

中華民國第 54 屆中小學科學展覽會

作品說明書

高中組 生活與應用科學科

040813

太陽把都市變涼了！ 太陽能煙囪排熱裝置

學校名稱：國立岡山高級農工職業學校

作者： 高二 李柏賢 高二 陳皓暉 高二 顏鑠懿	指導老師： 全志仁
---	------------------

關鍵詞：煙囪效應、暖室效應、冬暖夏涼

摘要

本研究在製作一個太陽能裝置，該裝置能直接轉換太陽能成為使建築物冬暖夏涼的能源，再以科學方法探討該裝置的實際效能與可行性。

本研究裝置為煙囪結構，利用暖室效應來充分轉換太陽能，使其在煙囪內部產生高熱，在煙囪內造成一股氣流，該氣流經由裝置導引，可冷卻建築的外牆，因而可使室內溫度下降。

本研究裝置在夏天能降低室內溫度，亦能大幅改善空調效能，在冬天關閉第一層與第三層的通風口，本研究裝置會形成暖室結構，使室內溫度上升，故本研究裝置確實可在不消耗能源的情況下使建築物達成冬暖夏涼的目標，在不必損失生活的舒適度下做到節能減碳，如此可降低推廣節能減碳的阻力，若能大力推廣必能大量減少電力的使用，是否建核四便不是問題。

壹、前言

最近，令人印象深刻的災害就是超級颱風「海燕」。造成菲律賓 1200 人死亡，60 人撤離家園，而會形成這個超級颱風的原因主要是受全球暖化的影響。

濫用石化能源導致全球暖化，使之氣候異常，已威脅人類的生存，為求自保，在開源方面紛紛尋找綠色能源來取代石化能源，但往往因成本與造成二次汙染而進行緩慢；在節流方面便是提倡節能省碳，但因此舉常會降低生活的舒適度與工商行為的活動力，在進度上也一樣緩慢。

為快速改善全球暖化的裝置，應在不失生活的舒適性狀態下，降低製造成本，提高綠能轉換效率，如此裝置才能快速有效改善目前暖化的問題，所以我們發明了太陽能煙囪，可以有效的減少室內、外的溫度問題。

貳、研究動機

隨著全球暖化環境溫度日漸升高，造成民眾日常生活及工商產業活動極大不便，為使身心舒暢的生活環境及提升工作效率創造最佳生產力的工作環境，則需要借助空調裝置來調節溫、濕度，因此空調機組大量裝設。空調裝置會大量損耗能源以及空調裝置廢熱排放造成的熱污染問題，再再加升全球暖化的速度，找出解決這嚴重的問題方法是件刻不容緩的事。

當站在廟宇的金爐前，看著眼前金爐內熊熊烈火，卻感覺不到應有的熱度，反而感覺背後一股涼風源源不絕吹來，向上看曝曬大地的太陽，造成室內悶熱難耐，若能製作一種裝置能讓太陽像金爐內燃燒的金紙，不會室內溫度上升，更能引入沁涼風降低室內溫度，如此可大幅減少使用空調裝置，節約大量能源損耗，更進一步能減緩全球暖化的速度。

參、 研究目的

- 一、建立一個裝置可解決建築物因太陽曝曬而悶熱問題。
- 二、建立一個簡單高效率的太陽能轉換裝置，可將太陽能轉換成可降低室內溫度的能源，並且能大幅改善空調設備的效率，使冷房用電量大量減少。
- 三、建立一個裝置可解決使用空調設備所排放的廢熱，會造成都市更加悶熱問題。
- 四、建立一個裝置在冬天能儲存太陽能，以該太陽能溫暖建築物，節省暖屋所需的能源。
- 五、製作一個裝置以在夏天能阻擋太陽曝曬更能利用太陽能使室內降溫，以及提高空調效率達到以自然環保，節能省碳的方式創造舒適宜人的生活環境。

肆、 研究方法

- 一、如何隔離陽光曝曬，現有的方法有加裝窗簾，隔熱紙，或是在建築物外加裝隔熱板，我們採用效果最好的隔熱板
- 二、如何製作簡易太陽能轉換裝置，能轉換太陽能成為建築物空調所需能源，在夏天我們使用了太陽能煙囪，利用太陽能的熱直接加熱煙囪，藉由熱浮效應加上煙囪結構，使煙囪內形成一股氣流，再由裝置內的氣流引導結構，引導此氣流使其帶走建築物的熱，包含空調設備所排出的熱，使室內降溫，在冬天該轉換裝置經由簡單氣門的調整，使裝置只會吸入太陽能的熱但不會排出，形成暖室結構，而鎖在裝置內的熱能便成為加熱建築物的熱源，可暖化建築物。
- 三、如何排除空調排出廢熱強化都市的悶熱，我們將空調排出的廢熱鎖在本裝置內，並成為太陽能煙囪結構內的熱，使煙囪內的氣流加巨，增強本裝置的空調能力，化無效廢熱成為有效能源。
- 四、藉由對照實驗，去做定性定量的實驗，確實以上方法的效能與可行性。

伍、 理論分析

此太陽能煙囪，將會運用到許多理論的概念，像是暖室效應、煙囪效應、熱對流、熱輻射、冷氣排熱的效果等，必須仰賴這些理論才能幫助完成此項研究。

一、 暖室效應

暖室效應的原理是利用不同溫度的光線具有不同的波長；來自太陽光的光線即為具有短波長的電磁波，能夠輕易的穿過玻璃或透明塑膠；光線穿透玻璃或透明塑膠後也會釋放出能量，不過卻是以長波長的形式，無法穿透玻璃或透明塑膠，一般所謂的”暖室”，就是利用這個原理，把太陽光的熱，留在用玻璃或透明塑膠製成的封閉房舍內，維持提升室內溫度。

二、煙囪效應

當氣體因受熱或冷卻的影響而產生密度上的變化，氣體因而往上升或往下降(亦稱逆煙囪效應)，若在此流動過程中讓其通過一較長之垂直流道，則熱、冷空氣會於流道中逐漸加速，且同時會於入口處形成一相對低壓區，進而產生抽吸現象，及稱為煙囪效應。而煙囪效應的強度與煙囪的高度及煙囪內外溫度差成正比關係。所以當煙囪高度越高時，則煙囪兩端所形成的壓力差則越大，則抽吸的力量也越大，而當煙囪內外氣流溫差越大時，則會因密度上的差距變大而造成煙囪內部氣流快速流動。

三、熱對流效應

當液體或氣體物質一部分受熱時，體積膨脹，密度減少，逐漸上升，其位置由周圍溫度較低、密度較大的物質補充之，此物質再受熱上升，周圍物質又來補充，如此循環不已，遂將熱量由流動之流體傳播到各處。利用氣體流動來達到熱傳導，在基本的對流中，熱源加熱氣體表面周圍，而且其他流動性物體如風等將熱帶走，冷流因此取代熱流。

四、熱輻射原理

所謂的熱(heat)是指系統與環境溫度不同時所轉移的能量，熱輻射係指特定溫度下的物體藉由電磁波和環境作能量交換。如果一個物體的溫度比外界高，釋放能量就會大於吸收能量，使其溫度降低。熱平衡時，即表示熱的吸收率=放射率。物體的熱輻射譜是連續的，並且和物質本身的種類無關，只和溫度有關。所謂的黑體係指，照射在物體上面的電磁波會被該物體完全吸收。

五、冷氣的排熱效果

冷氣機室外側的功能是將熱散出室外，附近如有牆壁或障礙擋住吸入口或排出口，冷氣機組吹出的熱風，將使周圍的溫度升高，造成熱風再度被吸入，且排出口的排出風量也會減少，以致電能的消耗增加，機器效率降低並將使冷氣機壽命縮短。為了得到良好的散熱效果，必須注意通風是否良好以及周圍溫度是否涼爽，使冷氣有較佳的冷房效果。

本研究在利用暖室效應，鎖住太陽光能產生熱量，提供煙囪結構的熱源，再利用煙囪效應，在煙囪內產生氣流，藉此氣流加速冷氣的排熱效果，利用以上理論巧妙配合，便可完成本次研究之功能。

陸、研究設備器材

表 1. 材料單

名稱	規格	數量	用途
木條		2 條	製作房子及煙囪
木板		20 塊	製作房子及煙囪

風速計		1 支	測量氣流
壓克力板		1 片	
工具	尖嘴鉗、螺絲起子、鋸子、鐵鎚	1 支	
塑膠紙		1 張	
圖釘		4 支	固定房子的材料
鐵釘	1.5cm 及 2cm	4 支	
鹵素燈		6 根	
溫度計		10 根	測量室內、外及煙囪的溫度
螺絲		51 顆	
黏著劑		1 個	
壓克力膠		2 條	
油漆	黑色	1 桶	
三合板	28.5*150	2 片	
葉片	黑色	2 片	

柒、 實驗步驟

一、 判斷玻璃和壓克力的效能

如圖一將兩個黑色箱子放在太陽下，將溫度計分別放入兩個黑色箱子內外面再放一個溫度計，測量未加玻璃跟壓克力前時的溫度。如圖二然後測量加入壓克力和玻璃後的箱內溫度，用來判斷玻璃和壓克力在造成暖室效能上是否一樣。



圖一、玻璃和壓克力效能比較裝置



圖二、 玻璃和壓克力效能實驗

如表二每隔十分鐘測量一次溫度變化。看看是否壓克力和玻璃的效能是一樣的由表 2.實驗可知，玻璃和壓克力的效能差不多，因此我們決定以壓克力來代替玻璃容易破碎及

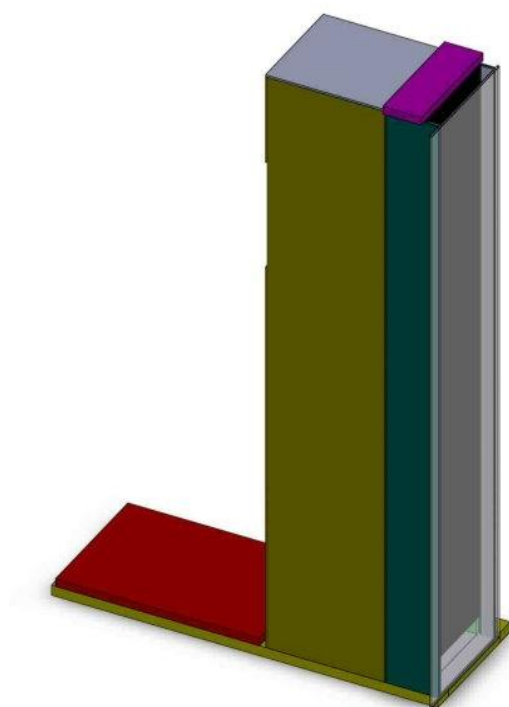
質量較大的缺點。

表 2. 玻璃和壓克力效能比較表

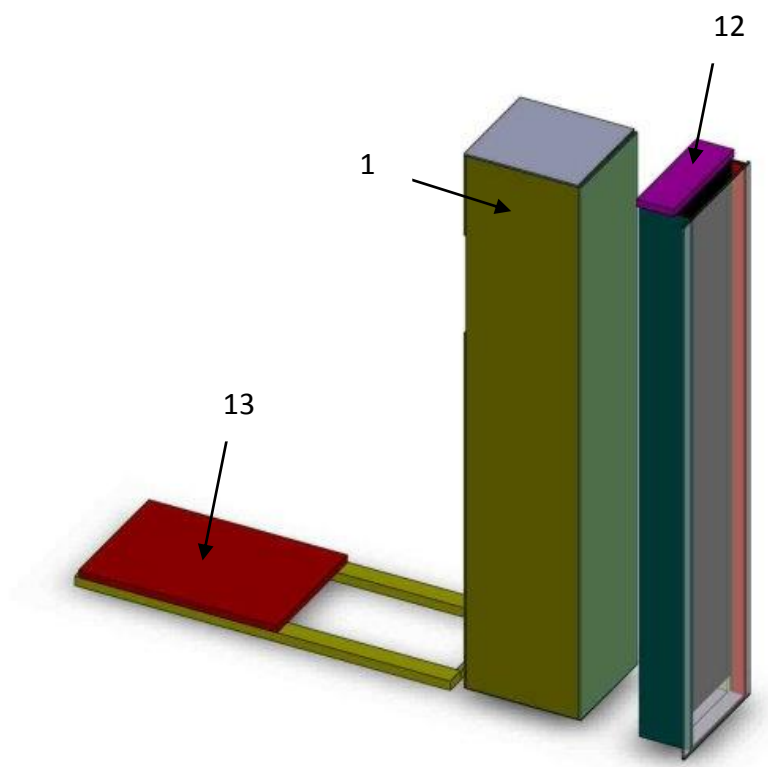
時間 \ 溫度	玻璃	外溫	壓克力
10:35	31°C	30°C	31°C
10:45	64°C	60°C	63°C
10:55(有雲)	62°C	60°C	62°C
11:05(有雲)	61°C	51°C	61°C
11:15(有雲)	56°C	49°C	56°C
11:25(有雲)	54°C	47°C	54°C
11:35(有雲)	54°C	42°C	54°C

二、實驗裝置結構說明

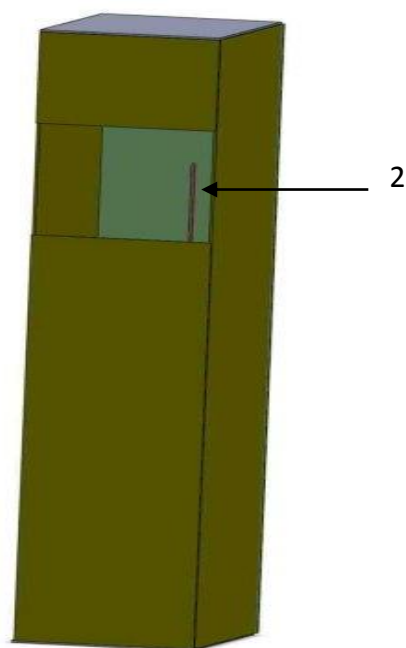
- | | | | |
|------|-------|---------|--------|
| 1模擬屋 | 5第一空間 | 9隔板 | 13 通風道 |
| 2溫度計 | 6第二空間 | 10冷卻室 | |
| 3入風口 | 7第三空間 | 11黑色隔板 | |
| 4出風口 | 8壓克力 | 12 研究裝置 | |



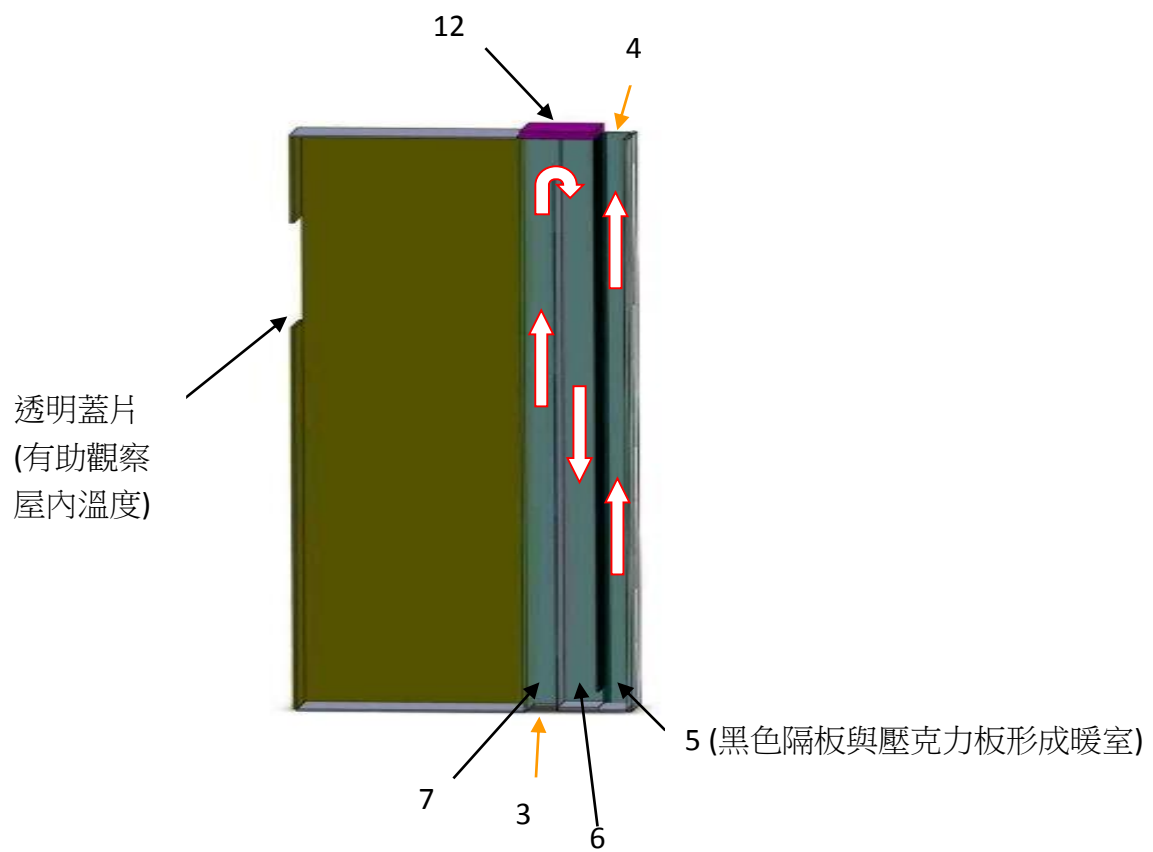
圖四(1)、完整結構示意圖



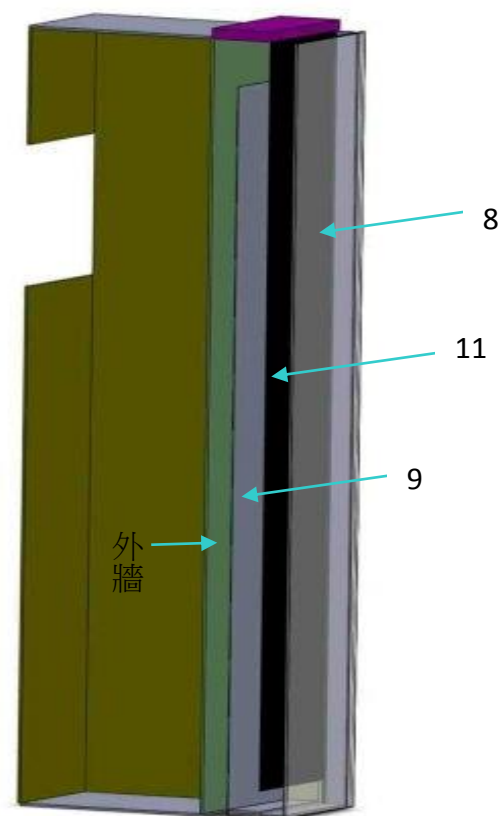
圖四(2)完整結構爆炸視圖



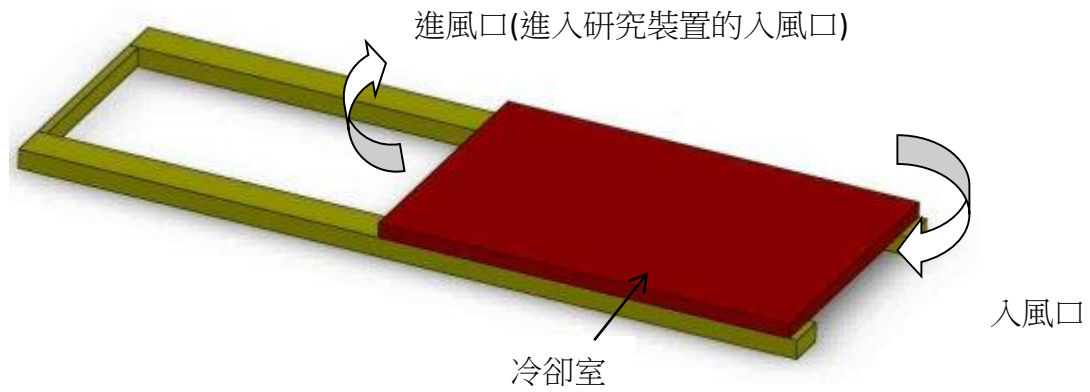
圖五、模擬屋背面示意圖



圖六、完整結構側視剖面圖(箭頭表研究裝置內部氣流走向)



圖七、完整結構立體剖面圖



圖八、通風道示意圖

三、建立對照組和實驗組

(一) 建立對照組實驗設備

如圖九，建立一個與實驗組同樣大小的模擬屋，並且在外牆上裝設一支溫度計，以測太陽光的溫度，在內部同樣也裝設一支溫度計可與實驗組做一個比對，如圖十。



圖九、對照組模擬屋



圖十、模擬屋內部

(二) 建立實驗組設備(太陽能轉換裝置)

將太陽能轉換裝置分成三層結構，如圖十一、圖十二，由圖十一可知，在外側加上了保麗龍是為了避免陽光直接直射到木頭，而去影響到實驗數據，而圖十二可以看出由兩道溝槽依序以一塊壓克力、兩塊隔板與大樓模擬屋外牆分隔，明確分出三層空間。



圖十一、實驗裝置外框照片



圖十二、實驗裝置外框內部分層溝槽

1. 第一層空間

第一層空間是壓克力與一塊隔板所隔出，是用來製作暖室效應的空間，陽光可穿透壓克力進入第一層空間，直接曝曬到塗成黑色的隔板，讓太陽能鎖在此空間，因此這層空間溫度將會最高，因煙囪效應會產生氣流。如圖十三



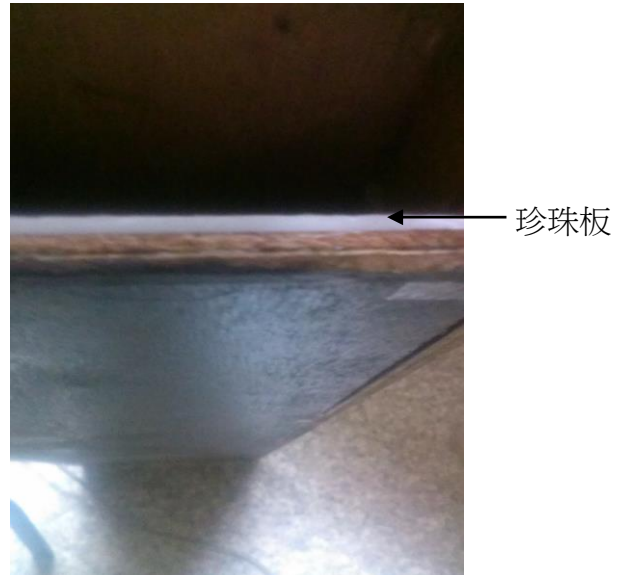
圖十三、(壓克力製黑色木板之間)

2. 第二層空間

第一層空間是兩塊隔板所隔出，用來導流、隔熱用，此層與第一層下方有一通道，與第三層上方有一通道，故當第一層因煙囪效應產生氣流向上，經通道引導會使第三通道得到向上的氣流，此其氣流方向有助於第三層排熱，能增進空調系統的使用效率達到快速降低室內之溫度之效果，如圖十四(1)。為了增加隔熱效果，我們在第一層隔板內側加上珍珠板，如圖十四(2)



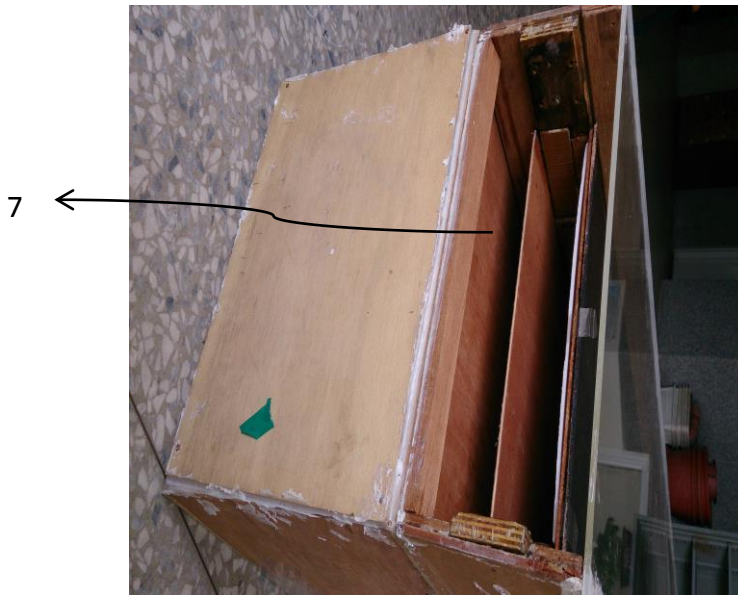
圖十四(1)、第二空間照片



圖十四(2)、隔板增加珍珠板

3. 第三層空間

第三層為隔板與大樓模擬屋外牆所隔出的空間，此層連結通風道及第二層，藉著第二層氣流的牽引，將熱氣抽離並吸入通風道內的冷風，造成第三層溫度下降，使建築物通風效果更佳，以及空調效能大幅提升，如圖十五標註 7 處。



圖十五、第三空間照片

3. 通風道

將通風道安置於不被太陽所照射的地方，讓他有冷空氣可向第三空間補進，如圖十六。為了避免通風道被太陽曬到，而影響實驗數據，我們在上方加一個遮蔽物。



圖十六、 通風道

(三) 儀器設備

為了研究裝置所形成的氣流大小，所以在太陽能轉換裝置上，加上一個風速計和抽風機，如圖十七、十八。



圖十七、風速計



圖十八、抽風機



圖十九、風速計與抽風機組合

四、 建立實驗組和對照組實驗數據

(一) 建立實驗場地

實驗組與對照組於同樣時間下，讓太陽照射，每隔一分鐘觀測其變化，並記錄一次，如圖二十。因在測量期間陽光十分不穩定，而造成本實驗數據判決困難，考慮到實際情況，我們使用六根鹵素燈，共一千八百瓦來模擬太陽，如圖二十一。並且以相等的距離分別照射實驗組與對照組，如此能穩定變因，做出可靠的實驗。



圖二十、戶外實驗照片



圖二十一、鹵素燈取代太陽實驗照片

(二) 降溫效能實驗(實驗組於直立狀態，如圖二十二)

探索本研究裝置在陽光曝曬下是否會形成氣流，觀察陽光與氣流的關係，以及氣流在導流層造成裝置內部溫度下降的效果，我們使用在裝置的出風口安裝一隻風速計來測量氣流，在裝置引入陽光透明壓克力前安裝照度計，確認陽光射入量，依據實驗數據可觀測研究裝置在太陽光下利用太陽能降溫的效果。另外比對一般房屋在同樣距離照射下，是否有降溫的效果，如圖二十三。



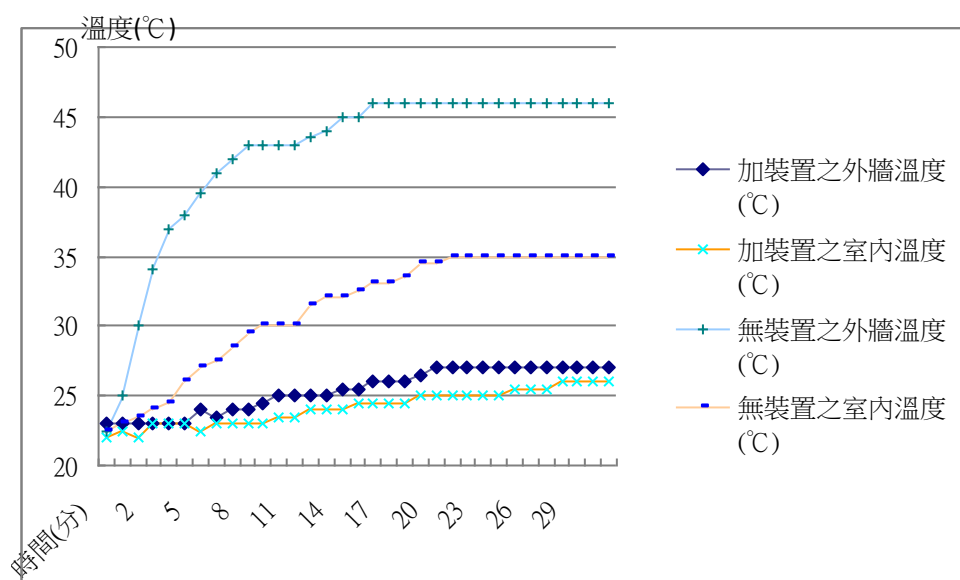
圖二十二、實驗組照片



圖二十三、對照組照片

1. 實驗一、降溫效能實驗

圖二十四、實驗組與對照組(一般房屋):陽光(鹵素燈)照射下，外牆與室內溫度關係表，一分鐘測量一次比對降溫

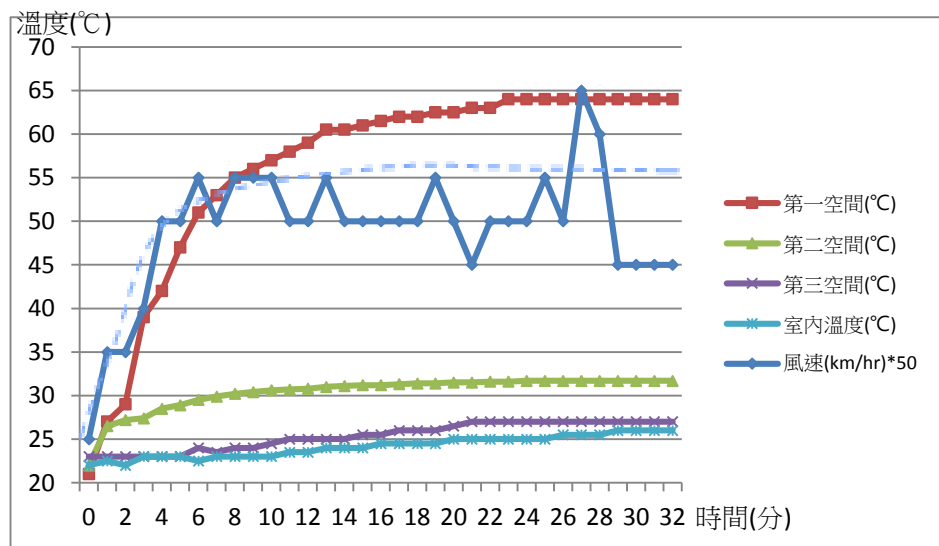


圖二十四、實驗組與對照組比較圖

由此實驗可知，實驗組(太陽能轉換裝置)在最高溫時，室內溫度依然維持在 26 度，而對照組(模擬房屋)處在最高溫時，室內溫度已達 35 度，這麼一來，可證明這個實驗組(太陽能轉換裝置)，能有良好降溫的效果。

2. 實驗二、實驗組之內部效能實驗

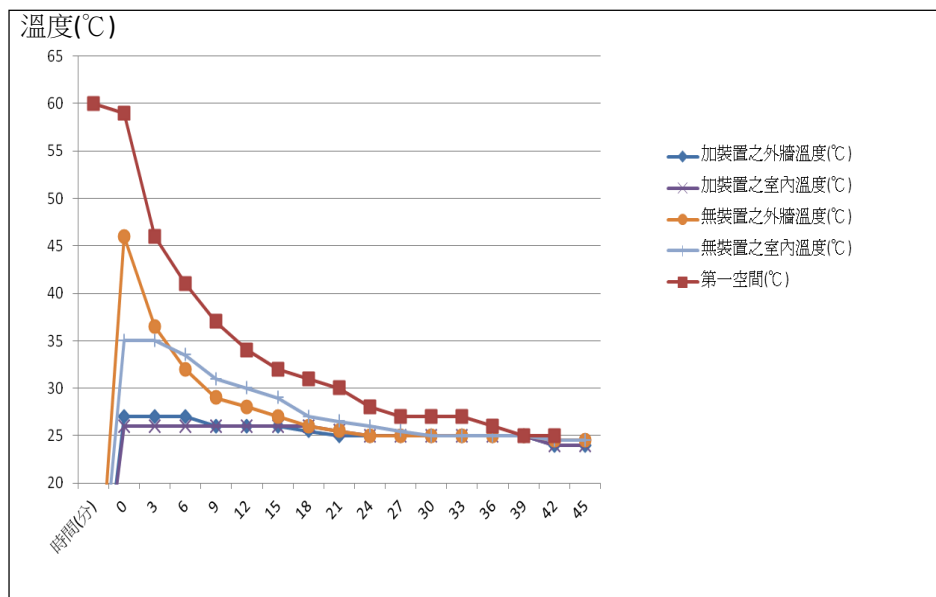
圖二十五、實驗組(太陽能轉換裝置):陽光(鹵素燈)照射下，溫度與氣流關係表，一分鐘測量一次



圖二十五、溫度與氣流關係圖

由實驗數據又看出第一空間，因暖室效應溫度急升明顯，由風速與第一空間的溫度成正比關係，表示煙囪效應存在煙囪內熱量能引發氣流，第二空間與第三空間逐步溫降明顯，表示氣流再轉換裝置內流動順暢，隔熱層板隔熱良好。

3. 實驗三、外牆散熱實驗



圖二十六、外牆散熱實驗

由實驗數據可看出雖然開始看出實驗組外牆溫度遠高於對照組，但散熱速率比較快，最後所需散熱時間差距不大。對室內而言，實驗組在做實驗間溫度皆低於對照組，可見在散熱狀態實驗組對室內降溫仍有極佳的效果。

(三) 暖室實驗

探索本研究裝置在陽光曝曬下是否會形成暖室，觀察陽光與暖室溫度的關係，以及暖室溫度在裝置內部造成溫度上升的效果，我們關閉裝置的出風口與入風口，如圖二十七(一)(二)，並在外牆與室內各安裝一隻溫度計，在裝置引入陽光透明壓克力前安裝照度計，如圖二十八，確認陽光射入量，依據實驗數據可觀測研究裝置在太陽光下利用太陽能使室內溫升的關係，證明研究裝置在低溫提升室內溫度的效果。



圖二十七(一) 入風口



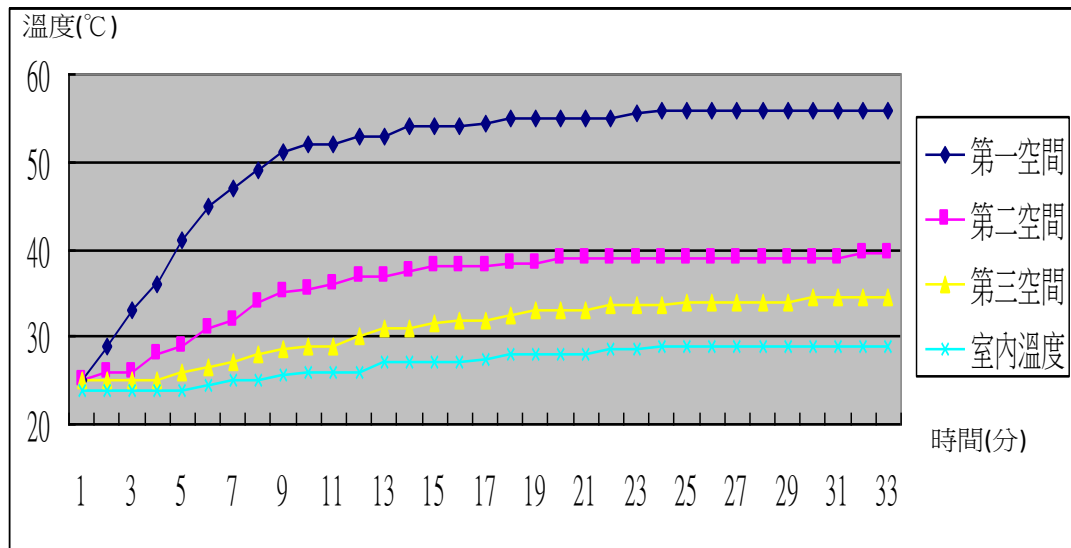
圖二十七(二) 出風口



圖二十八

4. 實驗四、暖室效能實驗

圖二十九、將實驗組(太陽能轉換裝置)的出風口與入風口堵住，觀測其結果是否可以利用太陽已達低溫提升室內溫度的效果。



圖二十九、暖室效能實驗

由實驗數據不難發現第一空間的溫度會隨時間急速上升遠高於當時氣溫 28°C，擁有明顯暖室效應，也可看出第一空間鎖住的熱量，經傳導逐漸暖化室內，讓室內空間裡能感到溫暖，故在冬天本研究裝置有能暖化室內的功效。

(四) 傾斜狀態之降溫效能實驗

如圖二十六所示將模擬屋傾斜，重作實驗(二)，觀測太陽能轉換裝置，是否也有不錯的降溫效果。

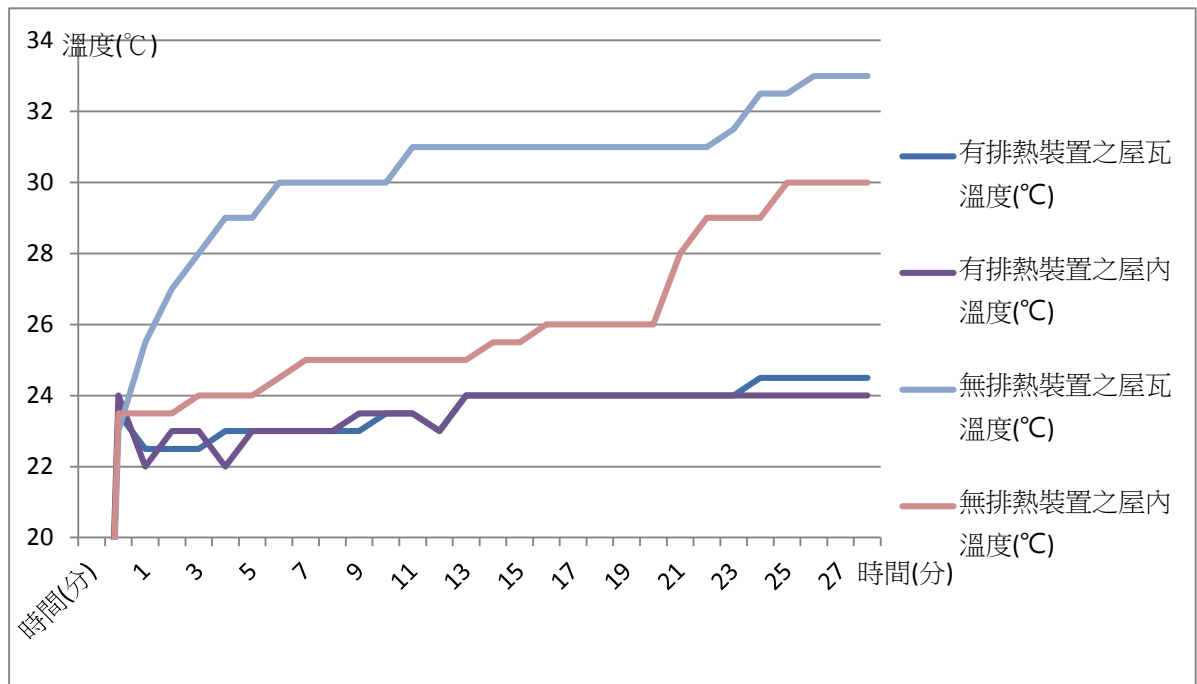


圖三十、傾斜模擬屋之實驗組與對照組

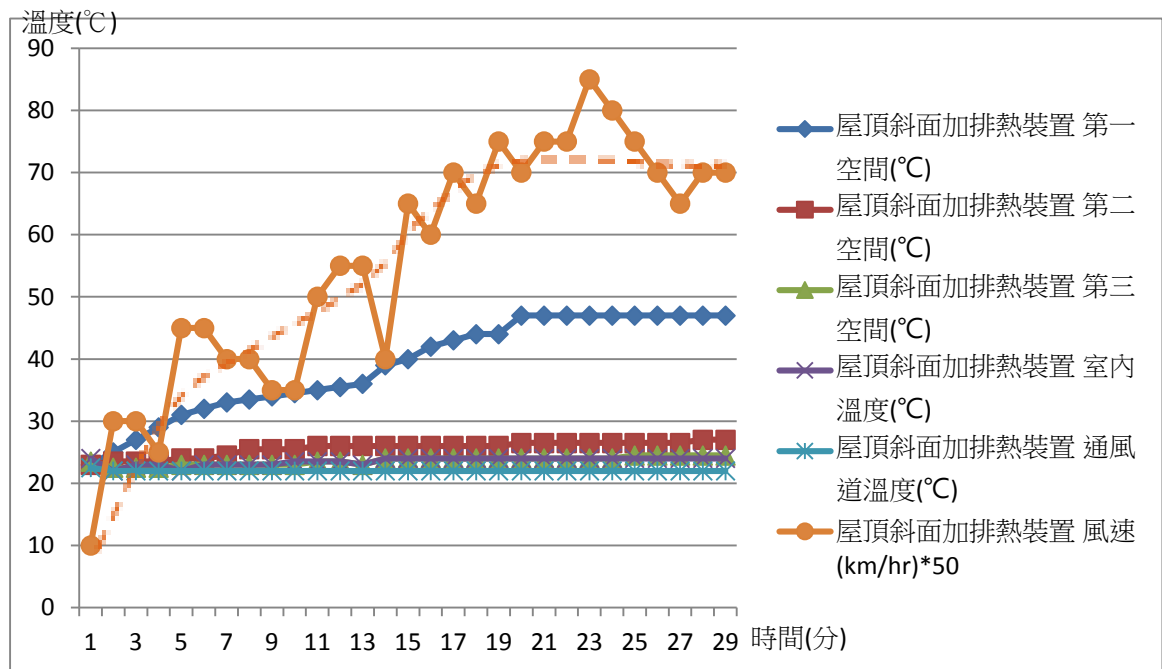
5. 實驗五、傾斜平面散熱效能實驗

圖三十一(1)、實驗組與對照組於傾斜狀態:在太陽(鹵素燈)的照射下，觀測及結果，

一分鐘測量一次



圖三十一(1)、傾斜平面排熱效能實驗



圖三十一(2) 裝置傾斜內部排熱效能實驗

由此實驗可以看到，實驗組在傾斜狀態的時候產生風速比直立狀態較快，也就代表他傾斜狀態排熱效果比較好，從第二空間的溫度比起直立時還來得低，進而影響室內可以有較低的溫度，從這裡可以知道在實驗組(太陽能轉換裝置)於傾斜狀態，會比處在直立狀態時效果更好，故裝置可安裝屋頂效果更加良好的降溫效果，故本研究裝置可全方位包覆建築，有效隔離太陽曝曬與散熱功能。

捌、研究結果及討論

- 一、由實驗一可得知，在夏天時，室內空間有明顯的降溫成效，依實驗數據有加裝本裝置可讓室內溫度平均下降 9℃。
- 二、由實驗二可得知，根據第一空間風速與溫度有正比關係，可看出有煙囪效應產生，再依據煙囪效應如下：

$$\Delta P = C \times a \times h \times \left(\frac{1}{T_0} - \frac{1}{T_1} \right)$$

ΔP ：煙囪上、下的壓力差(Pa)是造成煙囪內效應的動力 C ：常數

a ：大氣壓力(Pa) h ：煙囪高度 T_0 ：煙囪上的溫度(℃) T_1 ：煙囪下的溫度(℃)

壓力差與煙囪高度成正比，本煙囪高度 150 公分，若放大設置於一般五層大樓高度約 1750 公分，可增加壓力差約 12 倍，因煙囪效應所產生的氣流為 0.64(km/hr)，裝置於五層大樓的氣流為 7.68(km/hr)，效果更加。

依據三層空間溫度逐層降低，明顯看出導流與隔熱的效果，而第三層的溫度會隨通風道溫度改變，若在通風道加上噴霧，則降溫效果會更佳。

- 三、由實驗三可得知，在傍晚太陽下山的狀態，本機構擁有快速散熱的功能內，室內不致暖室效應而上升，從實驗可觀之，室內溫度依然比對照組優，故不論白天或晚上，本機構都擁有良好降溫的功能。
- 四、由實驗四可得知，室內有逐步上升的趨勢，使我們在冬天時能感覺到溫暖，有良好的保溫效果。
- 五、由實驗五得知，在裝置於傾斜狀態下，可以發現降溫效果比直立更佳，故本裝置不只能使用於牆面，亦使用在屋瓦上或各種斜面上會有更好的效果。
- 六、為瞭解本研究裝置在省電上的表現，做了以下的推論：首先了解外牆經熱傳導入室內的熱傳導速率是否與當時的溫度有關，我們使用傅立葉熱傳導定律 (Fourier's Law) ，以一維度平板材質穩定熱傳之差分方程式：

$$Q = -KA \frac{\Delta T}{\Delta x} = \frac{-\Delta T}{\frac{\Delta x}{KA}} = \frac{-\Delta T}{R_H}$$

Q :熱傳導速率,Cal/hr

K : 熱傳導率 Cal/hr · m · °C

A :熱垂直通過的面積,m²

ΔT :兩壁面溫度差,°C

Δx :兩壁面間厚度, m

故熱傳導速率與兩壁面溫度差成正比，與當時溫度無關。

再依據經濟部宣導，在任何氣溫下空調溫度設定調高 1 °C：根據空調舒適度研究分析，得出國人最佳空調設定為 26-28°C，相對濕度約在 50~70%，每調高 1°C 可節省 6% 電力，每提高 1 °C，使用冷氣時一天省 0.4 度。算法：2.7kW(2322 kcal/H)/EER(3.2w/w)*8 小時/天*6%=0.4 度電。

綜合以上資料，當冷氣溫度設定有 25°C 升高 1°C 且外牆溫度為 T°C，熱傳導速率減少 2322 kcal/H 等於一天省 0.4 度代入熱傳之差分方程式。

$$\Delta Q = \frac{T - 26}{R_H} - \frac{T - 27}{R_H} = \frac{1}{R_H} = 2322 \quad (\text{kcal/H})$$

再依據實驗數據 35°C 降至 26°C 來計算熱傳導速率減少量為。

$$\Delta Q = \frac{T - 26}{R_H} - \frac{T - 35}{R_H} = \frac{9}{R_H} = 9 \times 2322 \quad (\text{kcal/H})$$

以依據經濟部數據，每天使用冷氣電力為 0.4/6%=6.67 度，而本研究裝置可省電比為 (0.4*9)/6.67=54%，省電量十分可觀。

玖、結論

本研究裝置僅用玻璃幃幕與隔板即可完成，成本低廉；從實驗數據可知，在外牆 46°C 氣溫 22°C，本研究裝置能有效使室內降溫 9 °C，大量減少冷氣所需排熱量，節省電力 54%，在冬天可藉由暖室效應，亦能減少暖器的使用，能達到冬暖夏涼之效。

能使室內溫度舒適，不因為節能省碳委屈自己不開冷氣。而生活在悶熱環境，本裝置即使用冷氣也能提高冷氣效率，達到全方位節能。此外屋外因本裝置鎖住冷氣的廢熱而降溫，使環境達到全方面舒適。本裝置以低成本，無二次污染、高效率，無造成人類不適的條件下是容易發展，對全球暖化能有不錯的貢獻，對使用者而言能達到生活舒適節省電費的目標。

拾、參考資料

- 一、太陽能煙囪能量轉換效能改善之探討／96／碩士 研究生:陳俊宏
- 二、弘創機電工程有限公司冷氣機節約用電
<http://www.hcme.com.tw/html/front/bin/ptlist.phtml?Category=344045>
- 三、熱對流/物理教學小棧
<http://home.phy.ntnu.edu.tw/~eureka/contents/elementary/chap%203/3-3-2.htm>
- 四、太陽能煙囪能量轉換之數值模擬研究 /國立成功大學航空太空工程學系/研究生: 陳嘉信
1 陳世雄² M. Ferdows³
- 五、經濟部規定-冷氣能源效率及耗電如何計算. <http://0123456789.tw/?p=1956>
- 六、熱對流/維基百科 <http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%B0%8D%E6%B5%81>
- 七、煙囪效應/台灣 Wiki
<http://www.baike.com/wiki/%E7%83%9F%E5%9B%B1%E6%95%88%E5%BA%94>
- 八、保溫隔熱材料/蕃薯藤 <http://blog.yam.com/iwrpwe1/article/58859546>
- 九、自然風力通風球排熱效率之設計研究/碩博士論文
http://r.search.yahoo.com/_ylt=A8tUwYEH6IdTfm0A_AJr1gt.;_ylu=X3oDMTE0cDlrZ2xoBHNIY

wNzcgRwb3MDMQRjb2xvA3R3MQR2dG1kA1ZJUFRXNTIfMQ--/RV=2/RE=1401444488/RO=10/RU=http%3a%2f%2fethesys.library.ttu.edu.tw%2fETD-db%2fETD-search%2fgetfile%3fURN%3detd-0914109-154652%26filename%3detd-0914109-154652.pdf/RK=0/RS=.JBTKXGsWTT05kqJ372IrlmPoag-

十、熱對流環保金爐原理/南台科技大學知識分享器

http://r.search.yahoo.com/_ylt=A8tUwYSy7IdTC1MAZdpr1gt.;_ylu=X3oDMTE0MDR2bGZzBHNlYwNzcgRwb3MDMGRjb2xvA3R3MQR2dG1kA1ZJUFRXNTIfMQ--/RV=2/RE=1401445683/RO=10/RU=http%3a%2f%2feshare.stust.edu.tw%2fEshareFile%2f2011_1%2f2011_1_e80a4de9.doc/RK=0/RS=LTLN1S5SPDtd8L9Co_0khlF9Yxk-

十一、國內支點承玻璃帷幕牆施工精度控制之研究-技術總結/到客巴巴

<http://www.doc88.com/p-18060197257.html>

十二、自由時報/建設局敲定試作區/地冷系統

<http://www.libertytimes.com.tw/2013/new/aug/3/today-center16-2.htm>

十三、花博設備解析/地冷系統潛伏免空調 http://mag.udn.com/mag/edu/storypage.jsp?f_ART_ID=289530

十四、綠建築九大指標 - 富邦建設 http://home.url.com.tw/?func=housedetail&info_no=1922

十五、通風好，帶來室內好空氣 <http://www.fubonland.com.tw/b/B1d.html#18>

十六、帷幕牆部落格 <http://curtainwall-blog.blogspot.tw/>

十七、TAIWANGLASS--台玻集團

http://www.taiwanglass.com/article_list.php?langeno=tw&sid=161

【評語】 040813

1. 本作品旨在製作一個太陽能裝置，以達成建築物冬暖夏涼的作用。報告撰寫精簡，原理與理論敘述有加強空間。
2. 科學作品宜遵守科學法則，能量守恆原則須先確立。結果必須實測數據以支撐。