

太陽光電設施作業安全指引

Safety Guidelines for Workin on or Around Photovoltaic Systems

勞動部勞動及職業安全衛生研究所

INSTITUTE OF LABOR, OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH, MINISTRY OF LABOR

太陽光電設施作業安全指引

Safety Guidelines for Workin on or Around Photovoltaic Systems

勞動部勞動及職業安全衛生研究所

太陽光電設施作業安全指引

Safety Guidelines for Workin on or Around Photovoltaic Systems

勞動部勞動及職業安全衛生研究所

中華民國 112 年 8 月

序

針對我國現行已將太陽光電列為 2050 淨零轉型關鍵戰略，並修訂「再生能源發展條例」，太陽光電設施將成為新興產業，相關職業安全衛生防護及預防規範應及早因應，以保護勞工作業安全。太陽光電設施分為屋頂型、地面型、水域型及建築整合型等四種類型，各種類型各有不同的危害型態，透過資料蒐集分析、職業災害案例探討、現場訪視及專家座談等方式，分別針對屋頂型(含建築整合型)、地面型及水域型太陽光電設施撰寫三份作業安全指引，每份指引包含設計、建置、維運(清洗)及拆除各階段之作業安全。配合作業安全指引，亦分別針對屋頂型(含建築整合型)、地面型及水域型太陽光電設施作業流程中建置/拆除及維運/清洗階段設計六份查核表，提供太陽光電設施業者可參考本計畫所編撰太陽光電設施作業的安全指引及查核表，根據不同類型及生命週期各階段進行職業安全防護及作業查核。

另建議在太陽光電設施建置流程之申請，納入職業安全規範，採取必要之預防設備或措施，使勞工免於發生職業災害，並於竣工查驗時進行檢查，從源頭管理太陽光電設施於生命週期個階段風險，使太陽光電業者遵守職業安全規範，提升安全意識，預防職業災害。

關鍵詞：職業安全、太陽光電、查核表、作業安全指引

目次

序.....	i
目次.....	ii
圖目次.....	vii
表目次.....	viii
屋頂型太陽光電設施作業安全指引.....	1
第一章 前言與範圍.....	2
第一節 前言.....	2
第二節 適用範圍.....	2
第三節 參考出版物.....	2
第二章 屋頂型太陽光電設施.....	4
第一節 屋頂型太陽光電設施介紹.....	4
第二節 建築整合型太陽光電設施介紹.....	5
第三節 太陽光電作業相關法規.....	6
第四節 承攬管理.....	7
第三章 太陽光電設施維護作業危害評估.....	9
第一節 屋頂型太陽光電設施作業危害評估方法-工作安全分析.....	9
第二節 屋頂型太陽光電設施作業危害.....	9
第三節 屋頂型太陽光電防護措施.....	12
第四章 設計階段.....	13
第一節 設計考量.....	13
第五章 建置階段.....	15
第一節 屋頂型太陽光電設施架設作業.....	15
第二節 墜落防止.....	15
第三節 吊掛作業安全.....	21
第四節 支架安裝作業安全.....	23
第五節 模組安裝作業安全.....	24
第六節 配線安裝(感電)作業安全.....	24

第七節 人因危害作業.....	25
第八節 高氣溫作業.....	25
第九節 環境整理作業.....	26
第六章 運維階段.....	28
第一節 維護計畫.....	28
第二節 墜落防止.....	28
第三節 電氣維護安全.....	29
第四節 清洗作業安全.....	29
第五節 太陽光電模組更換作業安全.....	30
第六節 火災緊急應變.....	31
第七章 拆除階段.....	33
第一節 拆除計畫.....	33
第八章 屋頂型太陽光電作業安全查核表.....	34
第九章 結語.....	35
參考文獻.....	36
附件一 屋頂型(建築整合型)太陽光電發電場所建置/拆除作業安全查核表.....	37
附件二 屋頂型(建築整合型)太陽光電發電場所維運/清洗作業安全查核表.....	46
地面型太陽光電設施作業安全指引.....	54
第一章 前言與範圍.....	55
第一節 前言.....	55
第二節 適用範圍.....	55
第三節 參考出版物.....	55
第二章 地面型太陽光電設施.....	57
第一節 地面型太陽光電設施介紹.....	57
第二節 太陽光電作業相關法規.....	58
第三節 承攬管理.....	59
第三章 太陽光電設施維護作業危害評估.....	61
第一節 地面型太陽光電設施作業危害評估方法-工作安全分析.....	61
第二節 地面型太陽光電設施作業危害.....	61

第三節 地面型太陽光電防護措施.....	64
第四章 設計階段.....	66
第一節 設計考量.....	66
第五章 建置階段.....	68
第一節 地面型太陽光電設施架設作業.....	68
第二節 墜落防止.....	68
第三節 吊掛作業安全.....	74
第四節 支架安裝作業安全.....	76
第五節 模組安裝作業安全.....	77
第六節 配線安裝(感電)作業安全.....	77
第七節 人因危害作業.....	78
第八節 高氣溫作業.....	78
第九節 環境整理作業.....	79
第十節 鋼構組配作業.....	80
第六章 運維階段.....	81
第一節 維護計畫.....	81
第二節 墜落防止.....	81
第三節 電氣維護安全.....	82
第四節 清洗作業安全.....	82
第五節 太陽光電模組更換作業安全.....	83
第六節 火災緊急應變.....	84
第七章 拆除階段.....	86
第一節 拆除計畫.....	86
第八章 地面型太陽光電作業安全查核表.....	87
第九章 結語.....	88
參考文獻.....	89
附件一 地面型太陽光電發電場所建置/拆除作業安全查核表.....	90
附件二 地面型太陽光電發電場所維運/清洗作業安全查核表.....	100
水域型太陽光電設施作業安全指引.....	110

第一章 前言與範圍.....	111
第一節 前言.....	111
第二節 適用範圍.....	111
第三節 參考出版物.....	111
第二章 水域型太陽光電設施.....	113
第一節 水域型太陽光電設施介紹.....	113
第二節 太陽光電作業相關法規.....	114
第三節 承攬管理.....	115
第三章 太陽光電設施維護作業危害評估.....	117
第一節 水域型太陽光電設施作業危害評估方法-工作安全分析.....	117
第二節 水域型太陽光電設施作業危害.....	117
第三節 水域型太陽光電防護措施.....	119
第四章 設計階段.....	121
第一節 設計考量.....	121
第五章 建置階段.....	123
第一節 水域型太陽光電設施架設作業.....	123
第二節 鄰水作業.....	123
第三節 吊掛作業安全.....	125
第四節 支架安裝作業安全.....	127
第五節 模組安裝作業安全.....	128
第六節 配線安裝(感電)作業安全.....	128
第七節 人因危害作業.....	128
第八節 高氣溫作業.....	129
第九節 環境整理作業.....	130
第六章 運維階段.....	131
第一節 維護計畫.....	131
第二節 鄰水作業.....	131
第三節 電氣維護安全.....	132
第四節 清洗作業安全.....	132

第五節 太陽光電模組更換作業安全	133
第六節 火災緊急應變	134
第七章 拆除階段	136
第一節 拆除計畫	136
第八章 水域型太陽光電作業安全查核表	137
第九章 結語	138
參考文獻	139
附件一 水域型太陽光電發電場所建置/拆除作業安全查核表	140
附件二 水域型太陽光電發電場所維運/清洗作業安全查核表	148

圖目次

圖 1 屋頂型太陽光電設施例.....	4
圖 2 太陽光電設施裝置示意圖.....	5
圖 3 建築整合型太陽光電設施.....	5
圖 4 地面型太陽光電設置例.....	57
圖 5 太陽光電設施裝置示意圖.....	58
圖 6 水域型太陽光電設施.....	113
圖 7 太陽光電設施裝置示意圖.....	114

表目次

表 1 國內太陽光電設施相關法規.....	6
表 2 工作安全分析表.....	9
表 3 屋頂型太陽光電設施發生危害種類與原因.....	9
表 4 屋頂型太陽光電常見違反的法規	10
表 5 墜落防止設施、設備、措施表.....	16
表 6 國內太陽光電設施相關法規.....	59
表 7 工作安全分析表.....	61
表 8 地面型太陽光電設施發生危害種類與原因.....	61
表 9 地面型太陽光電常見違反的法規.....	62
表 10 墜落防止設施、設備、措施表.....	69
表 11 國內太陽光電設施相關法規.....	114
表 12 工作安全分析表.....	117
表 13 水域型太陽光電設施發生危害種類與原因.....	117
表 14 水域型太陽光電常見違反的法規	118
表 15 溺水防止設施、設備、措施表.....	124

屋頂型太陽光電設施作業安全指引

(建築整合型適用)



第一章 前言與範圍

第一節 前言

本指引主要提出屋頂型太陽光電設施設計、建置、維運(清洗)、拆除作業時的必要安全措施建議與安全管理注意事項，可提供太陽光電設備設計者、擁有者、承攬商、作業人員等參考。本指引主要是針對架設於屋頂的太陽光電設施，所提出之安全防護建議供參考，事業單位需依其設備規模、場所特性等評估作業風險，並參照相關法規，規劃安全的工作方法與安全防護措施，以避免災害發生。

因建築整合型太陽光電設施之建置流程與架構均涵蓋於屋頂型太陽光電設施，本指引以適用於建築整合型太陽光電設施。

第二節 適用範圍

本手冊針對屋頂型太陽光電設施，說明作業危害、提供作業安全管理事項等資訊，各單位可依各場所特性修正後再應用，期許事業單位從「源頭管理」的觀點做好防災措施，在設計、建置、維運、拆除階段納入安全措施，落實危害辨識、安全措施、承攬管理、教育訓練、作業檢點、個人防護與緊急應變等安全管理，以保障太陽光電作業人員的安全。

本指引提供各界參考，若事業單位使用之作業安全標準、風險控制策略更適合當前作業之要求，可沿用該作業安全標準，本指引之目的與使用對象如下。

- 一、目的：本指引除了可提供事業單位或勞動檢查機構瞭解屋頂型太陽光電設施作業外，並可提供其設計、建置、維運、拆除過程中應採行防止墜落、感電、物體飛落等危害，減少因太陽光電設施作業引起之職業災害。
- 二、使用對象：太陽光電設施作業單位、勞動檢查機構。
- 三、本指引亦適用於建築整合型太陽光電設施。

第三節 參考出版物

本手冊參考之出版物有：

- 一、屋頂型太陽光電設施作業安全指引，ILOSH108-T-157，勞動部勞動及職業安全衛生

- 研究所，2019。
- 二、太陽光電設施職場危害預防研究，ILOSH106-S316，勞動部勞動及職業安全衛生研究所，2019。
- 三、太陽光電設施之作業安全研究，IOSH101-S303，行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所，2013。
- 四、屋頂型太陽光電設施施工安全評估手冊(草案)，財團法人安全衛生技術中心，2021。
- 五、Safe Practices for Working On or Around Photovoltaic Systems，Infrastructure Health & Safety Association，2018。
- 六、Best Practices for Operation and Maintenance of Photovoltaic and Energy Storage Systems，3rd Edition，NREL，2018。

第二章 屋頂型太陽光電設施

第一節 屋頂型太陽光電設施介紹

太陽光電係利用太陽能板直接將太陽光能轉換成電能方式，太陽光電設施主要由太陽光電模組、變流器(逆變器)及支架等組成，其中太陽能模組內有電池、鋁框、背板、玻璃、封裝材、背板及接線盒等。另外，太陽能電池可從電池類型、系統設置類型等面向進行分類，根據經濟部能源局所發布 2016 能源產業技術白皮書的資料，一般常見太陽能電池類型大致可分為：矽晶太陽能電池及薄膜太陽能電池 2 大類。

所謂屋頂型(Roof PV Systems)太陽光電(如圖 1)，是在既有的建築設施上面加裝太陽光電模組，舉凡住宅、辦公室、豬禽舍、溫網室及工業廠房，都可以加裝太陽光電模組，生產電力後可以選擇自發自用或躉售給台電、或賣給其他用電戶，其系統架構圖(如圖 2)所示。



圖 1 屋頂型太陽光電設施例

資料來源：本研究自行拍攝

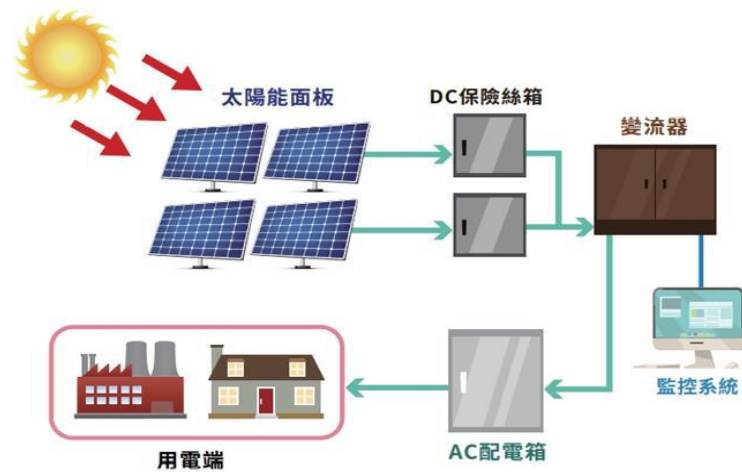


圖 2 太陽光電設施裝置示意圖

資料來源：[1]屋頂型太陽光電設施施工安全評估手冊，財團法人安全衛生技術中心，2021)

第二節 建築整合型太陽光電設施介紹

建築整合型太陽光電設施(如圖3)使用太陽光電板取代傳統建築材的一種應用方式，以建築設計手法，將太陽光電板系統導入建築物外殼構造，使建築本身成為一個大的能量來源。除了取代既有建築，並可降低初置成本，應用於大樓帷幕牆、屋頂、採光罩、遮陽棚、遮陽板、雨遮等，不僅可增加建築節能的效益，同時兼具美化外觀之功能。因為在設計階段就考量，所以發電率和成本比值最佳，天窗和外牆是通常最大的接光面，及為一棟綠建築。可部分或全部供應建築用電，現有建築也可能用改裝方式成為 BIPV 建築。



圖 3 建築整合型太陽光電設施

資料來源：本研究自行拍攝

第三節 太陽光電作業相關法規

屋頂型太陽光電作業內容包括場所評估、設計、架設、安裝電氣設備、試運轉、運維與拆除、廢棄處理等，其中有關屋頂作業、高架作業、吊掛作業及人員訓練等均涉及職業安全衛生相關法規，因屋頂型太陽光電作業具多項風險，應透過風險評估了解各項作業潛在危害，實施風險評估的目的期望能夠事先了解潛在危害擬定適當的危害控制措施防止災害發生。

屋頂型太陽光電設施架設階段，依職業安全衛生教育訓練規則第 10 條規定，擔任屋頂作業主管之勞工應於事前使其接受營造作業主管之安全衛生教育訓練，另於營造安全衛生設施標準第 18 條於易踏穿材料構築屋頂作業時，雇主應指派屋頂作業主管於現場辦理以下事項：

- 一、決定作業方法，指揮勞工作業。
- 二、實施檢點，檢查材料、工具、器具等，並汰換不良品。
- 三、監督勞工確實使用個人防護具。
- 四、確認安全衛生設備及措施之有效狀況。
- 五、其他為維持作業勞工安全衛生所必要之設備及措施。

屋頂型太陽光電設施所適用的主要法規彙整如表 1 所列，包括內政部、經濟部、勞動部及公共工程委員會等機關制訂的相關法規。

表 1 國內太陽光電設施相關法規

主管機關	法規名稱
內政部	建築技術規則建築設計施工
經濟部	用戶用電裝置規則 用電場所及專任電氣技術人員管理規則屋內線路裝置規則 台灣高效能太陽光電模組技術規範 太陽光電模組產品登錄作業要點(性能/安全驗證證書) CNS 15118-2或IEC 61730 -2：2004 安全驗證標準
勞動部	勞動檢查法 職業安全衛生法 職業安全衛生管理辦法 職業安全衛生法施行細則 職業安全衛生設施規則 職業安全衛生標示設置準則 職業安全衛生教育訓練規則

主管機關	法規名稱
	起重升降機具安全規則 營造安全衛生設施標準 升降機安全檢查構造標準 移動式起重機安全檢查構造標準 吊籠安全檢查構造標準 高架作業勞工保護措施標準 勞工健康保護規則
公共工程委員會	公共建設設置太陽光電設施參考手冊

資料來源：本研究自行整理及[2]

第四節 承攬管理

太陽光電維護作業包括支架、吊掛、電氣維護及清洗人員等作業，可能以承攬方式進行，部分勞工不熟悉屋頂作業，對太陽光電設施危害警覺意識低，極易發生災害，交付承攬時須依職業安全衛生法第 26 條第 1 項：「事業單位以其事業之全部或一部分交付承攬時，應於事前告知該承攬人有關其事業工作環境、危害因素暨職業安全衛生法及有關安全衛生規定應採取之措施。承攬人就其承攬之全部或一部分交付再承攬時，承攬人亦應依前項規定告知再承攬人。」發生職災時各事業單位將因管理缺失、設備及措施缺失，擔負刑事責任與行政責任[2]。

勞動部承攬管理技術指引[3]提出發包及簽約的注意事項如下：

- 一、事業單位應於承攬招標書或契約書中明列承攬之項目、內容、資格要件、權責、再承攬之資格或限制，以及其它相關安全衛生需求等事項。亦應將承攬人之安全衛生權責及應遵守之安全衛生規定明確規範於契約書中或於開工前以書面方式告知。
- 二、事業單位將營繕工程之施工、規劃、設計及監造等交付承攬或委託，其契約內容應有防止職業災害之具體規範，並列為履約要件。
- 三、對於工程承攬案件，安全衛生項目所需之費用宜有一定的比例，必要時得要求承攬人逐項編列，並按實際執行狀況報銷。
- 四、事業單位應要求承攬人在正式開工前提出施工說明書或計畫書，內容須包含控制危害及風險之安全衛生設施規劃。
- 五、事業單位如提供機械、設備或器具供承攬人使用時，如須由承攬人負責實施定期檢查或重點檢查，得以書面約定之。

在溝通及協調方面則須注意：

- 一、事業單位應於正式施工前具體告知承攬人有關其工作環境、危害因素、安全衛生法規及相關安全衛生規定應採取之措施。
- 二、事業單位與承攬人、再承攬人分別僱用勞工共同作業時，應設置協議組織及採取必要措施，以防止職業災害之發生。協議組織應由事業單位負責召集，以定期或不定期進行相關事項之協議。
- 三、事業單位應指定專人負責與承攬人負責人及職業安全衛生管理人員進行每日開工前及施工期間之溝通及協調工作。
- 四、事業單位遇承攬人及其勞工有不安全行為時，應及時勸阻，並與其溝通相關安全衛生之知識或方法，且適時向直屬主管或承辦單位反映。

第三章 太陽光電設施維護作業危害評估

第一節 屋頂型太陽光電設施作業危害評估方法-工作安全分析

如前所述，屋頂型太陽光電作業含有多項風險，依職業安全衛生法，為降低災害事故的發生，建議先施行風險評估，辨識危害，改善作業，降低風險。屋頂型太陽光電之設置、維運及拆除，為多項作業(流程)所組成，建議以工作安全分析(Job safety Analysis, JSA)進行各項作業之危害辨識，再確定如何有效予以控制。工作安全分析(JSA)是對特定地點的特定工作進行系統化的分析。工作安全分析的目的是識別危害並確定對每個危害的控制方式。工作安全分析一般可利用如表 2 之表單進行系統化的評估。

表 2 工作安全分析表

工作要素	基本動作(順序)	使用工具	可能危害 (災害型態)	解決對策

資料來源：本研究自行整理

第二節 屋頂型太陽光電設施作業危害

屋頂型太陽光電作業，經危害分析，大多為墜落、感電、物體飛落、高溫、滑倒、人因等危害(如表 3)[4]，現場未完善安全措施，常見之不安全事項可整理(如表 4)[2]：

表 3 屋頂型太陽光電設施發生危害種類與原因

	種類	原因
1	墜落	安裝固定太陽光電組列用扣件時，人員自斜屋頂或高的固定架墜落。
2	物體飛落	吊掛或組裝太陽光電組列元件或零件掉落。
3	感電	安裝直流接線箱、充放電控制器、蓄電池、變流器或與台電併聯時誤觸裸露帶電物體。

	種類	原因
4	被撞	吊掛或組裝太陽光電組列時，碰撞到施工人員。
5	切割	組裝太陽光電設施時，切割元件或固定用零件、配管時造成人員割傷。
6	火災	電線接觸不良，或電線包覆層因為未加以保護導致劣化，使用一段時間後引起火災。
7	人因	系統安裝空間、角度受限，不利於施力與操作，容易造成人因性傷害。
8	高氣溫危害	太陽光電施作場所為太陽可照射區域，故人員在作業時常受太陽照射，處於高氣溫環境，容易產生高氣溫危害。
9	滑倒、絆倒	太陽光電施作場所，施工區域局限，支架、電力線、通道、凸出物等都容易造成滑倒、絆倒，引起傷害。

資料來源：本研究自行整理及[4]

表 4 屋頂型太陽光電常見違反的法規

項目名稱	法規	規定
上下設備	職業安全衛生設施規則-228條	雇主對勞工於高差超過 1.5 公尺以上之場所作業時，應設置能使勞工安全上下之設備(施工架樓梯)。
防墜設施	職業安全衛生設施規則-225條	1. 雇主對於在高度二公尺以上之處所進行作業，勞工有墜落之虞者，應以架設施工架或其他方法設置工作台。但工作台之邊緣及開口部分等，不在此限。 2. 雇主依前項規定設置工作台有困難時，應採取張掛安全網或使勞工使用安全帶等防止勞工因墜落而遭致危險之措施，但無其他安全替代措施者，得採取繩索作業。使用安全帶時，應設置足夠強度之必要裝置或安全母索，供安全帶鉤掛。
	職業安全衛生設施規則-281條	雇主對於在高度二公尺以上之高處作業，勞工有墜落之虞者，應使勞工確實使用安全帶、安全帽及其他必要之防護具，但經雇主採安全網等措施者，不在此限。
	營造安全衛生設施標準-19條	1. 雇主對於高度二公尺以上之屋頂、鋼梁、開口部分、階梯、樓梯、坡道、工作臺、擋土牆、擋土支撐、施工構臺、橋梁墩柱及橋梁上部結構、橋臺等場所作業，勞工有遭受墜落危險之虞者，應於該處設置護欄、護蓋或安全網等防護設備。 2. 雇主設置前項設備有困難，或因作業之需要臨時將護欄、護蓋或安全網等防護設備開啟或拆除者，應採取使勞工使用安全

項目名稱	法規	規定
		帶等防止墜落措施。但其設置困難之原因消失後，應依前項規定辦理。
	營造安全衛生設施標準-154條	雇主對於鋼構組配作業之勞工從事栓接、鉚接、熔接或檢測作業，應使其佩帶適當之個人防護具。
安全通道	職業安全衛生設施規則-227條	雇主對勞工於以石綿板、鐵皮板、瓦、木板、茅草、塑膠等易踏穿材料構築之屋頂及雨遮，或於以礦纖板、石膏板等易踏穿材料構築之夾層天花板從事作業時，為防止勞工踏穿墜落，應採取下列設施：規劃安全通道，於屋架、雨遮或天花板支架上設置適當強度且寬度在三十公分以上之踏板；於屋架、雨遮或天花板下方可能墜落之範圍，裝設堅固格柵或安全網等防墜設施；指定屋頂作業主管指揮或監督該作業。
	營造安全衛生設施標準-18條	雇主使勞工於屋頂從事作業時，應指派專人督導，並依下列規定辦理：於易踏穿材料構築之屋頂作業時，應先規劃安全通道，於屋架上設置適當強度，且寬度在三十公分以上之踏板，並於下方適當範圍裝設堅固格柵或安全網等防墜設施。
屋頂邊緣	職業安全衛生設施規則-224條	雇主對於高度在 2 公尺以上之工作場所邊緣及開口部份，勞工有遭受墜落危險之虞者，應設有適當強度之圍欄、握把、覆蓋等防護措施。
職業安全衛生計畫	職業安全衛生法施行細則-31條	雇主應依其事業單位之規模、性質訂定職業安全衛生管理計畫，包括下列事項：工作環境或作業危害之辨識、評估及控制；機械、設備或器具之管理；承攬管理及變更管理；安全衛生作業標準；作業檢點及現場巡視；安全衛生教育訓練；個人防護具之管理；緊急應變措施；職業災害、虛驚事故之調查處理及統計分析。
安全標示	職業安全衛生標示設置準則-3條	1. 禁止標示：嚴格管制有發生危險之虞之行為，包括禁止煙火、禁止攀越、禁止通行等。 2. 警告標示：高壓電、墜落、感電、高熱等危險警告。 3. 注意標示：提醒避免相對於人員行為而發生之危害，包括當心地面、注意頭頂等。
急救箱、急救人員	勞工健康保護規則-15條	事業單位應參照工作場所大小、分布、危險狀況與勞工人數，備置足夠急救藥品及器材，並置急救人員辦理急救事宜
接線裸露、	職業安全衛生設施規則-290條	雇主對於從事電氣工作之勞工，應使其使用電工安全帽、絕緣防護具及其他必要之防護器具。

項目名稱	法規	規定
接地不良		
工作 台內 作業	職業安全衛生 設施規則-128 條之1	使用高空工作車從事作業時，雇主應使該高空工作車工作台上之勞工佩戴安全帶。

資料來源：本研究自行整理及[2]

第三節 屋頂型太陽光電防護措施

屋頂型太陽光電作業具有多種危害，為防止或降低危害，應有相當的防護措施，常見之防護措施包含[2]：

一、工程控制：係指可避免或降低危害事件發生可能性或後果嚴重度之裝置或設備，例如：

(一) 墜落/滾落：護欄/護圍、安全網、安全母索、安全上下設備、高處作業車、移動式施工架等。

(二) 撞擊：護欄/護圍、接觸預防裝置(包含警報、接觸停止裝置)等。

(三) 物體飛落：護欄/護圍/護網、防滑舌片、過捲揚預防裝置等。

(四) 被夾、被捲：護欄/護圍、制動裝置、雙手操作式安全裝置、光感式安全裝置、動力遮斷裝置、接觸預防裝置等。

(五) 感電：防止電擊裝置、漏電斷路器、接地設施等。

(六) 火災、爆炸：防爆電氣設備、火災偵測器、消防設施等。

二、管理控制：係指可降低危害事件發生可能性或後果嚴重度之管理措施，例如：教育訓練、各類合格證、健康檢查、緊急應變計畫或程序、工作許可、上鎖掛簽、各種標準作業程序(SOP)或工作指導書(WI)(須標註其名稱或編號)、日常巡檢、定期檢查、承攬管理、採購管理、變更管理、人員全程監視等。

三、個人防護具：係指可避免人員與危害源接觸，或減輕人員接觸後之後果嚴重度的個人用防護器具，例如：絕緣手套、護目鏡、安全鞋、安全帶、安全帽等。

第四章 設計階段

第一節 設計考量

在設計屋頂型太陽光電設施時，屋頂型太陽光電設施製造商應針對作業風險進行評估與考量，否則可能會使安裝人員面臨風險或傷害並影響系統的安全性、可維護性，建議如下：

- 一、工作安全分析(JSA)：在太陽光電設施開始建置之前，為確保工作環境的安全衛生，應該預先完成一份工作安全分析(JSA)，確認危害均能被辨識並有適當的控制，於設計階段即對於設置、維運及拆除各階段所需之安全設施。
- 二、安全通道：設計應考量設置、維運及拆除各階段的作業需求，確保通往屋頂型太陽光電設施的安全通道，並應有足夠的作業空間，確認場域有可供作業人員安全行走之安全通道，太陽能板間有足夠的距離，提供作業人員行走，設計時盡量減少導管等突出物，防止絆倒危險。
- 三、欄杆：2 公尺以上開口邊緣設置欄杆。
- 四、安全母索：考量設置、維運及拆除各階段的作業需求，設計安全母索供勞工使用，防止墜落危害。
- 五、供水系統及排水系統：考量於清潔太陽能板所需水線，設置供水系統或自動清洗設備，對於低坡度或平屋頂系統必須設計排水機制，積水會增加通電的太陽光電設施的感電機率，設計時確保水能順利排出。
- 六、感電預防：太陽光電設施屬於戶外的開放電氣系統，常時存在感電的環境，設計應注意感電的防止，通常有二個潛在的感電來源：
 - (一) 產生直流電的太陽能組件電(只要暴露在光線下)。
 - (二) 提供交流電的設施。
- 七、消防安全：設計時可依據消防署訂定「提升太陽光電發電設備安全管理指導原則」，以提升搶救人員執行太陽光電發電設備救災勤務時之安全及降低感電風險，包含搶救路徑上安全確保；留設救災用通道；留設週邊救災空間；防感電標示；快速停機裝置。
- 八、急救和醫療服務：必須有明確的急救和醫療服務社置，如現場應設置訓練有素的急救

人員，同時，應有容易取得的急救用品。

九、火災預防：要求每個作業人員均經過培訓並能妥善使用滅火器，滅火器必須在工作範圍內且易取得的位置，滅火器必須至少適合用於太陽光電之電氣火災(C 類)。

十、高處救援程序：當作業人員於高處發生危險需要救援，應有方法能盡快救援不引起進一步傷害，同時也要確保救援人員不處於危險之中。

第五章 建置階段

第一節 屋頂型太陽光電設施架設作業

架設太陽光電設施作業內容[5]包括安全爬梯施作、安全護欄施作、吊掛支架夾具、支架夾具固定、進料鋁擠支架、吊掛鋁擠支架、固定鋁擠支架、進場太陽光電板、吊掛太陽光電板、組裝太陽光電板、配置鋁線槽、串接太陽光電板接地線、變流器基礎綁鋼筋、變流器基礎灌漿、變流器固定、固定太陽開關箱、接線太陽光電板、接地太陽光電板開關箱、交流電氣箱、直流電氣箱、接地太陽光電板、接地太陽光電板開關箱、交流電氣箱、直流電氣箱、施作避雷/接地設施。拆除時作業方式與裝設時相近，須規劃好拆除作業順序，及安全的吊掛、搬運方式，作好防災措施[2]。

屋頂型太陽光電設施架設作業，經危害分析，大多為墜落、感電、物體飛落、高溫、滑倒、人因等危害，必須有相關的作業安全規劃，方能將危害降低。

第二節 墜落防止

墜落危害可說是屋頂型太陽光電設施作業所存在的最大可能危害，故如何確保勞工於屋頂作業安全是重要的安全考量。屋頂作業墜落災害型態以踏穿石綿瓦、採光罩、塑膠浪板等墜落為最多，其次為於屋頂邊緣或開口作業墜落，再其次為於攀爬至屋頂過程中墜落。屋頂作業，建議依下列規定辦理，以避免事故發生：

- 一、在所有工作開始之前，作業人員必須獲得批准、許可和擁有應具備的證照。
- 二、從事屋頂作業時，應指派專人督導，屬易踏穿材料構築之屋頂作業時，上述專人應接受屋頂作業主管教育訓練。
- 三、於斜度大或滑溜之屋頂作業時，應設置適當之護欄及寬度在 40 公分以上之適當工作臺。
- 四、於易踏穿屋頂作業時，應先規劃安全通道，於屋架上設置適當強度，且寬度在 30 公分以上之踏板，並於下方適當範圍裝設安全網等防墜設施。
- 五、應提供全身背負式安全帶使勞工佩掛，並確實掛置於堅固錨錠、可供鉤掛之堅固物件或安全母索等裝置。
- 六、對於高差超過 1.5 公尺以上之場所作業時，應設置安全上下之設備。
- 七、對於高度在 2 公尺以上作業場所，有遇強風、大雨等惡劣氣候致有墜落危險時，應停

止作業。

針對各項防墜設施、設備、措施說明如表 5。

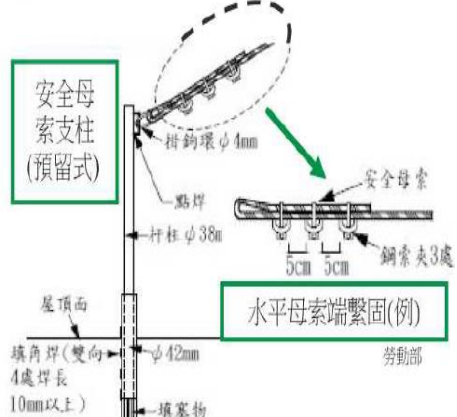
表 5 墜落防止設施、設備、措施表

防墜設施、設備	說明	圖例
護欄	依營造安全衛生設施標準第 18 條及第 21 條規定於斜度大於 34 度 (高底比為 2/3) 或滑溜之屋頂作業時，應設置適當之護欄，且護欄應具有高度 90 公分以上之上欄杆、高度在 35 公分以上，55 公分以下之中間欄杆或等效設備 (以下簡稱中欄杆)、腳趾板及杆柱等，如以鋼管構成者，其上欄杆、中間欄杆及杆柱之直徑均不得小於 3.8 公分，杆柱相鄰間距不得超過 2.5 公尺。此外，不管以任何型式設置之護欄，其杆柱、杆件之強度及錨錠，應使整個護欄具有抵抗於上欄杆之任何一點，於任何方向加以 75 公斤之荷重，而無顯著變形之強度。但設置護欄有困難者，應提供全身背負式安全帶使勞工佩掛，並掛置於堅固錨錠、可供鉤掛之堅固物件或安全母索等裝置上。	
安全上下設備 (框式施工架設置內爬梯)	屋頂作業因作業場所位處較高，為提供工作者安全上下設備，常以搭設框式(鋼管)施工架為之。摘錄勞動部職業安全衛生署「施工架作業安全檢查重點及注意事項」部分規定如下： 1. 高度 5 公尺以上施工架之構築及拆除，應依結構力學原理妥為設計，置備施工圖說，指派所僱專任工程人員簽章確認強度計算書及施工圖說，並建立按施工圖說施作之查驗機制。 2. 高度 5 公尺以上施工架之組配及拆除作業，應指派施工架組	

防墜設施、設備	說明	圖例
	配作業主管於作業現場辦理下列事項： (1) 決定作業方法，指揮勞工作業。 (2) 實施檢點，檢查材料、工具、器具等，並汰換其不良品。 (3) 監督勞工確實使用個人防護具。 (4) 確認安全衛生設備及措施之有效狀況；但 (2) 部分於拆除作業時不適用。 3. 高度 2 公尺以上施工架組立及拆除作業應全程設置防止作業勞工墜落之設備。 4. 施工架內、外側應設置交叉拉桿，高度 2 公尺以上之施工架內、外側應增設下拉桿及施工架兩端立架及轉角處應設護欄，上下設備之交叉拉桿上方應設置適當護欄。 5. 踏板應設金屬扣鎖及防脫落鉤，非屬推動鋼管施工架符合國家標準之推動適用工程而採用未具防脫落鉤者以鐵絲固定改善。 6. 框式施工架以壁連座與構造物連接，間距在垂直方向 9.0 公尺、水平方向 8.0 公尺以下。(施工架應在適當之垂直、水平距離處以繫牆桿與構造物妥實連接，其間隔在垂直方向以不超過 5.5 公尺，水平方向以不超過 7.5 公尺為限)。 7. 施工架之材料不得有顯著之損壞、變形或腐蝕。 8. 施工架上： (1) 載重限制應於明顯易見之處明確標示。 (2) 不得超過其荷重限制及應避免發生不均衡現象。	

防墜設施、設備	說明	圖例
	9. (1)施工架基礎地面應平整，且夯實緊密，並襯以適當材質之墊材。(2)施工架基礎地面如平整、夯實緊密且已鋪設混凝土並具足夠強度，視為已襯以適當材質之墊材。(3)施工架構件之連接部分應以插銷及腳柱接頭等金屬附屬配件確實連接固定。	
安全上下設備 (固定梯)	應依職業安全衛生設施規則第 37 條規定： 1. 具有堅固之構造。 2. 應等間隔設置踏條。 3. 踏條與牆壁間應保持 16.5 公分以上之淨距。 4. 應有防止梯子移位之措施。 5. 不得有防礙作業人員通行之障礙物。 6. 平台如用漏空格條製成，其縫間隙不得超過 30 公厘；超過時，應裝置鐵絲網防護。 7. 梯子之頂端應突出板面 60 公分以上。 8. 梯長連續超過 6 公尺時，應每隔 9 公尺以下設一平台，並應於距梯底 2公尺以上部分，設置護籠或其他保護裝置。但符合下列規定之一者，不在此限。 (1) 未設置護籠或其它保護裝置，已於每隔 6 公尺以下設一平台者。 (2) 塔、槽、煙囪及其他高位建築之固定梯已設置符合需要之安全帶、安全索、摩擦制動裝置、滑動附屬裝置及其他安全裝置，以防止勞工墜落者。有關上述第8項所提到之保護裝置，可參採設置符合國家 CNS 14253-4 附設滑動式防墜器之垂直軌道及垂直母索，可使作業人員進行上下動作	

防墜設施、設備	說明	圖例
	時，有效進行鉤掛防護。	
安全網與格柵	安全網與格柵是避免作業人員於發生墜落，依營造安全衛生設施標準第 22 條，安全網應符合國家標準 CNS 16079-1 及 CNS16079-2 相關規定，並應由專業人員進行規劃設置。	 
安全通道	依據營造安全衛生設施標準第 18 條，對有踏穿、墜落或跌倒危險之屋頂作業，應先規劃安全通道，於屋架上設置適當強度，且寬度在 30 公分以上之踏板。	
安全母索	1. 依據營造安全衛生設施標準第 23 條，水平安全母索之設置高度應大於 3.8 公尺，相鄰二支柱間之最大間距得採下式計算之值，其計算值超過 10 公尺者，以 10 公尺計： 2. $L=4(H-3)$，其中 $H \geq 3.8$，且 $L \leq 10$ L：母索支柱之間距(單位：公尺)；H：垂直淨空高度(單位：公尺)支柱與另一繫掛點間、	

防墜設施、設備	說明	圖例
	相鄰二支柱間或母索支柱間之安全母索僅能繫掛一條安全帶。每條安全母索能繫掛安全帶之條數，應標示於母索錨錠端。	
錨錠裝置	錨錠裝置(點)主要提供工作者掛安全帶及安全母所繫固之位置依營造安全衛生設施標準第 23 條規定，至少應能承受每人 2,300 公斤之拉力。	
全身背負式安全帶	依營造安全衛生設施標準第 23 條規定，全身背負式安全帶應符合國家標準 CNS 14253-1 的相關規定。	
捲揚式防墜器	全身背負式安全帶常與捲揚式防墜器一起搭配使用，使用於高空作業且具有墜落之虞的作業場所，當作業人員從高處墜落時，全身背負式安全帶能有效分散墜落衝擊力量，減少內臟傷害且能使救援容易，而捲揚式防墜器内部的制動器能卡住棘輪裝置，阻止救生索進一步伸出，使作業人員瞬間停住於半空中，等待救援。懸掛捲揚式防墜器的錨錠點強度須大於 10kN 以上，且須設置於作業人員上方。當捲揚式防墜器使用中，須特別注意淨空高度是否足夠，以便墜落情況發生時，救生索能有足夠伸出距離，制止墜落。	

防墜設施、設備	說明	圖例
	人員停留在半空中等待救援，不至於造成墜落人員撞擊地面造成二度傷害，一般淨空高度約 3 公尺以上捲揚式防墜器須儘量置於作業人員上方，作業人員行走範圍與捲揚式防墜器角度不可超過 30 度，因墜落時，墜落者若擺盪幅度過大會產生鐘擺效應。	

圖片資料來源：[6]浪板屋頂作業墜落預防實務指引，高雄市政府勞動檢查處。

第三節 吊掛作業安全

屋頂型太陽光電設施組件需運送至屋頂進行堆放與設置，此項作業容易有物料堆置、物料傾倒、吊掛安全等安全議題，其作業安全說明如下[2]：

一、材料搬運作業安全

- (一) 太陽光電發電系統各部件在存放、搬、吊裝過程中必須防止物體飛落。
- (二) 太陽光電發電元件在安裝時表面應鋪有效遮光物防止感電危險。
- (三) 連接完成或部分完成的太陽光電設施，遇有電元件破裂的情況應及時設置限制人員接近的措施，並由專業人員處置。若作業離架空電力線很近，應加裝絕緣用防護套管(或於施工前與電力公司協商，於該電力線上加裝營建用防護套管)。
- (四) 使用吊車搬運工程用的各種材料。

二、物料裝載運送作業安全

- (一) 出車前須事先檢查運輸車輛各部性能是否正常並記錄，確認車輛各項系統均無異常使得出車。
- (二) 嚴禁超載，應捆紮牢靠於車斗上，當積載高度超高車斗門板時，物料放置寬度應往車斗中間限縮，必要時應增設檔樁以防止在運送中掉落。
- (三) 運送中應依照「道路交通安全規則」等相關規定行車。

三、物料卸載作業安全

- (一) 運送過程中，司機應依照「道路交通安全規則」等相關規定行車。

- (二) 對於卸料地點的選擇應審慎為之，建議選擇寬敞、視野良好且不會對施工及交通等因素造成影響的物料暫置場進行卸料。此外，亦須考量搬運的動線及便利性，儘可能避免在工區內二次搬運。
- (三) 若車輛必須進入工區卸料，則須在工區出入口管制站換發臨時通行證，並詳實登記後始可進場。
- (四) 司機下車卸料時應確實佩戴安全帽及反光背心，並依照現場主管或工程師指示地點卸料。
- (五) 卸料地點若在工區通道範圍內，應事先備妥交維器材，藉以將物料區隔、警示。

四、放樣物料

- (一) 確認場地已整平並夯實。
- (二) 工區應整理整頓，留作業通路。
- (三) 人員應穿戴安全帽及反光背心。
- (四) 作業區嚴禁任何機具車輛靠近，必要時應指派監視人員。

五、吊掛作業

- (一) 起重機經有關單位檢查合格領有檢查合格證，機具操作人員、吊掛人員受訓合格領有結業證書，提送至施工處查核後，使得進場作業。
- (二) 與主板工程師確認作業動線及工作內容。
- (三) 移動式起重機設過負荷預防裝置、過捲預防裝置或預防過捲之警報裝置。
- (四) 起重機外伸撐座應充分伸出，並墊以覆工板、枕木等防止沉陷。
- (五) 作業前檢點使用之吊掛用具如吊鏈、鋼索、夾具功能是否正常，並汰除不良品。
- (六) 任何一種情況之吊掛鋼索不得使用：
 - 1. 鋼索一撚間有百分之十以上素線截斷者。
 - 2. 直徑減少達公稱直徑百分之七以上者。
 - 3. 有顯著變形或腐蝕者。
 - 4. 已扭結者。
- (七) 對於起重機具之吊鉤或吊具，應有防止吊舉中所吊物體脫落之裝置及過捲預防裝置。
- (八) 吊運作業中嚴禁人員進入吊舉物下方及吊鏈、鋼索等內側面，吊運作業範圍內以交通錐等標示。

- (九) 必要時應敷設穩定索，以避免吊舉物搖晃。
- (十) 設置指揮人員協助操作手進行吊物作業。
- (十一) 確認機具週邊具有適當迴旋空間且無人員靠近才可移動機具。

第四節 支架安裝作業安全

太陽光電設施支架安裝作業安全說明如下[1]：

- 一、 施工人員在施工時，應配帶合格的安全帽，如使用高架施工平台時，應配帶合格之安全帶。
- 二、 安裝太陽光電發電組件的支架應設置基礎座(棚架式)。
- 三、 安裝太陽光電發電元件的支架應按設計要求製作。鋼結構支架的安裝和焊接應符合國家標準的要求。
- 四、 支架應按設計位置要求準確安裝在主體結構上，並與主體結構可靠固定，以免支架被強風吹落。
- 五、 穿著防滑安全鞋。
- 六、 手工具須裝置護罩，作業人員戴防護手套。
- 七、 施工前應事先檢查所需使用之手工具、電動工具、相關安裝器具，功能是否正常，如需使用臨時用電，需依勞動部所規定之「營建場所臨時配線」之規定。
- 八、 安裝支架時，如安裝高度大於 2 米，應依規定使用勞動部規定之合格施工平台，且須考量搬運的動線及安裝便利性。
- 九、 施工範圍如在開放空間，應事先備妥交維器材，避免非相關人等進入施工現場。
- 十、 支架開孔及裁切、燒焊等加工，應在工廠內加工完畢，勿在現場進行鑽孔、裁切、燒焊，如需應現場調整支架孔位或長度，也應申請動火許可，並依相關規定做好安全防護措施及安全人員。
- 十一、 支架安裝完成後，確認每顆螺絲鎖固磅數達到技師要求之標準，並確認施工完成面水平是否完整。
- 十二、 支架安裝植筋(棚架式)時，確實清理鑽孔後的粉塵，並請第三方公證單位拉拔測試，其結果需符合結構技師之要求。
- 十三、 支架邊角必要時須加裝保護套，防止人員刮傷。
- 十四、 進行組立法蘭底座、底樑、底座、橫樑拉桿等架安裝作業時，應正確使用手工具

鎖固作業。

十五、以高空工作車作業時

- (一) 使用高空工作車前先行實施自動檢查。
- (二) 工作台上作業人員佩戴安全帽及全身背負式安全帶。
- (三) 作業人員應將安全帶鉤掛於穩固部位。
- (四) 不得超過高空工作車之積載荷重及能力。
- (五) 駕駛於離開駕駛座時，應將工作臺下降至最低位置。
- (六) 作業停止時，應確實使用制動機。
- (七) 不得使高工作車作為主要用途以外之用途。

第五節 模組安裝作業安全

太陽光電設施模組安裝作業安全說明如下[1]：

- 一、作業人員依規定正確穿戴安全帽及反光背心。
- 二、穿著防滑安全鞋。
- 三、支架邊角必要時須加裝保護套，防止人員刮傷。
- 四、進行太陽能板安裝作業時，應正確使用手工具鎖固作業。
- 五、以高空工作車作業時
 - (一) 使用高空工作車前先行實施自動檢查。
 - (二) 工作台上作業人員佩戴安全帽及安全帶。
 - (三) 作業人員應將安全帶鉤掛於穩固部位。
 - (四) 不得超過高空工作車之積載荷重及能力。
 - (五) 駕駛於離開駕駛座時，應將工作臺下降至最低位置。
 - (六) 作業停止時，應確實使用制動機。
 - (七) 不得使高工作車作為主要用途以外之用途。

第六節 配線安裝(感電)作業安全

每個太陽光電發電組件的直流輸出電壓為 35V 左右，若是串連一定數量的太陽能電池組件，則輸出電壓變動範圍可達 250V~450V。為了防止作業人員感電，太陽光電發電元件工程配線安裝時應遵守以下安全措施[2]：

- 一、施工現場的各種電氣設備、機械、金屬支架及平臺，必須有接地。
- 二、使用電動手工具應符合中華民國國家標準的要求。
- 三、在潮濕或金屬容器內工作時必須使用安全電壓，非電工禁止從事電氣作業。
- 四、作業時在太陽能電池組件表面上鋪上遮光板，遮住太陽光。
- 五、應穿絕緣鞋，戴低壓絕緣手套，使用絕緣手工具。
- 六、不要在雨天、下雪、大風氣候下進行室外作業(惡劣氣候下不但有感電之虞，還會因為濕滑導致墜落事故)。
- 七、電氣工程施工場所應設置明顯、易懂的電氣警告標識。
- 八、安裝於屋頂的太陽光電設施的場所必須要有人員出人管理，並加圍欄。
- 九、太陽光電發電電氣裝置太陽光電設施電氣裝置安裝應符合「用戶用電設備裝置規則」第六章第六節「太陽光電設施」第 396 條之 20 至 63 的相關要求。

第七節 人因危害作業

運送、安裝太陽能板或其他物料的搬運、處置，如果處理不當(施力不當、太重...等)，有可能造成肌肉骨骼傷害，為防止此類人因危害，可遵循以下的安全措施[7]：

- 一、強化作業人員對人因危害的認知與訓練，使用正確的施力方式，如果負載太大、太重，它可以導致拉傷或扭傷或滑倒、絆倒和跌倒受傷。
- 二、防止搬運過重的物品，可利用工具或是協同搬運，不應該單人搬運超過 22.5 公斤的物品。
- 三、重複性工作應有適當的休息時間，防止累積性肌肉骨骼傷害。
- 四、搬運重物時，預先構想如何搬運、施力方式、運送路徑等。
- 五、以多次搬運，降低每次搬運的重量。

第八節 高氣溫作業

太陽光電施作場所為太陽可照射區域，故人員在作業時常受太陽照射，處於高氣溫環境，而人體在體溫 36°C 至 38°C(96.8°F 至 100.4°F)時才能發揮最佳功能，當在炎熱的環境中從事繁重的工作時環境，身體熱量上升，容易產生熱危害，為防止此類危害，可遵循以下的安全措施[7]：

- 一、穿輕便、寬鬆、容易使汗液蒸發的衣服。

- 二、不應穿短褲，因為它們會增加工人皮膚受損的風險並增加來自太陽的熱負荷。
- 三、不穿襯衫工作會讓你中暑的風險更大。
- 四、穿淺色衣服，因為它從太陽吸收的熱量較少。
- 五、即使不口渴每 20 分鐘喝一杯涼水 600c.c.(8 盎司)。
- 六、避免酒精和含咖啡因的飲料會讓你經常小便(例如，咖啡，茶或可樂)。
- 七、避免吃熱的或重口味的食物，這些食物通過重新引導血液來提高體溫到你的消化系統，使得體溫上升。
- 八、身體狀況如果不佳，會使得高氣溫危害更加嚴重，作業主管應注意作業人員的身體狀況(如年齡、生病、熬夜等等)。
- 九、若有高氣溫作業之疑慮，考參照我國職業安全衛生設施規則第 324 之 6 條，進行戶外作業高氣溫危害預防。
 - (一) 降低作業場所之溫度。
 - (二) 提供陰涼之休息場所。
 - (三) 提供適當之飲料或食鹽水。
 - (四) 調整作業時間。
 - (五) 增加作業場所巡視之頻率。
 - (六) 實施健康管理及適當安排工作。
 - (七) 採取勞工熱適應相關措施。
 - (八) 留意勞工作業前及作業中之健康狀況。
 - (九) 實施勞工熱疾病預防相關教育宣導。
 - (十) 建立緊急醫療、通報及應變處理機制。

第九節 環境整理作業

雜亂、不佳的作業環境，將增加作業人員滑倒、絆倒、跌倒的風險，適當的環境管理和規劃將允許作業人員和材料在工作場域內自由移動並免於掉落和絆倒危害。安全作業理應包含評估工作環境，可考量以下的條件[7]：

- 一、天氣若影響工作安全，應立即停止工作(如下大雨、閃電)。
- 二、行走及工作通道應暢通。
- 三、閃電出現的情況下，應立即停止工作。

- 四、工作環境如果產生變動，應予以注意。
- 五、應注意現場是否有其他活動在進行，如吊掛作業等。
- 六、現場廢棄物不可影響到工作安全，應常時清理現場廢棄物。
- 七、廢棄物如果必須放置於屋頂待處理，應注意重量不可超過屋頂可承受之重量。
- 八、廢棄物或物品應注意不會滾落、飛落至下方造成傷害。
- 九、廢棄物或物品應距離屋簷或開口適當距離，避免滾落、飛落至下方造成傷害。

第六章 運維階段

第一節 維護計畫

良好的維護規劃可延長系統整體運轉壽命，例如針對污漬、破片、熱斑、遮蔭、鼠咬導線、太陽能板焊線黃化等進行維護規劃，其中鼠咬導線會造成發電失效與漏電停機；熱斑效應可導致局部燒毀形成暗斑、焊點熔化、封裝材料老化等永久性損壞，是影響太陽光電元件輸出功率和使用壽命的重要因素，也可能導致安全問題[8]。透過清查須維護項目、評估環境影響等，再據以擬定適當的維護計畫[9]。

太陽光電場所維護種類包括以下四種[10]：

- 一、行政維護：確認發電效率管控及建立維護相關文件與結果，編列預防性維護預算，安排矯正維護且不與正常運作衝突、承攬商與供應商管理、回饋新系統狀況資訊給設計廠商、製備維護計畫成效與系統發電成效、記錄保存等。
- 二、預防性維護：依設備種類、環境狀況(鹽害、潮濕、沙塵與動、植物影響)，擬定適當維護計畫的時段、頻次與保固期程。
- 三、矯正型維護：針對損壞或故障組件進行維護，或變流器、通訊設備重設等。非緊急的矯正維護可與預防性維護排在同一時段。
- 四、狀況型維護：依據監測資料判斷進行預防性維護如清洗太陽能板表面，在早期偵測即將故障的組件，事先進行維護，可以減少預防性維護頻次，及降低故障矯正維護的經費與衝擊。

在運維階段，主要在維持太陽光電設施的效能，以電氣維護、面板維護更換及清洗作業為主，針對這些運維項目安全，說明如下。

第二節 墜落防止

屋頂型太陽光電場所維運，避免不了要到達高處，產生墜落的風險，也可能有跌倒、物體飛落等風險，此部分的作業安全，可參考建置階段有關墜落防止、安裝作業安全等章節。

第三節 電氣維護安全

太陽光電場所電氣維護內容包括太陽光電模組、變流器、DC 箱、AC 箱、連接器、配線、絕緣、接地、開關、電線接頭、感應器、紀錄器等，需進行檢查電壓、電流、過熱、短路、接地失誤、支架位移、腐蝕、滲水、裂紋、缺陷、老鼠昆蟲侵入狀況等[11]。相關程序包括 DC 電壓/電流測試程序、保險絲測試程序、絕緣電阻測試程序、接地系統整體測試程序等，需做好預防感電的安全措施，包括開關電源的程序、個人防護等。電氣維護注意事項如下：

- 一、避免吊掛機械手臂、搬運屋頂鐵皮、施工架、支架及 PV 設備時接近高壓電線。
- 二、主要作業承攬者與高壓電設備擁有者研商切斷電源的可行性，避免接觸引發感電災害。
- 三、依職業安全衛生設施規則規定，雇主使勞工於低壓電路從事檢查、修理等活線作業時，應使該作業勞工戴用絕緣用防護具，或使用活線作業用器具或其他類似之器具。
- 四、依職業安全衛生設施規則規定，雇主使勞工於接近低壓電路或其支持物從事敷設、檢查、修理、油漆等作業時，應於該電路裝置絕緣用防護裝備。但勞工戴用絕緣用防護具從事作業而無感電之虞者，不在此限。
- 五、依職業安全衛生設施規則規定，雇主使勞工於接近高壓電路或高壓電路支持物從事敷設、檢查、修理、油漆等作業時，為防止勞工接觸高壓電路引起感電之危險，在距離頭上、身側及腳下六十公分以內之高壓電路者，應在該電路設置絕緣用防護裝備。
- 六、依職業安全衛生設施規則規定，勞工於作業中或通行時，有因接觸或接近電氣機具之帶電部分致發生感電之虞者，應設防止感電之護圍或絕緣被覆。勞工從事裝設、拆除或接近電路等之絕緣用防護裝備時，應使勞工戴用絕緣用防護具、或使用活線用器具、或其他類似器具。

第四節 清洗作業安全

太陽光電設施因灰塵、落葉或零星的鳥糞將導致發電效率降低或是熱斑產生，清洗後可增加，發電效率。清洗人員可能面臨之危害也包括墜落、感電與人因危害，還有可能接觸到生物危害包括鼠蛇排泄物、垃圾、昆蟲等，口罩須配戴 P3 或 FFP3 等級之口

罩[12]。清洗作業注意事項[11]：

- 一、優先採用遙感控制清洗機，以避免人員墜落風險。
- 二、清洗時若使用電動清洗用具，其使用之電氣設備應接地及分路裝置漏電斷路器。
- 三、應有清洗計畫，預先規劃人員清洗路徑。
- 四、人員應有防墜落訓練、防墜落個人防護具。
- 五、避免單人作業，若只能單人作業，應有機制能相互照應。
- 六、清洗廢水應能順利排放避免積水，積水處應小心感電疑慮。
- 七、清洗人員人因危害、高氣溫危害應予以注意。
- 八、依照太陽光電製造商建議之方式清洗，如不含礦物質的水及溫和清潔劑。
- 九、類似清潔大樓玻璃的方式進行清潔工作，但不可用高壓水槍、刷子、可能導致磨損的清潔液或任何溶劑。
- 十、農耕型粉塵建議在田地整理後進行清洗。
- 十一、營造工地型粉塵建議在完工後進行清洗，或與工地主管研商降低揚塵的方式。
- 十二、交通粉塵須較常清洗。
- 十三、工業排放或餐飲油煙排放型汙染物，確認污物種類再進行適當之清洗。
- 十四、花粉型粉塵建議在花季後清洗。
- 十五、鳥排泄物：建議減少鳥排泄物的方式包括減少模組間距避免鳥築巢、設置模組至屋頂面的隔離網避免鳥築巢、利用塑膠老鷹阻絕鳥滯留及於築巢期移除鳥巢。

第五節 太陽光電模組更換作業安全

太陽光電模組若已經毀損判定應更換，則進行更換作業，其更換作業安全注意事項為[1]：

- 一、更換模組之直流回路的電壓建議降低至安全電壓。
- 二、嚴禁在惡劣的天氣條件下安裝。
- 三、嚴禁將同一片光電模組連接線的正、負極快速插頭對接。
- 四、要確認該串列無電流才能用 MC4 專用扳手拆解。
- 五、嚴禁碰觸光電模組的金屬帶電部位。
- 六、嚴禁踩踏光電模組，以免造成模組損壞或人體傷害；嚴禁擠壓或用尖銳物體敲打、碰撞、刮劃光電模組表面。

七、現場未接線的光電模組，其 MC4 接頭須用堵頭塞好，以防止水氣入侵。

八、禁止在模組上進行現場加工，如：鑽孔、更換接頭及線材，將影響原廠保固。

第六節 火災緊急應變

發生火災時，相關人員應迅速自屋頂的上下設備到地面安全處通報及等候救災人員，說明現場發生狀況與注意事項。太陽光電模組在火災時除了影響到人生安全問題，也可能因為漏電原因造成觸電等傷害，在防火救災時，應特別注意太陽光電模組的漏電問題。當建築物發生火災時，應先與當地居民確定此建築物之太陽光電設施裝設位置，因太陽光電模組在發生火災時，不可用一般方式進行救災，有可能會產生觸電之危險性。而在消防人員裝備選擇上，應使用絕緣性高的防護措施，以確保不受到太陽光電板漏電等危險。消防人員基本的裝備如防火帽、防火衣等，在面對太陽光電模組火災時，應配備絕緣的防護具，以確保在救災時消防人員的安全。

在救災上，應先切斷太陽光電相關的電器設備，然而即使切斷太陽光電相關的電器設備，於未被破壞的太陽光電模組本身也會因為火災的光源產生電力，因此須特別注意感電風險。若太陽光電模組著火燃燒時，應避免利用水柱噴灑，而是採用水霧噴灑，以確保消防人員之安全與減少觸電危機。在火災現場如有外掛型的太陽光電模組，則是要避免在太陽光電模組下方活動，以確保太陽光電模組掉落時不會造成人員傷亡。而在火災過後，應將受到損壞的太陽光電相關電器設備撤離，以確保後續人員活動的安全。

在火災初期時，必須先破壞或清除在出入口處的太陽光電板電纜(建議由業者派遣專業人員進行，不建議由消防人員執行)，藉此確保出入口的逃生與安全，同時亦要切斷太陽光電模組相關的電器設備，並注意水柱噴灑到太陽光電模組時會造成漏電危機。而在滅火過後，也必須將太陽光電模組撤離並且切斷迴路，以防止火災再度發生。此外，亦有研究指出太陽光電模組發生火災時，可使用防火布蓋住太陽光電模組，藉由遮蔽光線的方式避免太陽光電模組持續發電，以確保消防人員安全。此外，在有裝設太陽光電相關設備之建築物通道或設置路線，可用加註警示標誌告知。

為利太陽光電設備發生火災時，能兼顧消防人員安全，與有效、快速的進行救災，從災害搶救觀點及嘗試研析從源頭管理角度，提出從預防安全管理相關事項，如留設緊急救援通道、不能防礙防火避難設施、留設消防活動空間及應有感電危險標示等課題，供中央建築管理或再生能源發電設備主管機關納入相關規範，並期能凝聚共識，結合消

防機關持續進行此類設備之火災搶救訓練，以完備整體安全機制，消防署訂定「提升太陽光電發電設備安全管理指導原則」(110/06/15 頒布)，該原則依經濟部能源局等相關機關所訂電業及太陽光電相關法規規定，達成提升搶救人員執行太陽光電發電設備救災勤務時之安全及降低感電風險，並提供相關機關納入預防管理層面之考量，可由下列網址獲得相關資訊。[\[https://law.nfa.gov.tw/GNFA/FLAW/FLAWDAT01.aspx?lsid=FL096750\]](https://law.nfa.gov.tw/GNFA/FLAW/FLAWDAT01.aspx?lsid=FL096750)

我國消防署業於一百零八年函頒「消防機關搶救太陽光電發電設備火災指導原則」，避免消防人員於救災過程(如入室搶救、破壞作業、射水滅火等)發生感電，作為搶救太陽光電發電設備火災之參考。

[\[https://law.nfa.gov.tw/mobile/law.aspx?LSID=FL089318\]](https://law.nfa.gov.tw/mobile/law.aspx?LSID=FL089318)

第七章 拆除階段

第一節 拆除計畫

當太陽光電設施運作多年後，隨著系統效能的下降，最終將面臨拆除廢棄的階段，然系統的拆除流程、內容、危害與建置階段相似，故拆除階段之注意事項如下：

- 一、拆除階段之作業安全，如墜落防止、模組拆除作業安全、支架拆除作業安全、吊掛作業安全、人因危害作業、高氣溫作業、環境整理作業等，均可沿用建置階段之作業安全。
- 二、在進行拆除程序前，應建立拆除計畫，預先構想拆除程序、拆除路線、物料堆置、物料搬運等程序，以確保拆除程序之順暢。
- 三、拆除作業前應先完成斷電程序，斷除對外送電、斷除太陽光電設施產電之線路，確保線路均無電流後，方可進行拆除作業。
- 四、拆除作業之風險與建置階段之風險相當，均應作好各項準備工作。

第八章 屋頂型太陽光電作業安全查核表

本研究運用太陽光電設施維護作業危害評估及針對生命週期設計、建置、維運及拆除各階段重點項目，完成建置/拆除及維運/清洗作業安全查核表(如附件一、附件二)，使用者可利用此二份查核表，分別針對建置/拆除及維運/清洗作業前、作業中及作業後進行查核，落實作業安全管理。

第九章 結語

本指引提出屋頂型太陽光電設施設計、建置、維運(清洗)、拆除階段時的必要安全措施建議與安全管理注意事項，並完成設置/拆除、維運/清洗階段之查核表二份，可供太陽光電設備設計者、擁有者、承攬商、作業人員，於作業時參考，落實作業安全。本指引分別針對設計階段、建置階段、維運階段及拆除階段進行作業安全建議，方便使用者於各階段作業之參考。

另建築整合型太陽光電設施與屋頂型太陽光電設施類似，本指引亦適用於建築整合型太陽光電設施。

參考文獻

- [1] 屋頂型太陽光電設施施工安全評估手冊，財團法人安全衛生技術中心，2021。
- [2] 太陽光電設施職場危害預防研究，勞動部勞動及職業安全衛生研究所，ILOSH106-S316，2019。
- [3] 承攬管理技術指引，勞動部職業安全衛生署，2015。
- [4] 太陽光電設施之作業安全研究，行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所，IOSH101-S303，2013。
- [5] Haney Josh, Burstein A, PV system operations and maintenance fundamentals, Solar America Board for Codes and Standards, www.solarabc.org/O&M, 2013.
- [6] 浪板屋頂作業墜落預防實務指引，高雄市政府勞動檢查處，2022，
https://klsio.kcg.gov.tw/News_Content.aspx?n=68181FE0B838D4EB&sms=B450DAA3102F18C5&s=3BFEDFB69256A15F
- [7] Safe Practices for Working On or Around Photovoltaic Systems，Infrastructure Health & Safety Association，2018。
- [8] 段柔勇，建立大型太陽光電池廠維運健檢規範教材，2017。
- [9] National Renewable Energy Laboratory(US). Best Practices in Photovoltaic System Operation and Maintenance, 2nd Edition. Technical Report NREL/TP-7A40-67553. NREL; 2016.
- [10] Hatti M. Operation and Maintenance Methods in Solar Power Plants. In: Sanz-Bobi MA, editor. Use, Operation and Maintenance of Renewable Energy Systems. Green Energy and Technology. Switzerland : Springer, Cham; 2014.
- [11] National Renewable Energy Laboratory(US). Best Practices in Photovoltaic System Operation and Maintenance, 2nd Edition. Technical Report NREL/TP-7A40-67553. NREL; 2016.

附件一 屋頂型(建築整合型)太陽光電發電場所建置/拆除作業安全查核表

屋頂型(建築整合型)太陽光電發電場所建置/拆除作業安全查核表

單位／場所：_____ 填寫人：_____

日期：_____ 審查者：_____

查核項目		查核方法	法規依據/安全要求	檢查結果			改善措施
				不適用	合格	不合格	
作業前							
作業人員	(一)作業主管	檢查結業證書	1. 從事易踏穿材料構築屋頂作業時，雇主應指派屋頂作業主管。(營-18) 2. 雇主對擔任屋頂作業主管之勞工，應於事前使其接受營造作業主管之安全衛生教育訓練。(教育訓練-10)				
	(二)職安人員	檢查結業證書	應依規定設置職業安全衛生人員。(管理辦法-1-1)				
	(三)起重機操作人員、吊掛人員	檢查結業證書	1. 經中央主管機關指定具有危險性之機械或設備，非經勞動檢查機構或中央主管機關指定之代行檢查機構檢查合格，不得使用。(職安法-16) 2. 起重機具操作及吊掛作業，應分別指派具法定資格之勞工擔任之。(起-62)				
	(四)健康管理	訪談管理現況	應注意勞工身體狀況，是否有生病、不適等身體不佳的情況。(*)				
	(五)電氣作業人員	訪談合格現況	電氣技術人員合格證。(電氣技術人員-6)				
	(六)設備/裝置/操	檢查訓練	雇主對新僱勞工或在職勞工於變更工作前，應使其接受適於各				

	作教育訓練	紀錄	該工作必要之一般安全衛生教育訓練。(教育訓練-17)				
	(七)個人防護具	訪談現況	1. 雇主設置護欄、護蓋或安全網等防護設備有困難，應採取使勞工使用安全帶等防止墜落之措施；使用安全帶時，應設置足夠強度之必要裝置或安全母索，供安全帶鉤掛。(營-19)(設-225) 2. 雇主使勞工於低壓電路從事檢查、修理等活線作業時，應使該作業勞工戴用絕緣用防護具，或使用活線作業用器具或其他類似之器具。(設-256) 3. 雇主對於從事電氣工作之勞工，應使其使用電工安全帽、絕緣防護具及其他必要之防護器具。(設-290) 4. 應依風險評估結果選擇適當防護衣物。(*) 5. 個人防護具正確穿戴方法及保養維護。(*)				
設施、設備	(一)移動式起重機	檢查合格證	雇主對於經中央主管機關指定具有危險性之機械或設備，非經勞動檢查機構或中央主管機關指定之代行檢查機構檢查合格，不得使用；其使用超過規定期間者，非經再檢查合格，不得繼續使用。(職安法-16)				
	(二)移動式起重機具過負荷預防裝置	目視	移動式起重機，應設置過負荷預防裝置。(移動式起-31)				
	(三)移動式起重機具過捲警報裝置	動作測試	雇主對於移動式起重機之預防過捲警報裝置，具有吊鉤、抓斗等吊具或該吊具之捲揚用槽輪上方，與伸臂前方之槽輪及其他與該吊具上方有接觸之虞物體(傾斜之伸臂除外)之下方，其間隔為該起重機之額定速度(公尺/秒)之一·五倍等值之長度(公尺)時，能確實動作發出警報之構造。(移動式起-30)				

	(四)堆高機	目視動作測試	雇主對於堆高機之操作，不得超過該機械所能承受之最大荷重，且其載運之貨物應保持穩固狀態，防止翻倒。(設-127)				
	(五)固定材料與固定金屬配件	目視觸感檢查	1. 固定材料與固定金屬配件應無損傷及腐蝕狀況。(*) 2. 準備工具袋。(*)				
	(六)鋼索或吊索(吊帶)	目視、觸感檢查	確認起重機械使用之吊掛用鋼索、吊索等用具，應於每日作業前實施檢點。(管理辦法-58)				
	(七)護欄	目視、觸感檢查	1. 雇主對於高度二公尺以上之工作場所應設置護欄、護蓋；應設有適當強度之圍欄、握把、覆蓋等防護措施。(設-224) 2. 高度九十公分以上之上欄杆、高度在三十五公分以上，五十五公分以下之中間欄杆或等效設備、腳趾板及杆柱等構材。(營-20-第一款) 3. 以鋼管構成者，其上欄杆、中間欄杆及杆柱之直徑均不得小於三點八公分，杆柱相鄰間距不得超過二點五公尺。(營-20-第三款)				
	(八)上下設備	目視、觸感檢查	雇主對於高度二公尺以上之工作場所，勞工作業有墜落之虞者，應訂定墜落災害防止計畫，優先施作永久構造物之上下設備或防墜設施。(營-17)				
	(九)防墜設施	目視觸感檢查	雇主對於高度二公尺以上之屋頂、鋼樑、開口部分、階梯、樓梯、坡道、工作台、擋土牆、擋土支撐、施工構台、橋樑墩柱及橋樑上部結構、橋台等場所作業，勞工有遭受墜落危險之虞者，應於該處設置護欄、護蓋或安全網等防護設備。雇主設置前項設備有困難，或因作業之需要臨時將護欄、護蓋或安全網等防護設備拆除者，應採取使勞工使				

			用安全帶等防止墜落致勞工遭受危險之措施。(營-19)				
(十)安全通道	目視		於易踏穿材料構築之屋頂作業時，應先規劃安全通道，於屋架上設置適當強度，且寬度在三十公分以上之踏板，並於下方適當範圍裝設堅固格柵或安全網等防墜設施。(營-18)				
(十一)物料搬運	目視		雇主使勞工以捲揚機等吊運物料時捲揚吊索通路有與人員碰觸之虞之場所，應加防護或有其他安全設施。(設-155-1)				
(十二)作業平台	目視、觸感檢查		雇主對於在高度二公尺以上之處所進行作業，勞工有墜落之虞者，應以架設施工架或其他方法設置工作台。(設-225)				
(十三)移動梯、合梯	目視觸感檢查		1. 雇主對於使用之移動梯，應採取防止滑溜等必要措施。(營造-229) 2. 雇主對於使用之合梯，具堅固構造之合梯，梯腳與地面之角度應在七十五度以內，且兩梯腳間有金屬等硬質繫材扣牢，腳部有防滑絕緣腳座套，有安全之防滑梯面。(設-230)				
(十四)電動機具之分路	目視		依規定設置適合其規格，具有高敏感度、高速型防止感電用漏電斷路器，但採雙重絕緣機具除外。(設-243、244)				
(十五)交流電焊機	目視		雇主對勞工於良導體機器設備內之狹小空間，或於鋼架等致有觸及高導電性接地物之虞之場所，作業時所使用之交流電焊機，應有自動電擊防止裝置。(設-250)				
(十六)機械設備	目視動作測試		雇主對於機械之原動機、轉軸、齒輪、帶輪、飛輪、傳動輪、傳動帶等有危害勞工之虞之部分，應有護罩、護圍、套洞、跨橋等設備。(設-43)				
(十七)分電盤	目視		1. 為調整電動機械而停電，其開關切斷後，須立即上鎖或掛牌標				

			示並簽章。復電時，應由原掛簽人取下鎖或掛牌後，始可復電，以確保安全。(設-276) 2. 分電盤應常保關閉，並設立警示標語。(*)				
	(十八)太陽光電防雷裝置	目視	太陽光電設施防雷措施的適宜性。(*)				
作業方式	(一)職業安全衛生管理計畫	訪談現況	雇主應依其事業單位之規模、性質訂定職業安全衛生管理計畫。(管理辦法-12-1)				
	(二)吊掛作業	訪談現況	雇主對於起重機具之吊鉤或吊具，應有防止吊舉中所吊物體脫落之裝置。(設-90)				
	(三)車輛行進路線	目視、訪談	人員出入口與車輛機械出入口應分隔設置；維持車輛機械進出有充分視線淨空。(營-11)				
作業環境	(一)安全標示	目視	1. 禁止標示：嚴格管制有發生危險之虞之行為，包括禁止煙火、禁止攀越、禁止通行等。 2. 警告標示：高壓電、墜落、感電、高熱等危險警告。(標-3)				
	(二)鄰近高壓架空線	目視	1. 雇主使勞工於接近高壓電路或高壓電路支持物從事敷設、檢查、修理、油漆等作業時，為防止勞工接觸高壓電路引起感電之危險，在距離頭上、身側及腳下六十公分以內之高壓電路者，應在該電路設置絕緣用防護裝備。(設-259) 2. 作業使用之機械、車輛或勞工於作業中或通行之際，有因接觸或接近該電路引起感電之虞者，雇主除應使勞工與帶電體保持規定之接近界限距離外，並應設置護圍、或於該電路四周裝置絕緣用防護裝備等設備或採取移開該電路之措施。但採取前述設施顯有困難者，應置監視人員監視之。(設-263)				
	(三)屋頂、採光	目視	雇主對勞工於以石綿板、鐵皮板、瓦、木板、茅草、塑膠等材				

	罩		料構築之屋頂或於以礦纖板、石膏板等材料構築之夾層天花板從事作業時，為防止勞工踏穿墜落，於屋架或天花板下方可能墜落之範圍，裝設堅固格柵或安全等防墜設施。(設-227)				
	(四)天候因素	目視、訪談	1. 雇主對於高度在二公尺以上之作業場所，有遇強風、大雨等惡劣氣候致勞工有墜落危險時，應使勞工停止作業。(設-226) 2. 對於高度在二公尺以上之作業場所應禁止於夜間作業。或需申請夜間施工許可。(*)				
	(五)太陽光電場所出入管制或標示	目視	出入口上鎖或張貼警告標示管制出入。(*)				
緊急應變	(一)緊急斷電復電程序	相關文件	具備緊急斷電程序文件。(*)				
	(二)滅火器	目視	須具備 CO2 或乾粉滅火器等必要之滅火器。(*)				
	(三)急救箱	目視	應具備急救箱，並告知放置位置。(*)				
	(四)急救措施	訪談現況	雇主對於工作場所之急救設施，除依一般工作場所之急救設施規定外，並應依下列規定辦理： 1. 於有毒樹木、危險蟲類等出現場所作業之勞工，應教以有關預防急救方法及疾病症候等。 2. 於毒蛇經常出入之地區，應備置血清及其他防治急救藥品。 3. 應防止昆蟲、老鼠等孳生並予以撲滅。 4. 其他必要之急救設備或措施。(營-173) 5. 事業單位應參照工作場所大小、分布、危險狀況與勞工人數，備置足夠急救藥品及器材，並置急救人員辦理急救事宜。(健-15)				
作業中							
標示	(一)安全	目視	1. 模組應標示端子或引線之極				

	標示		性、保護模組之最大過電流保護裝置額定等。(電-396-49) 2. 於太陽光電隔離設備處應永久標示下列直流太陽光電電源項目： (1)額定最大功率點電流。 (2)額定最大功率點電壓。 (3)最大系統電壓。 (4)短路電流。 (5)若有裝設充電控制器，其額定最大輸出電流。(電-396-51)				
作業方式	(一)避免單人作業	訪談現況	太陽光電設施作業時須有兩人在現場，避免單獨作業。(*)				
	(二)屋頂物料	目視	雇主對於堆置物料，為防止倒塌、崩塌或掉落，應採取繩索捆綁、護網、擋樁。(設-153)				
	(三)安裝太陽光電模組	訪談現況	1. 不可以潮濕的手進行活線作業。 2. 穿戴必要之絕緣手套。(*)				
	(四)太陽光電模組固定	訪談現況	太陽光電模組有固定鎖緊在支架上。(*)				
	(五)太陽光電設備、連接器、接線	目視	太陽光電設施的設備、連接器、接線，應使用適當與適合的支撐框架。(*)				
	(六)配線	目視	配線不可裸露。(*)				
	(七)吊掛安全	訪談現況	1. 雇主於移動式起重機作業時，應採取防止人員進入吊舉物下方及吊舉物通過人員上方之設備或措施。(起-39) 2. 從事起重機具運轉作業時，為防止吊掛物掉落，應依下列規定辦理： (1)吊掛物使用吊耳時，吊耳設置位置及數量，應能確保吊掛物之平衡。 (2)吊耳與吊掛物之結合方式，應能承受所吊物體之整體重量，使其不致脫落。 (3)使用吊索(繩)、吊籃等吊掛用具或載具時，應有足夠強度。(設				

			-92)				
	(八)工作 台、通道、 階梯	目視 觸感 檢查	雇主對於勞工工作場所之通道、 地板、階梯，應保持不致使勞工 跌倒、滑倒、踩傷等之安全狀態， 或採取必要之預防措施。(設-21)				
作業 環境	(一)屋頂	目視	作業環境應保持動線暢通，避免 造成人員受撞擊或絆倒。(*)				
	(二)高氣 溫作業	目 視、 訪談 現狀	雇主對需要在高氣溫作業下工 作的勞工，參考高氣溫戶外作業 勞工熱危害預防指引，預防危 害。(*)				
	(三)人因 性危害	目 視、 訪談 現狀	雇主使勞工從事重複性之作業， 為避免勞工因姿勢不良、過度施 力及作業頻率過高等原因，促發 肌肉骨骼疾病，應採取危害預防 措施。(設324-1)				
作業後							
設備	(一)個人 防護具	目視 觸感 檢查	作業完畢後，需將使用後之個人 防護具歸還至固定位置。(*)				
作業 方式	(一)電箱 工具	目視	確認電箱中是否有留餘所使用 之工具、器具。(*)				
	(二)完成 作業確認	訪談 現 況、 檢點 清單	1. 完成工作時，應交代清楚必要 事項，並且實施作業後檢點。(*) 2. 作業完成須實施作業人員清 點、確認作業人員已經安全到達 地面。(*) 3. 清點攜入作業工具、設備。(*) 4. 確認作業之進行狀況，並協商 下次作業。(*)				

註：()內的簡稱所代表的法規名稱如下，阿拉伯數字是法規條文編號

職安法-職業安全衛生法

職安法施行細則-職業安全衛生法施行細則

營-營造安全衛生設施標準

教育訓練-職業安全衛生教育訓練規則

管理辦法-職業安全衛生管理辦法

設-職業安全衛生設施規則

起-起重升降機具安全規則

標-職業安全衛生標示設置準則

健-勞工健康保護規則

電-用戶用電設備裝置規則

移動式起-移動式起重機安全檢查構造標準

經濟部用電場所及專任電氣技術人員管理規則-電氣技術人員

*-建議安全事項

防護具相關國家標準：

個人防護具	中華民國國家標準
工業用防護頭盔	CNS 1336
個人眼睛防護具	CNS 7174、CNS 7175、CNS7177、CNS 15809
電氣作業用絕緣手套	CNS 12546
防護手套	CNS 14511、CNS7178
絕緣鞋	CNS 16054-1
全身背負式安全帶	CNS 14253-1
防止由高處墜落之個人防護具	CNS 7535

附件二 屋頂型(建築整合型)太陽光電發電場所維運/清洗作業安全查核表

屋頂型(建築整合型)太陽光電發電場所維運/清洗作業安全查核表

單位／場所：_____ 填寫人：_____

日 期：_____ 審查者：_____

查核項目		查核方法	法規依據/安全要求	檢查結果			改善措施
				不適用	合格	不合格	
作業前							
作業人員	(一)作業主管	檢查結業證書	1. 從事易踏穿材料構築屋頂作業時，雇主應指派屋頂作業主管。(營-18) 2. 雇主對擔任屋頂作業主管之勞工，應於事前使其接受營造作業主管之安全衛生教育訓練。(教育訓練-10)				
	(二)職安人員	檢查結業證書	應依規定設置職業安全衛生人員。(管理辦法-1-1)				
	(三)起重機操作人員、吊掛人員	檢查結業證書	1. 經中央主管機關指定具有危險性之機械或設備，非經勞動檢查機構或中央主管機關指定之代行檢查機構檢查合格，不得使用。(職安法-16) 2. 起重機具操作及吊掛作業，應分別指派具法定資格之勞工擔任之。(起-62)				
	(四)健康管理	訪談管理現況	應注意勞工身體狀況，是否有生病、不適等身體不佳的情況。(*)				
	(五)電氣作業人員	訪談合格現況	電氣技術人員合格證。(電氣技術人員-6)				
	(六)設備/裝置/操	檢查訓練	1. 雇主對新僱勞工或在職勞工於變更工作前，應使其接受適				

	作教育訓練	紀錄	於各該工作必要之一般安全衛生教育訓練。(教育訓練-17) 2. 在操作系統之前，須熟知PV產品和相關設備的說明。(*)				
	(七)個人防護具	訪談現況	1. 雇主設置護欄、護蓋或安全網等防護設備有困難，應採取使勞工使用安全帶等防止墜落之措施。(營-19) 2. 雇主使勞工於低壓電路從事檢查、修理等活線作業時，應使該作業勞工戴用絕緣用防護具，或使用活線作業用器具或其他類似之器具。(設-256) 3. 雇主對於從事電氣工作之勞工，應使其使用電工安全帽、絕緣防護具及其他必要之防護器具。(設-290) 4. 作業人員著適當工作服、防護手套、長統鞋等必要之防護具。(*) 5. 注意防止蜂叮、蟲、蛇攻擊。(*) 6. 處理禽類糞便，應配戴適合之口罩。(*) 7. 懸掛捲揚式防墜器應具足夠強度，且須設置於作業人員上方。(*) 8. 應依風險評估結果選擇適當防護衣物。(*) 9. 個人防護具正確穿戴方法及保養維護。(*)				
設施、設備	(一)護欄	目視、觸感檢查	1. 雇主對於高度二公尺以上之工作場所應設置護欄、護蓋；應設有適當強度之圍欄、握把、覆蓋等防護措施。(設-224) 2. 高度九十公分以上之上欄杆、高度在三十五公分以上，五十五公分以下之中間欄杆或等效設備、腳趾板及杆柱等構材。(營-20-第一款) 3. 以鋼管構成者，其上欄杆、中間欄杆及杆柱之直徑均不得小於三點八公分，杆柱相鄰間距				

			不得超過二點五公尺。(營-20-第三款)				
	(二)上下設備	目視、觸感檢查	雇主對於高度二公尺以上之工作場所，勞工作業有墜落之虞者，應訂定墜落災害防止計畫，優先施作永久構造物之上下設備或防墜設施。(營-17)				
	(三)防墜設施	目視觸感檢查	雇主對於高度二公尺以上之屋頂、鋼樑、開口部分、階梯、樓梯、坡道、工作台、擋土牆、擋土支撐、施工構台、橋樑墩柱及橋樑上部結構、橋台等場所作業，勞工有遭受墜落危險之虞者，應於該處設置護欄、護蓋或安全網等防護設備。雇主設置前項設備有困難，或因作業之需要臨時將護欄、護蓋或安全網等防護設備拆除者，應採取使勞工使用安全帶等防止墜落致勞工遭受危險之措施。(營-19)				
	(四)安全通道	目視	於易踏穿材料構築之屋頂作業時，應先規劃安全通道，於屋架上設置適當強度，且寬度在三十公分以上之踏板，並於下方適當範圍裝設堅固格柵或安全網等防墜設施。(營-18)				
	(五)模組標示	目視	1. 模組應標示端子或引線之極性、保護模組之最大過電流保護裝置額定等。(電-396-49) 2. 於太陽光電隔離設備處應永久標示下列直流太陽光電電源項目： (1)額定最大功率點電流。 (2)額定最大功率點電壓。 (3)最大系統電壓。 (4)短路電流。 (5)若有裝設充電控制器，其額定最大輸出電流。(電-396-51)				
	(六)分電盤	目視	1. 為調整電動機械而停電，其開關切斷後，須立即上鎖或掛牌標示並簽章。復電時，應由原掛簽人取下鎖或掛牌後，始可				

			復電，以確保安全。(設-276) 2. 分電盤應常保關閉，並設立警示標語。(*)				
	(七)太陽光電防雷裝置	目視	太陽光電設施防雷措施的適宜性。(*)				
作業方式	(一)職業安全衛生管理計畫	訪談現況	雇主應依其事業單位之規模、性質訂定職業安全衛生管理計畫。(管理辦法-12-1)				
	(二)吊掛作業	訪談現況	雇主於移動式起重機作業時，應採取防止人員進入吊舉物下方及吊舉物通過人員上方之設備或措施。(起-39)				
	(三)電動機具之分路	目視	依規定設置適合其規格，具有高敏感度、高速型防止感電用漏電斷路器，但採雙重絕緣機具除外。(設-243、244)				
	(四)清洗模組程	目視	1. 作業人員須穿著止滑安全鞋、鞋底防止靜電及絕緣、防熱等功能。 2. 使用非導電長型清掃用具。不要使用任何化學洗滌劑、粗刷或鋒利的工具。 3. 確認模組未破裂，檢查有無明顯裂紋，注意勿踩模組、勿高溫發燙時清洗等。 4. 具清潔正確方法。 5. 確認加壓水槍設備之絕緣、接地措施。 6. 清洗之汙水符合汙水排放規定。				
作業環境	(一)安全標示	目視	1. 禁止標示：嚴格管制有發生危險之虞之行為，包括禁止煙火、禁止攀越、禁止通行等。 2. 警告標示：高壓電、墜落、感電、高熱等危險警告。(標-3)				
	(二)禁止標示	目視	張貼非專業操作作業人員禁止操作標示。(*)				
	(三)太陽光電場所出入管制或標示	目視	出入口上鎖或張貼警告標示管制出入。(*)				

	(四)屋頂、採光罩	目視	1. 雇主對勞工於以石綿板、鐵皮板、瓦、木板、茅草、塑膠等材料構築之屋頂或於以礦纖板、石膏板等材料構築之夾層天花板從事作業時，為防止勞工踏穿墜落，於屋架或天花板下方可能墜落之範圍，裝設堅固格柵或安全網等防墜設施。 (標-227) 2. 屋頂採光罩具格柵。(*)				
	(五)天候因素	目視、訪談	1. 雇主對於高度在二公尺以上之作業場所，有遇強風、大雨等惡劣氣候致勞工有墜落危險時，應使勞工停止作業。(設-226) 2. 對於高度在二公尺以上之作業場所應禁止於夜間作業。或需申請夜間施工許可。(*)				
緊急應變	(一)緊急斷電復電程序	相關文件	具備緊急斷電程序文件。(*)				
	(二)滅火器	目視	須具備 CO2 或乾粉滅火器等必要之滅火器。(*)				
	(三)急救箱	目視	應具備急救箱，並告知放置位置。(*)				
	(四)急救措施	訪談現況	雇主對於工作場所之急救設施，除依一般工作場所之急救設施規定外，並應依下列規定辦理： 1. 於有毒樹木、危險蟲類等出現場所作業之勞工，應教以有關預防急救方法及疾病症候等。 2. 於毒蛇經常出入之地區，應備置血清及其他防治急救藥品。 3. 應防止昆蟲、老鼠等孳生並予以撲滅。 4. 其他必要之急救設備或措施。(營-173) 5. 事業單位應參照工作場所大小、分布、危險狀況與勞工人數，備置足夠急救藥品及器材，				

			並置急救人員辦理急救事宜。 (健-15)				
作業中							
作業方式 (更換模組等)	(一)停止作業	訪談現況	1. 工作場所有立即發生危險之虞時，雇主或工作場所負責人應即令停止作業，並使勞工退避至安全場所。 2. 勞工執行職務發現有立即發生危險之虞時，得在不危及其他工作者安全情形下，自行停止作業及退避至安全場所，並立即向直屬主管報告。(職安法-18) 3. 不應於高溫、強風、濕滑屋頂工作。(*)				
	(二)避免單人作業	訪談現況	太陽光電設施作業時須有兩人在現場，避免單獨作業。(*)				
	(三)防墜措施	訪談現況	作業人員穿戴防墜裝置。(營-19)				
	(四)吊掛安全	訪談現況	1. 雇主於移動式起重機作業時，應採取防止人員進入吊舉物下方及吊舉物通過人員上方之設備或措施。(起-39) 2. 從事起重機具運轉作業時，為防止吊掛物掉落，應依下列規定辦理： (1)吊掛物使用吊耳時，吊耳設置位置及數量，應能確保吊掛物之平衡。 (2)吊耳與吊掛物之結合方式，應能承受所吊物體之整體重量，使其不致脫落。 (3)使用吊索(繩)、吊籃等吊掛用具或載具時，應有足夠強度。(設-92)				
	(五)系統斷電措施	訪談現況	作業人員穿戴必要之防護手套、平底防滑鞋。(*)				
	(六)安裝太陽光電發電模組	訪談現況	1. 不可以潮濕的手進行活線作業。 2. 穿戴必要之絕緣手套。(*)				
	(七)太陽光電模組	訪談現況	太陽光電模組有固定鎖緊在支架上。(*)				

	固定						
	(八)負載 下不可剪 除電線	訪談 現況	作業人員穿戴必要之防護手套、 平底防滑鞋。(*)				
	(九)DC 電壓/電 流測試程 序	訪談現 況、動 作測試	作業人員穿戴必要之防護手套、 平底防滑鞋。				
	(十)保險 絲測試程 序	訪談現 況、動 作測試	1. 作業人員穿戴必要之防護手 套、平底防滑鞋。 2. 具關閉電源程序。				
	(十一)確 認斷電才 取下保險 絲	訪談 現況	作業人員穿戴防護手套、安全 鞋。				
	(十二)絕 緣電阻測 試程序	訪談現 況、動 作測試	1. 測試絕緣電阻或漏電，作業 人員穿戴必要之防護手套、平 底防滑鞋。 2. 具關閉電源程序。				
	(十三)接 地系統整 體測試程 序	訪談現 況、動 作測試	1. 作業人員穿戴必要之防護手 套、平底防滑鞋。 2. 具關閉電源程序。 3. 檢測系統接地、設備接地、防 雷裝置。				
	(十四)紅 外線檢測	訪談現 況、動 作測試	作業人員穿戴必要之防護手套、 平底防滑鞋，注意感電與高溫防 護。				
作業 環境	(一)屋頂	目視	作業環境應保持動線暢通，避免 造成人員受撞擊或絆倒。(*)				
	(二)高氣 溫作業	目視、 訪談現 狀	雇主對需要在高氣溫作業下工 作的勞工，參考高氣溫戶外作業 勞工熱危害預防指引，預防危 害。(*)				
	(三)人因 性危害	目視、 訪談現 狀	雇主使勞工從事重複性之作業， 為避免勞工因姿勢不良、過度施 力及作業頻率過高等原因，促發 肌肉骨骼疾病，應採取危害預防 措施。(設324-1)				
作業後							
設備	(一)個人 防護具	目視	作業完畢後，需將使用後之個人 防護具歸還至固定位置。(*)				
作業	(一)電箱	目視	確認電箱中是否有留餘所使用				

方式	工具		之工具、器具。(*)				
	(二)完成作業確認	訪談現況、檢點清單	1. 完成工作時，應交代清楚必要事項，並且實施作業後檢點。(*) 2. 作業完成須實施作業人員清點、確認作業人員已經安全到達地面。(*) 3. 清點攜入作業工具、設備。(*) 4. 確認作業之進行狀況，並協商下次作業。(*)				

註：()內的簡稱所代表的法規名稱如下，阿拉伯數字是法規條文編號

職安法-職業安全衛生法

職安法施行細則-職業安全衛生法施行細則

營-營造安全衛生設施標準

教育訓練-職業安全衛生教育訓練規則

管理辦法-職業安全衛生管理辦法

設-職業安全衛生設施規則

起-起重升降機具安全規則

標-職業安全衛生標示設置準則

健-勞工健康保護規則

電-用戶用電設備裝置規則

移動式起-移動式起重機安全檢查構造標準

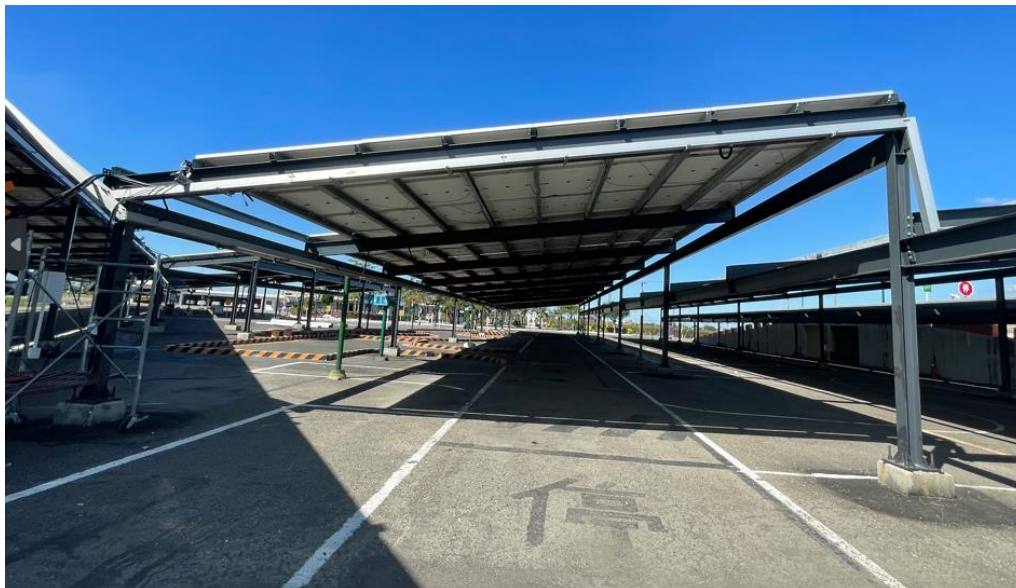
經濟部用電場所及專任電氣技術人員管理規則-電氣技術人員

*-建議安全事項

防護具相關國家標準：

個人防護具	中華民國國家標準
工業用防護頭盔	CNS 1336
個人眼睛防護具	CNS 7174、CNS 7175、CNS7177、CNS 15809
電氣作業用絕緣手套	CNS 12546
防護手套	CNS 14511、CNS7178
絕緣鞋	CNS 16054-1
全身背負式安全帶	CNS 14253-1
防止由高處墜落之個人防護具	CNS 7535

地面型太陽光電設施作業安全指引



第一章 前言與範圍

第一節 前言

本指引主要提出地面型太陽光電設施設計、建置、維運(清洗)、拆除作業時的必要安全措施建議與安全管理注意事項，可提供太陽光電設備設計者、擁有者、承攬商、作業人員等參考。本指引主要是針對架設於地面的太陽光電設施，所提出之安全防護建議供參考，事業單位需依其設備規模、場所特性等評估作業風險，並參照相關法規，規劃安全的工作方法與安全防護措施，以避免災害發生。

第二節 適用範圍

本手冊針對地面型太陽光電設施，說明作業危害、提供作業安全管理事項等資訊，各單位可依各場所特性修正後再應用，期許事業單位從「源頭管理」的觀點做好防災措施，在設計、建置、維運、拆除階段納入安全措施，落實危害辨識、安全措施、承攬管理、教育訓練、作業檢點、個人防護與緊急應變等安全管理，以保障太陽光電作業人員的安全。

本指引提供各界參考，若事業單位使用之作業安全標準、風險控制策略更適合當前作業之要求，可沿用該作業安全標準，本指引之目的與使用對象如下。

- 一、目的：本指引除了可提供事業單位或勞動檢查機構瞭解地面型太陽光電設施作業外，並可提供其設計、建置、維運、拆除過程中應採行防止墜落、感電、物體飛落等危害，減少因太陽光電設施作業引起之工安事故。
- 二、使用對象：太陽光電設施作業單位、勞動檢查機構。

第三節 參考出版物

本手冊參考之出版物有：

- 一、屋頂型太陽光電設施作業安全指引，ILOSH108-T-157，勞動部勞動及職業安全衛生研究所，2019。
- 二、太陽光電設施職場危害預防研究，ILOSH106-S316，勞動部勞動及職業安全衛生研究所，2019。
- 三、太陽光電設施之作業安全研究，IOSH101-S303，行政院勞工委員會勞工安全衛生研

究所，2013。

四、屋頂型太陽光電設施施工安全評估手冊(草案)，財團法人安全衛生技術中心，2021。

五、Safe Practices for Working On or Around Photovoltaic Systems，Infrastructure Health & Safety Association，2018。

六、Best Practices for Operation and Maintenance of Photovoltaic and Energy Storage Systems，3rd Edition，NREL，2018。

第二章 地面型太陽光電設施

第一節 地面型太陽光電設施介紹

地面型太陽光電(如圖 4、圖 5)是直接設置於陸地上或採用架高方式設置的太陽能光電系統，如特定目的事業用地、遊憩用地、工業用地、建築用地，或是針對地層下陷、受污染等不利耕作等用地，使土地獲得長時間的休養後再利用。

由於台灣地狹人稠、生態環境豐富，因此在發展地面型太陽光電時，必須經過主管機關評估各層面的優劣利弊，在不影響自然生態下才可建置。像是近年來政府積極推動的「農電共生」，指不影響原農業生產下，在仍有耕作用地上建置太陽能設施，兼顧自然生態並發展綠能，也可防範極端氣候的侵襲，達成「共生」關係。

建置地面型太陽光電設施時，基座會先挖設溝槽，填灌水泥，來穩固支架結構，鑽孔洞後注入喜立得、抗腐蝕的建材，牙條也會插得較深，最後會再用矽利康固定住，再搭架太陽能模組支撐鋼構與鋪設太陽能光電模組。



圖 4 地面型太陽光電設置例

資料來源：本研究自行拍攝

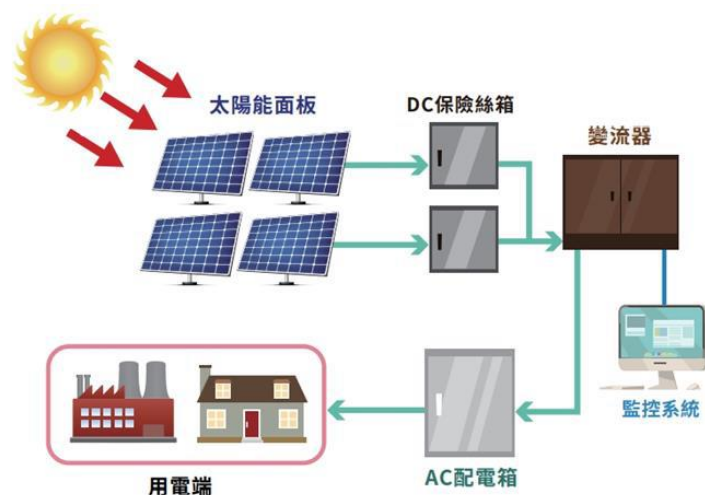


圖 5 太陽光電設施裝置示意圖

資料來源：[1]屋頂型太陽光電設施施工安全評估手冊，財團法人安全衛生技術中心，2021

第二節 太陽光電作業相關法規

地面型太陽光電作業內容包括場所評估、設計、架設、安裝電氣設備、試運轉、運維與拆除、廢棄處理等，其中有關高架作業、吊掛作業及人員訓練等均涉及職業安全衛生相關法規，因地面型太陽光電作業具多項風險，應透過風險評估了解各項作業潛在危害，實施風險評估的目的期望能夠事先了解潛在危害擬定適當的危害控制措施防止災害發生。

許多地面型太陽光電設施高度超過 2 公尺，可參考營造安全衛生設施標準第 18 條與職業安全衛生教育訓練規則第 10 條規定，擔任屋頂作業主管之勞工應於事前使其接受營造作業主管之安全衛生教育訓練，於易踏穿材料構築屋頂作業時，雇主應指派屋頂作業主管於現場辦理以下事項：

- 一、決定作業方法，指揮勞工作業。
- 二、實施檢點，檢查材料、工具、器具等，並汰換不良品。
- 三、監督勞工確實使用個人防護具。
- 四、確認安全衛生設備及措施之有效狀況。
- 五、其他為維持作業勞工安全衛生所必要之設備及措施。

地面型太陽光電設施所適用的主要法規彙整如表 6 所列，包括內政部、經濟部、勞動部及公共工程委員會等機關制訂的相關法規。

表 6 國內太陽光電設施相關法規

主管機關	法規名稱
內政部	建築技術規則建築設計施工
經濟部	用戶用電裝置規則 用電場所及專任電氣技術人員管理規則屋內線路裝置規則 台灣高效能太陽光電模組技術規範 太陽光電模組產品登錄作業要點(性能/安全驗證證書) CNS 15118 - 2 或 IEC 61730 - 2 : 2004 安全驗證標準
勞動部	勞動檢查法 職業安全衛生法 職業安全衛生管理辦法 職業安全衛生法施行細則 職業安全衛生設施規則 職業安全衛生標示設置準則 職業安全衛生教育訓練規則 起重升降機具安全規則 營造安全衛生設施標準 升降機安全檢查構造標準 移動式起重機安全檢查構造標準 吊籠安全檢查構造標準 高架作業勞工保護措施標準 勞工健康保護規則
公共工程委員會	公共建設設置太陽光電設施參考手冊

資料來源：本研究自行整理及[2]

第三節 承攬管理

太陽光電維護作業包括支架、吊掛、電氣維護及清洗人員等作業，可能以承攬方式進行，部分勞工不熟悉高處作業，對太陽光電危害警覺意識低，極易發生災害，業主將事業交付承攬，業主須依職業安全衛生法第 26 條第 1 項事業單位以其事業之全部或一部分交付承攬時，應於事前告知該承攬人有關其事業工作環境、危害因素暨職業安全衛生法及有關安全衛生規定應採取之措施。承攬人就其承攬之全部或一部分交付再承攬時，承攬人亦應依前項規定告知再承攬人。發生職災時各公司將因管理缺失、設備及措施缺失，擔負刑事責任與行政責任[2]。

勞動部承攬管理技術指引[3]提出發包及簽約的注意事項如下：

一、事業單位應於承攬招標書或契約書中明列承攬之項目、內容、資格要件、權責、再

承攬之資格或限制，以及其它相關安全衛生需求等事項。亦應將承攬人之安全衛生權責及應遵守之安全衛生規定明確規範於契約書中或於開工前以書面方式告知。

二、事業單位將營繕工程之施工、規劃、設計及監造等交付承攬或委託，其契約內容應有防止職業災害之具體規範，並列為履約要件。

三、對於工程承攬案件，安全衛生項目所需之費用宜有一定的比例，必要時得要求承攬人逐項編列，並按實際執行狀況報銷。

四、事業單位應要求承攬人在正式開工前提出施工說明書或計畫書，內容須包含控制危害及風險之安全衛生設施規劃。

五、事業單位如提供機械、設備或器具供承攬人使用時，如須由承攬人負責實施定期檢查或重點檢查，得以書面約定之。

在溝通及協調方面則須注意：

一、事業單位應於正式施工前具體告知承攬人有關其工作環境、危害因素、安全衛生法規及相關安全衛生規定應採取之措施。

二、事業單位與承攬人、再承攬人分別僱用勞工共同作業時，應設置協議組織及採取必要措施，以防止職業災害之發生。協議組織應由事業單位負責召集，以定期或不定期進行相關事項之協議。

三、事業單位應指定專人負責與承攬人負責人及職業安全衛生管理人員進行每日開工前及施工期間之溝通及協調工作。

四、事業單位遇承攬人及其勞工有不安全行為時，應及時勸阻，並與其溝通相關安全衛生之知識或方法，且適時向直屬主管或承辦單位反映。

第三章 太陽光電設施維護作業危害評估

第一節 地面型太陽光電設施作業危害評估方法-工作安全分析

如前所述，地面型太陽光電作業含有多項風險，依職業安全衛生法，為降低災害事故的發生，建議先施行風險評估，辨識危害，改善作業，降低風險。地面型太陽光電之設置、維運及拆除，為多項作業(流程)所組成，建議以工作安全分析(Job safety Analysis, JSA)進行各項作業之危害辨識，再確定如何有效予以控制。工作安全分析(JSA)是對特定地點的特定工作進行系統化的分析。工作安全分析的目的是識別危害並確定對每個危害的控制方式。工作安全分析一般可利用如表 7 之表單進行系統化的評估。

表 7 工作安全分析表

工作要素	基本動作(順序)	使用工具	可能危害 (災害型態)	解決對策

資料來源：本研究自行整理

第二節 地面型太陽光電設施作業危害

地面型太陽光電作業，經危害分析，大多為墜落、感電、物體飛落、高溫、滑倒、人因等危害(如表 8)[4]，現場未完善安全措施，常見之不安全事項可整理(如表 9)[2]：

表 8 地面型太陽光電設施發生危害種類與原因

	種類	原因
1	墜落	安裝固定太陽光電組列用扣件時，人員自斜屋頂或高的固定架墜落。
2	物體飛落	吊掛或組裝太陽光電組列元件或零件掉落。
3	感電	安裝直流接線箱、充放電控制器、蓄電池、變流器或與台電併聯時誤觸裸露帶電物體。
4	被撞	吊掛或組裝太陽光電組列時，碰撞到施工人員。

	種類	原因
5	切割	組裝太陽光電設施時，切割元件或固定用零件、配管時造成人員割傷。
6	火災	電線接觸不良，或電線包覆層因為未加以保護導致劣化，使用一段時間後引起火災。
7	人因	系統安裝空間、角度受限，不利於施力與操作，容易造成人因性傷害。
8	高氣溫危害	太陽光電施作場所為太陽可照射區域，故人員在作業時常受太陽照射，處於高氣溫環境，容易產生高氣溫危害。
9	滑倒、絆倒	太陽光電施作場所，施工區域局限，支架、電力線、通道、凸出物等都容易造成滑倒、絆倒，引起傷害。

資料來源：本研究自行整理及[4]

表 9 地面型太陽光電常見違反的法規

項目名稱	法規	細則
上下設備	職業安全衛生設施規則-228條	雇主對勞工於高差超過 1.5 公尺以上之場所作業時，應設置能使勞工安全上下之設備(施工架樓梯)。
防墜設施	職業安全衛生設施規則-225條	1. 雇主對於在高度二公尺以上之處所進行作業，勞工有墜落之虞者，應以架設施工架或其他方法設置工作台。但工作台之邊緣及開口部分等，不在此限。 2. 雇主依前項規定設置工作台有困難時，應採取張掛安全網或使勞工使用安全帶等防止勞工因墜落而遭致危險之措施，但無其他安全替代措施者，得採取繩索作業。使用安全帶時，應設置足夠強度之必要裝置或安全母索，供安全帶鉤掛。
	職業安全衛生設施規則-281條	雇主對於在高度二公尺以上之高處作業，勞工有墜落之虞者，應使勞工確實使用安全帶、安全帽及其他必要之防護具，但經雇主採安全網等措施者，不在此限。
	營造安全衛生設施標準-19條	1. 雇主對於高度二公尺以上之屋頂、鋼梁、開口部分、階梯、樓梯、坡道、工作臺、擋土牆、擋土支撐、施工構臺、橋梁墩柱及橋梁上部結構、橋臺等場所作業，勞工有遭受墜落危險之虞者，應於該處設置護欄、護蓋或安全網等防護設備。 2. 雇主設置前項設備有困難，或因作業之需要臨時將護欄、護蓋或安全網等防護設備開啟或拆除者，應採取使勞工使用安全帶等防止墜落措施。但其設置困難之原因消失後，應依前項規

項目名稱	法規	細則
		定辦理。
	營造安全衛生設施標準-154條	雇主對於鋼構組配作業之勞工從事栓接、鉚接、熔接或檢測作業，應使其佩帶適當之個人防護具。
安全通道	職業安全衛生設施規則-227條	雇主對勞工於以石綿板、鐵皮板、瓦、木板、茅草、塑膠等材料構築之屋頂或於以礦纖板、石膏板等材料構築之夾層天花板從事作業時，為防止勞工踏穿墜落，應採取下列設施：規劃安全通道，於屋架、雨遮或天花板支架上設置適當強度且寬度在三十公分以上之踏板；於屋架、雨遮或天花板下方可能墜落之範圍，裝設堅固格柵或安全網等防墜設施；指定屋頂作業主管指揮或監督該作業。
	營造安全衛生設施標準-18條	雇主使勞工於屋頂從事作業時，應指派專人督導，並依下列規定辦理：於易踏穿材料構築之屋頂作業時，應先規劃安全通道，於屋架上設置適當強度，且寬度在三十公分以上之踏板，並於下方適當範圍裝設堅固格柵或安全網等防墜設施。
屋頂邊緣	職業安全衛生設施規則-224條	雇主對於高度在 2 公尺以上之工作場所邊緣及開口部份，勞工有遭受墜落危險之虞者，應設有適當強度之圍欄、握把、覆蓋等防護措施。
職業安全衛生管理計畫	職業安全衛生法施行細則-31條	雇主應依其事業單位之規模、性質訂定職業安全衛生管理計畫，包括下列事項：工作環境或作業危害之辨識、評估及控制；機械、設備或器具之管理；承攬管理及變更管理；安全衛生作業標準；作業檢點及現場巡視；安全衛生教育訓練；個人防護具之管理；緊急應變措施；職業災害、虛驚事故之調查處理及統計分析。
安全標示	職業安全衛生標示設置準則-3條	1. 禁止標示：嚴格管制有發生危險之虞之行為，包括禁止煙火、禁止攀越、禁止通行等。 2. 警告標示：高壓電、墜落、感電、高熱等危險警告。 3. 注意標示：提醒避免相對於人員行為而發生之危害，包括當地面、注意頭頂等。
急救箱、急救人員	勞工健康保護規則-9條	事業單位應參照工作場所大小、分布、危險狀況與勞工人數，備置足夠急救藥品及器材，並置急救人員辦理急救事宜。
接線裸露、接地不良	職業安全衛生設施規則-290條	雇主對於從事電氣工作之勞工，應使其使用電工安全帽、絕緣防護具及其他必要之防護器具。
工作臺內作業	職業安全衛生設施規則	於高空工作車之工作臺內實施作業，並確實佩戴安全帶及鈎掛堅固物件上。

項目名稱	法規	細則
	-128條之1	
鋼構組配作業	營造安全衛生設施標準 -148條	雇主對於鋼構吊運、組配作業，應依下列規定辦理： 1. 吊運長度超過六公尺之構架時，應在適當距離之二端以拉索捆紮拉緊，保持平穩防止擺動，作業人員在其旋轉區內時，應以穩定索繫於構架尾端，使之穩定。 2. 吊運之鋼材，應於卸放前，檢視其確實捆妥或繫固於安定之位置，再卸離吊掛用具。 3. 安放鋼構時，應由側方及交叉方向安全支撐。 4. 設置鋼構時，其各部尺寸、位置均須測定，且妥為校正，並用臨時支撐或螺栓等使其充分固定，再行熔接或鉚接。 5. 鋼梁於最後安裝吊索鬆放前，鋼梁二端腹板之接頭處，應有二個以上之螺栓裝妥或採其他設施固定之。 6. 中空格柵構件於鋼構未熔接或鉚接牢固前，不得置於該鋼構上。 7. 鋼構組配進行中，柱子尚未於二個以上之方向與其他構架組配牢固前，應使用格柵當場栓接，或採其他設施，以抵抗橫向力，維持構架之穩定。 8. 使用十二公尺以上長跨度格柵梁或桁架時，於鬆放吊索前，應安裝臨時構件，以維持橫向之穩定。 9. 使用起重機吊掛構件從事組配作業，其未使用自動脫鉤裝置者，應設置施工架等設施，供作業人員安全上下及協助鬆脫吊具。

資料來源：本研究自行整理及[2]

第三節 地面型太陽光電防護措施

地面型太陽光電作業具有多種危害，為防止或降低危害，應有相當的防護措施，常見之防護措施包含[2]：

一、工程控制：係指可避免或降低危害事件發生可能性或後果嚴重度之裝置或設備，例如：

- (一) 墜落/滾落：護欄/護圍、安全網、安全母索、安全上下設備、高處作業車、移動式施工架等。
- (二) 撞擊：護欄/護圍、接觸預防裝置(包含警報、接觸停止裝置)等。
- (三) 物體飛落：護欄/護圍/護網、防滑舌片、過捲揚預防裝置等。

(四) 被夾、被捲：護欄/護圍、制動裝置、雙手操作式安全裝置、光感式安全裝置、動力遮斷裝置、接觸預防裝置等。

(五) 感電：防止電擊裝置、漏電斷路器、接地設施等。

(六) 火災、爆炸：防爆電氣設備、火災偵測器、消防設施等。

二、管理控制：係指可降低危害事件發生可能性或後果嚴重度之管理措施，例如：教育訓練、各類合格證、健康檢查、緊急應變計畫或程序、工作許可、上鎖/掛簽、各種標準作業程序(SOP)或工作指導書(WI)(須標註其名稱或編號)、日常巡檢、定期檢查、承攬管理、採購管理、變更管理、人員全程監視等。

三、個人防護具：係指可避免人員與危害源接觸，或減輕人員接觸後之後果嚴重度的個人用防護器具，例如：絕緣手套、護目鏡、安全鞋、安全帶、安全帽等。

第四章 設計階段

第一節 設計考量

在設計地面型太陽光電設施時，地面型太陽光電設施製造商應針對作業風險進行評估與考量，否則可能會使安裝人員面臨風險或傷害並影響系統的安全性、可維護性。並應考量：

- 一、工作安全分析(JSA)：在太陽光電設施開始建置之前，為確保工作環境的安全衛生，應該預先完成一份工作安全分析(JSA)，確認危害均能被辨識並有適當的控制，於設計階段即對於設置、維運及拆除各階段所需之安全設施。
- 二、安全通道：設計應考量設置、維運及拆除各階段的作業需求，確保通往地面型太陽光電設施的安全通道，並應有足夠的作業空間，確認場域有可供作業人員安全行走之安全通道，太陽能板間有足夠的距離，提供作業人員行走，設計時盡量減少導管等突出物，防止絆倒危險。
- 三、欄杆：2 公尺以上開口邊緣設置欄杆。
- 四、安全母索：考量設置、維運及拆除各階段的作業需求，設計安全母索供勞工使用，防止墜落危害。
- 五、供水系統及排水系統：考量於清潔太陽能板所需水線，設置供水系統或自動清洗設備，對於低坡度或平屋頂系統必須設計排水機制，積水會增加通電的太陽光電設施的感電機率，設計時確保水能順利排出。
- 六、感電預防：太陽光電設施屬於戶外的開放電氣系統，常時存在感電的環境，設計應注意感電的防止，通常有二個潛在的感電來源：
 - (一) 產生直流電的太陽能組件電(只要暴露在光線下)。
 - (二) 提供交流電的設施。
- 七、消防安全：設計時可依據消防署訂定「提升太陽光電發電設備安全管理指導原則」，以提升搶救人員執行太陽光電發電設備救災勤務時之安全及降低感電風險，包含搶救路徑上安全確保；留設救災用通道；留設週邊救災空間；防感電標示；快速停機裝置。
- 八、急救和醫療服務：必須有明確的急救和醫療服務社置，如現場應設置訓練有素的急救

人員，同時，應有容易取得的急救用品。

九、火災預防：要求每個作業人員均經過培訓並能妥善使用滅火器，滅火器必須在工作範圍內且易取得的位置，滅火器必須至少適合用於太陽光電之電氣火災(C 類)。

第五章 建置階段

第一節 地面型太陽光電設施架設作業

架設太陽光電設施作業內容[5]包括安全爬梯施作、安全護欄施作、吊掛支架夾具、支架夾具固定、進料鋁擠支架、吊掛鋁擠支架、固定鋁擠支架、進場太陽光電板、吊掛太陽光電板、組裝太陽光電板、配置鋁線槽、串接太陽光電板接地線、變流器基礎綁鋼筋、變流器基礎灌漿、變流器固定、固定太陽開關箱、接線太陽光電板、接地太陽光電板開關箱、交流電氣箱、直流電氣箱、接地太陽光電板、接地太陽光電板開關箱、交流電氣箱、直流電氣箱、施作避雷/接地設施。拆除時作業方式與裝設時相近，須規劃好拆除作業順序，及安全的吊掛、搬運方式，作好防災措施[2]。

地面型太陽光電作業，經危害分析，大多為墜落、感電、物體飛落、高溫、滑倒、人因等危害，必須有相關的作業安全規劃，方能將危害降低。

第二節 墜落防止

墜落危害可說是地面型太陽光電設施作業所存在的最大可能危害，故如何確保勞工於屋頂作業安全是重要的安全考量。作業墜落災害型態以邊緣或開口作業墜落，再其次為於攀爬過程中墜落，許多地面型太陽光電設施高度超過 2 公尺，可參考相關屋頂作業規定辦理，以避免事故發生：

- 一、在所有工作開始之前，作業人員必須獲得批准、許可和擁有應具備的證照。
- 二、從事屋頂作業時，應指派專人督導，屬易踏穿材料構築之屋頂作業時，上述專人應接受屋頂作業主管教育訓練。
- 三、於斜度大或滑溜之屋頂作業時，應設置適當之護欄及寬度在 40 公分以上之適當工作臺。
- 四、於易踏穿屋頂作業時，應先規劃安全通道，於屋架上設置適當強度，且寬度在 30 公分以上之踏板，並於下方適當範圍裝設安全網等防墜設施。
- 五、應提供全身背負式安全帶使勞工佩掛，並確實掛置於堅固錨錠、可供鉤掛之堅固物件或安全母索等裝置。
- 六、對於高差超過 1.5 公尺以上之場所作業時，應設置安全上下之設備。
- 七、對於高度在 2 公尺以上作業場所，有遇強風、大雨等惡劣氣候致有墜落危險時，應停

止作業。

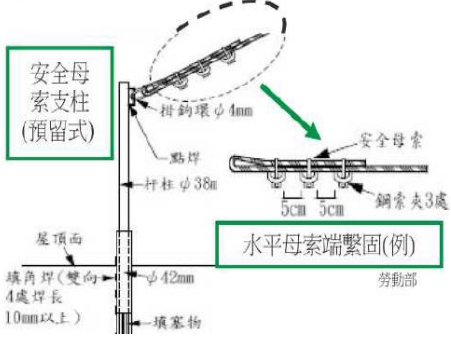
針對各項防墜設施、設備、措施說明如表 10。

表 10 墜落防止設施、設備、措施表

防墜設施、設備	說明	圖例
護欄	依營造安全衛生設施標準第 18 條規定於斜度大於 34 度 (高底比為 2 3)或滑溜之屋頂作業時，應設置適當之護欄，且護欄應具有高度 90 公分以上之上欄杆、高度在 35 公分以上，55 公分以下之中間欄杆或等效設備、腳趾板及杆柱等，如以鋼管構成者，其上欄杆、中間欄杆及杆柱之直徑均不得小於 3.8 公分，杆柱相鄰間距不得超過 2.5 公尺。此外，不管以任何型式設置之護欄，其杆柱、杆件之強度及錨錠，應使整個護欄具有抵抗於上欄杆之任何一點，於任何方向加以 75 公斤之荷重，而無顯著變形之強度。但設置護欄有困難者，應提供全身背負式安全帶使勞工佩掛，並掛置於堅固錨錠、可供鉤掛之堅固物件或安全母索等裝置上。	
安全上下設備(框式施工架設置內爬梯)	屋頂作業因作業場所位處較高，為提供工作者安全上下設備，常以搭設框式(鋼管)施工架為之。摘錄勞動部職業安全衛生署「施工架作業安全檢查重點及注意事項」部分規定如下： 1. 高度 5 公尺以上施工架之構築及拆除，應依結構力學原理妥為設計，置備施工圖說，指派所僱專任工程人員簽章確認強度計算書及施工圖說，並建立按施工圖說施作之查驗機制。 2. 高度 5 公尺以上施工架之組配及拆除作業，應指派施工架組配作業主管於作業現場辦理下列事項： (1) 決定作業方法，指揮勞工作業。 (2) 實施檢點，檢查材料、工具、器	

防墜設施、設備	說明	圖例
	具等，並汰換其不良品。 (3) 監督勞工確實使用個人防護具。 (4) 確認安全衛生設備及措施之有效狀況；但 (2) 部分於拆除作業時不適用。 3. 高度 2 公尺以上施工架組立及拆除作業應全程設置防止作業勞工墜落之設備。 4. 施工架內、外側應設置交叉拉桿，高度 2 公尺以上之施工架內、外側應增設下拉桿及施工架兩端立架及轉角處應設護欄，上下設備之交叉拉桿上方應設置適當護欄。 5. 踏板應設金屬扣鎖及防脫落鈎，非屬推動鋼管施工架符合國家標準之推動適用工程而採用未具防脫落鈎者以鐵絲固定改善。 6. 框式施工架以壁連座與構造物連接，間距在垂直方向 9.0 公尺、水平方向 8.0 公尺以下。(施工架應在適當之垂直、水平距離處以繫牆桿與構造物妥實連接，其間隔在垂直方向以不超過 5.5 公尺，水平方向以不超過 7.5 公尺為限)。 7. 施工架之材料不得有顯著之損壞、變形或腐蝕。 8. 施工架上： (1) 載重限制應於明顯易見之處明確標示。 (2) 不得超過其荷重限制及應避免發生不均衡現象。 9. (1) 施工架基礎地面應平整，且夯實緊密，並襯以適當材質之墊材。(2) 施工架基礎地面如平整、夯實緊密且已鋪設混凝土並具足夠強度，視為已襯以適當材質之墊材。(3) 施工架構件之連接部分應以插銷及腳柱接頭等金屬附屬配件確實連接固定。	

防墜設施、設備	說明	圖例
安全上下設備(固定梯)	應依職業安全衛生設施規則第 37 條規定： 1. 具有堅固之構造。 2. 應等間隔設置踏條。 3. 踏條與牆壁間應保持 16.5 公分以上之淨距。 4. 應有防止梯子移位之措施。 5. 不得有防礙作業人員通行之障礙物。 6. 平台如用漏空格條製成，其縫間隙不得超過 30 公厘；超過時，應裝置鐵絲網防護。 7. 梯子之頂端應突出板面 60 公分以上。 8. 梯長連續超過 6 公尺時，應每隔 9 公尺以下設一平台，並應於距梯底 2公尺以上部分，設置護籠或其他保護裝置。但符合下列規定之一者，不在此限。 (1) 未設置護籠或其它保護裝置，已於每隔 6 公尺以下設一平台者。 (2) 塔、槽、煙囪及其他高位建築之固定梯已設置符合需要之安全帶、安全索、摩擦制動裝置、滑動附屬裝置及其他安全裝置，以防止勞工墜落者。有關上述第8項所提到之保護裝置，可參採設置符合國家 CNS 14253-4 附設滑動式防墜器之垂直軌道及垂直母索，可使作業人員進行上下動作時，有效進行鈎掛防護。	

防墜設施、設備	說明	圖例
安全網與格柵	安全網與格柵是避免作業人員於發生墜落，安全網依國家標準 CNS 14252 Z2115 相關規定，其材質應採用 NYLON(尼龍)、特多龍等符合拉力測試之網繩，使用尼龍材質張掛之安全網示意圖，此外該標準亦明確指出不得使用低密度聚乙烯材質之 PE 網，並應由專業人員進行規劃設置。	
安全通道	對有踏穿、墜落或跌倒危險之屋頂作業，應先規劃安全通道，於屋架上設置適當強度，且寬度在 30 公分以上之踏板。	
安全母索	水平安全母索之設置高度應大於 3.8 公尺，相鄰二支柱間之最大間距得採下式計算之值，其計算值超過 10 公尺者，以 10 公尺計： $L=4(H-3)$，其中 $H \geq 3.8$，且 $L \leq 10$ L：母索支柱之間距(單位：公尺)；H：垂直淨空高度(單位：公尺) 支柱與另一繫掛點間、相鄰二支柱間或母索支柱間之安全母索僅能繫掛一條安全帶。每條安全母索能繫掛安全帶之條數，應標示於母索	

防墜設施、設備	說明	圖例
	錨錠端。	
錨錠裝置	錨錠裝置(點)主要提供工作者掛安全帶及安全母繫固之位置依營造安全衛生設施標準第 23 條定，至少應能承受每人 2,300 公斤之拉力。錨錠裝置(點)主要提供工作者鉤掛安全帶及安全母索繫固之位置，既明定為拉力，因此應注意錨錠方式即受力方向(或角度)。	
全身背負式安全帶	全身背負式安全帶應符合國家標準 CNS 14253-1 的相關規定。	 背負式安全帶 雙掛鉤掛繩
捲揚式防墜器	全身背負式安全帶常與捲揚式防墜器一起搭配使用，使用於高空作業且具有墜落之虞的作業場所，當作業人員從高處墜落時，全身背負式安全帶能有效分散墜落衝擊力量，減少內臟傷害且能使救援容易，而捲揚式防墜器內部的制動器能卡住棘輪裝置，阻止救生索進一步伸出，使作業人員瞬間停住於半空中，等待救援。 懸掛捲揚式防墜器的錨錠點強度須大於 10kN 以上，且須設置於作業人員上方。當捲揚式防墜器使用中，須特別注意淨空高度是否足夠，以便墜落情況發生時，救生索能有足夠伸出距離，制止墜落人員停留在半空中等待救援，不至於造成墜落人員撞擊地面造成二度傷害，一般淨空高度約 3 公尺以上捲	

防墜設施、設備	說明	圖例
	揚式防墜器須儘量置於作業人員上方，作業人員行走範圍與捲揚式防墜器角度不可超過 30 度，因墜落時，墜落者若擺盪幅度過大會產生鐘擺效應。	

圖片資料來源：[6]浪板屋頂作業墜落預防實務指引，高雄市政府勞動檢查處。

第三節 吊掛作業安全

地面型太陽光電設施組件需運送至頂棚進行堆放與設置，此項作業容易有物料堆置、物料傾倒、吊掛安全等安全議題，其作業安全說明如下[2]：

一、材料搬運作業安全

- (一) 太陽光電系統各部件在存放、搬、吊裝過程中必須防止物體飛落。
- (二) 太陽光電發電元件在安裝時表面應鋪有效遮光物防止感電危險。
- (三) 連接完成或部分完成的太陽光電設施，遇有電元件破裂的情況應及時設置限制人員接近的措施，並由專業人員處置。若作業離架空電力線很近，應於施工前與電力公司協商，於該電力線上加裝營建用防護套管。
- (四) 使用吊車搬運工程用的各種材料。

二、物料裝載運送作業安全

- (一) 出車前須事先檢查運輸車輛各部性能是否正常並記錄，確認車輛各項系統均無異常使得出車。
- (二) 嚴禁超載，應捆紮牢靠於車斗上，當積載高度超高車斗門板時，物料放置寬度應往車斗中間限縮，必要時應增設檔樁以防止在運送中掉落。
- (三) 運送中應依照「道路交通安全規則」等相關規定行車。

三、物料卸載作業安全

- (一) 運送過程中，司機應依照「道路交通安全規則」等相關規定行車。
- (二) 對於卸料地點的選擇應審慎為之，建議選擇寬敞、視野良好且不會對施工及交通等因素造成影響的物料暫置場進行卸料。此外，亦須考量搬運的動線及便利性，儘可能避免在工區內二次搬運。

- (三) 若車輛必須進入工區卸料，則須在工區出入口管制站換發臨時通行證，並詳實登記後始可進場。
- (四) 司機下車卸料時應確實佩戴安全帽及反光背心，並依照現場主管或工程師指示地點卸料。
- (五) 卸料地點若在工區通道範圍內，應事先備妥交維器材，藉以將物料區隔、警示。

四、放樣物料

- (一) 確認場地已整平並夯實。
- (二) 工區應整理整頓，留作業通路。
- (三) 人員應穿戴安全帽及反光背心。
- (四) 作業區嚴禁任何機具車輛靠近，必要時應指派監視人員。

五、吊掛作業

- (一) 起重機經有關單位檢查合格領有檢查合格證，機具操作人員、吊掛人員受訓合格領有結業證書，將一機四照證件影本提送至施工處查核後，使得進場作業。
- (二) 與主板工程師確認作業動線及工作內容。
- (三) 移動式起重機設過負荷預防裝置、過捲預防裝置或預防過捲之警報裝置。
- (四) 起重機外伸撐座應充分伸出，並墊以覆工板、枕木等防止沉陷。
- (五) 作業前檢查吊鏈、鋼索、夾具功能是否正常，並汰除不良品。
- (六) 任何一種情況之吊掛鋼索不得使用：
 - 1. 鋼索一撚間有百分之十以上素線截斷者。
 - 2. 直徑減少達公稱直徑百分之七以上者。
 - 3. 有顯著變形或腐蝕者。
 - 4. 已扭結者。
- (七) 對於起重機具之吊鉤或吊具，應有防止吊舉中所吊物體脫落之裝置及過捲預防裝置。
- (八) 吊運作業中嚴禁人員進入吊舉物下方及吊鏈、鋼索等內側面，吊運作業範圍內以交通錐等標示。
- (九) 必要時應敷設穩定索，以避免吊舉物搖晃。
- (十) 設置指揮人員協助操作手進行吊物作業。
- (十一) 確認機具週邊具有適當迴旋空間且無人員靠近才可移動機具。

第四節 支架安裝作業安全

太陽光電設施支架安裝作業安全說明如下[1]：

- 一、施工人員在施工時，應配帶合格的安全帽，如使用高架施工平台時，應配帶合格之安全帶。
- 二、安裝太陽光電發電組件的支架應設置基礎座(棚架式)。
- 三、安裝太陽光電發電元件的支架應按設計要求製作。鋼結構支架的安裝和焊接應符合國家標準的要求。
- 四、支架應按設計位置要求準確安裝在主體結構上，並與主體結構可靠固定，以免支架被強風吹落。
- 五、穿著防滑安全鞋。
- 六、手工具須裝置護罩，作業人員戴防護手套。
- 七、施工前應事先檢查所需使用之手工具、電動工具、相關安裝器具，功能是否正常，如需使用臨時用電，需依勞動部所規定之「營建場所臨時配線」之規定。
- 八、安裝支架時，如安裝高度大於 2 米，應依規定使用勞動部規定之合格施工平台，且須考量搬運的動線及安裝便利性。
- 九、施工範圍如在開放空間，應事先備妥交維器材，避免非相關人等進入施工現場。
- 十、支架開孔及裁切、燒焊等加工，應在工廠內加工完畢，勿在現場進行鑽孔、裁切、燒焊，如需應現場調整支架孔位或長度，也應申請動火許可，並依相關規定做好安全防護措施及安全人員。
- 十一、支架安裝完成後，確認每顆螺絲鎖固磅數達到技師要求之標準，並確認施工完成面水平是否完整。
- 十二、支架安裝植筋(棚架式)時，確實清理鑽孔後的粉塵，並請第三方公證單位拉拔測試，其結果需符合結構技師之要求。
- 十三、支架邊角必要時須加裝保護套，防止人員刮傷。
- 十四、進行組立法蘭底座、底樑、底座、橫樑拉桿等架安裝作業時，應正確使用手工具鎖固作業。
- 十五、以高空工作車作業時
 - (一)使用高空工作車前先行實施自動檢查。

- (二) 工作台上作業人員佩戴安全帽及安全帶。
- (三) 作業人員應將安全帶鉤掛於穩固部位。
- (四) 不得超過高空工作車之積載荷重及能力。
- (五) 駕駛於離開駕駛座時，應將工作臺下降至最低位置。
- (六) 作業停止時，應確實使用制動機。
- (七) 不得使高工作業車作為主要用途以外之用途。

第五節 模組安裝作業安全

太陽光電設施模組安裝作業安全說明如下[1]：

- 一、作業人員依規定正確穿戴安全帽及反光背心。
- 二、穿著防滑安全鞋。
- 三、支架邊角必要時須加裝保護套，防止人員刮傷。
- 四、進行太陽能板安裝作業時，應正確使用手工具鎖固作業。
- 五、以高空工作車作業時
 - (一) 使用高空工作車前先行實施自動檢查。
 - (二) 工作台上作業人員佩戴安全帽及安全帶。
 - (三) 作業人員應將安全帶鉤掛於穩固部位。
 - (四) 不得超過高空工作車之積載荷重及能力。
 - (五) 駕駛於離開駕駛座時，應將工作臺下降至最低位置。
 - (六) 作業停止時，應確實使用制動機。
 - (七) 不得使高工作業車作為主要用途以外之用途。

第六節 配線安裝(感電)作業安全

每個太陽光電發電組件的直流輸出電壓為 35V 左右，若是串連一定數量的太陽能電池組件，則輸出電壓變動範圍可達 250V~450V。為了防止作業人員感電，太陽光電發電元件工程配線安裝時應遵守以下安全措施[2]：

- 一、施工現場的各種電氣設備、機械、金屬支架及平臺，必須有接地。
- 二、使用電動手工具應符合中華民國國家標準的要求。

- 三、在潮濕或金屬容器內工作時必須使用安全電壓，非電工禁止從事電氣作業。
- 四、作業時在太陽能電池組件表面上鋪上遮光板，遮住太陽光。
- 五、應穿絕緣鞋，戴低壓絕緣手套，使用絕緣手工具。
- 六、不要在雨天、下雪、大風氣候下進行室外作業(惡劣氣候下不但有感電之虞，還會因為濕滑導致墜落事故)。
- 七、電氣工程施工場所應設置明顯、易懂的電氣警告標識。
- 八、安裝於高處(屋頂)的太陽光電設施的場所必須要有人員出人管理，並加圍欄。
- 九、太陽光電發電電氣裝置太陽光電設施電氣裝置安裝應符合「用戶用電設備裝置規則」第六章第六節「太陽光電設施」第 396 條之 20 至 63 的相關要求。

第七節 人因危害作業

運送、安裝太陽能板或其他物料的搬運、處置，如果處理不當(施力不當、太重...等)，有可能造成肌肉骨骼傷害，為防止此類人因危害，可遵循以下的安全措施[7]：

- 一、強化作業人員對人因危害的認知與訓練，使用正確的施力方式，如果負載太大、太重，它可以導致拉傷或扭傷或滑倒、絆倒和跌倒受傷。
- 二、防止搬運過重的物品，可利用工具或是協同搬運，不應該單人搬運超過 22.5 公斤的物品。
- 三、重複性工作應有適當的休息時間，防止累積性肌肉骨骼傷害。
- 四、搬運重物時，預先構想如何搬運、施力方式、運送路徑等。
- 五、以多次搬運，降低每次搬運的重量。

第八節 高氣溫作業

太陽光電施作場所為太陽可照射區域，故人員在作業時常受太陽照射，處於高氣溫環境，而人體在體溫 36°C 至 38°C(96.8°F 至 100.4°F)時才能發揮最佳功能，當在炎熱的環境中從事繁重的工作時環境，身體熱量上升，容易產生高氣溫危害，為防止此類高氣溫危害，可遵循以下的安全措施[7]：

- 一、穿輕便、寬鬆、容易使汗液蒸發的衣服。

- 二、不應穿短褲，因為它們會增加工人皮膚受損的風險並增加來自太陽的熱負荷。
- 三、不穿襯衫工作會讓你中暑的風險更大。
- 四、穿淺色衣服，因為它從太陽吸收的熱量較少。
- 五、即使不口渴每 20 分鐘喝一杯涼水 600c.c.(8 盎司)。
- 六、避免酒精和含咖啡因的飲料會讓你經常小便(例如，咖啡，茶或可樂)。
- 七、避免吃熱的或重口味的食物，這些食物通過重新引導血液來提高體溫到你的消化系統，使得體溫上升。
- 八、身體狀況如果不佳，會使得高氣溫危害更加嚴重，作業主管應注意作業人員的身體狀況(如年齡、生病、熬夜等等)。
- 九、若有高氣溫作業之疑慮，考參照我國職業安全衛生設施規則第 324 之 6 條，進行高氣溫戶外作業危害預防。
 - (一) 降低作業場所之溫度。
 - (二) 提供陰涼之休息場所。
 - (三) 提供適當之飲料或食鹽水。
 - (四) 調整作業時間。
 - (五) 增加作業場所巡視之頻率。
 - (六) 實施健康管理及適當安排工作。
 - (七) 採取勞工熱適應相關措施。
 - (八) 留意勞工作業前及作業中之健康狀況。
 - (九) 實施勞工熱疾病預防相關教育宣導。
 - (十) 建立緊急醫療、通報及應變處理機制。

第九節 環境整理作業

雜亂、不佳的作業環境，將增加作業人員滑倒、絆倒、跌倒的風險，適當的環境管理和規劃將允許作業人員和材料在工作場域內自由移動並免於掉落和絆倒危害。安全作業理應包含評估工作環境，可考量以下的條件[7]：

- 一、天氣若影響工作安全，應立即停止工作(如下大雨、閃電)。
- 二、行走及工作通道應暢通。
- 三、閃電出現的情況下，應立即停止工作。

- 四、工作環境如果產生變動，應予以注意。
- 五、應注意現場是否有其他活動在進行，如吊掛作業等。
- 六、現場廢棄物不可影響到工作安全，應常時清理現場廢棄物。
- 七、廢棄物如果必須放置於屋頂待處理，應注意重量不可超過屋頂可承受之重量。
- 八、廢棄物或物品應注意不會滾落、飛落至下方造成傷害。
- 九、廢棄物或物品應距離屋簷或開口適當距離，避免滾落、飛落至下方造成傷害。

第十節 鋼構組配作業

雇主對於鋼構之組立、架設、爬升、拆除、解體或變更等(以下簡稱鋼構組配)作業，應指派鋼構組配作業主管於作業現場辦理下列事項：

- 一、決定作業方法，指揮勞工作業。
- 二、實施檢點，檢查材料、工具及器具等，並汰換其不良品。
- 三、監督勞工確實使用個人防護具。
- 四、確認安全衛生設備及措施之有效狀況。
- 五、前二款未確認前，應管制勞工或其他人員不得進入作業。
- 六、其他為維持作業勞工安全衛生所必要之設備及措施。

第六章 運維階段

第一節 維護計畫

良好的維護規劃可延長系統整體運轉壽命，例如針對污漬、破片、熱斑、遮蔭、鼠咬導線、太陽能板焊線黃化等進行維護規劃，其中鼠咬導線會造成發電失效與漏電停機；熱斑效應可導致局部燒毀形成暗斑、焊點熔化、封裝材料老化等永久性損壞，是影響太陽光電元件輸出功率和使用壽命的重要因素，也可能導致安全問題[8]。透過清查須維護項目、評估環境影響等，再據以擬定適當的維護計畫[9]。

太陽光電場所維護種類包括以下四種[10]：

- 一、行政維護：確認發電效率管控及建立維護相關文件與結果，編列預防性維護預算，安排矯正維護且不與正常運作衝突、承攬商與供應商管理、回饋新系統狀況資訊給設計廠商、製備維護計畫成效與系統發電成效、記錄保存等。
- 二、預防性維護：依設備種類、環境狀況(鹽害、潮濕、沙塵與動、植物影響)，擬定適當維護計畫的時段、頻次與保固期程。
- 三、矯正型維護：針對損壞或故障組件進行維護，或變流器、通訊設備重設等。非緊急的矯正維護可與預防性維護排在同一時段。
- 四、狀況型維護：依據監測資料判斷進行預防性維護如清洗太陽能板表面，在早期偵測即將故障的組件，事先進行維護，可以減少預防性維護頻次，及降低故障矯正維護的經費與衝擊。

在運維階段，主要在維持太陽光電設施的效能，以電氣維護、面板維護更換及清洗作業為主，針對這些運維項目安全，說明如下。

第二節 墜落防止

地面型太陽光電場所維運，避免不了要到達高處，產生墜落的風險，也可能有跌倒、物體飛落等風險，此部分的作業安全，可參考建置階段有關墜落、安裝作業安全、環境管理等章節。

第三節 電氣維護安全

太陽光電場所電氣維護內容包括太陽光電模組、變流器、DC 箱、AC 箱、連接器、配線、絕緣、接地、開關、電線接頭、感應器、紀錄器等，需進行檢查電壓、電流、過熱、短路、接地失誤、支架位移、腐蝕、滲水、裂紋、缺陷、老鼠昆蟲侵入狀況等[11]。相關程序包括 DC 電壓/電流測試程序、保險絲測試程序、絕緣電阻測試程序、接地系統整體測試程序等，需要防墜措施外，亦須做好預防感電的安全措施，包括開關電源的程序、個人防護等。電氣維護注意事項如下：

- 一、避免吊掛機械手臂、搬運施工架、支架及 PV 設備時接近高壓電線。
- 二、主要作業承攬者與高壓電設備擁有者研商切斷電源的可行性，避免接觸引發感電災害。
- 三、依職業安全衛生設施規則規定，雇主使勞工於低壓電路從事檢查、修理等活線作業時，應使該作業勞工戴用絕緣用防護具，或使用活線作業用器具或其他類似之器具。
- 四、依職業安全衛生設施規則規定，雇主使勞工於接近低壓電路或其支持物從事敷設、檢查、修理、油漆等作業時，應於該電路裝置絕緣用防護裝備。但勞工戴用絕緣用防護具從事作業而無感電之虞者，不在此限。
- 五、依職業安全衛生設施規則規定，雇主使勞工於接近高壓電路或高壓電路支持物從事敷設、檢查、修理、油漆等作業時，為防止勞工接觸高壓電路引起感電之危險，在距離頭上、身側及腳下六十公分以內之高壓電路者，應在該電路設置絕緣用防護裝備。
- 六、依職業安全衛生設施規則規定，勞工於作業中或通行時，有因接觸或接近電氣機具之帶電部分致發生感電之虞者，應設防止感電之護圍或絕緣被覆。雇主於勞工從事裝設、拆除或接近電路等之絕緣用防護裝備時，應使勞工戴用絕緣用防護具、或使用活線用器具、或其他類似器具。

第四節 清洗作業安全

太陽光電設施因灰塵、落葉或零星的鳥糞將導致發電效率降低或是熱斑產生，清洗後可增加，發電效率。清洗人員可能面臨之危害也包括墜落、感電與人因危害，還有可能接觸到生物危害包括鼠蛇排泄物、垃圾、昆蟲等，口罩須配戴 P3 或 FFP3 等級之口罩[12]。

清洗作業注意事項[11]：

- 一、優先採用遙感控制清洗機，以避免人員墜落風險。
- 二、應有清洗計畫，預先規劃人員清洗路徑。
- 三、人員應有防墜落訓練、防墜落個人防護具。
- 四、避免單人作業，若只能單人作業，應有機制能相互照應。
- 五、清洗廢水應能順利排放避免積水，積水處應小心感電疑慮。
- 六、清洗人員人因危害、高氣溫危害應予以注意。
- 七、依照太陽光電製造商建議之方式清洗，如不含礦物質的水及溫和清潔劑。
- 八、類似清潔大樓玻璃的方式進行清潔工作，但不可用高壓水槍、刷子、可能導致磨損的清潔液或任何溶劑。
- 九、農耕型粉塵建議在田地整理後進行清洗。
- 十、營造工地型粉塵建議在完工後進行清洗，或與工地主管研商降低揚塵的方式。
- 十一、交通粉塵須較常清洗。
- 十二、工業排放或餐飲油煙排放型污染物，確認污物種類再進行適當之清洗。
- 十三、花粉型粉塵建議在花季後清洗。
- 十四、鳥排泄物：建議減少鳥排泄物的方式包括減少模組間距避免鳥築巢，阻絕鳥滯留及於築巢期移除鳥巢。

第五節 太陽光電模組更換作業安全

太陽光電模組若已經毀損判定應更換，則進行更換作業，其更換作業安全注意事項為[1]：

- 一、更換模組之直流回路的電壓建議降低至安全電壓。
- 二、嚴禁在惡劣的天氣條件下安裝。
- 三、嚴禁將同一片光電模組連接線的正、負極快速插頭對接。
- 四、要確認該串列無電流才能用 MC4 專用扳手拆解。
- 五、嚴禁碰觸光電模組的金屬帶電部位。
- 六、嚴禁踩踏光電模組，以免造成模組損壞或人體傷害；嚴禁擠壓或用尖銳物體敲打、碰撞、刮劃光電模組表面。

七、現場未接線的光電模組，其 MC4 接頭須用堵頭塞好，以防止水氣入侵。

八、禁止在模組上進行現場加工，如：鑽孔、更換接頭及線材，將影響原廠保固。

第六節 火災緊急應變

發生火災時，相關人員應迅速自上下設備到地面安全處通報及等候救災人員，說明現場發生狀況與注意事項。太陽光電模組在火災時除了影響到人生安全問題，也可能因為漏電原因造成觸電等傷害，在防火救災時，應特別注意太陽光電模組的漏電問題。當建築物發生火災時，應先與當地居民確定此建築物之太陽光電設施裝設位置，因太陽光電模組在發生火災時，不可用一般方式進行救災，有可能會產生觸電之危險性。而在消防人員裝備選擇上，應使用絕緣性高的防護措施，以確保不受到太陽光電板漏電等危險。消防人員基本的裝備如防火帽、防火衣等，在面對太陽光電模組火災時，應配備絕緣的防護具，以確保在救災時消防人員的安全。

在救災上，應先切斷太陽光電相關的電器設備，然而即使切斷太陽光電相關的電器設備，於未被破壞的太陽光電模組本身也會因為火災的光源產生電力，因此須特別注意感電風險。若太陽光電模組著火燃燒時，應避免利用水柱噴灑，而是採用水霧噴灑，以確保消防人員之安全與減少觸電危機。在火災現場如有外掛型的太陽光電模組，則是要避免在太陽光電模組下方活動，以確保太陽光電模組掉落時不會造成人員傷亡。而在火災過後，應將受到損壞的太陽光電相關電器設備撤離，以確保後續人員活動的安全。

在火災初期時，必須先破壞或清除在出入口處的太陽光電板電纜(建議由業者派遣專業人員進行，不建議由消防人員執行)，藉此確保出入口的逃生與安全，同時亦要切斷太陽光電模組相關的電器設備，並注意水柱噴灑到太陽光電模組時會造成漏電危機。而在滅火過後，也必須將太陽光電模組撤離並且切斷迴路，以防止火災再度發生。此外，亦有研究指出太陽光電模組發生火災時，可使用防火布蓋住太陽光電模組，藉由遮蔽光線的方式避免太陽光電模組持續發電，以確保消防人員安全。此外，在有裝設太陽光電相關設備之建築物通道或設置路線，可用加註警示標誌告知。

為利太陽光電設備發生火災時，能兼顧消防人員安全，與有效、快速的進行救災，從災害搶救觀點及嘗試研析從源頭管理角度，提出從預防安全管理相關事項，如留設緊急救援通道、不能防礙防火避難設施、留設消防活動空間及應有感電危險標示等課題，供中央建築管理或再生能源發電設備主管機關納入相關規範，並期能凝聚共識，結合消

防機關持續進行此類設備之火災搶救訓練，以完備整體安全機制，消防署訂定「提升太陽光電發電設備安全管理指導原則」(110/06/15 頒布)，該原則依經濟部能源局等相關機關所訂電業及太陽光電相關法規規定，達成提升搶救人員執行太陽光電發電設備救災勤務時之安全及降低感電風險，並提供相關機關納入預防管理層面之考量，可由下列網址獲得相關資訊。

[<https://law.nfa.gov.tw/GNFA/FLAW/FLAWDAT01.aspx?lsid=FL096750>]

我國消防署業於一百零八年函頒「消防機關搶救太陽光電發電設備火災指導原則」，避免消防人員於救災過程(如入室搶救、破壞作業、射水滅火等)發生感電，作為搶救太陽光電發電設備火災之參考。

[<https://law.nfa.gov.tw/mobile/law.aspx?LSID=FL089318>]太陽光電防火安全方面，我國消防署業已訂定「提升太陽光電發電設備安全管理指導原則」(110/06/15 頒布)，該原則依經濟部能源局等相關機關所訂電業及太陽光電相關法規規定，達成提升搶救人員執行太陽光電發電設備救災勤務時之安全及降低感電風險，並提供相關機關納入預防管理層面之考量。因此，在火災緊急應變上也可參考此一指導原則，可由下列網址獲得相關資訊。

[<https://law.nfa.gov.tw/GNFA/FLAW/FLAWDAT01.aspx?lsid=FL096750>]

第七章 拆除階段

第一節 拆除計畫

當太陽光電設施運作多年後，隨著系統效能的下降，最終將面臨拆除廢棄的階段，然系統的拆除流程、內容、危害與建置階段相似，故拆除階段之注意事項如下：

- 一、拆除階段之作業安全，如墜落防止、模組拆除作業安全、支架拆除作業安全、吊掛作業安全、人因危害作業、高氣溫作業、環境整理作業等，均可沿用建置階段之作業安全。
- 二、在進行拆除程序前，應建立拆除計畫，預先構想拆除程序、拆除路線、物料堆置、物料搬運等程序，以確保拆除程序之順暢。
- 三、拆除作業前應先完成斷電程序，斷除對外送電、斷除太陽光電設施產電之線路，確保線路均無電流後，方可進行拆除作業。
- 四、拆除作業之風險與建置階段之風險相當，均應作好各項準備工作。

第八章 地面型太陽光電作業安全查核表

本研究運用太陽光電設施維護作業危害評估及針對生命週期設計、建置、維運及拆除各階段重點項目，完成建置/拆除及維運/清洗作業安全查核表(如附件一、附件二)，使用者可利用此二份查核表，分別針對建置/拆除及維運/清洗作業前、作業中及作業後進行查核，落實作業安全管理。

第九章 結語

本指引提出地面型太陽光電設施設計、建置、維運(清洗)、拆除階段時的必要安全措施建議與安全管理注意事項，並完成設置/拆除、維運/清洗階段之查核表二份，可供太陽光電設備設計者、擁有者、承攬商、作業人員，於作業時參考，落實作業安全。本指引分別針對設計階段、建置階段、維運階段及拆除階段進行作業安全建議，方便使用者於各階段作業之參考。

參考文獻

- [1] 屋頂型太陽光電設施施工安全評估手冊，財團法人安全衛生技術中心，2021。
- [2] 太陽光電設施職場危害預防研究，勞動部勞動及職業安全衛生研究所，ILOSH106-S316，2019。
- [3] 承攬管理技術指引，勞動部職業安全衛生署，2015。
- [4] 太陽光電設施之作業安全研究，行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所，IOSH101-S303，2013。
- [5] Haney Josh, Burstein A, PV system operations and maintenance fundamentals, Solar America Board for Codes and Standards, www.solarabc.org/O&M, 2013.
- [6] https://klsio.kcg.gov.tw/News_Content.aspx?n=68181FE0B838D4EB&sms=B450DAA3102F18C5&s=3BFEDFB69256A15F，2022，浪板屋頂作業墜落預防實務指引，高雄市政府勞動檢查處。
- [7] Safe Practices for Working On or Around Photovoltaic Systems，Infrastructure Health & Safety Association，2018。
- [8] 段柔勇，建立大型太陽光電池廠維運健檢規範教材，2017。
- [9] National Renewable Energy Laboratory(US). Best Practices in Photovoltaic System Operation and Maintenance, 2nd Edition. Technical Report NREL/TP-7A40-67553. NREL; 2016.
- [10] Hatti M. Operation and Maintenance Methods in Solar Power Plants. In: Sanz-Bobi MA, editor. Use, Operation and Maintenance of Renewable Energy Systems. Green Energy and Technology. Switzerland : Springer, Cham; 2014.
- [11] National Renewable Energy Laboratory(US). Best Practices in Photovoltaic System Operation and Maintenance, 2nd Edition. Technical Report NREL/TP-7A40-67553. NREL; 2016.

附件一 地面型太陽光電發電場所建置/拆除作業安全查核表

地面型太陽光電發電場所建置/拆除作業安全查核表

單位／場所：_____ 填寫人：_____

日 期：_____ 審查者：_____

查核項目		查核方法	法規依據/安全要求	檢查結果			改善措施
				不適用	合格	不合格	
作業前							
作業人員	(一)作業主管	檢查結業證書	1. 從事易踏穿材料構築屋頂作業時，雇主應指派屋頂作業主管。(營-18) 2. 雇主對擔任屋頂作業主管之勞工，應於事前使其接受營造作業主管之安全衛生教育訓練。(教育訓練-10)				
	(二)職安人員	檢查結業證書	應依規定設置職業安全衛生人員。(管理辦法-1-1)				
	(三)起重機操作人員、吊掛人員	檢查結業證書	1. 經中央主管機關指定具有危險性之機械或設備，非經勞動檢查機構或中央主管機關指定之代行檢查機構檢查合格，不得使用。(職安法-16) 2. 起重機具操作及吊掛作業，應分別指派具法定資格之勞工擔任之。(起-62)				
	(四)健康管理	訪談管理現況	應注意勞工身體狀況，是否有生病、不適等身體不佳的情況。(*)				
	(五)電氣作業人員	訪談合格現況	電氣技術人員合格證。(電氣技術人員-6)				
	(六)設備 / 裝置 / 操作教育訓練	檢查訓練紀錄	雇主對新僱勞工或在職勞工於變更工作前，應使其接受適於各該工作必要之一般安全衛生教育訓練。(教育訓練-17)				

	(七)個人防護具	訪談現況	1. 雇主設置護欄、護蓋或安全網等防護設備有困難，應採取使勞工使用安全帶等防止墜落之措施；使用安全帶時，應設置足夠強度之必要裝置或安全母索，供安全帶鉤掛。(營-19)(設-225) 2. 雇主使勞工於低壓電路從事檢查、修理等活線作業時，應使該作業勞工戴用絕緣用防護具，或使用活線作業用器具或其他類似之器具。(設-256) 3. 雇主對於從事電氣工作之勞工，應使其使用電工安全帽、絕緣防護具及其他必要之防護器具。(設-290) 4. 應依風險評估結果選擇適當防護衣物。(*) 5. 個人防護具正確穿戴方法及保養維護。(*)				
設施、設備	(一)移動式起重機	檢查合格證	雇主對於經中央主管機關指定具有危險性之機械或設備，非經勞動檢查機構或中央主管機關指定之代行檢查機構檢查合格，不得使用；其使用超過規定期間者，非經再檢查合格，不得繼續使用。(職安法-16)				
	(二)移動式起重機具過負荷預防裝置	目視	移動式起重機，應設置過負荷預防裝置。(移動式起-31)				
	(三)移動式起重機具過捲警報裝置	動作測試	雇主對於移動式起重機之預防過捲警報裝置，具有吊鉤、抓斗等吊具或該吊具之捲揚用槽輪上方，與伸臂前方之槽輪及其他與該吊具上方有接觸之虞物體(傾斜之伸臂除外)之下方，其間隔為該起重機之額定速度(公尺/秒)之一·五倍等值之長度(公尺)時，能確實動作發出警報之構造。(移動式起-30)				

	(四)堆高機	目視動作測試	雇主對於堆高機之操作，不得超過該機械所能承受之最大荷重，且其載運之貨物應保持穩固狀態，防止翻倒。(設-127)				
	(五)固定材料與固定金屬配件	目視觸感檢查	1. 固定材料與固定金屬配件應無損傷及腐蝕狀況。(*) 2. 準備工具袋。(*)				
	(六)鋼索或吊索(吊帶)	目視、觸感檢查	確認起重機械使用之吊掛用鋼索、吊索等用具，應於每日作業前實施檢點。(管理辦法-58)				
	(七)護欄	目視、觸感檢查	1. 雇主對於高度二公尺以上之工作場所應設置護欄、護蓋；應設有適當強度之圍欄、握把、覆蓋等防護措施。(設-224) 2. 高度九十公分以上之上欄杆、高度在三十五公分以上，五十五公分以下之中間欄杆或等效設備、腳趾板及杆柱等構材。(營-20-第一款) 3. 以鋼管構成者，其上欄杆、中間欄杆及杆柱之直徑均不得小於三點八公分，杆柱相鄰間距不得超過二點五公尺。(營-20-第三款)				
	(八)上下設備	目視、觸感檢查	雇主對於高度二公尺以上之工作場所，勞工作業有墜落之虞者，應訂定墜落災害防止計畫，優先施作永久構造物之上下設備或防墜設施。(營-17)				
	(九)防墜設施	目視觸感檢查	雇主對於高度二公尺以上之屋頂、鋼樑、開口部分、階梯、樓梯、坡道、工作台、擋土牆、擋土支撐、施工構台、橋樑墩柱及橋樑上部結構、橋台等場所作業，勞工有遭受墜落危險之虞者，應於該處設置護欄、護蓋或安全網等防護設備。雇主設置前項設備有困難，或因作業之需要臨時將護欄、護蓋或安全網等防護設備拆除者，應採取使勞工使用安全				

			帶等防止墜落致勞工遭受危險之措施。(營-19)				
(十)安全通道	目視		於易踏穿材料構築之屋頂作業時，應先規劃安全通道，於屋架上設置適當強度，且寬度在三十公分以上之踏板，並於下方適當範圍裝設堅固格柵或安全網等防墜設施。(營-18)				
(十一)物料搬運	目視		雇主使勞工以捲揚機等吊運物料時捲揚吊索通路有與人員碰觸之虞之場所，應加防護或有其他安全設施。(設-155-1)				
(十二)作業平台	目視、觸感檢查		雇主對於在高度二公尺以上之處所進行作業，勞工有墜落之虞者，應以架設施工架或其他方法設置工作台。(設-225)				
(十三)移動梯、合梯	目視觸感檢查		1. 雇主對於使用之移動梯，應採取防止滑溜等必要措施。(營造-229) 2. 雇主對於使用之合梯，具堅固構造之合梯，梯腳與地面之角度應在七十五度以內，且兩梯腳間有金屬等硬質繫材扣牢，腳部有防滑絕緣腳座套，有安全之防滑梯面。(設-230)				
(十四)電動機具之分路	目視		依規定設置適合其規格，具有高敏感度、高速型防止感電用漏電斷路器，但採雙重絕緣機具除外。(設-243、244)				
(十五)交流電焊機	目視		雇主對勞工於良導體機器設備內之狹小空間，或於鋼架等致有觸及高導電性接地物之虞之場所，作業時所使用之交流電焊機，應有自動電擊防止裝置。(設-250)				
(十六)機械設備	目視動作測試		雇主對於機械之原動機、轉軸、齒輪、帶輪、飛輪、傳動輪、傳動帶等有危害勞工之虞之部分，應有護罩、護圍、套洞、跨橋等設備。(設-43)				
(十七)分電盤	目視		1. 為調整電動機械而停電，其開關切斷後，須立即上鎖或掛牌標示並簽章。復電時，應由原掛簽				

			人取下鎖或掛牌後，始可復電，以確保安全。(設-276) 2. 分電盤應常保關閉，並設立警示標語。(*)				
	(十八) 太陽光電防雷裝置	目視	太陽光電設施防雷措施的適宜性。(*)				
	(十九) 高空工作車	計畫	雇主對於使用高空工作車之作業，應依下列事項辦理： 1. 除行駛於道路上外，應於事前依作業場所之狀況、高空工作車之種類、容量等訂定包括作業方法之作業計畫，使作業勞工周知，並指定專人指揮監督勞工依計畫從事作業。 2. 除行駛於道路上外，為防止高空工作車之翻倒或翻落，危害勞工，應將其外伸撐座完全伸出，並採取防止地盤不均勻沉陷、路肩崩塌等必要措施。但具有多段伸出之外伸撐座者，得依原廠設計之允許外伸長度作業。 3. 在工作台以外之處所操作工作台時，為使操作者與工作台上之勞工間之連絡正確，應規定統一之指揮信號，並指定人員依該信號從事指揮作業等必要措施。 4. 不得搭載勞工。但設有乘坐席位及工作台者，不在此限。 5. 不得超過高空工作車之積載荷重及能力。 6. 不得使高空工作車為主要用途以外之用途。但無危害勞工之虞者，不在此限。 7. 使用高空工作車從事作業時，雇主應使該高空工作車工作台上之勞工佩戴安全帶。(設-128-1)				
作業方式	(一) 職業安全衛生管理計畫	訪談現況	雇主應依其事業單位之規模、性質訂定職業安全衛生管理計畫。(管理辦法-12-1)				

	(二)吊掛作業	訪談現況	雇主對於起重機具之吊鉤或吊具，應有防止吊舉中所吊物體脫落之裝置。(設-90)				
	(二)車輛行進路線	目視、訪談	人員出入口與車輛機械出入口應分隔設置；維持車輛機械進出有充分視線淨空。(營-11)				
作業環境	(一)安全標示	目視	1. 禁止標示：嚴格管制有發生危險之虞之行為，包括禁止煙火、禁止攀越、禁止通行等。 2. 警告標示：高壓電、墜落、感電、高熱等危險警告。(標-3)				
	(二)鄰近高壓架空線	目視	1. 雇主使勞工於接近高壓電路或高壓電路支持物從事敷設、檢查、修理、油漆等作業時，為防止勞工接觸高壓電路引起感電之危險，在距離頭上、身側及腳下六十公分以內之高壓電路者，應在該電路設置絕緣用防護裝備。(設-259) 2. 作業使用之機械、車輛或勞工於作業中或通行之際，有因接觸或接近該電路引起感電之虞者，雇主除應使勞工與帶電體保持規定之接近界限距離外，並應設置護圍、或於該電路四周裝置絕緣用防護裝備等設備或採取移開該電路之措施。但採取前述設施顯有困難者，應置監視人員監視之。(設-263)				
	(三)屋頂	目視	雇主對勞工於以石綿板、鐵皮板、瓦、木板、茅草、塑膠等材料構築之屋頂或於以礦纖板、石膏板等材料構築之夾層天花板從事作業時，為防止勞工踏穿墜落，於屋架或天花板下方可能墜落之範圍，裝設堅固格柵或安全網等防墜設施。(設-227)				
	(四)天候因素	目視、訪談	1. 雇主對於高度在二公尺以上之作業場所，有遇強風、大雨等惡劣氣候致勞工有墜落危險時，應使勞工停止作業。(設-226)				

			2. 對於高度在二公尺以上之作業場所應禁止於夜間作業。或需申請夜間施工許可。(*)				
	(五)太陽光電場所出入管制或標示	目視	出入口上鎖或張貼警告標示管制出入。(*)				
緊急應變	(一)緊急斷電復電程序	相關文件	具備緊急斷電程序文件。(*)				
	(二)滅火器	目視	須具備 CO2 或乾粉滅火器等必要之滅火器。(*)				
	(三)急救箱	目視	應具備急救箱，並告知放置位置。(*)				
	(四)急救措施	訪談現況	雇主對於工作場所之急救設施，除依一般工作場所之急救設施規定外，並應依下列規定辦理： 1. 於有毒樹木、危險蟲類等出現場所作業之勞工，應教以有關預防急救方法及疾病症候等。 2. 於毒蛇經常出入之地區，應備置血清及其他防治急救藥品。 3. 應防止昆蟲、老鼠等孳生並予以撲滅。 4. 其他必要之急救設備或措施。(營-173) 5. 事業單位應參照工作場所大小、分布、危險狀況與勞工人數，備置足夠急救藥品及器材，並置急救人員辦理急救事宜。(健-15)				
作業中							
設備	(一)安全標示	目視	模組應標示端子或引線之極性、保護模組之最大過電流保護裝置額定等。於太陽光電隔離設備處應永久標示下列直流太陽光電電源項目： 1. 額定最大功率點電流。 2. 額定最大功率點電壓。 3. 最大系統電壓。 4. 短路電流。				

			5. 若有裝設充電控制器，其額定最大輸出電流。(電-396-49、396-51)				
作業方式	(一)避免單人作業	訪談現況	太陽光電設施作業時須有兩人在現場，避免單獨作業。(*)				
	(二)屋頂物料	目視	雇主對於堆置物料，為防止倒塌、崩塌或掉落，應採取繩索捆綁、護網、擋樁。(設-153)				
	(三)安裝太陽光電模組	訪談現況	1. 不可以潮濕的手進行活線作業。 2. 穿戴必要之絕緣手套。(*)				
	(四)太陽光電模組固定	訪談現況	太陽光電模組有固定鎖緊在支架上。(*)				
	(五)太陽光電設備、連接器、接線	目視	太陽光電設施的設備、連接器、接線，應使用適當與適合的支撐框架。(*)				
	(六)配線	目視	配線不可裸露。(*)				
	(七)吊掛安全	訪談現況	1. 雇主於移動式起重機作業時，應採取防止人員進入吊舉物下方及吊舉物通過人員上方之設備或措施。(起-39) 2. 從事起重機具運轉作業時，為防止吊掛物掉落，應依下列規定辦理： (1)吊掛物使用吊耳時，吊耳設置位置及數量，應能確保吊掛物之平衡。 (2)吊耳與吊掛物之結合方式，應能承受所吊物體之整體重量，使其不致脫落。 (3)使用吊索(繩)、吊籃等吊掛用具或載具時，應有足夠強度。(設-92)				
	(八)工	目視	雇主對於勞工工作場所之通道、				

	作台、 通道、 階梯	觸感 檢查	地板、階梯，應保持不致使勞工 跌倒、滑倒、踩傷等之安全狀態， 或採取必要之預防措施。(設-21)				
作業 環境	(一)屋 頂	目視	作業環境應保持動線暢通，避免 造成人員受撞擊或絆倒。(*)				
	(二)高 氣溫作 業	目 視、 訪談 現狀	雇主對需要在高氣溫作業下工作 的勞工，參考高氣溫戶外作業勞 工熱危害預防指引，預防危害。 (*)				
	(三)人 因性危 害	目 視、 訪談 現狀	雇主使勞工從事重複性之作業， 為避免勞工因姿勢不良、過度施 力及作業頻率過高等原因，促發 肌肉骨骼疾病，應採取危害預防 措施。(設324-1)				
作業後							
設備	(一)個 人防護 具	目視	作業完畢後，需將使用後之個人 防護具歸還至固定位置。(*)				
作業 方式	(二)電 箱工具	目視	確認電箱中是否有留餘所使用之 工具、器具。(*)				
	(三)完 成作業 確認	訪談 現 況、 檢點 清單	1. 完成工作時，應交代清楚必要 事項，並且實施作業後檢點。(*) 2. 作業完成須實施作業人員清 點、確認作業人員已經安全到達 地面。(*) 3. 清點攜入作業工具、設備。(*) 4. 確認作業之進行狀況，並協商 下次作業。(*)				

註：()內的簡稱所代表的法規名稱如下，阿拉伯數字是法規條文編號

職安法-職業安全衛生法

職安法施行細則-職業安全衛生法施行細則

營-營造安全衛生設施標準

教育訓練-職業安全衛生教育訓練規則

管理辦法-職業安全衛生管理辦法

設-職業安全衛生設施規則

起-起重升降機具安全規則

標-職業安全衛生標示設置準則

健-勞工健康保護規則

電-用戶用電設備裝置規則

移動式起—移動式起重機安全檢查構造標準

經濟部用電場所及專任電氣技術人員管理規則-電氣技術人員

*-建議安全事項

防護具相關國家標準：

個人防護具	中華民國國家標準
工業用防護頭盔	CNS 1336
個人眼睛防護具	CNS 7174、CNS 7175、CNS7177、CNS 15809
電氣作業用絕緣手套	CNS 12546
防護手套	CNS 14511、CNS7178
絕緣鞋	CNS 16054-1
全身背負式安全帶	CNS 14253-1
防止由高處墜落之個人防護具	CNS 7535

附件二 地面型太陽光電發電場所維運/清洗作業安全查核表

地面型太陽光電發電場所維運/清洗作業安全查核表

單位／場所：_____ 填寫人：_____

日 期：_____ 審查者：_____

查核項目		查核方法	法規依據/安全要求	檢查結果			改善措施
				不適用	合格	不合格	
作業前							
作業人員	(一)作業主管	檢查結業證書	1. 從事易踏穿材料構築屋頂作業時，雇主應指派屋頂作業主管。(營-18) 2. 雇主對擔任屋頂作業主管之勞工，應於事前使其接受營造作業主管之安全衛生教育訓練。(教育訓練-10)				
	(二)職安人員	檢查結業證書	應依規定設置職業安全衛生人員。(管理辦法-1-1)				
	(三)起重機操作人員、吊掛人員	檢查結業證書	1. 經中央主管機關指定具有危險性之機械或設備，非經勞動檢查機構或中央主管機關指定之代行檢查機構檢查合格，不得使用。(職安法-16) 2. 起重機具操作及吊掛作業，應分別指派具法定資格之勞工擔任之。(起-62)				
	(四)健康管理	訪談管理現況	應注意勞工身體狀況，是否有生病、不適等身體不佳的情況。(*)				
	(五)電氣作業人員	訪談合格現況	電氣技術人員合格證。(電氣技術人員-6)				

	(六) 設備/裝置/操作教育訓練	檢查訓練紀錄	1. 雇主對新僱勞工或在職勞工於變更工作前，應使其接受適於各該工作必要之一般安全衛生教育訓練。(教育訓練-17) 2. 在操作系統之前，須熟知PV產品和相關設備的說明。(*)				
	(七) 個人防護具	訪談現況	1. 雇主設置護欄、護蓋或安全網等防護設備有困難，應採取使勞工使用安全帶等防止墜落之措施。(營-19) 2. 雇主使勞工於低壓電路從事檢查、修理等活線作業時，應使該作業勞工戴用絕緣用防護具，或使用活線作業用器具或其他類似之器具。(設-256) 3. 雇主對於從事電氣工作之勞工，應使其使用電工安全帽、絕緣防護具及其他必要之防護器具。(設-290) 4. 作業人員著適當工作服、防護手套、長統鞋等必要之防護具。(*) 5. 注意防止蜂叮、蟲、蛇攻擊。(*) 6. 處理禽類糞便，應配戴適合之口罩。(*) 7. 懸掛捲揚式防墜器應具足夠強度，且須設置於作業人員上方。(*) 8. 應依風險評估結果選擇適當防護衣物。(*) 9. 個人防護具正確穿戴方法及保養維護。(*)				
設施、設備	(一) 護欄	目視、觸感檢查	1. 雇主對於高度二公尺以上之工作場所應設置護欄、護蓋；應設有適當強度之圍欄、握把、覆蓋等防護措施。(設-				

			224) 2. 高度九十公分以上之上欄杆、高度在三十五公分以上，五十五公分以下之中間欄杆或等效設備(以下簡稱中欄杆)、腳趾板及杆柱等構材。(營-20-第一款) 3. 以鋼管構成者，其上欄杆、中間欄杆及杆柱之直徑均不得小於三點八公分，杆柱相鄰間距不得超過二點五公尺。(營-20-第三款)				
	(二) 上下設備	目視、觸感檢查	雇主對於高度二公尺以上之工作場所，勞工作業有墜落之虞者，應訂定墜落災害防止計畫，優先施作永久構造物之上下設備或防墜設施。(營-17)				
	(三) 防墜設施	目視觸感檢查	1. 雇主對於高度二公尺以上之屋頂、鋼樑、開口部分、階梯、樓梯、坡道、工作台、擋土牆、擋土支撐、施工構台、橋樑墩柱及橋樑上部結構、橋台等場所作業，勞工有遭受墜落危險之虞者，應於該處設置護欄、護蓋或安全網等防護設備。雇主設置前項設備有困難，或因作業之需要臨時將護欄、護蓋或安全網等防護設備拆除者，應採取使勞工使用安全帶等防止墜落致勞工遭受危險之措施。(營-19) 2. 安全帶或安全母索繫固之錨錠應具有足夠強度。(營-23)				
	(四) 安全通道	目視	於易踏穿材料構築之屋頂作業時，應先規劃安全通道，於屋架上設置適當強度，且寬度在三十公分以上之踏板，並於下方適當範圍裝設堅固格柵或安全網等防墜設施。(營-18)				
	(五) 模	目視	1. 模組應標示端子或引線之				

	組標示		極性、保護模組之最大過電流保護裝置額定等。(電-396-49) 2. 於太陽光電隔離設備處應永久標示下列直流太陽光電電源項目： (1)額定最大功率點電流。 (2)額定最大功率點電壓。 (3)最大系統電壓。 (4)短路電流。 (5)若有裝設充電控制器，其額定最大輸出電流。(電-396-51)				
	(六)分電盤	目視	1. 為調整電動機械而停電，其開關切斷後，須立即上鎖或掛牌標示並簽章。復電時，應由原掛簽人取下鎖或掛牌後，始可復電，以確保安全。(設-276) 2. 分電盤應常保關閉，並設立警示標語。(*)				
	(七)太陽光電防雷裝置	目視	太陽光電設施防雷措施的適宜性。(*)				
作業方式	(一)職業安全衛生管理計畫	訪談現況	雇主應依其事業單位之規模、性質訂定職業安全衛生管理計畫。(管理辦法-12-1)				
	(二)吊掛作業	訪談現況	雇主於移動式起重機作業時，應採取防止人員進入吊舉物下方及吊舉物通過人員上方之設備或措施。(起-39)				
	(三)電動機具之分路	目視	依規定設置適合其規格，具有高敏感度、高速型防止感電用漏電斷路器，但採雙重絕緣機具除外。(設-243、244)				
	(四)清洗模組程	目視	1. 作業人員須穿著止滑安全鞋、鞋底防止靜電及絕緣、防熱等功能。				

			2. 使用非導電長型清掃用具。不要使用任何化學洗滌劑、粗刷或鋒利的工具。 3. 確認模組未破裂，檢查有無明顯裂紋，注意勿踩模組、勿高溫發燙時清洗等。 4. 具清潔正確方法。 5. 確認加壓水槍設備之絕緣、接地措施。 6. 清洗之汙水符合汙水排放規定。				
作業環境	(一) 安全標示	目視	1. 禁止標示：嚴格管制有發生危險之虞之行為，包括禁止煙火、禁止攀越、禁止通行等。 2. 警告標示：高壓電、墜落、感電、高熱等危險警告。(標-3)				
	(二) 禁止標示	目視	張貼非專業操作作業人員禁止操作標示。(*)				
	(三) 太陽光電場所出入管制或標示	目視	出入口上鎖或張貼警告標示管制出入。(*)				
	(四) 屋頂	目視	雇主對勞工於以石綿板、鐵皮板、瓦、木板、茅草、塑膠等材料構築之屋頂或於以礦纖板、石膏板等材料構築之夾層天花板從事作業時，為防止勞工踏穿墜落，於屋架或天花板下方可能墜落之範圍，裝設堅固格柵或安全網等防墜設施。(標-227)				
	(五) 天候因素	目視、訪談	1. 雇主對於高度在二公尺以上之作業場所，有遇強風、大雨等惡劣氣候致勞工有墜落危險時，應使勞工停止作業。(設-226) 2. 對於高度在二公尺以上之				

			作業場所應禁止於夜間作業，或需申請夜間施工許可。(*)				
緊急應變	(一) 緊急斷電復電程序	相關文件	具備緊急斷電程序文件。(*)				
	(二) 滅火器	目視	須具備 CO2 或乾粉滅火器等必要之滅火器。(*)				
	(三) 急救箱	目視	應具備急救箱，並告知放置位置。(*)				
	(四) 急救措施	訪談現況	雇主對於工作場所之急救設施，除依一般工作場所之急救設施規定外，並應依下列規定辦理： 1. 於有毒樹木、危險蟲類等出現場所作業之勞工，應教以有關預防急救方法及疾病症候等。 2. 於毒蛇經常出入之地區，應備置血清及其他防治急救藥品。 3. 應防止昆蟲、老鼠等孳生並予以撲滅。 4. 其他必要之急救設備或措施。(營-173) 5. 事業單位應參照工作場所大小、分布、危險狀況與勞工人數，備置足夠急救藥品及器材，並置急救人員辦理急救事宜。(健-15)				
作業中							
作業方式(更換模組等)	(一) 停止作業	訪談現況	1. 工作場所有立即發生危險之虞時，雇主或工作場所負責人應即令停止作業，並使勞工退避至安全場所。 2. 勞工執行職務發現有立即發生危險之虞時，得在不危及其他工作者安全情形下，自行				

			停止作業及退避至安全場所，並立即向直屬主管報告。(職安法-18) 3. 不應於高溫、強風、濕滑屋頂工作。(*)				
	(二) 避免單人作業	訪談現況	太陽光電設施作業時須有兩人在現場，避免單獨作業。(*)				
	(三) 防墜措施	訪談現況	作業人員穿戴防墜裝置。(*)				
	(四) 吊掛安全	訪談現況	1. 雇主於移動式起重機作業時，應採取防止人員進入吊舉物下方及吊舉物通過人員上方之設備或措施。(起-39) 2. 從事起重機具運轉作業時，為防止吊掛物掉落，應依下列規定辦理： (1)吊掛物使用吊耳時，吊耳設置位置及數量，應能確保吊掛物之平衡。 (2)吊耳與吊掛物之結合方式，應能承受所吊物體之整體重量，使其不致脫落。 (3)使用吊索(繩)、吊籃等吊掛用具或載具時，應有足夠強度。(設-92)				
	(五) 系統斷電措施	訪談現況	作業人員穿戴必要之防護手套、平底防滑鞋。(*)				
	(六) 安裝太陽光電發電模組	訪談現況	1. 不可以潮濕的手進行活線作業。 2. 穿戴必要之絕緣手套。(*)				
	(七) 太陽光電模組固定	訪談現況	太陽光電模組有固定鎖緊在支架上。(*)				

	(八)負載下不可剪除電線	訪談現況	作業人員穿戴必要之防護手套、平底防滑鞋。(*)				
	(九)DC電壓/電流測試程序	訪談現況、動作測試	作業人員穿戴必要之防護手套、平底防滑鞋。				
	(十)保險絲測試程序	訪談現況、動作測試	1. 作業人員穿戴必要之防護手套、平底防滑鞋。 2. 具關閉電源程序。				
	(十一)確認斷電才取下保險絲	訪談現況	作業人員穿戴防護手套、安全鞋。				
	(十二)絕緣電阻測試程序	訪談現況、動作測試	1. 測試絕緣電阻或漏電，作業人員穿戴必要之防護手套、平底防滑鞋。 2. 具關閉電源程序。				
	(十三)接地系統整體測試程序	訪談現況、動作測試	1. 作業人員穿戴必要之防護手套、平底防滑鞋。 2. 具關閉電源程序。 3. 檢測系統接地、設備接地、防雷裝置。				
	(十四)紅外線檢測	訪談現況、動作測試	作業人員穿戴必要之防護手套、平底防滑鞋，注意感電與高溫防護。				
作業環境	(一)屋頂	目視	作業環境應保持動線暢通，避免造成人員受撞擊或絆倒。(*)				
	(二)高氣溫作業	目視、訪談現狀	雇主對需要在高氣溫作業下工作的勞工，參考高氣溫戶外作業勞工熱危害預防指引，預防危害。(*)				
	(三)人因性危害	目視、訪談現狀	雇主使勞工從事重複性之作業，為避免勞工因姿勢不良、過度施力及作業頻率過高等				

			原因，促發肌肉骨骼疾病，應採取危害預防措施。(設324-1)				
作業後							
設備	(一)個人防護具	目視	作業完畢後，需將使用後之個人防護具歸還至固定位置。(*)				
作業方式	(一)電箱工具	目視	確認電箱中是否有留餘所使用之工具、器具。(*)				
	(二)完成作業確認	訪談現況、檢點清單	1. 完成工作時，應交代清楚必要事項，並且實施作業後檢點。(*) 2. 作業完成須實施作業人員清點、確認作業人員已經安全到達地面。(*) 3. 清點攜入作業工具、設備。(*) 4. 確認作業之進行狀況，並協商下次作業。(*)				

註：()內的簡稱所代表的法規名稱如下，阿拉伯數字是法規條文編號

職安法-職業安全衛生法

職安法施行細則-職業安全衛生法施行細則

營-營造安全衛生設施標準

教育訓練-職業安全衛生教育訓練規則

管理辦法-職業安全衛生管理辦法

設-職業安全衛生設施規則

起-起重升降機具安全規則

標-職業安全衛生標示設置準則

健-勞工健康保護規則

電-用戶用電設備裝置規則

移動式起-移動式起重機安全檢查構造標準

經濟部用電場所及專任電氣技術人員管理規則-電氣技術人員

*-建議安全事項

防護具相關國家標準：

個人防護具	中華民國國家標準
工業用防護頭盔	CNS 1336
個人眼睛防護具	CNS 7174、CNS 7175、CNS7177、CNS 15809
電氣作業用絕緣手套	CNS 12546

個人防護具	中華民國國家標準
防護手套	CNS 14511、CNS7178
絕緣鞋	CNS 16054-1
全身背負式安全帶	CNS 14253-1
防止由高處墜落之個人防護具	CNS 7535

水域型太陽光電設施作業安全指引



第一章 前言與範圍

第一節 前言

本指引主要提出水域型太陽光電設施設計、建置、維運(清洗)、拆除作業時的必要安全措施建議與安全管理注意事項，可提供太陽光電設備設計者、擁有者、承攬商、作業人員等參考。本指引主要是針對架設於水域的太陽光電設施，所提出之安全防護建議供參考，事業單位需依其設備規模、場所特性等評估作業風險，並參照相關法規，規劃安全的工作方法與安全防護措施，以避免災害發生。

第二節 適用範圍

本手冊針對水域型太陽光電設施，說明作業危害、提供作業安全管理事項等資訊，各單位可依各場所特性修正後再應用，期許事業單位從「源頭管理」的觀點做好防災措施，在設計、建置、維運、拆除階段納入安全措施，落實危害辨識、安全措施、承攬管理、教育訓練、作業檢點、個人防護與緊急應變等安全管理，以保障太陽光電作業人員的安全。

本指引提供各界參考，若事業單位使用之作業安全標準、風險控制策略更適合當前作業之要求，可沿用該作業安全標準，本指引之目的與使用對象如下。

- 一、目的：本指引除了可提供事業單位或勞動檢查機構明瞭水域型太陽光電設施作業外，並可提供其建置、維運、拆除過程中應採行防止落水、感電、生物(如鳥糞、支架附著之水生物)等危害，減少因太陽光電設施作業引起之工安事故。
- 二、使用對象：太陽光電設施作業單位、勞動檢查機構。

第三節 參考出版物

本手冊參考之出版物有：

- 一、屋頂型太陽光電設施作業安全指引，ILOSH108-T-157，勞動部勞動及職業安全衛生研究所，2019。
- 二、太陽光電設施職場危害預防研究，ILOSH106-S316，勞動部勞動及職業安全衛生研究所，2019。
- 三、太陽光電設施之作業安全研究，IOSH101-S303，行政院勞工委員會勞工安全衛生研

究所，2013。

四、屋頂型太陽光電設施施工安全評估手冊(草案)，財團法人安全衛生技術中心，2021。

五、Safe Practices for Working On or Around Photovoltaic Systems，Infrastructure Health & Safety Association，2018。

六、Best Practices for Operation and Maintenance of Photovoltaic and Energy Storage Systems，3rd Edition，NREL，2018。

七、日本「水上設置型太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン」(浮動太陽能発電系統的設計和施工指南，2011)

第二章 水域型太陽光電設施

第一節 水域型太陽光電設施介紹

水域型(如圖 6)太陽光電是將設備設置於水面上或岸邊地區。水域型光電相較於陸域型兩種，需要考慮更多環境因素；除了基本的強風、降雨等，強風還會造成水浪、水花、高速水流、以及沖刷下來的漂流物等外力因素，部件因為長期潮濕，會增加腐蝕機率、降低模組壽命，以及該地區原有漁業也會受到影響。在風險因素不比陸域少的狀況下，為什麼發展水面型太陽光電呢？根據文獻研究，水面型太陽光電可以有效降低太陽光電板在發電過程中的系統溫度，降低持續發電造成的熱度，有效提升整體發電效率約 7.1%~13.5%，以及因為覆蓋部分水域面積會使蒸發減少、藻類光合作用減少降低優養化。台灣目前也有些許水域型太陽光電站，包含位於高雄阿公店水庫、屏東大武丁、烏龍、大潭牛埔排水滯洪池、台南永康科技園區滯洪池等。根據選擇的支撐結構設置差異，分為固定式及浮動式(floating photovoltaic, FPV)2 種。固定式是指將太陽光電板的支撐結構打入水體下方之地層，建立基樁；浮動式則是於水平面上建置浮動平台裝載太陽光電板，透過浮台之間的鉸接，串連成大面積的浮動平台，並以錨碇系統(mooring system)支撐及穩定太陽光電板的位置(如圖 7)。



圖 6 水域型太陽光電設施

資料來源：本研究自行拍攝

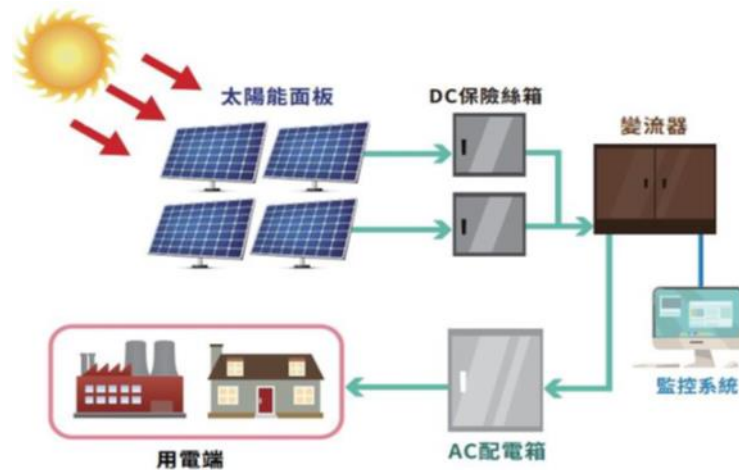


圖 7 太陽光電設施裝置示意圖

資料來源：[1]屋頂型太陽光電設施施工安全評估手冊，財團法人安全衛生技術中心，2021

第二節 太陽光電作業相關法規

水域型太陽光電作業內容包括場所評估、設計、架設、安裝電氣設備、試運轉、運維與拆除、廢棄處理等，其中有關吊掛作業及人員訓練等均涉及職業安全衛生相關法規，因水域型太陽光電作業具多項風險，應透過風險評估了解各項作業潛在危害，實施風險評估的目的期望能夠事先了解潛在危害擬定適當的危害控制措施防止災害發生。

水域型太陽光電設施所適用的主要法規彙整如表 11 所列，包括內政部、經濟部、勞動部及公共工程委員會等機關制訂的相關法規。

表 11 國內太陽光電設施相關法規

主管機關	法規名稱
內政部	建築技術規則建築設計施工
經濟部	用戶用電裝置規則 用電場所及專任電氣技術人員管理規則屋內線路裝置規則 台灣高效能太陽光電模組技術規範 太陽光電模組產品登錄作業要點(性能/安全驗證證書) CNS 15118 - 2 或 IEC 61730 -2 ： 2004 安全驗證標準
勞動部	勞動檢查法 職業安全衛生法 職業安全衛生管理辦法 職業安全衛生法施行細則 職業安全衛生設施規則 職業安全衛生標示設置準則 職業安全衛生教育訓練規則

主管機關	法規名稱
	起重升降機具安全規則 營造安全衛生設施標準 移動式起重機安全檢查構造標準 勞工健康保護規則
公共工程委員會	公共建設設置太陽光電設施參考手冊

資料來源：本研究自行整理及[2]

第三節 承攬管理

太陽光電維護作業包括支架、吊掛、電氣維護及清洗人員等作業，可能以承攬方式進行，部分勞工不熟悉高處作業，對太陽光電危害警覺意識低，極易發生災害，業主將事業交付承攬，業主須依職業安全衛生法第 26 條第 1 項事業單位以其事業之全部或一部分交付承攬時，應於事前告知該承攬人有關其事業工作環境、危害因素暨職業安全衛生法及有關安全衛生規定應採取之措施。承攬人就其承攬之全部或一部分交付再承攬時，承攬人亦應依前項規定告知再承攬人。發生職災時各公司將因管理缺失、設備及措施缺失，擔負刑事責任與行政責任[2]。

勞動部承攬管理技術指引[3]提出發包及簽約的注意事項如下：

- 一、事業單位應於承攬招標書或契約書中明列承攬之項目、內容、資格要件、權責、再承攬之資格或限制，以及其它相關安全衛生需求等事項。亦應將承攬人之安全衛生權責及應遵守之安全衛生規定明確規範於契約書中或於開工前以書面方式告知。
- 二、事業單位將營繕工程之施工、規劃、設計及監造等交付承攬或委託，其契約內容應有防止職業災害之具體規範，並列為履約要件。
- 三、對於工程承攬案件，安全衛生項目所需之費用宜有一定的比例，必要時得要求承攬人逐項編列，並按實際執行狀況報銷。
- 四、事業單位應要求承攬人在正式開工前提出施工說明書或計畫書，內容須包含控制危害及風險之安全衛生設施規劃。
- 五、事業單位如提供機械、設備或器具供承攬人使用時，如須由承攬人負責實施定期檢查或重點檢查，得以書面約定之。

在溝通及協調方面則須注意：

- 一、事業單位應於正式施工前具體告知承攬人有關其工作環境、危害因素、安全衛生法

規及相關安全衛生規定應採取之措施。

- 二、事業單位與承攬人、再承攬人分別僱用勞工共同作業時，應設置協議組織及採取必要措施，以防止職業災害之發生。協議組織應由事業單位負責召集，以定期或不定期進行相關事項之協議。
- 三、事業單位應指定專人負責與承攬人負責人及職業安全衛生管理人員進行每日開工前及施工期間之溝通及協調工作。
- 四、事業單位遇承攬人及其勞工有不安全行為時，應及時勸阻，並與其溝通相關安全衛生之知識或方法，且適時向直屬主管或承辦單位反映。

第三章 太陽光電設施維護作業危害評估

第一節 水域型太陽光電設施作業危害評估方法-工作安全分析

如前所述，水域型太陽光電作業含有多項風險，依職業安全衛生法，為降低災害事故的發生，建議先施行風險評估，辨識危害，改善作業，降低風險。水域型太陽光電之設置、維運及拆除，為多項作業(流程)所組成，建議以工作安全分析(Job safety Analysis, JSA)進行各項作業之危害辨識，再確定如何有效予以控制。工作安全分析(JSA)是對特定地點的特定工作進行系統化的分析。工作安全分析的目的是識別危害並確定對每個危害的控制方式。工作安全分析一般可利用如表 12 之表單進行系統化的評估。

表 12 工作安全分析表

工作要素	基本動作(順序)	使用工具	可能危害 (災害型態)	解決對策

資料來源：本研究自行整理

第二節 水域型太陽光電設施作業危害

水域型太陽光電作業，經危害分析，大多為溺水、感電、物體飛落、高溫、滑倒、人因等危害(如表 13)[4]，現場未完善安全措施，常見之不安全事項可整理(如表 14)[2]：

表 13 水域型太陽光電設施發生危害種類與原因

	種類	原因
1	溺水	人員因操作不慎，落入水域，導致溺水之風險。
2	感電	安裝直流接線箱、充放電控制器、蓄電池、變流器或與台電併聯時誤觸裸露帶電物體，另因現場潮濕增加感電風險。
3	物體飛落	吊掛太陽光電組列元件或零件掉落。

	種類	原因
4	被撞	吊掛太陽光電組列時，碰撞到施工人員。
5	切割	組裝太陽光電設施時，切割元件或固定用零件、配管時造成人員割傷。
6	火災	電線接觸不良，或電線包覆層因為未加以保護導致劣化，使用一段時間後引起火災。
7	人因	系統安裝空間、角度受限，不利於施力與操作，容易造成人因性傷害。
8	高氣溫危害	太陽光電施作場所為太陽可照射區域，故人員在作業時常受太陽照射，處於高氣溫環境，容易產生高氣溫危害。
9	滑倒、絆倒	太陽光電施作場所，施工區域局限，支架、電力線、通道、凸出物等都容易造成滑倒、絆倒，引起傷害。

資料來源：本研究自行整理及[4]

表 14 水域型太陽光電常見違反的法規

項目名稱	法規	細則
安全通道	職業安全衛生設施規則 -21條	雇主對於勞工工作場所之通道、地板、階梯、坡道、工作台或其他勞工踩踏場所，應保持不致使勞工跌倒、滑倒、踩傷、滾落等之安全狀態，或採取必要之預防措施。
感電	職業安全衛生設施規則 -243條	雇主為避免漏電而發生感電危害，於含水或被其他導電度高之液體濕潤之潮濕場所、金屬板上或鋼架上等導電性良好場所使用移動式或攜帶式電動機具，於各該電動機具設備之連接電路上設置適合其規格，具有高敏感度、高速型，能確實動作之防止感電用漏電斷路器。
鄰水作業	營造安全衛生設施標準 -14條	雇主使勞工鄰近溝渠、水道、埤池、水庫、河川、湖潭、港灣、堤堰、海岸或其他水域場所作業，致勞工有落水之虞者，應依下列規定辦理： 一、設置防止勞工落水之設施或使勞工著用救生衣。 二、於作業場所或其附近設置下列救生設備。但水深、水流及水域範圍等甚小，備置船筏有困難，且使勞工著用救生衣、提供易於攀握之救生索、救生圈或救生浮具等足以防止溺水者，不在此限： 1.依水域危險性及勞工人數，備置足數使用之動力救生船、救生艇、輕艇或救生筏；每艘船筏應配備長度十五公尺，直徑九點五毫米之聚丙烯纖維繩索，且其上掛繫與最大可救援人數相同數量之救生圈、船鈎及救生衣。

項目名稱	法規	細則
		2.有湍流、潮流之情況，應預先架設延伸過水面且位於作業場所上方之繩索，其上掛繫可支持拉住落水者之救生圈。 3.可通知相關人員參與救援行動之警報系統或電訊連絡設備。 4.應提供全身背負式安全帶使勞工佩掛，並確實掛置於堅固錨錠、可供鉤掛之堅固物件或安全母索等裝置。
職業安全衛生管理計畫	職業安全衛生法施行細則-31條	雇主應依其事業單位之規模、性質訂定職業安全衛生管理計畫，包括下列事項：工作環境或作業危害之辨識、評估及控制；機械、設備或器具之管理；承攬管理及變更管理；安全衛生作業標準；作業檢點及現場巡視；安全衛生教育訓練；個人防護具之管理；緊急應變措施；職業災害、虛驚事故之調查處理及統計分析。
安全標示	職業安全衛生標示設置準則-3條	1.禁止標示：嚴格管制有發生危險之虞之行為，包括禁止煙火、禁止攀越、禁止通行等。 2.警告標示：高壓電、墜落、感電、高熱等危險警告。 3.注意標示：提醒避免相對於人員行為而發生之危害，包括當心地面、注意頭頂等。
急救箱、急救人員	勞工健康保護規則-9條	事業單位應參照工作場所大小、分布、危險狀況與勞工人數，備置足夠急救藥品及器材，並置急救人員辦理急救事宜。
接線裸露、接地不良	職業安全衛生設施規則-290條	雇主對於從事電氣工作之勞工，應使其使用電工安全帽、絕緣防護具及其他必要之防護器具。

資料來源：本研究自行整理及[2]

第三節 水域型太陽光電防護措施

水域型太陽光電作業具有多種危害，為防止或降低危害，應有相當的防護措施，常見之防護措施包含[2]：

- 一、工程控制：係指可避免或降低危害事件發生可能性或後果嚴重度之裝置或設備，例如：
 - (一) 落水：安全網、安全母索等。
 - (二) 物體飛落：護欄/護圍/護網、防滑舌片、過捲揚預防裝置等。
 - (三) 被夾、被捲：護欄/護圍、制動裝置、雙手操作式安全裝置、光感式安全裝置、動力遮斷裝置、接觸預防裝置等。
 - (四) 感電：防止電擊裝置、漏電斷路器、接地設施等。

(五) 火災、爆炸：防爆電氣設備、火災偵測器、消防設施等。

- 二、管理控制：係指可降低危害事件發生可能性或後果嚴重度之管理措施，例如：教育訓練、各類合格證、健康檢查、緊急應變計畫或程序、工作許可、上鎖/掛簽、各種標準作業程序(SOP)或工作指導書(WI)(須標註其名稱或編號)、日常巡檢、定期檢查、承攬管理、採購管理、變更管理、人員全程監視等。
- 三、個人防護具：係指可避免人員與危害源接觸，或減輕人員接觸後之後果嚴重度的個人用防護器具，例如：絕緣手套、護目鏡、安全鞋、安全帶、安全帽等、救生衣、潛水裝備。

第四章 設計階段

第一節 設計考量

在設計水域型太陽光電設施時，水域型太陽光電設施製造商應針對作業風險進行評估與考量，否則可能會使安裝人員面臨風險或傷害並影響系統的安全性、可維護性。並應考量：

- 一、工作安全分析(JSA)：在太陽光電設施開始建置之前，為確保工作環境的安全衛生，應該預先完成一份工作安全分析(JSA)，確認危害均能被辨識並有適當的控制，於設計階段即對於設置、維運及拆除各階段所需之安全設施。
- 二、安全通道：設計應考量設置、維運及拆除各階段的作業需求，確保通往水域型太陽光電設施的安全通道，並應有足夠的作業空間，確認場域有可供作業人員安全行走之安全通道，太陽能板間有足夠的距離，提供作業人員行走，設計時盡量減少導管等突出物，防止絆倒危險。
- 三、安全母索：考量設置、維運及拆除各階段的作業需求，設計安全母索供勞工使用，防止墜落危害。
- 四、供水系統及排水系統：考量於清潔太陽能板所需水線，設置供水系統或自動清洗設備，對於低坡度系統必須設計排水機制，積水會增加通電的太陽光電設施的感電機率，設計時確保水能順利排出。
- 五、感電預防：太陽光電設施屬於戶外的開放電氣系統，常時存在感電的環境，設計應注意感電的防止，通常有二個潛在的感電來源：
 - (一) 產生直流電的太陽能組件電(只要暴露在光線下)。
 - (二) 提供交流電的設施。
- 六、消防安全：設計時可依據消防署訂定「提升太陽光電發電設備安全管理指導原則」，以提升搶救人員執行太陽光電發電設備救災勤務時之安全及降低感電風險，包含搶救路徑上安全確保；留設救災用通道；留設週邊救災空間；防感電標示；快速停機裝置。
- 七、急救和醫療服務：必須有明確的急救和醫療服務社置，如現場應設置訓練有素的急救人員，同時，應有容易取得的急救用品。

八、火災預防：要求每個作業人員均經過培訓並能妥善使用滅火器，滅火器必須在工作範圍內且易取得的位置，滅火器必須至少適合用於太陽光電之電氣火災(C類)。

第五章 建置階段

第一節 水域型太陽光電設施架設作業

架設太陽光電設施作業內容[5]包括吊掛支架夾具、支架夾具固定、進料鋁擠支架、吊掛鋁擠支架、固定鋁擠支架、進場太陽光電板、吊掛太陽光電板、組裝太陽光電板、配置鋁線槽、串接太陽光電板接地線、變流器基礎綁鋼筋、變流器基礎灌漿、變流器固定、固定太陽開關箱、接線太陽光電板、接地太陽光電板開關箱、交流電氣箱、直流電氣箱、接地太陽光電板、接地太陽光電板開關箱、交流電氣箱、直流電氣箱、施作避雷/接地設施。拆除時作業方式與裝設時相近，須規劃好拆除作業順序，及安全的吊掛、搬運方式，作好防災措施[2]。

水域型太陽光電作業，經危害分析，大多為溺水、感電、高溫、滑倒、人因等危害，必須有相關的作業安全規劃，方能將危害降低。

第二節 鄰水作業

溺水危害當水域型太陽光電設施於水域作業所存在的可能危害，故如何確保勞工於水域作業安全是重要的安全考量，溺水危害災害型態以邊緣落水為多，可參考相關鄰水作業規定辦理，以避免事故發生：

使勞工鄰近溝渠、水道、埤池、水庫、河川、湖潭、港灣、堤堰、海岸或其他水域場所作業，致勞工有落水之虞者，應依下列規定辦理：

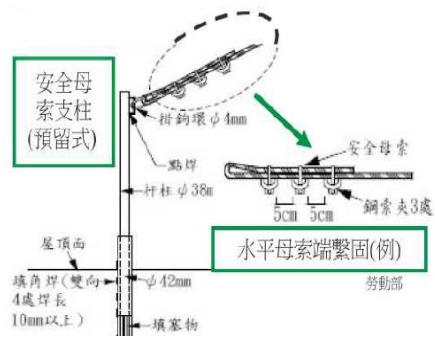
- 一、設置防止勞工落水之設施或使勞工著用救生衣。
- 二、於作業場所或其附近設置下列救生設備。但水深、水流及水域範圍等甚小，備置船筏有困難，且使勞工著用救生衣、提供易於攀握之救生索、救生圈或救生浮具等足以防止溺水者，不在此限：
 - (一) 依水域危險性及勞工人數，備置足敷使用之動力救生船、救生艇、輕艇或救生筏；每艘船筏應配備長度十五公尺，直徑九點五毫米之聚丙烯纖維繩索，且其上掛繫與最大可救援人數相同數量之救生圈、船鈎及救生衣。
 - (二) 有湍流、潮流之情況，應預先架設延伸過水面且位於作業場所上方之繩索，其上掛繫可支持拉住落水者之救生圈。

(三) 可通知相關人員參與救援行動之警報系統或電訊連絡設備。從事高處作業時，應指派專人督導。

(四) 應提供全身背負式安全帶使勞工佩掛，並確實掛置於堅固錨錠、可供鉤掛之堅固物件或安全母索等裝置。

針對各項溺水設施、設備、措施說明如表 15。

表 15 溺水防止設施、設備、措施表

防墜設施、設備	說明	圖例
安全通道	雇主對於勞工工作場所之通道、地板、階梯、坡道、工作台或其他勞工踩踏場所，應保持不致使勞工跌倒、滑倒、踩傷、滾落等之安全狀態，或採取必要之預防措施。	
安全母索	水平安全母索之設置高度應大於 3.8 公尺，相鄰二支柱間之最大間距得採下式計算之值，其計算值超過 10 公尺者，以 10 公尺計： $L=4(H-3)$ 其中 $H \geq 3.8$，且 $L \leq 10$ L：母索支柱之間距（單位：公尺）； H：垂直淨空高度（單位：公尺） 支柱與另一繫掛點間、相鄰二支柱間或母索支柱間之安全母索僅能繫掛一條安全帶。每條安全母索能繫掛安全帶之條數，應標示於母索錨錠端。	
錨錠裝置	錨錠裝置(點)主要提供工作者掛安全帶及安全母索繫固之位置依營造安全衛生設施標準第 23 條定，至少應能承受每人 2,300 公斤之拉力。錨錠裝置(點)主要提供工作者鉤掛安全帶及安全母索繫固之位置，既明定為拉力，因此應注意錨錠方式即受力方向(或角度)。	
全身背負	全身背負式安全帶應符合國家標準	

防墜設施、設備	說明	圖例
式安全帶	CNS 14253-1 的相關規定。	 背負式安全帶 雙掛鉤掛繩

圖片資料來源：[6]浪板屋頂作業墜落預防實務指引，高雄市政府勞動檢查處。

第三節 吊掛作業安全

水域型太陽光電設施組件需堆放與設置，此項作業容易有物料堆置、物料傾倒、吊掛安全等安全議題，其作業安全說明如下[2]：

一、材料搬運作業安全

- (一) 太陽光電電系統各部件在存放、搬、吊裝過程中必須防止物體飛落。
- (二) 太陽光電發電元件在安裝時表面應鋪有效遮光物防止感電危險。
- (三) 連接完成或部分完成的太陽光電設施，遇有電元件破裂的情況應及時設置限制人員接近的措施，並由專業人員處置。若作業離架空電力線很近，應於施工前與電力公司協商，於該電力線上加裝營建用防護套管。
- (四) 使用吊車搬運工程用的各種材料。

二、物料裝載運送作業安全

- (一) 出車前須事先檢查運輸車輛各部性能是否正常並記錄，確認車輛各項系統均無異常使得出車。
- (二) 嚴禁超載，應捆紮牢靠於車斗上，當積載高度超高車斗門板時，物料放置寬度應往車斗中間限縮，必要時應增設檔樁以防止在運送中掉落。
- (三) 運送中應依照「道路交通安全規則」等相關規定行車。

三、物料卸載作業安全

- (一) 運送過程中，司機應依照「道路交通安全規則」等相關規定行車。

- (二) 對於卸料地點的選擇應審慎為之，建議選擇寬敞、視野良好且不會對施工及交通等因素造成影響的物料暫置場進行卸料。此外，亦須考量搬運的動線及便利性，儘可能避免在工區內二次搬運。
- (三) 若車輛必須進入工區卸料，則須在工區出入口管制站換發臨時通行證，並詳實登記後始可進場。
- (四) 司機下車卸料時應確實佩戴安全帽及反光背心，並依照現場主管或工程師指示地點卸料。
- (五) 卸料地點若在工區通道範圍內，應事先備妥交維器材，藉以將物料區隔、警示。

四、放樣物料

- (一) 確認場地已整平並夯實。
- (二) 工區應整理整頓，留作業通路。
- (三) 人員應穿戴安全帽及反光背心。
- (四) 作業區嚴禁任何機具車輛靠近，必要時應指派監視人員。

五、吊掛作業

- (一) 起重機經有關單位檢查合格領有檢查合格證，機具操作人員、吊掛人員受訓合格領有結業證書，將一機四照證件影本提送至施工處查核後，使得進場作業。
- (二) 與主板工程師確認作業動線及工作內容。
- (三) 移動式起重機設過負荷預防裝置、過捲預防裝置或預防過捲之警報裝置。
- (四) 起重機外伸撐座應充分伸出，並墊以覆工鈑、枕木等防止沉陷。
- (五) 作業前檢查吊鏈、鋼索、夾具功能是否正常，並汰除不良品。
- (六) 任何一種情況之吊掛鋼索不得使用：
 - 1. 鋼索一撚間有百分之十以上素線截斷者。
 - 2. 直徑減少達公稱直徑百分之七以上者。
 - 3. 有顯著變形或腐蝕者。
 - 4. 已扭結者。
- (七) 對於起重機具之吊鉤或吊具，應有防止吊舉中所吊物體脫落之裝置及過捲預防裝置。
- (八) 吊運作業中嚴禁人員進入吊舉物下方及吊鏈、鋼索等內側面，吊運作業範圍內以交通錐等標示。

- (九) 必要時應敷設穩定索，以避免吊舉物搖晃。
- (十) 設置指揮人員協助操作手進行吊物作業。
- (十一) 確認機具週邊具有適當迴旋空間且無人員靠近才可移動機具。

第四節 支架安裝作業安全

太陽光電設施支架安裝作業安全說明如下[1]：

- 一、施工人員在施工時，應配帶合格的安全帽，應配帶合格之安全帶。
- 二、安裝太陽光電發電組件的支架應設置基礎座(棚架式)。
- 三、安裝太陽光電發電元件的支架應按設計要求製作。鋼結構支架的安裝和焊接應符合國家標準的要求。
- 四、支架應按設計位置要求準確安裝在主體結構上，並與主體結構可靠固定，以免支架被強風吹落。
- 五、穿著防滑安全鞋。
- 六、手工具須裝置護罩，作業人員戴防護手套。
- 七、施工前應事先檢查所需使用之手工具、電動工具、相關安裝器具，功能是否正常，如需使用臨時用電，需依勞動部所規定之「營建場所臨時配線」之規定。
- 八、安裝支架時，如安裝高度大於 2 米，應依規定使用勞動部規定之合格施工平台，且須考量搬運的動線及安裝便利性。
- 九、施工範圍如在開放空間，應事先備妥交維器材，避免非相關人等進入施工現場。
- 十、支架開孔及裁切、燒焊等加工，應在工廠內加工完畢，勿在現場進行鑽孔、裁切、燒焊，如需應現場調整支架孔位或長度，也應申請動火許可，並依相關規定做好安全防護措施及安全人員。
- 十一、支架安裝完成後，確認每顆螺絲鎖固磅數達到技師要求之標準，並確認施工完成面水平是否完整。
- 十二、支架安裝植筋(棚架式)時，確實清理鑽孔後的粉塵，並請第三方公證單位拉拔測試，其結果需符合結構技師之要求。
- 十三、支架邊角必要時須加裝保護套，防止人員刮傷。
- 十四、進行組立法蘭底座、底樑、底座、橫樑拉桿等架安裝作業時，應正確使用手工具

鎖固作業。

第五節 模組安裝作業安全

太陽光電設施模組安裝作業安全說明如下[1]：

- 一、作業人員依規定正確穿戴安全帽及反光背心。
- 二、穿著防滑安全鞋。
- 三、支架邊角必要時須加裝保護套，防止人員刮傷。
- 四、進行太陽能板安裝作業時，應正確使用手工具鎖固作業。

第六節 配線安裝(感電)作業安全

每個太陽光電發電組件的直流輸出電壓為 35V 左右，若是串連一定數量的太陽能電池組件，則輸出電壓變動範圍可達 250V~450V。為了防止作業人員感電，太陽光電發電元件工程配線安裝時應遵守以下安全措施[2]：

- 一、施工現場的各種電氣設備、機械、金屬支架及平臺，必須有接地。
- 二、使用電動手工具應符合中華民國國家標準的要求。
- 三、在潮濕或金屬容器內工作時必須使用安全電壓，非電工禁止從事電氣作業。
- 四、作業時在太陽能電池組件表面上鋪上遮光板，遮住太陽光。
- 五、應穿絕緣鞋，戴低壓絕緣手套，使用絕緣手工具。
- 六、不要在雨天、下雪、大風氣候下進行室外作業(惡劣氣候下不但有感電之虞，還會因為濕滑導致墜落事故)。
- 七、電氣工程施工場所應設置明顯、易懂的電氣警告標識。
- 八、安裝於水域的太陽光電設施的場所必須要有人員出人管理，並加圍欄。
- 九、太陽光電發電電氣裝置太陽光電設施電氣裝置安裝應符合「用戶用電設備裝置規則」第六章第六節「太陽光電設施」第 396 條之 20 至 63 的相關要求。

第七節 人因危害作業

運送、安裝太陽能板或其他物料的搬運、處置，如果處理不當(施力不當、太重...等)，有可能造成肌肉骨骼傷害，為防止此類人因危害，可遵循以下的安全措施[7]：

- 一、強化作業人員對人因危害的認知與訓練，使用正確的施力方式，如果負載太大、太

重，它可以導致拉傷或扭傷或滑倒、絆倒和跌倒受傷。

二、防止搬運過重的物品，可利用工具或是協同搬運，不應該單人搬運超過 22.5 公斤的物品。

三、重複性工作應有適當的休息時間，防止累積性肌肉骨骼傷害。

四、搬運重物時，預先構想如何搬運、施力方式、運送路徑等。

五、以多次搬運，降低每次搬運的重量。

第八節 高氣溫作業

太陽光電施作場所為太陽可照射區域，故人員在作業時常受太陽照射，處於高氣溫環境，而人體在體溫 36°C 至 38°C(96.8°F 至 100.4°F)時才能發揮最佳功能，當在炎熱的環境中從事繁重的工作時環境，身體熱量上升，容易產生高氣溫危害，為防止此類高氣溫危害，可遵循以下的安全措施[7]：

一、穿輕便、寬鬆、容易使汗液蒸發的衣服。

二、不應穿短褲，因為它們會增加工人皮膚受損的風險並增加來自太陽的熱負荷。

三、不穿襯衫工作會讓你中暑的風險更大。

四、穿淺色衣服，因為它從太陽吸收的熱量較少。

五、即使不口渴每 20 分鐘喝一杯涼水 600c.c.(8 盎司)。

六、避免酒精和含咖啡因的飲料會讓你經常小便(例如，咖啡，茶或可樂)。

七、避免吃熱的或重口味的食物，這些食物通過重新引導血液來提高體溫到你的消化系統，使得體溫上升。

八、身體狀況如果不佳，會使得高氣溫危害更加嚴重，作業主管應注意作業人員的身體狀況(如年齡、生病、熬夜等等)。

九、若有高氣溫作業之疑慮，考參照我國職業安全衛生設施規則第 324 之 6 條，進行高氣溫戶外作業危害預防。

(一) 降低作業場所之溫度。

(一) 提供陰涼之休息場所。

(二) 提供適當之飲料或食鹽水。

(三) 調整作業時間。

(四) 增加作業場所巡視之頻率。

- (五) 實施健康管理及適當安排工作。
- (六) 採取勞工熱適應相關措施。
- (七) 留意勞工作業前及作業中之健康狀況。
- (八) 實施勞工熱疾病預防相關教育宣導。
- (九) 建立緊急醫療、通報及應變處理機制。

第九節 環境整理作業

雜亂、不佳的作業環境，將增加作業人員滑倒、絆倒、跌倒的風險，適當的環境管理和規劃將允許作業人員和材料在工作場域內自由移動並免於掉落和絆倒危害。安全作業理應包含評估工作環境，可考量以下的條件[7]：

- 一、天氣若影響工作安全，應立即停止工作(如下大雨、閃電)。
- 二、行走及工作通道應暢通。
- 三、閃電出現的情況下，應立即停止工作。
- 四、工作環境如果產生變動，應予以注意。
- 五、應注意現場是否有其他活動在進行，如吊掛作業等。
- 六、現場廢棄物不可影響到工作安全，應常時清理現場廢棄物。
- 七、廢棄物或物品應注意不會滾落、飛落至下方造成傷害。
- 八、廢棄物或物品應距離屋簷或開口適當距離，避免滾落、飛落至下方造成傷害。

第六章 運維階段

第一節 維護計畫

良好的維護規劃可延長系統整體運轉壽命，例如針對污漬、破片、熱斑、遮蔭、鼠咬導線、太陽能板焊線黃化等進行維護規劃，其中鼠咬導線會造成發電失效與漏電停機；熱斑效應可導致局部燒毀形成暗斑、焊點熔化、封裝材料老化等永久性損壞，是影響太陽光電元件輸出功率和使用壽命的重要因素，也可能導致安全問題[8]。透過清查須維護項目、評估環境影響等，再據以擬定適當的維護計畫[9]。

太陽光電場所維護種類包括以下四種[10]：

- 一、行政維護：確認發電效率管控及建立維護相關文件與結果，編列預防性維護預算，安排矯正維護且不與正常運作衝突、承攬商與供應商管理、回饋新系統狀況資訊給設計廠商、製備維護計畫成效與系統發電成效、記錄保存等。
- 二、預防性維護：依設備種類、環境狀況(鹽害、潮濕、沙塵與動、植物影響)，擬定適當維護計畫的時段、頻次與保固期程。
- 三、矯正型維護：針對損壞或故障組件進行維護，或變流器、通訊設備重設等。非緊急的矯正維護可與預防性維護排在同一時段。
- 四、狀況型維護：依據監測資料判斷進行預防性維護如清洗太陽能板表面，在早期偵測即將故障的組件，事先進行維護，可以減少預防性維護頻次，及降低故障矯正維護的經費與衝擊。

在運維階段，主要在維持太陽光電設施的效能，以電氣維護、面板維護更換及清洗作業為主，針對這些運維項目安全，說明如下。

第二節 鄰水作業

水域型太陽光電場所維運，仍避免不了鄰水作業，產生溺水的風險，也可能有跌倒、物體飛落等風險，此部分的作業安全，可參考建置階段有關鄰水作業、安裝作業安全、環境管理等章節。

第三節 電氣維護安全

太陽光電場所電氣維護內容包括太陽光電模組、變流器、DC 箱、AC 箱、連接器、配線、絕緣、接地、開關、電線接頭、感應器、紀錄器等，需進行檢查電壓、電流、過熱、短路、接地失誤、支架位移、腐蝕、滲水、裂紋、缺陷、老鼠昆蟲侵入狀況等[11]。相關程序包括 DC 電壓/電流測試程序、保險絲測試程序、絕緣電阻測試程序、接地系統整體測試程序等，需要防墜措施外，亦須做好預防感電的安全措施，包括開關電源的程序、個人防護等。電氣維護注意事項如下：

- 一、避免吊掛機械手臂、搬運施工架、支架及 PV 設備時接近高壓電線。
- 二、主要作業承攬者與高壓電設備擁有者研商切斷電源的可行性，避免接觸引發感電災害。
- 三、依職業安全衛生設施規則規定，雇主使勞工於低壓電路從事檢查、修理等活線作業時，應使該作業勞工戴用絕緣用防護具，或使用活線作業用器具或其他類似之器具。
- 四、依職業安全衛生設施規則規定，雇主使勞工於接近低壓電路或其支持物從事敷設、檢查、修理、油漆等作業時，應於該電路裝置絕緣用防護裝備。但勞工戴用絕緣用防護具從事作業而無感電之虞者，不在此限。
- 五、依職業安全衛生設施規則規定，雇主使勞工於接近高壓電路或高壓電路支持物從事敷設、檢查、修理、油漆等作業時，為防止勞工接觸高壓電路引起感電之危險，在距離頭上、身側及腳下六十公分以內之高壓電路者，應在該電路設置絕緣用防護裝備。
- 六、依職業安全衛生設施規則規定，勞工於作業中或通行時，有因接觸或接近電氣機具之帶電部分致發生感電之虞者，應設防止感電之護圍或絕緣被覆。雇主於勞工從事裝設、拆除或接近電路等之絕緣用防護裝備時，應使勞工戴用絕緣用防護具、或使用活線用器具、或其他類似器具。

第四節 清洗作業安全

太陽光電設施因灰塵、落葉及鳥糞將導致發電效率降低或是熱斑產生，另也可能水生物附著於系統需要清洗，清洗後可增加，發電效率及系統安全性。清洗人員可能面臨之危害也包括墜落、感電、溺水與人因危害，還有可能接觸到生物危害包括鼠蛇排泄物、垃

圾、昆蟲等，口罩須配戴 P3 或 FFP3 等級之口罩[12]。清洗作業注意事項[11]：

- 一、優先採用遙感控制清洗機，以避免人員墜落風險。
- 二、應有清洗計畫，預先規劃人員清洗路徑。
- 三、人員應有防墜落訓練、防墜落個人防護具。
- 四、避免單人作業，若只能單人作業，應有機制能相互照應。
- 五、清洗廢水應能順利排放避免積水，積水處應小心感電疑慮。
- 六、清洗人員人因危害、高氣溫危害應予以注意。
- 七、依照太陽光電製造商建議之方式清洗，如不含礦物質的水及溫和清潔劑。
- 八、類似清潔大樓玻璃的方式進行清潔工作，但不可用高壓水槍、刷子、可能導致磨損的清潔液或任何溶劑。
- 九、鳥排泄物：建議減少鳥排泄物的方式包括減少模組間距避免鳥築巢、設置模組至水面的隔離網避免鳥築巢、利用塑膠老鷹阻絕鳥滯留及於築巢期移除鳥巢。
- 十、清洗支架附著之水生物，小心感電、溺水，應著救生衣。
- 十一、清洗支架附著之水生物，若需下水，應避免單人作業，應注意水流速度、障礙物等可能的危害，應著救生衣。

第五節 太陽光電模組更換作業安全

太陽光電模組若已經毀損判定應更換，則進行更換作業，其更換作業安全注意事項為[1]：

- 一、更換模組之直流回路的電壓建議降低至安全電壓。
- 二、嚴禁在惡劣的天氣條件下安裝。
- 三、嚴禁將同一片光電模組連接線的正、負極快速插頭對接。
- 四、要確認該串列無電流才能用 MC4 專用扳手拆解。
- 五、嚴禁碰觸光電模組的金屬帶電部位。
- 六、嚴禁踩踏光電模組，以免造成模組損壞或人體傷害；嚴禁擠壓或用尖銳物體敲打、碰撞、刮劃光電模組表面。
- 七、現場未接線的光電模組，其 MC4 接頭須用堵頭塞好，以防止水氣入侵。
- 八、禁止在模組上進行現場加工，如：鑽孔、更換接頭及線材，將影響原廠保固。

第六節 火災緊急應變

發生火災時，相關人員應迅速自屋頂的上下設備到地面安全處通報及等候救災人員，說明現場發生狀況與注意事項。太陽光電模組在火災時除了影響到人生安全問題，也可能因為漏電原因造成觸電等傷害，在防火救災時，應特別注意太陽光電模組的漏電問題。當建築物發生火災時，應先與當地居民確定此建築物之太陽光電設施裝設位置，因太陽光電模組在發生火災時，不可用一般方式進行救災，有可能會產生觸電之危險性。而在消防人員裝備選擇上，應使用絕緣性高的防護措施，以確保不受到太陽光電板漏電等危險。消防人員基本的裝備如防火帽、防火衣等，在面對太陽光電模組火災時，應配備絕緣的防護具，以確保在救災時消防人員的安全。

在救災上，應先切斷太陽光電相關的電器設備，然而即使切斷太陽光電相關的電器設備，於未被破壞的太陽光電模組本身也會因為火災的光源產生電力，因此須特別注意感電風險。若太陽光電模組著火燃燒時，應避免利用水柱噴灑，而是採用水霧噴灑，以確保消防人員之安全與減少觸電危機。在火災現場如有外掛型的太陽光電模組，則是要避免在太陽光電模組下方活動，以確保太陽光電模組掉落時不會造成人員傷亡。而在火災過後，應將受到損壞的太陽光電相關電器設備撤離，以確保後續人員活動的安全。

在火災初期時，必須先破壞或清除在出入口處的太陽光電板電纜(建議由業者派遣專業人員進行，不建議由消防人員執行)，藉此確保出入口的逃生與安全，同時亦要切斷太陽光電模組相關的電器設備，並注意水柱噴灑到太陽光電模組時會造成漏電危機。而在滅火過後，也必須將太陽光電模組撤離並且切斷迴路，以防止火災再度發生。此外，亦有研究指出太陽光電模組發生火災時，可使用防火布蓋住太陽光電模組，藉由遮蔽光線的方式避免太陽光電模組持續發電，以確保消防人員安全。此外，在有裝設太陽光電相關設備之建築物通道或設置路線，可用加註警示標誌告知。

為利太陽光電設備發生火災時，能兼顧消防人員安全，與有效、快速的進行救災，從災害搶救觀點及嘗試研析從源頭管理角度，提出從預防安全管理相關事項，如留設緊急救援通道、不能防礙防火避難設施、留設消防活動空間及應有感電危險標示等課題，供中央建築管理或再生能源發電設備主管機關納入相關規範，並期能凝聚共識，結合消防機關持續進行此類設備之火災搶救訓練，以完備整體安全機制，消防署訂定「提升太陽光電發電設備安全管理指導原則」(110/06/15 頒布)，該原則依經濟部能源局等相關機

關所訂電業及太陽光電相關法規規定，達成提升搶救人員執行太陽光電發電設備救災勤務時之安全及降低感電風險，並提供相關機關納入預防管理層面之考量，可由下列網址獲得相關資訊。

[<https://law.nfa.gov.tw/GNFA/FLAW/FLAWDAT01.aspx?lsid=FL096750>]

我國消防署業於一百零八年函頒「消防機關搶救太陽光電發電設備火災指導原則」，避免消防人員於救災過程(如入室搶救、破壞作業、射水滅火等)發生感電，作為搶救太陽光電發電設備火災之參考。

[<https://law.nfa.gov.tw/mobile/law.aspx?LSID=FL089318>]太陽光電防火安全方面，我國消防署業已訂定「提升太陽光電發電設備安全管理指導原則」(110/06/15 頒布)，該原則依經濟部能源局等相關機關所訂電業及太陽光電相關法規規定，達成提升搶救人員執行太陽光電發電設備救災勤務時之安全及降低感電風險，並提供相關機關納入預防管理層面之考量。因此，在火災緊急應變上也可參考此一指導原則，可由下列網址獲得相關資訊。

[<https://law.nfa.gov.tw/GNFA/FLAW/FLAWDAT01.aspx?lsid=FL096750>]

第七章 拆除階段

第一節 拆除計畫

當太陽光電設施運作多年後，隨著系統效能的下降，最終將面臨拆除廢棄的階段，然系統的拆除流程、內容、危害與建置階段相似，故拆除階段之注意事項如下：

- 一、拆除階段可沿用建置階段之作業安全，如鄰水作業、模組拆除作業安全、支架拆除作業安全、吊掛作業安全、人因危害作業、高氣溫作業、環境整理作業等，均可沿用建置階段之作業安全。
- 二、在進行拆除程序前，應建立拆除計畫，預先構想拆除程序、拆除路線、物料堆置、物料搬運等程序，以確保拆除程序之順暢。
- 三、拆除作業前應先完成斷電程序，斷除對外送電、斷除太陽光電設施產電之線路，確保線路均無電流後，方可進行拆除作業。
- 四、拆除作業之風險與建置階段之風險相當，均應作好各項準備工作。

第八章 水域型太陽光電作業安全查核表

本研究運用太陽光電設施維護作業危害評估及針對生命週期設計、建置、維運及拆除各階段重點項目，完成建置/拆除及維運/清洗作業安全查核表(如附件一、附件二)，使用者可利用此二份查核表，分別針對建置/拆除及維運/清洗作業前、作業中及作業後進行查核，落實作業安全管理。

第九章 結語

本指引提出水域型太陽光電設施設置、維運(清洗)、拆除階段時的必要安全措施建議與安全管理注意事項，並分別提供設置/拆除、維運/清洗階段之查核表二份，可提供太陽光電設備設計者、擁有者、承攬商、作業人員，於作業時參考，落實作業安全。本指引分別針對設計階段、建置階段、維運階段及拆除階段進行作業安全建議，方便使用者於各階段作業之參考。

參考文獻

- [1] 屋頂型太陽光電設施施工安全評估手冊，財團法人安全衛生技術中心，2021。
- [2] 太陽光電設施職場危害預防研究，勞動部勞動及職業安全衛生研究所，ILOSH106-S316，2019。
- [3] 承攬管理技術指引，勞動部職業安全衛生署，2015。
- [4] 太陽光電設施之作業安全研究，行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所，IOSH101-S303，2013。
- [5] Haney Josh, Burstein A, PV system operations and maintenance fundamentals, Solar America Board for Codes and Standards, www.solarabc.org/O&M, 2013.
- [6] https://klsio.kcg.gov.tw/News_Content.aspx?n=68181FE0B838D4EB&sms=B450DAA3102F18C5&s=3BFEDFB69256A15F，2022，浪板屋頂作業墜落預防實務指引，高雄市政府勞動檢查處。
- [7] Safe Practices for Working On or Around Photovoltaic Systems，Infrastructure Health & Safety Association，2018。
- [8] 段柔勇，建立大型太陽光電池廠維運健檢規範教材，2017。
- [9] National Renewable Energy Laboratory(US). Best Practices in Photovoltaic System Operation and Maintenance, 2nd Edition. Technical Report NREL/TP-7A40-67553. NREL; 2016.
- [10] Hatti M. Operation and Maintenance Methods in Solar Power Plants. In: Sanz-Bobi MA, editor. Use, Operation and Maintenance of Renewable Energy Systems. Green Energy and Technology. Switzerland : Springer, Cham; 2014.
- [11] National Renewable Energy Laboratory(US). Best Practices in Photovoltaic System Operation and Maintenance, 2nd Edition. Technical Report NREL/TP-7A40-67553. NREL; 2016.

附件一 水域型太陽光電發電場所建置/拆除作業安全查核表

水域型太陽光電發電場所建置/拆除作業安全查核表

單位／場所：_____ 填寫人：_____

日 期：_____ 審查者：_____

查核項目		查核方法	法規依據/安全要求	檢查結果			改善措施
				不適用	合格	不合格	
作業前							
作業人員	(一) 職安人員	檢查結業證書	應依規定設置職業安全衛生人員。				
	(二) 起重機操作手、吊掛手	檢查一機三證結業證書	1. 經中央主管機關指定具有危險性機械或設備之操作人員，雇主應僱用經中央主管機關認可之訓練或經技能檢定之合格人員充任之。(職安法-24) 2. 除操作人員訓練合格外，雇主應於事前使其接受具有危險性之機械操作人員、特殊作業之安全衛生教育訓練。(教育訓練-12、14)				
	(三) 健康管理	訪談管理現況	應注意勞工身體狀況，是否有生病、不適等身體不佳的情況。(*)				
	(四) 電氣作業人員	訪談合格現況	電氣技術人員合格證。(經濟部用電場所及專任電氣技術人員管理規則-6)				
	(五) 設備/裝置/操作危害預防訓練	檢查訓練紀錄	雇主對新僱勞工或在職勞工於變更工作前，應使其接受適於各該工作必要之一般安全衛生教育訓練。(教育訓練-17)				
	(六) 鄰水作業危害預防訓練	檢查訓練紀錄	雇主對新僱勞工或在職勞工於變更工作前，應使其接受適於各該工作必要之一般安全衛生教育訓練。(教育訓練-16)				

	(七)個人防護具訓練	訪談現況	1. 選擇正確個人防護具。 2. 個人防護具正確穿戴方法及保養維護。(*)				
設備	(一)移動式起重機	檢查合格證	雇主對於經中央主管機關指定具有危險性之機械或設備，非經勞動檢查機構或中央主管機關指定之代行檢查機構檢查合格，不得使用；其使用超過規定期間者，非經再檢查合格，不得繼續使用。(職安法-16)				
	(二)移動式起重機具過負荷預防裝置	目視	雇主應注意不得超過該起重機設計時之負荷條件，並應防止起重機構造部分之鋼材、接合處或銲接處等，有發生變形、折損或破斷等情形。(移動式起重機安全檢查構造標準-31~38)				
	(三)移動式起重機具過捲預防	動作測試	雇主對於移動式起重機之過捲預防裝置及過捲警報裝置，其吊鉤、抓斗等吊具或該吊具之捲揚用槽輪之上方與伸臂前端槽輪及其他有碰撞之虞之物體(傾斜之伸臂除外)之下方間，應調整其間距，使其符合法定值。(移動式起重機安全檢查構造標準-29、30)				
	(四)堆高機	目視動作測試	雇主對於堆高機之操作，不得超過該機械所能承受之最大荷重，且其載運之貨物應保持穩固狀態，防止翻倒。(設-127)				
	(五)固定材料與固定金屬配件	目視觸感檢查	1. 固定材料與固定金屬配件應無損傷及腐蝕狀況。(*) 2. 準備工具袋。(*)				
	(六)鋼索或吊索(吊帶)	目視	雇主應確認吊索等，無變形、損傷及扭結情形。(移動式起重機安全檢查構造標準-45)				
	(七)動力救生船	目視、動作測試	鄰水作業應設置動力救生船，緊急情況下擔任救援工作。(*)				
	(八)上	目	雇主對於高度二公尺以上之工作				

	下設備	視、觸感檢查	場所，勞工作業有墜落之虞者，應訂定墜落災害防止計畫，優先施作永久構造物之上下設備或防墜設施。(營-17)				
	(九)防墜設施	目視觸感檢查	1. 雇主對於高度二公尺以上之屋頂、鋼樑、開口部分、階梯、樓梯、坡道、工作台、擋土牆、擋土支撐、施工構台、橋樑墩柱及橋樑上部結構、橋台等場所作業，勞工有遭受墜落危險之虞者，應於該處設置護欄、護蓋或安全網等防護設備。雇主設置前項設備有困難，或因作業之需要臨時將護欄、護蓋或安全網等防護設備拆除者，應採取使勞工使用安全帶等防止墜落致勞工遭受危險之措施。(營-19) 2. 安全帶或安全母索繫固之錨錠應具有足夠強度。(營-23)				
	(十)安全通道	目視	於易踏穿材料構築之屋頂(斜面)作業時，應先規劃安全通道，於屋架上設置適當強度，且寬度在三十公分以上之踏板，並於下方適當範圍裝設堅固格柵或安全網等防墜設施。(營-18)				
	(十一)物料搬運	目視	雇主使勞工以捲揚機等吊運物料時捲揚吊索通路有與人員碰觸之虞之場所，應加防護或有其他安全設施。(設-155-1)				
	(十二)作業平台	目視、觸感檢查	雇主對於在高度二公尺以上之處所進行作業，勞工有墜落之虞者，應以架設施工架或其他方法設置工作台。(營-225)				
	(十三)上下高處移動梯、合梯	目視觸感檢查	1. 雇主對於使用之移動梯，應採取防止滑溜等必要措施。(營造-229) 2. 具堅固構造之合梯，梯腳與地面之角度應在七十五度以內，且兩梯腳間有金屬等硬質繫材扣牢，腳部有防滑絕緣腳座套，有安全之防滑梯面。(設-230)				
	(十四)電動機	測量	雇主使勞工於低壓電路從事檢查、修理等活線作業時，應使該作				

具之絕緣電阻		業勞工戴用絕緣用防護具，或使用活線作業用器具或其他類似之器具。(設-256)				
(十五) 電動機具之分路	目視	依規定設置適合其規格，具有高敏感度、高速型防止感電用漏電斷路器及機具外殼接地，但採雙重絕緣機具除外。(設-243、244)				
(十六) 交流電弧電焊機	目視 量測 電壓	雇主對勞工於良導體機器設備內之狹小空間，或於鋼架等致有觸及高導電性接地物之虞之場所，作業時所使用之交流電焊機，應有自動電擊防止裝置。(設-250)				
(十七) 活線作業絕緣工具	目視	雇主使勞工於低壓電路從事檢查、修理等活線作業時，應使該作業勞工戴用絕緣用防護具，或使用活線作業用器具或其他類似之器具。(設-256)				
(十八) 機械設備	目視 動作 測試	雇主對於機械之原動機、轉軸、齒輪、帶輪、飛輪、傳動輪、傳動帶等有危害勞工之虞之部分，應有護罩、護圍、套洞、跨橋等設備。(設-43)				
(十九) 電氣開關	目視	為調整電動機械而停電，其開關切斷後，須立即上鎖或掛牌標示並簽章。復電時，應由原掛簽人取下鎖或掛牌後，始可復電，以確保安全。(設-276)				
(二十) 分電盤	目視	1. 為調整電動機械而停電，其開關切斷後，須立即上鎖或掛牌標示並簽章。復電時，應由原掛簽人取下鎖或掛牌後，始可復電，以確保安全。(設-276) 2. 分電盤應常保關閉，並設立警示標語。(*)				
(二十一) 太陽光電防雷裝置	目視	太陽光電設施防雷措施的適宜性。(*)				
(二十二) 個人防護具	目視/ 訪談 現況	視工程危害特性，準備救生衣、救生圈及動力救生船等設施以備救援，並訓練勞工使用各種逃生、救援器材。(*)				

作業方式	(一) 職業安全衛生管理計畫	訪談現況	雇主使勞工於營造工程工作場所作業前，應指派所僱之職業安全衛生人員或專任工程人員等專業人員，實施危害調查、評估，並採適當防護設施，以防止職業災害之發生。(設-6)				
	(二) 吊掛作業	訪談現況	雇主應採取防止人員進入吊舉物下方及吊舉物通過人員上方之設備或措施。(移動式起重機安全檢查構造標準-39)				
	(三) 天候因素	目視、訪談	1. 雇主對於高度在二公尺以上之作業場所，有遇強風、大雨等惡劣氣候致勞工有墜落危險時，應使勞工停止作業。(設-226) 2. 對於高度在二公尺以上之作業場所應禁止於夜間作業。或需申請夜間施工許可。(*)				
	(四) 車輛行進路線	檢視行車動線	人員出入口與車輛機械出入口應分隔設置；維持車輛機械進出有充分視線淨空。(營-11)				
作業環境	(一) 安全標示	目視	1. 禁止標示：嚴格管制有發生危險之虞之行為，包括禁止煙火、禁止攀越、禁止通行等。 2. 警告標示：高壓電、墜落、感電、高熱等危險警告。(標-3)				
	(三) 太陽光電場所出入管制或標示	目視	出入口上鎖或張貼警告標示管制出入。(*)				
緊急應變	(一) 緊急斷電復電程序	相關文件	具備緊急斷電程序文件。(*)				
	(二) 滅火器	目視	須具備 CO2 或乾粉滅火器等必要之滅火器。(*)				
	(三) 急救箱	目視	應具備急救箱，並告知放置位置。(*)				
	(四) 急救措施	訪談現況	雇主對於工作場所之急救設施，除依一般工作場所之急救設施規定外，並應依下列規定辦理： 1. 於有毒樹木、危險蟲類等出現				

			場所作業之勞工，應教以有關預防急救方法及疾病症候等。 2. 於毒蛇經常出入之地區，應備置血清及其他防治急救藥品。 3. 應防止昆蟲、老鼠等孳生並予以撲滅。 4. 其他必要之急救設備或措施。 (營造安全衛生設施標準-173) 5. 事業單位應參照工作場所大小、分布、危險狀況與勞工人數，備置足夠急救藥品及器材，並置急救人員辦理急救事宜。(健-15)				
	(五) 救援程序	相關文件	視工程危害特性，準備救生衣、救生圈及動力救生船等設施以備救援，並訓練勞工使用各種逃生、救援器材。				
作業中							
設備	(一) 安全標示	目視	模組應標示端子或引線之極性、保護模組之最大過電流保護裝置額定等。於太陽光電隔離設備處應永久標示下列直流太陽光電電源項目： 1. 額定最大功率點電流。 2. 額定最大功率點電壓。 3. 最大系統電壓。 4. 短路電流。 5. 若有裝設充電控制器，其額定最大輸出電流。(電-396-49、396-51)				
作業方式	(一) 避免單人作業	訪談現況	太陽光電設施作業時須有兩人在現場，避免單獨作業。(*)				
	(二) 物料	目視	雇主對於堆置物料，為防止倒塌、崩塌或掉落，應採取繩索捆綁、護網、擋樁。(設-153)				
	(三) 安裝太陽光電模組	訪談現況	1. 不可以潮濕的手進行活線作業。 2. 穿戴必要之絕緣手套。(*)				

	(四)太陽光電模組固定	訪談現況	太陽光電模組有固定鎖緊在支架上。(*)				
	(五)太陽光電設備、連接器、接線	目視	太陽光電設施的設備、連接器、接線，應使用適當與適合的支撐框架。(*)				
	(六)配線	目視	配線不可裸露。(*)				
	(七)工作台、通道、階梯	目視	雇主對於勞工工作場所之通道、地板、階梯，應保持不致使勞工跌倒、滑倒、踩傷等之安全狀態，或採取必要之預防措施。(設-21)				
作業環境	(一)落水/溺水	目視	作業環境應保持動線暢通，避免造成人員受撞擊或絆倒，造成落水/溺水。(*)				
	(二)高氣溫作業	目視、訪談現狀	雇主對需要在高氣溫作業下工作的勞工，參考高氣溫戶外作業勞工熱危害預防指引，預防危害。(*)				
	(三)人因性危害	目視、訪談現狀	雇主使勞工從事重複性之作業，為避免勞工因姿勢不良、過度施力及作業頻率過高等原因，促發肌肉骨骼疾病，應採取危害預防措施。(設324-1)				
作業後							
設備	(一)個人防護具	目視	作業完畢後，需將使用後之個人防護具歸還至固定位置。(*)				
作業方式	(一)電箱工具	目視	確認電箱中是否有留餘所使用之工具、器具。(*)				
	(二)完成作業確認	訪談現況、檢點清單	1. 完成工作時，應交代清楚必要事項，並且實施作業後檢點。(*) 2. 作業完成須實施作業人員清點、確認作業人員已經安全到達地面。(*) 3. 清點攜入作業工具、設備。(*) 4. 確認作業之進行狀況，並協商下次作業。(*)				

註：()內的簡稱所代表的法規名稱如下，阿拉伯數字是法規條文編號

職安法-職業安全衛生法

營-營造安全衛生設施標準

教育訓練-職業安全衛生教育訓練規則

管理辦法-職業安全衛生管理辦法

設-職業安全衛生設施規則

起-起重升降機具安全規則

標-職業安全衛生標示設置準則

健-勞工健康保護規則

電-用戶用電設備裝置規則

*-建議安全事項：

防護具相關國家標準：

個人防護具	中華民國國家標準
電工安全帽	CNS 1336
安全眼鏡	CNS 7174、CNS 7175、CNS7177、CNS 15809
電氣作業用絕緣手套	CNS 12546 z 2076
防護手套	CNS 14511、CNS7178
絕緣鞋	CNS 16054-1
全身背負式安全帶	CNS 14253-1
安全母索	CNS 7535 Z3020

附件二 水域型太陽光電發電場所維運/清洗作業安全查核表

水域型太陽光電發電場所維運/清洗作業安全查核表

單位／場所：_____ 填寫人：_____

日 期：_____ 審查者：_____

查核項目		查核方法	法規依據/安全要求	檢查結果			改善措施
				不適用	合格	不合格	
作業前							
作業人員	(一) 職安人員	檢查結業證書	應依規定設置職業安全衛生人員。				
	(二) 起重機操作手、吊掛手	檢查一機三證結業證書	1. 經中央主管機關指定具有危險性機械或設備之操作人員，雇主應僱用經中央主管機關認可之訓練或經技能檢定之合格人員充任之。(職安法-24) 2. 除操作人員訓練合格外，雇主應於事前使其接受具有危險性之機械操作人員、特殊作業之安全衛生教育訓練。(教育訓練-12、14)				
	(三) 健康管理	訪談管理現況	應注意勞工身體狀況，是否有生病、不適等身體不佳的情況。(*)				
	(四) 電氣作業人員	訪談合格現況	電氣技術人員合格證。(經濟部用電場所及專任電氣技術人員管理規則-6)				
	(五) 設備/裝置/操作危害預防訓練	檢查訓練紀錄	雇主對新僱勞工或在職勞工於變更工作前，應使其接受適於各該工作必要之一般安全衛生教育訓練。(教育訓練-17)				
	(六) 鄰水作業危害預防訓練	檢查訓練紀錄	雇主對新僱勞工或在職勞工於變更工作前，應使其接受適於各該工作必要之一般安全衛生教育訓練。(教育訓練-16)				
	(七) 個人防護	訪談現況	1. 選擇正確個人防護具。 2. 個人防護具正確穿戴方法及保				

	具訓練		養維護。(*)				
	(八)預先熟知太陽光電產品特性	訪談現況、動作測試	在操作系統之前，須熟知PV產品和相關設備的說明。				
設備	(一)動力救生船	目視、動作測試	鄰水作業應設置動力救生船，緊急情況下擔任救援工作。(*)				
	(二)安全通道	目視	維持通道暢通，防止人員被撞擊或絆倒。(*)				
	(三)上下平台移動梯、合梯	目視	1. 雇主對於使用之移動梯，應採取防止滑溜等必要措施。(營造-229) 2. 具堅固構造之合梯，梯腳與地面之角度應在七十五度以內，且兩梯腳間有金屬等硬質繫材扣牢，腳部有防滑絕緣腳座套，有安全之防滑梯面。(設-230)				
	(四)活線作業絕緣工具	目視	雇主使勞工於低壓電路從事檢查、修理等活線作業時，應使該作業勞工戴用絕緣用防護具，或使用活線作業用器具或其他類似之器具。(設-256)				
	(五)電氣開關	目視	為調整電動機械而停電，其開關切斷後，須立即上鎖或掛牌標示並簽章。復電時，應由原掛簽人取下鎖或掛牌後，始可復電，以確保安全。(設-276)				
	(六)分電盤	目視	1. 為調整電動機械而停電，其開關切斷後，須立即上鎖或掛牌標示並簽章。復電時，應由原掛簽人取下鎖或掛牌後，始可復電，以確保安全。(設-276) 2. 分電盤應常保關閉，並設立警示標語。(*)				
	(七)太陽光電防雷裝置	目視	太陽光電設施防雷措施的適宜性。(*)				
	(八)個	目視/	視工程危害特性，準備救生衣、救				

	人 防 護 具	訪談 現況	生圈及動力救生船等設施以備救 援，並訓練勞工使用各種逃生、救 援器材。(*)				
	(九) 模 組標示	目視	模組應標示端子或引線之極性、 保護模組之最大過電流保護裝置 額定等。於太陽光電隔離設備處 應永久標示下列直流太陽光電電 源項目： 1. 額定最大功率點電流。 2. 額定最大功率點電壓。 3. 最大系統電壓。 4. 短路電流。 5. 若有裝設充電控制器，其額定 最大輸出電流。(屋-396-49、396- 51)				
	(十) 生 物 危 害 預防	目 視、 訪談	1. 作業人員著適當工作服、防護 手套、長統鞋等必要之防護具。 (*) 2. 注意防止蜂叮、蟲、蛇攻擊。 (*) 3. 處理禽類糞便，應配戴適合之 口罩。(*)				
作業 方式	(一) 維 運 前 風 險評估	訪談 現況	1. 工作場所有立即發生危險之虞 時，雇主或工作場所負責人應即 令停止作業，並使勞工退避至安 全場所。 2. 勞工執行職務發現有立即發生 危險之虞時，得在不危及其他工 作者安全情形下，自行停止作業 及退避至安全場所，並立即向直 屬主管報告。(職安法-18) 3. 不應於高溫、強風、濕滑屋頂 工作。(*)				
	(二) 職 業 安 全 衛 生 管 理計畫	訪談 現況	雇主使勞工於營造工程工作場所 作業前，應指派所僱之職業安全 衛生人員或專任工程人員等專業 人員，實施危害調查、評估，並採 適當防護設施，以防止職業災害 之發生。(設-6)				
	(三) 吊 掛作業	訪談 現況	雇主應採取防止人員進入吊舉物 下方及吊舉物通過人員上方之設 備或措施。(移動式起重機安全檢 查構造標準-39)				

	(四) 天候因素	目視、訪談	1. 雇主對於高度在二公尺以上之作業場所，有遇強風、大雨等惡劣氣候致勞工有墜落危險時，應使勞工停止作業。(設-226) 2. 對於高度在二公尺以上之作業場所應禁止於夜間作業。或需申請夜間施工許可。(*)				
	(五) 電氣裝置上鎖掛牌	目視、訪談現況	防止電氣災害應注意電氣開關斷電，必要時，應上鎖掛牌。(標示姓名、日期、關閉程序、所有電能、絕緣裝置、儲存電量。(設-276)				
	(六) 清洗模組	目視	1. 作業人員須穿著止滑安全鞋、鞋底防止靜電及絕緣、防熱等功能。 2. 使用非導電長型清掃用具。不要使用任何化學洗滌劑、粗刷或鋒利的工具。 3. 確認模組未破裂，檢查有無明顯裂紋，注意勿踩模組、勿高溫發燙時清洗等。 4. 具清潔正確方法。 5. 確認加壓水槍設備之絕緣、接地措施。 6. 清洗之汙水符合汙水排放規定。				
作業環境	(一) 安全標示	目視	1. 禁止標示：嚴格管制有發生危險之虞之行為，包括禁止煙火、禁止攀越、禁止通行等。 2. 警告標示：高壓電、墜落、感電、高熱等危險警告。(標-3)				
	(二) 禁止標示	目視	張貼非專業操作作業人員禁止操作標示。(*)				
	(三) 太陽光電場所出入管制或標示	目視	出入口上鎖或張貼警告標示管制出入。(*)				
緊急應變	(一) 緊急斷電復電程序	相關文件	具備緊急斷電程序文件。(*)				
	(二) 滅	目視	須具備 CO2 或乾粉滅火器等必				

	火器		要之滅火器。(*)				
	(三) 急救箱	目視	應具備急救箱，並告知放置位置。(*)				
	(四) 急救措施	訪談現況	雇主對於工作場所之急救設施，除依一般工作場所之急救設施規定外，並應依下列規定辦理： 1. 於有毒樹木、危險蟲類等出現場所作業之勞工，應教以有關預防急救方法及疾病症候等。 2. 於毒蛇經常出入之地區，應備置血清及其他防治急救藥品。 3. 應防止昆蟲、老鼠等孳生並予以撲滅。 4. 其他必要之急救設備或措施。 (營造安全衛生設施標準-173) 5. 事業單位應參照工作場所大小、分布、危險狀況與勞工人數，備置足夠急救藥品及器材，並置急救人員辦理急救事宜。(健-15)				
	(五) 救援程序	相關文件	視工程危害特性，準備救生衣、救生圈及動力救生船等設施以備救援，並訓練勞工使用各種逃生、救援器材。				
作業中							
設備	(一) 安全標示	目視	模組應標示端子或引線之極性、保護模組之最大過電流保護裝置額定等。於太陽光電隔離設備處應永久標示下列直流太陽光電電源項目： 1. 額定最大功率點電流。 2. 額定最大功率點電壓。 3. 最大系統電壓。 4. 短路電流。 5. 若有裝設充電控制器，其額定最大輸出電流。(電-396-49、396-51)				
作業方式(更換模組等)	(一) 避免單人作業	訪談現況	太陽光電設施作業時須有兩人在現場，避免單獨作業。(*)				
	(二) 系統斷電措施	訪談現況	作業人員穿戴必要之防護手套、平底防滑鞋。(*)				

	(三) 安裝太陽光電模組	訪談現況	1. 不可以潮濕的手進行活線作業。 2. 穿戴必要之絕緣手套。(*)				
	(四) 太陽光電模組固定	訪談現況	太陽光電模組有固定鎖緊在支架上。(*)				
	(五) 負載下不可剪除電線	訪談現況	作業人員穿戴必要之防護手套、平底防滑鞋。(*)				
	(六) DC電壓/電流測試程序	訪談現況、動作測試	作業人員穿戴必要之防護手套、平底防滑鞋。				
	(七) 保險絲測試程序	訪談現況、動作測試	1. 作業人員穿戴必要之防護手套、平底防滑鞋。 2. 具關閉電源程序。				
	(八) 確認斷電才取下保險絲	訪談現況	作業人員穿戴防護手套、安全鞋。				
	(九) 絕緣電阻測試程序	訪談現況、動作測試	1. 測試絕緣電阻或漏電，作業人員穿戴必要之防護手套、平底防滑鞋。 2. 具關閉電源程序。				
	(十) 接地系統整體測試程序	訪談現況、動作測試	1. 作業人員穿戴必要之防護手套、平底防滑鞋。 2. 具關閉電源程序。 3. 檢測系統接地、設備接地、防雷裝置。				
	(十一) 紅外線檢測	訪談現況、動作測試	作業人員穿戴必要之防護手套、平底防滑鞋，注意感電與高溫防護。				
作業	(一) 落	目視	作業環境應保持動線暢通，避免				

環境	水/溺水		造成人員受撞擊或絆倒，造成落水/溺水。(*)				
	(二) 高氣溫作業	目視、訪談現狀	雇主對需要在高氣溫作業下工作的勞工，參考高氣溫戶外作業勞工熱危害預防指引，預防危害。(*)				
	(三) 人因性危害	目視、訪談現狀	雇主使勞工從事重複性之作業，為避免勞工因姿勢不良、過度施力及作業頻率過高等原因，促發肌肉骨骼疾病，應採取危害預防措施。(設324-1)				
作業後							
設備	(一) 個人防護具	目視	作業完畢後，需將使用後之個人防護具歸還至固定位置。(*)				
作業方式	(一) 電箱工具	目視	確認電箱中是否有留餘所使用之工具、器具。(*)				
	(二) 完成作業確認	訪談現況、檢點清單	1. 完成工作時，應交代清楚必要事項，並且實施作業後檢點。(*) 2. 作業完成須實施作業人員清點、確認作業人員已經安全到達地面。(*) 3. 清點攜入作業工具、設備。(*) 4. 確認作業之進行狀況，並協商下次作業。(*)				

註：()內的簡稱所代表的法規名稱如下，阿拉伯數字是法規條文編號

職安法-職業安全衛生法

營-營造安全衛生設施標準

教育訓練-職業安全衛生教育訓練規則

管理辦法-職業安全衛生管理辦法

設-職業安全衛生設施規則

起-起重升降機具安全規則

標-職業安全衛生標示設置準則

健-勞工健康保護規則

電-用戶用電設備裝置規則

*建議安全事項：

防護具相關國家標準：

個人防護具	中華民國國家標準
電工安全帽	CNS 1336
安全眼鏡	CNS 7174、CNS 7175、CNS7177、CNS 15809

個人防護具	中華民國國家標準
電氣作業用絕緣手套	CNS 12546 z 2076
防護手套	CNS 14511、CNS7178
絕緣鞋	CNS 16054-1
全身背負式安全帶	CNS 14253-1
安全母索	CNS 7535 Z3020

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

太陽光電設施作業安全指引 = Safety guidelines
for workin on or around photovoltaic systems / 林
光邦, 徐一量著. -- 1 版. -- 新北市：勞動部勞
動及職業安全衛生研究所, 民 112.08
面；公分
ISBN 978-626-7320-61-7(平裝)

1.CST: 工業安全 2.CST: 施工管理 3.CST: 太陽
能發電

555.56

112010828

太陽光電設施作業安全指引

著(編、譯)者：林光邦、徐一量

出版機關：勞動部勞動及職業安全衛生研究所

22143 新北市汐止區橫科路 407 巷 99 號

電話：02-26607600 <http://www.ilosh.gov.tw/>

出版年月：中華民國 112 年 8 月

版(刷)次：1 版 1 刷

定價：300 元

展售處：

五南文化廣場

台中市中區中山路 6 號

電話：04-22260330

國家書店松江門市

台北市松江路 209 號 1 樓

電話:02-25180207

- 本書同時登載於本所網站之「研究成果／各年度研究報告」，網址為：
<https://criteria.ilosh.gov.tw/iLosh/wSite/sp?xdUrl=/wSite/ap/lptableC.jsp&ctNode=322&CtUnit=100&BaseDSD=33&mp=3>
- 授權部分引用及教學目的使用之公開播放與口述，並請注意需註明資料來源；有關重製、公開傳輸、全文引用、編輯改作、具有營利目的公開播放行為需取得本所同意或書面授權。

GPN：

ISBN：978-626-7320-61-7



勞動部勞動及職業安全衛生研究所
INSTITUTE OF LABOR, OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH, MINISTRY OF LABOR

ISBN 978-626-7320-61-7



9 786267 320617

GPN:1011200826

定價：新台幣300元