

# 加工中心機結構配置對靜動態特性之影響

黃俊嘉、吳政憲

E-mail: 9507667@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

中文摘要 過去十幾年國內工具機的發展相當快速，2003年達710億台幣的產值，是世界第五大生產國，今年預計有30~40%的成長率，可達900億台幣的規模，其中在加工中心機方面，立式綜合加工機全世界年生產量估計約8~9萬台，台灣生產15,000台，但是附加價值高的臥式綜合加工機估計全台一年只有約200~300台的規模，而日本一年則有約6000~7000台。加工中心機切削技術的發展朝向兩大目標，一是不斷追求高的生產效率，另一是提升高的加工精度，因此在跨國際的競爭當中，必須透過高品級臥式綜合加工中心機的開發來提升國內工具機的技术水準並藉由其高的附加價值提生產值。整機結構的配置規劃與結構件設計是否適當是決定機台特性的根本，過去加工中心機的開發模式大都是仿製，再經由不斷的錯誤累積經驗而來，近年來透過檢測儀器設備及技術的引進與設計分析軟體的應用搭配使得設計者更能掌握機台結構特性縮短開發時程降低開發費用。本文透過幾個經過ANSYS有限元素分析與測試驗證比對的實際案例，去瞭解臥式綜合加工機不同結構配置對於靜動態特性的影響，再藉由這樣的分析手法找出新的結構配置特性讓機台在設計的階段就能準確掌握它的特性減少設計失敗的風險。

關鍵詞：加工中心機；有限元素分析

## 目錄

目錄 封面內頁 簽名頁 授權書 ...iii	中文摘要.....v	英文摘要.....v
.....vi	誌謝.....vii	目錄.....vii
.....viii	圖目錄.....xi	表目錄.....xi
.....xviii	符號說明.....xx	
第一章 緒論 1.1 前言 ..1	1.2文獻回顧.....2	1.3 研究動機 ..6
1.4 論文架構 ..15	第二章 設計分析與測試規劃 2.1 設計流程與力流觀念論文架構.....16	2.2 工具機剛性與模態測試原理介紹.....22
2.3 機台分析測試流程介紹與規劃 ..31	2.4 分析軟體與測試設備介紹 ..35	2.4.1分析軟體 ..35
2.4.2測試設備 ..41	第三章 機台分析測試 3.1 三軸重疊動柱式機台結構配置靜剛性分析測試 ..45	3.1.1 靜剛性分析 ..45
3.1.2 靜剛性測試 ..52	3.1.3 靜剛性分析測試驗證比對 ..57	3.1.4 模態分析.....57
3.1.5 模態與動剛性測試 ..69	3.1.6 模態分析與測試結果比較 ..81	3.2 三軸重疊動柱式(quill type)機台結構配置 靜剛性分析測試.....82
3.2.1靜剛性分析.....83	3.2.2 靜剛性測試.....87	3.2.3靜剛性分析測試比對驗證.....92
3.2.4 模態分析與測試.....92	3.3 兩軸重疊動柱式機台結構配置 靜剛性分析測試結果.....101	3.3.1 靜剛性分析.....102
3.3.2 模態分析結果.....105	3.4兩軸重疊定柱式機台結構配置靜剛性分析 ..106	3.4.1 靜剛性分析.....107
3.4.2 模態與動剛性分析 ..111	第四章 結構配置對於靜動態特性的影響 4.1 三軸重疊動柱式結構配置 ..125	4.2 三軸重疊動柱式(quill type) 結構配置 ..125
4.3 兩軸重疊動柱式結構配置 ..126	4.4 兩軸重疊定柱式結構配置 ..126	第五章 結論 5.1 結論 ..128
5.2 建議 ..129	參考文獻 ..131	

## 參考文獻

- 考文獻 [1]黃祥峰"，綜合加工機發展現況"精密機械創新研發社群之精密機械前瞻加工技術系列研討會，93年四月。
- [2]Long, G. W. and Lemon, J. R., " Structural Dynamics in Machine Tool Chatter ", ASME Journal of Engineering for Industry, Vol. 87, No. 4, 1965, pp. 455-463.
- [3]Zorzi, E.S.and Nelson, H. D,1980, " The Dynamics of Rotor-Bearing Systems with Axial Torque - A Finite Element Approach , " ASME Journal of Mechanical Design,January,Vol.102, pp.158-161.
- [4]Zorzi. E. S. and Nelson. H .D.1977, " Finite Element Simulation of Rotor-Bearing Systems with Internal Damping, " ASME Journal of Engineering for Power,January, pp.71-76.
- [5]Kang, Y, Shih .Y.P. and Lee, A. C.,1892. " Inverstigation on the Steady-state Responses of Asymmctric Rotors, " ASME J. Vib .Acoustics ,114(April). pp.144-208.
- [6]Genta. G. 1988 , " Whirling of Unsymmetrical Rotos: A Finite Element Approach Based on Complex Coordinates , " Journal of Sound and

Vibration ,124(1). pp.27-53.

[7]Adams. M. L. 1980. “ Nonlinear Dynamics of Flexible Multi-Bearing Rotors ,” Journal of Sound and Vibration. Vol.71.pp.129-144.

[8]胡恆敏, “ 模態合成法之比較研究 ”, 國立成功大學碩士論文, 1992。

[9]林茂興, “ 線性滑軌與軌道介面剛性和阻尼值的驗證 ”, 國立中興大學碩士論文, 2000。

[10]廖益成, “ 臥式綜合加工機結構靜動態模擬分析 ”, 私立逢甲大學碩士論文, 2000, pp.41-47。

[11]馮治中, “ 綜合加工機之結構模態分析研究 ”, 國立成功大學碩士論文, 1993。

[12]施習中, “ 綜合加工機之模態測試與分析及其結構改善 ”, 私立大葉大學碩士論文, 1994。

[13]鐘添東, 林奕鷹, 徐弘光, “ 利用ANSYS發展之結構最佳化系統 ”, 台灣大學機械系。

[14]Lee, “ Experimental modal analysis and vibration monitoring of cutting tool support structure ”, New York, NY, USA Publ by ASME Jul 4-7 1994 v 64. pp. 123-134.

[15]Han, “ Identification method of the modal parameters of lathe spindle assembly ”, New York, NY, USA Publ by ASME Jul 4-7 1994. pp.109-113.

[16]陳柏台, “ 車床的動態分析 ”, 國立清華大學碩士論文, 1981。

[17]劉興華, “ 車床的動態分析 ”, 國立台灣大學碩士論文, 1984。

[18]詹子奇, “ 高速化工具機動態特性分析與改善 ”, 私立大葉大學碩士論文, 1999。

[19]呂俊弦, “ 工具機結構設計與動態性能優化 ”, 私立中原大學碩士論文, 2000。

[20]林彥坊, “ CNC工具機模態分析 ”, 國立台灣大學碩士論文, 2003。

[21]陳世杰, “ 門型加工中心機結構最佳化 ”, 私立逢甲大學碩士論文, 2003。

[22]蕭錫鴻, “ 線性馬達綜合加工機之構造設計 ”, 私立逢甲大學碩士論文, 2004。

[23]楊理誠, “ TH6350臥式加工中心動態特性的試驗模態分析 ”, 大陸西南林學院碩士論文, 2003。

[24]楊燦宇, “ TH6350臥式加工中心有限元建模及其動態特性分析 ”, 大陸西南林學院碩士論文, 2004。

[25]黃祥峰, “臥式綜合加工機未來發展趨勢”機械工業雜誌, 90年三月, 121-132。