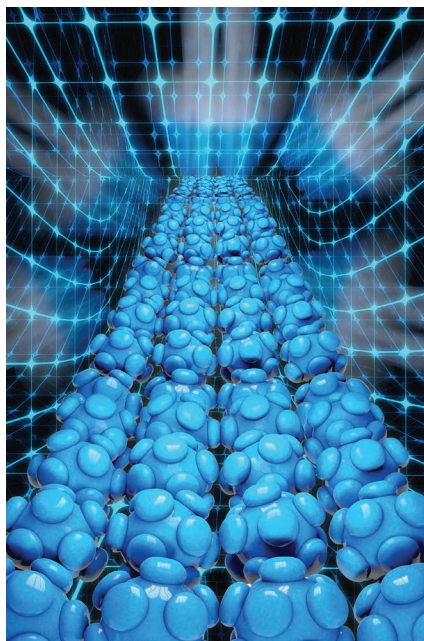


# ICP-MS 纳米颗粒分析的 安捷伦全面解决方案



## 前言

工程制造的纳米颗粒在提高半导体材料到食品、药品、化妆品以及消费品等各类产品的性能或性质方面的使用正在迅速增加。由于这些材料的理化性质较为新颖，它们的许多环境归宿和毒理学性质仍然不为人知。因此，人们对一种能够快速、准确而灵敏地完成各种类型样品中纳米颗粒表征与定量的技术的需求也日益增长。通过近期实现的一些针对特定应用的硬件和软件增强功能，ICP-MS 已证明能够满足这些要求。

- 高灵敏度 — 小颗粒的信号强度随直径的立方而降低
- 低背景可改善小粒径的检测
- 时间分辨模式中的快速扫描，扫描间的稳定时间降至最短
- 即使在快速扫描模式下也可有效去除多原子干扰
- 管理复杂计算和超大数据集的专用软件

## 安捷伦全套解决方案

纳米颗粒的分析要求随纳米颗粒类型、样品基质以及所需信息类型的不同而变化。不存在能够适用于所有纳米颗粒应用的单一方法。为此，安捷伦推出了一系列灵活的解决方案，支持从对含不同尺寸和类型纳米颗粒的样品进行批量表征的 FFF-ICP-MS，到能够测定溶液中单个纳米颗粒尺寸、质量和组成的高速单颗粒模式的全套方案。安捷伦 ICP-MS MassHunter 软件中简单易用的单纳米颗粒应用模块将所有这些功能结合在了一起。



**Agilent Technologies**

## 用于 ICP-MS MassHunter 的可选单纳米颗粒应用模块

安捷伦的全集成纳米颗粒应用模块将纳米颗粒测定的整个过程纳入了 ICP-MS MassHunter 软件中。方法向导指导用户自动新建 ICP-MS 和 ICP-MS/MS 仪器均可适用的纳米颗粒方法，并在 FFF-ICP-MS 和单纳米颗粒模式下均支持数据采集。只需轻点几下鼠标即可设置并随时运行包括最佳采集参数、标准物质数值以及数据分析参数在内的完整分析方法。标准物质和整个批次样品的汇总结果将列于熟悉的“Batch at a Glance”（批处理数据概览）表格中。系统将显示出所选样品的详细图形结果，必要时可以通过目测对结果进行确认与优化。系统将自动生成包括所有数据和图形在内的纸质或电子版报告。

**Analysis Mode**  
Select appropriate Analysis Mode. Also make the following changes to radio button selections.

**Conventional Analysis**  
 Spectrum/TRA  
 Spectrum: Conventional Mass Spectra are acquired.  
 TRA: Conventional Time Resolved Data are acquired.

**Nanoparticle**  
 Single Element / Isotope  
 Single Particle Analysis using fast TRA mode.  
 Multi-Element Screening  
 Fast Time Program Analysis for multi-element nanoparticle screening.  
 2 Elements / Isotopes  
 Average element/isotope ratios of multiple particles.  
 FFF ICP-MS  
 Particles acquired using conventional TRA mode after separation.

**Single Particle Analysis Configuration**  
 Set parameters for Single Particle Analysis.

Sample Pump Tube ID: 1.02 mm  
 Sample Inlet Flow: 0.346 ml/min  
 Response Factor Calibration Solution:  
 Ionic Standard Concentration at 197 amu: 1.000 ppb  
 Reference Material: NIST RM 8012  
 Reference Element Mass: 197 amu  
 Mean Reference Particle Diameter: 27 nm  
 Reference Material Density: 19.32 g/cm<sup>3</sup>  
 Concentration of Reference Material: 5.0 ng/l  
 Unknown Sample:  
 Target Element Mass: 197 amu  
 Analyte Mass Fraction: 1.000  
 Particle Density: 19.32 g/cm<sup>3</sup>

只需点击几次鼠标，MassHunter 方法向导即可自动完成从硬件设置和数据采集到数据分析的纳米颗粒分析方法设置过程。

Offline ICP-MS MassHunter - nanotes5.b

File Edit View Instrument Hardware Startup Batch Queue Tools Help

Hardware Plasma Tune Batch Queue Data Analysis Report

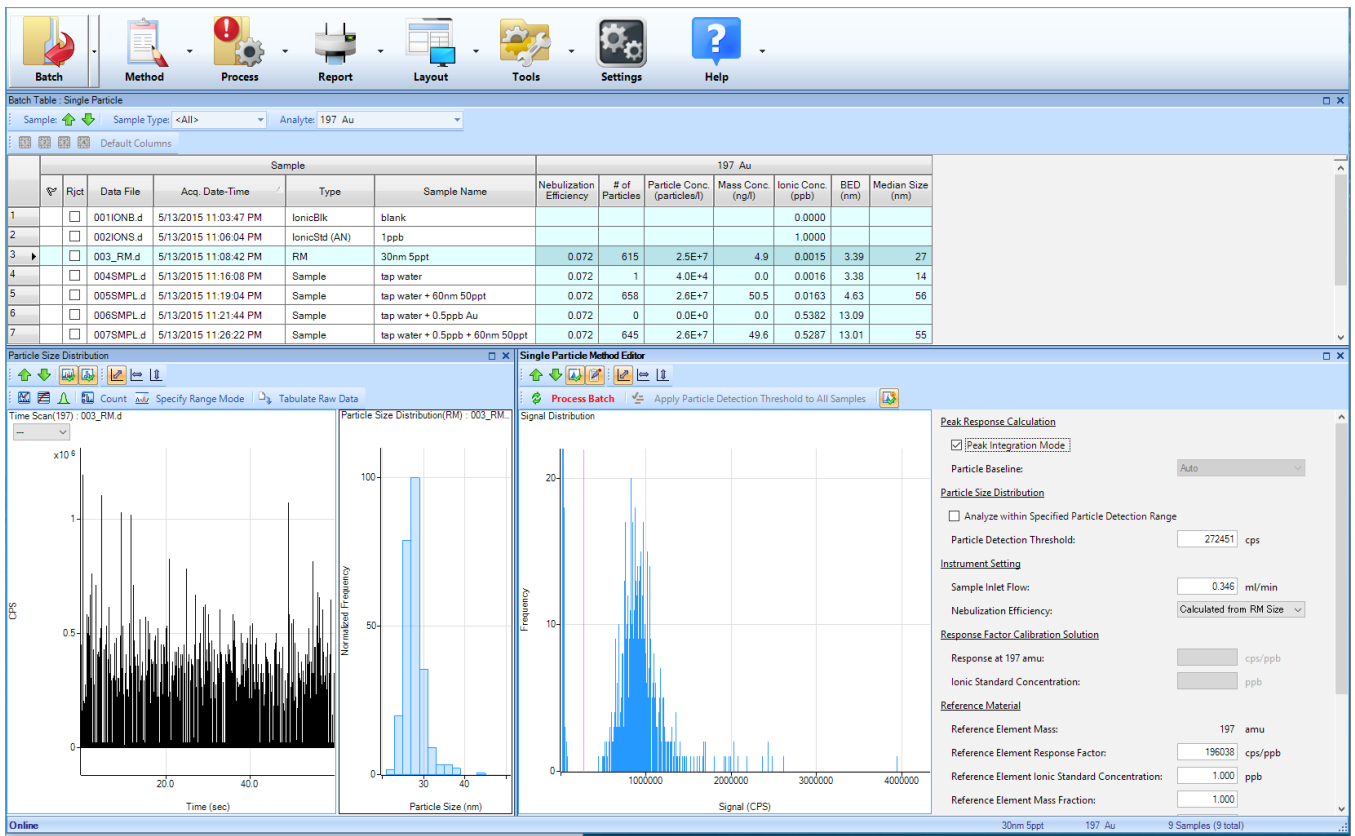
Batch - nanotes5.b

Save Batch Add to Queue Validate Method Import Sample List Auto Sampler Nebulizer Pump Speed

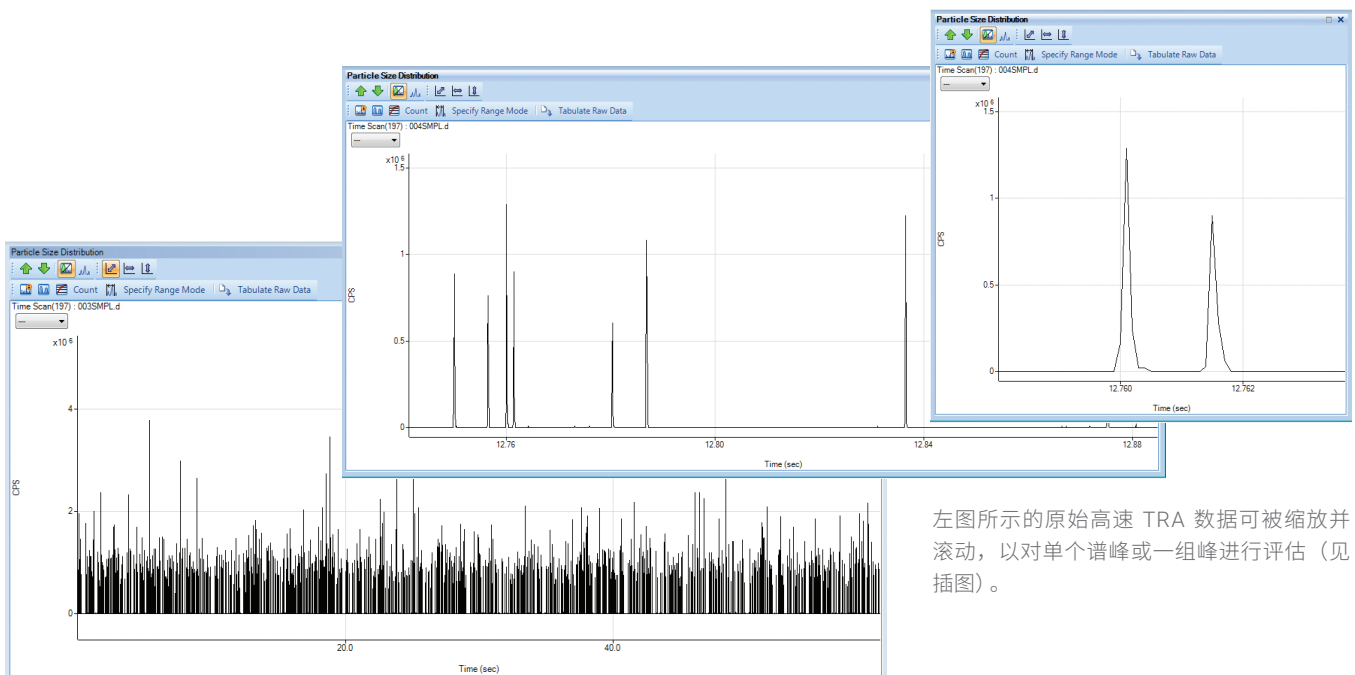
Acq Method	Data Analysis Method	Sample List	Skip	Sample Type	Sample Name	Comment	Vial#	Replicates	Dilution
			<input type="checkbox"/>	IonicBlk	Ionic Blank		1101		
			<input type="checkbox"/>	IonicStd	Ionic Standard	10 ppt Ag	1102		
			<input type="checkbox"/>	RM	NIST RM 8012	30nm RM	1103		
			<input type="checkbox"/>	Sample	Unknown 1		1104		
			<input type="checkbox"/>	Sample	Unknown 2		1105		
			<input type="checkbox"/>	Sample	Unknown 3		1106		
			<input type="checkbox"/>	Sample	Unknown 4		1107		
			<input type="checkbox"/>	Sample	Unknown 5		1201		
			<input type="checkbox"/>	Sample	NIST RM 8012		1202		
			<input type="checkbox"/>						

Load Option: Standard Tune

在样品列表中输入离子校准标样、参比物质和样品，并将它们排序以进行自动采集、校准和数据分析（左图）。



最终批结果以表格和图形的格式进行报告。用户可浏览表格中的单个样品并查看单个图形结果，必要时可利用强大的手动优化工具。



左图所示的原始高速 TRA 数据可被缩放并滚动，以对单个谱峰或一组峰进行评估（见插图）。

## 7800 四极杆 ICP-MS

Agilent 7800 ICP-QMS 为纳米颗粒分析提供了经济有效的高性能解决方案。优势包括高灵敏度、低背景，另外可靠的安捷伦氦 (He) 碰撞模式可实现无可比拟的干扰消除。可选的快速时间分辨分析 (FTRA) 数据采集能力使采样速率达到微秒级，无需稳定时间，提供最佳的纳米颗粒峰分辨率。



具有可选快速 TRA 功能的 7800 ICP-MS 为单纳米颗粒分析提供了经济有效的解决方案

## 7900 四极杆 ICP-MS

7900 ICP-MS 凭借行业领先的灵敏度和低背景，为所有四极杆 ICP-MS 提供有保障的低检测限，并能检出低灵敏度仪器无法检测到的最小颗粒。请不要忘记，颗粒直径减半即可导致信号降低至 1/8！7900 ICP-MS 还采用了快速 TRA（时间分辨分析）模式，使得单个元素的扫描快至 100  $\mu$ s，而无需稳定时间。快速 TRA 模式使用户可以对单个纳米颗粒离子羽流的形状和持续时间进行直观表征。



与 PostNova AF2000MT AF4 FFF 系统联用的 Agilent 7900 ICP-QMS

## 8900 串联四极杆 ICP-MS

8900 仍是 ICP-MS/MS 世界上唯一一款真正意义上在碰撞/反应池前，采用单位质量数的四极杆。这一配置可完全控制进入反应池的离子，并有效去除四极杆 ICP-MS 中可能存在的多原子和同量异位素干扰。常规的四极杆仪器均无法有效去除同时来自多原子和同量异位素的干扰。而在多数情况下，即使是对难以分析的元素，8900 ICP-MS/MS 的背景也基本上可以达到零。与传统四极杆 ICP-MS 仪器相比，8900 ICP-MS/MS 还具有超高灵敏度和大大降低的背景。这种高灵敏度、低背景与出色干扰去除能力的组合使其能够测定由硅和钛等棘手元素组成的极小纳米颗粒。SiO<sub>2</sub> 和 TiO<sub>2</sub> 是消费品中最常用的纳米材料，因此 8900 ICP-MS/MS 的这一优势也就变得极为关键。



具备高速 TRA 功能和 MS/MS 模式的 Agilent 8900 ICP-MS/MS，可去除通过四极杆 ICP-MS 分析时影响分析钛和硅型纳米颗粒时难以去除的干扰

## 对老式安捷伦 ICP-MS 仪器的支持

ICP-MS MassHunter 单纳米颗粒应用模块可以兼容 ICP-MS MassHunter 4.2 或更高版本支持的其他安捷伦 ICP-MS 主机。对于 7700 系列 ICP-MS 和 8800 ICP-MS/MS 仪器，ICP-MS 可在 3 ms 的最小驻留时间下对纳米颗粒样品进行 TRA 分析。这种测量速度适用于大多纳米颗粒应用，需要测量每个单颗粒信号羽流图谱的情形除外。

如需了解更多信息，  
请联系当地的安捷伦客户  
服务中心或访问：

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

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，2017  
2017 年 8 月 30 日，中国出版  
5991-5536ZHCN