



Anton Paar

MCR流变仪

扩展的材料性能表征

使用流变仪进行...

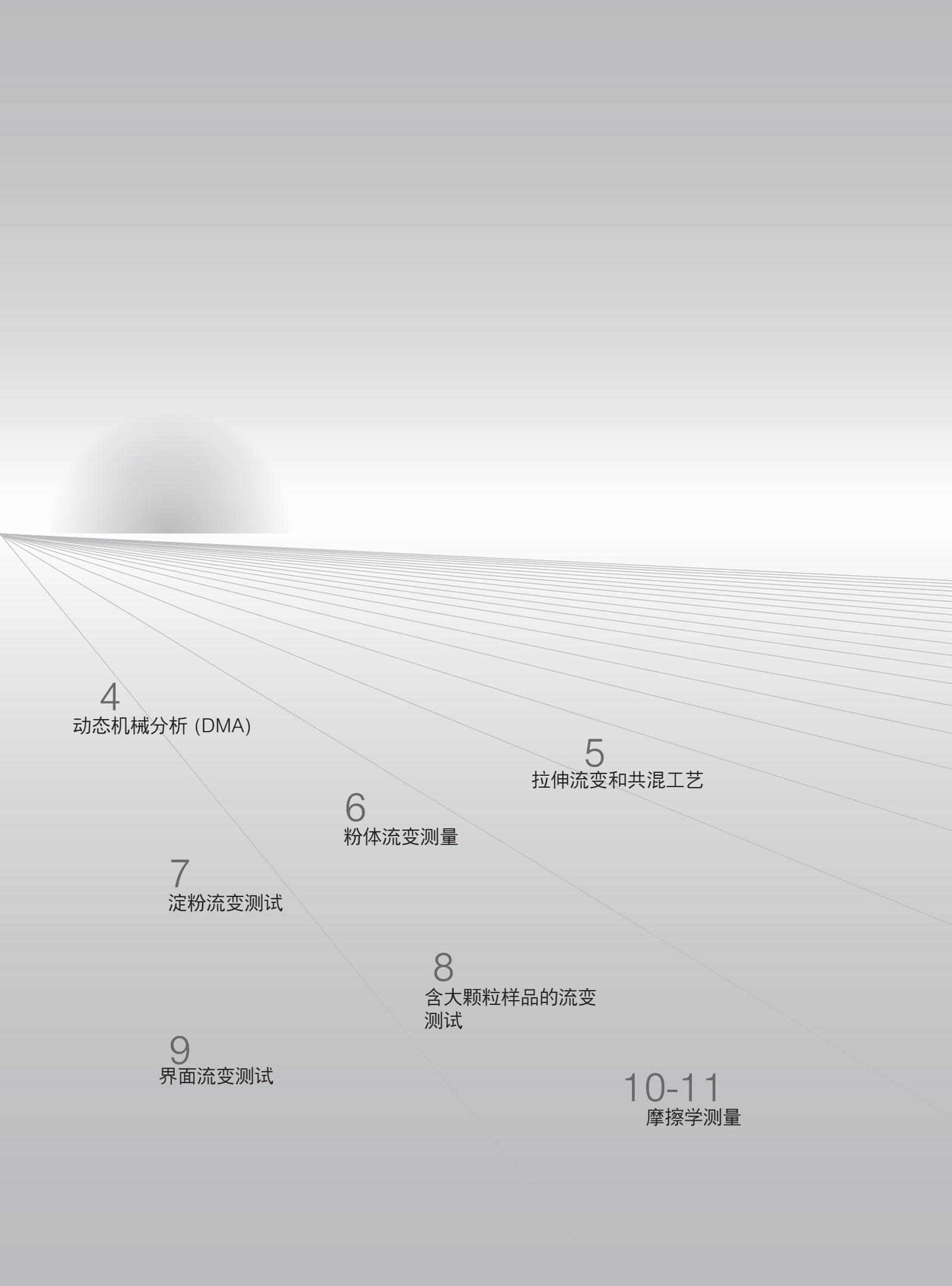
扩展的材料性能表征



MCR 流变仪为流变研究带来了无限可能，其应用范围超出了剪切流变的测量范畴。

通过集成各种特殊附件，就可以充分发挥 MCR 流变仪真正模块化的优势，将其优异的性能扩展到其他方式的材料性能表征上。凭借其众多的专利技术，可以非常方便、可靠的更换各种特殊应用附件。

用户可以根据需求选择：可以选择扭摆或拉伸模式的 DMTA 分析、界面流变测试，以及摩擦测试等各种特殊附件，可以充分发挥 MCR 流变仪的高效、高灵敏度，以及优异的低扭矩性能等优势。



4

动态机械分析 (DMA)

5

拉伸流变和共混工艺

6

粉体流变测量

7

淀粉流变测试

8

含大颗粒样品的流变
测试

9

界面流变测试

10-11

摩擦学测量

使用流变仪进行... 动态机械分析 (DMA)

适用于薄膜、矩形和圆形固体的夹具

MCR 流变仪还可用于动态机械分析 (DMA)。该流变仪可以提供各种夹具，例如圆棒或矩形固体夹具 (SCF、SRF)、薄膜和纤维夹具 (UXF) 或平行板系统，从而对薄膜、纤维和固体的温度和力学特性进行测量。

CTD 对流温控设备支持的温度范围很广，无论材料是玻璃态还是熔态，均能对其特性进行测定。由此可以精确测定这些材料的转变温度和松弛特性。

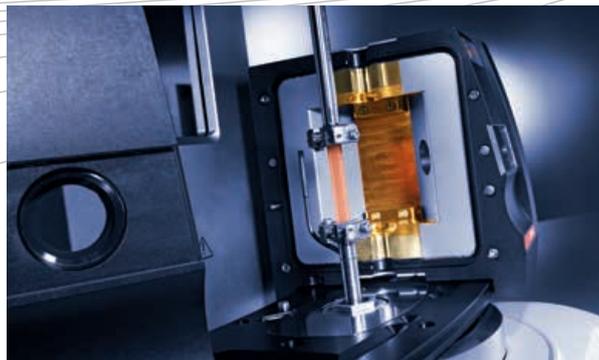
控温炉设备 CTD 180 的湿度选件可在受控的温度和湿度条件下进行 DMA 测量，以防止样品变干。



固体矩形或圆形固定装置 (SRF、SCF)

MCR 流变仪可用于扭转的动态力学分析，固体的温度和机械特性可使用各种可用的固定装置进行研究，如固体圆形或矩形固定装置 (SRF、SCF)。固体矩形固定装置可用于单马达和双马达系统。

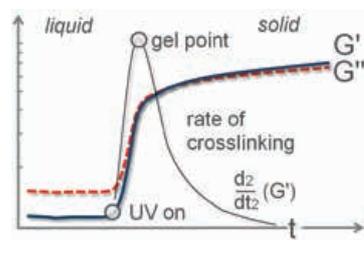
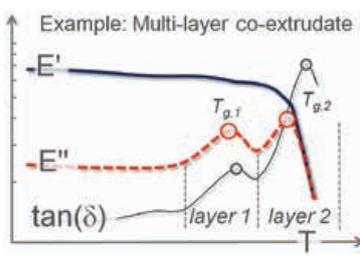
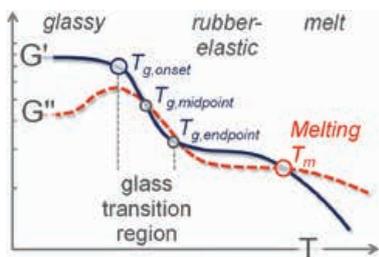
CTD 对流辐射控温设备的温度量程大，可用于表征从玻璃态到熔融状态的材料，由此可以精确测定这些材料的转变温度和松弛特性。



多功能拉伸夹具 (UXF)

多功能拉伸夹具 (UXF) 可用于膜和纤维的拉伸动态力学分析。

UXF 组合了 MCR 流变仪和 CTD 对流控温设备，可在较大的温度范围内进行拉伸应变或应力控制的 DMA 测试。这个组合式系统可用于研究薄膜和纤维的温度稳定性、收缩率、延伸率、结晶、相变、松弛和脆性等效应。



使用流变仪进行... 拉伸流变测量

薄膜和纤维的伸长率测试

在产品开发中，拉伸粘度性能及优化扮演着重要的角色。拉伸测试可用于产品控制、产品开发和竞争产品的结构测定。在产品开发的所有阶段，都可以使用拉伸测量，将会提高对支化结构聚合物性能的理解，并提高产品安全性。

通过与对流温控设备搭配使用，此设备可以进行拉伸流变测试，例如在很广的温度和变形范围内测试合成高分子、生物高分子或薄膜。



Sentmanat 拉伸流变仪 (SER)

由 Martin Sentmanat 博士开发的拉伸流变系统将您的 MCR 流变仪变身为适合进行拉伸流变测试的通用平台。

该设备由与流变仪相连接的两个轮鼓组成。其中一个轮鼓直接由流变仪马达驱动，另一个轮鼓采用齿轮连接并反向旋转。将该设备浸入液体之内可以防止样品出现下垂。除了表征拉伸性能之外，SER 系统还可用于固体拉伸、撕裂、剥离和摩擦测试。



多功能拉伸夹具 (UXF)

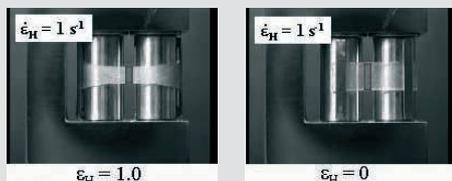
用于单马达的 UXF 为多功能拉伸夹具。它可用于测定熔体拉伸粘度的振荡测量（拉伸模式下的 DMA 分析）和旋转测量。

UXF TwinDrive 的最佳低扭矩灵敏度适合拉伸测试，但不适合振荡测量。

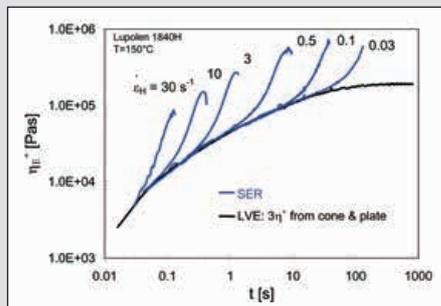


应用	SER	UXF	UXF TD
拉伸流变测量	++	+	++
振荡测量 (DMA 张力)	-	++	+

LDPE 在不同 Hencky 应变速率下的测量结果，与用锥板在振荡模式下的测量结果相比较：



直接观察聚烯烃熔体的拉伸试验



使用流变仪进行... 粉体流变测量

粉体测量单元

配备粉体测量单元后，MCR 流变仪可转变为粉体流变仪，从而将传统流变学的全套方法应用到粉体研究领域。

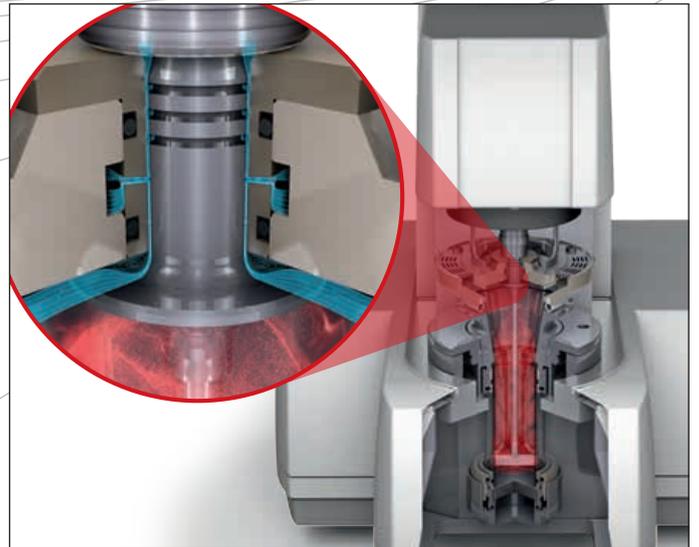
它能以简单、可靠和良好再现性的方式给出一个能表现出粉体流动性差异的参数，用真正的粉体流变学进行质量控制。不管造成变化的原因是什么（颗粒大小和形状、化学结构、湿度、包装行为、静电荷、表面形态、气体吸附等），均可用该值表示：内聚强度！

在先进的真正粉体流变测量领域，MCR 流变仪以其极高的精度获得了在颗粒介质领域的应用。粉体流变仪不仅可以在压实态和流化态下进行旋转和振荡测试，而且还配备了一个高精度压力降测量设备。

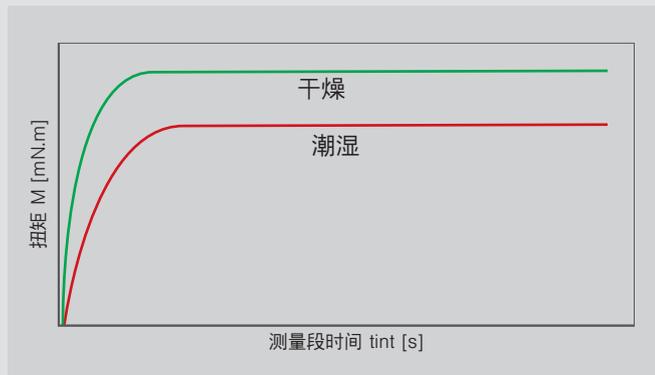


独特的防尘保护

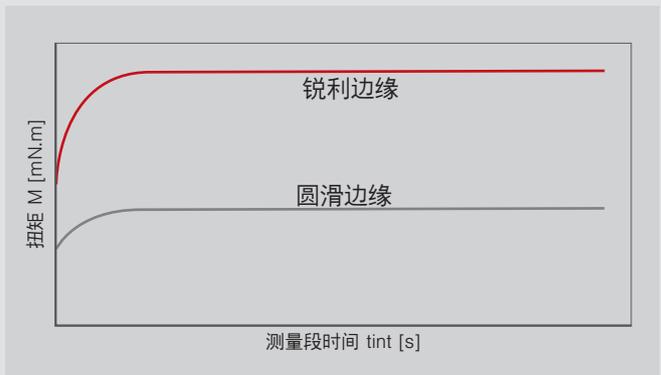
即使粉体完全悬浮于空气中，粉体测量单元的独特防尘保护罩也能保护操作人员和仪器免受微细及具有潜在危害的粉尘造成的伤害或损坏。通过将空气密封技术和双重转子护板结合在一起，粉体测量单元获得了百分之百的防尘性，从而避免让测量轴受到任何摩擦影响，并使 MCR 流变仪保持了低于 10 nNm 的非凡准确度和精度。



无论何种因素影响了粉体，已建立的内聚强度值均会发生改变：



即使少量水分也会对流动特性造成很大影响



颗粒的形状能够必将影响流动特性（颗粒尺寸相同时）

使用流变仪进行... 淀粉流变测试

淀粉流变测量系统

淀粉流变测量系统将 MCR 流变仪转变为在高温高压条件下分析淀粉糊化特性的平台。

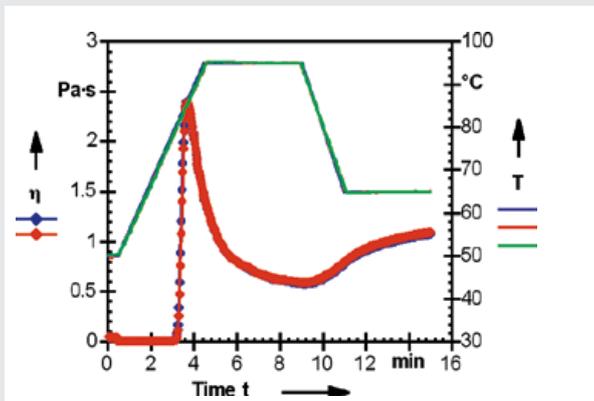
淀粉糊化测量需要较快的加热和冷却速度，这一点通过使用电加热和由流体循环器支持的冷却系统来实现。专用搅拌器可以防止糊化之前出现沉淀。

在常压条件下，此系统可用于在最高 95 °C 的淀粉糊化测试，如果配备高压测量单元（最高 30 bar），还可以进行模拟快速烹饪测试，温度最高可达 160 °C。通过特制的测试程序，能够模拟现实存在的工艺条件（例如食品灭菌等）。

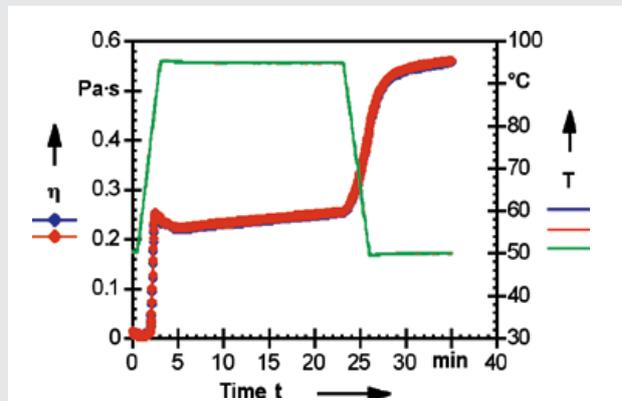


自动测试模板包含加热、恒温 and 冷却时间，而且能够轻松更改各项参数，可以简化测量设置并且能够提供所有的淀粉分析结果，例如糊化温度、峰值粘度和最终粘度等。

以下两个例子可以说明淀粉流变测量系统在进行淀粉测试时的良好再现性。



马齿种玉米淀粉糊化



经改性的糯玉米淀粉糊化

使用流变仪进行... 含大颗粒样品的流变测试

建筑材料测量单元

建筑材料测量单元 (BMC) 专门针对含大颗粒的建筑材料样品而设计, 可提供加工工艺、贮藏寿命和流动性方面的诸多信息。

建筑材料通常属于浆状或高浓度悬浮液 (包含的微粒直径最大 5 mm)。使用传统的测量系统进行剪切时, 颗粒会沿壁面滑移或出现相分离现象。BMC 专门设计的叶片和样品杯可以避免这样风险; 它的模块化插筒带有阻流器, 可以阻止壁面滑移并改善混合效果。

由帕尔贴温控设备控温的测量单元采用耐磨材料制造, 所有浸液表面均由不锈钢制造, 便于清洁。它可在所有型号的 MCR 流变仪上使用, 并且可在所有流变测试模式下使用: 控制剪切率 (CSR)、控制剪切应力 (CSS) 和振荡测试等。

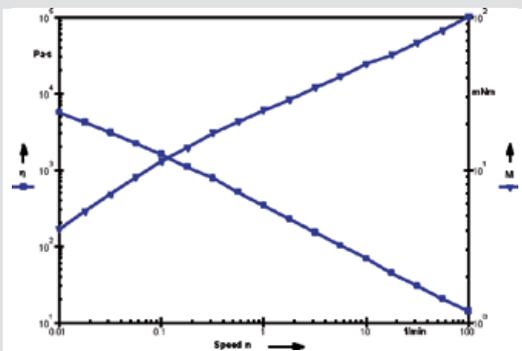
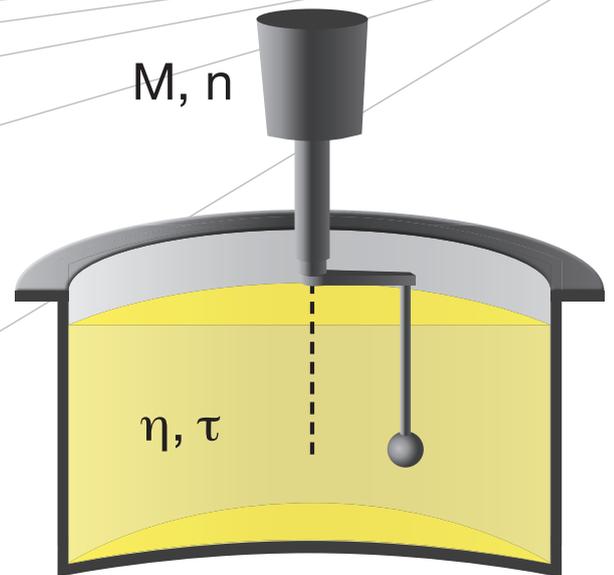


圆球测量系统

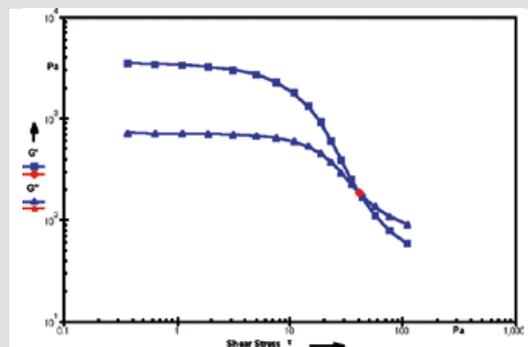
圆球测量系统 (BMS) 与 MCR 流变仪搭配使用, 可以测量含大颗粒样品的流动特性。

这一系统基于由 Mueller-Thyrach 提出的非同心旋转圆球原理, 使用的球体具有不同的直径规格, 具体取决于样品的粘度。由于 MCR 系列流变仪 EC 马达具有出色的速度控制功能, 测量系统只需旋转一周, 即可确定完整的流动和粘度曲线。

只需旋转一周, 即可得到大颗粒样品 (例如泥浆、污泥或食品) 的流动特性; 通过对产生的流场进行无量纲分析, 可计算粘度和剪切率等流变参数。



使用 BMC 测量的硅灰流动曲线



使用 BMC 测量的硅灰振幅扫描测试

使用流变仪进行... 界面流变测试

界面流变测量模块

界面流变测量模块 (IRS) 与 MCR 流变仪结合起来可以对界面膜 (气体/液体之间或液体/液体之间) 进行二维流变测量。

在 IRS 中, 界面中放置一个双锥测量转子, 可对吸收或扩散膜 (例如蛋白质或活性剂产生的界面膜) 进行测量。IRS 结合 MCR 流变仪的低扭矩功能和 TruStrain™ 功能, 可以对最微弱的界面结构进行流变测量。

温度范围由帕尔贴元件控制在 5 °C 至 70 °C 范围之内; MCR 流变仪空气轴承中内置专利的法向力传感器, 可以精确确定界面位置。



经过软件处理, 可以消除体相对界面数据的影响, 计算得到界面层的流变数据。

能够进行旋转模式和振荡模式的测量, 例如允许在界面层进行流动曲线和蠕变测试, 或在薄膜形成期间进行振荡测试。

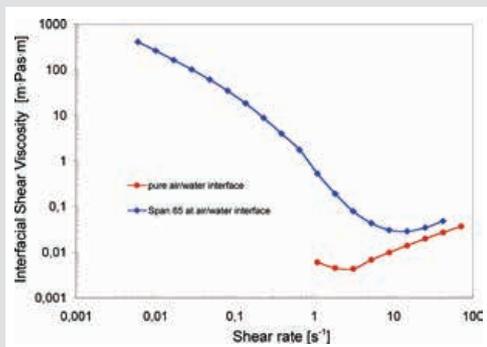
所有测量和计算得到的界面数据都会记录并显示在 MCR 流变仪的应用软件中, 并且软件中已经预设了界面流变测量的模板, 可以方便地进行各种测试。

界面流变测量模块技术规格

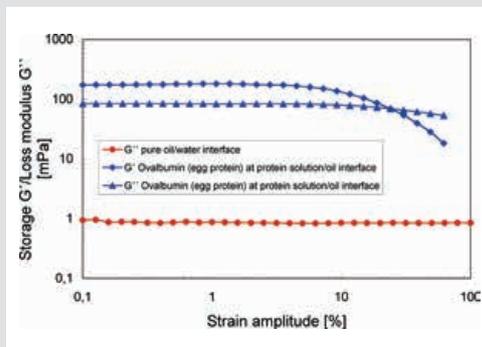
测量转子	双锥转子, 半径 34.14 mm, 双锥面夹角 10° (2 x 5°)
温度	5 °C 至 70 °C
控温附件	P-PTD 200/80/I
软件	界面流场分析软件

样品规格

扩散界面膜	样品在溶剂中溶解
吸收界面膜	样品在液态基体中溶解
覆盖相	空气或液体



空气/液体界面



液体/液体界面

使用流变仪进行... 摩擦学测量

特殊设计的摩擦学测量模块，充分利用了 MCR 流变仪高精度的运动和力的控制能力。

此特殊模块是对流变学和 DMTA 测量的有益补充。结合 MCR 设备的法向应力和温度控制功能，使用这些独特附件，可以测量 Stribeck 曲线、静摩擦（包含轴承启动扭矩），以及特定的运动方式。

此设备可用于研究许多应用和样品，譬如润滑剂（润滑油、润滑脂）、材料及材料表面涂层（金属、聚合物、陶瓷）、设备部件（轴承等）。



MCR 302/502/702	T-PID/44	T-PTD 200		T-BTP
测量原理	销板原理	球-三板原理	滚动轴承测试	球-三板原理
摩擦法向载荷 $F_{N, \text{Tribo}}$	0.7 N 至 17 N	1 N 至 23 N	1 N 至 50 N	0.1 N 至 23 N
滑动速度 v_s	10^{-9} m/s 至 2.3 m/s	10^{-8} m/s 至 1.4 m/s (3.3 m/s^{-1})	-	10^{-8} m/s 至 1.4 m/s
转速 U	10^{-6} rpm 至 1000 rpm	10^{-6} rpm 至 3000 rpm		
扭矩 M		MCR 302 MCR 502 TDR MCR 702 TD : MCR 502 S :	1 nNm 至 200 mNm 1 nNm 至 230 mNm 1 nNm 至 230 mNm 50 nNm 至 300 mNm	
温度 T	-30 °C 至 190 °C	-40 °C 至 200 °C		CTD 180 : -20 °C 至 180 °C CTD 450 TDR : -150 °C 至 450 °C
偏转角 ϕ	1 μrad 至 $\infty \mu\text{rad}$			

定制解决方案：

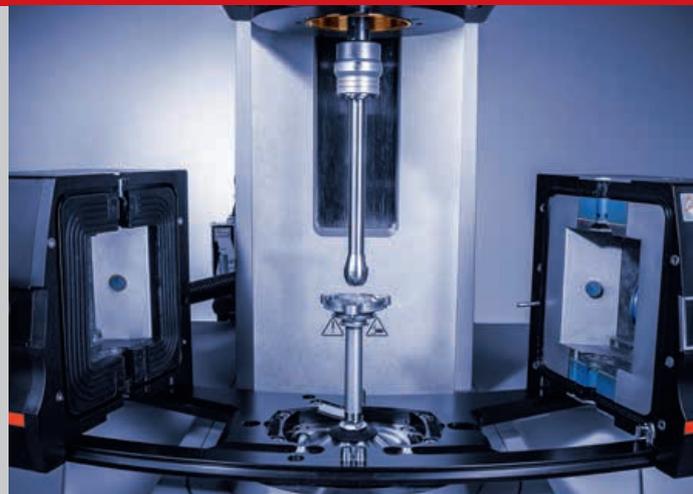
针对特殊的摩擦学应用，如果当前的附件无法满足要求，安东帕可以提供定制的解决方案。基于安东帕高精度的加工能力以及创造性的研发及工程团队，我们可以定制样品夹持器/零部件，甚至完整的测量系统来满足您的特殊应用需求。

请联系安东帕公司：tribo@anton-paar.com

T-BTP

将“球-三板”原理的测量附件与 CTD 对流辐射控温系统配合使用,

- ▶ 可使测量的温度范围拓宽,
- ▶ 最宽达到 $-150\text{ }^{\circ}\text{C}$ 至 $450\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- ▶ 湿度控制范围为 5 % 至 95 %
- ▶ 弹簧刚度在 z 方向可调



T-PID/44

精确控制运动的销-板摩擦测量系统,

- ▶ 极为灵活和精确的运动速度控制,
- ▶ 弹簧刚度在 z 方向可调
- ▶ 用于润滑剂和材料的摩擦学表征。



T-PTD 200

完全灵活和精确运动的摩擦学

▶ 测量设备

- 球-三板原理 (1/2"球, 30 mm 球)
- 适用于不同尺寸圆球的样品固定器。
- 滚动轴承测试装置

▶ 精确的旋转和振荡测量

- 偏转角度最低达 $1\text{ }\mu\text{rad}$
- 运动速度最低达 10^{-9} m/s
- 用于球-三板和滚珠轴承测量装置

▶ 优异的温度控制

- 温度范围： $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 至 $200\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Peltier 控温原理





Anton Paar

Anton Paar® GmbH
Anton-Paar-Str. 20
A-8054 Graz
Austria - Europe
Tel: +43 (0)316 257-0
Fax: +43 (0)316 257-257
E-mail: info.cn@anton-paar.com
网页: www.anton-paar.com.cn
Web: www.anton-paar.com

奥地利安东帕有限公司

上海
中国上海市合川路2570号
科技绿洲三期1-2号楼11层
邮编: 201103
电话: +86 21 6485 5000
传真: +86 21 6485 5668

北京
北京市朝阳区八里庄陈家林甲2号
尚8里文创园 A座202室
邮编: 100025
电话: +86 10 6544 7125
传真: +86 10 6544 7126

广州
广州市先烈中路81号
洪都大厦A栋1606室
邮编: 510095
电话: +86 20 3836 1699
传真: +86 20 3836 1690

成都
中国成都市金牛区蜀西路9号
丰德羊西中心1207室
邮编: 610036
电话: +86 28 8628 2862
传真: +86 28 8628 2861

西安
西安市南二环东段396
秦电大厦926室
邮编: 710061
电话: +86 29 8888 8507
传真: +86 29 8888 8507

本公司产品总览

实验室与过程应用中的
密度、浓度和温度测量
— 液体密度及浓度测量仪器
— 饮料分析系统
— 酒精检测仪器
— 啤酒分析仪器
— 二氧化碳测量仪器
— 精密温度测量仪器

流变测量技术
— 高级流变仪
— TwinμD™ 流变仪

粘度测量
— 落球式粘度计
— SVM 3001™ Stabinger Viscometer™
— 旋转流变仪/粘度计

化学与分析技术
— 微波消解/萃取
— 微波合成

高精密光学仪器
— 折光仪
— 旋光仪

石油石化测试仪器
- 闪点、常压蒸馏、氧化安定性
- 针/锥入度、软化点
- 燃油油、润滑油等常规测试

表面力学性能测试仪器
- 纳米力学测试系统
- 划痕测试仪
- 摩擦磨损测试仪

材料特性检定
— 小角X射线散射仪
— 固体表面Zeta电位分析仪