

湖南麻阳砂岩型自然铜矿床碳氧同位素特征及其对成矿流体指示

王大鹏¹, 张乾¹, 李开文^{1, 2}

(1 中国科学院地球化学研究所矿床地球化学国家重点实验室, 贵州 贵阳 550002; 2 中国科学院研究生院, 北京 100038)

麻阳铜矿(又称九曲湾铜矿)位于湖南省沅麻盆地中段南部, 东部、南部为雪峰山, 是一处罕见的砂岩型自然铜矿床。含矿岩系主要为上白垩统锦江组红层, 矿体呈层状或似层状产出, 严格受红层所夹灰白-灰绿色砂岩控制; 矿化主要以胶结物产出, 自然铜占总资源量的 90%左右。绝大多数矿段, 自然铜呈粗粒状或不规则状自然铜充填在碎屑间或碎屑裂隙中直接充当砂岩的胶结物, 对长石、岩屑等碎屑交代明显, 与自然铜伴生的矿物有方解石、有机质、绢云母化泥质杂基等填隙物。与自然铜共生的方解石为结晶方解石和细晶方解石, 结晶方解石被自然铜交代形成交代残余; 细晶方解石与自然铜界线呈锯齿状, 无法判断二者生成先后顺序。

砂岩中碳酸盐胶结物一般形成于埋藏-成岩阶段, 可以是沉积盆地内部生物碎屑、含碳酸盐类岩石碎屑、钙质斜长石分解产物, 也可以是盆地外部碳酸盐岩、蒸发岩和泥岩等溶解结晶产物(杨香华, 1993; 王大锐, 2000); 成岩期后, 胶结物形成后可能受地下水、大气水、有机作用的改造, 并且经历埋藏-溶解-重结晶作用的混合。尽管砂岩的碳酸盐胶结物受上述多种条件的影响, 但成岩阶段的物化条件和后期改造条件都可以反映在碳酸盐胶结物的矿物结构和 C、O 同位素组成特点上; 在麻阳铜矿床含矿砂岩中, 可以揭示自然铜的形成的流体特征。

1 胶结物碳、氧同位素组成

32 个样品均采自麻阳铜矿不同矿段, 包括红色粉砂岩(围岩) 9 件(含 1 件平行样)、灰白-灰绿色含矿砂岩(矿石) 23 件(含 2 件平行样), 样品分析在核工业北京地质研究院 MAT-251 稳定同位素质谱测试完成, 分析方法为全岩磷酸法(DZ/T0184.17-1997)。麻阳铜矿床白垩系红层碳酸盐胶结物 $\delta^{13}\text{C}_{\text{V-PDB}} = -1.1 \sim -2.2\text{‰}$ (平均 $= -0.4\text{‰}$), $\delta^{18}\text{O}_{\text{V-SMOW}} = 21.6 \sim 23.3\text{‰}$ (平均 $= 22.5\text{‰}$); 含矿砂岩碳酸盐胶结物 $\delta^{13}\text{C}_{\text{V-PDB}} = -0.7 \sim -1.9\text{‰}$ (平均 $= 0.9\text{‰}$), $\delta^{18}\text{O}_{\text{V-SMOW}} = 21.2 \sim 23.5\text{‰}$ (平均 $= 22.2\text{‰}$)。麻阳铜矿区红色粉砂岩和灰白-灰绿色含铜砂岩碳-氧同位素变化范围比较窄, 都具有比淡水碳酸盐高的 $\delta^{13}\text{C}$ 与 $\delta^{18}\text{O}$ 值, 与海相碳酸盐岩同位素组成大体相当。把碳、氧同位素结果投到胶结物成因判别图上, 投影点落在成

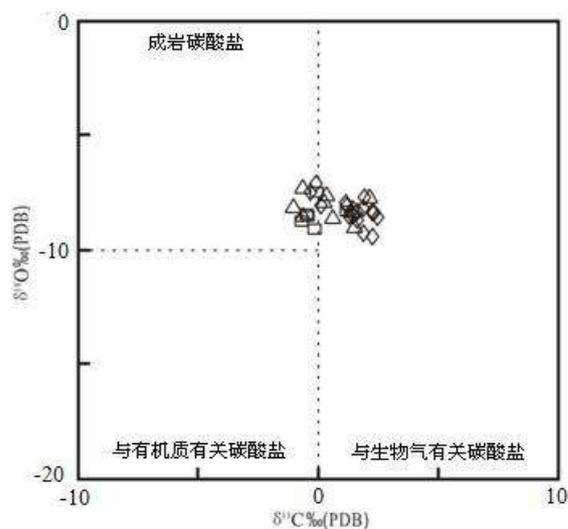


图 1 胶结物成因碳、氧同位素判别图
(底图据王大锐, 2000)

岩碳酸盐岩和与生物有关的碳酸盐岩区域(图1)。

虽然沅麻盆地麻阳铜矿区砂岩碳酸盐胶结物具有海相碳酸盐岩特征,但麻阳盆地是陆相淡水沉积盆地,盆地中发育介形类化石以及淡水植物化石。陆相盆地砂岩碳酸盐胶结物具有海相碳酸盐岩 C-O 同位素特征的盆地沉积并不少见(胡宗全,2003;王琪等,2007;刘昊年等,2008)。

2 胶结物的形成与铜矿化

麻阳铜矿砂岩中透水性较好的砂岩与透水性不好的红色粉砂岩具有类似的同位素分布特征,虽然有两期碳酸盐胶结物,但全岩样品的 C、O 同位素组成变化范围仍然比较小。在成岩或重结晶阶段,后期方解石改造了前期碳酸盐胶结物,如果有外来碳酸盐对原有碳酸盐的置换或有有机质参与碳酸盐的形成,必然会使 $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{18}\text{O}$ 发生负向漂移(刘昊年等,2002),但麻阳铜矿中所有样品没有发生同位素负向漂移,说明改造阶段没有淡水碳酸盐或有机成因碳酸盐的加入。如果流体缓慢流过或者长期滞留在砂岩层中,则新形成的碳酸盐胶结物氧同位素就会有很大变化(Dickinson et al., 1987),矿床样品也同位素也没有较大变化,可以暗示这一改造环境流体停留时间很短暂,没有改变原有的 C-O 同位素组成。综上推断:麻阳铜矿床砂岩胶结物前期形成的碳酸盐胶结物本身可能是具有高 $\delta^{13}\text{C}$ 与 $\delta^{18}\text{O}$ 值的碳酸盐,很可能是盆地外围古生代海相碳酸盐岩碎屑或岩层溶解-结晶的产物;后期没有淡水碳酸盐加入或者因流体作用时间短,没有改变原有的碳、氧同位素组成。

麻阳铜矿床中自然铜主要以胶结物形式产出,交代结晶方解石,并且与自然铜共生的为细晶方解石紧密共生无法判断二者生成顺序,因此推断自然铜形成于第二期的细晶方解石结晶期,矿化形成应该是流体短时间作用的产物。

关于盐度的估计,一般对碳酸盐岩形成的盐度估计用 Z 值 ($Z=2.048 \times (\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}} + 50) + 0.498 \times (\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}} + 50)$) 衡量, Z 值 > 120 视为高盐度,刘昊年(2002)也把该方法用于估计碳酸盐胶结物的形成盐度。本研究中 Z 值 = 121.0~128.0,也反映高盐度特征,这与矿物学反映的高盐度特征是吻合的。

3 结 论

- (1) 麻阳铜矿床砂岩胶结物是两期产物,但混合的 C、O 同位素组成变化范围比较小。
- (2) 麻阳铜矿床砂岩胶结物碳氧同位素组成与典型碳酸盐岩相似,可能是盆地基底或外围古生代海相碳酸盐岩溶解再结晶的产物。
- (3) 自然铜与细晶方解石共生,二者为同期产物,成矿过程经历时间较短。
- (4) 成矿流体可能有较高的盐度。

参 考 文 献

- 胡宗全. 2003. 鄂尔多斯盆地上古生界砂岩储层方解石胶结物特征[J]. 石油学报, 24(4): 40-43.
- 刘昊年, 邓丽丽, 龚业超, 孙 伟. 2008. 川西坳陷须家河组砂岩中碳酸盐胶结物及形成机制[J]. 天然气技术, 2(5): 24-27.
- 王 琪, 嵇喜准, 陈国俊, 李小燕. 2007. 延长组砂岩中碳酸盐胶结物氧碳同位素组成特征[J]. 天然气工业, 27(10): 28-32.
- 王大锐. 2000. 油气稳定同位素地球化学[M]. 北京: 石油工业出版社.
- 杨香华. 1993. 硅质碎屑砂岩中胶结物来源的新认识[J]. 地质科技情报, 12(4): 34-39.
- Dickinson W W. 1987. An oxygen isotope model for interpreting carbonate diagenesis in nonmarine rocks (Green River Basin, Wyoming, U.S.A.) [J]. Chemical Geology, 65(2): 103-116.