

2019 年 1 月，第 75 期



第 1 页

使用 ICP-MS 进行水质分析：
一种全新的简化方法

第 2-3 页

使用安捷伦 ICP-MS 水质分析
仪器套装简化监管水质分析

第 4-5 页

优化 ICP-MS 硬件配置，实现
可靠、高性价比的常规分析

第 6 页

水中痕量放射性同位素的新
法规：使用 MS/MS 模式的
ICP-MS/MS 分离峰重叠

第 7 页

利用 ICP-MS MassHunter
软件维护协议保持高效分析

第 8 页

安捷伦研讨会、会议和活动；
自选网络研讨会；出版物

使用 ICP-MS 进行水质分析： 一种全新的简化方法

Ed McCurdy, ICP-MS 产品营销专员, 安捷伦科技公司, 英国

常规水质分析可能是 ICP-MS 较为容易的应用之一。样品通常（尽管不总是）具有低基质浓度，且分析物不需要在极低或极高浓度下进行测量。水性基质也是 ICP-MS 样品引入系统的理想选择，并且通常有大量样品可用，因此可以使用常规样品前处理和操作方法。而现在的水质分析通常在竞争激烈的商业实验室中进行，给仪器制造商带来了不同的挑战。通量、分析效率和投资回报是这些实验室的优先考虑因素，同时还包括易用性和新用户的快速培训。在本期 ICP-MS 期刊中，我们将讨论安捷伦如何应对上述商业优先考虑因素。



图 1. Agilent 7800 ICP-MS 与 Agilent SPS 4 自动进样器联用，是安捷伦水质分析仪套装的重要组成部分

使用安捷伦 ICP-MS 水质分析仪套装简化监管水质分析

Gregory Lecornet、Mark Kelinske 和 Ed McCurdy，安捷伦科技公司

ICP-MS 在监管水质分析中的应用

ICP-MS 是一种成熟技术，已被许多行业采用/批准用于监管分析。在监管水质分析领域，US EPA 200.8 和 ISO 17294-2:2016 都指定采用 ICP-MS^[1, 2]。方法 200.8 要求在一系列水样类型中监测 21 种元素，17294-2 列出了可使用该方法测量的 63 种元素。

自 EPA 和 ISO 方法分别于 1990 年和 2004 年首次发布以来，ICP-MS 在基质耐受性和光谱干扰控制方面取得了显著进步。这些发展可使实验室分析各种高基质水样和其他环境样品，从而使越来越多的实验室开始投资这项技术。

尚未使用 ICP-MS 的实验室通常认为这项技术十分复杂且难以使用。即使对于经验丰富的实验室，新方法开发和优化以及使用该方法进行监管分析的性能验证，也可能需要花费数周甚至数月。这些步骤对于不熟悉这项技术的实验

室来说，可能需要相当长的时间。培训新用户的时间和成本可能成为一些商业实验室的负担，因为获得市场成功取决于尽可能快速有效地将新设备投入运行。

简化实施时间表

在开发 ICP-MS 水质分析仪套装的概念时，我们重新评估了实施 ICP-MS 方法的传统方法。安捷伦 ICP-MS 专家与商业水分析领域合作实验室的专家密切合作，评估了实施流程的所有阶段。由此，我们确定了耗时最长且对不熟悉 ICP-MS 的实验室难度最大的步骤。然后，我们预定义并预测了关键方法参数，这有助于我们提供经过验证的分析方法，如图 1 所示。

安捷伦 ICP-MS 水质分析仪提供了一种更简单的方法，实现用于监管水质分析的 ICP-MS 方案的安装实施。包含一

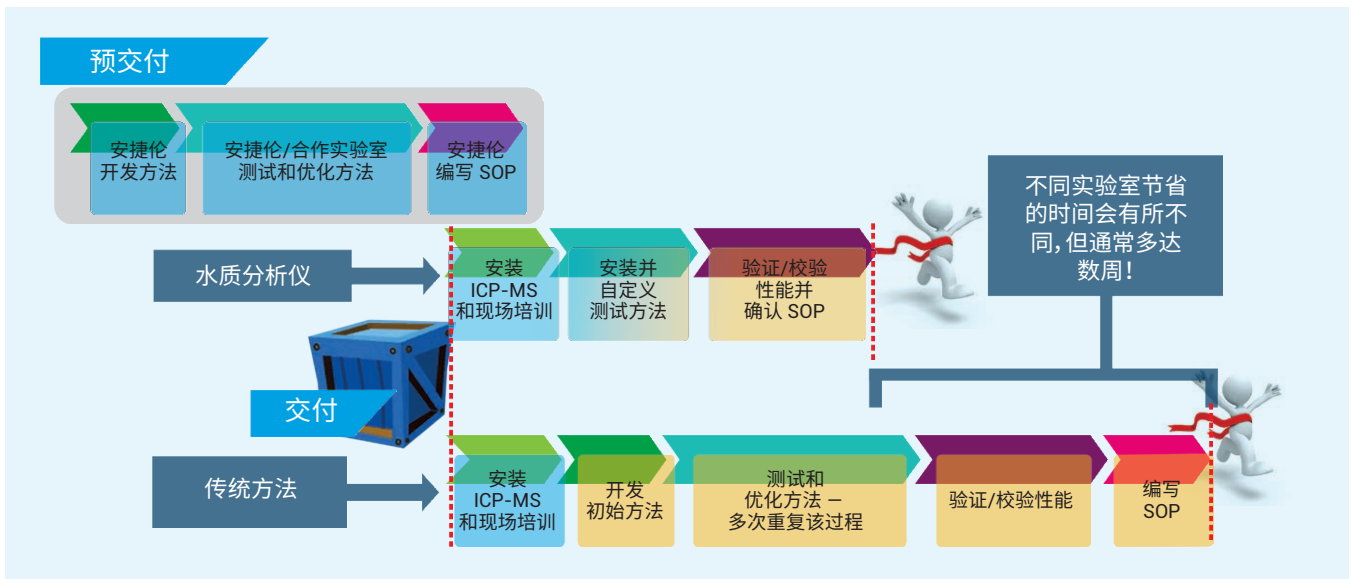


图 1. 与开发、测试和优化内部新方法相比，安装经过预测试和优化的 ICP-MS 方法并利用附带的支持文档和培训可能会节省数周的工作

整套硬件、方法、消耗品、简洁的软件界面、文档和定制培训包。



图 2. 水质分析仪套装的一些组件

水质分析仪提供的简化方法设置过程对不熟悉 ICP-MS 的实验室最为有利。这一理念同样有益于更新设备或转移方法的实验室, 例如从石墨炉原子吸收光谱或 ICP-OES 转变为 ICP-MS 的实验室。

久经验证的 ICP-MS 性能

水质分析仪基于 Agilent 7800 ICP-MS 仪器。7800 ICP-MS 包括安捷伦的高基质引入 (HMI) 技术, 可轻松处理各种高基质样品。此方法使用单氦气碰撞池模式, 通过控制常见的多原子干扰, 实现易用性, 并确保准确性。EPA 200.8 不允许使用碰撞/反应池模式进行饮用水分析, 因此 EPA 200.8 水质分析仪包括用于这些样品的无气体模式方法。7800 具有 10 个数量级的线性动态范围, 可在单次运行中同时测量常量和痕量分析物, 从而简化了方法设置。宽动态范围还意味着大大减少超范围结果导致的重新运行。

对于样品数量极大的实验室, 使用可选的 ISIS 3 不连续进样装置可大大提高通量和分析效率。

完全可操作的工作流程

水质分析仪包含了由经验丰富的 ICP-MS 应用工程师和合作实验室专家优化和测试的方法。该方法能满足 EPA 200.8 或 ISO 17294-2:2016 的所有分析、QC 和报告要求。此外还提供了带指南的标准操作规程 (SOP)。安捷伦将帮助您根据实验室的特定工作流程和分析需求定制 SOP。

简洁易用的界面

安捷伦的 ICP-MS 水质分析仪包含基于浏览器的简洁 ICP Go 软件界面 (以及 ICP-MS MassHunter)。ICP Go 清晰的屏幕布局和简单的工作流程可使经验不足的分析人员能够充满信心地操作 7800 ICP-MS。新用户培训可在不到一天时间内完成。简单易用的界面还可使操作人员能够轻松地在不同分析技术之间进行转换, 从而为实验室管理人员提供更强的人员灵活性。有关 ICP Go 的详细信息将在下一期 ICP-MS 期刊上发表。

培训与实施包

准备好安装 ICP-MS 后, 安捷伦工程师将使用协议的性能标准设置仪器, 在您的实验室中实施该方法, 并在现场培训您的分析人员。工程师将遵循记录在案的正式流程, 为最终认证或监管审批可能需要的文档提供基础。

参考文献

1. J.T. Creed, C.A. Brockhoff, and T.D. Martin, Method 200.8, Revision 5.4 1994, 2018 年 11 月访问 https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-08/documents/method_200-8_rev_5-4_1994.pdf
2. ISO 17294-2:2016 Water quality – Application of ICP-MS– Part 2: Determination of selected elements including uranium isotopes, 2018 年 11 月访问, <https://www.iso.org/standard/62962.html>

更多信息

访问 ICP-MS 分析仪网页 (包括两段短视频) 了解更多信息: www.agilent.com/en/products/icp-ms/icp-ms-analyzers

安捷伦水质分析仪和 ICP Go 软件目前仅在北美和西欧有售。

优化 ICP-MS 硬件配置, 实现可靠、高性价比的常规分析

Ed McCurdy, 安捷伦科技公司, 英国

前言

在安捷伦 ICP-MS 期刊第 73 期中, 我们总结了影响 ICP-MS 样品运行时间和常规高通量商业实验室仪器使用维护成本的一些重要因素^[1]。在本文中, 我们将展示硬件配置和操作条件如何为 ICP-MS 的可用性和分析效率提供积极影响。

这些是食品、环境、制药、采矿和临床研究等行业常规元素分析的重要考虑因素。对于这些行业中的许多实验室而言, 易用性和分析效率的重要性不亚于最终检测限。

高基质浓度的耐受性

稳定性是指成功分析含高浓度和宽范围浓度基质样品的能力。良好的稳定性可降低信号漂移, 减少 QC 故障和重新校准, 以及大幅降低日常维护频率, 从而简化常规工作流程。优异的稳定性可省略控制样品消解物中溶解固体浓度的特定稀释步骤, 从而提高实验室效率。

优化稳定性意味着选择耐受基质的硬件, 并选择可最大程度提高等离子体能量 (适用于样品基质分解) 的操作条件。关键因素有:

- 雾化器流速 — 降低溶液流量可降低等离子体上的样品/基质负载
- 炬管中心管内径 (i.d.) — 较大直径的中心管意味着气溶胶密度较低, 因此可更好地从等离子体传递能量
- 等离子体 RF 功率 — 增大功率可促进样品分解
- 携带气溶胶的气体通过等离子体的流速 — 较低流速意味着样品液滴在等离子体中停留的时间更长, 可改善分解

灵敏度和基质耐受性是相互关联的, 因此必须综合考虑。使用 CeO^+/Ce^+ 比 (氧化物比) 监测基质耐受性或等离子体稳定性。较低的 CeO/Ce 比说明等离子体可以解离强结合的 Ce-O 分子, 因此具有足够高的能量来分解样品基质。

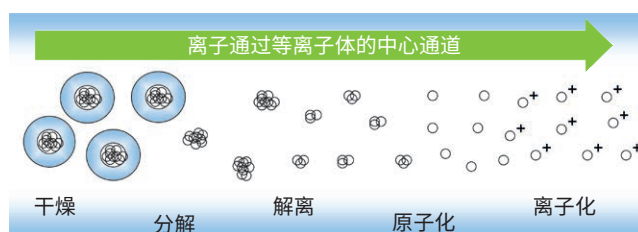


图 1. 当气溶胶颗粒通过等离子体时, 稳定的等离子体可实现颗粒的最佳处理

更好的基质耐受性能够在常规分析批次中测量更多不同基质浓度的样品, 降低对校准标准品进行基质匹配的需求。稳定的高温等离子体还会增加难电离分析物 (如 Be、As、Se、Cd 和 Hg) 的电离度 (因此也会提高灵敏度), 还可以优化界面几何形状和离子透镜电压, 以获得最佳基质耐受性。但是, 提高基质耐受性通常会降低灵敏度。

气溶胶稀释

自动稀释可使仪器处理更高浓度的样品基质, 但自动稀释器昂贵、复杂, 而且容易泄漏和堵塞。安捷伦的高基质引入 (HMI) 系统使用一种称为气溶胶稀释的替代方法, 在气溶胶形成后稀释样品。与传统液体稀释相比, 气溶胶稀释具有以下优点。稀释剂是氩气而不是液体, 因此避免了污染。HMI 还省去了使用液体稀释剂涉及到的定期维护检查。

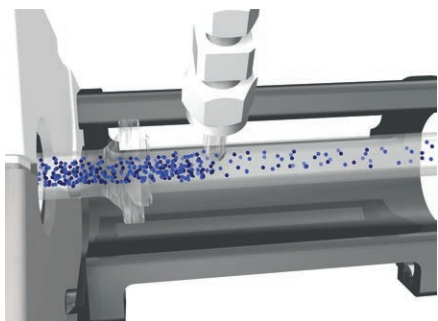


图 2. 使用安捷伦 HMI 的气溶胶稀释过程示意图。超高基质引入系统 (UHMI) 提供了扩展的稀释范围

HMI 通过改善样品分解并因此减少接口锥上的基质沉积进一步提高分析效率，从而提高长期稳定性，减少重新校准，并延长需要日常维护的周期。

干扰控制

减少光谱干扰对数据质量有显著影响。干扰的控制方式也会对易用性和分析效率产生重大影响。

在许多常规 ICP-MS 应用中，样品类型各不相同，因此基于基质的多原子干扰在不同样品间的变化不可预测。干扰控制的“通用”方法非常有益，因为它能够将一致的条件应用于不同未知样品类型的分析。

安捷伦八极杆反应池系统 (ORS) 碰撞/反应池 (CRC) 在较小容积的池中使用八极杆离子导杆。这是使用氦气 (He) 反应池气体的动能歧视 (KED) 选择性去除多原子离子的最佳设计。He 模式是安捷伦在 CRC 技术的早期创建的。现在，它可用于各种典型 ICP-MS 样品类型的多元素分析。

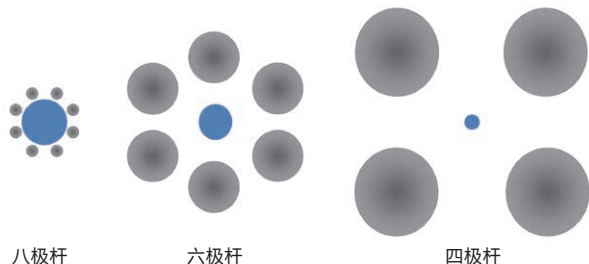


图 3. ORS 八极杆离子导杆如何在较小容积的池中提供宽离子稳定性区域的示意图 —— 在使用氦反应池气体的碰撞模式下有效去除干扰的理想配置

对多种样品类型的多种分析物使用单一的氦气反应池气体模式，可大大提高实验室效率。He 模式省去了反应性池气体或干扰校正公式所需的耗时、样品特异的方法开发过程。在进行各种未知样品基质常规分析的高通量实验室中影响最大，因为后者极少有时间开发和优化特定方法。

常量和痕量元素测量

ICP-MS 通常能够为常规应用提供所需的方法检测限。在许多实验室中，测量高浓度分析物存在较大的问题。安捷伦 ICP-MS 系统使用的检测器具有非常宽的动态范围，达到 10 或 11 个数量级。这一特性实现了在一次采集中同时分析痕量分析物和浓度为 100 或 1000 mg/L (ppm) 的常量元素。

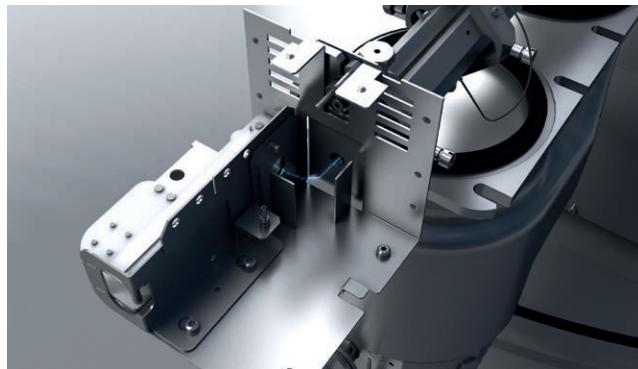


图 4. 具有宽 (10 或 11 个数量级) 动态范围的安捷伦 ICP-MS 离轴正交检测器系统

安捷伦 ICP-MS 系统无需像其他 ICP-MS 系统那样通过特定调谐以降低离子传输或检测器增益，即可实现这一动态范围。这对于易用性和分析效率十分重要。

结论

安捷伦的 ICP-MS 仪器本身具有高灵敏度，使其仪器设计可重点关注最大限度提高稳定性和易用性。这使得安捷伦 ICP-MS 系统非常适用于商业实验室的常规样品分析。

参考文献

Agilent ICP-MS Journal 73 (安捷伦 ICP-MS 期刊第 73 期)，
5991-9465EN

水中痕量放射性同位素的新法规：使用 MS/MS 模式的 ICP-MS/MS 分离峰重叠

Glenn Woods, 安捷伦科技公司, 英国

水中放射性核素的 ISO 标准

放射性同位素分布于整个环境中。一些放射性同位素（包括 Ra、Rn、Th 和 U）天然存在于岩石中的放射性矿物（如花岗岩）中。超铀元素 Pu、Np 和 Am 等其他放射性同位素则是人造的。这些元素可能有意或无意地从核电站、核武器试验以及工业、医疗和家用产品（如烟雾报警器）的废物处理中释放。河道中的放射性核素可能进入家庭饮用水供应，因此受到严格监管。

国际标准化组织 (ISO) 近期颁布了一项新标准 ISO 20899:2018^[1]，用于使用 ICP-MS 测定水中的 ²³⁹Pu、²⁴⁰Pu、²⁴¹Pu 和 ²³⁷Np。该方法适用于以下范围的活性浓度：

- 1 mBq/L 至 5 Bq/L 的 ²³⁹Pu、²⁴⁰Pu 和 ²³⁷Np
- 1 至 5 Bq/L 的 ²⁴¹Pu

在适当稀释后可测量更高浓度。活性浓度由 ICP-MS 测得的质量浓度（以 $\mu\text{g/L}$ (ppb) 表示）和每种同位素的已知比活度（以 Bq/g 表示）计算得出。

ICP-MS 中丰度灵敏度的重要性

即使经过化学分离，含有 Np 和 Pu 的样品通常也含有 U。由于相邻 ²³⁸U 峰拖尾，因此使用单四极杆 ICP-MS 难以进行 ²³⁷Np 和 ²³⁹Pu 的超痕量分析。

某个峰对其相邻峰的影响称为丰度灵敏度 (AS)。单四极杆 ICP-MS 的 AS 可达到 1×10^7 左右。这种水平的 AS 意味着每秒 1×10^7 (cps) 的峰对相邻质量数贡献为 1 cps。因此，高强度峰可对两侧峰产生显著影响。高分辨率扇形磁场 (HR-SF) ICP-MS 具有比 ICP-QMS 更优异的分辨率，但 AS 较低。

三重四极杆 ICP-MS (ICP-MS/MS) 使用两个质量过滤器 (Q1 和 Q2) 来改善质量过滤。MS/MS 的 AS 是两个质量过滤器 AS 的结果：Q1 AS \times Q2 AS — 理论上整体 AS 约为 10^{14} 。

使用 ICP-MS/MS 测量铈

使用标准配置 Agilent 8900 ICP-MS/MS 测定 10 mg/L (ppm) U 基质中的超痕量 Np。使用配备 O₂ 反应气的 MS/MS 方法将 Np 质量转移为 NpO₂。除了将峰尾与 ²³⁸U 分离之外，该方法还解决了可能影响 ²³⁷Np 的超痕量浓度分析的各种低浓度 UHx 干扰。

图 1 所示为 U 基质中 ng/L 级浓度的 ²³⁷Np。曲线系数为 1.0000，检测限 (DL) 为 0.56 pg/L (ppq)，背景等效浓度 (BEC) 为 0.32 pg/L。结果表明 8900 ICP-MS/MS 在存在铀的情况下分析超痕量放射性核素的适用性。

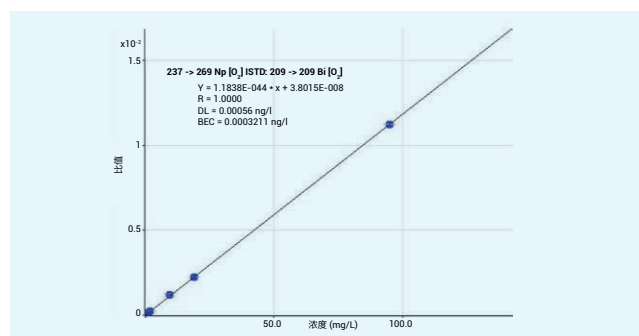


图 1. 10 ppm 铀基质中的 ²³⁷Np (NpO₂ 形式) 校准曲线

参考文献

1. ISO 20899:2018 water quality -- Plutonium and neptunium -- Test method using ICP-MS, 2018 年 11 月访问，www.iso.org/standard/69404.html

利用 ICP-MS MassHunter 软件维护协议保持高效分析

Alan Spilkin, 软件服务产品经理, 服务与支持事业部, 安捷伦科技公司, 美国

及时获取 ICP-MS MassHunter 更新

当您购买了安捷伦 ICP-MS MassHunter 软件产品时, 其中包含了为期 1 年的安捷伦软件维护协议 (SMA)。SMA 提供免费软件更新和升级, 以及无限次数的电话软件支持。第一年后, SMA 可每年进行续约, 从而确保在 ICP-MS 仪器和软件的生命周期内实现经济有效的软件更新管理。

在 SubscribeNet 门户网站中激活 SMA

安捷伦的 SubscribeNet 门户网站是一种基于网页的服务, 可为注册软件用户提供 24 x 7 的软件和 SMA 许可证管理服务。

在 SubscribeNet 门户网站中注册 ICP-MS MassHunter 软件可自动开始为期 1 年的 SMA。注册过程快速而简单:

1. 找到 ICP-MS 软件包中的授权代码。将产品包装的标签撕下并将其贴到您的设备/软件附带的软件权利证书上



2. 遵循 ICP-MS 软件包中的说明或者访问 SubscribeNet 门户网站: <https://agilent.subscribenet.com>
3. 如果您已是 SubscribeNet 的注册用户, 仅需登录您的帐户即可
4. 如果您不是 SubscribeNet 的注册用户, 请单击登录页面底部的“新用户”链接

5. 在您登录 SubscribeNet 账户后, 请选择侧面菜单中的“注册软件”选项卡

6. 输入您的授权代码

您的 ICP-MS MassHunter 软件现已注册成功, SMA 已经激活。

如您已购买了 ICP-MS MassHunter 软件且尚未完成软件注册过程, 您可随时注册。如您找不到软件注册授权代码且尚未注册软件, 请联系当地的安捷伦客户服务中心获取替换代码。

始终保持最高生产率

在您注册 ICP-MS MassHunter 软件时, SMA 即开始生效并可通过下载或多媒体请求立即获得 ICP-MS MassHunter 的软件更新和升级。对当前 SMA 的用户而言, 两种服务均免费提供。在 SubscribeNet 中, 您可以选择自动接收电子邮件通知, 内容包括新软件版本可用性以及 SMA 合同有效期和续约信息。将 ICP-MS 软件维持为最新版本有助于及时获取最新软件功能, 并确保软件和仪器保持最高效率。

咨询安捷伦软件专家

如您需要软件帮助, SMA 可为 ICP-MS MassHunter 用户提供无限次数的电话软件支持。专家可帮助您提高学习, 减少电话咨询, 最大限度延长仪器正常运行时间。

更多信息

[ICP-MS MassHunter 软件](#)

安捷伦研讨会、会议和活动：欢迎参加 EWCPs 2019

您是否打算参加 2019 年 2 月 3 日至 8 日在法国波城举行的[欧洲冬季等离子体光谱化学会议 \(EWCPs\)](#)？欢迎参加我们在会议期间举行的一场或多场活动。了解安捷伦的技术和解决方案如何突破研究的界限。安捷伦在 EWCPs 2019 上的所有活动现已开放注册。获取入场券，享受完整的安捷伦体验！

- 短课程：MS/MS 的基本原理，2 月 3 日（周日）13:30
- ICP-MS MassHunter 研讨会，2 月 4 日（周一）17:30
- 午餐研讨会：突破研究界限，2 月 5 日（周二）12:25
- 公司之夜，2 月 6 日（周三）19:00
- ICP-MS MassHunter 和 ICP Go 现场演示，周一至周五在安捷伦展位进行

[了解更多信息并单击此处注册。](#)

场地有限，请尽快预订，以免错失良机。

自选网络研讨会

主题：如何简化用于监管水质分析的 ICP-MS 实施

演讲嘉宾：Gregory Lecornet 和 Ed McCurdy

主办：Spectroscopy

[单击此处注册](#)

主题：追踪食品来源：使用元素分析鉴定食品真伪

演讲嘉宾：Susan Ebeler、Courtney Tanabe 和 Jenny Nelson

主办：Separation Science

[单击此处注册](#)

安捷伦 ICP-MS 出版物

- **应用简报**：使用 Agilent 8900 ICP-MS/MS 分析高纯度铜中的超痕量杂质：使用可选的 m 透镜测定高基质样品中低 ppt 级的碱金属，[5994-0383EN](#)
- **应用简报**：使用 Agilent 8900 ICP-MS/MS 准确分析化妆品中的痕量汞：使用 MS/MS 有效去除五种 Hg 同位素的钨基干扰，[5994-0461EN](#)
- **宣传单页**：Agilent EPA 200.8 水质分析仪，[5994-0193EN](#)
- **宣传单页**：Agilent ISO 17294 水质分析仪，[5994-0194EN](#)
- **宣传单页**：安捷伦 ICP Go 软件 — 让元素分析化繁为简，[5994-0213EN](#)
- **产品样本**：可即刻运行的 Agilent 7800 ICP-MS，[5991-5874CHCN](#)

仅限研究使用。不可用于诊断目的。

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，2019
2018 年 12 月 21 日，中国出版
5994-0572ZHCHN

