

工具機機電模擬分析技術與應用

Design and Analysis of Servo Control Loop Simulation Technology for Machine Tools

王仁傑¹、廖建智²、何筱晨²、林政傑³

¹ 工研院智慧機械科技中心 智慧製造技術組 智能化機器技術部 經理

² 工研院智慧機械科技中心 智慧製造技術組 智能化機器技術部 工程師

³ 工研院智慧機械科技中心 智慧製造技術組 智能化機器技術部 副工程師

前言

本技術著重於將所建立之模擬分析流程整合為設計者便於使用的人機介面專用模組，設計者僅需建構開發機台結構之受控體模型，搭配模組內建 FANUC 系統常用馬達參數資料庫，包含馬達型號 :aiF8、aiF12、aiF22、biS22 及 biS30，可直接進行工具機整機伺服迴路搭配機台結構響應預測機台頻域及時域的動態表現，並探討透過修改

系統之慣量與機台結構的自然頻率，對於工具機整機頻域及時域的動態表現之影響，有效將機電整合模擬分析技術應用於工具機設計開發。

工具機機電模擬分析技術與應用

本技術針對工具機整機系統將所建立之機電模擬分析流程整合為設計者便於使用的人機介面專用模組設計者僅需建構開發機台結構之受控體

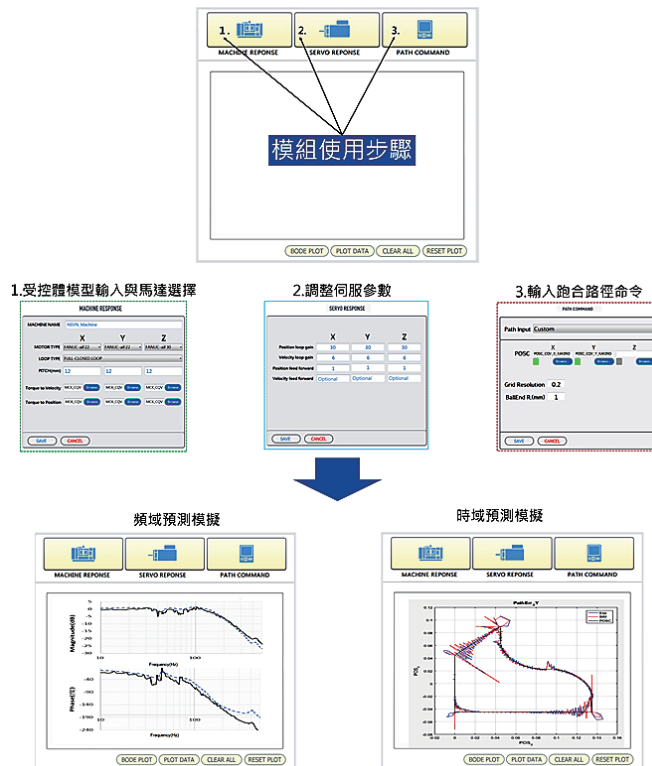


圖 1 模組使用流程說明

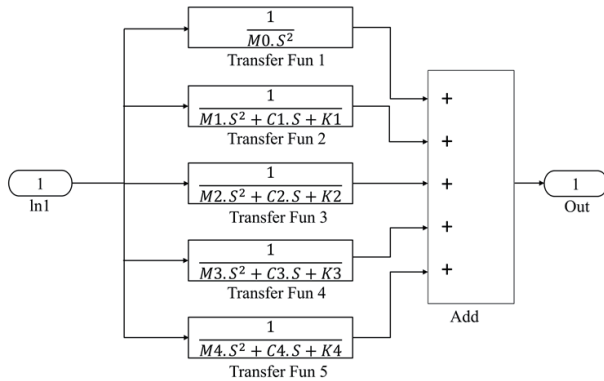


圖 2 受控體模型

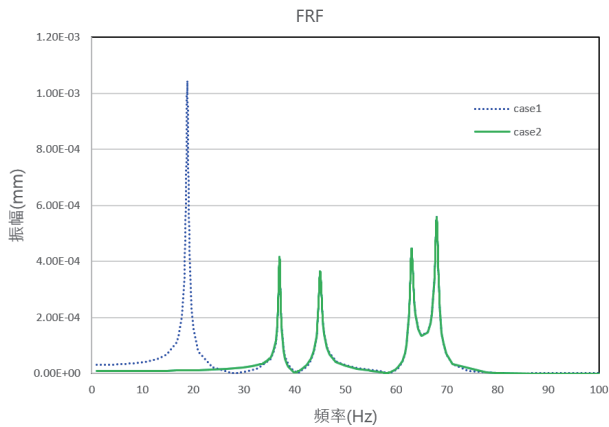


圖 3 受控體僅第一個自然頻率由 18 Hz 提升至 37 Hz

(註 Case3 僅改變總慣量 其 FRF 與 Case1 相同)

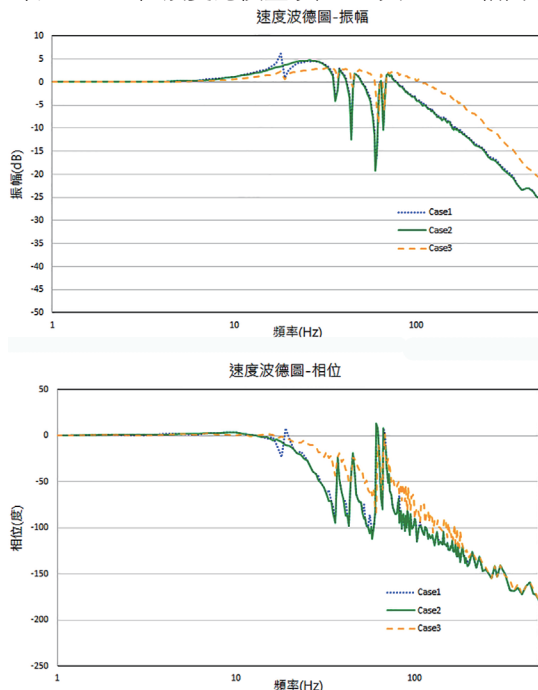


圖 4 三組不同受控體速度波德圖表現

模型，並將其等效為多組各頻率下之質量 - 阻尼 - 剛性轉移函數，而在馬達伺服迴路方面目前模組已內建 FANUC 系統常用馬達參數為資料庫，包含馬達型號 :aiF8、 aiF12、 aiF22、 biS22 及 biS30，若為資料庫中沒有之馬達型號則可使用馬達參數鑑別模組進行實驗比對得到馬達參數，整合上述兩項模型即可利用工具機頻域分析模組及工具機時域分析模組進行速度與位置波德圖及空跑運動包含 1. 直線、2. 循圓與 3.KAKINO 軌跡的刀尖相對工作台位移或振動之預測，如圖 1 所示。

機電整合模擬模型之受控體，包含機台結構與進給馬達系統，可將其等效為一組質量參數與多組各頻率下質量 - 阻尼 - 剛性參數之轉移函數，如圖 2 所示，第一組質量參數是以機台結構與馬達的加總慣量代表，其餘參數則是以馬達為激振源對機台結構進行掃頻而得的頻率響應函數並以多組各頻率下的質量 - 阻尼 - 剛性參數表示。

接著以三組不同受控體的轉移函數進行時域與頻域表現的比較，第一組為原始對照參數，機台結構與馬達的加總慣量為 $0.0115 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ ，第一個自然頻率為 18 Hz，第二組僅提升第一頻自然頻率至 37 Hz(提升約 48%)，如圖 3 所示，加總慣量不變，第三組降低機台結構與馬達的加總慣量至 $0.0055 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ (降低約 52%)，其餘質量 - 阻尼 - 剛性參數不變，總比較參考表 1。

首先利用模組進行速度波德圖之比較，在相同的速度增益下，只有 Case3 符合在控制頻寬內振幅皆小於 3dB 的標準，亦即慣量較小的系統設計可有較高的速度增益，如圖 4 所示。

接著利用模組進行以不同加速度 0.1 G 與 0.5 G 跑合單軸直線軌跡並比較其跟隨誤差 (POSF-POSC)，在加速度 0.1 G 時整機系統尚未被激發出自然頻率故跟隨誤差僅與系統總慣量有關，機台

表 1 三組不同受控體之比較表

	機台結構與馬達的加總慣量 ($\text{kg}\cdot\text{m}^2$)	第一個自然頻率 (Hz)
Case1	0.0115	18
Case2	0.0115	37
Case3	0.0055	18

更完整的內容

詳見 | 機械工業雜誌 | · 437 期 · 108 年 8 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