



# 聲紋監控技術 於智慧加工應用之現況

The status of smart machining process  
under voiceprint monitoring

羅佐良

工業技術研究院  
機械所  
智慧機械技術組

陳羿銘

工業技術研究院  
機械所  
智慧機械技術組

蕭錫鴻

工業技術研究院  
機械所  
智慧機械技術組  
經理

吳豐泰

逸奇科技股份  
有限公司  
專案經理

## 關鍵詞

- 顫振 chatter
- 時頻分析 Time-Frequency analysis
- 聲紋監控 Voiceprint Monitoring

## 摘要

機械切削加工時產生之震動與噪音量值大小與切削穩定性亦有極大的關連，當切削發生顫振(chatter)時，機器會產生極大之振動量，同時也會伴隨一固定頻率之噪音，切削表面會有明顯之不良紋路。顫振紋路之發生常常起因於重切削條件下加工，由於刀具、工件、切削條件、夾治具或夾持等因素之不良狀況所引起，此類問題往往

可以憑有經驗之加工者透過聽聲音的判斷而獲得解決，但會因人而異。

本研究利用聲紋展開代替人耳判斷是否有加工顫振的現象發生，藉此未來如果在加工過程未產生顫振則可適當的加快切削加工速度，若產生顫振則自動加(減)切削條件用以避開顫振點，如此可以致使切削條件保持再最佳的狀況，提昇切削效率，並避免因人而異的切削條件導致加工效率降低的現象。目前已完成軟硬體撰寫與配置，初步測試已具有相當良好的成效，目前正繼續朝向提高穩定性與可靠度方向努力。

## 1. 序論

目前聲音檢測在機械加工產業中，扮演著重要的角色。但是基於計算機運算速度的限制以及



演算法的解析度不佳，只能使用人耳判斷不正常聲音，無法利用 IT 工具輔助。不但需要長久經驗的累積，並且容易受到主觀意識的影響，所以聲音檢測一直無法有良好的突破。此外，工具機迴轉組件所產生的振動噪音，隱含各式各樣隨時間或轉速而變化的微細頻率，而傳統的頻譜分析無法提供頻率隨著時間變化的情形，因此，一般的頻譜分析無法有效地在特徵頻率的位置檢測出故障特徵頻率，必須透過其他的分析方式檢測，例如時頻分析之離散短時間傅立葉轉換所產生的時頻圖可以增進動態頻率的解析，進而顯現不同狀態下，機械運轉的微細差別，因此廣泛用於旋轉機械的故障診斷上[1,2]。另針對非線性的旋轉運動，黃鏢法(Hilbert-Huang Transform) [3]提供了不同的時頻解析，相較一般的時頻分析，在很多的情形下會有更好的頻率解析度。基本上，時頻分析與傳統的頻譜分析，多了時間軸的資訊，可以判斷其機械聲紋。若能透過聲音檢測實驗，將可以建立各種損壞狀況的特徵聲紋時頻圖，並建立起品質知識庫。但是如振動頻譜分析，如何解讀聲紋模式之時頻圖所呈現頻譜變化之意義依然是最重要的問題。聲紋特徵所呈現之力學意義與結構組件之關係必須適當建立，才能提供據以判斷聲紋變化所顯示機器狀態異常之來源。同時，若能建立結構組件特性與工具機聲紋模式之相關性，將可提升聲紋檢測之應用價值。未來工具機出廠前，只需要依照標準實驗流程，量測並分析聲紋，就可以像照 X 光片一樣，以非破壞方式診斷機械品質狀況，若是出現品質問題，也可以直接比對知識庫，診斷不良品的不良發生原因。針對工具機狀態檢測，大都以振動實驗為基礎。本

研究藉由機台加工產生之聲紋時域頻譜中，具有顯著變化區域或過大振幅之特徵值作為驗證依據。若能獲得預期結果，將可建立創新型之加工分析驗證或線上加工監測模式。較諸於振動頻譜分析，將音頻或聲紋檢測方式在應用在工具機進給機構之檢測將更具方便性與優越性。

切削顫振現象是因為工具機結構的一種動態特性 (Dynamics of machine tool structure) 以及切削動態特性 (Cutting process dynamics) 所耦合而成的自激性振動現象，此自激振性動可視為工具機結構之動態不穩定現象，其可分為三種基本之機制：

### 1. 再生性顫振(regenerative chatter)

因刀具之振動，在切削過後會在工件表面上留下切削紋路，當切削到上一次切削時所留下之紋路時，若兩者之間有相位差為一適當值時，將會使切屑深度產生變化，進而造成切削力之變化，使刀具與工件產生振動，而影響未削工件之切屑厚度，動態切削力對刀具運動路徑構成一個類似磁滯效應之封閉曲線且提供能量給切削系統，當所提供的能量大於切削系統本身的阻尼吸收能量時，系統就處於不穩定的狀態，從切削剛性(cutting stiffness)來分析顫振，發現此種顫振之影響遠大於結構模態耦合型顫振及摩擦型顫振，因此切削顫振之分析，均以針對再生性顫振。

### 2. 結構模態耦合型顫振 (mode coupling chatter)

此顫振發生在兩個自由度以上之切削系統，此切削系統是由兩條不同剛性之彈簧連結一個質量所構成。假設此兩條彈簧方向為互相垂直。該

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】348期・101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](http://www.automan.tw)