

# 嵌入式液靜壓滑塊模組技術

陳志明 / 陳尚德

工研院智慧機械科技中心 智慧機械技術組 工作機械技術部

**前言：**全世界首創將複雜的流體力學自動補償節流裝置與滑塊整合成嵌入式液靜壓滑塊模組，並採薄型化設計，可經由多塊如積木的堆疊與排列，組合各種拘束的型態(如直線導軌與旋轉軸承)，並在可以依照空間與剛性的需求來設計及安裝，突破傳統一體式的設計無法彈性化的使用。本文將針對此液靜壓滑塊模組的優勢與應用進行介紹。

## 嵌入式液靜壓滑塊模組優勢與應用

液靜壓軸承技術始於德日的工具機研磨設備，而軸承的發展一直都是區分成兩個部分，一部分是油腔的設計，另一部份則是節流器技術。而將這兩部分作結合的，是一大串複雜的管路。也由於液靜壓軸承技術建構在複雜的偏微方程式與求解上，求解本身大部分為近似解，也跟初始條件的設定有相當程度的關係。因此德日兩技術領先國才將油腔與節流器作分離的設計，好方便作油腔與節流器配合的更換。

本技術為世界首創將複雜的流體力學可自動補償節流裝置與滑塊模組做結合，將液靜壓技術整合並且縮小成獨特的彈性化嵌入式液靜壓軸承滑塊模組，可以經由多塊如積木的堆疊與排列組合成一高精度與重負荷之導軌或軸承，可解決現有大型軸承製造加工與調整校驗精度不易問題，並讓製造與維護成本大大的減少。以直徑 2.5 公尺高精度滾子軸承來說，因製造加工需要特殊大型加工設備，且製造時程長，良率不容易控制，交期需要 6~8 個月，單價均高於 320 萬，而此創新技術可以利用嵌入式彈性的排列方式，組成直徑 2.5 公尺的軸承，並經由液靜壓的給油進入各個滑塊模組中，經由各個滑塊模組剛性的

疊加，使得軸承可以承受徑向負載 60 噸、軸向負載 128 噸，為傳統軸承的 1.5 倍，並且可做精密微米級的定位軸承。此軸承模組技術製造加工容易，良率高，交期可以縮短到 4 個月，售價為 250 萬。

另以國內目前大型圓柱形組件研磨加工製程上，在本技術建立以前，國內最大型的立式磨床為 1.5 米盤面，最大研磨工件為 2 米，精度為 0.005 mm (偏擺)/0.01(圓柱度)，而國內數量僅有 2 台，均為日本進口設備，售價約 8 千萬新台幣。因為本技術的建立，國內廠商生產此設備成本降到 1 千 8 百萬新台幣，而檯面增加至 2 米，最大研磨工件為 2.8 米，精度為 0.002 mm (偏擺)/0.006 (圓柱度)，成本降低 75%，精度提升 2 倍。另外國外大型高精度軸承為非賣品，國內僅能買到 P5 級的軸承，精度差且交期長，售價卻很高。應用本技術可以取代大型軸承，降低成本 50%而精度提高 10 倍以上。

本技術不僅可以應用在旋轉軸，也能同時應用在直線軸，並配合各種工具機加工形態的不同與需求，可創造出雙軸向的直線液靜壓模組，或者與旋轉軸搭配，建構旋轉直線軸模組。**圖 1** 所示使用本技術建構國內第一台全液靜壓旋轉研

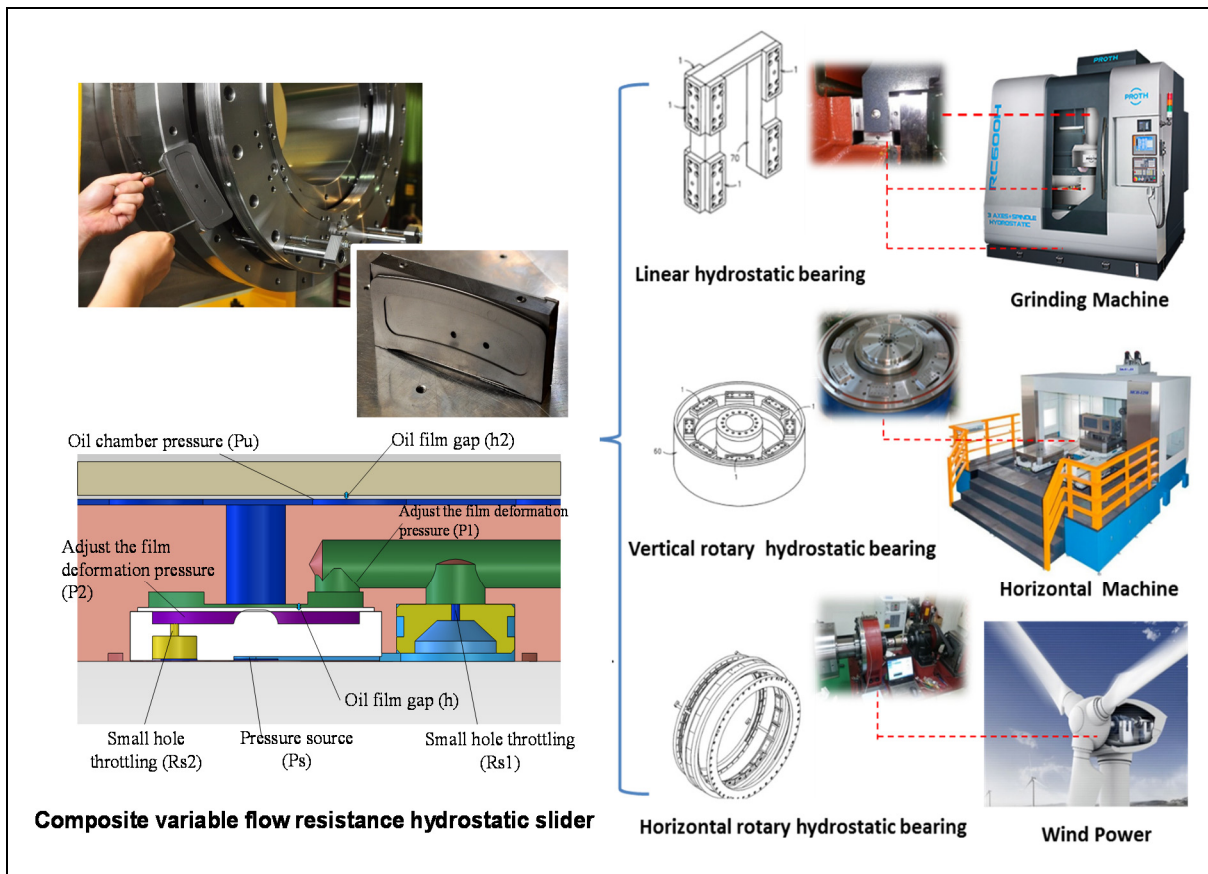


圖 1 ITRI 嵌入式液靜壓滑塊模組之應用

磨設備，其直線軸與旋轉軸均應用本技術來建構而成，達到高精度之鏡面研磨。圖中另開發了用於大型臥式搪銑床用高負荷液靜壓旋轉定位工作台，可以加工大型航太工件。

另外能源為人類本世紀最重要之議題，面對全球暖化與對於核能之疑慮，目前風力發電已成為發展最為亮眼的再生能源項目。而近年來已經將此技術推廣到能源(太陽能、風力)產業，用在大型風機主軸承上，目前 1.5~10 MW 大型傳統風電用的主軸承，仍以國外 SKF、FAG、IMO、TIMKEN 等大廠為主，使用圓柱滾子軸承、調心滾子軸承、雙列圓錐滾子軸承、三列圓柱滾子軸承，均為接觸式滾動行為。當軸承長期的抵抗運轉時大的軸徑向負荷、傾覆力矩與震動，其中以大風葉與輪殼運轉自重的偏負荷，最容易造成軸承單邊磨損，使得機械效率變差影響到發電機的轉換效率，進而需要大規模的更換與維護。

若大型風機主軸承可利用液靜壓軸承的最大優勢：無磨耗(無須維修、壽命高)、高阻尼(吸震)、無摩擦(低機械損耗，提高轉換效率)，並導入智能化積木式大型液靜壓軸承模組，風機壽命將可以從 20 年提升到 30 年以上，並減少 50% 維修費用，增加 5~50% 的轉換效率。根據 BTM 與 IEA 統計，2013 年全球風力發電量占全球電力供應 2.87%，未來比例將持續成長，預計 2018 年可超過 5.06%，2023 年更高達 7.28%。希望運用此技術將可以大大的提升能源轉換效率，真正的達到節能省碳的效果。