

## 电感耦合等离子体质谱法测定磷酸钡激光玻璃中超痕量铜

徐俊俊<sup>1,3</sup> 梅朋<sup>2,3</sup> 李秋荣\*<sup>1</sup> 段太成\*<sup>3</sup> 徐永春\*<sup>4</sup>

<sup>1</sup>(燕山大学环境与化学工程学院,秦皇岛 066004) <sup>2</sup>(武汉工程大学,武汉 430074)

<sup>3</sup>(中国科学院长春应用化学研究所,电分析化学国家重点实验室,长春 130022)

<sup>4</sup>(中国科学院上海光学精密机械研究所,上海 201800)

**摘要** 将高纯 HF-HNO<sub>3</sub> 组合试剂与高纯 PFA 低压密闭消解罐建立了针对目标高温烧结体的简洁、快速、低本底湿法样品处理流程。系统优化了组合消解试剂的用量和配比、样品消解温度和消解时间等因素,实现了在 150 °C 消解温度时 1.7 mL 的总试剂消耗量下样品完全分解总耗时小于 1 h,且无需对样品破碎至细颗粒,大大降低了样品制备中的沾污风险。以水杨醛肟类作萃取剂,建立了高效液液萃取分离富集法。以 5 mL 15% 的萃取剂浓度在 0.5% HNO<sub>3</sub> 的萃取酸度和 20% HNO<sub>3</sub> 反萃取酸浓度下,实现了 99.999% 的基体分离效率, Cu<sup>2+</sup> 富集 10 倍。优化了电感耦合等离子体质谱( ICP-MS) 测定参数,在 840 W 低功率和低样品提取量时实现 20% HNO<sub>3</sub> 酸度下铜的高信背比检测,全流程方法检出限 2.5 ng/g,平行测定 RSD( n = 6) 为 3.3%,加标回收率 94.3%。基于所建立的方法实现了实际样品的准确测定,得出铜含量与激光能量衰减实验结果线性相关的结果。

**关键词** 电感耦合等离子体质谱; 磷酸盐激光玻璃; 超痕量铜

### 1 引言

磷酸盐激光玻璃广泛应用于激光聚变、激光武器、激光测距、光通信波导放大器、超短脉冲激光器等领域,是国防和通信行业的关键材料<sup>[1-4]</sup>。由于铜离子含量在 ng/g 水平上即影响激光玻璃的能量透过率,因此在工艺生产过程需要进行严格控制和监测<sup>[5]</sup>。

磷酸盐激光玻璃为经历上千度高温熔融而成,晶格致密,具有很强的耐化学腐蚀性能,难以被普通化学试剂以常规方法分解。针对此类样品中痕量元素分析的理想途径是采用固体进样分析技术,比如辉光放电质谱( GD-MS) <sup>[6-8]</sup> 或者激光烧蚀质谱( LA-ICP-MS) <sup>[9-11]</sup>,但由于标样缺乏,样品不导电或不吸收激光能量,且此类仪器普遍昂贵而难以在常规实验室推广应用。另一种途径是借助高温熔融进行样品强化处理,例如以过氧化钠在 700 °C 时熔融,但是高温熔融法由于引入大量的固体熔剂,会对后续检测产生较严重的基体效应,同时固体熔剂用量大,纯度有限且提纯困难,以及对坩埚腐蚀严重,易导致痕量分析物的沾污。而在检测方面,针对超痕量 Cu 的测定,石墨炉原子吸收光谱法( GFAAS) <sup>[12,13]</sup> 以及电感耦合等离子体质谱法( ICP-MS) <sup>[14,15]</sup> 均是理想选择,相比之下, ICP-MS 具有更高的检测灵敏度、更好的测试精密度以及更快的测试速度,同时基体效应相对较低。但是对于高 P 含量样品, Cu 的 ICP-MS 检测存在来自基体 P 的多原子离子干扰,如 <sup>31</sup>P<sup>16</sup>O<sup>16</sup>O<sup>+</sup>、<sup>31</sup>P<sup>31</sup>P<sup>1</sup>H<sup>+</sup> 干扰 <sup>63</sup>Cu<sup>+</sup>, <sup>31</sup>P<sup>17</sup>O<sup>17</sup>O<sup>+</sup> 干扰 <sup>65</sup>Cu<sup>+</sup>, 当样品中钡含量较高时, <sup>65</sup>Cu<sup>+</sup> 还会受到来自 <sup>130</sup>Ba<sup>++</sup> 严重谱干扰。总之,针对磷酸盐激光玻璃中超痕量铜的分析具有相当大的挑战性,目前尚未见到相关报道。

本工作选择磷酸钡激光玻璃为研究对象,建立了一种简洁、快速、低本底的清洁湿法样品消解新方法,并结合液/液萃取高选择地分离了基体组分,实现了目标样品中超痕量铜的 ICP-MS 超灵敏无干扰测定。

2014-06-16 收稿; 2014-07-08 接受

本文系国家自然科学基金资助( No. 21275138)

\* E-mail: tcduan@ciac.ac.cn

## 2 实验部分

### 2.1 仪器与试剂

X series"电感耦合等离子体质谱仪(ThermoScientific, USA), 配备同心雾化器和旋流雾室, 仪器具体操作参数见表 1。

样品处理采用 XJ-1 型电热消解仪, 配套专用 PFA 溶样罐(7 mL, 滨海县正红塑料厂, 南京)。超纯水(18.2 MΩ·cm) 由 Molecula 纯水仪制备(摩勒科学仪器有限公司)。萃取振荡采用 HY-4 调速多功能振荡器(富华电气有限公司)。

Cu 和 Rh 标准储备液(1000 mg/L) 均购自国家有色金属及电子材料分析测试中心; HNO<sub>3</sub> 和 HCl (BV-Ⅲ级) 均购自北京化学试剂厂; HF(超纯) 购自赛默飞世尔科技(中国)有限公司。高纯氮气(99.99%) 购自长春巨洋气体有限责任公司; 水杨醛肟类萃取剂(AD-100) 购自洛阳市奥达化工有限公司, 使用前配制成适当浓度后, 以 30% HCl 溶液经多次反萃取提纯; 环己烷(分析纯) 购自天津天泰精细化学品有限公司。

磷酸钡激光玻璃由中国科学院上海光机所提供。

所有容器使用前均以 30% HNO<sub>3</sub> 浸泡过夜后以超纯水反复冲洗。

表 1 电感耦合等离子体质谱主要工作参数  
Table 1 Main operation parameters for ICP-MS

工作参数 Operation parameters		工作参数 Operation parameters	
RF 功率 RF Power (W)	840	采样深度 Sample depth (mm)	12
冷却气流量 Cool gas flow rate (L/min)	10.0	扫描方式 Scan mode	峰跳 Peak-hopping
辅助气流量 Auxiliary gas flow rate (L/min)	1.1	驻留时间 Dwell time (ms)	10
载气流量 Carrier gas flow rate (L/min)	0.7	分析同位素 Analyte isotop	<sup>65</sup> Cu
采样锥/截取锥 Sampler/skimmer	Pt/Ni	内标同位素 Internal standard isotop	<sup>103</sup> Rh

### 2.2 样品处理

**2.2.1 样品破碎与清洗** 样品经适当破碎后无需研磨至粉体, 控制粒度直径 2~3 mm 以下即可。收集适量破碎后的样品于洁净 PFA 瓶中, 加入适量 10% HNO<sub>3</sub>, 超声清洗数分钟后以超纯水反复冲洗, 烘干待用。

**2.2.2 样品处理流程** 准确称取 0.1000 g 的样品于 PFA 溶样罐中, 再加入 0.2 mL HF 和 0.5 mL HNO<sub>3</sub>, 150 °C 密闭消解 0.5 h。开盖蒸发至近干后以 0.5 mL HNO<sub>3</sub> 于 150 °C 挥发赶 HF 2 次, 全程以高纯氮气保护。残渣以 0.1 mL HNO<sub>3</sub> 溶解后转移至萃取瓶, 加水至 20 mL。移取 5 mL 含 15% 萃取剂的有机相于萃取瓶中, 振荡萃取数分钟, 分层后转移有机相, 并以 2 mL 20% HNO<sub>3</sub> 反萃取。随带流程空白。

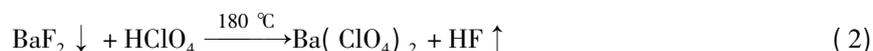
## 3 结果与讨论

### 3.1 湿法消解样品前处理方法建立、条件优化以及污染控制

分别尝试了 HCl, HNO<sub>3</sub>, HClO<sub>4</sub>, HF 进行单独或组合使用, 发现即使样品研磨至细颗粒(<100 目) 以及采取微波加压高温消解, 均不能获得澄清溶液。但是对于 HNO<sub>3</sub> 和 HF 组合, 实验发现, 对于大颗粒样品, 经消解后出现了明显的形态转变, 样品转化为超细粉体状态, 表明样品晶格存在某种破坏。根据样品组成, 推测发生了以下分解反应:



由于生成物仍然是不溶性沉淀, 因此很难判断试剂对样品发生了作用, 尤其当样品本身为粉体时。基于以上推测, 进一步利用高沸点酸对氟化钡沉淀进行转化, 反应式如下:



结果获得了澄清溶液, 说明推测完全正确。

为尽可能缩短样品处理周期、降低流程空白, 系统优化了样品处理中的关键性实验参数, 如样品颗

粒度和称样量、试剂用量以及组合比例、样品消解温度、时间、压力(敞口常压或密闭加压)、氟盐沉淀转化温度以及试剂类型与用量等。实验发现样品无需破碎至细颗粒,选择 7 mL 容积 PFA 消解罐,于 150℃ 进行密闭消解。样品粒径在 3 mm 以下时,对于 0.1 g ~ 0.2 g 的称样量,以 0.5 mL HNO<sub>3</sub> + 0.2 mL HF 组合试剂处理 0.5 h 时,样品即可由大颗粒转化为超细粉体状态,表明样品分解完全。由于降低了对样品颗粒度的要求,因此避免了因研磨导致的沾污,且便于利用稀酸对破碎后的样品进行表面清洗。同时,密闭带压消解不仅能加速样品分解,大大缩短样品处理周期;而且显著降低了酸用量,有助于获得低流程空白。在前期实验中选择高沸点 HClO<sub>4</sub> 进行氟化钡转化,但考虑到高纯 HClO<sub>4</sub> 不易得,而且赶酸速度慢,因此尝试利用低沸点 HNO<sub>3</sub> 代替,实验发现,样品蒸干后,重复以 0.5 mL HNO<sub>3</sub> 于 150℃ 蒸发近干两次即可达到 HClO<sub>4</sub> 的效果,获得澄清样品溶液。此时为避免来自环境沾污,赶酸全程辅以高纯氮气吹扫。

### 3.2 液-液萃取分离富集方法建立以及参数优化

水杨醛肟类萃取剂的典型结构式如图 1,是一种特效铜萃取剂,主要应用于冶金领域进行主体铜与共存杂质分离<sup>[16]</sup>,在分析领域用于超痕量铜的定向富集以及主体成分分离尚无报道。

本实验选择水杨醛肟类萃取剂 AD-400 进行铜的分离富集,采用液-液萃取操作方式,系统优化了关键性实验参数。

首先优化萃取剂浓度。选择 10 μg/L 铜溶液,保持其它萃取条件不变,研究不同萃取剂浓度对萃取率的影响,结果如图 2 所示。结果显示随萃取剂浓度增加,铜萃取率上升,当萃取剂浓度达到 15% 及以上时,铜萃取趋于完全。为控制萃取剂消耗量,选择萃取剂最佳浓度为 15%。其次优化萃取酸度。保持其它条件不变,研究不同溶液酸度对萃取率的影响,结果见图 3。由图可知溶液的酸度越低,越有利于萃取;但低酸度会导致样品溶液中高浓度金属阳离子水解。实验表明,保持样品稳定最低酸度为 0.5% HNO<sub>3</sub>,此时铜萃取率近 100%,因此选择最佳萃取酸度为 0.5% HNO<sub>3</sub> 溶液。另一方面,当溶液酸度高于 20% HNO<sub>3</sub> 时铜几乎不被萃取,因此可选择在此区域进行反萃取,考虑到后续 ICP-MS 检测对溶液酸度的耐受程度,因此反萃最佳酸度定为 20% HNO<sub>3</sub>。此外还优化了萃取和反萃取的有机/水相体积比、萃取/反萃取的振荡强度和振荡萃取时间。在其它优化萃取条件下,水相体积定为 20 mL 时,有机相体积大于 5 mL 时铜萃取效率接近 100%;而以 2 mL 20% HNO<sub>3</sub> 对有机相进行一次反萃取即可实现铜的回收率大于 99%。由于 HNO<sub>3</sub> 的强氧化性,经反萃取后萃取剂在结构上受到一定程度破坏,萃取能力下降,不能重复使用。实验同时发现 AD-400 萃取和反萃取动力学迅速,以适中的振荡速度在 15 min 内萃取和反萃取即可完成,铜回收率近 100%,而过高的振荡速度易导致萃取时产生乳化现象。

### 3.3 ICP-MS 测定参数优化

通过基体分离大大消除了基体导致的谱干扰,但为了获得超低铜测定下限,来自氩与其它常见离子产生的等质子质谱干扰也必须加以考虑,比如 <sup>40</sup>Ar<sup>23</sup>Na、<sup>40</sup>Ar<sup>25</sup>Mg 等分别干扰 <sup>63</sup>Cu 和 <sup>65</sup>Cu。通过优化等离子体功率,发现在 840 W 时,信背比达到最佳,而且 <sup>65</sup>Cu 背景值相对较低,因此检测同位素选择 <sup>65</sup>Cu。另外,通过选择白金采样锥以及降低雾化气流量(降低等质子体负载量)有效消除了 20% HNO<sub>3</sub> 的样品酸度对测试的影响。

### 3.4 方法性能评价

**3.4.1 分离富集方法抗基体干扰能力** 模拟实际样品,于 20 μg/L Cu<sup>2+</sup> 溶液中加入不同浓度基体离

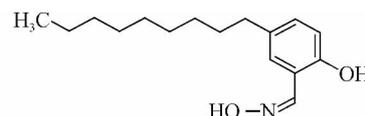


图 1 萃取剂结构式

Fig. 1 Chemical structure of extractant

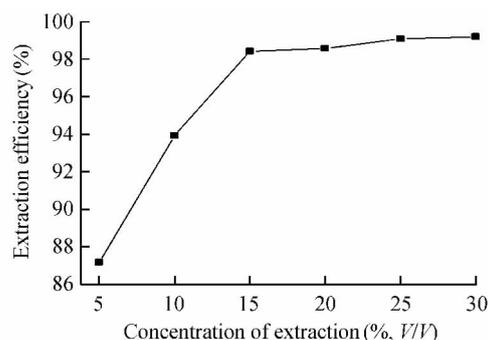


图 2 萃取剂浓度对萃取率的影响

Fig. 2 Effect of extractant concentration on extraction efficiency

铜浓度: 10 μg/L; 0.5% HNO<sub>3</sub>; 萃取剂用量: 5 mL; 溶液体积: 20 mL。

Concentration of Copper: 10 μg/L; Acid concentration: 0.5% HNO<sub>3</sub>; Volume of extractant: 5 mL; Solution volume: 20 mL.

子,调整溶液酸度为 0.5%  $\text{HNO}_3$ ,经历萃取和反萃取流程,计算  $\text{Cu}^{2+}$  回收率。结果表明,对于高达 1000 mg/L 的  $\text{Ba}^{2+}$ 、2000 mg/L 的  $\text{PO}_4^{3-}$  以及 20 mg/L 的  $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$  的混合溶液, $\text{Cu}^{2+}$  回收率分别为 99.3%、98.7%、98.3%,表明分离富集方法具有较高的基体耐受能力。

**3.4.2 基体分离效率和铜富集倍数** 对于 0.1 g 称样量定容 20 mL 计算,样品中 P 含量为 1565 mg/L, $\text{Ba}^{2+}$  含量为 602 mg/L,通过对样品萃余液全谱扫描获得质谱图如图 4 所示,表明 $^{63}\text{Cu}$  和 $^{65}\text{Cu}$  均有明显的谱重叠干扰,测定结果显示在 $^{65}\text{Cu}$  将产生约 17.6  $\mu\text{g/L}$  的表观信号强度。通过萃取分离,反萃液中 P 含量小于 0.1 mg/L, $\text{Ba}^{2+}$  含量小于 0.15 mg/L,表明基体去除率达到 99.999% 以上,质谱干扰几乎可以忽略。另一方面,样品溶液体积由初始 20 mL 降低到 2 mL,相当于浓缩 10 倍,铜回收率近 100%,方法实现 10 倍分析物离子富集。

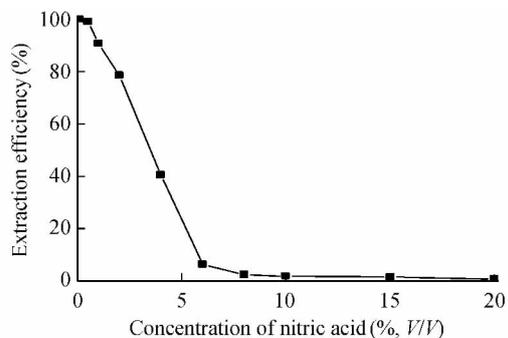


图 3 溶液酸度对萃取率的影响

Fig.3 Effect of acidity on extraction efficiency

a. Cu 浓度: 10  $\mu\text{g/L}$ ; b. 萃取剂浓度: 15%; c. 萃取剂用量: 5 mL; d. 溶液体积: 20 mL。

a. Concentration of copper: 10  $\mu\text{g/L}$ ; b. Concentration of extractant: 15%; c. Volume of extractant: 5 mL; d. Solution volume: 20 mL.

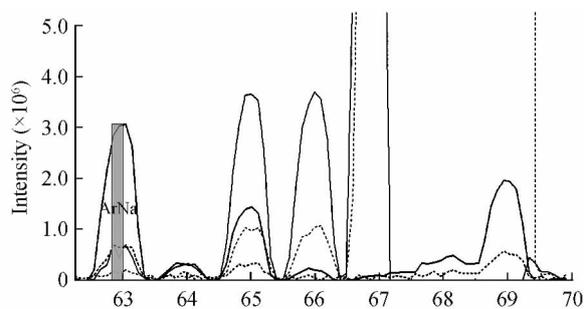


图 4 样品萃余液质谱扫描图

Fig.4 Mass spectral profile of sample solution after Cu extraction

基体元素浓度 (Concentration of matrix elements): P, 1565 mg/L; Ba 602 mg/L。

**3.4.3 加入回收实验** 随同样品处理做全程加入回收实验,样品试液中加入 10  $\mu\text{g/L}$   $\text{Cu}^{2+}$ ,回收率为 94.3%,说明方法有较好的准确率。

**3.4.4 方法精密度、检出限以及线性范围** 针对同一激光玻璃样品平行测定 6 次,获得测定结果精密度 RSD 为 3.23%。以 11 次流程空白值标准偏差的 3 倍的定义为检出限,获得方法检出限为 2.5 ng/g。以 20%  $\text{HNO}_3$  配制系列梯度溶液建立工作曲线,在 0.3 ~ 50  $\mu\text{g/L}$  范围内工作曲线呈良好线性,相关系数  $R^2 = 0.9999$ 。

### 3.5 实际样品测定

分别测定了 3 种不同含量值激光玻璃样品 ( $n = 3$ ) 结果分别为 (125  $\pm$  5) ng/g, (288  $\pm$  7) ng/g, (396  $\pm$  9) ng/g。由图 5 可见,激光能量衰减与激光玻璃中 Cu 含量呈良好线性相关 (相关系数 0.9969),进一步验证测定结果准确可靠。

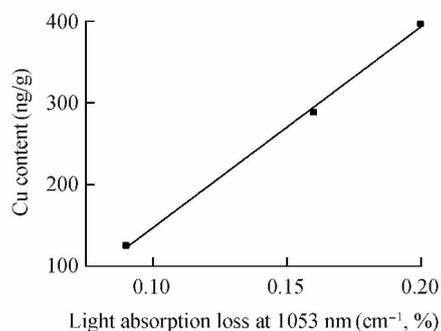


图 5 铜含量与 1053 nm 激光波段处光吸收损耗关系

Fig.5 The relation between copper content and light absorption loss at laser wavelength of 1053 nm

## 4 结论

磷酸盐激光玻璃组成类似,主要以碱土金属和稀土类磷酸盐为主体成分,本工作针对磷酸钡激光玻璃开发了高效清洁湿法样品处理流程以及针对铜和基体组分的高效分离富集方法,可借鉴用于同类型其它磷酸盐激光玻璃中超痕量关键铜离子的高灵敏准确快速分析。

## References

- 1 Pinheiro A S , Freitas A M , Silva G H , Bell M J V , Anjos V , Carmo A P , Dantas N O. *Chemical Physics Letters* , **2014** , 592: 164 – 169
- 2 Kulkarni A P , Jain S , Kamath M P , Joshi A S , Naik P A , Gupta P D. *Pramana-Journal of Physics* , **2014** , 82 ( 1 ) : 159 – 163
- 3 HU Li-Li , JIANG Zhong-Hong. *Bulletin of the Chinese Ceramic Society* , **2005** , 3: 125 – 129  
胡丽丽, 姜中宏. 硅酸盐通报, **2005** , 3: 125 – 129
- 4 Grobncic D , Mihailov S J , Walker R B , Smelser C N , Lafond C , Croteau A. *Ieee Photonics Technology Letters* , **2007** , 19 ( 9-12 ) : 943 – 945
- 5 XU Yong-Chun , LI Shun-Guang , HU Li-Li , CHEN Wei. *Laser & Optoelectronics Progress* , **2005** , 42( 10 ) : 57 – 59  
徐永春, 李顺光, 胡丽丽, 陈伟. 激光与光电子学进展, **2005** , 42( 10 ) : 57 – 59
- 6 QIAN Rong , ZHUO Shang-Jun , SHEN Ru-Xiang , SHENG Cheng , GAN Fu-Xi. *Chinese J. Anal. Chem.* , **2011** , 39( 5 ) : 700 – 704  
钱荣, 卓尚军, 申如香, 盛成, 干福熹. 分析化学, **2011** , 19( 5 ) : 700 – 704
- 7 CHEN Gang , GE Ai-Jing , ZHUO Shang-Jun , WANG Pei-Ling. *Chinese J. Anal. Chem.* , **2004** , 32( 1 ) : 107 – 112  
陈刚, 葛爱景, 卓尚军, 王佩玲. 分析化学, **2004** , 32( 1 ) : 107 – 112
- 8 Siqinbilige , Qian Rong , Zhuo Shang-Jun. *Chinese J. Chem.* , **2011** , 29( 6 ) : 1251 – 1255
- 9 YANG Hong-Xia , ZHAO Ling-Hao , GAO Jin-Xu , LIU Wei , LI Bing. *Chinese J. Anal. Chem.* , **2014** , 42( 3 ) : 355 – 359  
杨红霞, 赵令浩, 高津旭, 刘葳, 李冰. 分析化学, **2014** , 42( 3 ) : 355 – 359
- 10 Loana K , Beatriz F , Femandez L. *Anal. Bioanal. Chem.* , **2014** , 406( 9-10 ) : 2343 – 2348
- 11 HU Qing-Lan. *Chinese J. Anal. Chem.* , **1991** , 19( 8 ) : 908 – 910  
胡庆兰. 分析化学, **1991** , 19( 8 ) : 908 – 910
- 12 da Silva E D , Baccan N , Cadore S. *Braz. ChemSoc* , **2013** , 24( 8 ) : 1267 – 1275
- 13 SONG Juan-E , LIANG Yue-Qin , YU Shui. *Chinese J. Anal. Chem.* , **2007** , 35( 3 ) : 423 – 426  
宋娟娥, 梁月琴, 于水. 分析化学, **2007** , 35( 3 ) : 423 – 426
- 14 O'Sullivan Jeanette E , Watson Roslyn J , Butler Edward C V. *Talanta* , **2013** , 115: 999 – 1010
- 15 Queroue F , Townsend A , Van der Merwe P. *Anal. Methods* , **2014** , 6( 9 ) : 2837 – 2847
- 16 WU Zhan , LI Wei , CHEN Zhi-Hua , NING Rui. *Mining and Metallurgical Engineering* , **2013** , 33( 2 ) : 105 – 107  
吴展, 李伟, 陈志华, 宁瑞. 矿冶工程, **2013** , 33( 2 ) : 105 – 107

## Determination of Ultratrace Copper in Barium Phosphate Laser Glass by Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry

XU Jun-Jun<sup>1,3</sup> , MEI Peng<sup>2,3</sup> , LI Qiu-Rong<sup>\*1</sup> , DUAN Tai-Cheng<sup>\*3</sup> , XU Yong-Chun<sup>\*4</sup>

<sup>1</sup>( Department of Environmental and Chemical Engineering Yanshan University , Qinhuangdao 066004 , China)

<sup>2</sup>( Wuhan Institute of Technology , Wuhan 430074 , China)

<sup>3</sup>( State Key Laboratory of Electroanalytical Chemistry , Changchun Institute of Applied Chemistry  
Chinese Academy of Sciences , Changchun 130022 , China)

<sup>4</sup>( Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics , Chinese Academy of Sciences , Shanghai 201800 , China)

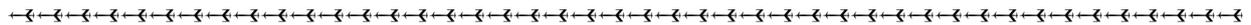
**Abstract** With the use of high pure HF and HNO<sub>3</sub> reagents , and autoclaves made of high purity Perfluoroalkoxy ( PFA ) material , a solution sample digestion technique effective for phosphate samples , subjected to high temperature fusion , was established. The whole procedure was concise , fast and of low blank value. Key factors such as the amount and ratios of the reagents , the digestion temperature and time , were systematically optimized , it was found that within 0.5 h at 150 °C , only 1.7 mL of total reagent consumption could lead to a complete sample decomposition. Most importantly , the samples were not required to be ground to fine powder , which greatly reduced the risk of contamination. In addition , an effective liquid-liquid

extraction procedure based on 5-nonylsalicylaldehyde oxime as the extractant was established for matrix separation and analyte preconcentration. Under the optimal extraction conditions of 5 mL of 15% extractant, 0.5% HNO<sub>3</sub> of extraction acidity and 20% HNO<sub>3</sub> of back-extraction acidity, a matrix separation efficiency of over 99.999% could be realized and a preconcentration factor of 10 could be obtained, which resulted in complete elimination of the matrix-induced interference and great enhancement of the analytical sensitivity. After optimization of the operation parameters of ICP-MS, high signal to background detection of Cu in 20% HNO<sub>3</sub> at 840 W of plasma power and low sample uptake rate were realized. The detection limits of 2.5 ng/g, RSD of 3.3% for six detections of parallel samples, and the recovery of 94.3% for spike test were obtained, respectively. The method was finally applied to three real samples analysis, and the results agreed well with the data from laser adsorption loss experiment.

**Keywords** Inductively coupled plasma mass spectrometry; Barium phosphate laser glass; Ultratrace copper

(Received 16 June 2014; accepted 8 July 2014)

This work was supported by the National Natural Science Foundation of China (No. 21275138)



## 第六届亚太地区冬季等离子体光谱化学国际会议(第一轮通知) (The 6th APWC 2015 年 5 月 19 - 22 日)

由厦门大学主办,厦门大学化学化工学院承办的“第六届亚太地区冬季等离子体光谱化学国际会议”(The 6th APWC)将于 2015 年 5 月 19 日 - 5 月 22 日在福建厦门召开。会议名誉主席为黄本立院士(厦门大学),主席为杭纬教授(厦门大学)。

冬季等离子体光谱化学系列会议至今已有 30 余年的发展历史,该项会议一直是原子光谱分析领域最重要的高端国际学术会议。亚太地区冬季等离子体光谱化学会议起源于世界冬季等离子光谱会议。鉴于等离子体光谱发展迅速及其产生的巨大社会价值和社会影响,美国 ICP Information Newsletter, Inc. 着手创办亚太地区冬季等离子体光谱化学会议,取得了深远的影响。本次会议的举行将是我国谱学研究者向世界展示最新的研究成果,与国际同行进行学术交流,增进友谊的一次良机。

大会已邀请 Ramon Barnes 教授, Gary Hieftje 教授, Richard Russo 教授等国际著名学者及江桂斌院士, 柴之芳院士, 张新荣教授, 杨芃原教授等国内知名学者共 50 多名专家做邀请报告。会议将包括以下议题: 等离子体光谱/质谱分析, 光谱分析仪器, 便携式光谱仪器, 元素形态分析, 固体分析, 环境分析, 食品和药物分析, 同位素分析, 激光辅助等离子体光谱化学, 新型等离子体光谱化学应用, 样品制备与引入等。并在多个领域的最新研究进展上开展广泛的学术与技术交流。

### 论文投稿

会议交流语言为英文。摘要/论文投稿截止日期为 2015 年 3 月 15 日,摘要要求及格式可在会议网站上(<http://apwc2015.xmu.edu.cn>)下载。摘要投稿需电邮到会议组秘书处邮箱([apwc2015@xmu.edu.cn](mailto:apwc2015@xmu.edu.cn)),投稿成功后将会收到会议组的确认邮件确认。

联系方式: 秘书长: 林峻越女士, 殷志斌先生 传真: +86(592) 2183052 会议邮箱: [apwc2015@xmu.edu.cn](mailto:apwc2015@xmu.edu.cn)