## Visual Signal 技術文章專欄

www.ancad.com.tw

## 【時頻分析之應用-用水行為分析】

我們要如何從地下水水位變化中·瞭解當地主要的人為抽水產業類型呢?本篇介紹如何利用 Visual Signal 算出年平均水位變化及日平均水位變化·搭配頻譜與時頻分析來找出當地抽用水特徵。以下我們 以地下水位站-芳草為例·示範怎麼從原始水位訊號分析人為抽水行為。

首先我們匯入原始地下水訊號·如圖一·可以看到每年的五月為水位最低時·之後水位逐漸上升· 在十月左右達到一年中最高水位·之後又逐漸下降·此水位變化為季節性雨量豐枯所造成。



資料在紀錄的過程中常會因為機器故障、干擾而使數據產生異常值或是有發生缺漏的現象,此時可以使用 FillNull 將缺值補遺,須注意使用缺值補遺時,如果缺值時間越長,選用的不同的內插方法彼此間會差異越大,因此應該針對數據選擇恰當的補遺方式。本例使用線性內插(Linear interpolation),目的 在希望缺漏段不要有額外的人工訊號產生,影響時頻分析結果。而有些明顯的異常跳動,我們可以使用 RemoveBump 將資料局部驟升或驟降的訊號修正,圖二為資料前處利厚的結果。



接著我們以 Selection 選取欲分析的資料區間。選取完 2003 年 1 月 1 日至 2011 年 1 月 1 日的資料 後,首先利用接上 EquiphaseStats 元件計算年平均水位變化,來確認一年中水位的變化情形。在 EquiphaseStats 參數中選擇週期為一年,如圖三,並於 Viewer 中的時日格式中選取 MonthOnly,結果如 圖四所示,可以更直覺的觀察前面所提到的季節變化情形。



接著準備將資料轉換到頻率域中呈現。為了觀看時方便,我們先利用 XAxisUnit 元件將原始資料的 轉換橫坐標單位從小時轉成天。XAxisUnit 之設定如<mark>圖五</mark>。

| 參數設定               |       | <b>→</b> ₽ × |
|--------------------|-------|--------------|
| 輸入訊號單位             | min   | -            |
| 轉換X軸時間單位           | day   |              |
| ▷ 棋組               | ps    |              |
| 轉換X軸時間單位           | ns    |              |
|                    | us    |              |
| 特1英人来时1944月11年117。 | ms    |              |
|                    | sec   |              |
|                    | min   |              |
|                    | hour  | -            |
|                    | day   |              |
|                    | week  |              |
|                    | month |              |
|                    | year  |              |

由 Selection 接至 XAxisUnit 後再接上 FFT 元件進行傅立葉轉換·FFT 的結果·同樣能以 Channel Viewer 呈現·如圖六芳草之頻譜圖所示·可以看到一天1次的頻率特別強·而一天2次、一天 3次、一天4次等頻率·可能為一天1次的倍頻。一天1次的頻率通常為人為抽水的所造成·另外值得 注意是訊號中是否有一週1次的頻率·本例使用的芳草測站其一週一次的頻率相當微小。其他更低頻的 訊號·可能由季節變化或其他因素造成。



由頻譜圖確認此地區有一天1一次的抽水頻率後,我們可以再用 EquiphaseStats 元件計算日平均水位變 化,來看水位在一日中的變化為何。同平均年變化的方式,這次改在 EquiphaseStats 中輸入一天為週 期,便能求得平均的日水位變化。另外在 Viewer 中將 x 軸格式換成使用者自訂(Custom),時日格式字串 輸入 HH:mm,便可顯示 24 小時制之時間單位。Viewer 中的繪圖編輯器也可替換標記種類,選擇。形標 記,如圖七所示,結果如圖八,圖上之數據點即以 • 標出。

| 顯示  | 通道名稱  | 顏色 | 線條寬度   | 線條種類  | 標記種類   |
|---|---|----|--|---|--|
| <b>V</b>  | EquiphaseStats3:CF  |    |  |   | • •  |
|   |   |    |  |   | None   |
|   |   |    |  |   | 0  |
|   |   |    |  |   | ×  |
|   |   |    |  |   | +  |
|   |   |    |  |   |  |
|   |   |    |  |   | ⊼<br>∇   |
|   |   |    |  |   | ò  |
|   |   |    |  |   | P  |
|   |   |    |  |   | Þ  |
|   |   |    |  |   | · ·  |
|   |   |    |  |   |  |
| 全部顯示  |   |    | 170  | - <b></b>   |  |
|   |   |    | 1955   | 正 即追  |  |
| 上前1007 参數設定 编製方   | 土口 <sup>9</sup> 83.884  |    | line   | 疋   | 1 ◆<br>  |
| <ul> <li>動設定</li> <li>繪製方</li> <li>X軸類型</li> </ul>  | <u> 1998年388</u> 式 辺  |    | Line<br>LinearAxis   | 疋 取)角   | - 4<br>- 4   |
| を<br>数設定<br>給製方<br>X軸料型<br>シ 給圖編  | 式<br>提<br>器   |    | Line<br>LinearAxis<br>PlotEditor   |   | ↓<br>↓<br>↓  |
| <ul> <li>動設定</li> <li>繪製方</li> <li>X申4類</li> <li>繪圖編</li> <li>資料呈</li> </ul>  |   |    | Line<br>LinearAxis<br>PlotEditor<br>Magnitude  |   | -<br>-<br>-<br>-<br>-  |
| 生命(1)<br>参数設定<br>繪製方<br>X軸純型<br>繪圖編<br>資料呈<br>保持縮   | <u>土口PNB-88</u><br>式<br>过<br>現型態<br>放範閣   |    | Line<br>LinearAxis<br>PlotEditor<br>Magnitude<br>False   |   | - ↓<br>↓<br>↓  |
| ▶ 數設定<br>繪製方<br>X軸與超<br>資料呈<br>保持編<br>X軸最小  | ・<br>エロPNB-888<br>式<br>型<br>韓器<br>現型<br>態<br>放範圏<br> /値   |    | Line<br>LinearAxis<br>PlotEditor<br>Magnitude<br>False<br>auto (2003   | 定   | a ↓<br>↓ ↓<br>↓ ↓  |
| 對設定 約 | 式<br>ジョ<br>報報器<br>初期間<br>M直<br>大値   |    | Line<br>LinearAxis<br>PlotEditor<br>Magnitude<br>False<br>auto (2003<br>auto (2003   | 定   | a ←<br>1 → 4<br>>)   |
|   | エロPBER88<br>式<br>型<br>型<br>転<br>報報器<br>扱<br>取<br>取<br>し<br>(値<br>)<br>(値  |    | Line<br>LinearAxis<br>PlotEditor<br>Magnitude<br>False<br>auto (2003<br>auto (2003<br>auto (13.60  | 定 取済<br>5/01/01 00:00:00<br>5/01/01 23:00:00<br>943101346397)                     | a ←<br>1 → 4<br>)<br>))  |
|   | エ<br>エ<br>式<br>ジ<br>型<br>戦器<br>現型<br>聴<br>放<br>散園<br>「<br>値<br>、<br>(<br>値<br>、<br>、<br>、<br>、<br>、<br>、<br>、<br>、<br>、<br>、<br>、<br>、<br>、                                       |    | Line<br>LinearAxis<br>PlotEditor<br>Magnitude<br>False<br>auto (2003<br>auto (13.6)<br>auto (14.0)   | 定 取済<br>8/01/01 00:00:00<br>8/01/01 23:00:00<br>943101346397)<br>388701147476)    | ))   |
| 上 新設 給<br>動設 給<br>輸<br>會<br>常<br>代<br>本<br>動<br>動<br>設<br>た<br>、<br>、<br>物<br>會<br>常<br>代<br>来<br>動<br>動<br>設<br>た<br>、<br>、<br>物<br>。<br>一<br>、<br>、<br>、<br>、<br>、<br>、<br>、<br>、<br>、<br>、<br>、<br>、<br>、  | 式<br>式  |    | Line<br>LinearAxis<br>PlotEditor<br>Magnitude<br>False<br>auto (2003<br>auto (13.6'<br>auto (14.0)<br>Custom   | 定<br>取決<br>5/01/01 00:00:00<br>5/01/01 23:00:00<br>943101346397)<br>388701147476) | a +  |
| 上 新設 給車 國家 化合金  | 式<br>3<br>3<br>3<br>3<br>3<br>3<br>3<br>3<br>3<br>3<br>3<br>3<br>3<br>3<br>3<br>3<br>3<br>3<br>3  |    | Line<br>LinearAxis<br>PlotEditor<br>Magnitude<br>False<br>auto (2003<br>auto (2003<br>auto (2003<br>auto (2003<br>auto (2003<br>auto (2003<br>auto (2003<br>auto (2003<br>auto (2003)<br>auto (2 | 定 取済<br>5/01/01 00:00:00<br>5/01/01 23:00:00<br>943101346397)<br>388701147476)    | a +  |
| 上 新設定<br>支<br>大<br>数<br>設<br>定<br>方<br>支<br>に<br>よ<br>、<br>本<br>動<br>置<br>、<br>、<br>、<br>、<br>、<br>、<br>、<br>、<br>、<br>、<br>、<br>、<br>、   | 式<br>式  |    | Line<br>LinearAxis<br>PlotEditor<br>Magnitude<br>False<br>auto (2003<br>auto (2003<br>auto (2003<br>auto (2003<br>auto (14.0:<br>Custom<br>HH:mm<br>True   | 定 取済<br>\$/01/01 00:00:00<br>\$/01/01 23:00:00<br>943101346397)<br>388701147476)  | a<br>↓<br>↓<br>↓<br>↓<br>↓<br>↓<br>↓<br>↓<br>↓<br>↓<br>↓<br>↓<br>↓ |
| ▲<br>軟設定<br>大<br>転<br>二<br>大<br>転<br>二<br>大<br>転<br>二<br>大<br>転<br>二<br>大<br>転<br>二<br>大<br>転<br>二<br>大<br>転<br>二<br>大<br>転<br>二<br>大<br>転<br>二<br>大<br>転<br>二<br>大<br>転<br>二<br>大<br>市<br>転<br>二<br>大<br>市<br>転<br>一<br>二<br>大<br>市<br>転<br>一<br>二<br>大<br>市<br>転<br>一<br>二<br>大<br>市<br>転<br>一<br>二<br>大<br>市<br>転<br>一<br>二<br>二<br>二<br>二<br>二<br>二<br>二<br>二<br>二<br>二<br>二<br>二<br>二  | エロPyB2888<br>式<br>型<br>型<br>転<br>数範閣<br>い値<br>に<br>に<br>近<br>式<br>字<br>串<br>頭<br>電<br>器<br>電<br>の<br>の<br>の<br>の<br>の<br>の<br>の<br>の<br>の<br>の<br>の<br>の<br>の<br>の<br>の<br>の<br>の |    | Line<br>LinearAxis<br>PlotEditor<br>Magnitude<br>False<br>auto (2003<br>auto (2003<br>auto (13.6/<br>auto (14.0)<br>Custom<br>HH:mm<br>True  | 定 取)  | a +<br>1 → ↓<br>→ ↓<br>))<br>))                                    |
| 上 市場<br>動設<br>定<br>方類<br>線<br>本<br>動<br>一<br>二<br>市<br>時<br>市<br>同<br>二<br>大<br>刻<br>、<br>一<br>一<br>一<br>一<br>一<br>一<br>一<br>一<br>一<br>一<br>一<br>一<br>一   | 式<br>型<br>類型態<br>規型態<br>放範圏<br>い/値<br>、<br>位<br>、<br>式<br>字<br>串<br>顕<br>*<br>*   |    | Line<br>LinearAxis<br>Plottditor<br>Magnitude<br>False<br>auto (2003<br>auto (2003<br>auto (2003<br>auto (2003<br>auto (14.0<br>Custom<br>HH:mm<br>True  | 定 取済<br>5/01/01 00:00:00<br>5/01/01 23:00:00<br>943101346397)<br>388701147476)    | a ←<br>· · ·   |



由頻譜圖我們知道芳草的水位沒有明顯的週變化,而從平均日變化(圖八)中得知每日水位變化在下 午六點達到最低水位,上午六點回升為最高水位,且水位變動幅度達 28 公分。這樣的分析顯示當地抽 水戶並不在週末停止抽水且每日大致是由上午六點開始抽水,下午六點後抽水行為減緩。這樣的用水特 徵與傳統認知中日出而作日落而息之農耕行為相符合,因此芳草地區極有可能是農業型態的抽用水主導 地下水位的變化。

Visual Signal 還有另一個方便的工具 - 時頻圖,可以同時觀察頻率及振幅隨著時間的變化,此兩大因 子的變化可以在一張圖上同時呈現,以<mark>圖九</mark>為例,我們使用快速短時距傅立葉轉換計算後,以 Time-Frequency Viewer 繪製計算結果,可以見到除了小於 0.1 頻率的強度較大外,一天 1 次的頻率特別的明 顯,且在一天 2 次及一天 3 次等處,可看到倍頻的現象,一天 1 次的強度隨著時間有間歇性的變化,其 強度較低的時期,出現在七月到九月期間,判斷可能由於該處作物的休耕期於該時間段內,或是由於七 月到九月為降雨較充足的季節,因此抽水行為較緩和,這樣的分析結果再度支持了芳草地區之主要抽用 水來源為農業。



綜合以上的分析方法,我們可以更清楚地利用地下水位判斷當地的抽水型態與抽水特徵。各位手上有地下水資料也可以如法炮製,看看當地是不是有明顯的產業抽水!不知道該怎麼解釋,也歡迎寫信至 support@ancad.com 或在文章末留言給我們!

www.ancad.com.tw