

科技事业部

比表面和孔隙分析仪
 化学吸附分析仪
 麦奇克拜尔公司 **MicrotracBEL Corp.**

大昌华嘉商业（中国）有限公司是一家著名的国际贸易集团公司，总部位于瑞士的苏黎世。自1990年开始与中国进行友好贸易往来，业务范围涉及机床、仪器、日用消费品、食品原料、化工原料等诸多领域。“科技的市场智慧”是对大昌华嘉形象的准确概括。高品质的产品，专业的应用支持及完善的售后服务，加上对客户各种文化背景的深刻理解以及娴熟的市场贸易技巧，使得客户获得的不仅仅是经济上的利益，而且更重要的是技术上的进步。

大昌华嘉科学仪器部专业提供各种分析仪器及设备，独家代理众多欧美先进技术在中国的推广，产品范围包括：颗粒表征，表面分析，生化检验，通用实验室配置等物理和化学类分析仪器以及流程仪表设备。大昌华嘉的业务量逐年增加，市场份额不断扩大，在中国的诸多领域拥有大量用户，例如：石油化工，精细化工，生物制药，食品饮料，农业科技等，具有良好的市场声誉。大昌华嘉在中国设有多个销售服务网点，旨在为客户提供及时周到的服务。



<p>美国麦奇克公司 ——激光粒度分析仪的行业先锋</p>	<p>德国Elementar公司 ——TOC分析仪及CHNS元素分析仪</p>
<p>德国克吕士公司 ——表/界面张力分析仪的创始人</p>	<p>美国鲁道夫公司 ——全自动旋光/折光/密度</p>
<p>瑞士Systag公司 ——全自动化学反应量热仪</p>	<p>德国德赛克公司 ——薄层色谱扫描分析仪</p>
<p>英国Biochrom公司 ——氨基酸分析仪</p>	<p>瑞士Novasina公司 ——水分活度仪</p>
<p>麦奇克拜尔有限公司 ——比表面及孔隙度分析仪</p>	<p>英国Sherwood公司 ——火焰分光光度计</p>
<p>英国Freeman Technology公司 ——多功能粉末流动性测试仪</p>	<p>德国Particle Matrix 公司 (PMX) ——颗粒电位滴定及粒度、纳米颗粒跟踪分析仪</p>



Total Solutions In Particle Characterization

- 物理吸附
- 化学吸附
- 蒸汽吸附
- 高压吸附
- 微反应器
- 吸附过程分析
- 全自动真密度分析
- 高压单/多组分气体吸附

选择大昌华嘉，就是选择仪器应用专家
[Http://www.dksh-instrument.cn](http://www.dksh-instrument.cn)
 客户服务电话：400 821 0778

大昌华嘉商业（中国）有限公司

<p>香港 香港黄竹坑业兴街11号 南汇广场A座23楼 TEL: 852 2880 9808 FAX: 852 2369 1042</p>	<p>北京 北京朝阳区光华路7号 汉威大厦西区26层 TEL: 8610 6561 3988 FAX: 8610 6561 0278</p>	<p>上海 上海市虹梅路1801号A区 凯科国际大厦2208室 TEL: 8621 5383 8811 FAX: 8621 3367 8466</p>	<p>广州 广州市中山六路218-222号 捷泰广场12楼1213-1215室 TEL: 8620 8132 0662 FAX: 8620 8132 0663</p>	<p>成都 四川省成都市顺城大街8号 中环广场1座8楼802室 TEL: 8628 8676 1111 FAX: 8628 8676 1122</p>	<p>西安 陕西省西安市西华门1号 凯爱大厦B座4H TEL: 8629 8833 7412 FAX: 8629 8833 7415 BE15090200016A</p>
---	--	---	---	---	---

Think Asia. Think DKSH.

麦奇克拜尔公司 (MicrotracBEL Corp.) —— 表面吸附技术专家

麦奇克拜尔公司 (MicrotracBEL Corp.) 是一家研究生产容量法/重量法气体吸附分析仪的专业制造厂商。公司成立于1988年,秉承“事业让生活更享受”(Business for Enjoy Life)的理念,汲取众家之长制造高品质的仪器。一直以来,所有麦奇克拜尔员工及其家庭成员通力协作,致力于提高产品品质,同时构建丰富多彩的生活,更好地满足不断增长的用户需求。

“事业让生活更享受”,始发于原创的动力,不断革新,推出一批又一批吸附领域的前沿技术。第一台多功能催化剂表征系统,首创全自动蒸汽吸附系统,固体电解质膜水分吸附和质子传导分析仪,燃料电池综合评价装置等,极大丰富了表面吸附表征方法,同时也为麦奇克拜尔公司高品质的产品和服务赢得了口碑。

2012年10月美国麦奇克公司与原日本拜尔公司合并,成立了麦奇克拜尔公司,生产线在日本和美国两地生产。麦奇克与拜尔将联合开发更多的吸附技术用于仪器的设计,一如既往的为全球客户提供最先进的吸附分析系统。

表面表征方法

表面吸附技术,比表面和孔隙分布测量,是粉体表征和材料测试,化学动力学研究中极为重要的一个环节。按照测定方法的不同,表面吸附可以分为容量法和重量法。从上世纪七十年代容量法问世以来,由于理论成熟,操作简单,目前已经是最常用的吸附分析方法。

在一些相对来说比较复杂的过程中,如高压吸附,高温吸附,催化反应和微反应器研究等,容量法无法很好地满足精确测定的时候,重量法提供了适当的选择。

仪器的选择

测定方法:

物理吸附

- A) 比表面测定 BELSORP-mini II; BELSORP-MR6; BELSORP-max
- B) 孔径分析 BELSORP-mini II 介孔分布
BELSORP-max 微孔和介孔分布
- C) 蒸汽吸附 仪器内部保温50°C / 60°C BELSORP-max
仪器内部保温80°C BELSORP-aqua系列
- D) 高压吸附 BELSORP-HP (单组份),
BELSORP-VC (多组份), BELSORP-PVT (吸附过程分析仪)

化学吸附

- 容量法: BELSORP-max
- 动态法: BELCAT-II, BELCAT-B3, BELCAT-M

微反应器

真密度 (True Density) 指材料在绝对密实状态下的体积内固体物质的实际体积,不包括内部孔隙或者颗粒间的空隙 (叫真密度)。与之相对应的物理性质还有表观密度和堆积密度。

麦奇克拜尔公司最新设计的BelPycno采用氦气、氮气和SF6等惰性气体做为置换介质。样品密封在已知体积的样品室中,一定压力的惰性气体进入样品室,然后气体膨胀到另外一个膨胀室中。膨胀前后的压力由传感器测定并计算得到样品的体积,用样品称重的质量除以测定出来的体积得到样品的真密度。

- 配件室内置在仪器主机里,方便用户取用;
- 不同尺寸的校准球和样品室、夹取镊子存放在配件室中;
- 仪器带有安全阀设计,过高进气压力通过安全阀排气来降低;

随机附件:

样品室标配:	10cc (1个), 3.5cc (1个), 1cc (1个)
	常规样品室1个 (其它体积样品室请咨询销售人员)
	体积填充室 1个
校准球:	D19mm (2个); D16mm (1个); D11mm (1个)
滤片:	1个
镊子:	1个
O形圈:	2个
SD卡:	1个

技术指标:

精度:	± 0.03% (F.S. of readings)
重复性:	± 0.02% (F.S. of 10cc)
测量温度范围:	15°C ~ 35°C 15°C ~ 50°C (需要配备恒温槽系统.)
测量压力范围:	大气压 ~ 150千帕
尺寸 (W x H x D):	270 x 156.2 x 300mm

测量气体:	He, N ₂ , Ar, SF ₆
排气模式:	脉冲或流动模式
操作界面:	计算机局域网LAN, RS-232C用于针式打印和天平
循环次数:	100次
使用环境温度:	15°C ~ 35°C
电压:	90 ~ 250V



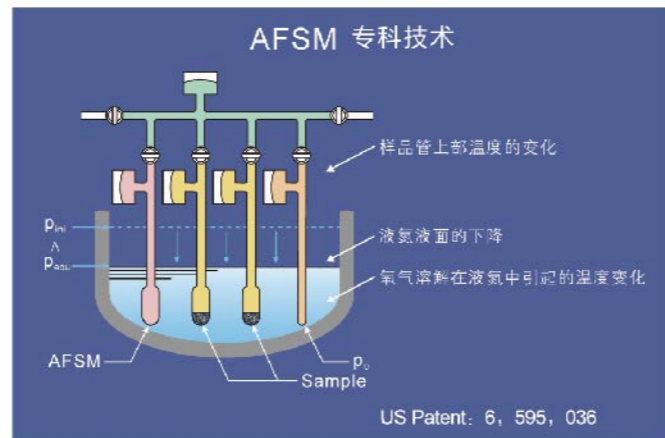
BELSORP-mini II

全自动三站比表面和孔隙分析仪

BELSORP-mini II 是一款采用容量法测定样品比表面和孔径分布的分析仪，该仪器设计紧凑、分析精度高、重复性好、操作简便。仪器配备三个样品测量通道，每个通道都具有独立的压力传感器，能够同时测定三个样品的比表面和孔隙分布。除了分析站，仪器歧管系统和饱和压力站都具有单独的压力传感器，这样能够保证样品测定的时候，高效率的定量进气和实时测定样品的饱和蒸汽压。

AFSM™ 先进的自由空间测定方法 (麦奇克拜尔公司的专利, US Patent: 6595036)

BELSORP系列仪器采用专利的AFSM™方法 (Advance Free Space Measurement)不使用恒定液面装置来实时测定自由空间 (也叫死体积)。一般情况下，仪器需要通过特定的装置保持液氮液面恒定来校准样品管的死体积，但是，采用拜尔公司AFSM专利，可实施实时测定，随着液氮挥发和液面的下降，AFSM可以消除诸如液氮液面的下降，样品管上部温度的变化，氧气溶解在液氮中引起的温度变化等引起的误差，相应样品管死体积的校准可以通过参比样品管压力的变化得到补偿。补偿的文件存储起来，用于下次测试的调用和校准。



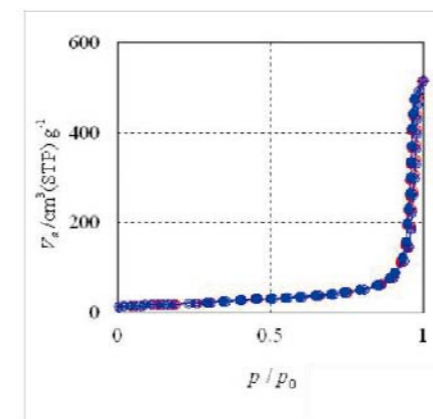
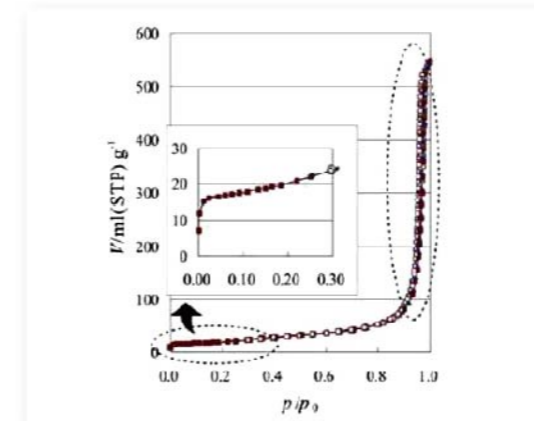
主要特点:

- 三个工作站和一个饱和压力站，实现三站比表面和介孔孔隙分布同时测定。
- 操作方便，经济实用。全自动测量吸附/脱附曲线，可以测试2000个数据点。
- 比表面: $0.01\text{m}^2/\text{g}$, 孔径范围: $3.5\text{Å} - 5000\text{Å}$ 。高重复性: 总比表面 $>10\text{m}^2$, $\pm 0.4\%$; 总比表面 $>1\text{m}^2$, $\pm 1.5\%$ 。
- 配备5个1000Torr的压力传感器，分别位于样品站、饱和压力站和manifold。
- 中文数据处理软件,方便操作人员使用。仪器软件具有故障自检功能。
- 无需使用Kr, 可以高重复性的测定 $<1\text{m}^2/\text{g}$ 的低比表面样品。测试全程采用更精确的AFSM自由体积校正, 无需使用液位恒定装置。
- 可选多种吸附气体,如 $\text{N}_2, \text{CO}_2, \text{H}_2, \text{O}_2, \text{CH}_4$ 等。



数据处理:

- Single-point BET surface area 单点BET比表面
- Multi-point BET surface area 多点BET比表面
- Adsorption isotherm / Desorption isotherms等温吸附线/脱附线, 最多2000个数据点
- Langmuir surface area
- BJH Mesopore volume & area BJH介孔分布
- Total pore volume总孔体积, 确保 $P/P_0=0.999$ 的总孔体积
- t-plot & others微孔孔体积和孔面积
- MP, HK, SF -method 微孔孔体积分布
- as-Plot
- NLDFT/GCMC模拟分析氮气和 CO_2 等微孔分布, DH, CI, INNES 介孔分布
- STSA 炭黑外比表面 (t-plot增加STSA模型)



炭黑标准物的77K下的氮气吸附曲线

Sample : CB 990-00004-0-0
Reference material for SSA
Certified SSA : $53.2 \pm 1.5\text{m}^2/\text{g}$

Measurement temperature : 77K
Adsorbate : Nitrogen
Mode : High accuracy mode
(Simultaneous 2 sample measurement)

53.2m²g⁻¹
53.1m²g⁻¹

高精度和重复性

可选附件:

- 选配原位加热炉, 加热温度 $400^\circ\text{C}/450^\circ\text{C}$, 可以实现三站的原位抽真空加热脱气。
- 恒温水浴锅, 可以从 $-10 \sim 70^\circ\text{C}$ 控温, 控温精度 $\pm 0.1^\circ\text{C}$, 需要配备循环制冷/制热系统, 用于 O_2 等的室温吸附。
- 可选流动制备系统 BELPREP-flow II, 三个脱气站, 加热温度最高 430°C 。
- 可选抽真空加热制备系统 BELPREP-vac II, 三个脱气站, 加热温度最高 430°C 。

左边:

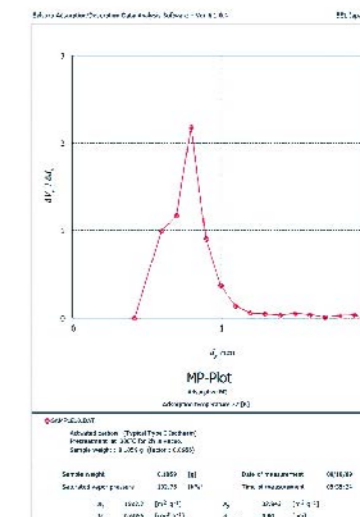
流动脱气单元
BelPrep-Flow II

右边:

抽真空加热脱气单元, 具有一键慢抽功能, 无需调节针阀。BelPrep-Vac II



CI处理的介孔分布曲线



BELSORP-max

全自动超高精度三站比表面、微孔介孔分布和蒸汽吸附仪

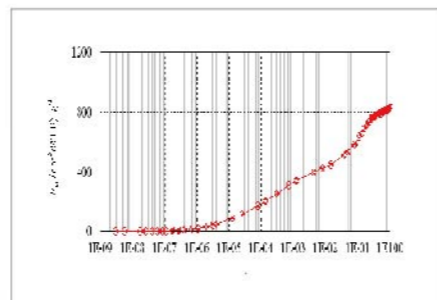
BELSORP-max是一款高性能容量法气体吸附仪，在极宽的压力范围内（ $P/P_0=1 \times 10^{-9} \sim 0.999$ ，77K/N₂，87K/Ar）对被测多孔材料进行吸附/脱附等温线分析，结合AFSM专利自由空间按校准，得到涵盖微孔、介孔孔径分布和比表面积的信息。仪器配备了三个工作站和一个饱和压力站，最多实现双站微孔同时测定、三站比表面和介孔分布同时测定功能。

主要特点:

- ❑ 超低压测定：配置分子涡轮泵和高精度压力传感器（一个13.3Pa/0.1Torr，两个1,33kPa/10Torr，五个133kPa/1000Torr）。
- ❑ 创新采用高气密性的气动阀控制，较传统的电磁阀，同样时间内保持真空度高出3个数量级。
- ❑ 多样品测量：可以实现2个站的微孔孔隙测定，2个站的Kr同时测定低比表面，3个站的介孔孔隙和比表面积同时测定，多种模式能有效地缩短分析时间。BELSORP Max最早开发了双站同时测定微孔功能，确保双站测试效率更高。
- ❑ 测试全程采用更精确的AFSM自由体积校正，无需使用液位恒定装置。
- ❑ 兼容多种吸附介质：
 - 1) 比表面及孔径分布：N₂，Ar等
 - 2) 其它非腐蚀性气体：H₂，O₂，CO₂，CH₄等
 - 3) 氦气Kr的低比表面测试（<0.01m²/g）
 - 4) 化学吸附：H₂，CO，NH₃等
 - 5) 蒸气吸附，可以选配恒温水浴，控制温度-10℃~70℃
 - 6) 乙醇、苯和其它有机液体的蒸汽吸附



↑ 蒸汽吸附的溶剂烧瓶

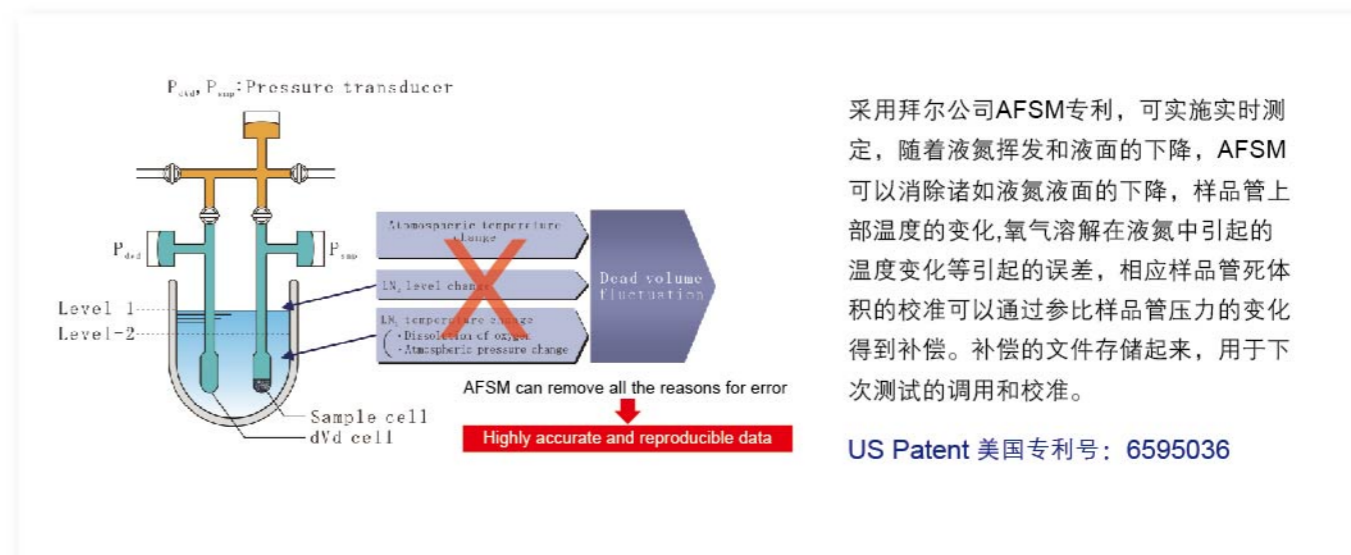


↑ 活性炭AX-21的液氮温度下的氮气吸附曲线log坐标

- ❑ 主机标准配置包含水蒸气吸附附件和功能，可以选配静态化学吸附和动态化学吸附功能附件TPDpro。
- ❑ 采用air oven恒温箱设计：压力传感器和阀门的恒温控制50℃（升级后可以恒温到60℃），确保数据输出稳定，同时避免液态吸附质的冷凝。
- ❑ 操作简便：全自动化设计，仅需点击鼠标，即可完成。

- ❑ 功能强大的数据处理软件（可选中文操作软件）：吸附/脱附等温线、BET比表面、Langmuir比表面、BJH/CI/DH孔分析、as作图、t-plot作图、MP法、HK法、SF法、DA法、吸附等温线的微分、分子探针法、BELSim（GCMC及NLDFT）等。

- ❑ 独有的压力区段进气量控制功能，可以在不同压力区段，设定不同的进气量，提高孔隙分布（尤其微孔）的测定精度和测试效率。



采用拜尔公司AFSM专利，可实施实时测定，随着液氮挥发和液面的下降，AFSM可以消除诸如液氮液面的下降，样品管上部温度的变化，氧气溶解在液氮中引起的温度变化等引起的误差，相应样品管死体积的校准可以通过参比样品管压力的变化得到补偿。补偿的文件存储起来，用于下次测试的调用和校准。

US Patent 美国专利号：6595036

可选附件:

1. 选配原位加热炉和控制器（550℃），可以实现程序控温和三站的抽真空加热脱气。
2. 恒温水浴锅，可以从-10~70℃控温，需要配备循环制冷/制热系统。
3. 主机增加化学吸附功能，增加进气系统，石英炉（加热到1100℃），流动气体管路，炉子控温器等。
4. 可选三站的流动制备脱气BELPREP-flowII和抽真空加热脱气BELPREP-vac II。
5. Max可以和XRD、SAXS和NMR连用，实现测定孔的吸附过程中的晶体变化同步测试。

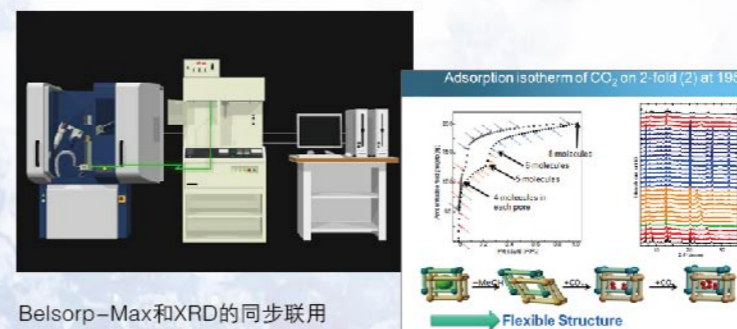


选配恒温水浴锅和循环制冷/制热系统，温度-10℃~70℃；温度精度达到±0.1℃，仪器内部保温50℃

Water Bath



三站抽真空加热脱气单元 Belprep-VacII



Belsorp-Max和XRD的同步联用

← 样品放置在Bel公司的CryoStat牛津变温控温装置中，吸附的温度由循环液氮制冷系统控制，温度范围50K-400K，Bel的吸附仪Max和CryoStat相连，Max控制吸附过程的压力并测出吸附量。X射线通过玻璃射在样品上进行XRD测试。

BELSORP-aqua/aqua³ 系列全自动蒸汽吸附测定仪

科学研究和工业生产实际工作中，经常会涉及到蒸汽吸附，尤其是水蒸气吸附，亲水性/疏水性等吸附特定对制药行业、食品工业、材料科学等领域影响巨大。但经常来说，蒸汽吸附所处环境的恒温和湿度控制较难实现，而且工作量大。BELSORP-aqua系列全自动（水）蒸汽吸附测定仪，采用静态容量法，仪器内部保温到80℃，测定恒定温度下水蒸气和其它非腐蚀性液体的蒸汽吸附，正好填补了该领域的空白，为相关工作者提供了功能强大、操作简单的实用工具。

仪器型号:

BELSORP-Aqua1: 具有1个分析站，高性价比

BELSORP-Aqua3: 具有3个分析站，测试效率更高

选配附件:

1. 恒温水浴锅，可以提供10-70℃内的温度控制，精度±0.1℃，需要用户配备循环制冷/加热系统。
2. BEL-thermo加热恒温炉，使用电子制热方式，控制温度从10-50℃，精度±0.2℃。
3. 挥发性有机化合物冷阱：防止VOC蒸汽倒吸入真空泵中。

基本指标:

测定原理	容量法
吸附气体	水蒸气及其他非腐蚀性有机蒸气 可选混合有机蒸气分析（需配有机蒸气冷阱）
测定通道	单通道（aqua1）/ 三通道（aqua3）
控温范围	水浴：10-70℃（准确性：±0.1℃） BELThermo：10-50℃（准确性：±0.2℃）
相对湿度	0.1-99.5%（在可选温度范围内）
压力传感器	最大13.3kPa（准确性：±0.5读数）
恒温箱	最高80℃（准确性：±0.5℃）
测量软件	吸附/脱附等温线及脱附动力学
分析软件	吸附/脱附等温线 BET Langmuir DA微孔体积 微分吸附热 微分吸附等温线 分子探针法
物理尺寸	540 x 470 x 710 (W x D x H), 80Kg
外部设备	He: 0.2bar (1/8英寸接头套管) 气动阀用压缩空气: 4-5bar (1/4英寸快速接头) 电源: AC100-120,200-240V/1500W
其他	计算机打印机, 真空泵, 制冷/加热装置等, 用户自备
样品制备	可选BELPREP-flowII或BELPREP-vacII

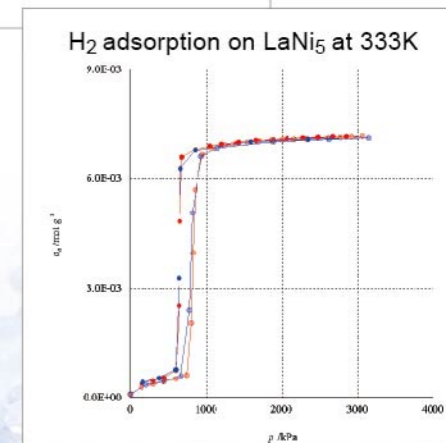
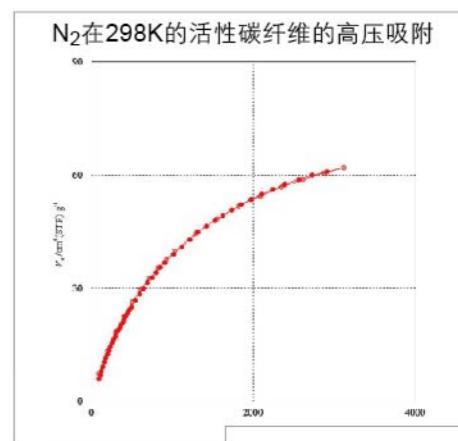


BELSORP-HP 全自动容量法高压气体吸附仪

随着催化技术研究、储氢和燃料电池材料的发展和油田煤层气、页岩气开发再利用的不断深入，气体在高压下的吸附性能表征变得越来越普遍。页岩和煤石、储氢材料，甲烷吸附，变压吸附，CO₂/高聚物吸附等动力学表征，一般来说都需要体积庞大，价格昂贵，操作繁琐的大型设备，较难实施。凭借麦奇克拜尔公司在吸附科学领域多年的经验，BELSORP-HP以其精巧的设计，合理的价格，简单的操作赢得了广泛的赞誉。

主要功能:

- 用于页岩的CH₄、H₂吸附，气体分离和变压吸附，储氢/储甲烷材料（MOF和氢化物等），高聚物的CO₂吸附，等温吸/脱附线。
- 数据处理：包含等温吸附线/脱附线，BET理论，Langmuir理论，等温吸附数据微分曲线，DS，HK，SA模型等温吸附热。
- 最高压力达到20MPa，可选13.5MPa等其他压力。
- 提供储氢材料的PCT曲线（压力-组成-温度）。
- 4.2K-673K，可选多种控温冷浴和加热炉：
加热制备炉：50~400℃；高温加热炉：50~800℃
液氮冷阱及液位控制器：77K和87K。
- BEL Thermo™：帕尔帖peltier温度控制器（10~50℃）。
- BEL Cryo™：4.2~300K（1H型）、50~300K（2H型）、50~473K（3H型）。
- 分析功能强大的BELSIM™软件。选配吸附速率软件BELDyna™软件，提供气体浓度对时间的曲线，孔扩散系数和传质系数。
- 根据仪器不同配置可选6种不同压力的高精度传感器。
- 进气口数量：6个，一个He死体积校准进气口，一个压缩空气进气口，4个吸附气体进气口，并且配有控制阀。
- 可以增加高真空系统，配有分子涡轮泵和真空规。
- 仪器内参比室和歧管有air bath空气浴加热保温系统，控温15-35℃，控温精度±0.1。
- 仪器具有压缩因子计算校准和非理想气体的维里系数校准。
- 采用世伟洛克的带滤片的垫圈，滤片孔径0.5微米，能够防止粉末堵塞管路。



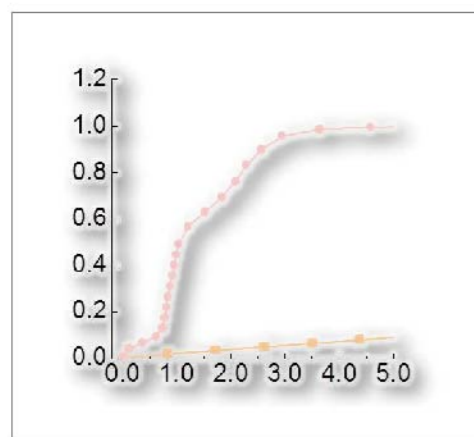
BELSORP-VC

高压单组分 / 多组分气体吸附仪

对于1-4种多组分气体的高压吸附，每一个组分气体按照特定的平衡压力和摩尔比进行混合，然后气体进入系统中进行竞争吸附。通过容量法计算总吸附量，吸附平衡后每一种气体的浓度由微型气相色谱测量，通过这些数据，VC可以得到吸附平衡每一个组分气体的吸附量和分压。另外，VC可以用于多组分气体分离系数评价。测试的同时获得混合气体的压缩因子。动力学测试可以由微型气相色谱的再进样获得。

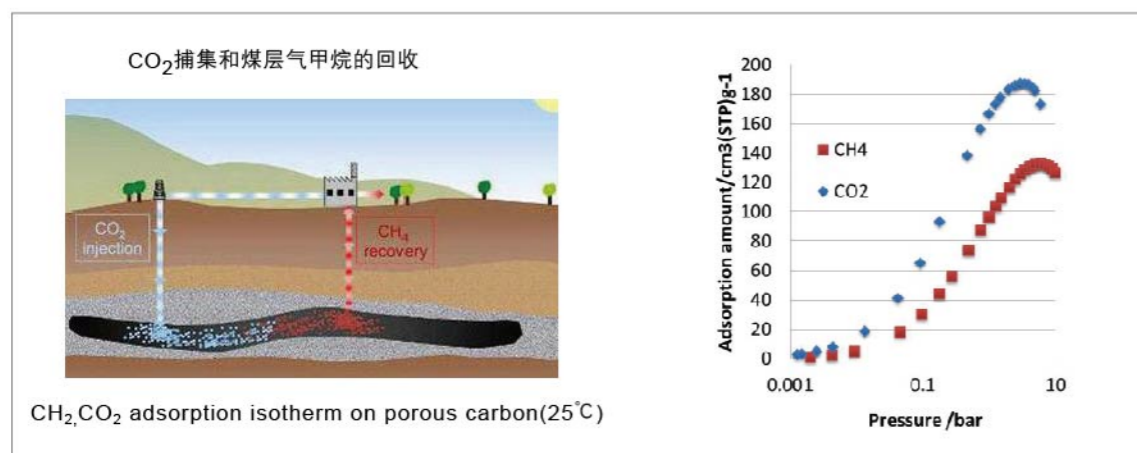


- 用于气体分离和变压吸附，储氢/储甲烷等材料（MOF和氢化物等），高聚物的CO₂吸附，等温吸/脱附线
- 氢气纯化
- 吸附质的评价：CO₂, CO, O₂, 乙烯等
- 吸附动力学研究

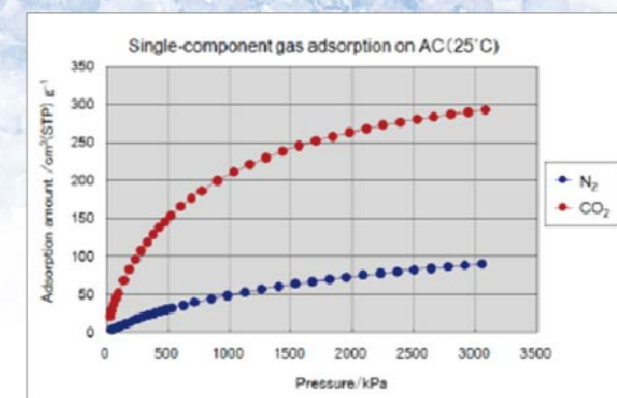


↑ MOF: CPL-1的在270K下对C₂H₂ 吸附选择性是CO₂的26倍

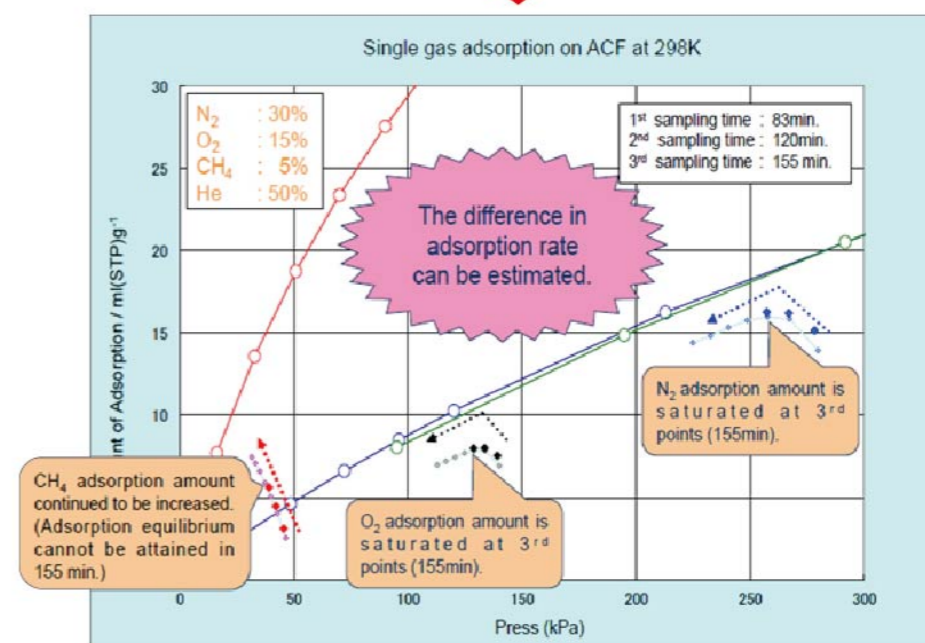
对于高压气体吸附，非理想气体的校正是非常重要的，如甲烷和CO₂。即使是单一组分气体的高压吸附，也很难获得维里系数，何况于多组分气体了。VC具有测试混合气体的压缩因子的功能，因而可以获得高压吸附的精确吸附量。



CH₂CO₂ adsorption isotherm on porous carbon(25°C)



↑ 单一气体吸附 (N₂和CO₂)



↑ Belsorp-VC可以测试1种-4种单一或混合气体竞争吸附；如He, CH₄+C₂H₆, CO₂, CH₄的混合气体吸附

基本指标:

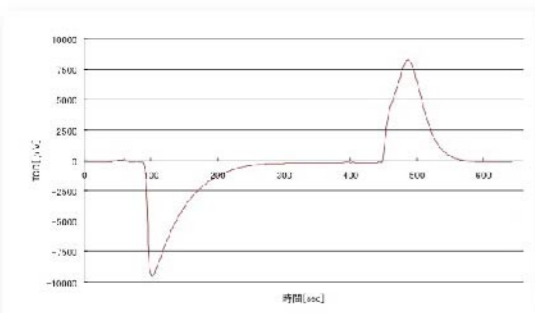
测试原理	容量法+气相色谱法
测量温度	0 ~ 50°C
预处理温度	0 ~ 400°C
测量压力范围	单组份气体: 负压 ~ 10MPa; 负压 ~ 15MPa 多组份气体: 负压 ~ 1.2MPa; 负压 ~ 3.5MPa (*压力范围依赖于气体组成和吸附量)
吸附气体	N ₂ , O ₂ , CH ₄ , H ₂ , CO, CO ₂ , HC, 其它非腐蚀性气体
吸附气体种类	1 - 4种 (*使用预混气体, 可以测试更多种类)

10分钟测试一个样品的单点BET比表面积

主要特点:

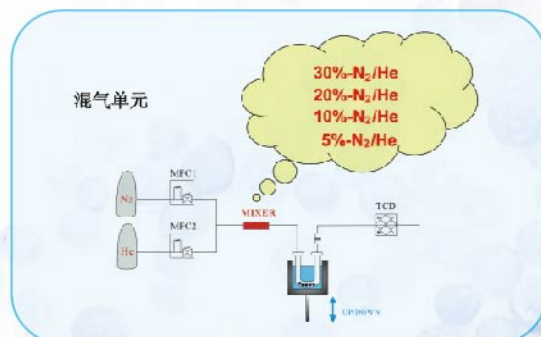
- 10分钟测试一个样品的单点BET比表面积
- 高灵敏度的TCD传感器，无需脉冲吸附校准
- 单点/多点BET
- 6个样品轮换测试
- 支持美国FDA的21 CFR Part 11的要求

测试原理:	动态气体流动法 Flow gas adsorption method
测试模式:	单点/多点BET 多点BET: 相对压力点可以任意选择 (可选件)
测试样品数:	6个样品轮换测试
炭黑样品测试:	1小时测定6个样品 (包括与处理时间)
吸附气体种类:	氮气N ₂ 或 氦气 Kr
预处理温度:	35 - 400°C
测量相对压力范围:	0.30, 0.02-0.9(升级)
比表面测试范围:	>0.01m ² /g
重复性:	±1%
测试时间:	每个样品大约 10 分钟 支持美国FDA的21 CFR Part 11的要求 (制药行业需要符合此要求)
外型尺寸:	394×460×635 (W×D×H)



Monolayer Volume: 47.241 cm³/g
BET Surface Area: 205.6508 m²/g

*使用高灵敏度的TCD传感器，无需脉冲吸附校准



选配件:

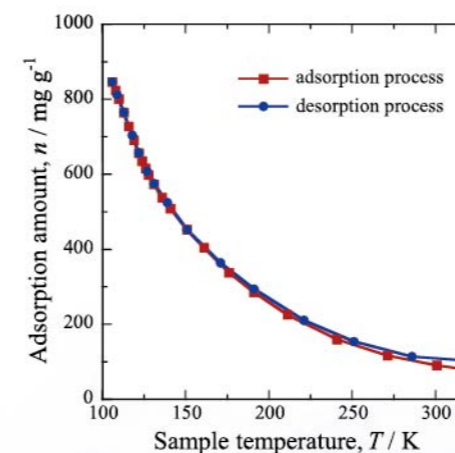
选件一:
混气单元, 用于方便测试多点BET, 无需气瓶混气

选件二:
自动液氮添加系统, 用于更多样品的持续测试

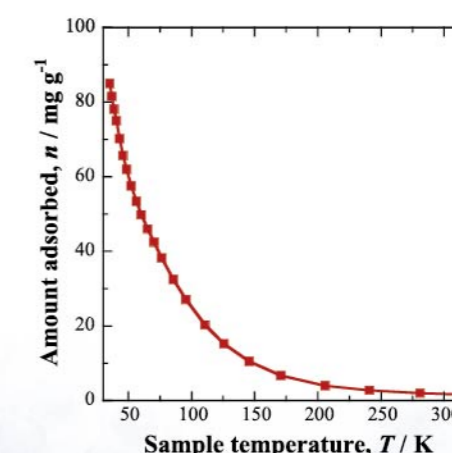
仪器采用压力反馈技术，通过控制压力和流量，得到恒定压力下不同温度的吸附量，从而得到等压吸附曲线 (Isobar, 吸附量对温度的曲线)，或者恒定吸附量，测定不同温度下的压力变化得到等比容线 (Isostere, 压力对温度的曲线)。仪器配备压力传感器质量流量计、和控温装置等，根据用户需求，压力控制可以从0.5KPa ~ 1MPa (10个大气压)。

应用:

- 工业领域的气体吸附和气体分离
- 吸附式制冷中吸附剂的吸附过程测试
- 燃料电池的恒压氢气供给
- 变压吸附过程



N₂ adsorption isobar



H₂ adsorption isobar

上图: Adsorption isobar of N₂ and H₂ on ACF at 0.95MPa
活性炭在0.95MPa下的氮气和氢气的等压吸附线

由于传统的吸附仪只能测定等温吸附线，如果得到某个等压吸附线或者某个等比容线，需要仪器测定多条不同温度下的等温线吸附线，每条等温线都需要测定很长时间，并且等温线需要精确控制任意恒定温度的成本很高，这样需要消耗大量时间和成本来得到一条曲线。采用Belsorp-PVT则大大节约了测试时间和成本。

BELCAT- II

新一代全自动化学吸附仪



- ☑ 更完善的自动化程度
- ☑ 更多扩展功能
- ☑ 更强大的蒸汽吸附功能

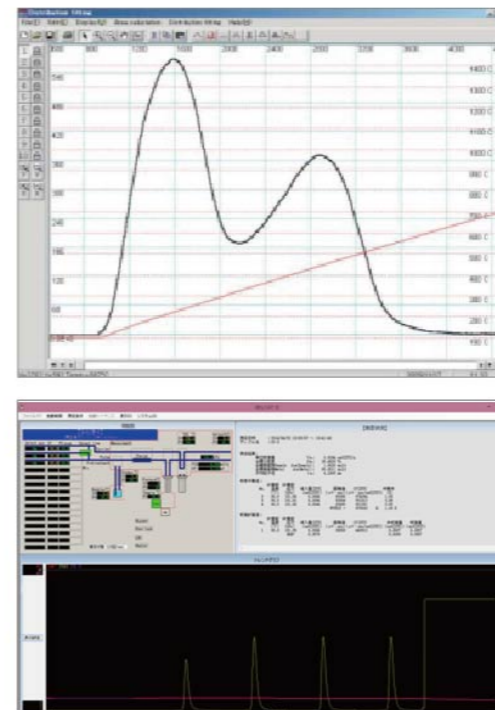
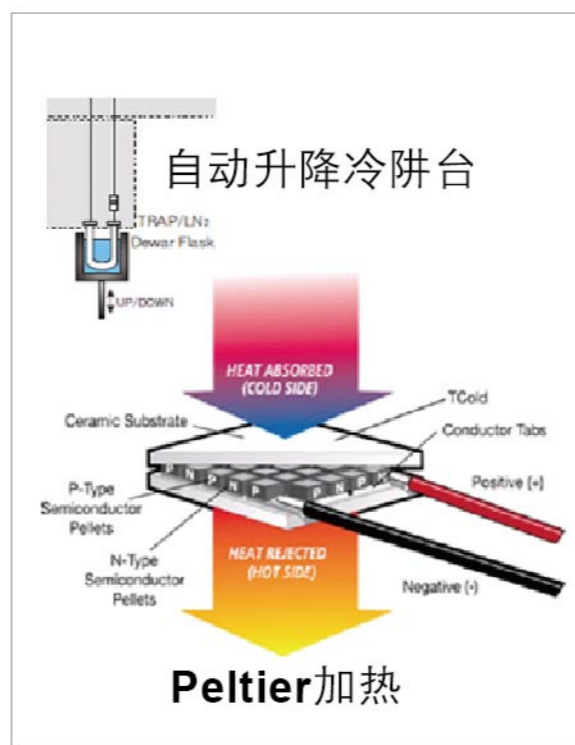
Belcat-II 用于以下的催化剂研究：

通过吡啶或氨气的TPD研究裂解催化剂的酸性强度；
研究固体碱性催化剂的碱性强度；
确定催化剂的理想预处理条件；
催化反应研究；
TPD/R/O/Rx，脉冲化学反应和单点BET测试

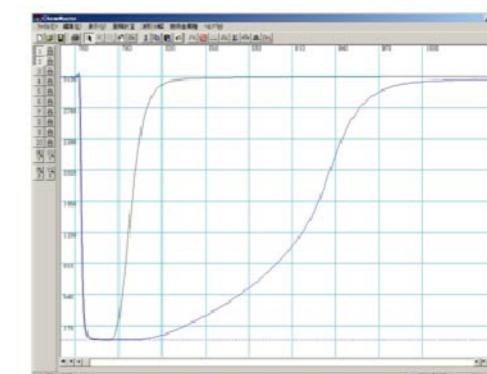
Belcat-II除了常规气体，如H₂, CO, CO₂, O, NH₃外，可以测定H₂S和SO₂等腐蚀性气体。

Belcat-II除了常规的气体切换和流量控制、程序升温编程和TCD数据采集等是全自动控制外，冷阱的升降台也是自动抬升和下降，炉子强制降温由软件控制完成，无须手动，提高了自动化程度；
Belcat-II标配具有混气功能，配有单独的MFC控制混合气路；
Belcat-II强大的蒸汽吸附功能，采用控温更精确、加热更快速、更安全的Peltier加热。
新型的样品管设计，可以测定更多样品量。

- Belcat-II提供多种扩展功能，可以连接
- ①气相色谱
 - ②在线质谱（可数据同步）
 - ③色谱分离柱
 - ④低温冷浴槽CATCryo II
（程序控温从-120℃ ~ 1100℃）
 - ⑤混气可升级到3路或更多路气体混合
 - ⑥尾气连接抽真空
 - ⑦尾气连接红外检测器
 - ⑧连接蒸汽发生器（10 ~ 200℃）等。



Belcat-II的最新功能：测试突破曲线



MFI NH₃ Breakthrough curve
5%NH₃/He 30sccm
Sample amount 50mg

测试原理	动态流动力学原理	
内部保温	最高到150℃	
热导池	采用高灵敏度的四丝热导池	钨-铼热丝或镀金钨热丝
	灵敏度	高/低灵敏度可切换
	精度	1 μV
气体进气口	载气	3路
	预处理	8路
	脉冲	8路
	混气	8路
气体流速控制	质量流量计数量	3个或4个*（根据配置选择）
	MFC流量范围	2 ~ 100sccm
测试气体	He, Kr, N ₂ , Ar, O ₂ , H ₂ , CO, CO ₂ , NH ₃ , H ₂ O, NO, SO ₂ , H ₂ S H ₂ O, CH ₃ OH, C ₂ H ₅ OH, C ₇ H ₈ (Toluene), C ₆ H ₆ (Benzene) 和其他气体等	
测试/预处理工作站	1个工作站：原位高温预处理/测试	
样品室体积	0 ~ 1cm ³	
脉冲loop环体积	1cm ³ , 0.3cm ³ 或其它体积loop环	
电子石英加热炉	温度范围	环境温度 ~ 1200℃
	程序升温速率	500℃ ~ 1100℃：30℃/min 50℃ ~ 500℃：50℃/min
软件	Quick Cooling快速冷却	从1100℃降到100℃，小于60分钟
	操作软件	Pulse adsorption脉冲化学吸附, TPD/TPR/TPO, BET, 编程模式
	数据处理软件	ChemMaster
仪器尺寸	W600mm x H705mm x D700mm, 80kg	

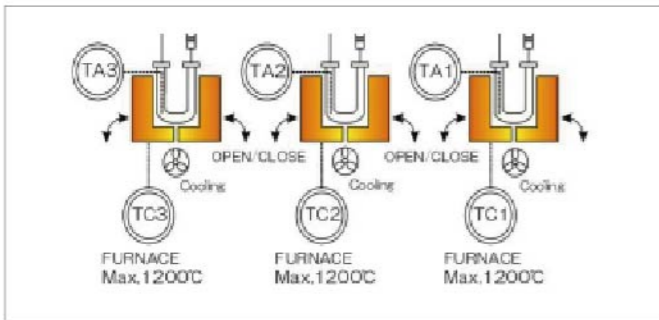
BELCAT-B3

全自动三站化学吸附仪

Belcat-B3具备Belcat-B所有功能并配有三个分析站，可以同时进行三个样品的预处理。样品在三个站先后测试，效率比单站仪器提高2倍以上。



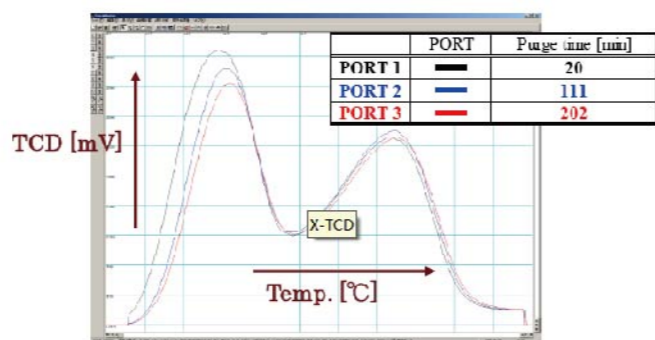
↓ 仪器内部局部管路图



↓ 仪器部分指标

Gas port	1 (OP:2)
Carrier gas	4 (Corrosion resistant:1)
Pretreatment	1 (OP:2)
Adsorption/ Pulse	1 (OP:2)
Gas flow control	2×MFC (Carrier and Pretreatment)
Electric furnace	3
Range	RT-800°C (OP:1100°C)
Ramp rate	[50-500°C] 70°C/min [500-1000°C] 30°C/min
Quick cooling	√ [1000→100°C] 60min

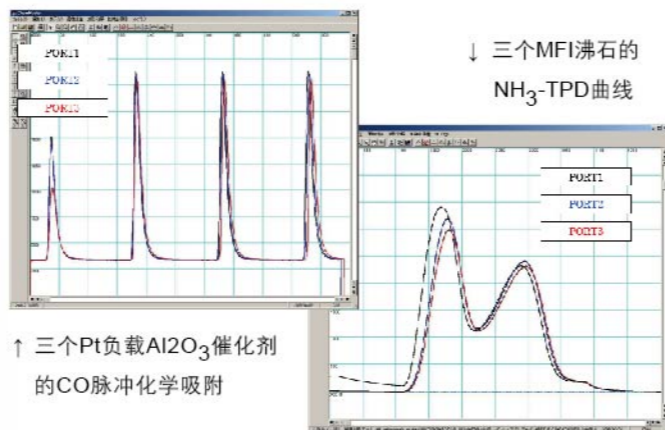
↓ 三个样品不同预处理时间的NH₃-TPD曲线



三个样品的酸性峰位和酸位数量

	Peak / °C	Acid amount/ mmol g ⁻¹
Port 1	435	1.04
Port 2	442	1.06
Port 3	444	1.03
Ref.	400-500	0.99±0.1

↓ 三个MFI沸石的NH₃-TPD曲线



↑ 三个Pt负载Al₂O₃催化剂的CO脉冲化学吸附

- ← ① 炉子控温范围：室温-800°C，也可以升级到1100°C；
- ② 炉子升温速率：50-500°C，70°C/分；
500-1000°C，30°C/分；
- ③ 仪器配有2个MFC质量流量计；
- ④ 仪器配有1路载气，4路预处理气体和1路脉冲吸附气体；也可以升级到2路载气和2路脉冲气体；

BELCAT-M

自动化的程序升温化学吸附仪

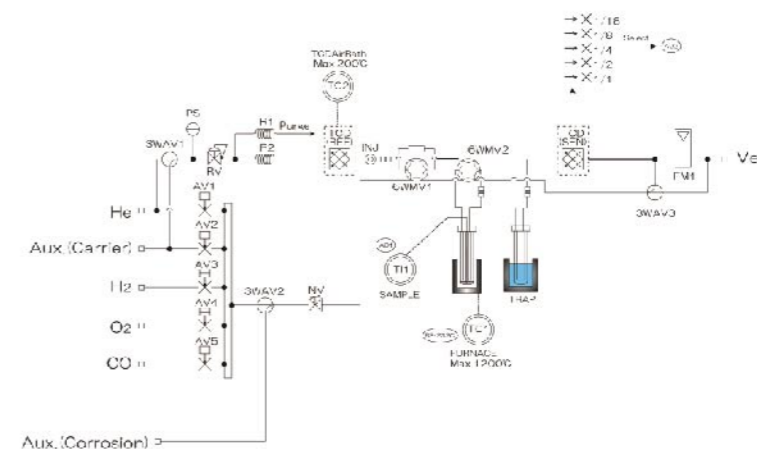
Belcat-M可以进行程序升温脱附、还原、氧化、脉冲化学吸附和BET比表面测定，具有全自动程序升温控制和数据采集功能。

仪器主要特点：

- 加热电热炉最高温度1200°C，程序升温温度控制范围为环境温度-1200°C。
- 升温速率：0-100°C/min。
- 气体流量控制范围(参比氢气)：0-100ml/min。
- 进气口数量：6个进气口，其中2个进气口可以在载气/预处理/脉冲三种气路切换，另外4个进气口可以在预处理/脉冲之间切换，相当于14个进气口。方便用户进行多种气体反应的气路转换，无需拆卸和更换气路。可以选配增加预处理/载气的进气口。
- 样品预处理和测试都在一个工作站进行，防止双站仪器在转移过程中的气体二次污染，如空气中O₂的氧化对于金属分散度的影响。
- 配备Loop环体积，标配1CC，可以选配0.3CC。
- TCD检测信号范围±10mV（毫伏）。TCD检测精度：0.5μV（微伏），TCD工作区加热保温到200°C，确保检测精度。
- 仪器自动进行程序升温，TCD数据采集，探测信号峰和计算峰面积。
- ChemMaster数据处理软件，信号峰可以编辑起始点和计算峰面积。多种数据处理功能，包括基线校准，噪音信号过滤。多个曲线叠加对比。数据和图表自动存到excel格式，方便用户使用origin等软件再处理。



仪器内部管路图



BEL-REA

催化剂反应微反应器

BEL-REA是催化剂研究领域研究催化反应条件的小型固体床流动反应器。用户通过BEL-REA可以观察到多种反应条件下的催化剂反应。用户可以根据自己的需求进行BEL-REA的定制。

应用案例一：

二甲醚的蒸汽重整 Steam reforming of DME

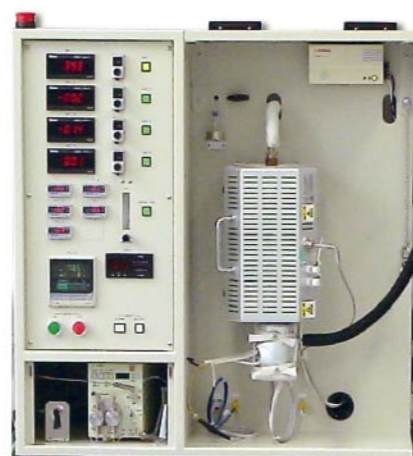
二甲醚 (DME) 被期望作为新一代的清洁能源。特别是在燃料电池领域, DME在制氢反应中作为潜在的燃料获得了更多的关注。

二甲醚通过下面的蒸汽重整反应制得氢气:



下面这个系统用于二甲醚的蒸汽重整, 它的特点如下:

- 精简的设计, 实惠的价格;
- 小体积、桌面型仪器;
- 使用高效液相色谱泵可以将大量液体定量进入系统中;
- 微反应器可以用于其它多种应用;



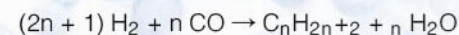
技术指标:

气体和蒸汽进气	气体气路数目	3路
	气体流量控制	3个质量流量计
	气体流速 (可协商调整)	反应气路1: 500 SCCM (标准状态毫升/分)
		反应气路2: 30 SCCM (标准状态毫升/分)
反应气路3: 2 SCCM (标准状态毫升/分)		
蒸汽发生器	高效液相色谱泵+一路蒸发器 (最高180°C)	
反应器	反应器数目	1个
	温度范围	100-800°C
	压力范围	大气压 (可选项: 全自动压力控制器: <1.0MPa)
气液分离器	温度	20°C (水冷系统)
	储池体积	100ml (可选液体体积: 最高90ml)
气体检测		微型气相色谱或者气相色谱

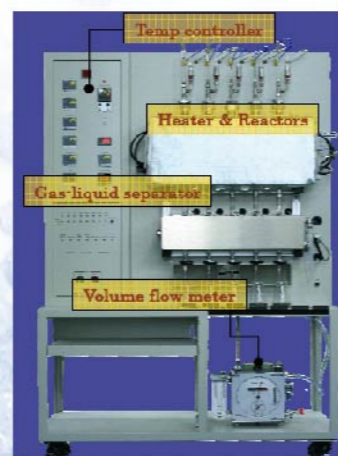
应用案例二:

Fischer-Tropsch反应 (GTL气液转换)

这个BEL-REA装置用来研究费托反应中气体转换液体的过程。这个费托反应是催化的化学反应, 其中一氧化碳和氢气转化为多种组成的液态烃类。



该反应典型使用的催化剂是铁和钴催化剂。反应的主要目的是由煤或天然气生成石油产品的替代品, 用于合成润滑油或合成燃料油。



BEL-REA

催化剂反应微反应器

BEL-REA特点:

- 在不同反应条件下观察到费托反应 (反应条件包括: 反应气的组成和不同流动速率, 反应温度和压力);
- 高产率的测试系统: 具备5个样品池;
- 使用气相色谱和体积流量计进行反应产物的定性、定量分析
- 全自动测试, 测试条件可以方便的在用户友好的软件上设定;

技术指标:

气体和蒸汽进气	气体气路数目	3路 (N ₂ , CO, H ₂)
	气体流量控制	3个质量流量计
	气体流速 (可协商调整)	N ₂ : 0.7-1.5 SLM (标准状态升/分)
		CO: 0.025 - 0.5 SLM (标准状态升/分)
H ₂ : 0.05 - 1.0 SLM (标准状态升/分)		
蒸汽发生器	高效液相色谱泵+1路蒸发器 (最高180°C)	
反应器	反应器数目	5个
	反应器体积	1ml或5ml
	温度范围	100 - 400° C
气液分离器	压力范围	1.0 - 3.0MPa (全自动压力控制器)
	温度	20°C (水冷系统)
	储池体积	75ml (可选液体体积: 最高35ml)
气体检测		微型气相色谱, 体积流量计

应用案例三:

水气转换反应是水和一氧化碳反应生成氢气和二氧化碳的无机化学反应 (水裂解)。水气转换反应是烃类蒸汽重整的一部分, 属于触媒转换器的化学反应, 最早在1780年由意大利物理学家Felice Fontana发现: $CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2$



技术指标:

气体和蒸汽进气	气体气路数目	4路 (其中3路气体混合器, 1路纯气)
	气体流量控制	4个质量流量计
	气体流速 (可协商调整)	反应气路1: 100 SCCM (标准状态毫升/分)
		反应气路2: 10 SCCM (标准状态毫升/分)
反应气路3: 100 SCCM (标准状态毫升/分)		
蒸汽发生器	反应气路4: 500 SCCM (标准状态毫升/分)	
反应器	反应器数目	注射泵+1路蒸汽发生器 (最高180°C)
	温度范围	5个 (1个样品测定同时, 其余4个样品在清洗)
	温度	50-500° C (可选900° C)
气体检测	气体检测	最高100° C
		微型气相色谱或质谱