



# 宽动态范围的电子倍增检测器

## 安捷伦 ICP-MS 技术简介

### 利用 ICP-MS 测量常量元素

ICP-MS 分析通过直接测量离子，可实现更高的灵敏度，同时可以更好地阻挡光子和中性粒子，确保获得低背景信号。这些优势的组合提供了一种非常适合痕量元素分析的技术。

然而，许多应用要求在一次运行中同时测量痕量分析物和常量元素。一些 ICP-MS 系统使用的检测器具有约 9 个数量级的动态范围。该范围不足以覆盖从最低浓度痕量元素到常量元素的浓度范围。这些 ICP-MS 系统的用户必须应用自定义设置来测量高浓度分析物，例如：

- 通过降低离子透镜或池电压来减少目标常量元素质量数的传输效率
- 指定用于常量元素的“低增益”检测器模式

这些方法存在一个主要的局限性，即用户必须预先知道哪些是高浓度元素，才能确定方法中的自定义设置。

安捷伦 ICP-MS 系统采用一种更简单、更可靠的方法。利用专利的检测器和放大器电子器件，安捷伦 ICP-MS 系统可覆盖 10 或 11 个数量级，无需自定义设置即可测量常量元素。

### 用于 ICP-MS 的电子倍增检测器

大多数 ICP-MS 仪器使用电子倍增 (EM) 检测器测量离子信号。EM 由一系列带电极板或“打拿极”组成。撞击第一个打拿极的每个离子都会释放出多个电子，这些电子接着撞击第二个打拿极，然后释放出更多电子，并重复上述过程。随着电子级联通过一系列打拿极，信号大大“倍增”，直到计数电子设备能够记录离子数量。该过程如图 1 所示。

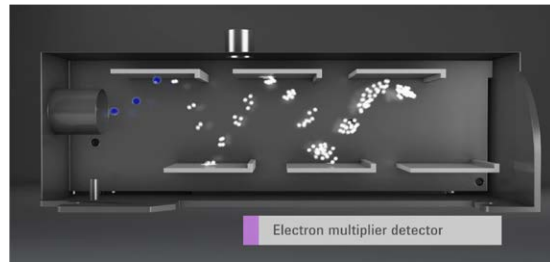


图 1. 电子倍增检测器，展示了导致生成脉冲计数信号的电子级联效应

以“脉冲计数”模式测量低强度信号，在该模式下，撞击检测器的每个离子记录为一次响应。采用这种“高增益”模式，可以测量高于基线噪音的低强度信号。在较高的信号强度下，脉冲计数模式出现过载，响应呈非线性。在这些高强度信号下，通常使用模拟信号检测功能将 EM 自动切换到“低增益”模式。

在模拟模式下，由中间的打拿极测量电流通过检测器时的响应率，而不记录单个响应。当信号超过脉冲计数阈值时，检测器处于“门控”状态，因此信号不会传递到后面的打拿极。在这种情况下，使用模拟信号进行测量，并对其进行交叉校准以确保与脉冲计数信号一致。

## 用于 ICP-MS 的电子倍增检测器

除检测器的动态范围外，ICP-MS 仪器的可用分析范围还取决于多种因素。要实现低浓度分析物的准确分析，则需要确保原子在等离子体中的良好电离、高离子传输效率、低背景，同时有效控制影响多个质量数的痕量干扰物质。

对于高浓度常量元素的分析，则需要良好的基质耐受性和稳定的等离子体，因为高浓度分析物会引发基质效应，从而可能导致信号抑制。

安捷伦 ICP-MS 系统集出色的灵敏度和超高的基质耐受性于一体，能够充分利用检测器的宽线性动态范围。根据 ICP-MS 或 ICP-MS/MS 型号的不同，安捷伦 ICP-MS 检测器可覆盖 10 或 11 个数量级的动态范围，如图 2 所示。

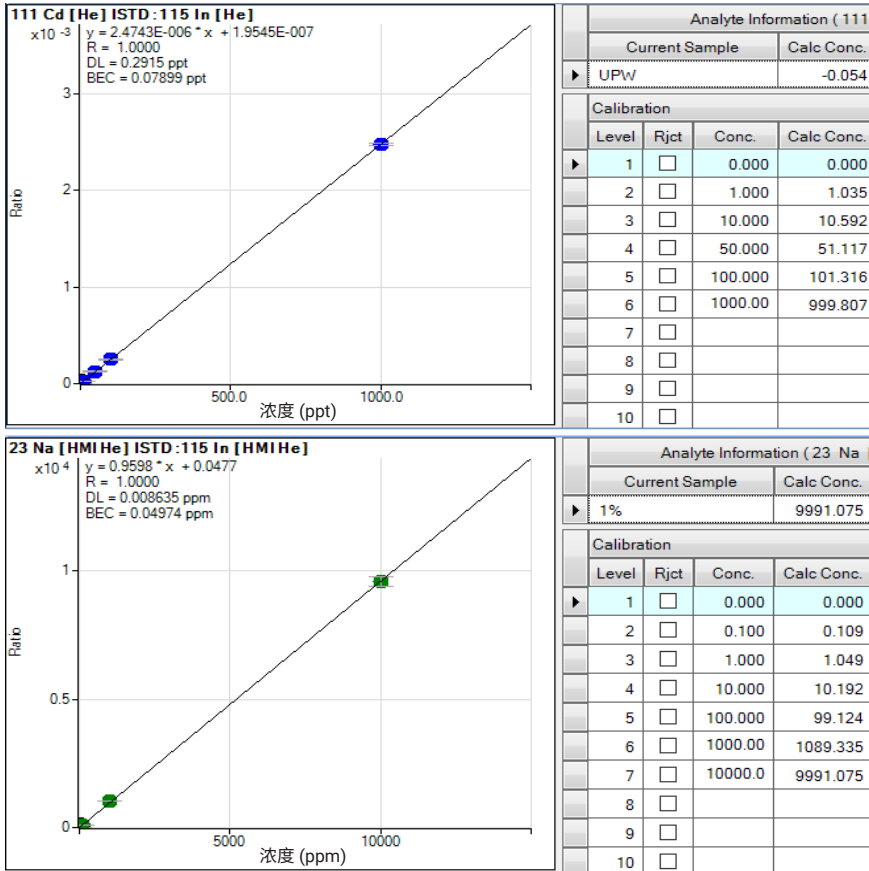


图 2. 使用 Agilent 7900 ICP-MS 进行低浓度和高浓度分析：上图，Cd 校准 (1 ppt–1 ppb)；BEC < 0.1 ppt。下图，Na 校准 (0.1–10000 ppm)。总浓度范围涵盖 11 个数量级

对含有未知成分的复杂样品进行多元素分析时，ICP-MS 必须能够测量各种浓度水平的分析物，同时无需进行大量的方法设置。安捷伦 ICP-MS 系统通常在支持常规分析的设置下运行，这意味着优化稳定性的同时会损失信号灵敏度。

但是，安捷伦 ICP-MS 仪器使用带有离轴 Omega 透镜的优化离子通道，可以提高离子传输效率。因此，对于低基质样品的分析可以实现极高灵敏度。超高灵敏度调谐如图 3 所示，其中 U 校准范围为 0–100 ppt，DL 为 1.3 ppq，灵敏度为 1.38 Gcps/ppm。

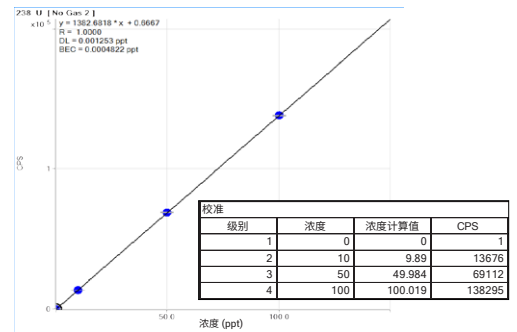


图 3. 在较低的稳定性的 (约 2.5% CeO) 下，对 Agilent 7900 ICP-MS 进行灵敏度优化，可实现超高灵敏度

## 结论

安捷伦 ICP-MS 检测器的宽动态范围可以在一次运行中同时分析痕量与常量元素。只有安捷伦 ICP-MS 检测器可以真正提供 10 或 11 个数量级的动态范围。宽动态范围意味着可以同时测量最低和最高浓度的分析物，而无需通过设置自定义条件减弱特定常量元素的高强度信号。

了解更多信息：

[www.agilent.com/chem/icpms](http://www.agilent.com/chem/icpms)

DE44140.896087963

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  
 5994-1218ZHCN

查找当地的安捷伦客户中心：

[www.agilent.com/chem/contactus-cn](http://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](mailto:LSCA-China_800@agilent.com)

在线询价：

[www.agilent.com/chem/erfq-cn](http://www.agilent.com/chem/erfq-cn)