

## 瓦楞紙滾輪研磨專用機

### 計畫目標

1. 本專案擬研發之產品項目為「瓦楞紙滾輪研磨專用機」，應用於瓦楞紙滾輪之研磨作業。
2. 本設備以油壓機構，驅動 X 軸床台左右移動，X 軸光學尺檢出 X 軸的位置，信號處理電路將位置信號接收並處理後，透過 X 軸回授界面，回授至 NC 控制器，接著 NC 控制器啟動 G33 連續螺紋切削功能，驅動 Z 軸配合 X 軸座標變化以設定速度進給，進行弧面曲線研磨的功能，可將弧面曲線研磨精度控制在  $\pm 0.02\text{mm}$  以內；當完成一個弧面曲線之研磨後，NC 控制器命令伺服馬達驅動滾珠螺桿，帶動砂輪修整器對砂輪進行修整，砂輪修整器光學尺檢出砂輪修整量後，NC 控制器將修整量信號接收並進行 Z 軸補償，以確保弧面曲線研磨精度控制在目標範圍內。
3. 本產品配合轉速自調式砂輪頭機構設計、砂輪頭配重機構設計、伺服驅動分度機構設計、變數式 NC 驅動程式設計，使本設備具備研磨精度佳、操作容易、可靠度高的特性，是將瓦楞紙滾輪研磨專用機朝向高性能、高效率、高生產品質、低成本的突破性設計。

### 執行成果

1. 輕量化氣動黃油槍

項 目	目 標 值	實際達成情形	項 目	目 標 值	實際達成情形
瓦楞紙滾輪研磨專用機	最大行程(長×寬)	850×3650mm	瓦楞紙滾輪研磨專用機	動態及靜態水平	0.02mm/m
	工作台面至主軸中心距離	700mm		磨面粗糙度	0.35um-2.9 um
	研磨面積	750×3000mm		Z軸定位精度	0.01mm
	工作台左右速度	1-25m/min		砂輪修整器定位精度	3um
	前後快速的速度	1000mm/min		Z軸上下垂直度	0.02mm/m
	砂輪尺寸(外徑×寬×內徑)	710×75×300mm		砂輪軸偏擺	0.003mm
	砂輪轉速50/60HZ	1000/1200rpm		Z軸與X軸之垂直度	0.02mm/300mm
	淨重	50000kg		X軸真直度	0.01mm/m
	毛重	54000kg		滾輪弧線精度誤差	$\pm 0.02\text{mm}$
	機械尺寸(長×寬×高)	8.4×3.4×3.8m		滾輪齒與齒間之分度精度	$\pm 6'$
	工件最大尺寸(長×直徑)	3.5×0.5m		研磨效率	112分鐘/支
	偏擺	0.01mm			



### 新產品 / 新技術簡介

1. Z 軸(垂直軸)進給機構以伺服馬達驅動滾珠螺桿，帶動 Z 軸砂輪頭上下移動，配合光學尺的位置回授，可將垂直軸定位誤差控制到  $\pm 1\mu$  以內。
2. X 軸(水平軸)進給機構
  - (1) 以油壓驅動機構，帶動 X 軸床台左右移動，配合
    - a. 光學尺的位置回授及
    - b. X 軸位置回授信號處理電路對信號之處理，可將水平軸位置檢出誤差控制到  $\pm 1\mu$  以內。
  - (2) 油壓驅動機構的優點為平滑、順暢、工作面不會有震紋。
  - (3) 前後滑道採用方形滑板。
  - (4) 左右滑道採用雙 V 滑道，雙 V 滑道的優點有：
    - a. 高準確性。
    - b. 抵抗磨耗的壽命較長。
    - c. 油壓缸不會偏擺。
    - d. 直線行程最好的引導方式。
    - e. 具有高度抵抗擾曲的能力。
3. 砂輪修整機構以伺服馬達驅動滾珠螺桿，帶動砂輪修整器對砂輪進行修整，配合光學尺的位置回授，可將砂輪修整器的定位誤差控制到  $\pm 1\mu$  以內。
4. 轉速自調式砂輪頭機構
  - (1) 以三相感應馬達驅動砂輪旋轉，對工件進行研磨。
  - (2) 以變頻器設定三相感應馬達輸出轉速。
  - (3) 控制器可調整變頻器的頻率，改變三相感應馬達輸出轉速。
  - (4) 電控迴路系統可透過各項參數分別依：
    - a. 砂輪與砂輪修整器接觸，進行砂輪修整時，
    - b. 砂輪與工件接觸，對工件進行研磨時，
    - c. 操作一段時間，砂輪磨耗直徑變小後，進行砂輪修整時，
    - d. 操作一段時間，砂輪磨耗直徑變小後，對工件進行研磨時等情形下，設定砂輪在各工作情形下適當之轉速，並將此設定透過各項參數送入控制器，控制器再依此設定調整變頻器的頻率，改變三相感應馬達輸出轉速，使砂輪以適當轉速對工件研磨，或以適當轉速與砂輪修整器接觸，進行砂輪修整工作，達到工件研磨品質佳，及砂輪修整品質佳的目標。
5. 砂輪頭配重機構
  - (1) 以油壓幫浦驅動油壓缸，對砂輪頭進行配重，減輕螺桿、馬達負擔，平衡機台結構，提高 Z 軸精度，達到高工件研磨品質的目標。
  - (2) 具緊急停止功能，當臨時斷電或 NC 功能失常時，緊急停止功能啟動，油壓幫浦驅動油壓缸，將砂輪頭向上提昇，免除砂輪衝撞工件之危險。
6. 工件夾持及分度機構



- (1) 以分度機構之四爪夾頭夾持工件，操作者可輕易在垂直方向調整工件高度，使工件中心軸線對準砂輪修整器中心，並與 X 軸軸線平行，達到高工件研磨品質的目標。
- (2) 以 AC 伺服馬達驅動分度機構，可對工件進行任意角度之分度。
7. 控制弧面曲線研磨動作之機電整合系統本產品透過本系統對於控制弧面曲線之研磨動作，並將弧面曲線精度控制在  $\pm 0.02\text{mm}$  以內，說明如下：
  - (1) X 軸驅動及位置回授：NC 控制器命令油壓機構，驅動 X 軸床台左右移動，X 軸光學尺檢出 X 軸的位置，信號處理電路接收位置信號，並將信號處理成 1024 個脈衝/單位距離後，透過 X 軸回授界面，回授至 NC 控制器。
  - (2) 砂輪修整及修整量回授：完成一個弧面曲線之研磨後，NC 控制器命令伺服馬達驅動滾珠螺桿，帶動砂輪修整器對砂輪進行修整，砂輪修整器光學尺檢出砂輪修整量後，NC 控制器將修整量信號接收回授。
  - (3) Z 軸驅動及精度控制：NC 控制器依砂輪修整量進行 Z 軸補償，並啟動 G33 連續螺紋切削功能，驅動 Z 軸以設定速度配合 X 軸座標變化進給，達到弧面曲線研磨的功能。
  - (4) 由於本計畫採用掃描速度快、計算速度快之 15MB 控制器，透過本機電整合系統，可將弧面曲線精度控制在  $\pm 0.02\text{mm}$  以內。
8. 應用 G33 連續螺紋切削功能執行弧面曲線研磨的功能
  - (1) G33 連續螺紋切削功能是鑽床上的功能，當作螺紋切削時主軸的旋轉需與 Z 軸的 FEED（進給）配合。
  - (2) 由於所研磨者為曲面，且半徑 R 甚大，吾人可將曲線分成許多段直線，每一段直線即執行一次 G33，多數直線構成連續螺紋切削。
  - (3) 本功能設計工作台 X 軸帶動 X 軸光學尺產生 pulse，經線路板處理後變為 1024 信號/單位，取代 G33 功能中的主軸信號，其中 1024 為 FANUC CNC 主軸功能內定“單位”，為一個大弧中的每一直線段，利用此功能達到 X 軸與 Z 軸之間之補間行為，而不須使用昂貴油壓伺服控制。
9. 變數式 NC 巨集程式
  - (1) 本設備採用變數式 NC 巨集程式，使用者將「加工長、加工高、Z 軸加工起始點、B 軸加工起始點、總加工量、細研磨加工量、每次粗加工量、每次細加工量、無火花研磨次數、分度機構分割齒數、B 軸進刀速度、粗研磨多少次銑一次砂輪、細研磨多少次銑一次砂輪、無火花研磨多少次銑一次砂輪、粗研磨銑砂輪量、粗研磨銑砂輪進刀速度、粗研磨銑砂輪延遲時間、細研磨銑砂輪量、細研磨銑砂輪進刀速度、細研磨銑砂輪延遲時間、無火花研磨銑砂輪量、無火花研磨銑砂輪進刀速度、無火花研磨銑砂輪延遲時間、銑砂輪退刀量」等數值，設定於相關變數內，此變數式 NC 巨集程式接收各相關變數之設定值後，轉換為可執行之 NC 程式，命令控制器執行各項任務。
  - (2) 變數式 NC 巨集程式，包括主程式及各項不同功能之副程式，主程式運作過程中，依序呼叫 Z 軸進刀、Z 軸與 X 軸同動之弧面曲線研磨、分度頭轉動、Z 軸進刀、Z 軸與 X 軸同動之弧面曲線研磨、分度頭轉動等副程式，直到研磨工作完成。



### ■ 技術合作單位

技術合作單位名稱：中元自動控制有限公司  
技術合作項目：電控軟硬體設計

### ■ 成果應用領域

1. 本設備具備研磨精度佳、操作容易、可靠度高、高性能、高效率、高生產品質、低成本等高層次設計，是屬於專業級高性能的優質產品，廣泛應用於瓦楞紙滾輪之研磨、齒型及槽槽之研磨等作業。
2. 將弧面曲線研磨精度控制在  $\pm 0.02\text{mm}$  以內。

### ■ 專案執行重要心得

1. 控制弧面曲線研磨動作之機電整合系統本產品透過本系統對於控制弧面曲線之研磨動作，並將弧面曲線精度控制在  $\pm 0.02\text{mm}$  以內，說明如下：
  - (1) X 軸驅動及位置回授：NC 控制器命令油壓機構，驅動 X 軸床台左右移動，X 軸光學尺檢出 X 軸的位置，信號處理電路接收位置信號，並將信號處理成 1024 個脈衝/單位距離後，透過 X 軸回授界面，回授至 NC 控制器。
  - (2) 砂輪修整及修整量回授：完成一個弧面曲線之研磨後，NC 控制器命令伺服馬達驅動滾珠螺桿，帶動砂輪修整器對砂輪進行修整，砂輪修整器光學尺檢出砂輪修整量後，NC 控制器將修整量信號接收回授。
  - (3) Z 軸驅動及精度控制：NC 控制器依砂輪修整量進行 Z 軸補償，並啟動 G33 連續螺紋切削功能，驅動 Z 軸以設定速度配合 X 軸座標變化進給，達到弧面曲線研磨的功能。
  - (4) 由於本計畫採用掃描速度快、計算速度快之 15MB 控制器，透過本機電整合系統，可將弧面曲線精度控制在  $\pm 0.02\text{mm}$  以內。
2. 應用 G33 連續螺紋切削功能執行弧面曲線研磨的功能
  - (1) G33 連續螺紋切削功能是鑽床上的功能，當作螺紋切削時主軸的旋轉需與 Z 軸的 FEED（進給）配合。
  - (2) 由於所研磨者為曲面，且半徑 R 甚大，吾人可將曲線分成許多段直線，每一段直線即執行一次 G33，多數直線構成連續螺紋切削。
  - (3) 本功能設計工作台 X 軸帶動 X 軸光學尺產生 pulse，經線路板處理後變為 1024 信號/單位，取代 G33 功能中的主軸信號，其中 1024 為 FANUC CNC 主軸功能內定“單位”，為一個大弧中的每一直線段，利用此功能達到 X 軸與 Z 軸之間之補間行為，而不須使用昂貴油壓伺服控制。