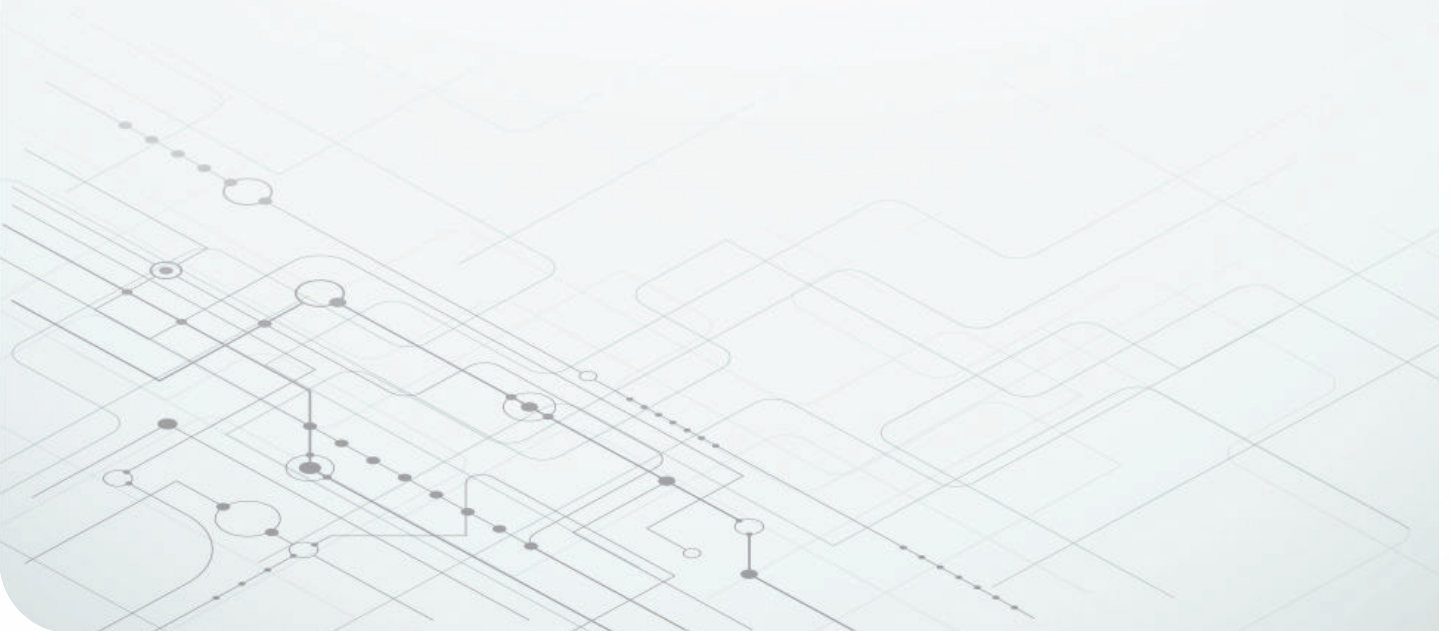


設計適合多樣化應用的電池充電系統



Charles Harthan
Product Marketing Engineer
Battery Charging Products



消費者在尋找更便利的裝置充電方式。使用適合的電池充電器進行設計可讓工程師打造可充電裝置，運用雙向和太陽能充電等新技術為消費者提供最佳充電體驗。

摘要



1

為新 USB-C 應用進行電池充電

許多應用採用 USB-C PD 輸入，電池充電器必須能夠處理 USB-C PD 的各種功率位準。選擇能夠支援所有 USB-C PD 功率位準的合適電池充電器非常重要，才能為客戶提供高效、快速的充電體驗。



2

可攜式充電器的充電與放電最佳化

雙向充電讓工程師能夠設計從同一 USB-C PD 埠為電池充電與放電的系統。可攜式充電器就是可自雙向電池充電系統中獲益的應用範例之一。



3

為太陽能應用進行電池充電

隨著越來越多應用採用可充電電池，隨時為電池充電的需求不斷增長，而太陽能充電提供了一種即使周圍沒有插座也能為應用充電的方法。為了提供最佳的太陽能充電體驗，必須選擇合適的電池充電器以實現太陽能板最佳性能。

隨著電池供電電子裝置的增加，消費者也在尋找更方便的充電方式。如果屋主需要維修一扇門，但發現無線電鑽電池沒電了，如果找不到電鑽的電源轉接器，則需要花上更長的時間。

過去產品配備專用電源轉接器的原因之一，是為了提供電池充電器輸入可支援的輸入電源範圍。但是，如果電池充電器積體電路 (IC) 輸入可支援常用家用轉接器 (例如筆記型電腦 USB Type-C® 線) 進行電動工具充電，結果會怎樣呢？

電池供電電子裝置的增加也帶來對可靠、可攜式備用電源的需求。如果露營者想在星空下觀賞電影，那麼設計一種能在白天為備用電池充電的系統會十分方便，這樣晚上就

可以備用電池為電子產品供電。如果可以設計一個可透過太陽能充電的可攜式發電站，又會怎麼樣呢？

這些情況是非常不同的電池充電情況，但可透過常見方法來協助減輕設計挑戰，讓您可為多樣化電池充電應用建立系統。

為新 USB-C 應用進行電池充電

USB Type-C 充電越來越受到消費者的歡迎，因為只要使用同一條 USB Type-C 線，即可方便地為許多家居用品充電。USB Type-C 甚至不斷擴展以支援更高功率的應用，例如電動工具與電動自行車。如 **圖 1** 中所示，USB Type-C 過去使用標準電源範圍 (SPR) 支援高達 100 W 功率，現在在延伸功率範圍 (EPR) 下則可支援最高 240 W。

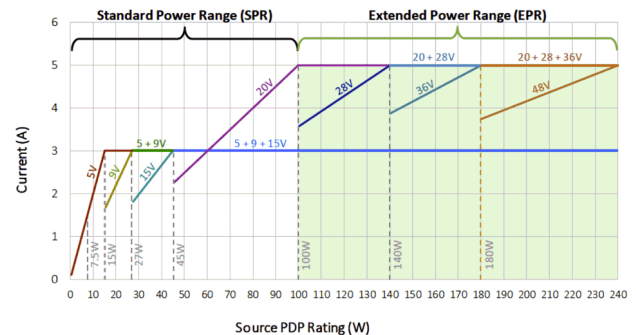


圖 1. USB 電源傳輸 (PD) 範圍。

在能從不同類型 USB Type-C 電源 (包含 SPR 和 EPR) 進行充電的目標背後，也帶來可支援 USB Type-C PD EPR 整個電壓範圍的應用程式設計挑戰。想像一下採用五芯鋰離子 (Li-ion) 電池和 USB Type-C 輸入設計的吹葉機。由於電池為鋰離子電池，因此每個電池單元的完全充電電壓為 4.2 V，代表電池組的電壓 (V_{BATT}) 在完全充電時的電壓為 21 V。吹葉機的擁有者可使用許多 USB 壁式轉接器，但此範例中假設他們有 45 或 140 W USB Type-C 壁式轉接器，代表輸入電壓 (V_{IN}) 到電池充電器的電壓可以是 15 V 或 28 V。接下來的問題，則是如何滿足這些要求：

- 當 $V_{IN} > V_{BATT}$ 或 $V_{IN} < V_{BATT}$ 時，請為電池充電。
- 請儘快為電池充電，以縮短充電時間。
- 充電過程中請保持吹葉機涼爽卻，以防止過熱。
- 在具有不同電池芯數的不同平台上使用單一充電器 IC。

能夠滿足每項需求的元件，是具備外部切換場效應電晶體 (FET) 的降壓升壓電池充電控制器。充電器的降壓升壓部分有助於滿足第一個要求： $V_{IN} > V_{BATT}$ 或 $V_{IN} < V_{BATT}$ 。電池充電器使用四個 FET 和一個電感器 (如 圖 2 中配置所示)，可在 $V_{IN} > V_{BATT}$ 時以降壓模式運作 (如 圖 3 所示)，並在 $V_{IN} < V_{BATT}$ 時以升壓降壓模式運作 (如 圖 4 所示)。

外部 FET 可幫助滿足第二項要求。選擇外部 FET 可提升熱性能，並透過更高的充電電流能力幫助縮短充電時間。此外，外部 FET 在充電過程中也提供更大的散熱面積。基於這些原因，外部金屬氧化半導體 FET 降壓升壓電池充電器讓應用能夠處理新的 USB PD EPR 等級，並幫助提供快速充電體驗。

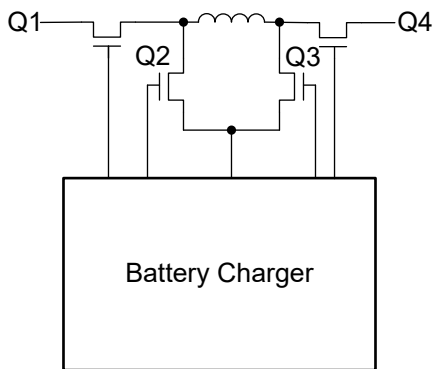


圖 2. 降壓升壓充電控制器的全橋配置。

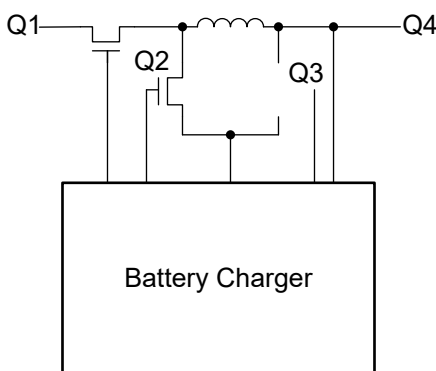


圖 3. $V_{IN} > V_{BATT}$ 時的降壓模式配置。Q1 和 Q2 開啟和關閉，Q3 關閉而 Q4 開啟。

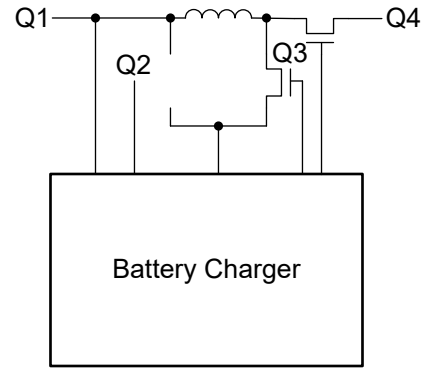


圖 4. $V_{IN} < V_{BATT}$ 時的升壓模式配置。Q3 和 Q4 開啟和關閉，Q2 關閉而 Q1 開啟。

可攜式充電器的充電與放電最佳化

隨著 USB PD 發展，對電池供電電子產品的需求也帶來以可攜式充電器進行充電的需求。可攜式充電器過去為電視、收音機和小型冰箱等產品供電，但 USB PD EPR 的發展讓使用者能使用相同 USB Type-C 線，為筆記型電腦和揚聲器等小型個人電子裝置的可攜式充電器電池充電，如 圖 5 和 圖 6 中所示。在 圖 5 中，電池充電器可為可攜式充電器的電池以最高 240 W 進行充電。圖 6 顯示反向功率流。可攜式充電器電池的能量會透過電源線從 USB Type-C 連接埠輸出電力，為筆記型電腦充電。



圖 5. 使用 240 W USB 電源為可攜式充電器電池充電。



圖 6. 使用相同的 USB Type-C® 線從可攜式充電器電池放電，並以 140 W 功率為筆記型電腦充電。

若要實現 圖 5 和 圖 6 中所示的最佳充電和放電解決方案，則需雙向升壓降壓電池充電器。雙向表示當電力從輸出流向輸入時，電池充電器也可在降壓和升壓模式下執行，稱為反向模式。為幫助反向模式的視覺呈現，請參閱 圖 2 和 圖 3。在反向模式下，圖 2 原為降壓模式，會變成升壓模式。圖 3 原為升壓模式，現在則變成降壓模式。擁有雙向降壓升壓充電器可讓消費者使用 USB Type-C 連接埠為應用的電池充電，然後反轉功率流以為筆記型電腦等其他裝置充電。

我已經討論了雙向電池充電器如何在可攜式充電器中發揮作用，但是還有其他可使用雙向功率流的應用嗎？有一種

新興趨勢是電動自行車使用 USB Type-C 為主電池充電，再使用主電池透過同一 USB Type-C 連接埠為個人裝置充電。想像一下，您騎著電動自行車去公園，並想以智慧型手機播放電影，但只需花費 10% 的費用。將電動自行車的主電池設計為具有雙向降壓升壓電池充電器和 USB Type-C，即可讓智慧型手機透過電動自行車電池充電。

為太陽能應用進行電池充電

以電池供電的電子裝置越來越多，因此帶來在各種環境下為電池充電的需求。回到露營的例子，如果沒有插座，可使用太陽能板為可攜式發電站充電；但有幾個因素會影響太陽能充電，包括：

- 不同太陽能板額定值。
- 各種天氣條件。
- 部分陰影。

找到太陽能板的最大功率點 (MPP) 非常重要，即太陽能板 I_{OUT} 乘以太陽能板 V_{OUT} 結果最高的點，以提取最高充電電流來為電池充電。

為進一步討論，我們將談談 **圖 7** 中的太陽能板電流電壓 (IV) 圖。y 軸代表太陽能板的 I_{OUT} ，X 軸代表太陽能板的 V_{OUT} 。IV 圖的目的是尋找太陽能板可依天氣條件產生的 MPP。**圖 7** 展示 IV 圖如何依天氣條件而變化。

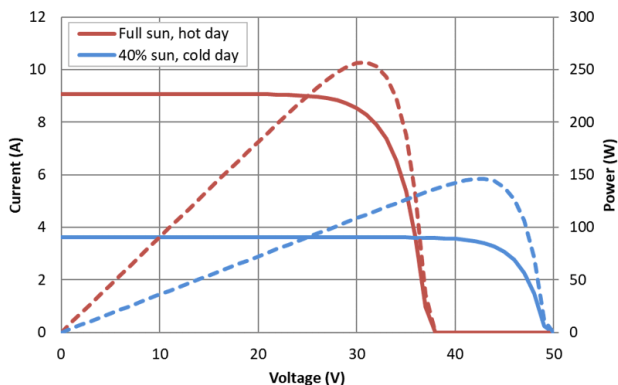


圖 7. 依天氣條件變化的 IV 曲線。

增加電池充電器應用多樣性

同樣的，隨著 USB PD 和可攜式備用電源的发展，電池充電器設計也面臨許多挑戰；但 **BQ25756** 降壓升壓電池充電控制器可幫助因應每個挑戰，特別是其具備以下三個特性：

- 輸入與輸出支援高達 70-V。
- 雙向功率流。
- 自主 MPPT 演算法。

輸入端的 70-V 支援完整 USB PD 電壓範圍，降壓升壓控制器拓撲可在任何電池電壓下支援任何 USB Type-C 輸入，因為裝置會根據 V_{IN} 和 V_{BATT} 的值，自動切換降壓和升壓模式。輸出端的 70-V 支援讓 BQ25756 最多可為最多 14 個鋰離子串聯電池和 16 個磷酸鐵鋰電池充電。

雙向功率流讓充電器系統設計能夠使用相同 USB Type-C 連接埠對電池組進行充電和放電。無論反向模式下的 V_{OUT} 小於或大於電池組電壓，BQ25756 都可進行反向降壓與升壓，以自電池組放電。此功能讓消費者能利用 USB Type-C 連接埠，透過可攜式充電器與電動自行車等產品的電池組，為筆記型電腦和揚聲器等配件充電。

BQ25756 配備適合太陽能充電應用的 MPPT，具備三個改良功能：

- 自主啟動。
- 完整的 V_{IN} 掃描。
- 擾動和觀察功能。

自主 MPPT 可使用預設定運行，您也可使用 I2C 自訂 MPPT 的功能，例如 MPPT 演算法週期間的時間。MPPT 演算法結束後，計時器會重新啟動，並在您選擇的時間用盡後開始新的循環。在演算過程中，充電器會對 V_{IN} 進行全域掃描，以尋找絕對 MPP。如 **圖 8** 中所示，串聯或並聯多個太陽能電池板可能會產生多個峰值，供您選擇作為 MPP。為了找到真正的 MPP，演算法必須仔細研究每個峰值。即使存在多個峰值，BQ25756 也會掃描所有 V_{IN} 值以尋找最大 MPP。

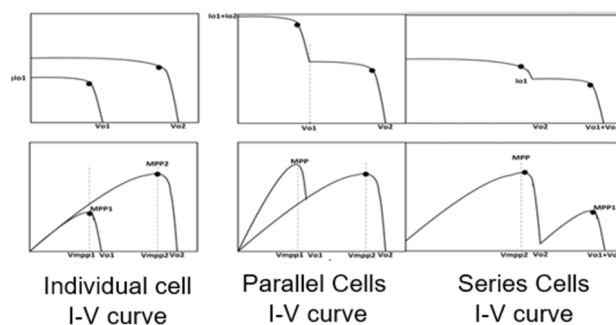


圖 8. 具有多個峰值的太陽能電池曲線。

結論

隨著採用可充電電池的大型應用不斷增加，現在我們已可設計具備以下功能的應用：

- 支援 USB PD EPR 標準的輸入電源。
- 以 USB Type-C 為多芯電池應用實現最佳充電與放電
- 提升太陽能相容性，隨時隨地依需求進行充電。

使用相同 USB Type-C 連接埠和新 USB PD EPR 帶來的便利性，可讓吸塵器、電動自行車與行動電源等大型電池裝置得以 USB Type-C 充電；此外，雙向功率流充電器的採用也讓以相同 USB Type-C 連接埠對電池組進行充電和放電成為可能。此功能可讓任何電池組成為行動電源。最後，可採用太陽能板輸入與 MPPT 的電池充電器，可讓消費者隨時隨地進行充電。

BQ25756 與 TPS25750 等 TI PD 控制器結合，可協助您設計多樣化的可充電電池應用。BQ25756 中的進階 MPPT 演算法會根據目前光線亮度找出太陽能板的 MPP，以幫助實現最佳太陽能充電體驗。

參考

- [電池充電器基礎影片](#)

重要聲明：本文所述德州儀器及其子公司相關產品與服務經根據 TI 標準銷售條款及條件。建議客戶在開出訂單前先取得 TI 產品及服務的最新完整資訊。TI 不負責應用協助、客戶的應用或產品設計、軟體效能或侵害專利等問題。其他任何公司產品或服務的相關發佈資訊不構成 TI 認可、保證或同意等表示。

USB Type-C® is a registered trademark of USB Implementers Forum.
所有商標均為其各自所有者的財產。

IMPORTANT NOTICE AND DISCLAIMER

TI PROVIDES TECHNICAL AND RELIABILITY DATA (INCLUDING DATA SHEETS), 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 will 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](#) or other applicable terms available either on [ti.com](https://www.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.

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

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2023, Texas Instruments Incorporated