第8卷第2期 贵 金 属 地 质 Vol. 8 No. 2
1999年6月 JOURNAL OF PRECIOUS METALLIC GEOLOGY Jun., 1999

文章编号: 1002-4182 (1999) 02-0076-05

# 新疆金山沟金矿床地质特征和成因

杨富全, 吴 海, 张以熔
(中国地质科学院 562综合研究所, 北京 065201)

摘 要: 新疆金山沟金矿床赋存在下石炭统巴塔玛依内山组火山岩中, 受火山机构的环状、放射状断裂及叠加的NE向断裂裂隙控制. 蚀变发育, 分为线型和面型两类蚀变带, 进一步划分出成矿期前、成矿期和成矿期后3期蚀变. 流体包裹体及氢、氧、碳、硫、铅同位素特征表明, 参与成矿的碳为岩浆源和地层的混合碳, 硫、铅来源于地幔, 金等成矿元素来自火山岩, 成矿溶液为大气降水与岩浆水的混合溶液. 矿床成因应属浅成中低温火山岩型金矿.

关键词: 金山沟金矿; 地质特征; 矿床成因; 新疆
文献标识码: A 中图分类号: P618.51 P611

金山沟金矿位于新疆奇台县老君庙地区, 由单一石英脉型金矿发展成为多种矿石类型的中型金矿床[1].

## 1 成矿地质背景

矿区处于哈萨克斯坦板块准噶尔板段北部陆缘构造带, 晚古生代中期拉张断陷盆地边缘, 属上叠式火山喷发盆地. 出露地层有下石炭统巴塔玛依内山组、中石炭统石钱滩组和下侏罗统八道湾组 (图1). 其中, 巴塔玛依内山组是主要赋矿层位, 为一套陆相火山岩建造, 自下而上分成两个岩性段, 代表两个火山岩喷发亚旋回. 第1段火山岩以基性熔岩为主, 由橄榄玄武

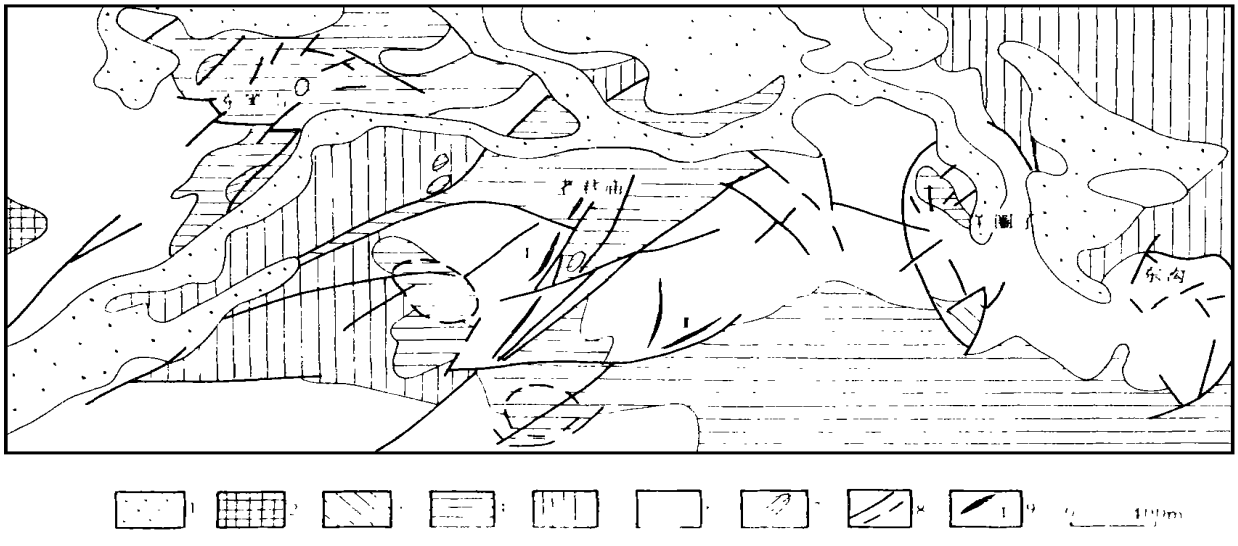


图1 新疆奇台县金山沟金矿地质图

Fig. 1 Geological map of Jinshangou gold deposit in Qitai county, Xinjiang

1—第四系 (Quaternary); 2—下侏罗统八道湾组 (Badaowan fm. of Lower Jurassic); 3—下石炭统巴塔玛依内山组2段3亚段 (the third submember in the second member of Lower Carboniferous Batamayineishan fm.); 4—巴塔玛依内山组2段2亚段 (the second submember in the second member of Batamayineishan fm.); 5—巴塔玛依内山组2段1亚段 (the first submember in the second member of Batamayineishan fm.); 6—巴塔玛依内山组1段 (the first member of Batamayineishan fm.); 7—潜火山岩 (subvolcanic rock); 8—实测、推测断层 (measured or inferred fault); 9—金矿带编号 (number of gold ore zone)

收稿日期: 1998-09-18. 修回日期: 1999-02-03. 李兰英、邵晓东编辑.
基金项目: "七五"国家科技攻关项目IV课题部分研究成果.

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

岩、玄武岩、安山玄武岩和辉石安山岩组成. 第2段以中酸性、酸性火山碎屑岩为主, 岩石组合中划分出6个喷发韵律, 代表6次火山喷发活动[2]. 大部分韵律由集块岩、火山岩角砾岩开始, 以熔结凝灰岩而告终, 部分韵律则下部为火山碎屑岩, 上部为熔岩. 第2段进一步划分出3个岩性层, 第1亚段以钠质流纹岩为主夹少量英安岩及粗面岩、含晶屑熔岩; 第2亚段以熔结凝灰角砾岩、熔结角砾凝灰岩为主; 第3亚段为流纹质集块岩、集块火山角砾岩、晶屑熔结凝灰岩.

矿区火山机构归纳为中心式火山和复合火山两种. 属中心式火山机构类型的有羊圈子破火山、东黑山破火山、奶豆山东南锥火山、老君庙南锥火山和明矾沟穹火山. 东沟小型火山群体属复合火山. 与金矿化关系密切的是老君庙南锥火山, 火山口周围环形及放射状断裂比较发育. 环形断裂产状一般内倾, 分为内环断裂和外环断裂, 前者呈椭圆形, 封闭较好, 后者呈NE- SW 延伸的椭圆形, 遭到晚期NE向断裂的叠加改造. 矿带及矿化受火山机构的环状、放射状断裂及后来叠加的NE向断裂裂隙系统控制(图1), 构造叠加和交汇处是金矿化最为发育部位[1].

## 2　矿床地质特征

### 2.1　矿带及矿体形态和产状

金山沟金矿圈出2个矿带, 由3个矿化体和13个矿体组成, 矿体产于断裂破碎带、蚀变熔结凝灰岩、蚀变玄武岩及其接触带中. 矿带及矿体多数为狭窄条带状、脉状和似脉状, 呈NE 和NNE 向展布. 组合形态以平行复脉为主, 少量为单脉和细网脉, 矿体断续, 分叉、膨大和尖灭现象普遍. 矿体与围岩一般呈渐变过渡关系. 矿带和主要矿体特征归纳于表1. 矿体金品位变化较大, 但有一定规律可循, 当矿体产于两种岩性接触蚀变带时, 越靠近接触带品位越高; 矿体产于断裂破碎带中, 越靠近破碎带主断面, 矿化程度越好, 含金越高; 有黄铁矿、绢云母、细脉状石英同时出现地段含金量普遍增高.

表1　金山沟金矿床矿带和主要矿体特征

**Table 1　Features of main orebody and ore zone of Jinshangou gold deposit**

| 矿带 | | 长/m | 宽/m | 产状 | 矿体个数 | 最大矿体规模 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 长/m | 平均厚/m | 品位/$10^{-6}$ |
| Ⅰ | 北部 | > 200 | 50 | 走向205～210° | 2 | 200 | 5.8 | 11.27～17.80 |
| | 中部 | 470 | 30～50 | 290～320°∠50～65° | 3 | 420 | 3 | 1.27～14.2 |
| | 南部 | 500 | 40～80 | 倾角34～35° | 6 | 480 | 4.6 | 0.92～2.45 |
| | 东部 | 470 | 2.08～3.0 | 300°∠50～61° | 1 | 470 | 2.5 | 1.71～4.74 |
| Ⅱ | 西部 | 320 | 2.5～4.0 | 走向60～30° | 1 | 320 | 3.1 | 1.54～4.36 |

### 2.2　矿石特征

#### 2.2.1　矿石类型

矿石类型分为3种: ①含金熔结凝灰岩型, 矿石主要由含金熔结角砾凝灰岩、熔结凝灰岩和熔结凝灰角砾岩组成, 金在矿石中呈次显微粒状星散分布, 矿石金品位低; ②含金蚀变破碎岩型, 产于接触蚀变带及破碎蚀变带中, 有含金蚀变玄武岩、蚀变玄武安山岩和蚀变角砾凝灰岩等, 矿石品位一般较高; ③含金石英脉型, 矿石主要产在破碎蚀变带及断裂带中, 呈细脉状及网脉状分布, 规模较大的含金石英脉长数米, 宽0.3 m. 矿石品位偏低, 当石英脉边部或延伸方向出现与之平行的微细石英脉时, 矿石品位增高[3].

#### 2.2.2　矿石矿物成分

根据光片鉴定及人工重砂资料, 矿石中主要金属矿物有黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、毒砂、少量黝铜矿、斑铜矿、磁铁矿、赤铁矿、钛铁矿、自然金、银金矿、自然银等. 非金属矿物成分复杂, 以石英为主, 次为长石、方解石、萤石、绿泥石、绿帘石、重晶石, 少量电气石、独居石、明矾石等19种矿物. 矿石中硫化物含量一般为1%～2%, 属少硫化物型. 电子探针和单矿物化学分析表明, 黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿和方铅矿是主要载金(银)矿物. 黄铁矿中含金一般为$3\times10^{-6}$～$1900\times10^{-6}$, 平均$558\times10^{-6}$, 而浙江治岭头火山热液金银矿床中黄铁矿含金平均只有$76.8\times10^{-6}$(周俊法, 1982)[4]. X射线荧光分析证明, 毒砂与金有一定的相关性.

### 2.3　金矿物及赋存状态

金矿物以自然金为主, 有少量自然银、含银自然金. 金物相分析: 单体和连生体自然金占95.8%, 包体金占4.2%. 金的赋存状态有3种: ①分布于矿物颗粒之间的粒间金; ②沿脉石矿物微裂隙分布的裂隙金; ③呈机械混入物被包裹在硫化物中的次显微包体金. 金的成色较高, 大于990‰.

---

‰ 张以熔, 朱明玉. 新疆东准噶尔古生代火山地质及火山岩型金矿靶区优选. 中国地质科学院562综合大队科研报告. 1990.

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

## 3 围岩蚀变

### 3.1 蚀变类型

金山沟金矿围岩热液蚀变作用较强烈，分布范围甚广，蚀变类型有硅化、黄铁矿化、绢云母化、碳酸盐化、青盘岩化、粘土化、明矾石化、沸石化. 黄铁矿化与金矿化关系密切，尤其是石英细脉中黄铁矿的金银含量最高. 硅化分为3期：第1期硅化呈细粒状广泛交代造岩矿物；第2期多呈细脉状及不规则状沿早期矿物微裂隙充填，硅化与细粒状黄铁矿化相伴，与金矿化关系十分密切；第3期形成石英脉，脉体较大，一般不含金矿物.

### 3.2 蚀变分带

蚀变分带归纳为两类：一种是线型蚀变带，沿接触带、断裂带分布，矿化明显. 从蚀变中心向两侧依次为：青盘岩化、硅化、绢云母化、黄铁矿化→玉髓状硅化、黄铁矿化、绢云母化、碳酸盐化→高岭土化、绢云母化、硅化→碳酸盐化，蚀变由强到弱；另一类是面型蚀变带，受火山口、破火山口等环形火山机构、断裂交切部位等因素控制，中心部位以强烈硅化、绢云母化为主，向边缘部位渐变为黄铁矿化、硅化→青盘岩化，矿化在边部较强.

### 3.3 蚀变分期

与成矿作用相对应，围岩蚀变可分为3期：①成矿期前蚀变，以青盘岩化为特点；②成矿期蚀变，可分为远矿带蚀变和近矿带蚀变，远矿带蚀变主要为绢云母化、碳酸盐化、黄铁矿化、明矾石化、高岭土化、玉髓状硅化，蚀变矿物结晶程度较低，粒度较细，近矿带蚀变以绢云母化、硅化、黄铁矿化为主；③成矿期后蚀变，以碳酸盐化、沸石化、明矾石化为特点. 3期蚀变随时间演化，蚀变强度由弱→强→弱，蚀变矿物组合由少→多→少.

## 4 矿床形成机理

### 4.1 成矿温度与压力

运用均一法测得含矿石英脉中石英均一温度为242～310 ℃(15件)，平均温度272 ℃. 黄铁矿和方解石爆裂温度分别为220～260 ℃和245～316 ℃，与均一温度接近. 因此，金山沟金矿成矿温度为220～316 ℃，属中低温范围，与大多数金矿床成矿温度(200～300 ℃)[4]一致. 但比竹山银洞沟火山岩型银金矿床(165～250 ℃)[5]、紫金山潜火山热液型铜金矿床(140～120 ℃)[6]高.

根据武内寿久采用包裹体$CO_2$浓度法确定成矿压力为18～20 MPa，成矿深度为500～600 m，属低压浅成成矿.

### 4.2 成矿溶液性质

含金石英包裹体成分分析结果表明，包裹体中气相成分以$H_2O$和$CO_2$为主，少量CO、$N_2$及$CH_4$. 液相成分中阳离子以$Ca^{2+}$、$Na^+$、$K^+$为主，次为$Mg^{2+}$，阴离子以$SO_4^{2-}$、$Cl^-$为主，次为$F^-$. $K^+/Na^+ < 1$，$Cl^- \gg F^-$，$SO_4^{2-}$含量高，成矿流体属$Cl^- - SO_4^{2-} - Na^+ - K^+$型，矿化度为21.7～63.2 g/L. 成矿溶液pH值为6.93～8.58，$Eh$值为－0.67～－0.85，$\lg f_{O_2}$为－32.80～－34.90[*]，说明含矿热液为中到弱碱性，弱还原及较低氧逸度.

## 5 矿床成因讨论

### 5.1 成矿物质来源

#### 5.1.1 硫同位素地球化学特征

据矿区黄铁矿(16件)和方铅矿(1件)硫同位素资料统计，$\delta^{34}S$值范围集中在+0.8‰～+3.8‰，只有1件样品$\delta^{34}S$为－0.7‰，$\delta^{34}S$变化幅度小，反映硫源单一. $\delta^{34}S$峰值在+2‰～+3.0‰之间(图2)是零值附近的正值，总体接近陨石硫$\delta^{34}S$(－5.6‰～+2.5‰)，与深源岩浆有关. 金山沟硫同位素与日本菱刈火山热液型金矿$\delta^{34}S$值－1.1‰～+1.8‰(石原舜三等，1986)接近.

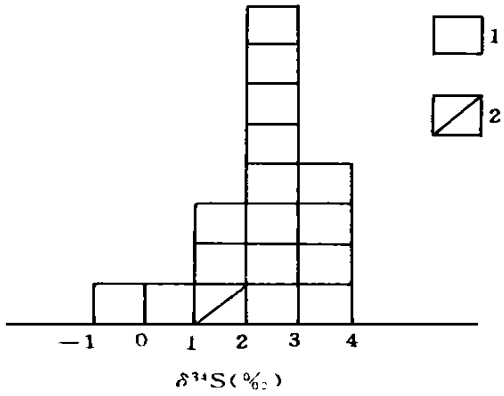



图2 金山沟金矿床硫同位素组成直方图

Fig.2 Histogram of sulfur isotope in Jinshangou gold deposit

1—黄铁矿(pyrite)；2—方铅矿(galena)

#### 5.1.2 铅同位素地球化学特征

金山沟金矿铅同位素特征(表2)表明，矿石铅同位素组成与巴塔依内山组火山岩的分散铅同位素组成基本一致，暗示它们有着共同来源. $^{207}Pb/^{204}Pb$数值为15.405～15.488，等于或接近地幔值(15.42). 在R·E·Zartmann(1979)铅构造模式图上，样品点分布在地幔演化曲线及附近，说明铅来源于上地幔.

---

[*] 沈湘元，毕承思，等. 新疆东准噶尔锡金矿成矿地质特征成矿规律及找矿靶区优选. 中国地质科学院矿床地质研究所科研报告. 1989.

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

**5.1.3** 氢氧同位素地球化学特征

金山沟矿床矿石中石英氢氧同位素测定结果表明, $\delta^{18}O$ 值为+ 11.32‰～+ 13.47‰, $\delta D$ 值为- 105.8‰～- 108.1‰, 变化范围很窄. 成矿期后石英中 $\delta^{18}O$ 为+ 4.33‰, $\delta D$ 为- 121.2‰. 在 $\delta D-\delta^{18}O_{水}$ 图解中, 矿石样品落在正常岩浆水下方, 成矿期后样品投在正常岩浆水左下方, 更靠近大气降水线, 表明成矿溶液为岩浆水与大气降水的混合溶液, 随着成矿作用的进行, 大气降水所占比例增大.

**5.1.4** 碳氧同位素地球化学特征

金山沟矿床方解石碳氧同位素测定结果: $\delta^{13}C$ 值变化范围在- 3.2‰～+ 0.1‰(4件), 均值为- 1.4‰, $\delta^{18}O$ 值+ 4.1‰～+ 7.7‰之间, 落入热液碳酸盐区($\delta^{13}C$= - 10‰～+ 2‰, $\delta^{18}O$= + 6‰～+ 17‰), 显示碳来源于岩浆和地层的混合碳.

**5.2** 成矿模式

初步研究认为, 金山沟金矿属浅成中低温火山岩型金矿床. 根据容矿围岩全岩钾氩法年龄为354.4～309.6 Ma (新疆地矿局第二区测队, 1976; 张以熔, 1992), 属下石炭世晚期. 金矿石中方铅矿 Pb- Pb 年龄为267.3～201.4 Ma (沈湘元, 1989), 表明成矿时代主要为海西中晚期.

早石炭世末, 西伯利亚板块和哈萨克斯坦板块碰撞拼合后, 卡拉麦里缝合带北部发生南北挤压为主的造山运动, 而南部则进入地壳拉张阶段, 导致多期次火山喷发活动, 形成一套陆相火山岩. 金、银等成矿元素含量较高, 玄武岩类平均含金$8\times10^{-9}$、熔结火山碎屑岩类金平均含量$60.9\times10^{-9}$(161件), 它们形成了初始矿源层. 火山喷发活动中形成环状、放射状断裂, 并被NE向断裂所叠加改造, 不同岩性接触带、羽状裂隙带为成矿提供了容矿空间. 大气降水沿断裂、裂隙和层间破碎带下渗, 并被加热, 同岩浆水混合, 溶滤火山岩层中金等成矿元素, 形成含矿热液, 沿断裂系统向上迁移. 当上升到近地表低压扩容带, 成矿温度和压力降低, 在弱还原及较低氧逸度环境下, 含矿流体卸载成矿.

## 6 参考文献


1 张以熔. 东准噶尔地区金矿分布特征、控矿条件及成因类型. 中国地质科学院562综合大队集刊, 1994, 第11～12号: 159～169.

2 区域地质矿产地质司. 火山岩地区区域地质调查方法指南. 北京: 地质出版社, 1987, 178～179.

3 张以熔, 朱明玉, 等. 东准噶尔地质及金锡矿产研究. 北京: 地震出版社, 1992, 130～147.

4 栾世伟, 等. 金矿床地质及找矿方法. 四川: 四川科学技术出版社, 1997, 206.

5 陈毓川, 朱裕生, 等. 中国矿床成矿模式. 北京: 地质出版社, 1993, 67～76.

6 裴荣富. 中国矿床模式. 北京: 地质出版社, 1995, 295～297.


# GEOLOGICAL CHARACTERISTICS AND GENESIS OF THE JINSHANGOU GOLD DEPOSIT, XINJIANG


YANG Fu-quan, WU Hai, ZHANG Yi-rong

(562 *Comprehensive Institute of Geology, CAGS, Beijing* 065201, *China*)



**Abstract**: Located in the Laojunmiao area of Qitai County, Xinjiang, the Jinshangou gold deposit occurs in continental volcanic rocks of the Batamayineishan Formation. The ore zone and orebodies are controlled by circular and radial fractures of volcanic edifices and the late-superimposed NE-trending fracture-fissure system. So far totally 13 orebodies have been found. These orebodies are from 200 to 480 meters in length and 2.5 to 5.8 meters in width. The grades of various orebodies vary from $0.92\times10^{-6}$ to $17.80\times10^{-6}$. The mineralizing types include gold-bearing welded tuff type, gold-bearing altered rock type and gold-bearing quartz vein type.

There are many types of wall rock alteration. The gold mineralizations are associated with silicification and pyritization. The wall rock alteration zones are obviously divided into two types, i. e. linear type and areal type. The former distributes in contact and fracture belt, but the latter is controlled by volcanic apparatus and cross fracture. The alteration displays three epoch: premineral phase, mineralizing phase and post-mineralizing phase. Following the evolation of time, the alteration are weak→strong→weak, while the alteration minerals are fewer →more→fewer.

The temperatures of metallogenesis are of 220 to 316 ℃, pressures of 18～20 MPa, and depths of 500 to 600 meters. The pH values of mineralizing fluid are 6.93～8.58, *E*h values - 0.67～- 0.85 and lg$f_{O_2}$ values - 32.80～- 34.90. Gas components of inclusions consist mainly of $H_2O$ and $CO_2$, and also a little CO, $N_2$ and


© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

$CH_4$. In liguid phase cations are mainly $Ca^{2+}$, $Na^{+}$ and $K^{+}$, whereas anions mainly $SO_4^{2-}$ and $Cl^{-}$.

Isotopic geochemical studies show that $\delta^{34}S$ values of pyrite and galena range from + 0.8‰ to + 3.8‰, peak values of $\delta^{34}S$ + 2.0‰ to + 3.0‰. Sulfur isotopic data indicate that sulfur is associated with deep magmatism. Lead isotopic of ore is the same as that of volcanic rock of Batamayineishan group. The lead is derived from upper mantle. The $\delta^{18}O$ and $\delta D$ values of quartz are + 11.32‰ to 13.47‰ and - 105.8‰ to - 108.1‰, respectively. These data show that the metallogenic liquid is the mixture of magmatic and meteoric water. The $\delta^{13}C$ values of calcite are - 3.2‰ to + 0.1‰, indicating that carbon came from magmatism and stratum.

Based on the study of its geology, geochemistry and metallogenic epoch, the genesis of Jinshangou gold deposit is considered to be a typical shallow-seated, low-to-medium temperature gold deposit related to volcanic rocks.

**Key words**: Jinshangou gold deposit; geological characteristics; genesis of mineral deposit; Xinjiang

作者简介: 杨富全(1968—), 男, 工程师, 1991年毕业于中国地质大学矿产系矿床专业, 现从事地质找矿和矿床地质研究. 通讯地址: 河北省三河县燕郊地矿部562综合大队; 邮政编码 065201.

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net