

铼钨负热电离质谱测定中的氧同位素校正*

孙卫东** 彭子成 王兆荣

(中国科学技术大学地球和空间科学系:

第三世界科学院地球科学和天文学高级研究中心 合肥 230026)

Qingzhu Yin

(Department of Earth and Planet Science, Harvard University, U. S. A)

[摘要]本文讨论了负热电离质谱法(NTIMS)测定 Re 和 Os 同位素组成中氧同位素校正的思路和方法,并用实验验证了在进行氧同位素校正时应按等概率模型进行计算。

关键词:铼钨同位素 负热电离 氧同位素校正 等概率模型

1 引言

90 年代初负热电离质谱技术(NTIMS)在铼钨同位素测定中的应用大大推动了铼钨同位素地球化学研究的进展,使之成为地球化学领域的研究热点。其基本原理是将铼、钨等电离电位很高的元素转化为氧化态并使之电离为负离子,改变质谱的磁场和电场方向,直接测定负离子 ReO_4^- 和 OsO_3^- , 然后进行氧同位素校正获得铼钨的同位素组成,但目前氧同位素校正的具体方法尚有分歧,为此本文讨论了负热电离质谱法测定 Re、Os 同位素组成中氧同位素校正的基本思路和主要方法,并用实验验证了在进行氧同位素校正时应按等概率模型进行计算。

2 等概率模型及其实验验证

所谓等概率模型是指同一元素的不同同位素生成化学键的能力完全一样,彼此在化学键上的取代是等概率的。根据等概率模型,同位素分子 $A^1B_n \cdots ^2B_i$ 出现的概率可以根据下式计算:

$$P = C_n^i X^{n-i} (1-X)^i \quad (1)$$

其中, 1B 、 2B 分别为 B 元素的两种同位素; X 为 1B 同位素在 B 元素中占的比例; n 为 $A B_n$ 分子中 B 元素的原子个数; i 为 2B 同位素的原子个数。

1996-11-07 收

* 国家自然科学基金资助项目(49573173)

** 通讯联系人

ReO_4^- 和 OsO_3^- 都是多氧化物,氧原子在其中有多个可能的位置;以 $^{185}\text{Re}^{16}\text{O}^{16}\text{O}^{16}\text{O}^{17}\text{O}$ 为例,它有 4 种可能的排列: $^{185}\text{Re}^{16}\text{O}^{16}\text{O}^{16}\text{O}^{17}\text{O}$ 、 $^{185}\text{Re}^{16}\text{O}^{16}\text{O}^{17}\text{O}^{16}\text{O}$ 、 $^{185}\text{Re}^{16}\text{O}^{17}\text{O}^{16}\text{O}^{16}\text{O}$ 、和 $^{185}\text{Re}^{17}\text{O}^{16}\text{O}^{16}\text{O}^{16}\text{O}$ 。进行铼钨氧同位素校正时是否要按照等概率模型考虑,地学界最初曾有过不同看法,现在一般按照等概率模型进行计算^[1]。由于等概率模型是一个理论模型,它没有考虑同位素效应等因素的影响,根据等概率模型计算出的同位素分子出现概率与实际值是否有较大的差别至今未见详细的实验证明工作报告。为此,本文用精确测定 M241 (OsO_3^-)、M242 (OsO_3^-)、M250 (ReO_4^-)、M252 (ReO_4^-)、M253 (ReO_4^-) 五个无主要同位素峰 $\text{Os}^{16}\text{O}^{16}\text{O}^{16}\text{O}$ 或 $\text{Re}^{16}\text{O}^{16}\text{O}^{16}\text{O}^{16}\text{O}$ 的质量数处信号相对强度的方法对上述问题进行了实验验证。

实验选用英国 Johnson Matthey 公司光谱纯的 Re 及 Os 标样,测定其 Re、Os 同位素组成,同时对 Os 样品加测 M241/M236、M242/M236 比值,对 Re 样品加测 M250/M249、M252/M249、M253/M249 比值。因为 M241、M242、M250、M252、M253 信号的相对强度都很小,为了提高测定精度,实验中加大了 Re、Os 样品量,Re 样量为 $1\mu\text{g}$,Os 样量是 500ng 。用毛细管通入纯氧气,将电离室压强由 $2\times 10^{-6}\text{Pa}$ 提高到 $2\sim 4\times 10^{-5}\text{Pa}$,以提高样品的电离效率^[1~3]。测定时将 Re、Os 最大的同位素峰的强度调至 $8\sim 9\text{V}$ 。

Re 采用单杯动态接收,M249 和 M251 的积分时间为 4s ,M250、M252、M253 的积分时间是 8s 。

Os 采用动态多杯离子接收,先用 7 个法拉第杯同时测定 M232 ($^{184}\text{Os}^{16}\text{O}_3^-$)、M234 ($^{186}\text{Os}^{16}\text{O}_3^-$)、M235 ($^{187}\text{Os}^{16}\text{O}_3^-$)、M236 ($^{188}\text{Os}^{16}\text{O}_3^-$)、M237 ($^{189}\text{Os}^{16}\text{O}_3^-$)、M238 ($^{190}\text{Os}^{16}\text{O}_3^-$)、M240 ($^{192}\text{Os}^{16}\text{O}^-$) 的峰高,积分时间 4s ,然后用 5 杯跳扫 M241 和 M242 峰,积分时间 8s 。用 $\text{M240} (^{192}\text{Os}^{16}\text{O}_3^-) / \text{M236} (^{188}\text{Os}^{16}\text{O}_3^-) = 3.092203$ 作内标,按瑞利分馏对数据进行分馏校正^[3]。

以上校正工作在选定参数后由仪器在测定过程中自动完成。

氧同位素校正计算采用目前国际上铼钨同位素测定中通用的 Nier 值: $^{17}\text{O}/^{16}\text{O} = 0.0003708$ 、 $^{18}\text{O}/^{16}\text{O} = 0.002045$ ^[3],按考虑氧原子的排列位置(等概率模型)和不考虑氧原子排列位置两种情况分别计算 M241、M242、M250、M252、M253 处的相对信号强度。实验和计算结果均列于表 1。

表 1 ReO_4^- 和 OsO_3^- 非主要同位素峰的实测值与计算值对比表

比值	实测值 (5 次平均)	考虑氧原子排列 概率的计算值	与实测值间的 相对偏差(%)	不考虑氧原子排列 概率的计算值	与实测值间的 相对偏差(%)
M241/236	0.00344 ± 10	0.00347	0.87	0.00128	-62.8
M242/236	0.01868 ± 13	0.01894	1.39	0.00632	-66.2
M250/249	0.00150 ± 2	0.00148	-1.13	0.00038	-74.6
M252/249	0.00254 ± 2	0.00251	-1.18	0.00063	-75.2
M253/249	0.01349 ± 8	0.01383	2.52	0.00346	-74.4

由于 M241、M242、M250、M252、M253 质量数处均无 $\text{Os}^{16}\text{O}^{16}\text{O}^{16}\text{O}$ 或 $\text{Re}^{16}\text{O}^{16}\text{O}^{16}\text{O}^{16}\text{O}$

等主要同位素峰(表2),换言之,上述质量数的信号强度是含有氧同位素 ^{17}O 、 ^{18}O 的 ReO_4^- 或 OsO_3^- 的贡献,因此,实测结果可以直接与相应的氧同位素校正理论计算值相比较。由表1可见,实测结果与考虑氧原子排列概率的计算结果很接近,最大相对偏差为2.5%,而与不考虑氧原子排列概率的计算结果相差很大,最大相对偏差75.2%,证明在对 ReO_4^- 和 OsO_3^- 等多氧化物进行氧同位素校正时应考虑氧原子的排列概率。

3 氧同位素校正

表2给出的是不同质量数处 ReO_4^- 和 OsO_3^- 的同位素分子组成。表3是根据等概率模型计算的 ReO_4^- 和 OsO_3^- 各种同位素分子的出现概率。根据表2、3可以得出氧同位素校正方程。

表2 不同质量数处 ReO_4^- 和 OsO_3^- 的同位素分子组成

质量数	主峰同位素组成式	干扰峰同位素组成式
232	$^{186}\text{Os}^{16}\text{O}^{16}\text{O}^{16}\text{O}$	
234	$^{186}\text{Os}^{16}\text{O}^{16}\text{O}^{16}\text{O}$	$^{184}\text{Os} (^{16}\text{O}^{16}\text{O}^{18}\text{O}, ^{16}\text{O}^{17}\text{O}^{17}\text{O})$
235	$^{187}\text{Os}^{16}\text{O}^{16}\text{O}^{16}\text{O}$	$(^{184}\text{Os}^{16}\text{O}^{17}\text{O}^{18}\text{O}, ^{17}\text{O}^{17}\text{O}^{17}\text{O}), ^{186}\text{Os}^{16}\text{O}^{16}\text{O}^{17}\text{O}$
236	$^{188}\text{Os}^{16}\text{O}^{16}\text{O}^{16}\text{O}$	$^{184}\text{Os} (^{16}\text{O}^{18}\text{O}^{18}\text{O}, ^{17}\text{O}^{17}\text{O}^{18}\text{O}), ^{186}\text{Os} (^{16}\text{O}^{16}\text{O}^{18}\text{O}, ^{16}\text{O}^{17}\text{O}^{17}\text{O}), ^{187}\text{Os}^{16}\text{O}^{16}\text{O}^{17}\text{O}$
237	$^{189}\text{Os}^{16}\text{O}^{16}\text{O}^{16}\text{O}$	$^{184}\text{Os} ^{17}\text{O}^{18}\text{O}^{18}\text{O}, ^{186}\text{Os} (^{16}\text{O}^{17}\text{O}^{18}\text{O}, ^{17}\text{O}^{17}\text{O}^{17}\text{O}), ^{187}\text{Os} (^{16}\text{O}^{16}\text{O}^{18}\text{O}, ^{16}\text{O}^{17}\text{O}^{17}\text{O}), ^{188}\text{Os}^{16}\text{O}^{16}\text{O}^{17}\text{O}$
238	$^{190}\text{Os}^{16}\text{O}^{16}\text{O}^{16}\text{O}$	$^{184}\text{Os} ^{18}\text{O}^{18}\text{O}^{18}\text{O}, ^{186}\text{Os} (^{16}\text{O}^{18}\text{O}^{18}\text{O}, ^{17}\text{O}^{17}\text{O}^{18}\text{O}), ^{187}\text{Os} (^{16}\text{O}^{17}\text{O}^{18}\text{O}, ^{17}\text{O}^{17}\text{O}^{17}\text{O}), ^{188}\text{Os} ^{16}\text{O}^{16}\text{O}^{18}\text{O}, ^{16}\text{O}^{17}\text{O}^{17}\text{O}), ^{189}\text{Os}^{16}\text{O}^{16}\text{O}^{17}\text{O}$
240	$^{192}\text{Os}^{16}\text{O}^{16}\text{O}^{16}\text{O}$	$^{186}\text{Os} ^{18}\text{O}^{18}\text{O}^{18}\text{O}, ^{187}\text{Os} ^{17}\text{O}^{18}\text{O}^{18}\text{O}, ^{188}\text{Os} (^{16}\text{O}^{18}\text{O}^{18}\text{O}, ^{17}\text{O}^{17}\text{O}^{18}\text{O}), ^{189}\text{Os} (^{16}\text{O}^{17}\text{O}^{18}\text{O}, ^{17}\text{O}^{17}\text{O}^{17}\text{O}), ^{190}\text{Os} (^{16}\text{O}^{16}\text{O}^{18}\text{O}, ^{16}\text{O}^{17}\text{O}^{17}\text{O})$
241*	$^{192}\text{Os}^{16}\text{O}^{16}\text{O}^{17}\text{O}$	$^{187}\text{Os} ^{18}\text{O}^{18}\text{O}^{18}\text{O}, ^{188}\text{Os} ^{17}\text{O}^{16}\text{O}^{18}\text{O}, ^{189}\text{Os} (^{16}\text{O}^{18}\text{O}^{18}\text{O}, ^{17}\text{O}^{17}\text{O}^{18}\text{O}), ^{190}\text{Os} (^{16}\text{O}^{17}\text{O}^{18}\text{O}, ^{17}\text{O}^{17}\text{O}^{17}\text{O})$
242*	$^{192}\text{Os}^{16}\text{O}^{16}\text{O}^{18}\text{O}$	$^{188}\text{Os} ^{18}\text{O}^{18}\text{O}^{18}\text{O}, ^{189}\text{Os} ^{17}\text{O}^{18}\text{O}^{18}\text{O}, ^{190}\text{Os} (^{16}\text{O}^{18}\text{O}^{18}\text{O}, ^{17}\text{O}^{17}\text{O}^{18}\text{O})$
249	$^{188}\text{Re}^{16}\text{O}^{16}\text{O}^{16}\text{O}$	
250*	$^{185}\text{Re}^{16}\text{O}^{16}\text{O}^{16}\text{O}$	
251	$^{187}\text{Re}^{16}\text{O}^{16}\text{O}^{16}\text{O}$	$^{185}\text{Re} (^{16}\text{O}^{16}\text{O}^{16}\text{O}^{18}\text{O}, ^{16}\text{O}^{16}\text{O}^{17}\text{O}^{17}\text{O})$
252*	$^{187}\text{Re}^{16}\text{O}^{16}\text{O}^{16}\text{O}$	$^{185}\text{Re} (^{16}\text{O}^{16}\text{O}^{17}\text{O}^{18}\text{O}, ^{16}\text{O}^{17}\text{O}^{17}\text{O}^{17}\text{O}), ^{187}\text{Re} ^{17}\text{O}^{16}\text{O}^{16}\text{O}^{17}\text{O}$
253*	$^{187}\text{Re}^{16}\text{O}^{16}\text{O}^{16}\text{O}$	$^{185}\text{Re} (^{16}\text{O}^{16}\text{O}^{18}\text{O}^{18}\text{O}, ^{16}\text{O}^{17}\text{O}^{17}\text{O}^{18}\text{O}, ^{17}\text{O}^{17}\text{O}^{17}\text{O}^{17}\text{O}), ^{187}\text{Re} ^{16}\text{O}^{16}\text{O}^{17}\text{O}^{17}\text{O}$

$$\begin{aligned} \text{M240/M236} = & \left[^{192}\text{Os}^{16}\text{O}^{16}\text{O}^{16}\text{O} + ^{186}\text{Os} ^{18}\text{O}^{18}\text{O}^{18}\text{O} + ^{187}\text{Os} ^{17}\text{O}^{18}\text{O}^{18}\text{O} + ^{188}\text{Os} (^{16}\text{O}^{18}\text{O}^{18}\text{O} + ^{17}\text{O}^{17}\text{O}^{18}\text{O}) \right. \\ & \left. + ^{189}\text{Os} (^{16}\text{O}^{17}\text{O}^{18}\text{O} + ^{17}\text{O}^{17}\text{O}^{17}\text{O}) + ^{190}\text{Os} (^{16}\text{O}^{16}\text{O}^{18}\text{O} + ^{16}\text{O}^{17}\text{O}^{17}\text{O}) \right] \\ & / \left[^{184}\text{Os} (^{16}\text{O}^{18}\text{O}^{18}\text{O} + ^{17}\text{O}^{17}\text{O}^{18}\text{O}) + ^{186}\text{Os} (^{16}\text{O}^{16}\text{O}^{18}\text{O} + ^{16}\text{O}^{17}\text{O}^{17}\text{O}) + ^{187}\text{Os} ^{16}\text{O}^{16}\text{O}^{17}\text{O} \right. \\ & \left. + ^{188}\text{Os} ^{16}\text{O}^{16}\text{O}^{16}\text{O} \right] \end{aligned}$$

按照等概率模型(表3),可得:

$$\text{M240/M236} = \{ ^{192}\text{Os}/^{188}\text{Os} + (^{186}\text{Os}/^{188}\text{Os}) (^{18}\text{O}/^{16}\text{O})^3 + (^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}) \times 3 \times (^{17}\text{O}/^{16}\text{O}) \}$$

$$\begin{aligned}
 & ({}^{18}\text{O}/{}^{16}\text{O})^2 + 3 \times [({}^{18}\text{O}/{}^{16}\text{O})^2 + ({}^{17}\text{O}/{}^{16}\text{O})^2 ({}^{18}\text{O}/{}^{16}\text{O})] + ({}^{189}\text{Os}/{}^{188}\text{Os}) [6 ({}^{17}\text{O}/{}^{16}\text{O}) ({}^{18}\text{O}/{}^{16}\text{O}) + ({}^{17}\text{O}/{}^{16}\text{O})^3] + ({}^{190}\text{Os}/{}^{188}\text{Os}) \times 3 \times [({}^{18}\text{O}/{}^{16}\text{O}) + ({}^{17}\text{O}/{}^{16}\text{O})^2] \\
 & / \{ ({}^{184}\text{Os}/{}^{188}\text{Os}) \times 3 [({}^{18}\text{O}/{}^{16}\text{O}) ({}^{17}\text{O}/{}^{16}\text{O})^2 + ({}^{18}\text{O}/{}^{16}\text{O})^2] + [({}^{186}\text{Os}/{}^{188}\text{Os}) \times 3 \times [({}^{18}\text{O}/{}^{16}\text{O}) + ({}^{17}\text{O}/{}^{16}\text{O})^2] + ({}^{187}\text{Os}/{}^{188}\text{Os}) \times 3 \times ({}^{17}\text{O}/{}^{16}\text{O}) + 1] \} \\
 & = \{ {}^{192}\text{Os}/{}^{188}\text{Os} + 8.49 \times 10^{-9} ({}^{186}\text{Os}/{}^{188}\text{Os}) + 4 \times 10^{-9} ({}^{187}\text{Os}/{}^{188}\text{Os}) + 1.246 \times 10^{-5} + 4.549 \times 10^{-6} ({}^{189}\text{Os}/{}^{188}\text{Os}) + 0.006135 ({}^{190}\text{Os}/{}^{188}\text{Os}) \} / \{ 1.2546 \times 10^{-5} ({}^{184}\text{Os}/{}^{188}\text{Os}) + 0.006135 ({}^{186}\text{Os}/{}^{188}\text{Os}) + 0.0011124 ({}^{187}\text{Os}/{}^{188}\text{Os}) + 1 \} \quad (2)
 \end{aligned}$$

整理(2)式得:

$${}^{192}\text{Os}/{}^{188}\text{Os} = (\text{M240}/\text{M236}) \{ 1.2546 \times 10^{-5} ({}^{184}\text{Os}/{}^{188}\text{Os}) + 0.006135 ({}^{186}\text{Os}/{}^{188}\text{Os}) + 0.0011124 ({}^{187}\text{Os}/{}^{188}\text{Os}) + 1 \} - \{ 8.49 \times 10^{-9} ({}^{186}\text{Os}/{}^{188}\text{Os}) + 4 \times 10^{-9} ({}^{187}\text{Os}/{}^{188}\text{Os}) + 1.246 \times 10^{-5} + 4.549 \times 10^{-6} ({}^{189}\text{Os}/{}^{188}\text{Os}) + 0.006135 ({}^{190}\text{Os}/{}^{188}\text{Os}) \} \quad (3)$$

同理可得:

$${}^{190}\text{Os}/{}^{188}\text{Os} = (\text{M238}/\text{M236}) \{ 1.2546 \times 10^{-5} ({}^{184}\text{Os}/{}^{188}\text{Os}) + 0.006135 ({}^{186}\text{Os}/{}^{188}\text{Os}) + 0.0011124 ({}^{187}\text{Os}/{}^{188}\text{Os}) + 1 \} - \{ 1.2546 \times 10^{-5} ({}^{186}\text{Os}/{}^{188}\text{Os}) + 4.597 \times 10^{-6} ({}^{187}\text{Os}/{}^{188}\text{Os}) + 1.1124 \times 10^{-3} ({}^{189}\text{Os}/{}^{188}\text{Os}) + 0.006135 \} \quad (4)$$

$${}^{189}\text{Os}/{}^{188}\text{Os} = (\text{M237}/\text{M236}) \{ 1.2546 \times 10^{-5} ({}^{184}\text{Os}/{}^{188}\text{Os}) + 0.006135 ({}^{186}\text{Os}/{}^{188}\text{Os}) + 0.0011124 ({}^{187}\text{Os}/{}^{188}\text{Os}) + 1 \} - \{ 4.549 \times 10^{-6} ({}^{186}\text{Os}/{}^{188}\text{Os}) + 6.135 \times 10^{-3} ({}^{187}\text{Os}/{}^{188}\text{Os}) + 1.1124 \times 10^{-3} \} \quad (5)$$

$${}^{187}\text{Os}/{}^{188}\text{Os} = (\text{M235}/\text{M236}) \{ 1.2546 \times 10^{-5} ({}^{184}\text{Os}/{}^{188}\text{Os}) + 0.006135 ({}^{186}\text{Os}/{}^{188}\text{Os}) + 0.0011124 ({}^{187}\text{Os}/{}^{188}\text{Os}) + 1 \} - \{ 4.549 \times 10^{-6} ({}^{184}\text{Os}/{}^{188}\text{Os}) + 1.1124 \times 10^{-3} ({}^{186}\text{Os}/{}^{188}\text{Os}) \} \quad (6)$$

表 3 根据等概率模型计算的 ReO_3^- 和 OsO_3^- 各种同位素分子的出现概率

分子式	与主质量的差值	排列位置	同位素组成	排列位置	同位素组成	排列位置	同位素组成	丰度(A)
OsO_3^-	0	1	16 16 16					0.992787
	1	3	16 16 17					0.001104
	2	3	16 17 17	3	16 16 18			0.006091
	3	6	16 17 18	1	17 17 17			4.517E-6
	4	3	16 18 18	3	17 17 18			1.246E-5
	5	3	17 18 18					4.619E-9
	6	1	18 18 18					8.491E-9

ReO ₃ ⁻	0	1	16 16 16 16					0.990395
	1	4	16 16 16 17					0.001469
	2	6	16 16 17 17	4	16 16 16 18			0.008102
	3	12	16 16 17 18	4	16 17 17 17			9.012E-6
	4	12	16 17 17 18	6	16 16 18 18	1	17 17 17 17	2.485E-5
	5	12	16 17 18 18	4	17 17 17 18			1.843E-8
	6	6	17 17 18 18	4	16 18 18 18			2.388E-8
	7	4	17 18 18 18					1.25E-11
	8	1	18 18 18 18					1.73E-11

$$^{186}\text{Os}/^{188}\text{Os} = (\text{M234}/\text{M236}) \{ 1.2546 \times 10^{-5} (^{184}\text{Os}/^{188}\text{Os}) + 0.006135 (^{186}\text{Os}/^{188}\text{Os}) + 0.0011124 (^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}) + 1 \} - \{ 0.006135 (^{184}\text{Os}/^{188}\text{Os}) \} \tag{7}$$

$$^{184}\text{Os}/^{188}\text{Os} = (\text{M232}/\text{M236}) \{ 1.2546 \times 10^{-5} (^{184}\text{Os}/^{188}\text{Os}) + 0.006135 (^{186}\text{Os}/^{188}\text{Os}) + 0.0011124 (^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}) + 1 \} \tag{8}$$

将实测的(M240/M236)等数值代人,解式(3)~(8)组成的方程组即可获得钨同位素比值。本实验室利用上述方法进行氧同位素校正得到的光谱纯 Re、Os 标样的同位素组成测定结果令人满意^[2]。

4 讨论与结论

4.1 本文理论计算时采用的是目前国际上铼钨同位素测定中通用的 Nier 值:¹⁷O/¹⁶O=0.0003708,¹⁸O/¹⁶O=0.002045,而不是实际质谱测定过程中通入的氧气的氧同位素组成值,主要出于以下两方面的考虑:(1)本文实验中使用的氧气是通过压缩空气法获得的,其同位素组成应接近 Nier 值,因此不会对结果产生很大的影响;(2)若实测氧同位素组成,则又要涉及到同位素校正的问题,会使问题变得复杂。

4.2 本文给出的实测值与考虑氧原子排列概率的理论值之间存在微小的差异,这种差异可能部分来源于实际氧同位素组成与 Nier 值之间的差异,部分来源于同位素效应。

4.3 许多元素的同位素组成是通过测定其氧化物然后进行氧同位素校正而获得的,氧同位素校正方法对于上述元素的同位素组成测定有影响,其影响程度随氧原子个数的增加而增大。用 NTIMS 法测定铼钨同位素组成时,由于 ReO₃⁻ 和 OsO₃⁻ 分别是三氧化物和四氧化物,因此氧同位素校正方法不统一对实验结果有较大的影响,不利于不同实验受到境实验结果的比较^[2,4],它被认为是引起不同实验之间非放射成因 Os 同位素组成测定结果差异^[1,2,4~9]的重要原因之一。本文根据实验结果给出了较为详细的氧同位素校正方法,对解决上述问题具有一定意义。

致谢 在本文实验和撰写过程中,中国科学技术大学地球和空间科学系支霞臣教授提出了许多建议,谨此致谢。

参 考 文 献

- 1 Yin Q Z. N-TIMS technique for the Re-Os and Ru isotopic systems and its application to selected geochemical and cosmochemical problems. Max-Planck-Institut für Chemie(PhD. Thesis), 1995
- 2 孙卫东, 彭子成, 张巽等. 负热电离质谱技术在钨同位素测定中的应用. 质谱学报, 1997, 18(2), 7
- 3 Tuttas D. The measurement of osmium isotope ratios using negative thermal ionization. Finnigan MAT 262 Application News, 1992
- 4 Nier A O. The isotopic constitution of osmium. Phys Rev, 1937, 52, 885
- 5 Walker R J, Morgan J W, Horan M F Czamanske *et al.* Re-Os isotopic evidence for an enriched-mantle source for the Noril'sk-type, ore-bearing intrusions, Siberia Geochim Cosmochim Acta, 1994, (58), 4179~4197
- 6 Reisberg L *et al.* Os isotope systematics in ocean island basalts, Earth Planet Sci Lett, 1993, 120, 149~167
- 7 Creaser R A, Papanastassiou D A, Wasserburg G J. Negative thermal ion mass spectrometry of osmium, rhenium, and iridium. Geochim Cosmochim Acta, 1991, 55, 39~401
- 8 Volkening J, Walczyk T, Eumann K G. Osmium isotope ratio determinations by negative thermal ionization mass spectrometry. Intl J Mass Spectrom Ion Proc, 1991, 105, 147~159
- 9 Hauri E H, Hart S R. Re-Os isotope systematics of HIMU and EM II oceanic island basalts from the South Pacific Ocean. Earth Planet Sci Lett, 1993, 114, 353~371

Oxygen Corrections in Negative Thermal Ionization Mass Spectrometry Determination of Rhenium and Osmium

Sun Weidong*, Peng Zicheng, Wang Zhaorong

(Department of Earth and Space Sciences, University of
Science and Technology of China, Hefei 230026, China;
Advanced Research Center for Earth Science and Astronomy,
Third World Academy of Science, Hefei 230026, China)

Qingzhu Yin

(Department of Earth and Planet Science, Harvard University, U. S. A)

Received 1997-11-06

Abstract

This paper discusses the method on oxygen corrections in Negative Thermal Ionization Mass Spectrometry (NTIMS) determination of rhenium and osmium. Results of the experiment shows that equi-probability model should be used in oxygen corrections.

Key Words: Re-Os isotope, NITMS, oxygen correction, equi-probability model

* To whom the correspondence should be addressed.