

105 年「機電工程專題競賽與成果展」

作品中文名稱：車削振動音頻採集與材質辨識

作品英文名稱：Lathe Vibration Frequency
Measurement and Material Identification

中山大學/機械與機電工程學系/ 高嘉駿/B023022054

指導教授：林哲信

主辦單位：國立中山大學機械與機電工程學系

一、摘要

本研究採用貼近式音頻採集方法，將小型電容式麥克風直接貼附在車床之車刀上，並搭配訊號處理電路，建立加工時車刀振動的感測系統，分析加工不同材質時所產生的信號，並比較建立材料性質與訊號之關係，且加以量化，以建立利用振動信號回推材料性質的系統；此系統因使用振動感測獲取即時加工情況而可做為具即時性的檢測系統與安全保護裝置，同時材料性質檢測本身亦可做為品管的依據。

關鍵字：麥克風、震動、工具機

二、動機與目的

自從工業4.0的概念被提出之後，各國紛紛投入並發展此自動化智能工廠的相關技術包含：通訊、感測、監控、大數據分析、雲端運算等等；而在此智能化工廠中感測器技術為連結工廠實際情形與電腦運算之重要技術。

工具機是現代工業生產製造必備之工作機台，其在運作時所產生的震動和加工情形有著密切的關係，而近年來在工具機智能化技術的發展中，振動感測系統為一重要之感測系統，並應用於顫振偵測、損壞判斷、壽命預估、維修預警等以異常狀況排除為目的之應用[1]。

而本計畫基於此技術以簡便之感測架構，監測機具運作時所產生的振動情形，並認為此訊號可用於評估所切削工件材料性質，甚至更進一步去分辨多層結構或性質不均勻的材料之交界面，而於此同時保有原本的異常監測之能力[2]。

三、研究內容

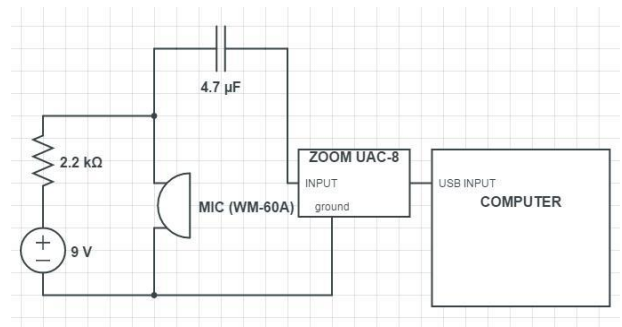
本研究由三部分所構成。分別為振動量測系統的建構、車床切削震動的實測，以及實測信號與切削情形之相關性分析。

● 振動量測系統的建構

量測系統的建構包含：麥克風於車刀之架設與固定，以及其供電與訊號擷取系統；關於麥克風架設部分：我們選用了小型電容式麥克風做為我們的感測元件，並利用絕緣膠帶以緊貼的方式將其固定於車刀之背面(圖一)，這麼做除了可以減少外界干擾，同時也能更直接的接收振動訊號；在麥克風供電與訊號擷取系統部分：使用9伏特電池供應電力，並以簡單的電阻電容等被動元件組成感測電路，並將訊號連接至訊號擷取系統(圖二)；訊號擷取方面使用ZOOM UAC-8作為類比數位轉換器將所接收之振動訊號轉入電腦進行進一步的分析。



圖一 實際感測器裝設圖



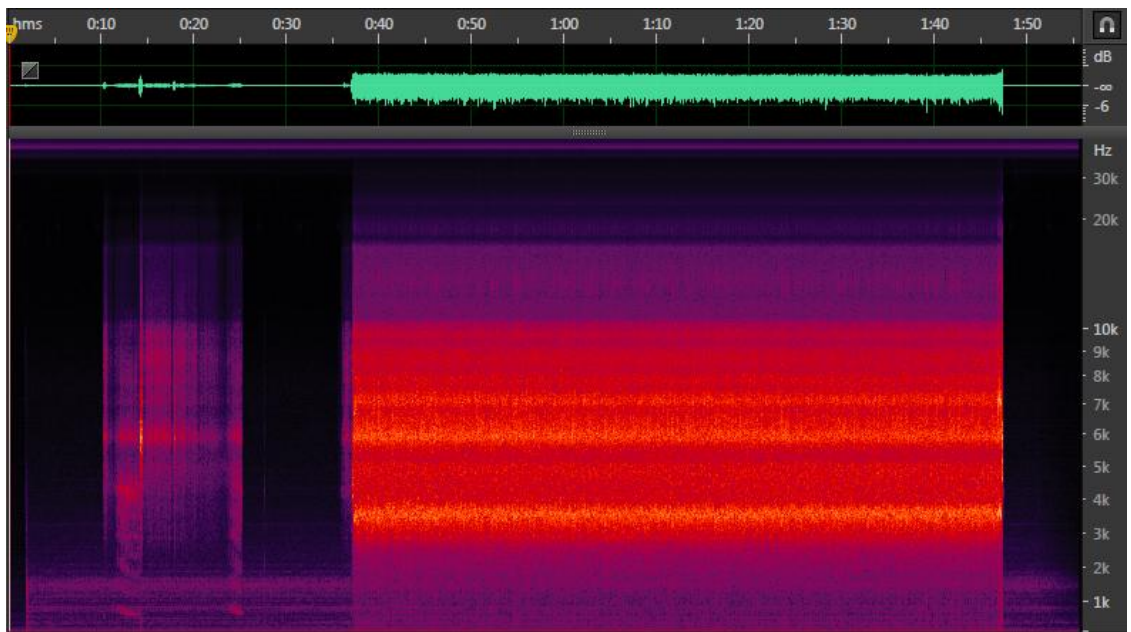
圖二 震動訊號截取系統示意圖

- 車床切削震動的實測

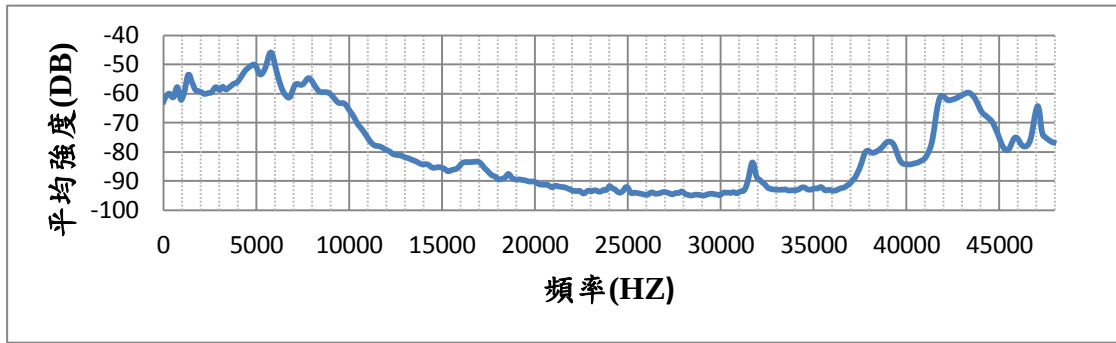
實測方面，我們探討不同型號之車刀與工件材質在切削時所產生之振動訊號差異，並檢視不同切削條件、情形下之訊號變化。為此使用K-10與M-20兩種型號之車刀進行黃銅與鋁在330、490、650與950RPM四種轉速下的切削，而切削條件將以(車刀型號, 工件材質, 轉速, 進刀量)表示。

- 實測信號與切削情形之相關性分析

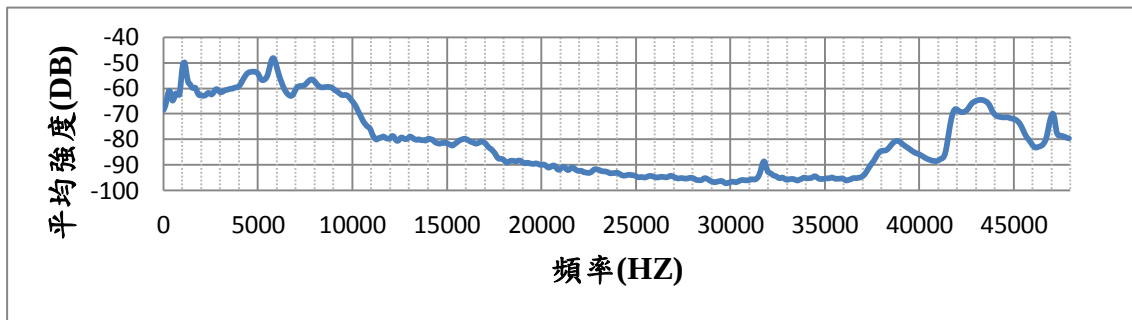
信號分析部分，首先將震動訊號以音頻形式儲存，並對其進行短時距傅立葉轉換(Short-Time Fourier Transform, STFT)將其轉為頻譜，再更進一步對頻譜中切削部份之訊號進行積分並取平均求得切削時各頻段訊號之頻率響應圖，最後以此為基礎進行分析。



圖三 切削黃銅之震動音頻訊號與其頻譜圖(M-20,黃銅,330RPM,1mm)

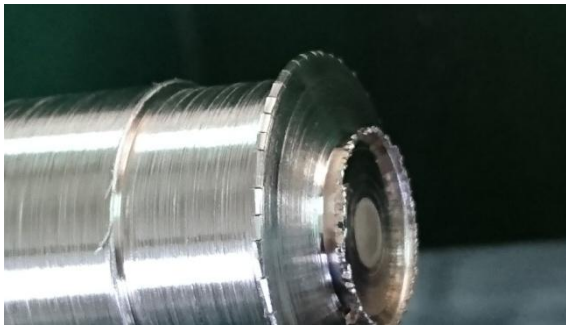


圖四 切削黃銅之震動音頻平均頻率響應圖(M-20,黃銅,330RPM,1mm)

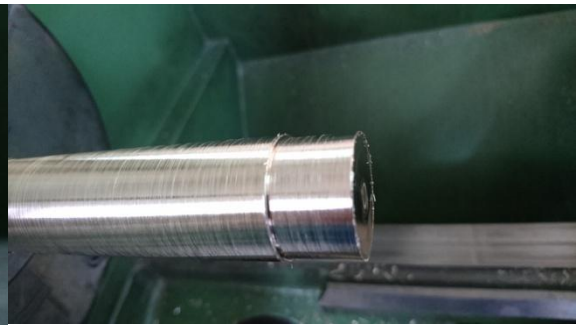


圖五 切削鋁之震動音頻平均頻率響應圖(M-20,鋁,330RPM,1mm)

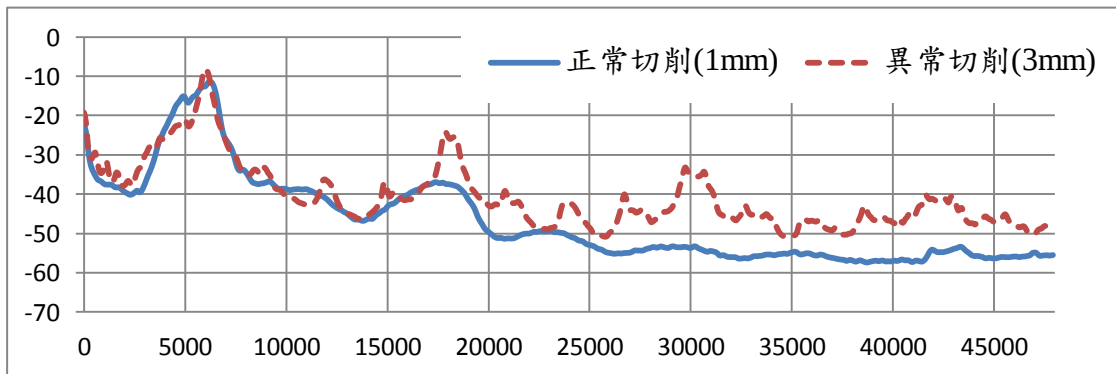
由震動頻率響應圖可看出，相較於黃銅在進行鋁的切削時在1Khz附近有一明顯的高峰達-50db(圖四、圖五)。同時在黃銅切削異常時能觀察到明顯異常的頻率響應且其與實際加工情形有著密切相關(圖六、圖七、圖八)。



圖六 異常切削下之黃銅表面



圖七 正常切削下之黃銅表面



圖八 切削黃銅之震動音頻平均頻率響應圖(K-10, 黃銅, 330RPM)

四、 結果與討論

本次研究的結果顯示，以麥克風進行貼近式音頻採集作為車床之震動感知元件，不但能保有以往利用加速度規、位移計等元件之異常監測之能力，同時能更進一步量測車削不同材質時之震動頻率響應。且具有小型化、易於架設且可應用於各式會產生震動的工具機上等優勢而有發展潛力。

未來本研究將更進一步探討震動頻譜與工件表面粗糙度之相關性，同時增加工件材質種類並建立資料庫，及量測刀具受損情況下之震動頻譜等等，以發掘出此一震動感測元件應用於工具機之可能性與多工性。

五、 致謝

本團隊特別感謝科技部提供這一個機會，讓本次的研究可以盡情發揮。同時也謝謝國立中山大學機電系林哲信博士，在研究過程中為我們提供前進的方向與解決問題的想法。另外也感謝林哲信博士所帶領的生醫機電實驗室以及機電系實習工廠，為本研究提供類比數位轉換器、車床等等的儀器設備；同時感謝生醫機電實驗室裡學長姐們與工廠技工的耐心指導，特別是張先生不厭其煩的指導我使用車床，以及君敏學姐與瑋星學長在訊號截取與分析上的技術指導及潤稿，使本研究可以順利進行直到開花結果。

六、 參考文獻

- [1] 羅佐良；陳羿銘；蕭錫鴻；吳豐泰 機械工業 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 348 2012.03[民 101.03] 頁 95-113
- [2] Doebbling, Scott W., Charles R. Farrar, and Michael B. Prime. "A summary review of vibration-based damage identification methods." Shock and vibration digest 30.2 (1998): 91-105.