

中華民國 第 49 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國中組 生活與應用科學科

佳作

030818

屋頂亮晶晶

-設計【自然排風器發電機】之發電研究

學校名稱：雲林縣立雲林國民中學

作者： 國三 張耕睿 國二 郭柏助 國二 陳宗藝 國二 高子欽	指導老師： 高基峰 尤佐丞
---	-----------------------------

關鍵詞：風力發電、自然排風器、發電機

屋頂亮晶晶

-設計【自然排風器發電機】之發電研究

摘要

家中頂樓的【自然排風器】，只靠熱空氣上升的動力推動扇葉。其日月不停轉動的力量，讓我想到了發電的可能性。最初我們使用一顆電壓 12V 的機車用直流馬達當發電機，結果當自然排風器轉速在 0 ~ 50rpm 時，可以輸出電壓 0 ~ 2V，證明**自然排風器發電機**的可行性。一般馬達必須在高轉速下才能有較大的輸出電壓，而自然排風器轉速大約在 70rpm 以內，且扭力不足，於是我們在自然排風器正上方安裝一個強扭力馬達來穩定排風器的轉速，並將發電機改安裝在排風器的下緣，終於取得 13V 以上的大電壓，可以對蓄電池充電。

若一個自然排風器發電機可充飽一個電池，那麼許多個自然排風器發電機串聯起來，其電壓及電流就足夠全家照明所須的電源，這是一個相當值得開發及推廣的再生能源電力。

壹、研究動機

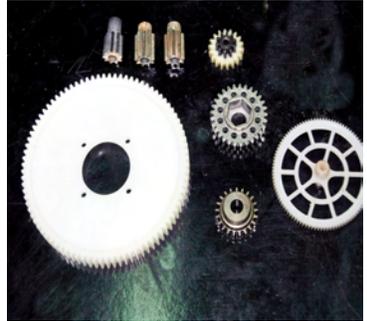
能源危機的議題於報章電視上常常可以聽到，所以替代性能源的開發是非常必要且急迫的。有天我看著家裡自然排風器那日夜不停轉動的動力，而且完全免耗電力，巧妙的利用空氣對流原理，引導室內的熱氣，向上升騰，推動自然排風器的渦輪狀扇葉轉動，給了我們靈感，想到是否可利用此動力，來帶動發電機發電，因此就到學校請教理化老師，看此【自然排風器發電機】的可行性如何，老師對我的構想很是讚許，答應指導我，要我找尋一組伙伴，以【自然排風器發電機】為主題，進行主題研究。

在老師指導下，我們查閱有關風力發電的資料，並從網路上得到很多風力發電用發電機的常識，開始設計自然排風器發電機的研究步驟，並且向親友借用相關的材料，也到過台中電子街、建國市場等地方，採購必須要的材料，各個研究伙伴對本次的科學研究也都充滿了期待。

貳、研究目的

- 一、利用自然排風器轉動馬達，設計出實用的自然排風器發電機。
- 二、研究室內溫度、室外溫度、室內外溫差與自然排風器轉速的關係。
- 三、研究自然排風器轉速與輸出電壓的關係。

參、研究設備及器材

		
<p style="text-align: center;">28 英寸 自然排風器</p>	<p style="text-align: center;">5 英寸 自然排風器</p>	<p style="text-align: center;">車用 12 伏特、2 安培直流馬達</p>
		
<p style="text-align: center;">各式 12 伏特直流馬達</p>	<p style="text-align: center;">加速齒輪組</p>	<p style="text-align: center;">三用電表</p>
		
<p style="text-align: center;">角鋼</p>	<p style="text-align: center;">小 電 扇</p>	<p style="text-align: center;">筆、導線</p>
		
<p style="text-align: center;">角鋼架</p>	<p style="text-align: center;">溫溼度計</p>	<p style="text-align: center;">溫度計</p>

【原理說明】

一：空氣對流的原理及影響的因素。

空氣對流的原理比較簡單，即【熱空氣向上升，冷空氣往下降】；就是空氣受熱以後，密度變小，熱空氣就會上升而熱空氣原來的地方，就會被密度較大的冷空氣，給填補起來然後冷空氣受熱又變成熱空氣，又上升了，如此，就一直這樣循環，就形成空氣對流!!

例如平地溫度比較高,高空溫度比較低所以高空的冷空氣往下跑,平地的熱空氣往上升而冷空氣到地面因為地面溫度較高,冷空氣就升溫成熱空氣，而跑到高空的熱空氣因為溫度降低了，就變成了冷空氣，冷空氣又下降,熱空氣又上升,就這樣子一直循環,所以就產生風啦!! 因此風是空氣對流的明顯例子!

“大氣壓差”室內頂部和底部大氣壓力差”

大氣的壓力會隨著高度而下降，就像水壓會隨著水深而增加；如果我們把【自然排風器】裝在較高處，就能增加【自然排風器】頂部和底部大氣壓力差；這種壓力差越大，在大氣壓力的推動下，熱空氣衝出【自然排風器】的速度就會越快，因而增加了熱空氣在【自然排風器】內的流速！

“擴散原理：壓力大往壓力低擴散”

基本上，溫度低的空氣密度大（冷縮熱脹），造成壓力大，因此會向壓力低的地方擴散。當逐漸增加溫度梯度，首先會導致接近高溫端的流體產生小幅度對流，進而帶動追蹤子的運動，而後此一對流區域將逐漸擴大至整個流體槽，亦即相應於熱傳導對流。此時對流的空間結構並無特定尺度，持續增加溫度梯度至一臨界溫度，流體槽中的對流會形成空間上的規則結構，亦即自組形構的發生，持續改變溫度梯度至特殊臨界點將導致此一空間結構的週期改變，在各臨界點附近流場均會伴隨非正常流場演變。

原因——暖空氣層會藉由對流跑掉並移入冷空氣，空氣流動時或在較冷氣溫中會加速這過程帶走更多的熱量，即使在溫和的微風中亦會喪失大量的熱。由空氣流動（風）所帶走的熱量與空氣流速的平方值成正比，所以強烈的風所帶走的熱量是非常可怕的。

二：自然排風器的原理。

【自然排風器】是一種完全免電力，只靠熱空氣上升的動力推動渦輪扇葉，將室內溼熱、髒臭空氣排出戶外，而戶外清新低溫的空氣則由窗戶流入，達到排熱、除臭及清淨空氣的目的。自然排風器專業用於鋼結構廠房通風散熱，是老式“氣樓”的21世紀綠色環保替代產品，廣泛用於大量鋼結構建築的通風散熱，與“氣樓”相比，具有安裝簡便、迅速、工期短，100%超防水，強制通風效果好，堅固耐用，適用於所有新舊鋼結構建築等特點。自然排風器可以解決因高溫、潮濕，通風不良等引起的一系列問題，無須用電，環保、節能，安全、絕無噪音、抗颱風，不受任何角度風向的影響。24小時全天候及時地更換新鮮空氣，輕鬆地使您的工作環境、生活環境、車間、倉庫內部始終保持清爽淨化。

(一)、性能：

- 1、**零故障**：嚴格的球形狀結構，永久潤滑上下滾球軸承，壽命長、無需維修，也不需要更換零件，高精密全封閉軸承系統提供絕對優良品質保證。
- 2、**堅固**：能彎曲並帶有防雨螺紋槽軋制的葉片一體成型的結構設計，能承受時速 200km/h 的強風吹襲，是最堅固的渦輪通風設備。
- 3、**防腐蝕**：使用不鏽鋼製成，可耐強酸，耐強鹼，更可耐腐蝕，使用的材質是通風設備中的最佳材質。
- 4、**防雨特性**：在設計上是絕對防雨的，它擁有的渦輪葉片，在葉片轉動時利用離心力，將室內的空氣排出阻擋雨水的進入，而葉片與葉片之間因快速的旋轉，形成葉片互相填補空隙，即使附著在葉片上的小雨滴，也能順著葉片流到屋頂。因此，渦輪通風器的防水性是最好的。
- 5、**運轉裝置**：採用的高精密全封閉軸承系統，高度耐熱合成油脂為軸承內最佳潤滑劑，能永久自我潤滑，不需保養，即使風速在低於 2 公里之微風下，也能自我運轉。
- 6、**防止噪音**：利用風力驅動原理，並非使用馬達動力，免電力免成本運轉，渦輪通風器不停的自我旋轉，因此運轉時無聲無噪音。
- 7、**防塵**：渦輪通風器是 24 小時永不停止的旋轉，灰塵不易附著，也不需要清洗。
- 8、**重量輕巧**：渦輪通風器重量輕盈，相當輕巧堅固，在設計規劃廠房結構時，可以不需要擔心屋頂負荷重。
- 9、**採光**：葉片與葉片之間有空隙，光線會由此進入室內，可增加照明度。

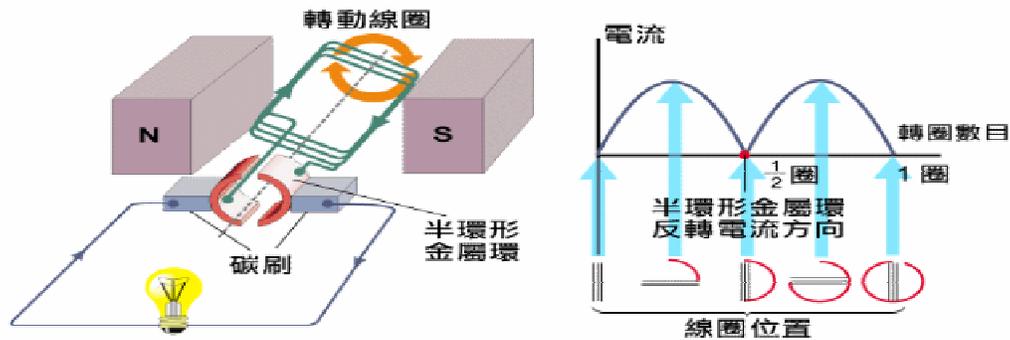
(二)、功用：

- 1、自動抽取工廠、住宅的熱氣和濕氣、粉塵、臭氣、炊煙、化工原料之異味等，使空氣清新、舒爽。
- 2、有效降低室內、倉庫、車間或廠房內溫度，避免夏天熱應激和心情煩燥，減輕高溫對貯存的產品或原料之影響。
- 3、通風器依自然氣候自動運轉，不用耗電，節約能源和金錢。家庭住宅一次性投資即可享受幾十年的舒適，工廠、倉庫投資安裝可節省大量的電力，且效果顯著。
- 5、通風器安裝在房頂上，外形自然美觀，每天 24 小時不間斷旋轉，給以美的動感，顯示著生命的活潑與延續。

台灣處於亞熱帶，夏季長久炎熱，縱使廠房有使用簡易隔熱材，亦無法充份發揮其效果，使得熱氣滯留於室內，炙熱難耐而影響工作情緒甚鉅。有鑑於此，利用熱空氣較冷空氣比重輕而上浮的原理以及流體力學，氣流會從高溫區流至低溫區的原理，精心研發出自然排風器，此排氣抽風機兼具前述設計概念，具有自然排氣和自然通風的雙重特性，當室內外的空氣溫度不同時，空氣會從高溫的一邊通過渦輪葉片的間隙 流向低的一邊，於是形成自然通風現象，此外，當渦輪旋轉時將室內高溫空氣排出，室內空氣量減少，戶外較冷的空氣，於是流入室內以達到對流目的，如此持續不斷地作用，因而達到通風散熱的效果

當火警發生時，所有電源都短路，自然排風器自然力抽風機依舊擔負起排、抽煙的責任，有效排除室內悶燒所產生的致命毒氣體；以增加逃生的時間與空間，屋頂逃生口更能避免驚慌時逃生無門的窘境，得以維護更多人的生命財產安全

三：發電機的原理：



發電機:是將動能轉變為電能的裝置，構造如上圖所示。

A. 構造：

1. 場磁鐵：產生磁場的磁鐵。
2. 電樞：置於磁鐵中間，能自由轉動的多匝線圈。
3. 集電環：連接線圈的兩個金屬環。
4. 電刷：與集電環微微接觸，當感應電流產生，此電流可經電刷導出。

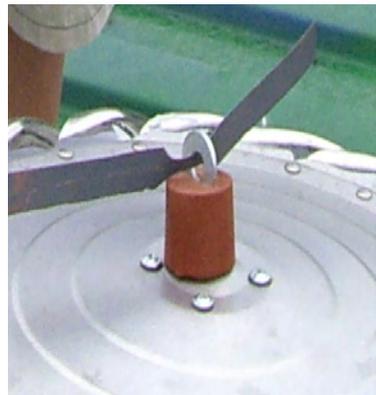
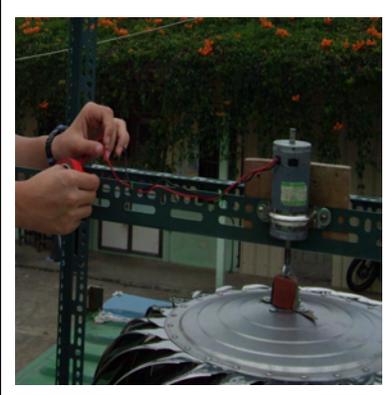
B. 原理：以動力使線圈在磁鐵的兩極間快速轉動時，通過線圈的磁場大小就不斷的隨時間改變，此時線圈就有感應電流產生。

理論上感應的線圈數愈多，轉動的速度越快則產生的電能越多。

四：馬達原理

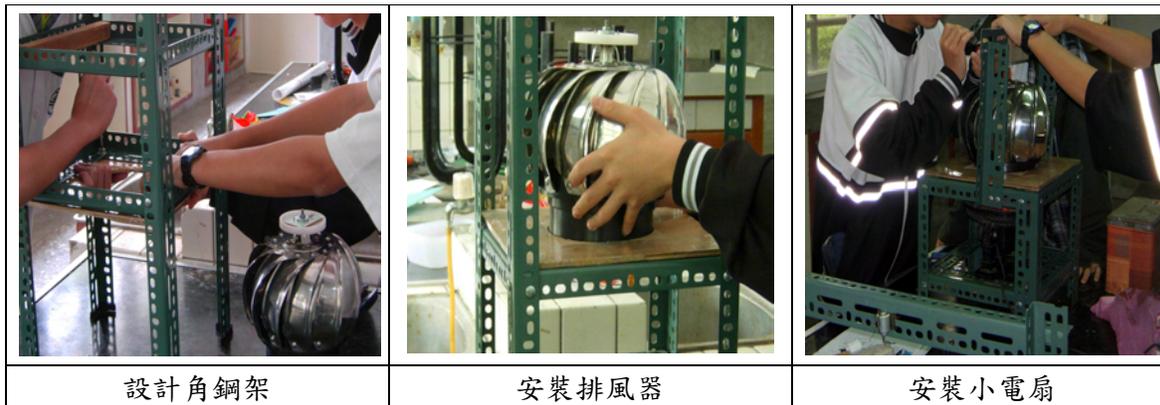
電動機俗稱馬達 (MOTOR)，被廣泛運用於各種電器用品間，能將電能轉換為動能。當電刷輸入電流時，其電流流經電樞，由於電流的磁效應，會產生與場磁鐵相斥的磁場而造成轉動，其原理與發電機正好相反。

實驗照片說明

		
<p>設計角鋼架</p>	<p>設計排風器固定架</p>	<p>安裝自然排風器</p>
		
<p>安裝直流馬達</p>	<p>測試不同馬達</p>	<p>安裝加速齒輪</p>
		
<p>(排風器與馬達間的)轉動連接器</p>	<p>馬達軸心與轉動連接器咬合</p>	<p>將馬達電線延長至室內</p>
		
<p>測量電壓</p>	<p>測量電壓</p>	<p>調整馬達與排風器的連接準度</p>

肆、研究過程與結果

實驗 1： 首先我們在學校以較小型的【自然排風器】做實驗，研究如何將馬達與【自然排風器】連接：發現必須將馬達安裝在自然通風器的上方。因此我們以角鋼組合一個三層的架子，上層安裝馬達，中層安裝自然排風器，最下層安裝小電扇，使小電扇由自然排風器底下吹風，模擬上升氣流，讓自然排風器發電機轉動而產生電。



(1) 首先以最小的馬達測試，馬達較易轉動，但僅能產生 0.3V 的直流電壓，如下圖所示。



(2) 改用另一顆中轉速馬達作測試，則產生的電壓越大，但 1.4V 的電壓實用性不高。



(3)選用另一顆高轉速馬達測試，但自然排風器的扭力、轉速都不夠大，馬達不易旋轉，發電機輸出的電壓反而更少。

		
改用另一顆高轉速馬達作測試	高轉速馬達	輸出電壓 0.29V

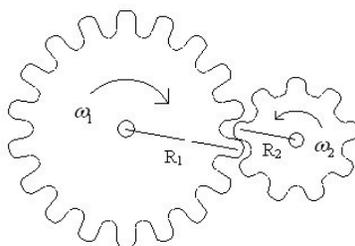
結論：經不斷測試不同規格的馬達得知，一般馬達必須在高轉速下才能有較大的輸出電壓，而減速馬達雖只須 150rpm ~ 350rpm，卻須要很大的扭力，而我們的自然排風器轉速大約在 100rpm 以內，且扭力不足。最後我們找到一顆錄音機用的馬達，只須很小的扭力，可以得到較大的電壓。

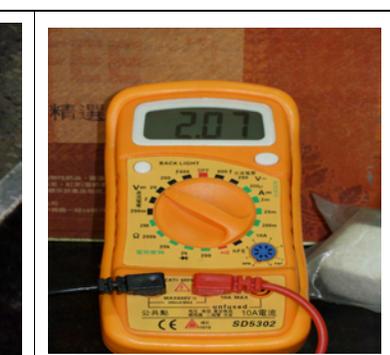
針對本實驗，市面上找不到適合的馬達，在產生電壓與所需轉速的考量下，需要自行加裝加速齒輪作改良，提升發電機的轉速，使發電機產生足夠的電壓，點亮一顆 LED 燈。

實驗 2. 如何利用加速齒輪組的設計，來產生適合的電壓。

齒輪組原理說明：

根據齒輪轉動原理 $v = R\omega$ ，齒輪與齒輪接觸點速度 v 相同，當 R 越小，則轉速 ω 越大。



		
加速齒輪組	安裝加速齒輪	產生 2.07V 電壓

結論：發現以 8 齒的齒輪被 88 齒齒輪帶動，結果馬達轉速較快，發出的電壓也約達 2.0V 上下，但僅能點亮一顆 LED 燈。

實驗 3. 貨櫃屋安裝自然排風器發電機之研究

研究過程與結果

(1) 首先安裝角鋼架、馬達導線、排風器與馬達的連接器，此連接器讓馬達的安裝很方便。



設計屋頂安裝馬達的角鋼架



設計屋頂安裝馬達的角鋼架



(排風器與馬達間的)轉動連接器

(2) 安裝不同大小的馬達，測試自然排風器的扭力是否足夠，以及馬達是否有電力輸出。最後選用一顆車用 12V、2A 的直流馬達，可得到最好的效果。



馬達軸心與轉動連接器咬合



將馬達電線延長至室內



產生 2.10V 電壓

(3) 若將發電機改裝在排風器的下緣，利用最大的圓周長，與發電機軸心的圓周長之比，可使發電機的轉速增加 80 倍以上，可得到最好的效果。但因扭力不夠，排風器很快就停止，電流無法持續，必須再改進。



發電機改裝在排風器的下緣



目測轉速 40rpm



產生短暫 7.32V 的電壓

- (4) 記錄室內溫度、室外溫度與轉速，由於轉速不快，因此採用計時目測法測轉速。結果發現室內溫度愈高，自然排風器轉速愈快，發電機輸出電壓就愈高；同時室內外溫差愈大（大晴天時），自然排風器的轉速也愈快，發電機輸出電壓也愈高，溫差愈小，甚至轉不動；即【**室內溫度與轉速、輸出電壓成比例，同時室內外溫差也與轉速、輸出電壓成比例。**】
- (5) 從實驗中也發現，【自然排風器】的轉速會受戶外風力的影響，若將發電機改裝在排風器的下緣，當戶外有風吹時，轉速會加快很多，發電機可送出高達 7V 以上的電壓，只是外面的風並不穩定，扭力又不足，排風器很快會停止，故輸出的電壓，時大時小，因此為了有實用的穩定電壓，必須加裝一個強扭力馬達來穩定帶動排風器發電機運轉。

實驗 4. 利用馬達帶動自然排風器發電機之研究

研究過程與結果

- (1) 因此若要有更大的實用價值，必須再增加一個馬達來帶動自然排風器，除了穩定自然排風器轉速外，也可以增加自然排風器的扭力，如此發電機的轉速大增，同時將排風器與馬達的連接改用齒輪咬合方式，可將摩擦阻力降到更低，可將發電機輸出電壓提升到 13V 以上，再利用充電控制器及貯電電池，可將發電機的電充到貯電電池中，同時可回饋給馬達所須的電源之用，而馬達所耗的電小於發電機所輸出的電，因此一直有多餘的電充至貯電電池中，如此蓄電池中的電就可提供小型家電的電源之用。



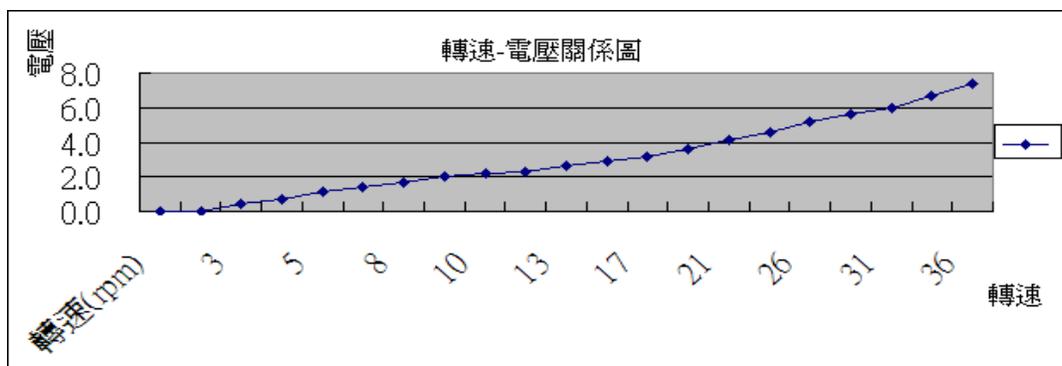
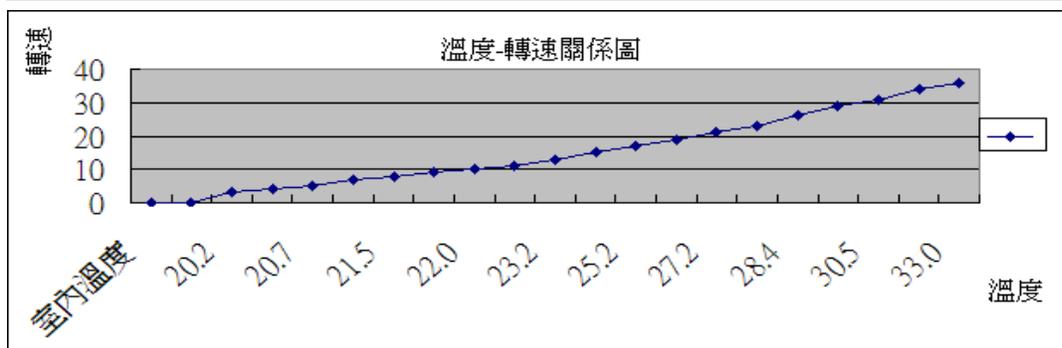
- (2) 若將規格 24V、3600rpm 的馬達改裝在排風器的下緣當發電機，利用排風器最大的圓周長，與發電機軸心的圓周長之比，當自然排風器轉一圈可帶動發電機轉 70 圈以上，可使發電機的輸出電壓達 13V 以上，可得到最好的效果。
- (3) 13V 的電壓可充電到 12V 的蓄電池組，將小電流、小電壓累積成大電流、大電壓。如此循環相生，達到利用消耗小電流供馬達運轉，而帶動排風器發電機轉動，而產生大電流的效果，等於創造出相當實用的電流。這是一個大大的發明。
- (4) 若一個排風器發電機可充飽一個電池，那麼許多廠房都安裝了許多個排風器，則將這許多個排風器發電機串聯起來，其電壓及電流就足夠全家照明及家電器具所須的電源，不但達到節能減碳，甚至還有多餘的電力可以賣給台電公司，這是一個相當值得開發及推廣的再生能源電力。

(5) 以下是我們將實驗的記錄按照平均溫度由小到大，做成的圖表。

實驗 1

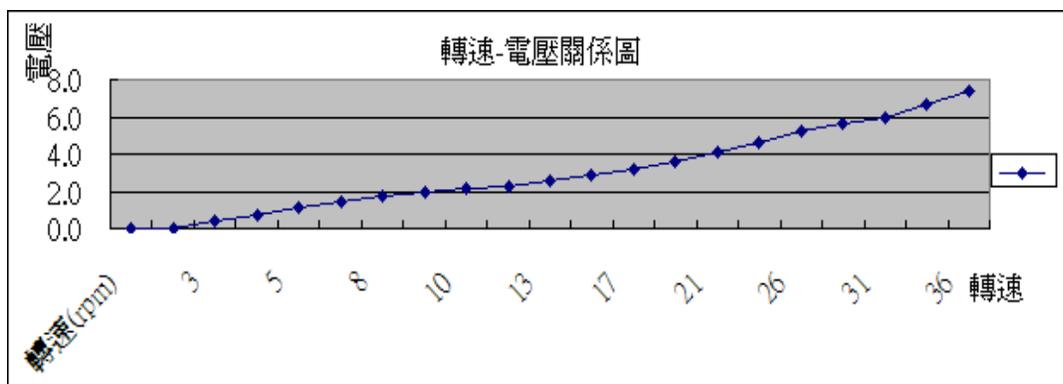
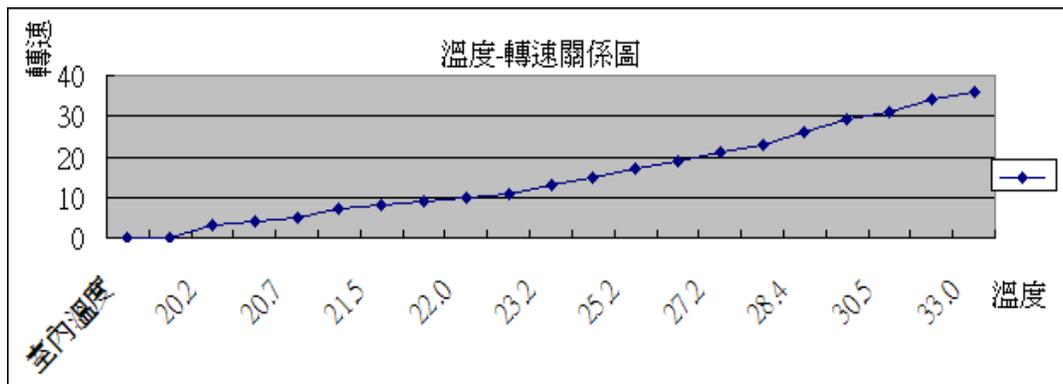
自然排風器的轉速及發電機電壓的關係圖表

項次	室內溫度	室外溫度	溫差	轉速(rpm)	輸出電壓
1	18.3	18.3	0.0	0	0.0
2	19.1	19.0	0.1	3	0.2
3	20.0	19.8	0.2	6	0.3
4	21.4	20.6	0.8	8	0.5
5	22.1	21.4	0.7	9	0.8
6	23.5	22.5	1.0	11	0.9
7	24.2	23.2	1.0	13	1.1
8	25.0	24.0	1.0	15	1.3
9	26.1	24.7	1.4	16	1.5
10	27.0	25.6	1.4	18	1.7
11	28.3	26.4	1.9	20	1.9
12	29.2	27.3	1.9	22	2.1
13	30.1	28.0	2.1	24	2.3
14	31.0	28.6	2.4	25	2.5
15	32.2	28.9	3.3	26	2.6
16	33.1	29.4	3.7	28	2.8
17	34.5	29.7	4.8	30	3.0
18	35.6	30.0	5.6	32	3.2
19	36.5	30.4	6.1	35	3.4
20	37.8	30.8	7.0	40	3.6



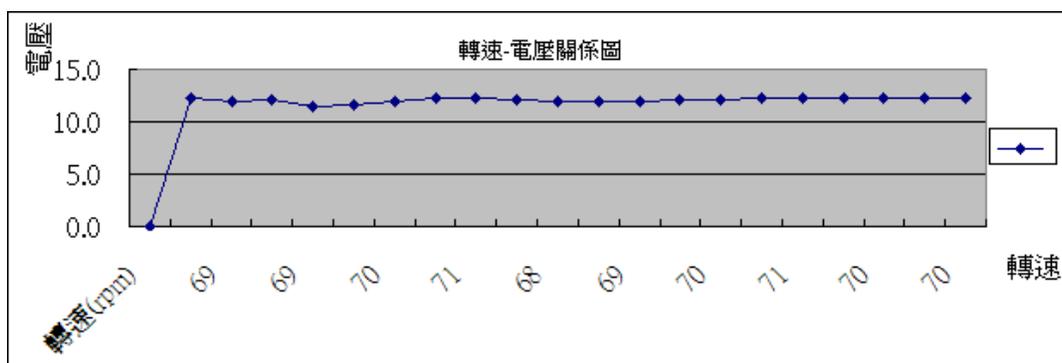
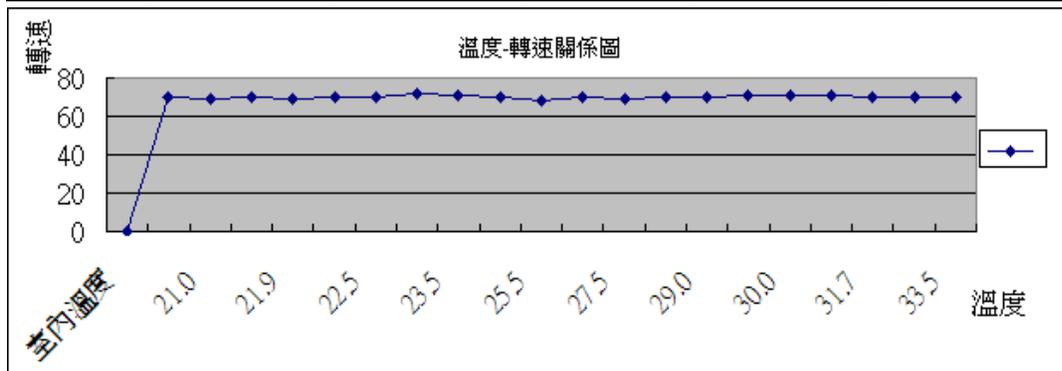
實驗 2 發電機安裝在排風器的下緣時轉速與發電機電壓關係圖表

項次	室內溫度	室外溫度	溫差	轉速(rpm)	輸出電壓
1	20.1	20.0	0.1	0	0.0
2	20.2	20.1	0.1	3	0.4
3	20.4	20.2	0.2	4	0.7
4	20.7	20.5	0.2	5	1.1
5	21.0	20.7	0.3	7	1.4
6	21.5	21.1	0.4	8	1.7
7	21.7	21.2	0.5	9	2.0
8	22.0	21.4	0.6	10	2.2
9	22.5	21.8	0.7	11	2.3
10	23.2	22.3	0.9	13	2.6
11	24.0	22.9	1.1	15	2.9
12	25.2	23.6	1.6	17	3.2
13	26.4	24.4	2.0	19	3.6
14	27.2	25.0	2.2	21	4.1
15	27.8	25.4	2.4	23	4.6
16	28.4	25.7	2.7	26	5.2
17	29.5	26.3	3.2	29	5.6
18	30.5	27.0	3.5	31	6.0
19	31.7	28.0	3.7	34	6.7
20	33.0	29.1	3.9	36	7.4



第三次 加裝強扭力馬達轉動自然排風器發電機的轉速及電壓的關係圖表

項次	室內溫度	室外溫度	溫差	轉速(rpm)	輸出電壓
1	20.3	20.0	0.3	70	12.28
2	21.0	20.5	0.5	69	11.99
3	21.5	20.8	0.7	70	12.10
4	21.9	21.0	0.9	69	11.44
5	22.1	21.2	0.9	70	11.68
6	22.5	21.6	0.9	70	11.88
7	23.0	22.0	1.0	72	12.31
8	23.5	22.5	1.0	71	12.22
9	24.5	23.0	1.5	70	12.09
10	25.5	23.5	2.0	68	12.00
11	26.5	24.5	2.0	70	12.01
12	27.5	25.5	2.0	69	11.98
13	28.3	26.2	2.1	70	12.10
14	29.0	26.9	2.1	70	12.14
15	29.5	27.4	2.1	71	12.18
16	30.0	27.8	2.2	71	12.20
17	30.7	28.5	2.2	71	12.23
18	31.7	29.4	2.3	70	12.20
19	32.7	30.4	2.3	70	12.18
20	33.5	31.2	2.3	70	12.21



伍、討論

- 一、我們會想到用自然排風器轉動帶動馬達改裝的發電機，其靈感來自風車風力發電及每天經過工廠發現不停轉動的自然排風器。
- 二、起初我們設計用輪軸來帶動發電，發現效果不佳，後來慢慢研究改進，效果越來越好。
- 三、【自然排風器】轉動接觸點非常敏感，稍有偏差，便嚴重影響轉速，所以【自然排風器】要注意保養，使摩擦力降到最小。
- 四、我們為了使發電機與【自然排風器】密切接合，連接了轉接器及角鋼固定系統。
- 五、本實驗改裝馬達製作發電機，因為發電機與馬達的構造相同，一為動能轉為電能，另一個為電能轉為動能，故選用市面上的幾組馬達來改裝，來當作直流發電機使用。
- 六、**室內溫度愈高，排風器的轉速就愈高，輸出的電壓就愈高；同時室內外溫差愈大，排風器的轉速也就愈高，輸出的電壓也愈大。**
- 七、剛開始以自然排風器直接驅動較大的車用 12V 直流馬達來發電，結果馬達轉速雖不快，發出的電壓約達 0.0V---2.8 伏特上下，電流有 0.0A—300 毫安培，轉速快時，可點亮一顆 LED 燈。也可以點亮一顆小燈泡。後來馬達改裝在排風器的下緣當發電機，利用排風器最大的圓周長，與發電機軸心的圓周長之比，當自然排風器轉動一圈可帶動發電機轉動 70 圈以上，發電機可送出高達 7V 以上的電壓，只是排風器的扭力不足，在下緣加掛發電機，排風器很快會停止下來，故輸出的電壓不穩定，因此為了有實用的穩定電壓，必須加裝一個強扭力馬達來穩定帶動排風器發電機運轉。
- 八、由於鉛蓄電池工作電壓為 12.0 v，若要對其充電電壓需要大於 13.0v。當外加電源大於電池的工作電壓時，則外加電源的電能會轉為化學能，使放過電的鉛蓄電池恢復到原來的狀態，此即鉛蓄電池充電過程。
- 九、我們利用強扭力馬達來穩定帶動排風器發電機運轉，將發電機的轉速升高，讓輸出電壓提升到 13V 以上，且電流有 1 安培以上。再利用充電控制器及貯電電池，可將發電機的電充到貯電電池中，同時可供給馬達所須的電源之用，而馬達所耗的電小於發電機所輸出的電，因此一直有多餘的電力充至貯電電池中，如此貯電電池中的電就可提供小型家電的電源之用，這是一個相當值得開發及推廣的再生能源電力。
- 十、利用消耗小電流供馬達運轉，而帶動排風器轉動，同時轉動發電機，而產生大電流的效果，等於創造出相當實用的電流，這結果相當令人振奮。
- 十一、轉速對發電機有很大的影響，若自然排風器發電機要推廣，可以使用 3000C.C. 汽車用的無碳刷馬達，改裝成只要低轉速，就能產生足夠的電壓。

陸、結論

- 一、我們研究出，必須再增加一個強扭力馬達來帶動自然排風器轉動，亦即利用消耗小電流供馬達運轉，而帶動排風器轉動，同時再轉動發電機，而產生大電壓及大電流，除了穩定自然排風器轉速外，也可以增加自然排風器的扭力，如此發電機的轉速大增，同時將排風器與馬達的連接改用齒輪咬合方式，可將摩擦阻力降到更低，可將發電機的轉速升高，讓輸出電壓提升到 13V 以上，再利用充電控制器及貯電電池，可將發電機的電充到貯電電池中，同時可回饋給馬達所須的電源之用，而馬達所耗的電小於發電機所輸出的電，因此一直有多餘的電力充至貯電電池中，如此貯電電池中的電就可提供小型家電的電源之用。
- 二、室內溫度愈高，自然排風器轉速愈快，發電機輸出電壓就愈高；同時室內外溫差愈大（大晴天時），自然排風器的轉速也愈快，發電機輸出電壓也愈高，溫差愈小（陰天時），甚至轉不動；即【室內溫度愈高，排風器的轉速就愈高，輸出的電壓就愈高；同時室內外溫差愈大，排風器的轉速也就愈高，輸出的電壓也愈大。】與我們先前的想法很接近。
- 三、本實驗可做為學校【電磁學】教學上的補充教材，如馬達原理的【電流磁效應】及發電機原理的【電磁感應原理】，也可做為【能源與自然資源】教學上的補充教材，如再生能源的【風力發電原理】。

柒、參考資料

- 一、科學教育館（2009），環保可攜式風力發電機的製作與研究；台北市，科教館。
- 二、科學教育館（2007），風吹草動；台北市，科教館。
- 三、科學發展 2003 年 2 月 362 期— 取自
<http://nr.stpi.org.tw/ejournal/NSCM/9202/9202-06.pdf>
- 四、發電原理— 取自 <http://vm.nthu.edu.tw/science/shows/nuclear/nue/various.html>
- 五、郭重吉（民 97）自然與生活科技第五冊。台南；南一書局，P32~39。
- 六、風力發電— <http://www.solar-i.com/wi.htm>
- 七、國立編譯館，國中物理課本第四冊，國立編譯館，P169~P171。
- 八、風之谷渦輪排風機股份有限公司之產品簡介。

【評語】 030818

應用「自然排風器」來進行發電研究，符合生活應用精神，
並已有成果呈現，殊堪嘉許。