

兼具性能/總成本優勢 SiC開關照亮太陽能前景

文 | Brandon Becker

可再生能源將是未來的人們生活當中重要的組成部分，滿足人們對電能的日益增加的需求，為電動汽車(EV)等新技術供電，同時也保護環境，減少人們對污染性石化燃料和核能的依賴。

在現有的各種形式的可再生能源中，太陽能和風能已成為最常使用的能源，並負責產生大多數清潔可再生能源。在這兩種技術中，太陽能正在成為主導技術，其發電量幾乎是風力發電的兩倍。實際上，2017年部署的太陽能發電量已大於同期基於石化燃料的發電總量，這是全球轉向清潔可再生能源的重要里程碑。

太陽能發電的發展有巨大的市場機會，因為它目前僅占全球總發電量的12%(相當於500GW)。亞太地區的產能領先，占全球一半以上，其中以占全球太陽能部署量三分之一的中國為主；歐洲目前占全球產能的四分之一以上，而美國約占全球產能的六分之一。

太陽能的快速成長(據估計其複合年增長率(CAGR)約為30%)是由三個主要因素驅動，包含對更大功率需求、技術進步以及政府法規和倡議持續強烈的需求。太陽能面板正在不斷改進，以更高效地將陽

光轉化為電能，和從較小的表面積產生更多的電能，從而使住宅區設施更有效。

各國政府正在制定政策刺激太陽能成長，如中國聲明到2020年清潔能源必須滿足其20%的能源需求。歐盟進一步實施其「20-20-20」目標，即到2020年，能效將提高20%，二氧化碳排放量降低20%，可再生能源將產生20%的能量。

太陽能發電

太陽能面板產生直流電壓，當與DC-DC充電器一起使用時，可用於「離網」電源，對儲存能量的電池組進行充電，以備後用。但是，大多數設備都需要市電電壓下的交流電源，因此，在許多系統中，從太陽能面板電壓生成交流電壓的逆變器至關重要。這種方法被稱為「並網」，因為交流電可以連接回主電網，從而為房主提供機會向發電公司出售電力以抵消帳單。

逆變器尺寸方面，趨勢是從超過100kW的高功率中央逆變器轉向每台能夠提供高達100kW功率的多串逆變器。這些系統的核心是DC-DC升壓轉換器和DC-AC逆變器，從太陽能面板獲得的DC

電壓生成AC電源電壓(和頻率)。除此以外，還有一系列精密的監測、控制和保護電路，以確保系統安全高效地運行。

能效是任何太陽能系統的關鍵目標之一，確保能量不會浪費，並且盡可能少地產生不需要的熱量。系統的能效越高，在散熱器、風扇和其他硬體方面所需的冷卻就越少，從而減小了系統的大小、重量和成本。

下世代太陽能發電系統 寬能隙技術至關重要

可以說，電源轉換器最重要的元件開關元件如功率金屬氧化物半導體場效電晶體(MOSFET)、絕緣閘雙極電晶體(IGBT)和二極體通常由矽製成。由於這些元件對太陽能發電系統的能效至關重要，因此，現已有半導體廠商如安森美半導體已大量投資，以不斷提高性能。然而，該產業已到了採用矽元件幾乎不可能進一步改進的程度。因此，基於寬能隙(Wide Bandgap, WBG)材料的開關元件，包括氮化鎵(GaN)和碳化矽(SiC)，被視為是提供未來太陽能發電系統所需性能的關鍵。

SiC開關元件有時被稱為「解決所有電源工程師問題的方案」，在一些關鍵領域提供增強的性能。在靜態應用中，它們在完全接通時固有的更低電阻可降低損耗，因此在運行期間產生的熱量更少。


在現代開關電源應用中，工程師的目標是提高開關頻率，從而能夠減小電感器和變壓器等磁性元件的尺寸。這種方法減少了許多逆變器設計中接通時出現的浪湧電流。採用基於矽的MOSFET，每個開關週期所需的閘極電荷(Q_g)量相對較大，因此，隨著頻率的增加，動態損耗也隨之增加。

使用SiC元件時，動態開關損耗要小得多，因而能使用更高的開關頻率，同時仍能提高性能(並減小尺寸)。相比之下，典型的SiC二極體以80kHz工作時，其損耗要比矽二極體小73%。在大功率太陽能發電系統中，提高約3%的能效將帶來顯著的性能提升。

人們仍然認為SiC方案很貴。但事實並非如此，儘管這些元件已在市場上銷售了一段時間，但採用率一直低於預期，因為關注點在單個元件的成本而不是整個系統的成本或總持有成本。

如果考慮使用矽基30kW電源配置，則電感器和電容器的成本為90%(分別為60%和30%)。半導體元件僅占總物料單(BOM)成本的10%。儘管單個SiC元件的成本要比對應的矽元件高，但使用SiC開關可使電容和電感值降低75%，顯著降低了成本，從而抵消了開關元件的成本增加。因此，SiC方案用於太陽能發電系統的BOM總成本已達到可以低於矽方案的水準，並具有顯著的應用和性能優勢。

太陽能正成為未來的重要能源，因為它提供可持續發展的方案，也是環保的。價格下降、政府政策和減少二氧化碳排放的需要共同使該領域強勁成長。

能效在這裡至關重要，是設計和製造小的、高度可靠的系統的關鍵所在，而基於矽的方案已達其發展潛力的極限，現正被WBG技術超越。基於SiC的元件損耗要低得多，並且可以在更高的溫度和更快的工作頻率下運行，從而極大地減小了占BOM主要成本的電感和電容器的尺寸和成本。因此，這些高效且可靠的系統能夠以低於上一代矽基產品的價格水準進行設計。 

(本文作者為安森美半導體寬能隙產品線經理)