

使用 ICP-MS 和不连续进样进行常规土壤分析

Agilent 7850 ICP-MS 为长期、准确地分析高基质样品提供了所需的稳定性与可靠性



作者

Tetsuo Kubota
安捷伦科技有限公司

前言

ICP-MS 是一种快速的多元素分析技术，广泛应用于土壤和污泥消解物等各种复杂的高基质环境样品，可同时分析 30 多种元素^[1-3]。从事环境样品委托测试业务的商业实验室都力求建立一套简单一致的分析流程。为满足这一常规测试需求，安捷伦 ICP-MS 系统采用超高基质进样系统 (UHMI) 技术，增强了系统的整体基质耐受性。UHMI 使实验室可以分析复杂多变的高基质样品，不再需要针对特定样品进行稀释或配制基质匹配的校准标样。长时间运行高基质样品的常规分析后，也会产生信号稳定性问题，并使仪器维护频率增加。在分析高基质土壤消解物时，稳定的操作条件（低 CeO/Ce 比）可提供最佳的基质耐受性，从而最大程度减少漂移并降低日常维护频率^[4]。

安捷伦 ICP-MS 系统还采用经优化设计的 ORS⁴ 碰撞/反应池 (CRC)，可使用氦 (He) 碰撞模式消除所有常见的多原子重叠。在 He 模式下，可使用相同的反应池设置分析多种常见样品类型中的绝大多数元素，进一步简化了常规分析。此外，由于 He 模式对所有多原子离子均有效，因此可获得许多分析物的二级（或定性）同位素。通过比较主同位素和定性同位素的结果，分析人员可以验证数据的准确性。Agilent ICP-MS MassHunter 软件同样有利于实现简单易用的方法，其具有预设方法、自动调谐等功能，引导式软件界面方便分析人员执行常规分析流程。

优异的硬件性能和软件功能的完美结合是全球数百家实验室选择安捷伦 ICP-MS 进行环境样品常规分析的原因之一。不过，其中的许多实验室，尤其是商业实验室，正在寻找能够进一步简化其分析流程，同时又能保持高效率和数据质量的方法。Agilent 7850 ICP-MS 和 ICP-MS MassHunter 软件 (5.1 版本及以上) 具有一系列新功能，能够帮助实验室更加高效地进行 ICP-MS 分析。这些功能能够帮助操作人员优化样品前处理及方法开发，避免不必要的仪器维护，并为挑战性样品提供高质量数据。

ICP-MS MassHunter IntelliQuant 是一个省时、实用的功能，在 He 碰撞模式下通过 2 秒快速扫描采集可计算每个样品中多达 70 种元素的半定量浓度。IntelliQuant 的计算结果包括所有元素，不限于校准标样中存在的分析物。结果可显示为元素周期表热力图，清晰指示出每个样品中所有元素的浓度范围^[6]。可以对 IntelliQuant 数据求和得到总基质固体 (TMS) 含量，用以确认是否存在未知元素，有助于减少样品重新测量的需要。

安捷伦 ICP-MS 系统的常规运行具有良好的等离子体稳定性 (低 CeO/Ce 比)，因此可轻松耐受大多数常规 ICP-MS 样品的溶解态固体含量。而由于样品粘度的差异，过高的基质浓度会改变样品的吸收和雾化过程，引起信号变化。获得新样品或非典型样品类型的 TMS 含量信息有助于简化方法开发。例如，分析人员可根据 TMS 含量为一批未知样品选择适当的检测条

件。在分析过程中及分析结束后都可能产生异常数据，比如内标物信号突然降低，TMS 信息有助于分析人员查明并了解这些异常数据产生的原因。通过查看前一批次样品的 TMS 数据，还有利于分析人员针对仪器常规维护做出明智决策。

ICP-MS MassHunter 还可帮助分析人员规划日常清洁与维护，比如早期维护反馈 (EMF) 指示器以及用于每个序列后监控仪器状态的运行后调谐检查功能^[6]。分析人员可利用这些功能提供的信息来优化仪器性能，避免不必要的维护，节省时间和资源。

实验部分

仪器

使用配备 ISIS-3 不连续进样系统的 Agilent 7850 ICP-MS 分析各种土壤和沉积物消解物。7850 仪器包括镍尖铜采样锥、镍截取锥、UHMI 气溶胶稀释系统以及 ORS⁴ He 碰撞池，并可自动校正双电荷离子干扰。使用 Agilent SPS 4 自动进样器进样。

UHMI 技术是 7850 ICP-MS 的标配。UHMI 可最大程度减少分析前对样品的稀释需求，从而避免既耗时又可能引入误差的手动操作。UHMI 使用氦气稀释样品气溶胶，减少到达等离子体的样品基质，无需进行液体稀释。根据样品类型和预期的基质水平，选择具有合适 UHMI 气溶胶稀释水平的预设方法。根据等离子体的预设置自动应用等离子体参数，所有透镜均自动调谐。

7850 还包括用于控制多原子干扰的 ORS⁴ CRC。由于主要元素含量高且复杂多变的样品可能形成多变、不可预测的基质多原子干扰，故很难用 ICP-MS 进行分析。ORS⁴ 碰撞反应池是适合 He 模式的最佳配置，在一组标准池条件下，可有效减少所有常见的基质多原子干扰。这一经验证的方法使新手和经验丰富的分析人员均能快速、可靠地采集所有元素的准确数据。采用 He 模式作为快速扫描数据采集的默认模式，可确保 IntelliQuant 数据不会受到常见的多原子离子重叠带来的干扰。

土壤样品中的稀土元素 (REEs) 会导致双电荷离子干扰, ICP-MS MassHunter 软件可自动校正这种潜在干扰^[7]。如果土壤样品中双电荷 REE 离子 $^{150}\text{Nd}^{2+}$ 和 $^{150}\text{Sm}^{2+}$ 的浓度太高, 则会干扰 $^{75}\text{As}^+$; 如果 $^{156}\text{Gd}^{2+}$ 和 $^{156}\text{Dy}^{2+}$ 浓度太高, 则会干扰 $^{78}\text{Se}^+$ 。He 模式不能有效去除 REE^{2+} 的干扰, 如果不进行校正, 这些重叠会导致假阳性结果。仪器操作条件如表 1 所示。

表 1. 7850 ICP-MS 操作条件

ICP-MS 参数	氦气模式	
等离子体模式	UHMI-8	
RF 功率 (W)	1600	
雾化室温度 (°C)	2	
采样深度 (mm)	10	
雾化器气体流速 (L/min)	0.69	
稀释气体流速 (L/min)	0.28	
透镜电压	自动调谐	
He 流速 (mL/min)	1.0	5.0 (*10)
动能歧视电压 (V)	5.0 (*7.0)	
元素	铍, 1 个 ISTD	27 种分析物, 3 个 ISTD

阴影部分参数为自动设置。*Se 和 P 采用增强型 He 模式设置。As 和 Se 在用于 M^{2+} 校正的高分辨率下测定。

ISIS 3 不连续进样系统可以在采集前一个样品的数据的同时启动清洗程序, 从而加速整体分析速度。与传统进样相比, ISIS 3 不连续进样将分析时间缩短了 2 分钟, 同时最大程度减少了前一个样品的残留。如需了解有关 ISIS 3 配置及功能的更多信息, 请参阅相应出版物^[2,3]。

表 2. ISIS 3 操作参数

ISIS 3 参数	设置	
定量环体积 (mL)	1.4	
	时间 (s)	泵速 (%)
上样	9	35
稳定	23	5
针头冲洗	25	8
针头冲洗 2	10	60
针头冲洗 3	10	5
可选的定量环针头清洗	13	60
可选的定量环清洗	3	5

标样和样品前处理

利用含 1% HNO_3 和 0.5% HCl 的酸基质配制校准标样和样品。ICP-MS 分析通常会在样品中加入 HCl 以确保 Ag、Sb、Hg 等元素的稳定性。7850 ICP-MS 的标准 He 碰撞模式可去除所添加的氯化物基质形成的所有 Cl 相关干扰。校准标样、加标物及大多数质控 (QC) 标样均由安捷伦环境校准标样 (部件号 5183-4688) 制得。Al、Mn、Hg 和 Zn (Kanto Chemicals, Japan) 以及 P (SPEX CertiPrep, Metuchen, NJ, USA) 采用单元素标准品。按照图 1 所示浓度范围制备包括校准空白在内的 6 个校准标样。“矿物元素”是指 Na、Mg、K、Ca 和 Fe。

对于运行过程中的质量控制 (QC), 使用的初始校准验证 (ICV) 标样和连续校准验证 (CCV) 标样由多元素环境校准标样 A (VHG) 及单元素标准品 (Al、Mn、P、Hg 和 Zn) 制得。使用 1% HNO_3 和 0.5% HCl 的酸基质作为初始校准空白 (ICB) 和连续校准空白 (CCB)。对于低浓度 ICV 样品 (LLICV), 测量了含有 1 ppb 痕量元素, 100 ppb 矿物元素, 200 ppb Ca, 5 ppb P 和 0.02 ppb Hg 的溶液。

分析使用的有证标准物质 (CRMs) 为河流沉积物 A、河流沉积物 B、河口沉积物、土壤 A 和土壤 B。CRMs 均是由 High Purity Standards (HPS, Charleston SC, USA) 提供的预消解溶液。使用 1% HNO_3 和 0.5% HCl 酸基质将 CRMs 稀释 2 倍。

含 1 ppm Li、Y、In 和 Bi 的内标 (ISTD) 溶液 (安捷伦部件号 5183-4681) 通过 ISIS 阀专用的第七个端口自动在线添加。由于采用小内径的泵管, 内标溶液流速约为样品流速的 1/15。

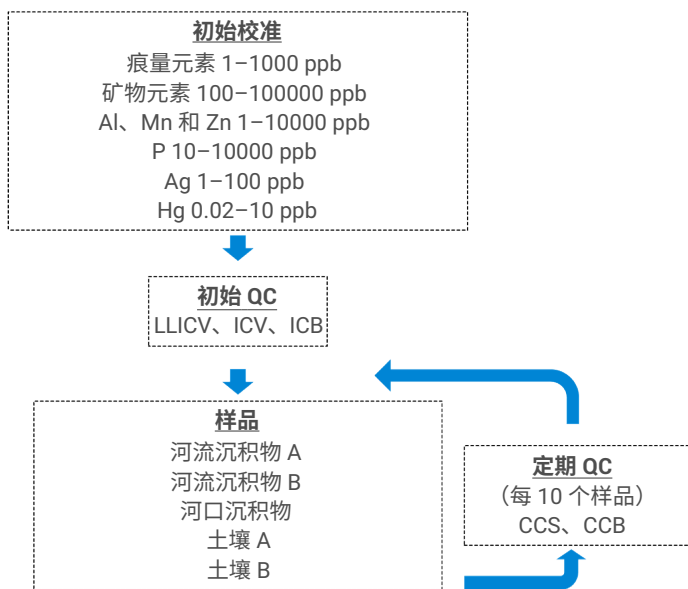


图 1. 校准标样、QC 溶液和样品的分析顺序。样品列表重复运行，每运行 10 个样品后自动插入定期 QC 序列

结果与讨论

使用表 1 所列的采集参数在 He 模式下对所有分析物进行测定。重复测定 10 次酸性稀释基质校准空白，其三倍标准偏差即为检出限 (LODs) (表 3)。痕量元素的检出限基本为低 ng/L (ppt) 水平，证明了 7850 ICP-MS 在该应用中的灵敏度。

长期稳定性

为了证明 7850 ICP-MS 的稳定性，在一天内检测了 100 个样品和 30 个 QC 样品。分析复杂多变的高基质样品时可能会因物理效应而引起信号变化——基质浓度会影响样品粘度，进而改变流速及雾化。为了消除这些影响，ICP-MS 分析人员通常会在线添加内标。图 2 显示，在整个分析运行中，该样品的内标回收率稳定在 70%–130% 的 QC 限值范围内，没有发生质量依赖性漂移。回收率数据表明，7850 的等离子体非常稳定且具有很高的基质耐受性，能够最大程度减少基质沉积。ISTD 图还显示，7850 能够很好地控制信号抑制，各种不同质量和不同电离势的元素均可获得一致的内标物信号。这些结果表明，配备 UHMI 的 7850 ICP-MS 具有长期稳定性和良好的基质耐受性。

表 3. 重复测定 10 次校准空白，通过 3 σ 法计算出的 LODs，校准空白使用与样品稀释相同的酸基质配制

元素和质量数	ISTD	LOD ($\mu\text{g/L}$)
9 Be	^6Li	0.004
23 Na	^{89}Y	7.75
24 Mg	^{89}Y	1.02
27 Al	^{89}Y	4.97
31 P	^{89}Y	2.75
39 K	^{89}Y	30.3
44 Ca	^{89}Y	17.1
51 V	^{89}Y	0.016
52 Cr	^{89}Y	0.371
55 Mn	^{89}Y	0.222
56 Fe	^{89}Y	3.27
59 Co	^{89}Y	0.010
60 Ni	^{89}Y	0.044
63 Cu	^{89}Y	0.042
66 Zn	^{89}Y	0.210
75 As	^{89}Y	0.049
78 Se	^{89}Y	0.049
95 Mo	^{89}Y	0.009
107 Ag	^{115}In	0.016
111 Cd	^{115}In	0.008
121 Sb	^{115}In	0.011
137 Ba	^{115}In	0.059
201 Hg	^{209}Bi	0.004
205 Tl	^{209}Bi	0.005
Pb*	^{209}Bi	0.163
232 Th	^{209}Bi	0.008
238 U	^{209}Bi	0.006

*Pb 含量以三种丰度最高的同位素 206、207 和 208 之和进行计算

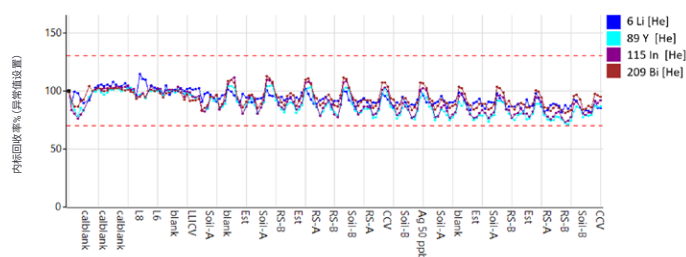


图 2. 使用 7850 ICP-MS 测定超过 130 个样品得到的 ISTD 稳定性。所有样品的 ISTD 回收率均采用校准空白进行归一化。由于空间有限，未示出所有样品的名称。高低交替的 ISTD 信号模式表明低基质和高基质样品组各自的样品传输和雾化变化

表 4. 校正 2 倍稀释倍数后 CRMs 标准值的回收率。除阴影部分所列元素浓度单位为 $\mu\text{g/L}$ ，其他元素浓度单位均为 mg/L

(n = 20)	河流沉积物 A			河流沉积物 B			河口沉积物			土壤 A			土壤 B		
	平均浓度	标准值	回收率 (%)	平均浓度	标准值	回收率 (%)	平均浓度	标准值	回收率 (%)	平均浓度	标准值	回收率 (%)	平均浓度	标准值	回收率 (%)
9 Be	0.151	-	-	0.103	-	-	18.7	20.0±0.6	93	0.063	-	-	0.398	-	-
23 Na	51.8	50.0±0.3	103	54.2	50.0±0.5	108	206	200±2	103	72.2	70.0±0.7	103	99.8	100±1	100
24 Mg	69.6	70.0±0.4	99	127	120±1	106	102	100.0±0.6	102	70.2	70.0±0.4	100	79.0	80.0±0.48	99
27 Al	244	250±1	98	594	600±4	99	710	700±4	102	492	500±3	98	716	700±4	102
31 P	0.017	-	-	9.72	10.0±0.1	97	4.86	5.00±0.05	97	9.84	10.0±0.1	98	9.66	10.0±0.1	97
39 K	149	150±1	99	199	200±3	100	146	150±2	97	197	200±3	98	206	210±3	98
44 Ca	292	300±2	98	294	300±2	98	79	80.0±0.5	99	344	350±2	98	122	125±1	98
51 V	0.252	0.250±0.003	101	1.03	1.00±0.02	103	1.00	1.00±0.02	100	0.100	0.100±0.005	100	0.788	0.800±0.016	99
52 Cr	298	300±2	99	15.8	15.0±0.1	105	0.832	0.800±0.008	104	0.016	-	-	0.404	0.400±0.005	101
55 Mn	7.74	8.00±0.04	97	5.92	6.0±0.1	99	3.86	4.00±0.04	96	0.104	0.100±0.001	104	97.4	100±1	97
56 Fe	1190	1200±6	99	410	400±2	102	348	350±2	99	199	200.0±1.2	99	346	350±2	99
59 Co	100	100±1	100	162	150±3	108	108	100±2	108	2.46	-	-	98.6	100±2	99
60 Ni	0.510	0.50±0.01	102	0.550	0.50±0.01	110	0.320	0.30±0.02	107	0.298	0.30±0.02	99	0.202	0.20±0.01	101
63 Cu	1.01	1.00±0.01	101	1.06	1.00±0.01	106	0.214	0.200±0.003	107	0.300	0.300±0.005	100	2.96	3.00±0.03	98
66 Zn	13.7	15.0±0.2	91	4.70	5.00±0.05	94	1.37	1.50±0.03	92	0.916	1.00±0.002	92	64.0	70.0±0.7	91
75 As	0.594	0.60±0.03	99	0.200	0.20±0.01	100	0.097	0.100±0.005	97	0.190	0.20±0.01	95	5.74	6.00±0.12	96
78 Se	19.7	20±2	98	9.44	10±1	94	45.8	50±5	92	9.42	10±1	94	0.254	-	-
95 Mo	0.592	-	-	2.30	-	-	1.06	-	-	0.234	-	-	1.55	-	-
107 Ag	1.63	-	-	0.318	-	-	0.182	-	-	0.236	-	-	0.500	-	-
111 Cd	102	100±2	102	30.6	30±1	102	0.446 [†]	0.4	-	2.98 [†]	6	-	195	200±4	97
121 Sb	518	500±20	104	41.0	40±2	102	4.42 [†]	4	-	32.6	30±1	109	398	400±12	100
137 Ba	0.514	0.50±0.01	103	4.02	4.00±0.04	100	0.004	-	-	5.06	5.00±0.05	101	6.98	7.00±0.07	100
201 Hg	0.028	-	-	0.021	-	-	0.021	-	-	0.019	-	-	0.020	-	-
205 Tl	9.72	10±1	97	9.76	10±1	98	0.066	-	-	0.066	-	-	0.130	-	-
Pb*	7.12	7.00±0.07	102	2.04	2.0±0.1	102	0.304	0.30±0.02	102	0.400	0.40±0.02	100	58.6	60.0±0.6	98
232 Th	19.9	20±2	99	97.8	100±5	98	97.6	100±5	98	97.6	100±5	98	97.4	100±5	97
238 U	9.82	10±1	98	29.0	30±2	97	0.055	-	-	9.54	10±1	95	242	250±10	97

* Pb 含量以三种丰度最高的同位素 206、207 和 208 之和进行计算。† 表明该值为未认证的参考值。
空白单元格表示缺少参考值或标准值

准确分析 CRMs

在整个序列中，5 种 CRMs 每个均分析了 20 次，然后计算了每种分析物的平均浓度和回收率（表 4）。所有认证元素，包括处于数百 mg/L (ppm) 级的常量元素和低至 10 µg/L (ppb) 的痕量元素，回收率标准偏差均在 ±10% 以内。并非所有元素在每种标准物质中都有对应的标准值，所以表 4 的空白单元格即表明缺乏对应的标准值。

表 5. 土壤 A CRM 2 倍稀释液基质加标 (MS)/基质加标重复样品 (MSD) 的加标浓度回收率和相对百分比偏差 (RPD)

	土壤 A 浓度 (µg/L)	土壤 A MS (µg/L)	土壤 A MSD (µg/L)	土壤 A MS 回收率 (%)	土壤 A MSD 回收率 (%)	RPD MS/MSD (%)
9 Be	0.18	92.1	90.8	92	91	1.1
51 V	47.4	156	158	108	111	2.7
52 Cr	1.38	104	107	102	105	2.9
55 Mn	52.0	156	163	104	111	6.5
59 Co	1.09	96.8	94.2	96	93	3.2
60 Ni	157	264	268	107	112	4.6
63 Cu	157	266	266	109	109	0.0
66 Zn	524	691	688	111	109	1.8
75 As	93.1	184	184	91	91	0.0
78 Se	4.41	99.7	98.6	95	94	1.1
95 Mo	0.10	100	97.8	100	98	2.0
107 Ag	0.25	97.2	91.3	97	91	6.4
111 Cd	1.43	103	102	101	101	0.0
121 Sb	16.5	119	120	103	104	1.0
201 Hg	0.01	2.06	2.08	102	103	1.0
205 Tl	0.03	103	103	103	103	0.0
Pb*	203	304	302	101	99	2.0
232 Th	48.9	152	153	104	104	0.0
238 U	4.82	107	108	102	103	1.0

所有分析物中，除 Zn 和 Hg 的加标浓度分别为 150 µg/L 和 2 µg/L 外，其余元素的加标浓度均为 100 µg/L。

* Pb 含量以三种丰度最高的同位素 206、207 和 208 之和进行计算

基质加标回收率

土壤 A 2 倍稀释液的基质加标 (MS)、基质加标重复样品 (MSD) 及相对百分比偏差 (RPD) 结果如表 5 所示。由于土壤 A 中 Na、Mg、Al、P、K、Ca、Fe 和 Ba 元素的浓度高于 100 µg/L 加标浓度，因此未给出这些元素的加标回收率。但图 4 中土壤 A 的 CRM 回收率结果表明，上述所有常量元素均能准确分析。其他元素的回收率基本在加标浓度 ±10% 以内，MS 与 MSD 之间的相对百分比偏差小于 10%，证明了方法的准确性。

自动维护提醒

使用 ICP-MS 进样系统难以对土壤和沉积物消解物等复杂样品进行分析。为了最大程度提高分析性能、减少仪器意外停机，最好根据测量的溶液数量而非运行时间来安排日常维护任务。通过 ICP-MS MassHunter 软件，分析人员可以利用默认的、针对特定样品类型的计数器来监控仪器使用状况并触发早期维护反馈 (EMF) 提醒。EMF 计数器基于样品数量或运行时间进行计数，可按照实验室的具体工作量进行定制。ISIS 3 不连续进样系统减少了到达接口锥的样品基质，使您可以将这些计数器设定为较高的值。

EMF 的显示界面如图 3 所示。在适当的时间进行仪器维护（不过度频繁或维护不足），不仅可以避免一些不必要的工作还能保持仪器性能，从而节省分析人员的时间。EMF 清晰的交通信号灯式颜色预警有助于分析人员优化其维护计划。

除常规的运行前性能检查外，还可以在样品序列完成后安排运行后检查。此性能检查可以在下一次运行前明确指示分析人员是否需要执行清理接口锥等常规维护任务，从而简化维护规划。

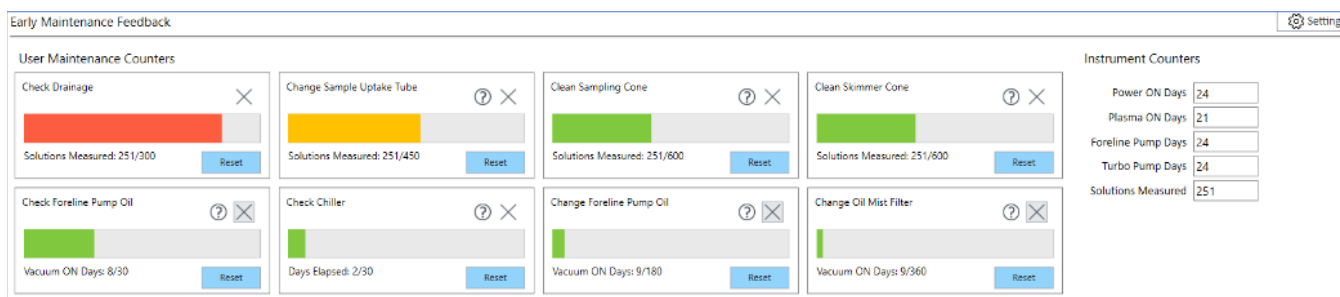


图 3. 为维持 ICP-MS 的最佳性能，在指定时间或分析一定数量的样品后，EMF 会提示分析人员进行仪器维护，如清洗接口锥、调节或更换泵管等

结论

使用配备 ISIS 3 不连续进样系统的 Agilent 7850 ICP-MS 成功实现了土壤和沉积物样品中多元素的高通量分析。

使用 ICP-MS 分析高基质含量样品会引起信号漂移和抑制、多原子和双电荷离子干扰等问题。本研究表明，7850 ICP-MS 等离子体的高基质耐受性、He 碰撞模式及 MassHunter 软件能够解决上述问题并提供出色的分析工作流程。

- 方法和仪器的大部分设置可通过预设方法和自动调谐进行配置，节省了分析人员的时间，也避免了在方法开发过程中引入错误
- 7850 系统采用稳定的等离子体（低 CeO/Ce 比），可提供出色的基质耐受性，能够在长达数小时内可靠地分析高基质土壤消解物，如 ISTD 稳定性结果所示。仪器稳定性对于保证常规高通量应用的效率十分重要，因为出色的稳定性可减少信号漂移、QC 不合格、样品重新分析以及仪器维护需求
- IntelliQuant 数据可用于验证样品的 TMS，该信息有助于优化样品前处理以及为新样品或未知样品类型选择合适的等离子体条件
- 由于土壤样品可能含有较高浓度的稀土元素，在测量 As 和 Se 时，系统自动采用半质量模式和 M^{2+} 校正。与手动校正双电荷离子干扰相比，自动化程序简化了分析人员的操作，节省了时间
- 在 5 种沉积物和土壤 CRMs 中，测得的所有认证元素的浓度均在标准值的 $\pm 10\%$ 范围内，基质加标回收率也基本处于加标浓度的 $\pm 10\%$ 范围内。这表明 ORS⁴ 的氦气模式可有效控制多原子干扰。对于常规实验室而言，如果使用的分析技术无法可靠控制质谱重叠，那么重复测量样品将是一项沉重的负担。如果在首次分析时即可获得正确的答案，那么就可为实验室消除这一负担

- EMF 传感器和计数器以及运行后性能检查可提示分析人员何时进行维护，帮助保持仪器的最佳性能。这些功能减少了不必要的维护，避免了仪器停机，进一步提高了效率

参考文献

1. Tetsuo Kubota 和 Dong Yan, 中国土壤污染状况详查：利用 ICP-MS 对土壤和沉积物消解物中的元素进行分析，安捷伦出版物，[5994-0309ZHCHN](#)
2. Tetsuo Kubota, Simple and Reliable Soil Analysis using the Agilent 7800 ICP-MS with ISIS 3（使用配备 ISIS 3 的 Agilent 7800 ICP-MS 进行简单可靠的土壤分析），安捷伦出版物，[5991-8674EN](#)
3. Kazuo Yamanaka 和 Steve Wilbur, 使用配备 ISIS 3 不连续进样系统的 Agilent 7900 ICP-MS 最大程度提高复杂基质样品的分析效率，安捷伦出版物，[5991-5208CHCHN](#)
4. 等离子体稳定性和基质耐受性，安捷伦 ICP-MS 技术简报，[5994-1173ZHCHN](#)
5. 用于 ICP-MS 的 Agilent IntelliQuant，安捷伦出版物，[5994-2796ZHCHN](#)
6. ICP-MS 仪器的智能状态检查，安捷伦出版物，[5994-2780ZHCHN](#)
7. 使用 ISO 方法 17294-2 快速、准确地分析水中的 28 种元素，安捷伦出版物，[5994-2804ZHCHN](#)

www.agilent.com

DE44222.1528819444

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，2021
2021 年 2 月 8 日，中国出版
5994-2933ZHCHN

查找当地的安捷伦客户中心：

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

在线询价：

www.agilent.com/chem/erfq-cn

