

# 屏東縣第 60 屆國中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：**地球科學**

組 別：**國小組**

作品名稱：**捕捉太陽的軌跡  
光采濕地「太陽光電板」建置之研究**

關 鍵 詞：**太陽高度角、太陽方位角、太陽光電板**

編號：

# 題目：捕捉太陽的軌跡~ 光采濕地「太陽光電板」建置之研究

## 一、摘要：

為兼顧能源安全、綠色經濟及環境永續，政府將綠能產業列為「5+2」產業創新計畫之一，致力達成民國 114 年再生能源發電占比 20%的目標，其中又以太陽光電裝置容量占 66.3%最高，本縣的東港、林邊、佳冬、枋寮等 4 鄉鎮嚴重地層下陷，不利耕作，政府已擇定活化為「光電專區」，規劃 2 年設置 800 MW。過去的太陽能板安裝大都採固定形式，但是太陽依每日及季節的運行軌道卻隨時在變化。如何選擇最佳位置讓太陽光電板能發揮最大的發電功效乃是本研究的重點。經過我們深入研究發現：太陽高度角影響到地表溫度、太陽方位角影響直接日照時間長短，而陽光直射影響安裝位置的方位與仰角。最後歸納找出「太陽能板」最佳位置，從生活中體驗自然的變化，運用科技，善用資源。

## 二、研究動機：

林邊鄉是一個靠海的鄉鎮，居民多數仰賴海水養殖為生。2009 年莫拉克風災後，屏東縣政府為輔導長期使用地下水的養殖業轉型，同時兼具國土復育功能並創造就業機會，在林邊、佳冬沿海地區推動面積廣達約 44 公頃的「養水種電計劃」，發展太陽能光電產業，並以「光采濕地」規劃為環境教育園區。在五年級上學期自然與生活科技領域「太陽的觀測」單元中有介紹太陽是地球上最大的熱源，它的光和熱可以產生很大的能量，而且是一種環保又乾淨的能源，目前已逐漸被利用，例如有許多家庭會裝置太陽能熱水器，但常聽到有些同學抱怨冬天利用來洗熱水澡有時溫度不夠熱，這是否和太陽能板安裝的方位和角度有相關？如何將太陽能光電板安裝於可以接受陽光照射時間較久的位置，發電的效能就越高？這都引起我們研究的興趣？想揭開其中奧秘，就找幾位志同道合的夥伴，展開以下一連串的研究。

## 三、研究目的：

- (一) 調查林邊「光采濕地」太陽能光電板設置的數量與型態。
- (二) 觀察太陽光在一天不同時間的入射角，測量太陽能光電板溫度上升與安裝方位及角度的關係。
- (三) 尋求太陽能光電板發電功率的最佳安裝模式。

(四) 從觀測太陽的方位和氣溫的資料中，獲知隨季節而改變的科學概念，以學習解釋資料的科學方法，並養成細心的科學態度。

#### 四、研究設備器材：

太陽能板（10W，18V，34cm×28cm）、量角器、溫度計、三用電表、計算機、溫度計紀錄紙、小白板、A4 影印紙等。

#### 五、研究問題：

根據上述的研究目的，我們將研究問題列為以下五大項：

- (一) 調查「光采濕地」周邊環境設置太陽能光電板的數量與型態。
- (二) 探討太陽光照射溫度和太陽能光電板發電功效間的關係。
- (三) 探討太陽方位角與太陽能光電板安裝方位間的關係。
- (四) 探討太陽高度角與太陽能光電板安裝角度間的關係。
- (五) 模擬追日式太陽光電板運轉模式。
- (六) 尋求太陽能光電板發電功效的最佳安裝模式。

#### 六、研究過程與方式：

##### 研究（一）調查「光采濕地」周邊環境設置太陽能光電板的數量與型態。

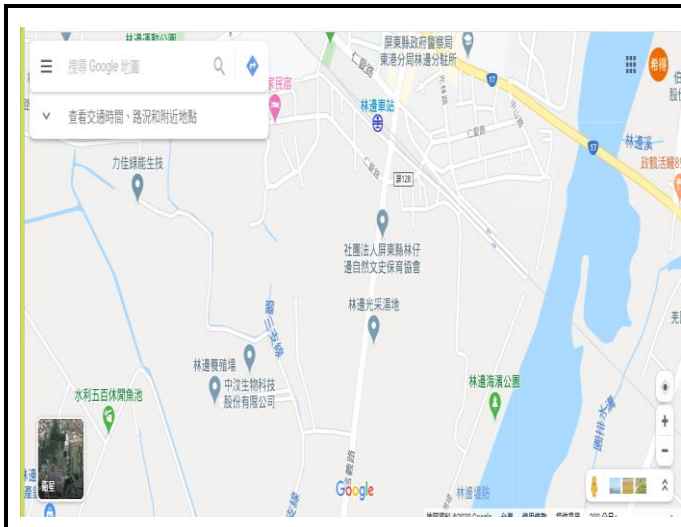
**環境介紹：**光采濕地位於林邊火車站後方，起初目的為了在區域綜合治水工程完成前地方自救建置一處大型蓄洪池，2009 年八八風災後，林邊、佳冬等地區電力系統因風雨癱瘓達一個半月，產業亟待重建或轉型。屏東縣政府把危機化為轉機，提出產業轉型策略，運用南臺灣豐沛的太陽能源，目前光采溼地現已建置 78kWp 太陽能系統，估計平均每日可發電 273 度電。

**衛星導航：**1、從衛星地圖觀察，光采濕地位於林邊鄉信義路左側，鄰近水利村防潮堤與林邊溪為界（如圖 1）。

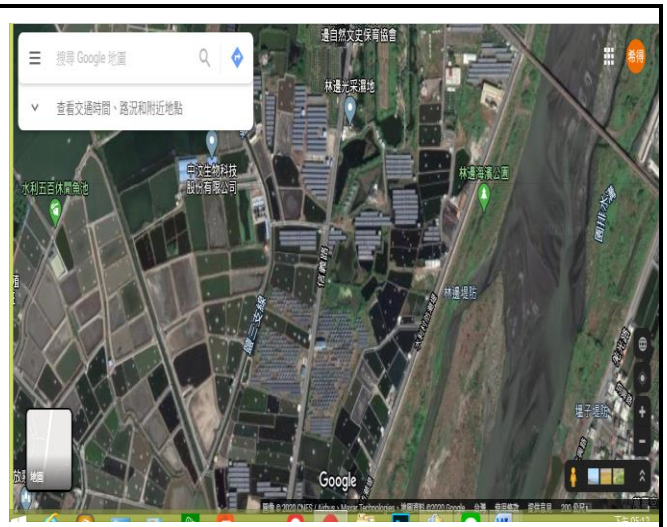
2、在信義路左右兩側已建置許多太陽能光電板（如圖 2、3、4）。

3、我們發現太陽能光電板有不同的型式，因此我們就展開實地探勘（如圖 5、6）。

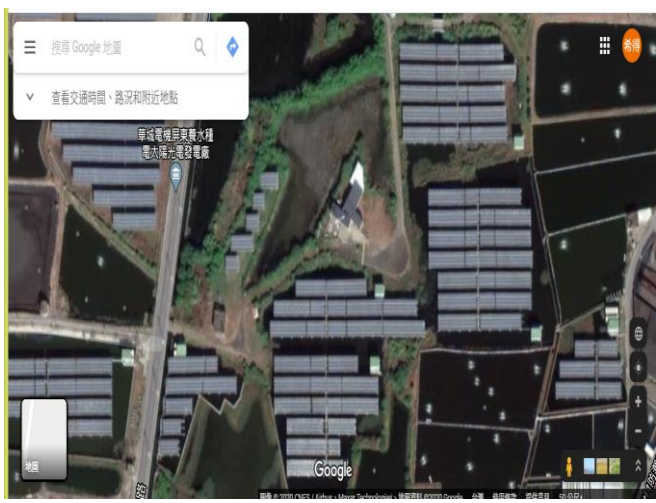




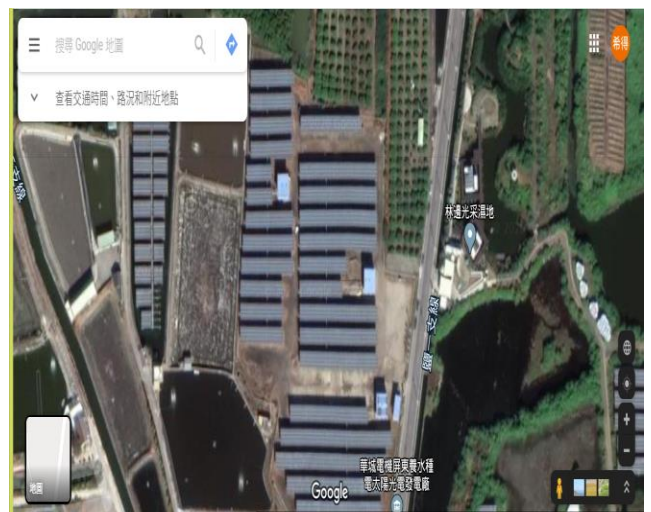
圖〈1〉光采濕地位於林邊鄉信義路左側，鄰近水利村防潮堤與林邊溪為界



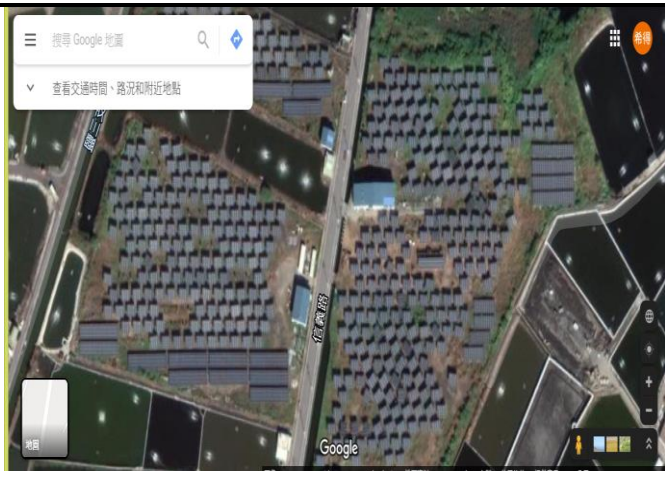
圖〈2〉在信義路左右側已建置許多不同型態的太陽能光電板



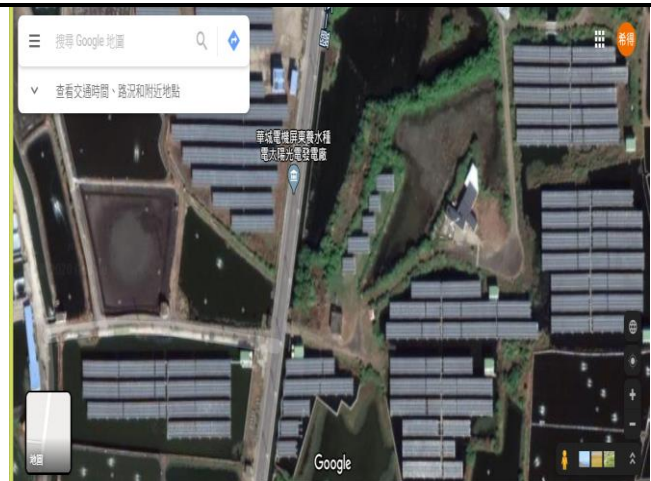
圖〈3〉在信義路左右側已建置許多的太陽能光電板



圖〈4〉在信義路左右側已建置許多的太陽能光電板



圖〈5〉我們發現太陽能光電板有不同的設置型式〈追日型〉



圖〈6〉我們發現太陽能光電板有不同的設置型式〈固定型〉

**做法 1**、我們研究成員分為二組，沿著信義路左右兩側，調查太陽能光電板裝設的數量與角形太，資料整理如下表（1）：

項目 位置	型態	數量	太陽能板尺寸	太陽能板方位角	太陽能板仰角
信義路 左側	固定型	117 座〈每座約 10 至 20 組〉	高 165cm 寬 100 cmX4 或 5 片	168 度（約南方）	25 度
	追日型	186 組	高 165cm 寬 100 cmX4 或 5 片	不固定	不固定
信義路 右側	固定型	97 座〈每座約 10 至 20 組〉	高 165cm 寬 100cm X4 或 5 片	174 度（約南方）	20 度
	追日型	232 組	高 165cm 寬 100 cmX4 或 5 片	不固定	不固定

**表（1）註：**追日型太陽光電板會隨著太陽光移動，因此方位角及高度角不固定。

- 發現：**
- 1、太陽能光電板裝設的發展雖已有一段期間了，在林邊鄉「光采濕地」廣泛被利用，推估其原因：該地土質鹽化不適合耕種，另一重要原因是南台灣全年日照時數長、氣溫維持在 28 至 32 度間。
  - 2、查詢中央氣象局「107年氣候資料年報」：2018年屏東恆春地區全年日照時數達2250 小時〈如圖7、8〉，全台最高，適合發展太陽光電。
  - 3、經過我們的調查發現：「光采濕地」周邊環境安裝的太陽能光電板以固定型居多，安裝的方位大都為座北朝南，仰角約為 20 度至 25 度〈如圖 9、10、11〉。
  - 4、從表〈1〉中發現：「光采濕地」大部分太陽能光電板是固定位置，但太陽每日運行的軌跡卻是變動的，而且季節的不同，軌跡也會隨著改變，如何選擇安裝的最佳位置，將太陽光的輻射能做充分的利用，乃是本研究的重點，以下是我們繼續的研究。
  - 5、追日型的太陽光電板它裝有感應馬達會隨太陽運行軌跡而移動，但數量不多，可能是造價昂貴，但發電功效是否較佳也是本研究的重點，以下是我們繼續的研究〈如圖 12、13、14〉。



2.20 日照時數 Sunshine Duration

站號及測站名稱 Station No. Name	一月 Jan.	二月 Feb.	三月 Mar.	四月 Apr.	五月 May	六月 Jun.	七月 Jul.	八月 Aug.	九月 Sep.	十月 Oct.	十一月 Nov.	十二月 Dec.	全年 Annual
466880 板橋	53.2	42.9	140.4	118.0	188.8	142.0	227.8	156.8	134.9	86.4	67.5	59.3	1416.0
466900 淡水	98.9	58.5	166.3	149.1	215.5	166.5	229.2	165.8	174.4	*44.2	*15.2	93.5	*1577.1
466910 鶯歌	48.1	53.4	124.4	106.7	146.0	94.0	139.6	97.0	101.9	79.9	59.9	71.9	1122.8
466920 臺北	78.6	54.5	161.1	115.8	137.3	105.7	186.1	128.0	148.1	103.8	91.0	91.1	1401.1
466930 竹子湖	96.2	68.9	161.0	125.0	179.7	124.4	169.7	133.5	134.3	120.6	98.4	100.1	1511.8
466940 基隆	41.6	44.8	148.8	144.5	207.7	124.3	227.4	192.2	163.7	84.7	66.9	83.0	1529.6
466950 彭佳嶼	66.3	52.9	163.1	171.6	240.5	171.4	269.9	*211.5	223.3	125.7	73.4	96.0	*1865.6
466990 花蓮	53.0	64.0	110.6	117.2	221.1	161.1	225.3	189.7	228.6	117.8	91.8	107.0	1687.2
467050 新屋	114.6	72.4	167.2	160.1	241.7	175.2	257.2	190.9	182.9	157.1	117.3	97.7	1834.3
467060 蘇澳	38.4	64.7	125.5	117.9	198.4	155.8	220.5	187.7	177.7	55.7	52.0	78.2	1472.5
467080 宜蘭	50.6	58.5	148.8	107.7	191.3	143.8	212.3	187.0	170.0	75.7	65.1	102.9	1513.7
467110 金門	130.9	121.8	199.1	175.7	211.3	184.6	256.2	182.3	230.6	196.7	118.5	111.2	2098.9
467300 東吉島	107.4	92.5	214.0	220.9	311.3	207.0	249.5	175.3	224.0	228.8	150.8	136.0	2317.5
467350 澎湖	93.4	83.5	207.7	217.2	314.8	189.7	249.9	180.9	205.5	206.1	139.5	115.1	2203.3
467410 臺南	136.8	125.4	249.7	217.5	277.7	195.8	200.1	119.1	208.8	234.9	172.2	214.6	2352.6
467420 永康	133.2	122.8	244.7	206.4	258.4	166.8	178.3	113.9	202.0	231.6	171.2	212.7	2242.0
467440 高雄	149.0	136.8	255.7	219.9	289.3	200.8	208.6	127.7	214.0	222.8	177.5	200.4	2402.5
467480 嘉義	121.2	107.3	221.9	181.0	247.5	176.0	173.3	144.1	207.1	227.1	157.8	189.4	2153.7
467490 臺中	127.4	117.3	213.0	155.7	218.8	158.9	146.1	112.0	203.3	221.8	158.2	191.3	2023.8
467530 阿里山	111.2	98.6	177.6	124.9	171.2	87.4	82.8	68.2	110.7	133.9	129.6	138.3	1434.4
467540 大武	78.0	73.4	149.2	129.3	245.7	194.6	213.4	156.8	207.2	136.4	133.9	115.8	1833.7
467550 玉山	161.2	162.6	204.4	195.5	219.0	128.8	145.4	94.0	166.3	171.0	217.0	265.9	2131.1
467571 新竹	116.6	73.0	181.6	140.2	228.4	184.6	229.7	175.5	188.9	169.9	115.8	128.8	1933.0
467590 恆春	152.4	129.4	236.0	198.1	275.7	203.6	187.5	118.4	195.8	192.6	176.5	184.5	2250.5
467610 成功	57.5	32.2	99.4	77.8	212.1	167.1	232.9	165.7	229.4	137.4	106.6	110.6	1628.7

2.21 全天空日射量 Global Solar Radiation

站號及測站名稱 Station No. Name	一月 Jan.	二月 Feb.	三月 Mar.	四月 Apr.	五月 May	六月 Jun.	七月 Jul.	八月 Aug.	九月 Sep.	十月 Oct.	十一月 Nov.	十二月 Dec.	全年 Annual
466880 板橋	209.2	162.5	436.1	427.4	566.5	493.0	641.3	484.7	419.1	288.7	218.1	184.0	4528.6
466900 淡水	235.1	179.0	439.7	446.8	606.2	538.5	574.8	484.7	463.4	309.1	273.3	227.4	4778.0
466910 鶯歌	172.3	165.7	370.3	370.9	467.4	374.0	438.5	347.4	309.6	244.4	183.5	179.2	3623.2
466920 臺北	233.7	165.9	415.0	393.1	474.2	429.9	547.9	417.2	396.8	290.7	248.5	218.5	4231.4
466930 竹子湖	296.5	245.4	498.0	481.1	623.0	524.5	554.9	478.4	442.6	381.9	304.0	284.9	5115.2
466940 基隆	154.3	155.6	473.9	480.0	644.0	473.5	689.1	618.0	475.3	264.7	207.7	186.6	4822.7
466950 彭佳嶼	151.1	135.0	436.7	488.4	652.7	554.2	692.1	*459.0	516.2	321.0	226.3	186.6	*4819.3
466990 花蓮	279.7	*147.2	437.6	433.0	642.8	529.1	605.7	532.4	565.0	357.6	255.1	301.9	*5087.1
467050 新屋	261.2	202.7	450.1	480.4	660.0	567.7	687.8	582.4	499.1	420.0	295.8	250.2	5357.4
467060 蘇澳	147.0	183.3	384.9	385.2	553.1	488.7	624.2	583.1	479.7	253.9	206.1	205.1	4494.3
467080 宜蘭	185.8	201.0	477.8	425.6	622.7	550.2	669.3	621.4	520.9	278.8	230.6	238.6	5020.7
467110 金門	270.5	293.9	466.6	482.9	545.6	461.1	595.7	478.7	495.2	487.3	322.1	299.4	5199.0
467300 東吉島	276.2	267.1	504.1	543.2	698.0	534.8	619.9	480.2	615.9	579.1	387.3	351.2	5857.0
467350 澎湖	306.1	305.2	586.9	654.5	713.9	540.4	632.8	489.8	504.0	478.7	324.8	266.9	5804.0
467410 臺南	385.3	398.4	642.1	653.9	770.3	584.1	647.8	450.3	586.2	558.5	409.6	433.8	6520.3
467420 永康	336.1	351.0	572.8	568.9	694.0	506.6	572.9	*241.8	529.8	511.4	377.3	408.5	*5671.1
467440 高雄	368.1	370.3	585.9	590.1	718.1	535.8	560.4	388.1	531.8	499.3	369.2	369.6	5886.7
467480 嘉義	297.7	309.3	520.4	533.1	649.3	510.2	523.3	468.4	514.5	485.8	346.8	360.3	5519.1
467490 臺中	340.8	351.2	566.6	530.0	658.3	560.5	519.0	465.7	581.6	564.5	393.9	420.8	5952.9
467530 阿里山	279.2	292.4	440.6	378.6	474.2	299.0	308.8	277.4	374.1	408.0	426.7	425.5	4384.5
467540 大武	320.9	326.3	512.9	502.3	720.9	608.1	672.3	516.7	604.4	470.8	398.7	356.6	6010.9
467550 玉山	423.9	477.2	679.9	661.6	725.1	562.7	609.9	472.0	*256.4	528.6	525.5	549.4	*6470.2
467571 新竹	277.3	226.8	492.0	479.6	655.2	588.1	641.8	546.0	510.3	444.9	300.7	307.7	5470.4
467590 恆春	355.1	350.2	539.9	524.2	625.2	505.4	523.9	356.5	481.1	461.8	375.6	372.1	5471.0
467610 成功	243.9	217.1	387.5	387.0	649.4	549.8	675.4	545.5	613.9	476.9	349.5	350.0	5445.9

圖〈7〉2018年屏東恆春地區全年日照時數達2250小時，全台最高，適合發展太陽光電

圖〈8〉2018年屏東恆春地區全年全天空日射量達5,471百萬焦耳，全台數一數二，適合發展太陽光電



圖〈9〉安裝的太陽能光電板數量以固定式居多



圖〈10〉測量太陽能光電板的方位角，大都為座北朝南



圖〈11〉測量太陽能光電板安裝的仰角，約為20度至25度



圖〈12〉追日型太陽光電板裝設感應馬達。



圖〈13〉光電板會隨太陽運行軌跡而移動。



圖〈14〉方位角及仰角每小時在變動，不固定。

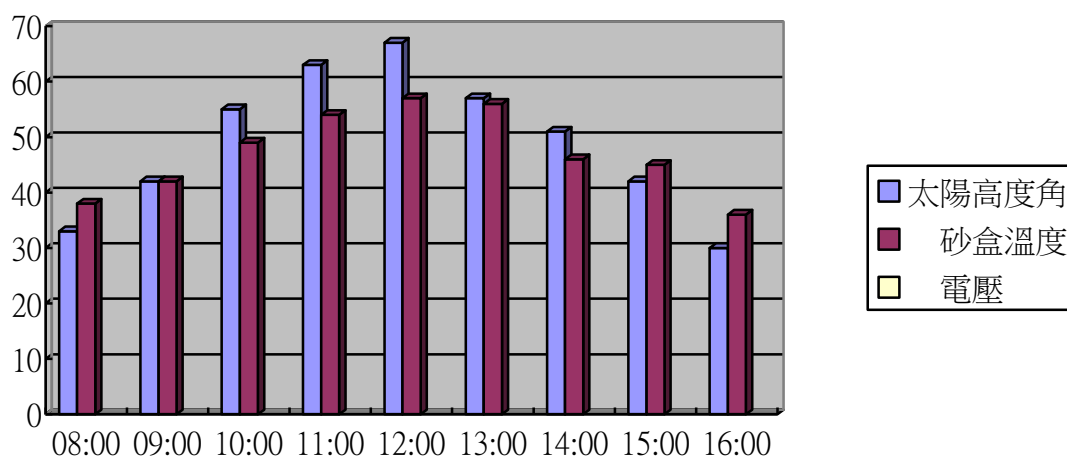
## 研究（二）探討太陽照射溫度和太陽能板發電功效間的關係。

**思考方向：**太陽每日運行軌道中，不同時間點所形成的太陽高度角，是否造成地表溫度變化，而直接影響太陽能光電板的發電功效。

**做法：**準備塑膠盒，一部分裝砂，一部分放置太陽能板，塑膠盒模擬太陽能板的安裝採仰角 25 度，面向南方，紀錄一天太陽高度角變化，以溫度計測量砂子表面溫度，同時用測量太陽能板的發電功率，〈如圖 14、15、16、17、18、19〉，觀察一日溫度變化與太陽能光電板發電功效間的關係，紀錄如表（2）（3）：

觀測時間	8：00	9：00	10：00	11：00	12：00	13：00	14：00	15：00	16：00
太陽高度角	33 度	42 度	55 度	63 度	67 度	62 度	51 度	42 度	30 度
砂盒表面溫度	38℃	42℃	49℃	54℃	57℃	56℃	46℃	45℃	36℃
電壓（V）	5.18V	5.20V	5.24V	5.48V	5.62V	5.60V	5.30V	5.22V	5.21V

\*表（2）觀測日期：108 年 2 月 05 日；觀測地點：本校遊戲場



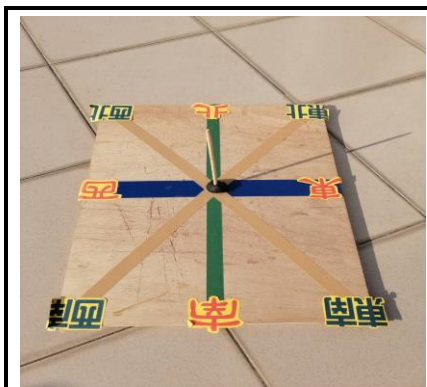
### 表（3）一日中太陽高度角與砂盒溫度及太陽能板發電功效之關係圖表

**發現：**1、在接近中午時刻（12 時），太陽高度角最大，雖僅有 67 度，卻是砂盒吸熱溫度最高（約 57℃）的時刻，此時用電表測量太陽板的發電功效為 5.62V，比其他觀察的時間點都來得強。

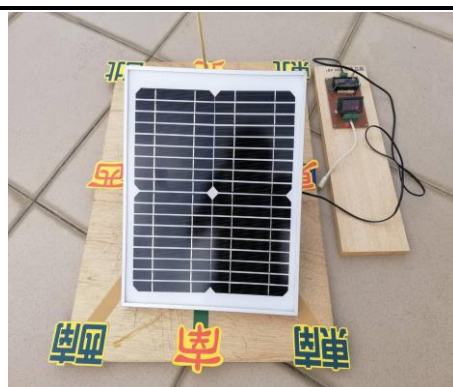
2、隨著太陽高度角的改變，角度越小，陽光形成斜射，砂盒表面溫度隨之降低，我們發現太陽能板的發電功效也相對減弱。

3、我們準備的太陽能板（34cm×28cm），接受測量發電的功效，發現其電壓變化幅度不大，仍可判斷受影響的變因。





圖(14) 模擬太陽能板的安裝採仰角 25 度，面向南方，紀錄一天太陽高度角變化



圖(15) 不同時間點的太陽高度角，其地表溫度變化測量太陽能板的發電功率



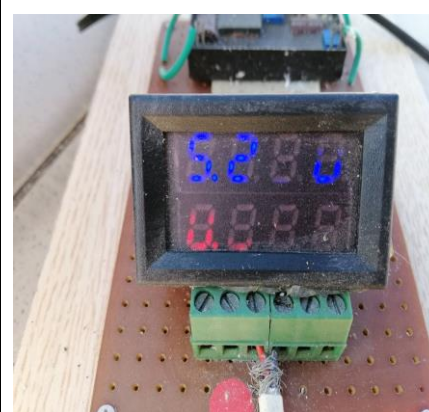
圖(16) 不同時間點的太陽高度角，其地表溫度變化測量太陽能板的發電功率



圖(17) 模擬太陽能板的安裝採仰角 25 度，面向南方，紀錄一天太陽高度角變化



圖(18) 不同時間點的太陽高度角，其地表溫度變化測量太陽能板的發電功率



圖(19) 不同時間點的太陽高度角，其地表溫度變化測量太陽能板的發電功率

### 研究(三) 探討太陽方位角與太陽能板安裝方位間的關係。

**思考方向：**太陽每日運行軌道中，不同時間點會形成太陽方位角的變化，太陽能板應選擇何種方位固定安裝，才能發揮最佳的發電功效。

**做法：**1、準備方位圖，在東、西、南、北 及東南、西南等六個方位上各放置一組砂盒，並模擬太陽能板採仰角 25 度。

2、進行測量一日中太陽運行的軌跡下，每一方位的砂盒表面溫度的變化，〈如圖 20、21、22〉，並將紀錄列表如(4)(5)：

觀測時間	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00
太陽方位角	111 度	125 度	139 度	162 度	186 度	210 度	229 度	248 度	258 度
太陽高度角	33 度	43 度	54 度	64 度	68 度	65 度	52 度	44 度	32 度
東方溫度	35°C	38°C	41°C	40°C	44°C	42°C	42°C	36°C	28°C
東南方溫度	36°C	45°C	49°C	54°C	55°C	45°C	42°C	37°C	32°C



南方溫度	34°C	42°C	47°C	55°C	56°C	47°C	45°C	42°C	36°C
西南方溫度	34°C	42°C	48°C	52°C	54°C	46°C	42°C	40°C	35°C
西方溫度	32°C	41°C	47°C	52°C	54°C	43°C	42°C	41°C	34°C
北方溫度	33°C	40°C	47°C	52°C	54°C	43°C	41°C	40°C	31°C

表 (4) 觀測日期：109 年 2 月 06 日；觀測地點：本校遊戲場

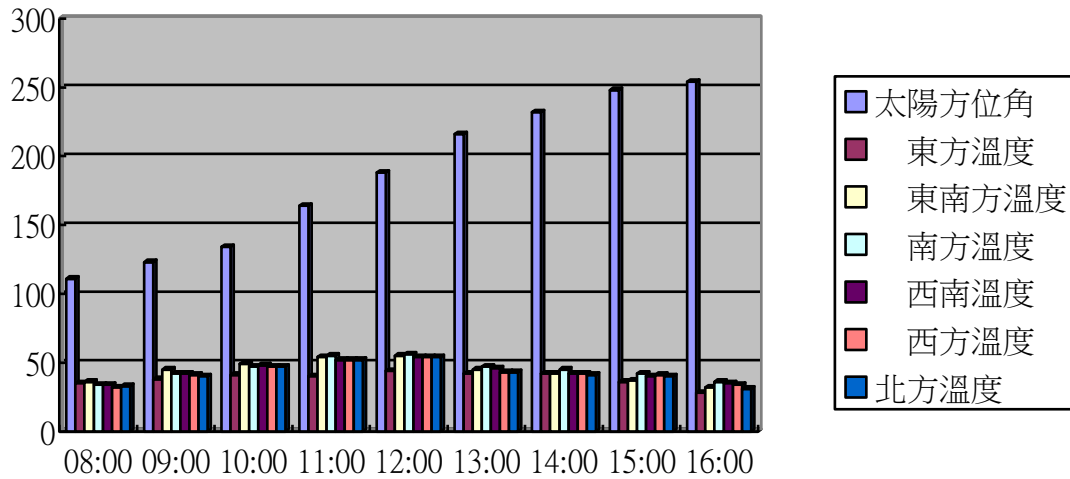


表 (5) 不同方位的砂盒在太陽一日運行中溫度變化之關係圖表

<p>圖〈20〉在東、西、南、北及東南、西南等六個方位上各放置一組砂盒，並模擬太陽能板採仰角 25 度。</p>	<p>圖〈21〉觀察紀錄不同方位的砂盒在太陽一日運行中，表面溫度變化的情形。</p>	<p>圖〈22〉觀察紀錄不同方位的砂盒在太陽一日運行中，表面溫度變化的情形。</p>

**發現：**1、從觀測紀錄中：了解一天中太陽移動的路徑為由東方升起，逐漸向南方移動，再往西落下。

2、朝向東面的砂盒在 8 點時，太陽方位角為 111 度（約東南東方），但此時因太陽高度角不高（約 33 度）砂子表面溫度僅為 35°C；11 時以後太陽高度角增大，但太陽

已運行至南方，所以東面砂盒溫度並未顯著升高。

- 3、太陽在 10 點以後已至東南方位，但東南方的砂盒表面溫度並未顯著升高，這與太陽高度角在此時仍未升至最高（約 54 度）。
- 4、南方砂盒的溫度在 10 點以後持續升高，因為太陽逐漸往南方移動，至中午 12 點左右砂盒表面溫度最高（高度角為 68 度），15 點以後太陽雖已往西南西方向（約方位 248 度）移動，仍涵蓋在照射範圍內，所以溫度尚維持穩定狀態（42°C）。
- 5、太陽在 14 點以後逐漸往西南方、西方移動，但西南方及西方的砂盒面對陽光時表面溫度並未顯著升高（約 42°C），因為太陽高度角在此時已降低了（高度角 52 度）。
- 6、在太陽一日運行軌道中，北方砂盒無直接面對太陽，但因受到陽光輻射熱影響，表面溫度仍有高低起伏。

#### 研究（四）探討太陽高度角與太陽能板安裝角度間的關係。

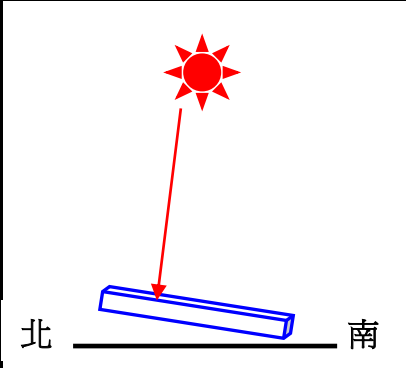
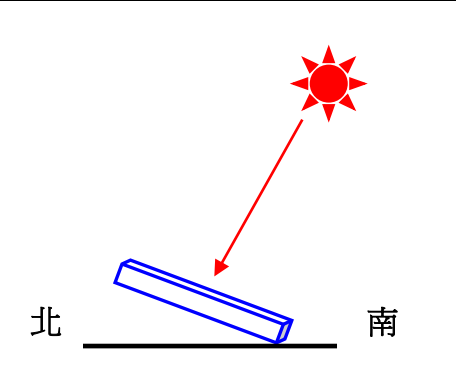
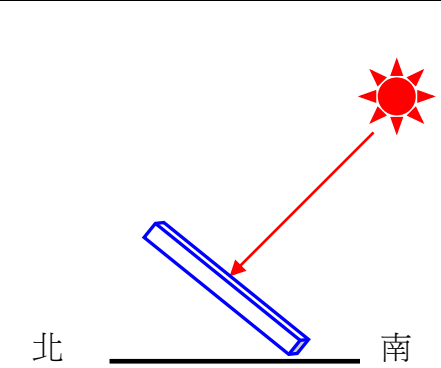
**思考方向：**太陽高度角愈大，溫度愈高，尤其是接近陽光直射時的溫度。但依照自然與生活科技領域五上課本所得資料顯示：冬季（12 月 20 日）中午十二時，太陽高度角僅為 45 度；而夏季（6 月 20 日）中午十二時，太陽高度角卻增為 89 度，太陽能光電板應固定安裝的仰角約為多少度？才能大量接受陽光輻射能，發揮最佳的發電功效。

**做法：**1、列出課本資料有關一年中各月中午時刻太陽高度角最高的時刻。

- 2、當陽光直射時〈與地面約成約直角 90 度〉，太陽能光電板仰角〈互餘〉範圍的計算，〈如圖 23、24、25〉，紀錄列表如（6）：

日期	1/20	2/20	3/20	4/20	5/20	6/20	7/20	8/20	9/20	10/20	11/20	12/20
中午 12 時太陽高度角	48 度	55 度	68 度	78 度	86 度	89 度	87 度	80 度	69 度	57 度	48 度	45 度
模擬陽光直射，計算太陽能板的仰角度數	42 度	35 度	22 度	12 度	4 度	1 度	3 度	10 度	21 度	33 度	42 度	45 度

表（6）模擬陽光直射，計算太陽能光電板的仰角度數

		
<p>圖〈23〉夏至日前後，太陽高度角最高，此時太陽光幾乎直射地表，太陽能板仰角位置應與地面接近平行。</p>	<p>圖〈24〉進行陽光直射時，太陽能板仰角調整範圍的實驗春秋分日前後，太陽高度角約 65 至 70 度間，此時太陽能板若要與陽光直射成垂直，需與地面成 25 度斜角。</p>	<p>圖〈25〉陽光直射時的入射角與太陽能板成垂直的實驗冬至日前後，太陽高度角最小，太陽光斜射地表角度僅為 45 度，太陽能板若與陽光直射成垂直，需與地面成 45 度斜角。</p>

- 發現：**
- 1、夏至日（6 月 22 日）前後，太陽高度角最高，此時太陽光幾乎直射地表，所以模擬的太陽能光電板仰角位置應與地面平行（約為 1 度），如圖（23）。
  - 2、冬至日（12 月 22 日）前後，太陽高度角最小，此時太陽光斜射地表角度僅為 45 度，所以模擬的太陽能板若要與陽光直射來吸收較高溫度及增強輻射能俾利發揮較高發電功效，太陽能光電板仰角位置需與地面成 45 度斜角，如圖（25）。
  - 3、依照上述圖表可知，面對太陽一年中各月不同的高度角變化，太陽能板安裝的仰角可從 0 度至 45 度，但是目前在「光采濕地」安裝的仰角約在 20 度至 25 度左右，是否有其他影響的變因呢？繼續以下研究，模擬追日式太陽光電板運轉模式找出太陽能光電板最佳的安裝模式。







### 研究（五）模擬追日式太陽光電板運轉模式。

- 觀察：**
- 1、依照上述研究〈二〉及〈三〉的實驗發現每日 11 時至 13 時，太陽運行軌跡接近南方，此時太陽高度角最高〈接近直射地表〉，發電功效也較佳。
  - 2、模擬追日式太陽光電板配合太陽運行軌跡，評估以直射和太陽光電板仰角成互餘〈互為 90 度〉的角度，歸納方位角和高度角的變化情形〈如表 7、表 8〉。
  - 3、以地球為球形約為 360 度，自轉為一日 24 小時，平均每小時太陽運行軌跡移動 15 度〈 $360 \div 24 = 15$ 〉。



觀測時間	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00
太陽方位角	111度	125度	139度	162度	186度	210度	229度	248度	258度
太陽高度角	33度	43度	54度	64度	68度	65度	52度	44度	32度
追日式太陽光電板移動方位角	東方	東南偏東	東南方	東南偏南	南方	西南偏南	西南方	西南偏西	西南偏西
追日式太陽光電板移動高度角	57度	47度	36度	26度	22度	25度	38度	46度	58度

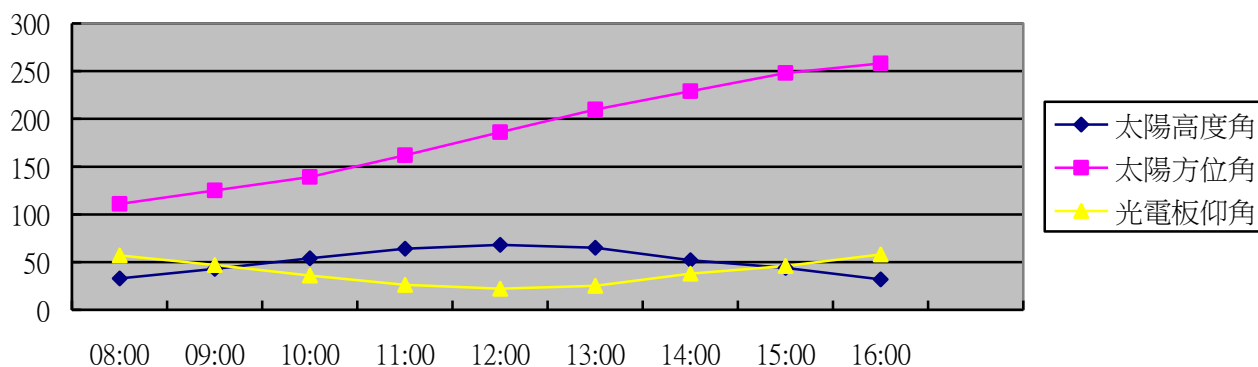
表〈7〉模擬追日式太陽光電板一日內移動方位及角度統計表

		
圖〈26〉追日式太陽能光電板，面對方位約為東方往南方再往西方移動	圖〈27〉追日型的太陽光電板它裝設感應馬達會隨太陽運行軌跡而移動	圖〈28〉追日式太陽能光電板隨時感應仰角與太陽光高度角成互餘〈垂直〉
		
圖〈29〉追日型的太陽光電板它裝設感應馬達會隨太陽運行軌跡而移動	圖〈30〉追日式太陽能光電板隨時感應仰角與太陽光高度角成互餘〈垂直〉	圖〈31〉追日式太陽能光電板，面對方位約為東方往南方再往西方移動

發現：1、追日式太陽光電板每小時移動方位角約 12 至 20 度。

2、在早上太陽初升起及下午太陽落下時，追日式太陽光電板移動高度角約為 45 度至 60 度，在中午 11 時至 13 時，太陽光幾乎直射地表，追日式太陽光電板仰角位置

約 15 至 20 度與地面接近平行〈如圖 26、27、28、29、30、31〉。



表〈8〉模擬追日式太陽光電板一日內移動的軌跡

### 研究（六）尋求太陽能光電板最佳的安裝模式。

**思考方向：**1、從上述研究（一）的調查中發現：現有太陽能光電板尺寸約為 1.6M 至 2.0M，且多採固定式，因此若在夏至日（全年高度角最高時刻）仰角為 0 度，雖可吸收最佳的太陽輻射能，但在秋冬季節（氣溫較低時）太陽運行軌道最偏南，傾斜角度越大，太陽能板單位面積上分配到的能量就變少。若在冬至日（全年高度角最低時刻）仰角雖為 45 度，但與陽光照射成垂直，可吸收最佳的太陽輻射能，但在夏季太陽運行軌道偏北，會因日照角度而散失部分的輻射能。

2、根據研究（三）的觀察紀錄中發現：太陽的方位角介於東南方至西南方的範圍內，太陽高度角處於高峰期，接受的日照時間長，地表溫度也較高。但須考慮台灣南部午後對流旺盛，易成陰致雨，氣溫降低，因此太陽能光電板朝向西南方並不適宜。

**最佳模式：**1、綜合上述的實驗觀察及歸納，我們認為太陽能光電板若採目前固定式安裝，最佳位置是：方位角在 135 度至 180 度範圍內（即東南方至南方），仰角約 15 度至 30 度左右。

2、太陽能光電板若採追日式，面對方位約為東方往南方再往西方移動，方位角約為〈90 度-180 度-270 度〉；仰角與太陽光高度角成互餘〈垂直〉。

## 七、結果與討論：

- 1、目前建置的太陽能光電板，其安裝都採固定形式，但太陽每日運行的軌跡卻是變動的，而且季節的不同，運行軌跡也會改變，如何選擇安裝的最佳位置，將太陽光的輻射能做充分的利用，乃是本研究的主要成果。
- 2、根據研究（二）發現：太陽高度角關係到太陽能光電板發電功效。太陽高度角越大，其投射範圍最小，砂盒及太陽能光電板單位面積所分配到的能量較多，尤其在垂直照射時；而傾斜角度越大，分配到的陽光能量因此變少，太陽能光電板發電的功效就降低。
- 3、從研究（三）的觀察紀錄中發現：從早上 10 時至下午 14 時，此時間範圍為太陽高度角的高峰期，接受日照時間長，地表溫度也較高，而太陽的方位介於 134 度至 232 度（約東南方至西南方），若太陽能光電板安裝的方位採固定式，以座北朝南最適宜。
- 4、太陽能光電板安裝的仰角從與地面平行至 45 度均可，但考量太陽能板尺寸規模及冬季氣溫較低，仰角不宜過低，才能得到較多的太陽輻射能轉為熱能。我們評估以 15 度至 30 度的仰角最適宜。
- 5、從上述的實驗觀測中，發現太陽底下的竿影移動非常迅速，因此想讓太陽光始終直接落在太陽能光電板上是多麼困難。可解決的途徑之一，乃是太陽能光電板的安裝採活動式或追日式（如圖 26-31），底下設有感應馬達運轉，轉動的速度和地球自轉速度相同，但方向相反，如此一來太陽能光電板就能整天直接對準太陽；但考量造價成本高，目前尚未普遍。

## 八、參考資料：

- 1、國小自然與生活科技課本第五冊（五上） 康軒文教事業股份有限公司出版