

Renishaw 光學尺在「獨特」設計線性馬達上的應用



客戶：
KOVERY CO., LTD.
(韓國)

產業：
電子

挑戰：
平穩流暢的速度控制在許多精密工業製程中都是不可或缺，傳統線性馬達設計所產生的齒槽推力，會導致馬達出現速度漣波現象。

解決方案：
Renishaw QUANTiC™ 系列增量式編碼器系統配置 RTL40 鋼帶光學尺量測馬達位置數據。

背景

線性馬達問世以來一直都是高精度的代名詞，是精密設備必不可少的零組件。隨著近年來工業製程對精度要求的不斷提升，線性馬達廣泛被應用在各大工業領域，包括平板顯示器 (FPD)、半導體、自動化、醫療以及工具機等。科技的進步大幅降低了線性馬達以往昂貴的價格，同時也進一步優化了整體性能。韓國直驅馬達製造商 KOVERY CO., LTD. (以下簡稱 KOVERY)，他們自主開發的線性馬達技術突破了既有的設計藉此優化馬達的性能表現，設計更在多個國家地區獲得專利。在位置回饋系統方面，KOVERY 選擇了 Renishaw 高性能光學尺，包括被各大廠商廣泛採用的 QUANTiC 系列。

專利技術

線性馬達具有精度高、反應速度快、靈敏度高、隨動性好、耐用、高速平穩、運行安靜等優點。不過高昂的成本是導致其至今沒有被廣泛採用的原因之一。如何降低成本而不犧牲性能是廠商們所面臨的挑戰。

目前市場上的線性馬達大致可分為 3 大類：

- 1) 平板型 (有鐵芯) - 優點是推力強、結構簡單、散熱功能好、成本低。缺點是存在一定的頓力 (齒槽推力) 和推力波動現象，進而影響運動流暢度。另外鐵芯組與永磁磁鐵會產生的強大法向吸引力對滑塊的鋼性有很高的要求。
- 2) U 型 (無鐵芯) - 優點則是沒有頓力 (齒槽推力)、工作速度高，不過缺點是散熱功能較差、推力較低、成本高。
- 3) 混合型 - 線圈繞組固定在一塊沒有開槽背鐵上，特性和性能介乎兩者之間。

KOVERY 目前在美國、歐洲、日本、韓國和中國等地已取得超過 200 項直驅馬達相關的專利。KOVERY 總裁 Kim Houng-joong 先生介紹他們獨有的專利技術：「市場上的線性馬達類型各有特性，不過往往沒有一款產品能同時兼備各種優勢。有別於市場上同類型產品，我們公司開發的線性馬達首創把磁鐵以直立形式排列，按推力強度要求把磁鐵群形成單軌、雙軌或多軌系統，導軌數目越多代表推力越強。鐵芯下的線圈繞組以雙槽設計，懸浮在磁鐵上移動。專利設計有效使鐵芯與磁鐵之間的法向吸引力降低而不需犧牲推力。換句話說馬達的整體推力增強，工作速度得以提升，較一般的線性馬達至少快一倍以上。其他優點包括體積輕巧提升設備機構在設計時的自由度、組裝簡單、高性價比等等。」

KOVERY 的線性馬達搭配 Renishaw 的高性能光學尺，型號包括 QUANTIC / RGH 增量式系列和 EVOLUTE 絕對式系列等，取決機台規格或客戶要求配置合適的光學尺。當中最新開發採用專利技術的線性馬達系列正是配置了 QUANTIC 系列光學尺系統，搭配 0.2 μm 解析度的 RTL40 光學尺，用於 FPD 和半導體製程設備。Kim 先生說道：「我們專注開發超高精度和高速的線性馬達，不可能對每一種零件都可以透徹了解。Renishaw 在售服方面做得十分出色，經常與我們的開發團隊緊密溝通並提供相關培訓，為我們解決不少應用上的難題。」

影響光學尺性能表現的因素

線性馬達在選配編碼器系統時一般有什麼需要注意？以下幾個因素對編碼器的性能表現有重大的影響：

磁場 - 光學尺由於採用光學原理，故不受線馬磁鐵導軌磁場所影響。而磁性尺則無法避免會受到一定程度的影響。Renishaw 的磁性尺產品如 LM / LMA 系列已被驗證安裝在距離磁鐵導軌 30 mm 的位置不受磁場影響。

電磁干擾 - 在線性馬達上，讀頭電纜一般都會跟其他電源線藏在電纜管道內。他們靠近時會產生電磁干擾，影響讀頭的正常運作，因此接地是安裝過程中一個十分重要的部份。如 QUANTIC 讀頭，它的單屏蔽電纜能有效把干擾訊號消除，十分適合用於線性馬達應用上。

電纜彎曲 - 由於馬達位置的限制，工程師很多時間都會把讀頭電纜捲曲，用束帶固定在電纜管道或跟其他線路網綁在一起藉此縮短電纜的長度。但是馬達在操作一段時間後，電纜被頻繁的拉扯因而受壓形成扭曲結，導致內部線芯折斷。因此客戶需要避免電纜的彎曲幅度超過它能承受的最小半徑或是直接裁剪電纜至所需長度。因此電纜的材質和壽命十分重要，以 QUANTIC 讀頭電纜為例，彎曲半徑為 30 mm，撓曲壽命多於 20×10^6 次循環。

溫度 - 馬達線圈繞組通入電流後，在高速行走下會發出大量熱能，導致線圈整個滑動架的溫度都會上升，在安裝讀頭的時候必須考慮其位置，和讀頭本身是否能抵抗馬達發出的高溫。以 QUANTIC 讀頭為例，最高工作溫度達 70°C，足以滿足線性馬達的要求。

速度漣波 (velocity ripple) - 在運動控制系統中，系統指令速度及實際速度之間在特定時間的偏差，就是所謂的速度漣波。光學尺柵距越小，抖動和細分誤差越低，意味著定位的穩定性越好。同時速度漣波越低，也就表示運動系統取得更穩定平順的速度控制和更高的位置穩定性。以 QUANTIC 光學尺為例，細分誤差僅 $\pm 50 \text{ nm}$ ，抖動誤差低於 5.45 nm RMS。



KOVERY 專利開發的線性馬達，磁鐵以直立形式排列

為何選擇 Renishaw 光學尺

市場上有不少光學尺品牌，為何 KOVERY 選擇 Renishaw 的光學尺？Kim 先生說道：「我們在選擇光學尺的時候除了規格需要滿足應用要求外，也會考慮光學尺的安裝難度和效率以確保生產無誤。要知道來自設備製造商的訂單交貨期一般都十分緊迫，從收到訂單、設計、生產、測試到交貨一般僅有 3 到 6 個月的時間。零件的安裝效率絕對是能否準時交貨的關鍵因素之一。QUANTIC 系列光學尺具有十分寬廣的安裝公差，透過讀頭上的設置 LED 顏色我們能迅速得知訊號強度是否達標，進而判斷安裝是否成功，無論在安裝或是維護時都為我們提供很大的便利性。」

在大多數情況下，藉助讀頭 LED 燈號就足以完成安裝。對於安裝條件苛刻的情況下，客戶可選配 Renishaw ADT (進階診斷工具)。ADT 不但讓用戶取得光學尺全面的即時數據，還可報告光學尺性能並協助系統偵錯，進而避免出現漫長的機器停機時間。

