# 光華高級工業職業學校會議報告表

填表日期：106 年 11 月 27 日

| 姓名 | 成志樵 | 職稱 | 專任教師 | 會議日期 | 106.11.25 | 會議地點 | 修平科技大學<br>電機系 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 會議名稱 | 太陽能光電裝置技術研習 | | | | | 派出單位 | 實習處 |

1 一.會議重點：

課程表

(一)太陽能光電產業現況簡介

■太陽能的優點

1、太陽能最大的特點是能量巨大。在地球上，沒有任何能源能與太陽能相比擬。太陽能是太陽內部高溫核聚變反應所釋放的輻射能。每年到達地球錶面的太陽輻射能大約是 130 萬億噸標準煤，相當於目前全世界每年所消耗的各種能量總和的 1 萬倍。

2、太陽能具有典型的再生性，是典型的可再生能源。而且，正是由於太陽能的可再生性，決定了其他幾乎所有的可再生能源的再生性。換句話說，其他幾乎所有的再生能源的再生性都來源於太陽能的再生性。

3、太陽能在時間上是長久的，對於人類而言，可以說是永久的，無限的。

4、太陽能是廣泛的，在整個地球錶面上，幾乎都被太陽光所普照。

5、太陽能是完全潔淨的能源，不排放任何污染氣體和有害物質。

6、太陽能是惟一可以保持大氣溫度平衡而不使氣候變暖的能源。

7、太陽能是最安全可靠的能源。

8、太陽能的開發和利用能夠全面保持自然平衡。

9、太陽能的應用不受開採、運輸和儲存條件的限制。

■太陽能的缺點

1、雖然太陽輻射能巨大，但是，由於廣泛地分佈於地球錶面，因而太陽能的能量密度是比較低的。要從很大的面積上把太陽能收集起來，這需要大面積的設備和很大的投資。

2、由於地球的白轉，使太陽能具有間歇性。這就是說，對於同一地點而言，所能接收到的太陽能是間斷的。這就決定著：或者太陽能只能作為輔助能源，或者就必須增加儲能裝置。因而還必須增加投資。同時，大規模地儲能，技術難度極大。

3、由於天氣時晴時陰時雨，這又增加了太陽能的間斷性，同時又使太陽能具有隨機性。

4、由於地球是圓形的，也由於地球自身的運動特點，因此太陽能在地球上的分佈是很不均勻的。

■光電轉換

光電轉換又稱太陽能光電。太陽能板是一種暴露在陽光下便會產生直流電的發電裝置，幾乎以半導體物料（例如矽）製成的薄身固體太陽能電池組合。由於沒有活動的部分，故可以長時間操作而不會導致任何損耗（薄膜太陽能電池會有光衰退的現象）。簡單的光電電池可為手錶及計算機提供能源，較大的光電系統可為房屋照明，並為電網供電。

■太陽能光電的特點。

1.太陽光電發電是利用太陽電 池來吸收光能轉換成電能的 一種發電方式。

2.太陽光電系統是由太陽光電模組、逆變器與支架等元件組成。

■臺灣太陽能發展現況

臺灣因日照時間長、日光偏斜角度小，相當適合發展太陽能。臺灣雖為全球第二大矽晶太陽電池生產國，惟因地狹人稠，安裝容量受到極大限制，內需市場極為有限。目前經濟部能源局積極推動的「陽光屋頂百萬座」計畫，另規劃於 2030 年，太陽光電裝置容量要達到 6,200MW，若能如期達成，換算每年總發電量約 80 億度(以太陽能之容量因素為 15%來計算)。

我們若以核四廠兩部機組年發電量約193億度估算，欲以太陽能發電完全取代核四發電，則安裝容量約需15GW，此時必須仰賴地面型發電廠才能達成。在不考量土地成本下，1MW目前之建置成本約5,200萬元，土地面積約需1公頃(亦即0.01平方公里)，因此欲以太陽能完全取代核四，單是安裝所需費用就需新臺幣7,800億元，且所需用地面積約150平方公里。在土地寸土寸金的臺灣，並需考量糧食安全情況下，欲找到如此大面積的土地建置太陽能發電系統，難度極高。

■太陽能發展的問題及解決方案

1.環境面

不外乎土地資源利用與生態危害。太陽能發電廠雖然能夠減少空氣的污染，但需要大量面積。在地窄人稠、人口密度每平方公里達644人，全世界國家排名為第10名[1]的臺灣，要建置數量如此多的大型太陽能發電廠，需要相當的努力與協調。而如今臺灣面臨廢核氛圍，啟用太陽能已是刻不容緩的議題。

解決方案：(a)化整為零，也就是盡量利用住家學校屋頂、牆壁、窗戶等，建置太陽能發電設施。(b)利用偏遠地區、山區、高速公路兩旁空地、鐵路沿線，建置大型太陽能發電廠，可彌補土地不足之缺點。(c)在湖泊、水庫或閒置漁港安裝大型太陽能發電廠亦是一個解決方案，在地小人稠的環境限制下，臺灣要使太陽能具有舉足輕重的替代性，必須有新思維，思考既有空間再利用方式，有效提升太陽能發電比例。臺灣四周環海與多水庫(壩)(約114座，曾文水庫湖面面積達17平方公里，為臺灣地區最大者)；另外，臺灣各地之廢棄漁港榮景不在，面臨廢存轉型(例如：台中市沿海從北到南目前共有六座漁港，依序為松柏、五甲、北汕、溫寮、梧棲及麗水漁港)，亦是可利用的空間。同是缺乏土地的亞洲鄰國(日本、韓國及新加坡[2,3,4]等)目前皆在興建或已完成MW級之水面浮動太陽能電廠之案例，可提供臺灣參考。

2.技術面

太陽能發電目前成本仍然高過石化發電成本，根據美國能源局(DOE)的Sunshot計畫，期望在2020年模組成本降低至每瓦0.50美元。有機或鈣鈦礦太陽電池為新世代太陽電池技術，由於其可採非真空溶液製程加以製造，相較於其他無機太陽電池更易於生產，並可降低其產製成本。由於具有輕、薄及可撓式之特性，易結合於環境建物，構成建材一體型發電應用，另亦可應用於行動穿戴式電子裝置，在節能環保上更具實質效益。

解決方案：經由新穎材料與製程技術開發，以降低成本，增進太陽能產品應用價值與範疇。

3.政策面

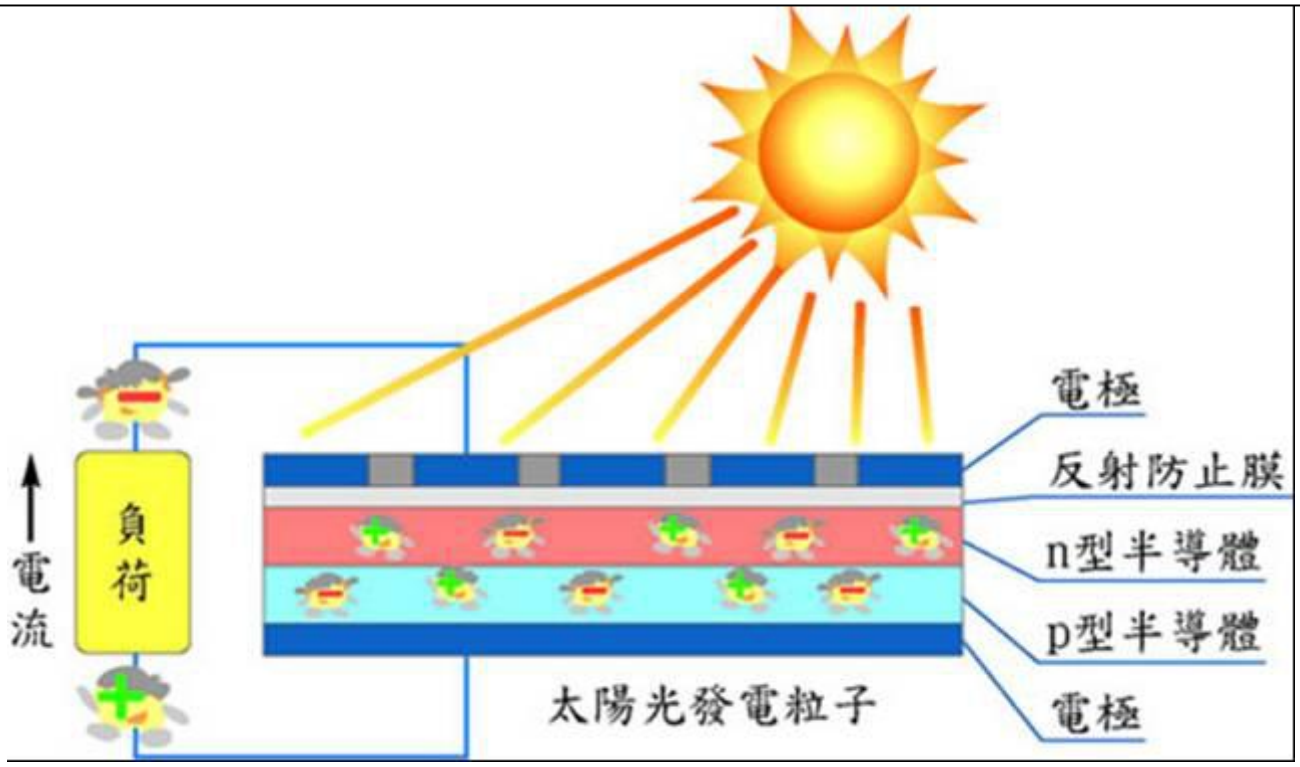
世界各國對大型太陽能發電系統有不同的補助，有的採用再生能源發電配比制度(Renewable Portfolio Standard, RPS)，藉由市場競爭及依循最低成本的原則，彈性的市場機制可使被規範義務之電力生產業者有更多的選擇空間；由於不需要進行價格補貼，在市場機制下，可避免行政權干預。有的採用再生能源電力收購制度(Feed-in Tariff, FIT)， FIT稱得上是最有效的經濟誘因，保證收購價格，具有穩定市場價格、增加投資信心與確保投資成本效益的功能；推廣安裝系統帶來工作機會、降低成本，因此造就了市場規模，但當收購價低至系統成本價時，其誘因就不再彰顯。

解決方案：建議兩者合併採用，也就是FIT搭配RPS使用。利用RPS的各項關鍵因素如總量控制、競標程序等，避免訂價錯誤引爆的後遺症。因此，避免再生能源產業對FIT補助政策之依賴。同時，避免RPS訂定的太多變因，難以事先估計執行成本的問題，無法有效開發利用再生能源。此外，在市場競爭機制下，低成本的再生能源可不斷地被啟用，有效率地達到再生能源發展的目的。

■太陽能光電系統

一、太陽光電池(Solar cell)發電原理

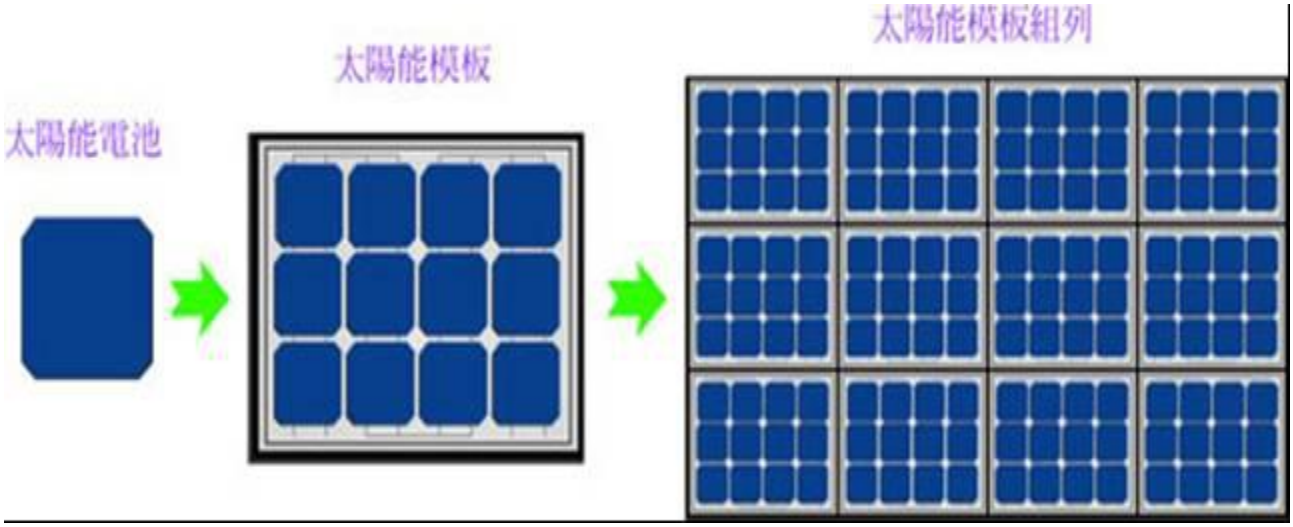
太陽光電池發電原理是利用光導效益(photo conductive effect)及內部電場兩個因素將光能轉變成電能，太陽光電池吸收太陽光透過p型半導體及n型半導體使其產生電子(負極)及電洞(正極)，並分離電子與電洞而形成電壓降，再由導線將電流導出供負載使用，圖示如下。




Solar cell 發電原理示意圖

二、太陽能光電板組列(Array)之組成

太陽光電最小單元稱為太陽能電池(Solar Cell)，分為 4 吋、5 吋及 6 吋，是利用半導體材質之矽晶圓片加工而成。將太陽能電池每 36 片或 72 片串聯，並用強化玻璃及 EVA 膠層壓，再以鋁框裝框後便成了 12 伏或 24 伏的太陽光電模組，而後將一片片太陽光電模組依設計進行串併聯，於是就成了太陽能光電組列，圖示如下。




太陽光電板及組列組成示意圖

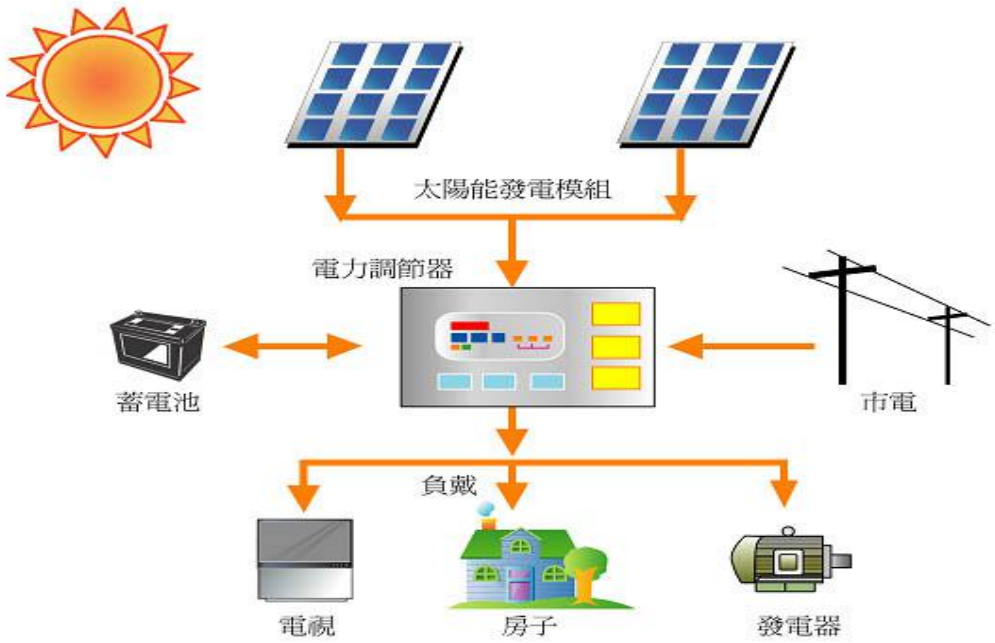
三、系統組成

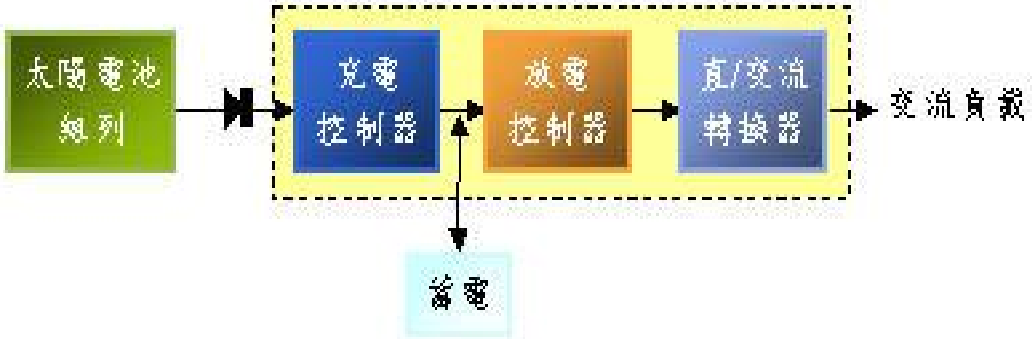
太陽光發電系統由太陽能光電板組列、變流器、充放電控制器、深循環蓄電池…等主要元件所組成。

■太陽能光電模組種類與型式。

單晶矽模組、非單晶矽模組、可繞式模組、多晶矽模組、半透光型模組。

■太陽能光電發電系統(設備)示意圖。




■太陽能光電系統類型簡介

一、市電併聯型太陽光發電系統 (Grid - connected PV Power System)

1.用途

住宅併聯系統、辦公建築物、工廠、醫院等所有耗電量大且必須節電之場所。

2.系統說明

太陽能光電模組經過串併聯設計所組成之太陽能光電陣列，吸收太陽光能後產生電力，其所產生之直流電，透過變流器轉換成交流電力後，直接併入市電，立即可提供原本迴路之電器使用。由於系統經設計，故太陽能光發電系統所產生之電力將優先被負載使用，且於併入之迴路中自動搜尋負載，提供負載所需之電力；因此本系統所產生之電力即為優先省下之電力及費用。

太陽光發電系統與市電並存，故無系統切換問題，不會產生電力不穩而使電器損壞之情況。負載端供電與市電互補，不需額外考量負載總耗電多寡，若系統供電不足負載使用時，市電將補足系統發電量不足的部份。

系統整體之轉換效率達 94%以上，變流器本身具各項安全保護，當台電停電時，將自動斷電以維人員及設備安全，因此市電斷電時，太陽光發電系統停止提供電力。

3.特點

主要訴求為省電，於電費日益高漲的未來，將可省去不少之費用，因不需經蓄電池儲存與釋放之能量耗損，轉換效率可達 94%以上，為最具效率之系統類型。且其無蓄電池作為儲電裝置，故建構成本相對較低。

4.併聯型系統架構示意圖

併聯型系統架構示意圖

二、獨立型太陽光發電系統 (Stand-Along PV Power System)

系統可獨立提供電源，可分為交流電源型與直流電源型，可於市電無法供電時，適時提供電力。

1.用途

高山、離島缺電或燃料補給不易的地區、燈塔、太陽電力站、太陽能路燈、交通號誌及訊息顯示看板等，以及大哥大基地台、無線通信站、使用直流電力之獨立監測設備及燈具等，皆適用獨立型系統。

2. 系統說明

(1)交流電源型

太陽能光電模組經過串併聯設計所組成之太陽能光電陣列，吸收太陽光能後產生電力，其所產生之直流電，透過充電控制器充入電池組，經變流器轉換成交流電力後，供特定迴路使用(依需求設計)。此系統無市電備援，如蓄電池電力不足則無法供電。供電受變流器出力影響，轉換效率達 90 %以上

(2)直流電源型

太陽能光電模組經過串併聯設計所組成之太陽能光電陣列，吸收太陽光能後產生電力，其所產生之直流電，透過充電控制器充入電池組，供特定直流負載使用(依需求設計)。此系統無市電備援，如蓄電池電力不足則無法供電 負載供應為蓄電池與台電，供電受變流器出力影響，轉換效率達 92 %以上。

太陽能路燈屬此類。

3. 特點

建構此系統即可提供電力，裝設於偏遠或高山地區，只要日照良好即可提供電力，太陽能路燈也屬此類，不需配電拉線即可提供適當之照明。

4. 獨立系統架構示意圖

獨立型系統架構示意圖

三、混合型太陽光發電系統 (Backup PV Power System)

當台電停電時，仍可由系統蓄電池繼續供電，直到電池內電力用盡，但當日照持續太陽能光發電模組便可發電並充入蓄電池中，延續電池使用時間。

1. 用途

可當作不斷電系統使用，對不能臨時缺電的場所：如醫院、特殊生產線、及大陸輪流限電區域之廠房等特別適用。

2. 系統說明

太陽能光電模組經過串併聯設計所組成之太陽能光電陣列，吸收太陽光能後產生電力，其所產生之直流電，透過充電控制器充入電池組，再經由變流器轉換成交流電後，供特定迴路用電。

此系統與市電併聯，平時可視為併聯型系統，故太陽能光發電系統所產生之電力將優先被負載使用，不足之處才由市電供應。因此本系統所產生之電力即為優先省下之電力及費用。

當市電無法供電時，透過變流器電源自動切換開關(A.T.S.)的切換，可將系統轉換由電池供電，蓄電池及台電互補，供電受變流器出力大小限制(亦即迴路負載大小不可大於變流器最大輸出功率)，系統的轉換效率可達 90%以上，台電停電系統仍會以電池繼續供電。

3. 特點

綜合市電併聯型及獨立型系統之優點，正常情況可視為併聯型系統，停電則由蓄電池提供電力，仍然有電可用不致匱乏，使用時間需視蓄電池設計容量而訂。

4. 混合型系統架構示意圖

併聯型系統架構示意圖

■系統類型比較

1.系統組成元件比較表

| 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 | ○ | ╳ | ╳ | ○ |

2.系統發電效益比較

| 類型 | 市電併聯型 | 獨立型 | | 混合型 |
|---|---|---|---|---|
| | | 交流電源型 | 直流電源型 | |
| 轉換效率 | 94 %以上 | 90 %以上 | 92 %以上 | 90 %以上 |
| 市電併聯 | ○ | ╳ | ╳ | ○ |
| 台電停止供電後可否繼續供電 | ╳ | ○ | ○ | ○ |
| 購置成本 | 普通 | 高(註1) | 高(註1) | 稍高(註1) |
| 後續維護成本 | 低 | 高(註2) | 高(註2) | 稍高(註2) |

■系統設計

一、太陽光發電系統容量設計

依實地勘查來確認：

1.方位

因台灣地處北半球，且依研究資料及數據，以朝正南為最佳設置方位及角度則以20°~23.5°為佳，故需優先確認正南方之確切方位所在。

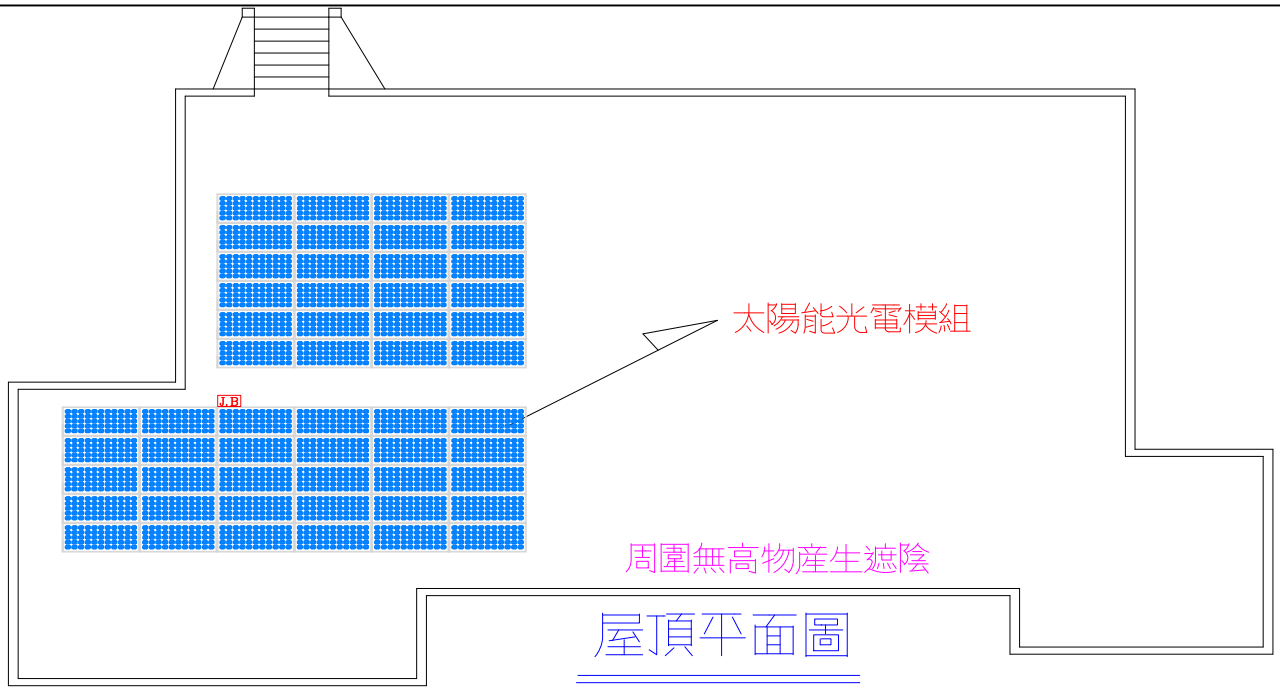
2.是否具有其他可能會造成陰影之物體

裝設系統首重發電效能，而遮陰是最重要且直接影響發電效率的主要因素，因此系統裝設前需確認裝設地點週遭，是否具有其他可能會造成陰影之物體，如：高樓、大樹、冷卻水塔、屋突…等，若有則需避開可能產生遮蔭的區域，改變裝設位置或縮小裝設容量。

3.可裝設系統之區域面積

依方位並考量遮陰影響後，則可確定該地點可裝設系統之面積大小，一般而言，裝設1 Kw約需10 $m^2$ (約等於3坪)之佔地面積。

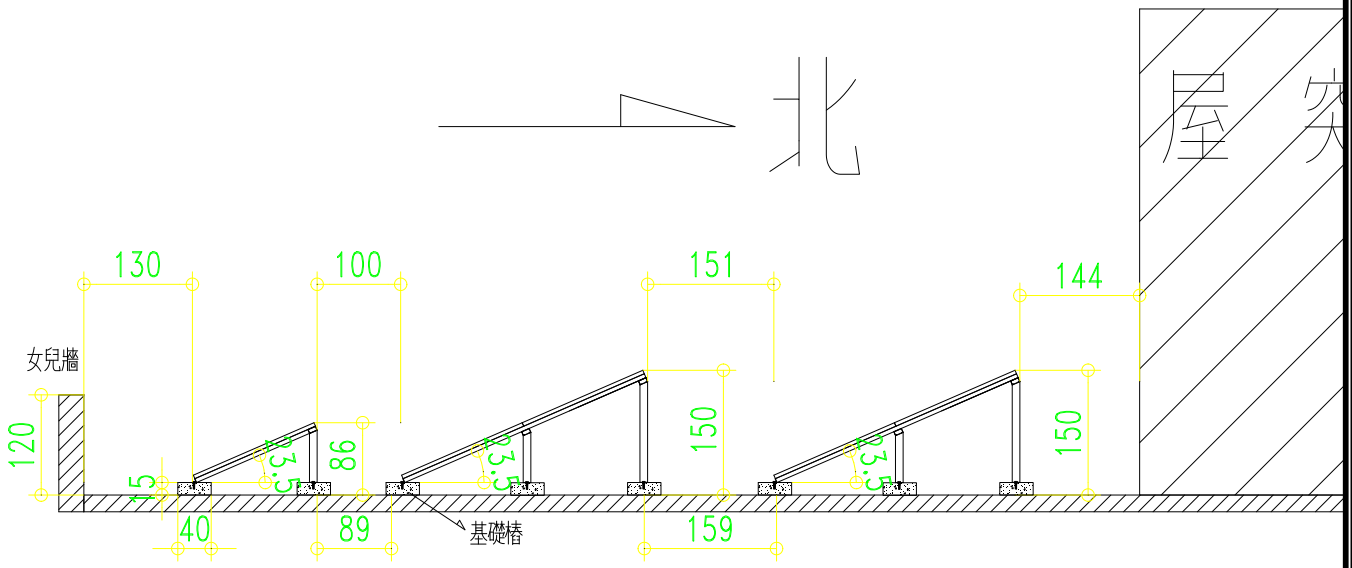
因此需要依業主提供之系統裝設所在位置平面圖來繪製“太陽光發電系統配置平面圖”做為規劃設計的第一步。




太陽光發電系統平面配置圖

**二、支架側視圖**

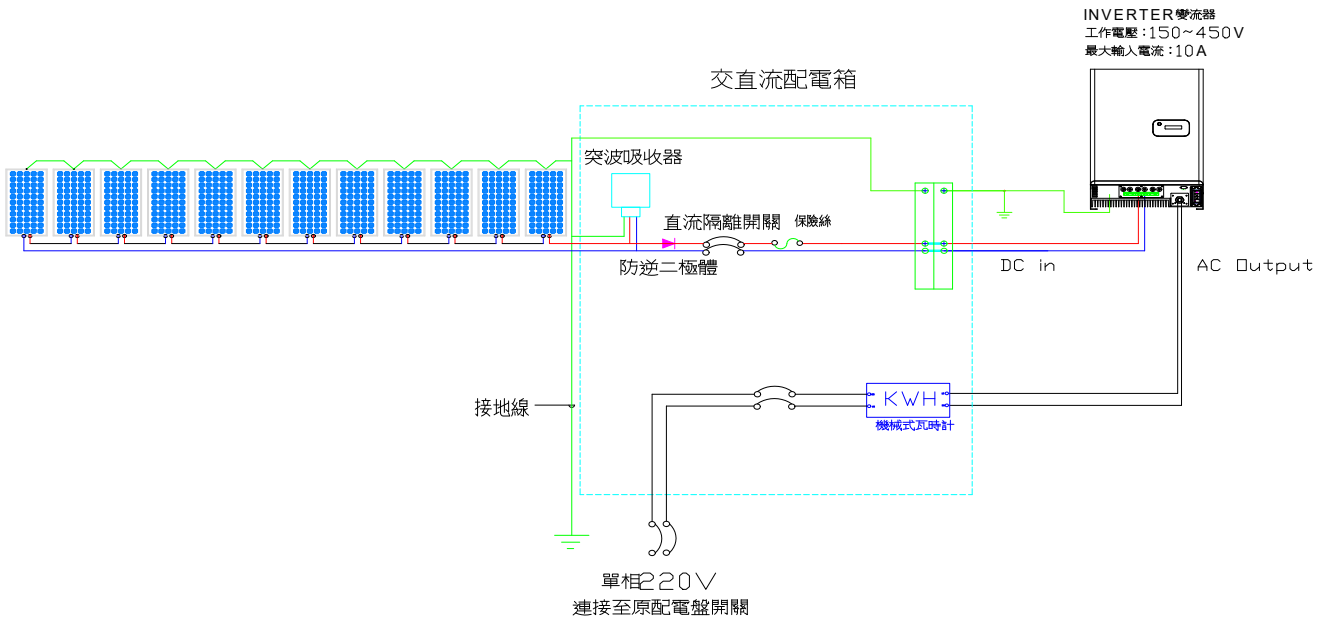
**依最大可裝設裝設容量及評估業主用電需求後，進行第二階段設計，並決定模組規格及使用數量，進而著手進行支撐架的設計，如下圖所示。**




支架側視圖

**三、系統電力設計**

**依業主用電需求，決定系統裝設類型，並配合可裝設之面積，來做為系統容量之設計依據，決定後繪製系統電力單線圖，如下圖所示。**




系統單線圖

**四、系統單價分析**

同類型之系統，其所構成之各個項目皆相同，而太陽光發電系統成本分析如下：太陽光電模組費用約佔 65 %，變流器費用約佔 5 %，施工費用約佔 25 %，規畫設計及代辦申請費用約佔 5 %。

**(二)太陽能乙級技術士檢定介紹**

**1.快速接頭實作。**

**2.併聯型、獨立型及混合型實際接線線路介紹。**

**3.乙級學科及術科試題解析。**

第一站:太陽能模組架設組裝與接地處理

第一站:直流接線箱安裝與量測及故障檢測

併聯型第二站: 裝配與施工(配管及配線)

併聯型第二站:表頭設定與紀錄填寫及計算

獨立型第二站: 裝配與施工(配管及配線)

獨立型第二站:表頭設定與紀錄填寫及計算

**4.乙級術科考場介紹。**

二.建議事項：

1.乙級檢定考試：

可應用在電子學、電力電子學、輸配電、電子學實習、室內配線實習、工業配電實習等課程，學習各種電力配線及交流電和直流電的轉換。

2..因應國家的能源政策，鼓勵同學通過工業配線及室內配線丙級檢定後，可報考太陽能乙級技術士檢定。

3.利用上課時間和學生分享，使學生更瞭解太陽能光電的概念與實作，並對太陽能乙級技術士檢定能有更進一步的認知與瞭解。

三.待辦事項：無。

四.帶回物品及處理方式：無。

此次研習未發紙本資料。

五.本次會議報告方式

1.此次研習包含太陽能光電產業現況和太陽能乙級技術士檢定，經過這次研習所得，未來在授課當中，能將所學之資訊傳達給學生，讓學生對於以上的科目有更進一步的認知與瞭解。

2.此次研習資料未來可應用在電子學、電力電子學、輸配電、電子學實習、室內配線實習、工業配電實習等課程。

| | | | |
|---|---|---|---|
| 擬辦 | | 批示 | |