



DISCOVERY 混合流變儀

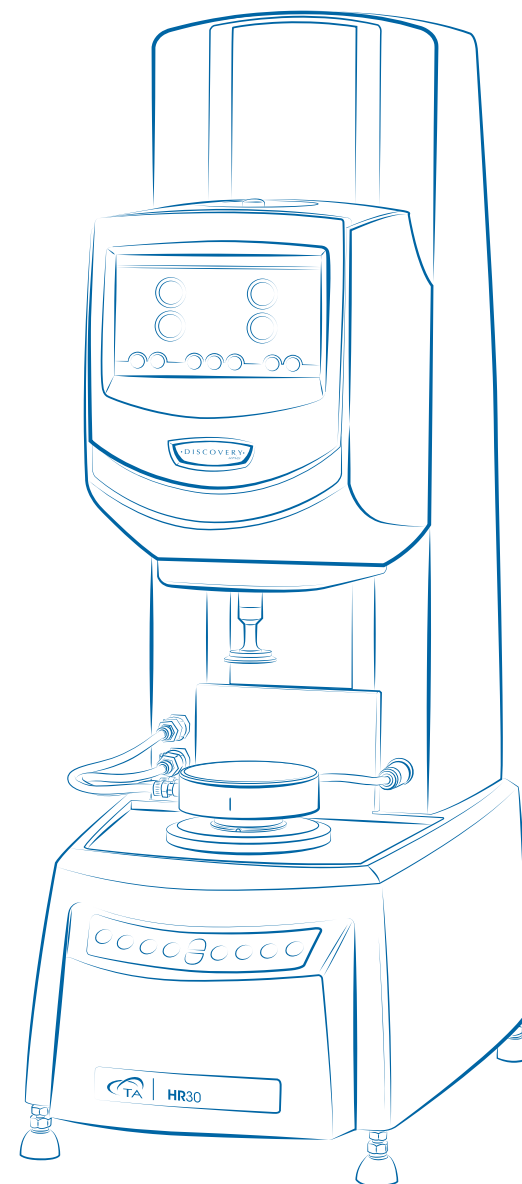
瞭解
具備下列特性的
流變儀

靈敏度

易用性

多功能性

適合要求**最嚴苛**的應用



HR 30/20/10 | DISCOVERY 混合流變儀

TA Instruments 邀請您體驗旋轉剪切流變儀 (Discovery 混合流變儀 HR 10、HR 20 和 HR 30) 的最新創新。Discovery 混合流變儀專為需要在更大範圍的測量條件下獲得高品質流變資料的科學人員而設計，愈來愈多使用者僅需要較少的訓練即可收集這方面的資料。

核心測量技術的進展實現**更高精度的高靈敏性測量**。這可供您測量較低黏度以及較弱的液體和軟固體結構，同時減少耗用的材料。絕佳的動態效能為 G' 和 G'' 的測量達到更高的準確度，因此可以確信能夠迅速做出決策。

縝密的硬體和軟體設計形成完整的系統，**簡化每次的使用者互動**。例行功能更迅速而且更直覺，因此只需要接受較少的訓練即可完成更多工作。

Discovery 混合流變儀的效能獲得**強大易用的多樣化環境系統和配件**的支援，因此您可以複製嚴苛的環境條件、實現同時進行的測量並且將流變儀擴展到例行剪切流變學之外的領域。

體驗強化流變儀技術各方面並提升使用者體驗的先進工程技術和細節專注度。從最具成本效益、效能領先業界的流變儀，到市面上最先進的流變儀，總有一款 Discovery 混合流變儀能滿足您的需求，甚至超越您的預期。

DISCOVERY 混合流變儀適合實驗室的 最強大、功能最多樣的流變儀



瞭解優異的 測量靈敏度和準確度

藉由革命性的扭矩靈敏度測量最低壓力和最小試樣量

絕佳的低扭矩靈敏度可供您在使用較小試樣量時測量較低的黏度和較弱的分子間結構。

所有 Discovery 混合流變儀均採用 TA 的專利**磁止推軸承**，相較於傳統設計，基本系統摩擦可降低 70%。透過消除測量系統中的高壓湍流氣流，能夠可靠且準確地測量較低的扭矩。

磁止推軸承的絕佳靈敏度和全新改善的**先進托杯馬達**相結合。更高的扭矩精度可提高每次測量的準確度，尤其是在低扭矩的情況下。

需要的測量：先進的應變和壓力控制

Discovery 混合流變儀可以執行所需的實驗，無論是應力控制、應變控制還是應力和應變控制。最新型的高速電子裝置和回應迅速的先進托杯馬達可在任何類型的變形中提供最快的瞬態回應和精確控制。直接應變振盪可在振盪測量的每個點提供即時應變控制。

反應應變控制可確保迅速收集資料，因此可以表征經歷熱、化學或結構轉變的材料。高度精確的變形控制（壓力或應變）也可以確保最高的資料品質，尤其是評估在極大振幅下出現非線性反應的材料時。

(美國專利編號 7,137,290; 7,017,393; 6,798,099)

磁止推軸承

先進托杯

雙讀頭光學編碼器

有信心準確報告 G' 和 G''

儲能模數和損耗模數 G' 和 G'' 是任何流變儀都能提供而且有深刻見解的兩種測量結果。

相較於傳統的單讀頭設計，Discovery 混合流變儀獨特的**雙讀頭光學編碼器**將相角精度提高 70%。這可直接地精確測量 G' 、 G'' 和 $\tan \delta$ 。在具有挑戰性的實驗條件下（例如低壓力、小應變或僅顯示阻尼或彈性痕量的困難試樣），如此的優勢相當顯著。雙讀頭光學編碼器也將位移解析度提高 5 倍，可以在較低的應變下進行更精確的測量。

先進托杯馬達已針對動態測量的準確度進行優化。相較於直流馬達，低質量和小半徑的設計最多可將系統慣性降低達到 80%，因而大幅減少振動資料的校正，尤其是在較高的測量頻率下。最終的結果是實現範圍更廣的精確測量頻率、材料類型和實驗設計。

可靠準確地測量最堅硬的材料

Discovery 混合流變儀的設計靈敏度可測量最柔軟的材料，而且**構造堅固**，足以因應最堅硬的材料和最嚴苛的使用者。

堅固的**鑄鋁框架**和堅固的**線性滾珠滑軌**提供比其他設計大 60% 的軸向和扭轉剛度，而且間隙位置解析度為 0.02 μm。

兩條**高剛度徑向軸承**可免除系統遭受試樣或操作員施加的側向負載的影響，而且**雙讀頭光學編碼器**可進一步消除與長時間測試相當堅硬的試樣有關的位移測量漂移。

即使在極端條件下運作，**先進托杯馬達**也能進行穩定的控制和測量。主動和被動熱系統管理熱量並考慮系統溫度，因此能夠確保在所有測試條件下的測量精度。

即使在最極端的實驗條件下，這些創新也能提供最準確且最靈敏的測量結果。

(美國專利編號 6,798,099)

促進流變測量各個方面的改進

真實位置感測器

DHR 包括獲得專利的真實位置感測器 (TPS)，可實現真正的間隙準確度。TPS 是高解析度線性位置感測器，**可即時測量和補償熱膨脹的影響**。與同類裝置不同之處在於，TPS 消除了與熱膨脹有關的誤差，完全不需要特殊的高慣量鐵芯夾具和環境系統。

TPS 適用於所有 Smart Swap™ 夾具和 Smart Swap 環境系統。

(美國專利號碼 10,161,843)

法向力再平衡感測器 (FRT)

力再平衡感測器是用於法向力測量的主要技術。這種主動式非順應性裝置可以準確測量法向力和軸向力，完全不會發生偏轉。同類的電容式或應變計感測器競爭產品需要裝置的實體運動來感應力，因而導致測量誤差。FRT 透過驅動線性馬達在任何時間和任何情況下均保持零偏轉，藉以提供最準確的法向力測量。FRT 也能夠搭配磁止推軸承以啟用**軸向 DMA 功能**。

堅固鑄鋁框架

徑向軸承

法向力再平衡感測器 (FRT)

真實位置感測器 (TPS)

尋找適合您的流變儀

新型 **Discovery** 混合流變儀是您在實驗室中的隱形夥伴，可縮短從問題到洞察所需的時間。

裝載試樣輕鬆便利

Discovery 混合流變儀是由流變儀使用者所設計，可供每位操作員更迅速、更輕鬆裝載試樣，並提高測量精度。

相較於其他流變儀，間隙定位系統可加快例行互動速度，達到其他流變儀的 **3 倍**，同時保持 0.02 μm 的間隙解析度。**便利的觸控式鍵盤**將最常見的動作放置在最需要的位置，包括自動調整間隙、測量位置和軸承鎖等實用功能。

全新的 **One-Touch-Away™** App 式觸控螢幕經過大幅強化，重要儀器功能觸手可及，大幅提升易用性。

每位使用者都將喜歡全新的**整合式 360° 試樣台照明**，可在任何實驗室環境中增強可視性。結果更容易獲得，試樣的裝載和修剪更能夠重複，因而提高資料的準確度和精度。

多功能可因應任何一天的工作內容。無論是哪種情況，新型 Discovery 混合流變儀都能夠因應自如。Discovery 混合流變儀具有**強大易用的多樣化環境系統和配件**，因此可以複製嚴苛的環境條件、實現同時進行的測量並且將流變儀擴展到例行剪切流變學之外的領域。

Smart Swap™ 夾具

全新 Smart Swap 2™ 夾具系統採用全新的光學資訊儲存和傳輸系統。此系統比採用晶片的系統提供更大的儲存和耐用性。連接後，將自動偵測包括唯一尺寸在內的完整夾具資訊並正確配置軟體。

Smart Swap 溫控系統和配件

只有 TA Instruments 提供便利且多功能的 Smart Swap 溫度控制選購件和配件。Smart Swap 選購件安裝到儀器獨特的磁性底座上，安裝過程比機械系統更加迅速和容易。裝好後，儀器會自動偵測並配置系統，以便進行操作。

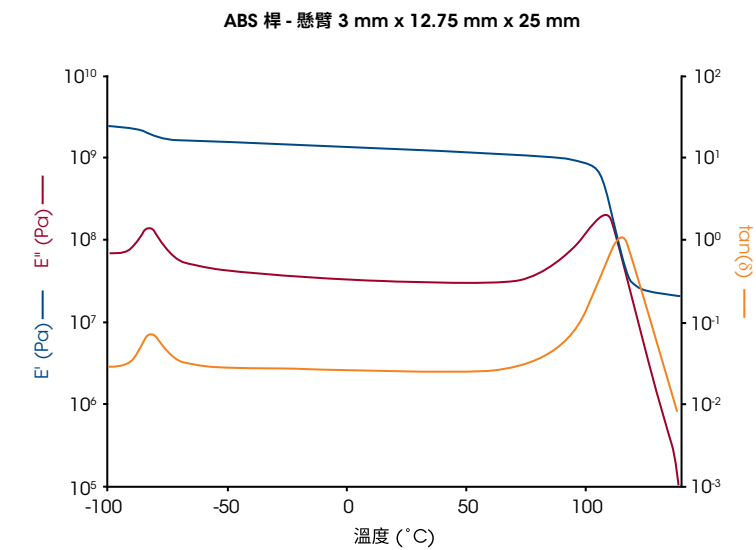
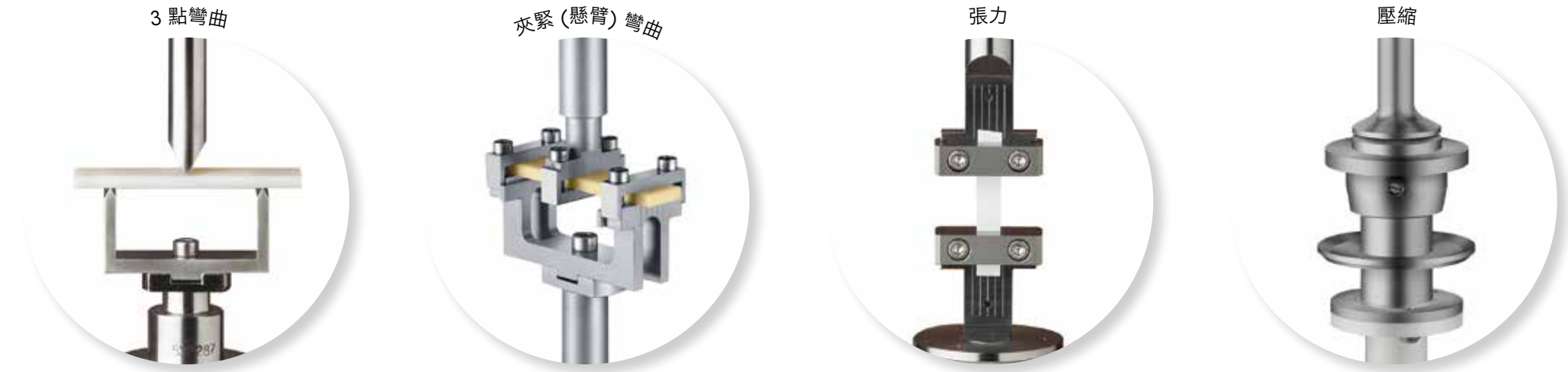


DHR | 動態力學分析 (DMA)

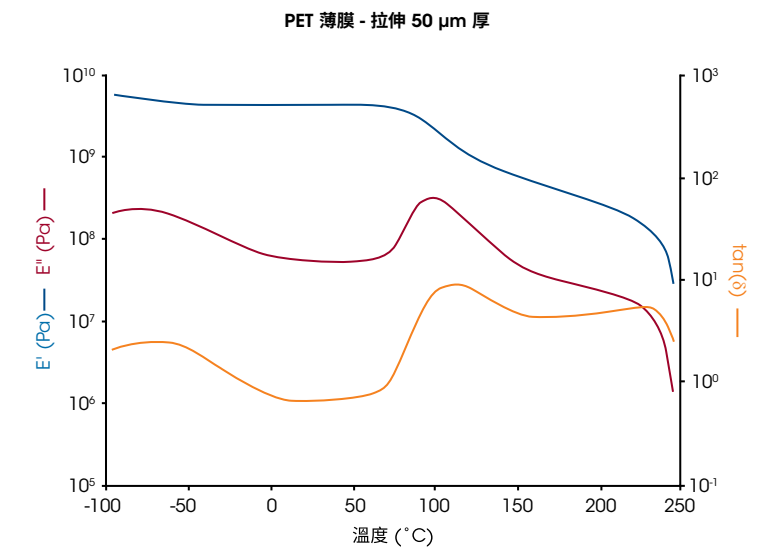
憑藉四十多年來 TA Instruments 在旋轉流變學和線性 DMA 測量方面積累的专业知識，Discovery 混合流變儀的 DMA 模式增添了固體和軟固體材料測試的新維度。現在，除了最靈敏、最準確的旋轉剪切測量之外，DHR 也可以提供精確的**線性動態力學分析 (DMA)** 資料。受控的軸向振盪可以直接測量拉伸、彎曲和壓縮狀態下的 E' 、 E'' 和 $\tan \delta$ ，完美補強剪切測量，包括扭轉固體。新的 DMA 模式相當適合確定材料的轉變溫度，可在儀器的整個溫度範圍內進行可靠的測量。

軸向流變儀功能是透過 DHR 的主動力再平衡感測器 (FRT) 和獲得專利的磁軸承技術實現的，能夠在軸向進行振幅控制振盪變形。完全不需要安裝外部元件，因此始終可以快速輕鬆地獲得大量資料！若未經過高成本的修改，採用空氣軸承和被動法向力測量的同類儀器原本就無法進行此類測量。

**每台 Discovery 系列 HR 30 流變儀
都具有此 DMA 功能，並且此功能可以
添加到任何 HR 20 中。**



上圖顯示丙烯腈-丁二烯-苯乙烯 (ABS) 試樣在單一懸臂中溫度從 -100°C 上升至 140°C 的過程中 DMA 模式的效能。明顯有兩個主要轉變，分別對應於苯乙烯 (-82°C) 和丁二烯 (115°C) 成分的個別玻璃轉變，表示這兩種單體不相容。



薄膜的軸向 DMA 測試要求將軸向力保持在振盪力之上，確保試樣在整個測試過程中保持拉伸。此功能在上圖中突顯，顯示在 -100°C 至 250°C 的溫度範圍內使用張力幾何形狀測試 50 μ m 厚 PET 薄膜的溫度上升結果。觀察到三個主要的轉變：-80°C 時的 β 玻璃轉變、大約 111°C 時的 α 玻璃轉變和 236°C 時的熔化。資料顯示了一種半晶體結構，可發生兩種無定形弛豫並且在作業時具備 DHR 力追蹤能力。



One
Touch
Away™

革命性流變儀效能觸手可及

新款 Discovery 混合流變儀配備全新 One-Touch-Away™ App 式觸控螢幕，重要儀器功能觸手可及，大幅提升易用性。

- 人體工學設計，輕鬆檢視和操作
- 功能全面，簡化操作和提升使用者體驗

App 式觸控螢幕包括：

- 開始/停止實驗
- 設定溫度
- 設定間隙
- 試樣裝載時的旋轉控制
- 程序和試樣詳細資訊
- 即時訊號
- 看一眼即可掌握測試和儀器狀態
- 使用者提示

App 式觸控螢幕、強大的全新 TRIOS 軟體和快速穩定的校準過程無縫協作，有助於大幅改善實驗室工作流程和生產力。

對於熱分析和流變學，TA Instruments 的最新軟體套件採用尖端技術進行儀器控制、資料收集和資料分析。直覺式使用者介面可供您以簡單有效的方式對實驗進行程式化，並在進行實驗和檢視及分析資料之間輕鬆轉換。



TRIOS 功能：

- 使用單一 PC 和軟體套件控制多台儀器
- 重疊和比較各種技術的結果，包括 DSC、TGA、DMA、SDT、TMA 和流變儀
- 數量不限的授權和終身免費的軟體升級
- 一鍵式重複分析提高生產力
- 自動化自訂報告產生，其中包括：實驗詳細資料、資料圖表、分析結果
- 選用 TRIOS Guardian 帶有電子簽章，可用於稽核追蹤和保證資料完整性，包括符合美國 FDA 21 CFR 11 的合規性

TRIOS 軟體為每位使用者提供正確的體驗

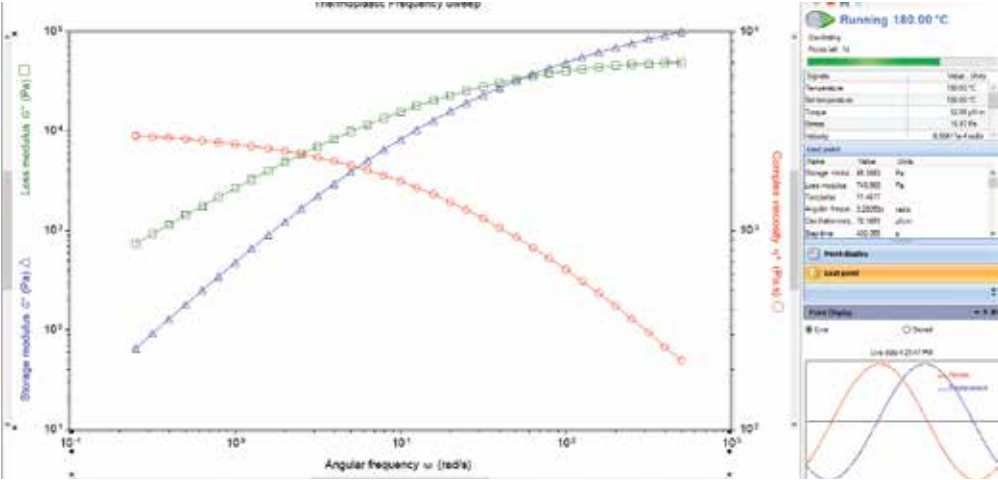
Discovery 混合流變儀的 TRIOS 具有兩個功能強大的使用者介面，為使用者呈現收集必要資料所需的資訊。

TRIOS Express 可協助使用者迅速輕鬆地設計最常用的測量。簡單的表格和合理的預設設定能夠簡化實驗設計和執行的過程。

TRIOS Unlimited 讓您完全掌控一切。一組強大的細部實驗控制和資料收集選項可確保能夠設計您設想的實驗並收集所需的資料。

完整的資料記錄

進階資料收集系統會自動儲存相關訊號、使用中校準和系統設定。**各個資料點的波形**可能顯示為 Lissajous 圖，並提供應力-應變關係的視覺化呈現。這一整組資訊對於方法開發、程序部署和資料驗證相當重要。



功能最多樣的控制
和分析軟體！

完整的資料分析功能

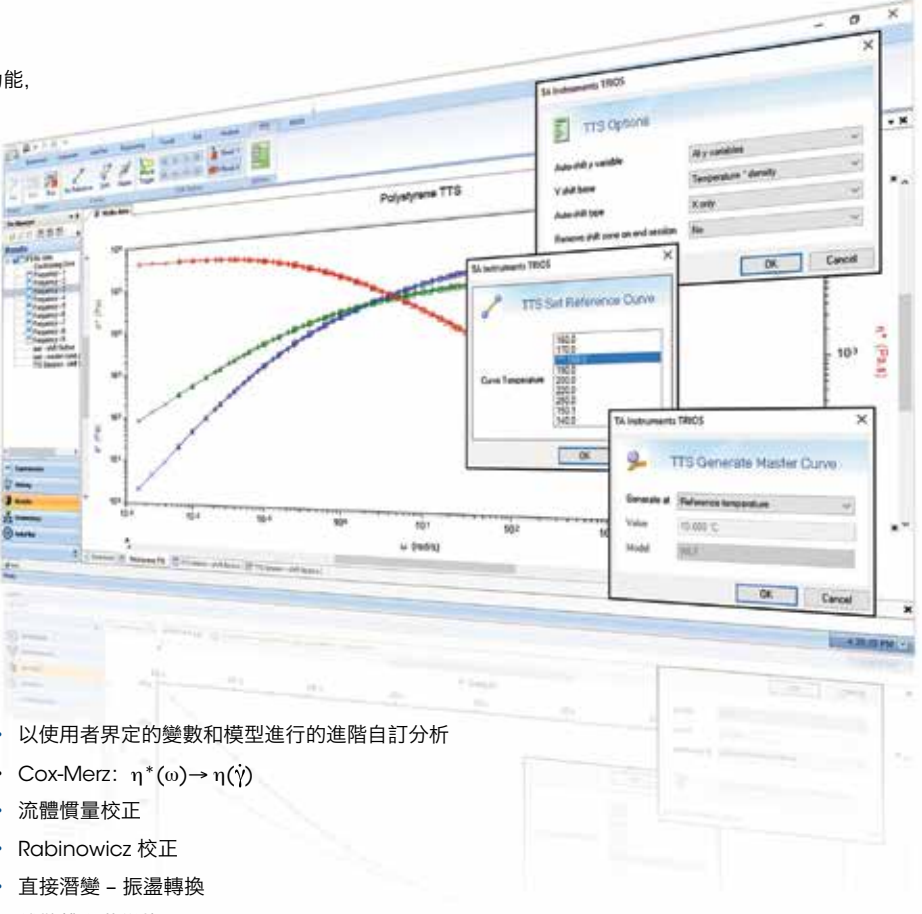
一整套相關工具可用於即時資料分析，即使在實驗中也可分析。透過無縫整合於 TRIOS 的一組強大且多樣的功能，可針對材質行為獲得可化為行動的認識。

所有標準分析

- 起始和結束分析
- 最大和最小訊號
- 訊號變更
- 模數交越
- 特定 X 或 Y 點的曲線值
- 1 階和 2 階導數
- 曲線下方的區域
- 峰值高度
- 峰值積分和執行積分
- 數學擬合：直線、多項式或指數
- 統計功能

進階分析功能

- 10 多種流量模型，包括最適合實驗資料的自動模型選擇
- 自動曲線偏移和主曲線產生的時間溫度疊加 (TTS) 分析
- 活化能計算
- WLF 係數計算
- 在溫度升降和頻率掃描之間轉換
- Cole-Cole、Van Gurp-Palmen 和 Lissajous 圖
- 內建模型：離散和連續的弛豫或延遲頻譜、Oldroyd 和 Spriggs 模型
- 透過 Kelvin、Maxwell 或 Jeffreys 模型進行的潛變振鈴分析
- 黏彈性變換可在振盪、應力弛豫、應力增長、潛變、弛豫頻譜、延遲頻譜和記憶功能之間相互轉換



- 以使用者界定的變數和模型進行的進階自訂分析
- Cox-Merz: $\eta^*(\omega) \rightarrow \eta(\dot{\gamma})$
- 流體慣量校正
- Rabinowicz 校正
- 直接潛變 – 振盪轉換
- 離散傅立葉變換 (DFT)
- 窗口關聯

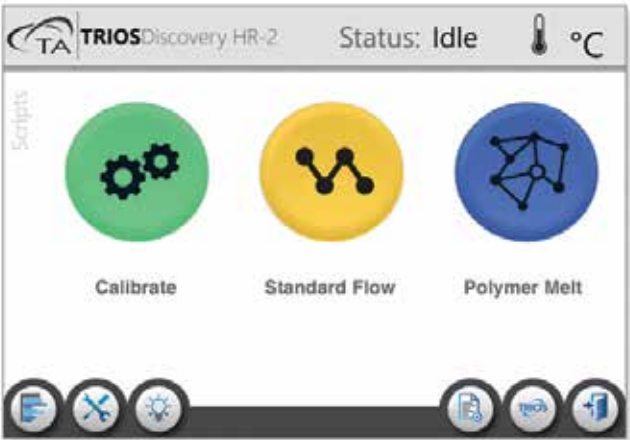
技術 | AUTOPILOT 軟體

體驗軟體功能的新範例，使用 AutoPilot 發揮 Discovery 混合流變儀的全部潛力。AutoPilot 是進階功能，可實現強大 TRIOS 軟體的完全自動化。AutoPilot 可供使用者迅速輕鬆地建立自動化例行作業：從測試方法到資料分析和報告產生均涵蓋在內。這些例行作業有助於實驗室將本地或全球實驗室企業的操作和決策予以簡化和標準化。從品質控制到研發，各種類型的實驗室環境都將能夠提高生產力、提高資料精度和縮短訓練時間。

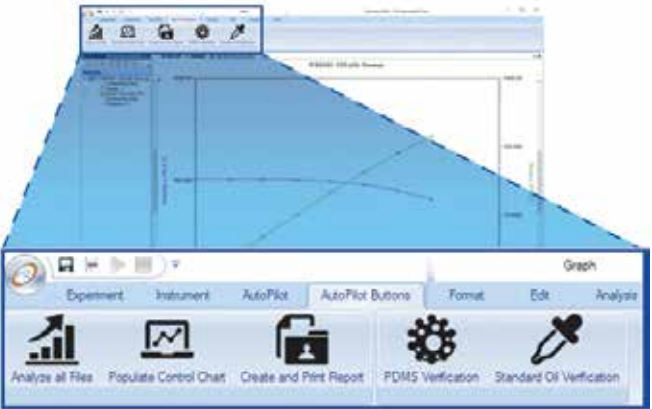
簡化的介面

AutoPilot 具有可自訂的 TRIOS 功能區和 One-Touch (簡化的按一下式 PC 使用者介面)。將標準操作程序 (SOP) 集中放置在可設定的 One-Touch 版面配置中，藉以節省時間。使用自訂 TRIOS 功能區按鈕快速執行常用作業。只需要按一下，操作員就能夠以可靠的方式重複執行複雜的程序。

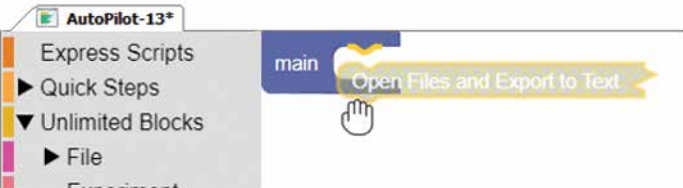
- One-Touch 介面支援輕鬆組織和執行指令碼
- 使用自訂功能區按鈕重複執行例行任務可提高效率和生產力
- 個人化按鈕設定支援輕鬆識別指令碼功能



一鍵式圖示檢視



自訂 TRIOS 功能區



LIMS/NOTEBOOK



引導操作

AutoPilot 可引導 Discovery 混合流變儀執行操作。藉由可用的音訊和視訊播放功能以及互動式提示，可引導使用者運用適當操作技巧。

- 簡單的訊息方塊提供基本的文字回應
- 提示操作員輸入實驗參數
- 播放視訊以顯示適當的試樣裝載、修剪和清潔技術
- 在指令碼執行期間播放聲音以提供聽覺指示
- 計時器以視覺方式指示目前步驟的剩餘時間

多樣化功能

AutoPilot 能夠自動執行所有強大的 TRIOS 功能 (例如資料分析和報告產生) 以及儀器動作 (例如校準、溫度和間隙命令)。藉由 100 多個可程式操作，使用者可以：

- 監控即時訊號值以偵測裝載錯誤或動態變更測試參數
- 載入現有資料集以進行處理和趨勢分析
- 建立重疊圖、產生報告，並填入控制圖
- 運用經過處理的資料自動進行決策

直覺式程式設計

AutoPilot 指令碼是使用 Blockly (由 Google 開發的視覺化程式設計介面) 建立而成。透過拖放方式輕鬆建立指令碼。使用隨附的範例指令碼立即執行複雜的任務，或者使用「快速步驟」和「快速指令碼」建立自己的任務，這些預先設定的例行作業可以加速開發複雜的程序。

- 以顏色區分而且採用拼圖概念的程式設計
- 幾乎不需要訓練
- 使用隨附的範例與內建的「快速步驟」和「快速指令碼」，逐步提高您的能力

LIMS 相容性

AutoPilot 提供流暢的機制，可以整合到任何 LIMS 系統。以程式設計方式匯出原始資料，以供任何第三方整併運用。可立即使用的支援格式包括 .txt、.xml 和 .xls。

所有 DHR 溫控系統和配件都具有絕佳的性能和易用性。只有 TA Instruments 的 DHR 提供便利且多功能的 Smart Swap™ 夾具、溫控系統和配件。
Smart Swap 技術提供**快速簡便的配件互換**，在換好後流變儀自動偵測和配置以便進行操作。



珀爾帖板

我們最暢銷的溫度控制系統是珀爾帖板。該系統具有標準型、分段型和拋棄型，能處理最廣泛的材料應用。溫度範圍為 -40 °C 至 200 °C，可控制的加熱速率高達 20 °C/min。珀爾帖板配件包括防止蒸發、隔熱蓋、吹掃蓋和浸入功能。這是**市場上性能最高、功能最多、配件最佳的珀爾帖板溫控系統**。



珀爾帖同心圓筒

DHR 獲得專利的珀爾帖同心圓筒將 Smart Swap 和珀爾帖加熱技術帶來的便捷性與各種杯和轉子夾具相結合。同心圓筒夾具常用於測試低黏度流體、分散劑或任何可倒入杯中的液體。方便的珀爾帖技術可在 -20 °C 至 150 °C 範圍內提供穩定且靈敏的溫度控制。
(專利編號 6,588,254)



電熱同心圓筒

新型電熱同心圓筒 (EHC) 系統將同心圓筒測量的溫度擴展到 300 °C。高效率的電加熱器和最佳化的熱傳可確保實現最準確和最均勻的溫度控制。EHC 與多種同心圓筒配件相容，包括常用的壓力巢室。

全世界最多功能的
流變測量平台



電熱板 (EHP)

提供錐板和平行板夾具的主動加熱和冷卻，最高溫度為 400 °C。選配的氣體冷卻配件可將最低溫度擴展為 -70 °C。EHP 是高通量聚合物試樣測試的理想選擇。電熱板採用獲得專利的主動溫度控制 (ATC) 技術，成為唯一能夠直接控制上下板溫度的 EHP 系統。具有標準和一次性系統，可用於聚合物熔體和熱固性材料的流變學表徵。提供攝影機觀察選購件。



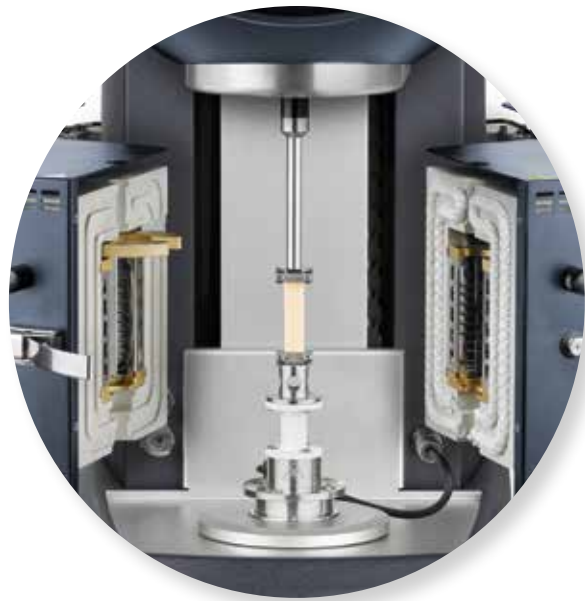
雙級珀爾帖板

雙級珀爾帖板是另一項創新的珀爾帖板技術。獨特的設計採用堆疊珀爾帖元件方法。其優點是前所未有的低溫性能，可提供 -45 °C 至 200 °C 的連續溫度範圍，而且水在單一散熱片溫度下循環。對於需要將溫度控制在低於環境溫度的應用，雙級珀爾帖是理想選擇。



上加熱板 (UHP)

UHP 是一款溫度選購件，旨在配合珀爾帖板使用，以便消除垂直溫度梯度。UHP 與所有珀爾帖板型號相容，並提供上板溫度控制和吹掃氣體環境。UHP 的最高溫度為 150 °C，使用液體或氣體冷卻選購件可以擴展溫度。UHP 是唯一具有專利**主動溫度控制技術，可直接測量和控制上板溫度**的非接觸式溫控系統。



環境測試室 (ETC)

ETC 是高溫 Smart Swap™ 加熱爐，採用受控的對流 / 輻射加熱技術。溫度範圍為 -160 °C 至 600 °C，加熱速率高達 60 °C/min，提供快速回應和溫度穩定性。ETC 是聚合物應用中相當受歡迎的選件，可與平行板、錐形板、一次性板、矩形扭轉，以及**用於固體的軸向 DMA 夾具**配合使用。可以在整個溫度範圍內選擇影像擷取和攝影機觀察。



空氣冷卻系統 (ACS-2 和 ACS-3)

新款空氣冷卻系統是獨特的氣流冷卻系統，能夠在不使用液態氮的情況下對環境測試室進行溫度控制。ACS-2 和 ACS-3 配備多級串級壓縮機，能夠分別在最低 -50 °C 和 -85 °C 的溫度下運作 ETC。空氣冷卻系統可以利用壓縮空氣，能夠幫助**任何實驗室不使用或減少使用液態氮**，並達到絕佳的投資成本效益。



相對溼度配件

DHR-RH 配件是全新的環境系統，可以精確控制試樣溫度和相對溼度。該配件運用專為最佳化流變測量所自訂設計的溼度和溫度爐室，能夠穩定可靠控制多種運作條件下的溫度和溼度。可提供多種測試夾具，包括為了研究真正依賴於溼度的流變特性而專門設計的夾具。





溶劑阱/防蒸發系統

溶劑阱罩和溶劑阱夾具共同形成熱穩定的蒸氣屏障，幾乎可以消除流變實驗中的任何溶劑損失，並改善溫度均勻性。



隔熱罩

隔熱罩由陽極氧化鋁芯及周圍環繞的絕緣外殼構成。鋁芯將熱量傳導至上部夾具，因此在整個試樣中提供均勻的溫度。絕緣溶劑阱提供防止蒸發的額外優點。



吹掃氣體蓋

吹掃氣體蓋是硬質陽極氧化鋁兩件式分體蓋，具有直徑 4 公釐的壓縮配件。這個分體蓋可用於使用乾燥氮氣吹掃試樣區域以防止在室溫下冷凝，或使用加濕氣體吹掃以防止試樣乾燥。

進階珀爾帖板

進階珀爾帖板在單一珀爾帖板溫控系統中**展現極高的靈活性和絕佳的溫度性能**，能夠涵蓋最廣泛的應用。獨特的快速更換板系統可以輕鬆安裝不同材料和表面處理的下板、用於測試固化材料的一次性板，以及用於在流體環境中鑑定材料特性的浸入托杯。





光學板配件 (OPA)

OPA 是開放式光學系統，可在流變實驗中使試樣結構實現基本視覺化，確實瞭解材料在流動下的重要性質。具有硼矽酸鹽玻璃板的開放式平台提供透明的光學路徑，透過該光學路徑可以直接觀察試樣。這有助於促進瞭解一系列材料，尤其是懸浮液和乳液。



模組化顯微鏡配件 (MMA)

MMA 可在進行流變測量的同時實現全面流動視覺化。高解析度攝影機以高達 90 fps 的速度拍攝影像，並可與業界標準顯微物鏡相結合，提供高達 100 倍的放大倍率。藍光 LED 照明可以結合交叉偏振器或二向色分光器使用，從而實現選擇性照明和螢光顯微鏡觀察。



小角度光散射 (SALS)

SALS 選購件可同時提供流變和結構資訊，例如顆粒尺寸、形狀、方向和空間分佈。該配件採用獲得專利的珀爾帖板溫度控制，散射角 (θ) 範圍為 6° 至 26.8° ，散射矢量範圍 (q) 為 $1.38 \mu\text{m}^{-1}$ 至 $6.11 \mu\text{m}^{-1}$ 。長度範圍為 $1.0 \mu\text{m}$ 至大約 $4.6 \mu\text{m}$ 。
(專利編號 7,500,385)



流變-拉曼配件

新款流變-拉曼配件可在流變實驗期間同時收集拉曼光譜學資料。拉曼光譜是一種提供分子結構和化學鍵關鍵資訊的技術，可以呈現單純成份和混合物的分子間相互作用。TA Instruments 的流變-拉曼配件可與 Thermo Fisher Scientific™ 的 iXR Raman Spectrometer™ 整合，組成一套通過第 1 類雷射認證的統包安全系統。



介面流變學：雙壁環和雙壁 Du Noüy 環

這兩種專利技術能夠使用專門的夾具呈現介面流變學性質，藉以測量二維液-氣介面以及液-液介面的黏度和黏彈性質。由於雙壁環 (DWR) 和雙壁 Du Noüy 環 (DDR) 中明確定義了流動和可忽略不計的亞相貢獻，因此成為介面流變學敏感測量的首選。在 TA Instruments 介面流變學系統中，試樣包含在 Delrin® 槽中，其測量夾具由鉑-鈦合金製成。之所以選擇這些材料是因為它們具有化學惰性且易於清潔。選擇不同的介面流變學選購件可以讓您極為彈性選擇合適的夾具。

(專利編號 7,926,326)



介面交換單元

新款介面交換單元擴展了 TA Instruments 介面流變學專利產品，能夠在流變測量過程中直接控制下部液體層 (亞相) 的組成。這種獨特的功能可以表徵修改的亞相組成所呈現的介面回應，能夠量化 pH、鹽或藥物濃度變化的影響，也能夠加入新蛋白質、表面活性劑或其他活性成份。



ETC 夾具配件套件

該套件提供標準夾具，可用於測試熱塑性材料和橡膠、熱固性材料和其他固化系統、壓敏黏合劑和瀝青黏結劑。同時，也提供各種直徑和錐角的多種不銹鋼夾具以及一次性板，用於完善溫控系統。



ETC 扭轉夾具套件

扭轉夾具套件為使用流變儀在剪切變形下測試實心矩形或圓柱形試樣提供了簡便方法。這種類型的扭轉測試可用於研究轉變溫度，並評估多成份聚合物試樣中的混合相容性。



SER3 通用測試平台

SER3 是一種通用測試平台，可進行拉伸流變學測量和一系列實體材料特性測量，例如對小型固體試樣進行拉伸、剝離、撕裂和摩擦力測量。



介電分析

介電分析是用於測量電容和電導等電氣特性的強大技術。該技術可用於表徵 PVC、PVDF、PMMA 和 PVA 等極性材料以及相分離系統，並且監測環氧樹脂和聚氨酯系統等材料的固化動力學性質。介電分析可以在高達 2MHz 的頻率下進行測量，遠遠超出傳統的機械極限。

摩擦流變配件

新款摩擦流變配件可在乾燥或潤滑條件下測量兩個固體表面之間的摩擦係數。獨特的自對準設計確保在所有條件下均能確保固體間均勻接觸且軸向力均勻分佈。[一系列模組化標準和新型夾具](#)可讓您選擇不同的接觸輪廓，並且可直接模擬最終使用條件。





壓力巢室

選用的密封容器，用於研究壓力對流變性質所造成的影響或在大氣壓力下揮發的材料。可用於高達 138 bar (2,000 psi) 的壓力，最高溫度為 300 °C。



高靈敏度壓力巢室 (HSPC)

為了對接近或高於其沸點或處於壓力下的流體進行完整的黏彈性表徵，HSPC 達到的扭矩靈敏度比傳統的機械密封壓力容器高 100 倍。在高達 5 bar 的壓力下 (包括溫度高達 150°C 的水性系統)，測量低黏度並精確測量 G' 和 G'' 。



澱粉糊化巢室 (SPC)

SPC 是一種功能強大且準確的工具，用於澱粉產品糊化過程和最終性質的流變學表徵，或其他許多極不穩定材料的基本表徵。



建築材料巢室

建築材料巢室是採用特殊設計的同心圓筒形托杯和轉子，耐磨且耐用，用於測試具有大顆粒的試樣，例如混凝土漿料和混合物。槳式轉子、開槽籠和大直徑托杯有助於充分混合試樣，同時防止試樣在托杯和轉子表面滑動。



扭轉浸入巢室

扭轉浸入巢室能夠夾緊矩形條形試樣並在試樣浸入溫度受控的流體中時進行表徵。由膨脹或塑化引起的機械屬性的改變可以在振盪實驗中進行分析。



電流變

能夠在直流和交流模式以高達 4000 V 的電壓表徵電流變流體。採用平行板和同心圓筒夾具，最高溫度為 200 °C。可靈活對電壓曲線進行程式設計，例如階變電壓、斜坡電壓、正弦波電壓函數帶有直流補償的波函數。



磁流變 (MR)

新的 MR 配件能夠在可控場的影響下，對磁流變流體進行全面表徵。施加的場強最高達 1 T，並且試樣溫度範圍為 -10 °C 至 170 °C，因此 MR 配件非常適用於 MR 流體和磁流體的各種研究。



固定化巢室

新款固定化巢室配件可用於顏料、塗料以及漿料的乾燥、保留和固定化動力學表徵。在受控溫度和真空下，透過黏在帶孔底板上的紙質基板除去試樣中的溶劑。試樣在這個固定化過程中呈現的流變學變化會透過軸向力受控的振盪時間掃描測試同時進行量化。



通用容器支架

通用容器支架是 Smart Swap™ 選購件，可以容納外徑最大為 80 mm 的任何容器，用於以轉子對材料進行表徵。如此即可對油漆和亮光漆、面霜、義大利麵醬等材料進行快速方便的評估，而不會因試樣裝載而產生較大剪切作用。此支架也非常適合燒杯或夾套燒杯。



紫外線固化配件

目前為 HR 10、HR 20 和 HR 30 流變儀提供兩種用於紫外線固化材料流變學表徵的 Smart Swap™ 配件。其中一種配件使用光導和反射鏡組件來傳輸來自外部高壓汞光源的紫外線輻射。另一種配件使用獨立的發光二極體 (LED) 陣列，主峰波長為 365 nm 和 455 nm。兩種系統均與一次性板選配件相容，最高可控制 150°C 的溫度。



乾瀝青和瀝青浸沒系統

TA 瀝青系統符合甚至超越 SHRP、ASTM 和 AASHTO 規範要求，包括 8 和 25 mm 平行板和試樣模具。乾瀝青系統將我們優越的上加熱板與獨特的分段式下珀爾帖板相結合。彈性的冷卻選購件包括珀爾帖、Vortex 和水循環器冷卻。瀝青浸沒巢室採用典型的溫度控制方法，將試樣完全浸沒在循環水中。

用於瀝青黏合劑測試的 FastTrack 軟體

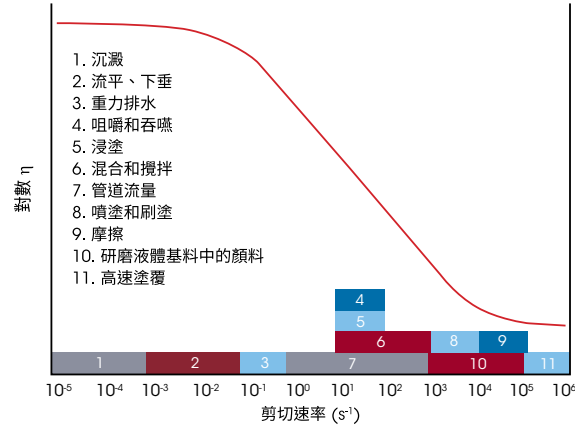
FastTrack 是一款專用的軟體套件，用於在 DHR 旋轉流變儀上按照 ASTM 和 AASHTO 標準對於瀝青黏結劑進行測試和分級。FastTrack 採用專為操作員考量的周全設計，包含容易使用的直覺式圖形介面以及與瀝青試樣流變測試相關的整套測試。直覺式介面經過全新設計，透過一系列過程相關的說明和視訊以視覺方式引導操作員完成測試程序。一目瞭然的視覺提示醒目傳達儀器的目前狀態。

FastTrack 提供彈性的設定，可以針對您的測試需求完全優化。這包括原始黏合劑、軋軋薄膜爐 (RTFO) 和壓力老化容器 (PAV) 殘留試樣、多段重複潛變 (MSCR) 和大振幅掃描 (LAS) 測試。此外，自動溫度校準和 Cannon 標準驗證測試有助於很容易就能為日常校準和審核目的而執行這些測試。



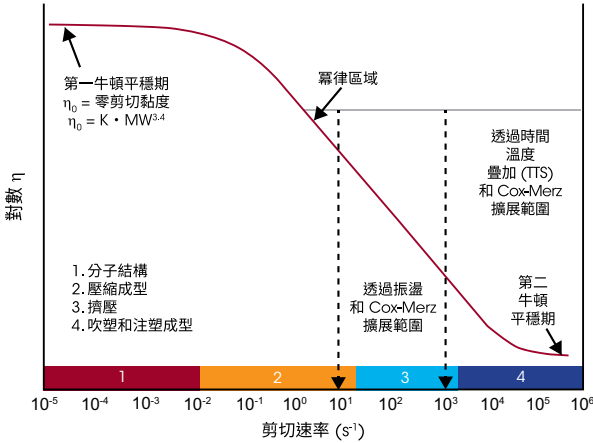
溶液和分散劑的流量曲線

Discovery 混合流變儀產生的流量曲線是應力或應變率的函數。通常會根據分段式流量曲線產生流量曲線，其中每個資料點都會反映測量系統自動確定的穩態測量。產生的資料提供有關降伏應力、黏度、剪切稀化、剪切稠化或觸變性的資訊，並與加工和產品效能相關。主軸黏度計之類的簡單技術只能測量總流量曲線的一個點或一小部份。Discovery 混合流變儀的廣泛操作範圍可對材料的流動行為進行全面表徵。



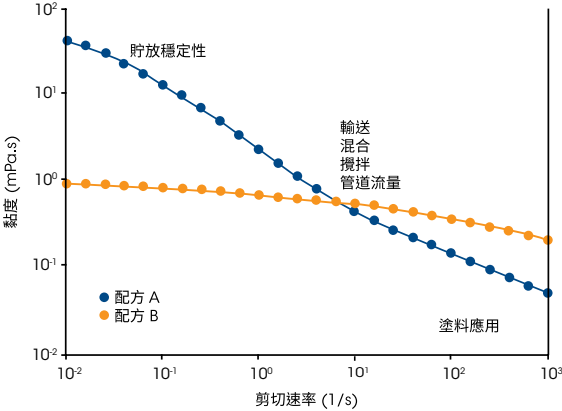
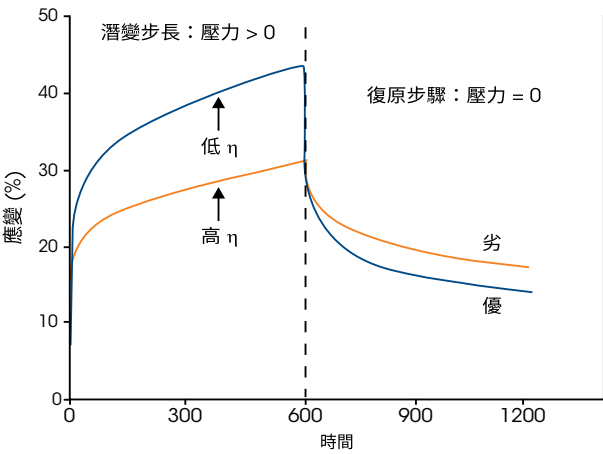
聚物流量曲線

聚合物的分子量顯著影響其零剪切黏度，而其分子量分佈和支化度則影響其剪切速率依賴性。這些差異在低剪切速率下最為明顯，而使用熔體流動指數或毛細管裝置則無法實現。除了有關流動行為的基本資訊之外，強大的 TROS 軟體也可以使用這些資料根據測得的零剪切黏度確定分子量。透過將 Cox-Merz 和 TTS 的資料與振盪測量資料相結合，可以將資料提升到更高的剪切速率。



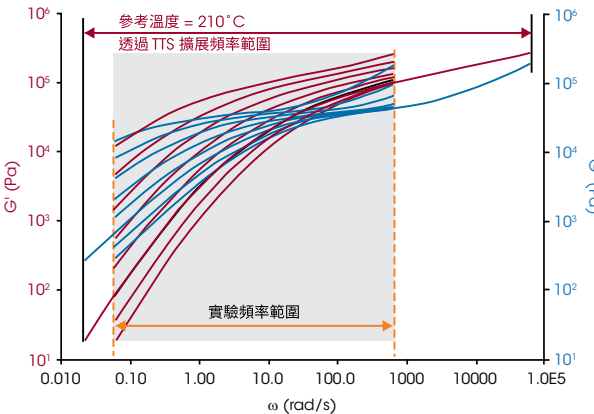
潛變和復原

右圖顯示為對油漆試樣進行的潛變和復原實驗的資料，報告中的效能有「優」有「劣」。該測試模式是一款功能強大的工具，可用於測量材料的黏彈性，並瞭解和預測材料在長時間承受負荷下的效能。實例包括複雜流體中的沉降穩定性，以及聚合物熔體中的零剪切黏度 (η_0) 和平衡可復原力移比 (J_e^0)。潛變是用於確定 η_0 和極低彈性的特別準確和靈敏的方法。這種方法最適合 Discovery 混合流變儀的絕佳應力控制和低慣性。另外也可以執行類似的實驗，也就是應力弛豫，其中施加階躍應變，並將測量應力作為時間的函數。該實驗提供應力弛豫模數 $G(t)$ 。



流量曲線預測黏合劑塗層配方的適用性

剪切稀化是一個重要特徵，尤其是在塗層應用中。需要在低剪切速率下應用高黏度來提供穩定性，以防止在貯放期間出現分散相的沉降。需要在低速率下應用低黏度以促進混合、攪拌和透過管道輸送。最重要的是，需要在較高速率下應用低黏度以實現快速塗佈和低薄膜厚度。對於右邊描述的兩種配方，兩者均有相當的中等速率黏度，但配方 A 在貯放穩定性和塗層效能方面均呈現更理想的黏性。

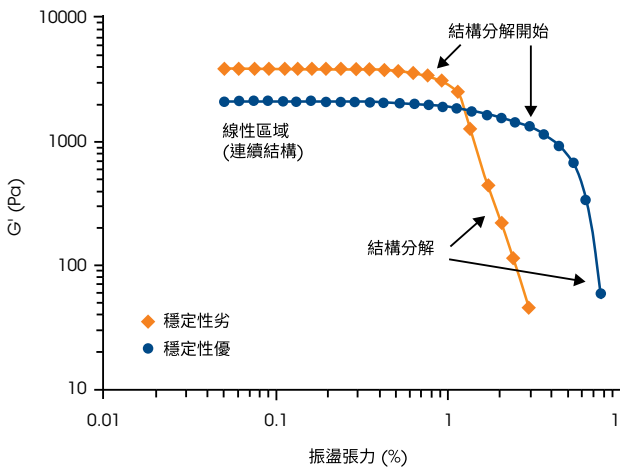


黏彈性主曲線

旁邊的圖顯示線性均聚物的黏彈性指紋，並顯示作為頻率函數的 G' 和 G'' 出現的變化。由於頻率是時間的倒數，曲線顯示與時間關聯的機械回應，其中的短時間（高頻率）對應於類固體特性，而長時間（低頻率）對應於類似液體的特性。 G' 和 G'' 曲線的幅度和形狀取決於分子結構。頻率掃描通常在 0.1 到 100 rad/s 的有限範圍內執行。時間溫度疊加 (TTS) 通常用於透過結合在多個溫度下進行的測量來擴展頻率範圍。

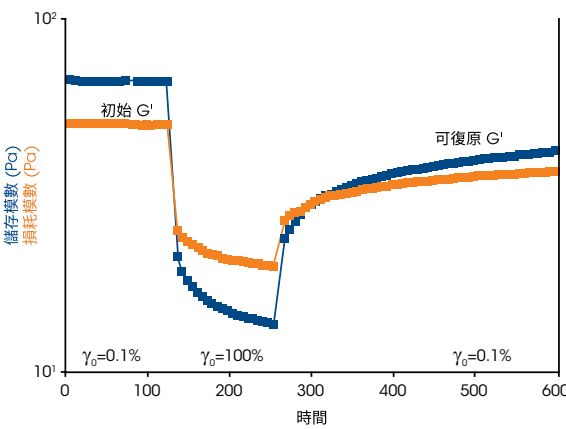
應變掃描預測分散體穩定性

附圖包含振盪應變掃描的結果，該結果用於確定線性黏彈性區域 (LVR) 並研究分散穩定性。在 LVR 中，材料對應力或應變 (彈性) 呈線性回應，而且結構保持不變。模數隨應變而快速下降代表材料結構遭破壞。結構遭破壞時， G' 將取決於施加的應變。具有大線性區域的材料通常更耐受相分離或附聚。



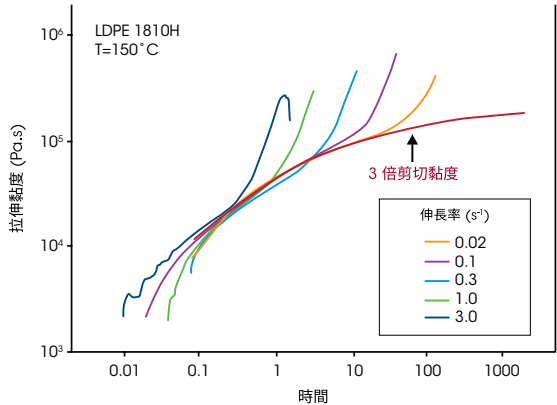
黏彈性結構變化

分散體的彈性結構有助於維持形狀或保持分散的顆粒穩定。通常需要這種結構在大變形下容易分解，以利於輸送或鋪展，例如在建塗料或油漆中。變形停止時，靜態結構的恢復速度應足夠快以穩定分散體並防止滴落，但恢復的速度也必須足夠慢，刷子條紋才會舒展或平滑。G' 和 G'' 的時間型測量可以量化此過程，並確保量化過程在時間曲線的目標時間長度內發生。



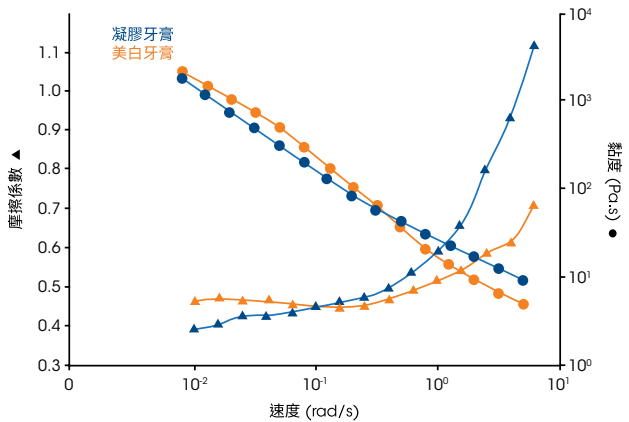
拉伸黏度測量

與 EVA (拉伸黏度配件) 或 SER3 (Sentmanat 拉伸流變儀) 搭配使用時，Discovery 混合流變儀也可以執行聚合物熔體的拉伸黏度測量。顯示為標準 LDPE 1810H 在 150 °C 下承受 0.02 至 3 s⁻¹ 的拉伸張力時的拉伸黏度測量值。將這些結果與對應低剪切速率黏度的三倍比較時，該低剪切速率黏度與在不同拉伸速率下開始拉伸稠化之前的零速率拉伸黏度相當吻合。除了拉伸黏度之外，這些裝置也可用於固體張力測試、撕裂測試、剝離測試以及高速率斷裂測試，為剪切流變提供自然的補充，藉以增進對材料性質的認識。



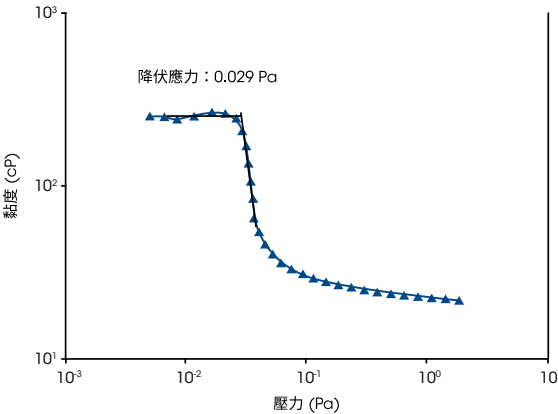
摩擦係數測量

附圖顯示兩種市售牙膏的摩擦係數曲線。有磨料顆粒的美白牙膏在低速時達到較高的摩擦力，但凝膠牙膏的摩擦係數表明，在較高速度時摩擦力呈現快速增加的趨勢。可以透過比較兩種牙膏的流量曲線來解釋這種行為 - 雖然兩種材料均剪切稀化，但相較於凝膠牙膏，美白牙膏的黏度下降較快。這導致隨著轉速的增加，流體動力阻力增加且摩擦力也變大。摩擦係數的測量是 Discovery 混合流變儀可以進行的剪切流變之外的許多補強測量之一。



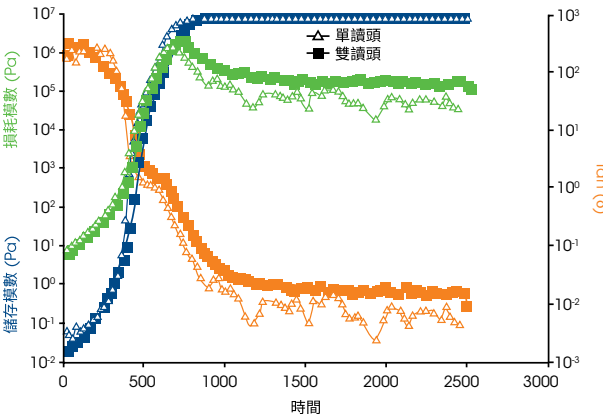
懸浮體中弱降伏應力的確定

複雜的流體通常採用工程設定的降伏應力來支援懸浮相，以防止發生沉降或聚結，或防止液體在靜止時擴散。必須增加此應力而使其足夠大以防止沉降，但也應使應力盡可能降低，以免阻礙宏觀流動的啟動。左邊的範例資料顯示飲料的懸浮分散相行為。降伏應力和降伏後黏度必須降低，以便在飲用時容易傾倒並達到可接受的感官知覺效果。HR 30 的極其靈敏的測量功能有助於測量這種相當低的降伏應力 (0.03 Pa)，而且在降伏之前有足夠的資料可以清楚確定降伏前的平穩期。



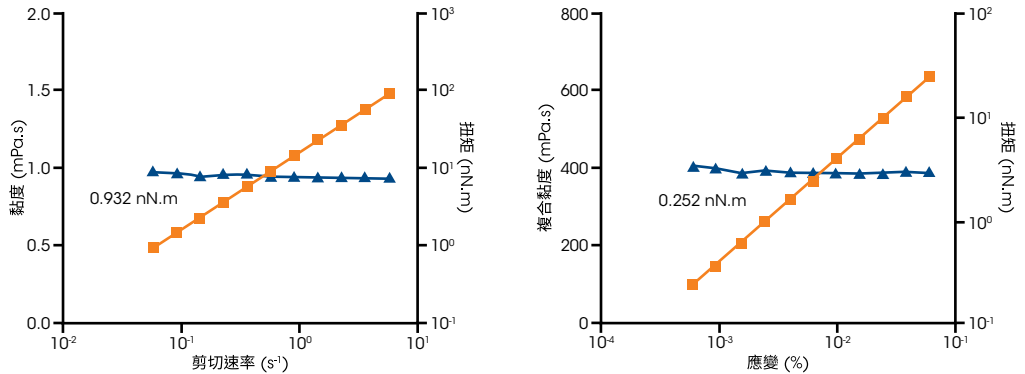
透過雙讀頭光學編碼器改善固化過程中的 G' 和 G''

熱固性樹脂在固化過程中移動時，其流變性可能會發生劇烈變化。開始時材料為低黏度液體，並在短時間內轉變為高剛度的固體。因此，流變儀必須透過一個實驗裝置對整個材料屬性範圍進行精確測量。雙讀頭光學編碼器可提高相位角 δ ，藉以在所有測量條件下均提高 G' 和 G'' 精度。在左邊的範例資料中可以很容易看出這一點。配備傳統單讀頭的流變儀難以精確測量固化前的 G' 或固化後的 G''。配備雙讀頭光學編碼器的 HR 30 在這兩種情況下均可產生絕佳的資料。



藉由先進技術實現超高靈敏度

絕佳的扭矩精度和靈敏度支援測量較低的黏度、較弱的分子間作用力和較少的試樣量。低摩擦磁力止推軸承和高精度先進托杯馬達有助於 Discovery 混合流變儀在流動和振盪條件下均達到絕佳的測量靈敏度。科學人員可以藉此在減少材料消耗的情況下更深入瞭解某種材料。牛頓油的測量就是對這種效能的明顯證明。這些材料在所有剪切速率、振幅或頻率下均呈現恆定的黏度。簡單的測量顯示，HR 30 在流動和振盪測試條件下的靈敏度分別達到 1 nN.m 和 0.3 nN.m 或更高。



技術規格

規格	HR 30	HR 20	HR 10
軸承類型, 止推	磁軸承	磁軸承	磁軸承
軸承類型, 徑向	多孔碳	多孔碳	多孔碳
馬達設計	托杯	托杯	托杯
最小振盪扭矩 (nN.m)	0.3	1	5
最小穩定剪切扭矩 (nN.m)	1	3	5
最大扭矩 (mN.m)	200	200	200
扭矩解析度 (nN.m)	0.05	0.1	0.1
最小頻率 (Hz)	1.0E-7	1.0E-7	1.0E-7
最大頻率 (Hz)	100	100	100
最小角速度 ^[1] (rad/s)	0	0	0
最大角速度 (rad/s)	300	300	300
位移感測器	光學編碼器	光學編碼器	光學編碼器
雙讀頭光學編碼器	標配	標配	不適用
位移解析度 (nrad)	2	2	10
應變階躍時間 ^[2] (ms)	15	15	15
速率階躍時間 ^[2] (ms)	5	5	5
法向力/軸向力感測器	FRT	FRT	FRT
最大法向力 (N)	50	50	50
法向力敏感度 (N)	0.005	0.005	0.01
法向力解析度 (mN)	0.5	0.5	1

[1] 在受控壓力模式下為零。受控速率模式取決於受測點的持續時間和取樣時間。

[2] 99% 設定值對應的結果。

DMA 模式

規格	
馬達控制	力再平衡感測器
最小振盪力	3 mN
最大軸向力	50 N
最小振盪位移	0.01 μm
最大振盪位移	100 μm
軸向頻率範圍	6×10 ⁻⁵ rad/s 至 100 rad/s (10 ⁻⁵ Hz 至 16 Hz)

儀器功能

特性	HR 30	HR 20	HR 10
雙讀頭光學編碼器	●	●	—
DMA 模式	●	○	—
真實位置感測器 (TPS)	●	●	●
受控應力 (穩定、瞬態、振盪)	●	●	●
受控應變 (穩定、瞬態、迭代振盪)	●	●	●
直接應變 (振盪)	●	●	○
迅速資料收集	●	●	—
FRT 法向力測量	●	●	●
軸向和追蹤測試	●	●	○
One-Touch-Away™ 顯示屏	●	●	●
整合試樣照明	●	●	●
FastTrack	●	●	●
AutoPilot	○	○	○

● 隨附 ○ 選用 — 不適用





美洲

美國德拉瓦州紐卡斯爾
美國猶他州林頓
美國麻塞諸塞州韋克菲爾德
美國明尼蘇達州伊甸草原
美國伊利諾州芝加哥
美國加利福尼亞州科斯塔梅薩
加拿大蒙特利爾
加拿大多倫多
墨西哥墨西哥城
巴西聖保羅

歐洲

德國許爾霍爾斯特
德國波庫
德國埃施博恩
德國威茲拉爾
英國艾斯特里
比利時布魯塞爾
荷蘭埃頓呂爾
法國巴黎
西班牙巴塞隆納
義大利米蘭
波蘭華沙
捷克共和國布拉格
瑞典索爾納
丹麥哥本哈根

亞洲和澳洲

中國上海
中國北京
日本東京
南韓首爾
臺灣臺北
中國廣州
馬來西亞八打靈再也
新加坡
印度邦加羅爾
澳大利亞雪梨



Waters
THE SCIENCE OF WHAT'S POSSIBLE.™

TA Instruments

159 Lukens Drive
New Castle, DE 19720 U.S.A.
電話: 1-302-427-4000
傳真: 1-302-427-4041
www.tainstruments.com

Waters Corporation

34 Maple Street
Milford, MA 01757 U.S.A.
電話: 1-508-478-2000
傳真: 1-508-872-1990
www.waters.com