

# 風行運轉－微型發電機之應用

## 摘要

本研究主要在瞭解並研究風力發電，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，並應用在腳踏車上，將生活中騎乘腳踏車時所產生的風力，用發電機轉換成生活中有用的能源，讓運動能兼具健康環保及增加綠色能源的使用。

實驗結果，本研究之發電機確實可以產生電流，並將電量儲存於乾電池中，在腳踏車時速為8.3km/hr、風速為1.5m/sec、電壓為1.621V時，電燈開始發亮；且時速愈快產生的電壓及風速就會愈大，顯示本發電機具有良好、穩定的發電功能。

經充電結果顯示在平均騎乘速度為15.43km/hr時（風速約為3.5m/s），每小時可得到7.47焦耳的電量，若將腳踏車停於本校車棚（風速為6.2m/s），如果以九小時計算（早上八點至下午五點），則每天至少可得到171.99焦耳的電量。

關鍵詞：風、發電機、腳踏車

## 壹、研究動機

每次騎乘腳踏車時，總會有一陣陣的涼風迎面而過，我們猜想，是否能夠將這一陣又一陣的風回收再利用於生活上，這是令人感到好奇的事！

以前人類使用化石燃料所產生的廢氣，造成嚴重的空氣污染、酸雨與溫室效應等問題，加上能源危機正衝擊著人類，近年來，油價不斷調漲，科學家預估，五十年後石油將會用完。今日人們愈來愈重視並尋找替代能源，而且這種能源最好是具有廉價、易取得、無污染與可再生等優點，現在台灣主要的發電方式有很多種，但大部分都會製造出污染環境等有害物質，例如：核能發電提供大量且穩定的電力，但是反應爐冷卻水造成的熱污染以及核廢料的處理等問題，仍然難以克服；利用核融合的發電方式，雖然比較沒有核廢料的問題，但是以現今的技術，仍然無法進行商業運轉（行政院環境保護署）。

處在季風氣候區的台灣，夏季盛行西南風、冬季盛行東北季風，以及每年的颱風季等，可開發的風能潛力估計為300萬瓩，台電公司石門風力發電站為台灣本島第一座商業運轉的風力發電機組，發電量為959萬度，每年可節約替代燃油約3260公秉或燃煤3819噸，同時減少二氧化碳排放量8624噸（何佩芬，2005），另外像澎湖台電、竹北春風造紙廠等也都相繼發展出有潛力且免費、沒有污染的風力發電，像風力發電這種具有不會產生輻射與二氧化碳等公害、沒有燃料問題、取之不盡，用之不竭，沒有能源危機的優勢，必是未來全球推動環保重要方式之一。

此外，在節能減碳的意識下腳踏車已是目前最具環保又能健身的交通工具，但目前所看到的腳踏車警示或照明設備大多以電池進行供電，當電池沒電時又非常容易造成污染，根據行政院環保署（2011）統計 96 年至 98 年共回收廢乾電池 11954 公噸（96 年回收 2388 公噸、97 年回收 5470 公噸、98 年回收 4096 公噸），回收率約達 5 成，此表示有將近 12000 公噸的廢乾電池仍未回收，而各類型乾電池含不同類型的重金屬，如汞、鎘、鉛等，如果不加以回收處理，容易於環境中流佈，污染土壤和地下水源，間接為人體吸收，而重金屬無法經由人體代謝排出體外，經年累月經生物濃縮作用，便可能發生重金屬中毒現象；例如：在日本熊本縣水俣灣於 1953~1960 年間曾引起「水俣症」，其元兇正是水銀，主要會導致中樞神經障礙；而半世紀前，發生在日本富山市南部農村的重大公害症「痛痛病」（Itai- Itai disease）元凶則是鎘，其會引發骨骼的疼痛及病變。也有研究指出一顆一號乾電池埋入地裡能使 1 平方公尺的土壤永久失去利用價值，且一顆鈕釦型的電池可以使 600 公噸的水遭受到污染（環境資訊中心，2011）。

因此我們相信這股風力發電的趨勢是不可擋的，為了妥善利用此一上天的禮

物，我們想嘗試利用一些簡單的零件以及學得的知識，將風力的動能轉變成電能，並且加以儲存、運用，畢竟，老天爺不會每天都給我們適當的風。所以，瞭解並研究風力發電，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，應用在腳踏車上，讓運動能兼具健康環保及增加綠色能源的使用，便是我們最大的研究動機。

## 貳、研究目的

本研究是將腳踏車行進時所受之迎風力，轉換成電力並加以應用，主要目的如下：

- (一) 製作可置於腳踏車上之小型風力發電機。
- (二) 儲存產生之電能。
- (三) 將此電能應用於腳踏車之照明或警示燈。
- (四) 能將此電能儲存於家用充電電池。

## 參、研究設備及器材

(一) 設備	(二) 材料
1、自行車	1、馬達
2、風速計	2、風扇
3、三用電錶	3、鐵絲
4、老虎鉗	4、電器膠布
5、數位相機	5、螺絲釘
6、美工刀	6、潤滑油
7、切割墊	7、齒輪
8、銲槍	8、電線
9、螺絲起子	9、木板
10、熱熔槍	10、電池盒



圖 3-1 研究設備及器材

## 肆、研究過程或方法

一、本研究之流程如下

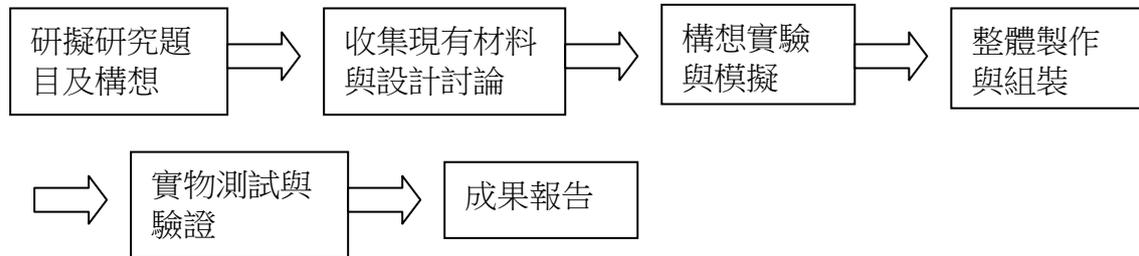


圖 4-1 研究流程

二、電源的種類

日常生活中有各式各樣風力發電的用品，我們知道必須提供適當的電能方可使其發揮作用，但是我們可以發現電源並不是只有一種，而風力發電要選擇適當的電源，才可以發揮其應有的效能，電源的種類可分為以下兩類：

(一) 直流電：直流電流之電壓始終不變，直流電(Direct Current)簡記為 DC，如圖 4-2。

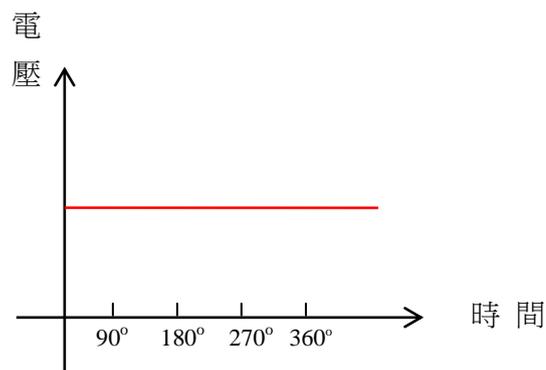


圖 4-2 直流電之電壓與時間的關係

(二) 交流電：交流電的性質是電源的極性與大小會隨著時間改變，做正弦波變化，交流電之電壓與時間的變化關係，如圖 4-3

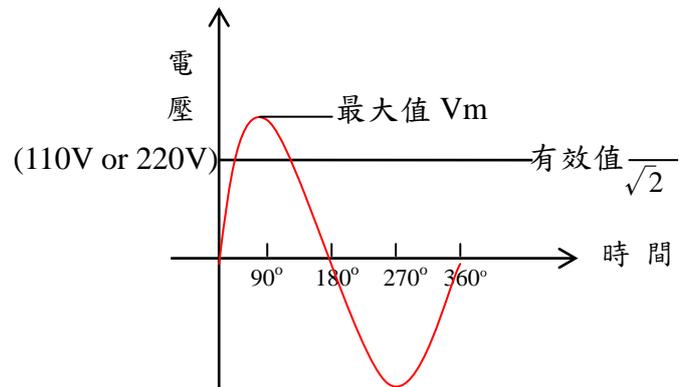


圖4-3 交流電之電壓與時間的變化關係

### 三、發電機原理

(一) 電動機（俗稱馬達）就是利用在磁場中，使通有電流的線圈產生轉動的機器。

(二) 電動機通以適當電流後，其中的線圈（電樞），便因為磁力的作用而開始旋轉，如圖4-4所示。

(三) 感應電流的方向，與磁力方向相同，如圖4-5 所示

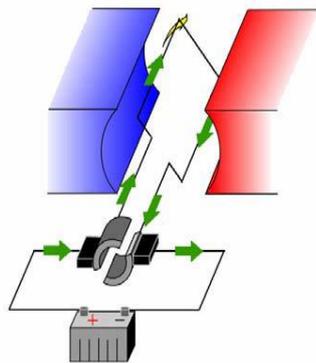


圖4-4 電動機受力旋轉情形

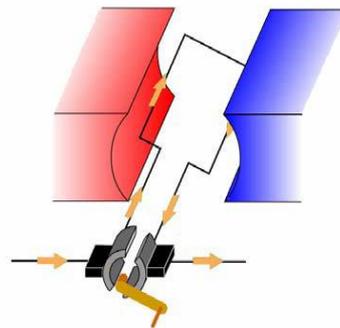


圖4-5  
發電機轉動時感應電流的方向  
與磁力方向相同

#### 四、歐姆定律

歐姆定律可簡單地定義成，在三種電量（電壓、電流與電阻）中，總電流和總電壓成正比，但和總電阻成反比；即電壓等於電流乘以電阻（ $V= I R$ ），若以水力系統進行解說，電壓有如水壓，電流量有水流量，而電阻恰似水力系統中水管內部粗糙的程。

歐姆定律涉及三種電量(1)電壓，用 V 代表，單位是伏特（VOLTS）；(2)電流，用 I 代表，單位是安培（AMPERES）；(3)電阻，用 R 代表，單位是歐姆（OHMS）。有關功率（POWER）的一個定理則是直接導自歐姆定律，若某一特定量的能源被供給到一能源接收器，至少有部份能量會被吸收，然後或者消失或者被儲存待用，因此，可用的能量將比原先釋出的少。以電性而言，此能量即所謂功率，用瓦特作為衡量的單位從歐姆定理來看，若一定電流通過某定點阻力時，將會有部份電壓在此點失掉，被電阻所失掉，被電阻所吸收掉的能量或功率等於電流量乘以失掉的電壓，換句話說即  $P = I V$ 。個系統的電流量，所以一個系統所需要的功率等於總流量乘以總電壓。

這個功率的概念若是應用在水力系統，很清楚地可看出流經粗水管的水流比平滑水管的水流需要更多能量來驅動。

#### 五、風力發電的原理

（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。

（三）陸上應用之蒲福風級表（資料來源：中央氣象局）如表4-1

表4-1 蒲福風級表

蒲福風級	風之稱謂	風之稱謂	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	13.9-17.1
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	屋子倒塌破壞，人也可能被吹起	28.5-32.6
12	颶風 Hurricane	人類被吹倒，極少見如出現必有重大災害	32.7-36.9

六、本研究發電機之發電線路圖，如表4-2，圖4-6。

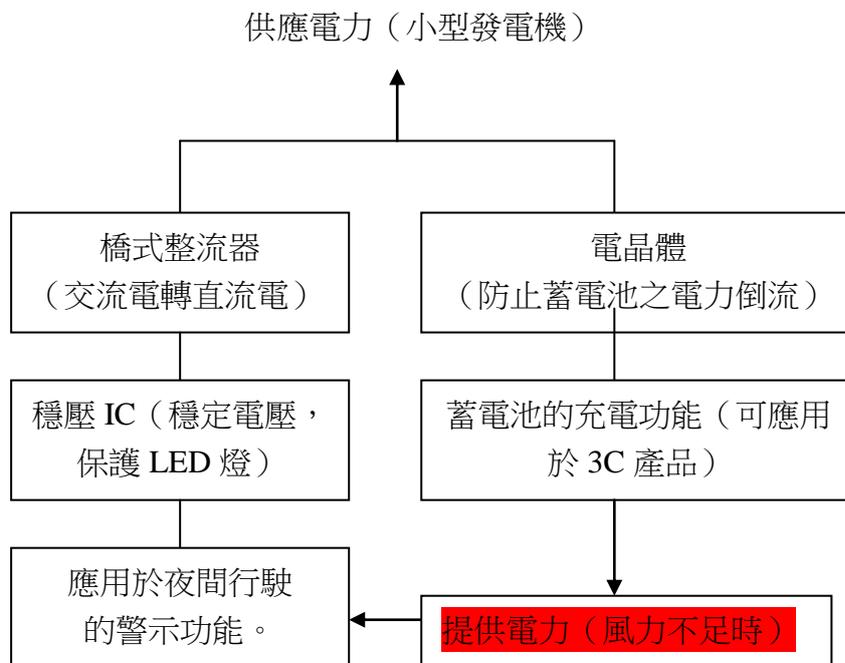


表 4-2

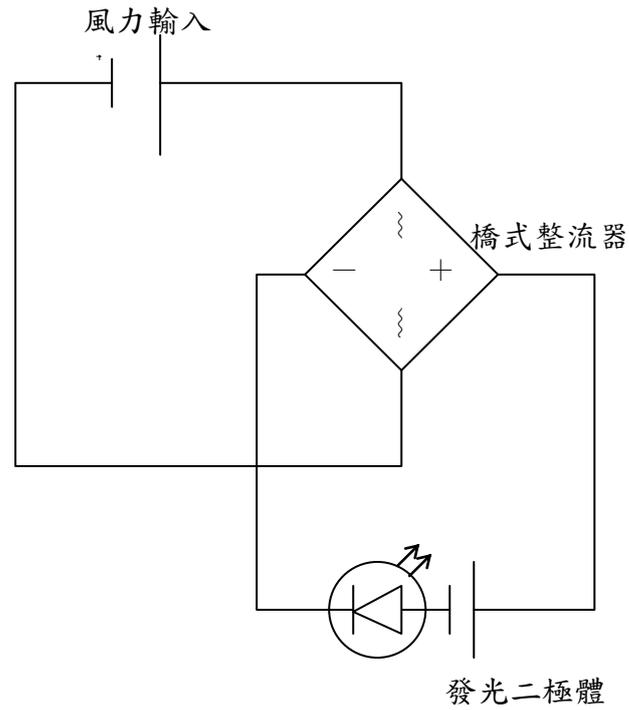


圖4-6 發電機發電線路圖

**實驗一：**

由於南部地區冬季背東北季風，因中央山脈的關係，處在位於中部與西部的嘉義地區受到背山脈的下沉風影響，故冬季時應能獲得相當充沛風力資源，為了配合本實驗的風速配量，故在本校（東石高中）校園進行風速測試，如圖4-7



圖4-7 東石高中行政大樓中廊風速為12.0m/s

### 結果：

- 1.若在冬季時，受到背東北季風影響，故如果沒有騎乘時，也能把腳踏車方向盤固定迎風方位進行充電，達到環保的功能。
- 2.研究結果之實驗一有數字呈現（如表5-1）。

### 實驗二：

若能得到一般騎腳踏車時的時速與最快時速，相對的配合時速與風速關係，便能以測得的平均風速且利用人造風調整到穩定的風速後，便能得到穩定電壓且對未來的實驗有很穩定的數值依據。

### 結果：

- 1.得到穩定數據後，以下的實驗有了較穩定的基礎，依據也較明確。
2. 研究結果之實驗二有數字呈現（如表5-2）。

### 實驗三：

- 1.本實驗在無自然風影響下（本校學生活動中心內），以甲同學和乙同學分別騎乘五次，並記錄其數據，為了證實時速愈快所得到的風速會愈大且電壓值會越大。
- 2.對充放電之實驗能提供穩定的數字依據。
- 3.圖4-8為線路展示圖



圖4-8 線路展示圖

**結果：**

- 1.在室內無自然風影響下較戶外在騎乘所測得的數據來的正確且穩定。
- 2.研究結果之實驗三有數字呈現（如表5-3、5-4、5-5）。

**實驗四：**

- 1.為了證實實驗三之數據是否正確，因此特別安排丙同學和丁同學於室外進行騎乘，以作為驗證之依據。
- 2.如圖4-9、圖4-10所示



圖4-9 戶外騎乘線路配置圖



圖4-10 騎乘狀況

**結果：**

- 1.雖然有自然風影響，但整個實驗結果並無太大差異。
- 2.研究結果之實驗四有數字呈現（如表5-6、5-7、5-8）。

### 實驗五：

以實驗一在本校校園測得的最小風速及實驗二測得之平均時速且將之換算成風速作為風量的基礎，再以人造風對發電機進行充電測試，在充電測試中能得到電壓與電流的關係，可藉由此關係計算出此發電機之發電量，如圖4-11。



### 結果：

- 1.可瞭解騎乘多久時間，能讓電池充進多少電量。
- 2.以研究結果之實驗五有更進一步的數字顯現（如表5-9、5-10）。

## 伍、研究結果

### 實驗一：

表5-1 東石高中校園風速數據

地點	東石高中校門口	東石高中籃球場	東石高中車棚	東石高中行政大樓中廊	東石高中側門
時間	2011/12/09 A.M 11:30 至11:31	2011/12/09 A.M 11:25 至11:26	2011/12/09 A.M 11:50 至11:51	2011/12/13 A.M 10:16 至10:17	2011/12/13 A.M 10:39 至10:40
最大風速 (m/s)	4.2	4.7	6.2	12.0	4.1

備註：測得風速為一分鐘內最大風速。

### 結果：

- 1.本校行政大樓中廊風速為最大，屬蒲福風級之6級風（12m/s），為強風。
- 2.校園若無建築物阻擋，其風力最小為4.1m/s，屬蒲福風級之3級風，為微風。

### 實驗二：

為了取得大略的時速而得到相對的風速，本實驗以十人各騎乘一次，並加以紀錄同時求得其平均值，以做為本實驗的風力基礎，如表5-2。

表5-2 本校學生騎乘之平均時速與最快時速

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	平均值
平均時速 (km/hr)	15	16.9	15.5	14.6	15.9	17.3	12.5	14.8	16.2	15.6	15.43
最快時速 (km/hr)	20.6	20.6	19.1	18.3	25	20.5	18.2	19.5	20.5	19.8	20.21
路徑(km)	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36

### 結果：

以1.36公里為總路徑，所得到的平均時速為15.43km/hr、最快時速為20.21km/hr。

**實驗三：**

在室內無自然風的影響下，請兩位同學分別騎五次，以測得時速、電壓及風速之關係，如表5-3、表5-4。

表5-3 甲同學騎乘之時速、電壓及風速相關數據表

甲同學	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均值 (取四捨五入值)
時速 (km/hr)	8.3	11.8	12.8	14.3	15.3	12.5
電壓 (V)	1.421	1.713	1.819	1.917	1.986	1.77
風速 (m/sec)	1.5	2.5	2.8	3.2	3.4	2.68

表5-4 乙同學騎乘之時速、電壓及風速相關數據表

乙同學	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均值 (取四捨五入值)
時速 (km/hr)	9.8	11.2	13.9	11.9	10.1	11.38
電壓 (V)	1.528	1.625	1.889	1.742	1.593	1.68
風速 (m/sec)	2.2	2.4	3	2.6	2.3	2.5

表5-5 甲、乙同學騎乘之時速、電壓及風速相關數據表

次數	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	平均值 (取四捨五入值)
時速 (km/hr)	8.3	9.8	10.1	11.2	11.8	11.9	12.8	13.9	14.3	15.3	11.94
電壓 (V)	1.421	1.528	1.593	1.625	1.713	1.742	1.819	1.889	1.917	1.986	1.72
風速 (m/sec)	1.5	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.8	3	3.2	3.4	2.59

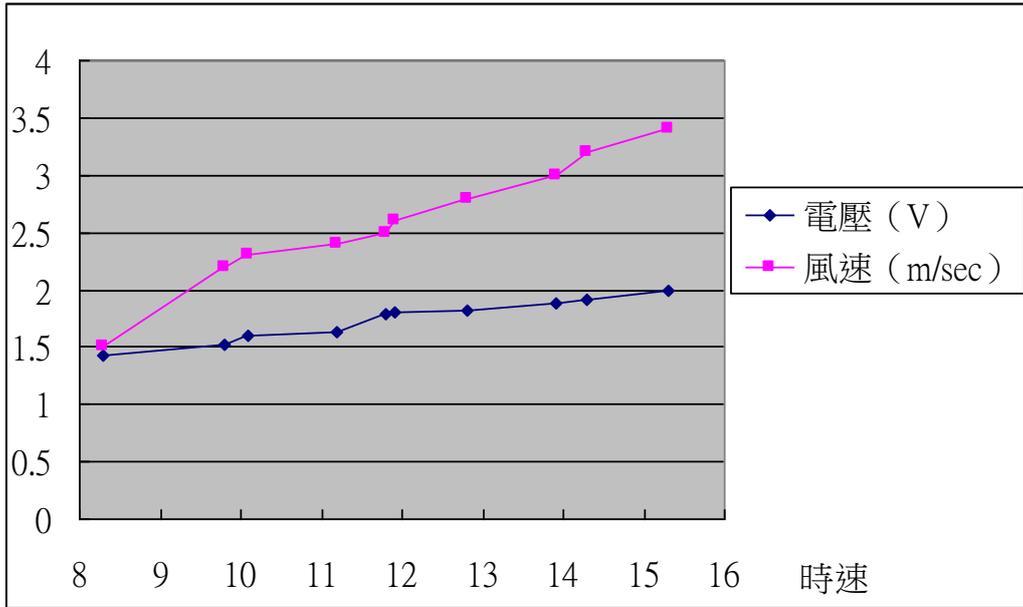


圖5-1 甲、乙同學騎乘之時速、電壓及風速相關趨勢圖

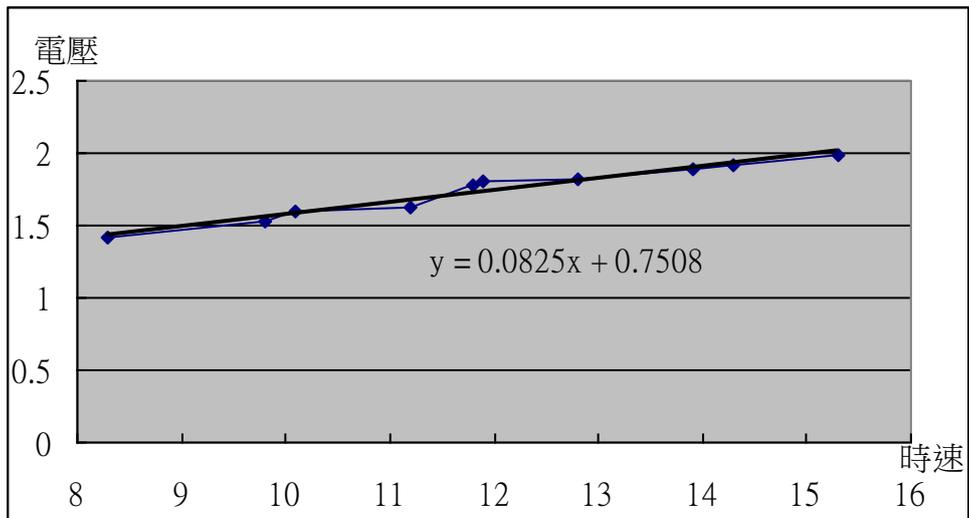


圖5-2 甲、乙同學騎乘之時速與電壓趨勢圖

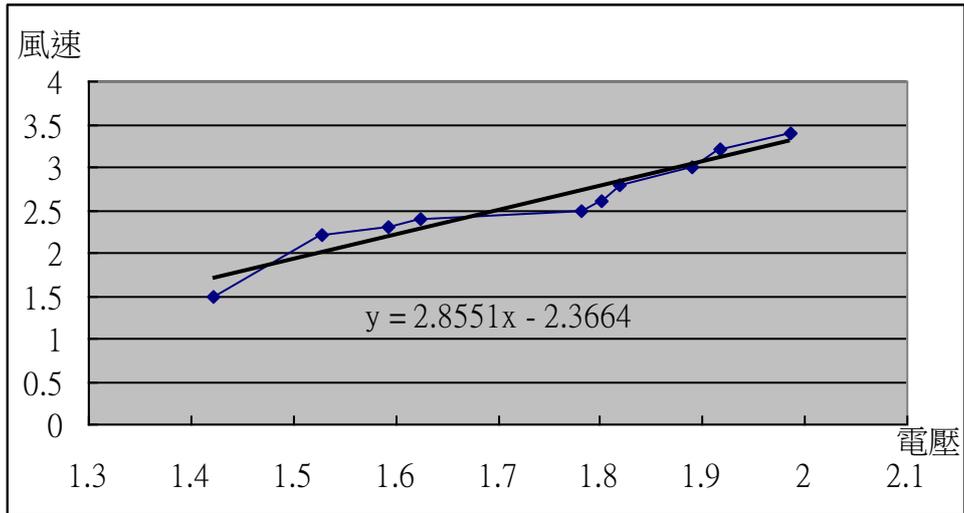


圖5-3 甲、乙同學騎乘之風速與電壓趨勢圖

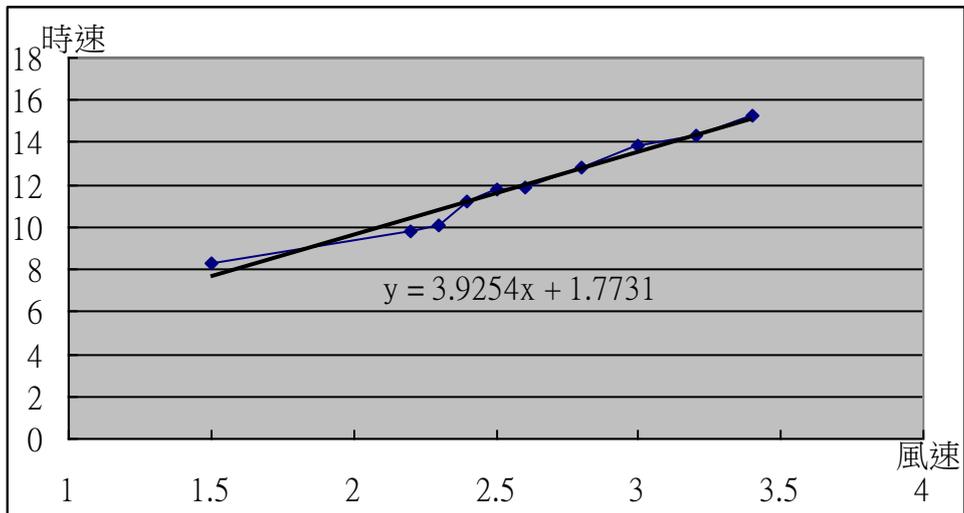


圖5-4 甲、乙同學騎乘之時速與風速趨勢圖

**結果：**

- 1.本實驗顯示，當時速為8.3km/hr、風速為1.5m/sec、電壓為1.621V時，電燈開始發亮。
- 2.將甲、乙兩同學騎乘之數據整理後（如表5-5、圖5-1），顯示其平均風速為2.59km/hr，也發現在無自然風影響下，時速愈快產生的電壓及風速就會愈大，表示時速、電壓及風速成正比。
- 3.將時速與電壓、風速與電壓及時速與風速的關係彙整後，所得資料如圖5-2、5-3及5-4，並求得其對應公式如下：

$$\text{電壓} = 0.0825 \times \text{時速} + 0.7508$$

$$\text{風速} = 2.8551 \times \text{電壓} - 2.3664$$

$$\text{時速} = 3.9254 \times \text{風速} + 1.7731$$

4.據此以本校學生騎乘腳踏車的平均時速為15.43km/hr（如實驗二），可推算出風速約為3.5m/s【 $(15.43 - 1.7731) / 3.9254 = 3.48\text{m/s}$ ，以四捨五入取至小數下一位】

#### 實驗四：

在室外有自然風的狀況下，請丙同學和丁同學分別騎五次以取得相關數據，如表5-6、表5-7。

表5-6 丙同學騎乘之時速、電壓及風速相關數據表

丙同學	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均值 (取四捨五入值)
時速 (km/hr)	11.3	12.2	13.4	14.2	15.1	13.24
電壓 (V)	1.3	1.42	1.624	1.703	1.801	1.57
風速 (m/sec)	1.9	2	3	3.7	4.8	3.08

表5-7 丁同學騎乘之時速、電壓及風速相關數據表

丁同學	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均值 (取四捨五入值)
時速 (km/hr)	10.8	12.4	13.3	14.4	15.7	13.32
電壓 (V)	1.14	1.48	1.62	1.741	1.892	1.57
風速 (m/sec)	1.6	2.4	2.9	3.9	5.6	3.28

表5-8 丙、丁兩同學騎乘之時速、電壓及風速相關數據表

次數	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十
時速 (km/hr)	10.8	11.3	12.2	12.4	13.3	13.4	14.2	14.4	15.1	15.7
電壓 (V)	1.14	1.3	1.42	1.48	1.62	1.624	1.703	1.741	1.801	1.892
風速 (m/sec)	1.6	1.9	2	2.4	2.9	3	3.7	3.9	4.8	5.6

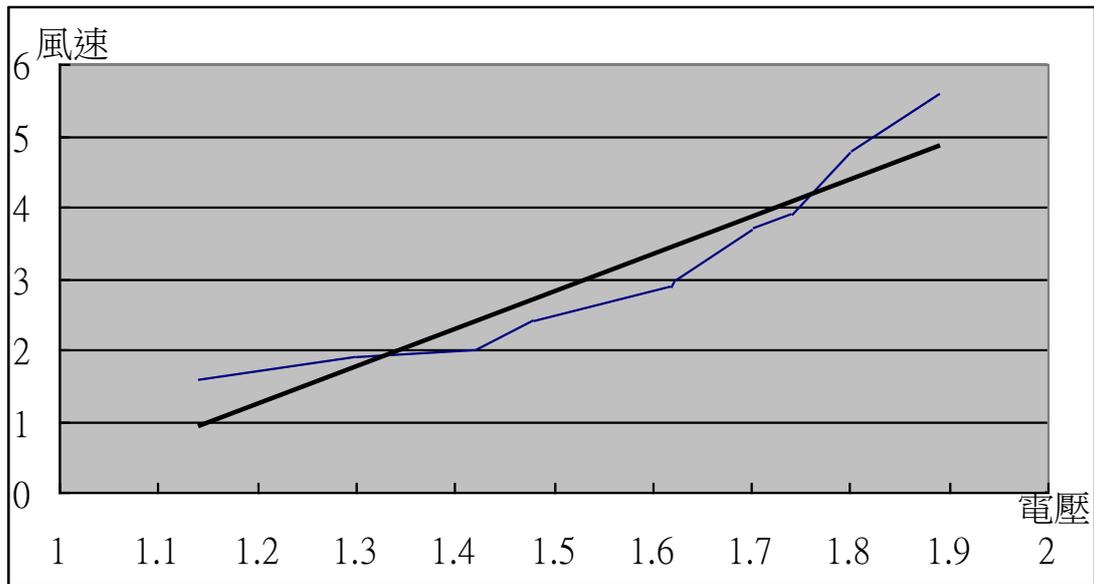


圖5-6 丙、丁兩同學騎乘之電壓與風速趨勢圖

**結果：**

雖然在戶外有自然風影響之下造成車速與風速的關係與室內有些許差異（同一車速，戶外風力較大），但將丙、丁兩同學騎乘之數據整理後（如表5-8），發現風速愈大電壓也愈大（兩者呈正比），詳如圖5-6。

**實驗五：充放電之效果實驗**

本研究各以本校學生騎乘腳踏車之平均風速約為3.5m/s（平均時速15.43km/hr）及在本校校園測得的最小風速4.1m/s為固定風力，進行10分鐘之充電測試，為了求得更穩定的數值，引此各進行了三次的充電測試，並求得平均值，所得資料如表5-9、表5-10。

表5-9 風速3.5m/s時充電時間與電壓及電流關係表

實驗日期	2012/02/22 P.M 18：10至18：20	2012/02/23 P.M 18：10至18：20	2012/02/24 P.M 18：10至18：20
電壓 (v)	2.12	2.20	2.07
電流 (mA)	1.09	0.94	0.89

表5-10 風速4.1m/s時充電時間與電壓及電流關係表

實驗日期	2012/03/05 P.M 18：10至18：20	2012/03/06 P.M 18：10至18：20	2012/03/07 P.M 18：10至18：20
電壓 (v)	2.33	2.24	2.26
電流 (mA)	2.80	2.21	1.97

**結果：**

電能的單位焦耳，與千瓦時的換算公式是：1度電=1千瓦-小時 (1KW·h)= $3.6 \times 10^6$ 焦耳；根據電能的運算： $W(\text{電能})=I(\text{電流(安培A)}) \times V(\text{電壓(v)}) \times t(\text{時間(秒)})$ ，即 $W=I \times V \times t$ (魏明堂，2010)，可知本實驗之發電機在風速3.5m/s時，每小時可得到7.47焦耳的電量【 $(2.12 \times 1.09 \times 600 + 2.20 \times 0.94 \times 600 + 2.07 \times 0.89 \times 600) / 3 \times 6$ 】/1000；而在風速4.1m/s時，每小時可得到19.11焦耳的電量【 $(2.23 \times 2.8 \times 600 + 2.24 \times 2.21 \times 600 + 2.26 \times 1.97 \times 600) / 3 \times 6$ 】/1000。

## 陸、討論

- 一、本研究之風力發電機，當時速為8.3km/hr、風速為1.5m/sec時，電燈開始發亮，若對照本校學生騎乘腳踏出平均車速為15.43km/hr，顯示本發電機只需大約平均時速之一半即能讓電燈發亮，其功能相當良好。
- 二、依實驗三之研究結果發現，風速愈大電壓也愈大（兩者呈正比），顯示本研究之發電機具有良好、穩定的發電功能。
- 三、經充電結果顯示本實驗之發電機在平均騎乘速度為15.43km/hr時（風速約為3.5m/s），每小時可得到7.47焦耳的電量，以研究者本身每天上、下課共約騎乘30分鐘而言，約可獲得3.735焦耳的電量，雖然數量不大，但積少成多，再者，若只以上課路程計算，以每學期200天（每星期五天、每學期至少二十個星期）每天30分鐘，將可得到747（ $3.735 \times 200$ ）焦耳的電量。
- 四、本校位處臺灣西南部，受東北季風影響冬季常有豐沛的風力資源，當東北季風來臨時，本校校園風力可高達6級強風（12m/s），空曠地區之風力最小也有3級風（4.1m/s）；因此，當停妥腳踏車後，也可將方向盤固定於迎風方向進行充電，且根據本實驗結果，風速為4.1m/s時，每小時可得到19.11焦耳的電量，此表示上課時間若將腳踏車停在本校車棚（車棚風速為6.2m/s，若以東北季風來臨時，本校最小風力4.1m/s計算），如果以九小時計算（早上八點至下午五點），則每天至少可得到171.99焦耳的電量，此可謂是上天賜給我們的最佳禮物。
- 五、本研究之發電機雖發電量不大，試想，若全台每天有一百萬量腳踏車啟動，平均騎乘一小時（平均騎乘速度為15.43km/hr），並使用風力發電設備，則依本研究發電機之發電量將可獲得7470000（ $7.47 \times 1000000$ ）焦耳的電量（約2.08度電），雖然不多，但至少腳踏車照明裝置能自給自足，並可避免因使用各類電池而造成污染。

## 柒、結論與建議

因為全球暖化，造成地球溫度一年比一年高，全球大力提倡環保及節能減碳，而近年來騎腳踏車儼然已成為台灣節能減碳及環保的趨勢之一，如騎腳踏車環島或是舉辦腳踏車相關的活動等，這些活動所需的路徑及時間都相當長，所產生的風量也相當可觀，若能將這些風加以利用，變成生活中所需的能源，尤其是將風力藉由發電機轉換為電能儲存至乾電池，不僅能達到健身的作用，還能將騎乘時的風量轉變成可使用的能源，因此以下依據本實驗結果與發現，經歸納整理後提出結論及具體之相關建議。

### 結論：

- 一、本研究製作之發電機，經實驗結果雖然電量並不大，但確實可以有效且穩定的發電，也可讓燈泡發亮，並將電能儲存於乾電池之中。
- 二、以1.36公里為總路徑，本校學生騎乘腳踏車之最快時速為20.21km/hr、平均時速為15.43km/hr。
- 三、本研究之發電機，在時速為8.3km/hr、風速為1.5m/sec、電壓為1.621V時，電燈開始發亮。
- 四、實驗結果發現，時速愈快產生的電壓及風速就會愈大，表示時速與電壓及風速成正比，即風速愈大電壓也愈大，顯示本研究之發電機具有良好、穩定的發電功能。
- 五、時速與電壓、風速與電壓及時速與風速之對應公式如下：

$$\text{電壓} = 0.0825 \times \text{時速} + 0.7508$$

$$\text{風速} = 2.8551 \times \text{電壓} - 2.3664$$

$$\text{時速} = 3.9254 \times \text{風速} + 1.7731$$

- 六、當騎乘速度為15.43km/hr時（風速約為3.5m/s），每小時可得到7.47焦耳的電量。
- 七、當東北季風來臨時，若將腳踏車停於本校車棚，如果以九小時計算（早上八點至下午五點），則每天至少可得到171.99焦耳的電量。

## 建議：

### 一、材質可以更改成更精簡

- 1.發電機與腳踏車車身能設計為拆、裝容易且方便攜帶的裝置。
- 2.可增加發電機數量以提高發電量及發電效率。

### 二、本實驗證明了風力是可以藉由發電機轉換為電能且能運作、並可將電能儲進乾電池內，若能將此電能儲存到手機用的鋰電池或MP4用的鈕釦型電池等，將能更廣泛的應用於生活之中。

## 捌、參考資料

行政院環保署 (2011)。資源回收網。線上檢索日期：2011 年 03 月 09 日。網址：  
<http://recycle.epa.gov.tw/newRecycle/Upload/yo-1/index.htm>。

何佩芬 (2005)。綠色能源 迎風啟動—台灣風力發電的現況與展望。能源報導，  
2005 年 2 月號。

環境資訊中心 (2011)。線上檢索日期：2011 年 03 月 07 日。網址：  
<http://e-info.org.tw/node/13720>。

史家瑩等 (2010)。國民中學自然與生活科技第 6 冊。台灣：翰林出版社，第 57、  
58 頁。

中央氣象局網站 <http://www.cwb.gov.tw/V4/index.htm>

行政院環境保護署線上檢索日期：2011 年 03 月 27 日。網址：  
<http://taqm.epa.gov.tw/taqm/zh-tw/default.aspx>

參考機械電學實習 編著:郭文豐。

魏明堂 (2010)。動力機戒群專業二 (含電工、電子概論與實習) 升學寶典。臺  
北縣：台科大圖書股份有限公司。

黃錦華、郭塗註 (2009)。基本電學 I。臺北市：華興書局。