

## 第五章 結論與建議

### 5.1 澎湖中屯風速資料分析

四季分法的分析上，三種季節分法在春、夏的圖形差異性不大，主要在秋季差異最大，冬季的話，我國現行的分法和其它兩者有些差異，所以四季的分法上『氣象學分法』是具有代表性的。

風速機率密度函數的分析上，由卡方檢定數據來看，韋伯分佈及伽馬分佈皆不適合，若兩者選擇的話，韋伯分佈在全年、春季、秋季、冬季的卡方檢定上比伽馬分佈適合；伽馬分佈在夏季的卡方檢定上比韋伯分佈適合。

風速、轉速和輸出三者的關係上，由圖形可看出三者間的關係，對於未來預測發電量或模擬風機性能有重要的貢獻。

浪費百分比的分析上，現有額定輸出 600kW 機台顯然沒有充份利用風速 12m/s 以上的風能，機台的浪費百分比介於 45~50% 之間，且由台電公司針對澎湖湖西風力發電可行性研究報告[20]中指出平均每部額定輸出 850kW 機台一年的發電量為約 3.3GWh(容量因數 43%)，比現行中屯每部機台一年的發電量 2.4GWh 高(容量因數 47%)。所以在澎湖本地具有的風能下，應該設置更大額定輸出功率的機台，如此才能提高風能的利用率，產生更多的電量。

發電量與容量因數的分析上，可看出風力發電在台灣困境，夏天用電量最高，但發電量卻最少，冬天用電量最少，但發電量卻最高。夏季為最低的時候，月容量因素最低可達 10 %，冬季為最高的時候，最高可達 90 %。年容量因數介於 43~54% 之間，具有相當高的利用率，算是運轉相當不錯的機台，尤其以 2004 年機台四運轉的最好，年容量因數高達 53.4%。

影響風機年發電量的因素有風速強弱的自然因素、風機運轉效能的機械因素，為了進一步量化各項因素的影響，本研究定義三個名詞，總容量因數、自然容量因數及機械容量因數。藉由此定義來觀察機台發電量主要是由自然因素或機械因素何者所影響。機台一：由自然容量因數可看出 2004 風的潛能比 2003 年稍

好，年發電量雖比 2003 年高，但機台運轉效能仍有改進的空間。2005 年風的潛能比 2003 年稍好，但機械運轉效能較差，導致發電量比 2003 年低。機台二：2004 年風的潛能比 2003 年稍差，但機械容量因數很低，顯示此年機械運轉狀況不佳，使得發電量下降，主因在於 2004 年十月至十二月停機。2005 年亦是相同的情況，風的潛能比 2003 年稍差，機械容量因數很低，肇因於一月至三月停機。機台三：2004 年風的潛能比 2003 年好，機械容量因數低，主要是因為三、四月停機，所以發電量比 2003 年少。2005 年風的潛能比 2003 年差，機械容量因數比 2003 年低，可提升機械運轉效能，來增加發電量。機台四：2004 比 2003 年稍好，且機械運轉效能最佳，年發電量比 2003 年高出很多。根據定義，總容量因數最大為 1，分析的結果顯示總容量因數 1.03，顯然不合理，探究原因，主要為此年計算出的風速和輸出關係曲線無法真正代表實際風速與輸出的關係圖，所以造成實際的發電量會比韋伯預測的發電電高，導致總容量因數大於 1。2005 年風的潛能比 2003 年稍好，但機械運轉效能比 2003 年稍低，可改進機械運轉效能提高發電量。

使用韋伯或伽馬分佈於風能輸出的預測分析上，誤差值如表 3-19 至 3-21 所示。由 2003 年的驗證顯示每十分鐘平均風速的數據比每小時平均風速數據準確，且使用韋伯分佈比伽馬分佈精準。後續 2004 及 2005 年驗證的結果也顯示使用韋伯分佈來預測風能輸出是最準確的。

經由三年資料的分析，吾人已建立一套標準的分析模式，在已知風速和輸出的關係式下，藉由氣象局風速記錄的氣象資料，便可預測台灣各地設置此風機一年概略的發電量。

## 5.2 STAR-CD 模擬結果

初步模擬的結果，在給定風速、轉速的案例中，K-Epsilon/high Reynolds 及 Spalart-Allmaras/high Reynolds 兩種紊流模式皆可得到  $\lambda - C_p$  無因次化曲線。K-Epsilon 模式中  $\lambda$  約為 7.8 時，具有最大的  $C_p$  值 45%；Spalart-Allmaras

模式約在 $\lambda$ 約為 8 時，具有最大的  $C_p$  值 50%。由兩者風速對輸出及風速對  $C_p$  的關係圖中顯示 Spalart-Allmaras 紊流模式輸出和  $C_p$  值皆比 K-Epsilon 紊流模式來的高。在輸出的差距上，風速低誤差小，風速大誤差較大，而  $C_p$  值大約差距在 5%。驗證的結果顯示兩種紊流模式在低風速時輸出的差距上並不大。

在固定轉速 72 rpm 的案例中，給定不同風速求得輸出功率，兩種紊流模式計算的結果顯示 Spalart-Allmaras 紊流模式比 K-Epsilon 紊流模式輸出值稍大一點，差距皆在 2 kw 以內，誤差不算大。 $C_p$  值在風速 4~8 m/s 時差距較大，隨著風速的增大， $C_p$  值差距漸漸縮小。驗證的結果顯示此兩種紊流模式在固定轉速下，輸出的差異性並不大。

後處理圖部份，由速度場可看出滑流(Slip Stream)及渦流(Vortex Stream)的成份，而滑流與渦流所有之動能也是來自於空氣流動能之減少，這證明了真正的風力機是無法達到貝茲(Betz)中最大功率係數。由壓力場可看出葉片迎風面表面壓力增加值的分佈隨半徑增加而增加，尤其在葉片末端前緣迎風面的壓力值最大。葉片背風面表面壓力增加值亦隨半徑增而增加，但中心轉軸壓力值最低，比一大氣壓力還低。由流線圖可看出，風流動大致的狀況為入口端至葉扇前以直線的方向行進，經風扇後，後端產生渦流，直至出口端，且渦流的大小隨著遠離葉片有縮小及分離的現象發生。

### 5.3 建議

風速的分析上，吾人已建立一套標準的分析模式，後續的研究可針對本機台持續的觀察外，也可由分析澎湖中屯二期的四部同型 600KW 的機台、台北石門風力發電廠六部 Vestas 660 KW 機台、竹北春風風力發電廠 2 部 1750KW 機台及雲林麥寮風力發電廠 4 部 660KW 機台、核三廠 3 部 1500KW 機組等五處已運轉有一段時間的機台做分析。對於興建中的機台，可以利用已知的氣象資料去預測此風機運轉後概略的發電量。

STAR-CD 模擬方面，由於只做到初步嘗試的階段，後續的工作可以設計和文獻[18]一樣的機台和實驗值做比較，得到比較精確的模擬模式，最後再以澎湖實際機台的外型做設計，模擬整體風機的性能，和第三章一系列的運轉分析做比較。

