

# AUTOCHEM III

催化剂全面表征的  
单个实验室分析仪器

[micromeritics.com/AutoChem](http://micromeritics.com/AutoChem)



 micromeritics®

Micromeritics AutoChem是应用最广、被引用最多的催化剂表征系统。  
它是用于化学吸附和程序升温分析的全自动高精度系统。

全新的 AutoChem III 超越了 Autochem II 性能，  
创新设计**每天**能够为用户**节省几个小时的实验时间**。  
**完成高灵敏度的可重复测试**，同时**提高操作安全性**。

|               |           |           |
|---------------|-----------|-----------|
| 脉冲化学吸附        | 金属分散度     | 负载型金属催化剂  |
| TPR 程序升温还原    | 金属表面积     | 酸或碱催化剂    |
| TPO 程序升温氧化    | 活性表面积     | 氧化物或沸石催化剂 |
| TPD 程序升温脱附    | 颗粒尺寸      | 前沿电池阳极材料  |
| TPSR 程序升温表面反应 | 脱附热       | 燃料电池催化剂   |
| 单点 B.E.T.测试   | 活化能       |           |
| 穿透曲线          | B.E.T.表面积 |           |

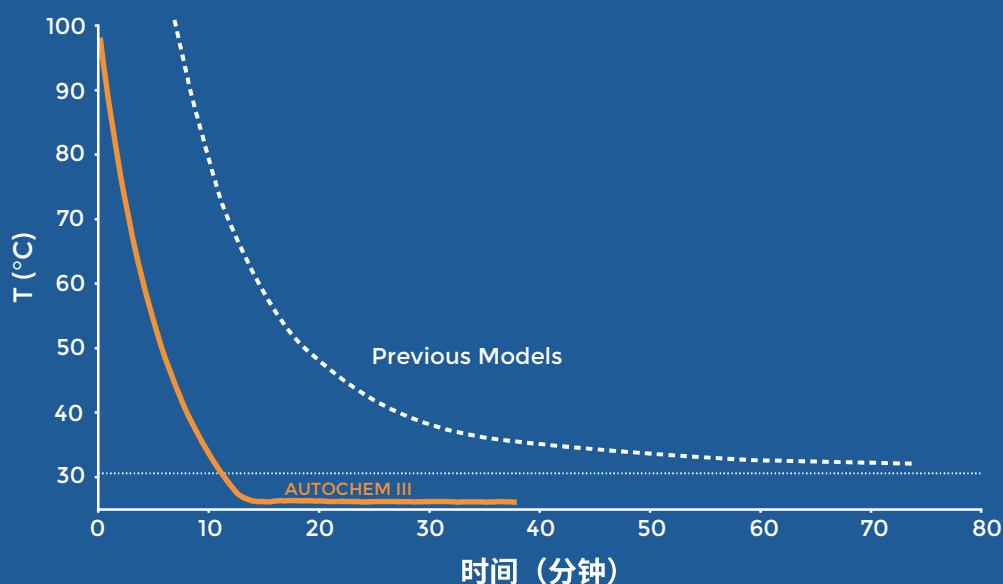


# 快速简单

AutoChem III 的全新设计旨在简化关键实验步骤。每天能够为用户节省**几个小时**，减少测试时间，提高实验效率。

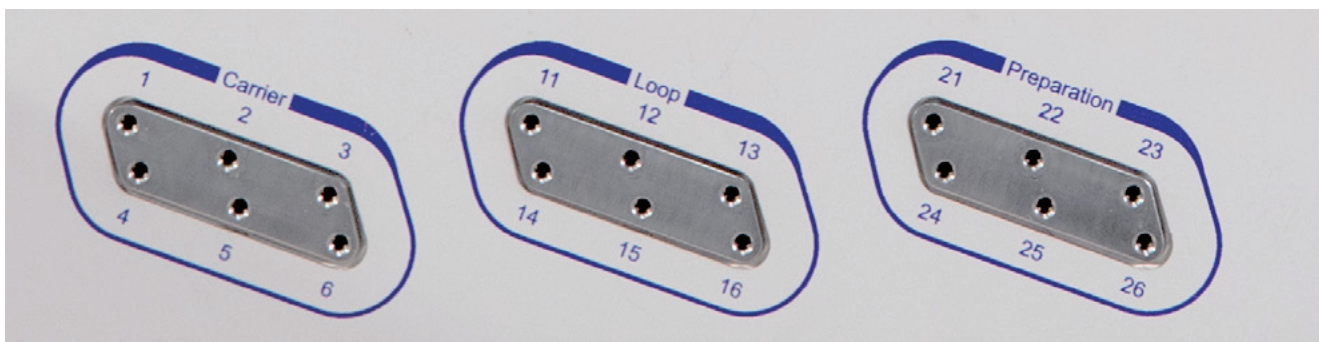
## 使用 AutoCool 实现快速周转

全新的 AutoCool 集成气体冷却系统，可在实验前和实验中快速冷却样品管。AutoCool 比上一代冷却系统**快 30 分钟**，不需要液体或外部帮助。



## 无需另外准备水蒸汽捕获冷却浴

全新的 AutoTrap 可高效捕获水蒸汽，**无需手动制备冷却浴**。传统的水蒸汽捕获方法需要耗时制备冷却浴，手动混合液氮与异丙醇。AutoTrap 的沸石能够有效捕获水蒸汽，可以不间断用于多次实验，且可原位再生。



## 18 路进气口

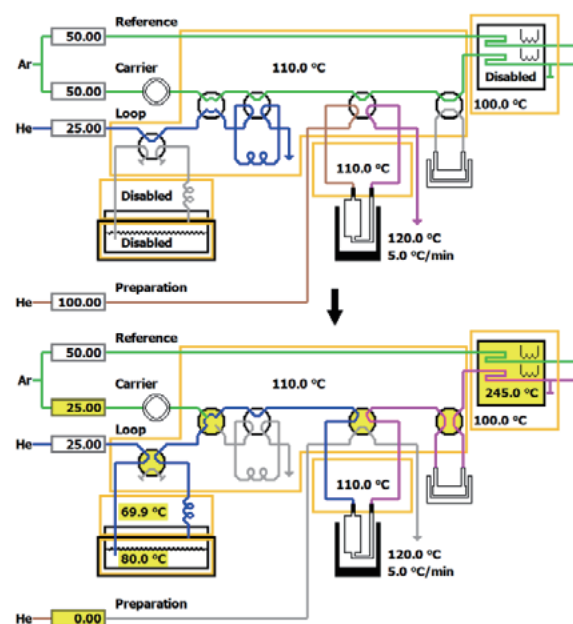
无需浪费时间重新连接和切换气路：在实验需要的时候气体已经准备好。

AutoChem III 有 18 路进气口，可**随时进行下一个实验**。

准备好合适的混合气体还意味着，不会因设计不当的外部气体连接而引入误差；混气过程也不会影响数据精度，从质量流量控制器引入不必要的误差。

## 个性化编程，程序可视化

全新的 **MicroActive** 软件编辑具有直观的流程图，可以显示仪器每个步骤的编程状态，从而检查您的方法是否与您的想法相匹配。

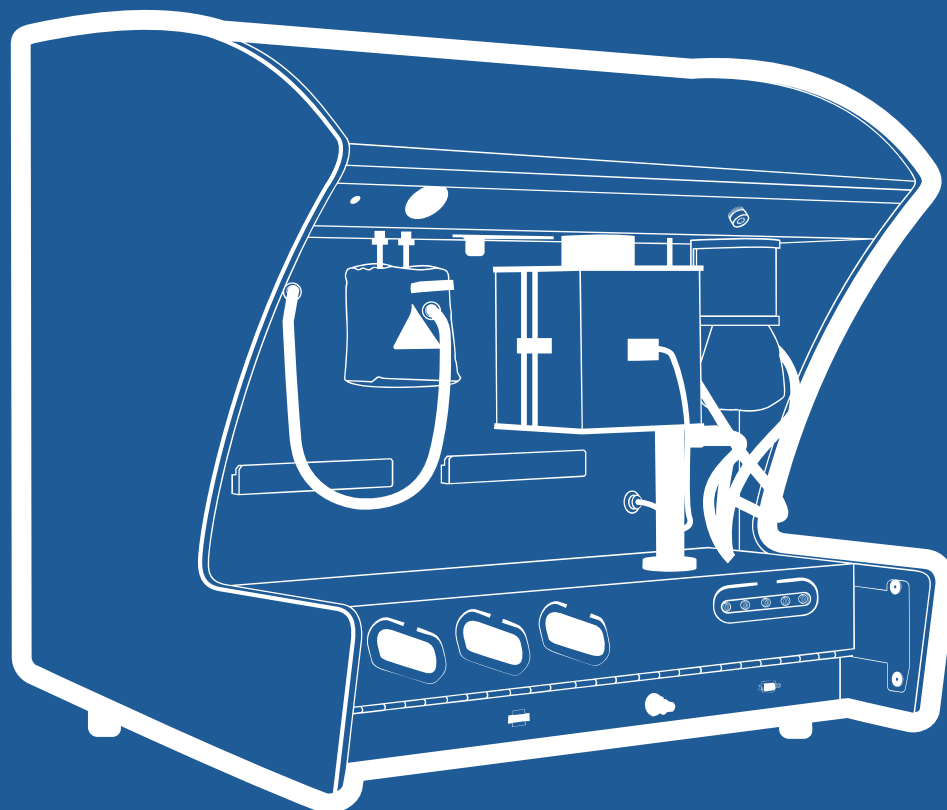


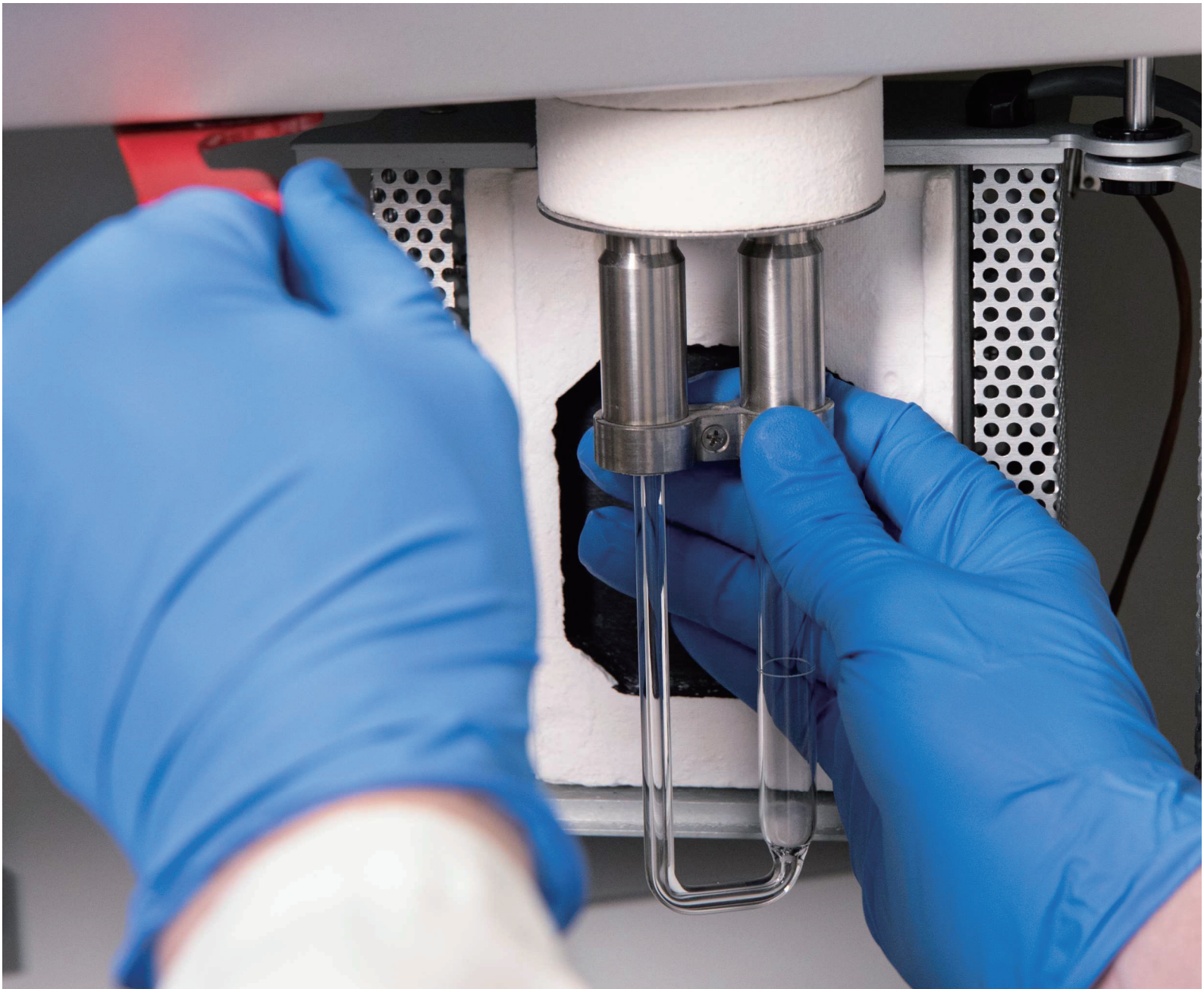
## 轻松提高实验精度： 独家自动 TCD 校准

AutoChem III 通过自动 TCD 校准可轻松提高精度。传统设计进行校准时需要多次重复参考材料或忽略温度和压力变化而引起的单点偏移。

有专利的气体混合阀和专用参考流量控制器相结合的自动多点校准，AutoChem III 可以实现最精确的气体体积测量。与传统设计相比，注射 Loop 的温度控制和压力检测可减少 5% 的误差。这一流程**快速、自动，无需人工，能够产生比传统设计更准确的结果。**

美国专利号 #10487954 B2





## 安装样品便捷

全新专利保护的 KwikConnect 样品管安装比传统设计更快、更容易、更可靠。**独立组件数量是传统设计的一半，没有螺纹接头。**安装和拆卸更加轻松快速，降低了样品管破裂的风险。一体式省心密封口可完全密封系统。

# AUTOCHEM III

## 特点

了解更多



### 内部气体温度控制

四个单独的区域，可防止蒸汽在管路中冷凝，提高整体信号稳定性

### KwikConnect

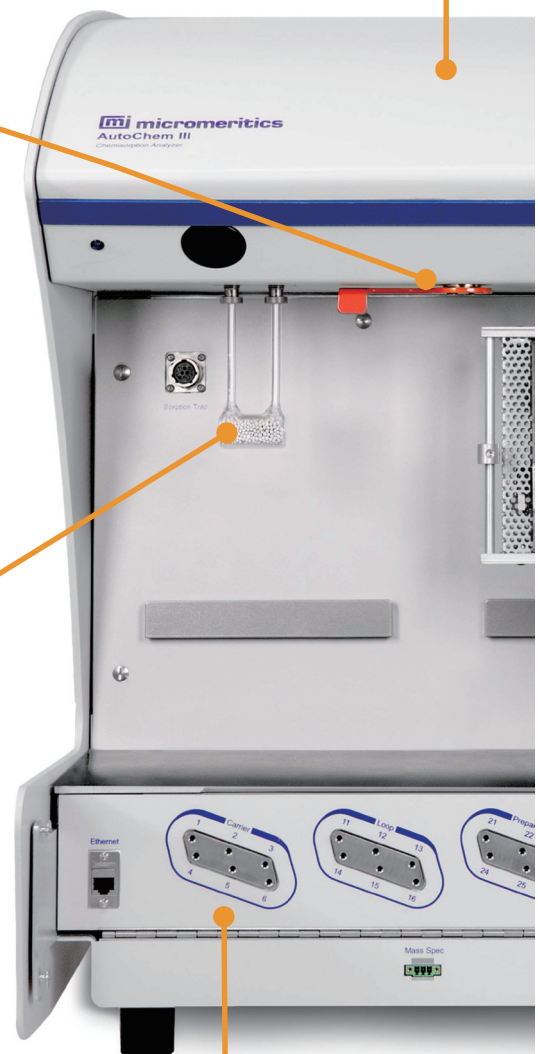
样品管安装快速、简单、安全，无螺纹连接，独立组件数量是传统设计的一半

### 独特的 AutoTrap

为 TPR 实验提供卓越的除水性能，使用方便且每天能够节省几个小时

### 18 路总进气口

Preparation 气、Carrier/Reference 气和 Loop 气各六路，可连续进行不同类型的实验，节省实验时间



### 最低限的内部气体体积

提供最高的峰值分辨率，并在改变气流成份时将拖尾降至最低

### 高灵敏度热导检测器 (TCD)

灵敏度是上一代 TCD 的 2 倍，可以测量较少的样品，检测次级反应，并对结果更有信心

### 温度可控耐腐蚀检测器

可兼容腐蚀性气体，并能避免上一代设计的气体泄漏，可靠性高和使用寿命长

### 集成 AutoCool

比单独的压缩空气能更快地冷却样品炉和样品，无需使用低温液体，每次实验平均节省 30 分钟

### 高温开合炉

最高可达 1200°C，加热速率从 0.1°C/分钟到 100°C/分钟，加热过温可能性极低



# 更好的测试 更自信的结论

**AutoChem III 提供的结果可以得到更自信的结论。在与反应相匹配的条件下，可获得更高的测量精度和可重复性，对测量更有信心。**

## 准确的温度控制

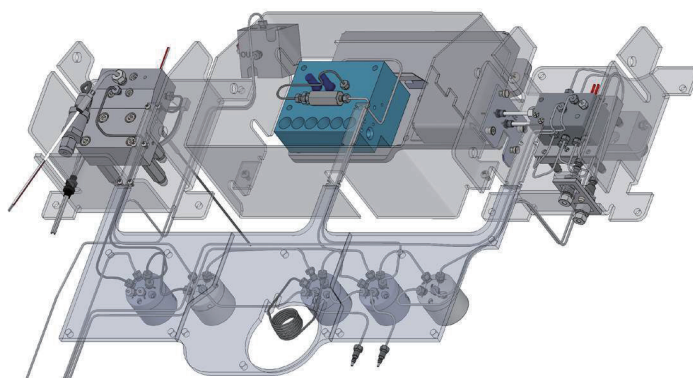
精确的温度控制对于模拟反应条件和预防贵金属催化剂失活是至关重要的。  
**AutoChem III 在每个关键性能上都超越了传统系统。**

- 最宽温度范围：-100°C 至 1200°C
- 最宽的加热速率范围：0.1°C/分钟至 100°C/分钟  
可重复温度曲线  
准确测量活化能 E
- 原位检测样品温度  
控制精度高，无过热
- 四个独立控制的气流温区可避免蒸汽冷凝，提高测量稳定性

## 最精确的气流成份

**AutoChem III 具有最低的气体体积，消除改变气流时的组份遗留和信号拖尾。**  
可保证从一个实验切换到另一个实验精确的气流成份。

18 路进气口的配置可以满足实验所需的多种气体成份，  
不会引入在线混气的误差。



## 每一步都有更好的温度控制

### 高温炉

模拟  
反应条件

### 蒸汽

控制  
蒸汽成份

### 气流

最大程度  
提高检测灵敏度

### 检测器

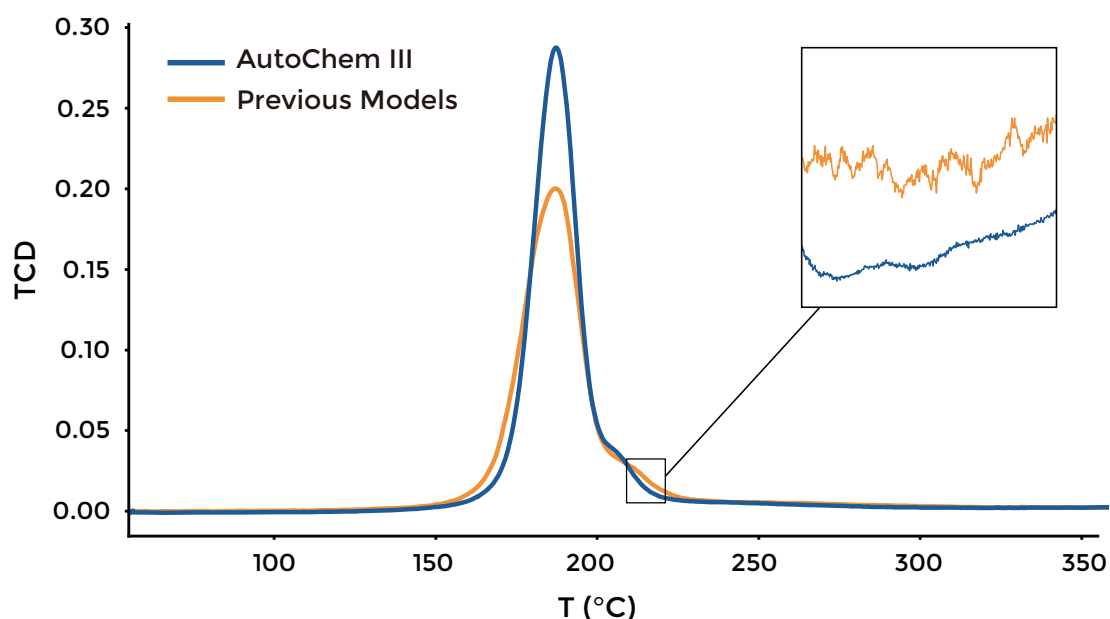
确保  
稳定性

## 使用全球灵敏度最高的化学吸附系统 更好地了解化学反应

全新的 **AutoChem III** 采用新的热导检测器 (TCD)，其灵敏度比传统设计高出 **110%**。能够使用**较少的样品质量**，准确检测**次级反应**，并获得**更高准确度**的催化剂特性（如位点覆盖率）。

参比流有专用的质量流量控制器 (MFC)，可增强检测器灵敏度，为样品流提供稳定的参比。传统设计中，一路载气同时用于参考流和信号流以至于样品流和参考流之间相互干扰，信号不稳定。

可调节温度的 TCD 是一种出色的传感器，工作寿命长，能够预防漏气等操作错误。传统设计中使用的 **4-element** 检测器容易过早失效。





## 连续蒸汽注射

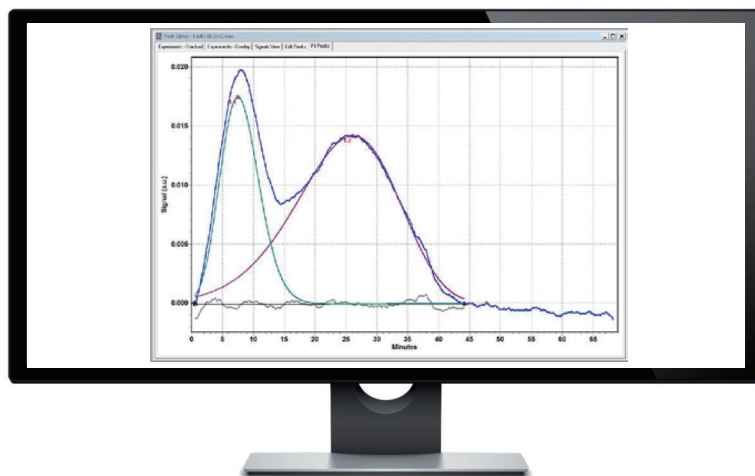
通过自动蒸汽校准程序能够更快的和更完整的分析材料选择性和功能性。注射可重复性优于1%，**实现连续自动注射**。蒸汽发生器可产生均匀的饱和蒸汽流，如水、醇、胺或有机物，用于 TPD 样品预处理或作为反应气流。

与仅限于离散蒸汽流脉冲的传统设计相比，全新的连续注射能够**更快、更均匀地注射蒸汽**。

## 快速数据分析报告

使用 Micromeritics 自带 AutoChem 数据分析软件，从实验数据快速过渡到材料特性。通过以下获得需要的所有答案：

- 交互式峰分析包括：极限值选择、基线定义、积分和去卷积
- 内置分析模型：脉冲化学吸附、分散度、金属表面积、颗粒尺寸、一级动力学、脱附热、活化能、BET、Langmuir、总孔体积等
- 质谱仪数据的无缝集成
- 详细、可配置的图形报告



# 提高 操作安全性

**AutoChem III 提高了每个测试阶段的操作安全性，减少暴露的可能性和潜在的危险环境。**

## 无低温液体

新的 AutoTrap 除水**不需要使用液氮等低温液体**。AutoTrap 也不需要制备冷却浴，无需在玻璃真空瓶中剧烈混合醇和其他溶剂。

## 快速冷却

新的 AutoCool 在每次实验后可将样品管**快速冷却到室温**，快速更换样品并**开始下一次实验**，**无需触摸热玻璃样品管**。KwikConnect 样品管安装系统仅需一个动作即可取下样品管，无需繁琐的螺纹连接和单独的适配器。

## 第三方测试和认证

Micromeritics 产品经过第三方测试，符合最高级别的法规遵从性和操作安全性。确信安装和运行的系统能够满足需要单独鉴定或评估的电气安全和兼容性的要求。



# 仪器

## 技术指标

| AutoChem III                    |                                                                                           |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 温度                              | 环境温度至 1200°C                                                                              |
| 升温速率                            | -100°C to 800°C 高达 100°C/分钟<br>800°C to 1000°C 高达 50°C/分钟<br>1000°C to 1200°C: 高达 25°C/分钟 |
| Preparation 气                   | 6 路进气口: H <sub>2</sub> 、O <sub>2</sub> 、He、Ar、H <sub>2</sub> /Ar 等                        |
| Carrier 气                       | 6 路进气口: He、Ar、H <sub>2</sub> /Ar 等                                                        |
| Loop 气                          | He、H <sub>2</sub> 、CO、O <sub>2</sub> 、N <sub>2</sub> O、NH <sub>3</sub> /He 等              |
| 脉冲化学吸附                          |                                                                                           |
| 程序升温分析: TPR、TPO、TPD、TPSR        |                                                                                           |
| 强化学吸附: 活性金属面积、分散度、颗粒尺寸          |                                                                                           |
| 活性位点表面浓度                        |                                                                                           |
| 还原、氧化温度                         |                                                                                           |
| 酸性位点强度分布: Lewis/ Brønsted酸性位点分布 |                                                                                           |
| 穿透曲线分析                          |                                                                                           |
| 活化能                             |                                                                                           |
| 可选技术指标                          |                                                                                           |
| CryoCooler                      | -100°C 至 1200°C                                                                           |
| 质谱检测器                           |                                                                                           |
| 连续或脉冲蒸汽注射:<br>水、酒精、胺、芳香族有机物等    |                                                                                           |
| 强耐腐蚀性                           |                                                                                           |
| B.E.T. 表面积                      |                                                                                           |

# 配件 和附件

## 质谱仪

质谱仪可直接检测特定反应的产物特性和数量。尤其在研究未知反应或产生多个产物的反应时是非常有价值的。带加热传输线的单四极质谱仪可检测高达200 amu的质量，可与 **AutoChem III** 集成操作进行数据采集。

**AutoChem III** 预备了质谱仪通信端口，可与实验室的现有质谱仪协调联用。

## 蒸汽发生器

样品预处理或者分析过程中使用水、酒精、吡啶、芳香族有机物等进行蒸汽脉冲或连续蒸汽流分析。

## 耐强腐蚀性 (ECR)

对于需要腐蚀性气体成分的反应化学，可以选择耐强腐蚀性特殊版本的 **AutoChem III**。由高耐磨哈氏合金、高稳定性全氟弹性体和惰性涂层不锈钢材质制成，在最恶劣的工作条件下提供最大的稳定性。

## CRYOCOOLER

液氮冷却系统可在低至  $-100^{\circ}\text{C}$  的温度下开始实验。

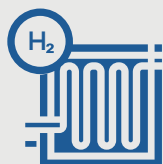


## 相关应用



### 净零技术

开发高效催化剂对于研究  $\text{CO}_2$  减少和氢清洁能源，实现可持续能源的未来是非常必要的。**AutoChem III** 作为非常有利的工具，优化  $\text{H}_2/\text{O}_2$  在电解电极上的吸附和解离，探索反应条件下解吸现象。能够量化酸或碱位点，可优化反应性和选择性等。



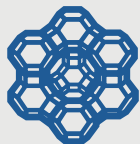
### 燃料电池

**Pt** 基催化剂如 **Pt/C**、**PtRu/C**和 **PtRuIr/C**，通常采用程序升温还原的方法表征氧化物相的数量，通过脉冲化学吸附来计算：金属表面积、金属分散度和平均颗粒尺寸。



### 部分氧化

用于氨、甲烷、乙烯和丙烯等气相氧化的**Mn**、**Co**、**Bi**、**Fe**、**Cu** 和 **Ag** 等催化剂的表征采用程序升温氧化和脱附来计算氧脱附热和解离热。



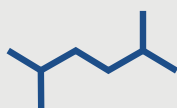
### 催化裂化

沸石等酸性催化剂可将大分子的碳氢化合物转化为汽油和柴油。这些材料表征包括：**NH<sub>3</sub>** 的化学吸附和程序升温脱附。



### 催化重整

氧化硅、氧化铝或硅铝载体上负载的 **Pt**、**Rh**、**Sn** 等催化剂可用于生产氢、芳烃和烯烃。



### 异构化

负载贵金属（通常为 **Pt**）的小孔沸石（发光沸石和 **ZSM-5**）等催化剂可将直链烷烃转化为支链烷烃。



### 加氢裂化： 加氢脱硫和加氢脱氮

由金属硫化物（**Ni**、**W**、**Co** 和 **Mo**）组成的加氢裂化催化剂通常用于不使用典型催化裂化催化剂，含有多环芳烃进料的催化工艺。



### 水煤气转换反应

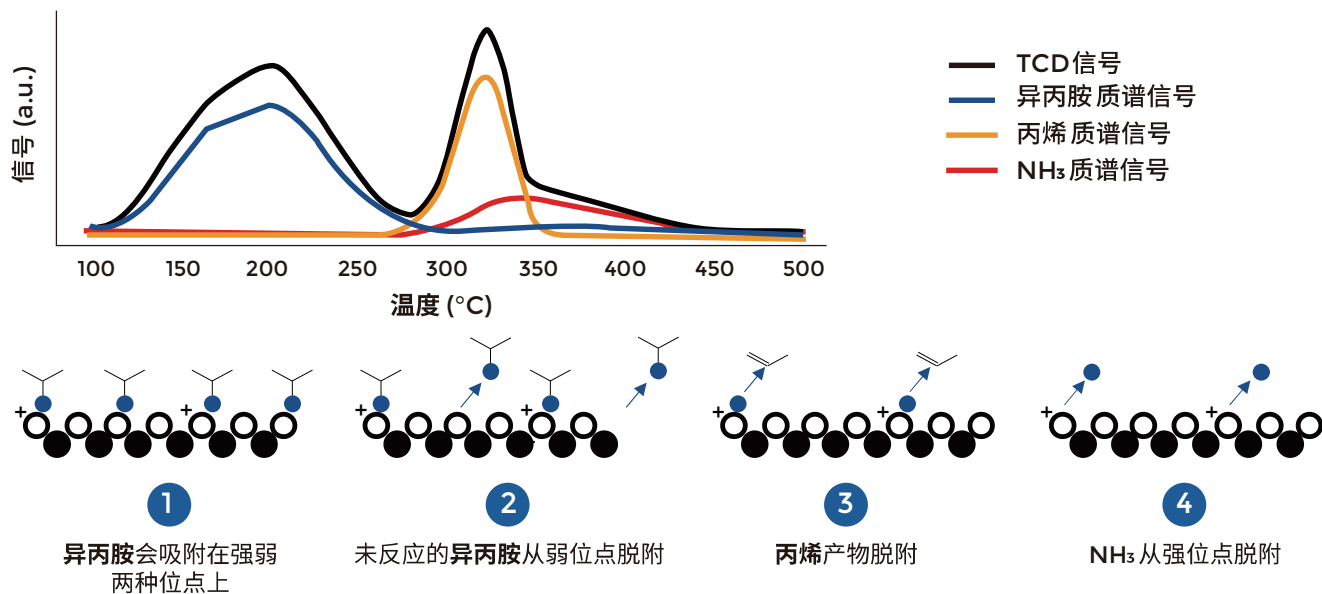
水煤气转换反应是氢气生命周期中的重要过程，能够推动净零技术的发展。常用的 **Cu-Zn-Al** 或者 **Fe-Cr** 等催化剂通过 **TPR** 和脉冲化学吸附表征最大程度地提高催化活性。

# AUTOCHEM

## 实验方法

### 程序升温反应

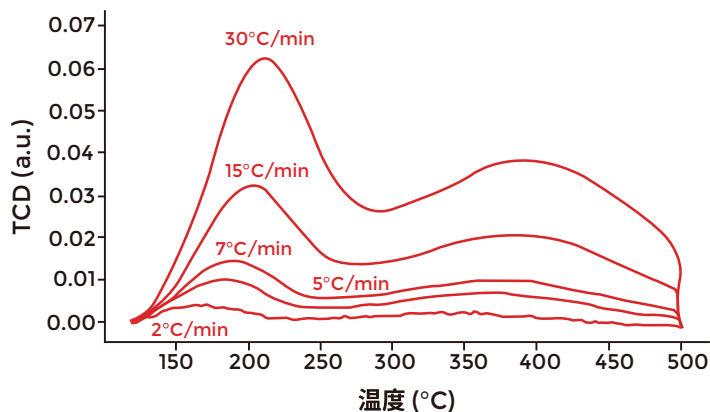
程序升温反应可通过改变气流成份来观察反应过程随着温度的变化。随着温度的升高和气流成份的变化记录消耗反应气体量，生成反应产物以及脱附的结合物种。



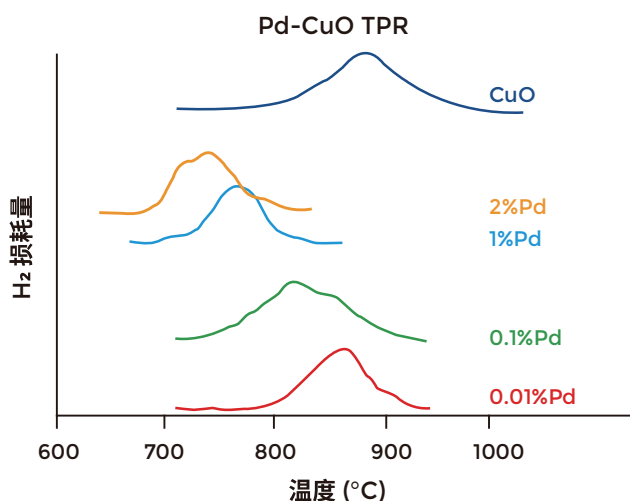
### 程序升温脱附 (TPD)

在惰性气流中加热吸附剂样品将已吸附的吸附质脱附出来，NH<sub>3</sub>-TPD 是最常见的应用方法之一。在预处理过程中样品先饱和吸附 NH<sub>3</sub>，然后升温加热脱附已经吸附的 NH<sub>3</sub>，测试沸石等材料酸性位点的强度。类似的，CO<sub>2</sub>-TPD 可测试碱性位点的强度。

样品分解的气相也可用于表征去除 CO<sub>2</sub> 的碳酸盐或储氢的氢化物。



## 程序升温还原 (TPR)



TPR 是一种特殊的程序升温分析，采用 H<sub>2</sub> 和惰性载体（通常为 Ar）的气体混合物流经氧化物样品。气流中的 H<sub>2</sub> 被消耗并产生水蒸汽。水蒸汽被 **Autotrap** 捕获同时检测载流中 H<sub>2</sub> 的消耗量。

通常，TPR 用于测量多相催化剂从氧化物状态还原到活性零价金属所需的条件（温度、时间和活化能）。

## 程序升温氧化 (TPO)

在 TPO 中，气流中的 O<sub>2</sub> 被消耗，通常与不同形式的 C 反应生成 CO 或 CO<sub>2</sub>。TPO 对于表征金属氧化物催化剂的活性和优化工艺条件具有重要意义。

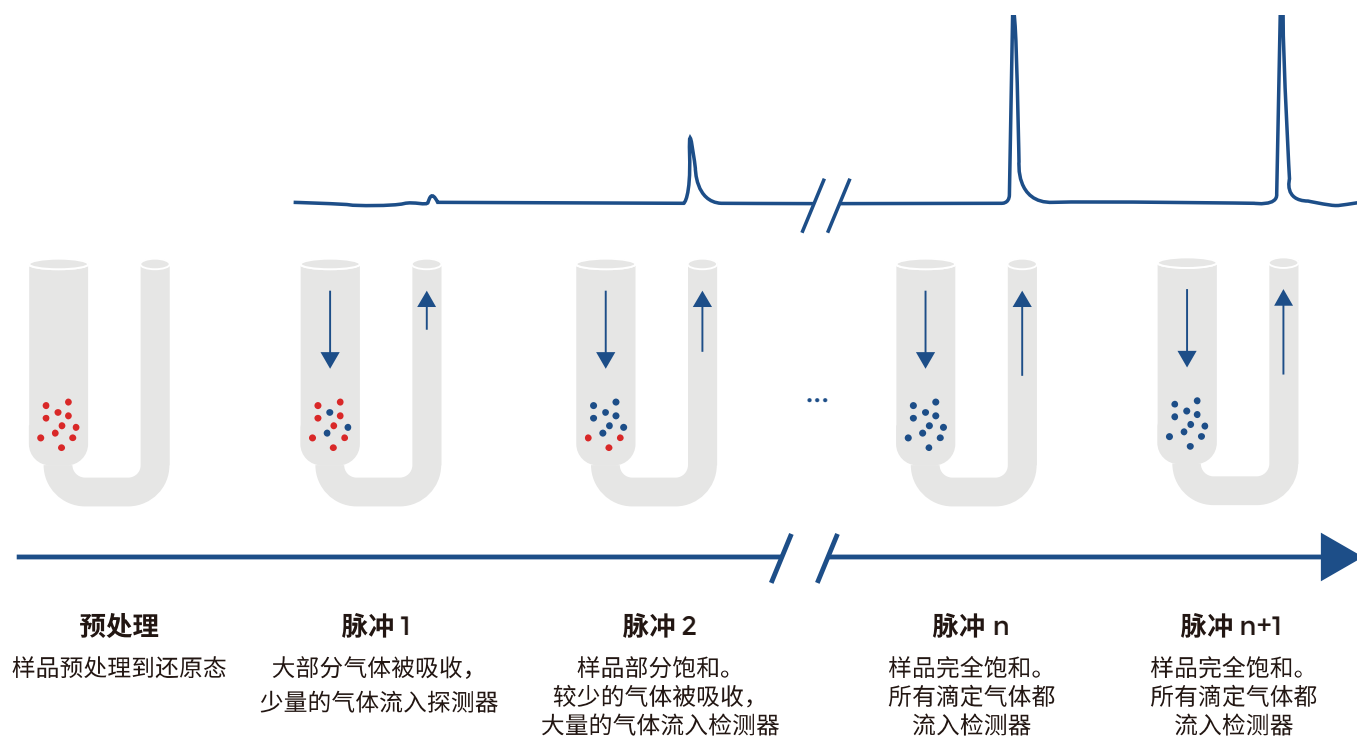
氧化温度也与 C-C 键的活性有关，因此是区分碳形态的有效手段。通过 TPO 能够区分无定形碳、纳米管碳、长丝碳和石墨碳，尤其是在催化剂上形成的碳。

# AUTOCHEM

## 实验方法

### 脉冲化学吸附

将样品在特定的温度和气流下原位预处理到已知初始状态（例如纯氧化物或某一价态金属）。定量的活性气体以脉冲流入样品中，TCD 会检测每个脉冲中消耗的气体量。



金属分散度

活性金属面积

储氧容量

颗粒尺寸

更强的化学吸附

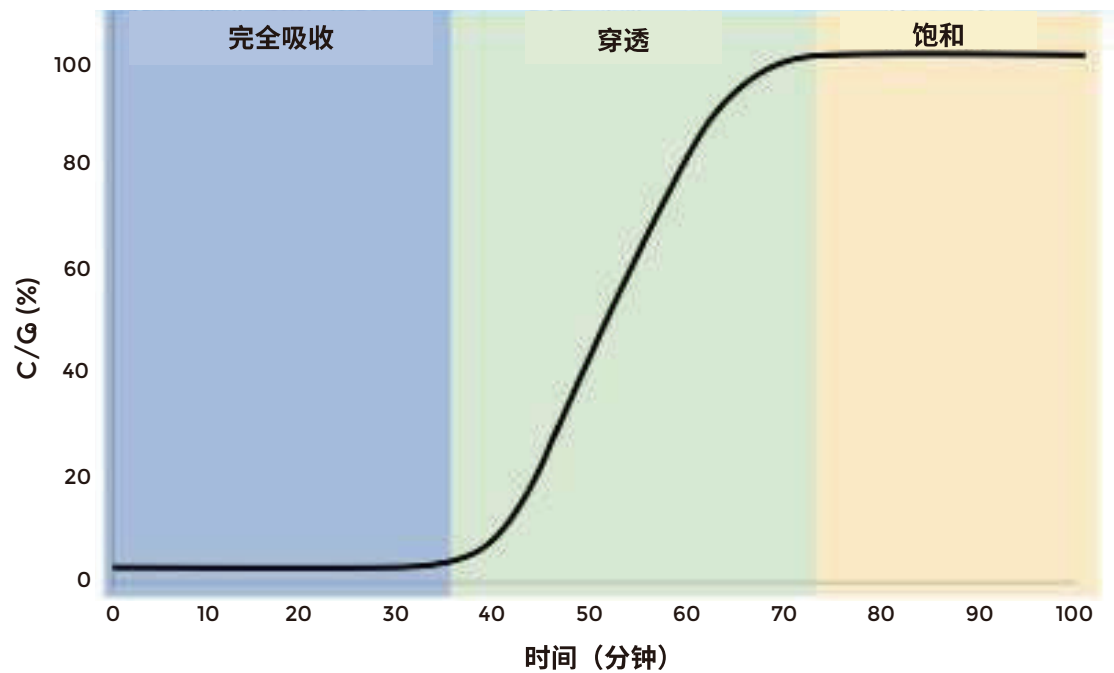
ASTM D4824-03

### B.E.T. 表面积：物理吸附

AutoChem III 采用动态方法测量 BET 表面积，分别在液氮温度或者室温下检测流动气流中消耗或者产生的  $N_2$  量。基本的物理表面积测量对于催化剂开发是非常重要的，因为它们反映了催化剂和载体的基本物理形态以及反应的可用接触面积。这也是多孔以及粒状材料的重要基本测量方法。

## 穿透曲线分析

穿透分析是测定动态流动条件下材料吸附能力的有力技术。穿透分析允许用户在实验过程中精确控制温度、压力和气体流量。用户能够在工艺相关的条件下分析吸附质，为相关应用优化系统和吸附材料提供必要的工具。此外，穿透曲线分析能够轻松收集多组分平衡吸附数据，从而确定材料的选择性和吸附动力学。





## 服务 支持

[micromeritics.com/service](https://micromeritics.com/service)

在过去 60 年中，我们为全国各地客户安装了逾 10,000 台设备，为客户服务是我们工作的核心。

### 服务均通过 ISO-9001 认证



1 年保修  
含相应零部件及人工



预防性维护



超长的正常运转时间



运营成本低



为用户提供全方位培训



各项开支可预测且易于预算  
可避免产生意外运营成本

全球各地的 **Micromeritics** 工程师均经过专业培训和认证，为您提供在仪器整个生命周期内，全方位的安装、预防性维护和维修服务。

# 应用 支持

[micromeritics.com/apps](https://micromeritics.com/apps)

Micromeritics 团队提供行业内高质量的应用支持和培训，我们的应用支持团队由各类行业领域的科学家和工程师组成，帮助用户从 Micromeritics 获取高质量的应用开发和数据分析。



为 Micromeritics 客户提供专业的终身应用支持



可通过 [www.micromeritics.com](https://www.micromeritics.com) 获取免费培训课程、应用笔记和操作说明视频



在美国、德国和中国市场，提供针对具体应用的实操培训



与工业和学术伙伴合作，不断提高材料测试质量和表征数据解析方案



## 材料表征服务 世界级认证实验室

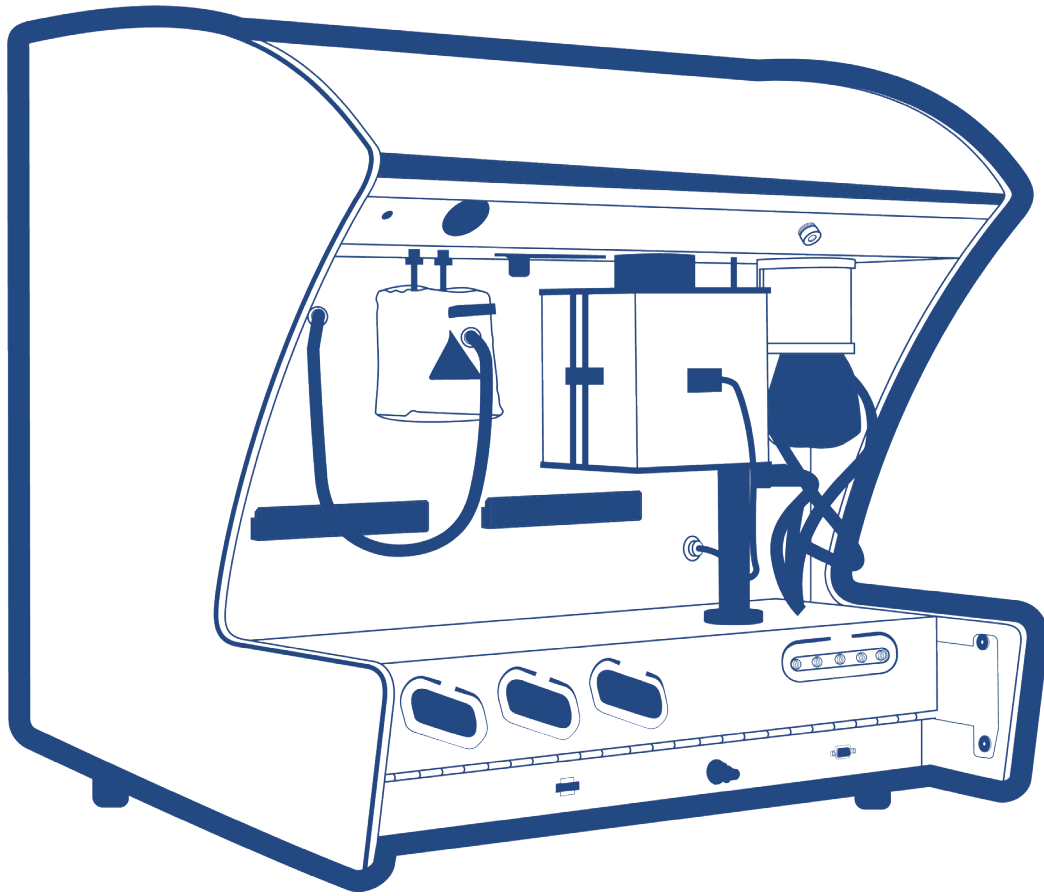
**PARTICLE  
TESTING**  
AUTHORITY

需要表征您的材料或  
补充您当前实验室的能力？  
想要获得顶级仪器和  
专家科学家？

Micromeritics PTA实验室是领先的  
表征催化剂、载体和吸附剂合同实验室。开发和支持我们市场领  
先技术的工程师和科学家可以帮助您开发方法、测试样品  
和分析结果。

- ISO 17025认证和FDA注册
- 全球公认的科学家
- 典型周转时间：7个工作日
- 超过25种分析技术

请立即联系PTA，了解我们的世界级实验室如何推动您的下一代催化剂的开发。



经第三方测试，Micromeritics 产品具有高度合规性和安全性。欢迎访问[micromeritics.com/compliance](https://micromeritics.com/compliance)了解各产品的相关详情。



## 业务足迹 广布全球

[micromeritics.com/worldwide](https://micromeritics.com/worldwide)

逾 10,000 台 Micromeritics 仪器每天在为各类创新企业和久负盛名的政府及学术机构的实验室服务。

更多客户选择在自身的催化剂表征系统中使用 Micromeritics 仪器。

**Micromeritics**  
为您提供**更多优势**





**更优异的性能**

**更高的可靠性**

**更广泛的功能**

**更多科学家与工程师为您提供支持**

**更多论文采用 MICROMERITICS 技术发表**



扫描二维码，了解更多信息



**立即联系我们！**



**麦克默瑞提克 (上海) 仪器有限公司**

上海市青浦区徐泾镇双联路88号三银产业园D栋一楼

邮编：201702

全国服务热线：400-630-2202

[www.micromeritics.com.cn](http://www.micromeritics.com.cn)

© 2022 Micromeritics Instrument Corp. 版权所有。除非另有说明，否则所有商标均为 Micromeritics 及其子公司的财产。DNV 徽标为 Det Norske Veritas 的财产。Intertek ETL 徽标为 Intertek 的财产。IEC IECEE 徽标为 IEC 的财产。技术参数、条款及价格可能会有所修改，且非所有产品在所有国家/地区均有销售。详情请咨询当地销售代表。