

國立臺北科技大學第二屆太陽光電論壇

太陽能光電發電系統 規劃設計及市電併聯

報告人：張瑞豐 工學博士

國立臺北科技大學 兼任助理教授

日期：2010.10.27

大 綱

- 1. 自然界最大的能源-太陽能 (P.3)
- 2. 太陽能的轉換與貯存 (P.4 ~ P.5)
- 3. 太陽能光伏發電系統架構及相關組件 (P.6 ~ P.42)
- 4. 太陽光電發電系統規劃設計重要考量 (P.43 ~ P.46)
- 5. 太陽能發電系統建構規劃與設計 (P.47 ~ P.55)
- 6. 太陽能發電系統的軟體及硬體建置 (P.56 ~ P.88)
- 7. 太陽光伏發電系統設置及市電併聯 (P.89 ~ P.104)
- 8. 系統操作、檢查維護與保養注意事項 (P.105 ~ P.109)
- 9. PV發電系統應用設計流程說明(P.110 ~ P.119)
- 10. 孤島效應 (P.120 ~ P.127)
- 11. 相關法規 (P.128 ~ P.132)
- 12. 參考資料 (P.133)

1. 自然界最大的能源-太陽能

太陽能的特點是取之不盡，用之不竭，同時亦不會汙染空氣和環境。

現今的**能源構成**，大部分是由太陽能量的轉換和儲存為**各種形式的能源型態**應用。其中包含各種形式的**礦物燃料**(煤、天然氣和石油)是來自於原始時代的**有機物**，而有機物又是依賴太陽能的**光合作用**而成長的。燃燒用的**植物燃料**(柴草、木炭)是由**植物**經由光合作用所**積累**起來的太陽能。

2. 太陽能的轉換與應用

太陽能可直接轉換為其它能量形式加以應用，其換的形式有下列三種類型：

一、直接聚集太陽熱能加以利用

利用熱箱原理或各種類型的反射鏡，將太陽光匯聚後投射到吸熱表面而製成的太陽熱能應用設備。

二、透過光合作用利用太陽能

所有綠色植物都是透過光合作用，直接利用太陽能轉換為生物質能，使植物成長。

三、利用光伏發電效應使太陽能轉換為電能

利用以光生伏打效應原理製成的太陽能電池將太陽輻射能直接轉換成電能的發電系統。

2. 太陽能的貯存

太陽能的貯存方法可分為二大類。

一、熱能的直接貯存--蓄熱或貯冷

(1)短期貯存: 幾個小時、一天或幾天。

(2)長期貯存: 半個月、一個月、一季、半年、一年。

二、太陽能轉換為其它形式能量的貯存

(1)生物質能貯存: 太陽能轉換為生物質能(植物、木材)
而積累使植物成長。

(2)電能貯存: 太陽能轉換為電能(太陽電池發電)而將電
能貯存於蓄電池組。

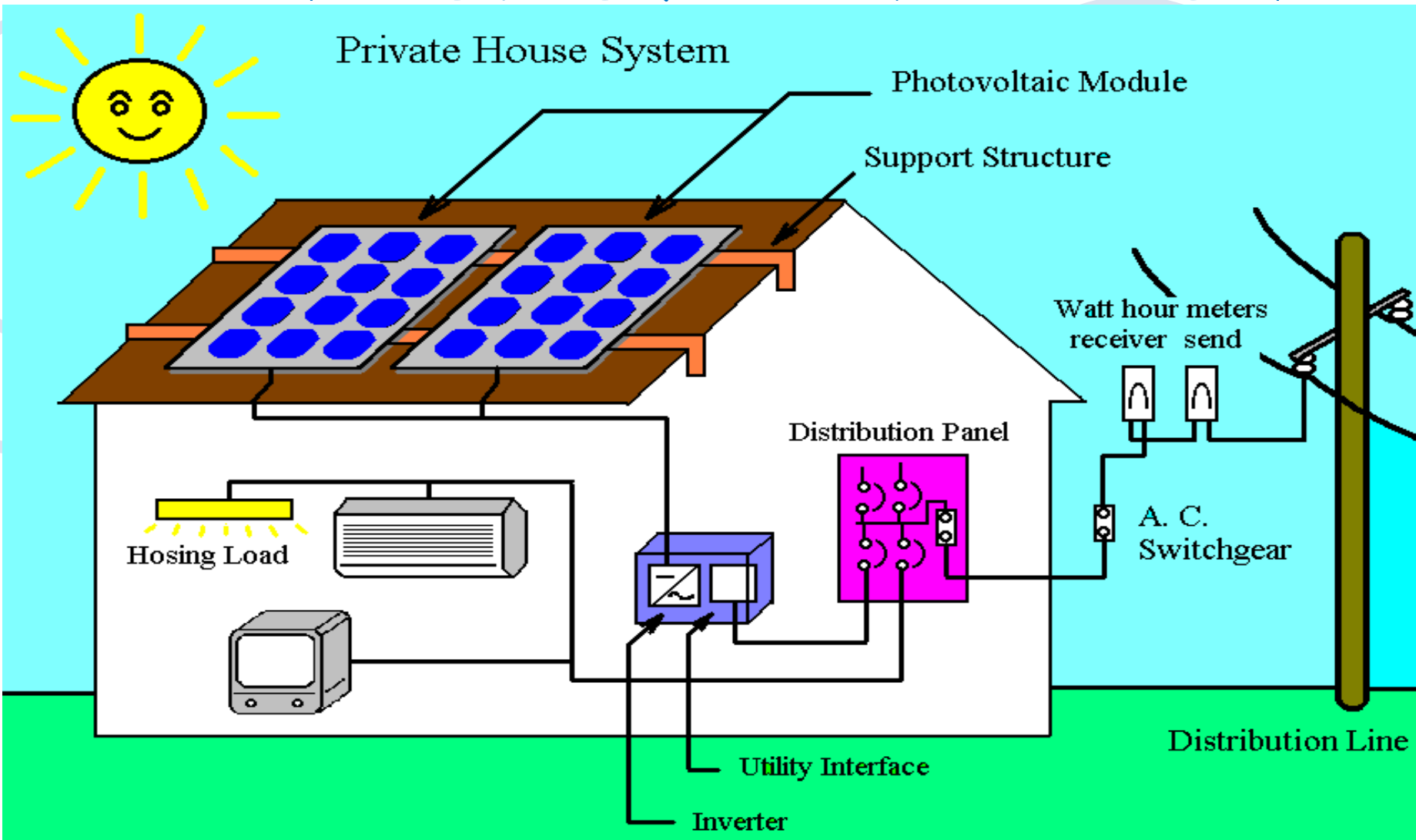
3. 太陽能發電系統架構(1/2)

- 系統架構
- 組件示意圖
- PV發電系統分類
- PV發電系統組成設備

3. 太陽能發電系統架構(2/2)

- 許多太陽電池單元 (Solar Cell) 組合後，成為太陽電池模組 (Module)；由數個太陽電池模組，組合而成太陽電池陣列 (Array)，加上儲能系統及轉換器，即合稱為太陽能電池系統。
- 住宅用太陽光伏發電系統透過功率調節器 (逆變器、並網保護裝置等)，結合太陽能電池系統，經由架設管線、交直流接線箱、配電箱及電表等組合而成。

3. 住宅用市電併聯型 太陽光電發電系統組件配置示意圖



3. 大型太陽光伏發電系統元件組成 ($>1 \text{ kWp}$)



太陽電池單元
(Solar Cell)



太陽電池模板
(PV Module)



太陽電池組列
(PV Array)



蓄電池組列(Batteries)

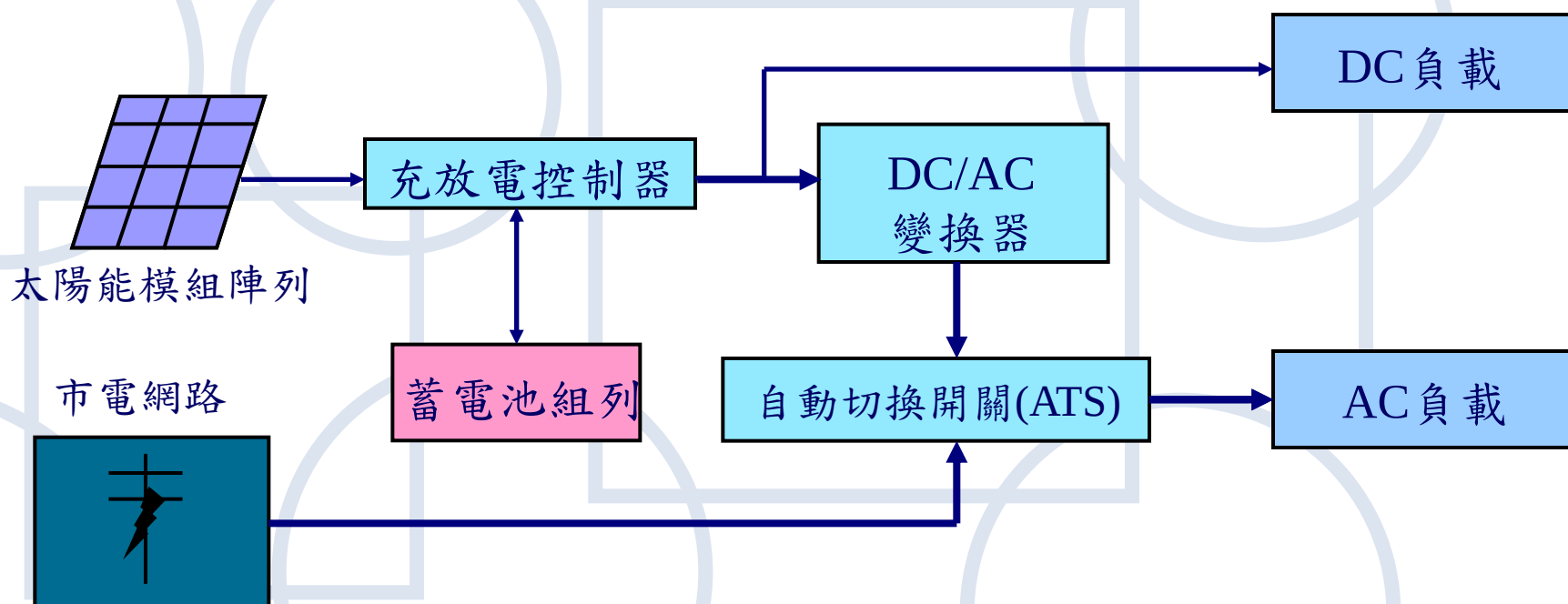


電力轉換器
(電力調節器)
(Inverter、Power
Conditioner)



太陽光伏發電系統

3. 住宅用市電併聯型系統架構方塊圖



3. PV發電系統分類

- PV發電系統是根據系統組成與負載型式進行分類，首先系統組成主要分為獨立型、並聯型和防災型，再依負載型式(交流或直流)及蓄電池的有無來分類。規劃時，應根據用途需求，選擇合適的系統組成。

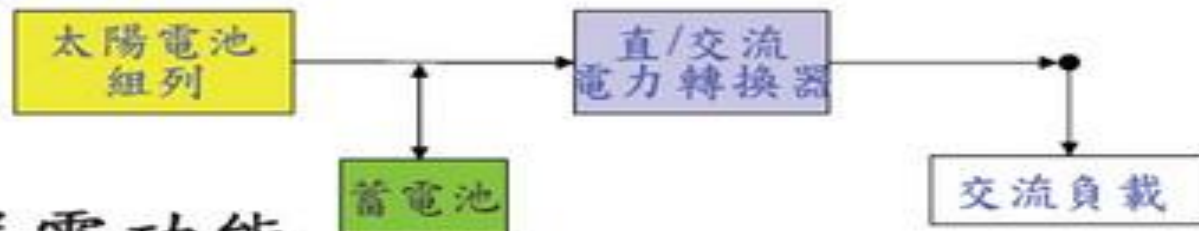
3. PV 發電系統組成設備

■ 系統主要組成元件

類型	市電併聯型	獨立型		混合型
		交流電源型	直流電源型	
太陽能光電模組	○	○	○	○
變流器	○	○	×	○
突波吸收器	○	○	○	○
防逆二極體	○	○	○	○
充放電控制器	×	○	○	○
深循環蓄電池	×	○	○	○
支架工程	○	○	○	○
配線工程	○	○	○	○
結構技師簽證	○	○	○	○
市電併聯申請	○	×	×	○

3. PV發電系統分類方塊圖

■ 無逆送電功能-獨立型(Stand Alone)系統

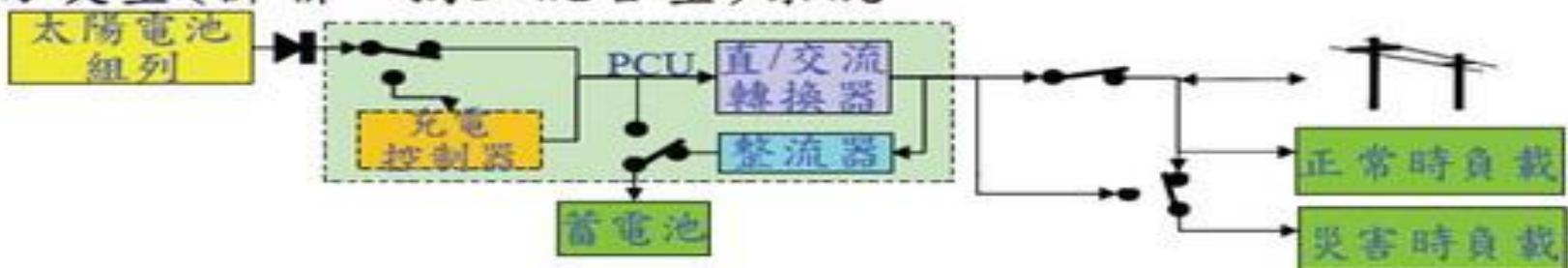


■ 有逆送電功能

□ 併聯型(Grid Connected)系統

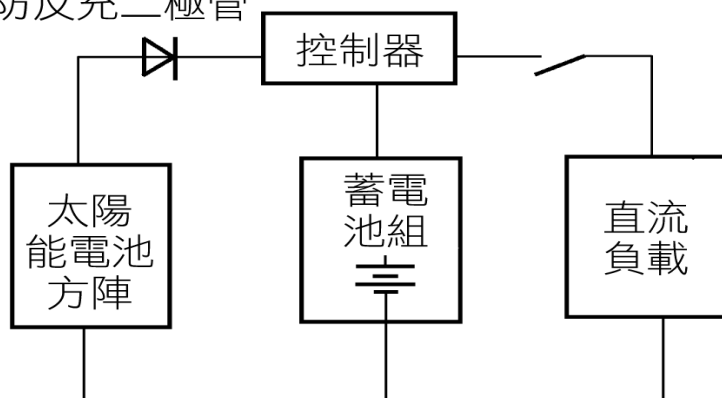


□ 防災型(併聯、獨立混合型)系統

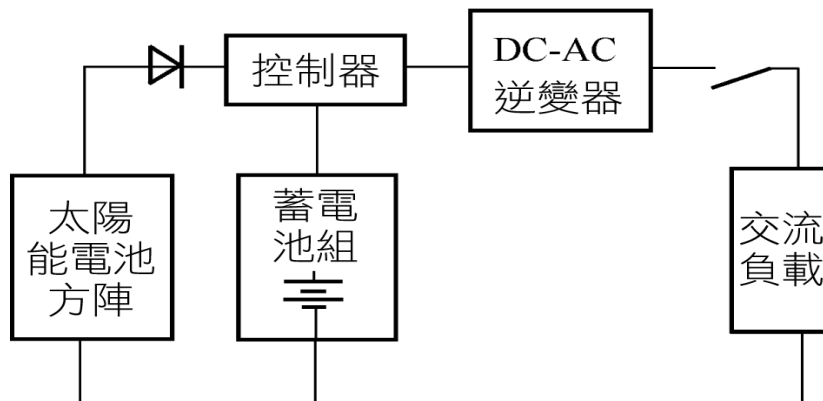


3. 獨立型PV發電系統組成方塊圖

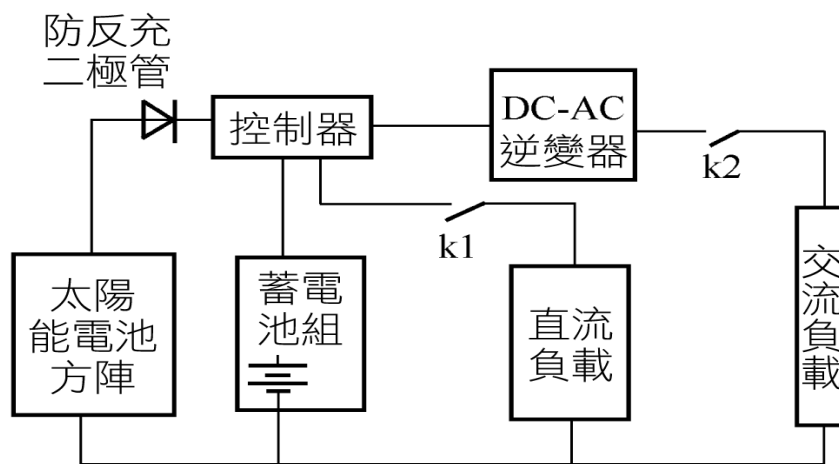
防反充二極管



(a) 直流系統

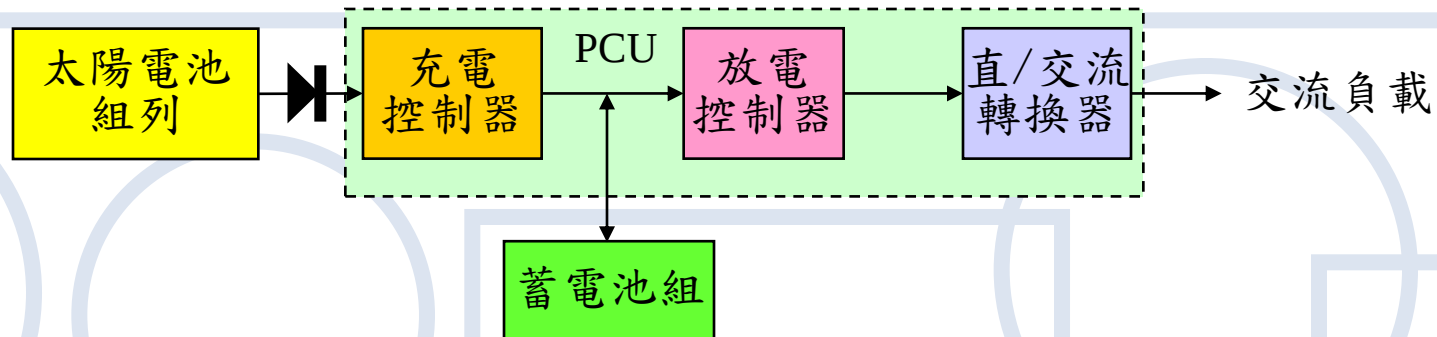


(b) 交流系統



(c) 交直流混合系統

3. 獨立型系統規劃設計注意事項



適用地點：高山、離島、基地台....等**市電無法到達處。**

工作方式：**白天** PV 發電、向蓄電池組充電及提供負載用電；夜間或陰天則完全由蓄電池組供電，系統必須建置自給自足的**供電能力**。

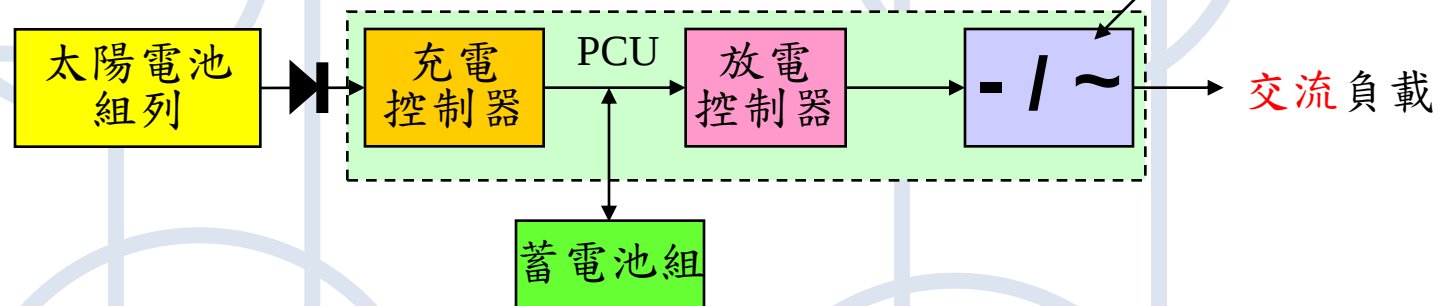
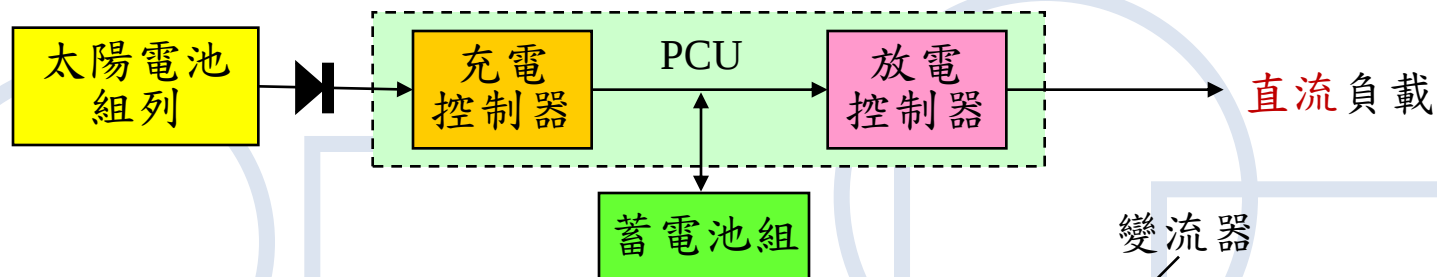
注意事項：

- 系統規劃設計考量的因素多(太陽電池組列、蓄電池組容量、負載與陰天日數等**安全係數**精確性的決定較困難)。
- 儲能系統蓄電池組的建置複雜、成本高及壽命短。
- 系統組件及負載容量搭配不良時，發電效能不佳及利用率將偏低。
- 系統需由專人隨時維護。
- 混合系統將是缺點的解決方法。

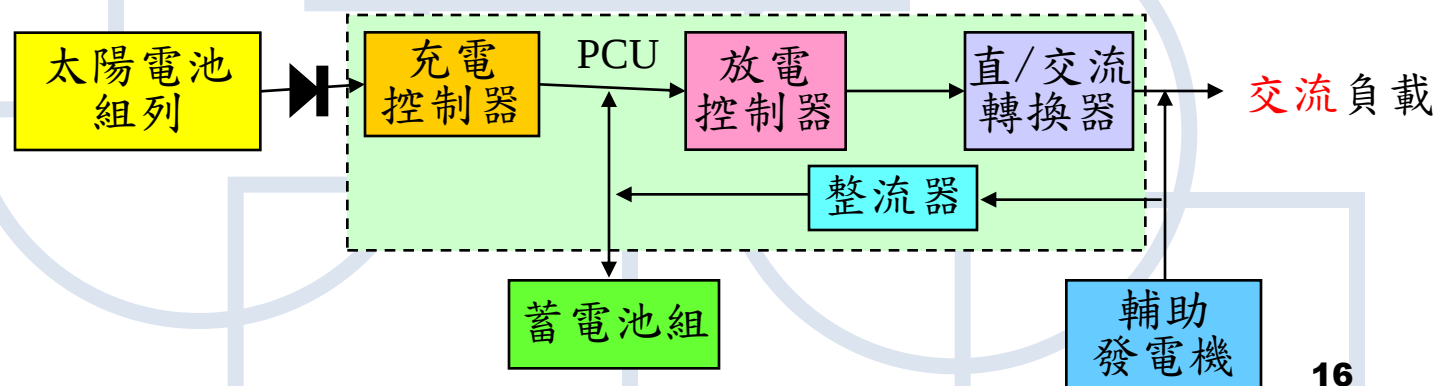
3. 獨立型與獨立混合型系統組成架構

(A) 獨立型直流系統
(Stand-Alone DC System)

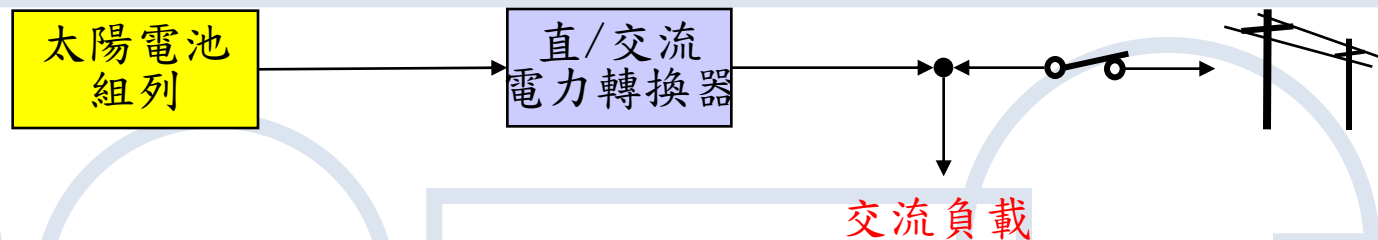
■ 蓄電池壽命保護



(B) 獨立混合型交流系統
(Hybrid AC System)



3. 併聯型系統規劃設計注意事項



適用地點：電力可正常送達之任何地點

工作方式：

- 白天 PV 系統併聯發電、夜間由台電供電
- 將市電電力系統當作一個無限大、無窮壽命的蓄電池組

優點：

- 系統簡單、不需安全係數設計(依預算設計)、不需要專人維護
- 併聯發電效率高、利用率高

缺點：

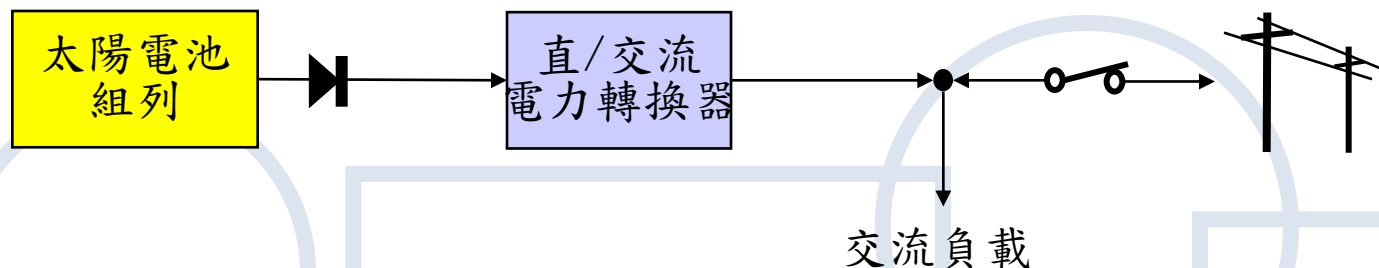
- 停電時無電可用
- 受併聯法規限制
- 有孤島效應，技術已解決

3. 併聯型系統組成架構

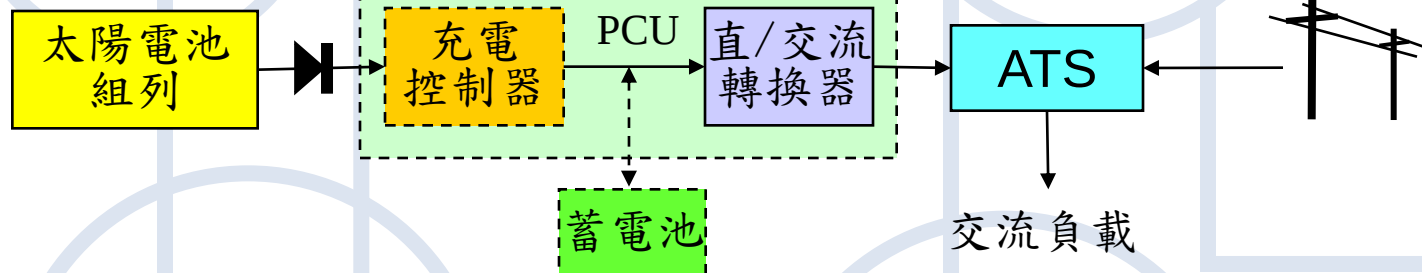
(A) 併聯系統 (Grid-connected System)

特殊功能：

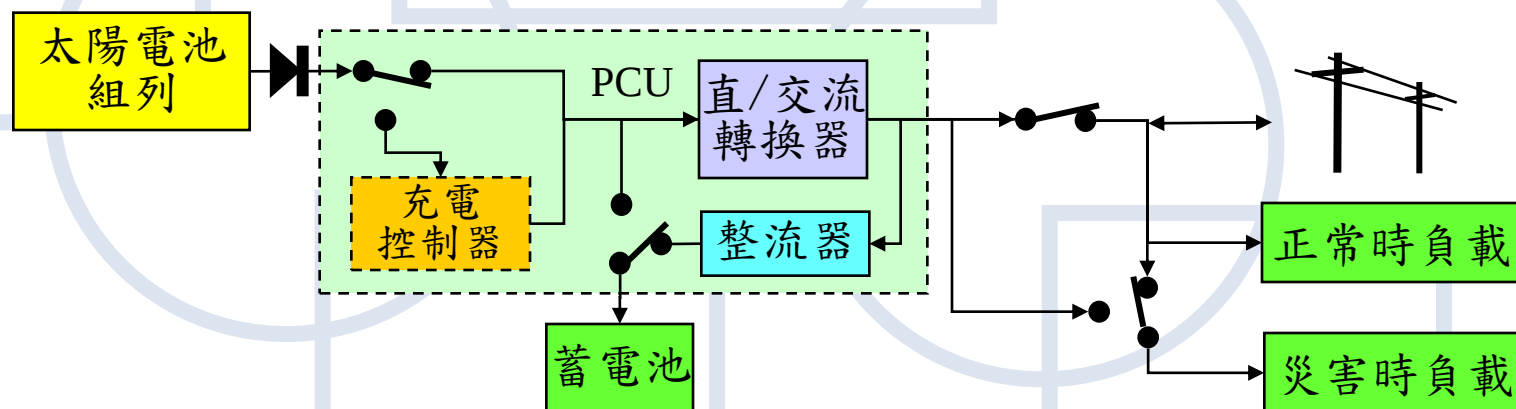
1. 最佳效能
2. 防止獨立運轉(連線保護)



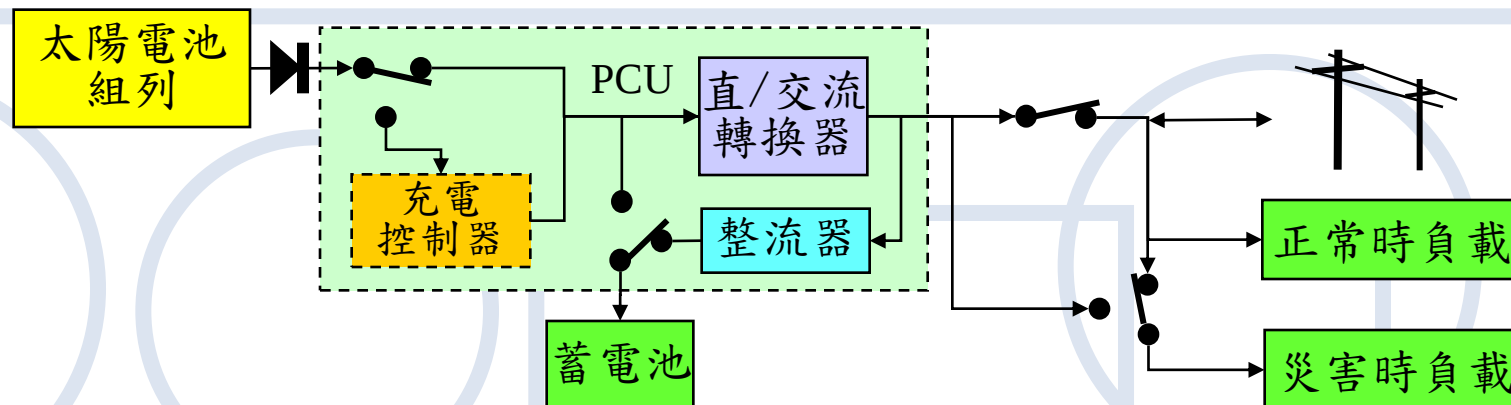
(B) 防逆流型系統 (Off-line System)



(C) 防災型 併聯系統



3. 防災併聯型系統規劃設計注意事項



適用地點：有防災需求(照明、汲水、通信....)之公共設施
工作方式：

- 平時PV併聯發電(電池浮充)、效率高、利用率高、夜間由台電供電
- 視需要建置供防災用電池組，大停電時白天 PV 發電供負載並充電、夜間由電池組供電

缺點：

- 含電池組成本較高
- 系統較複雜，需專人定期維護

3. 太陽電池模組及陣列

- 太陽光電轉換的**最小單元**稱為**太陽電池**，一般分為4吋、5吋及6吋，是利用**晶圓片**加工而成。
- 將太陽電池**單元每36片或72片**串、並聯及採用玻璃層及鋁框封裝後，便成了12伏特或24伏特的**太陽電池模組**。
- 將多片太陽電池**模組**串聯及並聯，就成了**太陽電池陣列**。

3. 太陽電池模組陣列示意圖



太陽電池

太陽電池模板



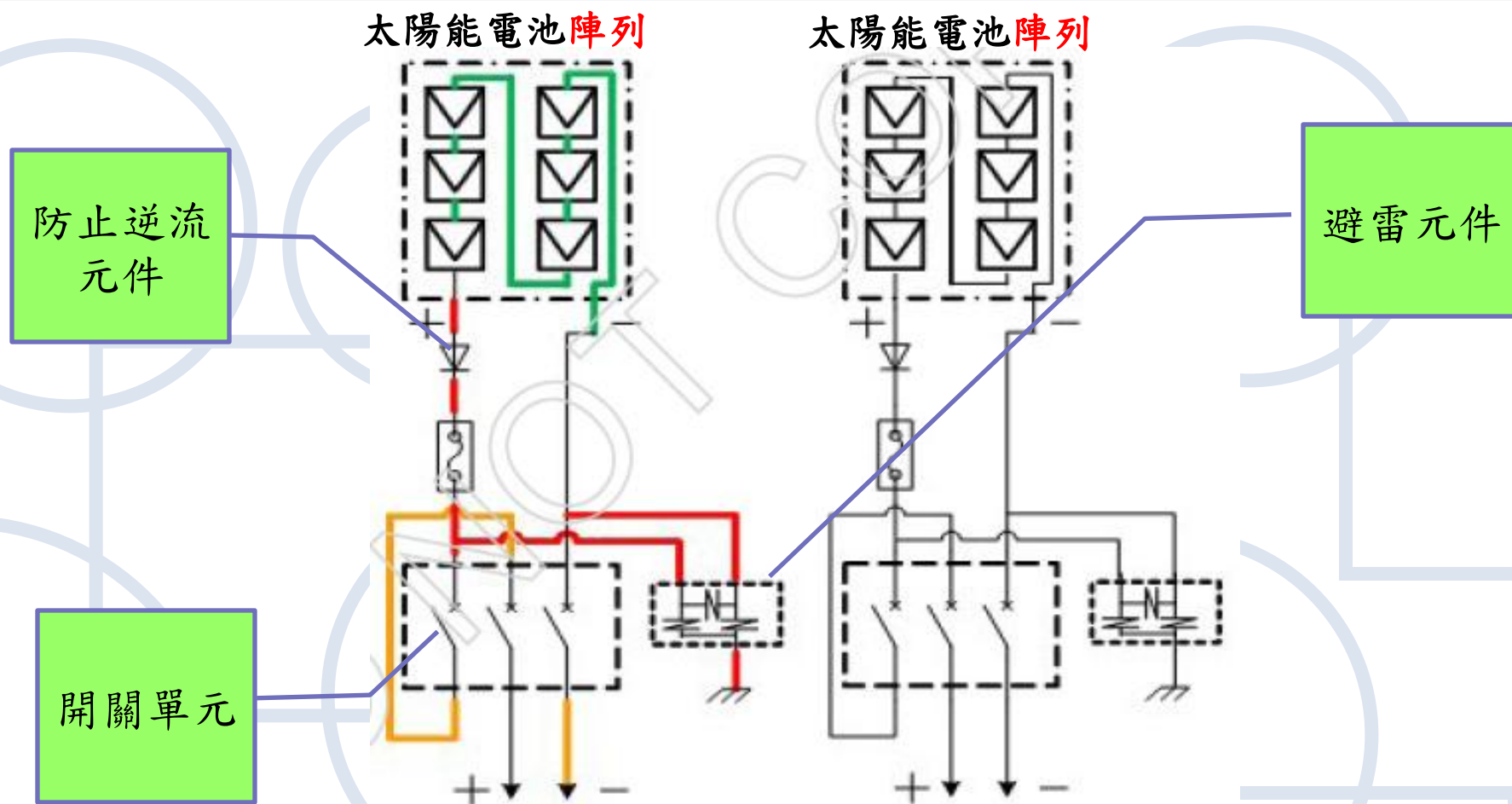
太陽電池組列

3. 高聚光型HCPV太陽能發電系統---屋頂式



1.5 kW Roof-Type HCPV System
(Spirox, Hsin-Chu, Taiwan)

3. 太陽能電池陣列電路接線示意圖



3. 太陽能光電轉換器-太陽電池 I-V特性

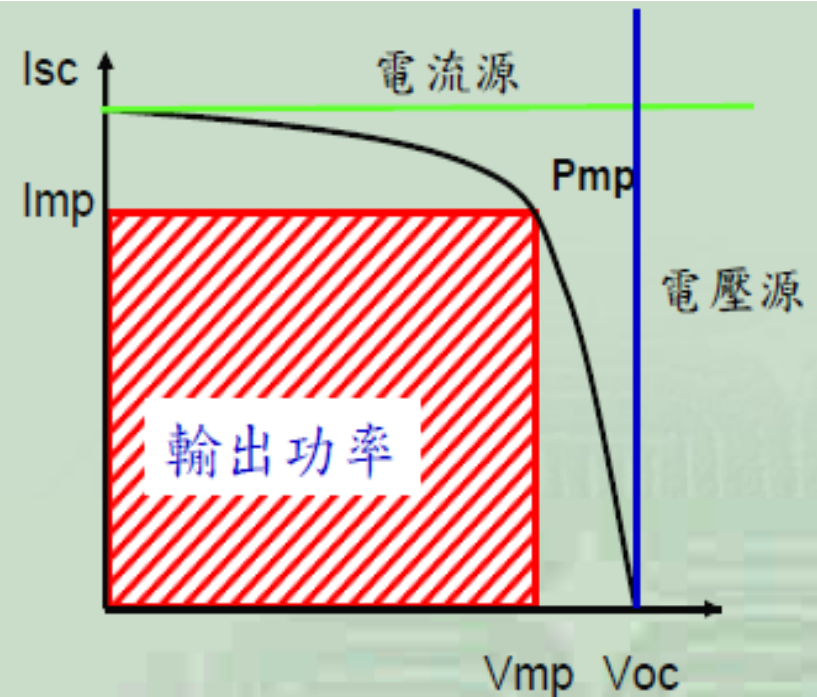
V_{oc} ：開路電壓(V)

I_{sc} ：短路電流(A)

P_{mp} ：最大輸出功率(W)

V_{mp} ：最大輸出功率時之電壓(V)

I_{mp} ：最大輸出功率時之電流(A)



填充因子 Fill Factor (F.F.) = $(V_{mp} \times I_{mp} / V_{oc} \times I_{sc}) \times 100\%$

太陽電池效率 (Efficiency) = $(P_{mp} / \text{輸入日照功率}) \times 100\%$

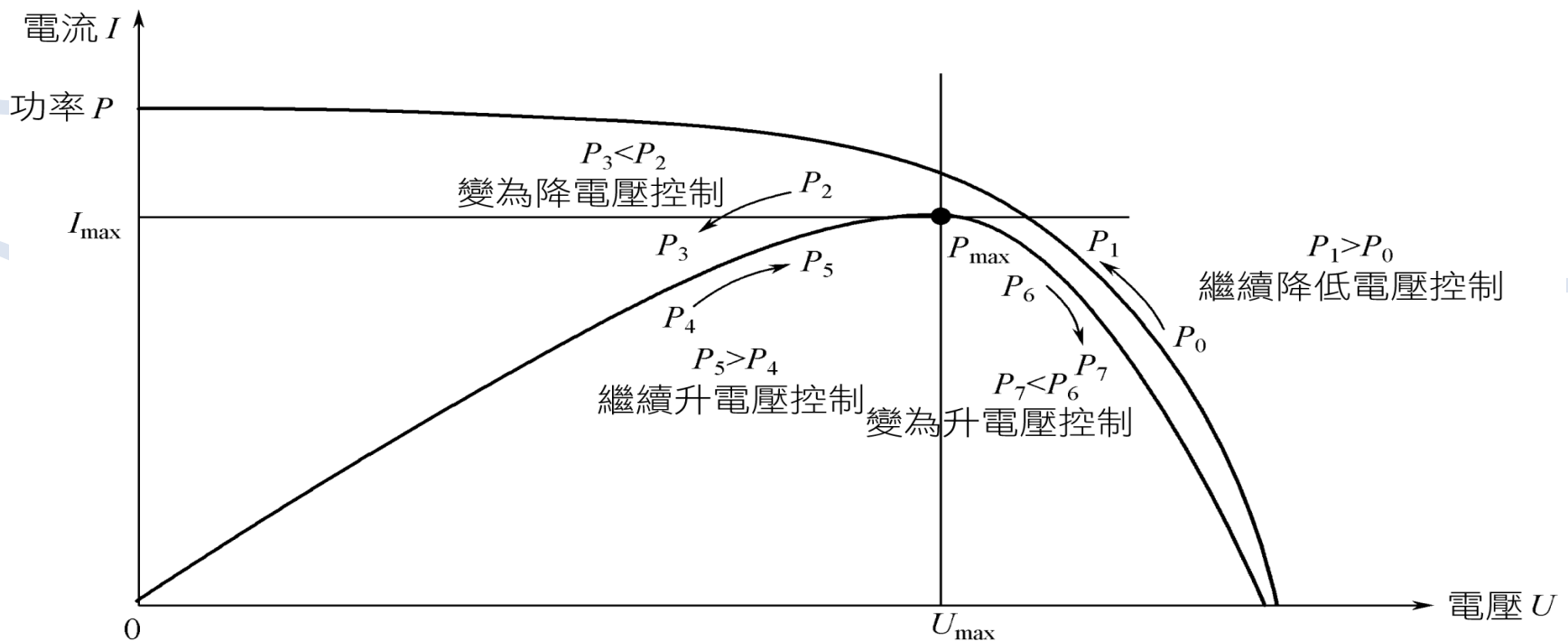
*輸入日照功率(W) = 太陽電池面積(m^2) $\times$ 日照強度(W/m^2)

*日照強度為 $1,000 W/m^2$ 之最大輸出功率即為 Wp (峰瓦)

資料來源：工研院太電中心

3. 最大功率點追蹤(MPPT)技術

太陽能電池陣列的輸出隨著太陽輻射照度和太陽能電池陣列的表面溫度而變動，因此需要跟蹤太陽能電池陣列的工作點並進行控制，使陣列始終處於最大輸出，以獲取最大的功率輸出。



3. 追蹤太陽能功率的方法

最大功率點追蹤法	優點	缺點
電壓迴授法	最簡單	大氣條件大幅改變時,系統便不能自動地追蹤到太陽能光電池的另一個 MPPT
功率迴授法	減少能量損耗以及提升整體效率	較為複雜且需較多的運算過程
擾動觀察法	結構簡單且需量測的參數較少	到達(P_{max})附近之後,會在其左右震盪,造成能量損耗,在大氣條件變化緩慢時更為嚴重
三點權位比較法	降低傳統擾動觀察法不明的干擾及判斷錯誤造成的功率損失	運算時間比傳統擾動觀察法長以及在日照量快速變化下無法達到 MPPT
增量電導法	減少 P_{max} 點附近的震盪,使其更能適應瞬息萬變的大氣條件	當感測器無法達到非常精密的量測時,其誤差是不可避免的
直線近似法	簡單且有一定的準確度	太陽光電池及元件的老化造成可能失去原有的準確性
實際量測法	以實際量測來建立參考模型,可避免因太陽光電池及元件的老化而失去準確度	對小功率系統不符合成本,對大功率系統需考慮覆蓋太陽能模組

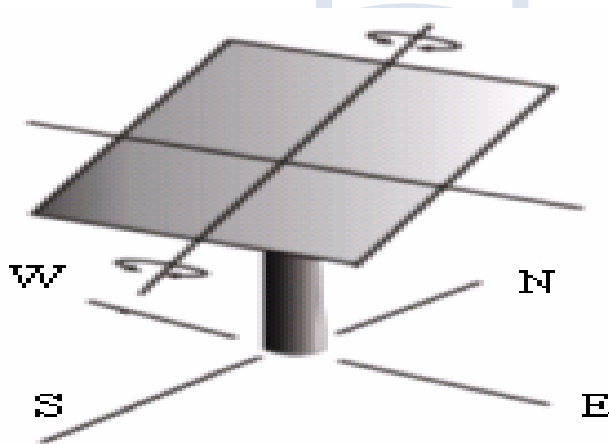
3. 追日機構系統



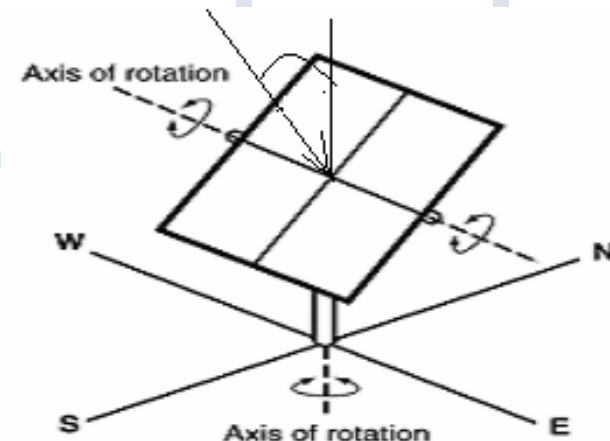
Active solar tracker



Two-axis solar tracker provides rotational and tilting movement to solar panels.



Single axis tracking system



Dual axis tracking system

3. 雙軸追日系統之應用例

apostolos bobolas™
SOLAR PARKS

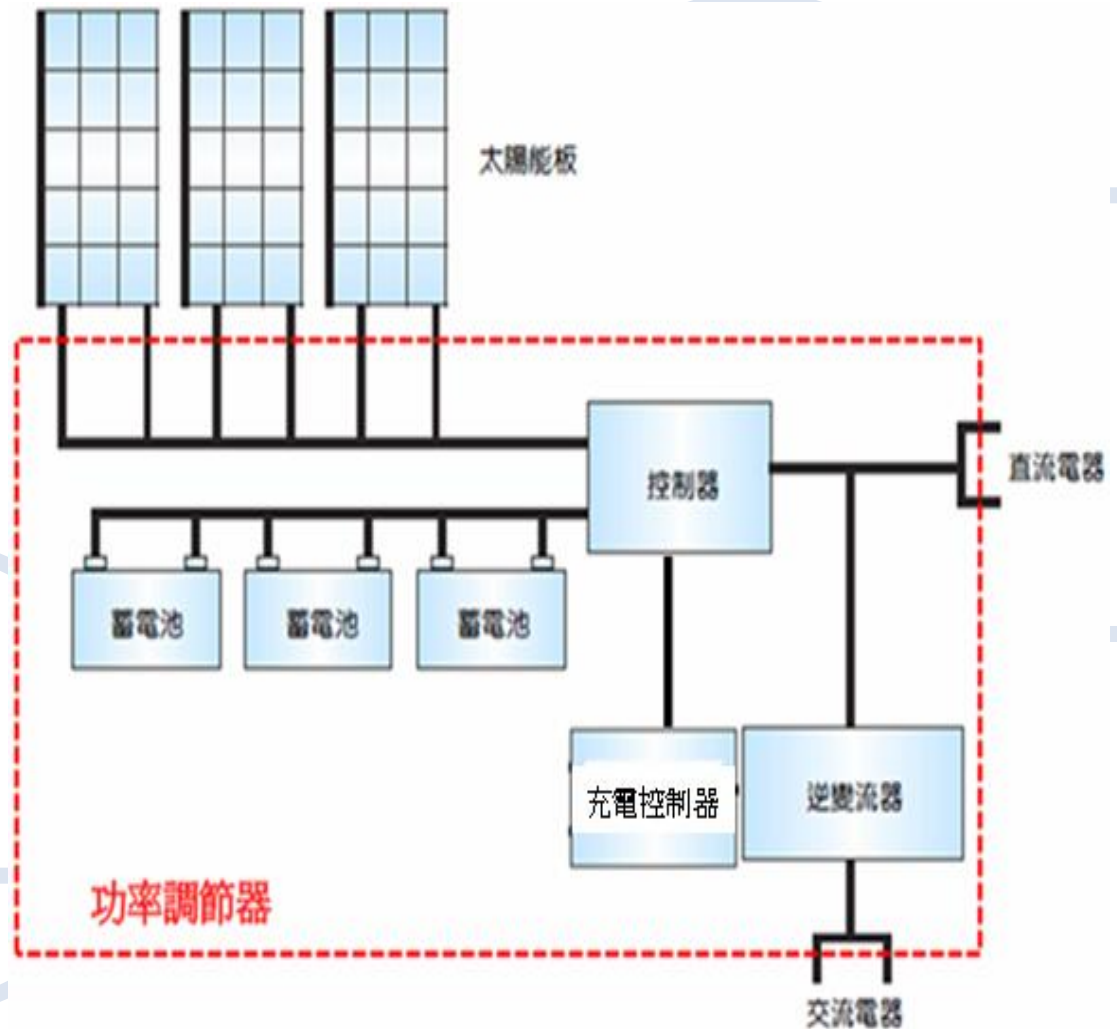


Bobolas Tracker™
2 Axes Sun Tracking System

Filmed and Edited by vbob@madseeds.com

3. 功率調節器

- 儲電能系統
 - 蓄電池組列
 - 充放電控制器
- 變流器(逆變器)



3. 儲電能系統

- 儲電能系統以蓄電池組列、充放電控制器及監控裝置為主，蓄電池組列種類包含傳統鉛酸蓄電池、奈米鉛酸蓄電池及閥調式鉛酸蓄電池(VRLA)等。



3. 一般鉛酸蓄電池規格

描述	產品規格	
蓄電池規格	12V	24V
最大輸入電壓	DC 22.5 V	DC 45 V
控制器的輸出	DC 12 V (8~14.0)	DC 24 V (18.0~28.0)
浮充電壓 (FCV)	DC 13.6V (13.0~15.0)	DC 27.2V (26.0~30.0)
吸收電壓 (ACV)	DC 14.6V (14.0~16.0)	DC 29.2V (28.0~32.0)
低壓斷路 (LVD)	DC 11.1V (10.5~12.5)	DC 22.2V (21.0~25.0)
低壓回復 (LVR)	DC 12.4V (11.5~13.5)	DC 24.8V (23.0~27.0)
溫度補償 (mV/ °C)	-20 for Ni-Cd -30 for Lead acid	-40 for Ni-Cd -60 for Lead acid
操作溫度	-40°C ~ 70°C	
操作濕度	20% ~ 80%	
最大充電電流	15A	
最大輸出電流	15A	
外觀尺寸	L182.0 x D82.6 x H38.3mm	

3. 小型太陽能家用發電系統



上圖所示為小型**太陽能**家用發電系統(Small Home System, SHS)由**太陽能光電板**產生電力，其所產生之**直流電**，透過電力轉換器充入**蓄電池**，然後將直流電轉換成**交流電**，立即可提供負載之電器使用；**架構**包含有太陽能光電板、蓄電池、電力轉換器。本產品為一個多功能的電力轉換器，有別於傳統轉換器，將**MPPT 充電器**及**直交流轉換器**集於一機，提供DC 12V、DC 5V、AC 110V 多選擇負載用電，**應用範圍**包括電腦、通訊、旅行、家庭娛樂、露營、緊急用電等等應用。(資料來源: 鍊德公司)

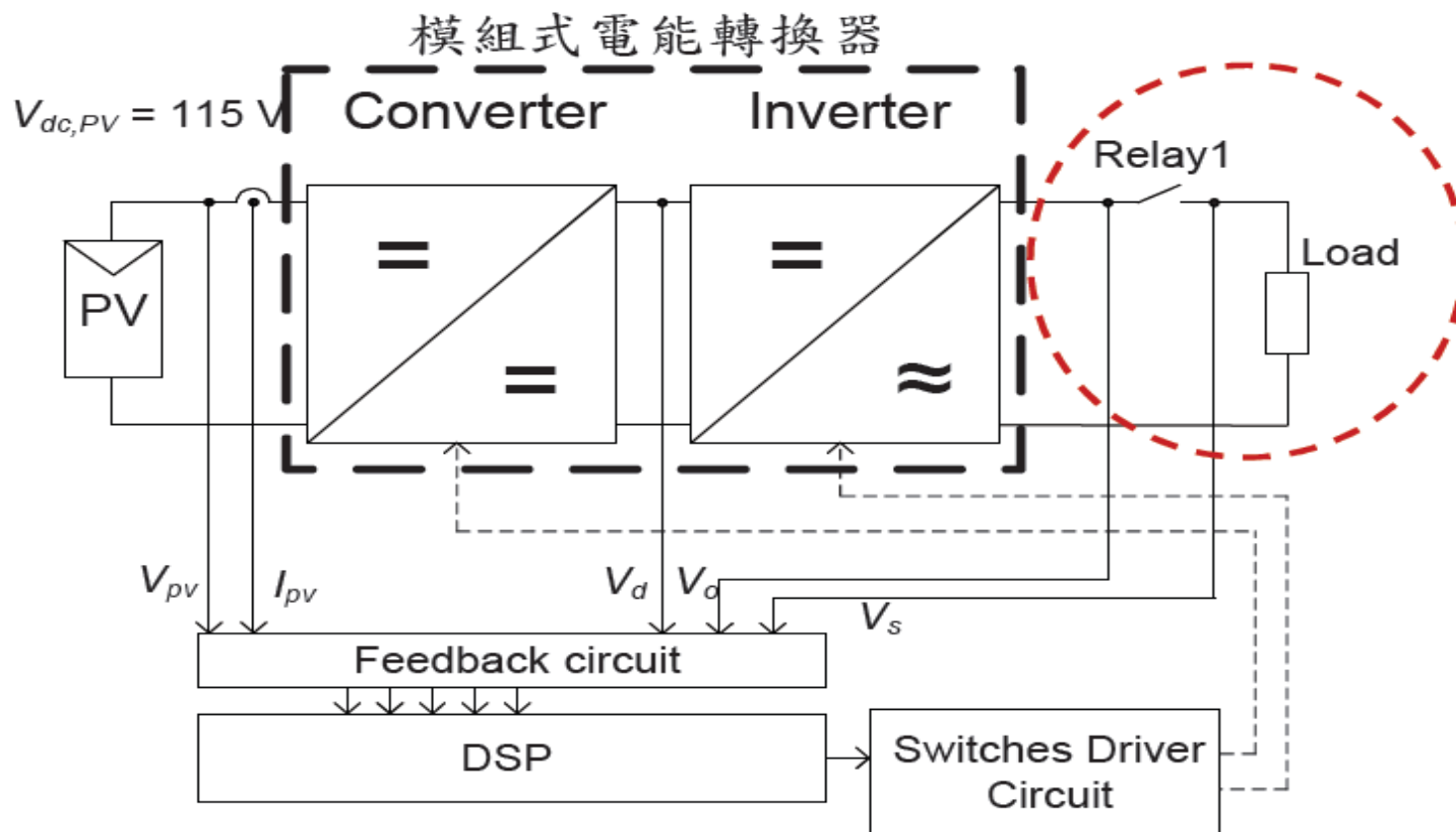
3. 變流器功能

- 在設計範圍內，輸出電壓及電流不因負載變化動而變化，使輸出功率保持最大。
- 具有抑制輸出電流諧波功能
- 自動進行電壓調節，使電壓維持在一定範圍內。

3. PV發電系統電能變換技術

- * 獨立型 PV DC-AC 轉換架構圖
- * PV DC-DC 轉換器
- * 並聯型 PV DC-AC 轉換器示意圖
- * 並聯型 PV DC-AC 轉換架構圖
- * PV DC-AC 變流器
- * PV 電能轉換控制晶片 FPGA 功能
- * 電能轉換監控系統架構圖

3. 獨立型 PV DC-AC 變換架構圖



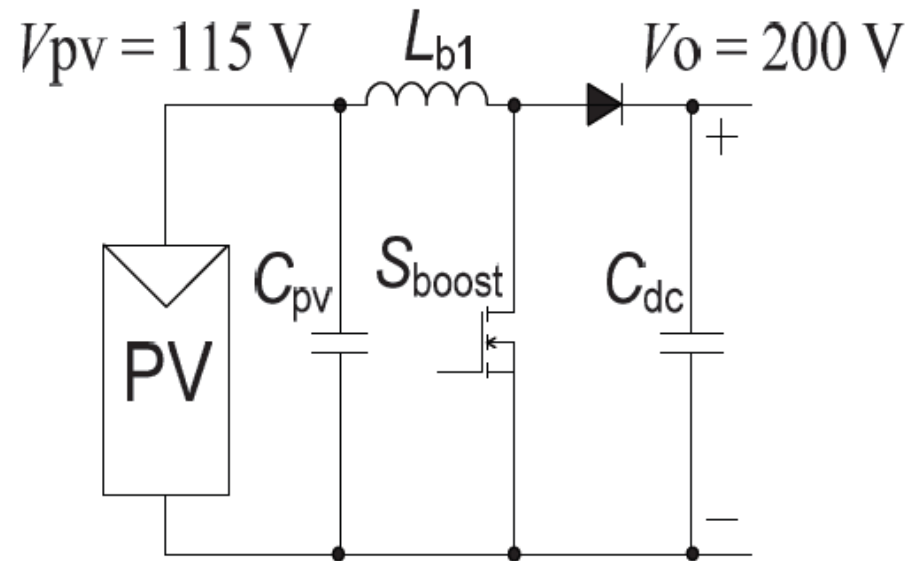
獨立型太陽光電能轉換系統架構圖

3. PV DC-DC 轉換器

DC-DC Converter

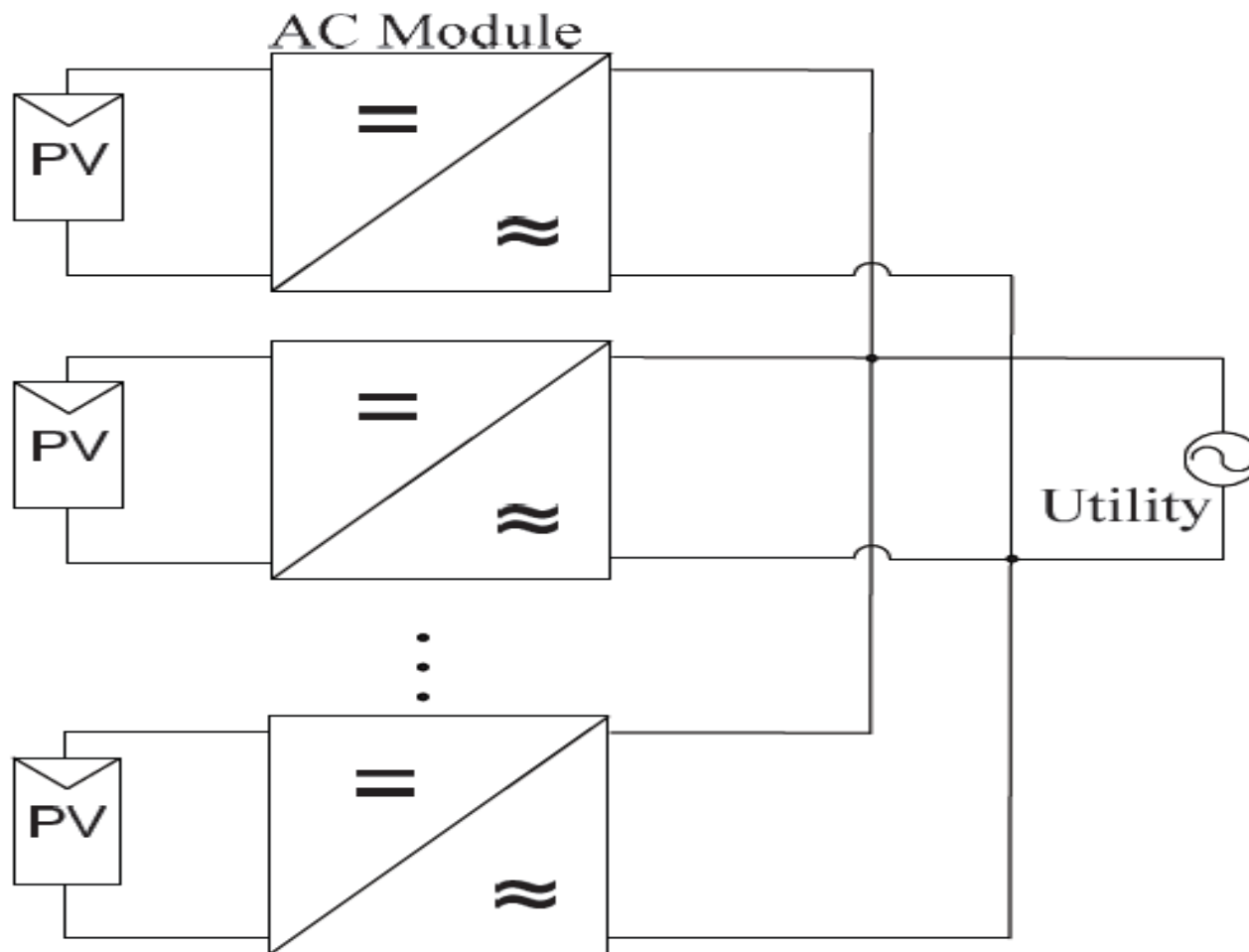
- $V_{pv}/V_o = 1/(1-D)$
- Switch 與電路共地
 - 無需額外隔離驅動電路
- $V_{pv} = 50V \sim 115V$
 - PV array 額定電壓的輸出下，輸出 V_o 皆能達到定電壓的效果

Boost Converter



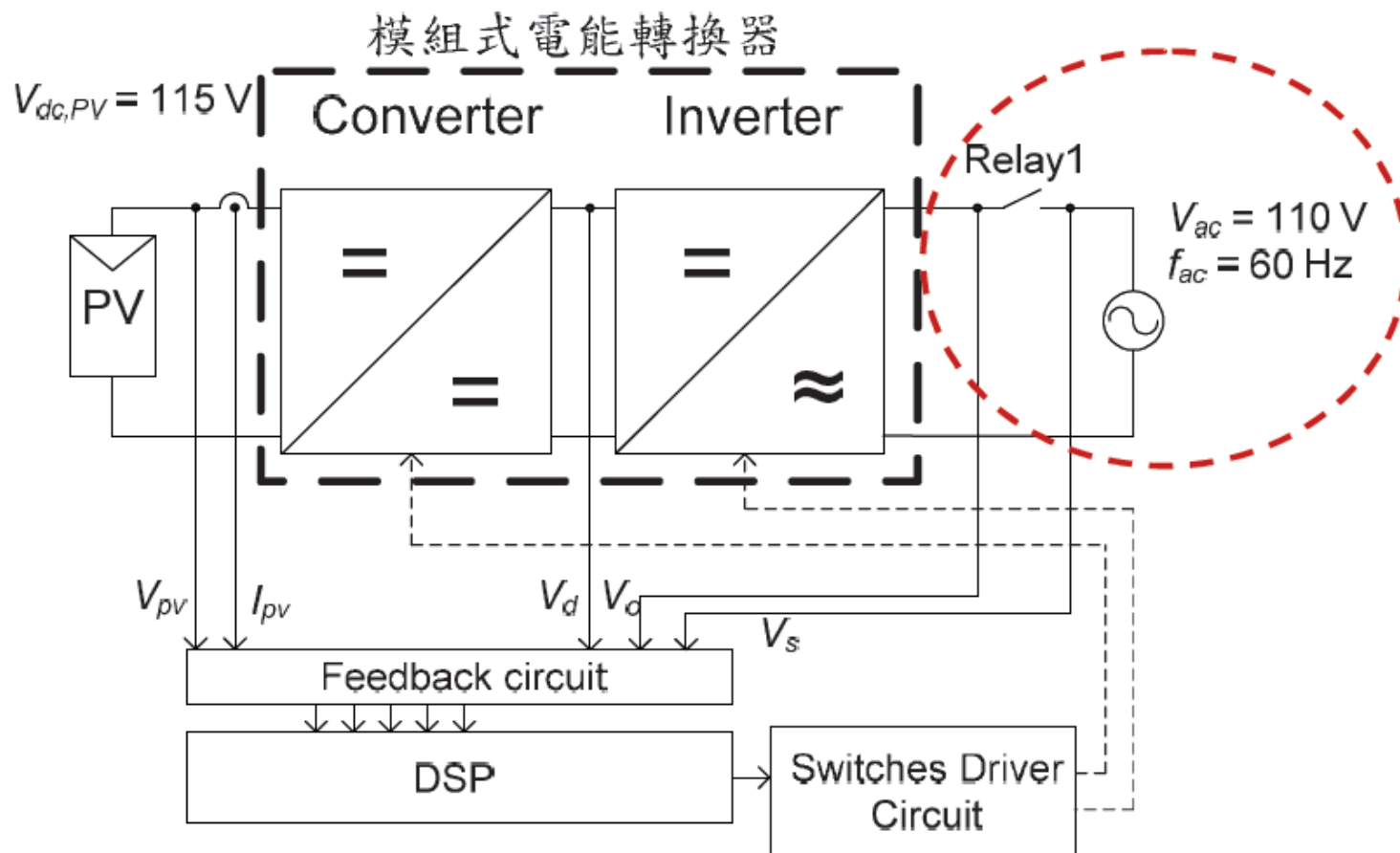
圖四 DC-DC Converter

3. 並聯型 PV DC-AC轉換器示意圖



併聯型AC模組轉換器示意圖

3. 並聯型 PV DC-AC轉換架構圖



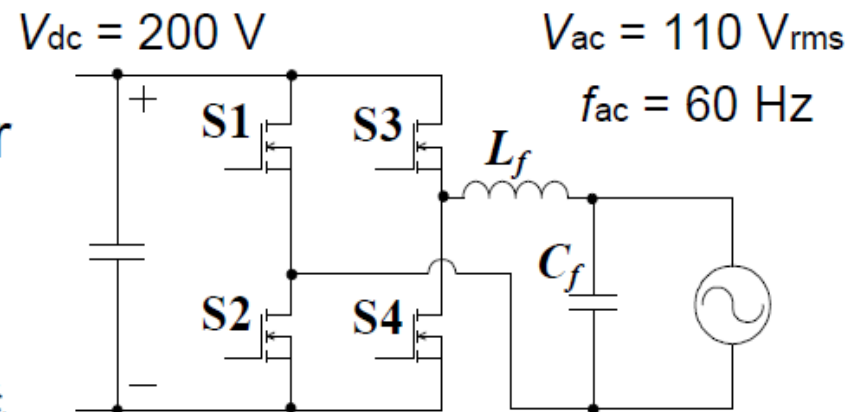
併聯型太陽光電能轉換系統架構圖

3. PV DC-AC 變流器

DC-AC Inverter

- $V_{ac}/V_{dc} = V_s/V_{tri}$
 - V_s : 正弦波峰值
 - V_{tri} : 三角波峰值
- S1 and S3 high side driver
 - 需要另外設計隔離驅動電路
- 具MPPT最大功率追蹤功能
- 電路具有鎖相市電之功用
- 調節輸出電壓與市電併聯
- 自動偵測孤島運轉之功能

Full-Bridge Inverter



圖五 DC-AC Inverter

3. PV 電能轉換控制晶片 FPGA 功能

元件可程式邏輯閘陣列（FPGA, Field Programmable Gate Array），是一個含有可編輯元件的半導體設備，可供使用者程式化的邏輯閘元件。

FPGA

■ 組合或循序邏輯電路 → 單一晶片

優點歸納

■ 允許重新規劃

- 符合設計者使用硬體程式化的需求

■ 晶片內部邏輯閘數目 (Gate Count) 從 2000 至 25000 個

■ 低耗電率可程式邏輯陣列

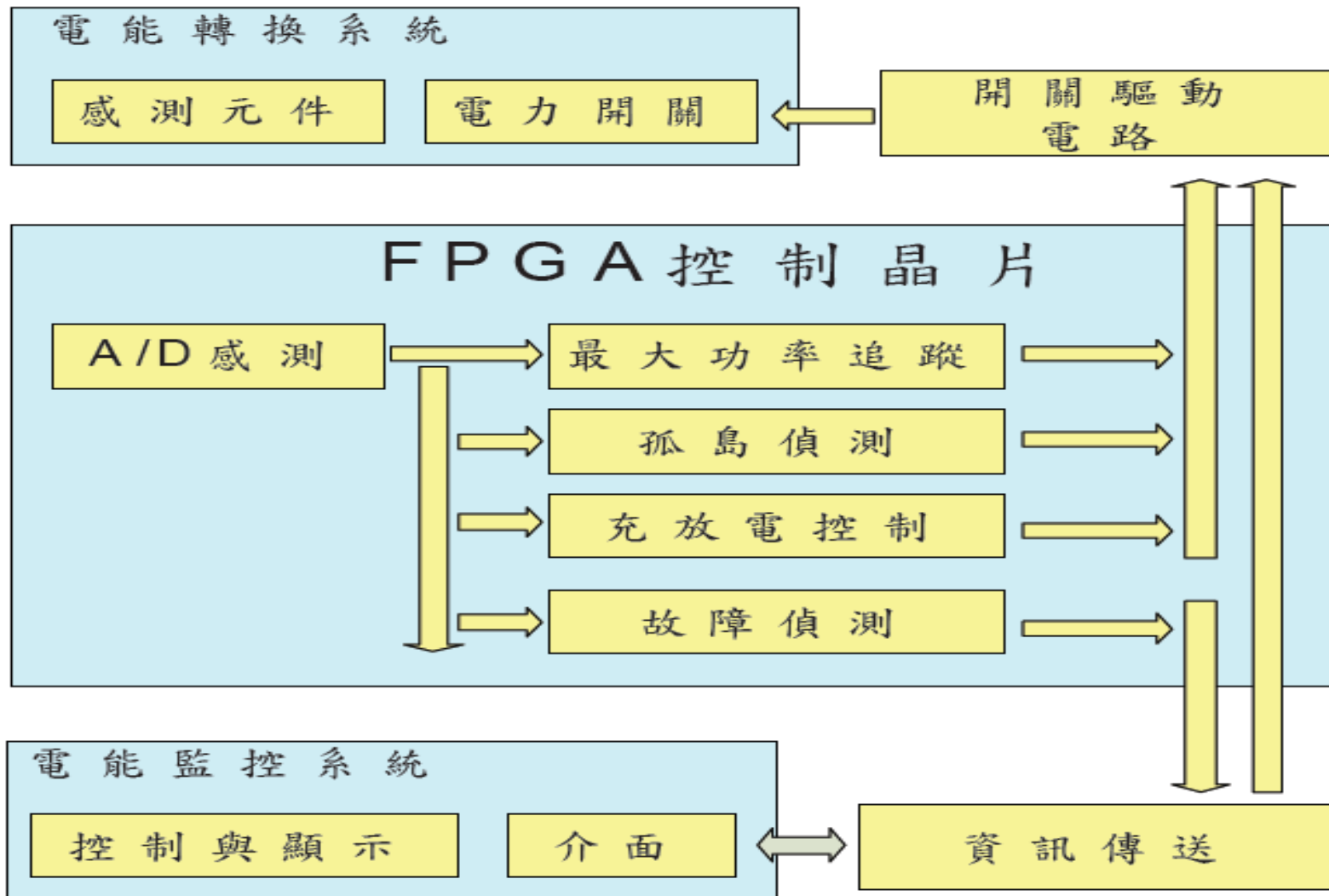
■ 發展系統軟體之多項選擇模式透過

- 可適用於硬體邏輯功能規劃及繞線

- 常用電路描繪、流程圖與硬體描述語言撰寫 (HDL)

■ 自行定義繞線功能，且隨不同設計的要求而修改，以完成線路設計和驗證

3. 電能轉換監控系統架構圖



4. 太陽光電發電系統規劃設計重要考量

太陽電池一年能發多少電？

太陽光發電的成本？(簡易估算)

太陽光發電需要多少土地？

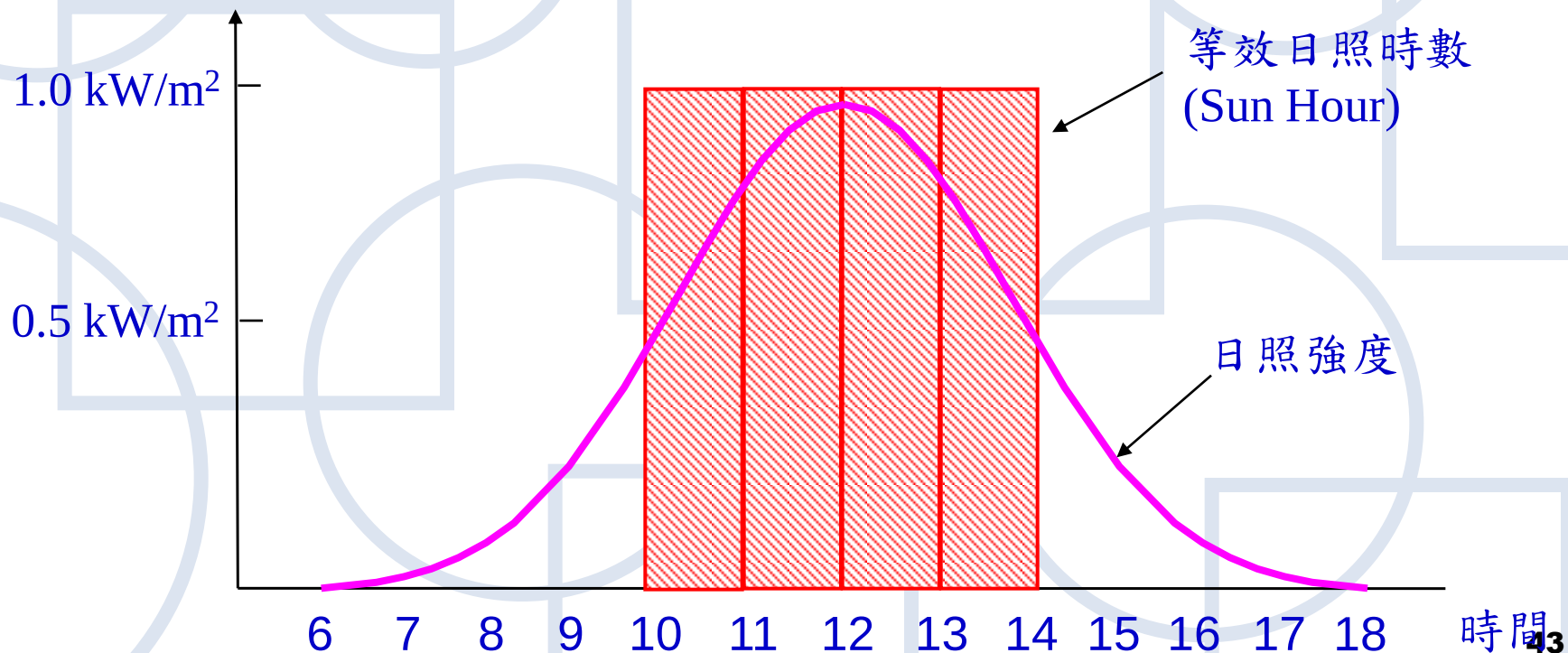
4. 太陽電池一年能發多少電？

組列**單日**發電量 = 組列額定輸出功率 x 等效日照時數

• 預估**1 kWp** 組列**單日**發電量 = 1 (kW) x 4 h (Sun Hour) = 4 kWh

組列**年**發電量 = 組列額定輸出功率 x 年平均日照時數 x 365

• 預估 **1 kWp** 組列**年**發電量 = 1 x 4 h x 365 = 1,460 kWh



4. 太陽光發電的成本？(簡易估算)

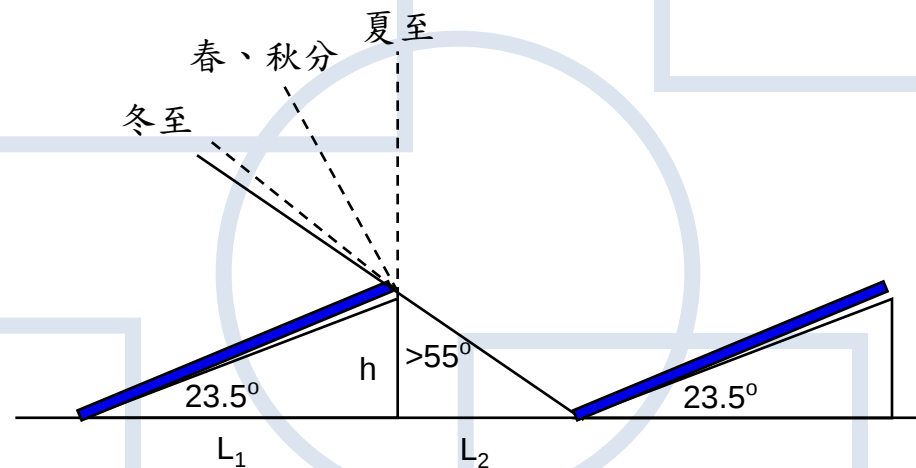
1. 假設目前太陽光發電系統**設置成本**約為 NT\$ 140,000 / kWp
2. 假設年平均**每日日照時數**約為 2.5 Sun Hour (台灣中南部地區)
 - 1 kWp 組列單日發電量 = $1 \text{ (kW)} \times 2.5 \text{ (Hour)} = \underline{2.5 \text{ kWh}}$
 - 1 kWp 組列年發電量 = $2.5 \times 365 = \underline{913 \text{ kWh (度)}}$
3. 假設太陽光發電系統**使用壽命為 20 年**
 - 1 kWp 太陽光發電系統**總共可發電** $20 \times 913 = \underline{18,260 \text{ 度}}$
4. 生產**每度電之成本**約為 $140,000 / 18,260 \div \underline{\text{NT\$ 7.7}}$
5. 未來發展趨勢：
 - 太陽光發電系統設置成本將逐年降低
 - 市電電費將會升高(國內目前約 NT\$ 3 / 度)
 - 傳統能源限制、再生能源獎勵、利率降低

4. 太陽光發電需要多少土地？

效率 % = (輸出功率 W) / (組列面積 m^2 x 日照強度 W/m^2) x 100%

組列面積 m^2 = 輸出功率 W / (效率 % x 日照強度 W/m^2) x 100 %

- 假設使用**效率>13.6% 模板**，於 $1,000 W/m^2$ (AM1.5)日照強度下
 $10 kWp$ 模板組列面積 (m^2) = $10,000 / (0.136 \times 1,000) = 73.5 m^2$
 $10 kWp$ PV系統**土地面積需求**約
 $\sim 73.5 m^2 \times 1.5 \times 1.1$
 $\sim 121m^2$ (~36坪)
 (包括陰影面積及維修空間)
- 假設使用**效率~10% 模板**
 則**模板面積**約 $\sim 100 m^2$
 土地面積需求約 $\sim 165m^2$ (~50坪)



5. 一般的太陽能發電系統建構步驟



5. 太陽能發電系統的規劃與設計

- 太陽能光伏發電系統的設計分為軟體設計和硬體設計兩部分，以軟體設計在先，而硬體設計在後。
- 光伏發電系統設計的總原則是在保證滿足負載供電需要的前提下，確定使用最少的太陽能電池組件功率和蓄電池容量，以盡量減少初期投資。

5. 太陽能發電系統軟體規劃主要項目(1/2)

■ 工程規劃設計

- ☐ 裝設點規劃—PV陣列排列
- ☐ 電力系統工程規劃
- ☐ 支撐結構工程規劃
- ☐ 電氣機房規劃設計

■ PV系統併聯規劃

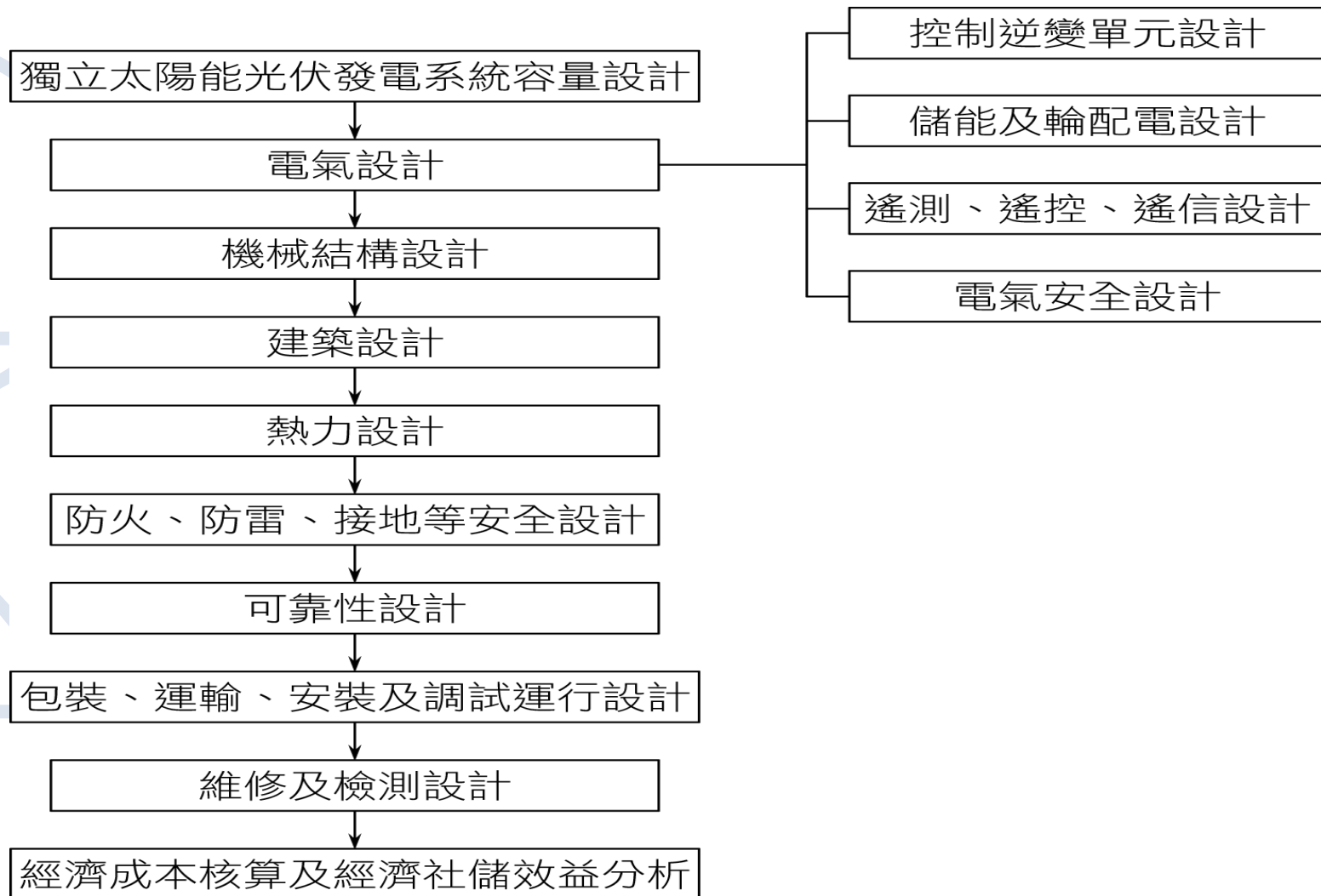
- ☐ 依據台電公司「再生能源發電系統併聯技術要點」之規範
- ☐ 系統保護功能規劃

5. 太陽能發電系統軟體規劃主要項目(2/2)

■ 工程成本估計

- ☐ 規劃設計服務費
- ☐ 土木工程費
- ☐ PV系統整體安裝工程費
- ☐ 輸電線路架設工程費
- ☐ 電氣機房建築工程費
- ☐ 週邊環境及景觀整治工程費
- ☐ 參觀設施及解說牌、展示看板工程費
- ☐ 工程間接費

5. 獨立型PV發電系統總體設計方塊圖



5. 獨立型PV發電系統容量設計步驟方塊圖

系統建設地點地理及氣象條件，如：緯度，經度，海拔高度，年最高、最低氣溫和月平均氣溫，年分月太陽輻射量，年日照時數，年最長連續陰雨天數，年平均風速及極限風速，災害性地質及氣候情況。

↓

用電負載的特點及要求，允許的失電小時數(LOLH)，允許的輸電壓降

↓

計算太陽能電池方陣最佳傾角(B)

↓

初步確定太陽能電池方陣額定功率、組件串並聯數及組合方式

↓

初步確定蓄電池組容量及串並聯方式

↓

初步確定平衡系統(BOS)其他部分的容量和規格型號

↓

初步確定補充電源及應急電源的配置

↓

計算機仿真優化設計計算及經濟成本分析

↓

最終確定太陽能光伏發電系統及各部件的技術參數

↓

給出系數容量設計所要求的報價清單

5. 規劃與設計之現地勘查要點(1/3)

■ 地面設置型

- ☐ 設置位置是否有地勢過低及排水、土石流問題，有無淹水記錄？(遇豪雨或颱風來襲時，模組不可被淹沒，供設計高度參考)
- ☐ 避開斷層或有地層滑動、崩塌之虞的地點
- ☐ 若有下雪問題，應注意積雪深度
- ☐ 考慮被竊或被破壞問題
- ☐ 地面整備：整地或土地改良

5. 規劃與設計之現地勘查要點(2/3)

■ 屋頂設置型

- ☐ 屋頂結構承載能力、耐震能力(考量屋頂之建材及型式做不同設計及施工考量)
- ☐ PV系統於屋頂上可採用的固定方式(與屋頂結構固定工程)
- ☐ 屋頂上的用途及避難空間考量
- ☐ 屋頂防水、消防問題、建築法規問題
- ☐ 若有下雪問題，應注意積雪
- ☐ 太陽光發電系統工程規劃

5. 規劃與設計之現地勘查要點(3/3)

■ 系統設置土地面積需求

- 效率% = (輸出功率W) / (組列面積 m^2 × 日照強度 W/m^2) × 100%
- 模組面積 m^2 = 輸出功率W / (效率% × 日照強度 W/m^2) × 100 %
 - 假設使用效率~10%模組，於 $1,000 \text{ W}/\text{m}^2$ (AM1.5)日照強度下
 - 10 kWp 模組面積(m^2) = $10,000 / (0.1 \times 1,000) \sim 100 \text{ m}^2$
 - 10 kWp PV系統土地面積需求約 $\sim 100 \text{ m}^2 \times 1.5 \times 1.1 \sim 165 \text{ m}^2$ (~50坪)
 - (包括陰影面積及維修空間)

6. 太陽能發電系統的軟體及硬體建置

- 光電轉換效率相關因素
- 負載計算
- 太陽光電模組陣列計算
- 直流配電箱的選定
- 交流配電箱的選定
- 變流器的選定
- 電纜配線與連結器的選定
- 系統連結保護裝置的選定
- PV系統設置的選定

6. 光電轉換效率相關因素

- 台灣平均日照時數表(2009年)
- PV陣列效率

6. 台灣平均日照時數表(1/4)

■ 北部地區(2009年)

地點	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	平均每日 日照時數
基隆	33.5	142.9	48	129.6	149.2	164.8	263	224.4	129.2	98.8	110.1	59.3	4.3
宜蘭	54	119.2	56.7	132	162.3	145.2	216.8	211.6	113.4	125.6	75	70.6	4.1
蘇澳	48.4	118.8	53.2	119.7	162	157.6	208.6	196.9	114.8	88.1	69.9	57.4	3.8
鞍部	46.9	143.4	40.3	85.3	37.3	91.3	168.5	124.7	78.2	68.1	86.3	42.3	2.8
陽明山	93	160.9	64.8	122.5	142.4	137.6	191.3	166.9	102.8	106	151.9	111.3	4.3
淡水	75.3	177.1	63.8	116.8	163.2	170.8	230.9	219.2	142.3	141.5	178.7	106.1	4.9
台北	70.8	162.1	62.7	116.8	132.7	140.2	192.4	193	119.4	147.6	166.3	110.3	4.4
新竹	90.5	171	63.2	130.2	197.4	211	217.4	207.3	138.2	219.1	216	154.5	5.5
Max.	93	177.1	64.8	132	197.4	211	263	224.4	142.3	219.1	216	154.5	5.7
Min.	33.5	118.8	40.3	85.3	37.3	91.3	168.5	124.7	78.2	68.1	69.9	42.3	2.6
Avg.	64.1	149.4	56.6	119.1	143.3	152.3	211.1	193	117.3	124.4	131.8	99	4.2

6. 台灣平均日照時數表(2/4)

■ 中部地區(2009年)

月份地點	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	平均每日 日照時數
台中	171.9	195.8	176.3	171.1	198.9	176.8	188.1	143.1	153.6	256.2	208.8	209.7	6.17
梧棲	137.5	155.3	143.8	181.8	214.1	237.4	245.2	218.6	183.8	279.5	222.3	207.1	6.65
日月潭	122.3	183.3	107.8	138.7	136	127.4	155.5	115.4	118.6	198.3	206.7	189.3	4.93
阿里山	118	139.2	130.8	143.8	122	112.4	93.6	112.1	110.8	171.1	208.3	176	4.49
Max.	171.9	195.8	176.3	181.8	214.1	237.4	245.2	218.6	183.8	279.5	222.3	209.7	6.95
Min.	118	139.2	107.8	138.7	122	112.4	93.6	112.1	110.8	171.1	206.7	176	4.41
Avg.	137.43	168.4	139.68	158.85	167.75	163.5	170.6	147.3	141.7	226.28	211.53	195.53	5.56

6. 台灣平均日照時數表(3/4)

■ 南部地區(2009年)

地點	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	平均每日
													日照時數
嘉義	181.7	183.2	157.3	180.7	223	200.2	204.9	195	183.2	254.7	210.5	216.6	6.55
台南	178.2	180.5	166.4	209.1	221.2	209.2	193	189.8	153	244	195.9	205.8	6.43
高雄	183.2	193.9	185.4	226.9	255.2	236.9	217.2	209.4	191.5	255.8	209.3	209.4	7.05
Max.	183.2	193.9	185.4	226.9	255.2	236.9	217.2	209.4	191.5	255.8	210.5	216.6	7.08
Min.	178.2	180.5	157.3	180.7	221.2	200.2	193	189.8	153	244	195.9	205.8	6.3
Avg.	181.03	185.87	169.7	205.57	233.13	215.43	205.03	198.07	175.9	251.5	205.23	210.6	6.68

6. 台灣平均日照時數表(4/4)

■ 東部地區

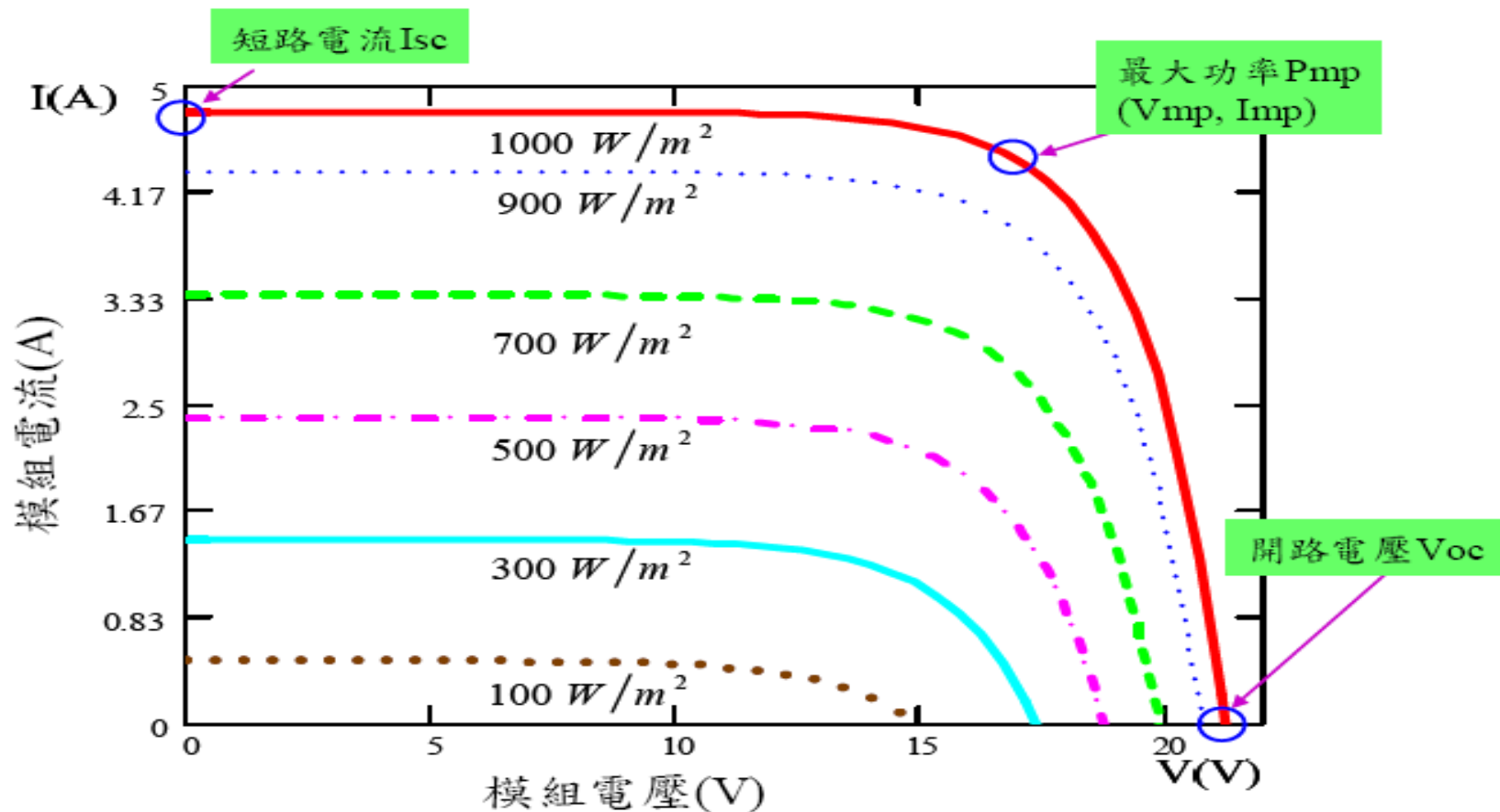
2009年													
月份地點	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	平均每日 日照時數
花蓮	61.6	110.3	47.5	130.2	195	195.9	252.3	230.7	170.8	177.7	113.7	116.8	4.94
成功	68.9	84	50.4	102.7	185.2	205	205	217.9	153.2	171.7	110.4	130	4.61
台東	92.1	111.6	72.1	137.5	216.1	220.6	208.8	245.4	174	186.1	137.2	145.7	5.33
大武	101	131.1	108.7	153.1	218.6	210.8	199.4	228.6	183	196.6	147.5	149.5	5.56
恆春	160.9	163.9	193.5	217.1	239.9	194.7	179.8	204.1	170.2	251	216.9	199.6	6.55
蘭嶼	54.3	107.2	61.8	131.5	116.9	136.3	100.5	168.9	127	153.7	107.4	101.1	3.74
澎湖	108.5	152.8	87.2	181.9	224.1	253.7	243.1	249	198.8	241.9	173.4	142.7	6.18
Max.	160.9	163.9	193.5	217.1	239.9	253.7	252.3	249	198.8	251	216.9	199.6	7.11
Min.	54.3	84	47.5	102.7	116.9	136.3	100.5	168.9	127	153.7	107.4	101.1	3.56
Avg.	92.471	122.99	88.743	150.57	199.4	202.43	198.41	220.66	168.14	196.96	143.79	140.77	5.27

6. PV陣列效率相關因素

- 日射量變化之響應
- 溫度變化之影響
- 負載變化

6. 日射量變化之響應

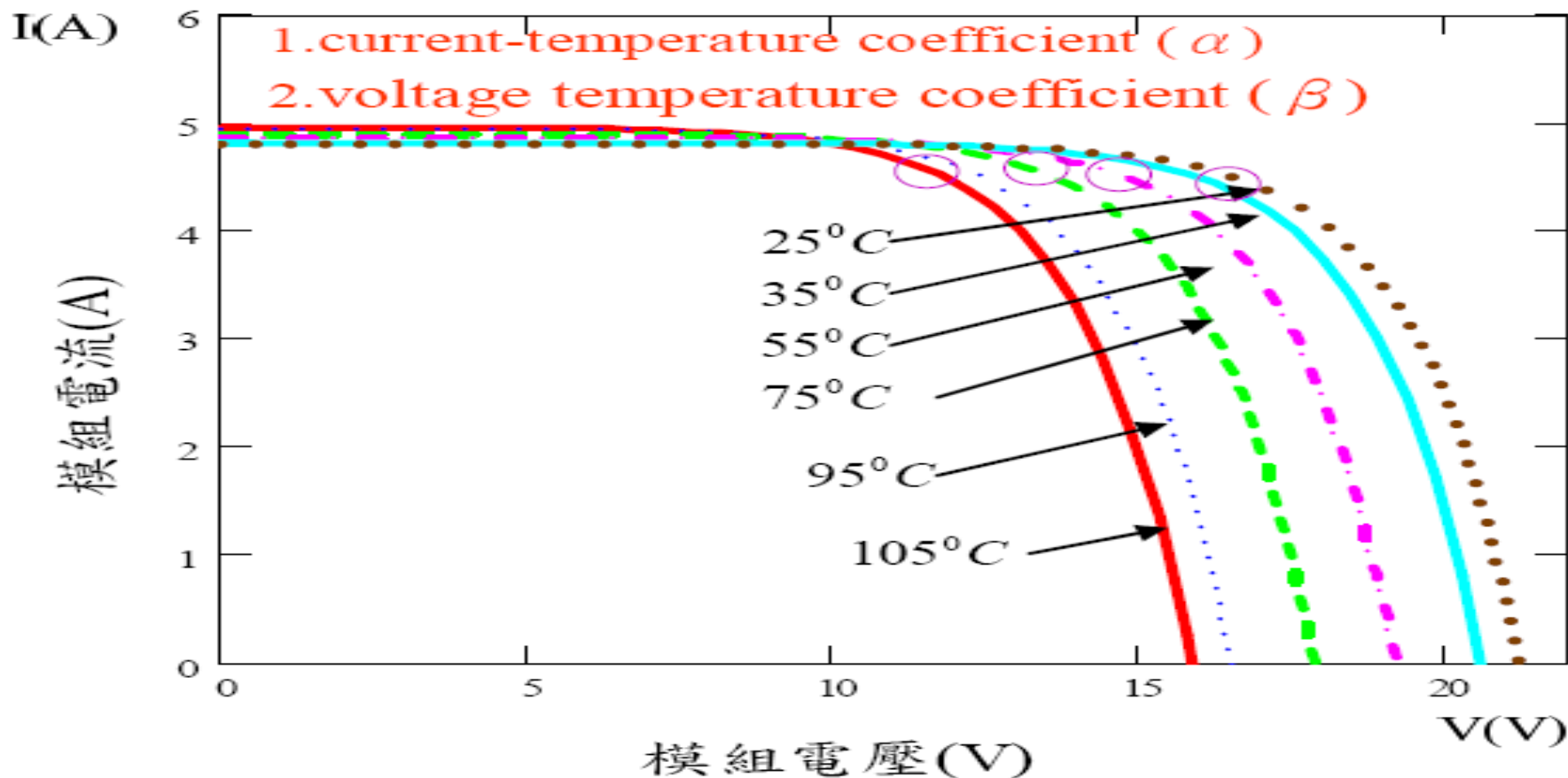
- 相同電池溫度、不同日照強度下模組特性曲線



(模組電氣特性曲線隨日照強度而改變)

6. 溫度變化之影響

■ 相同日照強度、不同電池溫度下模組特性曲線



(模組溫度升高時，模組輸出電壓與輸出功率將降低)

6. 負載計算

- **輔助**電力系統：僅考慮要輔助的需求量即可，如用電量為200 kW設計100 kW輔助。
- **全電力**供應系統：因全時間供電必須考慮下列因素：
 - **平均**耗電量
 - **尖峰**耗電量

6. 太陽電池模組陣列容量計算

■ 太陽電池模組陣列容量及負載消耗電量之關係計算

$$P_{AS} = \frac{E_L \times D \times R}{(H_A \div G_S) \times K}$$

- P_{AS} ：陣列輸出功率(25℃，日照強度1000W／m² 標準模組，AM 1.5)
- H_A ：某一時間的太陽電池模組陣列所得之日照量[kW×h/(m²×期間)]
- G_S ：標準狀態下的日照強度(kW/m²)
- K ：綜合設計修正係數(系統組件輸出偏差補正及各項設備損失)
- E_L ：某一時間的負載消耗電量 (kW× $\frac{\text{負載使用時間}}{\text{陣列運作時間}}$)
- D ：負載對太陽能發電系統的依賴度＝1－(備用電源電力的依賴度)
- R ：環境修正係數(推算的日照量等因安裝環境影響的補正)

6. 太陽光電發電量計算法

■ 一天的期望發電量估算

$$E_P = P_{AS} \times H_A \times K$$

E_P ：一天的期望發電量（kW x h / 日）

P_{AS} ：太陽電池組列容量

H_A ：設置場所及設置條件的**累計日射量**（kW x h / m² x 日）

K ：綜合設計修正係數（0.65～0.8 $\div$ 0.7）

註： G_s 為1 kW/m²， D 是負載對太陽能發電系統的依賴度為1， R 是環境修正係數(推算的日照量等因安裝環境影響的補正)為1。

■ 系統利用率估算

年發電量 = 太陽電池陣列發電量 x 系統利用率 x 8760（小時）

系統利用率 = 0.1～0.15 $\div$ 0.12 程度

一年總時數 = 24（小時）x 365（天） = 8760小時

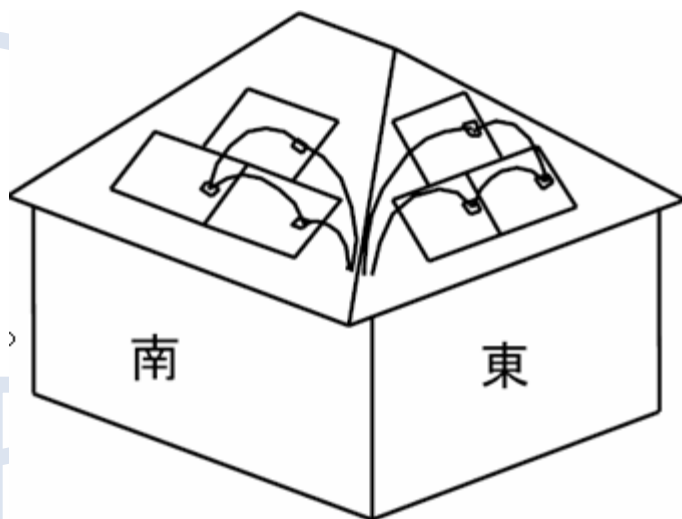
6. 太陽光電發電量相關注意事項

- 平均發電量必須大於平均耗電量
- 季節發電差異：須滿足季節因數所造成的影響
- 區域發電差異：緯度不同，所得到的日照量也不同，對發電量會有影響。
- 最長不足發電時間：必須定出連續陰霾或雨天之天數，並有足夠蓄電池儲備容量
- 其他：如灰塵、落葉，因此需有安全係數一般為0.15

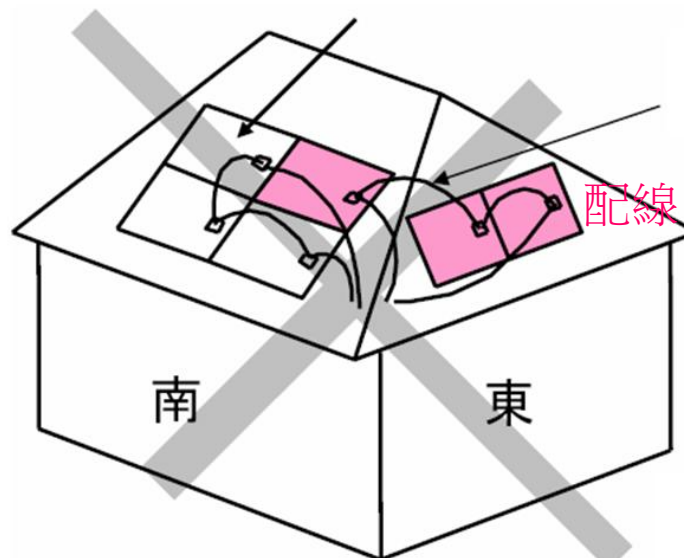
6. 太陽能電池陣列回路的構成

- 直列接續
 - 電流相同、電壓與直列數成正比。
- 並列接續
 - 電壓相同、電流與並列數成正比。
- 電池陣列的特性
 - 容量與模組的數量成正比，但會因陰影、落葉或太陽光被遮住等的原因，造成電力輸出降低。

6. 太陽能電池陣列回路的構成



較好的設置方式：
同一個配線朝向一面。



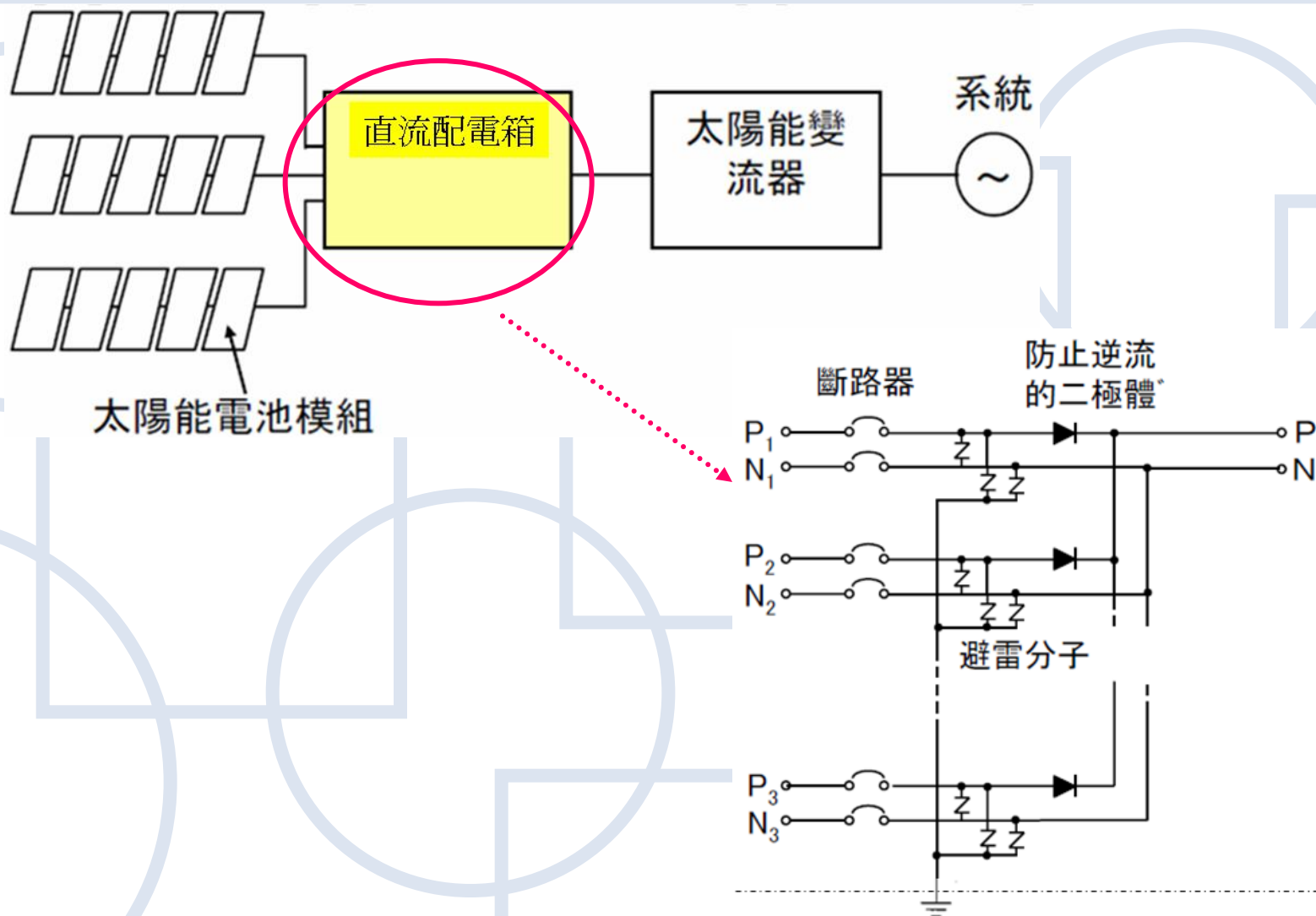
較差的設置方式：
同一配線同時朝向兩面(東與南)

- * 同一配線的模組分別朝屋頂不同的兩面設置時、配線的電流會被輸出電流小的模組所限制。
- * 配線內的太陽能電池模組之電流一致。

6. 直流配電箱的選定

- 直流接線箱中，**串列輸出**正/負電線須接突波吸收器 (VARISTOR)，以防止突波造成**負載或設備**之損壞。
- 注意**各接點溫度**是否過高。
- 注意廠商所用**配線直徑**是否符合屋內線路裝置規則之要求（壓降為**標稱電壓之3%以內**、耐電流為**額定電流之1.25倍**）。
- 直流接線箱與交流配電箱若裝設於**室外時**，應使用**戶外型**（**IP 55以上**），以收較佳的**防水、防塵**效果。
- 把太陽能電池模組**連結成一個部分**。
- 電力輸出**等於**太陽能電池陣列的電力輸出。
- 直流配電箱是由**斷路器**、**防止逆流的二極體**和**避雷分子**所構成的。

6. 直流配電箱接線圖



6. 直流配電箱內部配置



突波吸收器



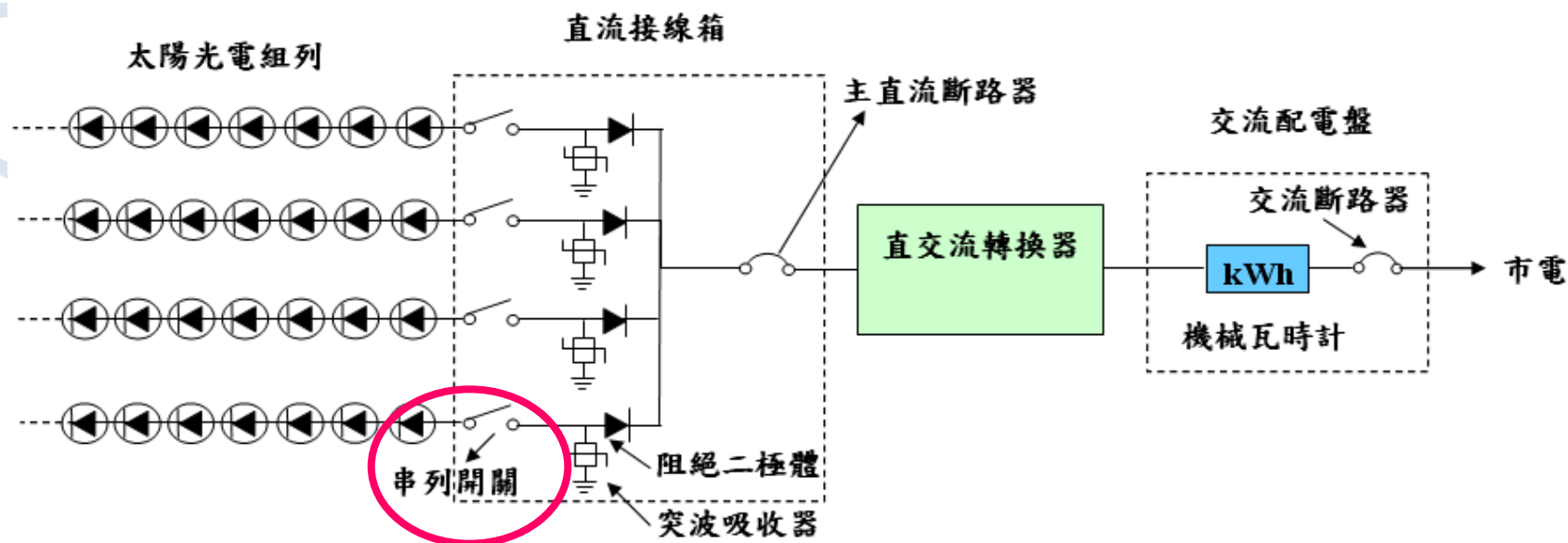
阻絕二極體

6. 直流接線箱內部元件(突波吸收器)

- 突波吸收器之安裝，若變流器僅具有1個最大功率追蹤器(MPPT)者，乃於該變流器對應之串列並聯後，在其正與負極分別對地安裝；若變流器具有多個最大功率追蹤器且每一最大功率追蹤器連接一串列者，則每一串列之正與負極分別對地安裝突波吸收器。
- 突波吸收器之耐連續最大直流電壓須為對應之串列或組列於0°C下開路電壓 V_{oc} 以上（仍須考量當地歷年最低氣溫情況）。
- 突波吸收器之耐8/20 μ sec突波（或雷擊）電流容量須大於或等於20kA, peak。

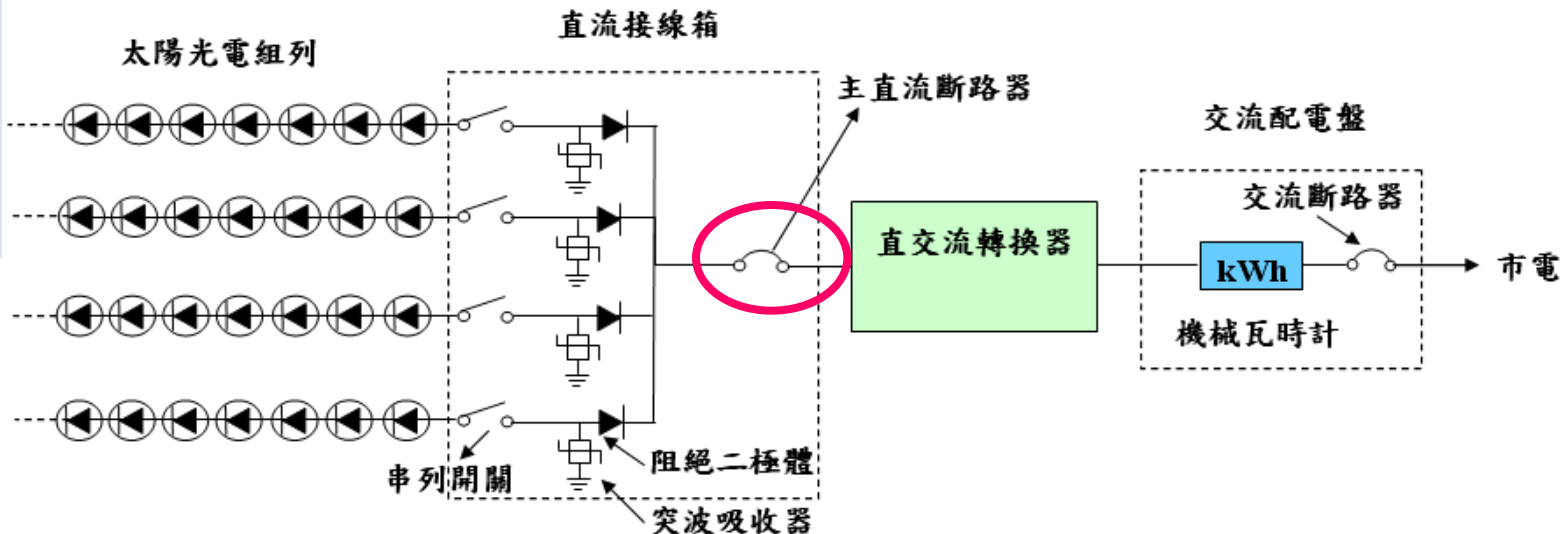
6. 直流接線箱內部元件(串列開關)

- 需具有**隔離**之功能
- 若採用Fuse Holder 當作為串列開關，**規格設計**為
 $1.25 \text{ IMP String, STC} \leq \text{IString Fuse} < 2 \text{ Isc String, STC}$



6. 主直流斷路器(DC Main Breaker)

- 需具有隔離、遮斷、耐電壓與耐電流之功能避免高壓電弧危害操作人員
- 規格設計(IEC 60364-7-712)
 - 耐電壓： $V_{DMB} \geq V_{oc \text{ String}}, (0^{\circ}\text{C})$
 - 耐電流 $I_{DMB} \geq 1.25 I_{sc \text{ Main}, STC}$

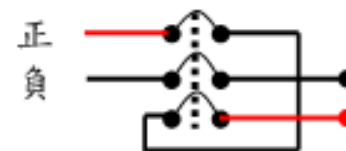


6. 直流接線箱內部元件(阻絕二極體)

- 阻絕二極體之**安裝**，組列與變流器之連接若為數個串列並聯後再連接到一個變流器最大功率追蹤器者，每串列之正端須裝設；若為每1串列連接到一個變流器最大功率追蹤器者，則無須裝設。
- 阻絕二極體之**耐逆向電壓**須為該串列標準測試條件下開路電壓（額定開路電壓） V_{oc} 之2倍以上，耐順向電流須為該串列標準測試條件下短路電流（額定短路電流） I_{sc} 之1.25倍以上。
- 為**避免過熱**，裝設之阻絕二極體應採用**金屬外殼型式**並加裝散熱片。

6. 直流接線箱內元件(直流離斷開關)

- 每一變流器輸入前端須裝設1個直流離斷開關；若為具有多組最大功率追蹤器之變流器，則其每一串列輸入前端須裝設1個直流離斷開關（但此時阻絕二極體可不必要裝設）。
- 直流離斷開關額定電壓至少為對應組列 0°C 下之開路電壓（ V_{oc} ），其額定電流至少為對應組列標準測試條件下之短路電流（ I_{sc} ）。（仍須考量當地歷年最低氣溫情況）
- 直流離斷開關應具備在通電狀況下切斷直流電流之能力（Load-Switching Capability），切斷時不可有電弧產生（具備消弧能力）。



6. 直流配線(DC Cable)

■ DC Cable分類

- 各分路之電線(String Cable)
- 主直流主電線(DC Main Cable)

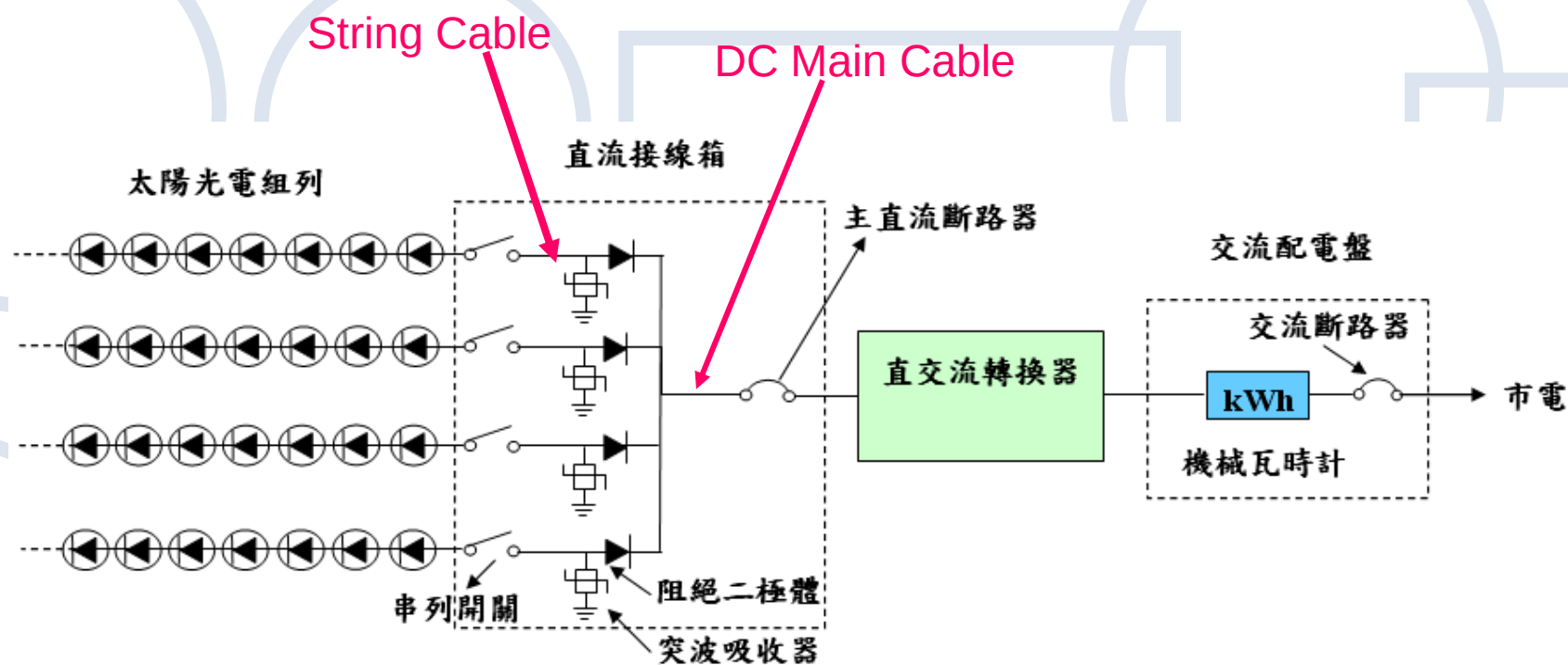
■ 規格設計(IEC 60364-7-712)

- String Cable之耐電流： $I_{String} \geq 1.25 I_{sc String, STC}$
- DC Main Cable之耐電流： $I_{Main} \geq 1.25 I_{sc Main, STC}$

■ 導線損失： $\text{Power Cable loss} \leq 2\% \text{ PMPP, STC}$

■ 材質選擇：以 $\geq \text{XLPE}$ 為原則

6. 直流配線(DC Cable)接線圖



6. 交流配電箱的選定

- 交流接線箱（Switchboard）可安裝於室內或室外，但皆須位於人員隨手可及之處；若安裝於室外者，其保護等級須IP 54（含）以上。
- 直流離斷開關應裝設於變流器附近，除交流配電箱外，亦可裝設在單獨箱體中。
- 每一變流器輸入前端須裝設1個直流離斷開關；若為具有多組最大功率追蹤器之變流器，則其每一串列輸入前端須裝設1個直流離斷開關（但此時阻絕二極體可不必要裝設）。
- 直流離斷開關額定電壓至少為對應組列 0°C 下之開路電壓（ V_{oc} ），其額定電流至少為對應組列標準測試條件下之短路電流（ I_{sc} ）。（仍須考量當地歷年最低氣溫情況）
- 直流離斷開關應具備在通電狀況下切斷直流電流之能力（Load-Switching Capability），切斷時不可有電弧產生（具備消弧能力）。

6. 交流配電箱相關注意事項

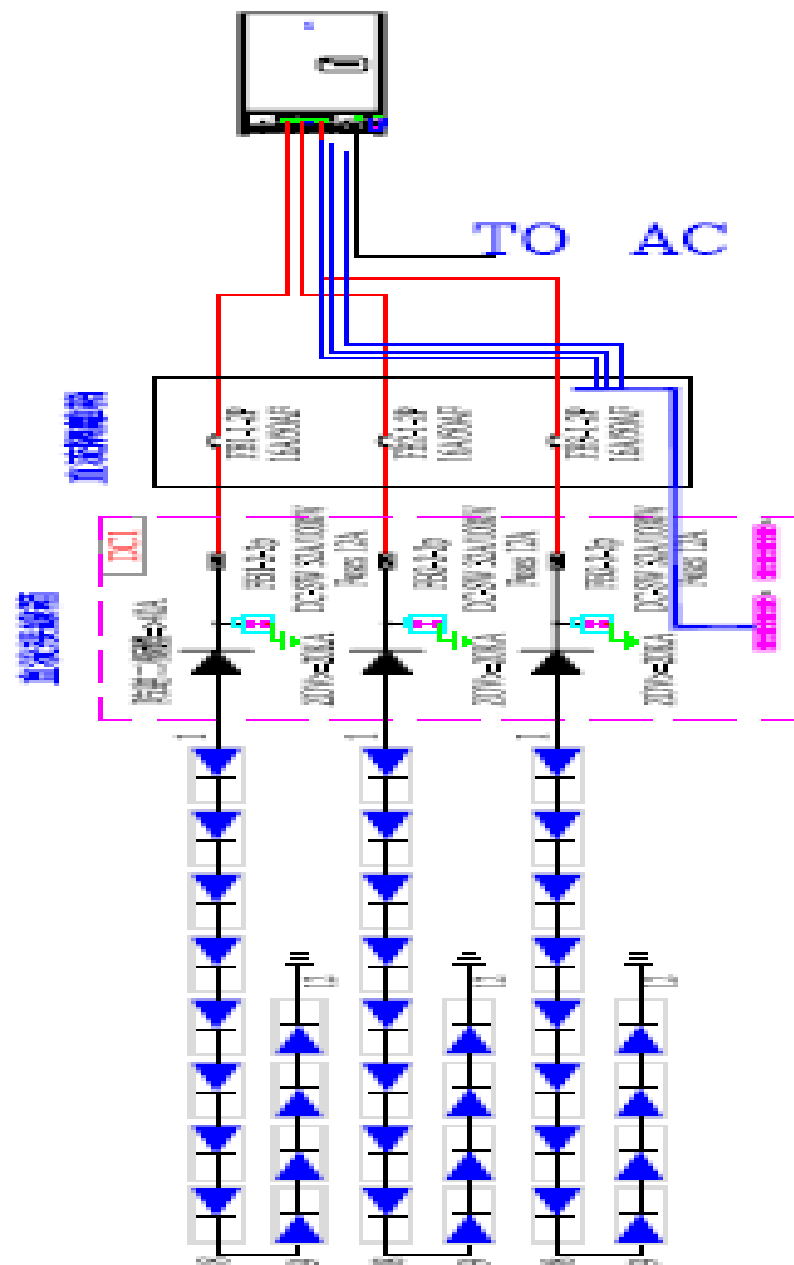
- 直流主電纜(DC Main Cable)進入建築物(Building)者，建議於屋內進入點附近另裝設直流離斷開關。
- 交流斷路器須具備隔離、跳脫與啓斷之功能。
- 併接點與交流配線箱位置不在同一室者，則併接點前應裝設交流斷路器。
- 交流斷路器之規格設計須符合國內「屋內線路裝置規則」及「屋外供電線路裝置規則」，
- 交流應用之系統須至少裝設一具檢定合格之機械式或電子式瓦時計。（註：若申請案裝設有多具瓦時計，則回報發電量時應予加總。）
- 直流應用之PV系統須至少裝設一具電子式瓦時計。（註：若申請案裝設有多具瓦時計，回報發電量時應予加總。）

6. 變流器的選定

- 需依設置陣列的容量的大小來選定適合的變流器、不宜過大或過小。
- 太陽能電池陣列的開放電壓、不宜超過變流器的最大輸入電壓標準值。
- 太陽能電池陣列的動作電壓的範圍必須與最大電力追蹤控制(MPPT)範圍相合。

6. 變流器電路配線

- +端不共接，
獨自MPPT

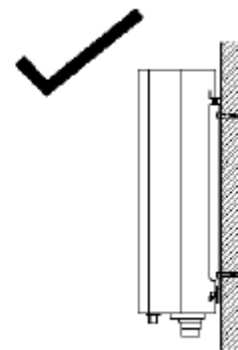
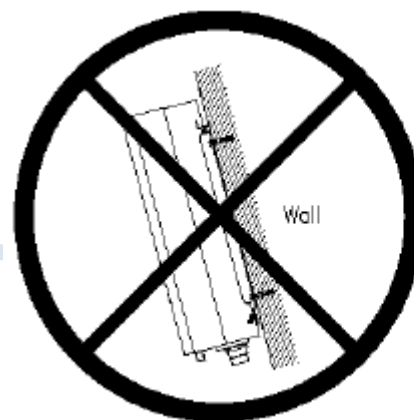
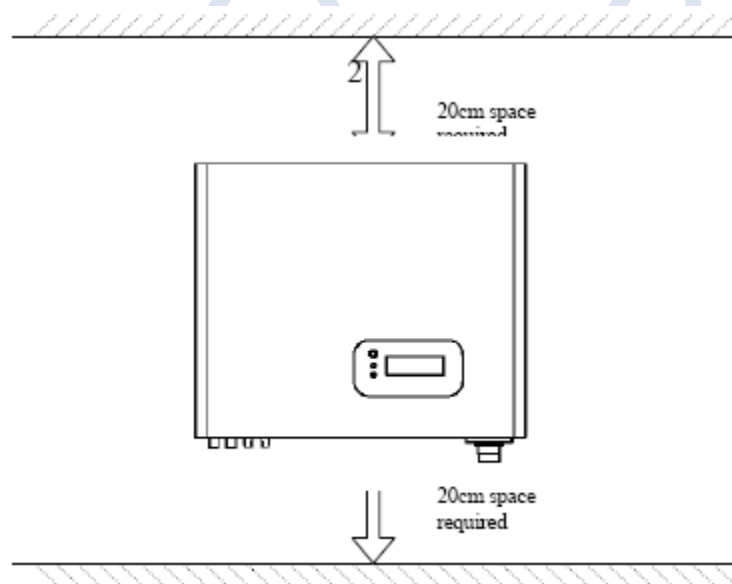


6. 變流器安裝前須知

- 不要把INVERTER曝露在潮濕的環境。
- 不要將INVERTER曝露在直射陽光中。會造成機內溫度升高，而降低變換效率。
- 環溫（ $-20^{\circ}\text{C} \sim +55^{\circ}\text{C}$ ）最佳為0-40度！可讓INV皆在滿載狀態。
- 市電電壓在196至253V AC之間，50/60赫茲。
- 有足夠的空間讓空氣對流良好，安裝環境遠離爆炸性氣體且附近無易燃物品。

6. 變流器安裝注意事項

- 變流器上方及下方各需保留至少20cm的空間。
- 不可安裝於傾斜的表面上。



6. 變流器安裝注意事項

- 連結市電，測量市電AC電壓和頻率，應該在230VAC(或者220VAC)，50/60赫茲和單相。
- PV迴路之開路電壓(V_{oc})需小於450VDC，建議 V_{oc} 少於360VDC（週圍環境溫度 25°C ）。
- 每個變流器上的DC連接器，不可超過其限制電流量。
- 在連結到變流器之前，請確認PV板，相互連接的極性是正確的。錯誤的極性連接會永久損壞變流器。

6. 電纜配線與連結器的選定



- 太陽電池模組間連接：
 - 直接接線：原廠快速接頭，原廠耐候線
 - 防水接線盒：防水接頭+ ~2.5 mm² XLPE外層包覆線(Imp < 7A)
 - 防水接線盒：~2.5 mm²一般電線+金屬浪管(conduit)+金屬浪管防水接頭。
- 串聯太陽電池組列至直流接線箱：
 - 配線：防水接線中繼箱，PVC或XLPE電纜
 - 配管：CNS 2606金屬車牙管或抗紫外線PVC、ABS管，勿使用EMT於室外配管，離地5~10cm。
- 直流接線箱至電力轉換器(~30A max)：
 - 配線：PVC或XLPE電纜(< 3 % loss)
 - 配管：CNS 2606金屬車牙管或抗紫外線PVC、ABS管，勿使用EMT於室外配管，離地5~10cm。
- 電力轉換器至交流配電盤(~30A max)
 - 一般室內配線用電源線
- 交流室內配管—PVC或金屬線槽

7. 太陽能發電系統與交流市電並聯

* 與交流市電系統並聯之類型

可分為集中式大型光伏並聯發電系統和分散式小型並聯光伏發電系統（住宅聯線光伏發電系統）兩大類型。

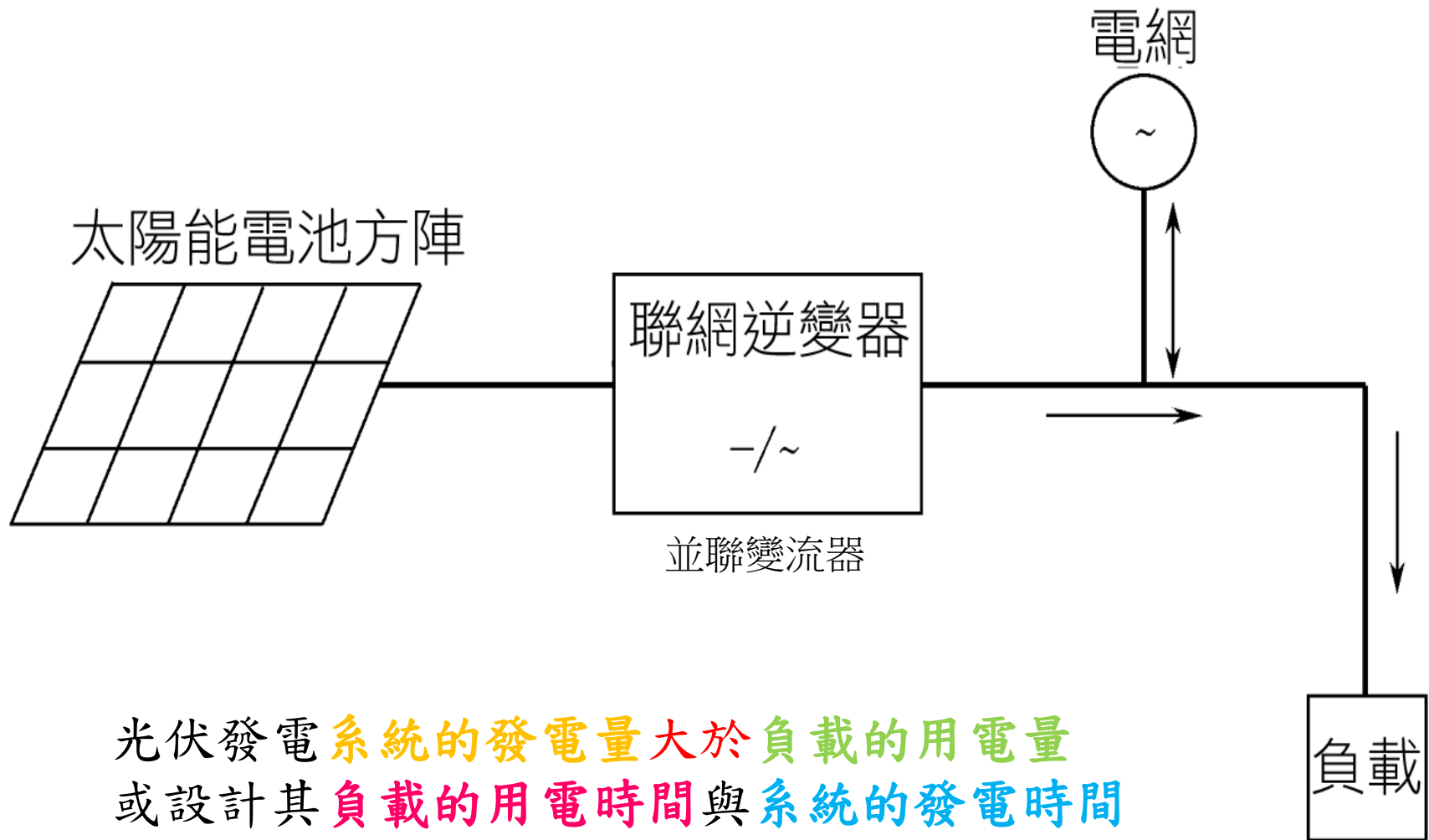
* 與交流市電系統並聯之工作原理

集中式大型光伏並聯發電系統，其所發的電能被直接輸送到電網上，由電網統一調配向用戶供電。

住宅聯線光伏發電系統，其所發的電能被直接分配到用戶的用電負載上，多餘或不足的電力透過連接的電網來調節。

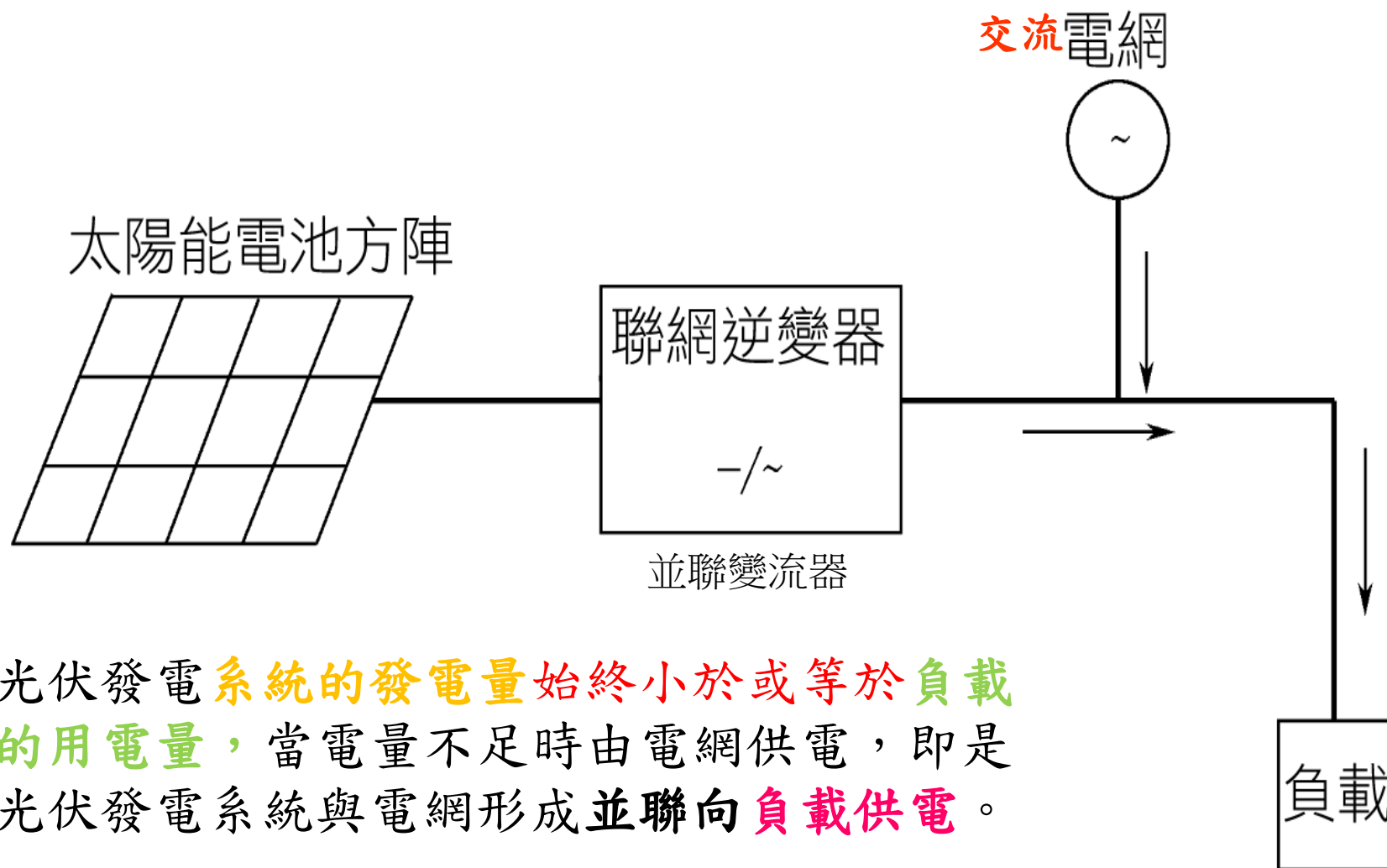
* 與交流市電系統並聯之設備組成

7. 與交流市電系統並聯之有逆送電系統組成



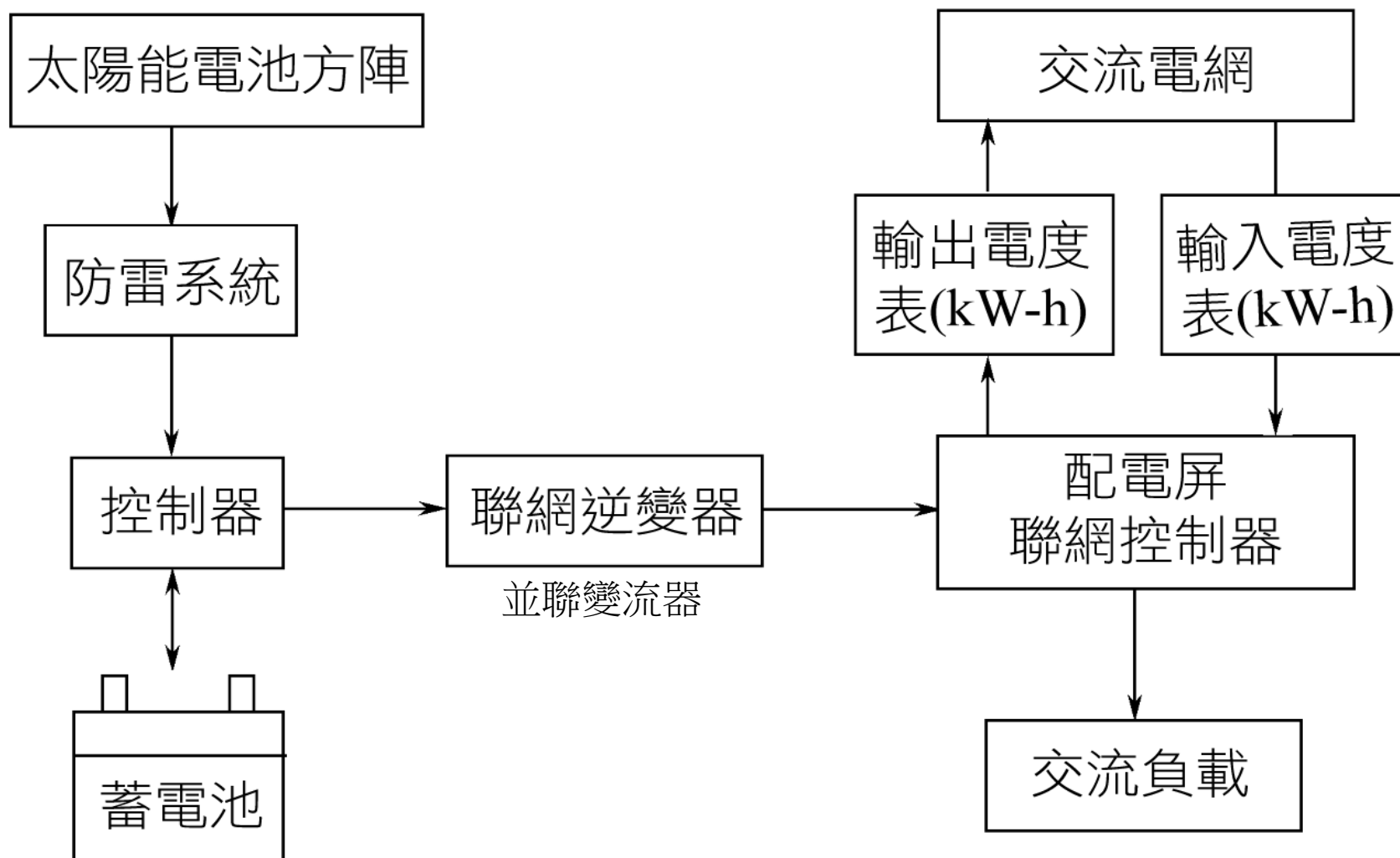
光伏發電系統的發電量大於負載的用電量
或設計其負載的用電時間與系統的發電時間
不相匹配。

7. 與交流市電系統並聯之無逆送電系統組成

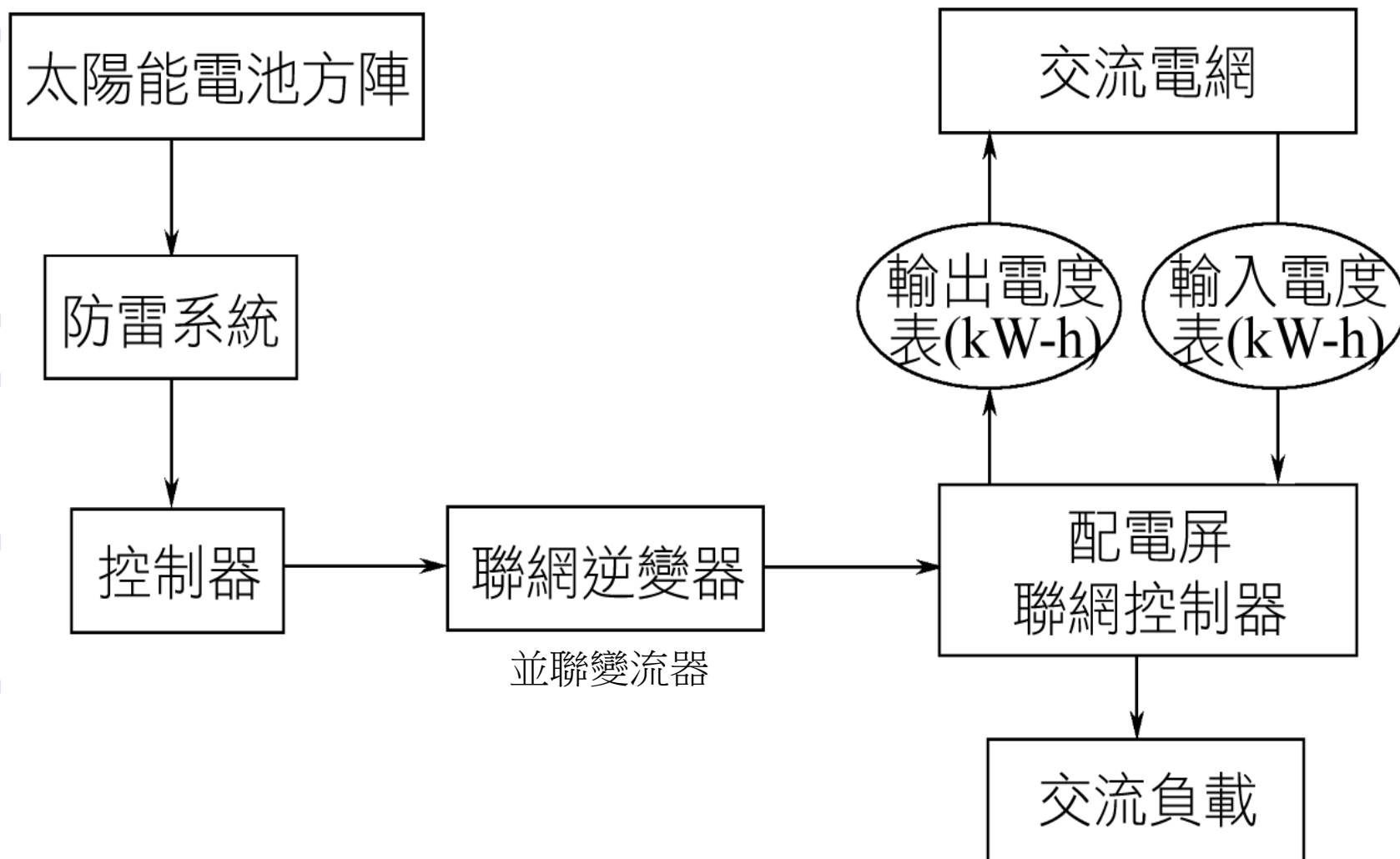


光伏發電系統的發電量始終小於或等於負載的用電量，當電量不足時由電網供電，即是光伏發電系統與電網形成並聯向負載供電。

7. 電力可調度型（含蓄電池）系統設備組成



7. 電力不可調度型（無蓄電池）系統設備組成



7. 聯網逆變器(變流器)

1. 聯網變流器功能

聯網變流器與獨立變流器的不同處是聯網變流器除了可將太陽電池組列發出的直流電轉換為交流電外，還可對轉換後的交流電的**頻率**、**電壓**、**電流**、**相位**、**有效功率**、**無效功率**、**同步**、**電能品質**(**電壓波動**及**高次諧波**)等進行控制。

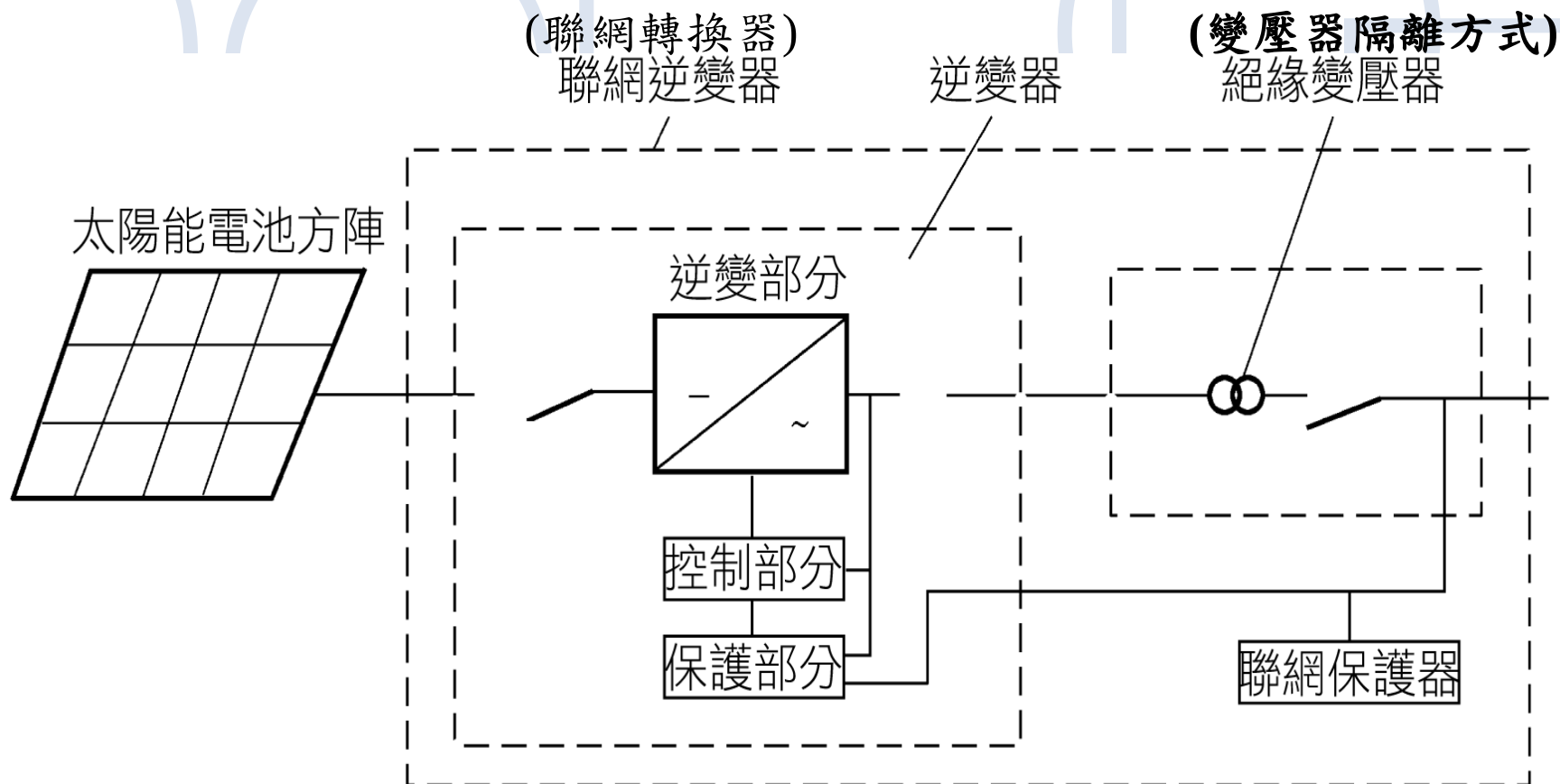
它具有功能如下：

- (1)自動開關
- (2)最大功率點追蹤(MPPT)控制
- (3)防止單獨運行
- (4)自動電壓調整
- (5)異常情況排除與停止運行

7. 聯網轉換器組成(變壓器隔離方式)

聯網轉換器組成分為逆變器和市電保護器兩大部分

- (1) 逆變器包括電能轉換、電能控制及安全保護等三部分。
- (2) 市電保護器是一種安全裝置，主要用於頻率上下波動、過欠電壓和市電停電等監測。



7. 聯網轉換器回路隔離方式

聯網轉換器回路隔離方式有三種方式，已進入實用的階段。

(1) 電力系統頻率變壓器隔離方式

採用電網頻率變壓器進行隔離和變壓，具有良好的抗雷擊和消除突波的功能。較為笨重。

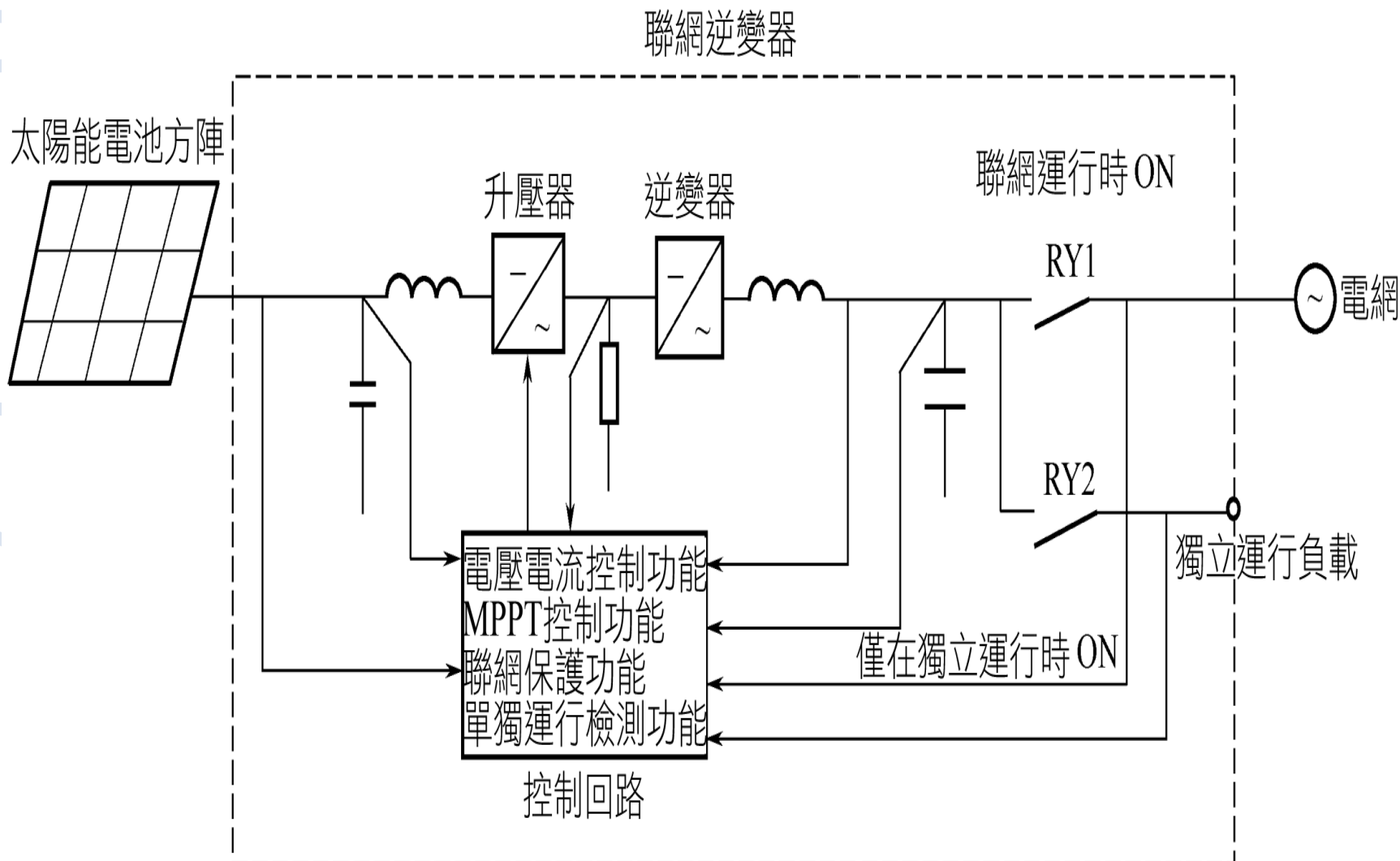
(2) 高頻變壓器隔離方式

體積小、重量輕及回路較為複雜。

(3) 無變壓器隔離方式

成本低，與電力系統無隔離。

7. 無變壓器隔離方式聯網回路組成



7. 與低壓配電系統聯網保護裝置

- 過電壓電驛(59)。
- 低電壓電驛(27)。
- 低頻電驛(81L)。
- 高頻電驛(81H)。
- 接地過電壓電驛(59Vo)(使用靜止型換流器者免裝)。
- 逆送電力電驛(32)：附延時特性，~~無~~逆送電力者須裝設，有逆送電力者免裝。
- 發電設備使用靜止型換流器且有逆送電力者必須加裝主動及被動防止單獨運轉檢出裝置各一套。
- 發電設備輸出直流成分不得高於0.5%，否則需裝設隔離設備。
- 發電設備採用直交流變壓器經110V/220V系統與電業併接者，在電源引出點應裝設直交流隔離變壓器。
- 以直流電流感應器保護者，在安全無顧慮下可省略直交流隔離變壓器。

7. 與高壓配電系統聯網保護裝置

- **相間**過電流電驛(50/51)：附瞬時及具Extremely Inverse 特性，三相個別獨立裝設者，三相須各裝置一具電驛。
- **接地**過電流電驛(50N/51N)：附瞬時及具Extremely Inverse 特性，個別獨立安裝者須裝設一具。
- **接地**過電壓電驛(59Vo)：附延時特性。
- **低電壓**電驛(27)：附延時特性。
- **過電壓**電驛(59)：附延時特性。
- **相間方向性**過流電驛(67)(使用靜止型換流器者免裝)：須具Extremely Inverse 特性。
- **高低頻**電驛(81H/81L)：附延時特性。
- **逆送電力**電驛(32)：附延時特性，無逆送電力者須裝設，有逆送電力者免裝。
- **PV**發電設備經高壓系統與**台電公司**發電設備併接者，在**電源引出點**應裝設**隔離設備**。

7. 與特高壓輸電系統聯網保護裝置

- **相間**過電流電驛(50/51):附瞬時及具Normal Inverse 特性，三相個別獨立裝設者，**每相**須各裝置一具電驛。
- **接地**過電流電驛(50N/51N):附瞬時及具Normal Inverse 特性，個別獨立安裝者須裝設一具。
- **接地**過電壓電驛(59Vo):附延時特性。
- 低電壓電驛(27):附延時特性。
- 過電壓電驛(59):附延時特性。
- **相間方向性**過電流電驛(67)(使用靜止型換流器者免裝):須具Normal Inverse 之特性。
- **高低頻**電驛(81H/81L)：附延時特性。
- **快速及後衛保護**電驛：如系統保護需要時應裝設。
- **匯流排**電驛（87B）：(1)69KV 系統採用GIS 設備者應裝設。
(2)161KV 系統（含）以上者應裝設。
- **逆送電力**電驛(32)：附延時特性（非定時性），無逆送電力者須裝設，有逆送電力者免裝。
- 保護電驛用之PT/GPT **應裝於匯流排**。
- **PV**發電設備經特高壓系統與**台電公司**設備併接者，在電源引出點應裝設隔離設備。

7. PV系統架設原則

■ 架設角度

台灣位於北回歸線上，而北回歸線緯度為北緯23.5度，所以將板面仰角設定為23.5度朝南可以得到最大日照效益

■ 裝置場所

以裝置地點環視太陽軌跡半圓，軌跡路徑在下列四個節氣是否有遮蔽物阻擋太陽直射光？

節氣	早上(正南方為基準)	中午	傍晚(正南方為基準)
夏至	90+23.5度(東東北)	仰角90度	-90-23.5(西西北)
春分/秋分	90度(正東向)	仰角90-23.5度	-90度(正西向)
冬至	90-23.5(東東南)	仰角90-47度	-90-23.5(西西南)

避免高樓、樹林或其他有可能遮蔽太陽光照射太陽電池模組的遮蔽物。

7. PV系統場所選擇

■ 平屋頂

- 平屋頂是最容易安裝之場所，支撐架模板面傾斜角可採固定角度(23.5度)或隨季節可調整，角度調整範圍為0~47度，須注意結構安全及抗風壓強度。

■ 斜屋頂

- 南北座向，取全年度直射光佔比較多，南向會有較高效益。
- 東西座向，兩面斜屋頂皆可利用，唯運用效益會較差些。

7. PV系統遮蔽影響

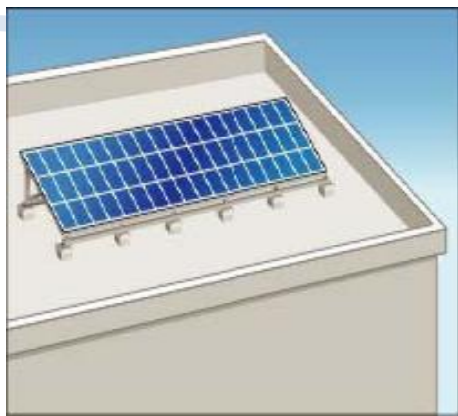
■ 遮蔽的產生

- 女兒牆及造型牆所造成。
- 附近高樓及水塔，將水塔更改為臥式即解決問題。
- 無線電天線及避雷針，若可移位可以增加安裝面積。
- 欄杆陰影。
- 東西南向其它建築遮蔭。

■ 遮蔭問題

- 發電功率會因遮蔭而減少。
- 長期的不良遮蔭，會減短太陽模板壽命，被遮蔭的太陽能晶片會變成負載。

7. 各種PV系統設置方式



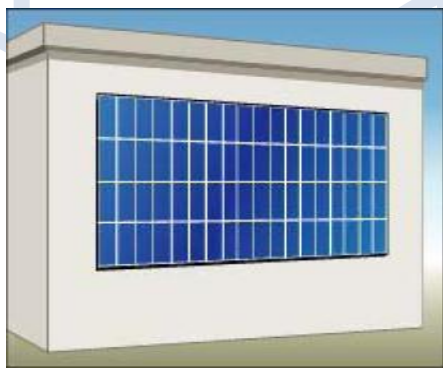
平面屋頂



折板屋頂



傾斜屋頂



壁面設置



地面設置



HIT Double (雙面發電)

8. 系統**操作**注意事項

- 操作人員以受**專業訓練**為宜，操作人員**不得配戴金屬品**，如項鍊、戒指、手錶、耳環等，且須**保持雙手乾燥**，最好能**配戴絕緣手套**。
- 系統操作前須先**檢視系統相關元件**是否有接好，**配線**是否有裸露，若有類似情形請通知合格專業人員。
- 建議操作系統時須有**兩人在現場**，以**一人操作為宜**，不得兩人同時操作，且須有**乾燥不導電之木棍等絕緣物**備用，以防發生觸電時，未觸電者可以絕緣物將觸電者自電氣設備移開，並通知救護人員前往處理。
- 若非必要，**不要在雨天操作系統之戶外部份**。
- 系統啟動及關閉須注意**操作開關之順序**（比如**先關閉直流開關**再關閉串列開關），以避免不當操作。
- 發生火災時，應將鄰近PV系統**停止運轉**，並**切斷電源**。
- 系統維護操作完畢後，須將設備回復，並將**交流盤等箱體**關好。

8. 系統完工時的檢查

檢查項目	目視檢查項目及處置方法	量測項目
太陽光電組列	● 表面髒污、破損(以水清洗或更換) ● 架台腐蝕、生鏽(進行除鏽) ● 外部配線損傷(進行線路更換) ● 接地線、接地端子的損傷(進行更換)	● 絕緣電阻測定 ● 開路電壓量測(必要時)
接線箱(集電箱)	● 外箱腐蝕、生鏽(進行除鏽) ● 外部配線、連接端子損傷(進行更換) ● 接地線、接地端子損傷(進行更換)	● 絕緣電阻量測
變流器 (包含變流器、系統連接保護裝置)	● 外箱腐蝕、生鏽(進行除鏽) ● 外部配線、連接端子損傷(進行更換) ● 接地線、接地端子損傷(進行更換) ● 動作時有異常聲響、味道(進行查修) ● 換氣口過濾網阻塞(必要時請清除) ● 設置環境(避免水氣及高溫)	● 確認顯示部份的動作 ● 絕緣電阻量測 ● 變流器保護機能量測
接地	● 配線損傷(進行更換)	● 接地電阻量測

8. 系統日常檢查

檢查項目	目視檢查項目及處置方法
太陽電池組列	● 表面髒污、破損(以水清洗或更換) ● 架台腐蝕、生鏽(進行除鏽) ● 外部配線損傷(進行線路更換)
接線箱(集電箱)	● 外箱腐蝕、生鏽(進行除鏽) ● 外部配線損傷(進行線路更換)
變流器 (包含變流器、系統連接保護裝置)	● 外箱腐蝕、生鏽(進行除鏽) ● 外部配線損傷(進行線路更換) ● 動作時有異常聲響、味道(進行查修) ● 換氣口過濾網阻塞(必要時請清除) ● 設置環境(避免水氣及高溫)
接地	● 配線損傷(進行線路更換)
發電狀況	● 是否正常發電、指示器顯示是否正確

8. 系統定期檢查

- 定期檢查應由專業人員執行。原則上檢查及測試作業是在地面上進行，依個別系統的設置環境等其他理由，檢查者在確認安全的情況下，始於屋頂上進行檢查。若發現異常時，須與製造商或專門的技術者（配線相關的電氣施工業者）討論，並由專業人員排除。

8. 系統保養注意事項

- **太陽光電組列清潔**：若發現模組玻璃表面有污垢時，可用水或加清潔劑直接清洗或擦洗。注意！使用沖水時，水柱不可直接沖向直流接線箱或任何配線。
- **組列架台金屬維護**：若發現金屬架台部份生鏽時，為防止生鏽擴大，可先進行清理金屬表面後，上油漆防鏽。注意！油漆勿沾上模組玻璃表面。
- **變流器、直流接線箱與交流配電盤**外表灰塵清理。注意！若須要進行流接線箱與交流配電盤箱體內部清潔時，務必將系統停機後始得進行。此外，不可拆卸變流器外殼以防觸電危險。
- **蓄電池維護**：若使用加水型鉛酸續電池，應注意電瓶內部電解液水位是否低於下限，若電解液水位接近下限時，應予補充電瓶水。
- 注意是否有**異常聲音、振動及異味**，通常在**感覺異常時**即施予檢查。若無法進行自我檢查，則須尋求專業廠商派遣專業人員進行檢修維護。

9. PV發電系統應用例說明

- PV發電系統應用設計流程說明
- PV發電系統單線圖
- PV發電系統平面配置圖
- 模組裝設之傾斜角
- 太陽電池組列間隔設計範例

9. PV發電系統應用設計流程說明(1/4)

電力需求估算：	平時：	緊急時：
	115kWh/d；770人用電量	83.2kWh/d；500人用電量
模組面積估算： • 日照強度：1kW/m ² • 日照時間：3.84h/d • 模板效率：12%	電力需求÷（日照強度×日照時間×模板效率×綜合係數）	
	綜合係數：溫度變化、污損、線損、Inverter效率+蓄電池充放電補償	
	平時：0.65~0.8	緊急時：0.57
	115kWh/d÷1kW/m ² ÷3.84h/d÷12%÷0.75=332 m ²	83.2kWh/d÷1kW/m ² ÷3.84h/d÷12%÷0.57=317 m ²



9. PV發電系統應用設計流程說明(2/4)

設置容量計算： 模板效率依太陽電池 種類而異	太陽發電系統設置容量＝設置面積×日照強度×模板效率	
	$332\text{m}^2 \times 1\text{kW}/\text{m}^2 \times 12\% = 39.8\text{kW} \approx 40\text{kW}$	
發電量計算：	太陽發電系統發電量＝設置容量×日照時間×綜合係數	
	平時： $40\text{kW} \times 3.84\text{h}/\text{d} \times 0.75 = 115.2\text{Wh}/\text{d}$	緊急時： $40\text{kW} \times 3.84\text{h}/\text{d} \times 0.57 = 87.5\text{ kWh}/\text{d}$



是否符合電力需求估算



進行模板陣列及蓄電池容量設計

9. PV發電系統應用設計流程說明(3/4)

模板陣列設計： 1. 模板功率：120W 2. 模板輸出電壓：16.9V 3. 直交流轉換器(Inverter)輸入電壓：300V	陣列串聯數 = Inverter輸入電壓 ÷ 模板輸出電壓	
	$300V \div 16.9V = 17.75$ 片 (取整數17 or 18)	
	單串功率：	
	$17\text{片} \times 120W = 2040W$	$18\text{片} \times 120W = 2160W$
	陣列併列數 = 設置容量 ÷ 單串功率	
	$40kW \div 17\text{片/串} \div 120W = 19.6\text{列} \approx 20\text{列}$	$40kW \div 18\text{片/串} \div 120W = 18.5\text{列} \approx 19\text{列}$



選擇最佳陣列：	最佳陣列：較經濟之設置容量
	$120W \times 17\text{片/串} \times 20\text{列} = 40800W = 340\text{片 (最佳陣列)}$ $120W \times 18\text{片/串} \times 19\text{列} = 41080W = 342\text{片}$

9. PV發電系統應用設計流程說明(4/4)



蓄電池需求容量設計： - 補償係數：1.45 - 無日照天數：1日	蓄電池需求容量=緊急電力需求×無日照天數×補償係數 補償係數：蓄電池內阻抗、放電停止電壓、電壓降低補償 蓄電池需求容量=83.2kWh/d×1d×1.45=120.64kWh
---	---



串併數設計： - 蓄電池電壓：2V/個 - 蓄電池容量：200Ah/個 Inverter電壓： <table border="1"> <thead> <tr> <th>輸入電壓</th><th>額定電壓</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>300V</td><td>288V</td></tr> <tr> <td>200V</td><td>192V</td></tr> </tbody> </table>	輸入電壓	額定電壓	300V	288V	200V	192V	串聯數=Inverter額定電壓÷蓄電池電壓 288V÷2V=144個 併列數=蓄電池需求容量÷Inverter額定電壓 120640Wh÷288V÷200Ah=2.1列≒2列 蓄電池數量=144個×2列=288個
輸入電壓	額定電壓						
300V	288V						
200V	192V						

9. PV發電系統單線圖

組列安排：

*9 串 2 並、容量 3.924kWp

模組規格：

*額定功率 (P_{mp}) : 218Wp

*最大功率電壓 (V_{mp}) : 29V

*最大功率電流 (I_{mp}) : 7.53A

*開路電壓 (V_{oc}) : 36.6V

*短路電流 (I_{sc}) : 7.92A

* V_{oc} 溫度係數 : $-0.123 \text{ V/}^{\circ}\text{C}$

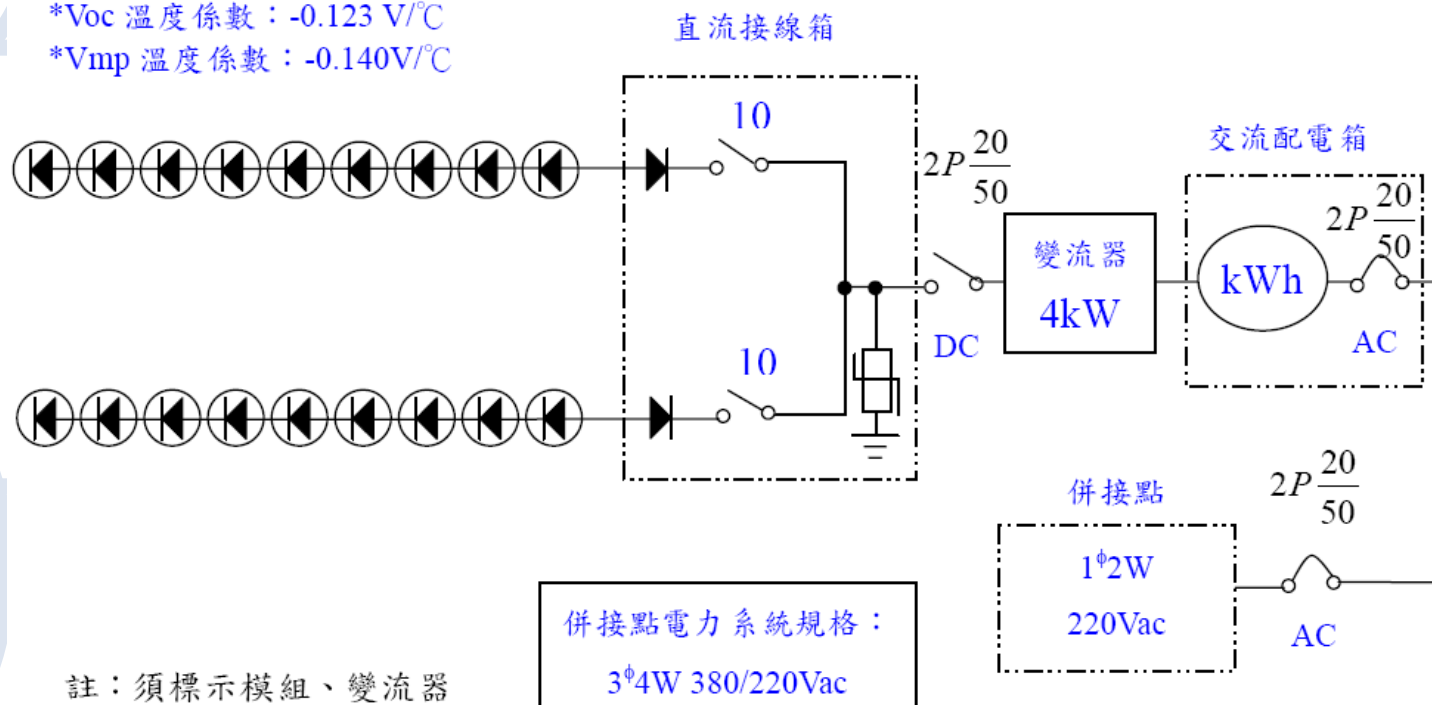
* V_{mp} 溫度係數 : $-0.140 \text{ V/}^{\circ}\text{C}$

■ 範例係5kWp 以下系統

變流器規格：

MPPT 範圍 : 150V~450Vdc

輸出電壓 : 單相二線 220Vac



(太陽光電系統
輸出規格)

9. PV發電系統平面配置圖（範例）

- 模組裝設方位角：

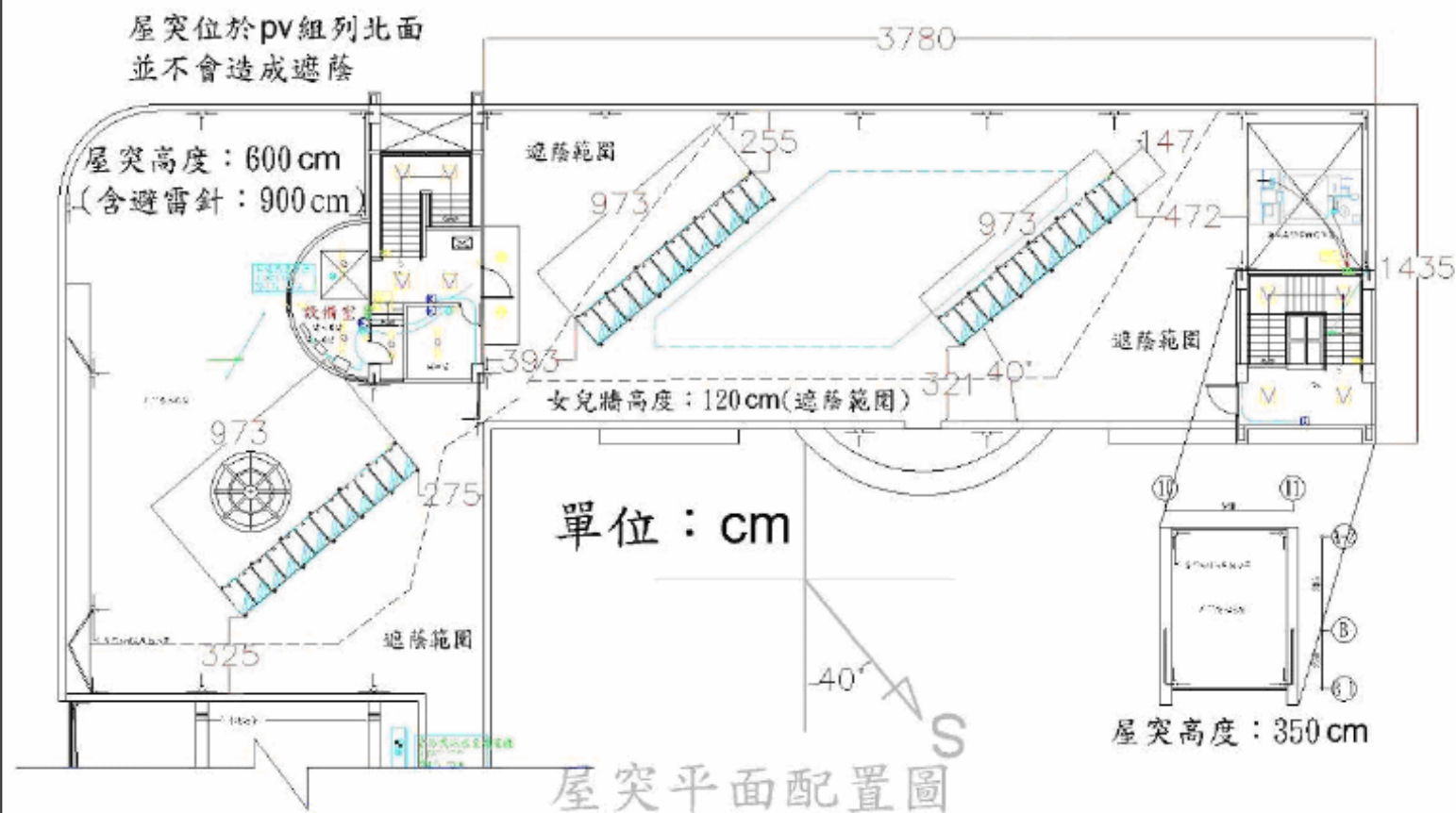
180 度(正北為0 度、正東為90 度；裝設方位角有兩個以上者，皆須填上每個方位角之角度)

- 傾斜角：

23.5 度（注意：傾斜角依當地日照而定）

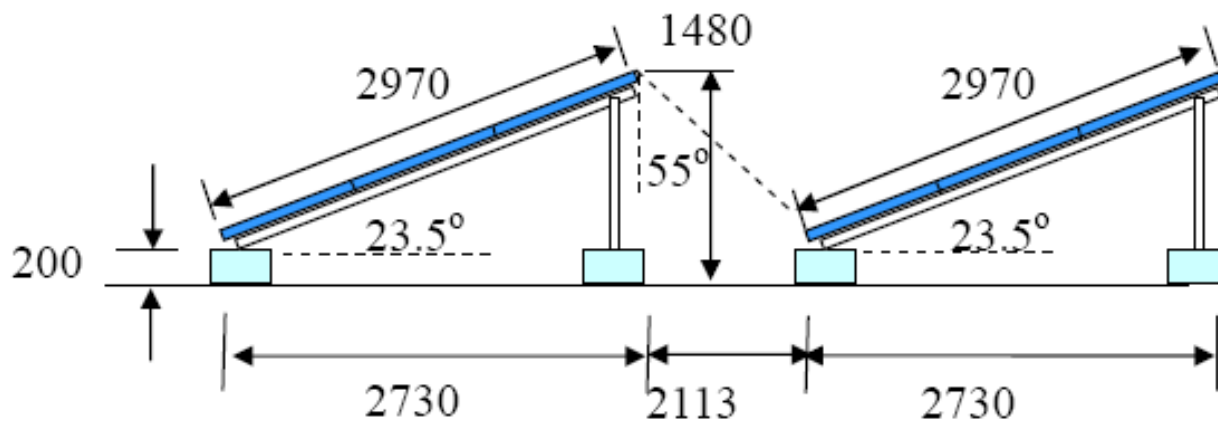
模組裝設方位角	180 度 (正北為 0 度、正東為 90 度；裝設方位角有兩個以上者，皆須填上每個方位角之角度)	傾斜角	23.5 度 (注意：傾斜角依當地日照而定)
---------	--	-----	---------------------------

(平面配置圖：包含四周較高之建物設施或其它物體並標示距離)



9. 模組裝設之傾斜角

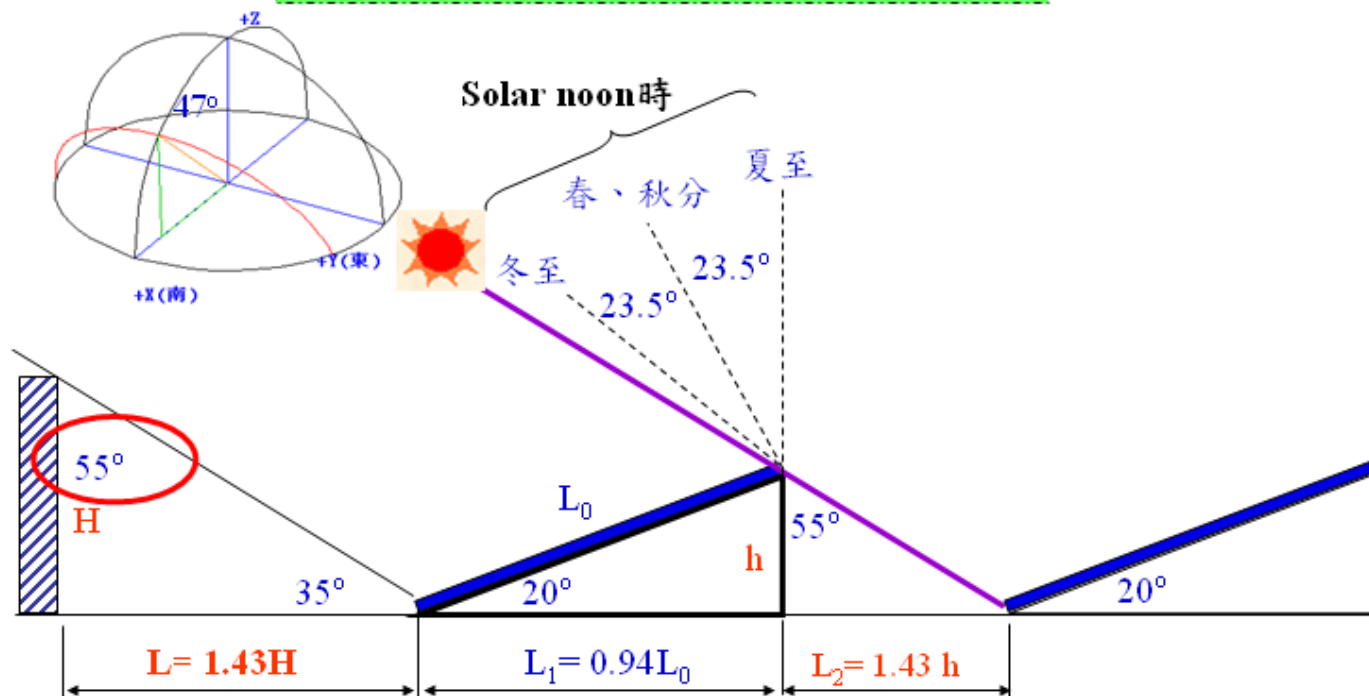
(注意：傾斜角依當地日照情形而定)



單位：mm

9. 太陽電池組列間隔設計範例

最佳傾斜角之選用視當地日照條件而定



10. 孤島效應(單獨運轉)

- 何謂孤島效應
- 孤島效應不利的影響
- 孤島效應之偵測
- 電壓異常保護
- 頻率異常保護

10. 何謂孤島效應

- 是指當電網的部分線路因故障或維修而停電時，
停電線路由所連的並網發電裝置繼續供電。此時，
與系統並接的周圍負載構成一個獨自供電的現象。
- 可能使維修人員發生感電事故或造成配電網路上
其它設備損毀。

10. 孤島效應不利的影響

- 孤島效應使電壓及其頻率失去控制，電壓和頻率可能發生較大的波動，從而對電網和使用者設備造成損壞。
- 孤島系統被重新接入電網時，由於重合閘時系統中的分散式發電裝置可能與電網不同步，可能使電路斷路器裝置受到損壞，並且可能產生很高的衝擊電流，從而損害孤島系統中的分散式發電裝置，甚至導致電網重新跳閘。
- 孤島效應可能導致故障不能清除（如接地故障或相間短路故障），可能損害電網設備，並且干擾電網正常供電的自動或手動恢復。
- 孤島效應使得一些被認為已經與所有電源斷開的線路帶電，這會給相關人員（如電網維修人員和用戶）帶來電擊的危險。

10. 孤島效應之偵測

- 被動方式

- 主動方式：

外加一微量擾動信號至市電網路中，在市電網路正常運轉時，此一微量擾動信號所造成之變化甚小；惟在孤島效應發生時，此一微量擾動信號將造成電壓或頻率有顯著之變化。

10. 被動方式孤島效應偵測

- 電壓相位變化偵測：在孤島效應發生之瞬間，偵測發電系統輸出與負載之不平衡所產生之電壓相位急變之狀況，惟若發電系統輸出與負載二者平衡，則可能無法檢出。
- 電壓頻率變化率偵測：在孤島效應發生之瞬間，偵測發電系統輸出與負載之不平衡所產生之電壓頻率急變之狀況，惟若發電系統輸出與負載二者平衡，則可能無法檢出。
- 電壓之三次諧波變化偵測：在孤島效應發生之瞬間，偵測發電系統三次諧波急增之狀況，不受發電系統輸出與負載之平衡與否影響。

10. 主動方式孤島效應偵測

- **頻率偏移**方式：改變換流器之**輸出頻率**以造成發電系統頻率之**擾動**，再由**頻率電驛**檢出。
- **功率變動**方式：包含**有效**功率變動與**無效**功率變動兩類，即**週期性**地改變換流器之**輸出功率**，偵測發電系統之**電壓**、**電流**或**頻率**是否有週期性的變動。
- **負載變動**方式：週期性地插入**併聯負載**，偵測發電系統之**電壓**是否發生**急變**之狀況。

10. 孤島效應之電壓異常保護偵測

- 市電電壓正常運轉範圍為額定值之88%至110%。
- 市電電壓大於額定值之137%時，必須於2週波內跳脫。
- 市電電壓大於額定值之110%且小於額定值之137%時，必須於2秒內跳脫。
- 市電電壓小於額定值之88%且大於額定值之50%時，必須於2秒內跳脫。
- 市電電壓小於額定值之50%時，必須於6週波內跳脫。

10. 孤島效應之頻率異常保護偵測

- 市電頻率正常運轉範圍為59.3Hz至60.5Hz。
- 市電頻然大於60.5Hz時，必須於6週波內跳脫。
- 市電頻率小於59.3Hz時，必須於6週波內跳脫。

11. 相關法規

- 電力
- 建築
- 土地
- 其他

11. 電力相關法規

- 太陽光電發電系統**非屬**「電業法」第九十七條規定之自用發電設備，**無須**向電業主管機關申請**自用發電設備**登記
- 台灣電力公司**再生能源發電系統**併聯技術要點
- 再生能源**電力收購**
- 100kWp以上而未滿500kWp之太陽光電發電系統**併接處理**原則
- 太陽光電發電系統**總裝置容量100kWp(含)以下**併接於**低壓**者之**作業程序及流程**

11. 建築相關法規

- 建築技術規則建築設計施工編
- 屋頂需設置避難平台建築物整理
- 建築物設置太陽光電發電設備高度在二公尺以下者免申請雜項執照
- 設置於地面上之太陽光電發電設備，應申請雜項執照
- 建築物或雜項工作物得免由建築師設計、監造或營造業承造之範圍—請依各縣市政府建築管理自治條例規定辦理

11. 土地相關法規

- 非都市**土地使用管制**範圍（法務部全國法規資料庫）
- 非都市**土地各種使用地**容許使用項目及許可使用細目（法務部全國法規資料庫）

11. 其他相關法規

- 公司購置節約能源或利用新及淨潔能源設備或技術適用投資抵減辦法
- 公司購置節約能源或利用新及淨潔能源設備或技術適用投資抵減辦法申請須知

12. 參考資料

- 王廷興，太陽能發電配電設計概要
- 工研院，太陽光電系統招標文件重點說明，97.9.16
- 工研院，公共建設設置太陽光電系統參考手冊，98.3.31
- 清雲科技大學，太陽光電實務班講義，98.8.15
- 傳典光電科技有限公司，太陽光電系統應用教育簡報
- 聚恒科技股份有限公司，<http://www.hengs.com>
- 綠色能源產業資訊網，<http://www.taiwangreenenergy.org.tw>
- 氣象局，2009年統計資料（日照時數表）
- 億芳能源科技股份有限公司，HCPV發電系統之技術概述簡報，2009.07.28
- 國立成功大學電機工程學系楊宏澤教授，太陽能電池節能模組晶片之設計開發及應用，98年5月22日
- 羅運俊，“太陽能發電技術與應用”，新文京開發出版，2007年9月
- 黃鼎昌譯，“太陽能的利用”，華聯出版社，71年5月