



日燭科技有限公司
JD Auspice Co., Ltd.

MLPE組件級電力電子領域的發展



note: subject to change without any notice, JDA pay no responsibility



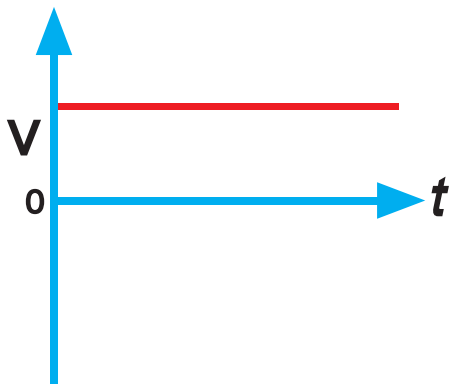
目 錄

1. 什麼是MLPE組件級電力電子	3
2. 光伏微型逆變器的特點與應用	5
3. 光伏微型逆變器的需求側邊際變化	8
4. MLPE組件級電力電子領域未來發展趨勢	13

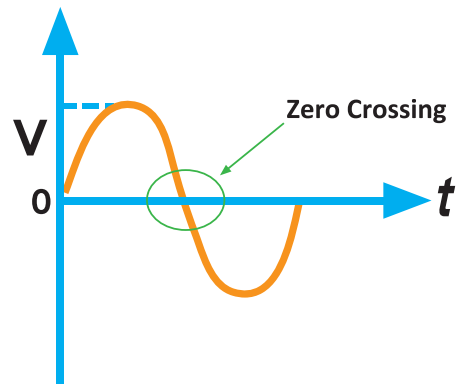
01. 什麼是MLPE組件級電力電子 分佈式光伏痛點 “頭號殺手” 直流電弧

光伏電站中，直流側存在的直流高壓是引發光伏系統火災的“罪魁禍首”。

據統計，在光伏電站（電站自身原因）的火災中，80%以上的電站著火都是由於直流側的故障，由直流高壓引起的直流電弧是光伏火災的“元兇”。



直流電



交流電

直流電弧

直流電弧是一種氣體放電現象，可以理解為絕緣情況下產生的高強度瞬時電流。跟交流電弧不一樣的是，直流電弧沒有過零點，意味著如果發生了直流電弧，觸發部位會維持相當長一段時間穩定燃燒而不熄滅。直流電弧產生的高溫輕易超過3000°C，能夠直接導致起火。

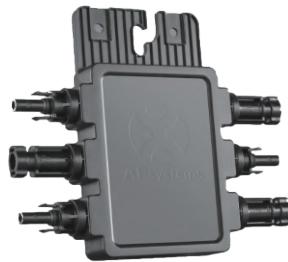
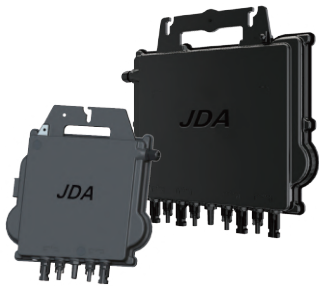
直流電弧故障

由於光伏發電機制，只要有光照就會有電壓，組件如均為串聯接入，電壓疊加，形成直流高壓。過高的直流電壓及直流電流會引發危險的直流電弧故障，直流側會達到600V~1000V以上的高壓，且該直流電弧不會因切斷電路而快速停止，危險不言而喻。



解決光伏行業痛點--- MLPE組件級電力電子設備優勢凸顯

MLPE組件級電力電子Module Level Power Electronics，字面意思即為組件級別的電子設備。在太陽能光伏系統中，組件級電力電子設備能對單個或幾個光伏組件進行精細化控制，實現逆變、監控、功率優化、關斷等功能。技術包含電力電子、半導體器件、通訊、雲計算及高可靠製造等多個方面，目前現有產品系列包括微型逆變器、優化器、組件級關斷器等。



- 微型逆變器是指能夠對每一塊光伏組件進行單獨的最大功率點跟踪，再經過逆變以後併入交流電網，實現對每塊光伏組件的輸出功率進行精細化調節及監控的逆變器。

- 微型逆變器主要用於分佈式、光電建築等中小型電站

- 功率優化器是一種直流輸入、直流輸出的組件級別電力電子設備。每一至兩塊光伏組件連接一個具有最大功率點跟踪功能的功率優化器。

- 優化器可根據串聯電路需要，將低電流轉化為高電流，最後將各功率優化器的輸出端串聯並接入匯流箱或逆變器。

- 組件級關斷器是一種可實現組件級別快速關斷的裝置。在危急情況下，通過該裝置，可以遠程或者手動快速關斷每一塊光伏組件之間的連接，從而消除光伏系統陣列中存在的直流高壓，降低觸電風險、解決施救風險。

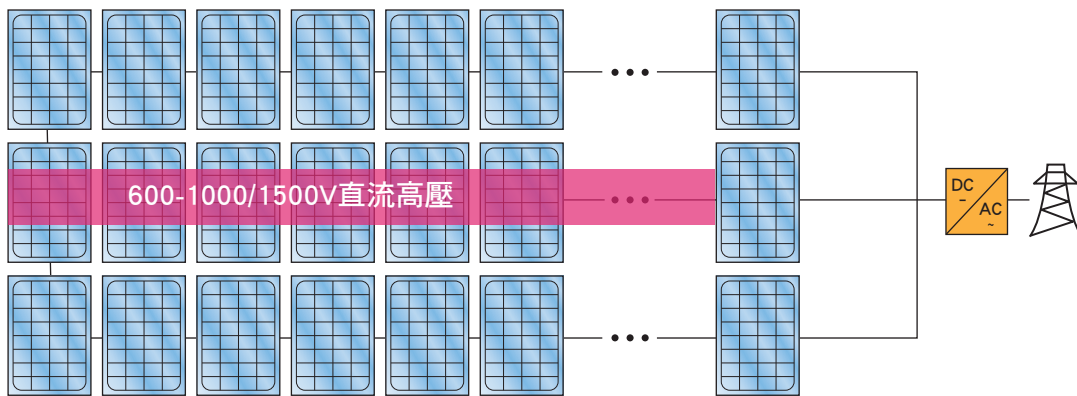


02. 光伏微型逆變器的特點與應用

光伏微型逆變器的特點 --- 安全

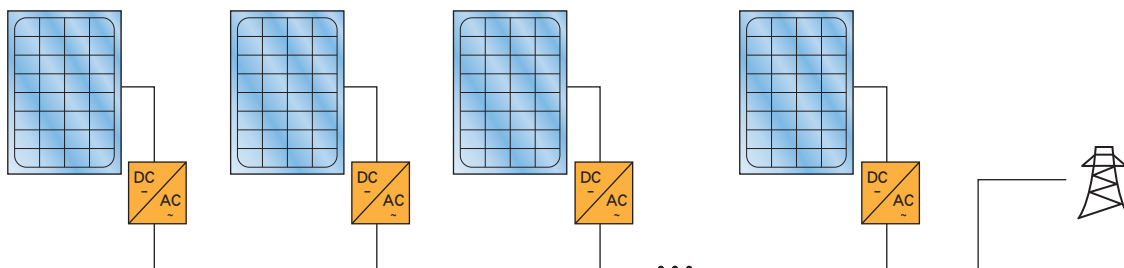
傳統組串系統

組件和組件之間串聯連接，直流迴路中存在600-1000V的直流高壓，直流高壓容易拉弧，易引發明火，同時伴隨著4000度的高溫。在此高溫下，鋼結構軟化，牆體開裂，玻璃融化，造成建築起火和坍塌。



微型逆變器系統

組件之間不再有電壓疊加，直流電壓小於60伏(不高於組件最高輸出直流電壓)，徹底解決了由高壓直流拉弧引起的火災風險，同時也解決了當房屋起火時，由屋頂直流高壓而阻礙施救的問題。

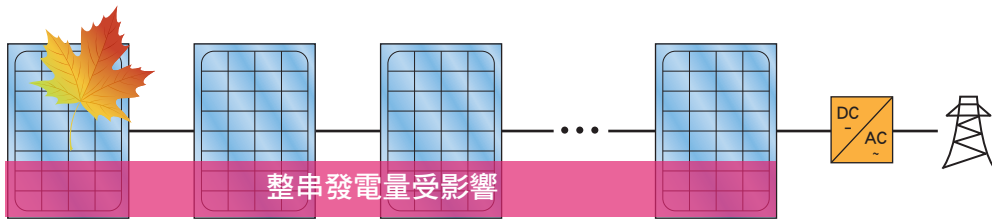




光伏微型逆變器的特點 --- 高效

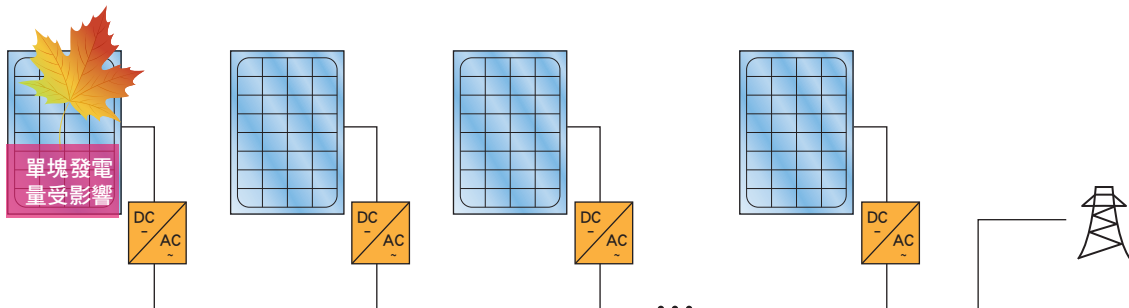
傳統組串系統

組件相互串聯後接入組串逆變器的直流輸入端，其中一塊光伏板的失效或功率下降，會大大的拉低一串組件的功率輸出。



微型逆變器系統

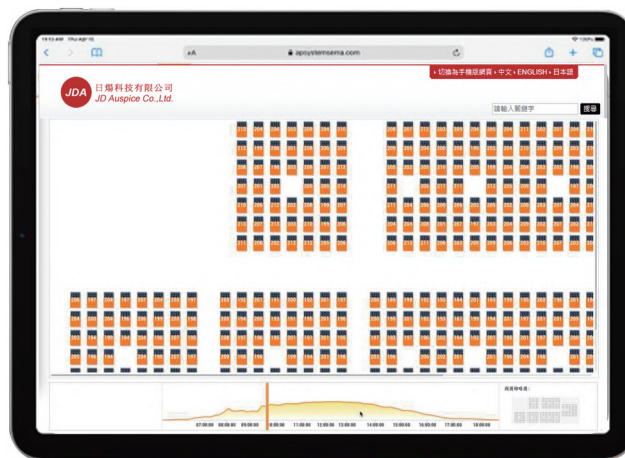
組件之間不進行任何串並聯，微型逆變器針對每塊組件都有獨立MPPT，保證每塊光伏板以最大功率輸出，當其中某一塊光伏板輸出功率嚴重下降時，不影響其他光伏板的最大功率輸出。精度是組串逆變器25倍+，電站系統效率90%+



光伏微型逆變器的特點 --- 易運維

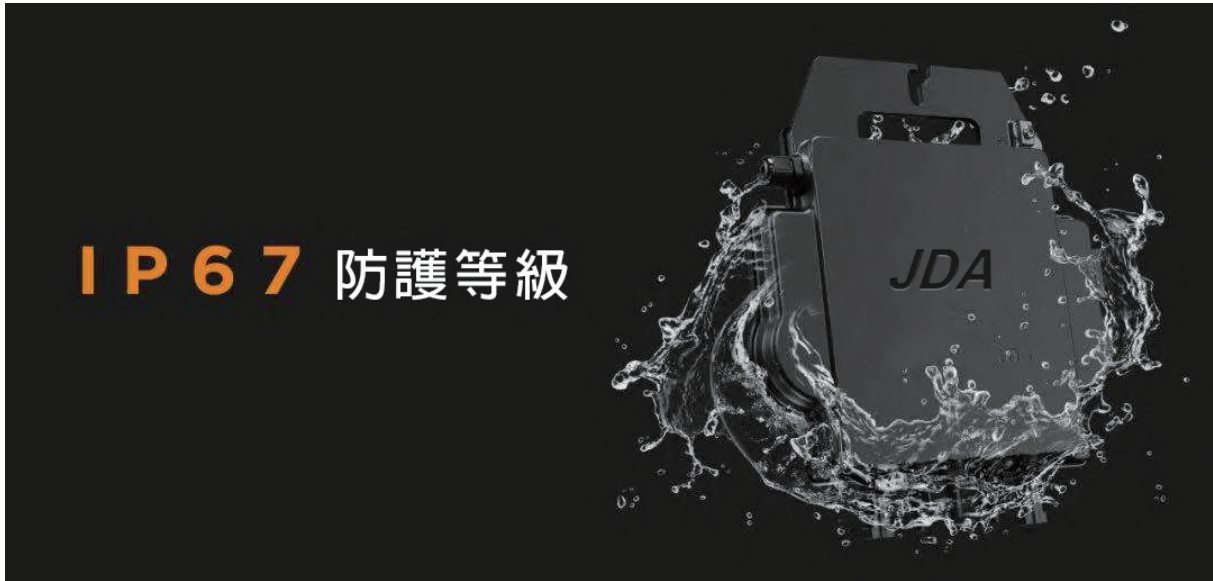
通過JDA智能監控及運維平台，能量通信器ECU可採集每一台逆變器的數據，獲取到系統中每一塊組件的工作情況，了解其電壓、電流、功率等信息，一旦出現故障，可以通過運維後台快速定位，大大節省了人力物力。

- 支持多種互聯協議，專有加密技術，保障電站運營數據安全
- 目前已有300萬台設備，70TB海量數據





光伏微型逆變器的特點 --- 可靠、靈活



可靠

與組串式逆變器中空散熱的情況不同，微型逆變器採用全灌膠工藝，使內部的電子元器件散熱更均勻，具有IP67的防護等級。採用軟開關控制，效率高發熱少，在-40°C到+65°C的環境溫度範圍內，電氣參數更穩定，降低了故障率，設計使用壽命長達25年，與組件使用壽命一致，在光伏電站25年生命週期內無須二次投資，減少了投資風險。

靈活

採用微型逆變器的系統中，逆變器與光伏組件集成，可以實現模塊化設計、即插即用。微逆體積小，基本不獨立佔用安裝空間，安裝便於配置，能夠充分利用空間和適應不同安裝方向和角度的應用。

JDA微逆的使用讓屋頂的擴容改造變得更加簡單，其靈活性強，可完全根據擴容需求選擇逆變器數量。

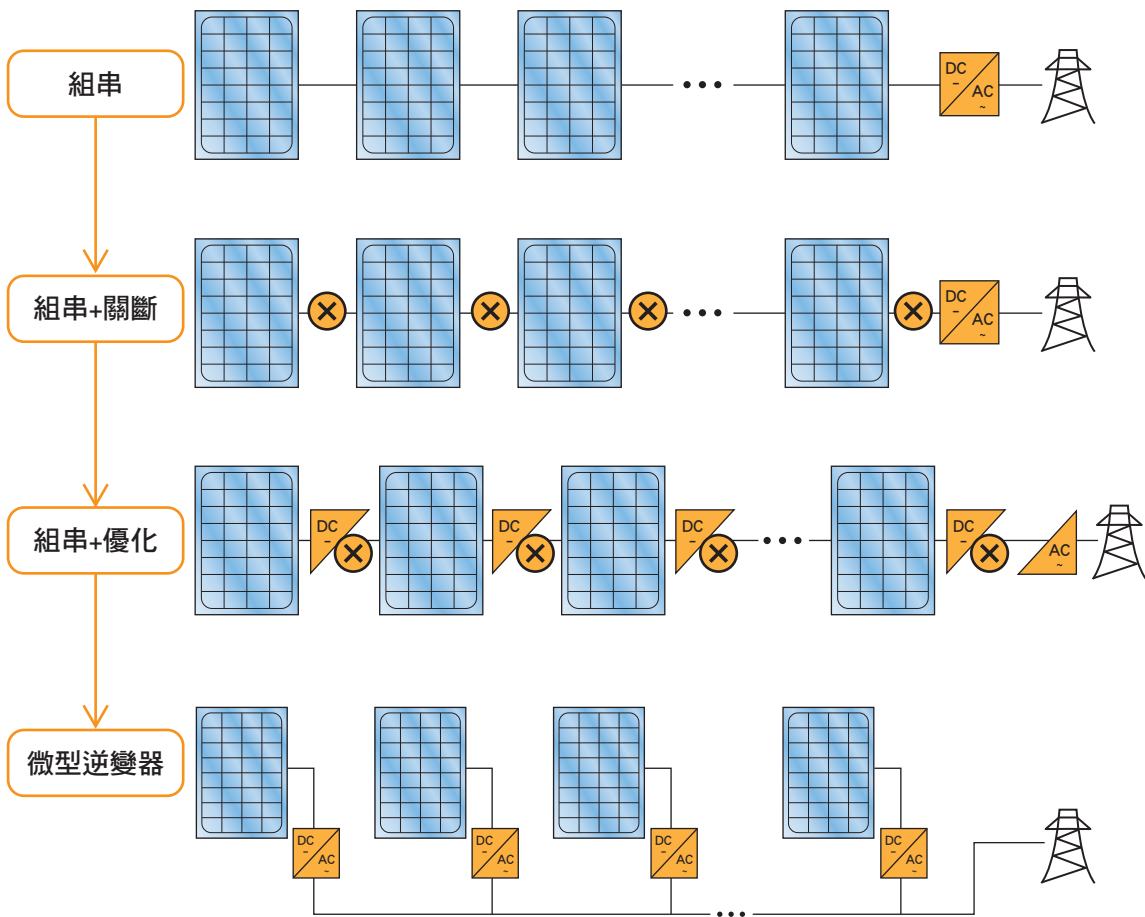


MLPE行業主要玩家

中國第一



全球第二





MLPE組件級控制技術各方案對比

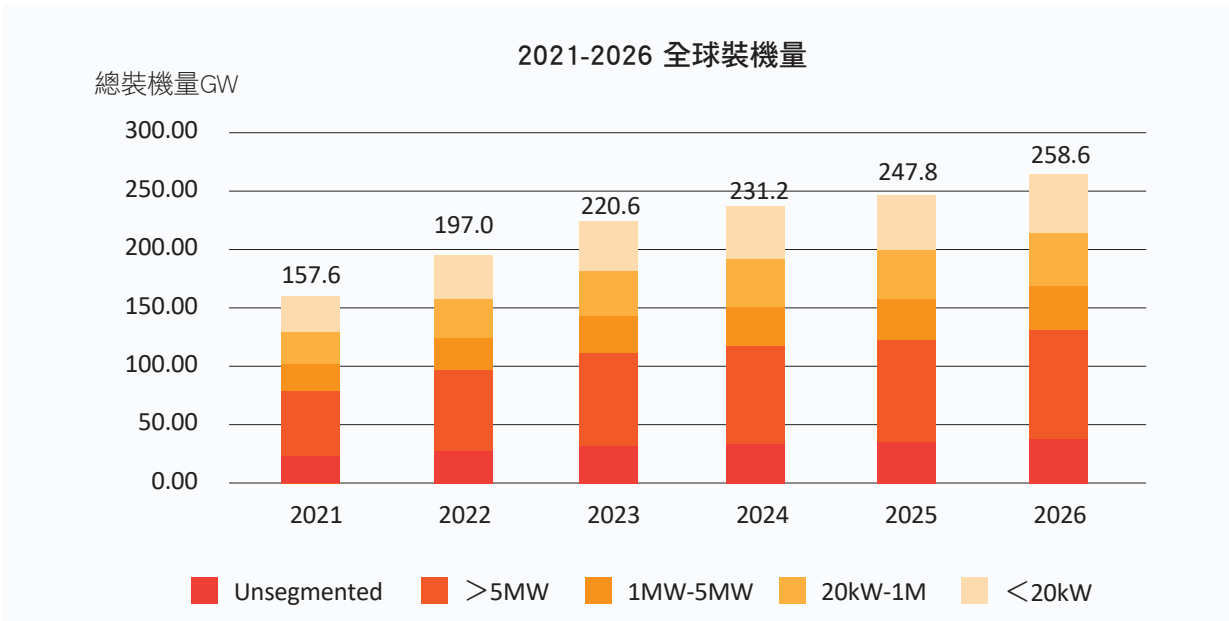
		微型逆變器	組串式+優化器	組串式+關斷器	組串式
電器安全	是否解決直流拉弧火災風險	是	否	否	否
	是否解決運維觸電風險	是	是	是	否
	是否解決施救風險	是	是	是	否
	系統運行時直流電壓等級	低壓	高壓	高壓	高壓
	系統關斷時直流電壓等級	低壓	低壓	低壓	高壓
初始投資成本	0.4-0.8元/瓦	較高，組串式成本+0.4元/瓦	略高，組串式成本+0.15元/瓦	中 0.2-0.3元/瓦	
營維成本	低（組件級監控）	低（組件級監控）	中等	中等	
組件失配下功率輸出能力	高	中等	低	低	
數據採集能力	強	較強	弱	弱	

- “組串式+關斷器/優化器” 僅解決了運維觸電和施救風險，未徹底消除火災隱患，微型逆變器可解決電氣安全問題；
- 在現有成熟組串式逆變器、需要實現組件級關斷要求的市場裡，“組串式逆變器+關斷器” 方案具有一定性價比優勢；
- “組串式+關斷器” 的方案主要適用於功率相對較大的應用場景，微型逆變器方案具有更佳的安全性，在中小功率應用場景中更具有性價比優勢

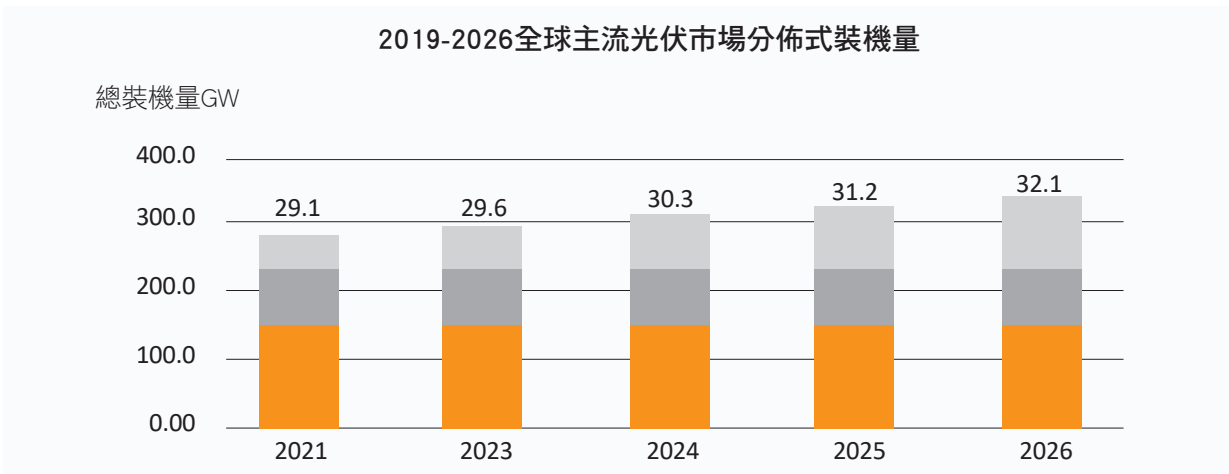


03. 光伏微型逆變器的需求側邊際變化

微逆需求側邊際變化 - 分佈式佔比逐年提升，歐洲分佈式勢頭強勁



全球分佈式佔比逐年提升，其中戶用、中小工商業分別佔分佈式比例為40%，33%。



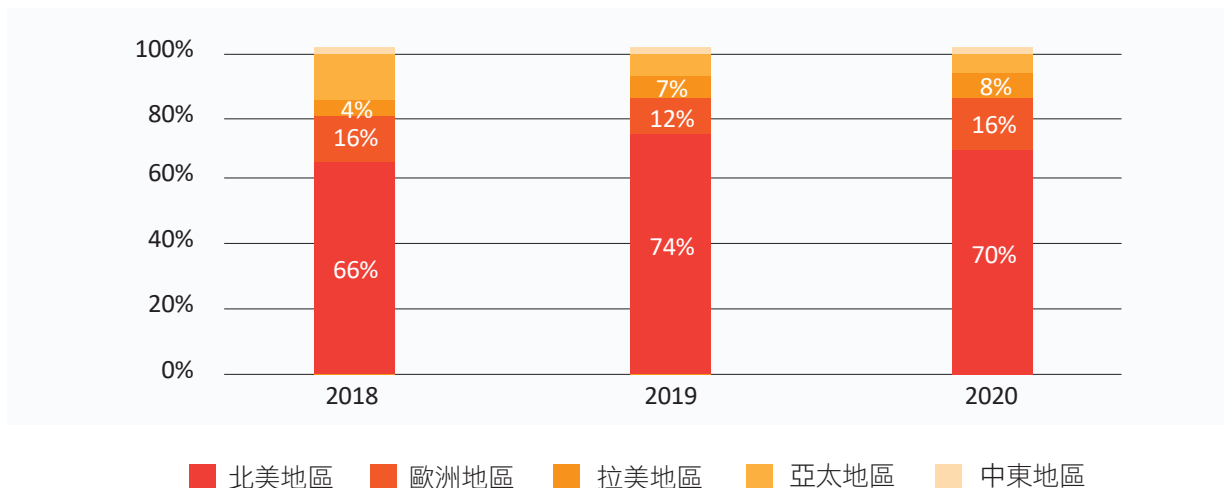
歐洲分佈式裝機量占主流光伏市場近50%，其中德國、法國、荷蘭佔歐洲分佈式近一半裝機量。

	Y2022	Y2023	Y2024
Germany	3.95	4.55	4.72
France	1.52	1.67	1.74
Netherlands	2.53	2.09	1.79

單位：GW



微逆需求側邊際變化 - 安全法案進一步促進MLPE市場的滲透



美國是全球最大的MLPE組件級電力電子產品市場，2020年儘管受到了全球新冠疫情的影響，MLPE產品的出貨增長率仍在12%。在美國戶用市場中，MLPE產品的比例也在逐年快速上升，據最新數據，從2015年到2021年，MLPE產品在美國戶用市場佔比已從53%提升至90%以上。

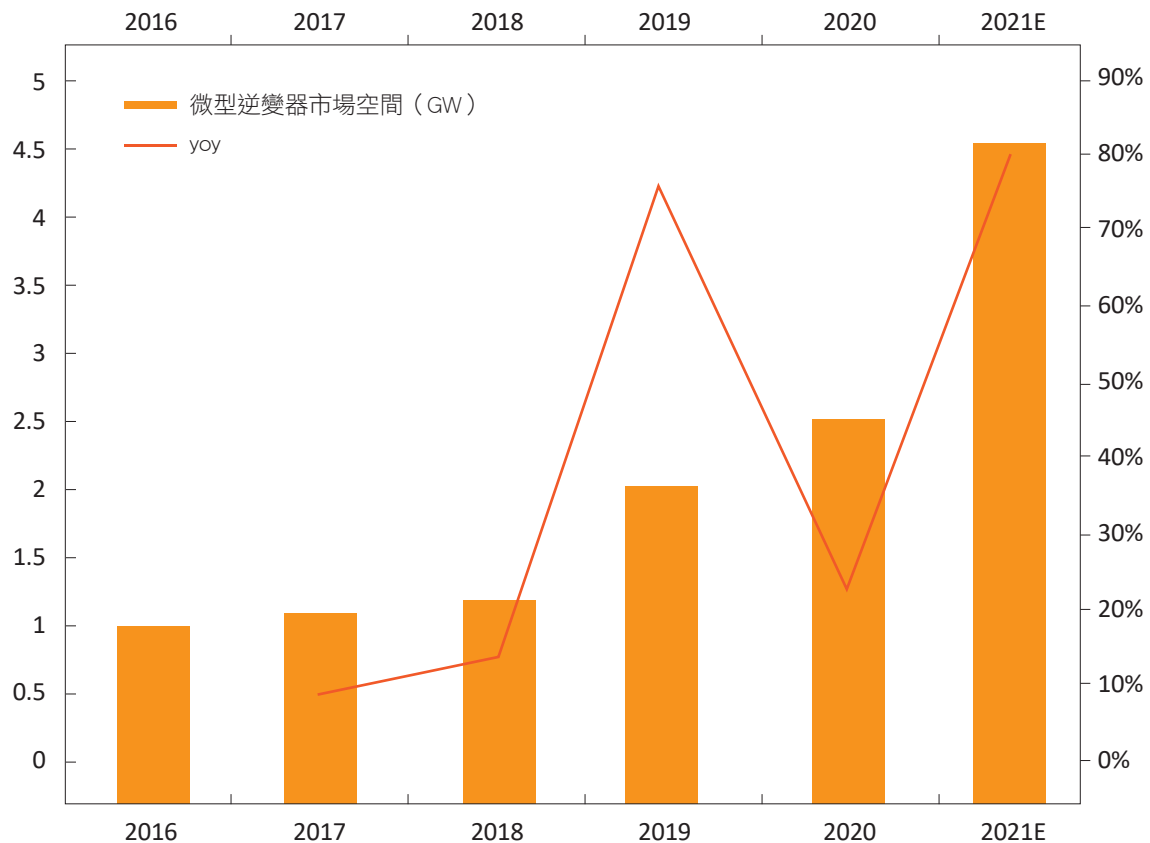
國家	法規	內容
美國	《美國國家電氣法規》NEC2017 (690.12)	對光伏建築進行了強制性的安全規範,以距離到光伏矩陣305m為界限，在快速關斷裝啟動後30S內，界限外電壓降到30V以下，界限內電壓降到80V以下，即要求實現“組件級關斷”，該要求在2019年1月1日起生效
加拿大	Canadian Electrical Code > 2021版	光伏系統直流側電壓大於80V時需安裝電弧故障中斷設備或者其他等同設備。光伏系統安裝在建築內或者建築上的應安裝快速關斷。在光伏組件1米外，快速關斷觸發後，要求30S內將電壓降低到30V以下
德國	VIIDE防火安全標準	明確規定在光伏系統中如果逆變器關閉或者電網出現故障時，需要使直流電壓小於120V，並提出可以使用關斷裝置達到前述要求
墨西哥	《電氣安裝(使用)》標準NMO01SEDE	光伏系統直流工作電壓大於80V的需要安裝電弧保護設備
泰國	Thai Electrical Code: Solar Rooftop Power Supply Installations 2022	要求屋頂光伏電站必須安裝有快速關斷裝置，且在距離光伏矩陣300mm為界限，裝置啟動後30秒內界線範圍內電壓降低到80V以下，界限範圍外電壓降到
中國	2021年11月24日，國家能源局發布了《關於加強分佈式光伏發電安全工作的通知(徵求意見稿)》	進一步加強分佈式光伏發電安全工作



04. MLPE組件級電力電子領域未來發展趨勢

全球MLPE市場體量及趨勢

- 基於Wood Mackenzie 統計數據與行業內相關企業公布數據參考，在2020年維度，微型逆變器產品出貨量佔分佈式光伏的比例約在3%左右。北美市場是全球最大的微型逆變器產品市場，其次是歐洲、拉美等地區，其微型逆變器產品市場份額正在逐漸擴大。
- 基於美國NEC2017&2020安規強制要求，直流的關斷器&優化器在美國的工商業領略出貨繼續攀升；其他陸續有安規強制的國家，MLPE的相關產品也正逐步滲透其中。





MLPE技術三大優勢

安全

組件之間不再有電壓疊加，
直流電壓小於60V，徹底解決
了由高壓直流拉弧引起拉弧火
災和點擊危險

高效

解決光伏電站整個生命週期中
因組件間不匹配而造成的“短
板效應”，提升5-25%系統發
電量

智能

對光伏電站進行精準運維，組
件級監控，全天候實時數據傳
送，可視化管理界面，智能故
障診斷

MLPE交流系列---微型逆變器



2011

2013

Gen2 多體架構
首創多體及
三相微逆架構

2017

Gen3 智能電網
首創符合智能電網
調度的微逆

2021

Gen4 超大電流
首創20A大電流、
大功率微逆



MLPE直流系列---組件級關斷器



2016

可同時連接2塊組件
實現組件級優化
監控及關斷

2018

可同時連接2塊組件
實現組件級監控及關斷

2019

連接1塊組件
實現組件級快速關斷


2021

可同時連接2塊組件
實現組件級快速關斷




日燭科技有限公司
JD Auspice Co., Ltd.



 www.jdauspice.com



 [@jdauspice](https://www.facebook.com/jdauspice)



 ID : @jdapv

