

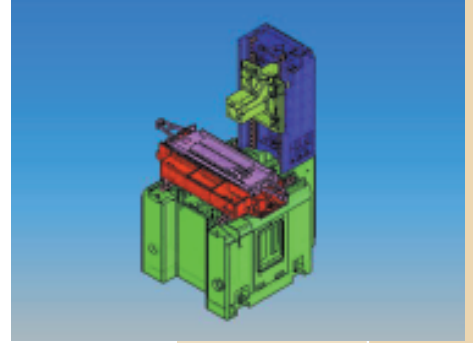
## 高精度次微進給平面磨床

### 計畫目標

開發一高精度平面磨床可作微米以下最小進給( $0.3 \mu$ )並能達到  $0.05 \mu$  Ra 表面粗度之研磨能力。

### 執行成果

- 技術創新：
  - 委託 PMC 研究製作之滑動式線軌，採用陶瓷材料為滑塊與滑軌間接觸之介質，並用灌注的方式以 DWH 將陶磁材料與滑塊黏結，以達動剛性(阻尼)佳與耐磨耗等優越性質，另有調整塊之設計，可調整預壓。此種滑動式線軌，是由 PMC 第一次引進國內，也是第一次應用於工具機業(國外日本僅有用於自動化機械之經驗，且屬於輕負荷型)。
  - 高精度主軸：由建德整合相關設計資料，引進 P2 級回轉精度之主軸專用軸承，搭配高剛性之軸心設計與精確之公差配合，提升主軸之性能。
  - 開發之高精度平面磨床向下最小進給可達  $0.3 \mu$ ，且研磨工件之表面粗度亦可達  $0.05 \mu$  Ra，均達到預期之成果。
- 技術報告：將有以下之技術報告：
  - 滑動式線軌之設計製作及其特性
  - 滑動式線軌於平面磨床之應用
  - 高精度主軸之性能與測試
- 專利申請：PMC 以滑動式線軌之設計製作提出 3 項專利申請，審核中。包括預壓調整設計，滑軌滑塊間不導電特性等 3 項新型專利申請。
- 預期 EMO 展後，此型機台及其衍生機種將陸續接到訂單。



### 新產品 / 新技術 / 新設計 / 新材料簡介

#### 新產品：

開發之“高精度次微進給平面磨床”，可作次微米( $0.3 \mu$ )之最小進給，研磨之工件表面粗度可達  $0.05 \mu$  Ra，可應用於高精度模具，電子業精密零件之研磨加工。此開發機台 Y, Z 軸採用 PMC 開發之滑動式線軌，動剛性較一般線軌為佳，主軸採用 P2 級回轉精度之主軸，結構鑄件著重全支撐穩定性與移動件之輕量化，機構 Y, Z 軸均為 C1 級滾珠螺桿由伺服馬達直結傳動，左右為雙 V 滑軌精密錐花，配合自落式潤滑，工作台由比例閥油壓系統驅動，穩定且可作 1m/min 以下之慢速進給。

#### 新技術：

滑動式線軌，由 PMC 開發製造，主要著重於滑塊部分，滑塊與滑軌接觸之材料為陶瓷材料，接觸方式為滑動式，且具有以下之特點：

- 高剛性獨特結構設計，滑動面之間隙或磨耗可由特殊設計之斜銷調整，維修容易。
- 塊與滑軌之接觸採用滑動設計，在陶瓷材料與滑塊之黏著劑採用德國 Diamant Metallplastic 公司之 DWH 材料，它是一種高強度、高阻尼、低熱膨脹係數之材料。
- 陶瓷材料耐摩耗性好
- 陶瓷材料抗壓强度高
- 滑塊與滑軌間不導電
- 陶瓷材料可以使用在 60m/min 以上高速運動而沒有明顯振動與噪音

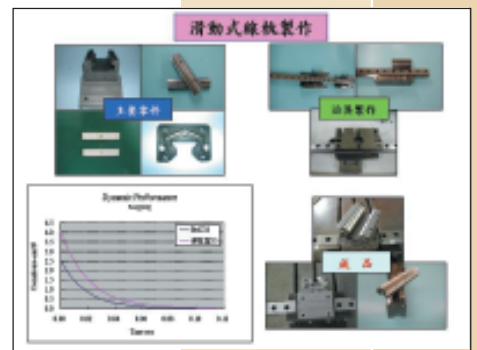
### 技術合作單位及合作內容

計畫之技術合作單位為精密機械研究發展中心(PMC)，合作內容為“滑動式線軌開發與性能測試”，包括以下項目：

- 滑動式線軌開發與製造
- 靜剛性及阻尼特性測試
- 切削能力測試(表面粗度)
- 微量進給測試

### 成果應用領域

- 技術定位：
  - PMC 線軌，經測試其阻尼效果較一般滾柱型線軌為佳，即其具有較佳之抗震性，這不但能提升研磨工件之表面粗度之品質，對其他工具機切削過程也因此能改善其加工面或增加其重切削之能力。當然其低噪音與用於 40m/



min 以上可不須潤滑等特性，亦將使其在未來高速化與環保的要求下，不論對線軌或硬軌均很有競爭力。PMC 已於去年開發另一型滑動式線軌，(滑塊之滑動界面不同，且無預壓調整之設計)，成功應用於 CNC 車床。現正積極推動將此兩型滑動式線軌推廣至加工中心與放電加工機等應用。

- 高精密平面磨床主軸之開發，可應用於未來次微米進給之平面磨床，使主軸之技術更為提升，主軸之設計與開發為未來發展之重點之一。

## 2. 產業貢獻：

開發之高精度平面磨床，普遍應用於橡塑膠模具，沖壓模具，汽機車零組件，精密電子零件等各產業之零件加工：

應用領域	說明
模具業 (塑膠、橡膠模具)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 為求模具精度與壽命，研磨之表面品質特別重要，超精密主軸與滑動型線軌提供良好之工件表面品質。</li> <li>• PC 產業、週邊設備的塑膠模具加工。</li> <li>• 手機、資訊家電等的模具。</li> </ul>
沖壓模具	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 材料如模具鋼、碳化鎢等可達 HRC65 的超硬合金或材料。</li> <li>• 需優良之表面品質以提高模具之壽命</li> <li>• 微小進給以配合極小之尺寸公差及達到良好之表面粗糙度</li> <li>• 應用如製造導線架，聯接器等之模具</li> </ul>
汽機車零組件	由於耐磨耗之需求，多數零件經熱處理或表面處理後，表面硬度甚高，研磨時亦需微量進給，以達到良好之表面粗糙度。

以上國內相關產業目前大部分均使用日本及歐洲之高精度平面磨床，此計畫開發成功後，由於精度及功能與日本機台相當，價格約為其六成，又有完整之售後服務系統，將可取代部分日本進口之機台，嘉惠國內廠商，在國外亦可逐步取代日本中品級的機台。本產品所有傳動元件，除線性硬軌與 PMC 合作外，精密滾珠螺桿等傳動元件，台灣已有數家廠商，產品已達國際水準，為計畫優先採購之對象，如此不但可降低成本，又能使國內相關業者亦藉參與新產品之開發，也促使其投入更高級產品之開發，使技術品質均能更進一步，做為我國工具機產業之強力後盾。



## ■ 專案執行重要心得本

專案之執行過程，雖然遇到一些困難，但經過所有參與人員的努力，終能逐一克服，大致有以下心得與大家分享：

1. 藉由與 PMC 之合作，與其工程師不斷之溝通討論與交流，除了對滑動式線軌這個關鍵零組件之設計理念與製造技術有更深入之了解，更經由測試結果證明其相對一般滾動式線軌有較佳之阻尼特性，有助於提升研磨工件表面之品質，研磨工件可達  $0.05 \mu \text{ Ra}$  表面粗糙度之預期目標。
2. 平面磨床向下之最小進給對高品質之研磨是非常重要的，也是本計畫成果的指標之一，經由測試得知，上下滑軌採用 PMC 之滑動式線軌，其最小進給可達  $0.3 \mu$ ，較一般使用硬軌的機台(約可達  $1 \mu$  之最小進給)更佳，這點達到預期之效果。
3. 高精主軸之設計，對軸心材料之選擇及表面處理，軸心尺寸與軸承跨距等設計參數均有參考以前之經驗與理論與數值分析之結果，配合 P2 級回轉精度之高精度主軸軸承，並選擇最佳之配合公差，使主軸回轉精度較前更為提升。
4. 開發機台在製程中銑加工與鑽孔之後，研磨或鏟花等精加工之前，我們採用 PMC 現在推廣的振動應力消除法，對結構的主要鑄件，以可變頻率之震動產生器找出其共振頻率，以此頻率對每一鑄件分別實施 1~2 小時之振動應力消除。由 PMC 過去之測試可看出此方式確實可減少一段時間後因應力釋放造成之變形量，不需將鑄件放置多時以產生時效，且能改善因退火等熱處理過程不當使應力消除不完整之情形。以後可考慮以振動應力消除法輔助原來之熱處理方式，應用於大型鑄件或高精度機台之鑄件。
5. 本公司已開始投入 PCB 鑽孔機之生產，由日本引進相關裝配技術，如線軌等之裝配，我們亦有參考其相關之裝配要求與精神，從事此計畫之裝配工作，相信對達到預期成果定有所助益。
6. 此機台之開發於規畫階段，即參考歐洲及日本近幾年來高精度平面磨床之設計，對於整機尺寸與結構設計，不再限於以往傳統之模式，尤其注意機台在全行程的支撐穩定性與移動件之輕量化設計。另外也搭配 3D 軟體之使用，對整體設計之外觀及是否有干涉，於設計初期即能掌握，減少錯誤之發生。對結構之重量，亦可經軟體計算預估，作為輕量化之重要參考。