

中華民國第四十八屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國小組 生活與應用科學科

**第一名**

080825

閃電二號--水平感應發電機之研究與應用

學校名稱：臺北縣淡水鎮竹圍國民小學

作者：	指導老師：
小五 林家湄	陳建興
小五 林翌蓁	許淑娟
小五 陳麒安	
小五 施芳妤	
小五 葉宇翔	
小五 羅晨光	

關鍵詞： 感應發電機

# 閃電二號--水平感應發電機之研究與應用

## 摘要

水平感應發電機是一個結構簡單的發電方式，如何使水平發感應電機產生最大電力，並將發電的電力應用於生活上，本研究主要的內容，磁鐵排列方式能產生電力，線圈圈數與發電力大小、線圈的大小與發電，線圈的形狀與發電，漆包線的粗細與發電，磁鐵與漆包線距離與發電大小，磁鐵數量轉換次數與電量大小，線圈的串並聯的應用以增加電力的大小，磁鐵磁力大小與發電量，線圈中加入鐵塊所產生的電力大小，水平感應發電機應用在腳踏車的照明。

## 壹、研究動機

科學研習月刊文章中發電高手所敘述可以利用簡單的材料製作發電機，感應電流發電機（水平型）最感興趣，依照書中的器材、製作方法、使用方式，完成水平型感應發電機。但經過多次的試驗產生的電力才使 LED 燈發亮，如何使 LED 燈持續發亮，想進一步的研究，要用何種方式才會使產生連續電力。



## 貳、研究目的

- 一、研究磁鐵排列方式能產生電力。
- 二、研究線圈圈數與發電力關係。
- 三、研究線圈的大小與發電關係。
- 四、研究線圈的形狀與發電關係。
- 五、研究漆包線的粗細與發電關係。
- 六、研究磁鐵與漆包線距離與發電關係。
- 七、研究磁鐵數量轉換次數與電量關係。
- 八、研究線圈的串並聯的應用以增加電力的大小。
- 九、研究磁鐵磁力大小與發電量關係。
- 十、研究線圈中加入鐵塊所產生的電力大小。
- 十一、研究水平感應發電機最大的發電量的發電方式。
- 十二、研究水平感應發電機應用在腳踏車的照明。

## 參、研究材料與設備

漆包線、LED 燈、三用電表、3mm 密集板、健身腳踏車、腳踏車、磁鐵 3 公分、鈷磁鐵 2.4 公分、漆包線(直徑 0.3mm、0.5mm、1.0mm)。

## 肆、研究過程與方法

準備工作：

### 1.製作連續磁鐵的工具

由於我們依據書上寫的方式進行研究，發現磁鐵的轉換次數受到左右水平移動的限制，無法連續發電，發電量無法利用三用電表測量。必須解決連續磁鐵轉換的問題，將磁鐵的排列成環狀，再將環狀排列的磁鐵固定在健身腳踏車的風輪上，踏動健身腳踏車就可以形成連續不斷的磁鐵轉換，有了連續磁鐵轉換就可以進行下面的試驗。



環狀排列的磁鐵



形成連續不斷的磁鐵轉換



### 2.計算磁鐵轉換速率與風扇腳踏車速度換算

健身前後齒輪比為 1：8，用腳踏後齒輪一圈，前風扇輪會轉動 8 圈。再以節拍器測驗磁鐵的轉換速率，節拍器時間 2 秒一次，踏動用腳踏後齒一圈，前風扇輪會轉動 8 圈，速度表約 16 公里/秒，若以每秒計算前風扇輪會轉動 4 圈/秒，整個環狀磁鐵共 32 顆，計算磁鐵轉換數為  $32*4=128$  次/秒。利用這數據計算其他速度的磁鐵轉換數（次/秒）。

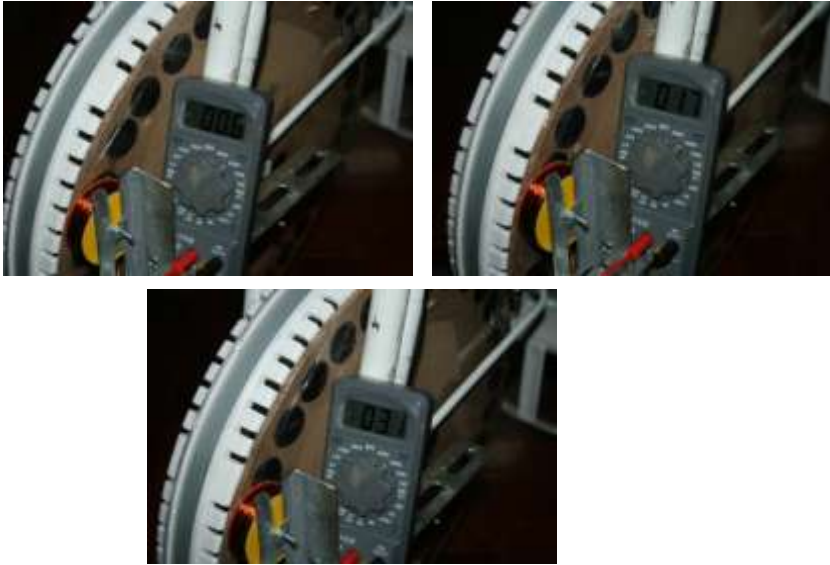
碼表速度與換算表						
碼表速度	5 公里	10 公里	16 公里	20 公里	30 公里	40 公里
磁鐵轉換 速度次/秒	$5 \div 16 * 128$ =40 次/秒	$10 \div 16 * 128$ =65 次/秒	128 次/秒	$20 \div 16 * 128$ =160 次/秒	$30 \div 16 * 128$ =240 次/秒	$40 \div 16 * 128$ =320 次/秒

# 一、研究磁鐵排列方式與能產生電力

操作變因：磁鐵的的排列成環狀，要以何種方式排列才能產生電力，全部 N 極、全部 S 極、NS 交互排列方式

固定變因：線圈圈數 500 圈、線圈距離磁鐵 0.2 公分，水平放置、漆包線 0.5mm，磁鐵轉換每秒 160 次（健身腳踏車速度 20 公里）

試驗結果：詳見附件（一、磁鐵排列方式與能產生電力記錄表）

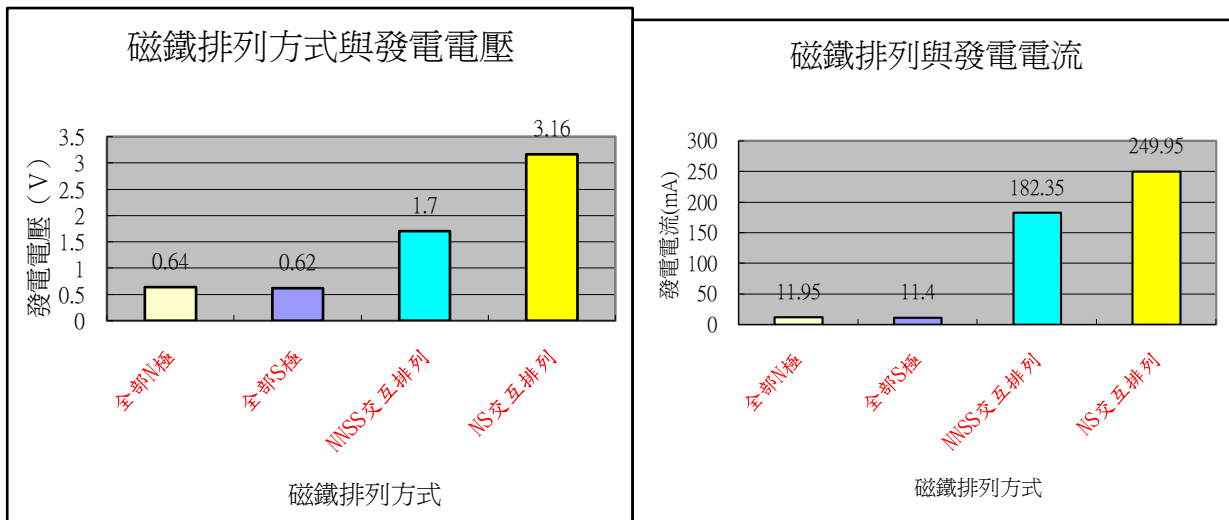


全部 N 極

NNSS 交互排列

NS 交互排列

統計表一：磁鐵排列與發電電壓、電流統計表



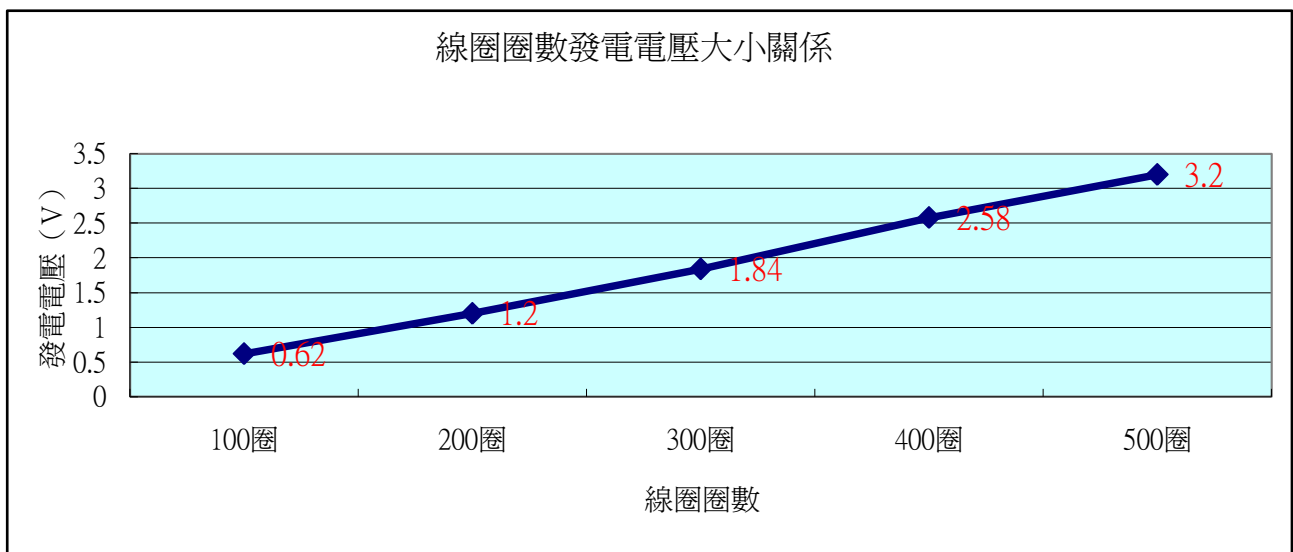
## 二、研究線圈圈數與發電力大小的關係。

操作變因：不同的線圈圈數，100 圈、200 圈、300 圈、400 圈 500 所產生電力大小。

固定變因：線圈距離磁鐵 0.2 公分，水平放置、漆包線 0.5mm，磁鐵轉換每秒 160 次（健身腳踏車速度 20 公里）。

試驗結果：詳見附件（二、線圈圈數與發電力大小的記錄表）

統計表二：線圈圈數與發電量大小關係



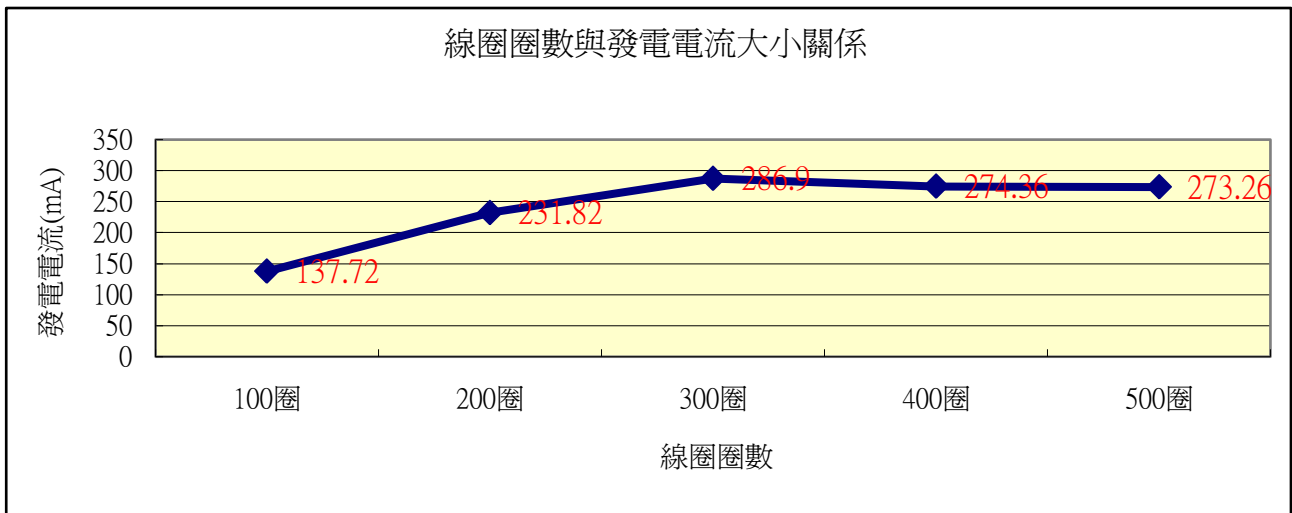
100 圈



200 圈



500 圈



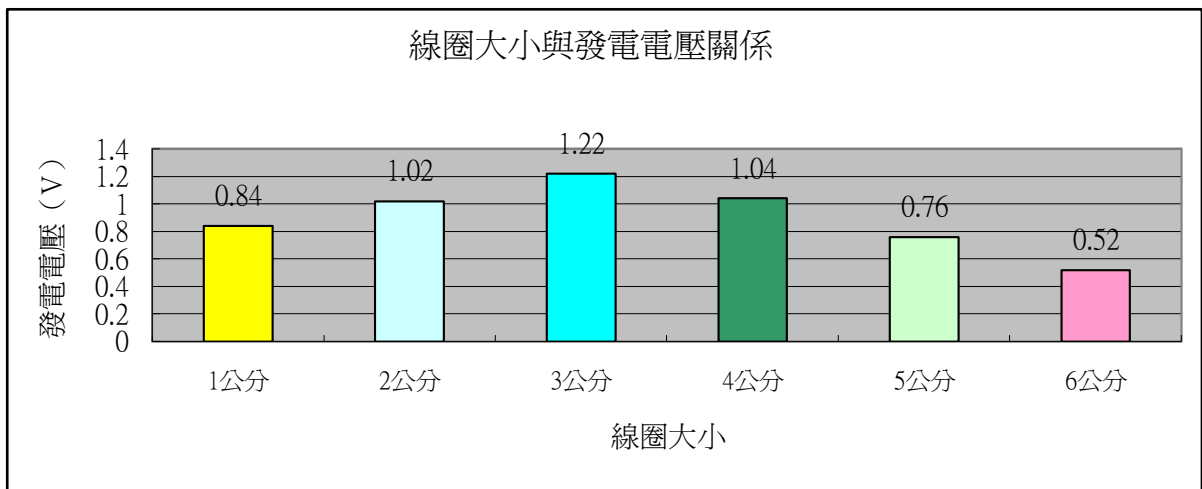
### 三、研究線圈的大小與發電的關係。

操作變因：線圈的越大大小發電量是否也越大呢？將線圈以不同的直徑 1 公分、2 公分、3 公分、4 公分、5 公分。

固定變因：線圈圈數 200 圈、線圈距離磁鐵 0.2 公分，水平放置、漆包線 0.5mm，磁鐵轉換每秒 160 次（健身腳踏車速度 20 公里）。

試驗結果：詳見附件（三、線圈的大小與發電的關係記錄表）

統計表三：線圈的大小與發電的關係





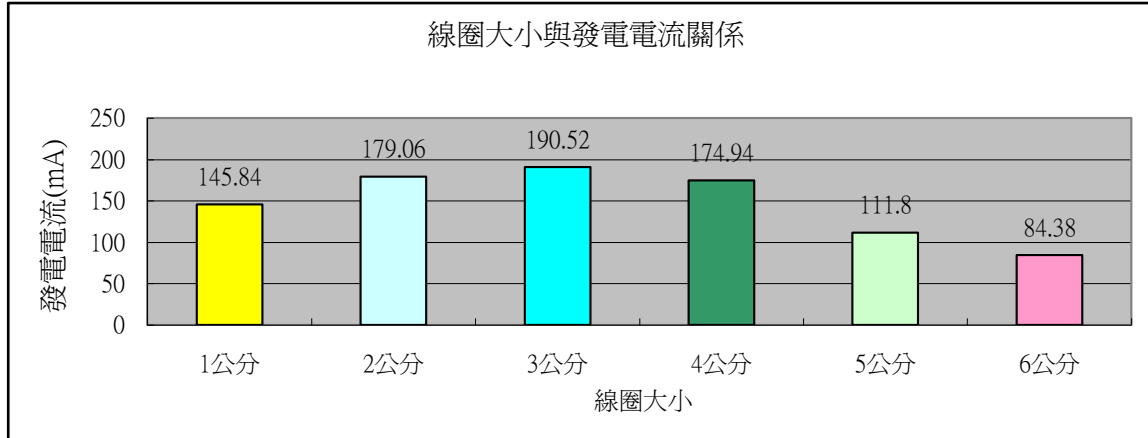
直徑 1 公分



直徑 3 公分



直徑 6 公分



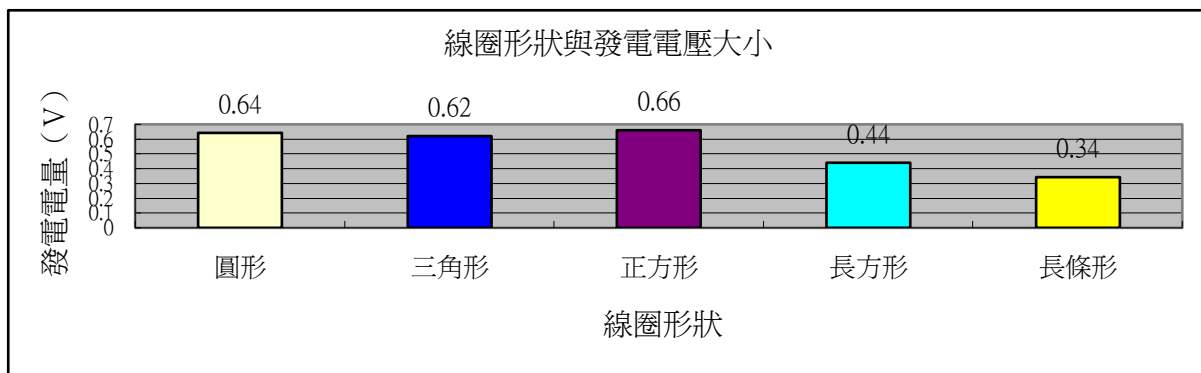
#### 四、研究線圈的形狀與發電大小的關係

操作變因：線圈的形狀與發電有關嗎？以中央面積為 9 平方公分，製作不同形狀的線圈，圓形、三角形、正方形、長方形，長條形。

固定變因：圈數 100 圈、線圈距離磁鐵 0.2 公分，水平放置、漆包線 0.5mm，磁鐵轉換每秒 160 次（健身腳踏車速度 20 公里）。

試驗結果：詳見附件（四、線圈的形狀與發電大小的關係試驗記錄表）

統計表四：線圈的大小與發電的關係





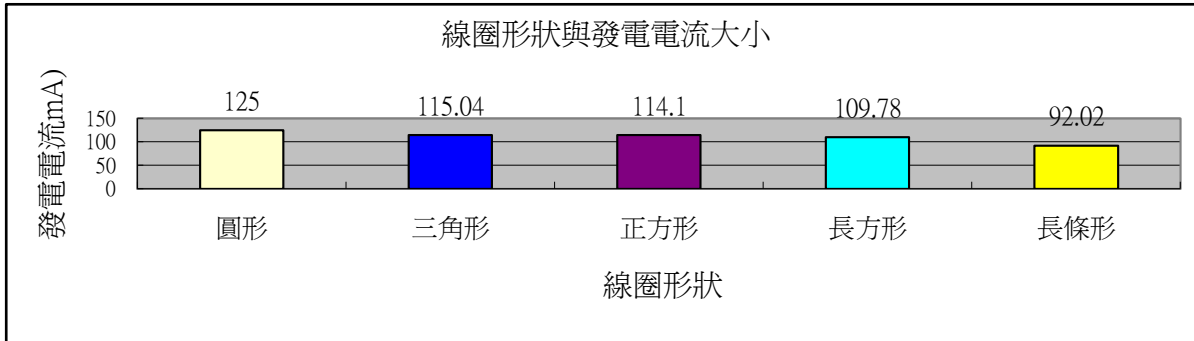
正方形



三角形



長條形



## 五、研究漆包線的粗細與發電的關係。

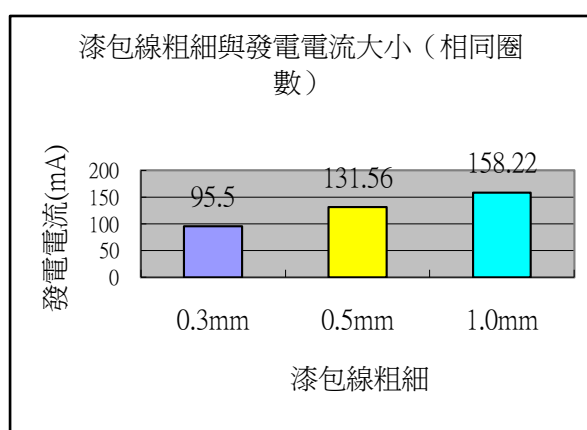
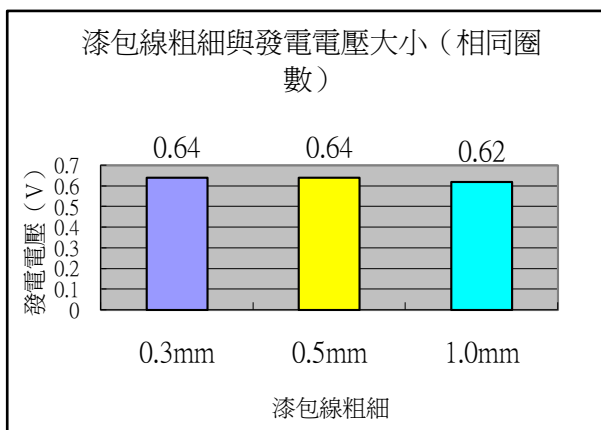
(一) 繞相同圈數大小 0.3mm (130 圈)、0.5mm (130 圈)、1.0mm (130 圈)

操作變因：漆包線的大小與發電力有關係嗎？利用不同的直徑漆包線 0.3mm、0.5mm、1.0mm，測試電壓的大小。

固定變因：圈數 130 圈、線圈距離磁鐵 0.2 公分，水平放置、磁鐵轉換每秒 160 次（健身腳踏車速度 20 公里）。

試驗結果：詳見附件（五、漆包線的粗細與發電的關係試驗記錄表）

統計表五—1：漆包線的粗細與發電量（相同圈數）



0.3mm



0.5mm

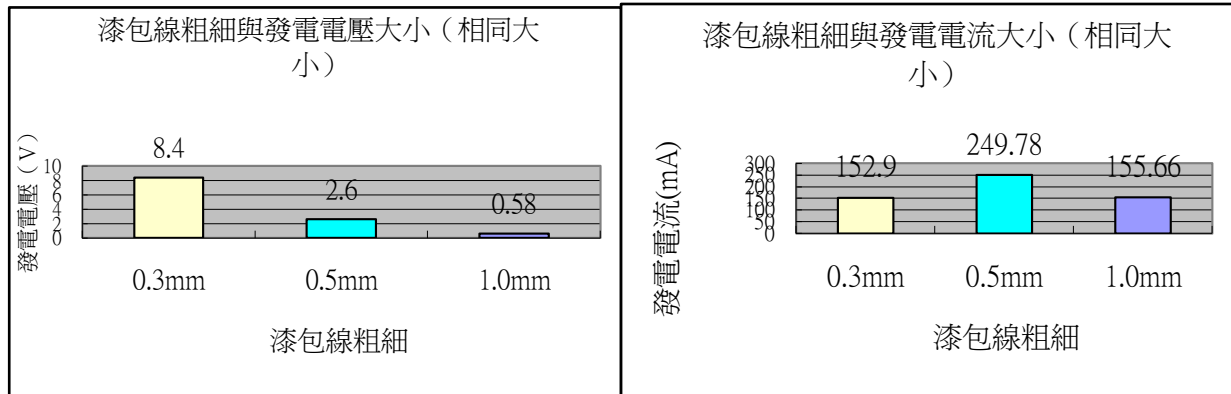


1.0mm



2.繞相同的線圈大小 0.3mm (1300 圈)、0.5mm (500 圈)、1.0mm (130 圈)

統計表五--2：漆包線的粗細與發電量 (相同大小)



0.3mm (1300 圈)

0.5mm (500 圈)

1.0mm (130 圈)

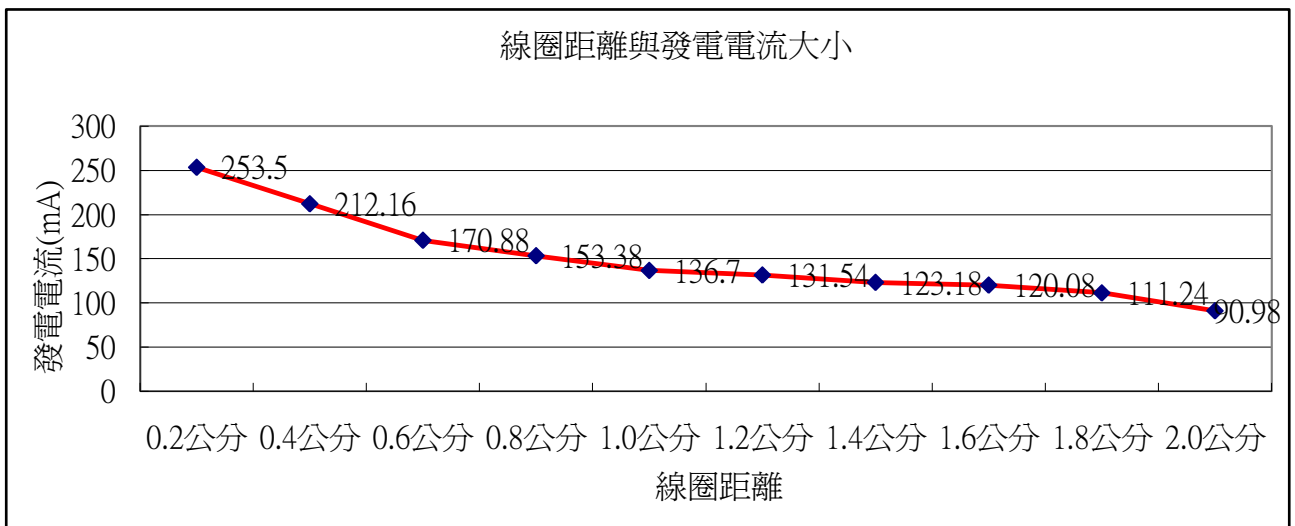
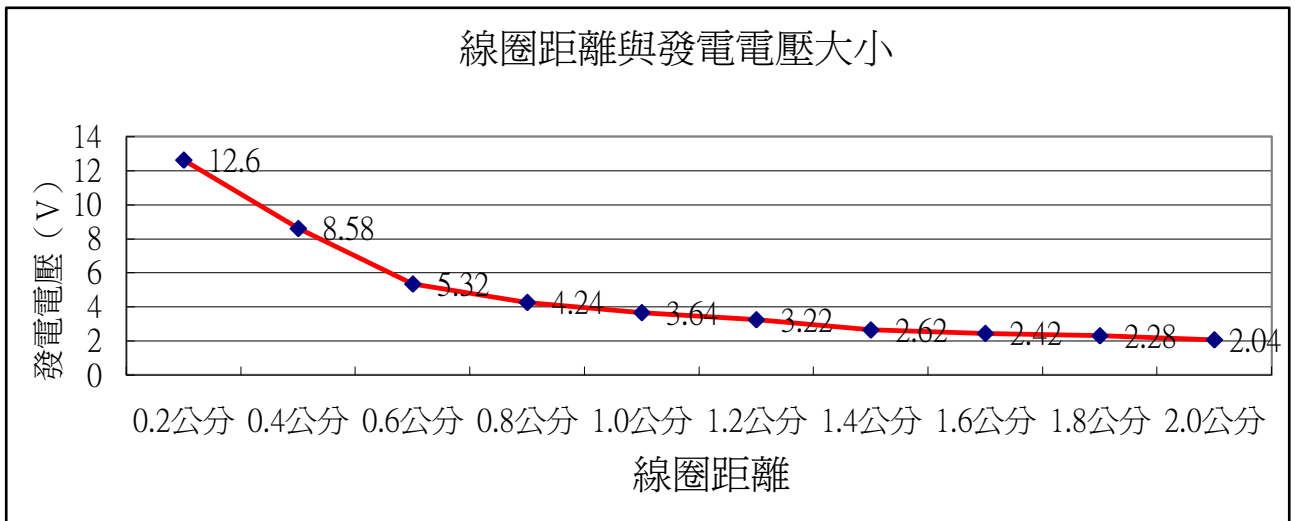
## 六、研究磁鐵與漆包線距離與發電大小關係

操作變因：漆包線 (線圈) 與磁鐵間的距離與發電力的大小，分別設定線圈距磁鐵的距離為 0.2 公分、0.4 公分、0.6 公分、0.8 公分、1.0 公分、1.2 公分、1.4 公分、1.6 公分、1.8 公分、2.0 公分。

固定變因：圈數 1800 圈，水平放置、漆包線 0.3mm，磁鐵轉換每秒 160 次。

試驗結果：詳見附件 (六、磁鐵與漆包線距離與發電大小關係記錄表)

統計表六：線圈距離與發電量的關係



0.2 公分

0.4 公分

2.0 公分

## 七、研究磁鐵轉換次數與電流電壓大小的關係。

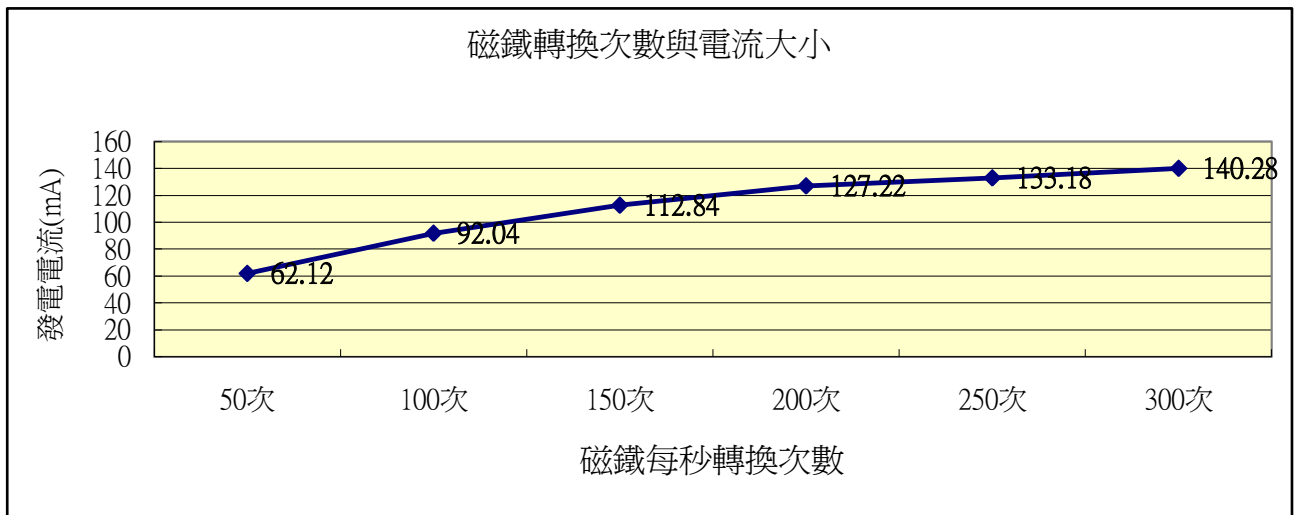
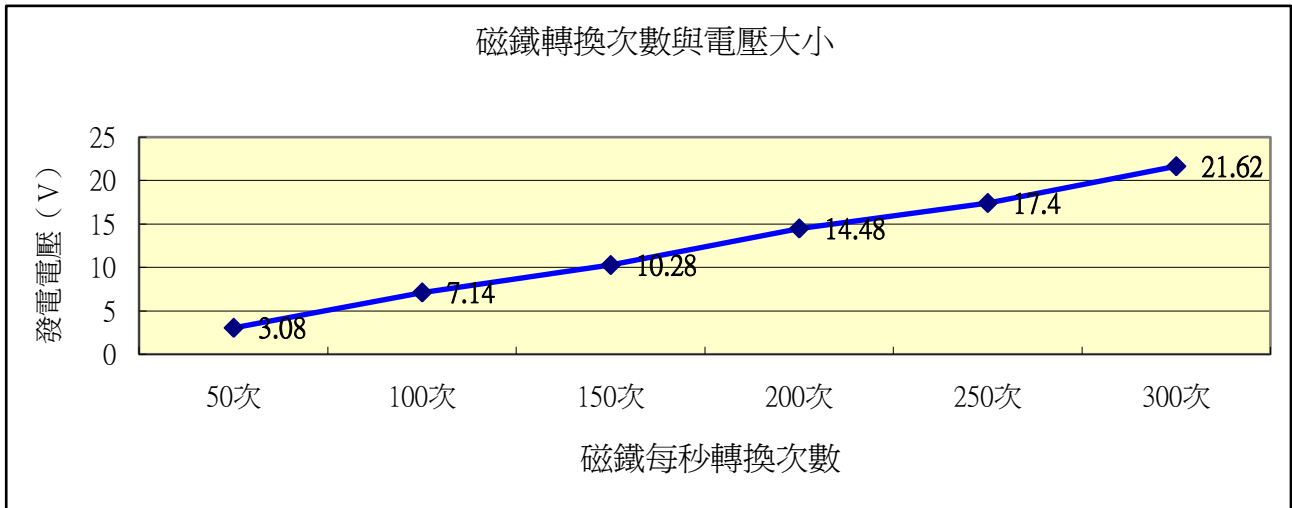
操作變因：磁鐵的轉換速度電流電壓大小的關係，磁鐵轉換每秒 50 次、100 次、150 次、

200 次、250 次、300 次。

固定變因：線圈圈數 1800 圈、線圈距離磁鐵 0.2 公分，水平放置、漆包線 0.3mm。

試驗結果：詳見附件（七、磁鐵轉換次數與電流電壓大小記錄表）

統計表七：磁鐵轉換速度與發電量關係





150 次/秒

200 次/秒

250 次/秒

## 八、研究線圈的串並聯的應用以增加電力的大小。

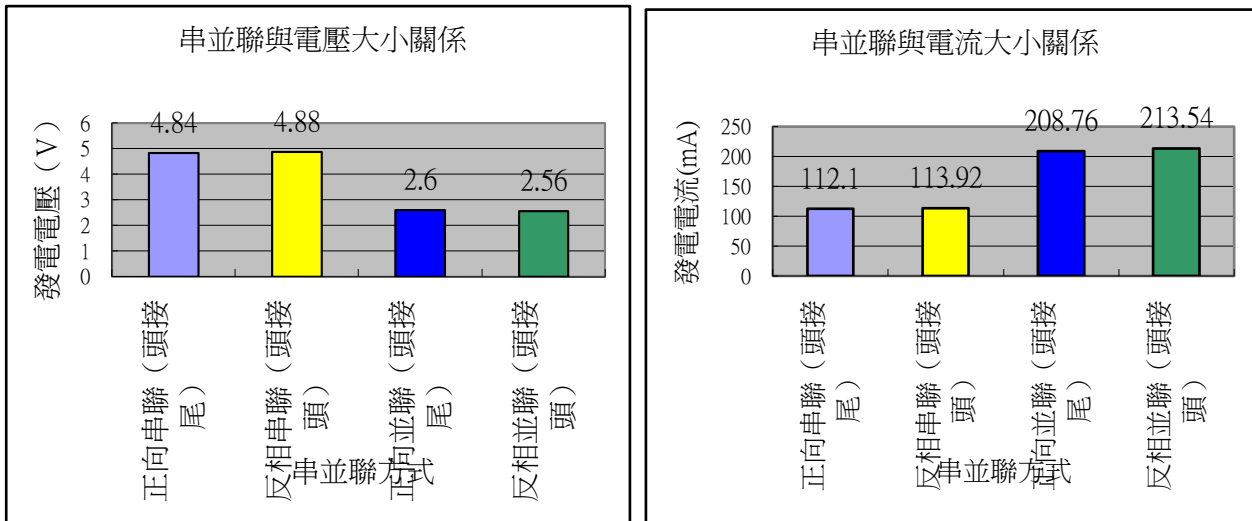
操作變因：利用兩個線圈串聯、並聯方式

固定變因：線圈圈數 500 圈、線圈距離磁鐵 0.2 公分，水平放置、漆包線 0.3mm，磁鐵轉換每秒 160 次（20 公里）。強力磁鐵。

測定線圈電壓：1 號線圈電力為 2.6V，143.6mA 2 號線圈電壓為 2.5V 134.5mA

試驗結果：詳見附件（八、線圈的串並聯的應用以增加電力的大小記錄表）

**統計表八：串並聯與發電電壓、電壓大小**



串聯電壓



並聯電壓



並聯電流

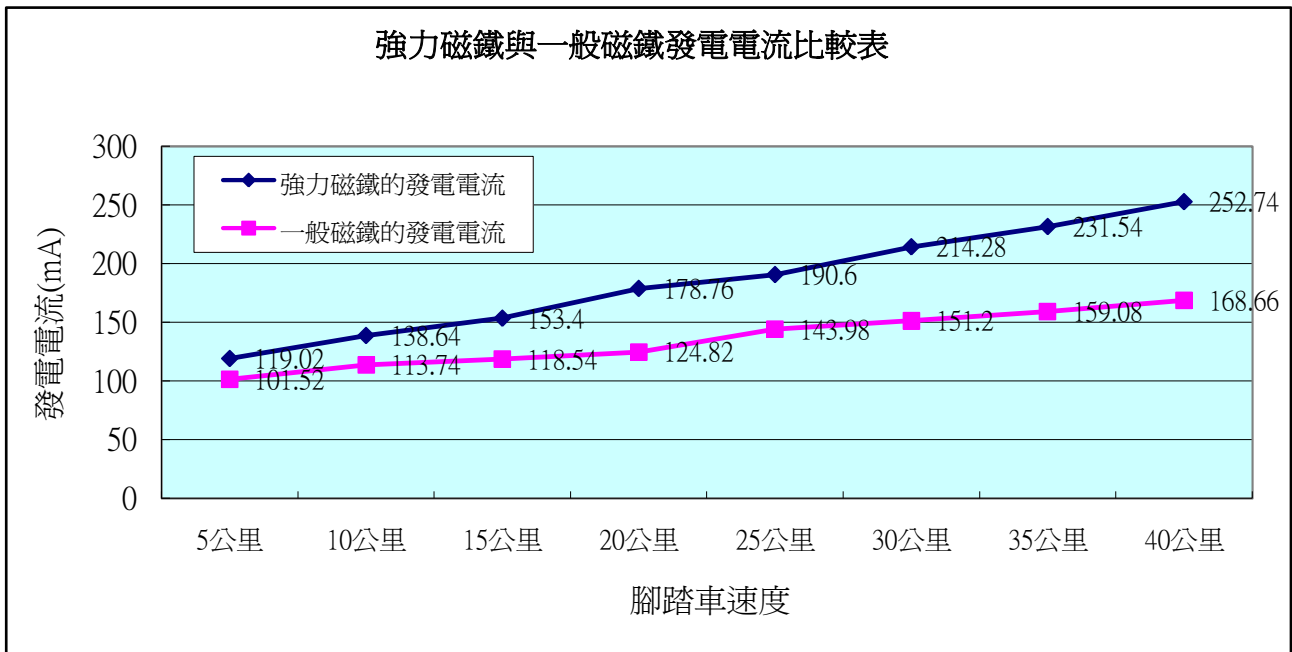
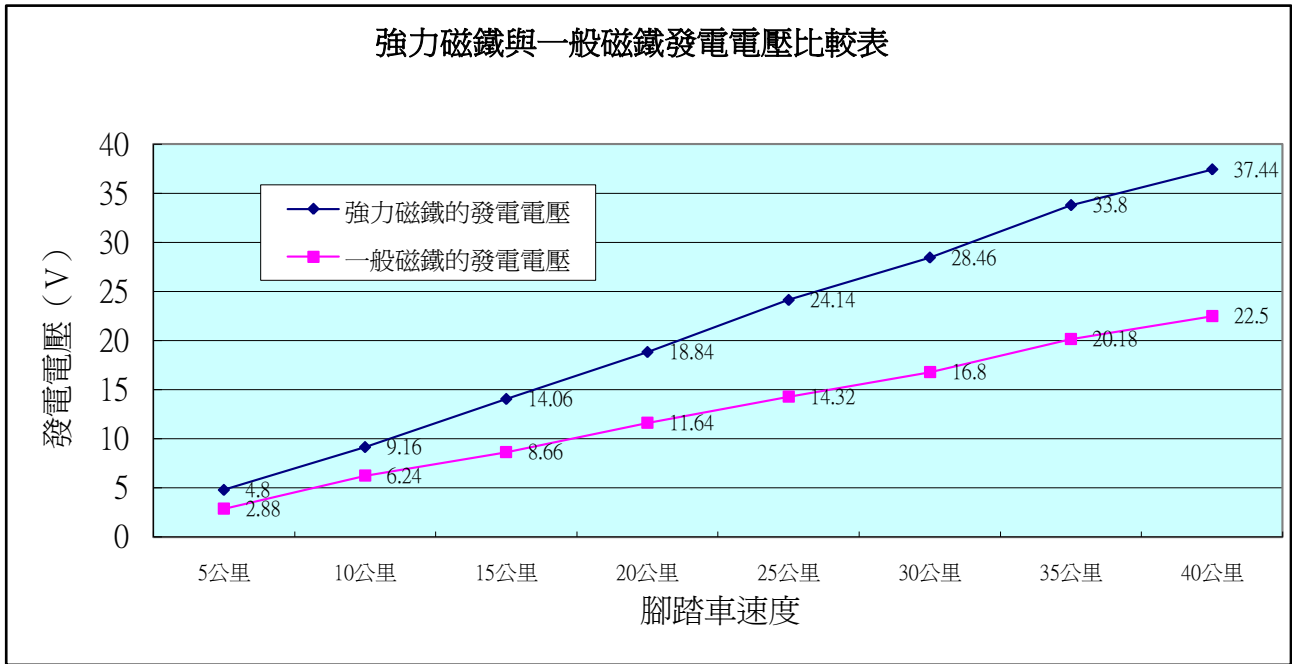
## 九、研究磁鐵磁力大小與發電量的關係。

操作變因：利用磁力大小不同的磁鐵、在不同速度下所產生的電力

固定變因：線圈圈數 1800 圈、線圈距離磁鐵 0.2 公分，水平放置、漆包線 0.3mm。

試驗結果：詳見附件（九、磁鐵磁力大小與發電量記錄表）

統計表九：磁鐵磁力大小與發電量



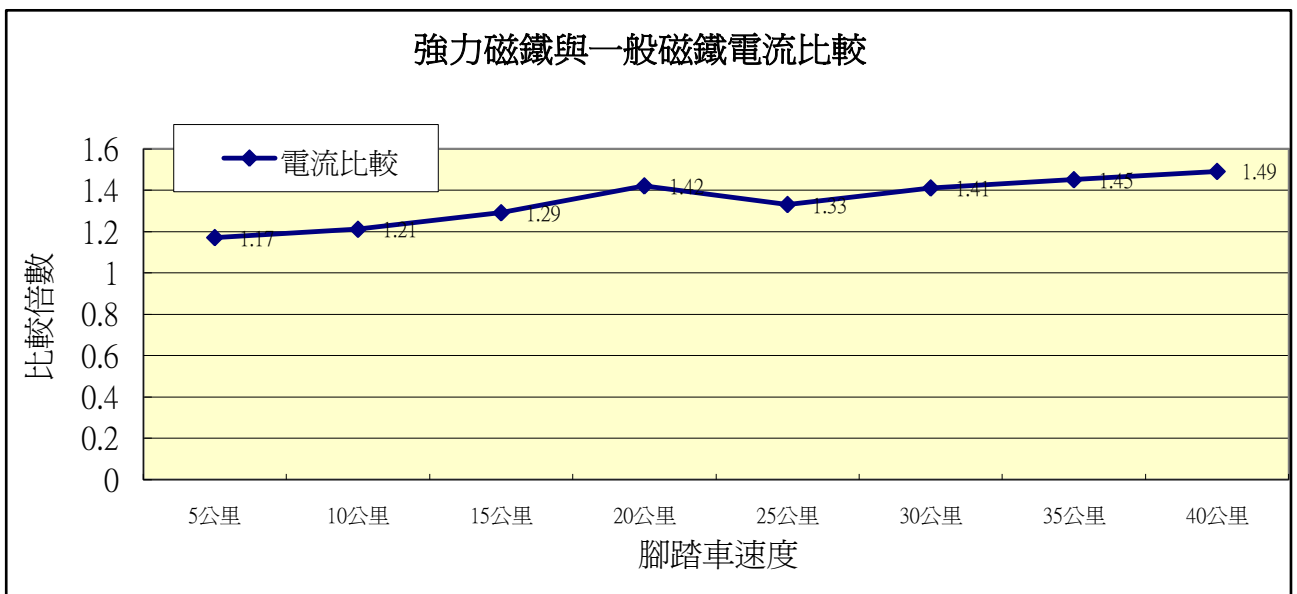
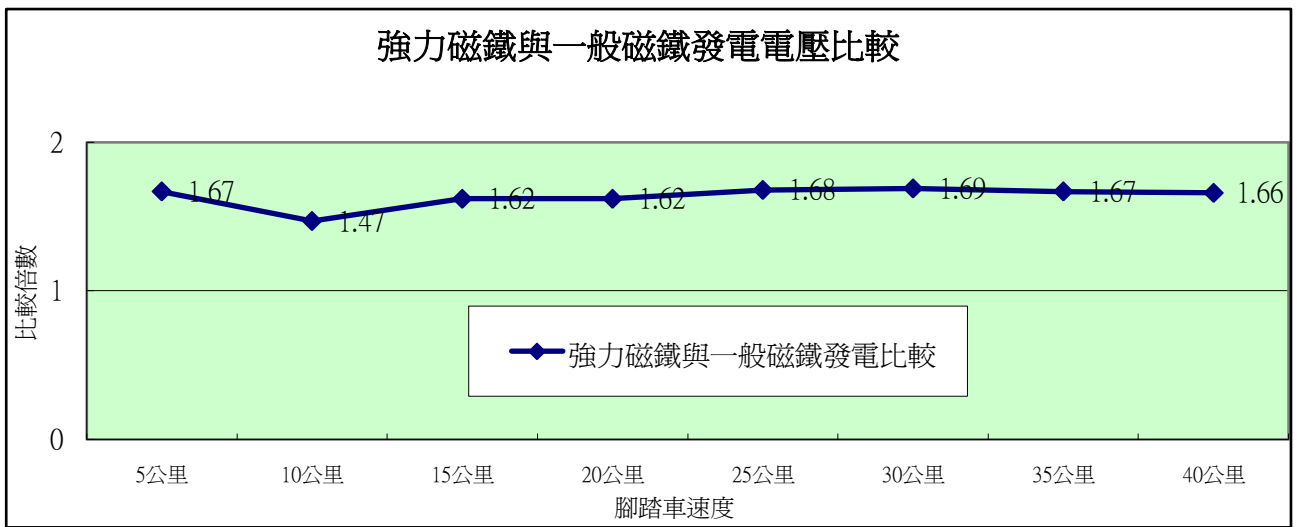
一般磁鐵



強力磁鐵



線圈圈數 1800 圈



## 十、研究線圈中加入鐵塊所產生的電力大小

操作變因：在線圈中加入鐵塊為核心（直徑約為 1.6 公分）、在不同速度下所產生的電力

固定變因：線圈圈數 1800 圈、線圈距離磁鐵 0.2 公分，一般磁鐵、漆包線 0.3mm。

試驗結果：詳見附件（十、線圈中加入鐵塊所產生的電力大小）



線圈中心為木頭

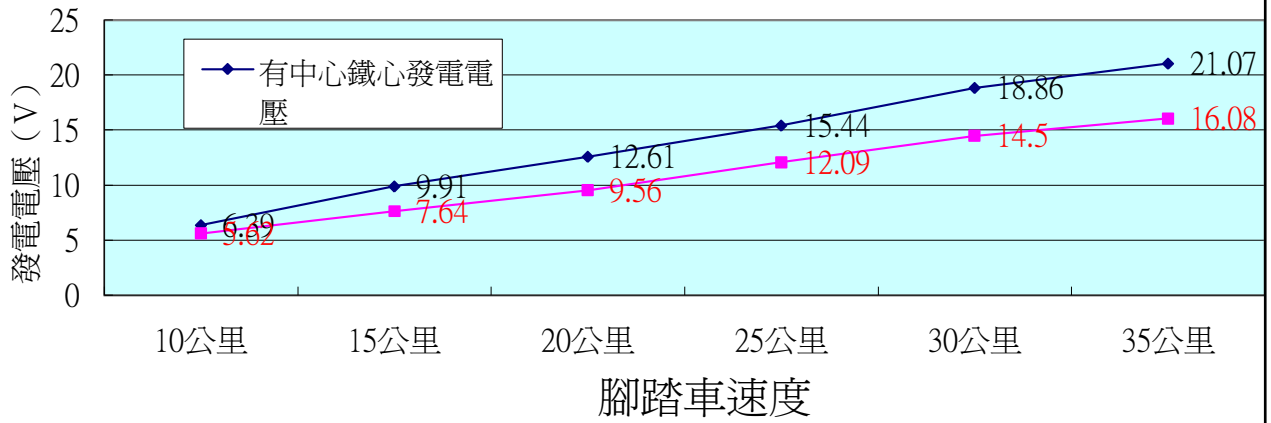


線圈中心為鐵塊

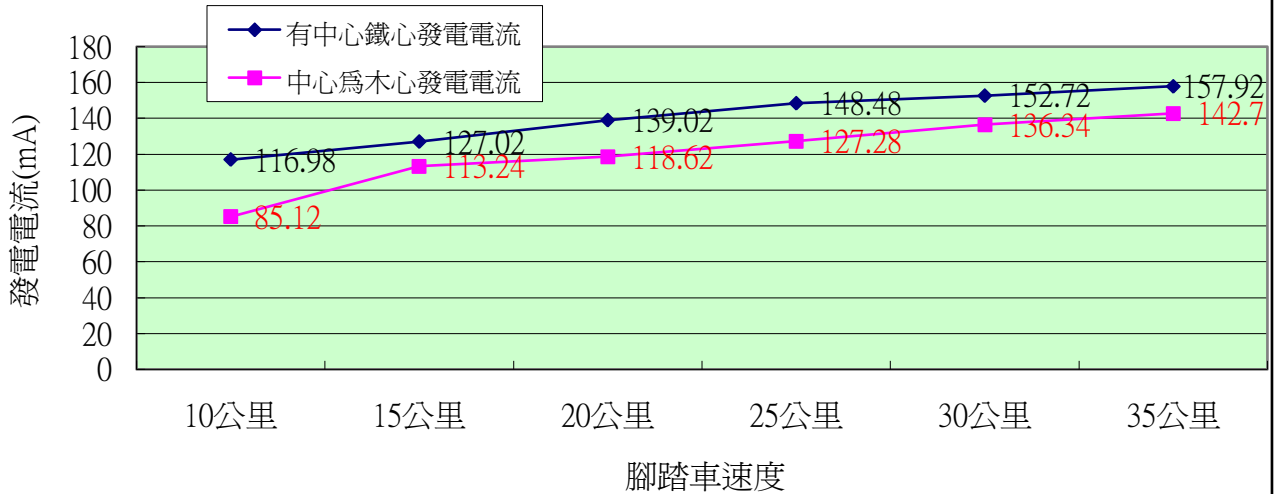


統計表十：有鐵心與木心的發電量比較

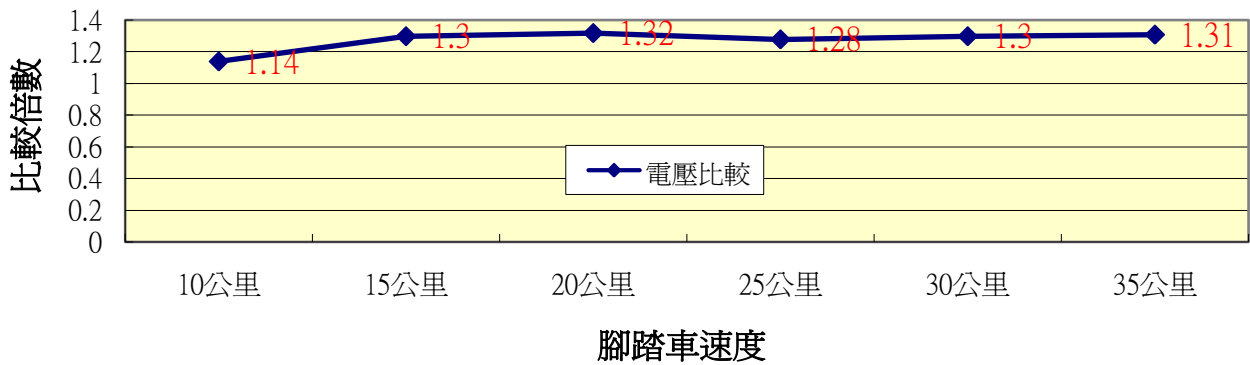
### 有鐵心與木心電壓比較

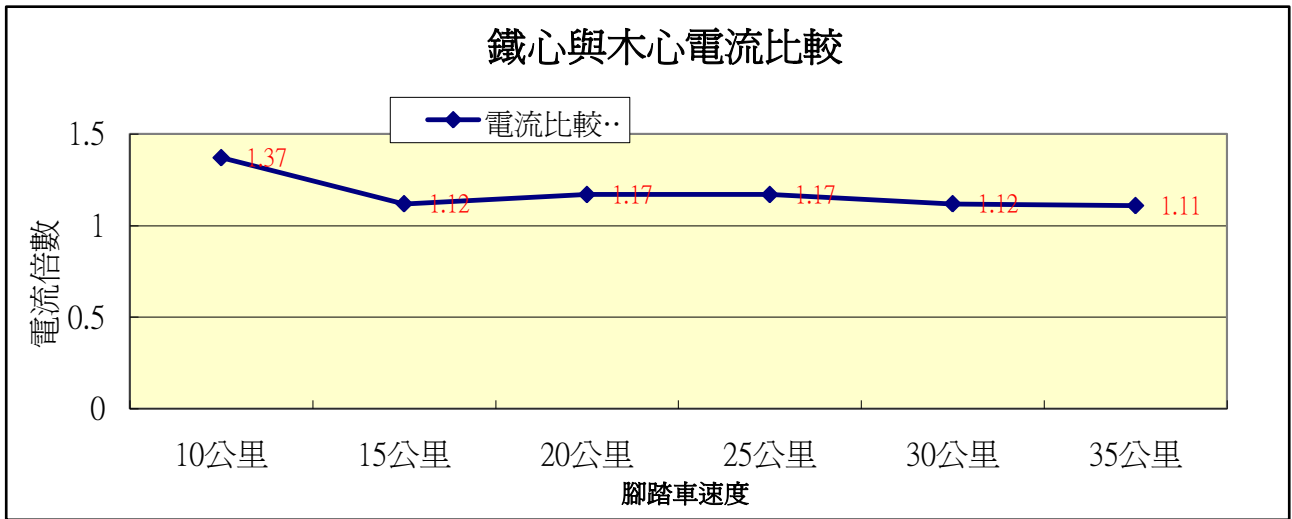


### 有鐵心與木心發電電流比較



### 鐵心與木心電壓比較

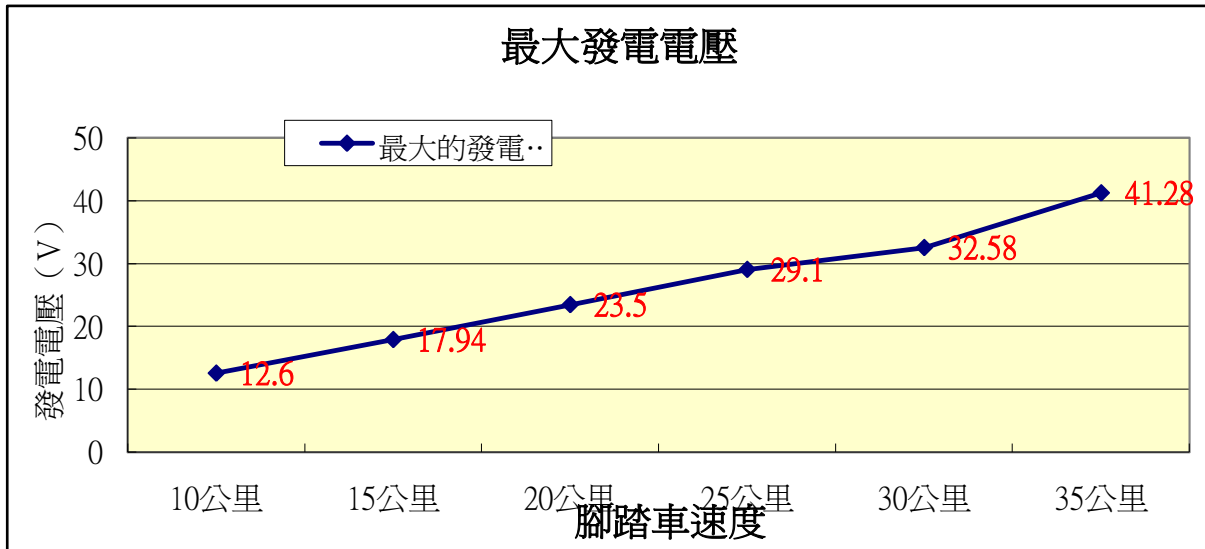




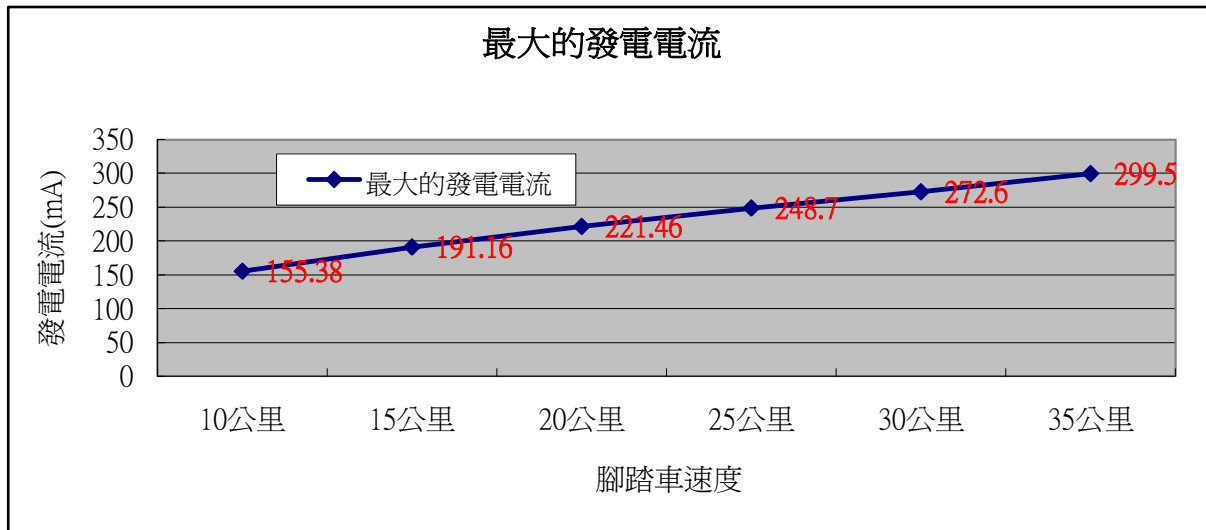
## 十一、研究水平感應發電機最大的發電量的發電方式

根據一至十的研究結果，把最佳的發電條件組合，線圈 1800 圈(0.3mm)，中心有鐵塊、強力磁鐵為磁鐵的組合，研究最大的發電量 (V)。

試驗結果：詳見附件（十一、水平感應發電機最大的發電量的發電方式試驗記錄表）







## 十二、研究水平感應發電機應用於腳踏車的照明與市面上相同功能產品之比較

### (一) 水平感應發電機應用於腳踏車的照明

1. 安裝強力環狀磁鐵: 共排列 26 個強力磁鐵，再將強力環狀磁鐵固定在腳踏車的後輪上。
2. 安裝線圈: 線圈數 1800 圈 (0.3mm)，有中心鐵塊，距離環狀磁鐵 0.2 公分，固定於腳踏車的後支架上。
3. 安裝前後照明，前照明利用手電筒改裝，將原有的電池系統移除，改為接上發電線圈。後照明利用現成的腳踏車後照明車燈，將內部的零件取出只留反光面，將三個 3.0V 的紅色 LED 燈放入反光面前方，再將後照明車燈組合，並連接上發電線圈。



強力環狀磁鐵固定在腳踏車的後輪上



感應線圈固定於腳踏車的後支架上



前照明



後照明



(二) 相同功能產品之比較

水平感應發電機與腳踏車磨電機比較表		
產品	水平感應發電機	腳踏車磨電機
發電原理	電磁感應	電磁感應
結構	簡單 (環狀磁鐵、感應線圈)	略複雜 (凹型磁鐵、感應線圈、整流器)
自行製作性	可自行製作 (簡單)	無法自行製作
產品製作過程	簡單	複雜
產品穩定性	穩定性高	穩定性高
產品修繕	簡單可自行修理	自行修理困難
產品安裝	簡單	略複雜
製作成本	漆包線 260 公克 (200 元), 鈹磁鐵 26 顆 (780 元) 如果大量生產成本會降低很多。	市價約 480 元
產品安裝位置	後輪或前輪	前輪
產品對腳踏車速度影響	幾乎不影響	影響很大, 開啟時特別費力
對腳踏車其他影響	無影響	對輪胎造成磨損

安裝腳踏車種類及限制	適合大部分的腳踏車。	1. 有前避震腳踏車無法安裝，但現在的腳踏車大部分有前避振，所以安裝的自行車很少見。2. 安裝之輪胎胎紋不能粗糙。
電量	時速 20 公里計算電壓約 24V，電流約 220mA，交流電。	時速 20 公里計算電壓約 16V，電流約 420mA，交流電。
最低發電速度，腳踏車速度（有照明效果）	腳踏車速度 5 公里（產生電壓約 6V）。	腳踏車速度 8 公里（6V）
穩定照明亮度	10 公里以上照度較佳（12V）	15 公里以上照度較佳（12V）



水平感應發電機不影響車速



腳踏車磨電機特別費力



腳踏車磨電機對輪胎造成磨損

## 伍、討論

### 一、討論磁鐵排列方式所能產生電力。

由統計表一：磁鐵排列與發電量，要產生電力的磁鐵排列方式以 NS 交互排列最佳，全部是 N 或 S 不會產生電力。

磁鐵排列方式	全部 N 極	全部 S 極	NNSS 交互排列	NS 交互排列
發電電壓 (V)	0.64	0.62	1.7	3.16
發電電流 (mA)	11.95	11.4	182.35	249.95

### 二、討論線圈圈數與發電力大小的關係。

由統計表二：線圈圈數與發電量大小關係。電壓與線圈的圈數成正比關係，每一條線圈所產生的電力在不同的線圈數中，所產生的電力約為 0.0062V。線圈數越多電流越大但不成正比關係。

線圈圈數	100 圈	200 圈	300 圈	400 圈	500 圈
發電電壓 (V)	0.62	1.2	1.84	2.58	3.2

單一線圈發電量 (V)	0.0062	0.006	0.0061	0.0064	0.0064
發電電流 (mA)	137.72	231.82	286.9	274.36	273.26

### 三、討論線圈的大小與發電的關係。

由統計表三：線圈的大小與發電的關係，在相同的圈數下以 3 公分的線圈所產生的電流電壓最大，剛好是磁鐵的大小，線圈直徑太小所感應到的磁鐵磁力範圍較小，線圈直徑太大超過磁鐵的磁力範圍所產生的磁力也小，所以線圈的直徑以磁鐵的直徑大小相同所產生的磁力最佳。



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

### 四、討論線圈的形狀與發電大小的關係

由統計表四：線圈形狀、發電量關係，形狀相差很小，長條形的線圈約圓形的二分之一，線圈的形狀與發電力的關係並不顯著，但長條形的線圈就不適合發電線圈使用。

線圈形狀	圓形	三角形	正方形	長方形	長條形
發電電壓 (V)	0.64	0.62	0.66	0.44	0.34
發電電流(mA)	125	115.04	114.166	109.78	92.02

### 五、討論漆包線的粗細與發電的關係。

由統計表五--1：漆包線的粗細與發電量關係表，在同樣的圈數下，由試驗的結果發現，發電電壓的大小與漆包線的直徑大小幾乎無關。在相同的線圈數漆包線越粗電流越大。

漆包線直徑	0.3mm	0.5mm	1.0mm
發電電壓 (V)	0.46	0.444	0.48
發電電流 (mA)	95.5	131.56	158.22

由統計表五--2：若以相同的線圈大小，越細的漆包線所產生的單位電力比粗的漆包線較佳，但差異並不大。

漆包線直徑	0.3mm (1300 圈)	0.5mm (500 圈)	1.0mm (130 圈)
發電電壓 (V)	6.078	2.01	0.458
每一線圈發電量	0.0046	0.00402	0.0038
發電電流 (mA)	152.9	249.78	155.66

## 六、討論磁鐵與漆包線距離與發電大小關係。

由統計表六：線圈距離與發電量的關係，發現距離越遠所產生的發電電壓越小，約成反比關係。距離越遠電流越小。

距離	0.2 公分	0.4 公分	0.6 公分	0.8 公分	1.0 公分	1.2 公分	1.4 公分	1.6 公分	1.8 公分	2.0 公分
電壓	12.6	8.58	5.32	4.24	3.64	3.22	2.62	2.42	2.28	2.04
距離成	12.6*	8.58*	5.32*	4.24*	3.64*	3.22*	2.62*	8.58*	2.28*	2.04*
反比	0.2=	0.4=	0.6=	0.8=	1=	1.2=	1.4=	0.4=	1.8=	2.0=
	2.52	3.42	3.19	3.39	3.64	3.86	3.42	3.66	4.10	4.08

## 七、討論磁鐵數量轉換次數與電流、電壓大小的關係。

由統計表七：磁鐵轉換數度與發電量關係，每秒轉換次數越多電量越大，成正比關係。

磁鐵轉換次數	50 次	100 次	150 次	200 次	250 次	300 次
次/秒	6.25 公里	12.5 公里	18.75 公里	25 公里	31.25 公里	37.5 公里
發電電壓 (V)	3.2	7.3	10.5	14.6	17.6	21.3
發電電流(mA)	62.12	92.04	112.84	127.22	133.18	140.28

## 八、討論將線圈的串並聯的應用以增加電力的大小。

由統計表八：串並聯與發電量大小，串聯時電壓約單一線圈的兩倍，但電流減小。並聯時電流約 2 倍。電壓不變。

## 九、討論將磁鐵磁力大小與發電量的關係。

由統計表九：磁力越大所發的電量也越大，強力磁鐵所產生的電壓比值較大約 1.6 倍。電流則與速度約成正比關係，速度越快所產生的電流比值也越大。

## 十、討論將線圈中加入鐵塊所產生的電力大小？

統計表十依據上表發現:有鐵心的線圈發電壓約比無鐵心線圈多 1.3 倍的電壓。電流則增 1.14 倍，利用鐵心可使電壓、電流都增加。

## 十一、討論水平感應發電機最大的發電量的發電方式

在最佳組合發電的條件下,在健身腳踏車速度十公里的情況下約可產生約 12V 的電量,足夠供應腳踏車前後照明使用,與一般使用電池的照明亮度約相同,腳踏車的速度越快電壓也增加約為 (電壓=速度\*1.2 倍)。電流則是速度越快電流越強。

健身腳踏車速度	10 公里	15 公里	20 公里	25 公里	30 公里	35 公里
發電電壓 (V)	12.6	17.94	23.5	29.1	32.58	41.28
發電電流 (mA)	155.38	191.16	221.46	248.7	272.6	299.5
輸出瓦數 $W=V*I$	1.95W	3.42W	5.19W	7.21W	8.16W	12.34W

## 十二、討論水平感應發電機與市面上腳踏車磨電機的比較。

水平感應發電機的優點：結構簡單，可自行製作，適用於大部分的腳踏車使用，可以低速（10 公里）供電 12.6V、1.95 W，幾乎無摩擦力，無能量耗損等優點。

## 陸、結論

- 一、由於全部 N 極或全部 S 極，線圈內的磁場變化量小，所產生的電壓很小，磁鐵排列方式要以 NS 交互排列，線圈內的磁場變化量大所產生的電力大，產生的電力為交流電。
- 二、線圈圈數與發電力大小成正比關係。
- 三、線圈的大小與磁鐵的大小有關，線圈太大或太小所感應的磁力變小，發電電壓、電流變小。
- 四、線圈的形狀與發電大小關係不大，只要不是長條型，其所發的電量相近。
- 五、漆包線的粗細與發電電壓幾乎無關。但在相同圈數下漆包線越粗電流越大。
- 六、磁鐵與漆包線距離與發電電壓約成反比關係。距離越大發電電流越小。
- 七、磁鐵數量轉換次數與電壓成正比關係。速度增加電流也增加。
- 八、線圈的串並聯增加電力的大小，串聯電壓增加，並聯電流增加。
- 九、磁鐵磁力大小與發電量，磁力大的磁鐵發電電壓電約一般磁鐵的 1.6 倍。
- 十、線圈中加入鐵塊所產生的發電電壓約可增加 1.3 倍。電流則增加約 1.14 倍。
- 十一、以我們水平感應發電機最大的發電量，約為健身腳踏車速度每公里產生 1.2V 的電量，電流約 170~300mA，電流量不大，有進一步的改善空間。
- 十二、很成功的將水平感應發電方式應用在腳踏車的照明上，即使腳踏車的速度在 5 公里，整個水平感應發電系統所產生的電力，足夠供應前後燈組的電力，非常實用。因為

發電方式為感應線圈，所以對於後輪不會產生阻力影響腳踏車的速度。

## 柒、參考資料

- 一、科學月刊第 45 期。
- 二、翰林六年級自然生活與科技第 3 單元電磁作用。
- 三、翰林三年級自然生活與科技第 2 單元奇妙的磁鐵。
- 四、國中理化電磁感應。

## 附 件

### 一、磁鐵排列方式與能產生電力記錄表

磁鐵排列方式與產生電力試驗結果記錄表				
磁鐵排列方式	全部 N 極	全部 S 極	NNSS 交互排列	NS 交互排列
第 1 次測量	0.6	0.6	1.6	3.2
第 2 次測量	0.7	0.6	1.7	3.2
第 3 次測量	0.6	0.6	1.7	3.1
第 4 次測量	0.7	0.7	1.8	3.1
第 5 次測量	0.6	0.6	1.7	3.2
試驗 5 次平均值(V)	0.64	0.62	1.7	3.16

磁鐵排列方式與產生電流試驗結果記錄表				
磁鐵排列方式	全部 N 極	全部 S 極	NNSS 交互排列	NS 交互排列
第 1 次測量	12.3	11.2	192.3	231.8
第 2 次測量	14.2	13.5	187.5	256.3

第 3 次測量	11.2	11.8	178.6	243.8
第 4 次測量	11.6	11.2	177.5	253.1
第 5 次測量	12.3	11.6	187.2	256.6
試驗 5 次平均值(mA)	11.95	11.4	182.35	249.95

## 二、線圈圈數與發電力大小的記錄表。

線圈圈數	100 圈	200 圈	300 圈	400 圈	500 圈
第 1 次測量	0.6	1.2	1.8	2.6	3.2
第 2 次測量	0.6	1.2	1.9	2.7	3.3
第 3 次測量	0.6	1.3	1.8	2.5	3.1
第 4 次測量	0.7	1.2	1.8	2.6	3.2
第 5 次測量	0.6	1.1	1.9	2.5	3.2
5 次平均值(V)	0.62	1.2	1.84	2.58	3.2

線圈圈數	100 圈	200 圈	300 圈	400 圈	500 圈
第 1 次測量	139.8	236.7	286.6	273.3	275.8
第 2 次測量	136.2	221.4	293.2	279.2	271.2
第 3 次測量	132.7	243.1	287.7	272.4	271.4
第 4 次測量	141.5	231.4	279.6	273.2	274.3
第 5 次測量	138.4	226.5	287.4	273.7	273.6
5 次平均值(mA)	137.72	231.82	286.9	274.36	273.26

## 三、線圈的大小與發電的關係記錄表。

線圈(直徑)大小	1 公分	2 公分	3 公分	4 公分	5 公分	6 公分
第 1 次測量	0.8	1	1.2	1.1	0.8	0.6
第 2 次測量	0.9	1.1	1.2	1	0.8	0.5
第 3 次測量	0.8	1	1.3	1.1	0.7	0.5
第 4 次測量	0.8	0.9	1.2	1	0.7	0.5



第 5 次測量	0.9	1.1	1.2	1	0.8	0.5
平均值(V)	0.84	1.02	1.22	1.04	0.76	0.52

線圈的大小與發電試電流驗結果記錄表

線圈（直徑）大小	1 公分	2 公分	3 公分	4 公分	5 公分	6 公分
第 1 次測量	152.3	181.4	188.3	176.6	111.8	87.6
第 2 次測量	148.2	186.2	192.3	173.2	112.9	85.2
第 3 次測量	138.9	176.2	189.5	174.5	110.2	88.2
第 4 次測量	142.3	175.7	189.7	176.8	109.7	79.3
第 5 次測量	147.5	175.8	192.8	173.6	114.4	81.6
平均值(mA)	145.84	179.06	190.52	174.94	111.8	84.38

#### 四、線圈的形狀與發電大小的關係試驗記錄表

線圈的形狀與發電電壓大小試驗記錄表

線圈形狀	圓形	三角形	正方形	長方形	長條形
第 1 次測量	0.6	0.6	0.6	0.5	0.4
第 2 次測量	0.7	0.6	0.6	0.4	0.3
第 3 次測量	0.6	0.6	0.7	0.5	0.3
第 4 次測量	0.6	0.7	0.7	0.4	0.4
第 5 次測量	0.7	0.6	0.7	0.4	0.3
試驗 5 次平均值 (V)	0.64	0.62	0.66	0.44	0.34

線圈的形狀與發電電流大小試驗記錄表

線圈形狀	圓形	三角形	正方形	長方形	長條形
第 1 次測量	126.3	115.1	113.6	110.2	98.3
第 2 次測量	126.9	114.5	110.6	102.3	88.9
第 3 次測量	123.7	112.9	110.93	110.4	87.6
第 4 次測量	121.5	111.4	121.4	111.8	93.2
第 5 次測量	126.6	121.3	114.3	114.2	92.1
試驗 5 次平均值	125	115.04	114.166	109.78	92.02

#### 五、漆包線的粗細與發電的關係試驗記錄表

漆包線的粗細與發電電壓試驗記錄表（相同圈數）

線圈粗細	0.3mm、	0.5mm	1.0mm
第 1 次測量	0.6	0.7	0.6
第 2 次測量	0.6	0.7	0.6
第 3 次測量	0.7	0.6	0.7

第 4 次測量	0.6	0.6	0.6
第 5 次測量	0.7	0.6	0.6
試驗 5 次平均值 (V)	0.64	0.64	0.62

漆包線的粗細與發電電流試驗記錄表 (相同圈數)			
線圈粗細	0.3mm、	0.5mm	1.0mm
第 1 次測量	99.2	131.8	158.1
第 2 次測量	93.2	132.4	158.3
第 3 次測量	97.3	130.1	159.7
第 4 次測量	94.2	129.3	160.2
第 5 次測量	93.6	134.2	154.8
試驗 5 次平均值(mA)	95.5	131.56	158.22

漆包線的粗細與發電電壓試驗記錄表 (相同大小)			
線圈粗細	0.3mm、	0.5mm	1.0mm
第 1 次測量	8.3	2.6	0.6
第 2 次測量	8.5	2.7	0.5
第 3 次測量	8.5	2.5	0.6
第 4 次測量	8.3	2.6	0.6
第 5 次測量	8.4	2.6	0.6
試驗 5 次平均值(mA)	8.4	2.6	0.58

漆包線的粗細與發電電流試驗記錄表 (相同大小)			
線圈粗細	0.3mm、	0.5mm	1.0mm
第 1 次測量	148.3	256.1	153.2
第 2 次測量	156.3	247.4	160.7
第 3 次測量	155.2	248.9	154.6
第 4 次測量	156.8	249.7	155.2
第 5 次測量	147.9	246.8	154.6
試驗 5 次平均值(mA)	152.9	249.78	155.66

## 六、磁鐵與漆包線距離與發電大小關係記錄表

漆包線距離與發電電壓大小試驗結果記錄表										
距離	0.2 公分	0.4 公分	0.6 公分	0.8 公分	1.0 公分	1.2 公分	1.4 公分	1.6 公分	1.8 公分	2.0 公分
第 1 次測量	13.5	8.9	5.6	4.1	3.5	3.2	2.6	2.4	2.3	2.2
第 2 次測量	12.1	8.8	5.2	4.5	3.6	3.2	2.7	2.5	2.2	2.1
第 3 次測量	12.3	8.5	5.1	4.1	3.8	3.1	2.6	2.3	2.4	2
第 4 次測量	12.6	8.1	5.4	4.3	3.6	3.2	2.5	2.4	2.3	1.9

第 5 次測量	12.5	8.6	5.3	4.2	3.7	3.4	2.7	2.5	2.2	2
平均	12.6	8.58	5.32	4.24	3.64	3.22	2.62	2.42	2.28	2.04

距離	0.2 公分	0.4 公分	0.6 公分	0.8 公分	1.0 公分	1.2 公分	1.4 公分	1.6 公分	1.8 公分	2.0 公分
第 1 次測量	256.3	221.1	173.5	154.2	137.6	132.4	123.7	120.1	112.9	98.7
第 2 次測量	256.4	198.3	169.4	154.7	137.9	135.2	122.4	119.5	111.4	88.9
第 3 次測量	245.7	210.8	174.8	152.1	142.3	128.7	122.9	117.8	109.2	89.4
第 4 次測量	257.9	222.1	171.9	151.7	132.5	126.8	119.7	122.4	112.6	88.7
第 5 次測量	251.2	208.5	164.8	154.2	133.2	134.6	127.2	120.6	110.1	89.2
平均(mA)	253.5	212.16	170.88	153.38	136.7	131.54	123.18	120.08	111.24	90.98

### 七、磁鐵轉換次數與電流電壓大小的關係記錄表

	6.25 公里	12.5 公里	18.75 公里	25 公里	31.25 公里	37.5 公里
第 1 次測量	3.2	7.3	10.5	14.6	17.6	21.3
第 2 次測量	3.1	7.1	10.3	14.7	17.4	22.1
第 3 次測量	2.9	7.2	10.1	14.6	17.2	21.1
第 4 次測量	3	7.1	10.3	14.3	17.6	22.2
第 5 次測量	3.2	7	10.2	14.2	17.2	21.4
平均(V)	3.08	7.14	10.28	14.48	17.4	21.62

磁鐵數量轉換次數	50 次	100 次	150 次	200 次	250 次	300 次
	6.25 公里	12.5 公里	18.75 公里	25 公里	31.25 公里	37.5 公里
第 1 次測量	61.9	91.8	112.6	125.6	133.7	137.8
第 2 次測量	63.2	93.2	114.7	127.9	135.7	137.9
第 3 次測量	61.3	91.7	112.9	128.4	132.4	140.5
第 4 次測量	59.7	88.9	113.6	124.7	133.8	141.7
第 5 次測量	64.5	94.6	110.4	129.5	130.3	143.5
平均(mA)	62.12	92.04	112.84	127.22	133.18	140.28

### 八、線圈的串並聯的應用以增加電力的大小記錄表

串並連方式	正向串聯 (頭接尾)	反相串聯 (頭接頭)	正向並聯 (頭接尾)	反相並聯 (頭接頭)
第 1 次測量	4.8	4.9	2.6	2.6
第 2 次測量	5	5.1	2.5	2.5

第 3 次測量	4.9	4.8	2.6	2.6
第 4 次測量	4.8	4.7	2.6	2.5
第 5 次測量	4.7	4.9	2.7	2.6
平均(V)	4.84	4.88	2.6	2.56

串並連方式	正向串聯（頭接尾）	反相串聯（頭接頭）	正向並聯（頭接尾）	反相並聯（頭接頭）
第 1 次測量( 電流 mA)	111.8	118.6	205.3	211.5
第 2 次測量( 電流 mA)	108.3	113.6	209.6	212.8
第 3 次測量( 電流 mA)	114.2	112.5	210.7	212.9
第 4 次測量( 電流 mA)	114.7	109.7	210.5	212.7
第 5 次測量( 電流 mA)	111.5	115.2	207.7	217.8
平均(mA)	112.1	113.92	208.76	213.54

## 九、磁鐵磁力大小與發電量記錄表

強力磁鐵的發電電壓記錄表								
健身腳踏車速度	5 公里	10 公里	15 公里	20 公里	25 公里	30 公里	35 公里	40 公里
第 1 次測量	5.1	9.8	14.2	18.2	23.5	28.8	33.6	38.5
第 2 次測量	4.3	9.2	14.1	19.3	24.2	28.6	34.5	36.7
第 3 次測量	4.6	9.1	13.9	19.2	25.3	28.1	34.2	35.6
第 4 次測量	4.8	8.9	13.8	18.6	24.1	29.2	33.9	37.5
第 5 次測量	5.2	8.8	14.3	18.9	23.6	27.6	32.8	38.9
平均	4.8	9.16	14.06	18.84	24.14	28.46	33.8	37.44

一般磁鐵的發電電壓								
健身腳踏車速度	5 公里	10 公里	15 公里	20 公里	25 公里	30 公里	35 公里	40 公里
第 1 次測量	2.9	6.1	8.9	11.6	14.5	16.9	20.1	22.1
第 2 次測量	3	6.2	8.6	11.9	14.2	16.7	20.3	22.3

第 3 次測量	2.8	6.3	8.7	11.5	14.4	17.1	19.9	22.2
第 4 次測量	2.9	6.2	8.6	11.5	14.2	16.8	20.5	23.4
第 5 次測量	2.8	6.4	8.5	11.7	14.3	16.5	20.1	22.5
平均	2.88	6.24	8.66	11.64	14.32	16.8	20.18	22.5

強力磁鐵與一般磁鐵發電比較

健身腳踏車速度	5 公里	10 公里	15 公里	20 公里	25 公里	30 公里	35 公里	40 公里
強力磁鐵的發電電壓	4.8	9.16	14.06	18.84	24.14	28.46	33.8	37.44
一般磁鐵的發電電壓	2.88	6.24	8.66	11.64	14.32	16.8	20.18	22.5
強力磁鐵與一般磁鐵 發電比較	1.67	1.47	1.62	1.62	1.68	1.69	1.67	1.66

強力磁鐵的發電電流

健身腳踏車速度	5 公里	10 公里	15 公里	20 公里	25 公里	30 公里	35 公里	40 公里
第 1 次測量	120.5	138.8	152.4	178.3	192.7	213.4	229.6	250.6
第 2 次測量	118.9	139.2	155.2	178.9	193.2	216.8	230.4	251.7
第 3 次測量	118.6	140.9	150.8	179.6	188.9	211.6	231.7	256.3
第 4 次測量	118.4	136.8	151.9	180.3	189.7	215.7	234.5	253.7
第 5 次測量	118.7	137.5	156.7	176.7	188.5	213.9	231.5	251.4
平均(mA)	119.02	138.64	153.4	178.76	190.6	214.28	231.54	252.74

一般磁鐵的發電電流

健身腳踏車速度	5 公里	10 公里	15 公里	20 公里	25 公里	30 公里	35 公里	40 公里
第 1 次測量	101.2	113.5	119.5	124.6	142.3	150.8	159.3	169.3
第 2 次測量	102.7	112.7	118.7	126.8	143.5	151.2	159.8	166.4
第 3 次測量	99.8	114.5	116.9	124.1	144.7	152.3	160.2	170.5
第 4 次測量	99.7	113.2	120.4	123.9	144.6	151.4	158.7	166.2
第 5 次測量	104.2	114.8	117.2	124.7	144.8	150.3	157.4	170.9
平均(mA)	101.52	113.74	118.54	124.82	143.98	151.2	159.08	168.66

強力磁鐵與一般磁鐵的比較

健身腳踏車速度	5 公里	10 公里	15 公里	20 公里	25 公里	30 公里	35 公里	40 公里
強力磁鐵的發電電流	119.02	138.64	153.4	178.76	190.6	214.28	231.54	252.74
一般磁鐵的發電電流	101.52	113.74	118.54	124.82	143.98	151.2	159.08	168.66
強力磁鐵與一般磁鐵的 比較	1.17	1.21	1.29	1.42	1.33	1.41	1.45	1.49

## 十、研究將線圈中加入鐵塊所產生的電力大小

有中心鐵塊的發電電壓						
健身腳踏車速度	10 公里	15 公里	20 公里	25 公里	30 公里	35 公里
第 1 次測量	6.98	9.69	11.33	15	18.21	21.47
第 2 次測量	6.09	10.02	13.58	15.12	19.09	21.32
第 3 次測量	6.29	10.48	12.54	15.21	19.8	20.15
第 4 次測量	6.59	9.91	12.52	15.8	18.78	21.34
第 5 次測量	6.01	9.39	13.09	16.06	18.44	21.07
平均(V)	6.392	9.898	12.612	15.438	18.864	21.07

中心為木心發電電壓						
健身腳踏車速度	10 公里	15 公里	20 公里	25 公里	30 公里	35 公里
第 1 次測量		5.93	7.52	9.7	12.05	14.43
第 2 次測量		5.61	7.65	10.27	12.16	14.54
第 3 次測量		5.74	7.47	9.36	12.17	14.93
第 4 次測量		5.37	7.98	9.25	12	14.04
第 5 次測量		5.46	7.57	9.7	12.09	14.6
平均(V)		5.622	7.638	9.656	12.094	14.508

有中心鐵塊的發電電流						
健身腳踏車速度	10 公里	15 公里	20 公里	25 公里	30 公里	35 公里
第 1 次測量		117.3	127.3	139.2	149.1	153.1
第 2 次測量		116.2	126.5	138.2	149.6	152.1
第 3 次測量		116.4	127.3	139.3	147.7	153.4
第 4 次測量		117.2	127.9	139.7	147.8	154.1
第 5 次測量		117.8	126.1	138.7	148.2	150.9
平均(mA)		116.98	127.02	139.02	148.48	152.72

有中心鐵塊的發電電流						
健身腳踏車速度	10 公里	15 公里	20 公里	25 公里	30 公里	35 公里
第 1 次測量		84.6	113.1	117.3	128.7	136.1
第 2 次測量		86.7	112.8	117.6	126.6	136.2
第 3 次測量		86.4	112.4	119.7	124.7	136.5
第 4 次測量		84.7	113.7	117.9	128.5	134.7
第 5 次測量		83.2	114.2	120.6	127.9	138.2

平均	85.12	113.24	118.62	127.28	136.34	142.7
----	-------	--------	--------	--------	--------	-------

## 十一、研究水平感應發電機最大的發電量的發電方式試驗記錄表

健身腳踏車速度	10 公里	15 公里	20 公里	25 公里	30 公里	35 公里
第 1 次測量	12.3	18.2	23.7	28.9	33.6	42.1
第 2 次測量	11.2	18.1	22.5	27.8	32.1	42.9
第 3 次測量	13.9	17.6	24.7	30.2	32.5	39.6
第 4 次測量	13.4	18.3	22.7	28.3	31.5	39.1
第 5 次測量	12.2	17.5	23.9	30.3	33.2	42.7
平均	12.6	17.94	23.5	29.1	32.58	41.28

健身腳踏車速度	10 公里	15 公里	20 公里	25 公里	30 公里	35 公里
第 1 次測量	153.6	190.9	220.2	250.4	275.2	302.4
第 2 次測量	156.2	191.2	221.5	249.7	273.5	300.1
第 3 次測量	155.2	192.2	222.4	248.2	270.2	300.8
第 4 次測量	154.7	191.3	221.8	247.7	271.5	296.4
第 5 次測量	157.2	190.2	221.4	247.5	272.6	297.8
平均(mA)	155.38	191.16	221.46	248.7	272.6	299.5

