

# ACCELERATOR MASS SPECTROMETERS

DEDICATED AND MULTI ELEMENT SYSTEMS



$^{14}\text{C}$

$^{10}\text{Be}$

$^{26}\text{Al}$

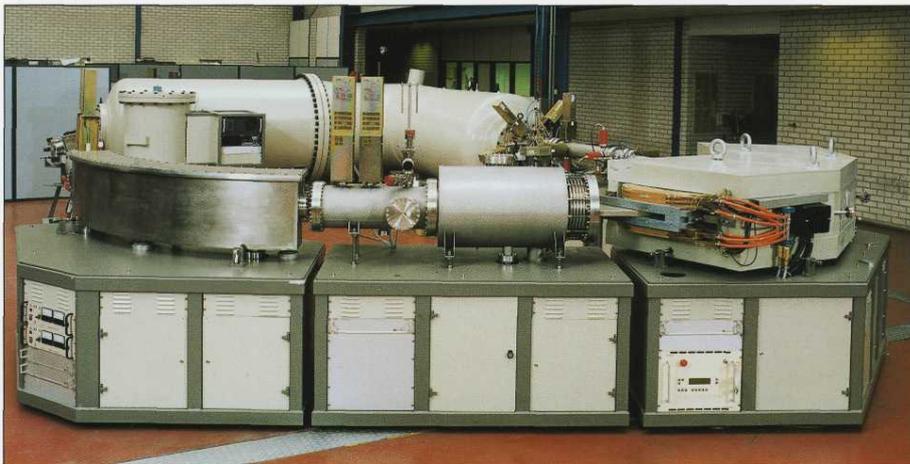
$^{41}\text{Ca}$

$^{236}\text{U}$

$^3\text{H}$

$^{36}\text{Cl}$

$^{129}\text{I}$



## HIGH VOLTAGE ENGINEERING

Particle Accelerator Systems for the scientific, educational and industrial research communities



荷兰 HVE 加速器质谱

授权代理：上海永毓科学仪器有限公司 联系电话：021-56482765 [jiangcius@aliyun.com](mailto:jiangcius@aliyun.com)



## 介绍

AMS 加速器质谱提供了高精度同位素组成，从克级样品到半克级样品，通过直接的测量同位素比值。

传统的闪烁计数法基于放射性衰变和从样品中发射的  $\beta$  粒子的测量，来提供同位素比例的浓度信息，而 AMS 可以在同位素离子分离之后直接各个计数。AMS 超越闪烁计数法，在于 AMS 需要远少的样品量，并且提供了更高的样品信号由于更高的计数速率。

## 精度和重复性

HVE 加速器质谱最重要的特点是“艺术设计”的加速器阵列，其特点就是高度可靠性，突出的低噪音水文，高电压稳定性，低端子电压纹波。

HVE 阵列配备一个电子的高压电源，无运动部件。其结果是没有振动，而振动可能会导致终端电压波动。此外，纹波和稳定值和动态行为可提供多年的稳定操作，维护的压力罐中的组件很少，如果需要的话。

AMS 使得很多测量成为可能：当样品不能够被通过其他计数技术进行测量时，比如因为没有足够的样品材料或样品数量太高。

对在考古学中最初的应用是在考古学中测量  $^{14}\text{C}$ ，现在测量众多元素包括 Al、Cl、Ca 和 U 同位素比。AMS 技术被广泛应用在应用地球物理，海洋环境和古气候研究、水文、生物医药、生化反应动力学、材料研究、核不扩散的维护和监测，核和原子物理、核天体物理学和微量元素分析等领域。

## 灵敏度

AMS 的绝对灵敏度不是常规质谱能够得到的。AMS 解决了干扰问题：源自于分子和分子离子同样的质荷比，当同位素被检测时。典型的最小浓度比，可以被 AMS 检测到的在  $10^{-15}$

由于精确和重复性是 AMS 的关键问题，所以稳定性对于加速器质谱而言是非常重要的因素。在实验核物理环境中可以容忍的终端电压瞬变在 AMS 中是绝对不可接受的，因为它可以破

坏从可能不可替代的样品中获得的数据。

同样，终端电压的微小波动也会引起光束通过加速器的变化，从而降低结果的再现性。

### 单或多元素系统

这取决于 HVE 串列加速器质谱在应用上的两个不同版本：

对应单一元素的专用系统， 或者对应多元素的多元素系统。对应离子束技术的系统扩展性包括离子注入， RBS-C,PIXE,ERD 和 NRA 都是一样可以的。



The hybrid sputter source with target chamber in open position

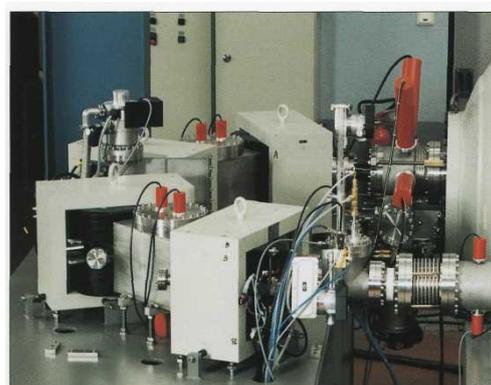
### 固态以及气态样品

HVE 串列 AMS 系统可以配置 50 (200 可选) 样品溅射源，可以接受固体或者气体 (CO<sub>2</sub>) 进样，这里 CO<sub>2</sub> 可以通过地电压导入，使得可以与 GC 或元素分析仪联用。

HVE 的混合 AMS 离子源的独特特征是离子源本体接地电位。这样非常有利于离子进入，避免了大型高压保护笼的必要性，保证安全无辐射运行。

待分析的样品通过样品盘进入离子源内部，避免了样品与样品在溅射工艺会发生的交叉污染。真空泵直接坐落在附近的离子源体确保最佳的抽速，和在 CO<sub>2</sub> 样本的低记忆效应。

离子源和样品盘的气动阀允许离子保持在延长寿命的温度，避免样品盘交换破坏真空。以精确和可重复的方式横向插入源头，使得源维护容易且快速。



Simultaneous injector (recombinator)

精确同位素通过加速器传送的时间。

它消除了从相对稳定时间长的保镖电压产生的不确定性和允许更高的弹跳频率,从而减少源故障从而优化精度的不利影响。

而同时注射是一种直流操作,顺序注射循环通过其中几个数量级之间的同位素强度差异通常与长期使用的放射性同位素的元素同位素在 AMS。这将导致加速器不同的束流加载,从而导致可能影响精度的小端电压波动。

因此,同步注射是高精度 AMS 测量的首选方法。然而,而同时注射 heavier 元素的仪器是不切实际的大型和昂贵的,顺序注射可覆盖整个元素周期表。



Sequential injector (bouncer)

### 同时和顺序进样

两个不同的进样概念都可以进行:同时进样和顺序进样。

同时注入不同同位素,分离、分析、重组,同时注入加速器。HVE 同时进样器是基于专利的四磁结构,固有的设计,确保重组相同的轨迹和参数设置的独立性。

顺序注射不同的同位素分析在 HVE 时间序列连续注射器注入加速器一个装有光束消隐单元定义纳秒。



Multi element HE mass spectrometer

### 最佳的端电压

最佳端电压取决于同位素种类以及需要的分析精度，背景和分析效率，以上这些都是由应用决定的。HVE 串列 AMS 系统可以提供不同的端电压，最高可到 6.0MV。

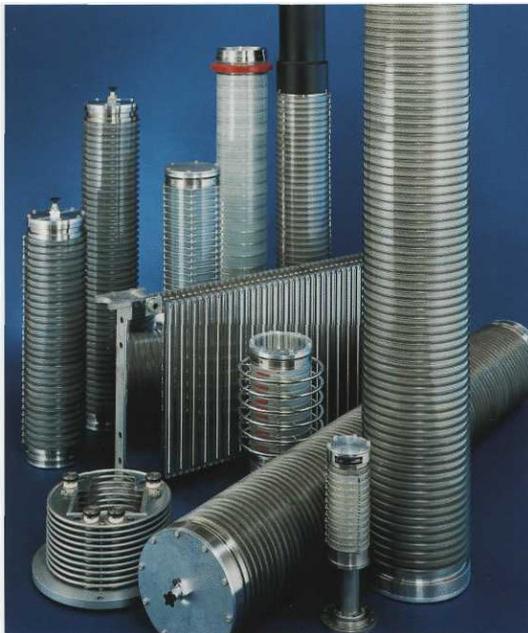
### 磁铁和静电作用

HVE 串列装备了大口径高电导加速管，以获得在沿加速管上的低电压。

加速器管本身有一个专门的磁性和静电抑制装置，用于去除加速场中电荷交换的次级电子和背景。



Dedicated <sup>14</sup>C HE mass spectrometer



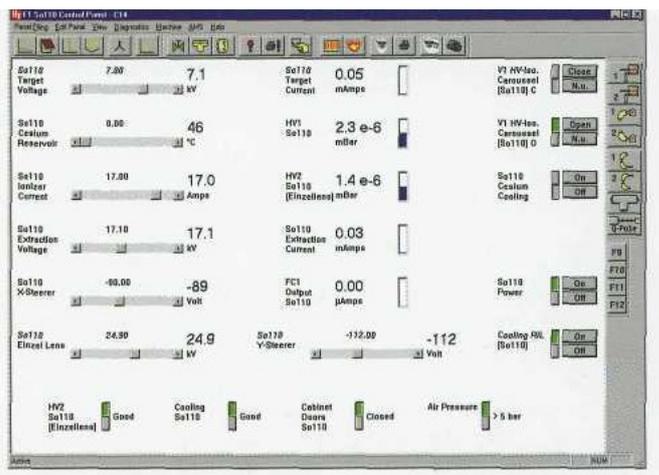
Accelerator tubes

### 高能质谱分析

在加速之后，在高分辨率质谱上的剩余背景将会更一步减少，高能质谱上将会带一个静电场分析器，并且根据待分析的同位素，以及希望每个同位素可以达到的背景，带一个或者两个磁铁。

这种稀有同位素是在两个阳极电离室中测量的，它能够测量每一个粒子的  $dE/dX$  和  $E$  最终值，而在电子压制的法拉第杯中测量感兴趣的稳定同位素。

高能质谱可以为单独元素设计，也可以用于多元素。在第一磁铁之后插入一块箔，以引入感兴趣的同位素和等压背景之间的额外能量差，允许用下面的静电分析仪除去后者。铝箔是元素例如  $^{10}\text{Be}$  需通过真空锁没有发泄的光谱仪。这箔也是专利的双箔安排的一部分，这也优化了  $^{36}\text{Cl}$  的检测。

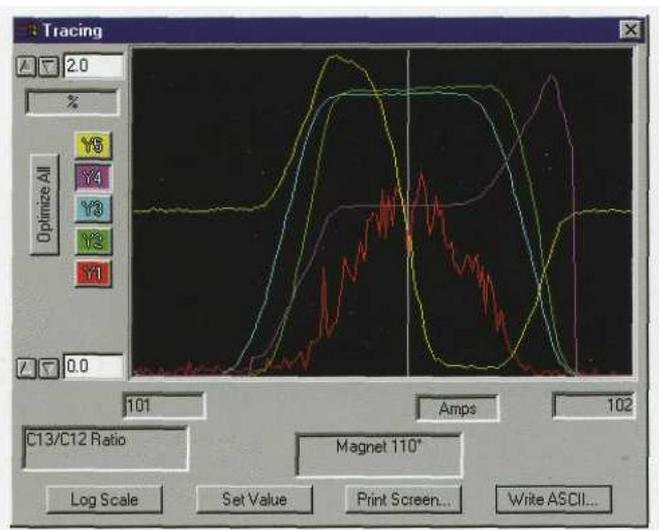


完全可控的自动化

HVE 加速器质谱使用了现代的自动控制技术，以达到日复一日的最大，最方便，最优性能的使用基础。

基于 windows 的操作软件，运行与工业计算机之上的 HVE 软件提供了一个友好的操作界面。这使得系统可以自动开关，自动离子源调谐，系统控制和监控，以及在线数据分析。

所有的系统参数可以使用鼠标或者键盘来控制，并且实时的数据可以显示在交互顺序格式上，或者以图表形式同时反映，不需要额外的传统控制旋钮，读出或者示波器。

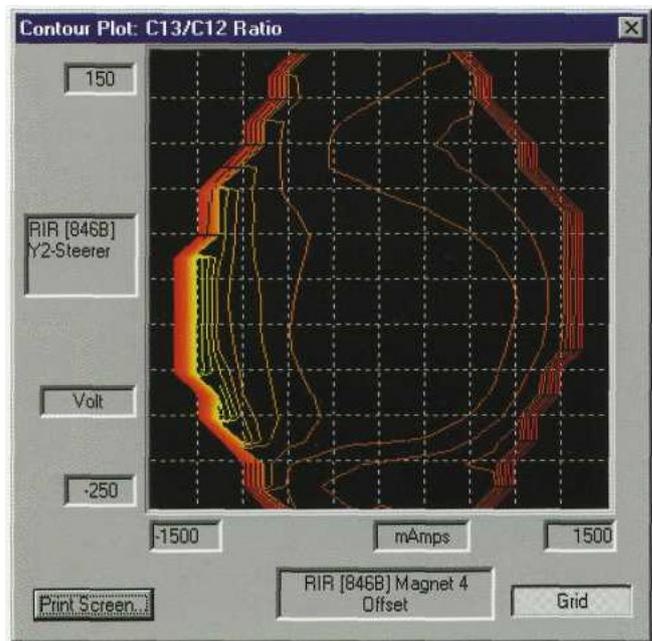


### 系统控制，安全和诊断

与所有有串列系统广泛的系统控制，安全性和诊断功能是嵌入在软件。自动调谐由跟踪和绘图功能、教学和回放能力以及计算机屏幕上的光束轮廓和横截面可视化来支持。

自动和无人值守自启动和关闭允许最大限度地使用系统。包括离子源、真空系统和终端电压调节的远程控制程序。

关键参数由定义良好的软件/硬件配置的联锁功能保护。诸如趋势、数据记录和报告等子程序可用于系统诊断。



### AMS 的特点

AMS 系统必须测量两个或三个不同离子束的强度。最后的结果将是这些强度的比值。比例扫描功能包括在软件中，以调整系统的所有光束正确，并实现最大的平顶调整的比例。

整个示例处理和数据收集过程都包含在软件包中，并最大限度地满足用户的日常愿望。用户预先定义的批处理控制在源杂志或这些样本子集中插入的所有样品的测量顺序。每个样品可以多次装载。为了测试目的，也可以测量单个样品。

最后的结果包括离子束强度的趋势和它们作为时间的函数的比率和每个样品装载的最终同位素比率的基本计算。

易于从有组织的树结构中获得被测样本的收集数据，可用于后分析目的。