副本

檔　　號：
保存年限：

內政部消防署　函

機關地址：23143新北市新店區北新路3段200號8樓
聯 絡 人：林弘崧
23143
聯絡電話：02-81959119轉6227
新北市新店區北新路3段200號8樓
傳真電話：02-89114274
電子信箱：hungsung@nfa.gov.tw

受文者：災害搶救組

發文日期：中華民國103年12月23日
發文字號：消署救字第1030600446號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：
附件：如主旨(附件請至本機關附件下載區以發文字號及發文日期下載。網址http://DL1.nfa.gov.tw/DL/) 識別碼：DKURYHWY

主旨：檢送「消防機關搶救太陽光電發電設備火災指導原則」1份，自即日生效，請　查照。

正本：臺北市政府消防局、新北市政府消防局、臺中市政府消防局、臺南市政府消防局、高雄市政府消防局、臺灣省各縣(市)消防局、金門縣消防局、福建省連江縣消防局、本署所屬機關

副本：經濟部能源局、台灣電力股份有限公司配電處、本署秘書室(法制科)、災害搶救組

署長 葉吉堂

消防機關搶救太陽光電發電設備火災指導原則

一、前言

臺灣日照豐富且時間長，太陽光電發電是一個趨勢。政府鼓勵在各種居住、工作、休閒、教育、廠場、機關等建築物之外牆、屋頂、陽台或利用其他空地等裝設太陽光電發電設備，一旦太陽光電發電設備有火災或受到鄰接物熱輻射，即會產生電流，對執行救災的消防人員可能產生感電危害，有必要預先詳加注意。

依經濟部 102 年 12 月 16 日修正「屋內線路裝置規則」第 396-57 條規定:「與發配電網路連接之太陽光電系統，當發配電網路喪失電壓時，太陽光電系統之變流器或交流模組應自動停止電力輸出至所連接之發配電網路，至該發配電網路之電壓恢復為止。併聯型系統得當作獨立型系統，供電給前項發配電網路切開之負載。」如火災時台灣電力股份有限公司所屬單位(以下簡稱台電)斷電後，變流器(inverter)將自動切斷太陽光電發電設備之電流，惟因太陽光電發電設備遇光即持續發電特性，故須注意建築物蓄電設備、部分配線可能持續有電源(AC220V 至 600V 及 DC 最高至 1,000V)供應之風險，為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，爰訂定本指導原則，以為搶救太陽光電發電設備火災之參考。

二、搶救原則

(一)太陽能板易受日光或有照度光線影響，產生電壓，所以當太陽能板發生火災或鄰接物火災輻射至太陽能板，皆會產生電壓，引起感電。

(二)裝設太陽光電發電設備建築物及處所即使經台電斷電後，應注意太陽能板

至變流器(inverter)間配線仍有電力，從火災初期至殘火處理都必須注意，指揮官應通知提醒火場搶救人員仍有電力樓層作業時須避免感電。

(三)切勿貿然射水，使救災人員暴露在感電風險下。

(四)入室人員應著完整無破損之乾燥消防衣、帽、鞋、手套、頭套、空氣呼吸器、救命器、熱影像儀等防護裝備器材，並避免碰觸導電物體。

(五)滅火行動盡可能使用乾粉或氣體藥劑。若需射水，建議在 6 至 10 公尺以上之距離處，以展開角度 30 度以上之水霧射水，且瞄子出水壓力至少 7kgf/cm^2 (100psi)。

(六)太陽能板材質破裂時會形成大小碎片，消防搶救活動時須注意建築物斜屋頂及外牆太陽能板碎片掉落危險。

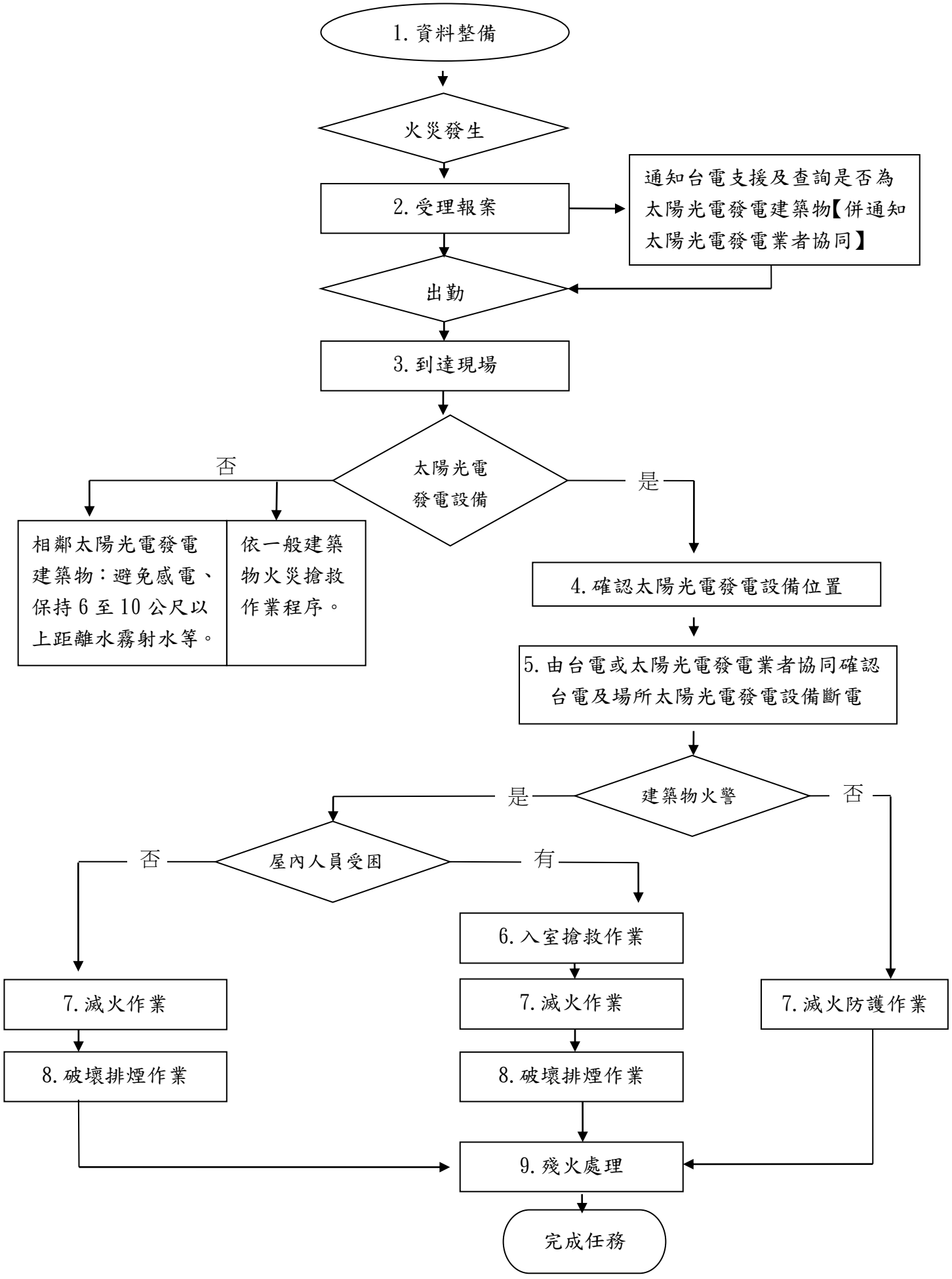
(七)太陽光電發電系統未斷電線路，掉落碰觸到建築物的金屬樑柱時，依舊有導電危險，勿以沾濕的手套碰觸金屬周邊設施，並通知太陽光電發電業者（或台電協同)。於建築物屋內活動如需關閉電源開關時，請戴上絕緣性高之高壓電用塑膠絕緣手套。

(八)非必要時切勿碰觸、破壞太陽光電發電設備，以免觸電。即使太陽能板表面已遭受破壞，仍須注意觸電風險。

(九)非建築物(如農田、空地)之太陽光電發電設備火災，建議以警戒，防止火勢延燒。

[參考文獻:Fire Operations for Photovoltaic Emergencies(2010)、太陽光発電システムを火災の消防活動における安全対策に関する研究報告書(2014)]

三、作業流程


1.資料整備
火災發生
2.受理報案
通知台電支援及查詢是否為太陽光電發電建築物【併通知太陽光電發電業者協同】
出勤
3.到達現場
太陽光電發電設備
否
是
相鄰太陽光電發電建築物：避免感電、保持6至10公尺以上距離水霧射水等。
依一般建築物火災搶救作業程序。
4.確認太陽光電發電設備位置
5.由台電或太陽光電發電業者協同確認台電及場所太陽光電發電設備斷電
建築物火警
是
否
屋內人員受困
否
有
6.入室搶救作業
7.滅火作業
8.破壞排煙作業
7.滅火作業
8.破壞排煙作業
7.滅火防護作業
9.殘火處理
完成任務

四、流程說明

作業流程	步驟說明
（一） 資料整備	1、針對設有太陽光電發電設備建築物相關資訊瞭解，或與地方政府再生能源發電設備業管機關、台電及太陽光電發電業者等建立緊急查詢機制及窗口。 2、消防機關洽上述單位提供資訊以建立轄區設有此設備之建築物清冊（含圖資及變流器【inverter】位置與串接發電系統之輸出供電線路開關位置），另對於屬供公眾使用建築物之場所宜製作搶救計畫。 3、對於屬供公眾使用建築物，消防機關得洽請設有此設備之所有權人或相關管理人員配合進行人命救助及火災搶救訓練及演練。
（二） 受理報案	1、受理後通知台電及太陽光電發電業者立即前往斷電。 2、查詢是否為太陽光電發電建築物，即時通報出勤人員知悉。 3、查閱搶救圖資Ｅ化管理系統基本資料，確認該建築物是否為太陽光電發電建築物，經確認後，提醒帶隊官及出勤人員注意(攜帶高絕緣性手套或木製器具)，並通報該建築物之變流器(inverter)位置(一般住宅通常位於太陽能板直下樓層)，避免太陽能板至變流器(inverter)間電路感電意外。
（三） 到達現場	1、確認為太陽光電發電建築物、燃燒的形式(建物火災、室內火災或光電設備火災)、火勢大小及燃燒物質(設備或元件)。 2、疏散火場內住戶民眾。 3、調閱搶救計畫及搶救圖資，檢視火場建物四周地形地物與建築物狀況。 4、通知關係人(含台電及太陽光電發電業者等)到場，詢問建築物關係人確認光電發電相關設備、規模、位置等狀況。 5、確認光電設備受燒狀況。 6、確認屋頂牢固情形。 7、擬訂行動計畫與現場決斷。 註：餘依「消防機關火場指揮及搶救作業要點」及各消防機關

作業流程	步驟說明
	相關作業規範等規定辦理。
（四）確認太陽光電發電設備位置	確認建築物內太陽能板、變流器(inverter)、蓄電池及太陽光電發電系統輸電配線開關位於建築物相關位置，作為救災決策上依據。
（五）由台電或太陽光電發電業者協同確認台電及場所太陽光電發電設備斷電	1、指揮官回報指揮中心目前火勢狀況，於台電未到場前，以防禦作戰方式避免延燒。 2、確認台電供電電源或太陽光電發電業者斷電作業。 （1）日間火警： ①經台電斷電後，仍應注意太陽能板至變流器(inverter)間仍可能存有電力，指揮官應通知提醒火場內部仍有電力樓層之搶救作業人員注意作業時避免感電。 ②可利用遮蔽效應，遮斷光電半導體發電效應。 （2）夜間火警： ①經台電斷電後，惟仍應注意蓄電池電力危險，視現場情況可由防禦戰轉變為攻擊戰。 ②滅火作業延長至日出時，因光電半導體光電效應會有發電現象，需注意光電設備與電力轉換器間會有直流電力產生，慎防感電或致生二次危害。可利用遮蔽效應，遮斷光電半導體發電效應。 3、確認場所自主切斷發電供電開關:消防人員應確認相關人員是否已派員將太陽光電發電設備輸電開關關閉。
（六）入室搶救作業	1、個人防護裝備確實著裝： (1)著完整無破損之乾燥消防衣、帽、鞋、手套、頭套等防護裝備。 (2)背戴空氣呼吸器、救命器等裝備器材。 (3)其他個人防護或搶救所需設備。 2、入室作業人員應保持乾燥絕緣狀態。 3、落實安全管控機制，記錄入室人員入室時間與空氣量，以換

作業流程	步驟說明
	班保持入室人員體力。 4、確認變流器(inverter)與蓄電池位置，防止感電意外。 5、迅速撤離室內受困災民。 6、注意事項: (1)太陽光電發電系統未斷電線路掉落碰觸到建築物的金屬樑柱等依舊有導電危險,勿以沾濕的手套碰觸金屬周邊設施。 (2)於建築物內部活動如需關閉電源開關時，請戴上絕緣性高之高壓電用塑膠手套。 (3)留意太陽能板設備掉落的可能性。 (4)太陽能板之玻璃碎裂時會形成大小碎片，須注意防範玻璃破裂掉落或滑倒等。
（七） 滅火作業	1、如確定建築物內無待救人員，即採防禦戰術，穿戴具絕緣性高的手套、消防鞋。 2、勿以直線水柱直接朝相關設備射水，使入室人員處於感電風險危害中。 3、滅火行動遇有配線或電器設備盡可能使用乾粉或絕緣氣體滅火。 4、若需射水，建議在至少 6 公尺以上，以 10 公尺為較佳距離，以張角角度30度之水霧射水,且瞄子出水壓力至少 7kg/ cm^2 (100psi) 5、太陽光電發電設備燃燒時，主要為太陽能板內部環氧樹酯及密封零件燃燒，撲滅時因水會被電池表面的玻璃阻擋，無法直接灌水進入內部，滅火較費時，建議予以警戒防止火勢延燒。
（八） 破壞排煙 作業	1、入室後儘速將門窗打開驅煙，增加能見度俾利搜索。 2、勿碰觸、剪斷、破壞任何相關電器(氣)設備、線路，以免觸電。 3、查看太陽能光電板是否受火勢波及，切勿碰觸、破壞太陽光電發電設備，以免觸電。

作業流程	步驟說明
	4、攀爬屋頂或窗戶時，注意避免感電或滑(摔)落意外。 5、注意崩塌、爆炸、電弧、感電等危險。 6、在排煙作業無法完全驅煙時，指揮官應立即重新評估，若因屋頂被光電設備或其他元件阻礙排煙或需控制竄燒時，水平正壓排煙不失為較佳之作業措施。 7、執行破壞時應使用護目鏡做臉部保護。
（九） 殘火處理	1、確定已整棟完全斷電後，再進行殘火處理。 2、即使太陽光電發電設備已遭受破壞，受到日照仍有光電效應，仍須提高警覺避免感電，勿輕忽大意。 3、攀爬屋頂時可輔以梯子與繩索等支撐確保，避免滑(摔)落。 4、火災產生的熱會破壞板面，切勿碰觸及破壞，避免被割傷或感電。

五、各級消防機關得依地區環境之特性訂定補充規定。

附錄

太陽光電發電系統概要介紹

一、太陽能電池構造

太陽能光電板單體（solar cells）(如圖 1 所示)是利用太陽的輻射能轉換成電能的裝置，太陽能電池構造係由摻有磷雜質的矽，稱為 N 型半導體，與摻有硼雜質的矽，稱為 P 型半導體，兩者結合而成。再藉由太陽能板串、並聯後封裝製成太陽能光電板模組(如圖 2 所示)。



圖 1 太陽能光電板單體



圖 2 太陽能光電板(模組型式)

二、太陽能電池模組應用

太陽光電發電系統應用朝向多元而創新發展，應用於不同設置需求，進而發展出不同形式太陽能電池模組產品，依建築物設置形式可分類為踞置型、建材一體型(如表一)，除普遍採用設置於屋頂型或地面型，另外還有整合太陽能電池模組與建材功能，使系統元件不單只有發電功能，也是建築的一部分，替代既有建材，作為天窗、外牆面與遮陽棚等使用，因此建材一體型太陽能電池模組從外觀不易發現，對消防人員救災時須特別注意。

表一 太陽能電池模組型式分類

定義			
踞置型	**貼覆式 Roof-mounted**	**模板貼覆建築物外表包覆架設，與建築物板材間距在 10 公分以內。**	**圖 3-1**
	架高式 Ground-mounted	**模板聳立建物屋頂或地面架設，其高度在 150 公分以下。**	**圖 3-2**
建材一體型 Build-in(Building integration)	**替代屋頂、牆面、窗戶，且兼具建築物外表包覆之建材。**		**圖 3-3、3-4、3-5**



圖 3-1 踞置型貼覆式



圖 3-2 踞置型架高式



圖 3-3 建材一體型(屋瓦型)



圖 3-4 建材一體型(Light through)



圖 3-5 建材一體型(Light shield)

三、太陽光電發電系統型式

太陽能電池模組發出電力為直流電，故需藉由變流器（Inverter）(如圖4)將太陽能電池模組所產生之直流電轉換成交流電，具備併聯市電的功能，依系統組成與電力負載連結方式，可分類為獨立型、混合型與併聯型(各型式系統架構如圖 5 所示)。



圖 4 左一為變流器（Inverter）

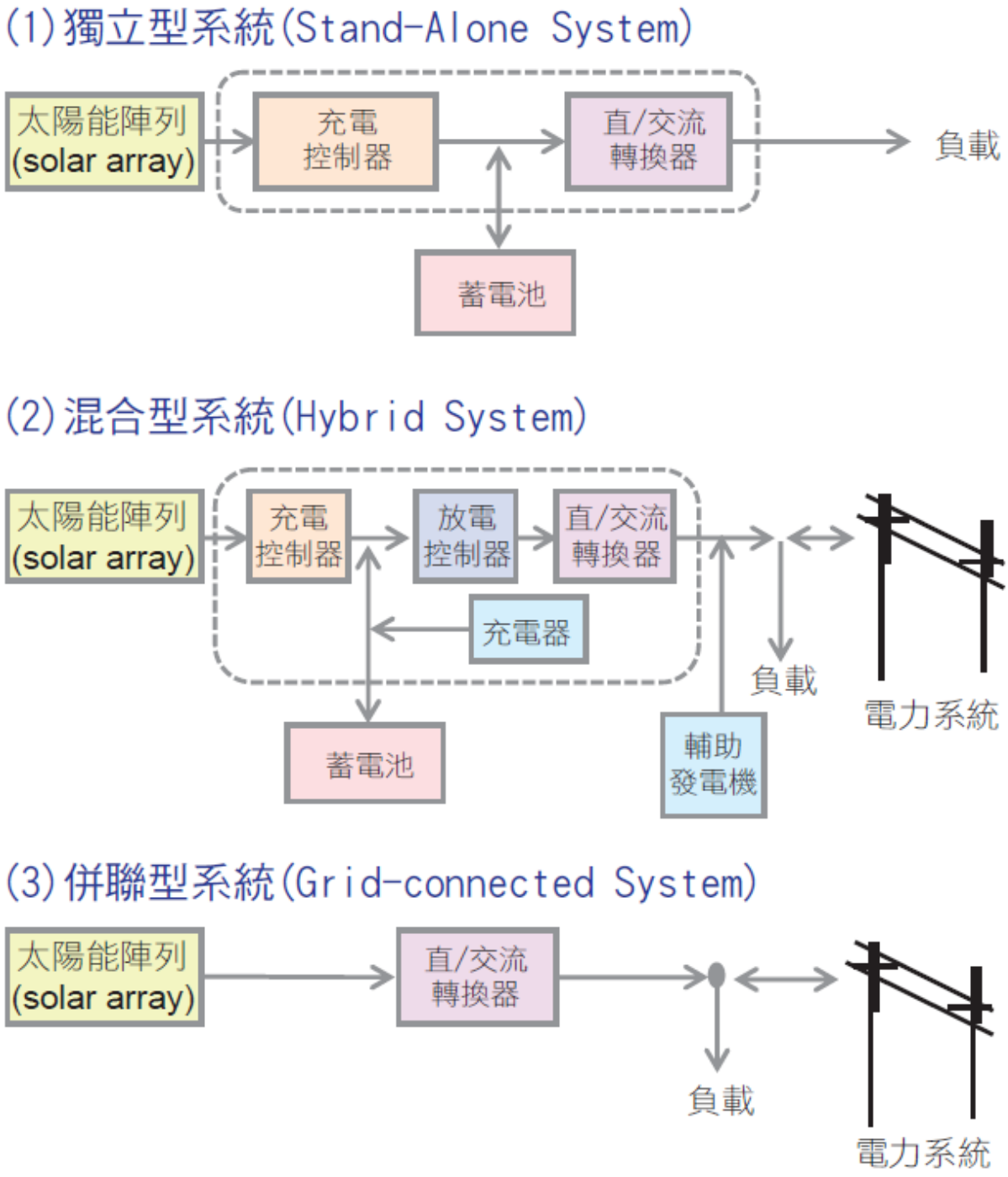


圖 5 太陽光電發電系統型式

四、防範孤島效應

太陽光電發電系統有一特殊功能為孤島效應（Islanding），所謂孤島現象係指與台電系統併聯之太陽光電發電系統，當台電系統因為故障、維修、救災斷電或其他原因而切離時，該太陽光電發電系統於供電容量範圍內，將獨自發電供應負載而不會產生過載跳脫的情況。此系統即形成一獨自的孤島獨立運轉供電，將會使部分台電饋線或場所內部串接太陽光電發電系統配線處於有電壓的狀態，故依據經濟部 102 年 12 月 16 日修正「屋內線路裝置規則」第 396-57 條規定:「與發配電網路連接之太陽光電系統，當發配電網路喪失電壓時，太陽光電系統之變流器或交流模組應自動停止電力輸出至所連接之發配電網路，至該發配電網路之電壓恢復為止。併聯型系統得當作獨立型系統，供電給前項發配電網路切開之負載。」規定，如火災時台電斷電後，變流器(inverter)將自動切斷太陽光電發電設備電流，惟因太陽光電發電設備特性，仍須注意建築物配線從太陽能板至變流器(inverter)間，仍持續有電源(AC220V 至 600V 及 DC 最高至 1,000V)供應之風險，於對消防人員救災過程中可能產生感電危害，需特別注意。