

使用Hansel iQuad 2300P ICP-MS 自动化 测试化妆品中的As、 Cd、Pb

作者 仵文旺 衡昇质谱（北京）仪器有限公司

iQuad 2300P 定量分析霜类标准物质GBW09309中的As、Cd、Pb



前言

随着化妆品行业监管的日益严格，重金属元素（如砷、镉、铅）的痕量检测已成为保障产品安全性和合规性的核心环节。这些元素通过长期皮肤接触可能引发慢性中毒、神经系统损伤甚至致癌风险。

微波消解技术与电感耦合等离子体质谱（ICP-MS）的联用，凭借其全自动化前处理与超低检出限的优势，为化妆品痕量重金属检测提供了高效解决方案。微波消解机器人通过封闭式程序化消解（如优化温度梯度与试剂配比），可显著减少人为误差并提升复杂基质（如油脂、乳化剂）的分解效率。

霜类化妆品因其高油脂、乳化剂等复杂基质特性，对痕量重金属（如砷、镉、铅）的精准检测提出更高挑战。这些有害元素通过皮肤长期渗透可能引发慢性中毒、神经损伤甚至致癌风险。尽管传统原子吸收光谱（AAS）等技术在重金属检测中仍有应用，但其灵敏

度不足（检出限通常在 ppb 级）、多元素分析效率低等问题，难以满足霜类化妆品高通量、高精度的检测需求。

微波消解与电感耦合等离子体质谱（ICP-MS）的联用技术，凭借全自动化前处理与超低检出限优势，成为破解霜类化妆品检测难题的关键。

针对霜类基质特点，微波消解机器人通过密闭式梯度控温（如 120-190℃ 程序升温）和硝酸-过氧化氢体系优化，本研究基于国产微波消解-ICP-MS 联用系统，聚焦霜类化妆品中 As、Cd、Pb 的质控实验。

通过优化消解参数与仪器条件，验证了方法在复杂基质中的准确性满足中国《化妆品安全技术规范》

（As≤2 ppm、Cd≤5 ppm、Pb≤10 ppm）的合规需求。^[1] 本实验不仅为国产仪器性能提供了实证数据，也为行业精细化监管提供了高效分析方案。

实验部分

样品和试剂

样品: GBW09309

试剂: G3 硝酸, GR 过氧化氢, 自制 18.2 MΩ·cm 超纯水

元素标准溶液

元素标液: 包含 As, Cd, Pb 的元素混标。

内标溶液: 使用 Ge, Rh 等元素作为内标。线性配置采用 10% 硝酸溶液作为稀释剂。

样品前处理

取样品约 100mg，后续所有过程由 2300P 自动实现，5ml HNO₃，2ml 过氧化氢，120-190 度程序升温，冷却后超纯水稀释至 50ml，仪器最终摇匀，仪器端择机自动进样，无需人工干预。

仪器与方法关键参数

使用 Hansel iQuad 2300P 型 ICP-MS 进行分析。

使用 ICP-MS 软件内的自动调谐功能对 ICP-MS 进行优化。

表 1 2300 ICP-MS 运行条件

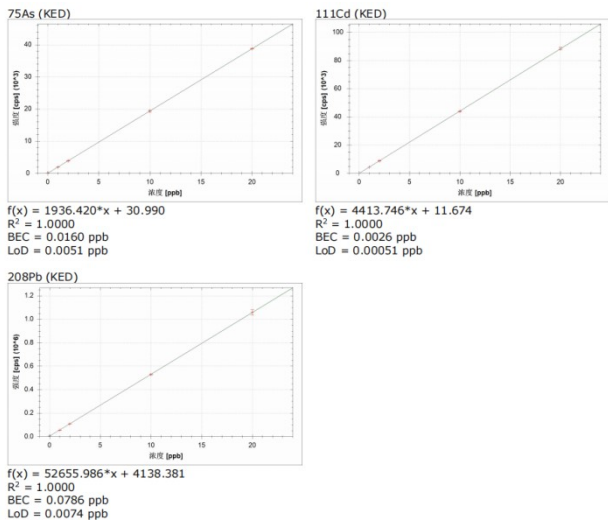
参数	设置
RF 功率 (W)	1500

应用简报编号：HS2521CN

等离子体气流量(L/min)	15
氦气流速 (mL/min)	4.5
进样方式	三通在线加内标，蠕动泵提升
雾化器流量	1.1
雾化器类型	同心玻璃
积分时间	1 s

结果与讨论

元素线性：均优化于 0.9999，检出限均低于 8ppt。
远远低于检测要求，这就为元素测试结果的稳定性提供了充分的保证。



测试结果：

标准物质编号	特性量	标准值 ($\mu\text{g/g}$)	不确定度 ($\mu\text{g/g}$)	实测值 ($\mu\text{g/g}$)
GBW09309	Pb	8.68	0.52	8.64
	Cd	5.24	0.26	5.28
	As	1.86	0.09	1.82

化妆品标准物质中的3种元素杂质结果均在质控范围内，充分说明了 iQuad 2300P 的定量能力。往期我们已经做过加标回收率的方面工作，不再赘述。^[2]

值得说明的是，样品证书给定的最小称样量为 0.2g，本次实验采用 0.1g 称样量的原因是：方法定量限足够低，合理减小称样量，可以节约质控样品，同时缩短消解时间。

结论

本工作证明了衡昇 iQuad 2300P 型 ICP-MS 作为自动化元素分析仪的定量能力，完全适用于霜类化妆

品的元素分析，为实验室的仪器自动化运行提供了参考。

参考资料

- 《化妆品安全技术规范（2022 年版）》
- 使用 Hansel iQuad 2300 ICP-MS 对化妆品中铅 砷汞镉 4 种元素进行分析