

Agilent 4100 MP-AES 测定地质样品中的主量和微量元素

应用简报

地球化学、金属和采矿

作者

Craig Taylor 和 Elizabeth Reisman

安捷伦科技
墨尔本，澳大利亚



引言

在采矿和加工的不同阶段都需要建立元素组成和基本金属矿石的品位。它用于前期勘探中确定矿石开采的可行性分析，也应用于矿石浓度分析。基本金属浓度测定要求具有良好精度和准确性的技术，并且能够生成和管理来自大量样本的分析数据。因此，在矿产样品分析中对样品通量和稳定性方面也存在着很高的期望值。

另外，矿石样品等级包含了很宽的浓度范围。通常会遇到高至百分比含量的分析元素与低至百万分之几级别的分析元素伴生在一起。一个含有 40% 铜的样品是很常见的，正因为如此，任何在矿产分析中使用的分析技术都要能够处理宽浓度范围的样本。

通常，使用火焰原子吸收光谱仪（FAAS）或电感耦合等离子体发射光谱仪（ICP-OES）测定地质样品中的主量和微量元素。安捷伦已开发出了 4100 MP-AES 微波等离子体原子发射光谱仪，该新光谱仪在分析性能方面已超越了 FAAS，并且具有更低的操作成本和夜间无人值守的功能。Agilent 4100 MP-AES 是具有高基体耐受力和高样品通量的高度自动化多元素分析系统。这确保了快速可靠地分析具有挑战性的样品，且几乎不需要对操作人员培训并且简化了方法开发。

实验

仪器

Agilent 4100 MP-AES 是一种快速顺序多元素分析技术，采用微波诱发等离子体和传统样品引入系统来分析液体样品。因为 MP-AES 依靠氮气产生微波等离子体，无需使用如乙炔之类的可燃气体，降低了运行成本，并且提高了实验室的安全性。可采用瓶装氮气或由安捷伦 4107 氮气发生器来提供氮气，这降低了气源获得的难度和成本，特别是在边远地区。

本方法通过四酸消解制备样品，研究了 Agilent 4100 MP-AES 分析基本金属样品品位的潜力。

样品和样品制备

矿石级样品要求采用不同于地球化学勘探样品的消解技术以便于溶解高浓度金属并将其保留在溶液中。因此矿石级样品的稀释因子大于地球化学勘探样品，这将导致更高的检出限和更高的测定限。

本方法中称取 0.4 g 样品，进行四酸（HNO₃-HClO₄-HF-HCl）消解。样品消解完全并近干后添加盐酸和去离子水使样品复溶，并使样品冷却至室温，将室温下的样品溶液使用去离子水稀释到 100 mL，最终样品溶液为 30% 的盐酸基体，稀释倍数为 250 倍。

表 1 列出了 4100 MP-AES 优化的操作参数

表 1. Agilent 4100 MP-AES 操作参数

仪器参数	参数值
雾化器压力	80–240 kPa
读取时间	3 s (10 s, Ag)
稳定时间	15 s
背景校正	自动

结果与讨论

方法检出限 (MDL)

本方法中测定了银、铜、钼、镍、铅和锌的方法检出限 (MDL)。表 2 显示采用 4100 MP-AES 获得的优异方法检出限。

表 2. 用于矿石样品的方法检出限 MDL

元素	波长 (nm)	方法检出限 (ppm)
Ag	328.068	0.04
Cu	327.395	0.1
Mo	379.398	0.7
Ni	352.453	0.4
Pb	405.781	0.4
Zn	213.857	0.7

定量分析

采用方法中描述的样品制备方法制备了一批基本金属矿石样品。使用 Agilent 4100 MP-AES 采用空白和三基体匹配标准溶液的方法分析了样品。

精度

将 4100 MP-AES 对银、铜、钼、镍、铅和锌的分析结果与期望值作图，见图 1 至图 7。这些图显示了在校准范围内分析结果与期望值良好的相关性精确，对于铜可高达约 4%，这些分析结果表明 MP-AES 是一种适于该应用的技术。

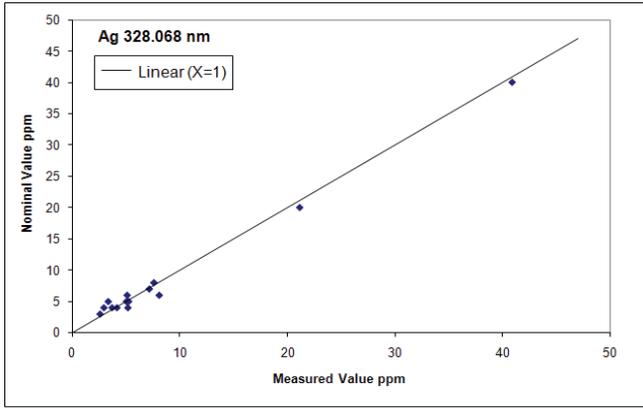


图 1. 银的 MP-AES 实测值与期望值的比较

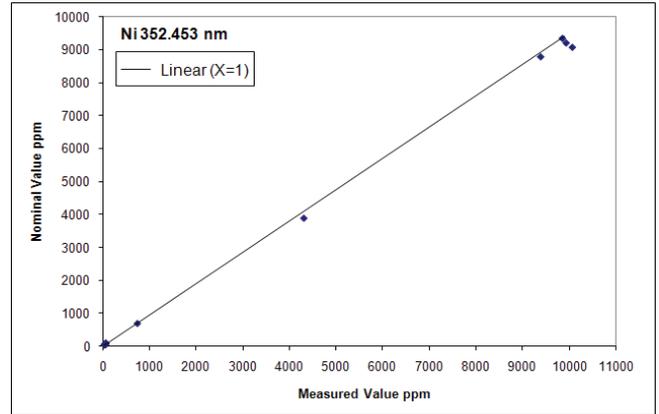


图 4. 镍的 MP-AES 实测值与期望值的比较

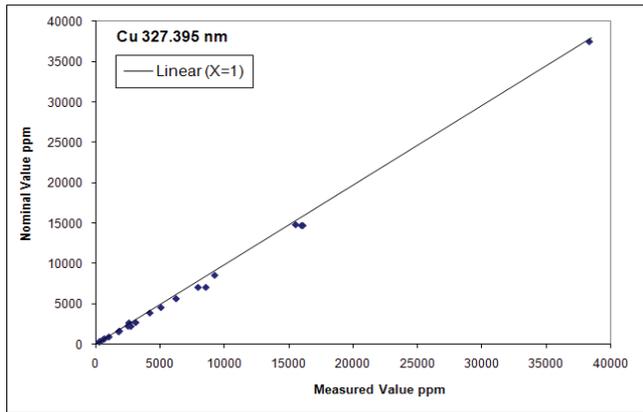


图 2. 铜的 MP-AES 实测值与期望值的比较

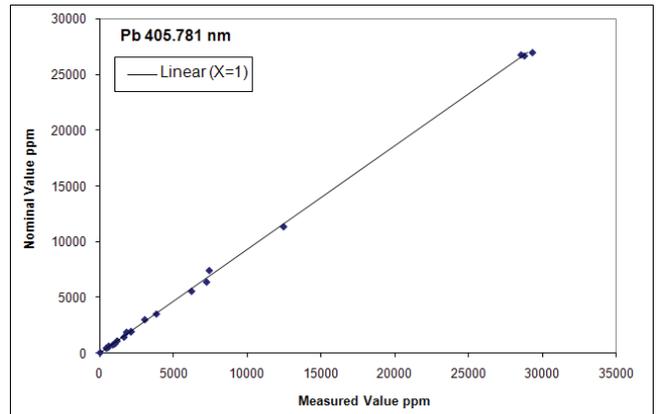


图 5. 铅的 MP-AES 测量值与期望值的比较

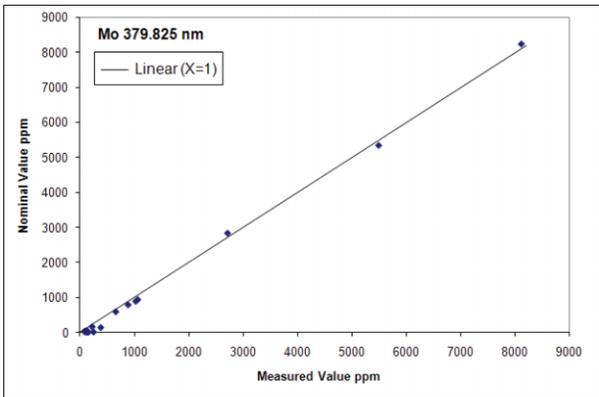


图 3. 钼的 MP-AES 实测值与期望值的比较

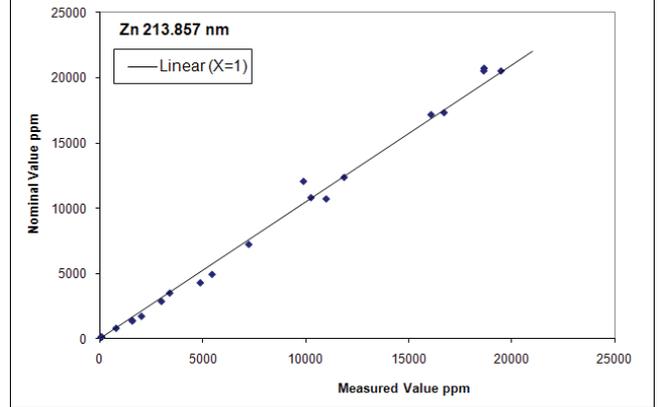


图 6. 在波长 213.857 nm 下锌的 MP-AES 实测值与期望值的比较

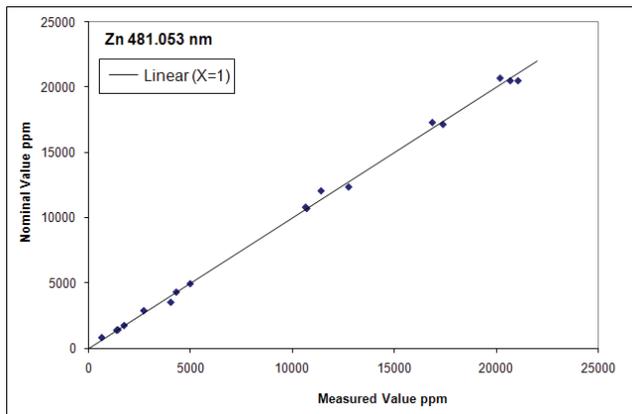


图 7. 在波长 481.053 nm 下锌的 MP-AES 实测值与期望值的比较

结论

采用 Agilent 4100 MP-AES 成功分析一系列地质样品，这些样品制备方法是地质化学实验室常用来制备分析基本金属矿石样品的方法。对一批 23 个基本金属矿石样品中六个元素进行了定量分析，其测定浓度范围从小于 1 ppm 到 29%。采用 MP-AES 分析银、铜、钼、镍、铅和锌的比较结果表明 Agilent 4100 MP-AES 非常适合于此项应用。与传统的火焰 AAS 技术相比，4100 MP-AES 具有更为明显的优势，如操作成本更低、安全性更高，以及夜间无人值守的分析操作能力。

采用 Agilent 4107 氮气发生器从压缩气体中直接产生氮气可进一步降低操作成本。这对于那些气体供应昂贵、气体难以获得，或瓶装气体难以运输到现场的区域具有特别的优势。Agilent 4100 MP-AES 也提供了在边远地区安装的可能性。这使得实验人员能在样品源现场分析样品，而无需将样品运输到中心实验室进行分析，正如现行做法。Agilent 4100 MP-AES 与传统的光谱技术（如火焰 AA）相比具有最低的操作成本，通过使用非可燃气体，消除了乙炔和一氧化二氮的安全隐患。

www.agilent.com/chem/cn

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。

本资料中的说明、信息和指标如有变更，恕不另行通知。

© 安捷伦科技（中国）有限公司，2011

2011 年 9 月 1 日，中国印刷

5990-9014CHCN



Agilent Technologies