

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

新疆东部金窝子金矿成因讨论

——同位素地质年代学证据

陈富文

李华芹 蔡红 刘姝群

(北京大学地质学系, 100871) (中国地质科学院宜昌地质矿产研究所, 443003)

内容提要 金窝子金矿床位于新疆—甘肃交界处,构造上位于西伯利亚、塔里木、哈萨克斯坦和中朝古板块的交汇部位,是新疆东部地区重要的金矿床。基于90%左右的矿体以含金石英脉形式集中分布于金窝子花岗闪长岩体内的构造破碎带中,而其余10%的含金石英网脉散布于邻近岩体的围岩破碎带中,多数学者认为该矿床与花岗闪长岩浆的侵位有直接的成因联系,并主张围岩破碎带中的含金石英网脉的形成时代早于岩体中的含金石英脉。同位素地质年代学研究表明:金窝子花岗闪长岩体的定位时间发生在早石炭世,其全岩 Rb-Sr 等时线年龄(354 Ma)与锆石 U-Pb 年龄(358.6 Ma)完全吻合;岩体破碎带中含石英脉和围岩破碎带中含石英网脉是同时形成的,石英流体包裹体 Rb-Sr 等时线年龄分别为 228 Ma 和 230 Ma,远晚于金窝子花岗闪长岩体形成的时间。据此,笔者认为金窝子金矿床成矿作用与金窝子花岗闪长岩体的侵位无直接的成因联系,而与后期隐伏花岗岩岩浆的侵位有关,并明显受区域性构造活动控制。

关键词 金窝子金矿 成岩成矿 同位素年代学 矿床成因 新疆东部

一般认为新疆北部地区(北疆地区)有色金属、贵金属成矿作用主要发生在古生代(特别是海西期),中生代以来该区处于构造-岩浆宁静期^[1]。笔者最近的研究表明,北疆地区不仅印支期—燕山期岩浆作用非常活跃,而且形成了规模可观的稀有金属、贵金属矿产,这对重新认识该区地质演化及成矿作用具有相当重要的意义。本文报道了金窝子金矿的形成时代是印支期,它是北疆东部地区首例具可靠年代学依据的印支期成矿信息,对重新认识该区成矿作用时空分布规律、指导矿产普查(特别是金窝子金矿外围找矿)具有很重要的意义。

金窝子金矿是新疆东部地区最重要的金矿床之一,因其具有良好的找矿前景而受到国内许多地学工作者的关注,并取得了一系列研究成果。前人多强调成矿作用与金矿体的赋矿围岩——金窝子花岗闪长岩体的成因联系,并认为金窝子岩体中的含金石英大脉与上泥盆统金窝子组中的含金石英网脉(210 金矿)具不同的成因机制。陈纪明^[2]认为金窝子花岗闪长岩体的侵位不仅提供了金元素,而且提供了热源,促使分散的金活化、迁移、富集;火山—沉积岩是石英网脉型金矿化的矿源层,而金窝子花岗闪长岩体是石英大脉型金矿化的矿源层;成矿物质具有岩浆岩及地层的双源特点,含矿热液具有地下水和岩浆水的混合特征;成矿作用是在热水溶液的介质中进行的,成矿方式以贯入式充填结晶作用为主,交代作用为辅;矿床成因类型属于中温双混合热液型金矿。赵殿甲等^[3]认为成矿物质既有来自深部的,也有来自围岩的;成矿热液是下地壳重熔型岩浆期后热液与天水或建造水混合而成的热液。王建业等^①认为成矿作用

注:本文为国家 305 项目(编号 96-915-07-05B)和国家自然科学基金资助项目(编号 49633250)的部分研究成果。

① 王建业等. 新疆天山东段的金矿矿床类型及地质特征. 见:新疆第二届天山地质矿产讨论会论文集. 新疆第二届天山地质矿产讨论会筹委会领导小组秘书处编印, 1991. 52~57.

本文 1998 年 6 月收到, 8 月改回, 章雨旭编辑。

与岩浆期后低—中温热液活动有关。涂光炽等^①认为当重熔型岩浆基本固结之后,岩浆热液沿岩体小断裂和裂隙充填,形成石英脉和主矿体。而金窝子岩体南侧围岩中的金矿体(210金矿)的形成与岩浆侵位无直接关系(但提供了热场),而是与地层有关的层控变质金矿床。席小平^[4]根据物探及钻探资料,指出在金窝子岩体南、北、西侧有岩性相似的隐伏花岗闪长岩体,并暗示金窝子岩体中金矿体与金窝子岩体有关,而地层中的金矿体与隐伏花岗岩体侵位有关。笔者认为,上述对矿床成因的讨论因缺乏可靠的成矿年代学资料而显得证据不足,成矿作用与金窝子花岗岩体、区域性构造活动及隐伏岩体的关系有待进一步澄清。

1 区域地质背景

金窝子金矿床构造上位于西伯利亚、塔里木、哈萨克斯坦和中朝古板块交汇处,北邻觉罗塔格晚古生代裂陷槽(?),南接北山古生代裂谷。自北而南由一系列线型倒转背斜、倒转向斜、背斜及开阔向斜共同构成马莲井复式向斜。金窝子金矿床即产于该复式向斜的轴部(图1)。晚古生代早期,该区地处强烈的南北向挤压应力环境,至晚古生代中期,矿区所在的东天山地区进入碰撞造山发展阶段,伴生大量的岩浆侵位和有色金属、贵金属矿化。晚古生代末期开始,该区进入陆内演化时期。印支期的构造变动以碰撞造山后的A型俯冲、大型推覆、大型走滑及韧性剪切等陆内变形为特点。

2 矿床地质特征

2.1 矿田构造特征

矿区断裂可分为两组(图1):一组走向ENE—NE,分布于金窝子花岗闪长岩体南北两侧,具压扭性质,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(F_{2-1} 和 F_3 破碎带见金矿化);另一组走向近SN—NNE,分布于金窝子花岗闪长岩体内,部分延伸至围岩中,为张扭性断裂,形成于岩体侵位之后,为成矿期断裂,普遍被含金石英脉所充填。

2.2 赋矿岩石特征

(1)地层 矿区大部分为第四纪冲积—洪积层所覆盖。南北两侧出露地层为上泥盆统金窝子组,为一套浅变质的火山—沉积岩系。下部主要岩性为沉凝灰岩和凝灰质砾岩夹薄层灰岩;上部有凝灰砂岩、钙质砂岩、粉砂质页岩及碳质板岩等。矿区北侧地层产状为 $330^{\circ}\sim 350^{\circ}/20^{\circ}\sim 30^{\circ}$;南侧为 $290^{\circ}\sim 330^{\circ}/20^{\circ}\sim 50^{\circ}$,总体上构成NNE向倾伏的金窝子斜弯背斜。

(2)岩浆岩 金窝子花岗闪长岩体是金窝子金矿床主要的赋矿围岩,侵位于金窝子斜弯背斜核部,ENE向展布,长愈5.5 km,宽达700 m,出露面积4 km²。主要岩石类型为花岗闪长岩,西部见少量二长花岗岩,属正常钙碱性岩石,造岩矿物有斜长石(约40%),石英(约35%),黑云母(约15%)及微斜长石(约10%)等。成因类型为陆壳改造型^[4]。岩体碎裂结构发育,矿物扭曲、波状消光现象普遍。

在金窝子花岗闪长岩体中见有走向ENE的花岗细晶岩脉和辉绿岩脉穿插。花岗细晶岩脉局部(特别是边部)常演变为花岗伟晶岩,为花岗闪长岩浆晚期产物;辉绿岩脉切割花岗细晶岩脉。花岗细晶岩脉和辉绿岩脉均未见金矿化,并被含金石英脉穿插^②,系成矿前岩脉。

① 涂光炽等. 国家305项目“新疆北部主要矿产成矿规律及找矿方向”专题研究报告. 1993. 375.

② 夏军. 新疆金窝子花岗岩体的岩石学特征、成因及其中金矿的成因探讨. 成都地质学院硕士论文. 1987.

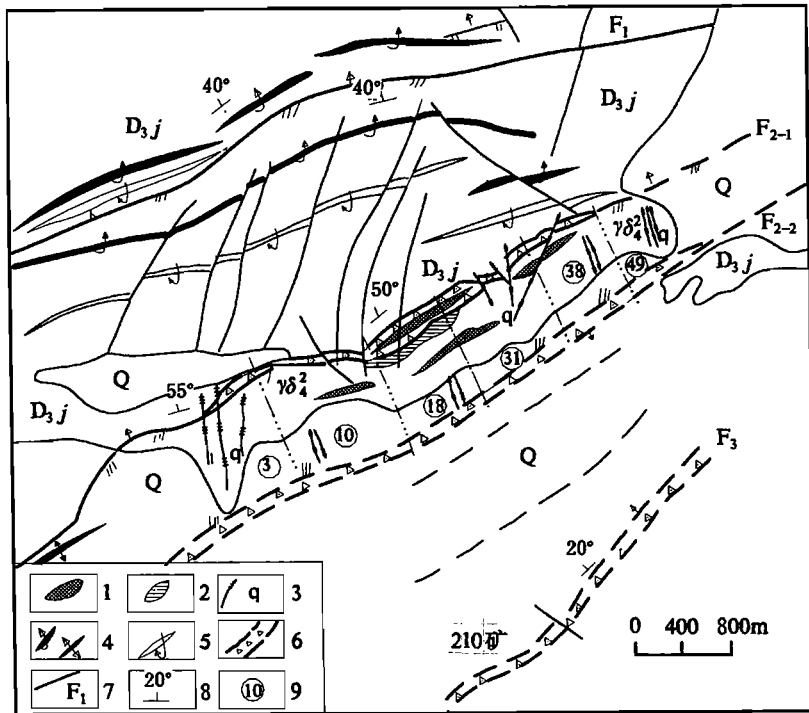


图 1 金窝子金矿床矿区地质图(据王虹^[5],略加修改)

Fig.1 Geological sketch map of the Jinwozi gold ore district(after Wang Hong^[5])

Q—第四系;D_{3j}—上泥盆统金窝子组;γδ₄²—金窝子花岗闪长岩体;1—闪长岩脉;2—辉绿岩脉;3—含金石英脉;4—背斜及倒转背斜轴;5—倒转向斜轴;6—断裂破碎带;7—断层及编号;8—地层产状;9—含金石英脉群编号
 Q—Quaternary; D_{3j}—Jinwozi Formation; γδ₄²—Jinwozi granodiorite body; 1—diiorite dike; 2—diabase dikes; 3—gold-bearing quartz veins; 4—anticline and overturned anticline; 5—overturned syncline; 6—fracture zone; 7—fault and its No.; 8—occurrence of strata; 9—number of gold-bearing quartz swarm

2.3 矿体基本特征

金窝子金矿为含金石英脉型金矿床。已发现含金石英脉 200 余条,矿脉总长度>6000 m,单条矿脉一般长数十米至数百米,最长达 650 m;脉厚平均 0.5 m,最厚 7.5 m。延深一般 100 余米,已知最大延深达 250 m。已探明储量达 23 t,矿石品位一般为 1×10⁻⁶~4×10⁻⁶,最高 81.6×10⁻⁶^[6]。含金石英脉可细分为大脉型和网脉型两类,前者主要分布于切割金窝子花岗闪长岩体的近SN向断裂破碎带或构造裂隙中(约占矿脉总数的 90%),有 3 种延伸方向:①走向近 EW,南倾,产状近直立,规模小,含金石英脉品位富,常断续延伸;②走向近 SN,西倾,倾角 55°~80°,规模大,连续性好,含金石英脉品位中等,为矿区主要工业矿体;③走向 NW,产状近直立,规模较大,含金石英脉品位低,常断续延伸。后者产在紧靠岩体两侧的围岩破碎带中,延伸方向为 NE 向,倾向 NW,多斜交地层层理,厚度、延深及延长均较小,但连续性好,品位中等,为矿区重要工业矿体,成矿规模可望超过含金石英大脉型矿体。

2.4 矿物共生组合

矿石矿物主要为银金矿和自然金。载金矿物主要有黄铁矿、方铅矿、黄铜矿和闪锌矿等,金

以包体金、晶隙金或裂隙金赋存于载金矿物中。脉石矿物有石英、方解石、绿泥石、绢云母等。

2.5 围岩蚀变特征

岩体构造破碎(裂隙)带中含金石英大脉型和地层构造破碎带中含金石英网脉型矿体,自内而外均可依次划分为黄铁绢英岩化、绢云母化和碳酸盐化3个蚀变带。蚀变带宽度分别为1~5 m、2~7 m和3~20 m。

3 同位素年龄测定

为了准确厘定矿田成岩成矿时限,本次研究对金窝子花岗闪长岩体、岩体构造破碎(裂隙)带中含金石英大脉和地层构造破碎带中含金石英网脉分别进行了全岩 Rb-Sr 和石英流体包裹体 Rb-Sr 年龄测定。

3.1 样品采集

全岩样品采自金窝子花岗闪长岩体新鲜岩石;含金石英大脉采自③号脉群;含金石英网脉采自210矿探槽(图1)。

3.2 测定方法

全岩和石英流体包裹体分析样品的制备分别采用李华芹、刘家齐等^[7]和李华芹、谢才富等^[1]所报道的流程;Rb、Sr同位素分析在中国地质科学院同位素地质研究与测试中心 MAT-261 可调多接收型质谱仪上完成;分析过程中采用国际标准样品 NBS-987 监控仪器工作状态,用 NBS-607 和 Rb-Sr 测年国家一级标准物质 GBW04411 监控分析流程。上述标准物质的测定值分别为:NBS-987; $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}=0.71026\pm 0.00006$;NBS-607; $\text{Rb}=523.22\times 10^{-6}$, $\text{Sr}=65.56\times 10^{-6}$, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}=1.20035\pm 0.00009$;GBW04411; $\text{Rb}=249.08\times 10^{-6}$, $\text{Sr}=158.39\times 10^{-6}$, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}=0.76006\pm 0.00025$; $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ 和 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 的测定精度分别好于1%~2%和0.008%~0.02%。全部化学操作均在净化实验室净化工作柜内进行;使用的器皿由氟塑料、石英或铂金制成。所用试剂为高纯试剂经亚沸蒸馏器蒸馏,其Rb、Sr空白为 $10^{-11}\sim 10^{-12}$ g/g。高纯水由 Milli-Q 水纯化系统纯化,其Rb、Sr空白为 10^{-12} g/g;与样品同时测定的全流程空白都在0.3 ng左右。当样品Rb、Sr含量低于 10^{-6} 时,均作了空白校正。

3.3 测定结果及数据处理

分析结果列于表1、表2和表3。本文采用目前国际通用的 ISOPLOT 程序^①进行年龄计算。所选衰变常数为 $\lambda_{(^{87}\text{Rb})}=1.42\times 10^{-11}/\text{a}$ 。全岩年龄计算时设定的误差 $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ 为1.5%; $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 为0.02%;获得金窝子花岗闪长岩体 Rb-Sr 等时线年龄(图2a)为 354 ± 31 Ma(95%置信度)。石英流体包裹体年龄计算时设定的误差 $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ 为2.0%; $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}=0.02\%$;获得含金石英大脉 Rb-Sr 等时线年龄(图2b)为 228 ± 22 Ma(95%置信度);含金石英网脉 Rb-Sr 等时线年龄(图2c)为 230 ± 5.7 Ma(95%置信度)。

4 同位素年龄及矿床成因讨论

4.1 成岩时代

金窝子花岗闪长岩体侵位于上泥盆统金窝子组(D_{3j}),前人获得金窝子组火山岩全岩 Rb-Sr 等时线年龄为 362.1 ± 11.9 Ma(铯初始值为0.712171)^[3];金窝子花岗闪长岩体的锆石 U-

① Kenneth R. Ludwig. A plotting and regression program for radiogenic-isotope data(version 2.82). 1995.

Pb 年龄为 358.6 Ma^[8]。本文测得岩体的 Rb-Sr 等时线年龄与上述结果一致,即金窝子花岗闪长岩体形成于早石炭世。

4.2 成矿时代

前人^[2,3-5,9]多根据花岗闪长岩体及金窝子组的时代来讨论金窝子金矿的成矿时代,并认为围岩破碎带中含金石英网脉的形成时间早于岩体中含金石英大脉。本文获得含金石英大脉和含金石英网脉中石英流体包裹体的 Rb-Sr 等时线年龄分别为 228±22 Ma 和 230±5.7 Ma,在实验误差范围内完全一致,说明它们是同时形成的,矿化都发生在早印支期。

4.3 成矿物质来源

成矿元素 Au 在岩体和地层中的含量接近,为 $8.5 \times 10^{-9} \sim 9.5 \times 10^{-9}$,高出克拉克值 2~3 倍,且远高于该区同期花岗质侵入岩石。金窝子组地层中金的丰度表现为南高北低的特点,这与南部地层破碎带中矿化明显好于北部的地质事实是完全吻合的。据此,前人^[2,3]认为上泥盆统金窝子组和金窝子花岗闪长岩均为金的矿源层。

4.4 成矿流体性质

(1) 硫同位素证据 花岗

闪长岩中含金石英大脉中硫化物的硫同位素组成($\delta^{34}\text{S}$)平均值为 +6.69‰;地层中含金石英网脉硫化物硫同位素组成($\delta^{34}\text{S}$)平均值为 6.76‰,都与黄铁矿(28 个样品)的硫同位素平均组成($\delta^{34}\text{S}=6.38\%$)非常接近,说明矿区内硫同位素组成均一化程度较高,可以认为它们的硫源是一致的^[2],并且成矿流体显然不具典型岩浆热液硫特征,可能是岩浆热液与大气降水的混合产物。

(2) 氢、氧同位素证据 矿区内花岗闪长岩中含金石英大脉和地层中含金石英网脉石英氧同位素组成($\delta^{18}\text{O}$)平均值分别为 13.68‰(7 个样品)和 12.36‰(3 个样品),两者亦接近^[2],表明其成矿流体来源一致。成矿流体的 δD 为 -79‰~-115‰; $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 为 -7.9‰~+1.4‰^[10],应是岩浆热液与大气降水的混合产物。

表 1 金窝子花岗闪长岩 Rb-Sr 同位素数据

Table 1 Rb-Sr isotopic compositions of the Jinwozi granodiorite

样品号	Rb($\times 10^{-6}$)	Sr($\times 10^{-6}$)	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} \pm 1\sigma$
JZ2-2	155.7	283.0	1.588	0.71945±0.00007
JZ2-5	138.1	232.4	1.716	0.71984±0.00001
JZ2-8	122.1	216.7	1.627	0.71965±0.00001
JZ2-14	155.8	255.3	1.762	0.72016±0.00008
JZ2-10	164.7	236.4	2.012	0.72146±0.00003
JZ2-4	134.6	265.0	1.466	0.71853±0.00002
JZ2-10-1	163.6	234.2	2.017	0.72135±0.00002

表 2 金窝子金矿含金石英大脉中石英流体包裹体 Rb-Sr 同位素数据

Table 2 Fluid-inclusion Rb-Sr isotopic compositions of quartz from the gold-bearing veins

样品号	Rb($\times 10^{-6}$)	Sr($\times 10^{-6}$)	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} \pm 1\sigma$
JZ1-3	2.5760	0.6386	11.58	0.75253±0.00002
JZ1-9	2.4370	0.3099	4.073	0.72718±0.00004
JZ1-2	0.2196	0.3058	2.073	0.72076±0.00002
JZ1-17	1.124	0.2857	11.39	0.74976±0.00005
JZ1-13	0.5284	0.4466	3.417	0.70442±0.00002
JZ1-7	0.5530	0.2436	6.562	0.73677±0.00004

表 3 金窝子金矿含金石英网脉中石英流体包裹体 Rb-Sr 同位素数据

Table 3 Fluid-inclusion Rb-Sr isotopic compositions of quartz from the gold-bearing stockworks

样品号	Rb($\times 10^{-6}$)	Sr($\times 10^{-6}$)	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} \pm 1\sigma$
JZ3-3	0.2998	0.3372	2.566	0.72098±0.00024
JZ3-4	0.3447	0.3001	3.316	0.72348±0.00004
JZ3-6	0.4374	0.4963	2.545	0.72087±0.00003
JZ3-18	0.5470	0.4280	3.690	0.72437±0.00001
JZ4-4	0.2525	0.4082	1.785	0.71848±0.00003
JZ4-3	0.06981	0.2777	0.7253	0.71485±0.00007

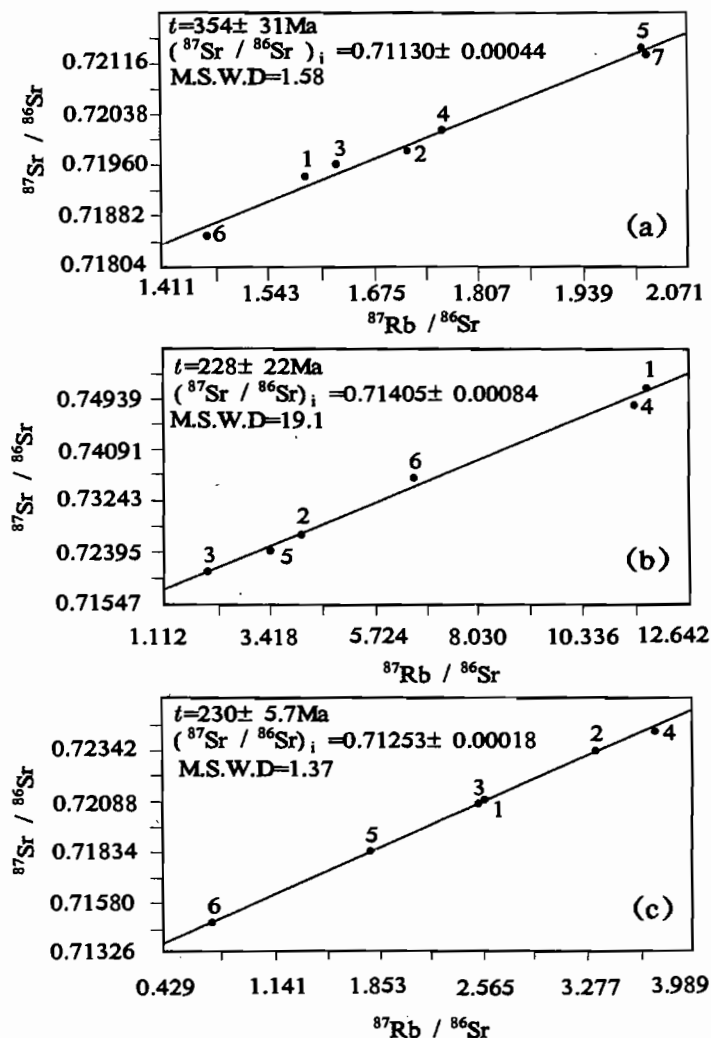


图2 金窝子金矿 Rb-Sr 等时线图

Fig. 2 Rb-Sr isochron of the Jinwozi gold deposit
置信度=95%; (a)—花岗闪长岩; (b)—含金石英大脉
石英流体包裹体; (c)—含金石英网脉石英流体包裹体
confidence=95%; (a)—Granodiorite; (b)—fluid-inclusion of quartz from
the gold-bearing quartz veins; (c)—fluid-inclusion of quartz
from the gold-bearing quartz stockworks

4.5 矿床成因讨论

从成矿时代远晚于金窝子花岗闪长岩体的侵位时间来看,成矿热源并非由金窝子花岗质岩浆的侵位提供,而应与其他地质事件有关。笔者认为成矿作用与金窝子花岗闪长岩体的侵位无直接的成因联系,而与后期隐伏岩体的侵位有关,并明显受区域构造控制,主要证据有:①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;②含金石英(网)脉无一例外地分布于断裂破碎带中,并且裂隙密度和规模愈大矿化愈好,说明成矿作用严格受构造控制;③金窝子金矿床成矿物质具有岩浆岩及地层的双源特点,矿体形态为脉状或

(3)碳同位素证据 岩体内含金石英大脉中2个铁方解石的 $\delta^{13}\text{C}$ 平均为 $-6.765^{[3]}$,表明成矿热液有深源流体的参与。

(4)锶同位素证据 花岗闪长岩内含金石英大脉和地层破碎带内含金石英网脉中石英流体包裹体的锶同位素初始值非常接近(图2b、c),亦与金窝子花岗闪长岩体及地层的锶同位素初始值(0.712171)接近,反映了壳源的特点。

(5)石英包裹体特征 金窝子金矿床中石英包裹体气相成分以 H_2O 为主,少量 CO_2 ,其他组分微量。均一温度为 $186\sim 262^\circ\text{C}$ (均值为 202°C),成矿压力为 $20\sim 30\text{MPa}^{[3,4]}$ 。因此,成矿热液具浅成中—低温特点。

综上所述,金窝子金矿床中含金石英大脉和含金石英网脉的成矿流体具同源性,成矿流体不具典型岩浆热液性质,而主要是岩浆水与大气降水混合的产物。但这种岩浆水并非由金窝子岩体的侵位提供,而可能与隐伏岩体的侵位有关。此外,碳同位素资料暗示了成矿热液中有深源流体的加入,这种深源流体很可能与矿区北侧尖山子深大断裂活动有关。

网脉状,成矿方式以贯入式充填结晶作用为主^[2];④金窝子矿区周围及数千米以外的二叠纪地层中已发现一批金矿化点,亦分布于断裂破碎带中。

4.6 构造动力成矿机理

金窝子岩体南北两侧分别以发育近东西向紧闭褶皱和开阔褶皱为特色,说明主压应力来自北部。在近南北向的强烈水平挤压应力作用下,不同岩性单元表现出不同变形特征。刚性的金窝子岩体表现为脆性变形特点,发育张性断裂,出现碎裂结构,矿物发生扭曲及产生波状消光现象等。而相对塑性的地层表现为韧性变形,形成褶皱。金窝子岩体与地层的接壤地带既是岩性不连续面,也是构造不连续面;既是发生脆—韧性变形转换和应力集中的主要部位,也是构造热液产生的最有利场所,同时还是物理化学性质变化的梯度带。构造热液通过萃取周围介质中的成矿元素而形成成矿热液,并在有利的构造部位(如岩体中的张裂隙)成矿。由于金窝子岩体和金窝子组都是金的矿源层,矿体既可产于地层中,也可见于岩体中,但以岩体与地层的接壤部位矿化最好,如岩体东西两端及南北两侧。

5 结论

(1)金窝子花岗闪长岩体侵位于上泥盆统金窝子组(D_{3j}),笔者测得岩体的全岩 Rb-Sr 等时线年龄(354±31 Ma)与胡霭琴等^[8]报道的岩体中锆石的 U-Pb 年龄(358.6 Ma)一致,表明金窝子花岗闪长岩体形成于早石炭世。

(2)金窝子金矿区花岗闪长岩体内含金石英大脉与围岩破碎带中含金石英网脉(210 矿)的形成是同时的。含金石英大脉和含金石英网脉中石英流体包裹体的 Rb-Sr 等时线年龄分别为 228±22 Ma 和 230±5.7 Ma(95%置信度),在实验误差范围内完全一致,表明矿化作用均发生在早三叠世。

(3)金窝子金矿床中含金石英大脉和含金石英网脉的成矿流体具同源性,成矿流体主要是深部隐伏岩体岩浆水与大气降水混合的产物。但不排除有深源构造流体加入的可能。

(4)成矿物质主要来自上泥盆统金窝子组和金窝子花岗闪长岩;部分来源于深部。

(5)成矿作用明显受区域构造控制。

参 考 文 献

- 1 李华芹,谢才富,常海亮,蔡红,朱家平,周肃. 新疆北部有色贵金属矿床成矿作用年代学. 北京:地质出版社,1998. 10~19.
- 2 陈纪明. 甘肃北山金窝子金矿床地质特征及其成因探讨. 见: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.
- 3 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. 地质地球化学,1987. 59~61.
- 4 席小平. 金窝子岩体的地质特征及找金方向. 新疆地质,1997, (1):76~83.
- 5 王虹. 金窝子金矿床动力热液成矿雏议. 新疆地质,1993, (1):63~67.
- 6 周济元,张斌,张朝文,卫管一,陆彦,夏军,崔炳芳,王崇云,李葆华. 东天山古大陆及其边缘银、铜、金和铜矿地质. 北京:地质出版社,1996. 67.
- 7 李华芹,刘家齐,魏林. 热液矿床流体包裹体年代学研究及其地质应用. 北京:地质出版社,1993. 12~22.
- 8 胡霭琴,张积斌,章振根,赵殿甲,刘菊英,杨升祖,彭建华,周位. 天山东段中天山隆起带前寒武纪变质岩系时代及演化——据 U-Pb 年代学研究. 地球化学,1997, (1):23~25.
- 9 马瑞士,舒良树,孙家齐. 东天山构造演化与成矿. 北京:地质出版社,1997. 177~181.
- 10 胡霭琴,王中刚,涂光炽. 新疆北部地质演化及成岩成矿规律. 北京:科学出版社,1997. 230.

The Origin of the Jinwozi Gold Deposit in Eastern Xinjiang

— Evidence from Isotope Geochronology

Chen Fuwen

(*Department of Geology, Peking University, Beijing, 100871*)

Li Huaqin, Cai Hong and Liu Houqun

(*Yichang Institute of Geology and Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Yichang, Hubei, 443003*)

Abstract

Located on the Xinjiang-Gansu border and geologically in the juncture of the Siberian, Tarim, Kazakhstan and Sino-Korean paleoplates, the Jinwozi gold deposit is an important deposit in eastern Xinjiang. Because about 90% of gold-bearing quartz veins are concentrated in the Jinwozi granodiorite body and the rest 10% in its neighboring fractured strata, most researchers believe that the gold deposit has genetic relation to the granodioritic intrusion. According to a systematical chronological study of the Jinwozi granodiorite and gold-bearing quartz veins in the granodioritic body and stockworks in the fractured strata, the authors conclude that the gold mineralization of the ore deposit shows no genetic relation to the granodioritic intrusion, but is related to the emplacement of concealed granitic bodies and controlled by tectonic activity, which is supported by the following facts: ① the emplacement of the granodioritic body with a zircon U-Pb age of 358.6 Ma and a Rb-Sr isochron age of 354 Ma occurred much earlier than mineralization (228~230 Ma); ② gold-bearing veins can be found both in the granodioritic body and in the fractured strata, and around and several kilometers away from the Jinwozi gold district a group of gold mineralizations occur in the fractured Permian system, as is evidenced by fossils; ③ all the gold-bearing quartz veins or stockworks are in the structural fractured zones; ④ the gold-bearing quartz veins in the Jinwozi granodioritic body and stockworks in fractured strata were formed simultaneously 228~230 Ma ago (fluid-inclusion Rb-Sr isochron age of quartz); ⑤ mineralization took place at lower temperatures (186~262°C) and low pressures (20~30 MPa), and ⑥ concealed granitic bodies with a high content of gold have been found around the Jinwozi granodioritic body.

Key words: Jinwozi gold deposit; petrogenesis and mineralization; isotope chronology; origin of ore deposit; eastern Xinjiang

作者简介

陈富文,男,1963年生。现北京大学博士研究生,副研究员,长期从事岩浆岩石学及相关矿产的研究工作,通讯地址:443003,湖北宜昌中国地质科学院宜昌地质矿产研究所。