

工具機熱抑制最佳化技術

Thermal Suppression for Machine Tool Optimization Technology

李坤穎、魏士傑、羅世杰、廖彥欣

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

前言

工具機內藏式高速主軸的軸承元件及馬達組裝設計在密閉式的系統中，散熱不易，現行的方法都是使用冷卻機將冷卻液體送入所設計的冷卻水套中去進行內部散熱的動作。國內工具機設計者對於內藏式主軸馬達熱行為模式與效應並無相對應的分析與規劃且並無確實考慮熱源分佈與變位因素的影響。本技術先建立高精度的多重物理耦合分析去比較不同的內藏式主軸冷卻水套型式對於主軸內部溫昇狀況及主軸變形量，然後應用實驗設計方法 (Design of Experiment, DOE) 進行尺寸最佳化的分析，在相同的冷卻流量、溫度及流體傳熱係數時，找出前軸承冷卻流道尺寸最佳的設計型式，達到冷卻流道設計最佳化的目的。研究中，我們先針對冷卻水套進行要因分析，分析後可知容易控制參數因子並定義出各個因子所適合的參數與水準，最後再依照每個因子與水準搭配著最佳化模擬分析方法來進行相關的分析。最後，利用最佳化分析的結果，來判斷出最適合冷卻流道尺寸的參數組合；利用主效應方法與每個因子之間的相互作用來分析因子與因子之間水準的變化對實驗結果溫度及熱變位數據影響性；利用反應曲面可以進行最後的冷卻流道尺寸的決策，在最後的決策結果上面，也將考量結構尺寸之製造便利性及成本後所要選擇尺寸設計的區域，如此減少不必要的經驗法則試誤法，浪費時間成本以及後續面臨的失敗風險。

工具機熱抑制技術研究發展現況

工具機的進程已經從早期多軸複合化結合高精高速的加工需求，漸漸地朝向智能化發展，但是唯一不變的是高精度的需求。在工具機加工過程中，主軸馬達高速旋轉而產生大量的摩擦熱源，這些熱源會經由熱傳導現象將熱傳至主軸結構而導致結構受熱膨脹，使得加工點產生熱偏移的狀況發生，從而對於加工工件的準確度產生很大的影響，除了必須能夠有效率的帶走主軸的熱以外，還要能夠減少熱傳現象。在現行的主軸上，大多採用油冷流道的方式，而國外對此流道的設計也成為了減少熱誤差的主要技術項目之一。為了降低主軸的熱源，國外許多的研究是透過主軸冷卻水套設計或使用模擬分析方法優化主軸冷卻水套尺寸，甚至考慮到冷卻水套內壁表面粗糙度增加熱傳導的方式來提昇主軸冷卻效率，降低熱源的影響來提昇主軸精度。

工業 4.0 帶動智慧製造浪潮，如何提昇設備稼動率也是重要的一個環節。現行工具機在加工初期，必須經由主軸高轉速運轉進行主軸暖機的階段後，方能進行加工，主要是讓主軸達到熱平衡減少熱變位的誤差。本技術透過一系列的實驗數據建立邊界條件資料庫，使熱、流、固三相耦合分析的精度誤差低 5%，確保更精確的分析結果，更建立以學理方法及實驗數據結合模擬分析工具進行冷卻設計，於設計階段即預知最終熱變位，即時修正避免無法挽救之錯誤，減少試誤成本，在限有的設計空間內導入最佳化技術得到最佳流

更完整的內容

詳見 | 機械工業雜誌 | • 436 期 • 108 年 7 月號

機械工業雜誌·每期 **220** 元·一年 **12** 期 **2200** 元

線上訂購網址：<https://www.automan.tw/magazine/orderMag.aspx>

付款方式

1. 郵局劃撥—戶名：財團法人工業技術研究院機械所 帳號：07188562
請於劃撥單的通訊欄寫明：購買期數、金額等
2. 匯款資料—兆豐國際商業銀行新竹分行(代號 017)
帳號：203-07-02288-0 戶名：財團法人工業技術研究院
3. 信用卡—請填寫信用卡 [訂購單](#)

麻煩您將 繳款收執 或 信用卡刷卡單 傳真至 (03)582-2011，我們會盡快處理您的訂單並開通權限，再次感謝您的支持與愛護。

訂書專線：03-591-9339 傳 真：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

機械工業雜誌 優惠訂購單

訂閱一年 **12** 期

\$ 2200 / 續訂戶 \$ 2000

好禮二選一

- A** 史欽泰墨寶帆布袋
- B** 工研院機械所無人車USB (8G)

訂閱紙本+電子雜誌

\$ 3000 原價 \$ 4400

一年12期

- 贈送
- A** 史欽泰墨寶帆布袋

訂閱二年 **24** 期

\$ 4000 / 續訂戶 \$ 3600

好禮四選二

- A** 史欽泰墨寶帆布袋
- B** 工研院機械所無人車USB (8G)
- C** 工具機叢書任一本
- D** 智慧機械人叢書任一本

限量專屬精品送給您



A



B



C



D