

赛默飞 ELEMENT 2和 ELEMENT XR
电感耦合等离子体质谱仪 (ICP-MS)

高性能 高分辨率 ICP-MS

Element 2 和 Element XR

禹重科技® ÜZONGLAB
成分分析仪器|表面测试仪器|样品前处理仪器

Thermo
SCIENTIFIC

赛默飞ELEMENT 2/XR

高性能高分辨率ICP-MS

通用仪器

超过500台仪器安装在世界的各个角落，创造着一个个成功事迹，仅举数例：

比利时
OCAS.



钢铁应用的研究中心，与激光进样系统连接。
www.ocas.be



瑞典
ALS Scandinavia AB.

斯堪的纳维亚（半岛）的领先商务服务实验室，Emma Engstrom在操作。
www.analytica.se

加拿大
Seastar Chemicals Inc.



高纯化学试剂的制造商，
BradMcKelvey博士。
www.seastarchemicals.com



美国
Micron Technology Inc.

先进半导体解决方案，Kevin Coyle在操作。
www.micron.com

德国
Institute for
Transuranium
Elements.



展示了为放射性样品分析设计的手套箱。
<http://itu.jrc.ec.europa.eu/>



美国
Desert Research
Institute.

水文科学部Steve Lambert在操作。
www.dri.edu

- 周期表中的几乎所有元素的多元素同时分析，浓度范围从mg/L到pg/L
 - 兼容无机和有机溶液的基体和固体样品
- 利用高分辨率直接分析有干扰的同位素
 - 百分之百的确信不含干扰的元素图谱
- 过渡信号的多元素检出器
 - 例如：与CE, HPLC, GC, FFF和激光进样等连用
- 高精度同位素比分析
 - 不受此同位素有无干扰的限制
- 全自动调试和分析
 - 与一个全面的，可用户定义的质量控制系统结合
- 可靠而坚固，完全适合用于24/7的在线控制
 - 最高的样品通量
- 最好的灵活性，可用于高级的研究工作



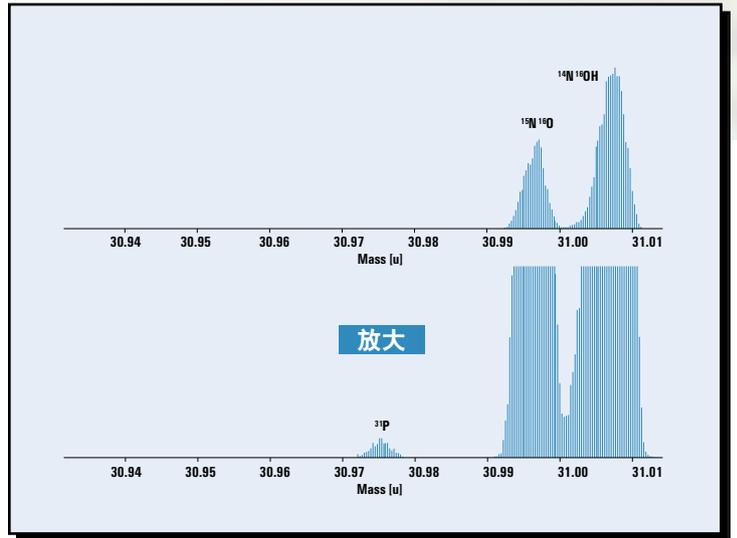
高分辨率

明确地把目标元素和干扰分开是得到准确而且精确的分析结果的先决条件。高分辨率是这种分离的最通用的手段。

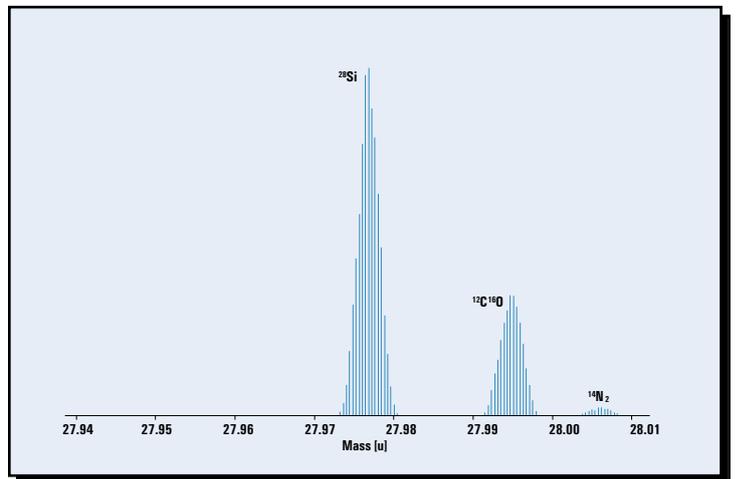
波谱干扰是ICP-MS的主要局限。作为等离子体气的氩气、水、酸和样品基体本身结合在一起会产生各种各样宽范围的多原子聚离子。这种干扰聚离子可能拥有和目标元素相同的质量数，导致在表面上目标元素的浓度不合实际地高。有好几种方式被用于减少或回避这种波谱干扰的形成。包括运用数学校正、特殊的样品导入系统、特殊的等离子体参数和碰撞/动态反应池来压制部分的干扰。具有高分辨率的双聚焦磁质谱仪的卓越之处在于简单地利用干扰和目标元素的质量数之间的微弱差别完全分离两者。

高分辨率是 ELEMENT 2/XR独有的特征。这种能力适用于周期表中绝大多数元素的定量和同位素比分析，和几乎所有的基体。

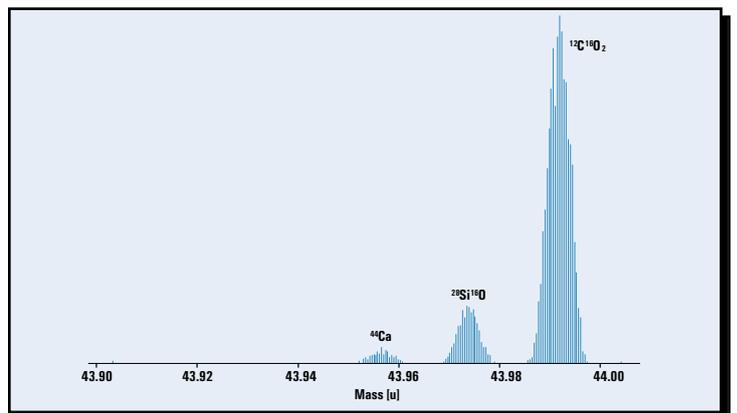
在单纯的像超纯净水这样的基体中，特别是目标元素的浓度很低时，干扰的存在也是不容忽视的。



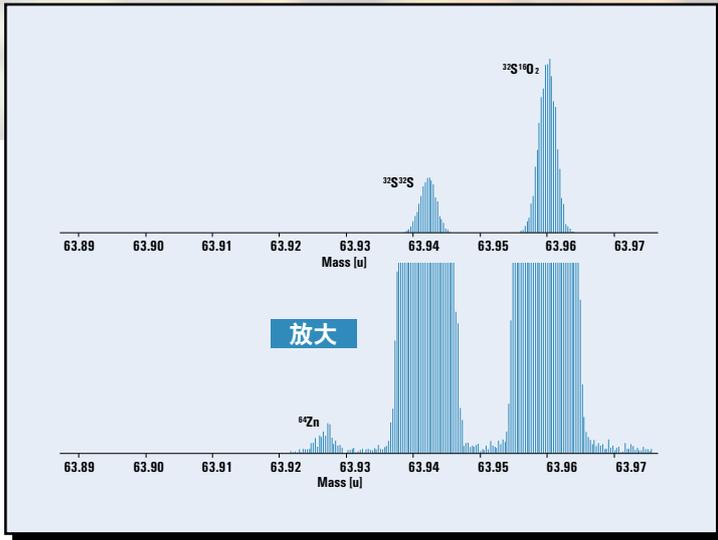
超纯净水中的磷，中分辨率



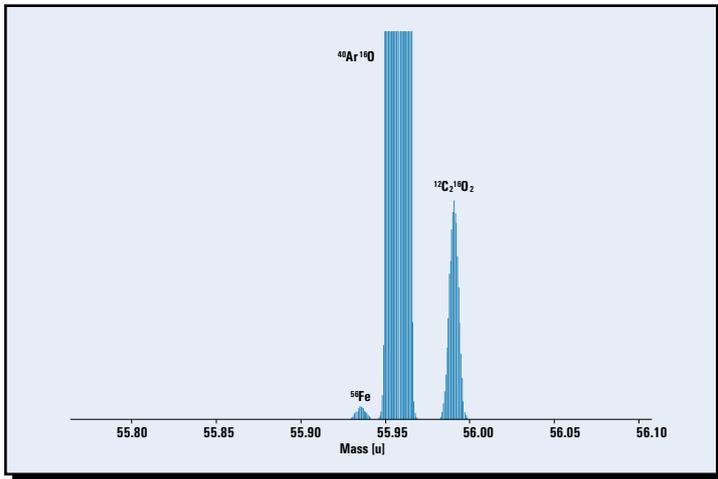
超纯净水器中的硅，中分辨率



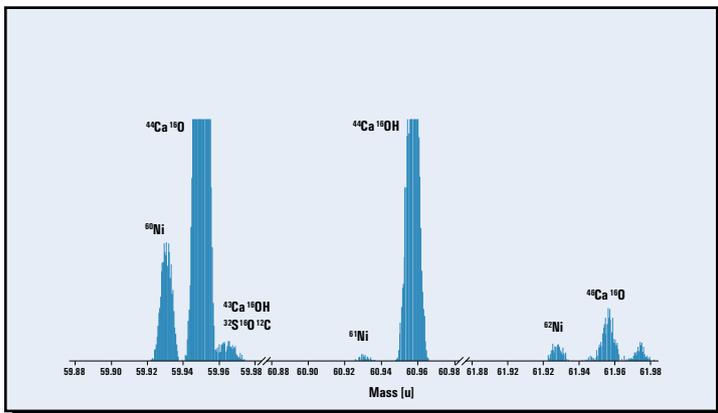
超纯净水器中的钙，中分辨率



硫酸 (10 % w/w) 中的锌, 高分辨率



液晶基体中的铁, 冷等离子体, 中分辨率



地下水中镍的同位素, 中分辨率

在更复杂的基体中, 干扰的种类更多。高分辨率的先进之处在于这种技术不受干扰具体类型的限制。对于高分辨率而言, 在 m/e 等于56的范围, 把铁 (^{56}Fe) 与简单基体中的 $^{40}\text{Ar}^{16}\text{O}$ 分离是相当简单的, 与复杂基体中的 $^{40}\text{Ca}^{16}\text{O}$ 分离也是完全相同的。

砷 ($m/z=75$) 可以在盐酸 (HCl) 基体的存在下被定量, 因为应用高分辨率可以完全与 $^{40}\text{Ar}^{35}\text{Cl}$ 的干扰分离, 同样含有钙和氯的基体也因为 $^{40}\text{Ca}^{35}\text{Cl}$ 的分离而完全不成为问题。

因为生成过多的波谱干扰而被敬而远之的矿物酸和有机试剂, 应用高分辨率模式可以简单地进行分析。

应用高分辨率可以得到简单清晰的谱线, 而且不会引起新的干扰。

分辨率指标

(10%峰谷定义)

3种固定分辨率:

低分辨率 > 300

中分辨率 > 4000

高分辨率 > 10000

原理

ELEMENT 2/XR是双聚焦扇形磁场ICP-MS。

等离子体和接口

ELEMENT 2/XR的氩气等离子体离子源和接口是接地电位。这使得与周边设备像HPLC, CE, GC和激光进样等系统的连接变得非常直接了当。接口通过应用接地的屏蔽电极使等离子体与感应线圈电容去藕,使得离子的初始动能分散从大约20降低到5ev左右。动能分散的减少提高了离子的传输率,保证了所有分辨率模式出众的灵敏度。

离子传输光学系统把离子从等离子体接口聚焦到为双聚焦分析仪设计的进口狭缝上。ELEMENT 2/XR的离子传输光学系统的设计实现了低本底,高灵敏度和最小并且最稳定的质量歧视。

高分辨率

ELEMENT 2/XR的三个固定分辨率之间的切换可以是全自动地,通过切换进口和出口狭缝的位置,时间少于1秒。具有专利权的固定狭缝机制的设计保证了分辨率最大程度的稳定性和再现性。

¹ 已批准专利: US5552599, GB2282479

² 已批准专利: US5625185

³ 已批准专利: US5451780, GB2281438



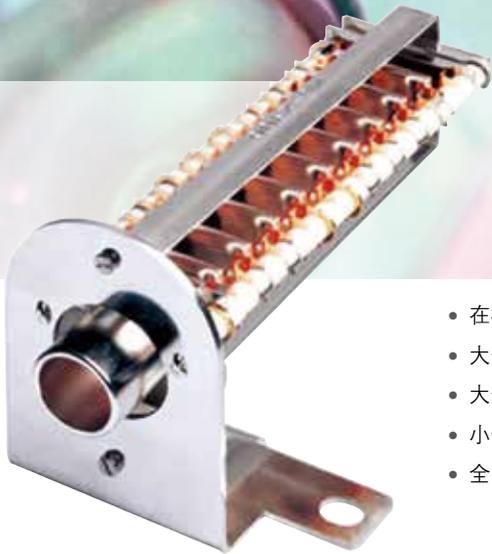
- 高度层压, 水冷磁铁, 磁场扫描速度 $m/z: 7-240-7 < 150ms$
- 质量稳定性: 25ppm/8 hour

MR LR HR

- 三个固定分辨率:
R=300
R=4000
R=10000



- 离子传输光学系统
保证平坦的响应曲线, 低本底和高灵敏度



- 在模拟和计数模式下同时测量
- 大于 10^9 线性动态范围 (ELEMENT 2)
- 大于 10^{12} 线性动态范围 (ELEMENT XR)
- 小于0.2 cps暗噪声
- 全自动交叉校准

质量分离

磁场会根据离子的质量和能量来分散离子。ELEMENT 2/XR中所使用的磁铁是专门为在ICP-MS应用中使用而设计的。其相对较小（足够用于质量范围0-260 u），高度层化以及高效的水冷，保证了最高的质量稳定性。配备了新型大功率电源的磁场调节器控制磁场的变化，实现了扇形磁场仪器前所未闻的高速扫描。⁴

通过磁场之后，离子会进入电场分析器得到能量聚焦。磁场和电场的结合就是双聚焦，是ELEMENT 2/XR的高分辨率特征的成功之母。

检出系统

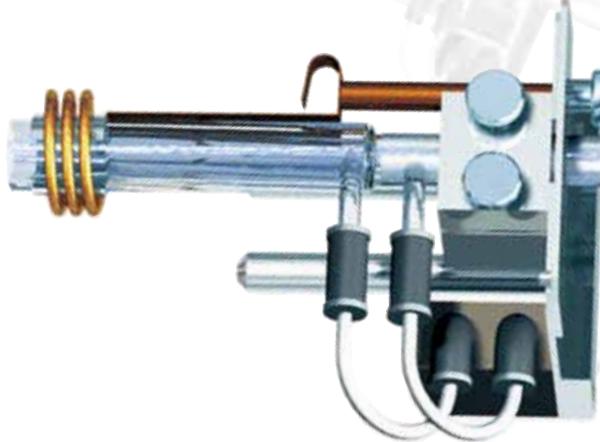
ELEMENT 2装备了不连续打拿极检出系统。它的二次电子倍增器采用了具有负8千伏电位的转换打拿极来代替离子束直接轰击探测器以发动电子瀑布的传统方法，从而实现了整个质量范围的统一反应。该探测器具有大于9个数量级的线性，检出浓度从ppq至ppm。因此微量元素和主成分的定量可以在一个单一分析中实现。

巨大的进步

ELEMENT XR的检出系统通过加入一个法拉第探测器，将线性动态范围增至大于 10^{12} 数量级。



- 地电势接口
- 锥的交换轻松容易
- 抗化学腐蚀



- 带有屏蔽电极 (GE) 的炬管

GE降低了离子能量的扩散，从而提高了离子传输。这与扇形磁场ICP-MS使用的高加速电压一起共同实现了灵敏度的增加。冷等离子体测量也需要GE。

⁴ 赛默科技技术报告
TN30074_E

分辨率

低分辨率

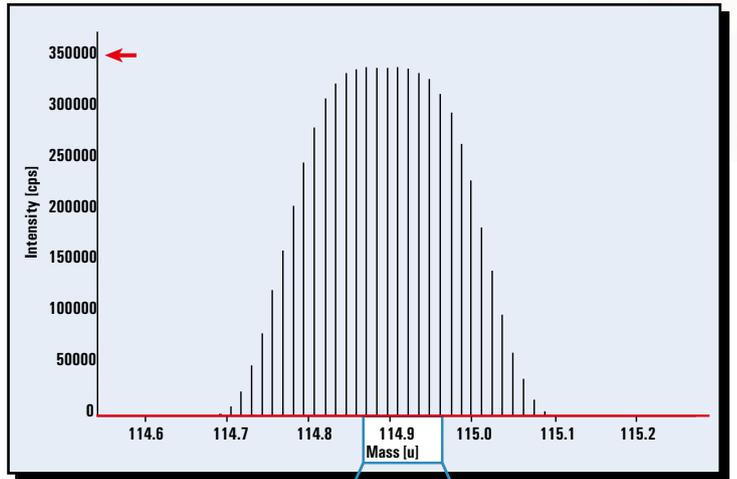
低分辨率 (R=300) 用于无干扰的同位素。应用这个模式的ELEMENT 2具有在所有商业ICP-MS仪器中最高的灵敏度。同时, 平顶峰型在高精确度的同位素比分析中占有绝对的优势。

中分辨率

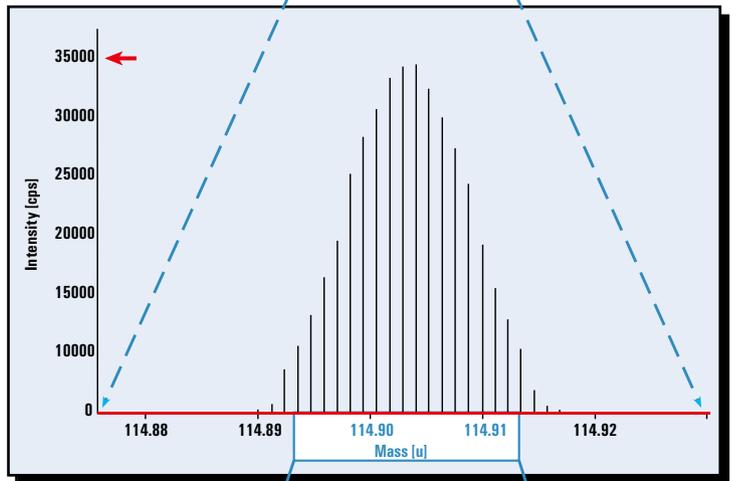
中分辨率 (R=4000) 保证了大多数样品基体中的绝大多数元素能在无干扰的状态下进行分析。例如, 过渡元素在日常分析中都采用中分辨, 因为从24到70的质量范围之间会产生非常多的多原子聚离子干扰。

高分辨率

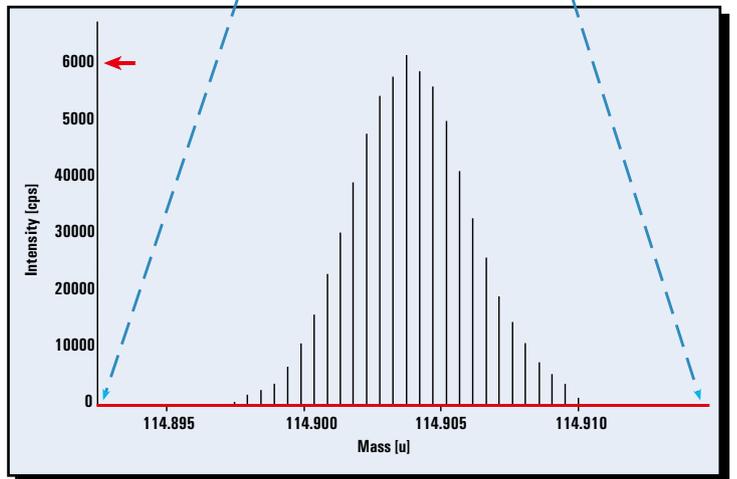
高分辨率 (R=10000) 用于最具挑战性的基体。例如, 高分辨率用于砷和硒在氯基体中与氙二聚物干扰和氙氯干扰的分离, 在地质基体中重稀土元素与轻稀土元素的氧化物的分离, 铂族元素与氙-过渡金属的分子干扰, 和/或铪、钽、钨的氧化物的分离。



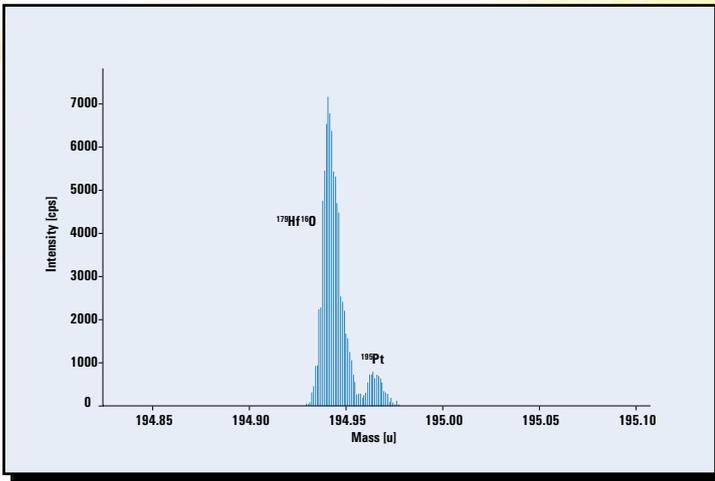
100 ng/L ^{115}In , 低分辨率



100 ng/L ^{115}In , 中分辨率



100 ng/L ^{115}In , 高分辨率



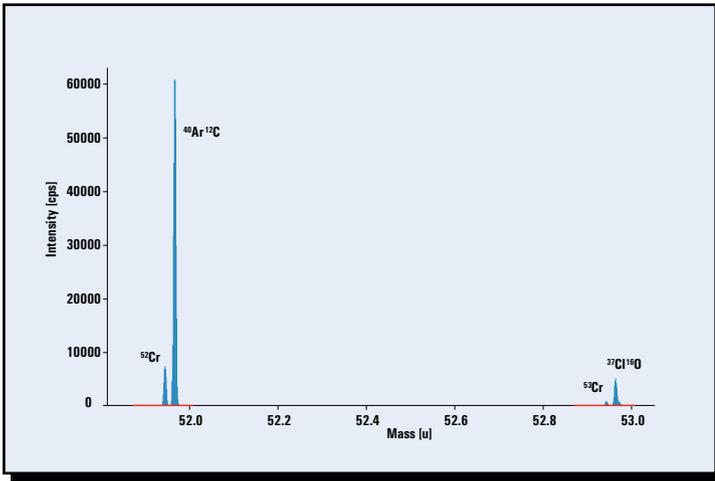
100 µg/L 铅中100 ng/L 的铂, 高分辨率

因为分辨率的改变是通过改变质谱仪的进口和出口狭缝的宽度获得的，所以高分辨率ICP-MS的仪器灵敏度与使用的分辨能模式有关。

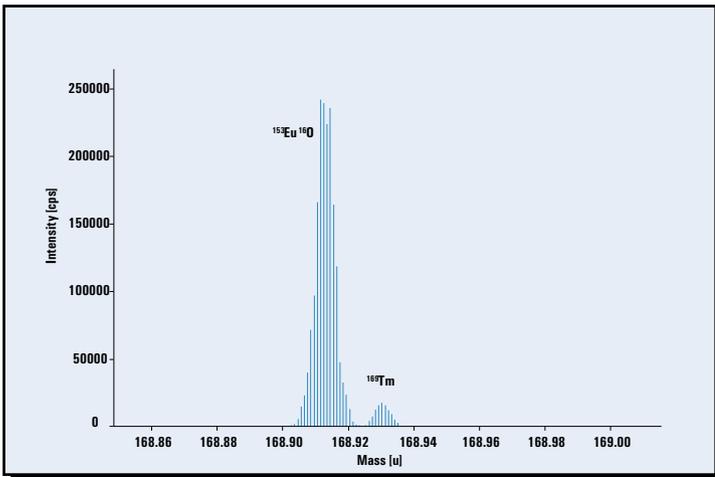
因此，ELEMENT 2/XR的三个固定分辨率有三个相应的灵敏度；更宽的狭缝、更高的灵敏度。

分辨率之间的灵敏度比是固定的：不受质量数和基体的影响

即便是高分辨率模式，ELEMENT 2/XR的固有灵敏度也足以实现亚ppt级的检出下限。



血液样品中的铬, 中分辨率



铅基体中的铥, 高分辨率

灵敏度指标

低分辨率 (R = 300)

$^{115}\text{In} > 1 \times 10^6$ cps/ppb

中分辨率 (R = 4000)

$^{115}\text{In} > 1 \times 10^5$ cps/ppb

高分辨率 (R = 10000)

$^{115}\text{In} > 1.5 \times 10^4$ cps/ppb

三个分辨率的本底都小于0.2 cps

灵敏度和稳定性

灵敏度和低本底

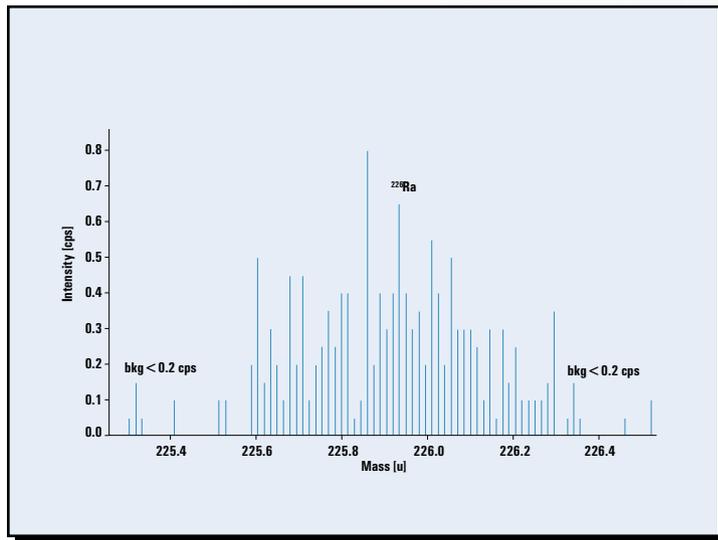
最高的仪器灵敏度是获得最低的检出下限的先决条件，这个事实是毋庸置疑的。然而只有灵敏度也是不够的，检出下限是由信噪比来定义的。ELEMENT 2/XR保证在三个分辨率的非峰范围的本底都小于0.2 cps。fg/L的检出下限是完全可能获得的。

复杂基体中的检出下限

即便对不以最低的检出下限为目标的用户来说，ELEMENT 2/XR的高灵敏度也具有非常大的先进性。因为灵敏度越高，分析复杂基体时就能既不牺牲检出下限又能提高稀释倍数。

灵敏度和“稀释后分析”

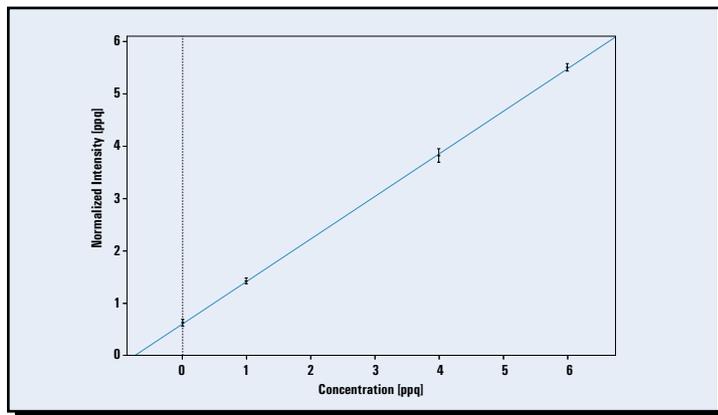
在漫长的分析历史中，海水、矿物酸和有机溶剂的分析都必须先做基体分离，但有了ELEMENT 2/XR，现在只需要简单地稀释，这就是“稀释后分析”。采用这种方法就能在很大程度上减少基体对样品导入系统，等离子体和接口负担。这对放射性核基体的分析也非常重要，因为在此应用中必须把废弃物的量控制的最少。



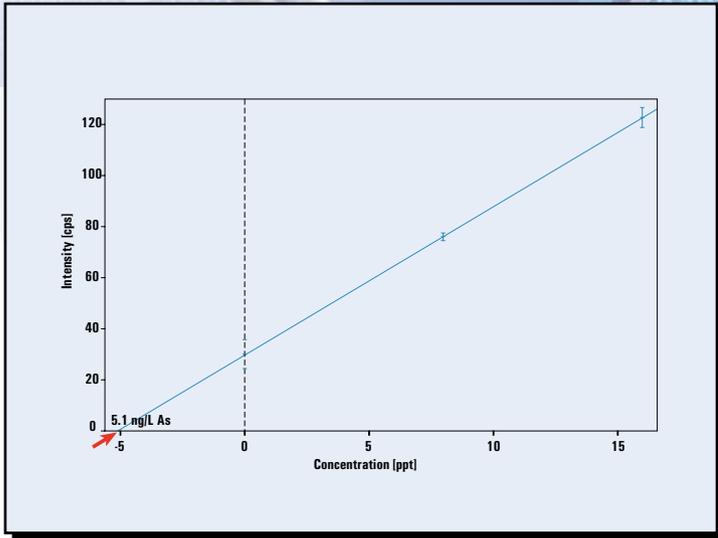
矿泉水，未稀释（5% HNO₃），~200 fg/L镭，低分辨率

	Resolution	LoD (ng/L) in solution
²³ Na	Low	1.3
⁹⁰ Zr	Low	0.06
¹⁰⁷ Ag	Low	0.03
¹⁵¹ Eu	Low	0.04
⁴⁷ Ti	Medium	0.3
⁵² Cr	Medium	0.3
⁶³ Cu	Medium	0.6
⁶⁶ Zn	Medium	1.5
⁷⁹ Br	Medium	5.0
⁷⁵ As	High	2.0
¹⁵⁵ Gd	High	0.2

50mg/L铀的检出下限



²²⁶Ra, 外部校正曲线, 1, 4, 6 pg/L, R²=1.000

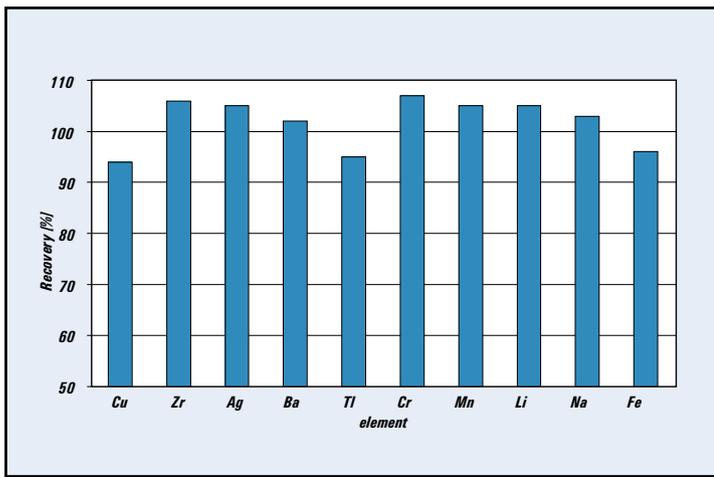


盐酸 (10 % v/v) 中砷的标准添加分析

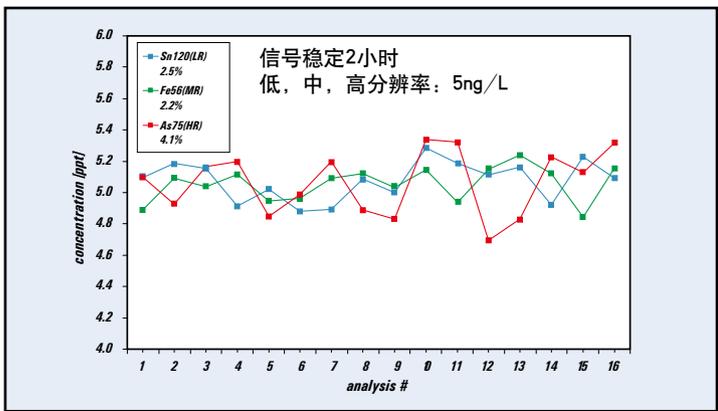
信号稳定性和检出下限

磁式ICP-MS具有很高的加速电压 (-8kV) 和卓越的聚焦特性, 所以实现了出众的离子传输稳定性。

这个特性与高灵敏度, 低本底, 无干扰分析和先进的样品导入系统结合在一起, 使ELEMENT 2/XR能不受基体的限制提供最低的检出下限。与此同时, ELEMENT 2/XR即使在数个ppt的低浓度领域也显示出最高的稳定性, 能把定量下限推向前所未有的低范围。



超纯净水中1ng/L的标准添加, 回收实验



稳定性指标

10分钟内 < 1 % RSD

1小时内 < 2 % RSD

质量稳定性

ELEMENT 2的成熟设计提供了扇形磁场 ICP-MS前所未有的高速扫描。从质量数7到240再跳回7，所需时间甚至小于150毫秒。

扫描

常规扫描是通过磁场和电场的跳跃组合来实现的。

ELEMENT 2/XR具有一个独特的能力，可以通过降低加速电压来实现扫描，从磁场的设定质量数开始可远至高于此初始质量数百分之三十的范围。在改变加速电压时，磁场是恒定的。这种独创的扫描技术的组合带来了磁式 ICP-MS前所未有的最高速扫描。

质量稳定性

ELEMENT 2/XR保证了其他的ICP-MS无以匹比的最高的质量稳定性。使高速峰顶跳跃的分析方法取代扫描过整个峰宽的传统方法成为可能，这大大地缩短了分析时间。成熟的硬件和智能软件的组合保证了高分辨率的质量稳定性，质量校正成为了一种难得体验的经历。

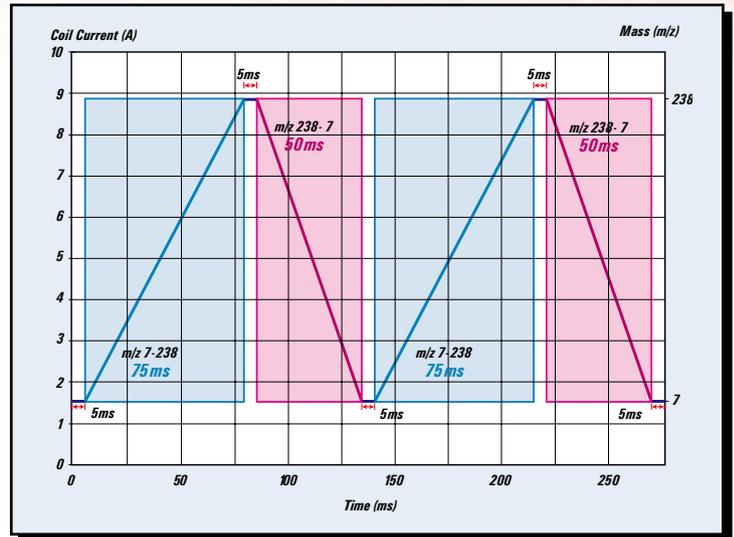
这些特征的综合和高灵敏度结合在一起，允许极短的积分时间，从而使ELEMENT 2/XR成为史无前例的最快的磁式ICP-MS。

史无前例的扫描速度和高灵敏度的组合开创了ELEMENT 2/XR作为短暂的过渡信号的检出器的新纪元。

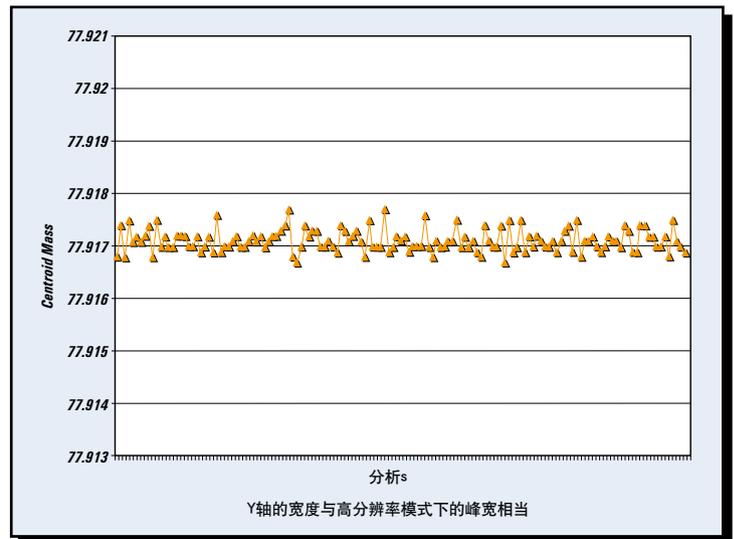
指标

质量稳定性：25 ppm/8小时

磁场扫描速度：m/z 7到240再到7 < 150毫秒

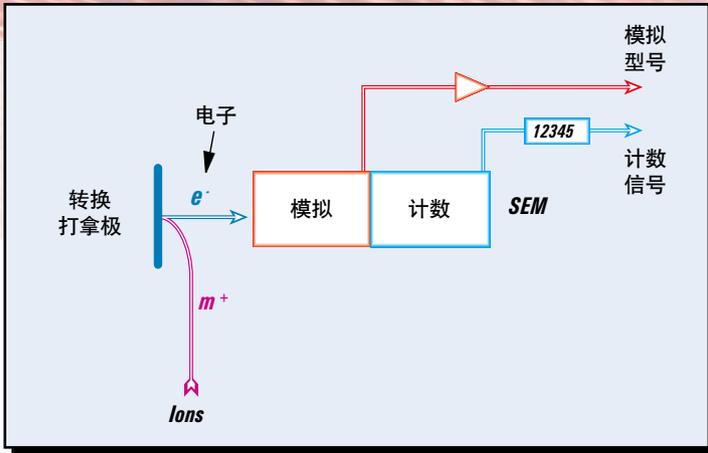


全磁周期时序

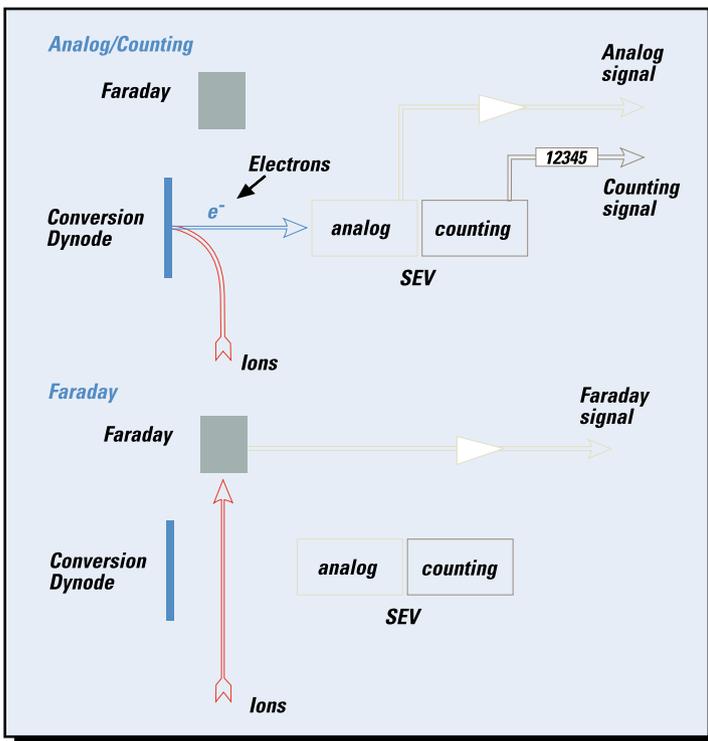


高分辨率下12小时⁷⁸Se质量稳定性

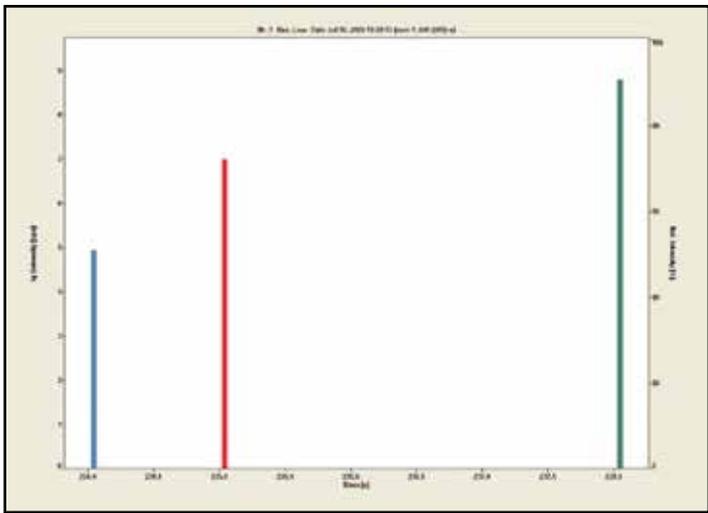
离子检出系统



ELEMENT 2离子检出系统



ELEMENT XR离子检出系统



在实际的分析中最终的目标就是同时分析主成分和微量元素。

ELEMENT 2装备了不连续打拿极检出系统，能够在一次单一的分析中同时定量跨越9个数量级的主成分和微量元素。

ELEMENT 2的检出系统与一个拥有-8kV电位的转换打拿极构成一体。这种高至-8kV的加速电压实现了不受质量数影响的检出器反应效益，使计数和模拟两种模式之间的全自动交叉校正成为可能。

不需要用户的介入。

自动交叉校正确保了在任何时候检出器反应效益都持续地得到更新-随时为无法预料的样品做好准备。

与此同时，这个检出器也适宜于比值很大的同位素比的测量。较小的同位素应用计数模式，较大的同位素应用模拟模式能获得最精确，最准确的结果。

巨大的进步

最新的高分辨率ICP-MS，赛默飞的ELEMENT XR开启了ICP-MS的另一个线性尺寸。除离散打拿极检出器之外，配备一个法拉第检出器可提供大于12个数量级的线性动态范围。现在，在一次单一分析中同时对超痕量元素和主成分元素进行分析的梦想成为现实了！

模拟和法拉第模式下小于1毫秒的极短积分时间以及计数模式下0.1毫秒的积分时间，以及模拟和法拉第模式之间1毫秒的切换时间使得ELEMENT XR成为分析过渡信号，如激光进样的完美工具。

指标

动态范围 $>10^9$ 自动交叉校正 (ELEMENT 2)

动态范围 $>10^{12}$ 自动交叉校正 (ELEMENT XR)

软件系统

ELEMENT 2/XR软件

ELEMENT 2/XR的软件控制和监视ICP-MS分析所需的所有仪器功能，包括数据处理和ELEMENT 2/XR的自动调谐。

这套软件还提供元素分析中可能用到的所有定量程序（定性，定量，半定量，同位素稀释法），还有同位素比和时间为横轴的分析模式。

控制和调谐

- 包括ICP参数、炬管位置、透镜和倍增器电压在内的所有参数的自动调谐
- 全自动、可用户定义的等离子体点火和熄火程序
- 自动进样器的图解显示使设置简单明了

测量方法的设置

- 简单直观地从周期表或电子数据表模式中选择目标元素
- 自动、可用户定义的同量异位数校正
- 电子数据表的“点击和拖曳”复制机能

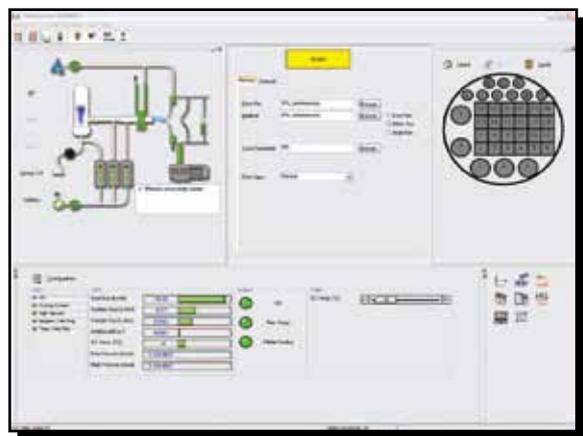
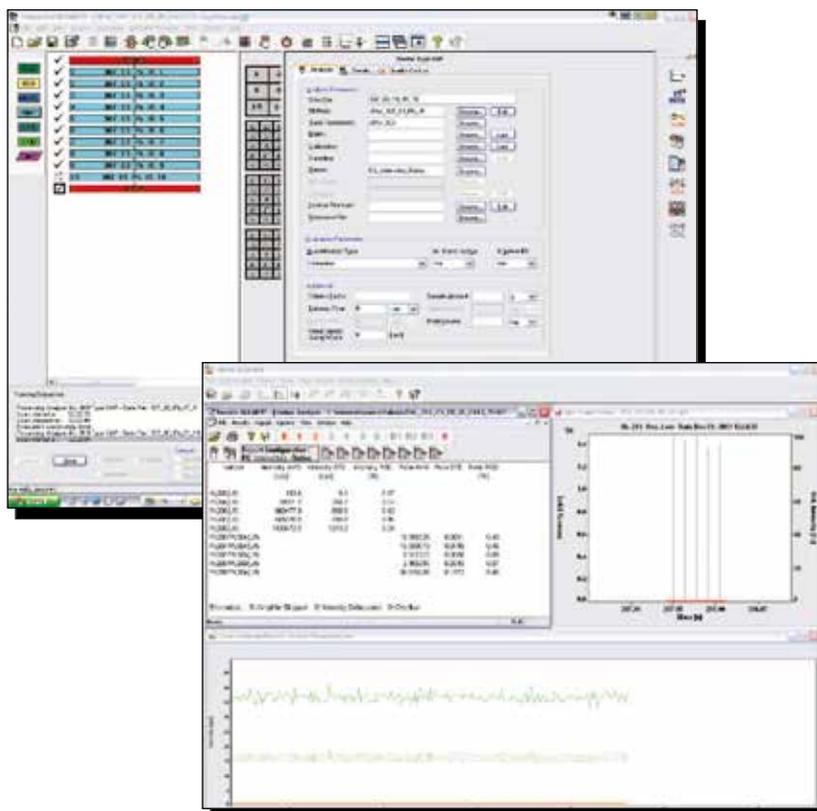
建立和运行测量程序表

- 应用图解式或电子数据表式显示模式可以简单直观地建立样品分析顺序表
- 智能型强大的QA/QC系统符合包括US EPA 200.8和6020在内的国际规范。灵活的编辑器可以被用于任何实验室定义特殊的QA/QC标准。

显示结果和建立报告

- 实况显示图谱，检量线，完整的定量结果和时间轴分析结果
- 能以几种形式（ASCII，GRAMS，Spectacle，GLITTER，ANDI和Xcalibur）在线输出时间轴数据，以便用第三方软件进行进一步解析

- 远程控制 and 诊断
- 所有仪器参数的设置和读入



仪器启动和自动进样器控制

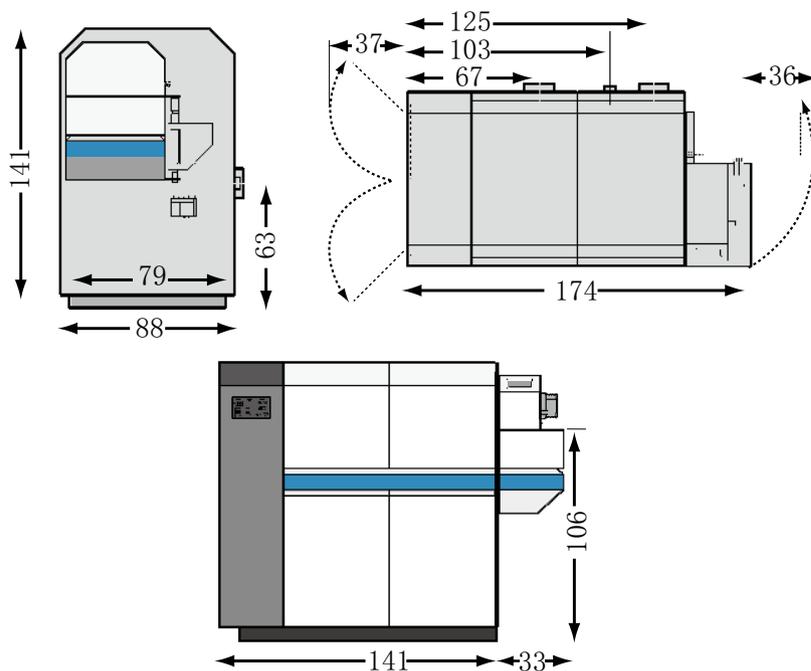
ELEMENT 2/XR的软件是在充分利用Microsoft Windows XP Professional操作系统的可靠性和稳定性的基础上开发而出的易使用，艺术性的作品。这个软件系统为满足ELEMENT 2/XR的日常基本操作的要求，提供稳定，简单的界面进行了最优化，但同时也为先进性的科研保持了灵活性。

因为采用了Microsoft Windows XP Professional操作系统和标准化的编程语言，作为数据系统的计算机能简单地与网络连接，传送数据和进行ELEMENT 2/XR的远程控制。

指标和安装要求

灵敏度 (同心轴雾化器)	> 10 ⁹ cps/ppm钨 (In)	
检出能力	< 1 ppq, 无干扰核素	
暗流	< 0.2 cps	
动态范围	> 10 ⁹ 线性, 自动交叉校正 (ELEMENT 2) > 10 ¹² 线性, 自动交叉校正 (ELEMENT XR)	
分辨率	300, 4000, 10,000 (10%峰谷定义, 相当于5%峰高) 600, 8000, 20,000 (FWHM)	
信号稳定性	10分钟 < 1% RSD 1小时 < 2% RSD	
扫描速度 (磁场)	m/z 7-240-7 < 150 ms	
扫描速度 (电场)	1 ms/跳跃, 不受质量范围影响	
氧化物和双电荷离子	比率	测量结果
	BaO ⁺ /Ba ⁺	< 0.002
	Ba ²⁺ /Ba ⁺	< 0.03
电源	三相, 230/400 V ± 10%, 50/60 Hz, 每相32 A保险 功率: 大约9kVA	
环境	温度18-24摄氏度 (64-75华氏度) 湿度50-60%, 没有冷凝, 无腐蚀	
冷却水	大约200 L/h 温度10-20摄氏度 4-6 bar (43-65 psi)	
氦气	纯度最低要达到99.996% 18 L/分钟 调节压力8-10 bar (116-145 psi) 建议采用不间断氦气供气	
等离子体排气口	1个; 直径6cm; 90m ³ /h; 可调节 (氦气 + 样品蒸汽)	
电子系统排气口	2个; 直径15cm; 800m ³ /h	

ELEMENT 2和ELEMENT XR: 放置面积和尺寸
(单位: 厘米)



更安全

ThermoFisher
SCIENTIFIC

更清洁

更健康

赛默飞致力于帮助您使世界变得

关于赛默飞世尔科技

赛默飞世尔科技（纽约证交所代码：TMO）是科学服务领域的世界领导者。我们的使命是帮助客户使世界更健康、更清洁、更安全。公司年销售额 130 亿美元，员工约 39000 人。主要客户类型包括：医药和生物技术公司、医院和临床诊断实验室、大学、科研院所和政府机构，以及环境与过程控制行业。借助于 Thermo Scientific、Fisher Scientific 和 Unity™ Lab Services 三个首要品牌，我们将创新技术、便捷采购方案和实验室运营管理的整体解决方案相结合，为客户、股东和员工创造价值。我们的产品和服务帮助客户解决在分析领域所遇到的复杂问题与挑战，促进医疗诊断发展、提高实验室生产力。

赛默飞世尔科技中国

赛默飞世尔科技进入中国发展已有 30 多年，在中国的总部设于上海，并在北京、广州、香港、台湾、成都、沈阳、西安、南京、武汉等地设立了分公司，员工人数超过 2300 名。我们的产品主要包括分析仪器、实验室设备、试剂、耗材和软件等，提供实验室综合解决方案，为各行各业的客户服务。为了满足中国市场的需求，现有 5 家工厂分别在上海、北京和苏州运营。我们在北京和上海共设立了 5 个应用开发中心，将世界级的前沿技术和产品带给国内客户，并提供应用开发与培训等多项服务；位于上海的中国创新中心结合国内市场需求和国外先进技术，研发适合中国的技术和产品；我们拥有遍布全国的维修服务网点和特别成立的中国技术培训团队，在全国有超过 400 名经过培训认证的、具有专业资格的工程师提供售后服务。我们致力于帮助客户使世界更健康、更清洁、更安全。

禹重科技® UZONGLAB

成分分析仪器 | 表面测试仪器 | 样品前处理仪器

上海市闵行区春申路2525号芭洛商务大楼
电话：021-8039 4499 传真：021-5433 0867
上海|北京|沈阳|太原|长沙|广州|成都|香港
全国销售和售后服务电话：400-808-4598

邮编：201104, China
邮箱：shanghai@uzong.cn

更多信息请访问：www.uzong.cn

Thermo
SCIENTIFIC



了解我们



微信公众号