

ElectroForce™ Apex 1

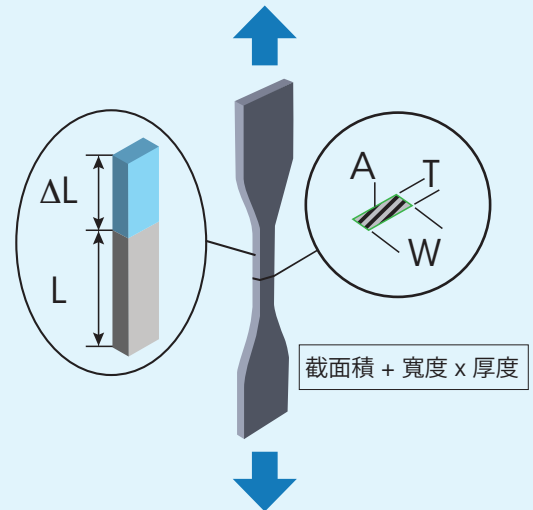
機械性質測試儀

機械性質測試

對於確保材料與產品的性能及耐用性而言，機械性質測試是關鍵。我們可在相關條件下來測試評估在不同溫度、裝載機制與速率等情況下的機械性質。對材料與產品執行機械性質測試可減少建構/測試週期，並防止產品在上市後過早失效，穩收加速開發的效益。

使用 ElectroForce Apex 1 儀進行材料開發可快速測量強度與持久性，並協助評估在配方與加工過程中任何變化的影響。我們可以利用 ElectroForce Apex 1 儀評估下列機械性質：

- 彈性（楊氏）系數
- 極限強度
- 疲勞壽命
- 應力鬆弛
- 疲勞裂縫成長
- 降伏強度
- 斷裂伸長率
- 潛變柔量
- 斷裂韌性

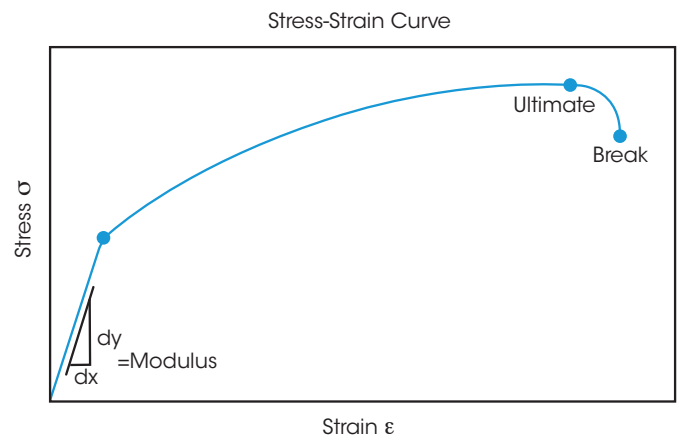
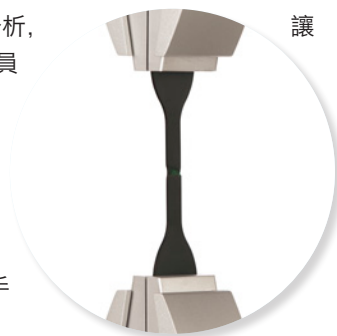


單次與疲勞測試

從航空到營建材料等要求日益嚴苛的應用中，材料的強度與持久性測試對加速產品開發越來越重要。在研發尖端材料與產品的競爭中，設計師及工程師需要最佳、具備應用專一性的特徵分析方法來驗證材料的可靠性。頂尖的實驗室與製造商普遍運用單次與疲勞測試來獲得材料選取及設計相關的資訊，隨後執行元件及產品性能評估。

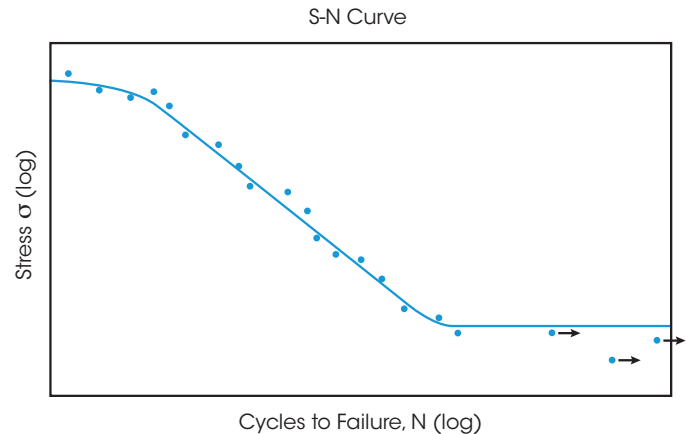
單次測試

透過精簡工作流程與自動資料分析，單次測試的執行更便捷。操作人員僅需要輸入樣品大小與基本測試資訊，ElectroForce Apex 1 技術就能測量材料的模數、降伏強度，以及其他許多特性，只需很少甚或毋須便可進行數據擷取設定、控制系統調整或手動數據分析作業。



疲勞測試

疲勞測試透過重複施加負載來測量對材料造成的損壞及失效。開發人員通常使用疲勞測試來進行「疲勞到斷裂」測試，評估材料的失效點，或是進行「測試到成功」以確保材料可在實際應用條件下仍能正常運作。我們可在所有與單次測試相同的變形模式下進行疲勞測試。疲勞評估通常會在不同週期應力下執行疲勞測試，以生成應力週期曲線（又稱 S-N 曲線），代表材料在不同應力水準下的預期壽命。

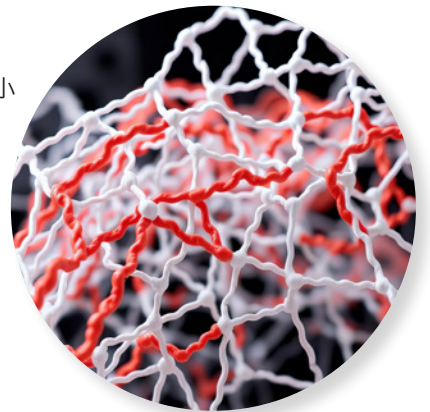


結合單次測試與疲勞測試可為聚合物在廣泛應用中的強度與耐久性提供深入分析，尤其是在測試中加入實際溫度和環境條件時效果更好。在開發初期採用單次與疲勞測試，可辨識並排除材料選取及設計階段的弱點，避免進入驗證階段甚或產品上市後高昂的修正成本。

聚合物應用 — 樣品資料

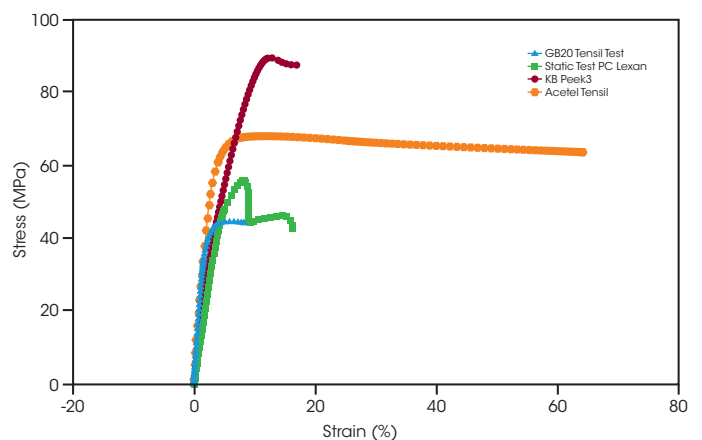
透過精簡工作流程與自動資料分析，讓單次測試的執行更便捷。操作人員僅需要輸入樣品大小與基本測試資訊，ElectroForce Apex 技術就能測量材料的模數、降伏強度，以及其他許多特性，完全毋須進行數據擷取設定、調節控制系統或手動分析數據。

測試完成後，可於數秒內查看材料特性。智慧分析（Intelligent Analysis）功能能夠處理單次測試數據，並快速提供彈性模量、降伏強度、極限強度等特性的測試結果，包括針對材料與測試目標的客製分析。具備符合 ASTM D638、ASTM E8、ASTM D790、ISO 527 等國際標準的分析能力，並能夠根據您的需求進行調整。



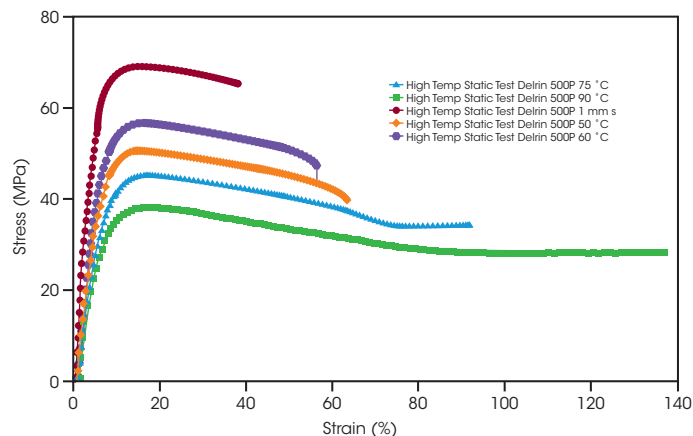
多種聚合物的拉伸特性

單次拉伸測試（又稱拉伸測試）能提供材料在緩慢變形過程中機械性質回應的重要資訊。樣品在固定的應變速率下產生變形，由儀器測量應力反應。拉伸測試能可靠地測量材料的模量、強度和伸長率。如圖所示，應力-應變曲線所展現的特性也對瞭解材料性質具有重要意義。掌握材料完整的應力-應變曲線對於瞭解材料在受到最大強度及超出極限強度後的回應變化非常重要。

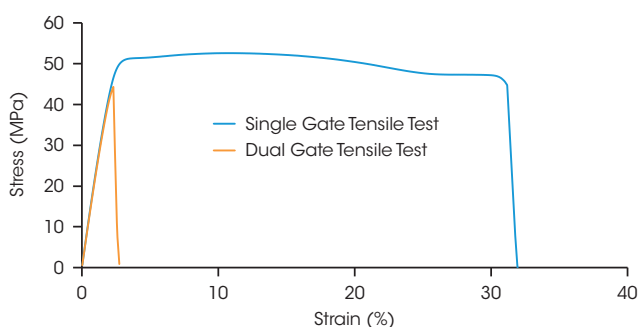


溫度對縮醛拉伸特性的影響

聚合物材料的特性高度受到溫度的影響。如應力-應變資料所示，溫度升高會以多種方式影響材料的特性。從縮醛材料可以看出，溫度升高導致模量降低（以初始線的斜率顯示）、強度降低（應力峰值減弱）以及延伸率增加（斷裂應變）。此外，在更高的溫度和應變條件下，材料開始表現出完全不同的行為。在不同溫度下進行測試非常重要，有助於瞭解材料在預期儲存及操作溫度範圍內如何表現。



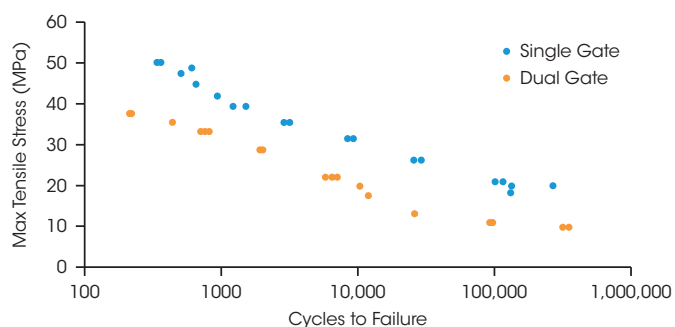
單澆口和雙澆口試片的拉伸曲線



因製造瑕疵所致的耐久性降低

我們通常在理想條件下測試材料特性，這樣能提供一致而且可再現的測量結果，但也可能高估材料在某種應用中的性能。一個很好的例子是，標準拉伸測試「狗骨型」試片採用單一澆口成形，提供足夠的材料流動性和分子鏈間的糾纏。然而，實際零件難以完全複製狗骨型試片的材料特性。本數據顯示了樣品成型時材料強度和持久性所受的影響，其中材料需在模具中匯流在一起形成熔接線。

單澆口和雙澆口試片的疲勞壽命



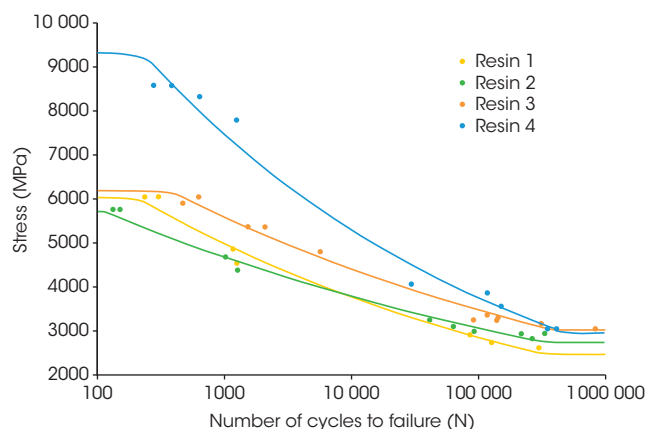
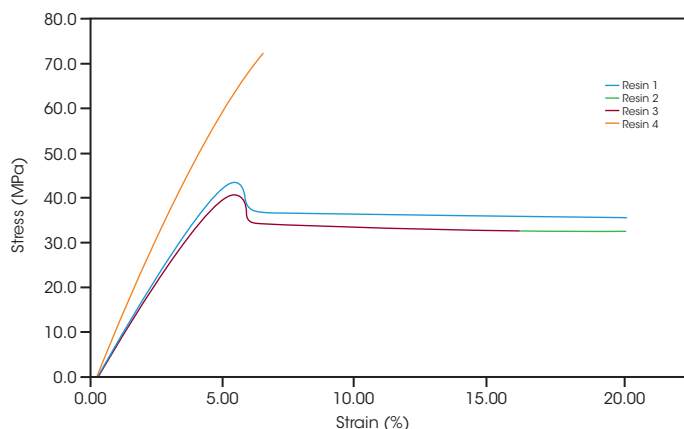
拉伸測試的數據顯現強度雖略微下降，但延伸率則大幅降低。疲勞測試數據則以 S-N 曲線呈現，其中 x 軸為達失效所需週期次數，而 y 軸為週期應力水準。在特定應力下，雙澆口試片達失效所需週期次數明顯低於單澆口試片。其他的製造瑕疵如空孔或填料取向等都可能產生類似問題。瞭解材料經過加工成型後實際部件的性能是非常重要的課題。



不同材料混摻物的強度與耐久性

聚合物材料來自於廣泛的配方組合，可以變換各種不同的混摻物、不同類型和含量的填料，以及好些加工助劑和其他具特定功能的添加劑等。雖然它們在資料表上看起來性質可能非常相似，但並不代表它們會具有相同性能。

本數據顯示三種不同的 ABS 樹脂混摻物及其基材 SAN 樹脂。在拉伸測試中，三種 ABS 樹脂具有類似的回應，但反觀疲勞性能則截然不同。由此可以清楚體認到，單由拉伸測試的數據是無從預測哪個是最佳耐疲勞材料。



在一定溫度範圍內評估材料的潛變特性

聚合物材料的黏彈性本質使其在穩定負載下繼續變形，這種行為稱為潛變。隨著溫度升高，分子鏈運動性增強，加速潛變行為。抗潛變能力經常被忽視，但它確實是很重要的聚合物材料特性。潛變可能以多種方式導致元件失效。有一種方式是材料在固定負載下持續變形而無法再執行功能。第二種潛變失效模式是潛變斷裂，即材料因潛變而發生脆性斷裂。

還一種更全面的關於材料抗潛變能力的圖像，係透過在逐漸升高的溫度下執行連續的潛變測量。ElectroForce Apex 1 儀憑藉高承載力和長馬達行程，在此類實驗中特別有價值，有助於確保涵蓋各種材料和應用案例的測量。

