

冀东唐杖子金矿辉绿岩地球化学特征 及 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 年龄

贺文¹⁾, 叶会寿²⁾, 张兴康¹⁾ 陈绍聪²⁾, 王 赛¹⁾, 路东宇¹⁾

1) 中国地质大学地球科学与资源学院, 北京, 100083;

2) 中国地质科学院矿产资源研究所, 国土资源部成矿作用与资源评价重点开放实验室, 北京, 100037

冀东唐杖子金矿位于华北克拉通北缘燕山褶皱带的东段, 前寒武纪马兰峪复式背斜的北侧, 中生代寿王坟-宽城断陷盆地的东南边缘。矿区出露的地层为中元古界长城系常州沟组和串岭沟组, 为一套陆源碎屑岩。矿区主要发育 NEE 向断裂带及环形断裂带。区内出露辉绿岩脉、花岗斑岩-隐爆角砾岩、流纹斑岩脉。矿区钼金多金属矿化受花岗斑岩-隐爆角砾岩体及断裂构造带控制; 金矿体主要赋存于断裂带中, 其次赋存于花岗斑岩与隐爆角砾岩接触破碎带中。钼矿则产于隐爆角砾岩筒中(郭少丰等, 2009) 测得矿区花岗斑岩 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄为 173 ± 2 Ma。李正远等(本刊)测得辉钼矿 Re-Os 同位素年龄为 170.1 ± 1.6 Ma, 表明成岩成矿形成于中侏罗世。但是辉绿岩脉的成因、成岩时代、形成的构造环境、以及与花岗斑岩的关系、对成矿作用的贡献等一直没有理清楚。为此, 本次工作在野外地质调查基础上, 开展岩石地球化学和 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 测年, 探讨辉绿岩脉形成时代、成因和与花岗斑岩、金钼矿化的关系, 为进一步找矿提供依据。

1 辉绿岩脉地质特征

辉绿岩体呈脉状分布于近东西向的断裂带中, 岩脉走向 70° , 倾向 SSE, 倾角 65° 。出露长约 1.2 km, 一般宽 30~80 m, 最宽 105 m。辉绿岩呈灰绿色、深灰绿色, 辉绿结构, 块状构造。由斜长石 48%, 角闪石 40% 及少量黑云母、磷灰石等组成。斜长石呈半自形板状被绢云母交代。

2 岩石地球化学特征

本次样品全岩分析和锆石 U-Pb 测年分别在中国地质科学院国家测试中心和国土资源部成矿作用与资源评价开放实验室完成。

2.1 主量元素特征

辉绿岩 SiO_2 含量在 46.92%~48.96% 间, 平均 47.65%。 $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})$ 均小于 1, $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})$ 均大于 1, 表明岩石偏铝质。 $w(\text{TiO}_2)$ 含量在 1.18%~2.85% 间, 平均 1.78%, $w(\text{MnO})$ 在 0.10%~0.25% 间, 平均 0.156%, 其含量均略高于地壳元素丰度。里特曼指数 $\delta=4.3\sim 7.49$, 为碱性岩系列。

M/F 比值明显分为两组, 样品 PD460-3 和 WBG-4 (A 组) 分别是 0.50 和 0.53, 其它样品 (B 组) M/F 比值在 2.26~2.32 间, 平均 2.3, 属铁质基性岩。在 TAS 图上落在碱性玄武岩系列中。据已有研究数据表明, 五大连池玄武岩 $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}=1.42$, 为富钾质玄武岩, 与其对应的地幔岩体为二辉橄榄岩(廖群安, 1988), 而唐杖子金矿区辉绿岩体也为富钾质玄武岩, 反演其对应地幔岩体也应当是二辉橄榄岩。用 TAS 投图发现该辉绿岩体属于碱性玄武岩系列。

2.2 稀土元素特征

辉绿岩 ΣREE 含量在 133.70~200.51 ppm 间。其中 A 组 LREE/HREE 平均为 4.56, B 组平均为 12.79, 表明轻重稀土分异程度均较大, 并存在两个分异演化阶段。A 组 LaN/YbN 平均值为 4.39, B 组平均值为 20.31, 表明随着岩浆分异演化加深, 偏碱性的稀土元素富集。A 组 LaN/SmN 与 GrN/YbN

平均值均为 1.8, B 组 LaN/SmN 平均值为 3.34, GrN/YbN 平均值为 3.50, 该组数据表明矿区辉绿岩轻稀土和重稀土分异程度相当。 δEu 、 δCe 均无异常。

2.3 微量元素特征

岩体富大离子亲石元素 Rb、Pb 和高场强元素 Th、U、Tb、Nb、Hf; 贫大离子亲石元素 Ba、Sr 和高场强元素 P、Zr、Ni、Ti。原岩 Zr/Hf 平均 39.65, Nb/Ta 平均 15.57, 与原始地幔 Zr/Hf=36, Nb/Ta=17.75 相近, 表明源区可能为原始地幔。B 组 Ni 含量在 263~290 间, 平均 273.33, Cr 含量在 471~489 间, 平均 481.33, 该组 Ni、Cr 含量比原始岩浆 (Ni=400~500ppm, Cr>1000ppm) (Wilson, 1989) 小, 比洋壳 (Ni=90~130ppm, 251~411ppm) 大, 与板内玄武岩 (Ni=90~130ppm, Cr=352~532ppm) 比, 样品 Ni 较大, Cr 与板内玄武岩相当, 表明岩石在成岩过程中经历了橄榄石、单斜辉石的分异。

3 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 测年

阴极发光图像显示锆石自形程度较好, 长径 60~100 μm , 可见环带结构, 表明为岩浆成因锆石。但极个别锆石内部可见无环带结构的老晶核。用 LA-ICP-MS 对 20 个点测试, 其中 7 个有效测点得到辉绿岩年龄为 $721.0 \pm 4.6\text{Ma}$, MSWD=0.7, 表明岩体形成于新元古代震旦纪。

4 讨论

(1) 对于源岩: 唐杖子金矿区辉绿岩对应地幔岩石为二辉橄榄岩。

(2) 关于岩浆形成和演化: B 组样品 Cr、Ni 值与板块环境 Cr、Ni 值对比发现, 矿区辉绿岩母岩浆应是地幔岩石经部分熔融后分异的产物。各类岩石 δEu 、 δCe 均无异常, 表明岩浆在上升过程中未经历结晶分异便沿着断裂上涌, 逐渐富集偏碱性稀土元素, 并在不同深度形成岩石。

(3) 关于构造演化: 王鸿祯在 1986 指出冀辽裂陷槽发育于吕梁运动 (1800Ma) 之后, 经 1000Ma 左右, 裂陷槽整体上升为陆地, 褶皱作用不明显。矿区辉绿岩体富 K、Pb、U、LREE 等不相容元素, 亏损 Ti、Ni 等高场强元素, 与大陆裂谷环境符合。并且矿区钾玄岩 (La/Yb)_n 比值多数在 11~21 范围, 与大陆裂谷碱性玄武岩在辽西义县在拉张构造应力场地质构造环境形成的碱性玄武岩 (Wang Dongfang, et al., 1985) 相类似。因此可以说明, 矿区辉绿岩体形成于新元古代震旦纪 (721.0Ma), 是在大陆拉张环境下, 由地幔二辉橄榄岩经部分熔融形成钾质碱性基性岩浆, 沿构造薄弱带上升侵入到浅部形成辉绿岩; 而与矿区燕山期花岗斑岩、金钼矿化没有成因上的联系, 仅是其围岩的一部分。

参考文献 / References

- 邓晋福, 罗照华, 舒尚国, 莫宣学, 于炳松, 赖兴运, 谌宏伟. 2004. 岩石成因、构造环境与成矿作用. 北京: 地质出版社. 3~130.
- 肖荣阁, 刘敬党, 费红彩, 刘军, 原振雷, 王翠芝, 白凤军, 张成学, 张汉成等. 2008. 岩石矿床地球化学. 北京: 地震出版社. 1~53.
- 王奎元, 赵彦明, 曹秀兰. 1994. 华北陆台北缘元古宙典型铅锌矿床地质. 北京: 地质出版社. 1~13.
- 胡桂明, 王守伦等. 1998. 华北陆台北缘地体构造与铁金矿产. 北京: 地质出版社. 1~29.
- 汪洋, 姬广义, 夏希凡等. 北京西山早侏罗世中基性岩地球化学及其地质意义. // 2005 年全国岩石学与地球动力学研讨会论文摘要. 2005: 66~69.
- 李宏博, 张招崇, 吕林素等. 四川冕宁基性岩墙的年代学、地球化学特征及其地质意义. 地质论评, 2012, 58(5): 952~964.
- 夏昭德, 夏明哲, 王垚等. 塔里木板块东北部笔架山东基性—超基性岩体地球化学特征与岩石成因. 地质科技情报, 2012, 31(2): 1~8. DOI: 10.3969/j.issn.1000-7849.2012.02.01
- 谢应雯, 张玉泉, 钟孙霖等. 云南洱海东部新生代高钾碱性岩浆岩微量元素特征. 岩石学报, 1999(1): 75~82. DOI: 10.3969/j.issn.1000-0569.1999.01.008.