



用于DAC/ CO₂ 的高通量吸附测试仪

September 26th 2022

声明

本演示文稿中的材料由Avantium准备。
本演示文稿包含Avantium的专有和机密信息，仅为您的目的保密，未经Avantium明确书面许可，不得以任何形式向任何第三方披露或用于评估本提案以外的任何其他目的。
本演示文稿中的版权和其他知识产权仅归Avantium所有。

© Avantium Chemicals B.V. | All rights reserved.



内容

- 介绍
- Avantium 团队
- (客户团队)
- 演示
- Avantium' s 吸收仪能力
- (客户)
- 讨论

Rudolf.Wessels@Avantium.com

Jeroen.vandenReijen@Avantium.com

Ton.Huppertz@Avantium.com





Listed on stock exchange
Amsterdam & Brussels



avantium



Headquartered in
Amsterdam, Netherlands

催化和吸附

- 高通量催化剂和吸附测试
- 合同研发服务
- 炼油厂催化剂测试
- Flowrence设备

可再生聚合物

- 生物基FDCA和PEF的商业化
- 果糖高效转化为FDCA
- Avantium 100%拥有旗舰工厂（2023年）

可再生化学

- 道化学生物精炼厂
- Mekong bioMEG
- Volta: CO2 电化学



Founded in 2000
(spin-out Shell)

120+
patent families

3 Pilot Plants
Delfzijl and Geleen
(Netherlands)

240 employees
20+ nationalities



Avantium 催化剂和吸附剂业务线



服务

我们在阿姆斯特丹的Avantium实验室拥有700多个反应器和填料床。凭借这种内部能力，我们可以根据您的目标进行定制的催化剂和吸附测试。



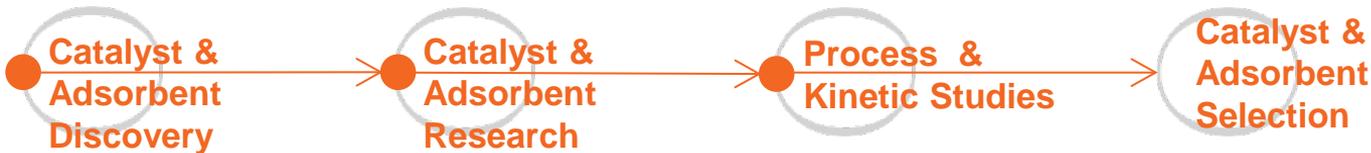
系统

Avantium的催化剂和吸附测试装置平台具有多个平行反应器/填料床，具有无与伦比的精度、可靠性和易用性



炼油厂催化剂测试

通过Avantium的独立性能测试，自信地为您的炼油厂选择最佳催化剂，用于商业催化剂的选择。



我们为全球客户提供服务



吸附测试仪是为了 直接空气碳捕获和 其他二氧化碳应用 研究

系统和服务





Avantium's 高通量吸附仪可以让世界变得更美好

Megatrends

Direction

Avantium's 性能



Global Warming



	分离	纯化	高通量溶液准备
液相: 高压和低压	✓	✓	✓
气相: 常压	✓	✓	✓
气相: 加压	✓	✓	✓



Air Pollution



CCUS



Sustainable Chemistry

Seven chemical separations to change the world

Purifying mixtures without using heat would lower global energy use, emissions and pollution – and open up new routes to resources, say **David S. Sholl** and **Ryan P. Lively**.

Adsorption selected by **Nature** as one of the most promising low energy separation and purification technology

28 APRIL 2016 | VOL 532 | NATURE | 435

为了更快的开发和筛选有效吸附剂高通量溶液是必需的



In preparation

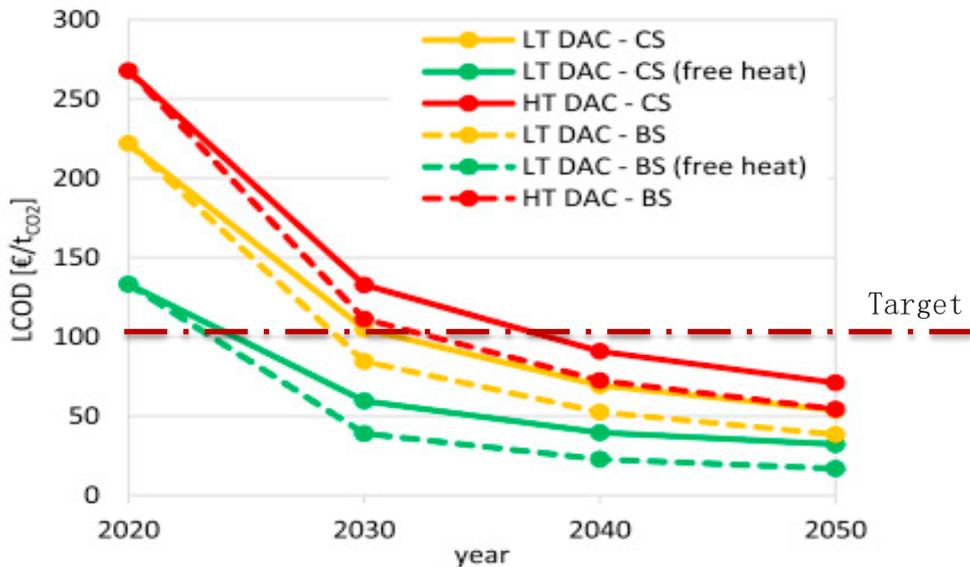


Operational



为什么使用高通量测试?

未来5-10年会大量降低 DAC CO₂ 产品的需求

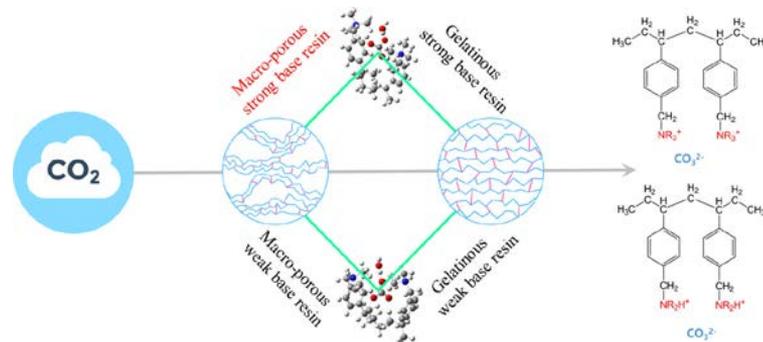


- 降低\$/tCO₂ 费用需要同时降低 CAPEX和OPEX.
- 大多数DAC系统都是模块化的（小型独立单元），限制了规模效益，因此获得合适的吸附剂至关重要.
- 降低OPEX需要更有效和节能的低成本吸附剂和工艺循环条件.
- 高通量测试将大大加快测试新的或改进的吸附剂的过程.
- 一旦选定，QC需要测试大量样品.



直接空气碳捕获研究涉及不同的变量显著的影响源于多种环境条件.

- 决定于：
 - 吸附剂（工作）容量
 - 存在水分时的吸附行为
 - 温度或压力对解吸的影响
 - 重复循环期间吸附剂降解
 - 选择性
 - 优化循环时间
 - 吸附动力学
 - 解吸动力学





Avantium 高通量DAC 系统 可提供

- 精确的流量控制
- 精确的温度控制
- 重复循环运行能力
- 循环开关打开突破阈值
- 测试粉末和颗粒吸附剂的能力
- 准确的分析
- 4、8或16列并联运行
- 在流出脉冲下的平稳阀门运行



8柱平行DAC unit

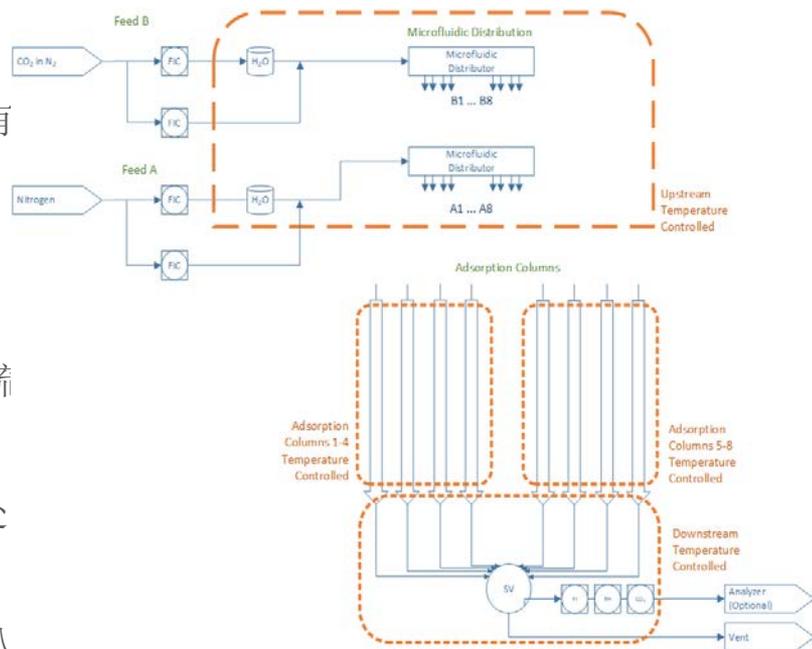


测试粉末 (>10 μm) 和成型吸附剂



CO₂吸附仪系统研究CO₂ 吸附和解吸过程

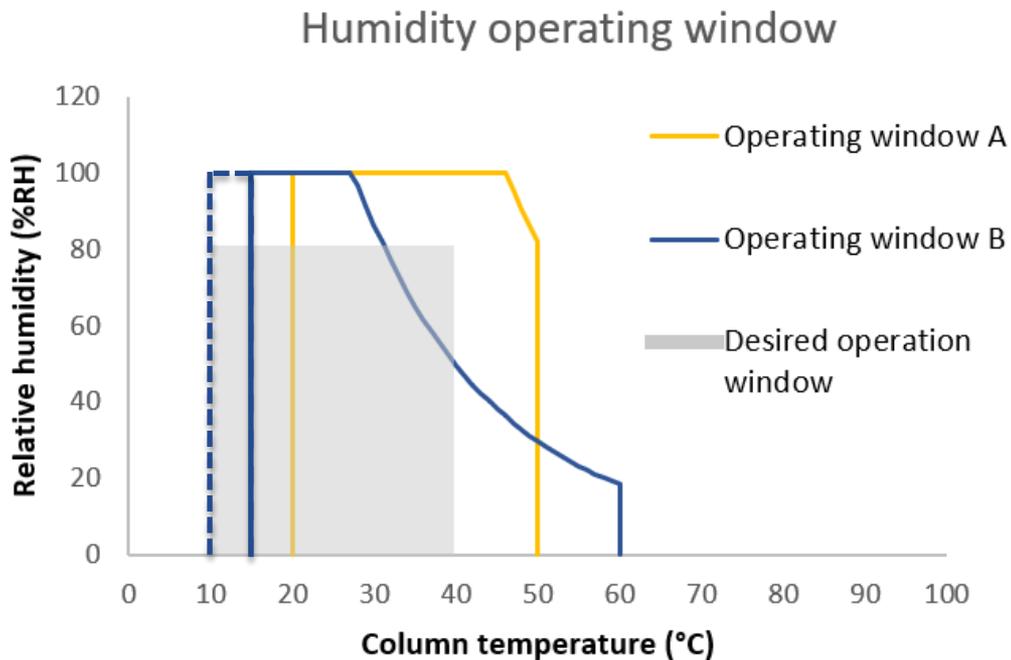
- CO₂吸附仪是一种小型化、平行性的吸附材料测试实验装置。
- 使用Avantium的微流体分配技术，可以在低流速下准确有效地分配进料，确保流速相等。
- 该装置允许两种气流，分别表示为“进料B”和“进料A”，用于预处理、突破性实验或吸附材料再生。
- “进料B”是含增湿CO₂的气体。通过混合饱和和干燥的气流可获得水分含量控制良好的气流
- “进料A”是一种气流，用于用增湿氮气对吸附剂进行预处理或用氮气再生吸附剂。
- 在这种情况下，A和B流都使用Avantium微流控技术分成八个平行通道



Simplified Process Flow Diagram



在不同单元上的湿度运行窗口



- 运行窗口
- 期望: 10 – 40 °C, 0 – 80 %RH
- 选项 A: 20 – 50 °C, 80 %RH可在整个温度范围内实现
- 选项 B: 10* – 60 °C, 80 %RH up to ca 31°C; 50%RH at 40°C

* Equipment limit 10 degrees Celsius, fully stable above 15 degrees Celsius.

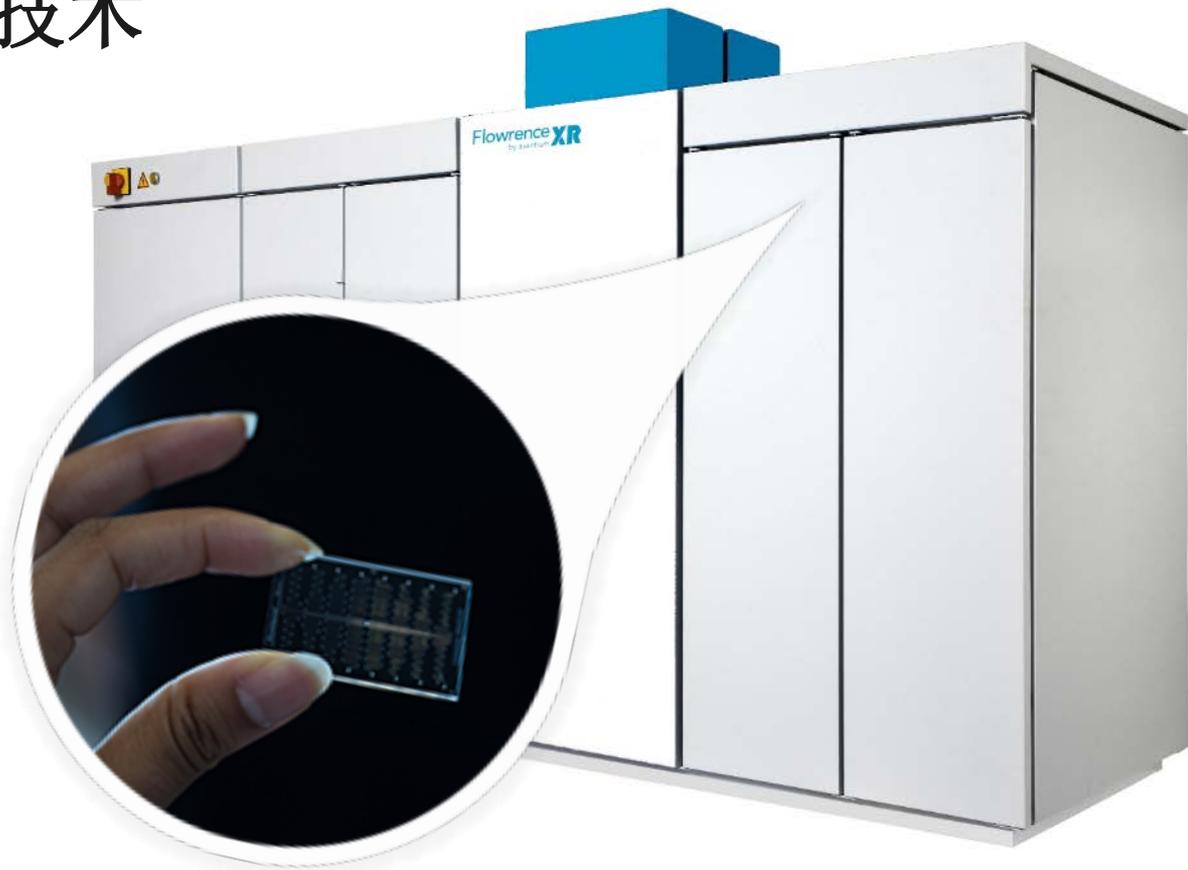


Flowrence® 测试技术

微流控

专利微流控玻璃芯片实现无与伦比的精确气体和液体分配。

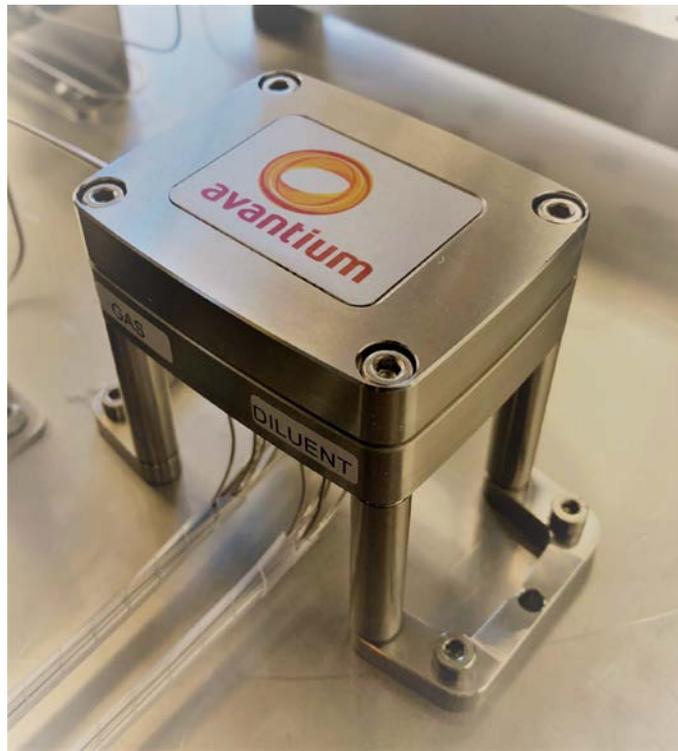
- 相对标准偏差 $<1\%$ (2s)。
- 微流控芯片可以轻松更换，以调整（新）应用的流量范围。



精确的气体分配

特性	规格	单位	备注
气体流量计/控制器精度	0.5 % Rd \pm 0.1% FS	-	在校准条件下
每根柱气流	25 - 150	NmL/min	-
	\leq 0.5	%RSD	8柱间的标准偏差

- 表中气体流量范围为标准单位。
- 每个柱的气体流量取决于所选的柱直径和客户要求。



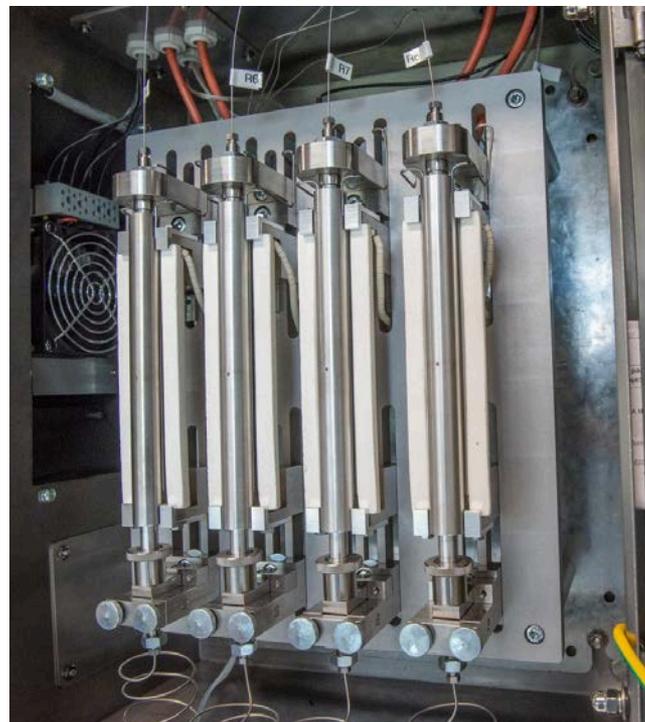
Micro fluid chip holder



吸附仪的平行性

特性	规格	单位	备注
柱管尺寸和材料	Length: 200	mm	石英或者不锈钢
	Internal diameter: 2.0 / 4.0	mm	-
	Outer Diameter: 6.0	mm	-
吸附剂体积	0.1 - 1.9	ml	-

- 平行列数为4、8或16，具体取决于客户要求。



Example of 4 columns in parallel

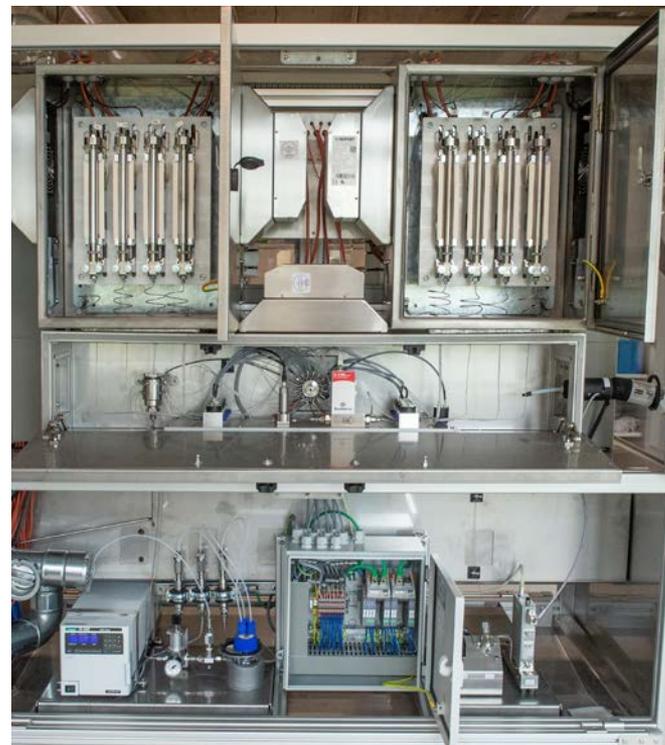
简便的管柱安装

- 使用石英柱时易于检查床高
- 平台上的快速气密和液密安装



柱温控制柜

特性	规格	单位	备注
柱运行压力	大气压	-	
柱操作温度(运行)	10 - 30 SD \leq 0.5°C 在加热区的柱间温差	°C	要求高于10 - 80 °C
	16	cm	等温区
柱操作温度(p预处理)	Up to 150	°C	-
	16	cm	等温区
柱加热结构	两组每组四个柱	-	每组在独立的温度控制外壳中



Example of 8 column unit



分析仪

特性	规格	单位	备注
MS 分析时间	0.3 -1.0	s	5-20 数据点 在更换柱之前
MS 精度	≤ 0.1 rel.	%	
MS Mass 范围	1 - 150 (200)	amu	
MS 动态范围	10 ppm - 100%	ppm	取决于设定
	1 - 1000		
内联湿度传感器	0 - 100	%RH	-
	±0.8	%RH	在+23 ° C精度
根据要求提供其他传感器或分析			



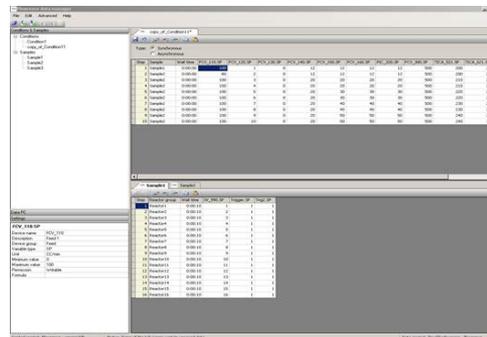
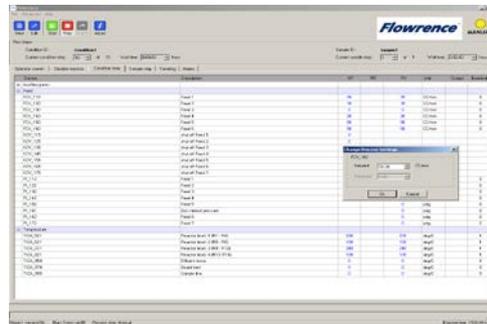
Example: Thermo Scientific™
Prima BT Bench Top Process Mass Spectrometer





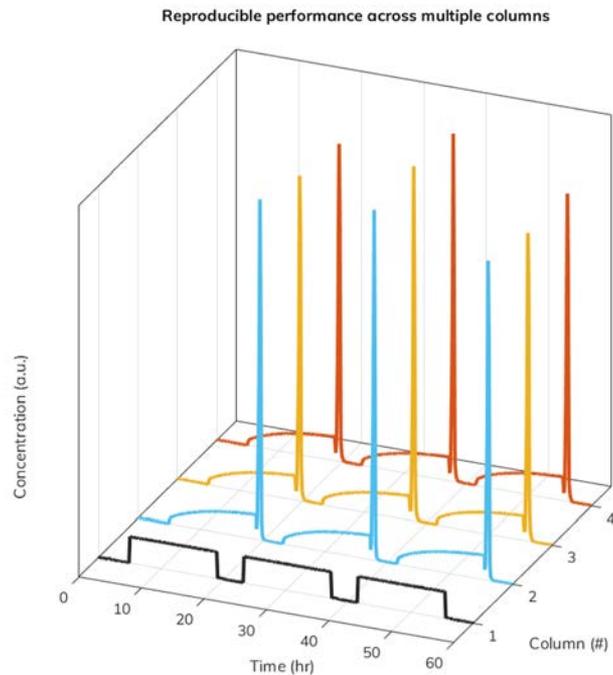
自动化、数据采集和处理

- 该系统使用Avantium的Flowrence软件进行控制：
 - 自动控制测试设置的所有方面
 - 完全自动化和无人值守的执行
 - 灵活的配方设计
- 数据处理：
 - Flowrence软件以1 Hz的频率将所有过程数据持续存储在Microsoft SQL Server数据库中
 - 在实验期间，将一个简化的数据集导出到数据仓库
 - 数据仓库中的每条线通常对应于突破曲线设置上的单个测量点，以最大限度地提高数据存储的稳定性



从大气中捕获CO₂

- 停留时间、温度和相对湿度等参数在直接空气捕捉应用中很重要
- 在研究参数之前，我们首先证明了试验装置的可再现性
- 图（右）显示了平行测试的三个吸附柱以及三个吸附和三个解吸循环中的一个空柱的出水浓度

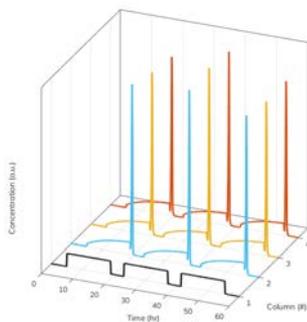


Adsorption was carried out isothermally, desorption was carried out using temperature swing at a controlled ramp rate



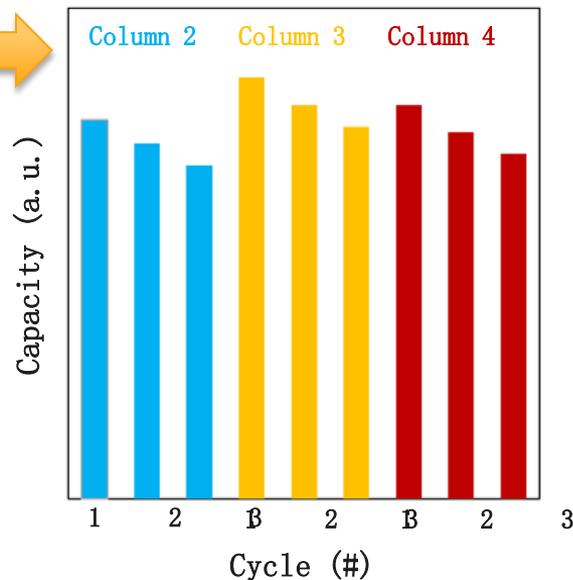
再现性，驻目一观

- 仔细观察，除了从一列到另一列的重复性之外，其他细节也变得显而易见
- 在初始循环中，吸附剂的CO2容量会随着循环的进行而降低
- 此类信息是相关的，应纳入测试协议中-单次循环并不总是足够的



From raw data...

...to adsorbent performance across cycles



Deviation between columns between 1.5 and 2% of measured capacity



高通量测试的优点一览



快速吸附剂筛选

由于同时测试多个样品，
工艺优化或吸附剂开发
可缩短上市时间。



试验条件下的灵活性

尽可能接近工艺条件



降低实验成本

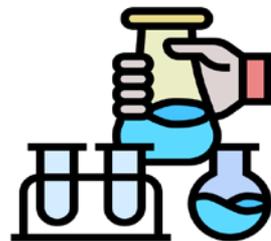
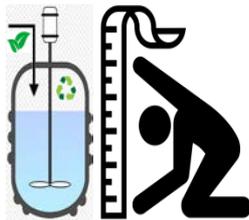
使用小样本，通过较小
批次和进料降低实验成
本，典型样本量在0.1–
2.0 ml之间



可靠的结果

在相同试验条件下同时
测试多个样品

R&D 服务 vs 系统



您自己的系统

R&D 服务

气体成分和分析

为满足您的实验需求而专门设计的标准或单元。通用设置，以适应最常见的条件。

工艺条件

温度范围和压力的灵活性。

吸附：环境温度 - 80°C 样品制备和解吸最高温度300°C

容量

灵活性 - 选择所需列数以满足所需容量

标准4列、8列、16列。

短期可用性

系统的交付周期在6-12个月之间变化

如果感兴趣的组件与Avantium现有的设置兼容，则采用先到先得的原则。可能在几周后开始。



联系Avantium

- 可为DAC和CC研究提供优化解决方案.
- 找到我们 <https://www.catalysis.avantium.com/adsorption/>
- E-mail : catalysis@avantium.com
- 我们的工作方式:
 - 这一切都始于详细的范围界定过程
 - 然后是一份指示性建议, 说明服务的验证和DOE, 或系统的单元规范
 - 在您的反馈之后, 将准备一份最终提案
 - 服务情况下的验证执行根据验证结果最终决定下一步
 - 按照DOE的描述进行实验
 - 报告结果或装置调试
 - 在这个过程中, PL每周都会更新您的信息

Jeroen.vandenReijen@Avantium.com

Rudolf.Wessels@Avantium.com

Ton.Huppertz@Avantium.com





Thank You