

44-48

p618.510.4
p618.520.4

鄂西北许家坡金银矿床 石英流体包裹体研究*

蔡锦辉 张业明 付建明

陈盛锋

(宜昌地质矿产研究所, 宜昌 443003) (鄂西北地质矿产调查所, 襄樊 441003)

摘 要 在前人工作的基础上, 主要根据沿片理形成的矿石与脉状矿石中石英流体包裹体的明显差异和后者流体包裹体 Rb-Sr 等时线年龄为 $(86 \pm 1.4) \text{Ma}$, 提出该矿床经历了两次成矿作用, 燕山晚期脉状矿体叠加在前人提出的印支期沿片岩片理形成的矿体之上, 为多期复成中-低温热液矿床。

关键词 金银矿床 流体包裹体 许家坡 鄂西北

金银矿床

石英流体包裹体

鄂西北许家坡金银矿床是得胜-鲍峡金银多金属成矿带中重要的矿床之一。本文在前人^[1-4]工作的基础上, 重点对许家坡金银矿床矿体石英流体包裹体、稳定同位素组成和成矿时代进行研究。

1 矿区地质特征

许家坡金银矿床位于南秦岭印支褶皱带东段武当复背斜西部倾伏端, 得胜-鲍峡 NNE 向褶皱带与 NWW 向公路断裂带交汇处。矿区地层为中上元古界武当岩群变沉积岩组和火山岩组(图 1)。

金银矿体主要呈似层状, 次为透镜状和规模较小的脉状赋存在武当岩群变沉积岩组下部石英片岩、滑石石英片岩、滑石钠长石英片岩中。似层状矿(化)体与地层的层间次级褶曲呈同步弯曲, 并被晚期 NNE 走向的小断裂切错, 断距一般为 2~3 m。

矿区主要矿化蚀变类型有硅化、滑石化、透闪石化、黄铁矿化等, 矿化蚀变岩呈面型展布, 厚度变化较大 (20~50 m); 金银矿体产于强硅化带内或其两侧的硅化、滑石化、透闪石化共生地段。矿石矿物主要是金银矿、辉银矿、碲银矿, 其次为银金矿、自然金、自然银、方铅矿、闪锌矿、黄铜矿等。似层状、透镜状矿体与蚀变岩之间没有明显界线, 含矿蚀变岩为石英滑石片岩、滑石石英片岩、透闪石滑石片岩、片状石英岩等。与金银矿化关系最

1999 年 3 月 10 日收稿。

* 地质矿产部“九五”攻关项目“武当-两郧西部地区金银铜、多金属矿床成矿条件、控矿规律及找矿预测研究”(95-06-002)的部分成果。

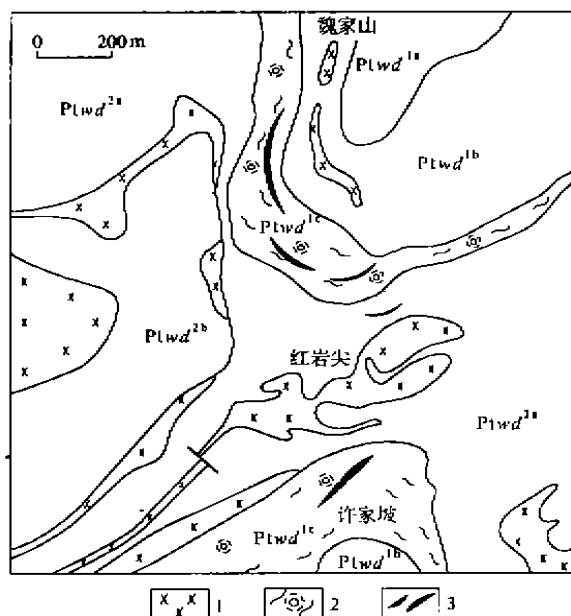


图1 许家坡金银矿区地质图(据鄂西北地调所图修改)

Fig.1 Geological sketch of Xujiapo Au-Ag mine

1. 辉绿岩 2. 硅化蚀变带 3. 矿体

武当岩群变沉积岩组变粒岩(Ptwd^{2b})、绢云钠长石英片岩(Ptwd^{2a})、石英片岩、滑石片岩、绢云石英片岩(Ptwd^{1c});武当岩群变火山岩组石英角斑质凝灰岩(Ptwd^{1b})、黑云母绿泥石钠长片岩(Ptwd^{1a})。

密切的蚀变是硅化,其表现形式主要有3种,(1)呈似层状沿片岩片理分布的细糖粒状石英,为烟灰色细脉状或连续的豆荚状;(2)呈脉状产出的中-粗糖粒状石英,其中,有的为烟灰色,呈透镜状顺岩石片理分布,有的沿构造破裂面呈脉状产出;(3)脉状、透镜状产出的粗糖粒状、块状石英。

2 流体包裹体特征

金银矿体中石英,特别是糖粒状石英普遍受挤压,具明显的波状消光和重结晶现象,其中流体包裹体较为发育。按其组成相态可分为:(1)单相水溶液包裹体(L_{H₂O});(2)两相气液包裹体,其液相为水溶液(L_{H₂O}),气相主要为水蒸气(V_{H₂O})。如按其成因,则有原生、假次生及次生之分。对许家坡金银矿床来说,其原生包裹体主要为两相气液包裹体,而次生包裹体则主要是单相水溶液包裹体。沿片岩片理形成的矿石与脉状矿石石英流体包裹体特征、均一温

度、密度多具明显差异(表1)。

因未发现含L_{CO₂}多相流体包裹体,无法直接测出包裹体形成时的压力。根据成矿温度、盐度和密度,利用卢焕章有关相图^[5]估算出主成矿期成矿压力为30~50 MPa。

矿石中除D37-5样品细糖粒状石英内有许多绢云母、滑石等矿物连体而无法选纯外,3个主成矿期样品的石英流体包裹体所保存的流体总量较低(表2),这可能与后期构造使石英包裹体破裂,流体泄漏有关。流体的液相成分阳离子相对含量变化较大,主要为:Ca²⁺ > Mg²⁺ > Na⁺ > K⁺, K⁺ > Na⁺ > Ca²⁺ > Mg²⁺, Na⁺ > Ca²⁺ > K⁺ > Mg²⁺,阴离子相对含量较稳定,为Cl⁻ > F⁻和SO₄²⁻ > Cl⁻ > F⁻;气相成分除H₂O外,仅有少许CH₄和H₂。也就是说,矿化期流体液相成分阳离子组合较复杂,3个样品有3种类型,而阴离子组合稳定。晚期粗糖粒状、块状石英流体包裹体中液相成分阳离子K⁺ + Na⁺ > Ca²⁺ + Mg²⁺,阴离子则以较高的SO₄²⁻含量为特征,流体属K⁺ - Na⁺ - Ca²⁺ - Mg²⁺ - SO₄²⁻ - Cl⁻ - F⁻型或Na⁺ - K⁺ - Ca²⁺ - Mg²⁺ - SO₄²⁻ - Cl⁻ - F⁻型。据此,认为许家坡金银矿床形成时Ag、Au以碱金属氯化物、氟化物和复硫化物的形式,随中性介质流体迁移,流体矿化度较高,具有较好的成矿内在条件,可作为刘英俊等^[6]所研究的Ag、Au元素地球化学行为的例证。

表 1 石英流体包裹体特征
Table 1 Characteristics of fluid inclusions in quartz

样号	产 状	相 态	次 生 包 裹 体					均一温度 ℃
			大小 μm	形态	V/(V+L) %	盐度 w(NaCl)/%		
D37-5	沿片理分布的 含金银细糖粒 状石英岩	L_{H_2O} $L_{H_2O} + V_{H_2O}$	<6	米粒状、 不规则状		9.9		
D38-3	含矿中—粗糖 粒状石英脉	L_{H_2O} $L_{H_2O} + V_{H_2O}$	8~12	米粒状、 不规则状	10~15	9.9~10 8.7~9.1		110~165
D39-4	烟灰色含矿中 —粗糖粒状石 英脉	L_{H_2O} $L_{H_2O} + V_{H_2O}$	3~30	负晶形、米粒状、 多边形、不规则状	10~15	5.5~5.8 5.6~5.7		135~147
D39-6	含矿粗糖粒状、 块状石英脉	L_{H_2O} $L_{H_2O} + V_{H_2O}$	10~20	多边形、 不规则状	10~15	6.4~6.7 7.3~7.8		150~165

样号	产 状	相 态	大小 μm	形态	原 生 包 裹 体				密度 g/cm ³
					V/(V+L) %	盐度 w(NaCl)/%	均一温度 ℃		
D37-5	沿片理分布的 含金银细糖粒 状石英岩	L_{H_2O} $L_{H_2O} + V_{H_2O}$	6~15	椭圆形、 多边形	15~25	9.9~10.0	235~285		0.85~0.912
D38-3	含矿中—粗糖 粒状石英脉	L_{H_2O} $L_{H_2O} + V_{H_2O}$	7~15	椭圆形、负晶 形、不规则状	20~25	8.5~8.6	195~215		0.905~0.931
D39-4	烟灰色含矿中 —粗糖粒状石 英脉	L_{H_2O} $L_{H_2O} + V_{H_2O}$	10~20	负晶形、多边 形、不规则状	15~20	9.6~10.0 9.9~10.0	150~176 210~215		0.955~0.999 0.93~0.934
D39-6	含矿粗糖粒状、 块状石英脉	L_{H_2O} $L_{H_2O} + V_{H_2O}$	10~25	负晶形、圆椭 形、多边形	15~20	9.2~10.0 10.5~11.5	105~155 145~205		0.955~0.998 0.945~0.999

表 2 石英流体包裹体成分分析结果
Table 2 Components of fluid inclusions in quartz

样 号	岩石名称	气相成分/10 ⁻⁶					液相成分/10 ⁻⁶							pH	矿化度 %
		H ₂ O	CO ₂	H ₂	CH ₄	CO	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺	Mg ²⁺	F ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻		
D37-3 ^①	粗糖粒状石英	120.0	0.00	0.10	1.65	0.50	1.41	0.99	1.00	0.58	0.10	2.0		6.6	5.0
D39-4 ^①	中—粗糖粒状石英	100.0	0.00	0.12	0.70	0.00	1.54	1.16	2.86	2.42	0.15	2.8		6.7	9.9
D39-6 ^②	粗糖粒状石英	100.0	0.00	0.12	0.40	0.00	1.48	0.75	1.79	2.22	0.10	2.5		6.6	8.1
PF ₃ ^②	粗糖粒状、块状石英	950	14.0				3.89	1.29	0.25	0.03	1.0	4.4	6.0	6.7	1.7
PF ₄ ^②	块状石英	1 357	41.4				1.22	3.86	0.72	0.04	0.3	2.8	6.0	6.6	1.1

注:①由宜昌地质矿产研究所地质矿产研究室包体组测定。

②资料源于鄂西北地质调查所,许家坡金银矿床研究报告,1989。

3 稳定同位素组成

3.1 硫、铅同位素组成

许家坡金银矿床中硫化物单矿物 $\delta^{34}\text{S}$ 值为 $5.29\text{‰} \sim 9.06\text{‰}$, 算术平均值为 6.94‰ ^[3]; 其中矿体为 $5.29\text{‰} \sim 8.00\text{‰}$, 蚀变围岩为 $5.90\text{‰} \sim 9.06\text{‰}$, 两者均略大于陨石硫同位素组成。区内矿体和围岩硫同位素组成相似, 反映出流体中硫来源较单一。

矿石矿物与围岩全岩两者的铅同位素组成相似^[3], 在铅同位素组成图(Doe 和 Zartman)上, 数据点均落在上地幔和造山带演化曲线之间(图2), 显示两者的铅具有同源特征。按单阶段正常铅, 用 Doe(1974)方法计算的矿石铅和围岩全岩铅的模式年龄均为 $1\,018 \sim 1\,261\text{ Ma}$ 。

3.2 氢、氧、碳同位素组成

在许家坡矿床的矿石中, 早期硅化形成的细糖粒状石英流体包裹体的 δD 值变化范围较大 ($-58.2\text{‰} \sim -102.1\text{‰}$)^[2]①; 晚期硅化形成的中-粗糖粒状石英与块状石英流体包裹体的 δD 值相似, 其变化范围较小 ($-61.4\text{‰} \sim -73.8\text{‰}$)^①。不同期次的石英中 $\delta^{18}\text{O}$ 值变化较小 ($7.35\text{‰} \sim 8.46\text{‰}$)^[2]①; 根据张理刚 $1000\ln\alpha_{\text{石英-水}} = 3.42 \times 10^6 T^{-2} - 2.86$ 公式^[7], 采用均一法测定的温度平均值经压力校正后求出的温度值, 计算出不同期次石英形成时平衡介质水的 $\delta^{18}\text{O}$ 值。其结果是, 早期介质水为 $-0.02\text{‰} \sim +0.97\text{‰}$, 晚期介质水为 $-4.38\text{‰} \sim -2.46\text{‰}$; 前者靠近变质水和岩浆水区域, 后者靠近大气降水线(图3)。

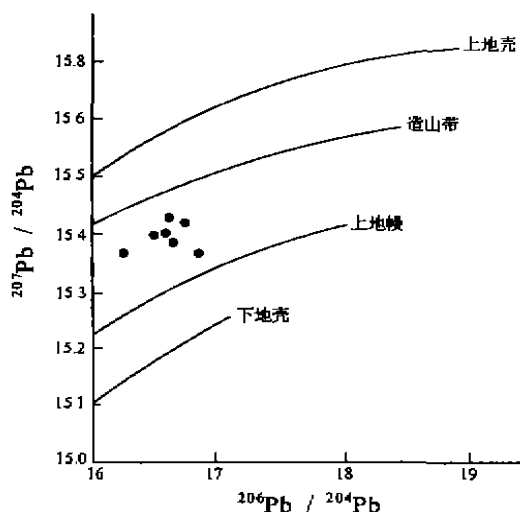


图2 许家坡金银矿床铅同位素组成

Fig. 2 Plot of lead isotopic composition of Xujiapo Au-Ag deposit

成矿晚期粗糖粒状、块状石英3个样品流体包裹体中 CO_2 的 $\delta^{13}\text{C}$ 值为 $-16.90\text{‰} \sim -10.10\text{‰}$; 根据近年来的研究^[8,9], 认为晚期矿化介质水含有机物质。

综上所述, 稳定同位素组成显示早期矿化的介质水来源较复杂, 结合银洞沟矿床成因^[3]及矿区外围出露有海西-印支期中-酸性斑岩体和武当隆起西缘在印支期发生强烈的区域变质的事实, 认为早期矿化的介质水为岩浆水、变质水和古地下水; 而晚期矿化的介质水为大气降水和古地下水。

4 成矿时代

鄂西北地质调查所对许家坡金银矿床中蚀变矿物的年龄进行了测定^①, 其中透闪石英片

①鄂西北地质调查所, 许家坡金银矿床研究报告, 1989。

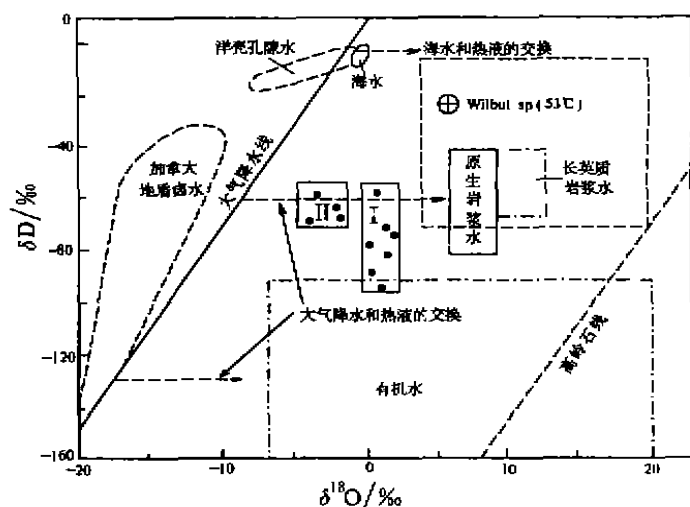


图3 许家坡金银矿床氢、氧同位素组成

Fig. 3 Hydrogen, Oxygen isotopic composition of Xujiapo Au-Ag deposit

I. 早期矿化阶段 II. 晚期矿化阶段

岩中的透闪石、黑云母的 K-Ar 年龄分别为 218 Ma、224 Ma, 绢云石英片岩中绢云母 K-Ar 年龄为 211.5 Ma, 提出沿片岩片理分布的似层状矿体矿化蚀变作用发生在印支期^①, 这一结论与同属一个成矿带的银洞沟矿床成矿时代 (205 Ma) 相一致^[3]。

本次研究所作的石英流体包裹体 Rb、Sr 同位素测定结果 (表 3) 表明, 绢云石英片岩中的细糖粒状石英与矿脉中粗糖粒状、块状石英 Rb、Sr 同位素组成有明显差异, 说明两者不是同一环境的产物。这一结论与石英流体包裹体测温及稳定同位素的研究结果一致。含矿石英脉中粗糖粒状、块状石英样品 4 个点的流体包裹体 Rb-Sr 等时线年龄为

(86 ± 1.4) Ma (图 4), 表明这类含矿石英脉形成于燕山晚期。

表 3 石英流体包裹体中 Rb、Sr 同位素组成

Table 3 Rb、Sr isotopic compositions of fluid inclusions in quartz

样号	产状	Rb/10 ⁻⁶	Sr/10 ⁻⁶	⁸⁷ Rb/ ⁸⁶ Sr	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr
D36-1	绢云石英片岩中细糖粒状石英	0.01979	0.1669	0.3428	0.73904 ± 0.00004
D37-3	含矿脉中烟灰色细糖粒状石英	0.00798	0.07353	0.314	0.73924 ± 0.00001
D37-4	含矿脉中粗糖粒状石英	0.02032	0.2407	0.2441	0.74007 ± 0.00009
D39-4-1	含矿脉中细-中糖粒状石英	0.1751	0.1978	2.56	0.74290 ± 0.00017
D39-4-2	含矿脉中中-粗糖粒状石英	0.1817	0.2011	2.614	0.74303 ± 0.00005
D39-6	含矿脉中块状石英	0.00749	0.05338	0.4059	0.74033 ± 0.00004

注: 由宜昌地质矿产研究所同位素地质研究室测定。

5 结 论

(1) 沿片理形成的矿石与脉状矿石是两次成矿作用的产物, 其石英流体包裹体特征、均一温度、密度及 δD 值和 δ¹⁸O 值多具明显差异。

(2) 石英流体包裹体液相成分阳离子组合 (Ca²⁺、Mg²⁺、Na⁺、K⁺) 较复杂, 阴离子组合

① 鄂西北地质调查所, 许家坡金银矿床研究报告, 1989。

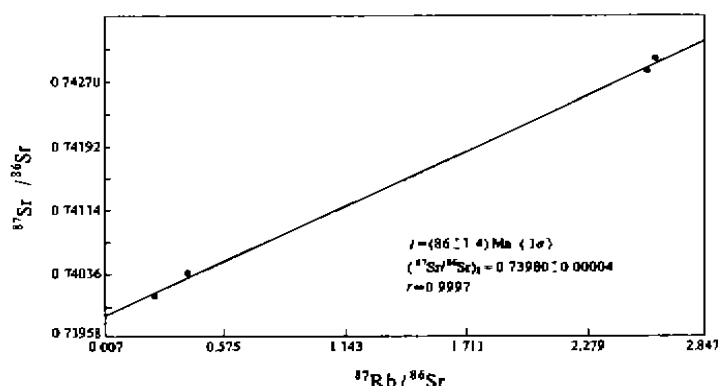


图4 石英流体包裹体 Rb-Sr 等时线

Fig. 4 Rb-Sr isochron of fluid inclusions for quartz

($\text{Cl}^- > \text{F}^-$, $\text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^- > \text{F}^-$)较稳定。成矿作用期间, Ag、Au 以碱金属氯化物、氟化物和复硫化物的形式, 随中性介质流体迁移, 流体矿化度较高, 具有较好的成矿内在条件。

(3)脉状矿石中粗粒糖粒状、块状石英样品流体包裹体 Rb、Sr 同位素等时线年龄为 $(86 \pm 1.4)\text{Ma}$, 表明其形成于燕山晚期。这次成矿作用形成的脉状矿体叠加在前人提出的印支期沿片理形成的矿体之上。据此, 得出许家坡金银矿床为多期复成中-低温热液型矿床。

参 考 文 献

- [1] 周骏华. 许家坡金银矿床地质特征与找矿标志. 第五届全国矿床会议论文集. 北京: 地质出版社, 1993. 301—302
- [2] 汪东坡、林元文、罗裕祖. 郧县许家坡 Ag-Au 矿床成矿物质来源及成矿条件研究. 湖北地质, 1991, 5(2): 27—37
- [3] 秦正永、刘兴义、雷世和等. 武当地区构造解析及成矿规律. 北京: 地质出版社, 1997. 68—121
- [4] 陈晋镛、秦正永、王寿琼. 武当群地质特征. 天津: 天津科技翻译出版公司, 1991
- [5] 卢焕章等著. 包裹体地球化学. 北京: 地质出版社, 1990. 117—130
- [6] 刘英俊、曹励明、李兆麟. 元素地球化学. 北京: 科学出版社, 1984. 311—320
- [7] 张理刚著. 稳定同位素在地质科学中的应用. 西安: 陕西科学技术出版社, 1985. 10—120
- [8] 卢焕章著. 成矿流体. 北京: 北京科学技术出版社, 1997. 9—43
- [9] 戴金星、陈安福、宋岩等著. 中国东部无机成因气及其气藏形成条件. 北京: 科学出版社, 1995. 12—49

STUDY ON FLUID INCLUSION WITHIN QUARTZ FROM THE XUJIAPO GOLD-SILVER DEPOSIT, NORTHWEST HUBEI

Cai Jinhui Zhang Yeming Fu Jianming

(Yichang Institute of Geology and Mineral Resources, Yichang 443003)

Chen Shengfeng

(Geological Survey Party of Northwest Hubei Province, Xiangfan 441003)

Abstract

According to the obvious difference in type, stable isotopic composition and metallogenetic epoch of fluid inclusions within quartz from the orebodies distributing along the schistosity of host (see page 56)