

中華民國第 57 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國中組 生活與應用科學科

030813

我的行動電源免充電

學校名稱：嘉義縣立太保國民中學

作者： 國二 楊勝銘 國二 林明逸 國二 謝佶宏	指導老師： 陳維力 林豐傑
-----------------------------------------------	-----------------------------

關鍵詞：手搖發電、行動電源、充電

摘 要

現代人對隨身電子產品的需求與依賴性是愈來愈大，”沒有電可用”這件事是不容許發生的。因此在緊急狀況下由人類的力量自行發電，是勢在必行，值得研究發展的。

我們利用廢棄光碟機改裝的發電機透過 USB 輸出，可以用於如手電筒、電風扇，甚至對手機充電。我們能透過合作發電，來補足效率不足的問題。

我們從廢棄的光碟機改裝成的發電裝置具有以下特色：

- 1.簡單裝置就可發電。
- 2.利用廢棄材料，回收再利用，較環保。
- 3.隨時隨地都能用，不受環境限制。利用自己的力量發電，有成就感。
- 4.USB 規格，適用範圍廣。
- 5.體積小，攜帶、收納方便，不佔空間。
- 6.以自己的力量發電，減少火力發電的碳排放，為環境保護盡一份綿薄之力。

壹、研究動機：

隨著科技進步，現代的各式各樣的隨身型電器產品，到處可見，人手一機甚或二機。對於電的需求，可說是日益趨增。行動電源也幾乎隨身攜帶，只因隨時需要充電。但，行動電源也有用完的時候，若是在戶外，停電、天災…等等這些一時找不到電源充電的窘境，使電器用品變成了一塊廢鐵！

我們國中生能不能利用課程中能量轉換的概念，將我們自己的力量，藉由機械轉換，透過發電原理，轉換出電能，來靠自己的力量，找出隨時隨地都可以充電的方法？

貳、研究目的：

製作可以隨時隨地充電的裝置。

參、研究設備及器材：

廢棄光碟機；麵包板；白光 LED 燈泡；USB-LED3 燈；升壓、降壓模組；採光罩；螺絲；握把布捲中的圓筒；螺絲起子；斜口鉗；尖嘴鉗；剝線鉗；鋸子；錫槍；錫錫；鑽孔器；熱熔膠槍；熱熔膠條；鱷魚夾；橡皮筋；相機；行動電源；三用電表；直流多功能電量表；USB 電壓電流表；USB 公、母接頭；USB 延長線；手機；電阻；剪刀。

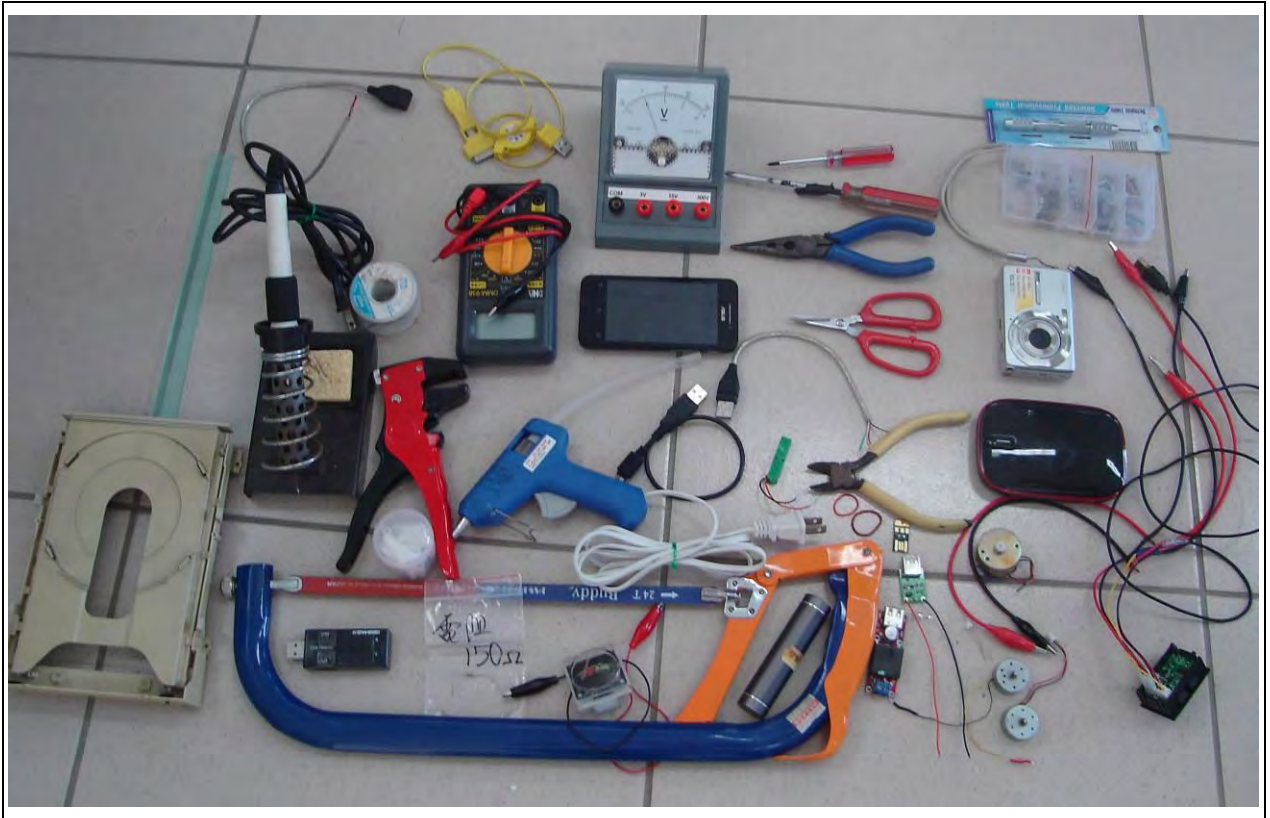


圖 1 我們的研究設備及器材

肆、研究過程或方法：

一、蒐集資訊：

我們查詢歷屆科展作品後發現，有關發電的研究很多，我們特別注重發電效率與裝置的大小，其中第 45 屆全國科展作品《我的手電筒一直有電喔！》吸引了我們的目光。看起來很好玩，材料取得和製作方式都是我們有機會做到的，效率看起來也很好。我們從中發現能使用廢棄光碟機、玩具或汽車兩刷馬達…等等不用的馬達和傳動齒輪組，來製作成簡易小型手搖發電機來發電。

想法：我們能否學科展作品《我的手電筒一直有電喔！》一樣，利用廢棄物品，自行製做手搖發電機？

研究議題：製作手搖發電機。

二、製作手搖發電機：

我們學習科展作品《我的手電筒一直有電喔！》，從收集廢棄光碟機、到拆解光碟機、再到製作把手…一步步經由老師指導，到最後完工！這過程不但非常好玩，還讓我們學了很多東西，像是馬達發電的原理、齒輪轉數比、轉動力矩等，還有工具(如：鋸子、螺絲起子、剝線鉗…)的用法。

馬達發電原理：

馬達是利用電能轉換成動能，發電機是利用動能轉換為電能。一般而言，部分電器是用電能啟動高速轉動的馬達，再經由齒輪組或皮帶將其變成低速轉的運動(動能)，如：玩具車的前進或後退、錄影帶回帶機、光碟機進退片…等等，都是經由馬達與齒輪組(或皮帶、橡皮筋)使電能轉換為動能。

而我們將其『逆向操作』，藉由轉動齒輪，帶動馬達，將直流永磁馬達當作發電機，進而發電，將動能轉換為電能，組裝出小型發電機。

結果我們拆了 11 台光碟機，也成功利用這些廢棄物品製造出了 11 台手搖發電機！

(如圖 2)

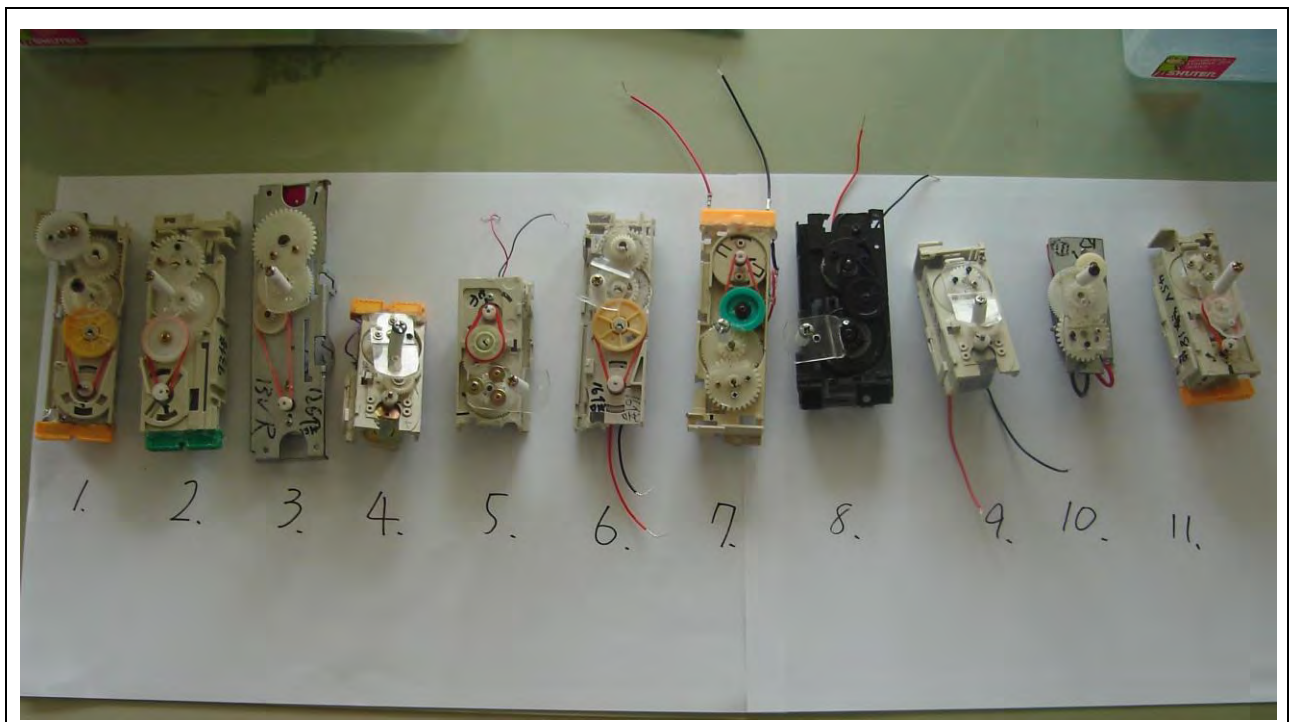


圖 2 我們製作的手搖發電機

想法：我們製作的手搖發電機能用嗎？

研究議題：探討發電機的可使用性。

三、以能使白光 LED 燈亮起為能使用與否的基準：

為了確定發電機是能發電的，我們依循前人的腳步，以能使白光 LED 燈亮起為能使用與否的基準。於是在部份發電機旁加裝了稍微改裝過的麵包版，並準備了白光 LED 燈，把電線按正負極連接後，轉動把手，觀察其發亮情形。

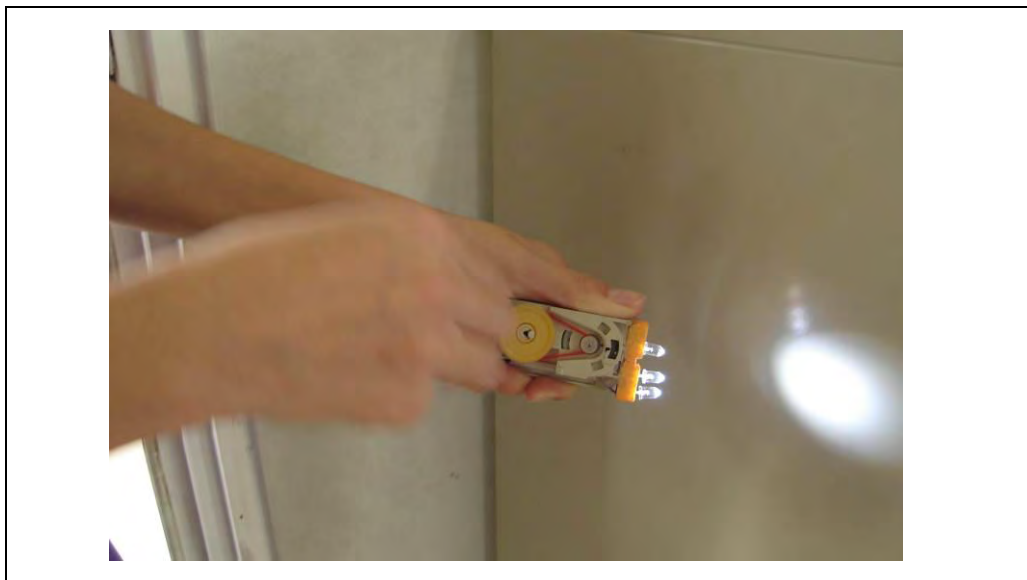


圖 3 測試我們的手搖發電機使白光 LED 燈亮起情形

我們測試的結果如下：

發電機編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
白 LED 燈是否亮起	亮	亮	亮	不亮	不亮	亮	亮	亮	不亮	亮	不亮

表 1 我們製作的手搖發電機使白光 LED 燈亮起的情況

經測試後編號 1、2、3、6、7、8、10 的發電機能使白光 LED 燈持續穩定地亮起；而其餘的 4、5、9、11 則無法使 LED 燈穩定亮起亦或完全無法點亮。

為甚麼有些發電機無法使白光 LED 燈亮？跟電壓、電流有關連嗎？

我們在 YAHOO 奇摩拍賣查出 LED 燈的適用電壓、電流…。

LED 名稱	白光	暖白光	藍光	紅光	黃光	綠光
切入電壓範圍	2.8~3.2V (3.0V 最佳)	2.8~3.2V (3.0V 最佳)	3.0~3.4V (3.2V 最佳)	1.8~2.4V (2V 最佳)	1.8~2.4V (2V 最佳)	3.0~3.4V (3.2V 最佳)
順向電流範圍	15mA~20mA 最佳(Max.30mA)					
發光角度	15 度					
消耗功率	0.1W	0.1W	0.12W	0.09W	0.08W	0.11W
波長	6500k	4000K	460~465nm	620~625nm	588~593nm	517~522nm
亮度(MCD)	32000-33000	20000-21000	11000-12000	19000-20000	19000-20000	25000-26000

表 2 我們查詢的 LED 燈的適用電壓、電流…

想法：白光 LED 燈亮與不亮可能和電壓、電流有關，那我們的發電機的電壓又是如何呢？

研究議題：測試我們的發電機所發出的電壓。

四、測量我們的發電機無負載的電壓：

後來我們使用伏特計測量出我們的發電機的無負載電壓。結果如下：

發電機編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
電壓(V)	5.0	5.5	13.0	3.0	2.5	5.0	5.0	3.5	3.0	5.5	2.5

表 3 我們發電機的無負載電壓

根據上表我們發現發電機 4、5、9、11 的無負載電壓就偏低，應該就是導致無法使白光 LED 燈穩定亮起的原因。那要怎麼提升電壓呢？

我們後來發現，發電機的發電功率（含電壓、電流…）如何，最直接因素為馬達的好壞以及每秒轉數。馬達越好，每秒轉數越高，發電功率就較高；反之，馬達越差，每秒轉數越低，發電功率就相對的低。所以，如果要提高發電量，大致有 2 種方法：

(一)將原馬達拆下，換成較好的馬達。

(二)提高轉數比，進而提高每秒轉數，如：加裝齒輪。

之後，我們之中有人的親戚提供我們較好的汽車後視鏡馬達，於是我們使用第(一)種方法在發電機編號 4、9、11 上，更換馬達後，果真效率出現提升；在找到適用的齒輪下，發電機編號 2 使用第(二)種方法，發電機更容易使 LED 燈亮起了！而使用皮帶的，我們都換上適當大小的一般橡皮筋或綁頭髮的小橡皮筋，並把橡皮筋直接掛在馬達的軸上，可提高每秒轉數，像發電機編號 5。

經由替換更佳馬達、換橡皮筋或加裝齒輪，我們已達到所有手搖發電機皆能使白光 LED 燈亮起。

想法：那目前的發電效能（每秒轉數、電流、發電功率…）有多高呢？

研究議題：測試目前所有發電機的每秒轉數、電壓、電流、發電功率。

五、測試發電機的每秒轉數、電壓、電流、發電功率：

我們將發電機接上 150Ω 電阻，使用直流多功能電量表來測試各發電機在我們轉動時的發電功率並計算每秒轉數。(裝置如圖 4)

結果如下表：

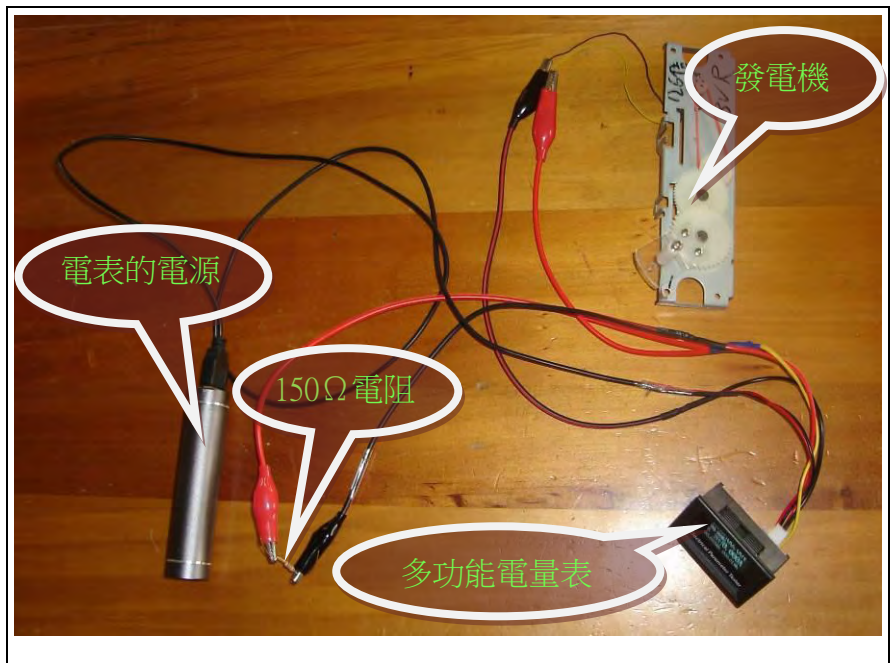


圖 4 我們的測試線路

發電機編號	電壓(V)	電流(mA)	發電功率(mW)	轉數比	轉圈數/秒	轉數/秒
1	4.06	24	97.44	34	3.2	108.8
2	6.05	35	211.75	93	3.0	279.0
3	8.78	54	474.12	126	3.8	478.8
4	3.36	25	84.00	14	5.4	75.6
5	3.53	21	74.13	14	6.0	84.0
6	3.32	18	59.76	16	4.0	64.0
7	4.89	27	132.03	28	5.4	151.2
8	3.52	20	70.40	16	5.4	86.4
9	3.20	19	60.80	14	4.4	61.6
10	5.92	38	224.96	60.5	3.4	205.7
11	3.96	22	87.12	18	4.8	86.4

表 4 我們發電機的每秒轉數與發電功率

附註：

- 1.發電功率算法：電壓×電流。
- 2.1000mA=1A，一千毫安培等於一安培。
- 3.轉數比算法：裝有把手的齒輪轉一圈，馬達所轉的圈數。
- 4.轉圈數/秒算法：即是為 1 秒內約能轉的圈數，但是我們在這裡是先用十秒所能轉的圈數除以十(10 秒所轉的圈數÷10 秒)。
- 5.轉數/秒算法：1 秒內約能轉的圈數×轉數比。

我們發現每台發電機能發電的效能、電流、轉數比…皆有所不同。其中 3 號、10 號功率比較好。

想法：那能否找效率較佳者直接對手機充電了呢？

研究議題：測試直接對手機充電及其影響。

六、直接對手機充電：

依上表 4 我們決定選擇發電功率最好的 3 號發電機來直接對手機充電。

(一)、製造連接線：

我們拿取一公母雙頭 USB 延長線，先將其中間剪斷，並分別將接頭各自剪開發現裡頭有紅、黑、白、綠四條線，經測試得知紅、黑二線分別為正、負極，於是將紅、黑二線使用剝線鉗剝開，製作一公、一母的 USB 接線。

(二)、以我們製造的連接線連接發電機與手機充電：

然後將手機的充電線一端插入手機，另一端插入我們所改良的母接頭，並將母接頭的正負電線分別連上發電機的正負極，開始轉動發電。

但，不幸的事情發生了，沒想到我們沒先確定好正負極，把線接反了，造成手機畫面頓時黑掉，變得無法使用了。

幸好後來老師成功將手機電池修好，手機又可以使用了。

之後，我們小心翼翼地確定好正負極後，再次對手機充電，手機也成功顯示充電

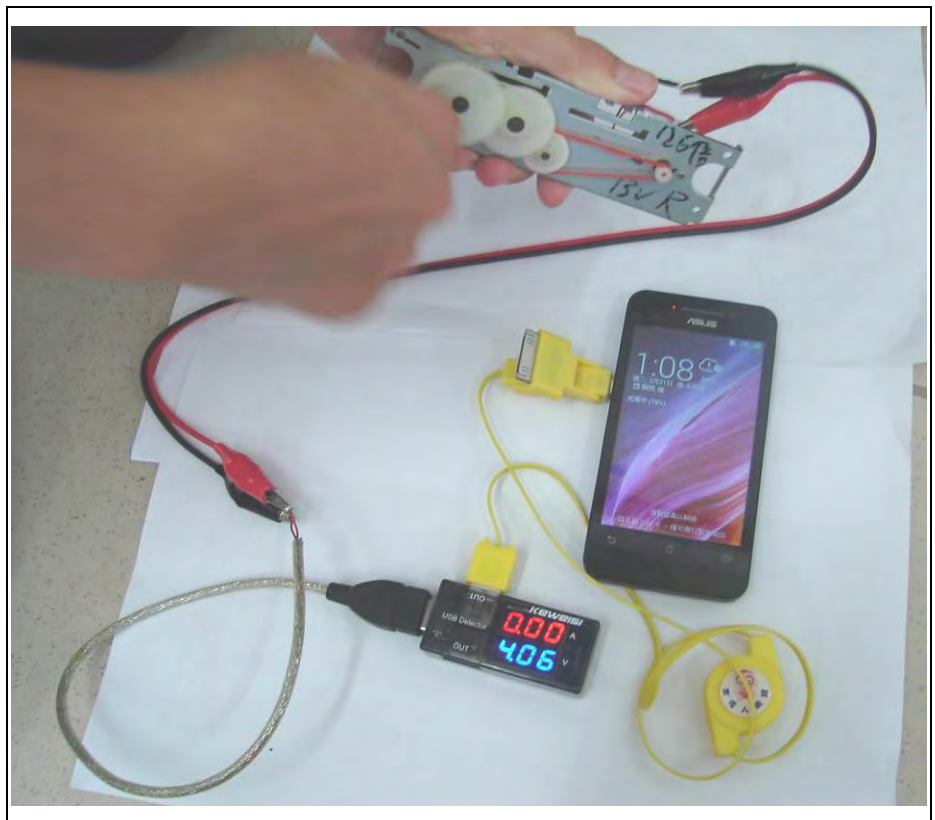


圖 5 我們的發電機直接對手機充電

中了！讓我們很興奮，但有時轉太快會使”充電中”的訊號消失，在轉了這麼久的發電機後，我們發現充電時轉起來這麼輕鬆表示發電量不多。我們猜想可能是電壓過高時，手機有保護裝置而無法充電。但如果電壓太高，而手機又沒保護裝置的話，就有爆炸的危險了。

於是使用測電壓的工具測出此時電壓在 7V~11V 之間，而，經查詢後得知一般手機 USB 的適用電壓約為 5V 左右，所以得想辦法將電壓控制在 5V 左右。

充電時一定要確認正負極，也可以使用橋式整流器來解決轉錯方向的問題。但我們得知，橋式整流器在使用時會耗費掉能量，因為不想耗掉能量，所以我們暫不打算使用橋式整流器。

提醒：正負接反會導致手機損壞、故障，甚至會有危險！發電機電壓過高也會無法充電。

想法：現在手機充電座幾乎都是用 USB 的規格(5V)充電，我們也需要將我們製作的發電機的發電輸出為 USB 規格(5V)。

研究議題：以 USB 規格(5V)輸出發電。

七、使電壓變成在 USB 規格(5V)左右輸出發電：

市面上 USB 的產品很多，用來改裝的套件或模組也不少，我們在拍賣網上發現穩壓在 5V 的模組分為升壓與降壓。

因為發電機 6、9 號無負載電壓較低，所以配合升壓模組 DC-DC 板，來使用在 USB 產品上，且同時我們發現升壓後會導致電流下降，降壓後能造成電流上升。

我們的目標為對手機充電，需要比較大的功率，穩壓後需要大電流，所以我們選用無負載電壓較高的發電機 2、3、10 號，配合降壓模組 DC-DC 板來嘗試對手機充電或使用在 USB 產品上，作為我們後續研究的裝置。

說到降壓，家裡面那個汽車充電器，應該就是將汽車點煙孔 12V 降壓為 5V 的裝置，反正沒在用，拆開研究，發現裡頭果真有一個，比我們所選用的降壓模組 DC-DC 板還要小的降壓板(如圖 6)！然後，我們將這小小的降壓板裝上 3 號發電機。



圖 6 汽車充電器拆開的板子小小的

有了這些降壓模組，我們就能使發電機所發出的電壓控制在 5V 上下了，如此一來，就能讓發電機使用在 USB 產品上了！但，一般 USB 裝置使用時會不會需要很大的電流，導致發電機因為電流不夠高而無法使用在 USB 裝置上呢？

想法：一般 USB 裝置使用時電流大約為何？

測試：測量一般 USB 裝置使用時的電流。

我們先測試以家用電源變壓後的 USB 電源，使用直流多功能電量表，測量身邊的 USB 裝置的電壓、電流，結果如下表：

裝置	3 晶片 LED 燈	USB 風扇	行動電源	手機
電壓(V)	5.23	5.19	4.89	5.16
電流(mA)	49	311	626	470

表 5 USB 裝置用電情形

從上表我們發現，USB 的適用電壓果真在 5V 左右，這佐證了我們所查的資訊。

依上表我們還發現 3 晶片 LED 燈所使用的電流並不大，但對手機或行動電源充電時使用的電流卻比較大。如果我們的發電機，在使用降壓模組 DC-DC 板後的電流能達手機充電時的電流，是否就可以採用此方式對手機充電了呢？

想法：使用降壓模組 DC-DC 板後發電機發給一般 USB 裝置時的電壓電流為何？

測試：使用我們製作的手搖發電機編號 3 號和 10 號，透過 DC-DC 板以 USB 輸出至 USB

裝置的電壓、電流，結果如下：

3 號發電機	3 晶片 LED 燈	USB 風扇	行動電源	手機
電壓(V)	5.05	3.83	4.34	4.91
電流(mA)	47	242	219	208

表 6 3 號發電機對 USB 裝置用電情形

10 號發電機	3 晶片 LED 燈	USB 風扇	行動電源	手機
電壓(V)	4.95	3.63	4.35	4.91
電流(mA)	43	227	203	197

表 7 10 號發電機對 USB 裝置用電情形

從這裡看出我們的發電裝置，不管是發電機 3 或 10，像這樣使用在低電流的 LED 燈是可行的，電流和家用電源或行動電源差不多，但在高電流的裝置上是明顯不足的。

想法：能否提高發電機的發電功率以達到對手機充電的目的。

研究議題：提高發電機的發電功率。

八、提高發電機的發電功率：

我們思考到馬達好壞與每秒轉數跟發電功率有關係，我們應打造最高轉速比 + 最好馬達來製作發電機！但我們的齒輪與不同樣式的馬達不好做結合，而且轉動鬆緊度改變後，轉動把手的長度也要隨之改變，像是如果將把手迴轉半徑縮小，雖能使轉動速度更快一點，進而提高轉速，但同時會讓轉動時所需的力提升，反而因為變重造成沒有轉得更快了，甚至轉不動。

那，藉由加裝更多層齒輪，來讓轉數比爆增，進而發電功率的方法能嗎？首先，這方法有得找到適當大小的齒輪的問題，畢竟要找到能完全吻合目前發電機的齒輪也不是那麼容易的。

不然我們應該將較好的 4 號發電機馬達(後視鏡馬達)裝到每秒轉數較大的 3 號發電機上，但裝上去後發現橡皮筋難以帶動後視鏡馬達，所以後來就裝回原來的馬達了。

我們也試著將沒用到的齒輪自行組裝齒輪組，齒輪之間太近或太遠都無法順利傳遞能量。

後來，一位同學拿著一台壞掉的大型遙控坦克車，給予我們拆解做實驗。我們將它拆解開來，看到它的傳動齒輪，就想到我們的發電機，將玩具的動力馬達換上汽車後視鏡馬達後，轉數比高達 212，且轉得動，於是我們的發電機 12 就誕生了。

仿照表 4 測試發電機 12，結果如下：

發電機編號	電壓(V)	電流(mA)	發電功率(mW)	轉數比	轉圈數/秒	轉數/秒
12	14.88	107	1592.16	212	2	424

表 8 我們發電機 12 的每秒轉數與發電功率

這一台看起來有比較厲害，連結 DC-DC 板，對手機充電。轉動起來會比較重感覺，電流也可到 200 多 mA。(如圖 7)

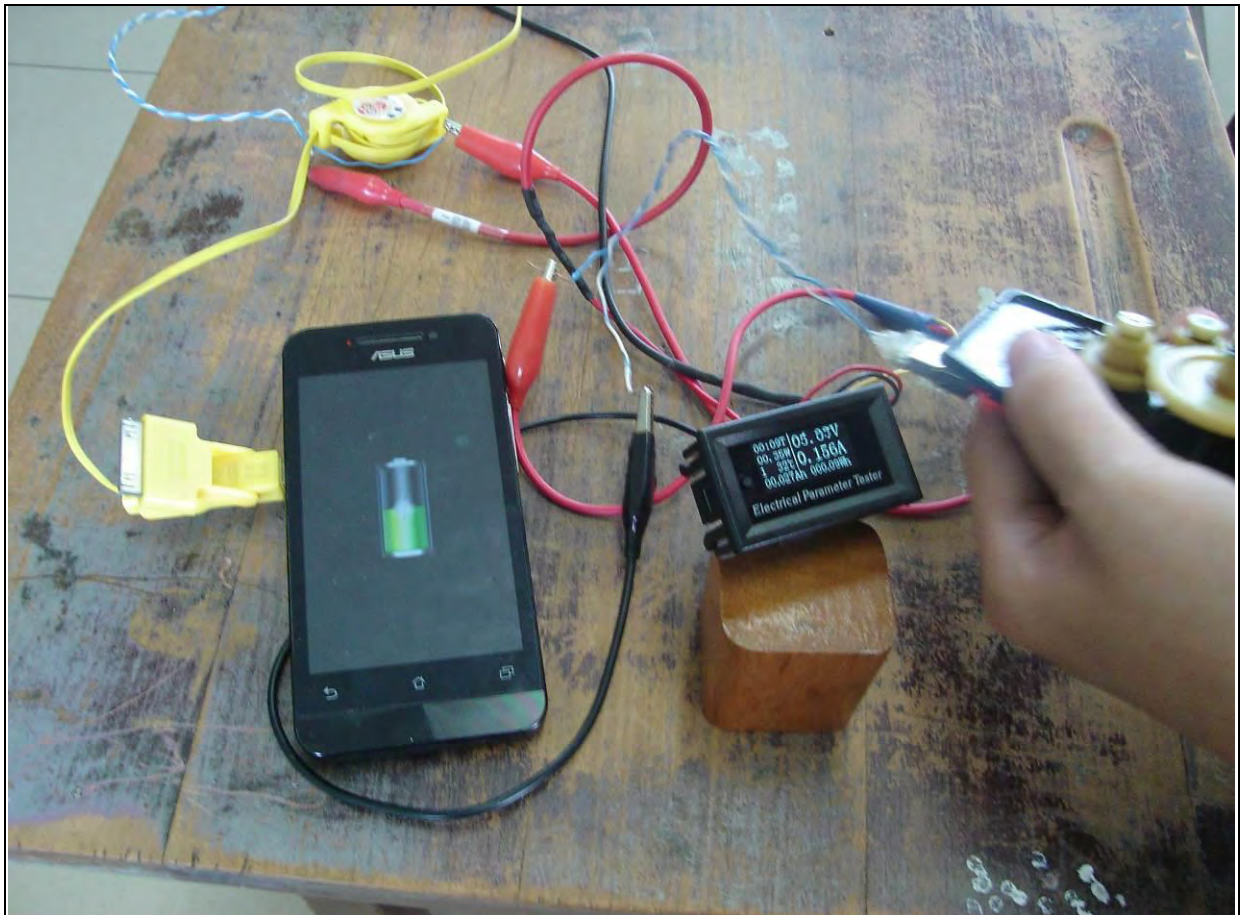


圖 7 我們的發電機 12 直接對手機充電

於是我們仿照表 6、7 測試發電機 12，結果如下：

12 號發電機	3 晶片 LED 燈	USB 風扇	行動電源	手機
電壓(V)	5.23	3.87	4.76	5.09
電流(mA)	48	216	228	246

表 9 12 號發電機對 USB 裝置用電情形

從上表看出發電機 12 對 USB 裝置的功率是大於發電機 3、10 的，雖然還比不上家用電源，但在低電流的 USB 裝置上，一樣是可行的。

後來，我們用發電機 12 持續對手機充電一段時間(約 3~5 分鐘)，手機一直顯示充電狀態，也沒有停止充電的訊號出現，但就是不容易看出到底充了多少電進手機。使用發電機充電讓手機電量要增加 1% 可不容易。

充電過程中也會發現，充電燈號亮著，轉動發電機卻變輕了，我們懷疑到底有沒有電充進手機裡，為甚麼有時重有時輕！如果這時需要大電流，轉起來應該變重才對。

想法：我們的發電裝置對手機的充電量有多少呢？

研究議題：測試我們的發電機的充電量。

九、測試發電機對手機的充電量：

我們將裝上 DC-DC 板的發電機，以我們能夠轉的盡可能快的轉速對手機充電。同時以直流多功能電量表測量發電量，分別紀錄 3 號、10 號、12 號發電機發電 1mAh 的時間；另以行動電源、家用電源分別對同一手機充電，同樣以直流多功能電量表測量發電量，紀錄 1mAh 的時間。



圖 8 測試我們的發電機對手機的充電量

電源	發電 1mAh 的時間(s)	備註
發電機 3	23	
發電機 10	28	
發電機 12	14	
行動電源	14	
家用電源	13	

表 10 測試發電機發電 1mAh 的時間

從上表 10 我們看出我們的發電機 3、10、12 對手機的充電率雖不如行動電源或家用電源，但已接近了，且在發電過程中，轉動發電機的力道對我們國中學生來說並不吃力，倒是轉動速度要更快些會比較困難。且過程中常有轉動感覺鬆掉同時電流變小的狀況，我們研判可能是手機轉換板有設計保護電流過大的機制。

相信如果持續轉動發電機對手機充電，我們是可以不插電就可以一直使用手機。把自己當作一台用不完的行動電源，而這一台行動電源不用充電，但是……要吃飯，且手會痠。

雖然轉得不輕鬆，但我們所製作的發電機的確能將電充進手機。

想法：如果電流不足，能不能找人幫忙呢？

研究議題：合作發電的可行性。

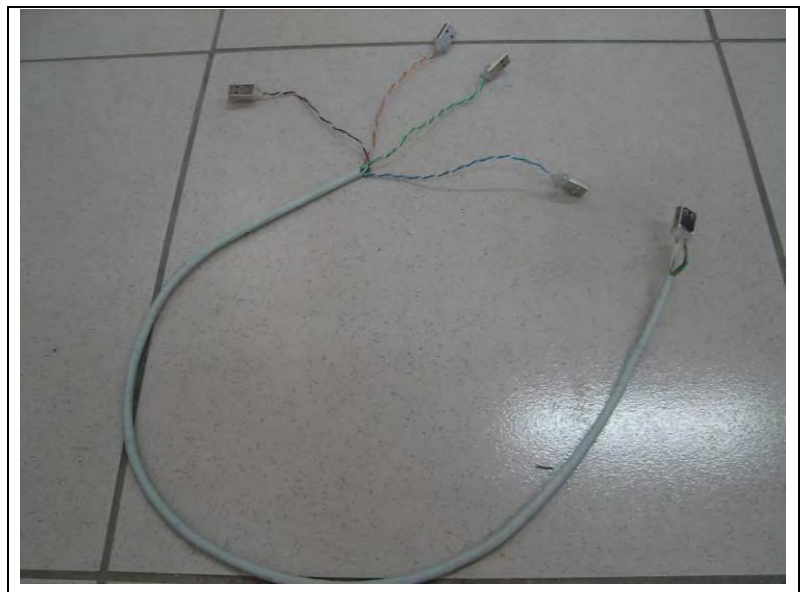


圖 9 我們製作的 4 人合作章魚線

十、同時多台發電機對手機充電：

為了同時對手機充電，我們利用網路線中的四組不同顏色的線，製作四公一母的 USB 連接線，這樣最多可以四台發電機並聯發電來同時對手機充電。(如圖 9，看起來像章魚腳，我們戲稱為合作章魚線)

測試時有合作的感覺，不再孤軍奮戰，不只是感覺輕鬆，電流量還有加乘的效果，對手機充電就更有效率了。

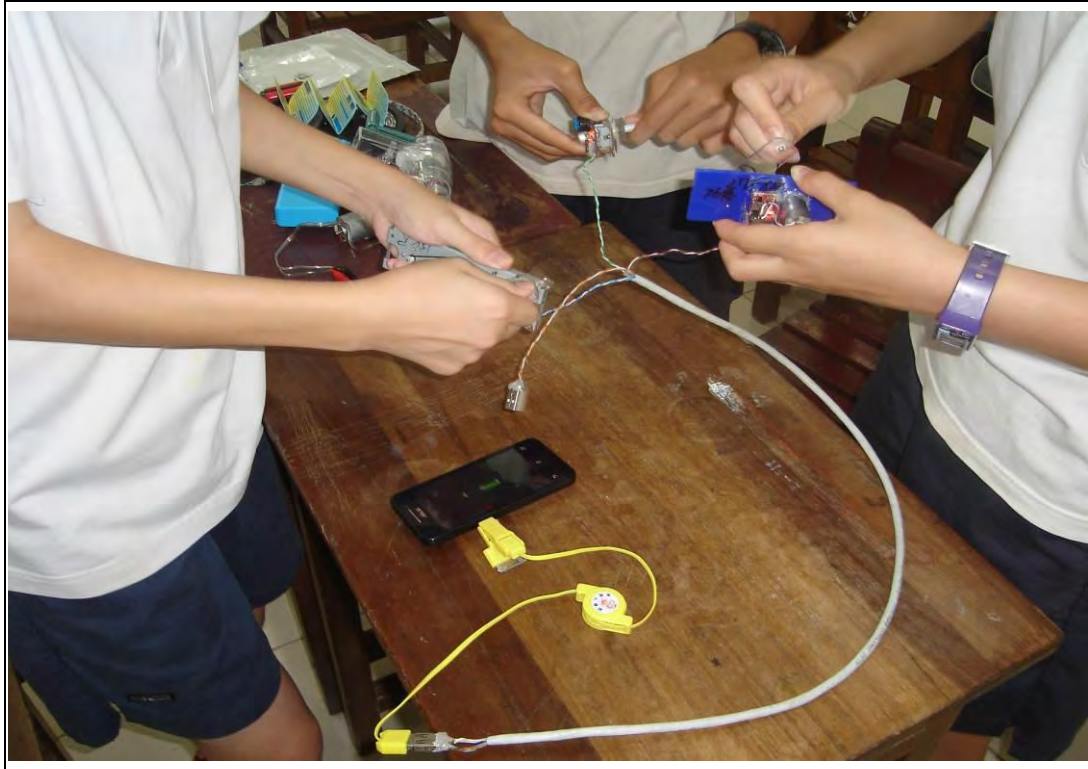


圖 10 3人合作同時對手機充電情形

但，我們發現在轉的時候，我們發電機的電，會被其他台發電機吃掉！就是假設 A 發電機在發電，B 發電機我們不去動，但 B 發電機卻會自己轉起來！換句話說，發電機發的電會跑到其他發電機內，被其他發電機使用，造成對手機充電的效率降低。可是，雖然有降低，但 2 台發電機同時轉的效率，還是高於 1 台發電機獨自轉的效率。

想法：能不能阻止電被其他發電機使用掉？

作法：為了避免電回流，我們決定在另一條合作章魚線上的輸出正極端各裝上一支二極體。

加裝上二極體後，成功阻止了電回流！但電壓約下降 0.26V，於是我們再加一片升壓板，這樣就能完成多人合作，來解決單一發電機發電效率不夠的問題了。

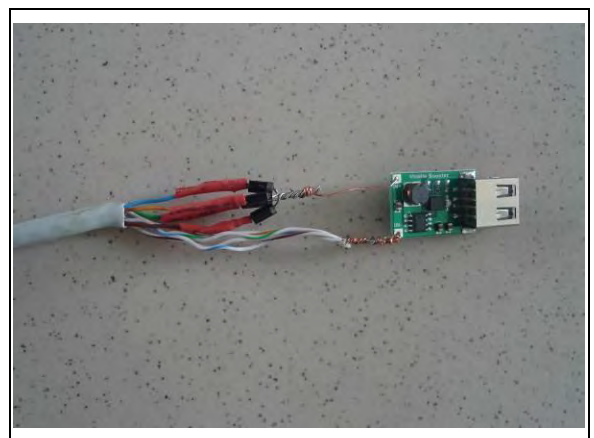


圖 11 正電端各加裝二極體再升壓

伍、研究結果：

一、我們從廢棄的光碟機改裝成的發電裝置具有以下特色：

- 1.利用**簡單裝置**就可**發電**。
- 2.利用**廢棄材料**，**回收再利用**，較**環保**。
- 3.隨時隨地都能用，**不受環境限制**。利用自己的力量發電，有**成就感**。
- 4.USB 規格能通用在手電筒、風扇…多種電器用品上，**適用範圍廣**。
- 5.**體積小**，攜帶、收納方便，**不佔空間**。
- 6.在轉動發電時，能同時**運動**到手臂肌肉，有益**健康**。
- 7.在轉動發電充手機時，能暫時停止使用手機，讓眼睛得以稍做休息，**保護眼睛**。
- 8.以自己的力量**發電**，減少火力發電的**碳排放**，為**環境保護**盡一份綿薄之力。
- 9.在轉動發電時，體悟到電是不易取得的，讓我們更**懂得珍惜資源**。

二、發電裝置以 USB 規格輸出是方便的。

三、供電於低耗電的電器，像 LED 燈，是容易做到的。但對於高耗電的電器，需要製作發電功率比較大的發電機，轉動起來也比較費力。

四、我們的發電機可隨時隨地發電對電子產品充電，是真正的”行動”電源，市面上的行動電源有的標示 5000mAh，有的標示 12000mAh，那我們的要標示多少呢？其實只要有時間，就可製造電能，是”免充電”且用不完的行動電源。

五、當我們的發電機效率不足時，能透過多人**合作**的方式，來讓效率提升。

陸、討論：

- 一、發電機將動能轉換為電能，摩擦力卻將動能轉換為熱能。針對全齒輪與皮帶的比較，皮帶的摩擦力更避免不了。
- 二、如果是對行動電源充電，慢慢累積電能，在需要時再由行動電源對手機充電也是變通的方式。
- 三、為了避免發出去的電逆流，可以加裝二極體，以防電回流造成把手轉動。
- 四、為了避免轉錯方向而造成電器或轉換板損壞，可以加裝橋式整流器。
- 五、智慧型手機的發展，功能愈來愈強且多樣，顯示也愈來愈美，但耗電卻比以往的手機多太多了，以至於要常充電，這是不方便的。相信手機製造者正往省電與大電池容量方向努力，而我們也應往大功率發電努力。
- 六、手機爆炸、自燃的新聞總是讓人毛骨悚然，要如何安全的放電、充電是手機很重要的保護措施。我們的研究裝置也應配合適當的電壓、電流才能順利而安全的充電。發電裝置要因應不同廠牌、型號的電器均能適當使用才好。
- 七、我們的裝置必須用雙手充電，一面充電一面聽音樂或看影片是可行的，但一面充電一面操作手機就有困難。

柒、結論：

- 一、現代人對隨身電子產品的需求與依賴性是愈來愈大，”沒有電可用”這件事是不容許發生的。因此在緊急狀況下由人類的力量自行發電，是勢在必行，值得研究發展的。
- 二、我們利用廢棄光碟機改裝的發電裝置是可以供電給 USB 產品使用的。
- 三、我們的研究裝置可以解決隨時需要充電的問題，且轉起來輕鬆愉快，就是效率還嫌不足，但我們的裝置堅固、好攜帶，期待我們的裝置能持續改良而成為更有效率、更具實用的工具。

- 四、我們的發電機隨時隨地都能使用，而且如果我們持續轉動，我們就可以有無限多的電可以使用，是免充電，且用不完的行動電源。
- 五、我們所製作的發電機作為照明或吹電風扇是可行的，但目前對不同廠牌的手機充電的方面，我們還有所保留。
- 六、在緊急狀態下，我們所製作的發電機可就是珍貴的能源甚或可能是救命的裝置。
- 七、我們能透過合作發電，來補足效率不足的問題。
- 八、我們在研究過程中，學會了許多嶄新的事物，讓我們有所成長，除此之外也覺得很好玩，尤其這些是由我們手中做出，成就感滿滿啊！

捌、參考資料及其他：

- 一、國中自然與生活科技 3 上 電壓、電流、電阻與簡單電路。
- 二、國中自然與生活科技 3 下 電磁感應、發電方式與原理；能源科技；用電安全。
- 三、全國科展 第 56 屆 溝渠發電-廢棄腳踏車變形微型川流式水力發電機 [http :
//science.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=&a=0&fld=1000000&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=13219](http://science.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=&a=0&fld=1000000&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=13219)
- 四、全國科展 第 53 屆 發電 800W--廢棄運動風扇腳踏車變身發電機 [http :
//science.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=&a=0&fld=1000000&key=&isd=1&icop=10&p=2&sid=10276](http://science.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=&a=0&fld=1000000&key=&isd=1&icop=10&p=2&sid=10276)
- 五、全國科展 第 50 屆 腳踏車環保發電儲電裝置 [http :
//science.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=&a=0&fld=1000000&key=&isd=1&icop=10&p=3&sid=5504](http://science.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=&a=0&fld=1000000&key=&isd=1&icop=10&p=3&sid=5504)
- 六、全國科展 第 50 屆 來不來電~發電機製作與研究 [http :
//science.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=&a=0&fld=1000000&key=&isd=1&icop=10&p=4&sid=5736](http://science.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=&a=0&fld=1000000&key=&isd=1&icop=10&p=4&sid=5736)

七、全國科展 第 49 屆 聲音發電 [http :](http://science.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=&a=0&fld=1000000&key=&isd=1&icop=10&p=4&sid=5106)

[//science.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=&a=0&fld=1000000&key=&isd=1&icop=10&p=4&sid=5106](http://science.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=&a=0&fld=1000000&key=&isd=1&icop=10&p=4&sid=5106)

八、全國科展 第 49 屆 我的手電筒一直有電喔! [http :](http://science.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=&a=0&fld=1000000&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=1495)

[//science.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=&a=0&fld=1000000&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=1495](http://science.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=&a=0&fld=1000000&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=1495)

九、奇摩拍賣中億☆【最高亮度】5mm 15°聚光型【白光】led 燈泡、『35000MCD』可做投射燈/手電筒/探照燈/聚光燈等 [https :](https://tw.bid.yahoo.com/item/%E4%B8%AD%E5%84%84%E2%98%86%E3%80%90%E6%9C%80%E9%AB%98%E4%BA%AE%E5%BA%A6%E3%80%915mm-15%C2%B0%E8%81%9A%E5%85%89%E5%9E%8B%E3%80%90%E7%99%BD%E5%85%89%E3%80%91led-%E7%87%88%E6%B3%A1%E3%80%81-100026635722)

[//tw.bid.yahoo.com/item/%E4%B8%AD%E5%84%84%E2%98%86%E3%80%90%E6%9C%80%E9%AB%98%E4%BA%AE%E5%BA%A6%E3%80%915mm-15%C2%B0%E8%81%9A%E5%85%89%E5%9E%8B%E3%80%90%E7%99%BD%E5%85%89%E3%80%91led-%E7%87%88%E6%B3%A1%E3%80%81-100026635722](https://tw.bid.yahoo.com/item/%E4%B8%AD%E5%84%84%E2%98%86%E3%80%90%E6%9C%80%E9%AB%98%E4%BA%AE%E5%BA%A6%E3%80%915mm-15%C2%B0%E8%81%9A%E5%85%89%E5%9E%8B%E3%80%90%E7%99%BD%E5%85%89%E3%80%91led-%E7%87%88%E6%B3%A1%E3%80%81-100026635722)

【評語】 030813

1. 運用手搖式發電機作為充電電能來源。
2. 主題是以廢棄光碟機改裝成手動的發電機，經 USB 介面提供如手電筒、電風扇的電力，並進一步對手機充電。裝置簡易，研究內容有條理，有趣且實用。
3. 只是廢棄的光碟機並非隨手可得，特別是目前光碟機已漸被硬碟所取代，可思索以其他更容易取得的馬達齒輪組替代。另目前手動發電的效率不高，或許可針對低電量需求的應用做進一步的探究，隨發隨用，效益可能更高些。
4. 此研究在於廢物利用。
5. 可以進行細緻的發電分析應用可能較佳，以免冗長的計量。
6. 比較不同廢光碟機轉動機構作為手動發電機構。
7. 實驗中經由多人同時發電，發現能量被抵銷掉得知需加入二極體做限流防止逆向電流，在國中組值得鼓勵。
8. 最好買個直流附載，不要拿自己的手機開玩笑，易發生火災。

壹、研究動機：

我們國中生能不能利用課程中能量轉換的概念，將我們自己的力量，藉由機械轉換，透過發電原理，轉換出電能，靠自己的力量，找出隨時隨地都可以充電的方法？

貳、研究目的：

製作可以隨時隨地充電的裝置。

參、研究設備及器材：(如圖 1)



圖 1 我們的研究設備及器材

肆、研究過程或方法：

一、蒐集資訊：

我們特別注重發電效率與裝置的大小，其中第45屆全國科展作品《我的手電筒一直有電喔！》吸引了我們的眼光。看起來好玩，材料取得和製作方式都是我們有機會做到的，效率看起來也很好。

想法：我們能否利用廢棄物品，自行製做手搖發電機？

研究議題：製作手搖發電機。

二、製作手搖發電機：

我們從收集廢棄光碟機、到拆解光碟機、再到製作把手…一步步完成手搖發電機！這過程不但非常好玩，還讓我們學了很多東西。

結果我們拆了11台光碟機，也成功利用這些廢棄物品製造出了11台手搖發電機！(如圖2)

想法：我們製作的手搖發電機能用嗎？

研究議題：探討發電機的可使用性。



圖 2 我們製作的手搖發電機

三、以能使白光 LED 燈亮起為能使用與否的基準：

我們測試的結果如下：

發電機編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
白LED燈是否亮起	亮	亮	亮	不亮	不亮	亮	亮	亮	不亮	亮	不亮

表 1 我們製作的手搖發電機使白光 LED 燈亮起的情況



圖 3 手搖發電機使白 LED 燈亮起情形

為什麼有些發電機無法使白光LED燈亮？跟電壓、電流有關連嗎？我們在YAHOO奇摩拍賣查出LED燈的適用電壓、電流…。

LED 名稱	白光	暖白光	藍光	紅光	黃光	綠光
切入電壓範圍	2.8~3.2V (3.0V 最佳)	2.8~3.2V (3.0V 最佳)	3.0~3.4V (3.2V 最佳)	1.8~2.4V (2V 最佳)	1.8~2.4V (2V 最佳)	3.0~3.4V (3.2V 最佳)
順向電流範圍	15mA~20mA 最佳(Max.30mA)					
消耗功率	0.1W	0.1W	0.12W	0.09W	0.08W	0.11W

表 2 我們查詢的 LED 燈的適用電壓、電流…

想法：LED 燈亮與不亮可能和電壓、電流有關，那我們發電機的電壓又是如何呢？
研究議題：測試我們的發電機所發出的電壓。

四、測量我們的發電機無負載的電壓：

我們使用伏特計測量出發電機的無負載電壓。
結果如右：

發電機編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
電壓(V)	5.0	5.5	13.0	3.0	2.5	5.0	5.0	3.5	3.0	5.5	2.5

如果要提高發電量，大致有2種方法。

(一)將原馬達拆下，換成較好的馬達。(發電機編號4、9、11)

(二)提高轉數比，進而提高每秒轉數，如：加裝齒輪或橡皮筋掛在馬達的軸上。

這樣我們已達到所有手搖發電機皆能使白光LED燈亮起。

想法：那目前的發電效能(每秒轉數、電流、發電功率…)有多高呢？

研究議題：測試目前所有發電機的每秒轉數、電壓、電流、發電功率。

五、測試發電機的每秒轉數、電壓、電流、發電功率：(接 150Ω 電阻)

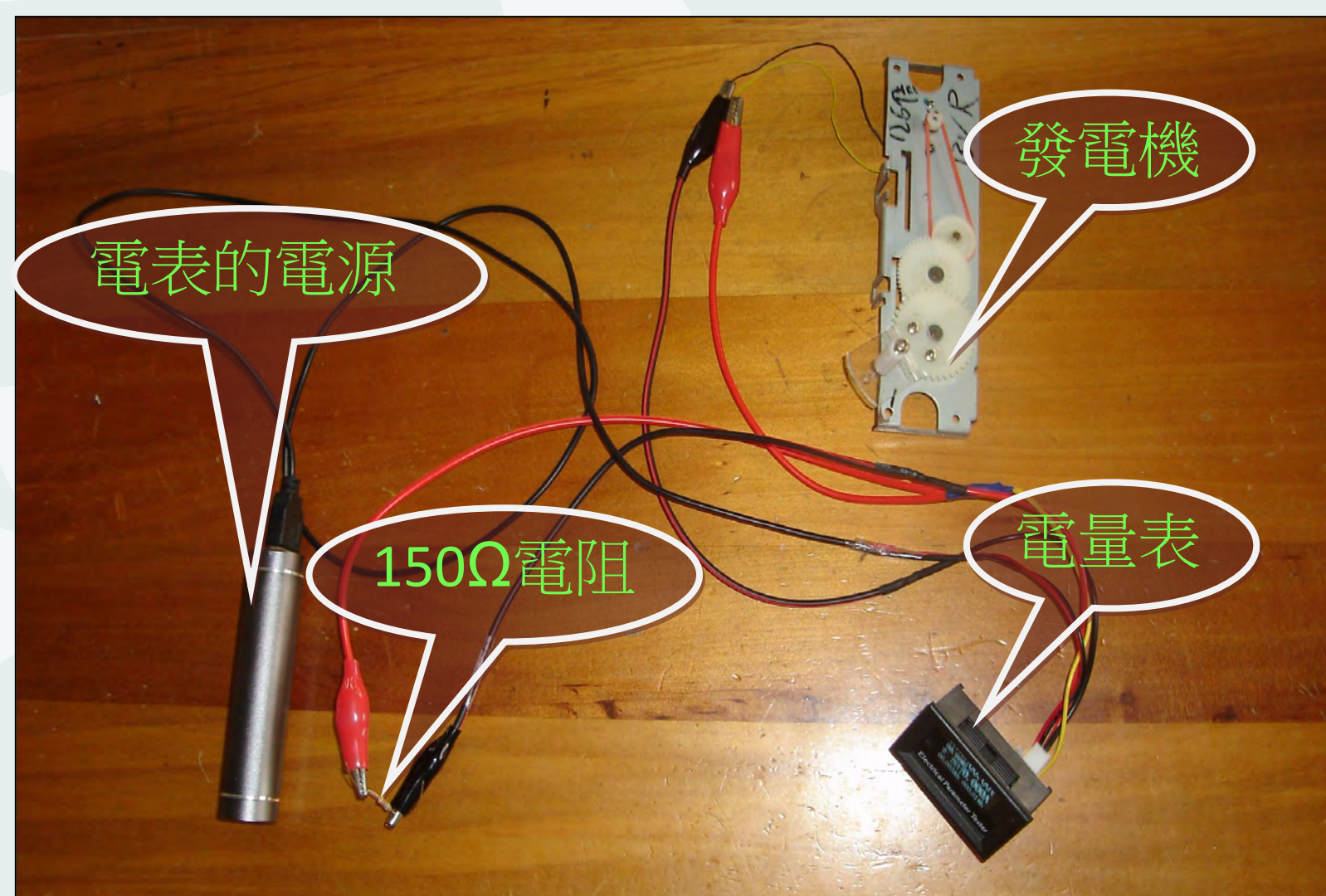


圖 4 我們的測試線路

想法：那能否找效率較佳者直接對手機充電了呢？

研究議題：測試直接對手機充電及其影響。

發電機	電壓(V)	電流(mA)	功率(mW)	轉數比	轉圈數/秒	轉數/秒
1	4.06	24	97.44	34	3.2	108.8
2	6.05	35	211.75	93	3.0	279.0
3	8.78	54	474.12	126	3.8	478.8
4	3.36	25	84.00	14	5.4	75.6
5	3.53	21	74.13	14	6.0	84.0
6	3.32	18	59.76	16	4.0	64.0
7	4.89	27	132.03	28	5.4	151.2
8	3.52	20	70.40	16	5.4	86.4
9	3.20	19	60.80	14	4.4	61.6
10	5.92	38	224.96	60.5	3.4	205.7
11	3.96	22	87.12	18	4.8	86.4

表 4 我們發電機的每秒轉數與發電功率

六、直接對手機充電：

手機成功顯示充電中了！但有時轉太快會使”充電中”的訊號消失。此時電壓在7V~11V之間，一般手機USB的適用電壓約為5V左右，所以得想辦法將電壓控制在5V左右。

提醒：正負接反會導致手機損壞、故障；發電機電壓過高也會無法充電。

想法：現在手機充電座幾乎都是用 USB 的規格(5V)充電，我們也需要將我們製作的發電機的發電輸出為 USB 規格。

研究議題：以 USB 規格(5V)輸出發電。

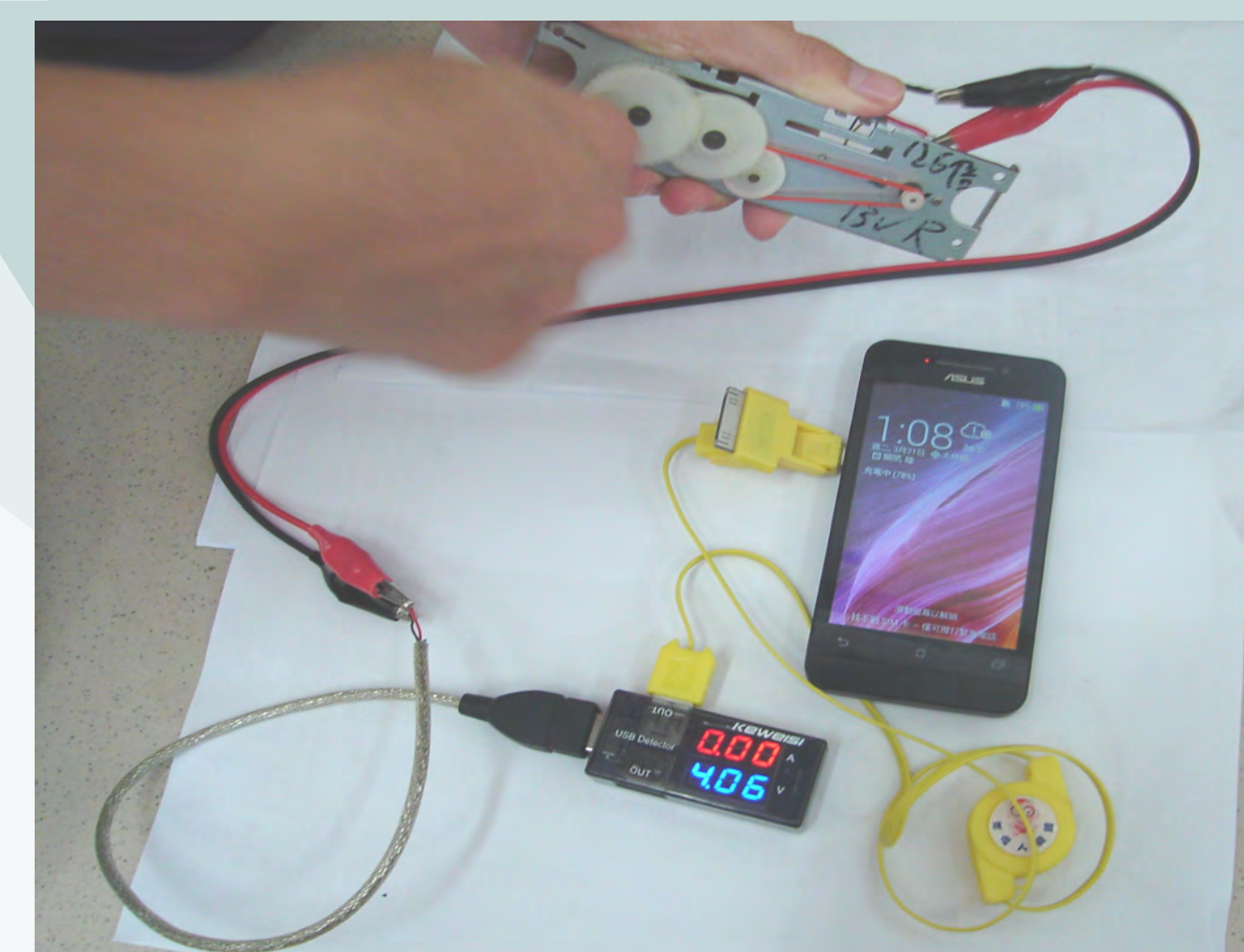


圖 5 發電機直接對手機充電

七、使電壓變成在 USB 規格(5V)左右輸出發電：

發電機6、9號無負載電壓較低，配合升壓模組 DC-DC板；而無負載電壓較高的發電機2、3、10號，配合降壓模組DC-DC板來嘗試對手機充電或使用在USB產品上，作為我們後續研究的裝置。

汽車充電器(如圖6)，屬於降壓模組DC-DC板，裝上3號發電機。

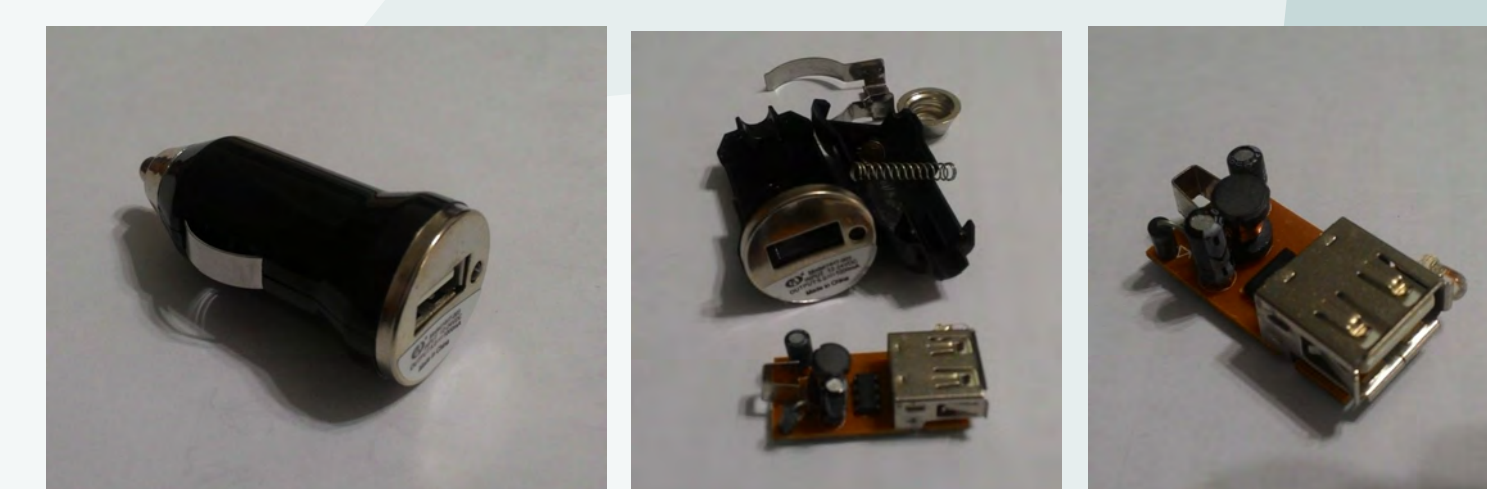


圖 6 汽車充電器的板子小小的

想法：一般 USB 裝置使用時電流大約為何？

測試：測量一般 USB 裝置使用時的電流。

我們以家用電源變壓後的 USB 電源，測量身邊的USB裝置的電壓、電流，如右表5：

裝置	3晶片LED燈	USB風扇	行動電源	手機
電壓(V)	5.23	5.19	4.89	5.16
電流(mA)	49	311	626	470

表 5 USB 裝置用電情形

想法：使用降壓模組 DC-DC 板後發電機發給一般 USB 裝置時的電壓電流為何？

測試：發電機 3 和 10 號，透過 DC-DC 板以 USB 輸出至 USB 裝置的電壓、電流：

從這裡看出我們的裝置，在低電流的LED燈是可行的，但在高電流的裝置上是明顯不足的。

想法：能否提高發電功率以達到對手機充電的目的。

研究議題：提高發電機的發電功率。

3號發電機	3晶片LED燈	USB風扇	行動電源	手機
電壓(V)	5.05	3.83	4.34	4.91
電流(mA)	47	242	219	208

表 6 3號發電機對 USB 裝置用電情形

10號發電機	3晶片LED燈	USB風扇	行動電源	手機
電壓(V)	4.95	3.63	4.35	4.91
電流(mA)	43	227	203	197

表 7 10號發電機對 USB 裝置用電情形

八、提高發電機的發電功率：

我們將大型遙控坦克車的傳動齒輪，裝上汽車後視鏡馬達後，轉數比高達212，且轉得動一發電機12，仿照表4測試發電機12，結果如下：

發電機	電壓(V)	電流(mA)	功率(mW)	轉數比	轉圈數/秒	轉數/秒
12	14.88	107	1592.16	212	2	424

表 8 我們發電機 12 的每秒轉數與發電功率

這一台看起來有比較厲害，連結DC-DC板，對手機充電。轉動起來會比較重的感覺，電流也可到200多mA。(如圖7)

從表9看出發電機12對USB裝置的功率是大於發電機3、10的，雖然還比不上家用電源，但在低電流的USB裝置上，一樣是可行的。

想法：我們的發電裝置對手機的充電量有多少呢？

研究議題：測試我們的發電機的充電量。

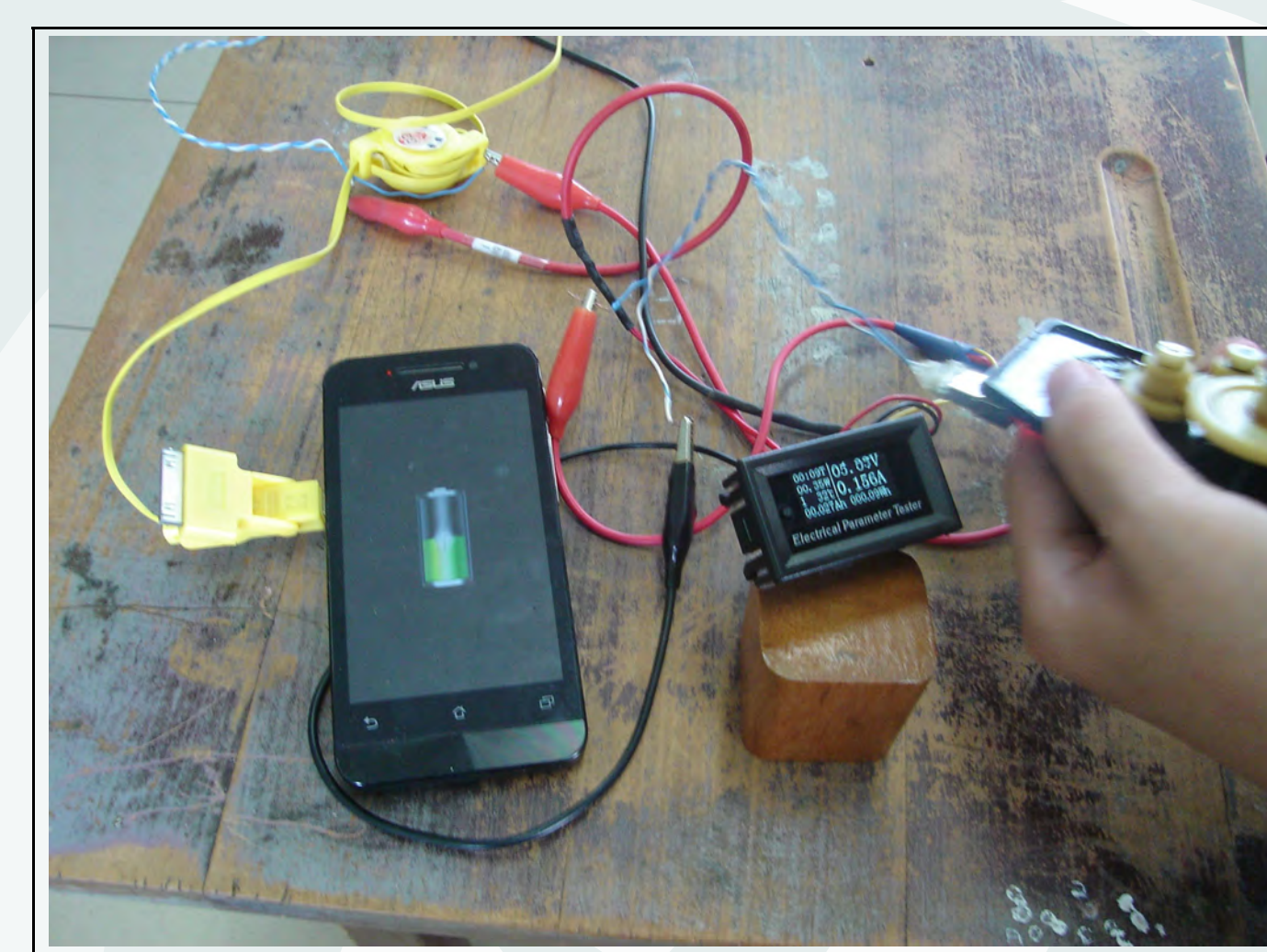


圖 7 發電機 12 直接對手機充電

12號發電機	3晶片LED燈	USB風扇	行動電源	手機
電壓(V)	5.23	3.87	4.76	5.09
電流(mA)	48	216	228	246

表 9 12號發電機對 USB 裝置用電情形

九、測試發電機對手機的充電量：

我們將裝上DC - DC板的發電機，以我們能夠轉的盡可能快的轉速對手機充電。測量發電機發電1mAh的時間；與行動電源、家用電源作比較。

想法：如果電流不足，能不能找人幫忙呢？

研究議題：合作發電的可行性。



圖8 測試發電機對手機的充電量

電源	時間(s)
發電機 3	23
發電機 10	28
發電機 12	14
行動電源	14
家用電源	13

表10 測試供電1mAh的時間

十、同時多台發電機對手機充電：

我們利用網路線製作四公一母的USB連接線，這樣最多可以四台發電機並聯發電來同時對手機充電。(如圖9，看起來像章魚腳，我們戲稱為合作章魚線)

但，我們發現在轉的時候，我們發電機的電，會被其他台發電機吃掉！

想法：能不能阻止電被其他發電機使用掉？

作法：我們在合作章魚線上的輸出正極端各裝上一支二極體。

加裝上二極體後，成功阻止了電回流！但電壓約下降0.26V，於是我們再加一片升壓板，來解決單一發電機發電效率不夠的問題。

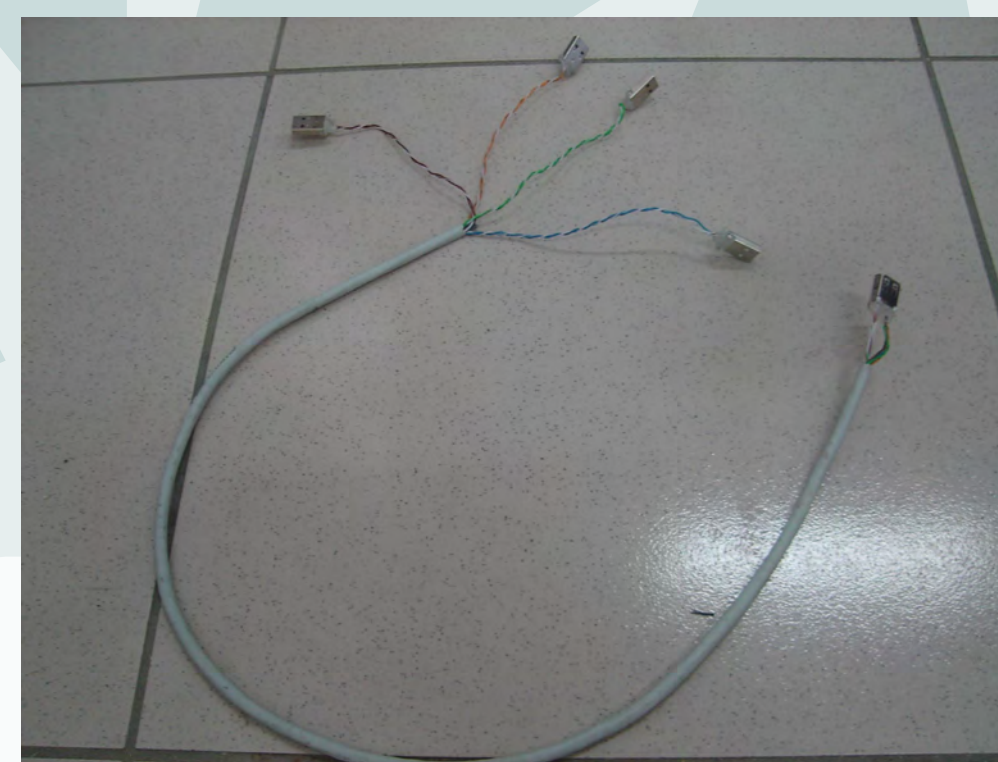


圖9 4人合作章魚線

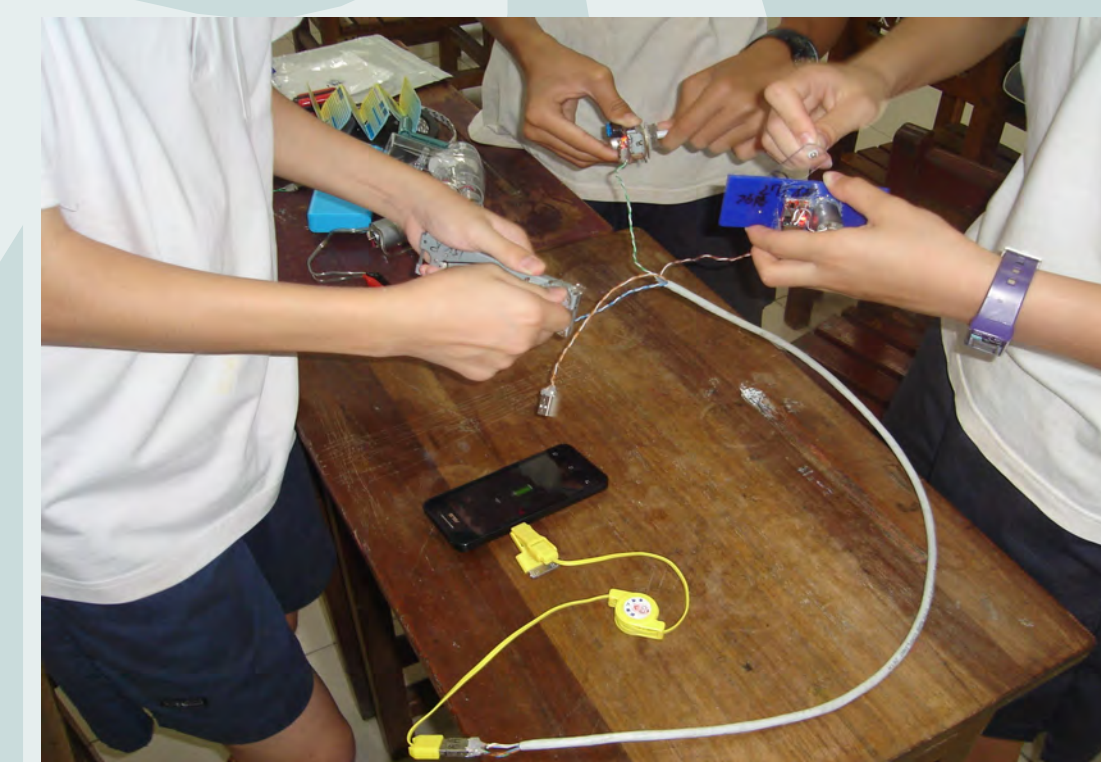


圖10 3人合作同時對手機充電情形

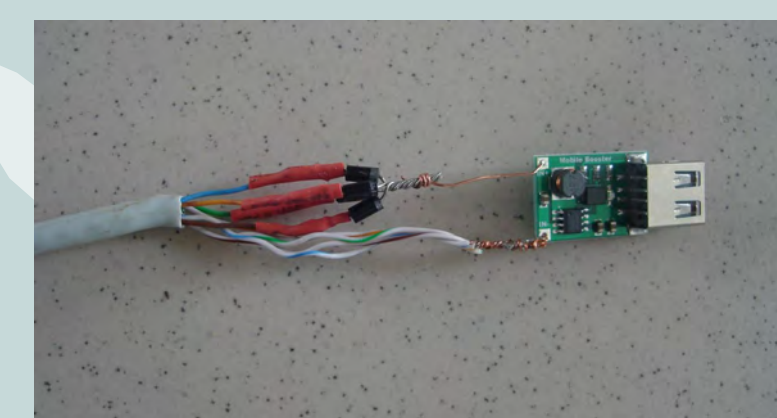


圖11 各加裝二極體再升壓

伍、研究結果：

一、我們從廢棄的光碟機改裝成的發電裝置具有以下特色：

- 1.利用簡單裝置就可發電；利用廢棄材料，回收再利用，較環保。
- 2.隨時隨地都能用，不受環境限制。利用自己的力量發電，有成就感。
- 3.USB規格能通用在手電筒、風扇…多種電器用品上，適用範圍廣，是方便的。
- 4.體積小，攜帶、收納方便，不佔空間。
- 5.以自己的力量發電，減少火力發電的碳排放，為環境保護盡一份綿薄之力。
- 6.在轉動發電時，體悟到電是不易取得的，讓我們更懂得珍惜資源。

二、供電於低耗電的電器，像LED燈，是容易做到的。但對於高耗電的電器，需要製作發電功率比較大的發電機，轉動起來也比較費力。

三、我們的發電機可隨時隨地發電對電子產品充電，是真正的”行動”電源，市面上的行動電源有的標示5000mAh，有的標示12000mAh，那我們的要標示多少呢？其實只要有時間，就可製造電能，是”免充電”且用不完的行動電源。

四、當我們的發電機效率不足時，能透過多人合作的方式，來讓效率提升。

陸、討論：

一、發電機將動能轉換為電能，摩擦力卻轉換為熱能。皮帶的摩擦力大於齒輪。

二、可以對行動電源充電，累積電能，在需要時再由行動電源對手機充電。

三、為了避免發出去的電逆流，可以加裝二極體，以防電回流造成把手轉動。

四、為了避免轉錯方向而造成電器或轉換板損壞，可以加裝橋式整流器。

五、要如何安全的放電、充電是手機很重要的保護措施。我們的研究裝置也應配合適當的電壓、電流才能順利而安全的充電。

六、我們的裝置必須用雙手充電，一面充電一面聽音樂或看影片是可行的，但一面充電一面操作手機就有困難。

柒、結論：

一、現代人對隨身電子產品的需求與依賴性是愈來愈大，”沒有電可用”這件事是不容許發生的。因此由人類的力量自行發電，是勢在必行，值得研究發展的。

二、我們利用廢棄光碟機改裝的發電裝置是可以供電給USB產品使用的。

三、我們的研究裝置可以解決隨時需要充電的問題，就是效率還嫌不足，期待我們的裝置能持續改良而成為更有效率、更具實用的工具。

四、雖然我們的發電機效率還有所不足，但它隨時隨地都能使用，且如果我們持續轉動，我們就可以有無限多的電可以使用。

五、我們製作的發電機作為照明或電風扇是可行的，但對手機充電還有所保留。

六、在緊急狀態下，我們所製作的發電機可就是珍貴的能源甚或可能是救命的裝置。

七、我們能透過合作發電，來補足效率不足的問題。