

附件六之一

彰化縣 107 學年度國民中小學學生獨立研究作品徵選

作品說明書（封面）

作品編號：22036

國小組

數學類

組別：

自然與生活科技類

國中組

人文社會類

作品名稱：**捕「風」捉「電」-風能再生環保發電效率
之研究**

◎封面切勿出現校名、作者、校長及指導者姓名，違者不予評審並退件。

彰化縣 106 學年度國民中小學學生獨立研究作品徵選

作品說明書（內文）

第一階段 研究訓練階段

一、近二年學校獨立研究課程之規劃

獨立研究一直視為能夠激發學生潛能的一項活動，訓練學生觀察日常生活中的現象，從中找尋有興趣的題材來研究，本校一直以來重視學生個人的特色發展與獨立研究的精神及能力的發展，所以本校訓練之規劃大致如下：

(1)開設特色課程：

本校利用週六上午的時間開設特色課程，課程包含機關王(綠能科學創意)、物聯網等等，學校聘請有經驗的老師，組成各科的教學團隊，提供學生更深更廣的學習內容，以激發學生對專題研究的動機，充實學生研究的內容。

(2)週五社團課：

希望藉此能夠讓學生接觸更多元化的學習內容，從中進而拓展學生獨立研究的視野。社團種類豐富而多元，其中有手做科學、自然科學研究社、學習研究社等社團，增進獨立研究與科學展覽在科技領域上的發展。

(3)開辦獨立研究說明會、複審說明會、模擬複審訓練

二、學校如何提供該生獨立研究訓練

本校教務處利用暑假期間為學生辦理數次的獨立研究說明會，針對不同主題邀請專任專長教師來授課，讓學生能了解獨立研究的研究過程及方法，包含如何找研究題目、找相關指導老師、研究相關書籍資料、各科研究方法的介紹、內容撰寫的架構等。針對進入獨立研究複審的同學辦理複審說明會，指導學生如何製作簡報並說明複審的注意事項，提供老師及學生在自主訓練上的需要。

第二階段 獨立研究階段

一、動機

風力發電是發展再生能源的重要選項之一。由於風力發電無須消耗額外的物質來產生能源，且風力來源是取之不盡的潔淨自然能量，相當適合做為產業積極開發的替代能源。但是眼觀現有的風力發電裝置絕大多數設置在自然風力較強的海邊或是離岸區，才能有足夠的風力強度來帶動葉輪，因此**風力發電發展在地域上的限制，是最大的困難處與待加以改善之處。**

我們著眼於生活周遭，在工廠林立、建築物遽增的情況下，現今建築物（如工廠、倉庫...等）為達到建築物內外空氣對流之效果，其屋頂及側面牆都會設置數個排風扇，如圖 1 所示。甚至是住家的各種散熱裝置，這些**運轉的扇葉會產生大量且持續的氣流**；這些氣流大多直接排放到大氣中而**未善加利用**，實為浪費可惜。如果可以**結合風力回收發電系統**，則可以**改善目前風力發電的地域限制**，猶如經濟部推動的百萬家庭百萬發電廠計畫，並能夠將風能回收發電再利用，實為一舉數得。



圖 1 建築物大量安裝排風扇

二、擬定正式計畫、研究問題及工作進度表

1.正式計畫

科技產業發達的台灣科技島，在工廠林立的情況下，大量使用抽排風扇來加強廠房的空氣對流量與品質，我們著手計畫針對人為的風扇風能來做回收發電的主題。建構研究的計畫內容如下，首先準備一台風力強勁的渦流扇，作為實驗的主要風能來源。再購置各式功率不同的直流馬達風扇與各式大小不同的扇葉，作為實驗的對象。電源輸入端準備一個輸出功率監控的設備，即時掌握紀錄輸出功率的電壓及電流變化。在風力發電端準備三用電表與風速計紀錄風能回收發電的即時電壓、電流及風速，建置的實驗平台如圖 2 所示，並在桌面標記定位用的距離刻度，作為實驗距離調整的校正。



圖 2 風能回收發電實驗平台

2.研究問題

研究之目的在於找出不受地域限制的風能回收發電之最佳條件，探討的問題有原動扇葉與發電扇葉的最佳距離、發電扇葉的幾何大小、搭配導風管與否的效益與條件、風扇功率對發電功率的影響、風能回收發電機前後的風速變化，以及電瓶充電的效果等等。以下幾個實驗的項目作為研究設計的方針：

實驗一：使用 1 擋風板，量測不同距離下的電流變化及影響。

實驗二：搭配導風管與否的條件下，檢測紀錄條件變化的效益與條件。

實驗三：原動扇葉與發電扇葉的距離幾何變化下，量測發電的即時電壓及電流。

實驗四：變換發電扇葉的幾何大小，量測發電的即時電壓及電流的變化。

實驗五：風扇馬達的功率幾何變化對風能回收發電功率的影響及其關係。

3.工作進度表

大約每個月數次跟指導老師面對面討論研究進度，跟組員的研究討論與實驗周期則是每周數次，我們用月份來擬訂進度表，如表 1. 工作進度甘特表。

表 1.工作進度甘特表

項 目	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月
(1)資料收集 風能再生原理與文獻	→				
(2)製作實驗器具- 購置風能再生實驗器材		→			
(3)實驗量測 進行實驗一到五的量測			→		
(4)研究討論 數據整理與歸納討論			→		
(5)結論 綜合整理出結論				→	
(6)撰寫文稿 各章節分工撰文			→		
(7)校稿與修正 請指導老師校正				→	

我們的組員平時各自利用課餘時間上網查詢相關資料、購置材料與製作器具，固定每週集合一次，在集合團體研究時共同探討進度與進行實驗，再將成果彙整後向老師報告、討論與研究，繼而進行實驗修改與調整研究方向。

依據研究設計與規劃訂定研究步驟流程方塊圖如圖 3 所示：

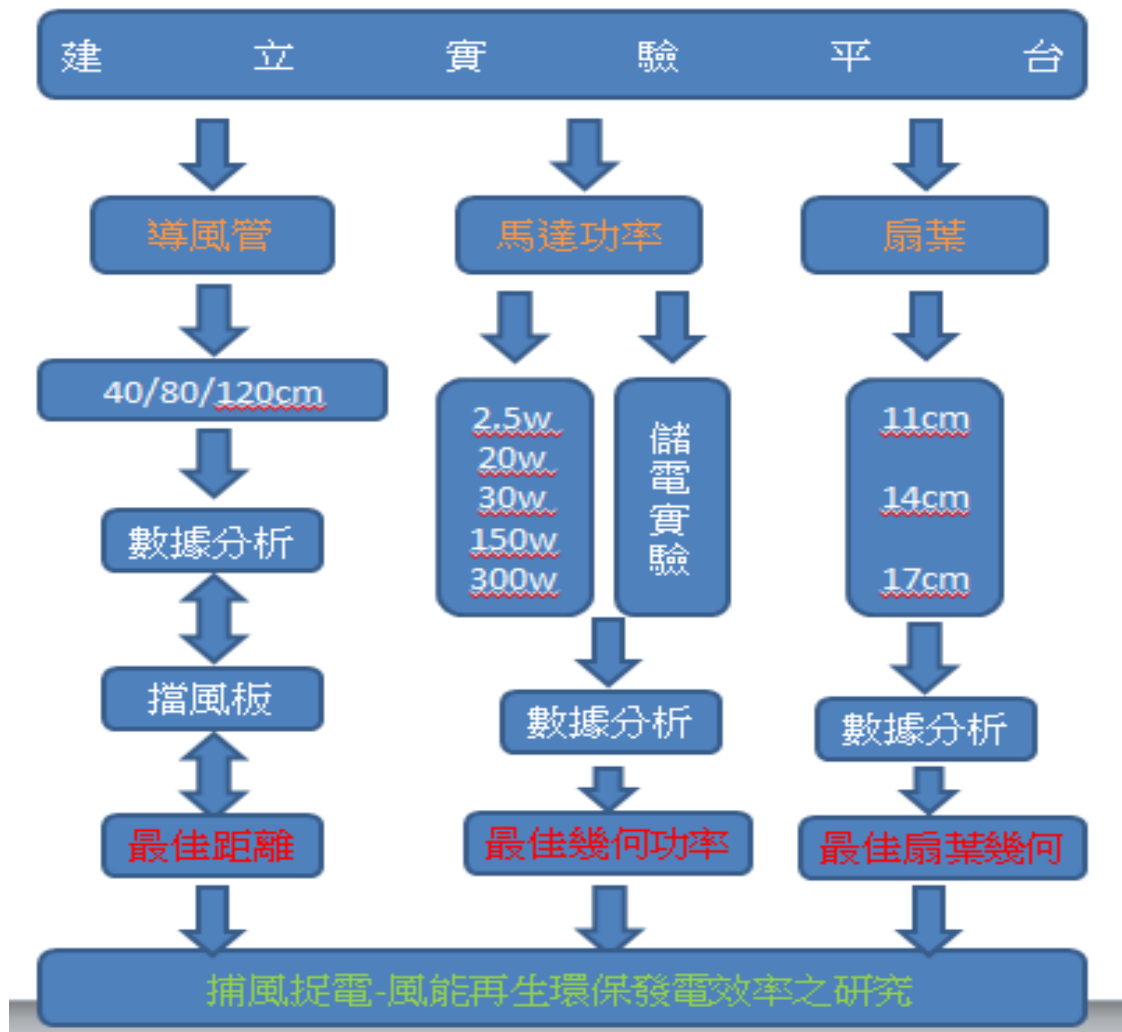


圖 3 研究步驟流程圖

三、彙整相關文獻

一般風力發電是指在濱海地區常見的大型風力發電機為主，但是這類風能的發電會嚴重受到地域的影響，我們想研究的是可能遍及您我生活周遭當中的工廠、住家、學校、商場等等任何裝置增進空氣對流的裝置。

首先我們委託相當專業的專利事務所協助查詢中華民國專利公告，是否有相關的專利研究，以便於了解過去或是現有的研究技術及範圍，作為我們研究主題的方向修正參考。

經查詢截至今年(2018)12月1日共有5件相關的新型專利，如參考文獻所示。值得介紹的第一個為具發電功能之排風扇[2]，該排風

扇是以馬達皮帶所帶動運轉的，同時馬達加裝另一皮帶去帶動另一顆直流馬達來發電，如圖 4 所示。像這樣的設計等於是電力來帶動發電機，只能說是電能轉動能再轉換成電能，這期間已經產生了 2 次的轉換消耗，也就是憑白的浪費了至少 2 到 3 成的電功率，因此功能與效益不張，除非是為了提供特定的直流電壓，否則並沒有經濟價值，跟我們的研究的設計結構完全不同。

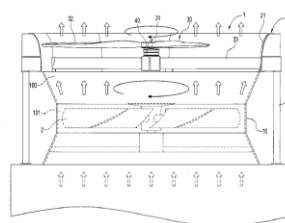
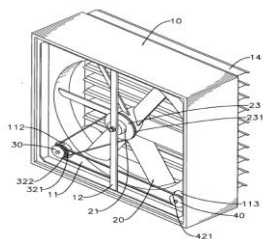


圖 4 專利-發電功能之排風扇

圖 5 專利-排風扇之風力發電裝置

第二個是結合排風扇之風力發電裝置[3]，將一個風力發電裝置結合在排風扇出風口，讓吹出來的風能來帶動風力發電機的扇葉，進而發出電能。如圖 5 為該設計結構示意圖，這樣的設計原理與我們的構想相當接近，只是這樣的專利作品並未富含設計意義，我們小組成員討論過後，覺得風能的原動機與風能發電機的距離一定存在著相互關係，尤其是扇葉大小、電功率大小、導風管是否有影響，在這個專利作品中完全沒有提到。該專利作品的設計有不完整的感覺，不完整部份讓我們有很大的研究空間。

第三個是高效能風力發電球[4]，將一個風力發電裝置結合在排風扇出風口，讓吹出來的風能來帶動風力發電機的扇葉，進而發出電能。如圖 6 為該設計結構示意圖，這樣的設計原理需要運用室內外的熱對流，但這種風力通常不大、功率也不大。

第四個是風能回收裝置[5]，如圖 7 所示是在吹風機的前端裝置風力發電裝置，在主要的概念上是一致的，但是在結構上、設計上是不一樣的研究訴求，與上述第二個結合排風扇之風力發電裝置[3]有一樣的概念，發電出來的應用也是相同的，不同的便是我們的細項研究部分，希望能探究更深層的結構與關係。。

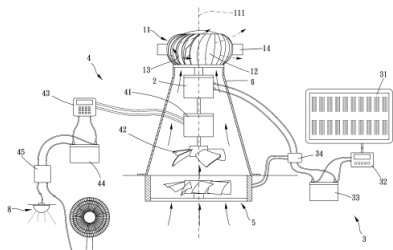


圖 6 專利-高效能風力發電球

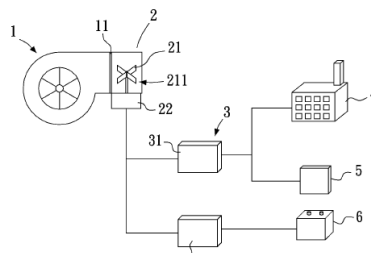


圖 7 專利-風能回收裝置

市售的各式排風扇如圖 8 所示，功率從 380W 到 1500W 均有，尺寸也是從 20 吋到 54 吋均有，每小時的排風量相當可觀，如果能夠善加回收發電，長期下來節能的電費也許能抵掉買排風扇的費用了

!

圖片				
名稱	54"(第七代)喇叭風扇	54"直結喇叭風扇	42"FRP喇叭風扇	42"FRP溫控變速喇叭風扇
型號	LR54-3A	LR54-3D	LR42-6A	LR42-3D
規格(cm)	146x146x80	146x146x80	114x114x80	114x114x80
馬力(HP)	1.5HP	2HP	1/2HP	3/4HP
轉速(RPM)	630	600/630	660	200-800
馬達傳動	自動調整式	直結傳動	耐熱皮帶	溫控變速
風葉片	48"鋁合金風葉	48"三葉鋁合金	36"鋁合金鋼圈風葉	36"不銹鋼
抽風量	45,000CMH	46,500 CMH	20,000 CMH	5000~18,000CMH
備註欄	含專利百葉窗組	含專利百葉窗組	含專利百葉窗組	含專利百葉窗組

圖片				
名稱	54"FRP三葉喇叭風扇	54"FRP六葉喇叭風扇	20"溫控變速百葉扇	24"內循環風扇
型號	LR54-3N	LR54-6A	MF20-6A	MP24-6A
規格(cm)	146x146x89cm	146x146x89cm	76x76x15	80x80x15
馬力(HP)	1HP*2HP	1HP*2HP	1/2HP	1/2HP
轉速(RPM)	450*550	450*550	200*1,200	830
馬達傳動	直接式/皮帶式	皮帶式	溫控變速	直接式

圖 8 各式各樣的大尺寸排風扇

四、資料分析、實驗數據整理

一、建置一個標準實驗的架構

(一)、建置一個標準量測用的風能再生發電實驗平台

我們觀察到科技產業發達的台灣科技島，工廠林立的情況下，大量地使用了抽排風扇來加強工廠的空氣對流量與品質，因此著手計畫針對人為的風扇風能來做回收發電的主題。開始建構研究的計畫內容，首先需要準備一台風力強勁的渦流扇，作為實驗的主要風能來源。再添購或是準備各式功率的直流馬達風扇，作為實驗的對象，並且準備一個輸出功率監控的設備，即時掌握紀錄輸出功率的電壓及電流變

化，在風力發電端也要準備三用電表紀錄風能回收發電的即時電壓及電流，建置實驗平台如圖 2 所示，桌面標記定位用的距離刻度。

實驗的風能來源是一台市售渦流循環扇，交流電 110V、電功率 75W，如圖 9 所示。操作變因對照條件有 17、14、10、7 公分的扇葉，2.5W、20W、30W、35W、50W、150W、300W 等不同電壓的直流馬達，長 120 公分、中 80 公分和短 40 公分的導風管。實驗平台為一張長 120 公分的桌子，在一邊標記 0 公分的起點，分間隔 10 公分做一個標記，排風扇與發電扇的護網對齊標記作為移動間距，每一筆數據均紀錄 10 筆後平均而記錄之，且準備了一個瓦時表如圖 10 所示，可以立即顯示電壓、電流、功率。以下記錄所進行的實驗數據及結果。



圖 9 市售渦流循環扇



圖 10 瓦時表

(二)、實驗一：擋風板不同距離下原動扇的電流變化及影響。

由於風扇馬達的電流會在兩個情形下產生較大運轉電流，一個是達到最大額定功率運轉時，另一個是因為產生阻力運轉而產生的，因此我們準備面積大於原動扇面積 2 倍以上的擋板，希望能了解風扇遇到阻力時對電流的影響程度，如表 2 為擋板與發電風扇對原動扇產生阻力的電流與功率數據，如圖 11 為實驗時的情形。表 2 為擋板與發電風扇對原動扇產生阻力的電流數據，圖 12 為其數據曲線圖。

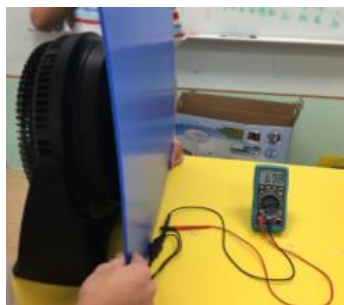


圖 11 擋風板遮住原動扇時的實驗情形

表 2 擋板與發電風扇對原動扇產生阻力的電流與功率數據

距離 (cm)	0	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
電流 (mA)	766	737	733	732	729	728	730	731	728	729	728	731
功率 (mW)	81.2	77.5	77.2	76.9	76.6	76.3	76.5	76.6	76.7	76.6	76.5	76.8

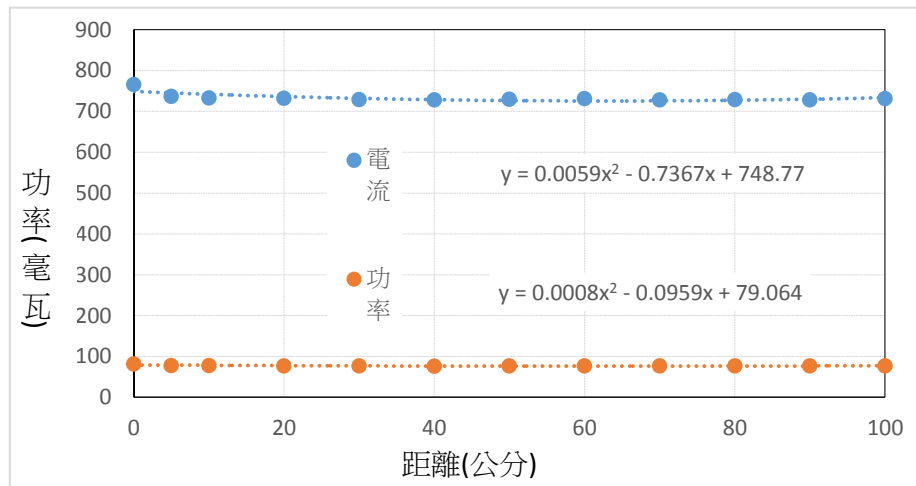


圖 12 原動扇電流與阻力的比較關係圖

經由實驗結果發現刻意加擋板的情況並會些微提高耗電電流量，最高是增加 $766-728=38\text{mA}$ ，位置是在完全貼住的 0 公分距離，在 5 公分的距離下增加的電流已經大幅降低，在 10 公分時幾乎沒有增加。在功率的部分也有相同的情況，最高是增加 $81.2-76.3=4.9$ 毫瓦，在 5 到 10 公分的距離範圍所增加的消耗功率最高為 4.9mW ，相當少的功率量。

二、實驗二：導風管長度變化 1 的效益影響。

有些工廠的排風扇出口因為會影響他人，設計考量必須加裝延長的直導風管或是 90 度導風管。因此我們在原動扇加裝導風管，希望能了解導風管及長度 120 公分、80 公分、40 公分是否存在著影響關係。如圖 13 所示為量測原動扇的出風口風速，風速為每秒 9 公尺，圖 14 為量測 120 公分導風管末端的出風口風速，風速為每秒 6.1 公尺，也就是說風速下降了將近 3 公尺。如表 3 為導風管實驗數據。圖

15、16 分別為 120 公分、40 公分的導風管實驗圖。



圖 13 原動扇的風速量測



圖 14 120cm 導風管出風口的風速量測

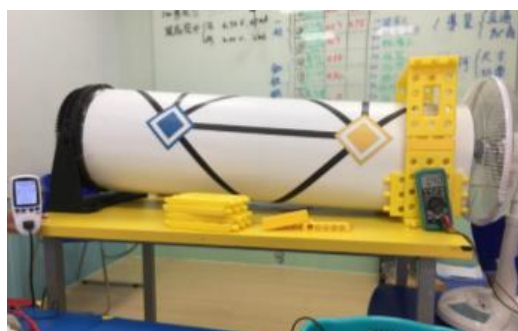


圖 15 120 公分的導風管



圖 16 40 公分的導風管

表 3 導風管長度 120、80、40 公分實驗數據

長度	導風管	原動扇 AC		發電扇 DC		
		V	A	V	m A	mW
120cm	無	114.5	0.755	2.50	6	15
	有	114.3	0.740	4.73	47	222.31
80cm	無	114.7	0.735	3.43	22.5	92.5
	有	114.7	0.736	4.94	47.1	237
40cm	無	114.9	0.750	4.36	39	170.04
	有	114.9	0.750	5.15	49	252.35

依據表 3 的實驗數據分別進行電壓、電流、功率的趨勢圖，圖 17、18、19 所示，我們輕易的可以發現導風管對於風力回收發電的效益相當大，無論是原動機的出風口或是導風管末端，都能夠較沒有導風管的實驗數值高出許多，而且是距離越遠效果越顯著。

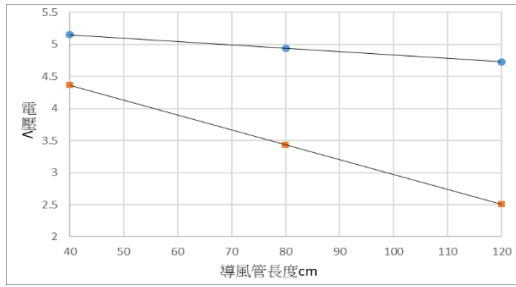


圖 17 導風管實驗的電壓趨勢圖

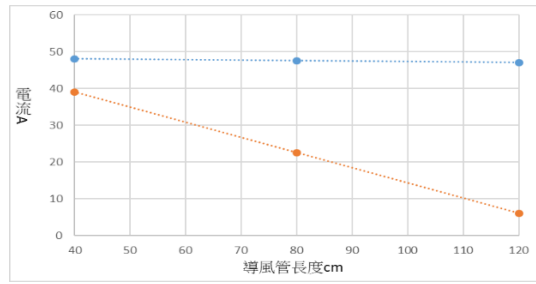


圖 18 導風管實驗的電流趨勢圖

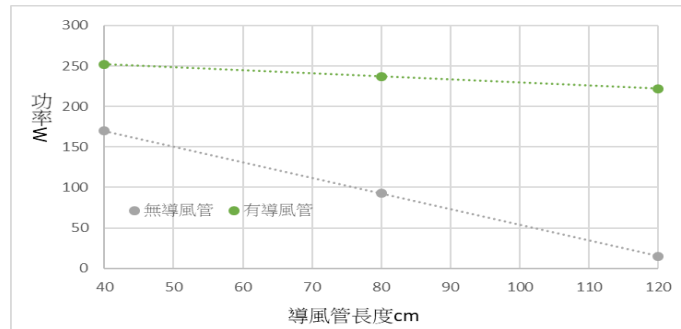


圖 19 導風管實驗的功率趨勢圖

三、實驗三：35W 直流馬達在不同距離下量測電壓、電流及功率。

為了貼近了解直流馬達的發電特性，我們購置了一台 35W 的直流電扇作為發電扇，如圖 20 所示發電扇葉配置的扇葉寬為 7 公分，進行不同距離的發電實驗量測，從貼近原動扇 10 公分的距離開始，並且記錄結果如表 4 所示，圖 21 為其數據製作成曲線圖。



圖 20 近距離 10 公分實驗量測情形



圖 22 寬 17 公分扇葉

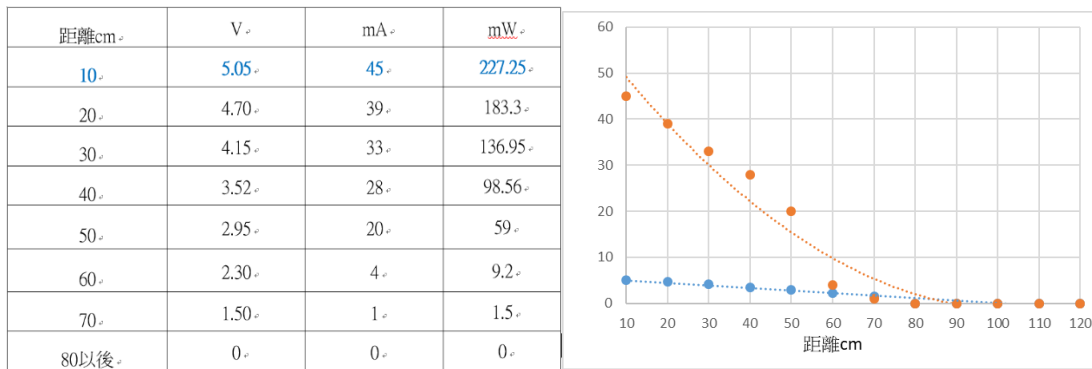


表 4 寬 7cm 扇葉不同距離實驗 圖 21 寬 7cm 扇葉的量測數據圖

如圖 21 所示在進行到 80 公分的實驗時，發電扇葉已經無法再轉動，於是更換寬為 17 公分的扇葉如圖 22 所示，進行變換扇葉幾何的實驗量測，結果記錄於表 5，圖 23 為其數據繪圖。

表 5 寬 17 公分扇葉不同距離與幾何大小實驗

距離	V	mA	mW
5	5.31	54	286.74
10	5.10	51	260.1
20	4.75	45	213.75
30	4.56	42	191.52
40	4.32	39	168.48
50	4.10	36	147.6
60	3.84	32	122.88
70	3.65	30	109.5
80	3.54	27	95.58
90	3.44	24	82.56
100	3.12	20	62.4
110	2.98	18	53.64
120	2.50	6	15

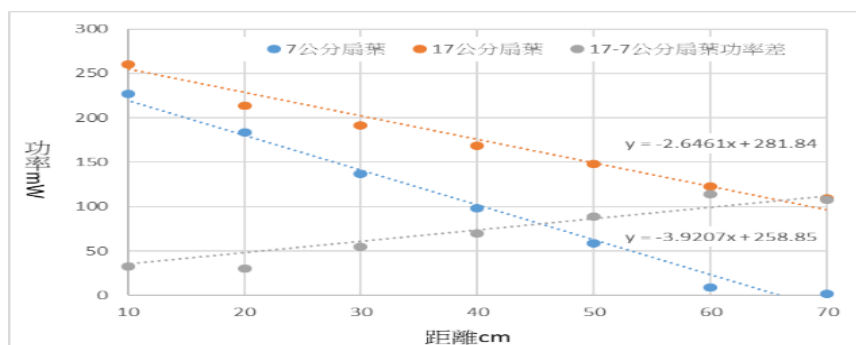


圖 23 寬 17 公分扇葉不同距離量測數據圖

扇葉寬度 7 公分與 17 公分的風能回收發電功率比較差異如圖 23 所示，發現超過 30 公分的距離，發電功率與扇葉大小的影響就會越大。以扇葉 17 公分在 5 公分距離的發電功率 286.74mW 最高。

四、實驗四：扇葉幾何大小變化，發電功率的影響。

在經過實驗三的實驗結果發現扇葉大小對於發電功率影響很大，因此實驗四要針對發電機扇葉的幾何大小來研究分析。我們發現市售風力發電機的扇葉都很細長，但是我們的實驗結果卻是不然，因此我們再購置了 20W、50W 的風力發電專用馬達，來進行扇葉幾何的實驗，同時也購置其他規格的扇葉來進行加工與實驗，如圖 24 所示為各式扇葉及加工線繪製。20W、50W 馬達實驗結果如表 6、7，並繪製成曲線圖如圖 25、26、27、28 所示。



圖 24 各式扇葉及加工線繪製

表 6 20W 發電機裝置不同扇葉幾何實驗數據表(公分四捨五入)

馬達 20W	11 公分 電壓 V	14 公分 電壓 V	17 公分 電壓 V	11 公分 電流 mA	14 公分 電流 mA	17 公分 電流 mA	11 公分 功率 W	14 公分 功率 W	17 公分 功率 W
10	40	34	31	120	115	110	4.8	3.91	3.41
20	38	33	30	110	100	95	4.18	3.3	2.85
30	34	31	27	95	93	85	3.23	2.883	2.295
40	32	29	25	83	90	83	2.656	2.61	2.075
50	31	27	23	78	85	80	2.418	2.295	1.84
60	30	26	22	75	80	76	2.25	2.08	1.672
70	29	25	21	72	75	70	2.088	1.875	1.47
80	28	23	20	65	65	66	1.82	1.495	1.32
90	26	22	19	57	60	62	1.482	1.32	1.178
100	24	22	18	54	54	58	1.296	1.188	1.044
110	23	21	18	51	45	54	1.173	0.945	0.972
120	21	21	18	48	35	50	1.008	0.735	0.9

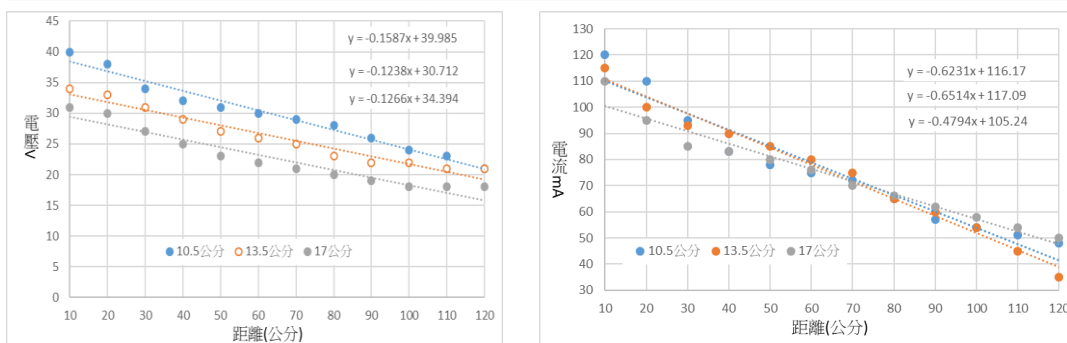


圖 25 20W 馬達在不同扇葉幾何的電壓電流數據曲線圖

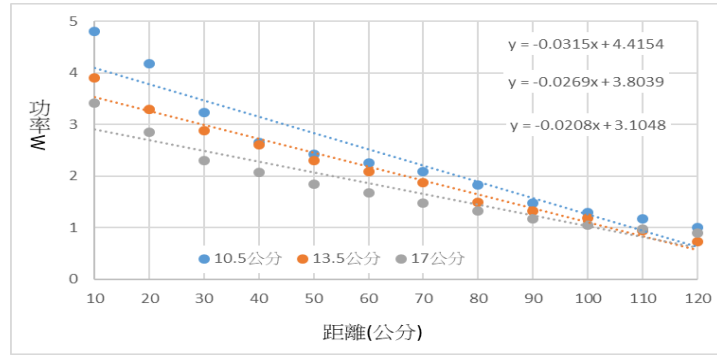


圖 26 20W 馬達在不同扇葉幾何的功率數據曲線圖

在裝置不同扇葉幾何實驗中，我們發現窄扇葉的發電效果在極近距離時，能得到最佳的發電效果，同時發現寬扇葉的電壓及電流雖然近距離比較低，但是因扇葉面積大所以較能在遠距離收集較多風力，電流數值反而在遠距離的數值較高，所以斜率較低。

表 6 50W 發電機裝置不同扇葉幾何實驗數據表

馬達 50W	7 公分 電壓 V	10 公分 電壓 V	14 公分 電壓 V	7 公分 電流 mA	10 公分 電流 mA	14 公分 電流 mA	7 公分 功率 W	10 公分 功率 W	14 公分 功率 W
10	51	42	27	36	42	55	1.836	1.764	1.485
20	47.5	41	25	24.8	36	53	1.178	1.476	1.325
30	44.6	40	23	17	32	50	0.7582	1.28	1.15
40	40.1	38	22	15	30	48	0.6015	1.14	1.056
50	37.4	36	21	11	26	46	0.4114	0.936	0.966
60	35.3	35	20	9	22	43	0.3177	0.77	0.86
70	34.2	33.5	19.5	8	17	35	0.2736	0.5695	0.6825
80	32.4	31.5	19	5	12	32	0.162	0.378	0.608
90	28.1	30	18	0	10	28	0	0.3	0.504
100	25.7	28	17.5	0	8	24	0	0.224	0.42
110	24.4	27	16	0	5	20	0	0.135	0.32
120	20.4	25	15	0	0	17	0	0	0.255

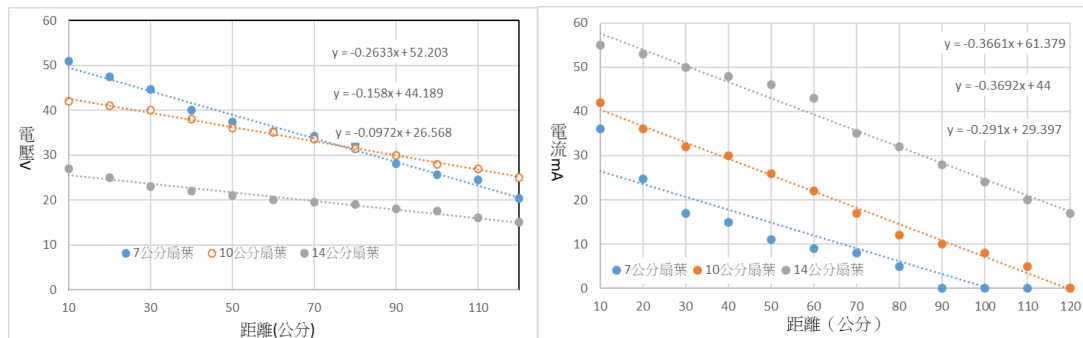


圖 27 50W 馬達在不同扇葉幾何的電壓電流數據曲線圖

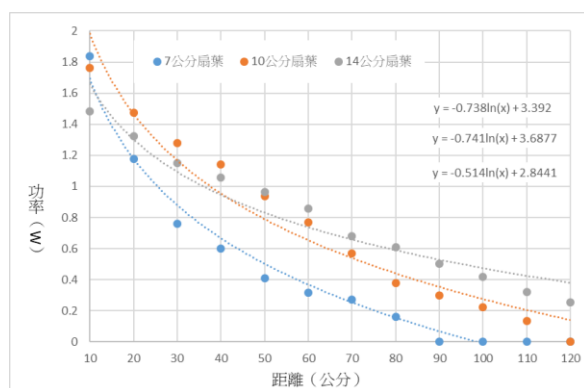


圖 28 50W 馬達在不同扇葉幾何的功率數據曲線圖

結果以 7 公分扇葉在 10 公分的距離發電功率 1836mW 為最高。

五、實驗五：風扇馬達的功率幾何對風能回收發電功率的研究。

本實驗是想了解發電扇的功率大小對於原動扇的功率大小是否存在著特別的比例關係，又再添購了幾顆風力發電專用馬達準備了直流馬達，2.5W、20W、30W、50W、150W、300W 來共 6 種來進行實驗，如圖 28 所示為新添購的各式功率直流馬達，由於窄扇葉的發電數據較佳，所以功率幾何實驗均以窄扇葉進行，實驗數據如表 8 所示，圖 29 為實驗數據曲線綜合比較圖，圖 30 為各種功率馬達的最佳發電變化比較圖。



圖 28 新添購的各式功率直流馬達

表 8 發電扇 2.5W 的實驗數據表

功率 mW	2.5W	20W	30W	50W	150W	300W
10	300	4800	3770	1836	1430	1050
20	206	4180	3520	1178	1048	926
30	194	3230	2898	758	638	308
40	181	2656	2447	602	56	12
50	173	2418	1848	411	14	4
60	166	2250	1723	318	4	0
70	153	2088	1446	274	2	0
80	144	1820	1219	126	0	0
90	135	1482	1058	0	0	0
100	118	1296	952	0	0	0
110	106	1173	788	0	0	0

由表 8 的數據得知，發電功率以 20W 的 4800 mW 為最高，其次是 30W 的 3770 mW 次高，所以 75W 原動扇匹配功率幾何最佳的瓦數可能是落在 20-30W 之間，假設為 25W 時，剛好為 75W 的 1/3，因此依據實驗結果推斷 功率幾何最佳比率為 3：1，而產出的功率約為該功率馬達的 1/5，以本研究來說大約是每小時 5 瓦。若廠房一天 20 小時運作，則在 10 顆 1500W 排風扇裝置 1/3 功率的 500W，每小時可以發出 1/5 功率的 100W，因此 $100 \times 10 \times 20 = 20\text{KW} = 20$ 度電，工廠電費以 4 元計價，一年以 300 天計算，共可以產出 $20 \times 300 \times 4 = 24000$ 元，約等於一台 1500W 排風扇的價格，也就是 10 台排風扇裝置風能回收裝置，大約 10 年可以回收成本。

若是僅計算加裝 500W 的風能回收發電機回收效率，假設一台 500W 馬達加風扇裝置完成約需 4800 元，一年電費回收產出約 2400 元，因此估計裝置風能回收發電裝置 2 年左右即可回收成本，投資報酬率最高將近 50%。

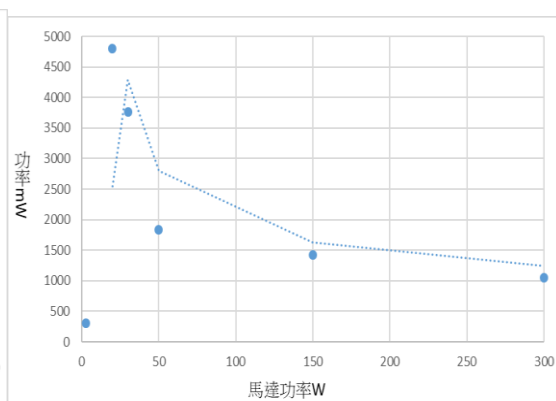
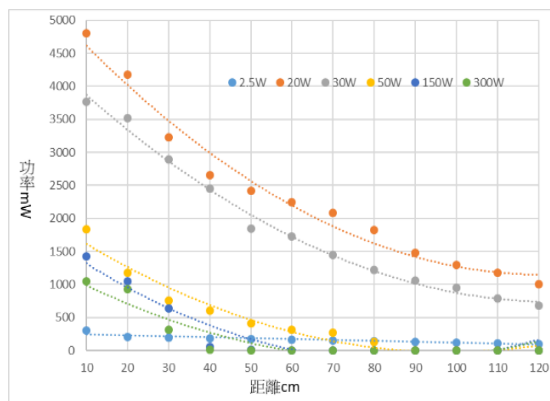


圖 29 風扇功率發電曲線比較圖 圖 30 馬達的發電功率曲線趨勢圖

五、研究結果與討論

實驗一：使用擋風板，量測不同距離下的電流變化及影響

使用擋風板在近距離 5~10 公分下，電流僅上升 38mA，耗電功率上升約 4.9mW，而風能回收發電在風速為每秒 9

公尺能夠產出 4.8W，所以**風能回收是很值得加裝的**。

實驗二：導風管長度變化的效益影響

搭配**導風管與否**的條件下，**很明顯的有助於風能回收發電的效果，也能提高有效風能距離**。

實驗三：35W 直流馬達在不同距離幾何下發電的電壓及電流

35W 直流馬達呈現出距離幾何的結果，發現距離與風能回收發電有著重要關係，**距離是越近越好，大約是 5-10 公分**。

實驗四：發電扇扇葉幾何變化對發電功率的影響

發現扇葉與風能回收發電有著重要關係，雖然**扇葉是越大則受風面積越大**，但是只能發揮增加微風啟動的效果。因為風能回收發電式裝置在距離排風扇最近的位置，經實驗結果顯示，**10 公分以下的扇葉有更佳的發電效果**。

實驗五：發電扇馬達功率幾何的對風能回收發電功率的影響

75W 原動扇匹配功率幾何最佳的瓦數可能是落在 25-30W 之間，假設為 25W 時，剛好為 75W 的 1/3，因此依據實驗結果推斷**功率幾何最佳比率為 3:1**，而產出的**功率約為該功率馬達的 1/5**，以本研究來說大約是 5 瓦/小時。

六、評鑑與檢討(每階段的省思與收穫)

1.研究動機：

我們發現處處留心皆學問，過去的我們只會照本宣科的讀書背誦，從不會有自己的想法，因此對於這次獨立研究的參加與用心投入，扎扎实實的讓我們的思考能力大大的提升。

2.擬定正式計畫、研究問題及工作進度表：

做學問研究真的不簡單，必須要具備豐富的學識，還要先做足功課，才能夠規劃研究的方向與步調，不然怎麼開始第一步都是個很大的問題，像班上其他同學很多組沒做出來成果就都放棄了。

3.彙整相關文獻：

我們跟其他組別不一樣就是在於我們很明確的知道目標及目的，因此可以很快地請專利事務所給予我們協助查詢專利公報資料，但也不是那麼簡單，還要詳實的閱讀這些資料才能明確的知道後續研究方向及步調。而相關原理也是很重慶的一種做學問的基本功夫，我們也都因此而成長了許多。

4.資料分析：

一開始的我們認為做完數據就完成了，後來閱讀更多資料後才知道其實數據還要加以整理分析，才能仔細的得知研究的細膩訊息，往往這樣的技巧不易學習與掌握，也很可能就是決勝的關鍵了！

5.研究結果與討論：

寫到這裡我們一致都覺得其實沒有一樣是簡簡單單、輕輕鬆鬆地，過去的我們是沒有真正投入研究的人，是沒有辦法像我們現在一樣對於研究有些基本功夫了，甚至能夠言之有物、道之有理，**每一項資料數據都是需要以認真仔細的態度去大膽假設、小心求證，還有歸納與整理，這些都不是一蹴可幾的隨便功夫**，很慶幸的我們堅持到最後的今天，雖然踏出的成就只有一小步，卻是非常重要的**一大步**。

6.未來與展望

目前的研究都侷限在自己尋找的風扇與馬達規格，目前已經接洽彰化縣在地的通風扇生產大廠(九龍灣)，希望能夠透過合作的方式，由廠商提供實體尺寸的通風扇，如圖 31 為 48 吋的通風扇，以及高效的風力發電機等設備，由我們研究小組繼續後續的功率幾何匹配等等的發電效率研究，期待將來能夠將研究具體化、實務化，為環保節能做出貢獻。

下一步則是將目前的研究成果歸納成具體的數據規格，向在地的專利事務所請求協助申請專利證書，如圖 32 為擬訂要申請專利證書的作品設計圖，學習如何保全目前辛苦的研究成果。以這個起點再向下一步的研究里程碑繼續邁進。



圖 31 實體尺寸 48 吋通風扇

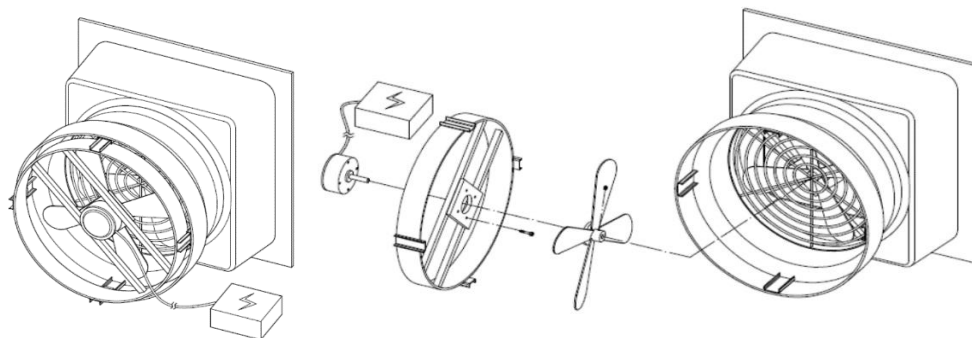


圖 32 擬申請專利證書設計規劃圖

七、參考資料

- [1] 具同時及互補發電之排風扇結構，中華民國新型專利公告 102/04/11。
- [2] 具發電功能之排風扇，中華民國新型專利公告，103/05/21。
- [3] 結合排風扇之風力發電裝置，中華民國新型專利公告 106/04/01。
- [4] 高效能發電通風球，中華民國新型專利公告 107/11/21。
- [5] 風能回收發電裝置，中華民國新型專利公告，107/08/15。
- [6] <http://www.rod.idv.tw/fastfood/electricity0012.html> 風力發電原理
- [7] 發電機，維基百科。
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%8F%91%E7%94%B5%E6>
- [8] <http://www.easyfong.com.tw/products.htm> 翊豐通風扇公司
- [9] <http://www.kolowa.com.tw/> 九龍灣通風企業有限公司
- [10] <http://www.bsmi.gov.tw/wSite/public/Data/f1448613455073.pdf> 瓦時表的原理。