

湘南芙蓉超大型锡矿锡石原位 LA-MC-ICP-MS U-Pb 测年及其意义*

袁顺达^{1,2}, 李惠民³, 郝爽³, 耿建珍³, 张东亮⁴

(1 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037; 2 中国地质大学地质过程与矿产资源国家重点实验室, 北京 100083;
3 天津地质矿产研究所, 天津 300170; 4 中南大学地学与环境工程学院, 湖南 长沙 410083)

芙蓉矿床是 20 世纪 90 年代在湘南地区新发现的超大型锡矿床, 在空间上与骑田岭 A 型花岗岩体第二阶段侵位的斑状黑云母花岗岩密切相关。据有关专家预测, 芙蓉锡矿床锡资源量有望超过 200 万吨(黄革非等, 2001)。近年来, 有关骑田岭 A 型花岗岩与锡成矿关系的研究倍受关注(Zhao et al., 2005; 蒋少涌等, 2006; Li et al., 2007; Yuan et al., 2008; 毕献武等, 2008)。然而, 在成矿年代学研究方面, 尽管前人针对花岗岩、蚀变花岗岩及矿石中的脉石矿物采用各种测年方法间接获得了该矿大量的成矿年龄数据, 但这些年龄数据分布范围较宽(133~177 Ma, 王登红等, 2003; Mao et al., 2004; 李华芹等, 2006; 彭建堂等, 2007), 未能准确限定该区锡成矿事件的时限, 这也是目前该矿床成因还存在激烈争论的重要原因。因此, 直接获取高精度的锡成矿年代学数据是深入理解该矿床成因的关键。

为了探索锡石原位 LA-MC-ICP-MS U-Pb 测年方法直接测定锡成矿时限的有效性, 本文首次尝试利用原位 LA-MC-ICP-MS U-Pb 测年方法测定了芙蓉锡矿床白腊水 19 号矿体内富锡矿石(AY-4)锡石单矿物的 U-Pb 年龄。为了较好地评估该测年方法的可靠性, 我们还对同一件样品开展了高精度的 ID-TIMS U-Pb 测年。分析测试工作在天津地质矿产研究所完成, LA-MC-ICP-MS 分析在 Thermo fisher Neptune 型多接收等离子体质谱上进行, 激光剥蚀系统为 ESI UP193-FX ArF 准分子激光器, 采用的波长为 193 nm, 脉冲宽度为 5 ns; ID-TIMS 分析在 Triton 型热电离子质谱仪上进行。在进行 LA-MC-ICP-MS 分析过程中, 为了校正仪器分析过程及激光剥蚀过程中的 U-Pb 分馏, 我们采用已准确获得 ID-TIMS U-Pb 年龄的锡石作为测量外标。分析结果表明, 本次分析的锡石单矿物的 U 含量可以满足 LA-MC-ICP-MS 及 ID-TIMS U-Pb 测年的要求, 利用 ID-TIMS 法测得样品 AY-4 的 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 表观年龄变化范围较小, 3 个测点的 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 表观年龄分别为 (158.1±0.7) Ma, (158.2±0.7) Ma, (158.4±1.3) Ma, 加权平均年龄为 (158.2±0.4) Ma; 对同一件样品进行的 34 个 LA-MC-ICP-MS 测点可以拟合一条较好的 $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}-^{238}\text{U}/^{207}\text{Pb}$ 等时线, 对应的等时线年龄为 (159.9±1.9) Ma, 这与 ID-TIMS 法所获的表观年龄及其加权平均值在误差范围内一致, 指示所获锡石原位的 LA-MC-ICP-MS U-Pb 年龄准确可靠, 进一步证明了原位的 LA-MC-ICP-MS U-Pb 测年方法可以适用于锡石。结合 LA-MC-ICP-MS 及 ID-TIMS 的分析结果, 认为该矿床锡石的结晶年龄约为 158~160 Ma, 这与芙蓉锡矿已有的云母 Ar-Ar 年龄(150~160 Ma, Mao et al., 2004; 彭建堂等, 2007)相一致, 亦与笔者最近获得的骑田岭岩体北缘新田岭特大型矽卡岩-石英脉型 W-Mo 矿床辉钼矿 Re-Os 年龄((159.4±1.3) Ma; 袁顺达等, 2010)相近。结合骑田岭花岗岩主体相岩相学及锆石 U-Pb 同位素年代学(151~163 Ma, 黄革非, 1992; 朱金初等, 2009)研究认为, 该区花岗岩浆活动及钨锡多金属成矿作用主要集中在 150~163 Ma

*本文得到国家自然科学基金(40903020; 40873041)、“中央级公益性科研院所基本业务专项资金”(K1001)、国土资源部公益性行业科研专项经费项目(20091107-11)及“中国博士后科学基金”(20080430457)的联合资助

之间,芙蓉锡矿的成矿作用与骑田岭岩体第二阶段黑云母花岗岩的侵位近于同时或稍晚于花岗岩的侵位,两者具有密切的时、空联系,这为芙蓉锡矿的岩浆热液成因提供了重要的年代学证据。

参考文献

- 毕献武,李鸿莉,双燕,胡晓燕,胡瑞忠,彭建堂. 2008. 骑田岭 A 型花岗岩流体包裹体地球化学特征—对芙蓉超大型锡矿成矿流体来源的指示[J]. 高校地质学报, 14 (4): 539-548.
- 黄革非,曾钦旺,魏少六,许以明,侯茂松,康卫清. 2001. 湖南骑田岭芙蓉矿田锡矿地质特征及控矿因素初步分析[J]. 中国地质, 28(10): 30-34.
- 黄革非. 1992. 骑田岭复式岩体侵位时代讨论[J]. 地质与勘探, 28 (11): 7-11.
- 蒋少涌,赵葵东,姜耀辉,凌洪飞,倪培. 2006. 华南与花岗岩有关的一种新类型的锡成矿作用矿物化学、元素和同位素地球化学证据[J]. 岩石学报, 22 (10): 2509-2516.
- 李华芹,路远发,王登红,陈毓川,杨红梅,郭敬,谢才富,梅玉萍,马丽艳. 2006. 湖南骑田岭芙蓉矿田成矿时代的厘定及其地质意义[J]. 地质论评, 52 (1): 113-121.
- 彭建堂,胡瑞忠,毕献武,戴樟谟,李兆丽,李晓敏,双燕,袁顺达,刘世荣. 2007. 湖南芙蓉锡矿床 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 同位素年龄及地质意义[J]. 矿床地质, 26 (3): 237-248.
- 王登红,陈毓川,李华芹,陈正宏,余金杰,路远发,李寄岷. 2003. 湖南芙蓉锡矿的地质地球化学特征及找矿意义[J]. 地质通报, 22 (1): 50-56.
- 袁顺达,张东亮,双燕,杜安道,屈文俊. 2010. 湘南新田岭大型钨钼矿床辉钼矿 Re-Os 同位素测年及其地质意义[J]. 岩石学报 (待刊).
- 朱金初,王汝成,张佩华,谢才富,张文兰,赵葵东,谢磊,杨策,车旭东,于阿朋,王禄彬. 2009. 南岭中段骑田岭花岗岩基的锆石 U-Pb 年代学格架[J]. 中国科学 (D 辑), 39 (8): 1112-1127.
- Mao J W, Li X F, Chen W, Lan X M and Wei S L. 2004. Geological characteristics of the Furong tin orefield, Hunan, $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ dating of tin ores and related granite and its geodynamic significance for rock and ore formation[J]. Acta Geologica Sinica, 78(2): 481-491.
- Yuan S D, Peng J T, Hu R Z, Bi X W, Li Z L, Li X M and Shuang Y. 2008a. Characteristics of rare-earth elements (REE), strontium and neodymium isotopes in hydrothermal fluorites from the Bailashui tin deposit in the Furong ore field, southern Hunan Province, China[J]. Chin. J. Geochem, (27): 342-350.
- Zhao K D, Jiang S Y, Jiang Y H and Wang R C. 2005. Mineral chemistry of the Qitianling granitoid and the Furong tin ore deposit in Hunan Province, South China: Implication for the genesis of granite and related tin mineralization[J]. European Journal of Mineralogy, 17(4): 635-648.