

# 电感耦合等离子体质谱（ICP-MS）在测试中的干扰及消除

邓寻寻

(1.四川大学 华西公共卫生学院, 成都 610041)

**摘要:** 归纳总结了电感耦合等离子体质谱（ICP-MS）在实际应用中存在的干扰因素，包括质谱干扰、物理干扰和基体干扰，并详述干扰产生原因及对应的干扰消除方法，为 ICP-MS 在复杂样品的检测研究提供参考。

**关键词:** 电感耦合等离子体质谱；质谱干扰；物理干扰；基体干扰；消除

**中图分类号:** O657.63 **文献标识码:** A

## Discussion on Interference in Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS) and Its Elimination

Deng Xunxun

(1. West China School of Public Health, Sichuan University, Chengdu 610041, China)

**Abstract:** This article summarized the interference in inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS), including mass spectrometry interference, physical interference, and matrix interference. Elaborate on the interference factors and elimination methods, providing reference for the detection of complex samples by ICP-MS.

**Keyword:** Inductively coupled plasma mass spectrometry; mass spectrometry interference; physical interference; matrix interference; elimination

### 1 引言

电感耦合等离子体质谱法（ICP-MS）具有较宽的线性范围和极低的检测限（ppt-ppm），检测速度快、多元素同时分析、同位素检出能力等优势，近年来，ICP-MS 被广泛应用于生物医学、环境、半导体领域<sup>1-3</sup>。但应用于实际样品检测，如临床生物样品血液、食品、海水样品等时，样品中具有复杂的基体，包括高盐分、高蛋白（高有机物）、高共存元素等，这些基体的存在常常在测试中引起较大的测试干扰，导致结果产生偏差。归纳总结 ICP-MS 测试中遇到的干扰及相应的消除手段，可为 ICP-MS 的更好应用提供参考。

## 2 ICP-MS 检测中干扰因素

ICP-MS 测试中的干扰因素，通常可以分为质谱干扰、物理干扰和基体干扰。

### 2.1 质谱干扰

质谱干扰的产生主要是由于待测元素与共存元素在等离子体中产生相同的分子离子峰，从而造成干扰。质谱干扰主要可分为同位素干扰、氧化物干扰、双电荷干扰和多原子离子干扰

1). **同位素干扰**：是由于待测元素与样品中共存元素同位素具有相同的质量数导致的，如 Cd 与 Sn 同时具有质量数为 114 的同位素，在测试  $^{114}\text{Sn}$  的情况下，样品中存在 Cd 必然会对检测结果造成干扰。

2). **氧化物干扰**：由于样品中元素结合氧或氢氧化物，从而与待测元素具有相同的质量数而形成的干扰。氧化物干扰主要是样品元素不完全电离或在等离子体周围再结合导致的，如  $^{48}\text{Ti}$  会与氧离子结合形成  $^{48}\text{Ti}^{16}\text{O}^+$ ，这与 Zn 在 64 质量数的同位素会产生重叠，从而造成干扰。

3). **双电荷干扰**：元素发生二次电离，如 Sr 发生二次电离形成的  $^{88}\text{Sr}^{++}$  会对  $^{44}\text{Ca}^+$  的测定造成干扰，易形成双电荷的元素主要包括过渡金属、碱土金属和稀土元素。

4). **多原子离子干扰**：由两个或多个原子离子形成化合物而产生的干扰，可由样品中元素与等离子气、溶剂中基体组分、环境中氧气等生成。如氩气 (Ar) 可与 Cl 离子形成  $^{40}\text{Ar}^{35}\text{Cl}^+$ ，从而对  $^{75}\text{As}$  离子的测试造成干扰。

### 2.2 物理干扰

除了质谱干扰外，ICP-MS 中主要的干扰因素还有物理干扰。物理干扰主要包括样品沉积和进样效率差异。样品沉积是由于进样系统或锥口处的离子沉积污染造成的干扰，而样品在雾化室中雾化效率、传输过程中泵管效率、气溶胶传输过程效率的差异都会造成进样效率的不同，从而对检测造成干扰。

### 2.3 基体干扰

样品前处理或样品中基体元素可对检测造成基体干扰，从而增强或者抑制检测的信号强度，使结果不准确。基体干扰包括酸干扰、易电离元素效应、记忆效应和有机增敏效应。

1). **酸效应**：在样品前处理中为了提取稳定待测元素常常会使用到酸，如  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HCl}$  等，酸中的元素 N, S, O, Cl 等进入仪器可能会对待测元素造成干扰。

2). **易电离元素效应**：在样品中存在的基体元素如果电离能较低，也会对检测造成干扰，