彰化縣 107 學年度國民中小學學生獨立研究作品徵選

作品說明書（封面）

作品編號：21005

組別：

■國小組　□數學類

□國中組　■自然與生活科技類

□人文社會類

作品名稱：太陽公公的秘密

**第一階段 研究訓練階段（由教師撰寫）**

**一、近二年學校獨立研究課程之規劃**

（一）. 學習獨立研究概念與研究方法、練習研究方法與步驟、激盪有興趣之主題。

（二）. 著手進行獨立研究資料蒐集、整理、分析、統整與撰寫。

（三）. 文獻閱讀與報告。

（四）. 修改研究報告成果、PPT 製作、訓練口頭報告、省思與分享。

**二、學校如何提供該生獨立研究訓練**

（一）. 從解決問題概念切入，讓學生了解獨立研究的意義與目的，並了解研究方法與步驟，以備往後的研究所需。

（二）. 給予學生針對某研究的方法了解研究步驟。協助學生理解研究方法的運用，排除對繁瑣過程的恐懼。

（三）. 以討論的方式激盪學生有興趣的主題，並引導學生聚焦於可行方向，讓學生對廣泛的興趣聚焦於明確的主題。

（四）. 引導學生提出可討論的問題及欲達成的目的。讓學生針對感興趣的主題蒐集資料、整理資料、分析資料，對能統整相關的資訊，以符合研究目的與問題。

（五）. 研究內文進行撰寫。老師是提供協助的引導者，學生是整個研究的主角，給予學生對學習負責的機會。

（六）. 完成研究報告後，學生學習製作簡報 PPT，並學習如何對自己的研究報告做口頭報告，訓練口頭表達能力。

（七）. 最後，回顧獨立研究的過程，做省思與心得分享。

## 第二階段 獨立研究階段(由學生撰寫)

### 一.研究動機

最近兩年來，陸陸續續看到有很多學校的屋頂都架起了太陽能板，在進行綠能發電，以減緩地球的暖化。我常常很好奇地看著它們，想著:那個用太陽能板做的屋頂，看起來並沒有甚麼特別，它真的能發電嗎?

有一次露營時，因為陽光非常強，我們被曬得滿身大汗，於是，我們跑到樹蔭下坐著乘涼,拿出手機要播放音樂,突然...手機顯示:電量不足!因為,我們租的露營地是不提供臺電電力的,使得我們因為手機不能充電,所以，一首歌都不能聽。這時，我們開始一人一句的說著:如果，我們能有一塊太陽能板手機充電器的話，就可以走到哪裡充電到哪裡，不用怕像前年的除夕夜一樣，在合歡山上的小溪露營地時，因為，一路上拍照，到了傍晚時，手機就已經沒電了，而山上根本就沒有任何的充電站，瞬間覺得和世界失聯是一件很可怕的事。如果，身邊有太陽能手機充電器的話，那麼在山裡迷路的登山客,也就不用擔心手機沒電,無法對外聯絡或使用 GPS 定位了。

我們知道太陽能有源源不絕的能量，是目前潔淨的能源之一，只要照射得到陽光的地方都能利用太陽能板發電，而且，在發電的過程並不會有碳排放汙染環境。

回到家後，我們就開始看一些關於太陽能板的介紹，想了解太陽能板的分類、影響太陽能板發電的因素...等，並想要製作一塊屬於自己的太陽能手機充電器。

### 二.擬定正式計畫、研究問題及工作進度表

#### (一).擬定正式計畫

## （二）.擬定研究問題

1. 探討認識太陽能
2. 探討太陽能板如何產生電能及應用
3. 測試太陽能光照所產出的電能變化
4. 製作簡易的太陽能手機充電板及做串、並聯測試認知
5. 探討並記錄，太陽能板的溫度與其發電功率的關係

## （三）.擬定工作紀錄表

表一.擬定工作紀錄表

| | 六月 | | | 七月 | | | 八月 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 文獻探討 | V | V | V | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 擬定問題 | | V | V | V | V | | | | |
| 記錄發現 | | V | V | V | V | | | | |
| 擬訂計畫 | | | | V | V | | | | |
| 進行實驗 | | | | V | V | V | | | |
| 撰寫報告 | | | | | | V | V | V | V |

## 三. 彙整相關文獻

能源耗竭是本世紀最需要面對與解決的問題，科學家預估石油約可再用 40 年、天然氣約 60 年，到那時，我們該如何走下去呢？太陽在宇宙裡，就像一顆永不熄滅的火球，它提供著光和熱，並照射著我們的地球。我們應利用它無噪音、無污染來轉換成光電和光熱，藉由太陽光和熱來提供生活所需的能源，以達到低汙染排放。

太陽能電池是以半導體製程的製作方式做成的,其發電原理是將太陽光照射在太陽能電池上，使太陽能電池吸收太陽光能透過晶片的 p-型半導體及 n-型半導體使其產生電子(負極)及電洞(正極)，同時分離電子與電洞而形成電壓降，再經由導線傳輸至負載。

太陽光電發電系統主要是由太陽能電池組列、電力調節器、配線箱、蓄電池等所構成，發電板有:單晶矽、多晶矽、薄膜式、非晶矽(鎵)等。發電轉換系統則有:獨立型與市電並聯型兩種。獨立型太陽能系統由白天發電提供負載及儲存充電，夜間由電池供電轉換，可以自給自足，適合市電無法抵達的偏遠地區。市電太陽光電系統，與台電並聯負載發電，有陽光時由系統並聯供電負載，無陽光及夜間時由台電供電，不需蓄電池，缺點是台電停電時，即會受到影響而無法使用、無防災功能。

## 四. 資料分析

### (一). 探討認識太陽能

圖 1 單晶矽

1.單晶矽太陽能光電池是目前效率最高的晶矽太陽能光電池 (目前約 20-22%)，以矽結晶半導體製成，單晶矽電池在製造過程中加入拉晶(長晶)程序，使結晶程序往同一方向前進，因此光電轉換效率較高，也使得成本相對增加

圖 2 多晶矽

2.多晶矽電池在提煉出高純度結晶矽後直接混合加壓，形成結晶塊後再切割成晶元，而多晶矽成本比單晶矽低許多，製程上也比較簡單，其它原理與單晶矽電池大致相同，轉換效率 18%-20%。

圖 3 薄膜式

3.薄膜式太陽能電池一般效能不高(13%-15%)，但近年來研發技術朝向柔軟與輕量度發展，並與建築材料相結合，可使用在大樓外牆塗裝，或製成半透光玻璃材質，以增加建築結構的附加價值。

圖 4 金色砷化鎵

4.砷化鎵太陽能電池轉換率高(約 40%)、耐溫性好、弱光性佳，但成本昂貴，多用於航太衛星。

## (二).探討太陽能板如何產生電能及應用

### 1. 太陽能板如何產生電能

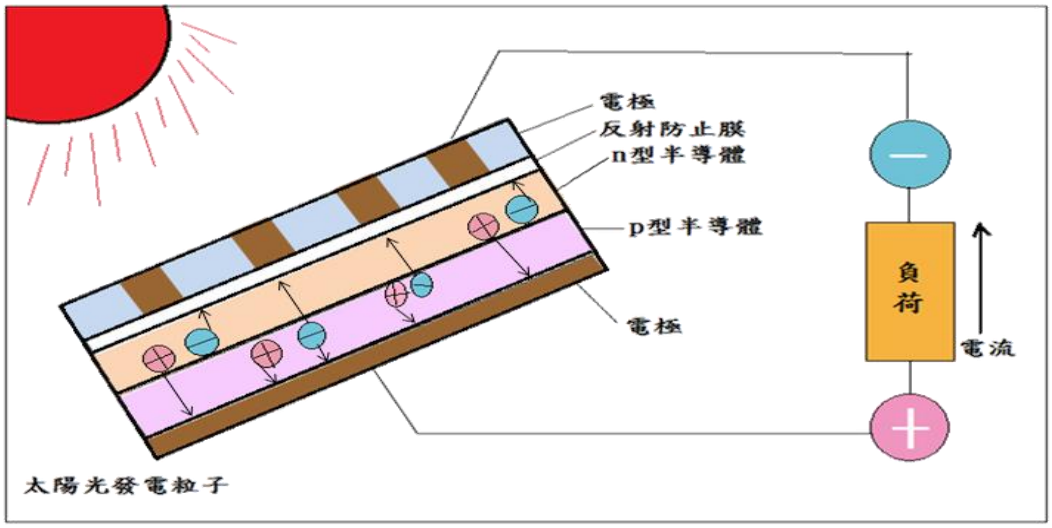



圖 5 晶矽片發電示意圖

太陽能電池其發電原理是將太陽光照射在太陽能電池上,使太陽能電池吸收太陽光能,透過晶片的 p-型半導體及 n-型半導體使其產生電子(負極)及電洞(正極),同時分離電子與電洞而形成電壓降,再經由導線傳輸至負載。

### 2 .探討太陽能板如何應用及供電種類的認知

#### (1).光伏應用(太陽能發電)—

太陽能光伏發電系統,主要是由太陽能板組列、電力調節器、配線箱、蓄電池所構成,發電板有:單晶矽、多晶矽、非晶矽(鎵)及薄膜式等。轉換電力系統區分為:並聯型系統與獨立型系統,可依用戶所需,做不同選擇、購買及應用。

#### (2).並聯型系統圖示

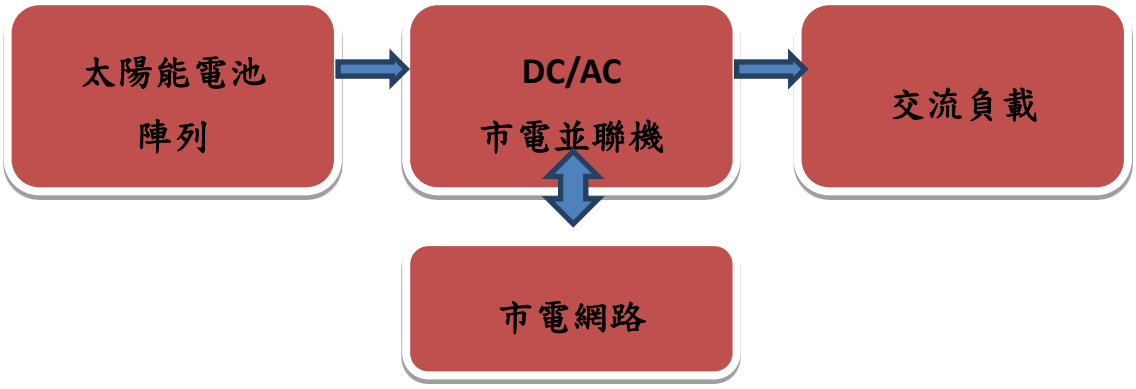



圖 6 並聯型系統(Grid Connected)

優點:線路簡單並與台電並聯負載發電，有陽光時由系統供電負載，使用相位自動零點追蹤定位並聯供電，不須蓄電池，無陽光及夜間可自動轉換台電供電。

缺點:當發電量大於耗電量時，因與台電並聯，多餘電力將從電錶處匯到其它用戶端使用，不適合一般白天無用電戶，且無防災救急功能（台電停電時會受到影響），主要適用於賣電給台電。

**(3).獨立型系統圖示**

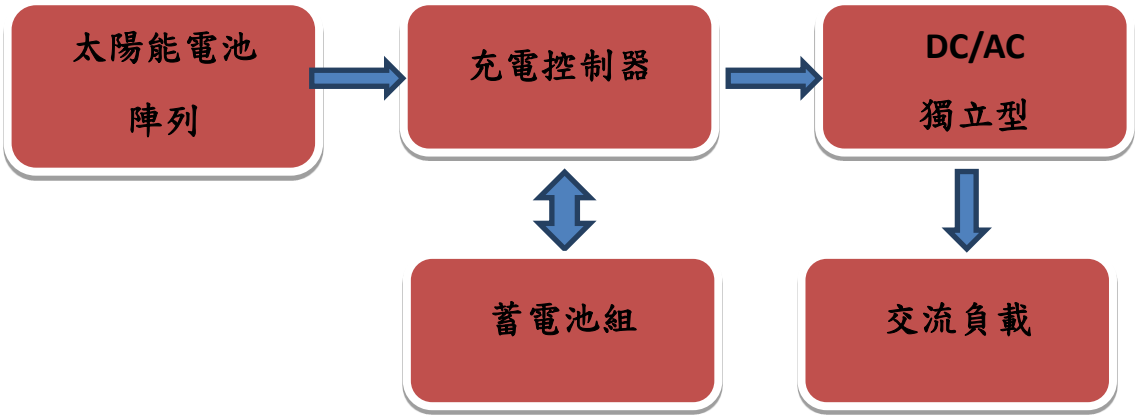
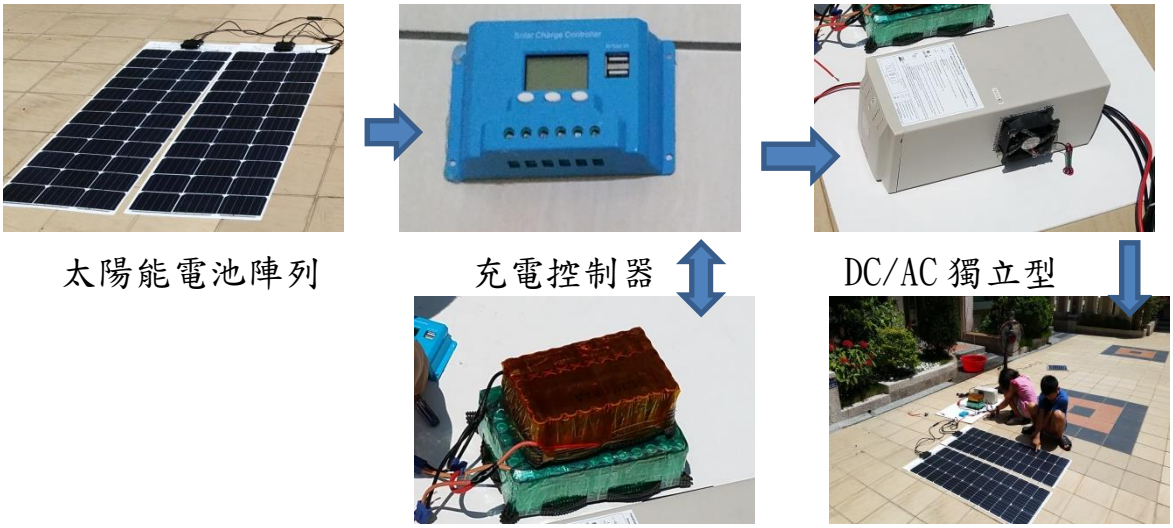



圖 7 獨立型系統




優點:白天發電提供負載及儲存充電，當日照強度較高時，所產生的電力除可提供負載使用外，亦能將多餘發電儲存於電池組，供夜間、停電、救災負載應用，即使無台電仍可以自給自足。

缺點:線路較多、增加電池組所需花費較高、無法與台電同時並聯使用。

**(三). 測試太陽能光照所產出的電能變化**

**1. 將 20W 的太陽能板置於陽光下，測試不同照度時，太陽能板產生的電壓及電流。**

圖 8 測量光照流量與發電關係

圖 9 測量照射角度功率關係

圖 10 測量噴泉高度與照射角度功率關係

圖 11 測量紀錄電壓與電流

**2.測試太陽能板中的一塊晶圓遮擋陽光後產生情形作紀錄**

圖 12 未遮擋情形紀錄

圖 13 遮擋一片晶圓情形紀錄

**(四).製作太陽能晶片手機充電板及做串、並聯測試認知**

**1.研究器材**

太陽能矽晶片、焊帶(串接線、匯流排)、各式太陽能板、水泵、穩壓器盒、太陽能控制器、逆變器(獨立型、並聯型)24V 電池、電線、烙鐵、焊錫、助焊劑、象棋木板、量角器、照度計、EVA 膠帶、三用電表、各式起子、鉗子、AB 膠、白熾檯燈、臉盆。

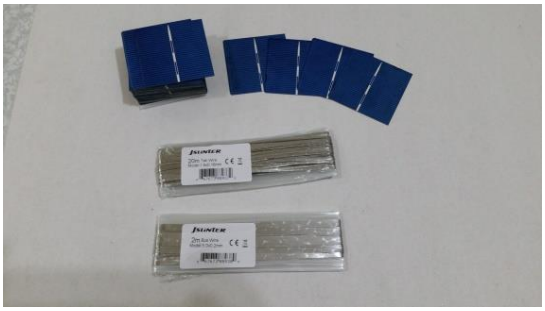


圖 14 太陽能晶片、焊帶

圖 15 太陽能板(多晶、單晶、薄膜式)

圖 16 太陽能控制器、照度計、測溫器

圖 17 水泵、臉盆

圖 18 逆變器(並聯型、獨立型)

圖 19 電池、各式鉗子、起子

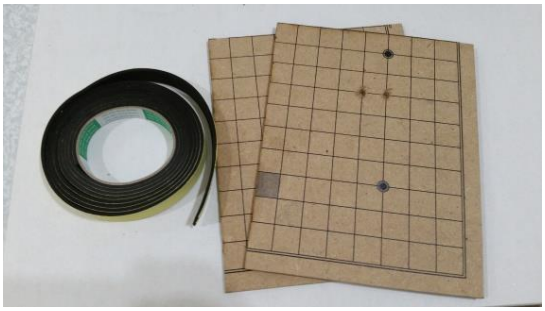


圖 20 EVA 膠帶、象棋木板

圖 21 透明 A B 膠

圖 22 三用電表、白熾檯燈

圖 23 烙鐵、焊錫、助焊劑

## 2.製作流程圖說

圖 24 先接出兩極(正負極端)

圖 25 將串接線焊於晶片上

圖 26 串聯測試(2 串)

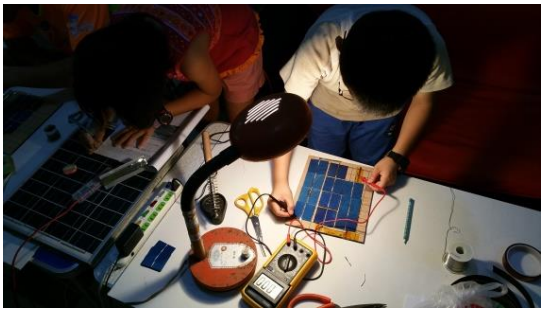


圖 27 串聯測試紀錄(11 串)

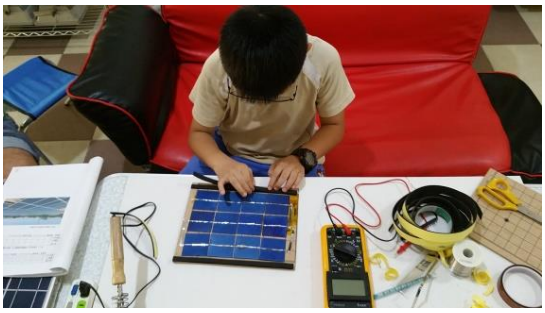


圖 28 外圍貼上 EVA 泡棉膠帶

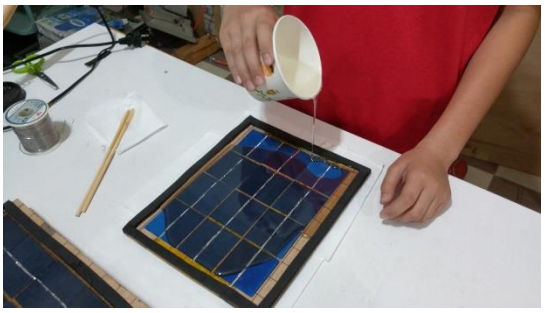


圖 29 A.B 膠調合，開始封裝

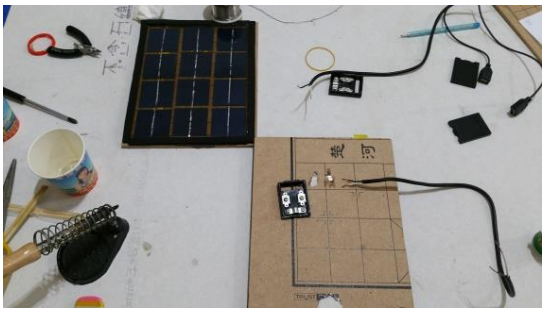


圖 30 封裝後背板接上電極盒

圖 31 完成後進行並聯測試紀錄

## (五).探討並記錄，太陽能板的溫度與其發電功率的關係

以下測試，由兩塊 270 瓦的多晶太陽能板串聯測得，於天氣晴朗、穩定的狀況下，曝曬太陽能板後，在第三分鐘時，為太陽能板做潑水降溫並記錄的觀察情形。(太陽能板標示:最佳發電滿載溫度為 25 度 C)

圖 32 實測太陽能板溫度

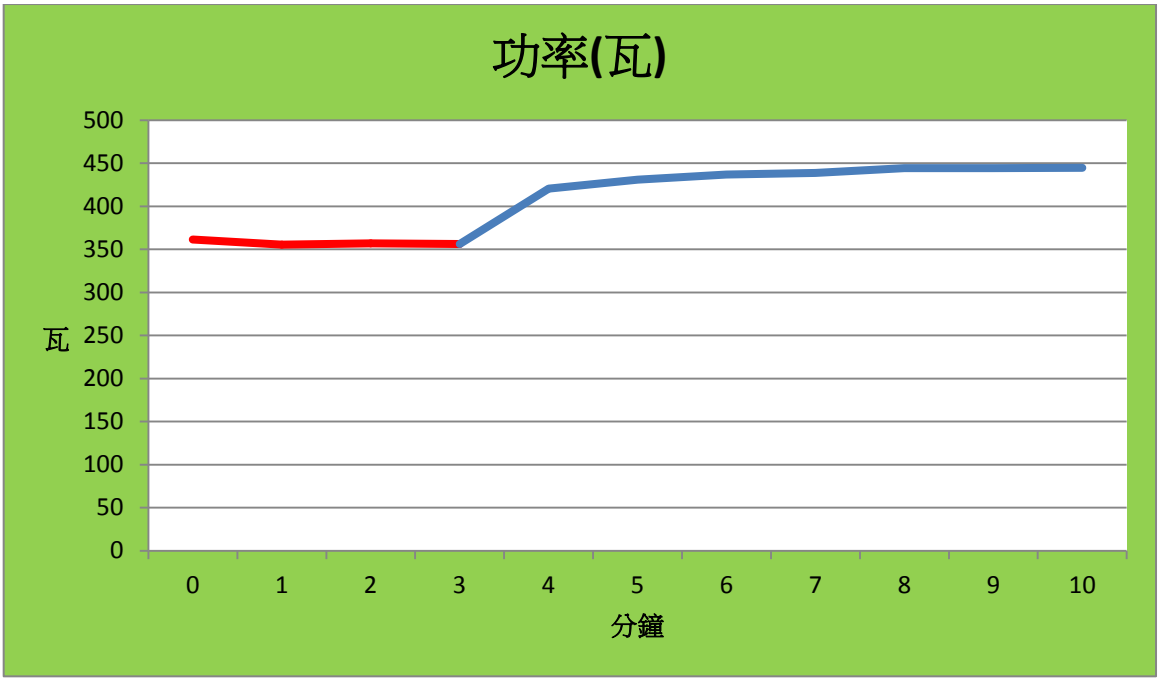
圖 33. 3 分鐘後潑水降溫測試紀錄

表 2 太陽能板的溫度與其發電功率的關係紀錄表

| 時間(分) | 功率(瓦) | 電壓(伏特) | 電流(安培) | 溫度(度 C) |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 361.5 | 51.08 | 7.08 | 67 |
| 1 | 355.3 | 51.06 | 6.96 | 66.8 |
| 2 | 357.1 | 51.07 | 6.99 | 67.1 |
| 3 | 356.1 | 51.06 | 6.97 | 67 |
| 4 | 420.6 | 51.3 | 8.20 | 47 |
| 5 | 431.1 | 51.4 | 8.39 | 40.6 |
| 6 | 436.9 | 51.47 | 8.49 | 41.0 |
| 7 | 438.6 | 51.55 | 8.51 | 41.1 |
| 8 | 444.4 | 51.62 | 8.61 | 42.2 |
| 9 | 444.3 | 51.67 | 8.60 | 44.8 |
| 10 | 444.7 | 51.72 | 8.60 | 45.3 |

因太陽能板無法瞬間降溫，所以，所測得的功率和表面溫度間會有些延遲反應時間。

圖 34 太陽能板的溫度與其發電功率的關係圖



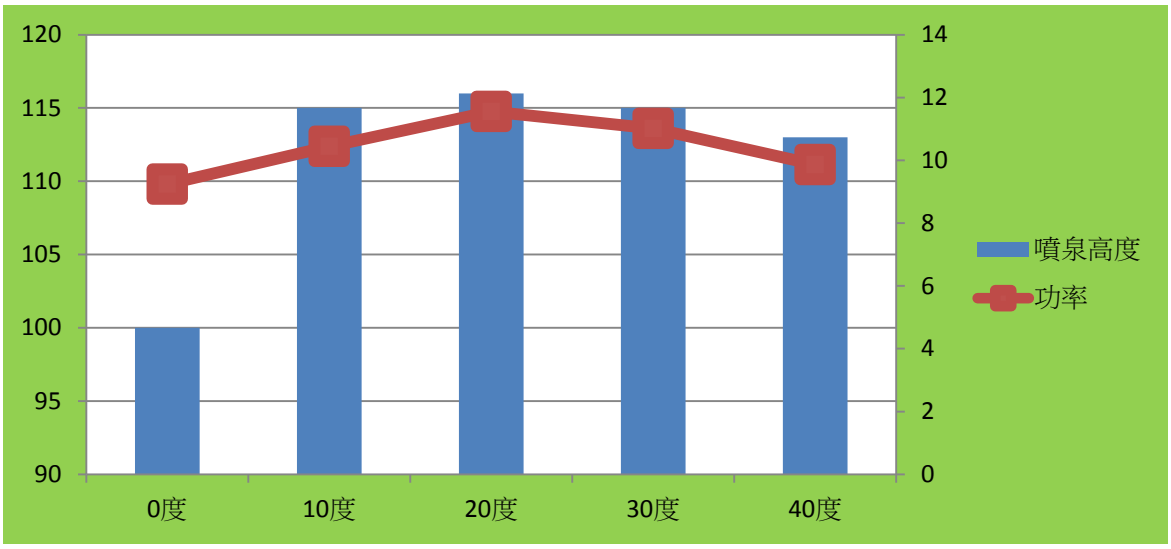

## 五. 究結果與討論

### (一). 測試 20W 太陽能板光照所產出的電能及噴泉變化

表 3. 不同光照角度電壓(V)、電流(I)關係即可帶動噴泉高度　(7 月 21 日約 11 時測試)

| 光照角度 | 0 度 | 10 度 | 20 度 | 30 度 | 40 度 |
|---|---|---|---|---|---|
| 噴泉高度 | 100 cm | 115 cm | 116 cm | 115 cm | 113 cm |
| 電流(A) | 0.66 | 0.72 | 0.76 | 0.72 | 0.68 |
| 電壓(V) | 14 | 14.5 | 15.2 | 15.3 | 14.5 |
| 功率(W) | 9.24 | 10.44 | 11.55 | 11.01 | 9.86 |

圖 34. 光照角度關係及功率柱狀圖




由表可知，光照角度會影響太陽能板發電之功率，太陽能板在垂直與陽光照射時的發電效能最高。

20 度>30 度>10 度>40 度>0 度

## (二). 測試太陽能板中的一塊晶圓遮擋陽光後產生情形作紀錄

表 4

| 項目 | 電壓(V) | 電流(A) | 功率(W) |
|---|---|---|---|
| 未遮蔭 | 15.3 | 1.15 | 17.5 |
| 遮蔭一晶圓 | 12.6 | 0.32 | 4 |

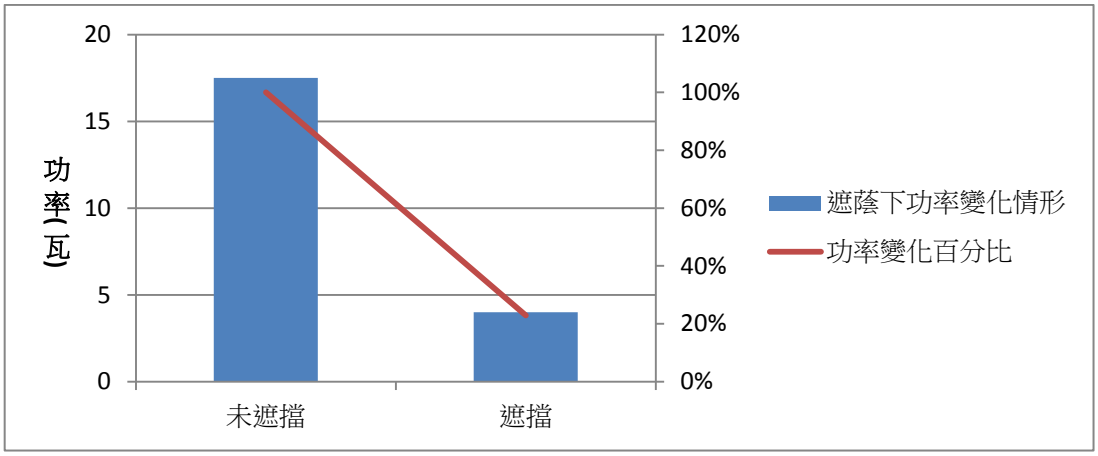



圖 35. 單晶圓被遮擋後功率變化情形

## (三)探討陽光照度與太陽能板發電功率之關係

將 20W 的太陽能板置於陽光下，測試不同照度時，太陽能板產生的電壓及電流，並將電壓及電流換算成功率，結果如表 5.4。

表 5.不同照度時太陽能板產生的電壓與電流

| 照度 (Lux) | 電壓 (V) | 電流 (mA) | 功率 (W) | 照度 (Lux) | 電壓 (V) | 電流 (mA) | 功率 (W) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1000 | 12.9 | 6.4 | 0.08 | 19K | 19 | 200 | 3.80 |
| 2000 | 14.2 | 10.5 | 0.15 | 20K | 18.95 | 210 | 3.98 |
| 3000 | 15.07 | 15.3 | 0.23 | 21K | 19.14 | 230 | 4.40 |
| 4000 | 16.55 | 29.8 | 0.49 | 22K | 19.16 | 260 | 4.98 |
| 5000 | 17.23 | 41.8 | 0.72 | 23K | 19.18 | 260 | 4.99 |
| 6000 | 17.47 | 46.8 | 0.82 | 24K | 19.18 | 270 | 5.18 |
| 7000 | 17.79 | 56.8 | 1.01 | 25K | 19.16 | 270 | 5.17 |
| 8000 | 17.80 | 76.5 | 1.36 | 26K | 19.22 | 270 | 5.19 |
| 9000 | 18.02 | 91.3 | 1.65 | 27K | 19.15 | 270 | 5.17 |
| 10000 | 18.12 | 95.0 | 1.72 | 28K | 19.3 | 270 | 5.21 |
| 11K | 18.5 | 98.6 | 1.82 | 29K | 19.3 | 270 | 5.21 |
| 12K | 18.30 | 111.21 | 2.04 | 30K | 19.28 | 270 | 5.21 |
| 13K | 18.35 | 117.8 | 2.17 | 40K | 19.6 | 280 | 5.49 |
| 14K | 18.42 | 121.2 | 2.23 | 50K | 19.71 | 380 | 7.49 |
| 15K | 18.56 | 136.2 | 2.53 | 60K | 19.68 | 420 | 8.27 |
| 16K | 18.65 | 143.3 | 2.67 | 65K | 19.87 | 720 | 14.31 |
| 17K | 18.66 | 157.1 | 2.93 | 70K | 19.8 | 770 | 15.25 |
| 18K | 18.82 | 175.6 | 3.30 | 80K | 20.4 | 830 | 16.93 |

註:電壓為空載、電流為短路電流、流明為照度。

由紀錄表 5 可知:太陽能板的照度和功率成正比關係。

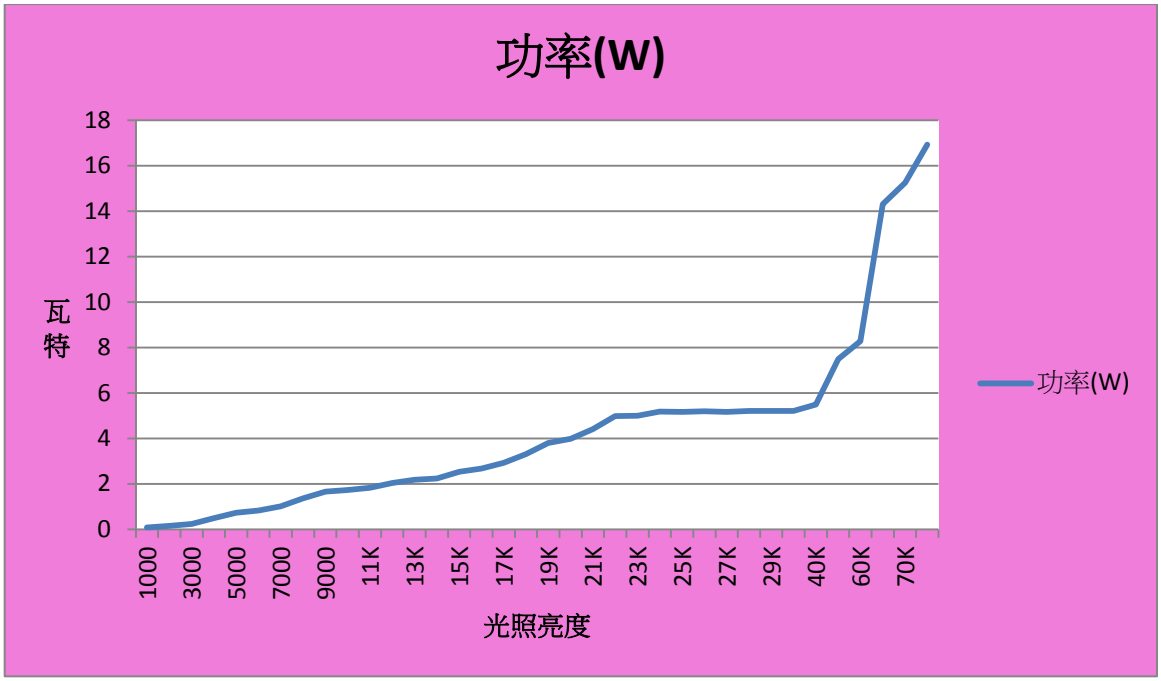



圖 36. 光照功率曲線圖

**(四). 製作太陽能晶片手機充電板及做串、並聯測試認知**

1. 以白熾燈(高度固定約 40cm、90 度角，測試光照約 3000 流明)照射太陽能板，使用三用電表測試太陽能板在串聯時產生電壓(V)、電流(I)變化，結果如表 5.1 所示：

圖 37 測量記錄情形

圖 38 測量記錄情形

表 6. 太陽能晶片串聯數與電壓(V)、電流(I)關係

| 晶片數 | 電壓 V | 電流 mA | 晶片數 | 電壓 V | 電流 mA |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.5 | 89 | 7 | 3.66 | 91.1 |
| 2 | 1.05 | 104 | 8 | 4.22 | 90.6 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 1.55 | 83.7 | 9 | 4.7 | 95.8 |
| 4 | 2.05 | 95 | 10 | 5.12 | 96.1 |
| 5 | 2.55 | 98 | 11 | 5.66 | 98.7 |
| 6 | 3.16 | 100 | 12 | 6.18 | 98.5 |

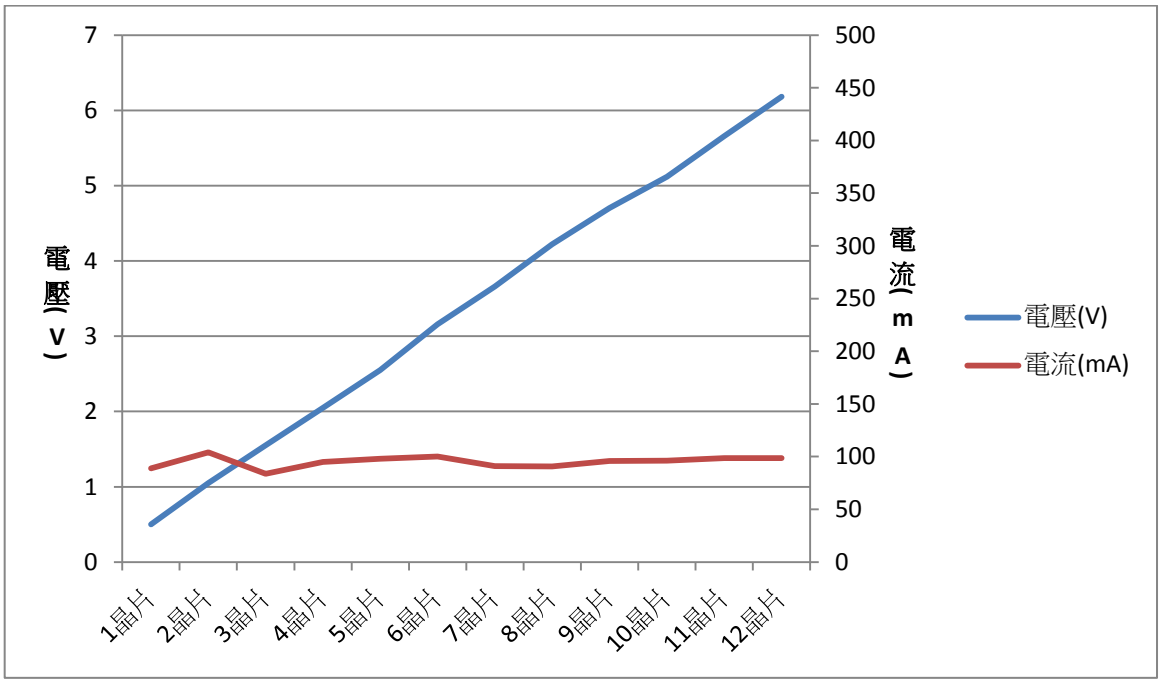



圖 39. 電池晶片串聯曲線圖

我們發現晶片串聯時，電壓穩定遞增，電流在 95mA 上下沒有穩定增加

相關公式:串聯電壓 $V=V_1+V_2+V_3+V_n$，串聯電流 $I=I_1=I_2=I_3=I_n$。

表 7. 太陽能板在陽光下測試並聯數與電壓(V)、電流(I)關係

| 板數 | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|
| 電壓(V) | 7.14 | 7.1 | 7.1 |
| 電流(mA) | 880 | 1800 | 2650 |

我們發現晶片並聯時，電壓沒明顯異動，電流穩定遞增

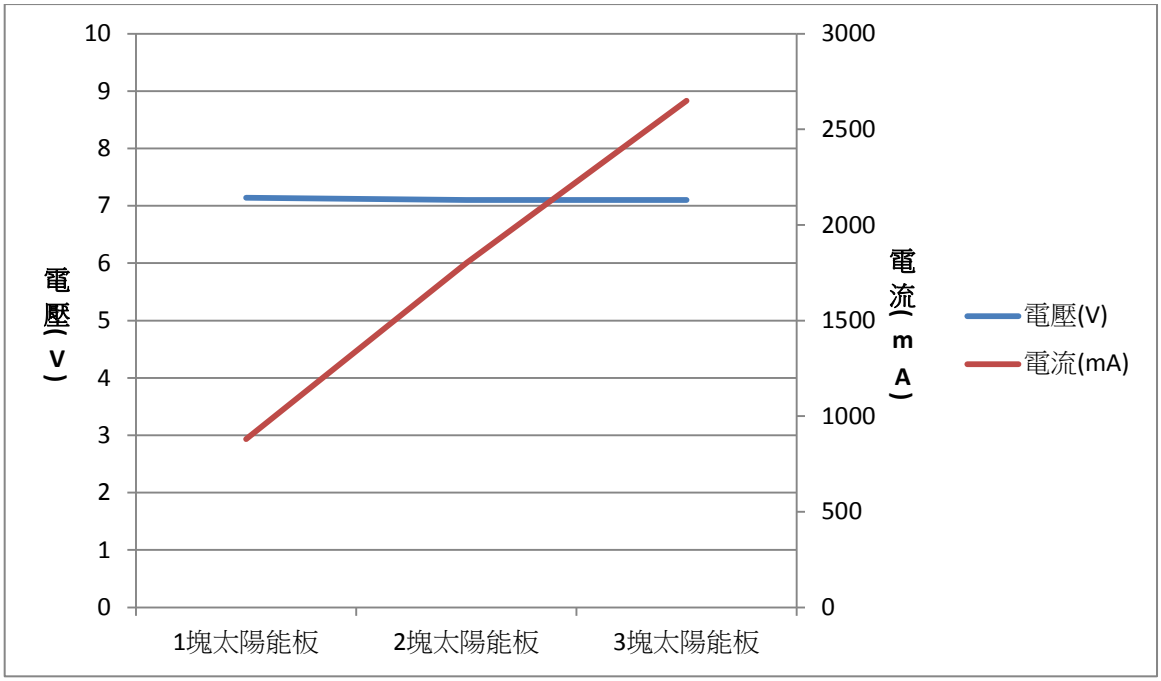



圖 40. 電池版並聯曲線圖

相關公式:並聯電壓 $V=V_1=V_2=V_3=V_n$，並聯電流 $I=I_1+I_2+I_3+I_n$。

測量並聯電壓

測量並聯電流 1800ma

## 六. 評鑑與檢討

(一). 在天氣穩定的一天當中, 太陽能板的發電效率最好的時間約在中午 12 點。電壓穩定的情況下, 發電量和電流是呈正比關係。太陽光照射角度與太陽能板呈垂直時, 發電效果最佳。

(二). 我們上網搜尋, 得知發電量 P(電功率)等於電流(I)*電壓(V), 所以, 在正常的使用下, 太陽能板的電壓蠻穩定, 不會因太陽能板的溫度、照度而有太大的變化，電流變化較大。

(三). 濕度與太陽能板的發電電流無關, 但照度會影響太陽能板的發電

量,且呈正比關係，溫度呈反比關係。

(四).我們測得照度在 60000 流明起，電流有明顯大量攀升的現象。

(五).我們由太陽能板的標示,得知:太陽能板的滿載發電必須滿足照度且溫度是 25 度 C，當太陽能板溫度過度提升,發電功率反而下降。所以,太陽能板的發電原理是來自於太陽光的照度,而不是熱度。

(六).太陽能板不須像臺電一樣,要有饋線與臺電相接才能充電,但是,它的體積不算小,攜帶上會有所不方便。

(七).太陽能手機充電器，只要有陽光的地方皆可充電,也能節能減碳。

## 七.參考資料

(一).國小四年級上學期自然課程 單元 4. 關於電與生活(翰林版)

(二).太陽能板傾斜角對於其發電功率影響之量測實驗
https://www.youtube.com/watch?v=qMmk9u-qXwQ

(三).從從 唐從聖配音 高雄世運場館 美國內華達州的太陽能板
https://www.youtube.com/watch?v=G9x1E74jKxg&list=PL57DA773B4E026F3E&index=11

(四).從從 唐從聖配音 單晶矽、多晶矽、薄膜式和非晶矽太陽能板
https://www.youtube.com/watch?v=A0BrUkA86P8&index=9&list=PL57DA773B4E026F3E