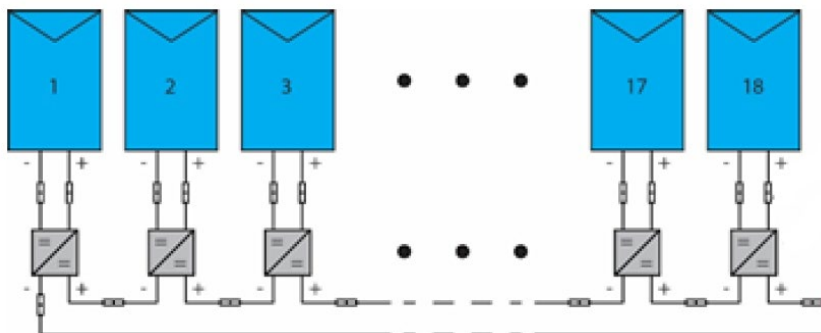


# 技術說明－SolarEdge系統中的串列保險絲要求

## 概述

SolarEdge 系統中串列的設計及安裝與傳統串列變流器大不相同。太陽能模組並非直接串聯。陣列中的每個太陽能模組都連接至 SolarEdge 功率優化器的輸入，且功率優化器的輸出電纜彼此串聯。



因此，SolarEdge系統在故障情況下的行為，與傳統串列變流器系統有所不同。

本文件比較兩種系統的過電流保護機制，並分析系統在各種故障情境下的反應。在本分析中，針對最常見的安裝<sup>1</sup>，只有當安裝四個或更多串列時，才應使用串列保險絲。

變流器－功率優化器部分中所有設備（連接器<sup>2</sup>、電纜、隔離開關等）的額定電流必須至少為36A。

根據 IEC 規定，在其中一極上使用保險絲即足夠。更多詳細資訊請參閱當地法規。

## 串列保險絲要求

根據IEC 62548及US NEC -2017, Article 690.9，若可能的反向電流會高於太陽能模組的最大額定值，即需要串列過電流保護（串列保險絲）。根據EN 60269-6，串列保險絲必須要能在一小時內斷開等於其額定值1.35倍（IEC）／1.56倍（US NEC）的電流，意即電纜及模組必須能承受最高高出35%（IEC）／56%（US NEC）的電流一小時。在較短的時間範圍內，可能發生較高的電流，意即電纜及模組能承受更高的電流長達一小時。

在SolarEdge系統中，太陽能模組並非直接連接至變流器。因此，在評估是否需要串列保險絲時，安裝業者必須考慮反向電流是否會影響所有系統元件，例如：太陽能模組、功率優化器、匯流箱、連接器等。

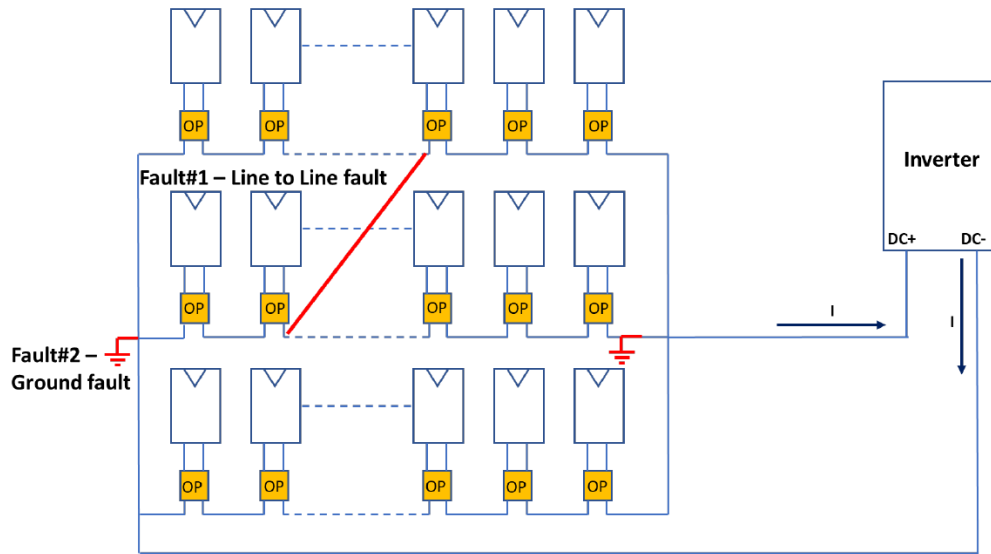
## 故障情境

為在太陽能系統中形成反向電流，必須將一個串列或串列的一部分短路。可藉由兩次連續接地故障或一次線對線故障，引發此情況。

兩種絕緣故障的示意圖如下所示：

<sup>1</sup>排除 M1600 功率優化器的使用。

<sup>2</sup> [https://ec.staubli.com/AcroFiles/Catalogues/PV\\_Sol-Main-11014092\\_\(en\)\\_hi.pdf#page=12-13](https://ec.staubli.com/AcroFiles/Catalogues/PV_Sol-Main-11014092_(en)_hi.pdf#page=12-13)



## 線對地（接地）故障造成的短路

### 串列型變流器系統

在串列型變流器系統中，接地故障會在變流器產生絕緣故障指示，無變壓器的變流器也會與電網斷開，但故障仍存在。若直流系統的另一部分（同一串列或不同串列）出現第二個絕緣故障，則串列或串列的一部分會短路。接著，高於太陽能模組保險絲額定值的關鍵反向電流就可能流經太陽能模組。需要一個額定電流值低於太陽能模組最大額定值的串列過電流保護裝置，以中斷此電流。若反向電流低於模組額定值，則不會中斷此電流，且接地故障處可能會有發生火災的風險。就標準的角度而言，將此視為低風險，因此不需要保護。

### SolarEdge系統

在SolarEdge系統中，接地故障會引發導致系統關閉的絕緣故障反應。不僅變流器斷開，功率優化器也會關閉並進入安全模式，將串列電流降至0A左右的安全等級。若發生第二個故障，可能會有電流瞬間流動的情況。當安裝三個或以下的並聯串列時，SolarEdge系統可以承受產生的電流，且優化器可將反向電流流入模組的機率降至最低。因此，不需要額外的串列保護。

## 線對線故障造成的短路

由於使用雙絕緣單芯電纜，線對線故障的風險很低。因此，為保護太陽能模組不會出現短路效應，標準未要求額外的過電流保護裝置（例如串列保險絲）。儘管如此，仍必須考慮此等故障。

### 串列型變流器系統

在串列變流器系統中，線對線故障可能形成關鍵反向電流。為保護太陽能模組，若太陽能模組額定值不足，則需要串列過電流保護。但即使有串列保險絲，當電流低於模組額定值時，故障處仍會有電流，可能引起火災。

### SolarEdge系統

SolarEdge 功率優化器提供內部電流限制。由於功率優化器的拓撲結構及開關控制，沒有反向電流能夠流入太陽能模組。功率優化器將太陽能模組輸入的電流限制為最高 14A（視模組而定），並將功率優化器直流輸出電路的電流限制為最高 18A<sup>3</sup>。SolarEdge 功率優化器經過認證，提供零反饋電流至太陽能模組，而對串列的其餘部分而言亦為零反饋電流，意即串列電流僅能以一個方向流動。因此，模組中沒有反向電流的風險。

在大多數情況中，線對線故障會影響固定電壓控制並立即導致系統關閉，包括關閉功率優化器，將串列電流降至0A。但若電纜的尺寸不具適合最大電流的載流能力，則可能需要過電流保護裝置以保護電纜，直到關閉。

<sup>3</sup>排除 M1600 優化器的使用。

當安裝三個或以下的並聯串列時，若電纜能承受15秒的可能反向電流，即不需要串列過電流保護。相較於傳統串列型變流器系統，在此時間後即沒有電流，故障位置本身也沒有火災風險。

## 過載保護

### 串列型變流器系統

在串列型變流器系統中，串列電流可能高於模組資料表中的STC值。因此，採用安全預度（例如10%）以考慮較高的輻照度及其他可能提高電流的環境條件。

### SolarEdge 系統

在 SolarEdge 系統中，即使模組電流因環境條件而增加，仍會將串列電流限制為功率優化器的最大輸出電流。此外，功率優化器會限制太陽能模組輸入端的電流。因此，計算最大串列電流時，不需要安全預度。