

熱力四射——太陽熱能再出發

投稿類別：化學類

篇名：

熱力四射——太陽熱能再出發

作者：

吳佩盈。國立蘭陽女中。高一十三班。

指導老師：

林冠宏老師

## 壹●前言

隨著人口增加，對於資源的需求增大，消耗能源的速率也逐漸加速。逐漸枯竭的能源存量和許多隱藏的社會成本，使地球越來越無法負荷。全球暖化、海平面上升，氣候的不平衡釀成了各種災害，問題一一浮上檯面。在這樣下去，毀滅性的大災難遲早會降臨。各國於是紛紛提倡再生能源的推廣，企圖從中找到一線生機。對於位在亞熱帶的台灣來說，太陽能的發展是很能夠被期許的，即使是多雨的北部，每年仍有 275 天可以產生太陽能，更遑論南台灣。希望透過這樣的一個介紹，能讓更多人想要接觸太陽能。

## 貳●正文

### 一、何謂太陽熱能

#### 1、定義

來自太陽光的輻射能量，就稱為太陽能。

#### 2、含量

太陽光輻射熱量的來源是透過核融合反應。太陽約由 71.3%的氫、27%的氧及 2%的其他元素所組成，表面溫度高達 6000 度，內部則高達 2000 萬度高溫，透過熱核反應(核融合)將氫原子融合成氦，釋放出的能量使太陽依舊保持穩定的狀態。其釋放出的能量換算後，約等於：

A、『 $3.8 \times 10^{17}$  座 100 萬瓦的核反應器所產生的能量，而目前世界大約只有 500 座的核分裂反應爐。』(作者，年代一)

B、『每年達  $1.55 \times 10^6$  度 (megawatt-hour) 之多。其中大約 35% 被反射回太空，18% 被大氣層所吸收，47% 到達地面。單就到達地面的那一部份來講，就等於目前全世界商業上年用量的一萬三千倍！地球與大氣圈不斷地自太陽獲得  $0.17 \times 10^{18} \text{W}$  之輻射量。假設每人平均需要 103W，則一百億人，才不過是需要 1013W。』(作者，年代二)

C、『太陽的平均直徑是地球直徑的 110 倍，重量大約是地球的 333,420 倍。太陽好比是一個巨大的氫彈。每秒釋放出的能量相當於 1,000 億顆氫彈爆炸的能量。』(作者，年代三)

D、『約為全球目前總使用能源的 8000 倍』（作者，年代四）

### 3、影響太陽熱能多寡的要素

#### A、入射角度

入射角度越大則越接近直射，直射時受熱面積小於斜射，所以單位面積受熱大。

#### B、距日遠近

地球繞行太陽的軌道成橢圓形，一月為近日點，距離  $147.1 \times 10^6 \text{km}$ ；七月為遠日點，距離  $152.1 \times 10^6 \text{km}$ ，熱的強弱和熱源的距離成反比，因此近日點的輻射量大於遠日點的輻射量。而對於北半球來說，冬季是近日點較南半球冬季要暖，夏季是遠日點較南半球夏季涼，所以北半球受到的輻射能量，因季節而造成的輻射量相差較南半球小，大概是 3%。

表一 全天的雲與晴天之日射百分比（%）（作者，年代五）

空氣質量 (m)	1.1	1.5	2.0	2.5	3.0
絹雲	85	84	84	83	82
高積雲	52	51	50	49	47
層積雲	35	34	34	33	32
層雲	25	25	25	25	24
亂層雲	15	17	19	21	25
霧	17	17	17	18	18

#### C、天氣狀況

如表 1 所示，在空氣質量  $m=1$  時，全部為霧時，日射量僅為晴天時的 17%，故晴天輻射量高於雲雨天。

#### D、通過的大氣層厚度

直射單位面積受熱大於斜射，除了角度，大氣也是一個因素，直射時通過的大氣

層厚度較薄，輻射波被氮、臭氧、水氣等氣體吸收的情況減少，因而輻射量多。

## 二、太陽能系統

### 1、太陽能收集器

用來收集太陽輻射，再將熱量傳遞出去的裝置。

A、一個好的收集器需要有下列優點

- a、吸收面對太陽輻射的吸收率高。
- b、透明面蓋對太陽輻射的透射率大，而對長波輻射透射率小，才會構成溫室效果，鎖住熱量，且要能有效避免落塵造成的透射率影響。
- c、收集器邊緣及面蓋支持物造成的太陽光遮蔽越小越好。
- d、吸收面平均溫度低，越低則熱損耗越小。

B、由三大部分組成

#### a、面蓋

最重要的功能是讓太陽輻射（0.2~3.0 微米）通過，而使吸收面的長波放射（3.0 微米以上）透射越小，構成溫室效果。亦防止與外界風吹造成的對流熱損失。通常是玻璃或透明塑膠，大多數使用玻璃是因為：加熱後不起皺摺、透射性優良、落塵附著不易且易清潔、強度好；而塑膠性能雖不好，但因價格低廉，仍是有人使用。而面蓋數目增多，雖然會減少部份至吸收面的太陽輻射量，但有研究顯示：能增強收集效率。面蓋數目與溫差及應用關係可參照表 2。

表二（作者，年代六）

吸收板與外界空氣溫差	應用方面	漆黑吸收板	選擇性吸收板
-5°C~+5°C	熱空氣乾燥、熱泵的熱源	0	0
5°C~35°C	游泳池加熱、太陽能蒸餾	1	1
35°C~55°C	冬季水加熱、空間加熱	2	1
55°C~80°C	夏季空調、冷藏	3	2

#### b、吸收面

吸收面的截面有圓形、方形、浪形等，可使流體通過然後吸收熱量。其表面若噴上黑漆加強吸收，則不宜過厚，以免增加熱阻。材料部分可選用銅、鋁、不繡鋼或塑膠材質製成。

### c、外箱

支撐並固定面蓋和吸收面，亦可防止外力損壞和散熱的問題。

C、大致上分爲平板收集器、集中式收集器。

### a、平板收集器

平板收集器收集面積大，吸熱量固然大，但放熱面積也大，流體溫度很難達到高溫，這是平面收集器的缺點。優點則是結構簡單，使用容易，維修也很簡易。

### b、集中式收集器

利用反射（或折射）改變太陽光入射方向，使入射輻射聚集，而增加能量密度，此時因吸收面積小於陽光入射面積，可得到較高溫度。集中式收集器甚至能增強輻射強度至 10000 倍，高達數千度，但是有好必有壞，缺點則是只能聚焦直達輻射，對於漫射聚焦則不易達成，而且大多數需要太陽追蹤器輔助，費用較昂貴，所以除非有需要加熱至極高溫度，大多仍採用平面收集器。

## 2、太陽熱能儲存

太陽熱能雖多，但太陽能量會隨著時間、季節而有漸歇性的變化，有時供需無法達到平衡。因此，透過在日照充足時儲存能量，以供日照不足時使用，是太陽能應用課題中相當重要的。

### A、液體儲熱系統

水非常普遍存在於生活週遭，易得且價廉。利用水作為儲熱物質。水的比熱大，又因為液態，傳輸相當方便迅速，水泵所需動力小，加上人類對於水的相關研究相當多，對於水的性質在清楚不過，使用技術最明白。是相當優良的儲存介質。不過因為以水為介質，實際使用溫度最高也只能達到 100°C。

### B、固體儲熱系統

利用岩石或金屬成層做儲熱裝置，將材料製入容器內部，當收集器內的熱流體通

過，流體的熱會被固體吸收然後儲存，供負載需要。不過這種系統儲熱能力只有液體儲熱系統的四分之一左右，且無法像液體儲熱系統可同時加熱或放熱。

### C、淺熱儲存系統

儲熱材料最好是在熱傳時溫度變化不大，那麼適當溫度下物體固液之間的相變化，即可利用潛熱之小容量大熱量的優點。前面兩種系統在收集輻射時溫度升高，熱傳損失大；放熱時溫度下降，熱傳量越來越少，且大量吸收需大容積，引起設備大小的問題。但潛熱的儲熱材料需能經過多次相變後，性質仍可逆，品質不易變劣。

上述所提到的三種儲存系統，列表以比較其所需介質重量及成本（作者，年代七）

方式	材料	介質重 (lb)	成本 (US\$)
液體熱儲存	水	20000	0
固態熱儲存	岩石或金屬	100000	80
潛熱儲存		10000	100

### 3、我的看法

雖然潛熱儲存要比液體（固體）熱儲存有更好的熱儲存能力，而水的熱儲存系統又比固態熱儲存系統來的好，不過若只有低溫儲存的需求，熱水及固態儲存也是種可行的方式。

## 四、太陽熱能應用

### 1、太陽能熱水器

由收集器、儲存裝置及循環管路，有些可能附有補助能源裝置、強制循環水泵、控制裝置等。依循環方式來分：

#### A、自然循環式

儲水箱會置於收集器上方，冷水吸收輻射熱後，密度變小、重量變輕，自然上升至儲水桶；儲水桶底部的冷水，密度較大、重量較重，自然下降至集熱板再吸熱，如此反覆自然循環加熱，稱為「自然循環式」。優點：此種形式不需循環水泵，系統構造單純耐用，不需使用額外電力。不需控制元件，維護簡單。只需定期清洗玻璃及清除水垢，即可保持系統正常運作。

## B、強制循環式

當集熱板水溫比儲水桶水溫高若干度時，以幫浦強制將儲水桶冷水打到集熱板吸熱；吸熱後再回儲水桶，如此強制循環加熱，水泵入口處通常會加裝止回閥，以防夜間冷水由收集器逆流，造成不必要的熱損耗。適用於大型熱水系統。缺點：需額外動力來驅動冷熱循環，耗電。有溫差控制器、馬達、幫浦、管路多、接頭多、保溫多，零件多且複雜，需專人定期保養維護，否則系統容易故障。

## 二、太陽熱動力系統

### A、應用原理

利用集熱器將太陽輻射能轉換成熱能，加熱流體呈高壓蒸氣後進入蒸汽輪機，帶動發電機轉動發電。再產生機械功的裝置，主要用於發電。

### B、構造

系統設計有三種，中央聚光塔式集熱器、線槽式集熱器和太陽塔發電系統。

#### a、中央聚光塔式集熱器

利用佈滿地面的反射鏡，將陽光反射集中至中央高塔頂端的集熱裝置，這些反射鏡台的位置係由電腦所規劃設計的，並且藉由馬達驅動使其追蹤太陽而移動。該系統必須精確地操作，以確保反射陽光能一致地聚集於中央塔上方的吸收器。加熱空氣產生高溫氣體，進而推動汽渦輪機發電。目前的技術已經可以產生攝氏 600~1200 度的高壓熱蒸氣，用以推動蒸氣渦輪機發電系統，或者可以提供熱化學製氫系統來使用。

#### b、線槽式集熱器

為目前太陽熱能發電技術唯一商業化的項目。利用拋物線彎曲鏡面，以大於 80 倍的聚焦比率，將太陽輻射聚焦到管狀的接收器上，將管內傳熱介質，加熱至攝氏 400 度，然後在熱交換器內產生高壓高溫蒸汽，推動蒸汽渦輪機發電。當天氣不好或夜間時候，可使用其它例如化石燃料、生質燃料或氫能來產生蒸汽，或者可使用熔鹽作為熱能儲存媒介。

#### c、太陽塔發電系統

### 熱力四射——太陽熱能再出發

底端設置集熱器，太陽對這個圓盤形狀的集熱器中的空氣加熱，熱空氣從四面八方集熱器中部的“太陽塔”匯集，形成了一個巨大的溫室。接著，由於對流效應，熱氣流沿著太陽塔向上升，推動內部特別設計的渦輪，產生電力。即使到了晚上，這個發電系統依然可以工作。白天積聚在熱能儲存裝置的熱能，此時開始釋放，繼續推動渦輪旋轉。

三種太陽能發電系統比較如表 4 所示 表 4 （作者，年代八）

	槽式系統	塔式系統	碟式系統
規模	30-320 兆瓦	10-20 兆瓦	5-25 兆瓦
運行溫度(°C)	390/734	565/1049	750/1382
年容量因子	23%-50%	20%-77%	25%
峰值效率	20%	23%	24%
年淨效率	11%-16%	7%-20%	12%-25%
可否儲能	有限制	可以	蓄電池
美元/平方米	630~275	475~200	3.100~320
美元/瓦	4.0~2.7	4.4~2.5	12.6~1.3
美元/峰瓦	4.0~1.3	2.4~0.9	12.6~1.1

### 三、太陽能應用情形

根據世界能源總署發佈的資料，2006 年全球太陽熱能裝置的累計總安裝數量為 118 GW，遠大於風力發電的 72 GW 與太陽光電的 5.5 GW。不難發現太陽熱能已經逐漸推廣成功，除了太陽能源本身的優點外，還要歸功於各國政府的推廣。表 5 2005 年底為止的全球再生能源使用情形（作者，年代九）

電力利用型態	裝置容量 (GW)	平均發電成本 (美元/度)
太陽熱發電	0.4	0.12~0.18 (電廠 1~100MW)
熱能利用型態	裝置容量(GWth)	平均成本 (美元/熱瓦小時)
生質能	220	0.01~0.06
太陽能熱水器	88	0.02~0.25 (2~5 平方米熱水器)
地熱	28	0.005~0.05



### 1、台灣方面

1986 年開始推動獎勵措施，市場開始快速成長，1992 年安裝面積已激增至 80,000 M2 以上；但在停止補助後，年安裝面積降至 60,000 M2 以下，於是 2000 年又開始補助，2005 年的安裝面積已達 100,000 M2，產值新台幣八億元。根據經濟部能源局發表的資料，未來將推廣建築物整合化應用與大型系統。

民國	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	104	109
西元	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2015	2020
安裝面積 1000M <sup>2</sup>	72.8	75.5	78.2	88	98	108	115	130	160	190	205	350	410
合計	962	1,038	1,116	1,204	1,302	1,410	1,525	1,655	1,815	2,005	2,210	3,500	6,000
產值 億元	5.81	6.04	6.26	7.04	7.84	8.64	9.20	10.4	12.8	15.2	16.4	28.0	32.8
備註	獎勵補助期間					獎勵補助期間(截止時間未明訂)							

圖五 台灣太陽能熱水器裝設量與預估量（作者，年代十）

### 2、中國大陸方面

中國現已成為全球太陽能熱水器最大的生產國和最大的使用國，並持續以每年 20—30% 的速度遞增。按照中國太陽能熱水器市場分析及投資諮詢報告，2005 年止中國太陽熱能產品總安裝數量為 52.5 GWth，佔全球比率的 47.3%，2005 年行業總產值已逾人民幣 150 億元，市場銷售量達到 1,283 萬台，銷售額達到 102 億元，比上年同期分別增長了 20% 與 33.7%。

### 2、世界方面

主要的成長地區為澳洲與紐西蘭，以及歐洲。2005 年全球市場的成長率為 10%，全年累計總產能達到 66,406 GWh，相當於 107 億公升的石油，也減少 2,930 公噸 CO<sub>2</sub> 的排放量。比利時的年度成長率上升至 87%，捷克為 83%，法國為 76%，德國與奧地利都達到 25%，義大利也增加至 22%，瑞士則為 20%。

### 參●結論

美國之所以染指中東，部份原因不外乎是為了石油，加上中國、印度和其他國家對化石燃料的需求激增，未來可想而知，能源爭奪會有多麼激烈。台灣目前有 98% 的能源是依賴進口，而能源是發展經濟最重要的因素，要是能源爭奪戰真的開打，要是沒有其他的能源可供依靠，台灣，毫無疑問是打不贏的。太陽熱能蘊藏量豐富且不被任何地區壟斷、控制，也就不會造成所謂的能源危機。不分地區，

資源共有共享。而太陽能亦十分乾淨，不排放雜質、廢氣，不會加重環境負擔。但目前太陽能仍舊無法成為台灣的能源主流，我認為其主要原因有下列幾種：

1、只要是機器裝置皆需維修保養，太陽熱能系統也不例外，但在網路或賣場，消費者能夠得到的訊息多半是熱水器的種類、型態，功能等，但對於維修這方面的資訊卻嚴重缺乏，造成民眾不敢嘗試。

2、民眾對於環境的危機意識仍不夠強烈，部分國民仍抱有「吃飯最重要，環境其次。」，以及「環境保護是政府的事」在這樣不願犧牲小我的心態下，也就不積極改用再生能源。

3、大部分民眾只看到安裝時的高價位，卻忽略了之後所得的報償，隨著化石燃料不停上漲，換算之下，不出五年，成本就可以回收，同時也可為地球環境保護獻出一份心力。

4、其實最大的障礙不是技術，而是大眾尚未體認到太陽能是實際可行的替代方案，是真的可以落實在生活週遭的，當一個人不清楚這個系統，就會認為這個系統距離我們的生活很遙遠，當然也就無法普及化。

有遠見政府或企業應該多多向民眾宣導使用太陽能的好處，只要他們能體認到太陽熱能的無限可能，相信台灣真能在未來達成能源自給自足的渴望。

#### 肆●引註資料

（作者，年代一）李育明。認識綠色能源「地球暖化，怎麼辦？」系列之二。2007年12月。P.55。

（作者，年代二）永續的能源－太陽能－應用層面。  
<http://www.cpmah.org.tw/2007/usr/c96a045/www/04.htm>。

（作者，年代三）<http://www.intensive.idv.tw/space/space201.htm>。

（作者，年代四）貿協資訊全球網。  
[http://www.taitraesource.com/page03.asp?mag\\_id=15404](http://www.taitraesource.com/page03.asp?mag_id=15404)。

（作者，年代五）黃文雄。太陽能之應用及理論。1978年11月。P.36。

（作者，年代六）陳本源。太陽能系統分析與設計。1982年11月。P.99。

熱力四射——太陽熱能再出發

（作者，年代七）黃文雄。太陽能之應用及理論。1978年11月。P.290。

（作者，年代八）中國電子電器網。

[http://www.cnele.com/BIG5/mod-new\\_act-item\\_aid-4257/4257.html](http://www.cnele.com/BIG5/mod-new_act-item_aid-4257/4257.html)。

（作者，年代九）李育明。認識綠色能源「地球暖化，怎麼辦？」系列之二。2007年12月。P.61。

（作者，年代十）能源科技投資網。

<http://blog.roodo.com/energytech/archives/4587387.html>。