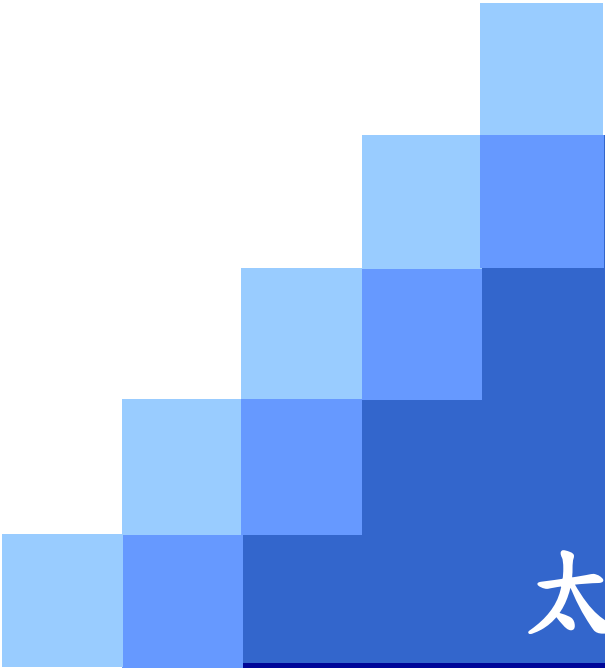




太陽熱能技術開發與應用



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

工業技術研究院 能源與環境研究所

莊瑞誠

❖ 太陽熱能簡介

太陽能與再生能源比較

❖ 太陽熱能應用技術

太陽能集熱器

太陽能空調

太陽熱能發電

建築整合

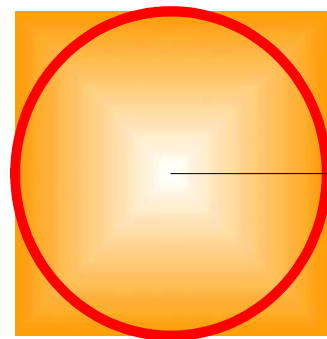
❖ 集熱器產業介紹

市場分析比較

市場技術

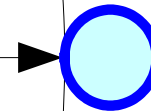
❖ 結語

太陽與地球



$$r_S = 7 \times 10^5 \text{ km}$$

$$r_0 = 1.496 \times 10^8 \text{ km}$$



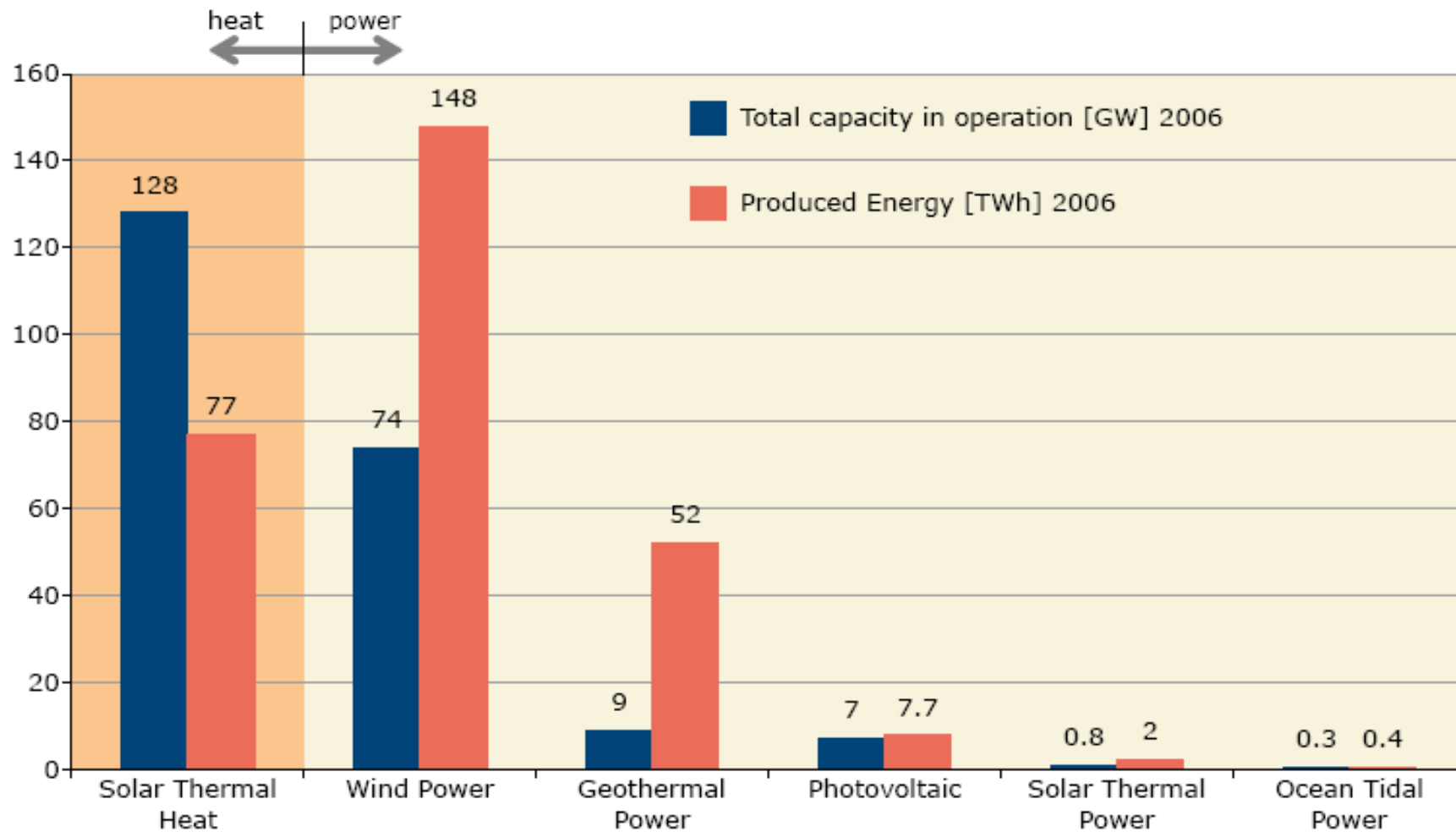
$$r_E = 6371 \text{ km}$$

$$E_0 = \frac{\Phi}{A_{SE}} = \frac{3.845 \cdot 10^{26}}{4\pi(1.496 \cdot 10^{11})^2} = 1367 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

- 太陽的有效溫度約為5777 K。
- 太陽發出的能量每秒有 3.845×10^{26} J。
- 地球所接收的能量每年約有 5.5×10^{21} kJ，約等於610萬噸煤炭燃燒產生的熱量，相當於全球需求的13,000倍。
- 40min的太陽輻射能量即等於全球一年所需求的能量。
- 地球大氣層外的日照平均強度，太陽常數 $E_0 = 1367 \text{ W/m}^2$ 。

太陽熱能與再生能源比較

❖ Total capacity in operation 2006 and annually energy generated



資料來源: IEA SHC 2008

太陽能集熱器之種類

➤ 低、中溫應用型

- 儲置式太陽能集熱器
- 金屬平板集熱器（板管式、鰭管式）
- 非金屬平板集熱器（高分子材質）
- 真空管集熱器（全玻璃式、銅管/鰭片式）
- 真空管熱管集熱器

➤ 高溫應用型

- 聚焦式集熱器
- 集中塔式（反射器）
- 拋物線槽體
- 碟型



低、中溫應用型

太陽能熱水系統原理

太陽能熱水系統利用集熱器收集太陽輻射能，並轉換成**熱**能

-熱水、熱空氣輸出

用 途 — 洗澡、暖氣、洗滌、溫水泳池和工業製程預熱等。

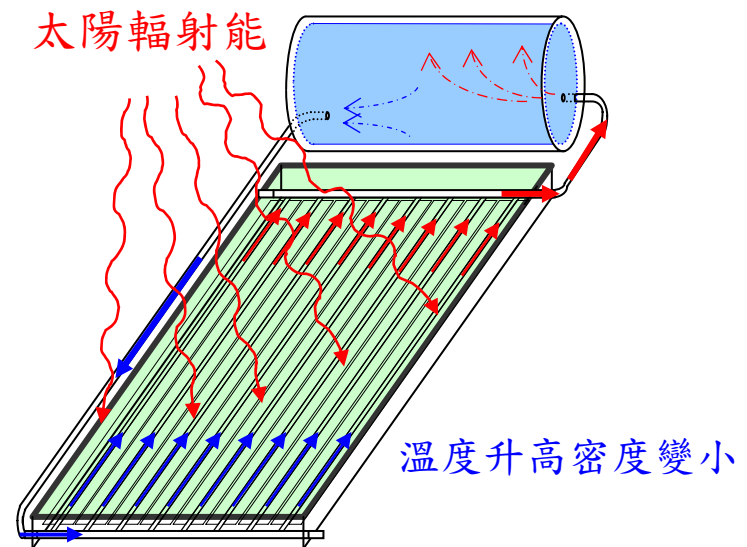
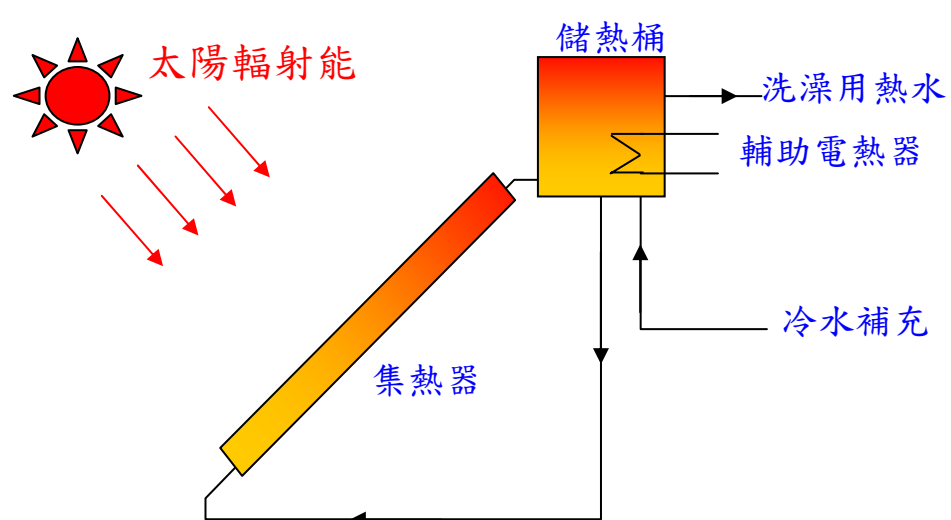
具有下列特色(優點)：

節能 — 可減少化石燃料能源使用(**省錢**)

環保 — 抑制溫室氣體-二氧化碳產生及保護地球(**減碳**)

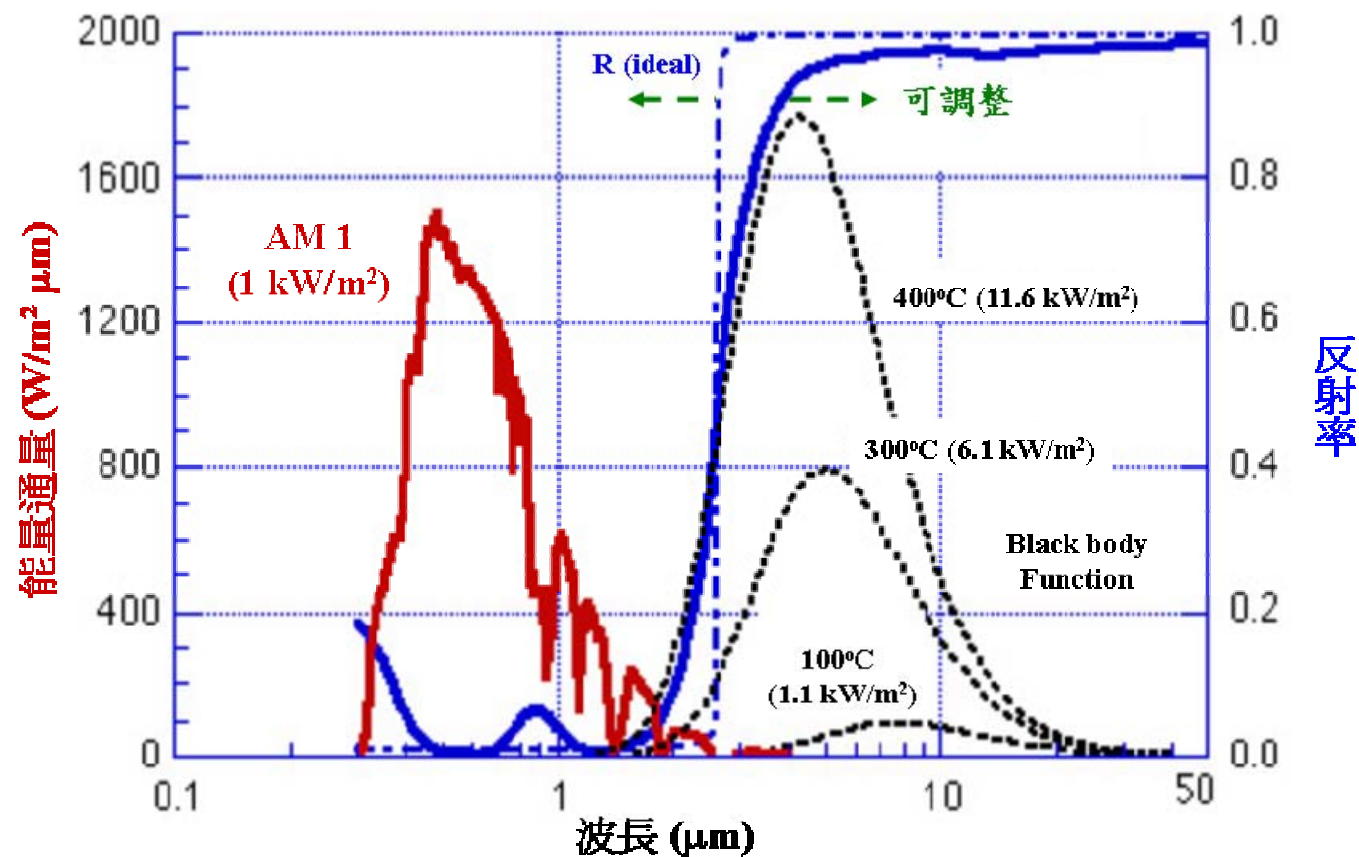
安全、方便 — 無爆炸災害或瓦斯中毒等潛在性危險；免叫、等瓦斯

經濟效益 — 使用壽命在十年以上，甚至達二十年。可節省可觀的電費或瓦斯費用



集熱板效能指標(1)

❖ 高吸收率、低放射率

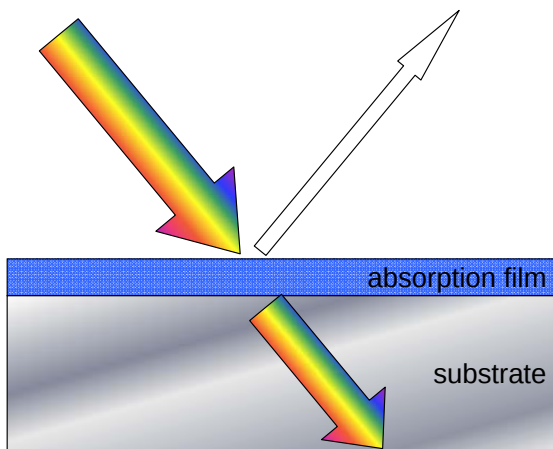


集熱板效能指標(2)

- 吸收率 (α)

吸收能量佔總入射能的百分比

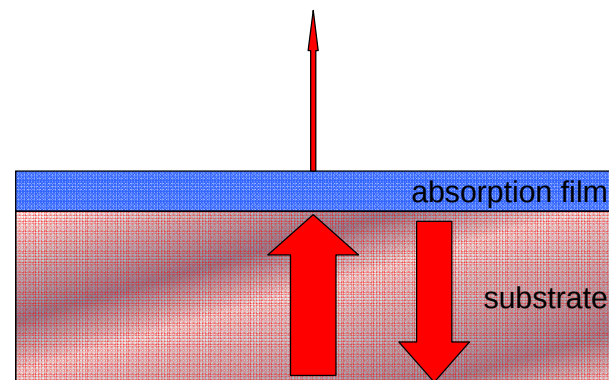
$$\alpha(\theta) = \frac{\int_0^{\infty} A(\lambda)[1 - R(\lambda)]d\lambda}{\int_0^{\infty} A(\lambda)d\lambda}$$



- 放射率 (ε)

物體與同溫度下黑體($\alpha = 1$ 的物體)的總放射輻射能量之比

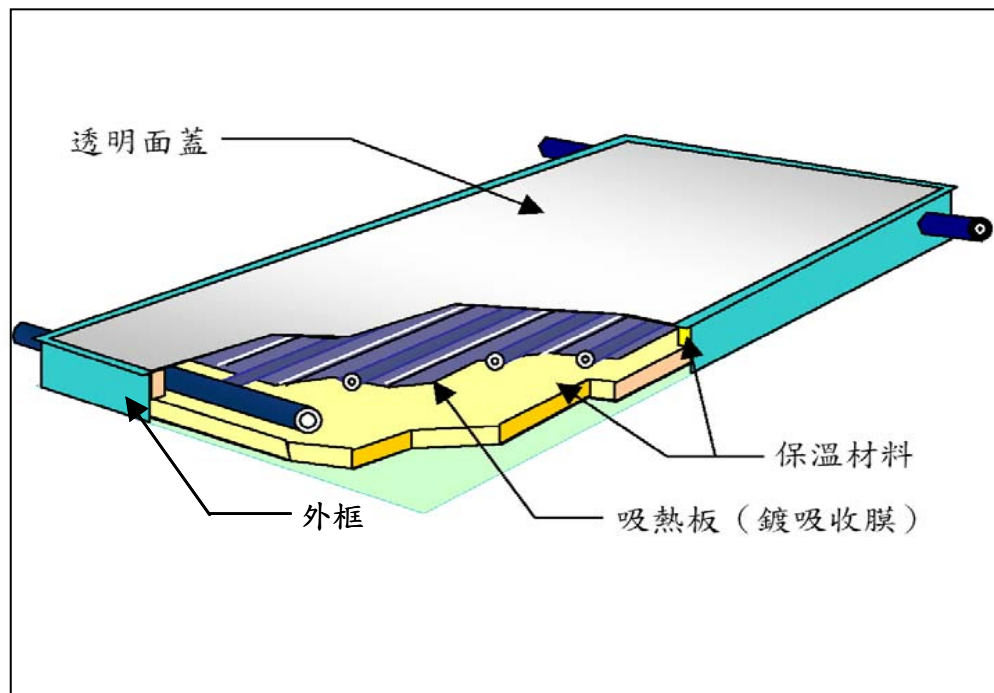
$$\varepsilon(\theta, T) = \frac{\int_0^{\infty} E(T, \lambda)[1 - R(\theta, \lambda)]d\lambda}{\int_0^{\infty} E(T, \lambda)d\lambda}$$



儲置式太陽能集熱器



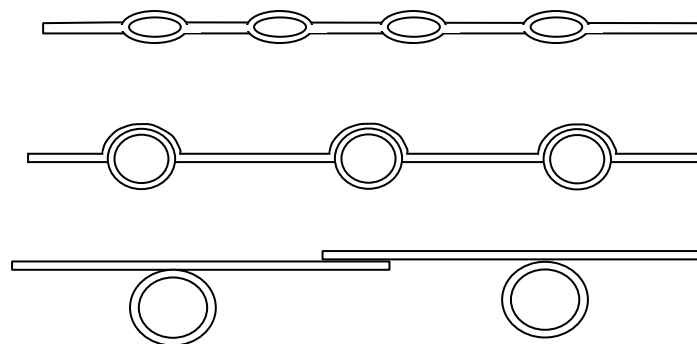
金屬平板式集熱器



資料來源:ITRI,EEL

平板(銅與鋁)製備與管(銅)結合方式

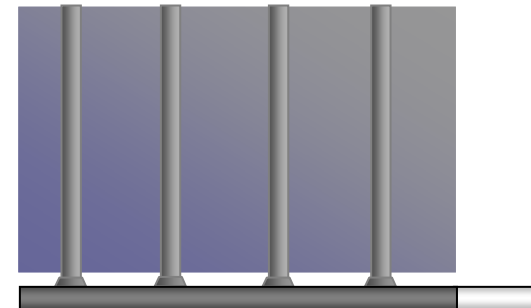
- a. 噴漆與烤漆：鉻為主材料
- b. 電鍍法：鉻，鎳
- c. 真空濺鍍：不鏽鋼靶材及鋁材



資料來源:ITRI,EEL

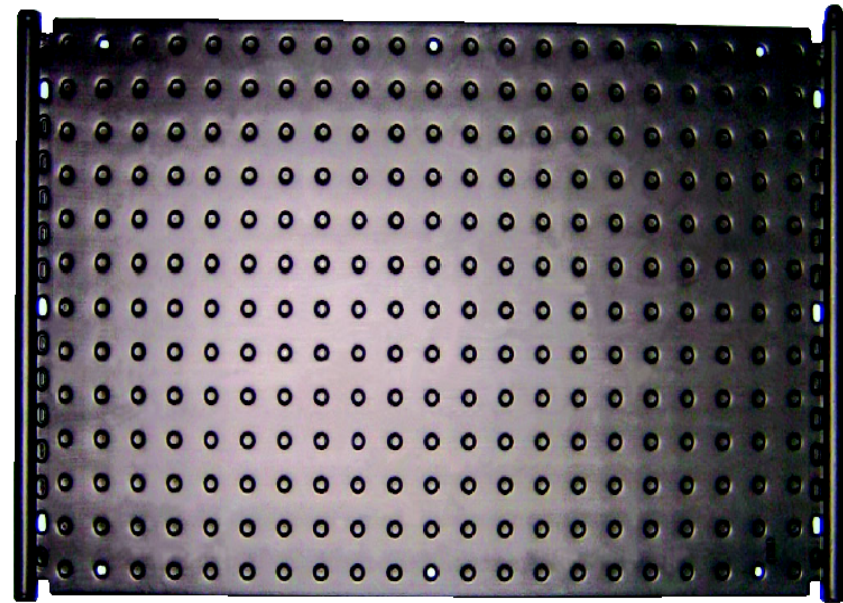


資料來源:國光能源科技公司



非金屬平板式集熱器

- ❖ 利用高分子材料（EPDM、HDPE），以射出成型方式製造，吸熱因子較低，適用於：(1)日照量豐沛的國家；(2)溫水游泳池



真空管式集熱器

日本製

熱端出口 ←



冷端入口

循環管(深入真空管內)

鰭片(外覆吸收膜)

單層玻璃真空管

資料來源: 日本, NEG 型錄

大陸製



資料來源: 善騰太陽能 型錄

冷端入口
(密度重)

熱端出口
(密度輕)

真空區

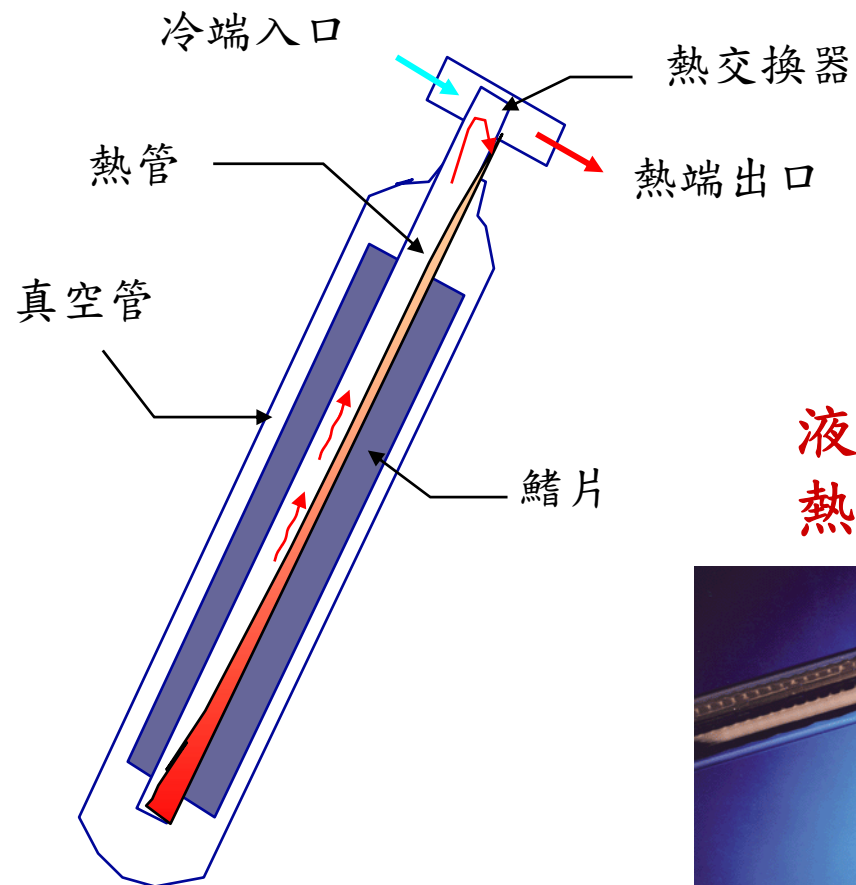
避震器

雙層玻璃
管結構

外管(透明)

內管(外覆吸收膜)

真空管式集熱器（熱管）

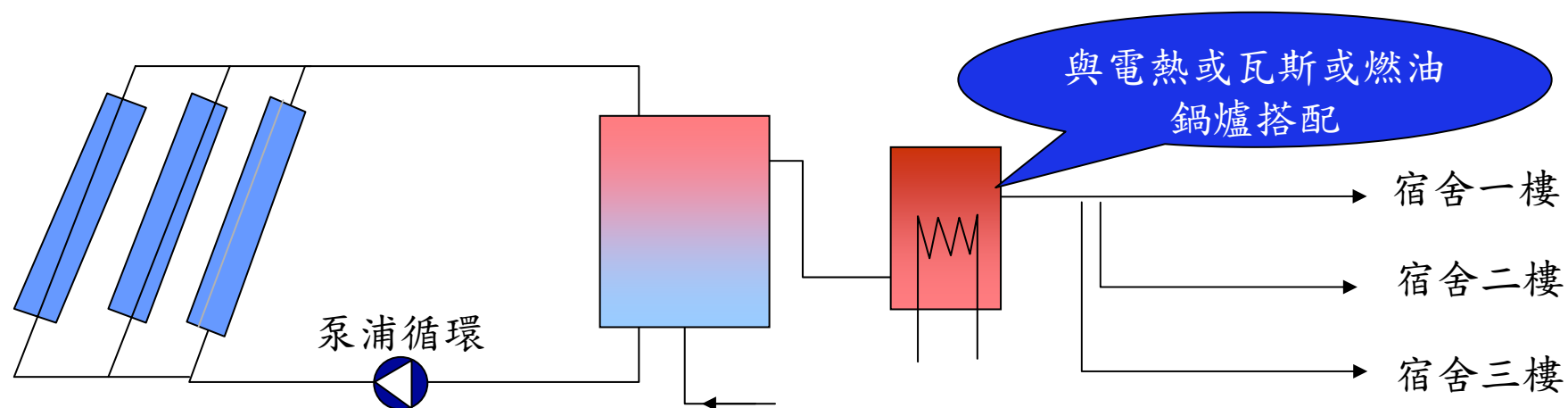


液氣兩相熱傳
熱管結構

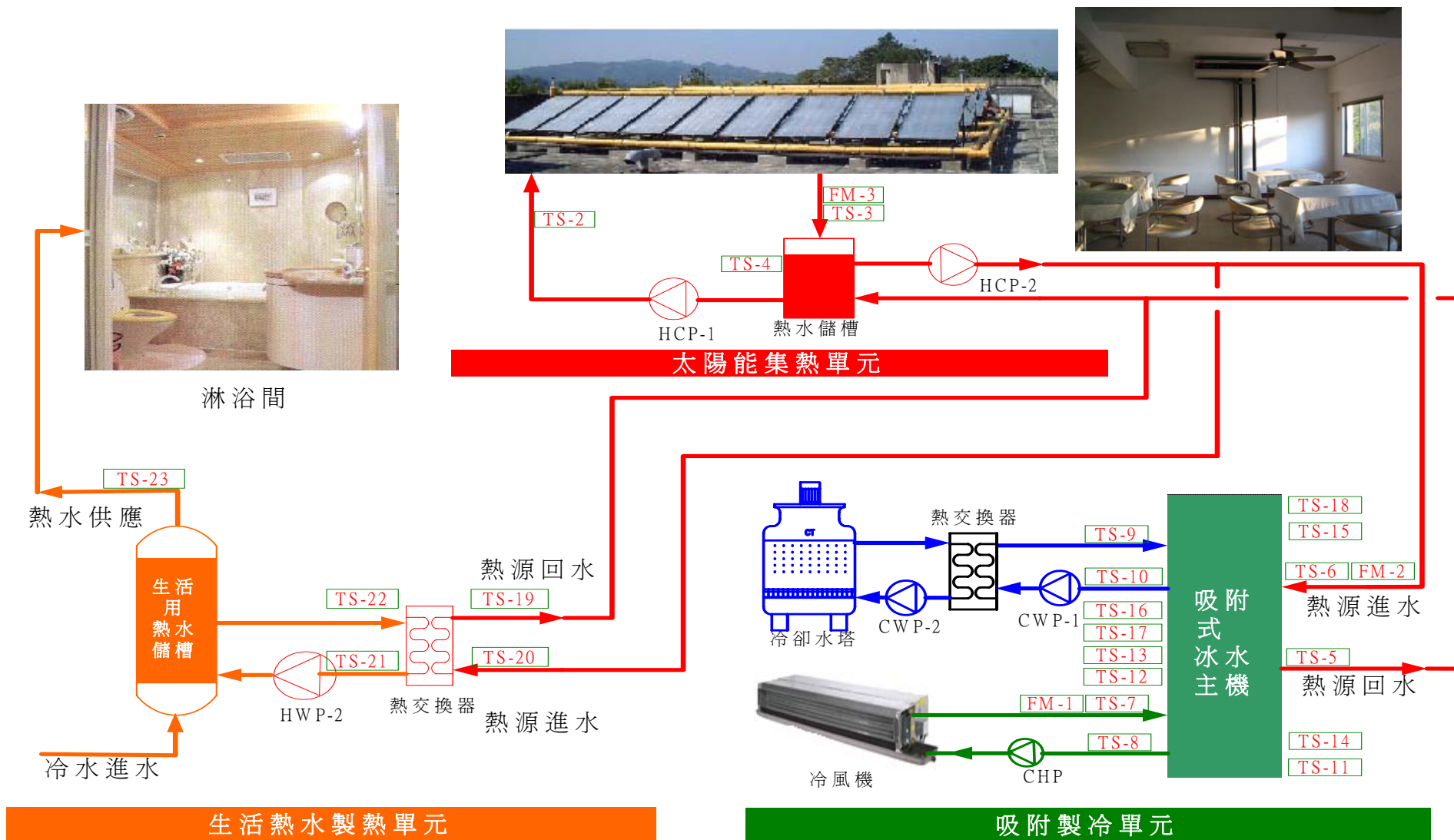


太陽能熱水系統

大型系統



太陽能熱水系統 / 空調系統





高溫應用型

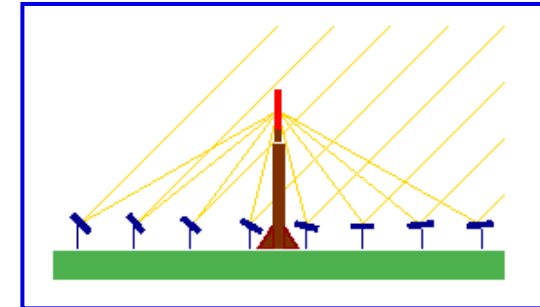
太陽熱能發電系統 (1)

聚焦式集熱器-集中塔式 (Central Tower)

10MW級,需3000~4000個3~7m的正方形反射鏡
發電效率約15~18%



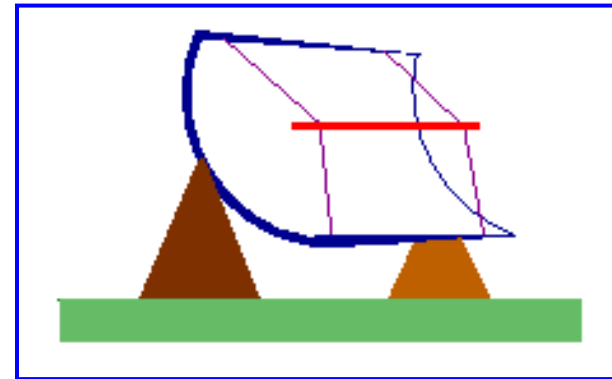
資料來源:renewable energy world



太陽熱能發電系統 (2)

聚焦式集熱器-拋物線槽體 (Parabolic Trough)

工作流體可被加熱至 400°C
發電效率約15~18%



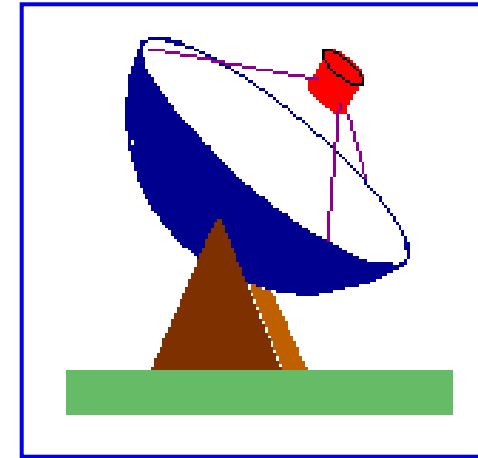
資料來源: renewable energy world

太陽熱能發電系統 (3)

聚焦式集熱器-碟型 (Parabolic Dish)

常見系統25-40kW

為達熱力學理想循環，實測效率可達29%以上

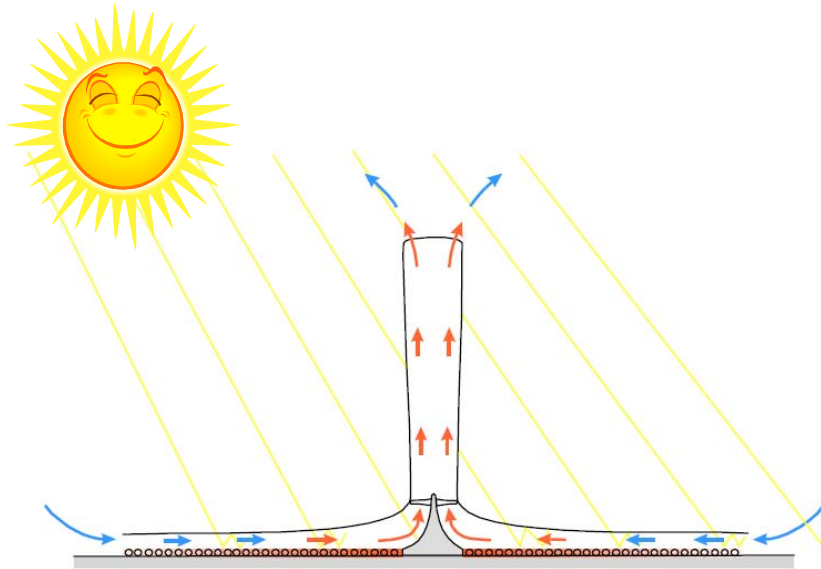


資料來源: Stirling Energy Systems, Inc.

太陽熱能發電系統 (4)

太陽熱煙囪型 (Solar Chimney)

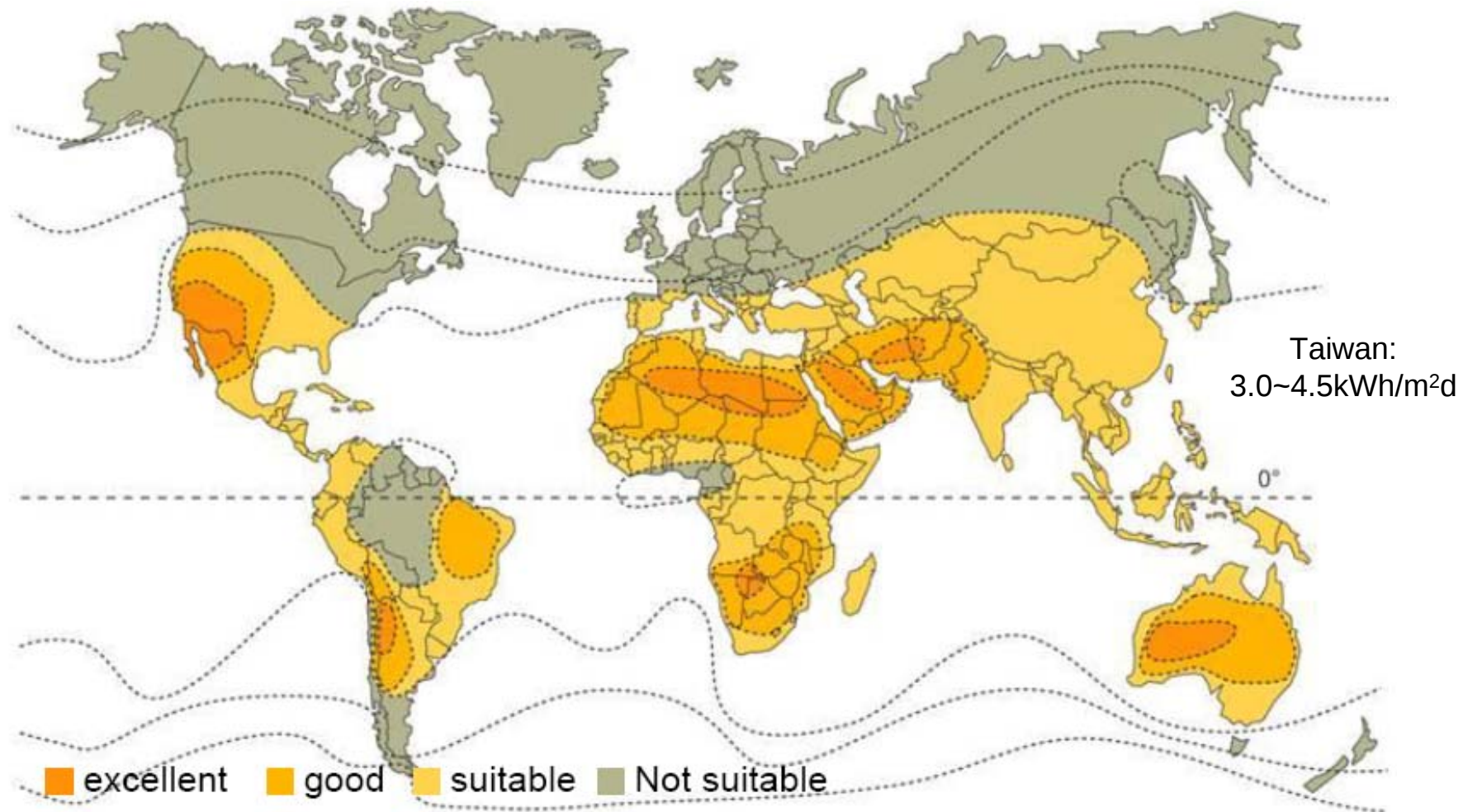
100MW等級集熱面積直徑約1.8公里



資料來源：
位在西班牙Manzanares 地區的Solar Chimney示範。

太陽熱能發電系統合適區域

❖ CSP: Best for regions with direct solar radiation > 5kWh/m²d



資料來源：SolarPACES



建築整合

建築整合前(1)



建築整合前(2)



太陽能建築 斜屋頂設計(1)

架構式結合技術

防水性：防水處理容易，利用原有的斜屋頂瓷瓦順水處理即可防水。

維修性：太陽能集熱板的移除與維護非常容易。

施工性：施工便利、工期短、僅有幾處瓷瓦需施工。

適用性：舊有斜屋頂建築物適合架設

完成圖

細部收尾



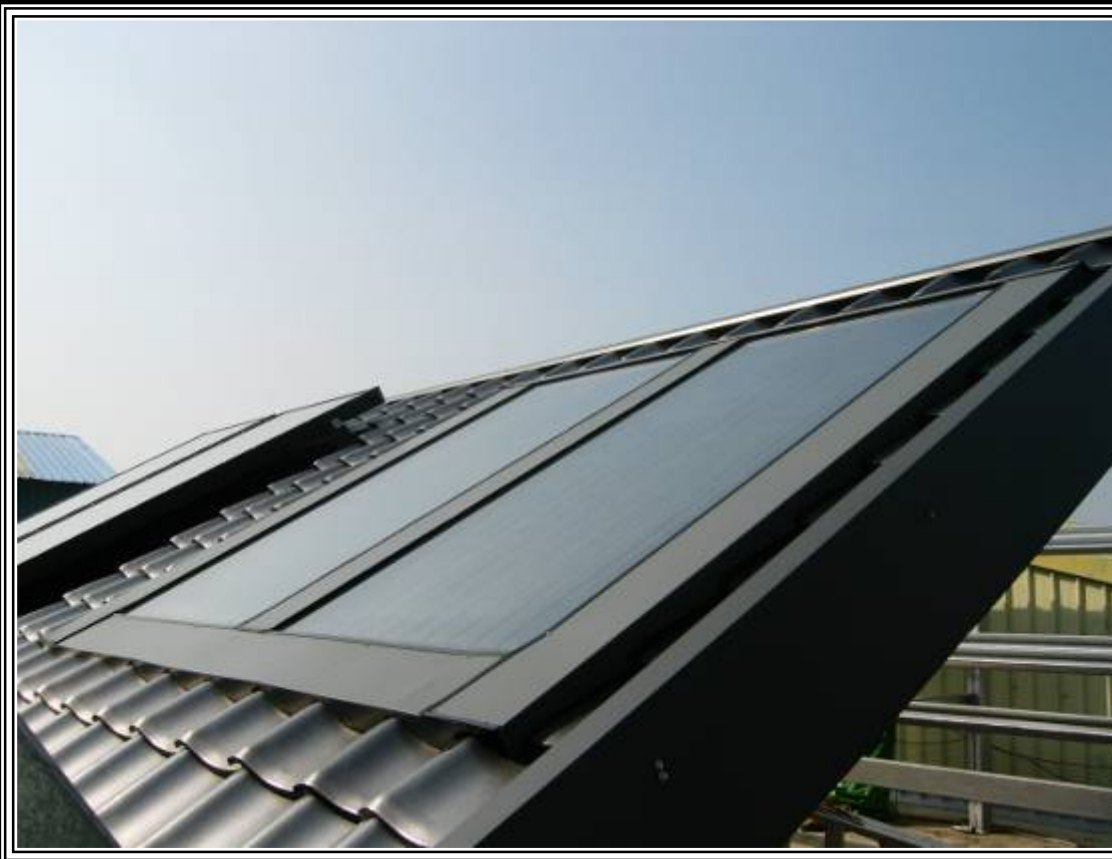
照片來源：工研院 能環所



太陽能建築 斜屋頂設計(2)

嵌入式結合技術

適用性：新建、增建、修建斜屋頂建築物適合架設。



照片來源：工研院 能環所

防水性：防水處理複雜，應注意集熱板四邊防水收邊與美化處理等問題。

維修性：管路預埋設於屋頂結構內部，集熱板移除與維護容易。

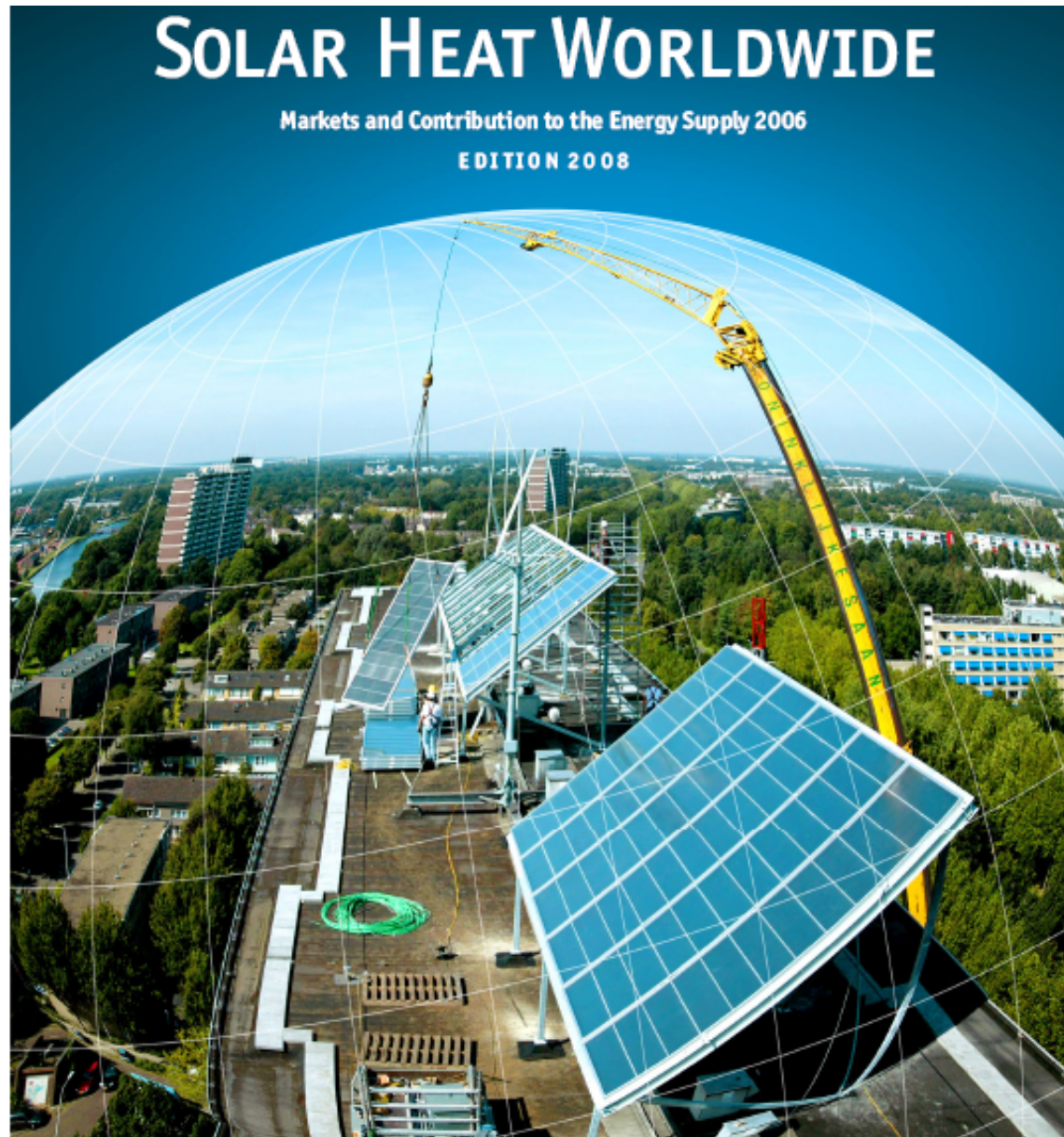
施工性：施工較複雜，嵌入部位可省下材料與施工費。

保溫性：太陽能集熱板背板面沒有通風，太陽能集熱板具有及家之保溫效果。

細部收尾



建築物整合-國際趨勢



資料來源: IEA SHC 2008

建築物整合-國外案例

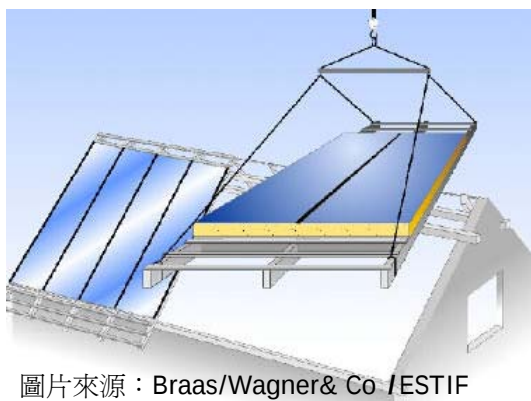
►大型社區應用之建築壹體化太陽能集熱系統



圖片來源：Wagner & Co / ESTIF



►太陽能系統建物化發展



圖片來源：Braas/Wagner & Co / ESTIF



建築物整合-國內案例(1)



資料來源:ITRI,EEL

建築物整合-國內案例(2)

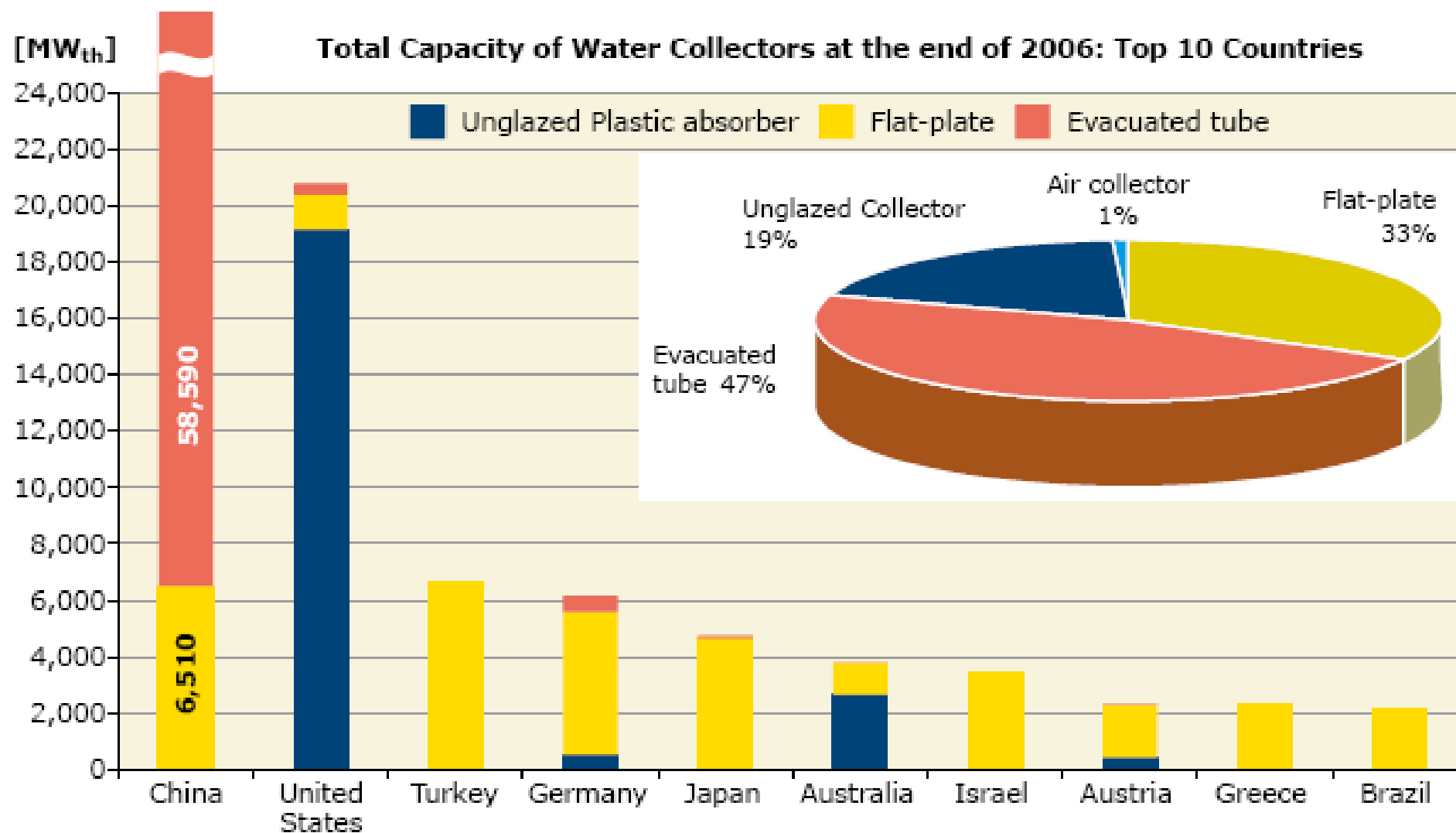
大型社區 (70戶)





市場分析

安裝種類分佈量排名



資料來源: IEA SHC 2008

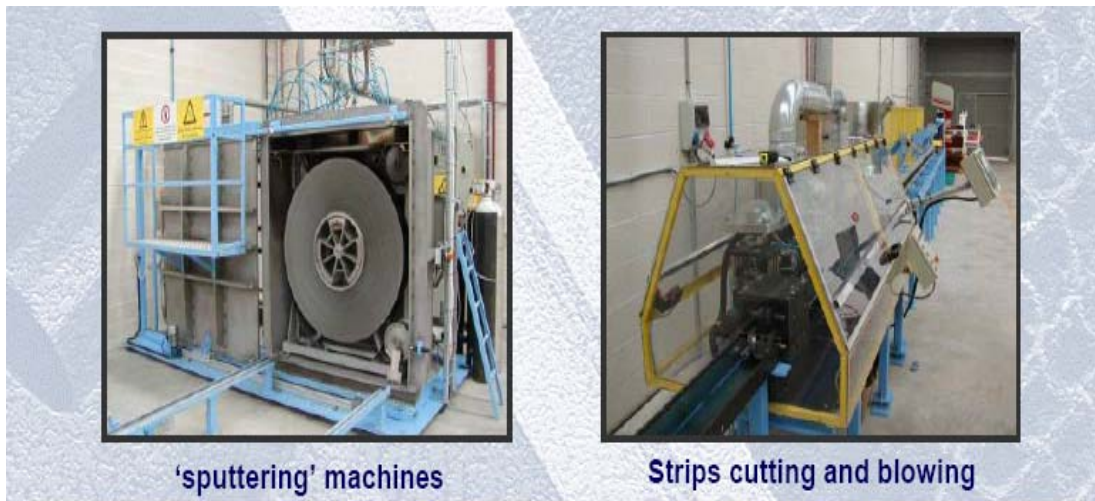
真空濺鍍集熱板的應用市場分析

⇒ 平板集熱器的吸熱板過去都採用噴漆、烤漆或電鍍為主，但今在環保及高效為訴求的環境，歐盟市場需求已經紛紛改為真空濺鍍製程，全球僅數家生產濺鍍吸熱片材（寬片）供應全球市場，窄片則有瑞典、西班牙的業者生產，2006年至少約有225萬平方公尺的真空濺鍍吸熱片應用於市場。



德國TiNOx之連續濺鍍生產線(寬片式)

資料來源: 德國 TiNOx Co. 網站



西班牙Gamesa工廠內之連續濺鍍生產線(窄片式)

資料來源: 西班牙 Gamesa Co. 網站

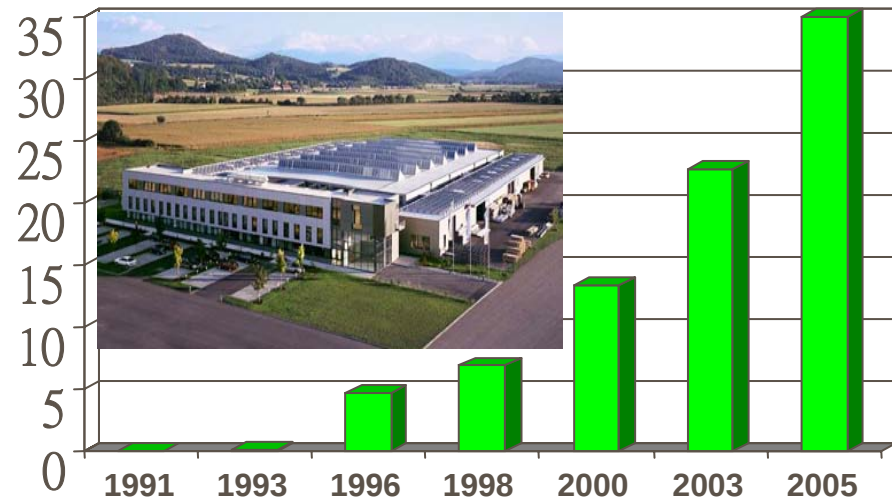


德國sunselect之連續濺鍍生產線(寬片式)

資料來源: 德國 Sunselect Co. 網站

奧地利公司（GREENoneTec）的奇蹟

該公司以優良的機械加工成為歐洲最大集熱器OEM及ODM生產工廠，2005年生產業集熱器面積為40萬平方公尺，營收額為3500萬歐元（約新台幣16億元），公司員工為200人。2006年生產業集熱器面積提高為80萬平方公尺。真空濺鍍片材亦同樣自德國供應。

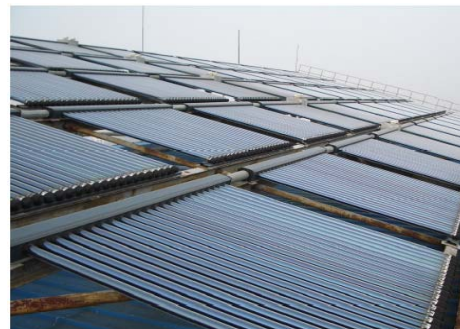


原本光滑吸熱板加工再製

資料來源:GreenOne Co.

中國大陸的太陽能熱水器市場

- 截至2006統計中國大陸集熱面積總量為9,000萬平方公尺。
- 中國是全世界最大的太陽能熱水器的市場，全玻璃真空管熱水器佔市場總量的87%。
- 1985年由清華大學發展第一台圓管單陰極磁控濺鍍系統
- 1994年第一條真空管生產線在清華大學完成
- 2004年研發最新Al-N/Al製程，利用三層鍍膜層去限制短波長的反射率，目前以廣泛的應用在全玻璃真空管製造上。
- 皇明、力諾、太陽雨為真空管代表，五星則為平板式代表廠商

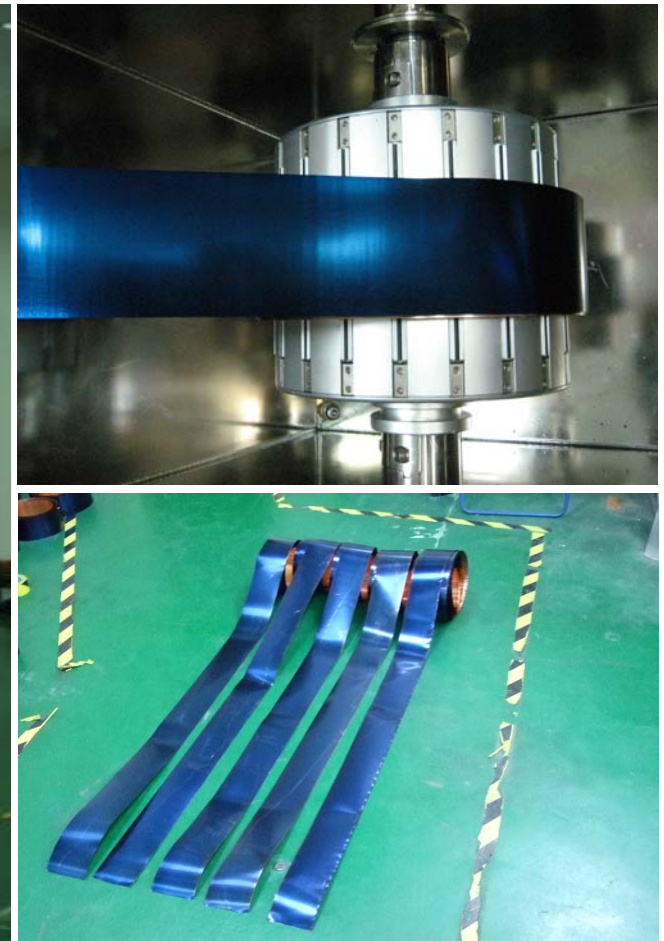


資料來源:中國皇明太陽能公司

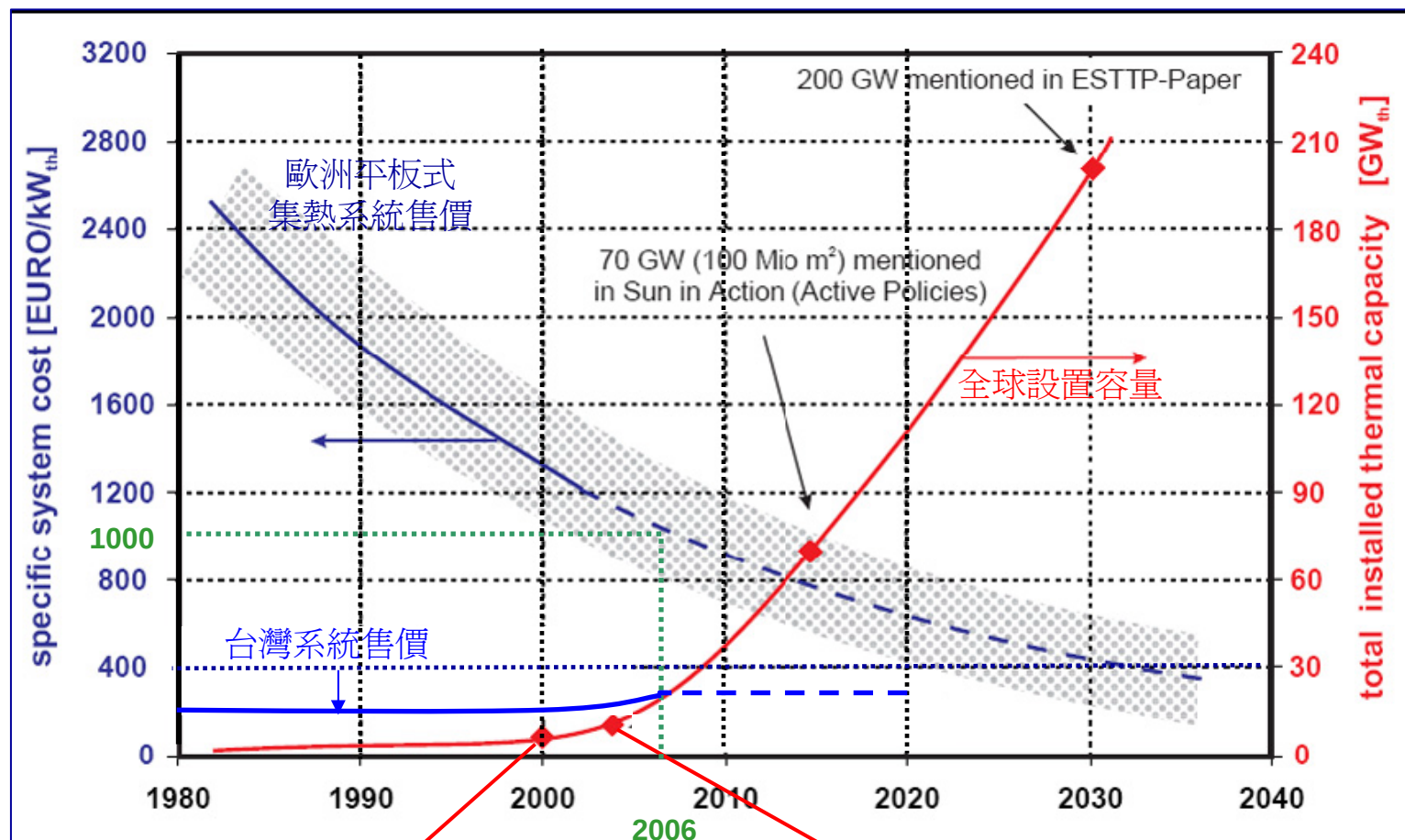
國內技術發展發展

工研院開發現況:

Roll-to-Roll連續濺鍍原型機，寬幅up to 240 mm



全球市場價格及成長預測分析



資料來源:sun in action II

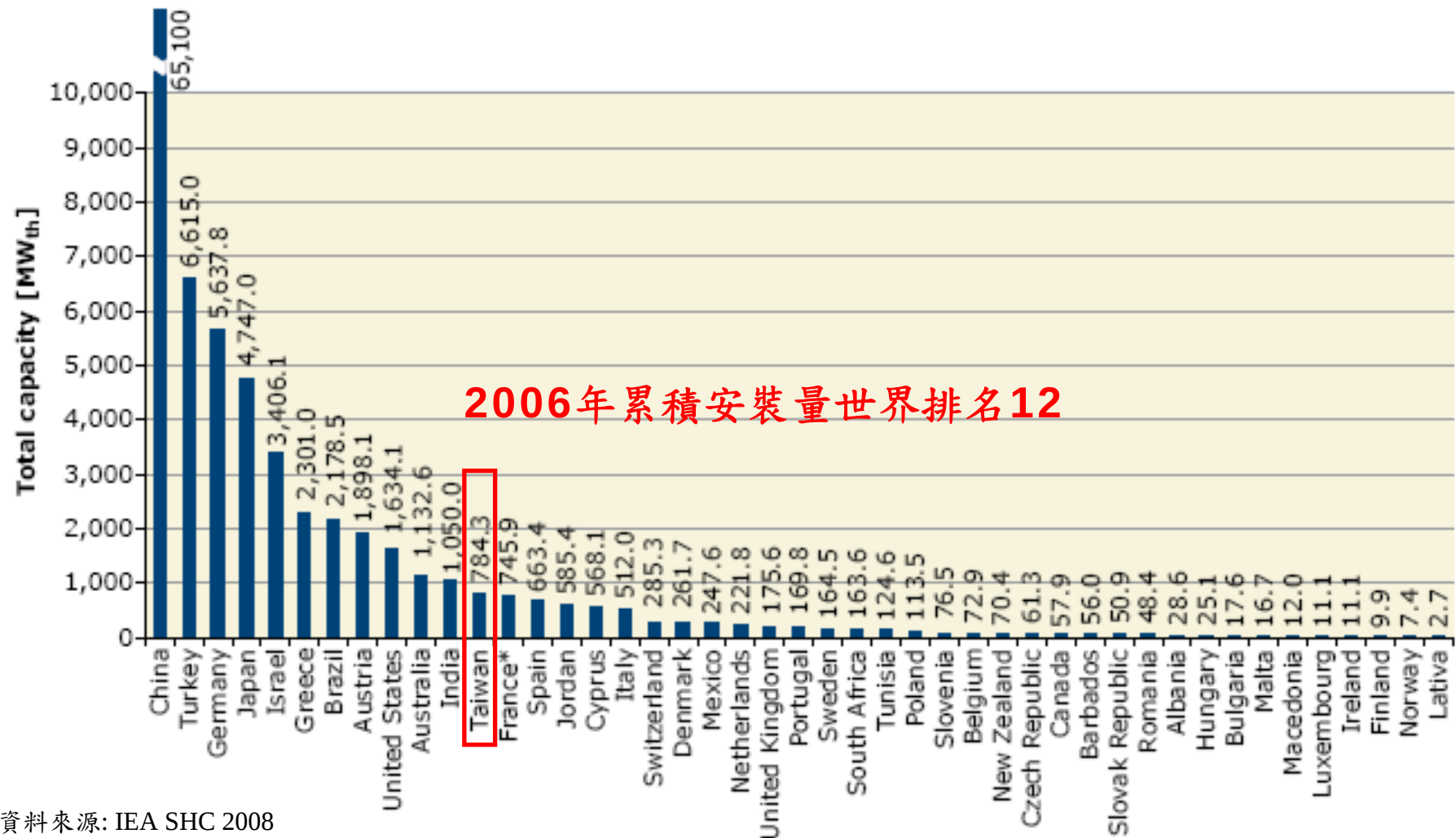
7GW(10Mio m²) mentioned in
"Sun in Action" in operation in 2001

10GW(14Mio m²)
in operation in 2004

- 1 m²的集熱面積相當於0.7kW_{th}
- 1000 EURO/kW_{th}=31,500元/m²，此為歐洲系統售價，台灣則約為10,000元/m²，中國大陸則降至3000元/m²

安裝量排名

Total capacity of glazed flat-plate and evacuated tube collectors at the end of 2006

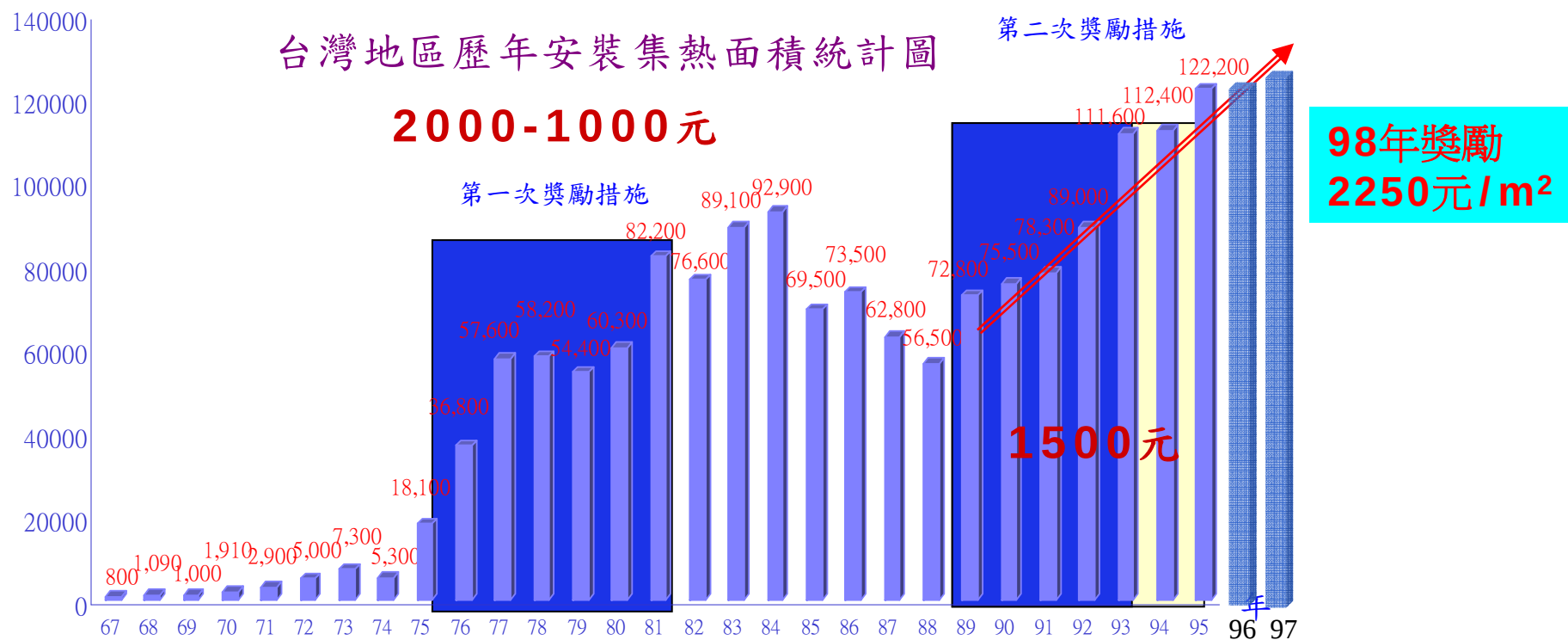


資料來源: IEA SHC 2008

結語

- 至98年國內累計安裝面積184萬平方米，依IEA統計資料分析，我國單位土地面積安裝密度為世界主要國家的第3位
- 太陽能熱水器安裝使用量，連續七年正成長，成效良好

安裝面積(m²)





Thank You !

<http://www.netd.itri.org.tw/index.htm>



ITRI
Industrial Technology
Research Institute