

中華民國第四十七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

佳作

080835

太陽幫我拉窗簾－環保自動窗簾

學校名稱：臺北市信義區福德國民小學

作者： 小六 單開民	指導老師： 陳怡文 鄭月嬌
---------------	---------------------

關鍵詞：太陽能板 馬達 自動控制

# 太陽幫我拉窗簾－環保自動窗簾

## 摘要

夏天的晚上，我總是打開窗戶、拉開窗簾，吹著夏夜涼爽的晚風進入夢鄉，但是，每當早上太陽升起時，總是被刺眼的陽光照醒，接著房間被太陽愈曬愈熱，讓人不得不離開被窩，起床將窗簾拉上，真的是非常的麻煩，於是我開始研究一個可以自動幫我拉上窗簾的裝置，我利用太陽能板當做啓動開關，當太陽照射時，馬達開始轉動，藉著輪軸裝置省力，最後成功的閤上窗簾。在這個研究中，也深入探討了太陽能板及馬達的種類及效果、省力的方式、斷電的裝置…等。本作品的概念可以應用在一般窗簾上，不需改變原來窗簾的結構、不需要任何電源、也不用花大錢，是個可以享受自己動手 DIY 樂趣的環保智慧型窗簾！

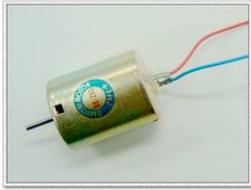
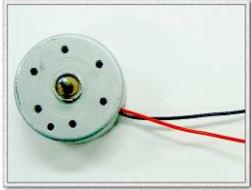
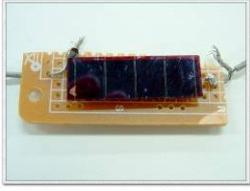
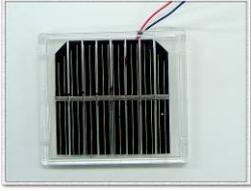
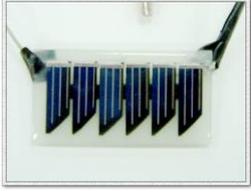
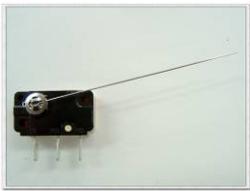
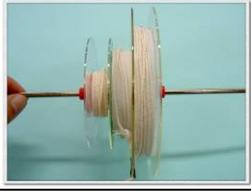
## 壹、研究動機

夏天的晚上，我總是打開窗戶、拉開窗簾，吹著夏夜涼爽的晚風進入夢鄉，但是，每當早上太陽升起時，總是被刺眼的陽光照醒，接著房間被太陽愈曬愈熱，讓人不得不離開被窩，起床將窗簾拉上，但是要自己爬起來拉窗簾，真的是非常的麻煩，有時自己爬起來拉好窗簾後躺在床上就睡不著了，而市面上的自動窗簾一扇動輒數萬元，因此，我的目標是應用我學過的電路及簡單機械的知識(第四冊第一單元小燈泡亮了，第八冊第一單元簡單機械)，以最合理的價格自製一個可以藉由太陽能自動閤起的環保窗簾，讓大家能一覺到天明、做個好夢。

## 貳、研究目的

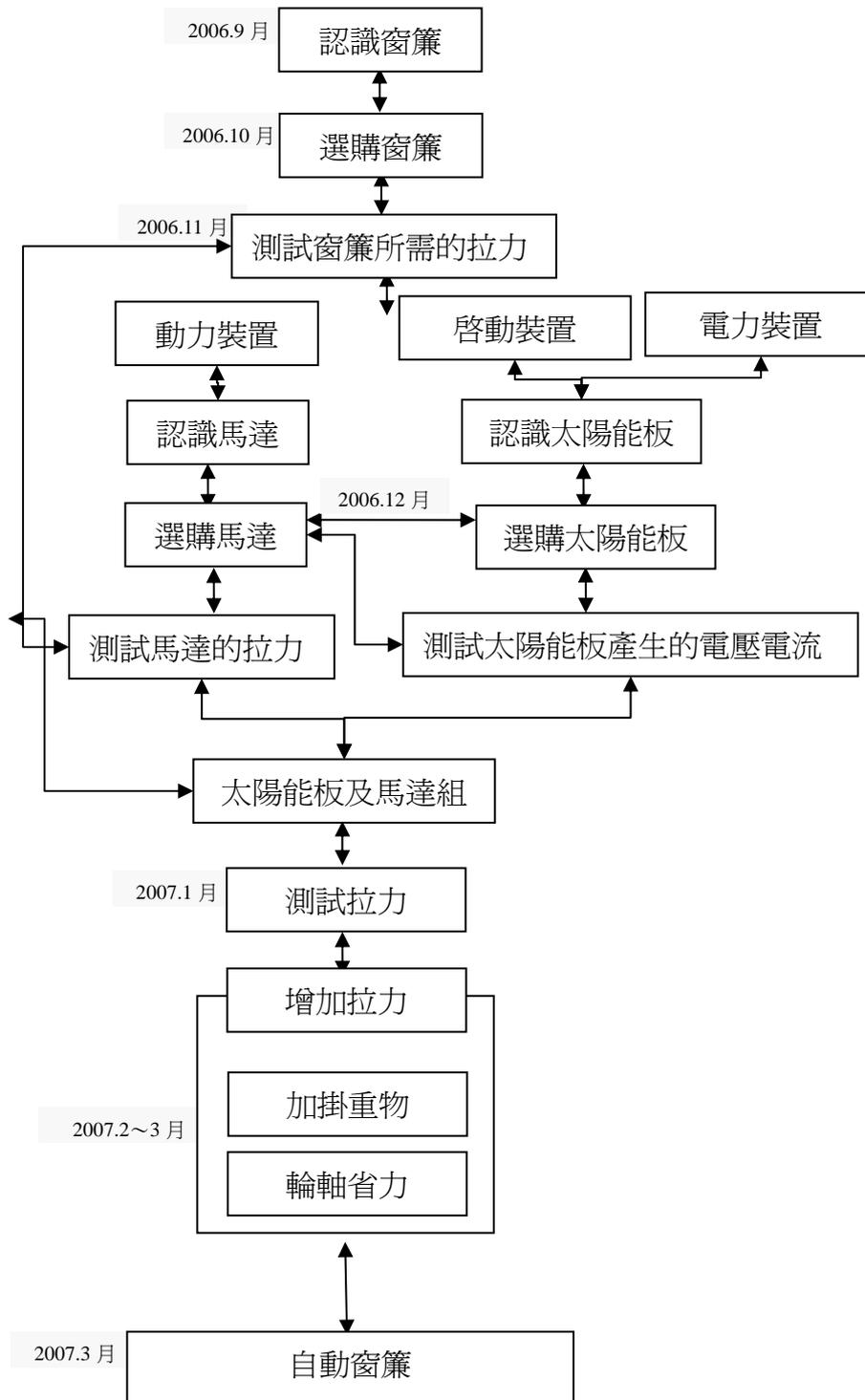
- 一、了解窗簾的形式
- 二、設計自動窗簾的**動力裝置**
- 三、設計自動窗簾的**電力及啓動裝置**
- 四、設計自動窗簾的**省力裝置**
- 五、設計自動窗簾的**斷電裝置**
- 六、比較各種自動窗簾的可行方式
- 七、說明裝設自動窗簾的注意事項

## 參、研究設備與器材

			
窗簾 小型對開式窗簾	M1 馬達 (3V, 900mA)	M2 馬達 (1.5~3V, 70mA)	M3 馬達 (強扭力, 6V, 35mA)
			
S1 太陽能板 (非晶矽， 從計算機拆下，無規格 10×30×1.5mm)	S2 太陽能板 (單晶，SM5151， 2.5V, 150mA， 60×65×5.2mm )	S3 太陽能板 (單晶，SM5055， 4V, 75mA， 60×65×5.2mm )	S4 太陽能板 (單晶，SM5626， 3V, 60mA， 30×57×5.2mm )
			
微動開關	線軸	三用電錶	支架
			其他器材：棉線、窗簾木框、螺絲釘、熱融槍、電線、鱷魚夾、電池、鋸子。
檯燈 (115V, 60W 燈罩直徑 18cm)	砝碼及砝碼盒 (1、2、5、10 克 數個)	自製輪軸 (材料：保麗龍、光碟片、 齒輪、支架)	

# 肆、研究過程

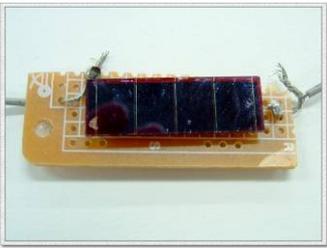
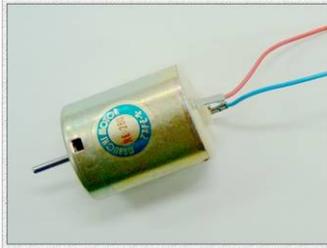
## 一、研究流程圖：



## 二、自動窗簾的改良階段：

### (一)第一階段：計算機太陽能板 S1+1.5V 小馬達 M1

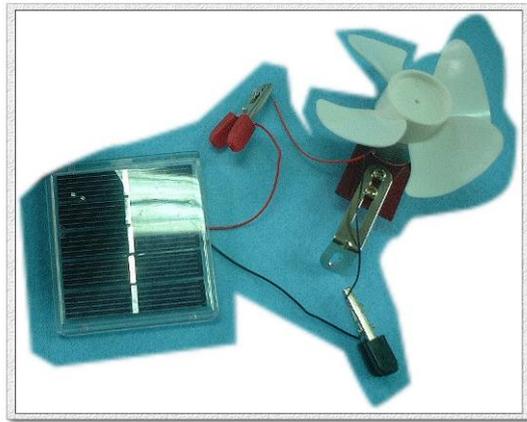
1. 目 標：先由容易取得的物品進行可行性的測試實驗。
2. 材 料：(1)**太陽能板**：老師有許多太陽能計算機的滑鼠墊贈品，老師讓我拆下一個太陽能板來試試看。  
(2)**馬達**：教具室裡的玩具小馬達。

		
太陽能計算機滑鼠墊	S1 非晶矽太陽能板 (從左圖的滑鼠墊上拆下)	M1 馬達 (3V, 900mA)

3. 測 試：將太陽能板接上小馬達，分別以陽光及檯燈照射太陽能板，觀察馬達轉動的情形。  
結 果：不論是在陽光下或燈光下，太陽能板都**無法驅動馬達**。
4. 延伸研究：
  - (1) 測量計算機太陽能板的電壓電流。
  - (2) 查馬達所需的電壓電流。
  - (3) 查資料。
5. 研究結果：
  - (1) 根據我們的測量結果(表五)，計算機太陽能板所產生的電壓為 2.9V，電流為 1mA。
  - (2) 根據馬達說明書上所列(表二)，小馬達所需的電壓為 3V，電流為 900mA。
  - (3) 根據所查的資料，原來計算機的太陽能板是屬於**非晶矽的太陽能板，產生的電流比較小，只適合在室內使用**。
6. 結 論：**計算機的太陽能板所產生的電流(1mA)遠遠小於馬達所需的電流(900mA)，所以無法啟動，並且也不適用於室外陽光的照射。**
7. 改良目標：添購電流較大的太陽能板。

### (二)第二階段：單晶矽太陽能板 S2+低電流的馬達 M2

1. 新的問題：到電子材料行選購太陽能板時發現，太陽能板有許多種規格(附件一)，價格也由一百多元到數千元都有。如果要配合教具室的小馬達所需的電壓和電流(3V, 900mA)，一片需要 1600 元以上，但是，爲了要使窗簾由手動變爲自動，要花費數千元，相信大家寧可手動拉窗簾。
2. 第一目標：尋找低電壓電流的馬達，再根據馬達的需求購買太陽能板。
3. 結 果：選購馬達發現原來馬達也是有很多種的。就在困擾的同時，我們發現一種太陽能馬達風扇套件(下圖，及附件二)，也就是它不但有馬達，還有太陽能板，於是我們就買了這個套件。



### 太陽能馬達風扇組

太陽能板(型號 SM5055, 2.5V, 150mA)

馬達規格(型號 MT5055, 1.5~3V, 70mA)

4. 測 試：所購買的太陽能板及馬達是否可以運作。
5. 結 果：不論是在陽光下或燈光下，太陽能板都可以使馬達轉動。
6. 第二目標：以馬達拉動窗簾。
7. 方 法：將線軸貼在馬達的風扇上，線軸上綁一條線連接到窗簾的拉繩。



8. 結 果：馬達拉不動窗簾。
9. 延伸研究：
  - (1) 測量窗簾所需的拉力。
  - (2) 測量馬達所產生的拉力。
10. 研究結果：
  - (1) 根據實驗結果(表一)，拉動窗簾需要 144 克的拉力。
  - (2) 根據實驗結果(表三)，M2 馬達在 3V 電池的驅動下，只能所產生 12 克的拉力。
11. 改善目標：之前在買馬達時，看到有標示著強扭力馬達，決定買來試試看。

(三)第三階段：單晶矽太陽能板 S3+強扭力馬達 M3。

1. 第一目標：測試新購買的太陽能板(型號 SM5151, 4V, 75mA)及強扭力馬達(型號 HN-35GAP-2025Y, 6V, 35mA)是否可以運作。
2. 結 果：不論是在陽光下或燈光下，太陽能板都可以使馬達轉動。
3. 第二目標：以馬達拉動窗簾。
4. 結 果：馬達拉不動窗簾。
5. 延伸研究：馬達所產生的拉力。
6. 研究結果：根據的實驗結果(表三)，M3 馬達在 3V 電池的驅動下，能所產生 26 克的拉力。雖較 M2 馬達強(拉力 12 克)，但是仍遠遠不及窗簾所需的 144 克拉力。
7. 改變想法：不直接以馬達拉動窗簾，須外加拉力。

(四)第四階段：單晶矽太陽能板 S2+強扭力馬達 M3+砝碼來拉動窗簾

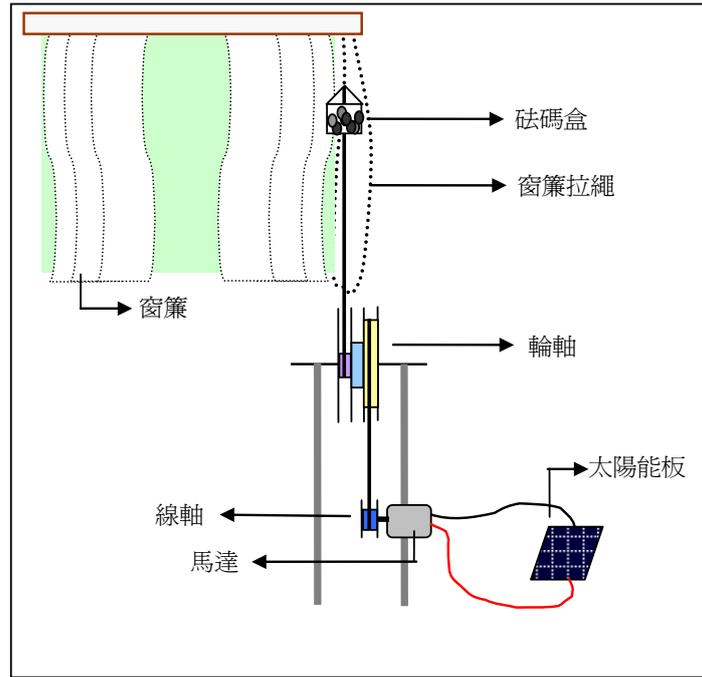
1. 目 標：以外加重物協助馬達拉動窗簾。
2. 方 法：在窗簾的拉繩上掛一個放砝碼的盒子，將馬達線軸上的線綁在盒子上。



3. 結 果：根據的實驗結果(表三)，加上 116 克的重物後，窗簾成功的被拉上了。
4. 其它方式：我想利用課本中所提到的輪軸來試試看，是不是可以更省力的拉動窗簾。

(五)第五階段：使用單晶矽太陽能板 S2+強扭力馬達 M3+砝碼+輪軸拉動窗簾

1. 目 標：運用上課所學到的簡單機械中的輪軸，來達到省力的目標。
2. 方 法：太陽能板驅動馬達，帶動輪軸，砝碼協助拉窗簾。



3. 結果：根據的實驗結果(表十)，加上 70 克的重物後，窗簾成功的被拉上了。
4. 下個目標：當窗簾關上後，馬達必須停止運轉，以免壞掉。

(六)第六階段：使用**微動開關**作為斷電的開關

1. 目標：當窗簾關上後，馬達必須停止運轉。
2. 結果：串聯接上微動開關，當砵碼盒落下時，會壓到微動開關，因而使的電路成爲斷路，馬達就會停止轉動。

## 伍、研究方法及結果

### 一、窗簾

(一)窗簾的形式：

根據附件四，我們將窗簾加以分類。

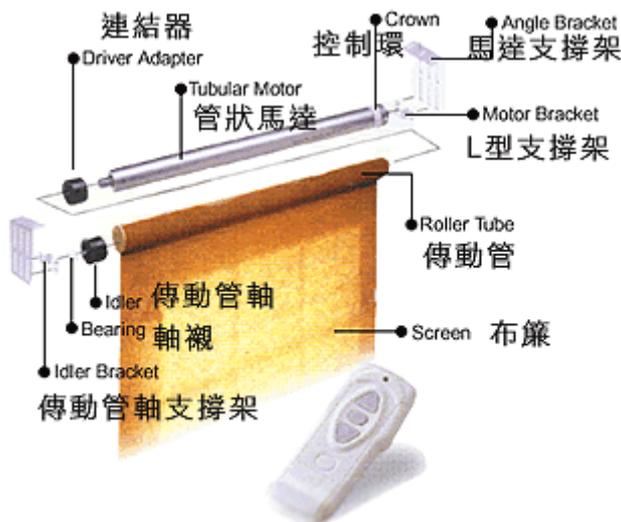
1. 以開啓的方式可以分爲左右拉開及上下拉開：

開啓方式	對開簾	無縫紗	荷蘭紗	直立簾
左右拉開 ↔				
	羅馬簾	波浪簾	捲簾	百葉窗
上下拉開 ↑↓				

2. 以開啓的動力分類，可以分成手動開啓和電動開啓：

開啓動力	種類
手動	有拉繩，無拉繩
自動	遙控、線控、溫控、光控

遙控自動窗簾的示意圖：使用管狀馬達捲動窗簾。(興麗窗飾設計有限公司<http://www.starwindow.com.tw/>)



(二) 研究中所使用的窗簾：

1. 規格：我們所購買的窗簾為對開式有拉繩的窗簾：



小型對開式窗簾(長高深 82、38、10cm)

2. 測試：關上窗簾所需的拉力

(1) 方法：將小盒子(6 克) 綁在窗簾的拉繩上，並在小盒子內放砝碼，計算能順利將窗簾關上的物重，並紀錄下來。

(2) 結果：

表一：窗簾所需的拉力

測試次數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
物重(克)	142	143	143	145	143	144	145	143	144	143	143.5

(3) 小結：所以要動我們所購買的窗簾的最小拉力為 142 克，平均需要 144 克的拉力。

## 二、動力裝置

利用馬達拉動窗簾的拉繩，將窗簾關上。

### (一)馬達的形式

馬達有許多種類：直流馬達、交流馬達、步進馬達、伺服馬達、線性馬達、減速馬達、感應馬達、變頻馬達...等。常見的有：

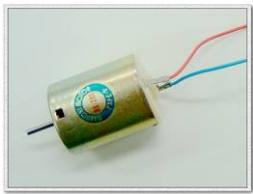
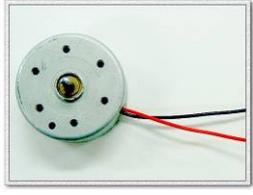
1. 直流馬達：是用電池(直流電)就可以轉動的類型，普遍使用在玩具車或一些小型物品上。
2. 交流馬達：要插電(交流電)來使其運轉的馬達，例如電風扇、冷氣機就是用交流馬達來使其運轉的。
3. 步進馬達：具有瞬間啓動與急速停止之優越特性，最常運用於辦公室器材如影印機、印表機上。

### (二)研究中所使用的馬達：

因為我們希望做出的自動窗簾是不需要插電的，而且可以用太陽能板驅動的，並且要考慮合理的價格，所以我們選擇直流馬達進行實驗。

1. 規格：(根據馬達的產品說明書，附件二、三)

表二：馬達規格表

編號	照片	形式	電壓 (V)	電流 (mA)	轉速 (RPM)	價錢
M1		直流馬達	3	900	6750	約 30
M2		直流馬達	1.5~3	70	未標示	150
M3		強扭力 直流馬達	6	35	2	450

註：①電壓指的是標準配定電壓，是界限電壓中最有效的驅動電壓。

②電流指的是標準配定電壓下產生出的電流，為正常使用中電流的大小。

③轉速(RPM)：每一分鐘轉動的圈數。

④M2 馬達是購買套件 570 元，太陽能板單買價錢為 420 元，所以馬達為 150 元。

⑤馬達的英文：motor

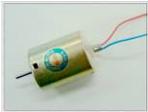
## 2. 測 試：馬達拉力

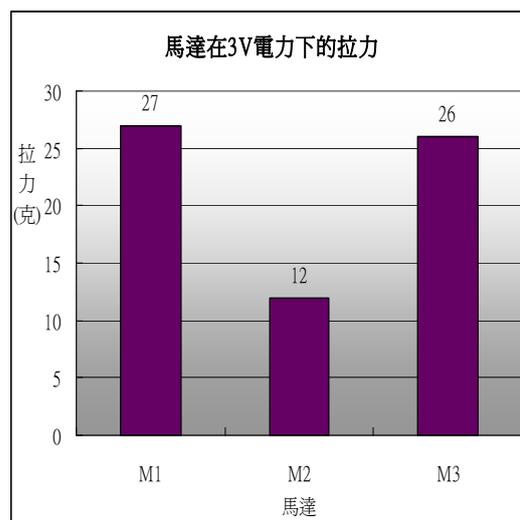
(1)方 法：將馬達的裝上線軸，在繩子上吊砝碼，使用兩個 1.5V 的電池(共 3V)驅動馬達，測試馬達能夠牽動多少公克的砝碼，並測量電流。(下圖)



(2)結 果：

表三：馬達在 3V 電力下的拉力

編號	照片	工作電壓 (V)	工作電流 (mA)	拉動的砝碼重量(g)
M1		3V	980	27
M2		3V	174	12
M3		3V	110	26



(3) 小 結：馬達的拉力  $M1(27g) > M3(26g) > M2(12g)$ 。雖然要將窗簾拉開必須選擇最大拉力的馬達，理應選擇馬達 M1，但是 M1 馬達所需的電流(900mA)是千元以下太陽能板所無法提供的，因此我們選擇強扭力直流馬達 M3 來拉動窗簾。

### 三、 啓動裝置

我們所製作的自動窗簾必須要當太陽照射時，馬達便開始轉動，接著拉動窗簾拉繩，進而將窗簾關上。所以要有一個遇光就可以啓動的裝置。

啓動裝置方面我們考慮過使用光控開關、熱能開關和太陽能開關。

#### 【光控開關】

「自動點滅器」可以依外界光線明暗自動關閉或開啓電源。但是，光控開關必須使用 110V 的交流電，不符不插電的目標，所以沒有選擇光控開關。

還有一種「光敏電阻」，這是在玩電子積木時發現的，當有光照時，電路就形成通路，無光時，就形成斷路。但是，它只能當作啓動開關，要驅動馬達還需要外加電力。

#### 【溫度控制開關】

「雙金屬開關」由兩種金屬組成的，當溫度升高時，兩種金屬因受熱膨脹的程度不同而彎曲，於是形成通路或斷路。但是，夏天時溫度高不一定是太陽光線強。

因為我們希望要在**不需要電池或其他額外電力**的前提下製作窗簾，因此我們決定使用**太陽能板**來做這個實驗。

#### (一)關於太陽能板

太陽能板是一種利用太陽光直接發電的光電半導體薄片，其將高純度的半導體材料加入一些不純物使其呈現不同的性質，如加入硼可形成 P 型半導體，加入磷可形成 N 型半導體，PN 兩型半導體相結合後，當太陽光入射時，產生電子與電洞，有電流通過時，則產生電力。

#### (二)太陽能板的類型：

太陽能板有**單結晶矽**、**多結晶矽**、**非結晶矽**三種。市面上常見單晶矽及非晶矽兩大類，原因是：單晶效率最高，而非晶價格最便宜。

#### (三)相關科展研究結果

第 46 屆中小學科學展覽會第三名作品「超效！太陽能板」，其結論如下：

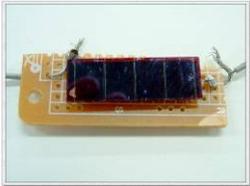
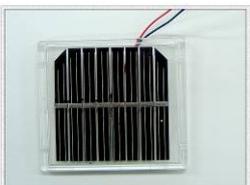
- 1.陽光直射時發電效果比斜射強。
- 2.離太陽燈越近，電流越高，電壓也越高，電功率也越高。
- 3.當鏡子越多時，發電功率越高。最高可達 3.44 倍。
- 4.加裝火鏡時，發電功率會變高，最高可達 2.18 倍。
- 5.加裝兩片鏡子後可省下 71.8%成本！加裝一片火鏡後可省下 45.7%成本！

太陽能板並聯或是串連，雖然電壓和電流不同，但是電功率卻是相近的。因此，如要獲得大電壓應將太陽能板串聯；要獲得大電流應將太陽能板並聯。

(四)研究中所以用的太陽能板

1. 規 格：根據產品說明書

表四：太陽能板的規格

編號	照片	類型及型號	電壓 $V_{op}$ , V	電流 $I_{op}$ , mA	售價
S1	 10×30×2mm	非晶矽	無標示	無標示	無標示
S2	 60 × 65 × 5.2mm	單晶矽 SM5151	2.5V	150mA	420
S3	 60 × 65 × 5.2mm	單晶矽 SM5055	4V	75mA	420
S4	 30 × 57 × 5.2mm	單晶矽 SM5626	3V	60mA	190

註：①非晶矽太陽能板從計算機拆下所以沒有說明書。

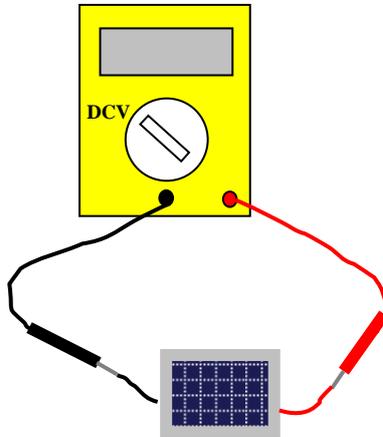
②晶矽的太陽能板之規格為在  $100\text{mW} / \text{cm}^2$ ， $25^\circ\text{C}$  的環境條件下，所測得的  $V_{mp}(V_{op})$ =最大工作電壓， $I_{mp}(I_{op})$ = 最大工作電流，為我們實驗中所參考的最大電壓與最大電流值。所以實際上的達不到產品說明書上所號稱那麼高的。

③太陽能板的英文 solar cell。

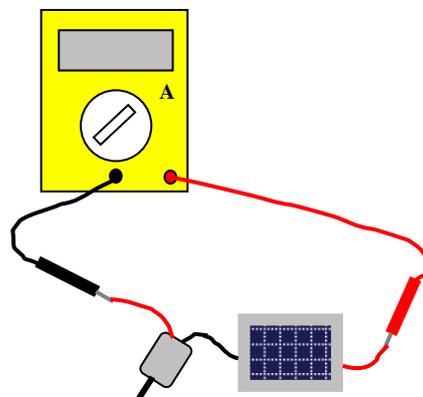
## 2. 測 試 一：在太陽與燈泡照光下的發電效果

### (1)方 法：

**【測量電壓】**：首先，先將電錶的旋扭轉到直流電壓(DCV)的 20V 的位置，再把電表的測試棒接上太陽能板的兩端(紅接紅正接正，黑接黑負接負，並聯測量，如右圖，最後將數據記錄起來。



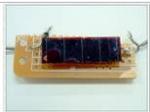
**【測量電流】**：首先，先將電錶的旋扭轉到電流(A)的 200mA 或 20mA 的位置，再將太陽能板放接上會耗電的電器(馬達或小燈泡)，接著把太陽能板的電線和電器電線的一端解開，使其形成斷路，然後把電表測試棒接在斷路的地方(測試棒的正接電源的正，測試棒的負極接負載的正端，串聯測量，如右圖，最後將數據記錄起來。



三用電錶

(2)結 果：

表五：太陽能板的規格及產生的電壓電流

編號	照片	規格 電壓 V	太陽下 電壓 V	規格 電流 mA	太陽下 電流 mA (接馬達)	太陽下 電流 mA (接燈泡)
S1		無標示	2.9	無標示	1.0	2.4
S2		2.5	2.7	150	24.3	124.8
S3		4	4.3	75	26.4	86.7
S4		3	3.1	60	23.1	20.1
S4	2片串聯	6	6.3	<60	23.4	22.7
S4	3片串聯	9	9.5	<60	24.3	23.2
S4	2片並聯	3	3.1	120	24.2	40.8
S4	3片並聯	3	3.1	180	24.6	74.7

(3)小 結：

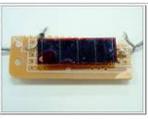
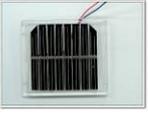
- ①在晴朗無雲的太陽下，測出的電壓與產品說明書上標示的相同，但是測出的電流比說明說上的小很多。
- ②由太陽能計算機上所拆下來的非晶矽的太陽能板雖然有 2.9V，但卻無法驅動 3V 的直流小馬達，原來是它產生的電流只有 1mA 太弱了的緣故。
- ③將太陽能板連接馬達和接小燈泡所得到的電流不同。

3. 測 試 二：以檯燈模擬陽光的照射距離。因為不是每天都是晴天，我們的實驗也無法等到晴天才進行，所以，我們想試試看檯燈是否可以模擬太陽的照射，並找出利用檯燈燈模擬陽光的照射距離。

(1)方 法：將太陽能板接上電表，檯燈的燈泡置於太陽能板的上方，一面移動檯燈一面觀察電錶的數值，當數值接近太陽照射的結果時，將距離記錄下來。測量電流時太陽能板接上馬達 M3 再測量，馬達空轉沒有掛重物。

(2)結 果：

表六：燈泡的距離與太陽能板發電的關係

編號	照片	太陽下電壓 V	燈泡距離 1cm 下的電壓	燈泡距離 5cm 下的電壓	燈泡距離 10cm 下的電壓	太陽下電流 mA	燈泡距離 1cm 下的電流	燈泡距離 5cm 下的電流	燈泡距離 10cm 下的電流
S1		2.9	3.0	2.8	2.7	1.0	1.2	0.7	0.5
S2	 2.5Vx150mA	2.7	2.9	2.6	2.5	24.3	24.0	22.5	16.4
S3	 4Vx75mA	4.3	4.8	4.5	4.2	26.4	26.3	24.2	18.3
S4	 3Vx60mA	3.1	3.4	3.1	3.0	23.1	23.4	22.8	16.5
S4	2片串聯	6.3	6.6	6.3	5.7	23.4	23.6	21.5	19.7
S4	3片串聯	9.5	9.9	9.3	8.7	24.3	24.5	22.4	20.2
S4	2片並聯	3.1	3.4	3.1	3.0	24.2	24.6	22.5	17.8
S4	2片並聯	3.1	3.4	3.1	3.0	24.6	24.7	22.9	17.3

(3)小 結：

- ①燈泡的距離會影響太陽能板的發電，距離越近電壓電流愈大。
- ②實驗時發現，當電壓小於 20mA 時，馬達不會轉動。
- ③將 60w 燈泡放置在 1 公分處，可以模擬陽光照射下太陽能板所產生的電流。

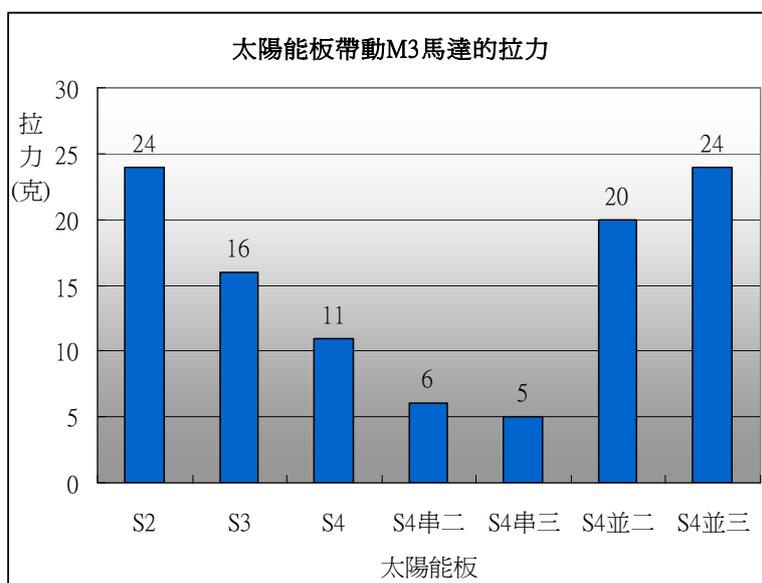
#### 四、組合啓動、動力、省力及電力裝置的效果

##### (一)只使用太陽能板帶動馬達的效果

- 方法：以 60w 檯燈照射太陽能板(距離 1 公分)，驅動馬達 M3(6V，35mA)，觀察是否可以驅動馬達？及是否可以拉動窗簾？將馬達的線軸上綁上棉線，看看馬達能拉動幾個砝碼，最後將結果紀錄下來。
- 結果：

表七：以太陽能板帶動馬達的拉力

太陽能板	規格電壓	工作電流	可否轉動馬達	可拉動的砝碼重量	可否拉動窗簾
S2	2.5	85.2	○	24	×
S3	4.0	68.1	○	16	×
S4	3.0	56.4	○	11	×
S4 串二	6.0	32.7	○	6	×
S4 串三	9.0	30.2	○	5	×
S4 並二	3.0	79.7	○	20	×
S4 並三	3.0	93.6	○	24	×



##### 3. 小 結：

- 工作電流愈大，拉力愈強。
- 串聯太陽能板時，電壓會增加，但串聯越多太陽能板因為電阻變大所以電流變小，因而使拉力減弱。以並聯的方式，雖然電壓不變，但是電流卻增加了，因而使拉力增大。
- 使用 S2 或並聯三個 S4 太陽能板有最大的拉力(24 克)。
- 太陽能板可使馬達轉動，但卻無法無法拉動窗簾，必須外加重物。

(二)加**砝碼**來增加拉力

1. 方 法：以 60w 檯燈照射太陽能板(距離 1 公分)，驅動 M3 馬達 (6V，35mA)，並逐漸於窗簾拉繩上加掛砝碼，記錄下可使窗簾順利關上的砝碼重量。
2. 結 果：

表八：以太陽能帶動 M3 馬達拉動窗簾所需的拉力

太陽能板	拉動窗簾所需物重
S2	116
S3	125
S4	136
S4 並二	120
S4 並三	115

3. 小 結：

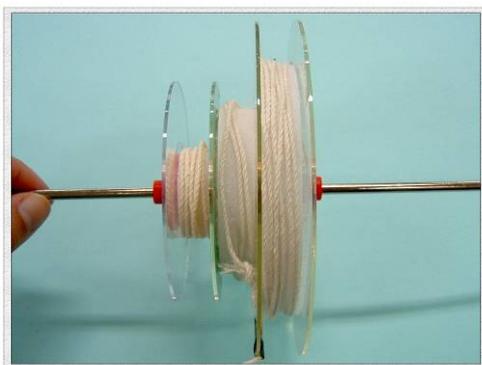
- ①加上重物(砝碼)可以協助馬達將窗簾拉開。
- ②使用 S2 或並聯三個 S4 太陽能板，因有較大的拉力，所以拉動窗簾時所用的砝碼重量較輕。
- ③加上砝碼竟然都可以順利關閉窗簾，所以以下的實驗我們不再考慮 S4 三片並聯的情形，因為它需要花費較高的價錢(570 元)。

(三)加砝碼，並應用**輪軸**來增加拉力

由於自然課正好學到「簡單機械」，我便想到也可以應用輪軸來省力。於是我自製了一組輪軸，希望可以達到增加拉力的效果。

1. 製作材料：光碟片、保麗龍、棉線、保麗龍膠、鐵棒及支架。
2. 製作方法：將保麗龍裁成大、中、小三個圓，接著將光碟片黏在大中小圓上在中間以光碟片來作為隔板，在圓心處鑽動、最外層的光碟片圓心貼上圓心有小孔的齒輪，以便將輪軸裝在支架的桿子上。

3. 裝 置 圖：



自製輪軸

(半徑分別為 3, 6, 9 公分，隔板為半徑 12 公分的光碟片)

#### 4. 測試一：輪軸的省力效果

(1)方法：①將大輪做爲定滑輪測試馬達的拉力。②將大輪的線接到馬達上，在中輪的線上掛砝碼，以 3V 電池驅動馬達，測試能夠拉動的砝碼重。③將大輪的線接到馬達上，在小輪的線上掛砝碼，以 3V 電池來轉動馬達，測試能夠拉動的砝碼重。

(2)結果：

表九：應用輪軸的拉力

施力於大輪砝碼掛在	大輪(9cm)	中輪(6cm)	小輪(3cm)
可以拉起的砝碼重(克)	30	45	90

(3)小 結：在大輪上施加 30 克的拉力，可以平衡掛在中輪上的 45 克砝碼，同樣，可以平衡掛在小輪上的 90 克砝碼。施力在大輪，以小輪拉窗簾可以最省力。

#### 5. 測試二：太陽能板、馬達、砝碼與輪軸的省力效果

(1)方法：以 60w 檯燈照射太陽能板(距離 1 公分)，驅動 M3 馬達(6V，35mA)，馬達拉動大輪上的綿繩，牽動輪軸轉動，於是小輪上的綿繩一面捲入小輪中，一面將窗簾的拉繩向下拉，並逐漸於窗簾拉繩上加掛砝碼，記錄下可使窗簾順利關上的物重。

(2)結果：

表十：應用輪軸的拉動窗簾所需的拉力

太陽能板	施力於 9 公分大輪 帶動 3 公分小輪 可以拉動的砝碼重	應用輪軸後 拉動窗簾所需的物重
S2	66	70
S3	55	92
S4	34	115
S4 二串聯	18	130
S4 二並聯	62	84

(3)小 結：透過輪軸，施力於輪可以省力。

### 五、斷電裝置

當馬達轉動拉動窗簾，進而關上窗簾之後，馬達仍然會繼續轉動，所以必須要有一個開關可以當窗簾關上就使電路斷電的開關。

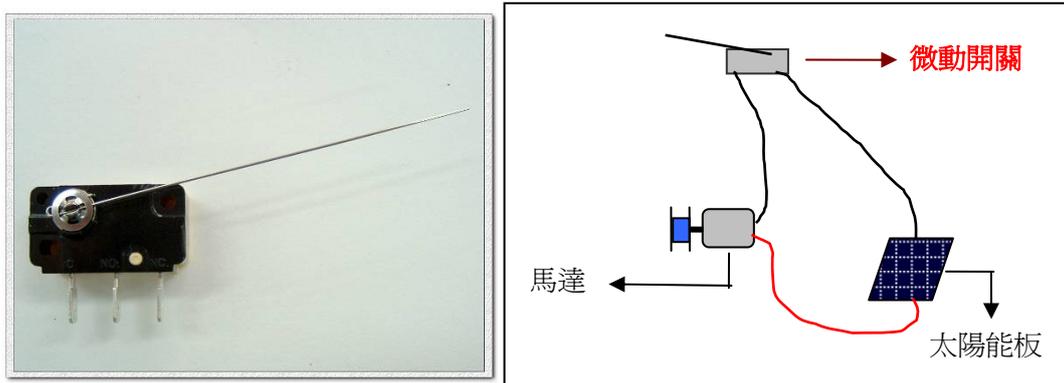
想法一：替太陽能板作一個遮陽棚，當窗簾關上時，綿繩也拉上太陽能板的遮陽棚。但是，遮陽效果可能不好，而且還需要改變力的方向的裝置，可能會使裝置變的很複雜。

想法二：在原有線路中，裝上一段可以被拉開的電線，當窗簾關上時，綿繩也將該電線拉掉，就成爲斷路了。但是，拉掉之後，要接回去很麻煩。

想法三：在原有線路中裝上一個開關，放在砝碼盒的正下方。當窗簾被拉開時，砝碼也會跟著落下壓著開關，於是就讓電路形成斷路了。

我們選擇方法三，於是就到電子材料行去尋找開關。我們發現開關的種類有很多種，有觸控開關、按鈕開關、搖頭開關、斜面開關、微控開關。我們希望只要一點力量就可以的開關，所以我們選擇微動開關，光是微動開關也有好多種類，有按鈕的、無柄的、有柄的，有

柄還分長柄短柄、附輪不附輪，我們選了需要最小力量的細長柄微動開關。



微動開關上有三個接點 C、NO、NC，分別代表共用點、常關、常開，因為要控制砵碼盒壓下長柄便形成斷路，所以要用 NC 接點。連接的方法就是在原來的太陽能板及馬達的線路中，打開一端，在分別連接在 C 及 NC 接點就可以了(如上圖)。

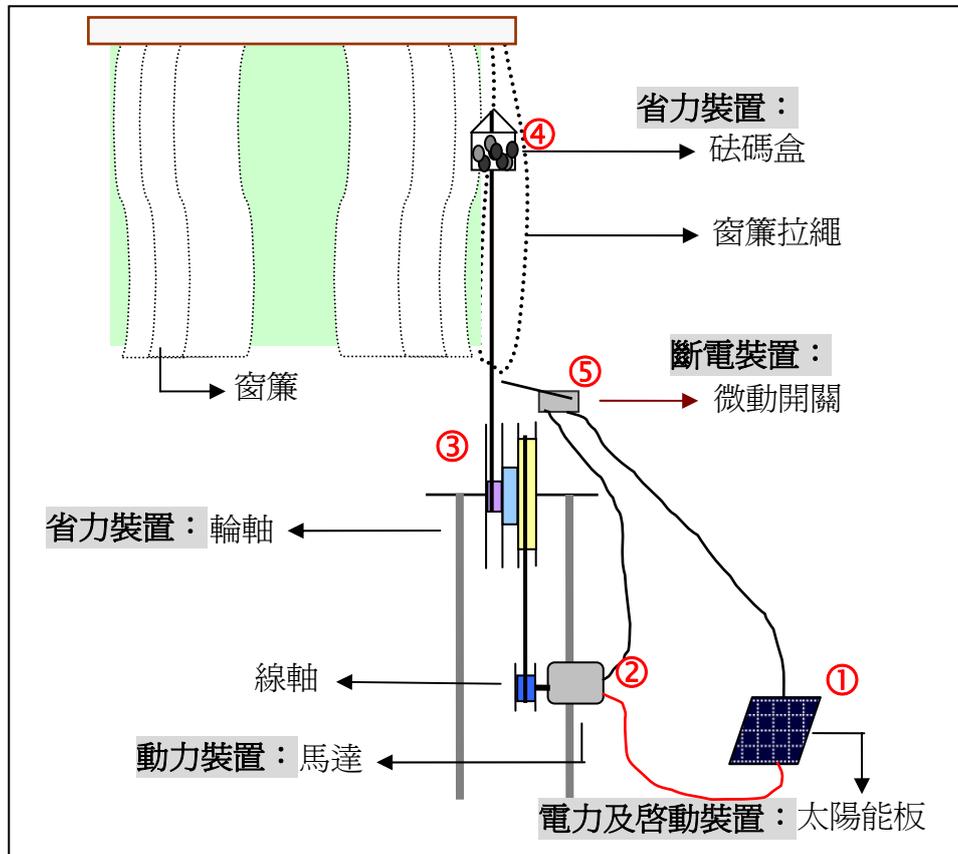
#### 六、 實際使用的情形

我把自製的自動窗簾拿到陽台去測試，當太陽光照在太陽能板上時，窗簾真的就拉動了。不過，如果在陽光被雲遮住了，或是太陽光線不夠亮的情形下，是無法拉動的，不過，既然光線還不是很亮，當然就不影響睡眠，只要當太陽光夠強時再拉上就可以了。所以，我們所製作的自動窗簾可以達成我們的預定的目標。

## 陸、討論

### 一、自動窗簾裝置圖說明及施工說明：

(一)【材料與裝置】：窗簾、動力裝置(M3 馬達)、電力及啓動裝置(太陽能板)、省力裝置(砵碼、輪軸，輪 9cm，軸 3cm)、自動斷電裝置(微動開關)。



(二)【運作情形】：當耀眼的太陽光照在太陽能板上時，電路形成通路，①太陽能板開始供給馬達電流，②使馬達轉動，馬達轉動時，連接在馬達線軸上的線開始捲動，一面捲動一面轉動輪軸③，使得軸上的線也開始轉動，於是軸上的線一面被捲入軸中，一面將窗簾的拉繩向下拉動④，窗簾慢慢閤起，砵碼盒也隨著拉繩慢慢向下移動，最後，當窗簾關上時，砵碼盒剛好落在微動開關上⑤，使得電路形成斷路，馬達便停止轉動。

(三)【施工說明】：

1. 太陽能板與太陽光垂直會有最好的發電效果。
2. 應調整輪軸和馬達的位置，使輪軸、線軸的線垂直，若是斜斜的所需的拉力會更大。
3. 爲了避免棉線被捲入馬達軸心中，可以在線軸旁裝一個隔板。

### 二、各實驗的結果結論

(一)窗簾：自動窗簾適合安裝於對開式有拉繩的窗簾。

(二)馬達：爲了要配合太陽能板，應選擇低電壓電流的直流馬達。

爲了有較大的拉力，應選擇強扭力馬達。

(三)太陽能板：

1. 製作自動窗簾應使用單晶矽的太陽能板，因爲單晶矽太陽能板產生的電流較大，也適合在陽光下使用。
2. 太陽能板要驅動馬達，除了電壓之外，更要有足夠的電流。如果電壓不足，電流足夠

的情況下，馬達尚會慢慢轉動；但是若是電流不足，即使電壓足夠的情況下，馬達是無法轉動的。

3. 串聯太陽能板時，電壓會增加，但串聯愈多太陽能板，電阻會變大，因而使電流變小，導致拉力減弱。以並聯的方式，雖然電壓不變，但是電流卻增加了，因而使拉力增大。
4. 太陽能板說明書上的電壓電流是在中午的艷陽下所測出的數值，所以一般的情況下，測出的電流會較說明書上所寫的小。根據實驗結果，以下四個因素會影響太陽能板所產生的電流：
  - (1)陽光的強度(或光線的強度、距離)：燈泡離太陽能板的距離愈近，太陽能板所產生的電壓電流愈大。
  - (2)所連接的耗電物：將太陽能板連接小燈泡所產稱的電流，較連接馬達的電流大。
  - (3)溫度：當太陽能板被照的很燙時，所產生的電流會減小。
  - (4)馬達轉動時的阻力：當馬達轉動時的阻力愈大，太陽能板所產生的電流就愈大，例如加掛砝碼時所產生的電流，較空轉時的電流大，但是不會超過太陽能板的規格電流。
5. 太陽能板可使馬達轉動，但卻無法拉動窗簾，必須外加重物或使用省力的裝置。加上重物(砝碼)可以協助馬達將窗簾關上。透過輪軸，施力於輪可以省力，而且輪愈大、軸愈小，就愈省力。如果沒有空間的考量，可以自製更大的輪，就會省更多的力。

### 三、實驗結果

要製作自動窗簾有很多方法，有最環保、或最便利、或最科學的方法，就看使用者的需求。

本研究的結果使用 S2 太陽能板(單晶，SM5151, 2.5V, 150mA)，驅動 M3 馬達(強扭力, 6V, 35mA)可以以最輕的重物拉動窗簾，材料費用需要  $420 + 450 = 870$  元。使用兩片 S4 太陽能板並聯(單晶，SM5626, 3V, 60mA)，驅動 M3 馬達，效果也很好，材料費用需  $380 + 450 = 830$  元。

表十一：可拉動窗簾方式的綜合比較表

太陽能板	費用	馬達的拉力 g	馬達拉動窗簾所需物重	+ 輪軸拉動窗簾所需物重
S2	420	24	116	70
S3	420	16	125	92
S4	190	11	136	115
S4 二串	380	6	140	130
S4 二並	380	24	115	84

四、拉動窗簾的那一瞬間所需的拉力會大於拉動窗簾的拉力，而拉動窗簾的力與摩擦力有關，剛開始拉動時的拉力必須克服最大靜摩擦，而當窗簾拉動之後，拉力必須大於動摩擦，最大靜摩擦 > 動摩擦，所以啓動時需花費最大拉力。

五、太陽要多大才能使窗簾拉起呢？只要一有定量的太陽照射就能產生電能驅動馬達，在無雲的晴天、被薄雲遮住的陽光，窗簾可以被拉動，若是被厚雲遮住的太陽，或是陰天，窗簾則不會被拉動。

六、未來研究之目標：設計能夠自動拉開窗簾的裝置、研究陽光照度與拉開窗簾的、應用於大型窗簾。

## 柒、結論

本研究的結果可以應用在常見的對開式窗簾中，使用太陽能板當做啓動裝置及電力裝置，當陽光照射後，太陽能板會產生電力驅動直流馬達轉動，再透過重物及輪軸來省力，便可以產生足夠的力量將窗簾的拉繩拉下，成功的將窗簾閤上，在窗簾閤起之後，因為重物下壓微動開關，電路形成斷路，馬達就會停止轉動了。自動窗簾不需改變原來窗簾的結構、不需要任何電源、也不用花大錢，是個可以享受自己動手 DIY 樂趣的環保自動窗簾！

## 捌、參考資料及其他

1. 南一出版社 第四冊 第一單元小燈泡亮了。
2. 南一出版社 第八冊 第一單元簡單機械。
3. 第 46 屆中小學科學展覽會，國小物理組作品「超效！太陽能板」。
4. 中華太陽能聯誼會--認識太陽能電池網站 <http://www.solar-i.com/know.html>

附件一：

2V 35mA

太陽能電池規格一覽表(室 外)

型號		尺寸，毫米			電 性		環境條件	備 註
Type	Model	寬	長	厚度	Vop, V	Iop, mA		
SC	5030	50.00	29.00	2.00	1.8	26.0	180 C	
SC	5848	57.80	48.20	2.00	8.0	8.0	180 C	
SC	7035	70.20	35.00	2.00	4.0	18.0	160 C	
SC	9728	96.80	28.00	2.00	6.0	15.0	220 C	
SC	12439	124.50	39.30	2.00	15.0	12.0	270 C	
SC	14633	145.70	32.50	2.00	9.6	13.0	C	
SP	0611	110.00	60.00	2.35	2.5	88.0	220 C	
SC	60110Z					108		
SP	0907	89.70	69.70	2.35	4.0	50.0	370 C	
SC	9070Z							
SP	1510	145.00	95.0	2.00	7.5	60.0	500 C	
SC	14595Z							
SP	1515	152.40	152.40	2.35	7.5	120.0	1000 C	
SC	152152							
SP	1530	152.40	290.00	2.35	7.5	200.0	1700 C	
SP	3007	295.00	74.00	2.35	14.5	55.0	C	
SC	29574Z							
SP	3030	304.80	304.80	2.35	17.0	177.0	C	
SC	305305Z							
SM	5120	30.00	60.00	5.20	0.5	280.0	170 C	
√ SM	5626	30.00	57.00	5.20	3.0	60.0	190 C	
SM	8626	29.00	84.00	5.20	3.0	95.0	320 C	
√ SM	5151	60.00	65.00	5.20	4.0	75.0	420 C	
√ SM	5055	60.00	65.00	5.20	2.5	150.0	220 C	
SM	1212	110.00	115.00	3.60	0.5	3200	C	Power Module
SM	3015	118.00	176.00	8.00	14.5	120.0	C	Power Module
SM	1530	118.00	176.00	8.00	7.5	200.0	C	Power Module
SM	1611	118.00	176.00	8.00	3.0	800.0	1600 C	Power Module
SM	3544	365.00	450.00	35.00	14.5	1000	C	Power Module

備註 (1) a : FI 200 Luxs , 25°C b : FL 300 Luxs , 25°C c : AM1(100mW/cm) , 25°C

(2) 其它尺寸可依客戶需求作特殊設計

(3) SC、SP 係非晶系列，SM 係單晶系列

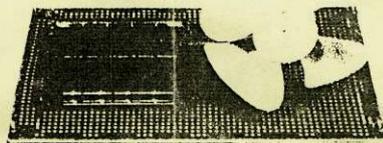
附件二：

## HA046 太陽能馬達風扇

一、太陽能板規格： 型號： SM 5055  
電壓： 2.5 V  
電流： 150 mA

二、馬達規格： 型號： MT 5055  
電壓： 1.5→3 V  
電流： 70 mA

三、材料表： 1 太陽能板 SM5055 × 1  
2 DC 馬達 MT5055 × 1  
3 風扇 × 1

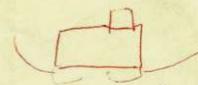


4 PC 板 × 1  
5 銅柱 10m/m × 4  
6 螺母 × 6  
7 螺絲迷你牙 × 2

8 熱縮套管 × 2  
9 L 型支架 × 1

10 雙面膠 × 1

11 太陽能板固定可用透明膠帶沿框邊緊密連接 PC 板



附件三：

## 強扭力直流減速馬達

✓ HN-35GAP-2025 Y  
HN-35GBF-19304-01

型號：\_\_\_\_\_

電壓：\_\_\_\_\_ 6 \_\_\_\_\_ V

電流：\_\_\_\_\_ 35 \_\_\_\_\_ mA

轉速：\_\_\_\_\_ 2 \_\_\_\_\_ rpm

功率  $P=IV$   
 $= 6 \times 0.035$   
 $= 0.210 (W)$

### 華淵公司直流馬達使用說明書及規格表

**注意事項：**

- 請勿將馬達沾到水，萬一馬達沾到水請將水擦乾後再使用。另應避免馬達掉落或碰撞以免損壞。
- 電池請按圖示方法接線，如果電池(+)極接線錯誤，馬達會反轉。



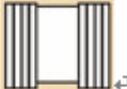
●齒輪壓入時請注意：  
齒輪壓入不當會造成軸彎曲，鐵殼變形損壞，另外齒輪孔徑過大，在軸壓入後會造成空轉，請用鉗子將軸夾傷，使軸徑加大後，再將齒輪壓入。

**用語說明**

- 界限電壓·適正電壓  
界限電壓是指馬達可使用的電壓範圍，適正電壓是指馬達界限電壓中最有效驅動的電壓。多裝電池使電壓昇高的作法是絕對錯誤的，這樣作的話，會使馬達壽命提早結束。請將馬達依照規定在界限電壓內使用。
- 適正負荷  
適正負荷是使馬達驅動最有效的負荷，如以超過適正負荷之條件使用，馬達壽命會提早結束。
- 消費電流  
馬達以適正電壓使用時，依據被驅動物之速度及重量決定皮帶輪或齒輪之減速比，適正負荷時之消費電流不要過大。
- 回轉數  
回轉數(R.P.M)是馬達每一分鐘的轉數。

說明	型別	FA-130	RE-140	RE-260	RE-280
限 界 電 壓		1.5V ~3.0V	1.5V ~3.0V	1.5V ~3.0V	1.5V ~4.5V
適 正 電 壓		1.5V	1.5V	3.0V	3.0V
適 正 負 荷		5.4gcm	5.8gcm	13.9gcm	17.7gcm
無負荷回轉數		8,500r.p.m.	8,000r.p.m.	12,000r.p.m.	9,000r.p.m.
適正負荷時：					
回 轉 數		5,900r.p.m.	5,700r.p.m.	8,650r.p.m.	6,850r.p.m.
消 耗 電 流		640mA	560mA	900mA	750mA
軸 徑		2.0%	2.0%	2.0%	2.0%
使用乾電池數		1~2個	1~2個	1~2個	1~3個

附件四：窗簾的形式

對開簾			一般具傳統的感覺。 遮光、遮音、保溫、遮蔽之功能。	一般素材、棉、麻、螺縲、壓克力、纖維均適合。 加車防火布可增加防火機能。
無縫紗			可緩和日照光線，並具透明感。	薄紗、蕾絲、燒花加工等透明素材，寬幅與無接縫者較佳。
荷蘭紗			高級、羅曼蒂克氣氛。	以透明素材縫上水溶蕾絲者較佳。
羅馬簾			形狀簡潔大方。	避免較厚之素材，易縮性或易縮水的材質亦不適用。
波浪簾			豪華、古典。	適合較薄的素材。 樣式易沾塵，宜選易清洗之素材。
捲簾			具現代感、簡潔、防水性材料。 可使用於浴室、水氣高之場所。	潑水性高、防水之素材。
百葉窗			摩登、簡潔感，可豐富變化色彩，葉片具遮蔽與調光之雙重功能，省空間、機能性佳。	有鋁製、木製等多種材質。
直立簾			結合傳統窗簾與百葉窗。 省空間、可調節光線。	有鋁製、玻璃纖維、布製等。

隆美窗簾 <http://www.lungmei.com.tw/>

附件五：

各種尺寸電動窗簾~可配合智慧型控制系統、電動銀幕或電動升降機一起連動 ↵

歡迎設計師或相關行業配合 (一尺 30 公分)↵

窗簾桿長度 ↵	型式 ↵	價格 ↵
6 尺 ↵	單桿雙開 ↵	6160 ↵
9 尺 ↵	單桿雙開 ↵	6720 ↵
14 尺 ↵	單桿雙開 ↵	8160 ↵
18 尺 ↵	單桿雙開 ↵	10000 ↵
6 尺 ↵	單桿單開 ↵	6400 ↵
9 尺 ↵	單桿單開 ↵	7120 ↵
14 尺 ↵	單桿單開 ↵	8880 ↵
18 尺 ↵	單桿單開 ↵	11120 ↵
6 尺 ↵	雙桿雙開 ↵	11040 ↵
9 尺 ↵	雙桿雙開 ↵	12000 ↵
14 尺 ↵	雙桿雙開 ↵	14720 ↵
18 尺 ↵	雙桿雙開 ↵	18240 ↵
6 尺 ↵	雙桿單開 ↵	11680 ↵
9 尺 ↵	雙桿單開 ↵	12960 ↵
14 尺 ↵	雙桿單開 ↵	16080 ↵
18 尺 ↵	雙桿單開 ↵	20240 ↵

窗簾桿需配合下列商品才能成為電動窗簾 ↵

馬達 ↵	640 ↵	共 2590 元 ↵
控制器(主機) ↵	1300 ↵	
發射器 ↵	450 ↵	
變壓器 ↵	200 ↵	

Yahoo 拍賣 <http://tw.f5.page.bid.yahoo.com/tw/auction/e14371073..>

**【評 語】**      080835 太陽幫我拉窗簾－環保自動窗簾

本產品旨在探討太陽能板之省力及環保的要求下，以求應用在自動打開窗簾之自動設施之使用上。本作品對於不同組件之選擇，作了多次置換及改善，最後仍以砵碼取代部分重力之作用，在設計方面尚有不少改善之空間，但其創意是非常值得鼓勵的。