

河南舞阳晚太古代条带状磁铁矿岩石地球化学特征及其地质意义

谢克家^{1,2,3)}, 李俊平^{1,3)}, 李永峰^{1,3)}, 罗正传^{1,3)}, 柳玉虎^{1,3)}, 黄自力^{1,3)}

1) 河南省有色金属矿产探测工程技术研究中心, 郑州, 450016;

2) 河南省有色金属地质矿产局第一地质大队郑州, 450016; 3) 河南有色地质矿产有限公司, 郑州, 450016

河南舞阳晚太古代条带状磁铁矿为沉积变质型铁矿, 赋存于晚太古代太华群铁山庙组地层中, 又被称之为“铁山庙式”铁矿, 分布在河南省舞钢市铁山乡(李俊平等, 2012)。主要矿床(点)有: 铁古坑、铁山庙、经山寺、石门廓、小韩庄、岗庙刘、王楼等, 总储量为 4.98 亿吨。本文基于舞阳晚太古代条带状磁铁矿岩石学、元素地球化学和硅氧同位素地球化学特征系统探讨其成因及其地质意义。

1 地质特征

舞阳矿集区位于华北板块与秦岭造山带结合部位, 处于鲁山背孜-舞阳出山复背斜构造的东段。研究区具典型的台地型双层地壳结构, 基底地层为新太古界太华群, 自下而上可分为: 赵案庄组、铁山庙组、杨树湾组, 为一套角闪岩相变质岩系, 是赵案庄式-铁山庙式沉积变质型铁矿的赋矿层位; 盖层有中元古界长城系熊耳群火山岩建造、汝阳群碎屑泥质岩建造, 上元古界洛峪群页岩、砂岩互层, 与太华群呈不整合接触, 中新生界陆源碎屑沉积广泛发育(图 1)。

铁山庙组是条带状磁铁矿的赋矿层位, 总体产状为 $214^{\circ} \angle 35^{\circ}$ ^[3]。根据岩石组合特征, 自下而上可分为两个大的岩性段: ①中混合岩段主要为条带状混合岩和均质混合岩, 厚度大于 500m; ②为含铁岩系(C、D 矿段), 主要由大理岩、斜长角闪片麻岩、混合岩化斜长角闪片麻岩及石英辉石磁铁矿、磁铁辉石岩组成, 厚度一般 20~380m。铁矿(化)体与非矿岩石互层产出, 呈多层层状, 最多可达 20 层以上, 可采矿体厚度 20~70 m。矿层大致可分为

上、下两大部分。

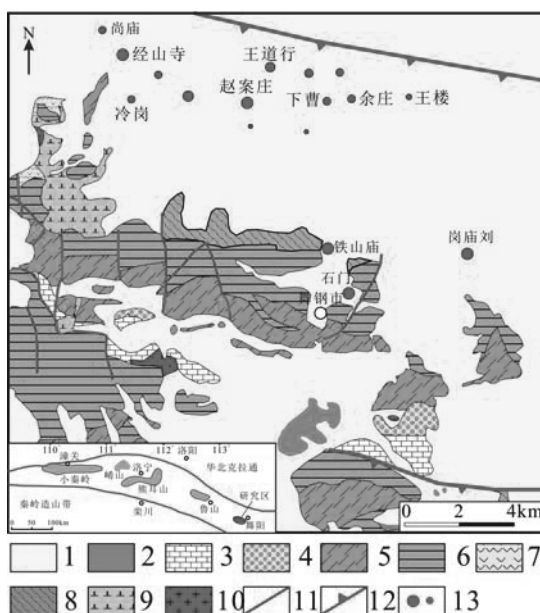


图 1 舞阳铁矿地质及矿床分布图

1-第四系 2-古近系 3-寒武系 4-震旦系 5-新元古界洛峪群 6-中元古界汝阳群 7-中元古界熊耳群 8-新太古界太华群 9-正长岩 10-花岗岩 11-断层 12-逆冲推覆构造 13-铁矿床(大小表示规范)

2 矿石组构和矿物成分

镜下观察可知其主要矿物组成: 磁铁矿+霓辉石/紫苏辉石/透辉石+石英+褐铁矿+赤铁矿±磷灰石±榍石, 金属矿物简单, 主要为磁铁矿, 自形-半自形粒状, 解理及裂纹发育, 次生矿物有赤铁矿、褐铁矿等。按颗粒大小可明显分为两类, 一类呈细粒或尘状分布, 自形-半自形粒状, $d=0.05 \sim 0.1\text{mm}$,

注: 本文为河南省国土资源厅 2009 年度地质矿产科技攻关项目《河南省鲁山—舞阳—新蔡地区铁矿成矿预测研究》(项目编号: 2010-61-4) 和河南省有色金属地质矿产局技术创新项目(编号 YSDK2013-09)的资助成果。

收稿日期: 2013-03-13; 改回日期: 2013-03-31; 责任编辑: 郝梓国。

作者简介: 谢克家, 1983 年生。硕士, 助理工程师, 主要从事矿产勘查科研工作。E-mail: lx606@126.com。

赋存于辉石表面, 浸染交代辉石; 部分赋存于石英粒内, 后者的一部分颗粒由于溶蚀, 变成次圆状; 另一类为粗粒类, 半自形-它形粒状, $d=0.5\sim 3.0\text{mm}$ 并有拉长定向现象, 分布在脉石粒间, 交代并包裹辉石。舞阳条带状磁铁矿中石英矿物含量较多, 部分石英晶体中包裹有微粒的磁铁矿, 致使石英晶体呈筛眼状, 表明其胶体沉积的特征;

3 元素地球化学特征

通过对铁山庙组 11 件石英辉石磁铁矿样品分析结果表明: 硅、铁含量高, 占整个组分的 80% 以上, 其中 SiO_2 平均含量为 47.1%, 与世界上主要的 BIF 中 SiO_2 的含量一致。TFeO 平均含量 35.9%, 其中 Fe_2O_3 变化于 14.3~34.6%, 平均含量为 24.5%, 含量相对较低。舞阳条带状磁铁矿的 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 的比值变化范围为 14.9~76.9, 平均为 37.8, 指示舞阳条带状磁铁矿为火山沉积变质铁矿, 可能与火山沉积作用有关。从 TFe-(CaO+MgO)- SiO_2 图中可清楚地看出, 舞阳条带状磁铁矿除个别样品外, 均位于世界条带状铁矿分布范围内, 与国内鞍山弓长岭、五台山和济宁铁矿较为一致。舞阳条带状磁铁矿 REE 总量极低, 变化范围较大 (ΣREE 介于 1.9~24.4, 平均含量 7.75), 与其顶板透辉大理岩较低 (ΣREE 平均含量 21.4), 比围岩条带状混合岩及石榴石片麻岩 ($\Sigma\text{REE}>50$) 更是低出一个数量级。这是太古代海洋沉积物的一个特征。

舞阳条带状磁铁矿具有与现代海水极为类似的 REY 配分模式, 进一步表明其与前寒武纪海洋沉积有关, 同时具有显著地 Eu 正异常特征 ($\text{Eu}/\text{Eu}^*=1.14\sim 2.73$), 可能反映了太古代海水的 REY 的地球化学特征。其中 Eu 正异常特征 ($\text{Eu}/\text{Eu}^*=1.14\sim 2.73$) 可能反映了其成矿物质来源中有高温热液的输入。舞阳条带状磁铁矿的 Y/Ho 变化范围为 37.9~82.3, 平均为 60.6, 明显高于球粒陨石 Y/Ho 值, 与海水的 Y/Ho 值分布范围一致。进一步证明其沉积时受到海水作用的影响。舞阳条带状磁铁矿的 Sr/Ba 值除一件样品小于 1 外, 其余 10 件样品均大于 1 (1.56~58.62); Ti/V 值常用来区分成矿物质来源和条带状铁矿的成因类型, 铁质页岩中 Ti/V 值介于 1.33~10.9、火山建造中 Ti/V

值介于 13~85, 舞阳条带状磁铁矿 Ti/V 值分布范围 32.5~257.7, 明显高于铁质页岩中 Ti/V 比值, 可能与海底火山活动有关。

舞阳条带状磁铁矿具有一定的 Ce 负异常 ($\text{Ce}/\text{Ce}^*=0.87\sim 1.01$), 对舞钢条带状磁铁矿进行 Ce/Ce^* 和 Pr/Pr^* 的投图, 除一件样品完全落在 Ce 负异常区域内 (III B), 其余样品主要分布在 La 正异常区域内, 缺乏明显的 Ce 负异常特征, 这与现代海水显示出强烈的 Ce 负异常不同。反映了舞阳条带状磁铁矿形成过程发生在非氧化环境中, 是一定程度上的缺氧环境。

4 硅氧同位素特征

舞阳条带状磁铁矿硅氧同位素分析结果表明: 条带状磁铁矿中石英的 $\delta^{18}\text{O}_{\text{V-SMOW}}$ 分布相对较宽, 除一件样品为 1.3‰, 其余 16 件样品介于 8.4‰~20.5‰, 平均 15.23‰; $\delta^{30}\text{Si}$ 值相对于亏损, 9 件样品的 $\delta^{30}\text{Si}_{\text{NBS-28}}$ 相对较低, 介于 -1.9‰~-0.4‰, 平均为 -0.98‰。与我国主要的 Algoma 型 BIFs 的硅氧同位素一致 (李延河等, 2012), 反映了相同或相似的形成机制。

5 结论

舞阳条带状磁铁矿赋存于太古代太华群铁山庙组地层中, 被称之为“铁山庙式”铁矿, 磁铁矿保存有极细粒结构, 保存有化学沉积特征, 其主微量元素特征表明与火山沉积作用有关, 为火山沉积变质型铁矿, 属于阿尔戈马 (Algoma) 型条带状磁铁矿石建造。舞阳条带状磁铁矿具有与典型的 BIF 型铁矿类似的 REY 配分模式, 缺乏典型的 Ce 负异常特征, 结合 Y/Ho、Eu/Sm 和 Sm/Yb 元素地球化学特征及硅氧同位素特征, 表明舞阳条带状磁铁矿的成矿物质主要来源于火山热液 (高温热液) 和海水的混合溶液, 形成于缺氧的环境中。

参考文献 / References

- 李俊平, 李永峰, 谢克家. 2012. 河南舞阳地区太华群地质特征及其控矿意义. 矿产与地质, 26(1): 30~34.
- 李延河, 侯可军, 万德芳, 等. 2012. Algoma 型和 Superior 型硅铁建造地球化学对比研究. 岩石学报, 28(11): 3513~3519.