



多孔質氣靜壓 主軸系統可靠度研究

Reliability Evaluation
of Porous Media Aerostatic Spindle System

林玉堃 郭宇傑

徐紹煜

工研院機械所
先進製造技術組
精密光電設備部

謝志璋

工研院機械所
先進製造技術組
精密光電設備部
經理

關鍵詞(Keywords)

- 多孔質氣靜壓軸承 Porous Media Aerostatic Bearing
- 氣靜壓主軸 Aerostatic Spindle
- 可靠度預估 Reliability Prediction

摘要(Abstract)

高速氣靜壓主軸系統為精密機械的關鍵元件，在超精密切削工具機、印刷電路板鑽孔與半導體設備等產業應用甚廣，但由於國內加工能力不足及關鍵零件需仰賴國外大廠，所以國內無法自主建立技術。為了提高氣靜壓軸承的剛性與避免氣槌現象，我們利用多孔質材料製作氣靜壓軸

承，因此在多孔質氣靜壓主軸之開發過程，從系統設計與零組件選用等，導入可靠度技術之過程與做法，完成多孔質氣靜壓主軸系統的可靠度預估。

Aerostatic spindle is one of the key components of precision machinery. It has been widely used in ultra-precision cutting machine tools, PCB drilling machines, semiconductor manufacturing equipment, etc. However, domestic manufacturers are unable to develop this system, instead relying upon importation of key components from foreign manufacturers. It is demanded by domestic manufacturers to establish our own capabilities and technologies for future development. In order to improve the stiffness and load capacity of aerostatic bearing and avoid "air hammer", we use a porous



material as the restrictor of aerostatic bearing. Reliability Technology is integrated to the system design process and parts selection during the development of porous-aerostatic spindle. Reliability of the aerostatic spindle system has been estimated.

1. 前言

台灣在機械產業中，早期都以製造、組裝為主，甚少有自行開發設計之經驗，大多數開發案都是自國外引進相對應的設備機種進行逆向工程，就整體工業環境而言只具備後段生產技術，缺乏完整之產品全程開發設計能力。而在少數的開發案中，為了縮短新產品的開發時程及成本，產品的開發導向往往先以功能性為主，當產品功能達到需求後，公司將設計藍圖畫好就直接投入原型生產，以試驗找問題，等到進入生產與銷售過程才發現設計不良或可靠度不佳等問題，才提出修改建議進行矯正，這個過程需耗費大量的人力和時間，若一開始的設計方向就錯誤，產品可靠度不佳的問題將一直存在，而產品的價值與價格就無法提升。因此，產品於概念定義階段初期就將可靠度需求與作業要求納入產品與製程設計中，並導入現有之可靠度分析工具如：失效模式效應與關鍵性分析 (failure mode and effects analysis, FMEA) 作為前端工程作業，以提供開發產品過程中工程決策支援；導入國外政府與軍方過去所發展之可靠度預估工程技術，其完整的預估資料庫能有效的縮短分析時程，再依據系統的可靠度模型將預估結果帶入，進而得到整體系統

的可靠度預估結果。

高速氣靜壓主軸為精密機械產業中的關鍵元件，除可應用於高階工具機，也應用於其他高精密加工產業如半導體工業之晶圓切割、發光二極體晶粒切割、晶片薄化研磨加工、印刷電路板鑽孔以及玻璃基板循邊切割等，因此氣靜壓主軸技術於高精密之工具機產業應用甚廣。另外，氣靜壓主軸中氣靜壓軸承的製造屬精密機械工業，傳統的生產方式良率低，若能導入可靠度技術於生產程序將是未來發展的趨勢。

2. 多孔質氣靜壓軸承系統

工研院機械所於氣靜壓軸承技術深耕多年，近年則以多孔質陶瓷材料製造及粉體分散化技術，建立以多孔質陶瓷的氣靜壓軸承，提供高精密運動平台及高速銑、鑽、研磨與切割的氣靜壓主軸之多孔質氣靜壓軸承。對於多孔質氣靜壓軸承系統的組成說明如下：

2.1 氣靜壓軸承系統的組成

氣靜壓軸承是藉由外部供壓系統強制地把高壓的氣體送入軸體與軸承面的間隙之中，利用氣體靜壓力來承載負荷，系統中包含有供氣系統、節流器、軸承本體與支承元件(圖 1)，氣靜壓軸承的氣源為空氣，由於空氣中含有固體雜質和水氣，經由壓縮機壓縮後，將汽缸內潤滑油產生之蒸汽帶入壓縮空氣中；同時活塞式壓縮機之活塞運動所提供的氣體壓力，容易產生波動。因此供給軸承的氣體需進行乾燥、過濾和穩壓。

節流器之功用利用其阻抗消耗供氣壓力之

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】396期・105年3月號

每期220元・一年12期2200元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

訂書專線：03-591-9342

傳真訂購：03-582-2011

機械工業雜誌官方網站：www.automan.tw

機械工業雜誌信箱：jmi@itri.org.tw