

知識物件上傳表

國別 (單選)	<input type="checkbox"/> 1. 國內 <input checked="" type="checkbox"/> 2. 國外：(美國)		
能源領域	<input type="checkbox"/> 1. 政策與法規 <input type="checkbox"/> 2. 環境衝擊與調適 <input checked="" type="checkbox"/> 3. 經濟及產業 <input checked="" type="checkbox"/> 4. 科技 <input checked="" type="checkbox"/> 5. 統計資訊		
能源業務	<input type="checkbox"/> 1. 總體能源 <input type="checkbox"/> 2. 化石能源 <input type="checkbox"/> 3. 電力 <input checked="" type="checkbox"/> 4. 新及再生能源 <input type="checkbox"/> 5. 節約能源		
決策知識類別	<input type="checkbox"/> 1. 建言 (策略、政策、措施、法規) <input checked="" type="checkbox"/> 2. 評析 (先進技術或方法、策略、政策、措施、法規) <input type="checkbox"/> 3. 標竿及統計數據：技術或方法、產業、市場等趨勢分析 <input type="checkbox"/> 4. 其他：		
計畫名稱	太陽光電發電設備高值化評價技術服務		
主題名稱	太陽光電系統安全法規與實證研究		
資料時間	109年5月18日		
重點摘述	<p>台灣近年來對環保意識的抬頭及對綠能的重視，太陽光電已發展成為發電與創能產業的重點。太陽能系統於各大公司、園區及住宅的安裝日趨普遍且持續成長。但由於日前在美國蘋果公司、沃爾瑪超商接連傳出太陽能系統的火災意外；在國內也發生多起火災因為屋頂設有太陽能系統造成消防隊員救災困難，民眾對太陽能系統安全性的隱憂也因此漸漸加深。</p> <p>本計畫之「太陽光電系統火災案例分析研究報告」，以模組燃燒特性、火災成因分析、救火風險及火災風險防範四大主軸出發，將探討包含：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 太陽光電系統的不同元件由於其聚合物含量而可燃造成火災之規模。 2. 統計分析火災成因，作為避免火災之源頭管理或法規設計之依據。 3. 根據文獻，提供在太陽光電系統火災狀況下出現之電、毒、坍塌風險評估，藉此了解各類救火風險及量化風險等級。 4. 如何降低火災風險之建議，包含元件防火測試、安全系統運作、滅火設計要求相關文獻研究。 		
關鍵字	太陽光電系統火災案例分析研究報告		
作者	林家任	建檔機構	工研院量測中心
聯絡電話	03-591-4000	聯絡 Email	allenlin0610@itri.org.tw
詳細說明	2018年，美國政府翻譯了由 German Federal Parliament, TÜV Rheinland 及 Fraunhofer ISE 共同著作之「評估太陽光電系統中的火災風險並製定安全概念以最小化風險」(Assessing Fire Risks in Photovoltaic Systems and Developing Safety Concepts for Risk Minimization)之研究報告，報告中詳細分析了模組燃燒特性、火災成因分		

析、救火風險及火災風險防範等主題，對於如何降低火災風險之研究分析，此資料為非常寶貴之參考文獻。

本研究報告中，對德國發生火災或燒毀的太陽能系統做了一些統計與分析。圖 1 是故障原因統計分析，統計了 103 個案例，其中大部份是安裝過失（39 件）與產品瑕疵（36 件）。圖中斜線陰影部份是使用鋁芯電線的案子，歸類為安裝過失或設計過失。因為鋁芯線比較便宜，所以很多人用來取代銅線降低成本，但是鋁的熔點比銅低，當壓接或接觸不良而造成高溫時，鋁芯比較快熔融而造成更大的風險。

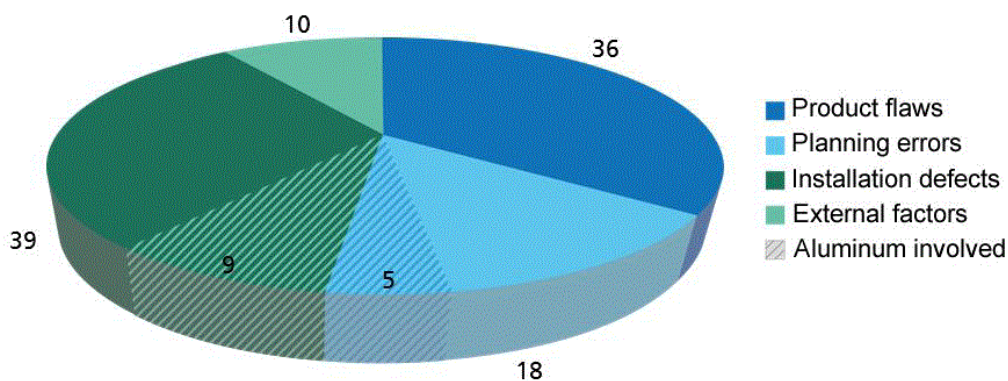


圖1、故障原因統計分析

圖 2 統計 174 個因火災而元件受損案例的元件位置，可以發現 DC 端的損壞最多，但是 AC 端的故障率也意外的高。雖然看數字是低於 DC 端元件，但是 AC 端元件數量比 DC 端少很多（大約 1/10 的程度），而且 AC 的技術人員通常受過比較嚴謹的訓練，這麼高的故障率讓人意外。另外特別說明，這裡所列的是燒毀受損的元件，但受損元件未必就是火災的原因。

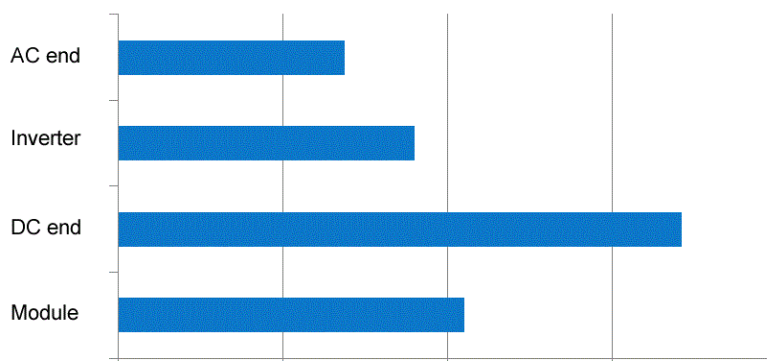
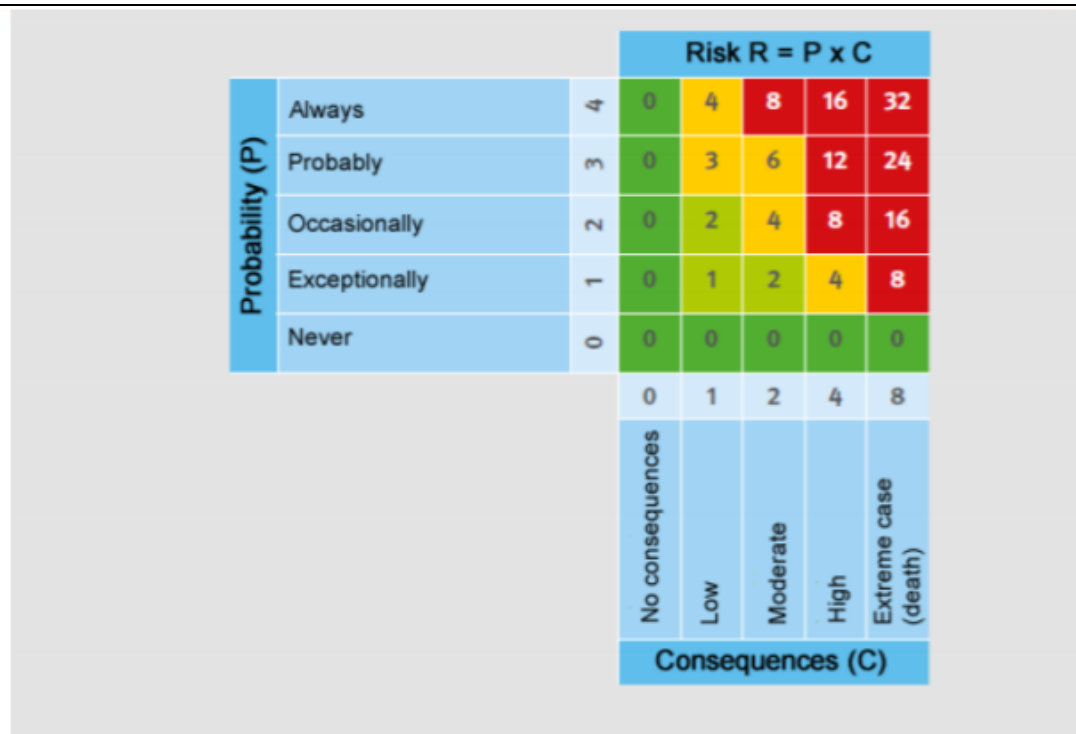


圖2、元件損壞位置

除了火災成因分析外，報告中也提供了救火員之風險研究，包含吸入毒氣、焦慮發作、蔓延、原子輻射、爆炸、電氣、坍塌等風險評估，並量化風險等級如圖 3。



The risk group **0** **1-2** **3-6** **8-32** can be directly read off the intersection of probability of occurrence (P) and consequences C in the matrix.

Risk group	Risk	Measures
8 - 32	Large	Measures with increased protective effects are urgently required
3 - 6	Moderate	Measures with increased protective effects are urgently required
1 - 2	Low	Organizational and personal measures suffice
0	-	No additional measures necessary

圖3、風險等級之量化

最後，此次報告中也說明如何降低火災風險之建議，包含元件防火測試、安全系統運作、滅火設計要求。造成火災的因素太多太廣，從設計、選材、到安裝、維運都有許多需要注意的事項，系統安裝者必須盡可能注意所有細節。在系統驗收與維運定期測試時，建議如下：

1. 進行 IEC62446-1的測試，可以檢測出大部分的問題。包括接地連續性、絕緣測試、濕絕緣測試等。
2. 在模組安裝完成後抽測 EL，確認模組內沒有大量隱裂。不過只在安裝後測試，無法確認隱裂是模組本身就有或安裝過程造成，因此最好在模組上架安裝前再做一個抽測，以便釐清責任。
3. 系統併網後進行 IR 檢測，可找出系統的局部發熱點，及早排除故障問題，定期檢查和維護可以防止更嚴重的損壞。
4. 滅火設計要求：

在許多情況下，消防員可以通過未被太陽光電覆蓋的屋頂的後半部分（通常是前半部分）進入屋頂結構，然後從那裡救火，使其遠離帶電系統部件。如果兩個屋頂都被佔用，例如朝東的屋頂，則必須使用其他屋頂出入選項。其他可能的通道是通過天

窗或山牆窗。這些窗戶必須具有適合作為救援路線的所謂「必需窗戶」的尺寸，並且便於救援人員使用。根據《模型建築規範》，此類窗戶的最小尺寸為 90 公分的淨寬和 120 公分的淨高。如果既不能通過後部的屋頂區域也不可以通過窗戶進入屋頂結構，則必須保留屋頂的適當局部區域。對於救援人員來說，寬度至少為 1 公尺的防火中斷已經對滅火工作有所幫助（圖 4）。

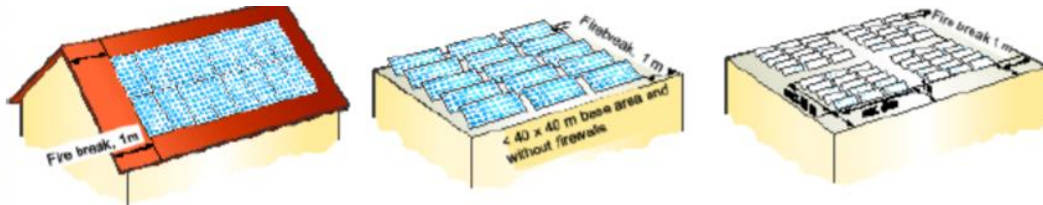


圖4、滅火設計需考慮屋頂結構

目前美國、德國、日本皆要求需要於安裝太陽光電系統的建物中之剖面圖，如圖 5，可使一般使用者、維運人員、安裝商及消防員了解建築物中太陽光電系統在救災的過程中可能導致的危害。

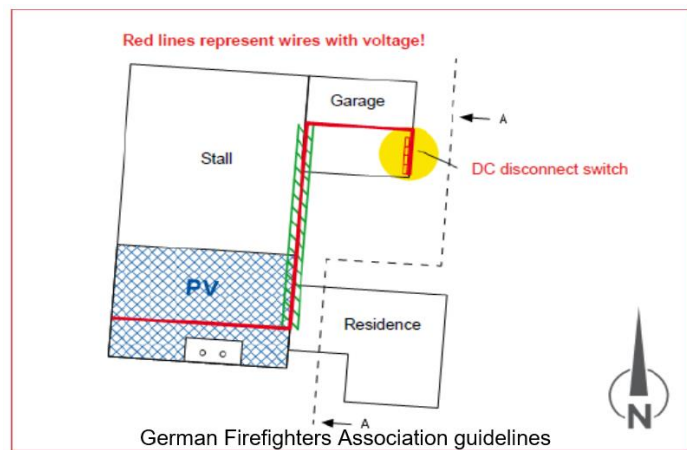


圖5、德國安全標示規範示意：太陽光電系統之直流接線線路需標示

依照消防要求、高品質模組的使用和正確安裝的計劃，可以大幅降低太陽光電系統中的火災風險。雖然不能排除在運行時間內因觸點老化而引起的過熱，但通常只會在使用很長久的時間後很偶然的發生。定期檢查和維護可以防止嚴重的損壞，例如在風暴或地震等特殊事件之後的檢查。對於特殊的安裝情況，帶有關閉裝置的電弧探測器可以提供額外的安全性。如果保持安全距離及符合滅火設計要求，太陽光電系統不會對消防員造成特殊危險，就像其他帶電系統一樣。