

# 猫岭—王家崴子金成矿带成矿模式研究

孙宝亮 金成洙 崔卫利

(东北大学资源与土木工程学院)

**摘 要** 猫岭—王家崴子金成矿带是辽东金矿集中带中重要的金矿集中亚区之一,区内分布有猫岭、王家崴子、金厂沟等大、中、小型金矿床和金矿点等数十处。其中上述的三个金矿规模大,特征明显,本文在阐述区域地质及地球化学背景的基础上,通过对这三个典型金矿床的地质及地球化学特征综合研究对比,建立了猫岭—王家崴子金成矿带的成矿模式,表明猫岭—王家崴子金成矿带的各类型金矿床具同源异生的特点,即成矿物质都来源于辽河群地层,但成矿时代、成矿作用、矿床成因有所差异。

**关键词** 猫岭—王家崴子金成矿带,成矿模式,地球化学。

**中图分类号** P 612

## 1 区域地质及地球化学背景

猫岭—王家崴子金成矿带位于辽宁省营口地区,处于东经  $122^{\circ}30' \sim 123^{\circ}00'$  和北纬  $40^{\circ}00' \sim 40^{\circ}20'$  范围内。大地构造位置处于华北准地台胶辽台隆之营口—宽甸台拱与复州台陷的交界部位。

区域内出露下元古界辽河群、榆树砬子群和上元古界青白口系永宁组。以下元古界辽河群盖县组分布最为广泛。辽河群是一套火山岩、火山沉积岩和海相碳酸盐—粘土岩、半粘土岩建造,经受辽河造山旋回低绿片岩相—低角闪岩相区域变质和多幕变形作用。岩性自下而上为:浪子山组(岩石组合为砾岩、石英岩、二云片岩、绿泥绢云石英片岩、变粒岩及大理岩)、里尔峪组(浅粒岩、电气石变粒岩、黑云变粒岩、角闪透辉变粒岩、阳起透闪变粒岩夹白云石大理岩)、高家峪组(二云片岩、石榴二云片岩、炭质板岩、钙质板岩、石墨透闪变粒岩)、大石桥组(下部为条带状大理岩、透辉岩,中部为二云片岩,上部为大理岩夹千枚岩),盖县组(是猫岭—王家崴子金成矿带内出露的主要地层,也是重要的赋矿层位,分为两段。盖县组一段为片岩、石英岩;盖县组二段为以绢云千枚岩岩、变质长石为主,夹有板岩、石英砂岩),榆树砬子群(不整合于辽河群之上,主要为白色巨厚层石英岩)。

猫岭—王家崴子金成矿带侵入岩极为发育,出露面积大致为成矿带总面积的三分之一,其中主要是中生代花岗岩,可划分为两大期,即印支期和燕山期侵入岩。中生代花岗岩与金成矿作用关系非常密切,猫岭、王家崴子金矿及其它一些金矿床和金矿点均产出在中生代侵入岩内外接触带上,成矿带内主要出露是印支期岩体卧龙泉、猫岭岩体,它们是同期次岩浆活动的同一岩浆体在地壳上部不同空间位置的展布,是上部陆壳物质重溶形成的岩浆花岗岩<sup>[1]</sup>,应属于陆壳改造型(S型)花岗岩系列。区域内燕山期花岗岩的成因类型基本属于陆壳改造型(S型)或介于I型和S型之间<sup>[2]</sup>。

褶皱构造可分为结晶基底褶皱和盖层褶皱。结晶基底曾遭受多期构造旋回作用。由于不同期次的变质作用的相互叠加,所以结晶基底的褶皱构造形态极为复杂。其中最为强烈并且规模较大的为近东西向褶皱,本期褶皱形成时间较早,且为线性紧密褶皱。断裂构造发育,以东西向和北东—北北东向断裂构造最发育且规模最大,其次为北西向断裂和南北向断裂。其中东西向、北东向和北西向断裂构造控制了区域内不同时代的岩浆侵入活动。

在区域微量元素低背景值的基础上,辽河群浪子山组 Au, Ag, Cu, Pb, Bi 5 种元素富集系数大于 1,其余元素贫乏,尤其是 As;高家峪组 Au, Ag, Cu, Hg 4 种元素的富集系数接近或等于 1,其

余元素贫乏,尤其是 As, Bi; 盖县组的所有微量元素丰度系数皆大于 1, 其中 Sb, Cr, As 略高; 辽河群的里尔峪组、大石桥组及榆树砬子群的所有元素均低于区域背景值。浪子山组的 Au 丰度最高, 其次为盖县组, 再次为高家峪组。这 3 个岩组均以云母质片岩、千枚岩为主夹变粒岩构成。表明粘土质、粉砂质粘土或含粘土砂质沉积物较易吸附 Au 和伴生元素, 可为区域金的成矿提供部分成矿物质<sup>[2]</sup>。

## 2 金成矿带典型金矿地质

在猫岭—王家崴子成矿带内分布有猫岭、王家崴子、金厂沟等大、中、小型金矿和数十处金矿点。根据地质特征、地球化学特征可将该成矿带内金矿分为猫岭型金矿、王家崴子型金矿、金厂沟型金矿。表 1 详细介绍各类型金矿的特征。

表 1 猫岭—王家崴子金成矿带各类型金矿对比表

金矿类型	猫岭型金矿	王家崴子型金矿	金厂沟型金矿
出露地层	盖县组二段和榆树砬子群	盖县组一段和第四系	大面积卧龙泉岩体。盖县组一段地层呈条带状俘虏体分布于岩体内。
赋矿层位	盖县组二段	盖县组一段	盖县组一段
构造位置	太平庄背斜南翼及营口—青堆子断裂带与芙蓉—韩家岭断裂带交汇处	虎皮峪复背斜南翼的矿洞沟倒转背斜北翼中段	虎皮峪复背斜南翼的矿洞沟倒转背斜北翼中段
控矿构造	主要为辽河期的褶皱和韧性剪切带, 脆性断裂不发育。褶皱构造有两期, 早期为近东西向走向褶皱, 常以形态紧闭的小褶皱形式出现。晚期为倾向褶皱, 规模大小不一, 小倾向褶皱广泛发育, 褶皱面为一列褶皱理, 其中充填了弯曲、揉曲状含金硫化物石英细脉和石英脉。	该区经历多次构造叠加运动。矿区构造主要为北西向的单斜构造和北西向的韧性剪切断裂带, 为主要的控矿和容矿构造, 含金石英脉赋存于该组断裂带内。	矿区的主要控矿构造是北北东—北东向断裂构造和北西向接触带构造, 盖县组地层呈捕虏体存在于似斑状黑云母—二长花岗岩中, 走向北西与二者之间的接触线走向是一致的, 受接触带控制的矿体也都呈北西向展布。接触带矿体占主体。
与岩体的关系	南侧出露有猫岭花岗岩体, 西侧出露卧龙泉花岗岩体。少量脉岩分布, 主要有闪斜煌斑岩、闪长玢岩、花岗斑岩、二长斑岩。	东 2.5 公里发育有卧龙泉岩体, 西 2.5 公里为四张滚子岩体, 碱性杂岩体出露于西南 2 公里。只见侏罗纪脉岩, 类型主要是煌斑岩, 细晶岩少见。	金矿脉及其赋存地层在卧龙泉岩体内。脉岩发育, 主要有: 长英质伟晶岩脉、斜长细晶岩、闪长正长斑岩、闪长玢岩、煌斑岩。
矿体形态、产状	矿体由揉曲状硫化物石英细脉、硫化物细脉、绢云母化、硅化的千枚岩、片岩构成的蚀变岩, 少量平直状石英细脉组成, 与围岩无明显界限, 靠品位圈定。	王家崴子金矿有三组金矿带, I、II 号矿带平行, 大致呈北西向展布。每个矿带都由多条矿脉组成。矿脉多呈脉状、薄脉状、扁豆状分布。	矿体呈单脉体, 具分枝复合现象, 矿体局部增厚。
成矿阶段	I. 星散状磁黄铁矿、毒砂、硅化蚀变阶段, II. 揉曲状磁黄铁矿、毒砂石英脉阶段, III. 带状、稠密浸染状毒砂石英脉阶段, IV. 多金属硫化物石英脉阶段, V. 碳酸岩脉阶段。II、III 阶段是主要的成矿阶段。	I. 石英、毒砂、磁黄铁矿、黄铁矿阶段, II. 石英、黄铁矿阶段, III. 石英、多金属硫化物阶段, IV. 石英、碳酸岩化阶段。II、III 阶段为主要成矿阶段。	I. 黄铁矿石英脉阶段 II. 多金属硫化物石英脉阶段, III. 钾长石碳酸岩脉阶段。III 阶段为主要成矿阶段。
矿石类型	① Au—石英—磁黄铁矿型、② Au—石英—毒砂型、③ 金—石英—多金属硫化物型。	A. 含金石英脉型, 规模约占全矿的 70%~80%, 包括: ① Au—石英型、② 金—石英—黄铁矿、③ 金—石英—多金属硫化物型(主要)。B. 含金蚀变岩型占 10%。C. 含金角砾岩型。	① 金—石英—多金属硫化物型、② 金—石英—黄铁矿型、③ 金—蚀变岩型。
载金矿物	毒砂、磁黄铁矿、石英	黄铁矿、石英、方铅矿	黄铁矿、石英
金矿物	银金矿、自然金、金成色高	银金矿、金银矿, 金成色低	银金矿、金成色低
围岩蚀变	主要有硅化、绢云母化、绿泥石化、少量黑云母化和碳酸岩化。矿化与蚀变有明显同步消长的趋势, 主要工业矿体基本上分布在蚀变强烈的部位。	围岩多遭受不同程度应力破碎, 发育不同程度硅化、黄铁矿化、绢云母化。	主要有: 硅化、绢云母化、绿泥石化、钾长石化、绿帘石化、碳酸盐化、少量黑云母化。
矿石 Co/Ni	0.72	1.25	
矿石富集元素	As, Au, Ag, Pb, Cu	Au, As, Zn	
温度、压力	主成矿期(II、III) 220~378℃, 53.5~82 bar	158~389℃, 1302~1787 bar	228~464℃, 1080~1360 bar
黄铁矿 $\delta^{34}\text{S}(\text{‰})$	II、III 成矿阶段: 6.9~9.5, IV 成矿阶段: 10~10.9	9.18~11.56	10.97
矿床成因	变质热液成矿为主岩浆热液迭加改造	岩浆热液交代充填型金矿	岩浆热液充填型金矿

### 3 金成矿带典型金矿地球化学特征

#### 3.1 稀土元素地球化学

将该成矿带各地质体的稀土元素球粒陨石标准化分布模式曲线汇集于图1<sup>[1,3,4]</sup>。猫岭金矿矿区的黑云绢云千枚岩与矿区外围的黑云绢云千枚岩的几乎重合,不存在铕异常或略微存在负铕异常。卧龙泉、猫岭岩体与猫岭金矿矿区地层的稀土元素分布模式不同,曲线存在明显的负铕异常。猫岭金矿Ⅱ、Ⅲ成矿阶段矿石稀土元素分布模式曲线皆为右倾的平滑曲线,二者无大的差别,接近地层的分布模式,表明它们在物质上的亲缘关系,而与卧龙泉、猫岭岩体分布模式相差较大。王家崴子金矿矿石的稀土元素分布模式曲线则不规则,存在明显的负铕异常,与卧龙泉、猫岭岩体的稀土元素分布模式接近,与猫岭金矿Ⅱ、Ⅲ成矿阶段矿石王家崴子金矿矿石的稀土元素分布模式差别显著,说明王家崴子金矿的成矿物质来自卧龙泉、猫岭式岩浆。

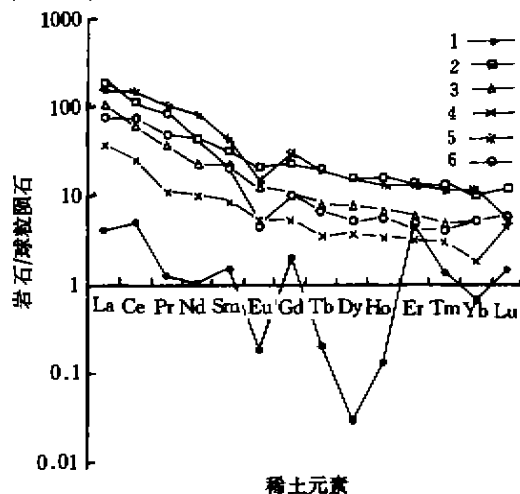


图1 猫岭—王家崴子金成矿带各地质体  
稀土元素分布模式图

1—王家崴子金矿;2—猫岭矿区外千枚岩;3—猫岭金矿Ⅱ阶段矿石;4—猫岭金矿Ⅲ阶段矿石;5—卧龙泉岩体,猫岭岩体上限;6—卧龙泉岩体,猫岭岩体下限

#### 3.2 硫同位素

猫岭金矿Ⅱ、Ⅲ成矿阶段矿石硫同位素主要通过毒砂、磁黄铁矿测得<sup>[2,4]</sup>,根据根据妮原与克劳斯(Kajiwara and Krouse 1971)的共生硫化物矿物的硫同位素分馏公式,将磁黄铁矿硫同位素组成值 $\delta^{34}\text{S}$ 换算成与之共生的黄铁矿的 $\delta^{34}\text{S}$ (见表1),这样能很方便地比较硫同位素组成,与Ⅳ成矿阶段相比,二者之间的 $\delta^{34}\text{S}$ 差别很大,说明二者硫来源不同。Ⅳ成矿阶段与王家崴子金矿<sup>3</sup>、金厂沟金矿<sup>[2]</sup>矿石的每种矿物或各种矿物之间硫同

位素组成变化不大,黄铁矿的硫同位素组成值 $\delta^{34}\text{S}$ 非常接近,说明硫来源的一致性,反映了成因上可能的联系。

#### 3.3 氢氧同位素

猫岭金矿的氢、氧同位素点由矿区内外盖县组地层中的变质石英脉的氢、氧同位素点(不落在典型的区域变质水范围内)所圈定“本区变质水”的范围的周围<sup>[4]</sup>,据此认为该矿床为变质热液成因,Ⅳ成矿阶段矿石的 $\delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O}}$ 最靠近猫岭岩体内石英脉的 $\delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O}}$ <sup>[4]</sup>,表明该阶段可能是岩浆热液成因(图2)。

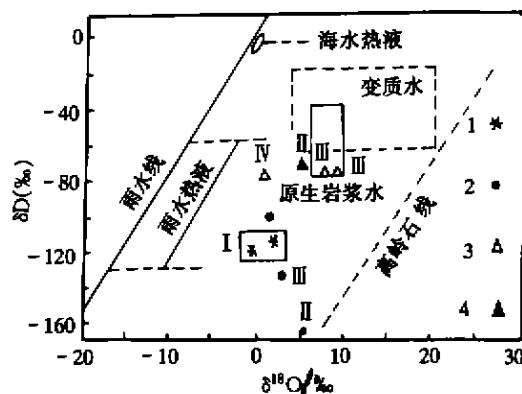


图2 猫岭—王家崴子金成矿带氢、  
氧同位素组成图解

1—猫岭金矿岩中变质分异石英脉;2—猫岭金矿石;3—王家崴子金矿石;4—金厂沟金矿石

王家崴子金矿的第Ⅰ、Ⅱ矿化阶段的氢、氧同位素组成点均落在原生岩浆水范围内,而第Ⅲ矿化阶段的氢氧同位素组成点却偏离原生岩浆水,向雨水线靠近,说明成矿热液是岩浆水,岩浆热液矿化过程晚期有水的渗入<sup>[3]</sup>。

金厂沟金矿的氢、氧同位素点投在原生岩浆水区域向雨水线方向外一点,说明金厂沟金矿的成矿水是岩浆水,金厂沟金矿是岩浆热液成因的<sup>[2]</sup>。

#### 3.4 铅同位素

猫岭—王家崴子金成矿带铅同位素组成与王义文总结的华北地台北缘各金矿化集中区的矿石铅和中国东部与造山带有关的金矿床铅同位素组成相比有它自己特定的区域,猫岭金矿矿石铅同位素组成与冀东复成热液金矿床接近。

猫岭金矿<sup>[2,4]</sup>的铅同位素组成与王家崴子金矿<sup>[3]</sup>、金厂沟金矿<sup>[2]</sup>、猫岭岩体<sup>[2]</sup>、卧龙泉岩体<sup>[2,4]</sup>的铅同位素组成存在很大差别,远小于上述的矿床和岩体。卧龙泉、猫岭岩体的铅同位素组成点落在造山带铅平均演化曲线附近,王家崴子金矿与金厂沟金矿矿石铅同位素组成点落在造山带铅平

均演化曲线与上地壳铅平均演化曲线之间一个比较小的区域内。猫岭金矿同位素组成点大多数集中落在 Doe 铅平均演化曲线与“V”值线性增加演化曲线上,王家崴子金矿铅与金厂沟金矿矿石铅同位素组成点总体趋势可以看作落在猫岭金矿铅同位素单阶段演化曲线与上地壳铅平均演化曲线之间。上述猫岭-王家崴子金成矿带的铅同位素组成特点说明:猫岭金矿形成早,源区具有普通的

铀、钍值,混染程度小可认为正常铅;猫岭岩体、卧龙泉岩体的铅来自造山带,可能是深部辽河群重熔形成。王家崴子金矿和金厂沟金矿与猫岭岩体、卧龙泉岩体的铅来源相近,并接受了上地壳的混染,即王家崴子金矿和金厂沟金矿的成矿物质主要来源于卧龙泉、猫岭式的中生代岩浆,有部分来源于上地壳;王家崴子金矿、金厂沟金矿、猫岭岩体、卧龙泉岩体和猫岭金矿具有相同的铅源。

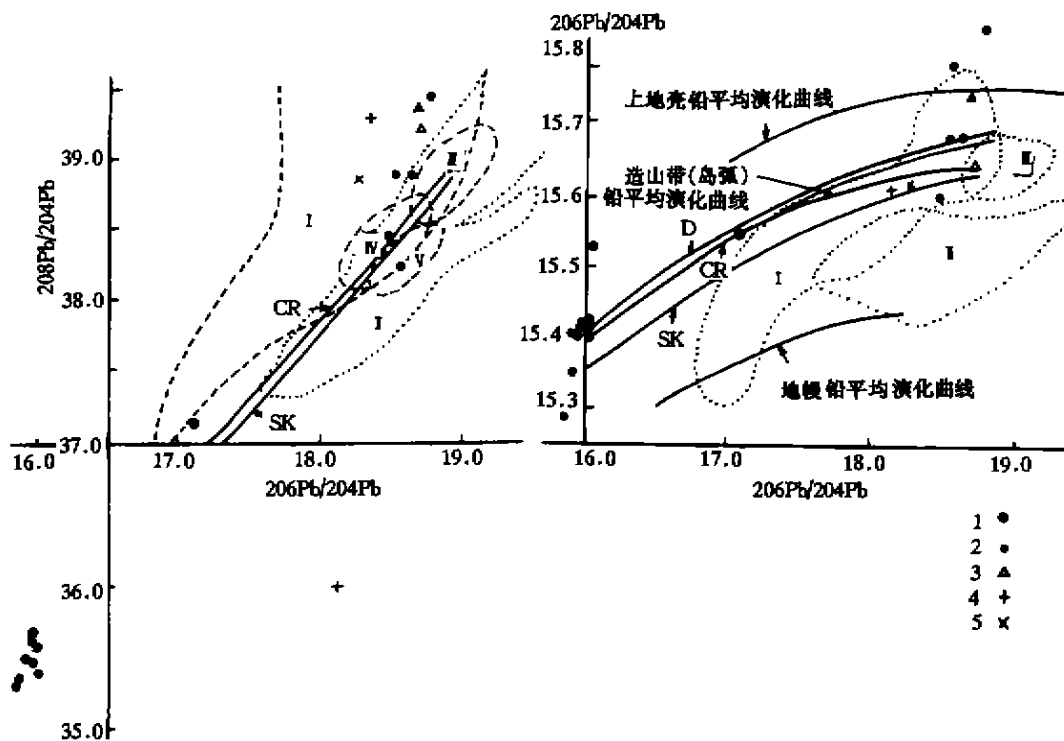


图3 猫岭-王家崴子金成矿带铅同位素 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 和 $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 图解

I—克拉通地壳; II—大洋火山岩; III—深海沉积物; IV—成熟岛弧; V—原始岛弧; VI—非克拉通地壳;

CR—“V”值线性增长曲线; SK—两阶段演化曲线; Doe—单阶段演化曲线

1—猫岭金矿矿石; 2—王家崴子金矿矿石; 3—金厂沟金矿矿石; 4—卧龙泉岩体; 5—猫岭岩体

#### 4 金成矿带成矿模式

通过上述对猫岭-王家崴子金成矿带的地质和地球化学的分析和比较,结合大范围区域地质资料,总结该成矿带成矿模式如下。

早元古代(2.5~1.9Ga),海底火山喷发物太古代地层(原始矿源层)的风化物和先后沉积,形成一套火山岩、火山沉积岩和海相碳酸盐——粘土岩、半粘土岩建造。二者都有提供 Au 的能力,有利于形成辽河群含金建造。在辽河群原岩中金以吸附态分散于粘土矿物之间,金丰度较高,是转生第(二)矿源层<sup>[5]</sup>。

早元古代末(1.9~1.4Ga)辽河造山旋回期,区域变质作用使辽河群原岩变质变形,形成一套低绿片岩相—低角闪岩相变质岩,同时形成东西

向复式褶皱和许多韧性剪切带。变质作用使岩石脱水淋滤出地层中的金属和矿化剂元素,形成富金的高盐度、化学势能大的变质热液,变质热液在运移过程中继续活化地层中的金,变质热液运移到倾向褶曲的轴部等低能扩容带时,矿质沉淀,交代充填层间裂隙、片理、褶理等空间,形成猫岭式金矿。

中生代爆发大规模的构造 岩浆活动,印支期辽东花岗岩类发育,对猫岭-王家崴子金成矿带金的成矿作用起着举足轻重的作用。在中生代构造 岩浆活动作用下,地壳深部原始含金建造重熔,岩浆升熔上侵,形成大量中酸—酸性岩体。同时周围形成诱导性断裂。深部重熔岩浆在升熔过程中分异出含金成矿热液,伴随岩浆上侵过程中,沿继承性断裂、剪切带上升时,交代、淋滤围岩地层,吸取金等成矿物质。某些期次的岩浆热液

或岩浆期后热液在岩浆热源的作用下,形成热液的循环系统,这种循环热液不断吸取岩浆和辽河群地层中的成矿物质,在某些适宜的物理化学条件下,矿质沉淀,富集成矿。岩浆热液叠加于早形成的品位较低的猫岭式变质热液金矿,改造、富化它,形成猫岭式以变质热液成矿为主岩浆热液叠加型金矿床。岩浆热液或岩浆期后热液运移至剪切破碎带和角砾岩带,矿质沉淀,交代充填裂隙,

形成王家崴子式交代充填型金矿床;在岩体与围岩接触带富集成矿,形成金厂沟式岩浆热液充填式金矿床<sup>[4]</sup>。猫岭—王家崴子金成矿带成矿模式用框图表示如图 4。

从以上分析可知,猫岭—王家崴子金成矿带各类型金矿属同源异生,即成矿物质来源于辽河群地层,成矿时代、成矿作用、矿床成因等不同。

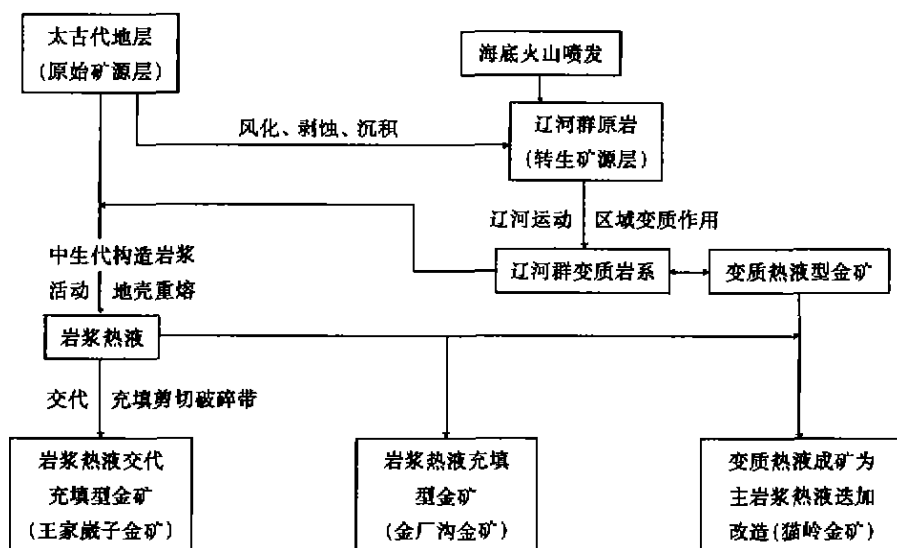


图 4 猫岭—王家崴子金成矿带成矿模式图

## 参考文献

- 1 李成明. 卧龙泉—猫岭岩体成因及其与猫岭金矿床关系. 东北工学院硕士研究生论文. 1990
- 2 沈阳地质矿产研究所, 辽宁省地质矿产局第五地质大队. 辽宁营口地区元古宙变质岩区金矿成矿条件及预测研究. 1990
- 3 郝瑞霞. 辽宁盖县王家崴子金矿床成因及成矿模式. 东北工学院硕士研究生论文. 1991
- 4 刘辉. 辽宁省猫岭金矿床成因研究. 东北工学院硕士研究生论文. 1988
- 5 关广岳, 金成冻等. 辽东地区脉金矿床成矿模式及找矿预测. 国家黄金科研攻关项目专题研究成果报告. 1992
- 6 金成冻等. 辽南裂谷带金矿成矿模式. 科研报告. 1992

## The Study of the Metallogenetic Model of Maoling - Wangjiawaizi Gold Mineralization Belt

Sun Baoliang, Jin Chengzhu, Cui Weili

**ABSTRACT** Maoling - Wangjiawaizi gold mineralization belt is a component of Liaodong gold mineralization area. Large, medium, small gold deposits such as Maoling, Wangjiawaizi, jinchanggou scatter in this area. Both difference and identity exist in the three types of Maoling - Wangjiawaizi gold mineralization belt i.e. Maoling type, Wangjiawaizi type, jinchanggou type under the regional geological and geochemical settings. According to the comprehensive study of the three type gold deposits mentioned above, the metallogenetic model of Maoling - Wangjiawaizi gold mineralization belt is established, which indicates the source of three types is identical, but the metallogenetic epoch and the cause of formation of metallogeny are different.

**KEY WORDS** Maoling-Wangjiawaizi gold mineralization belt, metallogenetic model, geochemistry.

(Received November 8, 2000)