

立式切削中心機之熱影響精度 問題改善研究

學生：沈建華

指導教授：徐瑞坤 博士

國立交通大學工學院精密與自動化工程學程 碩士班

摘 要

就現今工具機業而言，由於 NC 化及自動化的演進，對立式切削中心機精度的穩定性要求日益嚴苛。如何降低由溫升熱變形所引起之加工誤差乃成為立式切削中心機製造廠必須面對的重要課題。尤其當立式切削中心機朝向高速化發展後所產生的熱變形必定會更明顯。本研究將針對進給系統相關元件及機械結構補償方式，建立最佳化設計，提高及穩定立式切削中心機加工精度。

在進給系統方面，本研究對於滾珠導螺桿施以適當的拉應力，並量測滾珠導螺桿因受熱所產生之熱位移，另外在實驗方面將軸座加以冷卻及變更進給回饋系統方式，並再相互搭配運用，且選擇其最佳組合，實驗結果顯式定位誤差由原先約 $70\ \mu\text{m}$ 改善至約 $15\ \mu\text{m}$ 。

最後本研究針對立式切削中心機，在不同的主軸轉速與環境溫度之下，量測主軸與立式切削中心機結構的溫升熱變形，檢討立式切削中心機主軸轉速所產生的熱與環境溫度的變異，並且建立溫度與熱誤差之關係的補償數學模型，由實機線上補償驗證，顯式機體之定位誤差由原先約 $100\ \mu\text{m}$ 改善至約 $15\ \mu\text{m}$ 。

關鍵字：立式切削中心機、進給系統、精度

The study of the improvement on the heat affected accuracy of vertical machine center

Student : Chien-Hua Shen

Advisors : Dr. Ray-Quen Hsu

Department of Automation and Precision Engineering
College of Engineering
National Chiao Tung University

ABSTRACT

In recent years, the development of machine tools seems moving toward NC and automation , The accuracy of vertical machine center thus becomes more and more important. Heat induced structural deformation causes machining error, reduces machine accuracy. These problems are one of the major task that the machine manufacturer has to face. Especially when machining speed becomes more and more fast, thermal deformation will no doubt increases. In the study, the focus was set at feeding system and machine structure compensation.

In feeding system, a pre-tensions were applied to ball screws, their thermal deformations were measured. On the other hand, cooling was introduced to reduce the heat produced at bearing seat, and the deformation at the feeding system were measured again, and it was found that positioning accuracy improved from 70 μ m to 15 μ m.

Finally, the heat induced deformation of the machine were measured at various main spindle revolution and ambient temperature. A compensation unit developed from above experiments was added to the machine, and it was found that the positioning of the machine accuracy improved from 100 μ m to 15 μ m.

Key words : vertical machine center 、 feeding system 、 accuracy

誌 謝

對於使我有機會不斷學習與成長的碩士班生涯，內心感到格外珍惜和充滿無限感激及感謝。

本論文承蒙恩師 徐瑞坤博士的耐心指導與斧正，以及在研究方法、論文架構、實驗規劃、問題分析、結果討論與精闢比對、論文寫作等重要關鍵點上，給予細心、睿智與耐心的指導，方能順利完成。教授嚴謹的治學態度與窮根究底的研究精神，使我深深地體會到學者的風範，也提供了一個最真實的學習典範。在此致上內心最深的謝忱與敬意。

文稿初成，衷心感謝口試委員傅光華教授及向四海教授，在口試時對我的論文內容提出寶貴的指正與建議，使得本論文的內容更具完整性。內心萬分感謝。

研究期間，感謝諸位師長在課業的教導與關心。也感謝工學院戰凌雲小姐在日常校內作業的幫忙。同時感謝同學(劉名秋、曾重誌、郭劍平、張均任等)在課業相互鼓勵及協助，以及實驗室同學(邱添煌、林俊銘、楊筱雯等)在各項協助與幫忙。尤其在研究後期，感謝胞弟(沈建文)及同事(方景亮、陳紹賢、湯曜期等)的大力協助下，使實驗得以順利完成。在此致上最誠摯的謝意。

感謝岳母(張淑英)、賢妻(劉美蓮)在求學期間對家庭全心的付出與關懷，以及對我的支持和包容，也感謝立揚在論文撰寫期間能體諒我對他的疏忽。更感謝我最親愛的父、母親，你們真誠無私的愛護與疼惜，是我人生中不斷學習的泉源。

沈建華 謹誌於
國立交通大學
工學院精密與自動化工程學程
中華民國九十四年七月