

以電源路徑電池充電器將應用最佳化

Charles Harthan

Product Marketing Engineer

簡介

由於電池選擇眾多且系統需求各有不同，若想設計最佳電池充電積體電路 (IC)，以延長電池使用壽命並實現最佳系統性能，可能會是一大挑戰。選擇電源路徑或非電源路徑電池充電器的決定，可能會對充電 IC 的功能造成重大影響。

圖 1 說明非電源路徑裝置有一個充電路徑，其中系統和電池會連接至相同節點。當您不需使用系統並同時為電池充電時，非電源路徑充電就是一種有效選項，因為您無法控制多少電流用來為系統供電，多少用來為電池充電。電動刮鬍刀或電動自行車等應用就很適合非電源路徑充電器。

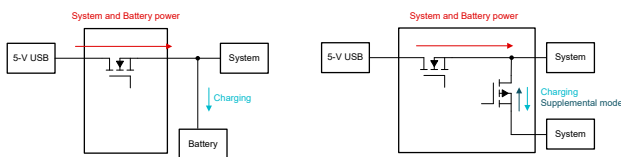


圖 1. 非電源路徑和電源路徑方塊圖。

對充電與使用同時發生的產品來說，電源路徑充電會是較好的選擇，因為電池中的整合式 Q2 金屬氧化半導體場效電晶體 (MOSFET) 可讓您自訂為系統供電的電流量，和為電池充電的電流量。當電池深度放電時，此自訂功能也很實用。由於深度放電的電池通常會以小電流充電，因此電源路徑裝置可獨立調節來自轉接器的系統和電池電流，為電池提供小電流，確保系統仍可獲得開啟所需電源。

當電池充電對系統電流有高需求時，Q2 MOSFET 也會開啟，結合來自輸入和電池的電源以支援系統負載。此功能稱為輔助供電模式，裝置會從電池中汲取電流來輔助輸入電流，避免系統汲取超過輸入所能提供的電流量。智慧型手機就是因電源路徑充電器功能受益的典型應用。

以下各節將說明電源路徑拓撲如何提升系統性能和電池壽命。

保存壽命最大化

消費者通常喜歡可立即使用的產品，但在消費者購買產品前，產品可能會在運送途中於架上保存好幾個月。由於某些國家/地區採用新的運送限制將電池在運送前限制在一定電量，因此保留任何電池容量也變得格外重要。

在非電源路徑拓撲中，系統必須進入低功耗模式，因為系統需直接與電池連接。低功耗模式通常會對負載開關或其他方式加以要求，以隔離電池與系統。

在電源路徑拓撲中，電池 FET 可在運送模式下中斷電池與系統的連接，即產品消耗最低電池電流的狀態。運送模式也會關閉電池 FET，讓電池無法供電給系統。設計具電源路徑與運送模式的充電 IC，可讓消費者插入轉接器或按下電源按鈕時，便可立即開啟。

執行監控系統重置

在某些情況下，當系統處理器或主機沒有回應時，可能需要強制進行硬體重置或電源循環；您可以通過監視系統重置來完成此操作。例如在 TI 的 BQ25180 充電器裝置上，如果滿足以下條件，即可進行硬體重置：

- 插入轉接器後 15 秒或更長時間內都沒有 I2C 通訊。
- 使用者按著重置按鈕一段時間。
- 從最後一次 I2C 通訊開始的持續時間 >40 秒。

硬體重置過程中，充電器 IC 會斷開系統與電池和轉接器的連接 (若有)，等待一段可配置時間，然後重新開啟系統，進行系統啟動和初始化。由於電池以實體方式與系統連接，因此在非電源路徑充電器裝置中可能需要外部負載開關，才能執行硬體重置。

採用完整電池容量

設計充電器 IC 時的主要目標是取得最大電池容量，因為這代表可延長使用者每次充電的間隔時間。終止電流 (I_{TERM}) 監控不準確可能會在高於所需 I_{TERM} 值時造成充電終止，且無法使用完整電池容量，如 **圖 2** 中所示。

電源路徑可實現最大電池容量和更準確的 I_{TERM} 。在鋰離子充電設定檔中，充電電流會在恆定電壓相位收斂、直到達到 I_{TERM} 後關閉為止。為了實現電池容量最大化，必須具備低 I_{TERM} 和準確測量低 I_{TERM} 值的能力，才能精確地終止充電。透過測量通過 Q2 電池 FET 的電流，電源路徑可以低數值進行準確的電流監控。

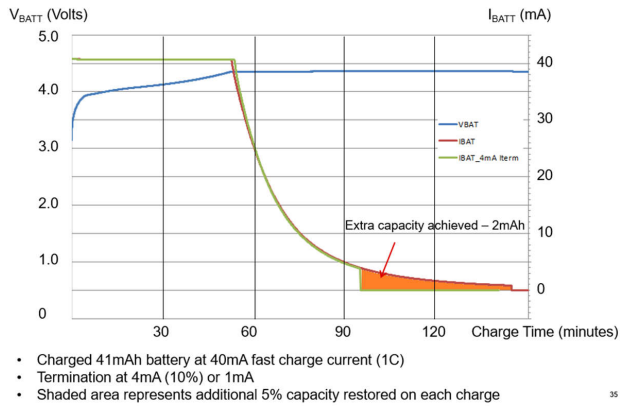


圖 2. 由較低 I_{TERM} 所得到的額外容量。

圖 2 另外也強調 I_{TERM} 監控不準確會導致在 4 mA 而非 1 mA 時終止，代表使用者將損失可用 41-mAhr 電池容量的 5%。由於電源路徑充電器會分別調節充電和系統電流，因此任何系統電流變化都不會影響充電電流。因此充電終止可在相同預定值下發生，進而實現電池充電狀態最大化。

使用電源路徑來實現準確低 I_{TERM} 就像從水龍頭倒滿一杯水。在這個比喻中，杯子就是電池，杯中的水是電池中的電荷，水龍頭流出的水是充電電流。我們的目標是在水不溢出的情況下，盡可能填滿杯子。較容易的做法是在水靠近水面時慢慢地減少水龍頭流出的水，即可輕鬆控制水位。如果讓水龍頭一直以最大流量出水可能會導致水溢出，或是在用盡杯子所有容量前，就將杯子從水龍頭移開。我們將這個比喻轉回電池充電器術語，將充電電流（水龍頭流出的水）降至可控制、可測量的 I_{TERM} ，讓充電器盡可能為電池（水杯）注入電荷（水杯中的水），並且避免電池過度充電或充電不足。

減少電池疲勞

充電式電池暴露在多個充電和放電週期中時，其對系統的供電能力會下降，進而對其效能和運作時間造成負面影響。為了延長電池與系統的使用壽命，設計 IC 以限制電池的整體週期數便十分重要。

圖 3 說明鋰離子電池的電池芯容量會隨充電週期數增加而減少。設計電源路徑電池充電 IC 可讓您關閉電池 FET，以延長使用壽命；電池可直接從轉接器為系統供電，並防止系統使用電池供電，省去為電池放電和充電的需求。若採用電源路徑，在有轉接器的情況下，您可選擇僅使用轉接器為系統供電，減少電池的充電週期次數並延長使用壽命。

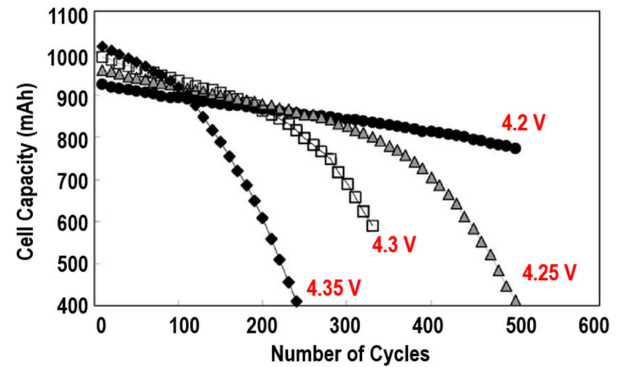


圖 3. 鋰離子電池容量與充電週期數的比較。

备注

「影響 LiCoO₂ 鋰離子電池週期壽命和可能劣化機制的因素」，《Journal of Power Sources 111 (2002) 130-136》。

TI 電源路徑電池充電器

BQ25180 等線性充電器對 <1 A 的充電電流應用來說非常實用。BQ25180 配備運送模式，提供低功耗模式以節省電池電量。在運送模式下，電池靜態電流僅為 15 nA，大大低於 BQ25180 正常運作下的 3- μ A 電池靜態電流。您可將 BQ25180 編程為 0.5 mA 的超低 I_{TERM} ，以幫助電池充電至完全容量。調整 I_{TERM} 非常簡單，其固定為編程快速充電電流的 10%，並可以透過 I²C 通訊輕鬆地進行變更。此充電器也會優先處理具輔助供電模式的系統電源。

BQ25620 為配備電源路徑的切換式降壓充電器。切換式充電器適用於需要 >1 A 充電電流的應用，因為切換式充電器較適合高功率應用。BQ25620 可支援最高 3.5 A 的充電電流。此外也具備運送模式以節省電池電量，並提供 150 nA 電池靜態電流，並運用輔助供電模式實現系統性能最佳化。為了讓電池容量最大化，BQ25620 的 I_{TERM} 只有 10 mA，並可輕易地透過 I²C 通訊進行自訂。

結論

電源路徑或非電源路徑電池充電器 IC 各有其優缺點。含電源路徑的電池充電器 IC 可透過整合式電池 FET 提供額外功能：運送模式等其他電源模式可節省電池電量、完整系統重設功能可還原無回應的主機，並可將電池容量最大化以延長運作時間，並將電池疲勞降至最低。這類充電器 IC 可在需要同時進行充電與系統使用的應用中，幫助提升電池與系統性能。

相關網站

- 有關線性充電器和切換式充電器之間差異的概述，請觀看 [電池充電器拓撲及其應用介紹](#) 影片。
- [單芯電池的快速充電趨勢與挑戰](#) 影片提供更多充電器電池安全功能的詳細資訊。
- 若要進一步了解運送模式，請閱讀技術文章 [拉下標籤：如何在鋰離子電池設計中部署運送模式](#)。

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。

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