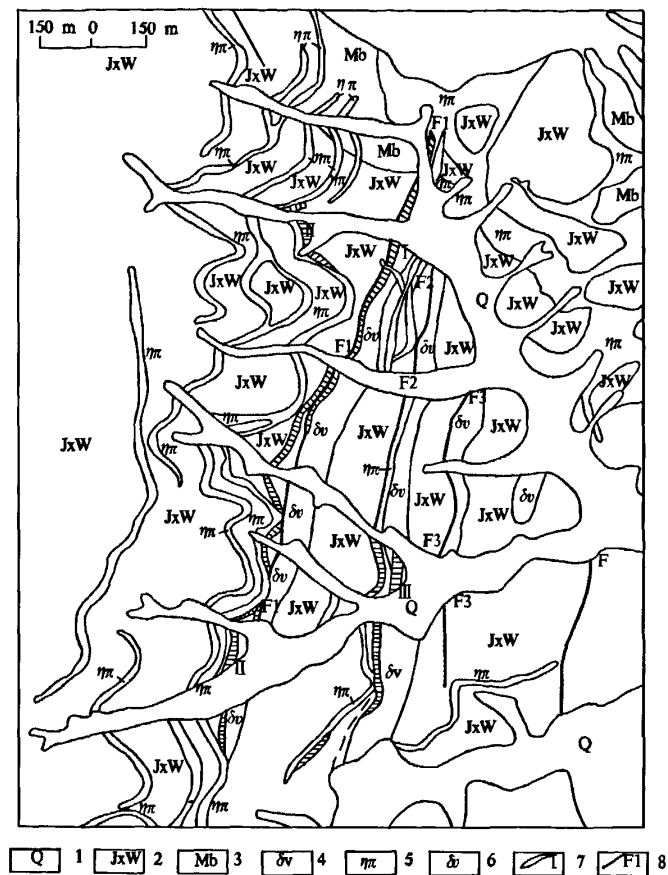


图 2 小石门银金矿地质平面图

Fig. 2 Geological schematic map of Xiaoshimen silver-gold mine

1. 第四系; 2. 白云岩; 3. 大理岩; 4. 闪长辉长岩;
5. 二长斑岩; 6. 闪长玢岩; 7. 矿化体及编号; 8. 断层

Ⅲ号脉受F2断层控制, 总体产状 $105^{\circ} \sim 120^{\circ} \angle 50^{\circ} \sim 70^{\circ}$; 有5个矿体, 长 $60 \sim 160$ m, 厚度 $0.4 \sim 1.06$ m, Au $0.43 \times 10^{-6} \sim 4.2 \times 10^{-6}$, Ag $17.9 \times 10^{-6} \sim 105.4 \times 10^{-6}$ 。

矿体形态为不规则脉状、透镜状、囊状。矿化与裂隙发育程度、构造性质及硅化强度密切相关, 破碎强、裂隙发育、硅化强处均具 Au 、 Ag 矿化, 地表褐铁矿化强处 Au 、 Ag 品位就高; 在含矿构造交汇部位及产状变化部位易形成富矿体。如 I-1 矿体由陡变缓厚度增大, 再如 II-7 矿体在主次构造交汇处变厚^[4]。

3.2 矿石特征

3.2.1 矿石成分

本矿床矿石成分为富金属硫化物矿石及贫金

属硫化物矿石。
富金属硫化物矿石矿物主要有: 黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、毒砂、黄铜矿、辉铜矿、锑银矿、辉锑矿、铜兰等。
富金属硫化物脉石矿物主要有: 石英、玉髓、方解石、白云石等。

贫金属硫化物矿石金属矿物少见。以 Fe 、 Mn 氧化物为主, 硫化物极少见, 脉石矿物组合以含金 Au 、 Ag 的玉髓、碳酸盐矿物为特征。

3.2.2 矿石结构构造

矿石结构主要有自形-半自形结构、他形粒状结构、碎裂状结构, 主要构造有块状构造、细脉浸染状构造、浸染状构造等。

3.3 围岩蚀变

本区围岩蚀变种类较多, 主要发育于 F1、F2 及闪长辉长岩脉邻近的脉岩及地层中。

主要类型有褐铁矿化、黄铁矿化、硅化、碳酸盐化。褐铁矿化、黄铁矿化直接与矿化紧密相关, 在矿化部位。褐铁矿化强, 褐铁矿化与矿化呈正相关关系, 即褐铁矿化强, 金、银矿化好。褐铁矿化最强的部位, 即金、银品位最好的地段。

硅化也是本区最主要的蚀变类型之一。硅化主要是两种表现形式, 一种为分布在矿化岩石中的石英网脉, 一种为石英、玉髓等交代原岩中的其它矿物, 硅化与银矿化呈正相关, 硅化强即矿化好。

表 1 稳定硫同位素组成结果表

Table 1 $\delta^{34}S$ data

序号	样品名称	$\delta^{34}S_{CDT}$
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	1.8
7	辉钼矿	3.34

分析单位: 国土资源部中南矿产资源监督检测中心

碳酸盐化是本区最重要的蚀变类型,分布范围广。发育于矿体及上、下盘围岩中,表现为方解石脉呈不规则状、细脉状、脉状分布在围岩中。矿化好,方解石细脉、网脉越发育,其蚀变范围达数十米。

4. 矿床地球化学特征

4.1 硫同位素特征

矿床硫同位素分析表明(表 1),稳定同位素值全为正值,变化范围小,集中在 0.99 ~ 3.43 之间,平均 2.21,具有陨石硫特征;硫同位素分布频率呈塔式分布;硫化物之间 $\delta^{34}\text{S}\text{‰}$ 的富集顺序依次为辉锑矿 > 黄铁矿 > 方铅矿。然而根据硫化物的化学键的脆弱程度,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期次的矿物,辉锑矿形成时间明显晚于黄铁矿和方铅矿。本矿床中矿石 $\delta^{34}\text{S}\text{‰}$ 平均值为 2.21,根据 H.ohmoto 和 R.O.Pye^[5] 观点,含水花岗质熔体处于平衡的岩浆流体相的 $\delta^{34}\text{S}\text{‰}$ 接近于 4。本矿床中未见到硫酸盐矿物。上述测定硫同位素的矿物(黄铁矿、辉锑矿、方铅矿)是本矿床最主要的硫化物,也就是说成矿流体的硫以还原形式的硫占绝对优势。因此,可以认为,上述硫化物的 $\delta^{34}\text{S}\text{‰}$ 值代表了与

花岗质熔体处于平衡流体相的 $\delta^{34}\text{S}\text{‰}$ 值,所以,可以认为形成本矿床的硫源来源于岩浆。本矿床的 $\delta^{34}\text{S}\text{‰}$ 与小寺沟斑岩铜钼矿的 $\delta^{34}\text{S}\text{‰}$ 非常相似,说明它们的硫源均来源于同一岩浆源^[6]。

4.2 稀土元素特征

为了进一步了解矿床的成矿物质来源,对稀土元素进行了测定(表 2)。其测定结果表明,矿床中主要金属矿物。含金褐铁矿除稀土元素含量低于二长斑岩、花岗斑岩及花岗闪长斑岩外,其轻重稀土元素比值、 δEu 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(图 3a、b)。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,与白云质角砾基本相似,说明磁铁矿矿床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主要与地层有关(图 3c、d、e)。

4.3 成矿温度

根据包裹体测温显示(表 3),本矿床的成矿温度范围在 240 ℃ ~ 365 ℃ 之间,平均 286 ℃,属于中低温范围。本矿床的矿物组合为黄铁矿 - 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,这些矿物的形成温度均为中低温。矿床内的围岩蚀变主

表 2 稀土元素含量表

Table 2 List showing the REE composition of main minerals in the deposit

矿物	球粒陨石	褐铁矿	花岗闪长岩	磁铁矿	铅锌矿	白云质角砾岩
La	0.39	9.89	101.21	0.78	1.60	5.21
Ce	0.98	5.72	68.10	0.38	2.32	3.23
Pr	0.14	5.25	53.99	0.36	1.75	2.94
Nd	0.72	3.22	34.36	0.27	0.77	1.84
Sm	0.23	2.37	17.17	0.30	0.60	1.41
Eu	0.23	0.76	4.91	0.04	0.27	0.67
Gd	0.31	2.05	9.23	0.13	0.47	1.12
Dy	0.06	2.15	6.28	0.18	0.55	0.69
Ho	0.09	1.52	5.30	0.12	0.22	0.67
Er	0.26	1.46	4.90	0.12	0.21	0.58
Tm	0.40	1.23	4.51	0.25	0.28	0.65
Yb	0.25	1.26	4.70	0.12	0.28	0.58
Lu	0.04	1.24	4.13	0.26	0.39	0.72
δEu		0.34	0.37	0.20	0.49	0.53
Ce/Yb		4.54	14.49	3.15	8.38	5.60
La/Sm		4.18	5.89	2.55	2.65	3.70

分析单位:武汉岩矿测试中心

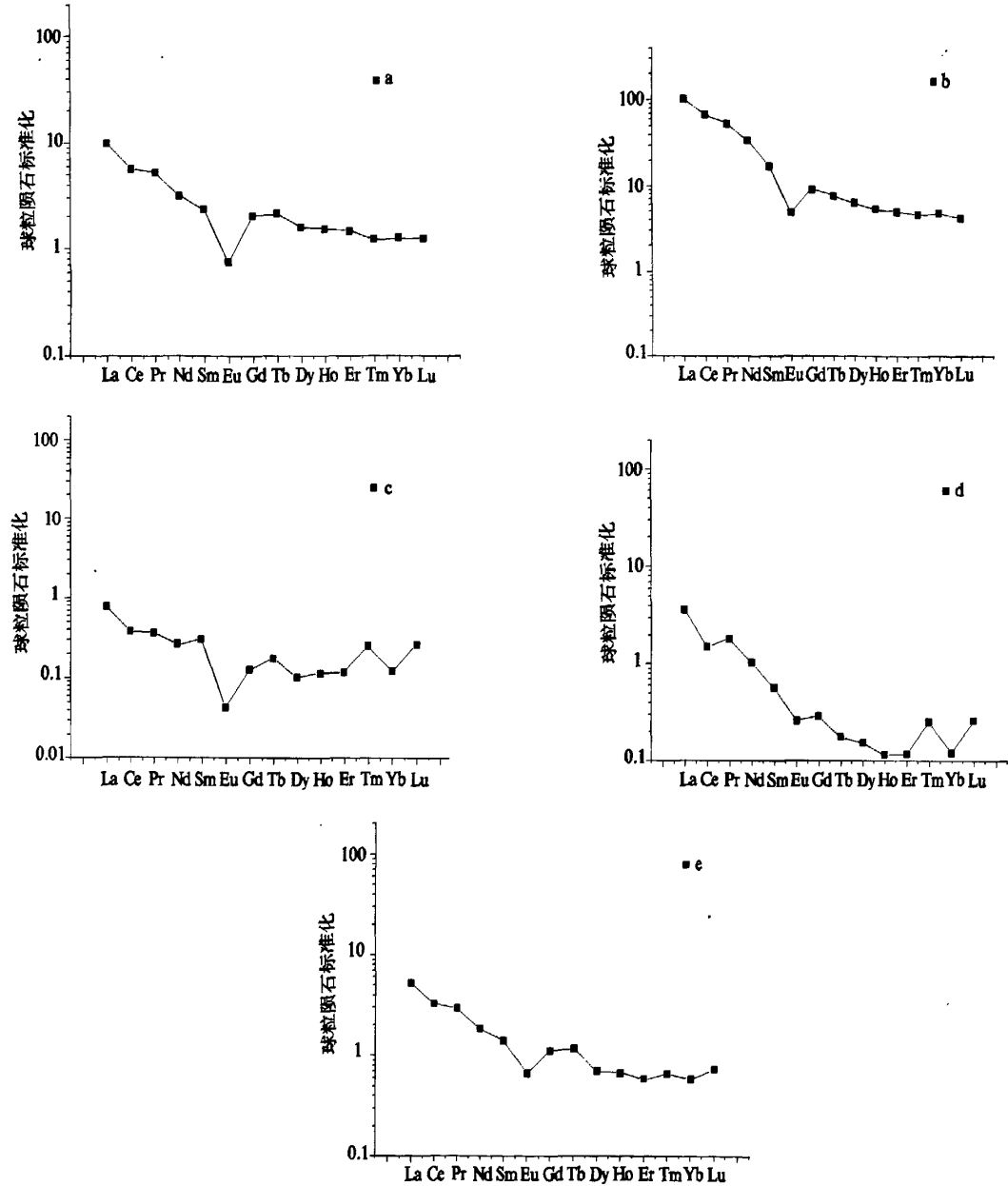


图 3 稀土元素模式图

Fig. 3 REE Patterns for main minerals in the deposit

a. 褐铁矿; b. 花岗闪长岩; c. 磁铁矿; d. 闪锌矿; e. 白云质角砾岩

要为硅化、碳酸盐化及褐铁矿化等,蚀变类型主要为中-低温重要条件下形成的。

4.4 包体成分特征

根据 6 个石英包裹体的气相、液相成分分析,本矿床包裹体中 Na^+/K^+ 的比值为 0.2 ~ 0.4, $Na^+/(Ca^{2+}+Mg^{2+})$ 的比值为 0.7 ~ 1.2, F/Cl 的比值为 200

以上, F 的含量大大高于 Cl 含量, CO_2/H_2O 为 0.2 ~ 0.4。据林文通^[7]研究认为金银矿床包裹体气相成分中 $CO_2/H_2O < 0.5$ 时应为岩浆热液, $Na^+/K^+ < 2$, $Na^+/(Ca^{2+}+Mg^{2+}) > 2$ 时应为典型的岩浆热液, F/Cl 很大时为典型的岩浆热液。对比本矿床分析结果,成矿热液主要为岩浆热液,可能有大气降水及雨水混

表 3 包裹体温度分析结果
Table 3 Analysis data for the inclusion in the ore
mimerals of the deposit

样品号	测定矿物	爆裂温度（℃）
1	辉锑矿	250
2	辉锑矿	255
3	方铅矿	365
4	方铅矿	290
5	辉钼矿	240
6	辉钼矿	320
平均		286

分析单位: 桂林冶金地质研究所

合。由于样品均采自矿体部位,因此只反映了矿床在成矿时期的热液来源。

5 矿床成因

- (1) 硫同位素资料显示, 矿床的硫来源于岩浆, 主要与矿区的二长斑岩及小寺沟杂岩体有关;
- (2) 稀土元素资料显示, 矿床中的成矿物质来自于二长斑岩及杂岩体, 而铅锌矿可能部分来源于地层;
- (3) 包裹体测温资料显示, 矿床的成矿温度在

300 ℃ ±, 矿床中矿物组合主要为中低温矿物组合, 因此, 矿床是在中低温条件下形成的;

(4) 包裹体成分资料显示, 成矿热液为岩浆热液。

综上所述, 本矿床成矿物质来源于岩浆, 成矿温度为中低温, 矿床成为与小寺沟杂岩体及二长斑岩有关的中低温热液充填型矿床。

参考资料:

[1] 陈晋镡. 河北省北京市天津区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1989, 61 – 68.

[2] 芮宗瑶, 施林道. 华北陆块北缘及邻区有色金属矿床地质[M]. 北京: 地质出版社, 1994, 453 – 554.

[3] 孙冀凡, 王会文, 许振海, 等. 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, 73(1) : 20 – 23.

[4] 郭鸿军, 孙冀凡. 河北省平泉县小石门金矿普查地质报告[R]. 北京: 地质出版社, 2004.

[5] 范启源. 气液包裹体炸裂法频谱分析的初步研究[A]. 矿物包裹体研究[C]. 北京: 科学出版社, 1983, 27 – 32.

[6] 杨士道, 胡祥召, 郭鸿军, 等. 河北省平泉小寺沟地区成矿规律及找矿预测研究报告[R]. 北京: 地质出版社, 2005.

[7] 林文通. 热液的温度、压力和化学组分对矿床成矿作用的影响[A]. 金银矿产选集[C], 1971, 19 – 34.

Geological Characteristics and Genesis of the Xiaoshimen
Silver–gold Deposit, Hebei Province

GUO Hong-jun, WANG Yuen-fei, GUO Zhong
(Tianjin North China Geoloical Exploration General Institute, Tianjin 300181, China)

Abstract: Xiaoshimen silver–gold deposit is located in outer–ring of Xiaoshigon copper–molydenum deposit and belongs to a part of the Cu–Mo ore–forming system. There are 3–over–1 000 m–long Au–Ag mineralization zones in the area. And they contain 17 ore bodies. The ore bodies are in the siliceous dolomite, controlled by NNE direction fault and bedding decollement fault and have close relationship with phophyritic diorite and monzonite. The ore bodies are non–regular veins, lenses and bursaes. The wall–rock alteration minerals are limonite, pyriteIt, silicate and carbonate. The study on the sulfur isotope, REE, ore–forming temperature and inclusions suggest that the ore deposit is possibly a mid–lower temperature hydrothermal filling deposit.

Key words: metallogeney; Geological characteristics; Xiaoshimen; silver–gold deposit; Henan Province