

内蒙古固阳文圪乞(含)铂镁铁-超镁铁岩特征及铂族金属富集机理

孙磊¹⁾, 苏尚国²⁾, 胡妍²⁾, 王水炯²⁾, 李平²⁾

1) 武警黄金地质研究所, 河北廊坊, 065000; 2) 中国地质大学, 北京, 100083

1 岩体地质特征

内蒙古固阳地区文圪乞岩体位于华北板块北缘, 北面紧临白云鄂博, 产状呈北东方向倾斜的“舌状”, 不同程度地出现片麻状或条带状构造。岩体主要由透辉岩以及含透辉石的角闪石岩组成, 分带现象较明显, 由岩体边部到中心岩石的颗粒度逐渐加粗, 岩体边部成分复杂, 中心部位相对简单。岩体中与 PGE 矿化有关的含矿母岩为黑云母透辉岩, 出露在岩体中部和西北部, 靠近地表与黑云透辉岩接触的大理岩砂岩顶盖或闪长岩捕掳体遭到了强烈的透辉岩化, 并与黑云母透辉岩呈逐渐过度的关系。岩体中部及深部伟晶状结构发育, PGE 矿化良好, 其他地方均为中-细粒结构。据锆石 SHRIMP 测定, 文圪乞岩体同位素年龄为 399 ± 4 Ma, 侵入时代属早泥盆纪 (Su and Lesher, 2012)。

2 矿物岩石学特征

文圪乞岩体主要造岩矿物为辉石、角闪石、黑云母、长石等, 副矿物有磷灰石、榍石、磁铁矿、黄铁矿等, 次生蚀变矿物有绿泥石、方解石、绿帘石等, 常见堆晶结构、自形-半自形-他形粒状结构、镶嵌变晶结构、变嵌晶结构、海绵陨铁结构等, 块状构造。

3 文圪乞岩体中环带状角闪石特征及成因

文圪乞岩体角闪石岩中角闪石具有明显环带

构造, 核部颜色浅, 近无色, 边部颜色深, 呈深绿色。根据其主要氧化物数据分析结果可知环带状角闪石核部为韭闪石, 边部为铁质韭闪石。环带状角闪石的核部成分较为稳定, 各主要氧化物含量变化不大, 其边缘部分 Si、Mg 及 Na 逐渐降低, 而 Fe、Al、K 则逐渐升高, Ca 基本保持恒定。

火成岩中环带状角闪石从核部至边部, AlIV 含量应该随着结晶作用的进行而降低, 而 AlVI 则应呈现不断递增的趋势 (张儒瑗, 1983)。但通过对本区环带状角闪石剖面的 TAl、CAI 及 Altot 图解可知, 三者呈现相似的变化趋势, 即从核部至边部连续递增。环带状角闪石的从边部到核部, 稀土元素、其它微量元素及过渡金属元素都呈现出明显的规律性。轻稀土、大离子亲石元素 Rb、Ba 呈现从中心到边部逐渐增加的演化过程。过渡元素 Nb、Ta、Zr、Hf, 沿边部到核部, 各元素含量逐渐减小, 与重稀土元素演化趋势一致。角闪石中 TAl 的含量主要取决于温度, 且与其呈强烈的正相关关系, 因此推测本区环带状角闪石的形成过程并非单一岩浆自然降温冷却结晶, 而是被后期其它过程所叠加, 可能在后期经历了一段由热液所导致的升温过程, 然后再次降温冷却。我们推测角闪石岩中心部分的特征反应其母岩浆的结晶过程, 角闪石边部特征反应角闪石的形成过程中富含大量 REE 和其它微量元素, 可能形成其可能形成于热液活动强烈的阶段。

4 文圪乞岩体中铂族金属成矿成因探讨

文圪乞镁铁-超镁铁质杂岩体中发现的贵金

注: 本文本文为国家自然科学基金项目 (编号#40872073) 的成果。

收稿日期: 2013-03-16; 改回日期: 2013-03-25; 责任编辑: 费红彩。

作者简介: 孙磊, 女, 1978 年生。博士。主要从事岩石地球化学研究。Email: Sharon_sl@sohu.com。

属矿物有铂族元素矿物、Cu-Zn 合金、自然银等。铂族元素矿物主要有砷铂矿、砷锑钨矿以及黄碲钨矿,可见不同颗粒大小的砷铂矿在磁铁矿颗粒内部呈线状分布或沿磁铁矿、硅酸盐裂隙充填,推测砷铂矿形成时间可能稍晚于磁铁矿,砷锑钨矿产出在黄铁矿与硅酸盐矿物边界或沿黄铁矿裂隙充填,黄碲钨矿切穿硅酸盐矿物和黄铁矿边界产出,推测是交代的结果。从文圪乞杂岩体中金属硫化物的结构可知其形成岩浆成因,而黄铜矿被黄铁矿交代、磁黄铁矿被磁铁矿交代的结构可以说明母岩浆被富 S 的氧化物流体所交代。铂族元素被岩浆热液流体优先捕获,而水热作用的岩浆矿床往往形成 Pd²⁺ and Pt²⁺与 HS⁻优先组合,出现 Pd-Pt 异常富集 (Wood, 2002),进而,富含(Pd, Pt)(HS)₂ 以及 As-Sb-Te 的氧化物流与岩浆型磁黄铁矿(黄铁矿)-(黄铜矿)组合发生反应会降低硫化物的含量,把磁黄铁矿转化为黄铁矿和磁铁矿,通过生成砷化、锑化或碲化的铂族金属矿化来沉淀钨和铂。文圪乞岩体的成矿特点是 Pd-Pt-Cu>Au>>Rh-Ir-Os-Ni>Ru,且矿化样品仅比非矿化的样品中含量略有升高。虽然与镁铁质拉斑岩石伴生的铜-镍型铂族元素矿床的成矿特点是(Pt+Pd)/(Ru+Ir+Os)>13(Naldrett, 1979),而文圪乞杂岩体中的含铂矿石的比值范围为 520~1850,平均值为 1400,远远大于大多数岩浆型 PGE 矿床。综上,推测文圪乞铂族金属矿床铂族金属富集过程是:早期岩浆作用演化过程中形成了黄铜矿-磁黄铁矿-镍黄铁矿等硫化物组合,对铂族金属有预富集作用,后经岩浆自交代作用(高温热液交代作用)对铂族金属进一步富集成矿。文圪乞岩体中环带角闪石的成因也正是这一地质作用过程的产物。

5 结论

(1) 文圪乞岩体中主要的岩石类型有辉石

岩、二辉岩、角闪石岩和辉长岩,辉石岩是PGE的主要赋矿岩石,岩体的成岩年代为 399±4 Ma。

(2) 岩体角闪岩中角闪石普遍发育环带状构造,通过岩相学观察和化学成分分析等方法,初步推断环带状角闪石成因与岩浆晚期富钾热液作用及体系氧逸度变化密切相关。

(3) 文圪乞铂族金属矿床中主要铂族金属矿物有砷铂矿、砷锑钨矿和黄碲钨矿,其中砷铂矿与磁铁矿、绿泥石共生,砷锑钨矿和黄碲钨矿与黄铁矿共生。

(4) 文圪乞岩体铂族金属的成矿特点是: Pd-Pt-Cu>Au>>Rh-Ir-Os-Ni>Ru, 矿体 (Pd+Pt)/(Ru+Ir) 为 2163~4164, 远远大于岩浆型 PGE 矿床值 3~125。

(5) 文圪乞铂族金属矿床铂族金属富集过程是:早期岩浆作用演化过程中形成了黄铜矿-磁黄铁矿-镍黄铁矿等硫化物组合,对铂族金属有预富集作用,后经岩浆自交代作用对铂族金属进一步富集成矿。

参考文献 / References

- Naldrett A J, Hoffman E L, Green A H, Chou C L, Naldrett S R, Alcock R A. 1979. The composition of Ni-sulfide ores with particular reference to their content of PGE and Au. *Canadian Mineralogist*, 17: 403~415.
- Su S G, Leshner C M. 2012. Genesis of PGE mineralization in the Wengeqi mafic-ultramafic complex, Guyang County, Inner Mongolia, China. *Miner Deposita*, 47: 197~207.
- Wood S. 2002. The aqueous geochemistry of the platinum-group elements with applications to ore deposits. In: Cabri L J. (Ed), *The Geology, Geochemistry, Mineralogy, and Mineral Beneficiation of the Platinum-Group Elements*. Can Inst Mining Metall Petrol, Suppl. 54: 211~249.
- 张儒瑗, 丛柏林. 1983. 矿物温度计和矿物压力计. 北京: 地质出版社.