

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

080805

節能大作戰－環保可攜式風力發電機的製作與
研究

學校名稱： 臺北市大安區建安國民小學

作者： 小六 郭信佑	指導老師： 溫麗玲 趙佩君
---------------	---------------------

關鍵詞：風速、發電機、電能

作品名稱：節能大作戰—環保可攜式風力發電機的製作與研究

摘要

風力發電的原理是利用風力吹動風車的葉片，將風力轉換為快速的動能，產生的動力可以轉動旋轉式發電機發電。首先，我依據風速與發電電壓的關係數據，製作一個簡易的風速計，作為各項實驗，測量風速的工具。接著研究，在相同的風速下，風車葉片的面積、旋轉半徑對轉速的影響，進而發現，對小發電機而言，風車葉片的面積、旋轉半徑越大，不見得轉得快。接著再分別加裝齒輪裝置、更換較大的發電機、及合乎流體力學的風扇葉片，進行各項實驗，確實能逐步提升風力發電裝置的發電量。最後，蒐集生活中的回收材料，製作一台環保可攜式風力發電機。連接上二顆 3 號鎳氫充電電池，進行充電，就可以將電能儲存起來。

壹、研究動機：

每次搭車經過基隆路，台大農學院綠房子的小型風車總會吸引我的目光；屋裡的人員告訴我，藉由風力發電儲存電能，可使電扇轉動，令我很好奇！最近一年，油價不斷調漲，媒體也報導，五十年後石油將會用完。所以，世界各國都在研究如何產生電力，又不會產生廢氣，污染地球。而風力發電是最環保的方式之一。台灣具有得天獨厚的地形，氣候多風。所以，很多地方都開始設置大風車發電，像石門、澎湖台電、竹北春風造紙廠等，提供相當可觀的電力，這股風力發電的趨勢是不可擋的。所以，我想研究風力發電，並進而利用一些生活中的環保素材，製作一台可隨身攜帶的小型風力發電機，應用在生活上。

本次研究與教材相關性如下：自然與生活科技課本（牛頓版）六下能源利用和空氣污染及簡單機械等單元。

貳、研究目的：

- 一、了解風力的產生、等級，及風力發電的原理。做為本次專題研究的科學根據。
- 二、學習如何測量風速。
- 三、了解風車葉片的面積、旋轉半徑對轉速的影響。
- 四、研究如何使風車帶動發電機發出更多的電力。
- 五、製作一個既環保又輕便的風力發電機。
- 六、將風力發電機產生的電能儲存起來。

參、研究設備及器材：

1.直流電玩具大小馬達各 1 個	2.三用電表 1 個
3.木條 1 條	4.老虎鉗 1 把
5.鋸子 1 把	6.熱熔槍 1 把
7.鐵絲 1 捆	8.電器膠布 1 捲
9.木板 1 片	10.鐵釘 1 盒
11.電線 5 公尺	12.量角器 1 個
13.數位相機 1 台	14.電腦 1 台
15.電鑽 1 台	16.銲槍 1 把
17.齒輪一些	18.3mm 珍珠板大片
19.14 吋、18 吋立扇各 1 台	20.廢棄 14 吋電扇的扇葉
21.廢棄遙控汽車（取馬達、齒輪箱）	22.閒置譜架 1 支
23.電線端子、線夾	24. 2”PVC 水管、三通管
25.車用、家用鎳氫電池充電器各 1 個	26. 3 號鎳氫充電電池 2 個 1800mAhx2
27. 潤滑油 1 瓶	28. 螺絲起子、螺絲釘
29. LED 彩色風扇	30. 燈泡 2 個

肆、研究過程與結果：

研究一、蒐集參考資料，做為本次研究的科學理論根據。

- （一）風的產生：風是地球上的一種自然現象，當太陽照射地表時，附近的空氣因熱而減輕重量（水分子蒸發），緩緩上升。這時候溫度低而較重的冷空氣從側面流入，造成環流現象，就產生風了。而風速和風向是風的兩個重要參數。
- （二）風力的大小：風的強弱程度，通常用風力等級來表示，而風力的等級，可由地面或海面物體被風吹動之情形加以估計之。目前國際通用之風力估計，係以蒲福風級為標準。蒲福氏為英國海軍上將，於 1805 年首創風力分級標準。先僅用於海上，後亦用於陸上，並屢經修訂，乃成今日通用之風級。
- （三）風力發電的原理：利用風力吹動風車的槳葉，將風力轉變為快速的動能，產生的動力可以轉動旋轉式發電機發電。
- （四）陸上應用之蒲福風級表（資料來源：中央氣象局）如下表：

蒲福風級	風之稱謂	一般敘述	每秒公尺 m/s
0	無風 calm	煙直上	不足 0.3
1	軟風 light air	僅煙能表示風向，但不能轉動風標。	0.3-1.5
2	輕風 slight breeze	人面感覺有風，樹葉搖動，普通之風標轉動。	1.6-3.3
3	微風 gentle breeze	樹葉及小枝搖動不息，旌旗飄展。	3.4-5.4
4	和風 moderate breeze	塵土及碎紙被風吹揚，樹之分枝搖動。	5.5-7.9
5	清風 fresh breeze	有葉之小樹開始搖擺。	8.0-10.7
6	強風 strong breeze	樹之木枝搖動，電線發出呼呼嘯聲，張傘困難。	10.8-13.8
7	疾風 near gale	全樹搖動，逆風行走感困難。	13.9-17.1
8	大風 gale	小樹枝被吹折，步行不能前進。	17.2-20.7
9	烈風 strong gale	建築物有損壞，煙囪被吹倒。	20.8-24.4
10	狂風 storm	樹被風拔起，建築物有相當破壞。	24.5-28.4
11	暴風 violent storm	極少見，如出現必有重大災害。	28.5-32.6
12	颶風 hurricane		32.7-36.9

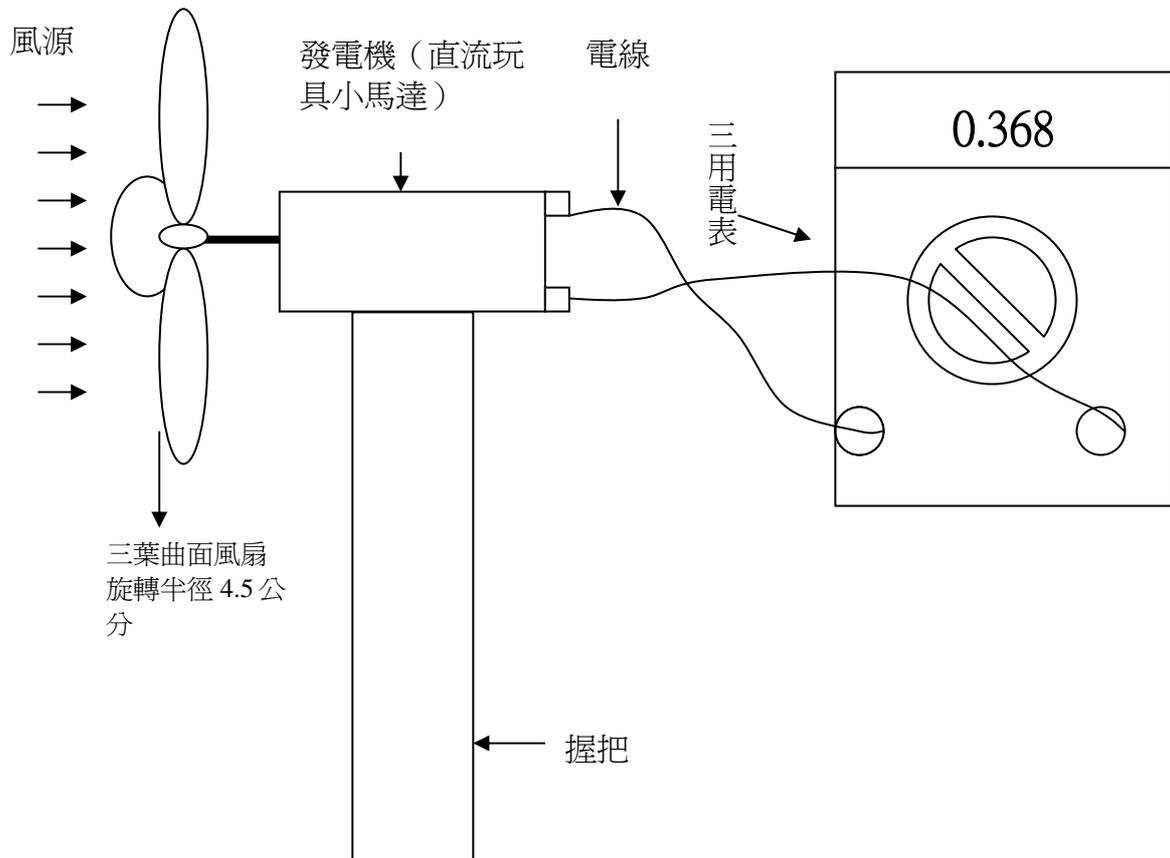
研究二、自製簡易的風速計來測量風速，並與蒲福風級表對照結合。

實驗一之 1 製作簡易的風速計

步驟：1.利用直流玩具小馬達當作發電機，後方連接三用電表

2.接上的塑膠三葉小風扇

3.有風時，風扇會旋轉而帶動發電機產生電力，用電表測量發電機電壓，以伏特數來度量風速大小。 設計圖下：



實驗一之 2 利用自製簡易的風速計，測量在不同風速下產生的電壓大小

(一) 步驟

1. 請爸爸開車，將風速計伸出窗外，車速以 5km/h、10km/h、15km/h 逐漸加速至 60km/h，車速即代表風速。測量在不同風速下產生的電壓，連續測三次並記錄，計算平均電壓
2. 選擇筆直無人、車測試道路：(1) 河濱公園便道，長約 1000 公尺 (2) 市民大道地下停車場長約 600 公尺 (金山北路-林森北路段)

(二) 結果

1. 在河濱公園測試：電壓數據紊亂。因為戶外風速及風向不定，往往車子不動，風來了，風扇就動了，所以車速就不可以代表風速。因此，測到的電壓不具參考性。
2. 在市民大道地下停車場地下 2 樓測試：室內場地接近無風狀況，車速可代表風速。所測到的電壓，並與蒲福風級表對照結合。
3. 車速越快，風速越快，風級數越高，產生電壓越大。如表 1.
4. 本自製簡易風速計，將運用在接下來的各項實驗，作為測量風速的工具。



自製風速計實品圖



停車場筆直的通道長約 600m



將風速計伸出車外測電壓三次



車上的時速表

表 1.風速、級數與發電機電壓對照表

時速 km/h	秒速 m/s	發電電壓 (V) 測試 1.	發電電壓 (V) 測試 2.	發電電壓 (V) 測試 3.	平均發電 電壓 (V)	對照蒲福 風級
5	1.39	0	0	0	0	1 級-軟風
10	2.78	0	0	0	0	2 級-輕風
15	4.17	0.384	0.357	0.331	0.357	3 級-微風
20	5.56	0.462	0.439	0.434	0.445	4 級-和風
25	6.94	0.593	0.599	0.588	0.593	4 級-和風
30	8.33	0.792	0.789	0.790	0.790	5 級-清風
35	9.72	0.882	0.901	0.842	0.875	5 級-清風
40	11.11	1.053	1.071	1.087	1.070	6 級-強風
45	12.50	1.201	1.219	1.244	1.221	6 級-強風
50	13.89	1.337	1.323	1.372	1.344	6 級-強風
55	15.28	1.532	1.588	1.564	1.561	7 級-疾風
60	16.67	1.626	1.704	1.619	1.650	7 級-疾風

實驗二 利用自製風速計及對照表，測試家中（直徑）14吋、18吋立扇 1、2、3 檔產生多少風速？

（一）步驟 風速計分別距 14 吋立扇（輸出功率 75w）、18 吋立扇（輸出功率 80w）30 公分處，測量電壓

（二）結果

1. 測量時電表顯示伏特數字閃動不定，我們記錄最大及最小之間的電壓範圍
2. 檔位由 3~1 逐步切換，風速加快，電壓也提升，如下表.2
3. 根據 檔位/風速 對照表，我們在室內做實驗，便可將立扇作為發電機的風源，風速一目了然。

表 2

14 吋立扇檔位	發電機電壓	對照風速	對照蒲福風級
3（弱）	0.323 ~0.371V	15km/h	3 級-微風
2（中）	0.475~0.504V	20km/h	4 級-和風
1（強）	0.551~0.591V	25km/h	4 級-和風

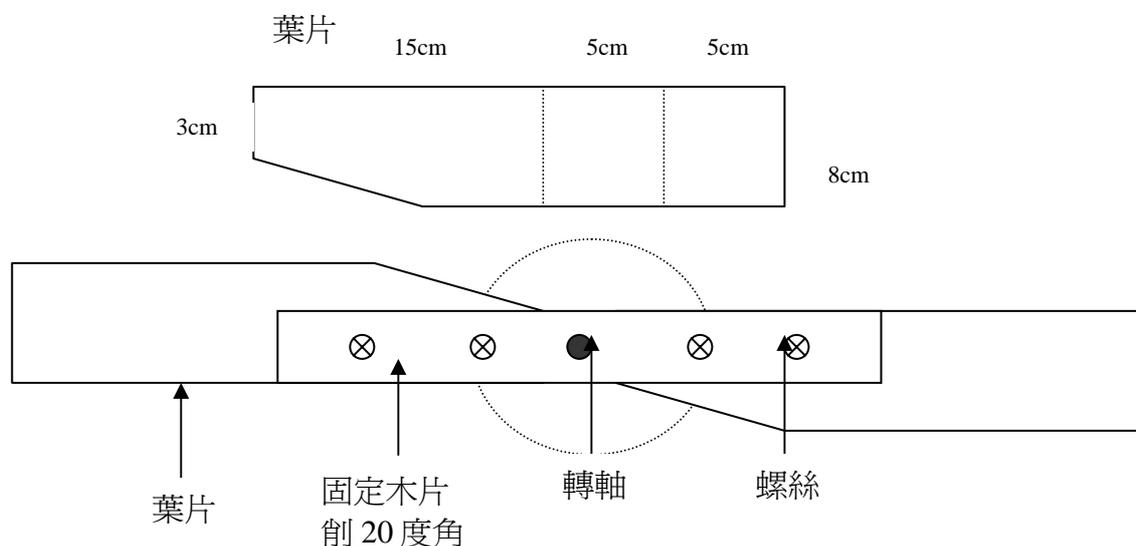
18 吋立扇檔位	發電機電壓	對照風速	對照蒲福風級
3（弱）	0.475~0.482V	20km/h	4 級-和風
2（中）	0.633~0.645V	25km/h	4 級-和風
1（強）	0.712~0.736V	30km/h	5 級-清風

研究三、風扇葉片面積、旋轉半徑對發電量的影響？

實驗三 測量比較槳形葉片，在不同的面積下，轉動小發電機，產生電壓的大小

- （一）步驟
1. 利用厚 3mm 珍珠板、製作風扇葉片，逐漸加長旋轉半徑，分別裁成 95 平方公分、135 平方公分、175 平方公分的槳形面積。
 2. 再將其裝在可拆式的風車上，並與垂直線成 20 度角。
 3. 拿到 14 吋及 18 吋立扇前，距離 30 公分，以 1 檔風速吹，測發電機電壓

可拆式風車，葉片拆換裝置如下圖：



(二) 結果

1. 對此小發電機而言，在增加風車葉片面積時，雖然受風力面積增加，但轉速反而變小，發電機電壓也變小。
2. 18 吋立扇葉片旋轉半徑較長，產生風的範圍較廣，且馬達輸出功率較大，產生風速較大；所以，比以 14 吋風扇作風源時，電壓值為高。
3. 由表 3 中得知發電機電壓 V 都很小，無法應用在日常生活中。我們應該想辦法利用簡單機械裝置，提高小發電機的轉速。

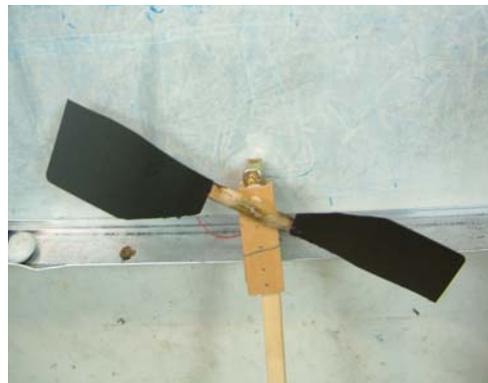
表 3.

葉片面積	風源 14 吋立扇 發電機電壓 V	風源 18 吋立扇 發電機電壓 V
95 平方公分	0.047~0.053	0.075~0.088
135 平方公分	0.031~0.038	0.063~0.074
175 平方公分	0.019~0.024	0.046~0.045

研究四、如何使發電機發出更多的電力？

實驗四 加裝齒輪來帶動發電機，測量發電機的電壓是否提高

- (一) 步驟
1. 在廢棄的玩具車中找到 2 個齒輪（齒輪比 1：9）將它們裝在實驗三的發電裝置中，來帶動發電機。
 2. 以相同的方法測試發電機電壓



(二) 結果

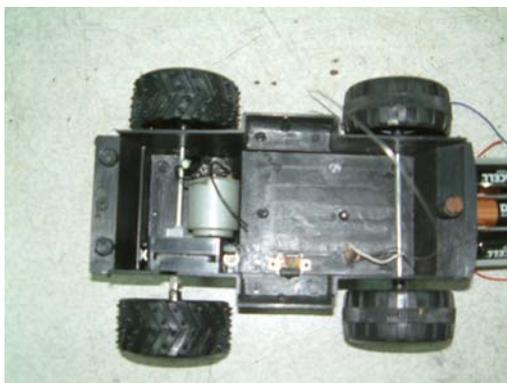
1. 記錄如下表 4.，與實驗三比較發電電壓普遍提高了好幾倍
2. 轉動時有聲響，應該是齒輪裝置不精密，有磨擦力產生。

表 4.

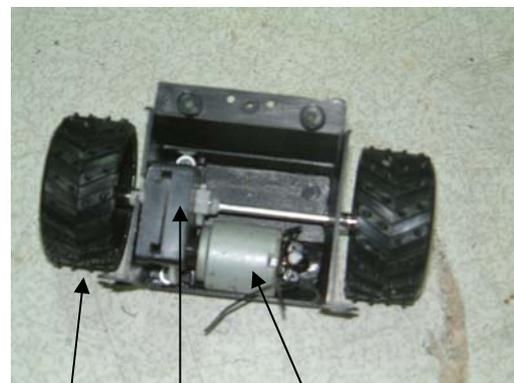
葉片面積	風源 14 吋立扇 發電機電壓 V	風源 18 吋立扇 發電機電壓 V
95 平方公分	0.428~0.475	0.648~0.781
135 平方公分	0.298~0.345	0.572~0.660
145 平方公分	0.183~0.203	0.369~0.401

實驗五 改換功率更大的發電機及更多的齒輪，來提高發電量

- (一) 步驟
1. 在廢棄的遙控汽車中找到 1 個比前面實驗所用的小馬達更大，並且連結一個齒輪箱及一組輪胎，裡面含有大小齒輪共有七個。
 2. 將整組拆下，做為風力發電機的傳動組合。設計一個更大的風力發電裝置，並且以木架固定起來。
 3. 以木片削出 20 度角來固定葉片，並鎖在汽車輪胎上，旋轉半徑 15 公分，鑽洞，利用螺絲裝置更換葉片。
 4. 分別在室內風源 14 吋立扇風速 1 檔位 (6.9m/s) 及戶外五級風測試發電機電壓。



汽車拆解前



拆解後

齒輪箱

汽車馬達

輪胎-當轉輪，
鎖上葉片



風力發電機的傳動組合圖

(二) 結果

1. 與實驗四比較，發電機電壓又約增高 1 倍，如下表 5.，
2. 在戶外測試，因當時風力夠強，風力發電機有不錯的發電量

表 5.

葉片面積	14 吋立扇風速 1 檔位-3 級風 發電電壓 V	戶外陽台 5 級風 發電電壓 V
95 平方公分	0.989~-1.021	1.211~1.412
135 平方公分	0.798~0.863	0.798~0.863
175 平方公分	0.566~0.646	0.443~0.579

實驗六 將 14 吋立扇的葉片改裝到風車上，測試能否提高發電量？

- (一) 步驟
1. 觀察家中電扇葉片是曲面流線形，輕輕一轉，就能產生風，效率很好，可見它的設計一定符合流體力學。
 2. 將 14 吋廢棄電扇葉片拆下，直接鎖在汽車輪胎上。組裝一個更大的風力發電裝置，並且以木架固定起來。
 3. 分別在室內風源 14 吋立扇風速 1 檔位 (6.9m/s) 及戶外測試發電機電壓。



實品圖



戶外測試

(二) 結果

1. 室內測試時，發電機電壓約 3.8V~6.02V，竟然提高了好幾倍，足以提供小電器使用。連接上小燈泡或小馬達都能讓它們發光、轉動。
2. 在戶外測試，地點：和平東路、建國南路口，自製風速計測得 0.089~0.449V (最大相當 5.56m/s 四級和風)，但風速、風向不穩定，瞬間電壓約 0~4.02V，30 分鐘內只轉動過 3 次。

3. 風向不定，爲了迎風面，搬左搬右、搬上搬下，太辛苦。應該做一尾翼，使葉片自動轉向迎風面。
4. 底部木架爲使其穩固，釘得較大，顯得笨重，攜帶不便，應再另尋更好攜帶的替代品。
5. 觀察電扇葉片的轉動速度，也比我們自製的珍珠板葉片，快多了。
6. 戶外的風忽大忽小，不易利用，若能把風能產生的電能儲存起來，在需要時取出使用，就更實用。

研究五、製作一個環保可攜式風力發電機，並且可以儲存電能。

實驗七 檢討改良前面的實驗，進行設計製作環保可攜式風力發電機。

- (一) 步驟
1. 利用厚 2mm 直徑 2 吋 pvc 水管及三通套管，做成一架類似飛機形狀的風車機身，機尾接上以壓克力板製成的尾翼，以調整機頭迎風向，再加上指北針，就具備風向計的功能。
 2. 將風扇及發電機傳動組合安裝在機頭，電流導線沿著機身，穿過鋼管製成的旋轉軸，連接到鎳氫電池充電器。



風扇及發電機傳動組合

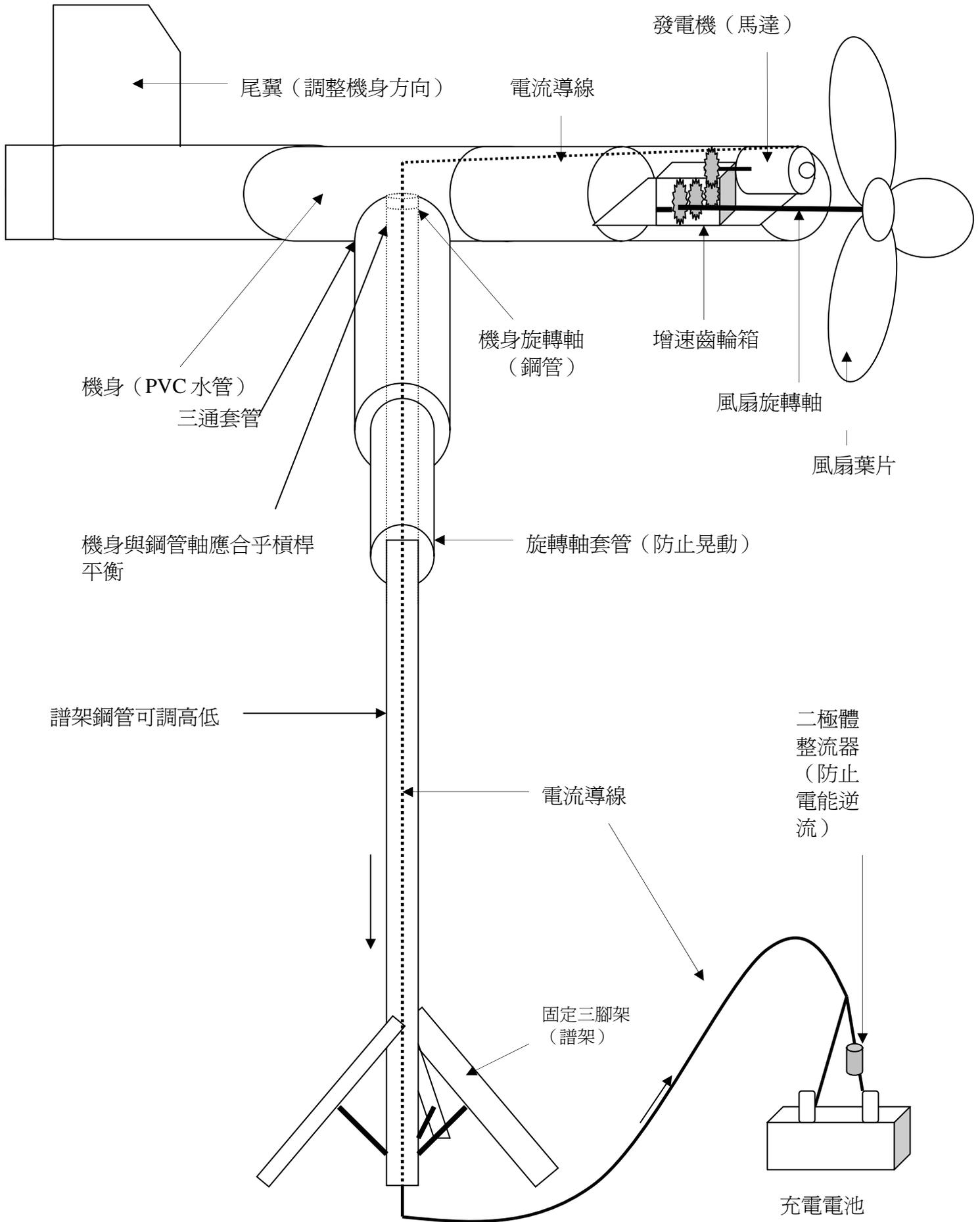


環保可攜式風力發電機成品圖



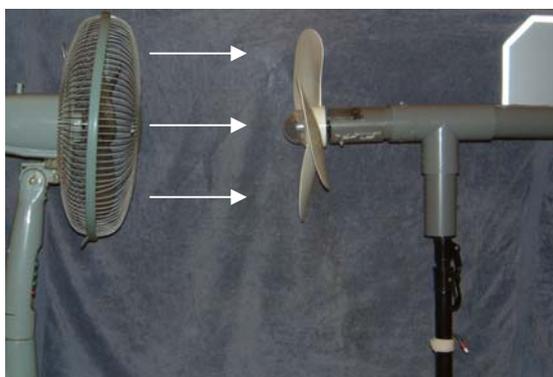
戶外測試實景

環保可攜式風力發電機設計圖



實驗八 環保可攜式風力發電機，在室內測量電壓

- (一) 步驟 距離風源 14、18 吋立扇 30 公分，測量電壓
- (二) 結果 自製風力發電機測得電壓，與實驗六比較，大幅提升，如下表 8。
應該可以將電能儲存起來利用。



家用立扇為風源，測量發電電壓

表 8.

14 吋立扇檔位	對照風速	對照蒲福風級	發電機電壓
3 (弱)	15km/h	3 級-微風	3.95~4.45V
2 (中)	20km/h	4 級-和風	5.86~6.06V
1 (強)	25km/h	4 級-和風	8.13~8.45V

18 吋立扇檔位	對照風速	對照蒲福風級	發電機電壓
3 (弱)	20km/h	4 級-和風	6.45~6.60V
2 (中)	25km/h	4 級-和風	9.45~9.96V
1 (強)	30km/h	5 級-清風	12.68~13.79V

實驗九 環保可攜式風力發電機，戶外測量電壓

- (一) 步驟 95.02.12 下午 17:00—18:00 在戶外測試，地點：八樓頂陽台天氣晴，吹北風。環境狀態：自製風速計測得電壓約 0.384~1.071V (對照蒲福風級 3—6 級)
- (二) 結果 1. 風力時有時無，1 小時內風力發電機測得電壓在 0~11.64V 的範圍，應可陸續儲存電能。
2. 因加裝尾翼裝置，所以，風向不定的問題，已經克服，風車機頭永遠朝向迎風面旋轉。

實驗十之 1 環保可攜式風力發電機，連接到鎳氫電池充電器，檢驗電能是否儲存起來？

- (一) 環境狀態：風源：18 吋立扇，檔位 2，距離 30 公分，連續吹 30 分鐘
- (二) 步驟

1. 取 1800mAh 3 號鎳氫電池 2 個（電池容量以電流 A 表示），進行放電後，分別測電池瞬間電流 A；連接燈泡，看是否會亮？
2. 將 2 個電池置入車用充電器（直流電輸入式），再連接發電機，構成充電迴路。充電器上若有充電進行，指示 LED 燈會亮紅燈；充滿後亮綠燈；過充會斷電。
3. 充電過程中，串聯三用電表，測量充電迴路的負載電流 A。
4. 風力發電機連續轉動 30 分鐘後，拔下測充電後電池的瞬間電流有無變化？連接燈泡，看是否會亮？能持續多久？



連接車用充電器進行充電



充電中-指示紅燈亮起

電池編號	放電後瞬間電流 A	放電後燈泡亮否	充電後瞬間電流 A	充電後燈泡亮否
1	0.10	瞬間亮起 隨即熄滅	8.29	持續非常亮
2	0.18	瞬間亮起 隨即熄滅	8.82	持續非常亮

（三）結果

1. 電池進行放電後瞬間電流變小，已經無法持續提供電能，讓小燈泡發亮。顯示放電後，電池能量已耗盡。
2. 發電機轉動中充電器上指示 LED 燈已亮紅燈，表示已在充電；串聯電表測得充電迴路的負載電流在 0.15~0.36A 範圍，也顯示有效充電。
3. 電池進行充電 30 分鐘後，拔下，測得瞬間電流已大幅提升，並已經讓小燈泡持續發亮。顯示充電後，電池能量已有增加。
4. 在充電的過程中，因發電機負載電池，使得風扇轉速有變慢的現象。
5. 環保可攜式風力發電機，確實可將電能儲存起來。

實驗十之 2 環保可攜式風力發電機持續發電，將 2 個 1800mAh 3 號鎳氫電池充滿需時多久？

(一) 步驟 電池先放電，室內風源：18 吋立扇，檔位 2，距離 30 公分，連續吹，每一小時休息 5 分鐘（保護發電機），至滿燈亮起。

(二) 結果

1. 約 4 小時（包含休息時間）滿燈亮起，顯示充電完成。

實驗十之 3 環保可攜式風力發電機放置戶外，將 2 個 1800mAh 3 號鎳氫電池充滿，需時多久？

(一) 步驟 電池先放電，95.03.18 日起發電機放置於自家頂樓戶外陽台，至滿燈亮止。

(二) 結果

1. 放置 12 小時，仍未見滿燈亮起。

2. 觀察自家周圍，大樓林立，風力不夠且不平均，可能不適合設置風力發電機。

實驗十一 追風去！帶著我們的環保可攜式風力發電機，尋找理想的發電機設立地點

(一) 步驟：95.3.19 當天台北風很大，開車前往北部石門海邊，吹東北風，下午 13：30~16：30 進行測試，

自製風速計測得電壓約 0.504~1.21V（對照蒲福風級 4—6 級 5m/s~12m/s）

(二) 結果：風力發電機測得電壓 4.25~12.18V，連接電池充電 3 小時過程中，約有 2/3 的時間紅燈亮起-有效儲存電能

(三) 是一個不錯的發電廠設立地點，也可蓋一座風力發電概念屋。



風力發電機分解後



分解後裝入行李箱攜帶方便



在海邊進行發電並儲存電能



風力發電概念屋

伍、討論：

- 一、在實驗一、的過程中，戶外的環境變數太多，包括自然風向不定、風速不定、錯車.....等因素，測得數據不夠客觀。所以，應選擇接近無風的場地進行測試。實驗結果得知，車速越快，風速也越快，測得電壓也越大。
- 二、在實驗三、槳形葉片，在不同的面積、旋轉半徑下，有不同的發電效果。對小型發電機而言，面積大的、旋轉半徑大的，發電量不一定大。本實驗葉片為平面，其發電量無法像合乎流體力學的曲面葉片那麼高。從實驗六、更換 14 吋電扇的葉片後，電壓大幅提升，可以驗證。
- 三、實驗四、所用的齒輪只有二個；實驗五、所用的遙控汽車齒輪則有七個，且為工廠製造的齒輪箱組成，密合度也較佳，其帶動發電機旋轉速度，增快非常多。從電壓數據大幅提升，可以驗證。唯一美中不足的是，材質為塑膠、轉軸也較細，耐用性無法與金屬材質相比，應繼續尋找更好的環保替代品。
- 四、實驗六、使用木製固定架，無法使用於強風狀態，且遇雨潮濕，攜帶也不便。因此實驗七改換鋼架材質，風車機身也改用 PVC 水管。並且可以拆開組裝，攜帶方便。另外機尾接上以壓克力板製成的尾翼，用來調整機頭迎向風源，再加上指北針，我們的風力發電機也具備風向計的功能。
- 伍、風力發電機在充電的過程中，風扇轉速有變慢的現象，那是因為發電機負載，消耗能量給蓄電池的原因。
- 六、我們嘗試用 14 吋電扇的三檔為風源來發電，卻發現充不進電池。那是因為風速小、電壓不足，無法驅動電流進入電池之故。
- 七、實驗十、我們使用了汽車車用充電器（直流電輸入式），若有充電，指示 LED 會亮紅燈；充滿後亮綠燈；過充會斷電。因為風速時大時小，有時一整天轉不到幾次、有時又風力太強，會損害到電池，所以充電器提供了指示燈及斷電裝置，因此我們的自製風力發電機更具實用性。
- 八、儲存電能時，為防止電能逆流，把發電機又變成電動機，無風時會使風扇自動轉動。所以，充電器裝有二極體（具整流作用），使電池只接收電能，而不會釋放電能。
- 九、自製風力發電機，噪音稍大，大部分的風力發電機也有這個缺點，應定期點機油潤滑，及加以隔離，並固定在穩固的基座上。

陸、結論：

- 一、風力發電的原理就是，利用風力將機械能轉換為電能。而電動機例如家中的電扇，則是將電能轉換為機械能而產生風。二者都是藉由電磁轉換而進行能量轉換，只是轉換的方向相反。
- 二、利用齒輪箱帶動發電機，會加快轉速，讓發電效率大幅提升。
- 三、由實驗中得知，影響風力發電效率的因素有：風速、風持續性、風車葉片旋轉半徑、葉片材質形狀、齒輪箱效率、發電機大小、電能是否有效儲存。
- 四、在實驗中自製風力發電機，產生的電能，能使燈泡發亮、收音機發聲、鎳氫電池充電。
- 五、風力時常改變，忽大忽小，不穩定。所以，不能直接使用在電器用品，必須要先儲存在電池中，需要時再加以使用。有時整天都沒風，無法發電，這就是風力發電的缺點。因此，選擇一個全年平均風力充足的地方，做為風力發電機的設置地點是很重要的。
- 六、我們的自製風力發電機，風速在 18 吋電扇的 2 檔附近，也就是接近每秒 6.9 公尺（相當四級和風）時，就可以對 2 顆 1800mAh 的 3 號鎳氫充電電池進行充電。
- 七、全球油價一再創新高，在能源幾乎全部仰賴進口的台灣，「新能源危機」更是一觸即發，而傳統的火力發電靠石油運轉，發電成本也提高。火力發電又會排放二氧化碳，造成溫室效應使地球暖化、氣候變遷，風力取之不盡，分布廣闊，是一種永續利用的新能源、風力發電潔淨不污染，在這場節能大作戰中，佔有重要地位，值得我們研究、推廣。
- 八、自製環保可攜式風力發電機，材料取得簡單，成本便宜，可拆解組裝、攜帶方便。雖與澎湖大風車，動輒幾百萬仟瓦電量相比，雖是小巫見大巫。但可以儲存電能，再使用於生活中，積少成多，為地球盡一份小學生的力量。

柒、參考資料及其他：

- 一、牛頓版六下自然與生活科技課本 第一、三單元。
- 二、小牛頓 238 期 第 48~51 頁。
- 三、呂紹鄂 能源哪裡來 初版 文道出版社 第 56~67 頁 1984 年。
- 四、中央氣象局網站 <http://www.cwb.gov.tw/V4/index.htm>
- 五、台灣風力發電發展現況 <http://web.ee.yuntch.edu.tw/8912051/p4-7.htm>
- 六、電與生活 <http://che.cycu.edu.tw/jamnet/course/c14-3.htm>

評 語

080805 節能大作戰-環保可攜式風力發電機的製作 與研究

本作品利用立扇為風源，設計風力發電系統，主要設計考量為電能儲存電壓穩定、電力供給安全及發電效能，實驗過程嚴謹。實驗製具充份運用日常用品，符合環保再生精神。主要創意在於系統結構設計，作者也充份顯現運科學方法解決實際問題的能力。