

# 遵义松林下寒武统钾质斑脱岩 SHRIMP U-Pb 锆石年龄及其地质意义

周明忠<sup>1,2</sup>, 罗泰义<sup>1</sup>, 黄智龙<sup>1</sup>, 龙汉生<sup>1,2</sup>, 杨 勇<sup>1,2</sup>

1. 中国科学院 地球化学研究所 矿床地球化学国家重点实验室, 贵阳 550002;

2. 中国科学院 研究生院, 北京 100049

**关键词:** 钾质斑脱岩; SHRIMP; 下寒武统; 遵义

遵义松林地区广泛出露前寒武系及寒武系, 是国际上研究前寒武纪—寒武纪过渡时期生物演化、古环境变迁及成矿事件的重要窗口之一。该区下寒武统牛蹄塘组下部黑色岩系中产出 Ni-Mo-PGE 多金属矿床 (矿化带), 在扬子地台范围内其可对比地层亦发现这种类型矿床 (矿化带)<sup>[1-6]</sup>。由于该类型矿床分布广泛且作为一种特殊新类型矿床, 自发现以来一直引起地质学家的关注。迄今为止, 对该类型矿床提出了不同的成因模式<sup>[1-6]</sup>, 然而, 这些模式仍有待各方面数据的进一步积累而加以改进和完善, 其中, 对其成矿时代的制约无疑是重要的一个方面。尽管由于该区保存的岩浆岩稀少以及对沉积岩的直接定年存在困难, 前人仍然对该区矿床中的矿石及其围岩开展了一些定年工作, 并获得了几个相应的年龄数据<sup>[1-5]</sup>。近来, 罗泰义等 (2005) 在位于遵义市松林镇中南村附近牛蹄塘组底部的数个出露位置发现一层钾质斑脱岩并对其进行了深入的矿物学、岩相学及全岩地球化学研究<sup>[7]</sup>。由于这一层钾质斑脱岩为 Ni-Mo-PGE 多金属矿化层的下伏地层, 二者相距不超过 3 m, 而通过钾质斑脱岩中保存的锆石斑晶通常可以获得高置信度、高精度的 U-Pb 年龄, 因而这一钾质斑脱岩层的发现不仅有助于对 Ni-Mo-PGE 多金属矿化层成因的解释, 而且其中锆石斑晶年龄的获得可以直接提供 Ni-Mo-PGE 多金属矿化层 (矿床) 的下限年龄信息, 同时, 可以对前人关于矿床及其围岩的年龄数据进行检验。

本文的目的首先在于提供上述钾质斑脱岩层的 SHRIMP U-Pb 锆石年龄, 其次在于检验前人关于 Ni-Mo-PGE 多金属矿化层及其围岩的放射性同位素年龄并结合区域地层对比成果初步探讨这一

放射性同位素年龄成果的地层学意义。

## 1 地质概况

大地构造上, 遵义松林地区位于扬子地台南缘。通过我们对该区钾质斑脱岩出露的几条剖面的详细观察及测量, 结合前人野外露头及坑道考查成果<sup>[6]</sup>, 汇编了综合反映松林地区地层层序的地层柱状图 (图 1)。松林地区出露的下寒武统牛蹄塘组上覆于震旦系灯影组, 二者为假整合关系, 以铁质粘土层为标志界线; 在此界线层之上为一层磷块岩, 磷块岩上覆地层依次为黄钾铁矾化熔岩层、钾质斑脱岩层、含小磷结核硅质页岩层, 在经历厚度不大的碳质页岩、碳质碳酸盐岩及球体层的沉积后即产出 Ni-Mo-PGE 矿化层 (矿床), 其顶板为层位稳定的黑色碳质页岩。在扬子地台区域范围内, 含磷结核硅质页岩广泛发育, 是进行区域岩石地层对比的良好层位<sup>[8]</sup>。最新的古生物学研究成果揭示距 Ni-Mo-PGE 层不远的上覆地层发现三叶虫化石, 但并没有确定三叶虫首现位置, 尽管如此, 这一成果为区域上的生物地层对比提供了重要信息<sup>[9]</sup>。

## 2 样品采集与分析方法

遵义松林地区下寒武统牛蹄塘组底部出露钾质斑脱岩的良好剖面主要为中南村附近的尖峰顶、小竹流水和黑砂坡三个剖面, 本研究于尖峰顶剖面采集约 25 kg 钾质斑脱岩样品。样品经常规的重选与电磁选获得适合于 SHRIMP U-Pb 年龄测定的斑晶矿物锆石, 单矿物锆石样品的 SHRIMP U-Pb 年龄测定在澳大利亚西澳大学进行。

## 3 结果与讨论

遵义松林尖峰顶钾质斑脱岩锆石 SHRIMP U-

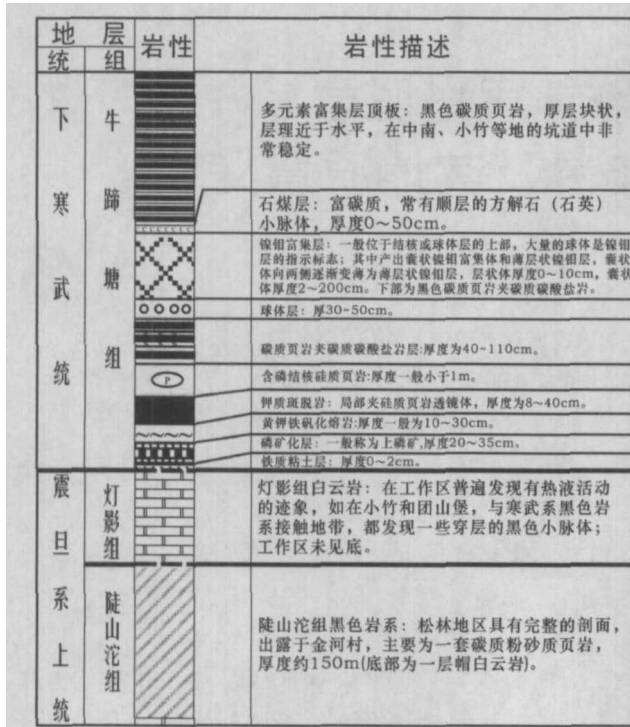


图1 遵义松林地区地层柱状图(据文献[6]改编)

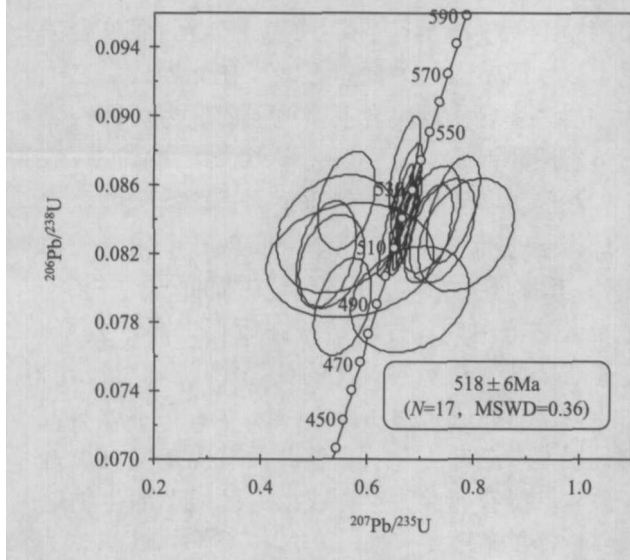


图2 遵义松林尖峰顶钾质斑脱岩锆石 U-Pb 一致曲线图

Pb 的年龄结果见图 2, 所有分析点的 Th/U 比值均大于 0.1 (0.50 ~ 0.94), Th、U 含量之间具有良好的正相关关系, 显示岩浆型锆石特征。其中, 16 颗锆石的 17 个  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  年龄(在假设  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  年龄与  $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$  年龄谐和的前提下, 应用  $^{207}\text{Pb}$  校正普通铅)为 508 ~ 533 Ma, 它们的加权平均年龄为  $(518 \pm 6) \text{ Ma}$  ( $N = 17, \text{MSWD} = 0.36$ ), 这一年龄代表了钾质斑脱岩的就位(沉积)年龄。

钾质斑脱岩 SHRIMP U-Pb 锆石年龄直接地提

供了其上覆 Ni-Mo-PGE 矿化层(矿床)的年龄信息, 即矿化层(矿床)的形成时间应晚于  $(518 \pm 6) \text{ Ma}$ , 同时直接地反映了前人报道的矿石及其围岩的年龄数据(矿石 Re-Os 等时线年龄  $(537 \pm 10) \text{ Ma}^{[2]}$ ; 围岩 Pb-Pb 等时线年龄  $(531 \pm 24) \text{ Ma}^{[1]}$ ; 矿石 Re-Os 等时线年龄  $(541 \pm 16) \text{ Ma}^{[3]}$ ; 矿石 Re-Os 等时线年龄  $(542 \pm 11) \text{ Ma}^{[5]}$ ; 围岩 Re-Os 等时线年龄  $(537 \pm 10) \text{ Ma}^{[4]}$ ) 偏大。事实上, 从区域上的生物地层对比与岩石地层对比成果也能从侧面上反映出钾质斑脱岩年龄所揭示的前人年龄数据偏老问题。首先, 古生物学方面, 相距 Ni-Mo-PGE 矿化层不远的上覆地层发现三叶虫化石, 所在地层归属区域上的筇竹寺期<sup>[9]</sup>, 从以年代地层研究为主题的际地层年表的最近研究成果显示, 寒武纪三叶虫的首现年龄很可能在 521 Ma, 至少晚于小壳化石或古杯类化石的首现年龄 (534.6 Ma), 而遵义松林地区三叶虫的首现位置很大可能地下移, 这样, 前人关于矿化层及围岩 531 ~ 542 Ma 的年龄结果明显偏老。此外, 区域岩石地层对比成果显示遵义松林地区 Ni-Mo-PGE 矿化层下伏于寒武系磷块岩与云南东部朱家菁组中谊村段可进行对比, 而中谊村段中部(第 5 层)的钾质斑脱岩 SHRIMP U-Pb 锆石年龄为  $(538.2 \pm 1.5) \text{ Ma}$ , 因而矿化层及其围岩的年龄应晚于  $(538.2 \pm 1.5) \text{ Ma}$ 。上述两个方面与尖峰顶钾质斑脱岩 SHRIMP U-Pb 锆石年龄不矛盾, 从而支持了这一结果的可靠性。然而, 我们可以注意到前人年龄数据为系统地偏大, 而对于沉积岩的直接定年仍然处于数据积累阶段, 同一剖面精确可靠的钾质斑脱岩 SHRIMP U-Pb 锆石年龄应该有助于这些新测年方法所获数据的校正。

在区域范围内, 前人通过古生物学及地球化学对比认为松林地区的 Ni-Mo-PGE 矿化层可与昆明地区的 Cr-Ni 富集层进行对比。澄江动物群位于 Cr-Ni 富集层之上覆地层(玉案山组), 其年龄被估计为 525 Ma<sup>[8]</sup>, 因此, 结合尖峰顶钾质斑脱岩锆石 SHRIMP U-Pb 的年龄, 我们认为这一估计值偏高。

扬子地台范围内, 松林地区钾质斑脱岩上覆含磷结核硅质页岩广泛发育, 是进行区域岩石地层对比的良好层位, 而这一钾质斑脱岩层本身可与广泛分布于扬子地台相应层位的钾质斑脱岩进行对比, 因而尖峰顶钾质斑脱岩 SHRIMP U-Pb 锆石年龄的获得, 为区域上对比地层提供了重要年

龄信息。

#### 参考文献:

- [1] Chen Y, Jiang S, Ling H, et al. Pb-Pb isotope dating of black shales from the Lower Cambrian Niutitang Formation, Guizhou Province, South China[J]. *Progress in Natural Science*, 2003, 13: 771 - 776.
- [2] Jiang S, Yang J, Ling H, et al. Re-Os isotopes and PGE geochemistry of black shales and intercalated Ni-Mo polymetallic sulfide bed from the Lower Cambrian Niutitang Formation, South China[J]. *Progress in Natural Science*, 2003, 13: 788 - 794.
- [3] Mao J, Lehmann B, Du A, et al. Re-Os Dating of polymetallic Ni-Mo-PGE-Au mineralization in Lower Cambrian black shales of South China and its geologic significance [J]. *Economic Geology*, 2002, 97: 1051 - 1061.
- [4] 杨兢红, 蒋少涌, 凌洪飞, 等. 黑色页岩的 Re-Os 同位素定年 [J]. *地球学报*, 2005, 26(增刊): 180 - 181.
- [5] 李胜荣, 肖启云, 申俊峰, 等. 湘黔下寒武统铂族元素来源与矿化年龄的 Re-Os 同位素制约 [J]. *中国科学: D 辑*, 2002, 32: 568 - 575.
- [6] 罗泰义, 张欢, 李晓彪, 等. 遵义牛蹄塘组黑色岩系中多元素富集层的主要矿化特征 [J]. *矿物学报*, 2003, 23: 296 - 302.
- [7] 罗泰义, 宁兴贤, 罗远良, 等. 贵州遵义早寒武黑色岩系底部 Se 的超常富集 [J]. *矿物学报*, 2005, 25: 275 - 282.
- [8] Zhu M, Zhang J, Steiner M, et al. Sinian-Cambrian stratigraphic framework for shallow to deep-water environments of the Yangtze Platform: an integrated approach [J]. *Progress in Natural Science*, 2003, 13: 951 - 960.
- [9] 彭进, 袁金良, 赵元龙, 等. 贵州遵义松林黑沙坡早寒武世牛蹄塘生物群中镇巴虫的发现 [J]. *古生物学报*, 2004, 43: 407 - 415.