

使用 ICP-OES 按照 HJ 776-2015 方法 对各种类型的水进行快速、稳定的分析

使用智能工具提高 Agilent 5800 VDV ICP-OES 的分析性能



作者

Milos Ridesic,
安捷伦科技有限公司

前言

清洁、安全的水是公众和环境健康的基础^[1]。地下水和地表水（如湖泊、河流和水库等）的纯度对于饮用水供应和自然界的活力至关重要。然而，这些水经常受到工业过程、农业活动、污水溢流或野火/洪水等事件的污染，影响水道的质量。因此，需要持续检测各种类型的水中的一系列污染物，包括元素污染物。许多国家/地区和国际机构发布了标准分析方法，以帮助公司和组织满足其环境法规要求。例如，有几种标准方法概述了利用 ICP-OES 对环境水样的分析，其中包括中国国家标准方法 HJ 776-2015^[2]。HJ 776-2015 描述了对地表水、地下水、污水和工业废水中的 32 种元素的分析。为了分析各种水样，实验室需要适用于地表水和地下水的低浓度分析并具有废水分析所需的线性动态范围 (LDR) 的方法。

本研究采用配备安捷伦高级阀系统 (AVS) 7 通切换阀的 Agilent 5800 垂直双向观测 (VDV) ICP-OES 按照 HJ 776-2015 分析各种水样。本研究中分析的元素包括银、铝、砷、硼、钡、铍、铋、钙、镉、钴、铬、铜、铁、钾、锂、镁、锰、钼、钠、镍、磷、铅、硫、锑、硒、硅、锡、锶、钛、钒、锌和锆。

实验部分

仪器

Agilent 5800 VDV ICP-OES 配备 SeaSpray 同心雾化器、双通道玻璃旋流雾化室以及带 1.8 mm 中心管的可拆卸式易安装 VDV 炬管。为实现快速样品分析和高样品通量, 使用 Agilent AVS 7 通切换阀和 Agilent SPS 4 将样品输送至仪器。AVS 7 完全集成到 ICP-OES 的样品引入系统中, 使用高速正排量泵快速填充样品定量环, 可加快分析速度。AVS 7 还可减少到达样品引入系统的样品基质, 因此与传统样品引入相比, 在分析高基质样品时所需的维护和清洁工作更少。Agilent ICP Expert 软件中的各种智能工具可帮助实验室更高效地运行样品^[3]。从执行日常检查、制备校准标样和样品、开发方法、优化和验证结果到数据报告; 这些工具简化了分析工作流程。

- IntelliQuant 仅需数秒即可提供每个样品的半定量数据集, 使分析人员能够快速验证定量结果并鉴定定量方法中未包含的元素^[4]
- 如果使用监测雾化器氩气压力的传感器检测到雾化器泄漏或堵塞, Neb Alert 会立即提醒分析人员^[5]
- 早期维护反馈允许用户设置提醒, 以便在运行指定数量的样品后提示维护^[6]。追踪仪器状态并在合适的时间进行维护, 可确保即使对于废水等复杂样品, 也可获得始终如一的高水平分析性能

环境水通常含有各种浓度的元素, 从地表水中的低 ppb 级到工业废水中的百分级。因此, ICP-OES 需要具有宽动态范围, 避免在分析未知水样时使用过多的样品稀释步骤。为确保获得应用所需的宽 LDR, 5800 和 5900 ICP-OES 均采用 Agilent Vista Chip III 电荷耦合器件 (CCD) 检测器。该检测器可提供全波长覆盖, 能够测量每种元素的许多不同波长, 涵盖不同水样中的所有浓度范围。宽动态范围可减少对稀释和重新测量超量程样品的需要, 为分析人员节省大量时间。

此外, 由于不同波长下通常具有不同的灵敏度, 因此对相同的元素使用波长组合可进一步扩展方法的动态范围。在同一测量中, 选择更灵敏的谱线将获得更出色的检测限并准确测量低浓度分析物, 而选择灵敏度较低的谱线可以测量高浓度分析物。

ICP Expert 软件中的 MultiCal 功能可以为一种元素创建多个校准范围, 从而扩展测定的动态范围。图 1 显示如何将两个波长用于 Zn, 以提供浓度高达 10000 ppm 的线性校准。波长包括用于低浓度结果的 Zn 213.857 nm (轴向观测) 和用于高浓度结果的 Zn 334.502 nm (轴向观测)。



图 1. 在本例中, MultiCal 使用 Zn 213.857 nm (轴向观测) 测量浓度高达 60 mg/L (上图) 的分析物, 并使用 334.502 nm (轴向观测) 谱线测量更高浓度的分析物, 线性范围上限达 10000 mg/L (下图)

使用内标（5 mg/L 钇）校正基质效应。5800 VDV ICP-OES 操作条件和 AVS 7 参数列于表 1 和表 2 中。

表 1. Agilent 5800 VDV ICP-OES 操作条件

参数	轴向观测	径向观测
读取时间 (s)	10	2
重复次数	3	
稳定时间 (s)	8	0
泵速 (rpm)	12	
RF 功率 (kW)	1.5	
辅助气流速 (L/min)	1	
等离子体流速 (L/min)	12	
雾化器流速 (L/min)	0.7	
观测高度 (mm)	NA	10
样品泵管	白色-白色	
内标泵管	黑色-黑色	
废液泵管	蓝色-蓝色	
背景校正	拟合	

表 2. AVS 7 切换阀参数

参数	设置
样品定量环体积 (mL)	1
泵速 — 提升 (mL/min)	36.0
泵速 — 进样 (mL/min)	5.0
阀提升延迟时间 (s)	4.5
气泡注入时间 (s)	2.0
预先冲洗时间 (s)	1.0

标准物质和样品

使用两种有证标准物质 (CRM) 来验证方法：有证废水 — 痕量金属溶液 D (CWW-TM-D) (High Purity Standards, Charleston, South Carolina, USA) 和 NCS ZC 76307 (国家钢铁材料测试中心, 中国北京)。作为方法开发的一部分，还对生活废水样品进行了分析。

样品前处理

CRM 和生活废水样品按照 HJ 776 中所述的指南进行配制^[2]。HJ 776 建议在使用 HJ 678-2013 概述的酸微波消解程序进行配制之前，在 1% 硝酸溶液中酸化样品。将 25 mL 样品加入消解容器中，然后加入 1 mL 30% 过氧化氢 (Emsure, Merck) 和 5 mL 硝酸 (Emsure, Merck)。然后使用 CEM MARS 6 微波消解系统 (CEM Corporation, NC, USA) 根据表 3 中详述的温度程序对溶液进行消解。将消解液用 18.5 MΩ 去离子 (DI) 水 (Milli-Q IQ 7010 水纯化系统) 稀释至 50 mL，得到含 10% 硝酸的最终基质，稀释倍数为 2.02 倍。

表 3. 用于酸微波消解的温度程序

参数	设置
功率 (W)	1200
温度 (°C)	180
程序升温时间 (min)	10
保持时间 (min)	15

校准

工作校准标样的浓度如表 4 所示。所有标样均使用含 10% 硝酸的基质由安捷伦单元素储备液进行配制。根据化学兼容性对元素进行分组。由于所有元素标样的最高浓度为 250 或 500 mg/L，因此需要仔细考虑，以免形成沉淀。例如，加入高浓度的 As 和 Zr 将形成沉淀。所有波长均使用单点或两点校准。痕量测量需要最低校准点。最高浓度点 250 或 500 mg/L 反映了 HJ 776 中提供的指南要求。

表 4. 工作校准标样的浓度

元素	标样 1 (mg/L)	标样 2 (mg/L)	标样 3 (mg/L)	标样 4 (mg/L)	标样 5 (mg/L)	标样 6 (mg/L)	标样 7 (mg/L)	标样 8 (mg/L)
Ag	2					250		
Al	0.6		250					
As	1				500			
B	0.6			250				
Ba	0.6			250				
Be	0.15					250		
Bi	0.6					250		
Ca		0.6	250					
Cd	0.15			250				
Co	0.6					250		
Cr	0.6					250		
Cu	0.6					250		
Fe	0.6		250					
K		20	500					
Li		15	500					
Mg		0.6	500					
Mn	0.6					500		
Mo	0.6							500
Na		20	500					
Ni	0.6					500		
P	0.6		500					
Pb	0.6				500			
S	0.6					500		
Sb	1			500				
Se	1					500		
Si	0.6			250				
Sn				2			500	
Sr		0.6	500					
Ti	0.6					250		
V	0.6					500		
Zn	3				500			
Zr	0.6						500	

线性动态范围 (LDR)

表 5 中列出的 LDR 浓度对应于测得的各元素/波长的最高浓度。所有元素的线性浓度均符合 HJ 776 方法中列出的指定浓度。

表 5. 所有测量波长的线性动态范围浓度

元素、波长 (nm) 和观测模式	LDR 浓度 (mg/L)	元素、波长 (nm) 和观测模式	LDR 浓度 (mg/L)
Ag 328.068 轴向观测	250	Mn 259.372 轴向观测	60
Al 396.152 轴向观测	30	Mn 260.568 径向观测	1000
Al 237.312 轴向观测	10000	Mo 202.032 轴向观测	250
As 188.980 轴向观测	500	Mo 277.539 轴向观测	1000
As 234.984 轴向观测	2500	Na 588.995 轴向观测	60
B 249.772 轴向观测	250	Na 588.995 径向观测	1000
Ba 455.403 轴向观测	15	Ni 221.648 轴向观测	125
Ba 389.178 轴向观测	750	Ni 231.096 轴向观测	500
Be 234.861 轴向观测	30	P 214.914 轴向观测	750
Be 249.473 轴向观测	1000	Pb 220.353 轴向观测	500
Bi 223.061 轴向观测	1000	S 180.669 轴向观测	750
Ca 393.366 轴向观测	7	Sb 217.582 轴向观测	750
Ca 315.887 轴向观测	1000	Se 196.026 轴向观测	500
Cd 214.439 轴向观测	15	Si 251.611 轴向观测	250
Cd 226.502 径向观测	1000	Si 185.005 轴向观测	500
Co 238.892 轴向观测	125	Sn 189.925 轴向观测	250
Co 230.786 轴向观测	500	Sn 181.059 轴向观测	750
Cr 205.560 轴向观测	60	Sr 407.771 轴向观测	5
Cr 266.342 轴向观测	1000	Sr 346.445 轴向观测	500
Cu 324.754 轴向观测	250	Ti 334.941 轴向观测	60
Fe 238.204 轴向观测	30	Ti 334.941 径向观测	750
Fe 240.489 径向观测	2500	V 268.796 轴向观测	250
K 766.491 轴向观测	30	V 290.644 轴向观测	1000
K 766.491 径向观测	7500	Zn 213.857 轴向观测	60
Li 670.783 轴向观测	15	Zn 334.502 轴向观测	10000
Li 610.365 径向观测	2500	Zr 343.823 轴向观测	125
Mg 279.553 轴向观测	7	Zr 327.927 轴向观测	500
Mg 279.800 轴向观测	1000		

早期维护反馈

在长时间分析运行中，分析复杂的样品类型（如废水）对 ICP-OES 的样品引入系统来说可能很棘手。5800 仪器具有一项称为早期维护反馈 (EMF) 的功能，允许用户基于仪器使用指标设置提醒^[6]。可以设置各种提醒，以提醒分析人员清洁样品引入组件、更换泵管、清洁/更换前置光路窗片、清洁切换阀以及执行波长校准（图 2）。与设定时间间隔相比，基于使用情况提醒分析人员意味着仅在需要时进行维护。

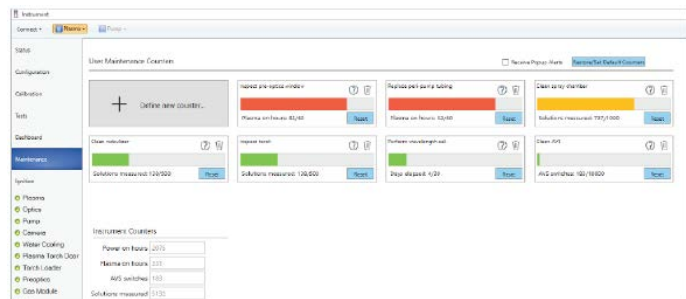


图 2. EMF 系统通过监测关键的仪器参数维持理想的分析性能并减少样品重新测量

背景校正

ICP Expert 软件采用简单易用的背景校正技术，包括拟合背景校正 (FBC)，对于简单和复杂背景的背景校正均适用^[7]。由于在分析废水样品时背景结构可能会产生干扰，因此本研究使用 FBC 以确保实现更准确的测量。FBC 算法与 Vista Chip III 检测器的组合能够在无需分析人员干预或进行方法开发的情况下准确校正背景结构。所有波长均使用 FBC 进行校正。使用 FBC 对 P 214.914 nm 进行自动背景拟合的示例如图 3 所示。

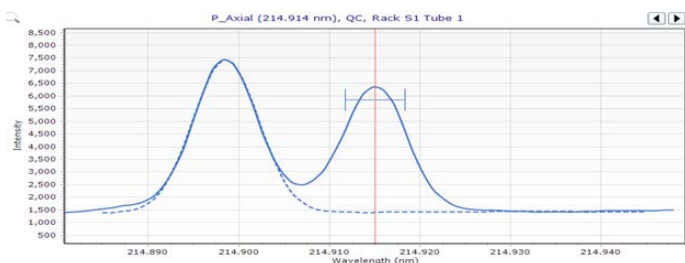


图 3. FBC 自动校正 P 214.914 (轴向观测) 左侧附近的 Cu 峰

IntelliQuant

ICP Expert 软件的 IntelliQuant 功能是一种用于 ICP-OES 的快速半定量数据采集程序。IntelliQuant 在 167–785 nm 的整个光谱范围内采集每个样品的数据，从而提供全面的数据集。作为定量方法的一部分执行时，IntelliQuant 扫描可提供有关样品或方法的更多有价值的信息。例如，IntelliQuant 针对每个波长采用自动、软件分配的星级评定系统来推荐最终报告中使用的理想波长。

在图 4 中，Ba 455.403 nm 被评定为 5 星级，而 Ba 493.408 nm 仅被评定为 1 星级。将鼠标悬停在“?”上，将为用户提供 Ba 493.408 nm 星级排名不佳背后的原因。在本例中，Fe 493.401 nm 对 Ba 493.408 nm 存在干扰。因此，建议在定量分析中不报告该谱线。最后，为 Ba 455.403 nm 分配一个绿色对勾，表示已将其列为报告 Ba 的结果的理想波长。

Element	Used	Flags	Wavelength	Rating	Concentration	Intensity	Background	
Ba			455.403	★★★★★	59.248446	32308599.5	98781.0	
	✓		493.408	★ ?	98.713763	38740761.4	210168.0	
					64.357478	1287670.1	7013.4	
					88.112577	18655604.3	321399.1	
Analyte: Ba(493.408) Confidence: very weak Interference: Fe(493.401) Confidence: very strong						61.704571	198226.4	10146.7
Be					59.176544	86549.3	3022.6	

图 4. IntelliQuant 可以推荐定量分析结果报告的理想波长，并提供应避免使用某些波长的原因

结果与讨论

方法检测限 (MDLs)

MDL 基于方法空白 10 次重复测量结果的 3σ 来计算。表 6 中的结果是连续两天在两套不同的 5800 ICP-OES 仪器上进行六次测定所得到的平均值。

CRM 和基质加标 (MS) 回收率测试

表 7 中 CWW-TM-D 和 NCS ZC 76307 的回收率结果基于使用 5800 ICP-OES 执行三次分析运行所得到的平均值。所有元素的回收率均在预期值的 $\pm 10\%$ 以内。

为确定未包含在任一 CRM 中但 HJ 776 有要求的元素的测量精密度，进行了加标回收率测试。消解后，向 CWW-TM-D 中添加适当浓度的这些元素。如表 8 所示，所有回收率均在加标浓度的 $\pm 10\%$ 以内。结果是在一台仪器上执行三次分析运行所得到的平均值。

表 6. 所有波长下的 MDLs

元素、波长 (nm) 和观测模式	溶液中的 MDL (µg/L)	样品中的 MDL (µg/L)	HJ 776 要求 (µg/L)	元素、波长 (nm) 和观测模式	溶液中的 MDL (µg/L)	样品中的 MDL (µg/L)	HJ 776 要求 (µg/L)
Ag 328.068 轴向观测	0.588	1.19	20.0	Mn 259.372 轴向观测	0.0965	0.195	4.00
Al 396.152 轴向观测	1.99	4.02	9.00	Mn 260.568 径向观测	2.27	4.59	
Al 237.312 轴向观测	11.8	23.8		200	Mo 202.032 轴向观测	0.741	1.50
As 188.980 轴向观测	3.64	7.34	Mo 277.539 轴向观测		2.13	4.31	
As 234.984 轴向观测	11.9	24.1	Na 588.995 轴向观测		10.7	21.7	30.0
B 249.772 轴向观测	0.571	1.15	10.0	Na 588.995 径向观测	254	513	
Ba 455.403 轴向观测	0.0490	0.0990	2.00	Ni 221.648 轴向观测	0.602	1.22	7.00
Ba 389.178 轴向观测	1.42	2.87		Ni 231.096 轴向观测	3.64	7.36	
Be 234.861 轴向观测	0.0416	0.0840	8.00	P 214.914 轴向观测	5.79	11.7	40.0
Be 249.473 轴向观测	3.28	6.63		Pb 220.353 轴向观测	3.74	7.55	70.0
Bi 223.061 轴向观测	6.94	14.0	40.0	S 180.669 轴向观测	5.37	10.8	520
Ca 393.366 轴向观测	0.170	0.343	20.0	Sb 217.582 轴向观测	4.88	9.86	60.0
Ca 315.887 轴向观测	2.80	5.65		Se 196.026 轴向观测	7.80	15.8	30.0
Cd 214.439 轴向观测	0.109	0.219	5.00	Si 251.611 轴向观测	1.94	3.92	20.0
Cd 226.502 径向观测	2.17	4.39		Si 185.005 轴向观测	3.49	7.06	
Co 238.892 轴向观测	0.613	1.24	10.0	Sn 189.925 轴向观测	1.36	2.74	40.0
Co 230.786 轴向观测	0.698	1.41		Sn 181.059 轴向观测	9.52	19.2	
Cr 205.560 轴向观测	0.518	1.05	30.0	Sr 407.771 轴向观测	0.0187	0.0379	10.0
Cr 266.342 轴向观测	3.63	7.32		Sr 346.445 轴向观测	2.61	5.28	
Cu 324.754 轴向观测	1.13	2.28	6.00	Ti 334.941 轴向观测	0.162	0.327	20.0
Fe 238.204 轴向观测	0.344	0.695	2.00	Ti 334.941 径向观测	1.66	3.36	
Fe 240.489 径向观测	10.1	20.3		50.0	V 268.796 轴向观测	0.868	1.75
K 766.491 轴向观测	5.47	11.1	V 290.644 轴向观测		2.17	4.39	
K 766.491 径向观测	212	428	Zn 213.857 轴向观测		0.291	0.587	4.00
Li 670.783 轴向观测	1.46	2.96	9.00	Zn 334.502 轴向观测	13.7	27.6	
Li 610.365 径向观测	22.3	45.0		Zr 343.823 轴向观测	0.507	1.02	10.0
Mg 279.553 轴向观测	0.0248	0.0501	3.00	Zr 327.927 轴向观测	1.13	2.28	
Mg 279.800 轴向观测	2.61	5.28					

表 7. 两种 CRMs 的分析回收率结果

元素、波长 (nm) 和观测模式	CWW-TM-D			NCS ZC 76307		
	实测值 (mg/L)	预期值 (mg/L)	回收率 (%)	实测值 (mg/L)	预期值 (mg/L)	回收率 (%)
Ag 328.068 轴向观测	0.238	0.250	95.3			
Al 396.152 轴向观测	0.979	1.00	97.9			
Al 237.312 轴向观测	0.958	1.00	95.8			
As 188.980 轴向观测	0.256	0.250	103			
As 234.984 轴向观测	0.238	0.250	95.3			
B 249.772 轴向观测	1.03	1.00	103			
Ba 455.403 轴向观测	0.932	1.00	93.2			
Ba 389.178 轴向观测	0.953	1.00	95.3			
Be 234.861 轴向观测	0.232	0.250	93.0			
Be 249.473 轴向观测	0.232	0.250	92.9			
Cd 214.439 轴向观测	0.230	0.250	92.2	0.1049	0.1055	99.49
Cd 226.502 径向观测	0.231	0.250	92.2	0.1037	0.1055	98.36
Co 238.892 轴向观测	0.918	1.00	91.8			
Co 230.786 轴向观测	0.971	1.00	97.1			
Cr 205.560 轴向观测	0.962	1.00	96.2	0.5592	0.5232	106.9
Cr 266.342 轴向观测	0.989	1.00	98.9	0.5478	0.5232	104.7
Cu 324.754 轴向观测	0.938	1.00	93.8	1.086	1.034	105.0
Fe 238.204 轴向观测	0.960	1.00	96.0			
Fe 240.489 径向观测	1.02	1.00	102			
Mn 259.372 轴向观测	0.956	1.00	95.6			
Mn 260.568 径向观测	0.994	1.00	99.4			
Mo 202.032 轴向观测	0.936	1.00	93.6			
Mo 277.539 轴向观测	0.970	1.00	97.0			
Ni 221.648 轴向观测	0.931	1.00	93.1	0.5288	0.5232	101.1
Ni 231.096 轴向观测	0.954	1.00	95.4	0.5447	0.5232	104.1
Pb 220.353 轴向观测	1.02	1.00	102	1.101	1.044	105.4
Sb 217.582 轴向观测	0.261	0.250	104			
Se 196.026 轴向观测	0.251	0.250	100			
Sr 407.771 轴向观测	0.990	1.00	99.0			
Sr 346.445 轴向观测	1.04	1.00	104			
V 268.796 轴向观测	0.979	1.00	97.9			
V 290.644 轴向观测	0.995	1.00	99.5			
Zn 213.857 轴向观测	0.963	1.00	96.3	5.600	5.212	1.074
Zn 334.502 轴向观测	0.916	1.00	91.6	5.466	5.212	1.049

表 8. CWW-TM-D CRM 的基质加标回收率

元素、波长 (nm) 和观测模式	实测样品浓度 (mg/L)	加标浓度 (mg/L)	实测加标样品浓度 (mg/L)	回收率 (%)
Bi 223.061 轴向观测	< MDL	0.485	0.481	99.2
Ca 393.366 轴向观测	0.00701	0.507	0.519	101
Ca 315.887 轴向观测	0.00727	0.511	0.523	101
K 766.491 轴向观测	< MDL	19.5	19.8	101
K 766.491 径向观测	< MDL	18.5	18.7	101
Li 670.783 轴向观测	0.00160	14.9	15.1	101
Li 610.365 径向观测	< MDL	13.5	13.6	101
Mg 279.553 轴向观测	0.00652	0.491	0.496	99.7
Mg 279.800 轴向观测	< MDL	0.496	0.500	101
Na 588.995 轴向观测	< MDL	19.5	19.6	101
Na 588.995 径向观测	< MDL	20.1	20.4	101
P 214.914 轴向观测	0.0182	0.495	0.501	97.6
S 180.669 轴向观测	< MDL	0.525	0.529	101
Si 251.611 轴向观测	0.140	0.514	0.661	102
Si 185.005 轴向观测	0.133	0.508	0.659	104
Sn 189.925 轴向观测	< MDL	0.475	0.474	99.7
Sn 181.059 轴向观测	< MDL	0.491	0.486	99.1
Ti 334.941 轴向观测	0.0365	0.491	0.529	100
Ti 334.941 径向观测	0.0358	0.479	0.520	101
Zr 343.823 轴向观测	0.00444	0.484	0.498	102
Zr 327.927 轴向观测	0.00307	0.507	0.524	103

长期稳定性

为评估 5800 VDV ICP-OES 的稳定性，在不重新校准仪器的情况下完成 7.5 小时运行。在测量 10 个生活废水样品后测量实验室制备的 QC。图 5 显示了在 35 次 QC 测量中得到的所有元素的回收率。所有结果均在首次 QC 读数的 10% 以内，且所有波长下的 %RSD 均低于 2.3%。

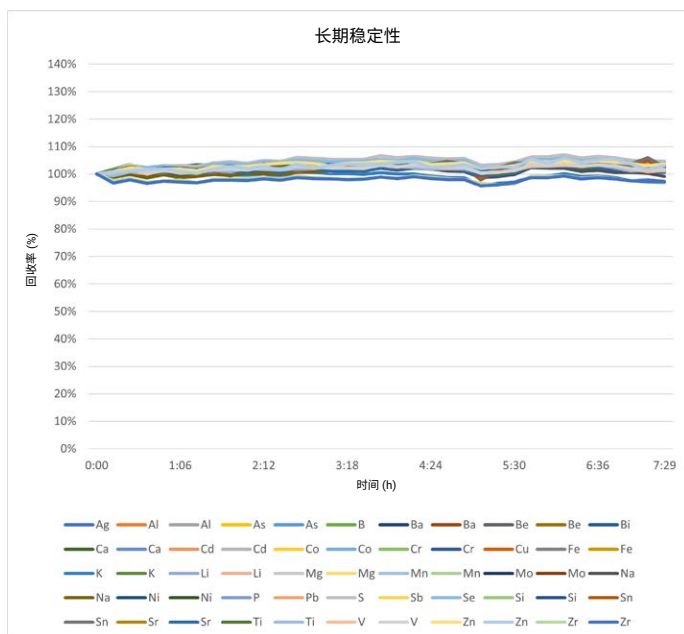


图 5. 长期稳定性，示出在 7 小时内每 10 个样品后分析一个 QC 样品所得到的回收率

Neb Alert

高基质样品（如废水）可能导致晶体颗粒沉积在样品引入系统的组件（尤其是雾化器）上。雾化器部分或完全堵塞将导致流向等离子体的样品流量不一致，从而对数据的准确度和精密度产生负面影响。为防止因雾化器堵塞而不得不重新测量样品，5800 和 5900 ICP-OES 仪器中的“Neb Alert”功能使用智能传感器监测分析过程中的雾化器反压（图 6）。如果存在潜在的堵塞，分析人员将收到提醒，以便清洁雾化器，而不是继续采集可能不准确的数据。雾化器气体管线的泄漏也会触发 Neb Alert 内的提醒。

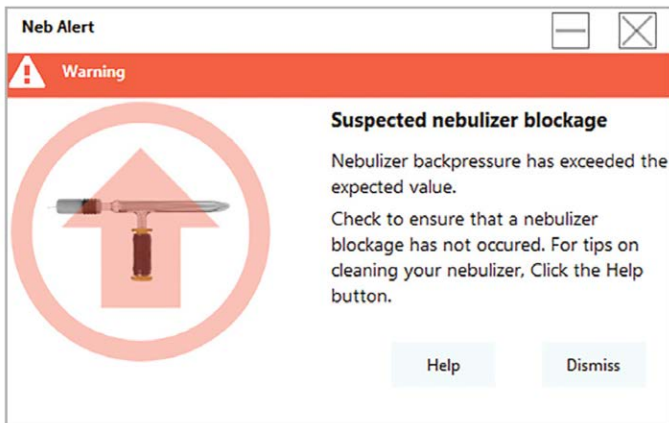


图 6. Neb Alert 功能在雾化器反压超过预期值时触发警告

结论

本研究表明，配备 AVS 7 切换阀的 Agilent 5800 VDV ICP-OES 可按照中国国家标准 HJ 776 对各种类型的水进行分析。AVS 7 可减少对 VDV 炬管的维护需求并将样品间测量时间缩短至 57 s，从而提高分析效率。

5800 ICP-OES 符合 HJ 776-2015 中概述的性能要求。Vista Chip III 检测器与 MultiCal 软件的组合可确保 5800 系统满足所有元素的线性动态范围要求。所有元素的 MDLs 均低于 HJ 776 方法规定的 MDLs，且 CRM 和基质加标样品获得了优异的回收率，证明该方法具有良好的准确度。5800 系统还在整个 7.5 小时的 QC 回收率测试中保持了优异的稳定性。

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

DE44417.684837963

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 8 月 10 日，中国出版
5994-3905ZHCN

为 ICP Expert 软件开发的智能软件工具可确保 5800 ICP-OES 分析废水样品获得可靠、高质量的结果：

- MultiCal 允许操作人员对单个元素使用多种校准方法，确保不会影响采集准确的低浓度测量值和将动态范围扩展至高浓度
- 为了尽可能提高仪器性能并大幅缩短计划外停机时间，利用 EMF 功能，基于运行的样品数量生成维护任务预警
- 利用 IntelliQuant，基于每个波长的星级排名来推荐/确认要包含在最终定量分析报告中的理想波长
- 借助监测雾化器反压的智能传感器，可以提醒分析人员与雾化器相关的任何问题。该 Neb Alert 功能可用于分析高基质样品（如废水），并能够省去重新测量样品所花费的时间

参考文献

1. World Health Organisation, Water, sanitation and hygiene (WASH), accessed July 2021, <https://www.who.int/health-topics/water-sanitation-and-hygiene-wash>
2. 中国水质标准：HJ 776-2015，水质 32 种元素的测定电感耦合等离子体发射光谱法，2021 年 7 月访问，<https://www.chinesestandard.net/PDF/English.aspx/HJ776-2015>
3. Agilent ICP Expert 软件：用于 ICP-OES 的强大软件和智能工具，安捷伦出版物，[5994-1517ZHCN](https://www.agilent.com/publications/5994-1517ZHCN)
4. Early Maintenance Feedback for ICP-OES, Programmed notifications of instrument maintenance requirements (用于 ICP-OES 的早期维护反馈：程序化通知仪器维护要求)，安捷伦出版物 [5994-2164EN](https://www.agilent.com/publications/5994-2164EN)
5. Agilent IntelliQuant 软件：更深入地了解样品并简化方法开发，安捷伦出版物，[5994-1516ZHCN](https://www.agilent.com/publications/5994-1516ZHCN)
6. 用于 ICP-OES 的 Neb Alert：自动通知雾化器问题，安捷伦出版物 [5991-8452ZHCN](https://www.agilent.com/publications/5991-8452ZHCN)
7. 拟合背景校正 (FBC)：快速、准确、全自动背景校正，安捷伦出版物 [5991-4836ZHCN](https://www.agilent.com/publications/5991-4836ZHCN)