

後記

生質能源轉換與應用 苗農教你做

有鑑於石化能源日漸枯竭，替代能源變得更加重要，苗栗農工的陳志魁、林唯穎老師教你如何取得生物中的沼氣和氫，轉換為生質能源，邱宇捷老師進一步教你如何操作燃料電池，讓大自然可以永續經營、源源不斷。

教具開發面臨的困難

在研究剛起步時，由於對這個領域不是很熟悉，陳志魁與林唯穎兩位老師都決定尋找專家諮詢，陳志魁找的是臺灣動物科技研究所蘇忠楨研究員，蘇博士提供小型的實驗模組給他帶回引用和改良，初期教具來的時候陳志魁只能依樣畫葫蘆的操作，後來發現教具其實有它的限制性，而且教具的材料是壓克力，實驗過程中很容易漏氣，對此問題他不斷地改良，每改良一次操作過程就更為順利，對陳志魁來說，改良過程的進步帶給他有不小的成就感。

而林唯穎則是找了成功大學化工系的張嘉修教授做諮詢，她在養菌的過程摸索了很久，因為一開始成大教授給了很純的產氫菌，因為失敗率很高，養菌的過程必須非常小心，需要花很多時間來進行，甚至六日也要來學校，後來發現這樣的養菌方式學生操作起來會有困難，所以就改成自己採菌和養菌。

科學教育的起步

由於在執行高瞻計畫的第一年教具就已製作完成，而他們則利用社團時間開設了課程實驗班，教導學生基礎的研究方法理論以及實際操作教具，陳志魁表示，他們主要是在推廣科學研究的精神，教學生如何實際操作，這樣的探究式教學對孩子來說是一個很大的刺激，因為要自己動手嘗試、自己發現問題並且自己做改善。林唯穎也表示，學校在學生高一時即開設專題導論的課程，向下紮根，讓孩子及早習慣這樣的學習經驗，到了高二、高三要做相關的專題製作、科展時便較容易上手。

目前這個課程還在推廣當中，因為開發這些課程時有與高中課程單元做連結，如果有高中職學校想用這套教具，他們很願意協助將這套教具推廣、融入到真正的課程裡。

學生科展大放異彩

在計畫的第二年開始有學生來找他們做科展，他們提供實驗器具，實驗的變因跟操作就讓學生自己去做，一開始三個主題都各有學生在做科展，也都各自研發，後來發現這些主題能夠相互結合，就把主題融合；另一方面，由於教具和研究設備在第二年都已逐漸成熟，做出來的成果也較有質感，這樣的成果更展現在學生的科展競賽上，不但學生科展南征北討贏得了很亮眼的成績，更在分區科展獲得優勝、全國科展化工組第二名、國際科展二等獎、亞太青少年能源發明展銀質獎等，上個月還受邀到馬來西亞參加青少年發明展比賽得到金牌獎，可說是成果豐碩！另一方面，許多學生也因參與科展而推甄到第一志願或是其他不錯的校系，讓這個高瞻計畫的後續效應發揮到淋漓盡致，也讓更多人知道苗栗農工。



5-2 能 源

教具製作



太陽電池照光特性實驗 追日系統整合教具

高雄市立高雄女子高級中學

邱崑山、陳淑媛、徐德耀、蔡宗賢、林思宏、林孝正



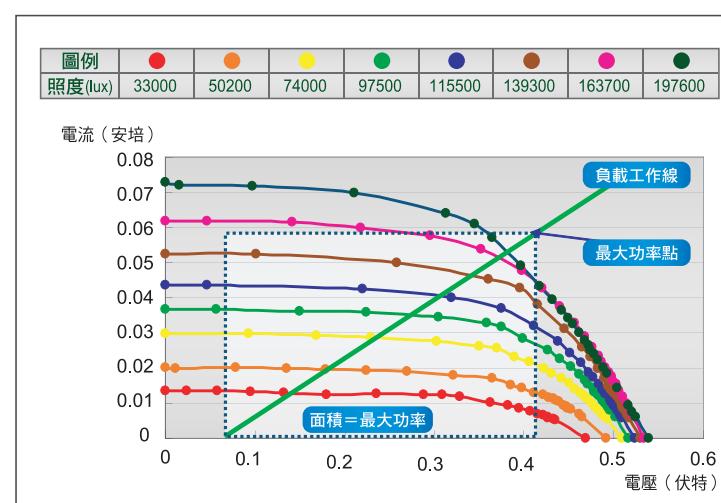
太陽電池照光特性實驗——追日系統整合教具

A 作品特色與用途

一、本教具利用空CD桶、注射針筒、玩具馬達、齒輪製作可水平、鉛直雙軸轉動的太陽能板平台，做為太陽能電池照光性質的示範實驗教具

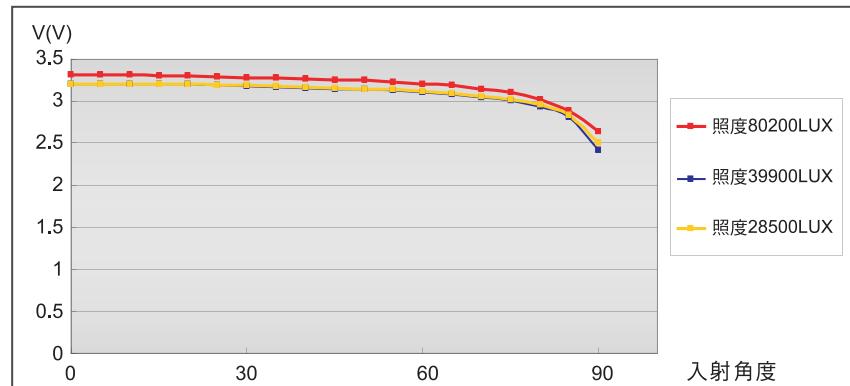
1. 作太陽能電池固定照光時，開路電壓、短路電流、電流I-電壓V特性曲線的量測，藉以計算最大功率及填充因子。

成果 不同照度下，測的電流I-電壓V、最大功率

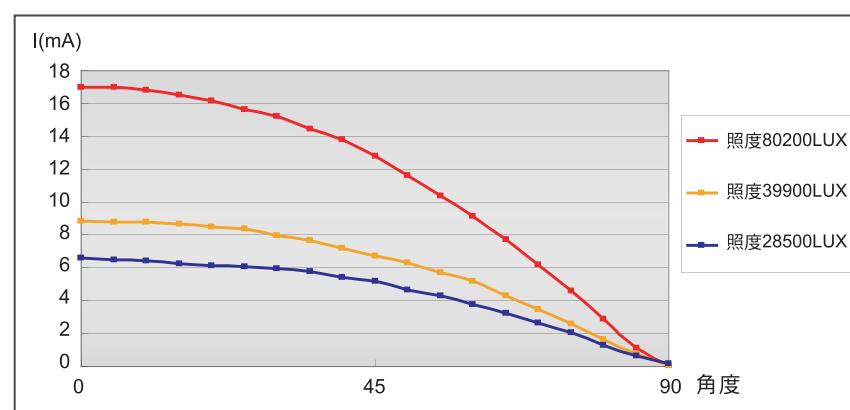


2. 以單槍投影機模擬太陽光，利用雙軸轉動平台控制入射光的角度，藉以研究入射照度對太陽能電池的影響。

成果 固定照度下，太陽能板開路電壓Voc與入射角度θ的關係

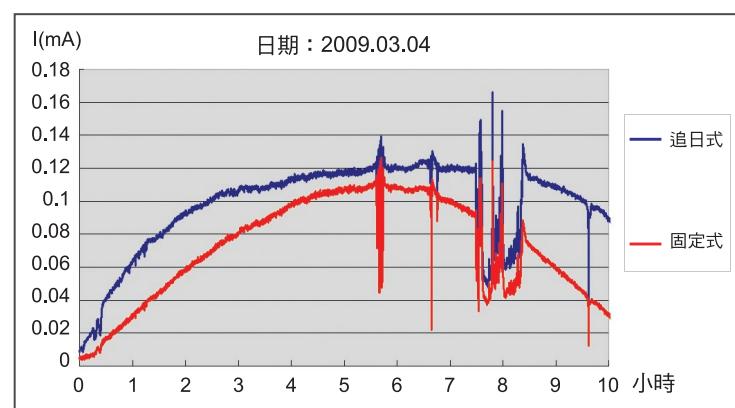


成果 固定照度下，太陽能板短路電流Isc與入射角度θ的關係



二、利用太陽能電池照光時輸出短路電流的特性，自製太陽方位感測器，結合雙軸轉動的太陽能板平台，並利用簡單電路作出太陽能追日系統。

成果 追日式太陽能板與固定式太陽能板短路電流之比較



B 作品製作要點說明

一、雙軸轉動的太陽能板平台：

1. 構造圖：



2. 原理：

- (1) 水平方向旋轉：由注射針筒、CD桶及大齒輪構成，以低轉速的馬達驅動，增加其轉動精密度。
- (2) 垂直方向旋轉：由L形積角樑、壓克力板構成，以低轉速的馬達驅動，增加其轉動精密度。

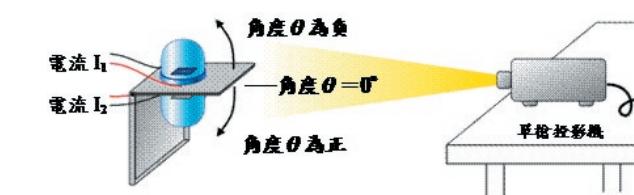
二、自製太陽方位感測器部份：

1. 構造圖：



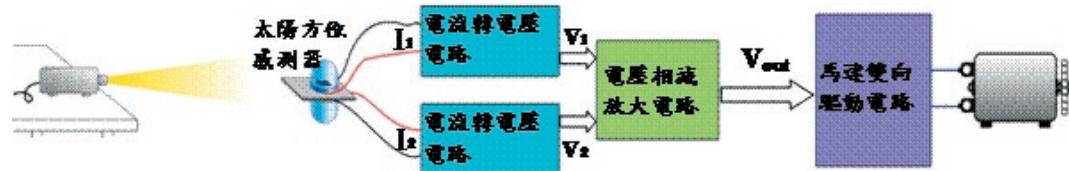
2. 原理：利用太陽光的入射角度對太陽能板產生的短路電流有顯著的影響，當太陽在不透明隔板上下不同方位時，兩太陽能電池輸出的短路電流差有正、負及大小變化。

- (1) 當不透明隔板正對單槍投影機($\theta = \theta_0$)時，太陽能板的輸出短路電流差($I_1 - I_2$)為零。
- (2) 當不透明隔板偏向上方($\theta < \theta_0$)時，太陽能板的輸出短路電流差($I_1 - I_2$)為負值，且偏的越多，電流差值($I_1 - I_2$)越大。
- (3) 當不透明隔板偏向下方($\theta > \theta_0$)時，太陽能板的輸出短路電流差($I_1 - I_2$)為正值，且偏的越多，電流差值($I_1 - I_2$)越大。



三、追日系統的運作電路

1.



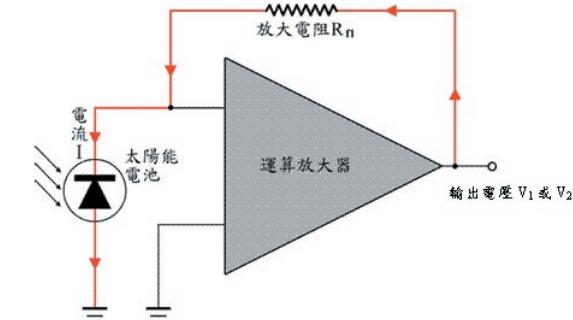
2. 原理：

- (1) 太陽方位感測器兩片太陽能板輸出的短路電流(I_1 和 I_2)，經過『電流轉電壓電路』轉換為電壓訊號 V_1 和 V_2 。
- (2) 電壓訊號 V_1 和 V_2 經過『電壓相減放大電路』運算，由相減($V_1 - V_2$)後的正、負值即可知太陽所在方位和偏差的大小。
- (3) 利用電壓相減($V_1 - V_2$)後的正、負值，經由『馬達雙向驅動電路』，使馬達往不同方向轉動，目的是使太陽方位感測器的不透明隔板指向太陽。

3. 電路說明：

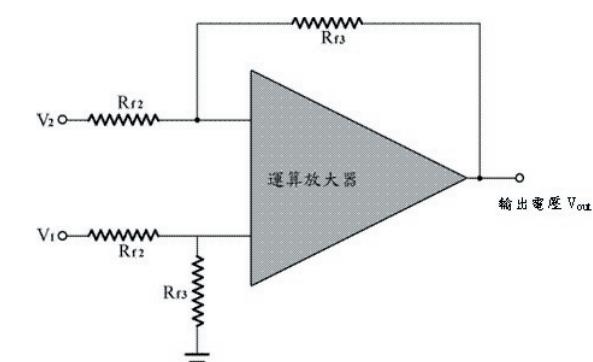
(1) 電流轉電壓電路：

主要由一個運算放大器組成，當太陽能電池產生電流 I 時，通過放大電阻 R_{f1} 輸出電壓 $V = -I \times R_{f1}$ ，除了將電流訊號轉換為電壓訊號外，還有放大的作用。



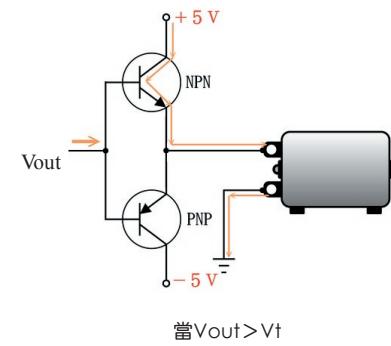
(2) 電壓相減放大電路：

主要由一個運算放大器組成，可以將電壓訊號(V_1 和 V_2)作相減的運算，並乘以放大倍率，輸出電壓 $V_{out} = -\frac{R_{f3}}{R_{f2}} (V_2 - V_1)$ 。

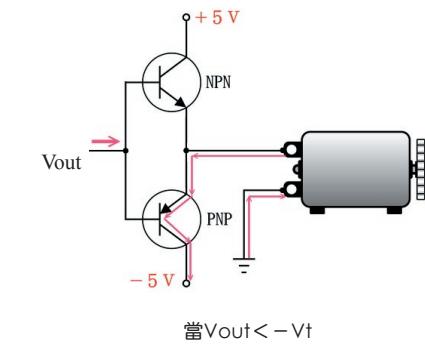


(3) 馬達雙向驅動電路：

利用高三物理課程電晶體作為電子開關的教材中，更改設計成雙向開關，將電壓相減放大電路輸出電壓 V_{out} 接於電晶體的基極，設電晶體的導通電壓為 V_t 。



將造成NPN電晶體為導通狀態，PNP電晶體為截止狀態，所以電流將沿+5V端流入並驅動馬達，使馬達向下轉動再由接地端流出。



將造成PNP電晶體為導通狀態，NPN電晶體為截止狀態，所以電流將沿接地端流入並驅動馬達，使馬達向上轉動再由-5V端流出。

2. 將注射筒和大齒輪，中型CD筒，以螺絲連接作為水平轉動的平台（如圖3、圖4）。



圖3

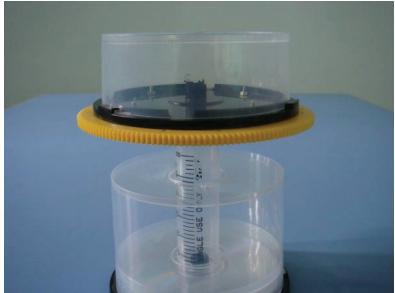


圖4

3. 在水平轉動平台上以螺絲固定一馬達，並用電鑽在平台上鑽四個孔（如圖5），再用螺絲鎖緊平台（如圖6）。



圖5



圖6

4. 將一片壓克力板切割成適當的尺寸與適當形狀，並在中央穿一個直徑大於針筒外徑的孔，並以螺絲將之固定於底層的CD筒上（如圖7），將另一已焊好電線的馬達固定在此壓克力板上，使得小齒輪剛好可與大齒輪密合（如圖8）。

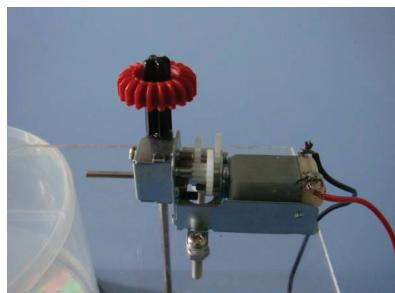


圖7

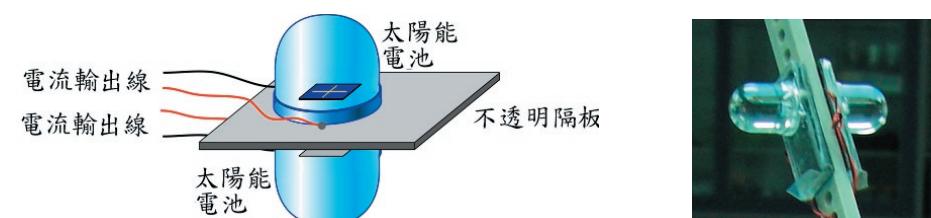


圖8

C 作品製作流程圖示

一、自製太陽方位感測器部份：

1. 將兩片太陽能電池焊接電流輸出線，注意輸出線的正、負極。
2. 將兩片太陽能電池，分別黏貼在不透明隔板的兩邊。



二、雙軸轉動的太陽能板平台部份：

1. 將兩個CD筒上方中央處挖一個與針筒外徑相當的圓孔，上下結合作為水平轉動平台的軸承（如圖1、圖2）。



圖1



圖2

5. 在馬達兩旁鎖上支架（如圖9），在支架上用螺絲鎖一片壓克力板作為垂直轉動的平台，即為放置太陽能板的位置（如圖10）。

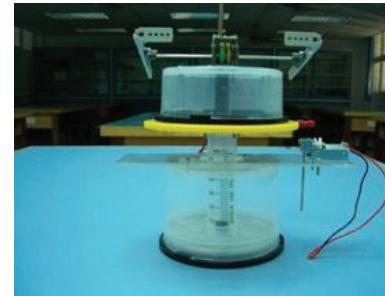


圖9



圖10

6. 將偵測太陽水平方位的自製感測器固定在水平轉動平台上（如圖11），將偵測太陽垂直仰角的自製感測器固定在垂直轉動平台上（如圖12）。



圖11

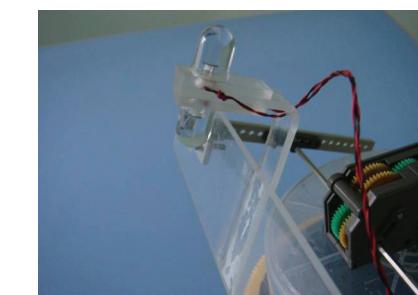


圖12

7. 將三片太陽能板固定在壓克力板上，完成追日系統的組裝（如圖13）。

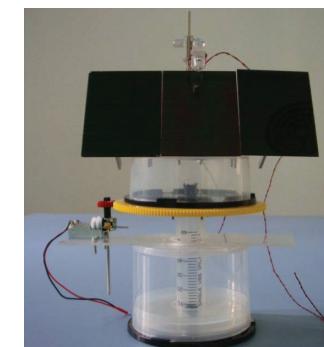


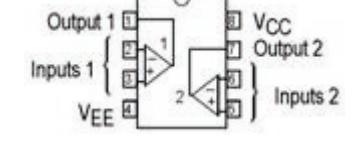
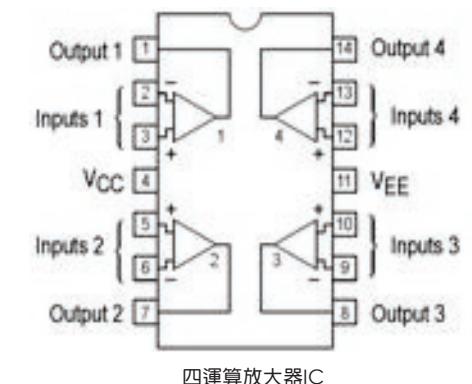
圖13

三、追日系統的運作電路部份：

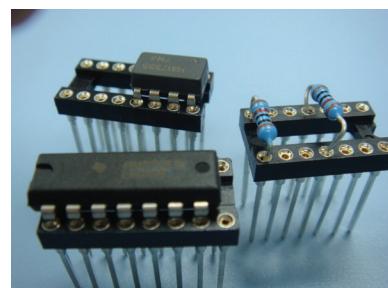
1. 準備電子材料

零件	規格	數量
長腳IC座	(14pin)	5個
實習電路板		1片
精密電阻	10K	4個
精密電阻	1K	2個
精密電阻	100K	2個
散熱銅片		4片
電晶體	NPN(建議型號TIP122)	2個
電晶體	PNP(建議型號TIP127)	2個
運算放大器IC	四運算器(建議型號LF444)	1個
運算放大器IC	雙運算器(建議型號LF442)	1個

2. IC接腳圖



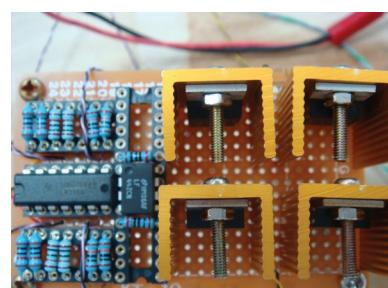
3. 製作過程



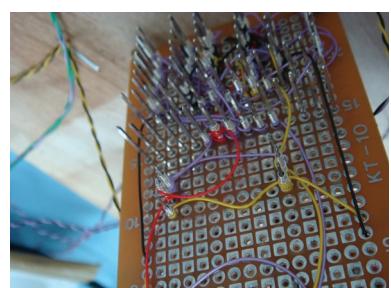
1 將電子零件插入長腳IC座上



2 將電晶體鎖在散熱銅片上



3 長腳IC座插在電路板上



4 依追日系統的運作電路，焊接電路或以繞線筆連接

後記

完美情人養成術：追日感應器持續大進化

太陽能發電是目前正熱門的綠能科技，如何讓太陽能板能時時向著陽光，以獲得最佳吸收效果？由四位已畢業的高雄女中學生蕭渝庭、方怡琳、蔡芙蓉及林紀吟共同研發，邱崑山老師指導的「追日感應器」，結合太陽能感應裝置基本原理和電路設計，不僅不需電腦計算，還降低成本，且效果絕佳。

親手打造追日情人

源頭始於高瞻專班的專題製作，同學們從高一下開始發想，與老師共同研究，至今同學們都已是大一的學生，整整三個年頭，研究還沒結束。當初只是單純將太陽能板背靠背，垂直和水平放置、藉以觀察陽光角度和電流，慢慢改良成一具整合電路系統、太陽能板、太陽能感應裝置、IC裝置和有馬達傳動的設備。一切全部由同學們親手打造，從裝電路、焊接、鋸壓克力版、插IC腳，採用電晶體作開關等所有繁複的步驟皆不假他人，全靠四人合力完成。



熱忱與想像力突破萬難

與它朝夕相處，學生們說「感應器是我們的情人」，她們矢志把它打造成完美情人，小情人已經有五代歷史，同學們把電路逐漸簡單化、系統精緻化，感應器不只感應，還可以供電。最近科工館的展覽場上，她們甚至點亮LED燈的模擬摩天輪和模型愛河橋。國內外參展邀展不斷，並已申請專利，還有遊艇公司想跟她們合作，因為四人小組所研發的追日系統用電流直接啟動馬達，不需運用電腦計算，直接追蹤太陽，不僅非常適合水面上移動的遊艇裝置，且成本低廉、維修容易。

雖然熱愛研究、焊接、組裝、改良、解決問題，一開始便對這項題目感到高度的興趣，然而在漫長的過程中，不免與指導老師邱崑山抱怨時間不夠用、壓力過大、學校應考成績不如人意等。然而邱老師卻說，同學們抱怨歸抱怨，在試驗過程中卻仍然百分百投入。她們也曾遭遇難題，例如使用電鋸鋸壓克力版，聲音刺耳嚇人，其中一個同學甚至發誓絕對不要念相關科系！有一次，四人接力完成焊接極為複雜的電路系統，卻不知是何緣故，電流總接不上，再三檢查之後，才發現其中一條電線絕緣皮還沒剝就焊進去了，誰是罪魁禍首？據說到現在還是個羅生門。然而最讓4位年輕女孩頭疼的是：小情人每次實測都得上頂樓才能見真章，且得在正中午時間，頂著毒辣的太陽，愛美的青春年華總不免要嗆叨幾句。

邱老師說明，在實驗過程中，有時他已事先看出問題，得偷偷研究以找出解決辦法，卻得隱忍不說，僅以暗示或提醒，等她們發現後，還故意裝傻說：「喔，這樣啊……」他認為這樣做，是為了引導同學思考，「同學們天馬行空的想像力其實可以突破很多困難、解決很多問題。」老師誨人不倦的心情，溢於言表。「不過先作研究也免得在學生面前漏氣，說怎麼問你什麼、卻什麼都不會！」老師自得其樂地說。

在未來執教的生涯裡，邱崑山老師感言：「遇到有共鳴的學生，才能做出好的點子。」好的作品也得靠緣分。至於「完美情人—追日感應器」還在持續進化中，就像一條生命的河，一直成長、不斷前進，就這樣陪著幾位白衣黑裙的女孩們，走著青春的路，綻放耀眼的光芒。

5-3

能 源

教 案 設 計



太陽能海水淡化器的設計、製作與改良 太陽光熱利用課程教案

私立東海大學附屬實驗高級中學

吳文銘、劉麗琪、施義炳