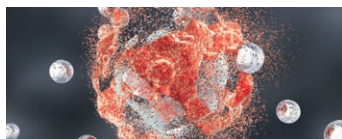


2019 年 4 月，第 76 期



第 1 页

庆祝元素周期表年

第 2-3 页

实现简便易用性和降低使用维护成本的 ICP-MS 软件工具和选件

第 4-5 页

使用 Agilent 7900 ICP-MS 测量单细胞的元素含量

第 6 页

研究人员凭借有关 ICP-MS/MS 方法开发的博士论文荣获 IUPAC-Solvay 国际青年化学家奖

第 7 页

2019 年欧洲冬季等离子体光谱化学会议感想

第 8 页

自选网络研讨会；最新 ICP-MS 文献

庆祝元素周期表年

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

在本期安捷伦 ICP-MS 期刊中, 我们将庆祝联合国/联合国教科文组织 (UN/UNESCO) [国际化学元素周期表年](#), 纪念德米特里·门捷列夫提出元素周期体系 150 周年。1869 年 3 月 6 日, 门捷列夫提出了第一张元素周期表, 其中包含所有 63 种已知元素, 并根据元素性质进行了排序。现在, 元素周期表已有 118 种已知元素, 但其中只有 90 种元素是天然存在的。ICP-MS 常用于测量其中的大部分元素。

随着科学家不断研究元素的作用和性质, 我们讨论了 ICP-MS 的某些使用现状 (包括单细胞分析), 并报告了对其易用性进行改进的进展。

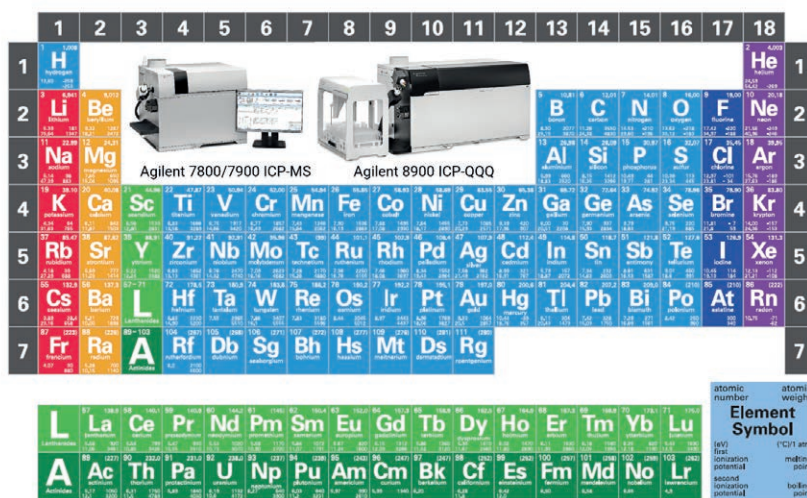


图 1. 安捷伦 ICP-MS 质量表

实现简便易用性和降低使用维护成本的 ICP-MS 软件工具和选件

Ed McCurdy、Glenn Woods 和 Abe Gutierrez, 安捷伦科技公司

前言

在第 75 期 ICP-MS 期刊的一篇文章中, 我们介绍了硬件配置和操作条件对可用性和分析效率的影响。在这篇后续文章中, 我们将介绍软件功能和 workflows 如何影响 ICP-MS 的易用性和使用维护成本。我们还将讨论最近推出的 ICP Go 界面如何简化 ICP-MS 操作、加快初始培训并简化日常操作 workflow。

安捷伦 ICP-MS 系统旨在为用户提供最高的性能水平。但是仅靠性能还不足以满足常规商业实验室的要求, 因为对于这些实验室而言, 易用性和分析效率与灵敏度和检测限同样重要。为满足这一需求, ICP-MS MassHunter 具有一系列易用的自动化功能, 可确保日间和不同操作人员之间一致的高性能。

预设方法和方法向导

多年来, 预设方法已成为 Agilent ICP-MS MassHunter 软件的重要组成部分。最初, 它们被构想用于对受美国 EPA 监管的 ICP-MS 方法进行采集设置、QC 检查和报告模板的预定义。随着时间的推移, 方法库得到不断扩展, 可提供针对单四极杆和串联四极杆 ICP-MS 的各种应用的方法。

ICP-MS MassHunter 的预设方法消除了用于初始方法设置和优化的非生产性“停机时间”。对于商业领域的实验室来说, 这是一项重要的时间和成本节省功能。对于内置预设方法未能涵盖的应用, 可以将用户自定义的设置另存为新的批处理模板。这样可节省方法设置时间并确保一致性, 因为采集参数和自动优化设置均从模板中加载。

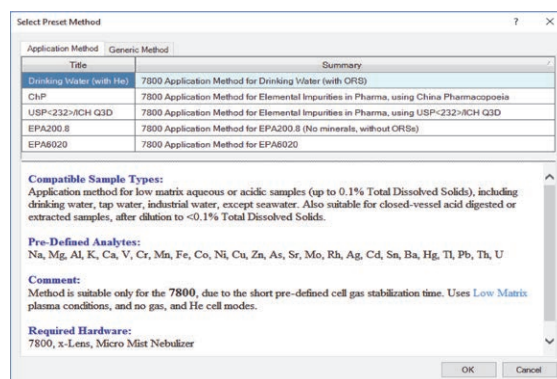


图 1. 用于 Agilent 7800 ICP-MS 的针对特定应用的预设方法示例。模板预定义了分析物/ISTD 列表、池模式、积分时间、适当的等离子体条件等

方法自动化

针对不存在预设方法的全新或不常见的样品类型开发方法仍然是一项耗时的任务, 对于不熟悉 ICP-MS 的实验室而言尤其如此。ICP-MS MassHunter 方法向导的自动化功能可通过分析代表性样品或用户对一些样品相关问题的答复来创建优化的方法。新方法可以另存为模板以供将来使用。

启动和自动优化

炬管校准、气流设置、离子透镜调谐、质量校准和电子倍增器 (EM) 检测器电压等参数对系统性能具有重大影响。但是, 手动优化这些设置可能导致系统性能不理想以及潜在的性能差异, 进而使相应成本增加。解决方案是使用 ICP-MS MassHunter 内置的启动和自动优化程序, 确保无论操作人员经验如何, 均可获得一致的系统性能。

可以对启动进行设定, 以在等离子体点火后自动优化硬件设置 (炬管位置、EM 电压、分辨率和质量校准)、等离子体条件和离子透镜电压。启动可确保 ICP-MS 始终处于经校准和优化状态, 消除了手动调谐时可能引起的误差和变异性, 确保仪器始终以最佳性能运行。安捷伦的等离子体校正功能 (高基质进样 (HMI/UHMI) 功能的一部分) 也可以在启动过程中进行校准。这样确保了对于任何目标样品类型始终可获得最佳等离子体条件 (基质耐受性、灵敏度、氧化物含量)。

作为启动的一部分, 可生成详细的系统性能报告。报告包括表格中带有时间戳的条目, 示出了各个参数值的历史记录, 以及所有调谐值和仪表读数快照。该历史记录视图在确定实验室环境问题 (诸如环境温度的变化) 或在跟踪参数值的逐渐变化以表明是否需要日常维护方面非常重要。

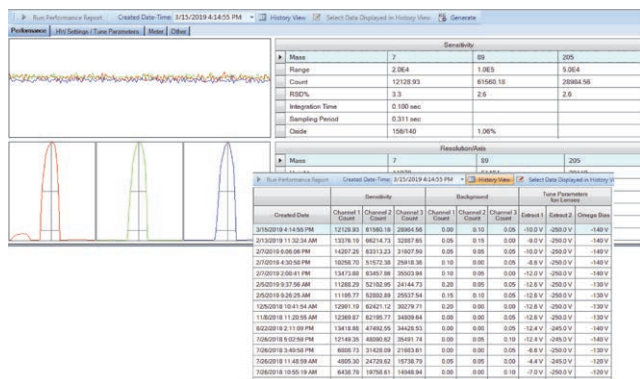


图 2. ICP-MS MassHunter 性能报告和历史记录视图

在各个分析批次之前还可以运行针对特定批次的自动调谐, 确保在分析样品时系统性能的完全可追溯性。

ICP Go 用户界面

ICP Go 随 Agilent 7800 ICP-MS 水质分析仪推出^[1], 但是也可兼容其他 Agilent 7700、7800 和 7900 ICP-MS 系统。ICP Go 是 ICP-MS 软件中的一个新概念, 在操作人员和基础 ICP-MS MassHunter 软件之间提供了一种极为简化的界面。ICP Go 控制整个分析运行, 从点燃等离子体到根据预定义或用户自定义的模板设置运行, 再到数据分析和报告。

紧急样品可以插入队列中立即分析, 因此不影响运行中的灵活性。

ICP Go 基于浏览器, 取代了 ICP-MS 移动应用程序 (此程序将不再提供)。可以从任何兼容的网络连接设备连接至 ICP-MS。对于任务繁忙的实验室而言这非常有利, 这些实验室中的用户可能希望远程监控仪器状态并在多台 ICP-MS 系统上运行进程。

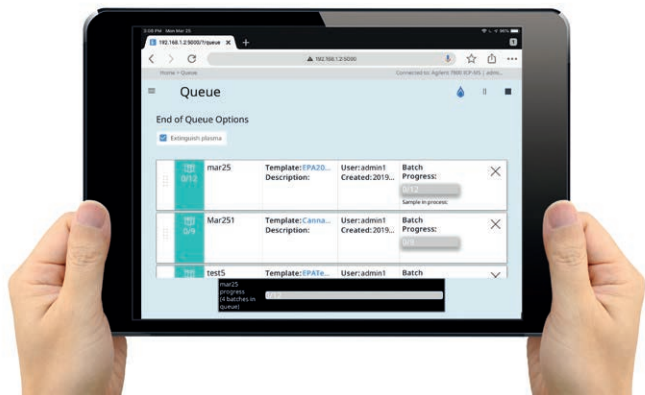


图 3. ICP Go 用户界面支持从 PC、笔记本电脑、平板电脑或智能手机对安捷伦 ICP-MS 进行轻松的触摸控制

ICP Go 非常简单直观, 新手用户只需 15 分钟即可利用其高效工作。清晰的屏幕布局和简单的工作流程使操作人员能够轻松接受交叉培训, 从而支持在实验室中灵活配备人员。

ICP Go 与 ICP-MS MassHunter 软件一起安装, 如有需要, 新方法开发或非规范分析仍可使用所有功能。

结论

ICP-MS MassHunter 的预设方法、方法向导和全面的自动优化程序以及 ICP Go 用户界面为简单的 ICP-MS 设置和常规操作树立了新标准。

实验室将获益于更短的培训时间和更一致的性能, 进一步提高分析效率。员工交叉培训也将更加容易, 从而最大程度提高运营灵活性和员工利用率。

参考文献

安捷伦 ICP-MS 期刊, 第 75 期, [5994-0572ZHCN](#)

使用 Agilent 7900 ICP-MS 测量单细胞的元素含量

Tetsuo Kubota, 安捷伦科技公司, 日本

测量完整单细胞中的元素

扩展对金属在细胞生物学中的作用的了解是一个新兴的研究领域。许多元素对细胞健康至关重要, 元素不平衡、缺乏或过量可能会破坏自然细胞过程。用于测量细胞中金属的传统整体性分析方法依赖于样品溶解、提取或消解, 然后利用原子光谱进行分析。这些样品前处理步骤破坏了细胞结构, 因此报告的金属浓度结果为数千个细胞的平均值。

在单细胞 ICP-MS (scICP-MS) 中, 样品溶液中包含的完整细胞被雾化, 各个细胞悬浮在气溶胶液滴中。使用与通过 ICP-MS (spICP-MS) 进行单纳米颗粒分析的成熟方法类似的方法将各个细胞引入等离子体中。当各个包含细胞的气溶胶液滴通过等离子体时, 使用时间分辨分析 (TRA) 以离散信号脉冲形式检测细胞所含金属所产生的离子。信号强度与细胞中的分析物离子质量成比例。如果已知细胞传输效率, 则可以确定包含目标分析物的细胞数量以及各个细胞中的分析物浓度^[1]。

实验部分

仪器

使用配备可选的集成样品引入系统 (ISIS 3) 的 Agilent 7900 ICP-MS 进行分析。7900 ICP-MS 为采集短时信号提供了最佳条件, 这些短时信号是单细胞和单颗粒应用的一大特点。它将极高的灵敏度与较短 (0.1 ms) 的驻留时间相结合, 能够实现快速 TRA 模式。快速 TRA 允许以每秒 10000 次测量的采样速率进行单元素采集, 测量之间无需稳定时间。

极高的灵敏度对于检测单个细胞中的阿克 (ag, 1.0×10^{-18} g) 级分析物至关重要。

7900 ICP-MS 配备具有小内径 (1.0 mm) 中心管的石英炬管以及标准镍锥。AIF-3 三重管雾化器和雾化室 (均购自 S.T.Japan) 专门用于将完整细胞引入 ICP-MS。ISIS 3 配备有注射泵 (AS ONE Corporation, Japan) 以控制进入 ICP-MS 的低样品流速。

样品、标准品和标准物质 (RM)

使用水溶液配制酵母细胞样品。使用标称粒径为 100 nm 的银纳米颗粒 RM (Merck Sigma Aldrich) 对雾化效率进行测量。用 0.25% 乙醇将 RM 稀释至颗粒浓度为 1.0 ppb。在 1% HNO₃ 中配制 Ag、Zn、Fe (Kanto Chemicals, Japan)、P 和 S (SPEX CertiPrep) 的离子标样, 其中 Ag 的浓度为 5 ppb, Zn 和 Fe 的浓度为 10 ppb, P 和 S 的浓度为 100 ppb。利用该标样测量元素响应因子, 用于将各个细胞的实测分析物计数转换为各个细胞中的分析物质量 (以阿克表示)。

用于单细胞分析的多元素采集

使用 Agilent ICP-MS MassHunter 软件的单纳米颗粒应用模块的快速多元素纳米颗粒分析模式进行方法设置、采集和数据处理。该软件最初开发用于单纳米颗粒分析, 但同样适用于分析单细胞的元素含量。

ICP-MS MassHunter 包含方法向导, 可指导用户完成整个设置过程并自动提供或计算所需的方法参数。使用该软件模块, 将采集多元素数据并将其汇总到 ICP-MS MassHunter 数据分析面板的表格中, 如图 1 所示。

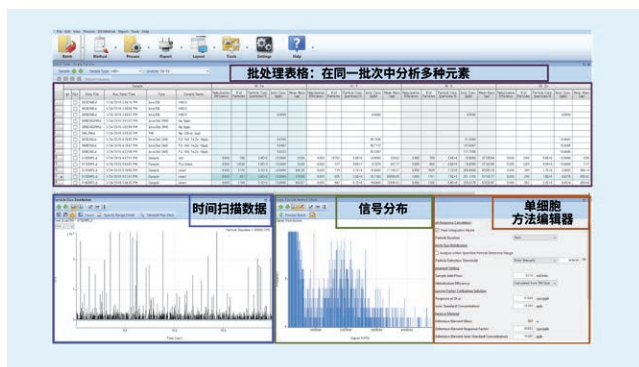


图 1. ICP-MS MassHunter 数据分析概览。最终的单细胞分析结果以表格和图形格式进行报告

概览屏幕提供有关在细胞中测得的各种分析物的全面信息。例如, 包含各种分析物的细胞数量、雾化效率、信号分布、各个细胞中分析物的平均质量以及细胞外的离子浓度。在单次采集测量多种元素的能力可节省时间并减少每次分析所需的样品量^[2]。总采集时间为 240 s, 所需样品量约为 100 μL 。如果单独测定各种分析物, 则采集时间将达到 640 s, 所需的样品量为 400 μL 。

结果与讨论

细胞雾化和传输效率

为确定细胞传输效率, 将 ICP-MS 计算得出的细胞数量除以通过显微镜计数得出的细胞数量。使用此方法, 得出细胞传输效率为 25%。确保大量细胞得到雾化和分析, 可提高数据的准确度。

信号分布

使用 scICP-MS 在多元素模式下分析单细胞。 $^{31}\text{P}^+$ 、 $^{34}\text{S}^+$ 、 $^{56}\text{Fe}^+$ 和 $^{66}\text{Zn}^+$ 的信号分布如图 2 所示。通过在样品前处理程序的离心和缓冲液置换步骤中充分清洗细胞, 可以明确区分单细胞中各种元素的信号与背景信号。

平均质量

表 1 所示的 P、S、Fe 和 Zn 的平均质量数据由 ICP-MS MassHunter 软件自动计算得出。

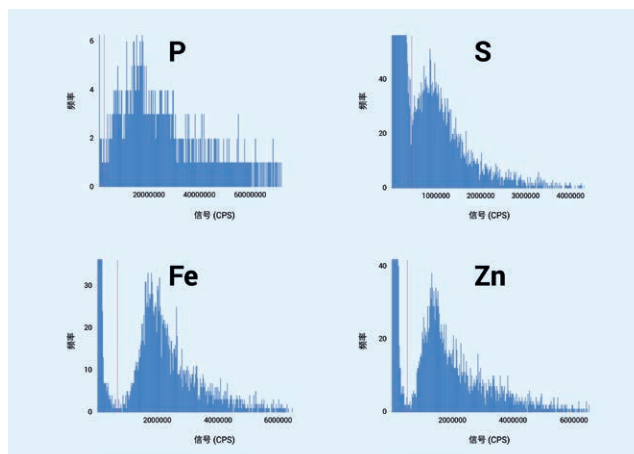


图 2. 单细胞中四种分析物的信号分布

除核酸和蛋白质的主要成分 P 和 S 以外, 还测量了各个细胞中亚飞克 (fg , $1.0 \times 10^{-15} \text{ g}$) 级的 Fe 和 Zn。

表 1. 单细胞中各种分析物的平均质量 (阿克) 和精密度 ($n = 3$)

分析物	平均质量 (ag)	RSD (%)
P	70800	2.4
S	54900	16.1
Fe	485	0.7
Zn	873	2.6

结论

安捷伦多元素 scICP-MS 方法能够用于详细测量和研究多种金属在细胞生物学中的作用。该技术提供了有关单个细胞中固有金属含量和金属络合物的有价值的信息。scICP-MS 还可用于研究细胞对金属和含金属纳米颗粒的吸收、累积和释放。

参考文献

1. S. Meyer, A. Lopez-Serrano, H. Mitze, et al., Single-cell analysis by ICP-MS/MS as a fast tool for cellular bioavailability studies of arsenite. *Metallomics*, 2018, 10, 73
2. Michiko Yamanaka and Takayuki Itagaki, Measuring Multiple Elements in Nanoparticles using spICP-MS (使用 spICP-MS 测量纳米颗粒中的多种元素), 安捷伦科技公司出版物, 2018, 5994-0310EN

研究人员凭借有关 ICP-MS/MS 方法开发的博士学位论文荣获 IUPAC-Solvay 国际青年化学家奖

Sayuri Otaki, ICP-MS 销售经理, 安捷伦科技公司, 日本

Eduardo Bolea-Fernandez 博士 (右图) 是比利时根特大学原子与质谱 (A&MS) 研究中心的博士后研究员, 在 2018 年获得了 IUPAC-Solvay 国际青年化学家奖。

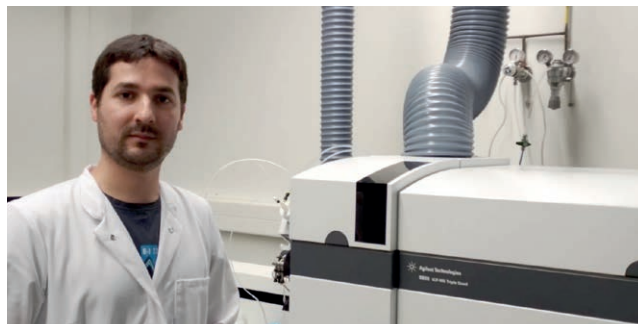
该奖项针对化学科学领域最优秀的博士学位论文 (以 1000 字的文章进行概述) 每年仅评出五名获奖者。在 2018 年的奖项申请中, 来自 15 个国家/地区的共 45 名已获得博士学位的研究者提交了申请。

Eduardo 的博士学位论文“使用串联 ICP-质谱 (ICP-MS/MS) 进行超痕量元素和同位素分析的方法开发”由教授 Frank Vanhaecke 博士、教授 Martín Resano 博士以及 Lieve Balcaen 博士指导完成。虽然 Eduardo 在比利时根特大学开展博士学位研究, 他与西班牙萨拉戈萨大学的同事也有密切合作。

除完成博士学位论文外, Eduardo 还在同行评审的国际期刊上 (合作) 发表了 17 篇论文。参考文献中提供了他基于 ICP-MS/MS 的论文的信息。他目前的博士后研究工作包括扩展 ICP-MS/MS 的功能, 以测定溶解态和纳米颗粒形式的超痕量元素以及单个细胞的分析。Eduardo 在根特大学的 A&MS 小组开展研究, 并将这些课题与环境应用中使用多收集器 ICP-MS 的高精度汞同位素分析进行了结合。

Eduardo 将获得 1000 美元的奖金, 以及参加 2019 年 7 月 7 日至 12 日在法国巴黎举行的第 47 届 IUPAC 世界化学大会的旅行费用。他还将以墙报形式介绍其获奖工作, 针对其研究课题的各个方面提交一份简短的评论性综述并将发表在《纯粹与应用化学》(Pure and Applied Chemistry) 上。

[有关 IUPAC-Solvay 奖项的更多信息](#)



- Characterization of SiO₂ nanoparticles by single particle-inductively coupled plasma-tandem mass spectrometry, *J. Anal. At. Spectrom.*, 2017, 32, 2140-2152
- Overcoming spectral overlap via inductively coupled plasma-tandem mass spectrometry. A tutorial review, *J. Anal. At. Spectrom.*, 2017, 32, 1660-1679
- Determination of ultra-trace amounts of prosthesis-related metals in whole blood using volumetric absorptive microsampling and tandem ICP-Mass Spectrometry, *Anal. Chim. Acta.*, 2016, 941, 1-9
- Laser ablation-tandem ICP-mass spectrometry for direct Sr isotopic analysis of solid samples with high Rb/Sr ratio, *J. Anal. At. Spectrom.*, 2016, 31, 464-472
- Tandem ICP-mass spectrometry for Sr isotopic analysis without prior Rb/Sr separation, *J. Anal. At. Spectrom.*, 2016, 31, 303-310
- Determination of the total drug-related chlorine and bromine contents in human blood plasma using HPLC-ICP-MS/MS, *J. of Pharma and Biomed Anal.*, 2016, 124, 112-119
- Interference-free determination of ultra-trace concentrations of arsenic and selenium using methyl fluoride as a reaction gas in ICP-MS/MS, *Anal Bioanal Chem.*, 2015, 407: 919
- Potential of methyl fluoride as a universal reaction gas to overcome spectral interference in the determination of ultratrace concentrations of metals in biofluids using ICP-MS/MS, *Anal. Chem.*, 2014, 86 (15), 7969-7977
- Accurate determination of ultra-trace levels of Ti in blood serum using ICP-MS/MS, *Anal Chim Acta.*, 2014, 809, 1-8

仅限研究使用。不可用于诊断目的。

2019年欧洲冬季等离子体光谱化学会议感想

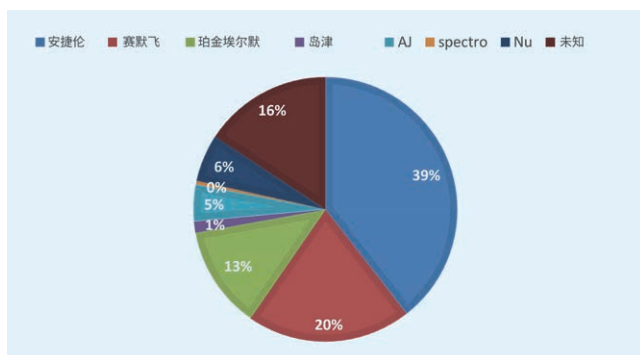
Sayuri Otaki, ICP-MS 销售经理, 安捷伦科技公司, 日本

2019年热点聚焦中的纳米颗粒分析

第18届欧洲冬季等离子体光谱化学会议 (EWPCPS) 于2019年2月在法国波城举行。约550名来自世界各地的代表讨论了有关等离子体光谱化学的重要议题。纳米颗粒仍然是本次会议的热门话题, 其中包括关于测量设备、分析方法、单细胞分析和激光剥蚀成像的报告, 并展开了热烈讨论。展望未来的会议, 可能受到高度关注的领域包括锂离子电池和高科技行业中的新型污染物。

ICP-MS 海报概况

在为期六天的会议中, 共展出了近290张海报。在涉及 ICP-MS 的223张海报中, 近40%使用安捷伦仪器, 其中约三分之一使用的是 ICP-MS/MS 仪器 (8800 或 8900)。



安捷伦活动和颁奖典礼

安捷伦非常高兴各位代表能参加我们的各种活动, 包括午餐研讨会“突破生命科学研究的界限”(如图所示)。来自德国联邦水文学研究所 (BfG) 的 Björn Meermann 博士介绍了“自动化单藻类 ICP-MS 分析”, 来自英国 LGC 的 Panayot Petrov 介绍了“ICP-MS/MS 在生命科学中的计量应用”。



自2002年以来, 安捷伦一直为欧洲等离子体光谱化学奖提供赞助, 并从2017年开始赞助欧洲等离子体光谱化学新星奖。今年的“等离子体奖”授予了西班牙奥维耶多大学物理与分析化学系教授 Jose Ignacio Garcia Alonso, 以表彰其在等离子体光谱化学领域所开展的大量工作。波兰华沙科技大学化学系助理教授 Magdalena Matczuk 荣获新星奖。



大会主席 Ryszard Lobinski 和安捷伦科技公司的 Sayuri Otaki 为 Alonso 教授 (左图) 和 Matczuk 助理教授 (右图) 颁奖

两个奖项旨在支持等离子体光谱化学在欧洲的发展与应用。

对这两个奖项的赞助, 突出了安捷伦对支持各职业生涯阶段的科学家在等离子体光谱化学领域开展高质量研究和创新的一贯承诺。

下一届 WPC 将于2020年1月在美国亚利桑那州图森市举行, 下一届 EWPCPS 将于2021年2月在斯洛文尼亚卢布尔雅那举行。

自选网络研讨会

主题：**水中纳米颗粒分析的重要性：利用 spICP-MS 鉴定水处理厂中的纳米颗粒及其存在情况**

主讲人：Arturo A. Keller 博士，美国加州大学圣塔芭芭拉分校布伦环境科学与管理学院

主办：Spectroscopy

[单击此处注册](#)

主题：**使用 ICP-OES、ICP-MS 和 Mass Profiler Professional 确定香料的地理来源**

主讲人：Lindsey Whitecotton 和 Jenny Nelson，安捷伦科技公司

主办：安捷伦科技公司

[单击此处注册](#)

主题：**ICP Go — 快速、简便，Go! — 元素分析化繁为简**

主讲人：Bert Woods，安捷伦科技公司

主办：安捷伦科技公司

[单击此处注册](#)

网络研讨会摘要

主题：**如何简化用于监管水质分析的 ICP-MS 实施**

主讲人：Gregory Lecornet 和 Ed McCurdy，安捷伦科技公司

发行机构：Spectroscopy

[单击此处下载](#)

安捷伦 ICP-MS 出版物

- **应用文集：**Agilent 8800 和 8900 ICP-MS/MS 应用手册第四版，[5991-2802EN](#)
- **应用简报：**使用 Agilent 7800 ICP-MS 对强化食品进行常规分析：使用氦模式对食品消解液中的 28 种元素进行简单稳定的定量分析，[5994-0842ZH-CN](#)
- **应用简报：**使用 HPLC-ICP-MS 对婴儿配方奶中的碘和溴同时进行形态分析：在 6.5 分钟内测定四种形态的卤素，[5994-0843ZH-CN](#)
- **应用简报：**使用 Agilent 7900 ICP-MS 在 scICP-MS 模式下进行单细胞分析，[5994-0845ZH-CN](#)
- **案例研究：**全面研究：安捷伦帮助研究人员考察纳米颗粒的短期和长期影响，[5994-0666EN](#)

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
2019 年 3 月 26 日，中国出版
5994-0778ZH-CN

