

# 鹹魚貓的檔案

鹹魚貓的姓名：林軒宇

鹹魚貓的綽號：鹹魚、笨貓(兩個合起來叫做鹹魚貓)

鹹魚貓的性別：男

鹹魚貓的生日：1999/05/20 總統大選

鹹魚貓的星座：金牛座 精打細算(謎之音：我看是小氣吧)

鹹魚貓的血型：最多人的血型...O

鹹魚貓的生肖：貓(謎之音：疑?)..不..是兔子

鹹魚貓的興趣：玩電腦、打桌球、打籃球

鹹魚貓的專長：打桌球、打籃球、玩電腦(謎之音：這...)



# 鹹魚貓的貓語錄

人稱交配的姜沛韶：要更專注於研究上

人稱榕樹的褚奕辰：你人還不錯，而且說出來的話有的時候會很讓我和老溫這兩個幼稚的吃了一驚

人稱肉羹的周庚翰：軒宇哥~這個專題題目看起來好像不是很好做...但是還是加油阿!

人稱政妹的謝政霖：你嘛，沒什麼好給的，就是上私立國中要放得開，壓力不要太大，身體健康就好。

人稱小林的林孟儒：風力發電的研究很有意義!

人稱餅乾的曹秉鈞：居然做科學的專題研究，實在太強了

人稱老溫的溫彥勳：鹹魚喵~一開始你找不到研究主題，還替你有點擔心哩，可是，幸好終於做出來了

人稱老鼠的高允貞：嗯.....加油，祝國中好運~

人稱山豬的陳庭儀：小軒軒，記得我喔，雖然我很煩，但是我也有好的一面啦。

人稱涼麵的梁丞廷：未來台灣和地球的命運就掌握在你手上了!

人稱米酒的林旻頌：你的研究好像很厲害，希望你不要再被老溫咬了!!嘻嘻

# 轉吧！小小風力發電機

研究者：林軒宇

台北市西湖國小資優班學生

通訊處：台北市內湖區環山路一段 25 號

電話：(02)2798-5381 轉 165

專業指導：黃榮源先生(臺灣電力公司 電力修護處 振動研討隊 課長)

指導老師：卓麗容老師

## 第一章、緒論

### 第一節、研究背景

現在石化能源已漸漸減少，隨著全球暖化的加劇，人們已經覺悟到地球的轉變，開始研究綠能源。大家首先研究的是太陽能，另一個綠能重點研究的就風力發電。風力發電是一種利用風的力量轉動葉扇，轉動葉扇時，透過增速機將旋轉的速度提升，使葉扇的旋轉速度提升到快速轉動轉軸，轉軸則提供能量給發電機進行發電。

雖然風力發電這種綠能源的穩定性並不高，但它在丹麥、德國、荷蘭等國家被人類當成輔助傳統發電的主要來源。

### 第二節、研究動機

因為最近台灣開始積極推展風力發電，使我非常好奇，風力發電究竟是什麼呢？而風力發電的原理究竟是什麼呢？我希望製作一台風力發電機，來幫助我了解風力發電機內部的構造及風力發電機的原理。

### 第三節、研究目的

1. 探討風力發電機的基本設計構造。
2. 製作一個風力發電機的模型並進行發電測試。

## 第二章、文獻探討

### 第一節、風能的定義

風能是因空氣流動時做功(做功：物理學中表示力對距離累積的物理量)並提供給人類的一種可利用的能量。空氣流動時所具有的動能稱風能。空氣流動的速度越高，動能越大，亦即風能愈大。

資料來源：維基百科 風能 <http://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%A2%A8%E5%8A%9B%E7%99%BC%E9%9B%BB>

### 第二節、風力發電的原理

#### 一、一般大型風力發電機的原理

大型風力發電機通常採用"水平軸"型式，它由風葉輪、變速箱(加速齒輪箱)、發電機、偏移裝置、控制系統、塔桿等部件所組成。風葉輪的作用是將風能轉換為機械能，它是由氣體流動性能良好的葉片裝在輪軸上所組成，低速轉動的風葉輪通過傳動系統 經由加速齒輪箱來增速，將動力傳導給發電機。上述這些組件都安裝在機艙內，整個機艙由高大的塔桿支撐，由於風向會經常改變，為了有效地利用風能，必須要有自動迎風的裝置，根據風向感測儀測得的風向信號，再由控制器來控制偏移電機，驅動小齒輪去推動塔架上的大齒輪，使整個機艙藉由此自動控制的系統，能夠保持正確對向迎風面。

(資料來源：強而青科技 風力發電 <http://www.solar-i.com/wi.htm>)

#### 二、風力發電機的構造

- 1.風葉：能夠調整任何角度，利用風的能量，並將風的力量傳送至轉動軸。
- 2.塔桿：風力發電機的支撐主幹。工作人員通過塔桿到達引擎艙進行維修、調整等工作。
- 3.引擎艙：有內設轉動軸、增速機及發電裝置。是藉由風力推動風機葉片轉動，再由風機軸來讓發電機發電，風力發電機主要由機艙、驅動轉子、葉片、塔架、電力轉換器及發電機等組件組成。

- 4.制動裝置：當風速達每秒 25 米時，制動碟會馬上啟動，中止風力發電機的運作，以免風力發電機的機械組件因為風速太大而造成損壞。
- 5.控制裝置：確保風葉能隨風轉變，保持風葉的角度能面向風吹的方向。
- 6.增速機：風力帶動風葉轉動，再透過增速機將旋轉的速度提升。
- 7.風向儀：計算風速並將風速的數據傳送到控制室(塔桿內)。計算風向並與對風控制裝置協調，控制車葉迎著風向的角度。
- 8.發電裝置：發電裝置透過電磁鐵的應用來發電。

(資料來源：強而青科技 風力發電 <http://www.solar-i.com/wi.htm>)



圖一：風力發電機結構圖

圖片來源：意念設計 PP6 <http://www.ideastorming.tw/ideas/2504%20ideastorming-250>

4

這張圖為風力發電機的結構，常見的水平軸大型風力發電機。

從這圖片中可看到，當風從葉片中流過時，葉片會開始轉動，稱為旋轉翼(見圖一之 1 處)。接著透過旋轉軸中的低速軸(見圖一之 5 處)傳送葉片旋轉時所產生的能量，讓高速軸提升轉速，再給發電機(見圖一之 2 處)。如果風向有變化的時候，可以利用偏搖馬達(見圖一之 3 處)讓葉片迎向風，而偏搖馬達的安裝位置就在塔桿，塔桿是非常重要的風力發電機零件，如果沒有塔桿，基本上風力發電機

是無法運轉的(因為沒有塔桿支撐葉片和發電機，就算風速可以啟動風力發電機，葉片還是會卡住)。而如果風速>25m/s 或風力發電機有問題，可以利用控制器來讓風力發電機停止運作，也可以在風速>3m/s 時，啟動風力發電機。風速計可以提供控制器現在的風速，才不會讓風力發電機受損或是無法發動。

### 第三節、風力發電機的種類

風力發電機的種類可以按主軸與地面的相對位置，分為水平軸與垂直軸式、按轉子(由以空氣動力推動的扇葉組成)；按相對於風向的位置，分為上風式與下風式、按轉子葉片；按工作原理分為升力型與阻力型。按轉子葉片數量，分為單葉型、雙葉型、三葉型、荷蘭型、美國農村多葉型。

(資料來源：風力發電.doc(2011/02/09

[http://emis.erl.itri.org.tw/\\_upload/\\_admin/sepro/27/file/%E9%A2%A8%E5%8A%9B%E7%99%BC%E9%9B%BB.doc](http://emis.erl.itri.org.tw/_upload/_admin/sepro/27/file/%E9%A2%A8%E5%8A%9B%E7%99%BC%E9%9B%BB.doc))

但是最近研發出了一種特殊機種名叫無鐵芯風力發電機，可以使發電機的啟動風速很低，適用於微風發電(年平均風速 1~10m/s 之間，也就是蒲福風級 1~3 級之間)；產品採用無鐵芯構造，無齒槽效應，擁有無轉矩波動及鐵損的優點；採用高性能稀土類磁石、高功率密度還有多極構造無電氣接觸以及高功率輸出的發電機；能量轉換效率高，電阻較小，可有效降低能量運送間的損耗。

(資料來源：無鐵芯風力發電機(150V~1000V)批發－中國制造網(2011/01/04)

<http://big5.made-in-china.com/showroom/shanghaimindong/product-detailSqdmwCaXrGkT/%E6%97%A0%E9%93%81%E8%8A%AF%E9%A3%8E%E5%8A%9B%E5%8F%91%E7%94%B5%E6%9C%BA%EF%BC%88150V-1000W%EF%BC%89.html>)

### 第四節、風力發電的歷史

在距今 1500 年以前，中國農村即利用風力驅動磨坊，之後發展灌溉水田，與抽取海水到鹽田晒鹽，直到 60 年代大陸文化大革命前，江蘇省仍有數萬台古蹟仍然使用中。而在西方 13 世紀中期，歐洲農村的風車，也遍佈於地中海週圍區域。之後，大型且大動力的荷蘭風車出現，荷蘭有一大片土地是在海平面之下，連續幾世紀以來，抽水的工作仍然靠風車進行。到了 1855 年，美國出現了多頁片型風車。到今天，於美國鄉村農莊或在有些牧場仍可見到。於 19 世紀末，美國一個由 30 家公司聯合組成的風力電機工業集團－Westernwind，大量生產風力發電機，至今已經生產六百萬多架風力發電機(資料來源：風力發電 2010/12/25 <http://www.solar-i.com/wi.htm>)。

早在十九世紀末，丹麥有一個氣象學家－羅拉庫爾就有做出世界第一台風力發電的風車，當時能源充足，沒經濟效益，當時就有很多國家在利用風能，如帆船、滑翔翼、提供牧場汲水、磨麵、磨稻等等。近 10 年來，因能源危機，節能減碳，綠色能源再度興起，丹麥、德國、法國、美國、中國…等大量生產。目前台灣大型風車已有 300 架，多屬進口，成本太高，需要 20 年才能成本回收。(資料來源：風力發電的歷史－Yahoo 奇摩知識+ 2011/04/23  
<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1509091108659>)

自 1990 年瑞典建立了第一個離岸式 (offshore) 風力發電應用試驗案例後，截至 2006 年為止，全球共設置有 20 多處之離岸式風力發電廠，總計發電容量 92.88 萬 MW。大型之離岸式風力發電廠集中在丹麥、英國等國家，丹麥居冠共 39.44 萬 MW；英國 32.92 萬 KW；荷蘭 12.68 萬 KW。目前歐洲國家中包括比利時、丹麥、芬蘭、法國、德國、希臘、愛爾蘭、義大利、荷蘭、波蘭、瑞典及英國等均有規劃或建造中之離岸式風力發電廠。2003 年英國政府宣布將在英國海岸線地區設立 15 個離岸風場，總裝置容量預計可高達 120 萬 KW。德國政府並訂定 2020 年完成 600 萬 KW 離岸式風力發電裝置容量的目標，並在 2025 年於近海開發 2500 萬 kw 的離岸式風力發電廠。根據歐洲風能協會預測，2010 年歐洲將可達 1,000 萬 kw，歐洲國家對離岸式風力發電之目標於 2030 年時更可達 5,200 萬 KW。可見歐盟諸多國家正逐步規劃往離岸式發展。(資料來源：經濟部能源局 2011/05/26[http://www.moeaboe.gov.tw/opengovinfo/Laws/secondaryenergy/LSecondaryMain.aspx?PageId=l\\_secondary\\_08](http://www.moeaboe.gov.tw/opengovinfo/Laws/secondaryenergy/LSecondaryMain.aspx?PageId=l_secondary_08))

「發電機」和「馬達」兩者的原理是十分相似的，差異之處僅在於前者是將動力轉變為電力；後者則是將電力轉變為動力。風力發電則是靠風力帶動風車扇葉旋轉因而發電。自二十世紀初人類興建電廠以來，即有人考量可將風車的旋動力轉換為電力。長期以來，限於其穩定性和投資費用的經濟效益，以致大半是停留於實驗或極小地區的試用階段，真正可進入商業運轉的實例並不多見。(澎湖縣風力發電機組消防搶救之研究 2011/04/12：  
<http://www.phfd.gov.tw/upload/opens/2008-06-13112704file1.doc>)

但自九十年代起，因排放二氧化碳造成的溫室效應日益嚴重，「反核」的聲浪在各國間又日漸普遍，能源短絀的問題也已轉趨明顯的浮現於檯面之上，種種原因使得風力發電愈益受到重視，而石化資源並不充沛、卻擁有綿長海岸線且科技發達的國家，如中、北歐的丹麥、瑞典和德國…等，在此一風力發電領域已有豐碩的成果。在 2000 年時全球發電用風車有 85% 是座落在中、北歐和美國等地區，目前歐盟麾下十五個成員國都已建立有風力發電設施。(澎湖縣風力發電機組消防搶救之研究 2011/04/12：

<http://www.phfd.gov.tw/upload/opens/2008-06-13112704file1.doc>

另外，較讓人樂觀的是，自 1996 年起上述幾國的風力發電量是以每年超過 10% 的幅度呈穩定成長，預估這個趨勢至少可維持至 2010 年；而據統計，從 2003 年年底全世界之風力發電容量可望高於 1,500 萬 KW 之容量。歐盟在風力發電領域的努力，與歐盟會員國極重視環境生態之保護有密切的關連，在簽訂「京都議定書」時歐盟已承諾，將於 2008 年至 2012 年之間每年減少二氧化碳排放量 8%、相當於每年減少 1900 萬噸~1500 萬噸的二氧化碳排放量，此則需應用風力發電以幫助達到目標，且隨著新技術和新產品的使用，風力發電的成本在近二十年之內已下降了 80%。(澎湖縣風力發電機組消防搶救之研究 2011/04/12

<http://www.phfd.gov.tw/upload/opens/2008-06-13112704file1.doc>

美國風能協會之前公佈：去年美國增加的風力能源創空前新高，並使美國持續穩住全球風能龍頭地位。顯示產業並未受到金融危機擠壓融資空間影響。根據美國風能協會最新年度報告，美國去年共增加逾 1 萬兆瓦 (MW) 的風能產能，足以提供 240 萬戶家庭用電。這也使得美國風能總產能達到 3.5 萬兆瓦，超越中國及德國、穩居產業龍頭。報告指出，去年美國共增設 5700 座風力渦輪。美國風能協會產業數據及分析部主任表示，以去年經濟呈現部分下滑的情況而言，這樣的成長幅度還不錯。過去 5 年來，美國風力產能以平均每年增加 39% 速度成長。去年風能占全美所有能源產能的比例，亦由前年的 1.3% 增至 1.8%；AWEA 並表示，今年可望衝破 2% 的關卡。根據美國能源資訊局統計，去年所有再生能源占全美電力供應來源的比例，達 10.5%；其中以水力發電居最大宗。此外，去年全美新增的能源產能，逾 9 成來自綠能源及天然氣。(資料來源：風力發電熱潮 去年美國新增風能創歷史新高 穩居世界龍頭 新聞 鉅亨網 投資全球 讓你鉅亨 2011/03/22

[http://news.cnyes.com/Content/20100409/KC8N95MUG2I5I.shtml?c=headline\\_sitehead](http://news.cnyes.com/Content/20100409/KC8N95MUG2I5I.shtml?c=headline_sitehead)

表一：風力發電發展史

時間	國家	事件
1500 年前	中國	使用風車來驅動磨坊
13 世紀中期~15.16 世紀	荷蘭	出現了荷蘭大型風車
1855 年	美國	出現了多葉片型風車

19 世紀末	美國、丹麥、瑞典	大量製造風力發電機、製造出第一座風力發電機、第一座離岸風力發電機
2007 年	美國	風力發電的電力創新高，共增加快 1 萬兆瓦 (MW)

### 第五節、台灣目前風力發電的現況

在台灣，目前有雲林麥寮，及澎湖中屯，竹北春風，北縣石門，屏東恆春及彰濱工業區等地區裡大型風力發電機組接近一百座。台灣的風力發電能量密度含量居全球排名第二(第一是紐西蘭)，特別為桃園至雲林沿海一帶，由於有強勁的夏季西南氣流與冬季東北季風吹襲，且可建置地點亦不少，因此成為台灣發展風力發電之最佳地點(風力發電 <http://www.solar-i.com/wi.htm>)。

保守估計，台灣地區至少有一千 MW 以上陸上風能潛能可供開發。而海上風能潛力方面，據估計，在台灣西海岸約有二千 MW 以上發展潛力，合計台灣約有三千 MW 的裝置容量。

(資料來源：台灣環境資訊協會。台灣風力發電的潛力：  
<http://e-info.org.tw/issue/energy/2001/sub-energy01020601.htm>)

台灣風力發電雖然具有降低污染排放之效益，但是如果無法穩定供應，將造成整體電力系統的營運成本上漲，這些成本必然要轉嫁給全國用電戶，電價將因而上漲，對於國家整體經濟發展也將帶來相當衝擊。由我國現有風力發電示範計畫實績值顯示，我國全年平均風力發電平均容量因數約為 37%，但是夏季八月時風力發電系統平均容量因數只有 6%左右，且最高的時候容量因數達 60%左右，最低的時候竟只有 0.01%，八月有超過五分之一天數的單日容量因數低於 1%，穩定性非常差。

(資料來源：台灣環境資訊協會。台灣風力發電的潛力：  
<http://e-info.org.tw/issue/energy/2001/sub-energy01020601.htm>)



經濟部能源局指出，到今年 8 月底，台、澎地區共有 127 座風電機，裝置總容量 21.72 萬 KW，每年可發電 5.8 億度，可供 14.6 萬戶家庭用上一年。聽起來頗為樂觀。但是，台灣風力發電的發展規模，卻受到地形和費用兩大因素的局限。台灣由於平地幅員狹小、山地交通不便，實際能安置風電機的土地並不多。台電董事長陳貴明面對媒體時也說明，台灣的風力發電總量最多只能達到 215 萬 MW，不到全台用電需求量的十分之一。

(資料來源：台灣環境資訊協會。台灣風力發電的潛力：  
<http://e-info.org.tw/issue/energy/2001/sub-energy01020601.htm>)

依據 94 年「全國能源會議」相關結論，2010 年再生能源推廣目標占總能源 3%~5%，占總發電裝置容量 10%，約 500 萬 KW；並規劃適宜陸域風場及離岸風場開發方式，風場建議以區塊方式規劃，以達經濟規模，並擴大國內風力發電量。近年來民間風力發電開發投資業者與台電公司已陸續進行投入風力發電廠開發，目前已完工的設置容量為 18.77 萬 KW，並有逾 70 萬 KW 亦正積極籌設或興建中，然均為陸域風力發電廠，尚未邁入離岸風力發電開發。我國屬海島型國家，地狹人稠且近三分之二為山區，陸域可供開發風力發電場址有限，隨著陸上風機設置增加，未來陸域建置之困難度將逐漸增加。相較於陸地，面積廣闊的海域為一風能佳、平穩、少亂流之風場環境，提供台灣一個開發風力資源之可行途徑。以風力資源高度開發的國家如丹麥、德國為例，目前陸域可開發場地已漸趨飽和並積極朝海域發展，也累積了多處成功經驗。因此在考量我國陸域風力發電開發趨於飽和之情況，及落實再生能源發展政策，朝離岸式利用將成為我國風力發電下一階段推廣之方向與重點。

(資料來源：請問關於風力的相關問題?!?謝謝幫忙阿?!? Yahoo 奇摩知識+  
2011/03/27  
<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1509032402953>)

由風力機發電特性得知設置風力發電條件必須年平均風力在 4m/s 以上，配合台灣風力資源分佈圖與台灣西岸/澎湖縣風力調查表發現，台灣適宜地點大約有梧棲、麥寮、東石、澎湖，而目前較具規模的風力發電電廠有澎湖及麥寮。

(資料來源：風力發電.doc 2011/02/09：  
[http://emis.erl.itri.org.tw/\\_upload/\\_admin/sepro/27/file/%E9%A2%A8%E5%8A%9B%E7%99%BC%E9%9B%BB.doc](http://emis.erl.itri.org.tw/_upload/_admin/sepro/27/file/%E9%A2%A8%E5%8A%9B%E7%99%BC%E9%9B%BB.doc))

台灣初期是在民國 80 年在澎湖的七美鄉，設置 250 仟瓦的風力發電機組，民國 85 年彭佳嶼島，民國 89 年雲林的麥寮，民國 90 年澎湖的中屯，民國 91 年

新竹的竹北，之後這幾年在核能 1 廠、核能 3 廠、桃園正隆紙廠、桃園大園的觀音、新竹的香山、苗栗的通霄、後龍皆有裝設，今年 5 月彰化的伸港也安裝了 8 部風力發電機。目前台電完成「風力發電第一期計畫可行性研究」，並於九十一年七月由行政院核定實施，將於九十年至九十五年間，於台電公司現有電廠及彰濱工業區、台中港、新竹、桃園海濱等地興建 60 部風力發電機。

(資料來源：風力發電的歷史?—Yahoo 奇摩知識+2011/03/23

<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1206092409345>)

表 二、台灣各種發電的發電成本比較表：

燃料	核能	煤	油	天然氣	風力	柴油
發電成本 (NT \$ KWh)	0.85	0.89	1.34	1.77	2.14	4.24
優點	成本最低	成本次低	取得容易	取得容易	資源取自 大自然 無污染	效率較高 CO <sub>2</sub> 產生 量較少
缺點	會產生核 廢料	會污染空 氣	會污染空 氣	易燃 易爆	成本過高 影響鳥類 飛行	成本高 不容易提 煉成純的 柴油

從上表可知，風力的發電成本是這六種發電中次高的。主要原因是因為如果要利用風力來發電就要來架設一個風力發電機，而風力發電機的成本比其他發電機還要高，雖然風力是一種源源不絕的能源，而且又不需要任何的花費，就能獲得無限的能源。但是風力發電機成本實在是太高了，使得它發電成本比其他種發電還要高(除了柴油)。

下面以石門風力發電站的風力發電機來做介紹。

此為石門風力發電站的風力發電機的一號機，從此圖可知，這裡的旅客大部分都是本地人，風力發電機的機組，幾乎等於 18 個人，由此可見風力發電機的大小到底有多高。



此圖為石門風力發電站一號機附近的地殼形變觀測站的介紹，位於石門風力發電站的一號機旁邊。是用來收集地震資料、量測伴隨大地震的顯著地表位移現象，以幫助對地殼運動及地震潛勢的了解。



右圖為 2011 年 4 月 24 日上午 10 點左右在石門風力發電站所拍到的顯示板，從圖中可看到總共有六台，從編號一號到六號，上面的數字指的是風速(公尺/秒)和發電量(千瓦)，它們的風速分別是：4.2(公尺/秒)、3.3(公尺/秒)、4.7(公尺/秒)、4.7(公尺/秒)、5.1(公尺/秒)、2.4(公尺/秒)。發電量總共是 4 千瓦。



這六台機組都是 Vestas V47 的風力發電機，額定輸出：660KW，機組總高：68.5M，葉片直徑：47M，額定轉速：28.5RPM，運轉日期：93 年 10 月 1 日，機組供應商：丹麥 Vestas 公司，承造商：中興電工機械股份有限公司，建造單位：台灣電力公司。

從風速來看，今天的風速比右面這張圖的風速還要慢許多。

圖片來源：石門風力發電站 @BuBuChen 的旅遊記事本：<http://bubuchen.pixnet.net/blog/post/23759066>



這張圖是我從別人的部落格看到的，這張圖與上一張圖不同的是，這張的風速明顯強很多，分別是：10.5、9.5、9.8、9.5、9.0、7.3。而發電量也明顯多很多，分別是 582、567、419、441、417、232。一號、二號機是接近滿載的狀況(發電量接近 660 千瓦)。而六號機跟我拍的時候一樣，發電量都是最少、風速最慢的。由此可見，六號機的所在位置的風速是比其他風力發電機的位置的風速還要慢，而發電量則成為最少的。

這裡是石門風力發電站唯一開放的風力發電機：一號機，旁邊有交通部中央氣象局地殼形變觀測站。(詳情請見圖二)當葉片轉一圈時，耳邊會傳來「咻咻」的聲音。



### 第三章、研究方法

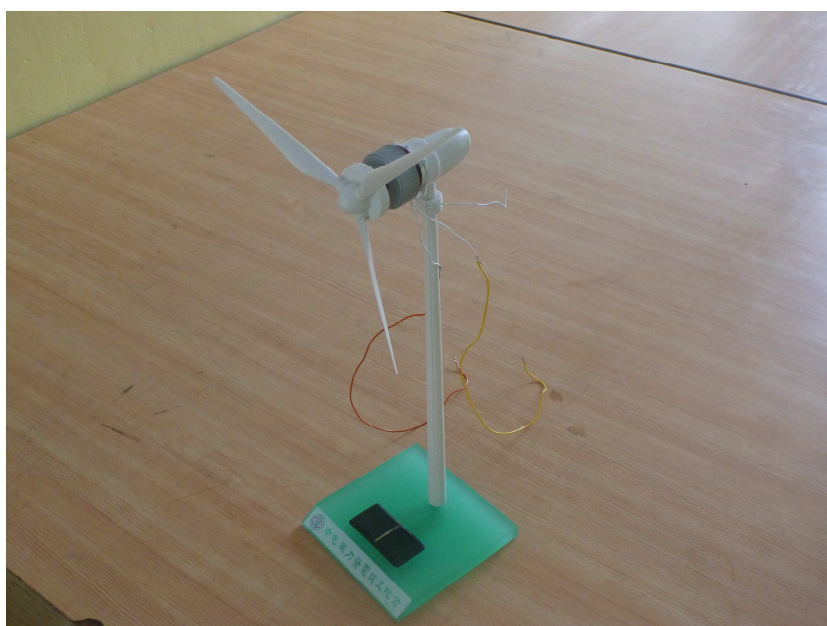
一、研究器材：

三用電表、自製風力發電機模型、電風扇、LED 燈

二、實驗流程：

1. 製作風力發電機模型。
2. 以電風扇的不同風速來測試自製風力發電機模型的發電量，並記錄數據。

### 第四章、研究成果與討論



圖二、組裝風力發電機模型

表三、組裝風力發電機模型利用電風扇所發電的測試結果(以電風扇上所標示的風速{弱、中、強}為準)

次數\風速	弱	中	強
第一次(伏特/毫安培)	0/0	0/0	0.83/75
第二次(伏特/毫安培)	0/0	0/0	0.72/86
第三次(伏特/毫安培)	0/0	0/0	1.23/102
第四次(伏特/毫安培)	0/0	0/0	0.55/53
第五次(伏特/毫安培)	0/0	0/0	-0.73/0

從表三可得知：電風扇的風速其實對於模型來講是不夠的，因為我們可以看到風速-弱跟風速-中其實是無法驅動這個模型的；在風速-強也只是勉強驅動而

已，所以電風扇的風速看起來是無法驅動模型。

另一個因素是模型本身，可能是扇葉的問題，可能是因為扇葉轉動時所承受的風量無法使發電機產生電力，又或者是我買的發電機啟動風速太高，使我們用電風扇發電時，無法達到啟動風速；或者只是剛好過門檻，所以才會無法發電；或是發出微小的電。還有一個因素是三用電表的問題，發出的微小電力無法被三用電表測到。

## 第五章、結論與建議

原先以為以電風扇的風速可以驅動組裝風力發電機模型，但是風速卻無法驅動組裝風力發電機模型，因而造成實驗失敗。

實驗最主要失敗的原因是因為時間上的問題，因為我組裝好風力發電機模型時，已經接近小學畢業，而測試也是在發表會前幾天才做的，所以實驗失敗後已經沒有時間再做出一個模型。說不定這次失敗，下次就成功，而且原本用的模型(請看圖二)，那個發電機是因為塞不進去引擎艙裡，才放置在扇葉與引擎艙的中間，說不定就是因為這個原因，模型無法發電。

如果有人要參考我的模型來做另一個風力發電機，我會建議：不管是哪一種發電方式，最重要而且最難做的部分就是發電機的部分，因為發電機是整個風力發電機中最重要的部分，沒有了它，你就無法發電，也就成了裝飾品。如果要自己做，要自己繞線圈，要平整、不能重疊、不能有任何折到的痕跡…等條件，不然做出來的發電機發電效果會比想像中差，我建議還是去買現成的比較好，畢竟是專業機械作的。

接著次要的是塔桿與扇葉，因為塔桿若是強度太弱的話，當風速太強勁時，就很容易斷裂，因此要用堅硬的材料來製作塔桿。而扇葉製作的主要原則為：輕、寬(或細)、硬。這是材料的部分，接著是角度的部分，由於扇葉的角度可以影響它的發電量，所以建議使用可轉動式扇葉，固定角度後，再把扇葉黏住，其他的部分應該是不會有什麼問題了。

(註 1：扇葉的寬細是由地區的風速而決定的，風速強勁時大部分用細的，風速微弱時大部分用寬的。)

## 第六章、心得

當五上的時候，大家都在努力的拼專題研究，希望能夠提早過專題研究審查會，就只剩下我還沒想到專題研究的主題(學長以前講的話果然沒錯…要先想專題研究…)，而在最後一次審查會即將來臨的前幾個禮拜，我爸幫我想到了一個主題－風力發電，風力發電是最近再生能源的主要趨勢，而關於人類所了解的風力發電的知識也愈來愈多，因此我決定我專題研究的主題就是風力發電了。於是我趕上進度，終於在最後一次審查會(12/2)成功過關，而我便開始了自己的研究……

首先，由於找資料較容易，所以我先寫文獻探討的部分。當文獻部分快完成時，我也要開始自己的實驗了。原本是打算自己作風力發電機，但是因為種種因素，所以改變方式為改良，並非製作，而改良我是從鄰居送我的風力發電機模型(那個模型原本只是用馬達讓葉片轉動)來改良為可發電的風力發電機模型，就這樣到了發表會前夕，扇葉突然斷掉了，而當時也沒有任何可以黏住扇葉的強力膠，所以先放著，專心處理 PPT，到了發表會準備時，老溫拿出了熱溶膠幫我黏住我的扇葉，而接著，就是我們要在小教室跟四年級報告了(小教室報告的有：我、謝政霖、周庚翰、杜謙)，我原本想要現場測試風力發電機給他們看，測試完後要給他們傳下去看，但是我怕熱溶膠還沒乾掉，扇葉又再次掉下來，所以就只好拿著模型報告，結果效果就比人家差了。

在發表自己研究的時候，我非常緊張，一直結巴，雖然在準備的時候就有練習好幾次，但是還是沒辦法很順暢的講完，所以人家會覺得我沒有準備，我應該再多練習幾次，不然我又會結巴。幸好發表會順利結束，也讓我原本心中的兩顆石頭碎了一顆，另一顆石頭是期末的專題研究審查會，這個審查會只要研究結果以及結論，每個人只有五分鐘，只能夠講精華中的精華，當你通過時，就可以算你的專題研究完成了，所以我要加把勁完成論文，現在已經有三、四人的論文完成了，而我的論文離完成還有一段距離，希望我能夠趕上大家的進度，才能趕上這個審查會。

我覺得做專題研究雖然很辛苦，但是可以讓自己在實驗中成長，而當我在作風力發電機的發電量實驗時，期待的心情瞬間浮了上來，希望能看到這個小小的東西能不能夠發電，而發出的電又能夠驅動多少個 LED 燈。雖然做專題很累，但是我們卻能夠學習新知、動手做實驗並吸收知識。總而言之，資優班的專題研究，雖然辛苦，但是可以讓人成長和學習，所以大家才寧願辛苦，也要完成專題研究。

## 第七章、參考文獻

- 風力發電 2010/12/25 <http://www.solar-i.com/wi.htm>
- 風能 維基百科 <http://zh.wikipedia.org/zh-tw/>
- 風力發電的原理、特性：  
<http://163.32.84.104/97homepage/C028/contacts4.html>
- 台灣環境資訊協會。台灣風力發電的潛力  
<http://e-info.org.tw/issue/energy/2001/sub-energy01020601.htm>
- 風力發電.doc  
[http://emis.erl.itri.org.tw/\\_upload/\\_admin/sepro/27/file/%E9%A2%A8%E5%8A%9B%E7%99%BC%E9%9B%BB.doc](http://emis.erl.itri.org.tw/_upload/_admin/sepro/27/file/%E9%A2%A8%E5%8A%9B%E7%99%BC%E9%9B%BB.doc)
- 澎湖縣風力發電機組消防搶救之研究  
<http://www.phfd.gov.tw/upload/opens/2008-06-13112704file1.doc>
- 石門風力發電站@BuBuChen 的旅遊記事本  
<http://bubuchen.pixnet.net/blog/post/23759066>
- 意念設計第 2 次發表 PP6：<http://www.ideastorming.tw/ideas/2504>  
ideastorming-2504
- 無鐵芯風力發電機(150V~1000V)批發－中國制造網  
<http://big5.made-in-china.com/showroom/shanghaimindong/product-detailSqdmwCaXrGkT/%E6%97%A0%E9%93%81%E8%8A%AF%E9%A3%8E%E5%8A%9B%E5%8F%91%E7%94%B5%E6%9C%BA%EF%BC%88150V-1000W%EF%BC%89.html>
- 風力發電的歷史－Yahoo 奇摩知識+  
<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1509091108659>
- 經濟部能源局  
[http://www.moeaboe.gov.tw/opengovinfo/Laws/secondaryenergy/LSecondaryMain.aspx?PageId=l\\_secondary\\_08](http://www.moeaboe.gov.tw/opengovinfo/Laws/secondaryenergy/LSecondaryMain.aspx?PageId=l_secondary_08)
- 風力發電的歷史－Yahoo 奇摩知識+  
<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1509091108659>
- 請問關於風力的相關問題?!?謝謝幫忙阿?!? Yahoo 奇摩知識+  
<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1509032402953>
- 風力發電的歷史?－Yahoo 奇摩知識  
[+http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1206092409345](http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1206092409345)
- 風力發電熱潮 去年美國新增風能創歷史新高 穩居世界龍頭 新聞 鉅亨網 投資全球 讓你鉅亨  
[http://news.cnyes.com/Content/20100409/KC8N95MUG2I5I.shtml?c=headline\\_sitehead](http://news.cnyes.com/Content/20100409/KC8N95MUG2I5I.shtml?c=headline_sitehead)



## 附錄、研究日誌

### 通過第一關－專題研究審查會 99.12.02

終於通過審查會了…，心情真愉快，但是老師們也給了我許多的建議，例如：風力發電機產生的電流是直流電還是交流電、研究目的的最後一條－測試在最大發電量下能驅動的家電用品需要刪除…等，所以今天要先了解電學，不然幾個星期後的專題研究發表會…我就完蛋了！

### 了解市面上的風力發電機 99.12.09

今天打算要開始正式研究，首先，我要先了解市面上風力發電機的構造，再把收集的資料整理起來，最後把市面上風力發電機主要的零件一一列出來，讓我在寒假比較容易做出一個符合自己要求的風力發電機模型。

### 整理計劃書 99.12.16

今天要先整理一下之前寫得計畫書，因為研究背景與研究動機要寫得更完整，而且卓老給我一週的時間來把上半部全部整理好(研究動機、研究目的、文獻探討)，剩下的時間全部拿來寫並修正下半部(研究方法、研究成果、結論與建議、心得)，而且在 12 月 22 日就要專題研究發表會了(在資優班發表，不是對普通班發表)，看來我必須要快一點啊！

### 專題研究進度發表會 99.12.23

昨天是專題研究進度報告，所以大家都有準備 PPT 來協助自己報告自己專題研究的進度，也有人用口頭報告。第一個報告的是陳庭儀，他的專題研究主題是桌上遊戲，他簡單的說明了他的目的和他的進度，聽過好幾個同學報告，讓我了解到，專題研究原來要這樣子發表。

### 整理資料 99.12.30

今天，我要先整理一下之前蒐集到的資料，把它整理成表格，最後再解釋它的內容。但是我上禮拜的工作－整理上面(研究動機、研究目的、文獻探討)的工作還沒完成，所以這週也必須要整理，整理完後，就差不多要放寒假了。正好哥哥要教我怎麼製作風力發電機模型，作完以後，剩下的時間就是來拚計畫書的後面(研究方法、研究成果、結論與建議、心得)，感覺時間分配的蠻充裕…(謎之音：我想一定不會按照計畫來，通常一定會延遲的啦。)

### 狂寫計畫書 ing… 100.01.07

(原本是星期四要寫研究日誌，但是因為卓老臨時有事，所以卓老把星期四的課調到下星期一上課)我這週打算把研究計畫書的上半部(研究動機、研究目的、文獻探討)給補完，但是實在是太多了，所以這一週和下一週考試週，都要盡力來補研究計畫書的上半部。(在考試週的星期一有卓老調過來的課，可以趁這個時候來補)

### 修正計劃書 ing… 100.01.13

這週是考試週，但是在星期一有卓老調過來的課，我在那堂課把文獻的部分幾乎完成了，在卓老檢查後，有需要再修正的都已用紅色標示，我將在寒假的時候把文獻部分完成，並開始製作風力發電機模型。

### 即將放寒假… 100.01.20

今天是六上的最後一天，從今天開始就是寒假了!!!我要在寒假完成風力發電機模型和文獻的部分，完成後就開始設計實驗的部分。

### 準備買材料… 100.01.27

今天已經開始修正文獻的部分，我把一些卓老叫我修正的部分重新修改，把它修改的比較完整、通順。並開始去買發電機的材料，準備要開始做風力發電機模型的發電機部分。

### 買材料 ing… 100.02.04

今天，我和外公去家裡附近的五金行買哥哥叫我買的材料：線圈(用漆包線纏成)、鐵環(切一半)、電線(1M)、強力磁鐵(4個)、馬蹄型磁鐵、風扇(五金行根本沒賣…)，但是線圈完全沒買到…看來只能靠人力繞了…繞線圈，是一件非常痛苦的事，不但要繞整齊，還不能打結、重疊，好煩哪！

### 趕工論文 ing… 100.05.15

好久忘了寫研究日誌了…首先，由於接近專題研究發表會(正式對普通班發表)剩下11天，所以大家都在趕工論文的部分，而我論文差不多完成60%，剩下40%是實驗的部分，由於我一直忘記帶我那個自製風力發電機模型，所以必須要在這11天裡帶到資優班，在實驗，我的實驗分成兩次，第一次是測模型的發電量，第二次是測驅動的LED燈數量(跟第一次的實驗有關)，測試完，再記錄後，論文就差不多完成了。