

國立臺北大學通識教育中心

「能源概論」通識課程

(Week 6)

進度：太陽能

李育明

國立臺北大學公共事務學院
自然資源與環境管理研究所 教授

March 27, 2009

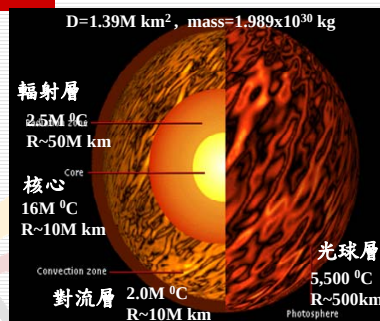
授課大綱

- 前言：太陽能的特性
- 太陽能的利用
 - 熱能(電磁波) vs. 電能(光子)
 - 被動式 vs. 主動式
- 被動式光熱能應用
- 主動式熱能應用
 - 太陽能熱水器、暖氣系統、冷氣系統
 - 太陽熱能發電
- 太陽光電
 - 太陽能電池、太陽能模組
 - BIPV與住家應用
- 應用實例

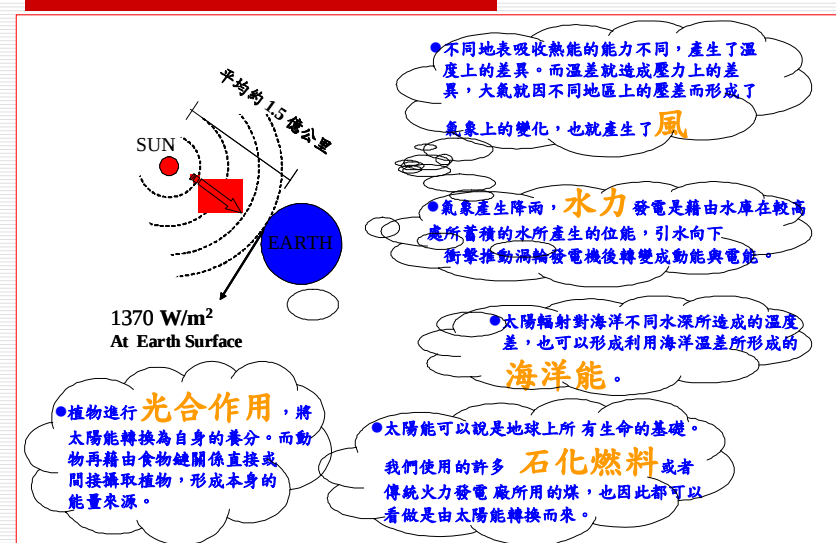
2

太陽能的形成

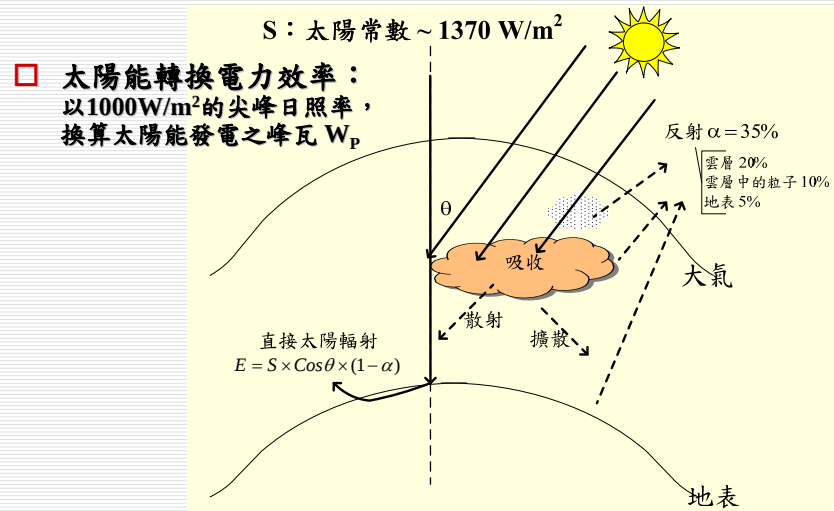
- 太陽由 78% 氫和 20% 氦所組成，已有約50億年歷史。直徑 1.39×10^6 km，為地球的109倍
- 核心：
密度為 150 g/cm^3 ，半徑約為太陽半徑的1/4，溫度 $1.6 \times 10^7 \text{ }^\circ\text{C}$
- 太陽表面的核融合反應
 - 4個氫→1個氦+能量+2個中子(質量損失0.00729 g/g)
 - 每秒鐘有大約7億公噸的氫融合成6億9千5百萬公噸的氦，其間損失的5百萬噸質量即轉換為龐大的 γ 射線能量
 - $3.9 \times 10^{26} \text{ W} = 3.9 \times 10^{20} \text{ MW} \sim 3.9 \times 10^{17}$ 商用核分裂反應爐
 - 地球表面的太陽輻射功率大約為 $8.5 \times 10^{10} \text{ kW}$
- 地球表面的太陽輻射一小時的能量大約等於全人類一年消耗能量
 - 如何利用？如何傳遞？



太陽能可說是地球能源之母



地面的日照強度： 與太陽光的反射及照射角度有關

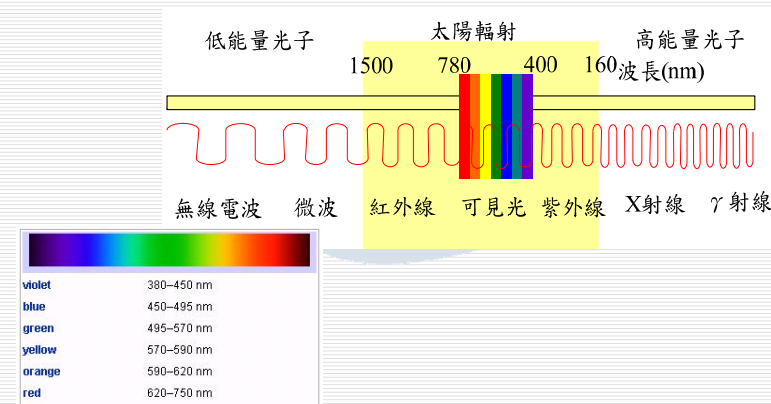


資料來源：「95年度大專院校能源教育通識課程推動計畫」結案報告

5

太陽能的直接利用：主要以利用可見光為主

- 直接收集太陽熱能轉換為熱能或電能 (電磁波特性)
- 直接轉換太陽光能為電能 (光子特性)



資料來源：「95年度大專院校能源教育通識課程推動計畫」結案報告

6

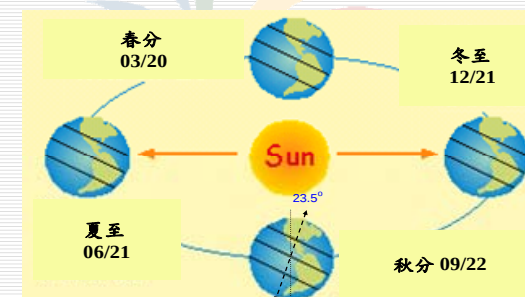
太陽能的利用方式

- 被動式 (Passive Solar)：採光與建築物控溫
 - 將建築物的設計與環境考量相結合，並配合建築材料的使用，使得建築物易於吸收太陽能或隔絕太陽能。
- 主動式 (Active Solar)：太陽熱能與太陽光電
 - 太陽熱能：
例如太陽能熱水器、太陽能冷氣系統、或是以大規模集熱設施形成集熱式太陽能發電廠，此種太陽能電廠的運作原理是將太陽光以反射鏡加以集中，藉著集中太陽能所產生的高熱來使水汽化產生蒸汽，可以提供區域性的熱能，也可以進而推動渦輪發電機產生電力。
 - 太陽光能：
利用太陽能電池將光能直接轉換為電能。

7

被動式太陽能技術與應用

- 被動式太陽能
 - 照明光源或調節室內溫度
 - 建築物的方位：
由於地球自轉軸在公轉面上的傾斜，為充分使用太陽熱做為冬天的熱源或使其成為自然光源，北半球的建築物最好是面向南方。南半球的建築物最好是面向北方。
 - 北半球的南方：山陽、水陰



資料來源：「95年度大專院校能源教育通識課程推動計畫」結案報告

8

被動式太陽能利用：建築物採光

□ 羅馬萬神殿 (Pantheon)

奇妙的屋頂，整座建築唯一採光的地方。



<http://tw.myblog.yahoo.com/irisdreamsofu-2006/article?mid=2187&prev=2201&l=f&fid=36>

9

被動式利用太陽能：採光與控溫

- 地鼠窩式的飯店：Das Goger
- 位於奧地利格拉茲南方Burgenland鎮
- 飯店建築物塑造冬暖夏涼的環境，將客房「埋入」草皮土堆中，形成類似地鼠窩的建築型態；而在客房門前的走道也充分採光並引入水流，形成「門前有小河」的特殊景象。



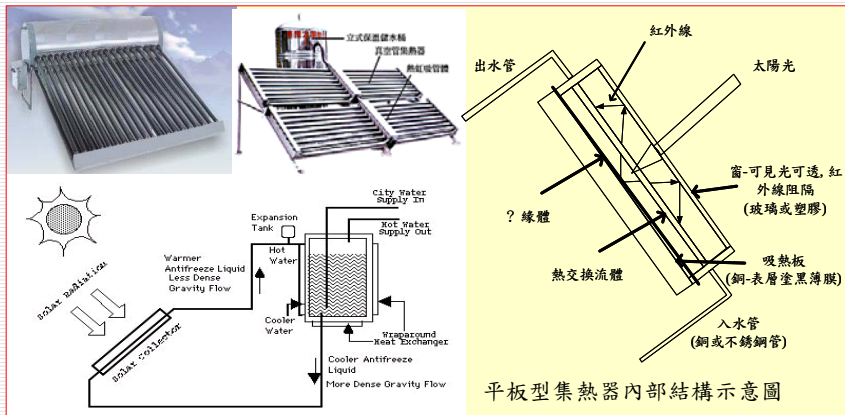
資料來源：《認識綠色新能源》

10

太陽熱能技術與應用 (Solar Thermal)

□ 太陽能熱水系統 (Solar Water Heating)

■ 自然循環平板型及真空型 (家庭)



資料來源：「95年度大專院校能源教育通識課程推動計畫」結案報告

11

太陽能熱水器



圖7 太陽能熱水器運作示意圖

資料來源：《認識綠色新能源》

12

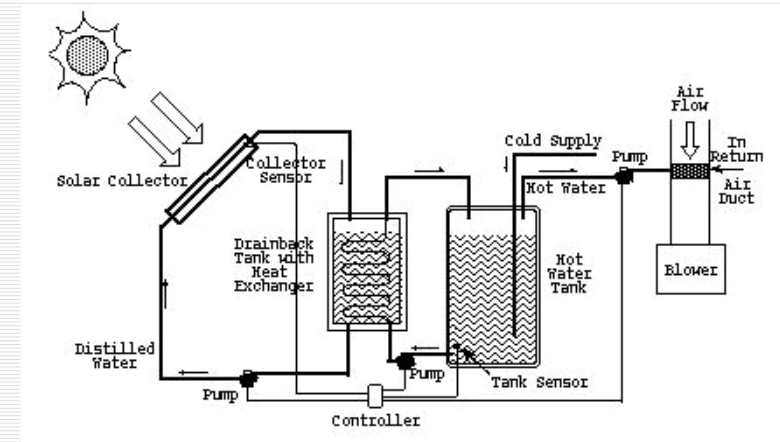
太陽能熱水器與其它熱水系統之比較

項目/系統別	電熱水器	瓦斯熱水器	鍋爐	太陽能系統
設備費	16萬	20萬	15萬	35萬
使用年限	5-7年	4-5年	5-7年	10-15年
燃料類別	電	液化石油氣 天然瓦斯	燃料油	無
燃料效率	0.9	0.6/0.6	0.7	集熱效率：0.6
燃料費/年	20萬	16萬	13萬	6萬
操作過程	簡易	簡易	麻煩	免操作
安全性	有漏電之虞	有中毒、 爆炸之虞	有爆炸之虞	無安全顧慮
費用問題	費用最高	需付燃料費	需付燃料費	無燃料費
其 它	長期總經費比 太陽能系統高	長期總經費比 太陽能系統高	長期總經費比 太陽能系統高	1.可做屋頂隔熱 2.需有安裝場所

Source: 再生能源網 [http://re.org.tw/\(gw0xme45djfcmi55dd4m0rzo\)/com/f1/f11.aspx](http://re.org.tw/(gw0xme45djfcmi55dd4m0rzo)/com/f1/f11.aspx)

13

太陽能暖氣系統 (Solar Space Heating)



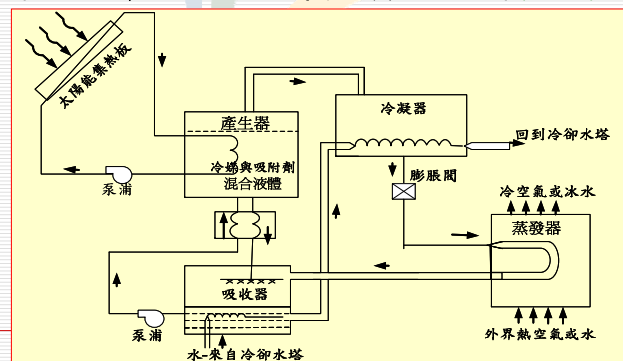
Source: <http://www.greenbuilder.com/sourcebook/HeatCool.html>

14

太陽能空調系統 (Solar Cooling and Refrigeration)

□ 雙效吸收冷卻循環裝置

- 利用集熱器之熱 (71~99°C) 來分離冷媒和吸附劑混合溶液
- 冷媒一般用水，吸附劑則通常是溴化鋰
- 冷媒通過膨脹閥，壓力和溫度會降低，當冷媒通過熱交換的蒸發器時，低溫度的冷媒吸收其中的熱，造成空氣或水溫度降低，進而形成冷氣輸入室內或冰水機。



15

太陽熱能發電技術 (Solar Thermal Electricity)

□ 太陽熱能發電：

- 中央聚光塔式集熱器
- 線槽式集熱器
- 太陽塔發電系統

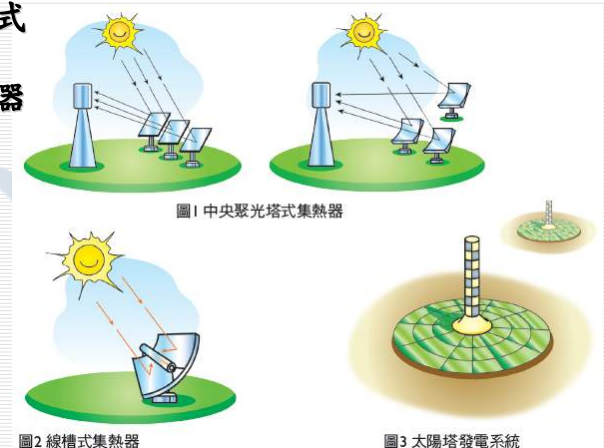


圖1 中央聚光塔式集熱器

圖2 線槽式集熱器

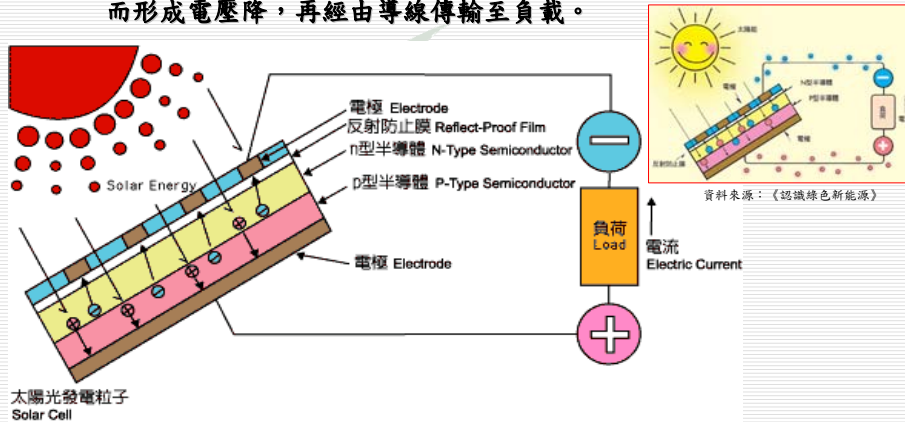
圖3 太陽塔發電系統

資料來源：《認識綠色新能源》

16

太陽能發電原理

- ☐ 太陽電池 (solar cell) 通常是以半導體製程製成的，將太陽光照射在其上，太陽電池吸收太陽光後，能透過p型半導體及n型半導體使其產生電子(負極)及電洞(正極)，同時分離電子與電洞而形成電壓降，再經由導線傳輸至負載。

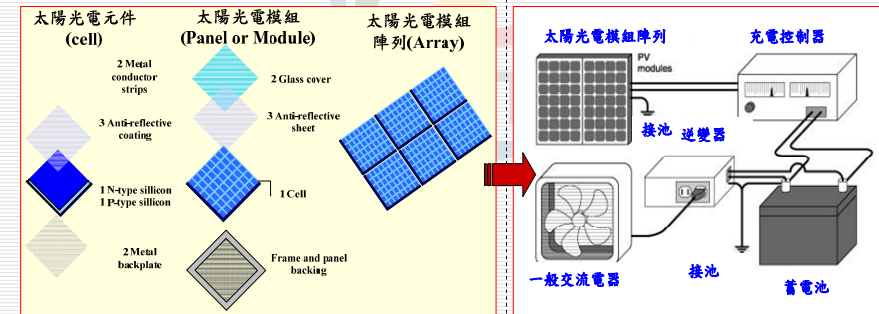


清華大學能源科技課程網－開放式課程創新應用
http://www.phys.nthu.edu.tw/~gen_sci/Energy/

17

太陽光能發電系統 (Solar Photovoltaic)

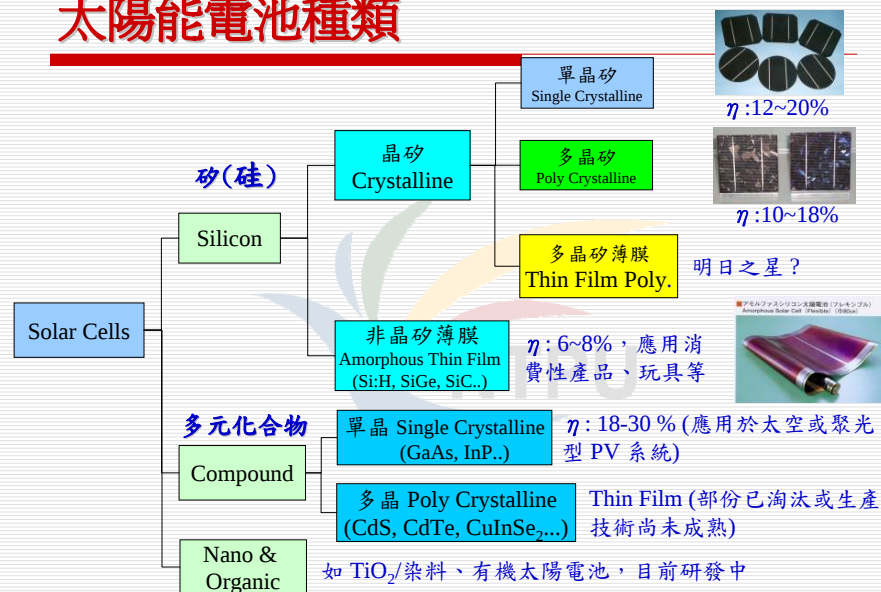
- ☐ 太陽能發電：太陽光電
 - 太陽電池：以半導體元件 (Cells) 為基礎，太陽電池為具備接合面半導體所組成的二極體，可將太陽光能轉為直流電能。
 - 太陽能模組：集合數個元件組成太陽能模組 (module or panel)
 - 半導體材質：矽晶系、化合物半導體 (鋁、鎵...)
 - 染料敏化：染料敏化奈米晶格太陽電池
Dye-Sensitized Nanocrystalline Solar Cell (DSSC)



資料來源：「95年度大專院校能源教育通識課程推動計畫」結案報告

18

太陽能電池種類



清華大學能源科技課程網－開放式課程創新應用
http://www.phys.nthu.edu.tw/~gen_sci/Energy/

19

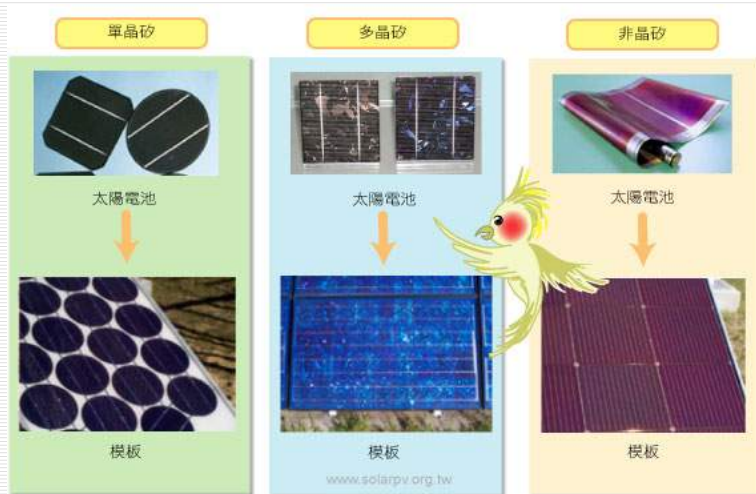
太陽電池的種類

太陽電池種類		半導體材料	市場模組轉換效率
矽	結晶矽	單結晶 (晶圓型)	10~14%
		多結晶	9~12%
	非晶矽	α -Si、 α -SiO、 α -SiGe	6~9%
化合物半導體	2元素	GaAs (晶圓型)	18~30%
		CdS、CdTe 薄膜型	10~12%
	3元素	CuInSe ₂ (薄膜型)	10~12%
有機半導體			1%以下

清華大學能源科技課程網－開放式課程創新應用
http://www.phys.nthu.edu.tw/~gen_sci/Energy/

20

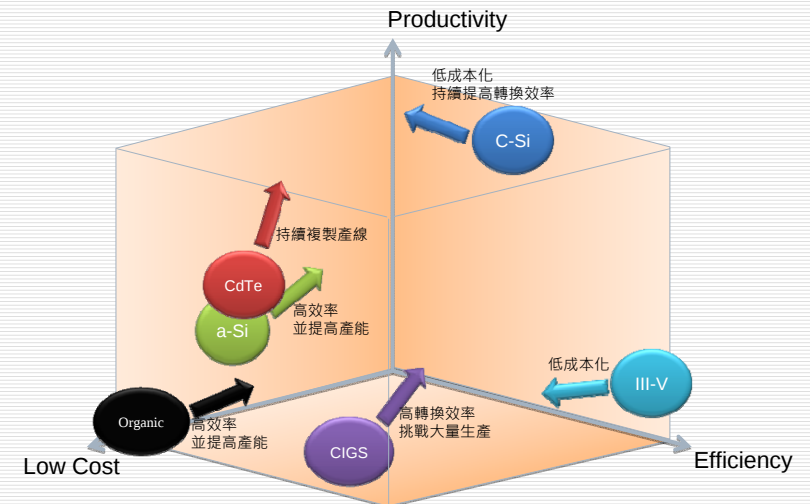
常見的太陽電池及模板外觀



太陽光電資訊網 (<http://solarpv.itri.org.tw/aboutus/sense/battery.asp>)

21

太陽光電產業技術發展趨勢



楊致行，國立臺北大學自然資源與環境管理研究所20090325在職班專題討論演講資料

22

太陽光電的發展歷史

- 1839 Henri Becquerel 首先發現光電效應
- 1879 Adams and Day 於硒觀測到光電效應
- 1900 Planck提出光的量子性質理論
- 1905 愛因斯坦發表光電效應的理論
- 1940 Mott and Schottky 發表固態整流元件(二極體)理論
- 1949 Bardeen, Brattain and Shockley 發明電晶體
- 1954 貝爾實驗室Chapin等人發表第一個矽太陽電池元件
- 1954 Renolds 等人發表硫化鎘 (cadmium sulphide)太陽電池
- 1958 第一座採用砷化鎵太陽光電模板的人造衛星先鋒一號
- 1976 Carlson製作出第一個非晶薄膜太陽電池
- 1982 第一座太陽光電發電站 (1 MW) 建於加州 Hysperia
- 1990 與公用電力併聯之太陽光發電系統技術開始成熟
- 2000 建材一體型太陽電池應用(BIPV)開始蓬勃發展

太陽光電資訊網 (<http://solarpv.itri.org.tw/aboutus/sense/history.asp>)

23

建築整合型太陽光電系統 (Building Integrated Photovoltaic, BIPV)



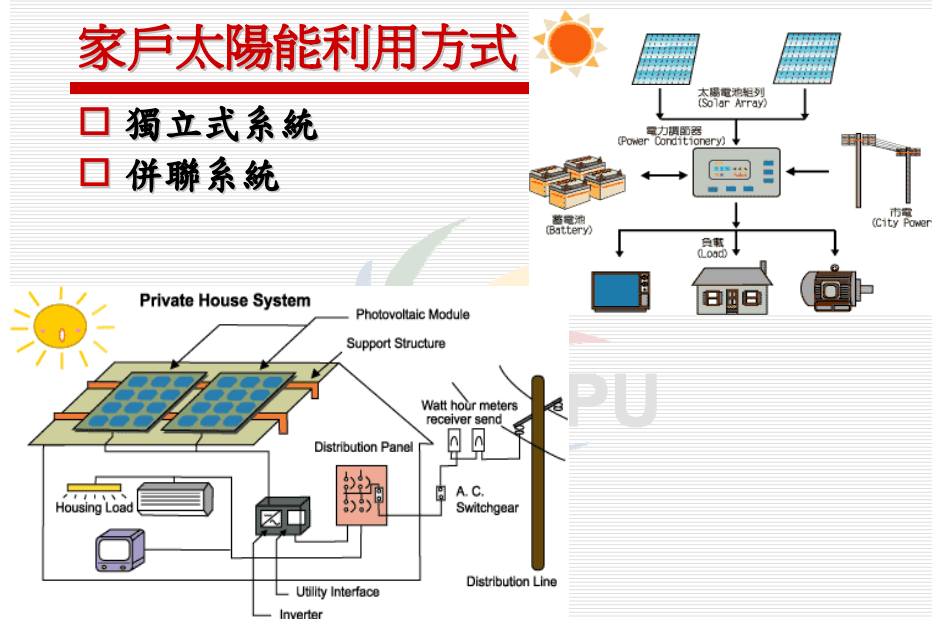
資料來源：《認識綠色新能源》

太陽光電資訊網 (<http://solarpv.itri.org.tw/>)

24

家戶太陽能利用方式

- ☐ 獨立式系統
- ☐ 併聯系統



清華大學能源科技課程網－開放式課程創新應用
http://www.phys.nthu.edu.tw/~gen_sci/Energy/

25

住家太陽光電系統

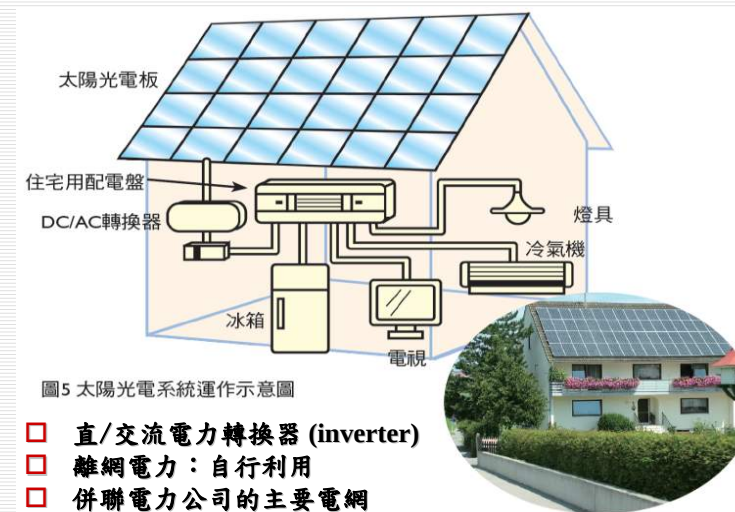


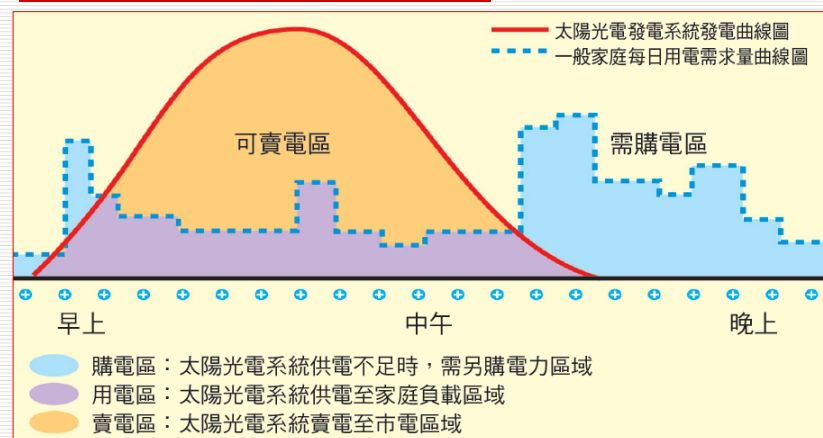
圖5 太陽光電系統運作示意圖

- ☐ 直/交流電力轉換器 (inverter)
- ☐ 離網電力：自行利用
- ☐ 併聯電力公司的主要電網

資料來源：《認識綠色新能源》

26

併聯型太陽光電系統：購電、用電、賣電曲線圖



- ☐ 離峰用電、尖峰用電
- ☐ 直交流電力轉換器與電表換裝

資料來源：《認識綠色新能源》

27

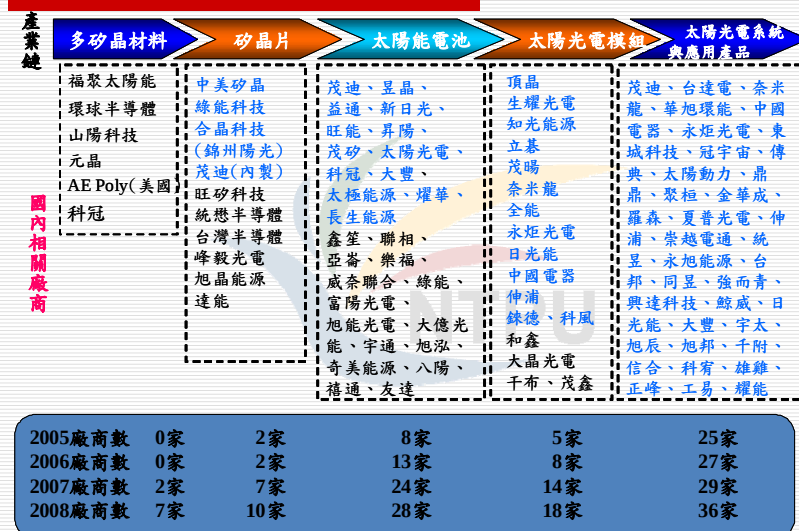
太陽能的應用



資料來源：《認識綠色新能源》

28

我國太陽光電產業鏈

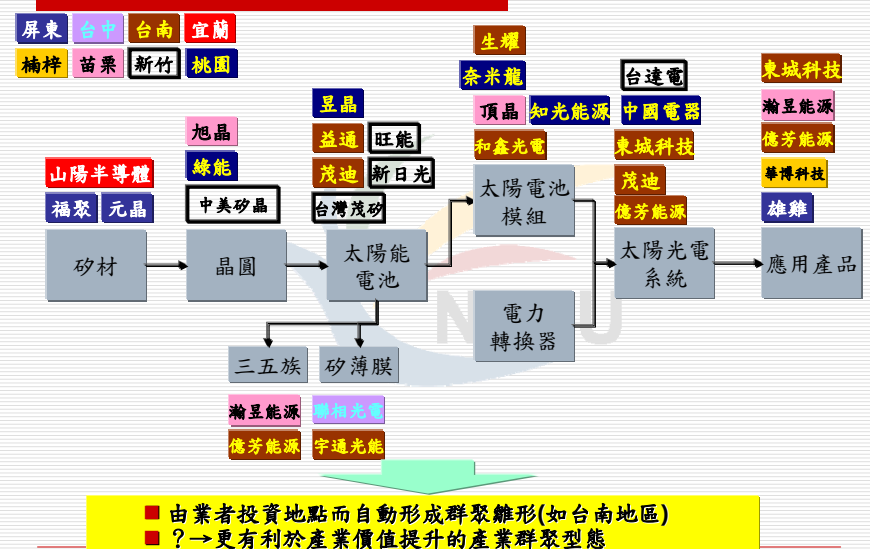


註：藍色字體為已投產業者，黑色為未投產業者

楊致行，國立臺北大學自然資源與環境管理研究所20090325在職班專題討論演講資料

29

國內太陽光電業者區域分佈

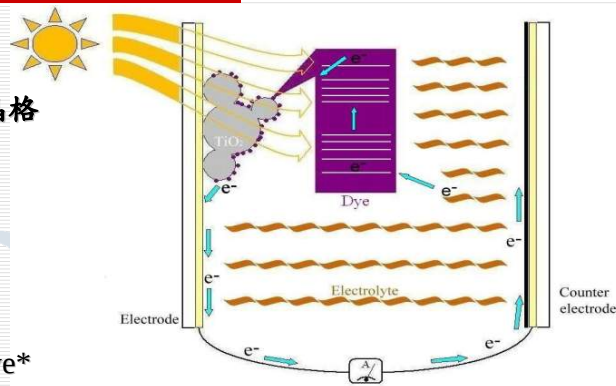


楊致行，國立臺北大學自然資源與環境管理研究所20090325在職班專題討論演講資料

30

染料敏化奈米晶格太陽電池

□ DSSC
染料敏化奈米晶格
太陽電池
Dye-Sensitized
Nanocrystalline
Solar Cell



1. $\text{Dye} + \text{light} \rightarrow \text{Dye}^*$
2. $\text{Dye}^* + \text{TiO}_2 \rightarrow \text{e}^-[\text{TiO}_2] + \text{Dye}^+$
3. $\text{e}^-[\text{TiO}_2] + \text{C.E.} \rightarrow \text{TiO}_2 + \text{e}^-[\text{C.E.}] + \text{energy}$
4. $\frac{1}{2} \text{I}_3^- + \text{e}^-[\text{C.E.}] \rightarrow \frac{3}{2} \text{I}^- + \text{C.E.}$

31

太陽光電發電之應用領域

• 太空用發電系統

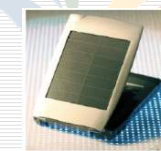


• 交通工具之電源(車、船、飛機、飛行船....)

• 偏遠地區發電系統(山區、離島、....)

• 交通標誌、號誌之電源

• 攜帶式電源



• 住宅用電力系統

• 產業工商用電力系統

• 緊急防災用電力系統

• 消費性電子產品之電源(手錶、時鐘、電子計算機、充電器、燈、玩具)

• 發電廠

32

太陽能的應用 (1/2)

應用方向	應用項目
民生相關應用	太陽能電池供電的計算機、手錶、收音機、手電筒、野營燈、照相機、兒童玩具等
建築與家用電力應用	傳統屋頂式太陽光電系統、建築整合型太陽光電系統(辦公大樓帷幕牆或外牆、停車場屋頂或遮陽棚、大樓天井、候車亭或車站屋頂)、太陽能電池與太陽能集熱複合系統
交通與道路應用	太陽能車、太陽能路燈、交通號誌、交通指示牌、公路緊急電話、太陽能電動車充電站、燈塔照明
通訊系統應用	以太陽能供電的電話或微波中繼站、無線中繼站基地台、衛星通信、偏遠地區電話箱、或雷達站等

資料來源：「95年度大專院校能源教育通識課程推動計畫」結案報告

33

太陽能的應用 (2/2)

應用方向	應用項目
農林漁牧與偏遠地區應用	以太陽能供電的農宅、溫室栽培、灌溉、自動灑水系統、農牧電籬、乳品冷藏、漁池或養殖池的揚水與自動餵食系統、離島地區電力系統、高山地區民宿或避難屋等
緊急與防災應用	以太陽能供電的區域型緊急供電系統，例如醫院、公園、學校等緊急供電；氣象或地震觀測站、河川水位或海堤安全觀測站等。
與其它能源結合應用	在偏遠但陽光充足地區與基載電力(諸如柴油發電系統)形成離尖峰用電搭配調節的功效，甚至與風力發電系統結合形成在日夜或季節上的互補電力供應功能
國防與太空應用	攜型太陽充電系統供應戰時小部隊電力、太陽電力通訊設備、軌道衛星或無人太空船的太陽能供電系統等。較長程尖端的研究甚至包括太陽能無人飛行器、太陽能衛星電力站

資料來源：「95年度大專院校能源教育通識課程推動計畫」結案報告

34

太陽能停看聽

- 太陽能利用型態：「熱能」與「光能」
 - 太陽熱能，用於熱水系統、冷氣系統及熱能發電系統；
 - 太陽光能發電，利用太陽能電池，將太陽光能轉換成直流電。
- 太陽光電環境污染問題：
 - 太陽光電因使用半導體矽晶材料，製造時會有蝕刻廢水、去光阻廢水、酸性氣體、揮發性有機物等污染問題。
 - 使用時和太陽能熱能利用一樣，幾乎不會造成環境污染。
 - 生命週期觀點：太陽能電池使用壽命長達20年，太陽能電池製造階段對環境的衝擊可以分攤。
- 太陽光電發電成本較高：
 - 不適合一般用途，或是用來集中式發電。
 - 適用於：輸電線路不易到達的偏遠地區；緊急、救災等用途。
- 技術進步、『再生能源發展條例』

資料來源：《認識綠色新能源》

35

再生能源發電技術發展現況 與經營展望—太陽光電

工研院 太陽光電科技中心

產業發展組 組長

林江財

2006年12月06日

1

獨立型太陽光電發電系統應用例



偏遠地區沒有
電力供應

太陽電池可提供燈
光、電視、汲水.....



61

太陽光電消費性產品

Solar PV charger



微星展示太陽能MP3，充一次
電可以聽2小時的音樂，預定
年底前推出。
記者陳嘉慶／攝影



Solar PV Jacket



63

太陽光電充電式背包



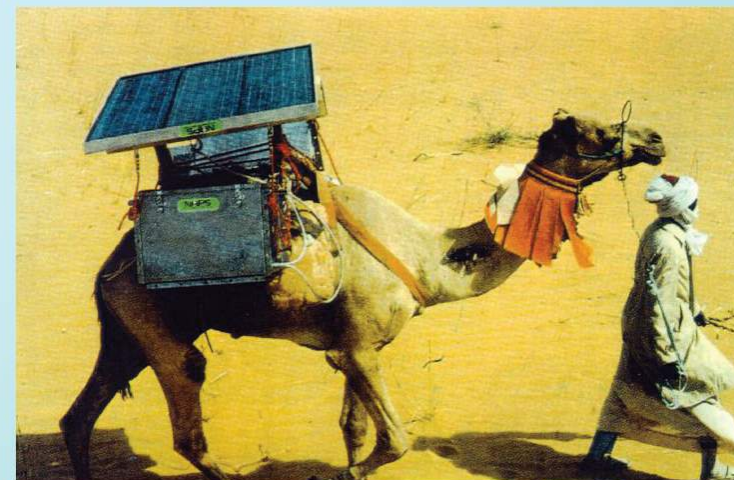
Standard Adaptors & Chargers

Price: NT\$ 6,450

<http://www.voltaicsystems.com/adaptors.shtml>

65

太陽光電在沙漠上的應用



資料來源：Shell Solar，93年05月

85