

ICP-MS法测定高岭土中微量成分及杂质元素的研究

黄冬根, 周文斌, 刘雷, 全水清, 何宗键, 万金保

南昌大学环境科学与工程学院, 南昌大学教育部鄱阳湖湖泊生态与生物资源利用实验室, 江西 南昌 330031

摘要 采用电感耦合等离子质谱技术, 研究了高岭土中微量组分 Fe_2O_3 , TiO_2 , K_2O , Na_2O , CaO , MgO 及 Pb , Cr , Mn , As , Cd , Cu 等杂质元素含量的质谱分析方法。样品经 HNO_3 - HF 低温溶解至清亮后, Si 以四氟化硅的形式从溶液中挥发, 消除了 Si 基体的干扰, 继续加热至干, $(1+3)\text{HNO}_3$ 浸取。在线加入内标元素 ^{45}Sc , ^{115}In , ^{204}Tl , 采用内标法进行校正, 有效克服了基体效应、接口效应及仪器波动所产生的影响, 通过优化仪器工作参数, 选择适当的待测元素的同位素, 有效地克服了因质谱干扰所带来的影响。讨论了分析样品的制备过程中温度对砷元素测定的影响。该方法的加标回收率是 95.0% ~ 101.0%, 相对标准偏差 (RSD) 是 1.1% ~ 2.01%。对高岭土标准物质 (编号 GBW03122) 进行了测定, 测定结果与标准值相吻合。该方法具有快速、简便、准确等特点, 可用于高岭土及陶瓷产品中微量成分及杂质元素的含量分析。

关键词 ICP-MS; 高岭土; 陶瓷; 微量组分; 杂质元素; 分析

中图分类号: O657.6 **文献标识码**: A **DOI**: 10.3964/j.issn.1000-0593(2009)02-0504-05

引言

高岭土是一类铝硅酸盐, 广泛应于陶瓷、造纸、颜料、橡胶、水泥、塑料、催化剂^[1]、净水剂^[2]及其他含铝产品制造[3, 4]。高岭土的微量组分如 Fe , $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 对产品的主体性能有较大影响, 尤其是重金属杂质元素对产品的卫生指标会产生严重影响。高岭土中微量组份及杂质元素含量的准确测定, 对高岭土的使用起着重大作用^[5]。

包生祥等^[6]用 X 射线荧光法分析了高岭土中主量、微量及杂质含量, 但检出限高, 并需根据主含量进行标准样品配制; 干福熹等^[7]用质子激发 X 射线荧光分析法对中国古玻璃表面化学成分进行了分析, 凌雪^[8]、杨益民等^[9]也采用质子激发 X 射线技术 (EDXRF) 分析古陶瓷表面成分; 吕水源等^[10]采用 ICP-AES 法同时测定陶瓷制品中 Pb , Cd , Cr , Co 的溶出量, 谢华林^[11]采用固相分离基体, 用 ICP-MS 质谱仪测定了高纯铝产品中痕量的杂质元素。ICP-MS 法具有检测限低、干扰少、动态线性范围宽、分析精密度高、不同质荷比离子的连续扫描等特点, 已广泛应用于液体^[12]、气体尘埃^[13, 14]、矿物^[15]等样品中元素的定性和定量分析。本研究用 ICP-MS 法系统地研究了高岭土中 Fe_2O_3 , TiO_2 , K_2O , Na_2O , CaO , MgO 等微量成分及 Pb , Cr , Mn , As , Cd , Cu 等杂质元素含量的分析方法。研究了基体 $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ 的浓度

对元素测定的影响及其溶解-蒸发温度对 As 测定的影响。用 HF 酸分离高岭土中的 Si , 以 ^{45}Sc , ^{115}In , ^{207}Tl 为内标, 采用内标校正法消除干扰。通过与高岭土标准物质 (GBW03121) 分析相对照验证了方法的可行性、检出限、回收率、测量的准确度, 结果令人满意。建立的方法可为高岭土在采矿、选矿过程中质量控制提供保证, 并适用于陶瓷产品中杂质元素分析。

1 实验部分

1.1 主要仪器及工作条件

1.1.1 主要仪器

本文使用美国 Agilent 公司生产的 Agilent 7500i 型 ICP-MS 质谱仪。主机为 Agilent 7500i ICP-MS, 雾化器为 Agilent 100 $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ PFA MicroFlowNebulizer; 雾化室为石英双通道, Pilitier 半导体, 控温于 (2 ± 0.1) ; 功率 1 350 W; 载气流速 1.08 $\text{L} \cdot \text{min}^{-1}$ 。在线内标 Sc , In , Tl 三元素混合内标。

1.1.2 工作条件

ICP-MS 仪器的工作参数为仪器全自动优化调谐给出, 满足仪器安装标准要求的灵敏度、背景值、稳定性等各项参数。本文实验主要参数, $^{156}\text{CeO}^+ / ^{140}\text{Ce}^+ = 0.35\%$, $^{70}\text{Ce}^{2+} / ^{140}\text{Ce}^+ = 0.95\%$, 稳定性, 20 min 以后, $\text{RSD} < 1.5\%$, 灵敏

收稿日期: 2007-10-25, 修订日期: 2008-01-26

基金项目: 国家自然科学基金项目 (40672159), 南昌大学博士启动基金项目 (060162) 和江西省教育厅项目 (GJ08029) 资助

作者简介: 黄冬根, 1964 年生, 南昌大学环境科学与工程学院副教授 e-mail: dghuang1017@163.com

度, ${}^7\text{Li}$ 8×10^6 cps/ppm, RSD = 8.0%, ${}^{89}\text{Y}$ 20×10^6 cps/ppm, RSD = 3.4%, ${}^{205}\text{Tl}$ 12×10^6 cps/ppm, RSD = 1.74%。

1.2 所用试剂及标准溶液

实验用水: 二次亚沸蒸馏水; 试剂为优级纯 HNO_3 和 HF 。标准储备液, 用高纯 Sc , In , Tl 的氧化物配制成浓度都是 $1.000 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的标准内标储备液, 1% () HNO_3 介质; 然后稀释成含 Sc , In , Tl 浓度都是 $100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的标准混合内标储备液, 介质 1% () HNO_3 。使用前稀释成 $1.000 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 三元素混合内标, 1% () HNO_3 介质。

用光谱纯或基准试剂配制 Pb , Cr , Ti , As , Cu , Cd , Fe , Mn , Mg , Ca , K , Na 单一标准储备液, 浓度都是 $1.000 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$, 然后配制成含各元素浓度都是 $10.000 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的标准系列混合储备液。

标准曲线系列溶液, 用标准混合储备液配制成各待测元素的浓度分别是 0.000 , 0.500 , $1.00 \mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 三种, 介质是 1% HNO_3 。

玻璃仪器: 所有玻璃仪器用稀 HNO_3 浸泡, 然后依次用一次水, 二次水冲洗干净。

1.3 试验步骤

(1) 试样过 120 目筛, 并在 $105 \sim 110$ 烘 2 h, 在干燥器

中冷却到恒重。

(2) 称取两份 0.1000 g 试样于 A 和 B 两只聚四氟乙烯烧杯中, 加入 10 mL HF , 5 mL HNO_3 , 低温溶解, 待溶液清亮后, 再加热到蒸干, 加 $(1+3) \text{ HNO}_3$ 3 mL 浸取, 冷却到室温后, 分别倒入 (1) 和 (2) 两只 100 mL 容量瓶中, 用 1% HNO_3 定容。从 (1) 号容量瓶中分取 5.0 mL 置于 100 mL 容量瓶 (3) 中, 用 1% HNO_3 定容。同时做空白溶液。(2) 和 (3) 容量瓶及空白溶液与标准溶液一道, 用 ICP-MS 仪进行测定。

2 结果与讨论

2.1 谱线干扰与测定同位素的选择

用 ICP-MS 法进行分析时, 会造成潜在的离子干扰, 用 1% HNO_3 溶液在 $m/z = 0 \sim 260$ 区间进行扫描, 会形成许多离子峰, 如 $m/z = 40$ (${}^{40}\text{Ar}$), 44 (${}^{28}\text{Si}^{16}\text{O}$), 52 (${}^{40}\text{Ar}^{12}\text{C}$), 55 (${}^{40}\text{Ar}^{14}\text{N}^1\text{H}$), 56 (${}^{40}\text{Ar}^{16}\text{O}$), 80 (${}^{40}\text{Ar}_2$) 等, 会影响 Ca , Cr , Mn , Fe , 等元素的测定。在选择同位素时, 优先考虑丰度大, 干扰少的同位素, 如果存在谱线干扰, 可选择第二甚至第三丰度同位素。在综合考虑同位素丰度灵敏度及准确度的基础上, 本文实验选用的同位素见表 1。

Table 1 Measured elements isotopes selection, the suppression of matrix and the correction of internal elements for analytical values

测定元素	同位素	标准值 ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	无内标元素			加内标元素		
			基体 $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ 浓度/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)			基体 $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ 浓度/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)		
			0	200	400	0	200	400
Fe	${}^{57}\text{Fe}$	0.500	0.494	0.485	0.478	0.497	0.494	0.491
Ti	${}^{49}\text{Ti}$	0.500	0.495	0.486	0.478	0.497	0.495	0.492
Ca	${}^{44}\text{Ca}$	0.500	0.496	0.470	0.460	0.496	0.493	0.492
Mg	${}^{24}\text{Mg}$	0.500	0.497	0.491	0.483	0.499	0.494	0.494
K	${}^{39}\text{K}$	0.500	0.497	0.491	0.487	0.499	0.497	0.496
Na	${}^{23}\text{Na}$	0.500	0.497	0.484	0.478	0.498	0.498	0.498
Cr	${}^{52}\text{Cr}$	0.500	0.495	0.482	0.471	0.497	0.496	0.496
Mn	${}^{55}\text{Mn}$	0.500	0.497	0.486	0.480	0.500	0.497	0.497
Cd	${}^{111}\text{Cd}$	0.500	0.497	0.485	0.474	0.499	0.500	0.496
As	${}^{75}\text{As}$	0.500	0.497	0.487	0.475	0.500	0.498	0.497
Cu	${}^{65}\text{Cu}$	0.500	0.498	0.490	0.486	0.498	0.496	0.496
Pb	${}^{208}\text{Pb}$	0.500	0.497	0.487	0.479	0.500	0.502	0.501

2.2 基体效应、接口效应及其校正

基体效应是指在样品的 ICP-MS 分析过程中, 由于基体或第三元素的存在使待测元素的信号强度发生漂移而形成非谱线干扰。造成基体效应的主要原因是随着样品基体浓度增大, 使分析溶液中待测元素在进样系统中的传输率和离子化产率有所降低; 接口效应是由于在测量过程中无机盐不断在锥孔内外表面沉积, 使锥孔孔径逐渐变小, 导致被测元素响应强度漂移下降; 目前克服基体效应的方法主要有: 基体分离、基体稀释、基体匹配法、外标法及内标法。基体分离是克服基体效应最有效的方法, 可以有效降低测定过程中离子强度, 得到较低检测下限。选用适当的内标元素, 用内标

法进行测定, 可以有效地克服基体效应和降低信号漂移, 是一种有效且实用的方法。本文试验是在 HF-HNO_3 介质中, 使 Si 以 SiF_4 的形式挥发而被分离减少基体的干扰。

2.3 内标元素的选择及加入方式

ICP-MS 分析中, 分析信号会随时间而发生漂移, 而且分析样品时基体效应使被测信号受到抑制或增强, 有时仪器运行会发生瞬间波动, 在分析过程中, 在线加入内标元素时, 被测元素与内标元素的信号同时发生变化, 但两者的比值基本保持不变, 基于该现象, 内标定量分析在 ICP-MS 中得到广泛的应用。内标元素的选择, 不仅能改善精密度, 而且还能补偿随基体浓度倍增的影响。本文选用 ${}^{45}\text{Sc}$, ${}^{115}\text{In}$,

²⁰⁵Tl 三元素作内标, 其中 Sc 校正质量数小于 100 的元素, In 用来校正质量数为 100 ~ 130 的元素, Tl 用来校正质量数大于 130 的元素, 有时根据元素的谱线干扰进行调整。从表 1 可以看出: 在不加内标元素的情况下, 基体 Al(NO₃)₃ 对测定结果有较大的影响, 并且基体浓度越大, 测定结果越小; 在线加入内标元素后, 在试验的基体浓度范围(0 ~ 400 mg · L⁻¹)内, 有效地克服了基体效应的影响, 测定元素的准确度有明显改善。

2.4 溶样混合酸中 HF 的影响

ICP-MS 仪的雾化室、雾化器、炬管等部件的化学组成成分是石英(SiO₂), 直接与分析溶液接触, 如果分析液中含有 HF, 将会严重损害仪器, 上机分析之前要把 HF 除尽。在敞开式容器中加热时会形成恒沸物(沸点 112 °C), 只有微热到最后一滴液体挥发为止, 温度太高时会导致样品中 As 的挥发而使测定结果偏低。如果用 HClO₄ 酸赶除 HF 酸, 虽然 HF 可以除尽, 但产生的 Cl⁻ 将影响 ⁷⁵As(⁴⁰Ar ³⁵Cl), ⁵²Cr(³⁶Cl ¹⁶O), ¹¹¹Cd(⁴⁰Ar ³⁶Cl ³⁵Cl) 等的测定。

2.5 测试样品制备温度对砷元素测定的影响

称取高岭土标准物质(编号 GBW03122) 5 份, 重量都是 0.100 0 g, 每份都加入 As 离子 3.0 μg, 加入相同体积的 HF-HNO₃ 混酸, 在沸水浴中溶解致清亮后, 分别于 80, 110, 140, 170, 200 °C 油浴蒸发致干, 经 HNO₃ 提纯后, 定

容到 100 mL, 用内标校正法进行测定, 分析结果见表 2。从表 2 可以看出, 在实验温度范围(80 ~ 200 °C)内制备分析样品, 对砷的测定无影响。

Table 2 Analyzing results of total As

	80	110	140	170	200
As 总质量/μg	3.12	3.13	3.12	3.12	3.12

2.6 待测元素的检测限

用分析样品的试剂空白连续测定 11 次, 求出标准偏差, 方法检测限以 10⁻³ 表示, 计算公式按方法检出限(mdL) = 10⁻³, 表 3 给出了用 HF-HNO₃ 处理高岭土样品时, Fe, Ti, Pb, Cd, Mn 等 12 种元素的检出限。

2.7 分析方法的验证

2.7.1 标准加入回收试验

称取高岭土标准物质(编号 GBW03122) 两份, 重量都是 0.1000 克, 一份用本文的方法直接进行测定; 另一份样品在溶样之前加入 Fe, Ti, Ca 各 100 μg; Mn, K, Na, Mg 各 10 μg; Cu 和 Pb 各 2.0 μg; Cr, Cd, As 各 0.2 μg; 溶解完全后, 定容到 100 mL, 分取 10.0 mL 加入内标元素再定容到 100 mL, 用 ICP-MS 进行测定, 测定结果见表 3。从表 3 可以看出, 本文方法加标回收率是 95.0% ~ 101.0%。测定结果与标准值相吻合, 测定方法的准确度高。

Table 3 Comparison of results, recoveries of standard addition and detection limit

测定元素	标准值/ %	GB/ T14565 测定值/ %	方法测定值/ %	加入量/μg	方法测定总值/μg	回收率/ %	RSD/ %	检测限/(μg · L ⁻¹)
Fe	0.504	0.505	0.503	100.0	604.02	101.02	1.3	0.03
Ti	0.234	0.233	0.232	100.0	332.20	100.02	1.6	0.04
Mn	-	0.028	0.028	10.0	37.83	98.30	1.1	0.05
K	0.041	0.040	0.040	10.0	50.05	100.05	1.2	0.01
Na	0.051	0.050	0.050	10.0	59.95	99.5	1.3	0.02
Ca	0.114	0.115	0.113	100	212.4	99.4	1.5	0.04
Mg	0.041	0.041	0.041	10.0	50.88	98.8	1.7	0.08
Pb	-	2.5 × 10 ⁻³	2.5 × 10 ⁻³	2.0	4.48	99.0	1.8	0.07
Cr	-	3.9 × 10 ⁻⁴	3.9 × 10 ⁻⁴	0.2	0.59	100.0	2.0	0.12
Cd	-	1.0 × 10 ⁻⁴	1.0 × 10 ⁻⁴	0.2	0.29	95.0	1.9	0.01
Cu	-	1.0 × 10 ⁻³	1.0 × 10 ⁻³	2.0	2.98	99.0	1.6	0.01
As	-	1.4 × 10 ⁻⁴	1.3 × 10 ⁻⁴	0.2	0.32	95.0	2.1	0.17

2.7.2 不同测定方法对比试验

以高岭土标准物质(编号 GBW03122) 为样品, (1) 按本文的方法进行测定; (2) 按高岭土国家标准方法 GB/ T14565 进行分析, 分析结果见表 3。从表 3 可以看出; 两种分析方法所得结果相吻合。

2.7.3 方法的精密度

采用 ⁴⁵Sc, ¹¹⁵In, ²⁰⁵Tl 为内标, 不仅改善了准确度, 而且使测定精度也明显得到改善。3 次平均结果的 RSD 为 1.1% ~ 2.1%, 具体见表 3。

2.8 试样分析

用本文所采用的仪器和方法, 测定了国内多家高岭土公司及陶瓷产品的样品, 分析结果的准确度高, 可有效保证高岭土的使用领域及陶瓷产品的质量。现将其中 4 个样品分析

结果列于表 4, 相对标准偏差是 1.10% ~ 2.01%。

3 结 论

用氢氟酸和 HNO₃ 溶解高岭土, 使硅以 SiF₄ 的形式挥发而分离, 经分取稀释后, 分析液中基体 HNO₃ 铝的浓度大约是 200 mg · L⁻¹, 通过正确的选择内标元素后, 有效地克服了因基体效应带来的测量偏差, 测量同位素的正确选择, 最大程度地减少了测定过程中的谱线干扰。该方法具有简单快速准确的特点, 能准确测定高岭土及熟高岭土中微量组分及杂质的含量, 可用于高岭土在采矿、选矿过程中质量控制及陶瓷产品杂质元素的分析。

Table 4 Analyzing results of gaoling samples

测定成分	叙永		景德镇		唐山		潼川	
	含量/ %	RSD/ %	含量/ %	RSD/ %	含量/ %	RSD/ %	含量/ %	RSD/ %
Fe ₂ O ₃	0.170	1.30	0.60	1.32	0.85	1.32	0.97	1.33
TiO ₂	0.080	1.60	0.03	1.62	0.67	1.62	1.43	1.60
MnO	0.074	1.10	0.09	1.11	0.06	1.12	0.08	1.10
K ₂ O	2.230	1.20	2.95	1.20	0.16	1.21	0.56	1.21
Na ₂ O	0.870	1.30	0.61	1.30	0.07	1.29	0.08	1.30
CaO	0.181	1.50	0.75	1.51	0.21	1.51	0.07	1.50
MgO	0.15	1.70	0.09	1.70	0.27	1.72	0.15	1.70
Pb	3.5 × 10 ⁻³	1.80	2.8 × 10 ⁻³	1.81	4.1 × 10 ⁻³	1.80	3.9 × 10 ⁻³	1.81
Cr	3.9 × 10 ⁻⁴	2.0	2.5 × 10 ⁻⁴	2.0	16.5 × 10 ⁻⁴	2.0	5.5 × 10 ⁻⁴	2.0
Cd	1.0 × 10 ⁻⁴	1.90	1.0 × 10 ⁻⁴	1.90	1.0 × 10 ⁻⁴	1.90	1.0 × 10 ⁻⁴	1.91
Cu	2.0 × 10 ⁻³	1.60	1.6 × 10 ⁻³	1.62	1.0 × 10 ⁻³	1.62	1.2 × 10 ⁻³	1.60
As	9.3 × 10 ⁻⁴	2.10	8.5 × 10 ⁻⁴	2.10	9.8 × 10 ⁻⁴	2.02	8.5 × 10 ⁻⁴	2.01

参 考 文 献

- [1] CHENG Shu-qin, LI Ji-quan, ZHUANG Yong-ming, et al (郑淑琴, 李继全, 张永明, 等). Non-Metallic Mines (非金属矿), 2002, 25 (2): 22.
- [2] HONG Jin-de, LI Xi-liang (洪金德, 李喜亮). China Mining Magazine (中国矿业), 2003, 12(7): 54.
- [3] LI Yan-feng, PAN Xiao-bing, LIU Gang, et al (李彦锋, 潘晓兵, 刘刚, 等). Spectroscopy and Spectral Analysis (光谱学与光谱分析), 2005, 25(10): 1736.
- [4] Caballero I C, Fernando G. Industrial and Engineering Chemistry Research, 2007, 46(4): 1029.
- [5] Nakahara M, Kondo Y, Nakagawa Z, et al. Journal of the Ceramic Society of Japan, 2000, 108(1253): 94.
- [6] BAO Sheng-xiang, WANG Zhi-hong, RONG Li-mei (包生祥, 王志红, 荣丽梅). Spectroscopy and Spectral Analysis (光谱学与光谱分析), 1998, 18(6): 739.
- [7] LI Fei, LI Qing-hui, GAN Fu-xi, et al (李飞, 李青会, 干福熹, 等). Journal of the Chinese Ceramic Society (硅酸盐学报), 2005, 33 (5): 581.
- [8] LING Xue, MAO Zhe-wei, FENG Min, et al (凌雪, 毛振伟, 冯敏, 等). Spectroscopy and Spectral Analysis (光谱学与光谱分析), 2005, 25(7): 1145.
- [9] YANG Yi-min, FENG Min, ZHU Jian, et al (杨益民, 冯敏, 朱剑, 等). Spectroscopy and Spectral Analysis (光谱学与光谱分析), 2004, 24(8): 902.
- [10] LÜ Shui-yuan, LI Xiao-jing, LIU Wei, et al (吕水源, 李水晶, 刘伟, 等). Spectroscopy and Spectral Analysis (光谱学与光谱分析), 2004, 24(9): 1124.
- [11] XIE Hua-lin, NIE Xi-du, LI Li-bo (谢华林, 聂西度, 李立波). Spectroscopy and Spectral Analysis (光谱学与光谱分析), 2007, 27(1): 169.
- [12] Field M P, LaVigne M, Murphy K R, et al. Journal of Analytical Atomic Spectrometry, 2007, 22(9): 1145.
- [13] Ayrault S, Alaoui-Faris F E, Asta J, et al. Journal of Toxicology and Environmental Health Part A-Current, 2007, 70(9-10): 742.
- [14] GUO Yu-wen, PU Li-mei, QIAO Wei, et al (郭玉文, 蒲丽梅, 乔玮, 等). Spectroscopy and Spectral Analysis (光谱学与光谱分析), 2006, 26(8): 1540.
- [15] HUANG Dong-gen, LIAO Shi-jun, DANG Zhi (黄冬根, 廖世军, 党志). Rare Metal Materials and Engineering (稀有金属材料与工程), 2006, 35(2): 333.

Study on the Determination of Trace Composition and Impurity Elements in Kaolin with ICP-MS

HUANG Dong-gen, ZHOU Wei-bin, LIU Lei, QUAN Shui-qing, HE Zong-jian, WAN Jin-bao

School of Environmental Science and Engineering, the Key Lab of Poyang Lake Ecology and Bio-resource Utilization, Ministry of Education, Nanchang University, Nanchang 330031, China

Abstract The direct determination method of trace composition, Fe_2O_3 , TiO_2 , MnO , K_2O , Na_2O , CaO and MgO , and impurity elements, Pb , Cr , Cd , Cu and As , in kaolin was studied by using inductive coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). After the samples were dissolved completely in HF-HNO_3 at low temperature, silicon was volatilized in the form of SiF_4 and separated from the solution. Then the solution was continually evaporated to dry to get the solid substance which was dissolved by the nitric acid (1+3). The internal elements ^{45}Sc , ^{115}In and ^{205}Tl were added on line and the effect of matrix, interface and fluctuation of instrument was overcome effectively by using internal standard calibration method. By choosing the optional operating parameters and appropriate isotopes of element to be detected, the influence of mass spectrometry interference was conquered effectively. The effect of temperature in samples preparation on the determination of arsenic was tested. The recovery for spiking sample is in the range from 95.0% to 101.0% and the relative standard deviation is in the range from 1.1% to 2.01%. In order to check the accuracy of the method, the kaolin standard reference material GBW03122 was also analyzed, and the analytical values conformed to standard values. This method has the characteristics of being simple, rapid and accurate, and can be used in the testing of trace composition and impurity elements in kaolin and ceramic product.

Keywords ICP-MS; Kaolin; Ceramic; Trace composition; Impurity elements; Analysis

(Received Oct. 25, 2007; accepted Jan. 26, 2008)