

# 弓长岭二矿区铁矿床地球化学特征及其地质意义

孙晓辉<sup>1,2</sup>, 朱笑青<sup>1\*</sup>, 汤好书<sup>1</sup>, 张干<sup>1</sup>, 罗泰义<sup>1</sup>

(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. 中国科学院大学, 北京 100049)

条带状铁建造 (banded iron formations, 简称 BIFs) 是我国重要的铁矿资源类型, 其中华北地区该类型铁矿最为丰富, 主要集中于鞍山-本溪、密云-冀东、五台-吕梁、霍邱-舞阳和鲁西等地区, 形成时代从始太古代到古元古代早期均有分布, 但以新太古代晚期为主 (万渝生等, 2012; 张连昌等, 2012)。弓长岭铁矿床二矿区是鞍山-本溪 (简称鞍本) 地区最大, 也是最为典型的富铁矿床。但关于磁铁富矿的成因目前还存在争议, 长期以来主要存在以下 3 种不同的观点: (1) 原始沉积形成的; (2) 热液改造成因: 认为磁铁富矿是磁铁石英岩受热液改造形成的, 但对热液的性质也有混合岩化热液和变质热液等两种不同的见解; (3) 原始沉积的菱铁矿在变质作用过程中分解, 形成含石墨的磁铁富矿 (陈光远等, 1984; 刘军, 靳淑韵, 2010; 王恩德等, 2012)。

## 1 矿区地质特征

弓长岭铁矿床位于辽宁省鞍本地区, 属 Algoma 型铁建造。共分为 4 个矿区: 一矿区、二矿区、三矿区、老岭-八盘岭矿区。弓长岭二矿区位于弓长岭背斜的北翼, 呈陡倾的单斜产状。与成矿有关的地层为鞍山群茨沟组变质岩系, 其呈大的残留体分布于大片的混合岩及混合花岗岩中, 自下而上为: (1) 底部角闪岩层; (2) 底部片岩层; (3) 下含铁带, 包括第一层铁矿、中部片岩层及第二层铁矿; (4) 变粒岩层, 夹第三层铁矿; (5) 上含铁带, 包括第四层铁矿、下斜长角闪岩层、第五层铁矿、上斜长角闪岩层及第六层铁矿; (6) 硅质岩层。

弓长岭二矿区是富铁矿的主要分布区, 富矿体在各层条带状铁矿中均有产出, 其中以第六层

铁矿中最多。富矿体一般呈似层状、局部呈复杂脉状分布于贫矿体内, 其产状大致与贫矿体一致。矿石构造主要为致密块状, 少数呈疏松多孔状。富铁矿体的产出与构造的关系非常明显, 主要沿走向逆断层分布。富矿体附近具有明显的近矿围岩蚀变分带, 自富矿体向外依次为: 镁铁闪石化、石榴子石化、绿泥石化。围岩蚀变的强度与富矿体的发育程度呈正比 (周世泰, 1994)。

## 2 岩相学及地球化学特征

斜长角闪岩为磁铁石英岩的围岩, 主要由中细粒角闪石及斜长石组成。磁铁石英岩 (贫铁矿), 呈条带状构造, 主要由磁铁矿和石英组成, 部分样品可见阳起石。富铁矿石为致密块状, 部分呈疏松多孔状, 以磁铁矿为主, 含少量石英及其它硅酸盐矿物。

斜长角闪岩的 MORB 标准化蛛网图显示, 大离子亲石元素 K、Rb、Ba 等明显富集。球粒陨石标准化稀土元素配分图显示, 轻重稀土分馏不明显, 具平坦型分布特征。在 MnO-TiO<sub>2</sub>-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 及 Th-Hf-Nb 三角判别图解中, 斜长角闪岩样品主要落入岛弧玄武岩区域。

磁铁石英岩及富铁矿石主要由 SiO<sub>2</sub> 和 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>T</sup> 组成, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 和 TiO<sub>2</sub> 的含量很低, 贫高场强元素 Th、U、Zr 等, 指示较少的陆源碎屑物质混染。PAAS 标准化稀土元素配分图显示轻稀土亏损、正的 La、Eu、Y 异常等特征, 与现代海水及高温海底热液相似。但 Ce 异常不明显, 指示当时缺氧的大气环境。

## 3 讨论

弓长岭铁矿床为 Algoma 型 BIFs, 与火山岩关系密切。斜长角闪岩原岩为基性火山岩, 构造环境判别结果显示其形成于岛弧相关的构造背景。

关于弓长岭二矿区富铁矿的成因, 前人已经进行了大量的研究工作。由于富铁矿的产出主要

**基金项目:** 国家重点基础研究发展计划 973 项目 (2012CB416602); 中国科学院知识创新工程重要方向项目 (KZCX2-YW-Q04-07)

**作者简介:** 孙晓辉, 男, 1985 年生, 博士研究生, 地球化学专业。

E-mail: sxh6312@163.com

\* 通讯作者, E-mail: zhuxqcas@sohu.com

受构造控制,即沿着走向逆断层分布(周世泰,1994),因此不支持原始沉积为形成富铁矿的主要方式;其次,由于石墨在富铁矿中并不常见,最近的研究认为富铁矿中的石墨可能为白云质大理岩变质分解产生而非菱铁矿(李厚民等,2012),因此菱铁矿变质分解也可能不是形成富铁矿的主要方式。

结合前人的研究工作,此次研究更倾向于富铁矿为变质热液改造磁铁石英岩所形成的。主要依据如下:(1)富铁矿围岩具有明显的蚀变分带;

(2)由于该区有钠质/钾质混合花岗岩的大量分布,如果富铁矿被混合岩化热液改造,富铁矿的 $K_2O/Na_2O$ 含量应该相应升高,而实际上富铁矿与磁铁石英岩一致,均具有低的 $K_2O$ 、 $Na_2O$ 含量,表明混合岩化热液对富铁矿的影响可能不大;(3)弓长岭磁铁石英岩形成于新太古代晚期(万渝生等,2012),而~2.5 Ga 华北克拉通发生了广泛的变质作用(Grant et al., 2009),推测富铁矿的形成可能与变质热液改造磁铁石英岩,发生去硅存铁作用有关。

### 参 考 文 献:

- 陈光远,孙岱生,孙传敏,黎美华,汪雪芳,王祖福. 弓长岭铁矿成因. 矿物岩石, 1984, 4: 1-266.
- 靳是琴. 不同区域变质相中钙质角闪石的成分特征. 科学通报, 1991, (11): 851-854.
- 李厚民,刘明军,李立兴,杨秀清,陈靖,姚良德,洪学宽,姚通. 辽宁弓长岭铁矿区大理岩地质地球化学特征及其成矿意义. 岩石学报, 2012, 28(11): 3497-3512.
- 刘军,靳淑韵. 辽宁弓长岭铁矿磁铁富矿的成因研究. 现代地质, 2010, 24(1): 80-88.
- 万渝生,董春艳,颜颇强,王世进,宋明春,徐仲元,王世炎,周红英,马铭株,刘敦一. 华北克拉通早前寒武纪条带状铁建造形成时代—SHRIMP 锆石 U-Pb 定年. 地质学报, 2012, 86(9): 1447-1478.
- 王恩德,夏建明,赵纯福,付建飞,侯根群, 2012. 弓长岭铁矿床磁铁富矿形成机制探讨. 地质学报 86(11), 1761-1772.
- 张连昌,翟明国,万渝生,郭敬辉,代堰铭,王长乐,刘利. 华北克拉通前寒武纪 BIF 铁矿研究: 进展与问题. 岩石学报, 2012, 28(11): 3431-3445.
- 张泽明,杨勇,张建新. 阿尔金西段榴辉岩中石榴石的成分环带及其动力学意义. 科学通报, 1999, 44(16): 1769-1773.
- 周世泰. 鞍山-本溪地区条带状铁矿地质. 北京: 地质出版社, 1994.
- Grant ML, Wilde SA, Wu FY, Yang JH. The application of zircon cathodoluminescence imaging, Th-U-Pb chemistry and U-Pb ages in interpreting discrete magmatic and high-grade metamorphic events in the North China Craton at the Archean/Proterozoic boundary. *Chem Geol*, 2009, 261: 155-171.