

ICP-MS 2000E 检测头发中微量元素的解决方案

1、头发中微量元素检测的市场需求

微量元素与人体健康密切相关，人体内含有多种必需、非必需或有害的微量金属元素，准确测量这些微量元素，有利于指导人们合理膳食、控制人体体液离子平衡，保障人体健康。人体头发作为一种人体生物组织，因为其取样方便且能反应人体内环境健康与否，常用于检测其微量元素含量，从而为身体是否健康提供参考。

电感耦合等离子体质谱法，作为一种无机元素检测方法，因其灵敏度高、多种元素可同时测试、检出限低、动态范围宽、干扰少、精密度高、分析速度快等优势，常应用于头发中各种微量元素测试的分析研究。

2 电感耦合等离子体质谱 ICP-MS 2000E 仪器简介

电感耦合等离子体质谱仪（简称 ICP-MS），是 20 世纪 80 年代发展起来的一种新的微量（ 10^{-6} ）、痕量（ 10^{-9} ）和超痕量（ 10^{-12} ）元素分析技术。可测定元素周期表中大部分元素，超低的检出限、极宽的动态线性范围、谱线简单、干扰少、精密度高、分析速度快、可实现同位素分析。

ICP-MS2000E 是天瑞自主研发，国内首台国产产业化电感耦合等离子体质谱仪，仪器整体性能优异，已广泛应用于环境、食品、矿产行业、半导体、核工业、石油化工、医药及生理分析领域等。



图 1 ICP-MS 2000E 图片

仪器性能特点:

1. 进样系统: 敞开式进样系统结构, 使用外部安装的雾化器, 自我定位, 无需调整
2. 炬位调整系统: 计算机全面控制 x、y、z 三维炬管精确位置, 所有调整参数存入分析方法内
3. 先进等离子体屏蔽技术: 极大地提高仪器的灵敏度, 改善低质量数元素的检出限, 达到 ppt 水平
4. 活动阀门: 计算机控制阀门, 保护仪器真空, 便于在真空系统工作时拆装和清洗采样锥和截取锥
5. 离子透镜系统: 配有高效率六极杆离子导向系统, 在全质量范围内获得最佳的离子传输效率, 全自动的离子聚焦调谐过程, 真空室内的透镜使用非对称安装, 方便拆装定位
6. 检测器: ETP 双模式检测器, 分成两部分分列打拿极电子倍增器, 无需数/模切换
7. 新型真空腔体结构: 腔体内无任何导线连接, 各个组件采用不对称安装和插入式安装
8. 断电保护系统: 在意外停电发生时, 安全自行关机, 而不损坏仪器系统
9. 软件: 提供自动控制仪器及其附件的能力, 集成了应用方法包, 用户可根据对应的样品直接调用方法数据包, 从而简化了样品测试过程, 提高了测试数据的可靠性。

仪器性能指标:

1. 质量数量范围: $2 \sim 255$ amu
2. 分辨率 0.4-1.1amu 连续可调
3. 测量范围: $\geq 10^9$
4. 灵敏度: Li ≥ 20 M cps/ppm; In ≥ 100 M cps/ppm; U ≥ 100 M cps/ppm。
5. 随机背景: ≤ 2 cps (220amu)。
6. 氧化物离子 (CeO^+/Ce^+) $\leq 2.5\%$ 。
7. 双电荷离子 ($^{70}\text{Ce}^{2+}/^{140}\text{Ce}^+$) $\leq 2.5\%$ 。
8. 仪器检出限: Li ≤ 1 ng/L; In ≤ 0.5 ng/L; U ≤ 0.5 ng/L。

9. 稳定性： 短期稳定性（RSD）： ≤2%； 长期稳定性（RSD）： ≤3%

3 头发中 23 种微量元素的测定（ICP-MS 法）

1 原理

头发样品采用微波消解法消解处理后，采用电感耦合等离子体质谱仪进行测试，根据元素的质谱图或特征离子进行定性，内标法定量，样品由载气带入雾化系统进行雾化，以气溶胶形式进入等离子体的轴向通道，在高温和惰性气体中被充分蒸发、解离、原子化和电离，转化成的带电荷的正离子经离子采集系统进入质谱仪，质谱仪根据离子的质核比进行分离并定性定量分析。

2 试剂

硝酸（优级纯）；双氧水（优级纯）；砷、铅、镍、铬、稀土元素等标准储备液；

3 仪器设备

ICP-MS 2000E 电感耦合等离子体质谱仪（江苏天瑞仪器股份有限公司）

微波消解仪（上海屹尧 WX8000）

移液枪（普兰德 Transferpette® S ）

超纯水机（密理博 A10）

4 样品处理

准确称取 0.5g 头发标准样品于微波罐中，加入 6.0ml 硝酸、2ml 双氧水，预热反应后，放入微波仪密闭消解；待其反应完成，冷却后取出，于加热板上低温加热赶酸；赶酸完成后，转移至 10ml 容量瓶，加入锗、铈、铕混合内标溶液并定容。同时做平行样及两份样品空白，上机待测。

5 精密度和测试结果数据

准确称取 6 份头发标准样品 GBW07601 (GSH-1a)，分别测定其中的 23 种微量元素，详细测定数据见表 1。

表 1. 头发标样 GBW07601 (GSH-1a) 中 23 种微量元素测试结果及精密度

元素	标准值 (μg/g)	测试结果 (μg/g)	RSD (%)
砷 (As)	0.28±0.05	0.302	3.31
钡 (Ba)	11.4±0.6	12.8	0.66

镉 (Cd)	0.07±0.01	0.056	1.98
钴 (Co)	0.045±0.009	0.041	1.26
铬 (Cr)	0.41±0.12	0.043	1.33
锰 (Mn)	2.0±0.3	2.02	0.88
钼 (Mo)	0.17±0.03	0.154	1.46
镍 (Ni)	0.43±0.12	0.38	1.21
铅 (Pb)	5.7±0.5	5.5	1.01
硒 (Se)	0.58±0.12	0.61	2.33
铈 (Ce)	350	339	1.06
镝 (Dy)	20±9	18	2.31
铒 (Er)	14±5	17	1.56
铕 (Eu)	3.7±1.1	3.1	1.23
钆 (Gd)	20±5	23	0.65
钬 (Ho)	4.6±1.8	5.2	2.33
镧 (La)	160±40	176	0.67
镱 (Lu)	2.8	2.45	1.69
镨 (Pr)	25±5	23	2.13
钐 (Sm)	19±6	22	2.41
碲 (Te)	3.3±0.9	3.1	0.56
铥 (Tm)	2.1±0.7	2.5	0.78
镱 (Yb)	15±6	18	1.87

由上述实验数据可知，ICP-MS 2000E 测试头发标准样品 GBW07601 (GSH-1a) 中 23 种微量元素的精密度为 0.56%-3.31%，分析结果与标准值吻合，作为一种精密、快速的检测方法，完全可满足于头发中微量元素的测定。