**3DHISTECH 顯微鏡現已採用 Renishaw 編碼器**

# 背景

第一台顯微鏡在 16 世紀問世，原理是利用光學系統放大樣本進行分析。這些系統利用自然光或聚光燈照亮樣本，讓操作人員可以空出手來繪圖。自此之後，螢光顯微鏡、電子顯微鏡和掃描電子顯微鏡等各種顯微鏡紛紛誕生。

到了 1900 年，世人透過顯微鏡的鏡頭拍攝樣本照片，第一張光學顯微照片於焉問世。從那時起，顯微攝影系統不斷演進，甚至能先拍攝多張顯微照片，再結合成超高解析度的影像。這些以多張超高解析度照片合成的影像之所以能實現，需歸功於前所未有的先進光學技術、自動化和高精度位置回饋。

3DHISTECH 總部位於匈牙利布達佩斯，專門設計及製造全球最快、產能最高的自動化全景數位玻片掃描器：P1000。

P1000 是高精度掃描電子顯微鏡，除了方便大型病理實驗室為醫學樣本拍攝超高解析度影像之外，更可在無人操作的狀態下運作長達 2 天。新一代的數位玻片掃描器奠基於 3DHISTECH 開發產品的成功經驗，是第一部擁有整合式、採用光學與磁性位置編碼器的掃描器，能大幅提升效率。

3DHISTECH 技術組長 Viktor Varga 進一步說明：

「P1000 可在一次運作中將 1,000 個玻片數位化。機台主要是由兩個主元件所組成：數位玻片掃描器 (顯微鏡) 和高產能玻片載台。這些元件搭配運作下，系統效率可大幅提高。顯微鏡配有三種物鏡，無論乾濕皆可掃描。我們的系統設計可以滿足所有一般病理或生物實驗室的需求。」

顯微鏡的三軸已安裝 VIONiC™ 數位增量式光學編碼器系統與 RTLC-S 不鏽鋼帶光學尺，玻片載台的取放機器手臂則選用絕對式 LA11 磁性編碼器系統。這些編碼器可使 P1000 的作業速度比競爭對手的產品更快，且精度與重現效果也不落人後。

# 挑戰

P1000 團隊的目標非常明確：大幅提升大型病理實驗室的效率。為達成這個目標，團隊認為應提高系統的產能，並採用自動化技術。

執行掃描程序時，樣本台會在水平面沿著 X 軸與 Y 軸移動，同時鏡頭會垂直調整，維持影像焦點。放大倍率越高，精度也需要隨之提高，才能精確合併多張顯微照片，製作出高解析度影像。

大部分的數位顯微鏡僅配備單一垂直軸 (Z 軸) 編碼器。如果樣本台在沒有編碼器的情況下運作，就不會傳送直接回饋給控制器。開發 P1000 的工程師採用定位流程的編碼器回饋，運作時可達更快速度，且不影響精度：自動化程度越高，顯微照片所需的人為操作越少，每個玻片的處理時間就會因此縮短，進而提升處理效率。

顯微鏡使用的鏡頭景深 (影像焦點所在的焦距範圍) 跨距達數百奈米 (nm)，因此運作過程中需有極佳的動作控制性能。影像處理軟體可根據擷取畫面的模糊度，計算出鏡頭和樣本之間的最佳距離。執行掃描作業前，P1000 會先測量樣本各點的 Z 軸高度，據以建立「掃描地圖」，以判斷正確的焦距，並推斷從整個樣本獲得的資料。這可讓掃描程序更快、更簡單，除了提升穩定性，掃描結果也更為精準。

3DHISTECH 指定採用高解析度編碼器、超精度器械和微調程序控制系統，有效縮短控制回應時間。無論是對機器還是電子工程，要達到這些要求都是一大挑戰。工程師必須將黏滑效應降到最低，並利用精確回饋機制建立控制迴路，以 100 nm 的幅度推動壓電馬達。讀頭的解析度和雜訊 (非重複錯誤) 是最重要的效能參數，可影響編碼器系統的選擇。

玻片載台的取放機器手臂不需使用高精度的編碼器，因為大公差、安裝輕鬆及可靠程度更為重要。設計顯微鏡時，工程師會為每個軸選擇相同的編碼器規格，以簡化安裝和服務流程。他們也會選取可任意裁切長度的光學尺，以便儲存小巧的鋼帶光學尺捲軸。

# 解決方案

拍攝影像的像素大小為 0.25 至 0.08 µm。機器使用預先定義的 10 µm 重疊範圍，配合精確編碼器回饋，精確地將數千張影片拼在一起。

壓電馬達的幅度為 100 nm，因此編碼器解析度必須是 50 nm，才能擁有足夠的伺服頻寬。最高放大倍率係數的鏡頭景深為 0.2 µm，可為每個設計參數提供相當的安全餘裕。樣本台在花崗岩塊上滑動，有助於將外界傳入的摩擦力和振動降到最低。

3DHISTECH 的工程師決定在玻片掃描器上使用 VIONiC 增量式編碼器，以消除絕對位置轉換成序列通訊訊號時產生的延遲現象。編碼器的輸出與負責移動軸的微控制器直接連結，以便達到「即時」回饋的目的。採用的編碼器可提供高解析度位置回饋，同時減少細分誤差 (SDE)、雜訊和抖動情形。

VIONiC 系列擁有 Renishaw 的超高精度，為適合線性及旋轉應用的多合一數位增量式編碼器。VIONiC 的讀頭結合了所有必要插補和數位訊號處理技術，使細分誤差低達 <±10 nm，且解析度也可精準至 2.5 nm。此系列提供許多可自訂參數，從解析度和臨邊間隙乃至連接器類型和纜線長度，不一而足。Advanced Diagnostic Tool (ADT) 內含的用戶軟體可有效遠端監控 VIONiC 的設定和校正程序，使 VIONiC 的安裝和校準工作輕鬆簡單。

此設定工具配備進階的遠端校準功能，是安裝於工廠生產線的理想選擇。由於 LED 裝設後難免會受到障礙物阻礙視線，因此 3DHISTECH 在安裝讀頭時使用了 ADT。ADT 可使生產線的裝設工作更為輕鬆。以前檢查讀頭訊號或確定最佳安裝高度時，編碼器系統與機器的控制器之間必須以接線連接，並來回微調。使用 ADT 之後，讀頭可透過 USB 接線與筆記型電腦連接，機器甚至無需插上電源。

機器設計的目標是要將機器振動降到最低，因此工程師決定使用 5 段式步進馬達，而非 2 段式。5 段式馬達的扭矩漣波較少，因此產生的振動較少，這對確保最佳掃描效能相當重要。顯微鏡的 Z 軸可直接由線性壓電馬達推動，以提供所需的較小幅度，不僅運作速度快，還可快速變換方向。每個軸上皆設有交叉滾子軸承和防動裝置 (anti-creep cage)，可將摩擦降到最低。

取放機器手臂配有三個以傳輸帶推動的軸和編碼器回饋。在此情況下，Renishaw 附屬公司 RLS 的 LA11 磁性編碼器就是理想的解決方案，因為其為真正的絕對式編碼器系統，具安裝高度公差設計。控制器使用 SPI 通訊協議 (序列周邊介面，是一種絕對訊號通訊協議)，因此 LA11 編碼器與 RS422 (數位 5 V 潛在增量式訊號通訊協議，搭配雙絞線) 平行輸出有利於機器手臂達到指定的 ±0.1 mm 精度，堪稱最佳解決方案。此外，真正絕對式量測原理可在非預期關機時保護樣本：萬一電力無預警中斷，編碼器會在電源回復時立即回報其位置，不需執行耗時的返回原點動作。

# 結果

3DHISTECH 的工程團隊利用 Renishaw 的技術支援，針對各個機械軸指定編碼器，為其應用方式找到適合的編碼器產品。進階編碼器 (例如 Renishaw 的 VIONiC 系列和 RLS 的 LA11 磁性編碼器) 可讓 P1000 達到無可挑剔的高效能，引領市場趨勢。

# 關於 3DHISTECH

3DHISTECH 創立於 1996 年，主要製造高速玻片掃描器和數位顯微鏡。3DHISTECH 的目標是將傳統的病理流程完全數位化，以滿足 21 世紀日漸增加的醫療需求。3DHISTECH 的總部位於布達佩斯，但產品已銷售至全球各地，從歐洲、美國到東亞，包括韓國和日本都有其足跡。

如需瞭解詳情, 請造訪 [www.renishaw.com.tw/revo](http://www.renishaw.com.tw/encoders)。

# 關於 RLS

RLS d.o.o 為 Renishaw 的關聯公司。RLS 專門生產各種堅固耐用的磁性旋轉感測器和線性運動感測器，可應用於工業自動化、金屬加工、紡織、包裝、電子晶片／機板板生產、機器人等方面。

如需 RLS 磁性編碼器系列的詳細資訊，請瀏覽官方網站：[www.rls.si](http://www.rls.si/)

**-結束-**