



新闻动态

- 图片新闻
- 头条新闻
- 通知公告
- 学术活动
- 综合新闻
- 科研动态
- 研究亮点
- 学术前沿

您现在的位置: 首页 > 新闻动态 > 研究亮点

李潮峰等-Talanta: ID-TIMS技术顺序测定地质样品中Rb-Sr同位素

2021-12-10 | 【大 中 小】 【打印】 【关闭】

自上世纪50年代以来, Rb-Sr同位素体系一直被广泛应用于地质学、地质年代学、岩石学、矿床学等相关领域的研究中。精确测定 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 和 $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ 比值是Rb-Sr同位素体系应用的前提条件。在目前所有的分析手段中, 同位素稀释热电离质谱法(ID-TIMS)具有极高的准确度和精度, 是Rb-Sr同位素测定的基准技术。

如何消除质谱测试中 ^{87}Rb 和 ^{87}Sr 同质异位素的相互干扰是获得高精度 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 和 $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ 比值的关键。传统分析方法一般采取的方案是: 用强阳离子树脂技术(AG50W-X8/12)先分离出高纯的Rb和Sr组分, 然后将Rb和Sr分别点样于不同的灯丝, 分别进行热电离质谱(TIMS)测试。尽管传统方案具有极高的准确度, 但耗时费力、实验成本高。表现在两个方面: (1) TIMS的离子源无法在大气压条件下直接测试, 样品室每次只能安装有限的(<21件)样品, 完成这些样品分析后, 再装入下一批待测样品, 这将消耗大量时间(~3小时)用于抽真空。此外, 繁琐的操作步骤(灯丝清洗、点焊、去气及点样)将消耗大量的人工, 极大地制约了实验室的工作容量。(2) 样品测试所用的高纯灯丝材料(Re、Ta、W)均为一次性, 全部依靠进口, 价格昂贵, 大量的灯丝消耗增加了实验成本。

TIMS对Rb和Sr的电离温度和电离效率表现出显著差异, 比如, Rb和Sr最佳的电离温度分别为 $700 \pm 50^\circ\text{C}$ 和 $1400 \pm 50^\circ\text{C}$, Rb和Sr的电离效率分别为20~40%和5~16% (取决于测试所用的灯丝材料和发射剂)。然而, 这些TIMS独有的分析特性在过去的研究中并未被合理的优化利用。基于TIMS的技术特点, 理论上, 如果将极微量的Rb(~1 ng)和常量的Sr(~1 μg)进行混合, 低温测试Rb时, Sr无法被电离, 因此不会有 ^{87}Sr 对 ^{87}Rb 的干扰, 高温测试Sr时, 微量 ^{87}Rb 对 ^{87}Sr 干扰可通过灯丝预热而得到完全消除。

中科院地质与地球物理研究所李潮峰正高级工程师及其合作者, 系统优化了传统ID-TIMS技术, 在不牺牲分析精度和准确度的条件下, 显著提升了TIMS测试效率。他们将微量Rb(1-1.5 ng)和常量Sr(0.4-3 μg)混合点样于同一Re灯丝, 先在低温段(650°C - 700°C)测试Rb, 然后在中高温段(1200°C - 1250°C)快速预热清除Rb, 最后在高温段(1400°C - 1450°C)完成Sr的测试(技术路线见图1)。通过优化质谱测试和制备流程, 建立了顺序测定同一灯丝上Rb-Sr浓度和同位素比值的分析方法。

该项技术的可靠性采用一系列国际岩石标准进行系统评价, 测试结果表明, 该技术的分析精度和准确度与传统方法一致(图-2)。该方法的优点有三: (1)无需离子源放气和切换杯结构, 顺序测定Rb-Sr, 节省了一半抽真空时间, 拓展了样品测试通量; (2)灯丝用量减少一半, 测试成本大大降低; (3)繁琐的实验准备工作(灯丝清洗、点焊、去气)被简化, 降低了一半人工消耗。

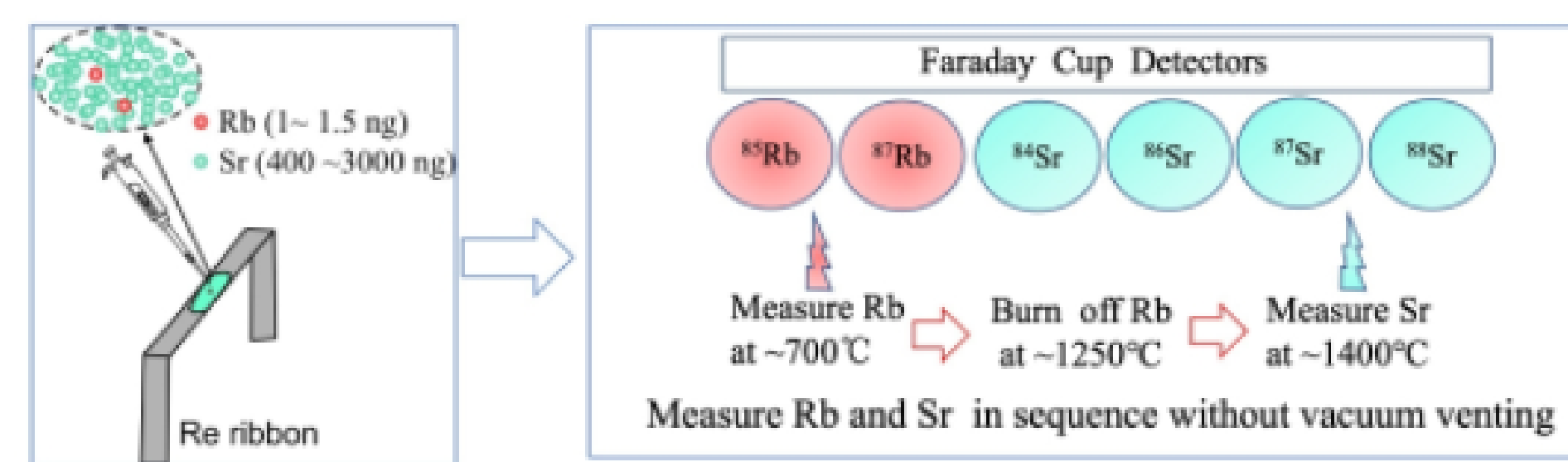


图1 分析技术流程图

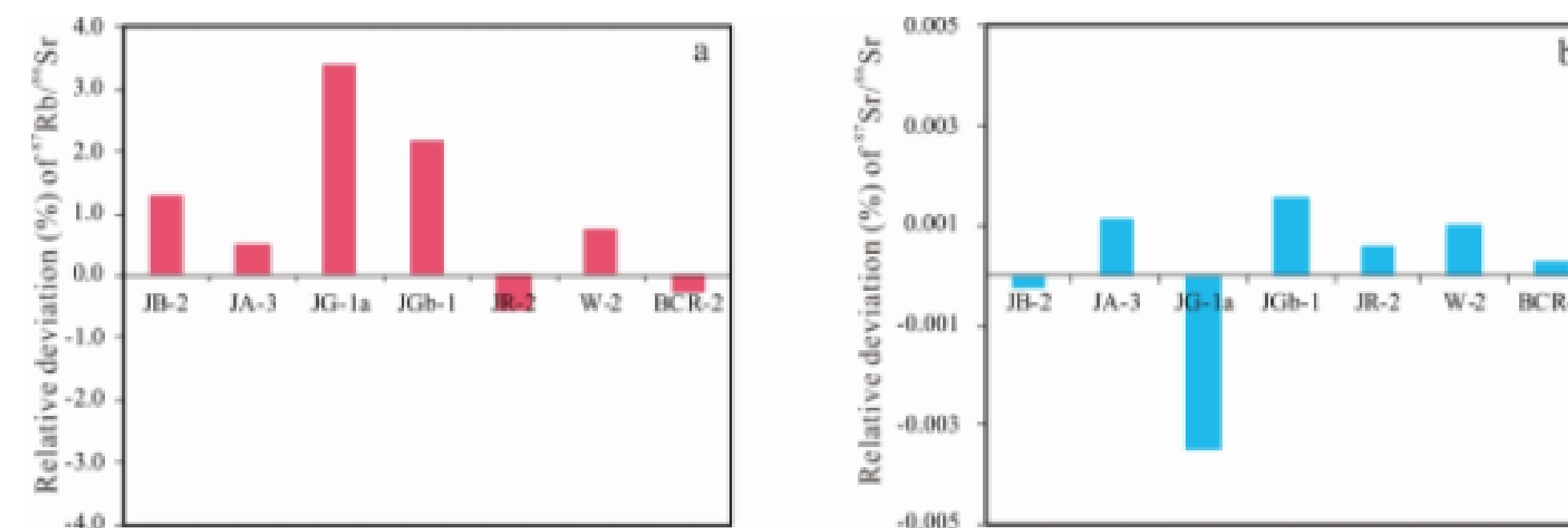


图2 本方法对一系列国际岩石标样的 $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ 和 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比值的测试偏差

研究成果发表于国际分析化学期刊Talanta(李潮峰, 储著银, 王选策, 郭敬辉, Simon A Wilde. Determination of $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ and $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratios and Rb-Sr contents on the same filament loading for geological samples by isotope dilution thermal ionization mass spectrometry[J]. Talanta, 2021, 233: 122537. DOI: 10.1016/j.talanta.2021.122537)。

