

6.2.4 風速特性分析

一、風速資料來源與比較

本計畫蒐集的風速資料來源，包含(1)氣象局新竹浮標資料及(2)觀塘氣象站資料，其相對位置、照片如圖 6.2.4-1 所示，新竹浮標離觀塘港區約 36 公里，以為下該兩站資料的介紹：

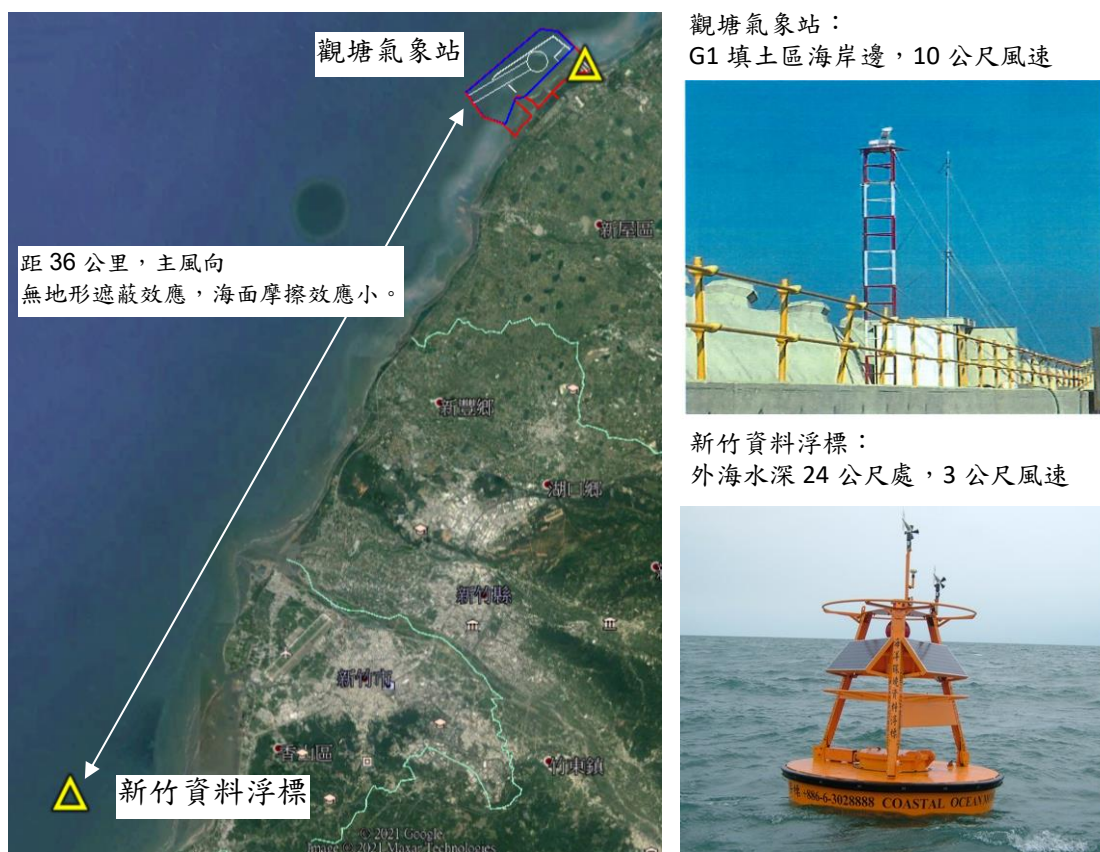
- (一) 氣象局新竹浮標資料：編號 46757B，地點位於新竹市香山區，該浮標位於新竹海山漁港外海離岸約 3.5 公里，該處水深約 24 公尺，位置為東經 120.8422 度、北緯 24.7625 度，資料起始時間為 1997 年 5 月 1 日。風速計高度約離海面約 3 公尺，本計畫分析的資料起訖為 2017 年 1 月 1 日至 2021 年 3 月 31 日。
- (二) 觀塘氣象站資料：觀塘氣象站資料為台灣中油公司之第三座液化天然氣接收站建港及圍堤造地新建工程計畫執行興建，由中央大學協助氣象站執行與維護。氣象站位置在 G1 填土區的海岸邊，位置約為東經 121° 3'36.13"、北緯 25° 2'44.82"。風速計高度離地面約 10 公尺。觀塘氣象站目前鄰近 G1 填土區完工的液化天然氣儲槽。資料起始時間為 2020 年 2 月 12 日。

圖 6.2.4-2 為新竹浮標測得的離海面的原始風速，該位置離海面約 3 公尺。將新竹浮標資料和觀塘氣象站資料做一比對，可以發現觀塘氣象站的風速略小於新竹浮標風速；整體而言，兩者的相關性還算不錯(R^2 約為 0.67)，但仍是具有差異。在較前期的時期，兩者變化趨勢較為吻合，但約略可以看到，在 2020/6/1 日之後，兩者的風速有明顯偏移的情形發生。由圖 6.2.4-3 可以清楚看出，兩者在 4 月的變化趨勢與大小較為一致；但在 7 月之後，兩者的變化趨勢一致，但是觀塘氣象站整體風速有明顯偏小的位移情形發生。推測此原因，因為新竹浮標位在沒有遮蔽的海上，觀塘氣象站位在海岸邊，可能是影響兩者差異的原因之一。另外，經檢視觀塘氣象站的周遭環境，發現觀塘氣象站離高達 50 公尺的液化天然氣儲槽太近，氣象站後期發生風速偏

小的原因，應該是已完工的液化天然氣儲槽改變了氣象站局部的風場。

基於以下幾點理由，利用新竹浮標的風速資料進行計畫區的風場特性分析，應有足夠代表性，因此後續臨界風速分析將採用新竹浮標資料：

1. 新竹浮標的風速資料與觀塘氣象站的資料，位置雖然不同，但是前期變化趨勢變化相當一致。建議後續可以在海上架設一風速計進行更精準的校驗證。
2. 新竹浮標乃由中央氣象局所運作維護的實測公開資料，資料品質有其一定標準流程與公信力，並已經累計長期的資料。
3. 新竹浮標位於海上，該地水深約 24 公尺，離岸距離相對夠遠，如地圖的相對位置，新竹浮標與計畫區在主要風向(東北-西南向)並無地形遮蔽。
4. 新竹浮標雖然離計畫區 36 公里，但在沒有地形遮蔽的海上，此一距離，在學理上影響風速的差異不大。原因為在空曠的海上大氣邊界層，因水面摩擦與碎波造成的風動能的耗損，在 36 公里的尺度下差異不大，初步推估應只有幾個百分比以內。
5. 一般大氣數值模式計算的網格解析度約為 25 公里，新竹浮標與計畫區相距 36 公里，差距僅為 1-2 個網格差異，故此距離對風場的影響可以視為小量。
6. 根據過往研究經驗，利用新竹浮標的風速與波浪資料，建立的水理模式推算，可以與計畫區現地測量到的風與海流有一良好的趨勢，驗證後的相關性 R^2 可以達到 0.9。



照片來源：近海水文中心網頁

圖 6.2.4-1 中央氣象局新竹資料浮標與觀塘氣象站

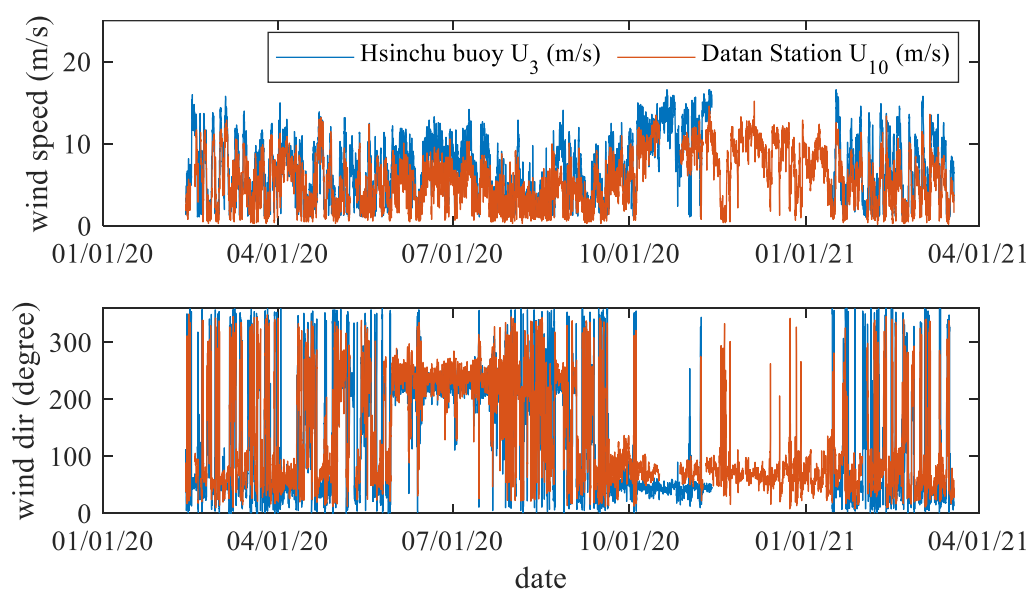


圖 6.2.4-2 氣象局新竹浮標(Hsinchu)與觀塘氣象站(Datan)的風速大小(wind speed)及風向(wind dir)時序列比較圖

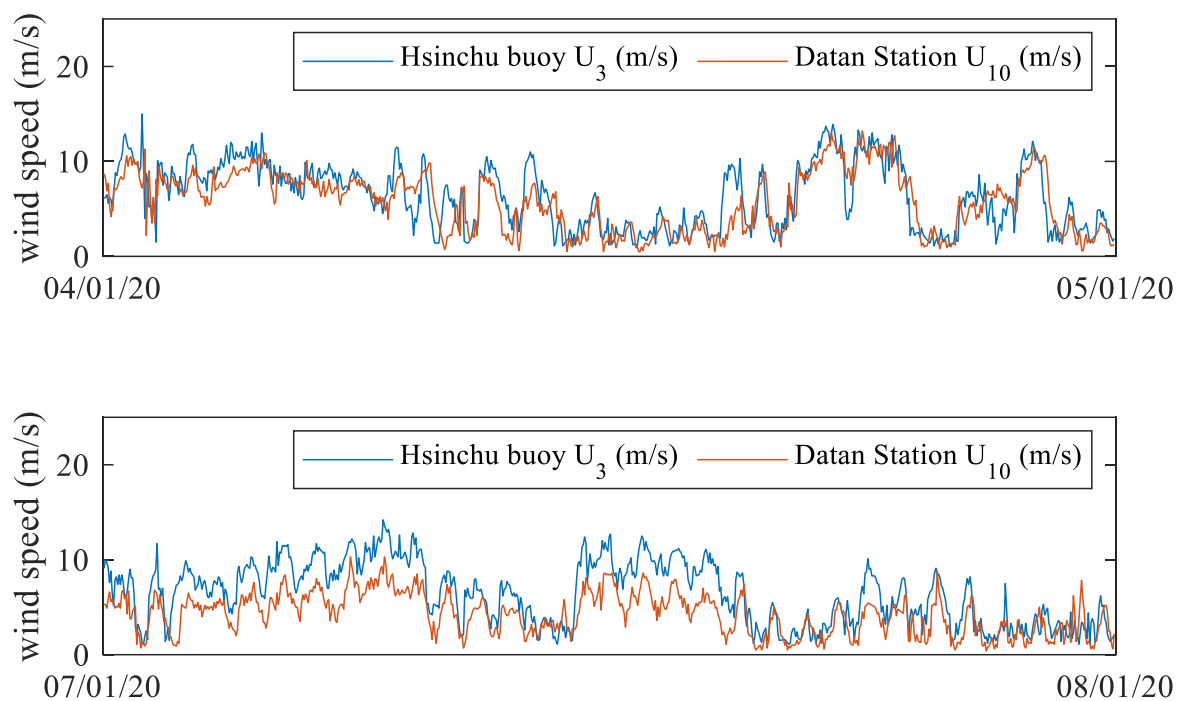


圖 6.2.4-3 氣象局新竹浮標(Hsinchu)與觀塘氣象站(Datan)的風速大小時序列局部放大比較圖

二、風速特性分析

將新竹浮標 3 公尺的風速資料，利用邊界層理論轉為 10 公尺的風速資料獲得 U_{10} (m/s)，並繪製各年的風速資料時序列圖，如圖 6.2.4-4 所示。由時序列資料可以發現，各月的風速大都在約 0-15 公尺每秒的風速上下振盪，有時振盪風速可以達到接近 17-18 (m/s)。整年最大風速多發生在夏天，此最大風速值可以達到 20 (m/s) 以上，但夏天極大風速發生的時間較短(約有 2-3 天)，此為夏天颱風所引起的極大風速。冬天高風速的情況持續較久，主因為計畫區為東北季風盛行的區域。由圖可以發現 5 到 9 月期間風速較小，其餘的月份風速較大，每個月都有上下振盪的特性。每月的統計值、頻譜分析、臨界風速分析如各節所述。新竹浮標資料在 2011/06/25-2011/07/27、2012/01/02-2012/04/03、2019/02/25 - 03/14、2020/11/13 - 12/31 有資料漏遺情形。

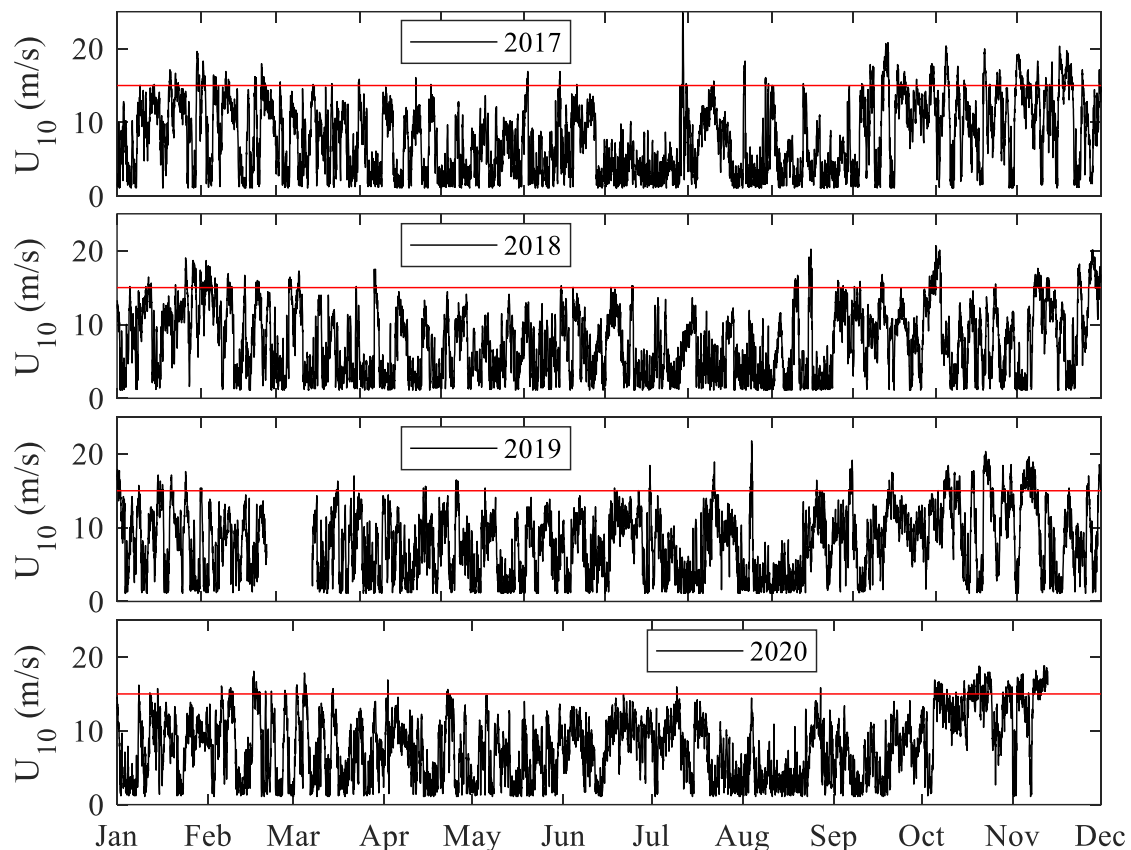


圖 6.2.4-4 2017 - 2020 年新竹浮標 U_{10} 時序列圖。風速已由 3 公尺轉為 10 公尺風速(紅線為臨界風速 $U_{cr} = 15$ m/s)

(一) 統計特性

一般而言，流體動力（包含氣流及海流）的觀測與模式推估資料，若都為有效性的資料情況下，可信度與準確度為觀測與實驗資料最可信，驗證過的再分析模式資料次之，具備有觀測資料同化後的短時預報資料再次之，沒有觀測資料同化與長時預報模式資料則不確定高。因此本計畫採用新竹浮標長期觀測資料進行海氣象的評估與分析。

將新竹浮標逐時十公尺風速 U_{10} 做統計分析如表 6.2.4-1 到表 6.2.4-5 所示。由表 6.2.4-1 的整年基本統計資料，可以知道 2017~2019 年區間，整年的最大風速介於 21~25 m/s，時間都發生在夏天；而 2020 年因為沒有颱風侵襲，因此測得的最大風速發生在 11 月東北季風吹拂的時候，最大風速也可達 18.8 m/s。整年的平均風速介於 7.5~8.0 m/s 之間。

表 6.2.4-2 到表 6.2.4-5 為 2017~2020 年各月逐時的風速月統計特性整理表，並將其中的最大風速、平均風速、與超過臨界風速 15 m/s 的月變化特性繪製成圖，如圖 6.2.4-5 所示。由結果顯示，7~10 月的最大風速值不同年份有明顯的差異之外，其他月份的最大風速統計值較為穩定。7~10 的月最大風速為颱風所引起，有無颱風或者颱風在不同月份侵襲北台灣，會造成最大風速有所差異。10~12 月份的最大風速可以達到 20 m/s，平均風速也可以達到 10 m/s。但是值的注意是，10~12 月的平均風速各年差異較大，超過 12m/s 的高風速比列各年的差異也大。1~2 月份的最大、平均風速與超過 12m/s 的高風速比列皆略小於 10~12 月份，此顯示東北季風初到中期的 10~12 月份為東北季風較為強烈的時間，1~2 月份屬於後期，強度逐漸轉弱，到 3 月時已明顯下降。

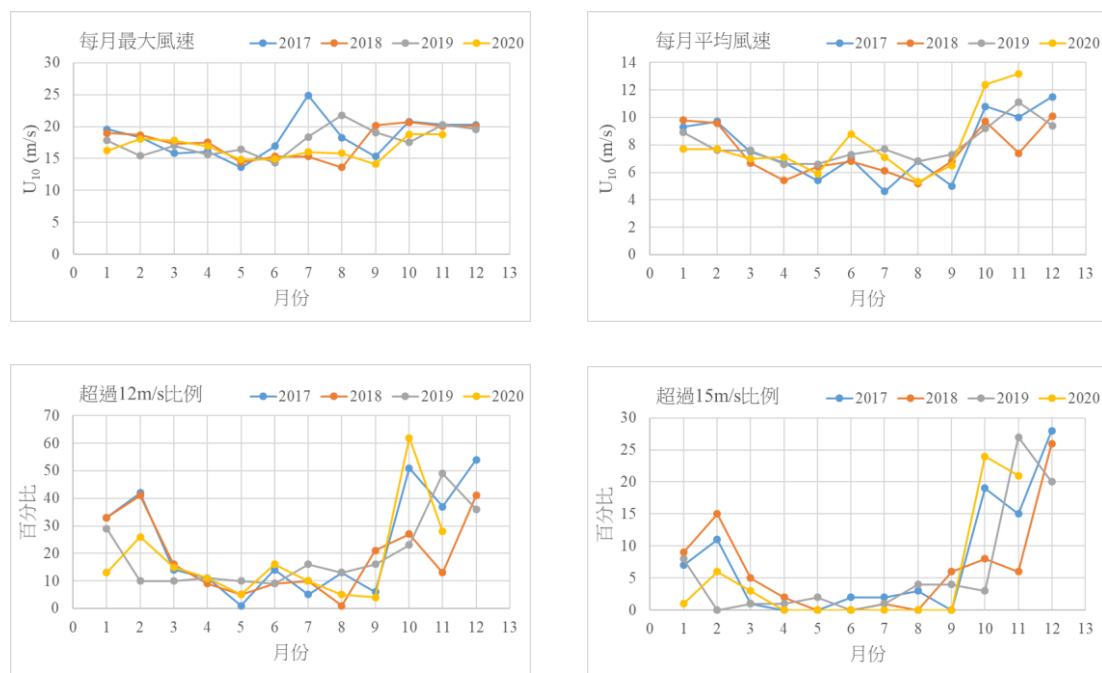


圖 6.2.4-5 2017-2020 年風速各月逐時風速的統計特性

表 6.2.4-1 2017-2020 年新竹浮標逐時 U_{10} 風速基本統計表

年份	整年最大風速(m/s)	最大風速發生時間	整年平均風速(m/s)
2017	24.9	2017/07/29/ 21:00	7.9
2018	20.7	2018/08/31 18:00	7.5
2019	21.8	2019/08/24 11:00	8.0
2020	18.8	2020/11/11 14:00	7.7

表 6.2.4-2 2017 年新竹浮標各月逐時 U_{10} 風速(m/s)基本統計表

月份	最大風速	最大風速發生時間	整月平均值	前 1/10 大風速平均	前 1/3 大風速平均	超過 12m/s 的比例%	超過 15m/s 的比例%
1	19.6	'2017/01/30 17:00'	9.3	15.9	13.9	33	7
2	18.3	'2017/02/01 22:00'	9.7	16.2	14.6	42	11
3	15.8	'2017/03/31 20:00'	7.5	14.0	12.0	14	1
4	16.1	'2017/04/21 20:00'	6.7	13.2	11.6	11	0
5	13.6	'2017/05/17 15:00'	5.4	11.0	9.2	1	0
6	16.9	'2017/06/02 09:00'	7.0	13.7	11.8	14	2
7	24.9	'2017/07/29 21:00'	4.6	12.6	8.0	5	2
8	18.3	'2017/08/22 00:00'	6.8	14.2	11.7	13	3
9	15.3	'2017/09/12 15:00'	5.0	12.5	8.8	6	0
10	20.8	'2017/10/14 00:00'	10.8	17.9	15.8	51	19
11	20.3	'2017/11/04 15:00'	10.0	17.8	15.2	37	15
12	20.3	'2017/12/16 16:00'	11.5	18.3	16.6	54	28

表 6.2.4-3 2018 年新竹浮標逐時 U₁₀ 風速(m/s)基本統計表

月份	最大風速	最大風速發生時間	風速平均值	前 1/10 大風速平均	前 1/3 大風速平均	超過 12m/s 的比例%	超過 15m/s 的比例%
1	19.0	'2018/01/26 11:00'	9.8	16.6	14.2	33	9
2	18.7	'2018/02/03 02:00'	9.6	16.2	14.9	41	15
3	17.3	'2018/03/09 12:00'	6.7	14.8	12.1	16	5
4	17.5	'2018/04/06 11:00'	5.4	13.5	10.4	9	2
5	14.4	'2018/05/03 13:00'	6.4	12.2	10.5	5	0
6	15.3	'2018/06/14 20:00'	6.8	12.8	11.0	9	0
7	15.3	'2018/07/11 07:00'	6.1	13.0	10.8	10	1
8	13.6	'2018/08/02 10:00'	5.2	10.9	9.0	1	0
9	20.2	'2018/09/15 10:00'	6.8	15.7	13.1	21	6
10	20.7	'2018/10/31 18:00'	9.7	16.0	13.7	27	8
11	20.1	'2018/11/02 04:00'	7.4	16.1	12.4	13	6
12	20.1	'2018/12/28 19:00'	10.1	18.0	16.2	41	26

表 6.2.4-4 2019 年新竹浮標逐時 U₁₀ 風速基本統計表(每小時)

月份	最大風速	最大風速發生時間	風速平均值	前 1/10 大風速平均	前 1/3 大風速平均	超過 12m/s 的比例%	超過 15m/s 的比例%
1	17.8	'2019/01/01 04:00'	8.9	16.0	14.0	29	8
2	15.4	'2019/02/01 09:00'	7.6	13.1	11.3	10	0
3	17.0	'2019/03/29 22:00'	7.6	13.5	10.7	10	1
4	15.6	'2019/04/25 11:00'	6.6	13.3	11.1	11	1
5	16.4	'2019/05/06 18:00'	6.6	13.5	11.2	10	2
6	14.3	'2019/06/21 17:00'	7.3	12.7	11.2	9	0
7	18.4	'2019/07/17 17:00'	7.7	13.9	12.2	16	1
8	21.8	'2019/08/24 11:00'	6.8	15.3	12.1	13	4
9	19.1	'2019/09/30 18:00'	7.3	15.2	12.4	16	4
10	17.5	'2019/10/15 12:00'	9.2	14.7	12.9	23	3
11	20.3	'2019/11/19 06:00'	11.1	18.2	16.5	49	27
12	19.6	'2019/12/05 09:00'	9.4	17.6	15.5	36	20

表 6.2.4-5 2020 年新竹浮標逐時 U₁₀ 風速基本統計表(每小時)

月份	最大風速	最大風速發生時間	風速平均值	前 1/10 大風速平均	前 1/3 大風速平均	超過 12m/s 的比例%	超過 15m/s 的比例%
1	16.2	'2020/01/01 04:00'	7.7	13.6	11.8	13	1
2	18.1	'2020/02/01 09:00'	7.7	15.4	13.4	26	6
3	17.8	'2020/03/29 22:00'	7.0	14.6	12.1	15	3
4	16.9	'2020/04/25 11:00'	7.1	13.3	11.5	11	0
5	14.8	'2020/05/06 18:00'	5.9	12.0	10.0	5	0
6	14.9	'2020/06/21 17:00'	8.8	13.1	12.0	16	0
7	16.0	'2020/07/17 17:00'	7.1	13.0	11.2	10	0
8	15.8	'2020/08/24 11:00'	5.3	12.0	9.4	5	0
9	14.1	'2020/09/30 18:00'	6.5	11.8	10.2	4	0
10	18.8	'2020/10/15 12:00'	12.4	17.0	15.8	62	24
11	18.8	'2020/11/19 06:00'	13.2	17.3	15.1	28	21
12	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN

(二) 頻譜分析

由時序列資料可以看出原始風速資料有呈現上下振盪的週期特性，因此利用傅立葉頻譜分析將時序列資料轉為頻率域，觀察其振盪的週期特性，並尋找影響變化的主要週期值。依照時序列資料，可以發現其變化大致有季節性的差異，尤其在 10-12 月份為明顯的週期，因此將整年的時序列資料分為四季，每季三個月，時間長度約為 90 天的資料後進行分析。經檢視統計結果變化差異，分析長度定為 1024 個小時，並重疊 50%進行傅立葉頻譜轉換，使得統計特性較為穩定，又可以解析出主要週期特性。

圖 6.2.4-6 與圖 6.2.4-7 為傅立葉頻譜分析的結果，由可以發現每一季在週期為 1 天的頻率位置，會有一個局部的小尖峰能量

值。在週期約 2.5-3 天的週期，能量開始增強，並在週期約 5-8 天左右會有另一個局部高峰值，之後更長週期的能量逐漸增加，最低頻的長週期的變化對應為月尺度的週期變化。整體而言，最長週期的月變化為主導整體風速差異尺度，如同各月的統計值可以看出不同月份甚至不同季節為主要影響風速值的因素。值得注意的是 5-8 天週期的局部高峰值，這個週期的振盪雖然能量沒有月尺度週期能量的能量來的高，但是為影響連續高風速的關鍵因素。在夏天因為月尺度週期的能量較小，即使有 5-8 天週期的局部高峰值的效應，也不會使得風速會較少超過高風速(12-15 m/s)；相反的，冬天因為月尺度週期的能量較大，所以加上短時間尺度(5-10 天週期)的局部振盪，容易使得冬天產生高風速區間(大於 12-15 m/s)，因為短時間尺度具振盪特性，因此使得高風速區間發生的週期常為 3-4 天左右，偶而才有 5 天的高風速區間。

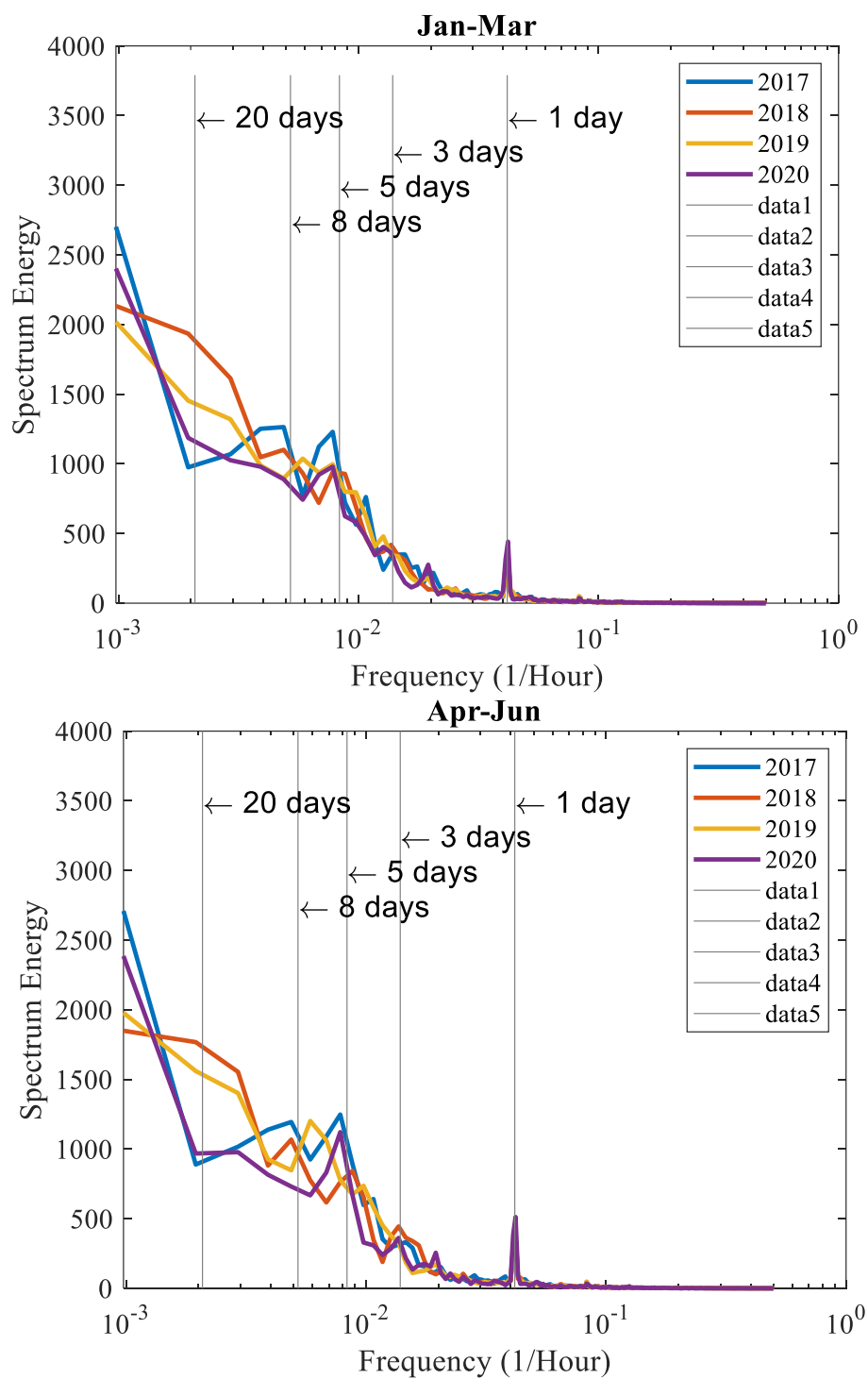


圖 6.2.4-6 2017-2020 年風速資料頻譜分析。第一季(1-3 月)與
第二季(4-6 月)

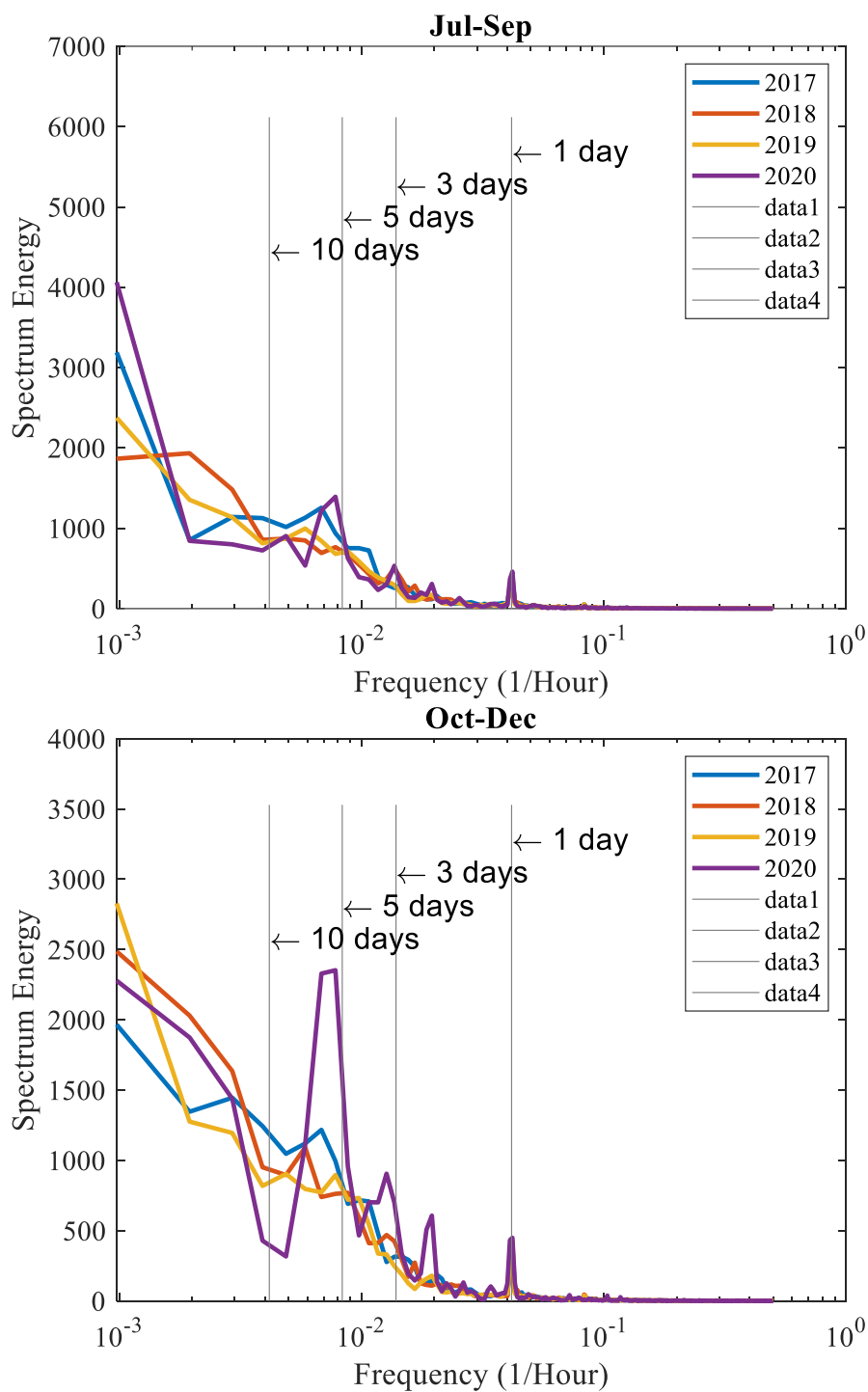


圖 6.2.4-7 2017-2020 年風速資料頻譜分析。第三季(7-9 月)與第四季(10-12 月)