

太行山北段深源流体与金矿成矿作用*

牛树银 孙爱群 王礼胜 李瑞 罗殿文 陈华山

(石家庄经济学院, 石家庄)

(河北地勘局, 石家庄)

提 要: 太行山北段金矿研究表明, 金的成矿物质主要来自深源, 部分萃取自迁移途中的围岩。成矿具有明显的成矿集中期和集中区, 这种时间、空间分布特征与地幔热柱多级演化密切相关。含金的深源流体随地幔热柱多级演化向上迁移, 当其迁移到幔枝(变质核杂岩)外围主拆离滑脱带及其上盘裂隙扩容带时, 由于物理、化学条件的改变, 使其聚集沉淀成矿, 并可表现出斑岩脉型、隐爆角砾岩型、大脉型、网脉型等多种矿石类型为一体的系列成矿。硫、铅、氢、氧等同位素测定值亦表明含金流体主要来自深源, 其上升过程中有部分壳源流体和大气降水混入, 因此, 构造变形是成矿控矿的主导因素。本文还进一步探讨了构造成矿控矿作用, 归纳出了成矿模式。

关键词: 深源流体 成矿作用 成矿模式 太行山

金的地壳背景值很低, 化学性质也不活泼, 何以形成相当高的浓集度, 而发育成中、大型, 甚至超大型金矿床或连片分布的成矿密集区呢? 要回答这个问题, 其成矿物质来源、迁移途径及聚集成矿作用应是地质学家探讨的关键。研究表明太行山北段金矿, 金的成矿物质以深部来源为主, 通过地幔热柱多级演化向上迁移, 并在有利的构造扩容带(尤其是主滑脱带之上中元古界碳酸盐岩的破碎带中)聚集成矿。

1 太行山北段金矿的赋存特征

太行山北段指位于阜平幔枝(变质核杂岩)北东倾伏端的涞源—易县地区(牛树银等, 1994)^[1], 主要成矿有利部位往往是幔枝构造外围主拆离带及其与之大角度相切的韧性剪切(断裂)带交汇部位。近年来发现的柴厂、孔各庄、南款、上明峪等金矿均属于此种类型(图1)。以孔各庄金矿为例, 该矿位于阜平幔枝(变质核杂岩)构造北东倾伏端东侧主拆离滑脱带与易县—蔚县NW向韧性剪切带相交区域, 共同控制着一系列燕山期小型花岗岩岩株。矿体赋存在狐狸窝小岩株的北侧盖层断裂带中, 具有多层次、多类型、系列成矿的特征。在空间分布上, 上部为细脉—大脉型矿体, 中部为隐爆角砾岩型矿体, 下部为斑岩脉状矿体。

1.1 地质特征

孔各庄金矿床位于狐狸窝村北, 矿体产于幔枝(变质核杂岩)构造主拆离滑脱带附近及上盘盖层裂隙中。矿区主要控矿构造为SN向和EW向密集裂隙带。SN向裂隙带纵贯整个矿区, 长达3000 m, 宽约500 m, 由一系列平行展布的陡倾张扭性裂隙组成。裂隙间距5~20 m,

* 地矿部百名跨世纪科技人才培养计划项目(96-08)和地矿部定向科研项目(97-01)资助
第一作者简介: 牛树银, 男, 45岁, 教授, 从事构造地质学的教学与研究工作。邮政编码: 050031
1998-03-01 收稿, 1998-06-30 修改回

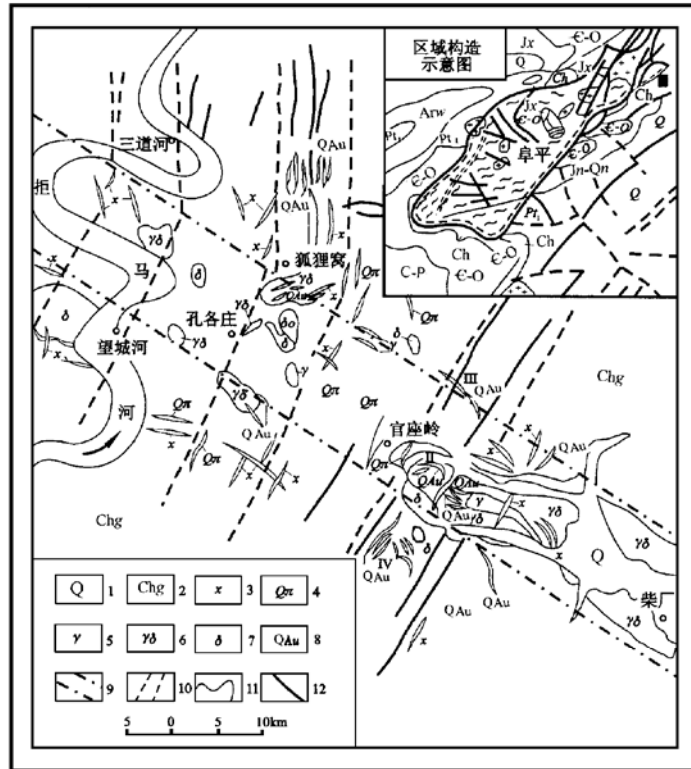


图1 柴厂金矿田地质略图

1—第四系；2—高于庄组；3—煌斑岩；4—石英斑岩；5—花岗岩；6—花岗闪长岩；7—闪长岩；8—金矿脉；
9—成矿田；10—成矿区；11—地质界线；12—断层；Arw—太古代五台群；Pt₁—古元古代；Ch—长城群；
Jx—蓟县群；Є—O—寒武纪—奥陶纪

Fig. 1. Geological sketch map of the Chaichang gold orefield.

1—Quaternary; 2—Gaoyuzhuang Formation; 3—Lamprophyre; 4—Quartz porphyry; 5—Granite; 6—Granodiorite;
7—Diorite; 8—Gold ore vein; 9—Metallogenetic field; 10—Metallogenetic area; 11—Geological boundary; 12—Faults;
Arw—Archean Wutai Group; Pt₁—Paleoproterozoic; Ch—Changcheng Group;
Jx—Jixian Group; Є~O—Cambrian-Ordovician.

产状为 $90^{\circ}\sim 95^{\circ}\angle 75^{\circ}\sim 80^{\circ}$ (图2)。有的裂隙被辉绿岩、花岗斑岩、石英斑岩等岩脉充填。此外,有些裂隙被岩墙状角砾岩带所充填。角砾岩带一般长 $60\sim 110\text{ m}$, 宽 $80\sim 180\text{ cm}$, 角砾大小混杂, 砾径 $3\sim 15\text{ cm}$, 以 $5\sim 10\text{ cm}$ 为主, 次棱角状, 角砾占 $60\%\sim 80\%$, 以基底式、接触式胶结, 胶结物有花岗质、铁质、钙质。角砾成分亦很复杂, 既有围岩的碳酸盐岩角砾, 也有辉绿岩、花岗质角砾, 还有来自高于庄组下(底)部的碳质页岩角砾及砂岩、泥质灰岩角砾, 甚至有片麻岩、糜棱岩角砾。糜棱岩角砾还保留有石英的拔丝构造。表明角砾岩墙是由于深部隐爆而沿断裂贯入的。片麻岩、糜棱岩角砾等来自主拆离带及其附近。EW向裂隙带发育程度弱于SN向裂隙带, 延长达 1500 m , 产状 $170^{\circ}\sim 180^{\circ}\angle 75^{\circ}\sim 85^{\circ}$, 也发育有沿断裂充填

的隐爆角砾岩带。

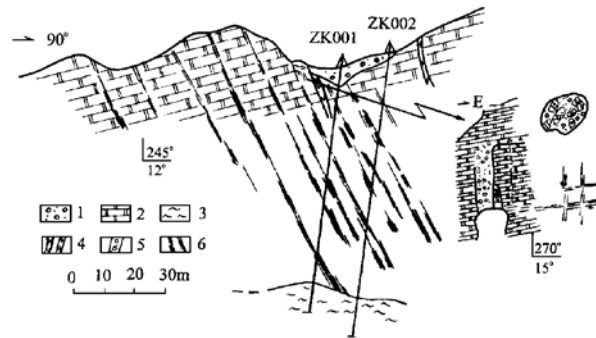


图 2 孔各庄金矿矿体空间形态剖面素描图

1—第四系；2—高于庄组白云岩；3—变质杂岩；4—辉绿岩脉、花岗斑岩脉；5—隐爆角砾岩；6—矿体；

Fig. 2. Geological section showing spatial forms of orebodies in the Konggezhuang gold deposit.

1—Quaternary; 2—Dolomite of Gaoyuzhuang Formation; 3—Metamorphic complex; 4—Diabase vein, granite porphyry vein; 5—Cryptoexplosion breccia; 6—Orebody.

矿体呈细脉—网脉—大脉状发育于SN向裂隙带、角砾岩带或岩脉之中，其发育程度与裂隙发育程度呈正相关关系。目前已发现10个平行排列的金矿带，间距5~20m，有工程控制的矿体6个，长度为330~560m，厚度0.3~1.11m，Au品位 $6.15 \times 10^{-6} \sim 37 \times 10^{-6}$ 。矿体由较纯的黄（褐）铁矿脉组成（氧化带为褐铁矿，原生带为黄铁矿）。矿脉在空间上呈“云松”（楼层）式产出。在650~620m标高上，矿体呈细（网）脉状，脉宽0.3~0.5cm，往往2~3条成带。未见有缓倾矿脉。沿矿脉向下追索不断变宽。在550~520m标高，矿脉变成大脉状，宽5~20cm，沿走向和倾向均有分枝复合现象，甚至呈豆荚状、扁豆状。除陡倾矿脉以外，还发育有沿岩层薄弱面贯入的顺层矿脉，且延伸稳定。在I号矿脉洞口东侧，这种矿脉可延续20m以上，构成空间的纵横交错状（图2）。在III号矿脉中已追索到隐爆角砾岩型矿体，其角砾成分复杂，胶结物为褐铁矿化金矿，呈疏松状。洞采隐爆角砾岩状矿体宽3~4.5m。4线的401孔穿过6层矿体，其中还有两层花岗斑岩脉型矿体。表明孔各庄金矿的分带性明显，由下往上为花岗斑岩脉型→隐爆角砾岩型→大脉型→网脉型带状产出。

1.2 矿石类型

矿石类型可分为细脉型、大脉型、隐爆角砾岩型和花岗斑岩脉型。

细脉型金矿石：矿石由细脉褐铁矿（黄铁矿）和白云石组成。金主要赋存在褐铁矿（黄铁矿）条带中，矿石质量取决于褐铁矿（黄铁矿）细脉的多少和宽窄。褐铁矿（黄铁矿）脉越多、越宽，金的品位就越高。

大脉型金矿石：大脉型金矿石是细脉合并变宽而形成的。矿脉呈豆荚状、串珠状，可见对壁生长构造，包裹状结构。金品位较细脉状矿石高（图3）。

隐爆角砾岩型矿石：矿石往往呈以角砾的胶结物形式存在，角砾成分混杂，大小不一，呈基底式-接触式胶结，胶结物为含金褐铁矿（黄铁矿），金品位取决于黄铁矿胶结物的多少。

花岗斑岩脉型矿石：该类型指分布于花岗斑岩脉中的细脉浸染状、树枝状矿石。

1.3 矿石结构、构造及矿石类型

矿石结构主要为他形粒状、交代残余、等粒、不等粒结构，团块状、细脉浸染状、脉状构造。

各类矿石的主要金属矿物为黄铁矿（褐铁矿）及少量的黄铜矿（铜蓝），局部地段可形成块状硫化物，由较纯的黄铁矿、黄铜矿组成。金矿物呈自然金、银金矿、碲金矿，金矿物颗粒多在0.002~0.02 mm左右，呈不规则状分布于黄铁矿（或褐铁矿）及岩石裂隙中。块状硫化物矿石的金品位可高达上百ppm，银品位可达数百ppm，铜品位可达8.6%。脉石矿物主要为方解石、白云石、石英等。

1.4 围岩蚀变

孔各庄金矿床的围岩蚀变从蚀变范围、蚀变强度、蚀变类型均依矿石类型不同而有所不同。在650~600 m标高的细脉状矿体表现为褐铁矿（黄铁矿）细脉，围岩基本未表现出蚀变现象，表明热液活动已很弱。在550 m标高上下，大脉状的近矿围岩表现为以硅化、黄铁矿化、碳酸盐化为主，远矿围岩有较弱的大理岩化蚀变。而隐爆角砾岩型矿体蚀变强烈，不仅具强烈的硅化，甚至可见普遍较弱的钾化、黄铁矿化、黄铜矿化，亦有镜铁矿化，往外逐渐过渡到碳酸盐化、大理岩化。在空间上具有明显的分带性。

1.5 成矿阶段

孔各庄金矿，就总体而言可明显地划分出钾长石-石英、硫化物和碳酸盐化等三个阶段。但值得注意的是，该矿区不止一次矿化，而具有不同期次矿化的叠加作用，早、晚不同矿化期的成矿阶段也有明显改造和叠加关系，甚至有晚期的矿化切割早期矿化的现象。

其他金矿也具类似特征，如柴厂金矿Ⅱ矿段赋存于柴厂闪长岩类岩体内的NW端，矿体呈缓倾斜叠瓦状产出，延伸稳定；Ⅲ矿段位于柴厂岩体北侧高于庄组碳酸盐岩中，赋矿围岩是沿断裂贯入的煌斑岩脉。矿体主要展布在岩脉上、下盘断裂破碎带中；Ⅳ矿段产于主拆离滑脱带上盘碳酸盐岩铲状断裂之中。断裂平行排列，成组出现，走向NNE，倾向SE，总体呈上陡下缓的铲状。矿体沿断裂展布，延伸稳定。

2 稳定同位素地球化学

2.1 硫同位素组成

太行山北段金矿田硫同位素测试结果（表1）， $\delta^{34}\text{S}$ 在4.3‰~7.2‰之间，与来自深部岩浆岩的硫同位素的变化范围相当，表明金矿中黄铁矿的硫主要来自地球深部。

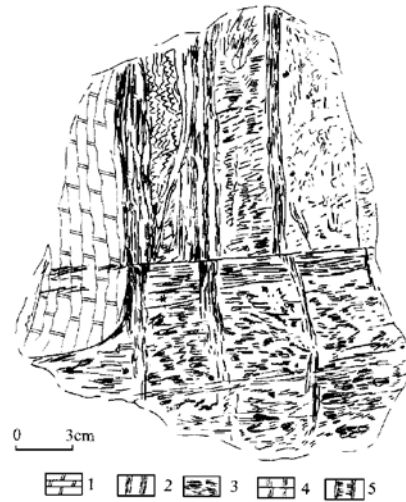


图3 孔各庄金矿脉状矿石素描图
1—蚀变白云岩；2—脉状矿化；3—浸染状矿化；4—裂隙构造；5—对壁生长方解石脉
Fig. 3. Sketch of veinlike ores in the Konggezhuang gold deposit.
1—Altered dolomite; 2—Veinlike mineralization; 3—Disseminated mineralization; 4—Fracture structure; 5—Comb calcite vein.

2.2 铅同位素

太行山北段金矿田，不同岩类中脉状矿体的矿石同位素组成（表 2，1~9 号）。表中还列出了矿田附近主要岩浆岩全岩的铅同位素组成（表 2，10~12 号）。

从表 2 不难看出，金矿矿石矿物与岩浆岩全岩两组样品的铅同位素组

表 1 硫同位素测试结果

Table 1. Sulfur isotopic composition

样品编号	矿 物	地 点	$\delta^{34}\text{S}/\%$
K5	黄铁矿	孔各庄金矿	4.3
D6	黄铁矿	豹子峪碳酸盐中脉状矿石	6.7
D7	黄铁矿	豹子峪片麻岩中脉状矿石	7.2
CYQ-02	黄铁矿	官座岭岩体中脉状矿石	6.3

注：测试单位：中科院地质所，1996

表 2 铅同位素测试结果

Table 2. Lead isotopic composition

序 号	样 品 编 号	采样地点及岩性	测试 矿物	^{204}Pb	^{206}Pb	^{207}Pb	^{208}Pb	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$
1	CY-G01	官座岭，碳酸盐岩	方铅矿	1.4539	24.0574	21.9371	52.5517	16.5468	15.0885	36.1453
2	CY-G02	官座岭，花岗闪长岩	黄铁矿	1.4232	24.2309	21.2378	53.1081	17.0257	14.9286	37.3160
3	K-5	孔各庄，石英闪长岩	黄铁矿	1.4369	24.0047	21.7269	52.8315	16.7059	15.1207	36.7677
4	ZK1862	ZK1862 钻孔中浸染状矿体	黄铁矿	1.4177	23.8233	21.7235	53.0354	16.8042	15.3231	37.4095
5	D-11	蝙蝠沟，片麻岩	黄铁矿	1.4133	24.7244	21.6645	52.1979	17.4941	15.3290	36.9334
6	D-12	蝙蝠沟，碳酸盐岩	黄铁矿	1.4128	24.5568	21.5353	52.4952	17.3817	15.2430	37.1569
7	D-6	豹子沟，碳酸盐岩	黄铁矿	1.3830	23.9912	21.4422	53.1836	17.3472	15.5041	38.4552
8	D-7	豹子沟，片麻岩	黄铁矿	1.4320	23.6174	21.8140	53.1366	16.4926	15.2332	37.1066
9	H-6	红牛石，碳酸盐岩	黄铁矿	1.3914	23.5700	21.3856	52.6529	16.9398	15.3698	37.8417
10	T-8	龙门庄，闪长岩	全岩	1.4000	23.9720	21.4890	53.1390	17.1229	15.3493	37.9564
11	T-14	烟煤洞，斑状石英二长岩	全岩	1.4010	24.3270	21.6370	52.5170	17.3640	15.4440	37.4854
12	T-17	黄土岭，斑状二长花岗岩	全岩	1.3900	24.3650	21.5640	52.6810	17.5288	15.5137	37.9000

注：中科院地质所测试

成之间没有明显的界线，如 9 号与 10 号两样品的铅同位素非常接近。把表中数据投影于不同地质环境铅同位素演化模式图（Doe 和 Zortman，1979）上，在 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ - $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 图中，4、5、8、9 和 10 样品投影于幔源铅演化曲线上或邻近部位；7、11 和 12 样品落于幔源铅与造山带铅演化曲线之间；1、2、3 和 6 号样品落于地壳源铅演化曲线附近；在 $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ - $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 图中，5 号样品落在幔源铅演化曲线上其余样品（包括金矿矿石矿物和岩浆岩全岩样品）均投影于幔源铅与下地壳源铅演化曲线之间。

由上可见，该金矿矿石矿物铅同位素地球化学特征表明，成矿物质主要源于地球深部，即地幔源，部分来源于下地壳。成矿作用与造山作用有一定联系，而与上地壳源无关。因此，虽然孔各庄一带的金矿主要赋存于上壳岩的高于庄组白云岩中，但其成矿物质来源并非来自这些围岩。附近岩浆岩体的物质来源亦类似，初始来源为幔源，其后在与造山作用相关的地质作用过程中受到地壳源物质的同化混染。矿质来源与岩浆来源的相似性，实际上是受相同的构造背景——幔枝构造控制的产物。

2.3 氢氧同位素

太行山北段矿田金矿床不同岩类中脉状矿体石英的氢氧同位素组成见表3。

表3 柴厂—孔各庄矿田氢氧同位素测试结果

Table 3. Hydrogen and oxygen isotopic composition of Chaichang—Konggezhuang orefield

序号	样品编号	采样地点及岩类	测试矿物	$\delta D_{H_2O}/\text{‰}$	$\delta^{18}O_{\text{石英}}/\text{‰}$	$\delta^{18}O_{H_2O}/\text{‰}$
1	K-4	孔各庄, 石英闪长岩	石英	-92	11.7 (350 C)	5.7
2	K8-1	孔各庄, 碳酸盐岩	石英	-107	13.5 (300 C)	5.9
3	D11	蝙蝠沟, 碳酸盐岩	石英	-71	13.4 (300 C)	5.8
4	D12	蝙蝠沟, 碳酸盐	石英	-75	8.0 (300 C)	0.4
5	TV-9	官座岭, IV 矿段	石英	-139	12.3 (300 C)	4.7
6	CY-Q01	官座岭, 花岗闪长岩	石英	-76	11.0 (350 C)	5.1

注: 中科院地质所测试

根据大气文献资料, 自然界中不同体系 $\delta^{18}O$ 变化范围是: 海水 (显生宙及近代) 为 0‰ 左右; 花岗质岩石 (不包括蚀变岩石) 为 $+15\text{‰} \sim +6\text{‰}$; 大气降水为 $+10\text{‰} \sim -55\text{‰}$; 超基性岩、基性岩 (不包括蚀变岩石) 为 $+5\text{‰} \sim +7\text{‰}$; 沉积岩石为 $+40\text{‰} \sim +8\text{‰}$; 地幔初生水为 $+4.5\text{‰} \sim +7\text{‰}$ 。

相应的 δD 变化范围是: 海水 (显生宙及近代) 为 0‰ 左右; 花岗质岩石 (不包括蚀变岩石) 为 $-50\text{‰} \sim -120\text{‰}$; 大气降水为 $+50\text{‰} \sim -450\text{‰}$; 沉积岩为 $-25\text{‰} \sim -150\text{‰}$; 地幔初生水为 $-30\text{‰} \sim -70\text{‰}$ 。

从表3中可见, 6个样品除4号样品 $\delta^{18}O_{H_2O}$ 为 0.4‰ 外, 其余5个样品 $\delta^{18}O_{H_2O}$ 为 $4.7\text{‰} \sim 5.9\text{‰}$, 落在初生地幔水变化范围之内, 与岩浆岩的变化范围亦接近; 6个样品除5号样品 δD 为 -139‰ 外, 其余5个样品为 $-71\text{‰} \sim -107\text{‰}$, 落在花岗质岩石变化范围之内。在不同成因水的 $\delta D-\delta^{18}O$ 图解 (Sheppard, 1977) 上, 3、6和1号样品在原始岩浆水范围内或紧邻处, 2、5号样品投影点位于原始岩浆水范围向下延伸部位或附近, 4号样品位于原始岩浆水范围与大气降水线之间。

可见, 矿脉中石英氢氧同位素地球化学特征表明, 成矿流体初始和主要来源为幔源流体或与幔枝构造活动密切相关的岩浆流体, 仅有部分大气降水参与并混合。

3 构造成矿控矿作用

成矿控矿构造可划分为四级: 一级成矿控矿构造为阜平幔枝 (变质核杂岩) 构造。核部杂岩的强烈隆升和外围盖层大幅度正向拆离, 不仅沟通了深部矿源, 而且形成了有利的区域构造格局; 二级成矿控矿构造为变质核杂岩外围主拆离带, 由于旺隆水库-柴厂次级隆起位于阜平变质核杂岩的东侧, 故总体拆离滑脱方向为向南东东方向正向拆离, 但柴厂—孔各庄矿田的具体部位在旺隆水库-柴厂次级隆起的北西侧, 由于后期改造主拆离滑脱带局部向 NWW 倾, 故主拆离滑脱带在该区表现为逆冲性质; 三级成矿控矿构造为柴厂-孔各庄 (易县-蔚县断裂中段) 断裂, 基底岩石为阜平期表壳岩和片麻岩; 拆离带影响宽度为几十米至几千米, 也可表现为强变形带与弱变形域相间排列的较厚韧性剪切带。带内普遍发育糜棱片麻岩、混合

岩化糜棱岩、强烈揉皱带，局部出现滑石片岩带。动力退变质作用普遍，有些地方发育星点状黄铁矿化。主拆离带之上的盖层也卷入了韧性变形，高于庄组一段地层不连续，有些地方被拆离断失，可见残留的一段底部砂岩被拉长定向，改造成为低绿片岩相糜棱岩。高于庄组二段的碳泥质页岩往往形成强烈的揉皱带，沿走向上可形成厚薄不一的透镜状。此外，常见沿高于庄组薄弱面展布的顺层岩床。上述主拆离滑脱带及其附近的构造变形为含矿流体的迁移和成矿作用提供了很好的扩容空间。

该区三级成矿控矿构造是柴厂-孔各庄（易县-蔚县断裂中段）断裂构造。断裂呈 NNW 向（ 300° ）展布，切过基底隆起和盖层，并控制着易县—孔各庄一带的构造岩浆带的活动。该断裂是叠加在基底主体褶皱倒转翼发育的韧性剪切带之上的脆-韧性断裂，在本区为导岩导矿构造。

四级成矿控矿构造表现为主拆离带上盘的铲状断裂和构造裂隙密集带，多呈近 SN—NNE 向（ $0^\circ\sim 30^\circ$ ）展布，是本区控矿构造，在空间上具有疏密相间性，由东向西构成官座岭—窑子沟成矿区，孔各庄—狐狸窝成矿区和望城河—二道河成矿区（图 1）。

4 成矿模式

成矿模式是在详细研究该区的构造演化、岩浆活动、变质作用、成矿条件、控矿因素、矿床特征、成矿规律等基础上抽象、概括出来的总体认识。它是工作区系统研究的归纳总结，也是新一轮成矿预测及地质找矿的依据。

太行山区的区域构造演化特征、成矿物质来源、迁移途径、聚集成矿等研究表明，太行山区的成矿作用既有一般区域性的共性，又有研究区独特的个性。矿区位于阜平幔枝（变质核杂岩）北东倾伏端之次级梁各庄-柴厂隆起的北西侧，具有拆离滑脱带性质（图 4），易县—蔚县韧性剪切带（断裂）呈北西向展布于研究区中部，两者共同控制着一系列中生代侵入岩体及矿体分布。

金的成矿物质主要来自深源，部分萃取自变质表壳岩、变质深成岩等含矿岩系（陈毓川，1996；毛景文，1997）^[3]①。

成矿物质的迁移通道可通过地幔热柱→亚热柱→幔枝构造而进入地壳浅部^[4~8]。

矿床地质特征、包裹体温压测定和微量地球

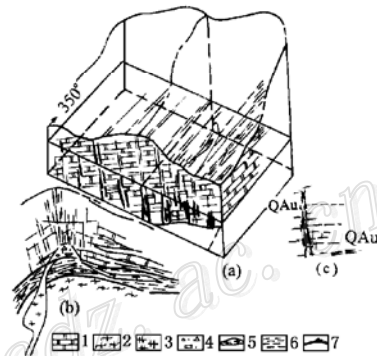


图 4 孔各庄金矿成矿模式图

(a) — 矿体分布图；(b) — 成矿模式图；(c) — 矿脉展布特征；1 — 高于庄组白云岩；2 — 阜平期表壳岩；3 — 金矿脉形态；4 — 隐爆角砾岩；5 — 花岗斑岩；6 — 主拆离滑脱带；7 — 主拆离滑脱面

Fig. 4. Metallogenic model of Konggezhuang gold deposit

(a) — Distribution of orebodies; (b) — Metallogenic model; (c) — Distribution characteristics of ore veins; 1 — Dolomite of Gaoyuzhuang Formation; 2 — Supracrustal rock of Fuping period; 3 — Shape of gold ore vein; 4 — Cryptoexplosion breccia; 5 — Granite porphyry; 6 — Main detachment zone; 7 — Main detachment plane.

① 毛景文、李红艳、张招崇，1997，碲——一种地幔流成矿的指示元素，地幔流体成矿学术讨论会论文摘要

化学特点等显示,矿床多形成在地壳浅部,多赋存在变质核杂岩的主拆离带及其上盘裂隙带中。

地核中的金呈紫色气体状随地幔热柱→亚热柱→幔枝向近地表迁移,随着温压条件的降低,部分气体状金转变为液态,呈气-液混合相向构造扩容带运移,当其进入变质核杂岩主拆离带时,含矿流体或深熔岩浆沿主拆离韧性剪切带继续向浅部迁移,进入更浅层次的脆性拆离带时可呈脉状或岩床状侵入到次级构造薄弱带,形成细脉浸染状斑岩型金矿(图4b)。当上覆压力减小时,如果含矿气-液压力较大,也可发生隐爆,形成爆破角砾岩型矿体(图4b)。期后含矿热液继续向上扩散,进入上部裂隙形成大脉—细脉状矿体(图4a、c)。因此,变质核杂岩倾伏端主拆离带往往是较好的矿质运移通道,尤其拆离带上盘有不同方向断裂切割时,往往构成明显的构造岩浆带和成矿集中区。

参 考 文 献

- 1 牛树银,陈路,许传诗等.太行山地区地壳演化及成矿规律.北京:地震出版社,1994.
- 2 郭文魁.山金矿床的主要地质特征和构造控矿.见:涂光炽,霍明远等主编.金的经济地质学.北京:科学出版社,1991,144~153.
- 3 陈毓川,毛景文,骆耀南等.四川大水沟碛(金)矿床地质和地球化学.北京:原子能出版社,1997.
- 4 牛树银,罗殿文,叶东虎等.幔枝构造及其成矿规律.北京:地质出版社,1996.
- 5 牛树银,李红阳,孙爱群等.地幔热柱多级演化及其成矿作用.矿床地质,1996(4):298~307.
- 6 李红阳,阎升好,王金琐等.初论地幔热柱与成矿.矿床地质,1996,15(3):249~256.
- 7 邓晋福,莫宣学,赵海玲等.中国东部岩石圈根/去根作用及大陆演化.现代地质,1994,8(3):249~356.
- 8 Maruyama S. Plume motions and deep mantle convection, Soc. Japan, 1994, 100: 24~49.

THE DEEP-DERIVED FLUIDS AND GOLD MINERALIZATION IN THE NORTHERN PART OF TAIHANG MOUNTAINS

Niu Shuyin, Sun Aiqun, Wang Lisheng
(Shijiazhuang Economic University, Shijiazhuang 050031)

Li Rui, Luo Dianwen and Chen Huashan
(Hebei Geosurvey Bureau, Shijiazhuang)

Key words: deep-derived fluid, mineralization, metallogenic model, Taihang Mountains

Abstract

A study of gold deposits in the northern part of Taihang Mountains reveals that gold mineralization was mainly controlled by sources and migration passages of metallogenic materials as well as favorable structural expanding zones. Besides being partly extracted from ore-bearing country rocks, gold mainly came from the depth. The spatial and temporal distribution of gold orebodies are closely related to multistage evolution of mantle plume. When deep-derived gold-bearing fluids migrated up with the multistage evolution of mantle plume, the changes of physical and chemical conditions caused the concentration of the fluids in the main detachment zone of surrounding mantle plume (metamorphic core complex) as

(下转接 97 页 to be continued on p. 97)

