鞍本地区茨沟组 BIF 赋矿围岩斜长角闪岩地球化学特征研究

崔培龙[1]，孙景贵[1]，张 朋[2]，古阿雷[1]，赵克强[1]，孙庆龙[1]

（1 吉林大学地球科学学院， 吉林 长春 130061；2 中国地质调查局沈阳地质调查中心， 辽宁 沈阳 110034）

太古宙 BIF 型铁资源储量占全国各类铁矿总储量的一半以上，BIF 形成的成因机制和构造环境的研究具有十分重要的经济和科研意义。对鞍本地区 BIF 成矿的地球动力学背景前人已进行广泛研究（乔广生等，1990；万渝生，1993；翟明国，2010），标定了鞍本地区太古宙中酸性岩浆活动的时代，间接推断出 BIF 形成的构造环境以及对早期地壳增生和壳幔作用机制总结出多种地质模式，而同 BIF 密切相关的变质基性火山岩研究较少。变基性火山岩多由地幔物质直接衍生，其成因直接制约着早期地壳演化和构造环境，确定其形成的地球动力学背景有助于明确太古宙 BIF 铁矿成矿构造环境。

1 区域地质概况

茨沟岩组主要出露在华北克拉通北缘东段的辽北地块，辽吉元古宙造山带北端，沿鞍山-歪头山凸起呈南北向分布，以赋存大规模的条带状铁建造型铁矿床而出名（例如：弓长岭铁矿床、歪头山铁矿床）。主要的变质岩类型为斜长角闪岩、含透辉斜长角闪岩、角闪斜长片麻岩、黑云变粒岩、黑云角闪变粒岩、钠长浅粒岩、磁铁铁闪石岩、角闪磁铁石英岩、透闪磁铁石英岩、含磁铁白云质大理岩等一套绿片岩相-低角闪岩相的变质岩组合(张秋生等，1988)。赋存在茨沟岩组中的 BIF 铁矿床地质特征通常为条带状磁铁石英岩同斜长角闪岩类基性变质岩呈互层状产出，表明鞍本地区条带状铁建造中基性变质火山岩同条带状铁建造成因关系极为密切，其成因直接制约着 BIF 成矿地球动力学背景。

2 地球化学特征

弓长岭二矿区底部斜长角闪岩 $w(SiO_2)$为49.04%～50.19%，平均值为49.82%，$w(TiO_2)$为1.44%～1.57%，表现为低钛特征，$Mg^{\#}$=41～45，含量较低，$w(K_2O+Na_2O)$=3.98%～4.70%，δ=2.26～3.66，弓长岭二矿区的底部中粗粒斜长角闪岩具有亚碱性玄武岩-钙碱性玄武岩的化学组成。轻、重稀土元素具有明显的分异特征，轻稀土元素富集($(La/Yb)_N$=4.44～4.93)，重稀土元素平坦($(Gd/Yb)_N$=1.33～1.4)，总稀土元素含量为105.83×10^{-6}～125.27×10^{-6}，∑LREE/∑HREE=4.69～5.01，球粒陨石标准化稀土元素配分形式呈明显的右倾，δEu=1～1.06，具有较低的 δEu 值。

歪头山矿区呈透镜状产出的粗粒斜长角闪岩 $w(SiO_2)$为 47.02%～49.04%，平均值为 47.95%，$w(TiO_2)$为 0.71%～0.76%，$Mg^{\#}$=55.48～55.72，$w(Fe_2O_3)$为 1.58%～2.32%，$w(K_2O+Na_2O)$=2.68%～3.03%，δ=1.51～1.87，表明歪头山矿区的粗粒斜长角闪岩具有大洋中脊玄武岩地球化学特征。总稀土元素含量为26.99×10^{-6}～43.41×10^{-6}，∑LREE/∑HREE=1.65～1.71，轻、重稀土元素分馏不强烈，轻稀土元素轻度亏损($(La/Yb)_N$=0.85～0.92)，重稀土元素平坦($(Gd/Yb)_N$=0.72～0.75)，球粒陨石标准化稀土元素蛛网图呈平坦型且具有较弱的 δEu 正异常(δEu=0.90～1.20)。

3 结 论

鞍本地区茨沟岩组斜长角闪岩具有太古宙绿岩带中基性火山岩典型的两种稀土元素模式，体现出岩浆源区的不均一性(王仁民等，1997)。在 Ta/Yb-Th/Yb 图解中端员组分 N-MORB 代表亏损软流圈地幔柱组分而 OIB 代表在汇聚边缘俯冲板片地壳熔融形成的埃达克质流体，弓长岭二矿区斜长角闪岩投点在 OIB 附近，而歪头山矿区样品投点分别在 E-MORB 和 N-MORB 之间，表明源区可能为亏损软流圈地幔柱且受埃达克质流体的轻微改造(图略)。在原始地幔标准化蛛网图中弓长岭二矿区底部斜长角闪岩具有 Nb、Ta、P 和 Ti 等高场强元素相对于相邻的轻稀土元素系统性亏损特征(图 1a)，为典型的岛弧玄武岩地球化学特征，而太古宙地幔柱成因的玄武岩明显缺乏此类特征。Ce/Nb - Th/Nb 图解中具有较高的 Th/Nb、Ce/Nb 比值(图 1b)，暗示原岩源区为俯冲消减带中受埃达克质流体改造的地幔楔，从图 1a 和 1b 可以看出，弓长岭二矿区均有典型的太古宙岛弧玄武岩的特征，但歪头山矿区斜长角闪岩 HFSE/REE 基本无分异，暗示其形成于扩张环境(R. Kerrich et al., 2008)。

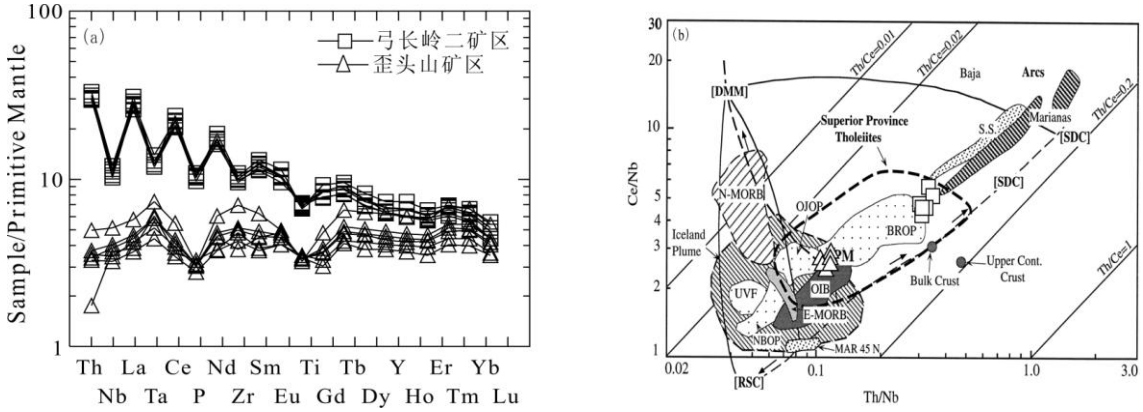

图 1 HFSE 和 REE 原始地幔标准化蛛网图(a)和 Ce/Nb - Th/Nb 图解(b)

Kerrich 等(2008)认为同地幔柱相关的拉斑玄武岩具有较高的 Nb/Th 比值(Nb/Th>8)，具有较低的 Th/Nb、Ce/Nb 比值，在 Ce/Nb - Th/Nb 图解中分布在白垩纪或更年轻的地幔柱或者热点玄武岩区，这种地球化学特征被解释为俯冲消减带中洋壳残余板片组分折返进入软流圈地幔柱或者在岩石圈上地幔中夹带进入地幔柱所致。歪头山矿区斜长角闪岩有 4 个样品 Nb/Th>8，一个样品为 7.56，Th/Nb、Ce/Nb 比值均较低，在 Ce/Nb - Th/Nb 图解中样品投点分布在原始地幔点附近及冰岛地幔柱和具有地幔柱成因的 Ontong Java 大洋高地玄武岩区(图 1b)。结合地质特征，歪头山矿区斜长角闪岩形成于具有地幔柱成因的弧后扩张盆地中。

综上所述，华北克拉通北缘鞍本地区茨沟岩组基性火山岩的地球化学特征显示其形成的地球动力学背景为地幔柱-岛弧体系，反映了地幔柱体制向板块构造体制转化、陆壳增生从垂直方式为主转变为水平方式的过程。

参 考 文 献

乔广生，翟明国，阎月华. 1990. 鞍山地区太古代岩石同位素地质年代学研究[J]. 地质科学, 2(4): 158-165.

万渝生. 1993. 辽宁弓长岭含铁岩系的形成与演化[M]. 北京: 北京科学技术出版社..

王仁民，陈珍珍，赖兴运. 1997. 华北太古宙从地恢柱体制向板块构造体制的转化[J]. 地球科学, 22(3): 317-321.

翟明国. 2010. 华北克拉通的形成演化与成矿作用[J]. 矿床地质, 29(1): 24-36.

张秋生，杨振生，刘连登. 1988. 辽东半岛早期地壳演化与矿产[M]. 北京: 地质出版社..

Kerrich R, Polat A and Xie Q. 2008. Geochemical systematics of 2.7 Ga Kinojevis Group (Abitibi) and Manitouwadge and Winston Lake (Wawa) Fe-rich basalt-rhyolite associations: back arc rift oceanic crust[J]? Lithos, 101: 1-23.