

河南嵩县小南沟金矿床 地球化学特征

祝新友 王书来

(有色总公司北京矿产地质研究所, 北京, 100012)

樊江

(河南省洛阳市黄金管理局, 洛阳, 450003)

赵悍东 赵起超

(河南省嵩县店房金矿, 嵩县, 450003)

摘要 河南省嵩县小南沟金矿是产于熊耳群火山岩中的构造蚀变岩型矿床, 矿体受控于近南北向断裂构造中, 但其围岩蚀变特点、同位素组成以及流体包裹体成分均与店房隐爆角砾岩型金矿有一定的联系, 与熊耳山地区产于北东向或近东西向断裂中的蚀变岩型矿床相似, 说明小南沟矿床与附近赋存于东西向以及隐爆角砾岩型矿床具有直接的成因联系, 它们构成一个统一的成矿体系, 其成矿物质来源与赋矿火山岩以及基底古老变质岩有关, 成矿作用与燕山期岩浆活动有关。

关键词 河南省, 金矿, 地球化学

熊耳山南麓地区是河南西部最重要的金矿产地之一, 小南沟金矿地处熊耳山南麓, 位于华北地台南缘华熊地块的马超营断裂带中, 控矿断裂近南北走向, 属于蚀变构造岩型矿床, 矿体埋藏浅, 规模大, 品位高, 店房金矿也因此成为“百吨选厂, 年产万两”矿山。

1 区域地质背景及矿床地质特征

区内地层主要是元古界熊耳群和太古界太华群。区内太华群主要分布于马超营大断裂带以南, 主要岩性为斜长片麻岩和斜长变粒岩、混合岩和斜长角闪岩。豫西地区大量的研究结果认为, 金矿与太华群有密切联系, 金矿成矿物质最终都来自太华群古老变质岩。

熊耳群是熊耳山地区众多金矿的赋矿层位, 分布广泛, 为一套中基性—中酸性的火山岩系, 对金矿化有重要意义。小南沟矿区出露地层全部是熊耳群上部的焦园组上段厚层状青灰绿色英安岩和次英安岩, 局部还有一些集块岩, 未见沉积夹层(图1)。岩性单一, 成分稳定。研究发现, 矿区英安岩厚度大, 层理和层状构造不明显, 主要呈块状, 常见有杏仁状构造。普遍具有斑状或聚斑晶结构, 斑晶为斜长石, 多为中长石或更长石, 未见石英斑晶。斑晶粒径一般

黄金勘查基金项目资助

① 收稿日期 1998-04-02 审回日期 1998-04-09

② 第一作者简介: 祝新友, 1965年生, 硕士, 高级工程师, 矿床地质与矿床地质化学研究

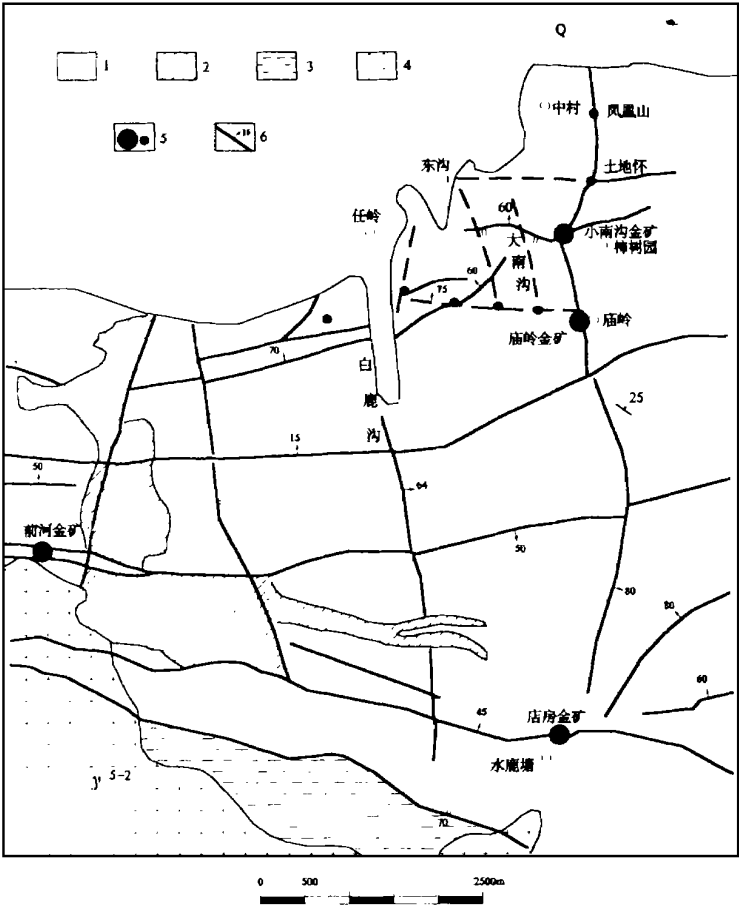


图 1 店房-小南沟金矿区区域地质简图

Fig. 1 Geological sketch of Au deposits in Dianfang-Xiaonangou Area
长城系熊耳群焦园组

1. 上段厚层状流纹岩夹安山岩薄层(chj^3) 2. 中段安山岩夹紫灰色英安岩(chj^2) 3.
下段青灰色流纹岩夹灰绿色安山岩(chj^1) 4. 燕山晚期第二阶段花岗岩(r^{5-2}) 5. 岩
金矿床, 矿点 6. 断裂及产状

1~3 mm, 常遭受轻微的绢云母化, 发育聚片双晶。斑晶边部普遍发生碱性长石增生净化边现象, 外侧边部高度自形。基质为脱玻化的玻璃质, 在遭受蚀变时出现大量的绢云母和微细粒石英。

小南沟地区至少发育三组断裂, 分别是近 EW 向、NNW 向和 NE 向。近 EW 向断裂横贯全区, 规模大, 断裂破碎带宽度往往在 20 m 以上, 是区域马超营基底大断裂带的次级断裂, 向西收敛, 向东撒开, 既控制了区内金矿的展布, 同时也在成矿后对矿体有破坏作用。断裂带内糜棱岩、角砾岩发育。总体产状 $10^\circ < 60^\circ$, 局部赋存有大规模的金矿化。0 线附近矿体的迅速膨大与近 EW 向断层直接相关, 断面清晰可辨, 沿该断裂与主破碎带交汇处矿化强烈, 金品位

多在 20×10^{-6} 以上。该组断裂活动时间较长, 以压扭性逆冲为主, 区内金矿化直接或间接与之有关。

近 SN 向断裂由 NNW 向和 NE 向断层复合形成, 庙岭、小南沟、通峪沟以及土地怀等矿体(段)都赋存于小南沟近 SN 向断裂中。断面舒缓波状, 角砾岩、碎裂岩发育, 具压扭特征。平面上总体呈反“S”形态, 土地怀和小南沟分别位于反“S”形的上、下两个转折端。矿体主要赋存于反“S”形态的中间部位即走向呈 NE 的地段。在土地怀以北地区, 断裂走向 NW35°, 倾向 W, 倾角一般在 60°左右, 含矿性较差, 在通峪沟矿段, 含矿段断裂走向为 NE10°。土地怀-小南沟(0 线附近), 断裂总体走向 NE20°, 倾向 W, 倾角 30°~ 45°, 金矿化宽度稳定在 20 m 以上, 矿化强度向南逐渐增强, 是小南沟金矿的重要赋矿地段。小南沟 0 线以南-57 线, 断裂走向 NW340°, 倾向 W, 倾角 40°~ 50°, 含矿性不好, 尤其是 9~ 55 线, 断裂规模小, 蚀变弱, 矿化差。57 线以南地区, 矿化增强, 蚀变带和矿体的宽度变大, 向南与庙岭金矿相连, 走向约 NE5°~ 10°。

NNW 向断裂属基底构造, 长期主要表现为挤压逆冲, 燕山早期(成矿期前)因扬子板块与华北板块的碰撞引起的区内强烈挤压的应力作用, 形成了 NE 和 NNW 向的一组共轭断裂体系, 这种强烈挤压的进一步演化使二者复合形成总体呈近南北向的舒缓波状的断裂。从断层性质、断层岩特点分析, 该复合断裂在成矿前属压扭性、左行; 在成矿期, 随着秦岭运动, 区域应力以松弛为主, 表现为近南北方向上的拉张, 从而导致近断裂中走向 NE 向的部分引张, 形成工业矿体; 目前熊耳山地区的金矿大多赋存于近 EW 和 NE 向断裂体系中, 即是这一演化的结果。成矿后, 断裂主要表现为挤压特性, 形成断层泥、断层破碎带等。

由此说明, 赋存于近 EW 向断裂中的矿床与赋存于近 SN 向断裂中的矿床成矿具有密切的联系, 它们的成矿物质来源和成矿时代相同, 成矿特点相似。由于近 EW 向断裂活动历史长, 切割深, 规模大, 矿化也很普遍, 属于导矿构造, 局部形成一些低品位大规模的金矿化, 而近 SN 向断裂为容矿构造^{〔1〕}。

小南沟金矿表内矿体由黄铁绢英岩组成, 矿体与围岩间无明显界线。热液蚀变作用包括绢云母化、硅化、黄铁矿化和泥化及少量方解石化等。绢英岩化的规模与矿化密切相关, 从矿体向外侧, 蚀变强度逐渐减弱, 由块状黄铁绢英岩→线型蚀变岩→弱蚀变英安岩→青灰绿色英安岩有规律变化。

表 1 小南沟金矿岩石全岩化学成分 ($w_B/10^{-2}$)

Table 1 whole rock analysis of Xiaonangou Au Deposit

编 号	名 称	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO
DC23	强硅化黄铁绢英岩	81.59	0.34	7.09	2.58	2.16	0.23	0.21	0.07
DC53	强泥化黄铁绢英岩	50.71	0.51	14.85	3.78	3.72	0.17	2.30	4.14
DC129	青灰绿色英安岩	68.33	0.72	12.24	1.42	4.098	0.11	0.72	2.08
DT14	线型红化英安岩	69.75	0.69	12.63	1.08	4.04	0.07	0.52	0.22
编 号	名 称	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻	挥发份	总量	
DC23	强硅化黄铁绢英岩	0.05	3.06	0.08	2.08	0.23	0.01	99.55	
DC53	强泥化黄铁绢英岩	0.06	10.35	0.13	2.63	0.26	6.07	99.42	
DC129	青灰绿色英安岩	2.26	4.63	0.15	2.14	0.1	0.67	99.56	
DT14	线型红化英安岩	0.06	6.82	0.16	1.88	0.29	1.67	99.59	

(分析单位: 北京有色金属研究总院)

泥化蚀变岩石中含丰富粘土, SiO_2 被迁出, 含量大为降低, Al_2O_3 、 K_2O 迅速增高。

岩石化学分析结果(表1)表明, 线型蚀变作用未造成原岩中化学成分的显著改变, SiO_2 、 K_2O 的含量稍有增高。黄铁绢英岩 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 MnO 较原岩有较大的提高, 但 Al_2O_3 、 K_2O 、 CaO 、 MgO 都较原岩低得多, 显示出原岩中长石及玻璃质的大量分解、迁出 Al_2O_3 、 K_2O 等, 同时形成绢云母和少量石英, 在局部尤其是矿体近上盘岩石中, 还带入了大量的 SiO_2 形成石英。利用穿过矿体的地质剖面系统研究, K_2O 含量由远矿围岩向矿体方向有所增高, Na_2O 变化刚好相反。

矿石属于贫硫型, 主要金属矿物包括黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、黝铜矿、赤铁矿及含金矿物等, 脉石矿物主要有石英和绢云母以及粘土矿物, 少量方解石。矿石主要构造为碎裂状、细脉浸染状、网脉状等。黄铁矿多呈立方体和五角十二面体形态, 高度自形晶, 粒径一般在0.1 mm以下。成矿作用大体可分三个阶段: 早阶段形成乳白色石英脉, 含少量黄铁矿, 有时含赤铁矿(镜铁矿); 第二阶段以细脉状、网脉状含黄铁石英细脉为主, 其中石英以烟灰色、灰黑色为主; 第三阶段为多金属硫化的石英脉阶段, 石英多呈灰白色细晶、微晶, 伴有少量黄铁矿、方铅矿、闪锌矿以及黝铜矿等。

2 矿床地球化学特征

2.1 硫同位素

小南沟金矿硫化物 $\delta^{34}\text{S}$ 值介于 $-16.6\text{‰} \sim -9.5\text{‰}$ 之间(表2), 分布范围较大, 其中, 取自NEE向断裂构造强烈活动地区的样品 $\delta^{34}\text{S} = -9.8\text{‰} \sim -9.5\text{‰}$, $\delta^{34}\text{S}$ 升高可能与这种基底断裂的活动有关。小南沟金矿与店房金矿硫同位素有显著的差异, 一方面, 小南沟金矿 $\delta^{34}\text{S}$ 值为远偏离0值的负值, 分布范围广, 而店房金矿 $\delta^{34}\text{S}$ 都在0值附近, 以小的正值为主, 集中分布于 $3\text{‰} \sim 6\text{‰}$, 说明二矿床成因和成矿硫的演化历史都存在巨大的差异。小南沟金矿属于构造蚀变岩型金矿, 而店房金矿属于隐爆角砾岩型, 是在元古代古火山机构的基础上形成的, 其硫同位素组成特点与熊耳山地区大多数隐爆角砾岩型金矿床的 $\delta^{34}\text{S}$ 值及分布特点是一致的, 如祁雨沟金矿, $\delta^{34}\text{S}$ 值为低正值且集中分布。这类矿床成矿温度一般较高(祁雨沟矿床均一温度在 $330^\circ\text{C} \pm$), $\delta^{34}\text{S} = -3.5\text{‰} \sim +2.7\text{‰}$, 认为硫直接源自于深部花岗岩或围岩太华群变质岩, 经后期改造均一化形成^[2,3]。

小南沟金矿硫同位素与熊耳山地区角砾岩型和石英脉型金矿相比都存在很大差异, 但与蚀变岩型金矿很相似, 如上宫、瑶沟等蚀变岩型金矿。熊耳山地区蚀变岩型金矿均存在氧化矿物, 如上宫金矿石中有重晶石, 重晶石 $\delta^{34}\text{S} = 6\text{‰} \sim 7\text{‰}$ ^[3], 瑶沟金矿石中存在镜铁矿, 根据硫同位素平衡理论, 针对上宫金矿成矿温度(均一温度 $210 \sim 320^\circ\text{C}$, 平均 266°C), 与重晶石平衡的黄铁矿的硫同位素 $\delta^{34}\text{S}$ 值为负值。随着温度降低, 负值愈低, 硫同位素分馏更强。

表 2 小南沟矿床硫化物硫同位素测定结果

Table 2 S-isotope analysis of Xiaonangou Au deposit

样号	取样位置	测定矿物	$\delta^{34}\text{S}/\text{‰}$
DT 4	小南沟	黄铁矿	- 13
DT 5	小南沟	黄铁矿	- 14. 2
DT 7	小南沟	黄铁矿	- 13. 6
DT 7	小南沟	方铅矿	- 16. 6
DT 48	小南沟	黄铁矿	- 9. 5
DT 50	小南沟	黄铁矿	- 9. 8
DT 60	小南沟	黄铁矿	- 13. 7
DT 84	小南沟	黄铁矿	- 12. 7
DT 87	小南沟	黄铁矿	- 14. 7
H- 1	店房	黄铁矿	3. 7
H- 2	店房	黄铁矿	3. 9

测试单位: 地矿部矿床地质研究所

小南沟金矿矿石中也广泛发育有热液成因的赤铁矿或镜铁矿, 反映成矿环境属于较强氧化环境, 即便初始来源的热液中总硫的 $\delta^{34}\text{S}$ 值与店房金矿一致, 也会形成目前强烈负值的硫化物的 $\delta^{34}\text{S}$ 值。因此单从硫同位素分布情况看还并不能说明店房金矿与小南沟金矿硫的来源不同。反过来说, 虽然熊耳山地区的构造蚀变岩型与隐爆角砾岩型矿床有不同的硫同位素组成, 但由于其成矿的氧化还原环境不同, 它们也可能具有相同的硫同位素来源。

根据硫同位素计原理, 以样品 D17(表 2) 中共生黄铁矿与方铅矿之 $\delta^{34}\text{S}$ 值, 可获得小南沟

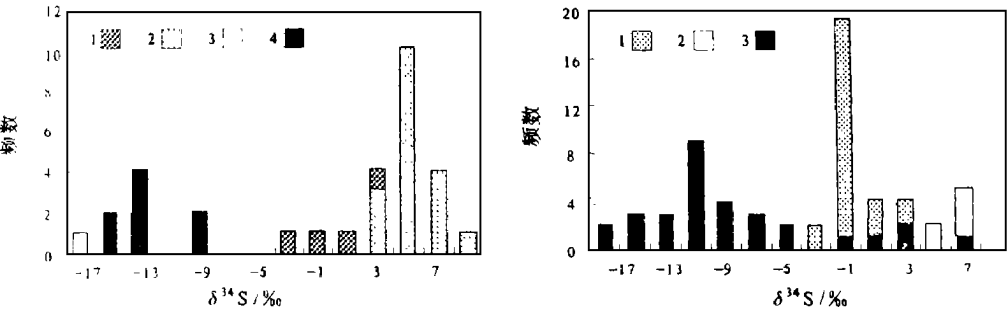


图 2 小南沟金矿及有关矿床硫同位素组成

Fig. 2 S-isotope composition of Au deposits in Dianfang- Xiaonangou Area

1. 店房 Ga 2. 店房 Py 3. 小南沟 Ga 4. 小南沟 Py 1. 祁雨沟 2. 上宫重晶石 3. 上宫
(店房金矿的部分资料引自“店房金矿勘探报告”, 祁雨沟金矿的资料引自上宫金矿的资料)

金矿床共生矿物对的温度 310°C , 这一温度远高于均一温度, 说明在小南沟金矿, 矿物间并未达到同位素平衡状态。

2. 2 铅同位素

铅同位素集中分布, 差别很小(表 3)(图 3)。与店房金矿相比, 小南沟金矿铅同位素分布更为集中, 二矿床组成非常相近, 无多阶段成矿演化的特点, 这初步反映了店房金矿与小南沟金矿中铅的来源及演化历史是相似的。同时, 铅的单阶段模式年龄在 $8\sim 10$ 亿年间, 与熊耳山

地区金矿大多形成于燕山期的时代相距遥远, 反映其演化较为复杂, 或者说有部分铅来自周围及深部的古老变质岩。

表 3 小南沟金矿铅同位素测定结果

Table 3 Pb isotope analysis

样品编号	$w(^{206}\text{Pb})/w(^{204}\text{Pb})$	$w(^{207}\text{Pb})/w(^{204}\text{Pb})$	$w(^{208}\text{Pb})/w(^{204}\text{Pb})$
DT 19	16.995	15.408	37.569
DT 36	17.045	15.442	37.535
DT 39	17.110	15.459	37.757
DT 47	17.086	15.473	37.767
DT 32	17.168	15.453	37.807

测试单位: 核工业部北京地质研究院

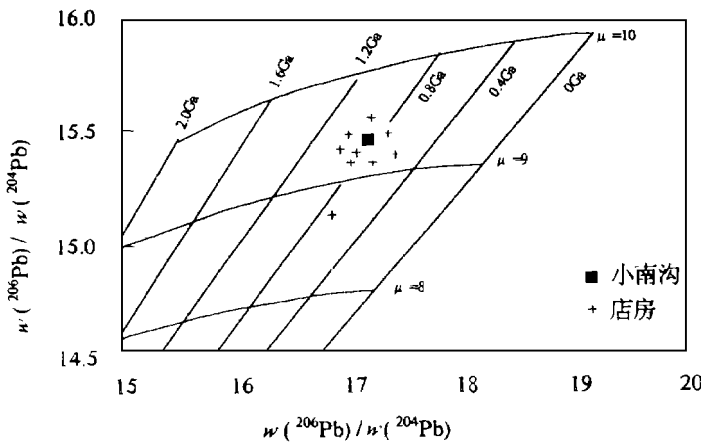


图 3 河南店房小南沟金矿铅同位素图解

Fig.3 Pb isotope plot

与祁雨沟矿田相似, 店房-小南沟矿化集中区也存在隐爆角砾岩型和构造蚀变岩型金矿, 它们受制于统一的地质事件, 可能具有相似的成矿物质来源, 可能受合峪岩体的影响, 分布具有分带性。

从更大范围上讲, 小南沟金矿与店房金矿铅同位素都落在豫西地区已知金矿床范围之内, 并且落在熊耳群、太华群全岩铅组成直线上, 同时, 与花岗岩体长石铅也具有大体一致的组成, 因此, 可以初步认为, 小南沟金矿与熊耳山地区乃至整个豫西台缘地区的金矿都有着相似的铅甚至成矿物质来源, 有着相似的成矿演化历史。豫西地区金矿床铅同位素组成的相似性可能反映着铅在演化过程中曾经历过广泛的均一化^[4]。铅及成矿物质与太华群、熊耳群、燕山期重熔花岗岩(合峪岩体)等有着一致的铅及成矿金属来源。小南沟金矿围岩熊耳群焦园组是金矿成矿物质的直接来源, 而合峪岩体亦提供部分成矿物质, 但它们的最初来源都是太华群变质岩。

2.3 流体包裹体特征

小南沟金矿石英中流体包裹体细小, 一般在 5~ 10 μm, 以气液两相包裹体为主, 少见有含

液相 CO₂ 的三相包裹体, 气液比一般 < 10%。均一温度 209~ 257 °C, 集中分布于 210~ 230 °C, 与豫西地区蚀变岩型金矿床相似, 较店房金矿低得多, 说明成矿过程中南部的合峪岩体对成矿仍有影响, 形成由南向北降低的温度梯度带。小南沟- 庙岭正是位于这一梯度带中有利于金沉淀富集的中温环境。

表 4 流体包裹体成份 (w B/ 10⁻⁶)

Table 4 Analysis of fluid inclusion

原编号	取样位置	H ₂	N ₂	CH ₄	CO ₂	H ₂ O	金矿石品位
DT 17	581 中段 CD9	0. 055	0. 8	1. 3	19. 2	103. 2	4. 5
DT 26	527 中段 CD45	0. 065	1. 0	1. 6	15. 2	88. 8	< 1
DT 50	506 中段 TJ4	0. 035	0. 5	1. 0	17. 6	56. 4	3. 47
DT 49	506 中段 CD109	0. 022	0. 8	2. 0	62. 4	132. 0	6. 19
DT 6	478 中段 CD3	0. 152	1. 3	1. 6	103. 2	117. 6	6. 65
DT 36	451 中段 CD12	0. 375	1. 3	1. 0	118. 4	84. 0	3. 9
DT 78	405 中段 CD9	0. 092	0. 5	0. 8	40. 8	100. 8	

(测定单位: 北京矿产地质研究所)

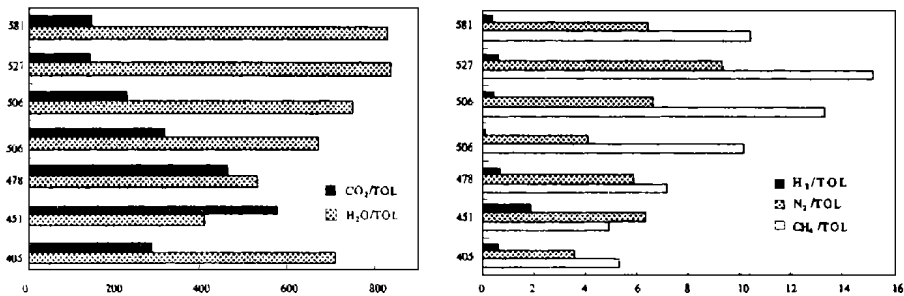


图 4 小南沟矿床流体包裹体气相成分垂向变化

Fig. 4 Vertical variation of fluid inclusion analysis in Xiaonangou Au deposit

(横坐标为比值, 纵坐标为中段高程)

H₂O 是含矿流体的主要组份(表 4), 取自富矿体中的样品 CO₂ 含量远高于无矿段的样品。CH₄ 的变化正好相反, 含金样品中 CH₄ 含量都较不含金样品低。垂向上, 由下往上随高程升高, H₂O、CH₄ 逐渐增高, 而 CO₂、H₂ 逐渐降低(图 4)。CH₄、N₂ 向上部增高, 说明热液体系可能是一个较为开放的系统, 上部可能有更多的地表成因的地下水参入成矿过程。

一般认为, CO₂、CH₄ 集中于金矿前缘晕中, 在矿体上部富集, 自下往上, 随成矿温度降低, 含量逐渐升高^[5]。小南沟金矿 CH₄ 与此变化规律一致, 而 CO₂ 的变化完全相反, CO₂/CH₄ 也是向深部迅速增大, 这一不同于大多数矿床的特点, 说明小南沟目前开采高程(海拔 451~ 581 m) 似乎既属于金矿尾晕, 又同时具有一些头晕的特点, 它显示出目前金矿体可能已有较大的剥蚀深度, 向下矿化强度可能逐渐减弱, 但同时也暗示出深部还有第二层矿出现的可能。剖面地球化学分带也显示出矿体向下贫化消失的特点(另有专文讨论), 目前矿山深部勘探结果也与此完全一致。

3 结论

小南沟金矿属于构造蚀变岩型, 与熊耳山地区该类型矿床具有相似的地球化学特征, 但其成矿物理化学条件及矿石硫同位素组成明显不同于隐爆角砾岩型金矿, 反映它们可能具有一致的成矿物质来源, 但演化历史差异较大。小南沟蚀变岩型金矿具有低温和相对高的氧化环境, 矿石硫同位素 $\delta^{34}\text{S}$ 值以强烈富轻硫为特点, 而隐爆角砾岩型金矿形成于较高温相对还原环境, $\delta^{34}\text{S}$ 值在 0 附近且分布集中。小南沟金矿受控于近南北向的断裂体系, 它与店房隐爆角砾岩型金矿以及庙岭蚀变岩型金矿同属于一个成矿体系中。成矿物质与赋矿熊耳群火山岩及基底太华群变质岩有关, 但燕山期岩浆活动可能影响了成矿作用并引起不同矿床类型的分带。流体包裹体成分在垂向上有明显的分带, 结合其它方面的一些研究, 似乎反映出尾晕的特点。

参考文献

1. 祝新友. 河南省嵩县小南沟金矿床控矿构造分析. 贵金属地质, 1998, (1)
2. 王志光, 等. 华北地块南缘地质构造演化与成矿. 冶金工业出版社, 1997
3. 陈衍景, 富士谷. 豫西金矿成矿规律. 地震出版社, 1992
4. 尉向东, 郭文秀. 豫西地区金矿的氧、铅、碳同位素特征与成矿流体. 贵金属地质, 1997
5. 李惠, 娄元生, 等. 金矿床包裹体的气晕、离子晕模型. 有色金属矿产与勘查, 1994, (3)

GEOCHEMISTRY OF GOLD DEPOSIT (XIAONANGOU), SONGXIAN, COUNTY, HENAN PROVINCE

Zhu Xinyou, Fan Jiang and Wang Shulai

(Beijing Institute of Geology and Mineral Resources, CNNC, Beijing, 100012)

Abstract

Xiaonangou is a NS-fault-restricted fractural alteration rock type Au deposit. It is similar in wall rock alteration, isotope composition and fluid inclusion analysis to Fangdian blindly exploded pipe type Au deposit and those occurring in NE and WE fault zones in Xiongershan Area. The similarity suggests that Au deposits in the area are genetically related thus belong to one metallogenic system in which ore materials come from volcanics of Xionger Group and basement rocks. The metallogeny is related to Yanshanian magmatic intrusion.

Key Words Xiaonangou Au deposit, frautural alteration rock, metallogenic system