

从火焰原子吸收光谱转换到 4210 MP-AES 的优势

技术概述



前言

减少持续运行成本、提高安全性、增强分析性能并改进易用性是火焰原子吸收光谱 (FAAS) 用户目前面临的主要挑战。安捷伦微波等离子体原子发射光谱仪 (MP-AES) 的推出克服了这些挑战，对于希望使用更强大、更经济 and 更安全的技术取代 FAAS 的实验室而言，MP-AES 是理想的选择。此外，MP-AES 的高性能也能大大简化样品前处理过程，从而节省时间和成本。

Agilent 4210 MP-AES 采用了波导设计和炬管技术，能够分析总溶解态固体含量高的样品，并对检测限毫无影响。



Agilent Technologies

降低运行成本

气体是影响入门级光谱持续运行成本的最大因素。FAAS 使用空气和乙炔或一氧化二氮和乙炔的混合气体来产生火焰。虽然空气可由空气压缩机提供，但乙炔和一氧化二氮由钢瓶供应，并由于气体的不断消耗需要进行定期补充。

4210 MP-AES 直接从空气中提取氮气以维持等离子体状态。Agilent 4107 氮气发生器与空气压缩机联用，供应的所有游离氮的纯度高于 99.5%，这可大大减少仪器使用寿命内的运行成本。

通过对比带空气压缩机和 1 年消耗品的 FAAS 与带空气压缩机、氮气发生器、SPS 4 自动进样器以及 1 年消耗品的 MP-AES，说明了使用 4210 MP-AES 检测果汁中的 Ca、Mg、Na 和 K 比使用 FAAS 节省的成本（图 1）。

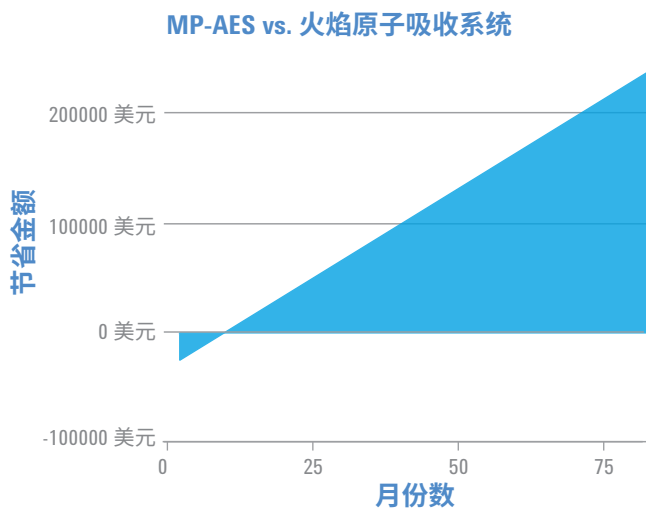


图 1. 在线成本估算器显示了使用 MP-AES 测定果汁中 Ca、Mg、Na 和 K 节省的成本

¹ 这个例子旨在帮您对比 MP-AES 与火焰原子吸收光谱的运行成本和成本节省。我们对采用的公式和参数都进行了最大限度的优化，但我们并不能保证结果的准确性。节省的费用与当地瓶装气体的价格、电价、操作者成本以及检测元素的数量和类型等因素有关。本计算中，操作人员的人工成本设为 25 美元/小时，电费设为 0.18 美元/kW

分析需求设定为每周分析 500 个样品，每个样品分析 4 种元素。

计算假设 FAAS 不使用自动进样器，其中 3 种元素使用空气/乙炔检测，1 种元素使用一氧化二氮/乙炔检测。本例结果表明，MP-AES 预计能够在 7 年中节约 220000 美元的成本¹。本计算采用了全球平均气体成本，不同国家/地区的结果可能略有差异。

提高安全性

FAAS 用户关注的另一个主要问题是与乙炔和一氧化氮使用相关的安全性问题，包括钢瓶的储存和处理，以及仪器中火焰的使用。明火是所有实验室（特别是处理有机溶剂的实验室）都担心的问题，为此无法实现 FAAS 的无人值守运行。

在运行 FAAS 时，为测定所有元素，必须更换燃烧头。安捷伦 FAAS 仪器通过完全互锁确保方法与燃烧头相匹配，由于燃烧头会在使用后发热，因此必须小心处理。

而 4210 MP-AES 则避免了这些问题。这款仪器无需使用乙炔和一氧化二氮，进而无需考虑它们的储存和处理问题，另外由于高温氮等离子体具有更高的性能，因此无需更换燃烧头。

提高分析性能

4210 MP-AES 的等离子体在 5000 K 左右的温度下运行，检测限较 FAAS 有所改善。检测限的改善意味着可对磷等在 FAAS 上具有极高检测限的元素进行分析。

表 1 显示了使用 MP-AES 和 FAAS 检测米粉样品中元素的仪器检测限 (IDL)。磷、铜和铁的较低检测限使其能够在一次样品测量中实现常量、微量和痕量元素的检测。

表 1. 4210 MP-AES 和 FAAS 的典型仪器检测限对比

元素	4210 典型 IDL, 10 秒读取时间, $\mu\text{g/L}$	FAAS 典型 IDL, $\mu\text{g/L}$
Ca	0.04	0.4
Mg	0.1	0.27
Na	0.1	0.26
K	0.6	0.76
P	66	26000
Fe	1.7	7.3
Pb	2.5	14
Cu	0.5	1.2
Mn	0.2	1.0

4210 MP-AES 的波导和炬管设计结合雾化器气体管线的质量流量控制和加湿功能, 为采矿业常见的复杂基质样品和环境样品提供了出色的长期稳定性。在较长的时间 (如 8 小时的工作日) 内向空气乙炔 FAAS 燃烧头中引入高浓度盐溶液时, 需要对仪器进行维护以免发生堵塞。如不进行常规维护, 可能会导致信号漂移。

表 2. 4210 MP-AES 的线性浓度范围和 FAAS 的最佳浓度范围

元素	4210 MP-AES 的线性浓度范围 (mg/L)	MP-AES 校准的线性相关系数	FAAS 最佳工作范围 (mg/L)
Ca 422.673	0-20	0.9999	0.01-10
Mg 518.360	0-100	0.99988	0.15-20 (对于 Mg 202.6)
Na 589.592	0-20	0.99996	0.01-2.0
K 769.897	0-100	0.99968	1-6.0

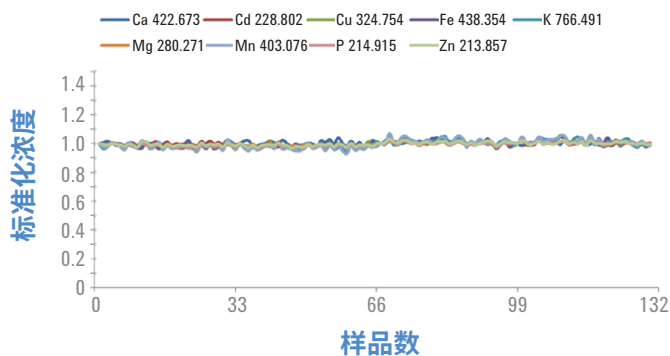


图 2. 对消解米粉的 2% TDS 溶液进行 8 小时以上的分析。每 2 小时进行一次重新校准, 所得每种元素的稳定性均 < 3% RSD。分析中采用默认的多功能样品引入

使用消解米粉的 2% TDS 溶液对 4210 MP-AES 的长期稳定性进行测试。结果如图 2 所示。

4210 MP-AES 的线性动态范围同样大于 FAAS。表 2 列出了使用 4210 MP-AES 分析果汁样品中主要元素的线性校准范围和相关系数。表中还给出了使用 FAAS 分析相同元素的最佳工作范围。FAAS 校准使用默认的“新理性”模型。MP-AES 比 FAAS 的线性范围更宽, 无需对超出范围的样品进行稀释, 从而简化了分析。减少稀释过程还意味着如有需要检测的痕量污染物, 仍可能将其检测出来。此外, 更宽的线性范围意味着获得准确校准曲线需要的校准标样更少。

简化样品前处理

显著影响 FAAS 样品前处理过程的一个因素是干扰物质的存在。样品中存在的无法在低温火焰中分解的化合物会引起化学干扰，Na 和 K 等元素则可能受到电离干扰。

人们已经找到了处理这些干扰的多种方法。通常通过加入释放剂（如锶或镧）或使用温度更高的一氧化二氮火焰来克服化学干扰。而通常通过在溶液中加入电离缓冲液（如钠、钾或铯）克服电离效应。

另一种方法是将目标元素提取到有机相中以去除干扰元素。因此，必须针对样品中的每种元素进行单独的样品前处理。

4210 MP-AES 采用更高的等离子体源温度，可避免出现这些化学干扰。也就是说，无需进行 FAAS 中通常需要的针对特定元素的样品前处理，从而大大简化了样品前处理过程。例如，果汁分析中涉及的元素以及每种元素所需的样品前处理对比如下所示（表 3 和表 4）。

表 3. FAAS 和 MP-AES 的典型样品前处理要求

元素	可能的化学干扰	FAAS 特定样品前处理	MP-AES 特定样品前处理
Ca	难溶性化合物 电离效应	镧释放剂 铯电离缓冲液	无
Mg	电离效应	铯电离缓冲液	无
Na	难溶性化合物 电离效应	镧释放剂 铯电离缓冲液	无
K	电离效应	铯电离缓冲液	无

表 4. 通过 MP-AES 分析的西柚汁中主要元素的有证标准物质 (CRM) 回收率。无需电离抑制剂即可获得 K 的优异准确度。此外，无需加入硝酸镧即可获得良好的回收率

西柚汁 T08420C	标准值 (mg/L)		测定值 (mg/L)	%回收率
	指定值	范围		
钙	145.6	123.6-167.6	158.3 ± 3.2	108.7
镁	92.5	77.5-107.4	91.1 ± 0.6	98.5
钾	1102	979-1225	1100 ± 14.7	99.8

结论

Agilent 4210 MP-AES 是客户从火焰原子吸收光谱 (FAAS) 转换到另一项技术的最佳选择。使用氮气作为等离子体气体源极大降低了运行成本，无需使用危险的一氧化二氮和乙炔同时极大提高了安全性。此外，温度更高的氮等离子体原子/离子源改进了检测限、线性范围和长期稳定性，同时大大简化了样品前处理过程。

www.agilent.com

安捷伦对本资料可能存在的错误或由于提供、展示或使用本资料所造成的间接损失不承担任何责任。

本资料中的信息、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, 2016
2016 年 9 月 1 日, 中国出版
出版号: 5991-3807CHCN