



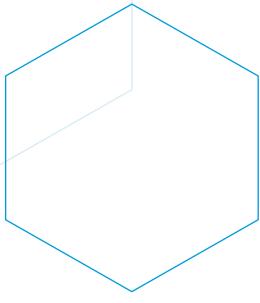
太陽能發電系統

設計、操作及維修手冊

1.2 版

機電工程署





免責聲明

對於因本手冊所載的任何資料而引起或與之有關的任何損失或損害，中華人民共和國香港特別行政區政府（政府）概不負責。使用者有責任自行評估本手冊所載的一切資料，並宜加以核實，例如參閱原本發布的版本，以及在根據該等資料行事之前徵詢獨立意見。

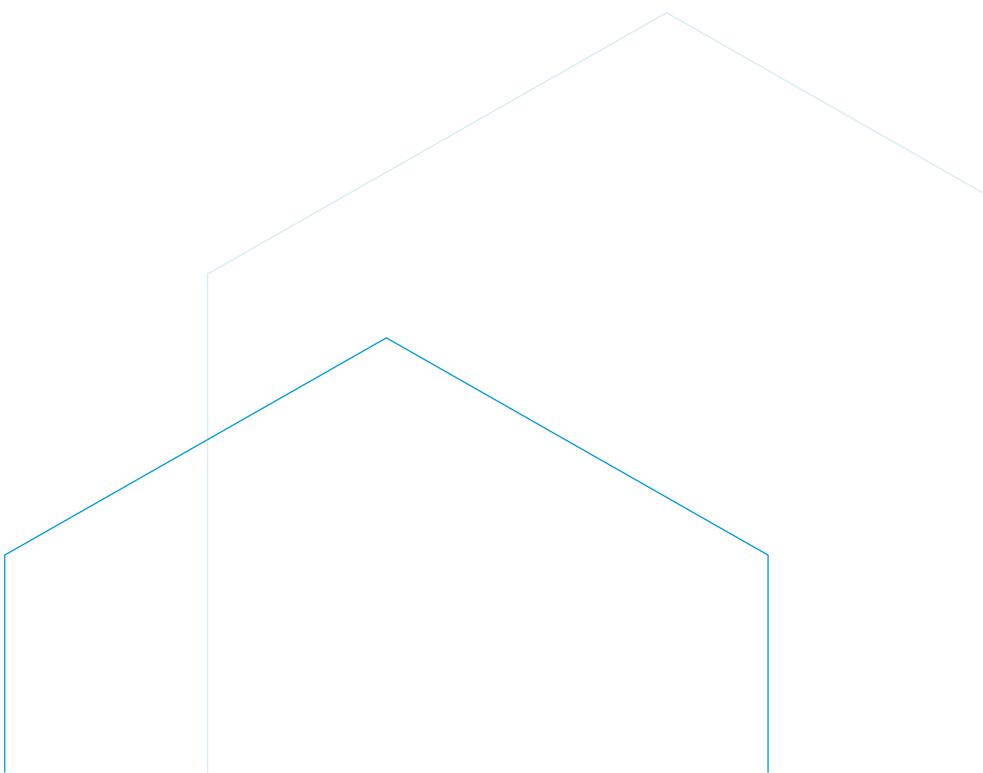
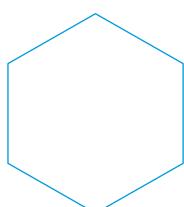
鳴謝

在擬備本手冊的過程中，承蒙下列各方提供意見，特此鳴謝（按英文字詞的字母排列）：

- 建築署
- 美國供暖製冷及空調工程師學會香港分會
- 建築環保評估協會有限公司
- 屋宇署
- 屋宇設備運行及維修行政人員學會
- 渠務署
- 香港電器工程商會有限公司
- 香港房屋委員會
- 國際物業設施管理協會香港分會
- 香港顧問工程師協會
- 香港物業管理公司協會
- 香港工程師學會（屋宇裝備分部）
- 工程及科技學會香港分會
- 水務署

辭彙及縮略語

配電系統	安裝於現場並由場地擁有人或場地管理小組操作的220 /380伏特低壓供電網絡
電力工程	與低壓或高壓固定電力裝置的安裝、校驗、檢查、測試、維修、改裝或修理有關的工程或工作，包括監督工程、簽發工程證明書及簽發電力裝置設計證明書
機電署	機電工程署
政府	中華人民共和國香港特別行政區政府
電網	由電力公司營運的220 /380伏特低壓供電網絡
IEC	國際电工技術委員會
ISO	國際標準化組織
OHSAS	職業健康及安全管理系統
註冊電業承辦商	根據《電力條例》(第406章) 第33條註冊的電業承辦商
註冊電業工程人員	根據《電力條例》(第406章) 第30條註冊的電業工程人員
電力公司	供電予客戶的電力公司。本港目前有兩間電力公司，分別是中華電力有限公司及香港電燈有限公司





目錄

1 簡介

1.1 關於本手冊	1
1.2 目標對象	1
1.3 相關條例、規例及指引	1

2 設計考慮

2.1 概論	2
2.2 太陽能光伏組件	3
2.3 逆變器	3
2.4 功率優化器	4
2.5 避雷器	4
2.6 直流隔離開關	4
2.7 隔離變壓器	4
2.8 電池 (適用於獨立太陽能發電系統或混合太陽能發電系統)	4
2.9 電池充電控制器 (適用於獨立太陽能發電系統或混合太陽能發電系統)	4
2.10 安裝太陽能發電系統	4
2.11 技術應用	5
2.12 其他	6

3 操作及維修

3.1 影響系統效能的因素	7
3.2 操作程序	8
3.3 應急準備	9
3.4 預防性維修	9
3.5 故障維修	16
3.6 備用零件管理	17
3.7 安全及環境管理	18
3.8 操作及維修人員架構及資歷	18

4 記錄/文件記錄

4.1 資產資料	19
4.2 維修記錄管理	20
4.3 資料管理	21
4.4 持份者管理	21

附錄A:

太陽能發電系統檢查及測試清單範本

22



1 簡介

1.1 關於本手冊

- (1) 本手冊就太陽能發電系統的最佳系統設計及操作實務提供原則性建議。
- (2) 本手冊載有關於安裝及維修太陽能發電系統的「一般做法」及「最佳做法」。「一般做法」指符合法例規定及指引必須達至的一般要求，並且與業界慣常做法一致；「最佳做法」則是在擬備及修訂本手冊時所確認的模範做法及創新技術，有助進一步提升太陽能發電系統的安全和系統效能。

1.2 目標對象

- (1) 本手冊的目標對象包括太陽能發電系統的擁有人、操作人員和維修承辦商，以及物業管理經理和工程人員。

1.3 相關條例、規例及指引

- (1) 有關安裝、操作及維修太陽能發電系統的要求已載列於以下條例、規例及工作守則等。詳情請參閱下列文件：
 - a) 《電力條例》（第406章）
 - b) 政府機電署出版的《電力（線路）規例工作守則》
 - c) 政府機電署出版的《可再生能源發電系統與電網接駁的技術指引》
 - d) 政府機電署出版的《太陽能光伏系統安裝指南》
 - e) 相關電力公司的供電則例
 - f) 相關電力公司發出的電網接駁技術指引和測試及校驗要求
 - g) 政府地政總署《興建新界豁免管制屋宇須知》
 - h) 《建築物條例》（第123章）



2 設計考慮

2.1 概論

- (1) 本港的太陽能發電系統（又稱太陽能光伏系統或太陽能光電系統）主要分為以下三類：
- 獨立太陽能發電系統
 - 與電網接駁的太陽能發電系統
 - 混合太陽能發電系統
- (2) 本港大部分太陽能發電系統均與電網接駁。與電網接駁的太陽能發電系統必須符合電網接駁要求並獲得電力公司批准，才能與電網接駁。根據《電力條例》，與電網接駁的太陽能發電系統的擁有人必須就其發電設施向機電工程署署長（署長）註冊及提交表格 GF1，但如該發電設施屬於《電力條例》規定須向署長提交定期測試證明書的電力裝置的一部分，則屬例外。
- (3) 有關與電網接駁的太陽能發電系統的技術要求，請參閱《可再生能源發電系統與電網接駁的技術指引》。
- (4) 有關安裝太陽能發電系統的安裝及規管規定，請參閱《太陽能光伏系統安裝指南》。
- (5) 任何類型的太陽能發電系統，均須就其斷路器板及配電箱提供足夠的維修通道。太陽能發電系統的所有電力工程必須由註冊電業承辦商聘請合適的註冊電業工程人員進行，並須符合《電力（線路）規例工作守則》的規定。
- (6) 太陽能發電系統的主要組件包括太陽能光伏組件、逆變器、功率優化器、避雷器、隔離變壓器、電池、電池充電控制器、效能監測系統等。

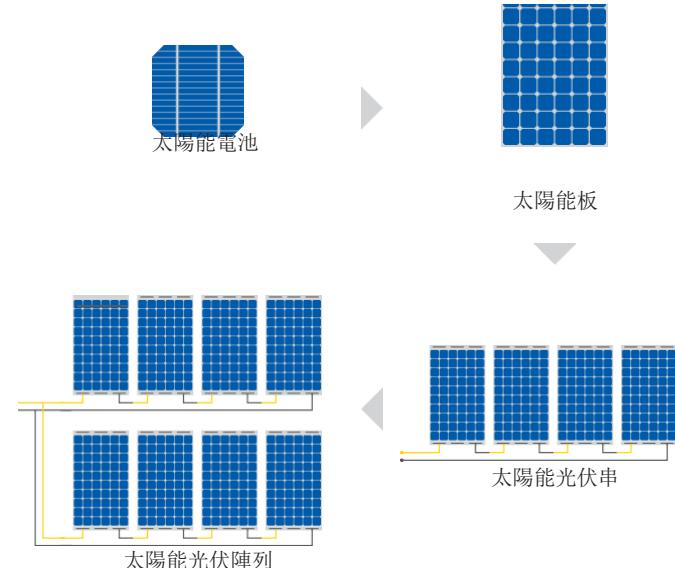


2.2 太陽能光伏組件

- (1) 太陽能電池將太陽光轉化為電力。市面上的太陽能電池可分為兩大類：

- a) 晶體硅（單晶硅及多晶硅）
- b) 薄膜（非晶硅、銅銦硒化合物及碲化鎘電池）

- (2) 太陽能光伏組件（以下簡稱“太陽能板”）由多個太陽能電池組成。太陽能板串接成太陽能光伏串，而太陽能光伏串再並排連接成太陽能光伏陣列。太陽能板的輸出效能以瓦特 / 平方米為單位，代表太陽能板在標準測試條件下的預期峰值直流輸出功率（以瓦特為單位）。



- (3) 智能太陽能板是在製造太陽能板時，嵌入功率優化器或微型逆變器，以便現場安裝，增加發電量（尤其在局部遮光的地方），以及提供組件層面監測。然而，這類太陽能板的投資成本會高於傳統太陽能板。
- (4) 太陽能板的使用年期約為20至25年，而部分承辦商會提供產品保養（視乎採購要求而定）。在更換有故障的太陽能板前，須先檢查太陽能板的保養資料。

2.3 逆變器

- (1) 逆變器把太陽能板所產生的的直流電轉換為交流電，亦同時將太陽能發電系統智能化。逆變器可分為中央逆變器、組串逆變器及微型逆變器。中央逆變器用於系統層面，將太陽能光伏陣列所產生的直流電轉換為交流電。組串逆變器與中央逆變器相似，將太陽能光伏串所產生的直流電轉換為交流電。
- (2) 若所有太陽能板沒有被遮光並接收同等的太陽輻照度，採用組串逆變器的太陽能發電系統是相對符合經濟效益的選擇。如有遮光的情況，可考慮採用較高效的微型逆變器，但其投資成本或會較高。
- (3) 接駁電網的逆變器必須產生與配電系統同步的交流電，並具備「防孤島」保護功能，在電網停止供電時，能使逆變器與配電系統自動脫離，其功能旨在確保電力中斷時，太陽能發電系統不會繼續向配電系統供電導致配電系統仍處於帶電狀態，從而保障電業工程人員的安全。
- (4) 逆變器的使用年期約為10年，而部分承辦商會提供產品保養（視乎採購要求而定）。在更換有故障的逆變器前，須先檢查逆變器的保養資料。

2.4 功率優化器

- (1) 功率優化器為直流電至直流電轉換器，如安裝於太陽能板上，可持續個別追蹤每塊太陽能板的最大功率點，從而將太陽能發電系統的輸出電量提升至最高。功率優化器不但可安裝於每塊太陽能板，亦可安裝於各太陽能光伏串或太陽能光伏陣列。在太陽能板層面安裝功率優化器可減少局部遮光對整體系統效能的影響，效用與微型逆變器相似，而成本則較低。由於功率優化器是直流電至直流電轉換器，因此與電網接駁的太陽能發電系統必須安裝逆變器。

2.5 避雷器

- (1) 為保護太陽能發電系統免受雷擊及過電壓風險，須於逆變器的直流側及交流側安裝避雷器。



2.6 直流隔離開關

- (1) 直流隔離開關安裝於逆變器的直流側，以隔離太陽能板產生的電源。須採用適合負載時中斷操作的直流隔離開關，以減低緊急關斷直流電源時的風險。

2.7 隔離變壓器

- (1) 隔離變壓器一般安裝在逆變器的輸出側，以避免太陽能發電系統的直流電注入配電系統。如注入配電系統的直流電過多，會影響配電系統的電壓，並會對與系統連接的其他裝置帶來問題。

2.8 電池（適用於獨立太陽能發電系統或混合太陽能發電系統）

- (1) 電池用以儲存太陽能發電系統產生的電力，以及在太陽能發電系統未能滿足電力需求時，供電予電力負載。電池應放置在通風良好的環境，避免極端氣溫。
- (2) 含有鉛和硫酸等有害物質的電池被界定為化學廢物。處置這類電池受《廢物處置條例》（第354章）管制。
- (3) 有關電池室和充電設施的消防要求，請參閱《最低限度之消防裝置及設備守則與裝置及設備之檢查、測試及保養守則》及相關通函。

2.9 電池充電控制器（適用於獨立太陽能發電系統或混合太陽能發電系統）

- (1) 太陽能光伏串 / 陣列與電池之間設有電池充電控制器，用以調節太陽能板產生的電力，避免電池過度充電及 / 或過度放電。

2.10 安裝太陽能發電系統

- (1) 安裝太陽能系統包括其支承構築物的安裝及法例要求，請參閱《太陽能光伏系統安裝指南》第5及第6項。

2.11 技術應用

2.11.1一般做法

- (1) 太陽能發電系統的效能取決於太陽輻照量和系統狀況。雖然太陽能發電系統自動運作，但安裝具備基本輸出監測功能及適當顯示器的效能監測系統，對驗證系統輸出的電力及系統是否正常運作相當重要。
- (2) 監測裝置可因應系統要求而安裝於不同層面，有關資料概述如下：

監測層面	監測組件/設備	優點	缺點
太陽能發電 系統層面	中央逆變器	簡單，安裝成本相對較低	無法辨識太陽能光伏串 / 太陽能板層面的故障
		維修成本較低	失配的損失相對較高 逆變器發生故障時，太陽能 發電系統所產生的電力會 顯著下降
太陽能光伏串/ 太陽能光 伏 陣列層面	組串逆變器 / 組串優化器	與微型逆變器 / 組件優化器 相比，較具成本效益	無法辨識太陽能板層面的 故障
		與微型逆變器 / 組件優化器 相比，維修成本較低	
太陽能板層面	微型逆變器 / 組件優化器	能辨識太陽能板層面的故障	安裝費用高昂
		能將失配的損失(例如因 太陽能板被遮光或屋頂表面 方向不同)減至最少	需要較頻密進行維修，尤其 是大型系統
		能將太陽能發電系統的輸出 功率提升至最高	
		在組件層面提供快速關斷 功能，將直流側的系統電壓 減至最低	

備註：

大部分市面上可供選購的逆變器均內置最大功率點追蹤功能。

2.11.2 最佳做法

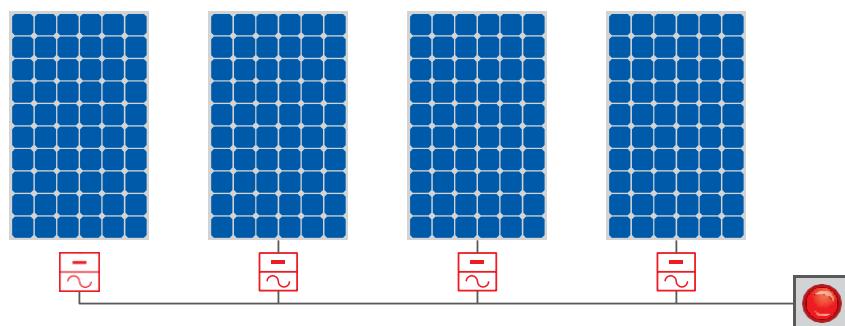
效能監測系統

- (1) 最佳做法是安裝可獨立校準的微氣候監測站（包括一個或多個水平日射儀），以記錄日射數據。利用天氣數據記錄估計太陽能發電系統可產生的電量，以便與實際產生的電量作比較，從而檢查系統的效能。若係統輸出的電量下降至低於設計訂明的水平，操作人員應安排註冊電業承辦商 / 註冊電業工程人員檢查系統組件。
- (2) 效能監測系統應具備遙距監測太陽能發電系統主要組件的功能，以便辨識故障及有效地進行所需維修。太陽能發電系統可與樓宇管理系統連接，以集中監測及監督系統效能。有關系統亦應容許使用流動電話應用程式查閱即時發電量數據。



快速關斷功能

- (1) 建議採用先進的微型逆變器或快速關斷裝置，使太陽能發電系統能在太陽能板層面快速關斷，以限制太陽能光伏串的電壓，及確保火警或維修期間處於安全狀態。



2.12 其他

2.12.1 一般做法

- (1) 須按照《電力條例》（第406章）及《電力（線路）規例工作守則》（根據第406E章制訂）展示警告告示。此外，在所有設有雙供電電源的電力裝置上均須展示警告標誌，以提醒維修人員注意。
- (2) 就非開放屋頂而言，須考慮採用防墮系統（例如繫定點或防護欄障），以確保有關人員能安全進出太陽能發電系統範圍。



2.12.2 最佳做法

- (1) 建議為安裝於私人樓宇或新界豁免管制屋宇（俗稱村屋）的太陽能發電系統設置乾粉滅火筒。



3 操作及維修

3.1 影響系統效能的因素

(1) 在太陽能發電系統的使用期間，有多項因素會影響其系統性能：

a) 灰塵污染

太陽能板表面積聚塵埃 / 污垢或其他污染物稱為灰塵污染。這類污染阻擋太陽能電池接收太陽光，會導致發電量減少。

在旱季期間及建築工地附近，灰塵污染情況更為嚴重。若太陽能板安裝在不便清潔的地方，應將太陽能板適當傾斜，以助其自然清潔。

b) 遮光

太陽路徑全年都在變化，而在冬季期間，護欄、樹木或其他障礙物所產生的遮光效應更為嚴重。在不同的光照情況下，太陽能板的效能會有顯著差異，繼而影響太陽能發電系統的發電成效。

故應檢查鄰近障礙物（特別是樹木及新障礙物）的遮光效應。



c) 失配損失

失配的損失是由各太陽能電池或太陽能板的特性差異引致，而系統的整體效能取決於效能最低的太陽能板。造成失配損失的主要原因包括太陽能電池或太陽能板的電力特性有別、遮光、操作溫度有差異，以及更換新太陽能板。此外，太陽能板會隨時間而老化並出現各種功能衰減，增加失配的損失。

更換太陽能板時應盡量選擇同類型太陽能板。由於太陽能板的電力特性各有不同，因此不建議使用來自不同生產商、元件尺寸或技術不同的產品。

d) 主要組件故障

在最壞情況下，主要組件故障（特別是逆變器故障）可能導致整個系統故障。旁路二極管和阻流二極管故障會導致系統效能欠佳，而電纜損壞亦會導致太陽能發電系統故障。定期檢查和即時更換故障組件尤為重要。

e) 太陽輻照度

太陽能發電系統的發電量取決於太陽能板表面所接收的太陽輻照度。太陽能板的傾斜度及方位角度會影響全年接收的太陽輻照量。

傾斜度及方位角度會隨時間而有所改變，因此應定期進行檢查，特別是颱風吹襲過後。

3.2 操作程序

3.2.1 一般做法

- (1) 太陽能發電系統的系統操作人員或承辦商應閱讀生產商 / 供應商建議的操作指示。擁有人應妥善儲存及保存所有技術文件，以備日後參考。
- (2) 擁有人應按下文第3.4條所訂明，為太陽能發電系統安排定期檢查、例行維修及功能檢查。
- (3) 擁有人可定期使用清水及軟布或海綿為太陽能板的表面進行一般清潔，以將發電量提升至最高。太陽能發電系統的電力工程則必須由註冊電業承辦商 / 註冊電業工程人員進行。
- (4) 有關電力裝置工程的安全預防措施，請參閱《電力(線路) 規例工作守則》。
- (5) 操作太陽能發電系統前，註冊電業承辦商 / 註冊電業工程人員應參閱有關每項產品的所有指示。就太陽能發電系統進行任何電力工程前後，必須執行以下截斷和恢復電力的程序：
 - a) 通知太陽能發電系統的擁有人 / 代表將會關斷太陽能發電系統
 - b) 將太陽能發電系統與電網的供電隔離
 - 斷開太陽能發電系統電網電源側的可上鎖主開關，隔離電網電源。上鎖並貼上適當的警告告示
 - 斷開太陽能發電系統側的直流電斷路器、關上逆變器及 / 或斷開相關隔離開關，隔離太陽能發電系統的供電。上鎖並貼上適當的警告告示
 - 所有隔離點的鑰匙須交由負責的註冊電業承辦商 / 註冊電業工程人員保管
 - c) 確認系統完全斷電
 - d) 完成工程後，註冊電業承辦商 / 註冊電業工程人員須檢查、測試及驗證裝置可安全通電
 - e) 恢復太陽能發電系統及電網的供電
 - 移除警告告示並為太陽能發電系統側的隔離開關解鎖。合上直流電斷路器(閉合狀態)、開啓逆變器及 / 或合上隔離開關(閉合狀態)，恢復太陽能發電系統的供電
 - 移除警告告示，為太陽能發電系統電網電源側的可上鎖主開關解鎖。合上主開關(閉合狀態)，恢復電網的供電
 - 完成工程後，通知太陽能發電系統的擁有人 / 代表、註冊電業承辦商及其他相關人士
- (6) 須提供適當的接達工具(例如梯子) 及使用防墮系統。

3.3 應急準備

3.3.1 一般做法

- (1) 須提供最新的緊急聯絡名單，並張貼於裝置附近。聯絡名單應包括下列項目：
 - 聯絡人姓名或公司名稱
 - 電話號碼
- (2) 在緊急情況下，須關斷太陽能發電系統並將其與電網隔離。有關隔離太陽能發電系統與電網的操作程序，請參閱上文第3.2條。

3.3.2 最佳做法

- (1) 現場應備有應急計劃 / 程序(包括太陽能發電系統擁有人、系統操作人員及維修承辦商之間的通訊流程)，並應定期檢視有關應急計劃 / 程序。

3.4 預防性維修

3.4.1 一般做法

- (1) 為了盡量提高太陽能發電系統在運作期間的發電成效，必須定期進行預防性維修工作。進行所有預防性維修工作，須一併閱讀製造商建議的維修手冊。
- (2) 測試或關斷太陽能發電系統時，必須通知擁有人或系統操作人員。
- (3) 太陽能發電系統的電力工程必須由註冊電業承辦商 / 註冊電業工程人員進行，而該等承辦商 / 工程人員在開展工程前，並須進行風險評估。
- (4) 任何測試儀器在使用前，均須由認可的實驗室進行校準。
- (5) 有關電力裝置工程的安全預防措施，請參閱《電力(線路)規例工作守則》。

3.4.2 最佳做法

- (1) 須根據最新的法例規定、國際標準及維修記錄，定期檢視和更新維修時間表和程序。

3.4.3 預防性維修明細表

(1) 建議的太陽能發電系統預防性維修明細表如下：

組件/設備	說明	工作事項	建議次數	一般做法	最佳做法
太陽能板	警告告示檢查	檢查警告指示牌和警告標誌，並在有需要時將其更換	每年一次	-	-
	一般清潔	用水清潔太陽能板，以去除其表面上的塵埃、碎屑及其他污染物	每季一次	-	-
	太陽能板檢查	檢查太陽能板、接線盒、電纜及連接器是否有損壞，例如燒痕、氣泡形成、裂痕、玻璃破裂、變色、腐蝕等	每半年一次 至每年一次 (備註1)	-	-
		檢查電纜連接是否有鬆脫		-	-
	熱點檢查	利用紅外線攝影機檢查熱點	每年一次		-
	旁路二極管	檢查旁路二極管的功能	每年一次		-
	接駁導體檢查 和測試 (太陽能板 金屬架之間 的連接)	檢查接駁導體的狀況	每五年一次 或按「定期 檢查、測試及 發出證明書」 的規定 (備註1)	-	-
		為保護導體及 / 或等電位接駁進行導通性試驗		-	-
	太陽能板效能測試	檢查太陽輻照度及太陽能板的輸出功率，比較讀數與計算輸出功率，以驗證太陽能板的效能和辨識損壞的太陽能板	每年一次 (每塊太陽能板均裝有微型逆變器或功率優化器的系統除外)		-

組件/設備	說明	工作事項	建議次數	一般做法	最佳做法
承托架及構築物	支承太陽能系統構築物的檢查	檢查所有結構構件，包括支承構架、混凝土基座/支承基腳及所有接駁位，有否任何破損跡象（例如失修及破損、嵌固件鬆脫/欠妥、變形或移位等）	每年一次 (備註1)	-	-
		檢查支承太陽能系統的原身樓宇有否任何不良影響跡象（例如出現裂縫或結構損壞跡象或變形等）		-	-
	承托系統檢查	檢查貫入位置、實體連接及固定組件是否完好，以確保每個太陽能板安裝牢固	每年一次 (備註1)	-	-
	腐蝕檢查	檢查所有硬件是否有腐蝕跡象和除銹；重新髹漆並在有需要時將其更換	每年一次	-	-
	接駁導體檢查及測試 (太陽能金屬架與承托架的連接，承托架與接地終端的連接)	檢查接駁導體的狀況	每五年一次 或按照「定期檢查、測試及發出證明書」的規定	-	-
		為保護導體及 / 或等電位接駁進行導通性試驗		-	-
太陽能光伏陣列	陣列檢查	檢查太陽能光伏陣列的位置及移動是否有異常	每年一次 (備註1)	-	-
	電氣性測試	檢查開路電壓、光伏串的操作電流，以確保太陽能板正常運作	每年一次		-
系統直流側	警告告示檢查	檢查警告指示牌和警告標誌，並在有需要時將其更換	每年一次	-	-
	電纜檢查	檢查電纜是否有裂紋、故障、連接拔出、連接鬆脫、過熱、電弧、短路或開路，以及接地故障	每年一次 (備註1)	-	-

組件/設備	說明	工作事項	建議次數	一般做法	最佳做法
系統直流側	直流電斷電開關 / 斷路器檢查	檢查斷電開關和斷路器的位置，以及熔斷器的狀況	每年一次	-	-
	避雷器檢查	檢查避雷器的狀況，並按照生產商的建議更換	每五年一次 或按照生產商的建議	-	-
	組合箱檢查	檢查是否有腐蝕、水或昆蟲侵入	每年一次	-	-
	直流電電路測試	進行直流電電路測試，包括絕緣測試、極性測試及保護裝置的操作，或按照《電力(線路)規例工作守則》所訂明的指引進行測試	每五年一次 或按照「定期檢查、測試及發出證明書」的規定	-	-
逆變器	警告告示檢查	檢查警告指示牌和警告標誌，並在有需要時將其更換	每年一次	-	-
	清除散熱網及通風風扇(如有裝設)的塵埃	檢查通風情況和清潔逆變器外殼的塵埃	每半年一次 至每年一次	-	-
	電纜線路檢查	檢查電纜連接是否有鬆脫	每年一次 (備註1)	-	-
	操作溫度檢查	檢查操作溫度是否有異常	每半年一次 至每年一次		-
	功能測試	檢查功能，例如電網供電停止時的自動斷電功能	每半年一次 至每年一次， 或按照生產商的建議	-	-
	量度輸入和輸出功率，以確保逆變器正常運作	每年一次			-

組件/設備	說明	工作事項	建議次數	一般做法	最佳做法
系統交流側	警告告示檢查	檢查警告指示牌和警告標誌，並在有需要時將其更換	每年一次	-	-
	電纜檢查	檢查電纜是否有裂紋、故障、連接拔出、連接鬆脫、過熱、電弧、短路或開路，以及接地故障	每年一次 (備註1)	-	-
	配電箱檢查	檢查是否有腐蝕、水或昆蟲侵入	每年一次	-	-
	交流電斷電開關 / 斷路器檢查	檢查斷電開關和斷路器的位置，以及熔斷器的狀況	每年一次	-	-
	避雷器檢查	檢查避雷器的狀況，並按照生產商的建議進行更換	每五年一次 或按照生產商的建議	-	-
	交流電電路測試	進行交流電電路測試，包括絕緣測試、極性測試、保護裝置的操作、電流式漏電斷路器 / 具過流保護功能的電流式漏電斷路器的斷路時間，或按照《電力(線路)規例工作守則》所訂明的指引進行測試	每五年一次 或按照「定期檢查、測試及發出證明書」的規定	-	-
隔離變壓器	警告告示檢查	檢查警告指示牌和警告標誌，並在有需要時將其更換	每年一次	-	-
	隔離變壓器檢查	檢查隔離變壓器的狀況，並清潔散熱網的塵埃	每年一次 (備註1)	-	-
	功能測試	檢查初級及次級電壓 / 電流 / 功率 / 頻率，進行絕緣測試	每年一次	-	-
系統測試	檢查太陽能發電系統的功率質量	檢查總諧波電流失真率及直流電輸入	每五年一次 或按照「定期檢查、測試及發出證明書」的規定	-	-
	防孤島功能測試 (適用於與電網接駁的系統)	開啓隔離開關以檢查電壓和電流波形，並根據電力公司的要求檢查防孤島時間是否足夠	每五年一次 或按照「定期檢查、測試及發出證明書」的規定	-	-

組件/設備	說明	工作事項	建議次數	一般做法	最佳做法
接地系統	警告告示檢查	檢查警告指示牌和警告標誌，並在有需要時將其更換	每年一次	-	-
	目視檢查	檢查接地導體連接是否有鬆脫	每年一次 (備註1)	-	-
	導通性試驗	檢查接地導體的導通性及太陽能發電系統的接地故障環路阻抗 檢查接駁至帶電電纜的接地電纜的絕緣度 檢查接地故障環路阻抗	每五年一次 或按照「定期檢查、測試及發出證明書」的規定	- - -	- - -
避雷系統	警告告示檢查	檢查警告性指示牌和警告標誌，並在有需要時將其更換	每年一次	-	-
	目視檢查	檢查接駁導體的狀況及接駁導體連接是否有鬆脫	每年一次 (備註1)	-	-
	導通性試驗	檢查接駁至避雷系統的接駁導體的導通性	每五年一次 或按照「定期檢查、測試及發出證明書」的規定	-	-
儀器	儀器檢查	檢查監測儀器（如水平日射儀、天氣感應器），以確保其運作正常	每年一次		-
	儀器校準	校準或更換儀器、天氣感應器及電錶	每年一次		-

組件/設備	說明	工作事項	建議次數	一般做法	最佳做法
系統監測	操作及效能監測	監測操作狀態、效能、警報及警報參數	持續監測 (備註1)		-
	檢查太陽能發電系統監測	經樓宇管理系統檢查太陽能發電系統，就訊號界面檢查有關硬件，以及在有需要時更新軟件	每年一次		-
	備存記錄	保存累計輸出電力記錄(以千瓦小時計至即日)，並製作按日期顯示的電力圖表	每月一次		-
	效能檢查	檢查即時太陽輻照度及太陽能發電系統的能量輸出，並將系統效率與設計數據作比較	每年一次		-
電池系統 (適用於離網系統)	警告告示檢查	檢查警告指示牌和警告標誌，並在有需要時將其更換	每年一次	-	-
	電池外殼清潔	清潔容器或外殼	每年一次	-	-
	目視檢查	檢查蓄電池組是否有化學物質滲漏、裂痕、膨脹；以及電池外殼和承托構築物是否完好	每年一次 (備註1)	-	-
	腐蝕檢查	檢查所有硬件是否有腐蝕跡象，並在有需要時除銹和重新髹漆	每年一次	-	-
	通風檢查	檢查電池室的通風情況，並清除通風窗的塵埃	每年一次	-	-
	電力連接檢查	檢查蓄電池組的所有電力連接是否有鬆脫	每年一次 (備註1)	-	-

組件/設備	說明	工作事項	建議次數	一般做法	最佳做法
電池系統 (適用於 離網系統)	電池容量測試	測試電池容量	每年一次		-
	電池充電 控制器	檢查過度充電及過度 放電的功能	每年一次	-	-
其他	天台滲水測試	檢查防水程度	每年一次		-
	植物生長	檢查是否有植物生長或 其他遮光物件	每年一次		-

備註1：

在颱風前後必須採取預防太陽能發電系統損壞的措施及進行目視檢查，以確保系統處於安全狀況。

3.5 故障維修

3.5.1 一般做法

- (1) 有關電力裝置的安全預防措施，請參閱《電力(線路) 規例工作守則》。
- (2) 凡更換主要組件，須檢查下列項目：
 - a) 在太陽能光伏串內安裝新的太陽能板後，須檢查太陽能光伏串的最高直流電功率、電壓及電流，並確保不超逾逆變器的上限
 - b) 應避免將不同電力特性的太陽能板在同一逆變器上使用，或連接至同一最大功率點追蹤器
 - c) 更換前須檢查電纜的操作電壓和載流量，以及斷路器的額定值
 - d) 如以更高額定值的單一逆變器取代多個逆變器，或以多個逆變器取代單一逆變器，須檢查逆變器直流電輸入端的最高直流電功率、電壓及電流
 - e) 須檢查所有直流電電纜的極性，以確保正確確認有關電纜並妥當地將其連接至系統裝置(例如開關裝置或逆變器)
 - f) 進行任何更換後，須檢查接駁導體，以確保接地系統運作正常
- (3) 進行任何更換後，須更新維修記錄及技術資料。
- (4) 若太陽能發電系統與電網接駁，並已根據《電力條例》(第406章)註冊為發電設施，須將進行更換後太陽能發電系統的裝機容量的任何變更通知電力公司，並根據《電力(註冊) 規例》向機電署提交表格GF2。

3.5.2 最佳做法

- (1) 在夜間或太陽輻照度低的時間進行故障維修為最佳做法，不會影響整體發電。
- (2) 就故障維修的回應時間或已導致安全問題的情況，須作出處理和定期檢視。

3.6 備用零件管理

3.6.1 一般做法

- (1) 備用零件的庫存水平取決於以下參數：
 - a) 故障頻率
 - b) 故障的影響
 - c) 備用零件的成本
 - d) 備用零件性能下降的情況
 - e) 設備的可靠度
- (2) 太陽能發電系統操作人員須備有最新的備用零件供應商清單和足夠的備用零件。備用零件須最少包括：
 - a) 斷路器（包括熔斷器）
 - b) 開關
 - c) 螺絲及其他耗材和工具
 - d) 電纜索帶
- (3) 太陽能發電系統操作人員應按需要制訂備用零件清單。

3.6.2 最佳做法

- (1) 應根據故障歷史及維修記錄訂定存放現場的備用零件類型和數量，並定期進行檢視。
- (2) 應定期檢視報廢零件，以及是否有合適的替代品。

3.7 安全及環境管理

3.7.1 一般做法

- (1) 就太陽能發電系統進行任何維修工程前須：
 - a) 確知所有潛在風險
 - b) 確定會採取何等工作措施以消除風險，或如未能完全消除風險，採取何等工作措施將風險減至最低
 - c) 通知所有在現場工作的人員有關風險，以及如何消除風險或將風險減至最低

3.7.2 最佳做法

- (1) 太陽能發電系統操作人員應建立環境管理系統（例如ISO 14001）及安全管理系統（例如OHSAS 18001或ISO 45001）。

3.8 操作及維修人員的架構和資歷

3.8.1 一般做法

- (1) 應提供操作及維修人員的組織架構圖，包括人員的姓名及聯絡電話，而每名技術人員必須為註冊電業工程人員。





4 記錄/文件記錄

4.1 資產資料

(1) 操作及維修文件應在每次系統改裝後妥善保存和更新。建議的操作及維修文件載列如下：

工作事項	一般做法	最佳做法
工作交接報告，包括但不限於： <ul style="list-style-type: none"> - 工作交接清單 - 地點位置及載有進入現場路線的位置圖 - 系統容量 - 太陽能板的技術資料(例如生產商 / 品牌、型號、類型、尺寸、每塊太陽能板的額定值、傾斜角度、最高操作電壓及最高操作電流、短路電流) - 逆變器的技術資料(例如生產商 / 牌子、型號、最高輸入電流、最高輸入功率、最高電壓、最高功率點電壓範圍) - 隔離變壓器的技術資料(例如生產商 / 牌子、型號、連接類型、初級 / 次級電壓、絕緣等級、額定功率、功率因數) - 電力公司建議的操作程序 - 電池大小及類型，如適用 - 獲提供的保養 - 工程完成日期及保用期的完結日期 - 備用零件清單，包括品牌及型號 		
設計計算資料，包括太陽能分析報告、全年發電量計算及結構計算資料		•
裝配竣工圖，包括： <ul style="list-style-type: none"> - 太陽能發電系統和電力裝置的示意圖，該等示意圖顯示所有組件、電纜尺寸、接地連接及相關電力公司的電錶點 / 供電點 - 顯示主要電力設備的平面圖，設備包括太陽能板、逆變器、隔離變壓器、隔離開關、主開關等 - 支承太陽能系統構築物的圖則、結構報告及小型工程呈交記錄（如有） 		•

工作事項	一般做法	最佳做法
發電設施(表格GF1) 註冊遞交記錄(如適用)， 包括表格WR1及表格WR2(如有)	-	-
環境管理系統(例如ISO 14001) 及安全管理系統 (例如OHSAS 18001或ISO 45001) 的認證		-
提交予電力公司的文件及審批記錄	-	-
測試及校驗報告	-	-
操作及維修手冊，包括系統故障時的操作程序、 緊急關斷和隔離程序	-	-
計劃進行檢查及測試的時間表		-
緊急聯絡人名單，包括擁有人 / 代表、註冊電業承辦商、 註冊電業工程人員及電力公司(適用於與電網接駁的系統)	-	-

4.2 維修記錄管理

4.2.1 一般做法

- (1) 擁有人應保存預防性維修計劃，以及裝置由檢查 / 維修日期起計不少於三年的檢查 / 維修記錄。
- (2) 擁有人應保存裝置的規格、測試及校驗報告、操作及維修手冊，以供維修人員日後參考之用。
- (3) 應妥善保存主要設備的更換記錄(例如已更換的太陽能板的位置及數量) 及預防性維修的記錄。
- (4) 應妥善保存預防性維修及檢修記錄，包括明確的維修時間表和程序。
- (5) 太陽能發電系統的檢查和測試清單樣本載於下文附錄A，進行檢查和測試前，須與過往的測試和校驗報告一併閱讀。

4.2.2 最佳做法

- (1) 保存維修記錄(包括明確的維修時間表和程序)須進行數碼化和定期檢視，讓維修承辦商可預測物料損耗的趨勢，以及制訂預防性維修時間表。

4.3 資料管理

4.3.1 一般做法

(1) 須妥善保存法例規定的證書及文件。

4.3.2 最佳做法

(1) 應定期檢視及審核儲存的記錄。

4.4 持份者管理

4.4.1 一般做法

- (1) 應通知太陽能發電系統的擁有人或其代表有關以下事宜：
- a) 預防性維修明細表
 - b) 設備將於何時停止運作以進行維修及有關維修期
 - c) 第3.3.1條所述更新的緊急聯絡人名單

4.4.2 最佳做法

- (1) 應通知太陽能發電系統擁有人或其代表有關操作及維修工作的進展，以及備用零件報廢而沒有合適替代品的情況。





附錄A： 太陽能發電系統檢查及 測試清單樣本

測試人員/日期
(如不適用請註明)

裝置地址：

(a) 太陽能板

- (i) 檢查警告指示牌和警告標誌，並在有需要時將其更換。
- (ii) 用水清潔太陽能板，以去除其表面上的塵埃、碎屑及其他污染物。
- (iii) 檢查太陽能板、接線盒、電纜及連接器是否有損壞，例如燒痕、氣泡形成、裂痕、玻璃破裂、變色、腐蝕等。
- (iv) 檢查電纜連接是否有鬆脫。
- (v) 利用紅外線攝影機檢查熱點。
- (vi) 檢查旁路二極管的功能。
- (vii) 檢查接駁導體的狀況。
- (viii) 為保護導體及 / 或等電位接駁進行導通性試驗。
- (ix) 檢查太陽輻照度及太陽能板的輸出功率，比較讀數與計算輸出功率，以驗證太陽能板的效能和辨識損壞的太陽能板。

(b) 承托架及構築物

- (i) 檢查所有結構構件，包括支承構架、混凝土基座/支承基腳及所有接駁位，有否任何破損跡象（例如失修及破損、嵌固件鬆脫/欠妥、變形或移位等）。
- (ii) 檢查支承太陽能系統的原身樓宇有否任何不良影響跡象（例如出現裂縫或結構損壞跡象或變形等）。
- (iii) 檢查貫入位置、實體連接及固定組件是否完好，以確保每個太陽能板安裝牢固。
- (iv) 檢查所有硬件是否有腐蝕跡象和除銹；重新髹漆，並在有需要時將其更換。
- (v) 檢查接駁導體的狀況。
- (vi) 為保護導體及 / 或等電位接駁進行導通性試驗。

(c) 太陽能光伏陣列

- (i) 檢查太陽能光伏陣列的位置及移動是否有異常。
- (ii) 檢查開路電壓、光伏串的操作電流，以確保太陽能板正常運作。

裝置地址:

**測試人員/日期
(如不適用請註明)**

(d) 系統直流側

- (i) 檢查警告指示牌和警告標誌，並在有需要時將其更換。
- (ii) 檢查電纜是否有裂紋、故障、連接拔出、連接鬆脫、過熱、電弧、短路或開路，以及接地故障。
- (iii) 檢查斷電開關和斷路器的位置，以及熔斷器的狀況。
- (iv) 檢查避雷器的狀況，並按照生產商的建議更換。
- (v) 檢查組合箱是否有腐蝕、水或昆蟲侵入。
- (vi) 進行直流電電路測試，包括絕緣測試、極性測試及保護裝置的操作，或按照《電力(線路) 規例工作守則》所訂明的指引進行測試。

(e) 逆變器

- (i) 檢查警告指示牌和警告標誌，並在有需要時將其更換。
- (ii) 檢查通風情況和清潔逆變器外殼的塵埃。
- (iii) 檢查電纜連接是否有鬆脫。
- (iv) 檢查操作溫度是否有異常。
- (v) 檢查功能，例如電網供電停止時的自動斷電功能。
- (vi) 量度輸入和輸出功率，以確保逆變器正常運作。

(f) 系統交流側

- (i) 檢查警告指示牌和警告標誌，並在有需要時將其更換。
- (ii) 檢查電纜是否有裂紋、故障、連接拔出、連接鬆脫、過熱、電弧、短路或開路，以及接地故障。
- (iii) 檢查配電箱是否有腐蝕、水或昆蟲侵入。
- (iv) 檢查斷電開關和斷路器的位置，以及熔斷器的狀況。
- (v) 檢查電力連接(包括可再生能源電錶位置)是否有鬆脫。
- (vi) 檢查避雷器的狀況，並按照生產商的建議更換。
- (vii) 進行交流電電路測試，包括絕緣測試、極性測試、保護裝置的操作、電流式漏電斷路器 / 具過流保護功能的電流式漏電斷路器的斷路時間，或按照《電力(線路) 規例工作守則》所訂明的指引進行測試。

裝置地址:

**測試人員/日期
(如不適用請註明)**

(g) 隔離變壓器

- (i) 檢查警告指示牌和警告標誌，並在有需要時將其更換。
- (ii) 檢查隔離變壓器的狀況，並清潔散熱網的塵埃。
- (iii) 檢查初級及次級電壓 / 電流 / 功率 / 頻率，進行絕緣測試。

(h) 系統測試

- (i) 檢查總諧波電流失真率(不可超逾百分之五) 及直流電輸入。
- (ii) 開啓隔離開關以檢查電壓和電流波形，並根據電力公司的要求檢查防孤島時間是否足夠。

(i) 接地系統

- (i) 檢查警告指示牌和警告標誌，並在有需要時將其更換。
- (ii) 檢查接地導體連接是否有鬆脫。
- (iii) 檢查接地導體的導通性及太陽能發電系統的接地故障環路阻抗。
- (iv) 檢查接駁至帶電電纜的接地電纜的絕緣度。
- (v) 檢查接地故障環路阻抗。

(j) 避雷系統

- (i) 檢查警告指示牌和警告標誌，並在有需要時將其更換。
- (ii) 檢查接駁導體的狀況及接駁導體連接是否有鬆脫。
- (iii) 檢查接駁至避雷系統的接駁導體的導通性。

(k) 儀器

- (i) 檢查監測儀器(如水平日射儀、天氣感應器)，以確保運作正常。
- (ii) 校準或更換儀器、天氣感應器及電錶。

(l) 系統監測

- (i) 監測操作狀態、效能、警報及警示參數。
- (ii) 經樓宇管理系統檢查太陽能發電系統，就訊號界面檢查有關硬件，並在有需要時將軟件升級。
- (iii) 保存累計輸出電力記錄(以千瓦小時計至即日)，並製作按日期顯示的電力圖表。
- (iv) 檢查即時太陽輻照度及太陽能發電系統的能量輸出，並將系統效率與設計數據作比較。

裝置地址:

**測試人員/ 日期
(如不適用請註明)**

(m) 電池系統(適用於離網系統)

- (i) 檢查警告指示牌和警告標誌，並在有需要時將其更換。
- (ii) 清潔容器或外殼。
- (iii) 檢查蓄電池組是否有化學物質滲漏、裂痕、膨脹；以及電池外殼和承托構築物是否完好。
- (iv) 檢查所有硬件是否有腐蝕跡象，並在有需要時除銹和重新髹漆。
- (v) 檢查電池室的通風情況，並清除通風窗的塵埃。
- (vi) 檢查蓄電池組的所有電力連接是否有鬆脫。
- (vii) 測試電池容量。
- (viii) 檢查電池充電控制器過度充電及過度放電的功能。

(n) 其他

- (i) 檢查天台的防水程度。
- (ii) 檢查是否有植物生長或其他遮光物件。

能源效益事務 機電工程署

香港九龍啟成街3號
電話: (852) 1823 傳真: (852) 2890 7493
網址: www.emsd.gov.hk
電郵: info@emsd.gov.hk