

陕西紫阳黄柏树湾钡矿床成矿流体地球化学特征*

吴胜华^{1,2}, 刘家军^{1,2}, 翟德高^{1,2}

(1 中国地质大学地质过程与矿产资源国家重点实验室, 北京 100083; 2 中国地质大学地球科学与资源学院, 北京 100083)

很多大规模的成矿带, 产有占全球同种矿床矿石产量的绝大部分, 在地质成矿过程研究中具有举足轻重的地位。中国是世界主要钡资源国家, 钡蕴藏量占全球钡资源量的 1/2 以上 (Clark et al., 2004)。在中国南秦岭早古生代地层中, 产有近百个大、中、小型的钡矿床。重晶石在很多沉积盆地中都有成矿现象, 而毒重石矿床在世界上极为罕见, 因此相对于重晶石矿床研究程度而言, 毒重石矿床研究程度不高 (吴胜华等, 2010)。本文根据黄柏树湾钡矿床各钡矿物成矿流体包裹体分析, 揭示其成矿流体地球化学特征和成矿机理。

陕西紫阳黄柏树湾钡矿床赋存于下寒武统鲁家坪组下部的硅质岩中, 目前为止共发现 7 个矿体, 矿体由下部的钡解石矿层、中部的毒重石矿层和上部的毒重石-重晶石混合矿层所组成, 各矿层以薄层状硅质岩相隔。各矿层均呈层状或似层状, 厚度在 2~15 m 之间。矿体长几十米到几百米不等, 走向为 NE-SE 向, 各矿体与地层产状一致, 倾角为 60~80°。矿石矿物主要为毒重石、重晶石和钡解石; 脉石矿物主要为石英、炭质、绢云母、白云母、黄铁矿、闪锌矿、方解石、菱镁矿及胶磷矿, 另外可见少量钡菱镁石和钡长石。毒重石富集矿石, 主要为 $w(\text{BaCO}_3)$ 为 65%~95%, $w(\text{BaSO}_4)$ 含量一般小于 15%, $w(\text{SiO}_2)$ 5%~10%; 毒重石-重晶石矿石, 主要由毒重石和重晶石共生组成, 两者一般含量之和在 40%~80%, $w(\text{SiO}_2)$ 15%~25%, 有时含钡解石 5%。矿石的主要结构为花瓣状结构、微晶结构、不等粒结构等。矿石的主要构造为“藻叠层”构造、块状构造、纹层状构造、条带状构造、网脉状构造及斑杂状构造, 野外见暗绿色的重晶石条纹出现于灰黑色毒重石中。

黄柏树湾矿床重晶石、毒重石及钡解石由于有机碳的含量高, 导致包裹体片子透光度差, 包裹体不易观测到; 包裹体大小主要集中在 2~5 μm , 极个别可达 15 μm (重晶石); 形态主要为椭圆、次圆、长条状、不规则和少量的矩形; 空间的分布特征为零星分布或群体分布; 包裹体气相和液相以无色为主; 气相分数为 5%~15%, 大部分集中在 5%。重晶石发育包裹体较少, 多为液相、气液两相包裹体。气液两相包裹体在单个重晶石颗粒中占 10%~20%, 气相分数集中在 5%~10%; 以椭圆、次圆和长条状为主; 切面上长轴与短轴的范围大部分在 3.0~15.0 μm , 2.0~6.0 μm ; 这些包裹体的液相以 H_2O 为主, 含一定量的 HS^- , 气相为 N_2 、 H_2S 、 CH_4 、 C_2H_6 或 C_6H_6 (据激光拉曼分析结果, 下文同此)。由于毒重石矿石中的有机碳含量高, 只观测到少数几个比较清浄的毒重石颗粒上的包裹体, 包裹体个数很少, 零星分布, 类型多为液相和气液两相包裹体。气液两相包裹体在单个毒重石颗粒中占 10%~20%, 气相分数为 5%~20%, 大部分集中在 5%~10%; 大部分以椭圆、次圆、不规则为主; 切面上长轴与短轴的范围大部分在 3.0~9.0 μm , 2.0~4.0 μm ; 这些包裹体的液相以 H_2O 为主, 同样含一定量的 HS^- , 气相含 C_2H_6 或 C_6H_6 , 由于能观测到的包裹体少, 可能含有其它气体成分。钡解石流体包裹体多为液相和少量的气液两相包裹体。气液两相包裹体在单个钡解石颗粒中占 < 10%, 气相分数大部分集中在 5%~20%; 大部分以椭圆、次圆和长条状为主; 切面上长轴

*本文得到国家自然科学基金(40573032); 国家重点基础研究发展规划(2006CB403500); 高等学校学科创新引智计划(B07011); 长江学者和教育部创新团队发展计划项目的联合资助

第一作者简介 吴胜华, 男, 1982 年出生, 硕士研究生, 矿物学、岩石学、矿床学专业, 从事矿床地球化学研究。Email: shenghuage@sina.com

与短轴的范围大部分在 2.5~10.5 μm , 1.5~4.0 μm ; 这些包裹体的液相以 H_2O 为主, 由于能够观测的包裹体少, 未测定到气相成分, 大部分气液两相以 H_2O 为主。

根据显微测温表明, 重晶石流体包裹体的均一温度范围为 106.7~264.9 $^{\circ}\text{C}$ ($n=40$), 峰值为 140~160 $^{\circ}\text{C}$; 毒重石的流体包裹体的均一温度范围为 168.8~223.8 $^{\circ}\text{C}$ ($n=11$), 峰值不明显; 钡解石只测到 7 个数据, 其均一温度范围为 135.8~289.1 $^{\circ}\text{C}$ 。石英脉中石英流体包裹体的均一温度范围 110.4~256.4 $^{\circ}\text{C}$ ($n=33$), 两个峰值分别为 120~140 $^{\circ}\text{C}$ 和 180~200 $^{\circ}\text{C}$ 。

重晶石流体包裹体的盐度 $w(\text{NaCl}_{\text{eq}})$ 范围为 0.53%~10.86% ($n=21$); 毒重石流体包裹体的盐度值范围为 5.26%~10.24% ($n=5$); 钡解石流体包裹体的一个盐度值 3.87% ($n=1$)。石英脉中石英流体包裹体盐度值范围为 2.24%~13.72% ($n=29$)。重晶石、毒重石和钡解石的流体包裹体的盐度的范围大致相同, 但是盐度的峰值有变化, 重晶石流体包裹体的盐度峰值为 4%~6%; 而毒重石流体包裹体盐度峰值不明显, 主要集中在 4%~12%; 石英脉中石英的流体包裹体的盐度峰值为 6%~8%。

结合成矿地质背景、矿床特征和流体包裹体分析数据表明, 黄柏树湾钡矿床形成于中低温海底热液系统, 成矿流体中富含 CH_4 、 C_2H_6 或 C_6H_6 等有机气体, 并且毒重石较重晶石成矿温度高。根据成矿的物质组成和成矿的流体性质, 认为毒重石的形成可能和热化学硫酸盐还原作用 (TSR) 密切联系。热化学硫酸盐还原作用 (TSR) 为形成毒重石提供了 C 的来源, 实现了 C 从有机物来源 (CH_4 等有机气体) 到毒重石 (碳酸盐) 的转变过程, 并且消耗硫酸盐, 使得形成重晶石时 SO_4^{2-} 出现不足, 抑制了重晶石的形成。黄柏树湾钡矿床中出现重晶石矿层、毒重石矿层和钡解石矿层的分层现象显示了流体温度和流体组分随成矿过程的不稳定。

参 考 文 献

吴胜华, 刘家军, 张 甯, 柳振江. 2010. 南秦岭钡成矿带重晶石与毒重石成矿特征[J]. 现代地质, 24(2): 237-244.

Clark S H B, Poole F G and Wang Z C. 2004. Comparison of some sediment-hosted, stratiform barite deposits in China, the United States and India [J]. Ore Geology Reviews, 24(1-2): 85-101.