

中華民國第 53 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 物理科

第二名

080108

發電 800W—廢棄運動風扇腳踏車變身發電機

學校名稱：新北市淡水區竹圍國民小學

作者： 小六 黃思詠 小六 許軒哲 小五 黃思詞	指導老師： 陳建興 盧瓊綉
-----------------------------------------------	-----------------------------

關鍵詞：感應發電、發電機

發電 800W--廢棄運動風扇腳踏車變身發電機

摘要：

我們利用廢棄運動腳踏車改裝成發電機，應用電磁感應的發電原理來發電，改裝機器可以發電，兼具運動功能。我們應用磁鐵用N-S交替排列，鈦硼強力磁鐵3.0cm厚0.5cm(磁力強度2000高斯)，發電線圈1500圈，線圈直徑4.5cm，並在線圈加入鐵塊直徑1.8公分，21公克，在線圈外加鐵片4.5cm*0.2cm增加磁力。經過測試後，發現運動腳踏車發電機空載發電825W，負載的情況下我們的體力最大負荷在240W電器。把我們自製腳踏車發電機跟市面產品比較，我們的成本低、發電量高、可以調整電流、電壓大小，並兼具發電與運動功能。

壹、研究動機










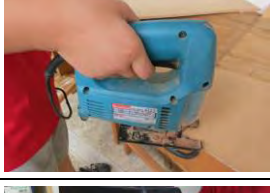





在現在的社會裡，人人都需要電，但是依現在的狀況，有太陽能、風力發電、水力發電、火力發電，這些都是由電力公司提供，我們想自行發電可以減少用電，也可以在急需要時使用，於是，我們想設計一台發電機提供我們需要，不會對造成生態污染，隨時提供電力，只需藉由人力踩踏的動力來發電。它不但可以運動強身，更可以在突然停電時，即時踩動的方式，接電燈來做照明，運動與電力一舉兩得。

貳、研究目的

- 一、研究的磁鐵的排列方式與磁性大小對於發電的電壓、電流、功率最佳。
- 二、研究如何製作一個最佳發電線圈對於發電的電壓、電流、功率最佳。
- 三、研究使用更強力的磁鐵會使發電電壓、電流、功率的差異。
- 四、研究發電線圈串並聯的發電的電壓、電流、功率的關係。
- 五、製作利用廢棄運動風扇腳踏車製作產生功率500W以上發電機。
- 六、自製發電機的發電功率與市售產品的比較差異。

參、研究設備與器材

一、設備

舊運動風扇腳踏車		烙鐵		板手 8號~15號	
電鋸		三用電表		鑽孔器 2.0cm 2.4cm 3.0cm	
電鑽		電動螺絲起子		鱷魚夾線 20條	
線鋸		鑽子		自行車碼表	
電鑽台		螺絲起子		活動板手	

二、器材

品名	數量	品名	數量	品名	數量
漆包線 0.3m	4KG	螺帽 2/8	400 個	資料夾紙板	10 張
漆包線 0.5m	3KG	螺絲墊片 2/8	400 個	橋式整流器	50 個
三夾板 4分	3 塊	模版螺絲	100 個	鐵粉	1 罐
三夾板 5分	1 塊	墊片 4.5 公分	50 個	電線膠帶	5 個
一般磁鐵 3 公分	30 個	導線 14 蕊	100 公尺	雙面膠帶	3 個
強力磁鐵 2.4 公分	30 個	導線 20 蕊	20 公尺	電燈底座	6 個
強力磁鐵 3.0 公分	30 個	厚紙板 10mm	5 張	燈泡 25W	6 個
螺絲 2/8 2 吋長	200 個	白膠 1 公斤	一包	燈泡 40W	6 個
螺絲墊片 4/8	30 個	三秒膠 50CC	3 罐	6P 三相開關	6 個

肆、研究過程與方法

(一) 研究文獻探討與發電機的初步構思

在自然課上老師展示利用漆包線繞成線圈，在磁鐵上移動，LED 燈就會發亮，證明導線在磁鐵上移動就會產生電力。依據課本（康軒六上第四單元）法拉第定律：將磁鐵至於線圈中移動，改變磁通量的大小就會在線圈兩端產生感應電流。當線圈的磁通量產生變化時，線圈就會有感應電流流過。

(二) 試驗構想

只要有不停移動的磁鐵，在上面放上線圈，磁鐵運動就會產生磁通量的變化，就會產生連續的電力。

我們在學校的健康中心發現運動風扇腳踏車，同學在運動時前輪的風扇會不停的轉動，可以作為我們需要的發電的用具，想一想利用運動風扇腳踏車，要改裝成發電機的構想，經詢問同學家是否有不使用的運動風扇腳踏車，同學家有一台廢棄運動風扇腳踏車的可供使用，有了運動風扇腳踏車，我們就開始進行實驗，首先把運動風扇腳踏車，拆解部分不需要的零件，留下需要的部分，並將運動風扇腳踏車，重新的設計組裝，成實驗需要的運動風扇腳踏車，方便實驗進行。上課時老師所示範的感應電流發電，磁鐵排列為直線狀，無法連續的發電，我們構想利用，風扇腳踏車的风輪，將磁鐵排成環狀，固定在風輪上磁鐵就可以連續的轉動，感應外側發電線圈發電。

(三) 運動風扇腳踏車改裝過程如下圖



1. 原來的舊風扇運動腳踏車



2. 卸下把手與飛輪



3. 把手鑽孔



4. 將把手固定在前支架



5. 裝上飛輪



6. 完成改造

(四) 名詞解釋

1. 強力磁鐵：鐵中加（鈦、硼），使鐵的分子排列更整齊，磁性較強。
2. 發電線圈：在自製圓形的紙線槽 4.5cm，上面繞不同圈數漆包線所成的繞組。
3. 電壓：每次試利用三用電表測量 5 次的電壓再求平均值，單位 V。
4. 電流：每次試利用三用電表測量 5 次的電流再求平均值，單位 A。

5. 功率：電壓*電流，單位 W。
6. 橋式整流器：具有四個整流二極體，可將交流電壓整流成直流電壓。
7. 空載：沒有連接電器用品輸出的電稱為空載
8. 負載：連接電器用品，並將電輸出至電器用品稱為負載
9. 磁通量：磁力線經過的路徑稱為磁路，磁路中所有磁力線的總數量就稱為**磁通量**
10. 漆包線：一條銅線經由處理將絕緣漆覆蓋在銅線表面上就稱為**漆包線**
11. 速度：利用腳踏車碼表，裝置在風扇腳踏車上，風扇發電機風輪轉動的速度。
12. 市電並聯機：電源轉換器裝置，主要配合小型太陽能電池板和風力發電機，轉換適合家庭用電 110V 的電力設備。
13. 高斯：磁力強度的單位。

一、研究的磁鐵的排列方式與磁性大小對於發電的電壓、電流、功率的關係

(一-1) 研究磁鐵的排列方式與發電的電壓、電流、功率的關係。

1. 研究步驟：

- (1) 運動風扇腳踏車風輪直徑 42 公分，做一個直徑 42 公分的環狀木環經過詳細的計算，在木環上挖 3.0cm 孔 26 個，將 3.0cm*0.5cm 磁鐵成環狀排列 26 個。
- (2) 在使用發電線圈的圈數 500 圈，漆包線直徑 0.5mm，將磁鐵排成全部 N 極、S 極、N-S 極相互交錯排列三種情況，實驗哪一種排列方式所發出的電流、電壓、發電功率。



木環鑽孔



完成的木環



將磁鐵用膠帶固定在木環上

2. 研究結果：

表 1-1-1 不同的磁鐵排列電壓統計表

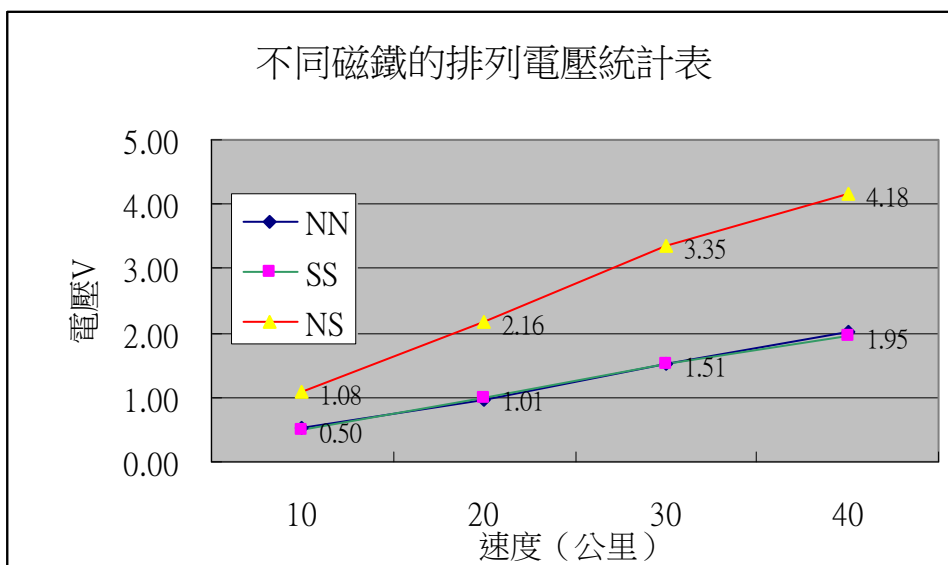


表 1-1-2 不同的磁鐵排列電流統計表

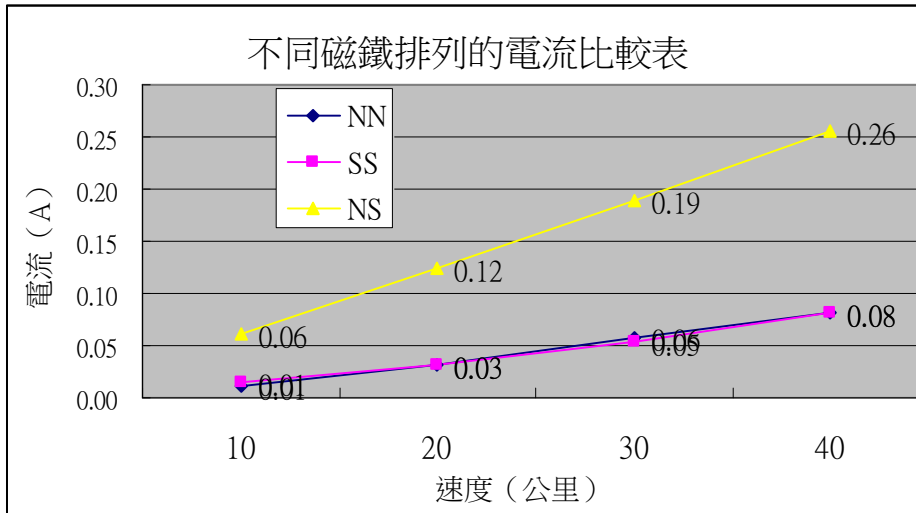
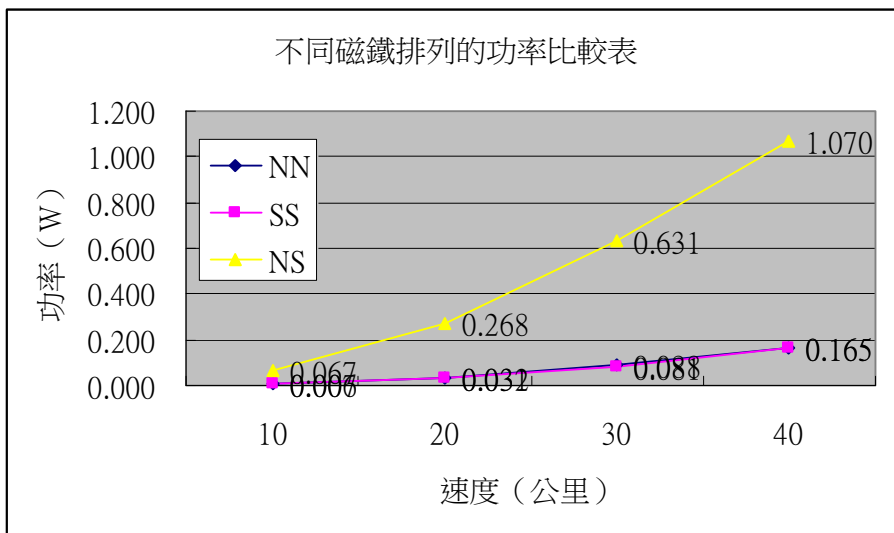


表 1-1-3 不同的磁鐵排列功率統計表



3. 研究結果分析

依據表 1-1-1 發現，磁鐵排列 NS 比 NN、SS 電壓平均高約 2.17 倍。

依據表 1-1-2 發現磁鐵排列 NS 比 NN、SS 電流平均高約 3.73 倍。

依據表 1-1-3 發現磁鐵排列 NS 比 NN、SS 功率平均高約 8.09 倍。

(一-2) 研究不同的磁鐵對於發電的電壓、電流、功率的關係

1. 研究步驟：

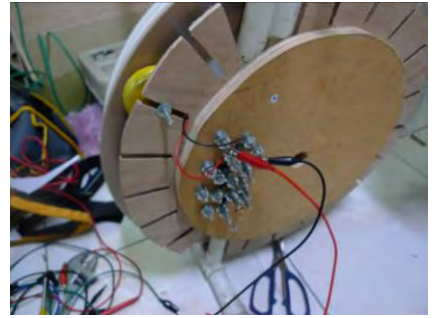
- (1) 將磁力強度不同的磁鐵，一般磁鐵約 500 高斯與強力磁鐵 (2.4cm*0.4cm) 約 1400 高斯，放圓形木環，排列 26 個磁鐵。
- (2) 使用的發電線圈 500 圈，漆包線直徑為 0.5mm。
- (3) 觀察不同磁鐵的發電的電壓、電流、功率有何差異？



磁鐵環固定在飛輪上



強力磁鐵固定飛輪上



完成發電的裝置

2. 研究結果：

表 1-2-1 一般磁鐵與強力磁鐵的電壓比較統計表

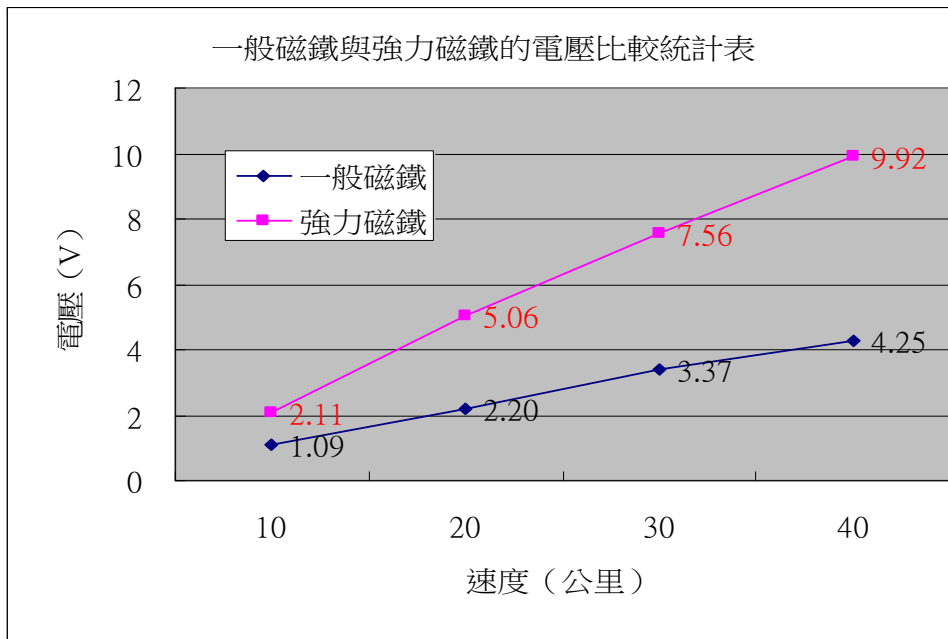


表 1-2-2 一般磁鐵與強力磁鐵的電流比較表

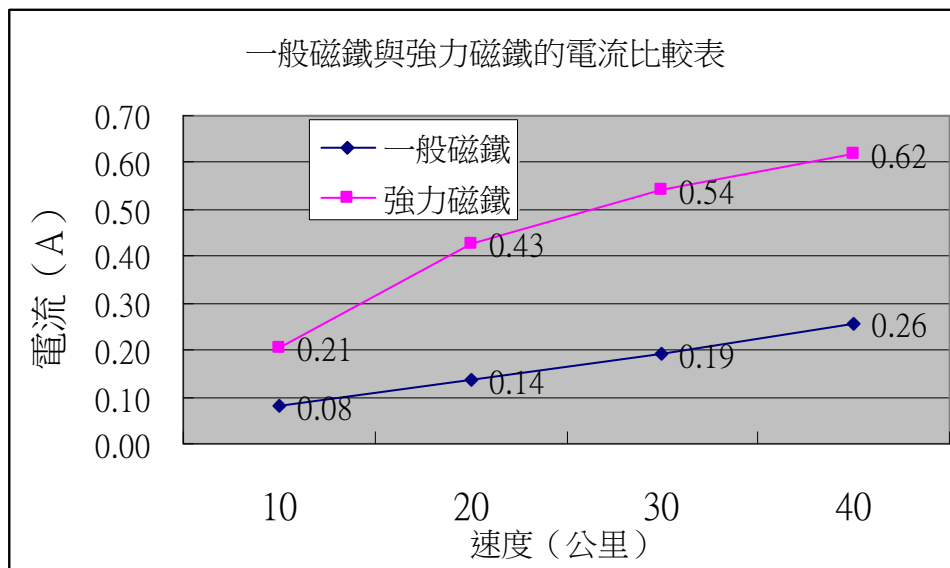
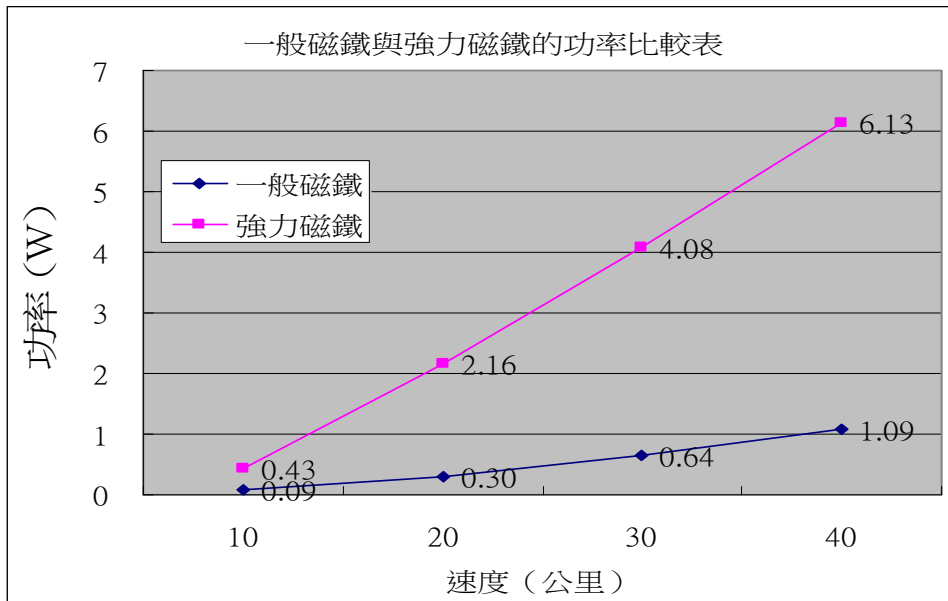


表 1-2-3 一般磁鐵與強力磁鐵的電功率比較表



3. 研究結果分析：

依據表 1-2-1 發現，強力磁鐵比一般磁鐵電壓平均高約 2.20 倍。

依據表 1-2-2 發現強力磁鐵比一般磁鐵電流平均高約 2.72 倍。

依據表 1-2-3 發現強力磁鐵比一般磁鐵功率平均高約 5.98 倍。

二、研究如何製作一個最佳漆包線圈對於發電功率的最佳

如何製作最佳的發電線圈，經過我們討論的結果，首先我們想到自然課時在線圈中加入鐵棒可以使磁力增加，線圈中加入鐵心，發電的電壓、電流、功率會增加嗎？

(二-1) 研究在漆包線中加入鐵心的發電線圈發電電壓、電流、功率有何差異？

1. 研究步驟：

- (1) 我們在學校上課時，在線圈中加入鐵棒可以使，磁鐵的強度變大，可以利用同樣的原理，在線圈中加入鐵片與鐵塊應該會影響發電的效果。
- (2) 在發電線圈為直徑 0.5mm，500 圈，分別加入 2.6cm*0.2cm 的螺帽鐵 6 片共計 21 克與模版鐵塊 21.6 克，1.8cm*1.4cm，兩種不同的鐵心，對於發電電壓、電流、功率有何差異？
- (3) 使用強力磁鐵環的磁鐵 (2.4cm*0.4cm) 約 1400 高斯。



螺帽鐵 6 片為鐵心



模版螺帽鐵塊



使用強力磁鐵

2. 研究結果：

表 2-1-1 線圈中加入鐵心與電壓關係統計表

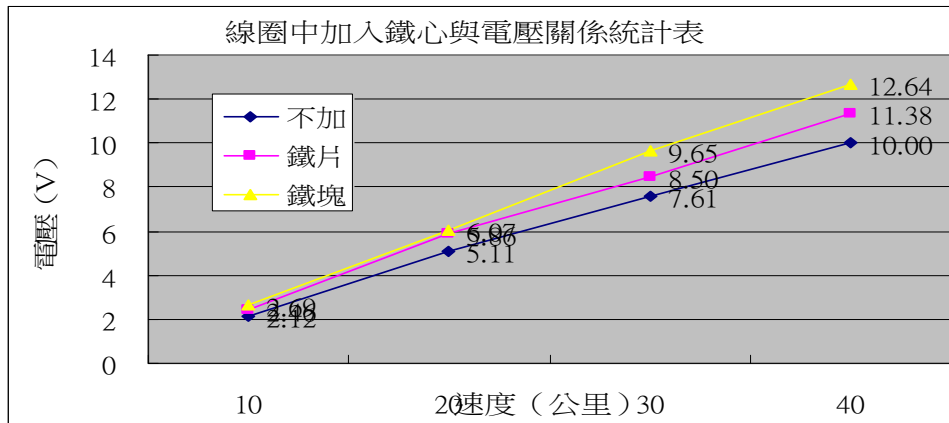


表 2-1-2 線圈中加入鐵心與電流關係統計表

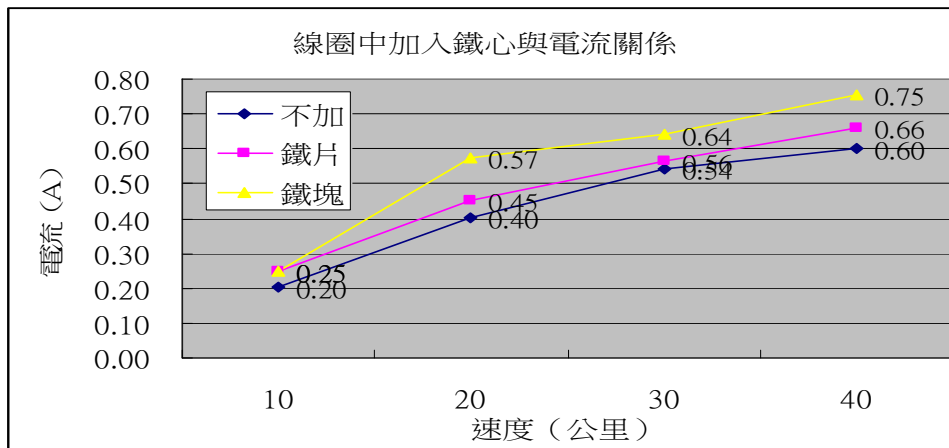
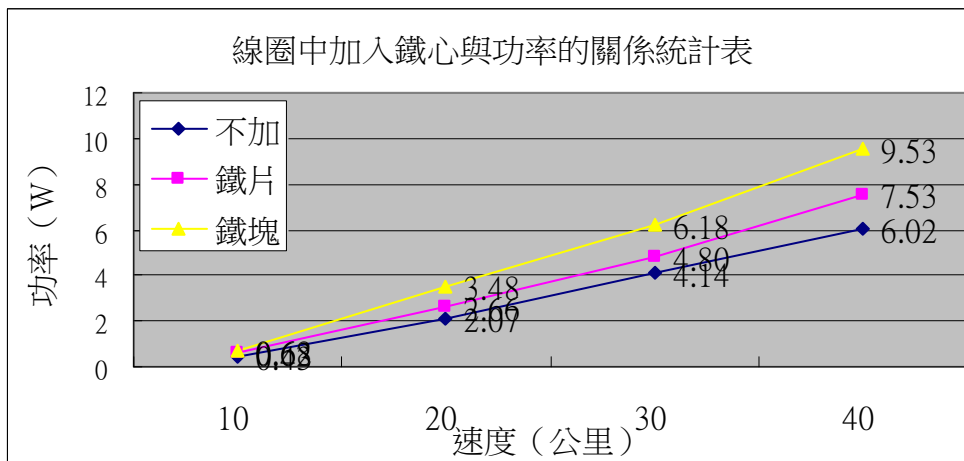


表 2-1-3 線圈中加入鐵心與功率關係統計表



3. 研究結果分析

- (1) 依據表 2-1-1 不加鐵塊、加鐵片、加鐵塊、的發電電壓比為，1:1.14:1.25，在線圈中加入鐵塊，有增加電壓的作用，其中以鐵塊較佳。
- (2) 依據表 2-1-2 不加鐵塊、加鐵片、加鐵塊、的發電電流比為，1:1.12:1.27，在線圈中加入鐵塊，有增加電流的作用，其中以鐵塊較佳。
- (3) 依據表 2-1-3 不加鐵塊、加鐵片、加鐵塊、的發電功率比為，1:1.28:1.59

由實驗發現中心加入鐵塊，有增加電流、電壓、功率的效果，其中以加入模版鐵塊更佳。

(二-2) 研究發電線圈大小與發電的電壓、電流、功率的關係。

1. 研究步驟：

(1) 發電線圈的直徑大小與發電，有關係嗎？我們分別製作直徑 1、2、3、4、5 公分的發電線圈，都繞 200 圈漆包線。

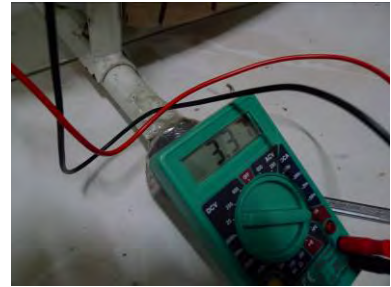
(2) 利用在強力磁鐵 (2.4cm*0.4cm) 約 1400 高斯情況下，觀察在不同的線圈直徑大小的發電電壓、電流、發電功率的比較？



線圈大小 1~5 公分



使用強力磁鐵



電壓測量

2. 研究結果：

表 2-2-1 線圈大小與電壓關係統計表

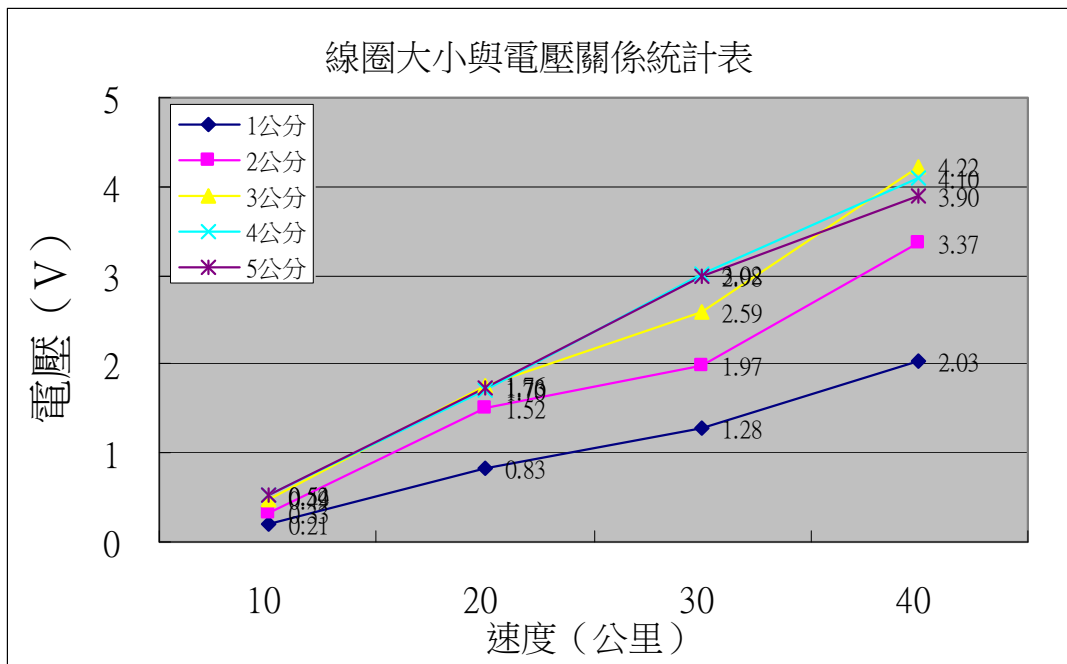


表 2-2-2 線圈大小與電流關係統計表

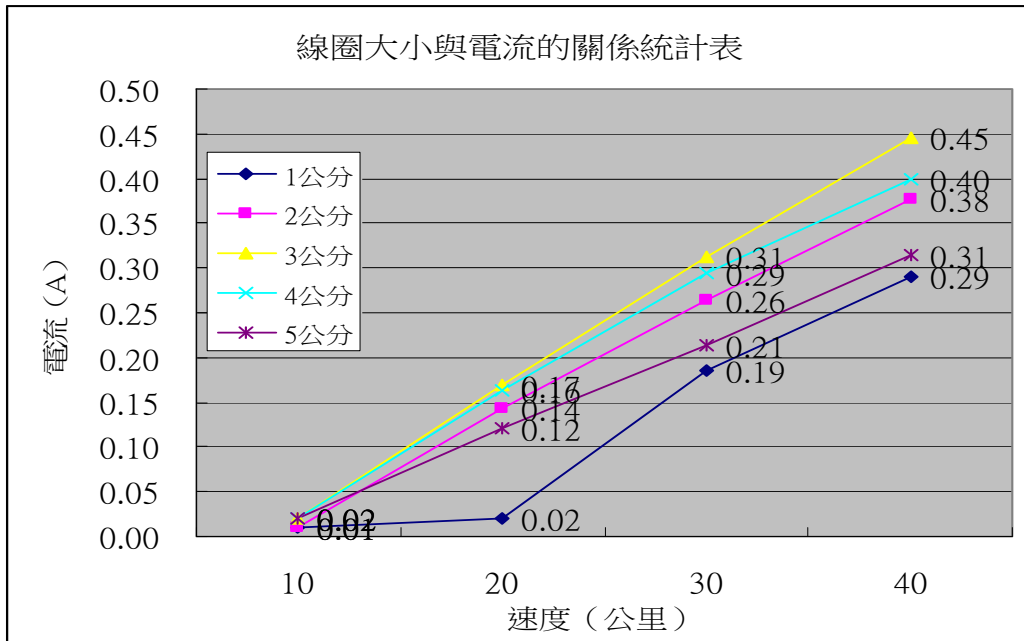
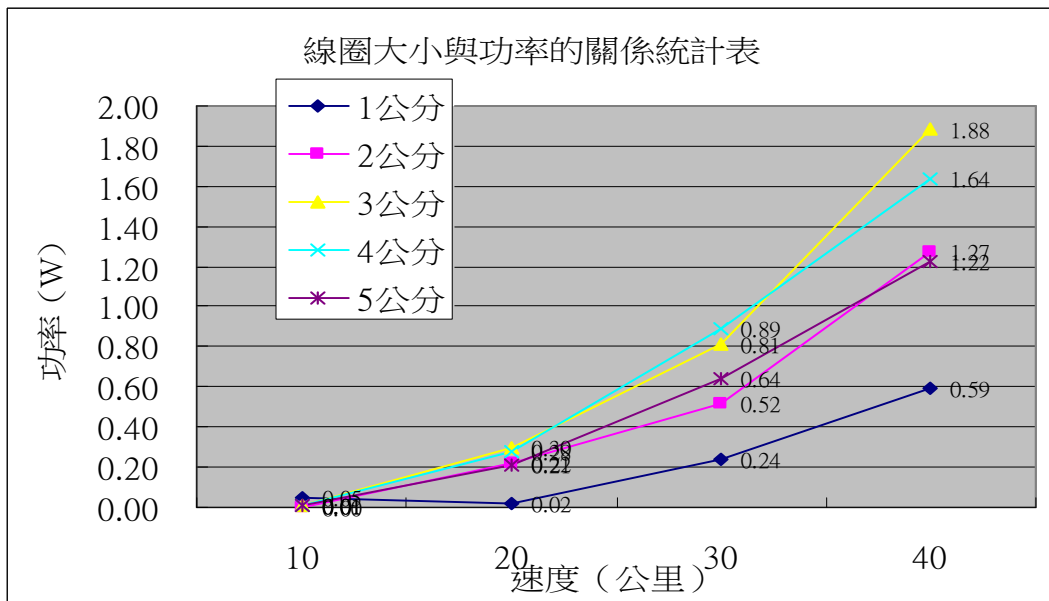


表 2-2-3 線圈大小與功率關係統計表



3. 研究結果分析：

- (1) 表 2-2-1，線圈在 3、4、5 公分發電電壓較大，線圈 1、2 公分發電電壓較小。
- (2) 表 2-2-2，線圈在 2、3、4 公分發電電流較大，1、5 公分發電電流較小，可能是 5 公分的線圈漆包線比較長，電阻較大。
- (3) 由表 2-2-3，線圈在發電功率 3、4 公分發電效果最佳。



利用鐵砂所形成的磁力圈



由磁力線發現磁鐵的磁力集中在磁鐵的周圍

(4) 在相同的圈數下以 3 公分的線圈所產生的電流電壓最大，剛好是磁鐵磁力最強的範圍，線圈太小所感應到的磁鐵磁力範圍較小，線圈太大距離增加所感應的磁力變小。

(二-3) 研究漆包線的發電線圈圈數對於發電的電壓、電流、功率的關係。

1. 研究步驟：

- 實驗（一、二）發現加入鐵心，線圈大小約在 5 公分以下，漆包線要繞在 2~5 公分為最佳，可以提高發電的效果，我們利用模版螺絲，線圈的中心，外側利用紙板做成 4.5cm 的繞線槽。
- 漆包線直徑 0.3mm 分別繞 300 圈、600 圈、900 圈、1200 圈、1500 圈的漆包線。
- 使用強力磁鐵 (2.4cm*0.4cm)，實驗在不同的圈數下，發電的電壓、電流、功率的差異？



線圈圈數 300~1500



試驗測量



測量電流

2. 研究結果：

表 2-3-1 線圈圈數電壓統計表

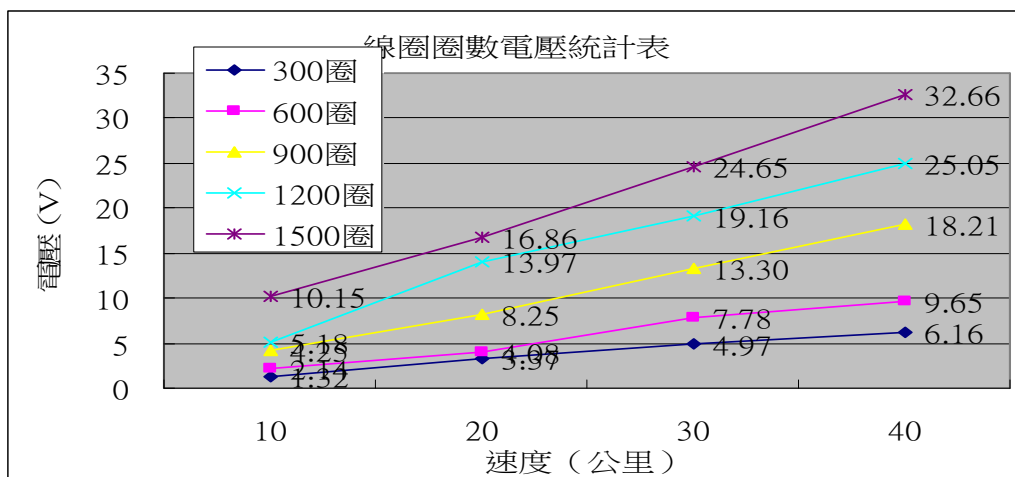


表 2-3-2 線圈圈數電流統計表

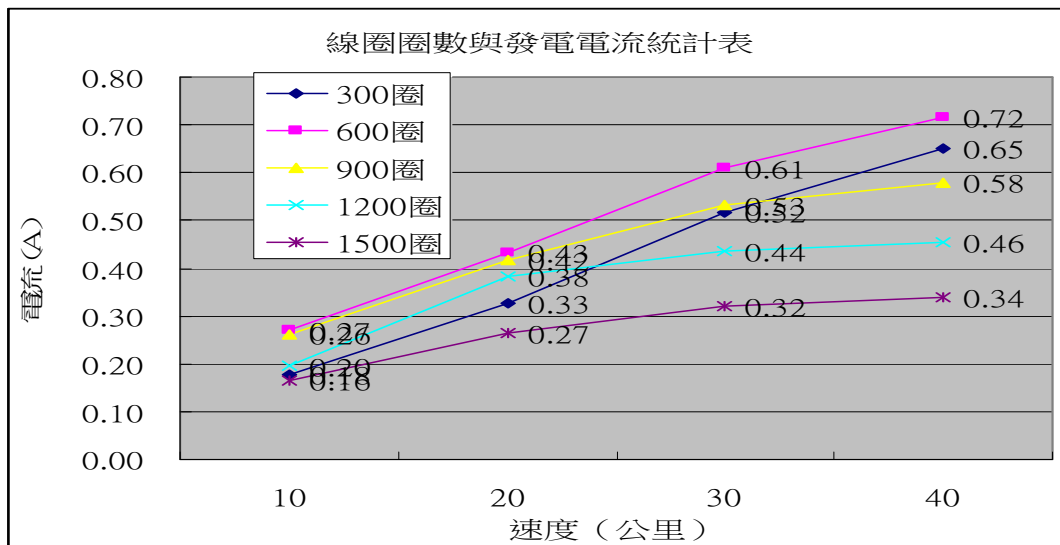
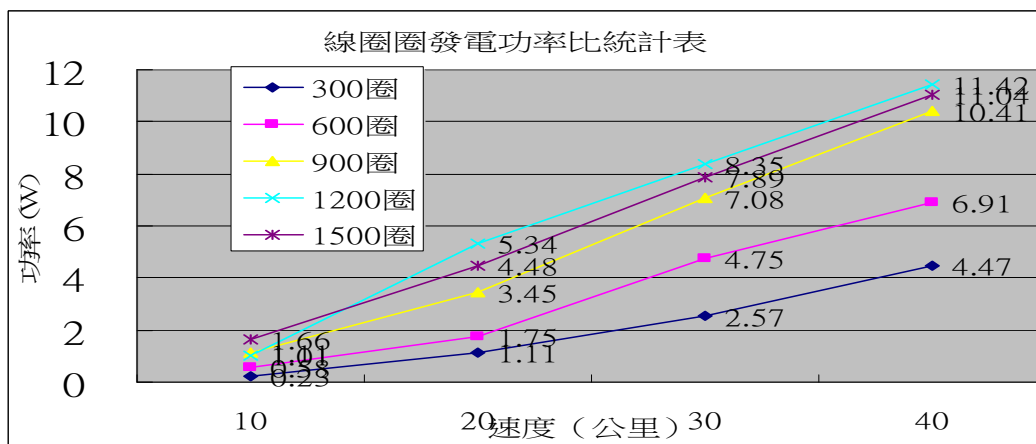


表 2-3-3 線圈圈數功率統計表



3. 研究結果分析：

- (1) 由實驗 (二-3) 發電線圈圈數越多電壓越高，電流則以 600 圈最高 0.72A，發電功率 900~1500 圈發電效率相近，其中以 1200 圈最好。
- (2) 當發電線圈，圈數增加時，所繞漆包線線的半徑也增加，距離磁鐵越遠，所能感應的磁場變小，圈數增加時漆包線長度增加電阻增加，所以 1500 圈電流變小。

(二-4) 研究發電線圈外部加鐵片對於發電的電壓、電流、功率的效應。

1. 研究步驟：

- (1) 我們常見到，在磁鐵的外側加鐵片，可以使磁力增加，如果在線圈的外側加鐵片，所產生的磁力會增加嗎？
- (2) 在發電線圈外側貼上一片 4.5cm、厚度 0.2cm，的環形鐵片。
- (3) 比較發電線圈 1200 圈與 1500 圈，貼上鐵片前後的電壓、電流、功率的差異。



4.5cm*0.2cm 鐵片



外側加鐵片



實驗操作

2. 研究結果：

表 2-4-1 加入鐵片的電壓變化統計表

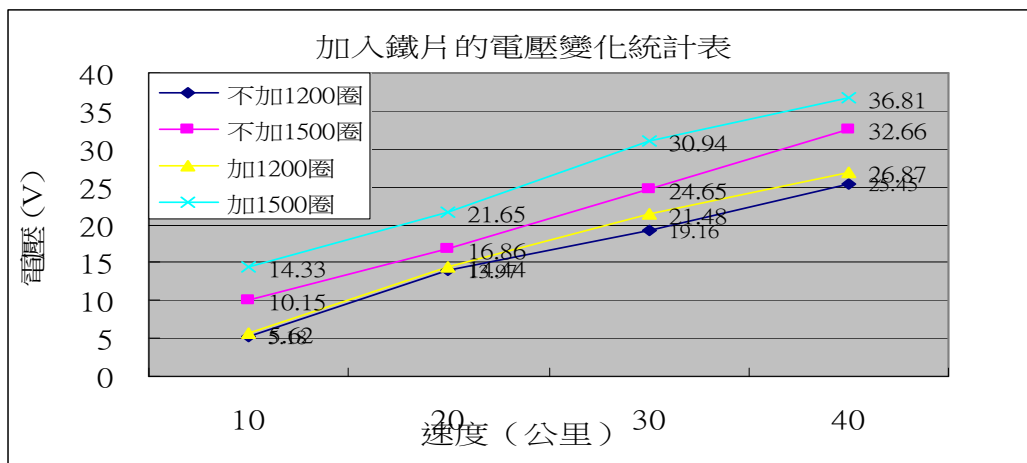


表 2-4-2 加入鐵片的電流變化統計表

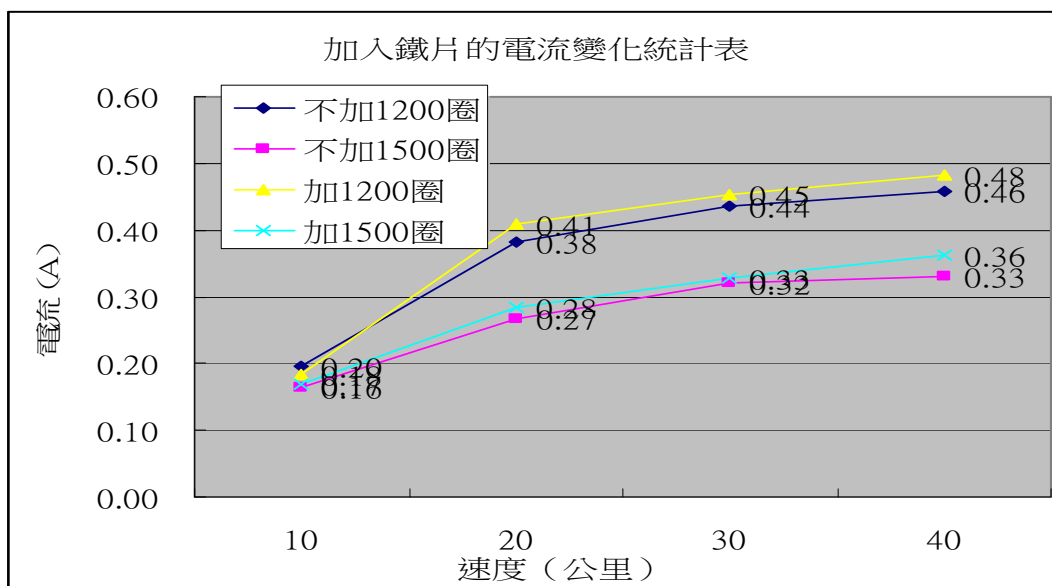
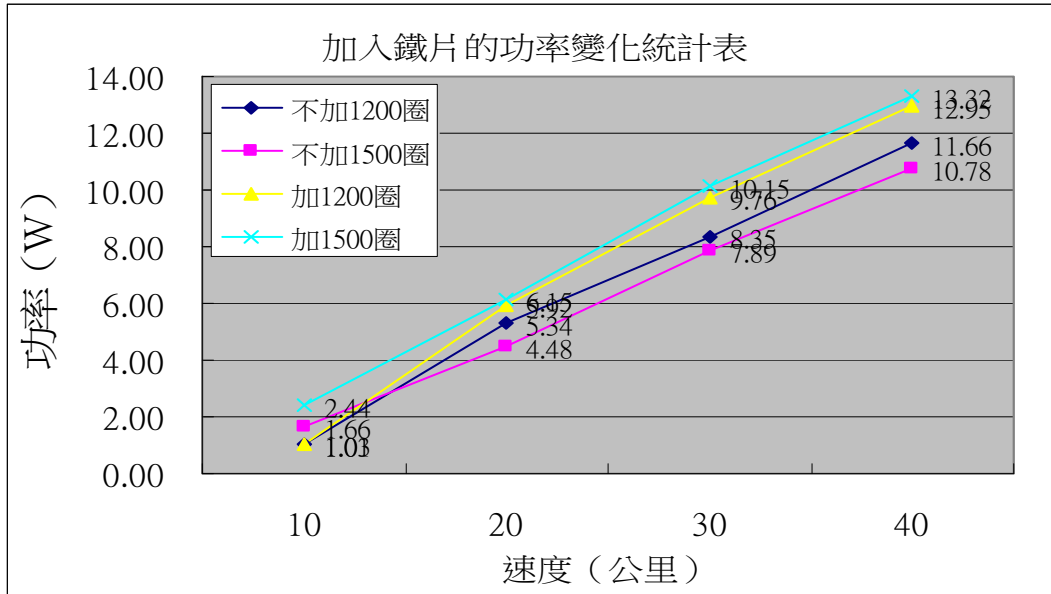


表 2-4-3 加入鐵片的功率變化統計表



3. 研究結果分析：

- (1) 線圈外部加鐵片與不加之比較，1200 圈加鐵片比不加鐵片電壓增加 1.07 倍；電流增加 1.03 倍；功率輸出增加 1.10 倍。
- (2) 1500 圈加鐵片比不加鐵片電壓增加 1.27 倍；電流增加 1.06 倍；功率輸出增加 1.34 倍。
- (3) 加鐵片的發電功率 1500 圈優於 1200 圈。

(二-5) 研究發電線圈距離對於發電的電壓、電流、功率的關係。

1. 研究步驟：

- (1) 我們發現距離磁鐵越近，所受的磁力越強，在相同原理的情況下，漆包線與磁鐵距離，與發電的效果關係性如何？
- (2) 我們使用 0.3mm、1200 圈的發電線圈，在強力磁鐵環，不同的距離下 0.2cm、0.3cm、0.4cm、0.5cm 其對於發電的電壓、電流、功率有何差異？



不同距離下的發電效能



紀錄發電效能



測量電流

2. 研究結果：

表 2-5-1 線圈與距離電壓統計表

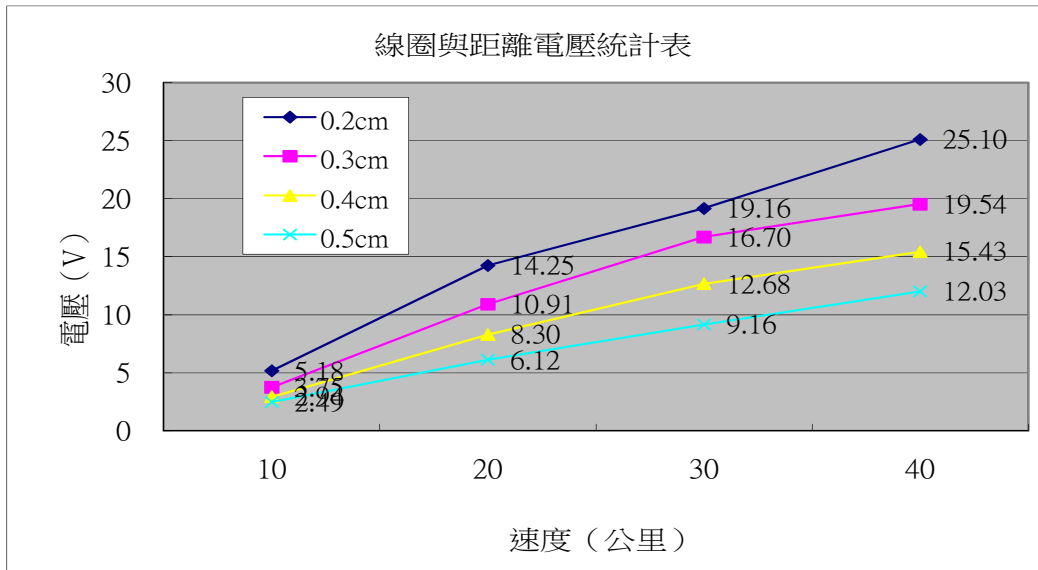


表 2-5-2 線圈與距離電流統計表

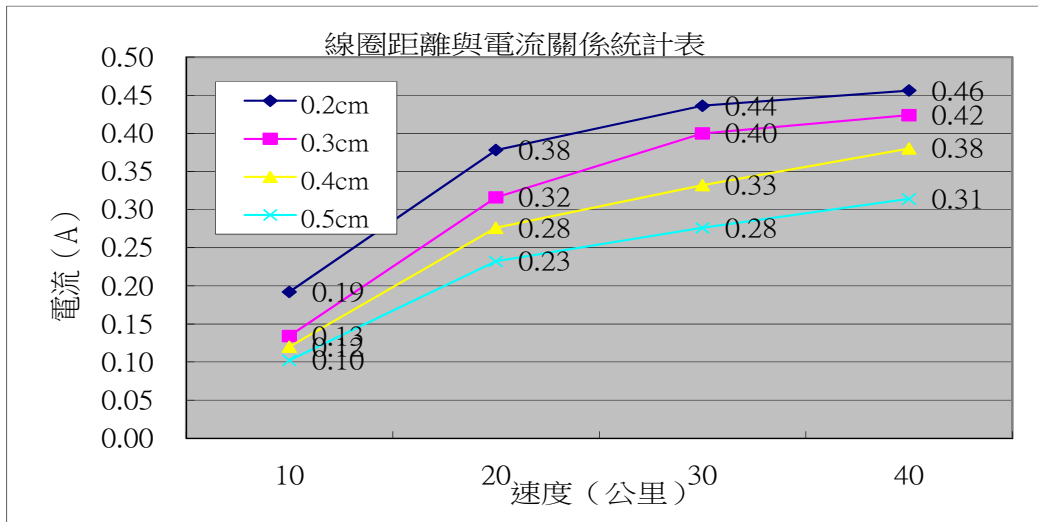
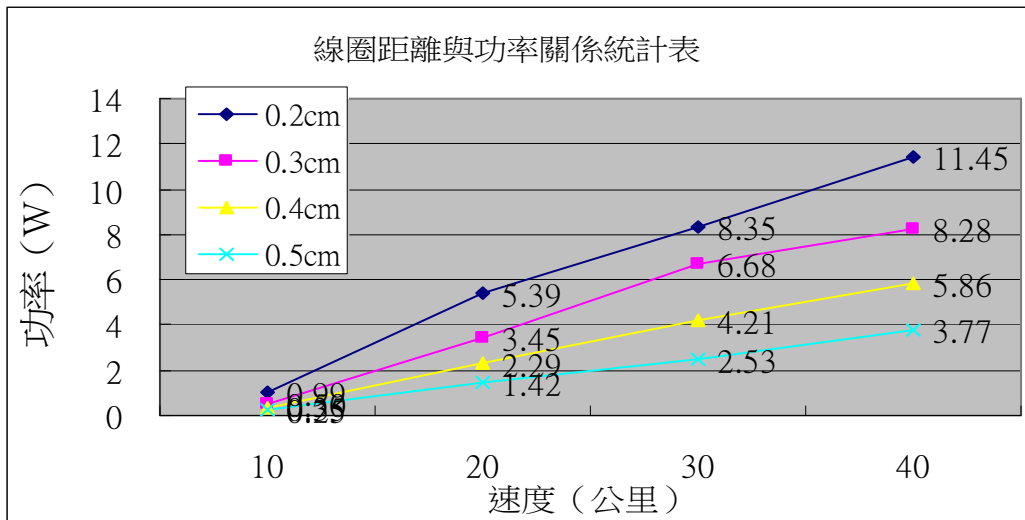


表 2-5-3 線圈與距離功率統計表



3. 研究結果分析：

由上面的統計圖表，由於永久磁鐵建立的磁場強度與磁鐵的距離平方成反比，所以距離越遠，感應到磁鐵的磁力越小，所以發電線圈距離越大發電電壓、電流、功率越小。

(二-6) 研究相同大小的發電線圈在繞粗細不同的漆包線對於發電的效果有差異嗎？

1. 研究步驟

- (1) 使相同大小的發電線圈，相同大小 4.5 公分的線槽，分別繞 0.3mm、0.5mm 漆包線兩個都繞到線槽滿為止。漆包線 0.5mm 約 500 圈，0.3mm 約 1500 圈。
- (2) 使用 2.4cm*0.4cm 強力磁鐵，測量在 10、20、30、40 公里下發電電壓、電流、功率的差異。



0.3mm 1500 圈



0.5mm 500 圈



測量電壓

2. 研究結果

表 2-6-1 漆包線的粗細電壓統計表

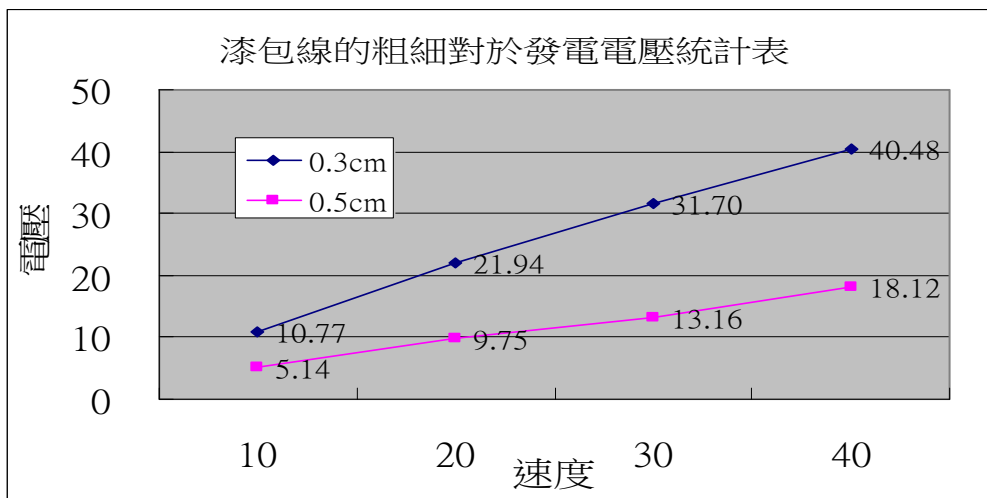


表 2-6-2 漆包線的粗細電流統計表

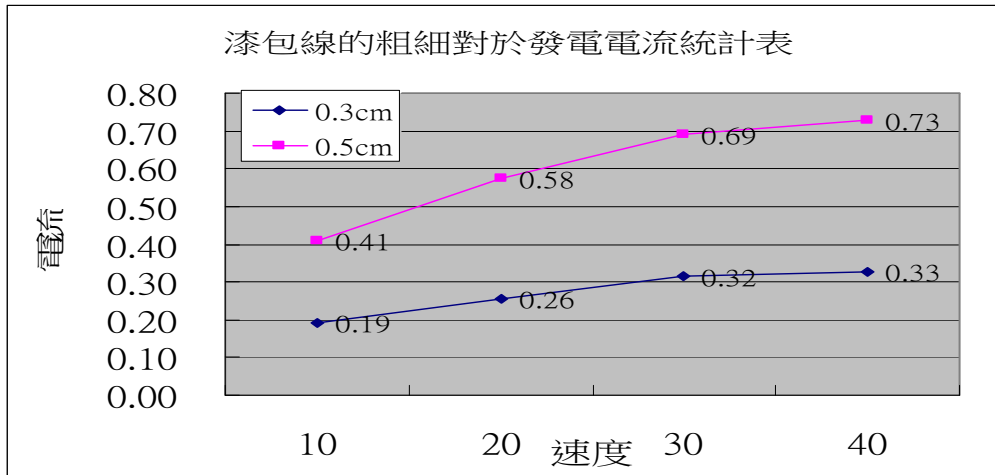
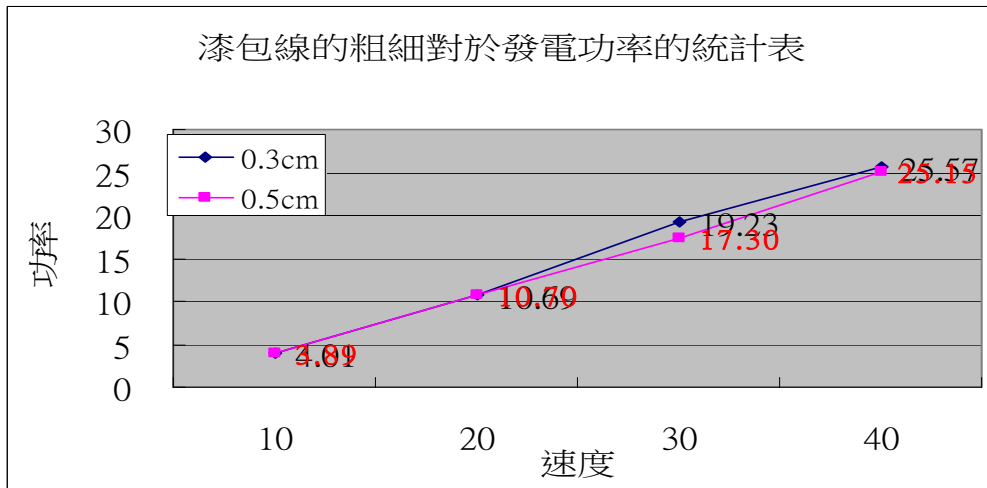


表 2-6-3 漆包線的粗細功率統計表



3. 研究結果分析

- (1) 在相同的發電線圈大小下，依據表 2-5-1 發現，0.3mm 比 0.5mm 的電壓高約 2.25 倍。
- (2) 依據表 2-5-2 發現 0.5mm 比 0.3mm 的電流高約 2.21 倍。
- (3) 依據表 2-5-3 發現 0.3mm 功率比 0.5mm 約 1.04 倍，功率則相近。

三、研究使用更強力的磁鐵會使發電電壓、電流、功率有差異嗎？

由上面的研究發現發利用發電線圈，圈數 1500 圈，在 2.4cm*0.4cm 強力磁鐵，在 30 公里時，發電功率漆包線 0.3mm 約 19.23W，漆包線 0.5mm 約 17.30W，如果我們使用 18 個發電線圈，同時發電，0.3mm 總發電功率 346.14W，0.5mm 總發電功率 311.4W，未達我們設計的目標，所以需要進一步的改善。

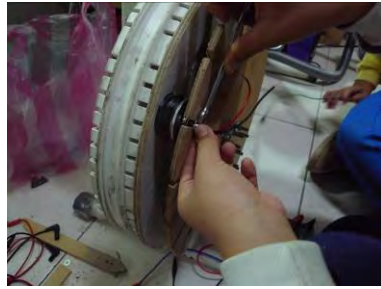
1. 研究步驟

- (1) 在網路上搜尋有更大的強力磁鐵 3.0cm*0.5cm，磁力強度為 2000 高斯，26 個裝在木環中，一側用 500 磅的紙貼住，在放入磁鐵 3.0cm*0.5cm，利用三秒膠固定後，在塗上白膠加強固定。

- (2) 使用 0.3mm、1500 圈發電線圈，有鐵心，有加鐵片，分別在 10、20、30、40 公里的情況下測量發電電壓、電流、功率。
- (3) 實驗具有危險性，高電壓的部分，請學生務必依照操作程序進行試驗。



強力磁鐵 3.0cm*0.5cm



使用 0.3mm 線圈 1500 圈



測量電壓

2. 研究結果：

表 3-1 使用超強力磁鐵的電壓比較表

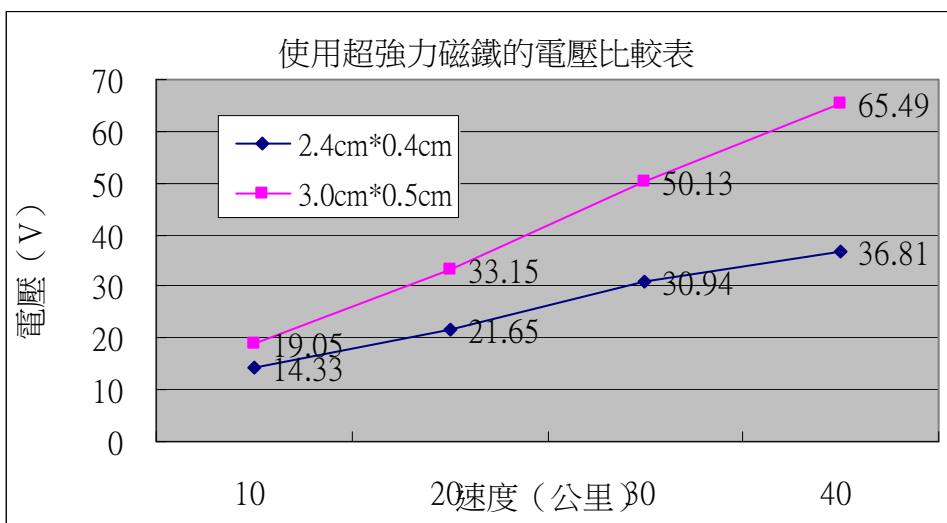


表 3-2 使用超強力磁鐵的電流比較表

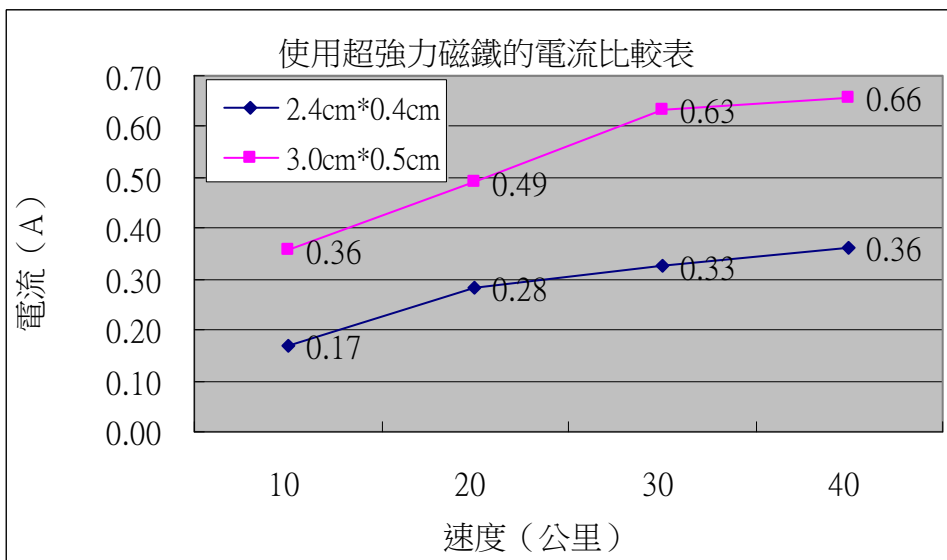
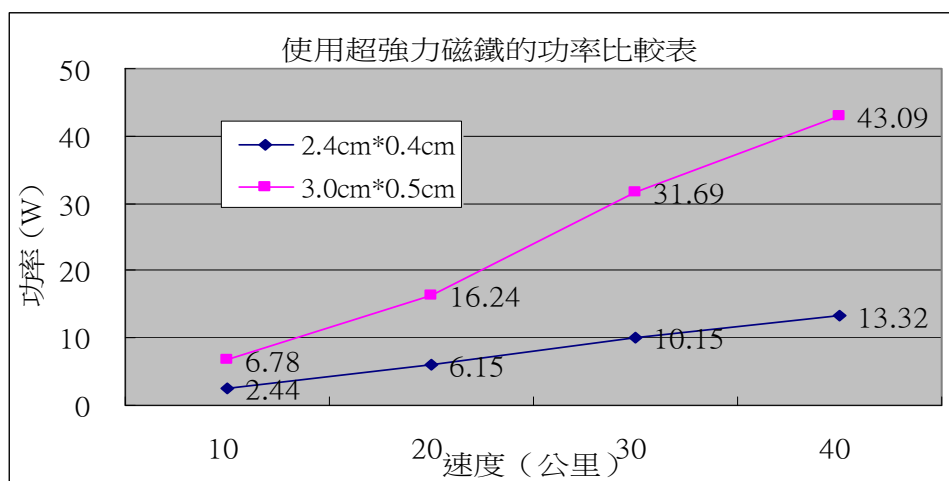


表 3-3 使用超強力磁鐵的功率比較表



3. 研究結果分析：

- (1) 由實驗強力磁鐵 3.0cm*0.5cm，磁力強度為 2000 高斯，與 2.4cm*0.4cm，1400 高斯發電電壓平均高約 1.6 倍，電流平均高約 2 倍，功率平均高約 3.2 倍。
- (2) 所以由實驗的操作中發現，磁力強度越高發電越強，但是在踩運動風扇腳踏車時，也比較費力。
- (3) 依據感應電流的作用，當磁鐵的磁力增加時，感應電流會增加，所以造成感應電流所產生的磁場與磁鐵的磁場，相吸與相斥的力量增加，所以當磁鐵越強在轉動就越費力。

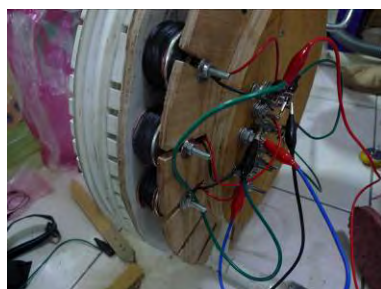
四、研究發發電線圈串並聯發電的電壓、電流、功率的關係。

(一) 研究步驟：

1. 我們在自然課上時學到電流與電壓，電池並聯電壓不變、電流增加，電池串聯，電壓增加、電流不變。
2. 我們將發電線圈串聯與並聯，實驗線圈串聯與並聯時，在電壓與電流上有何差異。
3. 發電線圈 0.3mm、1500 圈的線圈，三個線圈，在 30 公里時發電為 0.68A、48.3V、32.84W，0.67A、51.2V、34.30W，0.66A、49.8V、32.87W，三個線圈功率總和 100.02W。
4. 使用線圈為 0.3mm、1500 圈的線圈，三個線圈，利用強力磁鐵環，實驗線圈串聯與並聯的發電效果。
5. 實驗具有危險性，高電壓的部分，請學生務必依照操作程序進行試驗。



組裝線圈



將三個線圈串聯



發電壓

(二) 研究結果：

表 4-1 並聯與串聯的電壓統計表

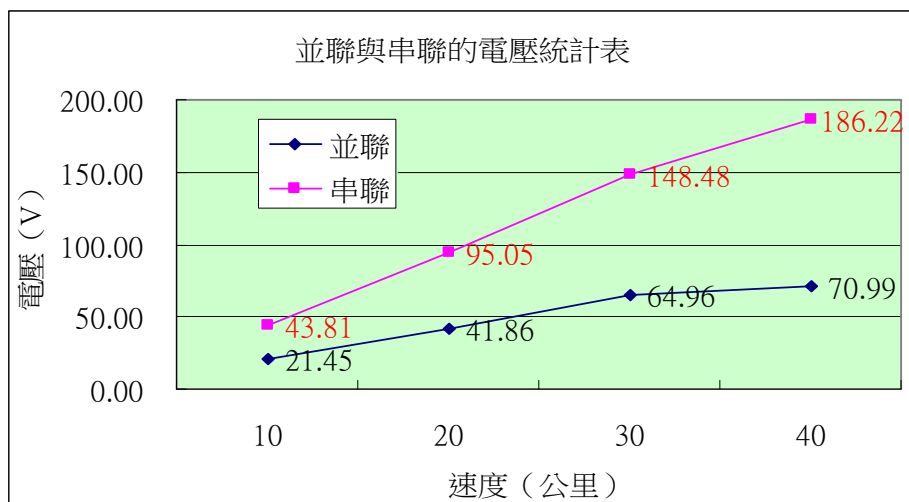


表 4-2 並聯與串聯的電流統計表

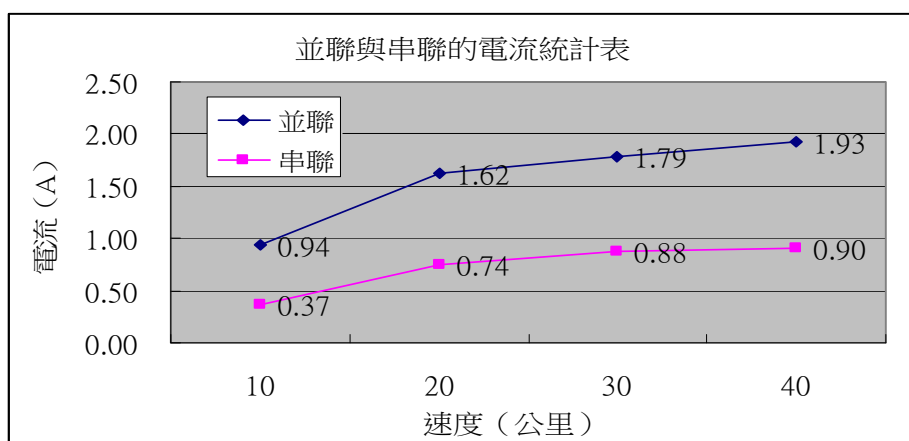
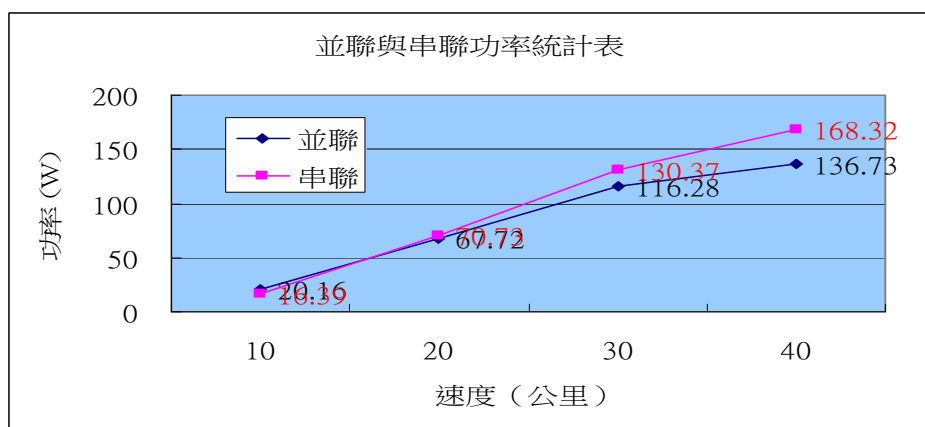


表 4-3 並聯與串聯的功率統計表



3. 研究結果分析：

- (1) 由表 4-1 在串聯線圈時在速度 30 公里，電壓為 148.48V，與三個線圈的總和 149.3V 相近，並聯時電壓 64.96V，比單一線圈平均 49.77 高出 15.19V。

- (2) 由表 4-2 在串聯線圈時在速度 30 公里，電流 0.88A，比單一線圈 0.68A 平均高約 0.20A，並聯時電流約為三個線圈為 1.79A，比單一線圈總和 2.01A 略小。
- (3) 由表 4-3 在串聯線圈時，在速度 30 公里，發電功率為 130.37W，比三個線圈總和 100.02W 高出 30.35W，在並聯線圈時，發電功率為 116.28W，比三個線圈總和 100.08W 高出 16.20W。
- (4) 線圈經過串並聯後發電功率，比單獨的線圈發電功率更佳，串聯時電流增加，並聯時電壓增加，其原因需要進一步的分析。

五、研究廢棄運動風扇腳踏車製作發電機

(一) 研究步驟：

1. 製作發電機的發電盤，在風扇腳踏車的外部加設一個發電盤，經過我們的計算，直徑 42 公分的發電盤，可以裝置 18 個發電線圈，將 18 個發電線圈，每三個發電線圈為一組，共分為 6 組。發電線圈中心加鐵心 1.8cm*1.4cm，外側加鐵片，繞 0.3mm 漆包線 1500 圈。
2. 實驗具有危險性，高電壓的部分，請學生務必依照操作程序進行試驗。



在線圈中心加鐵塊

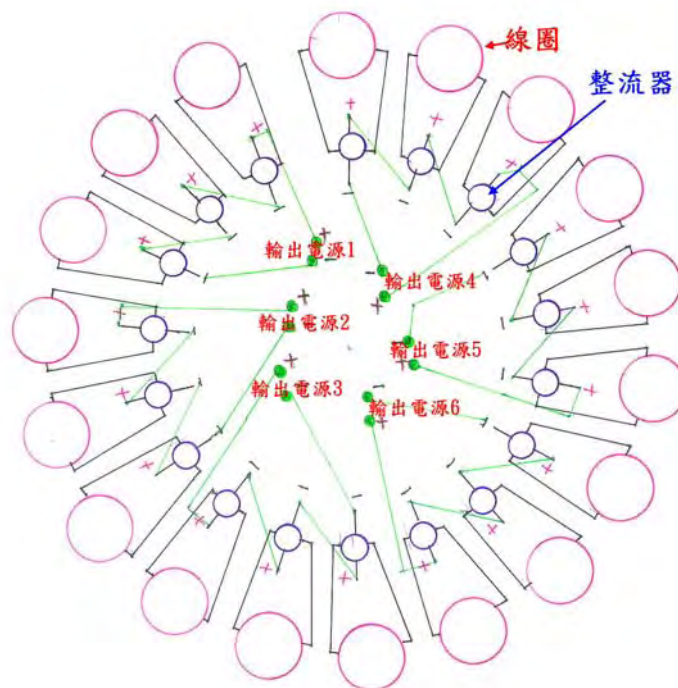


完成的線圈槽



外部加上鐵片

發電機的發電盤線路圖



2. 組裝發電盤



組裝發電盤

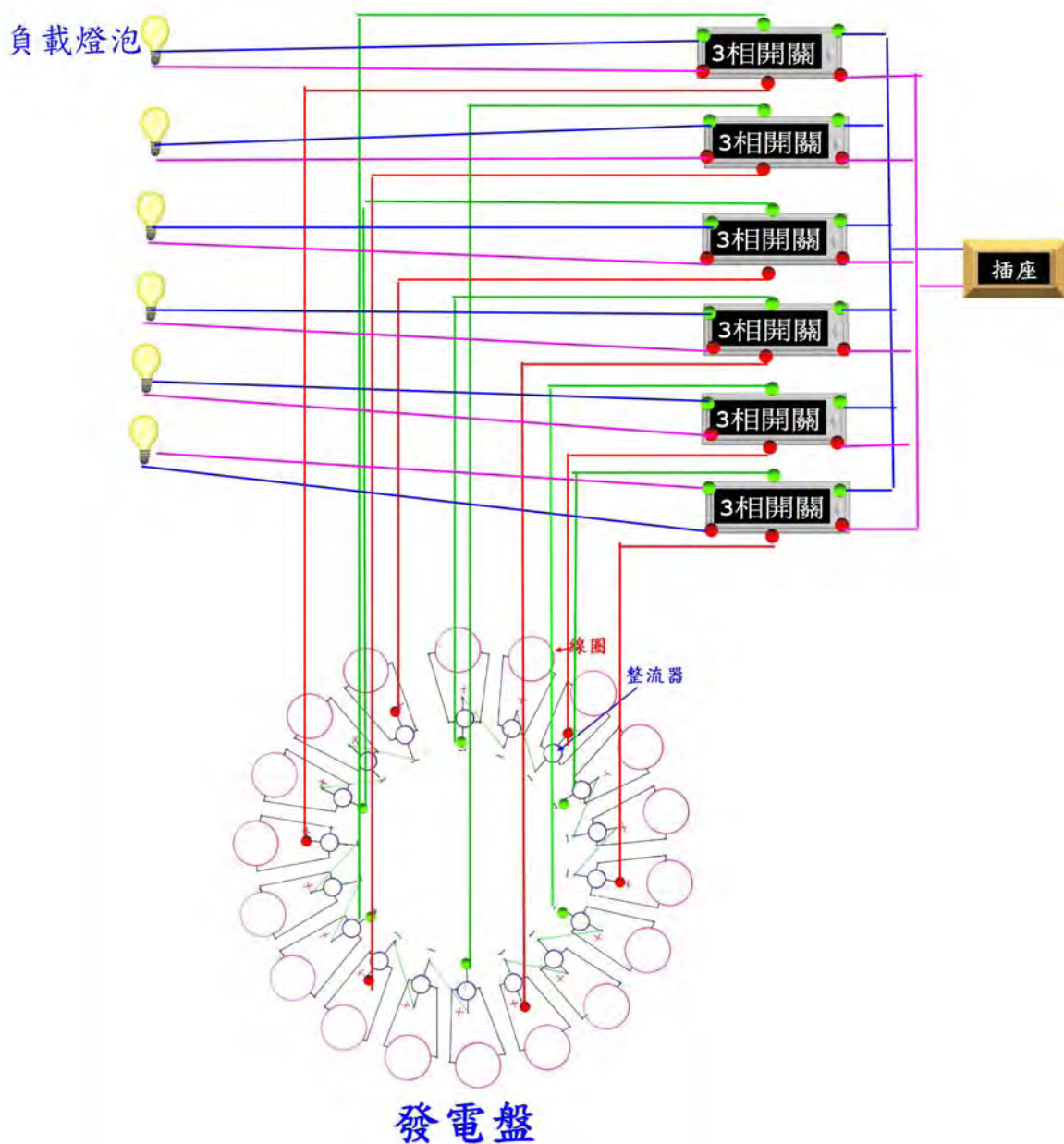


發電盤線圈共 18 個



發電盤正面配線

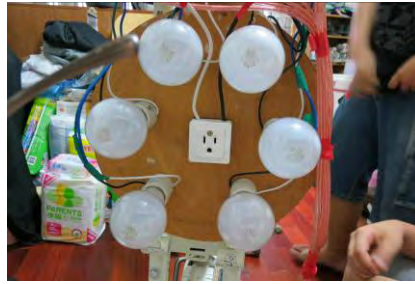
3. 電路圖設計如下



4. 風扇腳踏車發電機原件



發電盤電路

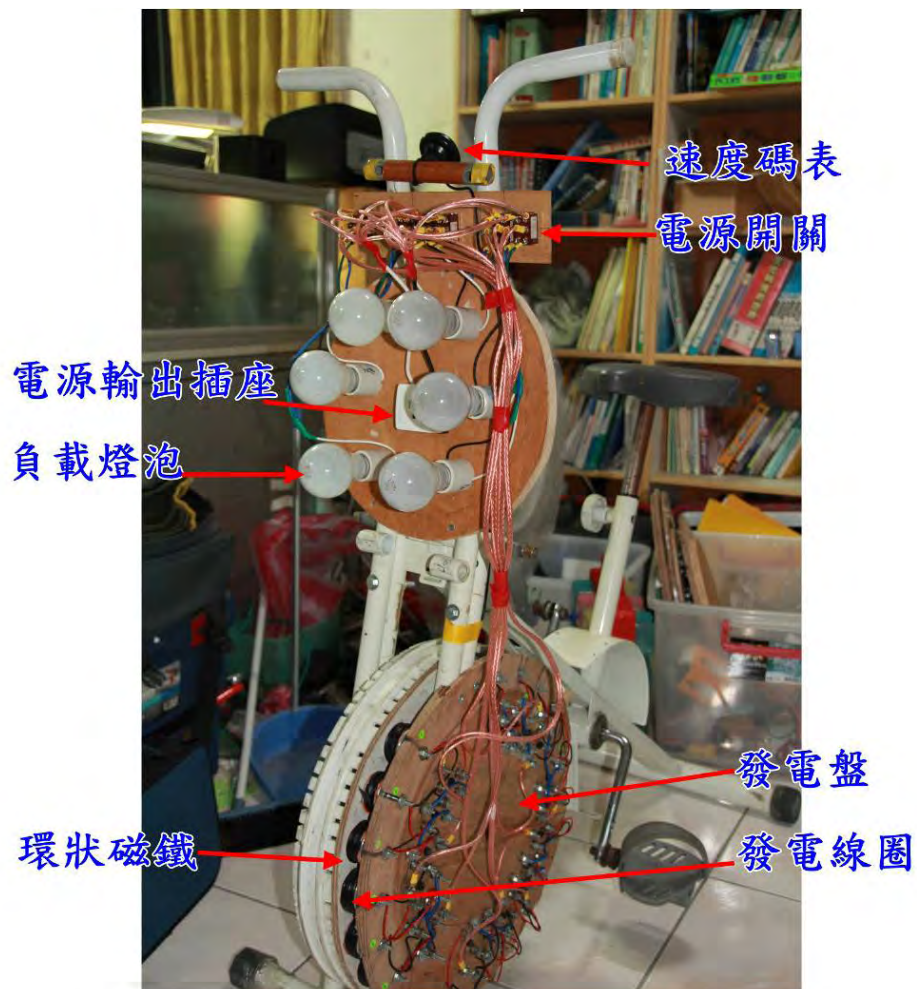


負載燈泡 6 個與供電插頭



電源開關 6P 三相 6 個

完成風扇腳踏車發電機



4. 測試輸出：以 30 公里的速度測試測試結果如下：

(1) 單一線圈輸出的發電量統計表

線圈	1	2	3	4	5	6	7	8	9
電壓 V	49.5	49.5	48	46.5	58.2	46.5	45.2	52.3	50.6
電流 A	0.68	0.67	0.69	0.70	0.67	0.71	0.72	0.67	0.68
功率 W	33.66	33.17	33.12	32.55	38.99	33.02	32.54	35.04	34.41
線圈	10	11	12	13	14	15	16	17	18
電壓 V	53.2	47.7	49.2	54.8	60.1	57.4	58.9	52.4	55.7
電流 A	0.69	0.71	0.69	0.72	0.65	0.68	0.67	0.68	0.65
功率 W	36.71	33.87	33.95	39.46	39.07	39.03	39.46	35.63	36.21

線圈平均輸出電壓 51.98V 電流 0.69A 功率 35.55W 18 線圈總輸出 639.87W

(2) 線圈組輸出：以三個線圈為一組的發電量統計表

線圈組	1	2	3	4	5	6
電壓	161	149	145	152	165	157
電流	0.9	0.88	0.90	0.89	0.87	0.89
功率	144.9	131.12	130.5	135.28	143.55	139.73

線圈組輸出電壓 156.3V、電流 0.89A、功率輸出 137.51W，6 組線圈總輸出 825.08W

5. 負載輸出統計表：

負載	負載說明	使用力量耗力說明
40W	40W 白熱燈泡 1 個發亮	很輕鬆
80W	40W 白熱燈泡 2 個發亮	輕鬆
120W	40W 白熱燈泡 3 個發亮	輕鬆
160W	40W 白熱燈泡 4 個發亮	可以承受
200W	40W 白熱燈泡 5 個發亮	很費力
240W	40W 白熱燈泡 6 個發亮	非常費力



3 個燈泡亮



6 個燈泡亮



插上直流電扇也會轉動

6. 研究結果分析

- (1) 發電腳踏車，總功率輸出是 825.08W，發電效果很好。
- (2) 當有負載時，受到電器阻抗的因素，所以會比較費力負載輸出人體負荷最高 240W。
- (3) 有負載與無負載，其所施的力量也差異很大。
- (4) 每一個發電線圈，裝設時可能有裝設距離、位置的誤差，所以發電電壓、電流、功率會有誤差。

六、自製發電機的發電功率與市售產品的比較

我們研究的運動風扇腳踏車，經過測試在 30 公里時發電量為 825W，在負載輸出約 240W，發電功率佳，在經過穩壓器或市電並聯機可以使用在筆電、螢幕、電扇等小型電器用品，並可以作為充電與照明使用，網路上搜尋是否有相關的產品，我們發現有風扇腳踏車發電機，可以與我們所製作的發電機作比較。



發電 800W



綠能之星



發電的健身車

1. 比較表

比較項目	發電 800W	綠能之星	發電的健身車
發電方式	水平式感應發電機	傳統轉動發電機	傳統轉動發電機
空載輸出	540w~820w	100W~200W	300W~500W
電壓、電流	(速度 25 公里) 120-130V 5.4A	10 -20V 10A	12~14V 45A
負載輸出	40W~240W	不詳	不詳
電壓、電流改變	依據需求改變串並聯的發電線圈方式 改變電壓與電流	依速度改變	依速度改變
電壓電流穩定性	人力通常不穩定	人力通常不穩定	人力通常不穩定
輸出電流	直流電	直流電	直流電
轉交流方式	市電並聯機	市電並聯機	市電並聯機
運動功能	六段，不同的負載用力大小	四段磁控設定用力大小	五速度設定
售價	製作成本約 4000 元 (強力磁鐵 2400 元、漆包線 1000 元、整流器 75 元、螺絲螺帽墊片 100 元、導線 100 元，三秒膠 50 元、三夾板 150 元)	9800 元	31600 元 (含市電並聯機)

2. 研究結果分析

- (1) 我們的發電機空載輸出最高 825W，負載輸出最高可到 240W，其他發電機空載最高 500W，負載無詳細說明。
- (2) 我們的發電機可依據需求改變改變電壓與電流，其他發電機不可變。
- (3) 但是共通點人力的發電的穩定性因為各人體能不同而有高低，輸出電流都是直流電，如果要交流電則必須要市電並聯機轉成交流電。
- (4) 我們的發電機有六段變速設定，市售四或五段，我們的腳踏車發電機製作成本約四千元比其他市售腳踏發電機便宜很多。

伍、討論

一、討論磁鐵的排列方式與磁性大小對於發電的電壓、電流、功率的關係

1. 從實驗中我們發現磁鐵排列 NS 所發出的功率、電壓、電流的效果都比磁鐵排列 NN、SS 來的高，因為使 N、S 交互排列磁力變化更大，使發電電壓、電流、功率的效果較好。
2. 因為強力磁鐵會使磁力變強，磁通量變大，使發電電壓、電流、功率的效果較好。

二、討論如何製作一個最佳漆包線圈對於發電功率的最佳

1. 線圈中加入鐵塊、鐵片，發現因為加鐵塊會增加磁力到線圈上，電流、電壓、功率的效果才會較好。
2. 線圈直徑大小也會關係到電流、電壓、功率。測量後，發現直徑 3、4 公分效果較好。
3. 線圈中加入鐵心，線圈大小約 4.5 公分，發電線圈繞分別 300、600、900、1200、1500 圈，發現 1200 圈的功率最佳。
4. 如果在磁鐵的外側加入鐵片，線圈分別繞 1200、1500 圈，發現加鐵片 1200 圈功率約為 1.10 倍、1500 圈功率約 1.34 倍，其中最好的是加鐵片 1500 圈發電功率最高。
5. 發電線圈，在不同的距離下 0.2cm、0.3cm、0.4cm、0.5cm 實驗發現距離越大發電電壓、電流、功率較小。
6. 如果以發電線圈的大小繞上不同粗細漆包線 0.3mm 和 0.5mm，從實驗中發現電壓 0.3mm 較高，電流 0.5mm 較高，而發電功率 0.3mm 比 0.5mm 略高，本次研究主要以電壓為主要，所以採用 0.3mm。

三、討論使用更強力的磁鐵會使發電電壓、電流、功率的差異

1. 如果把強力磁鐵 3.0cm*0.5cm 與 2.4cm*0.4cm 做實驗比較發現，磁鐵的磁力越強發電效能越佳，3.0cm*0.5cm 比 2.4cm*0.4cm 的發電功率約為 3.2 倍，但發電功率越高，所需的力量也越大。
2. 在我們設計的標準製造可以輸出 500W 的發電機，選擇使用強力磁鐵 3.0cm*0.5cm，在速度 30 公里單一發電線圈可以發電功率 31.65W，設計發電線圈 18 個，總發電功率， $31.65W \times 18 = 569.7W$ ，可以達到預定的標準。

四、討論發電線圈串並聯發電的電壓、電流、功率的關係。

1. 實驗發電線圈串聯與並聯在 30 公里下，在電壓、電流、功率比較表

項目	單一線圈（三個總和）	串聯	並聯
電壓 V	149.30	148.48	64.96
電流 A	2.01	0.88	1.79
功率 W	100.02	130.37	116.28

2. 依據研究結果發現發電線圈做串聯時發電電流比單一總和高出 0.20A，並聯時電壓高 14.83V，我們推測的原因是並聯時電流的波形的堆疊作用，所以電壓提高，串聯時，由於電壓增加，所造成的橋式整流器電阻變小，所以電流增加。

五、討論廢棄運動風扇腳踏車製作發電機

1. 如果以 30 公里的速度測試單一線圈輸出的發電量，線圈 1~18，線圈平均輸出電壓 51.98V 電流 0.69A 功率 35.55W 18 線圈總輸出 639.87W。
2. 三個線圈為一組的發電量，線圈組平均輸出電壓 156.3V、電流 0.89A、功率輸出 137.51W，6 組線圈總輸出為 825.08W。
3. 以燈泡為負載測試由 40W~240W，發現有負載與無負載，所要所需的力量差很多，負載越大越費力。

六、討論自製發電機的發電功率與市售產品的比較

1. 我們的腳踏車發電機，輸出空載 540W~820W，負載時 40W~240W。
2. 我們的腳踏車發電機比較相關產品，綠能之星空載 100W~200W，發電的健身車空載 300W~500W 很難改變電壓、電流。
3. 我們的腳踏車發電機不管是在發電效能，電壓、電流與運動量的可變性都比市面兩種產品佳。

陸、結論

一、磁鐵的排列方式與磁性大小

1. 磁力變化大，使 N、S 的交互排列磁力變化大，所以發電效能佳。
2. 因為強力磁鐵磁力強，磁通量密度高，所以電流、電壓、功率比一般磁鐵來的高。

二、最佳發電線圈

1. 加鐵塊增加磁力到線圈中，使線圈中的磁力增加，所以發電效能更佳。
2. 線圈直徑會影響磁力，其中 3 公分，大約與磁鐵的直徑大小相同，電流、電壓、功率最佳。
3. 繞 600 圈時電流最高，1500 圈時電壓最高，1200 圈時圈的發電功率最高。
4. 發電線圈外側加鐵片，也會增加磁力效果，所以發電效能增加 1.34 倍，其中以 1500 圈的效果最佳。
5. 距離越近，磁力越強，發電效能越佳，所以在設計發電腳踏車時我們採用線圈距離 0.2cm 為最佳距離。
6. 在相同大小的發電線圈，漆包線 0.3mm、0.5mm 與電流、電壓有關，粗的漆包線電流高、電壓小，細的漆包線電壓高、電流小，但發電功率 0.3mm 略優於 0.5mm。

- 三、使用 3.0cm*0.5cm 的強力磁鐵，因為磁力增加，使發電效能更佳，所以的功率比 2.4cm*0.4cm 高 3.2 倍。
- 四、將發電線圈三個做並聯、串聯，發現串聯時電流會增加約 0.2A，並聯時電壓會增加約 16V。
- 五、空載六個發電線圈組總輸出 825.08W 可以很輕鬆的發電，但有負載時就比較費力，在負載發電 240W 時，發電就非常的費力，因為有負載就有電阻，當電阻越大時，所費的力量也越大。
- 六、我們利用廢棄的風扇運動踏車，應用水平感應電流發電，我們在設計時保留原風扇運動踏車的運動功能，並利用不同的負載大小，作為運動量與出力的大小，如果再使用市電並聯機，轉為交流電可以作為一般的小型電器品，在負載 240W 以下電器較合適，我們的風扇腳踏車發電機，可以達到運動兼具發電的效果，所完成的發電腳踏車，比市面的相同的腳踏車發電機發電效能佳與更具有運動樂趣。

柒、參考資料

1. 康軒六上第四單元電磁鐵 (2012)。康軒出版社。
2. 發電原理。2012 年 9 月 15 日，取自
http://www.ymvs.mlc.edu.tw/teallearn/t7/new_page_5.htm
3. 冷次定律。2012 年 10 月 20 日，取自
http://sciedu.cc.nctu.edu.tw/practice/threehair/page_2.htm
4. 法拉第定律。2012 年 10 月 20 日，取自
http://sciedu.cc.nctu.edu.tw/practice/threehair/page_3.htm
5. 電磁感應。2012 年 10 月 20 日，取自
http://sciedu.cc.nctu.edu.tw/practice/threehair/page_1.htm
6. 人力發電機發電健身車。2012 年 10 月 20 日，取自
http://tw.page.bid.yahoo.com/tw/auction/1238654346;_ylt=ApVJsd.GoQiozuItZmoARLkPFLJ8?actsrch=srp3
7. 綠能之星運動發電腳踏車 2012 年 10 月 20 日，取自
http://tw.page.bid.yahoo.com/tw/auction/f50454938;_ylt=AinW0voa5QCCbVqEak2RACapFLJ8?actsrch=srp3
8. 鈦鐵硼強力磁鐵。2012 年 10 月 20 日，取自
http://tw.page.bid.yahoo.com/tw/auction/b86783311;_ylt=Au3frk1NnbWvZxQ0AQP3lIupFLJ8?actsrch=srp3

【評語】 080108

研究團隊對於電磁相關的知識豐富，設計實驗的過程具創意與邏輯表達清晰，能活用物理的基本知識，進而做有實用價值的應用，相當難得。