



晶圓機器手臂 振動分析

MORE INFORMATION

886-2-27941010

sales@quan.com.tw

@QUAN

ABOUT US

助成國際成立於2002年，我們專注在無線電傳輸方案開發以及工業物聯網領域。

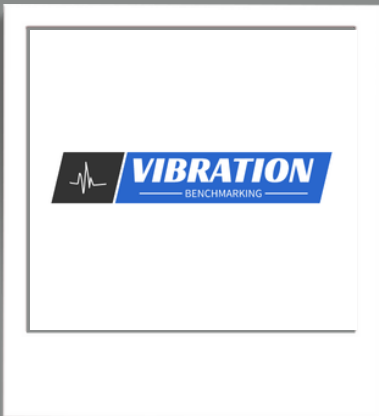
我們的產品包括無線傳輸器、匣道器、感測器和控制器，並承接電子產品的設計及製造工作。

CATALOG

- ① 振動分析技術概覽
- ② 短時傅利葉分析STFT
- ③ 小波轉換Wavelet Transform
- ④ 短時傅利葉轉換STFT的應用
- ⑤ 使用DWT對軸承做分析

振動分析技術概覽

OVERVIEW OF VIBRATION ANALYSIS TECHNIQUES



基準檢測

BENCHMARKING

收集並建立機器人在正常操作期間的振動資料基準 (BASELINE)。這個基準可作為參考，用於識別任何偏差，這些偏差可能表明機器人的磨損、錯位或其他影響機器人性能的問題。



時域分析

TIME DOMAIN ANALYSIS

分析平均值、標準差、均方根 (RMS)、峰度和偏度等時域特徵，以檢測振動資料中的異常模式或趨勢。這些特徵可以說明識別可能影響機器人操作的機械問題或故障。



頻域分析

FREQUENCY DOMAIN ANALYSIS

使用傅裡葉變換或快速傅利葉變換 (FFT) 將振動資料轉換到頻域。分析功率譜密度 (PSD)、頻譜中心、頻譜頻寬和頻譜截止頻率，以識別振動信號中的主導頻率和諧波成分。這有助於檢測與特定機械元件的問題。

振動分析技術概覽

OVERVIEW OF VIBRATION ANALYSIS TECHNIQUES



時頻域分析

TIME-FREQUENCY DOMAIN ANALYSIS

使用短時傅利葉變換 (STFT)、小波變換或HILBERT-HUANG變換 (HHT) 等技術，獲取振動資料的時頻表示。這有助於識別非平穩或瞬態問題(NON-STATIONARY OR TRANSIENT ISSUES)，例如衝擊事件或機器人運動的突然變化。



統計和機器學習技術

STATISTICS AND MACHINE LEARNING

應用自相關和互相關等統計方法，研究不同感測器或通道之間的週期性和關係。使用機器學習演算法，識別機械問題或故障的模式或事件。考慮使用深度學習技術，如卷積神經網路或循環神經網路，進行自動特徵提取和模式識別。



狀態監測和預測性維護

CONDITION-BASED MONITORING

持續監測機器人的振動資料，並利用分析得到的資訊，主動安排維護或修復工作。這有助於最大程度地減少意外停機，並延長機器人的使用壽命。

短時傅利葉分析

SHORT-TIME FOURIER TRANSFORM

短時傅利葉變換 (SHORT-TIME FOURIER TRANSFORM，簡稱 STFT) 是一種時間-頻率分析方法，它可以為振動信號提供時頻表示。STFT 是一種適用於非平穩信號分析的方法，因此對於晶圓機器人的振動分析非常有用，尤其是在研究機器人在執行不同任務和運動時的振動特性時，可能會受到各種不同頻率的振動影響。STFT 可以幫助我們識別這些頻率成分以及它們在時間上的變化。

以下是如何應用 STFT 分析晶圓機器人振動信號的步驟：



將振動信號劃分為重疊的時間段

VIBRATION SIGNAL INTO OVERLAPPING TIME SEGMENTS

將整個振動信號分割成小的、重疊的時間窗口。每個視窗內的信號都可以看作是在一個較短的時間範圍內的信號。通常使用滑動視窗法來實現這一步驟。



應用窗函數

WINDOW FUNCTION

為了減小截斷誤差並降低洩露效應，可以在每個時間視窗上應用一個窗函數。常見的窗函數包括漢明窗(HAMMING)、漢寧窗(HANN)和黑曼窗(BLACKMAN)等。

對每個時間窗口執行傅利葉變換：對每個時間視窗的信號執行傅利葉變換，從而得到該視窗內信號的頻率成分。這樣可以得到振動信號在各個時間段的頻率特性。

生成時頻譜：將各個時間視窗的傅利葉變換結果組合成一個二維陣列，其中橫軸表示時間，縱軸表示頻率，陣列的值表示振動信號在給定時間和頻率上的能量。這個二維陣列就是振動信號的時頻譜。

通過應用 STFT 分析晶圓機器人振動信號，可以觀察到在不同時間和頻率上的振動成分，從而更好地識別潛在的機械故障或異常運動。例如，STFT 分析可能揭示在機器人執行特定操作時出現的突發衝擊事件，或者發現某些頻率成分隨時間變化的規律。這有助於優化機器人的性能，確保半導體製造過程的順利進行。

小波轉換

WAVELET TRANSFORM

小波轉換是一種時頻分析方法，可以有效地用於分析晶圓機器人的振動信號。與短時傅利葉變換 (STFT) 不同，小波變換使用小波作為基函數，將振動信號分解成不同的尺度和時間平移。這使得小波變換能夠在時間和頻率域中都具有良好的解析度，同時捕捉到高低頻資訊。小波變換特別適用於分析非平穩和瞬態信號，因此適合研究晶圓機器人在執行各種任務和運動時的振動特性。

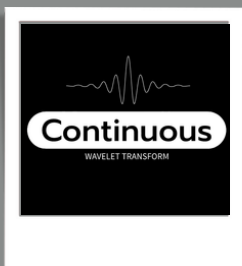
以下是如何將小波變換應用於晶圓機器人振動信號的方法：



選擇合適的母小波

CHOOSE THE RIGHT REFERENCE WAVELET

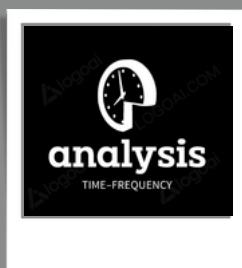
首先選擇一個母小波，其形狀類似於您希望在振動信號中檢測的特徵或模式。常見的母小波包括HAAR、DAUBECHIES、MORLET 和 MEXICAN HAT 小波。



計算連續小波變換

CONTINUOUS WAVELET TRANSFORM

通過將振動信號與母小波的縮放和平移版本進行卷積，計算CWT。這將得到信號的時頻表示，其中橫軸表示時間，縱軸表示頻率（或尺度），陣列的值表示給定時間和頻率下信號與小波之間的相關性。



分析時頻表示式

TIME-FREQUENCY ANALYSIS

通過檢查CWT的時頻表示式(REPRESENTATIONS)，可以識別振動信號中特定頻率分量或瞬態事件的存在。CWT中的高值表示信號與小波在該時間和頻率下具有較強的相關性，表明存在您要查找的模式或特徵。



離散小波變換

DISCRETE WAVELET TRANSFORM

DWT是CWT的離散版本，它將信號分解成一組分層的近似和細節係數。與CWT相比，DWT在計算上更為高效，適用於分析非均勻採樣的信號。然而，與CWT相比，它提供了較不詳細的時頻表示。

將小波變換應用於晶圓機器人振動信號有助於識別瞬態事件、頻率內容的突然變化或信號中的局部特徵。這有助於更好地檢測機械故障或異常運動，從而優化機器人性能並使半導體製造過程更加順暢。

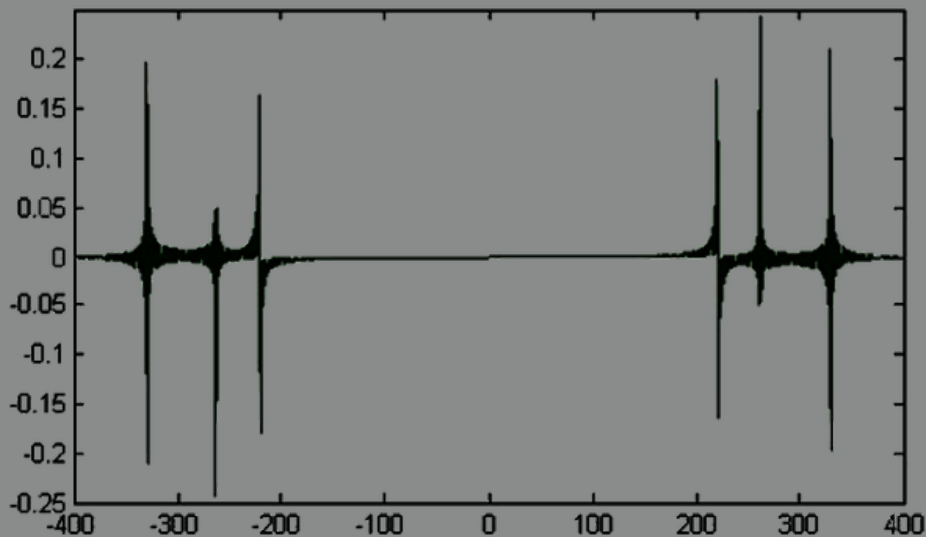
短時傅利葉轉換STFT的應用

APPLICATION OF SHORT TIME FOURIER TRANSFORM

假設有一個機器手臂，在不同時點(不同動作)下，震動的數學式如下：

$$x(t) = \begin{cases} \cos(440\pi t); & t < 0.5 \\ \cos(660\pi t); & 0.5 \leq t < 1 \\ \cos(524\pi t); & t \geq 1 \end{cases}$$

則其傅利葉和短時傅利葉的結果如下圖：



短時傅利葉轉換則得到了不同時間下，頻率的變化狀況。橫軸為時間，縱軸為頻率。

因此可以將機器手臂不同時點的特性分開來做評估和判斷。

使用DWT對軸承做分析

DISCRETE WAVELET TRANSFORM ANALYZES BEARINGS

上圖是健康的軸承小波轉換出來的圖形，下圖則是有腐蝕的軸承小波轉換後的圖形。兩者有顯著的差異。

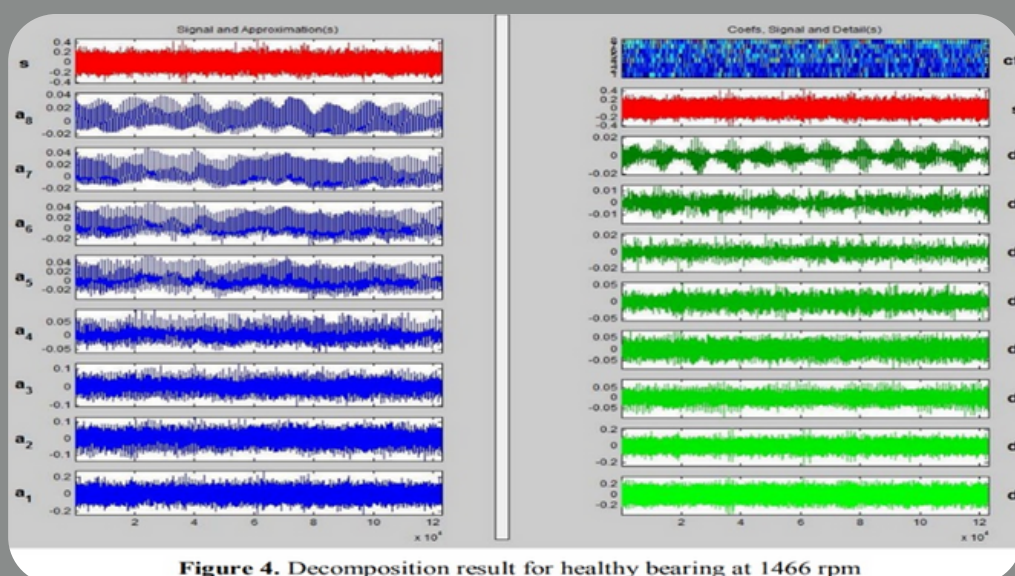


Figure 4. Decomposition result for healthy bearing at 1466 rpm

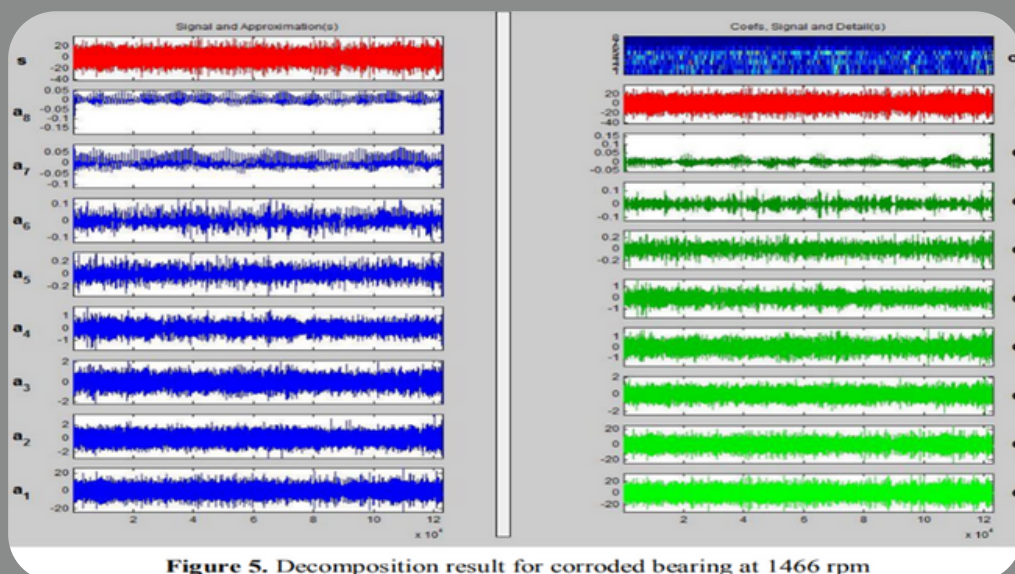


Figure 5. Decomposition result for corroded bearing at 1466 rpm

軸承補充圖片

ADDITIONAL PICTURE OF BEARINGS

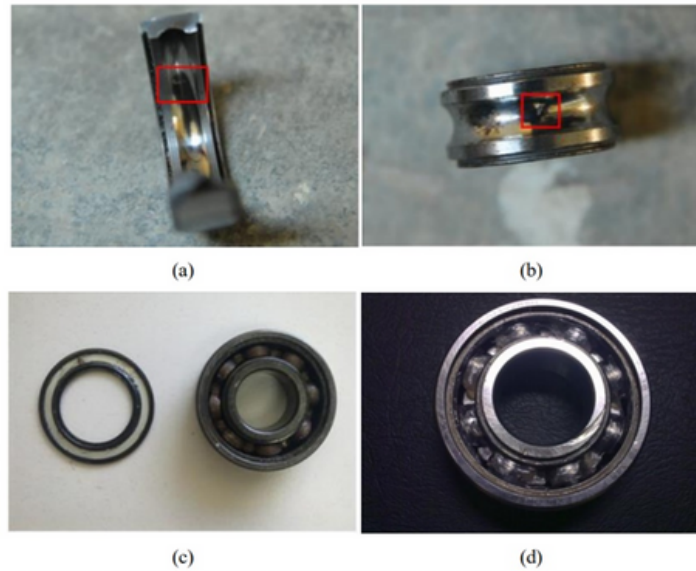


Figure 2. (a) Outer race defect (b) Point defect (c) Corroded (d) Healthy bearing

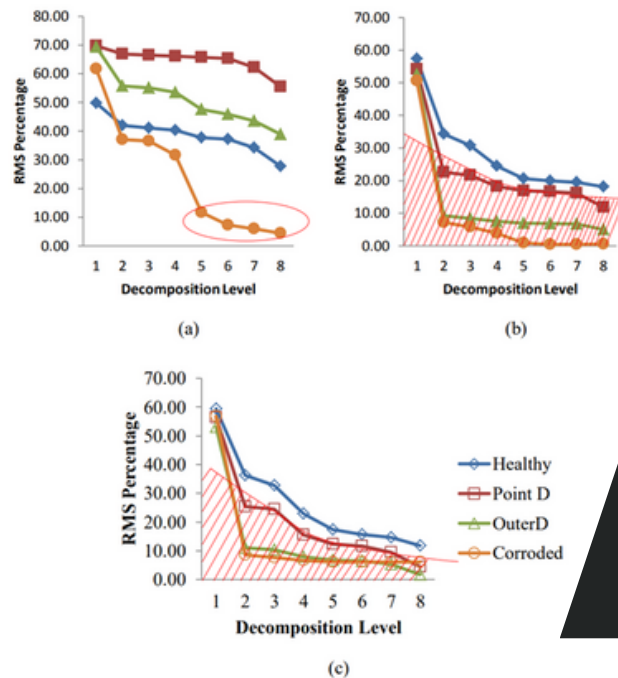


Figure 6. RMS percentage vs. decomposition level for speed of (a) 287 rpm (b) 1666rpm (c) 2664 rpm

REFERENCE: A WAVELET DECOMPOSITION ANALYSIS OF VIBRATION SIGNAL FOR BEARING FAULT DETECTION, C K E NIZWAN¹, S A ONG¹, M F M YUSOF¹ AND M Z BAHAROM¹