

锆石 U-Pb 定年中激光剥蚀方式对质量分馏的影响

黄艳, 李亮, 漆亮

(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, 贵州 贵阳 550002)

LA-ICPMS是锆石的 U-Pb定年最简单、实用、有效的方法。本文在矿床国家重点实验室 ELAN DRC-e ICPMS质谱仪和 GeolasPro 193 nm ArF准分子激光剥蚀系统上, 通过对等离子体质谱仪冷却气、载气气流、离子透镜、功率、采样时间, 以及激光的扫描方式、低记忆效应的激光剥蚀池的设计等仪器条件的优化, 建立了一套行之有效的锆石 U-Pb定年方法。

1 实验部分

1.1 仪器及工作参数

ICPMS为美国 Perkin Elmer公司生产的带有动态反应池的四极杆 ELAN DRC-e 激光剥蚀系统为德国 Coherent公司生产的 GeLasPro 193 nm。仪器工作条件见表 1。

表 1 仪器工作参数

ICPMS		激光	
工作参数	设定值	工作参数	设定值
RF功率	1100 W	激光波长	193 nm
冷却气	15 L/min	激光频率	10 Hz
辅助气	1.20 L/min	斑束直径	24 μm
雾化气	0.75 L/min	信号测定时间	60 S
扫描次数	150	背景测定时间	30 S
扫描方式	跳峰	He气流量	0.4 L/min
停留时间	50 ms	剥蚀方式	扫描

1.2 样品池改进

不同的激光系统有着不同设计的样品剥蚀池。理想的样品池应该有足够大的直径以容纳更多的样品及标准物质; 同时, 为了减小记忆效应, 样品池气流通道的体积越小越好。针对本实验室的激光系统样品池, 我们设计出低记忆效应用于锆石定年及微量元素测定的激光剥蚀池(图 1)。

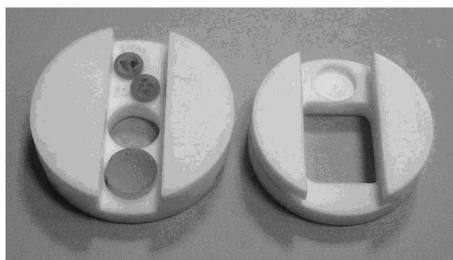


图 1 锆石样品室和微量元素样品室

1.3 激光剥蚀方式对质量分馏的影响

锆石 U-Pb定年的激光剥蚀方式有固定打点和扫描两种。采用打点的剥蚀方式时, 随着剥蚀坑越来越深, 由于 U/Pb挥发温度差异, U/Pb在坑内壁凝结不一致, 使得 U/Pb分馏效应增大, 而且激光斑点越小, 分馏越大, 因此, 在进行数据处理时标样和样品所选择的时间段要尽量一致, 否则误差较大。采用扫描剥蚀方式时, 由于剥蚀坑很浅, 分馏效应大大减小, 对大于 1000 Ma 锆石样品的定年精度小于 1% RSD 适合于对复杂锆石的研究, 其缺点是扫描面积较大, 锆石成分不均匀时信号变化较大(但比值变化不大)。研究表明, 即使采用 10 μm 激光斑束扫描, 也没有明显分馏; 采用打点剥蚀方式时, 信号强度衰减很快。

2 标样测定结果

实验中采用扫描剥蚀方式, 激光斑束为 24 μm 采用国际标准锆石 91500 作为标准物质, 每隔 5 个样品分析点测一次标准 91500 以校正仪器条件变化及质量分馏, 数据处理采用中国地质大学刘勇胜教授编写的锆石定年处理软件。测得锆石标样 Plesovice 的结果为 338.5 ± 1.5 Ma 与推荐值 337.13 ± 0.37 Ma 基本一致。