

中華民國第四十七屆中小學科學展覽會
作品說明書

高中組 生活與應用科學科

第一名

040810

樂活腳踏車安全照明之研究

學校名稱：國立民雄高級農工職業學校

作者： 高二 林晉德 高二 蔡侑霖 高二 林詠然	指導老師： 王瓊祥 蔡舜生
-----------------------------------	---------------------

關鍵詞：腳踏車 磨電燈 安全照明

壹、摘要

腳踏車是一種非常環保的交通工具，因此我們從**環保**觀點著手研究，利用人力很方便能產生的動能，再利用動能轉換成電能發電。

本研究分成**機械結構及電路迴路**兩大部分。機械結構有自行設計的：

1. 不用下車的**自主發電機構**。
2. 回收煞車時的**制動能量輔助發電機構**。

均利用繩索的張力傳導力量，並利用槓桿原理對發電機（或稱磨電燈）施力，使其碰到車輪而轉動發電，同時利用彈簧回彈歸位。至於電路部份有簡單的整流、濾波、穩壓以保護電路，還有可以把能量儲存的充電電池。使得腳踏車也具有主動照明、警示的 LED 燈，避免一些意外的發生，以保護騎士的安全。

同時實驗了**施力大小對發電機轉速**的影響、以及**煞車輔助制動能力**的大小、了解到**能量不滅定律**。並且實驗行車速度與發電的電壓、電流的關係，以及充放電實驗用以了解電池蓄電的效果。依據實驗結果反覆的驗證，改進機械結構與電路系統，以提高系統之效率與實用性。

貳、研究動機

樂活 LOHAS (Lifestyle Of Health And Sustainability) 是現在最流行的生活型態。簡單的說「樂活」就是讓自己和家人健康快樂的生活，並將地球環保的問題視為己任。而騎腳踏車(或稱自行車)便是最具代表性的一種活動。因為它環保、輕便、又健身。但腳踏車也有其危險性，尤其在天色昏暗的時候，由於主動照明警示不足，因而常在昏暗的時候，汽機車駕駛的人很接近時才發現，往往煞車就來不及了，實在很危險。如果腳踏車有前後燈及方向燈的話，應該就可以避免類似的意外發生了。

根據 2006 年 10 月 22 日 某報紙的刊載，『台北醫學大學公衛系接受衛生署國健局委託，分析發生在一九九九年至二〇〇二年間的自行車車禍事件。結果顯示，**台灣一年平均有三千七百人因騎行自行車車禍受傷**。雖然絕大多數是肢體擦傷、骨折，**但死亡率有三%到五%**，比率不低。值得警惕的是，這些意外經常發生在路口轉彎處和如十字路口的地方』。

其主要原因我們判斷可能是因為腳踏車本身無任何可供警示的照明設備，為發生意外事件的最主要因素。當腳踏車要轉彎時，我們常常是用眼睛看道路狀況亦或是用手比方向。但是用眼睛看的結果，可能會誤判來車的速度，或是只顧到左邊卻顧不到右邊等問題。當用手比方向時，可能會失去平衡而碰撞到其它方向的來車，因而發生交通事故。一般腳踏車均配有反光片，但無法顯現出車子將轉彎的方向。因而想到汽機車都有方向燈，那麼腳踏車為什麼就沒有呢？除了消極的配戴安全裝置、如安全帽、護膝、護肘之外，**如果腳踏車本身配備有像汽機車般具有自主發電、蓄電、照明警示的功能，能夠讓人知道其位置及行走方向，那樣將會使得腳踏車更具安全性。**

因而我們就利用課堂上所學的知識與技能，解決此一問題，從環保的概念著手，設計製作出機構及電路，應用在日常生活及上下學的交通工具腳踏車上。

參、研究目的

目前我們看到市面上有二種腳踏車警示照明用產品：

1. **裝設電池的方式**，來使頭燈或後面的警示燈發亮。但是使用前後必須記得開關電源；否則電池很容易沒電，需要用時常會發生無電可用的窘境，且廢電池易造成污染。

2. **舊式的發電機（或稱磨電燈）方式**，所用的還是一般燈泡，使用時很不方便，需要停車或下車以手動按壓的方式，來使發電機發電或不發電。且在**停車等過馬路或紅綠燈時、或者煞車這個重要的時候，反而沒有電**。因為此時車輪並沒有在轉動而不能發電了，而且在平常就有亮度不夠或變化太大的情形。以上這兩種產品均有其缺點，尚且都沒有**方向警示的功能**。

因此我們綜合以上兩種產品加以改良，**發明了一個機構，隨意想發電就可以發電的自主發電機構**，用以取代以手動按壓磨電器的方式，不僅可以省下了上下車或停車的麻煩，也讓我們在使用上更為便利。同時加上**蓄電**的功能，平時就可以充電，充電電池可使用鎳氫充電電池，預估可以充電上千次左右，解決了每次一般電池用完就要再回收和造成污染的問題，這樣在停車時或速度變慢時就不怕沒有電了，也使得 **LED 照明警示的燈光更加穩定**。

如果可以**結合煞車時的能量作煞車制動發電**，這樣不僅能夠把原本要丟掉的**能量回收**，更能進一步用循環方式來利用能源。雖然發電功率不大，但如果在忙碌的馬路中走走停停，或是在有上下坡的地區，它累積的能量還是不少，足夠讓警示的 LED 燈用很久，如此在這樣講求環保與綠色能源的今日，這豈不是更能夠充分的實踐。因此我們就設計了此一系統，以達成**暨環保、安全、又方便的目的**。

在設計時爲了知道機構及電路迴路上的各種數據與資訊，於是我們一方面**設計、製造**，一方面做一些課本上所講的基本原理的**實驗**，以求得各種數據，並驗證課堂上所講的公式及內容，並利用此數據來設計系統，使得本系統裝置更能合乎實際需求，同時也可以達到從**做中學，理論與實務兼備**。

肆、研究設備與器材

一、研究設備：

- 1.電焊設備一套
- 2.旋臂鑽床
- 3.台式鑽床
- 4.虎鉗
- 5.車床
- 6.立式銑床（無段變速）
- 7.砂輪機

二、研究器材：

(一)、製作機構所需器材：

手工具組（一字起子、十字起子、鋼絲鉗、尖嘴鉗、活動扳手、開口扳手、手工鋸架鋸條、鐵鎚 等）。量具(皮尺、鋼尺、游標卡尺)

腳踏車、木板、扁鐵、六角螺栓、螺帽、彈簧、彈簧秤、煞車線組、變速線組等。

(二)、警示照明燈組：

高亮度 LED 燈（白、紅、橙）、電阻、電容、電晶體、積納二極體、電線、開關（按鈕開關、極限開關）、麵包板、壓克力板、發電機、轉速計、電壓計、電流計、三用電錶、照度計等電工器材。

伍、研究過程或方法

系統的研究流程如下圖所示

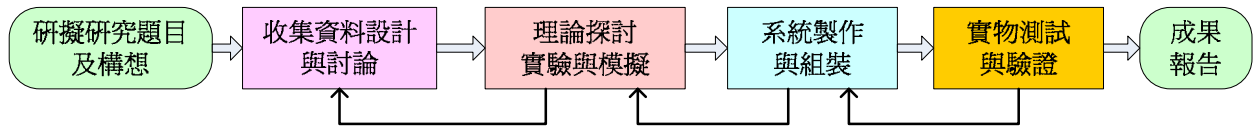


圖 1:研究流程圖

本系統之研究架構如下：

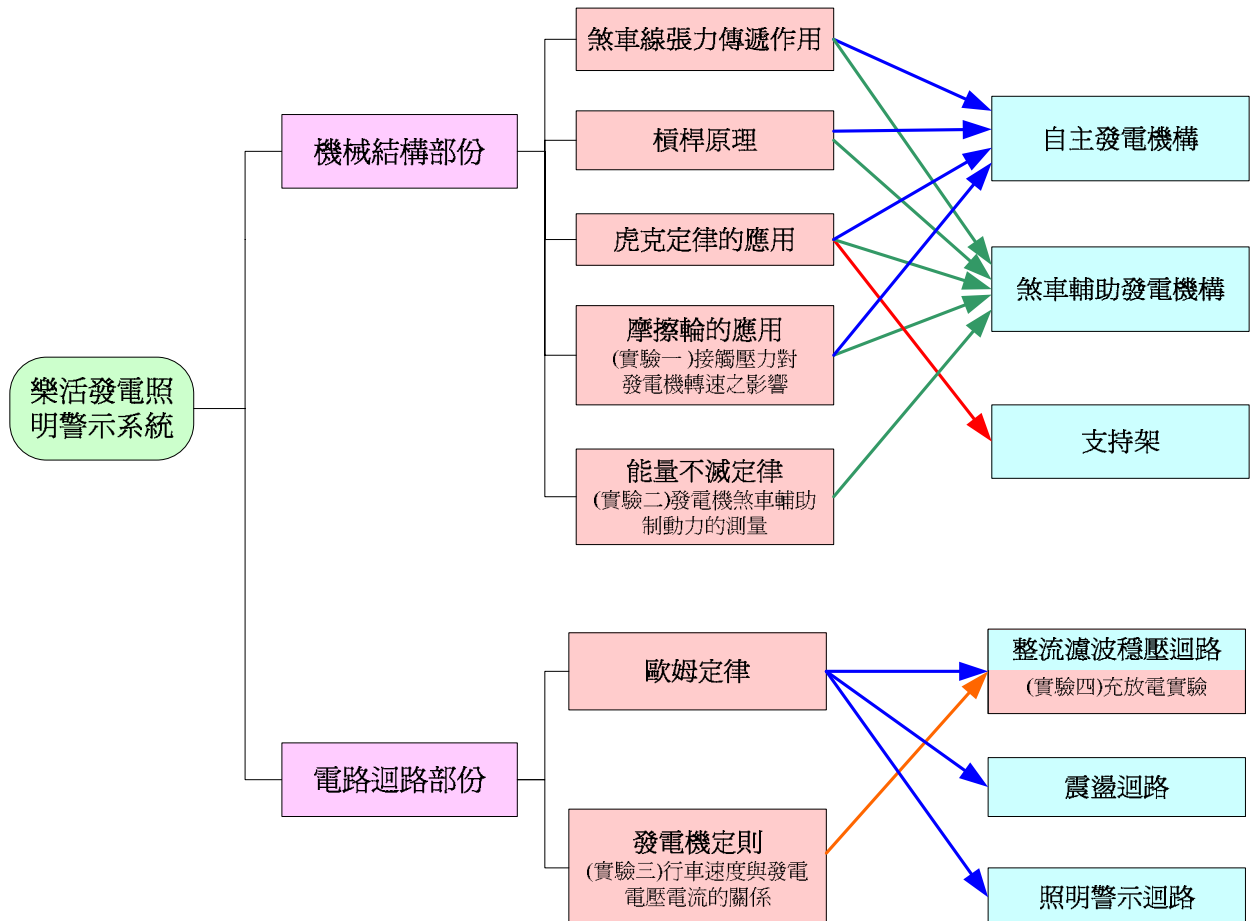


圖 2：系統架構圖

本系統之結構示意圖

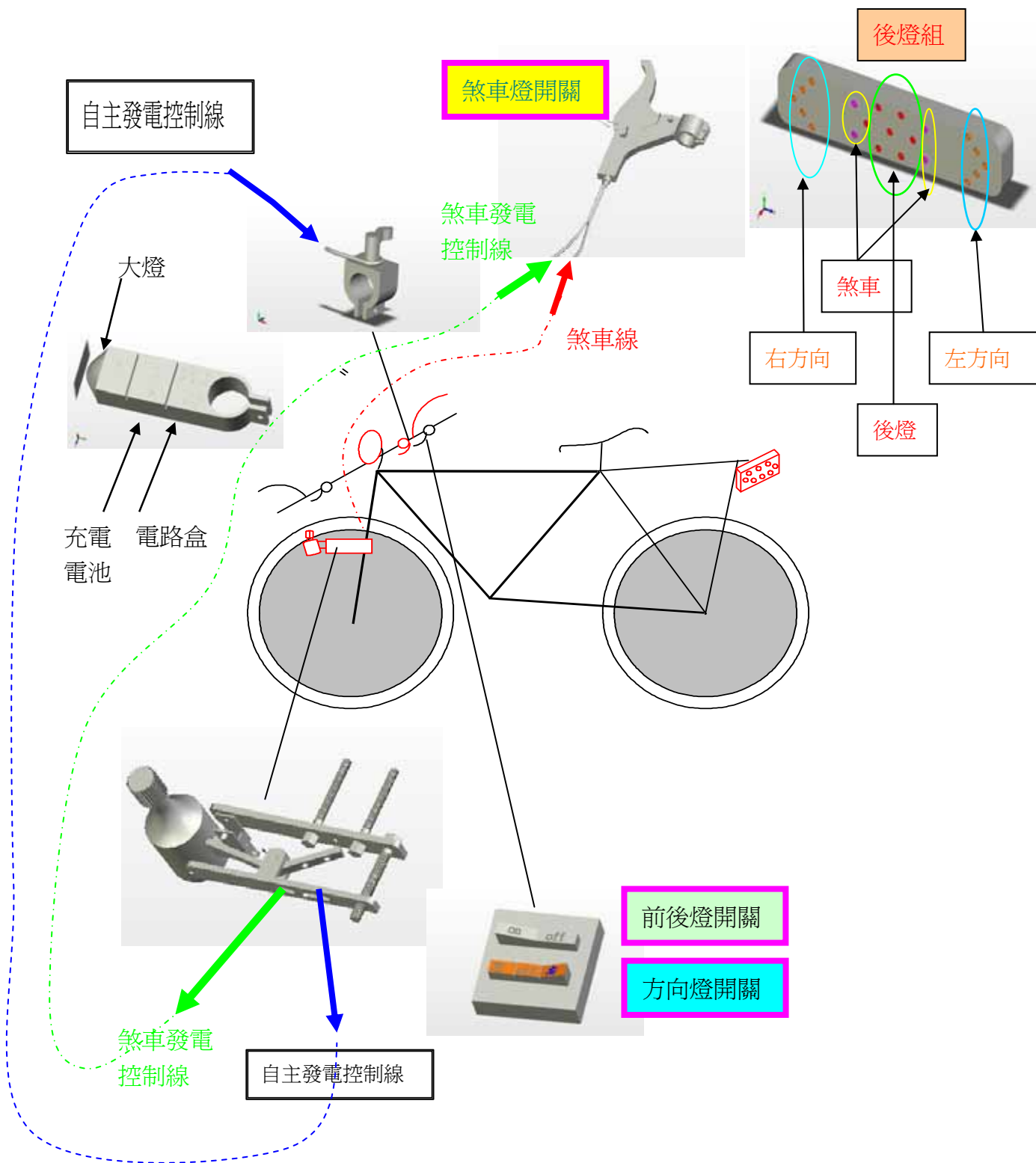


圖 3: 系統結構圖

特將說明分述如下：

一、機械結構部份：

(一) 原理的運用有：

1. 煞車線之張力傳遞作用：

鋼絲的張力在各點均一樣、且僅能夠承受垂直於其斷面之張力。鋼絲可在彎曲且固定的鋼圈軌道中移動，頭端移動的距離多少，尾端移動距離就有多少，如圖 4 所示。(如忽略鋼絲與軌道之間隙、彈性、與摩擦力)

利用此煞車線的作用，就可以在把手的地方控制下方的機構，移動槓桿之施力端，使得發電機之輪子接近車輪部份，如圖 5。

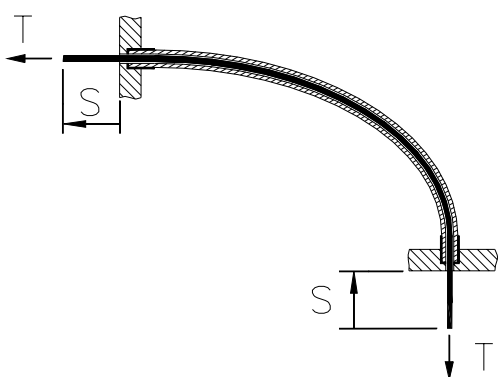


圖 4：鋼索的張力傳遞圖



圖 5：煞車線及機構圖

2. 槓桿原理：

利用簡單的槓桿原理，一支結實的棍子，就能當作一支槓桿了。在圖 6 中，方形代表重物、三角形代表支點、箭頭代表作用力。在槓桿右邊向下用力，就可以把左方的重物抬起來了。而且施力臂愈長，就可以舉起愈重的物品。

我們利用槓桿的作用，移動發電機來和輪胎接觸，同時在槓桿上挖槽，鋼絲可以在槽中移動，便可以具有調整力臂的作用，以達到適當的接觸壓力及行程。

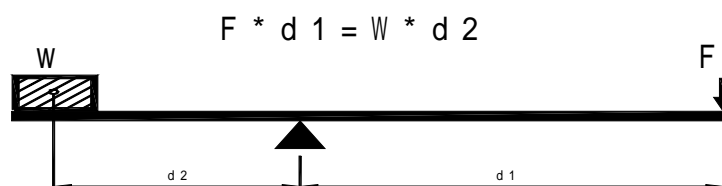


圖 6：施力與重物之力臂關係圖

3. 虎克定律的應用：彈性能歸位。

彈簧是一種簡單的機件，應用的範圍非常地廣泛。因為彈簧具備高度的彈性能，所以彈簧在受到負載時，會作適量的變形。負載移去後，則能恢復原來的形狀或位置 ($F = k * X$)。我們的機構利用彈簧具備高度的彈性能，讓不想發電時，不管是發電機，還是煞車手把，均能回到原來位置。如圖 7

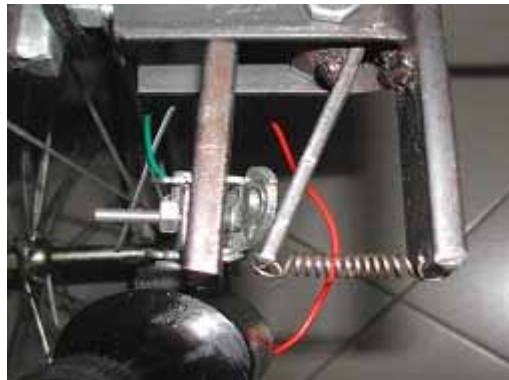


圖 7：虎克定律的應用

4. 發電機摩擦輪的應用

摩擦輪是藉著摩擦力來傳達動力的，當摩擦力愈大的時，所能傳動的動力就愈大，而接觸壓力又和摩擦力成正比。($F = \mu N$)

$$\text{又 } n * d = N * D \quad \therefore n = \frac{D}{d} N$$

註：輪胎摩擦位置直徑 605 mm 、

發電機摩擦輪直徑 19 mm

可計算出發電機之轉速，並進而計算出摩擦輪的滑動率。

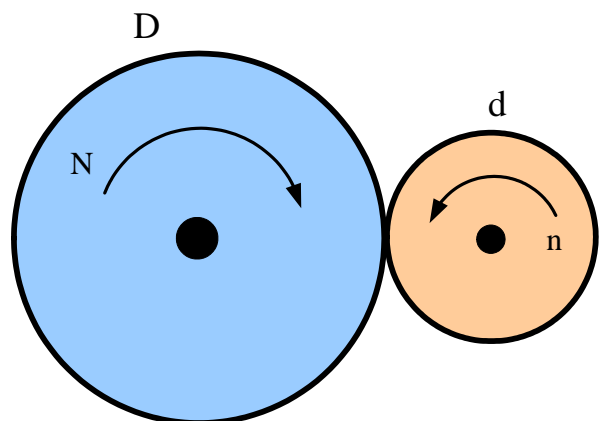


圖 8：摩擦輪傳動圖

$$\text{滑動率} = \frac{\text{理論轉速} - \text{實際轉速}}{\text{理論轉速}}$$

實驗一： 接觸壓力對發電機轉速的影響

為進一步了解接觸壓力的大小是否會影響發電機轉動的速度，影響系統的發電效果，因此我們就利用彈簧秤來設定發電機及車輪的接觸壓力(如圖 12 所示)，並用立式銑床來帶動。然後用轉速計測量輪胎與發電機的轉速(如圖 13 所示)。



圖 9：夾具組



圖 10：彈簧秤



圖 11：轉速計



圖 12：設定接觸壓力



圖 13：測量轉速

結果： 1. 我們發現因為輪胎選用腹部印有齒痕，及發電機轉輪亦做成齒輪形狀，所以滑動的情況並不是很大，同時接觸輪胎的位置及角度也會改變其直徑的大小進而影響轉速的快慢，所以要非常小心的測量與實驗。

2. 詳細的數據如研究結果 p20 。

5. 能量不滅定律

在一系統內之能量（如熱能、光能、動能、位能等）可以互相變換，但其總能量不變。

$$\text{即 } (E_p + E_k)_{\text{始}} + \text{輸入能} = (E_p + E_k) + \text{輸出能}$$

假設無摩擦時，物體的初動能與初位能之和等於末動能與末位能之和，即機械能不滅定律

$$\frac{1}{2}mv_0^2 + mgh_0 = \frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1$$

$$\text{如 } v_0=0 \text{ 則 } v_1^2 = 2g(h_1 - h_2)$$

而在煞車輔助發電時，便會有部分的能量互換，由動能轉換成電能，產生發電的效果。

實驗二：發電機煞車輔助制動力的量測

煞車時即利用轉輪接觸的摩擦力帶動，使得發電機得以轉動，但在切割磁力線時會有阻力，這阻力和系統的摩擦力，會使腳踏車慢慢停止。為了扣減系統的摩擦阻力，我們依不同的高度，分別做不發電的自由滑行，與發電的滑行，測量其滑行距離。利用動力學的基本公式，求得發電輔助煞車制動能力。

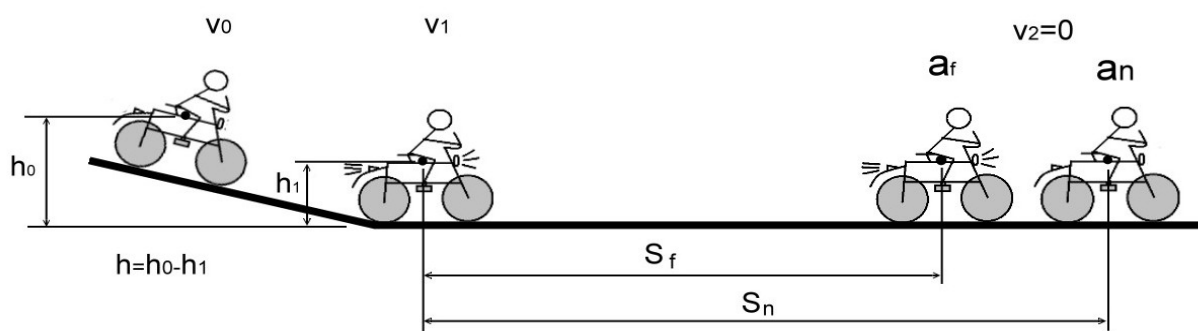


圖 14：發電機輔助煞車制動滑行距離實驗示意圖

假設在斜面上時不計板子和系統的摩擦

$$\text{滑行至水平時 則 } v_1^2 = 2gh$$

滑行距離可用皮尺量得 S_n 、 S_f

$$\text{無發電的自由滑行到停止時 } v_1^2 = 2 a_n S_n$$

$$\text{有發電的滑行到停止時 } v_1^2 = 2 a_f S_f$$

便可分別求出兩個狀態，系統之減速度 a_n 及 a_f

發電機煞車制動之減速度設為 a_g 則 $a_g = a_f - a_n$

由 $F = m a_g$ 便可以求得 F 對質心的平均輔助煞車制動力

註：1. 實驗時接觸壓力設定為 1 Kgw 人員重量 55.0 Kgw 單車重量為 17.5 Kgw

2. 為了實驗的準確性，我們找比較平坦的走廊做實驗，及較無風時。



圖 15:斜面高度 1



圖 16: 斜面高度 2



圖 17: 在斜面上



圖 18: 下滑



圖 19: 自由滑行



圖 20: 測量距離(白色線為皮尺)

結果：

1. 有發電時和沒發電時滑行距離不同，具有輔助煞車的效果。
2. 煞車力會隨著速度增加而加大。
3. 詳細的數據如研究結果 p21 。

(二) 機構部份 (含機構動作說明)：

1. 自主發電機構部份:

我們利用變速器遠端控制的原理，從手把附近即可很方便、自主性很高，不用下車便可以來控制發電機，撥桿往前扳便可驅動發電機構，使發電機碰觸輪胎。若將撥桿往後扳，可用剛剛彈簧所儲存的彈性能而回復原來的位置。如圖 21：



圖 21 往後扳不發電



圖 22 往前扳接觸發電



圖 23 :發電機和輪胎分離



圖 24:自主發電機構作動情形接觸發電
(煞車片沒移動)

2. 煞車發電部份：

(1) 將煞車的握把部份多加一條鋼線，材料也是利用廢棄腳踏車的煞車線拆掉，再製作一片小鐵片，鑽兩個洞，讓一條煞車和一條發電的鋼索通過，連接煞車系統，使煞車時能同時一起讓兩條線都能拉動，使得在煞車時不只可以單純的煞車，也同時可以發電產生電能，更加環保與利用回收能源。而煞車的力道與發電機的接觸壓力，均能分開加以設定。(如圖 25 , 26)



圖 25：未煞車時發電機離開車輪



圖 26：煞車時發電(煞車片有移動)

(2) 在握把的固定側加上極限開關，線路接上 B 接點。在移動側加上定位器，當煞車時，便可使極限開關接通而點亮煞車燈(圖 27 , 28)。

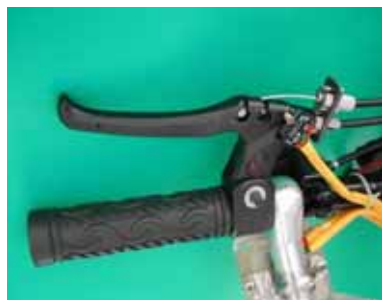


圖 27: 煞車握把改裝(未煞車)



圖 28：煞車時 B 接點通可點亮煞車燈

3.支持架

(1) 支持架在材料選擇上，雖選用笨重的鐵，但是鐵的使用性廣泛，且材料容易找，強度和剛性均佳。但是未來可加以改良成輕巧的材料來代替。如圖 29 所示。

(2) 在做接觸壓力實驗時發覺接觸壓力不可過大，因此在設計支持架的部份時要考慮壓力的大小，盡量使得機構稍具有點撓性，可使得緊急煞車出大力時，可以有點回彈的空間。



圖 29:支持架零件

(三) 製作過程與組裝：

依照設計圖，使用學校實習設備、及平常實習所學課程，親手加以製作如圖 31 - 圖 36 所示。並加以組裝，調整，如圖 37 - 圖 42 所示。



圖 31：鑽削



圖 32：銑削



圖 33：量測



圖 34：成形



圖 35：銼削



圖 36：車床加工

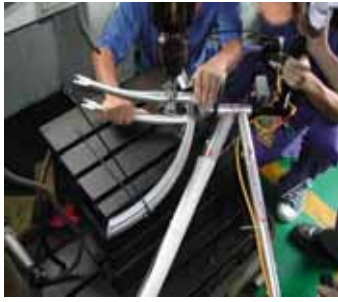


圖 37：懸臂鑽床上加工



圖 38：機構零件

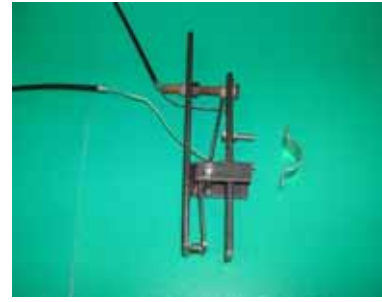


圖 39：試組裝



圖 40：組裝 1



圖 41：組裝 2



圖 42：調整

二、 電路部份：

(一) 電學基本定理：

1. 歐姆定律:

在直流電路中，若負載的電阻值不變，則電源電壓愈大，電路電流也愈大，其關係式如下

$$I = \frac{V}{R}$$

I: 電流 (安培 A) V: 電壓 (伏特 V) R: 電阻 (歐姆 Ω)

2. 發電機定則（佛來銘右手定則）：

發電機可以將機械能轉換成電能，便是由於電磁感應的原理、即導體切割磁力線所致。如圖，將導體置於磁場中，並使導體向上運動，則導體所產生之感應電壓 e 大小為：

$$e = B l v$$

e ：感應電壓〔V〕

l ：導體在磁場中的長度〔m〕

B ：磁場的磁通密度〔Wb/m²〕

v ：導體的運動速度〔m/s〕

從公式可知發電的電壓與導體運動的速度成正比，我們做實驗來驗證是不是這樣。

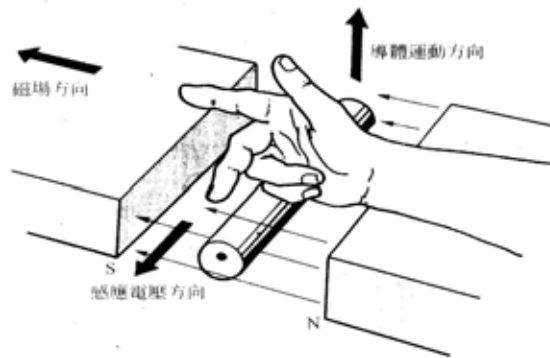


圖 43: 發電機定則

實驗三：行車速度和發電電壓、電流之關係

行車速度 V 與車輪轉速之間的關係：（車輪直徑 26 吋）

經實際測量結果，一般行車速度 100m 約花 25 秒，衝刺行車速度 100m 約花 15 秒。

$$V_1 = \frac{S}{t} = \frac{100}{25} = 4 \text{ m/s} = 14.4 \text{ km/hr}$$

$$V_2 = \frac{S}{t} = \frac{100}{15} = 6.7 \text{ m/s} = 24 \text{ km/hr}$$

所以我們換算輪胎轉速，取行車速度大約在 12km/hr 至 30km/hr 之間，做行車速度與發電機的電壓、電流實驗。



圖 44：使用雞心夾頭驅動車輪



圖 45: 實驗器材



圖 46 :測量車輪及發電機轉速

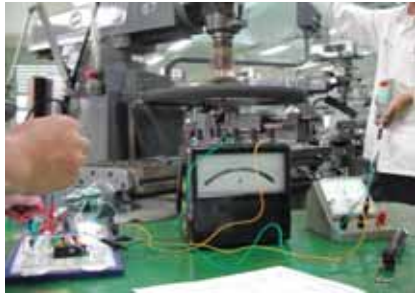


圖 47: 行車速度與電壓電流的實驗

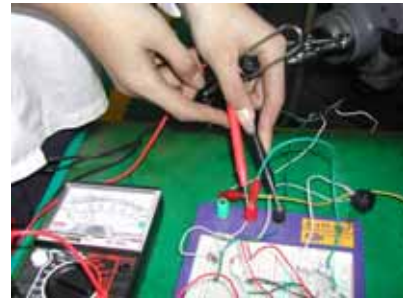


圖 48：測量發電電壓、電流

- 結果：**
- 1.行車速度和電壓、電流幾乎正比例。而我們知道 $P = E * I$ ，所以轉速愈快發的電量愈大提供的功率愈多。
 - 2.詳細的數據如研究結果 p22。

(二) 電路迴路

1.系統圖：

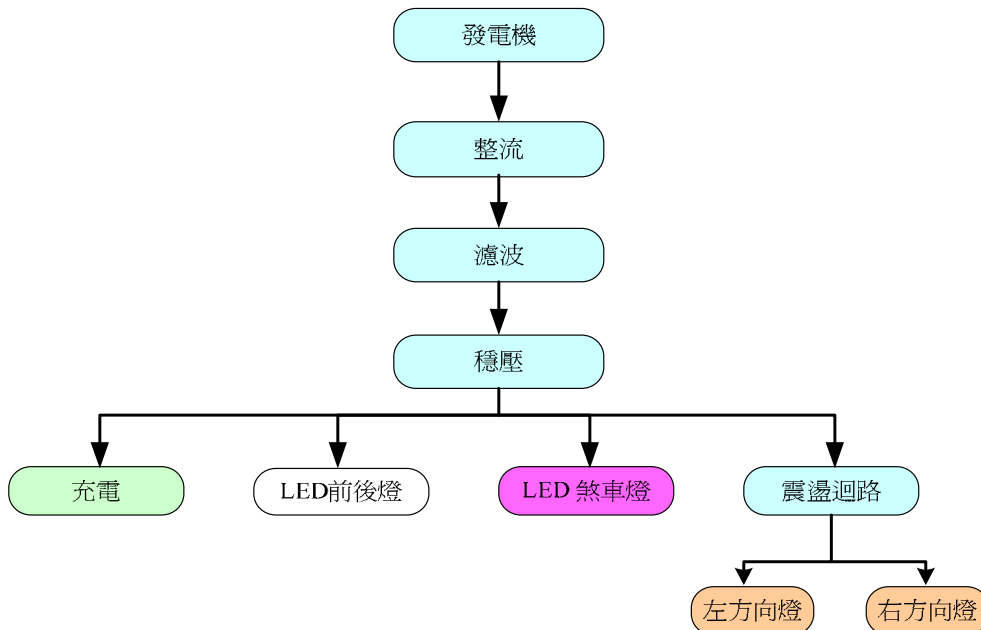


圖 49：電路迴路系統圖

2. 電路圖：

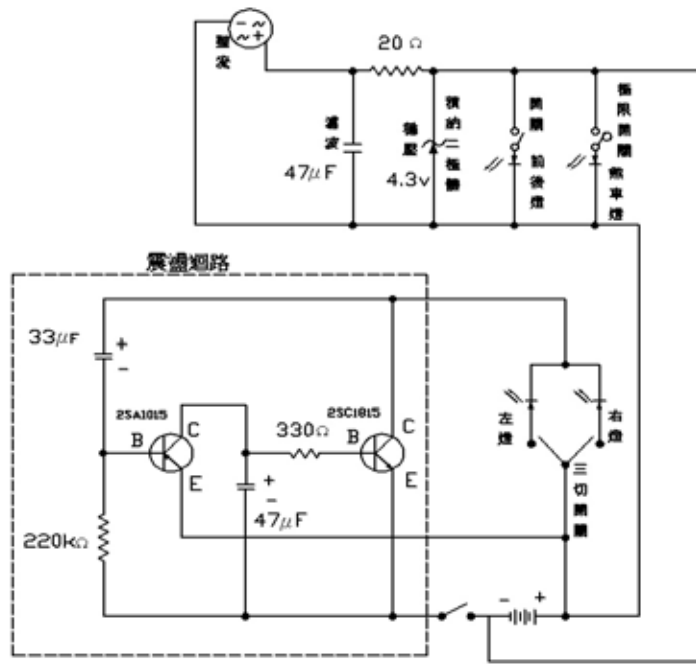


圖 50：電路圖

將發電機接上全波橋式整流器加以整流，然後使用電容、電阻來濾波，接上積納二極體來穩壓，使其電壓限制在一定範圍內。之後連接鎳氫充電電池 3 顆，使整個系統具有充電蓄電的功能，將使系統電壓能更穩定。再將迴路接上前燈、後燈、煞車燈、警示方向燈及開關等。且利用震盪迴路，使警示用的方向燈擁有閃爍的功能，目標會更加明顯。

實驗四：充放電效果實驗：

爲了更了解所採用的電路是否可以達到整流充電的效果，一開始我們請一位同學騎我們加裝發電機和蓄電裝置的腳踏車，從家裡騎到學校的時間做爲測量的依據，然後發現每次充電量都有所不同(變數太多，如：偶爾快、偶爾慢、遇上紅燈等問題)，因此我們把車輪拆下，第一階段的實驗用旋臂鑽床來做，後來我們重新做這個實驗用。使用可無段變速的立式銑床來做（經轉速計實測爲 100 rpm），可使發電機提供比較穩定的電力來做充電實驗。我們準備 3 顆電池，分別以 10、20、30、60、90 分鐘之時間充電。如圖 51 - 54 所示。



圖 51 :車輪利用夾具鎖緊

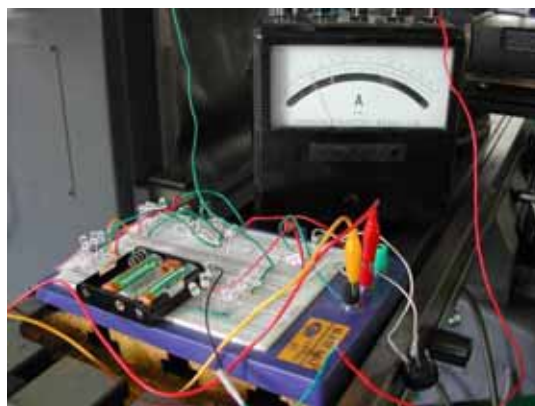


圖 52 :麵包板上的實驗電路測試



圖 54：充電實驗圖

53：輪胎與發電機轉動圖

將充完電的電池以電池座裝配好，再裝上 18 顆高亮度 LED 燈泡放電，依不同的時間，測量電流。利用 $Q = I \cdot t$ 、或由電流時間圖中計算其面積、便可以計算得充電量，看看電池的充電效能。這個實驗十分耗時，常常要帶回家挑燈夜戰、可見 LED 燈真的很省電。

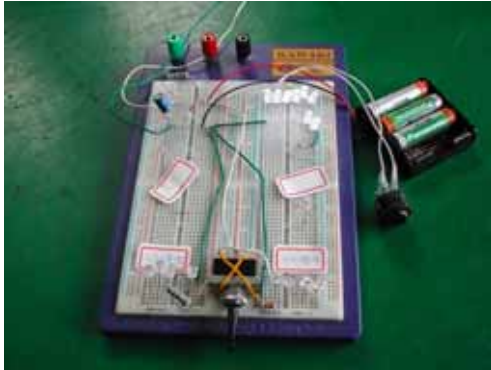


圖 55: 一邊亮燈一邊充電情形



圖 56: LED 實際放電測量電流情形

結果：

1. 本系統可以充電。
2. 如一邊充電一邊開燈，充電效果較差。
3. 詳細的數據如研究結果 p 23 。

(三) 製作與組裝電路系統：

我們使用壓克力板當材料，來製作開關盒及後面警示燈組。利用鑽床鑽孔，鑽出所要的圖案，用銑床銑出所要的凹孔，以容納線路及開關。製作後面警示燈組時，要依不同的功能，裝上不同顏色的 LED 燈泡，串聯電阻後，並將 LED 焊接好。組裝好後固定於腳踏車後面，再將迴路接上適當的開關。如圖 57 - 62 所示。

方向燈須將它接到震盪電路，當轉彎時切換開關，可讓燈泡產生閃爍的功能，增加警示照明的效果，提高行車的安全性。



圖 57: 開關盒鉗工工作



圖 58: 後燈組鑽孔



圖 59: 後燈組焊接



圖 60: 電路迴路組

圖 61: 迴路裝配

圖 62: 開關盒



左方向燈



右方向燈



後燈



煞車燈

圖 63: 各種狀況下的後燈組



圖 64: 可反光的後燈組



圖 65: 大燈 1



圖 66: 大燈 2

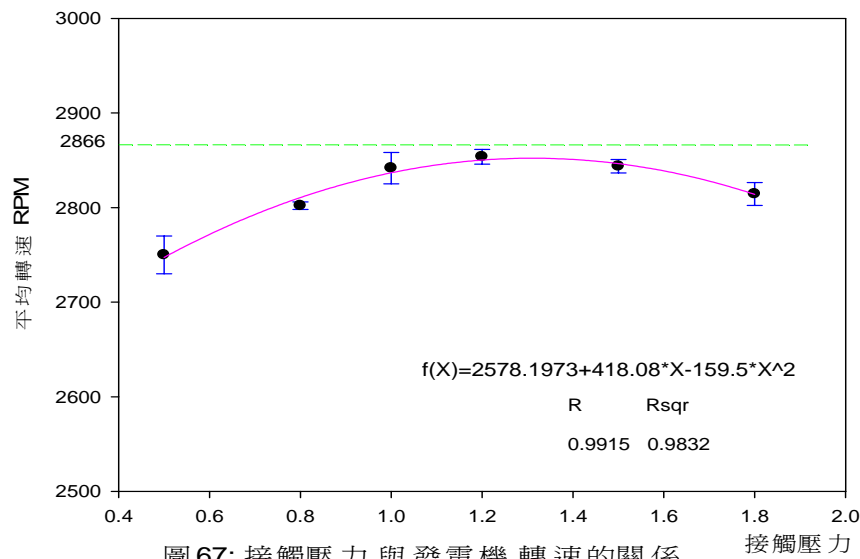
陸、研究結果

一. 實驗部分：

實驗一： 接觸壓力對發電機轉速的影響

表 1：接觸壓力與發電機轉速數據

接觸壓力 (kg)	輪胎轉速 (rpm)	計算轉速	發電機 1	發電機 2	發電機 3	平均	標準差	滑動率
0.5	90	2866	2750	2730	2770	2750	20	4.04%
0.8	90	2866	2802	2798	2806	2802	4	2.23%
1	90	2866	2840	2859	2826	2842	17	0.84%
1.2	90	2866	2860	2856	2845	2854	8	0.42%
1.5	90	2866	2836	2845	2850	2844	7	0.77%
1.8	90	2866	2805	2828	2810	2814	12	1.80%



結果：

1. 發電機與輪胎之間壓力的變化確實會影響轉速，但是我們發現因為輪胎選用腹部印有齒痕，及發電機轉輪亦做成齒輪形狀，所以當接觸壓力在 0.8 kg 以上轉速就很接近了。因此以我們取接觸壓力 0.8 公斤以上，作為我們實驗設計機構強度與受力的依據。
2. 但是如果接觸壓力大於 1.5 kg 以上時，反而接觸壓力過大使得摩擦輪深陷輪胎裡，造成摩擦力增大反而容易造成磨損（可看到掉屑的情況）、使得轉速有點下降，更容易影響外胎的壽命，這是值得注意的。

實驗二：發電機煞車制動力實驗（本實驗採 MKS 制）

表 2：沒發電沒煞車自由滑行距離（公尺）

高度	次數一	次數二	次數三	次數四	次數五	平均 S_n	標準差	V_1	a_n
0.100	11.85	11.23	11.63	11.72	11.35	11.56	0.26	1.400	0.0848
0.165	18.75	18.76	18.82	19.21	19.30	18.97	0.27	1.798	0.08525
0.200	21.22	21.23	21.70	21.68	21.22	21.41	0.26	1.980	0.09155
0.250	30.48	30.57	30.34	30.02	30.23	30.33	0.22	2.214	0.08078

表 3：有發電沒煞車滑行距離

高度	次數一	次數二	次數三	次數四	次數五	平均 S_f	標準差	V_1	a_f
0.100	9.35	8.95	8.92	8.71	8.78	8.94	0.25	1.400	0.1096
0.165	14.70	14.32	14.80	14.65	14.71	14.64	0.18	1.798	0.11048
0.200	16.37	16.52	16.54	16.91	16.96	16.66	0.26	1.980	0.11765
0.250	20.54	20.11	20.36	20.39	20.22	20.32	0.17	2.214	0.12055

表 4：發電輔助平均煞車力 F （對質心）

高度	V_1	距離差	A_g	F 牛頓
0.100	1.400	2.61	0.0248	1.80
0.165	1.798	4.33	0.0252	1.83
0.200	1.980	4.75	0.0261	1.89
0.250	2.214	10.00	0.0398	2.88

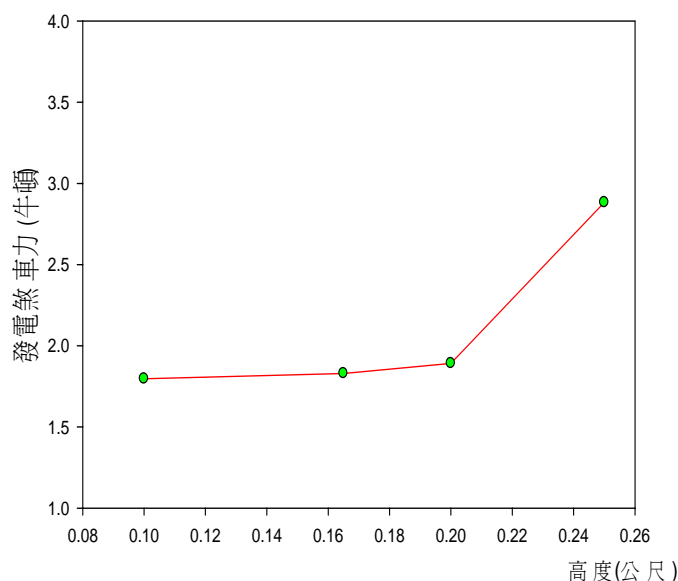


圖 68：斜坡高度與發電輔助煞車力關係圖

結果：

1. 系統有煞車制動功能。
2. 在實驗中得到的煞車力並不是很大，所以嚴格來說是輔助煞車的功能，因此煞車時，前煞車裝置還是要作動，但可以調整煞車力道來增加發電效果。
3. 當高度愈高，下滑的速度愈快時，可以看出煞車力愈大。因為轉的愈快，發的電愈多，制動力也就愈大。

實驗三： 發電機發電實驗。

表 5：行車速度、轉速和電壓、電流的數據

車輪轉速 rpm	行車速度 Km/hr	發電機轉速 RPM	限壓前電壓	限壓後電壓	電流(安培)
100	12.4	3010	6.0	4.2	0.087
110	13.7	3340	6.4	4.2	0.10
120	14.9	3690	7.6	4.3	0.15
130	16.2	3960	7.8	4.3	0.16
140	17.4	4230	8.0	4.35	0.17
150	18.7	4575	8.2	4.4	0.18
160	19.9	4850	8.4	4.4	0.195
170	21.2	5160	8.8	4.4	0.21
180	22.4	5460	9.0	4.4	0.225
190	23.6	5780	9.2	4.4	0.235
200	24.9	6050	9.4	4.4	0.24
210	26.1	6380	9.6	4.4	0.25
220	27.4	6760	9.8	4.4	0.26
230	28.6	7040	10.0	4.4	0.26
240	29.9	7390	10.0	4.4	0.26
250	31.1	7650	10.0	4.45	0.27

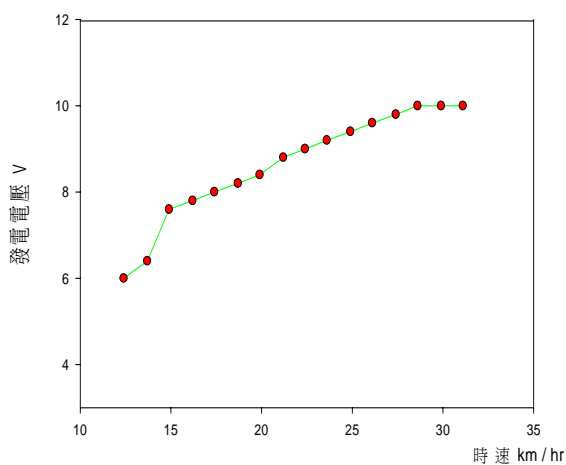


圖 69：行車速度和發電電壓關係圖

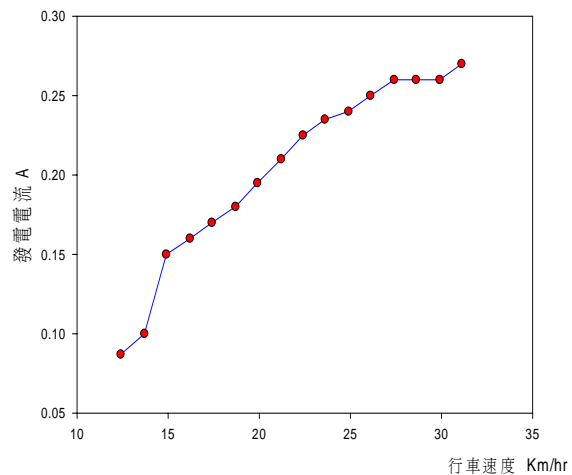


圖 70：行車速度和發電電流關係圖

實驗結果：

1.行車速度和電壓、電流幾乎正比例。行車速度愈快，發電功率愈大。

2.在一般的行車當中，時快時慢，從實驗結果可知發電電壓是極不穩定的。所以我們對系統加上積納二極體，做穩壓限壓。並加電阻以保護 LED 燈，以免受損。

3.一般鎳氫充電電池的電壓是 1.2 V ，而白光的 LED 之電壓為 3 V - 4 V ，考慮到線路的電阻所產生的壓降，因此要用到三顆充電電池（ $1.2 * 3 = 3.6 V$ ），而充到飽的單顆電壓約 1.4V - 1.5 V （三顆為 4.2 - 4.5 V ）之間。從積納二極體的規格表中(3.9V 4.3V 4.7V 5.1V)，查出可選用 4.3 V 。

實驗四： 充放電實驗求得電池的充電電量。(面積就是充電電量)

1. 充電 10 分鐘:

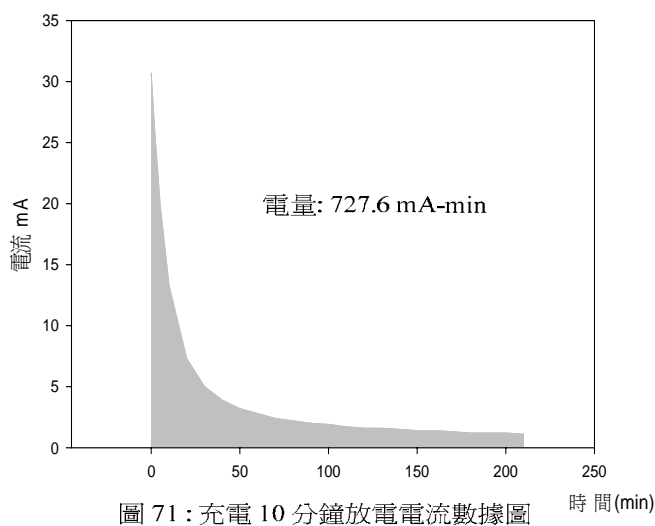


圖 71: 充電 10 分鐘放電電流數據圖

2. 充電 20 分鐘:

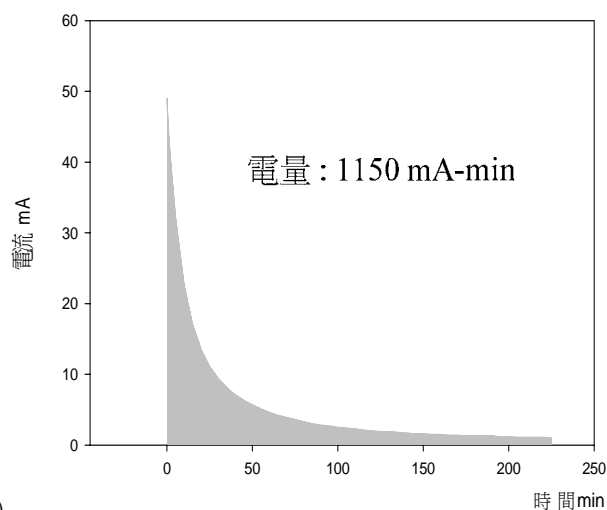


圖 72: 充電 20 分鐘放電電流數據圖

3. 充電 30 分鐘:

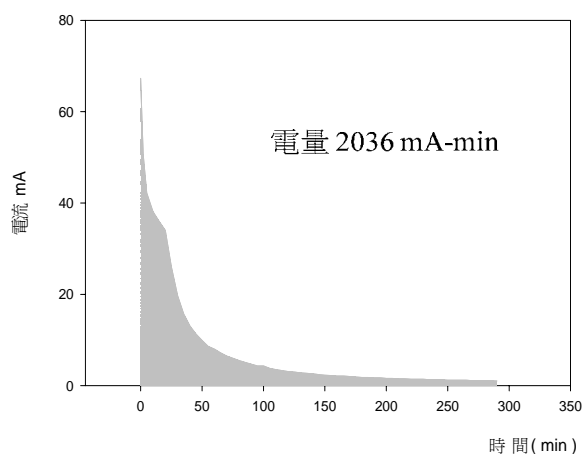


圖 73: 充電 30 分鐘放電電流數據圖

4. 充電 60 分鐘:

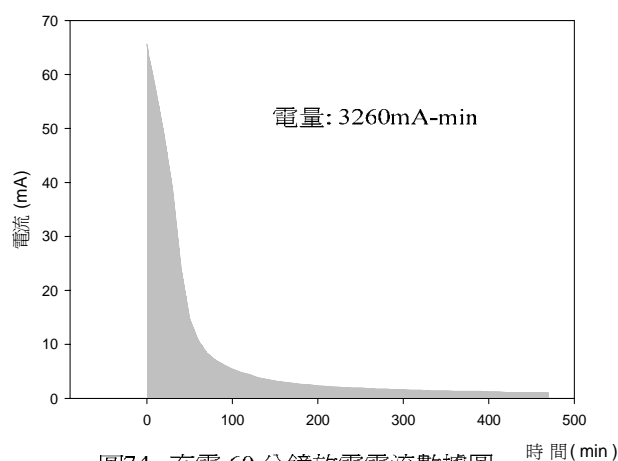
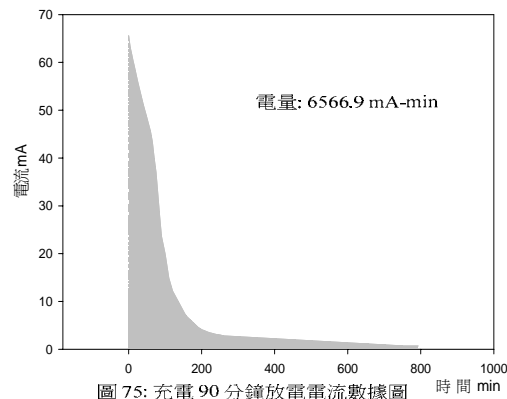


圖 74: 充電 60 分鐘放電電流數據圖

5. 充電 90 分鐘:



6. 充電時間和電量的數據

表 6: 充電時間和電量的數據

充電時間 (min)	10	20	30	60	90
充電電量 (mA-min)	727.6	1150	2036	3260	6566.9

實驗結果：

1. 本系統確實有充電效果。
2. 充電時剛開始效率很好。
3. 放電時剛開始電流很大，然後會迅速下降，通常要加上電阻以避免燒壞 LED 燈。
4. 如果一邊充電，一邊開大燈時，則充電效果會較差，電會先被 LED 消耗，但如果轉速提高充電量就會提高。

二．實物成果部份：

1. 本系統實際運作的情形：

我們利用白天的時候加以試車充電，並到比較暗的工廠去看看是否有可以運作正常，電路有沒有連接好，並試試看燈光效果如何。（如圖 76,77）

除了靜態及室內測試外，我們也利用晚上騎到馬路上，找了一位同學跟我們一起去測試對照。結果沒有加本系統的，真的很不明顯，如圖 80 所示 左邊的同学幾乎看不出來，可見在夜晚時有主動照明警示的重要性。



圖 76：樂活腳踏車全景



圖 77：開燈測試



圖 78：馬路測試對照 1



圖 79：馬路測試對照 2



圖 80：測試對照 3



圖 81：馬路上測試方向燈

2. 本系統與其他市面上兩種產品比較，茲列表說明如下。

※ ○：良好 ◎：更好 ×：不良 ※

功能 種類	停車時有警 示功能	煞車能量 回收	輕巧	啓動開 關方式	警示燈 比較	蓄電	特點整理
樂 活 腳 踏 車	○ 因為加裝蓄 電裝置在騎 乘時已有充 電故停車時 還可以提供 電能	○ 利用煞車時 的能源轉換 成電能	× 由於結 構本身 太大	◎ 利用煞車 線原理遠 端控制	◎ 後方警示燈 利用閃爍提 高警示作用	◎ 有充電功 能不必擔 心電池沒 電	1.可於行進中進 行充放電 2.因加裝蓄電功 能，在停止時也可 達到警示安全之 功能
舊 有 磨 電 燈	× 因為沒有蓄 電功能必須 在轉動時才 能使電燈亮	×	○ 由於功 能少故 單純且 輕便	× 須停車才 能啓動	× 需再自行加 裝後燈	○ 由於構造 單純並沒 有其蓄電 功能	只能行進中發 電，故停止時無警 示安全之功能
利 用 乾 電 池	○	×	○ 由於功 能少故 單純	○ 警示燈開 關固定啓 動時便利	○ 但在半路時 沒電有其危 險性	×	雖可做連續放 電，但無充電之功 能。當電量用盡時 即無安全警示之 作用。

柒、討論

一、機構材質與機構可以更改成更精簡：

1. 材質可以換成輕便金屬或一體成型。
2. 機構與腳踏車前輪支架可以用焊接的。
3. 可以改良成雙發電機使發電及制動能力更好。

二、我們做了接觸壓力實驗，發現發電機和輪胎的接觸角度會影響輪胎的磨損，尤其速度比較快時，就要考慮輪胎壽命的問題了。同時胎壓也會影響到系統的接觸壓力與機構移動的行程。

三、當初我們設計是打算將發電機機構裝置在後輪，用舊式的腳架，在平時也可充電運動，考慮到使用者的安全性。所以將原本裝置在後輪的發電機構裝於前輪。

四、在能量守衡的實驗中得知，能量之測量與計算變數實在很多，如斜面有無固定、風速的大小、地面的水平度等。必須忽略某些條件才能簡略的算出，所以設計一套可以實際運作的系統實在不容易，是需要有一些經驗數據才能達成。

五、如果有較大功率或裝於兩側的發電機，充電及煞車制動效果應會較好。

六、電燈組與電路部份

1. 燈罩的造型可更加美觀，且可容納並保護電子元件及電池。
2. 整個迴路是用簡易的整流方式。如果可以更加精確的控制電壓及電流、並顯示充電狀況，會使充電資訊更充足。

七、因為充放電的時候影響的變數很多。如充電電池種類不同、電池座、麵包板、是否有冷卻（充太久會有發熱現象）、放電時間太長、放電條件很難一致等種種因素。所以在實驗當中捨棄蠻多資料，重複做了很多次。從嘗試錯誤中學習，設定統一的條件及參數，以獲得更準確的數據。

八、當 LED 燈已經沒燈光了，電池放電完畢，但是放置一陣子之後，發現電池內部又會起微量的化學反應，燈泡又都會有微微的亮光出來，所以充電電池也值得深入探討的。

捌、結論

我們的**自主發電機構**與**煞車輔助發電機構**，經試車後確實可以**正常運作與發電**。並當發電機與輪胎的接觸壓力 1 Kgw 時，如有 2.21 m/s (7.9 km/hr) 的自由滑行速度，便會產生平均 2.88 牛頓的輔助煞車力。而即便在一般慢速的行車時 (12.4 Km/hr) 也會有 6V 電壓的輸出，速度愈快發電量也會愈多。經過電路的整流濾波穩壓後，可加以蓄電儲存能量。同時加上開關控制，便可以切換不同的警示照明功能，可閃爍的左右方向燈，經夜間測試後，可達到方向警示的功能。本系統經由實際測試得知**確實能保護行車之安全**。

我們自行設計研究的**自主發電警示系統**有其方便性及環保性。可以讓大家**健康、快樂又安全的使用**，真是一台**樂活腳踏車**。期望將來此一設計系統概念能廣為大家所使用，保護大家的安全，並為地球的環保盡一份心力。

玖、參考資料及其他

何堃山著，趣味電氣科學實驗 DIY 第一集，臺北市，文笙書局股份有限公司，民 93。

李世興著，電池活用手冊，臺北市，金華科技圖書股份有限公司，P102~P104，民 88。

宋由禮、陳柏宏、旗立理工研究室著，電子學 I，臺北市，旗立資訊股份有限公司，民 94。

汪永文著，電工大意，臺北市，金華科技圖書股份有限公司，民 92。

曾才榮、李敏揚，基本電學實習 I，臺北市，旗立資訊股份有限公司，民 95。

陳炳陽、王慶賢、林水春、黃尚煜編著，電子電路，台北縣，弘揚圖書有限公司，p148~p150、p307~p335，民 94。

楊明恭、廖學正著，機件原理 II，臺北市，東大書股份有限公司，P85~P86，P146~P147，民 91。

鄭友超、詹益堃，機械力學 I，臺北市，東大圖書股份有限公司，P146~P150，民 90。

財團法人虔誠文教基金會，生活科技 3 5 0 種電子電路實驗，臺北縣，財團法人虔誠文教基金會著印，P99~P100，民 89。

【評 語】 040810 樂活腳踏車安全照明之研究

本作品是一項應用設計，在腳踏車上加裝摩擦發電器及蓄電池，利用行車時儲存電能，供照明及安全警示燈之用，同時也做了發電煞車而減少滑行距離的實驗。基本上是一個完整而且具有實用性的作品，值得肯定。若能進一步對於動能與電能轉換作較深入的分析與實驗，對此系統效率的改進將有所幫助。