

# 瀝青適用的 動態剪切流變儀

SmartPave 系列



# SmartPave: 動態剪切流變儀 (DSR)

近年來,對瀝青黏合劑和瀝青測試的法規要求已大大增強,尤其是與彈性和柔韌性有關的法規要求。特別是在道路建設中,不斷開發新的瀝青配方設計以承受不斷增加的交通量壓力。然而,傳統的測試方法通常不足以特性分析這些創新且主要是聚合物改性的材料。



因此,為了使現代瀝青和瀝青產品滿足對其提出的高要求,在品質控制和產品開發過程中需要高性能的儀器來研究和分析這些產品。SmartPave 92 和 SmartPave 303 動態剪切流變儀能夠根據相關標準或使用傳統流變方法,在較寬的溫度範圍內分析非改質和改質瀝青。

幾十年來,我們的動態剪切流變儀藉著 EC 馬達、Toolmaster™ 自動工具識別系統以及最準確的乾燥樣品恆溫用的 Peltier 溫度控制等眾多創新技術,在全球市場證明了自己。這確保在瀝青和瀝青流變學中無與倫比的準確性、便利性和易用性。



瞭解更多資訊



**SmartPave 92**  
SmartPave 92 專為瀝青測試實驗室中的品質控制和常規測量需求所設計。



**SmartPave 303**  
SmartPave 303 專為最高的測量需求而打造。

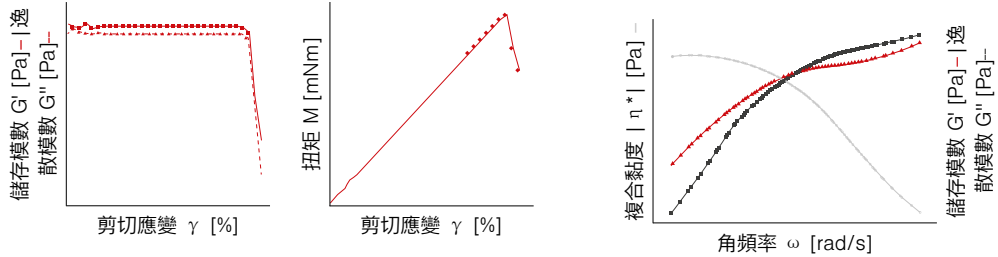


**MCR 503 Power**  
MCR 503 Power 模組化精密型流變儀完善了我們的產品組合,我們的流變儀可滿足最先進瀝青和柏油分析的所有需求。

標準		
適用於標準瀝青測試	進階瀝青測試	用於研究和開發的大量瀝青測試
適用 AASHTO、ASTM、DIN EN、FGSV、IS、SATS、GOST 與 AGPT 規範		
溫度範圍		
-5 °C 至 +200 °C	-50 °C 至 +220 °C	-160 °C 至 +1,000 °C
為你量身打造的最佳選擇		
專為實驗室日常工作而設計	可升級至所有標準流變測試	從液體到固體的所有材料的完整流變特性分析

# 瀝青和柏油測試

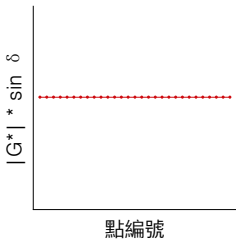
使用 SmartPave 系列進行瀝青黏合劑和瀝青測試



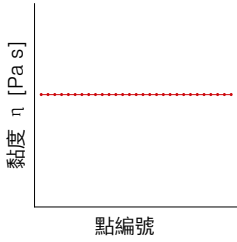
固體瀝青和瀝青砂漿樣品的 DSR 測試在較大的溫度範圍內特性從玻璃態到熔融態的材料,從而能夠精確確定相轉變溫度和鬆弛。動態機械分析 (DMA) 中,可以使用各種可用的固定裝置來研究固體的溫度和機械行為,例如:固體圓柱 (SCF)、長方體/薄膜 (SRF) 或平行板系統。

完整的流變特性,包括主曲線在旋轉和振盪模式下,對瀝青和瀝青結合料進行所有標準流變學測試,包括流動曲線、三區間時間測試 (3ITT)、振幅和頻率掃描、溫度測試和主曲線生成。

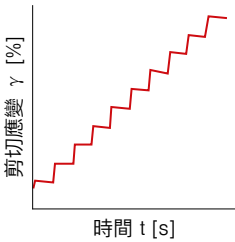
SmartPave 303	✓
MCR 503 Power	✓



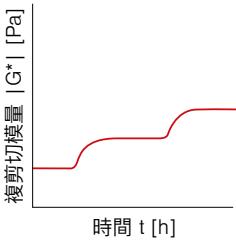
根據 AASHTO T315 / ASTM D7175 的 Superpave 性能分級  
根據瀝青結合料通常使用的條件,包括環境因素和路面溫度,以其額定性能,對在 6 °C 至 88 °C 溫度範圍內的瀝青膠結料進行分級。



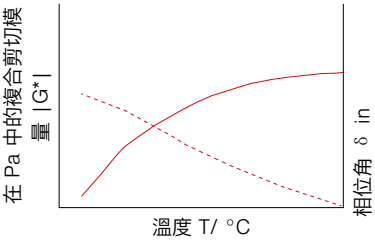
根據 AASHTO T316 / ASTM D4402 / DIN EN 13702 測定瀝青黏合劑的黏度  
使用標準測試方法測定瀝青黏合劑的黏度,利用黏度計或流變儀研究瀝青黏合劑在 60 °C 至 180 °C溫度範圍內的加工性能。



根據 AASHTO T350 / ASTM D7405 / DIN EN 16659 的多重應力蠕變恢復 (MSCR)  
透過測量改性瀝青黏合劑的恢復百分比和不可恢復蠕變柔量,確定改性瀝青黏合劑的車轍性能。



GTR 改性(輪胎橡膠粉)瀝青黏合劑的流變性能測定(AASHTO 草案)  
瀝青黏合劑可以與輪胎橡膠 (GTR) 混合,以有效地改變公路建設中的路面性能。使用基於同心圓柱 Peltier 控制溫度裝置的特殊 DSR 設定,在適當的溫度範圍內確定與溫度相關的流變特性。



根據 DIN EN 14770 測定瀝青黏合劑的溫度相關流變行為  
除了現有的標準方法之外,我們還提供各種 Peltier 控制的溫度設備,涵蓋廣泛的溫度範圍。擴大用於研究瀝青結合料的溫度相關流變特性的可測量範圍,這些特性將直接相關於其在道路建設等的應用。

SmartPave 92	✓	✓	✓
SmartPave 303	✓	✓	✓
MCR 503 Power	✓	✓	✓



# SmartPave 92 和 SmartPave 303

## 全自動溫度校準

溫度精度和穩定性在瀝青測試中至關重要。瀝青黏合劑的特性對溫度變化高度敏感。最小的溫度偏差會導致測量結果的巨大差異。我們在 RheoCompass 軟體具有獨特的全自動溫度校正和驗證程序功能。

## 最準確的 Peltier 溫度控制

溫度對瀝青黏合劑和瀝青的流變研究影響大。SmartPave 92 和 SmartPave 303 的獨特溫度控制元件是唯一在樣品上方和下方都有加熱元件的 Peltier 系統。完全消除溫度梯度，加熱和冷卻速度非常快。測試時間幾乎減少了一半，同時提高了再現性。由於無與倫比的瀝青樣品室，樣品周圍沒有水流。這提供了完全乾燥的樣品環境。

## 使用 Toolmaster™ 的自動工具識別和配置系統

Toolmaster™ 是一款為測量系統設計的完全無接觸的自動工具識別和配置系統。它一旦連接到流變儀就會識別測量系統和溫度控制單元，因此您無需手動輸入任何資料。

## 易於使用的軟體

用戶友好的流變儀軟體專為滿足瀝青行業的需求而設計。該軟體包含針對國際瀝青黏合劑規範定義的所有測試類型的預定義分步說明。

## 依照您的需求提供最佳的量測系統

根據測試方法，有多種測量系統可供選擇——平行板、錐板和同心圓柱系統。

## 易於安裝的測量系統

在測量系統之間切換時，QuickConnect 非常易於使用。使用該快速連接器，單手即可連接測量系統，並能確保便捷地變更系統，而不必使用螺紋機構。

## 樣品的清晰視圖

TruRay 是 SmartPave 92 和 SmartPave 303 中包含的獨特照明概念，可清晰地看到樣品和測量表面。這對於正確和精確地填充測量間隙特別有用。

## 超過 25 年的馬達製造經驗

SmartPave 303 經過重新構思的 EC 馬達——一個永磁同步馬達 (PMSM)，採用轉子的無摩擦、同步運動，實現最靈敏，因此最精確的移動。無論是研究固體還是低黏度液體，都可在很寬的黏度範圍內提供準確的結果。





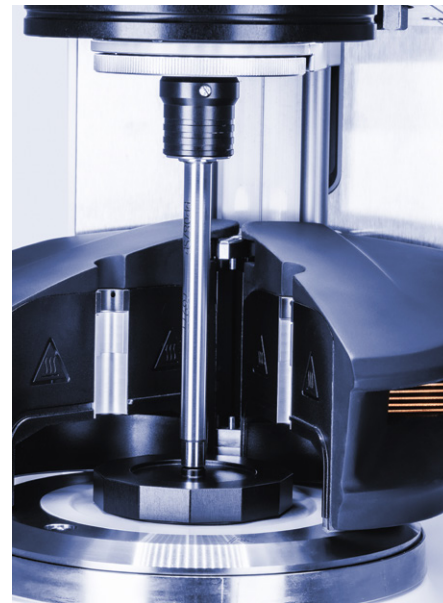
# SmartPave 92 和 SmartPave 303 配件

最精確的溫度控制: 溫度對瀝青結合料和瀝青的流變學研究影響最大。為此, 我們提供各種具有出色加熱和冷卻特性的 Peltier 溫度配件。



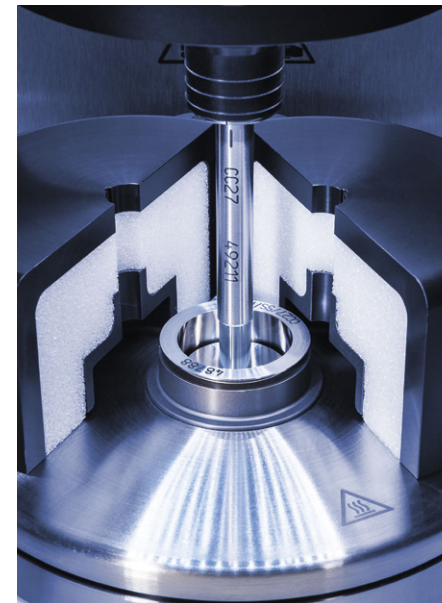
## 平行板系統 (P-PTD 220) 和最高 220 °C (H-PTD 220) 溫度控制罩的 Peltier 溫度控制

- 真正的 Peltier 溫控罩
- 溫度範圍:  
-50 °C 至 +220 °C
- 根據 AASHTO T315, 最小溫度梯度  $\leq 0.1$  °C
- 乾燥樣品區; 樣品周圍沒有水或氣流
- 滑軌便於進入和樣品修整, 具有 360° 視野
- 建議在瀝青和瀝青所有應用, 根據國際瀝青黏合劑規格



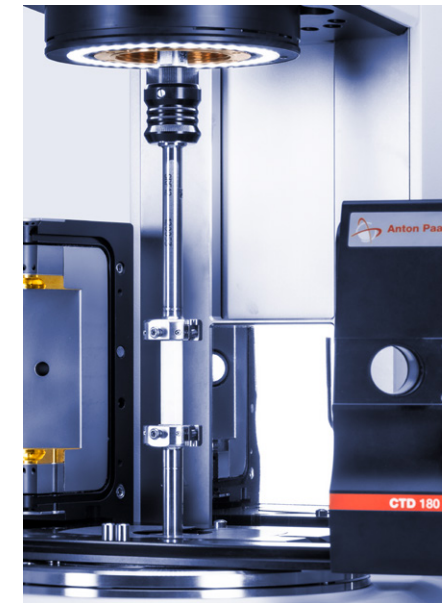
## 平行板系統 (P-PTD 220/AIR) 和最高 200 °C (H-PTD 200/AIR) 溫度控制罩的 Peltier 溫度控制

- CoolPeltier™: Peltier 錐平板控溫系統, 內建空氣自冷卻系統, 無需額外連接循環水浴即可進行溫度控制
- 溫度範圍:  
-5 °C 至 +200 °C
- 根據 AASHTO T315, 最小溫度梯度  $\leq 0.1$  °C
- 乾燥樣品區; 樣品周圍沒有水或氣流
- 滑軌便於進入和樣品修整, 具有 360° 視野
- 建議在瀝青和瀝青所有應用, 根據國際瀝青黏合劑規格



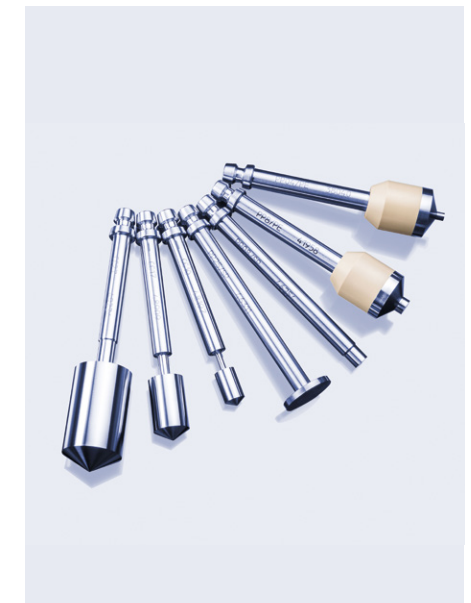
## 同心圓柱系統的 Peltier 溫度控制 (C-PTD 180/AIR)

- 溫度範圍:  
0 °C 至 +180 °C
- 由於獲得專利的熱傳遞系統(美國專利 6,240,770, 1999), 樣品中沒有垂直溫度梯度
- CoolPeltier™: Peltier 錐平板控溫系統, 內建空氣自冷卻系統, 無需額外連接循環水浴即可進行溫度控制
- 適用於符合國際瀝青黏合劑規範的流變標準應用, 以及粒徑高達 2 mm(10 目)的 GTR 改質(磨碎的輪胎橡膠)瀝青黏合劑



## 基於 Peltier 的對流溫度控制系統 (CTD 180)

- 溫度範圍:  
-20 °C 至 +180 °C
- 用於動態力學分析 (DMA) 的矩形 (SRF) 和圓柱形固體扭轉 (SCF) 夾具
- 提供濕度選項



## 測量系統

- 平行板:  
PP04 / PP08 / PP25  
(其他直徑應要求提供)
- 錐板: 可根據要求提供不同的直徑和角度
- 同心圓柱體:  
CC10 / CC17 / CC27  
(其他直徑應要求提供)
- 用於 GTR 改質(地面輪胎橡膠)瀝青黏合劑測試的專用同心圓柱體: CC10SP / CC17SP

	SmartPave 92	SmartPave 303	MCR 503 Power
規格			
軸承設計	空氣、細孔碳		
馬達設計	電子整流 (EC) - 永磁同步馬達		
位移傳感器設計	高分辨率光學編碼器		
法向力測量設計 (美國專利 6167752, 1996)	×	360° 電容式感測器, 非接觸式, 完全整合在軸承中	
工作模式	馬達與傳感器一體模式 (CMT 模式)		
旋轉模式下最小扭矩	0.4 µNm	5 nNm	100 nNm
震盪模式下最小扭矩	0.4 µNm	1 nNm	50 nNm
最大扭矩	125 mNm	215 mNm	300 mNm
最小角速度 <sup>1)</sup>	0 rad/s	0 rad/s	0 rad/s
最大角速度	157 rad/s	314 rad/s	200 rad/s
最高轉速	1,500 min <sup>-1</sup>	3,000 min <sup>-1</sup>	2,100 min <sup>-1</sup>
最小頻率 <sup>2)</sup>	2 x 10 <sup>-5</sup> Hz	2 x 10 <sup>-8</sup> Hz	2 x 10 <sup>-8</sup> Hz
最大頻率 <sup>3)</sup>	100 Hz	200 Hz	200 Hz
法向力範圍	×	-50 N 至 +50 N	-70 N 至 +70 N
尺寸 (寬 x 高 x 深)	380 mm x 660 mm x 530 mm	453 mm x 725 mm x 673 mm	453 mm x 775 mm x 673 mm
重量	33 kg	48kg	50kg
裝置的三點支撐 (三個堅固的支腳, 只需一隻手即可對準工具)	✓	✓	✓
三點支撐, 用於安裝測量池 (防止晃動, 更換測量測套件後不會出現未對準)	✓	✓	✓
最大溫度範圍 <sup>4)</sup>	-50 °C 至 +400 °C	-160 °C 至 +1,000 °C	-160 °C 至 +1,000 °C
真正的無梯度 (水平、垂直方向) 溫度控制	✓	✓	✓
溫度梯度 ≤0.1 °C, 根據 AASHTO 和 ASTM	✓	✓	✓
CoolPeltier™ Peltier 同軸圓筒控溫系統, 內建空氣自冷卻系統, 無需額外連接循環水浴即可進行溫度控制	-5 °C 至 +200 °C	-5 °C 至 +200 °C	-5 °C 至 +200 °C
高溫高壓測量單元	最高可達 150 bar	最高 1,000 bar	最高 1,000 bar
SafeGap™, 設定間隙時的法向力限制器	✓	×	×
TruRay™, 樣品區域的可調照明燈	✓	✓	✓
RheoCompass 軟體			
定期更新的瀝青標準操作流程 (SOP)	✓	✓	✓
全自動溫度校準	✓	✓	✓
測試和分析設計器	✓	✓	✓
報表設計器 (具有用於導出和列印的所有測試資訊)	✓	✓	✓
託管實驗室、多個用戶端及伺服器	○	○	○

	SmartPave 92	SmartPave 303	MCR 503 Power
應用			
AASHTO T315 / ASTM D7175 / GOST R58400.10 (SHRP-測試/Superpave PG)	✓	✓	✓
AASHTO T316 / ASTM D4402 DIN EN 13302 & 13702 / GOST 33137 (旋轉黏度)	✓	✓	✓
AASHTO T350 / ASTM D7405 DIN EN 16659 / GOST R58400.6 (MSCR 測試)	✓	✓	✓
AASHTO T391 (LAS-測試) / GOST R58400.7	×	✓	✓
AASHTO T404	✓	✓	✓
AASHTO TP123	×	✓	✓
ASTM D7552	×	✓	✓
GOST 58400.9	×	✓	✓
FGSV TPB StB 第 2A 部分 FGSV TPB StB 第 2B 部分 FGSV TPB StB 第 4 部分 FGSV TPB StB 第 5 部分	✓	✓	✓
AGPT/T125 瀝青黏合劑的應力比	×	✓	✓
AGPT/T192 RAP 黏合劑的黏度	✓	✓	✓
AGPT/T194 使用 PAV 和 DSR 的瀝青抗老化性	✓	✓	✓
主曲線	○	✓	✓
橡膠改性瀝青的測量	×	✓	✓
低溫測量 -50 °C (平行板)	×	✓	✓
低溫測量 -20 °C (扭轉)	×	✓	✓

DSR 是以下瀝青黏合劑規範的一部分: AASHTO M320、AASHTO M332、ASTM D6373、ASTM D8239、AGPT/T190、GOST R58400.1-2019、IS 15462、IS 73。


商標: SmartPave (016731556)、RheoCompass (9177015)

✓包含    ○可選    ×不適用

1) 在受控剪切應力 (CSS) 模式下。在受控剪切率 (CSR) 模式下, 取決於測量點持續時間和採樣率。  
2) 理論值 (每個循環的持續時間為兩年)  
3) 使用多波功能可以提高頻率 (942 rad/s (150 Hz) 或更高, 取決於測量系統和樣品)  
4) 取決於裝置使用的溫度

可靠。合規性。合格。



 我們訓練有素且經過認證的技術人員隨時準備確保您的儀器平穩運作。  
最大正常運轉時間 | 保固計劃 | 反應時間短 | 全球服務網絡



**Anton Paar**

## 奧地利安東帕有限公司

**Anton Paar®** GmbH  
Anton-Paar-Str. 20  
A-8054 Graz  
Austria - Europe  
Tel: +43 (0)316 257-0  
Fax: +43 (0)316 257-257  
電子郵件: [info@anton-paar.com](mailto:info@anton-paar.com)  
公司網頁: [www.anton-paar.com](http://www.anton-paar.com)

## 台灣安東帕有限公司

台北市南港區成功路一段32號6F-3  
郵遞區號: 115  
電話: +886 2 8979 8228  
傳真: +886 2 8979 8258  
電子郵件: [info.tw@anton-paar.com](mailto:info.tw@anton-paar.com)  
公司網頁: [www.anton-paar.tw](http://www.anton-paar.tw)

## 本公司產品總覽

**實驗室與實際應用中的密度、  
濃度、黏度以及折射度的測量**  
— 液體密度及濃度測量儀器  
— 飲料分析系統  
— 酒精檢測儀器  
— 啤酒分析儀器  
— 二氧化碳量測儀器  
— 精密溫度測量儀器

### 流變測量技術

— 高級流變儀  
— TwinDrive™流變儀

### 黏度測量

— SVM系列斯塔賓格全自動黏度儀  
— 落球式黏度計  
— 旋轉流變儀/黏度計

### 化學與分析技術

— 微波消化/萃取  
— 微波合成

### 高精密光學儀器

— 折射儀  
— 旋光儀  
— 拉曼光譜儀  
— 傅立葉轉換紅外光譜分析儀

### 石油石化測試儀器

— 閃火點,常壓蒸餾,氧化穩定性  
— 針/錐入度,軟化點  
— 燃料油,潤滑油等常規測試

### 表面力學性能測試儀器

— 微,奈米力學測設系統  
— 微,奈米壓痕儀  
— 劃痕測試儀系列  
— 摩擦磨損測試儀

### 材料特性檢定

— 小角X射線散射儀  
— 固體表面Zeta電位分析儀  
— X-ray 繞射解決方案

### 顆粒特性

— Litesizer系列雷射(微米/奈米)粒徑儀

### 固體材料直接特性

— 比表面積,孔徑分析儀  
— 化學吸附儀  
— 蒸氣吸附儀  
— 壓汞儀  
— 薄膜孔徑分析儀  
— 真密度計  
— 振實密度計