

「可再生能源網上研討會 #2：如何建設及管理太陽能發電系統？」

日期：2020 年 2 月 24 日(星期一)

講者：顏子翔工程師 (前中電集團高級經理 - 可再生能源)

主持：麥永開先生(低碳想創坊項目顧問、350HK 聯合創辦人)

主辦機構：低碳想創坊

項目：賽馬會太陽能關懷計劃

麥：麥永開 顏：顏子翔

麥：Hello，大家好！歡迎大家在這個抗逆時刻留守我們的網上研討會。今日，我們好高興邀請到一位重要的嘉賓為大家分享。我們這裡是低碳想創坊，而這個網上研討會則是轄下的「賽馬會太陽能關懷計劃」的其一項目。今日的嘉賓——顏子翔工程師，前身為中電集團高級經理，專責可再生能源。在中電任職 36 年〔期間〕，顏先生自 2000 年起便開口專門分析亞太區的可再生能源科技和發展項目。他擁有香港大學電機工程學理學士學位、中文大學的工商管理學及阿爾斯特大學的可再生能源理學碩士學位，本身亦是國際工程技術學會，以及電器電子工程師學會的會員。首先歡迎 CC。我是 Ringo 麥永開，是低碳想創坊的顧問。今次多謝〔香港〕賽馬會的贊助，令我們能夠為大家提供多元化服務。不如讓我先簡單介紹我們的「太陽能關懷計劃」，因為〔就我所見〕現時已有超過 40 個朋友參與了我們是次在 Zoom 舉行的網上研討會。

簡單來說，低碳想創坊是個非政府、非牟利的團體，主要是推動關於對抗氣候變化，以及鼓勵低碳生活的組織，而「賽馬會太陽能關懷計劃」則是〔一個〕受惠於香港賽馬會〔2,000 多萬〕撥款後，率先為 10 個非牟利慈善團體提供免費評估、安裝和保用太陽能系統〔的平台〕，讓他們能借助上網電價來獲取經濟收入。另外，〔我們亦會〕進一步推出關於可再生能源的不同類型項目，讓社區參與。有關上網電價，顏先生稍後亦將有講解，我在此先賣個關子。至於〔這個計劃的〕運作如何，我們好歡迎任何 NGO〔成為我們的太陽能關懷夥伴〕，只要〔機構〕有空間、有天台、有空地便可參與。目前〔已參與〕的 10 個機構，我在此就不逐一多說了，大家〔有興趣〕可瀏覽我們的官網了解。

（圖按）

太陽能關懷夥伴：基甸事工、國際十字路會、鄰舍輔導會、香港遊樂場協會、扶康會、基督教正生會、Outward Bound Hong Kong、基督教巴拿巴愛心服務團有限公司、職工盟教育基金及香港路德會社會服務處。

麥：上星期末收到一則好消息，有關我們首個的太陽能系統安裝項目終在石籬的職工盟教育基金落成，一共安裝了 **108** 塊太陽能板，並正在安排接駁到中電的電網中。

（圖按）

太陽能關懷夥伴：職工盟教育基金 —— 太陽能板數目 **108** 塊，預計首年產電量 **48,549 kWh**

麥：好了，介紹到此，接下來的時間有請顏先生。

顏：謝謝 Ringo，也感謝低碳想創坊的邀請，有機會在此跟各太陽能業界的持分者分享有關太陽能系統建設和管理的經驗，希望能對香港的太陽能發展有所幫助。

（按圖：太陽能光伏系統建設發運行管理）首先簡單介紹一下太陽能的應用吧！我們今日主要會講有關光伏發電。然而，太陽能的應用事實上是有多方面的，舉例光熱發電會先將太陽能聚焦，再以高溫推動一些傳統的發電機，亦有直接的太陽能加熱，會配合熱水器使用，有些發展中國家甚至會以太陽能煮食，其應用可謂相當廣泛。至於現在全球太陽能光伏發電的應用情況如何，這裡有一個圖表……（按圖：全球太陽能光伏發電的應用情況）可見一個爆炸性增長，數字在 **10** 年間簡直是幾何級上升，按 **2019** 年數據顯示，業界估計全球的「裝機量」大概超過 **600+ GWp**。

這是一個什麼概念呢？以香港的村屋為例，一般可安裝 **6,000** 瓦的太陽能板，而 **600+ GWp** 則等同鋪設了一億棟村屋，對比香港現時大概只有 **4** 萬棟的村屋計算，你大可想像當中極之龐大的規模。與此同時，你亦可見圖中以顏色區分顯示不同國家的「裝機量」。「裝機量」最多的有大家都熟悉的「中國紅」。中國起初在 **2011** 年幾乎是「零應用」，但現在卻是全球光伏板裝機發電〔量〕最多的國家。其實光伏發電非常簡單，有太陽便可。假設我們從中收集得來的能量有 **100%**，當中能轉換成電力的便大概是百分之十八。這是太陽能板的技術限制，當中〔限制〕有高有低，視乎個別技術選項。當〔電力〕再經太陽能光伏系統後，由於系統本身會有損耗，其總效率一般僅剩八成。然則，能夠上〔電〕網的，最終大概只會有 **15%**。換句話說，我們〔能夠〕使用的太陽能亦只有 **15%**。箇中影響其實不大，現在只純粹讓大家有一個概念。

（圖按）

$PR = kWh / kW \times S$ where $S = \text{太陽幅射量 (kWh/m}^2\text{)}$

顏：這裡亦有一簡單的方程式，計算一個時變之後，將其發電量與公率及太陽能幅射量相除，便可得知系統的總效率，英文為 **Performance Ratio**，簡稱 **PR**。對太陽能專業來說，**PR** 是一個非常重要的參數。稍後我將再花一點時間解釋。簡言之，太陽能光伏發電系統，就是將太陽能板連接後，經易變器將直流〔電〕轉化成交流〔電〕到建築物或電網裡面，小至天台的系統裝置，大至國內一些大規模工廠，甚至比此更大的，可以是鋪天蓋地……圖中便展示了位於內蒙古的大型光伏發電系統，是我早前有幸到當地參觀時所拍攝的。如果當時有航拍機的話，其畫面相信就如閱兵一樣壯觀。對於每一個從事太陽能行業的人來說，看到如此畫面，心裡面確實會產生一種成就感……至於家居太陽能光伏發電系統又怎樣呢？圖中所見，其構造是類似的，也是先將太陽能板連接，然後經易變器，即我們俗稱的火牛，接駁到電箱上網，這是一個較簡單的系統。若果規模再大更會再更複雜。

（圖按）
大型太陽能光伏發電系統

顏：不過從圖中所見，〔其基本結構〕也是一個個單元組合後再連接而成，不同的是它會接駁到高壓電力系統，是故在保險、計量上等方面亦會比用於家居的系統來得複雜。另外，也想介紹有關太陽能光伏發電的考慮因素。在此我簡單用上一些中國人比較熟悉的概念：天時、地利及、人和來歸納。天時包括了光照和設備；地利則涉及土地，遮擋和污染；至於人和就有法規、市場及承擔。我稍後會為此作更詳細解釋。

（圖按）
太陽能光伏發電系統的建設和運維流程

顏：有關太陽能光伏發電系統的建設和運維，大致可分為 4 個流程，第一是前期準備，當中包括發電量評估。為什麼要評估發電量呢？首先，作為一項投資，這是必須的。再者，從環保角度，我們是必須要知道它能代替幾多化石燃料（**Fossil Fuel**）發電的，所以這是一個相當重要的步驟。除此之外，也包括一些基本規劃，如系統設計、成本，工序及工期預算，更要考慮是否要以一種商業模式來投入這個太陽能光伏發電系統。第二就是一些申請審批，在這當中有不少〔程序〕需要處理，包括向政府部門、電力公司及現場申請。在香港，主要涉及的政府部門有建築署、地政署、電機工程署，針對較大型的 **EIA** 系統時更會涉及處理環保、環評的部門。參考外國的例子，自行申請補貼是必須的，而香港有賴於現時的上網電價〔計劃〕，補貼事宜在申請系統安裝後便會由電力公司負責處理，而毋須自行申請。當然，這樣就得先向電力公司申請上網，另外也需要特別關注有關物業管理的申請審

批。如果天台建設會影響當地社群、空間的話，更要個別進行商討，互相配合。

再來第三個有關實際施工和採購〔的流程〕，我們需要考慮設備的採購及運送、詳細的工程設計，並派駐專業的技工作現場施工，直至〔系統〕經驗收投產。最後一環是運行維護。除了要作商業運行的考慮，定期為其安全、穩定、效率等檢測作安排之外，更要按情況清潔光伏板及其備件備品。從過去的工程所見，我發覺後者現時在香港並不太受注視，然而基於系統的長期運作，有關備件備品〔的保養〕對動輒長達 10 至 20 年的運作考慮非常重要。

麥：我在此特別提醒大家，如果對剛才顏先生所說的有任何問題，歡迎在 Zoom Chatroom 留言提問，我們將在不同時段為大家解答。另外，為了讓廣大業界能有個參考，我亦想向顏先生請教。我知道以上都是有關私人申請所需要關注的事項，那麼針對當中以村屋為首的系統安裝，以 10 分為滿分，其專業水平是否已達到你剛才所提到的呢？這應該也跟收費有關，對吧？

顏：沒錯，說實都跟收費有關，哈哈……但卻特別想補充一下，剛才提到的各項考慮是廣泛性的，較大型的系統當然需要更周詳的考慮，規模較小的也大可作一簡化。正如 Ringo 所說，香港在〔太陽能光伏〕系統發展仍在初步階段，暫時相對會著眼於普及化發展（capacity building）。然而，我個人認為當發展到後期，整個業界在採購、運行維護等方面都應該循可持續性方向發展。

麥：絕對是呢！

（圖按）

太陽能光伏發電系統發電量：大型系統及香港中小型系統參考發電量

顏：探討過重點考慮事項之後，讓我們詳細介紹有關太陽能光伏發電系統的發電量。大型系統來說，那是一項非常專業的工作。作為一個過來人，深明箇中的複雜性，〔這些工作〕不但需要大量對光資源、地形、遮擋、污染源等進行現場勘（察）及模型分析，並在勘察前經年累月地設置測光站來獲取相關的數據資料，而所得的數據分析結果合理與否，更會直接影響投資決定及融資成本，需要在銀行借貸上過五關斬六將。以香港為例，中小型的系統為多，我們大可利用〔香港〕天文台擁有超過 50 年的太陽能輻射數據，提供所需資料，加上其它市場已累積大量知識，令我們無須再重新累積經驗及評估。舉例在無遮擋及重大事故如系統長時間故障的情況底下，〔我們會知道〕一個座北向南、達 1kW 的光伏系統，其「首年」電量經估算後的長期平均值約為 1050 至 1100 kWh。為什麼要特別強調首年呢？全

因光伏板有衰減。儘管其每年折舊不多於 0.5 - 1%，但經 10 - 20 年累積下來卻是少數怕長計，最終令發電量不斷縮減。根據我過去的估算，在適當運維情況下，25 年的總發電量約為 24,000 至 25,000 kWh。當然這會視乎於場地是否有遮擋。遮擋乃因場地而異，嚴重的可扣減電量超過 10%，因此專業的遮擋評估十分重要。

（圖按）
現場遮擋評估

顏：圖片顯示的是一個頗有趣的儀器，由一部倒掛的相機構成，看上去就像我們平常所見、半球體的「魚眼鏡」般。這其實出自一個我曾經參與的實際個案，可見〔周圍〕都是已安裝妥當的太陽能板……（麥：儀器很小呢！）對啊！〔儀器〕相對於那些已安裝的太陽能板和旁邊的太陽能（熱）水器的確是不大。南方在哪呢？就在熱水器的位置。我當時一看之下就覺得有問題，便帶著這儀器去評估，通過軟件的幫助，由儀器拍攝的照片可作 360 度顯示，當中紅色為太陽光的路線走向，這牽涉到複雜的冬夏季太陽軌跡，在此我就不多說了，但你能從圖中見到太陽走向都被熱水器遮擋，換句話說，這些太陽能板大概會有三分一時間得物無所用了。另一張圖則可清晰展示其嚴重程度。是故，我想特意提醒大家在考慮安裝項目時，必須與承建商商討有關問題，進行評估，以便針對遮擋程度尋求解決及避免方法，比方在接線程序上限制遮擋範圍，這些都可在此問題上作一補救。坦白說，遮擋問題在香港比較嚴重，是故大家最好與承建商商討一個比較有系統的做法。

（圖按）
太陽能光伏年發電量變化：香港光伏系統在過去 25 年的表現

顏：這裡有一個發電量變化的例子，當中帶給我們什麼訊息呢？藍色的是香港過去 25 年來實測的太陽能（輻射）變化，你大可看到香港的太陽平均能量也達到 1,300 - 1,400 水平，相信是與本地空氣污染或空氣質素有關。印象最深的肯定是 1990 年代，中國首個太空人來訪時對香港一片「灰天」氣象的言論。近年〔大家〕實在是花了很大努力去令香港的空氣質素有所改善和提升，也直接影響太陽能。你可看到那條藍線在一直上升。不過，如果你早在 1995 年便已安裝太陽能系統的話，則可見其發電量每年都有波動，並且與太陽能量背道而馳，慢慢地走下坡。那正是因為衰減的問題，而令發電量下降。所以大家不要因業界宣傳強勢而忽視發電量的問題，要小心評估。一來世事沒有一定保證，二來太陽能本身每年有波動，約有正負 5% - 10% 的偏差，大家要有心理準備。家用的由自可，但說到生計的話就不得了了。未必會蝕，卻可能會影響流動資金，是故安裝大型系統時就必須要注意〔太陽能〕波動，留意當中的下坡走勢，那絕對會影響實際的發電量，甚至收入。

麥：我想問一個簡單問題。相信在這 25 年間，科技也有所進步，較新的太陽能板不就會在發電量降低的問題上有改善嗎？

顏：有，而且是肯定有所改善的。就早期的太陽能板技術而言，其密封性的確較差，久而久之會使內裡的電子粒、矽質等受外在的水氣影響而衰減，與現今的太陽能板有所差別。然而，即便採用了最先進的技術，也不會出現零衰減的，極其量是衰減幅度收窄，繼而影響到太陽能板的選擇，以至長遠收入的考慮，我們稍後會再詳細講解。（圖按：商業模式考慮）那麼有關商業模式有什麼考慮呢？事實上有多种方法，其中包括一次性的投資或分期付款，另外也可與承辦商分帳，再以固定收入或以發電收入按比例分攤，亦可以土地，甚至系統租賃形式向承辦商收取租金，更甚者，可以實行一種叫 B-O-T 的方法，將興建、營運和移交各項合而為一。當然還有不少有創意的做法，大家大可隨意想像發揮。（麥：就像我們的計劃一樣……零消費！又可團結 NGO！）沒錯！沒錯！當然，大家在選擇時最好配合自己的意願和風險承擔，首要考慮建設系統目的，是用來投資、環保、教育，還是人有我有，要趕潮流時尚呢？不同的商業目的自然有不同的考慮因素。

其次要考慮剛才提及過的發電收入波動性，以及當中的權責。權有業權、使用權；責亦涉及不同的法規、安全、管理、維修，以至是終極處理的問題，這個我們剛才在茶餘飯後也討論過的，舉例一些退役系統的回收問題，大家都應按自己的權責來處理，而且還要針對年期及土地使用期限作出承諾。曾遇過一些在香港的案例，當中涉及到物業買賣、天台業權等複雜問題，為避免遇上類似事件，大家都最好為系統安裝作一承諾，從而在太陽能板的使用範圍、年期、實際可操作性上保障大家。

（麥：尤其要注意香港代理的身份，對吧？）沒錯，除此以外，也要檢視其標準尺寸，以達至不同代理太陽能板之間的共通性。再來看一下風險與回報相對之間，與業權其實也有很大程度的關係。自資擁有的物業回報必然最大，但風險也最高，其次就是分帳和租賃等，所以有興趣發展太陽能光伏系統的業主便要多加留意和討論，以覓得適合的商業模式。

（圖按）
申請審批

顏：香港的審批程序相對其他地方簡單，基於本地發展多屬小型系統，是故審批主要針對建築物外加設備和改變土地預先用途兩項，涉及部門分別有屋宇署及地政總署。另外，機電工程署也有參與部分，負責光伏發電的系統要求。最後，當然少不了兩間電力公司（中電、港燈）。圖中可見各署網頁資料連結，各位有興趣可自行

瀏覽。芸芸之中，機電工程署雖不是負責審批的核心，然而部門有極之豐富的資料提供，我個人非常建議大家到其網站參考，了解更多有關太陽能系統安裝流程、考慮事項及已登記的承辦商名單。至於系統安裝，各位則可在中電、港燈的官網上提出申請。

（圖按）
採購——光伏板

顏：以上都是一些前期審批，再來說有關採購，其中一個很大的項目在於光伏板，我們多數會聚焦於效率和供應兩類排行榜。提到擁有最高效率的光伏板，有不少都是大家眼熟的品牌，抱歉在此賣告白，當中包括有 SunPower、LG、REC、QCells 等。排行榜都是由第三方針對高效率光伏板作定期評估篩選的，圖中是由 Clean Energy Reviews 於 2019 年進行的評估，僅供大家參考。另一個則是「十大供應商」，全部以出貨量最高排名，又稱「主流產品」，情況就像智能手機比拼一樣，當中也包括一些品牌如 JinKo、Trina 等。然而，效率高不等於產量或出貨量高，只因大型投資均需慮及性價比，要衡量個別的投資回報。由於香港市場仍處於初階段，大家投資目的有別，相信這些會是一個很好的參考。有人問到出貨量高背後代表了什麼？其實就是指一個高技術量，由自家研發，且有一定程度的質量保證及生產力。

（圖按）
光伏技術市場分額：Annual PV Production by Technology - Worldwide (in GWp)

顏：至於現今光伏技術市場的分額如何？容許我在此借助一份德國的技術研究〔解說〕。圖中可見，〔光伏技術〕市場自 2000 年起一直大幅增加，佔額最多的藍深部分為多晶光伏板（Multi-Si），其次的淺藍色部分則為「單晶」（Mono-Si）。整體來說，儘管薄膜電池〔多年來〕被不斷吹噓，其生存空間卻不大。研究亦顯示近兩、三年來，「單晶」不斷從後趕上，原因是市場都在爭取在有限土地上得最大電量，令效率高的「單晶」成本被進一步拉低，市場佔額亦愈趨龐大，行內皆戲稱為「單晶回歸」……（兩人哄笑）我們也可看一下有關產能至 2017 年的分佈統計。

（圖按：PV Module Production by Region - Global Annual Production）其中，綠色為中國，橙色為其餘亞太地區，兩者相加約佔整體的八到九成，說明了光伏板的生產力主要集中在亞洲及東亞，亦因此令部分歐美品牌只能局限於高檔路線，帶來成本差距。

麥：讓的稍為補充一下，顏先生待會也可為我再作註釋。其實我們過去也有接觸來自歐美的大品牌，發現她們不少已有主副線分拆，並將部分生產線保留在德國、瑞士等歐美本土，僅將 **OEM** 轉移到國內製造。以你經驗來說，同一品牌但產地不同，其產品質量及表現的差別會有多大呢？

顏：現階段的分野不大。如果大家最近有留意 **TVB**，不好意思我又賣告白，當中有一介紹新科技的節目也有提及以機械人技術生產太陽能板的〔例子〕，這揭示了現今太陽能板的基本生產早已是自動化。猶記起我最近一次到國內〔廠房〕參觀就像劉姥姥入大觀園一樣，眼前盡是全封閉、全機械式的廠房生產，〔零件〕由機械臂一路運輸，沒有人手參與，使得質量控制更趨平均一致。（麥：然則，品牌可更穩定地控制品質和供應，對吧？）完全正確。相比以往一些大型投資，儘管品牌本身有信譽，其生產過程每每也需要由人親自監督，費時失事，現今改成自動化生產，便能令品牌更有保證。另外有一點也值得留意。雖說太陽能板首要著重生產，但也要看重物料。物料的選用，特別在大型投資上，具有決定性角色，但我注意到香港現時還沒有太多人著眼於此，實在有待改善。

（圖按）

採購——逆變器

> Global Single-Phase String Inverter Market Shares, 2019 (MWac)

> Global Three-Phase String Inverter Market Shares, 2019 (MWac)

顏：另一個要注意的採購項目是逆變器。在此再引用一些外國數據參考。參考由 **GTM Research** 顧問公司〔於去年〕發出的定期報告，可見針對「單相的」組串式逆變器，其市場分額涉獵非常廣泛，當中也有不少主流品牌如 **SolarEdge Technologies**（18%）、**SMA**（10%）、**ABB**（10%）等，而且大多都是外國品牌。若說中型「三相的」，撇除大家熟知的通訊設備，華為（**Huawei**，56%）在光伏業界中早已是 **big player** 了，其生產量也多，其餘的還有 **Sungrow Power Supply**、**SMA**、**Ginlong-Solis** 等，諸如此類。這些品牌都可讓各位參考一下。當然，就我所知，相對早期的 **SMA** 在香港則比較有名。

麥：在此我們先解答大家的問題。首先多謝幾位觀眾的自我介紹，其中 **Samuel Tang** 問道，運作和管理（**O & M**）的成本怎樣計算？又有什麼需要注意呢？

顏：對於 **O & M** 的計算，如開初所說，好遺憾香港現時還未有一個比較有系統的方法和值得參考的數據。然而，就太陽能系統的要求，我們也可估算出大概成本，

例如電力及安全的定期檢測、檢查漏電，以及涉及的工人和設備等，還有一些變數較大的，諸如受環境影響的所需清潔的頻率、備品備件的個別零售成本等都需要納入估算。當然，這些成本控制都是可以跟承建商預先磋商，以便作出適當、批量的資源調配或分享，從而減低成本，達致雙贏。

麥：另一觀眾亦有好幾條問題。先揀比較簡單的來答吧！他問道，是否可以透過勘察保養太陽能板來增加輸出？

顏：以現時技術來說是不可能的。因為這是一種破壞性的衰減。解答前，我們必先要認清引致太陽能板衰減的原因。第一，是物料的衰減，尤其當太陽能板長時間處於戶外位置，當中物料包括玻璃和一些封裝的物料會受到紫外線破壞，以使內裡物料變質、變黃，繼而減低本身的透光率，這些衰減是永久性的，無法回頭。另外，太陽能電池的結構也是「見光死」的，以首年表現為例，嚴重的可因此衰減 2 - 3% 電容量，這也挽救不來的問題。除非是出現一種叫 PID (Potential Induced Degradation) 的現象，這個我待會會再講解，才有機會逐步將不應衰減的電量恢復，但卻不適用於正常的衰減。

麥：Issac Chu 也提出了幾條問題：如果將太陽板的保養外判，如何管理外判公司？

顏：當然，外判前必須做足功課，並根據公司的外判紀錄，先行了解其外判實力，例如公司是否懂得利用逆變器來作保養。逆變器是一個有趣的設備。其一般使用，是將太陽能的直流電轉化成交流電，而它作為一個龐大的發電資料存庫 (information hub)，本身已有一個收集遠程數據的功能，每當太陽能板有什麼風吹草動，也可作即時的數據分析監察。如果承包商有此類設備的話，便可在中控室作預先而全面的遙距管理，並提早派人到現場檢測，如此一來，便能助業主更有效地運用太陽能系統，也可就此了解到外判商的技術力量和水平。

麥：讓我們多答一個問題。來自 Christiana Yim 的問題，她想問有關 BIVP 和傳統的 PV panel 的比較。

顏：BIVP 其實也是 PV 的一種，其分別只在於與建築物的融和程度。各處鄉村各處例，香港當然也有自己一套建築條例。舉例業主打算利用「雙波」光伏板安裝成一辦公室幕牆——就像可發電的茶色玻璃——但礙於香港本身的 building code，這樣傳統的太陽能板厚度是難以達致的，必須要有一定厚度的物料才能抵擋風阻。

（麥：意思是不能單純以傳統的太陽能玻璃加裝在外，而是要取代幕牆？）沒錯。如果只是在外加裝的 BIVP，那是很早期的做法，也不美觀。是故去到第二、第三

代的 BIPV，其外觀都已改良成可以完全融入建築物的玻璃，而整個過程需要通過建築署及消防署審批，證明所用的物料厚度足以抵擋香港的 wind code，並達致一定程度的防火性能。單純針對 BIPV 的話，一定要考慮建築條例對 BIPV 的結構影響。

（圖按）

採購及設計時一些實用建議：光伏板、逆變器

顏：就我經驗來說，採購光伏板時最好選擇一些擁有 IEC 國際標準認證、質量及備件考慮的著名品牌，務求將系統壽命最大化。其次需要考慮質保轉移問題。業主在購買太陽能板時，無論是在香港，抑或是在撒哈拉沙漠等，按理需通知生產或供應商有關其使用、安裝的地點及環境，以確認太陽能板能在當地環境中使用達 25 年。若然使用環境有所改變的話，承辦商是有權推翻之前承諾的 25 年質保的。是故，業主必須向承辦商了解其光伏板是否已獲供應商承諾在香港環境使用。另外，無論是承辦商或供應商，亦最好能為每片光伏板提供出廠的閃光測試（flash test）報告，即出廠時的實測容量，而非採購用的約數。如果能夠提供這樣一張「出世紙」的話，便能知道光伏板的實際發電能力。如是用於香港的光伏板，必須具備抗 PID 能力。PID 是什麼呢？就是與光伏系統設計有關的 Potential Induced Degradation，這情況在香港這個又濕又熱又具有負電壓的環境底下特別容易出現，最終導致抗 PID 能力板的不正常衰減。PID 早於 2013/14 年由業界發現，自此大部分的太陽能板都會加入抗 PID 的功能。大家最好採購前為太陽能板進行這種功能確認，因為以香港的環境來說，系統特別容易受 PID 所影響。

顏：逆變器又怎樣呢？跟光伏樣一樣，最好都購買一些具有 IEC 國際標準認證、質量及備件考慮的著名品牌，而當中的防鹽霧功能也是不可忽視的。尤其在香港近海的地方，空氣含鹽量較重，會慢慢腐蝕內裡輔件和設備，故特別需要靠外在塗層保護。逆變器的運作是會發出噪音的，不論是高頻轉換的雜聲，還是由內置風扇所製造的隆隆聲，都會影響環境，建議在購買和設計時多加留意。最後，盡量揀選備有多對組串輸入接頭的光伏板，以應對現場遮擋的複雜性及系統方向不統一的問題，比較理想是通過不同組串分開輸入，以避免對發電量有所牽制。由於香港較易受雷擊影響，加上逆變器本身設計不敵雷擊，是故就整個系統而言，為免從外引入雷擊破壞結構，在光伏板組串電線接入逆變器之前設置防雷器是必須的。或者有人會問，光伏板是否可在安全的情況下，用高壓水鎗清潔吸光面及進行更換呢？這便關係到設計問題了。我曾在網上見過一些設計華麗的光伏板，外在看來完美，卻不見有預留基本的活動空間，大大增加了實際清潔及進行維修更換的難度。當然，光伏板需要有緊急隔離電源的開關。如果發生火警而沒有開關截斷系統電源，處理手法

將會很不一樣。可取的做法是找一個特定的位置裝設緊急隔離器，萬一不幸遇上什麼「冬瓜豆腐」，也能第一時間截斷電源。緊記光伏板是帶電的，尤其在運行的情況下，絕對不可被人用手觸摸。有時好奇害死貓，當你執意伸手就摸，又碰巧遇着微熱或漏電的情況，前面的玻璃還好，若然觸到後面極薄的背板的話，後果可以好嚴重。要知道正負電壓流量極高，加上直流電不會自動斷路，如此種種都增加了觸及的危險性。

（圖按）

施工：承建商實力、保障及口碑

顏：施工有什麼需要考慮呢？當然需要考慮承建商的實力，業主需就業績、主要參與人員的資歷及專業程度、質量管理、特別針對高空工作的安健環管理、外判程度、工序及工期的合理性與承建商進行討論。討論範圍也包括各種保障，尤其在施工前，業主需了解承建商就延期、違約、技術缺失（光伏系統在驗收時未達預期效率、併網等的技術指標）、現場修復、專業疏忽及違規等問題是否有一充分保障。舉例如果施工破壞了防水層，要如何補救呢？這些都需要事前釐清的。另外也不妨考慮〔承建商的〕口碑，在此推介兩個幾有趣的 Facebook 群組作為參考。（1.

<https://zh-hk.facebook.com/groups/2232295527094219/> 2. <https://zh-hk.facebook.com/groups/HKSolarHome/>）

（圖按）

驗收及投產

顏：礙於時間關係，我就扼要地講解有關驗收及投產。坦白說，香港在這方面還未有一全面系統。然而，最簡單的，便是以光伏板的數量來計算出系統容量是否達標。併網前亦建議先做測試，以比較光伏組串的開路電壓及短路電流，可以的話，最理想是能在光照好的時候進行 I-V curve 測量，以及漏電測試。至於併網驗收時則需要由電力公司人員見證，確認防孤島（Anti-islanding）功能及電能質量合格。併網後，也需要在系統高發電的情況底下，對光伏板及各接線端進行紅外線掃描，以便查找熱斑；安裝臨時測光／測光伏板背面的溫度設備，同時紀錄每天發電量、太陽輻射量及光伏板溫度一段較長時間，繼而分析系統效率（Performing Ratio，PR）是否達到某一水平。另外，也希望大家留意這幾張相。最頂的是 I-V curve 的測量圖，從中比較難發現個別的系統問題（紅線）；下圖則是紅外線掃描，主要用來定位不正常發熱位置。（麥：假設我是一個普通的村屋用家，我怎可能有這些儀器呢？）是故用家最好要求承辦商包辦併網後測試及報告……（麥：即是要懂得問問題！）沒錯！正正是要大家做一個醒目的用家。到正式接收時，記緊要求備件所有

申請及審批文件、系統設計及施工圖紙、主要設備文件及資料，如說明書、技術規格、出廠測試、質保件等。

（圖按 1）
光伏板背後標籤

（圖按 2）
光伏系統總效率

Performance Ratio Development for PV System - Germany

顏：這裡展示了一些光伏板背後的標籤以供參考。另一圖表則顯示，以現今科技來說，光伏系統的總效率已能達致 80% - 90%。如果過分偏離這個效率範圍的話，你必須向承辦商進一步了解，是否系統設計和設備出問題。

（圖按 3）
運行維護：商務管理、運維管理

顏：雖然香港在光伏系統的運行維護未見系統，但維護是必須的。商務上，用家日常需要檢查發電量及收入、維護支出、外判合約、納稅及保險需要。運維上，則要為電力安全、系統效率、光伏板衰減、支架結構進行定期檢測，也要作故障監察及修復、按情況清潔光伏板、備品備件、為系統及主要設備作定時質保管理，再來就是要多關注天氣。以下兩幅圖展示的，是我見過的一個實際清潔案例，可見光伏板的積塵程度，而清潔光伏板也絕對是一個專業來的，並不是簡單三兩下手掃抹便成。好了，今日就到此為止。

麥：研討會雖然到此為止，但大家仍有 15 分鐘時間可作線下提問。最後也希望提提大家填寫我們早前發送的意見表，好讓我們在未來的網上討論更能迎合大家要求。雖然我〔在業界〕也有些經驗，今天卻也學到了不少。謝謝顏先生分享了很多具體資料。在此我謹代表賽馬會關懷計劃多謝顏先生。（顏：不客氣。）我們期待大家提問。多謝大家。拜拜。