



## 探究地球历史

### 用于地球科学的情性气体质谱仪

几个世纪以来，了解地球历史及各类种群一直是人类追求的知识中最重要的部分。各学科的科学家们一直致力于探索新发现，从而阐明我们的星球是如何进化的。同位素地质年代学已成为研究这些课题的地球科学家的重要工具。

同位素是同一元素的不同形式。它们仅在原子核的组成上有所不同。元素同位素在原子核中始终具有相同数量的带正电荷粒子（质子），但具有不同数量的中性粒子（中子）。有些同位素不稳定，并且会趋向于向更稳定的状态变化（衰变）。这些同位素被称为放射性同位素。放射性同位素一步步衰变，甚至转变成其他元素。通过测量同位素的半衰期，可以确定这种转变进行了多少时间。半衰

期是指同位素中原子总数的一半衰变所花费的时间。如果同位素的半衰期是已知的，包含该元素的矿物年龄则可从该元素的稳定和放射性同位素之间的关系推断得出。

地质年代学就是利用了同位素测量法。凭借这一研究方法，从具有已知半衰期同位素的放射性衰变中，可以得到的衰变产物的百分比。借助于该数据，可以探测到地质材料的绝对年龄。

加利福尼亚州的伯克利地质年代学中心 (BGC) 已经专注于地质年代学研究三十多年。实验室中使用了目前最先进的技术。

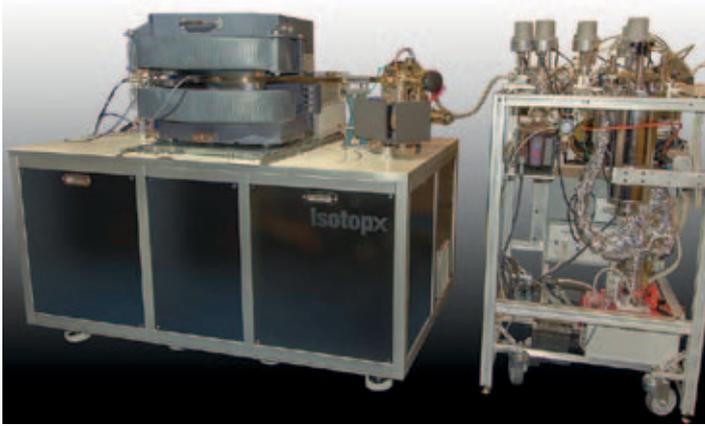


图 1：使用普发真空 HiCube 泵系统的惰性气体质谱仪与连接的超高真空样品制备系统

真空、激光和计算机技术的进步使得实验数据更精确，精度更高。通过应用这些实验的结果，得到有关大陆漂移、火山活动、造山运动、大规模灭绝、气候变化以及人类自身进化等诸多过程的重要见解。地质年代学不仅对建立这些现象发生的时间轴至关重要，对确定它们之间的时间关系也起着决定性作用。

研究所使用的诸多科学仪器之一就是惰性气体质谱仪系统。该系统包括质谱仪、加热装置（通常为激光装置）以及样品制备系统。

惰性气体质谱仪是为分析惰性气体（如氦和氩）而设计的高灵敏度仪器。惰性气体质谱法的理想用途就是  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  地质年代学。该方法通过对氩同位素的高精度测量，以确定  $^{40}\text{K}$ （母体）自然放射性衰变的产物（或“子体”）。根据该比率值，如果半衰期也已知，则可得出矿物和岩石样品的年龄。对样品进行中子轰击可以促使  $^{39}\text{K}$  向  $^{39}\text{Ar}$  转变。在惰性气体质谱仪中同时分析母体元素（K 作为  $^{39}\text{Ar}$ ）和子体元素（ $^{40}\text{Ar}$ ）大大提高了测量精度和准确性。

氩和其他惰性气体的同位素分析用于确定造岩矿物的年代以及关联地质和生物历史中的重要事件。该方法也可用于确立岩石以及陨石的热历史。

惰性气体质谱仪需要特殊条件的气体样品用于分析。该过程由样品制备子系统执行，该系统配备了移液装置和端口，用于附加样品加热系统（例如激光、加热炉、化学溶解），以产生样品气体。在样品气体从地质样品中释放出来后，用低温冷阱和吸气剂对其进行清

理，以便剩余物中存在大量惰性气体。样品制备作业线在超高真空下操作。只有通过最高效、最可靠的泵，才能达到这种真空水平。

### 挑战

由于高质量要求，BGC 选择普发真空作为其惰性气体质谱仪生产线真空设备的合作伙伴。这些系统对所需的真空解决方案寄予很高的要求，因为它们的技术上很成熟，具有体积小、便于携带的特点。最重要的是要完成所需的 UHV，其极限底压要求为较低的  $1 \cdot 10^{-9}$  至中等  $1 \cdot 10^{-10}$  hPa 范围。间或，抽吸系统也必须能够处理样品装载过程中遇到的更大气体负荷。由于 BGC 和普发真空曾经长期密切合作过，普发真空非常了解 BGC 研究的要求和领域。得益于这一条件，再加上与研究所的密切合作，从而可以开发出定制、独特的真空解决方案。

### 普发真空的解决方案

对于这种应用，稀有气体样品制备作业线和惰性气体质谱仪均需要 UHV 系统。这种真空水平已经通过使用涡轮分子泵系统、离子和非蒸散型吸气泵以及应用低温分离技术获得了。

为完全满足客户对样品制备作业线的要求，普发真空 HiCube Eco 系统被选作主要泵系统。

这个解决方案的决定性参数是：

- 紧凑的尺寸
- 简化布线和控制

- 能够远程安装控制单元
- 能够操作冷阴极真空计
- 无与伦比的低能耗（高真空模式下为 20 W）
- 高性价比

将普发真空 HiCube Eco 集成到样品制备作业线底盘特别方便。显示控制单元可以轻松地从泵组拆除，并安装在样品制备底盘的顶部附近，以使控制单元在该系统中的定位更合人体工程学，更方便操作人员。

而且，HiCube Eco 标准配置的 MVP 015-2 隔膜泵为客户及其应用提供额外的好处。只要 HiCube Eco 中的 HiPace 80 涡轮分子泵处于低功耗状态，隔膜泵将就会进入睡眠模式，自动关闭。因此，这种泵的有效性不是体现在组件的操作和记录时间上。这样提高了隔膜的使用寿命并节省电力，两者均降低了系统的运行成本。此功能还降低了系统的整体噪声和振动。虽然涡轮分子泵系统通常处于待机模式下，但需求增加时，它能够快速、可靠地响应。

凭借该解决方案，普发真空完全符合伯克利地质年代学中心的高要求，并成功进行了密切、可靠的合作。



图 2：普发真空的 HiCube Eco

## 我们提供一站式真空解决方案

普发真空代表着为客户在世界范围内提供创新的、定制化的真空解决方案，完美的技术，全方位的支持和可靠的服务。

## 完整的产品线

从一个配件到复杂的真空系统：  
我们是唯一能提供完整的产品线和技术服务的供应商。

## 理论与实践的完美结合

得益于我们的专业技术和完善的培训体系！  
我们提供给您完整的生产技术提升方案和全球统一的一流的现场服务。

您是否正在寻找  
完美的真空解决方案？  
请联系我们：

普发真空技术（上海）有限公司  
Pfeiffer Vacuum  
(Shanghai) Co., Ltd.  
T +86 (21) 3393 3940  
info@pfeiffer-vacuum.cn

Pfeiffer Vacuum GmbH  
德国总部  
T +49 6441 802-0  
info@pfeiffer-vacuum.de

[www.pfeiffer-vacuum.com](http://www.pfeiffer-vacuum.com)

**PFEIFFER**  **VACUUM**

