

广东惠东地区离子吸附型稀土矿床地球化学特征*

苑鸿庆¹⁾, 申萍¹⁾, 李社宏²⁾, 郑佳浩¹⁾

1) 中国科学院地质与地球物理研究所固体矿产资源研究室, 北京, 100029;

2) 桂林理工大学, 广西隐伏金属矿产勘查重点实验室, 广西桂林, 541004

关键词: 离子吸附型稀土矿床; 地球化学特征; 化学风化程度; 元素质量迁移系数

惠东地区位于广东东南部, 燕山期花岗岩较为发育, 在温润潮湿的气候条件下, 花岗岩在地表易发生风化作用, 稀土元素以离子形式淋滤至风化壳下部并吸附在矿物粘土表面, 当稀土到具有开采价值的品位时, 便形成离子吸附型稀土矿床。前人对该矿床形成岩体地质和地球化学特征等方面进行广泛的讨论(岳书仓等, 1989; 陈炳辉等, 1995), 相对于成矿岩体, 该区风化壳地球化学特征研究较显薄弱。本文在分析风化壳中元素地球化学特征的基础上, 探讨稀土元素富集与 CIA (Chemical Index of Alteration) 及 WIG (Weathering Index of Granite) 值之间的关系, 同时通过分析稀土元素质量迁移系数, 讨论轻重稀土元素迁出程度与深度之间相关性, 旨在阐明风化壳剖面中稀土元素迁出迁入规律和分布位置, 为进一步研究该类型矿床稀土富集特征提供一定依据。

1 地质背景

研究区位于惠东县东北部, 大地构造上处于河源深断裂带以东地区, 粤东永梅-惠阳拗陷中段, 北东向为莲花山断裂带附近, 区内出露地层主要为侏罗系、第三系, 褶皱、断裂构造较发育, 北东向深断裂带是该区的主导构造(郭锐, 2008)。研究区花岗岩类型主要是燕山期中粒斑状黑云母花岗岩、二长花岗岩及花岗岩, 年龄为 165~110 Ma (雷新勇等, 1993), 局部见花岗斑岩等, 均呈小岩株产出。岩体出露较为完整, 受后期构造破坏较少, 岩体与围岩接触面较平直, 接触界线较清楚, 岩相分带不明显, 仅在较大岩体中可分出 2~3 个相带。岩石呈

肉红色, 矿物组分较单一, 主要矿物组合为钾长石 (35%~40%) + 斜长石 (25%~30%) + 石英 (25%~30%) + 黑云母 (5%), 一般不含角闪石斜长石主要为钠长石, 含少量更长石, 环带不发育。主要副矿物为磷灰石、褐帘石、榍石、独居石、磁铁矿, 含有少量的萤石、磷钇矿、褐钇铌矿等。岩体受强烈风化剥蚀现象明显, 一般在地表多形成 10 m 的风化壳, 风化结构完整, 大部分地区风化结构原地保留。

2 分析方法及测试结果

按风化程度不同, 在研究区选取典型风化壳剖面自上而下共采集了 10 个 (HD01-HD10) 新鲜样品, 每个样品相隔 1 m。其中残坡积层 1 件, HD01; 全风化层 4 件, HD02-05; 半风化层 3 件, HD06-08; 基岩 2 件, HD09-10。所有样品经室内自然风干, 去除杂质后送澳实分析检测(广州)有限公司完成样品主、微量及稀土元素的分析, 主量元素采用 PANalytical Axios 型 X 荧光光谱仪测定, 微量与稀土元素用型电感耦合等离子体质谱仪(美国 Agilent 7700x)测定。

结果表明, 主量元素 SiO_2 (71.6%~76.7%)、 Al_2O_3 (11.9%~14.65%) 和 Fe_2O_3 (1.25%~4.85%) 是风化壳剖面的主要成分, 而 MgO 、 CaO 、 Na_2O 和 K_2O 等易溶组分含量较低, 表明岩石在风化过程中易发生 Mg 、 Ca 、 Na 和 K 等元素的流失; 全风化层中 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 的含量高于基岩中的量, 这是由于 Al 、 Fe 元素在强淋滤作用下迁移并在全风化层中富集有关。与主量元素一样, 多数微量元素含量从新鲜基岩到残坡积层略有增加, 少数元素含量甚至有所减少。风化壳和原岩中稀土元素经球粒陨石

*注: 本文为中国地质调查局(编号: 1212011120354)资助的成果。

收稿日期: 2016-07-10; 改回日期: 2016-08-20; 责任编辑: 刘志强。 Doi: 10.16509/j.georeview.2016.s1.203

作者简介: 苑鸿庆, 女, 1992 年生。博士研究生, 主要从事斑岩型矿床研究。Email: Yuanhq2013@163.com。

标准化曲线, 看出曲线整体微向右倾斜, 在轻稀土区间斜率较陡, 而在重稀土区间趋于平缓。同时看出风化壳中稀土元素含量比原岩中稀土元素含量高, 但趋势基本一致, 说明风化壳中稀土元素含量不仅与母岩中稀土元素含量多少有关, 与后期风化过程中遭受的淋滤作用也有一定相关性。

3 讨论与结论

本次研究表明, 广东惠东离子吸附型稀土矿床风化壳中元素含量及配分特点总体上取决于母岩, 但稀土元素在继承母岩稀土元素的基础上含量进一步富集, 且各风化层中元素含量变化与风化作用具有一定相关性。WIG 指数数值受风化作用影响变化幅度更广泛, 相较于 CIA 能更有效描述风化壳风化强度, 风化壳中稀土元素迁出富集与 WIG 指数及元素迁移系数具有一定规律性, 基岩到残坡积层的风化程度逐渐增大, Σ REE 的含量表现出减小趋势。质量迁移系数表明风化壳剖面残坡积层中所有重稀土元素均迁出亏损, La、Pr、Nd 等轻稀土元素在全风化层上部富集, 而 Tb、Dy、Ho 等重稀土元素在剖面底部全风化层下部及半风化层中明显迁入富集。Ce 元素迁移活性弱于其他元素, 几乎发生不明显迁出, 在残坡积层易被氧化成 Ce^{4+} (马英军等, 2004), 通过水解沉淀与其他稀土元素发生分异, 被粘土矿物吸附而相对富集; Eu 具有较稳定的 Eu^{2+} 和 Eu^{3+} (陈炳辉等, 1998), 在风化作用条件下,

Eu 可能以 Eu^{3+} 的形式存在, 而使得 Eu 在剖面中上部富集; 风化壳剖面中整体表现出 Ce、Eu 的负异常。

参 考 文 献 / References

- 陈炳辉, 俞受鋈. 1995. 广东平原花岗岩风化壳及其稀土成矿特征. 中山大学学报 (自然科学版), 34 (1): 96~101.
- 陈炳辉, 俞受鋈. 1998. 华南风化壳中稀土元素的分异作用及其影响因素. 中山大学学报(自然科学版), 37 (S2): 92~96
- 郭锐. 2008. 粤东成矿地质背景及银铜铅锌成矿特征研究. 长沙: 中南大学, 1~101.
- 雷新勇, 岳书仓. 1993. 粤东花岗岩类地球化学特征及成因探讨. 火山地质与矿产, 14 (02): 13~22.
- 马英军, 霍润科, 徐志方, 张辉, 刘丛强. 2004. 化学风化作用中的稀土元素行为及其影响因素. 地球科学进展, 19(01): 87~94.
- 岳书仓, 雷新勇, 龚昌瑞, 徐晓春. 1989. 粤东花岗岩及锡、钨矿床的地球化学研究, 10 (1): 27~41.

YUAN Hongqing, SHEN Ping, LI Shehong, ZHENG Jiahao: Geolochemical characteristics of Ion Adsorptive Rare Earth elements(REE) Deposit in Huidong, Guangdong Province

Keywords: Ion-adsorption type REE deposit; Geochemical characteristics; Degree of chemical weathering; Coefficient of elements migration