

諧波齒輪裝置之波產生器安裝位置研究與專利地圖分析

Research of a Wave Generator Installation and Patent Map Analysis of a Harmonic Drive

李東祐^{1*}、謝昆儒²、曾瑞堂³

¹ 工研院機械所 車輛環保能源組 精密傳動技術部 副工程師

² 工研院機械所 車輛環保能源組 精密傳動技術部 業務經理

³ 工研院機械所 車輛環保能源組 精密傳動技術部 經理

摘要：諧波齒輪 (Harmonic Drive, HD) 為 50 年代中期發展的一種新型傳動技術，發展至今已成為現今機械產業中的重要零件之一，由於其結構簡單、體積小、重量輕、傳動比大的特性，在精密機械的產業中需求均大，如機器手臂、航太雷達定位、半導體設備等，在機器人、自動化產業的需求及市場規模不斷擴大的趨勢下，進而帶動機器人關鍵零組件之諧波減速機的需求增加，目前國內對於諧波減速機的研究及開發已累積豐富的技術能量，逐步突破技術瓶頸並朝向自主化發展，本文透過諧波減速機的專利地圖分析，說明目前技術發展及專利申請現況，提供未來規劃專利之策略佈局與方向，而對於諧波齒輪傳動的設計，本文透過模擬軟體建立諧波齒輪傳動的三維有限元素分析模型，分析波產生器的軸向安裝位置對於諧波齒輪的應力分佈、啟動扭力及振動之影響，可作為未來諧波齒輪設計參考。

Abstract : Harmonic drives became a new type of transmission technology in middle of the 50s. Due to its small size and high gear ratio, harmonic drives have great potential in global machinery markets, such as robotic arms, aeronautical radar positioning and semiconductor equipment. With the increasing market of robots and automation industries, and the demand for the key components, the advantages harmonic drives have increased. At present, domestic industries have put lots of effort and have abilities in designing and manufacturing harmonic drives components. The purpose of this research is focused on analysing the patent map of harmonic drive to find the optimal design. From the patent map, it could help us plan the strategy for patenting. For the design process, we model a complete three-dimensional finite element on harmonic drives to analyze the stress, torque and vibration of different installation position of wave generator.

關鍵詞：波產生器、諧波齒輪、專利地圖

Keywords : Wave generator, Harmonic drive system, Patent map analysis

前言

諧波齒輪 (Harmonic Drive, HD) 為 50 年代中期發展的一種新型傳動技術，發展至今已成為現今機械產業中的重要零件之一，由於其結構簡單、

體積小、重量輕、傳動比大的特性，在精密機械的產業中需求均大，如機器手臂、航太雷達定位、半導體設備等，尤其近年以工業機器人的需求最大，過去工業機器人的發展主要是為了替代 3D 的工作 (Dangerous, Dirty, Difficult)，但隨著科技的發

展，工業機器人的精度、可靠度與安全性已大幅提升，許多高精密與高重複性的工作也漸漸由機器人代勞，在人力成本越來越高的國家，工廠導入自動化製造已經是不可漠視的議題，根據估計，2020年工業機器人的規模將達700億美元。

全球四大工業機器人供應廠商（瑞士ABB、日本發那科、德國庫卡、日本安川電機）所使用的減速機都是以外購的形式取得，並佔了其成本的30%至35%，以一個六軸工業機器人為例，將可能使用到六組不同大小與速比規格的精密減速裝置，每一組減速裝置的自身組裝精度都將影響整個工業機器人工作時的運轉與移動精度。

因應工業自動化的浪潮下工業機器人的大量需求，本研究將透過建立專利地圖的方式，針對工業機器人用之諧波式精密減速機在各國專利的布局與申請狀況，來評估諧波齒輪傳動系統在日後的市場發展趨勢與專利技術布局建議。本文也將透過建立諧波齒輪傳動系統之三維分析模組，利用模擬軟體來分析諧波齒輪在不同的波產生器安裝位置時，柔輪的應力分佈與啟動扭力和振動影響，並以工研院機械所自己建立的諧波齒輪效率測試台來比較在波產生器不同安裝位置下諧波齒輪的傳動效率值。

市場現況與分析

德國在2011年提出工業4.0一詞後，各工業發展大國也相繼針對未來的工業智慧製造發展提出其未來規劃，誰都不想在這工業自動化浪潮中錯失先機，能越早實現這一戰略，誰就能在國際上擁有標準制定的優勢，像是美國提出先進製造夥伴聯盟(Advanced Manufacturing Partnership, AMP)、中國試圖晉身為製造強國而發展的中國製造2025(Made in China 2025)、日本尋求機器人解決勞動力缺口的機器人新戰略計畫(ロボット新戰略)、其他還有像是英國的工業2050戰略和台灣5+2計畫。

1. 市場供給與動向

根據國際機器人聯合會(International Federati-

on of Robotics, IFR)所定義，機器人分為工業機器人(Industrial Robots)及服務型機器人(Service Robots)，目前工業機器人又佔全球機器人80%的市佔率，遠高於服務型機器人，工業機器人可大致分為幾種構型，以滾珠螺桿及線性滑軌構成的單軸機器人、三軸直線運動配合的直角座標機器人、以X、Y、Z三軸平移自由度加上Z軸的轉動自由度運動的水平四軸SCARA機器人、最廣泛應用且具最高自由度的垂直多軸機器人、有別於上述串聯式的方法所發展出的並聯式Delta機器人。

早期在工業機器人的零組件供給中，由日本兩家擁有量產高精度機器人用的減速機公司所瓜分，分別是生產高性能RV精密行星式減速機著名製造商Nabtesco株式會社和以生產諧波式減速機佔每年公司營收三分之一的Harmonic Drive System公司，其在2016年佔了將近整體諧波齒輪供給銷售額的85%。

2. 亞洲市場與發展

全世界能製造出諧波式減速裝置的廠商目前仍僅有少數，日本在諧波式減速機的銷售與可靠度一直以來都是第一，但近年中國大陸也出現幾間擁有量產能力並對外販售諧波式減速機的廠商，像是蘇州綠的諧波公司，其在2012年推出相關產品，2016年銷量達到4萬台，主要客戶仰賴中國市場，其他還有像是北京中技克美、南通振康等。

台灣擁有完整的精密機械產業鏈，在精密齒輪、減速機開發上也累積不少技術能量，在這樣的技術基礎下國內也陸陸續續有廠商投入諧波減速機研發，包含上銀科技、東培與利茗等，皆有相關的產品及應用，而近年工研院也逐步突破材料、製程能力及熱處理的技術限制，建立諧波減速機的開發技術，完成耐久壽命驗證，並實際的應用於機器人、精密定位平台及醫療輔具上進行場域的驗證，達成諧波減速機國產化，突破國外大廠的供貨限制，未來也將與國內相關的諧波減速機開發或應用廠商，進行技術合作及技術授權，形成完整的精密減速機產業鏈。

更完整的內容

詳見 ■ 機械工業雜誌 ■ · 427 期 · 107 年 10 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