

# 高壓 IC 可取代汽車湧浪抑制元件

■作者：Bruce Haug/ADI 資深產品市場工程師

## 背景資訊

卡車、汽車和重型設備環境對任何類型的電源轉換元件要求都非常嚴格。寬廣的操作電壓範圍、很大的暫態變化和溫度偏移都為可靠、堅固的電子系統設計帶來了巨大的挑戰。此外，有些應用要求在引擎罩內安裝電源轉換元件，因此需要這類元件能夠在 150°C 時運作；同時，電子元件數量不斷增加，可用空間卻不斷縮小，因此具備高效率 and 可穿越高輸入湧浪電壓的能力就變得更加重要。

無論是負載突降、冷啟動還是引擎罩下的高溫，汽車內建電源設計都必須保證在所有條件下電源能可靠運行。在正常的穩定狀態下，12V 電池系統僅在約 9V 至 18V 範圍內變化，24V 系統則在約 21V 至 36V 範圍內變化。然而，在負載突降暫態條件下，可能產生超過 120V 的電壓，且該電壓可能持續存在數百毫秒。當交流發電機為汽車電池充電而電氣開路導致電池與交流發電機瞬間斷接時，就會發生負載突降的情況，這是一種非常常見的現象。在電壓穩壓器能夠響應之前，交流發電機的全部充電電流都直接進入汽車電源匯流排，從而將匯流排電壓提高到可能非常危險的水準。物理斷接可能導致出現這樣的暫態現象，而電池電纜連線故障或是電池端子受到腐蝕，也可能導致這種現象。

車輛設計中的其他物理因素也是值得關注的。尤其是汽車具備很長的電源線，以從引擎艙中的配電箱向汽車中各個遙遠的角落供電。現在，普通汽車中大約有 1 英里長的銅線，而 1948 年時車中銅線長度僅為 150 英尺。由於長引線的電感特性，與

負載突降時產生的暫態相比，電源線導致的暫態電壓甚至更高。尾燈電子元件安全的管理性能規格要求是必須能夠承受 +100V 的暫態。這對 IC 電子元件可能是個挑戰，例如用於 LED 尾燈的穩壓器。

此外，有幾種電子系統要求連續供電，甚至在車輛電動機未運行時也需要供電，例如遙控無鑰匙進入、GPS 和車輛安全系統。就這類“始終導通”(always-on) 的系統而言，相當重要的要求，是所運用 DC/DC 轉換器的靜態電流需要非常低，以在休眠模式時最大限度地延長電池的運作時間。在這類情況下，穩壓器通常以連續開關模式運行，直到輸出電流降至低於約 30mA 至 50mA 的預設定門檻為止。低於此電流值以後，開關穩壓器必須以更低的靜態電流運行，以降低所吸取的電流，進而降低電池的功耗，這反過來又可以延長電池的運作時間。

關鍵系統必須保證不被損壞，還必須在這類暫態發生時能無縫地、不間斷地持續運行。直到現在為止，大多數車輛都採用由低通 LC 濾波器和暫態電壓抑制陣列所組成的被動保護網路，以對電源匯流排的峰值電壓偏移箝位。不過，一款最近推出的高輸入電壓 DC/DC 降壓型控制器無需額外的湧浪抑制元件，就可在這類高壓湧浪發生時正常運行，並保護下游元件安全。

## 一款新的 IC 解決方案

LTC3895 是一款非隔離式同步降壓型開關穩壓器控制器，驅動全 N 通道 MOSFET 電源級。其 4V 至 140V(絕對最大值為 150V) 輸入電壓範圍允許

用高壓輸入電源或者用具有高壓湧浪的輸入電源運行，因此無需外部湧浪抑制元件。LTC3895 在輸入電壓降至 4V 時，以高達 100% 的工作週期連續運行，從而非常適合汽車以及重型設備應用。

該元件的輸出電壓可以設定在 0.8V 至 60V 範圍，輸出電流高達 20A，效率高達 96%。LTC3895 在休眠模式且輸出電壓處於穩定狀態時，僅吸取 40 $\mu$ A 電流，非常適合始終導通系統運用。內部充電泵允許在具有壓差時以 100% 工作週期運行，對於湧浪抑制應用以及用電池供電且在放電時，這是一種非常實用的功能。LTC3895 強大的 1 $\Omega$  通道 MOSFET 閘極驅動器可在 5V 至 10V 範圍內調節，允許使用邏輯位準或標準位準 MOSFET 以最大限度提高效率。為了在高輸入電壓應用中防止很大的內部功耗，LTC3895 提供一個 NDRV 接腳，驅動可選外部 N 通道 MOSFET 的閘極，以作為一個低壓差線性穩壓器為 IC 供電。EXTVCC 接腳允許用開關穩壓器的輸出或其他可用電源為 LTC3895 供電，從而降低了功耗，並且也提高了效率。

LTC3895 在 50kHz 至 900kHz 可選固定頻率範圍內工作，並可同步至一個 75kHz 至 850kHz 的外部時脈。在輕負載時，使用者可以選擇強制連續模式、脈衝跳躍模式或低漣波 Burst Mode 運作。其電流模式架構提供非常容易的迴路補償、快速暫

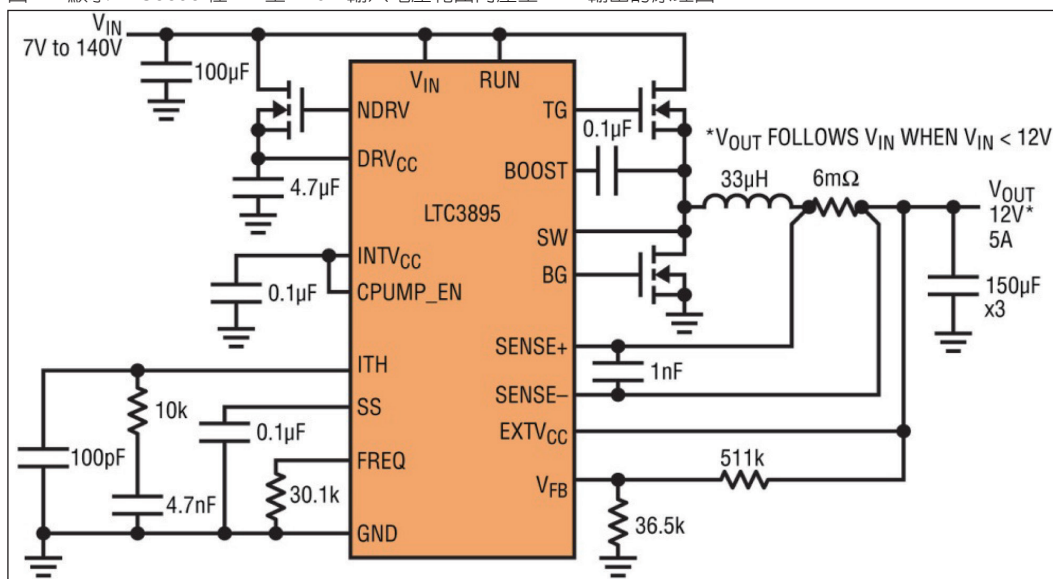
態響應和卓越的電壓穩定性。電流感測可透過測量輸出電感器 (DCR) 兩端的壓降來完成以實現最高效率，或者透過使用一個可選感測電阻器來完成。很短的 80ns 最短導通時間在高開關頻率時允許高降壓比。在超載情況下，電流折返會限制 MOSFET 產生的熱量。其他特點還包括固定 5V 或 3.3V 輸出選項、整合式的自舉二極體、電源良好輸出訊號、可調輸入過壓鎖住和軟啟動。LTC3895 採用 TSSOP-38 耐熱性能增強型封裝，並移除了幾個接腳來達到高壓間隔。該元件具有兩種工作界面溫度等級版本，其中，延展和工業溫度級版本可在 -40°C 至 125°C 範圍內運行，高溫汽車級版本可在 -40°C 至 150°C 範圍內運行。

圖 1 所示原理圖為在 7V 至 140V 輸入範圍內產生 12V 輸出。當輸入電壓低於 12V 時，輸出電壓將追隨輸入電壓，因為該元件在頂端 MOSFET 連續導通時，會以 100% 工作週期運行。由於 LTC3895 有內建的充電泵，因此可以實現此種功能。

## Burst Mode 運行

在負載電流很小時，LTC3895 啟動時可以進入高效率 Burst Mode 的模式、定頻脈衝跳躍模式或強制連續導通模式運行。當配置為 Burst Mode 運行且在輕負載情況下，該轉換器將突發產生幾個脈衝，

圖 1：顯示 LTC3895 在 7V 至 140V 輸入電壓範圍內產生 12V 輸出的原理圖



以保持輸出電容器上的充電電壓，然後再斷開轉換器並進入休眠模式，這時其內部電路大多數都停機了。輸出電容器提供負載電流，當輸出電容器兩端的電壓降至設定值時，轉換器再次啟動，提供更大的電流以提

高充電電壓。大多數內部電路停機和關斷，可以顯著地降低靜態電流，因此有助於在“始終導通”系統處於備用模式時，延長電池執行時間。

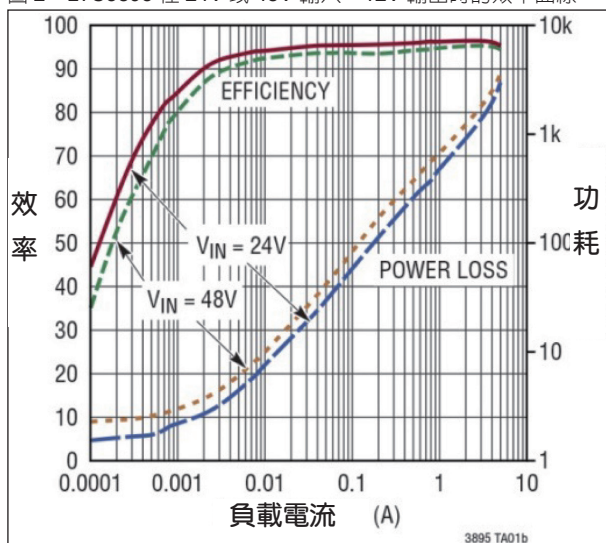
## 開關切換型湧浪抑制器

除了作為可穿越高壓浪湧的高壓降壓型 DC/DC 控制器使用，LTC3895 還可設計為僅作為高效率開關切換型湧浪抑制器使用。例如，當輸入電壓來自汽車的 12V 鉛酸電池時，輸出電壓可以設定為 12V。就這種配置而言，正常運行時處於“壓差”狀態，頂端 MOSFET 連續地導通。然後，LTC3895 將僅在啟動或者在響應輸入過壓或輸出短路情況時才進行開關操作。如果開關時間超過了 OVLO 接腳設定的時間，那麼 LTC3895 將關機，以保護自身免於過熱。開關時間可以設定為幾毫秒直至幾秒鐘，之後再停機。

## MOSFET 驅動器及效率

LTC3895 具備強大的 1.1Ω 內建 N 通道 MOSFET 閘極驅動器，可最大限度減少轉換時間和開關切換損耗。閘極驅動電壓可設定為 5V 至 10V，從而允許使用邏輯位準或標準位準 N 通道 MOSFET 以最大限度提高效率。由於有很大的驅動電流可用，所以可以在較大電流應用中驅動多個並

圖 2：LTC3895 在 24V 或 48V 輸入、12V 輸出時的效率曲線



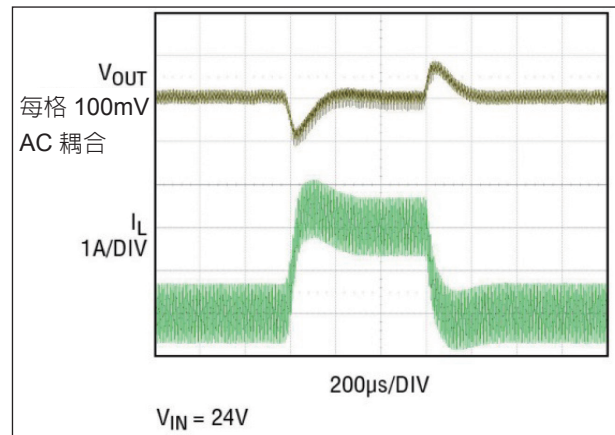
聯 MOSFET。

圖 2 是圖 1 所示 LTC3895 原理圖在 24V 或 48V 輸入電壓時的典型效率曲線。如圖所示，8.5V 輸出產生非常高的 98% 效率。3.3V 時效率也超過了 90%。此外，這款設計由於 Burst Mode 運行，所以每路輸出具備 1mA 負載時，效率仍然超過 75%。

## 快速暫態響應

LTC3895 運用一款頻寬為 25MHz 的快速運算放大器來實現輸出電壓回授。該放大器的大頻寬與高開關頻率和低電感值的電感器相結合，允許非常高的交叉頻率增益。而這便允許針對非常快的負載暫態響應優化補償網路。圖 3 說明了在 12V 輸出時 2A 階躍負載的暫態響應，其與標稱值的偏離不到 100mV，恢復時間為 200μs。

圖 3：LTC3895 在 12V 輸出、2A 階躍負載時的暫態回應



## 結論

LTC3895 提供全新性能水準，可在諸如汽車 DC/DC 轉換器等中常見要求嚴格的高壓暫態環境中安全、且高效率地運作。強大的可調閘極驅動電壓可彈性地驅動邏輯位準或標準位準 MOSFET。其低靜態電流可在休眠模式節省電池能耗，允許延長電池執行時間，在“始終導通”系統中，這是一種非常有用的功能。150V 絕對最大輸入電壓額定值、快速暫態響應和高溫等級版本使 LTC3895 成為卡車、重型設備、軌道和汽車應用的理想選擇，在這類應用中，高壓暫態是常見的現象。CTA