

# 立式加工中心機結構改善與熱變位補償

沈建文、吳政憲

E-mail: 9419876@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

台灣3C產業大量需求帶動模具加工業的蓬勃發展，由於模具需要長時間加工，熱變位問題一直是加工機械達到預期製造精度之重要課題，若從修改結構設計來降低熱變位問題著手，將耗時且生產成本大幅提高。本研究針對此問題，首先建立熱誤差有限元素分析方法及熱誤差測試分析與實驗設計，並將之用於已開發完成的立式加工中心機，進行完整之主軸與結構熱行為檢測、ANSYS熱分析，建立有效的熱變位補償模型與實驗裝置，在不更改機體結構設計情況下，提出改善模具加工精度對策。此外本研究亦同時提出改善機台主軸箱體設計之建議，進行改變設計後之機台組裝與測試，將設變前、後所得之熱變位量測資料互相比較並且印證所提供之建議是否達到實質的效果。進而探討補償及設計改變兩種方法在立式加工中心機熱變位補償的成效與差異，以為工具機業熱誤差相關問題解決之參考。

關鍵詞：精加工，熱變位，補償

## 目錄

目錄 封面內頁 簽名頁 授權書 iii 中文摘要 v 英文摘要 vi 誌謝 vii 目錄 viii 圖目錄 x 表目錄 xiii 第一章 緒論 1.1前言 1.2研究問題概述 1.3研究動機與目的 3 1.4文獻回顧 5 第二章 熱變位量測 2.1實驗設備 12 2.2實驗設計 17 2.3實驗步驟 23 2.4測試條件 24 2.5測試結果 28 2.6分析與討論 34 第三章 數值分析 3.1數值分析流程 38 3.2熱分析的基本概念和理論 39 3.3有限元熱模型的建立 46 3.4邊界條件設定 47 3.5數值分析結果 53 3.6分析與討論 55 第四章 加工中心機熱變位建模與補償 4.1立式加工中心機結構特色與熱源分析 57 4.2溫度點佈置 59 4.3數學模型建立 62 4.4熱變位補償模組介紹 67 4.5實機補償驗證 75 第五章 主軸箱體改善之差異分析 5.1主軸箱熱分析 79 5.2新式主軸箱之整機測試與分析 82 5.3差異分析 90 5.4分析與討論 93 第六章 結論 6.1結論 95 6.2建議與未來研究方向 96 參考文獻 97

## 參考文獻

- [1] and Limitations, MTRD, 1975, Vol.16, pp185~194.
- [2] 張立燕, 基於神經網路的數控機床熱誤差補償系統的研究, 北京工業大學, 2004.
- [3] 王建彬, 大陸模具行業發展綜述, 機械月刊, 2004, 第348期pp66~80.
- [4] HAVOR油冷卻機系列操作說明書。
- [5] 王輔仁, 姜維明, 許文憲, 李文陽, 線性馬達工具機用高精度冷卻系統之溫度控制裝置研發, 機械工業, 2005, 第262期, pp221~227.
- [6] 張銘謙, 使用類神經網路之工具機恆溫控制, 長庚大學碩士論文, 2003.
- [7] 孟令人, 高精度工具機熱變形補償控制技術, 台灣大學碩士論文。1997 Bryan, J.B. International Status of Thermal Error Research. Manufacturing Technology (Annals of the CIRP), 1990, Vol.39, (2), pp645~656.
- [8] 朱佑泰, 工具機結構溫熱變形測試與分析, 大葉大學碩士論文, 2001.
- [9] 杜正春, 批量數控機床熱誤差實時補償關鍵技術研究, 上海交通大學, 博士後研究報告, 2002.
- [10] Weck M. and L. Zangs, Computing the Thermal Behavior of Machine Tools Using the Finite Element Method possibilities.
- [11] 日本MORI SEIKI NX2000H型錄。
- [12] 陳亮嘉, 電腦輔助切削中自動量測與補償系統研製, 台灣大學機械系碩士論文, 1990.
- [13] 張銘雄, 工具機溫熱變形及補償之控制研究, 中原大學碩士論文, 2003.
- [14] 湯耀期, 改善後機台進行主軸溫熱變位實機測試, 財團法人精密機械研究發展中心成果資料, 2003.
- [15] Okuyama, Shigeki, Okuda, Hiroki, Iwaya, Takeshi, Kawamura, Suehisa, Journal of the Japan Society for precision Engineering, 1997, Vol.63, pp76~80.
- [16] 王榮邦, CNC 工具機加工精度與熱誤差之研究, 台灣大學碩士論文, 1996.
- [17] Yun, W.S., Thermal error annals is for CNC lathe feed drive system, Int. J. Tools Manufacture, 1999, Vol.39.
- [18] 亞崴機電股份有限公司提供。
- [19] 簡志賢, 模具鋼微潤滑切削技術研究, 大葉大學碩士論文, 2004.
- [20] ASME, ASME B5.54-1992:Methods for Performance Evaluation of Computer Numerically Controlled Machining Centers.

- [21] [www.apisensor.com](http://www.apisensor.com) [22] 方景亮，湯耀期，主軸溫升熱變形補償實機測試報告，財團法人精密機械研究發展中心成果資料，2001。
- [23] 張右龍，溫升熱變位補償模組使用說明書，財團法人精密機械研究發展中，2003。
- [24] 羅煥茂，感測器，電子技術出版社，2000。