



CNC工具機製程診斷 及優化技術

Technology of Diagnosis and Optimization in CNC Machine Tools

許志源

曾郁安

張鈺翎

工研院智慧機械科技中心
智慧機械技術組
智能化機器技術部

梁碩芃

工研院智慧機械科技中心
智慧機械技術組
智能化機器技術部
經理

關鍵詞(Keywords)

- 智能化工具機 Intelligent Machine Tools
- 刀具路徑擷取 Tool Path Acquisition
- 切削力優化 Cutting Force Optimization

摘要(Abstract)

工研院所開發的 SpeedPro 製程優化軟體，可依照加工機台的動力特性及使用者需求條件，調整製程程式的參數，達到保護高價零組件及發揮製造設備最大產能的目的。

SpeedPro 可結合切削動力學與最佳化方法，計算出加工路徑上每點的刀具/工件受力狀況，規劃出加工路徑上每一點的最佳進給率，穩定刀具

及主軸之負載；同時，也提供線上加工程式診斷機制，讓工程師不需返回電腦輔助製造(Computer-aided manufacturing, CAM)軟體，即可於現場機台進行製程診斷及優化作業，改善現有製造產業之生產效率。

SpeedPro developed by ITRI is a Process Optimization Software which can protect expensive machine components and improve the productivity of CNC through parameters adjustment. It can be deployed on machine tools to allow process simulation and machining optimization of tool path. The advantages of SpeedPro are summarized as follows: the functionality to simulate processes on machine tools prior to actual machining; the ability to simulate material removal and update part geometry; and the capability to evaluate machining performance



and display cutter and spindle loading, optimize feed rate of the process, and take corrective actions to eliminate machining failures without utilization of CAM (Computer-aided manufacturing) software. Overall, it can reduce scrap parts and production cycle time.

1. 前言

因應航空產業走向節能、省碳的大趨勢，零組件必須兼具輕量、安全、可靠等嚴苛要求，因此，多數航太零組件廠商會將整塊胚料直接加工，切削出極為複雜的曲面結構件，且切削移除量往往超過九成。

倘若工具機使用一般的電腦輔助製造軟體，多只考慮工件的幾何精度(尺寸)，而未考慮切削力(施力)對製程的影響，往往會造成刀具、工件、機台的損壞，在此情況下，必須仰賴專業技師的經驗以及不斷嘗試錯誤，才能找出最佳製程參數。

工研院-智慧機械科技中心所開發 SpeedPro 製程優化軟體，可依照加工機台的動力特性及使用需求條件，調整製程程式的參數，達到保護高價零組件及發揮製造設備最大產能的目的。

SpeedPro 結合切削動力學與最佳化方法，計算出加工路徑上每點的刀具/工件受力狀況，規劃出加工路徑上每一點的最佳進給率，穩定刀具及主軸之負載；同時，也提供線上加工程式診斷機制，讓工程師不需返回 CAM 軟體，即可於現場機台進行製程診斷及優化作業，改善現有製造產業之生產效率。

最典型的應用案例，就是航太產業中的金屬

渦輪葉片，這是同業間競爭狀況最為激烈的產品，如何透過最有效率的生產方式以縮短加工時間，將是爭取顧客訂單的關鍵要素；同時，如何避免加工過程中的疏失，如高單價胚料毀損、刀具與昂貴機台損壞等，也是廠商維持獲利的至要關鍵。

只要導入 SpeedPro，便可在葉片加工前，完整預測加工路徑之切削力與主軸負載等變化，進而在 NC 加工路徑規劃時考慮切削力的變化，藉由進給率控制方式，以達到穩定切削力，並確保加工過程的效率及穩定性，改善現有製造產業之生產效率。

2. 製程優化技術及其應用

2.1 傳統製程規劃所遭遇問題

市售電腦輔助製造套裝軟體雖然可以根據產品幾何外型計算出加工程式，卻無法保證加工程式的效能與安全性，導致加工階段常發生刀具斷裂、工件損壞、設備損壞或加工效能低落等問題。圖 1 為一鋁輪圈之加工案例，此案例中 CAM 工程師規劃之 G code 僅考慮幾何精度須到達客戶要求，而其中未考慮到切削力狀況，導致加工過程中刀具承受不住負載，輕則發生刀具發生斷裂問題，嚴重則致使高價工件毀壞而無法修復。

2.2 製程優化目的

解決市售套裝軟體僅具備幾何運算功能，無法計算切削力，也就因此無法協助使用者找出最好的進給速度(刀具相對於工件的運動速度)。

製程診斷及優化技術在於提供一個簡易的使用情境，只須簡易幾個按鈕就可以透過切削力學

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】404 期・105 年 11 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