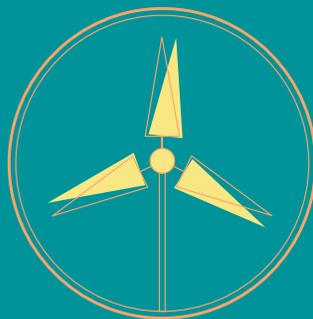


風力發電

20問



20 Facts about

Wind Energy

KidWind in Asia 競賽
推薦叢書

出版者 / 海峽前鋒文化事業有限公司

著作人 / 周鑑恒

編輯/印刷 / 廣天國際有限公司

目錄

問題 1	台灣的風從何處來？	22
問題 2	風車有哪幾種形式？	24
問題 3	什麼是升力？什麼是阻力？	26
問題 4	什麼是升力型風車？ 它為什麼能轉？	30
問題 5	風車與渦輪機的差別？	36
問題 6	風力發電系統的構造？	38
問題 7	風車大小（尺寸）和輸出功率有關係嗎？	40
問題 8	設計風車的目的是什麼？	42
問題 9	怎樣設計出理想的風車？	44
問題 10	風車葉片為甚麼細細長長的？	48
問題 11	如何決定風車葉片的數量？ 風車轉速可以改變嗎？ 風車慢慢轉也能發電嗎？	50
問題 12	風車葉片為什麼看起來是奇怪的曲面？	58
問題 13	風車葉片的翼形 (airfoil)？	60
問題 14	風車葉片的形狀？	62
問題 15	風車為甚麼都是三葉？	64
問題 16	如何動手做風車？	66
問題 17	發電機輸出“電力”的多或少？	72
問題 18	為什麼要量測風力發電的輸出功率、電能 而不是單獨只測量電壓或電流	76
問題 19	為什麼量測風力發電時 需要用到電阻？	80
問題 20	競賽時使用的風洞， 為什麼要用負壓來引起氣流流動？	82

問題 3

什麼是升力？什麼是阻力？

在「相對於葉片或機翼的風」中，風車葉片或機翼所受到的力，平行前方來風 (incoming wind)、向著下風方向的力，稱為阻力；垂直前方來風方向的力，稱為升力。

特別值得注意的是：風車葉片或機翼所受到升力或阻力，決定於“相對於葉片 / 機翼的風”。例如：空氣事實上是靜止的，但飛機向前運動，於是機翼受到前方吹來的相對風，所以會受到升力。又例如：如果飛機受到尾風，飛機就必須增加相對地面的速度，以便空氣相對機翼的速度夠大，以獲得足夠的升力。又例如：風車葉片所受的升力，必須仔細考慮相對於運動中的葉片，風到底怎麼吹向葉片，才能決定。

首先要說明的是，升力與浮力不同，浮力是流體的重量造成的。所以在失重的狀態之下浮力就會消失，此外，浮力永遠會向著上方（因為重力始終向著下方）（見圖 3-1）。流體靜止時當然也有重量，所以就會有浮力，物體在靜止流體中所受的浮力，等於排開流體的重量。升力則是改變流體的運動狀態造成的。或者可以說，升力是改變流體流動的動量造成的。所以升力與重力其實沒有關係，而與翼形 (airfoil) 改變流體運動狀態時必須對流體施加的作用力有關，對流體施力，流體同時也必然施加翼形 (airfoil) 反作用力，這個反作用力就稱之為升力。



圖 3-1: 升力與浮力不可混為一談，升力是因為改變流體的動量而造成的；浮力則是流體受重力之重量所形成的壓力造成。空氣有重量，所以也有浮力。

問題 9

怎樣設計出理想的風車？

如何設計風車，才能讓風車能夠取出最大比例的風能呢？科學家經過長時間的研究，大概歸納出以下幾個考慮要點（參見圖 9-1），並且依循一定的先後次序設計步驟（參見表 9-1），可以設法取出最大比例的風能。

（一）使用展弦比較大的葉片。善於飛翔的鳥類（例如：信天翁）或須長程飛翔的飛機（例如：滑翔機、U2 偵察機、全球鷹無人機、B52 轟炸機），它們的翅膀或機翼都是窄窄長長的。在航空工程上的專有名詞是說，這些窄窄長長的機翼的「展弦比」很大。大展弦比的葉片、翅膀或機翼，能獲得較大的升力而阻力較小。升力型風車葉片因此也都採用展弦比大的風車葉片。

（二）風車長條形葉片的數目，就決定了在任何風速條件下，風車必須以一定相對風速的轉速轉動，才會獲得最大比例的風能。也就是說，葉片數目決定：風車「葉片尖端速度大小」與「風速大小」的比例。

葉片數目少，葉片尖端的速度比風速快的比例，就要較大。

葉片數目多，葉片尖端的速度比風速快的比例，就要較小。

換言之，必須根據葉片數目，人為決定：相對於在任何風速中風車以什麼速度轉動（不能太快，也不能太慢）。

因為不該轉得太慢而漏掉風能，也不該因為轉得太快受到前方葉片遺留低能風影響，反而損失葉片的能量。所以葉片數目，決定了葉片速度大小與風速大小的最佳比值，此最佳比值決定了：在各不同風速條件下，獲得最大比例風能時，風相對葉片吹動的角度。

（三）決定最佳周速比，即決定風相對葉片速度之方向，就決定葉片安裝角。

葉片數目多，葉片速度大小和風速大小的最佳比例，必須較小；葉片數目少，葉片速度大小和風速大小的最佳比例（取得能量最多），必須較大。

此最佳比例稱為「最佳周速比」，最佳周速比即決定風相對於葉片的速度的方向，所以葉片的安裝角就要配合相對葉片的風速的方向。亦即：葉片數目就直接決定最佳周速比，風車轉動時，須用工程方法人為保持風車葉片速度和風速的最佳比值，最佳周速比決定相對葉片的風的方向，為了使得攻角要在升阻比較大，升力較大的範圍，即決定葉片尖端的安裝角。

為了使攻角在合理範圍內，以獲得較佳的升阻比，葉片安裝角就必須配合：葉片數目多，葉片速度大小與風速大小之最佳比例小，因此相對風的角度較大。安裝角隨之增大。葉片數目少，葉片速度大小與風速大小之最佳比例大，相對葉片的風速角度因此就較小，安裝角就必須隨之小。

(四) 整片葉片各區段的安裝角都必須合理。

但是，風車轉動時，葉片是硬的，葉尖的速度快，葉片根部速度慢，葉片各區段之安裝角，也要依相對葉片的風速的方向，分別調整。

(五) 葉片各區段的安裝角決定之後(葉片於是看起來不是平面的)，再決定各區段的翼形 (airfoil)。

(六) 最佳化風車葉片的形狀。為了更進一步減少損失能量，再決定葉片的形狀。科學家進一步研究葉片的形狀對風車性能的影響，發現葉片的形狀的確會影響風車的性能，但是影響不大。通常葉尖較窄，葉根部較寬，就有不錯的性能。

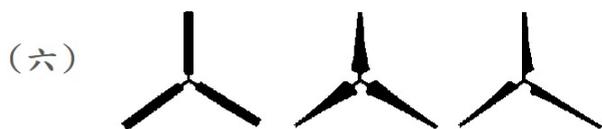
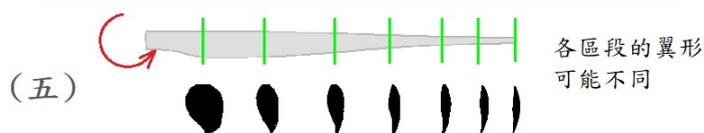
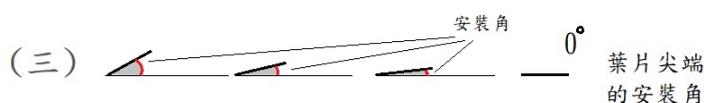
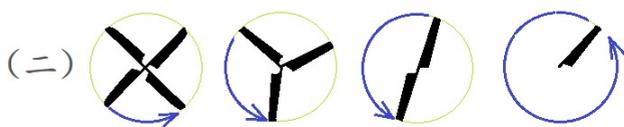


圖 9-1: 設計風車的六個重要步驟。

(一) 用展弦比大的葉片。

(二) 人為主觀地決定葉片數目之後，就決定運轉時的最佳周速比，就必須控制風車在最佳周速比運轉，就決定了風相對葉尖部分吹過來的角度。

(三) 根據風吹葉片尖端的角度，決定葉尖的安裝角。

(四) 因為葉片各區段的速度不同，風吹各區段的角度也不同，葉片各區段之安裝角也須依次調整。

(五) 葉片各區段的翼形可以有不同之選擇。

(六) 葉片正面的形狀可以最佳化。圖中最左的葉片形狀損失較大之能量。