

軸承預壓對工具機主軸動態性能影響之研究 = The effect of bearing preload on the dynamic performance of a machining tool

高盛凱、紀華偉

E-mail: 9115153@mail.dyu.edu.tw

摘要

工具機主軸性能直接影響到加工時之加工能力及加工精度，主軸組件的優劣是影響工具機主軸性能的重要因素。本文針對工具機主軸，探討軸承-主軸系統受不同軸向與徑向預壓時，對主軸性能所產生之影響。首先將工具機主軸利用多組不同的軸承間隔環軸向段差及徑向干涉組合做出多組不同預壓之主軸-軸承系統，探討不同徑向與軸向干涉預壓對主軸性能之影響。結果顯示軸向段差和徑向干涉量對主軸之徑向剛性約略具有相同的影響量。增加軸向段差對於主軸之軸向剛性有相當顯著的影響，但增加徑向干涉量對軸向剛性並無顯著之影響。根據頻率響應函數實驗數據及分析結果顯示，主軸系統預壓徑向干涉與軸向段差，對主軸的頻率響應函數具有相同影響，當徑向干涉或軸向段差增加，都可使主軸系統得到較高的系統響應，亦可得系統較高剛性。實驗亦顯示增加軸向預壓或徑向預壓會對自然頻率之增加約略有相同影響，由於幾何精度不準所引起的實驗誤差必須良好控制。關鍵字：預壓、靜剛性、動態性能、主軸-軸承系統。

關鍵詞：預壓；靜剛性；動態性能；主軸-軸承系統

目錄

目錄 封面內頁 簽名頁 授權書.....	iii	中文摘要.....	iii
.....iv 英文摘要.....	iv	.....v 誌謝.....	v
.....vi 目錄.....	vi	.....vii 圖目錄.....	vii
.....ix 表目錄.....	ix	.....xi 符號說明.....	xi
.....xiii 第一章緒論.....	xiii	.....1 1.1前言.....	1
.....1 1.2文獻回顧.....	1	.....3 1.3研究目的及內容.....	3
.....6 第二章研究方法及理論.....	6	.....8 2.1 田口實驗計畫法.....	8
.....8 2.1.1 直交表.....	8	.....10 2.2 有限元素模擬.....	10
.....12 2.3 動態特性比對.....	12	.....15 第三章實驗設計.....	15
.....18 3.1 實驗設計步驟.....	18	.....21 3.2靜剛性實驗量測.....	21
.....28 3.2實驗量測.....	28	.....21 3.3頻率響應函數實驗量測.....	21
.....28 第四章結果與分析.....	28	.....30 4.1分析步驟.....	30
.....30 4.2實驗及分析討論.....	30	.....31 4.2.1靜剛性的分析結果與討論.....	31
.....33 4.2.2頻率響應函數的分析結果與討論.....	33	.....41 第五章結論與展望.....	41
.....52 5.1結論.....	52	.....52 5.2 建議及未來展望.....	52
.....54 參考文獻.....	54	.....55	55

參考文獻

- 參考文獻 1.Jones,A.B., " Ball Motion and Sliding Friction in Ball Bearing, " Journal of Basic Engineering, Transaction of the ASME, Vol.81,pp.1-12,1959 2.Filiz,I.H., Gorur,G " Analysis of preload Bearing under Combined Axial and Radial Loading, " Int. Machine Tools Manufacturing, Vol. 34,No.1, 1994. 3.Taha,M.M.A,and Crookall,J.R., " Rolling Bearing for Machine Tools Comparative Evaluation by a New Experimental Technique and by Finite Element Analysis " Int.J.Mach.Tool.Des.Res.Vol.17,pp.179-190, 1977. 4.Walford,T.L.H.,Stone,B.J., " Some Damping and Stiffness Characteristics of Angular Contact bearings under Oscillating Radial Load, " Vibration in rotation Machinery conference, J.Mech. conference, paper C274/80,pp.157-162,1980 5.Crandall,S.H., " The Role of Damping in Vibration Theory, " Journal of Sound and Vibration, Vol. 11,No.1,pp3~18 1970 6.Shin Y.C., Wang K.W., " An Intergrated Approach Toward the Dynamic Analysis of High-speed Spindles ", Journal of Vibrations and Acoustics, Vol 116 1994. 7.蘇耀藤,林孟璋 " 高速斜角滾珠軸承減振系統之動態分析 第一部分:系統建模與分析 " 中國機械工程學會第十七屆學術研討會 8.蘇耀藤,林孟璋 " 高速斜角滾珠軸承減振系統之動態分析 第二部分:操作準則之建立 " 中國機械工程學會第十七屆學術研討會 9.洪春棋,蘇耀藤,許明雄 " 軸承組合方式對主軸特性的影響 " 中國機械工程學會第十七屆學術研討會 10.洪春棋,蘇耀藤,許明雄 " 斜角滾珠軸承之運動特性 " 中國機械工程學會第十七屆學術研討會 11.Reddy.V.R.,and Sharan,A.M., " The Finite Element Modeled Design of Lathe Spindles: the Static and Dynamic Analysis, " ASME Journal of Vibrations, Acoustics Stress and Reliability in Design,Vol. 109,Oct.1987. 12.Kim, K.,and Kim,S.S., " Effect of Preload on Running Accuracy of Spindle, "

Int.J. Machine Tools Manufacturing, Vol. 29, No.1, pp.99-105 1989. 13. Soon, M.P., and Stone B.J., " The Stiffness of Statically Indeterminate Spindle Systems with Nonlinear Bearing " , Int. J. Manuf Technol 14, pp.787-794, 1998 14. Sadeghipour, K. and Cowly A., " The receptance Sensitivity and the Effect of Concentrated Mass on the Modal Balance of Spindle-Bearing System, " Int.J. Mach Tool Des Res., Vol.26, No.24 pp.415-429, 1986. 15. Yang, S. " A Study of the Static Stiffness of Machine Tool Spindle, " Int.J. Mach. Tool. Des. Res., Vol.21, pp23-40, 1981. 16. Reddy. V.R., and Sharan, A.M., " Design of Machine Tool Spindles Based on Transient Analysis, " ASME Journal of Mechanisms, Transmissions and Automation in Design, Vol. 107, pp.346-352 Sept. 1985. 17. Wang, W.R., and Chang, C.N., " Dynamic Analysis and Design of a Machine Tool Spindle-Bearing System, " Transaction of the ASME, Vol. 116, pp.285. July, 1994. 18. Xu M., and Birchmeier J.R. , " Dynamic Stiffness Testing and Its Application in Machine Tools " Sound and Vibration , pp.14-23, 1997 19. Eman, K.F. and Wu, S.M., " Experimental Complex Modal Analysis of Machine Tool Structures, " ASME Journal of Engineering for Industry, Vol. 111, pp.116-124 1989. 20. 王文瑞, " 主軸性能檢測方法, " 機械工業雜誌, pp.223-233, 3月, 民86 21. 劉克祺, " 實驗設計與田口式品質工程, " 華泰書局, 民83 22. 鄭振東, " 電腦輔助工程CAE, " 建宏出版社, 民79 23. 賴玉良, 林啟豪, 謝忠祐, " ANSYS電腦輔助工程分析, " 儒林圖書, 民89 24. 王柏村, " 振動學, " 全華科技圖書, 民86