

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國中組 理化科

佳作

031605

環保新能源

縣立大灣中學附設國中

作者姓名：

國二 陳濬豪 國二 陳正偉 國二 許博堯  
國二 陳勁展

指導老師：

吳孟守

## 摘要

利用生活周遭的簡易器材，製作出簡易的風力發電機，觀察電磁感應的現象。做法:使用一般的十四吋風扇可產生四級到五級的風力，吹拂削刨出翼形剖面的四片木片，可產生最大的旋轉效果。將強力磁鐵固定在壓克力的轉軸上，外圍以 0.8 mm 的雙份六層漆包線，放置在與磁鐵的最近的距離，製作三組磁鐵及線圈裝置，可讓風力發電機產生較大的感應電壓及電流。尋找理想的的參數條件，設計出小型的風力發電機，觀察到明顯的交流電的變化。

## 壹、研究動機

由於地球上主要的化石燃料是一種不能再生的能源，使得人們不得不尋找可替代的能源。在所有再生能源中，風力是一種最令人喜愛的能源，因為它取之不盡，沒有污染，經常可用。所以我們決定利用發電機的電磁感應原理，針對扇葉、線圈的改良、設計一座小型的風力發電機，期待能對風力發電的研究有進一步的瞭解。

## 貳、研究目的

探討線圈粗細、纏繞匝數、線圈和磁鐵間的距離等變因，對電磁感應的影響，設計出一座小型風力發電機。

## 參、研究設備及器材

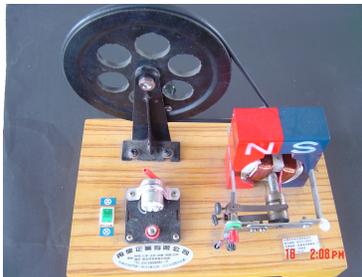
烯土類強力磁鐵(長:4.5 cm 寬:2 cm 高:0.8 cm)、小型鑽床、AB 膠、焊槍、焊錫、美工刀、砂紙(較粗和最細者各備若干)、白楊木條 (36 cm × 3 cm × 0.7 cm)、0.4 mm 漆包線、0.8 mm 寶特瓶、單車軸承、導線、大型電風扇、尺、三用電表、電流計、電子天平。

## 肆、研究理論

### 一、發電機的原理<sup>1</sup>

(一)發電機的原理是利用外力，使線圈在馬蹄形磁鐵的二極間轉動，則因通過線圈的磁場變化而產生感應電流。

(二)發電機:利用電磁感應原理，將力學能轉變為電能的機械，可分為交流發電機和直流發電機兩類，基本構造如下:



圖（一）實驗室常見的發電機

場磁鐵:產生磁場的固定磁鐵。

(2)電樞:能自由轉動的多匝線圈。

- (3)集電環:線圈的兩端接至集電環，由金屬製成。
- (4)電刷：通常使用碳製成，連接導線將電流輸出。

## 二、本實驗設計的理論

一般的發電機是將場磁鐵置於兩旁，而電樞在中央轉動而產生感應電流，但是我們的實驗則相反，採用磁鐵置於中央的轉軸上，而周圍放上漆包線圈，漆包線圈可切割磁力線，產生感應電流。分別利用三組磁鐵及線圈來產生較大的感應電流。

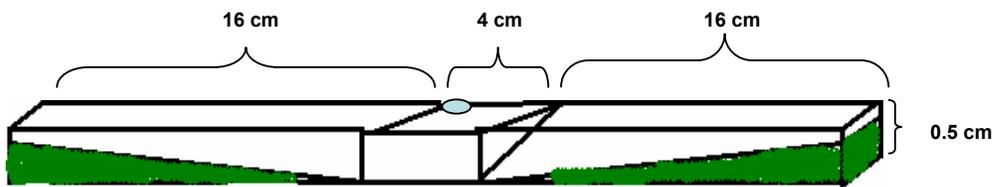
## 伍、研究步驟

### 一、風力發電機的組成製作

#### (一)、扇葉的製作及品管

##### 1.扇葉製作:

取 36 cm × 3 cm × 0.7 cm 的白楊木條，在木條表面勾勒出需裁掉的部分（如圖一），先削掉木條背風面的楔型部分，使其尖端部分厚僅 1 mm（如圖二），再畫出風車旋翼的錐形和攻角，並以沙紙仔細研磨出翼形剖面（如圖三）。完成後在中心處鑽一孔洞，讓扇葉可以固定在轉軸內。



圖（二）勾勒出裁掉的部分（綠色）



圖（三）削掉木頭背風面後



圖（四）切削出旋翼背風的凸面

##### 2.品管

將製作完成的扇葉，分別以天平稱取其質量，並在扇葉上依序間隔 4 cm 取六點(如圖四)，以漆包線量取其周長，然後計算 A、B、C 三點的周長是否慢慢增大，而 F、E、D 三點的周長是否也慢慢增大，如此扇葉表面是一理想斜面，則為理想扇葉，差異較大的扇葉則淘汰不用，使其質量皆近 10 公克，如此藉由量測質量和周長的關係，可以減低扇葉製作時產生的差異性。

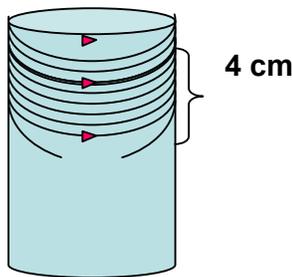


圖（五）以漆包線量取扇葉上六點的周長

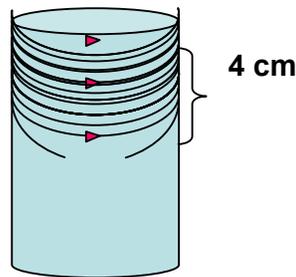
(二)、線圈的製作

1. 製作密度為 50 匝/cm，100 匝/cm，150 匝/cm 的三種線圈

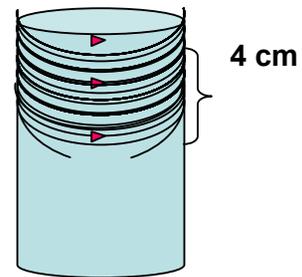
取三個直徑為 6.8 cm 的黑松沙土的汽水瓶，取中段口徑較均勻的 4 cm，以油性筆做上記號後，使用 0.4 mm 的漆包線以逆時針的方向逐次繞上 200 匝，依同樣方式製作 400 匝，600 匝的漆包線圈。



圖（六）50 匝/cm 的漆包線圈



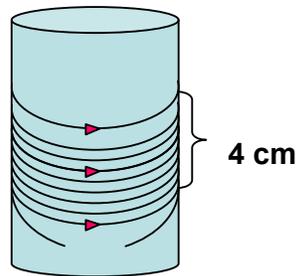
圖（七）100 匝/cm 的漆包線圈



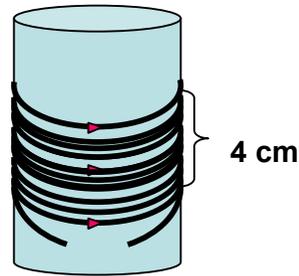
圖（八）150 匝/cm 的漆包線圈

2. 製作粗細不同的漆包線圈

取二個直徑為 6.8 cm 的汽水瓶，取中段口徑較均勻的 4 cm，使用 0.4 mm 的漆包線，以逆時針的方向逐次繞 200 匝，即可得 50 匝/cm。依同樣方式取 0.8 mm 的漆包線，製作 50 匝/cm 的粗線圈。



圖（九）0.4 mm 漆包線圈



圖（十）0.8 mm 漆包線圈

3. 製作粗細不同的雙份漆包線圈

取一個直徑為 6.8 cm 的汽水瓶，使用中段較均勻的 10.5 cm，以油性筆做上記號，在上方將 0.8 mm 的漆包線以逆時針的方向逐次繞上 200 匝，線圈密度為 50 匝/cm，中間空出 2.5 公分，以放入磁鐵及轉軸用，下方四公分也以逆時針的方向繞上 200 匝，線圈密度為 50 匝/cm，如圖（十）所示。依同樣的方式以製作三份的漆包線。另外以 0.4 mm 的漆包線也製作一個雙份漆包線圈。

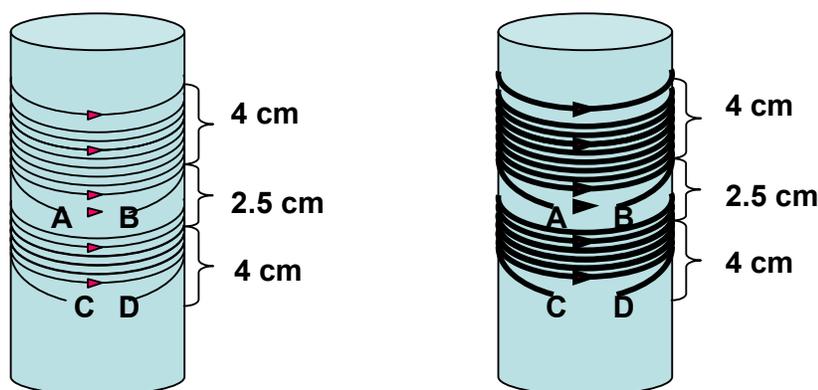


圖 (十一) 0.4 mm 的雙份漆包線的繞線方式

圖 (十二) 0.8 mm 的雙份漆包線的繞線方式

#### 4. 製作小口徑的漆包線圈

取直徑為 5.5 cm 的飲料瓶，以 0.8 mm 的漆包線以逆時針方向，繞上 3 cm，再同樣以逆時針方向往下繞 3 cm，共繞上 150 匝，密度為 50 匝/cm。

#### (三). 附磁鐵轉軸的製作

取一根長為 35cm，直徑為 0.8 cm 的壓克力棒，在中央兩側以美工刀削出三個長 5 cm 的水平凹槽，然後以 AB 膠將強力磁鐵固定在壓克力棒的水平凹槽中，然後以木片將接縫處填滿成水平，以同樣方式固定另一個強力磁鐵，利用兩個磁鐵，以增強磁力。壓克力棒的尾端則削成細尖狀，以減少轉動的摩擦力。

#### (四). 固定支架的製作

取兩片木板，在其上方鑽一個直徑為 1.5 cm 的圓孔，讓單車軸承固定在木板的圓孔中，可以讓轉軸固定在單車軸承中旋轉。

#### (五). 風力發電機的設計雛形

取一個木板當作風力發電機的底座，將含有單車軸承的一片木板以鐵釘固定在底座木板上，然後將附有磁鐵的轉軸插入單車軸承中，將螺線形線圈放入磁鐵外部，然後將含有單車軸承的另一片木板以鐵釘固定在底座上，單車軸承的後方黏上一個寶特瓶蓋，避免轉軸旋轉時後退移位。轉軸的前方固定上扇葉，漆包線置於磁鐵中。利用扇葉轉動帶動磁鐵轉動，讓漆包線產生感應電流。探討理想扇葉數目、漆包線的纏繞方式，然後再決定風力發電機的形式。

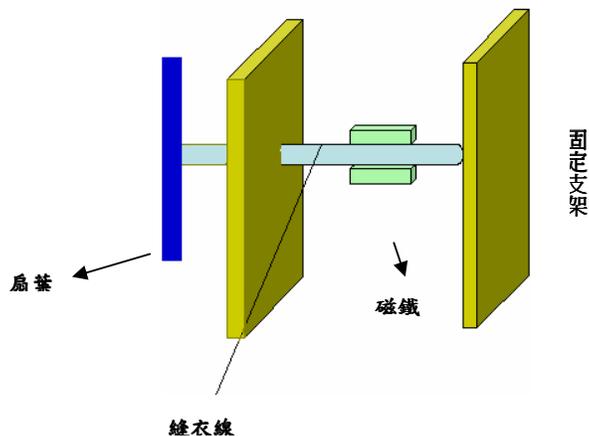
### 二、扇葉方面變因的探討

#### (一). 扇葉面積和轉動圈數間的關係

控制變因: 扇葉的質量

作法: 取每片均為 10 公克的扇葉，分別針對一片、二片、三片、四片、五片、六片、七片、八片在後面加上黏土，使扇葉的總質量均為 90 公克，在轉軸上以膠帶固定縫衣線的一端，轉軸前方固定扇葉，將轉軸固定不動，為避免風扇在啟動時，風速不穩定，故以風扇吹拂扇葉半分鐘後，放開固定的轉軸，記數前 5 秒鐘內縫衣線被轉上的圈數，此即為

轉軸在受風力吹拂五秒鐘內轉動的圈數。如此可控制扇葉質量，探討扇葉面積和轉動圈數間的關係。



圖（十三）扇葉數目和轉動圈數的實驗模型

## (二).扇葉質量和轉動圈數間的關係

控制變因: 扇葉的面積

作法:取三片均為 10 公克的扇葉,分別在其後方加上黏土,使其三片扇葉的總質量為 30 公克、60 公克、90 公克,在轉軸上以膠帶固定縫衣線的一端,轉軸前方固定不同質量的扇葉,將轉軸固定不動,為避免風扇在啓動時,風速不穩定,故以風扇吹拂扇葉半分鐘後,放開固定的轉軸,記數前 5 秒鐘內縫衣線被轉上的圈數,此即為轉軸在受風力吹拂五秒鐘內轉動的圈數。分別改變扇葉數目及轉速大小,探討扇葉數目對轉動的影響。如此探討扇葉質量和轉動圈數間的關係。

## (三)扇葉數目和轉動圈數的關係

控制變因：風扇和扇葉間的距離,磁鐵的數目

作法：在轉軸上以膠帶固定縫衣線的一端,轉軸前方固定一片扇葉,將轉軸固定不動,為避免風扇在啓動時,風速不穩定,故以風扇吹拂扇葉半分鐘後,放開固定的轉軸,記數前 5 秒鐘內縫衣線被轉上的圈數,此即為轉軸在受風力吹拂五秒鐘內轉動的圈數。分別改變扇葉數目及轉速大小,探討扇葉數目對轉動的影響。

## 三、線圈方面變因的探討

### (一).線圈密度和感應電流的關係

作法：取用製作 50 匝/cm, 100 匝/cm, 150 匝/cm 的漆包線圈,置於磁鐵轉軸的中央外部,以

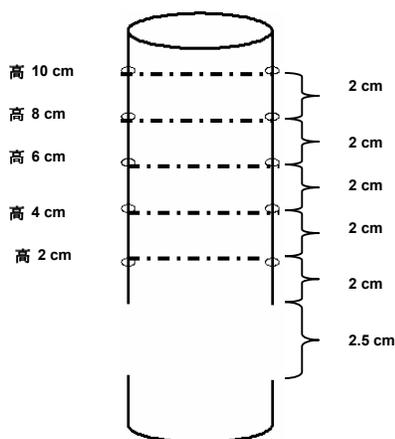
三用電表量測交流電壓及電流的大小。

(二) 線圈粗細和產生電壓大小的關係

作法：以四片扇葉固定在轉軸前方，分別取用密度為 50 匝/cm 的 0.4 mm 及 0.8 mm 的漆包線線圈進行試驗，以三用電表量測產生的交流電壓及電流的大小。

(三) 線圈與磁鐵間的距離對感應電流的影響

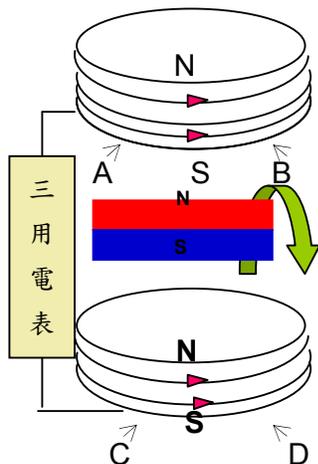
作法：以紙圓柱當作支架，靠近底部 6 cm 處，打一個 3 cm × 2.5 cm 的孔洞，其對稱的相對位置也打一個相同的孔洞，讓附有磁鐵的轉軸可放入，然後在孔洞的上方每隔 2 cm 各鑽 4 個孔洞，讓兩根竹筷子可放入，當作放入小口徑磁鐵的支架。將小口徑的粗線圈，置於磁鐵表面正上方 2 cm、4 cm、6 cm、8 cm、10 cm，量測感應電流的大小。



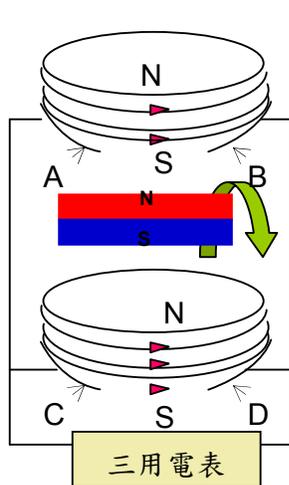
圖(十四) 小口徑線圈固定支架的模型

(四). 合併線圈接法不同對產生電壓及電流大小的關係

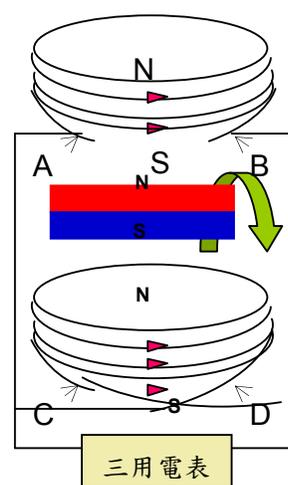
作法：取用製作完成密度為 50 匝/cm 的 0.8 mm 及 0.4 mm 的雙份粗線圈，將 ABCD 以不同的連接方式，接法 1：A B 連接後為一端，C D 連接後為另一端。接法 2：A C 連接後為一端，B D 連接後為另一端。接法 3 A D 連接為一端，B C 連接後為另一端，量測不同接法其感應電壓及電流的不同。



圖(十五) 合併線圈接法 1: A B-CD



圖(十六) 合併線圈接法 2: A C-BD

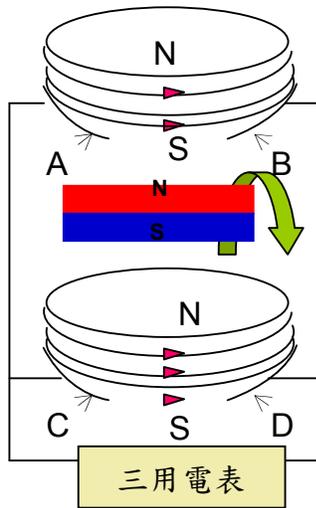


圖(十七) 合併線圈接法 3: A D-BC

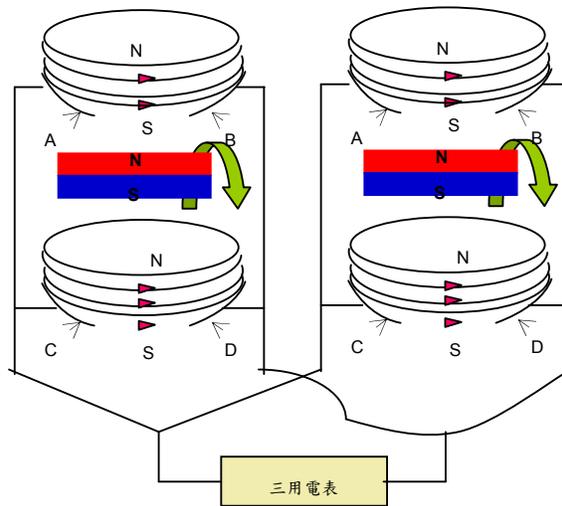
#### 四、風力發電機整體的評估

##### (一).三組磁鐵及線圈對增加感應電壓及電流的影響

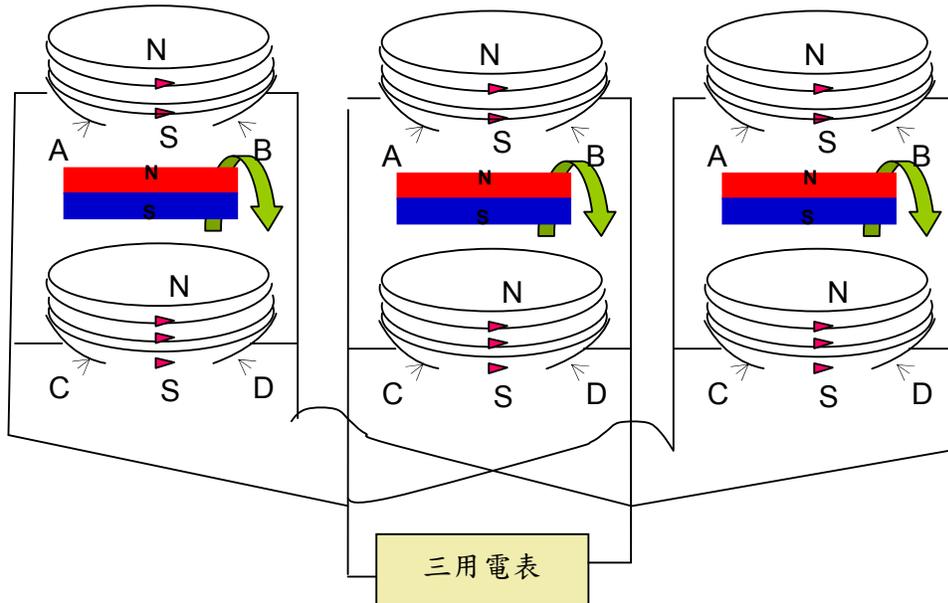
作法：在轉軸的前方放置四片扇葉，轉軸中央部分分別放置三組磁鐵及線圈，分別單獨量測一組、兩組合併、三組合併後的總電壓及總電流的大小。每一組電流量測的位置如圖(十八)、圖(十九)、圖(二十)所示。另外測試磁鐵對鄰近線圈感應的電壓及電流的影響。



圖(十八)單組線圈及磁鐵量測接法



圖(十九)兩組線圈及磁鐵合併連接方式



圖(二十)三組線圈及磁鐵合併連接方式

(二)環境因素評估:探討風扇風力大小和風力級數的關係

控制變因：風扇和風速計間的距離。

作法：取一個風速計置於風扇前 30 cm，計數風速計由 0 mm 出發，穩定後 100 m 至 200m 所花的時間。當風扇轉速分別為 1、2、3 時相對的風速大小。風速的計算公式為風在單位時間內所行走的距離，我們以 公尺/秒為風速單位。計算風扇的風速大小，並上網查詢風速大小和風力級數間的關係。

## 陸、研究結果與討論

一、風力發電機的組成製作

(一)扇葉的方面

1.扇葉的製作結果與討論



圖（二十一）扇葉正面圖



圖（二十二）扇葉側面圖

註：扇葉側面有明顯的翼形剖面

結果：取得五金行販賣便宜木片，當作製作風扇扇葉的材料，再經過削刨出翼形剖面，對於高速旋轉的確有助益。

討論：平的扇葉，受到風力時只有產生垂直作用於扇葉上的力量，會造成扇葉退後移動，不能造成旋轉效果。而當有削刨翼形剖面時，則風力可分解成垂直作用於扇葉上及水平作用於扇葉上的分力，理想情況下，水平分力愈大，則木片旋轉效果愈加。2 扇葉的品質管結果與討論

表（一）修正後扇葉的質量及各點周長值

扇葉編號	扇葉質量 (公克)	扇葉各點周長 ( cm )						備註
		A	B	C	D	E	F	
1	10.0	4.5	4.7	5.0	5.0	4.9	4.6	使用
2	10.0	4.6	4.6	5.0	4.8	4.6	4.5	使用
4	10.0	4.6	4.7	4.9	5.0	4.9	4.8	使用
5	10.0	4.5	4.9	4.9	4.9	4.9	4.8	使用
8	10.0	4.8	4.9	5.0	4.9	4.7	4.5	使用
10	10.0	4.7	4.7	4.9	5.1	4.9	4.7	使用
12	10.0	4.7	4.8	5.1	5.0	4.9	4.7	使用
13	10.0	4.7	4.9	5.1	5.0	4.9	4.8	使用
14	10.0	4.8	4.9	4.9	4.8	4.7	4.7	使用
平均	10.0	4.7	4.8	5.0	4.9	4.8	4.7	

註：和平均質量相比較差異較大的的扇葉則淘汰，另外 A、B、C 三點的周長不是呈線性增加也淘汰。於是編號為 3、6、7、9、11 淘汰不用，剩餘九支扇葉留待以後的實驗使用。

討論：扇葉在製作時，會因人而異，所以如何製作出好的扇葉，或是嘗試使用家用風扇來進行實驗，應該也有不錯的效果。

## (二)線圈方面的結果與討論

線圈在纏繞時，會因線不夠長而需焊接，而對於線圈的緊密度有些許影響。製作 0.8mm 的雙份漆包粗線圈在纏繞時，因為漆包線較粗，而較不緊密。而細的漆包線纏繞緊密度較佳。

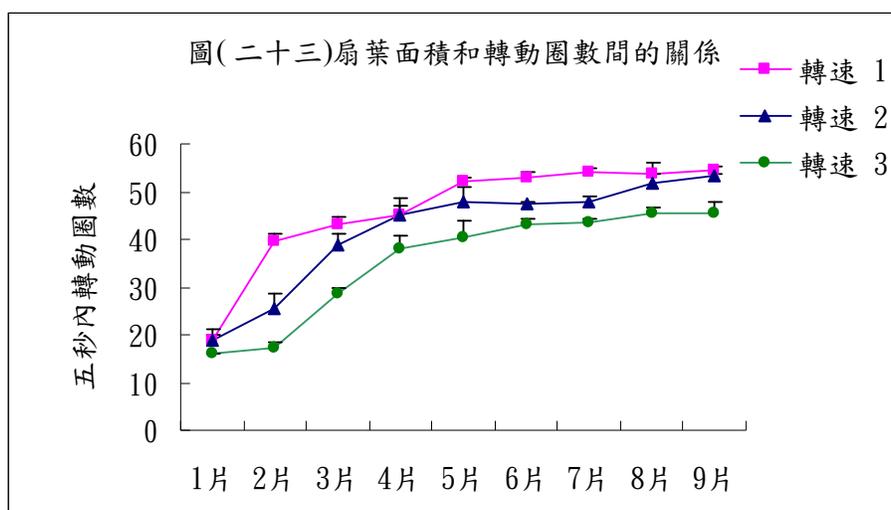
## 二、扇葉方面變因探討

### (一)、扇葉面積和轉動圈數間的結果與討論

表（二）扇葉面積和轉動圈數間的結果

扇葉數目	風力強弱								
	1片	2片	3片	4片	5片	6片	7片	8片	9片
轉速 1	19±3	40±2	43±2	45±2	52±1	53±1	54±1	54±3	55±1
轉速 2	19±1	25±3	39±2	45±3	48±3	47±1	48±1	52±2	53±1
轉速 3	16±0	17±1	29±1	38±3	40±3	43±1	44±1	45±2	46±2

註：扇葉總質量為 90 g



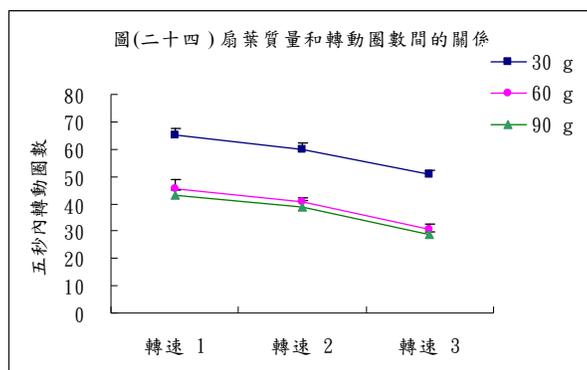
結果：扇葉面積增大其轉動圈數也變多，但接近七片後增加的圈數趨緩。轉速為 3 時，增加面積對轉動圈數的增加有明顯的幫助。但在轉速為 1 時，增加扇葉數目對增加轉動圈數較不明顯。

討論：可能因為吹拂的面積較少而不易轉動，扇葉數目較少時轉動圈數也較少。

## (二)扇葉質量和轉動圈數的關係

表(三)改變扇葉質量對轉動圈數的關係

轉速	30 g	60 g	90 g
轉速 1	65 ± 2	46 ± 2	43 ± 2
轉速 2	60 ± 3	41 ± 1	39 ± 2
轉速 3	51 ± 2	31 ± 3	29 ± 1



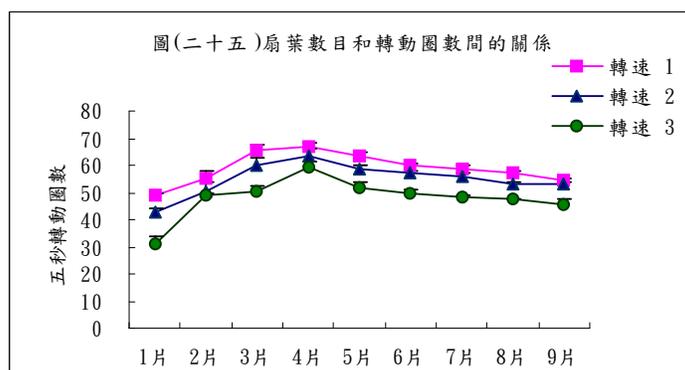
結果:扇葉面積維持都是三片,而增加扇葉質量,發現其轉動圈數明顯降低,本實驗中,超過六十公克重,轉動圈數和扇葉總質量為九十公克時,相當接近。

討論:因為扇葉質量增加,造成風扇在轉動時的摩擦力增加,而轉動不易。所以著手製作較輕的扇葉,是相當重要的。

## (三)增加扇葉數目和轉動圈數間的關係

表(四)原始扇葉數目和轉動圈數間的關係

扇葉數目	風力強弱								
	1片	2片	3片	4片	5片	6片	7片	8片	9片
轉速 1	49±1	55±2	65±2	67±2	63±1	60±1	59±1	57±1	55±1
轉速 2	43±2	51±3	60±3	64±3	59±2	57±1	56±1	53±1	53±1
轉速 3	31±3	49±1	51±2	59±3	52±2	50±1	48±1	47±1	46±2



結果:當扇葉是一片時,不論是哪一種轉速的風力?在五秒鐘內轉動圈數都是最少的。風力

較強時，不論扇葉的數目是多少？轉動的圈數都較多。三種風扇轉速下，以三片扇葉在五秒鐘內造成轉軸轉動次數最多。所以本實驗中的風力發電機將採用三片扇葉為最佳。

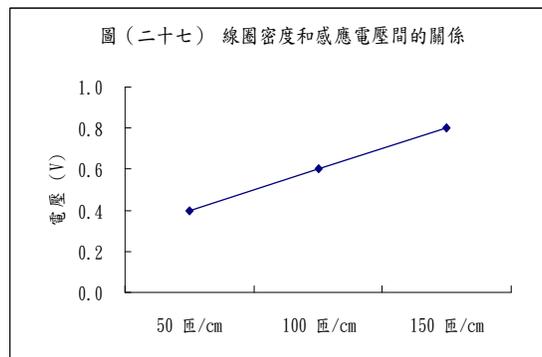
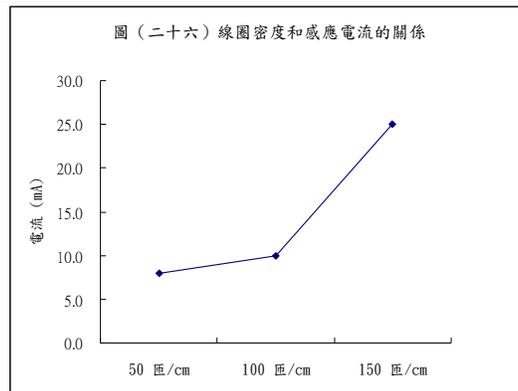
討論：扇葉為一片時，轉動較困難，可能因為受風面積太小，而不易轉動。而當扇葉數目增加時，在大約七片後，轉動圈數明顯變少，可能因為扇葉過重造成不易轉動。而當扇葉為三、四片時其轉動圈數相當接近。

### 三、線圈方面的結果與討論

#### (一)、線圈單位長度的匝數和感應電流大小的關係結果與討論

表（五）線圈單位長度的匝數和產生感應電流大小的結果

項目	50 匝/cm	100 匝/cm	150 匝/cm
電流(mA)	8.0	10.0	25.0
電壓(V)	0.4	0.6	0.8



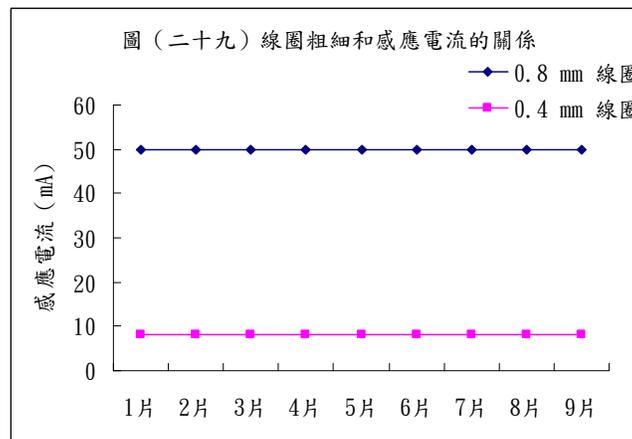
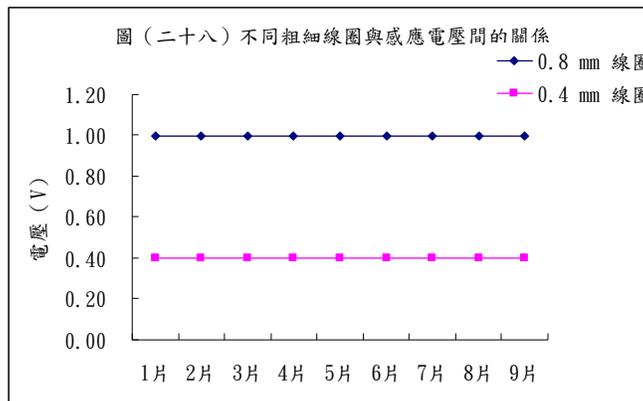
結果：增加線圈圈數，有增大感應電流的趨勢。感應電壓和線圈層數約成正比增加。感應電流增大的效果，更為明顯。所以本實驗中風力發電機將採用六層的漆包線圈。

討論：當線圈層數增加時，其單位長度內的匝數增加，使得磁鐵在轉動時有效切割的磁力線數增加，而使得感應電壓及電流變大。

(二)、線圈粗細和產生電流大小的結果與討論

表（六）線圈粗細和感應電流及電壓大小的結果

線圈	特性	1片	2片	3片	4片	5片	6片	7片	8片	9片
粗線圈	電壓 (V)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	電流 (mA)	50	50	50	50	50	50	50	50	50
細線圈	電壓 (V)	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
	電流 (mA)	8	8	8	8	8	8	8	8	8



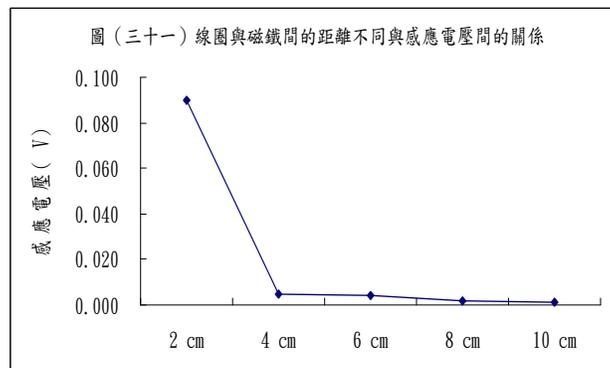
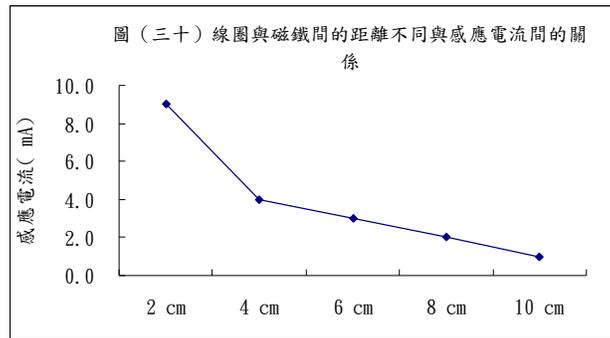
結果：不論是粗線圈和細線圈，感應出的電壓和電流都不隨扇葉的數目而改變。選擇較粗的 0.8 mm 的漆包線所繞線圈，感應出的電流較大。粗線圈感應出的電壓及電流都較大。粗線圈感應的交流電流差異較大，感應的交流電壓差異不大。

討論：線圈較粗者，其感應電流明顯增大，但線圈較不緻密，感應電壓及電流不因扇葉數目而改變，而由線圈和磁鐵決定，但扇葉會影響其轉動圈數，也就是作功的效率。

(三)線圈與磁鐵間的距離和感應電流間的結果與討論

表（九）線圈與磁鐵間的距離和感應電流及電壓的結果

項目	2 cm	4 cm	6 cm	8 cm	10 cm
最大電流 (mA)	9.0	4.0	3.0	2.0	1.0
最大電壓 (V)	0.090	0.005	0.004	0.002	0.001



結果:當線圈和磁鐵距離變大時，產生的感應電流明顯減少。當線圈和磁鐵距離為 2 cm 時，其感應電壓及電流為最大。而當距離為 4 cm 時其感應電壓明顯變小，間距為 10 cm 時，感應電壓幾乎為零。

討論:線圈與磁鐵的距離愈遠，產生感應電流及電壓愈小。感應電壓不大，加上隨著與磁鐵距離變大，減小較明顯。所以線圈和磁鐵間距離越近越好。

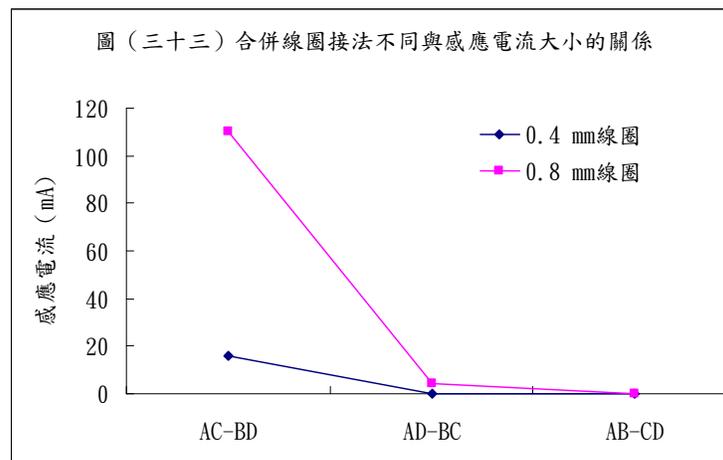
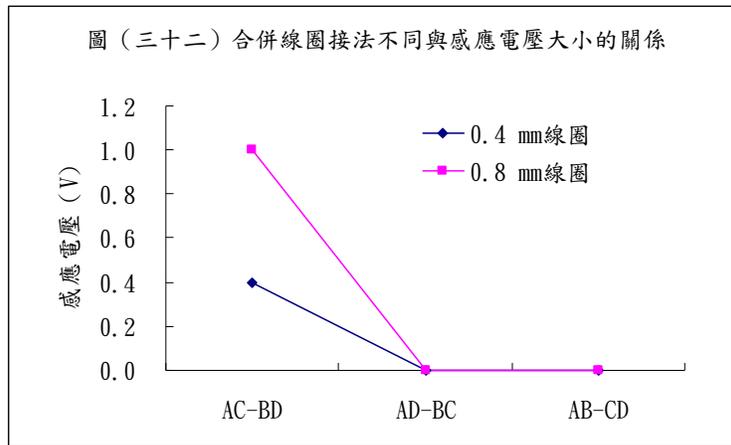
(四)合併線圈接法不同對產生電壓及電流大小的結果與討論

表（七）合併線圈接法不同對產生電壓大小的關係（單位：伏特）

線圈種類	AC-BD	AD-BC	AB-CD
0.4 mm 線圈	0.4	0.0	0.0
0.8 mm 線圈	1.0	0.0	0.0

表（八）合併線圈接法不同對產生電流大小的關係（毫安培）

線圈種類	AC-BD	AD-BC	AB-CD
0.4 mm 線圈	16.0	0.0	0.0
0.8 mm 線圈	110.0	4.0	0.0



結果：1.AC-BD 連接方式：所量測的總電流為上半部線圈和下半部線圈的電流和，而電壓則因並聯的緣故所以相等。

2.AD-BC 連接方式:如此連接的方式會使得兩線圈的感應電流逆向連接，所以量測到的電流是兩個感應電流抵消的結果，所以不論是粗線圈或細線圈其電流都相當微小。而感應電壓在抵消後皆是零。

3.AB-CD 連接方式:則上半部和下半部的線圈，自成一個迴路，所以量測出電流及電壓皆為零。

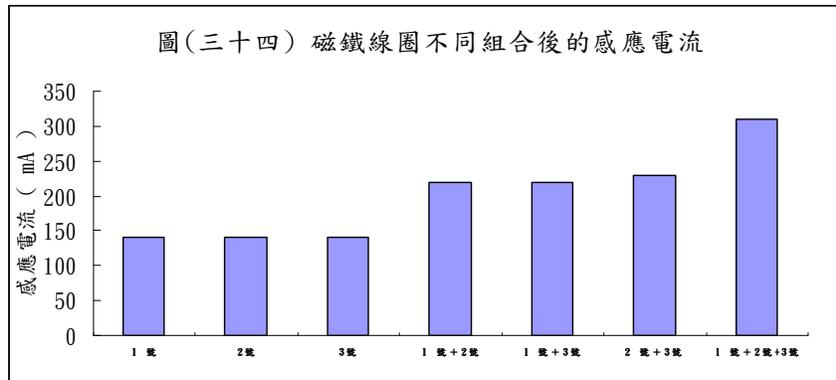
討論：依冷次定律，當磁鐵轉動 90 度時，磁鐵的 N 極離開，則上部線圈的下端感應生成 S 極；對於下半部的線圈而言，磁鐵的 S 極離開，則下部線圈的上端感應生成 N 極。依此原理，則 AC-BD 方式，其電流有加成性。如果要以多線圈來增加磁力線切割數目，則線圈在連接時，要注意電流的流向。以 AC-BD 的連接方式，才能達到較佳的效果。

#### 四、風力發電的整體評估及改善

##### (一)、三組磁鐵線圈對增大感應電流的結果與討論

表（九）磁鐵線圈不同組合後感應電流的結果

單機組	1 號	2 號	3 號	1 號+2 號	1 號+3 號	2 號+3 號	1 號+2 號+3 號
電流 (mA)	140	140	140	220	220	230	310



結果：單組的磁鐵線圈產生的電流為 140 mA，雙組合併的電流約為 220-230mA 三組合併的感應電流為 310 mA。

討論：單組線圈產生電流較小，利用兩組合併電流增加約 80 mA，三組合併電流可增加約為一組的 170 mA，沒有加成性。另外利用一組磁鐵，對周圍線圈也會感應 2.5 mA 的電流，所以除了本身磁鐵產生的感應電流外，也會對相鄰的線圈產生感應電流。而具有良好的加成性。

##### (二)、環境因素的評估：風扇風力大小的測定結果與討論

表（八）風扇在不同轉速下的風速大小（m/s）

實驗次數	轉速 1	轉速 2	轉速 3
第一次	10.0	7.7	6.7
第二次	10.0	7.7	6.3
第三次	10.0	8.3	5.9
平均	10.0 ± 0	7.9 (0	6.3 (0
蒲福風級	五級	五級	四級

註：蒲福風級<sup>3</sup>

結果：大型風扇轉速越強，其產生風速越快，轉速和風速大小略成正比增加，而風力級數最大為五級，最小為四級。

討論：風速在測定時，因為剛開始風速計啟動時阻力較大，易造成誤差，所以要等到穩定後再量測，並且多測幾次，才易得到準確的結果。

## 柒、結 論

以一般的風扇可產生四到五級的風力，吹拂削刨出翼形剖面的四片木片，可產生最大的旋轉效果。外圍以 0.8 mm 的雙份漆包線，放置在與磁鐵的最近的距離，製作三組磁鐵及線圈裝置，可讓風力發電機產生較大的感應電壓及電流。尋找理想的的參數條件，設計出小型的風力發電機，觀察到明顯的交流電的變化。

## 捌、參考文獻

- 1.郭重吉(民 94)。自然與生活科技 南一版 第六冊 第一章 第五節 電磁感應 p.30-p.38。
- 2.周鑑恆、劉源俊(民 90)。科學月刊。迷你風力發電機 ，382，10。
- 3..蒲福風級對照表 - Beaufort Scale <http://home.pchome.com.tw/togo/jdbox/tr/typhoonwind2.htm>

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會  
評 語

---

國中組 理化科

佳作

031605

環保新能源

縣立大灣中學附設國中

評語：

1. 本作品漆包線之設計及製作頗見創意，共有 3 組可增強電能之產生。
2. 扇葉的變化頗多，但風扇轉速及磁鐵大小反而無變化(或少變化)。
3. 宜強化設計，減少摩擦力及轉動之不穩定性。