MICROTRAC
a VERDER company



BET 分析仪用于测量比表面积和孔径大小

BELSORP MAX G

© Microtrac Retsch GmbH - www.microtrac.com
保留技术变更和出错的权利

以高的准确度快速、轻松地表征粉末材料

BELSORP MAX G 是麦奇克 **BELSORP MAX** 系列 **BET** 比表面积和孔径分析仪中功能强大、结构紧凑且经济的型号。它允许从极低的压力开始测量气体吸附等温线，以评估微孔、介孔和大孔材料以及无孔材料。**>><><<**该分析仪配有一个测量端口、一个用于饱和蒸气压测量的专用端口和一个用于自由空间（死体积）分析的端口。每个端口都配备了一个专用的压力传感器，用于高精度分析。

BELSORP MAX G 表面积 **&**孔径分布分析仪采用专门设计的样品管，能够分析各种材料，包括颗粒、模塑体、基材和精细分散的样品。

该装置还支持各种吸附物和测量条件。该仪器有两种不同的版本，适用于广泛的应用：**BELSORP MAX G LP**（低压）和 **BELSORP MAX G MP**（中压）。任一版本都配备了特定的压力传感器，以最好地满足您的需求。



	BELSORP MAX G LP	**BELSORP MAX G MP**
端口 1	1,000 千， +10 千， +0.1 千	1,000 千， +10 千， +1 千
端口 2	1,000 托	
饱和蒸气压端口	1,000 托	
涡轮分子泵	yes	

© Microtrac Retsch GmbH - www.microtrac.com
保留技术变更和出错的权利

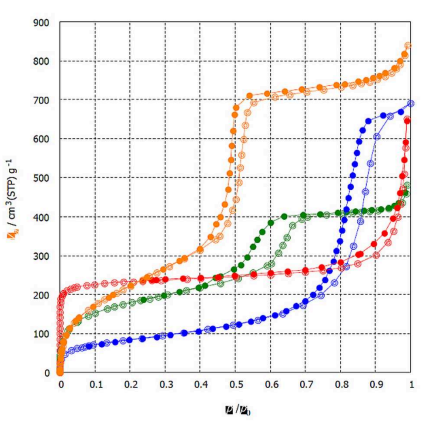
HIGH-PRECISION GAS ADSORPTION ANALYZER BELSORP MAX G

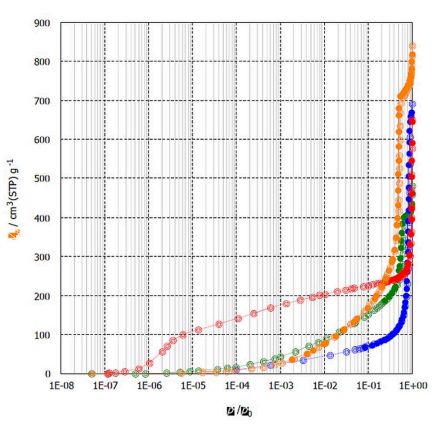
主要功能

超低压测量

BELSORP MAX G 允许在很宽的范围内高精度测量吸附等温线，从超低压区域 （$P/P_0 = 10^{-8}$， N_2 @ 77 K） 到大气压。
BET 表面积和孔径分布分析仪包括涡轮分子真空泵和低压压力传感器。

© Microtrac Retsch GmbH - www.microtrac.com
保留技术变更和出错的权利





创新的高精度自由空间测量 （**AFSM™**）

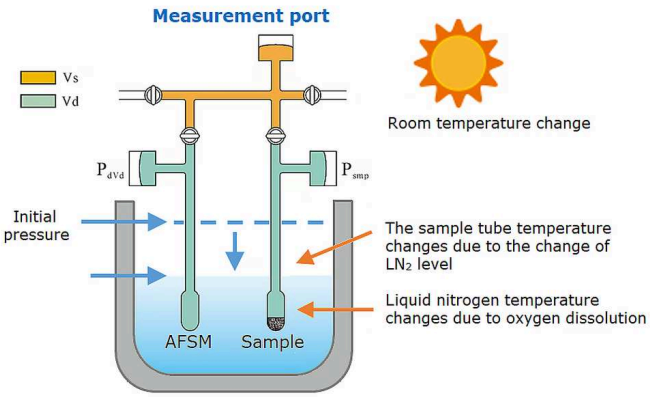
BELSORP MAX G 不再需要严格控制液体冷却剂（例如液氮或氩气）的液位。相反，我们实施了开创性的连续自由空间测量方法：获得专利的高级自由空间测量 （**AFSM™**）。该方法通过使用参比池来跟踪自由空间的秒到秒变化，从而实现了高水平的可重复性。首先，仪器确定样品池和参比池的自由空间。然后，随着分析的进行，对系统进行的任何可能改变测得的自由空间的更改在两个单元中都是并发的。因此，可以通过参考单元连续计算测得的可用空间的变化。

自由空间波动的原因示例包括：

- 液氮 （**LN_2**） 液位变化
- 大气温度和压力变化
- 冷却剂温度因氧

借助这种可靠的技术，可以考虑以前未考虑的环境因素。有关更多信息，请访问我们的知识库。

© Microtrac Retsch GmbH - www.microtrac.com
保留技术变更和出错的权利



© Microtrac Retsch GmbH - www.microtrac.com
保留技术变更和出错的权利

易于使用 – 测量条件设置简单

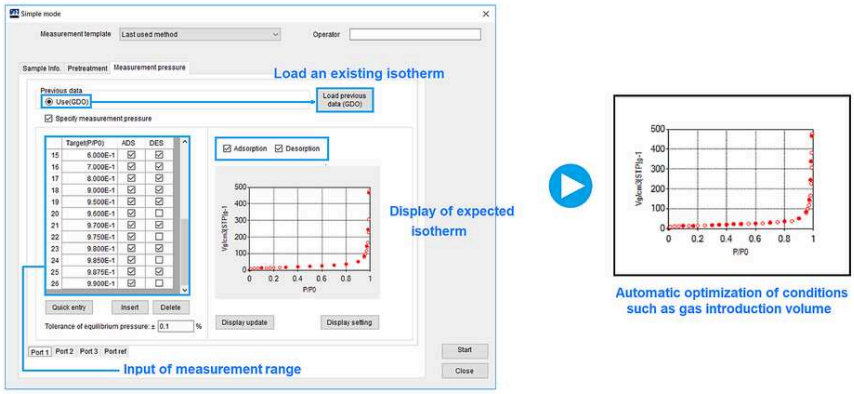
BELSORP MAX G 有一个全自动系统，使用户能够通过“简单模式”轻松设置测量条件。此模式使样品分析变得轻而易举，只需较少的用户输入（例如，样品信息、预处理条件和测量范围）。这对于未知材料和标准作程序的应用特别有用。有经验的用户可以通过选择“专业模式”来设置详细的测量配置。

© Microtrac Retsch GmbH - www.microtrac.com
保留技术变更和出错的权利

气体加注优化 （GDO）

气体加注优化 （GDO） 功能根据先前的测量结果计算理想气体加注量。此功能可以显著缩短测量时间。

© Microtrac Retsch GmbH - www.microtrac.com
保留技术变更和出错的权利

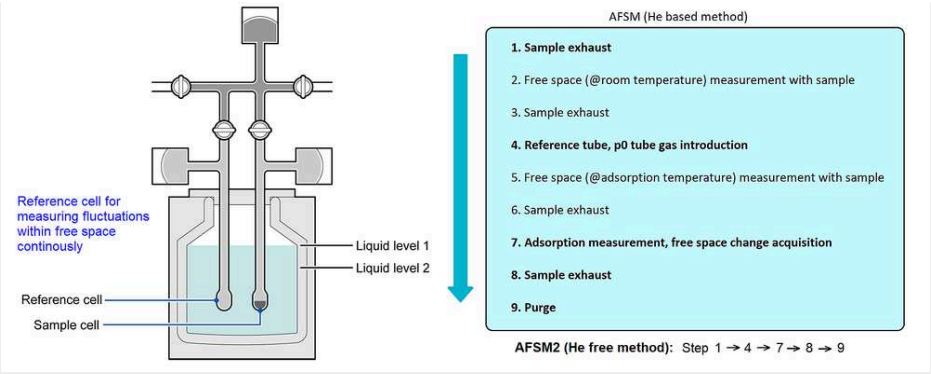


© Microtrac Retsch GmbH - www.microtrac.com
保留技术变更和出错的权利

无氦测量 （AFSM™2）

通过预先测量“空白”样品管的自由空间，无需氦气即可实现测量。使用相同的样品管，在相同的分析条件下，可以使用样品的质量和密度轻松计算自由空间。该方法还通过在每次样品测量开始时省去自由空间测定来减少样品分析时间。使用AFSM™2，无需在空白测量和样品分析之间匹配冷却剂的液位。

© Microtrac Retsch GmbH - www.microtrac.com
保留技术变更和出错的权利



© Microtrac Retsch GmbH - www.microtrac.com
保留技术变更和出错的权利

Compact &轻量化

通过优化组件材料，我们设法提供了占地面积小、重量轻的装置。

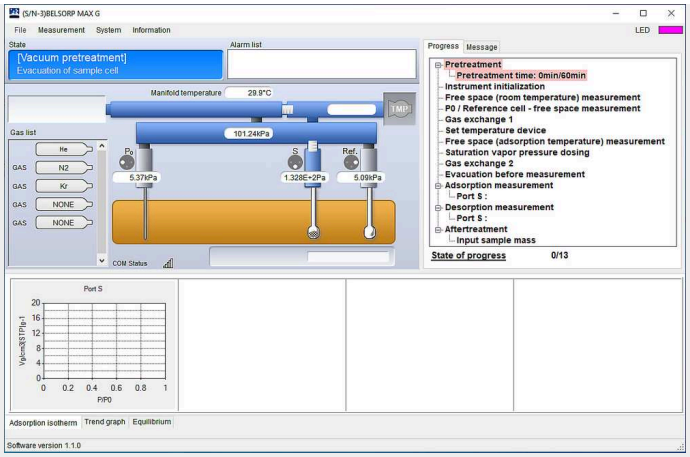
© Microtrac Retsch GmbH - www.microtrac.com
保留技术变更和出错的权利

原位预处理（可选）

为了进行准确的吸附测量，需要对样品进行预处理。预处理过程（也称为活化过程）通常是通过在加热下施加真空来进行的，从材料表面去除吸附的气体和/或水分子，而不会影响样品结构（避免变性）。

Microtrac 提供两种样品预处理选项。首先，可以使用我们的 **BELPREP** 设备在外部进行，这通常是提高样品通量的首选。或者，可以使用加热器直接在 **BELSORP MAX G** 的测量端口进行激活过程（参见附件列表）。这样可以避免从外部预处理装置转移到测量端口，这对于敏感样品（例如亲水材料）来说是一个重要的选择。

© Microtrac Retsch GmbH - www.microtrac.com
保留技术变更和出错的权利



© Microtrac Retsch GmbH - www.microtrac.com
保留技术变更和出错的权利

数据分析

我们的 **BELMASTER** 分析软件随 **BELSORP MAX G** 一起提供，使用户能够执行各种数据分析，包括使用 **Langmuir** 或 **BET** 方法评估比表面积，通过应用 **t** 图方法评估孔隙体积， 使用 **DH** 或 **BJH** 方法进行中孔分析，通过 **HK** 或 **SF** 方法进行微孔分析，或 **GCMC / NLDFT** 分析等等。

© Microtrac Retsch GmbH - www.microtrac.com
保留技术变更和出错的权利

HIGH-PRECISION GAS ADSORPTION ANALYZER BELSORP MAX G

附件和选项

标准耗材



我们的标准耗材包括吸附测量所需的样品池、填充棒、过滤器、O 形圈、瓶盖和称重平台。**NSD** 胶囊、各种样品池、快速密封等等都是消耗品的一部分。

水浴



轻松将杜瓦瓶更换为水浴，测量温度范围为 **-10°C** 至 **70°C**。 需要一个冷藏/加热的循环器。

加热器



样品在 **50°C** 至 **450°C** 的温度下进行原位预处理。使用此选项，可以直接在测量端口对样品进行预处理，而无需在分析前转移样品池。特别适用于敏感样品。

气体选择器



The gas selector enables the connection of up to 4 adsorptives simultaneously (1 x Helium + 4 x adsorptive).

© Microtrac Retsch GmbH - www.microtrac.com
保留技术变更和出错的权利

BELCONTROL：新的作软件

BELSORP 设备的多功能性确实是世界知名的。直观且用户友好的作软件 **BELCONTROL** 补充了众多特性和功能。它指导用户逐步完成分析过程。这包括设置分析条件、执行测量、何时填充和设置液氮或其他浴槽、何时更换气瓶、脱气步骤等等。该软件旨在使所有人（包括没有经验的用户）都能使用和作仪器。

对于没有经验的用户或未知样品的测量，**BELCONTROL** 只需要基本的样品信息（名称、质量等）、前处理条件（如果不在外部进行）和测量范围。

可以对配置和测量设置进行详细控制，以优化测量条件（例如 剂量设置、平衡标准、泄漏测试选项等）。这允许用户根据自己的需要完全定制样品分析。

贝尔控制		
快速下注	是	在 20 分钟内获得多点 BET 表面积
无氦测量	是	AFSM™ 2 可实现无 He 测量，精度无与伦比
吸附动力学	可选量程	用于扩散分析的吸附测量速率



更多 BELCONTROL 功能

- 叠加吸附/解吸等温线，并在测量过程中比较各个端口之间的测量数据
- 所有压力、温度、阀门驱动等都存储在趋势数据中，以便立即检查
- 系统检查功能可用于诊断仪器状态
- 电子邮件通知自动传输测量状态和结果
- 日语或英语的交互式程序确保作简单、可靠
- 广泛的帮助功能，包括作过程中的分步说明

© Microtrac Retsch GmbH - www.microtrac.com
保留技术变更和出错的权利



© Microtrac Retsch GmbH - www.microtrac.com
保留技术变更和出错的权利

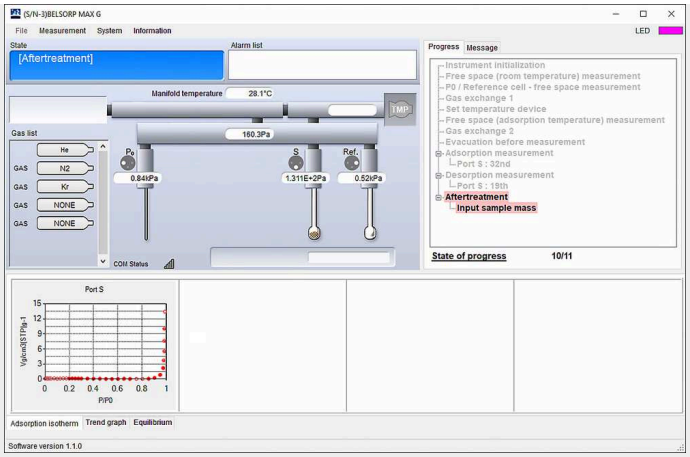
HIGH-PRECISION GAS ADSORPTION ANALYZER BELSORP MAX G

作软件

BELSORP 仪器的多功能性、许多功能和可能性，与我们直观且用户友好的作软件相得益彰。它指导用户逐步完成分析过程，包括设置分析条件、执行测量、何时填充和设置液氮或其他浴槽、何时更换气瓶、脱气步骤等等。该软件经过精心设计，使每个人都能使用仪器，即使是没有经验的用户。

提供两种测量模式：“简单模式”和“专业模式”。简单模式可实现轻松作，只需最少的设置。您只需输入基本样品信息（名称、质量数等），然后从预设选项列表中选择您的预处理条件和分析条件。这非常适合没有经验的用户或未知样品的测量。如果已执行具有类似吸附行为的先前测量，则可以使用 **GDO** 来缩短测量时间。专业模式允许对配置和测量设置（例如，加样设置、平衡标准、泄漏检查选项等）进行详细控制，允许用户完全自定义样品分析。

© Microtrac Retsch GmbH - www.microtrac.com
保留技术变更和出错的权利



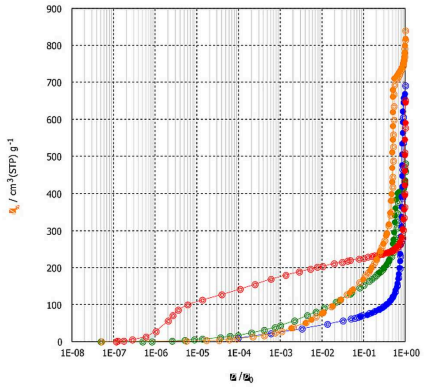
© Microtrac Retsch GmbH - www.microtrac.com
保留技术变更和出错的权利

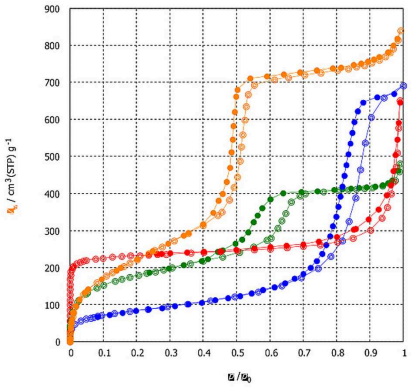
多孔 &无孔材料：MOF、沸石、碳等

评估软件 **BELMASTER**

吸附等温线定义为吸附剂上的吸附量与吸附气体在恒定温度下的平衡压力（通常与饱和蒸气压有关）之间的关系。气体吸附等温线（例如氮气）提供有关被测材料的比表面积、孔径分布和孔体积的信息。在下图中，显示了一些示例性的吸附等温线。

© Microtrac Retsch GmbH - www.microtrac.com
保留技术变更和出错的权利

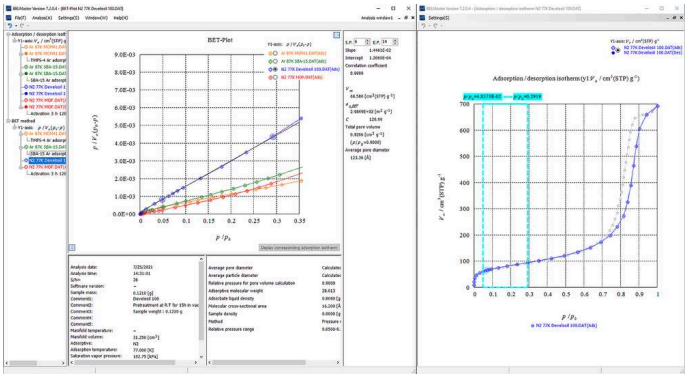




© Microtrac Retsch GmbH - www.microtrac.com
保留技术变更和出错的权利

比表面积 （**SSA**） 是指样品的可接近表面积，在吸附、均相和非均相催化反应中非常重要。比表面积可以根据 **ISO 9277** 使用 **BET** 方法（**BET**：**Brunauer**、**Emmett** 和 **Teller**）或 **Langmuir** 方法计算。下图显示了在我们的 **BELMASTER** 软件中根据 **BET** 方法对比表面积进行的示例性评估：

© Microtrac Retsch GmbH - www.microtrac.com
保留技术变更和出错的权利



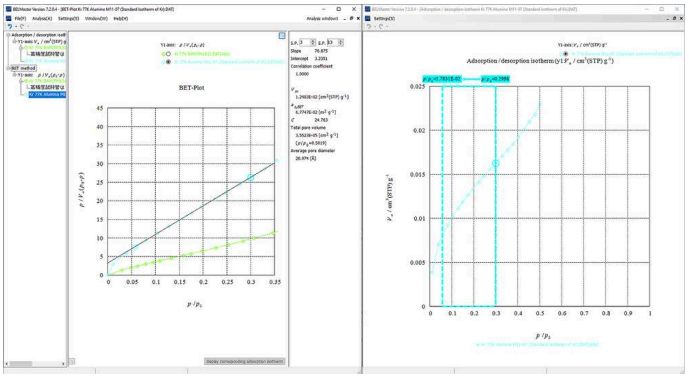
© Microtrac Retsch GmbH - www.microtrac.com
保留技术变更和出错的权利

选择正确的压力范围 （多点 **BET**） 或测量点 （单点 **BET**），表面积将自动计算。此外，我们的 **BELMASTER** 软件还提供根据 **ISO 9277** 附录 **C**（也称为 **Rouquerol** 图）的 **BET** 表面积计算，推荐用于微孔材料。

BELSORP MAX G 的突出特点是提供三种不同的传感器（**1000**、**10** 和 **1 / 0.1** 托），可实现极低压力的吸附等温线，从 **$p/p_0 = 10^{-8}$** （**N_2 @ 77K**） 开始，最高至大气压。因此，可以获得 **0.35** 至 **500 nm** 的孔径分布。此外，使用氪气可以测量低至 **0.0005 m^2/g** 的低表面积。

The characterization of low specific surface area materials such as non-porous metallic materials, glass substrates, and films can be difficult or impossible with traditional gases like nitrogen (77 K) and argon (77 K or 87 K) due to detection limits. Instead, krypton gas adsorption can be used at liquid nitrogen temperature to determine the BET specific surface area down to 0.0005 m^2/g.

© Microtrac Retsch GmbH - www.microtrac.com
保留技术变更和出错的权利



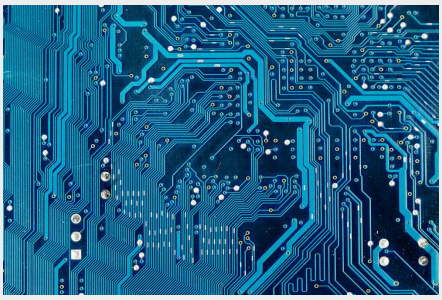
© Microtrac Retsch GmbH - www.microtrac.com
保留技术变更和出错的权利

典型应用

Microtrac 的气体吸附分析仪适用于许多领域。其中包括催化剂、电池、纤维、聚合物材料、沸石、燃料电池、化学品、颜料、化妆品、**MOF-CP**、磁粉、分离膜、过滤器、调色剂、水泥、陶瓷、半导体等等。



- 电池材料
- 催化剂
- 沸石
- 陶瓷
- 碳



- 电子元件
- 燃料电池
- 调色剂
- 水泥
- 医药品



- 二氧化硅
- **MOF / PCP**
- 色素
- 化学品

...等等！

要找到满足您的颗粒表征需求的理想解决方案，请访问我们的应用数据库

© Microtrac Retsch GmbH - www.microtrac.com
保留技术变更和出错的权利

HIGH-PRECISION GAS ADSORPTION ANALYZER BELSORP MAX G

技术参数

测量原理	体积法+AFSM™
吸附气体	N2, Ar, Kr, CO2, H2, O2, CH4, NO, CO, butane, and various other (non-)corrosive gases
气体端口	2个端口（最多5个端口）
测量次数（高精确度模式）	高精度模式下的1个端口
测量范围(比表面积)	0.01 m^2/g及以上（N_2） 0.0005 m^2/g及以上（Kr） （取决于样品密度）
孔径分布（直径）	0.35 - 500 nm
低压等温线	$p/p_0 = 10^{-8}$ (N_2 @77K, Ar @87K)
压力传感器	133 kPa （1000 Torr） x 3 个 1.33 kPa （10 Torr） x 1 个 0.133 kPa （MP） 或 0.0133 kPa （LP） x 1 个
真空计/泵	涡轮分子泵+旋转泵 冷阴极仪（可选）。
样品管	标准管，约1.8cm3（可选：5cm3）。
杜瓦罐	容积：2.6升 保持时间：80小时
预处理加热器	50 - 450 摄氏度
水浴锅	-10 - 70 摄氏度
分析软件BELMaster™ 7	吸附等温线、BET 比表面积 I 型 （ISO9277）、BET 自动分析、朗缪尔比表面积、BJH、DH、CI、INNES 法、t 图、Alpha-s 图
分析软件BELMaster™ 7续	HK, SF, CY法, NLDFT / GCMC, MP法, Dubinin-Astakhov法, Difference adsorption isotherm, Molecular probe, Adsorption rate analysis (opt.)
设备尺寸（宽x高x深）	320 x 740 x 465 毫米
重量（主体）	36 千克
公用事业 - 燃气	He，吸附气体：0.1MPa（G），纯度：99.999%以上 接头：1/8 "世伟洛克接头
实用工具--电源	主单元。AC 100 - 240 V / 850 W, 50 / 60 Hz (包括真空泵)
环境条件	温度： 10 - 30 °C 湿度： 20 - 80% RH

© Microtrac Retsch GmbH - www.microtrac.com
保留技术变更和出错的权利

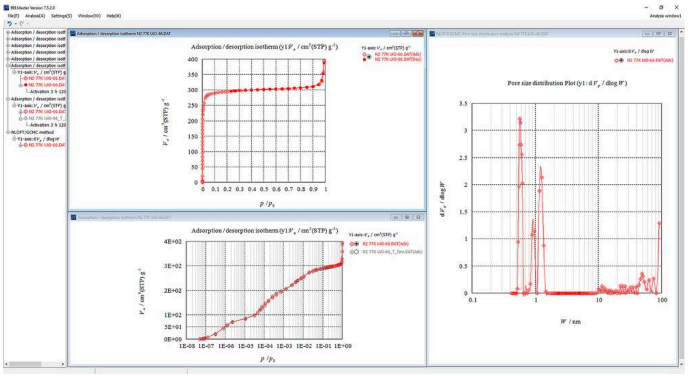
符合 **ASTM** 标准	B922, C110, C1069, C1240, C1274, D1993, D3663-20, D3908, D4222, D4365, D4641, D4780, D4842, D5604-96, D6556, D8325, E2864, WK61828, WK71859
标准	4652, 8008, 9277, 12800, 15901-2, 15901-3, 18757, 18852
USP 合规性	268, 846
DIN 合规性	66134 (1998-02), 66135-1 (2001-06), 66135-2 (2001-06), 66135-3 (2001-06), 66135-4 (2004-09)
通过**CE**认证	是
推荐显示器	全高清显示器

作用原理

通过 NLDFT 和GCMC 方法

经典孔径分布 （PSD） 是通过 INNES 方法（狭缝形状）和 BJH、DH、CI 方法（圆柱形）计算的，它们根据毛细管缩合理论评估中间孔。HK （狭缝）、SF （圆柱体） 和 CY （笼） 方法也可用于基于吸附电位理论评估微孔。DA 方法以及 DR 方法也常用于孔隙体积评估和孔隙结构评估。新的 PSD 和容量评估方法 NLDFT 和 GCMC（BELSORP MINI X 可选）用于 ISO15901-2 中规定的宽范围分析（从微孔到中孔和大孔）和更准确的方法。

© Microtrac Retsch GmbH - www.microtrac.com
保留技术变更和出错的权利



理论	交互作用 表面 和 气体	吸附物	适用孔径范围
BJH、CI、DH、INNES 方法	开尔文方程（表面张力和接触角）	散装液体密度	《尺寸》2 nm 中孔和大孔
HK、SF、CY 方法	Lennard-Jones 势（相互作用力和排斥力）	散装液体密度	0.4 - 2 nm 微孔
NLDFT、GCMC	统计热力学模型		0.35 - 500 nm 全孔径范围

近年来，人们的注意力集中在使用计算机模拟的孔隙结构评估方法上，例如新颖的孔隙分布分析 NLDFT（非局域密度泛函理论）和 GCMC（大正则蒙特卡洛）方法，它们可以使用统一的理论分析微孔到中孔和大孔。从相同吸附等温线获得的孔径分布在经典和新型 PSD 分析之间是不同的，甚至在新方法之间也是不同的，因为从每种理论获得的填充压力不同。麦奇克提供的评估方法涵盖各种孔径和各种吸附物，如N_2 （77.4 K）、Ar （87.3 K） 和 CO_2 （298 K）。它使用狭缝、圆柱体和笼孔模型的 NLDFT / GCMC 内核，带有碳和金属氧化物表面原子，从而对多孔材料进行适当的描述。

BELMASTER 软件可以轻松比较实验和模拟等温线，模拟等温线作为 PSD 计算的基础。

www.microtrac-mrb.cn/belsorp-max-g

© Microtrac Retsch GmbH - www.microtrac.com
保留技术变更和出错的权利