

最大限度提高 ICP-OES 仪器性能和运行时间

本文提供了一些窍门、技巧和实用建议，确保您的 ICP-OES 仪器实现最佳性能，并保持您的方法和应用稳定可靠。



作者

Eric Vanclay
光谱备件产品销售经理，
安捷伦科技公司，澳大利亚

前言

安捷伦科技公司委托开展了一项针对全球实验室管理人员的独立调查，主要目标是了解实验室和仪器的“痛点”并开发解决所有问题的策略。其次，旨在揭示这些实验室管理人员在仪器操作方面面临的主要差异。此项调查由 Frost & Sullivan 执行，涉及四个国家（德国、英国、美国和中国）共 700 名实验室管理人员。受调查者在经验、公司规模、职位和主要职责方面各不相同。本研究的关键性结果可参见：
www.agilent.com/about/newsroom/presrel/2017/07jun-ca17019.html

调查显示，大多数用户希望减少维护和停机时间，并改善实验室的整个工作流程。因此，本文将概述一些有助于最大程度提高 ICP-OES 性能并解决实验室面临的常见问题的技巧。

避免雾化器堵塞

如何减少或避免雾化器堵塞？请您时刻谨记，在处理样品雾化时，流速通常相对较低。将样品带入雾化室的细小毛细管对不溶解的固体和大颗粒的耐受性有限。因此，在运行挑战性样品时，样品环与雾化器毛细管的堵塞风险均比较高，从而导致灵敏度下降。对此，我们能做些什么？首先，也是最重要的，确保在熄灭等离子体之前用合适的试剂空白冲洗样品引入系统。这将避免雾化器中发生任何沉积。其次，考虑您的样品前处理策略：对样品进行过滤或离心以除去颗粒物，这有助于避免雾化器堵塞。对于挑战性样品，使用自动进样器防护罩也有助于避免灰尘或污垢在样品储存和等待分析期间进入样品中。此外，调整自动进样器针头高度，使其在任何溶解态固体或沉淀物上方取样，有助于降低雾化器堵塞的可能性。需要牢记的关键词是“预防”。

另一种降低雾化器堵塞可能性的方法，特别是对于挑战性样品而言，是采用氙气加湿器附件（图 1 右图）。瓶内的细管实际上是可渗透膜。将去离子水加入瓶中后，可渗透膜使水能够对雾化器气体加湿。流经雾化器的潮湿雾化器气体有助于降低由于盐积聚而导致堵塞的可能性，从而减小漂移。图 1（左图）还显示了一个挑战性样品的示例：使用适用于高溶解态固体的样品引入系统（包括氙气加湿器附件）连续吸取 25% 氯化钠超过 4 小时。在整个测试期内获得了优异的长期稳定性，精密度 (RSD) < 2.5%。

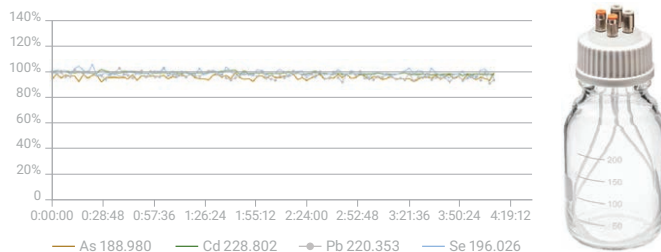
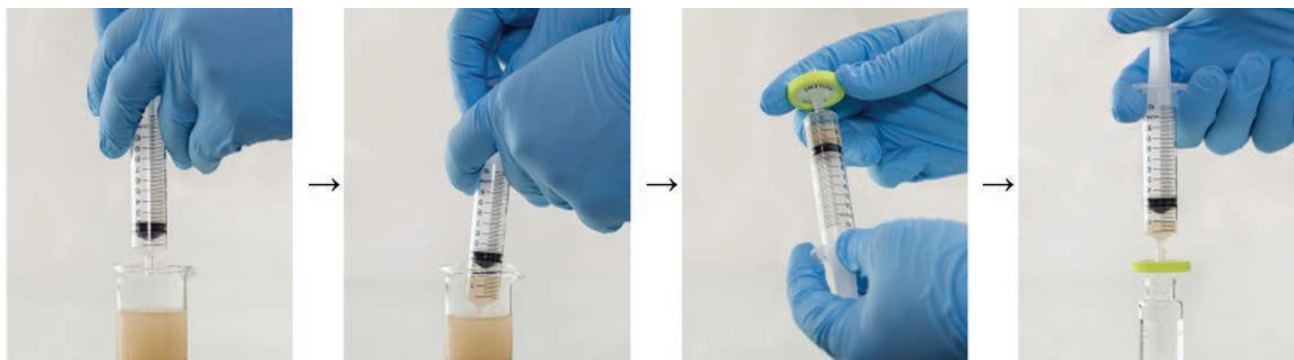


图 1.

减少或避免雾化器堵塞的第三种方法是，在分析之前对样品进行过滤。当然，大多数用户都应采用这种方法，但是许多用户不愿意这样做，因为它会影响分析效率。然而，我们强烈建议采用该方法。举例来说，图 2 显示 Agilent Captiva 针头过滤器只需四个步骤即可发挥过滤的最大优势。

现在除对样品进行过滤以外，从样品前处理的角度还有一些事项应当予以考虑，这样不仅有助于提高结果的准确度，而且能够降低雾化器堵塞的可能性。我们需要考虑所用的消解程序是否最合适。分析物是否得到定量萃取和溶解？许多情况下，我们使用的消解液可能只实现了部分萃取，并且还可能会面临消解过程中某些挥发性分析物发生损失的可能性。因此，我们应当在整个样品前处理和分析程序中采用有证标准物质，并且首选固体有证标准物质。通过这种方式，可以检查消解过程中是否发生了任何分析物损失。此外，我们需要检查消解是否保持稳定，或消解后是否产生了某些沉淀或悬



在吸入样品前，先吸取大约 1 mL 左右的空气到注射器中。这样可以最大程度减少液体残留

将样品吸入注射器，再吸入约 1 mL 的空气。倒置注射器并将顶端的残留物擦净

使用 Luer 接头将注射器连接至针头过滤器上。轻轻拧紧保证良好密封

将注射器内的溶液过滤后注入样品瓶。然后，移走针头过滤器，吸取空气到注射器中，再装上针头过滤器，按下推杆过滤出残余样品。这样可实现最高的样品回收率

图 2.

浮物，或者是否发生了任何污染。要检查这一点，应当使用试剂空白。理想情况下，每个样品批次中都应包括试剂空白；即在样品前处理过程中对一份纯水样品进行同样处理。对于纯水样品，预期结果应非常接近于零。如果在这一特定样品中观察到任何分析物出现较高的值，则表明存在潜在污染，并需要进一步调查以鉴定特定污染的来源。

到目前为止，我们讨论了避免雾化器堵塞的策略，但是堵塞仍会发生。下一个要解决的问题是如何消除堵塞？请您谨记，雾化器非常易碎，因此不应将其置于超声水浴中进行超声处理或用清洁金属丝进行清洁（就传统的玻璃同心雾化器或 OneNeb 雾化器而言）。要消除雾化器堵塞，应使用雾化器清洁工具对雾化器进行反冲，这种方法非常有效，并且您能够通过这种方法使某些清洁溶液（通常为甲醇）强制通过雾化器喷嘴。即使没有清洁工具，也可以通过在雾化器背面进行抽吸来实现相同的效果；例如，使用蠕动泵管线，或在雾化器背面连接真空装置。当雾化器中存在非常顽固的沉积物时，建议将雾化器置于浓硝酸中浸泡过夜。

清洁样品引入系统

如何清洁和维护 ICP-OES 样品引入系统中的其他关键组件？首先要考虑的组件是雾化室。玻璃旋流雾化室可能是目前 ICP-OES 系统中最常用的一种雾化室，在大多数情况下它都能高效工作，但随着时间的推移，液滴可能积聚到雾化室的壁上（图 3）。在这种情况下，需要立即清洁雾化室，因为形成液滴会影响精密度。清洁雾化室的最佳方法是将其置于 25% 清洗溶液（Triton X-100、Decon 和 Fluka RBS 25 均能实现充分清洁）中浸泡过夜（最好浸泡 24 小时）。清洁后，应冲洗雾化室，并将其重新装入仪器，准备进行下一次分析。

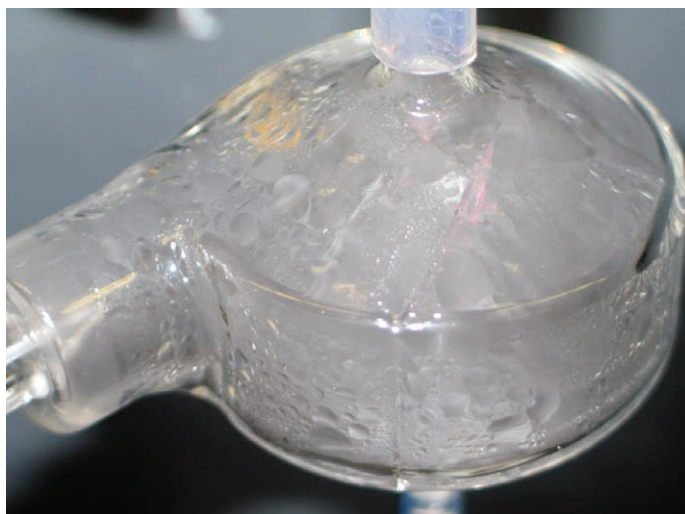


图 3.

下一个需要考虑的组件是 ICP-OES 仪器的炬管。要清洁 Agilent 5100 系列 ICP-OES 仪器的炬管，应将外管置于王水（盐酸和硝酸的混合物）中浸泡 1 小时 — 安捷伦为此提供了一个非常方便的清洁支架。清洁后，应使用去离子水冲洗炬管的内部和外部，并泵送压缩气体（空气、氮气或氩气）通过三个气体输送端口，以除去所有残留液体。

对于旧系统，例如 Agilent 700 系列 ICP-OES 仪器，清洁过程基本相同，不同之处在于需将炬管浸泡过夜以除去已经产生的所有沉积物。同样，在清洁后应彻底冲洗以除去所有残留液体，然后重要的是，在重新装入仪器之前使其完全干燥。

对于 700 系列 ICP-OES 仪器，需要手动定位炬管。因此，将炬管放入炬管支架后，应当检查其设置 — 射频线圈与中间管之间的距离应在 2–3 mm 之间。这将能确保炬管安装在正确位置，从而实现高效的等离子体形成和高效的样品激发。炬管校准程序也提供了一种验证炬管处于正确位置的方法，该程序能够设置炬管的垂直和水平定位，确保仪器观察炬管的最高强度区域（图 4）。这也是一种非常有用的快速检查仪器性能的方法，因为日间最大强度应当是一致的。样品强度读数的任何变化都表明仪器中的其他位置可能发生了堵塞。同样，炬管的水平和垂直位置的理想设置也应基本保持一致，而这些位置的突然变化可能表明炬管存在其他问题。

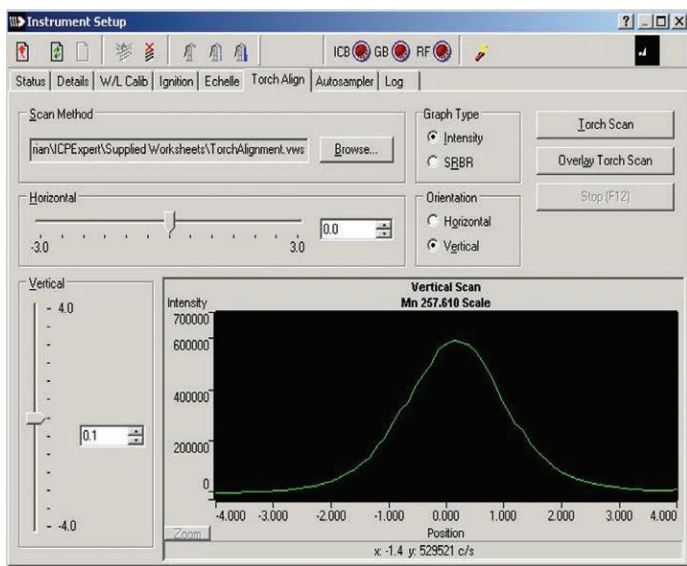
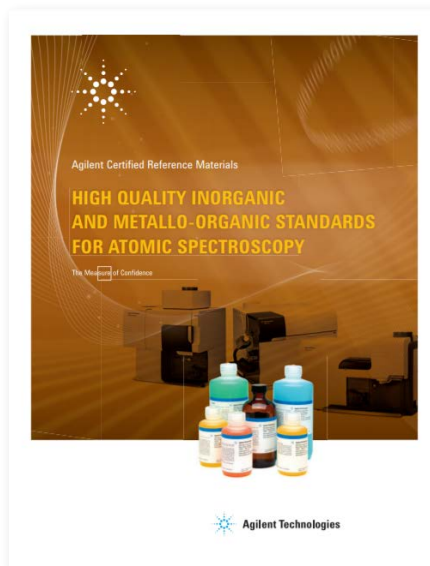


图 4.

配制准确的标样

现在让我们考虑另一种可用于实现仪器最佳性能的方法——如何配制校准标样。为实现准确定量，我们通常需要使用一种组分已知的标样来校准仪器，由此测量特定样品中的未知物。分析的准确度完全取决于所配制的特定标样的良好程度。在配制过程中产生的任何错误或污染都将导致结果不准确及其他问题。在尝试解决这些问题时，可能导致仪器停机。您可能需要花时间配制新鲜标样并重新测量样品，这样会延长仪器运行时间，导致更快或过早更换仪器备件。如果您的实验室是认证实验室，那么最糟糕的情况将是审核失败并失去 ISO 实验室认证资格。这里的风险非常高。

因此，我们建议使用有证标准物质来配制校准标样。安捷伦提供的有证标准物质均按照 ISO 9001 Guide ISO 34 标准进行生产，并通过了 ISO 17025 检测实验室的认证（图 5）。此外，在配制之前，对所有原料和溶剂中的杂质进行了检测。这些标准品具有可追溯性，它们均使用美国国家标准技术研究院 (NIST) 的高性能测试方案进行了认证，并且所有安捷伦标准品或有证标准物质均可直接追溯至 NIST 3100 系列标准参比物质。这些标准品无污染，因为它们密封包装在经过预清洗的高纯度、高密度聚乙烯瓶中，以避免运输过程中发生



[单击此处查看产品样本](#)

图 5.

任何污染。大多数标准品的保质期为 18–24 个月（由短期和长期稳定性研究提供支持），并进行了全面确认。使用安捷伦 ICP-MS 进行了杂质检测，并报告了多达 68 种痕量杂质的实际含量水平。

安捷伦提供各种浓度的单元素和多元素标准品，适用于原子吸收、ICP-OES 和 ICP-MS。还为实验室（例如分析油或生物柴油样品的实验室）提供种类齐全的金属有机标准品。此外还提供适用于安捷伦和珀金埃尔默仪器的一系列调谐和校准标样。

以下提供了一些简单的步骤帮助您改善标样配制，提高准确度。首先，确保标准品仍处于有效期内，并且使用的是经过校准的移液器和 A 级容量瓶。最好定期验证这些移液器的准确度和重现性，并确保采用一系列低倍稀释而不是一次高倍稀释，从而获得最高的总体准确度。接下来，需要考虑标样的浓度。低浓度标样的保质期有限，因此，如果采用 ppb 和亚 ppb 浓度的标样，建议您在每次分析时利用高浓度储备液配制新的标样。您的标样是如何储存的？塑料容器（特别是 PFA 或 FEP 容器）提供了更出色的稳定性，但是切记要在配制过程中加入额外的酸以稳定标样。

除配制准确的标样以外，我们还需要考虑能降低受污染可能性的方法。无论是在储存、消解、稀释还是分析过程中，与样品接触的任何物质都可能造成污染。关键方法是什么？首先，检查试剂纯度 — 这时分析证书将发挥重要作用。安捷伦有证标准物质的分析证书中突出显示了所有潜在杂质，并报告了特定杂质的实际浓度。因此，您可以快速了解到特定试剂或标准品是否可能给您的分析带来问题。其他潜在的污染源有哪些？实验室中使用的试剂水 — 切记首选塑料容器（FEP 或 PFA 容器），因为它们有助于降低污染（特别是来自硼硅酸盐玻璃的污染）的可能性。许多实验室分析人员使用彩色移液枪头，但这些移液枪头也可能引入显著的污染，特别是锌、镉、铁和铜的污染。因此，最好使用天然色枪头以降低这类污染的可能性。

泵管线不容忽视

另一个需要关注的部件是蠕动泵管线，这对实现仪器最佳性能至关重要。理想情况下，废液管线的内径应大于样品管线，从而确保从样品引入系统中有效除去废液（图 6）。管线还需要能耐受所用的溶剂。PVC 管线适用于大多数类型的酸消解液，但在使用有机溶剂时，需要更加注意化学兼容性，并且可能需要使用 Viton 或 Marprene 泵管以确保对溶剂的耐受性。清洁新管线以消除潜在污染是一种很好的做法，并且应定期更换管线。旧泵管可能会导致许多问题，尤其是精密度、稳定性和漂移问题。作为一般性指南，如果仪器每周运行五天，那么应至少每周更换一次管线。最关键的操作是，当您完成分析后，将泵管从泵支架中取出，然后松开压力调节螺丝并移开压臂。这将使管线松弛并在一定程度上得以恢复。将管线重新安装到仪器上之前，将管线在手指间滚动，确定管线上是否存在过度磨损点。如果管线看起来明显磨损或拉伸（图 7），则必须立即将其更换。

带蓝色/蓝色接头的废液管线
内径为 1.65 mm



图 6.



图 7.

事实上，如果您觉得管线可能存在任何问题，都需要立即将其更换。如果施加在泵管上的压力不当，则进入样品引入系统的液流可能会不稳定。切记不要将管线压得过紧，它只需能平稳高效地泵送即可。如果在液流中看到任何气泡，那么应检查系统中是否存在任何松动的接头或泄漏点。如果通过雾化器的液体流速不稳定，则表明样品引入系统的某处发生堵塞。这时需要检查那些组件是否需要清洁。

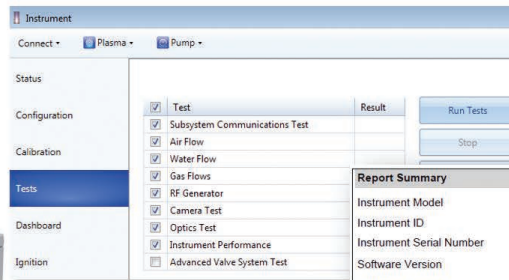
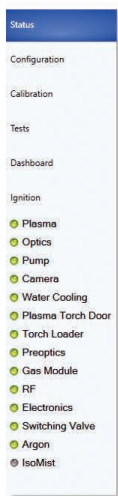
重要的是，在分析结束时，应采取一些简单的步骤，以便延长泵管的使用寿命，同时降低雾化器或中心管堵塞的可能性。在关闭等离子体之前，确保吸取合适的冲洗溶液冲洗几分钟。这将有助于避免在雾化器喷嘴中发生任何样品沉积。然后，在确保从泵管和样品引入系统中泵出所有残留液体后，关闭等离子体。接下来，我们可以松开泵管上的压力调节螺丝，并打开压臂，使管线松弛，使其有机会恢复。然后，应清空废液容器并使仪器处于待机模式，从而实现最快的启动时间。

检查分析灵敏度

现在，让我们看看波长校准。应定期进行波长校准，通常约为每月一次。该过程使仪器能够将实际发射信号的定位与检测器芯片上的实际像素联系起来。为此，我们建议使用安捷伦预配制的波长校准溶液，因为这样您不会遗漏任何组分，能获得更高的重现性，并且十分便利。如果看到波长校准值通常小于100%，那么首先要考虑的是样品是否到达了等离子体。接下来是验证光学元件强力吹扫是否启用并达到稳定。许多时候，这点通常是最容易被忽略的——由于我们没有强力吹扫足够长的时间，因此会遗漏 UV 区域的某些波长。

除波长校准程序以外，还可以使用多种其他方法来检查特定仪器的状态。在安捷伦 ICP-OES 仪器当前可用的软件中，有一个可视监视器，可以告知您当前的仪器功能状态，并能即时突出显示发生的任何具体问题（图 8）。此外，您能够随时利用该软件运行性能测试，帮助您便捷地验证仪器是否正常运行。您可以不用选择运行完整的测试序列，而只选择所需的测试。例如，通过重点关注仪器性能测试，您可以立即了解到灵敏度或精密度是否存在任何潜在问题，而这些问题可能凸显了样品引入系统中的潜在问题。因此，这是在开始长期分析之前检查仪器状况的一种非常快速、便捷的方法。

可视仪器监视器显示关键仪器功能的
状态并突出显示问题或故障



还可以通过运行自动化仪器
测试来检查仪器性能和状态

Report Summary	
Instrument Model	Agilent 5100/5110 SVDV ICP-OES
Instrument ID	G8010A/G8014A
Instrument Serial Number	AU15280108
Software Version	7.3.0.8799
Firmware Version	3354
Tested By	Ross 2
Test Completed On	9/27/2016 4:41:32 PM
Result Summary	
Subsystem Communications Test	Pass
Air Flow Test	Pass
Water Flow Test	Pass
Gas Flows Test	Pass
RF Generator Test	Pass
Camera Test	Pass
Optics Test	Pass
Advanced Valve System Test	Skipped
Resolution Test	Pass
Sensitivity Test	Pass
Precision Test	Pass

图 8.

整个仪器中还包括多个其他的传感器，它们在执行诊断或故障排除时也非常有用。仪表将立即告知您是否存在任何特殊问题；例如，根据雾化器反压，可以立即了解到雾化器中是否开始发生任何积聚。随着积聚或堵塞开始形成，您将看到雾化器中的反压开始升高。现在，仪器将为您标记反压使您能注意到这一现象，并在反压过高时停止分析，但是即使在此之前，您仍然可以定期检查仪表盘以查看特定仪器的状态。在开始分析之前，您可以通过雾化器测试来检查雾化器的性能。

另一项挑战，特别是对于新手用户而言，是选择用于方法开发的波长。同样，仪器中提供了一些软件工具，可以帮助您简化这一过程。其中最重要的是用于 Agilent 5110 ICP-OES 的 Intelliquant 软件工具。该工具使您能够运行样品并创建热图，热图中突出显示了已检出的所有元素的相对浓度（图 9）。从方法开发的角度来看，这一功能极其重要。Intelliquant 工具还可以指示那些特定分析物的浓度，您可以通过显示给用户的光谱图直观地看到这些浓度。

为帮助您使用该工具进行定量分析，安捷伦提供了与 Intelliquant 程序配合使用的一系列校准标样，这些校准标样有助于提高准确度。这些标准品以试剂盒形式提供，但也可以单独购买。

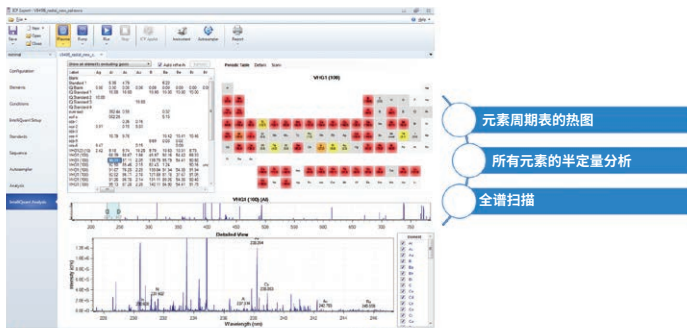


图 9.

运行这些标准品可以改善默认校准的定量分析结果，以便在使用软件时获得更出色的准确度。虽然早期 Agilent 700 系列 ICP-OES 仪器不支持该软件功能，但是可以将 Intelliquant 标准品与半定量工作表配合使用，以实现类似的功能。

许多用户面临的另一项共同挑战是测量低浓度样品。如何使这些低浓度分析物获得更出色的灵敏度？您可以采取的一个非常简单的措施是在重复读数时延长读数时间。将读数时间从 1 秒延长至 5 秒，您将能更准确地测定信号；当然，采用更长的读数时间将使您能够更准确地测定样品。这意味着您将能显著改善检测限性能。

另一种方法是改变仪器使用的雾化室类型。换用单通道设计的雾化室，此类雾化室中不含内部挡板，能提高样品传输效率，使更多样品进入等离子体，显著改善信号和检测限。如砷、硒和铅的分析结果所示，改用单通道雾化室能够将检测限性能提升两倍（图 10）。

对于形成氢化物的元素，特别是砷、硒和汞等元素，可以换用多模式进样系统 (MSIS)。这是一种与 ICP-OES 和微波等离子体系统配合使用的雾化室，能够在测量形成氢化物的元素的同时同步测定常规元素；即，制备一份样品消解液，即可对其中的所有元素进行测量（图 11）。使用该设备时，需要配备四通泵。或者，如果仪器上未安装四通泵，则可以使用单独的蠕动泵。样品以常规方式泵送通过雾化器，用于

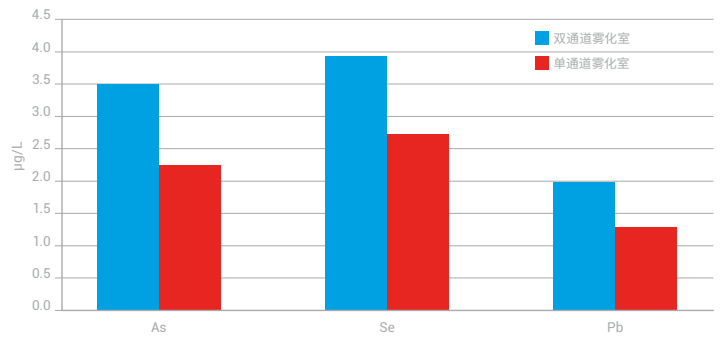


图 10. 30 秒轴向观测的检测限

测定所有常规元素。对于形成氢化物的元素，将一些样品通过雾化室的底部泵入，并通过雾化室的顶部泵入合适的还原剂。样品与还原剂结合后，形成氢化物或使分析物与基质化学分离。然后，将氢化物蒸气与样品气溶胶一起吹扫进入等离子体中，从而完成同步测定。

那么，为什么要这样做？这样做的优点在于改善了检测限性能，特别是对那些灵敏度通常较低的挑战性元素，例如砷、硒、锑、汞等元素。使用 MSIS 系统能够实现检测限数量级的改善；即，检测限可降至亚 ppb 范围，从而更准确地测定这些分析物。其他元素的检测限性能相对不受影响，因此，所有常规元素均能获得良好的检测性能，并能显著改善对更具挑战性的元素的测定。

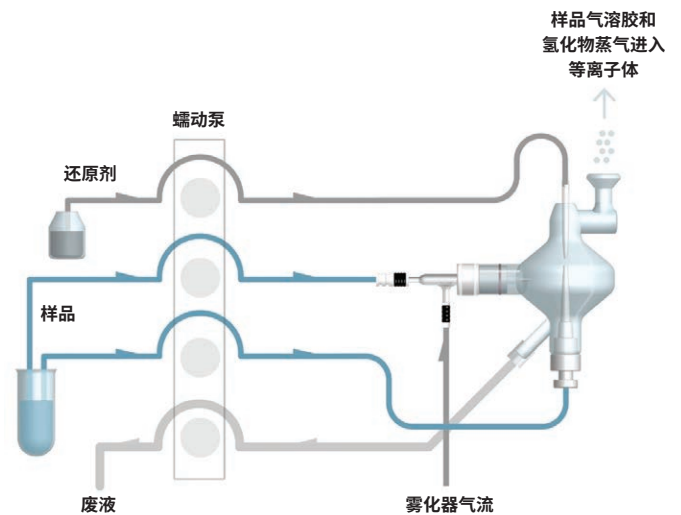


图 11. MSIS 工作原理

日常维护

下面是一些推荐的维护计划，这些计划有助于确保您的 ICP-OES 仪器实现最佳性能：

每天：检查排气系统和氩气压力，检查样品引入系统是否存在任何潜在堵塞（包括中心管、炬管、雾化器）。检查蠕动泵管线是否发生过度拉伸或任何过度磨损点，并目视检查雾化室内部是否有任何液滴积聚，确保平稳高效地排液。

每周：清洁样品引入组件，诸如炬管上的炬套或轴向 ICP 上的前置光路锥，并检查与 ICP-OES 仪器配合使用的冷却器中的水位。

每月：清洁雾化室和雾化器，并在此过程中检查所有其他传输管线，确保其状况良好，更换所有磨损的部件。检查仪器和冷却器上的空气过滤器，确保它们保持洁净，除去积聚的灰尘或污垢，确保仪器和冷却水的高效冷却。应定期清洁仪器上的水过滤器，并且可能需要更换氩气过滤器。许多情况下，这些工作将作为预防性维护计划的一部分，由安捷伦现场服务工程师完成。因此，如果您签订有服务合同，则您可能无需进行这些维护工作。

其他常见问题

客户经常询问有关等离子体点火的问题。一般来讲，造成等离子体点火问题的最常见原因是样品引入系统中出现空气泄漏，您需要检查接头是否松动，组件是否损坏，或接头是否未正确安装在仪器上（特别是对于旧仪器）。在 5100 系列 ICP-OES 等当前仪器上，由于采用自动连接，因此不存在这一问题。出于同样的原因，在旧款仪器中需要检查炬管的位置，再次确保其处于适当的位置。还有一个常见问题是，如果您使用了仪器上的紧急停止按钮，则需要手动重置该按钮，否则会抑制等离子体点火。

另一个常见问题涉及测量高浓度样品时发生的记忆效应（图 12）。我们在包括硼、汞、钼、锶和锌在内的一系列常见元素中均观察到这一现象，这些元素的低浓度样品在第一次重复测定时结果偏高，而随后的重复测定结果低得多，进而导致精密度问题。为解决这一问题，务必使用基质匹配的酸化冲洗溶液，并冲洗适当的时间。对于大多数应用，冲洗时

间应至少为 30 秒。如果您面临的这一情况更为复杂，则可以使用其他方法；例如，可以使用软件中的智能冲洗功能帮助您优化并监测特定分析物的冲洗情况。您可以使用切换阀，该阀将有助于改善冲洗特性，或者可以使用具有更出色的冲洗特性的其他类型的雾化室。

如果您的 ICP-OES 仪器使用自动进样器，那么需要考虑可能出现的问题。例如，需要较长的传输管线连接这两个系统，由此可能产生更多问题，例如提升时间延长或记忆效应问题。理想情况下，您需要启用快速泵，以最大程度减小提升延迟时间。使用合适的针头，如果您运行包含高浓度溶解态固体的样品或更粘稠的样品，则需要在仪器上使用更大口径的针头，以确保不会堵塞针头。

另外，需要考虑样品在自动进样器中等待分析时可能发生的问题。在此期间，实验室中的灰尘或污垢可能会带来污染，或者样品可能蒸发从而导致样品预浓缩。在等待分析过程中，样品也可能在样品瓶中发生沉淀。因此，我们需要考虑这些问题，并采用合适的方法加以解决。

最后，我们强烈建议用户备有备用样品引入组件，以确保能持续使用 ICP-OES 仪器。备用管线、炬管、雾化器和雾化室等组件可以让您在仪器堵塞或某些特定组件损坏时保持仪器运行。手边备有备用组件意味着，在修复初始问题时您可以更换相应组件并继续分析。安捷伦提供一系列消耗品工具包以支持 ICP-OES 仪器，这是获得必要的消耗品以支持仪器常规操作的一种便捷方法。这些消耗品工具包可用于 5100 系列 ICP-OES 仪器（图 13）以及 700 系列等旧款仪器。

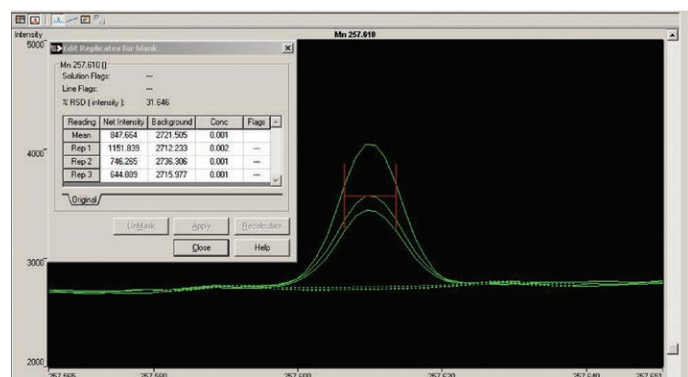


图 12.

操作备件工具包中的组件
1 个 EasyFit 可拆卸式炬管，带 2 个备用外管
4 包泵管（用于样品和废液）
1 包内标泵管和接头
SeaSpray 雾化器（U 系列）
1 包内径为 0.75 mm 的 UniFit 样品接头，用于雾化器
1 个 Ezylok 气体接头，用于雾化器
带 Helix 密封垫的 Twister 雾化室
1 包 UniFit 接头，用于雾化室排废
用于雾化室球形接头套筒的备用炬管夹
备用前置光路窗片（轴向工具包中包括一个额外的径向观测窗片）
用于前置光路窗片的备用 O 形圈或垫圈
用于进样口的毛细管
雾化器气体供应管线
用于雾化室的废液管线，带 2 个倒刺接头
用于仪器溢出托盘的废液管线
1 包 Helix 密封垫，用于雾化室雾化器进样口

图 13.

资源

[ICP-OES 资源页面](#)

[故障排除视频](#)

[Agilent PlasmaNet ICP-OES 电子邮件支持论坛](#)

[5100/5110 ICP-OES 快速参考指南](#)

[ICP-OES 部件和备件（网上商城）](#)

[安捷伦原子光谱应用简报](#)

[安捷伦光谱消耗品目录](#)

[用于原子光谱分析的安捷伦高质量无机和金属有机标准品](#)

[用于珀金埃尔默 ICP-OES 和 ICP-MS 系统的安捷伦备件目录](#)

[安捷伦 MSIS 技术概述](#)

[安捷伦原子光谱网络研讨会视频](#)

总结

安捷伦 ICP-OES 仪器仅仅是安捷伦原子光谱系统大家庭中的一员，安捷伦能够为您提供各种应用所需的仪器，包括传统的原子吸收、ICP-OES、ICP-MS（包括相对较新的串联四极杆 ICP-MS）以及微波等离子体系统。

在本文中，我们概述了您在实验室中可能面临的特定挑战。其中强调，实验室中可能导致故障或意外停机的大多数原因都可以追溯到样品引入系统的问题。因此，通过重点维护样品引入区域，可以降低意外停机的风险。我们还提供了一些指南和维护程序，您可以使用这些指南和维护程序在您的实验室中设置标准操作程序，从而帮助您避免此类问题再次发生。

作者简介

Eric Vanclay（光谱备件产品销售经理，安捷伦科技公司，澳大利亚墨尔本）



Eric 于 1985 年毕业于澳大利亚墨尔本的莫纳什大学，获得化学专业理学学士学位。他在 1988 年加入瓦里安公司，曾担任多个职位，包括原子吸收产品经理、欧洲现场销售/应用专家、ICP-OES 产品经理和 MP-AES 产品经理。在安捷伦科技公司收购瓦里安之后，Eric 担任光谱备件产品销售经理，负责光谱备件的现场销售支持、客户支持、产品开发和营销。他拥有超过 30 年的原子光谱技术经验，现任职于澳大利亚墨尔本的安捷伦光谱技术创新中心。

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

www.agilent.com

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4月11日，中国出版
5994-0858ZHCN

