

马达加斯加 Maevatanana 绿岩带前寒武纪地壳演化：来自锆石 U-Pb 年代学和 Hf 同位素的证据

赵院冬^{1,2)}, 邵俭波²⁾, 车继英²⁾, 王奎良²⁾, 李士超²⁾

1) 中国地质大学(北京), 北京, 100083; 2) 沈阳地质矿产研究所, 辽宁沈阳, 110034;

马达加斯加岛位于东非造山带东侧, 岛内前寒武纪变质岩系保存了中新太古代以来, 特别是泛非运动等重要事件的地质证据, 成为研究太古代地壳演化、超大陆重建、泛非运动事件的重要场所。该岛太古代地质单元由三部分组成, 集中分布在马岛的中北部地区, 其中 Tsaratanana 单元具有绿岩带性质, 自西向东由 Maevatanana、Andriamena 和 Beforona 三条向斜构造带组成。笔者在对 Maevatanana 带开展锆石 U-Pb LA-ICP-MS 测年和 Hf 同位素研究, 获得该地区前寒武纪地质组成信息, 为判断马达加斯加太古代地质单元构造属性提供了新的依据。

1 Maevatanana 带前寒武纪岩浆作用

位于马岛西北部的 Maevatanana 带是 Tsaratanana 绿岩带中变质变形程度相对最弱的一个, 保留有大量太古代绿片岩相变质岩, 并在新元古代末期遭受花岗质岩浆岩侵入。笔者在对 Maevatanana 带调查发现区内发生强烈的混合岩化和钾质交代作用。

该带内的 Beanana 石英闪长岩体, 前人 (Tucker, 1999) 工作认为其形成于新元古代, 本次工作对采自该岩体的两件样品进行锆石 U-Pb LA-ICP-MS 测年, 其中对 mak03 样品锆石 CL 图像显示岩浆振荡环带发育, 27 个测点 ²³⁸U 含量介于 7.17~595ppm, Th/U 比值介于 0.26~1.66 之间, 综合分析大部分锆石为岩浆成因, 但遭受后期变质改造。年龄计算结果显示锆石发生 Pb 丢失, 不一致线(图 1)上交点年龄为 2490±24Ma (MSWD=0.39), 上交点附近 22 个点 ²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb 加权平均年龄为

2453±21Ma (MSWD=1.3), 二者在误差范围内相一致, 我们认为 2453±21Ma 为岩体的侵位年龄, 不一致线下交点年龄为 755±47Ma, 可能为后期热事件年龄。另在一粒锆石内两测点获得 2733±53Ma 的 ²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb 年龄, 笔者推测该年龄为岩体内残留锆石年龄, 反映 Maevatanana 地区 2.7Ga 存在岩浆热事件。另一件 mak04 样品也获得相似的年龄, 其中不一致线上交点年龄为 2496±28Ma, 下交点 765±18Ma (图 1)。因此, 该岩体并非形成于新元古代, 而是形成于新太古代, 原来同位素年龄为后期热事件 Pb 丢失年龄。

另外对 Beanana 岩体外围的片麻状混合花岗岩 (mak01)、花岗质糜棱岩 (mak33) 和条带状混合岩 (mak61) 的测年, 分别获得 ²⁰⁶Pb/²³⁸U 加权平均年龄为 774.7±3.4Ma (n=20, MSWD=0.15)、809.8±3.8Ma (n=14, MSWD=0.034) 和 772.4±7.0Ma (n=18, MSWD=0.013), 均为岩浆侵位年龄。

因此本次工作表明, Maevatanana 绿岩带在前寒武纪至少经历 4 期岩浆作用, 其中在新太古代存在 2.7Ga 和 2.5Ga 两期, 在新元古代存在 810Ma 和 770Ma 两期。

2 Maevatanana 带新太古代地壳增生作用：锆石 Hf 同位素证据

本次工作对三件样品的锆石 Hf 同位素进行研究(图 2), 其中 Beanana 岩体 (mak04) 新太古代锆石 $\epsilon_{\text{Hf}}(t)$ 值为 +0.9~+4.1, Hf 单阶段模式年龄 (T_{DMI}) 为 2595~2754Ma, 与 Tucker et al.(1999) 从 25 亿年左右变质岩中获得的 2541~2882Ma 的 Nd 模式年龄一致, 也与岩体内发现的 27 亿年残留锆石相对应,

注：本文为科技部国际科技合作项目(编号 2009DFA20840)资助的成果

收稿日期：2014-12-20; 改回日期：2014-12-25; 责任编辑：郝梓国。

作者简介：赵院冬, 男, 1981 年生, 博士研究生, 高级工程师, 矿物学、岩石学、矿床学专业, Email: zhaoyd1981@qq.com

说明 27 亿年左右是本地区的一次重要的地壳增生期, 岩浆来源于亏损地幔的部分熔融, 并可能有极少量地壳物质的加入。Beanana 岩体内后期热事件形成的次生锆石与混合花岗岩 (mak01) 和条带状混合岩(mak61)中新元古代新生锆石 Hf 同位素 $\epsilon_{\text{Hf}}(t)$ 值介于 -10.3~-27.9 之间, Hf 二阶段模式年龄(T_{DM2}) 主要集中在 2400~2800Ma 之间, 有三个点介于 3100~3400Ma。这说明本地区存在有 3100~3400Ma 形成的中太古代地壳, 新太古代地壳增生作用可能持续到 2400Ma, 而晚元古代 (770Ma 左右) 形成的岩浆岩主要来源于新太古代形成的地壳的深熔作用, 且没有新地幔物质的加入。

3 研究意义

本次工作证明 Maevatanana 带内原认为形成于新元古代的 Beanana 岩体形成于新太古代, 并首次在该带发现 27 亿年的岩浆作用和 34~30 亿年古老地壳物质的证据, 确定该绿岩带地壳增生作用主要发生于新太古代, 使得 Maevatanana 地区可以同马达加斯加 Tsaratanana 单元其他两个地区进行更加准确的年代学信息对比。并使得 Tsaratanana 单元可以与印度达尔瓦尔绿岩带进行对比, 为进一步研究马达加斯加岛前寒武纪地质构造演化提供依据。

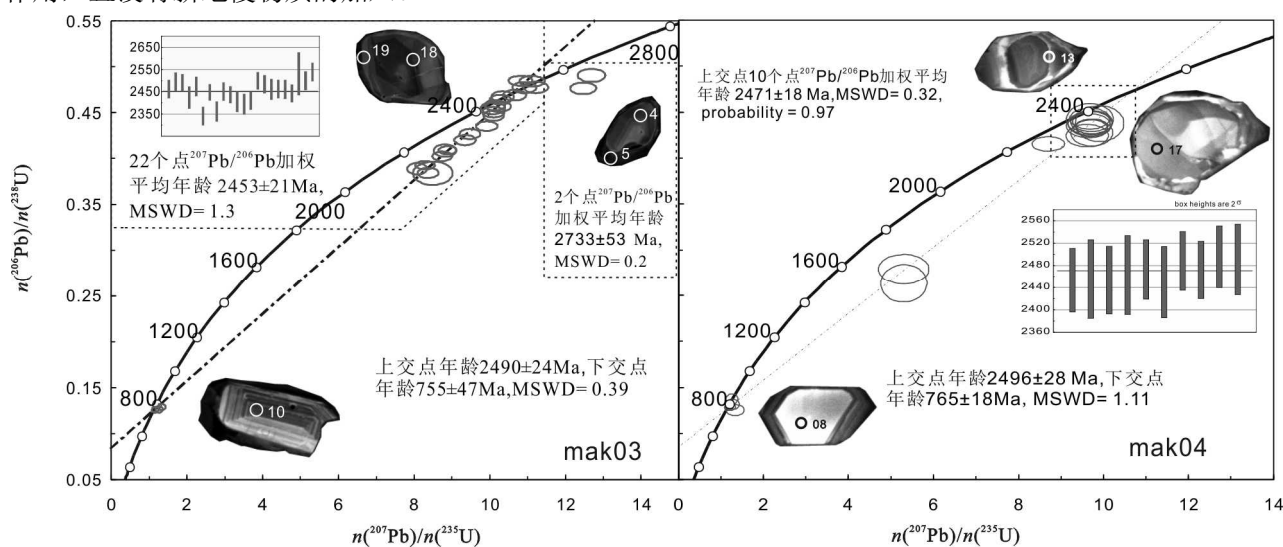


图 1 Mak03 和 mak04 锆石年龄谱和图及锆石 CL 图像

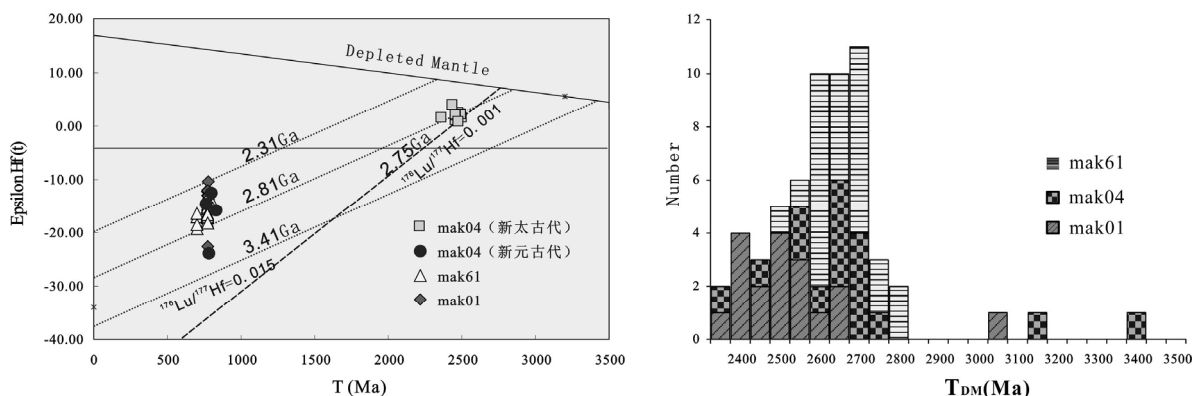


图 2 Maevatanana 带不同岩石锆石 $\epsilon_{\text{Hf}}(t)$ -t 图解和 Hf 模式年龄累计柱状图

参 考 文 献 / References

Tucker R D, Ashwal L D, Handke M J, Hamilton M A, Le Grange M and Rambeloson R A. 1999. U-Pb geochronology and isotope

geochemistry of the Archean and Proterozoic rocks of north-central Madagascar. The Journal of Geology, 107:135-153.