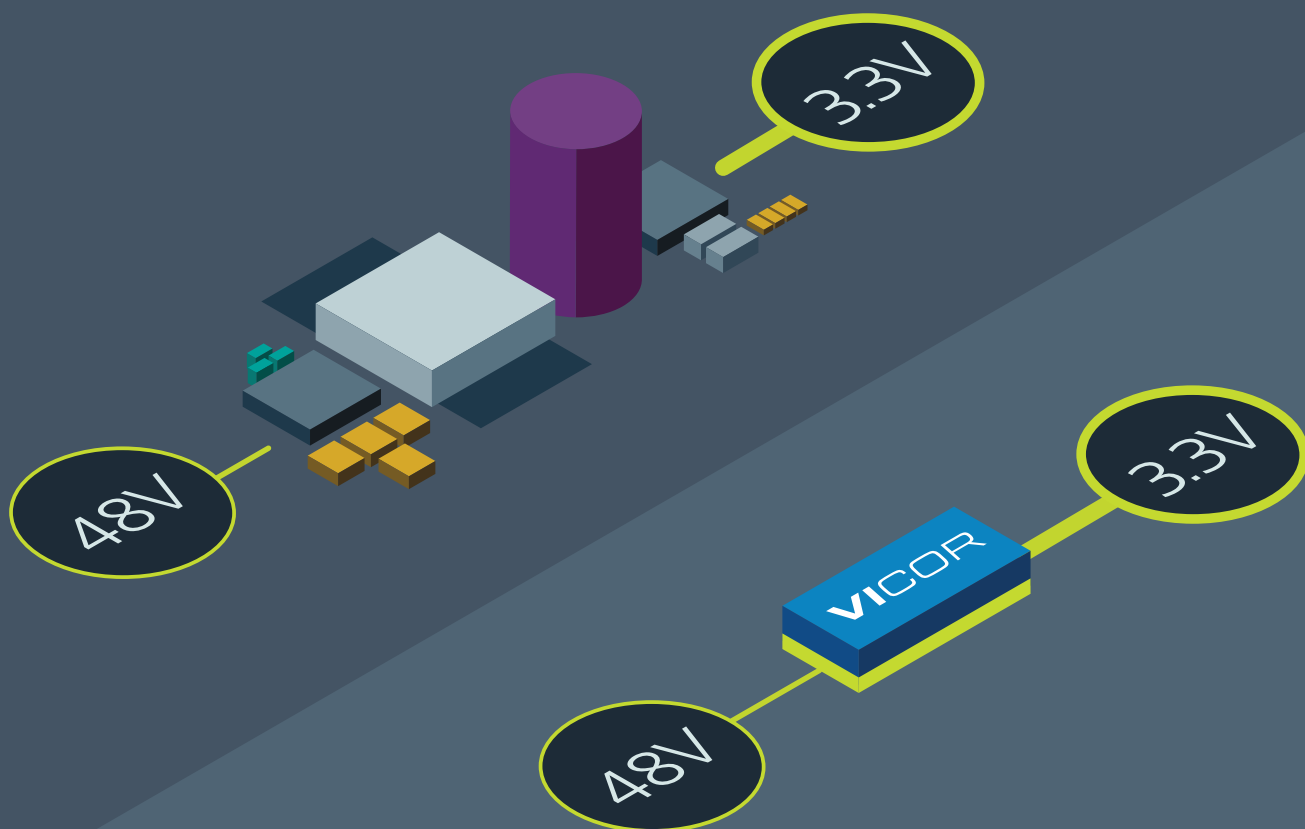




白皮書作者：Joe Dussi，高級區域市場經理

優化高密度電源設計： 模組化與分立式孰優孰劣

VICOR

介紹

評估使用電源模組還是分立式電源解決方案的選項時，不僅有許多重要的設計變量需要考慮，同時還要顧及可能影響整個供電網路 (PDN) 設計流程的其它輔助功能。

首先，您需要確定您是否有設計、評估、測試和製造分立式電源解決方案的必備內部電源設計專業技術。在大多數情況下，公司沒必要僱傭一個經驗豐富的專業電源設計工程師團隊，因為成本太過高昂。與自主開發的分立式解決方案相比，除了明顯的經濟影響外，使用採購的電源模組還有許多性能及設計優勢。

再者說，並不是所有電源模組的構建都是一樣的。Vicor 榮獲專利的創新電源模組技術將先進拓撲、小型化和散熱良好的封裝進行了完美結合。與其他的電源模組或分立式設計相比，這些設計技術的完美結合有助於為電源模組提高頻率，大幅降低了磁性並顯著增加功率密度和效率。這種經過驗證的技術一直是資料中心、汽車與機器人等增長市場的動力源泉。下面的矩陣圖對 Vicor 電源模組和分立式電源解決方案之間的差異進行了高層次比較。

Vicor 電源模組和分立式對比矩陣

特點	Vicor 電源模組	分立式解決方案
所需的內部電源設計 工業技術水平	極少	大
尺寸	小巧緊湊	更大的 BOM 與 PCB 面積
重量	輕便	在多數情況下，更大的 BOM 與 PCB 使重量變得更重
功率密度	高	低
效率	高 (取決於應用)	低 (取決於應用)
靈活性	緊湊的尺寸在任何應用中 都易於部署	佔板面積更大 難以用於現有應用
擴充性	模組化設計能夠輕鬆增加 或減少	固定的電路難以適應新的設計

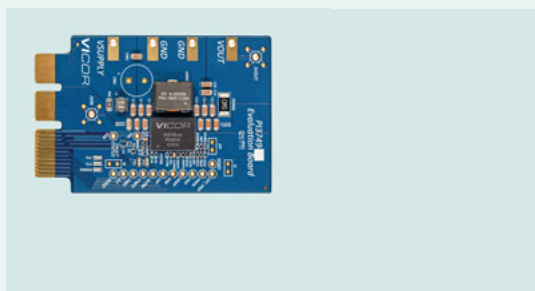
Vicor 電源模組和分立式對比矩陣 (接上頁)

特點	Vicor 電源模組	分立式解決方案
設計週期 / 上市時間	與分立式解決方案對比減少 50% 工作時間	更長
資質認證	由供應商保證	需要內部進行
熱管理	更均勻的平面封裝和局部熱源 簡化了散熱管理設計	不均勻和分散的設備 使熱管理設計更加複雜和低效
輕鬆組裝	簡單、快速、損壞風險更低	更複雜、更慢、損壞風險更高
採購 / 供應鏈	簡單、更低風險	供應鏈越複雜 中斷的風險越大

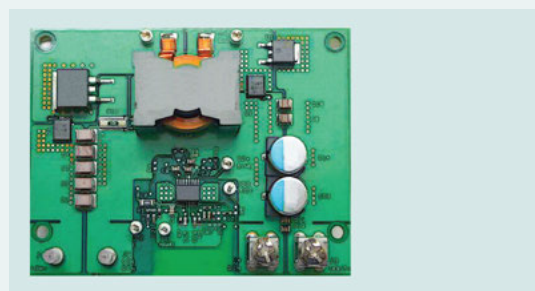
尺寸對於電源管理至關重要

分立式電源解決方案本身具有很低的設計及製造效率，因為它們需要占用較大的面積來容納增加的材料清單 (BOM) 以及連接各個組件所需電路。在大多數設計中，分立式解決方案只用印刷電路板 (PCB) 的一面，也就是說 PCB 的尺寸會更大，如圖 1 所示。

圖 1: Vicor 電源模組設計比大多數分立式電源替代方案小巧。



Vicor PI3740
PCB 尺寸: 2.0 x 2.375 英吋
BOM 數量: 31
主要器件: 10 x 14 毫米 DC-DC 穩壓器
12V 時的效率: 95%



2 個 FETs 和 2 個二極管
PCB 尺寸: 4.3 x 3.55 英吋
BOM 數量: 42
主要器件: 6.4 x 4.4 毫米 TSSOP20
12V 時的效率: 87%

另一方面，電源模組可通過使用集成型 PCB 的兩面，最大限度增加可用的設計空間，這不僅可顯著縮小占用面積，而且還可增加功率密度



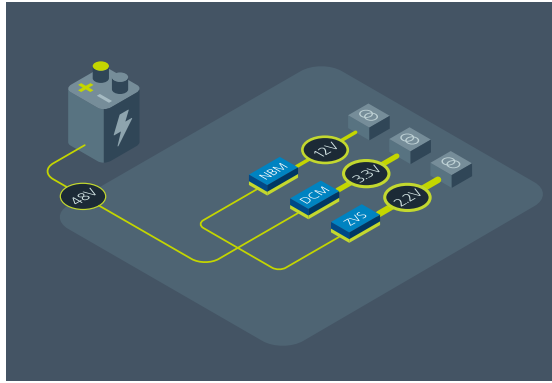
圖 2：展示使用 Vicor 電源模組的尺寸和空間優勢的視覺示意圖。

規格的適當性與唯一性

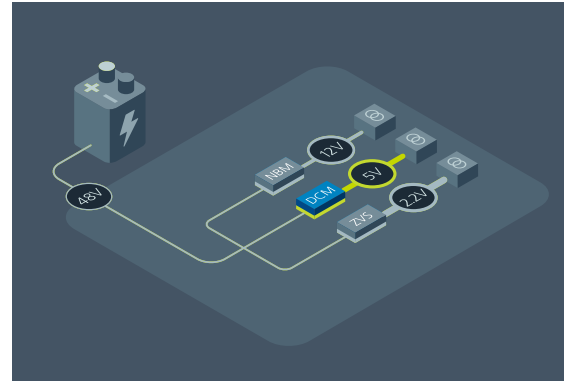
除了顯而易見的物理優勢外，模組還可為設計人員提供各種性能改進。由於其緊湊的尺寸和專門的拓撲，電源模組不僅具有更高的功率密度，而且在大多數情況下效率更高，這就意味著您可以設計一款能夠在更小空間內提供更多電源的供電網路（圖 2）。當設計包絡的體積有限，需要 PDN 能夠提供在太空或海底等極具挑戰性的環境中支持任務關鍵型應用所需的電源時，這非常實用。使用 Vicor 電源模組，無需因空間限制而犧牲電源，也無需增加空間和重量來容納更大電源。使用現有的電源占位面積，您仍然可以獲得所需的電源（甚至更多電源）。相比之下，分立式解決方案需要大幅調整尺寸，才能滿足額外的電源要求。

靈活擴充，高枕無憂

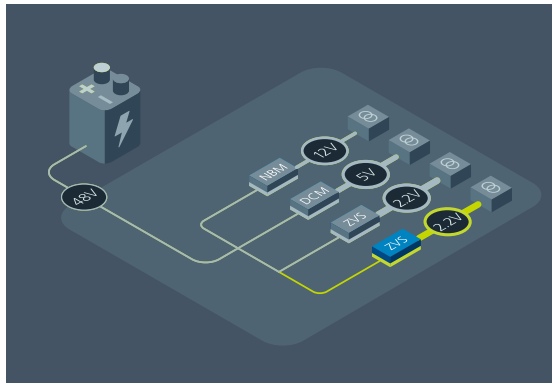
使用 Vicor 電源模組時，您不必擔心是否需要從頭開始重新設計 PDN，以便容納更多 (或更少) 的電源。它無需進行成本高且時間長的電源重新設計，而這些工作會使您的項目推遲數月之久。通過重複使用預審合格的模組進行擴充，可以消除額外的測試和重新認證、以及採購新 BOM 的額外工作。電源模組可提供所需的靈活性和可擴充性，以快速有效地進行設計修改，最大限度減少設計參與，從而為您節省時間和資金，並實現更快的上市進程。



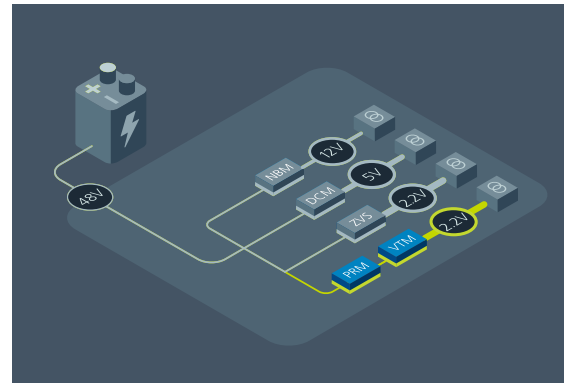
獨立的模組在每個負載下執行所需的轉換



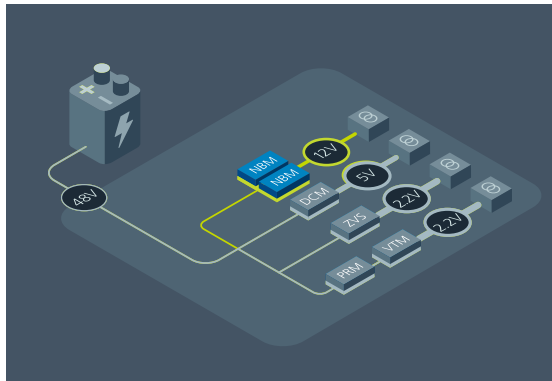
如果電源需求發生變化，可使用合適的電源模組來代替



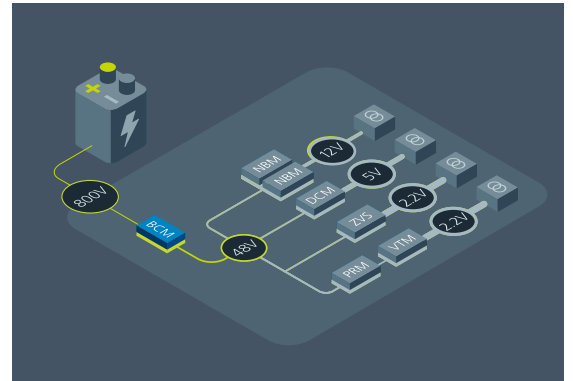
如果添加了額外的負載，則會相應地添加一個模組



為了降低損耗，一個模組用於穩壓，一個模組用於變壓



要快速將負載功率增加一倍，可添加第二個模組

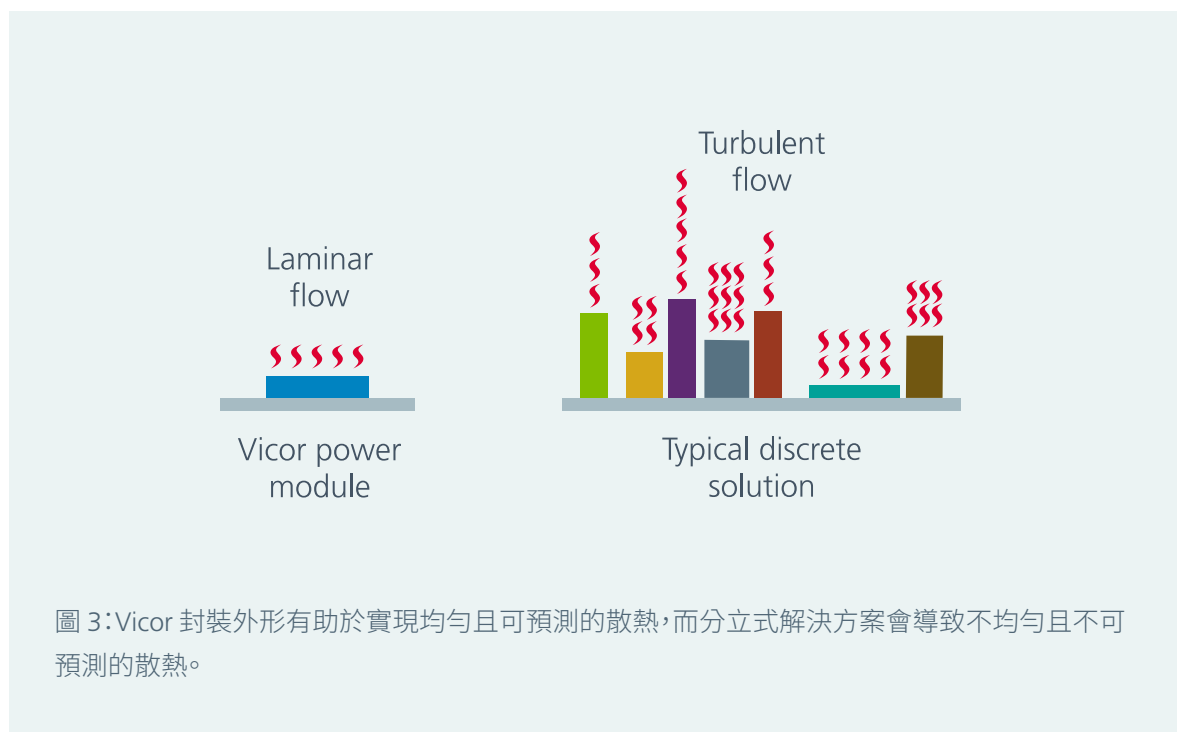


使用高壓電源時，可添加一個模組來創建 SELV 母線

在壓力下保持散熱

熱力學的基本原理表明，為了給加熱的基板傳熱（散熱），最有效且最高效的方法是保持流體（空氣或液體）在該表面上均勻一致的流動（層流）。為此，您需要有一個散熱器平面，以最大限度地減少或消除該表面上的任何突然變化，這些變化可能會將流動從層流變為湍流，從而降低熱傳遞效率。

該理論可以直接用於比較 Vicor 模組和分立式解決方案。如前所述，相較於分立式解決方案而言，電源模組非常緊湊，而且具有更高的功率密度，這意味著它們可能具有更高的局部熱特征。乍一看，您可能認為分立式器件在這方面更勝一籌，但事實並非如此。如圖 3 所示，電源模組的物理輪廓有利於層流，從而能夠快速有效地散熱。然而，在分立式解決方案中，熱損耗並非只在一處單獨出現。相反，它們被分散在整個設計中，使其變得更難散熱。除了這一挑戰外，分立式解決方案的外形是混亂的：分立式解決方案的外形看起來像具有許多峰谷的城市景觀，因此不支持層流。分立式解決方案固有的不同拓撲會加劇湍流氣流，這可能導致局部過度加熱。



如欲了解有關 Vicor 的創新**高性能電源模組封裝**的更多信息，請閱讀 Vicor 高級副總裁 Phil Davies 的白皮書。

電源設計，少即是多

大家應該都看到過這樣的視頻，貼裝機超級忙碌地將各種部件高速放置到印刷電路板上。然而，我們並不熟悉其中涉及的許多複雜系統，它們才是讓這種先進製造技術成為可能的「幕後英雄」。所有這些經過微調的系統在峰值效率下的運行裕度都很小。子系統中最輕微的故障可能具有災難性的後果，並且在高速運行時，操作員不會注意到這些故障，等發現後卻為時已晚。根據最終設計的複雜性，PCB 上會有數百甚至數千個電氣焊接連接，如圖 4 所示。基本的統計分析理論表明，每增加一個連接，故障機率也會隨之增加。

請記住，哪種電源設計不太可能因製造錯誤而發生故障呢？答案便是電源模組設計。與分立式設計相比，電源模組設計需要進行的連接要少得多，因此在裝配過程中更不容易出現質量缺陷。隨著更少的放置，它對於多個裝配階段的需求也相應減少了。這可以減少操作員處理電路板的次數，從而降低裝配過程中出現靜電放電 (ESD) 損壞的可能性。所有這些都會轉化為更高的可靠性。

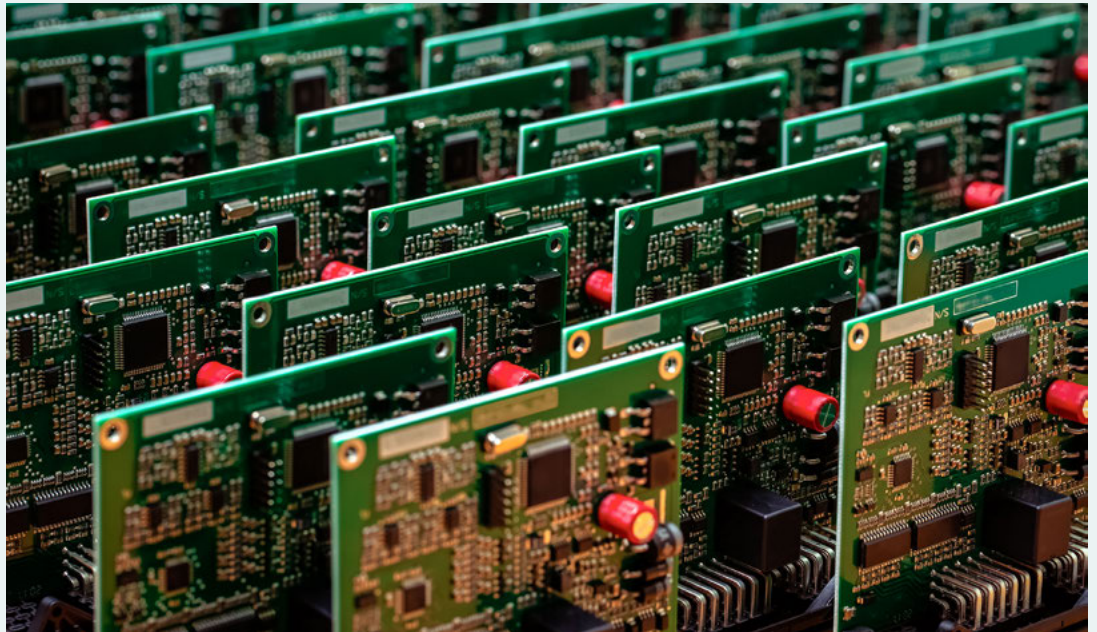


圖 4：在分立式設計中，具有多個連接的數百個組件構成了數千個單獨的連接，因此出現更高裝配缺陷的機率會呈指數級增加。

走出產品生命周期困境

在電源模組和分立式設計之間進行選擇時，您需要退後一步，綜合考慮設計與整個生命周期，以便了解模組化方法的所有優勢。如圖 5 所示，如果您選擇使用分立式組件來設計自己的供電網路，您公司內部的電源設計團隊將肩負起對每個電源系統進行設計、測試和驗證的所有重任。



在設計團隊完成設計驗證後，您需要再次對其進行測試，以便獲得第三方機構的認證，從而確保其符合所有要求的認證 (UL、CE、UR 等)。獲得認證後，您需要與公司的製造團隊或簽約製造商合作，一同製定製造計劃。一旦確定完成了製造過程，包括最終測試，那麼您將需要與採購部門合作，開始為 BOM 上的所有獨立組件進行漫長的採購談判和合同簽訂。其中許多組件可能還需要第二個供應來源，這使採購工作變得更加困難。所有這些變化以及對供應鏈中多個供應商的依賴很可能會造成各種錯誤或意外中斷，從而導致更大的風險。此外，如果設計需要擴充，每個人都得回到繪圖階段。

另一方面，如果您選擇基於電源模組進行設計，您可以從 Vicor 採購經過預審合格的電源模組，並使用少量分立式組件來完成設計。這將使供應鏈物流變得更簡單，而且公司的壓力也會更小。您還可以放心，您收到的每個模組都經過了全面的測試，並獲得了供應商相應的 QC 批准。最重要的是，隨著電源需求的增加 (始終如此!)，您將能夠重複使用更多相同的模組，以獲得更多電源，從而消除重新設計過程中最令人痛苦的部分。

如欲了解有關 Vicor 電源模組產品如何幫助您設計最佳 PDN 解決方案的更多信息，請訪問 www.vicorpower.com/zh-tw/innovation。同時，您還可以隨時探索我們的技術資源和線上設計工具。



www.vicorpower.com/zh-tw 客戶服務: taiwan@vicorpower.com 技術支援: taiwan@vicorpower.com

©Vicor 公司版權所有。Vicor 名稱是 Vicor 公司的註冊商標。其他商標、產品名稱、徽標和品牌均為其各自所有者的財產。版本 1.1 09/2026