

## Technical Article

# 為踏板供電：實現適用於電動自行車與電動機車且續航力更長的 13S、48-v 鋰離子電池組



Ryan Tan 和 Terry Sculley

電動腳踏車和電動摩托車的普及度與日俱增，因此對續航力更長的電動自行車/電動機車電池組需求也逐漸增加。運作時間越長，行駛距離就越遠，充電頻率也越低。

為了實現續航力更長的鋰離子電池，可以選擇下列兩種方法之一：增加總電池容量，或是提升能源運用效率。增加總電池容量代表增添更多電池芯或較佳的電池芯，而如此可能大幅增加電池組的整體成本。另一方面，提升能源運用效率則可在不增加容量的情況下，為設計師提供更多可用能源。有兩種方式可提升能源運用效率：提升充電狀態準確度，以及/或減少電流消耗。

## 利用續航力更長的 13S 電池組延長行駛距離



如需詳細資訊，請參閱我們的白皮書「以工業電池組為替代運輸模式供電」。

若要延長運作時間，需要從電池組中汲取盡可能多的能量，但若發生過度放電，電池將會永久損壞。為了避免電池過度放電，必須準確了解電池容量或充電狀態資訊。有三種方式可準確測量充電狀態：

- 電池芯電壓量測。
- 庫侖計數。
- TI Impedance Track™ 技術。

電池芯電壓量測是最簡單的方式，但也具有低準確度過載狀況。庫侖計數可隨時間推移測量和整合電流。但若達到更佳的充電狀態準確度，需要規律的滿至空學習週期，且充電狀態準確度也會受到自放電與待機電流影響。低溫和老化的電池也會降低充電狀態準確度。Impedance Track 技術透過了解電池芯阻抗來直接測量放電率、溫度、老化和其他因素的影響。因此，即使是老化的電池和低溫情況，Impedance Track 方法也能提供更佳的充電狀態計量準確度。

我們的準確計量與 50- $\mu$ A 待機電流、13S、48-V 鋰離子電池參考設計使用 BQ34Z100-R2 這款 Impedance Track 電量計，適用於鋰離子、鉛酸、鎳氫和鎳鎘電池，且可獨立於電池串聯電池芯配置外運作。此設計支援外部電壓轉換電路，其受到自動控制以降低系統功耗，並讓使用者每次充電後都可獲得更長的運作時間，不用擔心過度放電所可能造成的損害。由於電流消耗低，因此整個系統對計量結果的影響非常有限。因此，我使用 BQStudio，在室溫時直接從處於恆定放電電流下的 BQ34Z100-R2 讀取資料。圖 1 顯示了放電充電狀態測試結果。

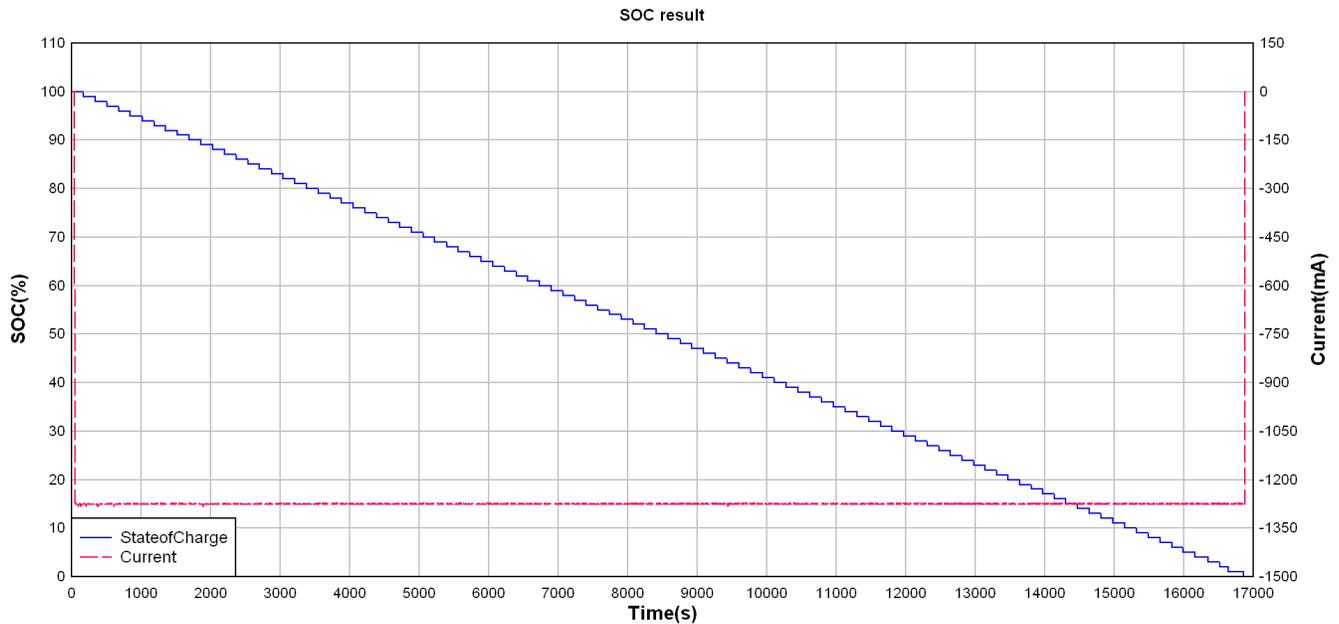


图 1. 恒定放電電流下的放電充電狀態測試結果

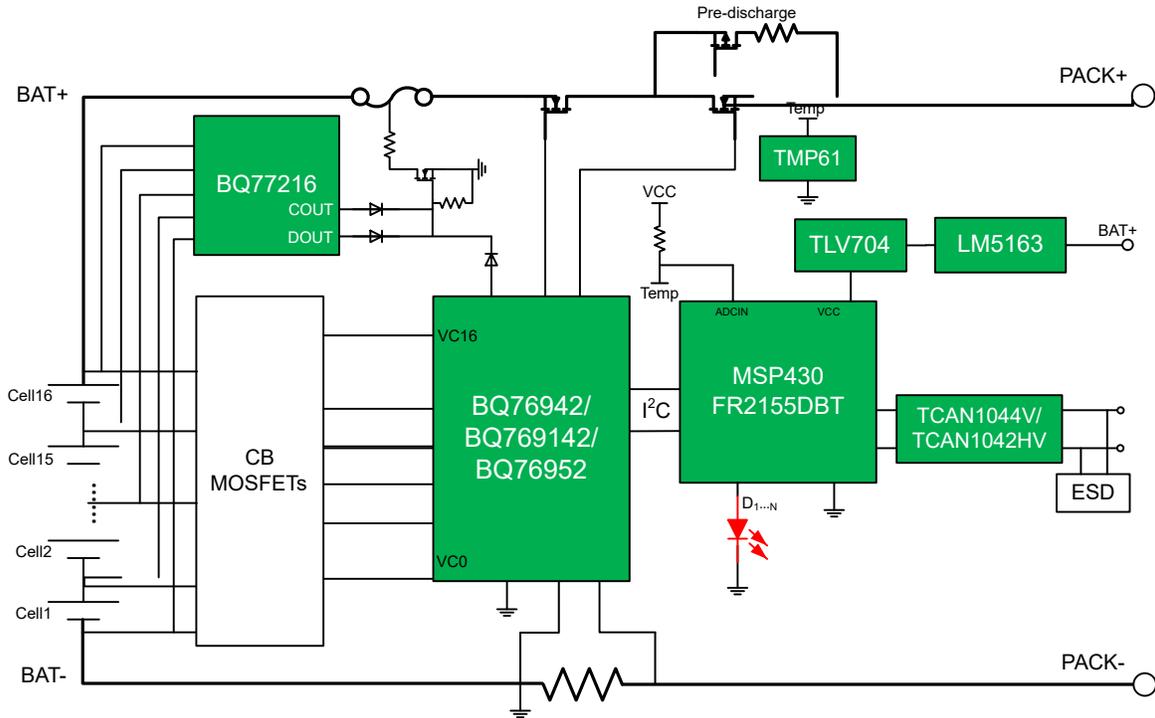
第二種提升能源運用效率的方法是減少電流消耗。若要達到此目的，必須考量電池組內的所有電子裝置。電池組中的電池管理系統需要實作計量以外的其他功能，包括監控電池組是否存在潛在故障，以及在偵測到危險事件時採取適當行動。這些功能可透過納入整合式電池監控器和保護器，以及保護 FET 驅動電路加以實現。[準確計量與 50- \$\mu\$ A 待機電流、13S、48-V 鋰離子電池參考設計](#) 一併使用 BQ76940 與 BQ76200 以因應前述功能，但 TI 隨後透過 BQ76952 推出了更新穎的整合式解決方案，將前述所有功能整合至單一裝置中。

BQ76952 可提供測量電池組中每個電池芯電壓的功能，並且包含電流量測和庫侖計數，此外也支援透過高達 9 個熱敏電阻進行電池組溫度量測。此裝置可針對不良電池組狀況提供防護，包括過電壓與欠電壓保護、充電與放電時的過電流、放電短路偵測，以及充電與放電的個別溫度過高/過低保護。每當發生不良狀況時，BQ76952 會先向 MCU 提供警示，隨後可編程延遲就會發布故障。此裝置也整合了高壓側 NMOS 保護 FET 驅動器，以控制電池組充電和放電。每當發生保護故障時，此裝置可自主控制保護 FET 以停用充電或放電，並且可在狀況允許時重新啟用 FET。此裝置也提供電池組平衡支援，以防止電池芯因漏電流和電池芯自放電的差異，而使電壓緩慢地變得不等。

這些監控、保護及平衡功能確實需要額外的電池組電流才能運作，但 BQ76952 會使用電源模式將電池組電流消耗最佳化。在主動充電或放電期間，此裝置會以峰值性能運作，持續追蹤電壓、電流及溫度。但在電池組進入閒置狀態時，電流會下降至低基值，裝置則會自主轉換至睡眠模式，進而將從電池組汲取的功率降至低達 24 $\mu$ A。即使在此模式下，BQ76952 仍會偵測電池組電流，若突然開始充電或放電，其便會立即轉換回全功率運作，以獲得最佳性能。

雖然如此可在客戶擁有電池組時減少功率，但在購買和使用產品之前，產品通常需要長期存放在貨架上或庫存儲存中。為了將電池組電流降至最低並延長前述保存壽命，BQ76952 也支援消耗 1 $\mu$ A 的關機模式 (又稱為運送模式)，以及消耗 10 $\mu$ A 的深沉睡眠模式，為系統設計師提供不同選項，以將電池組功率最佳化。此裝置包含可透過下列方式將裝置從關機模式喚醒的功能：連接充電器、按下單元的按鈕，或是將電池組插入系統。

配備準確電池芯量測及高壓側 MOSFET 控制參考設計的 10s-16s 電池組參考設計提供了電池組實作，包括用於監控、保護、電池芯平衡及 FET 驅動的 BQ76952；提供備援過電壓/欠電壓保護的 BQ77216 次要保護器；msp430 微控制器；以及用於與系統其他部分進行通訊的 TCAN1044 CAN 收發器。下方所示的整個設計可實現 10 $\mu$ A 的運送模式電流，並在待機、閒置模式下實現 100 $\mu$ A。



## 結論

整體來說，[準確計量與 50- \$\mu\$ A 待機電流、13S、48-V 鋰離子電池參考設計](#)可實現準確的充電狀態計量 (透過 [BQ34Z100-R2](#))，並減少待機與運送模式的電流消耗 (透過最佳化的偏壓電源解決方案)。具備準確電池芯量測及高壓側 MOSFET 控制參考設計的 10s-16s 電池組參考設計，則可實現具電源效率的實作，以進行監控、保護、平衡與保護 FET 控制，進而將電流消耗降到最低，並為最終客戶延長電池運作時間。這兩個解決方案相輔相成，可提升電動自行車電池組的能源運用效率，讓使用者享有更長的使用時間。

## 其他資源

- 歡迎查看我們的電池管理訓練影片「[Impedance Track 的優勢](#)」。

## 重要聲明與免責聲明

TI 均以「原樣」提供技術性及可靠性數據（包括數據表）、設計資源（包括參考設計）、應用或其他設計建議、網絡工具、安全訊息和其他資源，不保證其中不含任何瑕疵，且不做任何明示或暗示的擔保，包括但不限於對適銷性、適合某特定用途或不侵犯任何第三方知識產權的暗示擔保。

所述資源可供專業開發人員應用 TI 產品進行設計使用。您將對以下行為獨自承擔全部責任：(1) 針對您的應用選擇合適的 TI 產品；(2) 設計、驗證並測試您的應用；(3) 確保您的應用滿足相應標準以及任何其他安全、安保或其他要求。

所述資源如有變更，恕不另行通知。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 或任何第三方的知識產權授權許可。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](#) 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 提供所述資源並不擴展或以其他方式更改 TI 針對 TI 產品所發布的可適用的擔保範圍或擔保免責聲明。

TI 不接受您可能提出的任何附加或不同條款。

郵寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265  
Copyright © 2024, Texas Instruments Incorporated

## 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 © 2024, Texas Instruments Incorporated