



组合流变测量：
对样品施加额外
影响因素的测量

流变测量中...

对样品施加额外的影响因素

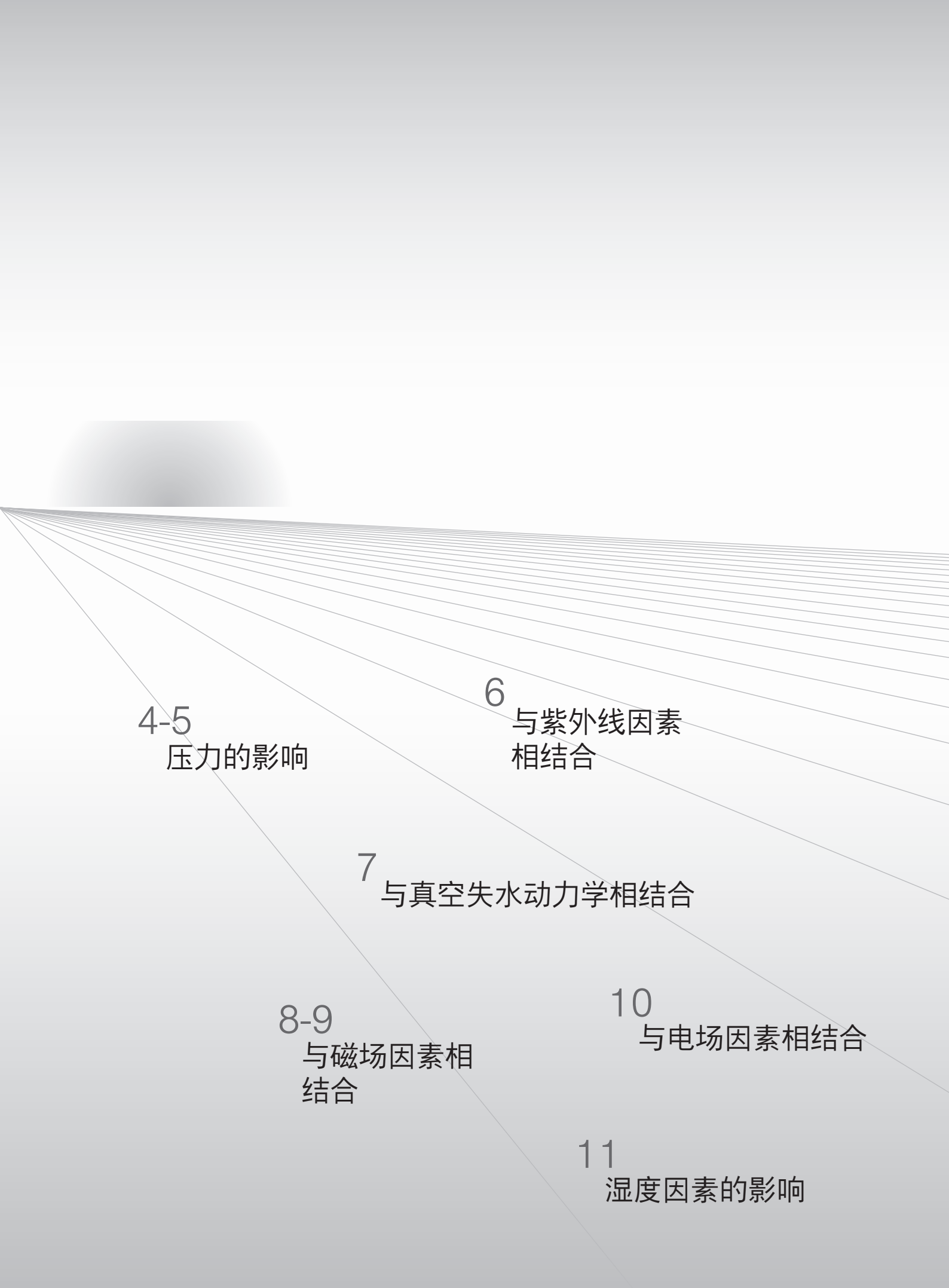


在安东帕 MCR 流变仪中，可以使用对样品施加各种影响因素的一系列附件，在施加各种额外影响因素的同时，进行精确控温的流变学测试。从而可以研究各种外界因素，如电场、磁场、压力等，是如何改变样品的流动和变形特性的。

基于真正模块化理念设计的 MCR 流变仪可以轻松选配各种特殊附件，以满足各种特殊应用的需求。安东帕凭借自己优异的制造能力以及与各大研发机构和高校长期紧密的合作，推出了全面的附件产品，包括温度控制、额外参数设置、结构分析和扩展材料表征等。

利用 MCR 流变仪真正无与伦比的、可选的各种扩展功能，可以研究样品在各种实际工艺和实际应用过程中样品真正发生的流变学行为。例如，利用 TwinGap™ 系统测量磁流变液在实际使用状态下的高剪切粘度，或者利用磁流变设备改进在未来汽车离合器中将要使用的流体的性能。

无论您想要在流变研究过程中施加哪种外部因素，MCR 流变仪结合对样品施加额外影响因素的测量附件，即可实现可靠、安全、方便的模块化组合。



4-5
压力的影响

6
与紫外线因素
相结合

7
与真空失水动力学相结合

8-9
与磁场因素相
结合

10
与电场因素相结合

11
湿度因素的影响

流变测量中... 压力的影响

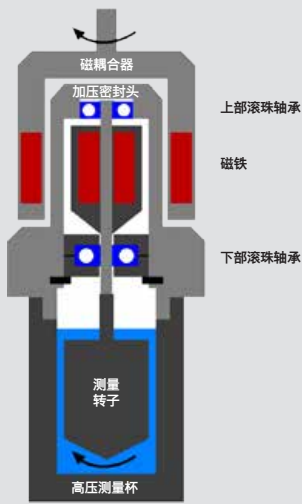
高温高压测量单元

将高压测量单元与 MCR 流变仪配套使用，可以在控制温度和压力的条件下进行流变测试。该系统用于模拟工艺条件、测量样品的压力依赖性以及防止样品超过沸点时蒸发。安东帕提供各种不同的高压测量单元，可确保提供最适合于您应用的解决方案。所有测量单元均可将压力和温度等相关数据直接传输至流变仪软件。

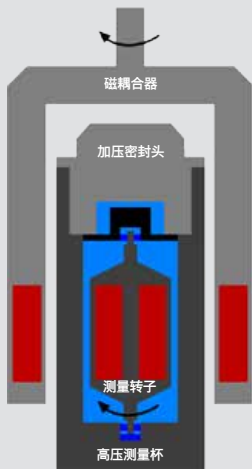
设备组成

有两种主要类型的压力单元，可提供最佳解决方案来满足您的测量需求，可提供顶部空间有或没有气体情况下的高压流变测量以及可更换的测量系统。

1) 顶部气体加压



2) 顶部液体加压



应用					测量参数
	食品	聚合物	石油化工	原油	
30 bar					1 bar 30 bar 500 bar 1000 bar -30 °C 25 °C 160 °C 300 °C
150 bar					1 bar 150 bar 500 bar 1000 bar -30 °C 25 °C 160 °C 300 °C
150 bar/XL					1 bar 150 bar 500 bar 1000 bar -30 °C 25 °C 160 °C 200 °C 300 °C
400 bar/XL					1 bar 400 bar 500 bar 1000 bar -30 °C 25 °C 160 °C 200 °C 300 °C
1000 bar					1 bar 500 bar 1000 bar -30 °C 25 °C 160 °C 200 °C 300 °C



技术规格

测量系统	耐化学腐蚀性		
	I 级液体	II 级液体	哈氏合金版本
	●	●	●
	●	●	●
	●	●	●
	●	●	●
	●	●	●

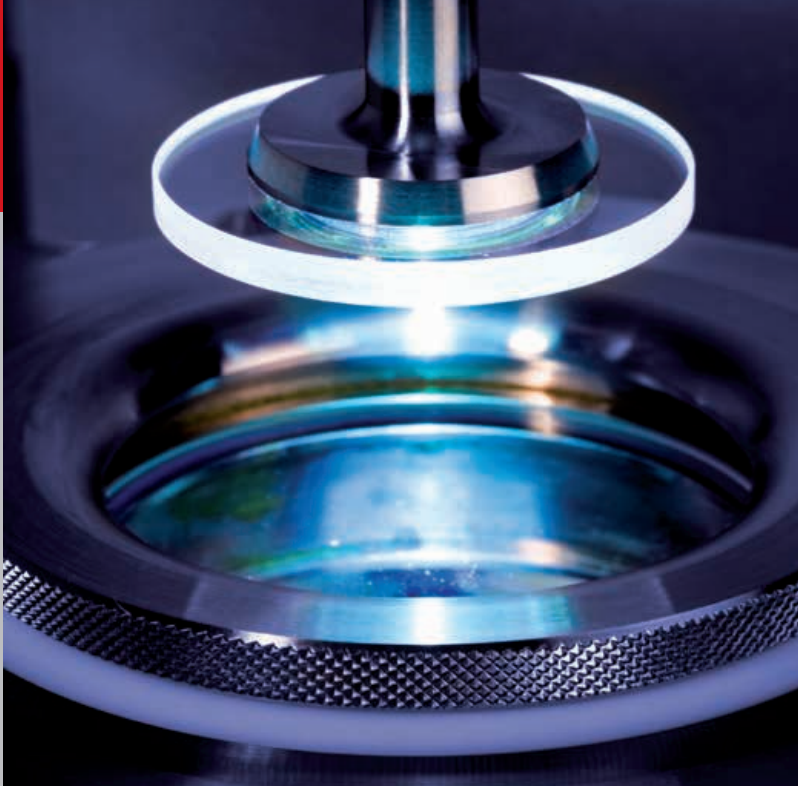


流变测量 与紫外光因素相结合

紫外固化模块

将紫外固化模块与 MCR 流变仪配套使用，可以研究由紫外光引起的固化反应，跟踪材料由其原始状态至完全固化状态的变化过程。凭借其自身显著的技术和经济优势，紫外光固化技术飞速发展，已经从实验室新奇技术发展成新的行业标准技术。**设备原理**

紫外光固化系统包括可靠的帕尔贴主动温控罩和帕尔贴通用光学设备 (P-PTD 200/GL)，帕尔贴通用光学设备



是一种帕尔贴温控玻璃板。帕尔贴主动温控罩和帕尔贴通用光学设备搭配使用，确保实现快速精确的温度控制以及完美的样品光照，从而保证紫外光固化均匀一致。另外，安东帕还提供用于对流温控设备 (CTD 180/450 TDR) 的紫外光固化模块。

强烈的紫外光源通过柔韧的光纤与测量单元相连，并通过 MCR 流变仪的软件进行控制。在测量过程中可以打开和关闭光源。安东帕可以根据需要，与光源一起提供不同滤波器（用于过滤离散波长的光线）以及一个辐射计（用于进行光强校准）。

样品可以在很短的时间内固化，具体取决于化学材料、样品层厚度和紫外光强度。要想追踪此化学反应，需要快速采集数据 – 利用 MCR 独特的 TruStrain™ 技术，可在振荡测试期间获得最高的数据传输速率。

特点

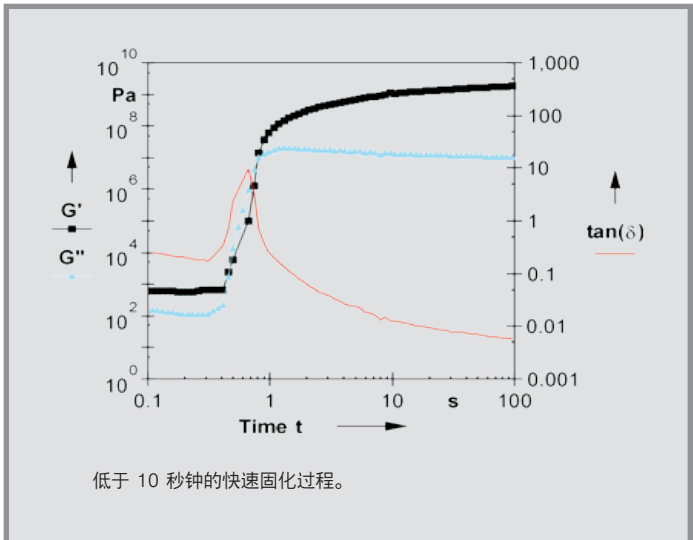
- ▶ 使用流变仪监控紫外线光作用下的固化反应
- ▶ 由软件控制的光源快门
- ▶ TruStrain™ 功能，用于快速收集流变数据
- ▶ 用于消除离散波长的可选滤波器
- ▶ 快速、可靠的帕尔贴或对流温度控制
- ▶ 保护样品不受外部光源/日光的照射
- ▶ 密闭系统可以使用惰性气体进行保护
- ▶ 用于补偿收缩的灵敏的法向力控制
- ▶ 柔量校正确保精确测量完全固化的样品

P-PTD 200/GL 技术参数和光源

温度范围	-20 至 200 °C
紫外光源，峰值强度取决于所使用的滤波器	
250 nm – 450 nm	22,500 mW/cm ²
365 nm	5600 mW/cm ²
320 nm – 390 nm	10,300 mW/cm ²
320 nm – 500 nm	21,700 mW/cm ²
灯	100W短弧高压汞灯 选件：LED UV光源
防紫外光护目镜	
最大直径为 50 mm 的平行板和锥板系统	

典型应用

- ▶ 紫外光反应样品：环氧树脂、油墨、涂料、粘合剂



低于 10 秒钟的快速固化过程。

流变测量 与真空失水动力学相结合

不动点测量单元

利用专利技术的不动点测量单元 (Immobilization Cell, IMC) (美国专利号 6.089.450 (A))，可以通过模拟工艺条件研究纸张涂料的失水动力学和保水能力。



设备原理

将平行板测量系统和 IMC 结合执行测量。将样品（一张原纸）夹在样品室的多孔平板中，并在样品表面涂上涂料。真空泵产生的压力迫使液相渗透到原纸中，从而提取涂料中的水份。利用控制应力的旋转测试，流变仪会自动测量样品的剪切粘度。粘度随着时间而增加的程度可以用来分析样品的固定动力学特性，这可通过在脱水过程中分散性涂料的保水能力和结构重排予以确定。间隙宽度、剪切应力和压差可以有各种变化以模拟工艺条件。

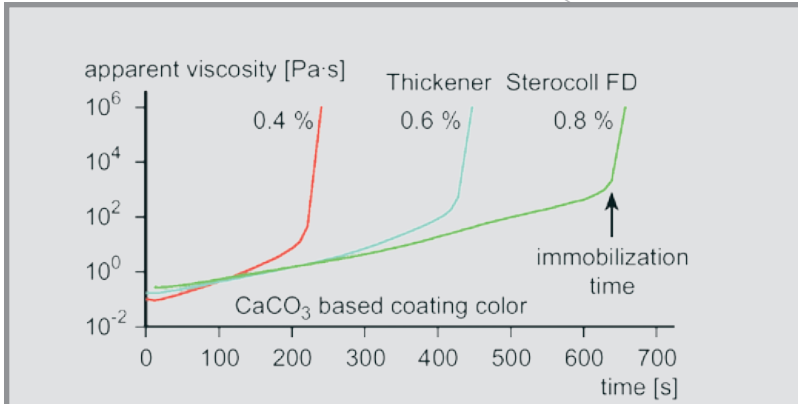
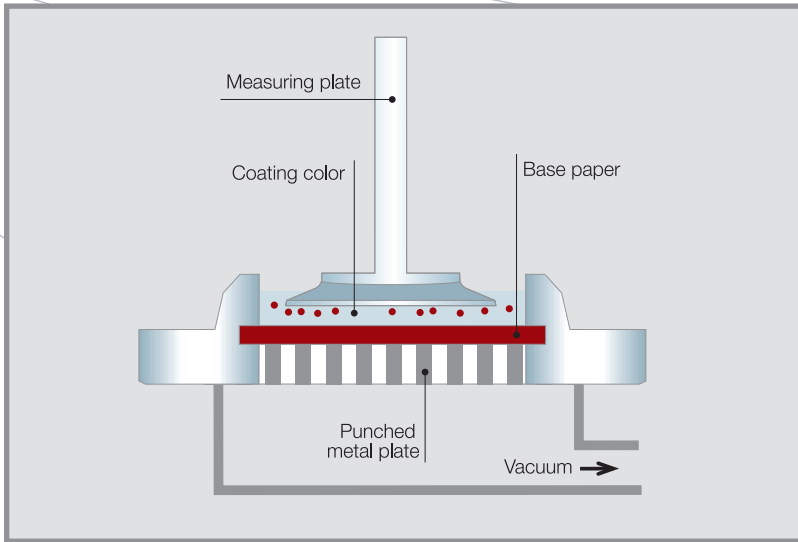
特点

- ▶ 使用专利技术测试纸张涂料的失水动力学
- ▶ 用于脱水的真空泵
- ▶ 液体温度控制

规格	
温度范围	10 至 70 °C
间隙宽度/层厚度	50 µm 至 2000 µm
剪切应力范围	0.1 Pa 至 1500 Pa
涂层和原纸之间的压差	0 Pa 至 80,000 Pa
平行板测量系统	50 mm 直径

典型应用

- ▶ 纸张涂料



含有不同浓度合成增稠剂的纸张涂料的粘度/时间曲线

流变测量

磁流变模块 (MRD)

磁流变设备 (Magneto-Rheological Device, MRD) 与 MCR 流变仪配套使用，可以分析磁场对磁流变液 (magnetorheological fluids, MRF) 和铁磁流体的影响。可施加最大为 1 特斯拉的均匀磁场。

设备原理

MRD 由一个液体温控底板构成，并配有内置线圈，它可在空气间隙中产生最高达 1 特斯拉的磁场。导磁罩在底板上方，形成均匀、垂直于底板的磁场。平行板系统由不可磁化的金属制成，避免有径向力作用在轴上。导磁罩与底板共用液体进行温度控制，可控制的最高温度为 70°C。

另外也可选配最高可达 170 °C 的高温型号，底板采用油浴液体进行温度控制，导磁罩采用帕尔贴进行温度控制。MRD 完全整合在流变仪软件中，可以控制磁场和自动记录所有重要参数。安东帕还提供外置霍尔传感器和温度传感器，用于实时测量磁场强度和样品温度。

TwinGap™ 夹具

磁流变液和一些铁磁流体在磁场中时具有弹性，因此在高剪切状态下，将会有从间隙中甩出的趋势。由 BASF 发明并独家授权安东帕公司使用的 TwinGap™ 专利夹具能够解决这个困难。它包括一个下方、边缘及顶部填充了样品的铁磁平行板系统，它可提供强度高达 1.3 T 的磁场。该系统配备了密封系统及样品的盖板，能够在高达 3000 s⁻¹ 的剪切速率下进行测量。



与磁场因素相结合

特点

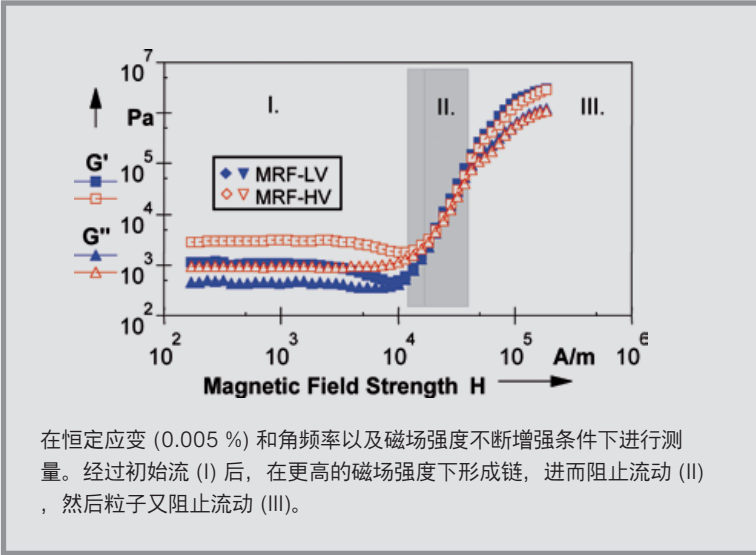
- ▶ 在高达 1 特斯拉（使用 TwinGap™ 可高达 1.3 特斯拉）的磁场中进行流变测量
- ▶ 可选实时磁场测量，数据直接传输到流变仪软件中
- ▶ 可选实时温度测量，数据直接传输到流变仪软件中
- ▶ 两个温控设备型号，温度分别可达 70 °C 和 170 °C
- ▶ 用于高剪切速率测量的专利技术 TwinGap™，独家授权安东帕公司使用

规格

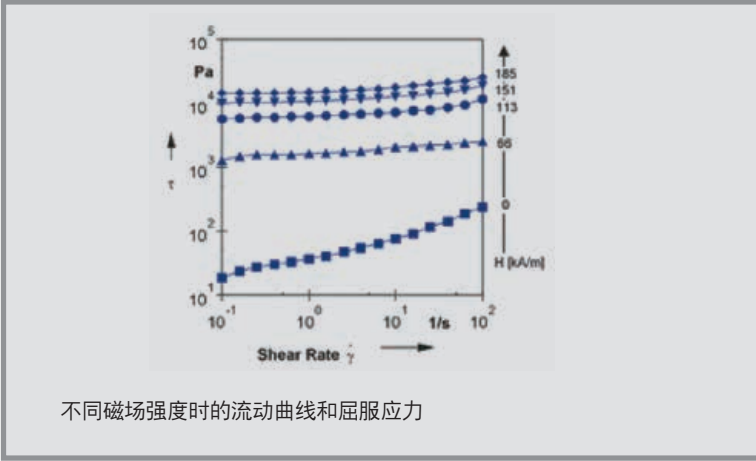
温度范围	
液体温度控制	20 °C 至 70 °C
液体/帕尔贴组合温度控制	-10 °C 至 170 °C
最大磁场	1 T (PP20), 1.3 T (TwinGap™)
平行板测量系统	20 mm 直径
TwinGap™	16 mm 直径

典型应用

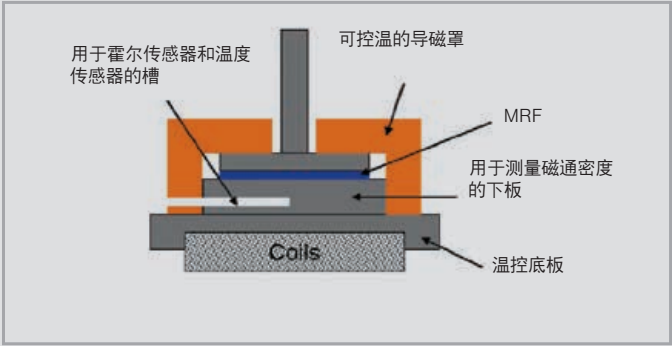
- ▶ 磁流变液和铁磁流体



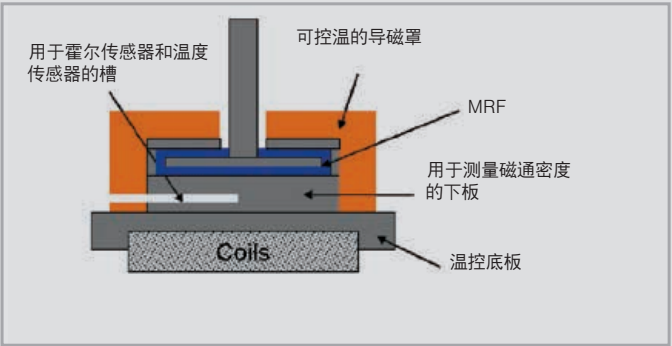
在恒定应变 (0.005 %) 和角频率以及磁场强度不断增强条件下进行测量。经过初始流 (I) 后，在更高的磁场强度下形成链，进而阻止流动 (II)，然后粒子又阻止流动 (III)。



不同磁场强度时的流动曲线和屈服应力



磁流变模块的结构

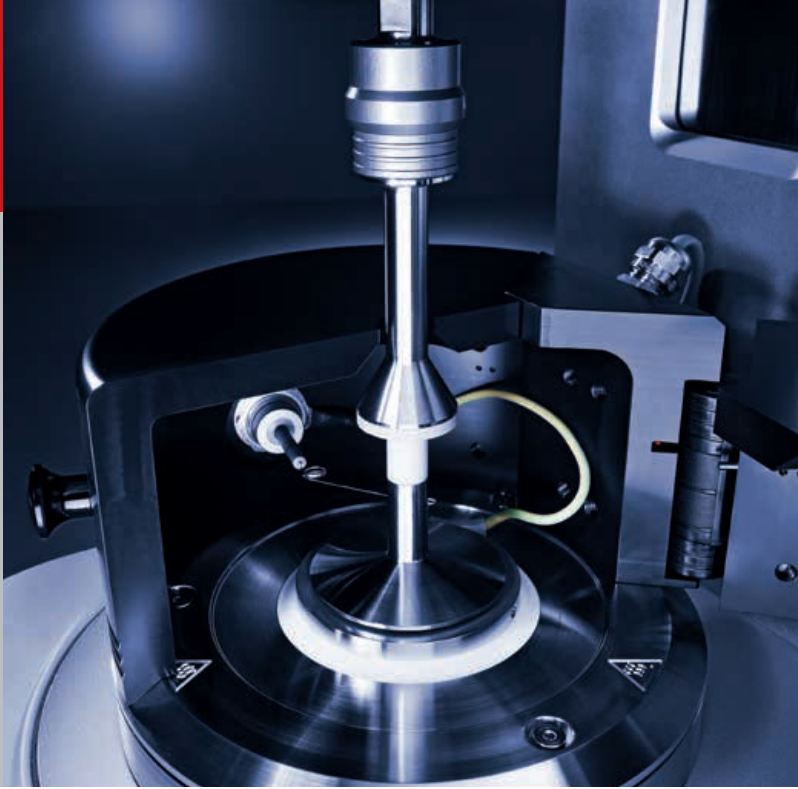


TwinGap™ 选件的结构

流变测量 与电场因素相结合

电流变模块 (ERD)

电流变模块 (ERD) 与 MCR 流变仪配合使用，用于在对样品施加电场的情况下进行流变测量。此方法对研究电场对电流变液 (ERF) 的影响非常有用。电场会改变电流变液的粘度，具体取决于所输入的电压。



设备组成

提供两种版本的 ERD，它们分别为同心圆筒 (C-PTD-200/E) 和平行板测量 (P-PTD 200/E) 系统。两种 ERD 都由帕尔贴控制温度，温度范围均为 0 °C 至 200 °C。向测量夹具的轴上输入电压；下板或样品杯连接至靠近电路的位置接地。使用直流电源输入电压，最大电压为 12.5 kV。

经过认证的安全设计确保操作简单安全 – 安全罩一打开，电流立即停止。ERD 适用于所有 MCR 流变仪，所有流变测试模式均可在准确控制的电场条件下执行，电场可通过流变仪的软件予以监视和控制。

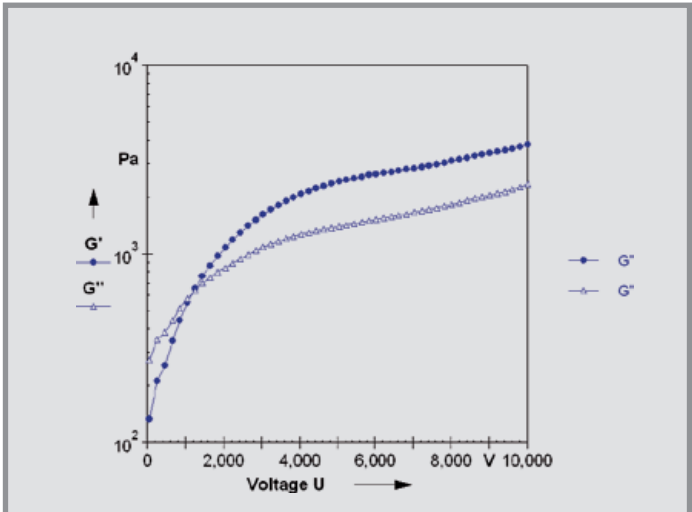
特点

- ▶ 在高达 12.5 kV 的电场条件下执行流变测量
- ▶ 0 °C 至 200 °C 范围内的帕尔贴温度控制
- ▶ 同心圆筒和平行板测量系统
- ▶ 带有保护罩、接地测量杯或下板的集成式安全设计

规格	
温度范围	0 °C 至 200 °C
电压范围 (直流)	0 kV 至 12.5 kV
最大电流	1 mA
测量夹具	- 同心圆筒，直径 17 mm 和 27 mm - 平行板，直径 25 mm 和 50 mm

典型应用

- ▶ 电流变液



振荡测试 (恒定应变和频率) 中的电压扫描曲线。在测试过程中淀粉/硅油悬浮液从更具粘性变为更具弹性。

流变测量 与湿度因素相结合

CTD 180 湿度附件

环境条件会极大的影响样品的流变性能。例如，当在恒定温度下做时间扫描测量时，干燥过程会导致粘度的持续上升。为了防止干燥，以避免其影响数据重复性，需要使用防挥发模块或溶剂冷阱。CTD180 对流炉具备湿度控制功能，能够在控制温度和湿度的条件下进行流变测量，可以用于防止样品干燥，或者研究样品在一定湿度下的流变特性。

设备组成

CTD180 的湿度选件包括一个专门定制的湿度发生器，用于在



温度装置中根据实际温度设置相对湿度，最高可达 95 %。湿度传感器将湿度信号反馈给湿度控制器和流变仪软件，发生器中有一个水箱，会将进入的干燥空气加湿到需要的水蒸气含量。高湿度使得光波炉的设计得到优化，避免出现使湿空气转化成水的冷点。

可选择并将湿度附件连接到 CTD 180 上，以使用平行板、锥板进行测量，也可以使用拉伸流变系统 (UXF、SER) 和固体扭摆夹具 (SRF、UXF、SCF) 在可控的湿度下进行测量。此附件已具备 TwinDrive-ready 功能，意味着它也可以在双驱的 MCR 流变仪上使用。

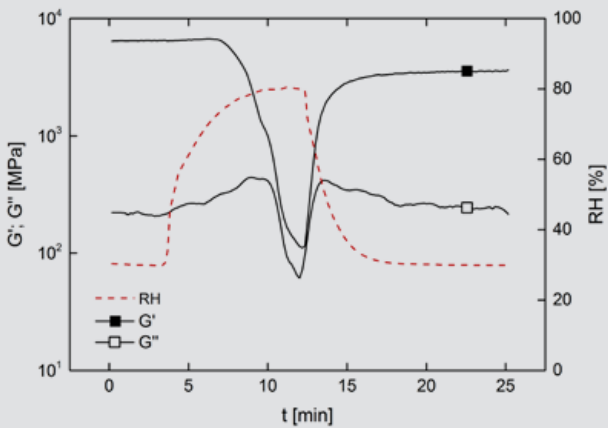
因此，湿度附件适合于表征在各种环境条件下，粘合剂的固化和硬化，油漆的干燥，以及聚合物和食品的力学性能。

应用

在室温下固化的硅酮密封胶 (RTV 硅胶) 通过与周围空气中的水分发生反应而实现这一过程。周围空气的相对湿度对此种密封胶固化的影响显示在下面的图中。当相对湿度增加时，密封胶的 G' 和 G'' 模量会以更快的速度增加，而反应时间则会缩短，直至其弹性性能处于主导地位 ($G' > G''$)。

各种聚合物以及多种食品的质地也依赖于它们的含水量。样品本身的含水量受周围空气的相对湿度影响。因此，对此类材料在受控湿度条件下流变性能的特征，对于工艺性能或因在特定条件下存储而造成的可能劣化影响的评估均有助益。下图中显示了在 50 °C 时，相对湿度对生物聚合物明胶流变行为的影响。

规格	
温度范围	5 °C 至 120 °C
相对湿度	5 % 至 95 % 的相对湿度



在 50 °C 时，作为时间和相对湿度函数的明胶样品模量 G' 和 G'' 。



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
- 燃料油、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