

# 桂东南地区早志留世热水沉积矿床 流体包裹体地球化学

杨 斌<sup>1</sup>, 李保华<sup>1</sup>, 张 芳<sup>2</sup>

(1. 成都理工学院资经系, 四川 成都 610059; 2. 桂林矿产地质研究院, 广西 桂林 541004)

**摘 要:** 佛子冲、东桃等热水沉积矿床中矿物流体包裹体分析表明: 铅、锌在成矿热液中迁移的主要方式为氯阴离子络合物, 当热液进入海底后, 由于海水的混入导致热液温度降低和 pH 值升高, 热液中  $S^{2-}$  将会增加, 铅、锌的氯化物络合物则变得不稳定, 利于 PbS 和 ZnS 的生成。

**关键词:** 桂东南; 早志留世; 热水沉积矿床; 流体包裹体; 地球化学

**中图分类号:** P599 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001- 5663(2002)01- 0047- 03

## 1 典型矿床地质概况

桂东南地区是广西主要的铅锌多金属成矿带之一, 产出佛子冲、东桃等大、中型铅锌矿床。该地区的志留系地层, 主要沿博白- 岑溪断裂带深大断裂分布, 主要为含笔石和少量介壳类的半深海- 深海相碎屑岩, 具复理石建造特征。其中下志留统是铅锌矿床最主要赋矿层位, 由于博白- 岑溪同生断裂活动, 导致了沿断裂带形成的斜坡上发育有大量的重力流沉积和重力滑动构造, 并伴有火山活动。佛子冲和东桃矿区下志留统赋矿地层中广泛发育的浊流沉积的鲍玛序列、同生挠曲、重力滑塌等现象均与该断裂带的同生活动有关。

佛子冲矿床位于博白- 岑溪断裂带的北东段, 东桃矿床位于断裂带南西段。两矿床地质特征十分相似, 矿床均产于下志留统地层中; 主要矿体均呈层状、似层状顺层产出, 产状与地层一致并同步褶曲, 矿体呈多层分布; 直接赋矿围岩为层状绿色岩(透辉石、绿帘石、绿泥石等矿物组成)和碳酸盐岩; 矿石中发育纹层状构造、软沉积滑动变形构造等典型的同生沉积构造。显示了典型热水沉积矿床特征。所不同的是, 佛子冲矿床燕山期岩浆活动十分强烈, 该矿床较多地表现出复控型层控矿床特征; 而东桃矿床下志留地层变质程度较高。

## 2 矿石矿物中流体包裹体形态、类型和分布

浅色闪锌矿是佛子冲矿床中具典型热水沉积特征

矿石的标型矿物, 其中流体包裹体普遍发育, 主要呈星散状或成群分布(图版 3), 多呈浑圆状和柱状, 少量不规则状, 大小多在  $4\sim 10\mu\text{m}$ 。以单液(L)相包裹体为主, 伴生少量 L-V 二相包裹体(气液比  $2\%\sim 10\%$ )。浅色闪锌矿中还见有大量固体包裹体(图版 4)。

东桃矿床浅色闪锌矿及萤石等矿物中的流体包裹体, 多以 L-V 二相包裹体为主(气液比  $2\%\sim 10\%$ ), 少量单液相包裹体, 包裹体呈群状、线状及星散分布, 形态有浑圆状、长条状、负晶形及不规则状等(图版 1、2)。闪锌矿中常见有大量的固体包裹物。

## 3 均一温度和盐度

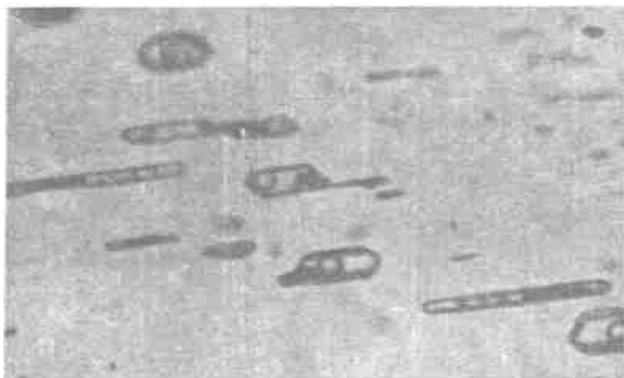
据佛子冲矿床浅色闪锌矿包裹体均一温度测定为  $110\sim 190$ 。

盐度测定是利用冷冻法, 通过测定矿物流体包裹体冰点温度, 按 Potter(1978)的冰点与盐度关系式, 求得流体含盐度。佛子冲浅色闪锌矿样品盐度为  $1.3\%\sim 3.2\%\text{wt NaCl}$ 。

据东桃矿床浅色闪锌矿、石英、萤石等矿物包裹体均一温度和盐度测定, 均一温度为  $105\sim 242$ , 盐度为  $0.3\%\sim 6.1\%\text{wt NaCl}$ 。

## 4 包裹体化学成分

矿物流体包裹体成分测试结果见表 1。阴、阳离子毫克当量百分数计算显示(表 2), 佛子冲及东桃成矿流



图版 1 浅色闪锌矿中定向成群分布的L - V 二相包裹体。×250。东桃铅锌矿床。



图版 3 浅色闪锌矿中成群分布的细小液体包裹体。×250。佛子冲铅锌矿床。



图版 2 萤石中成群分布的L - V 二相包裹体。×250。东桃铅锌矿床。



图版 4 浅色闪锌矿中呈线状排列的黑色固体包裹物。×250。佛子冲铅锌矿床。

表 1 流体包裹体成分

Table 1 The compositions in the fluid inclusion

矿床名称	样号	测试矿物	分 析 结 果 (×10 <sup>-6</sup> )												
			K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	F <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	CO <sub>2</sub>	CO	CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O
佛子冲	DZK- 20	浅色闪锌矿	0.19	1.09	4.44	7.21	0.51	2.55	85.0	21.05	0.10	0.05	0.08		323.0
	DLP- 4	浅色闪锌矿	0.50	0.91	23.89	16.53	0.79	1.05	125.13	13.43	0.10	0.11	0.02	1.0	745
东桃	T- 10	浅色闪锌矿	0.022	0.93	3.77	1.89	2.44	0.46	3.91	3.36	0.14	0.07	0.01	0.30	109
	DT- 7	石英	2.82	8.47	4.95	0.73	3.28	7.51	6.87	141.1	0.20	1.56	0.01	1.54	610

测试单位: 桂林矿产地质研究院, 宜昌地质矿产研究所

表 2 离子毫克当量百分数

Table 2 The percentage of mg ion equivalent

样 号	阳 离 子 (%)					阴 离 子 (%)			
	Li <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	F <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	
DZK- 20	5.2	0.53	5.18	24.22	64.86	1.44	3.85		
DLP- 4		0.49	1.51	45.76	52.23	1.56	1.10		
DT- 10		0.15	10.49	48.87	40.49	57.63	5.81	36.55	
DT- 7		9.65	49.30	33.06	7.99	32.04	40.14	27.12	

$epm_i = \{ (G_i \cdot Z_i) / [M_i \cdot (\sum G_{i+} G_{H_2O})] \} \times 10^6$ , 其中  $Z_i$  -  $i$  离子的电价;  $epm_i$  -  $10^6$  克溶液中  $i$  离子的克当量数; 分别把阳、阴离子  $epm_i$  作为 100%, 求出各离子的毫克当量百分数。

体的阳离子 Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup> 所占比重较高。阴离子中, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 含量较高, 反映了成矿热液的富硫特点。与佛子冲相比,

东桃成矿流体中 Na<sup>+</sup>、F<sup>-</sup>、Cl<sup>-</sup> 含量所占比重相对较大。

## 5 成矿物理化学条件及成矿机制分析

成矿溶液的 pH 值、Eh 值、氧逸度、硫逸度、二氧化

碳逸度及总硫活度、总碳活度等物理化学参数有关化学反应方程及流体包裹体成分测试结果计算得到。计算结果(表 3)显示了成矿溶液偏酸性和还原性特性。

表 3 成矿物理化学参数综合表

Table 3 Comprehensive table of physical-chemical coefficients for mineralization

矿床名称	样号	测试矿物	T (°C)	PH	Eh (伏)	logf <sub>O<sub>2</sub></sub>	logf <sub>CO<sub>2</sub></sub>	logf <sub>S<sub>2</sub></sub>	logf <sub>aΣS</sub>	logf <sub>aΣC</sub>
佛子冲	DZK- 20	浅色闪锌矿	148	6.44	- 0.13	- 53.34	- 4.11	- 17.20	- 1.869	- 5.988
	DLP- 4	浅色闪锌矿	158	5.50	- 0.06	- 51.01	- 2.14	- 16.51	- 2.287	- 4.194
东桃	DT- 10	浅色闪锌矿	150	5.46	- 0.045	- 52.63	- 2.13	- 17.06	- 2.196	- 4.176
	DT- 7	石英	149	5.17	- 0.036	- 52.29	- 1.55	- 17.13	- 2.465	- 3.610

推断早志留世热水沉积成矿流体主要来自盆地卤水。在成矿溶液中,普遍存在并可以与 Pb<sup>2+</sup> 和 Zn<sup>2+</sup> 结合的阴离子有 Cl<sup>-</sup>、F<sup>-</sup>、HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>、CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>、HS<sup>-</sup> 和 H<sub>2</sub>S(aq) 等,但在偏酸性成矿热液中,氯阴离子络合物占绝对优势,因此,铅、锌在成矿热液中迁移的主要方式为氯阴离子络合物。

根据矿物流体包裹体成分中富硫的特点,推断铅、锌主要以氯阴离子络合物形式与硫同时在弱酸性热液中迁移。硫的主要存在方式为 H<sub>2</sub>S、HS<sup>-</sup> 和 S<sup>2-</sup>,由于 H<sub>2</sub>S 是一种离解常数很小的极弱的电解质,如 H<sub>2</sub>S = 2H<sup>+</sup> + S<sup>2-</sup>, K<sub>25</sub> = 10<sup>-20.39</sup>, K<sub>300</sub> = 10<sup>-15.78</sup>,只要溶液中保持较高的氢离子浓度,即 pH 值低的环境, H<sup>+</sup> 与 S<sup>2-</sup> 结合形成 H<sub>2</sub>S。而 H<sub>2</sub>S = H<sup>+</sup> + HS<sup>-</sup>、HS<sup>-</sup> = H<sup>+</sup> + S<sup>2-</sup>,由于弱电解质 HS<sup>-</sup> 的形成,消耗了溶液中的 S<sup>2-</sup>,加之 H<sub>2</sub>S 具有挥发性,在酸性条件下,它主要存在于蒸汽相中,溶液中 S<sup>2-</sup> 浓度则很低,因此,在热液迁移途中不利于铅、锌硫化物的生成。当热液与海水相遇导致热液温度降低和 pH 值

升高,热液中 S<sup>2-</sup> 将会增加,铅、锌的氯化物络合物则变得不稳定,利于 PbS 和 ZbS 的生成。热水携带的二氧化硅化及钙、镁等物质以绿色矿物(透辉石、绿帘石、绿泥石等)形式沉积下来。

致谢: 本文得到成都理工学院郑明华教授指导,在此深表谢意。

### 参考文献:

- [1] 赵晓鸥,等. 广西河三铅锌矿床成因及成矿条件分析[J]. 广西地质, 1990, 3(2).
- [2] 张乾. 广西河三铅锌矿田同位素和微量元素特征及矿床成因[J]. 有色金属矿产与勘查, 1993, 2(4).
- [3] 李玉平,等. 广西佛子冲铅锌矿田含矿围岩稀土元素地球化学特征与矿床成因探讨[J]. 广西地质, 1993, 6(4).
- [4] 雷良奇. 广西河三铅(银)矿床成矿规律及成因[J]. 桂林冶金地质学院学报, 1994, 14(1).

## FLUID INCLUSION GEOCHEMISTRY OF EARLY SILURIAN'S EXHALATIVE-SEDIMENTARY DEPOSITS IN SOUTHEAST OF GUANGXI

YANG Bin<sup>1</sup>, LI Bao-hua<sup>1</sup>, ZHANG Fang<sup>2</sup>

(1. Resource Economics Dept. of Chengdu College of Technology, Chengdu Sichuan 610059, China;

2. Guilin Research Institute of Geology for Mineral Resource, Guilin Guangxi 541004, China)

**Abstract** The analysis of fluid inclusion in minerals of hydrothermal-depositional deposits such as Fuzichong, Dongtao deposit etc show that anion chlorine complex was the main form for Lead and Zinc transportation in ore forming hydrothermal fluid. As soon as the fluid entered the sea floor, Lead and Zinc sulfides precipitated due to the decrease of the fluid temperature, ascent of pH and increase of reduced sulphur and unsteadiness of the Lead and Zinc halide complex caused by seawater mixing.

**Key Words:** Southeast of Guangxi; Early silurianera; Hydrothermal-depositional deposit; Fluid inclusion; Geochemistry