

太陽光電系統設計審查簡介

宋洪義^{1*} 林育如² 黃朝揚³ 林福銘⁴

摘要

臺灣能源政策下大力推動太陽光電系統建置，預估於2025年設置容量至少達到20 GWP，在大量且快速成長的情況，對應產業所需技術諸如盡職調查、工廠檢查、生產檢查、施工監工、竣工驗收、系統維運等，國內目前都有因應措施與方式，但是對於太陽光電系統設計審查、系統維運技術，攸關系統營運是否可以達20年目標，目前尚無對應技術與方式，國際標準組織IECEE WG3已制定太陽光電系統設計要求(IEC 62458:2016)、太陽光電系統設計審查(IEC 62446-1:2016)、太陽光電系統維運(IEC 62446-2:2020)，但是國內目前太陽光電系統生命週期期間，對系統設計、檢驗、審查、維運皆無納入考量，分析國內外相關失效案例的發生原因，大部分主要都發生在設計、維運階段，因此本實驗室(太陽光電系統測試實驗室)於2021年取得財團法人全國認證基金會認可，在ISO 17205測試實驗室中增加IEC 62446-1技術項目，未來也將朝檢驗機構目標取得認可，提供業界技術審查、竣工驗收、系統維運服務。

關鍵詞：太陽光電系統，系統維運，設計審查，竣工驗收

1. 前言

綠能政策[行政院全球資訊網，2019]推動建置年再生能源發電規劃於2025佔比至少達20%，其中太陽光電設置容量規畫至少為20 GWP。尤以太陽光電系統為了滿足綠色能源需求，其建置正迅速成長發展，且為目前再生能源中最容易以分散式建置，而達到預期設定目標。於民國91年至民國110年5月，太陽光電系統設置容量目前累積約為6.238 GW(表1、圖1)；但是到2025年平均每年需增加3.441 GWP的設置容量，以此數據顯示未來要加速達標唯一方式，必以大型地面型、水面型太陽光電系統電廠為主，不論哪一種大型太陽光電系統電

廠的建置，因一次建置屬於大型等級的電廠，如臺南七股地面型約200 MWP、彰濱海口約181 MWP，未來也將陸續出現數十MWP以上等級電廠，於初期的設計規劃階段便顯得十分重要。

大型電廠的初期設計、元件採購為最重要階段，為了避免於初期元件規格選用錯誤、施工監工疏忽、竣工驗收抽測數少、系統維運未落實檢查，導致整個太陽光電系統生命週期，在各階段疏漏導致電廠損失或損壞，對於大型電廠一致性的錯誤面臨嚴重的財產損失，不僅影響投資找或金融業的信心，也影響後續大型電廠設置的進度，因此本篇文章針對電廠營運20年提出對應配討措施說明。

¹工業技術研究院綠能與環境研究所 工程師

²工研院綠能所 副工程師

³工研院綠能所 經理

⁴工研院綠能所 組長

*通訊作者，電話: 06-3636861/0928-632911, E-mail: michaelsung@itri.org.tw

收到日期: 2021年08月31日

修正日期: 2021年10月04日

接受日期: 2021年10月19日

表1 太陽光電系統累積設置容量[再生能源資訊網，2021]

年月	太陽光電累積設置容量(kW)
民國91年	0.33
民國92年	0.45
民國93年	0.57
民國94年	1.04
民國95年	1.41
民國96年	2.44
民國97年	5.58
民國98年	9.51
民國99年	34.56
民國100年	129.91
民國101年	231.28
民國102年	409.94
民國103年	635.95
民國104年	884.25
民國105年	1,245.06
民國106年	1,767.70
民國107年	2,738.12
民國108年	4,149.54
民國109年	5,817.21
民國110年6月	6,623.44

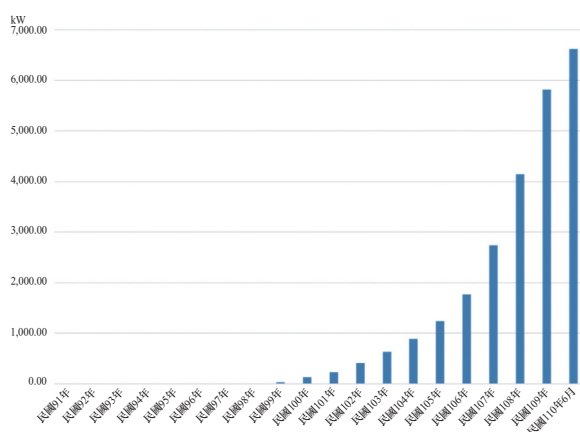


圖1 太陽光電系統累積設置容量[再生能源資訊網，2021]

2. 太陽光電系統生命週期簡介

大小型太陽光電系統於設計至系統維運，整個過程稱為生命週期(圖2)，大致分為設計、採購、竣工、維運等四個階段，再依據各階段

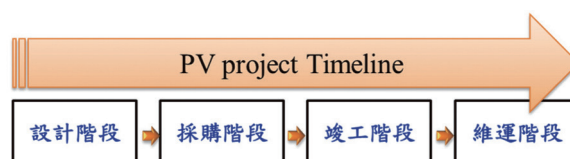


圖2 太陽光電系統生命週期(本研究繪製)

進行細項說明，了解評估期間可能造成的問題。

2.1 設計階段

於設計階段於初期不論投資者或金融業，於電廠設置前希望有一份盡職調查報告參考，目前國內業者也都有相關參考案例範本，但內容重點在設置可行性、發電量預估，再估算建置成本，往往忽略系統維運成本的計算，如環境空汙、土沙塵(圖3)、鳥類群聚(圖4)較嚴重區域，或者地面型草木，往往一年四次清洗或除草等系統維運，往往無法有效提升發電性能，

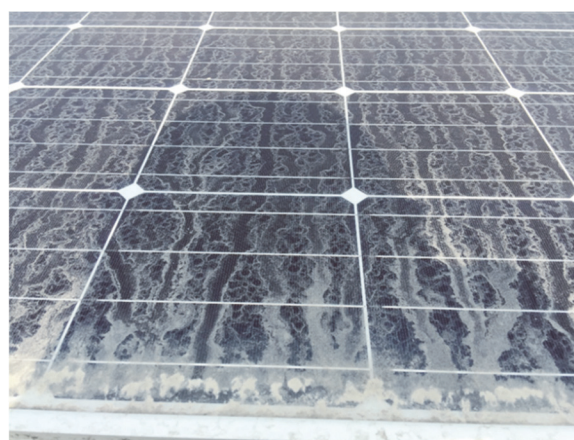


圖3 土、沙塵堆積(本研究繪製)



圖4 鳥類群聚[IEC 62446-1, 2016]

與有效對電廠保養提升安全，其原因為未將真正所需的維運成本加入建置成本，導致只是例行性固定執行檢查，而設置商向金融業貸款，國內目前都採用材料、施工費、運費、人力等的計算方式當建置成本，當建置開始運轉發電，電費初期也都要支付公司營運、耗材、人事等，又加上部分電廠是採用發電收入部分當租金，因此並不很在意電廠發電效益，但是卻忽略系統檢查機制，輕則跳電開路，嚴重的因長時異常狀態未處理，導致電廠永久損壞，修復則增加回收年限。

當盡職調查完成取得金融業初期的貸款，便進入採購階段，而在太陽光電系統設計，並未納入第三方設計審查機制，對於小型電廠，若設計錯誤導致元件誤買，也許設置商尚可自行承擔，但是對於大型電廠，一旦下單便是龐大的金額，雖然金融業都有採取施工查核，審查元件下單至購買進場，但是卻未能有效掌握設計中元件規格、電性安規、系統結構、材質要求等細節，也是國內目前所欠缺的部分，國際標準組織(IECEE TC82 WG3)，制定了IEC 62446-1[IEC 62446-1, 2016]、IEC 62548[IEC 62548, 2016]兩份規範，非常適用在電廠設計、設計審查，IEC 62446-1中第五章節為設計審查(Inspection)，其中審查設計對應要求則對應到IEC 62458 (太陽光電系統設計要求)，而本實驗室提供技術顧問服務，輔導業界協助設計，也協助金融業提供設計審查服務。

2.2 採購階段

以太陽能模組為例，2021年市售60 cells普遍的功率為340 W，若一個100 MW電廠就需要約29萬片，如此龐大的元件數量購買，不論是業主、設置商、金融業，對於購買元件優劣，只能被動相信出貨的品質，而近期大型電廠設置為目前主流，購買各元件品質，將會攸關電廠往後的安全、性能，因此於採購過程中納入工廠檢查與生產檢查，已是不可忽略一種機制。

本實驗室於國內某些電廠火災中，在未被火災損壞區域中，發現仍存有許多含有缺陷的太陽能模組(圖5、圖6)，圖5中在太陽能電池擺置時，因人員手拿導致破片，應該將此列入不可出貨有瑕疵C規等級模組，但是卻將破片擺回繼續封裝，如此模組的裂縫容易導致直流電弧，因高溫而引發火災。

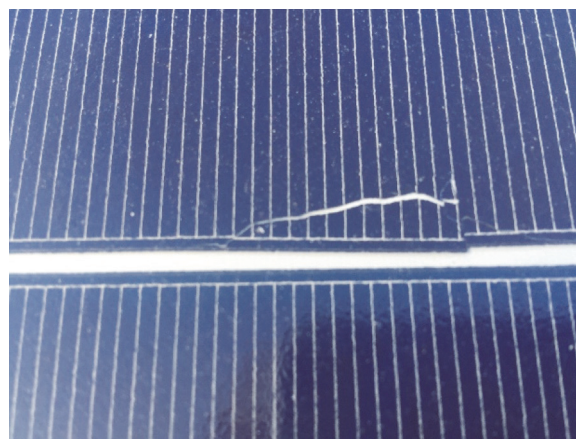


圖5 電池破裂(本研究繪製)

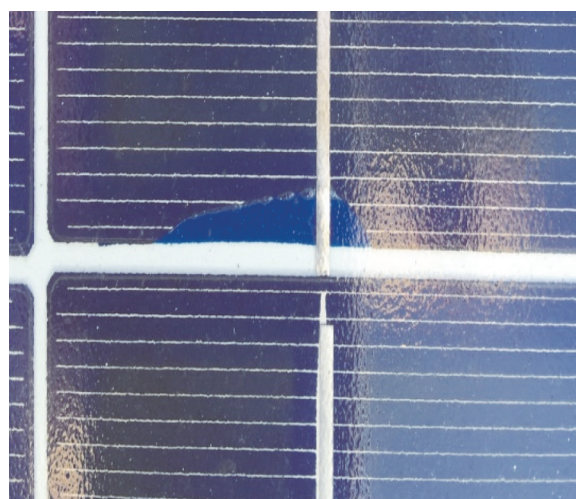


圖6 電池破一角(本研究繪製)

鑒於國內金融業對於電廠的品質優劣，因要求貸款的設置商或業主，應納入工廠檢查與生產檢查，並提供一份檢查評估報告，以確保購買元件品質，工廠檢查則至少須包含稽核工廠品質文件、技術文件，生產檢查則至少包含製程監視、生產系統監控、產品良率確認、生產流程與庫存管理等。

2.3 竣工階段

國內案場目前竣工驗收，皆採用測試方式進行驗收，應採用檢驗單位進行審查與檢驗案場，加上考慮測試成本，往往採用抽測方式進行驗收，缺點有可能導致電性安全檢查不完整，建議採用設計審查方式來驗收。

設計單位或設置商於初期，會依據每個案場特性，提供一份設計規範或施工設計規範，以符合招標規範內容條件，其中對於驗收部分，會制訂相關驗收方式，綜看許多驗收方式，共歸納出兩類，第一類依據IEC 62446:2009，檢查項目有六項，出現在驗收條文中只有其中四項，除了沒有完整依據規範要求進行檢查，而且IEC 62446已經進版至IEC 62446-1:2016，適用檢查項目也共有七項(測試範疇一)；第二類為直流發電比(Array Ratio, RA)，於IEC 61724:1998規範中並無發現此直流發電比定義，也不清楚此公式(1)依據的規範來源，建議往後驗收條文中，應不繼續採納直流發電比方式，其主要原因為量測串列功率並無定義環境條件，因此天氣、溫度、風速等因素，會導致直流發電比無重現性與再現性，意即RA量測數據參考意義不大。

$$RA = \frac{\frac{\text{量測串列功率}(W)}{\text{串列設置容量}(W)}}{\text{共平面日照}(W/m^2)} \times 1,000(W/m^2) \quad (1)$$

其中：

量測串列功率：現場量測太陽能單串列功率

共平面日照：日照計與串列共平面的日照量

串列設置容量：單串列採用標籤功率計算

雖然電廠性能評估規範，已近版至IEC 61724-1:2017，對於監測元件、數量、數據讀取與記錄、性能比公式定義與計算，都有規範可以參考，但是性能比量測不適用竣工驗收，其原因除了費時耗力外，其實性能比適用於系統維運中使用的一種評估方式，因此本實驗室建議竣工驗收應採用IEC 62446-1之測試範疇一(表2)，至於是否全測或抽測，則依據業主要

表2 IEC 62446-1測試範疇一(本研究整理)

測試範疇一
接地連續性
極性測試
太陽光電系統串列直流匯線箱測試
太陽光電系統串列-開路電壓量測
太陽光電系統串列-電流量測
功能測試
太陽光電系統陣列絕緣測試

求或委託單位財力而定，因為考量電廠安全與可靠度，規範建議測試範疇一七個項目，應針對案場進行全測。完成測試範疇一後，再依據IEC 62446-1測試範疇二，採用全測或抽測，進行串列功率與熱影像檢查。

2.4 維運階段

電廠設置完成，並非不做任何保養，便能永續發電賺取20年電費，除了元件本身老化，如維運技術、頻率、檢查方式也攸關整個電廠的壽命，電廠其實跟車子一樣，除了定期保養，每次使用時都需注意車子本身功能是否異常，以確保生命財產安全，電廠亦是如此，國內目前維運方式大致兩種方式，第一種方式為定期清洗與檢查，但是環境條件如空汙、落塵、鳥糞，無法有效保護電廠，發電性能其實是電廠第二重要因素，安全性才是電廠最重要的考量，因部分遮陰(圖7)或不均勻髒污(圖8)，會讓太陽能模組長時間處於熱異常，該區域會因長時間高溫加速老化，進而導致燒穿或旁路二極體損壞，而接線盒中旁路二極體，不論開路或導通不易發覺，一般採用熱影像檢查方式，可以發現接線盒比較熱(圖9)，或者對應串列開路(圖10)，當發現這種情況時，建議立即更換此片太陽能模組，因易於旁路二極體處產生直流電弧，融化接線盒進而引發火災。

第二種方式為用監控變流器數據，以發電量發現異常，這是易於維運監控的方式，此方式有一個缺點，就是當電廠選用串列式變流器

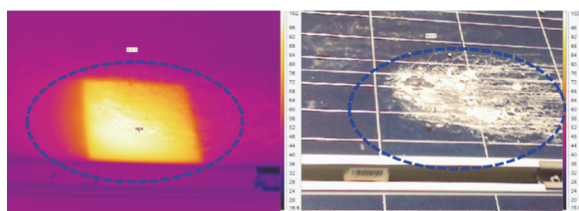


圖7 部分遮陰(本研究繪製)

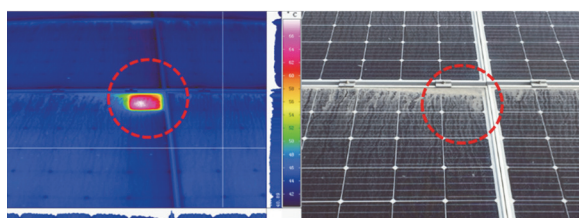


圖8 不均勻髒污(本研究繪製)

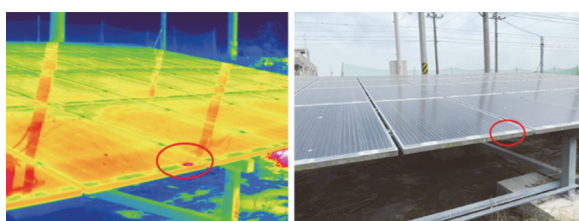


圖9 接線盒熱異常(本研究繪製)

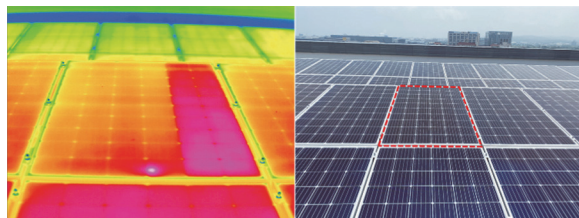


圖10 三分之一串列開路(本研究繪製)

(string inverter)，則數據量龐大且須每天檢查，人力上恐無法有效負荷與判別，若採用每週檢查，則發電量會有一週以上的損失；若電廠選用集中式變流器(central inverter)，除非有落差很大，否則不容易發現有串列異常或開路，電能損失更是嚴重；因此智慧監控的需求，因為案場多且設置容量大，採用人力無法有效執行維運，搭配空拍熱影像、空拍電致發光(EL)、影像拼接、自動辨識缺陷等，必然是2025年以後重要監測技術，目前國際標準組織，針對監測元件規格與安裝、監測程式要求、性能相關公式定義，制訂了IEC 61724-1:2017；針對電廠性能比量測與評估，短期評估則制定了IEC TS 61724-2:2016；長期評估則制定了IEC

61724-3:2016。

3. 太陽光電系統設計要求簡介

電廠於盡職調查完成後，應針對地形、環境、氣候等因素，制定一個符合該電廠的設計規範，從設計完成便直接開始進行採購系統元件，此步驟對於大型電廠有可能是一個嚴重致命傷，因為沒有第三方或其他單位，針對設計規範進行審查，國際標準規範中IEC 62446-1在第五章節，便制定審查設計規範要項，其對應設計指引則依據IEC 62548:2016 (PV陣列－設計要求)，項目說明共九項，分別說明如下：

3.1 一般要求：

- (1) 直流系統設計依據：針對設計要求直流側依據IEC 62548，交流側依據IEC 60364。
- (2) 最大系統電壓設計：最大系統電壓設計須考慮當地法規規定，以及當地氣候，決定串聯片數，再進行選擇太陽能模組與變流器，目前太陽能模組耐最大系統電壓規格有1,000與1,500 V兩種；變流器則須依據當地氣候最低溫度與最高日照，再依據串列設計值估算最大系統電壓，選擇對應的變流器。
- (3) 所有元件與固定結構材質審查：依據盡職調查，確認環境狀態與條件，選擇對應適用材質系統元件，例如臨海區域設置電廠，則系統元件材質，至少要能耐鹽腐蝕的設計要求。
- (4) 電纜入口處設計審查：電源線孔於布線配置完成後，應填補耐候材質的填充物，避免水氣、動物、昆蟲的入侵至匯線箱。

3.2 防觸電保護機制審查：

- (1) 變流器超低電壓保護：變流器於設計時一般有SELV (Safety Extra Low Voltage)、PELV (Protective Extra Low Voltage)兩種，於審查時需依據變流器IEC 62109系列測試報告進行審查，目的為確保人員觸碰變流器，當變

流器於單一最大失效情況，直流漏電壓應低於35V要求。

- (2) 元件絕緣審查：針對系統於直流側所有元件包含太陽能模組、匯線箱、電源線、直流開關，至少符合保護等級II (圖11)，針對直流電源線則至少要雙重(double)或加強(reinforced)絕緣。

保護等級	符號	建議
0	—	不允許
I		保護導體
II		保護絕緣
III		超低電壓

圖11 保護等級(IEC 61140)

3.3 防絕緣故障機制審查：

- (1) 變流器內部直/交流隔離機制：變流器於直流轉交流，需有隔離裝置位於變流器內部，或者於交流側處安裝，避免夜間市電逆灌至直流側，導致系統元件損毀，審查方式可分為結構審查；或者是現場量測檢查，現場則於直流側太陽能模組表面，量測至接地，如果含有交流電，則變流器於夜間可能損壞系統元件。
- (2) 功能接地：電廠設計如果是高併聯配置，則單一失效漏電流可能直接損毀集中式變流器，除了變流器本身須有絕緣失效偵測器，應於陣列主電源線(array main cable)處，進行導體接地，以防止絕緣失效導致變流器損毀，依據IEC 62548共有六種導體接地方式(圖12)。
- (3) 變流器偵測機制：為確保變流器與系統安全，針對選用變流器進行功能審查，至少有接地絕緣阻抗、漏電偵測器等兩種功能。

3.4 過電流保護機制審查：

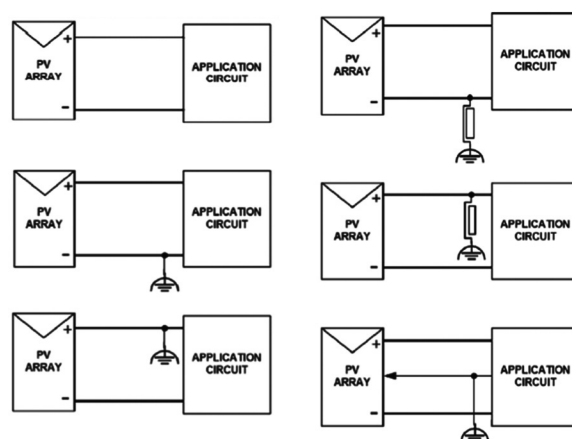


圖12 導體接地(IEC 62548, 2016)

- (1) 保護元件審查：過電流保護元件使用處有串列、次陣列、主陣列，依據設計單線圖串併，審查各處選用過電流保護元件是否符合設計要求。過電流保護元件選用規格與計算，則依據IEC 62548中要求進行評估與審查。
- (2) 元件選用建議：目前國內業者一般選用過電流保護元件，以串列保險絲為主，於次陣列、主陣列處無安裝過電流保護元件，早期電廠都屬於小系統，且選用串列式變流器，由於併連數不高，所以保險絲少有損壞現象；近期大型電廠日益增多，都採用集中式變流器，如選用串列保險絲則常損壞，其原因為因系統串列彼此間電壓不匹配，導致逆電流大於保險絲保護等級，因此於IEC 62548中建議採用阻絕二極體，但是阻絕二極體有順向電壓電流通過，該元件處於高溫狀態，且置於直流匯線箱中，通風不良加上導體不能外露，導致損壞機率很高，因此對於過電流保護元件選用，則建議依據案場環境特性選用。

3.5 接地與接地安裝機制審查：

- (1) 功能接地類型審查：電廠如有設計功能接地，則針對導體接地類型、方式、位置，進行審查。
- (2) 功能接地失效機制審查：依據IEC 62548中要求，審查導體接地失效中斷方式，一般於

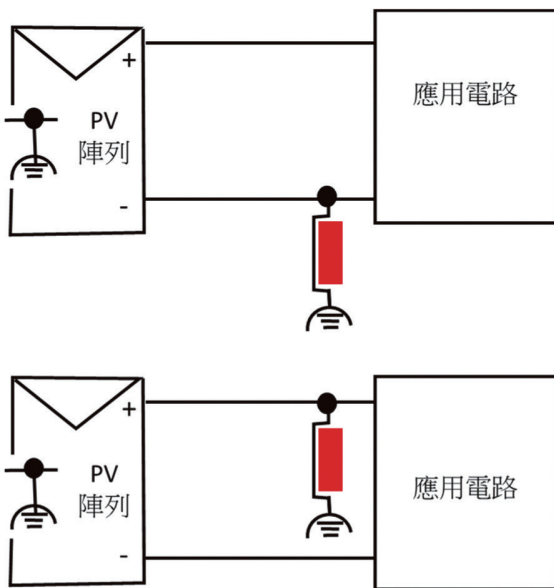


圖13 導體接地中斷設計(IEC 62548, 2016)

接地前安裝一個高電阻，如圖13紅色處標示位置，高電阻據陣列設置容量(STC：標準狀態下)、單一最大失效電流，依據表3審查選擇高電阻元件，目前國內電廠無有此設計，建議未來大型電廠可以納入此設計，多一層保護變流器機制。

表3 系統設置容量對應高電阻耐電流對應表(IEC 62548, 2016)

標準狀態下太陽光電系統 設置容量(kW)	額定電流 (A)
0~25	1
26~50	2
51~100	3
101~250	4
大於251	5

(3) 接地線規格審查：接地線於電廠中，一般見於太陽能模組之間、直流匯線箱接地銅排、次接地、主接地，設計上須符合審查要求，依據IEC 62548 (圖14)接地分為與雷擊共地，則接地線徑至少 16 mm^2 以上；若無與雷擊系統共地，則接地線徑至少 6 mm^2 以上，接地系統對於電廠十分重要，也是審查重要項目之一，雷擊產生感應電壓、太陽能模組漏電，都需靠接地保護，漏電無法導

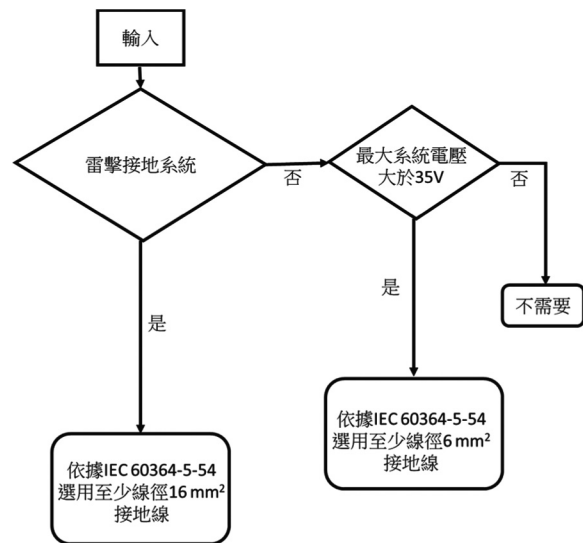


圖14 接地線規格要求(IEC 62548, 2016)

地，也往往導致變流器晚啟動以及常跳脫，會造成電能損失，也容易損壞變流器。

(4) 接地線布線審查：接地線布線於設計，應與直流電流線平行，位於同一走線槽中。

3.6 雷擊與過電壓保護機制審查：

(1) 直流電源線布線方式審查：電廠位於戶外且面積龐大，當雷擊或感應雷產生，會導致系統元件導體產生感應電壓，電源線布線為了防止此現象，布線應採用最小接線迴路的面積，依據IEC62548有三種配置方式(圖15)。

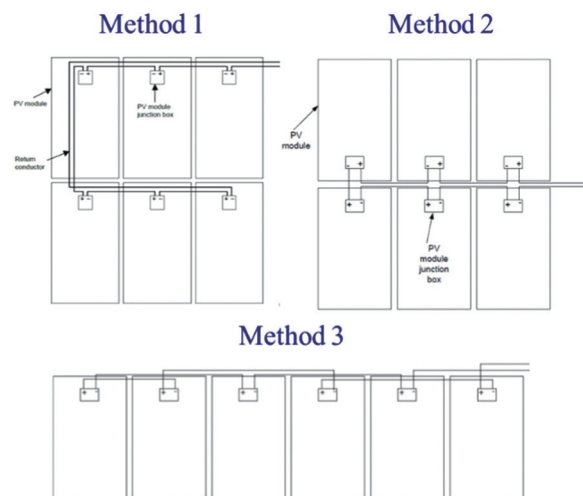


圖15 直流電源線布線要求(IEC 62548, 2016)

(2) 陣列主電源線(array main cable)保護機制審查：當陣列主電源線超過50 m長，依據IEC

62548有以下四種保護：

- (a) 採用金屬線槽並接地
 - (b) 埋入地下可不限採用金屬線槽
 - (c) 包含機械保護的電纜，其中屏蔽連接到接地處
 - (d) 採用突波吸收器
- (3) 突波吸收器規格審查：除了陣列主電源線超過50 m長，選用突波吸收器保護外，有監控、通訊設備處，也應加裝突波吸收器，針對使用元件規格進行審查。

3.7 電氣設備的選擇和安裝審查：

- (1) 太陽能模組規格審查：依據串聯片數、環境最低溫度、最高日照，計算最大系統電壓，審查太陽能模組規格。
- (2) 串列、次陣列、陣列下最大產生電壓、電流審查：依據串列特性，計算串併後電壓與電流，再依據環境最低溫度、最高日照，確認系統所有元件規格，審查是否符合規格要求，提升系統安全機制。
- (3) 線路系統相關元件材質審查：因暴露於戶外，線路系統包含電源線、固定治具、線槽、螺絲螺帽等，審查對應元件耐候、耐高低溫、耐腐蝕、耐紫外線等。
- (4) 串列、次陣列離斷機制審查：電廠一般常見離斷方式，皆採用直流開關為主，且電廠設計中少有次陣列，如有次陣列直流開關也只安裝於串列處，審查目的為確保系統斷開方式，避免電弧造成生命財產損失。
- (5) 阻絕二極體規格審查：國內電廠無有使用阻絕二極體的設計，如有採用則至少耐電壓規格要大於兩倍串列開路電壓(標準狀態下，照度 $1,000 \text{ W/m}^2$ 以及溫度 25°C)。
- (6) 直流用連接器要求審查：此審查主要針對串列尾端延長對接連接器，規範建議採用同廠牌、型號、同製造商，以降低連接器對接公差，可避免高併聯系統配置方式，因串列電壓不匹配狀態，導致逆電流逆灌至電位較低串列，因連接器公差而產生電組，而產生高

溫燒毀。

3.8 交流端審查：

- (1) 交流側離斷要求審查：於變流器後在交流側，需有離斷開關機制，審查目的為確保系統可在交流端斷開，進行系統檢修與檢查，且開關處要標示負載端(load side)，以及電源端(source side)。
- (2) 變流器功能要求審查：逆變器運行參數已根據當地法規進行編程。
- (3) 變流器中於交流側漏電偵測器。

4. 結 論

目前國外案例皆屬國際聯貸，都採用盡職調查完成太陽光電系統由設置評估、建置完成，國內測試實驗室尚無被國際被認可做盡職調查的第三方單位，因此國內比較推薦採用國內聯貸，所以建議採用IEC 62446-1方式進行。本文章主要著重在設計與審查介紹，主要提供目前國際標準規範，依據IEC 62446-1第五章方式進行電廠審查，而設計則是依據IEC62548中要求，因為設計為見治電廠第一步，避免後續步步皆錯的局勢，設計規範完成後，不論業主、金融業應針對設計進行審查，對於電廠品質、可靠度、安全能更有多一層保障；元件採購、施工安裝、竣工驗收這些，雖然也攸關電廠品質，但是只要能納入第三方機制，便可以降低建置過程中的失效風險；最後系統維運階段，對於電廠運轉發電至為關鍵，應於盡職調查中，依據環境、氣候、地形等條件，將維運成本納入建置成本，提升維運技術、檢查頻率，金融業也贊成於建置成本中納入維運成本，因為於20年長期運轉電廠發電，電費收益是電廠持有者與金融業共享的利益。

致 謝

本文承蒙科技部「太陽光電設置推動及系

統品質提升計畫」(計畫編號：110-S0304)之經費支持，在此特於致謝。

參考文獻

行政院全球資訊網，2019。重要政策-全力衝刺太陽光電。<https://www.cy.gov.tw/Page/5A8A0CB5B41DA11E/4413b416-5f1e-419b-9a39-5a02c8a3ba8c>。

再生能源資訊網，2021。經濟部能源局，能源統計資料查詢系統，<https://www.esist.org>。

[tw/Database/List?PageId=4](https://www.esist.org.tw/Database/List?PageId=4)。

IEC 62446-1, 2016. First edition, Photovoltaic (PV) systems – Requirements for testing, documentation and maintenance – Part 1: Grid connected systems – Documentation, commissioning tests and inspection.

IEC 62548, 2016. Photovoltaic (PV) arrays – Design requirements.

IEC 61140, 2016. Protection against electric shock - Common aspects for installation and equipment.

Introduction to the Design Inspection of Photovoltaic System

Hung-Yi Sung^{1*} Yuh-Ru Lin² Chao-Yang Huang³ Fu-Ming Lin⁴

ABSTRACT

Taiwan's energy policy has vigorously promoted the establishment of solar photovoltaic systems. It is estimated that the installed capacity will reach at least 20 GWP by 2025. In a large and fast-growing situation, the industry needs technologies such as due diligence, factory inspection, production inspection, construction supervision, and Completion acceptance, system maintenance, etc., domestic measures and methods are currently available, but for solar photovoltaic system design review and system maintenance technology, whether the system operation can reach the 20-year goal, there is no corresponding technology and method at present. The standard organization IEC WG3 has formulated design requirements for photovoltaic systems (IEC 62458:2016), design reviews of photovoltaic systems (IEC 62446-1:2016), and maintenance of photovoltaic systems (IEC 62446-2:2020). During the life cycle of the optoelectronic system, the system design, inspection, review, and maintenance are not taken into consideration. Analysis of the causes of related failure cases at home and abroad. Most of them mainly occur in the design and maintenance phases. Therefore, our laboratory (Solar Optoelectronics System) Testing laboratory) will be accredited by the National Certification Foundation in 2021, and the IEC 62446-1 technical project will be added to the ISO 17205 testing laboratory. In the future, it will also be recognized as an inspection agency to provide industry technical review, completion acceptance, and system Maintenance service.

Keywords: PV system, Maintenance of PV systems, Inspection design, Completion acceptance.

¹Engineer, Green Energy and Environment Research Laboratories, Industrial Technology Research Institute.

²Associate Engineer, GEL, ITRI.

³Manager, GEL, ITRI.

⁴Division Director, GEL, ITRI.

* Corresponding Author, Phone: +886-6-3636861/+886-928-632911,
E-mail: michaelsung@itri.org.tw

Received Date: August 31, 2021

Revised Date: October 4, 2021

Accepted Date: October 19, 2021