

中華民國第四十五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

080817

現代夸父-----太陽能追蹤器

新竹市香山區虎林國民小學

作者姓名：

小五 王文鼎 小五 彭彥詞 小五 林佳慧

小五 陳淑瑜

指導老師：

謝萬等 周安妮

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
作品說明書

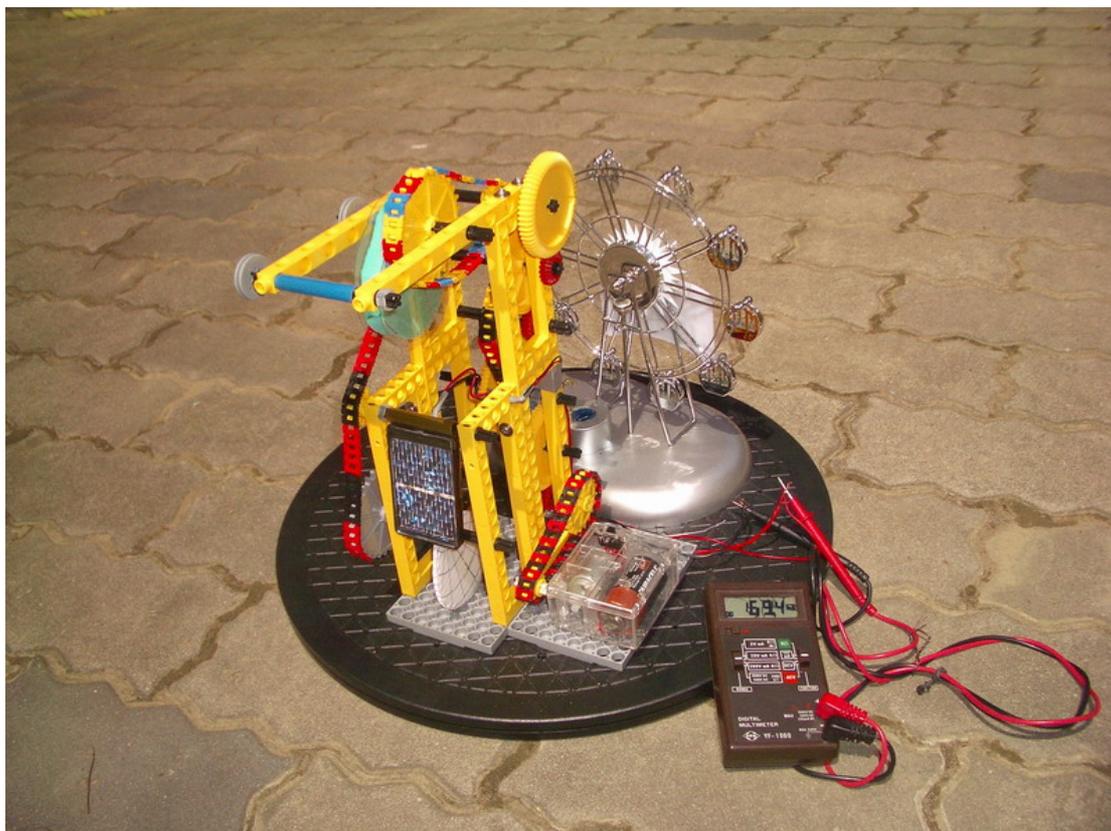
科 別：生活與應用科學

組 別：國小組

作品名稱：現代夸父-----太陽能追蹤器

關 鍵 詞：方位角、高度角、凸輪（最多三個）

編 號：



作品名稱：現代夸父-----太陽能追蹤器

簡介

地球上目前最常用的能源，就快被用光了，石油再用六十年，煤炭大約可用二百四十年。核能太危險，生質能（酒精）目前太貴。太陽是最古老的能源，它的表面溫度 $6,000^{\circ}\text{C}$ ，內心溫度 $15,000,000^{\circ}\text{C}$ 。是太陽系的中心，發光又發熱，對地球陽光普照，只要沒有烏雲，每一天地球上的天涯海角都看得到它，是最方便的能源。只要你有能力抓到它，不用買，而且取之不盡，用之不竭，是最乾淨、最好的能源，也可能是人類未來的主流能源。可惜目前使用率太低，追究其原因，是地球自轉又公轉，軌跡日日有變化，月月不相同，讓很多人無法抓得住太陽。

上自然與生活科技----太陽的觀測這一課時，學會了用太陽觀測器將太陽在天空的位置分解為方位角和高度角，也學會了記錄太陽一天的軌跡，更知道太陽的軌跡每一天都不相同；瞭解地球自轉造成太陽的方位角，地軸傾斜和地球公轉造成太陽的高度角。為了好好利用方便、經濟、乾淨的太陽能，和同學們在老師的指導下，研究如何追蹤太陽，經討論和實驗後以圓盤的轉動當作地球自轉，圓盤的轉速調為每二十四小時轉一圈，及可追蹤太陽的方位角。用每二十四小時轉一圈的凸輪推動光電板，可追蹤太陽的高度角。將追蹤太陽高度角的機構裝在方位角的轉盤上，即可追蹤太陽。

壹、研究動機：上自然與生活科技--太陽的觀測這一課時，老師告訴我們，地球上的能源就快被用光了，石油只能再用六十多年，煤炭約可再用二百四十年，核能太危險，生質能太貴，只有太陽能最經濟，而且取之不盡用之不竭，可以說零污染，是最好的能源。可惜使用率太低，究其原因因地球自轉又公轉，讓人們無法抓得住太陽光，蒐集陽光只有某個時段效果好，設備使用之效率低，造成人們放棄使用，例如：太陽能熱水器就是一個很好的例子。只要能抓得住陽光，太陽能可能是人類未來的主流能源。

貳、研究目的：

- 一、探索太陽光和太陽能板夾角的變化，在何種狀況下才能使光電轉換達到最好的效果。
- 二、經由太陽方位角及高度角變化的情況，研究設計並製作自動追蹤的儀器。

參、研究設備及器材：

- 一、太陽光和太陽能板夾角部分：光電摩天輪、量角器、三用電錶、尺。
- 二、方位角部分：10、20、30 不同齒數的齒輪、鏈輪，每分鐘 4 轉的馬達、旋轉盤、量角器。
- 三、高度角部分：10、20、30 不同齒數的齒輪、鍊輪，馬達，圓規、尺、量角器、光電摩天輪。

肆、研究過程或方法：

- 一、探索太陽光和太陽能板夾角的變化，在何種狀況下才能使光電轉換達到最好的效果研究：
 - (一) 量測太陽做實驗時的高度角為 60 度。
 - (二) 不變變因：日期、時間、位置、陽光。
 - (三) 控制變因：太陽能板成 30 度、60 度、90 度。

高度角	30 度	60 度	90 度
與垂直軸夾角	下斜 30 度	垂直	上斜 30 度
負載電流	58mA	75mA	63mA
產生電量大小順序	3	1	2

- (四) 結果：太陽光和太陽能板成 90 度角時，光電轉換效果最好。



二、方位角之追蹤研究：

(一) 太陽從東邊日出、從西邊日落，如下表，陽光普照的時間 12 小時，也就是日照時間是地球自轉 1/2 圈。

日期：9 月 21 日

地點：學校操場

觀測時間(時)	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
太陽高度角 (度)	1	12	24	40	54	63	70	63	54	38	26	13	1

日出方位：東偏北

日落方位：西偏南

(二) 實驗：方位角追蹤。

1. 將光電摩天輪置於旋轉盤上。
2. 旋轉盤置於分割成 24 等分的坐標上，每等分 15 度。
3. 光電板面向東偏北。
4. 每隔 1 小時轉動旋轉盤 1 等分座標。
5. 結果：光電板均能面向陽光。

(三) 實驗：齒輪（鏈輪）傳動的轉速比。

1. 齒數 10 和 20 的齒輪啮合：

	齒 輪 A	齒 輪 B	轉 數 比
齒 數	10	20	1/2
轉 數	1	1/2	1/2

齒數 10 和 30 的齒輪啮合，轉動 10 齒的齒輪 1 圈，30 齒的齒輪

	齒 輪 A	齒 輪 B	轉 數 比
齒 數	10	30	1/3
轉 數	1	1/3	1/3

2. $10 \text{ 齒輪} / 20 \text{ 齒輪} = 1/2$ 圈，10 齒的齒輪轉 1 圈，20 齒的齒輪轉 $1/2$ 圈； $10 \text{ 齒輪} / 30 \text{ 齒輪} = 1/3$ ，10 齒的齒輪轉 1 圈，30 齒的齒輪轉 $1/3$ 圈。

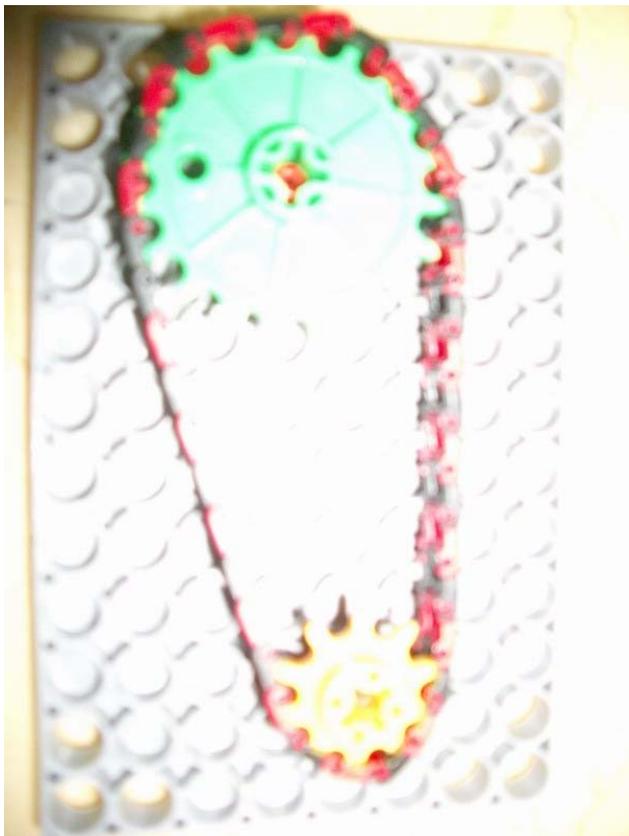
3. 鏈輪的傳動轉速比和齒輪的傳動轉速比一樣，但鏈輪可做較長距離的傳動。

4. 每分鐘 4 轉的馬達，經過變速後，使轉盤 24 小時只轉 1 轉，其轉速比 = $1/4 \times 60 \times 24 = 1/5760$ ；

$$\text{齒輪比} = 1/5760 = 1/4 \times 1/4 \times 1/3 \times 1/5 \times 1/4 \times 1/6$$

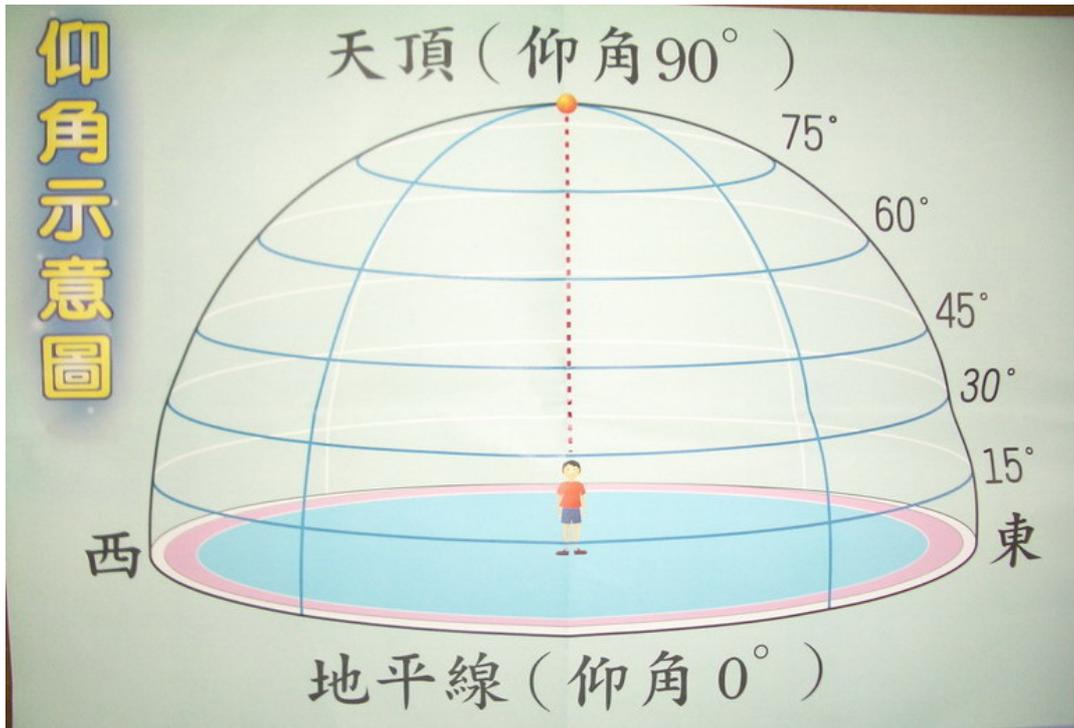
$$\text{齒輪搭配} = 10/40 \times 10/40 \times 10/30 \times 10/50 \times 10/40 \times 10/60$$

5. 結果：每分鐘 4 轉的馬達要經過 6 次上式齒輪變速後才能達到轉盤 24 小時只轉 1 轉。這樣不經濟，展示時也不容易展現。就用 0.8 公分的馬達心軸直接帶動直徑 40 公分的旋轉盤，轉速比如下：
轉速比 = $0.8/40 = 1/50$



三、高度角之追蹤研究：

(一) 將太陽在天體（天空）的高度角，投影到天體座標的垂直軸上，如下圖示，太陽在天體的高度角不同，投影到天體座標的垂直軸上的位置也不一樣。利用太陽不同時間再添體不同位置，投影到天體座標的垂直軸上的位置也不一樣的特性，轉化成凸輪，推動光電，使光電板隨時與太陽垂直，使光轉換為電有最高的效率。



(二) 太陽高度角由低慢慢上升，過了中午 12 時又慢慢下降，太陽一天上升和下降的軌跡（如下表），轉化成凸輪。

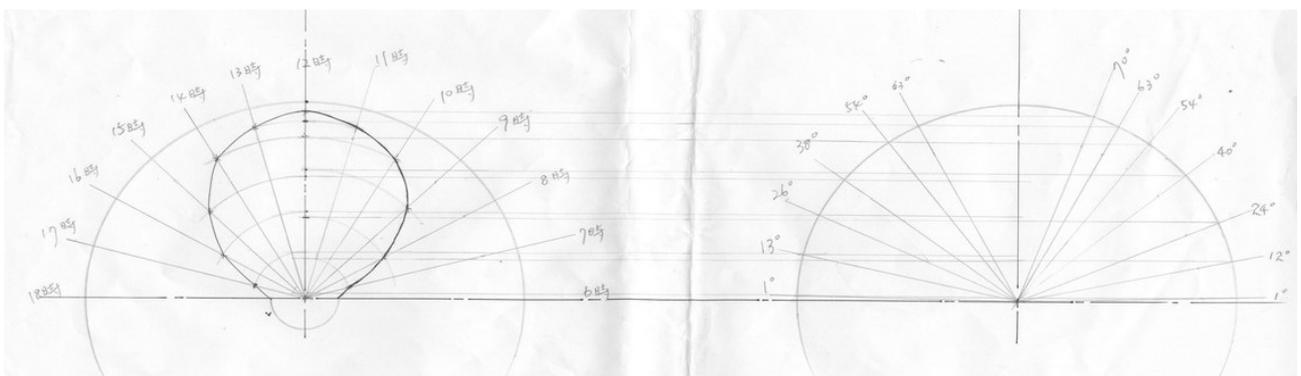
日期：9 月 21 日

地點：學校操場

觀測時間 (時)	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
太陽高度角(度)	1	12	24	40	54	63	70	63	54	38	26	13	1

日出方位：東偏北

日落方位：西偏南



(三) 凸輪軸每小時轉 $1/24$ 圈，馬達的轉速每分鐘 388 轉，轉速比如下：

$$\text{凸輪軸轉速} : \text{馬達轉速} = 1/24 \times 24 : 388 \times 60 \times 24 = 1 : 558720$$

(四) 凸輪軸每小時轉 $1/24$ 圈，速度太慢，看不清楚，且達到此速度代價要高。現使用馬達的轉速每分鐘 388 轉，經過 7 次變速後，凸輪軸轉速每分鐘 $4/15$ 轉，即每小時轉 16 圈，是設計（凸輪軸每小時轉 $1/24$ 圈）的 384 倍。

$$\text{變速後每分鐘轉速} = 388 \times 1/2 \times 1/3 \times 1/3 \times 1/3 \times 1/3 \times 1/3 \times 1/3 = 4/15$$

$$\text{凸輪軸轉速} : \text{馬達轉速} = 24 \times 1/24 : 4/15 \times 60 \times 24 = 1 : 384$$

伍、研究結果：

一、太陽光和太陽能板成 90 度角（垂直）時，光電轉換效果最好。

二、方位角之追蹤研究結果：轉盤轉數：馬達轉數 = $1 : 5760$

二、高度角之追蹤研究結果：凸輪軸轉速：馬達轉速 = $1 : 558720$

陸、討論：

一、太陽光和太陽能板成 90 度角（垂直）時，光電轉換效果最好。因地球與太陽距離 149400000 公里，且太陽光屬放射線，些微誤差影響不大。

二、方位角之追蹤：轉盤轉數與馬達轉數之速比太大，以小學生的能力無法做到正確的變速，只好遷就現成設備，以馬達心軸和轉盤做傳動，其速比為 $1 : 50$ 。

二、高度角之追蹤：馬達以齒輪（鏈輪）傳動，其速比太大，以小學生的能力無法做到正確的變速，只好遷就現成設備，並以齒輪（鏈輪）變速，其速比為 $1 : 384$ 。

柒、結論：

太陽能追蹤器若能量產上市，太陽能的產品，因可以吸收到垂直的陽光，提高效率，減少光電板面積，進而降低成本。尤其在能源缺乏的南、北極和海上的船隻更是方便。

捌、參考資料及其他：

自然與生活科技五、六、八冊 康軒文教教科書

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
評 語

國小組 生活與應用科學科

080817

現代夸父-----太陽能追蹤器

新竹市香山區虎林國民小學

評語：

本研究探索太陽光和太陽能板夾角的變化關係，歸納出光電轉換效應，並據以設計製作太陽能追蹤器。本作品主要貢獻在於組合及系統整合，在製作過程則能運用光電原理，輔之以科學方法，完成具可操作性器械。作者可透過此製作過程，獲得不錯的科學訓練。本作品如可增加創新性設計，將更趨完全。