

【100 年全國高職學生實務專題製作競賽暨成果展報告書】

題目：磁浮式垂直風力發電

指導老師：陳徵哲

參賽學生：黃子祐

葉兆軒

鍾明祥

楊宗閔

學校名稱：私立治平高級中學

群 別：電機與電子群

科 別：資訊科

中 華 民 國 1 0 0 年 3 月 2 1 日

磁浮式垂直風力發電

指導老師：陳徵哲 組員：黃子祐、葉兆軒、鍾明祥、楊宗閔

私立治平高級中學 資訊科

摘要

本專題以磁浮式垂直風力發電機製作，可用永磁磁鐵極性方向與導風口大小方式，藉由此方式了解磁浮式垂直發電機實際之基本發電原理及磁浮垂直內結構、導風口位置之影響。發電機內轉子，依靠風力持續供應，提供發電機的動力，與水平發電機不同的地方，不需依靠風向計來尋風，而是能接受來自四面八方的風，也因能接受四面八方的風，所以磁浮式垂直發電機能提供更多場所所需電力。

關鍵字：磁浮、垂直風力發電、永磁磁鐵

壹、研究動機

現在世界最主要的能源石油，需求量越來越高，使得石油的價格也越來越高，但石油帶來的汙染卻造成地球環境的變化，所以人們開始尋求替代能源，容易取得且廉價又沒污染的新能源。目前最容易取得的能源就是太陽能與風力發電，但太陽能的發電裝置較昂貴，且效率因天氣而變，風力發電可以提供較穩定的發電能力，只要把風力發電機設置在有穩定風力流動的地點，就能夠提供相當穩定的電力，而且不會因為晚上就不能發電，只要有足夠的風力就能產生穩定的電源。

然而風力發電目前的主流是水平式風力發電機，因為扇葉材料數量需

求低，且轉換效率較高，但要在較空曠或是高空的地方，大部分都是設置在海岸線，利用日夜陸地與海水溫差關係，使風產生對流，讓水平式風力發電機有較穩定的發電效率，所以大多都是大型KW型以上的風力發電機。

但是在城市中，四處都是高樓大廈，要產生較穩定的風力，且方向改變不大的風，是相當不容易的，所以垂直式風力發電機，因為扇葉較多接觸風的面積大，且是垂直360度環型排列的扇葉，所以不需要像水平式風力發電機，還需設置一個尋風的裝置。垂直式風力發電機無論是何處吹來的風，都能有效的利用，且垂直風力發電機的整體大小不用很大，可以依照地點來調整扇葉的大小，利如在窗台、陽台、頂樓...等的地方設置。

貳、研究目的

- 一、藉由此專題瞭解風力發電的方法。
- 二、探討扇葉方向對發電量的影響。
- 三、如何更輕易的讓發電機轉動。
- 四、瞭解發電機是如何產生電力。
- 五、如何有效的利用發電機產生的電能。

參、研究設備及器材

表 1 零件器材表

材料	規格	數量
瓦楞板	厚度 3mm	4 片
珍珠板	厚度 3mm	1 片
保力龍膠	120cc	2 瓶
竹籤	長 20cm	1 包
尺	長 30cm	2 支
奇異筆		2 支
美工刀		2 支
熱熔膠槍	110V 30W	1 支
熱熔膠條	直徑 1cm 長度 20cm	10 條
電工膠布		2 捲
黃油		1 罐
鋁材		1 公斤
廢光碟		4 片
造景草皮	長 100cm 寬 60cm	1 片
細水管	直徑 0.5cm 長 200cm	1 捲
烙鐵	110V30W	1 支
焊錫		1 捲
單心線	直徑 1mm	1 捲
OK 線		1 捲
單面電木銅箔	長 9.5cm 寬 8.5 cm	1 片
磷酸鋰鐵電池	1200mAh 3.2V	4 個
微型發電機	長 2.0cm 寬 2.5cm	6 顆
5-12V 無刷抽水馬達	功率 5V ~12V 90mA~210mA	1 顆
鈹鐵鋇稀土磁鐵	直徑 1.5cm 厚度 0.3cm	64 個
鈹鐵鋇稀土磁鐵	直徑 2.2cm 厚度 0.3cm	24 個
TB88-50 升壓 IC	Vin 0.9V~7V Vout 5V	1 顆
1N5819	1A 40V	6 顆
電解質電容	100uF 耐壓 25V	6 顆
電阻型電感	100uH	6 顆

方形食人魚 LED	使用電壓 3V	9 顆
七彩 LED(快/慢)	使用電壓 3V	(快/慢) 各 4 顆

肆、研究過程及方法

一、風力發電種類介紹

(一)垂直式風力發電機組

發電機之承軸垂直於風向，主要採用推力型之葉片，但是因為效率不如水平式昇力型葉片，所以商業型風力發電機大多不採用垂直形式。且因為垂直型風機不易控制葉片的擷風面，因此無法在風速過高的情況下停機，易導致發電機的承軸在強風時轉速過快而損毀。但是垂直風機因為具有構造簡單、無方向性及低噪音之優點，因此在一些受到噪音管制及掃風範圍限制的地方仍有採用，不過大都是屬於小型輔助式的能源供給系統，無法作為百萬瓦級的發電使用。其葉片數目因設計不同所以數量不一定。



圖 1 垂直式風力發電機組

(二)水平式風力發電機組

發電機軸承平行於風向，也就表示其葉片與風向垂直，所以採用昇力型葉片，能比垂直風機的推力型葉片擷取更大風能，因此水平風力發電機就必須能 360 度旋轉以追逐風向。其葉片形式有單葉、雙葉、三葉及四葉。單葉及雙葉的轉速通常較快，齒輪比較低，但是葉片在上下區域的變動較大，容易衍生疲勞負荷，且動態視覺、葉片平衡及輸出效率較差。四葉雖然輸出效率最高，但是在成本考量上仍

是以三葉片最佳，因此三葉片形式的水平風機為目前最常見機種。

另以其旋翼座向又可分為上風型及下風型兩種。

水平式風機的最大優點為輸出效率高，但缺點為掃風面積（葉片動態360度垂直投影面積）大、成本及維修費用高及噪音大。但是以目前的技術在噪音方面已有大幅改善。因為噪音主要來自於風切葉片所造成，商業用大型風機的葉片轉速不同於小風機，大多介於12~18轉/分之間，因此大幅降低風切聲。一般來說陸基型風機的噪音值都已能達到200公尺50分貝以下了。



圖 2 水平式風力發電機組

二、垂直式與水平式之比較

表 2 垂直式與水平式之比較表

	垂直式風力發電	水平式風力發電
發電效率 (風向穩定區域)	較低	較高
發電效率 (風向不定區域)	較高	較低
扇葉數量	較多	較少
建造成本	較高	較低
維修費用	較低	較高
設置區域	都市	海岸

不論垂直式或是水平式的風力發電機發電原理都一樣，簡單說都是經由葉片擷取風能後透過發電機轉換成電能，只是在轉換的過程不盡相同，因此又可將風力發電機依齒輪箱、傳

動方式、軸承數量及主軸長度分成很多種。

以目前的轉換效率來說，水平風機的轉換效率高於垂直式風力發電機，所以這也是為什麼目前的商業用大型風力發電機（KW級以上）大多是水平風力發電機的原因。但是水平式風力發電機有風向飄移不定的問題，而且有逐風的缺點，考慮機械及葉片損耗的問題，應該是以裝置垂直式風力發電機較為適宜。

三、磁浮式垂直風力發電機組結構

(一) 永磁磁浮軸承

使用鈹鐵錒稀土強力磁鐵來磁浮。

(二) 微型發電機

為發電專用的設計，只能發電，不能用來當作一般的馬達。

(三) 垂直導風扇

以環型排列在外圈，用來改變風的方向。

(四) 垂直扇葉

以環型排列，用來接受經過導風扇的風力。

(五) 儲存電力裝置

使用環保充電電池，磷酸鋰鐵電池，循環壽命長、放電功率大、充電時間短、轉換效率佳、輕薄短小等等優點。

四、發電機運作方式

風力進入導風板，推動中心的垂直導風扇，使貼在垂直風扇上的永磁磁鐵轉動，吸引微型發電機中的內轉子（圓形磁鐵）轉動，使線圈產生電力，再經由交流轉直流的整流器，轉換成直流電源，充入充電電池，以穩定電源的供應。

此種以磁吸式帶動發電機的方式，可以更輕易的發電，裝置在垂直

是風力發電上，可以在更低的風速就能產生電力。

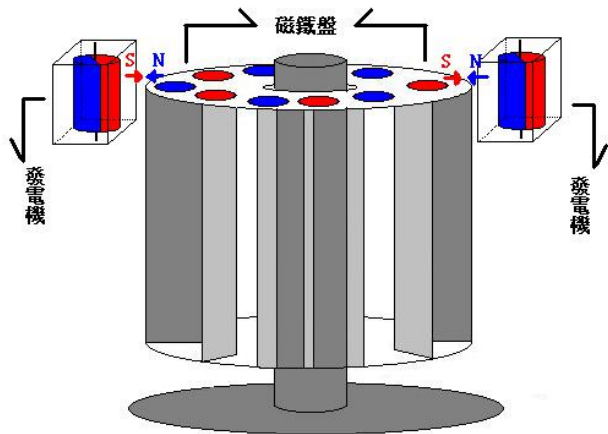


圖 3 發電機運作方式

五、儲存電力裝置

儲存電力的方式，都是使用蓄電池或是充電電池，才能穩定的使用發電機輸出的電源。一般所稱的電池可以分為兩種，一種是蓄電電池 (battery)，另一種則是發電電池 (cell)，兩者皆具有節能的效果。前者如一次電池、二次電池，可以透過轉換效率的提高，達到節能的效用；後者如太陽能電池、燃料電池等，則是藉由使用新的替代性能源發電減少石化燃料的使用來達到節能的目標。

電池主要分為下列兩種：

(一)一次電池：

一次電池顧名思義，為僅能使用一次的電池。也就是無法透過充電的方式再補充已轉化掉的化學能。一般市面上常見的乾電池（碳鋅電池）、鹼性電池（鹼錳電池）以及水銀電池（汞電池），皆屬此類。不同的電池有不同的應用面，但因為只能單次使用，而且在原料及製程上使用具污染性的汞，對環境以及人體的負荷具有相當大污染性。

(二)二次電池：

二次電池和一次電池一樣是經過化學能轉換成電能，但可藉由充電的方式，將電能重新注入電池，重新轉化成化學能，可再次使用。二次電池因為可充電重複使用，較一次電池更具環保概念，使用已逐漸普及，市面上常見的二次電池有鉛酸電池、鎳鎘及鎳氫電池、鋰離子電池。

二次電池的特性依應用面所需的功率大小可區分為高功率的大型電池和低功率的小型電池部份，其中高功率的大型電池主要是汽機車及工業設備的蓄電系統、電動手工具機及其他車用市場，目前電池主流為鉛酸及鎳氫電池；低功率的小型電池主要為可攜式的消費性電子產品，主流為鋰鈷電池。鋰離子電池將逐漸取代鉛酸、鎳氫電池，鋰離子電池中又以安全性最佳、具有大電流、循環壽命長的磷酸鋰鐵電池最具發展潛力。磷酸鋰鐵電池具有以下五大優勢：1.循環壽命長：循環壽命高達 2,000 次以上，為鉛酸的 5 倍、鎳氫的 4 倍以上。

2.放電功率大：放電功率分別為鉛酸、鎳氫電池的 6.6、2.5 倍，極適用在需要高功率的大型動力電池，特別是車用電池部份。3.充電時間短：充電時間不到 2 小時，僅需鉛酸電池的 1/4、鎳氫的 1/2。4.轉換效率佳：轉換效率達 95%，優於鉛酸的 60%、鎳氫的 70%。5.輕薄短小：體積重量僅為鉛酸的 50%，鎳氫的 70%。我們在儲存電力的部分，採用了磷酸鋰鐵電池作為蓄電的電池，因為充電時間短、轉換效率佳，所以可以提高使用電的效率，而且放電功率大，可以承受更高的負載，充放電的次數比一般鋰電

池更多，可以減少因長久使用鋰電池後，而產生鋰電池老化，必須更換新的鋰電池的成本與時間。



圖 4 磷酸鋰鐵電池

六、研究架構

(一) 研究架構圖

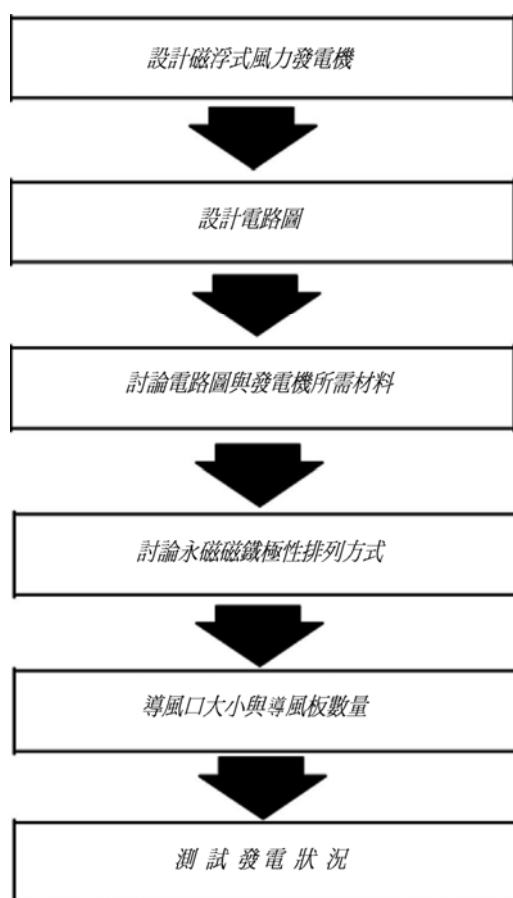


圖 5 研究架構圖

(二) 自製磁浮承軸設計

使用釹鐵硼稀土強力磁鐵，在圓形光碟上環狀排列一圈，相同極性的朝同方向排列，然後在光碟的布丁桶上也黏上一圈磁鐵，一樣相同極性的朝同方向。再利用磁鐵的特性同性相斥，使光碟可以對布丁桶上的磁鐵相斥，使光碟飄浮在空中。

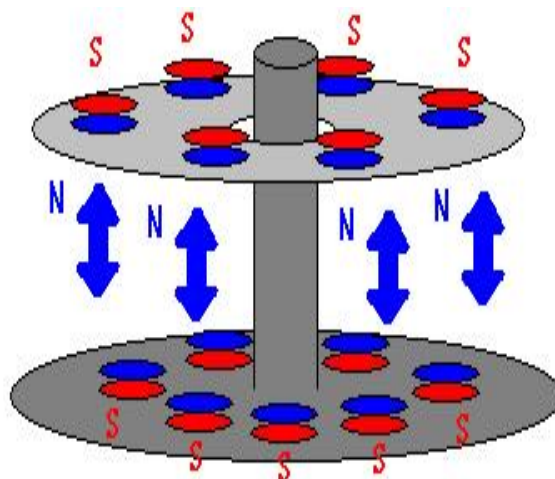


圖 6 磁浮軸承設計圖




此磁浮軸承，不同於一般的滾珠軸承，有鋼珠在摩擦，而是用磁鐵相斥的特性，把磁鐵平均的排列在圓盤和底座上，使圓盤能夠很穩定的飄浮在空中，只有圓盤中心空洞與垂直軸心的摩擦力，遠比滾珠軸承的摩擦力還要小，可以很輕易的轉動。

七、研究方法

(一) 實驗使用強力磁鐵的數量對發電量大小的影響：

分別擺放 8 顆、16 顆、32 顆三種數量的磁鐵，發電機距離取 10mm 來做測試發電的大小，了解發電機距離與磁鐵的影響，測試表如下：

表 3 實驗使用強力磁鐵的數量對發電大小的影響

磁鐵數量(顆)	發電電壓(V)(距離10mm)	測試照片
8顆	0.643伏特(V)(距離10mm)	
16顆	1.496伏特(V)(距離10mm)	
32顆	2.63伏特(V)(距離10mm)	


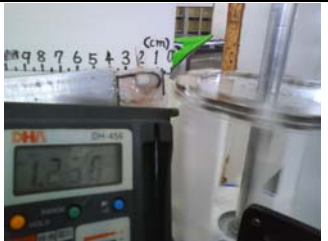




由此測試表，可以發現磁鐵數量越多，在相同的距離越容易發電。

(二)發電機擺放距離對發電大小的影響：

使用發電機、環行排列的圓盤、數位電表來做測試，距離分別取0、5、10、15、20、25(mm)六種距離來作測試，測試表如下：

表 4 發電機擺放距離對發電大小的影響

發電機距離(mm)	發電電壓(V)	測試照片
-----------	---------	------

0mm	0伏特(V)	
5mm	1.256伏特(V)	
10mm	2.98伏特(V)	
15mm	2.68伏特(V)	
20mm	0.04伏特(V)	
25mm	0伏特(V)	

由上表得知，距離不能太近，也不能太遠，一定要剛剛好才能穩定的發電，因為磁鐵距離和發電機太近吸力太強，會與發電機碰觸，導致圓盤不能轉動；磁鐵距離和發電機太遠吸力不足，導致圓盤轉動時，吸引不到發電機中的磁鐵，不能產生電力，所以取5mm~15mm之間的距離最適

當，可以較穩定的發電。

伍、研究結果

經由上面兩種實驗，發現磁鐵的數量以及發電機與磁鐵距離，對發電電壓是有相當大的影響。磁鐵數量少的話，扇葉較容易轉動，但發電量較小；磁鐵多的話，扇葉較不易轉動，但發電量較大。發電機與磁鐵的距離較遠的話，圓盤上的磁鐵比較吸引不到發電機中的圓形磁鐵；較近的話，圓盤上的磁鐵可以很穩定的吸引到發電機中的圓形磁鐵。只要磁鐵數量與發電機距離調整到最適當，整體的發電效率就能大大的提高許多，並且產生較穩定的電源。圖 7 為已完成作品圖。



圖 7 完成作品圖

陸、討論

磁浮式風力發電機顧名思義就是利用磁鐵排斥的原理讓圓盤飄浮於空中，用風力吹動中間的圓盤，讓外圍磁鐵吸引中間圓盤內的磁鐵讓線圈轉動達到發電的效果，為了使發電機有良好的效果，我們從導風口就開始比對大小，切割讓風有適合進入的大小，並測試進入的風是否能让風扇持

久並且穩定的轉動，扇葉採用保力龍板，因為材質較輕，可以較輕易的讓風力來推動，轉動的速度越快，發電機產生的電量也相對的會比較高。

磁浮承軸的磁鐵排列也相當的重要，磁鐵的位置間距與磁鐵的數量要剛好，否則很容易就會產生圓盤傾斜，不會平順的在空中轉動，要反覆為圓盤上的強力磁鐵位置作微調，經過精細的微調後，才能使上方的圓盤達到一個平衡點，這樣在風吹動扇葉時，磁浮承軸低阻力的功能，才能完全的發揮出來，否則不調整的話，說不定還會比一般的滾珠承軸還要來的更困難轉動，反而變成了一種對風力吹動扇葉時，互相抵消轉動的力量，輕則轉的較慢，重則完全轉不動扇葉，所以在承軸的部份也是需要相當精細的調整排列位置才能發揮完全的作用，否則只是做白工而已。

柒、結論

現在「電」是每戶人家無法缺少的能源，所以我們找了一個不需要耗能的方式，利用磁浮風力發電的方式，利用風能來達成發電，現今的社會為了環境保護，而尋找出防止地球暖化且不破壞地球環境的方法，而使用了不耗能的能源，分別用風力、水力、太陽能來研究，現今大部分的國家持續研究風力、水力、太陽能三種不影響地球環境的方式來發電，其中以風力發電的電量最大，自然的能源是現在大家研究的動機。

我們就利用了磁浮承軸的方法降低軸心與轉盤的磨擦力，並利用磁鐵特性，異性相吸與同性相斥的力量來帶動發電機中的磁鐵，這樣的發電效

率比直接用扇葉驅動或是再加上一具增速齒輪組還要來的高，而且扇葉是採用垂直式的，所以在都市中，四處都是高樓大廈也不用擔心沒有像海岸那樣的強風才能使風力發電機轉動，只要有風，不論是在一樓還是在高樓，都可以輕易的體驗到用電不用錢的感覺。

如果政府能夠對環保能源的補助或研究投入的更多，相信在未來幾年，要達到家家戶戶都是使用環保能源，像是風力發電、太陽能發電等發電裝置，並不是不可想像的，甚至會帶動更新一波的經濟發展。

捌、參考文獻

- [1] 風力發電機，用電不用錢,環保減碳救地球打倒 X 電救荷包，民國 100 年 2 月 26 日，取自 <http://tw.myblog.yahoo.com/jw!TRw47bWeEhvPbZ3Gvuk7w0oD/archive?l=f&id=5>
- [2] 使用 TB88-50 DC-to-DC 升壓 IC 製作 LED 手電筒升壓電路，民國 100 年 2 月 27 日，取自 <http://tw.myblog.yahoo.com/jw!8TZbWDFBRzLq8H9ifGU/article?mid=568>
- [3] 1-30V 風力發電電機-光能節源科技有限公司，民國 100 年 3 月 5 日，取自 <http://www.light-energy.hipages.tw/?136,1-30v%E9%A2%A8%E5%8A%9B%E7%99%BC%E9%9B%BB%E9%9B%BB%E6%A9%9F>
- [4] 鋰鐵電池產業相關廠商參訪報導，民國 100 年 3 月 11 日，取自 <http://blog.roodo.com/energytech/archives/5603495.html>
- [5] 馬振基、李俊峰，圖解風力發電，五南出版社，台北市(2009)。
- [6] 劉萬琨、張志英、李銀風、越萍，風能與

風力發電技術，五南出版社，台北市(2009)。