

捷力精密機械股份有限公司

智慧型換盤 夾持 定位暨防屑工具機之研發

●計畫執行目標

此計畫主要研發設計的整體機械相關規格目標：

(1)主軸：

- A. 高轉速：0~22000rpm，針對金屬及非金屬材料高轉速加工、後鉗孔、表面細緻化。
- B. 低慣量化：可驅動高加減速設計，有利於高速鉗孔攻牙、高加速特性減少機器非加工時間，動平衡佳，加工紋路細緻。
- C. 主軸防護：設有正壓氣幕保護，錐孔高壓吹氣保護，前後迷宮蓋設計，保護主軸避免輕金屬切削飛屑異物進入。
- D. 熱伸長對策：主軸轉動會溫升而伸長，必需作溫升冷卻熱平衡設計，利用油溫冷卻控制溫升。
- E. 軸承保護：軸承防屑設計，鬆刀衝擊力保護等。
- F. 剛性直結：針對高速化，高加減速設計，馬達與主軸作剛性連結，高速攻牙無背隙。
- G. 同步換刀設計：為減少非切削時間，必需提升換刀速度，直接利用連桿同動換刀，於一秒內完成換刀。

(2)三軸運動：

- A. 壽命：為符合機器二十四小時長時間運轉，採高額定動負荷與大導程設計。
- B. 高加減速：此特性為機器常用反覆動作，螺桿採用需合乎此特性種類，且需降低預壓扭矩。
- C. Z軸相對運動特性：Z軸為換刀直接驅動軸，為減少換刀時間，Z軸運動方式為相對運動特性，Z軸行程減少一半，可於短時到達換刀位置。
- D. 低慣量設計：三軸運動件輕量化與剛性間作最佳化設計，對應高驅動性、高加減速、低耗能特性、延長壽命。

(3)刀庫：

- A. 換刀速度：為減少非加工時間又需提升換刀速度，刀庫ATC換刀與鬆刀同步化，沒有感應等待問題。
- B. 二十四把刀刀倉：一般市面上機器多為12~20把刀設計，會因製程複雜度高而刀倉刀具不夠的情況，故設計二十四把刀刀庫提升刀具利用率。

(4)雙工作台設計：

- A. APC交換台系統，利用APC系統減少工件上下料時間。
- B. APC防屑對策：工作台交換後利用嚙齒離合器作定位，為防止離合器卡屑造成定位精度誤差，嚙齒離合器設計吹屑清潔裝置與卡屑檢知功能，雙重保護定位裝置。
- C. 夾持系統：一般市售機器多為油壓夾持，令有漏油、作動延遲問題、RMV-500APC採用碟型彈簧作搭配瓣爪作工作台夾持設計可靠度高、壽命長、保養與維護容易，搭配連桿式鬆夾系統，沒有作動延遲問題。
- D. APC旋轉：做用凸輪直接傳動，對向轉動定位無延遲等待，直接旋轉至換盤定位，換盤時間短。

●新產品簡介

應用新申請到之兩項專利：嚙齒式離合器定位檢知構造及嚙齒式離合器之清潔裝置，應用於有交換盤機構之工

具機，配合本公司之另一個相對運動機構專利，使新開發的工具機確保能以高精度進行加工。

規格如下：

- (1)主軸(0~22000rpm)：高轉速、低慣量化(高加減速設計)、主軸防護(正壓氣幕保護，錐孔高壓吹氣保護，前後迷宮蓋設計)、剛性直結、同步換刀設計。
- (2)三軸運動(採高額定動負荷與大導程設計)：高加減速、Z軸相對運動特性、低慣量設計(軸運動件輕量化與剛性間作最佳化設計)。
- (3)雙工作台設計：APC交換台系統、工作台平面位移檢知能力0.03mm、除屑能力30g。

細部技術規格

- (1)自動式防屑：連結器在交換盤時，自動作連結器齒面吹氣清潔，確保啮合時無卡屑現象發生。
- (2)被動式防屑：當吹氣功能無法完全清除齒面如卡屑影響整個工作面平面度時，可檢知是否平面精度不良。

目前在高速工具機中APC占有重要的地位，其主要的規格與未來發展趨勢如下列所示，完成一個完整的工作台交換程序僅需費時5秒鐘，而且交換之重複定位精度可達到±0.005 mm，除此之外機台的旋轉台沖屑與除污裝置上必須符合高穩定性的功能，主要說明如下：

- A. 嚙齒離合器：主要以定位為主，其工作台交換位之重覆精度由嚙齒離合器控制，重覆性可到達±0.005 mm，其齒狀定位裝置設有清潔與檢知設計，利用清潔與檢知設計來防止齒部卡屑。
- B. 精密調壓閥：壓力大小左右了檢知系統的敏感度與穩定性，需利用其精密調壓閥來有效控制氣體的壓力與流量，來做為檢知的基本媒介。
- C. 精密壓力檢知開關：此系統需設有一回授裝置，來檢知其內部壓力變化，內部壓力變化異常則由壓力開關提出一回授訊號，告知其壓力異常。
- D. 其第b、c項零組件國內廠家，其精密性與穩定性仍無法滿足此一設計需求，仍需依賴此一零組件。

●計畫創新重點

(1)計畫開發內容

應用新申請到之兩項專利：嚙齒式離合器定位檢知構造及嚙齒式離合器之清潔裝置，應用於有交換盤機構之工具機，配合本公司之另一個相對運動機構專利，進行「智慧型換盤、夾持、定位暨防屑工具機之研發」，使新開發的工具機確保能以高精度進行加工。

(2)創新重點：

關鍵性技術(KP)與關鍵技術指標(KPI)：

- A. 連結器齒面間隙最小與氣壓檢知回授穩定性、最佳化。
- B. 最小微間隙測定。
- C. 採用檢驗方式為嚙齒式離合器在任何角度密合以及上部A、B塊互換後，在上部表面使用三次元儀器(二次元儀器)進行取點量測，要求平行度及平面度在0.01mm內且整體厚度在交換前後需一致。
- D. 安裝於實際機台上，進行換盤交換時，其工作

台交換位之重覆定位精度可到達 $\pm 0.005 \text{ mm}$ 。

E. 吹氣系統可進行吹屑，吹屑能力30g。

高精度APC自動交換工作台裝置的開發與設計，可為公司的研發與製造提供更精密的技術，本設計工作台交換後利用嚙齒式離合器作定位，為防止離合器卡屑造成定位精度誤差，嚙齒式離合器設計吹屑清潔裝置與卡屑檢知功能，雙重保護定位裝置，如此的創新功能可使：

- A. 減少於嚙合時產生磨擦所造成的嚙合磨損，導致縮短離合器的壽命。
- B. 降低產品不良率，進而減少所造成的額外損失。
- C. 增加產量，產能提高且品質穩定度提高。

(3)新產品之競爭優勢

項目	嚙齒式離合器的清潔裝置	嚙齒式離合器定位檢知構造
競爭優勢	1. 其於離合器嚙合前先行清潔，可確保離合器每次嚙合都是精準的。	1. 嚙合面嚙合完全氣體會產生壓力，而如果嚙合不完全造成會有縫隙產生，則氣體會從縫隙洩漏，檢知器感應後產生錯誤訊息，告知操作者清潔維護，因此達到讓離合器確實嚙合功效。
	2. 其每一噴嘴對齊一嚙合面，所以其清潔相當確實，清潔相當確實，清潔動作也相當快速。	2. 離合器無法完全嚙合時立即反應，確保嚙齒式離合器的嚙合確實，及加工產品的精度合乎要求。
	3. 其確保離合器嚙合精準度，也使產品良率提升。	

(4)應用範圍

所有採用嚙齒式離合器之相關機械，機構均可使用。目前在高速工具機的應用上具有相當重要的地位，包括CNC車床、CNC銑床、CNC搪床、CNC臥式銑床及多種精密機械等，在多種工具機中可以進行模具加工、航太零件加工、汽機車零件加工等等，因此使用非常的廣泛。

●公司研究發展能量及研究發展制度之效益說明

1. 研發工程與量化生產工程其人員特質、思考方式、工作方式、採購方式與其他工作流程並不相同，研發工程會有循環試驗失敗到修正等過程，會干涉到正常量產的生產線，所以兩者必須分割，幾乎都要專人專任，人員也可以在參與過程中得到新的知識，累積研發能量，快速達到開發目的，所以研發工程也須制度化，獨立開一條研發之路。
2. 量化的技術必須用標準化管理，調整過程中是以人工調整，故調整過程需做標準化作業來穩定其檢知品質，故可學習到如何做SOP與檢驗器具使用。

●人才培訓及運用效益

人才培訓：嚙齒離合器利用氣壓作微測感應，此為業界新型應用技術，久了會有維修售服問題，需培養專業維修調檢人員(包括代理商)。未來將會依循目前建立的SOP及相關規範，進行人才培訓。

●產學研各界之技術移轉及合作效益說明

朝陽科技大學在本計畫之中扮演的是研發創新輔導的工作。在本計畫執行過程當中，對於公司設計開發人員針對本計畫開發標的進行研發與創新相關領域之流程、工具與方法的產品開發引導工作。這個輔導工作對於本公司在產品開發過程中提供了許多寶貴的產品開發與改善的概念。

●新產品創造之技術效益及市場效益說明

衍生效益：

- (1) 讓我們公司產品與他廠差異化，爭取客戶認同，增加銷售訂單。
- (2) 配合廠商與我們公司合作生產，提升協力廠製作技術。

衍生性產品：

所有的定位檢知系統。高精度APC自動交換工作台裝置可運用於CNC車床、CNC銑床、CNC搪床、CNC臥式銑床及多種精密機械，在多種工具機中可以進行模具加工、航太零件加工、汽機車零件加工等等，因此使用非常的廣泛。

在本產品開發完成之後，將會持續為國內機械外銷創造大量的產值。預估97年創造一億元新台幣產值，98年創造一億五千萬元產值、99年達到一億七千五百萬元產值。

●計畫完成後對提升我國產業水準及競爭優勢說明

為了開發高品級的APC結構，可配合整體工具機設計來提高APC的附加價值，在現代與未來的加工模式將應用更多自動化無人化工廠，相對的高精度與更性能的關鍵性零組件的開發相形重要，高品級的APC交換工作台成為關鍵性的組件與模組化機構。在公司方面當APC交換工作台開發完成可以提高公司整體競爭力更能提高國內的工具機實力，在應用方面可以提高加工品質與降低人工成本，其高性能且高品質的工具機必須具備高性能主軸、三軸運動、ATC刀庫、APC雙工作台設計等設計

目前CNC工具機中銑床、搪床、臥式銑床等是我國重要的精密機械輸出產品，亦為國際間最競爭的工具機產品，為提高產品價值與競爭性，機台裝置APC自動交換工作台需著重其定位精準度與完善的排屑設計，突破傳統APC之不穩定性，如此才能提高在國際間的競爭力。

對國內產業發展之關聯性：

1. 嚙齒式離合器為台灣生產廠家，可增加其訂單。
2. 促進其他家工具機及相關產業技術提昇。
3. 對於客戶端的產業關連性如圖二所示。
4. 對於供應端的產業關連性如圖三所示。

●專案執行重要心得

1. 利用空氣壓力做機械機構密合檢知，這項技術從大家普遍認為沒有效果，到試驗有其效果。一連串的試驗過程從了解原理至加工、組裝、試驗至量產，層層關卡必須加入新的觀念與投入新的技術，這些心力就是創造附加價值的成本。
2. 一開始加工因不容易鑽孔，只好採用放電加工去克服，雖然達到目的，但加工時間加長、費用與鑽孔成本比較增加很多，為了堅持降低成本，與鑽孔廠商溝通許久，更改比較好的鑽頭、工藝方法與製作專用夾具，便克服了不易鑽孔的問題，慢慢可以做到量化生產。
3. 有了檢知的構造後，接下來就是測試其功能，功能部分就必須靠PLC邏輯控制，從單純利用壓力做ON、OFF的檢測後，開始模擬客戶加工時的實際狀況後變更PLC，慢慢用邏輯思考方式做檢測功能，充氣、數秒、吹氣、檢知等，找到一個比較合理的邏輯控制。
4. 一個工程必須經由很多單位的努力才可以完成，但國人在工作整合上似乎較歐美沒有效率，開會、溝通、認知等較不易整合，工程上如要有新的突破，必須要加強每個人對事物的堅持、完整基礎和知識的教育訓練與採行對的溝通的方式。

