

安捷伦 ICP-MS 期刊

2007年10月-32期



本期目录

- 2-3 新产品! 安捷伦高基体引入附件扩展了ICP-MS的能力
- 4-5 新研制的原位U-Pb 锆石年龄测定标准参考物质以及Glitter软件升级, 澳大利亚, 悉尼, Macquarie大学
- 6 新的68页形态分析应用指南, 美国EPA关于碰撞反应池ICP-MS的最新表态, 新版ICP-MS化学工作站- B.03.05
- 7 21 CFR Part 11 法规认证和安捷伦的ECM处理ICP-MS化学工作站数据
- 8 ICP-MS 20周年纪念, 第2000台7500 ICP-MS, 4500的EOS, 新出版物, 近期活动信息



Agilent Technologies

新产品！安捷伦高基体引入附件扩展了 ICP-MS 的能力

Naoki Sugiyama and Mina

Tanoshima,

Tokyo Analytical Division,
Agilent Technologies, Japan

Don Potter

Agilent Technologies Ltd., UK

引言

从 ICP-MS 问世以来，分析家们就不得不采取措施将总溶解固体 (TDS) 限制在大约 0.1 - 0.2%，以减少信号漂移和基体抑制问题。安捷伦 7500 系列与其他 ICP-MS 系统相比，设计有最优化的样品引入系统，可以常规处理 TD 含量较高的样品基体 (高达 0.3% TDS)。比如数字驱动的高效率 27MHz ICP RF 发生器，宽达 2.5mm 的炬管内管以及低样品提升速率，这些特点造就了 7500 系列具有更强劲的等离子体，可以更有效地解离这些高基体样品。在 ICP-MS 中，低的氧化铈比值通常用来表征等离子体的能力，7500cx 一般在 1% 的 CeO/Ce 水平时操作，而其他 ICP-MS 仪器常见的 CeO/Ce 大约是 2% 或 3%。

为了满足 ICP-MS 对 TDS 0.2% - 0.3% 的限制，必须在分析前对高基体样品进行稀释。而稀释法存在一些缺点，比如增加了样品污染风险，可能存在稀释误差，增加了样品制备时间等。为了避免常规稀释法的这些缺点，安捷伦研发了一种处理高基体样品的新技术-“气溶胶稀释法”。这种新的高基体引入 (HMI) 附件能使 7500 系列直接分析 1% TDS (或更高，取决于基体) 的样品-该方法消除了稀释步骤极其缺点。与常规 ICP-MS 相比，等离子体的能力显著改善 (CeO/Ce 比值减少到 0.2% 为证)，大大减少了基体的抑制现象，使高基体样品的分析结果比以往 ICP-MS 更为可靠和准确。

% 回收率

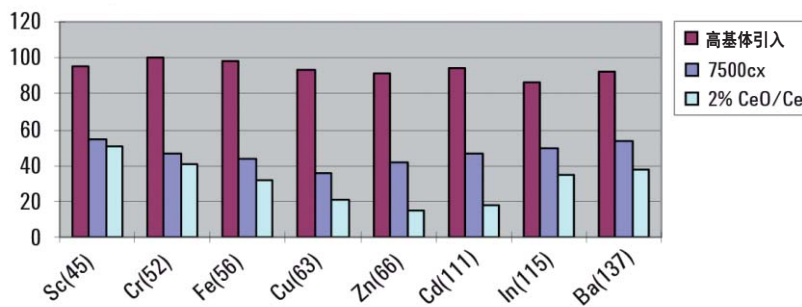


图1. 未稀释的 NASS-5 中的信号抑制

HMI 的工作原理

HMI 硬件是由一个改进的炬管基座，以及在雾化室与炬管之间插入的一个补充气管线组成。降低雾化气流以减少雾化效率，而增加补充气或“稀释”气使进入炬管的总气流量保持不变。吸入的样品溶液的 TDS 可达 1% 或更高，但传输到等离子体的气溶胶要少的多，因此等离子体不会因样品基体的过量而超负荷。减少的样品气溶胶传输也意味着减少了进入等离子体内的溶剂和水蒸汽的量。由于需要解离的水量减少，所以等离子体温度更高，表现更强劲。这是改善 ICP-MS 对基体含量较高且变化的样品进行准确和常规分析能力的关键，以下将论证其分析优势。

图 1 是对一个未稀释的 NASS-5 海水标样中加入 10ppb 的多元素溶液的回收率百分比，以及与 10ppb 的加标溶液 (1% HNO₃) 的比较。将 7500cx 的等离子体最优化至不同的条件：2% CeO/Ce (代表常规的非安捷伦系统的性能)，1% CeO/Ce (一般的 7500cx 性能)，以及 0.2% CeO/Ce (HMI 应用条件)。可以看出，在 2% CeO/Ce 时，NASS-5 海水基体观测到巨大的信号损失 (抑制)，对于 Sc 和 Ba，其抑制程度达 50%，而对于 Zn (电离能较高的元素)，抑制可达 85%

(只剩下 15% 的信号)。等离子体较强劲的 7500cx 对付高基体样品的表现要好的多，但对所有的元素仍存在 50-65% 的信号抑制。而使用了 HMI 后，信号抑制几乎消除，最差的就是 In (只有 15% 的信号损失)。注意，图 1 中的所有数据都没有采用内标校正。这意味着使用了 HMI，可以用 1% 的 HNO₃ 校准曲线来分析未稀释的海水。大量易电离元素的存在 (此例中是大约 3% TDS - 主要是 NaCl)，对 Zn 只有很少的影响，说明 HMI 改善了等离子体的能力。

图 2 的例子进一步证实了 HMI 改善了等离子体的能力，该图中展示了跨质量范围的一组元素在 Zn 基体浓度高达 1% (10,000ppm) 时的相对灵敏度。图中所有数据也没有采用内标校正，即使在 1% 的 Zn 基体中，观测到的信号抑制小于 20%。除此之外，所有元素靠在一起，没有出现与质量相关的抑制效应。最小程度的信号抑制以及很小的与质量相关的灵敏度变化，说明使用 HMI 可以用一个简单的水溶液校准曲线来测定金属含量从 0% 到 1% (本例中 Zn) 的样品基体。当使用内标时，更不需要进行校正，它不仅增加了测量准确度，而且更易于选择合适的内标。由于不需要考虑基体匹配性，所以测试能力得到了提高。

“我相信 HMI 将被证实是一项关键的技术，它突破了以往 ICP-MS 对高基体样品的应用局限性”。Kenichi Sakata, 捷伦科技公司，研发部资深科学家。

实际上，HMI的调试和操作相当简单。由最新的软件系统自动进行调谐优化-用户只要简单地选择所需要的等离子体（“常规7500cx”或HMI），化学工作站软件就会自动承担所有合适的设置。一旦HMI设置好后，7500cx仍然可以对低基体样品进行标准模式操作，在一次分析期间，常规模式和HMI模式的条件可以自动切换，不需要重新联结任何气路。在HMI模式下，灵敏度有所降低，但由于稀释倍数减

0.2%，在Mo基体中测定Cd的准确度得到了显著改善。在常规的7500cx条件下，1 ppb Cd标准在2 ppm Mo存在下的测定值接近5 ppb。采用HMI后，可以准确测定含有至少2 ppm Mo基体中的1 ppb的Cd。在地质应用中，降低CeO/Ce水平，可以改善中等质量和高质量稀土元素（REE）的定量准确性，因为来自BaO以及低质量REE的氧化物干扰显著降低。

订购信息和兼容性

目前可以为新型的7500cx仪器订购HMI，很快将会为现有的7500ce和7500cx仪器升级。

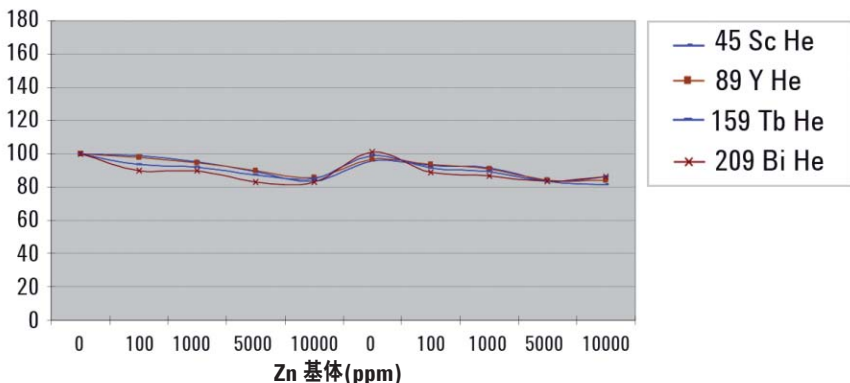


图2. Zn基体高达10,000ppm (1%)时的信号抑制

HMI 的应用

少多达10倍，所以净检出限相同或略有改善。更为重要的是，试剂空白对分析元素浓度的影响降低了10倍，所以消除了ICP-MS附加的稀释步骤所带来的误差和污染问题。

对于ICP-MS来讲，从实质上降低与基体有关的信号抑制是非常重要的进步：它意味着不再需要采用基体匹配来校正电离抑制了。对于基体有变化的未知样品的分析，其准确度得到了显著改善，内标选择也得到了简化。HMI可以对付传统的ICP-OES的许多基体--甚至可以使用为OES分析制备的高基体样品消解液，由此减少了额外的样品制备工作。由于等离子体更强劲，所以样品基体解离更有效，这也意味着对接口和离子透镜的常规维护减少。HMI的应用包括：

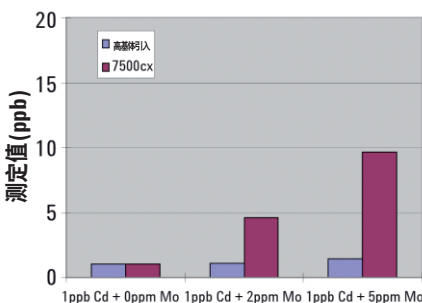


图3. MoO对Cd的干扰影响

低氧化物水平的好处

CeO/Ce水平被广泛用来作为等离子体能力的指标，低氧化物水平还有一个好处-即减少了干扰。图3是MoO对Cd的干扰影响。虽然7500cx已经具有较低的CeO/Ce水平（1%），但采用HMI模式将CeO/Ce降低到

- 高纯金属中的杂质
- 土壤消解液（ICP-OES 制备）
- 未稀释海水的直接分析
- RoHS 样品
- 垃圾沥出液(TCLP 制备)
- 地质样品消解或熔融制备液
- 高TDS地下水
- 食物样品
- 药物基体
- 需要高盐缓冲溶液的HPLC-ICP-MS 应用

新研制的原位 U-Pb 锆石年龄测定标准参考物质

S.Ehrlou, E.Belousova, W.L.Griffin, N.J. Pearson, S.Y.O'Reilly
GEMOC ARC National Key Centre Department of Earth and Planetary Sciences, Macquarie University, Sydney, Australia

引言

采用激光消融法对U-Pb 锆石定年需要一个可靠的基体匹配的内标来校正元素和同位素的分馏效应。最常用的是加拿大参考物质，即被大家熟知的来自安大略湖的Harvard 91500锆石，几乎被用尽，GEMOC已经搜索到了另一个适合于U-Pb定年的锆石标准。

G&J 宝石商人(悉尼)赠予了一小包大锆石碎片(~1cm大小)，被认为是来自东非的结晶花岗岩。样品的颜色从红色到粉红色、到微黄色-绿色和棕色。本工作研究了这GJ锆石作为原位U-Pb锆石定年标准参考物质的适宜性。

分析技术

采用阴极发光(CL)以及电子微探针(EMP)的BSE成像技术从视觉上评估了GJ锆石的内部结构。用EMP测量了常量元素和微量元素以检查其均匀性。

用New Wave Merchantek UV Nd: YAG 213nm 激光微探针和安捷伦的7500s ICP-MS (LAM-ICP-MS)联用技

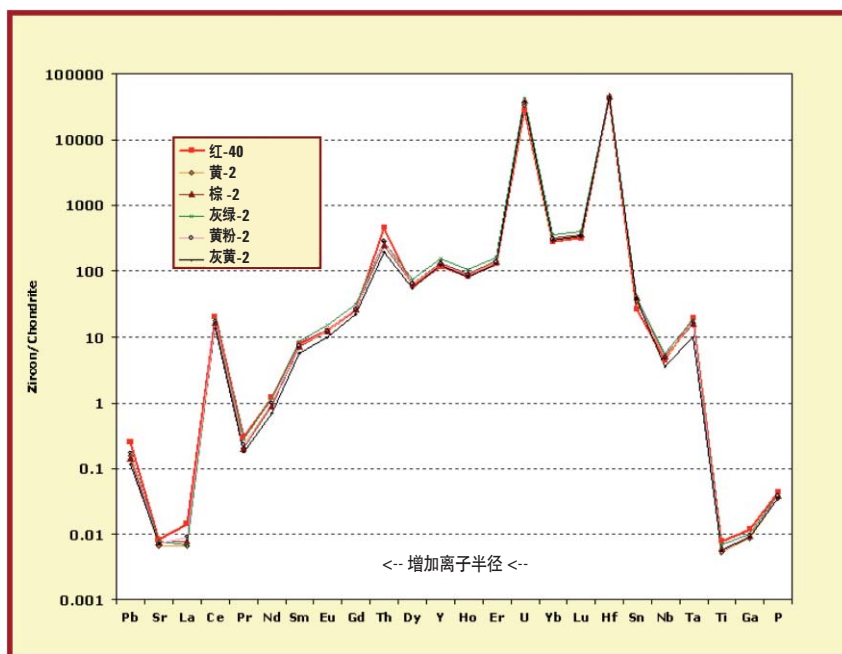


图1. 不同颜色GJ颗粒中痕量元素和REE显示出相同的配分模式

术测定U-Pb 锆石年龄和痕量元素[1]。Hf同位素测定用的是Nu Plasma Multi-Collector ICP-MS和相同的213nm激光系统(LAMMC- ICP-MS)。

结果

元素浓度 (ppm)

表1概括了6个GJ颗粒的LAM-ICP-MS分析结果。GJ红锆石和其它颜色的锆石相比，其中的Pb和Th的浓度略高一些。最后选择红色锆石为U-Pb定年标准，因为它比其他GJ锆石具有适当的U浓度和较高的Th和Pb。

如图1所示，不同颜色的GJ颗粒中痕量元素和REE的配分模式相同，

不同颜色之间的浓度水平只有很小的变化。

红色GJ的LAM-ICP-MS U-Pb 锆石定年

用91500 锆石作为校准标准，LAM-ICP-MS测定的GJ红色锆石的²⁰⁶Pb/²³⁸U 年龄为：609.7±1.8 Ma (2sd)。该结果在TIMS测定年龄608.5±0.4 Ma 的误差范围之内[1]。图2概括了LAM-ICPMS的测定结果。

四个不同的GJ红色颗粒用LAM-ICPMS测定了年龄(n=43)。不同颗粒测定的U-Pb年龄有少许变化。基于这些少许变化，每一个锆石颗粒在用于U-Pb锆石标准前，必须先采用TIMS定年。

GJ-Colours	Y	Ce	Yb	Lu	Hf*	Pb	Th	U
红	267 ±24	20 ±1	71 ±5	13 ±1	7800	36 ±2	18 ±3	287 ±13
黄	287 ±12	15.3 ±0.5	72 ±4	14 ±1	4630	23 ±1	11 ±1	384 ±42
棕	304 ±15	15.7 ±0.5	81 ±6	14 ±1	8310	21 ±3	10 ±1	398 ±48
灰绿	343 ±43	18 ±0.2	80 ±1	16 ±3	8225	26 ±7	12 ±1	429 ±104
黄粉	291 ±16	17 ±1	91 ±13	14 ±1	7890	25 ±2	11 ±1	355 ±14
灰黄	272 ±29	13 ±4	76 ±3	13 ±1	8225	17 ±8	8 ±4	381 ±30

表1. 6个GJ颗粒的LAM-ICP-MS分析

Glitter 软件升级

Dr. Norman Pearson
Macquarie University, Australia

建议 Glitter 软件的用户升级到最新软件版本: Glitter 4.4.1. 最新版本能读取来自 4500 和 7500 仪器产生的所有数据文件。

有效性:

联系 Glitter Technical Support (technicalsupport@glitter-gemoc.com) 获得 Glitter 4.4.1.

该版本为免费升级, 但需要 IDL 6.1 或更高级。如果你运行的是 IDL 5.X 下的老式 Glitter 版本, 那么在安装新 Glitter 版本之前, 需要从 www.ittvis.com 上升级到 IDL 6.X (极少的费用)。

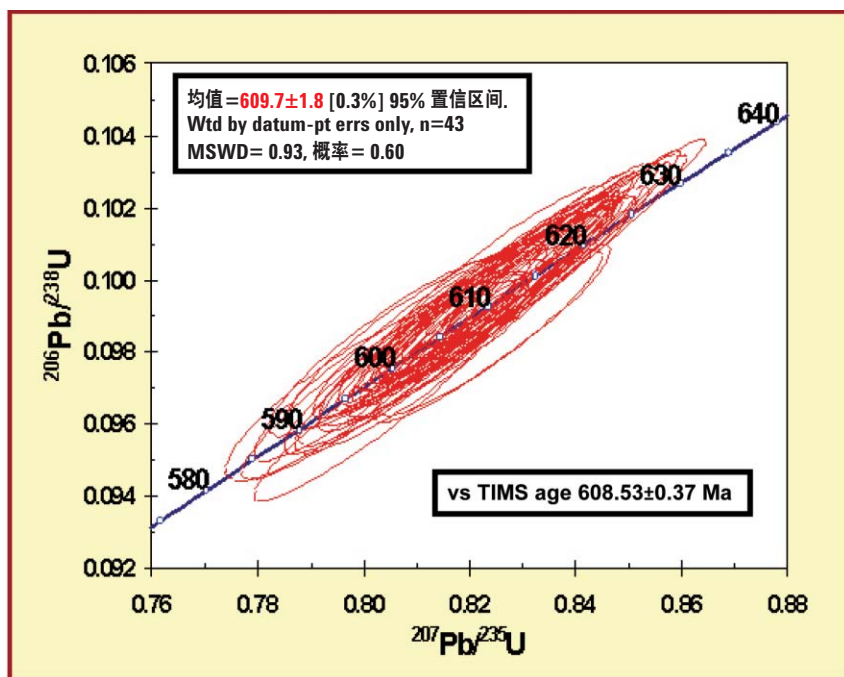


图2. LAM-ICP-MS测定的GJ红色锆石的²⁰⁶Pb/²³⁸U年龄-用91500锆石为校准标准

Hf-同位素组成

本研究中的数据揭示了GJ红锆石的同位素是均匀的, 其结果在其他实验室结果的不确定度范围之内是一致的。这就使GJ红锆石成为一个有用的Hf同位素代标准, 可替代具有同位素异质的锆石91500标准[3]。

结论

GJ红锆石的化学组成和同位素组成均匀, 因此推荐其作为适合于U-Pb年龄测定的锆石标准。它也适合于激光烧蚀ICP-MS原位痕量元素以及Hf同位素分析。

GJ红色锆石目前已在世界各地22个实验室使用, 只需少量服务费就可以从GEMOC获得该标准(联系方式: Elena Belousova email: ebelouso@els.mq.edu.au)

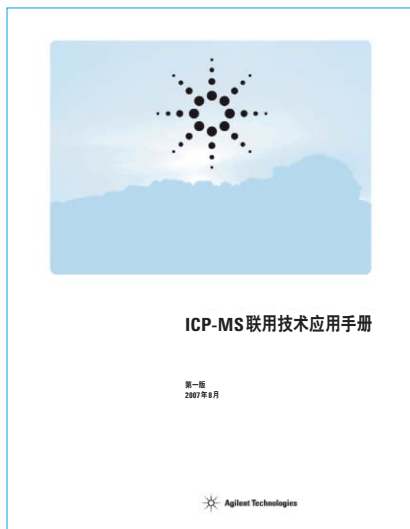
参考文献

1. Jackson, S.E., Pearson, N.J., Griffin, W.L., Belousova, E.A. LA-ICP-MS 在原位U-Pb 锆石年代学中的应用 *Chemical Geology* 211 (2004) 47-69
2. Wiedenbeck, M., All, P., Corfu, F., Griffin, W.L., Meier, M., Oberli, F., Von Quadt, A., Roddick, J.C. and Spiegel, W. 用于U-Th-Pb, Lu-Hf, 痕量元素以及稀土元素分析的三个天然锆石标准 *Geostandards Newsletter* (1995), 19 (1), 1-23.
3. Griffin, W.L., Pearson, N.J., Belousova, E.A. and Saeed, A. 评论: 标准锆石91500中的Hf同位素异质 *Chemical Geology* (in press, online March 2006)

Sample	N	¹⁷⁶ Hf / ¹⁷⁷ Hf	2sd	¹⁷⁸ Hf / ¹⁷⁷ Hf	2sd	¹⁷⁶ Lu / ¹⁷⁷ Hf	2sd	¹⁷⁶ Yb / ¹⁷⁷ Hf	2sd
LAM-MC-ICP-MS GJ Red Zircon	30	0.282015	0.000038	1.46727	0.00007	0.00025	0.00002	0.00742	0.00074
LAM-MC-ICP-MS 91500 zircon	632	0.282307	0.000058	1.46707	0.00069	0.000317	0.000054	0.01145	0.00502
TIMS* 91500 zircon	7	0.282290	0.000014	1.46714	0.00001	0.000288	0.000014		
LAM-MC-ICP-MS Mud Tank	2190	0.282523	0.000043	1.46718	0.00040	0.000105	0.000095	0.00455	0.00454

表2. 2个Hf同位素比值测定, *TIMS结果来自Weidenbeck等[2]

新的68页形态分析应用指南



这本新手册收纳了由世界范围内的权威人士提供的很有参考价值的应用摘要，覆盖了ICPMS联用技术在元素形态分析中的广泛应用。

章节中包含了最常用的分离技术，即高效液相色谱（HPLC），其中包括离子色谱（IC），气相色谱以及其它分离技术，比如毛细管电泳（CE），场流动分馏法（FFF）以及各种多MS技术。

该手册拟展示目前使用ICP-MS联用技术开展工作的广度，ICP-MS联用技术是质谱法中研究和应用增长最快的领域之一。

更多信息:

ICP-MS联用技术应用手册可以在www.agilent.com/chem/icpms下载pdf文件（5989-6160EN）

美国EPA关于CRC-ICPMS的最新表态

Steve Wilbur

Agilent Technologies, Inc., USA

ICP-MS method 200.8 饮用水质量监控

政府水管理机构发布的备忘录(14 July, 2006)中重申了在使用安全饮用水法规中的方法200.8分析饮用水时，禁止使用碰撞反应池（CRC）技术来消除ICP-MS中的多原子干扰。当特许使用装备有CRC的仪器时，使用时必须将CRC关闭。目前，在安捷伦的支持下，水管理机构与研发部门正在完成一个长达一年的研究，以评价CRC ICP-MS在饮用水分析中的有效性。

CRC-ICP-MS在其它（非饮用水）方面的质量监控

大多数非饮用水的质量监控归由另外两个EPA程序解决。在美国，国家污染物排放消除系统（NPDES）和资源保持和恢复法规（RCRA）管理废水和固体废弃物的处置。

目前，在这两个质量监控程序中均没有限制使用CRC ICP-MS。实际上，在对安捷伦有关该问题的答复中，华盛顿的EPA固体废弃物部门的无机方法项目经理Shen-yi Yang曾经说过：

“...（虽然）在当前版本的方法6020A中，还没有明确规定反应池或碰撞池技术，但人们已经认识到它们的应用对于消除痕量级分析中的干扰可能会产生深远的影响。只要它被证明能够在满足DQQs（质量控制目标）浓度下测定所关注的分析元素，就会考虑将其纳入改进的Method 6020A中。”

她的全部回答见安捷伦网站：www.agilent.com/chem/icpms，在“Additional Information”.下点击“ICP-MS Methods News”。

John Bourbon, 2区域的有机和无机化学部的主要负责人在2007年6月18日给安捷伦的email中这样说：

“在采用USEPA Method 200.8分析NPDES收集的样品时，只要满足USEPA Method 200.8中9.2部分的要求，即性能初始论证，2区域考虑使用带有碰撞反应池技术的ICP-MS。这个评估和USEPA水管理部门，科技部门，工程和分析机构的观点是一致的，目的是对颁布的用于NPDES质控方法的负责。”

他的全部答复见安捷伦网站：

www.agilent.com/chem/icpms

在“Additional Information”.下点击“ICP-MS Methods News”链接。

新版ICP-MS化学工作站- B.03.05

Tomo Yamada

Tokyo Analytical Division
Agilent Technologies

最新版本的ICP-MS化学工作站-B.03.05的新特点-包括：

- 支持7500cx
- 氦模式半定量因子
- 支持高基体引入(HMI)工具包
- 控制CETAC EXR-8自动进样器

当前版本B.0x.0x用户可以从Agilent ICP-MS website www.agilent.com/chem/icpms 免费升级到B.03.05 (只支持Windows XP)。

有关化学工作站版本升级的更多信息见下期ICP-MS期刊。

21 CFR Part 11 法规 认证软件和安捷伦的 Enterprise Content Manager (ECM) 处理 ICP-MS 化学工作站的数据

Katja Kornetzky
Solutions Manager Pharma QA/QC,
Agilent Technologies, Waldbronn, Germany

引言

依照 FDA 21 CFR Part 11 的指南处理数据正在被广为接受。实验室经理和 IT 专业人士所面临的一个主要挑战就是要提供附属的解决方案，这些解决方案不仅不能阻碍生产力，而且要使科学家和技术人员在他们的日常任务中更有效地工作。

安捷伦将 ICP-MS 化学工作站 (rev. B.03.06) 和 OpenLAB Enterprise Content Manager (ECM) 整合，使得安捷伦 7500 的用户可将他们 ICP-MS 化学工作站的数据依照 21 CFR Part 11 储存。

与 ECM 整合后的 ICP-MS 化学工作站保留原有的界面特点，确保了对当前工作的最小中断。

什么是 OpenLAB ECM?

OpenLAB ECM 是基于软件平台的一个网络服务器，它为所有种类的数据提供了一种安全的中央储存库。

大容量的服务器允许用户捕获、处理、共享、存档和重新使用所有事件的重要信息。

OpenLAB ECM: 不只是一个存储库

ICP-MS 化学工作站，综合用户数据库控制包和 ECM 安全线，确保数据建立后立即自动储存于 ECM 中。一旦储存在 ECM 中，数据就处于审核跟踪和修订控制之下。

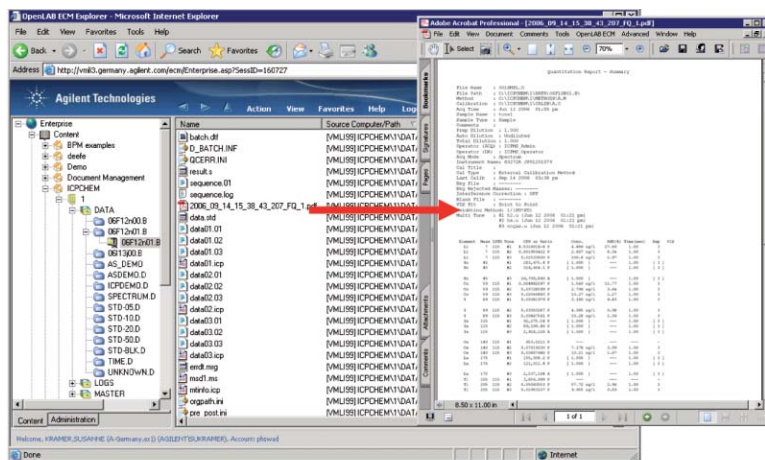


图 1. ICP-MS 化学工作站的储存的目录类型，包括 ECM 的 pdf 报告

- 用户可以通过网上客户程序进入 Agilent OpenLAB ECM，观看来自机构内任何地方的数据和 pdf 报告，见图 1。
- 系统的访问受保护，只允许唯一用户和密码
- 使用高级搜寻功能可以搜寻并重新找回数据
- 用户可以在网上使用 ECM 电子签名停止数据

ICP-MS 化学工作站/ECM 结合确保:

- **数据安全性:**
 - 合法的 Windows 用户- ID/密码结合才能登录上网，进入 ICP-MS ChemStation and OpenLAB ECM
 - 对于设备参数更改可设置密码，比如更新频率或最小化样品深度
 - 帐目封闭可设置
- **数据完整性:**
 - 自动数据存储和形式转换
 - 对所有相关数据包括以 pdf 格式报告的原始结果进行全面控制
 - 综合归档并长期储存在一个管理目录系统内

- **数据可溯源性:**
 - 自动执行独立于用户的索引
 - 电子签名，见图 2。

在实验室内或跨企业范围内共享数据

安捷伦的 OpenLAB ECM 能够用于一个实验室中对多达 5 个用户的工作小组或对有一个有资质的企业系统内不受限制的用户使用。

7500 设备确认服务

系统的一致性远远大于数据管理，安捷伦拥有一整套产品，这些产品的结合才形成一个完整的解决方案。新设备资格安装认证 (IQ) 和操作资格/性能确认 (OQ/PV) 不仅对 Agilent 7500 ICP-MS 系统有效，而且对 ICP-MS 化学工作站以及对 ECM 的 ICP-MS 化学工作站都有效。

更多信息

安捷伦应用文章:
OpenLAB ECM - Workgroup Through Enterprise, 发行号 5989-6978EN.

安捷伦技术文章:
Agilent ICP-MS ChemStation - Complying with 21 CFR Part 11, 发行号 5989-4850EN.

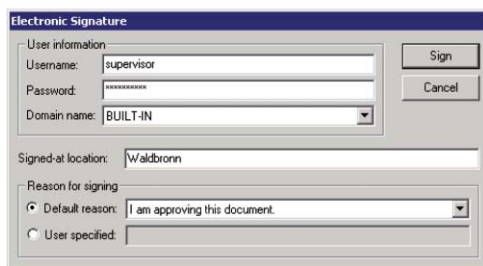


图 2. 可溯源性: 可以在 ICP-MS 化学工作站和 OpenLAB ECM 中使用电子签名

周年庆祝活动: ICP-MS 20年

Tomo Yamada

Tokyo Analytical Division
Agilent Technologies



Yokogawa (安捷伦科技公司以前的 ICP-MS 部) 于 1987 年推出了早期的 7500 系列。为了庆祝这个里程碑时刻, 安捷伦东京分析部 (TAD) 举办了一场 20 周年纪念研讨会, 有 120 多名用户和应邀来宾出席了此次会议。

特别感谢 Haraguchi 教授(Nagoya Univ.), Furuta 教授(Chuo Univ.)和 Nonose 博士(AIST)的发言 以及来自 Kanto Chemicals and EMATEC Kansai 的发言。

第 2000 台 7500 系列- 用于奥林匹克金牌

Tomo Yamada

Tokyo Analytical Division
Agilent Technologies

Teck Cominco 金属有限公司将为在温哥华举办的 2010 年冬奥会和残奥会提供所有获奖者的金牌, 银牌和铜牌, 它是一个官方资助和特许的金属供给商。安捷伦公司东京工厂已经为该公司交付装运了第 2000 台 7500 系列 ICP-MS 仪器。Teck Cominco 是一家多品种矿业金属公司, 总部设在加拿大的温哥华, 是世界著名的锌、炼焦煤、铜、金以及特种金属的重要生产商。www.teckcominco.com

本期刊中的信息, 如有变更, 恕不另行通知。

© 安捷伦科技, 2007
2007 年 10 月 19 日
5989-7417CHCN

新的安捷伦用户

热烈欢迎最近购买了安捷伦 ICP-MS 仪器的所有公司和院所。记住参加安捷伦的网上 ICP-MS 用户论坛-这是一个可以交换有关您的新 ICP-MS 信息的地方。您还会发现论坛中有大量的有助于您从 7500 中获益多多的资源。

要想访问论坛, 您只需要登陆安捷伦网站即可, 如果您还没有注册请先注册, 在第一次访问时, 输入您的仪器序列号。从 www.agilent.com/chem/icpms 寻找 ICP-MS 用户论坛链接。

4500 系列的支持终止期: 2007 年 10 月 31 日

提醒: 在 2007 年 10 月 31 日终止期前, 安捷伦将继续全面支持所有 4500 系列仪器。请与您的安捷伦供应销售代理商联系以获得更多信息。

安捷伦 ICP-MS 出版物

浏览和下载这些最新出版物, 请登录网站 www.agilent.com/chem/icpms 中的 "Library Information"

- 应用: 联用 ICP-MS 应用手册, 5989-6160EN。
- 应用文章: HPLC-ICP-MS 测定有机和无机硒, 5989-7073EN。
- 应用文章: 7500cx ICP-MS 测定麦芽酒饮料中的痕量元素, 5989-7214EN。

封面照片:

安捷伦公司的 Katsuo Mizobuchi, 日本东京 ICP-MS 高级工程师和半导体应用专家。

Agilent ICP-MS 期刊主编

安捷伦科技 Karen Morton
e-mail: editor@agilent.com



Agilent Technologies