



工具機恆溫流場模擬分析

Simulation Analysis of Constant Temperature Flow Field
for Machine Tools

駱文傑

國立勤益科技大學
特聘教授兼工學院院長

李坤穎

工研院智慧機械科技中心
智慧機械技術組
工作機械技術部

黃鈞政

國立勤益科技大學
冷凍空調系
研究生

廖彥欣 詹詠超

工研院智慧機械科技中心
智慧機械技術組
工作機械技術部

關鍵詞(Keywords)

- 熱變位 Thermal Deformation
- 流場模擬 Flow Simulation
- 工具機 Machine Tool

摘要(Abstract)

熱誤差是超精密加工機最主要的誤差來源，而在切削加工過程中所產生的溫昇造成的熱變位往往使得加工精度降低及品質不佳。工具機加工時之誤差有 40~70%是由熱變位所造成[1]。由於在工具機的運轉或切削加工過程中很難避免熱的產生，如何預測工具機的溫度變化，進而設計有效的熱管理措施，便是發展超高精度工具機的一項重要任務。

要任務。

本研究針對工具機外部環境區域的溫度分佈進行計算流體力學的模擬分析，透過溫度場的模擬結果與實驗相比對，計算出工件加工的運轉因子對於加工區域流場與溫度場的影響，並找出較佳的風道設計，以確保加工區域氣流與溫度分佈的平穩性，以利提升加工的精度。

Thermal deformation is a main machining error source of ultra-precision machine tools. The thermal deformation caused by the temperature rise generated in the machining process always worsens the machining accuracy and causes the poor quality of products. Forty to seventy percent of machining errors in the machining process are caused by thermal deformation [1]. Since it is very difficult to avoid the heat generated in the operation of machine tools or in machining processes, predicting the environmental



temperature distributions of machine tools and designing effective thermal management measures become important tasks in the development of ultra-precision machine tools.

A simulation software, Fluent ANSYS, was used in this study to simulate the flow fields and the temperature distributions in the external ambient area of a machine tool under different air flow rates and different supply and return ducts design of an air conditioning system. The simulation results showed a good agreement with the experimental data. In this study, a better design for the air conditioning system was proposed in order to assure a stable flow field and thermal stratification in the external ambient area of the machine tool. Through the design, the machining accuracy of the machine tool can be enhanced accordingly.

1. 前言

近幾年來隨著高效率及高精度化的加工需求不斷地提升，工具機在動態加工時精度上的要求也越來越高。然而，在高精度的工具機開始運轉後，環境變異、機件之間的摩擦及加工所產生的熱能，卻是影響工具機加工精度的關鍵因素。工具機熱源種類可分為外部與內部熱源。外部熱源主要包括外在環境與人為影響所造成的溫度變異；內部熱源則是包括機械本體運轉與切削過程中產生的熱，機械本體熱源主要有各軸向馬達、主軸、冷卻系統、導軌或螺桿等運動介面所產生的熱量，而

切削過程產生的熱主要是由刀具與工件之間相對運動以及其所產生之切屑摩擦所造成。不管是外部或是內部熱源，上述各種熱源會以傳導、對流、或是輻射的方式來改變機械結構的熱狀態，致使刀具尖點產生位移而造成所謂之熱誤差。可見其對於工具機加工精度之影響，扮演著絕對關鍵的角色。現今工具機技術發展的重點，即在於如何有效地控制熱變位所導致的誤差。一般而言，最常採用的措施有熱源抑制、熱源隔絕及熱平衡設計等方式。如何有效地控制溫升效應，盡量降低工作組件的熱變位，是設計超高精度工具機的主要項目之一。

一般而言，影響工具機精度的因素包括：機械本身的靜態幾何誤差與動態熱誤差、切削時的刀具磨耗與工件熱變形以及外在工作環境的變異。根據文獻[1]，工具機加工時之誤差有40~70%是由熱變位所造成，因此，工具機熱行為表現的優劣程度，可視為衡量精度與穩定度的重要指標；若熱行為表現具有重現性與穩定性，表示可長時間維持良好加工品質；反之，若工具機的熱行為模式變異過大，則加工品質便難以確保。工具機加工過程中，加工環境的溫度狀況對於加工工件的準確度產生很大的影響。為增進工件的加工準確度，對於工件加工及工具機操作的外部環境的溫度控制將變得相當重要。

過去有關工具機加工區環境溫度控制相關的文獻，金蘇敏、史敏(2006)在空氣場與溫度場的研究[2]，以通用機械研究院的焓差試驗為研究對象，採用了通用計算流體力學(computational fluid dynamics, CFD)軟體求解實驗室內送風過程數學模型，分析探討不同送風風速、不同風口位置、不

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】408期・106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