

延長流量計電池壽命的 5 種做法

■作者：Eric Djakam

首席德州儀器應用工程師、科技會委員

水錶和瓦斯錶乃利用鋰錳電池 (LiMnO₂) 和鋰亞電池 (LiSOCl₂) 做為能源。鋰亞電池常用於智慧電錶，因為相較於鋰錳電池，它能提供更高的能源密度和每瓦發電成本效率。不過鋰亞電池的脈衝反應較弱，瞬態電流負載期間可能導致電壓大幅下降。

我們可以用混合層電容器 (HLC) 或雙電層電容器 (electric double-layer capacitors) 之類的緩衝元件結合鋰亞電池，以改善脈衝負載功能，但結合多層電容器和鋰亞電池若要可靠，代價高昂可能影響電錶的整體成本。由於電池也會影響電錶的維修需求和壽命，結合升降壓轉換器和鋰亞電池的替代做法將有助於降低解決方案整體成本，同時延長電錶壽命。

本文將檢視 5 種最佳做法，結合升降壓轉換器和鋰亞電池讓電池壽命極大化，同時降低整體的維修與成本需求。但首先我們要檢視幾個在設計方面常見的問題。

智慧電錶系統設計的主要挑戰

智慧電錶系統通常包含 5 個關鍵元素，包括計

量前端、通訊前端、微控制器 (MCU)、電源管理 IC 和防護前端。

除了這些必備條件，水錶通常外型尺寸較小，且必須能在維修需求極低的條件下於現場運轉超過 15 年。

一般流量計的耗電概況

表 1 為三種不同運轉模式下，標準電錶的耗電概況。

電錶搭配升降壓轉換器的最佳設計方式

為協助延長電池壽命並提高智慧電錶設計的效能，可考慮下列 5 種最佳做法。

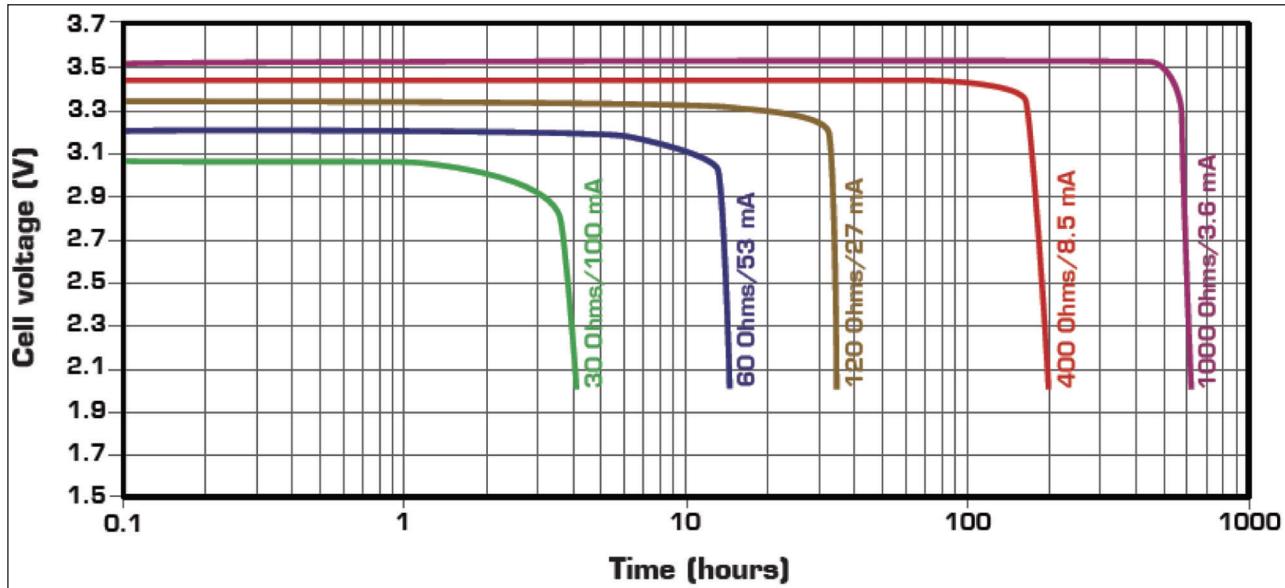
做法 1：限制來自電池的尖峰電流

從圖 1 (出自 SAFT LS17330 電池產品規格表) 可以發現，鋰亞電池通常並不支援智慧電錶中無線電通訊系統所必備的高動態範圍設定。克服這個問題的方法之一，就是使用 TPS63900 升降壓轉換器

表 1：標準流量計的耗電概況

運轉 來源	電流範圍 (安培)	對流量計電源管理系統的影響
待機 計量、MCU 和防護	5-100 微安 (μA)	影響電錶壽命的主要原因，因此，供電系統必須具備高效率 (>95%)。
中階 接收模式下的通訊前端	2-10 毫安 (mA)	窄頻物聯網等某些非同步射頻 (RF) 協定要求 RF 前端必須維持接收模式。在這種案例中，供電系統應維持高效率。
主動 傳輸模式下的通訊前端	20 毫安 (mA) 以上	鋰亞電池衰減的主要原因。因此，供電系統應限制來自電池的尖峰電流，同時維持良好效率 (>80%)。一般來說系統每 24 小時有 2 分鐘處於主動模式，視安裝通訊系統不同而有所差異。

圖 1：20°C 時 SAFT LS17330 的正常放電曲線



搭配一個緩衝元件來過濾電池電流。

圖 2：TPS63900 的一般應用

做法 2：讓輸出和輸入電壓位準各自獨立

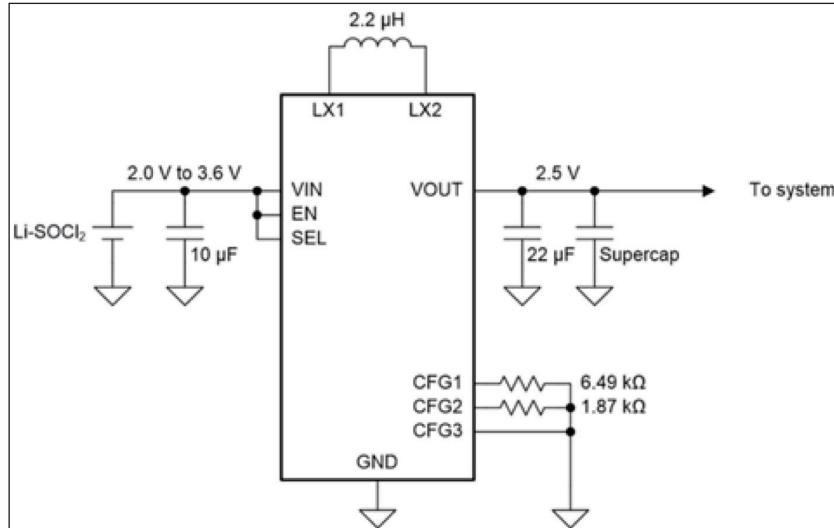
採取獨立電壓位準可優化來自電池的輸入電流曲線，和提供負載的輸出電流。這種做法還能簡化輸入和輸出之間緩衝元件的使用。

做法 3：使用低運作電流且待機電流低於 500 納安 (nA) 的轉換器

為優化系統的電源使用，相較於系統的電流消耗，轉換器的平均電流消耗量必須在可以忽略的範圍內。舉例來說，若流量計的平均電流消耗約為 $5 \mu\text{A}$ ，轉換器的待機電流就要低於 500 nA 。

做法 4：保持供電系統電壓越低越好

我們可以把系統視為一個由轉換器供電的電阻。供電電壓維持低檔，就能減少系統消耗的待機電流。



做法 5：以動態電壓調整來優化每個運轉模式的電壓負載

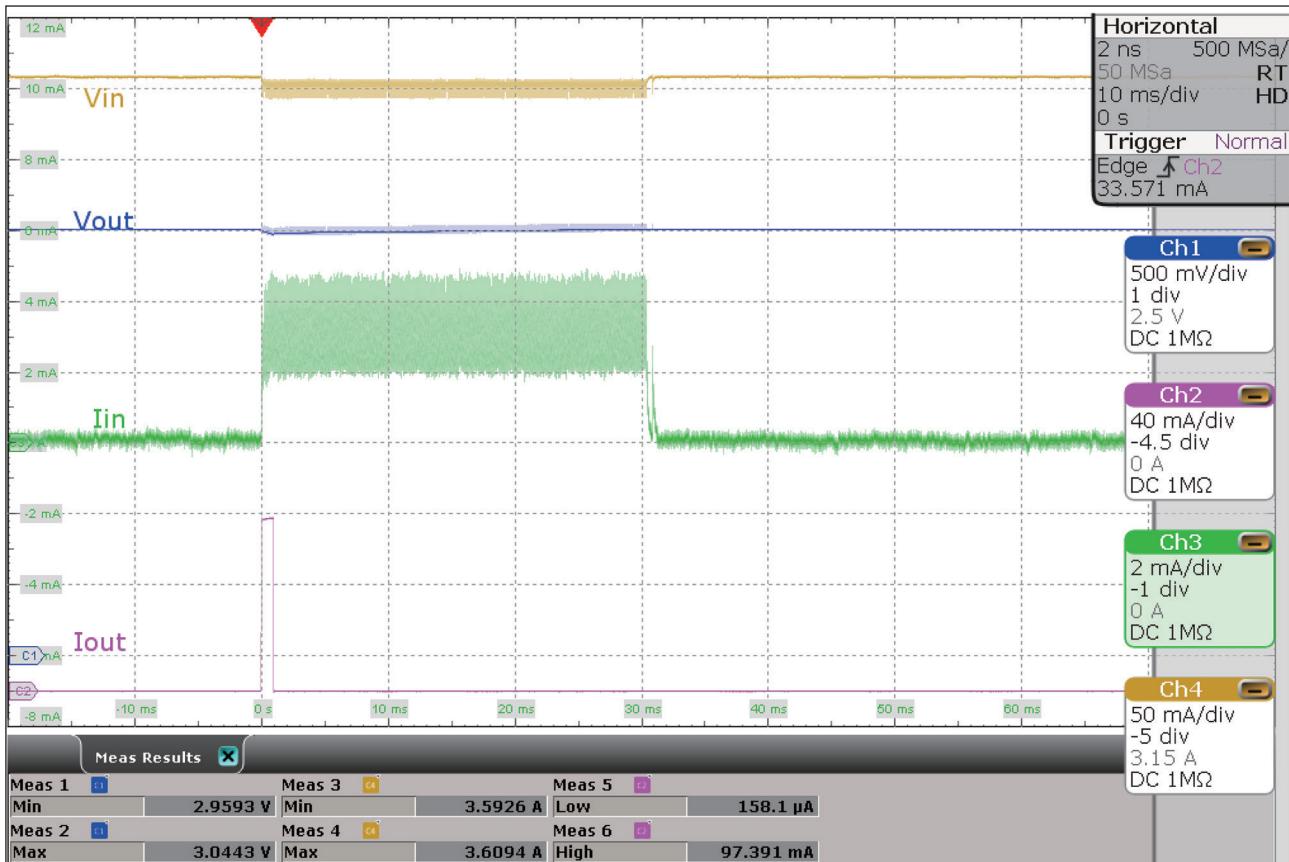
如圖 2 所示，TPS63900 的動態電壓調整功能讓轉換器可以迅速改變輸出電壓，進而在最佳作業點為負載供電。

部分測量結果

在這些條件下測量負載瞬態數據：

■ $158 \mu\text{A}$

圖 3：TPS63900 的脈衝反應



■ 999 ms 到 97.4 mA

■ 1 ms, $V_i = 3.6$ V, $V_o = 3.0$ V 且 $C_o = 300 \mu$ F

如圖 3 與圖 4 所示，TPS63900 能過濾來自電池的輸入電流，並持續調節輸出電壓在最佳狀態。

TPS63900 把超低待機電流消耗、優異的瞬態反應、輸出雜訊位準和動態電壓調整功能，整合到

圖 4：3.6V 輸入電壓下 TPS63900 的效率表現

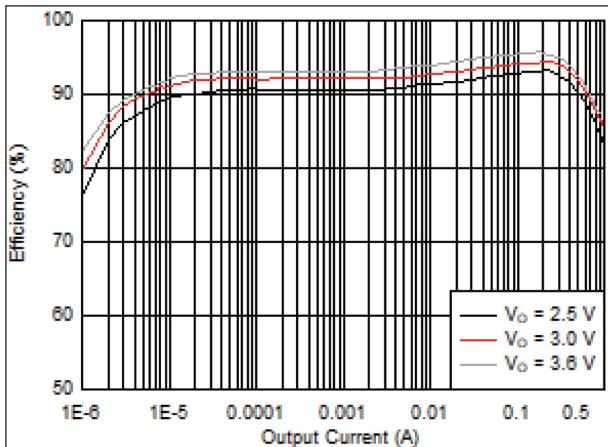
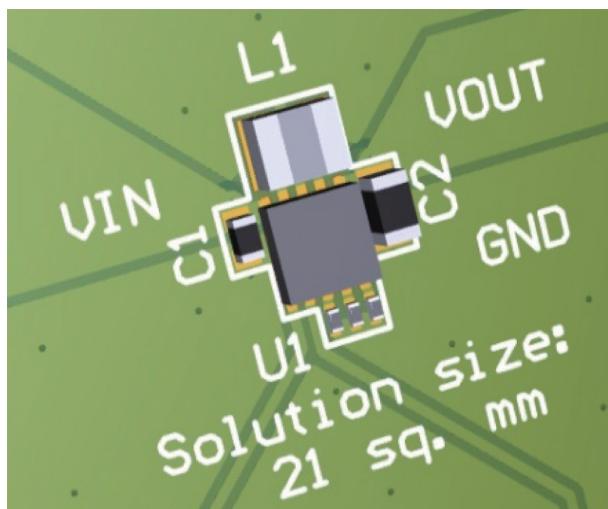


圖 5：TPS63900 解決方案的面積



一個封裝尺寸 $2.5 \text{ mm} \times 2.5 \text{ mm}$ 或 21 mm^2 的完全解決方案，它能幫助解決使用鋰亞電池時所遭遇的各種挑戰，不像過去長期以來只能屈就複雜且成本昂貴的傳統做法。CTA