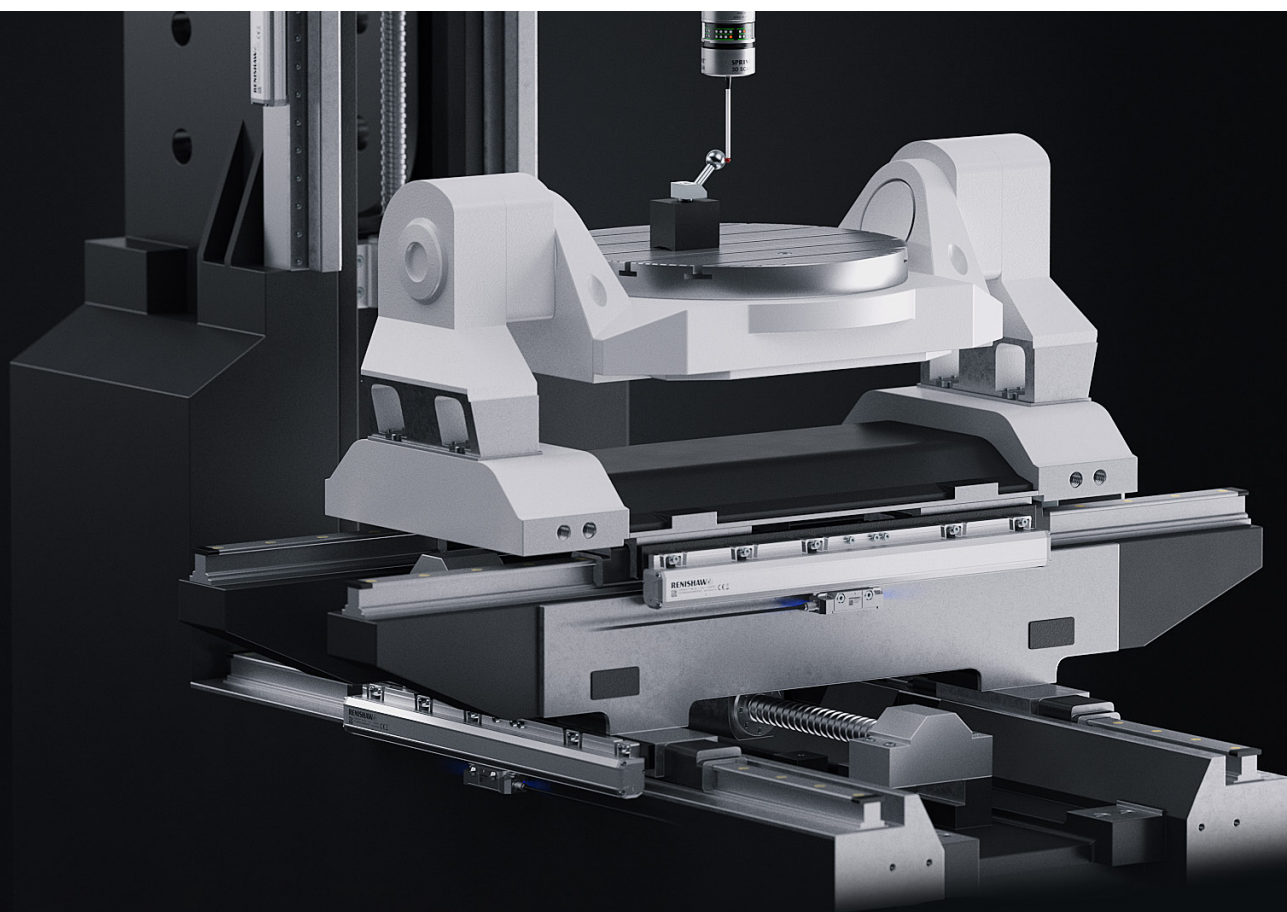




應用說明： FORTIS™ 封閉式光學尺協助拓展 工具機的設計廣度

就工具機設計而言，直接回饋可提供出色的動態位置控制性能

半閉迴路系統在各種工具機設計中很常見，此類系統中，滾珠螺桿螺距尺寸實際上構成了量測誤差的一部分。眾所周知，滾珠螺桿和其他元件的熱效應會造成定位誤差，但利用各種溫度控制措施可在很大程度上減小該誤差。在位置精度和重複性方面，若半閉迴路系統的工具機具有這些特性，其性能將明顯優於不具有這些特性的工具機。

然而，與半閉迴路定位系統相比，一個被普遍認可的事實是，在閉迴路定位系統中，由於線性光學尺提供工具機線性軸的直接回饋，因此該系統通常在動態位置量測中具有更高的性能。換句話說，對於閉迴路系統，提升製造精度便可使一台好的工具機性能更出眾。

由於使用者對公差的要求日益嚴格，工具機規格隨之也在不斷提升；工具機設計選擇半閉迴路回饋還是全閉迴路回饋，無疑成了一個關鍵的考慮因素。



無論是作為製程控制框架的基礎，還是僅僅為獲得更高的加工精度，越來越多的使用者都傾向於選擇採用閉迴路定位系統的工具機。Renishaw 推出的 FORTiS™ 封閉式線性光學尺系列正能滿足此要求 — 它可成為工具機製造商出廠時的標準配備，也可作為客戶可選擇的高性能選配方案。

為什麼選擇 Renishaw 的封閉式線性光學尺？

數十年來，Renishaw 的校正、測頭量測、刀具設定、比對量測和三次元量測等產品一直受到工具機製造商和工業使用者的青睞。

拜現代光學技術所賜，Renishaw 亦開發了大量多樣的開放式光學尺產品。這些光學尺經業界檢驗，並成功用於各行各業和不同領域的精密量測和運動控制應用。

Renishaw 運用多年來在工具機應用、量測、位置量測及運動控制領域的豐富經驗，開發出一款創新型封閉式線性光學尺，與目前的傳統封閉式光學尺相比，具有明顯的優勢。

封閉式線性光學尺已經問世多年，此類光學尺適用於嚴苛環境，遵循一套共同的設計原則，比如安裝孔佈局、光學尺殼體尺寸，以及為讀頭提供運動導向的內部機構。FORTiS 光學尺系列採用傳統外形和螺栓孔佈局，但又具備了創新型非接觸式機械設計的優點。

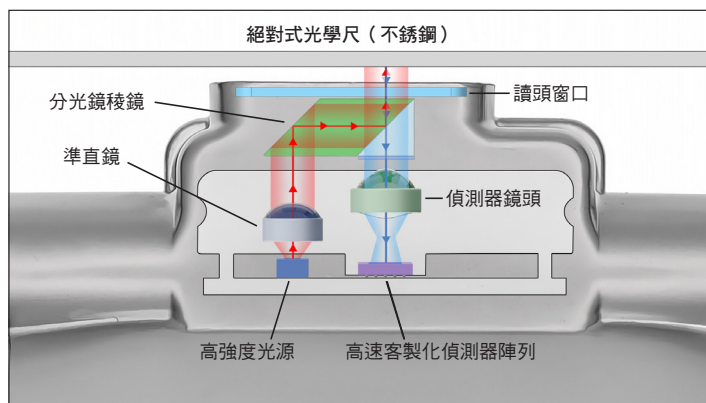


圖 1：密封式讀頭內部放置一個微型超高速數位攝影機，讀取單碼道、精細柵距 (30 μm) 光學尺，抗汙效能更出色

FORTiS 光學尺有何不同？

FORTiS 光學尺的結構和外形相容封閉式光學尺的其他傳統設計。量測長度也與現有工具機設計相匹配，FORTiS-S™（標準型）量測範圍為 140 mm 至 4,240 mm，FORTiS-N™（細窄型）量測範圍為 70 mm 至 2,040 mm。這些光學尺提供最常用的控制器通訊協定，解析度選項從 50 nm 到 0.5 nm。Renishaw 還推出了多讀頭光學尺系統和功能安全型號。

然而，FORTiS 光學尺系統的內部結構包括一系列不同於傳統封閉式光學尺設計的創新特性。

光學尺並非玻璃材質，而是由堅固耐用的不銹鋼製成，其熱膨脹係數 (CTE) 為 $10.1 \pm 0.2 \mu\text{m}/\text{m}/^\circ\text{C}$ ，與大多數工具機所用基體材料的熱膨脹係數相近。熱膨脹系數值接近有助於降低由熱效應導致的誤差，提高量測的確定性。低於 10 nm RMS 的低位置雜訊（抖動）和僅 $\pm 40 \text{ nm}$ 的低電子細分誤差（SDE，即一個光學尺刻劃週期內的誤差），使得光學尺回饋具有優異的保真度，可確保更穩定的速度控制和超強的位置穩定性。

密封式讀頭內部放置一個微型超高速數位攝影機，讀取單碼道、精細柵距 (30 μm) 光學尺，抗汙效能更出色，如圖 1 所示。讀頭移動時，與光學尺沒有任何接觸，這與傳統的光學尺設計（包含帶有精密滾子軸承和彈簧的接觸式導向機構）相比，具有明顯優勢。

無內部運動或滑動部件，消除了磨損，極大地降低了光學尺破損風險，提高了可靠性，進而延長系統的使用壽命。

此外，與機械接觸式系統設計相關的遲滯和反向間隙誤差（如圖 2 所示）得以降低，進而提升工件形狀精度和表面精細程度。



FORTiS-N 讀頭



FORTiS-S 讀頭

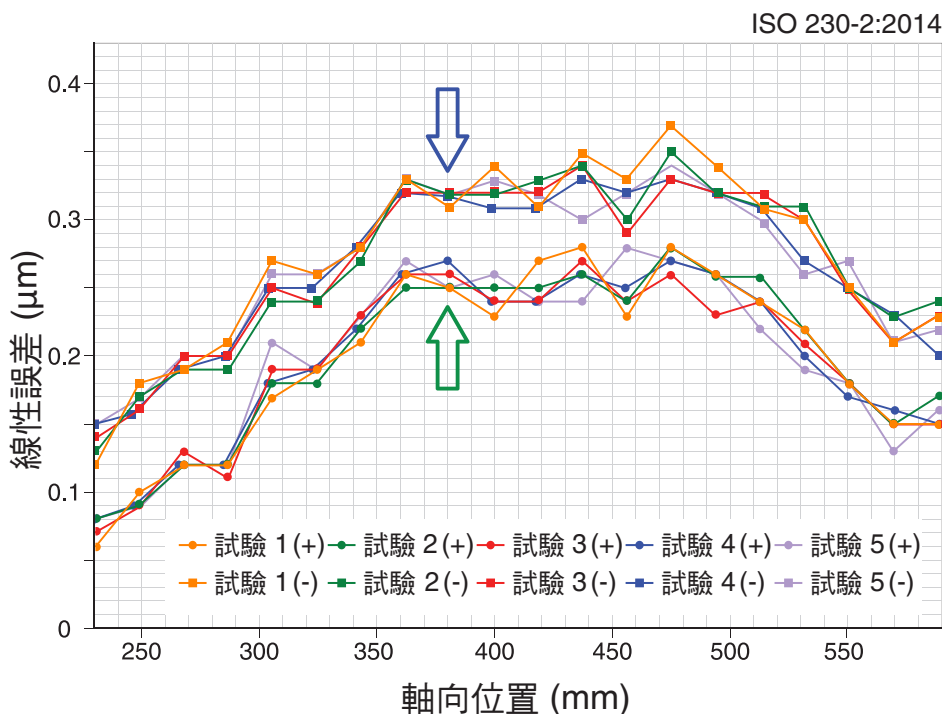
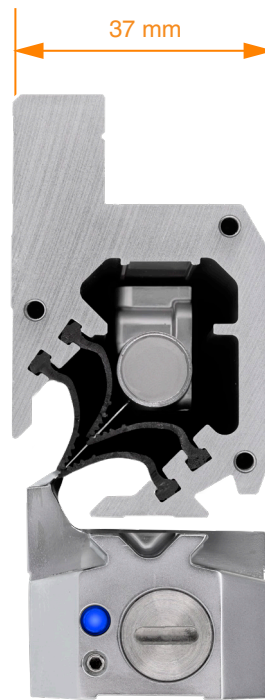


圖 2：執行五次試驗後 FORTiS 光學尺的正向（前進）和負向（後退）遲滯誤差

突破性的讀頭設計

Renishaw 工程師關注的焦點是振動對封閉式線性光學尺的影響。在某些條件下，例如加工特別堅硬的材料、執行間歇切削，以及工具機逐漸磨損後，傳統的接觸式光學尺很容易受到振動的影響。FORTiS-S 和 FORTiS-N 型號的非接觸式讀頭採用了調諧品質減振技術，具有一流的抗振性。在超過 30 g 的環境下執行長時間測試後發現，即使達到光學尺的共振頻率，FORTiS 光學尺的兩個型號仍均可保持可靠的量測性能，能夠在相同的嚴苛條件下穩定工作。如圖 3 所示，遇到光學尺殼體被液體浸沒的罕見情形時，密封的讀頭本體還可防止液體浸入其內部，因此方便現場清潔，更快地從工具機停機的情況中恢復。

FORTiS-S™ 標準型寬度



FORTiS-N™ 細窄型寬度



圖 3. FORTiS-S 和 FORTiS-N 光學尺殼體的縱切面，顯示了非接觸式讀頭的方向



圖 4a：FORTiS-N 光學尺的側視圖

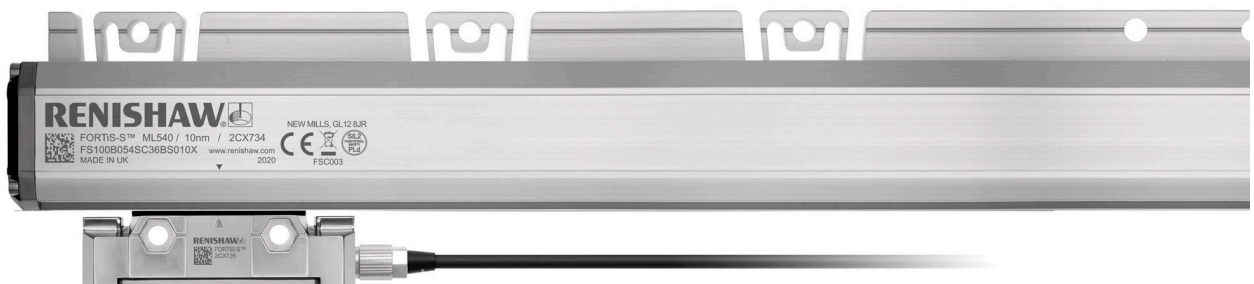


圖 4b：FORTiS-S 光學尺的側視圖

安裝更加方便快捷

儘可能減少在工具機中安裝光學尺所需的時間和工作量，這點至關重要。FORTiS 光學尺的安裝方式與傳統封閉式光學尺不同，並不依賴千分錶和週邊診斷設備。借助 LED 安裝指示燈和 Renishaw 精心設計的安裝附件，安裝過程直觀明瞭，可確保一次成功。相比於其他典型的接觸式光學尺系統，FORTiS 的安裝時間可縮短 90%，即使在空間受限的應用場合也不例外。

FORTiS 設計的一大優勢是 LED 安裝指示燈可顯示訊號強度，藍色 LED 指示燈表示訊號最強，進而可確認軸向移動時光學尺殼體與讀頭已正確對齊。

FORTiS 線性光學尺的安裝方法非常簡單，安裝人員即可完成，工廠生產流程因此更為順暢，而高水準的技術人員也可因此挪時從事其他任務。

如果需要更進一步的功能，安裝人員可透過標準 USB 接頭將 ADTa-100（Advanced Diagnostic Tool - 進階診斷工具）連接至執行 Renishaw ADT View 軟體的個人電腦。該軟體具有簡單易用的圖形介面，可顯示進階診斷資訊，包括關鍵的光學尺效能參數比如沿整個軸的訊號強度等。此外，還可以永久保存安裝資料的記錄，讓工具機製造商和終端使用者更加放心。

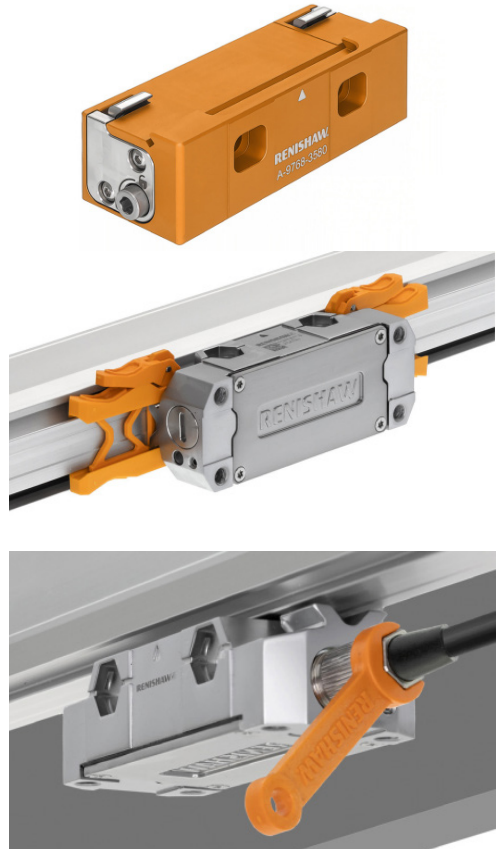


圖 5：安裝附件範例（FORTiS-S 特寫）

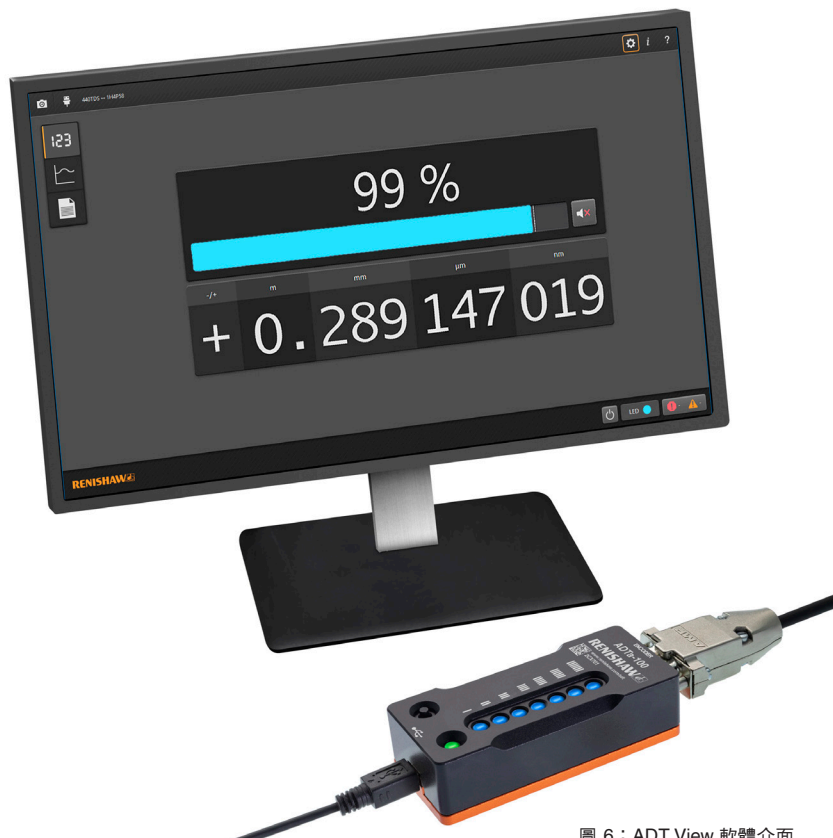


圖 6：ADT View 軟體介面

節省能源、降低運營成本

加速壽命試驗模擬了產品在極端嚴苛環境下使用五年的情況，基於試驗結果，Renishaw 開發出先進的 DuraSeal™ 密封條並且完善了性能。這種密封條可實現出色的耐磨性、抗工具機潤滑劑腐蝕性及密封性，而且當結合淨化空氣使用時，防護等級可達到 IP64。除了可延長工具機正常執行時間外，這種密封條設計還可使淨化空氣系統的氣體洩漏率降低 70%，進而降低營運成本、減少碳足跡，並且延長濾芯使用壽命。

我們對 DuraSeal 密封條進行了工作壽命磨損測試，並特意在接觸面上添加了鑄鐵碎屑和碳化合金砂，儘量增加磨損作用。即使經過 1,400 萬次測試循環，密封條也僅出現輕微磨損，而且功能完全正常。由此證明，即使在光學尺會接觸到大量極具腐蝕性磨料的磨削加工環境中，FORTiS 仍可保持其耐用性。

FORTiS 封閉式線性光學尺系列憑藉這些創新設計，在性能和操作方面為工具機製造商和最終使用者帶來了關鍵的技術和商業優勢。

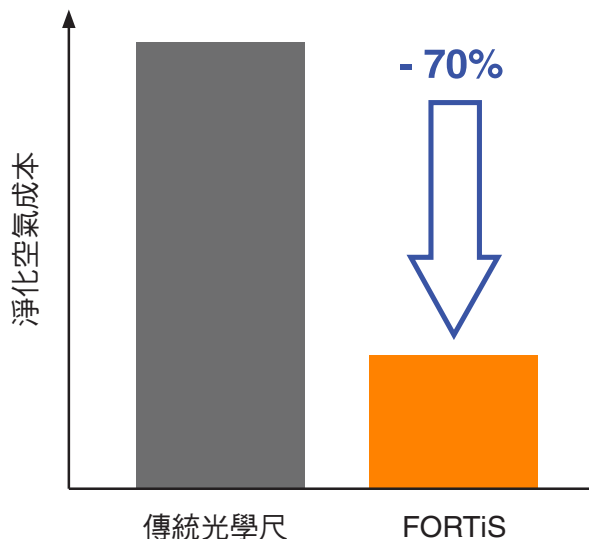


圖 7：FORTiS 光學尺與傳統封閉式光學尺的淨化空氣成本對比



www.renishaw.com.tw/fortis

+886 4 2460 3799

taiwan@renishaw.com

© 2024 Renishaw plc 保留所有權利。RENISHAW® 和測頭圖案是 Renishaw plc 的註冊商標。Renishaw 產品名、型號和「apply innovation」標識為 Renishaw plc 或其子公司的商標。其他品牌名、產品名或公司名為其各自所有者的商標。Renishaw plc 在英格蘭和威爾士註冊。公司編號：1106260。

註冊辦公地：New Mills, Wotton-under-Edge, Glos, GL12 8JR, UK。

在出版本文時，我們為核實本文的準確性作出了巨大努力，但在法律允許的範圍內，無論因何產生的所有擔保、條件、聲明和責任均被排除在外。

#renishaw



文件編號：PD-6517-9047-01-B