

# 中華民國 第 49 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

第三名

030806

節能減碳，化腐朽為神奇—光碟機與手機合體

學校名稱：嘉義縣立太保國民中學

作者：  國二 陳彥輔  國二 楊裕程  國二 蔡宗霖  國二 黃瀚毅	指導老師：  陳維力  林豐傑
---	-----------------------------

關鍵詞：手搖發電、鋰電池、手電筒

## 節能減碳，化腐朽為神奇——光碟機與手機合體

### 摘要：

近年來 3C 科技產品使用量大增，利用廢光碟機與廢手機、鋰電池、充電器等，思考再善加利用這些機器的剩餘價值。

- 一、利用廢光碟機與廢手機，製作成**手搖發電手電筒**、**手搖充電手電筒**等，都是利用廢棄物，可說是「化腐朽為神奇」，既方便又實用。
- 二、手搖發電機以人力隨時隨地發電，減少電池的使用；而再次利用手機鋰電池，可減少乾電池的使用，可發揮節能減碳的功效。算是對環境保護盡一分心力。
- 三、為避免「在黑暗中好不容易摸到的手電筒卻沒有電」的窘境；緊急狀況或停電找不到電源時，我們的作品會是令人信任而好用的。
- 四、我們的手搖充電手電筒效率很高，體積很小，方便攜帶。
- 五、這些東西真的很好玩，許多同學也玩得很興奮，讓我們很有成就感。



## 肆、研究過程：

### 一、拆解光碟機、手機，研究探討有趣、可用的議題或元件：

#### 結果(一)：馬達與傳動齒輪組：

光碟機內的光碟片載台進出，有一直流馬達與一些齒輪組。



圖 2 光碟機內的直流馬達與傳動齒輪組

**討論：**馬達將電能轉換為動能，我們用手推拉載台，便可把馬達當作發電機將動能轉換為電能。而齒輪組本是作為馬達減速用，當作發電機時正好可作為增加轉數比用。

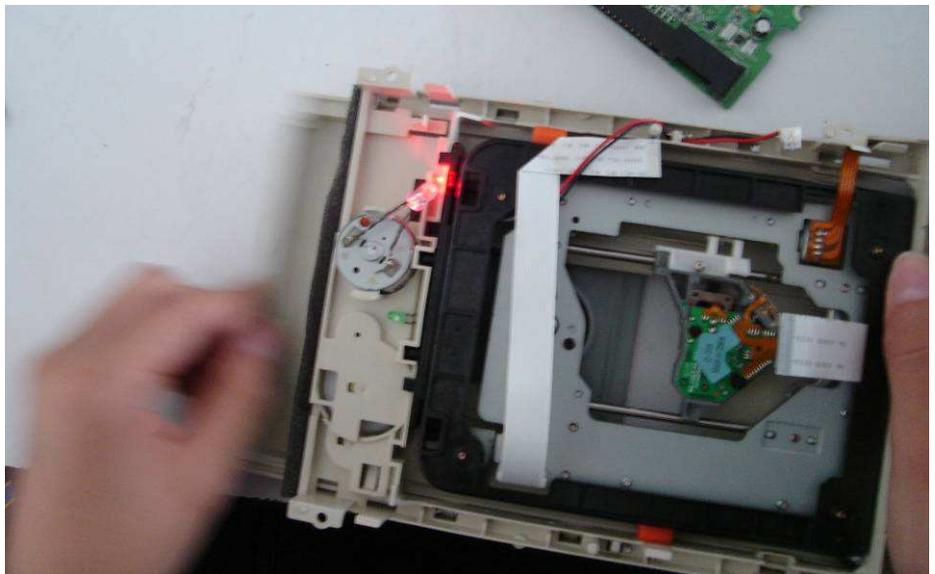


圖 3 推拉載台點亮 LED 燈

**研究議題：**製作手搖發電機。

#### 結果(二)：手機的充電鋰電池是我們感興趣的標的。

我們蒐集到的手機電池都標示 3.5V 至 3.7V，這樣的電壓讓白 LED 燈當作照明是恰當的。LED 燈電氣特性參照下表 1（來源：奇摩拍賣中億光電）。

表 1 LED 燈電氣特性

LED 燈名稱	5mm 聚光型 白光 LED 燈	5mm 聚光型 藍綠光 LED 燈	5mm 聚光型 紅黃光 LED 燈
切入電壓範圍	3.0~3.8V (3.2V 最佳)	3.0~3.6V (3.3V 最佳)	1.6~2.6V (2V 最佳)
順向電流範圍	20mA~45mA (25mA 最佳)	20mA~45mA (25mA 最佳)	20mA~45mA (25mA 最佳)
發光角度	20 度~30 度	20 度~30 度	20 度~30 度
單顆消耗功率(W)	0.1W	0.12W	0.09W
亮度	20000MCD↑	14000MCD↑	14000MCD↑

討論：經我們實際測量，雖然手機電池都標示 3.5V 至 3.7V，但以充電器充電完成時，其電壓約 4.02V 至 4.09V，足以使白 LED 燈發光。

研究議題：製作充電鋰電池手電筒。

## 二、製作手搖發電機：

我們只留下光碟機的齒輪組與直流馬達，在轉數比最大的齒輪上，利用光碟機門的檔板、光碟機內的小螺絲釘和羽球拍的握把布軸心等，製作並裝上轉動把手，使發電機可以不間斷的發電，製作成手搖發電機。



圖 4 製作轉動把手的材料

每一台光碟機的內部構造都不盡相同，如何安裝適當的轉動把手花了我們不少時間。我們盡量使發電機留下最多的轉數比，也盡量縮短轉動把手的半徑（把手愈短，每分鐘轉動圈數愈多，不過太短也會造成轉不動或把手損壞）使發電機有高轉數，不過不同的發電機使單一 LED 燈發光的亮度卻不盡相同。

爲了解我們製作的手搖發電機的發電效率，我們接 30Ω 電阻測了幾台發電機的發電效率。

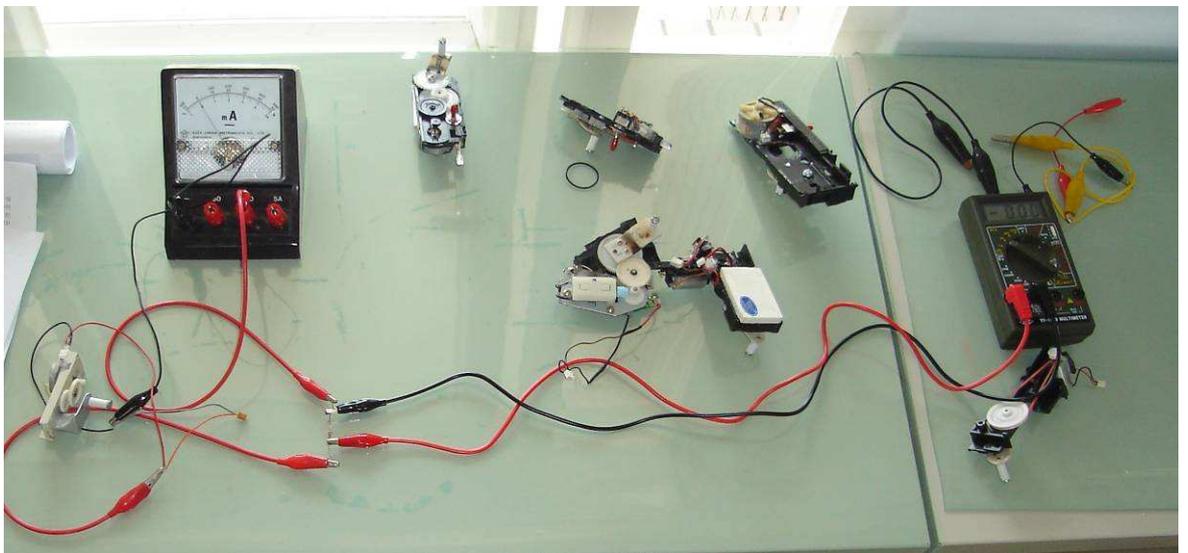
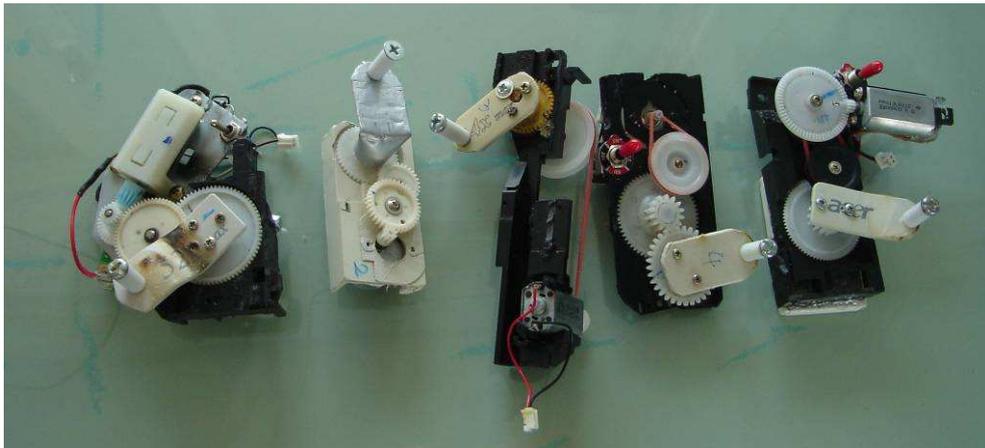


圖 5 測試發電機的發電效率（上圖：由左至右為發電機 1~5）

表 2 我們發電機的發電效率（接 30Ω 電阻）

發電機	轉數比	把手長 (cm)	把手 RPM	發電機 RPM	電壓 (V)	電流 (A)	功率 (W)	評估
發電機 1	56.25	3.0	210	11812.5	4.93	0.153	0.75	最好
發電機 2	30	2.5	255	7650.0	3.78	0.121	0.46	接白 LED 燈
發電機 3	106	2.5	192	20352.0	2.23	0.085	0.19	
發電機 4	95	2.5	195	18525.0	1.83	0.061	0.11	接紅 LED 燈
發電機 5	66	2.5	165	10890.0	2.13	0.075	0.16	

選取我們發電功率最好的[發電機 1]試著對手機充電、經充電座充電或直接對鋰電池充電。



圖 6 [手搖發電機 1]對手機充電

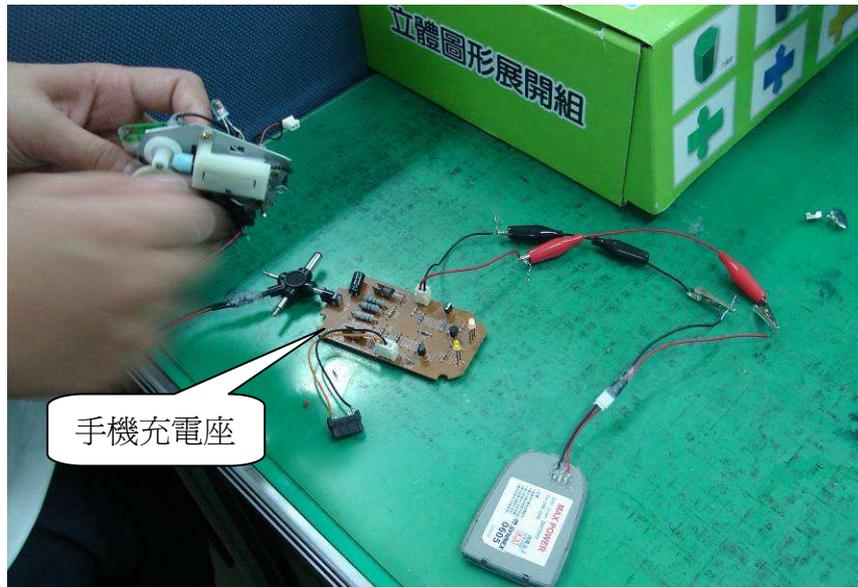


圖 7 [手搖發電機 1]經充電座對鋰電池充電

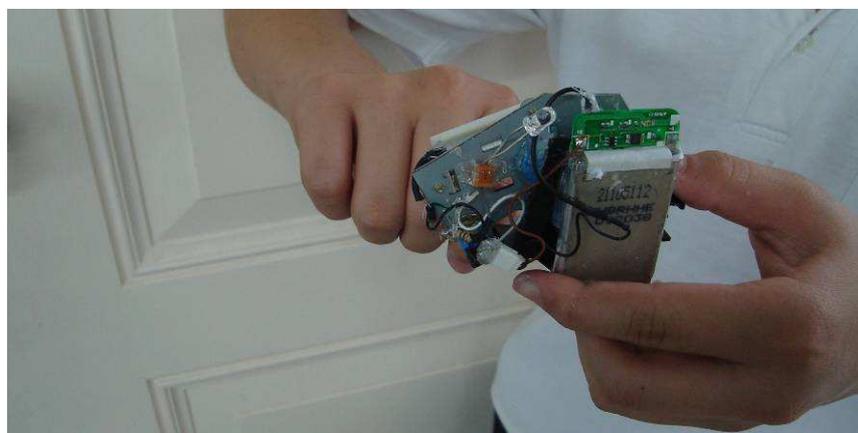


圖 8 [手搖發電機 1]對鋰電池充電

結果(一)：

- 1.[發電機 1]對手機充電效果很好，甚至在轉太快時，有的手機還會顯示「充電電壓過高」而自動斷電以保護手機。
- 2.[發電機 1]經充電座充電也可以充電，但明顯的效率較差，顯示充電的紅燈無法持續亮著，研判充電座消耗了一些電能。
- 3.[發電機 1]對鋰電池充電的效果不錯，對電壓明顯降低的鋰電池充電可由電壓的上升看出充電效果。

我們以低耗電的 LED 燈測試我們製作的手搖發電機。

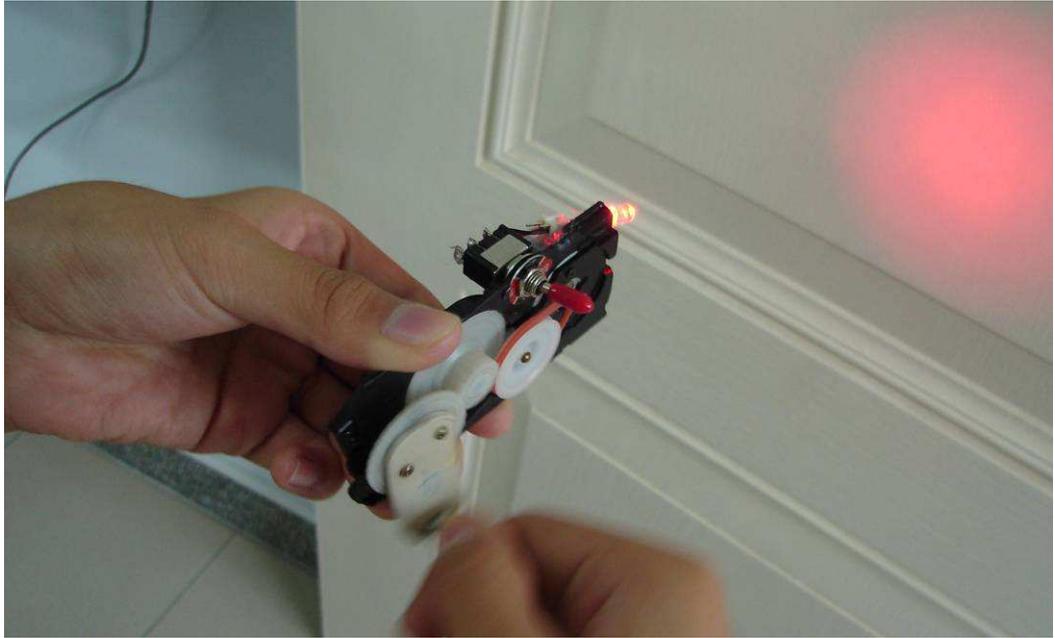


圖 9 功率較小的[手搖發電機 4]可使紅 LED 燈發光



圖 10 功率較大的[手搖發電機 2]可使白 LED 燈發光

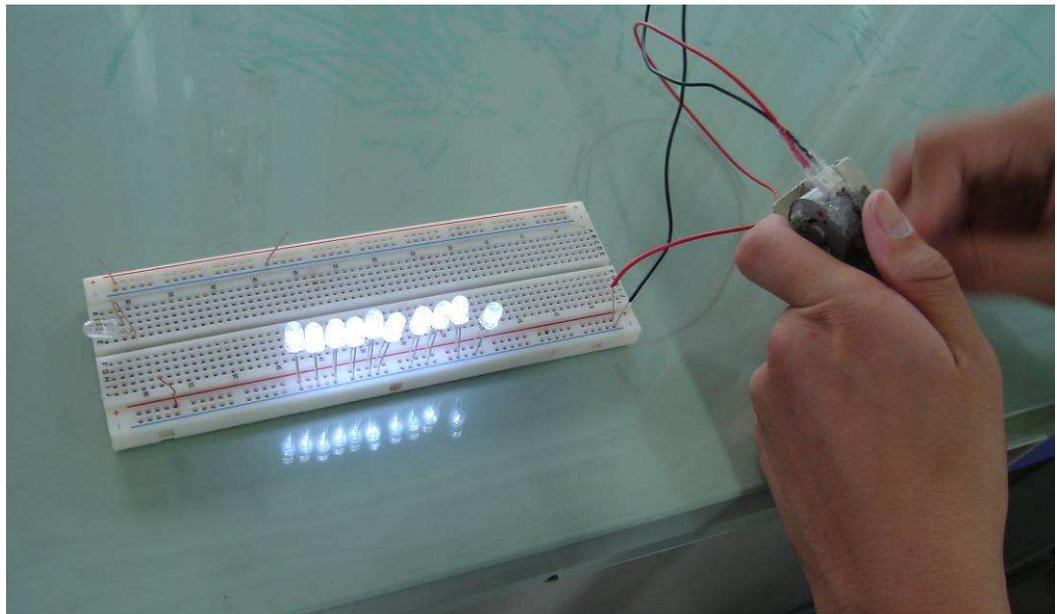


圖 11 功率較大的[手搖發電機 1]可使 10 個白 LED 燈發光

### 結果(二)：

- 1.功率較小的[發電機 4]可使切入電壓較低（1.6V）的紅或黃 LED 燈發光（圖 9）。
- 2.功率較大的[發電機 2]可使切入電壓較高（3.0V）的白 LED 燈發光（圖 10）。
- 3.功率較大的[發電機 2]甚至並聯 10 個白 LED 燈都很亮（圖 11）。

既然功率較大的[發電機 2]可同時使 10 個以上的 LED 燈發光，那若是使用 1 至 3 個 LED 燈發光，就同時還有多餘的電能可以一面充電。這種發電功率不算大的發電機，可運用在耗電功率不大的器材上，或將電能儲存，在需要時使用。

**研究議題：製作手搖發電手電筒；手搖發電充電器。**

### 三、充電鋰電池手電筒：

我們以手機充電座充電完成的手機電池(4.07V)對單一白 LED 燈放電，發現亮度很亮，讓我們非常興奮。但在放電 2 小時後發現 LED 燈有時會閃爍，一時之間還不明原因。約 20 小時後 LED 燈就掛點了，此時電池還有電，對號稱壽命長達 10 萬小時的 LED 燈而言，過高的電壓（過大的電流）會使 LED 燈夭折。

#### 討論(一)、保護 LED 燈：

根據表 1，白 LED 燈的切入電壓 3.0V~3.8V（3.2V 最佳），對我們的電池（4.02V~4.09V）約須降 0.8V，所以我們串聯一電阻來降電壓，以電流 25mA 代入歐姆定律  $V=I \times R$  ；  $R = V \div I$   
 $R = 0.8 \div 0.025$  所以 R 約為 32Ω。

我們以手機電池對單一白 LED 燈測試串聯電阻之電壓及電流，紀錄如下表 3：

表 3 手機電池對單一白 LED 燈串聯電阻之電壓及電流

電阻值(Ω)	0	10	20	30	40	50
電 壓(V)	3.78	3.36	<b>3.20</b>	<b>3.11</b>	3.02	2.98
電 流 (mA)	117.5 持 續增加	51.9	<b>36.0</b>	<b>28.3</b>	19.2	17.5
10cm 照度 (lux)	2700	2010	<b>1729</b>	<b>1625</b>	1320	1205
評估	超出切入 電壓、電 流，難怪 會掛點。	超出切入 電壓、電 流。	在切入電 壓、電流 範圍內， 稍偏高。	在切入電 壓、電流 範圍內。	低於切入 電壓、電 流範圍。	低於切入 電壓、電 流範圍。

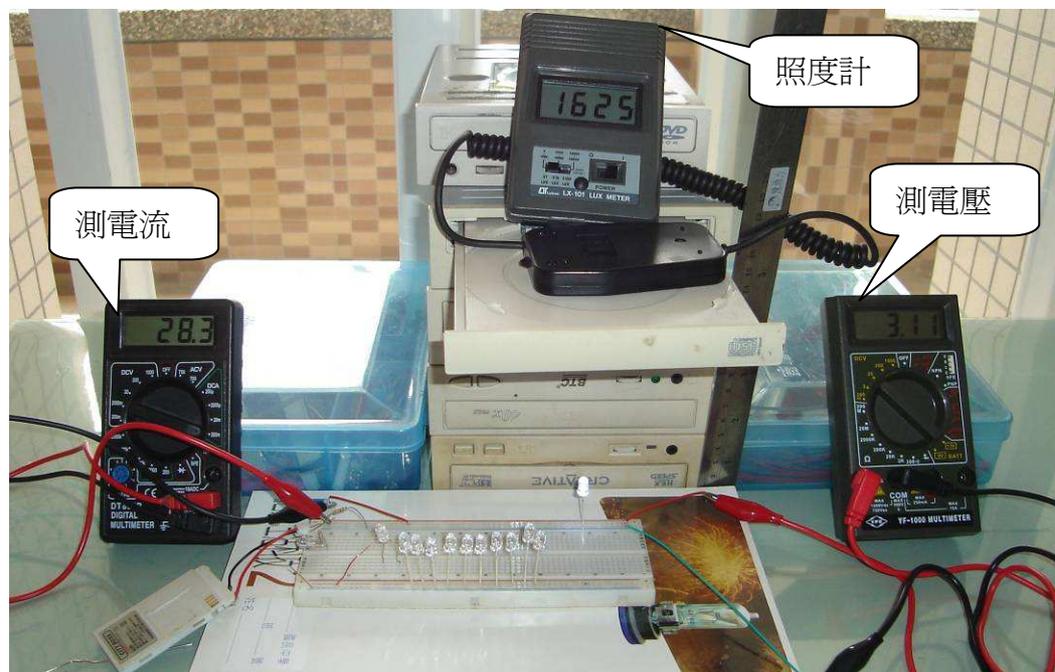


圖 12 手機電池對單一白 LED 燈串聯電阻之電壓及電流測量

### 討論(二)、提高照明亮度：

為增加照明效果，在我們現有的器材下，我們可以增加燈泡數，以提高照明亮度。我們測試多個白 LED 燈並聯。

並聯的燈泡數愈多，電源供應的電流愈大，發電機轉起來相對的較耗力；鋰電池使用的時間也會相對地減少。在考慮我們的發電機發電功率與手電筒在一般的使用情況下，我們並聯三個 LED 燈。

我們可以在每個 LED 燈串接一個 30Ω 電阻後再並聯，也可以 LED 燈並聯後串接一較小的電阻。後者處理較簡單，也省空間。

以通過每一 LED 燈的電流 25mA 代入歐姆定律  $V = I \times R$   
 $R = V \div I$   $R_n = 0.9 \div (0.025 \times n)$   $n$  為並聯的 LED 燈數  
 所以  $R_1$  約為 36Ω； $R_2$  約為 18Ω； $R_3$  約為 12Ω。

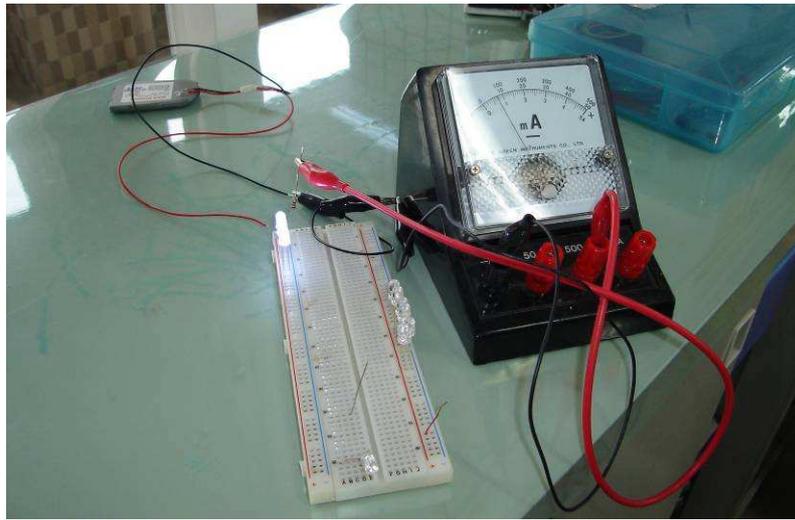


圖 13 測試 3 個白 LED 燈並聯後串聯電阻的電流

在電流不超過 45mA 的條件下，我們決定單一 LED 燈串接 30Ω 電阻，對 LED 燈較安全，亮度又不錯；3 個 LED 燈並聯時串接 10Ω 電阻。

**結果：製作充電鋰電池手電筒。**



圖 14 充電鋰電池手電筒

#### 四、手搖發電機與鋰電池合體：

在以鋰電池對單一 LED 燈連續放電超過 2 天後，白 LED 燈已不太亮，表示電池快沒電了（電壓過低），測其電壓為 2.48V，於是開始我們的人力發電機充電，在以手搖發電機 1 轉了半分鐘後，電壓上升至 3.07V。

此電壓已可使白 LED 燈正常發光，但是經串聯的電阻後亮度是不足的，測其經電阻降壓後的電壓為 2.62V，此時又希望其串聯電阻消失了。

**討論：**若能在高電壓時通過電阻，而低電壓時不通過電阻就好了。我們以人為判斷做以下（圖 15）的改良：

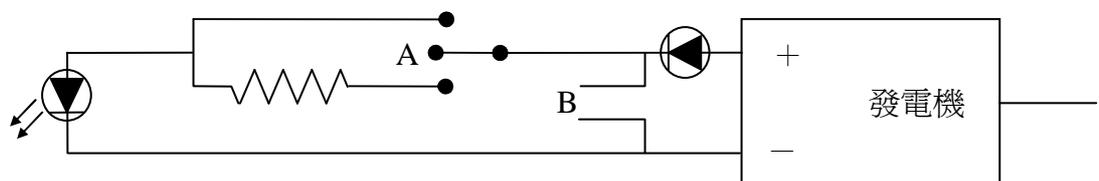


圖 15 手搖充電手電筒線路圖

其中 A 處為雙向開關，開關在中間為關（OFF）；向上為低電壓時開（ON），未經電阻；向下為高電壓時開（ON），經過電阻；B 處接至鋰電池，需注意正負極（正接正，負接負）；二極體是避免電池電流流回發電機當作馬達轉起來，也避免發電機反轉時以逆向電流充電，發生危險。

結果：製作手搖發電充電手電筒。



圖 16 手搖充電手電筒

## 五、手機進化手電筒：

我們收集到的廢棄手機有的還可使用，可以用我們製作的手搖發電機對手機充電，發電機轉太快時會造成電壓過高，此時手機還會顯示「充電電壓過高」並斷電，這樣的手機具有保護電池的功能，也能顯示其電量。（P.6 圖 6）

討論：若能在手機內找到足夠的空間，裝上電線、電阻、開關與燈泡座，就可以使手機變成一隻可顯示電池狀態的手電筒了。

結果：製作手機手電筒。



圖 17 手機手電筒

## 六、手搖發電機與鋰電池合體再進化：

我們的手搖發電機與鋰電池合體應不只可用於手電筒，還可用於其他小電器。

### (一)市售手搖發電收音機手電筒進化：

我們參考一支已使用一段時間的市售手搖發電收音機手電筒，其充電效果很差，手搖一分鐘約可亮半分鐘。於是我們將其內部的三個鎳氫電池串聯的充電電池替換以一個體積較小的手機鋰電池，效果果然進化倍增，手搖一分鐘約可亮 7 分鐘，轉起來還比原來的輕。這玩意兒還有收音機，蠻好玩的。

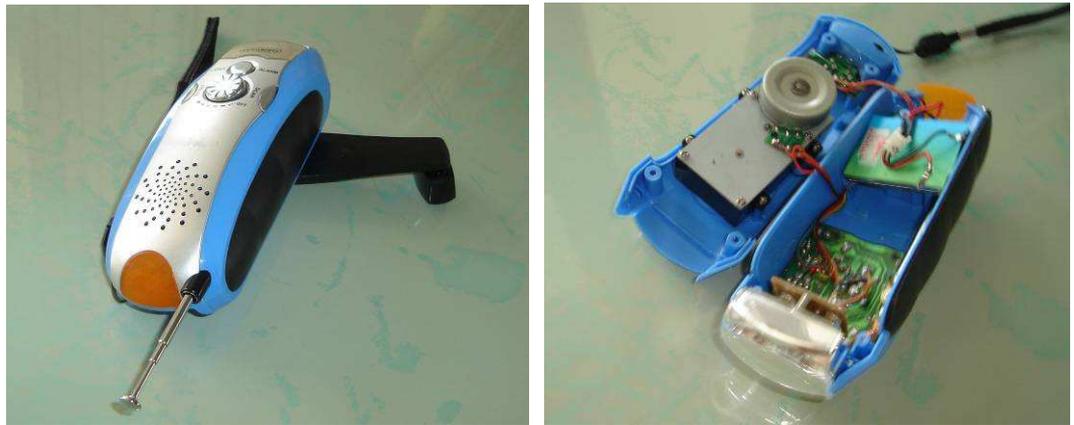


圖 18 改良市售手搖發電收音機手電筒

### (二)市售收音機手電筒進化：

我們買了一台便宜的乾電池式收音機手電筒，改裝裝置乾電池的位置，置入鋰電池與我們製作的手搖發電機，完成我們改裝的手搖發電收音機手電筒。體積、重量都不大。手搖 1 分鐘可讓其 5 個 LED 燈亮約 3 分半鐘，或使收音機使用約 4 分鐘，效果不錯。

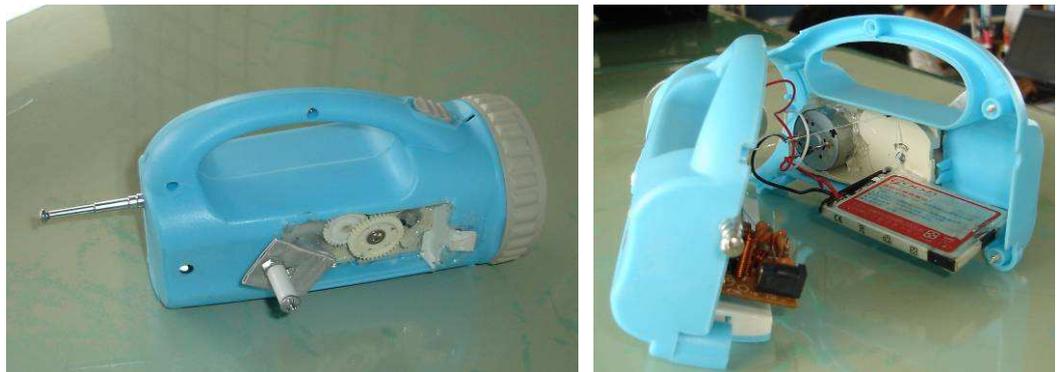


圖 19 改良市售收音機手電筒

## 伍、研究結果：

- 一、利用光碟機內進出光碟片載台的直流馬達與齒輪組，裝上適當的轉動把手，可製成小巧好用的手搖發電機，雖然功率不大，但對於低耗電的小家電足以提供其電源了。轉起來雖然辛苦，但是能簡單的發電，對環境保護盡一份心力，就覺得很好玩、有成就感。尤其在找不到電源時、出國旅遊電壓不符時，更是會發揮及時雨的功效。

二、我們選取一些發電功率較小的發電機製作成手搖發電手電筒。此類作品構造簡單，沒有蓄電量或乾電池漏液的問題，隨時拿起來轉就能照明（P7 圖 10），缺點就是要雙手並用，無法同時做其他事。功率稍大的可以裝置多一些 LED 燈以增加照明亮度。



圖 20 我們的手搖發電手電筒，分別裝置 3 個和 9 個 LED 燈

三、我們選取功率較大的發電機接上適當的接頭，就可對手機充電；或透過充電座（拆自手機充電座）對手機或手機鋰電池充電；或直接對鋰電池充電。這就是我們的「手搖發電充電器」（P6 圖 6、7、8）。

四、考慮體積小，攜帶方便，我們利用手機電池接上 3 個白 LED 燈並聯（自製或改裝自廢棄手電筒）再串聯一  $10\Omega$  電阻與開關，完成可充電鋰電池手電筒。我們有製作充電接頭，方便以充電器充電或以我們製作的手搖發電機充電。我們將鋰電池以手機充電座充電至綠燈亮，測試其使用時間，結果如下表。

表 4 鋰電池手電筒使用情形

名稱	放電時間	備註
鋰電池手電筒 1	19 小時	標示 1500mAh
鋰電池手電筒 2	標示 600mAh 9 小時； 標示 1250mAh 9.5 小時； 標示 1500 mAh 41 小時。	燈泡是拆自腳踏車燈。
鋰電池手電筒 3	12.5 小時	標示 600mAh
以碳鋅電池放電	14 小時	鋰電池手電筒 3 的裝置

我們的[鋰電池手電筒 3]可放電 12.5 小時，若換接以 3 個 4 號碳鋅電池串聯的電源（4.5V）放電時間為 14 小時；而我們的[鋰電池手電筒 1]可放電 19 小時。[鋰電池手電筒 2]我們換接 3 個不同的鋰電池，其放電時間從 9 小時至 41 小時，差異很大，顯示廢棄鋰電池老化後的蓄電量和標示的不盡相同，不過做為低耗電的手電筒電源還是很好用的，足見我們利用到廢棄鋰電池的剩餘價值，不但體積比乾電池小、重量輕，還可重複使用，具有相當高的利用價值。



圖 21 由左而右為我們的鋰電池手電筒 1、2、3



圖 22 鋰電池手電筒使用情形

五、兼顧照明與充電方便，我們完成「手搖充電手電筒」，沒事就對手電筒充電，可免去使用家電源充電或乾電池的使用，方便實用。

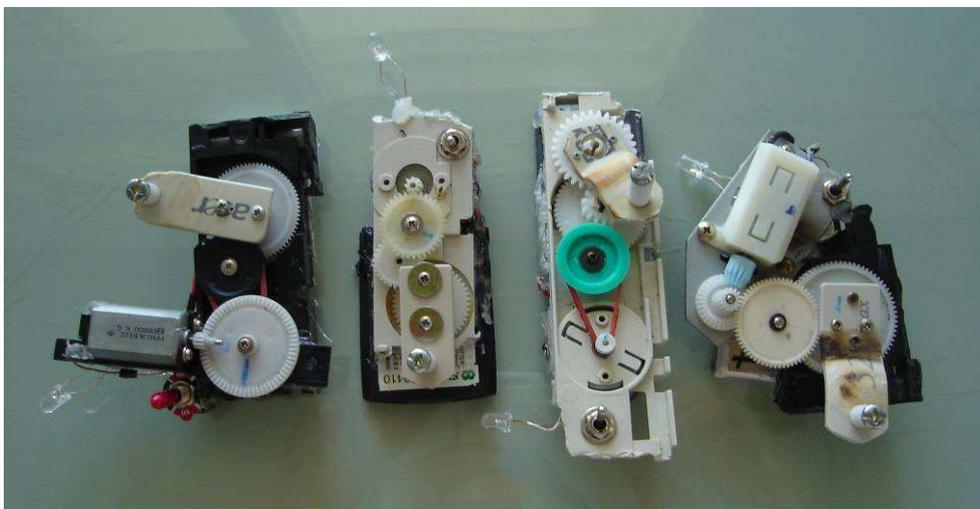


圖 23 由左而右為我們的手搖充電手電筒 1、2、3、4

表 5 手搖充電手電筒使用情形

名稱	轉發電機 時間(分)	電壓變化(V)	放電時間	備註
手搖充電手電筒 1	1	2.90~2.92	7 分 31 秒	熄燈充電
手搖充電手電筒 1	1	2.90~2.92	6 分 56 秒	熄燈充電
手搖充電手電筒 1	1	2.90~2.91	6 分 00 秒	熄燈充電
手搖充電手電筒 2	1	2.90~2.92	10 分 45 秒	熄燈充電
手搖充電手電筒 2	1	2.90~2.92	10 分 10 秒	熄燈充電
手搖充電手電筒 2	1	2.90~2.92	9 分 17 秒	熄燈充電
手搖充電手電筒 3	1	2.90~2.92	12 分 05 秒	熄燈充電
手搖充電手電筒 3	1	2.90~2.92	10 分 43 秒	熄燈充電
手搖充電手電筒 3	1	2.90~2.92	10 分 41 秒	熄燈充電
手搖充電手電筒 4	1	2.90~2.93	14 分 13 秒	熄燈充電
手搖充電手電筒 4	1	2.90~3.05	14 分 40 秒	亮燈充電
手搖充電手電筒 4	1	2.90~2.92	10 分 30 秒	亮燈充電

手搖 1 分鐘可使單一白 LED 燈亮約 10 分鐘，甚至更久，這樣的結果讓我們覺得這樣的手搖充電手電筒是實用的，甚至可以一面照明一面充電。若能測試並選用發電功率高的發電機，配合蓄電效率好的鋰電池，相信可以有更好的蓄電與充電效率。

六、在手機上裝上照明 LED 燈，我們完成作品「手機手電筒」。此方法可改良現用手機，增加功能，亦可裝配於廢棄手機使其成為專用手電筒。其優點是可利用其原來的充電方式充電，又可利用手機顯示電池蓄電量及充電情形。此時手機還可正常使用其原來的功能。



圖 24 手機手電筒並不影響手機功能

七、我們收集到一個故障的充電藍芽耳機，其內部有一個迷你型的充電鋰電池，我們利用其體積小的特性，安裝於我們最小的發電機，完成我們最小的手搖充電手電筒，體積為 6.1cm × 4.0cm × 3.6cm (圖 25)。雖然電池容量不大 (也可能已老化) 是其缺點，但手搖個幾秒鐘即可使用，一面照明一面充電都是其優點。因此，若有廢棄的 MP3、MP4 等充電式小電器的鋰電池 (圖 26)，亦為迷你手搖充電手電筒的好材料。



圖 25 我們最小的手搖充電手電筒 (中)，大小和一個鋰電池大小差不多



圖 26 我們拆開 MP3 研究其充電鋰電池，體積小，是適合我們作品的充電電池。

## 陸、討論：

- 一、乾電池放久了會沒電，尤其電池漏液時會更快沒電，漏出的電解液甚至會腐蝕電器。更何況廢棄的乾電池對環境就是一種污染。
- 二、鋰電池燒起來，甚至爆炸的新聞時有所聞，所以在處理無法使用 (0V) 的充電鋰電池時要非常小心，避免破壞電池本體，並小心辨識電池的正負極，以免充電電極接錯。若發現電池溫度過高應停止測試，以維護安全。
- 三、我們取得的廢手機充電鋰電池有的測試時已無電壓，經小心拆除其外殼後，發現有一小電路板，我們推測其作用為穩壓與保護電池，除非必要，我們會盡量留住電路板，因不小心短路時，有電路板的電池會斷電，待冷卻後可再次使用，這樣可避免電池本體過熱，減少危險。我們對有電池漏液的電池放棄測試，其他的都可繼續使用，只要確定正負極後，都可充電使用於本研究的蓄電裝置上。不過有些電池外殼為金屬，須小心避免其短路。

四、手機充電座（座充）有穩壓、充電指示（紅燈）與充電完成（綠燈）的顯示。是較安全與適當的充電器材，若我們的發電機發電效率夠好，且不在乎充電座損耗的電能，可以將整個充電座裝入手搖充電裝置中，不過在體積與節能效率中也要作一個平衡。

五、手機本身有旅充的功能，體積較小的手機若整個代替鋰電池裝入手搖充電手電筒中，會有穩壓與顯示充電、蓄電量狀態的優點。我們發現有一個廠牌手機的充電接點竟然可以放電（一般手機只能充電，不能放電），省去拆開手機從內部接線的麻煩。



圖 27 以手機取代充電電池，充電時還可顯示「手機關機充電中」。

六、不同廠牌、型號手機的充電接頭都不相同，使用我們的手搖發電機充電時須製作銜接點，建議製作自己需要的接頭，可以共用充電器，可免除抽屜內一大堆變壓器與充電器的困擾。我們試了 5 隻手機用我們製作的發電機充電，效果不錯，尤其較新型的手機。

七、鋰電池的蓄電量大，一次充電完成可使用很久，我們的手搖充電手電筒比起一般的乾電池手電筒已經很實用了，若忘了充電還可用人力隨時隨地充電。我們也比較了一些老師同學提供的市面上販賣的手搖充電手電筒，發現用的是鎳氫充電電池，不但有記憶性，蓄電量也小；不然就是用鈕扣型充電鋰電池，蓄電量也比不上手機鋰電池。當然手機鋰電池的成本應比較高，但我們是廢物利用，化腐朽為神奇，令我們相當滿意。

八、我們收集到的鋰電池大部分都是 3.7V 的電壓，蓄電量為 600mAh 至 1500mAh（有的沒有標示）。若以 600mAh 蓄電 50% 計算： $600 \times 50\% = 300$  (mAh)  
以單一白 LED 燈 25mA 放電，可使用  $300 \div 25 = 12$  (小時)  
尤其有些電池更高達 1500mAh，有其更高的利用價值。就算並聯 3 個白 LED 燈也都超過 8 小時，足夠露營或夜遊使用了。

九、LED 燈使用時若超過其最大電壓或電流，溫度會過高，亮度漸漸減弱，不像鎢絲燈泡一下子就燒掉不亮了。

十、廢棄鋰電池可能是電池損壞，也可能是手機損壞或換新而不用，這些電池若再用於手機可能使用時間太短而不實用，或因充電的大電流而發生危險。而以低功率的手搖發電機充電是相對安全的。

十一、除照明手電筒外，低電功率的電器，像小風扇、收音機、MP3、MP4、PDA、數位相機、手機等，都可嘗試利用我們製作的手搖發電機手搖發電供電器使用，或充電使用。下圖是我們利用相同原理製作的手搖充電電風扇。

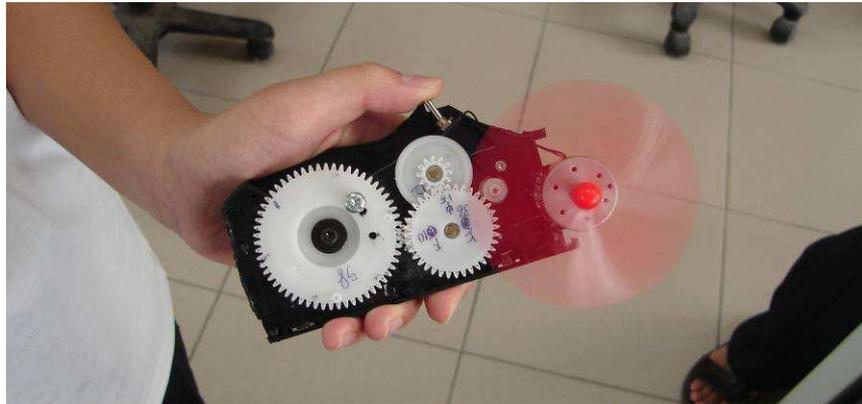


圖 28 手搖充電電風扇

十二、我們自製的充電器或手電筒，齒輪、電線、把手都外露，雖然有利於對機械原理的觀察討論，但容易損壞，需有適當的防護。

十三、我們以充電器對鋰電池充電的過程中，發現我們的[鋰電池手電筒 1]的鋰電池（1500mAh）比[鋰電池手電筒 3]的鋰電池（600mAh）充電時間要久很多，可見儲存電量也比較多。對於像我們製作的手搖充電手電筒之類的作品，若放電至 LED 燈幾乎不亮時，蓄電量大的鋰電池須手搖充電較久才能使 LED 燈正常發光，而蓄電量少的卻可以很快使 LED 燈正常發光，因此，我們建議找蓄電量稍少的鋰電池，可以很快看到充電效果，反正電量不足時即可自行發電並充電。

## 柒、結論：

- 一、在廢光碟機與廢手機充斥的環境中，對這些已廢棄物品的再利用，不管是我們的手搖發電機或各式手電筒，都是以廢棄物製作而成，其成本低廉，可說是「化腐朽為神奇」，既方便又實用。
- 二、我們的手搖發電機以人力隨時隨地發電，減少家用電源充電或乾電池的使用，可發揮節能減碳的功效。而再次利用手機鋰電池，可減少乾電池的使用，並可把被棄置鋰電池的功能發揮得更淋漓盡致。減輕地球的負擔，算是我們對環境保護盡一份心力。
- 三、為避免「在黑暗中好不容易摸到的手電筒卻沒有電」的窘境；緊急狀況或停電找不到電源時，我們的「手搖發電機」、「手搖發電手電筒」或「手搖充電手電筒」會是令人信任而好用的作品。
- 四、我們的「手搖充電手電筒」比市面上的很多產品效率更高，甚至體積可以更小，方便攜帶，出外旅遊帶一把自製的「手搖充電手電筒」，既方便又拉風。
- 五、這些東西真的很好玩，許多同學也玩得很興奮，讓我們很有成就感。

## 捌、參考資料：

- 姚珩等（民 96）。自然與生活科技 第五冊。台南市：翰林。
- 姚珩等（民 96）。自然與生活科技 第六冊。台南市：翰林。

## **【評語】 030806**

1. 能以廢棄光碟機與手機之機件，製作手搖發電手電筒，極具創意及環保意識。
2. 能結合手機，設計各式各樣的應用，實用性極佳。
3. 理論基礎可以再加強說明。