

【發明說明書】

【中文發明名稱】 振動故障分析系統

【技術領域】

【0001】 本發明關於一種振動故障分析系統，適用於檢測振動裝置的異常，並透過振動訊號偵測裝置的設置和無線傳輸，使電子裝置即時得知振動裝置的運作狀況。

【先前技術】

【0002】 隨著科技的進步，工程師對機械設備的精準度要求越來越高，機械設備中的馬達更是不可或缺的動力源，若馬達故障，對整個機械設備會造成巨大的影響，因而出現馬達的振動感測裝置，以檢測馬達的振動訊號及加以判別馬達是否正常運作，然而，此種振動感測裝置需有線連接例如電腦之電子裝置，導致工程師使用上的麻煩及未能即時檢測馬達的運轉情形，如何解決前述的癥結點，遂成為待解決的問題。

【0003】 綜觀前所述，本發明之發明者思索並設計一種振動故障分析系統，以期針對習知技術之缺失加以改善，進而增進產業上之實施利用。

【發明內容】

【0004】 有鑑於上述習知之問題，本發明的目的在於提供一種振動故障分析系統，用以解決習知技術中所面臨之問題。

【0005】 基於上述目的，本發明提供一種振動故障分析系統，其包括振動裝置、振動訊號偵測裝置以及電子裝置。振動訊號偵測裝置鄰近振動裝置並包括三軸式振動感測器、聲音感測器、微處理器以及無線發射器；其中，三軸式振動感測器感測振動裝置於運作時分別在三軸的第一振動訊號、第二振動訊號以及第三振動訊號；聲音感測器感測振動裝置的聲音訊號；微處理器電性連接三軸式振動感測器和聲音感測器，並接收及整合第一振動訊號、第二振動訊號、第三振動訊號和聲音訊號為感測封包；無線發射器電性連接微處理器，以發射感測封包。電子裝置包括無線接收器、量測模組、頻域轉換模組、演算法模組以及判斷模組；其中，無線接收器無線連接無線發射器，以接收感測封包及取出第一振動訊號、第二振動訊號、第三振動訊號和聲音訊號；量測模組連接無線接收器，並量測和比較第一振動訊號的能量、第二振動訊號的能量、第三振動訊號的能量和聲音訊號的能量，以取得能量大小順序；頻域轉換模組連接無線接收器，並將第一振動訊號、第二振動訊號、第三振動訊號和聲音訊號從時域傅立葉轉換為於頻域的第一振動頻域訊號、第二振動頻域訊號、第三振動頻域訊號以及聲音頻域訊號，並於第一振動頻域訊號、第二振動頻域訊號、第三振動頻域訊號以及聲音頻域訊號中分別取出頻率最高的前五個及整合其為感測資訊；演算法模組連接頻域轉換模組並具備正常能量大小順序和參考資訊，接著比對正常能量大小順序和能量大小順序，當正常能量大小順序和能量大小順序一致時，演算法模組比較感測資訊和參考資訊以取得權重結果；判斷模組連接演算法模組，並具備門檻值及比較權重結果與門檻值，當判斷模組判斷權重結果大於門檻值時，振動裝置處於正常運作狀態，當判斷模組判斷權重結果小於門檻值時，比對權重結果所屬的振動裝置的種類和參考資訊所屬的振動裝置

的種類，據此判斷振動裝置是否為故障狀態。透過本發明的設置，不需有線傳輸就能判斷振動裝置是否異常，並透過傅立葉轉換簡化訊號的運算及加速訊號的處理，更能即時得知振動裝置的狀況。

【0006】 較佳地，當判斷模組判斷權重結果所屬的振動裝置的種類和參考資訊所屬的振動裝置的種類一致時，振動裝置為故障狀態。

【0007】 較佳地，電子裝置更包括資料庫，資料庫儲存複數個第一振動頻域正常訊號、複數個第二振動頻域正常訊號、複數個第三振動頻域正常訊號以及複數個聲音頻域正常訊號，並在各第一振動頻域正常訊號、各第二振動頻域正常訊號、各第三振動頻域正常訊號以及各聲音頻域正常訊號中分別取出頻率最高的前五個及整合其為參考資訊，而量測模組連接資料庫並量測複數個參考資訊於時域時的複數個正常能量大小順序，複數個正常能量大小順序儲存於資料庫，且資料庫連接頻域轉換模組和演算法模組，並選取和傳送對應感測資訊的參考資訊至演算法模組。其中，各個第一振動頻域正常訊號、各個第二振動頻域正常訊號、各個第三振動頻域正常訊號和各個聲音訊號為三軸式振動感測器和聲音感測器感測不同類型的振動裝置的結果，以因應不同類型的振動裝置，進而將本發明應用於各種類型的振動裝置。

【0008】 較佳地，當演算法模組比對正常能量大小順序和能量大小順序不一致時，三軸式振動感測器和聲音感測器重新感測振動裝置或資料庫重新選取對應感測資訊的正常能量大小順序。

【0009】 較佳地，當判斷模組判斷權重結果所屬的振動裝置的種類和參考資訊所屬的振動裝置的種類不一致時，三軸式振動感測器和聲音感測器重新感測振動裝置或資料庫重新選取對應感測資訊的參考資訊和正常能量大小順序。

【0010】 較佳地，各第一振動頻域正常訊號、各第二振動頻域正常訊號、各第三振動頻域正常訊號以及各聲音頻域正常訊號為三軸式振動感測器和聲音感測器於振動裝置正常運作時所感測的數值。

【0011】 較佳地，演算法模組計算感測資訊中第一振動頻域訊號、第二振動頻域訊號、第三振動頻域訊號以及聲音頻域訊號頻率最高的前五個和參考資訊中第一振動頻域正常訊號、第二振動頻域正常訊號、第三振動頻域正常訊號以及聲音頻域正常訊號中頻率最高的前五個，以分別取得第一差值、第二差值、第三差值和第四差值，當第一差值、第二差值、第三差值或第四差值小於偏差範圍時，使權重結果中對應其的第一權重值、第二權重值、第三權重值或第四權重值增加。其中，權重結果乃第一權重值、第二權重值、第三權重值和第四權重值權重相加的結果，第一權重值、第二權重值、第三權重值和第四權重值為根據不同的振動裝置增加其權重比例，更能準確地判斷振動裝置的狀況。

【0012】 較佳地，電子裝置更包括螢幕，螢幕連接無線接收器以及頻域轉換模組，以顯露第一振動訊號、第二振動訊號、第三振動訊號、聲音訊號、第一振動頻域訊號、第二振動頻域訊號、第三振動頻域訊號以及聲音頻域訊號之波形，讓工程師確認振動裝置的運行。

【0013】 承上所述，本發明之振動故障分析系統，其可具有一或多個下述優點：

【0014】 (1)本發明之振動故障分析系統，透過無線傳輸和振動訊號偵測裝置的設置，不需有線傳輸即能得知振動裝置故障與否，並透過傅立葉轉換簡化訊號的運算及加速訊號的處理，以準確地判斷振動裝置的運行狀況。

【0015】 (2) 本發明之振動故障分析系統，透過資料庫儲存不同類型的振動裝置之參考資訊，以因應及得知不同類型的振動裝置之狀況。

【圖式簡單說明】

【0016】 第 1 圖為本發明之振動故障分析系統之第一實施例的方塊圖。

【0017】 第 2 圖為本發明之振動故障分析系統之第一實施例的頻域轉換模組的運作狀況圖。

【0018】 第 3 圖為本發明之振動故障分析系統之第一實施例的演算法模組和判斷模組的運作狀況圖。

【0019】 第 4 圖為本發明之振動故障分析系統之第一實施例的螢幕圖。

【0020】 第 5 圖為本發明之振動故障分析系統之第一實施例的實際應用圖。

【實施方式】

【0021】 本發明之優點、特徵以及達到之技術方法將參照例示性實施例及所附圖式進行更詳細地描述而更容易理解，且本發明可以不同形式來實現，故不應被理解僅限於此處所陳述的實施例，相反地，對所屬技術領域具有通常知識者而言，所提供的實施例將使本揭露更加透徹與全面且完整地傳達本發明的範疇，且本發明將僅為所附加的申請專利範圍所定義。

【0022】 請參閱第 1 圖和第 2 圖，其為本發明之振動故障分析系統之第一實施例的方塊圖和本發明之振動故障分析系統之第一實施例的頻域轉換模組的運作狀況圖。於本實施例中，本發明之振動故障分析系統，其包括振動裝置 10、

振動訊號偵測裝置 20 以及電子裝置 30。振動訊號偵測裝置 20 鄰近振動裝置 10 並包括三軸式振動感測器 21、聲音感測器 22、微處理器 23 以及無線發射器 24；其中，三軸式振動感測器 21 感測振動裝置 10 於運作時分別在三軸的第一振動訊號 X、第二振動訊號 Y 以及第三振動訊號 Z；聲音感測器 22 感測振動裝置 10 的聲音訊號 W；微處理器 23 電性連接三軸式振動感測器 21 和聲音感測器 22，並接收及整合第一振動訊號 X、第二振動訊號 Y、第三振動訊號 Z 和聲音訊號 W 為感測封包 P；無線發射器 24 電性連接微處理器 23，以發射感測封包 P。電子裝置 30 包括無線接收器 31、量測模組 32、頻域轉換模組 33、演算法模組 34 以及判斷模組 35；其中，無線接收器 31 無線連接無線發射器 24，以接收感測封包 P 及取出第一振動訊號 X、第二振動訊號 Y、第三振動訊號 Z 和聲音訊號 W；量測模組 32 連接無線接收器 31，並量測和比較第一振動訊號 X 的能量、第二振動訊號 Y 的能量、第三振動訊號 Z 的能量和聲音訊號 W 的能量，以取得能量大小順序 EO；頻域轉換模組 33 連接無線接收器 31，並將第一振動訊號 X、第二振動訊號 Y、第三振動訊號 Z 和聲音訊號 W 從時域傅立葉轉換為於頻域的第一振動頻域訊號 X_f 、第二振動頻域訊號 Y_f 、第三振動頻域訊號 Z_f 以及聲音頻域訊號 W_f ，並於第一振動頻域訊號 X_f 、第二振動頻域訊號 Y_f 、第三振動頻域訊號 Z_f 以及聲音頻域訊號 W_f 中分別取出頻率最高的前五個 $RX[1] \sim RX[5]$ 、 $RY[1] \sim RY[5]$ 、 $RZ[1] \sim RZ[5]$ 、 $RW[1] \sim RW[5]$ 及整合其為感測資訊 SI；演算法模組 34 連接頻域轉換模組 33 並具備正常能量大小順序 NEO 和參考資訊 RI，接著比對正常能量大小順序 NEO 和能量大小順序 EO，當正常能量大小順序 NEO 和能量大小順序 EO 一致時，演算法模組 34 比較感測資訊 SI 和參考資訊 RI 以取得權重結果 W_n ；判斷模組 35 連接演算法模組 34 及具備門檻值 T，並比較權重

結果 W_n 與門檻值 T ，當判斷模組 35 判斷權重結果 W_n 大於門檻值 T ，振動裝置 10 處於正常運作狀態，當判斷模組 35 判斷權重結果 W_n 小於門檻值 T 時，比對權重結果 W_n 所屬的振動裝置 10 的種類和感測資訊 SI 所屬的振動裝置 10 的種類，據此判斷振動裝置 10 是否為故障狀態。透過本發明的設置，不需有線傳輸就能判斷振動裝置 10 是否異常，且不同於一般的振動訊號偵測裝置為具有聲音感測器 22 以感測振動裝置 10 的聲音及輔助判斷振動裝置 10 的故障，並透過傅立葉轉換簡化訊號的運算及加速訊號的處理，更能即時得知振動裝置 10 的狀況。

【0023】續言之，電子裝置 30 更包括資料庫 36 和螢幕 37。資料庫 36 儲存複數個第一振動頻域正常訊號 X_r 、複數個第二振動頻域正常訊號 Y_r 、複數個第三振動頻域正常訊號 Z_r 以及複數個聲音頻域正常訊號 W_r ，並在各第一振動頻域正常訊號 X_r 、各第二振動頻域正常訊號 Y_r 、各第三振動頻域正常訊號 Z_r 以及各聲音頻域正常訊號 W_r 中分別取出頻率最高的前五個及整合其為參考資訊 RI ，而量測模組 32 連接資料庫 36 並量測複數個參考資訊 RI 於時域時的複數個正常能量大小順序 NEO ，複數個正常能量大小順序 NEO 儲存於資料庫 36，且資料庫 36 連接頻域轉換模組 33 和演算法模組 34，並選取和傳送對應感測資訊 SI 的參考資訊 RI 至演算法模組 34。其中，各個第一振動頻域正常訊號 X_r 、各個第二振動頻域正常訊號 Y_r 、各個第三振動頻域正常訊號 Z_r 和各個聲音頻域正常訊號 W_r 為三軸式振動感測器 21 和聲音感測器 22 感測不同類型的振動裝置的結果，以因應不同類型的振動裝置，進而將本發明應用於各種類型的振動裝置。

【0024】此外，三軸式振動感測器 21 感測振動裝置 10 於三個軸的振動訊號，而三個軸可為 x 軸、 y 軸和 z 軸，當然三個軸也可為其他軸向，僅要這三個軸彼此正交即可。

【0025】 需說明的是，搭配第 1 圖和第 2 圖詳細說明量測模組 32、頻域轉換模組 33 和資料庫 36 之間的作動關係如下：(1)第一振動訊號 X、第二振動訊號 Y、第三振動訊號 Z 和聲音訊號 W 乃為三軸式振動感測器 21 和聲音感測器 22 感測振動裝置 10 於時域的訊號結果，並同時傳送第一振動訊號 X、第二振動訊號 Y、第三振動訊號 Z 和聲音訊號 W 至量測模組 32 和頻域轉換模組 33。(2) 接著，量測模組 32 量測第一振動訊號 X、第二振動訊號 Y、第三振動訊號 Z 和聲音訊號 W 之能量並建立能量大小順序 EO，頻域轉換模組 33 對第一振動訊號 X、第二振動訊號 Y、第三振動訊號 Z 和聲音訊號 W 進行傅立葉轉換為第一振動頻域訊號 X_f 、第二振動頻域訊號 Y_f 、第三振動頻域訊號 Z_f 以及聲音頻域訊號 W_f ，第一振動頻域訊號 X_f 、第二振動頻域訊號 Y_f 、第三振動頻域訊號 Z_f 以及聲音頻域訊號 W_f 乃為頻域之訊號及許多頻率的頻域訊號疊合之結果，並在第一振動頻域訊號 X_f 、第二振動頻域訊號 Y_f 、第三振動頻域訊號 Z_f 以及聲音頻域訊號 W_f 中分別取出頻率最高的前五個 $RX[1] \sim RX[5]$ 、 $RY[1] \sim RY[5]$ 、 $RZ[1] \sim RZ[5]$ 、 $RW[1] \sim RW[5]$ 及整合其為感測資訊 SI，當然也可根據設計所需在第一振動頻域訊號 X_f 、第二振動頻域訊號 Y_f 、第三振動頻域訊號 Z_f 以及聲音頻域訊號 W_f 中取出更多的頻率，而並未侷限於本發明所列舉的範圍。(3)每次感測資訊 SI 和能量大小順序 EO 輸出，資料庫 36 儲存每次的感測資訊 SI 和能量大小順序 EO，並搭配振動裝置 10 的運作情況加以篩選每次的感測資訊 SI 和能量大小順序 EO，將振動裝置 10 在正常運作時所感測的感測資訊 SI 和能量大小順序 EO 儲存為參考資訊 RI 和正常能量大小順序 NEO，每次的參考資訊 RI 和正常能量大小順序 NEO 包括三軸式振動感測器 21 和聲音感測器 22 感測不同振動裝置 10 之結果，資料庫 36 則儲存複數個參考資訊 RI 和複數個正常能量大小順序 NEO，各個參

考資訊 RI 和各個正常能量大小順序 NEO 為如表 1 所屬不同的振動裝置

10(T1~T6)，進而因應不同的振動裝置 10，當然也可增加其他種類的振動裝置

10 於資料庫 36，而未侷限於本發明所列舉的範圍。

振動裝置 10	能量大小順序 EO
T1	Z>W>X>Y
T2	X>W>Z>Y
T3	Z>X>W>Y
T4	W>Z>X>Y
T5	Z>W>Y>Z
T6	Z>Y>X>W

表 1

【0026】請參閱第 3 圖，其為本發明之振動故障分析系統之第一實施例的演算法模組和判斷模組的運作狀況圖。如第 3 圖所示，並搭配第 1 圖詳細說明演算法模組 34、判斷模組 35 以及資料庫 36 的之間的作動關係如下：(1)資料庫 36 選取對應感測資訊 SI 之參考資訊 RI，接者演算法模組 34 比對正常能量大小順序 NEO 和能量大小順序 EO，當正常能量大小順序 NEO 和能量大小順序 EO 一致時，開始比較感測資訊 SI 和參考資訊 RI 之頻率差值；當正常能量大小順序 NEO 和能量大小順序 EO 不一致時，三軸式振動感測器 21 和聲音感測器 22 重新感測振動裝置 10 或資料庫 36 重新選取對應感測資訊 SI 的正常能量大小順序 NEO 和參考資訊 RI。(2)演算法模組 34 開始比較參考資訊 RI 之第一振動頻域正常訊號 X_r 、第二振動頻域正常訊號 Y_r 、第三振動頻域正常訊號 Z_r 以及聲音頻域正常訊號 W_r 和感測資訊 SI 之第一振動頻域訊號 X_f 、第二振動頻域訊號 Y_f 、第三振動頻域訊號 Z_f 以及聲音頻域訊號 W_f 並計算其之間的頻率差值如下：第一振動頻域訊號 X_f 的頻率最高的前五個 $RX[1] \sim RX[5]$ 和第一振動頻域正常訊號 X_r 的頻率最高的前五個 $TX[1] \sim TX[5]$ 的差值為第一差值 E1，第二振動頻域訊號 Y_f 的

頻率最高的前五個 $RY[1]\sim RY[5]$ 和第二振動頻域正常訊號 Y_r 的頻率最高的前五個 $TY[1]\sim TY[5]$ 的差值為第二差值 $E2$ ，第三振動頻域訊號 Z_r 的頻率最高的前五個 $RZ[1]\sim RZ[5]$ 和第三振動頻域正常訊號 Z_r 的頻率最高的前五個 $TZ[1]\sim TZ[5]$ 的差值為第三差值 $E3$ ，聲音頻域訊號 W_r 的頻率最高的前五個 $RW[1]\sim RW[5]$ 和聲音頻域正常訊號 W_r 的頻率最高的前五個 $TW[1]\sim TW[5]$ 的差值為第四差值 $E4$ 。演算法模組 34 讓第一差值 $E1$ 、第二差值 $E2$ 、第三差值 $E3$ 和第四差值 $E4$ 皆和偏差範圍 F_{scope} 相比，第一差值 $E1$ 中的一個頻率差值小於偏差範圍 F_{scope} ，第一權重值 $\sum X$ 增加一，第二差值 $E2$ 中的一個頻率差值小於偏差範圍 F_{scope} ，第二權重值 $\sum Y$ 增加一，第三差值 $E3$ 中的一個頻率差值小於偏差範圍 F_{scope} ，第三權重值 $\sum Z$ 增加一，第四差值 $E4$ 中的一個頻率差值小於偏差範圍 F_{scope} ，第四權重值 $\sum W$ 增加一，並使第一權重值 $\sum X$ 和第一係數 $C1$ 相乘、第二權重值 $\sum Y$ 和第二係數 $C2$ 相乘、第三權重值 $\sum Z$ 和第三係數 $C3$ 相乘以及第四權重值 $\sum W$ 和第四係數 $C4$ ，此為根據不同的振動裝置調整第一權重值 $\sum X$ 、第二權重值 $\sum Y$ 、第三權重值 $\sum Z$ 和第四權重值 $\sum W$ 之權重比例，以因應不同類型的振動裝置 10，最後演算法模組 34 相加及統整其為權重結果 W_n 。(4)判斷模組 35 比較權重結果 W_n 和門檻值 T 的大小，當判斷模組 35 判斷權重結果 W_n 大於門檻值 T 時，振動裝置 10 為正常運作的狀態，當判斷模組 35 判斷權重結果 W_n 小於門檻值 T 時，判斷權重結果 W_n 所屬的振動裝置 10 的種類和參考資訊 RI 所屬的振動裝置 10 的種類。(5)當判斷模組 35 判斷權重結果 W_n 所屬的振動裝置 10 的種類和參考資訊 RI 所屬的振動裝置 10 的種類一致時，振動裝置 10 為故障狀態；當判斷模組 35 判斷權重結果 W_n 所屬的振動裝置 10 的種類和參考資訊 RI 所屬的振動裝置 10 的種類不一致時，

三軸式振動感測器 21 和聲音感測器 22 重新感測振動裝置 10 或資料庫 36 重新選取對應感測資訊 SI 的參考資訊 RI 和正常能量大小順序 NEO。

【0027】 於此，需說明的是，演算法模組 34、判斷模組 35 以及資料庫 36 為執行演算法所需搭配的原件，演算法模組 34、判斷模組 35 以及資料庫 36 之間的作動即為執行演算法本身。

【0028】 請參閱第 4 圖，為本發明之振動故障分析系統之第一實施例的螢幕圖。如第 4 圖所示，並搭配第 1 圖得知，電子裝置 30 更包括螢幕 37，螢幕 37 連接無線接收器 31 以及頻域轉換模組 33，以顯露第一振動訊號 X、第二振動訊號 Y、第三振動訊號 Z、聲音訊號 W、第一振動頻域訊號 X_f 、第二振動頻域訊號 Y_f 、第三振動頻域訊號 Z_f 以及聲音頻域訊號 W_f 之波形，讓工程師確認振動裝置 10 的運行狀況及維持振動裝置 10 在最佳狀態。

【0029】 請參閱第 5 圖，為本發明之振動故障分析系統之第一實施例的實際應用圖。如第 5 圖所示，本發明僅需振動裝置 10、振動訊號偵測裝置 20 以及電子裝置 30 的搭配，即能偵測振動裝置 10 的運行狀況，且不需有線連接即能偵測振動裝置 10 的振動和聲音，振動裝置 10 的種類也可為例如加工設備之其他類型的振動裝置，而並未局限於第 5 圖所示的馬達，也可將本發明應用於軌道震動的偵測，以得知軌道是否有脫軌及避免意外發生。

【0030】 綜上所述，本發明之振動故障分析系統，透過無線傳輸和振動訊號偵測裝置 20 的設置，不需有線傳輸即能得知振動裝置 10 故障與否，且具有聲音感測器 22 感測振動裝置 10 的聲音以輔助判斷振動裝置 10 的運作情形，並透過頻域轉換模組 33 的傅立葉轉換，簡化訊號的運算及加速訊號的處理，再利用演算法模組 34、資料庫 36 和判斷模組 35，準確地判斷振動裝置 10 的運行狀況，

且由於資料庫 36 儲存不同類型的振動裝置 10 的資料，進而因應不同類型的振動裝置 10。總括而言，本發明之振動故障分析系統具有如上述的優點，不需有線傳輸即能偵測振動裝置 10 的運行情況，且能適用於不同類型的振動裝置 10。

【0031】 以上所述僅為舉例性，而非為限制性者。任何未脫離本發明之精神與範疇，而對其進行之等效修改或變更，均應包含於後附之申請專利範圍中。

【符號說明】

- 【0032】 10：振動裝置
- 20：振動訊號偵測裝置
- 21：三軸式振動感測器
- 22：聲音感測器
- 23：微處理器
- 24：無線發射器
- 30：電子裝置
- 31：無線接收器
- 32：量測模組
- 33：頻域轉換模組
- 34：演算法模組
- 35：判斷模組
- 36：資料庫
- 37：螢幕
- C1：第一係數

C2：第二係數

C3：第三係數

C4：第四係數

EO：能量大小順序

E1：第一差值

E2：第二差值

E3：第三差值

E4：第四差值

F_{scope} ：偏差範圍

NEO：正常能量大小順序

P：感測封包

SI：感測資訊

RI：參考資訊

RX[1]~RX[5]：第一振動頻域訊號之頻率最高的前五個

RY[1]~RY[5]：第二振動頻域訊號之頻率最高的前五個

RZ[1]~RZ[5]：第三振動頻域訊號之頻率最高的前五個

RW[1]~RW[5]：聲音頻域訊號之頻率最高的前五個

T：門檻值

W：聲音訊號

W_f ：聲音頻域訊號

W_n ：權重結果

W_r ：聲音頻域正常訊號

X ：第一振動訊號

X_f ：第一振動頻域訊號

X_r ：第一振動頻域正常訊號

Y ：第二振動訊號

Y_f ：第二振動頻域訊號

Y_r ：第二振動頻域正常訊號

Z ：第三振動訊號

Z_f ：第三振動頻域訊號

Z_r ：第三振動頻域正常訊號

ΣX ：第一權重值

ΣY ：第二權重值

ΣZ ：第三權重值

ΣW ：第四權重值