

中華民國第四十八屆中小學科學展覽會
作品說明書

高職組 土木科

第一名
最佳創意獎

091201

八方風雲 輪風換發

學校名稱：高雄市立高雄高級工業職業學校

| | |
|---|------------------|
| 作者： 職二 劉育瑞 職二 黃國豪 職二 蕭昇旻 職二 呂啓綱 | 指導老師： 黃天枝 |
|---|------------------|

關鍵詞： 綠建築、風場、風力發電

壹、摘要

在原油短產與飆漲的時代下，且生質油的發展反造成全球物價急速攀升，能否在最節能與最具效能理念下，替代電能的來源搜尋與研發成了全球最關心、最迫切的要事。在全球要事目標下，本研究探討被遺漏的工廠廠房免電力自然通風設備，將其改造成自然風力發電機組，朝支援都市建築環境照明設備所需的電力進行研究。

本研究後發現免電力自然通風器發電機頗具可行性，靠著穩定風量讓葉片能順利轉動，驅動轉磁式發電機產生電力，同時具有原有排熱、排濕氣與通風等功能。並有效解決一般風力設施受風場限制所造成發電量不穩定的困擾，藉由輕巧風力發電機補助家用太陽能發電組的供電效能；期盼能有更進一步的研發，使其成爲都市建築環境電力供應主角。

貳、研究動機

依綠建築建造理念，就是建構一個「生態、節能、減廢、健康」的建築，其中「減少建築物耗能」的明確規定即為本次探討的研究動機，研究如何運用天然的能源，而產生替代的民生與工業所需能源。

在我們校園與週遭中，看到了許多工廠屋頂上有著好幾顆像飛碟、陀螺的東西，好奇的我們馬上請教師長有關這方面的議題，想著「它」只能拿來當作工廠通風系統的用途嗎？

本研究在觀察免電力通風器的葉片發現在風速不大的情況下也能夠有穩定地轉動，因此利用這點，在通風器的軸承組件規劃設計纏繞電線與黏貼磁鐵，靠著基礎物理課程中的相關電磁知識來改造通風器朝產生電力可行性發始，再探究其發電效能作為研究的方向與目的。

叁、研究目的

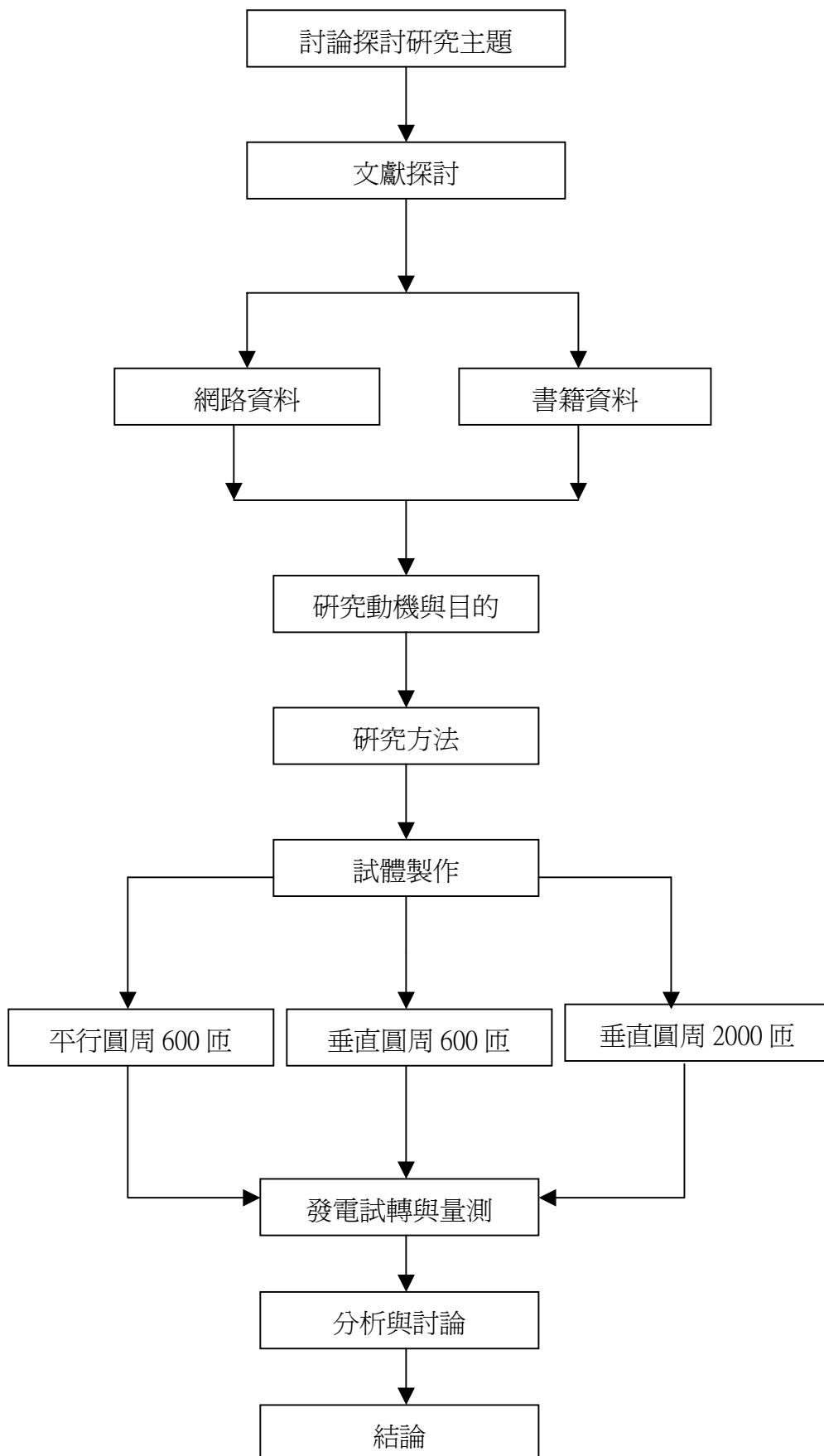
- 1.在模擬常態風力實驗下，免電力通風設備改成發電機的可能性。
- 2.風速與平行圓周纏繞600匝數線圈及磁鐵數目，對發電量的影響。
- 3.在四線圈組下，探討風速與垂直圓周纏繞600、2000匝數線圈與四塊、六塊、八塊磁鐵數對發電量的影響。
- 4.風速與垂直圓周纏繞六組2000匝數線圈與六塊磁鐵數對發電量的影響。
- 5.風速與垂直圓周纏繞四組600、2000匝數線圈與八塊磁鐵數加入四個、八個19mm長尾夾對發電量的影響。

肆、研究器材與設備

表 1 器材設備表

| 器材、設備名稱 | 器材、設備圖片 | 器材、設備名稱 | 器材、設備圖片 |
|-----------------------------------|---|---------------|---|
| 4 吋免電力自然通風機(材質為尼龍) |  | 風速計 1 台 |  |
| 4 吋免電力自然通風機(材質為白鐵) |  | 鐵剪刀一支 |  |
| 手段式風扇調節器一座 |  | 鍍鐵鐵片 2 片 |  |
| 鑽孔機一台 |  | 卯釘器一支 卯釘一盒 |  |
| 線圈 $\phi 0.235\text{mm}$ 漆包線一卷 |  | 捲尺一個 |  |
| 電風扇一台(風源) |  | 強力磁鐵 18 片 |  |
| 多功能數字型 三用電壓表一台 |  | 19mm 長尾夾 1 盒 |  |

伍、研究流程



陸、研究過程與結果

一、研究方法

本研究以比較性實驗法進行測試，當風吹過中小型發電機時，藉由葉片配置的強力磁鐵迴轉與軸承纏繞線圈所切割產生之電磁效應而形成一具中小型發電機，經由三用電表測出發電量數值透過 Microsoft Excel 2003 運算分析。

(一)蒐集資料

當我們開始從事研究前，先請教老師有關風力發電發展的相關問題，老師提供相關的資料與尋求知識的方向，加上我們早先閱讀過風力工程相關文章與物理課程中攸關發電原理，透過網際瀏覽與書籍了解風切效應相關定義。依據丁育群 (2000) 內政部建築研究所就計畫成果報告書所提出有關高雄地區風場之韋伯機率分佈參數 (表 2) 顯示，高雄地區之平均風速 2.0 m/s 至 3.0 m/s，加上距地面高度與高空風壓正比的關係，如將風力發電組架設於 30 呎(9M)以上具有 12mph(5.0 m/s) (聚恆科技)，朱佳仁 (2006) 風工程概論中記載的蒲福風力等級表 (表 3) 中的 3~5 級風力常在我們生活環境時常出現，尤其是秋冬季更為顯著。

表 2 高雄地區風場之韋伯機率分佈參數

| e 風向 | 發生機率(%) | 平均風速(m/s) | A_i | U_i (m/s) |
|------|---------|-----------|-------|-------------|
| 北北東 | 9.44 | 2.4 | 1.66 | 3.07 |
| 北東 | 6.31 | 1.77 | 2.09 | 2.63 |
| 東北東 | 7.03 | 1.84 | 2.12 | 2.64 |
| 東 | 3.52 | 1.89 | 2.04 | 2.77 |
| 東南東 | 2.29 | 2.86 | 1.57 | 3.74 |
| 南東 | 1.92 | 3.47 | 1.43 | 4.1 |
| 南南東 | 4.73 | 3.81 | 1.92 | 4.66 |
| 南 | 4.01 | 3.07 | 1.75 | 3.87 |
| 南南西 | 2.49 | 2.7 | 1.99 | 3.47 |
| 南西 | 1.94 | 2.52 | 1.78 | 3.42 |
| 西南西 | 3.23 | 2.79 | 1.68 | 3.69 |
| 西 | 5.18 | 2.81 | 1.91 | 3.57 |
| 西北西 | 10.14 | 3.42 | 2.06 | 4.47 |
| 北西 | 10.48 | 3.01 | 2.14 | 4.13 |
| 北北西 | 10.86 | 2.79 | 1.94 | 3.78 |
| 北 | 12.28 | 2.49 | 1.76 | 3.18 |
| 靜風 | 416 | - | - | - |

表3 蒲福風力

| 風力等級 | 名稱 | 相當于開闊平坦地面 10 米高處風速 | | | 浪高 (米) | 陸上物理征象 |
|------|-----|--------------------|-------|-------|-----------|------------------------|
| | | 米/秒 | 公里/時 | 海里/時 | | |
| 0 | 靜風 | 0-0.2 | <1 | <1 | - | 靜，煙直上。 |
| 1 | 軟風 | 0.3-1.5 | 1-5 | 1-3 | 0.1 | 煙能表示風向，但風向標尚不能指示風向。 |
| 2 | 輕風 | 1.6-3.3 | 6-11 | 4-6 | 0.2 | 人面感覺有風，樹葉有微響，風向標能隨風轉動。 |
| 3 | 微風 | 3.4-5.4 | 12-19 | 7-10 | 0.6 | 樹葉與微枝搖動不息，旌旗展開。 |
| 4 | 和風 | 5.5-7.9 | 20-28 | 11-16 | 1.0 | 灰塵和碎紙揚起，小樹枝搖動。 |
| 5 | 清勁風 | 8.0-10.7 | 29-38 | 17-21 | 2.0 | 有葉的小樹枝搖動，內陸水面有小波浪。 |
| 6 | 強風 | 10.8-13.8 | 39-49 | 22-27 | 3.0 | 大樹枝搖動，電線呼呼有聲，打傘困難。 |

註：本表截錄至 6 級風力

從建築風場流動圖可發現實際建物周圍的風場行徑有利於本研究所探討的免電力自然通風發電機組研發後的設置點普及化，其風場流動狀態如圖 1~圖 8 所示（朱佳仁，2006）。因此本研究的可行性與價值性更有探究之必要。經文獻資料評估討論，再共同分析出實驗之方向，展開我們的研究之旅。



圖1 建築物迎風而下切氣流之示意圖



圖2 建築物尾流之示意圖

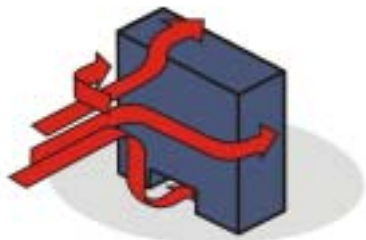


圖3 穿堂風之示意圖

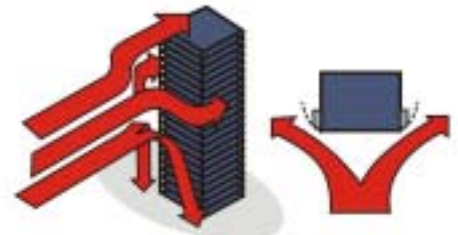


圖4 建築物角隅強風之示意圖

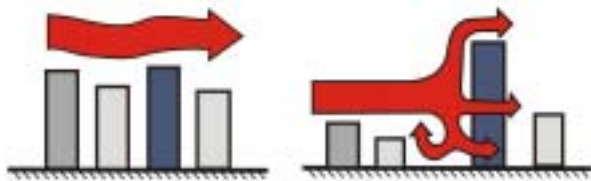


圖5 遮蔽物效應之示意圖



圖6 金字塔效應之示意圖

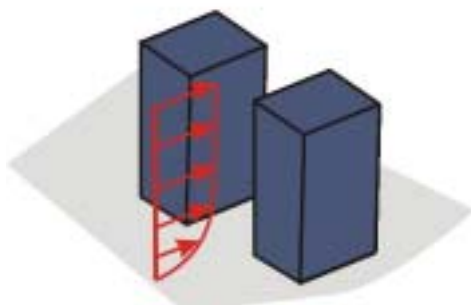


圖7 縮流效應之示意圖

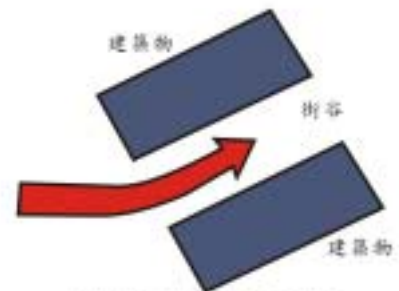


圖8 街谷渠化效應之示意圖

(二)研究設計

依據擬定的研究方向，準備實驗材料與設備，將工廠屋頂排風機內部纏繞線圈、並裝置強力磁鐵，藉由屋頂外界吹起風時，靠著風力推動排風機之葉片，透過葉片轉動而讓磁鐵的磁極能瞬間轉換，經由物理冷次定律讓 $\phi 0.235\text{mm}$ 線圈及 $\phi 0.295\text{mm}$ 線圈所纏繞線圈切割磁力線產生之電磁效應形成一具中小型發電機，本研究針對這方向去設計我們的實驗試體如圖 9、圖 10 所示。



圖 9 平行轉軸圓周繞線圈實驗試體示意



圖 10 垂直轉軸圓周繞線圈實驗試體示意

(三)、研究試體

1.風葉試體製作過程（失敗）



圖 11 剪鐵皮自製旋轉風葉



圖 12 自製旋轉風葉

研究鐵皮製作旋轉組件，因重量超過預計無法順利於為風速 0.5m/s 中運行。

2.轉軸 4 英吋管之纏繞電線(如圖 13、圖 21 所示)

本研究採用試體以坊間屋頂型通風器作四塊磁鐵與六塊磁鐵之發電機組作設計與製作。



圖 13 轉軸纏繞線圈

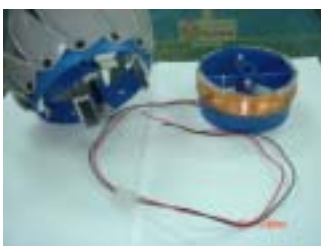


圖 14 轉軸纏繞線圈完成品



圖 15 四線圈組基座製作



圖 16 四塊 600 匝與 2000 匝
線圈纏繞製作



圖 17 四塊 600 匝與
2000 匝線圈成



圖 18 四塊 600 匝與 2000 匝
線圈成品與基座組合



圖 19 2000 匝數線圈與基
座完成品



圖 20 磁鐵設置完成品



圖 21 發電機組裝完成

3.實驗試體組(如圖 22~圖 24 所示)



圖 22 六組線圈 2000 匝
6@60°六塊磁鐵



圖 23 四組線圈 600 匝 4@90°
八塊磁鐵四個 19mm 長
尾夾試體



圖 24 四組線圈 2000 匝 4@90°
八塊磁鐵八個 19mm 長
尾夾試體

二、研究測試

(一)實驗一

風速與平行圓周纏繞線圈及磁鐵數目，對發電量的影響探討

1.測試目標

- (1)線圈 600 匝條件下，四組（4@90°）四塊磁鐵在風速增減時，最大、小發電量。
- (2)線圈 600 匝條件下，六組（6@60°）六塊磁鐵在風速增減時，最大、小發電量。

2.測試流程

在風速增減時分別四塊磁鐵與六塊磁鐵的轉動發電量作測試比較。(如圖 25 所示)

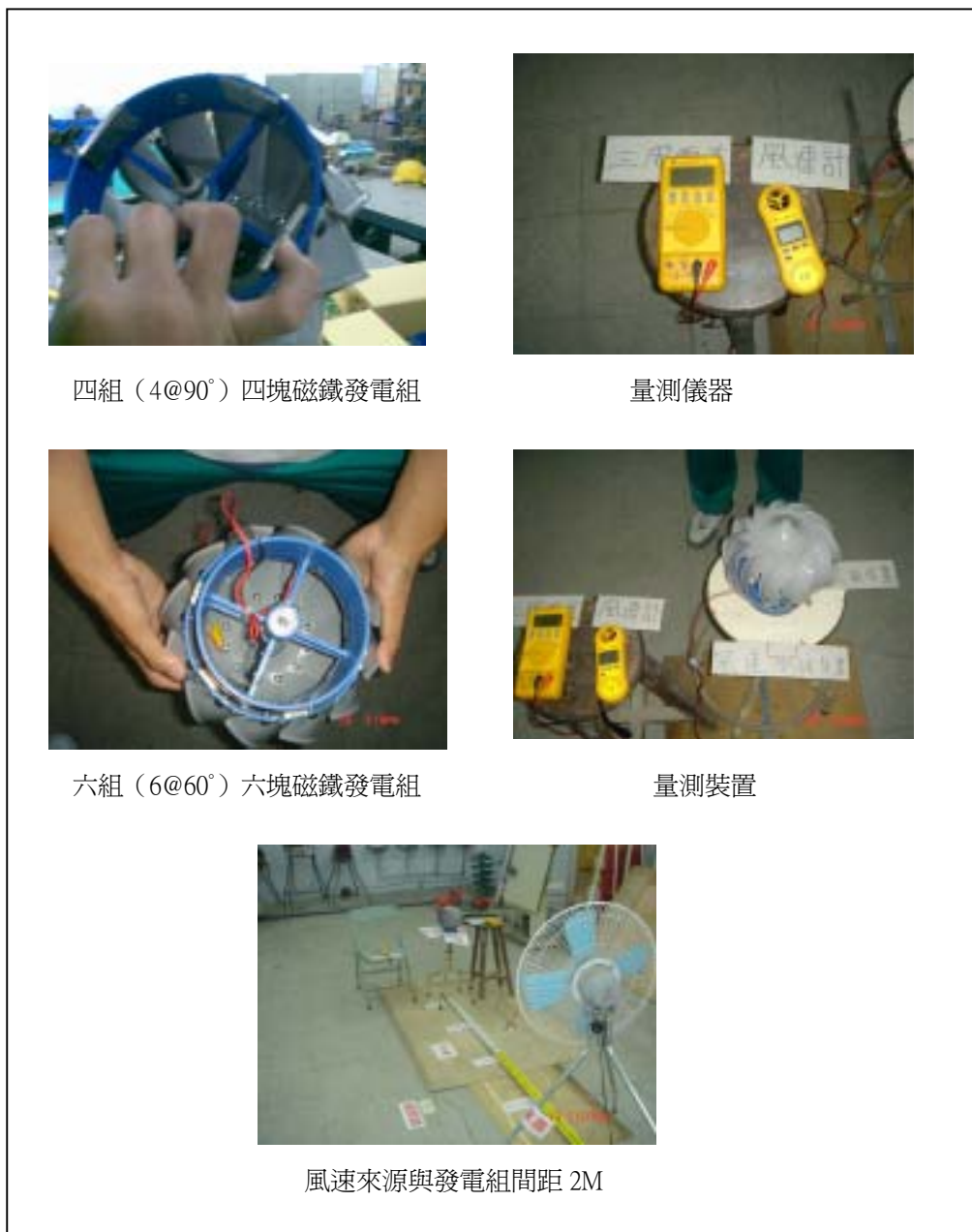


圖 25 四塊與六塊磁鐵在風速增減時測試

3.測試數據

(1)線圈 600 匝四組（4@90°）四塊磁鐵風力發電量(如表 4 及圖 26 所示)

表 4 600 匝四組（4@90°）四塊磁鐵轉動測得數據

| 風速 (m/s) | AC 量測 | |
|-------------|-------------|-------------|
| | 瞬間最大發電量(mV) | 瞬間最小發電量(mV) |
| 0.5 | 1.1 | 0.3 |
| 1.0 | 1.5 | 0.5 |
| 1.5 | 2.4 | 0.8 |
| 2.0 | 2.7 | 1.5 |
| 2.5 | 3.9 | 2.3 |
| 3.0 | 5.2 | 3.0 |
| 3.5 | 7.0 | 4.1 |
| 4.0 | 7.4 | 4.3 |
| 4.5 | 7.8 | 5.6 |
| 5.0 | 9.8 | 5.6 |

量測數值記錄以風速定速持續運轉 1 分鐘載記

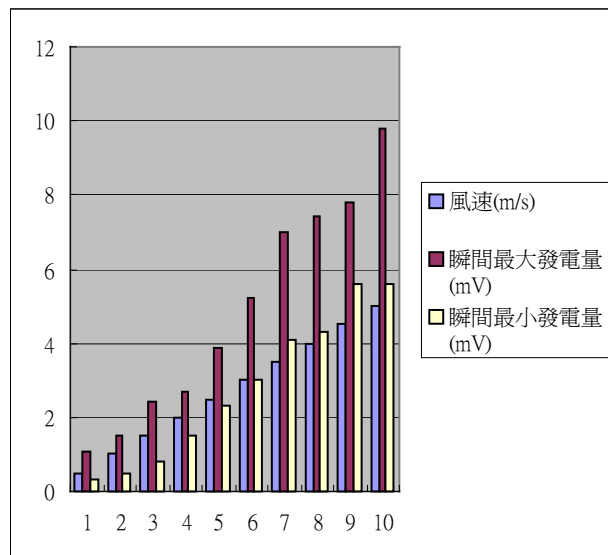


圖 26 600 匝數四組四塊磁鐵轉動測得數據分析圖

(2) 線圈 600 匝六組（6@60°）六塊磁鐵風力發電量(如表 5 及圖 27 所示)

表 5 600 匝六組（6@60°）六塊磁鐵轉動測得數據

| 風速(m/s) | AC 量測 | |
|---------|-------------|-------------|
| | 瞬間最大發電量(mV) | 瞬間最小發電量(mV) |
| 0.5 | 0.7 | 0.6 |
| 1.0 | 2.7 | 0.9 |
| 1.5 | 3.5 | 1.0 |
| 2.0 | 4.4 | 1.7 |
| 2.5 | 10.2 | 2.1 |
| 3.0 | 13.2 | 5.9 |
| 3.5 | 16.4 | 7.4 |
| 4.0 | 19.7 | 9.3 |
| 4.5 | 20.4 | 11.6 |
| 5.0 | 22.8 | 14.4 |

量測數值記錄以風速定速持續運轉 1 分鐘載記

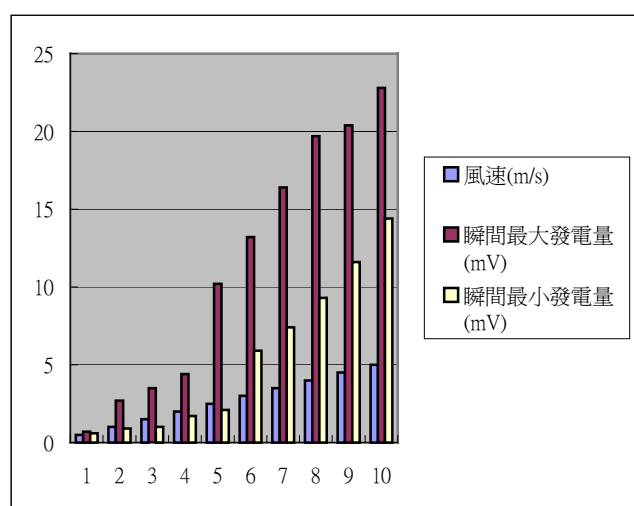


圖 27 600 匝數四組六塊磁鐵轉動
測得數據分析圖

4.分析討論

實驗測試結果發現，平行線組在四塊磁鐵風力發電量與六塊磁鐵在定值風速推轉均能誘發電力，故第一個研究目的此實驗量測中獲得正向印證。

從實驗一之測驗過程與數值分析（表 4、表 5），平行線組六塊磁鐵風力發電量與四塊磁鐵風力發電量兩者，在風速 2.0m/s 以內所產生的發電量趨於相近，在 2.0~4.0m/s 驅動下兩者已有明顯幾近 2 倍發電量的差距；若風速超過 4.0m/s 更顯示出兩者發電有急速攀升趨勢，證明在磁鐵數增加、風速較強時，與發電量成正比。

在實驗過程發現雖有電量產生但磁通力效能不彰，經由老師指導磁力線與線圈平行與法拉第定律、弗萊明定則與冷次定律不符，是否因此照成磁通發電效應變差，此問題也成爲本研究實驗二所需探討的重要方向。

(二)實驗二

風速與垂直圓周纏繞線圈 600 匝數及磁鐵數目，對發電量的影響探討。

1.測試目標

- (1)線圈 600 匝條件下，四組（4@90°）四塊磁鐵在風速增減時，最大、小發電量。
- (2)線圈 600 匝條件下，四組（6@60°）六塊磁鐵在風速增減時，最大、小發電量。

2.測試流程

在風速增減時分別四塊磁鐵與六塊磁鐵的轉動發電量作測試比較。(裝置如同實驗一)

3.測試數據

- (1) 線圈 600 匝四組（4@90°）四塊磁鐵風力發電量(如表 6 及圖 28 所示)

表 6 600 匝數四組（6@60°）四塊磁鐵轉動測得數據

| 風速(m/s) | AC 量測 | | |
|---------|------------|------------|--------|
| | 瞬間最大發電量(V) | 瞬間最小發電量(V) | 頻率(Hz) |
| 0.5 | 0.000 | 0.000 | 0.00 |
| 1.0 | 0.021 | 0.002 | 2.15 |
| 1.5 | 0.134 | 0.053 | 5.69 |
| 2.0 | 0.252 | 0.194 | 15.15 |
| 2.5 | 0.272 | 0.184 | 17.19 |
| 3.0 | 0.380 | 0.302 | 24.61 |
| 3.5 | 0.444 | 0.373 | 32.30 |
| 4.0 | 0.518 | 0.389 | 32.33 |
| 4.5 | 0.539 | 0.441 | 32.47 |
| 5.0 | 0.674 | 0.593 | 33.13 |
| 5.5 | 0.739 | 0.616 | 37.41 |
| 6.0 | 0.751 | 0.619 | 38.55 |

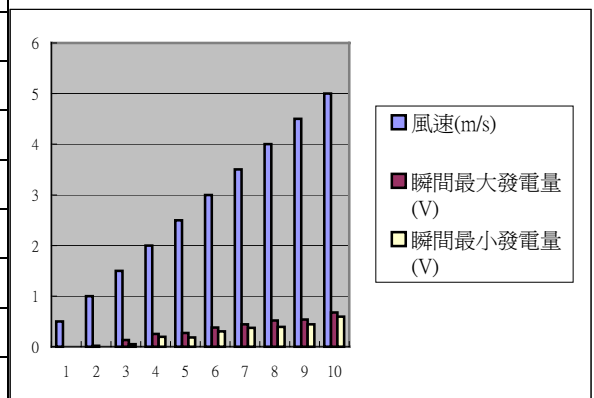


圖 28 600 匝數四組四塊磁鐵轉動測得數據分析圖

(2)線圈 600 匝四組 (6@60°) 六塊磁鐵風力發電量(如表 7 及圖 29 所示)

表 7 600 匝數四組 (6@60°) 六塊磁鐵轉動測得數據

| 風速(m/s) | AC 量測 | | |
|---------|------------|------------|--------|
| | 瞬間最大發電量(V) | 瞬間最小發電量(V) | 頻率(Hz) |
| 0.5 | 0.000 | 0.000 | 0.00 |
| 1.0 | 0.000 | 0.000 | 0.00 |
| 1.5 | 0.000 | 0.000 | 0.00 |
| 2.0 | 0.019 | 0.001 | 25.90 |
| 2.5 | 0.022 | 0.004 | 26.70 |
| 3.0 | 0.032 | 0.006 | 30.73 |
| 3.5 | 0.061 | 0.029 | 47.29 |
| 4.0 | 0.072 | 0.034 | 50.60 |
| 4.5 | 0.072 | 0.048 | 53.14 |
| 5.0 | 0.079 | 0.050 | 54.65 |
| 5.5 | 0.074 | 0.048 | 56.65 |
| 6.0 | 0.085 | 0.050 | 55.21 |

量測數值記錄以風速定速持續運轉 1 分鐘載記

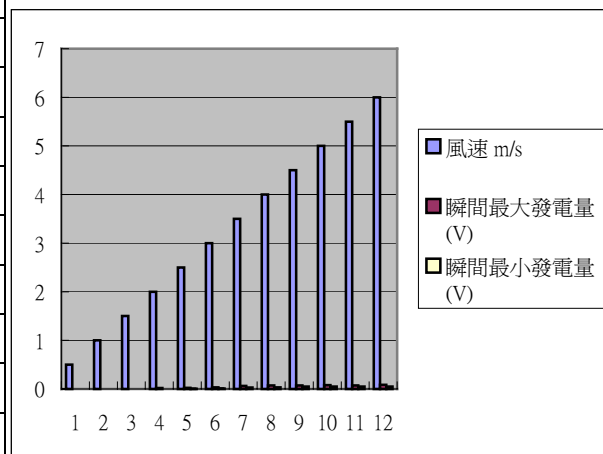


圖 29 600 匝數四組六塊磁鐵 AC 轉動測得數據分析圖

4.分析討論

由表 6 (圖 28)、表 7 (圖 29) 之實驗二測試數值檢視，二試體者在風速 2.0m/s 已經開始有了明顯的差異，風速趨向穩定提升的同時，運轉的速率也慢慢提升。並從表 5 的數值發現，與垂直圓周線圈 600 匝四組四塊磁鐵所產生的電壓較實驗一表 3 平行圓周線圈 600 匝四組四塊磁鐵所能產生的電壓相差近 300mV 以上，驗證修改線圈纏繞方向後符合法拉第定律、弗萊明定則與冷次定律，感應發電量增加且穩定。另一重大發現是兩種實驗試體在頻率也逐漸偏高，代表著試體感應發電設計之可行性的確立。

在實驗二測試表 6 的結果可以發現，與垂直圓周線圈 600 匝四組六塊磁鐵所能產生的電壓較實驗一表 4 平行圓周線圈 600 匝四組六塊磁鐵所能產生的電壓相近似乎產生磁阻問題，經與老師分析討論後，需得設計六塊磁鐵應對應六組線圈組才能避免磁阻造成的感應發電功率降低。另外發現線圈 600 匝四組六塊磁鐵旋轉較慢是否因重量變重也直間影響磁效發電量，本研究將於實驗三與實驗四再做確立分析。

(三)實驗三

風速與垂直圓周纏繞線圈 2000 匝數及磁鐵數目，對發電量的影響探討

1.測試目標

- (1)線圈 2000 匝條件下，四組（4@90°）四塊磁鐵在風速增減時，最大、小發電量。
- (2)線圈 2000 匝條件下，四組（6@60°）六塊磁鐵在風速增減時，最大、小發電量。

2.測試流程

在風速增減時分別四塊磁鐵與六塊磁鐵的轉動發電量作測試比較。(裝置如同實驗一)

3.測試數據

- (1)線圈 2000 匝四組（4@90°）四塊磁鐵風力發電量(如表 8、表 9 及圖 30 所示)

表 8 2000 匝數四組（4@90°）四塊磁鐵轉動測得數據

| 風速 (m/s) | AC 量測 | | |
|-------------|----------------|----------------|------------|
| | 瞬間最大發電量 (V) | 瞬間最小發電量 (V) | 頻率 (Hz) |
| 0.5 | 0.004 | 0.001 | 0.5 |
| 1.0 | 0.349 | 0.046 | 1.0 |
| 1.5 | 0.760 | 0.166 | 1.5 |
| 2.0 | 0.914 | 0.790 | 2.0 |
| 2.5 | 1.128 | 0.952 | 2.5 |
| 3.0 | 1.696 | 1.170 | 3.0 |
| 3.5 | 1.753 | 1.341 | 3.5 |
| 4.0 | 1.957 | 1.404 | 4.0 |
| 4.5 | 2.027 | 1.437 | 4.5 |
| 5.0 | 2.160 | 1.691 | 5.0 |
| 5.5 | 2.278 | 1.820 | 5.5 |
| 6.0 | 2.155 | 2.029 | 6.0 |

表 9 2000 匝數四組（6@60°）六塊磁鐵轉動測得數據

| 風速 (m/s) | AC 量測 | | |
|-------------|----------------|----------------|------------|
| | 瞬間最大發電量 (V) | 瞬間最小發電量 (V) | 頻率 (Hz) |
| 0.5 | 0.000 | 0.000 | 0.00 |
| 1.0 | 0.000 | 0.000 | 0.00 |
| 1.5 | 0.116 | 0.002 | 7.50 |
| 2.0 | 0.181 | 0.044 | 13.61 |
| 2.5 | 0.268 | 0.109 | 21.17 |
| 3.0 | 0.333 | 0.127 | 37.15 |
| 3.5 | 0.418 | 0.301 | 43.10 |
| 4.0 | 0.474 | 0.333 | 46.86 |
| 4.5 | 0.436 | 0.311 | 47.87 |
| 5.0 | 0.469 | 0.304 | 51.62 |
| 5.5 | 0.485 | 0.290 | 52.59 |
| 6.0 | 0.485 | 0.386 | 55.51 |

量測數值記錄以風速定速持續運轉 1 分鐘載記

量測數值記錄以風速定速持續運轉 1 分鐘載記

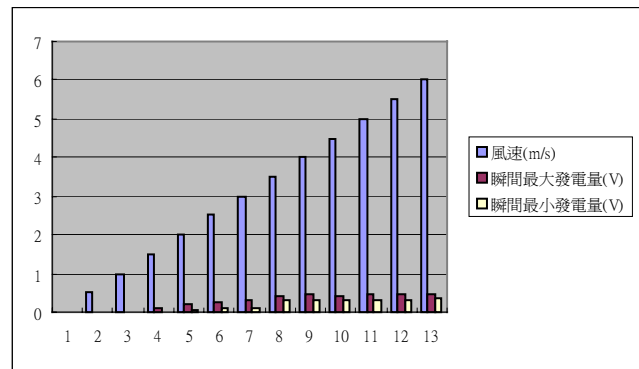
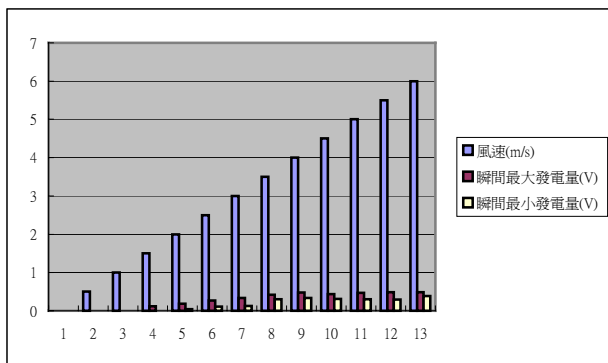


圖 30 2000 匝四組四塊與四組六塊磁鐵轉動測得數據分析

4. 分析討論

經過實驗三測試表 8、表 9 (圖 30) 結果發現，2000 匝數四組四塊磁鐵與 2000 匝數四組六塊磁鐵的測試結果發現，在風速 3.0m/s ~ 6.0m/s 發現四塊磁鐵發電量比六塊磁鐵發電量有明顯幾近 5 倍發電量的差距，根據我們研究結果發現四塊磁鐵對四組線圈切割磁力線產生的對應方法較為正確；二實驗試體在頻率也逐漸升高，代表著試體感應發電設計的可行性更加提高。

在表 9 數值亦發生如同實驗二的現象，故由實驗二與實驗三證實，六塊磁鐵鄰近相異極的磁鐵互相抵消產生磁阻降低感應發電效能。經與老師討論，並請教電機科教師，欲想解決六塊磁鐵感應發電的問題，需將試體的線圈組由四組提升至六組應該可以解除磁鐵相互抵消，也可同時提升感應發電量。

同實驗二再度發現礙於六塊磁鐵重量比四塊磁鐵來的重，所以發電量相對的減少許多，於是將在實驗四增加 600 匝與 2000 匝數的磁鐵感應區域 (一樣四組線圈下增加磁鐵數)，藉此證實增加同極磁力是否能增加感應電流的大小，再進一步作分析。

(四)實驗四

風速與垂直圓周纏繞線圈 600 匝數、2000 匝數及磁鐵數目，對發電量的影響探討。

1.測試目標

- (1)線圈 600 匝條件下，四組（4@90°）八塊磁鐵在風速增減時，最大、小發電量。
- (2)線圈 2000 匝條件下，四組（4@90°）八塊磁鐵在風速增減時，最大、小發電量。

2.測試流程

在風速增減時分別測試線圈 600 匝四組（4@90°）八塊磁鐵與線圈 2000 匝四組（4@90°）八塊磁鐵時之轉動發電量數值分析比較。(裝置如同實驗一)

3.測試數據

線圈 600 匝四組（4@90°）八塊磁鐵與線圈 2000 匝四組（4@90°）八塊磁鐵風力發電量(如表 10、表 11 及圖 31、圖 32 所示)。

表 10 600 匝數四組（4@90°）八塊磁鐵轉動測得數據

| 風速(m/s) | AC 量測 | | |
|---------|----------------|----------------|--------|
| | 瞬間最大發電量 (V) | 瞬間最小發電量 (V) | 頻率(Hz) |
| 0.5 | 0.000 | 0.000 | 0.00 |
| 1.0 | 0.023 | 0.001 | 3.79 |
| 1.5 | 0.087 | 0.060 | 6.93 |
| 2.0 | 0.128 | 0.103 | 8.66 |
| 2.5 | 0.234 | 0.204 | 16.48 |
| 3.0 | 0.336 | 0.284 | 20.44 |
| 3.5 | 0.349 | 0.291 | 24.90 |
| 4.0 | 0.359 | 0.280 | 26.23 |
| 4.5 | 0.377 | 0.359 | 29.23 |
| 5.0 | 0.436 | 0.376 | 32.01 |
| 5.5 | 0.463 | 0.395 | 34.10 |
| 6.0 | 0.493 | 0.401 | 35.29 |

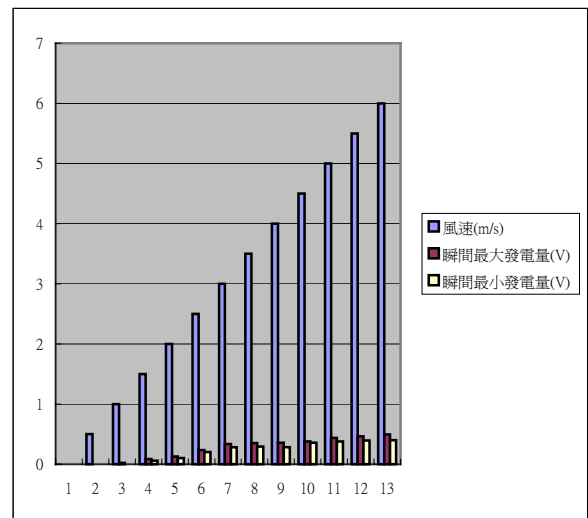


圖 31 600 匝數四組八塊磁鐵轉動測得數據分析圖

量測數值記錄以風速定速持續運轉 1 分鐘載記

表 11 2000 匝數四組（4@90°）八塊磁鐵轉動測得數據

| 風速 (m/s) | AC 量測 | | |
|-------------|----------------|----------------|------------|
| | 瞬間最大發電量 (V) | 瞬間最小發電量 (V) | 頻率 (Hz) |
| 0.5 | 0.000 | 0.000 | 0.00 |
| 1.0 | 0.000 | 0.000 | 0.00 |
| 1.5 | 0.786 | 0.199 | 7.07 |
| 2.0 | 1.347 | 0.991 | 12.23 |
| 2.5 | 1.450 | 1.080 | 20.66 |
| 3.0 | 1.871 | 1.313 | 29.66 |
| 3.5 | 2.020 | 1.643 | 34.97 |
| 4.0 | 2.408 | 1.922 | 38.65 |
| 4.5 | 2.307 | 2.154 | 39.50 |
| 5.0 | 2.483 | 2.173 | 40.23 |
| 5.5 | 2.414 | 1.976 | 42.96 |
| 6.0 | 2.411 | 1.828 | 45.93 |

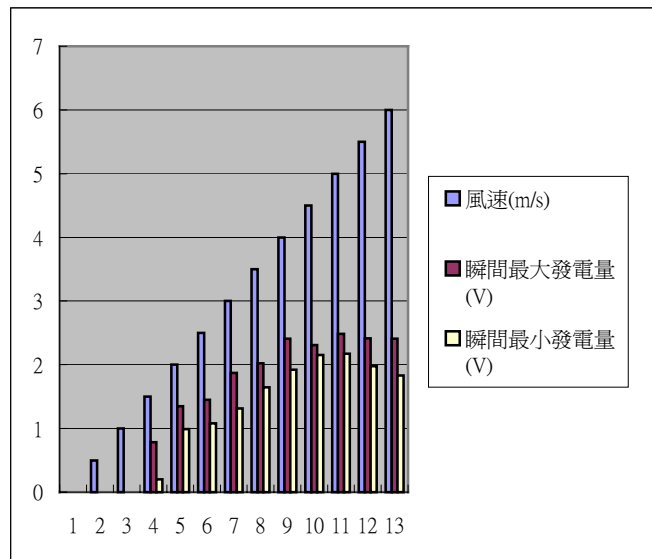


圖 32 2000 匝數四組八塊磁鐵轉動測得數據分析圖

量測數值記錄以風速定速持續運轉 1 分鐘載記

4.分析討論

由實驗四與實驗三的數據探討，600 匝數四組八塊磁鐵與 600 匝數四組四塊磁鐵的感應發電在實質的數據上發現前者並沒有太大的增加感應電壓，但是反而兩者圖表數據上發現，四組八塊磁鐵的感應電壓穩定增加度比四組四塊磁鐵來的穩定。

在 2000 匝數對四組八塊磁鐵的測試結果發現，4 塊磁鐵和八塊磁鐵風力發電量兩者在風速 1.5m/s 以內所產生的發電量趨於相近，風速 2.0m/s ~ 6.0m/s 發現八塊磁鐵的發電量比四塊磁鐵發電量兩者已有明顯幾近 1.2 倍發電量的差距。

本次試體實驗發現載重確實會影響感應發電效能，但線圈組與磁極磁力增加有著正相關之趨勢，若將試體尺寸規模改採一般工廠屋頂所裝置的 20 吋通風設備，增加磁力產生的載重問題可以從而解決。為解開六塊磁鐵所產生的磁域相互抵消之問題，經小組討論決定開發六組線圈 2000 匝數對應六塊磁鐵之實驗五予以探究。

(五)實驗五

風速與垂直圓周纏繞六組線圈 2000 匝數及六塊磁鐵數目，對發電量的影響探討。

1.測試目標

(1)線圈 2000 匝條件下，六組線圈組對應六塊磁鐵（6@60°）能否降低磁阻，讓發電量提昇。

2.測試流程

依據測試目標，測試六組線圈 2000 匝六塊磁鐵（6@60°）時的風速作數值分析比較。（裝置如同實驗一）

3.測試數據

六組線圈 2000 匝（6@60°）六塊磁鐵風力發電量(如表 12、圖 33 所示)。

表 12 2000 匝數六組（6@60°）六塊磁鐵轉動測得數據

| 風速 (m/s) | AC 量測 | | |
|-------------|------------|------------|------------|
| | 瞬間最大發電量(v) | 瞬間最小發電量(v) | 頻率 (Hz) |
| 0.5 | 0.307 | 0.083 | 3.48 |
| 1.0 | 1.394 | 0.298 | 10.40 |
| 1.5 | 1.727 | 1.512 | 13.63 |
| 2.0 | 2.055 | 1.916 | 16.56 |
| 2.5 | 2.307 | 2.149 | 20.45 |
| 3.0 | 2.646 | 2.488 | 25.13 |
| 3.5 | 3.236 | 3.134 | 30.58 |
| 4.0 | 3.243 | 3.201 | 36.70 |
| 4.5 | 3.765 | 3.422 | 39.67 |
| 5.0 | 3.832 | 3.666 | 43.77 |
| 5.5 | 3.941 | 3.737 | 54.46 |
| 6.0 | 3.969 | 3.743 | 57.93 |

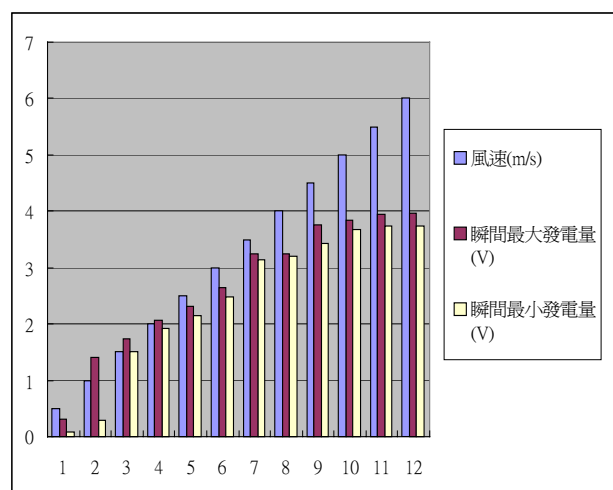


圖 33 2000 匝數六組六塊磁鐵轉動
測得數據分析圖

量測數值記錄以風速定速持續運轉 1 分鐘載記

4.分析討論

經過實驗五測試表 12 發現 2000 匝數六組六塊磁鐵符合佛萊明定則、法拉第定律與冷次定律，感應發電量增加且穩定，與 2000 匝數四組四塊磁鐵有著顯著的發電效能。實驗試體在頻率較穩定，代表著在 2000 匝數四組線圈六塊磁鐵試體鄰近磁鐵會互相抵消感應發電的現象得以改善。

實驗五測試表 12 的結果可以發現，2000 匝數六組六塊磁鐵所能產生的電壓較實驗四 2000 匝數四組六塊磁鐵表大幅的提升，如在風速 2.5m/s 下的最大發電量兩者分爲 2.307V 與 0.268V，由此可證明線組與磁組塊數、磁組設置位置的對應會對感應發電產生極大的影響。檢討實驗一至實驗五過程發電量有出現起伏稍嫌不穩，上有改進空間，因此設立實驗六來檢視磁力網的強化是否有助發電量與穩壓。

(六)實驗六

風速與垂直圓周纏繞四組線圈 2000 匝數及八塊磁鐵數目，再加四個 19mm 長尾夾對發電量的影響探討。

1.測試目標

(1)四組線圈 2000 匝條件下，四組 (4@90°) 八塊磁鐵，再加四個 19mm 長尾夾，在風速增減時，最大、小發電量。

(2)在目標(1)下探討加入的四個 19mm 長尾夾對磁力線增加是否能提供較多的磁力。

2.測試流程

依據測試目標，測試六組線圈 2000 匝 (4@90°) 四塊磁鐵，四個 19mm 長尾夾時的風速作數值分析比較。(裝置如同實驗一)

3.測試數據

四組線圈 2000 匝 (4@90°) 八塊磁鐵，四個 19mm 長尾夾風力發電量(如表 13、圖 34 所示)。

表 13 2000 匝數四組 (4@90°) 八塊磁鐵四長尾夾轉動測

| 風速(m/s) | AC 量測 | | |
|---------|------------|------------|--------|
| | 瞬間最大發電量(V) | 瞬間最小發電量(V) | 頻率(Hz) |
| 0.5 | 0.000 | 0.000 | 0.00 |
| 1.0 | 0.678 | 0.203 | 6.73 |
| 1.5 | 1.280 | 1.031 | 17.79 |
| 2.0 | 1.792 | 1.232 | 24.41 |
| 2.5 | 1.810 | 1.662 | 25.17 |
| 3.0 | 1.921 | 1.753 | 27.97 |
| 3.5 | 2.187 | 1.916 | 28.10 |
| 4.0 | 2.416 | 2.220 | 34.53 |
| 4.5 | 2.694 | 2.600 | 42.06 |
| 5.0 | 2.804 | 2.634 | 42.48 |
| 5.5 | 3.097 | 2.856 | 45.23 |
| 6.0 | 3.880 | 3.700 | 53.63 |

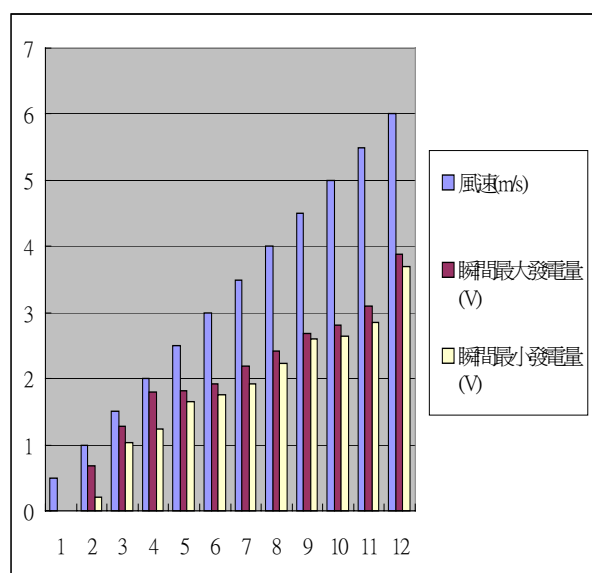


圖 34 2000 匝數四組八塊磁鐵四長尾夾轉動測得數據分析圖

量測數值記錄以風速定速持續運轉 1 分鐘載記

4.分析討論

經過實驗六測試發現加入四個長尾夾感應發電量在 2.5m/s、4.0m/s 與 5.5m/s 等風速下與未加長尾夾時之 2000 匝數四組八塊磁鐵相較，數值分別為 1.662~1.810V、2.220~2.416V 及 2.856~3.097V 對應 1.080~1.450V、1.922~2.408V 及 1.976~2.414V，可明確地發現最大發電量與最小發電量除功率提升且較為平穩。實驗試體證明長尾夾有連結磁力線並增強磁場的功能進而提升感應發電效能。為使長尾夾的功能更確立將再實驗七再次做測試。

(七)實驗七

風速與垂直圓周纏繞四組線圈 600 匝數及八塊磁鐵數目，再加四個 19mm 長尾夾對發電量的影響探討。

1.測試目標

- (1)四組線圈 600 匝條件下，四組（4@90°）八塊磁鐵，再加四個 19mm 長尾夾，在風速增減時，最大、小發電量。
- (2)在目標(1)下探討加入的四個 19mm 長尾夾對增加磁力線是否能提供較多磁力。

2.測試流程

依據測試目標，測試六組線圈 600 匝（4@90°）四塊磁鐵，四個 19mm 長尾夾時的風速作數值分析比較。(裝置如同實驗一)

3.測試數據

四組線圈 600 匝（4@90°）四塊磁鐵，四個 19mm 長尾夾風力發電量(如表 14、圖 35 所示)。

表 14 600 匝數四組（4@90°）八塊磁鐵四長尾夾轉動測得數據

| 風速(m/s) | AC 量測 | | |
|---------|------------|------------|--------|
| | 瞬間最大發電量(V) | 瞬間最小發電量(V) | 頻率(Hz) |
| 0.5 | 0.000 | 0.000 | 0.00 |
| 1.0 | 0.000 | 0.000 | 0.00 |
| 1.5 | 0.252 | 0.224 | 16.56 |
| 2.0 | 0.274 | 0.225 | 18.47 |
| 2.5 | 0.304 | 0.275 | 22.39 |
| 3.0 | 0.513 | 0.393 | 32.75 |
| 3.5 | 0.548 | 0.446 | 27.57 |
| 4.0 | 0.563 | 0.480 | 45.40 |
| 4.5 | 0.593 | 0.541 | 51.64 |
| 5.0 | 0.617 | 0.586 | 54.03 |
| 5.5 | 0.660 | 0.604 | 56.60 |
| 6.0 | 0.740 | 0.699 | 60.61 |

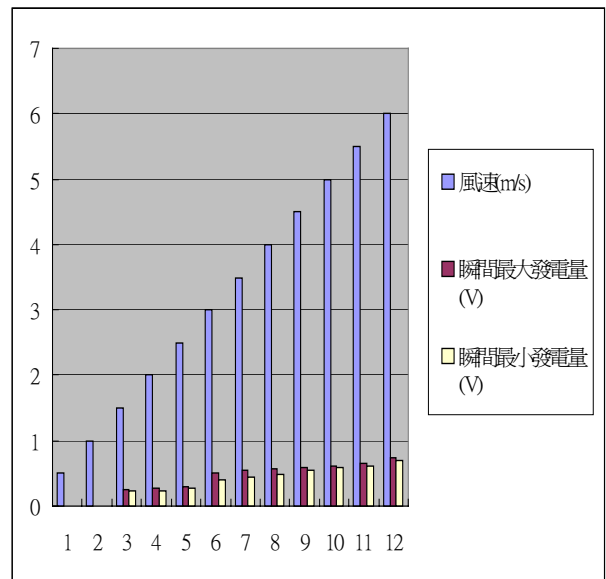


圖 35 600 匝數四組八塊磁鐵四長尾夾轉動測得數據分析圖

量測數值記錄以風速定速持續連轉 1 分鐘載記

4.分析討論

經過實驗七測試發現加入四個長尾夾感應發電量在 2.5m/s、4.0m/s 與 5.5m/s 等風速下與未加長尾夾時之 600 匝數四組八塊磁鐵相較，數值分別為 0.275~0.304V、0.480~0.563V 及 0.604~0.660V 對應 0.204~0.234V、0.280~0.359V 及 0.401~0.463V，亦明確地發現最大發電量與最小發電量除功率提升且較為平穩。經實驗試體再次證明長尾夾有建構穩定磁力線並增強磁場的功能進而提升感應發電效能。

(八)實驗八

風速與垂直圓周纏繞四組線圈 2000 匝數及八塊磁鐵數目，再加八個 19mm 長尾夾對發電量的影響探討。

1.測試目標

(1)四組線圈 2000 匝條件下，四組（4@90°）八塊磁鐵，再加八個 19mm 長尾夾，在風速增減時，最大、小發電量。

(2)在目標(1)下探討加入的四個 19mm 長尾夾對增加磁力線是否能提供較多磁力。

2.測試流程

依據測試目標，測試六組線圈 2000 匝（4@90°）八塊磁鐵，八個 19mm 長尾夾時的風速作數值分析比較。(裝置如同實驗一)

3.測試數據

四組線圈 2000 匝（4@90°）八塊磁鐵，八個 19mm 長尾夾風力發電量(如表 15、圖 36 所示)。

表 15 2000 匝數四組（4@90°）八塊磁鐵八長尾夾轉動測得數據

| 風速(m/s) | AC 量測 | | |
|---------|------------|------------|--------|
| | 瞬間最大發電量(V) | 瞬間最小發電量(V) | 頻率(Hz) |
| 0.5 | 0.000 | 0.000 | 0.00 |
| 1.0 | 0.576 | 0.370 | 5.98 |
| 1.5 | 1.215 | 0.809 | 16.98 |
| 2.0 | 1.411 | 1.322 | 20.36 |
| 2.5 | 1.556 | 1.476 | 24.29 |
| 3.0 | 1.916 | 1.785 | 26.99 |
| 3.5 | 1.962 | 1.801 | 28.06 |
| 4.0 | 2.049 | 1.823 | 29.42 |
| 4.5 | 2.158 | 2.133 | 32.23 |
| 5.0 | 2.321 | 2.281 | 34.73 |
| 5.5 | 2.627 | 2.566 | 39.02 |
| 6.0 | 2.776 | 2.600 | 41.68 |

量測數值記錄以風速定速持續運轉 1 分鐘載記

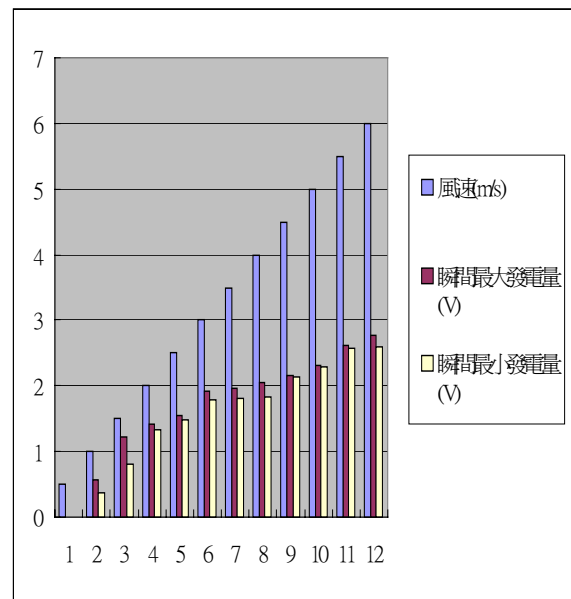


圖 36 2000 匝數四組八塊磁鐵八長尾夾轉動測得數據分析圖

4.分析討論

經過實驗八測試發現加入八個長尾夾感應發電量在 2.5m/s、4.0m/s 與 5.5m/s 等風速下與加入四個長尾夾相較，數值分別為 1.322~1.411V、1.823~2.049V 及 2.566~2.627V 對應 0.275~0.304V、0.480~0.563V 及 0.604~0.660V，發現最大發電量與最小發電量除功率下降，但感應發電仍為平穩，說明著長尾夾具有連結磁力線並增強磁場的功能進而提升感應發電效能。

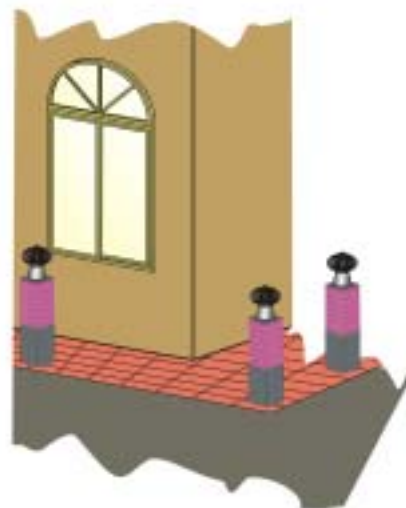
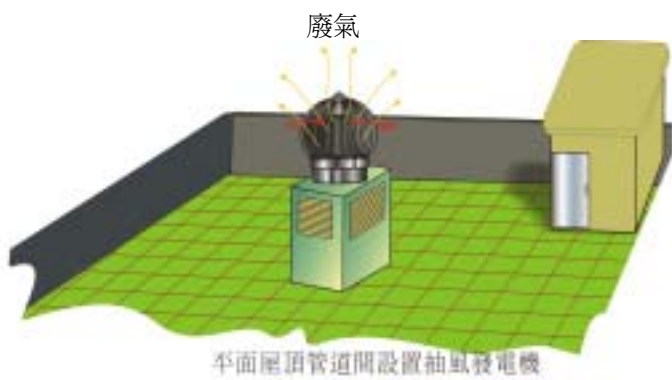
柒、結論

本研究發現免電力自然通風器經加入發電裝置，經過實驗一至實驗四的測試與分析，垂直圓周四組線圈的四組四塊與四組八塊磁鐵在電磁定律下於 600 匝線圈與 2000 匝線圈發展出最有效地發展出感應電壓，並且頻率穩定發展正向確立通風氣加儲發電系統具有可行性與發展潛能。

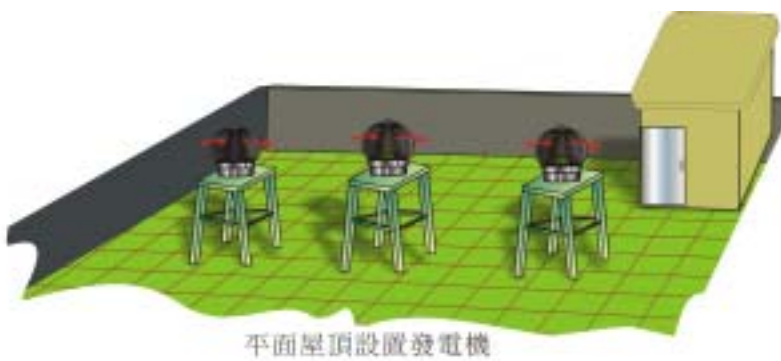
在實驗五解除四組線圈對六塊磁鐵在 600 匝線圈與 2000 匝線圈感應發電過程中磁阻所產生抵消感應發電功率現象，證明無論從理論或坊間發電機馬達構造判讀均屬合理之下，在現有工廠通風器加諸發電組可於風力的促使下能感應發電。且於線圈組與磁鐵的合理對應組合才能有效地交感出電流。研究經由 4 吋試體管徑而直徑兩端加諸磁鐵的磁力、纏繞線圈阻與採文具 19mm 長尾夾來實驗探討免電力自然通風器加諸發電機組之發電，實驗數值與分析足以證明之。本次研究所發電量不大，但一經試體採用坊間工廠屋頂常用 20 吋自然通風器進行改造，在線圈組增加、匝數增加與磁力增強作用下，透過更多、更精確改造的方式，相信應會有更高的發電效能以供都市建築環境、工廠與交通設施等照明使用，以達到目前全球依據京都議定書。

從本研究風力發電機型若更進步研發使電量達到生活環境用電需求，那相較與傳統三片風葉式由以下之優勢：

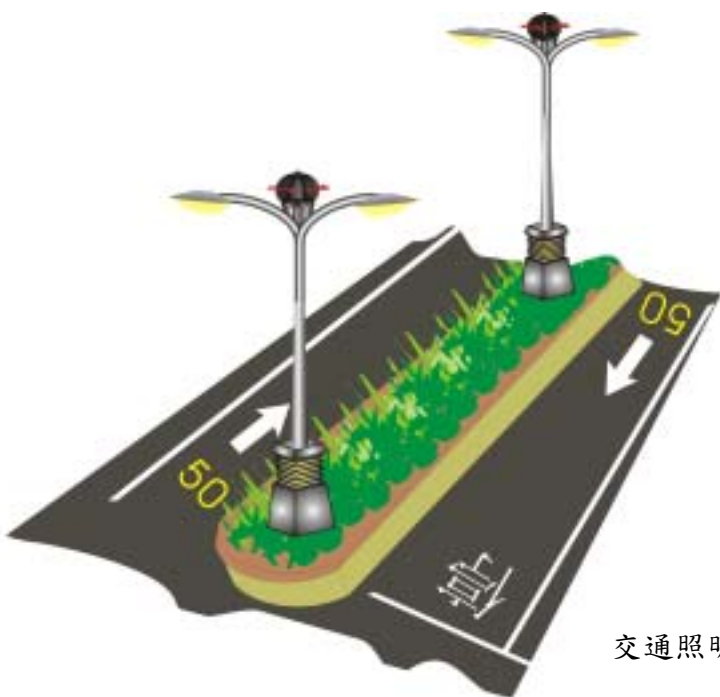
1. 不受風源風向的限制、影響電量輸出。
2. 機器成本低，施工易，設備安裝維修費用少。
3. 機件不需現場組立完成機組，維修便利。
4. 不需要在鄰近海邊或置於高山上。
5. 適合在建築屋頂、公園或交通安全照明等使用(參閱以下示意圖)。
6. 風切無噪音，不會有影響鄰近居民生活起居。
7. 電力供應攻率可逐步改進增加發電量。



建築物角隅及側牆渦流風切效應設置
人行道裝飾燈具



工廠排煙(蒸汽)管加設中型發電機



交通照明設施的裝置應用

捌、參考文獻

- 一、台科大進階物理(電學篇)，台北市，台科大圖書。
- 二、龍騰文化職業學校(電工機械 II)，台北市，龍騰文化。
- 三、丁育群 (2000) 內政部建築研究所就計畫成果報告書(高層建築物風場環境評估準則研議)
- 四、今井與藏著，吳啓哲譯(民 83.8)。建築物理學概論，台北市，建築情報雜誌社。
- 五、朱佳仁(民 96.3)。風工程概論，台北市，科技圖書。
- 六、聚恆科技，風力獨立型系統規劃。http://www.hengs.com/ps&map_sawind_ct.htm
- 七、生活科學教學資源站 http://content.edu.tw/senior/life_tech/tc_t2/enerage/wind.htm/
- 八、社團法人中華民國企業永續發展協會 <http://www.bcsd.org.tw/index03.htm/>
- 九、澎湖不落格 <http://blog.roodo.com/upupph/archives/944426.html>
- 十、嶄新科技資訊網 <http://www.brainnew.com.tw/>
- 十一、風力小站 <http://tw.myblog.yahoo.com/sujunghsi/article?mid=110&prev=-1&next=109>

【評語】 091201

優點：1.工廠排氣通風之風力轉輪帶動馬達電樞用以發電，具
創意性。

2.葉片帶動無風力方向之限制。

3.一般高層建築之側面亦可安裝。

4.具實用開發之可行性。

缺點：作品之電樞構造在不同天候耐久性上，仍有發展之空間。

建議：1.作品構造之尺寸與發電量之關係可進行後續之探討。

2.與一般三葉式風力發電之優缺點，可進行比較討論。

【評語】 091201

優點：1.工廠排氣通風之風力轉輪帶動馬達電樞用以發電，具創意性。

2.葉片帶動無風力方向之限制。

3.一般高層建築之側面亦可安裝。

4.具實用開發之可行性。

缺點：作品之電樞構造在不同天候耐久性上，仍有發展之空間。

建議：1.作品構造之尺寸與發電量之關係可進行後續之探討。

2.與一般三葉式風力發電之優缺點，可進行比較討論。