

Technical Article

採用 IsoShield™ 技術的隔離式電源模組，可將解決方案尺寸縮減多達 70%



Cole Neswold, product marketing engineer

- 整合式變壓器模組可為空間受限應用提供三倍的功率密度，例如電動車 (EV) 牽引變流器和數據中心電源供應裝置 (PSU)。
- 進階隔離可為嚴苛環境提供 250V/ns 共模瞬態抗擾度。

隨著人們對 EV 性能的要求不斷提高，工程師需要在支援高電池電壓與切換速度更快之 FET 的同時，減輕車輛重量、提升效率，並提供電氣隔離，以便在充滿極端溫度、振動和電磁干擾 (EMI) 的嚴苛環境中，保護系統免受瞬態與雜訊的影響。

同時，AI 運算要求需要數據中心的功率密度更高，因為設計師需在更小空間中封裝更多功率，同時也需面臨多千瓦 PSU、備用電池單元 (BBU) 和伺服器機架的類似隔離挑戰。傳統電感器-電感器-電容器諧振轉換器和返馳設計需要消耗寶貴電路板空間和高度的變壓器。離散式變壓器架構設計也會增加不必要的電氣效應，從而降低雜訊抗擾度並增加設計複雜性。

採用 TI 專有 IsoShield™ 封裝技術的隔離式電源模組，透過整合變壓器、切換裝置和被動元件，以滿足隔離要求，同時與現有解決方案相比，可縮減尺寸多達 70%。圖 1 說明採用這種專有整合變壓器技術的電源模組。

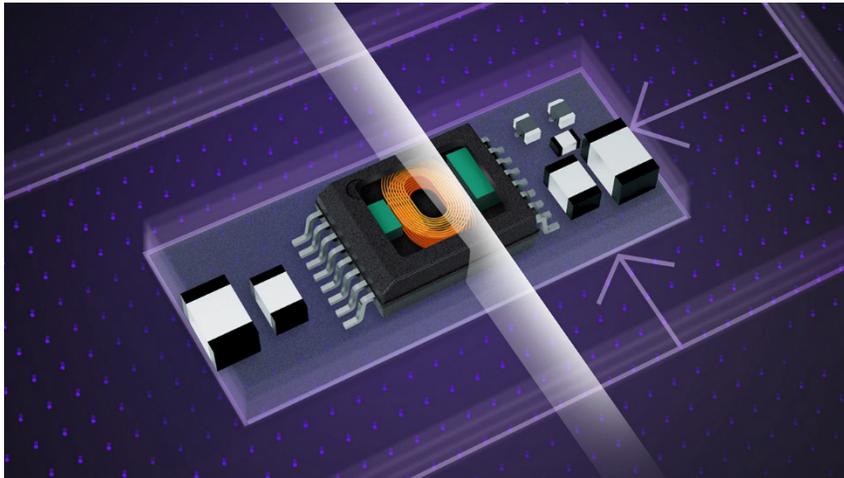


圖 1. 採用 IsoShield 技術的 UCC34141-Q1，封裝尺寸為 5.85mm x 7.50mm x 2.65mm

提升功率密度如何縮減解決方案尺寸

傳統的隔離式電源設計使得在電力輸送與電路板空間之間進行選擇變得困難。變壓器必須放在小巧空間中，同時可在 800V 電池系統與 12V 或 3V 控制電路間提供隔離功能。EV 設計人員和數據中心工程師需要將功率密度最大化，同時還要將重量和空間需求降到最低。

採用 IsoShield 封裝技術的電源模組整合了變壓器，這通常是印刷電路板 (PCB) 上最大的元件。儘管其他裝置的性能水平與大量外部電路相似，但 IsoShield 技術支援極小的封裝，同時仍能提供足夠的功率。例如，中等電壓 UCC34141-Q1 與低電壓 UCC33420-Q1 DC/DC 模組分別提供封裝尺寸為 5.85mm x 7.50mm x 2.65mm 和 4mm x 5mm x 1mm 的隔離輸出功率 1.5W。

與離散式返馳解決方案相比，UCC34141-Q1 可縮小偏壓電源解決方案的面積 70%，且與現有整合式變壓器解決方案相比，其偏壓電源解決方案的面積可縮小 >35%。面積縮小提供的功率密度更高，分別為 333% 和 150%。

图 2 展示左側的返馳轉換為右側的完全整合解決方案 UCC34141-Q1，與此轉換相關的解決方案面積減少。

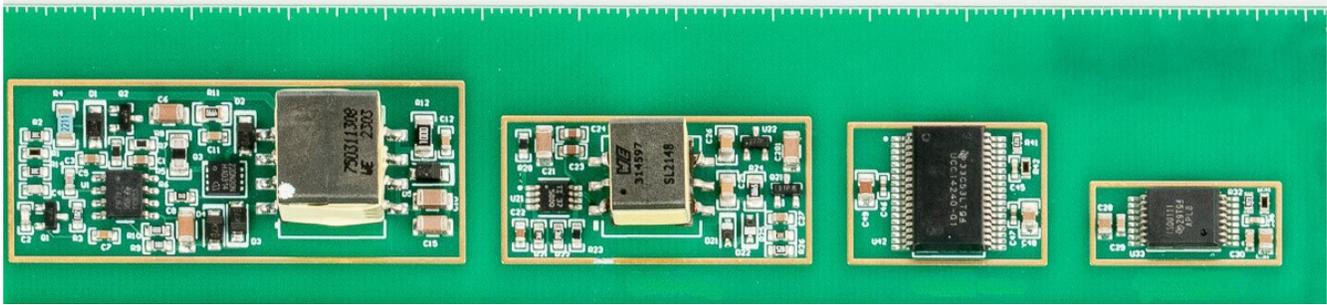


图 2. 隔離式偏壓電源解決方案演進的俯視圖

解決方案高度也同樣重要。整合變壓器可消除電路板上最高的元件，實現解決方案的高度低於原來的四分之一。UCC34141-Q1 的高度為 2.65mm，UCC33420-Q1 的高度為 1mm。

整合與小尺寸通常會對熱性能與 EMI 造成疑慮，但採用 IsoShield 技術的 DC/DC 模組可消除這些疑慮。相較於先前的模組，這些裝置可提高熱性能 30%，且封裝尺寸比原來小 54%。這些模組只需要小巧且平價的 EMI 濾波，即可通過國際無線電干擾特別委員會 (CISPR) 32 B 類和 CISPR 25 5 類要求。

增強的系統耐用性和可靠性

為了確保系統運作安全，在雜訊及嚴苛環境中的電源供應器可靠性和高性能至關重要。採用 IsoShield 技術的裝置透過以下四種類型的抗擾性提供可靠性能：

- 共模瞬態抗擾度 (CMTI)：這些模組在整合式變壓器的一次與二次繞組中具備 3pF 的寄生電容，可為 UCC34141-Q1 和 UCC33421-Q1 啟用 250V/ns 的 CMTI。图 3 是 UCC33421-Q1 在 250V/ns 電壓衝擊下的輸出波形。

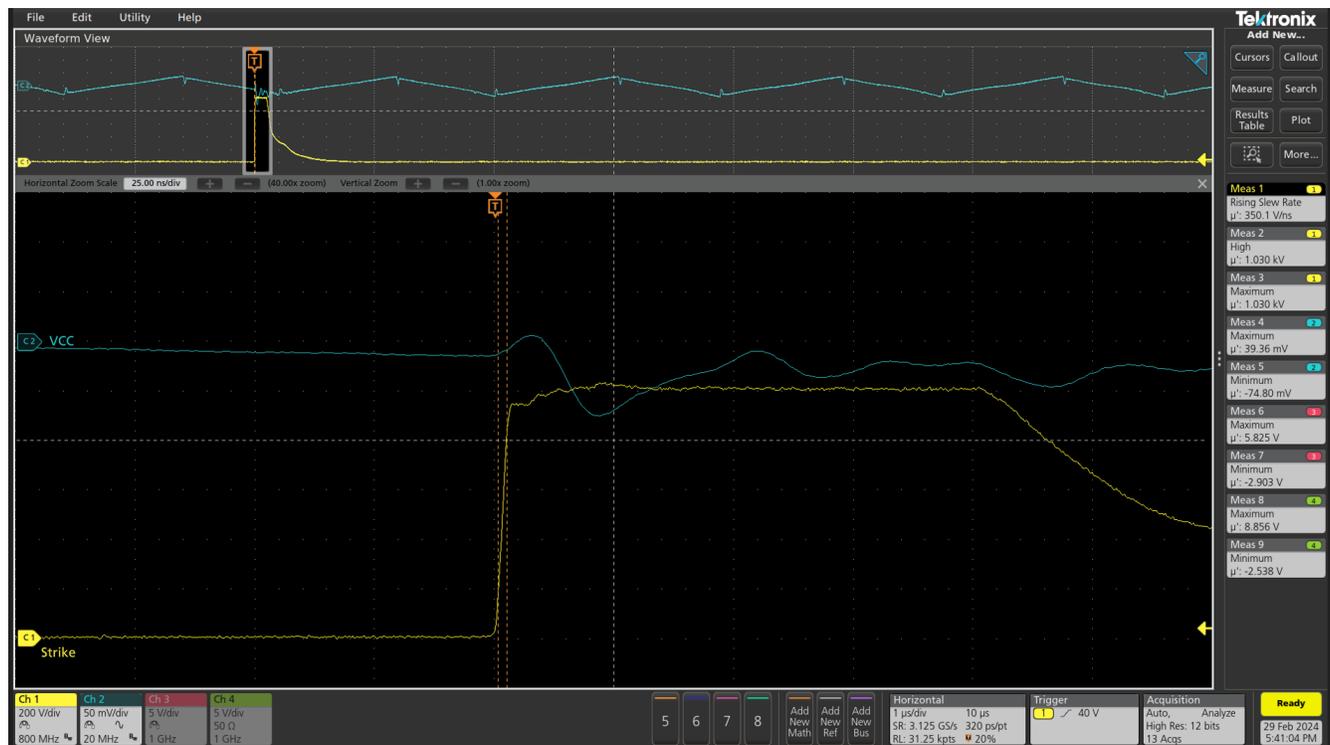


图 3. $>250\text{V/ns}$ 電壓衝擊時的 UCC33421-Q1 輸出波形

- 輻射抗擾性：在 UCC34141-Q1 上使用橫向電磁單元進行的一項插入電磁雜訊測試顯示，在從 10MHz 到 1GHz 的頻率範圍內，在 >100V/m 的雜訊級別下持續執行。UCC34141-Q1 符合 CISPR 25 標準，並超越國際電子電機委員會 61000-4-3 標準，無需增加金屬暴露或 EMI 濾波器。
- 磁抗擾性：UCC34141-Q1 可在強磁場附近可靠運作。在應用中，這些磁場可能會從牽引變流器中的母線或 MRI 或 X 光機器等醫療設備的磁性元件產生。採用 IsoShield 技術的電源模組之場強度大於 100mT。
- 抗振性：EV 應用中一般會出現強烈且頻繁的振動。與離散式變壓器相比，採用 IsoShield 技術的裝置體積小、外形小巧，可減少焊接接頭和 PCB 焊盤 >90% 的扭矩和應力，從而減少了因振動而導致變壓器故障的可能性。圖 4 說明了裝置的解決方案高度降低，其直接影響了振動抗擾性。

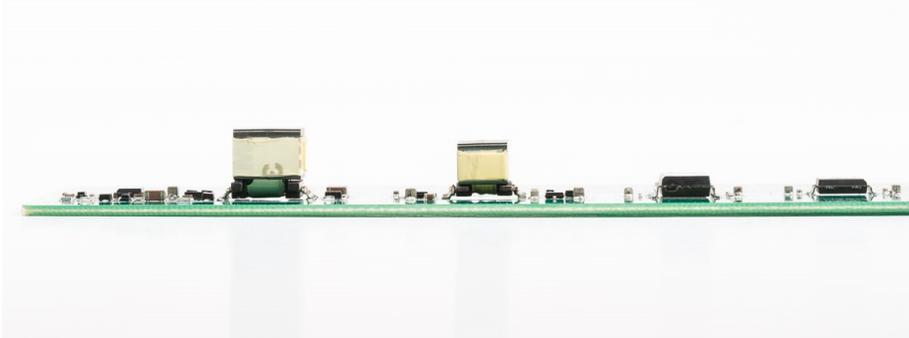


圖 4. 隔離式偏壓電源解決方案演進的側視圖

加速設計週期

變壓器是最難選擇、採購和設計的元件之一，需要在目錄設計和自訂設計之間進行權衡。自訂設計需要詳細的繞組（數量、佈線方式、損耗多少）、核心（尺寸、形狀、材料、損耗）、電感（洩漏、耦合、寄生）和包裝等規格。

整合變壓器、切換 FET 和其他被動元件的偏壓電源模組可消除這些問題，從而減少元件選擇量與設計考量。由於 PSU、BBU 和伺服器機架的快速設計和部署以滿足不斷增長的市場需求，這在數據中心應用中非常重要。

結論

採用 IsoShield 技術的裝置有助於消除在實現更高功率、更高性能和更高可靠性時常見的權衡取捨。具備重新利用先前偏壓電源解決方案 70% 的能力，讓您有機會在系統中新增額外功能或感測器，提升備援能力，或設計功率密度更高的解決方案。

其他資源

- 訂購 [評估模組](#) 以評估 UCC34141-Q1。
- 查看 [EV 牽引變流器的設計優先事項](#) 白皮書。
- 下載 [適用於 HVDC 30kW PSU 的數據中心參考設計 \(PMP23630\)](#) 以開始使用。

註冊商標

IsoShield™ 為德州儀器的商標。

所有商標皆屬於其各自所有者之財產。

重要聲明與免責聲明

TI 以「現狀」及所含一切錯誤提供技術與可靠數據 (包含產品規格書)、設計資源 (包含參考設計)、應用或其他設計建議、網頁工具、安全資訊和其他資源，且不承擔所有明示或默示保證，包括但不限於適銷性或用於特定用途之適用性的任何默示保證，或不侵害第三方智慧財產的任何默示保證。

所述資源可供專業開發人員應用 TI 產品進行設計使用。您應自行負責 (1) 選擇適合您應用的 TI 產品，(2) 設計、驗證與測試您的應用，與 (3) 確保應用符合適用標準，以及任何其他安全、安保、法規或其他要求。

這些資源得進行修改且無需通知。TI 對您使用所述資源的授權僅限於開發資源所涉及 TI 產品的相關應用。除此之外不得複製或展示所述資源，也不提供其它 TI 或任何第三方的智慧財產權授權許可。如因使用所述資源而產生任何索賠、賠償、成本、損失及債務等，TI 對此概不負責，並且您須賠償由此對 TI 及其代表造成的損害。

TI 的產品均受 [TI 的銷售條款](#)、[TI 的通用品質指南](#) 或 [ti.com](#) 上其他適用條款，或連同這類 TI 產品提供之適用條款所約束。TI 提供此等資源並不會擴大或以其他方式改變 TI 對於 TI 產品的適用保證或保證免責聲明。除非 TI 明確將某產品指定為自訂或客戶指定型號，否則 TI 產品均為標準、類比、通用裝置。

TI 反對並拒絕您可能提出的任何附加或不同條款。

Copyright © 2026, Texas Instruments Incorporated

上次更新 10/2025

IMPORTANT NOTICE AND DISCLAIMER

TI PROVIDES TECHNICAL AND RELIABILITY DATA (INCLUDING DATASHEETS), DESIGN RESOURCES (INCLUDING REFERENCE DESIGNS), APPLICATION OR OTHER DESIGN ADVICE, WEB TOOLS, SAFETY INFORMATION, AND OTHER RESOURCES "AS IS" AND WITH ALL FAULTS, AND DISCLAIMS ALL WARRANTIES, EXPRESS AND IMPLIED, INCLUDING WITHOUT LIMITATION ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR NON-INFRINGEMENT OF THIRD PARTY INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS.

These resources are intended for skilled developers designing with TI products. You are solely responsible for (1) selecting the appropriate TI products for your application, (2) designing, validating and testing your application, and (3) ensuring your application meets applicable standards, and any other safety, security, regulatory or other requirements.

These resources are subject to change without notice. TI grants you permission to use these resources only for development of an application that uses the TI products described in the resource. Other reproduction and display of these resources is prohibited. No license is granted to any other TI intellectual property right or to any third party intellectual property right. TI disclaims responsibility for, and you fully indemnify TI and its representatives against any claims, damages, costs, losses, and liabilities arising out of your use of these resources.

TI's products are provided subject to [TI's Terms of Sale](#), [TI's General Quality Guidelines](#), or other applicable terms available either on [ti.com](#) or provided in conjunction with such TI products. TI's provision of these resources does not expand or otherwise alter TI's applicable warranties or warranty disclaimers for TI products. Unless TI explicitly designates a product as custom or customer-specified, TI products are standard, catalog, general purpose devices.

TI objects to and rejects any additional or different terms you may propose.

Copyright © 2026, Texas Instruments Incorporated

Last updated 10/2025