

105 學年度「機電實作專題成果展」構想書

題目：風力發電機的設計與製造

Design and Manufacture of Wind Turbine

方宥鈞 B023022029

謝秉臻 B023021016

譚善軒 B023021019

指導教授：邱源成 博士

主辦單位：國立中山大學機械與機電工程學系

一、摘要

風力發電機為將風能轉換為機械能再轉為電能的一機構。在蒐集並整理風機的相關設計方法及種類後，設計方面我們先決定好葉片的長度及翼型，用其計算求得在 12m/s 風速風機下所受到的推力及扭矩，並檢驗各元件承受的負荷以確保使用安全度，並決定各項零件的材料、尺寸厚度以及發電機、蓄電池的規格，設計完成後利用機械工廠的車床、銑床、鑽床、CNC 等等加工機台將其組裝。

二、動機與目的

如今全世界都在提倡綠色能源的使用，而家用微型風力發電機也越來越普及，因此讓我們萌生了設計製造一台風力發電機的念頭。藉由此專題我們可以培養設計機構的經驗，讓我們更能了解各種元件設計的目的，也因大三上的機械製造實驗課程內容，也讓我們想將機械加工的技巧更加精進，而在計算負荷當中需要用到材料力學、機械設計原理、流體力學等等專業科目的知識，也能因此專題將我們學科的基礎更加扎實。

三、研究內容

我們設計的風力發電機為三葉片單軸式。首先我們決定好葉片的長度及翼型，為求加工方便，我們將安裝角以及弦長固定，接著藉由流體力學計算當風速 12m/s 時，分析不同的安裝角度下產生的升阻力係數，選出最適當的安裝角後，計算此狀況下的造成的推力、扭矩，利用 excel 分析此情況下對葉片及葉片連接器厚度與彎矩、剪應力、撓度的關係，決定適當的葉片、連接器厚度，也計算在此轉速下的發電機規格。

再來由於發電機無法承受軸向力，因此我們設計一軸承座抵擋風機所承受的推力，內部安裝深槽滾珠軸承，如此一來便能達到我們想要的效果。接著計算主軸所需的直徑，主軸同時需要考量葉輪重量造成的彎矩，軸向推力的挫屈，算出適當的直徑尺寸後，尾端再利用聯軸器將軸與發電機軸相連。

接著因微型、小型風力發電機須隨時朝向風的方向以利發電，因此我們需計算尾翼所需長度以及尾翼的面積，才能藉由風力產生可以轉動風機方向的轉矩。以上尺寸決定好後便可開始計算設備的重心位置，來減少塔架所需承受的彎矩。

最後計算塔架的直徑，塔本身會承受風推力對設備、對塔本身造成的彎矩，整根塔會承受設備重造成挫屈影響，也藉由 excel 來分析直徑大小、長度與受力關係，選出適當的尺寸後，計算風機傾覆力矩，決定需要在底座加上多少重量，風機才不會運作到一半就倒下。

所有尺寸草稿擬訂完後，便可開始用電腦繪製各部分零件圖，完成後便可進入工廠加工。操作機台除了注意安全外，加工零件時還需零件之間公差的配合，加工時的細心度，以利組裝零件順利，並減少加工失敗產生的耗材。

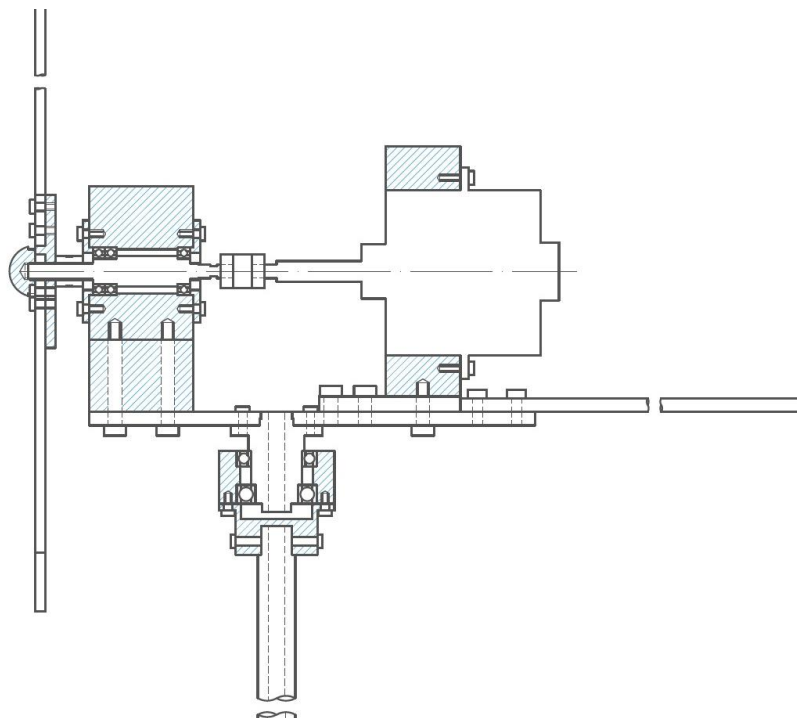
設計方面：

葉片區間半徑										
r	a	a'	ϕ	β	α (°)	CL	弦長C			
0.35	0.332367052	0.008798553	7.539954983	8.000	-0.4600450	0.633814	0.04			
0.3	0.332028253	0.011932601	8.756014871	8.000	0.7560149	0.732272	0.04			
0.25	0.331477634	0.017081673	10.4281643	8.000	2.4281643	0.864848	0.04			
0.2	0.330496901	0.02640811	12.86003081	8.000	4.8600308	1.050687	0.04			
0.15	0.32852437	0.04593125	16.67792899	8.000	8.6779290	1.32157	0.04			
0.1	0.323726781	0.097724517	23.32801347	8.000	15.3280135	1.712108	0.04			
0.05	0.308552847	0.317411803	36.30821481	8.000	28.3082148	2.033203	0.04			
dr	ρ	v	ds	CD						
0.05	1.184	12	0.002	0.02						
區間	平均CL	平均phi	升力 dFL	阻力 dFD	旋轉力 Fn	轉矩 dMn	推力 Ft	彎矩 dMt	反轉矩 dMn	
0.35-0.3	0.68304298	8.147984927	0.116456096	0.00341	0.013129862	0.004267	0.1447047	0.047029	0.000169	
0.3-0.25	0.798559911	9.592089588	0.136151271	0.00341	0.019324996	0.005314	0.1685199	0.046343	0.000168	
0.25-0.2	0.957767614	11.64409756	0.163295547	0.00341	0.029618488	0.006664	0.200779	0.045175	0.000167	
0.2-0.15	1.186128543	14.7689799	0.202230172	0.00341	0.048255715	0.008445	0.2455226	0.042966	0.000165	
0.15-0.1	1.516838883	20.00297123	0.258614962	0.00341	0.085259913	0.010657	0.3052255	0.038153	0.00016	
0.1-0.05	1.872655466	29.81811414	0.319280266	0.00341	0.155803089	0.011685	0.3483822	0.026129	0.000148	
	1片葉片	total	1.196028314	0.02046	0.351392063	0.047033	1.413134	0.245796	0.000977	
	3片葉片		1.054176188	0.1411	4.239402	0.737387	0.002931			
葉片接受風能/推力載荷集中度L	根部支反力 R0	受風形成彎矩(根部) Mmax	根部彎曲應力 σ wmax	根部剪力 Qtmax	根部 τ max τ tmax	最大拉應力 R0max	最大扭應力 Mn	最大扭轉應力 τ nmax	最大轉角 θ Bmax	
0.3 q	4.710446643	1.413133993	0.211970099	1.648656			0.0470332			

[illegible]

製造方面：

由於我們只學習一學期的機械製造實驗，實作的時間不長，所以對於每一台加工機並不是太熟悉，很多加工步驟還不熟練，還是請教陳湟銘技士、張桓技佐和工廠的張子詮先生。有些零件因為設計的尺寸比較大，沒辦法夾持在機台上做加工，挑錯材料在加工時增加切削困難性，導致再加工時遇到困難，所以比較困難的工件會委外加工。



圖三：利用 AutoCAD 繪製風力發電機之組合圖

五、致謝

本專題的執行路上得到了許多幫助，首先要感謝指導老師邱源成教授對我們的指導，給予我們很多專題設計製造上的建議，每當我們有問題時總不厭其煩地向我們講解細節，並指正我們在研究期間的疏失，也總不在乎花了多少時間。因為有教授的指導，使我們的專題執行時間能夠如此順利。

再來要感謝陳湟銘技士、張桓技佐和張子詮先生，在風力發電機製造階段時給我們的加工技術指導，除了車床、銑床、鑽床的操作外，還教導了我們如何利用車床輔助攻出一個完美的內紋螺，有了他們的指導，減低了我們加工失敗的次數，同時也提升了我們操作加工機台的能力，並順利的製造出各零件。

最後感謝系上諸位教授在各學科的指導，建立了我們機械與機電工程學系學科的基礎，也因為有此專題，讓我們有活用到專業學科的機會，使我們更了解學習這些科目的目的，並深入學習到更多專業內容，並相輔相成使得專題更加完善。

六、參考文獻

1. Shigley's Mechanical Engineering Design 10th edition, Richard Budynas, Keith Nisbett, 2014 年 6 月
2. 陳朝光，機械設計製圖，1992 年 8 月
3. 蘇紹禹、蘇剛，風力發電機組設計、製造及風電廠設計、施工，2013 年 5 月
4. 牛山泉、三野正洋合著林輝政審定，小型風車手冊，2010 年 12 月
5. 邱源成，機械設計實務，2014 年 2 月修訂
6. 邱源成，機械製造實驗，2015 年 9 月修訂