

智能工具機適應性 熱平衡控制系統

隊伍名稱：智能工具機適應性熱平衡控制系統

隊員姓名：馬尚平、廖峻揚、吳曜廷、張義堃

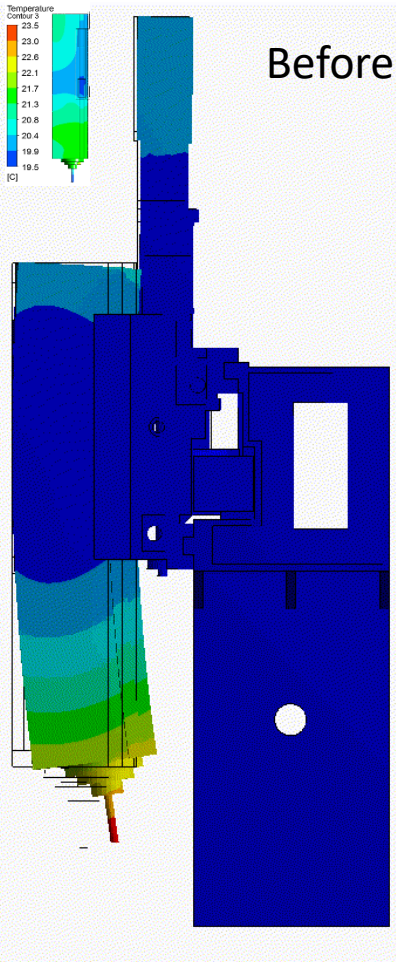
指導老師：李明蒼老師、劉又齊老師

學校名稱：國立清華大學、國立勤益科技大學

大綱

- 熱誤差問題描述
- 預期達到效果
- 系統特色介紹
- 系統架構簡介
- 關鍵溫度點說明
- 規格介紹
- 效果展示
- 結論

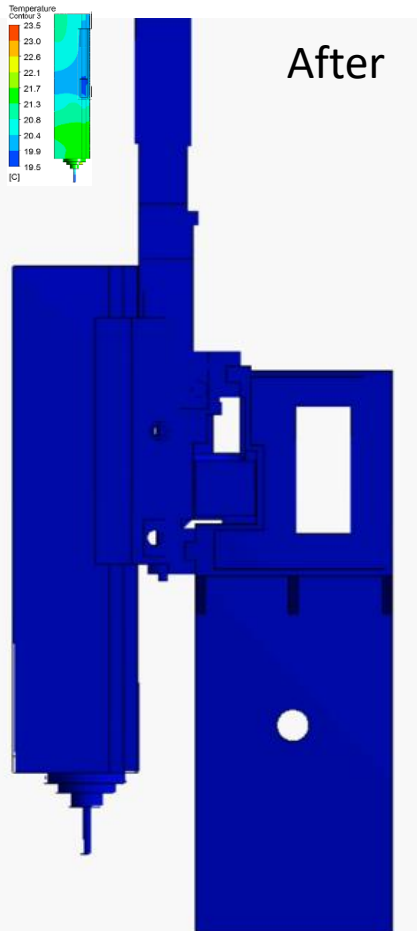
熱誤差問題描述



機台熱誤差

- 機台經過長時間主軸運轉、切削條件以環溫的變化，主軸產生線性與非線性(傾斜)之結構性熱誤差。

專題預期效果



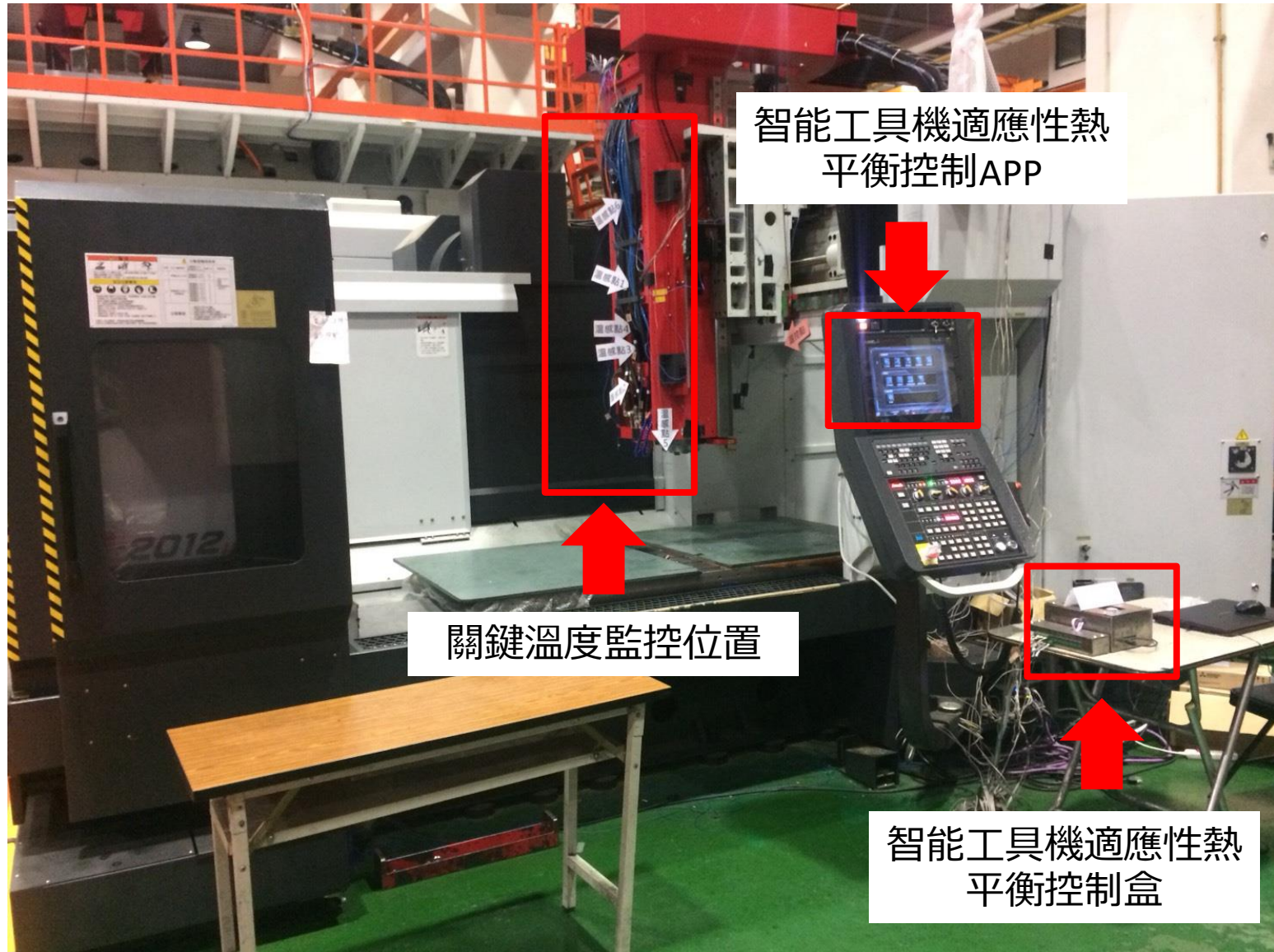
預期效果

- 透過本專題適應性熱平衡的創新技術，可成功突破目前無法改善因溫差而產生的主軸偏擺問題。

系統特色

- 非強制冷卻或溫升熱補技術，為適應性熱平衡理念
- 突破過往無法修正主軸因結構熱誤差而產生傾斜之窘境
- 預先防止的創新智能技術符合工業4.0的願景
- 提供超高精度加工最後一哩路之解決辦法

系統架構



關鍵溫度點說明

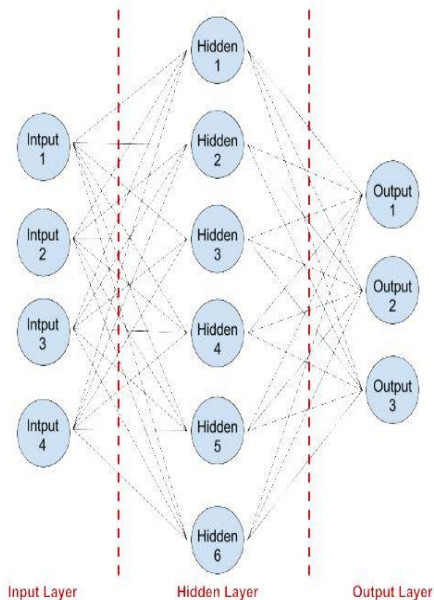
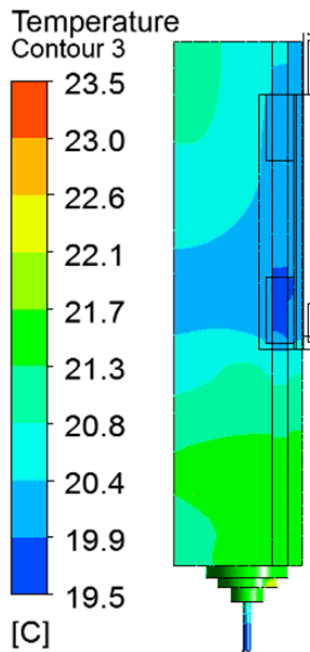


關鍵溫度監控位置

- 經由機台結構熱耦合模擬以及溫度相關性分析，取得以下關鍵點：
- 6個溫度感測點
- 1個溫度控制點

規格介紹

搭載創新工具機適應性AI熱平衡模型



以適應性熱平衡理念，透由多重物理耦合模擬分析與AI技術，建立工具機類神經適應性AI熱平衡模型。

規格介紹

智能工具機適應性熱平衡控制盒

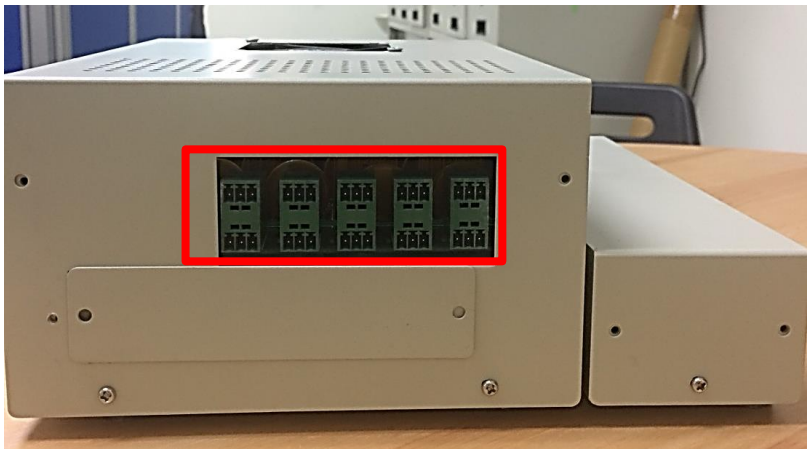


多通道溫度感知介面

提供20組溫度感知介面(k-type)與支援4組智慧主軸溫度感知介面(PT100)，即時監控機台關鍵溫度變化。

規格介紹

智能工具機適應性熱平衡控制盒

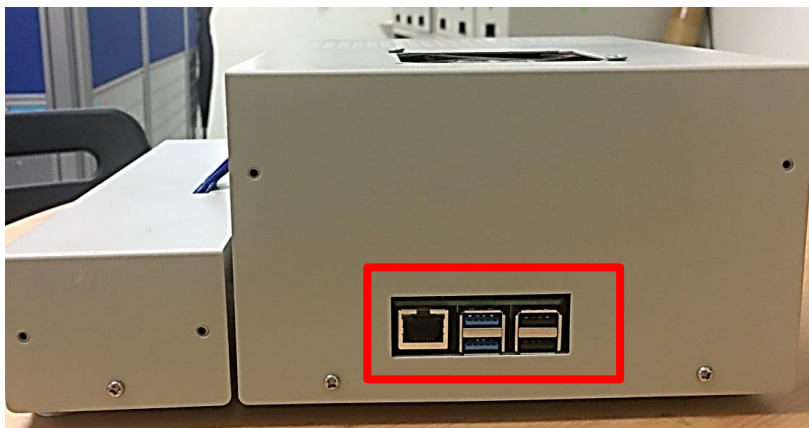


提供10組智慧化雙向溫度調節裝置，可在未修改機台結構設計下實現適應式熱平衡概念。

多通道溫度調控介面

規格介紹

智能工具機適應性熱平衡控制盒

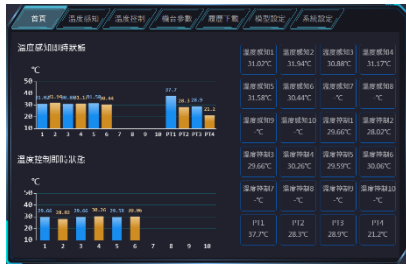


支援雙頻2.4GHz和5GHz無線網路，藍牙5.0/BLE，RJ45介面，提供使用者透由有線/無線方式，連接即時監控軟體。

智慧聯網介面

規格介紹

智能工具機適應性熱平衡控制APP



以友善人機介面，整合於三菱M80控制器，提供使用者即時查看機台溫度狀態、溫度控制狀態、熱平衡參數設定、關鍵機台參數狀態、系統設定等功能。

規格介紹

控制APP-首頁



使用圖表、圖形和設計元素將數據進行可視化，協助使用者容易與快速的瞭解機台關鍵點與控制器數據模式、趨勢、統計規律和數據相關性。

規格介紹

控制APP-機台參數



即時擷取影響機台熱變形之數個關鍵控制器參數，並作為部分熱平衡控制模型建模及實現熱平衡溫度控制的依據

規格介紹

控制APP-模型設定



提供使用者設定/調整類神經熱平衡控制模型之參數，確保類神經熱平衡控制模型之準確性。

規格介紹

控制APP-溫度履歷



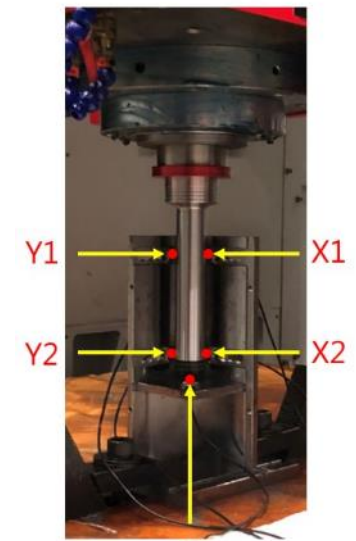
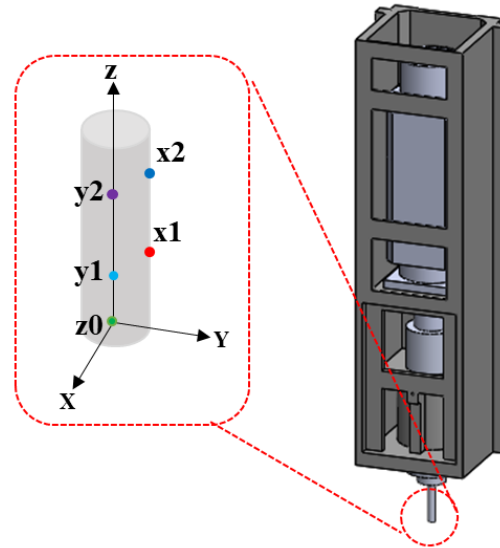
使用者可設定時間範圍，下載過往溫度調控履歷，作為後續類神經熱平衡控制模型優化分析之依據。

效果展示

- 以位移計量測試棒五個量測點，取得切削點線性/非線性之熱誤差資訊。



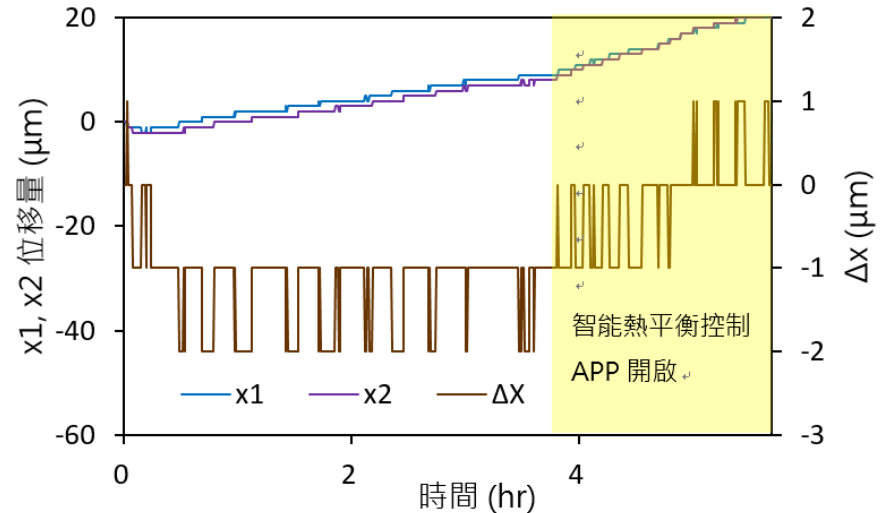
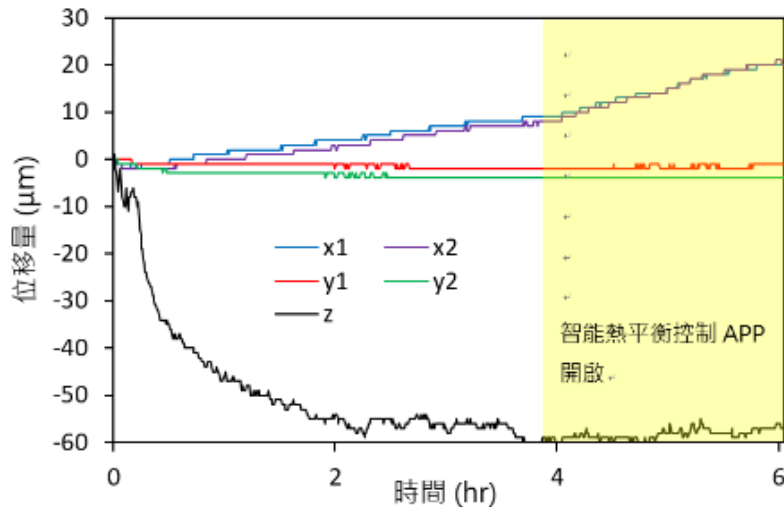
立式三軸龍門綜合加工機



主軸位移計量測架構

效果展示

- 在主軸穩定運轉情況下，主軸頭x方向偏斜量 Δx 約為 $2\mu m$ ；啟動智能熱平衡控制系統後， Δx 可修正到接近 $0\mu m$ 。



結論

- 成功開發智能工具機適應性熱平衡控制系統APP，整合於三菱M80控制器即時提供各項與機台熱變形相關的數據。
- 經實機驗證可在不需變更工具機機構下，有效改善工具機最重視之加工最終精度議題。

謝謝聆聽