



# 太陽光電系統採用集中式變流器配置之維運建議

宋洪義/ 工研院 綠能所 太陽光電技術組, 工程師

隨著大型太陽光電系統的普及，系統建置也往簡易配置方式設計規劃，早期以串列式變流器(string inverter)為主流，優點為若部分變流器發生異常時，影響發電性能較小，但配置上較為複雜，且有成本高等缺點；近期大型系統建置因考量成本及配置等需求，逐漸採用集中式變流器(central inverter)，缺點為若變流器發生異常，對於發電性能的影響較大，優點為配置簡易，使用變流器數量較少且成本較低。

如使用集中式變流器，通常在配置上串列並聯數會較高，且近期發現許多案場失效，都是屬於並聯數較高的配置方式，本文章將提供設計上過電流元件使用的建議，以及對應系統維運的相關檢查技術。

## 一、過電流保護元件

(一) 依據國際標準IEC 62548中要求，過電流保護可選用保險絲(Fuse)、阻絕二極體(Blocking diode)兩者其中之一。

(二) 使用保險絲設計：

1. 並聯數較少的配置。
2. 使用串列式變流器。
3. 案場面向較不一致。
4. 適用中小型太陽光電系統應用。
5. 過電流保護原理：當有串列漏電且無法有效導地時，串列會有逆向電流由漏電串列負極進入，如照度較低時，保護的過電流元件並不會熔斷。對於並聯數較少的配置，往往因為在高照度下，有串列漏電且無法有效導地時，會導致保險絲熔斷，因此於維運時常常發現，有保險絲一直損壞。而對於並聯數較高的配置，當有串列漏電且無法有效導地時，在高照度下容易熔斷對應漏電串列保險絲；但是當低照度時，如果逆電流小於保險絲等級，則不但不會熔斷，逆灌電流串列處，如有電阻較高處，則容易產生高溫而導致失效。

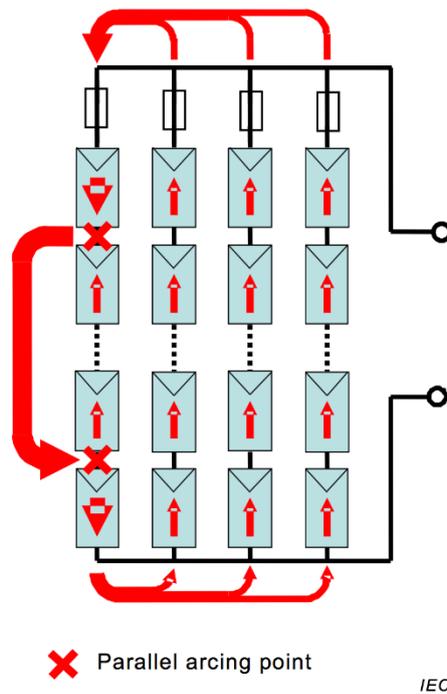


圖1、保險絲保護機制

(三) 使用阻絕二極體設計：

1. 並聯數較高的配置。
2. 使用集中式變流器。
3. 案場面向較一致。
4. 適用大型太陽光電系統應用。
5. 過電流保護原理：當有串列漏電且無法有效導地時，因為採用阻絕二極體使得電流無法逆向進入漏電串列，得以保護漏電串列。
6. 缺點：
  - (1) 隨時有順向電壓電流通過，過電流保護元件處於高溫，容易損壞而增加維運成本與檢修困難。
  - (2) IEC 62548規範中說明使用阻絕二極體要求：
    - 導體不能外露，避免空氣水氣導致老化而損壞。
    - 直流匯線箱有IP 65等級，處於不通風散熱機制差，阻絕二極體需有散熱裝置。
    - 損壞率高，未即時更換修復，導致電能損失。
    - 因散熱不良容易讓元件高溫起火。

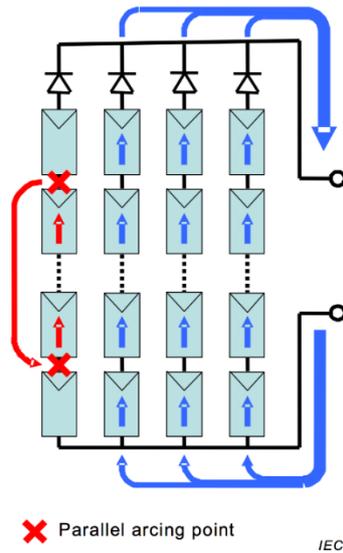


圖2、阻絕二極體保護機制

## 二、失效舉例分析說明

- (一) 假設太陽能模組規格，其運轉電流 $I_{pmax}$ 為9.94 A。
- (二) 如於低日照狀態下，對應照度為 $293 \text{ W/m}^2$ 。
- (三) 此系統為16個串列並聯配置(圖3)，且假設有三處串列漏電且無法有效接地。
- (四) 以平均照度計算每串電流約 =  $9.94 \times 293 / 1000 = 2.9 \text{ A}$ 。
- (五) 因為有三處串列短路，所以推論三處對應串列漏電，導致其中13串電流逆灌進入，16並聯中有其中13串提供逆電流共 =  $2.9 \times 13 = 37.7 \text{ A}$ 。
- (六) 計算後三串平均分到逆電流 =  $37.7 / 3 = 12.6 \text{ A}$ ，現場使用保險絲規格為15 A，所以保險絲未熔斷，如串列有電阻較高(例如：連接器不匹配、太陽能電池破裂等)，容易因為電流於電阻處，以高溫形式而導致失效發生。

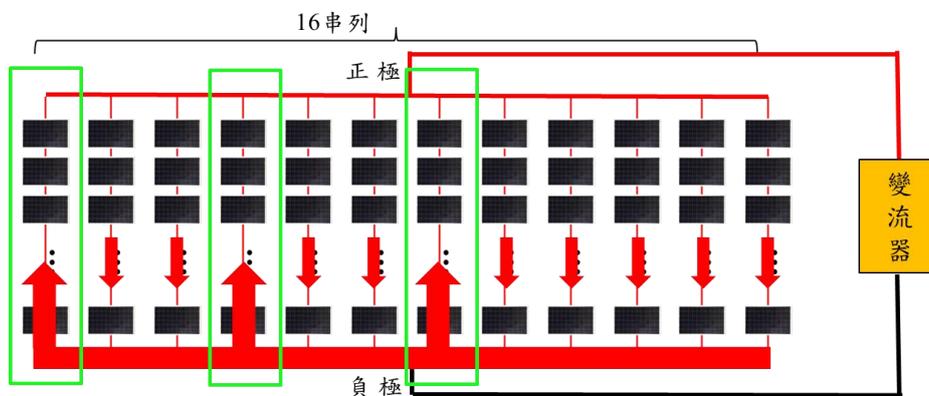


圖3、逆電流路徑



### 三、 系統維運建議

- (一) 因為目前對於過電流保護元件都採用保險絲，因此於系統維運上針對保險絲作法提供建議與說明。
- (二) 現場製作直流用連接，應採用與太陽能模組連接器之相同廠牌與型號。
- (三) 檢查項目應包含接地系統、接地連續性檢查。
- (四) 發現有串列保險絲熔斷頻率較高時，則應啟動檢查接地系統，以及找出漏電異常元件，進行更換維護。
- (五) 採用熱影像定期巡檢找出熱異常處，如發現有過熱處，則檢查確認是否電阻過大，並且進行更換與維護。