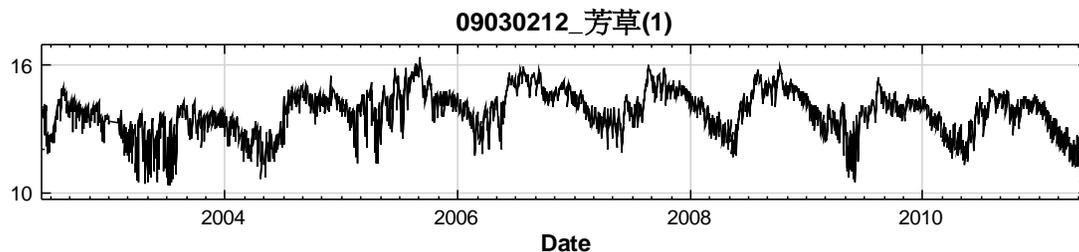


## 【時頻分析之應用-用水行為分析】

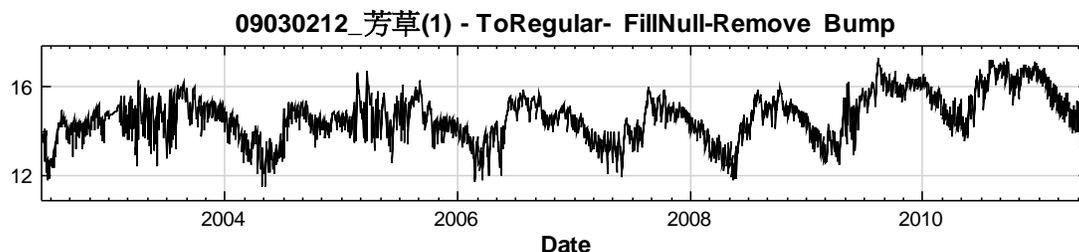
我們要如何從地下水水位變化中，瞭解當地主要的人為抽水產業類型呢？本篇介紹如何利用 Visual Signal 算出年平均水位變化及日平均水位變化，搭配頻譜與時頻分析來找出當地抽用水特徵。以下我們以地下水水位站-芳草為例，示範怎麼從原始水位訊號分析人為抽水行為。

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。



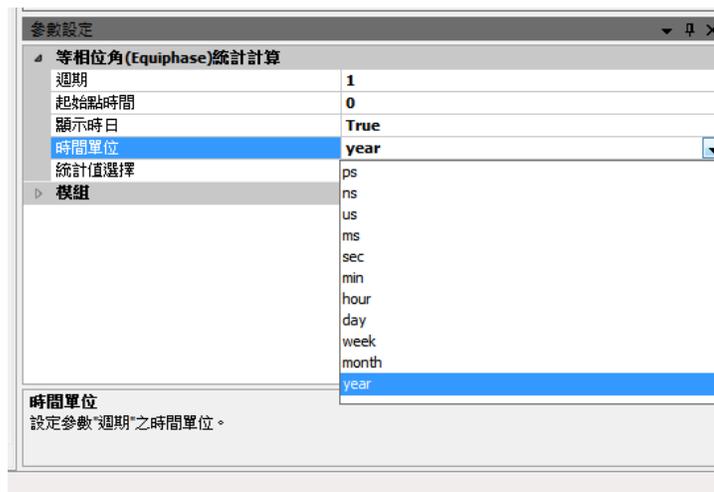
圖一 芳草(1)原始地下水水位訊號

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，圖二為資料前處理的結果。

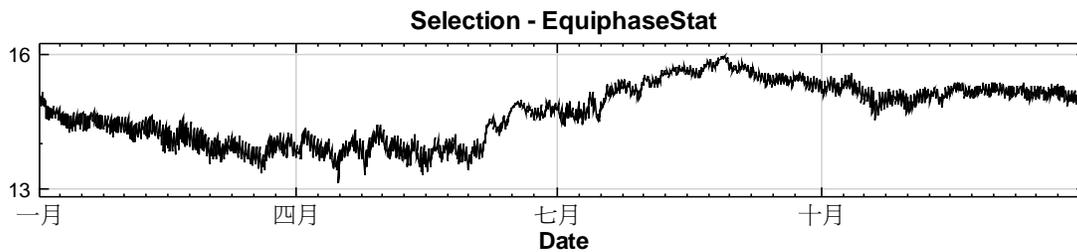


圖二 芳草(1)經前處理後之地下水水位

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。

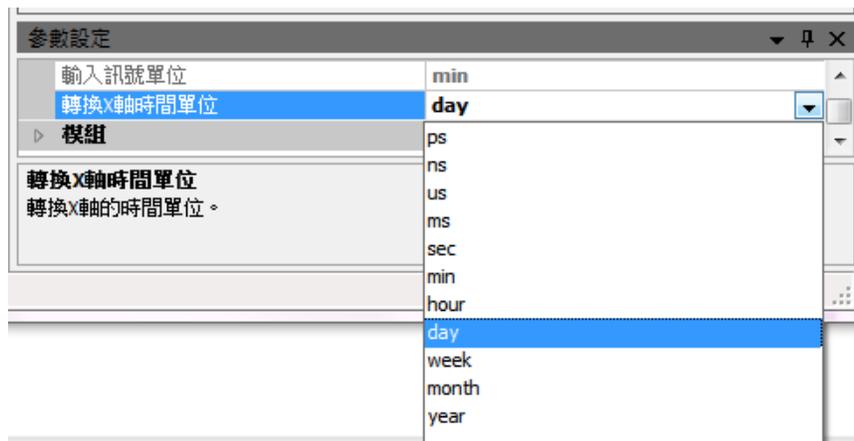


圖三 EquiphaseStats 參數設定中，選取時間單位，週期 1，時間單位為年



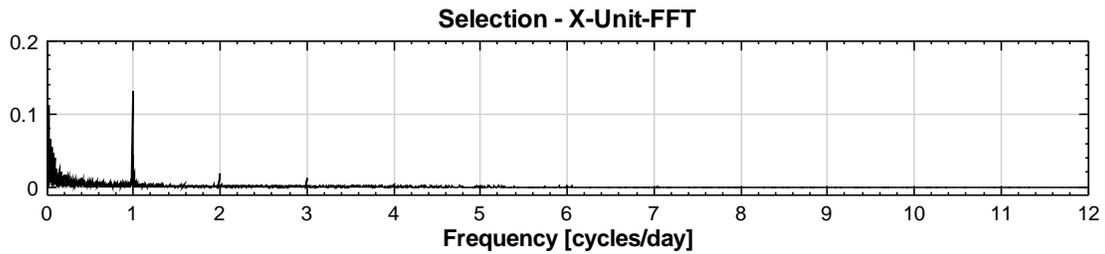
圖四 芳草(1)之八年平均地下水位

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 之設定如圖五。



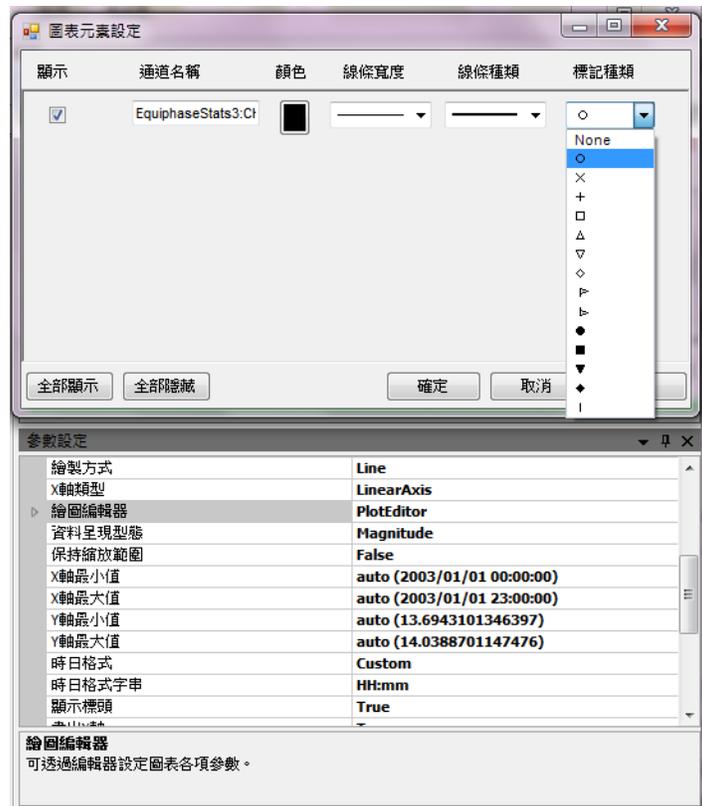
圖五 XAxisUnit 之參數設定，轉換 X 軸時間單位

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，另外值得注意的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。

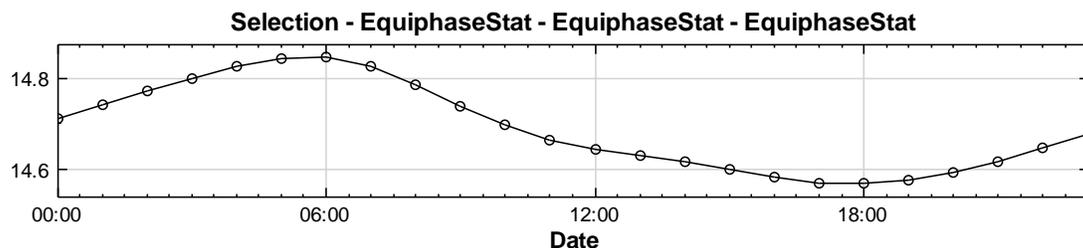


圖六 芳草(1)之頻譜圖

由頻譜圖確認此地區有一天 1 一次的抽水頻率後，我們可以用 EquipphaseStats 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 EquipphaseStats 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  $\circ$  標出。



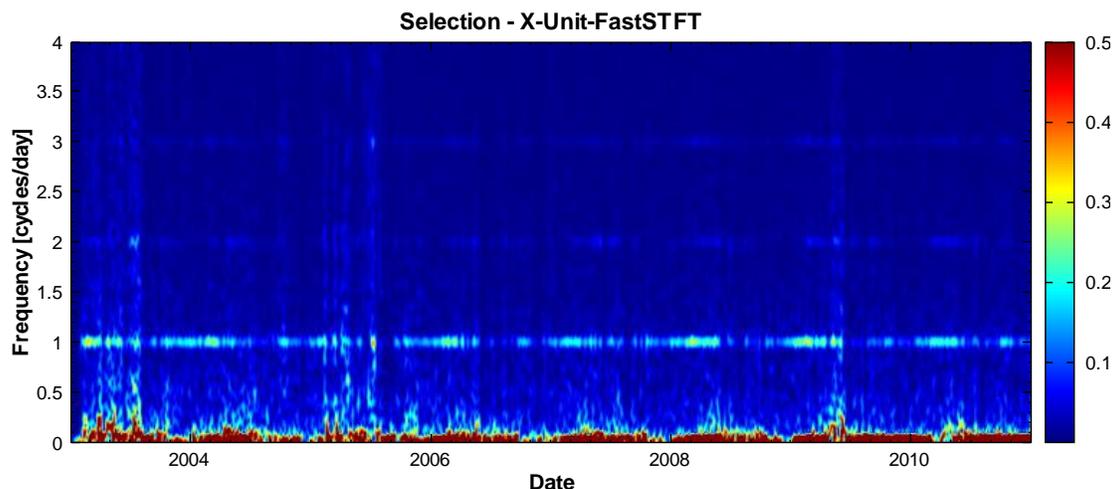
圖七 Viewer 參數設定，時日格式字串及繪圖編輯器



圖八 芳草(1)之日平均地下水位

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，以圖九為例，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。



圖九 芳草(1)之時頻圖

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](mailto:support@ancad.com) 或在文章末留言給我們!