

# 新疆金窝子金矿床形成时代研究 及成因机制讨论

王清利<sup>1</sup> 陈 文<sup>1</sup> 韩 丹<sup>2</sup> 王成玉<sup>2</sup> 刘新宇<sup>1</sup> 张思红<sup>1</sup>

(1. 中国地质科学院地质研究所, 北京 100037;  
2. 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037)

**摘要:** 金窝子金矿是新疆东天山—北山金矿集中区东段的一个重要金矿床。对其形成时代及成矿机制一直存在不同认识。由于成矿时代直接关系到对其成矿机制的理解, 为此, 笔者对金窝子金矿的形成时代及剪切带活动时代进行了精细的  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  年代学研究。结果表明: 金窝子金矿形成于早三叠世, 为印支早期的产物, 与东天山东部地区的区域韧性剪切带的活动时代有很好的耦合关系。

**关键词:** 金窝子金矿床; 成矿时代; 成因机制; 韧性剪切带; 氩—氩年龄; 东天山

**中图分类号:** P618.51      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1000-3657(2008)02-0286-07

金窝子金矿位于新疆哈密市与甘肃省安西县交界地带, 大地构造位置处于星星峡古生代岛弧南缘, 红柳河断裂以南, 东天山—北山金矿集中区的东段。东天山—北山金矿集中区西起新疆鄯善, 东经哈密、雅满苏至北山, 地跨伊林哈别尔尕—觉罗塔格古生代陆缘增生带、中天山地块及北山裂谷带。该区集中分布着众多的金矿, 成因类型也不尽相同。基本可以归纳为 3 种类型: 浅成低温热液型、韧性剪切蚀变岩型、岩浆热液石英脉型金矿床。金窝子金矿是该区一个重要矿床, 前人开展了不少研究<sup>[1-10]</sup>, 并取得了一定成果。但对其成因认识还存在不少分歧。有学者<sup>[2]</sup>认为金窝子金矿属岩浆热液石英脉型金矿; 也有学者<sup>[4]</sup>认为与剪切带活动过程中形成的动力变质热液有关。究竟什么因素对金窝子金矿的形成起着控制性作用? 是隐伏岩体还是剪切带? 对金窝子金矿、剪切带及岩体三者之间进行年代学比较是解决此问题的关键。笔者对金窝子金矿的成矿时代及走滑剪切的活动时代进行了  $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$  年代学研究, 并综合现有研究成果对其成因机制进行了分析讨论。

## 1 地质背景

金窝子金矿位于塔里木地台东北部, 马莲井复向斜的中部(图 1)。区内出露地层主要为上泥盆统金窝子组(D<sub>3j</sub>)。廖卓庭等<sup>[11]</sup>对金窝子组的时代提出质疑, 理由是金窝子金矿两侧均为含化石的下二叠统, 并未发现确切的晚泥盆世地层和化石。因此, 他们对有色 704 队的 361.1 Ma 的 Rb-Sr 年龄提出质疑, 并认为它很可能不是围岩地层的年龄。据已发表的金窝子花岗闪长岩体的侵位年龄接近 360 Ma<sup>[3]</sup>, 因此, 他们怀疑测试样品可能与金窝子花岗闪长岩体有某种关系。金窝子组岩性为凝灰质砂岩、炭质板岩、钙质砂岩, 夹有少量碳酸盐岩和中酸性火山岩及中基性火山岩。地层普遍遭受轻微区域变质作用和动力变质作用, 多为片岩相和千枚岩相, 胶结物均具重结晶现象。新近系上新统苦泉组(N<sub>2k</sub>)地层零星分布, 为粉砂质泥岩及砾岩。区内主体构造线为北东向, 矿区发育轴向北东的倒转背斜、向斜。断裂构造主要有东西向、北东向、北东东向、北西向、南北向

收稿日期: 2007-12-28; 改回日期: 2008-02-15

基金项目: 国家重点基础研究发展计划项目(2007CB411306)和国土资源大调查项目(1212010761401、12120733803)联合资助。

作者简介: 王清利, 男, 1968 年生, 博士生, 主要从事同位素地质年代学及地球化学研究; E-mail: wql@henu.edu.cn。

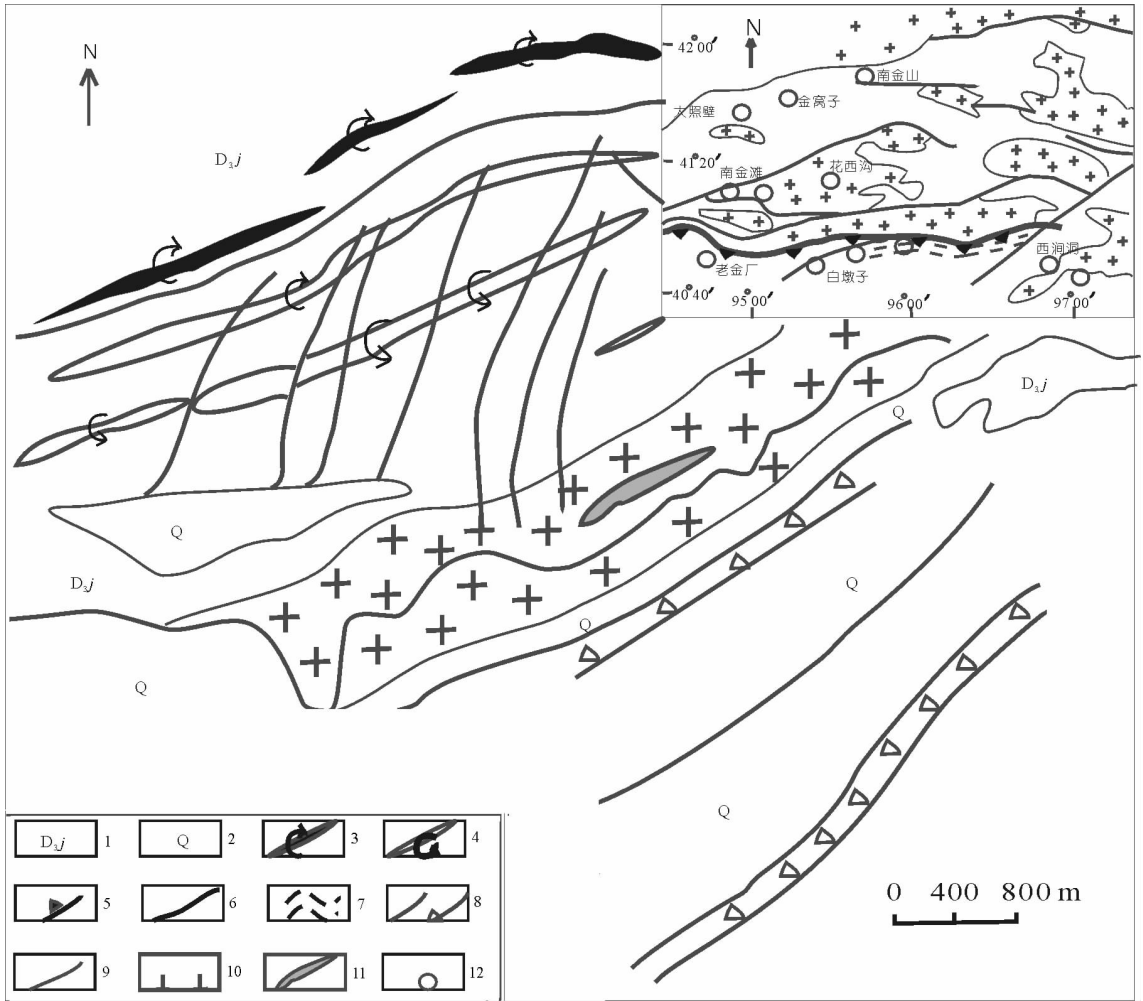


图 1 金窝子金矿及北山地区地质简图(据参考文献[1]和[4]修改编绘)

- 1—金窝子组;2—第四系;3—倒转背斜;4—倒转向斜;5—缝合带;6—断层;7—韧性剪切带;
- 8—断层破碎带;9—地层界线;10—花岗岩闪长岩;11—辉绿岩脉;12—金矿

Fig.1 Geological sketch map of the Jinwozi gold deposit and Beishan area

- 1—Jinwozi Formation;2—Quaternary;3—Anticline;4—Syncline;5—Suture;6—Fault;7—Ductile shear zone;
- 8—Fault zone;9—Stratigraphic boundary;10—Granodiorite;11—Diabase dike;12—Gold deposit

5组。东西向断裂未发现金矿化。北东、北东东向断裂是主要的控矿、容矿构造。南北向断裂规模较小,主要密集分布在金窝子岩体中,是岩体中控制含金石英脉的主构造。除此之外,还发育一系列较紧密的线状褶皱,由轴向近东西或北东东的一系列倒转背斜、向斜和正常的背斜、向斜组成。

区内古生代岩浆活动强烈,从基性岩到酸性岩均有。矿区内侵入岩以金窝子岩体为主体,伴随有一系列脉岩产出。金窝子岩体侵入于矿区中部的泥盆纪地层中,呈NEE-SWW向长舌状展布,长轴方向为北东65°,长轴与总体构造线基本一致。岩体南北两侧与围岩呈断层接触。地表出露长约5.5 km,宽

500~900 m,岩体东宽西窄,呈长舌状、岩株状产出,向北及北西倾伏,东段为黑云斜长花岗岩,西段为黑云二长花岗岩。岩体中有石英闪长岩脉、白云母花岗岩脉、伟晶岩脉、辉绿岩脉和大量石英脉。岩体岩石碎裂结构发育,镜下可见黑云母受力扭曲变形、石英颗粒产生变形纹及波状消光、长石揉皱弯曲等现象<sup>[4]</sup>。表明岩体成岩后遭受过较强的构造作用。

## 2 矿床的基本特征

金窝子金矿根据产出形式分含金石英脉型和蚀变破碎带型两种。北矿区即金窝子金矿,产于金窝子花岗闪长岩体内及接触带附近,为石英脉型。单脉长

20~500 m, 平均宽 0.8 m。延深大于延长。矿体形态为脉状、透镜状, 分枝复合、膨胀狭缩, 连续性较好, 脉间距 20~100 m。脉体多受近南北向断裂控制。南矿区即 210 金矿, 位于金窝子岩体以南, 产于金窝子组凝灰质砂岩蚀变破碎带中。破碎带规模较大, 长数百米至数千米, 宽几米至几十米。含金矿体或矿化体受断裂破碎带控制, 产于破碎带中。矿体形态为脉状、透镜状、扁豆状。

石英脉型矿石呈半自形-他形粒状结构, 块状、星点状构造, 星点主要为金属矿物。矿石中有用金属矿物为自然金和银金矿, 其他金属矿物主要为黄铁矿, 其次为闪锌矿、方铅矿、辉锑矿、黝铜矿、辉锡矿、黄锡矿、白铅矿、辉铜矿等; 脉石矿物主要为石英, 其次为少量方解石、绿泥石、绢云母等; 次生矿物有铜蓝、孔雀石、褐铁矿、蓝铜矿等。矿石品位较高, 一般大于  $8 \mu\text{g/g}$ 。围岩蚀变为黄铁绢英岩化。蚀变岩型矿石主要为含金蚀变糜棱岩化沉凝灰岩, 矿石呈半自形-他形粒状结构, 网脉状、细脉状、浸染状构造, 网脉、细脉主要为石英细脉及金属矿物组成, 金属矿物也呈浸染状分布于矿石中。金属矿物主要为自然金、黄铁矿、闪锌矿、黄铜矿、方铅矿、白钨矿、孔雀石、褐铁矿, 脉石主要为糜棱岩化沉凝灰岩, 也有热液所形成的石英和方解石。矿石品位变化较大, 最高可达  $100 \mu\text{g/g}$ 。围岩蚀变为黄铁绢英岩化及碳酸盐化等。

### 3 金窝子金矿形成时代研究

金窝子金矿产于金窝子花岗闪长岩体中, 岩体侵位于早石炭世, 其全岩 Rb-Sr 等时线年龄和锆石 U-Pb 年龄分别为 354 Ma 和 358.6 Ma, 而金窝子和金窝子 210 金矿含石英脉 Rb-Sr 等时线年龄分别为  $(228 \pm 22)$  Ma 和  $(230 \pm 6)$  Ma<sup>[3, 12]</sup>。因金矿与岩体时代相差超过 100 Ma, 两者之间应无成因联系。之后有学者提出金窝子金矿之下存在隐伏岩体, 但未见到岩体侵位时代数据, 仅是据此推测下伏岩体与金矿形成有关。为进一步厘定金窝子金矿的形成时代及澄清其成因机制, 笔者分别对金窝子金矿黄铁绢英岩化矿石中的绢云母 (TS97026) 及剪切带糜棱岩中的绢云母 (TS98104) 进行了  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  年代学研究。

岩石标本经清洗烘干后破碎至 60~80 目, 通过磁选和重液分选选出单矿物。清洗后的矿物样品被

封进石英瓶中送核反应堆接受中子照射。照射工作是在中国原子能科学研究所的“游泳池堆”中进行的, 使用 H8 孔道, 同期接受中子照射的还有用做监控样的标准样: ZBH-25 黑云母国内标样, 其标准年龄为 132.7 Ma, K 含量为 7.6%。

样品的阶段升温加热使用电子轰击炉, 每一个阶段加热 30 min, 净化 30 min。质谱分析是在 MM-1200B 质谱计上进行的, 每个峰值均采集 8 组数据。所有的数据在回归到时间零点值后再进行质量歧视校正、大气氩校正、空白校正和干扰元素同位素校正。系统空白水平:  $m/e=40, 39, 37, 36$  分别小于  $6 \times 10^{-15} \text{ mol}$ ,  $4 \times 10^{-16} \text{ mol}$ ,  $8 \times 10^{-17} \text{ mol}$  和  $2 \times 10^{-17} \text{ mol}$ 。中子照射过程中所产生的干扰同位素校正系数通过分析照射过的  $\text{K}_2\text{SO}_4$  和  $\text{CaF}_2$  来获得:  $(^{36}\text{Ar}/^{37}\text{Ar})_{\text{Ca}} = 0.0002389$ ,  $(^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar})_{\text{K}} = 0.004782$ ,  $(^{39}\text{Ar}/^{37}\text{Ar})_{\text{Ca}} = 0.000806$ 。 $^{37}\text{Ar}$  经过放射性衰变校正;  $^{40}\text{K}$  衰变常数 =  $5.543 \times 10^{-10} \text{ a}^{-1}$ <sup>[13]</sup>。用 ISOPLOT 程序计算坪年龄和反等时线年龄<sup>[14]</sup>, 坪年龄和等时线年龄误差均以  $2\sigma$  给出。分析结果见表 1 和图 2。

分析得出, 矿石中的绢云母 (样品 TS97026) 坪年龄为  $(243.2 \pm 1.8)$  Ma (图 2-a), 反等时线年龄为  $(242.3 \pm 3.7)$  Ma (初始  $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar} = 302 \pm 24$ ,  $\text{MSWD} = 0.86$ , 见图 2-b), 说明金窝子金矿形成于 243 Ma 左右, 为印支早期的产物。剪切带糜棱岩中的绢云母 (样品 TS98104) 坪年龄为  $(243.8 \pm 1.8)$  Ma (图 2-c), 反等时线年龄为  $(243.3 \pm 4.1)$  Ma (初始  $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar} = 303 \pm 36$ ,  $\text{MSWD} = 0.118$ , 图 2-d), 说明剪切带的活动时代也在 243 Ma 左右。金窝子金矿的形成时代与剪切带的活动时代范围基本是重叠的, 两者之间具有很好的时间上的耦合关系, 表明金矿的形成受到剪切带的控制。

### 4 成因机制讨论

综合分析, 笔者认为金窝子金矿是一个由韧性剪切带控制的金矿床。依据如下:

首先, 金窝子金矿的成矿时代与韧性剪切带活动时代的良好耦合关系。金窝子金矿形成于东天山地区最大的区域韧性剪切带——秋格明塔什—黄山韧性剪切带的构造背景之下, 该剪切带东西长逾 600 km, 宽 5~20 km, 位于两大板块碰撞接合地带。因其具有构造及成矿双重意义, 所以很多学者<sup>[15-23]</sup>对其进行了深入研究。研究表明: 该剪切带的活

表 1 样品 TS97026 和 TS98104 分步加热定年分析结果  
Table 1 <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar stepwise heating dating of samples TS97026 and TS98104

T/℃	( <sup>40</sup> Ar/ <sup>39</sup> Ar) <sub>m</sub>	( <sup>36</sup> Ar/ <sup>39</sup> Ar) <sub>m</sub>	( <sup>37</sup> Ar <sub>0</sub> / <sup>39</sup> Ar) <sub>m</sub>	( <sup>38</sup> Ar/ <sup>39</sup> Ar) <sub>m</sub>	F	<sup>39</sup> Ar (×10 <sup>-14</sup> mol)	<sup>39</sup> Ar (Cum.)(%)	Age(Ma)	±1 σ (Ma)
TS97026 绢云母 W=55.25mg, J=0.018238									
400	10.5767	0.0348	0.9184	0.2664	0.3644	414.22	1.28	12	16
500	13.1901	0.0321	0.1400	0.0441	3.6999	38.09	1.39	118	15
600	9.9151	0.0131	0.0817	0.0200	6.0436	159.32	1.89	188.6	6.2
700	8.0694	0.0042	0.0428	0.0142	6.8341	377.01	3.05	211.9	2.8
800	7.7119	0.0007	0.0022	0.0127	7.5065	3163.42	12.80	231.5	2.3
900	7.9471	0.0005	0.0020	0.0132	7.7991	6192.84	31.89	239.9	2.3
1000	7.9505	0.0003	0.0023	0.0124	7.8598	6571.82	52.15	241.7	2.4
1040	8.1585	0.0005	0.0020	0.0139	8.0104	7813.99	76.25	245.9	2.4
1070	7.9828	0.0003	0.0021	0.0125	7.8922	9797.71	79.27	242.6	2.5
1150	8.0232	0.0003	0.0022	0.0124	7.9325	6290.30	98.66	243.8	2.7
1250	8.1239	0.0003	0.0024	0.0125	8.0332	392.78	99.87	246.6	2.9
1400	10.9302	0.0105	0.0061	0.0206	7.8273	42.00	100.00	240.7	9.2
t <sub>p</sub> =243.2±1.8Ma; t <sub>i</sub> =242.3±3.7Ma, MSWD=0.86									
TS98104 绢云母 W=52.31 mg, J=0.017285									
400	111.3663	0.3496	0.0000	0.0765	8.0449	21.05	0.10	235	42
500	106.7561	0.3522	0.0000	0.1232	2.6752	164.07	0.87	82	15
600	30.7974	0.0836	0.0000	0.4286	6.0815	337.52	2.45	180	35
700	14.7175	0.0336	0.0259	0.0403	4.7782	457.00	4.60	143.2	6.0
800	15.1699	0.0224	0.0000	0.0207	8.5399	139.96	5.26	248.4	9.4
900	8.9338	0.0019	0.0000	0.0172	8.3836	1823.36	13.82	244.1	2.5
1000	8.9095	0.0019	0.0000	0.0141	8.3526	6432.77	44.02	243.3	2.5
1060	8.7809	0.0013	0.0000	0.0140	8.3864	4056.91	63.07	244.2	2.4
1120	8.8158	0.0014	0.0000	0.0136	8.3889	3913.26	81.45	244.3	2.5
1200	8.6639	0.001	0.0000	0.0138	8.3669	3283.12	96.86	243.7	2.4
1400	8.6094	0.0013	0.0000	0.0138	8.2149	668.10	100.00	239.5	2.8
t <sub>p</sub> =243.8±1.8Ma; t <sub>i</sub> =243.3±4.1Ma, MSWD=0.118									

注:表中下标 m 代表质谱测定同位素比值;F=<sup>40</sup>Ar\*/<sup>39</sup>Ar 是指放射成因的 <sup>40</sup>Ar 和 <sup>39</sup>Ar 的比值;<sup>37</sup>Ar<sub>0</sub> 是经过放射性衰变校正的 <sup>37</sup>Ar (<sup>40</sup>Ar/<sup>36</sup>Ar)<sub>0</sub> 指 <sup>40</sup>Ar 和 <sup>36</sup>Ar 的初始比;t<sub>p</sub> 为坪年龄;t<sub>i</sub> 为等时线年龄;Ar-Ar 同位素定年工作由中国地质科学院地质研究所 Ar-Ar 同位素年代学实验室完成。

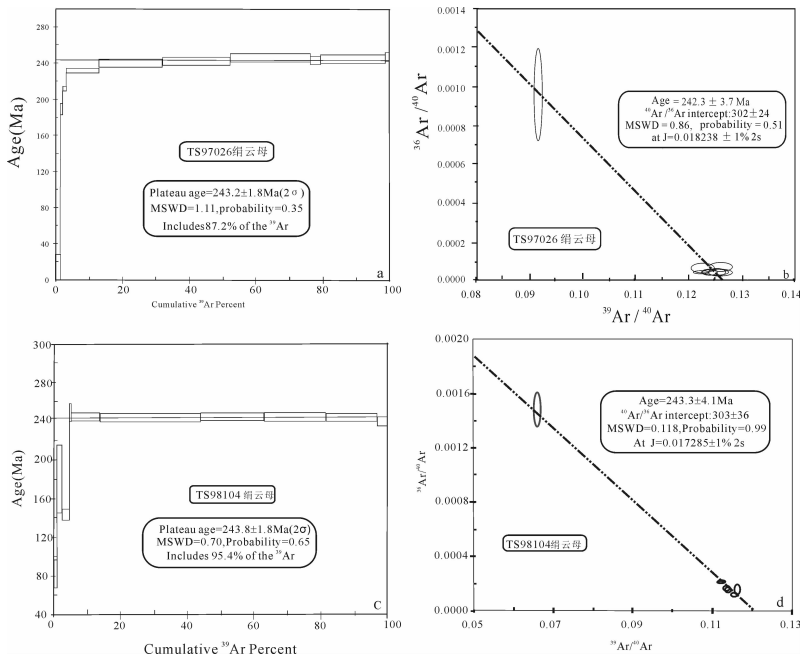


图 2 样品 TS97026 和 TS98104 年龄谱及反等时线图

Fig.2 Age spectra and inverse isochron diagrams of sample TS97026 and TS98104



动具有多期性: 剪切带早期为挤压推覆剪切作用。发生于 300 Ma 之后, 至少延续到了 283.7 Ma, 但在 280.2 Ma 时已经终止; 晚期为右行走滑剪切变形作用, 主活动时代为 262.9~242.8 Ma<sup>[15]</sup>。金窝子金矿形成于 243 Ma 左右, 而该区的走滑剪切变形时代也在 243 Ma 左右, 两者具有非常好的时间耦合关系。受控于同一剪切带的红石金矿也有同样情况, 成矿时代与剪切带的走滑活动时代完全一致, 都在 246.5 Ma 左右<sup>[16]</sup>。同时, 这也表明剪切带走滑应是由西向东快速发展。此外, 金窝子金矿床明显受区域构造控制。北东向断裂带中糜棱岩化、碎裂岩化及片理化普遍, 并伴随有黄铁矿化和金矿化; 含金石英(网)脉均分布于断裂破碎带中, 且裂隙密度和规模愈大矿化愈好; 成矿物质具有深源及地层双重特点, 矿体形态为脉状或网脉状, 成矿方式以贯入式充填为主; 矿区周围及数千米以外的断裂破碎带中已发现金矿化<sup>[3]</sup>。

其次, 剪切作用对金窝子金矿的形成至少起到 3 个方面的作用。第一, 剪切带中岩石强烈劈理化, 为成矿物质的萃取迁出提供了良好条件。据研究, 金窝子组上部碎屑岩中金的丰度为  $3.6 \times 10^{-9} \sim 10.3 \times 10^{-9}$ , 平均为  $8.9 \times 10^{-9}$ ; 下部火山碎屑岩金的丰度为  $7.7 \times 10^{-9} \sim 10.53 \times 10^{-9}$ <sup>[15]</sup>。表明围岩中金的含量较高, 应为金矿的成矿物质的主要来源之一。岩石的强烈破碎为有用组分充分迁出创造了良好条件。第二, 剪切带活动过程中产生的变质流体为成矿物质的迁移提供载体。第三, 剪切活动过程中产生的剪张性质的深断裂为深部地幔流体的释放提供了通道, 同时, 来自深部的碱性富硅钾流体也是成矿物质迁移、富集的主要载体。金窝子岩体遭受了明显的碱交代作用, 自矿体向外, 依次存在两个对称分布的蚀变带, 内带为黄铁绢英岩化带, 外带为绿泥石-碳酸盐化带。从岩体到矿体, 金的含量明显与  $K_2O/Na_2O$  比值及  $SiO_2$  含量呈正相关关系。碱交代作用(钾化)的具体表现有: 黄铁绢英岩中的钾长石细脉、断裂带中分布的团块状钾长石及矿体外侧广泛分布绢云母<sup>[25]</sup>。表明钾化对金矿床的形成起到了重要的积极意义。

金窝子金矿床的形成过程大体概括为 3 个阶段: ①晚古生代的岛弧环境形成的大量火山岩, 提供了大部分的成矿物质<sup>[26]</sup>。这些物质是通过俯冲脱水, 继而对岩石进行交代, 之后伴随岩浆活动喷出地表或侵入地壳中; 另一部分进入了富集地幔楔。②韧性推覆剪切阶段, 将岩石强烈切割破碎, 并在动力

变质热液作用下将成矿物质初步活化富集。③走滑剪切阶段产生的走滑断裂及局部剪张形成的张性深大断裂, 切穿了岩石圈, 并从地幔楔中释放出载有成矿物质的地幔流体。地幔流体对早期破碎岩石中成矿物质再度活化富集, 并沉淀于走滑形成的剪张裂隙中。地处准噶尔盆地西缘哈图金矿成矿物质来源也显示出深源特征<sup>[27]</sup>, 究竟两者在成因机制上是否具有相似性需进一步研究。

## 5 结 论

金窝子金矿的  $^{40}Ar/^{39}Ar$  年代学研究表明: 金窝子金矿形成于约 243 Ma 的印支早期, 与东天山地区的区域韧性剪切带的走滑活动时代具有良好的耦合关系, 且明显受区域构造的控制。因此, 金窝子金矿是一个形成于印支早期由区域剪切带控制的金矿床。

**致谢:** 野外地质调查期间先后得到王磊教授级高级工程师、刘拓高级工程师、桑少杰高级工程师、汪朝晖高级工程师、邓文兵工程师、李红兵工程师、宋金权高级工程师等人给予的帮助, “973”项目办公室全体同志在研究过程中给予帮助, 在此一并表示衷心感谢!

## 参考文献(References):

- [1] 潘小菲, 刘伟. 北山金窝子金矿床流体包裹体特征及成矿流体演化 [J]. 岩石学报, 2006, 22(1):253-263.  
Pan Xiaofei, Liu Wei. Fluid inclusions characteristics and ore-forming evolution of Jinwozi gold deposit [J]. Acta petrologica Sinica, 2006, 22(1):253-263(in Chinese with English abstract).
- [2] 陈柏林, 吴淦国, 叶得金, 等. 甘-新北山金窝子金矿田构造控矿解析 [J]. 地球学报, 2003, 24(4):305-310.  
Chen Bolin, Wu Ganguo, Ye Dejin, et al. An analysis of ore-controlling structures in the Jinwozi Gold Orefield, Beishan Area, Gansu and Xingjiang [J]. Acta Geoscientia Sinica, 2003, 24(4):305-310(in Chinese with English abstract).
- [3] 陈富文, 李华芹, 蔡红, 等. 新疆东部金窝子金矿成因讨论——同位素年代学证据 [J]. 地质论评, 1999, 45(3):247-254.  
Chen Fuwen, Li Huaqin, Cai Hong, et al. The origin of the Jinwozi Gold Deposit in Eastern Xinjiang—Evidence from isotope geochronology [J]. Geological Review, 1999, 45 (3):247-254(in Chinese with English abstract).
- [4] 王虹. 金窝子金矿床动力热液成矿雏议 [J]. 新疆地质, 1993, 11(1):63-67.  
Wang Hong. Dynamic hydrothermal origin of Jinwozi gold deposit [J]. Xinjiang Geology, 1993, 11(1):63-67 (in Chinese with English abstract).

- [5] 李景春, 赵爱林, 金成沫, 等. 北山地区金窝子金矿床成矿系统分析[J]. 西北地质, 2003, 36(3):57-61.  
Li Jingchun, Zhao Ailin, Jin Chengmo, et al. Analysis of metallogenic system in Jinwozi gold deposit, Beishan [J]. Northwestern Geology, 2003, 36(3):57-61(in Chinese with English abstract).
- [6] 卡哈尔·克尤木. 金窝子金矿床构造成矿与找矿前景[J]. 新疆有色金属, 2005, 4:16-17.  
Kahaer·Keyoumu. The tectonic ore-forming and vista for looking for new gold deposit [J]. Xinjiang Non-ferrous Metal, 2005, 4:16-17(in Chinese).
- [7] 陈纪明. 甘肃北山金窝子金矿床地质特征及其成因探讨[C]//寸圭, 陈纪明主编. 中国典型金矿床(第二集). 北京:地质出版社, 1995:16-24.  
Chen Jiming. The geological characteristics and discussion about origin of Jinwozi gold deposit, Beishan, Gansu province[C]// Cun Gui, Chen Jiming (eds.). The Typical Gold Deposits in China (the second volume). Beijing: Geological Publishing House, 1995:16-24.
- [8] 雒利平, 冯建忠, 傅水兴, 等. 甘肃金窝子金矿地质地球化学特征[J]. 有色金属矿产与勘查, 1999, 8(5):522-525.  
Luo Liping, Hong Jianzhong, Fu Shuixing, et al. Geology and geochemistry of Jinwozi gold deposit in Gansu [J]. Geological Exploration for Non-ferrous Metals, 1999, 8 (5):522-525 (in Chinese with English abstract).
- [9] 赵殿甲, 张积斌. 金窝子金矿床的地球化学特征及其成因的探讨[J]. 地质地球化学, 1987, 8:59-61.  
Zhao Dianjia, Zhang Jibin. The geochemistry characteristic and discussion about origin of Jinwozi gold deposit [J]. Geological Geochemistry, 1987, 8:59-61(in Chinese).
- [10] 聂凤军, 江思宏, 白大明, 等. 蒙甘新相邻(北山)地区金铜矿床时空分布特征及成矿作用[J]. 矿床地质, 2003, 22(3):234-245.  
Nie Fengjun, Jiang Sihong, Bai Daming, et al. Temporal-spatial distribution and metallogenic processes of gold and copper deposits in Inner Mongolia-Gansu-Xinjiang border (Beishan) region[J]. Mineral Deposits, 2003, 22(3):234-245(in Chinese with English abstract).
- [11] 廖卓庭, 刘陆军. 甘(肃)新(疆)交界地区的石炭系和二叠系——兼论金窝子金矿围岩地层的时代 [J]. 地层学杂志, 2003, 27(3):163-172.  
Liao Zuoting, Liu Lujun. The Carboniferous and Permian of the Gansu-Xinjiang border area with remarks on the age of the surrounding strata of the Jinwozi gold ore [J]. Journal of Stratigraphy, 2003, 27(3):163-172(in Chinese with English abstract).
- [12] 李华芹, 陈富文, 路远发, 等. 新疆东部印支期成岩成矿年代学新证据[J]. 地质学报, 2005, 79(2):286.  
Li Huaqin, Chen Fuwen, Lu Yuanfa, et al. New lithogenesis and ore-forming chronology evidence belong to Indosinina period in eastern Xinjiang [J]. Acta Geologic Sinica, 2005, 79 (2):286 (in Chinese).
- [13] Steiger R H, Jager E. Subcommission on Geochronology: Convention on the Use of Decay Constants in Geo- and Cosmochronology[J]. Earth Planet.Sci.Lett. 1997, 36(3):359-362.
- [14] Ludwig K R, SQUID 1.02, A User's Manual [M]. Berkeley Geochronology Center Special Publication No. 2. 2455 Ridge Road, Berkeley, CA 94709, USA 2002.
- [15] 陈文, 孙枢, 张彦, 等. 新疆东天山秋格明塔什—黄山韧性剪切带  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  年代学研究[J]. 地质学报, 2005, 79(6):790-804.  
Chen Wen, Sun Shu, Zhang Yan, et al.  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  geochronology of the Qiugemingtashi-Huangshan ductile shear zone in East Tianshan, Xinjiang, NW China[J]. Acta Geologica Sinica, 2005, 79 (6):790-804(in Chinese with English abstract).
- [16] 陈文, 张彦, 赵海滨, 等. 新疆东天山红山金矿成矿时代研究[J]. 中国地质, 2006, 33(3):632-640.  
Chen Wen, Zhang Yan, Zhao Haibin, et al. Mineralization age of the Hongshan gold deposit, East Tianshan, Xinjiang [J]. Geology in China, 2006, 33(3):632-640(in Chinese with English abstract).
- [17] 王莉娟, 王京彬, 王玉往, 等. 新疆准噶尔—东天山地区产于韧性剪切带中的金矿床成矿流体与碳、硫、铅同位素[J]. 地质论评, 2006, 52(4):486-493.  
Wang Lijuan, Wang Jingbin, Wang Yuwang, et al. Ore-forming fluids and carbon, sulphur and lead isotope studied on ductile-shear zone type gold deposits in Junggar-East Tianshan Mts. Area, Xinjiang[J]. Geological Review, 2006, 52(4):486-493(in Chinese with English abstract).
- [18] 杨兴科, 张连昌, 姬生金, 等. 东天山秋格明塔什—黄山韧性剪切带变形特征分析[J]. 西安工程学院学报, 1998, 20(3):11-18.  
Yang Xingke, Zhang Lianchang, Ji Jinsheng, et al. Analysis of deformation feature of Qiugemintashi-Huangshan ductile shear zone, eastern Tianshan [J]. Journal of Xi'an Engineering University, 1998, 20(3):11-18(in Chinese with English abstract).
- [19] 陈文, 张彦, 秦克章, 等. 新疆东天山剪切带型金矿床时代研究[J]. 岩石学报, 2007, 23(8):2007-2016.  
Chen Wen, Zhang Yan, Qin Kezhang, et al. Study on the age of the shear zone-type gold deposit of eastern Tianshan [J]. Acta Petrologica Sinica, 2007, 23 (8):2007-2016 (in Chinese with English abstract).
- [20] 杨兴科, 姬生金, 陈强, 等. 东天山区域韧性剪切带特征[J]. 新疆地质, 1999, 17(1):55-64.  
Yang Xingke, Ji Jinsheng, Chen Qiang, et al. Feature and significance of regional ductile shear zone, eastern Tianshan[J]. Xinjiang Geology, 1999, 17(1):55-64(in Chinese with English abstract).
- [21] 曾章仁, 张连昌, 韩照信, 等. 晚古生代火山岩区剪切带蚀变岩型金矿床[M]. 西安:陕西科学技术出版社, 1996:31-34.  
Zeng Zhangren, Zhang Lianchang, Han Zhaoxin, et al. Shear Zone Alteration Rocks Type Gold Deposit in Neopaleozoic Volcanic Terraoon [M]. Xi'an: Shaanxi Science and Technology Publishing House, 1996:31-34.
- [22] 杨兴科, 姬生金, 张连昌, 等. 东天山大型韧性剪切带基本特征与金矿预测[J]. 大地构造与成矿学, 1998, 22(3):209-218.  
Yang Xingke, Ji Jinsheng, Zhang Lianchang, et al. Basic feature and gold prognosis of the regional ductile shear zone in eastern Tianshan[J]. Geotectonica et Metallogenia, 1998, 22(3):209-218(in

- Chinese with English abstract).
- [23] 苏生瑞, 杨兴科. 秋格明塔什—黄山韧性剪切带构造变形序列[J]. 成都理工大学学报, 1997, 24(4):102-107.  
Su Shengrui, Yang Xingke. The structural deformation sequence of the Qiugemingtashi—Huangshan ductile shear zone [J]. Journal of Chengdu University of Technology, 1997, 24 (4):102-107 (in Chinese with English abstract).
- [24] Xu Zhiqin. Large sheaf zones in the main orogenic belts of China [J]. Episodes, 1995, 18:41-43.
- [25] 席小平. 金窝子岩体的地质特征及找金方向[J]. 新疆地质, 1997, 15(1):76-83.  
Xi Xiaoping. Geology and gold prospecting target of Jinwozi rock body[J]. Xinjiang Geology, 1997, 15(1):76-83(in Chinese with English abstract).
- abstract).
- [26] 王京彬, 王玉往, 何志军. 东天山大地构造演化的成矿示踪 [J]. 中国地质, 2006, 33(3):461-469.  
Wang Jingbin, Wang Yuwang, He Zhijun. Ore deposits as a guide to the tectonic evolution in the East Tianshan Mountains, NW China[J]. Geology in China, 2006, 33(3):461-469(in Chinese with English abstract).
- [27] 王莉娟, 朱和平. 新疆准噶尔盆地西缘哈图金矿成矿流体[J]. 中国地质, 2006, 33(3):666-671.  
Wang Lijuan, Zhu Heping. Ore-forming fluid of the Hatu gold deposit on the western margin of the Junggar basin, Xinjiang [J]. Geology in China, 2006, 33 (3):666-671 (in Chinese with English abstract).

## The age and mechanism of formation of the Jinwozi gold deposit, Xinjiang

WANG Qing-li<sup>1</sup>, CHEN Wen<sup>1</sup>, HAN Dan<sup>2</sup>, WANG Cheng-yu<sup>2</sup>,  
LIU Xin-yu<sup>1</sup>, ZHANG Si-hong<sup>1</sup>

(1. Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Science, Beijing 100037, China;

2. Institute of Mineral Resource, Chinese Academy of Geological Science, Beijing 100037, China)

**Abstract:** The Jinwozi gold deposit is an important gold deposit located in the eastern segment of the East Tianshan—Beishan gold deposit concentration region, Xinjiang. There are different views about its mineralization age and metallogenic mechanism. However, as the mineralization age directly affects the understanding of the metallogenic mechanism, highly precise <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar dating of the gold deposit and the shear belt was performed. The results indicate that the Jinwozi gold deposit formed in the Early Triassic and was the early Indosinian product. The mineralization age is in good agreement with the activity epoch of the regional ductile shear zone in the eastern area of the East Tianshan.

**Key words:** Jinwozi gold deposit; mineralization age; formation mechanism; ductile shear zone; Ar—Ar age; East Tianshan

**About the first author:** WANG Qing-li, mail, born in 1968, ph.D candidate, mainly engages in study of isotope geochronology and geochemistry; E-mail: wql@henu.edu.cn.

**Corresponding author:** Chen Wen, Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Science; E-mail: chenwenf@vip.sina.com.