

# 新疆彩霞山铅锌矿床流体包裹体研究

高晓理<sup>1</sup>, 彭明兴<sup>2</sup>, 胡长安<sup>2</sup>, 王登红<sup>3</sup>, 梁 婷<sup>1</sup>, 高景刚<sup>1</sup>

(1. 长安大学 地球科学与国土资源学院, 陕西 西安 710054; 2. 新疆维吾尔自治区地质矿产勘查开发局  
第一地质大队, 新疆 昌吉 831100; 3. 中国地质科学院 矿产资源研究所, 北京 100037)

[摘要] 应用均一法、激光拉曼显微探针法研究彩霞山铅锌矿床的流体包裹体, 发现其类型主要有单相盐水溶液包裹体、气液两相盐水溶液包裹体两类, 测得均一温度为  $180^{\circ}\text{C} \sim 310^{\circ}\text{C}$ , 最佳成矿温度为  $190^{\circ}\text{C} \sim 220^{\circ}\text{C}$ , 属中低温矿床, 代表矿区主要的成矿阶段。测得包裹体的冰点温度为  $-23.2^{\circ}\text{C} \sim -0.8^{\circ}\text{C}$ , 盐度为  $1.4\% \sim 23.18\%$ 。气液两相包裹体中液相成分以水为主, 气相成分以二氧化碳为主, 单液相包裹体中成分为  $w(\text{H}_2\text{O}) > w(\text{CO}_2)$ 。再据分馏方程计算得到热液水  $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$  为  $7 \sim 8$ 。结果表明, 矿床的形成与岩浆活动有关, 矿床成因应划归于与中酸性侵入岩浆活动有关的中低温热液脉状矿床。

[关键词] 流体包裹体; 彩霞山铅锌矿床; 均一温度; 盐度; 新疆

[中图分类号] P618.4 [文献标识码] A [文章编号] 1672-6561(2006)02-0025-05

## Fluid Inclusions of Caixiashan Pb Zn Deposit in Xinjiang

GAO Xiao li<sup>1</sup>, PENG Ming xing<sup>2</sup>, HU Chang an<sup>2</sup>,  
WANG Deng hong<sup>3</sup>, LIANG Ting<sup>1</sup>, GAO Jing gang<sup>1</sup>

(1. School of Earth Sciences and Resources Management, Chang'an University, Xi'an 710054, Shaanxi, China;  
2. No. 1 Geology Party of Geological and Exploration Bureau of Xinjiang, Changji 831100, Xinjiang, China;  
3. Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China)

**Abstract** The fluid inclusions of Caixiashan Pb Zn deposit are studied by Homogenization Method and Laser Raman Method. The systematical study shows that fluid inclusions in ores include two types: single phase liquid inclusions ( $\text{H}_2\text{O}$ ) and two phase liquid vapor inclusions ( $\text{L}_{\text{H}_2\text{O}} + \text{V}_{\text{H}_2\text{O}}$ ). Determination of homogenization temperatures of fluid inclusions indicates that metallogenetic temperatures of the deposit, ranging from  $180^{\circ}\text{C}$  to  $310^{\circ}\text{C}$  (usually  $190^{\circ}\text{C}$  to  $220^{\circ}\text{C}$ ), is low to moderate. Freezing process shows that freezing temperatures is from  $-23.2^{\circ}\text{C}$  to  $-0.8^{\circ}\text{C}$ , and the numerical table of freezing temperatures salinity (Bodnar, 1992) shows that salinity NaCl is from  $1.4\%$  to  $23.18\%$ . The liquid components of two phase liquid vapor inclusions is rich in  $\text{H}_2\text{O}$  and gas components is rich in  $\text{C}_2\text{O}$ , components of single phase liquid inclusions shows that  $\text{H}_2\text{O} > \text{C}_2\text{O}$ . The  $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$  values from  $7 \sim 8$  by Distillation Equation. The results indicate that the forming of the mineral deposit relates to magmatism. The mineral deposit should be of low to moderate temperature hot liquid origin relevant to acid intermediate intrusive magmatism.

**Key words** fluid inclusion; Caixiashan Pb Zn deposit; salinity; Xinjiang

## 0 引言

新疆彩霞山铅锌银矿床分布在卡瓦布拉克—

星星峡离散地体中, 是新疆第一地质大队新发现的大型铅锌矿床, 具有重要的研究意义。笔者首次对彩霞山铅锌矿床的流体包裹体进行显微测温及成分分析, 为探讨矿床成因提供新的依据。

[收稿日期] 2005 09 06

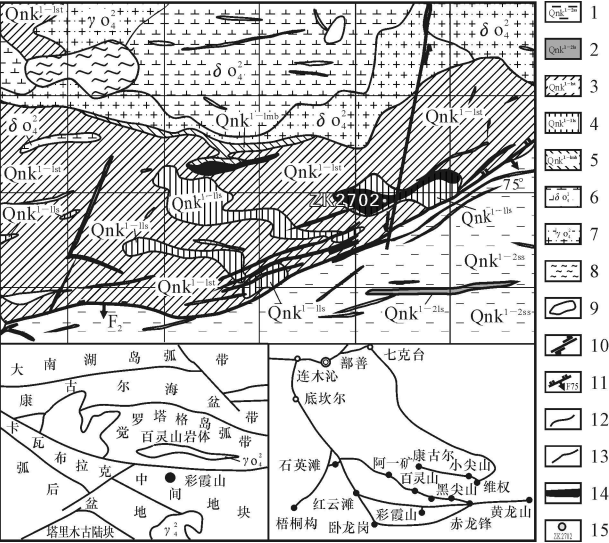
[基金项目] 中国地质调查局项目(200420190004); 新疆地质矿产勘查开发局项目(XGMB2004001)

[作者简介] 高晓理(1980-), 男, 安徽安庆人, 硕士研究生, 从事矿产普查与勘探研究。

1 矿床地质概况

彩霞山铅锌矿地处新疆东天山觉罗塔格山系东部,行政区划隶属新疆维吾尔自治区鄯善县管辖,工作区交通尚属方便,主要交通干线分布在该区以北约 160 km 处(图 1)。

从地质构造单元上看(图 1),彩霞山铅锌矿床矿区隶属于塔里木板块的北缘陆缘活动带,其北以阿克库都克断裂( $F_3$ )与觉罗塔格岛弧带相隔;其南以卡瓦布拉克断裂( $F_4$ )与塔里木板块的北缘晚古生代弧后盆地相隔。



1- 糜棱岩化石英砂岩; 2- 白云石大理岩; 3- 变质粉砂岩、板岩夹硅质板岩; 4- 板岩、粉砂岩含石墨白云石大理岩; 5- 板岩、粉砂质板岩及白云石大理岩; 6- 石英闪长岩; 7- 黑云母斜长花岗岩; 8- 变质杂岩体; 9- 侵入岩脉; 10- 平移断裂; 11- 逆断裂; 12- 地质界限; 13- 相变界限; 14- 蚀变带及编号; 15- 铅锌银矿化体; 16- 钻孔位置及编号

图 1 新疆彩霞山铅锌矿矿床地质简图

Fig. 1 Geological Sketch of Caixiashan Pb Zn Deposit in Xinjiang

彩霞山铅锌矿区除图幅西部少量的第四系全新统盐渍地及化学沉积地层外,几乎全部出露为青白口系卡瓦布拉克群地层(图 1)。矿区北部为华力西中期黑云母斜长花岗岩岩株( $\gamma O_4^2$ )、石英闪长岩( $\delta O_4^2$ )及少量闪长玢岩脉。矿区  $F_2$  断裂以北为卡瓦布拉克群第一岩性段第一层,主要由含碳变质粉砂岩、黝帘绢云板岩( $Qnk^{1-1k}$ )、粉砂质板岩及硅质夹石墨多期活化、透闪石化矿化白云石大理岩透镜体( $Qnk^{1-1mb}$ )等组成,含铅锌矿化体就赋存在该层多期活化含微晶石墨白云石大理岩( $Qnk^{1-1mb}$ 和

$Qnk^{1-1k}$ )岩层之中。 $F_2$  断裂南部为卡瓦布拉克群第一岩性段第二层,岩性以普遍遭受糜棱岩化的变质石英砂岩( $Qnk^{1-2ss}$ )、变质粉砂岩为主,局部亦见微晶白云石大理岩透镜体,其形成环境与第一层相当,均为浅海陆棚沉积环境。

本矿区侵入岩较为发育,岩石类型主要为闪长岩、石英闪长岩、花岗闪长岩、微晶闪长岩、二长花岗岩、正长花岗岩、石英斑岩。通过对矿区微晶闪长岩作  $R_s-Sr$  等时线年龄测定,结果为  $(323 \pm 6)$  Ma,属华力西期。断裂较为发育,东西向断裂规模较大,如  $F_2, F_3$  断裂均为压扭性断裂。 $F_2$  断裂位于矿区中部近东西向展布,是卡瓦布拉克群第一岩性段含碳质互层状粉砂岩、硅质岩、泥岩与其上覆的石英砂岩的分界线。断裂带走向  $50^\circ \sim 70^\circ$ ,延伸 7 000 m,西端被第四系化学沉积覆盖,东端插入石炭纪花岗岩中。沿断裂走向发育宽 50 ~ 100 m 的糜棱岩化带,糜棱面理极发育。

矿石矿物主要以闪锌矿、方铅矿、黄铁矿和磁黄铁矿为主,次为铅矾、褐铁矿、黄钾铁矾、白铁矿、菱锌矿等;脉石矿物主要由白云石、透闪石、滑石、石英、方解石等组成,粒度以细粒为主。矿体呈脉状、网脉状产出,受  $F_2$  断裂控制,韧性剪切部位多闪锌矿少见方铅矿,且有后期的脉石矿物沿裂隙充填,表明矿体属多期次形成。矿体平均品位  $Pb+Zn$  11.53%,  $Ag$   $79.51 \times 10^{-6}$  (据新疆彩霞山铅锌矿床  $II_3$  矿体物质组分研究报告)。矿石结构主要以它形、自形晶粒状结构为主;构造主要为脉状、网脉状、角砾状、块状。

2 流体包裹体的样品选择及研究方法

研究以彩霞山铅锌矿石中的脉石矿物作为研究对象,测试主要选自样品 ZK3005 b2、ZK4604 b3、ZK3802 b8、ZK3802 b17,测定主矿物为石英、方解石。将用于研究的样品制成包裹体薄片,然后在 OlympusBH-2 显微镜上观察,鉴定不同阶段的包裹体,划分出包裹体的类型,圈出适合光谱分析和测温的包裹体。测温若用冷热台为 Linkam THMSG 600 型,可测温度为  $-180^\circ C \sim 600^\circ C$ ,冷冻数据和加热数据精度分别为  $\pm 0.2^\circ C$  和  $\pm 2^\circ C$  (长安大学国土资源部成矿作用及其动力学开放实验室)。

对流体包裹体成分测试的技术方法主要采用的是激光拉曼显微探针(LRM 或 LRS)法,彩霞山

铅锌矿床中不同类型的单一包裹体激光拉曼光谱测定(西安地质矿产研究所激光拉曼实验室)。试验条件是:法国J-Y公司RAMANOR-U1000型激光拉曼探针,Ar<sup>+</sup>激光器波长514.5 nm,激光功率200 mW,双单色器狭缝250 μm,色散率9.2 cm<sup>-1</sup>/mm。通过对包裹体的成分研究,确定流体的性质与来源<sup>[1-2]</sup>。

3 流体包裹体的研究结果

3.1 流体包裹体的类型

显微镜下观察发现,矿物中的流体包裹体主要以原生为主,其次为次生和假次生包裹体,此次研究主要以原生包裹体为主要研究对象。矿物中的流体包裹体类型及其特征见表1。

(1)A型:单相盐水溶液包裹体(L<sub>H2O</sub>),这是普遍流体包裹体类型之一,大多呈米粒状、长条形、椭圆形和不规则状,大多呈零星或线状分布,流体包裹体大小较小,一般2~5 μm,大者5~10 μm(图2)。

(2)B型:气液两相盐水包裹体(V<sub>H2O</sub>+L<sub>H2O</sub>),形态特征为椭圆形、圆形和不规则状,大多呈零星或小群分布,流体包裹体大小一般为2~5 μm。在加热过程中,随温度升高气泡逐渐变小(部分气泡剧烈跳动并消失),最后均一到液相(L<sub>H2O</sub>)(图2)。

3.2 流体包裹体的均一温度及盐度

3.2.1 均一温度

由图3可知均一温度范围为180℃~310℃,最佳成矿温度为190℃~220℃,代表矿区主要的成矿阶段。

3.2.2 盐度及密度

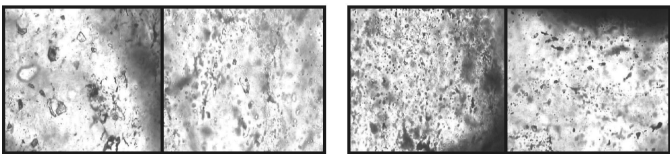
成矿元素的沉淀与流体的盐度密切相关<sup>[3-8]</sup>。用冷冻法测得流体包裹体的冰点温度为-23.2℃~-0.8℃,再据Bodnar(1992)的冷冻温度-盐度数値表,得到成矿元素沉积流体盐度,结果见表2。

根据该区的流体包裹体的盐度、均一温度,将上述各值投影到Bodnar等1983年的NaCl-H<sub>2</sub>O体系的均一温度-盐度-密度相图上,即可以获得成矿流体的密度,结果见表3。测试结果表明:成矿流

表1 新疆彩霞山铅锌矿床包裹体特征

Tab. 1 Characteristics of the Fluid Inclusions of Caixiashan Pb Zn Deposit in Xinjiang

样品编号	主矿物	类 型	室温组成相态	粒径/ μm	形 态	分布特点
ZK3005-b2	石 英	单相盐水溶液包裹体, 两相盐水溶液包裹体	L <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	2~10	米粒状、椭圆形、不规则状	自由分布或沿显微裂隙分布,群体分布或自由分布
			V <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	2~5	圆形、椭圆形、不规则状	
ZK4601-b3	石 英	单相盐水溶液包裹体, 两相盐水溶液包裹体	L <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	2~8	椭圆形、不规则状,圆形、 椭圆形、长条形	自由分布或沿显微裂隙分布,小群体分布或自由分布
			V <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	2~4		
ZK3802-b8	石 英	单相盐水溶液包裹体, 两相盐水溶液包裹体	L <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	2~10	米粒状、椭圆形、圆形、椭 圆形、不规则状	自由分布或沿显微裂隙分布,群体分布或自由分布
			V <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	2~4		
ZK3802-b8	方解石	单相盐水溶液包裹体, 两相盐水溶液包裹体	L <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	2~10	椭圆形、不规则状,圆形、 椭圆形	自由分布或沿显微裂隙分布,群体分布或自由分布
			V <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	2~3		
ZK3802-b17	石 英	单相盐水溶液包裹体, 两相盐水溶液包裹体	L <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	2~8	长条形、椭圆形、不规则状 圆形、椭圆形、不规则状	自由分布或沿显微裂隙分布,小群体分布或自由分布
			V <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	2~5		
			L <sub>H<sub>2</sub>O</sub>			



A型: 单相盐水溶液包裹体      B型: 气液两相盐水包裹体

图2 彩霞山铅锌矿床中  
流体包裹体的显微照片

Fig. 2 Micro Photos of the Fluid

Inclusions of Caixiashan Pb Zn Deposit

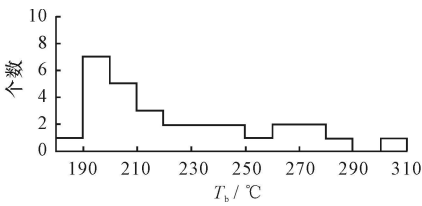


图3 彩霞山铅锌矿床矿物捉拿  
嘎流体包裹体均一温度直方图

Fig. 3 Histogram Showing Homogenization Temperatures  
of the Fluid Inclusions of Caixiashan Pb Zn Deposit

体盐度变化较大,  $w(\text{NaCl})$  为 1.4% ~ 23.18%。密度为 0.698 ~ 0.997 g/cm<sup>3</sup>。

4 流体包裹体成分

流体包裹体成分的测试结果(表 4)显示: B 型

气液两相包裹体中液相成分以 H<sub>2</sub>O 为主(拉曼峰值: 3 427.9 ~ 3 465.8 cm<sup>-1</sup>), CO<sub>2</sub> 次之(拉曼峰值: 1 386 cm<sup>-1</sup>), 其次 H<sub>2</sub>S、CH<sub>4</sub>、Cl<sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>; 气相成分则以 CO<sub>2</sub> 为主, H<sub>2</sub>S、CH<sub>4</sub> 次之。A 型单液相包裹体中成分仍以 H<sub>2</sub>O、CO<sub>2</sub> 为主[  $w(\text{H}_2\text{O}) > w(\text{CO}_2)$  ] (图 4), 与上述流体包裹体均一温度、盐度

表 2 彩霞山铅锌矿床流体包裹体盐度测定结果

Tab. 2 Salinity Measurements of the Fluid Inclusions of Caixiashan Pb Zn Deposit

样品号	岩石名称	测定矿物	冰点温度 /℃	盐度 /%	流体体系
ZK3005-b2	糜棱岩化闪锌矿方铅矿 矿石(含脉石英)	石 英	- 21.2 ~ - 4.3	6.88 ~ 23.18	NaCl - H <sub>2</sub> O
ZK4601-b3	环带闪锌矿矿石	石 英	- 8.9 ~ - 1.5	2.57 ~ 12.73	NaCl - H <sub>2</sub> O
ZK3802-b8	含硫盐的石英碳酸盐脉	石 英 方解石	- 23.3 ~ - 2.5 - 12.4 ~ - 1.8	4.18 ~ 21.40 3.06 ~ 16.34	NaCl - H <sub>2</sub> O NaCl - H <sub>2</sub> O
ZK3802-b17	闪锌矿方铅矿矿石	石 英	- 8.1 ~ - 0.8	1.4 ~ 11.81	NaCl - H <sub>2</sub> O

表 3 彩霞山铅锌矿床矿物中流体包裹体的均一温度密度和盐度

Tab. 3 Homogenization Temperature, Density and Salinity of Mineral Fluid Inclusions of Caixiashan Pb Zn Deposit

样品号	测定 矿物	均一温度 /℃			盐度 /%		密度 /(g · cm <sup>-3</sup> )	
		测试数	范围	平均值	范围	平均值	范围	平均值
ZK3005-b2	石 英	10	188.6 ~ 210.5	198.1	6.88 ~ 23.18	15.47	0.937 ~ 0.997	0.965
ZK4601-b3	石 英	5	197.8 ~ 254.3	227.0	2.57 ~ 12.73	9.64	0.812 ~ 0.912	0.867
ZK3802-b8	石 英	5	197.4 ~ 232.3	213.5	4.18 ~ 21.40			
ZK3802-b8	方解石	3	227.6 ~ 242.2	235.5	3.06 ~ 16.34	11.18	0.846 ~ 0.935	0.905
ZK3802-b17	石 英	6	267.8 ~ 301.2	277.9	1.40 ~ 11.81	7.43	0.698 ~ 0.846	0.790

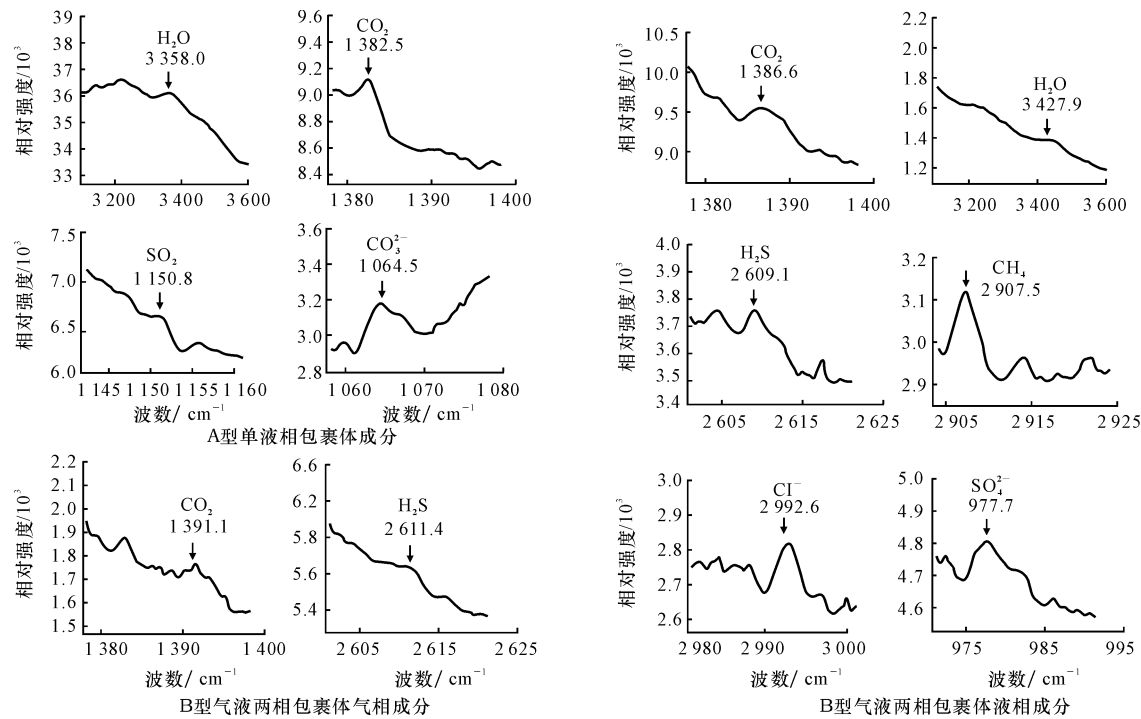


图 4 彩霞山铅锌矿床流体包裹体激光拉曼图谱

Fig. 4 Laser Raman Spectra of the Fluid Inclusion of Caixiashan Pb Zn Deposit

及流体体系结果所反映的中-低盐度、中低温均一流体等特征是一致的。

表 4 彩霞山铅锌矿床矿物中流体包裹体成分

Tab. 4 Compositions of Fluid Inclusions in Minerals of Caixiashan Pb Zn Deposit					$x_B/\%$
样品号	ZK3005-b2	ZK4601-b3	ZK3802-b8	ZK3802-b17	
相态及矿物	气液 石英	液相 石英	气液 石英	液相 石英	
液相	CO <sub>2</sub>	6.2	36.6	13.3	
	H <sub>2</sub> S	15.1	4.3		
	CH <sub>4</sub>	14.9		3.9	
	SO <sub>2</sub>	3.6			
	H <sub>2</sub> O	70	90.2	59.4	82.8
气相	CO <sub>2</sub>	69.8			
	H <sub>2</sub> S	11.7	34.3		
	CH <sub>4</sub>	14.3			
	H <sub>2</sub> O		42.4		
	H <sub>2</sub>	4.2	23.3		
盐水浓度	Cl <sup>-</sup>	1.13	1.32		
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		0.01	0.06	
	HS <sup>-</sup>				0.04
	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	0.12	0.01		0.01

盐水浓度单位为 mol·L<sup>-1</sup>

5 同位素特征

矿体氢氧同位素分析, 选择样品 ZK3802-b9 中石英、方解石进行(表 5)。所测样品为含铅锑硫酸盐的石英方解石脉, 其中石英形成较早, 在方解石中呈残留。方解石与铅锑硫酸盐共生。

表 5 彩霞山铅锌矿床的氢氧同位素组成

Tab. 5 Hydrogen and Oxygen Isotope Compositions of Caixiashan Pb Zn Deposit				
样品	样品号	$\delta(D_V-SMOW)/10^{-3}$	$\delta(^{18}O_V-SMOW)/10^{-3}$	$\delta(^{18}O_{H_2O})$
石英	ZK3802-b9	-72	18.2	
方解石	ZK3802-b9	-83	17.4	7~8

测试单位: 中国地质科学院矿产资源研究所

通过流体包裹体的均一温度测定, 成矿温度在 200℃左右, 根据分馏方程计算, 可得到热液水  $\delta(^{18}O_{H_2O})$  大致为 7~8。石英的同位素值位于岩浆水和建造水范围内, 且与方解石平衡的氢氧同位素值位于岩浆水和建造水的下限值附近, 再结合矿床地质特征, 可初步认为: 热液流体很可能是岩浆水和建造水随成矿演化,  $\delta(O_{H_2O})$  逐渐减低, 建造水起了更重要的作用<sup>[9-12]</sup>。

6 结论

以上流体包裹体研究表明, 包体成分富含 CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>S 和 CH<sub>4</sub>, 盐度变化大、贫氟, 成矿流体主要为均一的、低盐度的 NaCl-H<sub>2</sub>O 体系。均一温度范围为 180℃~310℃, 最佳的成矿温度为 190℃~220℃, 属中低温矿床, 代表矿区主要的成矿阶段。氢氧同位素研究表明成矿流体早期可能有岩浆热液, 主成矿期热液流体主要是地层中的建造水。该矿床的形成与岩浆活动有关, 岩浆活动为成矿作用提供了充分的能源和部分物源, 驱动地层中不同来源的流体(以建造水为主)沿剪切断裂带循环, 萃取地层和基底中古老的成矿物质, 在容矿地层的有利部位成矿<sup>[13-14]</sup>。因此, 该矿床成因应划归于中酸性侵入岩浆活动有关的中低温热液脉状矿床。

本文撰写过程中得到新疆地质一大队李玉林的帮助, 谨致感谢。

[ 参 考 文 献 ]

[ 1 ] 黄惠兰, 蔡明海. 广西东桃铅锌矿床流体包裹体研究[ J ]. 地质科技情报, 2004, 23( 2 ): 31-35.

[ 2 ] 张绮玲, 曲晓明, 徐文艺, 等. 西藏南木斑岩铜铅矿床的流体包裹体研究[ J ]. 岩石学报, 2003, 19( 2 ): 251-259.

[ 3 ] 杨 斌, 李骏青. 广西东桃铅锌矿床喷流-沉积地球化学特征[ J ]. 矿产与地质, 2000, 14( 5 ): 333-336.

[ 4 ] 刘文均, 郑荣才. 花垣铅锌矿床成矿流体特征及动态[ J ]. 矿床地质, 2000, 19( 2 ): 173-181.

[ 5 ] 卢焕章. 成矿流体[ M ]. 北京: 北京科学技术出版社, 1997.

[ 6 ] 卢焕章, 李秉伦, 沈 昆, 等. 包裹体地球化学[ M ]. 北京: 地质出版社, 1999.

[ 7 ] 卢焕章, 范宏瑞, 沈 昆, 等. 流体包裹体[ M ]. 北京: 北京科学技术出版社, 2004.

[ 8 ] 刘 斌, 沈 昆. 流体包裹体热力学[ M ]. 北京: 地质出版社, 1999.

[ 9 ] 刘 斌. 锡铁山铅锌矿床的流体包裹体特征及成矿物理化学条件的初步探讨[ J ]. 矿床地质, 1985, 4( 1 ): 22-28.

[ 10 ] 路远发, 陈开旭, 黄惠兰. 云南羊拉地区不同类型铜矿床流体包裹体研究[ J ]. 地质科技情报, 2004, 23( 2 ): 13-19.

[ 11 ] 张文淮, 陈紫英. 流体包裹体地质学[ M ]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1993.

[ 12 ] E Roedder. 流体包裹体(上)[ M ]. 卢焕章, 王卿铎, 译. 长沙: 中南工业大学出版社, 1985.

[ 13 ] 郭玉贵, 杨巍然, 杨森楠. 槽隆与台向构造对地的流体包裹体研究[ J ]. 西安工程学院学报, 1998, 20( 4 ): 10-14.

[ 14 ] 李 英, 祁忠敏. 中国北方超大型热水沉积硫化物矿床基本特征及形成条件研究[ J ]. 西安工程学院学报, 1999, 21( 4 ): 19-24.