

中華民國第四十六屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 生活與應用科學科

佳作

080815

E 世代的風力

學校名稱：屏東縣長治鄉長興國民小學

作者：	指導老師：
小六 林鈺凱	廖秋珊
小五 陳志綜	王斐仕
小六 邱一中	
小五 盧品秀	
小五 張凱翔	
小六 黃捷	

關鍵詞：風電、風力、發電機

E 世代的風力

壹、摘要：

風力發電一般都使用細長形葉片，這種葉片承受風力作用效率較低，因此我們將細長形葉片，改為平面式葉片，此平面式的葉片利用偏心的原理，當受風時張開，逆風時能收平，以減少阻風力，藉此能提高發電機的發電效率。

貳、研究動機：

我在哥白尼 54 期(新學友出版社)讀到複線圈發電裝置，上自然課時，電動機單元內談到發電的構造，讓我對發電機感到好奇，尤其風力發電是一種乾淨無污染且取之大自然的發電方式。發電機的構造是那麼簡單，為何風力發電的方式不被廣用？經過我們進一步實驗探討，發現細長形葉片的受風力較差，因此我們試著想改良葉片的形狀，來增加葉片的受風力，提高發電量。

參、研究目的：

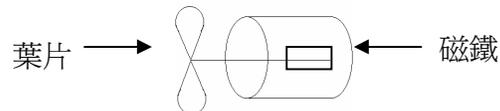
- 一. 影響平面式葉片的受風力有哪些變因？
- 二. 影響發電機的效率有哪些變因？
- 三. 探討另類發電的方式及效率？
- 四. 如何改進新式的發電裝置？

肆、研究設備及材料：

電風扇、鼓風機、電流錶、三用電錶、磁鐵棒、漆包線 $\Phi 1.5$ 、 $\Phi 1.2$ 、 $\Phi 0.8$ (mm)長 300m、捲尺、紙板、碼錶。

伍、研究過程：

- 一、討論現有風力發電的方式？

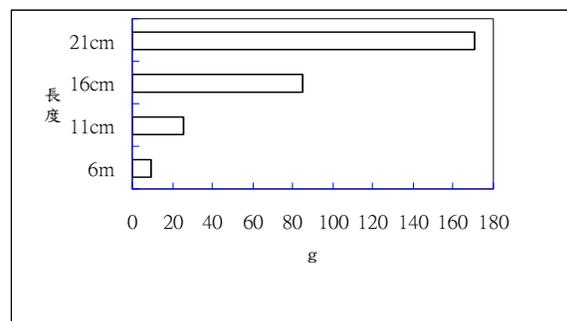


原理：當葉片受風力的作用轉動，並帶動葉片內的磁鐵與發電機內部的線圈產生作用，所生電流。

- 二、平面式葉片的長度是否影響風力？

作法：葉片距鼓風機 50cm，右面受風力，左面固定彈簧秤，記錄受力大小。操作變因：葉片的長度。**照片一、二、三**

次	長度			
	6cm	11cm	16cm	21cm
1	9	25	86	169
2	11	27	86	173
3	9	25	82	171
平均	9.7	25.7	84.7	171



分析：1.葉片愈長，受風力越強。

2.長度每增加 5cm，受風力成倍數，21cm 是 6cm 的 20 倍。

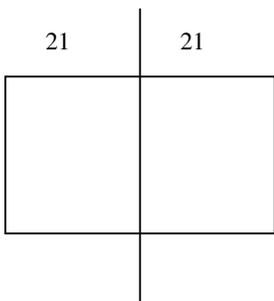




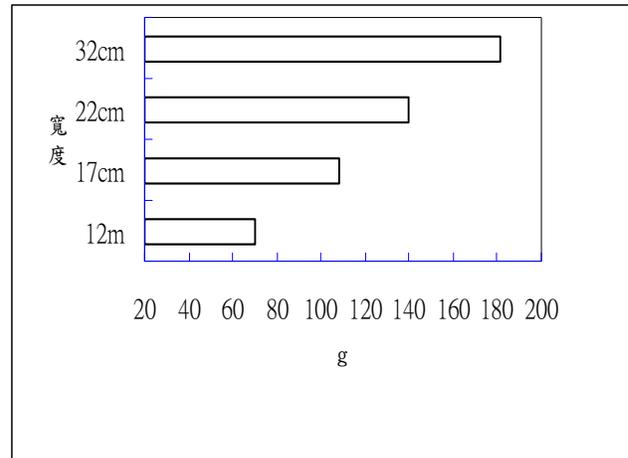
三、平面式葉片的寬度是否影響受風力？

方法：鼓風機距離葉片 50cm，右面受風力，左面固定彈簧秤，記錄受力大小；

操作變因：葉片的寬度。**照片四**



寬度 次 數	12cm	17 cm	22 cm	32 cm
1	71	107	138	184
2	68	107	141	182
3	70	111	140	179
平均	69.7	108.3	139.7	181.7



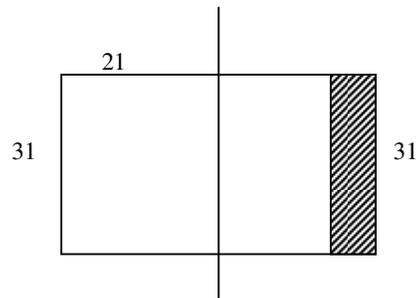
分析： 1.當葉片愈寬，受風力就愈強。

2.寬度每增加 5cm，受風力成倍數，32cm 是 12cm 約 3 倍左右。

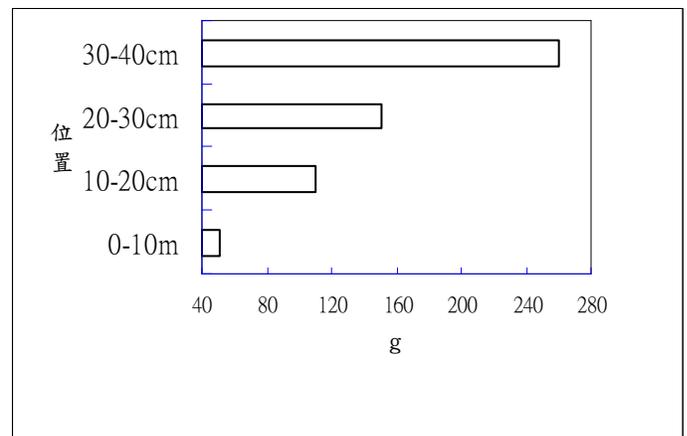
四、平面式葉片的位置是否影響受風力？

方法：鼓風機距離葉片 103cm，右面受風力，左面固定彈簧秤，記錄受力大小；

操作變因：葉片的寬度。**照片五、六**



位置 次 數	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	30-40 cm
1	51	110	152	259
2	49	113	150	260
3	53	109	150	263
平均	51	110.7	150.7	260.7



- 分析：1.葉片的位置會影響到受風力的大小，因離心力的原理
2.葉片在 0-10cm 與 30-40cm 的位置受風力差 5 倍左右。



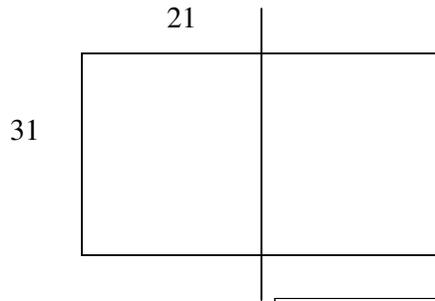
照片五



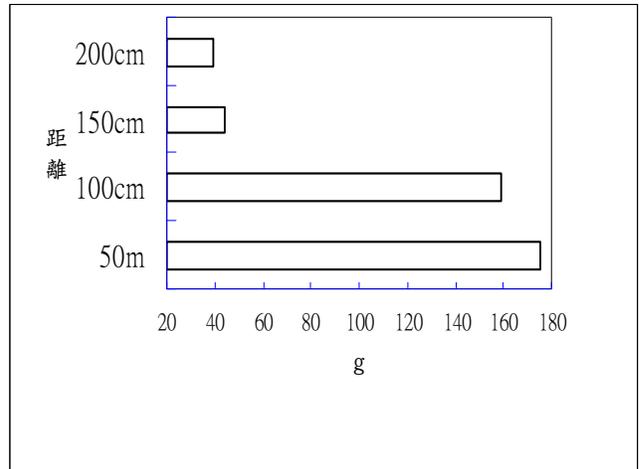
照片六

五、風力的大小是否影響平面式葉片的受風力？

(一) 方法：葉片右面受風力，左面固定彈簧秤，記錄受力大小，操縱變因：鼓風機的位置。



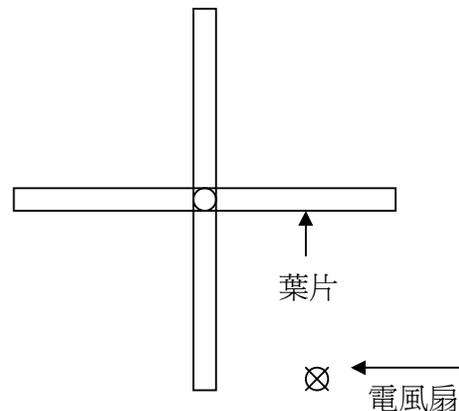
次	距離 g 數	50 cm	100 cm	150 cm	200 cm
1		175	160	45	40
2		176	160	45	41
3		176	158	42	38
平均		51	159.4	44	39.7

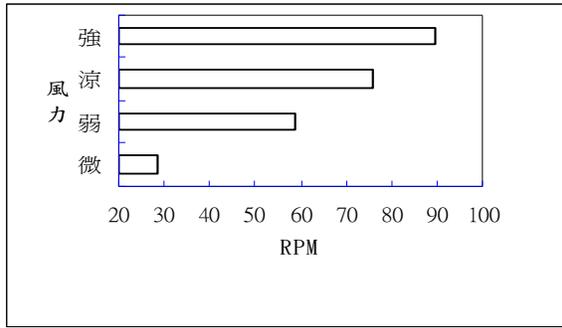


- 分析：1.鼓風機風口小，風力集中，所以距離短，受風力大。
 2..距離短，葉片受風力大。50cm 是 200cm 之 4 倍。
 3..距離愈遠，風力愈弱，受風力也愈小。

(二) 方法：平面式葉片四片，葉片尺寸 20x30，利用線固定在其中一葉片，利用電風扇使葉片旋轉，時間 1 分鐘，記錄葉片轉速。照片七、八。以四段變速的電風扇，扇葉尺寸 35cm，電壓 110V(60HZ)，電風扇在平面式葉片中線向右偏 5cm。

風力	微	弱	涼	強
次數 RPM				
1	26	58	76	90
2	30	60	76	90
3	30	59	76	88
平均	28.7	59	76	89.4



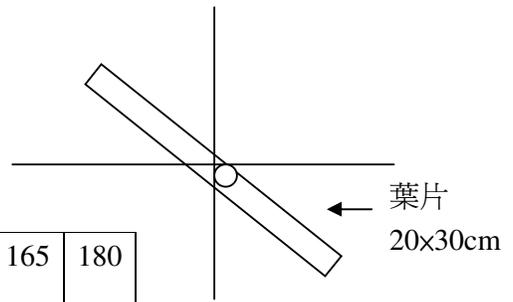


分析：風力愈強，葉片受風力大，
所以轉速快。

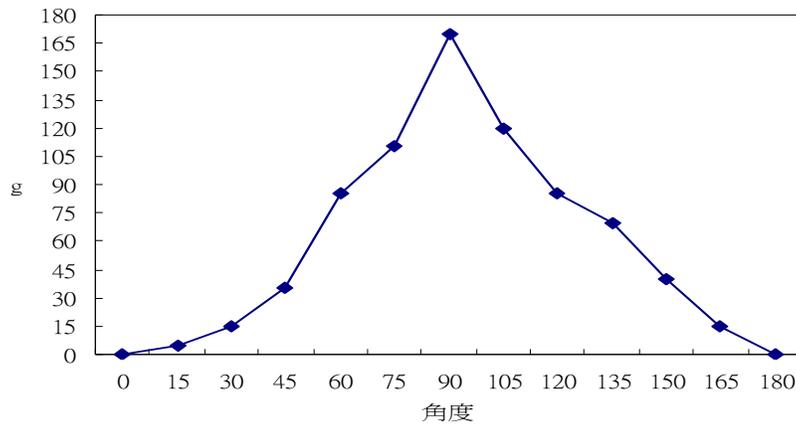


六、在不同角度平面式葉片受風力的多少？

方法：葉片距離鼓風機 50 cm，右面受風力，
左面固定彈簧秤，記錄受力大小。操縱
變因：葉片角度



角度	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
g	0	5	15	35	85	110	170	120	85	70	40	15	0

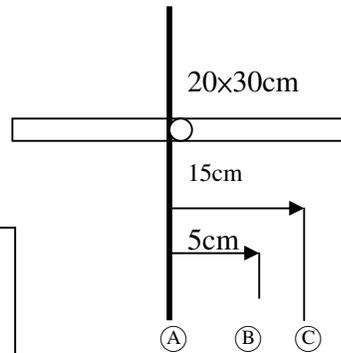


分析：1.葉片與鼓風機成 90 度時受風力最大達 $170 \text{ g} / 20 \times 30 \text{ cm}^2$

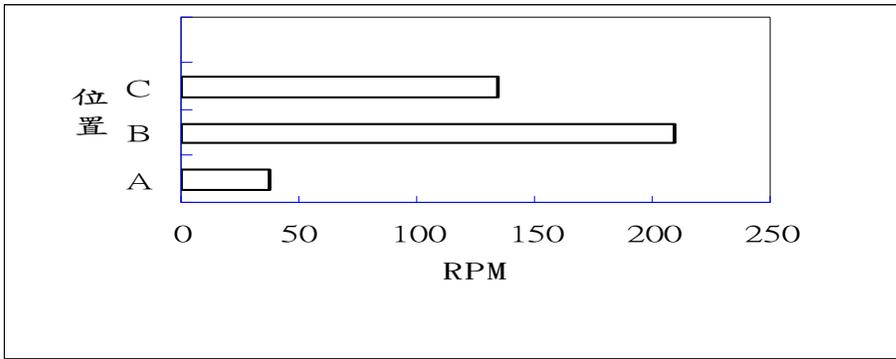
2.發現到頂風的葉片與逆風的葉片受風力有差別，逆風的葉片受風力較大。
頂風的葉片風力會流向對面。使葉片上的受風力會互相抵消，所以轉速較慢。

七、平面式葉片受風力的位置是否影響葉片的轉速？

(一) 作法：葉片距離鼓風機 100 cm，
在葉片上綁上線，1 分鐘後，
記錄葉片的轉速。操縱變因：
鼓風機的位置。



位置 次數 RPM	A	B	C
1	38	210	132
2	31	208	138
3	35	212	135
平均	37	210	135

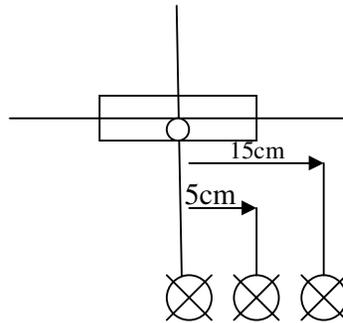


分析：1.A 位置，鼓風機出風口正對葉片的中央(左右邊)所以兩片同時受風力作用，因此轉速慢。

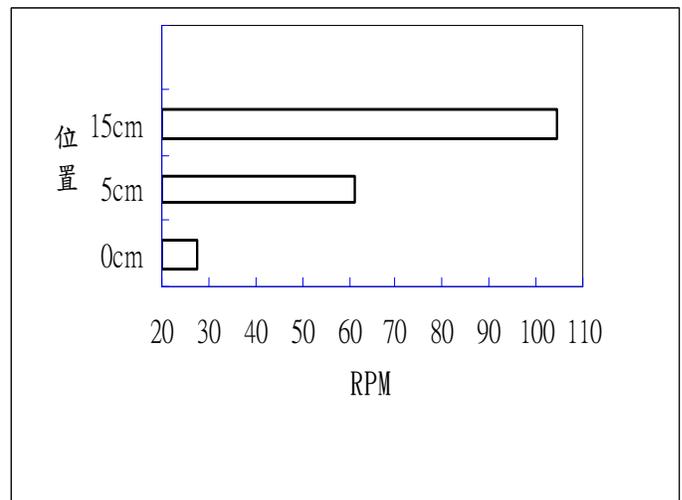
2.B 位置，葉片單片受鼓風機作用，因此轉速快。

3.C 位置，葉片尾部受鼓風機作用，受風力範圍少，因此轉速慢。

(二) 作法：電風扇與葉片距離 60 cm，在葉片上綁上線 1 分鐘後，記錄葉片的轉速，
電風扇風速：強。操縱變因：電風扇的位置



距離 RPM 次數	50 cm	100 cm	150 cm	200 cm
1	175	160	45	40
2	176	160	45	41
3	176	158	42	38
平均	51	159.4	44	39.7

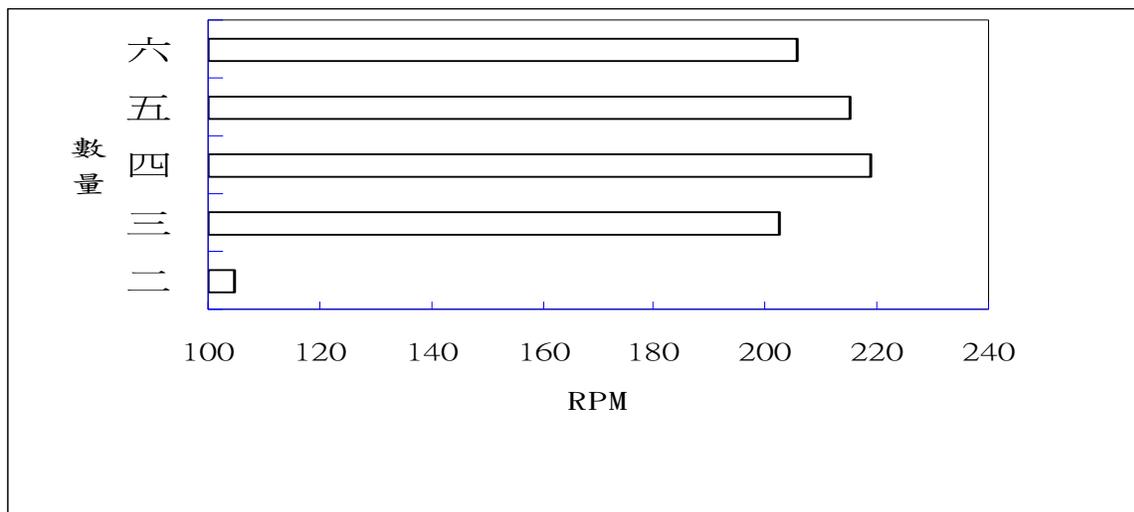


- 分析：1.電風扇在偏葉片 0、5 cm時.在微、弱風時會有逆（反）轉現象，尤其在 0 cm正中央時，幾乎不轉。我們發現到電風扇是順時針轉（人面向電風扇），所以葉片的左邊受風力較葉片右邊大及電風扇轉速流動不穩定造成逆轉。
- 2.位置在 15 cm時，轉速最快，因葉片右面受風力作用，葉片左面未受風力之故。
- 3.應在葉片主軸上設立止回閥，防止葉片逆轉。

八.平面式葉片的數量是否影響轉速？

方法：葉片 21x31 cm距離鼓風機 50 cm，B 位置，在葉片上綁上線，1 分鐘後，記錄葉片的轉速。操縱變因：葉片的數量 **照片九、十、十一、十二**

數量 RPM	二	三	四	五	六
1	102	202	218	218	206
2	106	202	218	218	206
3	106	204	220	210	204
平均	104.7	202.7	219	215.3	205.4



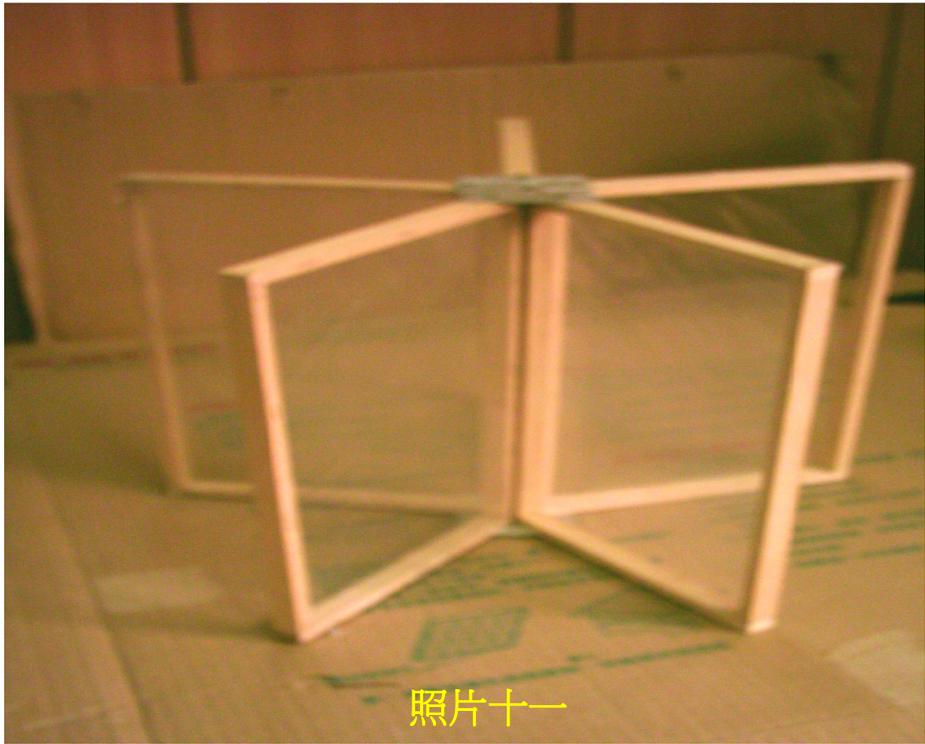
- 方法：1.葉片二片因相差 180 度，所以受風力不均勻，轉速慢。
- 2.葉片以 4、5 片為較佳，各葉片受風力均勻，所以轉速較快。



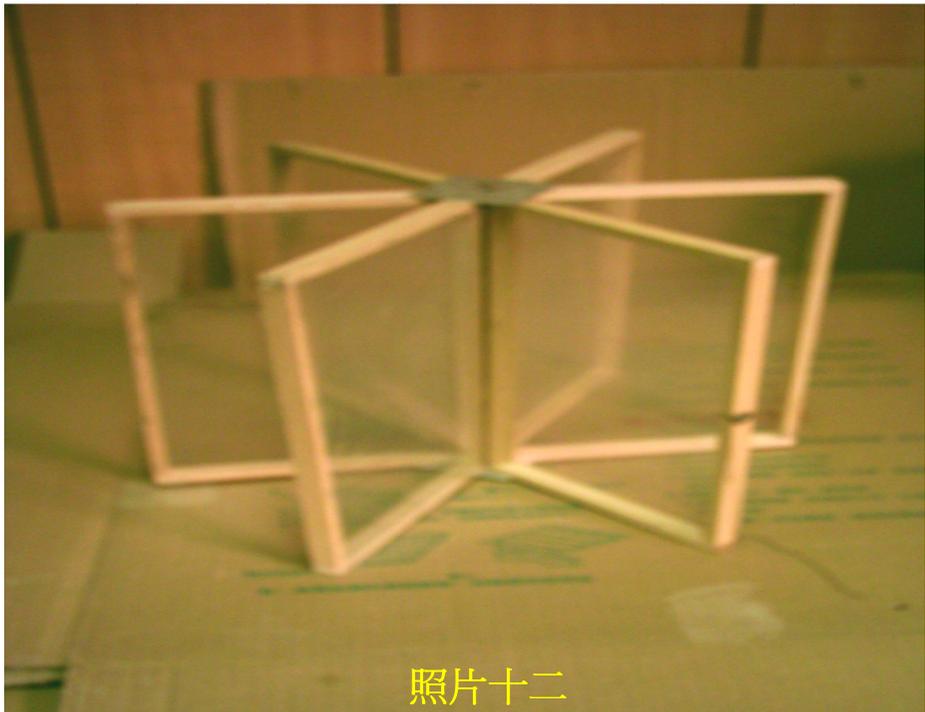
照片九



照片十



照片十一



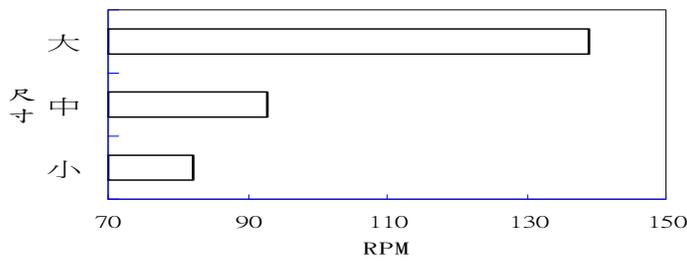
照片十二

九.葉片的大小是否影響轉速？

(一)方法：鼓風機距離葉片 100cm，偏心 15cm，時間 1 分鐘，記錄葉片的轉速。

操縱變因：葉片大小

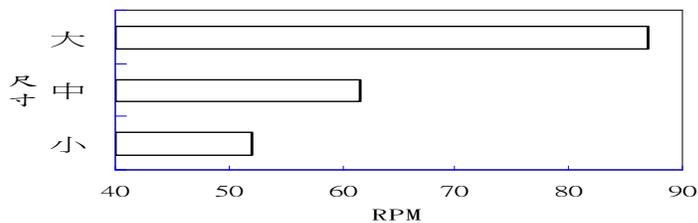
尺寸 RPM 次數	大 18.5×29.5 cm	中 27×37.5 cm	小 32×58 cm
1	81	93	140
2	83	93	138
平均	82	93	139



(二)方法：風扇距離葉片 110cm，偏心 10cm，時間 1 分鐘，記錄葉片轉速。

操縱變因：葉片大小 **照片十三、十四、十五**

尺寸 RPM 次數	大 18.5×29.5 cm	中 27×37.5 Cm	小 32×58 cm
1	51	60	86
2	53	63	88
平均	52	61.5	87

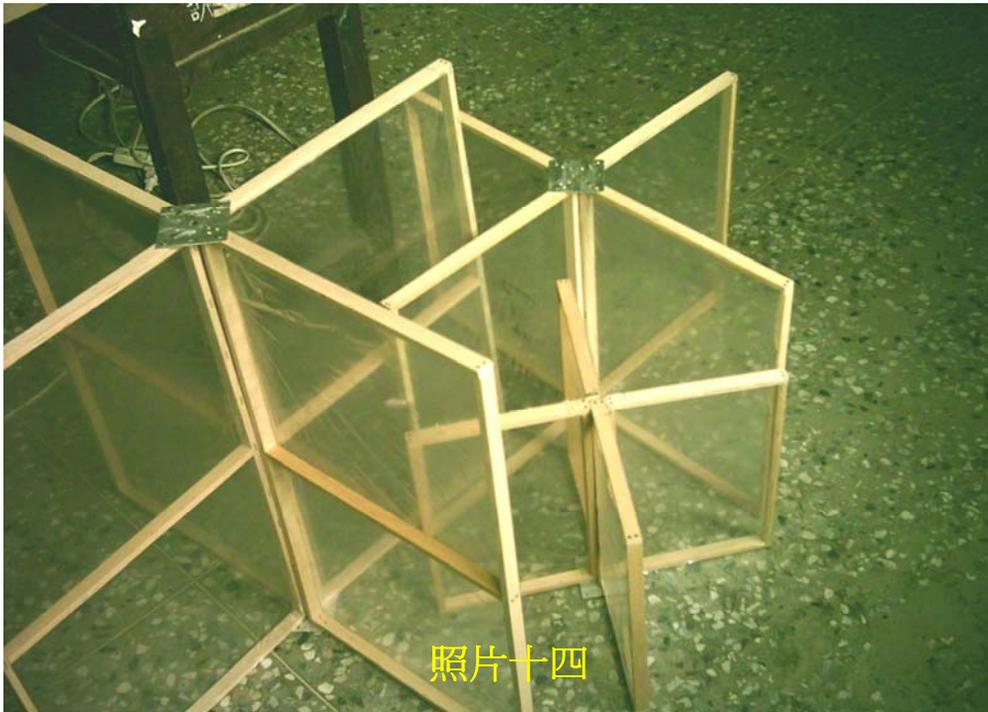


分析：葉片愈大，設備較重，轉速較慢。

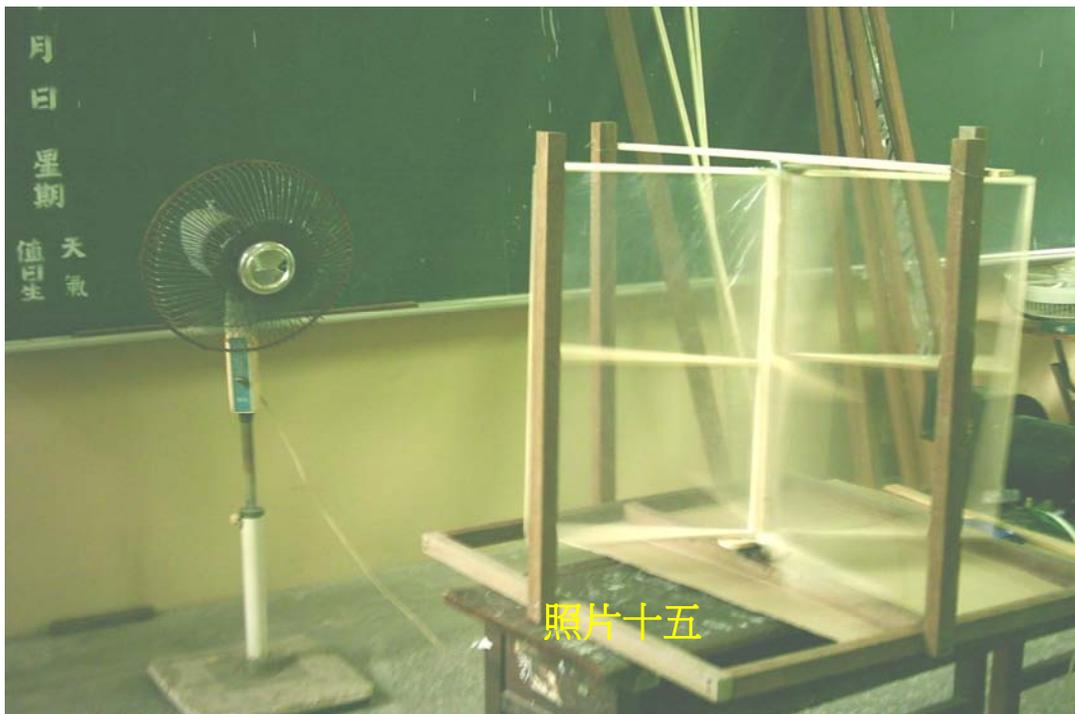


照片十三

06 02 21

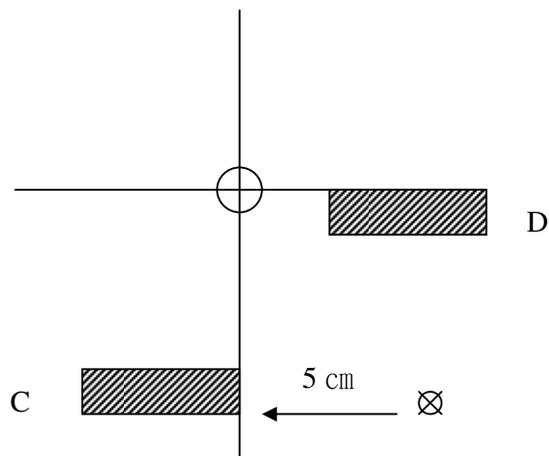


照片十四



十、導風牆的角度是否影響葉片受風力？

方法：導風牆角度表示 C-D，鼓風機距離葉片 100 cm，在葉片上綁上線，1 分鐘後，記錄葉片轉速。 操縱變因：導風牆的角度 C-D 照片十六、十七





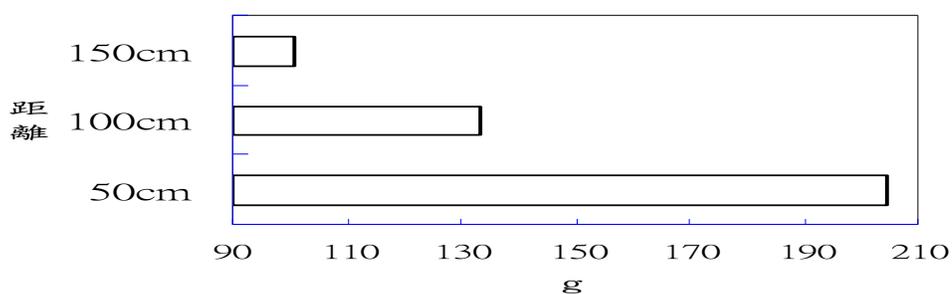
照片十六



照片十七

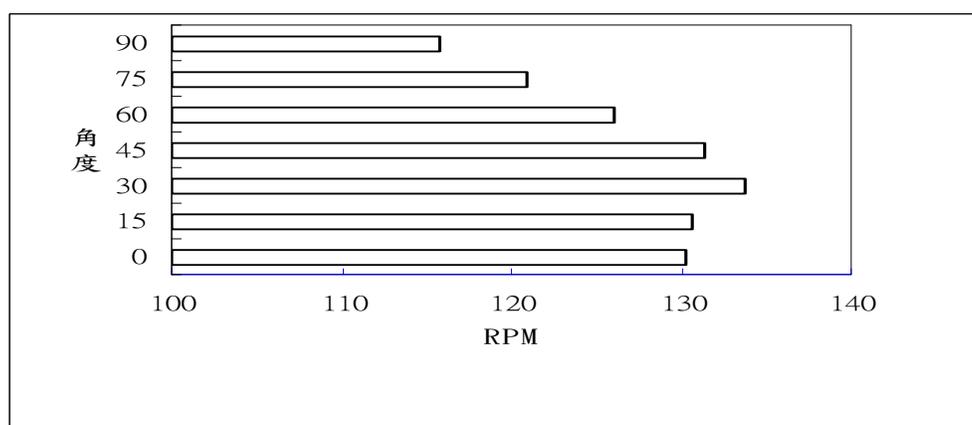
(一) 葉片與鼓風機的距離

次 數	距離 RPM	50cm	100cm	150cm
1		204	134	96
2		204	133	104
3		205	134	102
平均		204.4	133.7	100.7



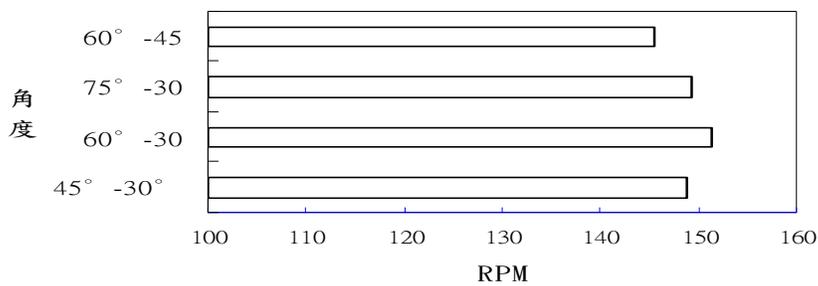
(二) C 牆固定，D 牆變化。

次 數	角度 RPM	0	15	30	45	60	75	90
1		130	132	134	130	128	122	118
2		131	130	133	132	124	120	114
3		130	130	134	132	126	121	115
平均		130.3	130.7	133.7	131.4	126	121	115.7



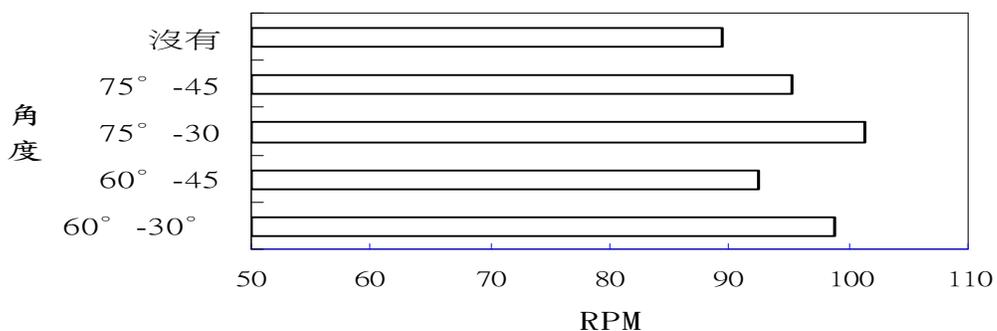
(三) C-D 牆變化角度

角度 次數	45°-30°	60°-30°	75°-30°	60°-45°
1	152	150	148	148
2	146	152	150	144
3	148	152	150	144
平均	148.7	151.4	149.4	145.4



(四) 使用電風扇，風速：強，距離葉片 100 cm，C-D 牆變化角度。

角 度 次 數	60°-30°	60°-45°	75°-30°	75°-45°	沒有
1	99	93	101	95	90
2	99	91	101	95	90
3	98	93	102	96	88
平均	98.7	92.4	101.4	95.3	89.4



- 分析：1.鼓風機出風口小，風力集中，所以導風牆作用較小。
 2.電風扇出風口大，風力較分散，所以導風牆作用影響較大。
 3.導風牆以 75° - 30° 為最佳。

十一、製作發電機

依哥白尼 54 期（新學友出版社）複線圈發電裝置（**照片十八**），經過實驗發現到三用電表指針左右偏轉無電流產生，我們以為限圈圈數纏繞不夠，再增加圈數，還是無電流產生，只是指針偏向更大，又修改增加磁鐵個數，還是無電流產生，指針偏向更大，此實驗失敗，因此大家又從新找書籍，經過大家及老師的努力，找到了發電機基本構造，再依書籍說明製造發電機，這一來一往竟讓我用了將近一個月的時間。

其實複線圈發電裝置是交流式發電機構造，而我們的電流表示直流電流表，因此一直認為此構造錯誤，直到 3 月初老師去竹門發電廠參觀時，才知道它是交流發電機。

直流發電機比較詳細的構造是老師在華興書局，胡阿火著的電工機械實驗(I)P14-17 內的說明，依其說明製成本作品的直流發電機。**照片十九**



照片十八



十二、探討哪些因素影響發電機的發電量？

方法：電風扇距離葉片 60 cm，與葉片中央偏 5 cm 沒有導風牆，發電機 $N=100$ 圈， $\Phi=1.5$ mm，風速：強（146RPM）

(一) 磁鐵的數量？

個數	1 個	3 個	5 個
I			
μA	1-4	9-10	5-14

(二) 風力的大小？（磁鐵 5 個）

種類	微	弱	涼	強	鼓風機
I	56 RPM	84 RPM	106 RPM	146 RPM	202 RPM
μA	5-14	8-16	13-21	15-25	36-40

(三) 線圈的直徑？（磁鐵 5 個）

種類	$\Phi 0.8$ mm	$\Phi 1.2$ mm	$\Phi 1.5$ mm
I	124 RPM	124 RPM	126 RPM
μA	10-18	11-20	15-25

(四) 線圈的圈數？ ($\Phi = 0.8 \text{ mm}$ 磁鐵 5 個)

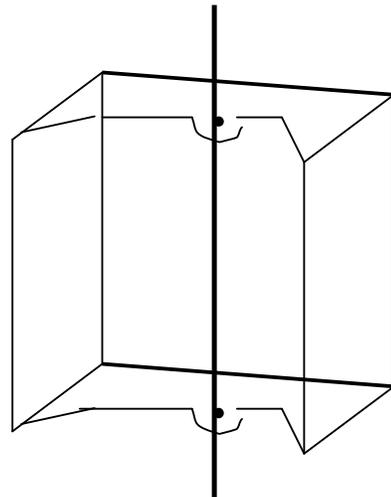
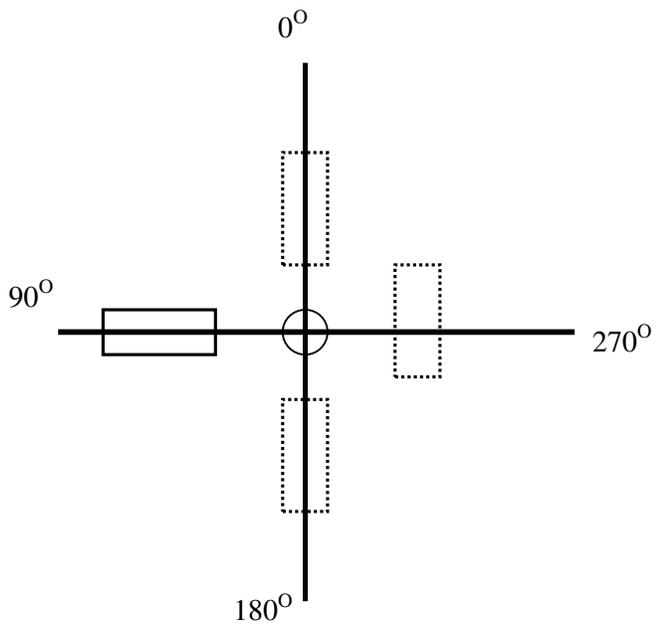
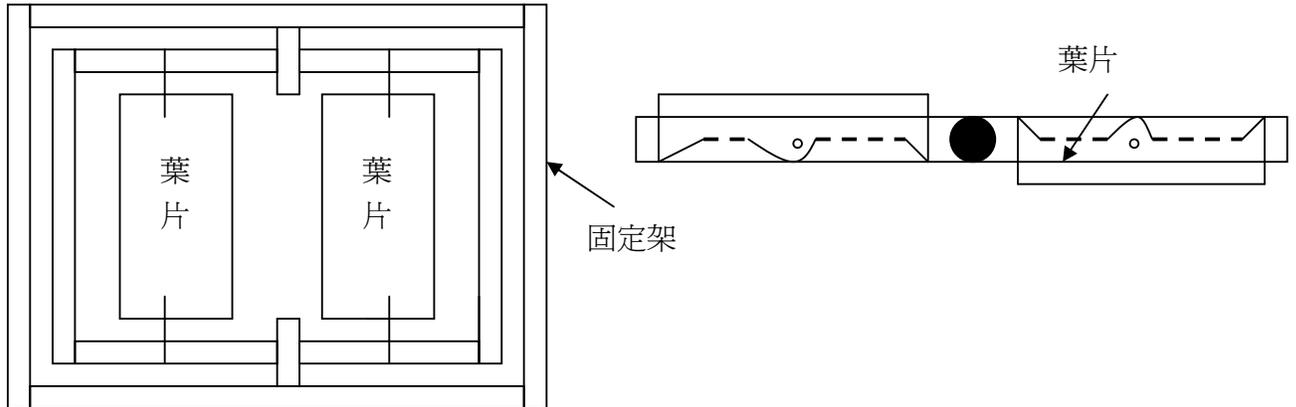
種類 I	100	200	300
	120 RPM	121 RPM	124 RPM
μA	10-18	10-30	40-72

分析：1. 磁鐵磁力的強弱、葉片的轉速、線圈的粗細及圈數均影響發電機的發電量。

2. 本實驗如能減少摩擦力，電流應該可以提高。

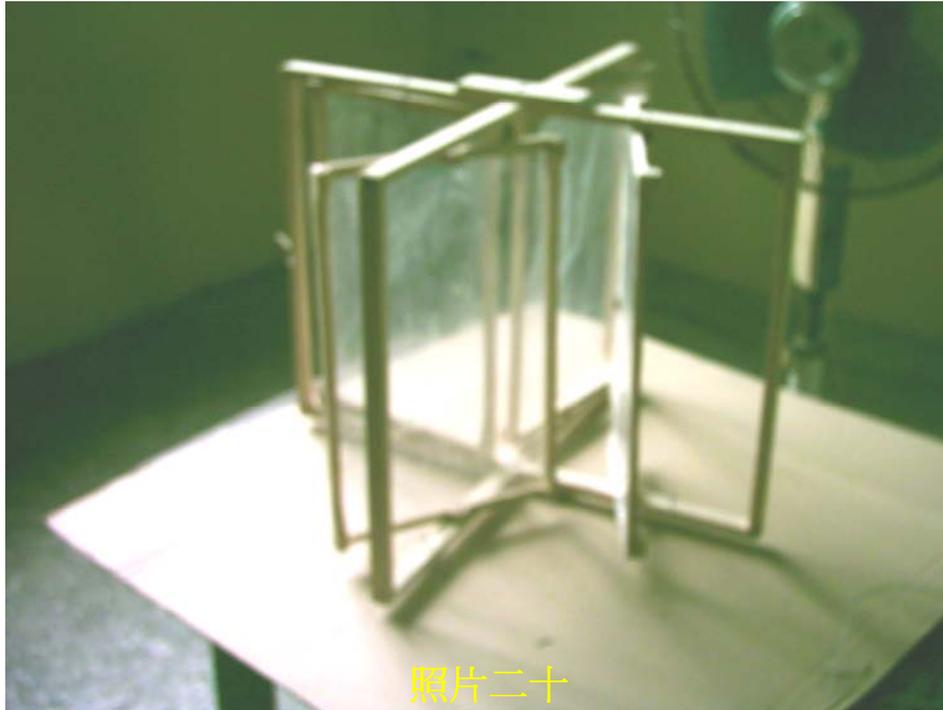
十三、. 設計葉片因受風力不同是否影響發電量？

(一) 設計可改變阻風力的平面式葉片裝置 **照片二十**



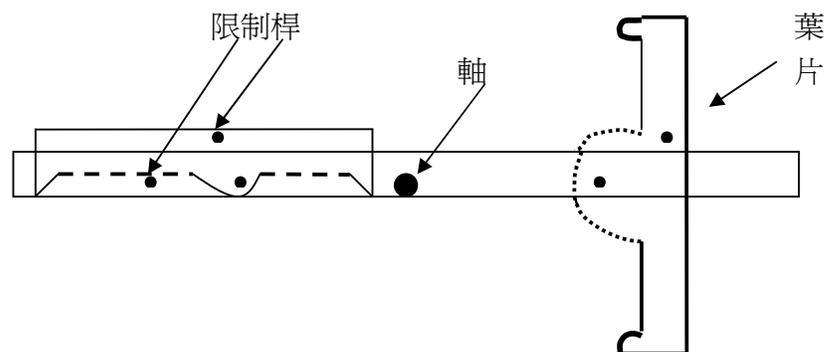
方法：將平面式葉片設成偏心（如圖所示），當葉片正面受風力時， 0° - 180° 葉片就能自動定位，當葉片轉至 180° - 360° 時，因葉片開始遭受到阻風作用，而影響葉片的轉速，所以這時葉片會因偏心的作用而由原先與風面成 90° 自動受風力作用，使葉片與受風力平行而減少阻風力，增加轉速。

分析：葉片在逆風向時，有時轉換角度太多（超過 90° ），等葉片轉到 0° 時，葉片將要自動定位時，若因偏轉角度太多，則造成不易自動定位的現象。

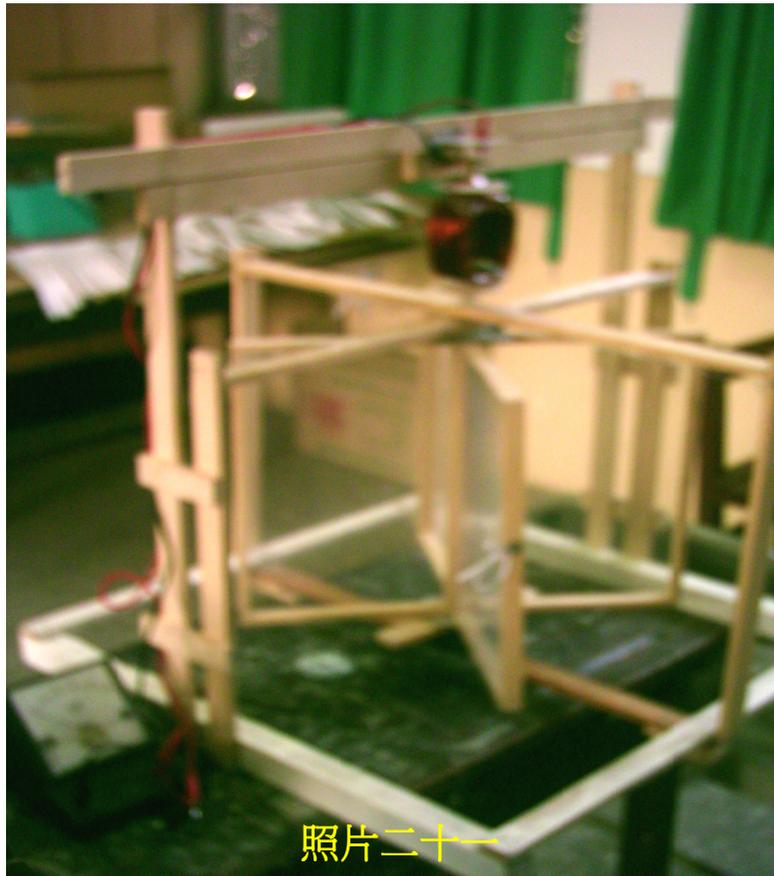


(二)改進上述缺點，設計能自動定位裝置

在平面式葉片上設置限制桿，使葉片在逆風將止時，能很快的自動定位，
如圖：照片二十一



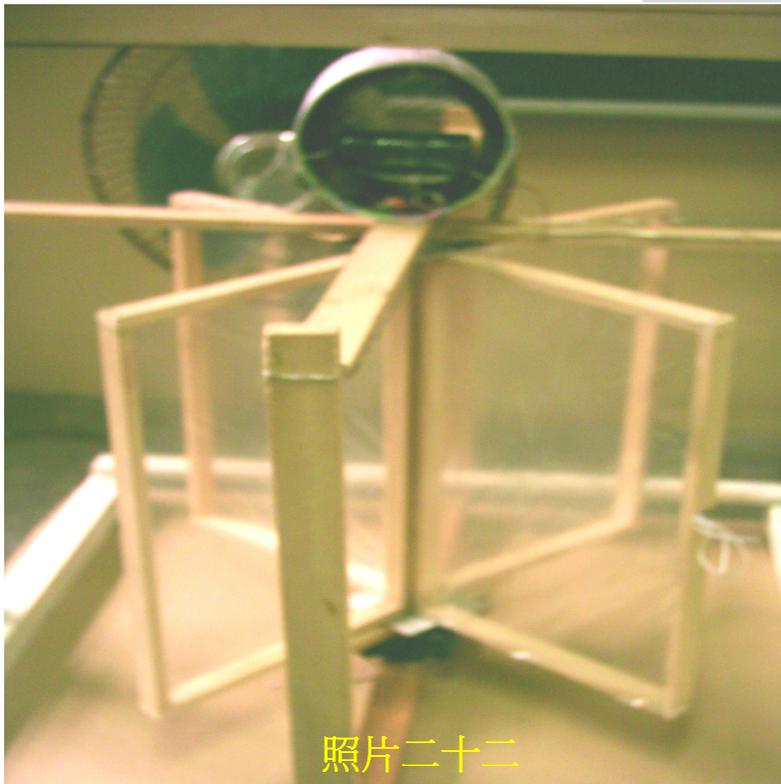
分析：葉片自動定位，效果佳。



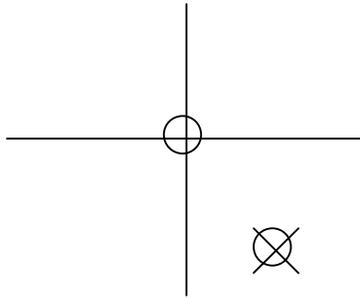
照片二十一

十四. 實驗可變式與固定式平面式葉片的轉速？

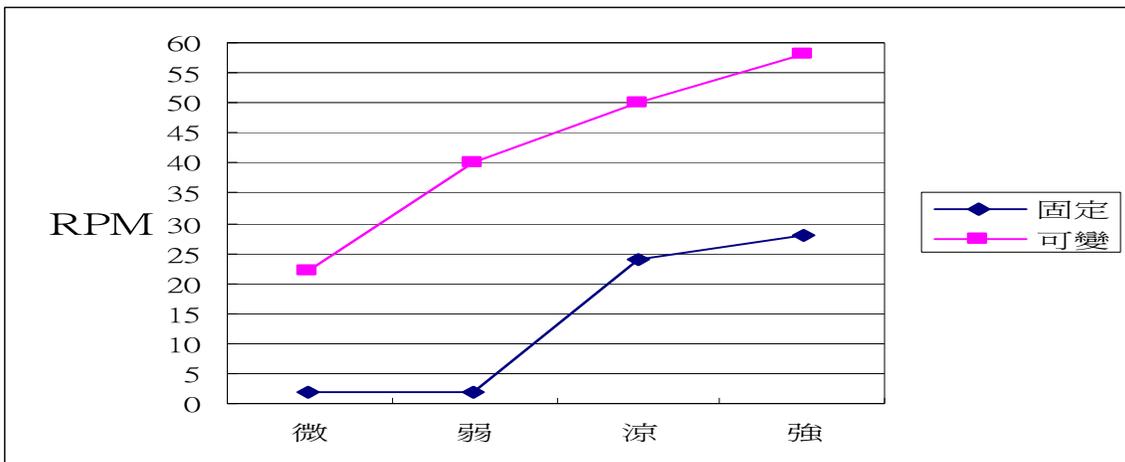
方法：電風扇與葉片距離 60 cm，位置置中，在其中一個葉片上釘上小紙條，記錄 1 分鐘葉片的轉速。操縱變因：風速 照片二十二



照片二十二



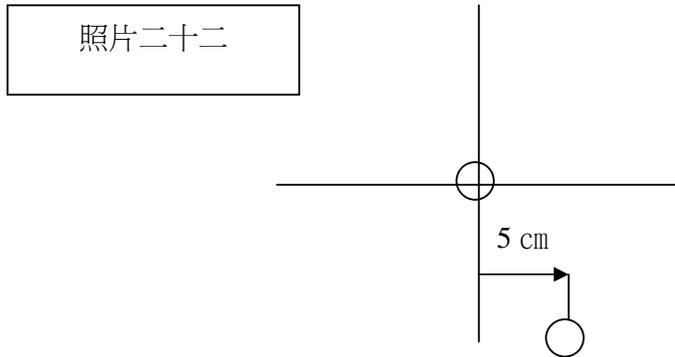
形式	種類			
	微	弱	涼	強
固定	2	2	24	28
可變	22	40	50	58



- 分析：1.本實驗電風扇置葉片中間，是模仿本發電機在自然環境下操作情景。
- 2.發現到固定式葉片左右兩面承受風力，所以作用力互相抵消，轉速慢。在微弱風時，固定式葉片有逆轉現象，或停止轉動，所以要設止回閥。
- 3.可變式因葉片能自動變角度，所以受風面承受較大風力，背向時不受風力作用，所以轉速較快，更不須設止回閥，永遠都會正轉。

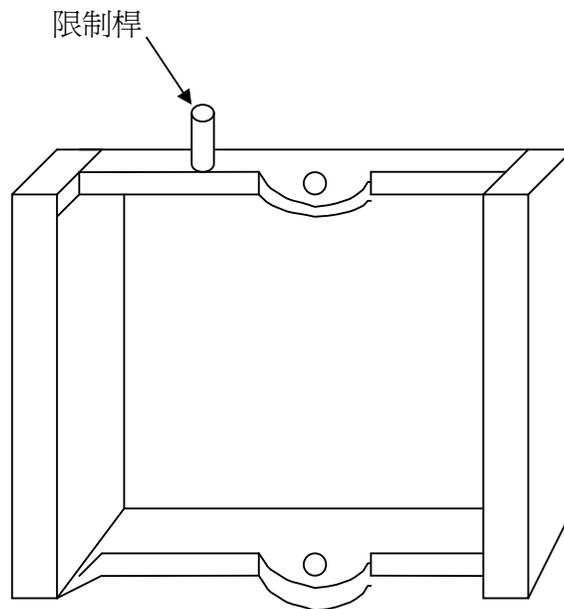
十五.實驗可變平面式葉片的發電量？

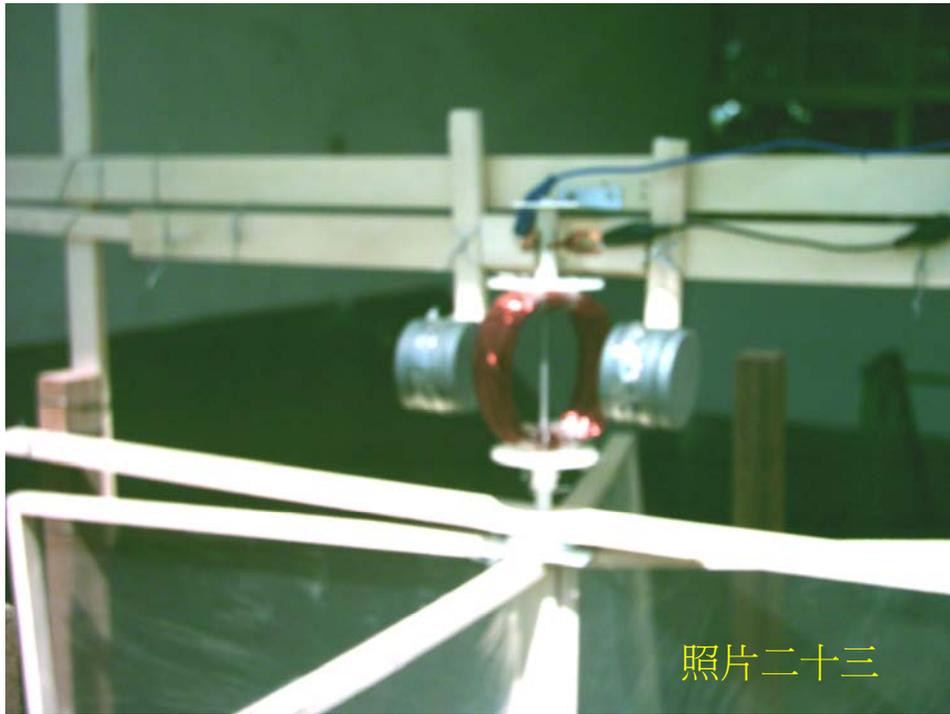
方法：電風扇與葉片距離 60 cm，發電機 $N=100\Phi 1.5\text{ mm}$ 、偏心 5 cm、磁鐵各 5 個
(新購)。操縱變因：風速。照片二十三、二十四、二十五、二十六



種類	微	弱	涼	強	鼓風機
I RPM	40	54	70	76	198
μA	10-32	12-32	13-33	14-35	40-70

本作品葉片的構造如下：

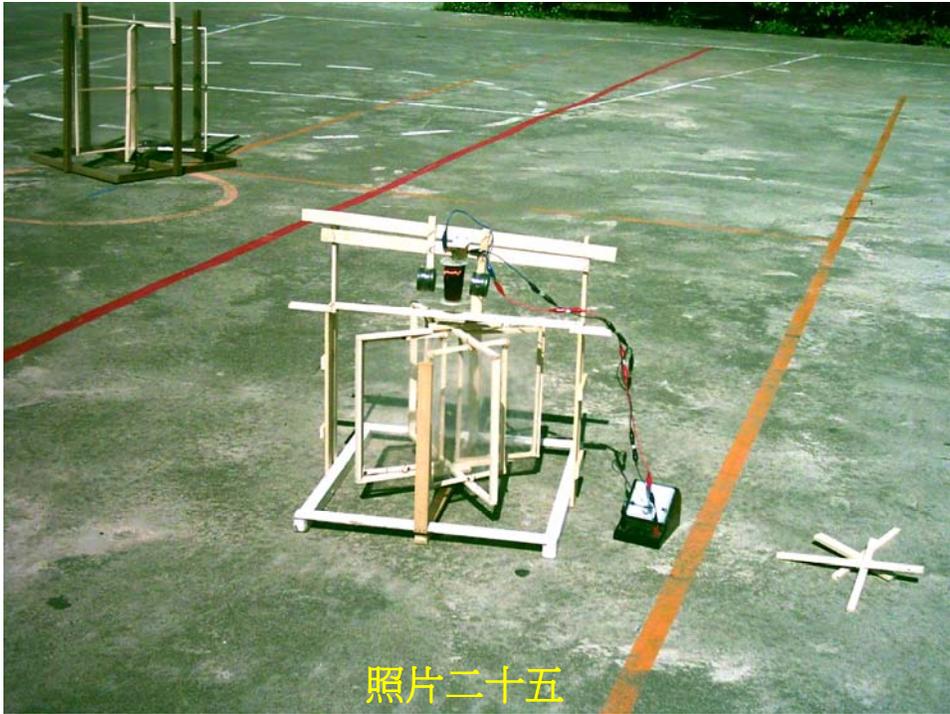




照片二十三



照片二十四



照片二十五



照片二十六

陸、結論：

- 一、葉片的長度、寬度影響受風力。
- 二、固定式葉片的面積愈大，受風力愈大；反之反作用力也大。
- 三、風力的強弱，是影響風力發電機的轉速最大因素。
- 四、導風牆的作用，影響平面式葉片的受風力。
- 五、葉片的數量影響受風力，以 4-5 片最佳。
- 六、平面式葉片與風吹的方向和角度有很大的影響。
- 七、磁力的強弱、線圈的匝數、線圈的粗細及轉速均影響發電量。
- 八、可變平面式葉片旋轉時，逆風向不受反作用力影響，所以旋轉順暢。
- 九、使用本創作不用導風牆設備，即可旋轉順暢不會逆轉，且不用設立止回閥。
- 十、本作品製作時，因摩擦力大，所以效率較低；如能減少摩擦力，將可提高發電量。
- 十一、經過這次的研究，讓我們體會要探討一件問題，從理論變為實際運用，須經過不斷的嘗試與試驗，才能完成。

柒、參考資料：

- 一、光復科學圖鑑（3）P132-135
- 二、華興書局-胡阿火著，電工機械（I）
- 三、康軒文教事業-五下自然科第二單元的「電磁鐵與電動機」
- 四、參考高雄縣市歷屆科展特刊

評 語

080815 E也世代的風力

本作品探討風力發電機葉片的形狀影響並能自製發電線圈，充分展現動手與解決問題的能力，葉片的設計亦極具創意與巧思，主題簡報也表達清晰，故推薦之。