

全國能源科技創意實作競賽

專題製作報告書

隊伍編號：高中職組—北 018

作品名稱：太陽『能』酷(Cool)



指導單位：教育部

主辦單位：國立科學工藝博物館、教育部能源國家型科技人才
培育計畫辦公室

本專題製作題目訂為太陽『能』酷(Cool)，一方面是表示太陽能是一個綠色能源，在專題製作的過程中能提升專題小組成員的興趣非常的酷；另一方面運用太陽的能量『能』讓冷氣系統達到冷卻(Cool)的效果，達到節能減碳的效益。本專題主要運用夏季豐沛得太陽能進行冷氣系統的冷卻及冷凝水的回收再運用，本製作結合綠能(太陽能)的運用，儲能的設計、感測控制系統規劃、程式的撰寫及擋陽綠籬的澆灌等創意構思進行一個居家能源整合與回收運用達到節能減碳效益，以下為本企畫書架構內容，共包含下列五大項：

一、現況調查

目前台灣地區在太陽能的運用上主要包括：太陽能熱水器及太陽能發電兩大類。在分析台灣氣候環境時我們發現冬季時期北台灣地區多雨濕冷，因此在太陽能熱水器的使用上水溫提昇效果有限，而在夏季時期太陽能熱水器水溫提升效果明顯，但熱水使用率不高，無法有效利用太陽能。而在太陽能發電系統部份，目前建購價格昂貴並非一般家庭所能負擔，因此很少有家庭建構太陽能發電系統，而且在觀察本校電機科太陽能市電併聯系統，發現學校於機電大樓頂樓裝設的太陽能發電系統共花費 72 萬元，且滿載發電量為 3.69KW，而以這樣的發電量，大概僅能供應夏季 1 台小型冷氣供電，發電系統如圖一所示：

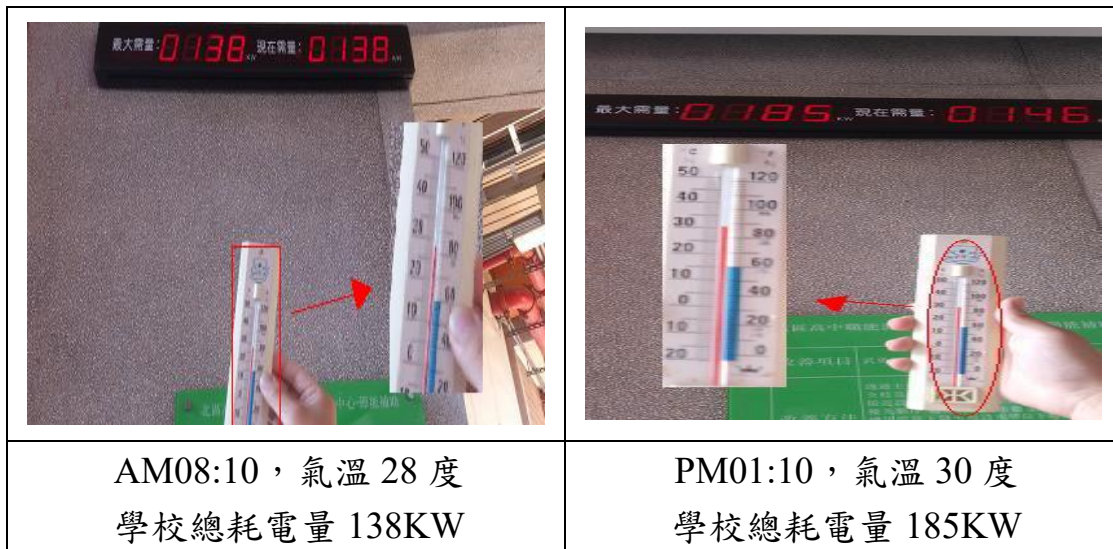
	
<p>本校太陽能系統供電 3.69KW</p>	<p>本校機電大樓太陽能系統</p>



	
<p>各班教室冷氣裝設 2 台</p>	<p>教室冷氣額定容量為 6KW</p>

圖一、本校太陽能系統及各班教室使用冷氣容量

而台灣夏季炎熱，人們為了降低活動場所溫度，大量使用空調設備，造成夏季用電量的激增，我們觀察學校的供電系統，在夏季上午 8:10，氣溫 28 度時，總耗電為 138KW，下午 13:10，氣溫 30 度時，總耗電為 185KW，如圖二所示，其相差的耗電量為 47KW，大多為空調冷氣系統所造成。



圖二、本校夏季供電系統不同溫度的差異性

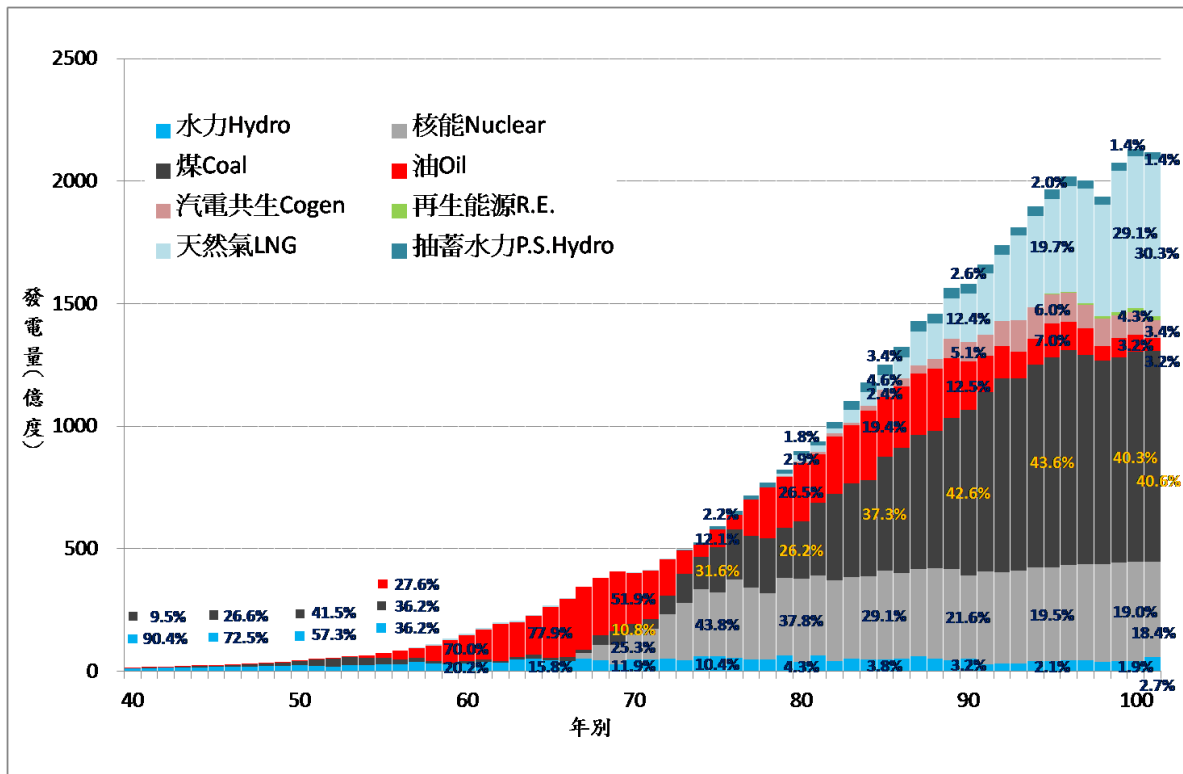
專題小組現況觀察與調查：

- 1、目前一般冷氣機裝設為了避免太陽能直曬，大多會加裝塑膠擋陽板，達到隔熱及提升效率，但是在擋陽的同時也阻擋了熱氣向上對流的路徑，本次專題利用太陽能板進行擋陽，也提供強制風冷風扇的電力，將冷氣機的熱氣加以導流，進而達到冷卻效率的初步提升。
- 2、而在冷氣冷凝排水的部分，一般大多直接排至排水孔，未有進一步的運用，在本次的專題規劃中我們將這一部分的水回收進行水冷式降溫，也作為綠籬植物的澆灌，達到提升冷房及中水運用的實質效果。

二、設計動機與目的

依據台電公司網站的資料，我們發現台灣歷年發電量逐年上升如圖三所示，加上全球暖化及溫室氣體的排放地球逐漸升溫，未來冷氣的需求及使用只會越來越多，台灣所需的電量也會越來越多。而經我們觀察校內整

體的用電情形(耗電量)及太陽能發電系統的電力供應，我們瞭解到太陽能



圖三、台灣歷年發電量及上升趨勢 (資料來源：台電網站)

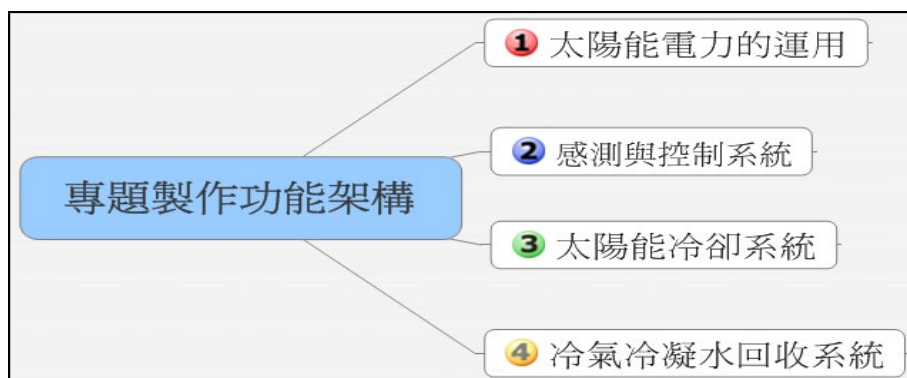
就目前而言是一種昂貴的綠色能源，而我們的專題製作主要的目的是利用一點點得太陽能發電來進行(1).冷氣冷卻系統效能的提升、(2)冷氣冷凝水的回收冷卻運用、(3)冷氣冷凝回收水於擋陽綠籬的自動澆灌三大部份。藉由這三大部份的運作達到冷氣效能提升及綠籬擋陽冷房效果..等效應，以求節省電力消耗達到節能減碳的目的。

三、 創意發想歷程

本次的創意發想歷程採用集體腦力激盪心智圖模式來進行專題製作各主要功能的建構規劃，及各項發展修正的記錄與歷程。主要心智圖包括如

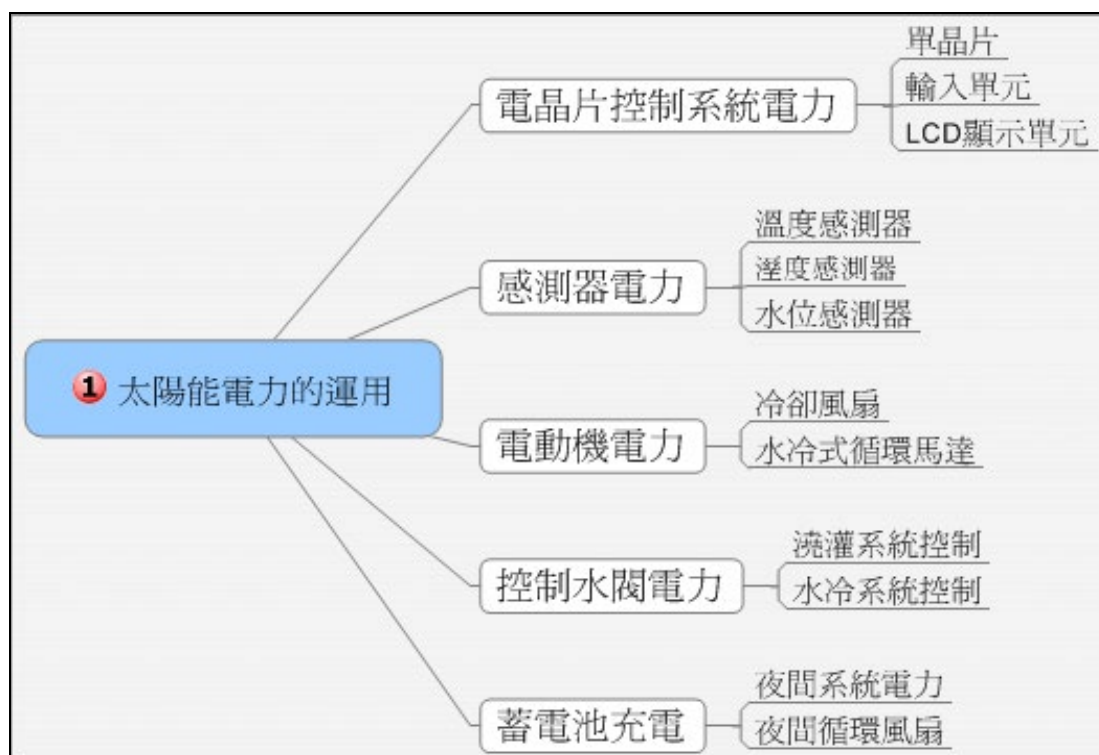
下所呈現：

首先我們先思考此次專題製作到底要有哪些功能，這些功能哪些是我
麼能夠達到的，那一些是可能技術程面無法達到的加以考量，我們將功能
規劃成四個部份如圖四所示：



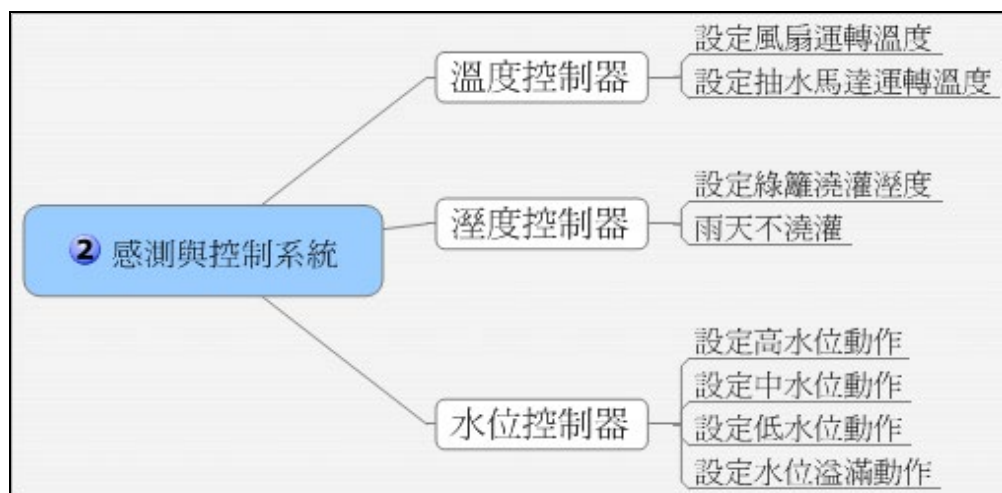
圖四、專題製作功能架構圖

在太陽能電力的運用上所於太陽能板的電力滿載輸出功率為 40~50W
所以在各種電器設備的使用均要考量其耗電量，否則可能造成電力情形，
在第一部份太陽能電力的運用我們包括各項設備的用電如圖五所示：



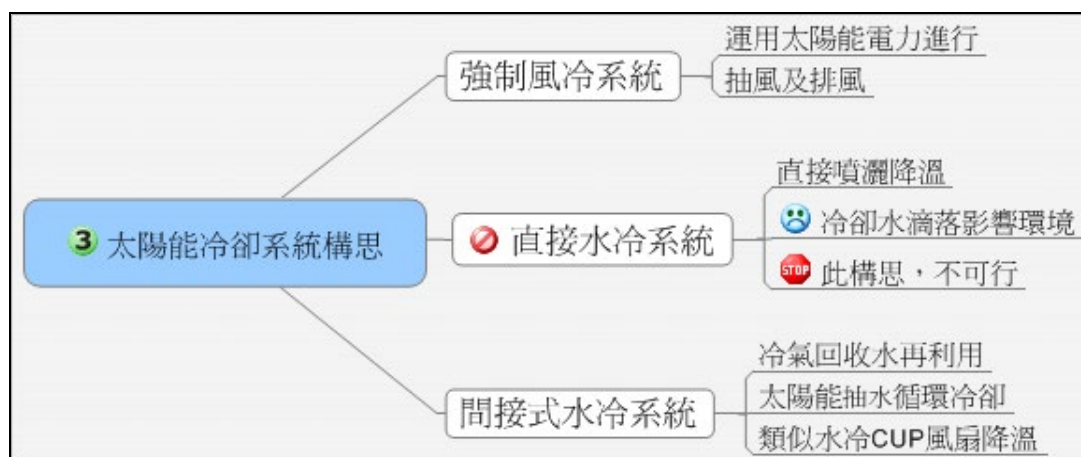
圖五、太陽能電力的運用圖

為了使本次的專題製作的功能更為完備我們使用多個感測器，來進行環境資料的收集，透過單晶片微電腦的控制進行控制作業如冷卻、澆灌及馬達運轉動作其架構如圖六說明。



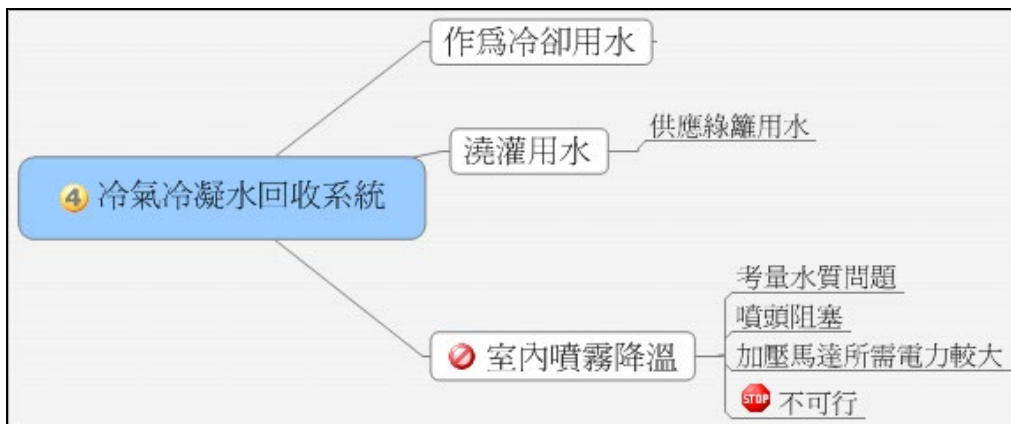
圖六、感測與控制系統功能圖

在小組團隊發想規劃功能的過程中，原本打算利用直接將冷氣冷凝水直接噴灑於冷氣室外機達到水冷降溫的功效，但考量到冷卻水可能噴濺到下方的行人與住家，可能會延伸不必要的困擾因可認為這樣的考量並不可行，但經過小組成員進一步的思考，認為可以比照水冷式 CPU 散熱器的概念來進行冷卻，達到冷氣室外機熱能的轉移達到冷房效能的提升。



圖六、太陽能冷卻系統構思圖

而在冷氣冷凝水回收系統的部分，除了做為間接式水冷系統用水及綠籬灌溉用水，小組也曾考量規劃於室內進行噴霧降溫，但考量冷氣冷凝水中雜質問題，可能會造成室內空氣的影響，也可能造成噴霧噴嘴的阻塞，造成未來維修的問題。而回收水進行澆灌綠籬提供夏季擋陽的天然屏障避免太陽直射提升冷氣的冷房的效果也能節省電費的支出。



圖六、冷氣冷凝稅回收系統構思圖

四、應用潛能分析

本次專題製作主要是以小型太陽能板所發出微電量(最高 50W)來設計系統功能，主要功能運用包括下列三大部份：

- 1、.加強冷氣機的冷卻方式以提升冷氣機效率。
- 2、.冷氣機冷凝水的的回收再利用。
- 3、擋陽降溫綠籬自動澆灌系統。

在技術層面上我們運用太陽能板發電作為再生電力的來源，主要供應下列電氣設備用電及所需耗電量：

供電電器設備	供電量	設備功能	使用情形
小型太陽能板發電	最高 50W	太陽能供電及充電	直接供電
小型儲能供電設備	最高儲電 20000mA	儲存電能	充電供電
耗電電器設備	耗電量	設備功能	備註
單晶片微電腦控制系統 溫溼度、超音波感測器	0.5~3W	系統控制 溫溼度及水位檢測	較常使用
冷氣室外機水冷系統抽水馬達	0.8~3.5W 1 個	依系統設定動作	間斷使用
冷氣機外部加強冷卻風扇系統	1.2W 4 個	依系統設定動作	間斷使用
自動綠籬澆灌系統控制水閥	1W 1 個	澆灌系統設定動作	間斷使用
合計總耗電量	最高 12.3W	依設備操作動作，總耗電不同	

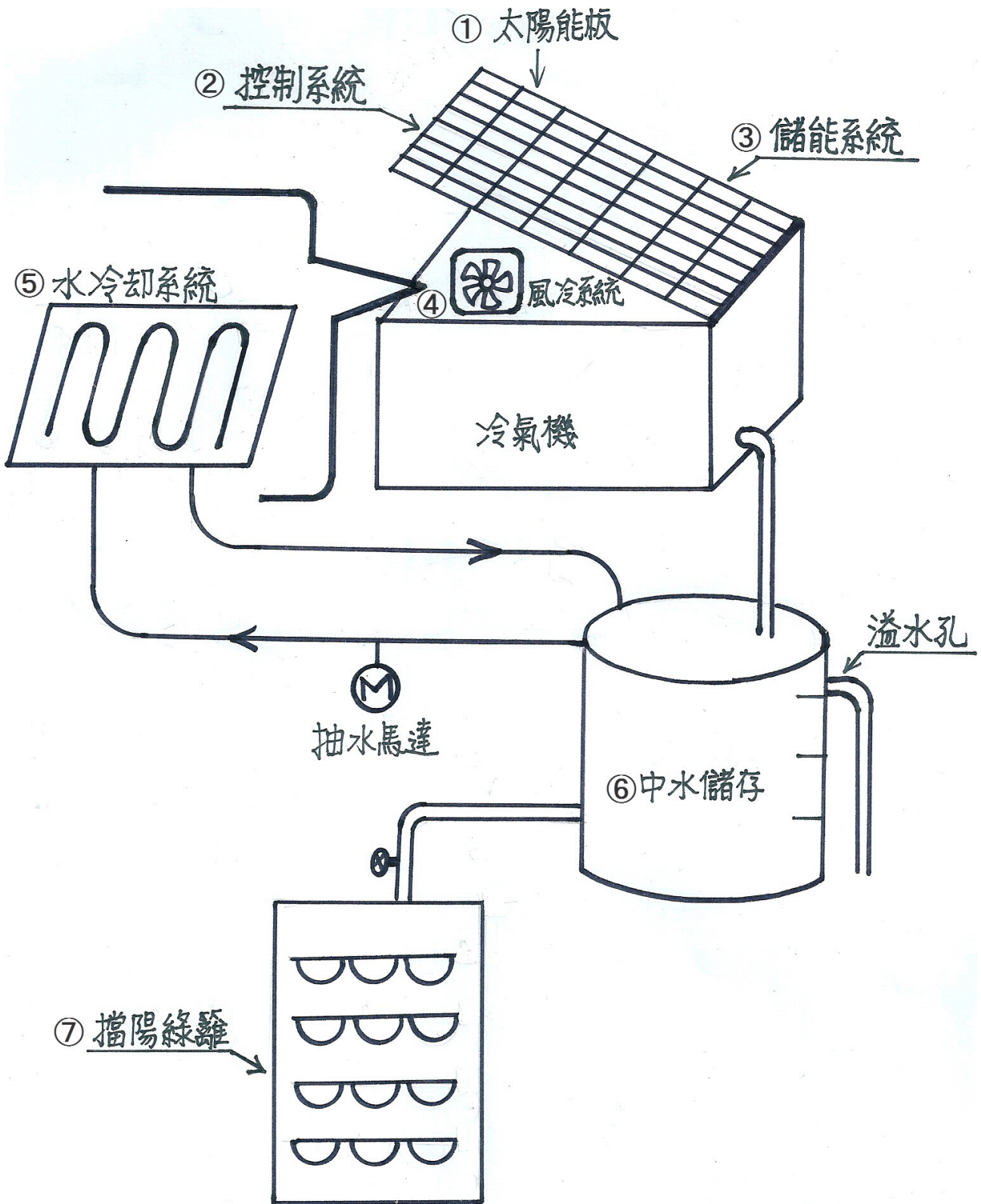
表一、電器設備供(耗) 電及功能說明

就夏季太陽光線充裕的情形行下 50W 的太陽能板足以供給整各系統作為冷氣降溫系統及綠籬澆灌系統來使用。而冬季太陽能量不足，可能無法供應抽水馬達電量但，因冬季幾乎不使用冷氣所以對冷卻系統的影響不大，甚至未來可以進一步科探討冬季的供電量的量測與微電量規劃運用。

五、 作品說明圖說

本次設計規畫的創意專題製作，主要的運用小型太陽能板所產生微量的電量來進行冷氣機(1).冷卻效能提升、(2).冷氣冷凝水的回收運用、(3)綠籬擋陽牆的建立與自動澆灌。如下圖七為本創意專題製作手繪圖主要包括：(1).太陽能供電系統、(2).微電腦控制系統、(3).儲能系統、(4).冷氣機風冷系統、(5)冷氣機水

冷卻系統、(6)中水回收系統、(7)綠籬擋陽系統 等七部分。



圖七為本創意專題製作手繪圖

以下表二針對上圖七個主要部分進行裝設運作方式及主要功能說明。

專題製作架構	裝設運作方式及主要功能
① 太陽能供電系統	1. 運用太陽能發電，提供各項設備電力。 2. 太陽能板隔絕太陽照射冷氣室外機提升冷房效能。
② 微電腦控制系統	1. 利用微電腦控制風冷及水冷系統。 2. 利用感測器進行環境(溫濕度、光線、水位...)分析。 3. 微電腦控制系統裝設於太能板背面避免太陽光直射。
③ 儲能系統	1. 將白天太陽能儲存於 20000mA 充電電池中，提供夜間各項設備電力。 2. 儲能系統裝設於太能板背面避免太陽光直射。
④ 冷氣機風冷系統	1. 於太陽能板側面裝設 4 個直流風扇進行熱氣的導流。 2. 利用風力冷卻冷氣機本身也冷卻⑤水冷卻系統。
⑤ 冷氣機水冷卻系統	1. 冷氣機水冷卻系統置於冷氣機上方，如 CPU 散熱風扇加強冷氣機的散熱，提升冷氣機效率。 2. 運用⑥所回收的中水作為冷卻水。 3. 以①、③所提供的電力推動抽水馬達，達到循環降溫。
⑥ 中水回收系統	1. 回收冷氣的廢水進行再利用。 2. 供給⑤、⑦冷卻及綠籬澆灌使用。
⑦ 綠籬擋陽系統	1. 由②、⑥提供自動澆灌方式及水源。 2. 減少房子受到太陽的照射，提升冷房效果。

此次專題製作我們規劃運用太陽能所產生的 50W 電力，進行冷氣機效能的提升，假設若能夠提升 5% (假設值可能更大也可能不足) 冷房的效能，以一台 6KW 的冷氣而言就可減少約 300W 的耗電，也將原本太陽能 50W 的效益放大了 6 倍，相信對綠色能源的運用及節能減碳會有一定的效益。

六、實驗步驟與程式設計

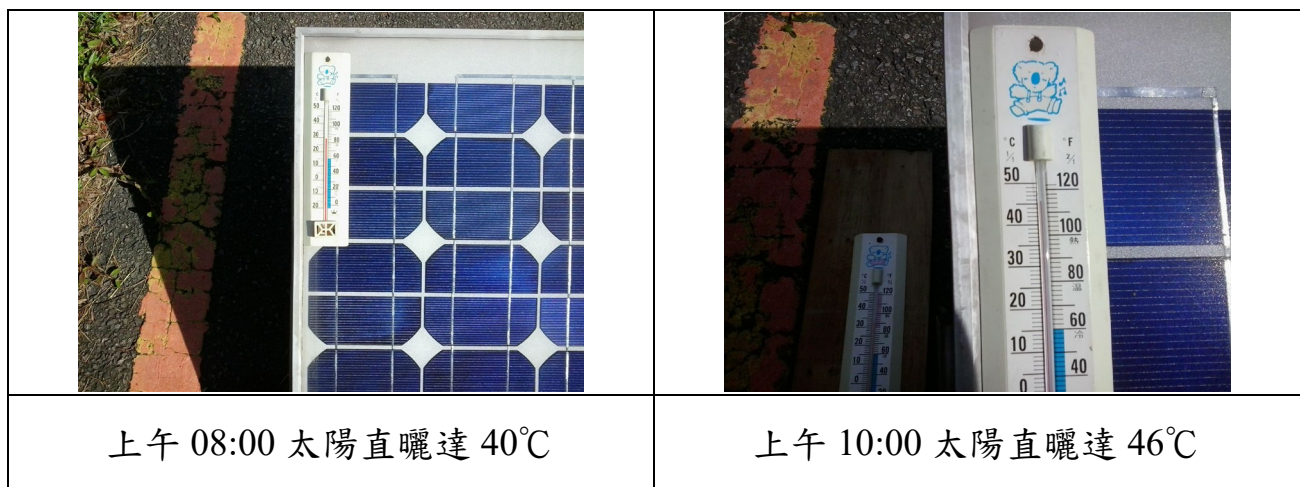
(一).太陽能板擋陽溫度測試：

為了瞭解太陽能板擋陽的溫度差異，我們進行的實際的測驗，測驗時間從上午 8 點到 12 點，藉由實際的量測了解太陽直曬處與陰影遮蔽處的溫度差異。

測量日期：102.08.04 測量時間：08:00~12:00 天氣情況:晴、少雲

時間	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00
太陽直曬處	40°C	46°C	46°C	52°C	55°C
陰影遮蔽處	32°C	32°C	34°C	36°C	38°C

表二、太陽能板表面及遮陰部分溫度比較



圖二、溫度測量情形

實驗結果：1.中午時間太陽直接曝曬溫度達 55°C

2.太陽直曬與遮陰溫差達 17°C 以上

3.推論利用太陽能擋陽可有效提升冷房效率。

(二).冷氣冷凝水量、室外機溫度量測：

為了瞭解冷氣機實際的排水出水狀況我們進行家庭冷氣實際測試，在知道出水量後我們即可設計中水回收桶的大小，進一步探討如何使用回收再利用的廢水。

測量日期：102.08.04 測量時間：08:00~12:00 天氣情況:晴、少雲

時間	13:00	14:00	15:00	16:00
冷氣排水量	1260ml	1100ml	1100ml	900ml
室外機溫度	37°C	38.5°C	38.5°C	38.5°C

表三、太陽能板表面及遮陰部分溫度比較

		
量測室外機溫度	測量冷氣出水量	統計冷氣總出水量

表四、冷氣冷凝水量、室外機溫度量測情形

實驗結果：1.根據 4 小時的量測冷氣總排水量達 4360 ml

2.本專題依據此中水量設計儲水桶。

3.供應冷卻水及綠籬澆灌用水。

(三).太陽能板無負載特性實驗：

為了瞭解太陽能板在沒有負載時所發出的電壓值，作為後續實驗的一個參考基準。

測量日期：102.08.012 測量時間：08:00~13:00 天氣情況:晴、少雲

時間	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00
日照度(流明)	34500	53500	85000	90000	96900
溫度	30°C	30°C	34°C	37°C	42°C
無載電壓	10.7 V	18.7 V	18.98 V	19.96 V	20 V

表五、太陽能板無負載特性實驗量測情形

實驗結果：因為未接任何負載太陽能板電壓可達 20V 以上

(四).太陽能板單一負載(馬達)特性實驗：

我們測試每一個負載，了解負載的耗電量進一步規劃如何使用太陽能板產出的變動型電源。

測量日期：102.08.12 測量時間：8:00~13:00 天氣情況:晴、少雲

時間	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00
日照度(流明)	34500	53500	85000	90000	96900
溫度	30°C	30°C	34°C	37°C	42°C
負載電壓	11.3 V	13.0 V	14.2 V	14.9 V	15.2 V
負載電流	0.16 A	0.24 A	0.35 A	0.36 A	0.40 A

表六、太陽能板單一負載(馬達)特性實驗量測情形

實驗結果：1.單一負載分別測試充電系統、風扇、馬達、控制水閥。

2.詳細測試結果呈現於專題成果報告。

3.測試結果每單一項負載均可被太陽能板驅動。

(五).太陽能板整合性負載特性實驗

測量日期：102.08.12 測量時間：8:00~13:00 天氣情況:晴、少雲

時間	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00
日照度(流明)	34500	53500	85000	90000	96900
溫度	30°C	30°C	34°C	37°C	42°C
負載電壓	3.8V	6V	11.2V	13.7V	13.9V
負載電流	0.34A	0.41A	0.46A	0.47A	0.52A
負載推動情形	無法推動	僅能推動風扇或充電電源	推動風扇、閥、充電電源	所有負載均可推動	所有負載均可推動

表七、太陽能板整合性負載特性實驗量測情形

實驗結果：1.由於太陽能板的功率輸出會隨日照變化。

2.依據不同的輸出功率我們設計不同的供電方式。

3.利用單晶片及感測器設計控制系統動作。

		
無負載特性實驗	單一負載特性實驗	整合負載特性實驗

表四、系統負載測試情形

(六).系統功能與程式設計

我們依據不同的輸出功率我們設計不同的供電方式，.利用單晶片及感測器設計控制系統動作並轉寫程式。

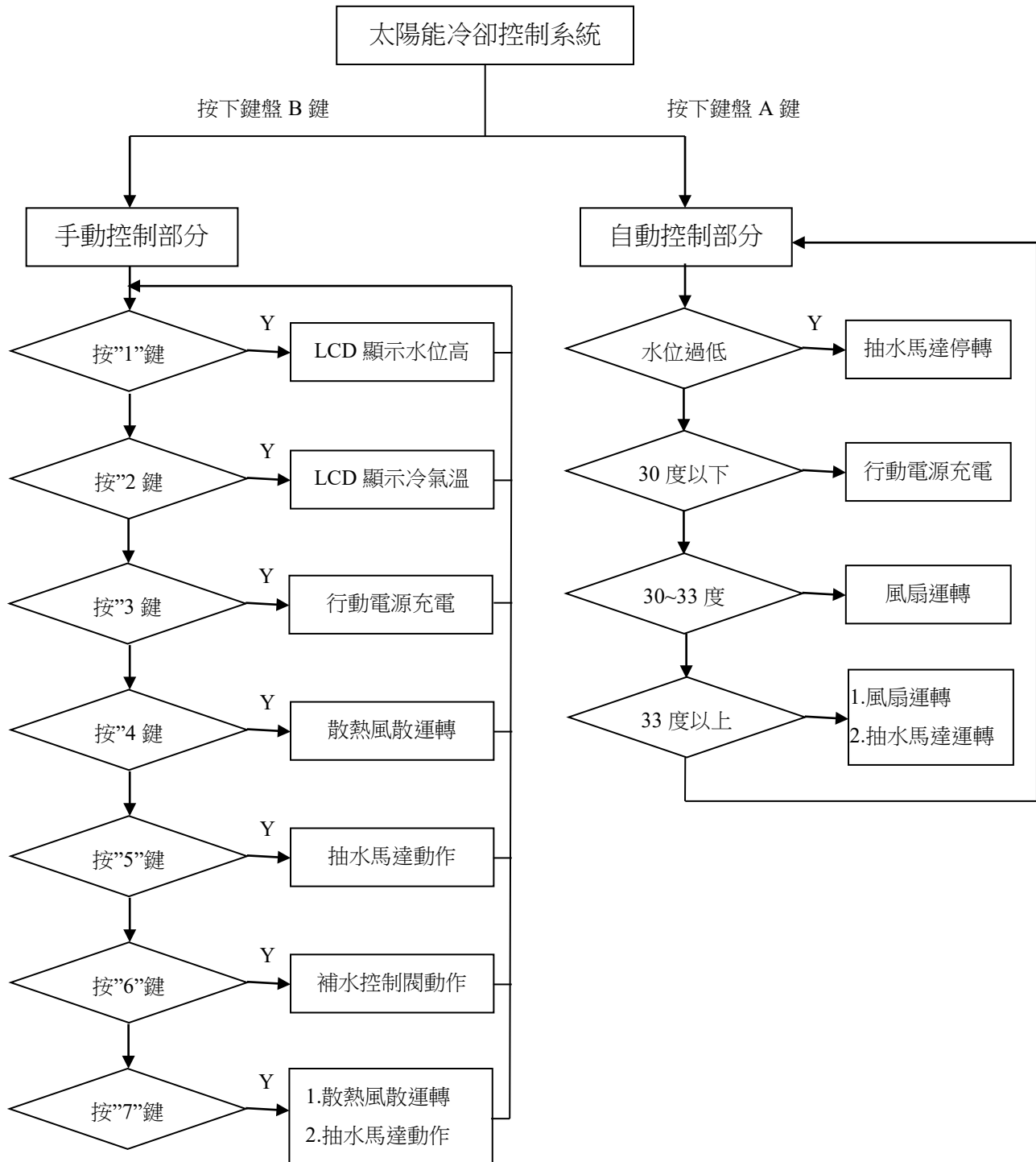
在系統動作方面我們設計了手動及自動的部分。

手動部分包括：

- 1.呈現中水桶水位高低
- 2.呈現系統溫度
- 3.手動充電行動電源單一動作
- 4.手動散熱風扇轉動單一動作
- 5.手動循環抽水馬達單一動作
- 6.手動電動水閥單一動作
7. 手動循環抽水馬達風扇單一動作

自動部分包括：

設計不同的溫度讓系統進行不同的動作以下為程式的流程圖。



七、冷氣效率提升系統測試結果：

(一).風冷系統測試：利用模擬冷氣升溫達到飽和溫度後打開風扇開關，明顯發現溫度下降如表八所示。

測試時間	初始	10 秒	20 秒	30 秒	40 秒	50 秒	60 秒	70 秒
系統溫度	44.5℃	43.2℃	39℃	37℃	35.9℃	34.7℃	33.4℃	33℃

表八、風冷系統測試量測情形

(二).循環水冷式降溫：利用對照組-未加循環冷卻管及實驗組-加循環冷卻管來量測水溫為 50℃、2.5 公升的熱水下降的速度，加了循環冷卻的的實驗組水溫明顯下降較快。

時 間	0min	1min	2min	3min	4min	5min	6min	7min
實驗組	55℃	50℃	48℃	44℃	43℃	41℃	40℃	39℃
對照組	55℃	52℃	51℃	50℃	49℃	48℃	47℃	46℃

表九、循環水冷式降溫實驗組與對照組降溫量測情形

八、 結論與心得

由上述的測試結果我們可以了解無論是太陽能板擋陽、風冷系統降溫或循環循環水冷式降溫都能達到冷卻效果提升冷氣機的冷房效率，就好比下雨天冷氣機降溫會顯得比較快減少電力的支出達到節能減碳的效益。

而本次的專題製作我們都以回收再利用(如廢電腦機殼、餅乾盒…)的物品來進行製作，減少不必要的浪費達到綠色、減碳、環保、愛地球的實質效益，而藉由老師的指導及小組實際的操作與分工也讓我們小組的同學獲益良多。

未來我們可以將這樣的冷卻系統質裝置在輸配電的變壓器(桿上變壓器)相信可以降低變壓器溫度提升，電工機械課本提到可以降低變壓器的銅損根鐵損提升變壓器的效率，一點點的投資可能達到節能減碳效益。

九、 參考書籍及資料

- 1、台灣電力公司網站，<http://www.taipower.com.tw/>。
- 2、沈輝、曾祖勤(2008)。《太陽能光電技術》。五南出版社。
- 3、施耀竣(2009)。《太陽能集光片之效能設計與模具開發之研究》。國立高雄應用科
- 4、林芳明(1978)。《灌溉工程》。臺北：藝軒圖書出版社。
- 5、李宗良(1990)。《圖解感測器應用實務》。臺北：機械技術出版社。
- 6、陳瑞龍(1990)。《單晶片微電腦》。臺北：全華科技圖書公司。
- 7、BASIC Commander 及 innoBASIC Workshop 使用手冊，利基應用科技股份有限公司。