

## 應用說明： FORTIS™ 封閉式線性光學尺 有助於降低工具機持有成本

### 工具機規格選擇、使用和維護的考慮因素

採用封閉式線性光學尺，又稱為「密封式線性光學尺」或「線性光學尺」，被廣泛認為是高精度工具機的一項關鍵技術指標。在考慮了諸如設計完善、溫度控制和誤差補償等誤差消除方案的基礎上，採用線性光學尺仍可進一步強化加工精度、重複性和表面粗糙度。此外，針對某些機器設計規格要求，線性光學尺可以充分減少溫度變化和滾珠螺桿磨損的影響，因此無需加裝其他獨立補償系統。無論機器的基礎設計及其整合的輔助系統是什麼，毋庸置疑的是，在線性軸上採用線性光學尺雖不能將壞機器變成好機器，但可以進一步強化好機器的性能。

隨著對機器性能的要求不斷提高，客戶也越來越關注閉迴路定位系統和線性光學尺提供的直接回饋所帶來的益處。

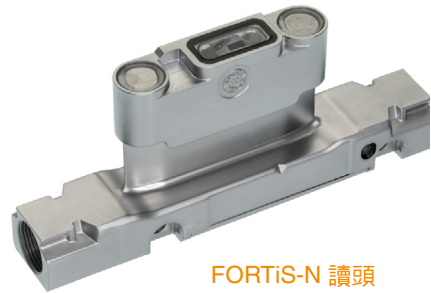
## 為什麼選擇 FORTiS 封閉式線性光學尺？

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產品一直廣受工具機製造商和工業用戶的青睞。

Renishaw 還採用現代光學技術開發了多種開放式光學尺產品。這些光學尺產品長期經業界檢驗，廣泛用於各種行業和領域的精確量測和運動控制應用。

Renishaw 藉由在工具機應用、量測、位置量測和運動控制領域累積多年的豐富經驗，開發出一款创新型封閉式線性光學尺，與傳統封閉式光學尺相比，具有明顯的優勢。

適用於嚴苛環境的封閉式線性光學尺已經問世多年，此類光學尺遵循一套通用設計原則，比如安裝孔佈局、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的外形和螺絲孔佈局，但又具備创新型非接觸式機械設計的優點。



FORTiS-N 讀頭



FORTiS-S 讀頭



## FORTiS 光學尺有何不同？

在機器中安裝光學尺所需的時間和精力越少越好。FORTiS 光學尺在外形和組裝上相容其他傳統的封閉式光學尺設計，量測長度也與現有機器設計相匹配；FORTiS-S™（標準型）的量測範圍為 140 mm 至 3,040 mm，FORTiS-N™（細窄型）的量測範圍為 70 mm 至 2,040 mm。這些光學尺採用最普遍的控制器通訊協議，提供從 50 nm 到 0.5 nm 的多種解析度選項。Renishaw 還提供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具有一系列明顯不同於傳統封閉式光學尺設計的創新特性。

FORTiS 採用的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  $10.1 \pm 0.2 \mu\text{m}/\text{m}/^\circ\text{C}$ ，與大多數機器所用基體材料的熱膨脹係數相近。熱膨脹係數相近有助於降低因熱效應而導致的誤差，進而提高量測的確定性。

受惠低於 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），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。

密封式讀頭內部裝有微型超高速數位攝影機，用於讀取單碼道、精細柵距 ( $30 \mu\text{m}$ ) 光學尺，同時抗汙性能更出色，如圖 1 所示。讀頭在移動時與光學尺沒有任何接觸，與傳統的光學尺設計（如軸承和彈簧的接觸式輪式滑動架）相比，這種特性具有明顯優勢。

無內部運動或滑動部件，因此可消除磨損、降低光學尺破損風險、提高可靠性，進而延長光學尺系統的使用壽命。

此外，與機械接觸式設計相關的滯滯和反向間隙誤差得以降低（如圖 2 所示），因此有助於提升工件的形狀精度和表面粗糙度。

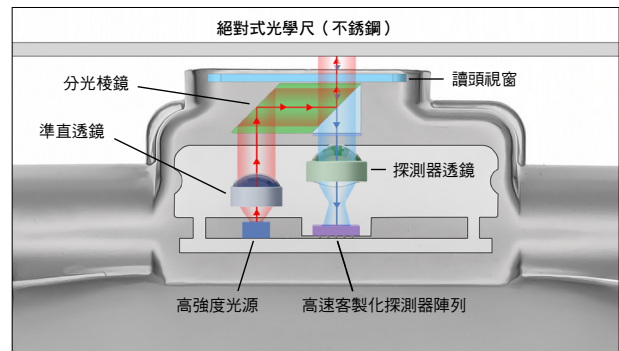


圖 1. FORTiS 光學尺讀頭的光學鏡組示意圖

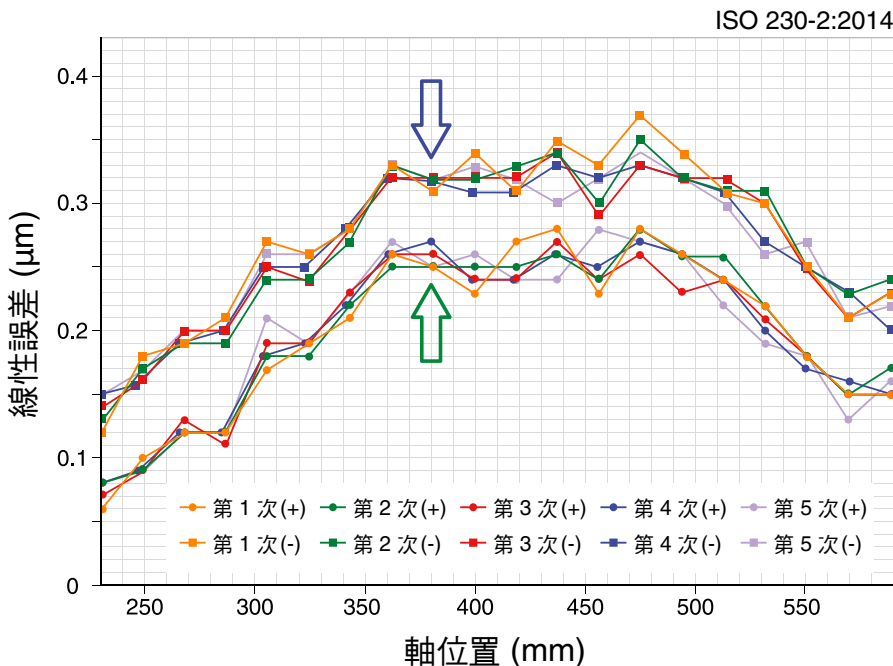


圖 2. 在五次試驗的執行中，FORTiS 光學尺的正向（前進）和負向（後退）滯滯誤差

## 突破性讀頭設計

Renishaw 工程師重點關注振動對封閉式線性光學尺的影響。在特定條件下，例如加工特別堅硬的材料、運作間歇性切削，以及機器逐漸磨耗之後，傳統的接觸式光學尺經驗證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 的振動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-N 與 FORTiS-S 仍然均可保持可靠的量測性能，能夠在嚴苛條件下穩定工作。如圖 3 所示，當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光學尺內部，因此方便現場清潔，縮短工具機停機時間。

## 外形相容，裝配便捷

這兩款 FORTiS 型號均可通過螺絲孔與其他品牌的封閉式線性光學尺相容，因此可協助客戶簡化設計變更。

FORTiS-S™ 標準型寬度



FORTiS-N™ 細窄型寬度



圖 3. FORTiS-S 和 FORTiS-N 光學尺殼體的縱斷面，顯示了非接觸式讀頭設計



圖 4a. FORTiS-N 光學尺的側視圖



圖 4b. FORTiS-S 光學尺的側視圖

## 安裝更加簡便快捷

在機器中安裝光學尺所需的時間和精力越少越好。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。藉由 LED 安裝指示燈和 Renishaw 精心設計的安裝配件，安裝過程直觀明瞭，可確保一次成功。相較於其他典型的接觸式光學尺系統，FORTiS 的安裝用時可縮短高達 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 安裝指示燈可指示訊號強度，藍燈表示訊號最強，同時確認當光學尺沿軸移動時，光學尺殼體與讀頭已準確對齊。

FORTiS 線性光學尺的安裝方法非常簡單，對於工具機製造商來說，組裝人員即可安裝，這樣不僅可以加快工廠的生產流程，而且可以將高水準的技術人員空出來執行其他任務。

無論是在執行結構化維護計畫時更換光學尺，還是在機器發生故障的情況下進行緊急維修，專業服務和維修人員均可盡享 FORTiS 線性光學尺帶來的益處。對於終端用戶來說，也可大幅降低停機成本。

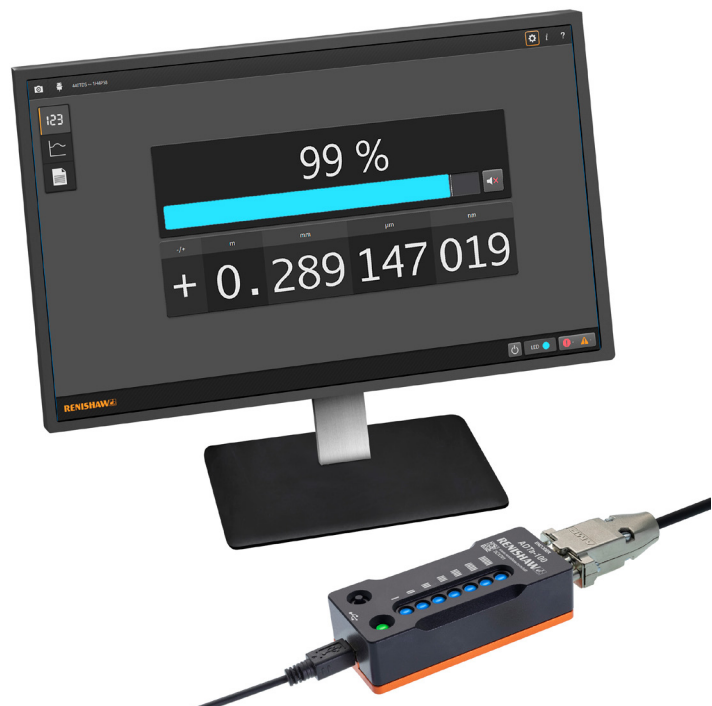
此外，FORTiS 線性光學尺在外形和組裝方面相容其他品牌的光學尺，因此在維護和現場維修過程中可使用 FORTiS 線性光學尺直接做替換。

安裝人員可通過標準 USB 連接器將進階診斷工具 ADTa-100 連接至執行 Renishaw ADT View 軟體的電腦，進而實現更多功能。該軟體具有簡單易用的圖形介面，可顯示進階診斷資訊，包括關鍵的光學尺性能參數，例如沿整條軸的訊號強度等。還可以永久保存安裝資料的記錄，讓工具機製造商、終端用戶和維護人員等更加放心。



圖 5. 安裝配件示例 (以 FORTiS-S 為例)

圖 6. ADT View 軟體介面



## 減少能源消耗、降低營運成本

通過加速壽命試驗，模擬產品在極端嚴苛環境下使用五年的情況，Renishaw 開發並強化了先進的 DuraSeal™ 密封條。這種密封條具有出色的耐磨性、抗工具機潤滑劑腐蝕性和密封性，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之外，這種密封條設計還可使淨化空氣系統的氣體洩漏率降低最多達 70%，進而節省營運成本、減少碳足跡、延長系統使用壽命。

我們對 DuraSeal 密封條進行了使用壽命磨損測試，並特意在接觸面上塗抹了鑄鐵碎屑和碳化合金砂，以增大磨損作用。經過 1,400 萬次測試循環後，密封條僅出現輕微磨損，而且功能完全不受影響。由此證明，即使 FORTiS 光學尺暴露在充斥高磨損力磨料的環境中，例如磨削加工，仍可保持經久耐用。

FORTiS 封閉式線性光學尺系列憑藉這些創新設計，為工具機製造商、終端用戶和維護人員帶來了在性能和操作方面的關鍵技術和商業優勢。

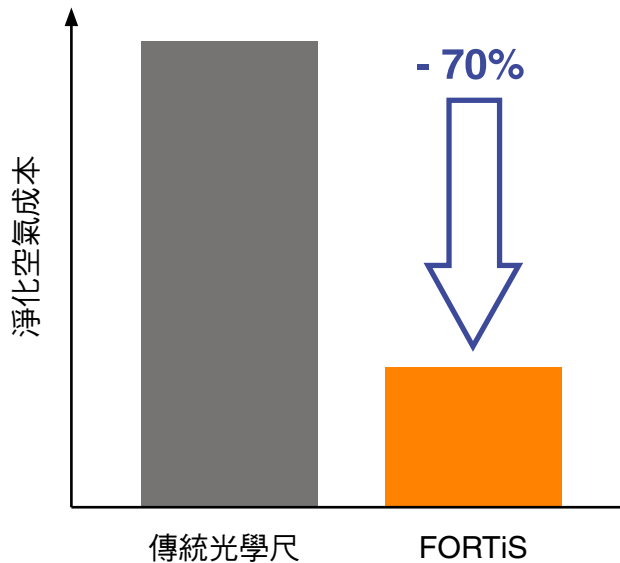


圖 7. FORTiS 光學尺與傳統封閉式光學尺的淨化空氣成本對比



[www.renishaw.com.tw/fortis](http://www.renishaw.com.tw/fortis)



#renishaw

+886 4 2460 3799

taiwan@renishaw.com

© 2022-2023 Renishaw plc 版權所有。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。



文件編號：PD-6517-9056-01-A