

滾珠螺桿產業現況與發展趨勢

The Status and Development Trend of Ball Screws Industry

莊滢芯

工研院產業科技國際策略發展所 機械與系統研究組 機械與製造系統研究部 副研究員

摘要：滾珠螺桿下游的應用領域相當廣泛，除了高科技設備的光電、半導體設備產業外，傳統的汽車、工具機、食品包裝甚至到新興的醫療設備產業都有滾珠螺桿不可或缺的存在，而存在多年的自動化議題，近年因為製造業人力短缺讓自動化逐漸落實，也使得近期滾珠螺桿需求增加，更多新產品和新應用也隨之而生，本文透過觀察國標標竿廠商的產品策略來了解滾珠螺桿產業現況與發展趨勢。

Abstract : Ball screws have a wide range of downstream applications. Not only for hi-tech equipment industries such as photoelectric and semiconductor, ball screws are also indispensable for traditional industries such as vehicles, machines, food packaging, and even for the emerging medical equipment industry. The automation issues that being discussed for years have gradually become a reality due to labor shortage in the manufacturing industry and rising demand for ball screws in recent years. This article described how to gain insight on the current status and trends of ball screws development by observing the product strategies of some international prominent companies.

關鍵詞：滾珠螺桿、產業分析、傳動元件

Keywords : Ball screw, Industry analysis, Transmission components

滾珠螺桿產品範疇

傳動元件中常用的螺桿主要有兩種，分別是傳動螺桿 (Power Screws) 及滾珠螺桿 (Ball Screws)。此二種螺桿均是藉由螺紋斜面的概念，設計出用於傳遞作用力之螺桿，及藉著螺桿的旋轉產生線性運動。二者最大不同點，乃是滾珠螺桿以滾動摩擦取代傳動螺桿之滑動摩擦，提高傳遞作用力之效率。滾珠螺桿為鋼珠介於螺帽與螺桿之間進行運動，並將過去螺桿之滑動接觸轉換成滾動接觸，然後再將螺帽內的鋼珠回轉運動轉為直線運動的傳動機械元件，具有定位精度高、高壽命、低污染和可做高速正逆向傳動及變換傳動等特徵，因具上述特徵，滾珠螺桿已成為近來精密科技產業及精密機械產業的定位及測量系統上的重要零組件之一 [1]。

滾珠螺桿根據製造工藝的不同也可分為研磨級和轉造級滾珠螺桿，雖然都是由導螺桿、滾珠螺母和滾珠軸承組成，在各種機械應用也幾乎完全相同，但轉造級的滾珠螺桿成本較研磨滾珠螺桿低，而研磨級滾珠螺桿則是可則是可以提供較高的位置精度和重複性，以下針對這兩種滾珠螺桿的製作工藝稍作說明，使讀者在後續提到主要應用產業及標竿廠商產品比較時能有基本的概念：

1. 轉造滾珠螺桿 (Rolled Ball Screw)

透過各種形狀和尺寸的模具，將棒材透過模具輓壓出螺紋，軋製過程屬於冷加工，並沒有材料在加工中被移除，因此加工效率極高，並且非常有利於自動化生產，而棒材經過強大的塑性變形也產生顯著的材料強化效果，不過由於軋製過程不可逆，因此任何製造誤差幾乎不可能修復，容易因為模具的損耗造成尺寸變形，表面粗糙度

相對研磨滾珠螺桿較粗糙，這些誤差可能導致背隙過大而降低位置精度。目前台灣主要生產轉造級滾珠螺桿的廠商有全球傳動、上銀科技、銀泰科技等。

2. 研磨滾珠螺桿 (Ground Ball Screw)

研磨滾珠螺桿的螺紋加工則是由磨削工藝製造，以極硬的磨料刀具切割出螺紋，以漸進式的研磨加工達到最終尺寸，能產出高表面精度與高尺寸精度的滾珠螺桿，但磨削工藝的生產效率自然無法跟轉造級滾珠螺桿比較，所以研磨滾珠螺桿專門用於需要高精度和高穩定度的精密機械應用產業，目前研磨和轉造滾珠螺桿的市占率約為七成和三成，而台灣研磨滾珠螺桿的廠商以上銀科技為代表。

最後，關於這兩種工藝所製作的滾珠螺桿，在表面的熱處理或加工硬化的方法也因為其加工特性有不同的製程差異，研磨滾珠螺桿在磨削加工前對棒材進行表面處理，而轉造滾珠螺桿則是在軋製後進行表面硬化，原因是由於硬化後的表面較不利輾軋加工，但是軋製後的熱處理由於螺紋幾何形狀中有不可預測的材料熱膨脹，導致螺紋變形，造成配合的誤差。目前也有滾珠螺桿使用這兩種工藝混和製造，企圖截長補短在生產效率和精度、可靠度的需求上取得最佳的平衡。

滾珠螺桿主要應用產業

滾珠螺桿的應用產業相當廣泛，像是在半導體和平面顯示器設備中的拋光、基板運送和檢測設備所需要的精密定位平台和晶圓和 SCARA 機器人的直線運動軸；工具機像是臥式加工中心、銑床、車床、磨床等需要的平穩工作台和軸向進刀機構；一般產業機械例如全電式塑膠機的模具夾緊機構、沖壓床的平板進料系統、包裝機的電機驅動裝置；醫療設備也需要滾珠螺桿或花鍵滿足更安靜、震動小的需求，另外在航太和汽車產業也能看到滾珠螺桿的應用包含機翼調整和汽車轉向器等應用，其 2017 年應用產業的占比分別為：工具機和產業機械 42.3%、高科技設備業 29.3%，

其餘產業 28.4%[2]。

國際標竿廠商產品比較

滾珠螺桿的主要國外大廠包括日本的 THK、NSK、NB 與 KURODA，德國的 THOMSON NEFF 與 BOSCH，美國的 THOMSON，瑞士的 Eichenberger 與西班牙的 SHUTON 等。2017 年全球滾珠螺桿廠商排名以日本的 THK 為首，該公司主要產品為機械線性傳動元件，如滾珠螺桿、滾珠花鍵、線性導軌等，THK 為拓展其海外事業，在日本、歐洲、美國、及亞洲四大區域建立銷售與製造據點，以貼近當地需求的方式深耕海外市場，除了不斷增設海外生產基地與服務據點外，THK 目前也積極從原先的線性傳動元件製造商轉而布局新的領域，服務客戶也從資本財產品如工具機、半導體設備、射出成型機、工業機器人等零組件供應，漸漸延伸到終端產品像是電動汽車零組件、醫療設備、航太、再生能源、防震阻尼系統等應用，觀察近期 THK 的滾珠螺桿產品，針對不同產業也有不同的著力點，例如強調高速的 SDA-V 系列，其 DN 值（滾珠之公轉速度）最高可達 16 萬，SDA-V 系列也同時強調低噪音和較舊款螺帽外徑尺寸縮減 30% 的優勢，同樣 DN 值高達 13 萬的 EBB-V/EPB-V 系列能讓客戶選擇有無預壓的應用，而 SBN-V 系列除了高轉速之外，特別強調滾珠接觸點的油膜，讓滾動變的更滑順，平時潤滑的保養頻率跟著降低，也一併提高了精度和穩定度，針對塑膠射出機高負荷的需求，HBN-V 系列高速高負重的特色能夠大大降低生產時的效率和循環時間。另外隨著全電式塑膠射出機漸漸崛起，為了解決能耗大的缺點，HBN 系列隨之推出，另外應用在機械手臂中的滾珠花鍵也是 THK 產品布局的一環，針對機械手臂定位的精度和靈活度，輕量化和低慣性的 BNS-V 滾珠花鍵也出現在今年 11 月的日本工具機展，雖然 THK 的強項是在研磨機滾珠螺桿，但為了搶佔中低階應用的市場，也有轉造級的滾珠螺桿商品像是 BTK 系列，DN 值可達 10 萬，另外針對防塵滾

更完整的內容

詳見 ■ 機械工業雜誌 ■ · 430 期 · 108 年 1 月號

機械工業雜誌 · 每期 **220** 元 · 一年 12 期 **2200** 元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

匯款帳號：兆豐國際商業銀行新竹分行(代號 017)，帳號/ 203-07-02288-0

訂書專線：03-591-9339

傳 真：03-582-2011

機械工業雜誌 · 官方網站：www.automan.tw

機械工業雜誌 · 信箱：jmi@itri.org.tw