

中華民國 第 50 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

佳作

030802

腳踏車環保發電儲電裝置

學校名稱：嘉義縣立太保國民中學

作者： 國二 官宏銘 國二 楊文棟 國二 龔宗穎	指導老師： 陳維力 林豐傑
---	-----------------------------

關鍵詞：發電、儲電、環保

腳踏車環保發電儲電裝置

摘要

我們利用廢棄的光碟機、手機充電座與鋰電池，加上一些簡單的零組件、工具，在花費約 100 元的情況下，組裝完成一套腳踏車發電儲電裝置。這套裝置可用家用電源充電，也可用我們的腳踏車發電裝置充電，而鋰電池體積小、儲電量大、提供電流穩定又可重覆充電使用，減少一次電池的使用，省錢又環保。

腳踏車有了固定的電源後，就可對鋰電池充電或加裝方向燈、尾燈、喇叭．．．．。除了好用之外又能學以致用，並推廣環保概念都使我們很有成就感，希望我們這樣的觀念與做法能推廣、改良，經濟又環保，還可加入自己的創意，真是一舉數得！

腳踏車環保發電儲電裝置

壹、研究動機：

在全球一片節能減碳的風潮下，騎腳踏車的風氣一下子席捲而來，而腳踏車行車安全中的照明警示非常重要且不可或缺。傳統的磨電瓶發電機摩擦阻力大，停紅綠燈或靜止時又無法照明或警示，容易發生危險，在現代繁忙的交通中已顯不足，市面上也不多見了。

現在腳踏車上大部分會裝上以乾電池為電源的照明或警示燈，若遇乾電池故障或沒電時，需有備用電池，其麻煩、花費與用完電池的處理均造成使用者與環境的負擔。為了節能卻製造更多環保負擔是我們所不樂見的。這個歷史悠久的交通工具也是我們每天上學的助手，如何讓它更環保、更安全又省錢，我們國中生能不能從周遭環境去尋找容易取得的物品，配合能量轉換觀念、電磁學原理，組裝出解決這些問題的裝置。

貳、研究目的：

製作腳踏車環保發電、儲電照明裝置。

參、研究設備及器材：

廢光碟機、廢收錄音機、廢印表機、廢充電座、廢鬧鐘、淘汰的鋰電池、LED 燈、開關、鉗槍、熱熔膠、紮線帶、網路線、排線、鉗子、剝線鉗、電鑽、橡皮塞、鋸子、打火機、萬用燈具夾、時速表、三用電表、相機、麵包板、螺絲起子、剪刀。



圖 1 我們的器材工具

肆、研究過程或方法：

一、市售產品分析：

傳統磨電瓶的設計只有單一功能，以鎢絲燈泡照明，功率較大是其優點，但阻力大是其缺點；尤其靜止時無法照明更是它的最大致命傷。所以在市面上磨電瓶的產品並不多見。

賣場中的腳踏車照明（前燈）、警示（尾燈）燈具中，絕大部分都是 LED 燈，電源為較不環保的乾電池。也有少部分手搖充電或太陽能充電。

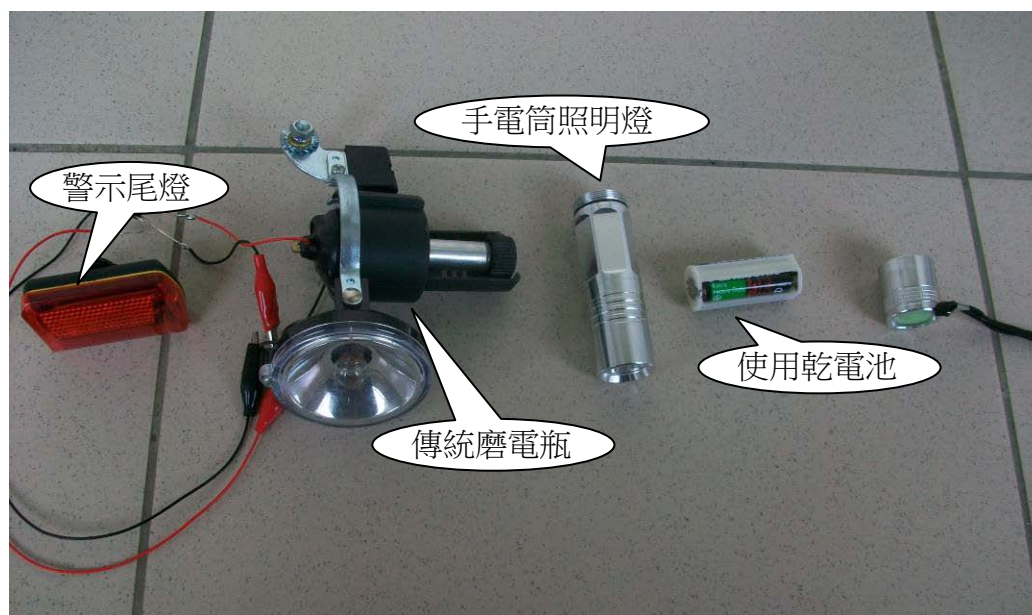


圖 2 市售腳踏車燈具與傳統磨電瓶燈具

討論一：

LED 燈相對於傳統鎢絲燈泡有壽命長、亮度高與省電的優點，可以的話，我們也會選擇用 LED 燈作為照明或警示。

我們查一下 LED 燈的電氣特性如下。

表 1 LED 燈電氣特性（來源：奇摩拍賣中億光電）

LED 燈名稱	5mm 聚光型 白光 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)	1.6~2.6V (2V 最佳)
順向電流範圍	20mA~45mA (25mA 最佳)	20mA~45mA (25mA 最佳)
發光角度	20 度~30 度	20 度~30 度
單顆消耗功率(W)	0.1W	0.09W
亮度	20000MCD↑	14000MCD↑

由上表看出白 LED 燈的最佳電壓為 3.2V，最佳電流為 25mA；而紅 LED 燈的最佳電壓為 2V，最佳電流為 25mA。

討論二：

乾電池有普遍易購得的優點，但電池老化與電池漏液是其缺點，尤其使用後不能重覆使用以致於造成環境污染的問題是我們應該避免的。手機或數位相機等數位產品所使用的鋰電池有可重覆充電、體積小與蓄電量大等優點，但就是價格較高。我們生活周遭手機的使用與汰換的頻率都很高，堪用而回收的鋰電池很多，我們可以拿來使用其剩餘價值且還很好用。我們蒐集的鋰電池都標示 3.6~3.8V，其中以 3.7V 最多。

研究議題：

如何使用 LED 燈？如何對鋰電池充電？

二、前人的足跡（文獻探討）：

我們知道馬達（電動機）是將電能轉換為力學能的裝置，而發電機是將力學能轉換為電能的裝置。因為直流馬達與直流發電機的構造相同，轉動馬達作為發電機的研究很多，近年科展中有人以排熱裝置轉動馬達發電並以鉛蓄電池儲電（參考資料二）；有人用風力轉動馬達發電並以鎳氫電池儲電（參考資料三）；有人製作手搖發電手電筒並以鋰電池儲電（參考資料六）。有人將發電機裝上車鼓以減少摩擦（參考資料七(五)）；有人自製線圈發電期望有好的發電效果（參考資料七(六)）。

討論：

我們是否可將這一類發電機裝上腳踏車，像傳統磨電瓶一樣，可以一面騎車一面發電？考慮拆解改裝腳踏車需較多的專業能力，我們試著看能不能以容易取得的替代品進行組裝。

我們不能損耗太多腳踏車前進的力量來轉換為電力，所以作為發電機的馬達應利用轉矩較小的為宜。但若發電量太小亦不適合。

研究議題：

尋找並測試適用的發電機。

三、尋找並測試適用的發電機：

我們從廢棄的設備或玩具中找了一些直流馬達，像玩具小馬達、吹風機馬達、噴墨印表機馬達、雷射印表機馬達與光碟機馬達。

測試一：

將直徑大於馬達直徑的橡皮塞鑽孔後套於馬達，直接將橡皮塞摩擦腳踏車輪胎，在馬達輸出端接上正負極交互接的白 LED 燈測試。這樣直接以橡膠磨橡膠，對輪胎受損比較小，但隨著橡皮塞的直徑愈大，轉數比愈小，但橡皮塞的直徑若不大於馬達直徑，不好摩擦，容易卡到。



圖 3 發電機直接套上橡皮塞發電測試

結果：

藉由玩具小馬達、吹風機馬達發電，LED 燈都沒亮；噴墨印表機馬達較大，LED 燈會亮；雷射印表機馬達發的電是交流電，我們不予測試；使用光碟機馬達則 LED 燈只稍微亮起。測試過程中發現橡皮塞容易滑動鬆脫，可改良再測試。

測試二：

參考光碟機製作的手搖發電機，體積小，透過齒輪或橡皮帶，可以增加轉數比，但考慮齒輪摩擦輪胎對輪胎的損壞較大、橡皮帶容易脫落或斷掉，我們選取轉矩較小又易取得的有直交軸(intersecting axis)的廢光碟機小馬達做為發電機，以腳踏車輪胎摩擦外圍平滑的大齒輪轉動發電，測試發電機發電是否可使耗電量不大的白 LED 燈亮起來。

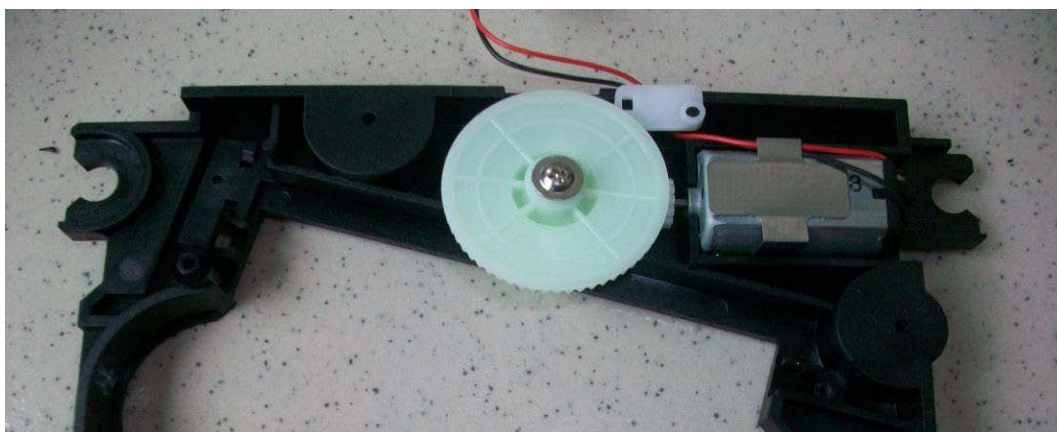


圖 4 有直交軸的發電機

結果：

我們以二個白 LED 燈正負極互接，直接接發電機測試，亮了！很亮！不過燒壞了。雖然捨不得那個白 LED 燈泡，但從另一觀點看也令人振奮，顯示這樣的發電效果是足以供應至少一顆白 LED 燈的。所以這類發電機是我們適用的。

根據表 1，單一白 LED 燈的適用電壓約 3.2V，過高的電壓會損壞 LED 燈，可見我們的初步測試電壓已超過了 3.8V，45mA 了。

測試三：

這樣的發電機，摩擦力與傳統磨電瓶比較如何呢？我們以同一部腳踏車車輪的相同位置，以彈簧秤測其啟動時之最大靜摩擦力，結果如下表。

表 2 我們的發電機與傳統電瓶摩擦力比較

輪 胎 狀 況	最大靜摩擦力(gw)	備 註
無裝置	28	以 200gw 彈簧秤測量
傳統磨電瓶	300	超過 200gw，換以 1000gw 彈簧秤測量
我們的發電機	96	以 200gw 彈簧秤測量

由上表看出我們發電機的摩擦力遠小於傳統磨電瓶。



圖 5 測量發電機摩擦力

結論：

發電量夠、摩擦力不會很大，這是符合我們需求的發電機。

討論：

我們要想辦法將發電機裝上腳踏車適當的位置上，而這樣的發電機到底發電電壓、功率如何？是否足以提供多顆白 LED 燈以作為腳踏車照明之用。

研究議題：

測量發電機發電電壓、功率與腳踏車速度的關係。

四、發電機發電電壓、功率與腳踏車速度的關係：

我們找了三台類似的發電機，分別標示為 G1、G2、G3。將發電機以萬用車燈座夾照明燈的位置夾住發電機，安裝至腳踏車上，直接接電表測其電壓與時速的關係，將電表與時速表錄影觀察其數據。



圖 6 將發電機以萬用車燈座安裝至腳踏車上



圖 7 測電壓與時速的關係

表 3 發電機發電電壓與腳踏車速度的關係

發電機	時速 10km/hr 電壓 (V)	時速 15km/hr 電壓 (V)	時速 20km/hr 電壓 (V)
G1	5.76	7.66	10.73
G2	4.63	7.03	8.59
G3	5.97	7.59	10.11

即使時速 10km/hr 的電壓也高於 4.5V，這足以使白 LED 燈亮起。我們將發電機接 15Ω 電阻測其電壓、電流，以測量發電機的發電功率與腳踏車速度的關係。

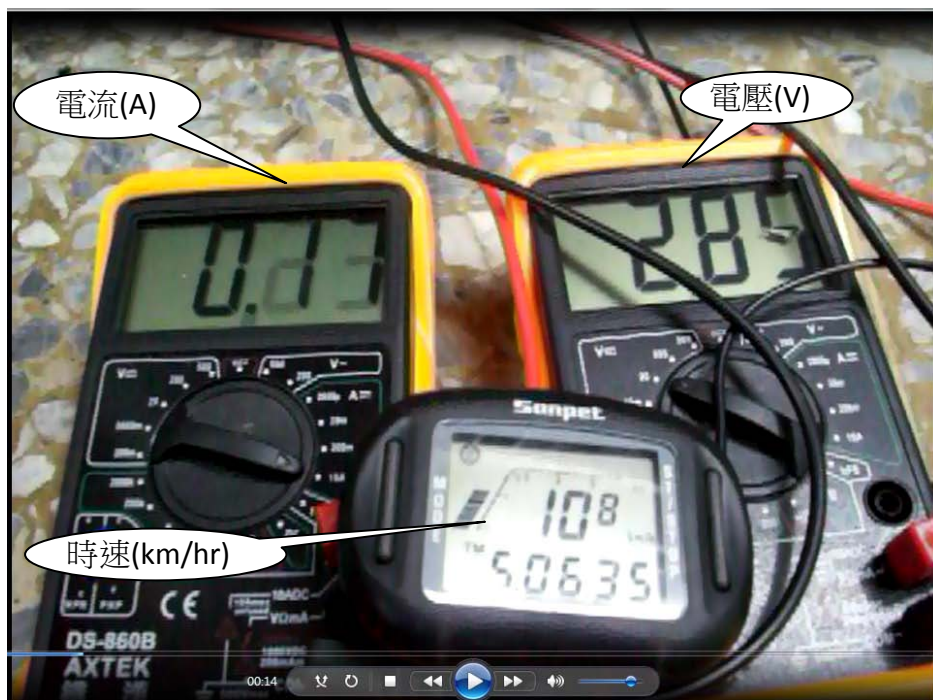


圖 8 測電壓、電流與時速的關係（錄影畫面擷取）

表 4 發電機發電功率與腳踏車速度的關係（接 15Ω 電阻）

發電機 G1	時速 10km/hr	時速 15km/hr	時速 20km/hr
電壓 (V)	3.22	4.33	5.41
電流 (A)	0.19	0.27	0.35
功率 (W)	0.61	1.17	1.89

發電機 G2	時速 10km/hr	時速 15km/hr	時速 20km/hr
電壓 (V)	2.94	4.08	4.98
電流 (A)	0.18	0.26	0.32
功率 (W)	0.53	1.06	1.59

發電機 G3	時速 10km/hr	時速 15km/hr	時速 20km/hr
電壓 (V)	3.21	4.38	5.61
電流 (A)	0.21	0.29	0.36
功率 (W)	0.67	1.27	2.02

功率整理如下：

發電機	時速 10km/hr 功率 (W)	時速 15km/hr 功率 (W)	時速 20km/hr 功率 (W)
G1	0.61	1.17	1.89
G2	0.53	1.06	1.59
G3	0.67	1.27	2.02

三台發電機以時速 10km/hr 的電壓均超過 4.6V（表 3）、功率超過 0.5W（表 4）；時速 15km/hr 的電壓均超過 7.0V、功率超過 1.0W。而三台發電機的效率相差不大。

根據表 1 的白 LED 燈單顆消耗功率約 0.1W，而一般腳踏車上路時速即可達 10km/hr 以上，此時我們的發電機即可超過 0.5W，足以同時提供 5 顆白 LED 亮起照明。但電壓超過 3.8V 會燒毀 LED 燈。即使並聯增加亮度也須對發電機做穩壓、降壓，使電壓維持在 3.0~3.8V，以符白 LED 燈正常發光。

討論：

如此發電裝置的發電量是足以使 LED 燈亮燈並且照明的，但過高與隨速度增加而增加的電壓會損壞 LED 燈，我們需要穩定且適當的電壓與照明裝置。

研究議題：

製作或尋找穩壓裝置。

五、製作或尋找穩壓裝置：

為了穩壓，我們上網查有關穩壓的裝置，其中找到穩壓 IC 是較符合我們需求的，但我們只能找到 5V、3V 的，電壓有特定規格，又會限流，對我們來說，不太適用。

我們每個人家裡都有手機充電座，充電座對電池充電時應是穩定電壓。我們先檢查充電座的輸出、入電壓，在我們檢查的十多個充電座中，除了有些沒有標示之外，其他的輸出電壓都是 4.2V，於是我們找了被淘汰不要的充電座試驗。

表 5 充電座輸入與輸出電壓關係

輸入電壓（V）	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00
輸出電壓（V）	2.30	3.25	4.20	4.28	4.29	4.30	4.32

從上表明顯看出輸入電壓超過 4.2V 時，輸出電壓就會維持在 4.2V 左右。我們可以運用這個容易取得、體積不大又可對鋰電池充電的設備來作為穩壓裝置。

有些充電座，鋰電池是斜插式，容易鬆脫以至於接觸不良，高度又高，只能使用專用電池（電極接頭的關係），使用較不方便。有些品牌的手機充電座設計成使電池平躺，且可充大小不同的鋰電池（同一品牌），這對我們來說就方便多了，又容易安裝於腳踏車上。

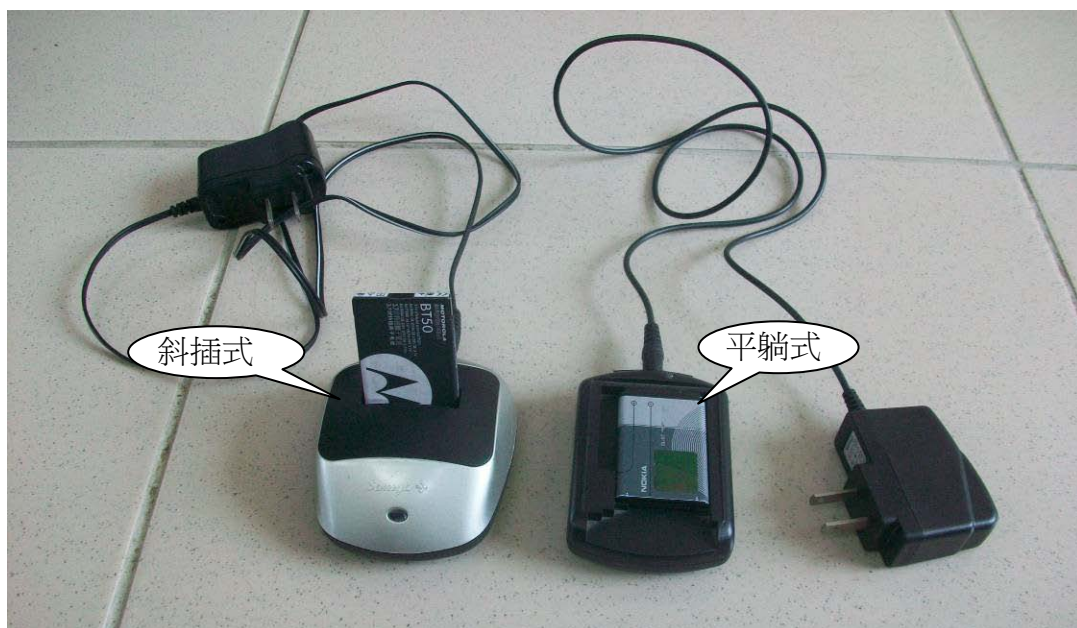


圖 9 充電座

討論：

這樣的穩壓裝置的輸出電壓高於白 LED 燈的適用電壓，我們需降壓以供 LED 燈使用。當然我們也會利用鋰電池儲電。

研究議題：

運用鋰電池充電座製作儲電穩壓照明裝置。

六、製作儲電穩壓照明裝置：

我們以白 LED 燈作為照明時，適用電壓為 3.0~3.8V，而充電座輸出電壓約為 4.2~4.4 V，鋰電池電壓約為 3.6~3.8V，所以我們需降約 0.6V，即可適用充電座輸出或單由鋰電池輸出，均可在白 LED 燈的適用電壓內。

若不安裝鋰電池，直接由發電機透過充電座穩壓發電，以發電機 G1 時速 10km/hr 計，其功率約 0.61W，以每個 LED 燈 0.1W 計，約可使 6 燈同時發光。

我們決定並聯 5 個白 LED 燈，以每個 LED 燈 25mA 計，通過電流約 125mA，

根據歐姆定律 $V = IR$ $0.6 = 0.025n \times R$ $R = 24\Omega/n$ n 為燈泡數

我們可串聯一 5Ω 電阻於 5 顆白 LED 燈前降壓，以使電壓可於安全範圍內。

為了避免電流方向接錯，我們串聯了一個二極體，發現此二極體也會有壓降。我們分別以充電座的 4.2V 與鋰電池的 3.7V 經二極體串接不同數量的並聯 LED 燈來測量壓降，結果如下表。

表 6 二極體降電壓關係

供電壓 (V)	4.2_5 燈	3.7_5 燈	3.7_4 燈	3.7_3 燈	3.7_2 燈	3.7_1 燈
降電壓 (V)	1.18	0.93	0.90	0.96	0.92	0.92

測試結果：

測試結果如下表。

表 7 改裝充電座使用結果

項次	項 目	結 果	照 片
1	外接家用電源不裝鋰電池	可使 LED 燈亮	
2	外接家用電源裝上鋰電池	可使 LED 燈亮	
3	沒有外接家用電源只裝上鋰電池	可使 LED 燈亮	

顯示我們這樣的做法是可將充電座同時作為照明裝置的。那可否以我們的腳踏車發電機充電呢？效果又如何？

研究議題：

測試我們的裝置使用情形。

七、裝置使用狀況：

我們以發電機 G1 裝上腳踏車，裝置 C1 測試。

表 8 我們的裝置使用結果

項次	測 試 項 目	結 果	備 註
1	充電座未裝置鋰電池時，發電亮燈測試	時速 6 km/hr 時即有照明效果，即使時速到達 25 km/hr（差不多是我們的極限），也沒有燒毀 LED 燈的情形，可見穩壓效果良好，裝置可用。	
2	充電座裝上鋰電池（已充電），不接發電機，裝置亮燈測試	裝置就像一支手電筒，發光狀況良好。	
3	充電座裝上鋰電池（已充電），接上發電機，裝置不亮燈，可否充電？	時速 10 km/hr 時，充電指示燈（紅色）亮起，表示可對鋰電池充電。	
4	充電座裝上鋰電池（已充電），接上發電機，裝置亮燈，可否充電？	時速 11 km/hr 時，LED 燈亮，充電指示燈（紅色）亮起，表示此時發電機可同時對 LED 燈與鋰電池供電。	



圖 12 腳踏車發電接至充電座

結論：

我們這樣的裝置是可用的。不但可以當作手電筒使用，又可當作車燈照明用，尤其可以用家用電源充電，也可用腳踏車發電充電。

研究議題：

我們的裝置實用性測試。

八、裝置實用性測試：

以發電機裝上腳踏車，接上充電器，裝上鋰電池，上路測試。我們依不同路況測試。

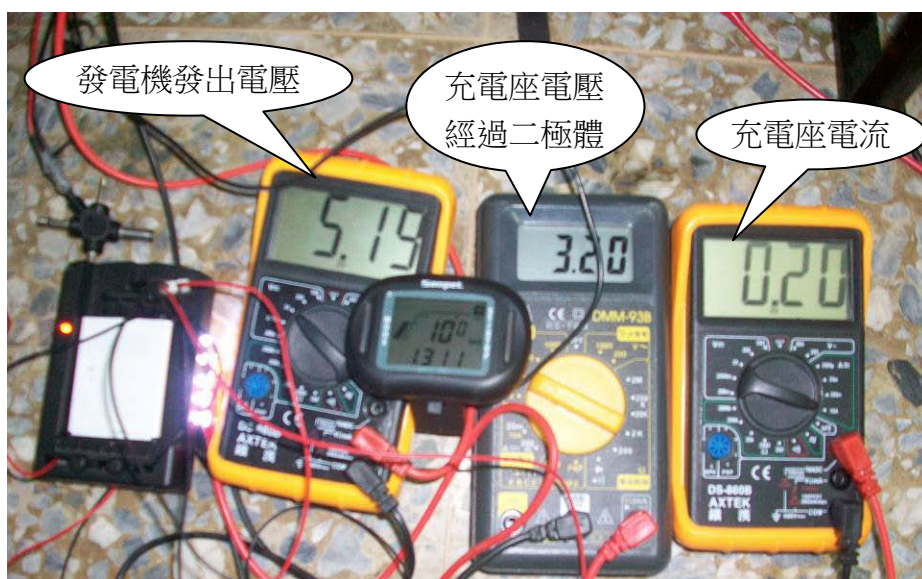


圖 13 充電數據測試

測試 1：

發電機：G1；充電器：C1；鋰電池：B1；上路時間：2 分鐘；最高速率：21km/hr；
平均速率：9km/hr

表 9 測試 1 數據

項目	熄燈電壓 (V)	亮燈電壓 (V)	充、放電時間
充電前	2.73	2.50	亮燈充
充電後	2.96	2.63	充電 2 分鐘
放電後	2.73	2.50	放電 16 分鐘 51 秒

放電時間約為充電時間的 8 倍。

測試 2：

發電機：G3；充電器：C1；鋰電池：B1；上路時間：2 分鐘；最高速率：18km/hr；
平均速率：7km/hr

表 10 測試 2 數據

項目	熄燈電壓 (V)	亮燈電壓 (V)	充、放電時間
充電前	2.72	2.49	亮燈充
充電後	2.91	2.61	充電 2 分鐘
放電後	2.72	2.49	放電 16 分鐘 51 秒

放電時間約為充電時間的 8 倍。

測試 3：

發電機：G3；充電器：C1；鋰電池：B1；上路時間：2 分鐘；最高速率：20km/hr；
平均速率：14km/hr

表 11 測試 3 數據

項 目	熄燈電壓 (V)	亮燈電壓 (V)	充、放電時間
充電前	2.74	2.50	熄燈充
充電後	3.00	2.67	充電 2 分鐘
放電後	2.74	2.50	放電 23 分鐘 0 秒

放電時間約為充電時間的 11 倍。

雖然我們的測試電壓偏低（電壓變化較明顯，容易看出充電、放電情形的比較，電壓高時較穩定，不易看出變化），放電功率較小，以致於放電時間較長。但若以功率看來，時速超過 15km/hr，功率即超過 1W，超過照明時的 0.5W，多出來的電能即能儲存於鋰電池中，供停車時的照明、警示或其他需用電的情況使用。

九、當腳踏車有了電源之後：

我們的裝置裝上腳踏車後，鋰電池是一個穩定的電源，又可用腳踏車本身充電，是一個可以帶著走的電源，所以當腳踏車有了電源之後，我們的野心也就愈來愈大了，除了照明燈之外，我們的電源還能同時做什麼呢？

（一）如果警示尾燈也用我們這個電源可以嗎？

測試：亮燈同時使用尾燈。

結果：二者均可以正常使用。但是電池電壓太低時，當警示尾燈以閃爍模式亮燈時，照明燈會跟著閃爍，我們認為這有警示作用，還是可用。

（二）腳踏車是不是可以像機車一樣有方向燈？

測試：於腳踏車把手兩端與後座左右兩側分別裝上閃爍 LED 燈、單刀雙向開關，控制左轉或右轉警示。電源還是來自我們的儲電裝置。

結果：亮燈同時使用尾燈再使用方向燈。還是都可使用。

（三）腳踏車是不是可以像機車一樣有喇叭？

測試：於把手右端安裝按壓開關控制喇叭。電源還是來自我們的儲電裝置。

結果：亮燈同時使用尾燈、方向燈再使用喇叭，還是都可使用。但使用 3V 蜂鳴器作為發音裝置時，按下喇叭時尾燈會熄滅，所以我們改用廢棄鬧鐘拆下的鬧鈴裝置作為喇叭就不影響尾燈作用了，但音量不大。若改裝門窗磁簧警報器就大聲多了，且不會使尾燈熄滅，是我們選用的發音器。



圖 14 照明、警示、方向燈與喇叭都使用同一電源

（四）裝上音響、導航機、攝影機．．．．．，太貪心了。一顆小小電池同時使用太多電器會影響其壽命，有需要才安裝，不需要的不要裝。

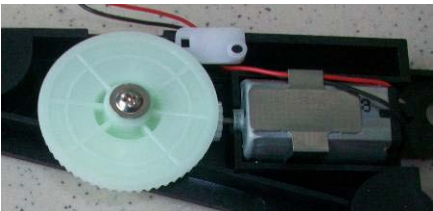
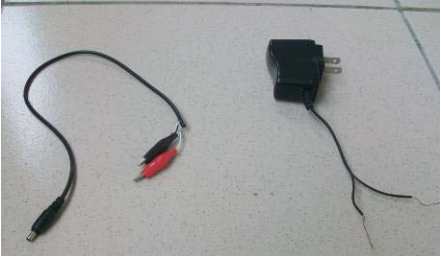
結論：

我們這樣的裝置，擴充性很強，當然不能無限制的使用，但可依使用者的需求而安裝或拆除某些裝置，使騎腳踏車更方便、安全而有趣。

十、如果你也想要做一台：

我們整理的製作程序如下表，材料大部份是易找到的廢棄電子產品：

表 12 製作程序

次序	做法	以我們做的為例
1	找到適用發電機。	光碟機內有直交軸的馬達組。 
2	安裝於腳踏車輪上，確定正負極。	以萬用腳踏車燈夾來固定。 
3	改裝廢充電座電源線(須有變壓整流過，市面上大部分充電座是此種)：將電源線剪斷，充電座端依正負極可接上鱷魚夾接至發電機；變壓整流端作為日後須以家用電源充電時，接上充電座。	
4	騎車試驗指示燈是否亮起，若可亮燈表示可對鋰電池充電。	
5	安裝需要的電器設備。	以 3V 稽納二極體降壓後，接上照明、警示、方向燈與喇叭。(參考圖 14)

伍、研究結果：

- 一、我們的裝置在時速約 6km/hr 時即有照明功效，10km/hr 時可充電，對於我們一般在公路上騎車是足夠的。利用腳踏車輪摩擦轉動輕的小馬達發電時的轉數很大（10km/hr 時約 150 轉/秒），適當地安裝至腳踏車上，可利用來發電供腳踏車照明等使用。
- 二、鋰電池充電座是很好的穩壓裝置，改裝成照明設備，除可單獨作為手電筒，還可裝於腳踏車上做為照明裝置，尤其可以一邊騎車一邊充電，方便實用。
- 三、就算沒有鋰電池，我們的充電座接上腳踏車發電機，可以即時發電作為照明與警示作用。
- 四、我們利用「廢棄的」光碟機、手機電池充電座與鋰電池所改裝成的腳踏車發電充電儲電裝置，利用廢棄物再造新生命，為環保盡一份心力。
- 五、我們的裝置使腳踏車有了電源，除了照明之外，還可加裝其他安全裝置如警示燈、方向燈等。又因可充電，可以對鋰電池充電，供其他電器如手機、數位相機、MP4 等小電器使用，方便性及相容性相當大。增加行車趣味及安全性，尤其遇緊急狀況時，這唾手可得的電能，可能發揮救命的效果。

陸、討論：

- 一、我們用很簡單、易取得的廢棄物與工具，裝置完成實用性高的腳踏車發電儲電裝置，一套花費不到 100 元（不包括警示、方向燈與喇叭），比起市售產品便宜又實用。我們看到一篇報導（參考資料七(七)），說研發腳踏車發電儲電裝置花了一千萬，讓我們更覺得我們的研究更有價值。
- 二、若接頭作適當的安裝（規格化），腳踏車旅行就不怕手機或數位相機沒地方充電了。我們找到一台可調整電池電極位置的充電座，對不同廠牌的鋰電池適用性大增，大部分鋰電池均可充電。
- 三、裝卸不太方便。若有專用的夾具會更穩固，尤其不需發電時可使發電機脫離，減少行車時的摩擦。
- 四、如果腳踏車的把手是鐵製品，就可用磁鐵固定物品。我們從光碟機讀寫頭附近拆下小強力磁鐵黏貼在充電座底部，可固定於把手上，取下又方便。但遇顛頗路面要小心震掉了。

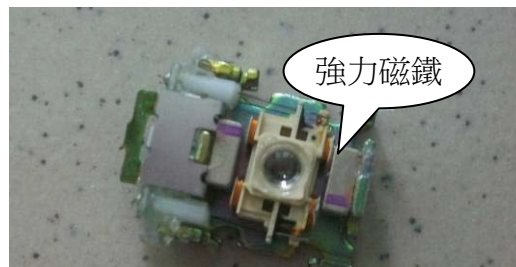
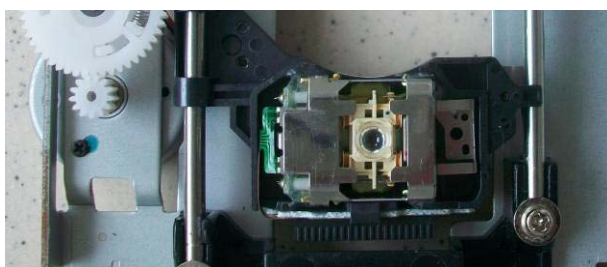


圖 15 光碟機讀寫頭附近的強力磁鐵

五、我們改裝的充電座後來發現不亮燈時會有弱電流。我們加裝一總開關於不使用時關閉，以免電池因長時間而漸耗盡。

六、可以考慮用多個鋰電池並聯，提高蓄電量或作為備用電池。

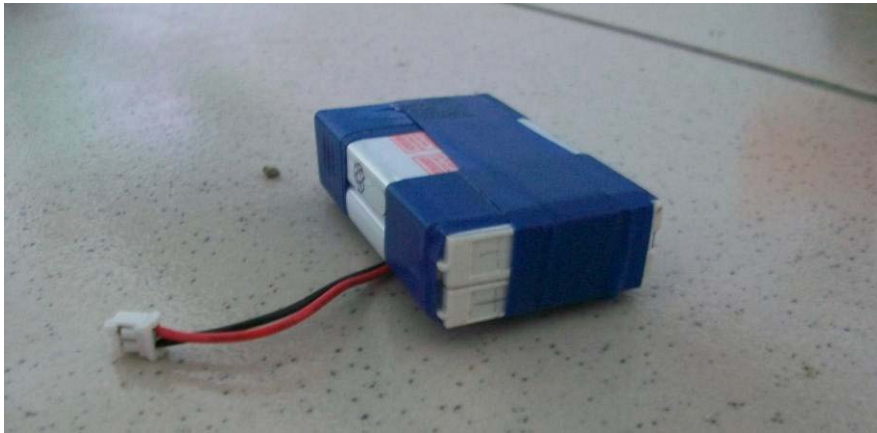


圖 16 二個鋰電池並聯可增加蓄電量

柒、結論：

- 一、我們在市场上目前沒有看過這類產品，尤其利用身邊易取得的廢棄物與很少的費用，組合成好用且很有用的腳踏車發電儲電裝置，值得推廣，讓更多人為我們的環保盡一份力。
- 二、如果腳踏車都能有如此的裝置，則大大增加行車安全性與樂趣，又能減少乾電池與家用電源的使用，真是一機多用，一舉數得。
- 三、我們的裝置已達成我們騎車發電的目標。像我們這樣的裝置簡單易取得又易裝置完成，一般的國中同學就可獨力完成，是平易近人的構思，可以增加學習的樂趣與成就感。

捌、參考資料：

- 一、尤丁玫 (2009)：國民中學自然與生活科技，第五、六冊、康軒版
- 二、張耕睿(2009)：「屋頂亮晶晶-設計【自然排風器發電機】之發電研究」第 49 屆中小學科展國中組(生活與應用科學組佳作)
- 三、林冠禎 (2006)：「風兒慢慢吹—小巧風力發電機」第 46 屆中小學科展國中組（生活與應用科學科）
- 四、王伯森(2005)：「我的手電筒一直有電喔!」第 45 屆全國中小學科展國中組（生活與應用科學科第三名）
- 五、劉璦瑜(2008)：「愈走愈來電-腳踩發電機之研究」第 48 屆中小學科展國中組（生活與應用科學科）

六、陳彥輔（2009）：「節能減碳，化腐朽為神奇-光碟及與手機合體」第 49 屆中小學科展國中組（生活與應用科學科第三名）

七、網頁與其他資料

- （一）國立台灣科學教育館 歷屆優勝作品 <http://www.ntsec.gov.tw/m1.aspx?sNo=0000263>
- （二）勤益科技大學師生利用回收腳踏車等零件，組裝成「回收概念健身腳踏車」 <http://n.yam.com/tlt/garden/200903/20090314892641.html>
- （三）踩腳踏車助發電 省電費又可減肥<http://tw.myblog.yahoo.com/jw!gfF5gRmaQE5oQtPhRc1MyCLDsQ--/article?mid=348>
- （四）迷你風力發電機 可節能源省電費http://www.tvbs.com.tw/news/news_list.asp?no=yehmin20070417081803
- （五）裝在車鼓免電池發電<http://blog.roodo.com/erventure/archives/7313373.html>
- （六）自製線圈發電 http://science.lishin.tcc.edu.tw/up48/111_b.doc
- （七）騎單車發電！ 公司老闆花千萬研發 <http://tw.myblog.yahoo.com/jw!JTBpb2SGSE8GvjU.8qx4Pw--/article?mid=4576>

【評語】 030802

利用目前大家所頭痛的廢電池，改裝成穩壓裝置，進而設計
電路儲電，也實際應用到腳踏車上，效果好。