

中華民國第 54 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

030803

雙軸控制太陽位置追蹤器之研製

學校名稱：新北市立崇林國民中學

作者： 國二 喬薇 國三 簡毓萱	指導老師： 陳惠萍
--------------------------------	------------------

關鍵詞：雙軸追日、自動化追日、太陽能發電

摘要

本文首先討論如何將太陽光源空間位置轉換成對應的直流馬達驅動訊號的思考邏輯流程。接著進行太陽能板與光源距離的平方反比實驗及光照強度相對於不同入射角的光照強度變化實驗，藉由實驗證明太陽位置追蹤器的功能可以提高太陽能板的平均發電效率。再來依據前述的訊號轉換及控制邏輯流程，分段實驗及製作各部份模組，再組合成雙軸控制的太陽位置追蹤器，最後利用已結合機械旋轉控制系統的雙軸太陽位置追蹤器進行測試。

壹、研究動機

在八上的自然 5-3 熱的傳播方式這個單元，老師教到了太陽能以輻射的方式傳至地球，在九下的自然第五章能源科技課程裡，我們得知每天太陽照射到地面所散發的能量約為全世界石油蘊藏量所生能源的四分之一，為外來到達地球最多的能源。當石油，能源日益枯竭，電視新聞不斷播著核四廠啓用與否造成的社會紛擾時，不禁深刻的體認：發展替代能源是一項重要的課題。

光源直射太陽能板時，太陽能板的發電效率最高，在搜尋資料後發現目前光源追蹤技術較複雜、價格也昂貴，因此市面上的太陽能板系統多為「固定式」系統。在本研究中，我們將嘗試花費低的成本，研製一個雙軸控制的太陽位置追蹤器，以期提高太陽能發電系統的效率。

貳、研究目的

由於使用微電腦控制的大型太陽能板技術複雜，且投入建設資金龐大，因此想製作一個低成本且功能類似微電腦控制的太陽位置追蹤器。

參、研究設備及器材

一、使用材料：

1、太陽能板(3V、180mA 輸出) 2、741 IC 3、電阻 4、電晶體(9013 NPN 型、9012 PNP 型) 5、保險絲及座 6、驅動電驛(線圈 DC12V) 7、直流馬達(DC12V 齒輪減速、每分鐘 4 轉) 8、麵包板 9、直流電源(輸入 AC110V/輸出 DC12V)。

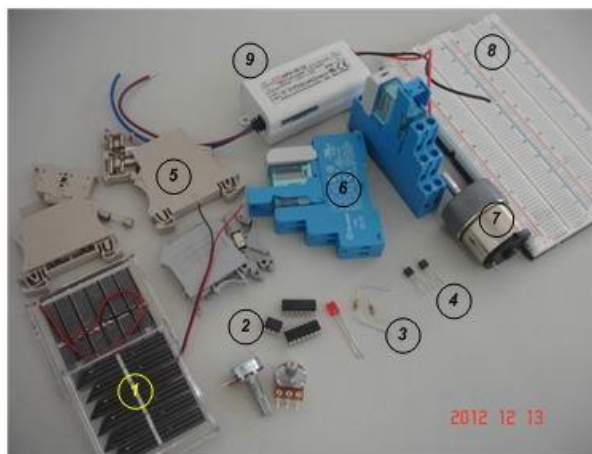


圖 1、使用材料

二、使用工具：

10、剝線鉗 11、連接線及鱷魚夾 12、一字起子 13、斜口鉗 14、尖嘴鉗 15、三用電表。



圖 2、使用工具

肆、 研究過程及方法

一、太陽位置追蹤器的背景研究

太陽能發電為世界各國發展綠色能源最重要的一環，每天太陽照射到地面所散發的能量，約為全世界石油蘊藏量所生能源的四分之一，為外來到達地球最多的能源，30 分鐘內傳至地球的太陽能相當於全世界一年內所需能量，故太陽能的應用具有相當發展潛力。

儘管太陽能已有許多學者積極的研究和發展，但仍無法將其普及化，主要是因為太陽能板的價格過於昂貴，所花費的成本跟帶來的效益有一定的差異，其次，就是太陽能板的光電轉換效率低，目前最高約只有 20%左右的轉換效率，如果想要更進一步的提升，則在成本的花費上將會大大超出其所帶來的利益。再者，為避免太陽入射光因為角度問題，而導致發電效率的降低，如何有效擷取最大日光照射量，使太陽入射光垂直太陽能板，是一大重點。

由文獻得知當太陽能板之傾斜角與太陽光束成垂直之角度時，具有最佳之發電效率，但是太陽的軌跡隨時在變化，陽光的入射角度跟隨著改變，若採用固定傾斜角度的方式發電，所接受到的太陽能量大小，會因為太陽的位置不斷隨時間變化而有很大的差異，發電效能也會大幅降低。因此，研究設計追蹤太陽的發電系統，才能比固定傾斜角度發電的方式獲得更多的能源。

追日器顧名思義，是一種可以使系統追蹤太陽的裝置，追日器追蹤太陽的精度，足以影響太陽能發電系統的發電效率，目前國際上常見的追日器追蹤精度約為 $\pm 0.3^\circ$ ，依照運動模式，可分為單軸式及雙軸式追日器兩類。單軸式追日器是依東西方向移動或是方位角轉動來追蹤太陽，使用單軸式追蹤器一定會有南北向的誤差存在，且無法修正，因此並不適用於高精度追蹤。若要提高追蹤太陽位置的精確度，必須選擇兩個方向皆可進行運動的雙軸式追日器。

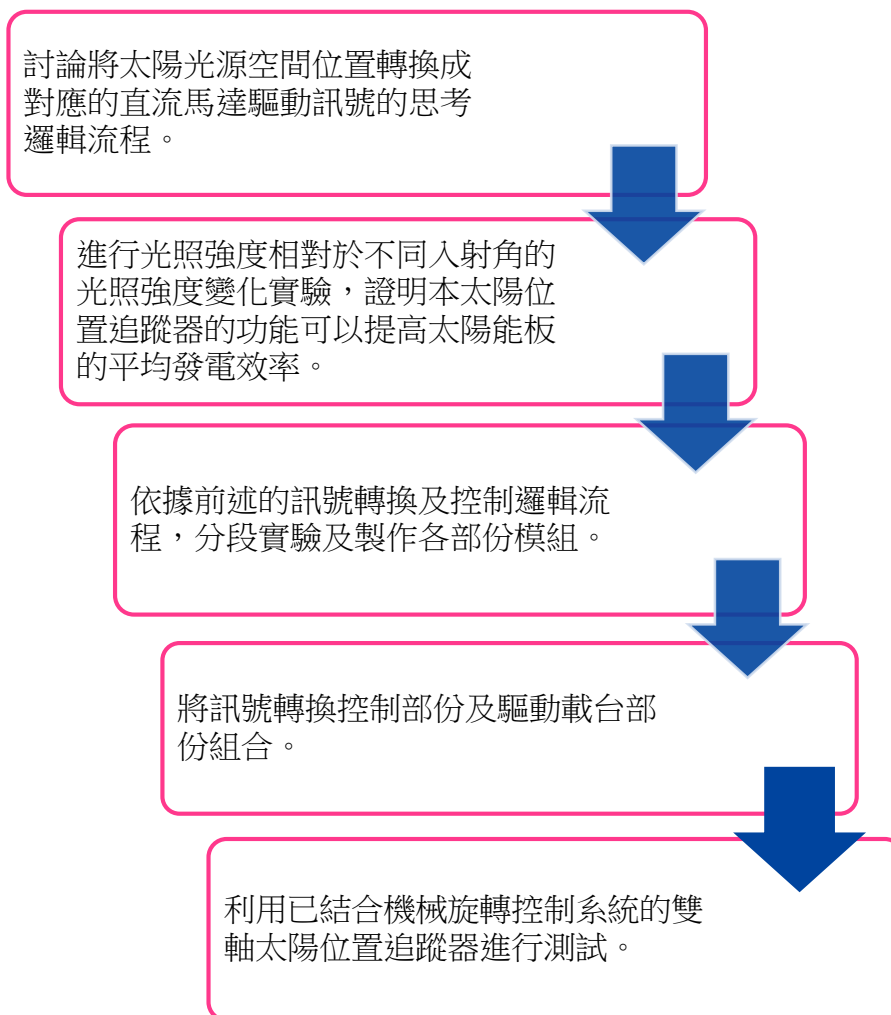
目前雙軸太陽能追日器之機構運作型式，大致可分為下列 2 種：

(一)立柱式雙軸追日器：主要結構有一立在地上的柱子和加在柱子上的扭力管，中間使用一體成型的雙回轉裝置機構，來連結達成雙軸追蹤，屬於仰角、方位角運作型式的太陽能追日器。

(二)扭力管式雙軸追日器：所有太陽能模組，都靠中間的大型扭力管及底下立柱支撐，中間則是回轉裝置及線性致動器兩種傳動機構，配合屬於東西—南北向運作型式的雙軸追日器。

以上 2 種太陽能追日器中，第一種屬於仰角、方位角運作型式的太陽能追日器，而第二種屬於東西—南北向運作型式，本研究研製的雙軸式追日器接近第二種類型。參閱相關文獻，經過研究討論後，我們打算利用光線直線運動特性所產生的光遮蔽效應，研發出一個最簡單有效的太陽光感應控制單元，結合機械旋轉控制系統，製作一個低成本且功能可以達到類似微電腦控制的雙軸控制太陽位置追蹤器。

二、研究設計與流程



三、如何轉換訊號的思考流程

在負載未飽和時太陽能板的輸出電流特性是和光照強度成正比。如果可以使用兩片太陽能面板左右並列，它們的輸出電流大小可以對應太陽位置在兩片面板的中垂線的左側或右側，那麼這個感測模組就可以偵測太陽的位置了(依據輸出電流大小辨識)。

太陽能面板輸出電流的大小，而且是對應太陽的位置在中垂線的左邊或右邊，所以接下來的問題是這兩組大小不同的電流如何轉換成對應光源位置的正、負電壓。如果控制電路可以將太陽在中垂線左或右側的位置轉換成對應的正、負電壓，那麼這個正、負電壓就可以去驅動直流馬達的正、反轉，馬達的正、反轉就可以趨動載台追蹤太陽的位置了。

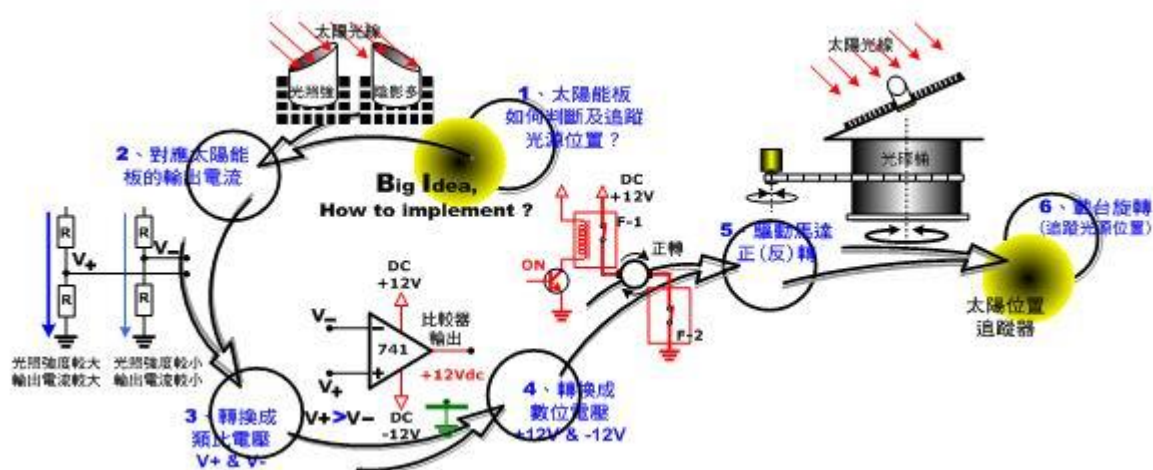


圖 3、太陽位置追蹤器之位置訊號轉換及控制的思考流程

四、探討太陽仰角對於太陽位置追蹤器的光電轉換效率

- (一)實驗 A 主要在研究光源在相同的距離，不同的入射角時，對應太陽能板的光電轉換效率會有所不同。
- (二)光源由垂直的位置(0 度)，順時鐘每 10 度移動一格，紀錄對應位置的太陽能板輸出 mA 電流。
- (三)實驗證實，當光源直射太陽能板時，光電轉換效率愈佳，而光源與太陽能板之間的夾角愈小，光電轉換效率愈差。
- (四)圖 5 為實驗 A 的實際架構。
- (五)圖 6 為實驗 A 的光源入射角對照光強度曲線圖。

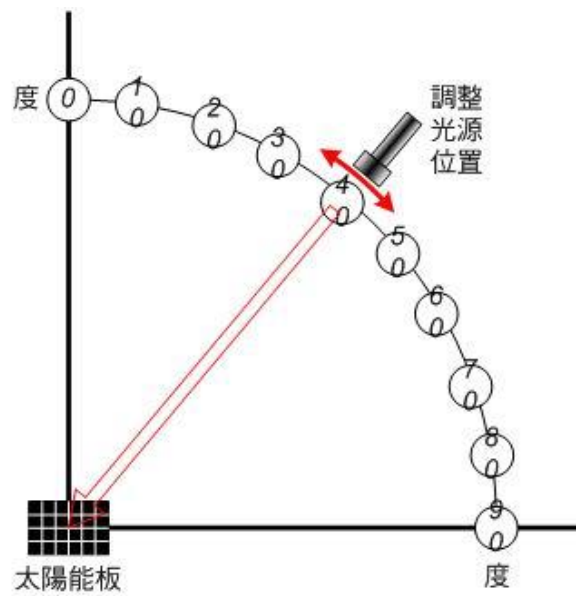


圖 4、實驗 A-光照強度 VS.光線入射角的實驗架構規劃圖



圖 5、實驗 A 的實際架構

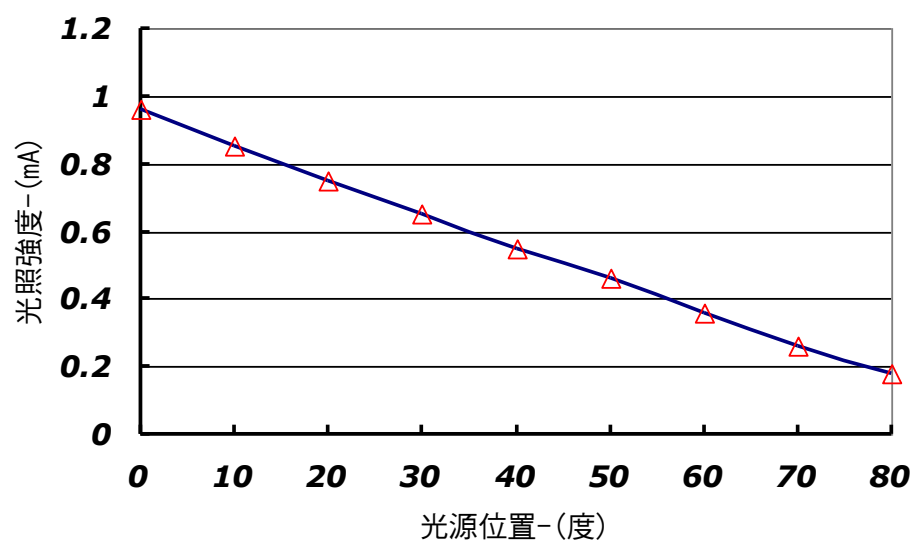


圖 6、實驗 A 的光源入射角 VS.光照強度曲線圖

五、探討光源距離對於光電轉換效率之影響

- (一)實驗 B 的目的是要證實，當光源與太陽能板之間的仰角相同、距離不同時，太陽能板輸出的光強度和距離的成平方反比關係。
- (二)實驗架構參考圖 4 所示，位置 0 放置一水平太陽能板，面板的輸出連接三用電表 mA 檔位，光源水平向上每 0.1 公尺調整移動一次，並記錄對應每一位置的 mA 輸出電流，實驗過程共取 10 筆資料並匯入 Excel 繪圖，結果參考圖 9。
- (三)根據實驗 B 的結果可以瞭解，太陽能板的輸出電流(相對光照強度)和光源距離之間的關係符合平方反比定律。
- (四)圖 8 為實驗 B 的實際架構。
- (五)圖 9 為實驗 B 的光照強度和距離的平方反成比關係圖。

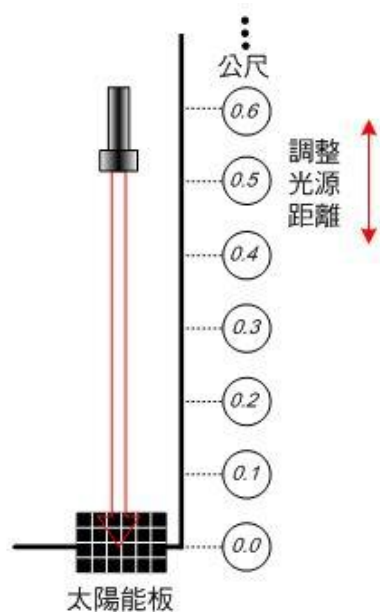


圖 7、實驗 B-光照強度 VS 距離的平方反比定律之實驗架構規劃圖

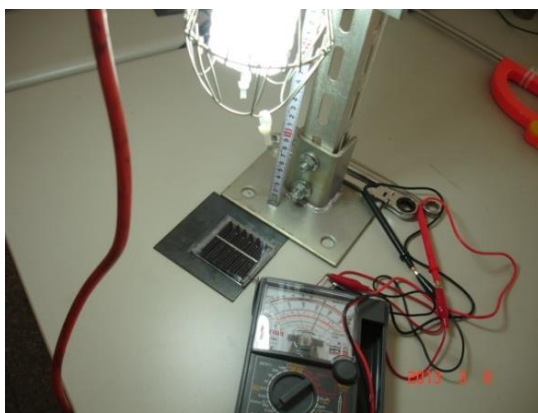


圖 8、實驗 B 的實際架構

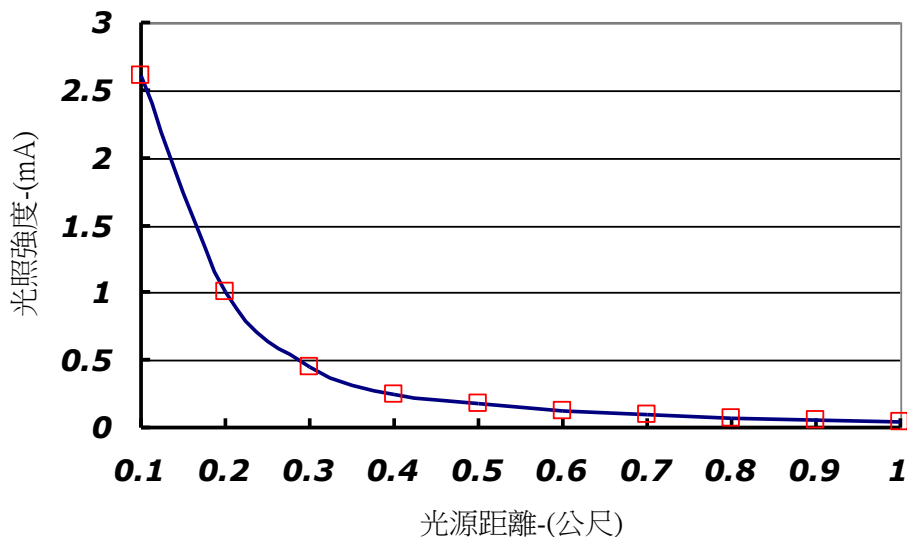


圖 9、實驗 B 的光強度 VS.距離的平方反比關係圖

六、太陽能板對不同位置的光照射反應討論(約在北緯 25 度)

- (一)每年夏至時太陽軌跡的方位最偏北，冬至時太陽軌跡方位最偏南。
- (二)太陽能面板和太陽光線垂直時，光電轉換效率最高。
- (三)對於固定式安裝的太陽能板，太陽運行的軌跡與太陽能板的夾角隨著每日時間及季節改變而變化，所以太陽能板的平均光電轉換效率較差。

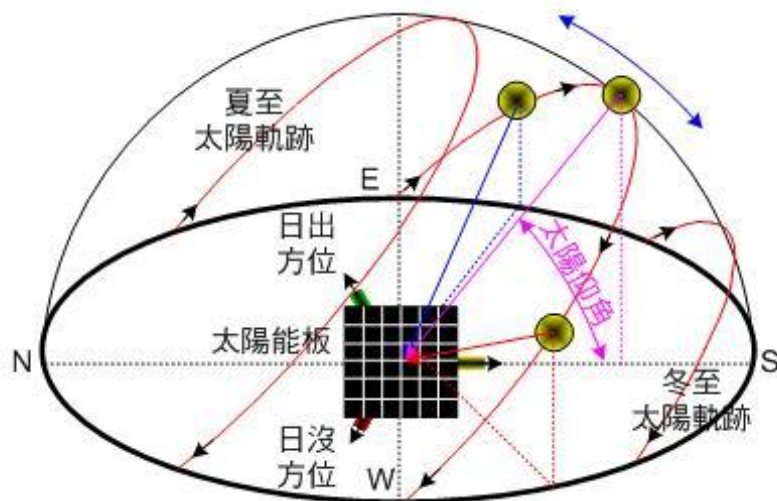


圖 10、太陽能板和太陽光線的夾角示意圖

七、如何判斷光源位置？

- (一)首先利用同一光源，照射兩片並列的太陽能板，不同的太陽能板有不同的陰影(受光照強度不同)，就可以產生對應不同的輸出電流。
- (二)我們用有斜口的 PVC 管，背對背罩在並列的太陽能面板下。當光源斜射到斜口圓筒時，斜口圓筒會因光源入射角度不同的關係而在底部產生陰影，感測模組(太陽能面板)便能經由斜口圓筒底部影子的多寡來判斷光源的位置。

- (三)在東西向的感測模組中，光源如在中垂線的左側，左側的 PVC 管內光照較強、陰影少，右側 PVC 管底部的陰影較多，則左側太陽能板的輸出電流大於右側；反之，假如光源為在中垂線的右側，右側 PVC 管內的光照較左側多，則左側的太陽能板的輸出電流將會小於右側，藉此判斷光源位置。
- (四)在南北向的感測模組中，光源如果在中垂線的左側時，左側的輸出電流會大於右側；所以光源如果在中垂線的右側時，右側之輸出會大於左側。我們可以由此判斷出光源的位置。
- (五)東西向與南北向的動作原理皆相同，只是追光方向不同而已。

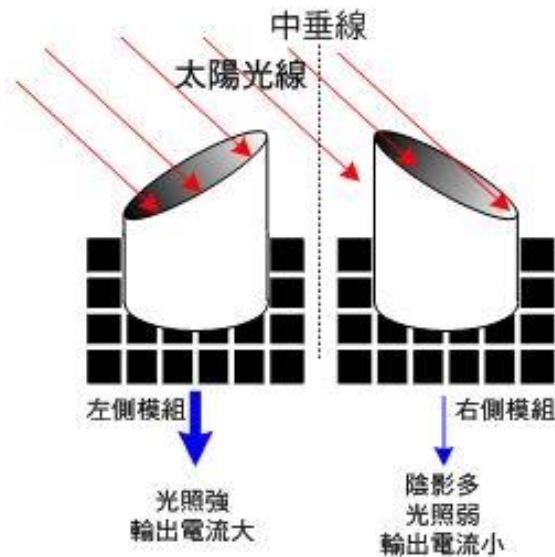


圖 11、光源在中垂線左側時，電流大小的輸出情形

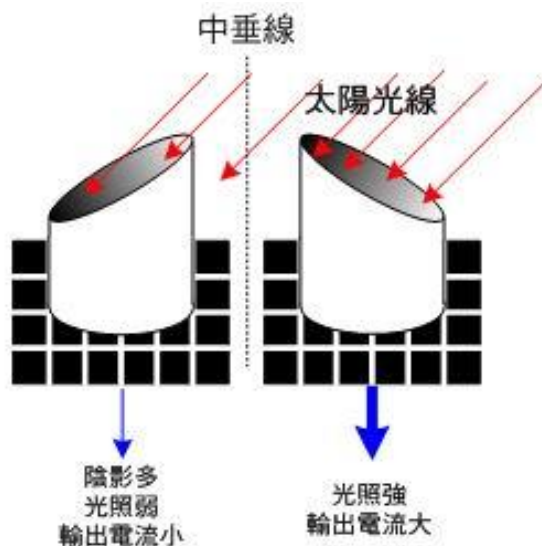


圖 12、光源在中垂線右側時，電流大小的輸出情形

八、如何將電流訊號(類比)轉換成電壓訊號(數位)？

-H 型橋接取樣及比較電路

- (一)因為太陽能板的輸出電流與光照強度成正比，所以當太陽光線由左側射入時，我們利用斜口圓筒背對背並列製造出陰影，並利用圓筒內部的陰影多寡，造成兩片太陽能面板的輸出電流大小不一樣，讓感測模組判斷光源的所在位置。
- (二)左側以及右側的輸出電流會在外接到 H 型橋接取樣電路，這個電路有四個電阻 R ，但是因為左側及右側的輸出電流大小會因太陽光源位置的不同而有變化，所以在這個取樣電路的 $V+$ 點以及 $V-$ 點的電壓大小和正負也會跟著有所不同，電壓差就可以輸入 741 比較器（也就是比較電路的部份）。
- (三)741 比較器是一顆 IC，有八隻接腳，它的功能是當 $V+$ 的電壓大於 $V-$ 的電壓時，輸出就是正的電源電壓(+12 Vdc)；如果 $V+$ 的電壓小於 $V-$ 的電壓時，輸出就是負的電源電壓(-12 Vdc) (圖 13)。

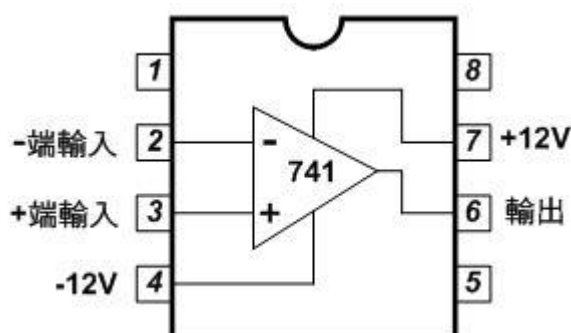


圖 13、741 IC 接腳圖

- (四)在圖 14 所示的 H 型橋接取樣及比較電路中，太陽的光源在中垂線的左側，因此左邊太陽能板的輸出電流便會大於右側的輸出電流，所以 $V+$ 的電壓大於 $V-$ ，經過 741 比較器之後輸出就會是+12 Vdc。
- (五)如圖 15 所示的電路中，太陽光源位於中垂線的右側，則右側斜口圓筒內部的陰影比左側來得少，因此右側太陽能板的輸出電流會大於左側，即 $V+$ 的電壓小於 $V-$ ，經過 741 比較器之後輸出就會是-12Vdc。
- (六)在南北向的裝置中，太陽光源如位於中垂線左側，則 741 比較器的輸出為 $V+$ ；如光源在右側，則輸出為 $V-$ 。

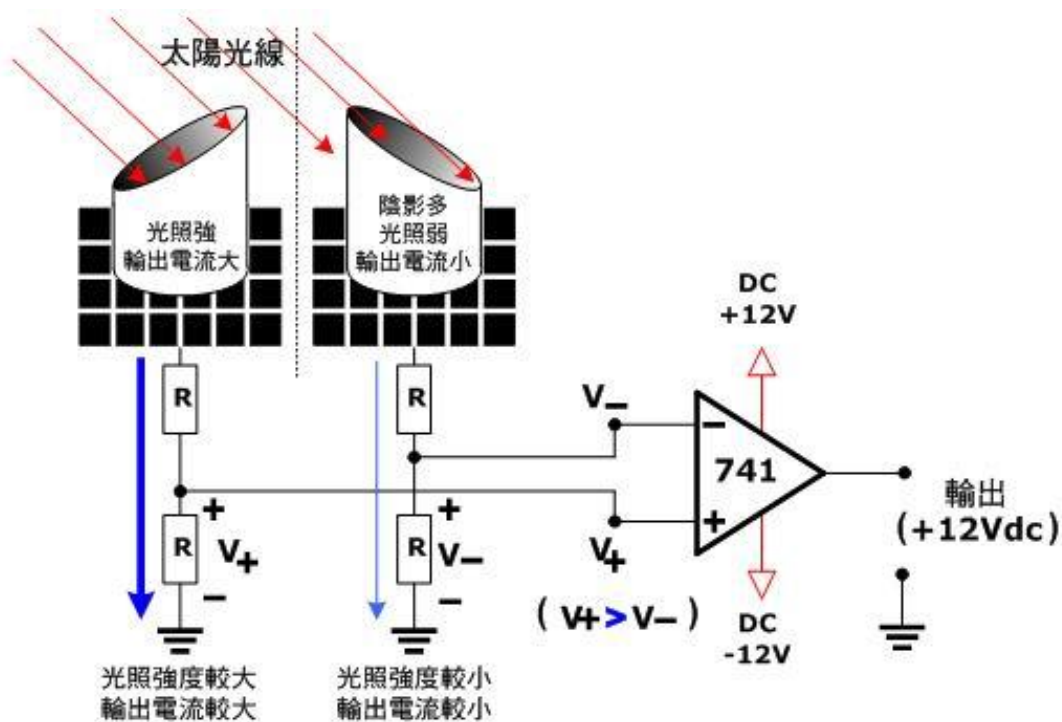


圖 14、H 型橋接取樣及比較電路(光線由左側射入)

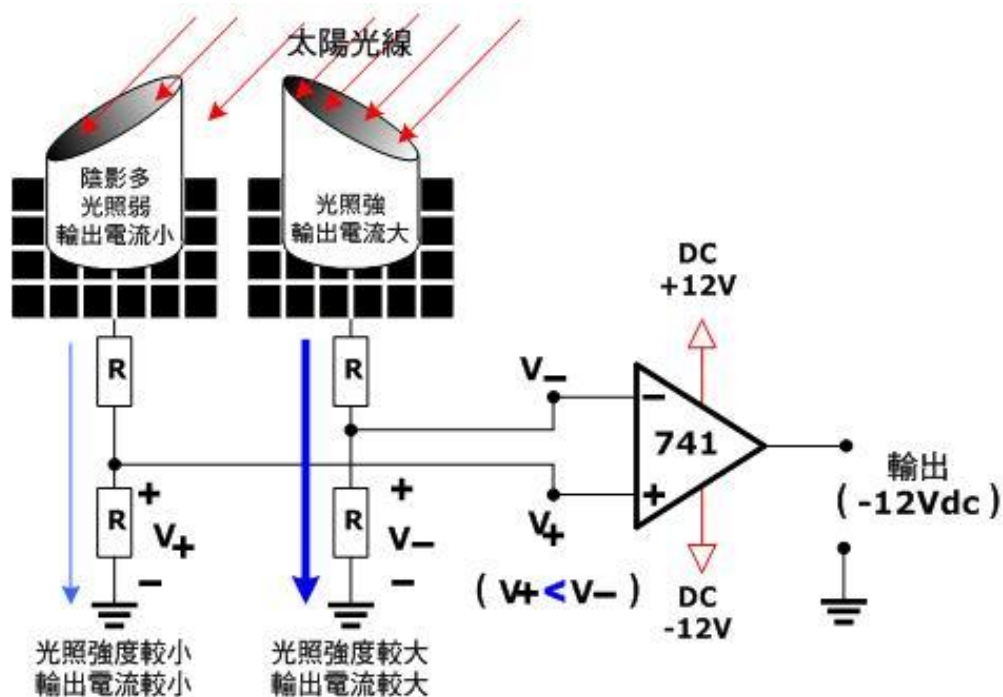


圖 15、H 型橋接取樣及比較電路(光線由右側射入)

(七)依據前面敘述的原理，實驗時我們使用雲彩紙製作了一組遮光的斜口圓筒(圓筒的直徑是 5 公分)，並依設計圖組裝如 16 及圖 17，圖中的 25 瓦白光省電型燈泡是用來模擬太陽光源，圖 16 圓孔下面是兩片太陽能面板。

(八)圖 18 左下角的四個電阻就是 H 型橋接取樣電路的電阻。

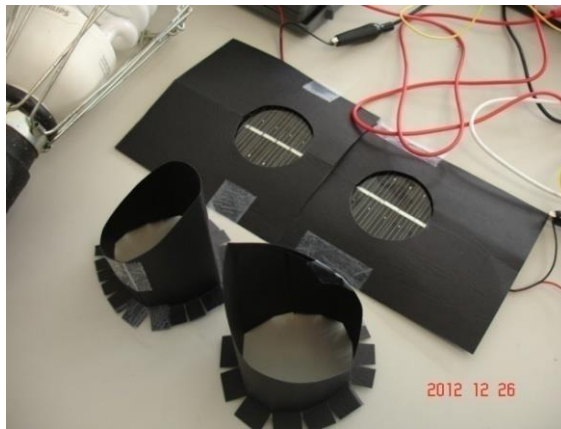


圖 16、斜口圓筒與太陽能板

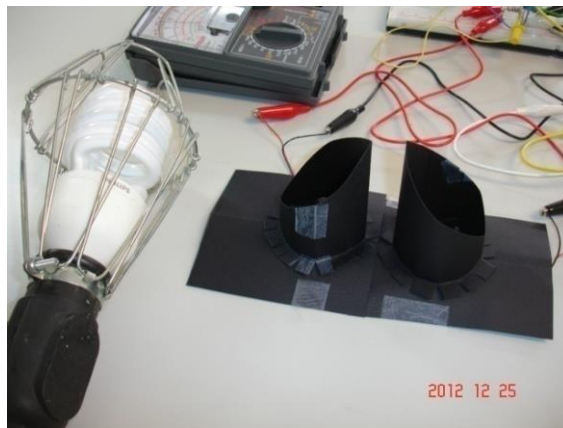


圖 17、遮光的斜口圓筒

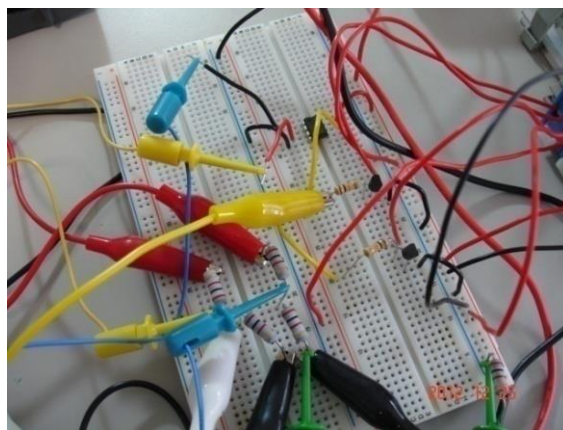


圖 18、H 型橋接取樣比較電路

九、如何將電壓訊號轉換成對應的 DC 馬達正反轉功能？

-直流馬達驅動電路(H 型橋接正反轉趨動電路)

(一)因為 741 比較器的驅動能力不足，無法直接驅動載台，因此我們為了要讓馬達能夠順利的帶動整個裝置，便在 741 比較器與載台之間加裝了電晶體及電驛來轉換訊號。

(二)圖 19 是 H 型橋接正轉趨動電路，此時的輸出是 +12Vdc，因此驅動了 9013NPN 型的電晶體以及左上和右下組的電驛，電流由左上流至右下，驅動馬達正轉，紅色線部分

代表電流的流動，同時右上及左下的電驛不會作動(黑色線部分)。

(三)圖 20 是 H 型橋接反轉趨動電路，不同於正轉趨動電路的地方在於此時從 741 比較器輸出的是 -12Vdc ，驅動 9012PNP 型電晶體使下以及右上的電驛動作，電流由右上流至左下，使馬達反轉，同時左上以及右下的電驛不會動作(黑色線部分)。

(四)圖 21 是完整的驅動電路及直流馬達。(實體)

(五)圖 22 右下角電驛的 LED 指示燈亮(另一個暗)，直流馬達正轉(可以由轉軸的指示束帶的震動看出)。

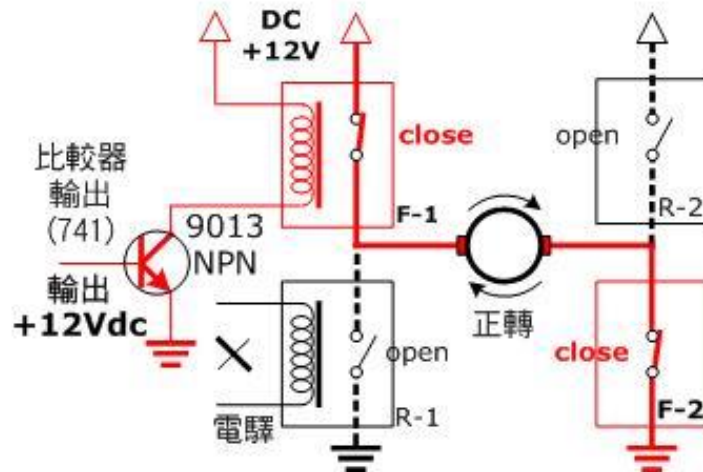


圖 19、H 型橋接正反轉趨動電路(正轉趨動)

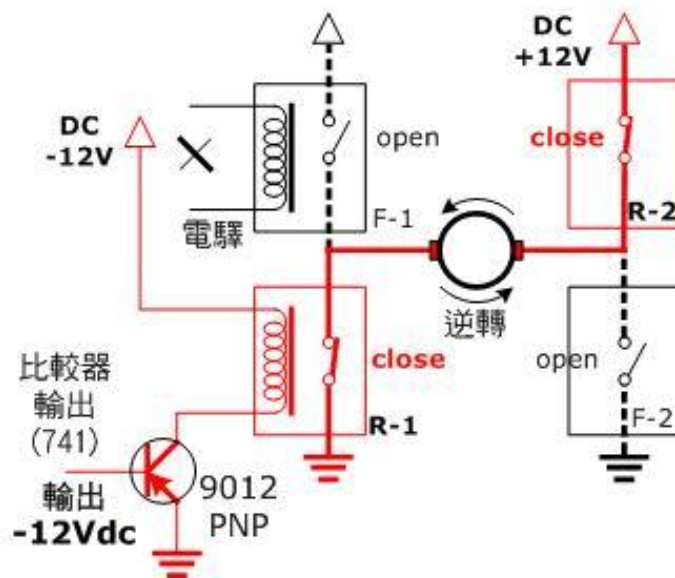


圖 20、H 型橋接正反轉趨動電路(反轉趨動)

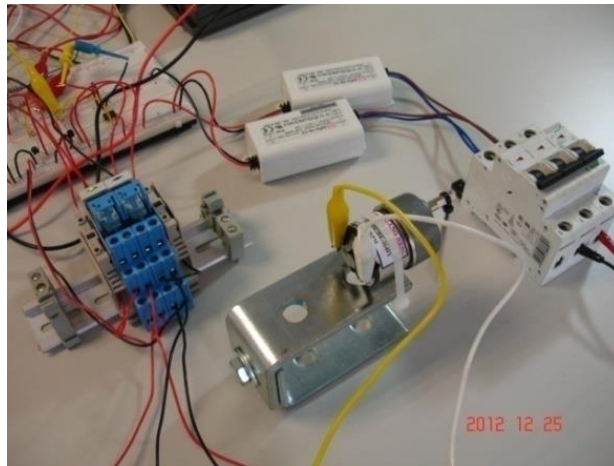


圖 21、完整的驅動電路

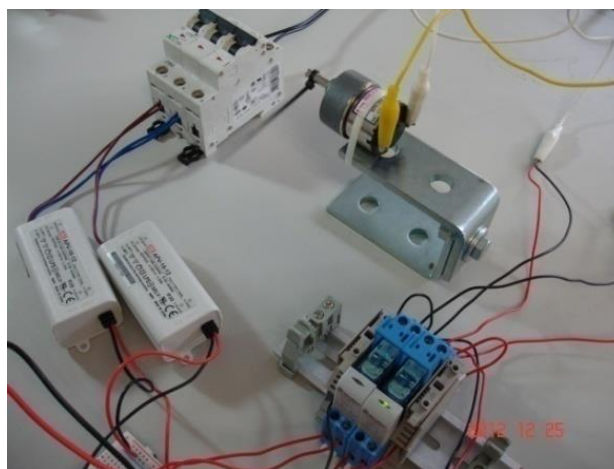


圖 22、電驛的 LED 指示對應轉向

十、完整控制系統的組成

- (一)這個系統是由前段的太陽能面板位置感知模組、中段的比較電路及後段的驅動電路組成，最後由直流馬達直接動載台。
- (二)圖 23 及圖 24 是一個追蹤太陽東西向移動的完整控制電路圖。
- (三)當光源中垂線的左側時，左邊的輸出電流會大於右側輸出電流， V_+ 大於 V_- ，經過 741 比較器的比較後，輸出就會是 V_+ ，驅動電晶體以及左上和右下組的電驛，使馬達正轉，帶動載台。(圖 23)
- (四)當太陽光源在中垂線的右側時，右側的出電流會大於左側輸，即 V_+ 小於 V_- ，經 741 比較器後輸出為 V_- ，驅動電晶體和左下以及右上組的電驛，使馬達反轉。(圖 24)
- (五)東西向的驅動原理接與南北向之驅動原理相同。
- (六)圖 25 為實際的完整實驗控制電路圖。

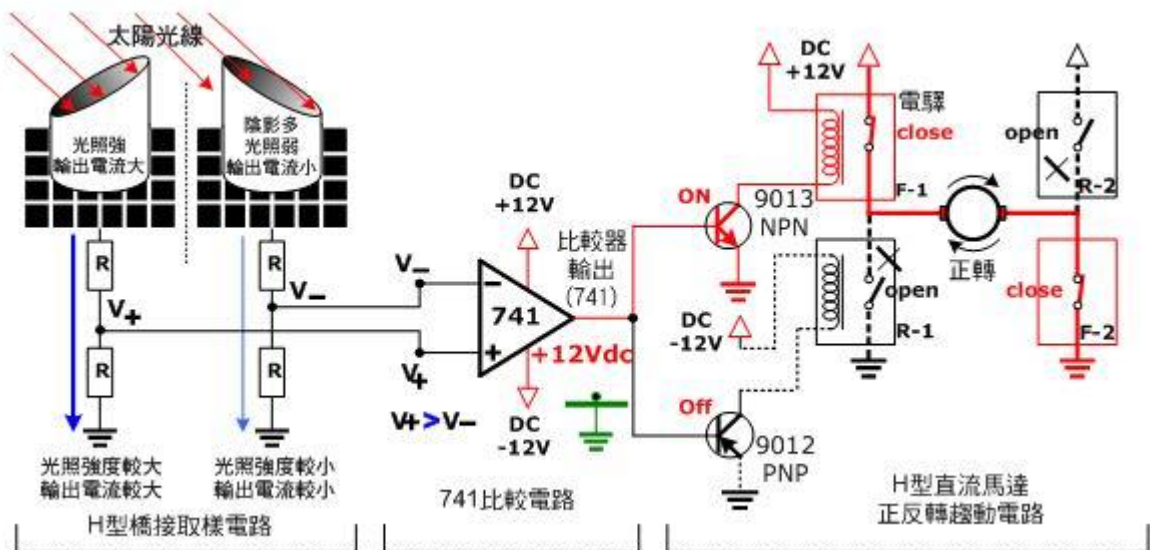


圖 23、完整的追蹤控制系統電路圖(太陽光線的位置在左側)

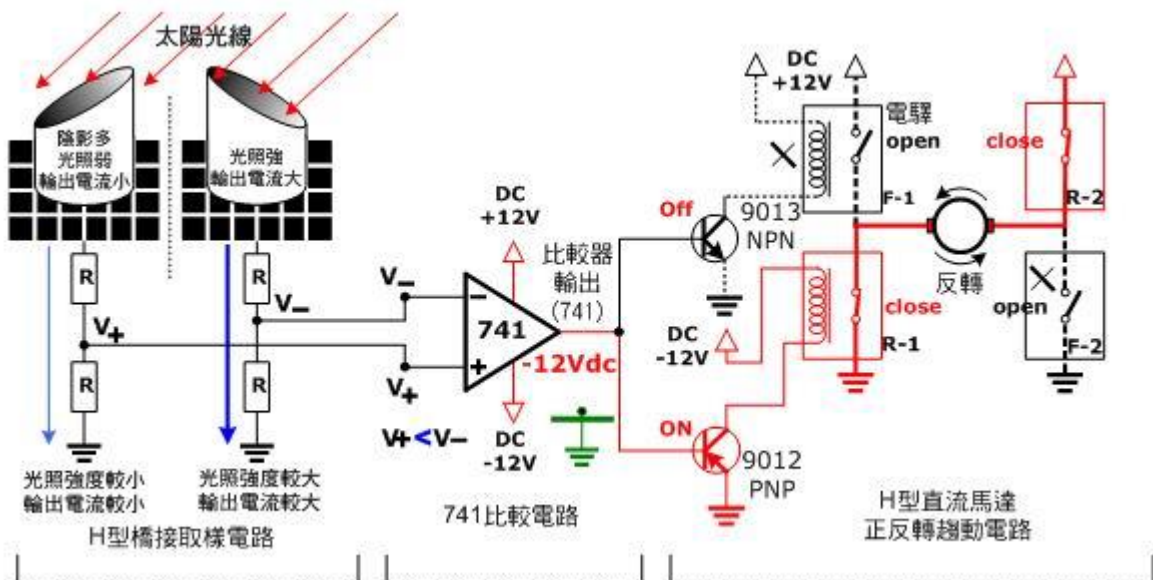


圖 24、完整的追蹤控制系統電路圖(太陽光線的位置在右側)

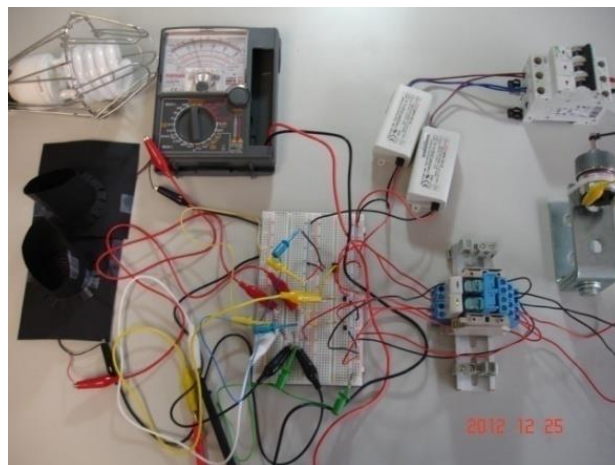


圖 25、完整的系統接線圖

十一、DC 馬達如何驅動太陽能板載台？

根據上述實驗及其原理，我們可以知道直流馬達可經由光源在中垂線的左邊或右邊來執行對應的馬達正反轉動作，所以在製作載台的時候，我們選用日常生活中即可得的光碟桶來做馬達和載台之間的媒介，圖 26 是原型機的雙軸太陽位置追蹤器之示意圖，光碟桶座直接固定在底板上，光碟桶的透明蓋是轉動部分，所以蓋底的固定卡榫需要另行加工處理切除，至於和驅動皮帶連接的部份，則安裝上、下兩片 L 型鐵片，形成一條皮帶溝槽，另外，光碟桶上方則放置一個斜角 30 度的太陽能面板安裝面，同時位置感測模組也安裝在這個斜面上。

圖 26 在實際測試過後無法順利轉動，原因是下圖紅框的部份摩擦力過大，皮帶無法順利帶動載台，因此我們決定將直流馬達直接安裝在光碟桶下方，讓馬達直接帶動整個裝置，圖 27 為改良過後的載台示意圖，由馬達直接驅動載台的確可以改善摩擦力過大的問題。

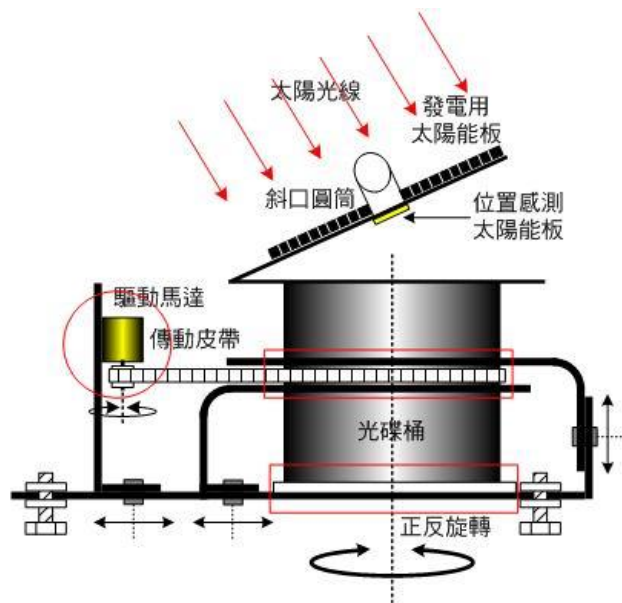


圖 26、驅動載台示意圖(原型機)

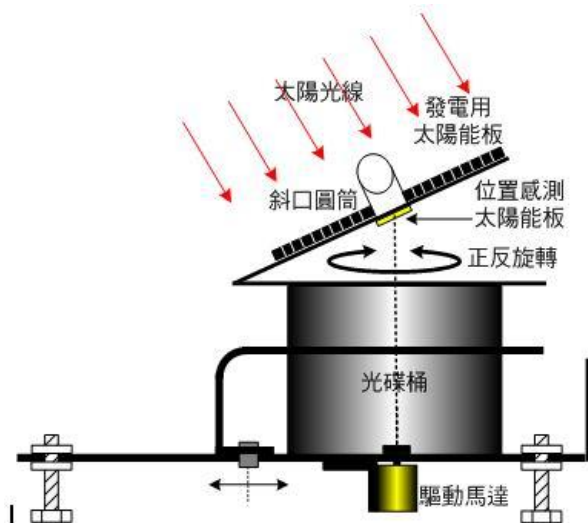


圖 27、修改後的驅動載台(第一代)示意圖(馬達直接驅動)



圖 28、第一代單軸控制光源位置追蹤器實際成品

十二、雙軸控制的光源位置追蹤器

第一代單軸控制光源位置追蹤器固定仰角 40° ，只能東西向追蹤光源，但是如果光源位置追蹤器能夠全時追蹤移動的光源，應用在太陽能板發電系統會是更有效率。這時候追蹤器的光源位置追蹤趨動系統應該是雙軸控制的，東西向移動的控制就是第一代的追蹤器趨動功能，它可以靠趨動達左右旋轉，參考圖 28 所示，東西向趨動的示意圖，它是由直流齒輪減速馬達驅動一個光碟筒，再以光碟筒為一載台，載台上再放置南北向的控制元件，至於南北向的控制原理和東西向控制原理相同，南北向的感測元件組只要追蹤光源的仰角，讓太陽能板垂直光源射線即可。接著再將圖 29 及圖 32 的功能組合成圖 34 的功能，就完成雙軸控制的太陽位置追蹤器。

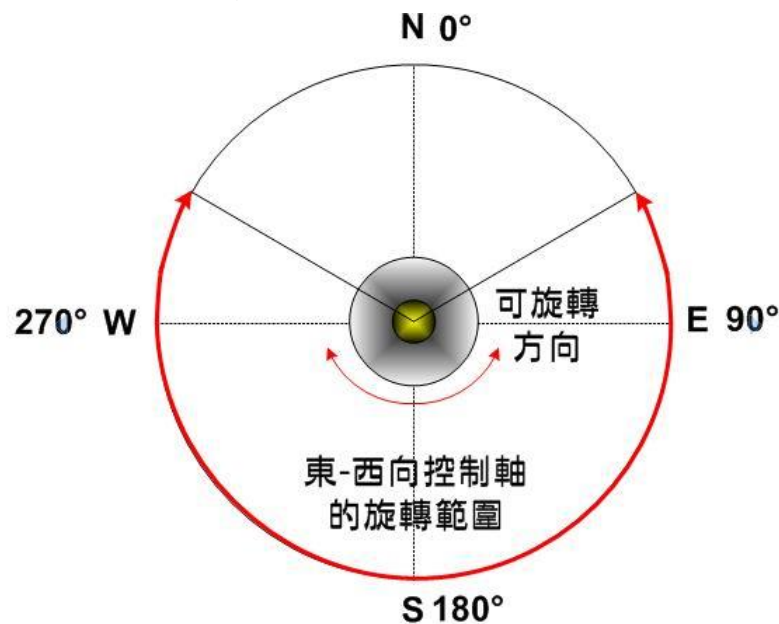


圖 29、東西向(W-E 單軸)機械趨動示意圖(上視圖)

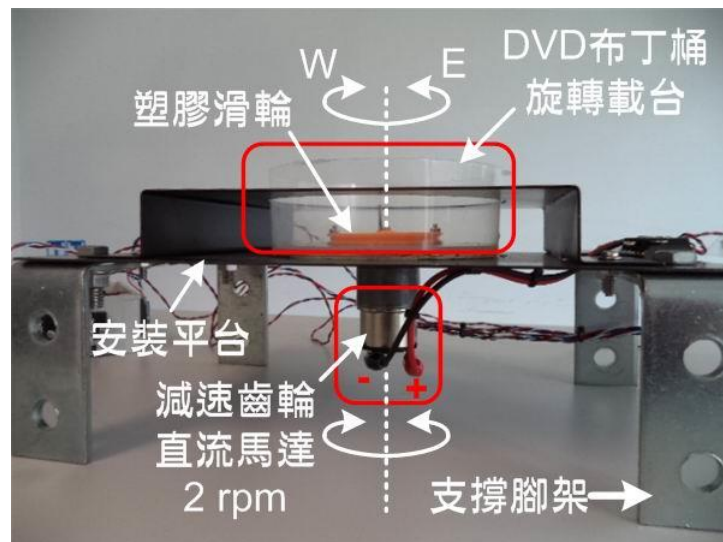


圖 30、東西向(W-E 單軸)機械趨動機構

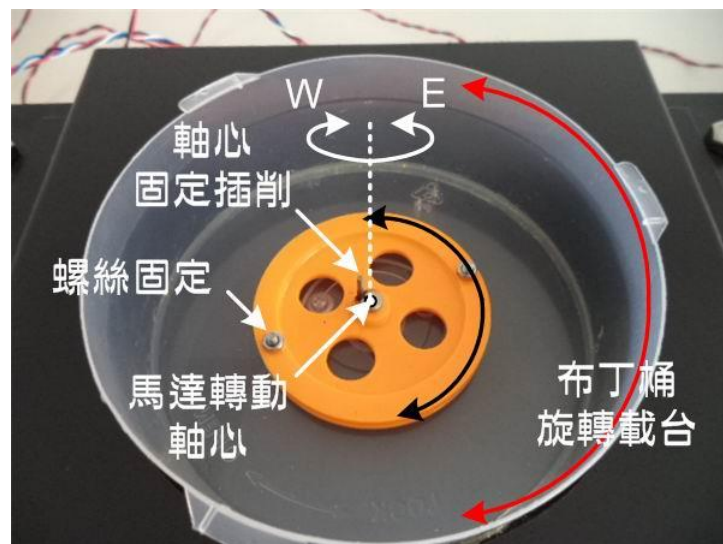


圖 31、東西向(W-E 單軸)機械趨動載台(上視圖)

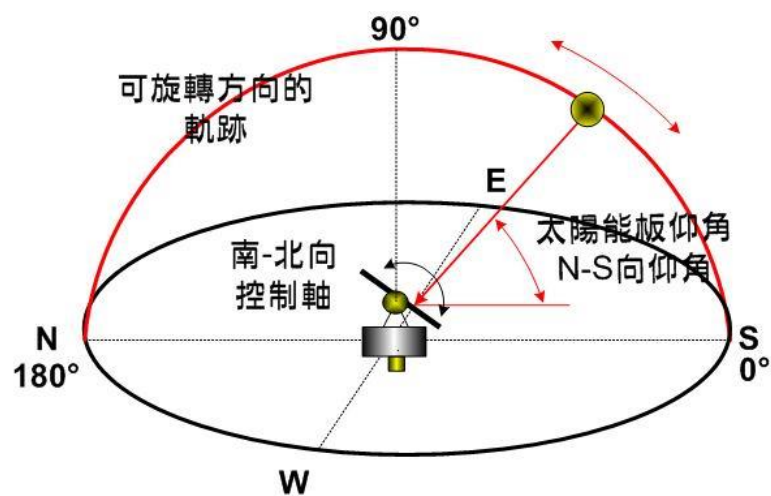


圖 32、南北向(N-S 單軸)機械趨動示意圖(側視圖)

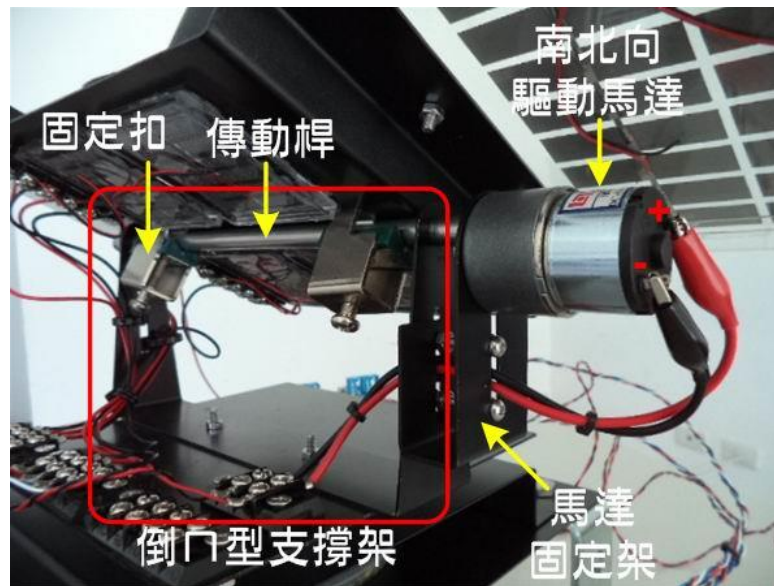


圖 33、南北向(N-S 單軸)機械趨動機構

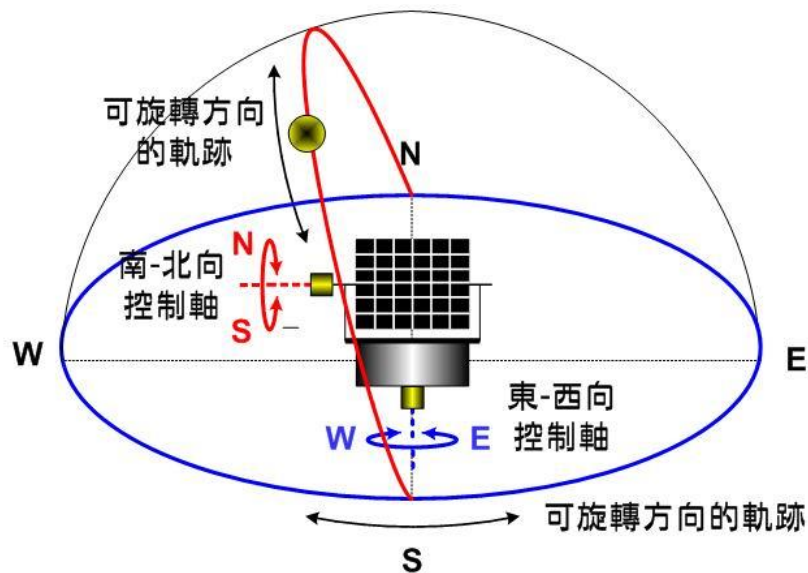


圖 34、南北向及東西向(雙軸)機械趨動示意圖

完成雙軸控制理論的探討後，實際控制電路組裝完全和第一代的追蹤器一樣，唯一不同之處在於位置感測太陽能板的斜口圓筒配置方向，參考圖 35 所示(紅色線)，控制南北向的斜口圓筒斜面是一個朝北，另一個朝南，用來分辨南北向光源的位置的差異。至於東西向的斜口圓筒斜面是一個朝東，另一個朝西，用來分辨東西向光源的位置的差異。圖 36 是感測元件(太陽能板)及斜口圓筒組成的實體圖。另外，控制雙軸的電子電路也是一模一樣的兩套控制系統，參考圖 37 所示，照片中左半部是南北向控制單元，右半部則是東西向控制單元，右邊則是 $\pm 12Vdc$ 的電源的引入接點。

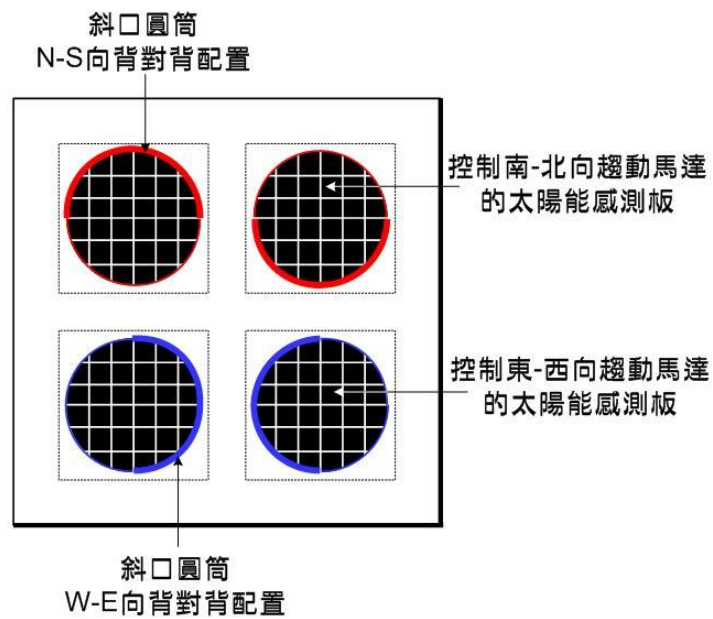


圖 35、雙軸控制電路的感測元件(太陽能板)組成示意圖

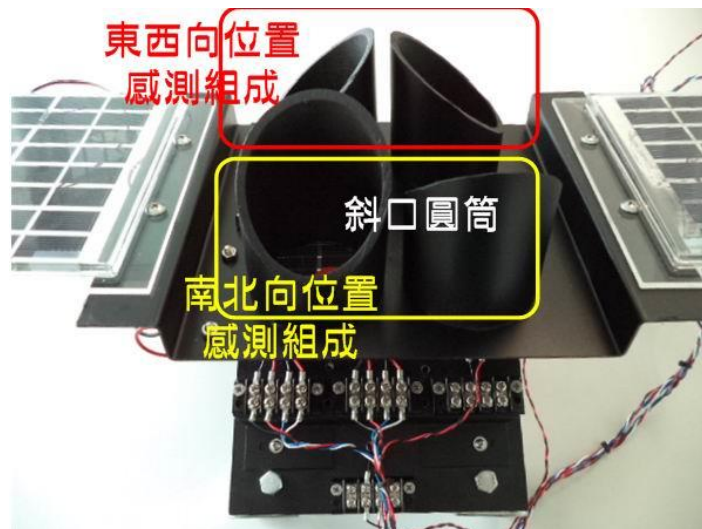


圖 36、雙軸控制電路的感測元件(太陽能板)及斜口圓筒組成實體圖

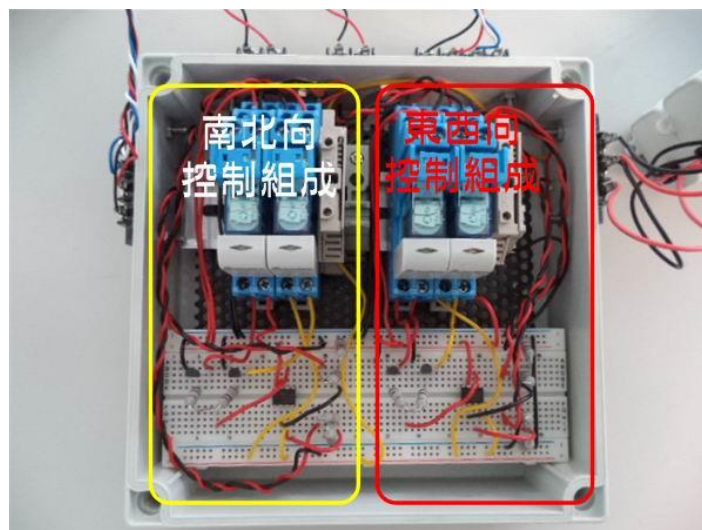


圖 37、雙軸控制電路的完成硬體及雙電源(+/-12Vdc)

伍、 研究結果

太陽位置追蹤器的研製，主要區分為兩大項目，第一是訊號轉換及控制部份(圖 36 及圖 37)，第二是驅動載台部份(圖 38)。

首先太陽位置經兩組(東西向及南北向)感測模組判斷出來，再將太陽位置轉換成太陽能板的輸出電流訊號(類比訊號)，輸出電流再流經 H 型橋接取樣電阻電路轉換成隨電流大小變化的電壓($V+$ 和 $V-$)，輸入 741 比較器比較電壓大小，就可將位置訊號轉換成數位訊號，741 比較器輸出後便可動 H 型橋接正反轉趨動電路的電驛，使正反轉的電驛組可直接驅動馬達正反轉，讓馬達可帶動整個載台旋轉。組裝載台時把上述的訊號轉換、控制和載台驅動的兩大部份組合再一起，便完成了雙軸太陽位置追蹤器的研製。

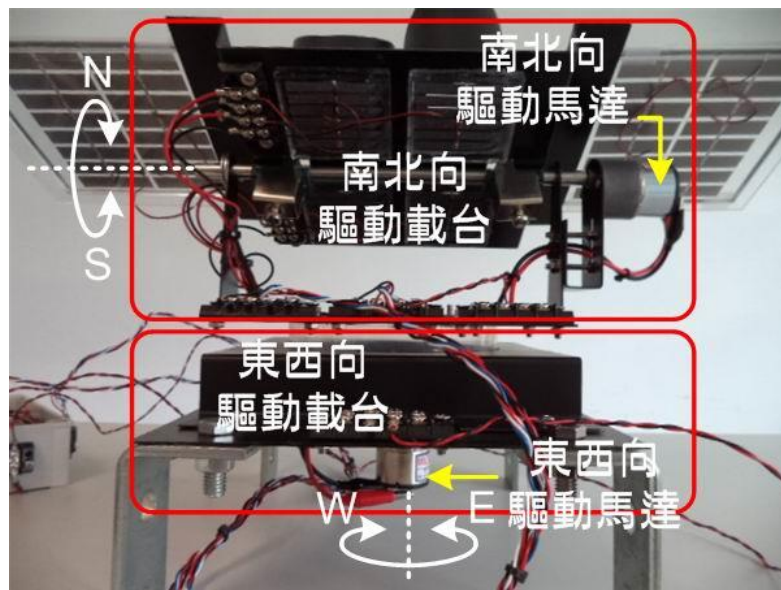


圖 38、雙軸控制的完成機械硬體及趨動馬達(N-S 及 W-E)

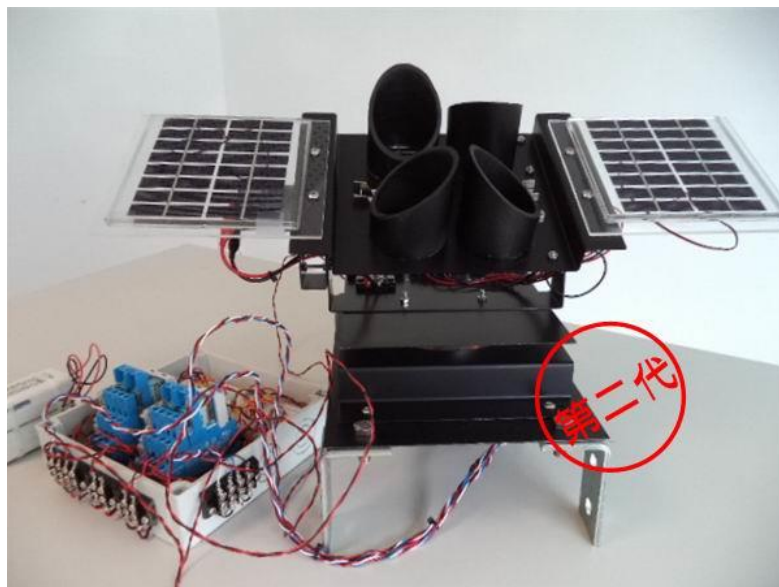


圖 39、雙軸控制太陽位置追蹤器完整的成品(兩側是太陽能發電板)

陸、討論

一、趨動馬達的選擇

太陽光源在天球位置的移動相當緩慢，所以趨動馬達必然是低轉速的微型 DC 馬達，但是電子商場的 DC 馬達都是每分鐘數百轉以上的速度，並不適用在這個系統。最後終於在商場內找到一個 12VDC 附有減速齒輪每分鐘 2 轉的直流馬達。

二、東西向轉動的趨動方法及載台的選擇

東西向的轉動是水平轉動，但是以南北方向為轉動軸心，我們選擇以 DVD 桶為旋轉載台，所以只要克服馬達安裝上的問題，DVD 桶就可以左右旋轉。我們把馬達顛倒安裝在支撐底座平面下方，並用一個滑輪將軸心固定在 DVD 桶上，這樣就完成一個可以左右旋轉的載台(參考圖 30 所示)。

三、南北向受光面轉動的趨動方法

南北向受光面必須是安裝在東西向的旋轉載台上，才可以執行 3D 立體追蹤光源的動作，它的動作就像天文台的天文望遠鏡動作方式一樣。我們先在旋轉載台上安裝一個倒 U 型的支撐架，這個支撐架主要是支撐轉動軸及趨動馬達，因為受光面板要南北向轉動，所以轉動要軸水平放置，趨動馬達和受光面板只要可以和轉動軸連結，系統就可以執行南北向轉動的動作。至於連結固定的元件，我們使用現成的電工夾及迫緊螺絲，轉動軸則是一截現成 3/8 吋的不銹鋼管(參考圖 33 所示)。

四、斜口圓筒內的太陽能板(當感測元件用)選擇

斜口圓筒內的太陽能板是當感測元件使用，我們取用的是太陽能板的輸出電流，所以基於上述理由及安裝考量，我們在電子商場找到較大輸出電流的方型太陽能板。

五、斜口圓筒的大小及斜度選擇

因為系統的感測控制原理是利用兩片太陽能板的受光強度不同，會產生不同大小的電流，又要考慮安裝平面及太陽能板的面積大小，所以圓筒的大小及斜口的傾斜角度都是以試誤法完成的。

六、受光面斜口圓筒的佈置方法

雙軸光源位置追蹤器的感測、控制及趨動，其實是兩套一樣的系統，只有在感測的斜口圓筒及馬達的趨動方式不同。東西向的控制電路，它的感測元件是圖 36 中上半部份，斜口面一只朝右，另一只朝左。至於南北向的控制電路，它的感測元件是圖 36 中下半部份，斜口面一只朝上，另一只朝下。所以光源在不同的位置都會在斜口圓筒內產生不同的陰影面積，所有的太陽能板受光強度大小就不一樣。

七、系統的模擬方法及感測元件的動態平衡校正

系統製作完成後，我們使用 20W 的 LED 探照燈進行模擬測試，系統受光面當然是追著光源移動，但是受光面的中心軸無法對準光源，我們認為可能是使用的光源是點光源，它的光線是點輻射狀的。另外每塊太陽能板也不見得有一模一樣的電輸出特性，太陽能板的黏貼、斜口的裁切等，都不可能是完全一樣對稱，所以不平衡的情形就出現，那麼不平衡該如何校正？…遮掉部份光！在斜口圓筒內的太陽能面板貼上貼紙，遮掉一部份受光區域，每塊太陽能板的電輸出特性就可以動態校調到近似一樣，受光面的中心軸幾乎就可以對準光源中心點移動了。



圖 40、動態位置對準校正的方法(遮光用的紅色圓點貼紙)

柒、 結論

基於成本考量的因素，大部份的小型太陽能系統多為固定式的，平均光電轉換效率自然是差的，而能夠動態持續追光的系統較為昂貴(數萬元或更高價格)，並不符合成本效益，因此大多數都會選擇使用固定式太陽能板。經由本研究可證實，即使是低成本以及簡單的技術也可以建構一個雙軸控制的太陽位置追蹤器。

中南部許多日照充足的地區，不少社區住戶都在屋頂加裝太陽能板提供部分生活用電(太陽能熱水器)，我們以低成本(數千元)研製出來的雙軸控制太陽位置追蹤器，可提供為整個社區的太陽能發電系統核心控制單元。將感應核心控制單元與一般的太陽能板分開，整個社區只需一個核心控制單元，其餘透過無線傳輸控制信號，即可完成整個社區住戶的追日功能，有效提高太陽能的使用效率。

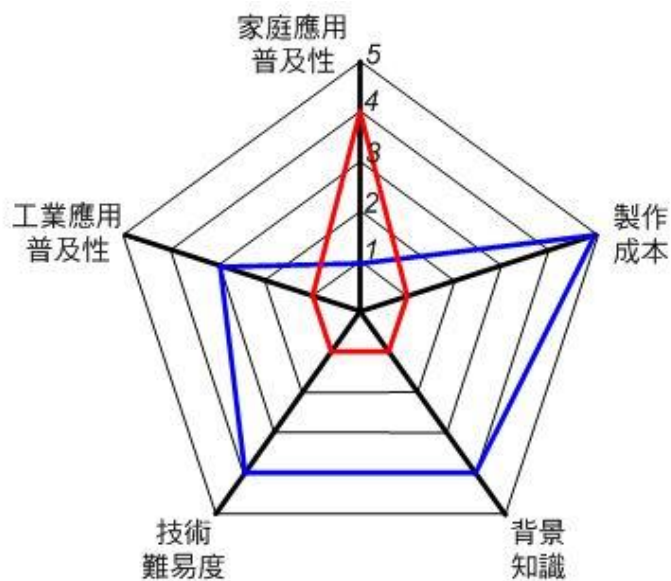


圖 41、相關作品的優缺點比較雷達圖(紅色代表本文作品)

捌、 參考資料

- 一、李琮傑、孫銘宏； 2012 公告
中華民國專利系統 <http://twpat-simple.tipo.gov.tw/tipotwoc/tipotwkm>
新型專利 M432806 太陽能晶片自體感測之追日系統
- 二、林健口、林傳宜、陳正民；2008 公告
中華民國專利系統 <http://twpat-simple.tipo.gov.tw/tipotwoc/tipotwkm>
新型專利 M331840 追日發電裝置
- 三、吳玉祥、張凱；雙軸太陽能追日器系統設計 2014.01
Journal of China University of Science and Technology Vol.58
- 四、吳敏光、蔡宗諭；2007
自動化追日式發電系統與固定式發電系統差異研究；
第五屆精密機械與製造技術研討會論文集
- 五、陳麒峯；2010
追日偏差量測技術開發與聚光太陽光電系統之實測
國立中央大學能源工程研究所碩士論文
- 六、TEXAS INSTRUMENTS；MARCH 2013
LM741 Operational Amplifier

【評語】 030803

1. 以低成本雙向轉動控制電路來調整太陽能面板，使得板面能隨太陽光源的方向轉到最大受光面積，產生轉高電功率。
2. 能利用貼紙來微調校正太陽能面板發電量不均衡所產生的偏差。
3. 具實作創意與應用價值。