

3FLEX

Surface Characterization

三站全功能型多用吸附仪



可以组合使用定压和
定体积增量方式的
高级进气模式

先进歧管设计
嵌入式控制系统
提供超稳定的
压力和温度
测定环境，提高分辨率



3Flex全功能型多用吸附仪

全自动三站分析仪，具有高精度、高分辨率以及超强的数据处理能力：

- 比表面积
- 介孔
- 微孔
- 化学吸附
- 吸附热
- 蒸汽吸附

先进的性能与技术

- 配置三个分析站，同时进行介孔、微孔测量，可满足用户的特定需求
- 可多站同时进行不同气体的吸附测量
- 研究型仪器提供极佳的介孔/微孔、物理吸附或化学吸附分析，可用于低表面测试的氮气吸附分析
- 蒸汽吸附能力
- 带硬密封阀门和金属密封件的超净歧管设计，具有高抗化学腐蚀性、便于排气，密封性远超同类产品
- 管歧管、P₀管、分析站独立多级传感器-满足三个样品同时微孔分析的需要
- 可测量相对压力低至10⁻⁹的等温吸附线
- MicorActive™ 数据处理软件提供强大的、直观的数据分析，可重置或者自定义报告
- 先进的进气模式，用户可根据需要组合定压和定体积增量模式
- 体积小，节省宝贵的实验室空间

微孔分析—高分辨率 高通量

3Flex能够同时平行地分析三个样品，一次分析可得到三个完整的等温线。歧管的设计和构造以及高真空系统使得每一个3Flex分析站都可以达到非常低的绝对压力。因为较小孔径需要在较低的相对压力下进行测量，所以微孔数据也能够得到更加精确的测量。

3Flex是对MOFs、沸石、活性炭、吸附剂以及各种多孔、非多孔材料表征的理想工具。

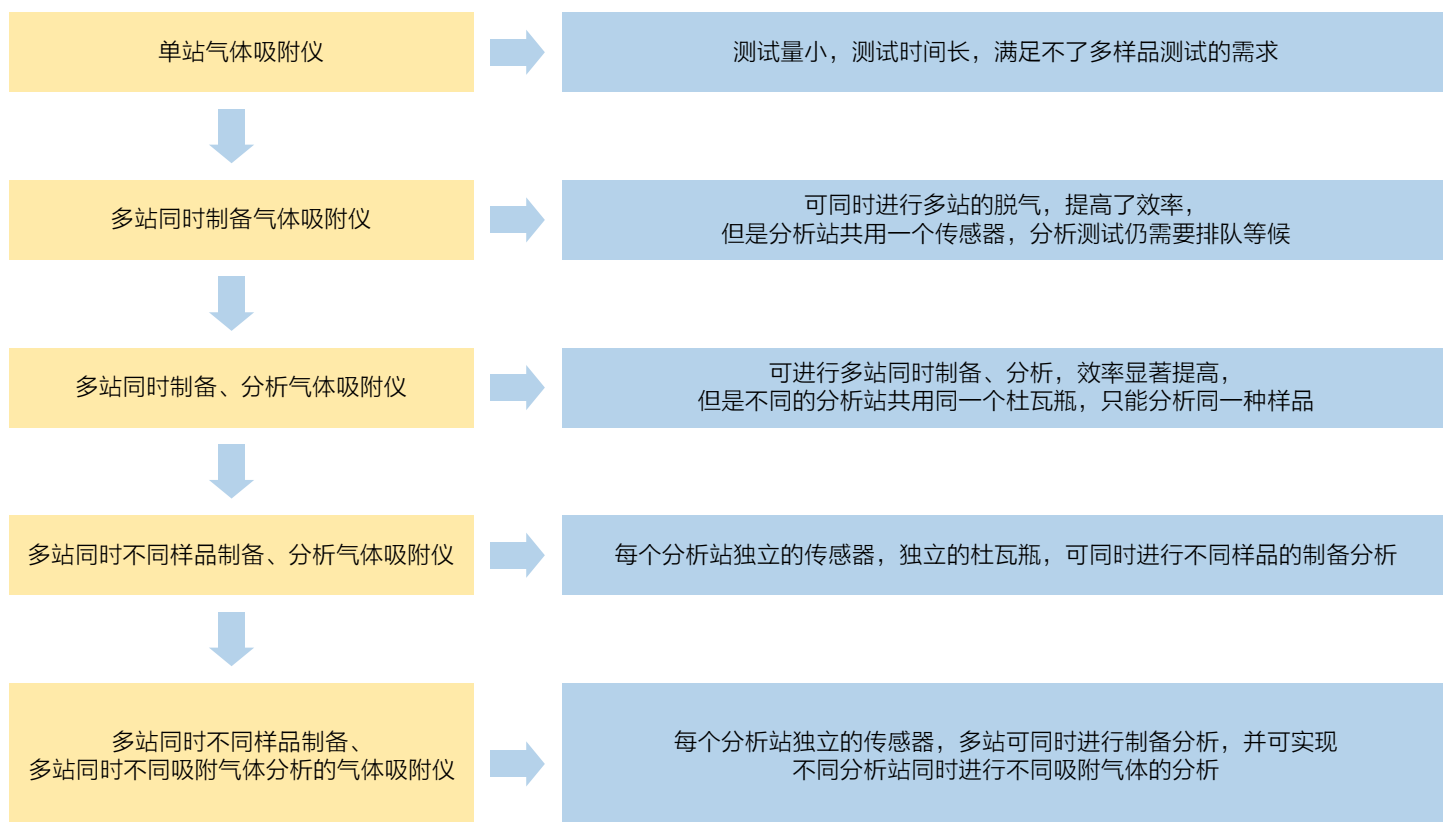


创新型多站气体吸附仪

3Flex为创新型多站气体吸附仪，首创多站同时不同气体的吸附测试，同时兼具物理吸附、化学吸附、蒸汽吸附等多种功能，开辟物理吸附测试新时代。

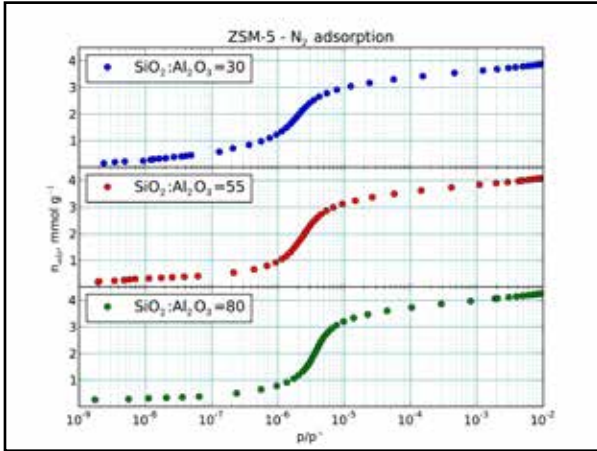
随着材料研究的不断深入，研究者对材料表征仪器提出越来越高的要求，气体吸附仪经历了几代变迁，逐步满足用户的需求。

气体吸附仪发展历程：

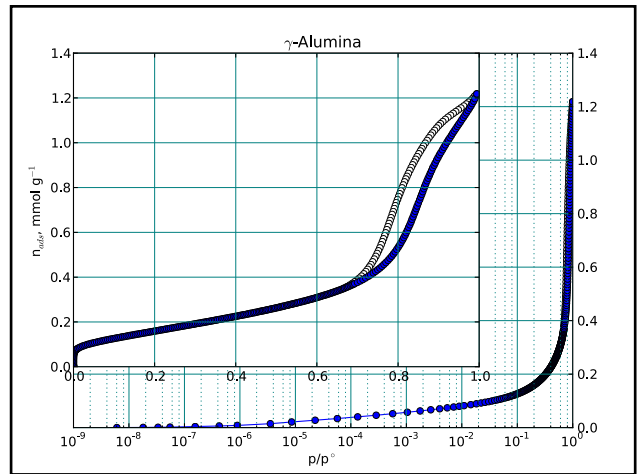


高分辨率等温线

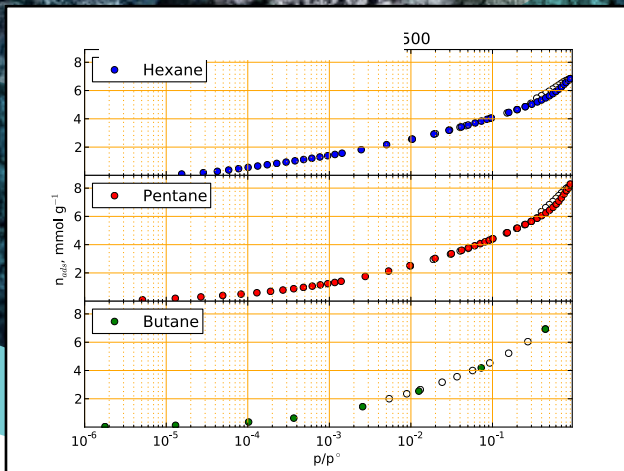
新的歧管设计和嵌入式的操作系统为压力和温度的测试提供了一个非常稳定的环境。除了硬件的改进，3Flex具有众多软件新功能，包括先进的进气模式，用户可根据需要组合定压和定体积增量模式。



ZSM-5的氮气吸附等温线



γ-氧化铝的氮气吸附等温线



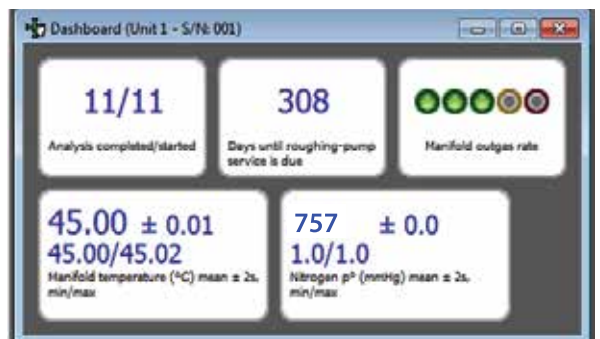
粒状活性炭的丁烷、戊烷、己烷吸附等温线

蒸汽吸附等温线

3Flex拥有一个常用气体以及蒸汽的流动性质的数据库。通过使用碳氢化合物作为吸附气体很容易获得等温线数据。

创新的控制面板

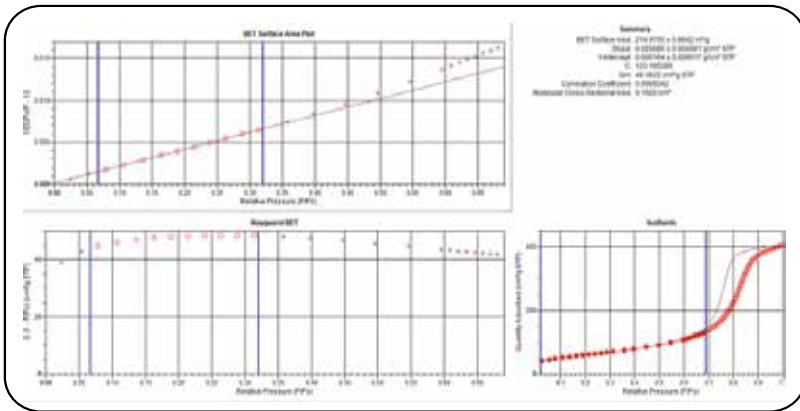
只需轻点一下，3Flex就能提供一系列实时运行状态的信息



3Flex数据处理和控制软件

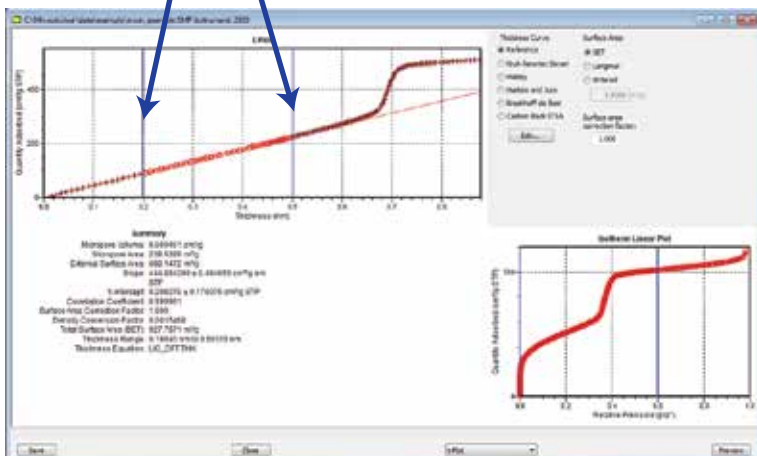
- 交互式软件，可直接获取吸附数据，通过简单地移动计算条，可立即更新文本属性。一键即可访问重要参数
- 交互式数据操作模式，尽量减少使用对话框和到达指定参数的路径
- 更强的数据叠加对比能力，最多可叠加25个文件包含与压汞仪数据和与其他同类产品数据地添加和删除
- 可通过图形界面直接在BET、t-plot、Langmuir、DFT等模型中选择数据范围。MicroActive包含NLDFT模型计算孔径分布

- 报告选项编辑器使用户能够自定义报告，并可在屏幕上预览。每一份报告都有总结、表格和图像等信息



通过实时显示，MicroActive交互式软件减少用户为得到合适的BET表面积图而进行的非常麻烦的尝试过程

用于拟合参数和评估性能的数据



MCM-41 硅石77K下氮气吸附的t-Plot图表明：尽管气体吸附量很大，但它不是一个微孔材料

美国麦克仪器创新的交互式数据软件MicroActive使用户能够以交互方式评估等温线数据。利用交互式、可移动的计算条，可快速地选择/排除实验数据，拟合所需范围的实验数据点。还可实时查看在每个模型的线性和对数刻度等温线。

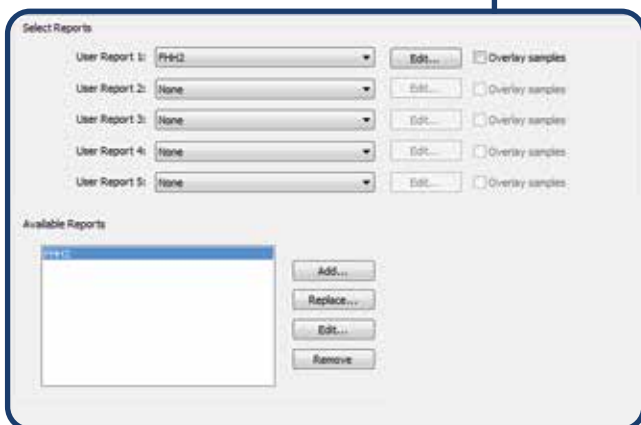
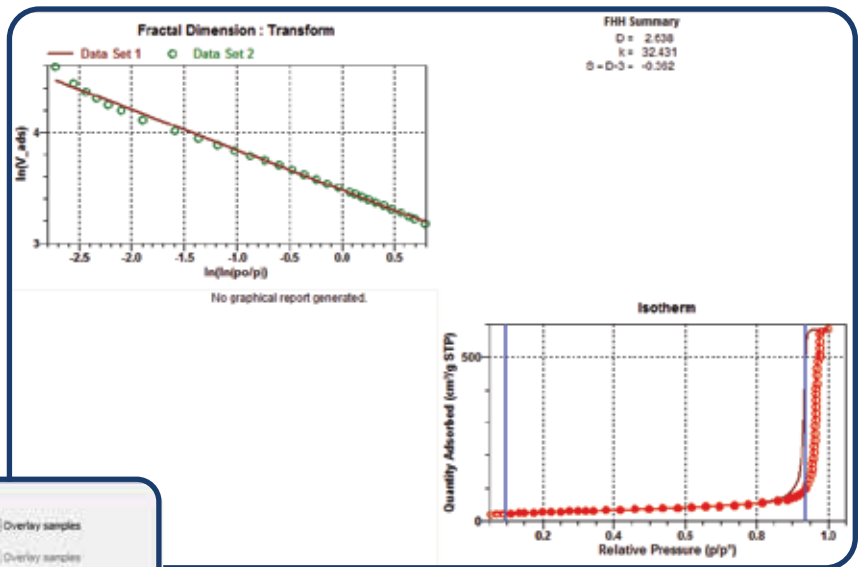
3Flex交互式报告包括:

- 等温线
- BET比表面积
- Langmuir比表面积
- t-Plot
- Alpha-S方法
- BJH 吸附和脱附曲线
- Dollimore-Heal吸附和脱附曲线
- Horvath-Kawazoe(HK)
- MP-方法
- DFT、NLDFT孔径和表面能
- Dubinin-Radushkevich
- Dubinin-Astakhov(DA)
- 用户自定义报告 (5个)



含用户自定义报告的 Python编程语言

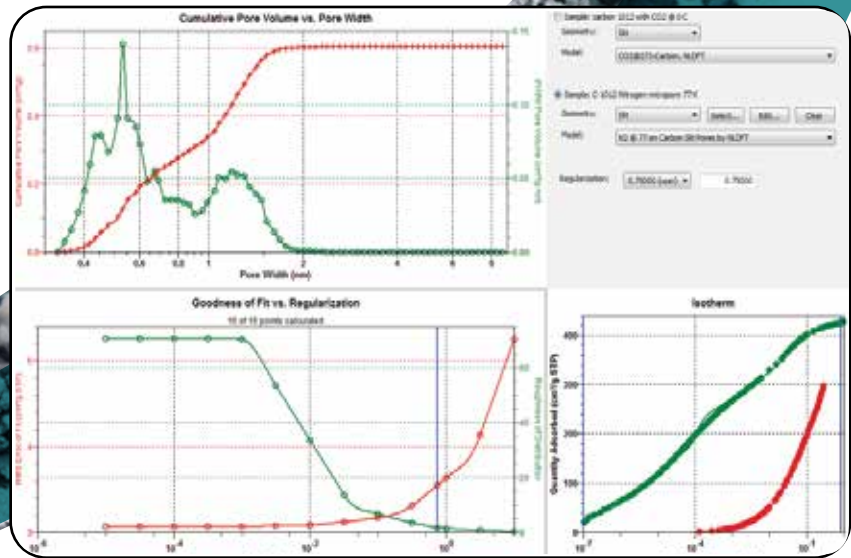
Python编程语言已经被纳入3Flex软件。这种强大的脚本语言允许用户在仪器的应用中扩展标准报告库。美国麦克仪器加入新的脚本使MicroActive用户可自定义报告。



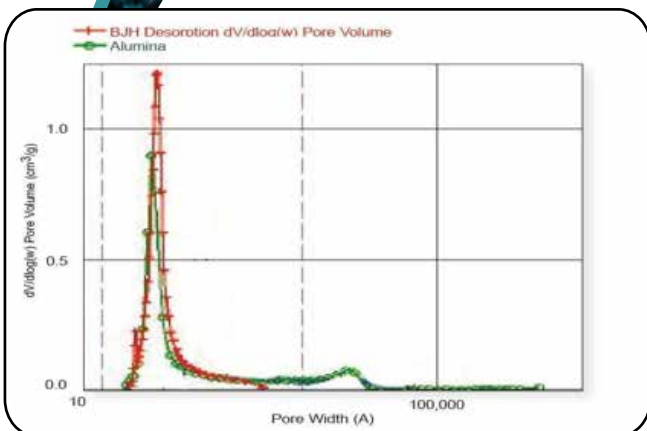
新的等温线模型或计算方法可方便地添加到报告系统。
MicroActive的Python界面能够设置用户自定义报告，扩展应用

NLDFT双等温线拟合模型与孔径分布

NLDFT高级PSD、双等温线模型使用户能够应用氮吸附和二氧化碳吸附两条等温线得到材料全范围孔径分布（例如碳狭缝孔）。相较于标准氮吸附分析，此种方法可以将孔径分析拓展到更小的孔径。这是因为二氧化碳可在低温下能够进入更小的微孔，而氮气由于扩散限制无法进入。



先进的NLDFT方法使用户能够使用两条等温线来确定样品的孔径分布。例如，二氧化碳在273K吸附等温线（红色），氮在77K吸附等温线（绿色）用于计算一个单一的孔径分布。用户无需剪切和黏贴氮和二氧化碳吸附数据—可以使用两个等温线获得单一的孔径分布。



BJH脱附和压汞数据叠加，记录氧化铝颗粒不同的孔径分布

压汞法/气体吸附数据叠加功能

MicroActive软件还包括一个强大的工具，能够将压汞法得到的孔隙分布与气体吸附等温线得到的孔径分布图叠加。这种新功能使得用户能够在—个软件中即可分析微孔、介孔和大孔分布。

可选的密度函数模型

材料	气温/温度	吸附模型	理论模型	应用
碳材料	Ar, 77K	无线狭缝孔模型	NLDFT	碳材料, 无限狭缝孔, 孔径0.35nm-12nm, 吸附数据可使用高达饱和/升华压力 (203 tor)
碳材料	N ₂ , 87K	无线狭缝孔模型	NLDFT	碳材料, 孔径0.35nm-100nm, 无限狭缝孔, 吸附数据可使用高达饱和/升华压力 (2130 tor)
碳材料	Ar, 87K	二维孔分布模型 AR*=6	2D-NLDFT	碳材料, 孔径0.35nm-25nm, 2D-NLDFT, 有限狭缝孔, 孔壁径与孔宽度比为6
碳材料	Ar, 87K	二维孔分布模型 AR*=12	2D-NLDFT	碳材料, 孔径0.35nm-25nm, 2D-NLDFT, 有限狭缝孔, 孔壁径与孔宽度比为12
碳材料	Ar, 87K	无线狭缝孔模型	NLDFT	碳材料, 孔径0.35nm-100nm, 无限狭缝孔
碳材料	N ₂ , 77K	二维孔分布模型 AR*=6	2D-NLDFT	碳材料, 孔径0.35nm-25nm, 2D-NLDFT, 有限狭缝孔, 孔壁径与孔宽度比为6
碳材料	N ₂ , 77K	二维孔分布模型 AR*=12	2D-NLDFT	碳材料, 孔径0.35nm-25nm, 2D-NLDFT, 有限狭缝孔, 孔壁径与孔宽度比为12
碳材料	N ₂ , 77K	无线狭缝孔模型	NLDFT	微孔介孔碳材料, 孔径0.35nm-100nm, 无限狭缝孔
碳材料	N ₂ , 77K	无线狭缝孔模型	NLDFT	碳材料, 孔径0.35nm-300nm, 无限狭缝孔
碳材料	Ar, 87K	无线狭缝孔模型	NLDFT	碳材料, 孔径0.35nm-300nm, 无限狭缝孔
碳材料	CO ₂ , 273K	无线狭缝孔模型	NLDFT	碳材料, 孔径0.35nm-1nm, 无限狭缝孔
分子筛	N ₂ , 77K	圆柱孔模型	NLDFT	氧化物及碱性金属(Na、Ca、K等) 离子交换型分子筛
分子筛	N ₂ , 77K	圆柱孔模型	NLDFT	氧化物及H ⁺ /NH ₄ ⁺ 离子交换性分子筛的孔径分布
分子筛	Ar, 87K	圆柱孔模型	NLDFT	氧化物及H ⁺ /NH ₄ ⁺ 离子交换性分子筛的孔径分布
交联粘土	N ₂ , 77K	Window	NLDFT	交联粘土的孔径分布
所有	N ₂ , 77K	固体表面模型	NLDFT	无微孔或小介孔材料的表面能分布
所有	Ar, 87K	固体表面模型	NLDFT	无微孔或小介孔材料的表面能分布
碳材料	N ₂ , 77K	圆柱孔模型	SWNT,NLDFT	
碳材料	N ₂ , 77K	圆柱孔模型	MWNT,NLDFT	
碳材料	Ar, 87K	圆柱孔模型	SWNT,NLDFT	
碳材料	Ar, 87K	圆柱孔模型	MWNT,NLDFT	
分子筛	Ar, 77K	H-Form	NLDFT	
分子筛	Ar, 77K	Me-Form	NLDFT	

*AR是孔壁径与孔宽度比

催化剂表征 – 3Flex化学吸附

化学吸附分析可以在设计和生产阶段以及使用一段时间后的催化材料所需的信息进行评估。化学吸附等温线可显示材料表面活性信息。通过可选的化学吸附配置，研究者能够获得催化剂、催化剂载体以及各种其他材料的物理或化学性质等宝贵信息。

流通样品管和超净阀门
能在高真空环境下
提供原位活化

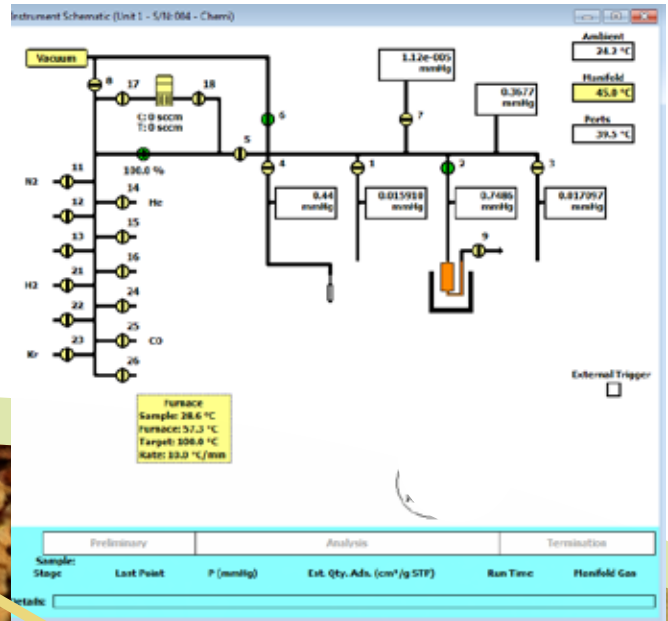
产品特点和优势

- VCR密封保证高清洁度、高密封性和一定的基础压力，因此可得到低压化学吸附等温线，可测量氧敏感材料
- 高精度的质量流量控制器提供极其精确、可编程的气体控制
- 高温加热炉（高达1100度）提供快速和精确梯度控制，温度控制精度高，重复性好
- 高达十二个进气口，可使用多种气体，提高研究效率拓展应用范围
- 卓越的温度控制确保精度和可重复性
- 设计独特，可在几十秒内实现从化学吸附到微孔物理吸附的转化
- 新型耐高温、精密石英样品管提高分析的准确度和灵敏度
- 精密、加热的脱气站结合外接探测器，例如质谱仪或热导检测器，可进行TPR、TPD或程序升温表面反应
- 蒸汽也能够作为化学吸附分析的吸附剂
- 全氟醚橡胶，氟化橡胶或丁苯橡胶O型圈有很高的抗化学腐蚀性



卓越的硬件灵活性

十二进气歧管和蒸汽进气是标准的化学吸附配置。在样品反应过程中，使用质量流量控制器（MFC）提供精确和高重复性的流量控制。MFC属于化学吸附标准配置。



Preparation Options

Backfill and match transducer

Backfill gas: Nitrogen

Evacuation rate: 50.0 mmHg/s Unrestricted evac. from: 30.0 mmHg

Vacuum level: 5.0e-002 mmHg Evacuation time: 0.10 h

In situ activation

Task	Gas	Temp. (°C)	Rate (°C/min)	Time (min)	Pressure (mmHg)
EVAC		35.0	100.0	30	
FLOW H2	H2	400.0	10.0	60	
EVAC		400.0	10.0	60	
EVAC		35.0	10.0	60	

Buttons: Insert..., Edit..., Delete, Clear

Step Detail: Evacuation: Rate: 5.0, Unrestricted evac. from: 5.0, Evacuate for 60 min below 5.0e-002 mmHg

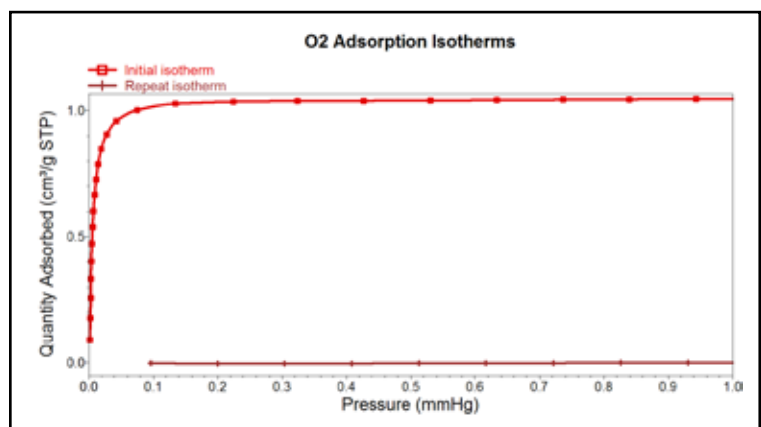
Buttons: OK, Cancel

原位样品制备和活化

原位样品制备和活化提供完全自动化的方法，不需要用户介入或完全参与反应，分析非常简单。灵活的预处理选项可用于还原、氧化、排气以及脱气。

样品分析选项

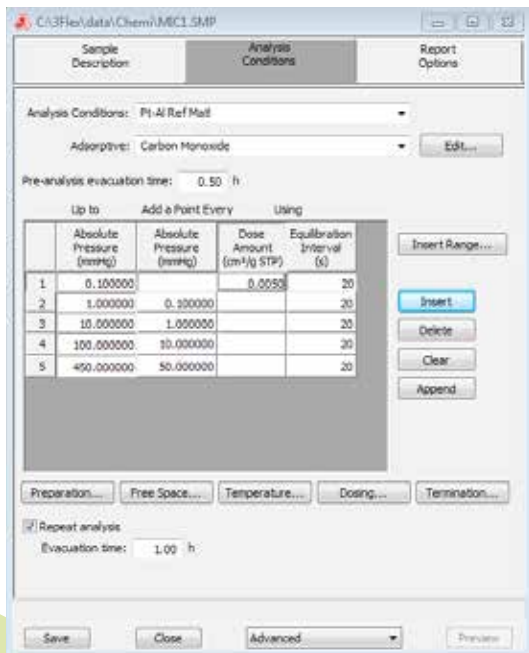
- 选择气体
- 测量在室温和分析温度条件下的自由空间
- 压力设置表上增加进气选项，用户可改变压力增量、体积增量以及数据点之间的平衡时间。
- 从进气口或蒸汽进口进气
- 重复等温线分析可逆吸附



钨基材料在300°C的氧吸收等温线。

分析前样品在300°C还原30分钟。

数据显示在该压力范围内所有的吸收是不可逆的—对应在氧空位区的吸附。

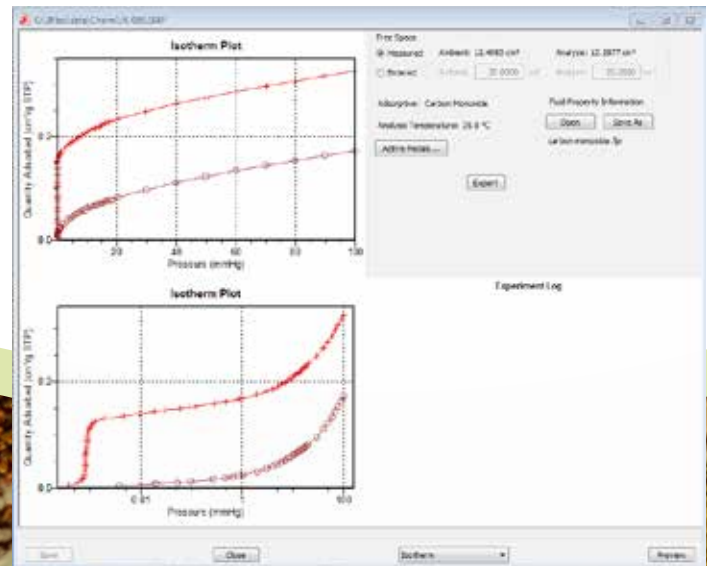


具有通用界面的新方法

使用通用的界面，物理和化学分析统一的分析条件能够帮助用户快速开发新方法。

高分辨率等温线

歧管设计为化学吸附提供超净的环境，可得到活性表面吸附的高分辨率等温线。

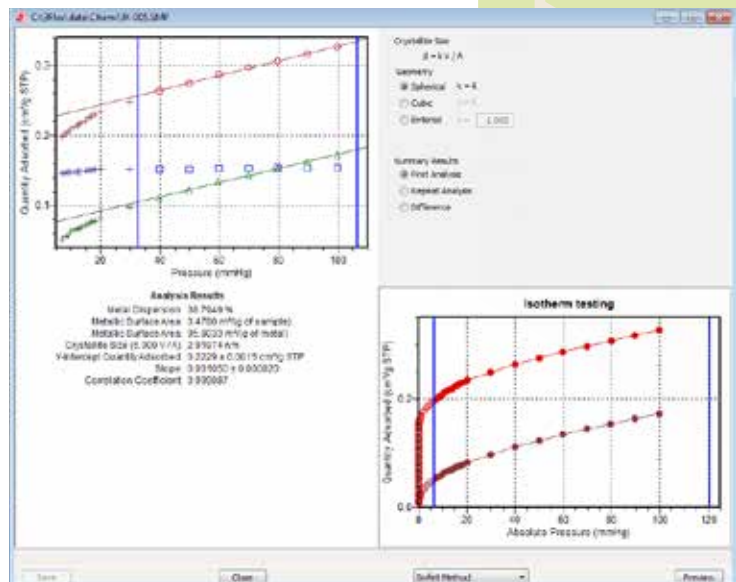


报告数据包括：

- 活性金属表面积
- 晶粒粒径
- 可逆和不可逆吸附
- 单层吸附量
- 活性金属分散度

MicroActive 交互式软件

MicroActive可使用户直接获取和处理化学吸附等温线数据。直观的图形用户界面可快速评估数据，用于计算可逆和不可逆反应的吸附气体的量。可获得分散度、金属表面积和晶粒粒径。



3Flex 产品应用

制药行业	比表面积及孔隙度在药品的净化、加工、混合、制片和包装能力中扮演着重要角色。药品有效期、溶解速率与药效也依赖于材料的比表面和孔隙度。
陶瓷	比表面积和孔隙度影响陶胚的加工和烧结固化与成品的强度、质感、外观以及密度。釉料以及玻璃原料的比表面积影响皱缩、裂纹、表面分布的不均匀性。
吸附剂	比表面积、总孔体积和孔径分布对于工业吸附剂的质量控制和分离工艺的发展非常重要，它们影响吸附剂的选择性。
活性炭	汽车油气回收、油漆的溶剂回收和污水污染控制方面，活性炭的孔隙度和比表面积必须控制在很窄的范围内。
炭黑	轮胎的磨损寿命、摩擦性和使用性能与添加的炭黑比表面积相关。
催化剂	催化剂的活性表面及孔结构显著影响到反应速度。孔径的控制只允许所需大小的分子进入并通过，使催化剂产生预期的催化作用进而得到主要产物。
油漆及涂料	颜料或填料的比表面积影响油漆和涂料的光泽度、纹理、颜色、颜色饱和度、亮度、固含量及成膜附着力。印刷媒质图布的孔隙率在平面印刷中非常重要，因为其影响到起泡、着墨力和着墨性能。
推进燃料	燃料材料比表面积直接影响燃烧速率，速率过高危险性增大，过低导致故障和不精确。
医学植入体	控制人造骨骼的孔隙度可使其更易被人体组织所吸收。
电子学	超级电容生产商通过选择高比表面、精细设计的孔网络材料，可以最优化原材料的消耗量，同时为储电容量提供更多的外比表面。
化妆品	当细颗粒的团聚倾向使得粒度分析困难时，化妆品生产者利用比表面积来预测颗粒尺寸。
航空工业	比表面积和孔隙度影响隔热防护和绝缘材料的重量和功能。
燃料电池	燃料电池的电极需要具有可控孔隙度的比表面积来得到最佳能量密度。
地球科学	孔隙度对于石油勘探和水文地理学是非常重要的，因为它关系到地质结构的含液量以及怎样能够抽出这些液体。
纳米管	纳米管的比表面积和微孔孔隙度可用来预测材料的储氢能力。