

精确测定火山岩中Nd、Sr的质谱分析法

毛存孝 朱炳泉

(中国科学院地球化学研究所)

〔摘要〕 为研究近代火山岩的来源与演化,本文详细介绍了所采用的分离技术和质谱分析方法。Nd、Sr的同位素分馏分别校正到 $^{148}\text{NdO}/^{144}\text{NdO}=0.24\ 24\ 36$, $^{86}\text{Sr}/^{88}\text{Sr}=0.1194$ 。在火山岩Nd—Sr体系研究中,取得了可靠数据,并由此获得了有意义的地质结论。

火山岩物质,直接来自上地幔源区或上地幔派生岩浆与地壳物质的混合。它们的同位素体系研究,将是揭示地壳与上地幔演化历程的重要方法。由于Rb—Sr与Sm—Nd两个衰变体系有其各自的特点与反相关关系,而Sm—Nd都是稀土元素,在演化中却具有相近的化学行为。因此,研究火山岩的Nd—Sr同位素体系具有特别重要的意义。但火山岩中Nd、Sr同位素组成变异甚微,因而分析时要求较高的技术水平。本文介绍的方法是作者在美国加州大学圣迭哥分校的化学系和斯克瑞普斯海洋研究所的洁净矿物实验室与月球样品实验室工作时所采用的。该方法^{〔1〕}用于云南腾冲火山岩样品的Nd—Sr同位素体系研究,取得了较好的结果。^{〔2〕}

一 试剂与纯化

使用的试剂品种不多,但纯度要求甚高。一般采用美国国家标准局(NBS)提供的高纯试剂,如自制时,要注意纯化达到要求。

高纯水的制备 将一次离子交换得到的去离子水通过四个串连交换柱后,引入两级石英蒸馏器进行蒸馏供分析用。

高纯盐酸的制备 将电解得到的高纯HCl气体通过0.2微米的TFE滤器,再依次通过浓硫酸溶液与盐酸溶液,最后为高纯水吸收而得。

α -羟基异丁酸(α -HIBA)的纯化 市售试剂必须再次纯化,方法是称取一定量的 α -HIBA粉末溶于高纯水中,然后通过5微米TFE园滤纸抽吸过滤,最后通过4NHCl净化过的AG 50W-X8(100—200筛孔)树脂纯化。所获溶液稀释到0.2M,以NH₄OH调节PH至 4.495 ± 0.005 即可。

稀释剂的配制 Rb、Sr稀释剂是把NBS提供的浓溶液蒸干,精确称量到恒重,再用1N的高纯HCl配制并准确计算浓度。Sm、Nd是一个混合稀释剂^{〔3〕},采用高度富集的同位素盐(^{149}Sm 、 ^{146}Nd),溶于高纯HCl配制而成。

标准溶液的配制 Sr(NBS987)、Rb(NBS984)、Nd₂O₃(99.999%)、Sm₂O₃(99.999%)均用1N HCl配制(用重量法)。所用试剂和交换柱空白浓度的平均值(10^{-12} 克)列于表1。

1983年3月23日收

表1 试剂和交换柱流程的空白浓度 (10^{-12} 克)

试 剂 (克)	Sm	Nd	Sr
HF	0.3	1.5	3
HNO ₃	—	0.04	—
HClO ₄	0.4	5	3
HCl	0.01—0.04	0.04—0.2	2.6—4.6
H ₂ O	0.009	0.005	—
α -HIBA	0.03—0.1	0.1—0.5	—
流程总量 (毫升)			
柱子 (0.6×24厘米)	7—20	20—30	200—500
微型柱子 (0.2×20厘米)	0.5—3.1	0.7—3.0	—

二 样 品 制 备

样品前处理

将待测样品切去表层,取其中间新部分在金相砂纸上加高纯水研磨,除去样品表面沾污的杂质,然后用高纯水洗净再放入超声水浴中清洗,用两次蒸馏过的丙酮冲洗,待干后密封于塑料袋中。如作精确的定量分析与同位素组成测定,还须将上述处理的样品用塑料纸包裹,锤破成小粒,装入小型管式球磨筒并置于小型振荡器中震荡半小时,使成粉末后置于烘箱内(120℃)烘烤十几小时。此样与纤维素按比例混合压片后,可供X-荧光分析。如在真空条件下高温熔融成玻璃体,亦可供电子探针分析。

样品分解

称取30毫克干燥后的粉末样品(用十万分之一的天平),置于聚氯乙烯坩埚中,加1毫升HNO₃和2毫升HF,然后将坩埚放入聚四氟乙烯蒸发器中并加盖,置电热板上(约80—100℃),其顶部用250瓦红外灯烘烤(供电电压为70伏),此时,从蒸发器侧壁小孔引入过滤空气,并由对面小孔逸出,使蒸发器内形成一定向气流,带走酸蒸气。待样品蒸到近干时(一般需2—3小时),加入0.5毫升HNO₃分解样品,这时电热板温度降到约50℃,红外灯的供电电压由220伏调到80伏,蒸发器盖改用石英玻璃盖,以便于观察样品分解情况。约半小时样品干涸,再加0.5毫升HNO₃蒸到近干,最后用2毫升2NHCl使其分解转化为氯化物,当溶液清润呈黄色后,放至室温便可加稀释剂。

加入稀释剂

稀释剂的加入采用重量法。加入量的多少,按稀释法原理计算确定。考虑到在称量过程中,由于溶液蒸发浓度有所改变,因而必须进行蒸发失重的校正。加完三种稀释剂的样品,通常放置过夜,使均匀混合达到平衡,然后蒸干,待作树脂分离之用。三种稀释剂的浓度及同位素组成分别列于表2和表3(G.W.Lugmair提供)。

值得注意的是,稀释剂在保存中会产生微小的浓度变化,每月应至少标定一次。

表2 稀 释 剂 的 浓 度

同位素	⁸⁷ Rb	⁸⁴ Sr	¹¹⁹ Sm	¹¹⁶ Nb
浓度 mol/g	1.0487×10^{-9}	3.7966×10^{-10}	3.209×10^{-10}	1.194×10^{-9}

表3 稀释剂的同位素组成 (原子%)

Nd	142 0.436	143 0.262	144 0.702	145 0.699	146 97.48	148 0.314	150 0.112
Sm	144 0.026	147 0.373	148 0.773	149 99.70	150 0.561	152 0.392	154 0.174
Sr	84 99.54	86 0.0921	87 0.0334	88 0.331			
Rb	85 2.033	87 97.97					

三 Rb、Sr、Sm、Nd分离

Rb、Sr与REE分离

用AG50—X8树脂(100—200筛孔)装填石英分离柱(0.6×24厘米),用1000—1500毫升4NHCl洗柱后,以2NHCl10—20毫升平衡柱。样品用1毫升2NHCl溶解后,再加1毫升高纯水,使均匀混合,加入柱中,待样液面降到接近树脂平面时,即可接通储液瓶中的2NHC进入柱中,同时用过滤空气加压,控制流量为5—6秒钟一滴。根据平衡柱时确定的单位体积的滴数(滴/毫升),对照流洗曲线分别接收Rb、Sr和REE部分的流洗液。一般将最初的21毫升流洗液弃去,接收4毫升的Rb流洗液,再弃去18毫升流洗液,接收11毫升Sr流洗液,再弃去6毫升流洗液后,改用4NHCl流洗,弃去4毫升之后,接收20毫升REE,以上过程约需3小时。把收集的Sr、Rb部分依次蒸干,待作浓度与同位素测定。REE部份用蒸发器在另一通风柜中蒸干,待作Sm、Nd的分离。

Sm、Nd的分离

将AG50—X8树脂(200—400筛孔)装在直径1.5厘米长30厘米的聚氯乙烯柱内,用4升4NHCl洗后再用1升高纯水洗,然后用稀释的高纯NH₄OH转换成NH₄⁺形式,弃去顶部的2厘米树脂,以防Ba的残存污染;底部的2厘米树脂也弃去,以防REE的污染。

用于REE分离的微型石英柱(0.2×20厘米)系由石英毛细管与聚四氟乙烯漏嘴组成。毛细管顶部呈漏斗状,可储少量溶液,毛细管与漏嘴之间垫5微米的醋酸纤维素纸。

如树脂存放在50毫升聚丙二醇脂瓶中,补加高纯水使成稀泥浆状。将其装填于微型柱中,装填时不得有任何气泡带入。取15毫升 α -HIBA装于聚氯乙烯瓶中,作为流洗液。调节压力使液体通过聚四氟乙烯毛细管导入柱中,控制流速大约为20秒/滴(34滴/毫升)。约用2毫升 α -HIBA(PH=4.495)平衡柱后(在平衡柱时记下实际的滴数/毫升,确定流洗区间),用毛细管吸出多余树脂,使树脂高度正好为20厘米,然后用微型吸量管分两次(每次15微升)把高纯水加入树脂管中。用0.75NHCl20微升溶解样品并用微型吸量管分两次(每次10微升)加入柱中,待液面接近树脂平面时,可再用0.75N HCl10微升洗烧杯后加入柱中,液面降到树脂平面时,再加入30微升高纯水。片刻后液面接近树脂平面,将已加压的 α -HIBA导管插入柱顶,开始流洗。根据流洗区间依次接收Sm、Nd。将最初2.21毫升流洗液弃去,接收1.54毫升的Sm,再弃去1.15毫升后,接收Nd3.89毫升。分别依次将Nd、Sm

蒸干, 这时只用红外灯烘烤蒸发器的顶部(电热板不加热), 并引入高效过滤的空气, 使蒸发器内形成一定向气流, 带走酸蒸气。蒸干后的样品, 加1—2滴4N HNO₃处理再蒸干后, 保存在专用柜中, 待作质谱分析。注意此柱中的树脂只用一次, 柱经处理后可重复使用。

四 质谱测定与数据处理

Sm、Nd、Rb、Sr的定量与同位素组成的测定, 均使用ISOMASS54E质谱计完成。

样品带前处理: Sm、Nd、Rb、Sr样品分析时, 采用单平板缺带(0.03×0.76×12毫米)。装入带处理装置中, 使带充分去气并除去所含杂质。有时分析Sr样品采用舟形铝带。

装样 Sm、Nd、Rb、Sr样品, 分别用5微升的2NHCl溶解, 带在0.9安电流下加热, 用毛细管虹吸样品, 滴在带上, 一滴蒸干后再加第二滴, 直到满足需要量为止(一般约为10⁻⁹克量级)。为了提高Sr的电离效率, 有时也加1—2微升10%的高纯H₃PO₄。Sr样品采用Ta带分析时, 加样品之前, 先在空气中加热1—2秒钟(电流4安), 然后在0.9安下加Ta₂O₅一滴(或硅胶加H₃PO₄), 蒸干后, 滴加样液, 最后在2.3安下保持2分钟。

质谱分析 当真空度优于1×10⁻⁸时即可分析。取数据时, 带的加热电流范围是: NdO⁺为2.30—2.70安(~1205—1306℃); Sm⁺为2.60—2.92安(~1361—1412℃); Rb⁺为1.34—1.41安(600℃—700℃); Sr为2.50—2.81安(~1310℃~1453℃)。离子流强度控制在输出指示为1伏以下, 使10⁻⁹克样品可维持较长的取谱时间。

注意带的升温过程要严格控制, 缓慢均匀。开始时按每次增加0.1安的速度升温, 当达到2安时, 则每次增加0.05安。

在低温下除去杂质后, 开始纪录数据。为了获得高精密度的Nd、Sr数据, 通常要取400—600组数据(每一组数据是正、反扫描数据的平均值)。Sm、Rb的测定, 数十组即可, 峰跳扫描, 其积分时间为1秒。

数据处理 每组Nd、Sr的同位素比值分别用¹⁴⁸Nd/¹⁴⁴Nd¹⁶O/¹⁴⁴Nd¹⁶O=0.242436; ⁸⁶Sr/⁸⁸Sr=0.1194作初步分馏校正^[6-7]。

Nd是测定的NdO⁺, 需进行氧同位素校正。采用的氧同位素丰度值为: ¹⁶O=0.99759; ¹⁷O=0.000374; ¹⁸O=0.002039^[8]。其校正公式如下:

$$j\text{Nd}^{16}\text{O} = j\text{NdO} - j^{-1}\text{Nd}^{16}\text{O} \cdot \frac{^{17}\text{O}}{^{16}\text{O}} - j^{-2}\text{Nd}^{16}\text{O} \cdot \frac{^{18}\text{O}}{^{16}\text{O}} \quad (1)$$

由于稀释剂的加入, ¹⁴⁸Nd/¹⁴⁴Nd比值已发生改变, 不能直接用0.242436进行校正, 可采用下述双校正公式:

$$f^2 \cdot R_m \cdot N_m (R_p - R_s) - f \cdot R_m (Q_p - Q_s) + (Q_p \cdot R_s - Q_s \cdot R_p) = 0 \quad (2)$$

式中R、N、Q分别代表¹⁴⁶Nd/¹⁴⁴Nd、¹⁴⁸Nd/¹⁴⁶Nd、和¹⁴⁸Nd/¹⁴⁴Nd, 下标p、s、m分别代表标准、稀释剂和混合物的测量值。f为两个质量的校正因子, 由于f近于1, 求解得:

$$f = (C + B \cdot R_m \cdot N_m) / (A \cdot R_m + 2R_m \cdot N_m \cdot B) \quad (3)$$

式中A = Q_p - Q_s; B = R_s - R_p; C = Q_p · R_s - Q_s · R_p

若R、N、Q分别代表⁸⁶Sr/⁸⁴Sr、⁸⁸Sr/⁸⁶Sr和⁸⁸Sr/⁸⁴Sr, 则可用于Sr同位素校正。

经过校正的同位素比值, 应用一般的稀释法计算公式, 不难求出Nd、Sr的浓度及其真实同位素比值。

表4 Sm、Nd、Rb、Sr浓度与同位素比值

样品号	Sm(ppm)	Nd(ppm)	Rb(ppm)	Sr(ppm)	$^{117}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$
TV-4	9.55	60.0	94.96	576.0	0.0963
TV-10	8.69	53.6	99.25	553.6	0.0980
TV-15	6.11	33.2	43.56	447.6	0.111
TV-23	8.31	53.6	69.03	866.9	0.0936
TV-25	5.24	26.6	42.35	461.7	0.119
TV-28	9.60	60.8	198.0	265.3	0.0955
TV-32	7.29	46.4	158.1	315.3	0.0951
TV-33	8.11	47.7	130.2	376.1	0.1028
TV-35	5.29	29.95	38.02	583.0	0.1067
TV-38	7.04	44.5	26.01	890.1	0.0956
TV-40	4.66	23.7	26.59	428.1	0.1188
TV-102	4.13	18.4	16.4	392.9	0.136
80 T-99	5.41	28.6	132.0	311.36	0.1144

样品号	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	ϵNd
TV-4	0.4769	0.512225 ± 22	0.708807 ± 34	-6.7 ± 0.4
TV-10	0.4619	0.512227 ± 18	0.708514 ± 30	-6.6 ± 0.4
TV-15	0.2815	0.512346 ± 12	0.706721 ± 26	-4.3 ± 0.2
TV-23	0.2303	0.512375 ± 16	0.705957 ± 28	-3.7 ± 0.3
TV-25	0.2653	0.512441 ± 28	0.706454 ± 24	-2.4 ± 0.6
TV-28	2.159	0.511936 ± 28	0.711243 ± 32	-12.3 ± 0.6
TV-32	1.449	0.512032 ± 30	0.709253 ± 22	-10.4 ± 0.6
TV-33	1.001	0.512230 ± 20	0.708140 ± 20	-6.6 ± 0.4
TV-35	0.1886	0.512463 ± 20	0.707146 ± 32	-2.0 ± 0.4
TV-38	0.08453	0.512456 ± 22	0.708030 ± 28	-2.1 ± 0.4
TV-40	0.1797	0.512497 ± 30	0.706911 ± 22	-1.3 ± 0.4
TV-102	0.121	0.512604 ± 16	0.705950 ± 26	-0.7 ± 0.3
80 T-99	1.227	0.512062 ± 40	0.713952 ± 28	-9.8 ± 0.8

五 结 果 及 讨 论

十三个云南腾冲火山岩样品的 Sm、Nd、Rb、Sr 浓度及同位素比值测定结果列入表 4。

这个分析流程,虽然对实验环境条件要求甚高,但所用试剂,器皿品种并不很多,操作简便,是一个行之有效的超微量分析方法。通过两根树脂管,可将一个样品中的 Rb、Sr、Sm、Nd 完全分离。由于计算问题得到解决,每个元素的定量与同位素比值测定只需一次质谱分析即可完成。为了确保 $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ 与 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比值的测定精密度,要尽量少加稀释剂。为了使 $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ 比值的修正量小于 0.03%, ^{146}Nd 稀释剂的加入量仅占样品中 Nd 总量的百分之几;要控制 ^{84}Sr 稀释剂加入后的 $^{84}\text{Sr}/^{88}\text{Sr}$ 比值在 0.013 左右,因此, ^{84}Sr 稀释剂的加入量应小于样品中 Sr 总量的百分之一。

待测样品量低达 10^{-9} 克量级,对操作环境条件要求非常苛刻,获取数据之前,干扰谱峰的检查是必不可少的。样品制备不纯,将给质谱分析带来许多问题,甚至不能获得有用的数据。

获得的质谱峰是不同物质而具有相同质荷比离子的叠加谱峰。如 $^{87}\text{Rb}^+ - ^{87}\text{Sr}^+$ 、 $^{152}\text{Sm}^{16}\text{O}^+ - ^{150}\text{Nd}^{18}\text{O}^+$ 、 $^{150}\text{Nd}^{16}\text{O}^+ - ^{150}\text{Sm}^{16}\text{O}^+$ 、 $^{144}\text{Nd}^{16}\text{O}^+ - ^{144}\text{Sm}^{16}\text{O}^+$ 、 $^{143}\text{Nd}^{16}\text{O}^+ - ^{148}\text{Sm}^{16}\text{O}^+$ 、 $^{142}\text{Ce}^{16}\text{O}^+ - ^{142}\text{Nd}^{16}\text{O}^+$ 、 $^{141}\text{Pr}^{17}\text{O}^+ - ^{142}\text{Nd}^{16}\text{O}^+$ 、 $^{141}\text{Pr}^{18}\text{O}^+ - ^{143}\text{Nd}^{16}\text{O}^+$ 、 $^{144}\text{Sm}^+ - ^{144}\text{Nd}^+$ 、 $^{148}\text{Sm}^+ - ^{148}\text{Nd}^+$ 、 $^{134}\text{Ba}^{16}\text{O}^+ - ^{150}\text{Nd}^+$ 、 $^{150}\text{Sm}^+$ 等等,它们互为干扰物。此外,质荷比相近的质谱峰干扰也应高度重视。因此样品制备时,还必须考虑质谱分析的特点^[9]。

在Sm、Nd分析中,特别是Nd的分析,要从质荷比为138开始扫描,直到质荷比为175为止,反复检查干扰谱峰的存在。

通常质荷比为168($^{152}\text{Sm}^{16}\text{O}^+$)的丰度(26.63%)与质荷比为170($^{154}\text{Sm}^{16}\text{O}^+$)的丰度(22.53%)最大,但因 $^{152}\text{Sm}^{16}\text{O}^+$ 与 $^{150}\text{Nd}^{18}\text{O}^+$ 叠加,一般常用170($^{154}\text{Sm}^{16}\text{O}^+$)作为影响NdO⁺测定的标志。必要时,可用它校正 $^{144}\text{Nd}^{16}\text{O}^+$ 、 $^{148}\text{Nd}^{16}\text{O}^+$ 和 $^{150}\text{Nd}^{16}\text{O}^+$ 。Pr虽只有一个同位素 ^{141}Pr ,但三个氧化物,即 $^{141}\text{Pr}^{16}\text{O}$ 、 $^{141}\text{Pr}^{17}\text{O}$ 和 $^{141}\text{Pr}^{18}\text{O}$,后两者将干扰 $^{142}\text{Nd}^{16}\text{O}^+$ 、 $^{143}\text{Nd}^{16}\text{O}^+$ 的准确测定。这可检查 $^{141}\text{Pr}^{16}\text{O}^+$ 谱峰,必要时可根据它的大小与氧同位素组成来校正所获得的 $^{142}\text{Nd}^{16}\text{O}^+$ 、 $^{143}\text{Nd}^{16}\text{O}^+$ 数据。当然,还必须注意 $^{138}\text{Ba}^{19}\text{F}^+$ 与 $^{141}\text{Pr}^{16}\text{O}^+$ 、 $^{142}\text{Ce}^{16}\text{O}^+$ 与 $^{141}\text{Pr}^{17}\text{O}^+$ 、 $^{138}\text{Ba}^{16}\text{O}^+$ 与 $^{138}\text{Ce}^{16}\text{O}^+$ 以及 $^{437}\text{Ba}^{19}\text{F}^+$ 与 $^{140}\text{Ce}^{16}\text{O}^+$ 谱峰的存在及干扰。如果这种情况出现,必将使NdO⁺的校正更加复杂。总之,干扰物较多的样品,难以进行准确校正时,必须重新制样,或相应地改进分析制样流程。

在质谱分析中,如出现Nd⁺/NdO⁺比值大于 5×10^{-5} ,这主要是离子源被金属钕所污染,必须彻底清洗离子源。因为在NdO⁺的发射温度下,Nd⁺通常不易发现。 $\text{Sm}^+/\text{SmO}^+ \approx 1$,为了省去氧同位素校正,通常总是测定Sm⁺,而NdO⁺离子流比Nd⁺离子流高4—5个数量级,因而,通常总是测定NdO⁺。也有为了省去氧同位素校正而采用三灯丝技术分析Nd⁺^[10-12]。

关于氧同位素校正问题,G.W.Lugmair采用Nier的氧同位素数据,而G.J.Wasserburg实验室最近采用NdO⁺中 $^{150}\text{Nd}^{18}\text{O}/^{150}\text{Nd}^{16}\text{O}$ 和 $^{150}\text{Nd}^{17}\text{O}/^{150}\text{Nd}^{16}\text{O}$ 的直接测量值,得到的结果是 $^{18}\text{O}/^{16}\text{O} = 0.00211$ (Nier值为0.0020439)和 $^{17}\text{O}/^{16}\text{O} = 0.000387$ (Nier值为0.0003749)。用此值与使用Nier值作校正相比较,将使 $^{142}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ 、 $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ 、 $^{145}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ 、 $^{146}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ 、 $^{148}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ 、 $^{150}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ 分别改变+0.50、+0.64、-0.20、+0.50、-0.37和+2.43个单位^[13]。

至于分馏校正问题,G.J.Wasserburg实验室应用 $^{150}\text{Nd}/^{142}\text{Nd} = 0.2096$ 或 $^{146}\text{Nd}/^{142}\text{Nd} = 0.636151$ 为基准^[14]。用此值作校正的数据, $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ 和 $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ 必须分别乘上1.001537和1.0015才能与G.W.Lugmair实验室的数据相比较。

对G.W.Lugmair教授和J.D.Macdougall教授提供的良好条件以及在整个工作期间所给予的帮助,在此致以诚挚的谢意。

参 考 资 料

1. G. W. Lugmair, N. B. Scheinin and K. Marti, Sm-Nd Age and

- History of Apollo 17 Basalt 75075: Evidence for Early Differentiation of the Lunar Exterior, *Proc. Lunar Sci. Conf. 6th*, pp. 1419—1429 (1975)
2. 朱炳泉, 毛存孝, 印度与欧亚板块东部碰撞边界腾冲火山岩的 Nd—Sr 同位素与微量元素研究. *地球化学 第一期* 第 1 页 (1983)
 3. G. W. Lugmair, N. B. Scheinin and K. Marti, Search for Extinct ^{146}Sm , 1. The Isotopic Abundance of ^{142}Nd in The Juvinas Meteorite, *Earth and Planetary Science Letters*, 27, pp. 79—84 (1975)
 4. G. W. Lugmair and R. W. Carlson, The Sm—Nd History of KREEP, *Proc. Lunar Planet. Sci. Conf. 9th*, pp. 689—704 (1973)
 5. G. W. Lugmair, N. B. Scheinin and K. Marti, Incomplete Mixing of Products from R-, P- and S-process Nucleosynthesis: Sm—Nd Systematics in Allende Inclusion EK1-04-1 (abstract). In *Lunar and Planetary Science IX*, pp. 672—674, Lunar and Planetary Institute, Houston. (1978)
 6. H. G. Stosch, R. W. Carlson and G. W. Lugmair, Episodic Mantle Differentiation: Nd and Sr Isotopic Evidence, *Earth and Planetary Science Letters*, 47, pp. 263—271 (1980)
 7. R. W. Carlson and G. W. Lugmair, Time and Duration of Lunar Highlands Crust Formation, *Earth and Planetary Science Letters*, 52, pp. 227—238 (1981)
 8. A. O. Nier, A Redetermination of The Relative Abundances of The Isotopes of Carbon, Nitrogen, Oxygen, Argon and Potassium, *Phys. Rev.*, 77, pp. 789—793 (1950)
 9. 毛存孝, 关于提供质谱同位素分析的样品制备问题. *分析化学 第三期*, 235—241 页 (1976)
 10. N. Nakamura, M. Tatsumoto et al., 4.4 B. Y. Old Clast in Boulder 7, Apollo 17: A Comprehensive Chronological Study by U—Pb, Rb—Sr and Sm—Nd Methods, *Proc. Lunar Sci. Conf. 7th*, pp. 2309—2333 (1976)
 11. R. K. O'Nions, P. J. Hamilton et al., Variations in $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ and $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ Ratios in Oceanic Basalts, *Earth Planetary Science Letter*, 34, pp. 13—22 (1977)
 12. P. Richard and C. J. Allegre, Neodymium and Strontium Isotope Study of Ophiolite and Orogenic Therzolite Petrogenesis, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 47, pp. 65—74 (1980)
 13. G. J. Wasserburg, S. B. Jacobsen et al., Precise Determination of Sm/Nd Ratios, Sm and Nd Isotopic Abundances in Standard Solutions, As Mailed to *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 14, July (1981)
 14. Stein B. Jacobsen and G. J. Wasserburg, Sm—Nd Isotopic Evolution of Chondrites, *Earth and Planet. Sci. Lett.*, 50, pp. 139—155 (1980)

A Mass Spectral Method for Accurate Measurment of Nd and Sr from Volcanic Rocks

Mao Cunxiao Zhu Bingquan

(Institute of Geochemistry, Academia Sinica)

Abstract

In order to study the origin and the evolution of recent volcanic rocks, a separate technique and a mass spectral method are described in detail. In our work Nd and Sr are corrected for isotopic fractionation to $^{148}\text{NdO}/^{144}\text{NdO} = 0.242436$, $^{86}\text{Sr}/^{88}\text{Sr} = 0.1194$, respectively. The reliable data have been obtained, thus leading to geologically significant conclusions in the study of Nd-Sr system from volcanic rocks.

荷兰学者A.J.H.Boerboom来我国访问和讲学

根据中国科学院和荷兰教育部签署的关于两国互换学者进行科学交流的协议备忘录,荷兰FOM原子分子物理研究所A.J.H.Boerboom博士和夫人于1983年10月8日至23日对我国进行了访问和讲学。Boerboom博士是著名的离子光学专家、《国际质谱和离子物理杂志》编委,在京期间,科学院仪器厂为其组织了四次学术报告会和两次学术讨论会。报告会就质谱领域当前和未来的一些重要方面分为四个专题:(1)高分子领域中的质谱仪器(2)离子光学系统二级象差理论及其修正(3)新型多离子检测系统(4)刘维定理在质谱仪器中的应用。坐谈讨论时,他对改进我国质谱仪器的生产也提出了一些见解。

(贺能)

《质谱学杂志》编委会

主 编: 施士元

付主编: 肖桂里

委 员 (按姓氏笔划为序):

王世俊

关德傲

向鹏举

邱统一

肖桂里

杜鸿图

周 华

周自衡

金万逸

季 欧

施士元

西门纪业

胡炳森

秦立明

黄知恒

梁曦云

游俊富