

中華民國第 52 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

最佳團隊合作獎

080830

輕鬆健走，綠電自然來

學校名稱：臺北市松山區健康國民小學

| | |
|---|------------------|
| 作者： 小六 蔣濬濂 小六 莊 璽 小六 王 昊 小六 董仲瑜 小六 王冠允 | 指導老師： 江俊煌 |
|---|------------------|

關鍵詞：綠色能源、行動充電、powerbank

摘要：

這份科學探究，最早是想要為那些在停電狀況下需要與外界聯繫的人們，趕緊取得電力為手機充電。電力的取得條件是，完全沒有外界能源支持，必須自力生電。我們上網搜尋了好多可用的發電設備，風力、太陽能都有體積大、需要看天候的不利因素。因此我們決定自力研發，設計了這部利用人們走動時的能量，經由傘齒輪輕易轉動發電的「漫步發電機」。它能穩定的送出 5V 的電力，經過測試，不管是傳統手機或智慧手機都能順利充電。這部發電機以 USB 介面輸出電力，因此所有以 USB 為介面的設備都能使用，像是 MP3、LED 燈甚至 3 號 4 號電池都可以應用得上。將來還要將這發電機安裝在滑板車上、嬰兒推車上、買菜推車上，一定可以給人們帶來更多的便利。

壹、研究動機

311 日本大地震，造成東京地區大規模停電，電話不通，手機又沒電。電視報導傳來災區一位老者為了連絡家人，走了 2 個小時到一個免費電話服務站，才得以和外界取得聯絡，令人感到不捨。六上電流磁效應課程中，自然課老師提過，線圈快速轉動切割磁場就能夠發電，只要有個動能，快速轉動發電機，電力就可源源不斷的送出。如果身邊有個不需要任何燃料的緊急發電機，不僅可以讓手機充電，還可以提供照明用電，更可以獲取外界訊息。這個發電機，該是沒風也能動，是老少兼宜很容易發出能讓行動裝置充電的發電機，而且最好是小巧到可以裝進急救包裡。

貳、研究目的

- 一. 調查了解行動裝置電壓充電需求
- 二. 找到一個適合充電需求的小型簡易發電機。
- 三. 設計讓發電機方便使用的形式
- 四. 連結行動裝置
- 五. 發電機效能實測
- 六. 發電機擴展性與性能提升

參、研究設備及器材

| | | | |
|---|---|--|---|
| 手搖發電機 | 四段增速齒輪發電機 | 傘齒輪 1 (15 : 38) | 傘齒輪 2 |
|  |  |  |  |
| 輪 1 (椅子底座) | 滾輪 2 | 滾輪 3 | 滾輪 4 (直徑 10cm 滑板車輪) |
|  |  |  |  |
| 拖把桿 | 橋式整流器 | 變壓器 | LED 燈 |
| 數位電壓計 | 電焊槍 | 螺絲起子 | 變壓器 |
| 電鑽 | USB 延長線 | 銅線 | 熱熔膠 |
| 鱷魚夾頭 | 剝線剪 | 碼表 | AB 膠 |
| 電流計 | | | |

肆、研究過程或方法

研究一. 調查了解行動裝置電壓電力情形

(一). 各品牌行動電話電壓

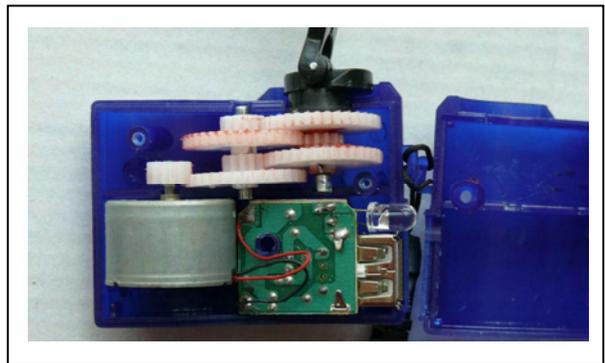
| | iphone | Nokia | motorola | Samsung Galaxy |
|-------|---|---|--|----------------|
| 充電器電壓 | 5.0V/1A | 5.0V/350ma | 5.0v350ma | 5.0V700ma |
| |  |  |  | |

2011 年 12 月 22 日最新消息「NCC：手機充電器 明年統一規格」機端的充電介面，必須採取 micro-AB 或 micro-B 的微型 U S B 介面。

一條 USB 線，可以滿足各種品牌（iphone、motorola、nokia、Sony Ericsson、Samsung、LG）手機的充電需求。USB 充電無疑是我們的最理想選擇。

研究二. 尋找一個合宜的發電機

(一). 透過網路購入一個手搖發電機（如設備圖片）。經過輕易的轉動搖桿，可以發出 5V 的電壓。5V 電壓是許多行動裝置可以使用的電壓。以 USB 連結 LED 燈，亮度高，使用在黑暗環境足以閱讀書報。



討論：一直搖還真的手會酸，沒搖又不來電，還有不小的噪音，最好能再找其他發電機供選擇。

(二). 拆解手搖發電機，以了解其構造。發現發電機構造其實很簡單，就一個馬達為主體，透過 4 個齒輪讓馬達加速（手搖一圈馬達轉動數十圈）轉動產生電，然後藉由一個電路板將電透過 USB 輸出。替代發電機應該可以容易找到。

(三). 透過網路找到一個四倍增速發電機（如設備圖片）。同時發出的電壓（輸出交流電壓 $9.5 \pm 1.0 \text{VAC}$ ；額定電流 $\geq 480 \text{ mA}$ ）可以調整到各種合用的電壓。接下來就是，讓它更順利的轉動。

研究三. 轉動發電機

(一). 甩動：用一個沉重鉛錘綁縛住大齒輪中心六角轉心甩動，結果齒輪紋風不動。四倍增速發電機扭力較大，從發電機賣家所提供的意見，便指出不適合用作風力發電機。

【附記：暑期清境旅遊碰巧來到一處養蜂場，看到業者用傘齒輪分離蜂蜜。這傘齒輪搖動方向和蜂箱轉動方向成垂直狀。試想或許可以應用於發電機中，因此著手尋找傘齒輪以改進發電機轉動方式。也從網路上找到台中林宣安老師所拍攝的傘齒輪應用於取蜂蜜的影片。】

(二). 塑膠傘齒輪之轉動一：【滑動不輪動】

找到兩個座椅滾輪，以一個螺絲母連接，中軸部分剛好可以安裝一片傘齒輪。可是這輪子似乎太光滑了一沒有摩擦力，帶不動齒輪轉動。

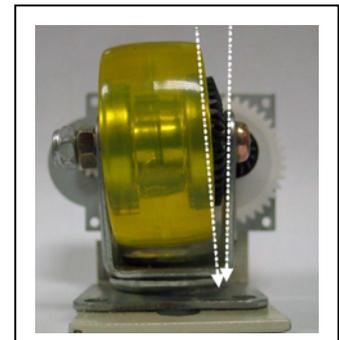


討論：1. 四倍增速發電機，要用較大的力量

才轉的動。

2. 應該要找到有較大磨擦力的輪子。可以提供較大扭力。

3. 這種輪子也缺乏培林，也不容易安裝另一個傘齒輪組件（它應該裝在另一個不隨輪子滾動的鐵片上，然後再接上發電機的。）。



(三). 塑膠傘齒輪之轉動一：【咬牙不切齒】

一個寬度 2.2cm、直徑 4.6cm 的厚實輪子，麻煩學校技工叔叔幫忙燒焊黏合。預想用一個推桿便能推動發電。

操作結果並不能順利推動發電機運轉。仔細觀察發現輪子偏斜一邊，傘齒輪不能緊密咬合。

討論：1. 傘齒輪咬合部分太淺，最好能找到深深咬合的齒輪。

2. 塑膠齒輪容易崩裂，要使用其他材質（塑鋼或鐵製）的齒輪。

(四). 鐵製傘齒輪之轉動：【牛刀出動】

可以選擇的傘齒輪還真的不多。也沒能訂製。網站搜尋就這一組便宜好用的傘齒輪（材質：鐵。直徑 4.3cm，高度 1.8cm）。再次麻煩技工叔叔。

雖然提供了一個直徑約 5cm 的定向輪讓技工叔叔安裝，技工叔叔還是選用手邊一個滑板車用輪子，仔細密合安裝出如右圖裝置。哇！真的太大了，但是我們再也找不到更小更合用的傘齒輪。我們相信，如果這樣的安裝方式可行，專業生產，規格一定可以更小，一定可以縮進急救包裡。

討論：1. 此裝置雖然體積較大許多，但仍合用。

2. 齒輪比為 1：1 轉速沒有提升。但此一組 2 個傘齒輪僅 110 元。另一齒輪比為 1：3 轉速的齒輪要價 500 元。雖然轉速如能提



高，發電效能應該可以更好。成本過高暫不採用。目前這一裝置轉速比約為（直排輪）：（發電機）=1：24。

(五). 安裝推桿

早在剛剛考慮用傘齒輪推動發電機的時候，已經設想好用個可伸縮的長桿推動，很快的就找到了拖把桿，找個螺絲鎖起來就完工了。

討論：1. 此裝置左側偏重，推動時須稍使力控制。最好能再加輔助輪給予穩定。

2. 左後方加裝小一號輔助輪，偏斜狀況得到改善。



研究四. 裝置輸電線---連接電器

(一). 整流---依照發電機規格書上，這個發電機送出的電為交流電，須整流為直流電使用。

【文獻探討：維基百科：**整流器**是一種將交流電轉換成直流電的裝置或元件。……】

我們透過歷屆科展作品以及其他網頁了解為何要整流與用法。知道使用 1 安培橋式整流器，將交流電轉換成直流電使用。整流器接腳的方式，也透過賣家的指導而了解。

(二). 調壓

這個四倍增速發電機，額定輸出為 9.5V，大於行動電話所需的 5V 或 3.6V，必須降壓，另外，如果輪子推動的速度快慢不一，也可能造成輸出電壓的不穩定。所以需要一個穩壓降壓的設備。維持穩定的電壓供應。採買了一組 DC-DC 電源降壓模組，規格為：輸入電壓 4.75V-30V · 輸出電壓 1.25V-26V 短時間短路保護。這組降壓模組還可以讓我們自行調整輸出電壓。

(三). 配備 USB 線頭

1. USB 充電方式應用在很多行動設備上都是非常合適的，所以我們首先便設定以建立 USB 插座，進行行動設備充電。

2.剪開 USB 線，啊，有紅、綠、白、黑四條線，到底要接哪一條是正極？哪一條才是負極？尋找文獻。其中我們看到下表：直覺白色為負極，綠色為正極。

Mini USB 連結器觸點

| 觸點 | 功能 | 顏色 |
|----|---------------------------------|----|
| 1 | V _{BUS} (4.4 - 5.25 V) | 紅 |
| 2 | D- | 白 |
| 3 | D+ | 綠 |
| 4 | ID | |
| 5 | 接地 | 黑 |

3.透過 LED 燈檢查，發現紅線為正極，黑線為負極。

- 3 將 6 段整流電源轉換器，接出正負極線頭。
- 3 將 USB 線四條線分別接上鱷魚夾頭。
- 3 將 LED 燈連接上 USB 插座。
- 3 用整流器供電，測試 USB 四個夾頭的電極
- 3 發現，USB 線頭，紅線接正極，黑線接負極時，LED 燈亮了。



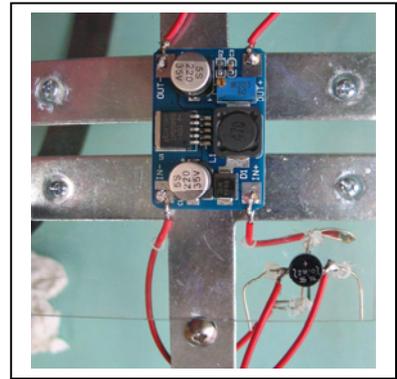
網站資料，還是需要檢驗，才可當採用。

(四). 裝配發電線路。

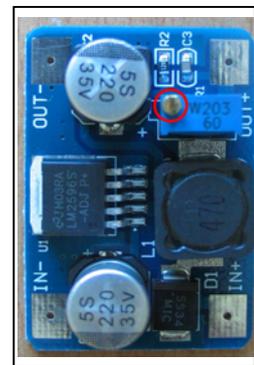
- 1.在拖把桿上鑽孔安裝一塊塑膠板，用來安裝橋式整流器、穩壓器和 USB 線頭。
- 2.用銅線，焊接上發電機。並用熱熔膠將銅線固定住，避免線才拉扯斷線，或是碰觸短路，甚至避免沾水故障。



- 3.將銅線接上橋式整流器“~”端。
- 4.橋式整流器“+”；“-”極，拉銅線連接上變壓器“IN+”；“IN-”。
- 5.變壓器“OUT+”；“OUT-”分別拉出銅線，準備在測試後接上USB線頭。
- 6.變壓器拉出的線，接上LED燈，推動裝置。YES！燈終於亮了。5V的電送出來了。



- 7.用電壓表測試，在不加裝耗電設備時，穩定送出5.0V的電。右圖紅圈內轉鈕，逆時針轉時，輸出電壓可調低，順時針轉則電壓升高。
- 8.當電壓調到5.5V時，若不加裝電器，會穩定輸出5.5V，加裝LED燈後不管往前推或往後拉都能穩定送出4.0V~5.2V的電壓。LED燈也持續穩定發亮。
- 9.既然，這個裝置能順利發電，那就直接將“OUT+”；“OUT-”接上USB接頭，也方便連接其他行動裝置。
- 10.在穩壓器、橋式整流器與電壓表上方，加裝透明盒子，以保護裝置。(透明盒子上面對準變壓調整鈕的位置開一個小洞，以便隨時可以調整需要的電壓。)



研究五. 發電機效能實測

(一).行走速度與發電穩定度

先將輸出電壓調整為5.0V，然後以不同速度行走，觀察輸出電壓情形。

| | | | | |
|------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 行走距離 | 40M | 50M | 50M | 50M |
| 行走時間 | 65s | 57.18s | 41s | 36.35s |
| 步行速率 | 36.92m/分 =2.2km/時 | 52.47m/分 =3.1km/時 | 73.17m/分 =4.39km/時 | 82.53m/分 =4.95km/時 |
| 輸出電壓 | 5.0V | 5.0V | 5.0V | 5.0V |

PS：出狀況，解決狀況

就在以速度測試發電穩定度時，突然發電機剝離，原本黏合部分鬆脫，重新黏合又加裝一顆螺絲加強。接著大輪與傘齒輪又鬆脫，再以AB膠加強黏合。因為技術不

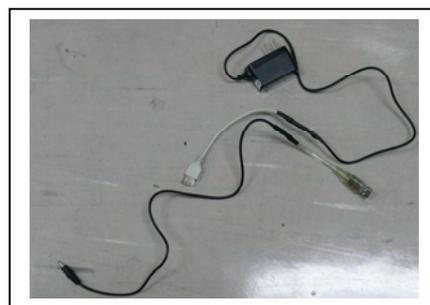
佳，原本發電機不管前推後拉都能穩定發電，現在後拉會顯的有些卡卡的。

(二). 加裝一組電流計了解電流量

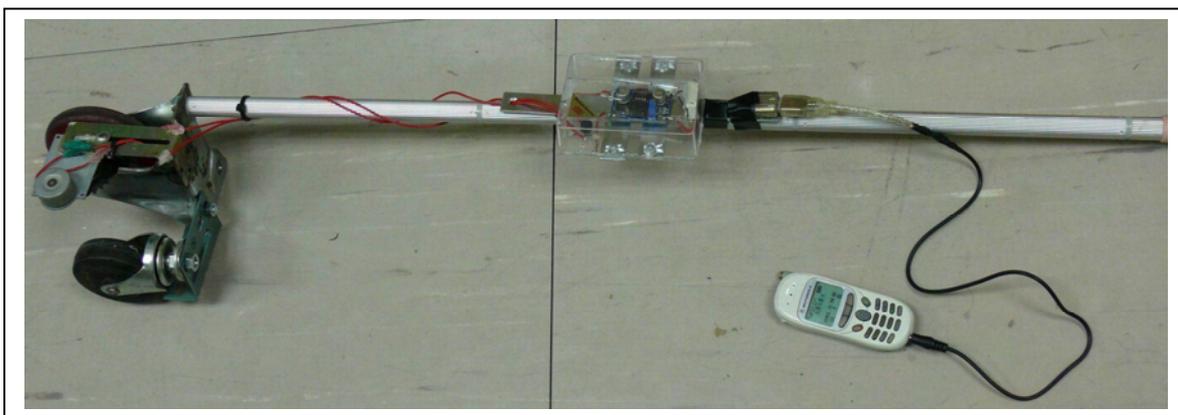
電流計太大，以臨時外接方式安裝。設定送出 5V 電壓，以 LED 當用電，推動發電機觀察到慢走時電壓降為 4.6V~4.8V，電流為 230ma；走快一些時電壓恢復 5V，電流為 250ma。沒有加裝電流計之前，電壓較沒有損失而能維持 5V，應該電流量也會稍高一些。雖然電流與先前調查約 350ma 稍差一些，但應該還可以送電給手機。

(三). 讓發電機幫沒電的手機充電。

1. 將 motorola 190 手機充電器改裝成 USB 接頭(從中間剪斷，接手機端接上 USB 公線頭，接插座端接上 USB 母插頭)。



2. 再將手機與發電機連線（如下圖）



推動發電機，手機上立刻現出「充電中」的字樣與「符號」。這組發電機確實能給手機充電應急。

3 實際推送發電機

| 手機廠牌型號 | 發電機推送供電時間 | 待機時間 | 備註 |
|-----------------|-----------|-------|--------------------|
| Samsung anycall | 1 小時 | 18 小時 | |
| Nokia | 1 小時 | 28 小時 | 期間通話一通約 50 秒 |
| Motorola T191 | 1 小時 | 13 小時 | 電池使用超過 4 年，蓄電力已欠佳。 |

此一綠能發電機確實可以在緊急時運用。或許走 10 分鐘，就足以和外界聯絡了。



研究六. 發電機檢討與改進

(一). 檢討

1. 原先設想，緊急時候使用，不到緊急時候就不能用嗎?這是否限制了這麼一台發電機的功能發揮?
2. 它應該可以作為綠色電源，可以隨時發揮作用才對。只要有走動像是去公園散個步，到雜貨店買瓶醬油，帶著它就讓它把電送出來，不管是為手機充電也好；幫 3 號 4 號電池充電也好，減少能源的消耗，當做綠色能源；又或許裝在推車上，發出一些警示燈號，或是聲響，讓過馬路的老人家或是嬰兒車，能多一層安全提醒。小學生推拉式書包，安裝一組，手機充電、MP3 充電不管是聽英文或聽歌都好，總能讓學習生活更安全豐富。

(二). 改進

1. 這組發電機體型稍大，也有些笨重。雖然還沒找到較輕量、小型的塑鋼傘齒輪，這或許是未來改進的方向。但如果「穩壓模組」的安裝位置可以調整 - 不要固定在再桿子上，推桿就可以拿掉，則可以方便改裝到其他行動裝置上（買菜推車、娃娃車、行李箱、推拉式書包……）。
2. 這組發電機，幫傳統手機 Motorola T191 (5.0V/350ma) 充電還順利，但要幫智慧手機 Samsung Galaxy (5.0V/700ma) 充電，就需要較常一些的充電時間。是不是要提高發電機的轉速。穩壓模組的規格，應該要升級，最好能夠提供較大電流，同時電流最好能夠有所調整。
3. 提高發電機轉速應該有三種方法，第一、走快些，單位時間內走的距離越長，單位時間輪子轉動圈數就會增加，但這對行動較慢的人家是不可行的。第二、採用 1:2 或是 1:3 的傘齒輪，東西是有，但詢價的結果都較為昂貴，先不考慮。第三、改用較小直徑的輪子，如果從現有直徑 10cm 的滑板車輪，改成直徑 6cm

的輪子，同樣速度行走 314M，則轉動圈數可以從 1000 圈，提高為 1666.7 圈，轉速提高 66.7%。但因為傘齒輪直徑約 4cm，輪子大概不宜再縮更小了。如果還要再提更高的轉速，就只能採用 1：2 或是 1：3 的傘齒輪。

(三). 依檢討決議，再製一組發電機

1. 採購新的穩壓模組，其餘元件(發電機、傘齒輪……)暫不調整

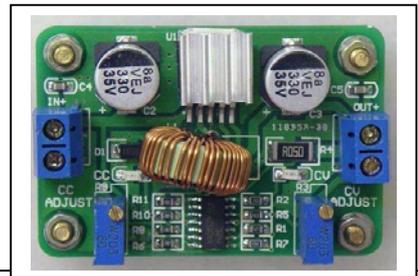
輸入電壓：5-30V

輸出電壓：1.25V-26V (降壓模式輸出永遠要比輸入低 2V 以上)

輸出電流：0.15A – 2 A 可調

體積：3.8*5.5*2.3CM (長寬高)

級限參數:輸入最大 32V 輸出電流最大 2.6A



2. 再請工友叔叔幫忙組裝「輪子_傘齒輪_與發電機」。

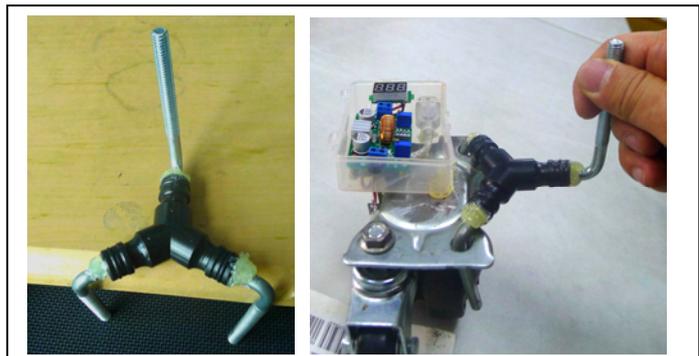
3. 自行接線組裝「橋式整流器_穩壓模組_USB 接頭與電壓表」然後將發電機與模組的橋式整流器，用銅線焊接起來。

4. 安裝一隻伸縮式推桿，同樣有左側偏重問題，同樣以安裝輔助輪方式解決，不同的是安裝方式與前一組發電機不同，不採附加角鐵的方式，使體積為之縮小。



(四). 設想與其他推動發電設備的結合

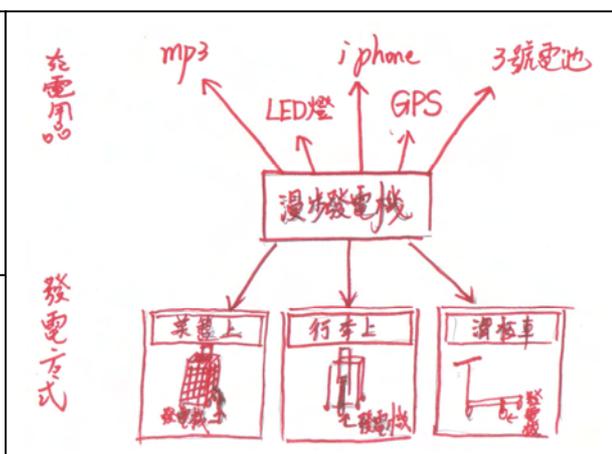
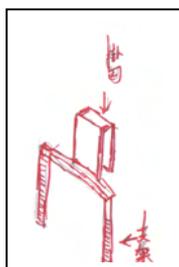
1. 以下描述在於傳遞構想，由於需要像是焊接等較危險的工作，不是我們所能做



到，暫時只當做藍圖。

2.我們希望我們的發電機製作完成後，他不只是連接推桿用行走方式來發電。我們希望它把推桿拆卸後，可連接在其他物品上，應用在日生活中。

3.我們知道三角形，邊長固定，形狀也就跟著固定了，所以我們設計了以下的聯結裝置。發電機組件上原本就留有兩個孔。正好可以抓牢發電機。右邊多一個桿子，設計成一個倒 U 型的掛勾。如果他能卡在車子的



某個鐵架上，他或許可以應用在菜籃上或是嬰兒車上。如果固定不夠緊的話，也可以加一個強力磁鐵，讓發電機更牢固的固定在其他產品上。也可以把支架設計成可調高度的方式，讓他能配合各種產品的高度。

如果固定不夠緊的話，也可以加一個強力磁鐵，讓發電機更牢固的固定在其他產品上。也可以把支架設計成可調高度的方式，讓他能配合各種產品的高度。

(五). 設想與其他後端使用設備的結合，做綠能電源

1.原始構想—手機充電。

2.延伸使用：

(1) 可以幫 MP3 充電，孩子們要聽歌、聽英文都可以。

(2) 爺爺奶奶到公園散步同時、到市場買菜同時，幫 3 號或 4 號電池充充電，做什麼使用也都好。

(3) 也可以在昏暗的地方使用 LED 燈照明。

(4) 還可以在娃娃車上當做音樂鬧鈴電源，或是通過馬路時的警示燈號或提示聲響用。



(六). 後續研究

1.畢竟這組發電機重量還是大了些，並不適合放在手提包包中。還要在努力減重，希望可以找到像是塑鋼齒輪，穩壓配電盒也可以縮小，或許加一個過壓過流保護裝置，相信必定可以放進手提包包中。

2.這組發電機電流量較小(額定電流 480ma)，對於需要較大電流的智慧手機需要較長一些時間進行充電，或許可以再找其他能提供較大電流的發電機。

伍、研究結果

1. 漫步推動發電機，能讓額定電壓 5V 的 LED 燈穩定的點亮，更可滿足大部分 USB 介面充電設備使用。也可以調整電壓為 1.25V 到 26V 的電器設備上。
2. 漫步發電機只要慢慢走（一般人慢慢走路速度（約 36.92m/分（2.2km/時））甚至更慢），都能使發電機穩定送電。走快些（約 4.9km/時）同樣發出穩定的電壓。
3. 不費力推動，即使幼稚園小朋友都能輕易推動發電機。行動較慢的老人家一樣可以穩定的得到電力的供應。
4. 漫步發電機不僅能用於照明，更可幫手機緊急充電，幫重複使用的電池充電。尤其是手機充電規格統一之後，效益可發揮到更大。
5. 手機充電後待機使用時間超過 12 倍以上，推個 10 分鐘以上，就足以在緊急時與外界取得連絡。
6. 輕量化理想，還要再進一步尋找材料或是資源(看看能不能有人可以依照我們的構想，製作出像是塑鋼材質得傘齒輪，甚至用塑鋼取代鐵質框架)。

陸、討論

1. 目前一般行動裝置大概都能用 USB 充電。也因此設置 5V 行動充電發電機正可發揮功效。
2. 塑膠齒輪易磨損，最好選用較堅硬材質的齒輪。
3. 傘齒輪如果可以有個螺絲孔，鎖在鐵片上或是輪子上，便不至於鬆脫。
4. 雖然這組發電機好像太大了，我們先安裝完成，以後再設法讓它變小。或許以後有更多時間可以去找到更小且堅固耐用的傘齒輪。
5. 目前還沒找到小巧電流計，同時也為了減少電阻，暫不安裝電流計。
6. 各家手機插頭規格差異很大，要尋找有 USB 線頭的接線並不容易，可以將原來的充電器加以改裝，方便又省錢。
7. 設計一套聯結裝置，可以裝配在手推車（菜籃車）、滑板車甚至嬰兒推車上，甚至滑板車上。
8. 最新消息----我們完稿後所接收到的資訊
【 (<http://tw.news.yahoo.com/%E6%89%8B%E6%A9%9F%E5%9C%A8%E5%8C%97%E6%8D%B7-%E5%8F%B0%E5%8C%97%E8%BB%8A%E7%AB%99%E5%85%85%E9%9B%BB-%E9%80%81%E8%BE%A6-185500795.html>) 手機在北捷、台北車站充電 送辦 作者：記者蔡惠萍／台北報導 | 聯合新聞網 - 2012 年 2 月 20 日 上午 11:54 (如果你在台北車站或台北捷運站，手機或筆記型電腦剛好沒電，可別隨便找個插座充電；因為，當電流接通的那一刻起，警察就可能把你抓起來，並以竊電罪法辦。……)】。
哇！如果大家行走在外，有個行動充電設備，就不至於會有麻煩了。

柒、結論

在行動通訊愈來愈離不開我們生活的同時，我們需要行動能源；在能源價格不斷上漲的現在，我們需要更綠色的能源；不可預期的天災斷電的時候，我們需要予取予求的電源。我們的裝置，剛好符合需求。

這個發電機真的可以供應穩定的直流電，讓大家不需要擔心停電時的照明與通訊問題。

這個發電機也是將很多零件東拼西湊組合而成，其實也想做的更小巧，但限於一些配件的找尋，就是難以如願，因此退而求其次，以功能為取向。相信這只是個可行的製作方向，有機會一定可以做到更小、更能塞進急救包中，真正成為救急之用。

捌、參考資料及其他

1. 慣性的應用（傘齒輪於取蜂蜜的應用影片）台中市自然科輔導團（林宣安製作請按「登入」申請帳號可下載影片，或登入暫時帳號「自然科老師」，密碼「123456」----片名「慣性的應用」）<http://enjoy.phy.ntnu.edu.tw/mod/resource/view.php?id=17910>
2. NCC：手機充電器明年統一規格
<http://news.chinatimes.com/2009Cti/Channel/Life/life-article/0,5047,100305+112010052000056,00.html>
3. 中華民國第四十八屆中小學科學展覽會080810田溝仔發電機
<http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/48/elementary/080810.pdf>
4. 中華民國第49屆中小學科學展覽會080120有感而發
<http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/49/pdf/080120.pdf>
5. 中華民國第四十八屆中小學科學展覽會國中組030812愈走愈來電—腳踩發電機之研究
<http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/48/high/030812.pdf>
6. 整流器<http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%95%B4%E6%B5%81%E5%99%A8>
7. 牛山泉（民99）。圖解風力發電入門（初版）。新北市：世茂。
8. USB通用序列匯流排 <http://zh.wikipedia.org/zh-tw/USB>

【評語】 080830

同學們透過組合傘齒輪，橋式整流器穩壓模組開發出簡易實用發電裝置，同學解說也非常清楚在生活應用方面有極佳的潛力。