

液靜壓軌道直度對於溫度和流量參數最佳化

Effect of Hydrostatic Guide Rail Straightness on the Optimization of Coolant Temperature and Flow Rate Parameters

魏士傑^{1*}、李坤穎²、羅世杰¹、廖彥欣¹

¹ 工研院智慧機械中心 智慧機械技術組 工作機械技術部 副工程師

² 工研院智慧機械中心 智慧機械技術組 工作機械技術部 工程師

前言

液靜壓軌道是精密工具機的核心零件，軌道的運動直度會影響定位精度和加工誤差，所以直度是機台精度重要指標之一。本研究為了提高軌道的運動直度，使用實驗設計方法（Design of Experiment, DOE）最佳化影響因子參數，在進給行程 450 mm 的軌道，最佳化後直度為 0.18 μm ，達到精密工具機等級，其相關因子參數設定可提供業界在液靜壓軌道設計上參考。

直度最佳化實驗設計

液體靜壓軌道是在導軌面注入液壓油並建立起壓力油膜，導軌面是液體潤滑，因此它具有高直度的均化效應、低摩擦阻力和無黏滯滑移效應，但液體潤滑也帶來相應的缺點，軌道進給時液體剪切力會造成液壓油發熱，高壓液壓油在油泵和節流器都會產生發熱，高溫液壓油會造成軌道和工作台變形，進而影響軌道直度，由於在液體靜壓軌道運轉過程中很難避免熱的產生，如何預測軌道的溫度變化，進而設計有效的熱管理措施，是發展超精度工具機的一項重要任務。

本研究主要採用 DOE 方法進行實驗，是將軌道熱變位抑制到最低的實驗目標，採用全因子三水準設計計劃，當實驗確實需要考量較多的交互效應，且量測實驗無試件消耗問題，通常選擇採

用全因子設計。全因子設計最關鍵為選定因子和確認水平，我們先針對軌道直度進行要因分析，分析影響效果的可能因子要素，產生因子相關性魚骨圖，整理後可知容易控制參數因子為 1. 液靜壓油溫 ;2. 冷卻油溫度 ;3. 冷卻油流量 ;我們選用這三個因子為實驗主要參數，針對液體靜壓軌道因運轉中所產生的熱源造成的直度變化進行分析，在導軌使用嵌入式冷卻流道，來對進給時產生的熱源進行熱交換冷卻的動作，供油系統產生發熱使用冷卻機針對液壓油進行熱抑制，來達到熱誤差抑制的目的。

我們按照實驗設計表格進行全因子實驗，是指全部因子的所有水準的所有組合都至少要進行一次實驗，由於包含了所有的組合，全因子實驗所需實驗的總數會較多，但它的優點是可以估計出所有因子的主效果和交互效應。實驗使用 Renishaw XL-80 Laser system 雷射量測系統來量測記錄直線度精度，量測行程為 450 mm，每 90 mm 量測一點。實驗得到的數據利用 MINITAB 軟體進行處理，利用柏拉圖 (Pareto Chart of the Standardized Effects) 的分析手法，可以找到較大主要因子和交互效應，只要針對這些貢獻度較大的主要因子來處理，由柏拉圖中我們可以判斷，液靜壓油溫和冷卻油溫度都是顯著因子，冷卻油流量卻是影響不大，其他不顯著的效應改進模型

更完整的內容

詳見 ■ 機械工業雜誌 ■ · 431 期 · 108 年 2 月號

機械工業雜誌 · 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

匯款帳號：兆豐國際商業銀行新竹分行(代號 017)，帳號/ 203-07-02288-0

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