

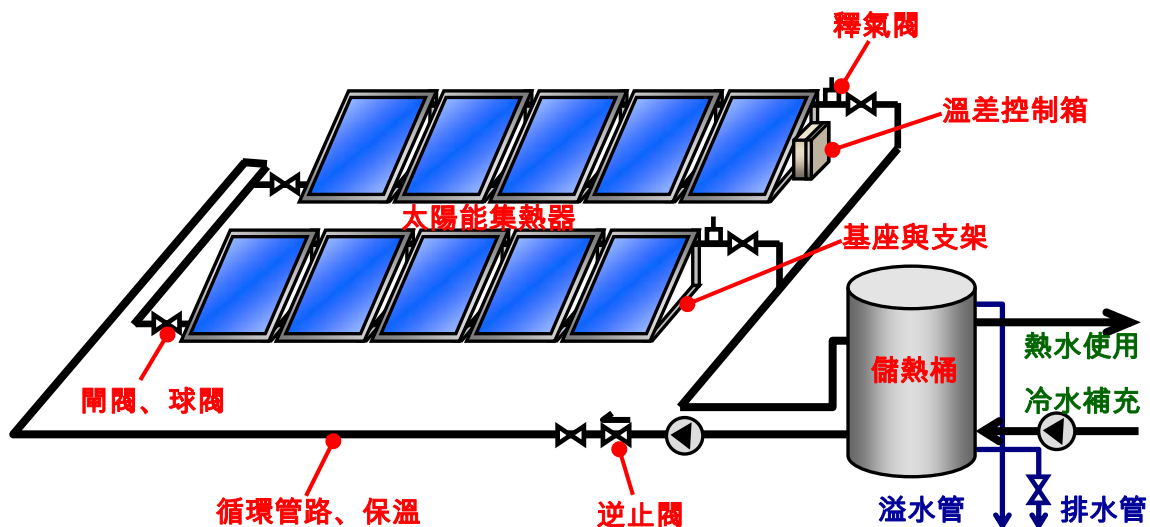
強制循環式太陽能熱水系統設計常用之概念

一、系統設計應做好那些準備？

系統設計之良窳直接影響後續使用之效益，甚至影響民眾對整個太陽熱能產業的觀感與信心，故從用戶的需求、習慣及現地環境評估等等，每一環節都須用心注意。建議可按下列步驟逐一完成準備：

- 1.瞭解用戶需求；並紀錄每日用水量、用水溫度、人數、習慣等。
- 2.收集當地緯度及氣候資料。
- 3.場地勘查(a.丈量可安裝面積 b.現場遮陰情況 c.集熱器安裝方位、傾角 d.水質是否須前處理等..)。
- 4.系統、管線概略配置。
- 5.估算熱需求量。
- 6.估算可供應熱量：集熱器單位面積集熱量、所需面積及片數。

二、系統組成的元件有那些？



三、為何集熱器、儲熱(水)桶的管線熱水要由上方輸出；而冷水由下方進入？

太陽熱能集熱系統原理：太陽照射到集熱器時，集熱器管內的水受熱膨脹則密度變小，熱水自然會上升至集熱器頂部，流入保溫儲水桶，儲水桶下部的冷水則讓其流入集熱器底部，不斷進行循環，使整個儲水桶中的水溫升高。

依上述物理現象，儲熱(水)桶內也會呈現溫層現象，上方水溫較高；下方水溫較低。因此冷水補充多設計偏下方位置，避免擾亂溫層。故熱水宜從儲水桶較上方處取水。(但若考量其他原因，可能儲水桶非滿水位，一般直立式儲水桶熱水出口位置多半設計在桶身上方 1/3 處)

四、何謂 V/A 比值？

V：即儲水桶容水量；A：太陽能集熱板面積， V/A =儲水桶容水量/太陽能集熱面積 (公升/平方公尺)。此數值主要與收集熱水溫度有關，在相同的集熱板面積下，儲水桶體積越小，則相同的集熱量只需加熱較少量的水，因此其水溫較高；反之儲水桶體積越大，則其需加熱的水量大，因此水溫較低。若無特別需求，一般家用自然循環系統以滿足家庭盥洗使用為主，其水量以可供應一天盥洗使用量為估計值，而 VA 比一般落在 50~80 之間；非家用強制循系統之 V/A 比則一般落在 70~100 之間。(一般以洗澡熱水而言，需求溫度 50℃時，男生用水約 50 公升，女生用水約 80 公升)

V/A 比一般是用來檢查儲水桶與集熱板面積比例，集熱板需求面積仍須以實際熱量需求進行估算。但由於使用目的不同(溫度需求)、安裝地點甚至因集熱器效率等條件的不同，上述 V/A 比值可以適度進行調整。水溫要求低者，可用較大 V/A 比值；水溫要求高者，可用較小 V/A 比值。故設計時應以使用目的、用水量及用水時序(模式)為考量，但須注意當 V/A 比過小時，系統溫度將偏高，於夏季高溫時節，易產生系統過熱風險，故不建議設計太小之 V/A 比。

五、為何集熱板連接片數不宜過多？

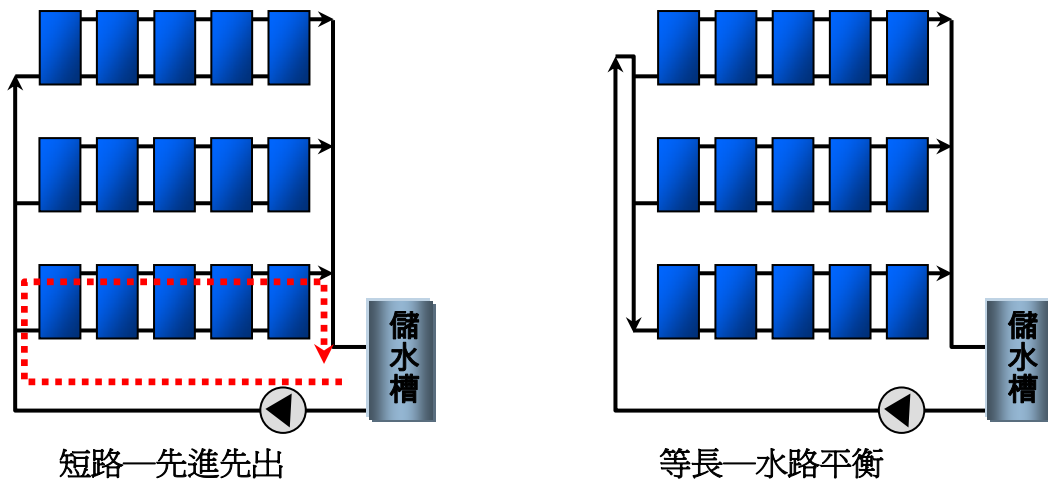
當集熱器採多片並接聯方式連接時，會因流道壓力分配問題，部分集熱管內流速會因而降低，形成局部高溫，而降低整體集熱效率。

本單位曾以 4、6、12 片並接連三種模式進行實測，以理想流量 $0.02\text{kg/s}\cdot\text{m}^2$ 為基準，發現隨著連接片數愈多，整體系統效率愈下降，故集熱板連接片數建議最好以 4~6 片為一列，再與其他列並聯，系統較易取得較佳之效率。

六、管路設計為何要注意水路平衡的觀念？

若無特別的外力干擾，水會尋阻力最小的路徑流動，尤其在多片集熱器之熱水系統須特別注意水路平衡，主要用意是使得水(或其他介質)可以均勻的流過每一區集熱器。最簡便的方式為進出每一區集熱器之管路規劃為等長的方式。

如下方圖中，左圖於規劃時沒有特別留意管路等長狀況，如此則最下排集熱器之路徑最短、阻力最小，因此大部分的水會先進入最下排集熱器，並且優先回到儲熱桶內(如圖中紅色箭頭)，造成上面兩排集熱器無法發揮效用。若能在規劃時就考慮進入每排集熱器的管路等長，如右圖，則流量不均衡的問題會降低許多。



七、溫差控制及溫度感測器裝置之位置？

溫差控制主要是當集熱板出水口溫度大於儲熱(水)桶底部溫度達設定溫度時(一般為 5~7 度)啓動泵浦循環，將集熱板內之熱水回收至儲熱(水)桶內。因此，溫度感測要放置在具有溫度參考之指標點位置，才會達到控制效果。

一般做法，高溫端裝置在集熱板末端，且溫度探頭須伸入集熱板內而非只是在管路上；低溫端裝置在儲水桶底部補充冷水口上方約 5 公分處，若只緊靠在儲熱(水)桶內壁而未實際進入桶內，則須注意保溫措施以達到控制效果。另切忌裝在補充冷水口對面一帶，主要考量夜間水偏冷，泵浦的力道將補充的冷水直接衝擊感測器，因溫差啓動循環，桶底低溫的水回到集熱器，在夜間反而變成散熱。

八、大型儲水(熱)桶的桶身是否適合設計過多的出入口？

因水受熱膨脹則密度變小讓熱水自然上升，故儲熱(水)桶內有溫層現象，桶身過多的進出口確實容易擾動溫層變化，值得注意。若因其他輔助加熱或回水需求而須在儲水桶上設計較多出入口，則宜參考下圖原則。

