

八极杆碰撞/反应池和氦气模式

安捷伦 ICP-MS 技术简介

氦气碰撞模式工作原理

与重叠的分析物离子相比，多原子离子通过氦气碰撞池时损失的能量更多，He 碰撞模式据此可以实现多原子离子干扰的消除。

质量数相同的情况下，多原子（分子）离子的碰撞截面大于分析物（原子）离子的碰撞截面。因此，多原子离子与 He 池气体原子的碰撞更加频繁，进而损失更多能量。

多原子离子能量更低，因此可在池出口处施加正动能歧视 (KED) 偏压来剔除它们。分析物离子保留了足够能量来克服 KED 屏障，可顺利通过四极杆。

采用这种方式将多原子从离子束中过滤出去，从而确保先前难以分析的多种分析物获得更加准确一致的结果。

He 模式：

- 对所有多原子离子均有效
- 适用于多元素分析
- 可用于未知样品
- 不会因反应导致分析物信号丢失

八极杆碰撞/反应池是实现有效 He 模式的理想配置。

氦气模式和多原子干扰

氦气 (He) 碰撞模式大大提升了安捷伦 ICP-MS 的性能。未知样品类型中基质相关的多原子干扰难以预测，会对多种分析物产生影响。安捷伦 ICP-MS 系统可利用 He 碰撞模式解决这些干扰问题，同时还能保持分析物灵敏度，如图 1 所示。

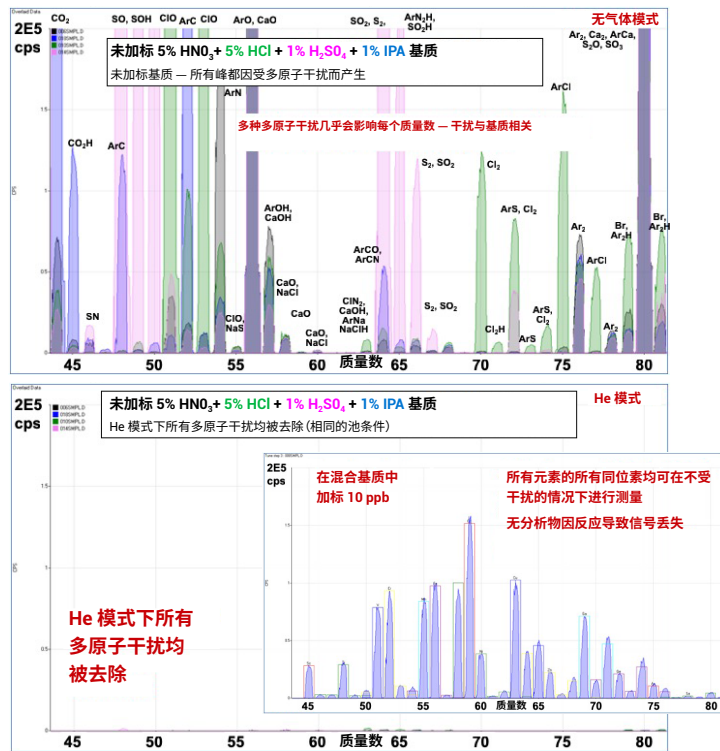


图 1. 在无气体模式下，不同基质组分形成的多原子干扰会对 m/z 40–80 之间的多数分析物产生影响（上图）。He 模式下所有干扰均被抑制（下图），从而可以准确测量该区域中所有分析物的所有同位素（插图）

有效 He 碰撞模式的要求

碰撞模式要求离子必须经历多次碰撞，这样分析物和多原子离子之间的剩余能量差才会足够大到实现分离。为实现有效碰撞模式：

1. 初始离子能量扩散需尽可能窄
2. 碰撞池必须在高池气压下使用轻质池气体 (He) 运行，才能发生所需的大量碰撞
3. 离子导杆需具备较小的内径和较宽的稳定区，以尽可能减少离子散射

窄的离子能量扩散是碰撞模式下有效消除干扰的关键。分析物离子和多原子离子以相同的平均离子能量进入反应池，这一能量来源于等离子体与接口间的电压差。安捷伦 ICP-MS 仪器使用屏蔽炬系统将等离子体接地，确保获得较低的平均离子能量和较窄的能量扩散。这提高了 KED 对经过反应池后的分析物和多原子离子的有效分离能力，如图 2 所示。

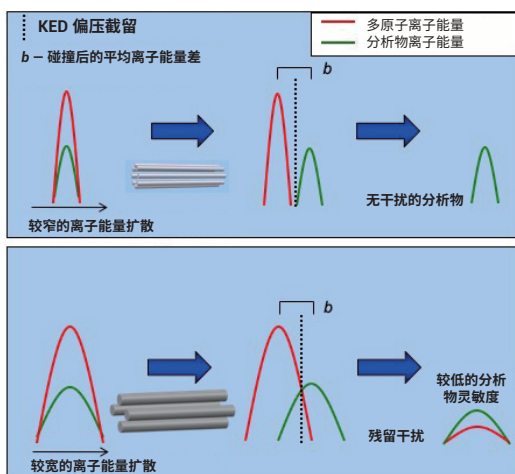


图 2. 上图：安捷伦 ICP-MS 的窄离子能量扩散可确保使用 KED 实现多原子的有效分离。下图：非安捷伦 ICP-MS 的能量扩散更宽，意味着经过碰撞池后分析物和多原子离子的能量仍然有重叠，因此无法完全消除干扰

窄的离子能量扩散可确保 KED 偏压（图 2 虚线部分）有效剔除多原子离子，同时允许分析物离子通过。

安捷伦 ICP-MS 系统所用的 ORS 池兼具小尺寸（低池体积；窄离子导杆）与高传输率（大离子稳定区）的特点，如图 3 所示。

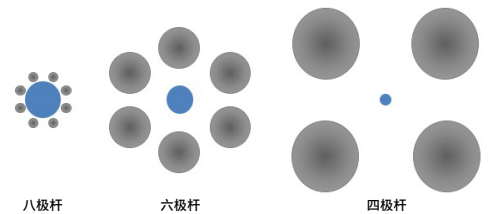


图 3. 多极离子导杆的相对大小、内径和离子稳定区（蓝色部分）

八极杆池将理想的离子传输与 KED 所需的大量碰撞完美结合。相反，四极杆池采用了较大的离子导杆，但离子稳定区较小，因此在高池气压下，传输率和灵敏度都比较低。毕竟四极杆是为在低压真空室内过滤或剔除离子而设计，而不是为在充满气体的室内传输离子。

四极杆池剔除非目标质量数母离子并因此避免池内干扰物形成的能力，与 He 碰撞模式无关。氦气是一种惰性气体，并不会在反应池内形成反应产物离子。而且，由 He 模式消除的多原子离子均为原位质量干扰，无法在不剔除分析物离子的前提下通过四极杆滤质器剔除。

结论

使用氦气碰撞模式和 KED 控制多原子干扰，已成为提高数据质量、扩展 ICP-MS 应用范围的主要手段。

He 模式需将正确的池设计与操作条件以及对离子能量的有效控制全面结合。安捷伦 ORS 八极杆池与屏蔽炬系统相结合，可实现有效离子能量控制，从而使碰撞模式发挥更高性能。

了解更多信息：

www.agilent.com/chem/icpms

DE44140.894375

本文中的信息、说明和指标如有变更，恕不另行通知。

© 安捷伦科技（中国）有限公司，2020
2020 年 11 月 9 日，中国出版
5994-1172ZHCN

查找当地的安捷伦客户中心：

www.agilent.com/chem/contactus-cn

免费专线：

800-820-3278, 400-820-3278 (手机用户)

联系我们：

LSCA-China_800@agilent.com

在线询价：

www.agilent.com/chem/erfq-cn

 **Agilent**
Trusted Answers