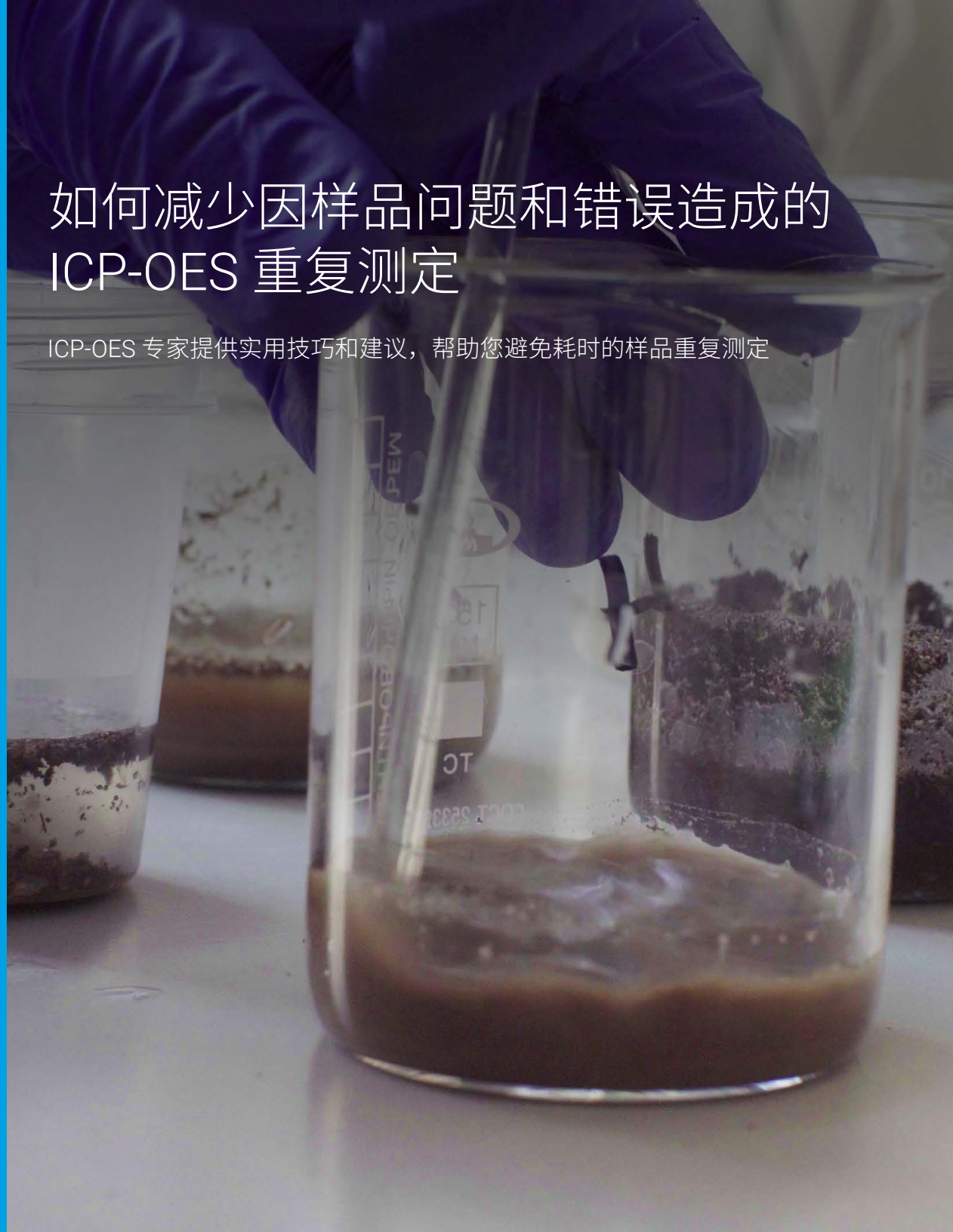


如何减少因样品问题和错误造成的 ICP-OES 重复测定

ICP-OES 专家提供实用技巧和建议，帮助您避免耗时的样品重复测定



电感耦合等离子体发射光谱 (ICP-OES) 是用于测量溶液中元素的一项成熟技术。ICP-OES 广泛应用于采矿、食品、农业、能源、化工、环境监测和制药行业。该技术适用于各种类型的样品，能够灵敏、准确、精密地测定样品中的元素浓度。从污泥和沉积物分析，到饮用水和葡萄酒分析，ICP-OES 一直都以快速、稳定著称。

ICP-OES 只是安捷伦原子光谱系列仪器的成员之一。原子光谱技术源于 20 世纪 50 年代问世、至今仍有许多实验室使用的火焰原子吸收光谱 (FAAS) 技术。电感耦合等离子体质谱 (ICP-MS) 是该系列的最新成员。ICP-MS 因其高灵敏度而闻名，可测定低至 ppt 水平的元素。

尽管所有原子光谱技术的核心都是简单的比尔-朗伯定律，但大多数技术都要求操作人员具备一定的知识和经验，才能获得准确且可重现的结果。随着仪器变得越来越精密，对操作人员专业知识水平的要求可能会逐渐降低。

现代汽车的发展路径与此类似。得益于防抱死制动、辅助驾驶技术以及各种监控系统等功能，要求驾驶员必须具备的知识和技能水平大幅降低。大多数人都不必再像 20 世纪那样，随身携带工具箱以防途中汽车发生故障需要维修。同样，现在的 ICP-OES 仪器提供一系列帮助分析人员识别并解决问题的“智能功能”，让分析人员可以采取措​​施，避免重复测定样品。

ICP-OES 的问题可以分为三个方面：

1. 由样品特性引起的问题
2. 样品前处理和测定过程中的分析错误，以及
3. 由仪器故障引起的问题

在本电子书中，安捷伦科技公司 ICP-OES 营销经理 Ross Ashdown 介绍了实验室应该如何解决与样品有关的 ICP-OES 问题。采用常见的质量控制方法和 ICP-OES 仪器的先进功能，分析人员不仅可以避免重复测定样品，还能对分析充满信心，测定一次即可获得正确结果。

问：

您在实验室中经常遇到的与样品有关的 ICP-OES 问题有哪些？

答：

所有的原子光谱技术都会遇到不少与样品有关的问题。这些问题包括操作人员在校准标样制备过程中犯错、样品混淆，以及样品中的分析物浓度超出校准范围。此外，还可能存在干扰。所有 ICP-OES 分析都面临一个尤为棘手的干扰来源，那就是光谱干扰。



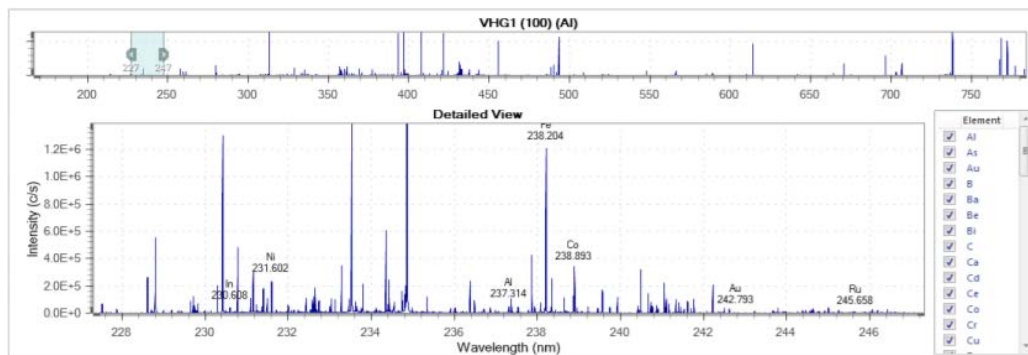
问：

您能否详细解释一下光谱干扰？

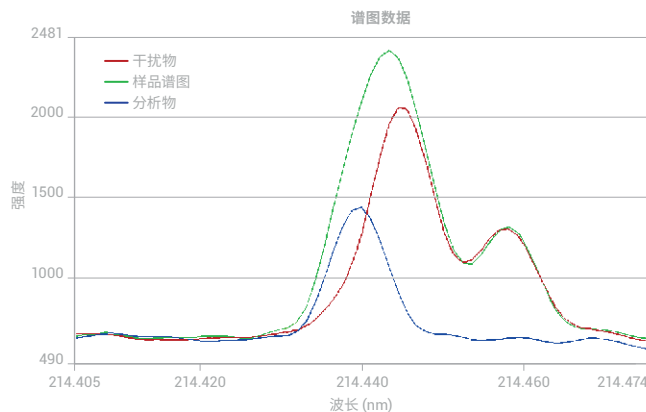
答：

紫外-可见光波长范围内存在数以万计的元素发射谱线。激发态原子或离子返回基态时，会产生这些谱线。有时，样品中的不同元素会在相近的波长处产生发射谱线。

如果您不知道某种元素的存在，或者这种元素的浓度过高，可能会导致您的目标分析物得到偏高的错误结果。旁边的图展示了上述情况。



紫外-可见光波长范围内（约 160-800 nm）存在数以万计的元素发射谱线。
该图只显示了 225 nm-250 nm 这 25 nm 的区域内的发射谱线



该图解释了光谱干扰是如何产生的。目标分析物（蓝色）的发射谱线与另一种元素（红色）的发射谱线非常接近。进行测定时，它们的合并信号（绿色）将被视为目标分析物的发射谱线。这会导致该元素的报告结果偏高

案例研究

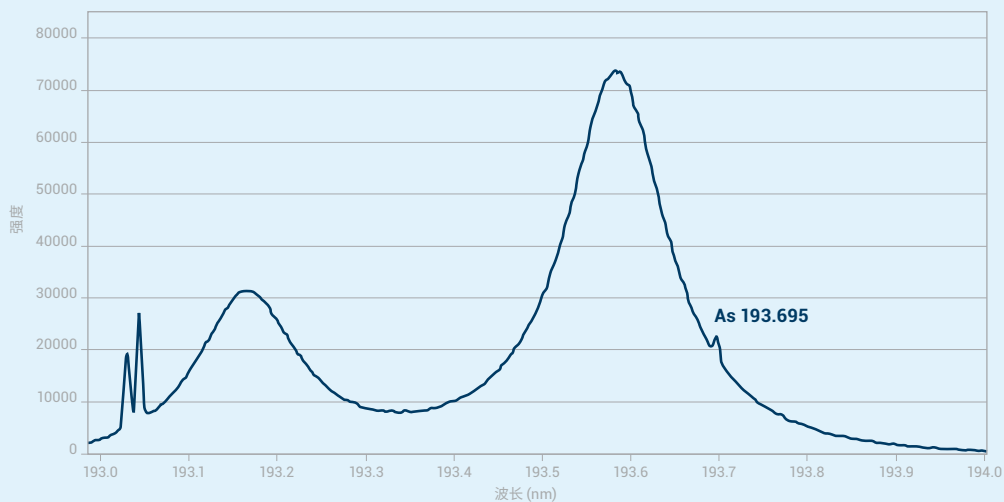
根据 US EPA 技术标准办公室的数据，实验室在测定环境样品中的砷时，报告的结果几乎 100% 都是偏高结果。而在砷测定中，报告的偏高结果占 25%-50%。

据美国国家环境保护局 (EPA) 技术标准办公室发布的一份报告^[1] 估计，使用 ICP-OES 技术报告的环境数据中，砷测定结果可能存在 25%-50% 的假阳性率。这个问题至今仍然很少受到关注，甚至在环保领域也不为人们所熟知。

如果基于存在假阳性偏差的数据制定决策，人们可能会采取一些不必要的响应行动，进而产生高昂的资金成本。

砷的 ICP-OES 测定结果可能存在偏差，是因为砷相对较弱的发射谱线（波长）靠近铝的多条强发射谱线之一，或者与之重叠。虽然 US EPA 方法 6010 建议使用 As 193.696 nm

发射谱线，但由于铝的“自电离”（或双电子复合）偶极子会占据较宽的范围并且重叠，基础背景信号会受到极大影响。对于含有高浓度铝的样品，背景信号增大最终会削弱分析方法检测砷的能力。由下图可以看出，在含 5000 mg/L 铝的溶液中，几乎观察不到 2 mg/L 砷样品的 193.696 nm 发射谱线。



1. United States Environmental Protection Agency (US EPA). (2001a). OTS Alert #2, Use of the ICP analytical method (CLP SOW ILM04.1, SW-846 6010, MCAWW 200.7) for drinking water samples may result in false-positive detections of arsenic, lead, and/or thallium above their respective MCLs. Office of Technical Standards. Washington, DC.

问：

如何才能克服光谱干扰，确保获得正确的样品结果？

答：

如果分析人员已经知道或者怀疑存在光谱干扰，那么一个简单的优选策略就是测定每种元素的多条发射谱线。

对于基质复杂的样品，使用替代发射谱线以避免干扰，是解决光谱干扰问题的方法之一。同一元素多条发射谱线同时受到干扰的情况很少见，因此，在多条发射谱线都能得到相同结果的情况下，我们可以剔除异常值，从剩余的谱线中选择分析性能最佳的谱线。

但是，分析人员如何才能从大型复杂数据集中识别出光谱重叠？

“Agilent 5800 和 5900 ICP-OES 使用 ICP Expert 内置的数据分析工具来识别光谱干扰，取代了原本只有经验丰富的分析人员才能完成的工作。”

Agilent 5800 和 5900 ICP-OES 具有称为 IntelliQuant 的功能，可采集样品在整个波长范围内的所有发射谱线。该功能使用数据分析工具来识别光谱干扰，取代了原本只有经验丰富的分析人员才能完成的工作。

使用某种元素的多条波长进行分析时，分析人员可以设置 %RSD 阈值。如果某个波长下的结果超出阈值，软件将通知分析人员。然后，分析人员可以使用 IntelliQuant 星级排序功能确定该波长处是否存在干扰。

IntelliQuant 基于干扰信号与分析物信号的接近程度和量级自动对每条发射谱线进行排序，从而让分析人员能够更轻松报告最准确的结果。

对于受监管方法或经过验证的方法，如果分析人员已知存在光谱干扰，他们可以配制溶液并确定元素间干扰校正 (IEC) 因子用于校正干扰。或者，也可以使用光谱解卷积模型来消除干扰元素的影响。



Element	Used	Flags	Wavelength	Rating	Concentration	Intensity	Background
As		✓	188.980	★★★★	283.68	6054.4	11094.8
			193.696	★	150.49	2685.5	60215.4
			197.198	★	147.93	2780.4	15929.1
			228.812	★	197.55	1659.7	2916.2
			234.984	★	144.97	3122.3	5965.1
			200.334	★	271.94	1674.9	24115.1
			198.971	★	236.05	1170.7	18294.9
			278.022	★	75.87	684.1	12687.4
			175.800	★	276.80	112.1	1368.3
			180.554	★	147.58	112.8	1899.6

IntelliQuant 对每个波长下的结果进行星级评定。您可以根据星级评定结果轻松地选出最佳波长用于报告或调整方法。在本例中，193.696 nm 处的 As 谱线受到 AI 的干扰，因此 IntelliQuant 将 188.980 nm 处的谱线评定为最佳谱线

问：

关于校准，存在哪些问题？
实验室常见的错误有哪些？

答：

校准问题是导致分析错误的常见原因之一。经常会有分析人员绞尽脑汁寻找结果出错的原因，最后却发现仅仅是因为标准样制备过程出了错。可能是没有校准移液器，或者误用了错误的储备液。

消除人为错误是减少校准错误的最佳所在。尽可能实现自动化操作 — 可以使用自动稀释工具制备校准标样。购买而不是自行制备多元素标样。审查您的流程，使其能够预防错误操作。日本 *Poka-yoke*^[3]（防呆设计）方法可用于此目的。将最终流程形成文件，并对分析人员进行相关培训。

US EPA 等监管机构正在推行良好分析实践；他们的方法内置质量控制 (QC) 措施，有助于发现校准错误。例如，US EPA 方法包括初始校准验证 (ICV) 测试和连续校准验证 (CCV) 测试。这些测试用于确保校准的有效性。现代仪器可以帮助您设置包含这些测试的分析方法。将这些质量控制措施应用于不受法规监管的方法，可确保校准质量。

衡量校准质量的一个简单指标是相关系数，即 R 值。R 是衡量校准线性的指标。通常由仪器软件计算该值，并显示在校准曲线上。相对标准误差百分比 (%RSE) 是一个更有用的校准质量衡量指标。大型合同实验室通常会为该指标设定限值，用于指导他们的分析人员判断校准结果是否可用。您可以在新型 Agilent 5800 和 5900 ICP-OES 仪器的软件中设置警报阈值。

有关光谱分析的实验室出版物也是很有用的信息来源。它们可以帮助您了解有助于消除校准错误的最新仪器和技术。AOAC 官方分析方法和 ASTM 方法也是很有用的信息来源。

ICP-OES 分析的一个实用技巧是使用某元素灵敏度较低的波长来扩展其校准曲线的线性范围。您也可以使用双向观测 ICP-OES 的径向（侧向）观测模式达到相同的目的。安捷伦仪器会根据样品中所含的元素自动推荐（使用 IntelliQuant 功能确定）最佳波长。该方法有助于避免由于出现超范围结果而不得不花费时间重复测定样品的情况。



使用多元素标样可降低标准溶液制备过程中出错的风险。
安捷伦提供各种多元素标样：

www.agilent.com/en/product/chemical-standards

问：

如今污染仍然是实验室面临的问题吗？

“样品批次中意外存在的高基质样品可能由于残留高吸附性或“粘性”元素（如硼、钼或钨）而导致下一个样品受到污染。”

答：

是的，污染仍然会导致元素分析出现问题。显然，污染问题对于 ICP-MS 等高灵敏度技术来说更严重，但它也会影响 ICP-OES。污染的来源有很多。

不正确的实验室操作可能导致污染问题，在分析样品中痕量分析物的情况下尤其如此。例如，假设您使用微波容器进行酸消解。如果您在分析前一个样品之后没有充分清洗微波容器，残留的样品将污染下一个样品。

您可以在样品序列中加入前处理空白，用于检测因清洗不充分而导致的污染。前处理空白是采用与样品相同的前处理过程得到的空白溶液。通过设置前处理空白的 QC 阈值，在运行过程中分析这个空白样时，任何污染都会被标记出来。

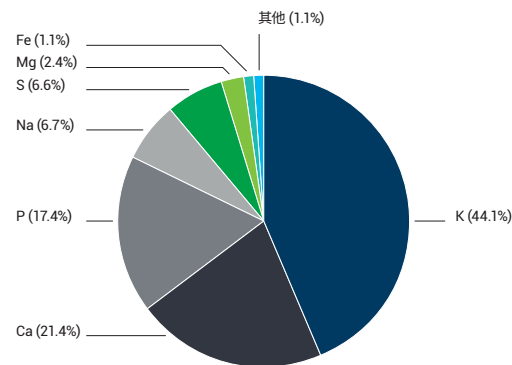
之前分析的样品也可能引入污染。样品批次中意外存在的高基质样品可能导致下一个样品受到污染，在残留高吸附性或“粘性”元素（如硼、钼或钨）的情况下尤其如此。这些元素会粘附到样品引入系统的组件上，导致后续样品产生错误的结果。

ICP-OES 仪器提供了解决样品间污染的方法。某些仪器具有自动冲洗功能，在冲洗循环期间会监测信号。Agilent 5800 和 5900 ICP-OES 仪器具有智能冲洗功能，可自动泵送冲洗溶液，直至信号降至设定的阈值以下。

使用双清洗站也有助于防止粘性元素污染。以强酸或络合剂作为第一种冲洗溶液，用于除去样品引入系统中的粘性元素。第二种冲洗溶液应当与分析的样品具有相同的基质。切换阀能够最大程度减少样品引入系统与样品基质的接触，因此也有助于减少污染。

如果您要分析完全未知的样品，通过一次快速扫描探知样品中所含的元素及其浓度很有必要。

Agilent 5800 和 5900 仪器具有 IntelliQuant 筛查功能，可以快速确定溶液中的 70 多种元素及其含量。每个样品只需 15 秒，您就能发现样品中与方法不相容的元素。根据这些信息，您可以更改方法，使其适配不相容的情况。这样可以节省耗费在制备样品和重复测定样品上的大量时间。



安捷伦 ICP-OES 仪器的 IntelliQuant 筛查功能可以在 5 秒内确定样品中所含元素的相对浓度

问：

您提到样品前处理错误是错误的来源之一。
对此，我们能做些什么？

答：

购买的有证标准物质 (CRM) 是一个突显样品前处理问题（甚至样品混淆问题）的极佳解决方案。CRM 的供应商很多，他们提供各种基质类型的 CRM。您通常都能找到与您的样品基质接近的 CRM。例如，西红柿叶标准物质可用于多种植物的分析，因为它们的基质类似。

标准物质应当采用与待测样品完全相同的方法进行前处理。如果您得到的每种元素的结果都与标准物质的结果相符，说明样品前处理效果良好，可以得到准确的分析结果。



有证标准物质的第二个优势是可以检查您的校准质量。如果您得到正确的 CRM 测定结果，表明您的校准操作值得信赖。

导致分析人员不得不重复测定样品的最主要原因之一是酸消解过程出错。在这类情形中，分析人员可能忘记了加入某一种酸，或者加入了错误的酸。这是忙碌的技术人员常犯的错误之一。

“导致分析人员不得不重复测定样品的常见原因之一是样品消解过程出错。忙碌的分析人员很容易忘记添加某种酸或者加入错误的酸。有一种简单的方法可以识别出此类错误，避免您重复测定许多样品。”

IntelliQuant 功能还可以解决样品的化学沉淀问题。例如，当样品中的硫含量很高时，铅和钡都会在溶液中沉淀。用于消解样品的硫酸通常会引入硫。沉淀在容器底部形成，不会被吸入等离子体中。这种情况会导致铅和钡这两种元素的测定结果偏低。如果您测得有证标准物质样品中的铅和钡回收率低，可以使用 IntelliQuant 功能排查问题。如果结果显示硫含量高而铅和钡含量低，那就是这个问题。

标准参比物质供应商提供大量有关化学不相容性的信息。您在进行方法开发或者排查结果问题时，可以利用这些信息。



Periodic Table																			Details	Graph(Pie)	Graph(Bar)
Ba and Pb 1 ppm H2SO4 1%																					
H																	He				
Li	Be														B	C	N	O	F	Ne	
Na	Mg														Al	Si	P	S (>1000)	Cl	Ar	
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr				
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe				
Cs	Ba (0.8)	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb (0.7)	Bi	Po	At	Rn				
Fr	Ra	Ac																			
			Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu					
			Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr					

高浓度的硫导致形成硫酸钡和硫酸铅沉淀，使得 Ba 和 Pb 的测定结果偏低

问：

是否存在样品混淆的问题？

该如何预防呢？

答：

关于样品混淆的问题，常见原因是将样品放入自动进样器样品架时误将样品混淆。将样品架装到自动进样器上的时候发生混淆也是一个问题。

使用样品条形码系统有助于最大程度避免混淆。在样品前处理开始时就对样品试管进行条形码编码，在整个样品前处理过程中使用同一支试管，直到进行分析，能够最大程度减少混淆。Agilent ICP Expert 软件兼容条形码读取器，有助于减少样品混淆，避免重复测定样品。在运行中设置 QC 溶液和平行样品也有助于避免这个问题。

一些实验室已经开始使用之后会用于自动进样器的同一支试管进行样品消解。他们使用微波消解系统或限热消解系统，将消解样品时使用的试管直接转移到自动进样器样品架中。这样省去了样品转移步骤，降低了混淆的可能性。如果消解试管上带有条形码，就可以直接将其转移到自动进样器样品架上，并自动将样品加入批次中。



问：

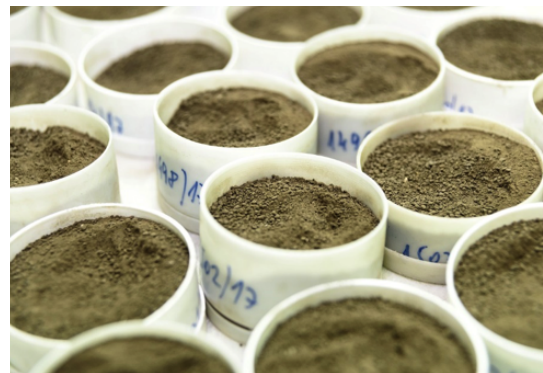
长期以来，高基质样品都难以通过大多数原子光谱技术进行分析。您认为哪些新技术有望将此类分析变得容易一些？

答：

为了使样品中的痕量元素获得良好的回收率，分析人员通常必须消解大量样品。分析食品样品中的痕量汞或矿物样品中的痕量金就是上述情形的典型例子。这种方法可能导致样品中的总溶解固体含量大于 20%。这些固体会逐渐积聚并导致堵塞，进而严重损坏样品引入系统和 ICP-OES 炬管。

ICP-OES 仪器有助于高基质样品分析的一大创新设计是它的垂直炬管。仪器吸取高基质样品时，水平炬管很快就会受到盐类积聚的影响，而垂直炬管对这个问题的耐受性更强。

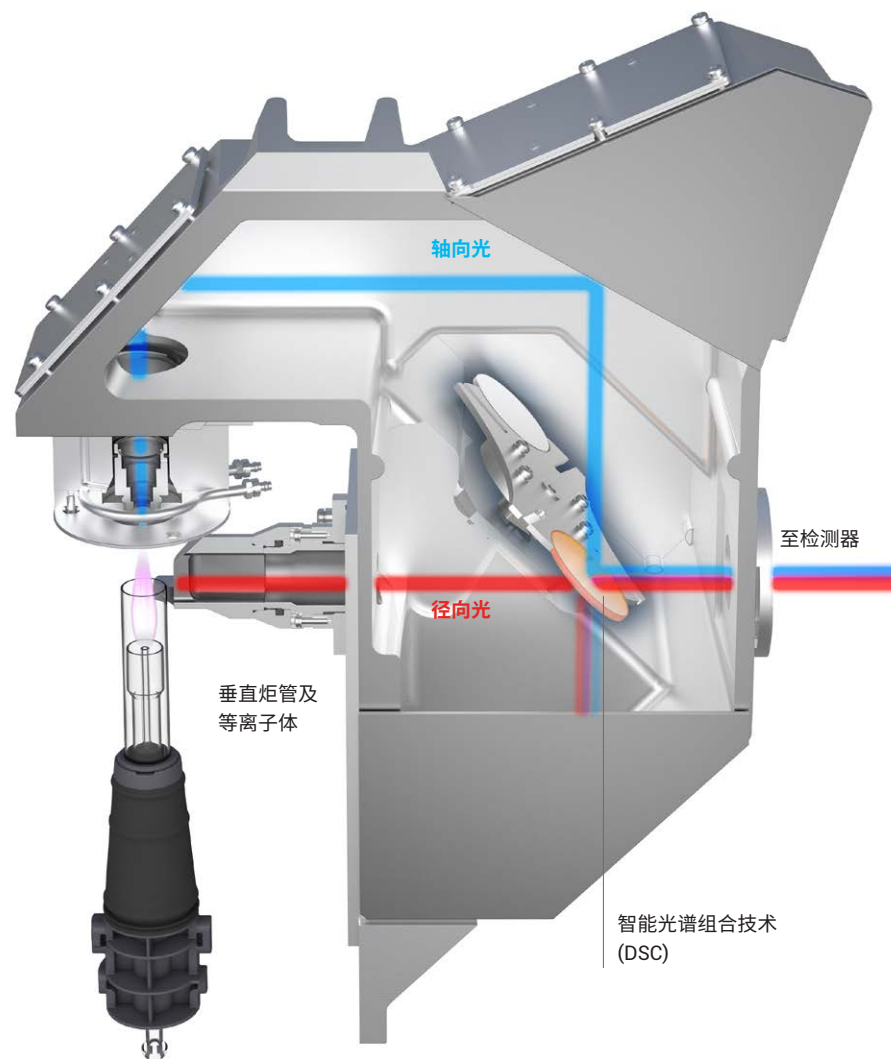
如今大多数 ICP-OES 仪器都采用双向观测设计。您可以根据您要分析的元素，选择使用炬管的轴向观测或者径向观测模式。轴向观测模式沿等离子体长度方向捕获光。径向观测模式从等离子体的侧面捕获光。径向观测模式最适用于发射大量的光或可能以高浓度存在的元素。相反，轴向观测模式可以捕获发射光强度不佳或痕量元素发射出的大部分光。但问题在于，在运行过程中切换观测模式会耗费分析时间。安捷伦通过巧妙的光学元件设计解决了这个问题，该技术最先应用于 Agilent 5100 仪器，并且现已引入 5900 仪器。



“ICP-OES 仪器有助于高基质样品分析的一大创新设计，是可以兼顾径向观测模式和轴向观测模式的垂直炬管。仪器吸取高基质样品时，水平炬管很快就会受到盐类积聚的影响，而垂直炬管对这个问题的耐受性更强。”

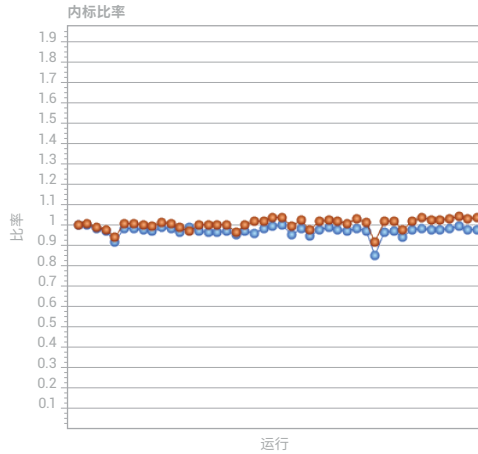
我们发明了一种特殊的光学组件，称为“智能光谱组合技术”。该组件被应用于 Agilent 5110 仪器，并且是 5900 仪器的标准配置。该组件可以在轴向观测和径向观测位置同时捕获炬管发射出的光（参见旁边的图）。您在设置运行时，仪器会自动选择要用于每种所选元素的等离子体观测模式。例如，假设您要分析高丰度元素（例如钾和钠）以及痕量元素镁和硼，这是农业样品的常见分析项。5900 仪器将自动选择径向观测模式用于测定钾和钠，选择轴向观测模式用于测定痕量元素。

在这种情况下，Agilent IntelliQuant 筛查功能也很有用。您可以使用该功能快速筛查样品，了解样品中所含的元素及其比例。然后，您可以调整方法或稀释样品，解决样品浓度超出了校准范围之类的问题。



Agilent 5900 ICP-OES 仪器装有一个特殊的智能光谱组合技术 (DSC) 组件，即该图中的橙色组件。它让仪器能够同时测定轴向和径向等离子体观测位置的发射光。相较于分别在两种观测模式下进行测量，这种方法可以节省大量时间

“如果您忘记了补充内标，内标监视器将突出显示这个问题。”



通过图形显示实时监测所有内标，让您快速了解样品运行情况。在本例中，我们可以看到系统在运行过程中监测 2 种内标（红线 = Sc，蓝线 = Y）— 趋势线上出现了比率值低于 1 的凹陷，表明可能存在信号抑制，警示操作人员该样品需要内标校正

分析高基质样品时通常要使用内标，尤其是在校准标样与样品基质不匹配的情况下。软件通过监测内标结果，自动校正样品结果中高基质样品引起的任何信号抑制。

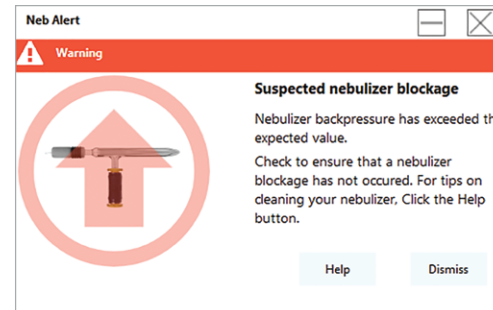
Agilent 5800 和 5900 仪器可以在整个运行过程中监测并显示内标发射强度的变化趋势。

如果您看到内标的发射强度在下降，就能知道信号受到了高基质样品的抑制。此时您可以使用自动内标校正功能，也可以通过稀释样品来减小抑制作用。

内标监视器对于需要同时兼顾多种职能的忙碌分析人员也非常有用。在任务繁忙、压力巨大的环境中，分析人员很容易忘记细小的任务。可以想象，您可能会忘记在内标样品瓶中补充内标。内标用尽后，内标监视器的趋势线将出现一处凹陷。

我们还引入了另一项功能，称为离群值条件格式 (OCF)。使用此功能，您可以为内标结果设置一个阈值，超出此阈值的任何结果都会立即被标记出来。

高基质样品可能导致晶体颗粒沉积在样品引入系统的组件上。这些晶体会逐渐导致堵塞并减弱分析信号。雾化器堵塞会导致 ICP-OES 故障，随后需要重复测定样品。Agilent 5800 和 5900 仪器的 Neb Alert 功能利用智能传感器监测雾化器氦气压力。如果雾化器堵塞，仪器将提醒分析人员。雾化器气体管线的泄漏也会触发警报。



我们还在 Agilent 5800 和 5900 仪器中内置了智能功能，它们应用了一项称为“早期维护反馈 (EMF)”的新技术。此功能允许用户基于仪器使用指标设置警报。

此功能允许用户设置提醒分析人员进行以下维护的警报：

- 清洁炬管、雾化室、雾化器
- 更换泵管线
- 清洁/更换前置光路窗片
- 清洁切换阀
- 执行波长校准

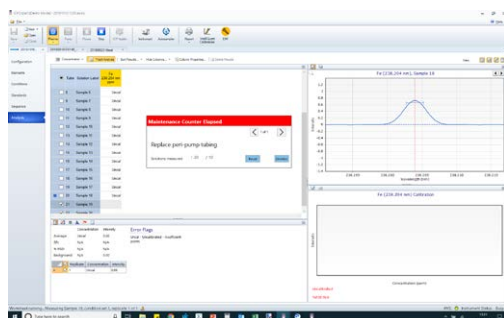
这些警报的触发基于仪器使用情况，而不是遵循固定的时间间隔，有助于您优化维护计划。

问：

现代仪器还提供其他哪些有助于实验室节省时间的内置监视功能？

答：

大多数实验室按固定时间间隔计划清洁和维护仪器，以降低 QC 不合格的几率。但是，对于样品数量有变化的实验室，这可能意味着即使一周只分析了 100 个样品，也得清洁仪器。而对于高样品量实验室，这可能意味着一周测定了多达 5000 个样品才清洁仪器。就像保养汽车一样，最好能根据使用情况来安排维护。



5800 和 5900 ICP-OES 仪器具有智能仪器状态追踪功能。系统将根据您设置的样品数量阈值提醒您执行维护活动



问：

样品超出校准范围是实验室长期以来面临的另一个的问题，有没有可以帮助解决这个问题新方法？

答：

通常，分析人员遇到超范围样品时，不得不稀释样品重新运行分析。如果您要运行许多未知或非典型的样品，可能意味着您得耗费大量时间稀释并重新运行样品。

现代 ICP-OES 仪器通常允许您为待测元素选择多条发射谱线，正如我前面提到的，这是所有方法的良好实践。如果目标发射谱线饱和，可以将该分析物的目标谱线切换为灵敏度较低的谱线，这样一来，您将无需稀释样品。您必须运行浓度更高的标准样来检查线性，但由于不必稀释并再次运行样品，您可以节省时间。

同样，在这种情况下，我们的 IntelliQuant 功能非常有用。使用 IntelliQuant 筛查工具预览样品，您可以快速确定特定元素是否以高浓度存在。然后，您可以在运行样品之前稀释样品，或者将该元素的目标谱线切换为灵敏度较低的谱线。IntelliQuant 会基于筛查样品时发现的元素推荐适用的波长。

如果样品超出校准范围，诸如 ESI prepFAST 的自动稀释工具将自动稀释样品。如果仪器将样品结果标记为超出校准范围，prepFAST 会在运行结束时自动接收该样品，然后通过适当的稀释使其落在校准范围内。如果您已经使用 IntelliQuant 测定了样品中的估计元素浓度，可以设置预定的稀释倍数。如果您经常需要稀释大量样品并重复测定，上述系统可以快速收回投资成本。



“如果目标发射谱线饱和，可以将该分析物的目标谱线切换为灵敏度较低的谱线，而无需稀释样品。”

哪款 ICP-OES 最符合您的需求？



Agilent 5800 ICP-OES

5800 拥有众多内置传感器和强大的处理器组成的智能化监控体系，结合智能算法和诊断功能，能够识别可能影响结果的问题、主动维护并自动进行故障排除。这一智能化监控体系始终在幕后默默工作，使 5800 可以像专家一样思考，并且能够在问题发生之前及时提供建议并解决问题。这种程度的智能特性能够有效减少需要重新测定的样品数量，让您对分析结果充满信心。

了解更多信息：www.agilent.com/chem/5800icpoes

Agilent 5900 ICP-OES

5900 拥有和 5800 一样的智能功能，而且样品测定速度在所有 ICP-OES 仪器中首屈一指，能够增加您的收益。极快的样品测定速度能够最大限度减少氦气用量，不仅为实验室创造更大利润，更有助于获得可靠结果，让您信心十足地与客户共享。

了解更多信息：www.agilent.com/chem/5900icpoes

了解更多信息：

www.agilent.com

如需获取技术问题的答案和安捷伦社区的资源，请访问：

community.agilent.com

安捷伦客户服务中心：

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

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10月23日，中国出版

5994-1278ZHCN