



# 浮地非隔離半橋閘極驅動器

■作者：Srikanth Pulluri / ADI 產品應用工程師

半橋拓撲結構廣泛用於各種商業和工業應用的電源轉換元件中。這種開關模式配置的核心是閘極驅動器 IC，其主要功能，是使用脈寬調變訊號向高側和低側 MOSFET 功率開關提供乾淨的位準轉換訊號。

本文重點介紹了工程師針對應用選擇閘極驅動器 IC 時應考慮的關鍵因素。除了基本的電壓和電流額定值之外，並說明高共模瞬變抗擾度的重要性和可調死區時間的必要性。某些使用案例要求將閘極驅動器 IC 與 MOSFET 進行電氣隔離，文中便將透過一個簡單的參考設計來展示此種浮地方法。

## 簡介

電源轉換是目前幾乎所有電子設計的核心功能。理想情況下，將直流電壓（例如 9 V）轉換為另一個位準（例如 24 V）的過程應盡可能高效，損耗應盡可能小。為了因應各種應用的不同電壓、電流和功率密度需求，工程師開發了多種電路架構（也就是拓撲）。對於 DC-DC 電源轉換，可以使用降壓、升壓、降壓 - 升壓、半橋和全橋拓撲結構。此外還得考慮輸出是否需要與輸入電壓進行電氣隔離，由此便可將轉換方法分為兩類，即非隔離式和隔離式。

對於高電壓和大電流用例，例如馬達控制和太陽能逆變器，半橋和全橋 DC-DC 轉換技術是主流選擇。

## 半橋電源轉換

半橋結構採用開關模式方法來提高或降低直流輸入電壓。該結構使用兩個開關元件（通常是 MOSFET 或絕緣閘雙極電晶體（IGBT））將電壓輸入轉換給變壓器（隔離式）或直接轉換給負載（非隔離式）。閘極驅動器 IC 負責從控制器 IC 接收脈寬調變（PWM）訊號。該元件將訊號放大並轉換為迅速接通或斷開 MOSFET 功率開關（即高側和低側）所需的位準，以便盡可能降低功率損耗，提高轉換器的效率。為應用選擇合適的閘極驅動器 IC，需綜合考慮轉換器拓撲結構、電壓、電流額定值和開關頻率等因素。選擇具有精準、高效開關特性的閘極驅動器，對於實現最佳轉換效率非常重要。

## 選擇閘極驅動器 IC

選擇閘極驅動器 IC 時，工程師必須考慮若干關鍵因素。其中一些因素可能與具體應用有關，例如在太陽能轉換應用中，閘極驅動器可能會遇到各種各樣的輸入電壓和功率需求。

■**高側電壓**：根據具體應用，高側 MOSFET 將承受全部電源電壓，為此，閘極驅動器必須具有較高的安全餘裕。

■**共模瞬變抗擾度 (CMTI)**：快速開關操作會產生高雜訊位準，並且高側和低側 MOSFET 之間的電壓差可能較高，因此選擇具有高瞬態抗擾度特性的閘極驅動器非常重要。

■**峰值驅動電流**：對於較高功率的設計，閘極驅動器需要向 MOSFET 提供高峰值電流，

以便對閘極電容快速充電和放電。

**■死區時間：**為了防止 MOSFET 因同時導通而被擊穿，半橋電路的高側和低側開關之間須設定短暫的死區時間，這點非常關鍵。強烈建議選擇可配置死區時間的閘極驅動器，以實現更佳效率。有些閘極驅動器包含 default 死區時間，以防止擊穿故障。

## 具有浮地和可調死區時間的半橋驅動器

LTC7063 是半橋閘極驅動器的一個實例，該元件適合用在工業、汽車和電信電源系統領域的各種高電壓和大電流應用。元件是一款高壓閘極驅動器，設計用於驅動半橋配置的 N 通道 MOSFET，輸入電源電壓最高可達 140 V。該 IC 具有強大的驅動器，能夠對通常與高壓 MOSFET 相關的大閘極電容進行快速充電和放電。此外，元件自我調整擊穿保護特性會監控開關節點的電壓，並控制驅動器輸出，以防止 MOSFET 同時導通。此一關鍵特性能夠防止電流擊穿，並有助於提高電源效率。

LTC7063 的高側和低側 MOSFET 驅動器均浮空，IC 和輸出地之間的接地偏移最高可達

10 V。這種浮地架構使驅動器輸出更加穩健，並且對接地偏移、雜訊和瞬變不太敏感。浮地功能使該元件成為遠端 MOSFET 控制應用以及高電壓、大電流開關電容轉換器的卓越選擇。

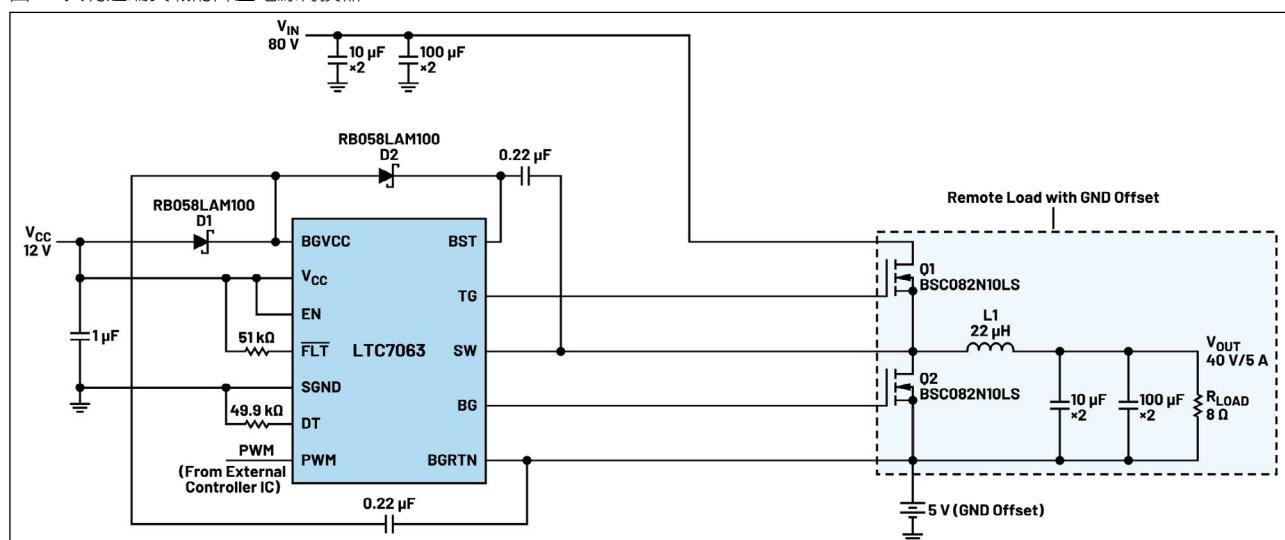
LTC7063 的安全和保護特性包括熱關斷、輸入欠壓和過壓保護電路，以及用於高側和低側 MOSFET 驅動器的欠壓保護電路，可協助確保任何半橋應用的長期可靠性和穩健性。

為了高效傳熱，這些閘極驅動器採用散熱增強型外露焊墊封裝。

## 基於 LTC7063 的降壓轉換器應用（具有遠端負載）

圖 1 為採用 LTC7063 設計的 2:1 降壓轉換器（具有遠端負載）。元件採用高達 80 V 的輸入電源供電，輸出電壓為  $\frac{1}{2} V_{IN}$ ，最大負載為 5 A。PWM 接腳從外部控制器接收三態邏輯訊號，當 PWM 訊號達到上升閾值以上時，高側 MOSFET 的閘極被驅動至高位準。低側 MOSFET 與高側 MOSFET 實現互補驅動。輸入訊號上升閾值與下降閾值之間的滯回解決了 MOSFET 的誤觸發問題。在輸入訊號的滯回間隔時間內，高側和低側 MOSFET 均被拉低。當

圖 1：具有遠端負載的降壓電源轉換器



致能 (EN) 接腳為高位準時，上側閘極 (TG) 和下側閘極 (BG) 輸出均對應輸入 PWM 訊號；透過將 EN 接腳拉至低位準，TG 和 BG 輸出均被拉低。

BST-SW 和 BGVCC-BGRTN 電源自舉確保高側和低側驅動器高效運行，而無需任何額外的隔離電源電壓，進而能夠減少電路板上的元件數量並降低成本。控制波形和平均輸出電壓結果如圖 2 所示。

透過妥善的設計，再輔以內部和外部濾波措施，使得遠端二極體感測器 TG 和 BG 之間的

死區時間較短，而能在 DG 接腳和地之間增加一個電阻可以加快 BG / TG 上升速度。將死區時間 (DT) 接腳短接至地時，此轉變的 default 死區時間為 32 ns，而將 DT 接腳浮空時，死區時間可延長至最大 250 ns。該可編程死區時間特性能夠為高壓應用提供更穩健的擊穿保護。

為了實現更高效率，盡可能降低開關損耗非常重要。高側和低側MOSFET驅動器的 $1.5\Omega$  上拉電阻和 $0.8\Omega$  下拉電阻快速接通或斷開開關，防止電流交叉傳導，進而提高效率。圖 3 和圖 4 顯示了導通和關斷之間的開關轉換

圖 2: PWM、TG-SW、BGVCC-BGRTN 和 VOUT 波形

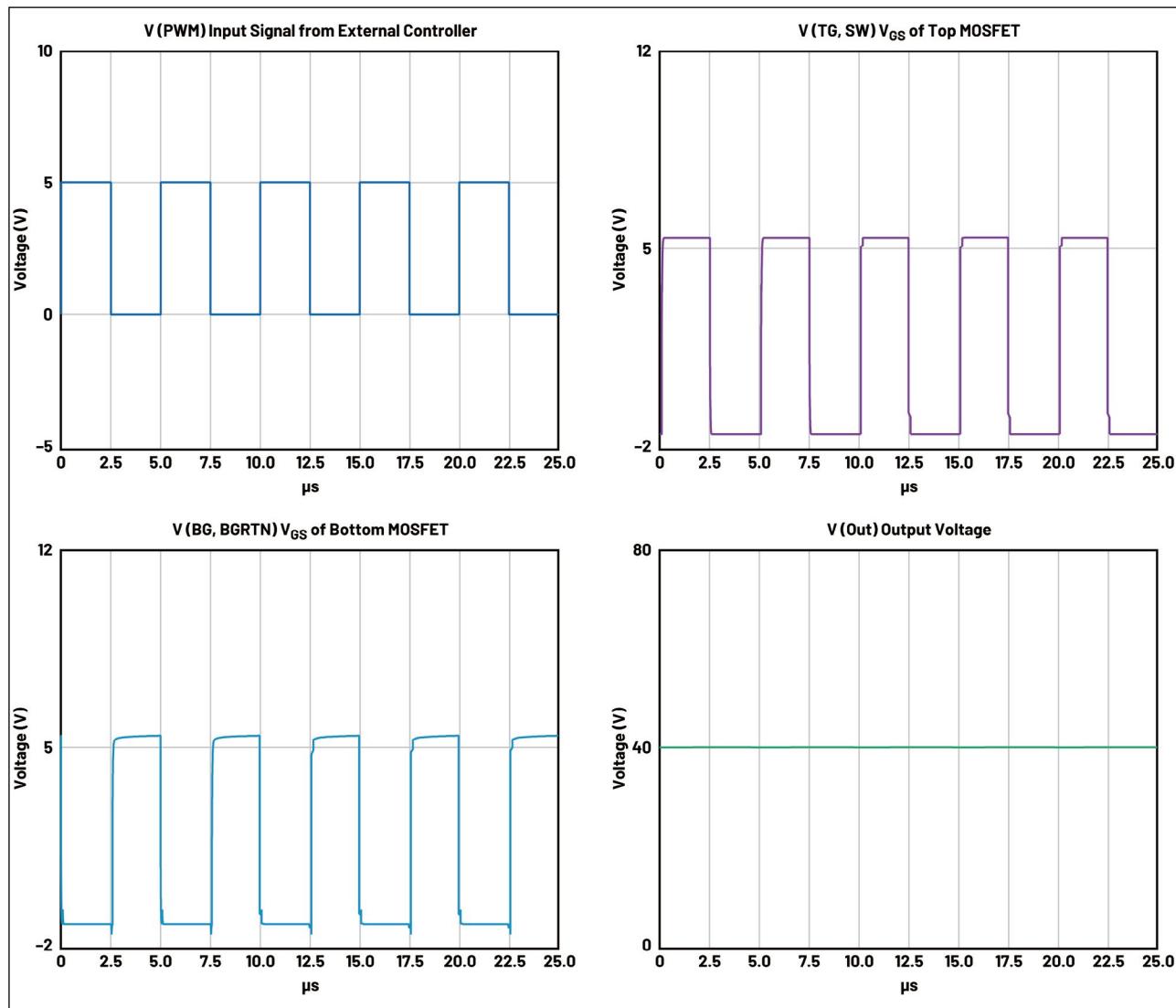


圖 3:BG 下降至 TG 上升的轉變

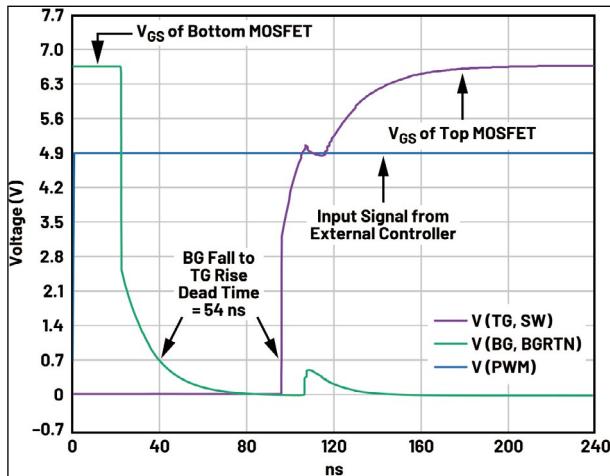


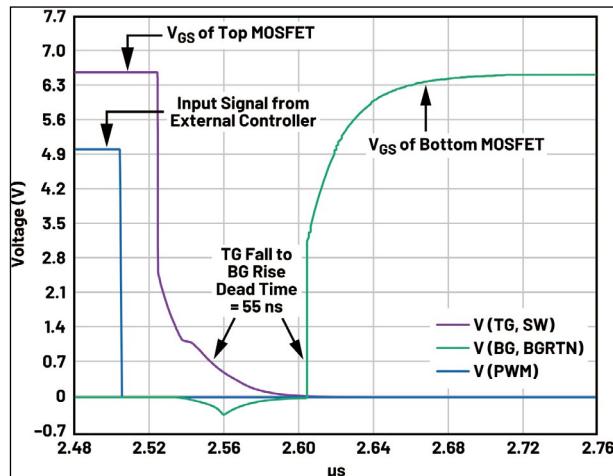
表 1:LTC706x 系列產品

參數	LTC7060	LTC7061	LTC7063	LTC7066
電源電壓	100 V	100 V	140 V	140 V
輸入訊號	三態 PWM	CMOS/TTL 邏輯	三態 PWM	CMOS/TTL 邏輯
可調死區時間	是	是	是	是
自我調整擊穿保護	是	是	是	是
雙浮地	是	是	是	是

以及死區時間。

故障 (FLT) 接腳為開漏輸出，當 LTC7063 的接面溫度達到  $180^{\circ}\text{C}$  時，元件內部會將該接腳拉低。當 VCC 的電源電壓低於 5.3 V 或高於 14.6 V 時，該接腳也會被拉低。對於圖 1 所示的應用，低於 3.3 V 的 BGVCC-BGRTN 和 BST-SW 浮空電壓會觸發故障條件並將 FLT 接腳拉低。一旦所有故障都加以清除，經過 100

圖 4:TG 下降至 BG 上升的轉變



$\mu\text{s}$  的延遲後，FLT 接腳將被外部電阻拉高。

表 1 列舉了 LTC706x 系列中的其他產品，其具有與 LTC7063 類似的特性。

## 結論

LTC7063 是一款高壓 N 通道半橋閘極驅動器，屬於 LTC706x 產品系列。其專業的雙浮地架構能夠為接地偏移和遠端負載應用提供高效的驅動器輸出，且兼具優異的抗噪能力。該元件的自我調整擊穿保護和可編程死區時間特性可消除任何潛在的擊穿電流，而強大的 MOSFET 驅動器則可實現快速開關，並協助高電壓、大電流 DC-DC 應用實現高效率，進而盡可能降低功率損耗。 CTA

# COMPOTECHAsia 臉書

## 每週一、三、五與您分享精彩內容

<https://www.facebook.com/lookcompotech>