

青海锡铁山铅锌矿床 构造及构造-有机流体与成矿的关系*

张志坚 夏卫华 冯志文 王泽华

(中国地质大学, 武汉 430074)

1 矿床地质概述

锡铁山铅锌矿床位于柴达木盆地北缘的中段, 属青海省海西蒙古族藏族自治州大柴旦镇管辖, 伴生主要有用元素有 Au、Ag 等, 是柴达木盆地北缘已发现的唯一大型铅锌矿床。

(1) 矿区地层: ①下元古界达肯大坂群 (Pt_1dk), 以片麻岩、片岩、斜长角闪岩、大理岩为主, 锆石 U-Pb 法年龄为 $1429 \times 10^6 \sim 2205 \times 10^6$ a; ②上奥陶统滩间山群 (O_3tn), 是一套经绿片岩相-绿帘角闪岩相变质的含中基性火山岩、火山碎屑岩的沉积岩系, 可分为四个岩性组, 其中 a 岩组除底部含有一定的基性火山岩、火山碎屑岩外, 主要为一套含碳质的石英斜长片岩与大理岩, 锡铁山铅锌矿床即赋存于这套沉积岩中; ③上泥盆统阿木尼克组 (D_3a), 为一套紫红色复成分砾岩 (以绿片岩和大理岩砾石为主)、细砾石 (石英砾石) 及含砾砂岩; ④下石炭统穿山沟组 (C_1c), 为一套含生物碎屑灰岩的砂砾岩、细砂岩。

上述地层在矿区内均为不整合接触。

(2) 矿区构造: 主要为与矿体、地层产状近一致的北西-北西西向断裂构造, 另有南北向-北东向的成矿后断裂发育。根据野外及室内工作的认识, 与成矿有关的北西-北西西向构造, 可大致划分为二个阶段: ①韧性剪切阶段: 时间大致与这套地层遭受区域变质作用同期, 发育有各种糜棱岩、S-C 组构、旋转碎斑系、“云母鱼”等。在剪切带边部发育大量的纵弯小揉皱, 并可见其轴面已为劈理所置换, 其 30 个以上的枢纽统计产状, 与剪切带延展方向大体一致, 反映该阶段是以垂向应力顺层挤压的结果, 即应力为北东-南西向; ②脆性剪切阶段: 这套地层经前一阶段挤压抬升到浅部时, 发育一系列的走向为北西-北西西向的顺层走滑断层, 根据其间发育的张性雁行节理及构造透镜体判断, 运动性质为右旋正断层性。

(3) 矿区岩浆岩: 奥陶纪后的岩浆活动不甚发育, 仅局部出露与成矿关系不大的基性岩脉。

(4) 矿体、矿石与围岩蚀变: 矿床可分为三个矿带由北向南排列, 以第 I、II 矿带为主矿带。矿体在平面上、剖面上均呈近似雁行状排列, 其中心连线与围岩 (或脆性断裂面) 产状夹角很小, 部分地段可相互平行。主要控矿构造为不同岩性的界面, 即顺层断层面及大理岩一侧。矿石类型有块状、斑杂状、晶洞状、伟晶状、浸染状等, 主要矿石矿物为方铅矿和闪锌矿。围岩蚀变弱, 仅局部地段可见范围极小的方解石化、石膏化。

2 构造活动与成矿

(1) 早期韧性剪切阶段: 在矿区内所做的构造地球化学剖面显示: 强构造应力带 (韧

* 本研究项目得到了北京中关村联合分析测试中心及地矿部生物成矿学科生长点的资助

性剪切中心)成矿元素含量较低,而韧性剪切带边部,叠加了后期脆性构造及不同岩性界面(脆性断裂)部位含矿元素含量显著增加。据广东省地矿局地质科学研究所(1989)对河台金矿的研究,以及岳石(1990)所做的成矿实验研究,认为不同的元素在应力作用下会发生分异作用: Au、Ag、Cu等元素趋向高应力带集中,铅锌等元素趋向低应力带集中。因此,虽然本矿床因叠加了后期的脆性构造而使构造地球化学剖面的解释复杂化,但早期韧性剪切作用使铅锌元素活化迁移仍是可能的。由于变质作用与韧性剪切作用近于同时,在变质-韧性剪切过程中可产生大量富含成矿物质的流体(见构造-有机流体一节),笔者认为铅锌元素的这种活化迁移很可能是由于构造应力差的原因使成矿物质借助这种变质-构造流体媒介进行的。这个阶段本身不成矿,但为后期之成矿阶段奠定了物质基础。

(2) 晚期脆性剪切阶段: 造成了具体的容矿空间,从矿体的近雁行式排列、弱围岩蚀变以及主矿体中发育的晶洞状、伟晶状、斑杂状矿石,可认为晚期脆性剪切阶段以与矿体产状小角度的右旋应力将岩层作平移运动,并随着递进变形使应力与矿体产状近于平行,同时,由于岩石能干性的差异,使大理岩与含碳质的绿片岩之间产生虚脱空间,成矿流体在此虚脱空间直接沉淀下来,形成矿床。在局部,成矿流体可充填古溶洞形成溶洞式囊状氧化矿体。

3 构造-有机流体与成矿

对矿石中大量发育的原生有机包裹体的红外显微光谱研究表明: 主成矿阶段成矿流体中含有一 CH_3 、 $\text{C}=\text{O}$ 、 $-\text{C}-\text{O}-\text{C}-$ 、酰胺、蛋白质、酸酐及 CO 的金属络合物等大量有机质。由于采用了傅里叶红外转换光谱仪对原生包裹体的单体进行分析,因此这些有机官能团及化合物为成矿流体所具有是确定无疑的。在经过了高达绿帘角闪岩相(下限温度为 500°C 以上)的较深变质作用后,地层中的原始有机物质已分解殆尽,而形成最稳定的有机化合物甲烷(王启军、陈建瑜,1988),因此可认为这种成矿流体在成矿期大量混入了其它来源的水。从不同成矿阶段的包裹体水氢氧同位素组成看,早期(大理岩)为变质水,随着温度的逐渐下降,氢氧同位素逐渐向大气水漂移,且其中的有机组分的种类与含量逐渐增加,因此,可认为这种成矿流体是一种变质水与富含有机质的变质期后大气水的混合物,早期以变质(构造)水为主,主要来源于含水矿物的脱水及构造应力对同生水的释放,由于地层富含成矿物质(按正态分布模型剔除异常样品后的平均背景值比地壳同类岩石的克拉克值高5~15倍),因此这种水中成矿元素的丰度也应很高(铅、锌的大多数化合物在水中溶解度均很大)。而晚期大量混入的含有机质大气水,也主要是由于脆性构造形成了由地表通向深部的通道参与成矿的,笔者将这种富含有机质的、与构造作用密切相关的成矿流体,称为构造-有机成矿流体。由于有机质与金属成矿元素常可形成稳定的络合物形式搬运,同时有机质本身在不同的物理化学条件下稳定性变化很大,如温度的升高、氧化的环境、其它组分的加入等,均可使有机物分解,使其金属络合物破坏,从而沉淀出成矿物质,形成矿床。锡铁山铅锌矿床主要矿体的形成机制,可能就是这种构造-有机成矿流体作用的产物,它的存在,至少可以否定本矿床为同生矿床的认识。鉴于目前仪器设备及研究程度的关系,笔者未能进一步探讨这种机制的具体细节,但这应成为矿床学研究的一个值得注意的方向。