

# 沥青动态剪切流变仪

SmartPave





## SmartPave 动态剪切流变仪(DSR)

近年来,人们对沥青在应用中的性能要求显著提高,尤其是在弹性和柔韧性等方面。具体而言,在公路建设中,关于沥青的新理念正在不断涌现,以应对不断增加的交通量带来的沉重负担。然而,传统的测试方法通常不足以表征这些创新型材料的性能,主要为聚合物改性沥青材料。

现在沥青产品必须满足更高的要求,因此在质量控制和产品开发期间需要使用高性能仪器对这些产品进行研究和分析。SmartPave 92 和 SmartPave 102e 动态剪切流变仪能够根据相关测试标准或使用传统流变方法在较大温度范围内分析非改性和改性沥青的流变性能。

凭借许多创新技术,例如 EC 马达、Toolmaster™ 自动识别系统以及最精确的干法帕尔贴温度控制技术,几十年来,我们的动态剪切流变仪已经获得了全世界用户的认可。这在沥青流变测试中可保证卓越的精确性、便利性和易用性。



### SmartPave 92



SmartPave 92旨在满足沥青测试实验室的质量控制和日常测量需求。

适用于所有沥青测试标准:  
AASHTO、ASTM、DIN EN、FGSV、  
IS、SATS GOST 和 AGPT 规范

温度范围:  
-5 °C 至 +200 °C

设计用于实验室日常测量

### SmartPave 102e



SmartPave 102e 仪器可满足最高标准的测量需求。

适用于所有沥青测试标准:  
AASHTO、ASTM、DIN EN、FGSV、  
IS、SATS GOST 和 AGPT 规范

温度范围:  
-50 °C 至 +220 °C

可升级至所有标准流变测试

### MCR 502e Power



产品组合中增加模块化智能型流变仪 MCR 502e Power 后,我们的流变仪可满足先进沥青分析的所有需求。

针对研发阶段的沥青测试

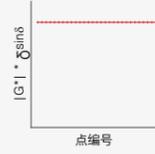
适用于所有沥青测试标准:  
AASHTO、ASTM、DIN EN、FGSV、  
IS、SATS GOST 和 AGPT 规范

温度范围:  
-160 °C 至 +1000 °C

可针对所有材料(从液体到固体)进行全面的流变特性分析

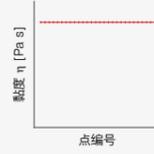
# 沥青测试

使用 SmartPave 系列流变仪进行沥青测试:



根据 AASHTO T315 / ASTM D7175 标准进行高性能路面沥青分级测试

按照沥青使用时的环境条件和路面温度 (6 °C 至 88 °C), 参照 测试标准对沥青进行分级测量。



根据 AASHTO T316 / ASTM D4402 / DIN EN 13702 进行沥青的黏度测定

使用沥青胶结料黏度测定用旋转黏度计/流变仪的标准测定方法研究沥青胶结料在 60 °C 至 180 °C 温度范围内的加工性能。

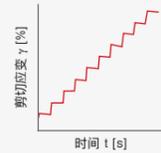
我们的动态剪切流变仪 (DSR) 经过特别设计, 可满足沥青行业的应用需求。

使用 SmartPave 92、SmartPave 102e 和 MCR 502e Power 可以涵盖沥青应用中的所有测试标准。



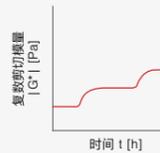
RheoCompass 软件:  
沥青测试的新工具

RheoCompass是一款带领您全面了解和准确洞察自己需求的导航式工具。RheoCompass 基于客户端和服务端架构, 设计直观, 操作简便, 提供面向应用的模板筛选、自定义的测试和分析方法、极为简便的数据检索、全自动快速温度校准和验证程序等功能。



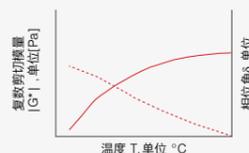
根据 AASHTO T350 / ASTM D7405 / DIN EN 16659 进行多应力蠕变恢复 (MSCR) 测试

通过测量改性沥青的恢复和不可恢复蠕变柔量的百分比, 确定其抗车辙性能。



GTR 改性(废轮胎橡胶)沥青的流变性能测定 (AASHTO 草案)

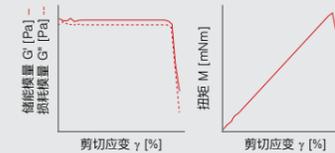
沥青可与废轮胎橡胶 (GTR) 混合, 以便改进公路建设中的路面特性。基于同心圆筒帕尔帖温控设备, 在适当温度范围内以及特殊 DSR 设置的条件下, 确定温度依赖性流变特性。



根据 DIN EN14770 标准评估沥青胶结料的温度依赖流变特性

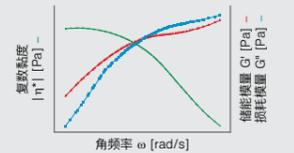
除了现有的标准方法之外, 我们还能提供覆盖更大低温范围的帕尔帖温控设备。提高评价沥青的温度-流变相关性测量的可行性, 这对于其用途(即, 修建道路)至关重要。

先进的沥青和胶结料测试:



对固体沥青和沥青砂浆样品进行 DSR 测试

测定较大温度范围内从玻璃态到熔融态的材料特性, 并最终精确测定该材料的转变温度和松弛特性。使用动力学分析 (DMA) 方法, 对固体的温度和机械特性可使用各种可用的固体夹具进行研究, 如圆柱形固体夹具 (SCF) 或矩形固体夹具 (SRF) 或平行板系统。



全面的流变特性分析, 包括主曲线

在旋转和振荡模式下(例如: 流动曲线、3 段式触变性测试 (3ITT)、振幅扫描、频率扫描、温度测试、主曲线等), 对沥青进行所有标准的流变研究。

# SmartPave 92 和 SmartPave 102e

## 全自动温度校准

温度精度和稳定性在沥青测试中至关重要。沥青胶结料的特性对温度变化极为敏感。即使是最小的温度偏差也会导致测量结果大相径庭。我们的 RheoCompass 软件具有独特的全自动温度校准和验证程序功能。

## 最精确的帕尔贴温度控制

温度对沥青的流变特性影响最大。SmartPave 92 和 SmartPave 102e 独特的温度控制单元是首个在样品上方和下方都有加热元件的帕尔贴加热系统。这就可以完全消除样品内的温度梯度,加热和冷却速度也会变得非常快。测试时间减少了近一半,再现性也得到了提升。由于拥有出色的干式沥青控温系统,所以样品周围无水流干扰,样品可以在完全干燥的环境中进行测试。因此可以避免使用水循环器和堵塞滤水器的烦恼,并提高了测量稳定性。

## Toolmaster™ – 自动识别和配置

Toolmaster™ 是当今流变仪领域唯一一款非接触全自动识别和配置的系统。它可以在测量夹具和温度控制系统一连接到流变仪上时就立刻将其识别出来,这样就无需手动输入任何数据了。

## 简单易用的软件

用户友好的流变仪软件经过特别设计,可满足沥青行业的应用需求。该软件包括预定义的分步指示测试模板,可满足国际沥青的测试要求。



## 满足您需求的最佳测量夹具

根据测试方法的不同,我们提供各种测量系统供您选择,例如平行板、锥板和同心圆筒系统。

## 测量系统易于拆装

当更换测量系统时,使用 QuickConnect 连接器,操作更加简便。使用快速连接器,单手即可连接测量系统,可以方便快捷地更换测试系统,而不必使用螺纹装置。

## 清晰地观察样品

SmartPave 92 具有独特的照明装置 -TruRay,让您更清楚的观察样品和测量表面,这对测量间隙的精确填充尤为有用。

## 在一种马达领域拥有超过 25 年经验

EC马达(永磁同步马达)的转子可进行无摩擦同步运动,以获得最高的灵敏度,提供最精准的运动。无论是研究固体还是低黏度液体,都可在很宽的黏度范围内提供准确的结果。



# SmartPave 92 和 SmartPave 102e 的附件

## 最精确的温度控制

温度对沥青的流变研究影响最大。因此, 我们提供加热和制冷特性出色的帕尔贴温控设备。

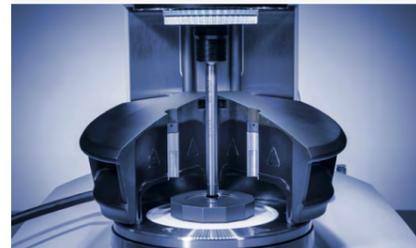
### 适用于平行板夹具的帕尔贴控温下板 (P-PTD 220) 和最高 220 °C 的控温上罩 (H-PTD 220)

- 主动式帕尔贴上温控罩
- 温度范围:
  - 50 °C 至 220 °C
- 符合 AASHTO T315 的规定, 最小温度梯度  $\leq 0.1$  °C
- 干燥样品区域; 样品周围无水流或气流
- 滑动导轨可以通过 360° 视角, 使操作更方便, 清理样品更容易
- 建议用于更宽温度范围内的沥青应用



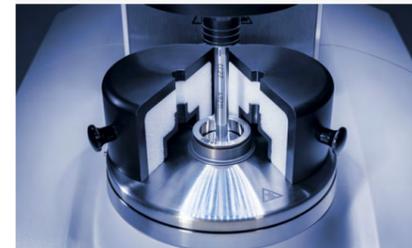
### 适用于平行板系统的空气自冷却帕尔贴控温下板 (P-PTD 220/AIR) 和最高 200 °C 的控温上罩 (H-PTD 200/AIR)

- CoolPeltier™: 帕尔贴温度控制装置内置空气逆流式冷却结构, 无需额外的液体循环器, 即可实现逆流式冷却
- 温度范围:
  - 5 °C 至 +200 °C
- 符合 AASHTO T315 的规定, 最小温度梯度  $\leq 0.1$  °C
- 干燥样品区域; 样品周围无水流或气流
- 滑动导轨使操作更方便, 容易清理样品
- 推荐用于符合国际沥青规范的所有标准测试方法
- 仅适用于 SmartPave 92



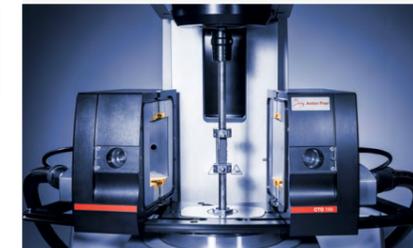
### 适用于同轴圆筒的帕尔贴控温系统 (C-PTD 180/ AIR)

- 温度范围:
  - 0 °C 至 +180 °C
- 采用获得专利的导热系统(美国专利号 6,240,770, 1999), 样品无垂直温度梯度
- CoolPeltier™: 帕尔贴温度控制装置内置空气逆流式冷却结构, 无需额外的液体循环器, 即可实现逆流式冷却
- 适用于符合国际沥青规范的标准流变应用, 以及颗粒尺寸最高 2 mm (10 目) 的 GTR (废轮胎橡胶) 改性沥青



### 帕尔贴对流温控系统 (CTD 180)

- 温度范围:
  - 20 °C 至 180 °C
- 适用于动态热机械分析 (DMA) 的矩形 (SRF) 和圆柱 (SCF) 固体扭摆夹具
- 提供湿度控制选项



### 测量系统:

- 平行板:
  - PP04 / PP08 / PP25 (可根据要求提供其他直径)
- 锥板: 可根据要求提供不同直径和角度的产品
- 同轴圆筒:
  - CC10 / CC17 / CC27 (可根据要求提供其他直径)
- 适用于 GTR 改性 (废轮胎橡胶) 沥青测试的特殊同轴圆筒: CC10SP / CC17SP



# 技术规格

	单位	SmartPave 92	SmartPave 102e	MCR 502e Power
轴承设计	-	精密多孔碳空气轴承		
马达设计	-	无刷直流永磁同步EC马达		
位移传感器	-	高分辨率光学编码器		
法向力测量 (美国专利 6167752)	-	-	完全集成在轴承中的 360° 电容式非接触传感器	
工作模式	-	马达和传感器一体 (CMT)		
最小扭矩(旋转)	nNm	0.4 μNm	5	200
最小扭矩(振荡)	nNm	0.4 μNm	2	100
最大扭矩	mNm	125	200	300
最小偏转角(设置值)	μrad	1	0.5	0.05
最大偏转角(设定值)	μrad	∞	∞	∞
最小角速度 <sup>(1)</sup>	rad/s	0	0	0
最大角速度	rad/s	157	314	220
最高 转速	1/min	1500	3000	2100
最低转速 (CSS/CSR)	1/min	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-8</sup>
最小角频率 <sup>(2)</sup>	rad/s	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-7</sup>
最大角频率:	rad/s	628	628	628
最大频率 <sup>(3)</sup>	Hz	100	100	100
法向力范围	N	-	-50 至 50	-70 至 70
最小间隙尺寸变化	μm	0.625	0.625	0.625
尺寸(宽 x 高 x 深)	mm	380 x 660 x 530	444 x 678 x 586	444 x 753 x 586
重量	kg	33	42	47

## 其他设备特性

带软件远程控制的设备显示器(与测量传感器分离,用于防止机械和电磁干扰)	-	✓	✓	✓
直接应变/应力控制器	-	✓	✓	✓
TruStrain™(样品自适应控制器)	-	×	✓	✓
TruRate™ (样品自适应控制器)	-	×	○	✓
原始数据(LAOS、波形)	-	×	○	✓
法向力控制(设置和读取)	-	×	✓	✓
垂直运动、粘附性、挤压流	-	×	✓	✓
自动间隙控制/设置装置 (AGC/AGS)	-	✓	✓	✓
用于测量夹具的电子刮样锁	-	✓	✓	✓
TruGap™ (永久控制实际测量间隙)(美国专利 6499336, 2000)	-	×	○	○
T-Ready™[6](样品温度平衡时间的自动检测)(美国专利8904852, 2011) <sup>(4)</sup>	-	×	✓	✓
Toolmaster™ (测量夹具和附件, 零间隙数据存储)(美国专利 7275419, 2004)	-	✓	✓	✓
用于测量夹具的 QuickConnect 连接器(单手操作, 无螺纹)	-	✓	✓	✓
刮样镜 (360° 无盲点观察)	-	×	✓	✓
三点支撑底座 (三个坚固支脚, 无需工具即可单手调平)	-	✓	✓	✓
用于安装测量单元的三点支撑 (防止摆动, 更换测量单元后不会出现错位)	-	✓	✓	✓
最大温度范围 <sup>(4)</sup>	°C	-50 至 +400	-160 至 +1000	-160 至 +1000
真正的无梯度(水平、垂直方向)温度控制	-	✓	✓	✓
符合 AASHTO 和 ASTM 规定, 温度梯度 ≤0.1 °C	-	✓	✓	✓

技术规格	单位	SmartPave 92	SmartPave 102e	MCR 502e Power
CoolPeltier™ 帕尔贴系统内置冷却选项, 无需额外附件即可实现逆流式冷却	°C	-5 至 +200	×	×
高压测量单元	Bar	×	高达 1000	高达 1000
SafeGap™, 设置间隙时的法向力限制	-	✓	×	×
TruRay™ 样品区域的可调照明	-	✓	×	×

## RheoCompass™ 软件

不断更新的沥青标准操作程序(SOP)	✓	✓	✓
通过网络自动更新	○	○	○
全自动温度校准	✓	✓	✓
测试和分析设计器	✓	✓	✓
报告设计器(包含所有测试信息, 用于导出和打印)	✓	✓	✓
实验室管理、多客户端和服务功能	○	○	○

## 应用

AASHTO T315 / ASTM D7175 / GOST R58400.10 (SHRP-Test/SuperPave PG)	✓	✓	✓
AASHTO T316 / ASTM D4402 DIN EN 13302 & 13702 / GOST 33137 (旋转黏度)	✓	✓	✓
AASHTO T350 / ASTM D7405 DIN EN 16659 / GOST R58400.6(MSCR-测试)	✓	✓	✓
AASHTO TP101-UL (LAS-Test) / GOST R58400.7	×	✓	✓
AASHTO TP126	✓	✓	✓
AASHTO TP123	×	✓	✓
ASTM D7552	×	✓	✓
GOST 58400.9	×	✓	✓
FGSV AL 720 BTSV FGSV AL 721 (恒定剪切速率) FGSV AL 722 (温度扫描) FGSV AL 723 (MSCR-Test)	✓	✓	✓
AGPT/T125 沥青胶结料应力比	×	○ <sup>(5)</sup>	✓
AGPT/T192 RAP 沥青黏度	✓	✓	✓
AGPT/T194 采用 PAV 和 DSR 测定沥青的抗老化性能	✓	✓	✓
主曲线	○	✓	✓
橡胶改性沥青的测量	×	✓	✓
低温测量 -50 °C(平行板)	×	✓	✓
低温测量 -20 °C(扭摆)	×	✓	✓

图例: ○ 选配    × 不可用    ✓ 标配

DSR 属于以下沥青胶结料规范的一部分: AASHTO M320, AASHTO M332, ASTM D6373, ASTM D8239, AGPT/T190, GOST R58400.1-2019, IS 15462, IS 73。

- 1)在控制剪切应力 (CSS) 模式下; 在控制剪切速率(CSR)模式下, 取决于测量点持续时间和采样速率
- 2)理论值(每个振荡周期需要的时间=两年)
- 3)使用多波功能可以提高频率, 如942 rad/s (150 Hz)或更高, 取决于测量系统和样品
- 4)取决于所使用的温控附件
- 5)需要TruRate™

SmartPave(016731556)和 RheoCompass(9177015)均为安东帕的注册商标。



## 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  
www.anton-paar.com

### 安东帕中国

#### 上海(中国总部)

中国上海市合川路2570号  
科技绿洲三期2号楼11层  
邮编:201103  
电话:+86 21 2415 1900  
传真:+86 21 2415 1999  
销售热线:+86 400 820 2259  
售后热线:+86 400 820 3230  
E-mail: info.cn@anton-paar.com  
中国官网:www.anton-paar.cn  
在线商城:shop.anton-paar.cn

#### 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

#### 广州

广州市越秀区水荫路117号  
星光映景大厦 1902-1904室  
邮编:510095  
电话:+86 20 3836 1699

#### 成都

中国成都市金牛区蜀西路9号丰德  
羊西中心901室  
邮编:610036  
电话:+86 28 8628 2862

#### 西安

西安市高新区科技二路67号大景国  
际602室  
邮编:710075  
电话: +86 29 8523 5208

#### 青岛

青岛市李沧区巨峰路176号  
金水·信联天地3号楼1307  
邮编:266000  
电话: +86 532 5557 9349

#### 南京

南京市江北新区浦洲路29号  
三鑫科创园2号楼207室  
邮编:210000  
电话:+86 25 8332 0240

### 本公司产品总览

#### 实验室与在线应用中的密度,

#### 浓度,黏度以及折光的测量

- 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

- 模块化智能型高级旋转流变仪
- MultiDrive多驱流变仪/动态热机械分析仪
- 布拉本德Brabender转矩流变仪

#### 黏度测量

- 黏度密度计
- 微量黏度计
- 旋转流变仪 / 布式黏度计

#### 化学与分析技术

- 微波消解/萃取
- 微波合成
- 布拉本德 粉质仪/粘度糊化仪/拉伸仪/面筋聚集仪
- 布拉本德 水分测定仪
- 布拉本德 旋转式粉碎机/试验磨粉机

#### 高精度光学仪器

- 折光仪
- 旋光仪
- 拉曼光谱仪

#### 石油石化测试仪器

- 闪点、常压蒸馏、氧化稳定性
- 针/锥入度、脆点
- 胶质仪、冷滤点测试仪

#### 表面力学性能测试仪器

- 微 / 纳米压 / 划痕测试仪
- 大载荷划痕测试仪
- 摩擦磨损测试仪

#### X射线材料表征

- 小角X射线散射仪
- X射线衍射仪

#### 粒度粒形和Zeta电位表征

- 激光衍射粒度仪
- 动态光散射粒度/粒子浓度/ Zeta 电位分析
- 动态图像法粒度粒形分析仪
- 固体表面 Zeta 电位分析仪

#### 多孔材料性能表征

- 物理吸附仪:比表面积和孔径分析
- 化学吸附仪
- 蒸汽吸附仪
- 压汞仪
- 薄膜孔径分析仪
- 真密度计
- 振实密度计

安东帕在线商城



安东帕微信公众号

