

# 如何設計電池充電速度快 4 倍的安全穿戴式裝置

本文將介紹模擬真無線藍牙耳機 (TWS) 耳機應用電源架構的參考設計。其能將應用的快速充電速度提升近 4 倍，同時優化解決方案尺寸和系統 BOM 成本。使用熱敏電阻和熱成像測量得出的測試結果顯示，相較於傳統解決方案其溫度更低。該設計展示了採用單電感、多輸出 (SIMO) 架構且具有自動餘裕追蹤功能的解決方案所提供的衆多優勢。

■作者：Brandon Hurst

ADI 硬體和嵌入式韌體工程師

## 引言

隨著穿戴式裝置革新的持續推進，對穩健電源架構的需求也不斷增加。在過去十年中，我們看到穿戴式健康監測裝置大幅成長，這些裝置的下一代可能會在相同的精巧尺寸解決方案中整合更多功能。穿戴式裝置通常要求支援 Wi-Fi、藍牙並具備生命體徵監測 (VSM) 功能。對更多功能的需求，要求系統級和 IC 級設計人員更明智地選擇穿戴式裝置電源架構。

## 無線耳機的電源挑戰

無線藍牙耳機應用目前需要將多個獨立的穩壓器放到一個精巧尺寸解決方案中——畢

竟，整個系統需要放入我們的口袋中！

TWS 耳機應用的典型電源系統如圖 1a 所示。充電座和耳機之間的 DC-DC 轉換器用於將電壓從 VSYS 提升至 5 V USB 位準。如此可以為耳機的線性充電器提供足夠的餘裕，避免出現電壓下降的情況。然而，該解決方案有一個缺點，那就是由於耳機線性充電 FET 上的壓差和損耗，效率損失很大。當耳機電池電量較低時，尤其明顯。低效率充電會增加發熱量，導致系統電池壽命縮短和產品可靠性降低。

在某些情況下 (圖 1b)，增加電力線通訊 (PLC)，並借助充電座側的降壓 - 升壓調節器追蹤線性充電器的餘裕，可以提升系統效率。

圖 1a: TWS 耳機應用的典型電源架構圖

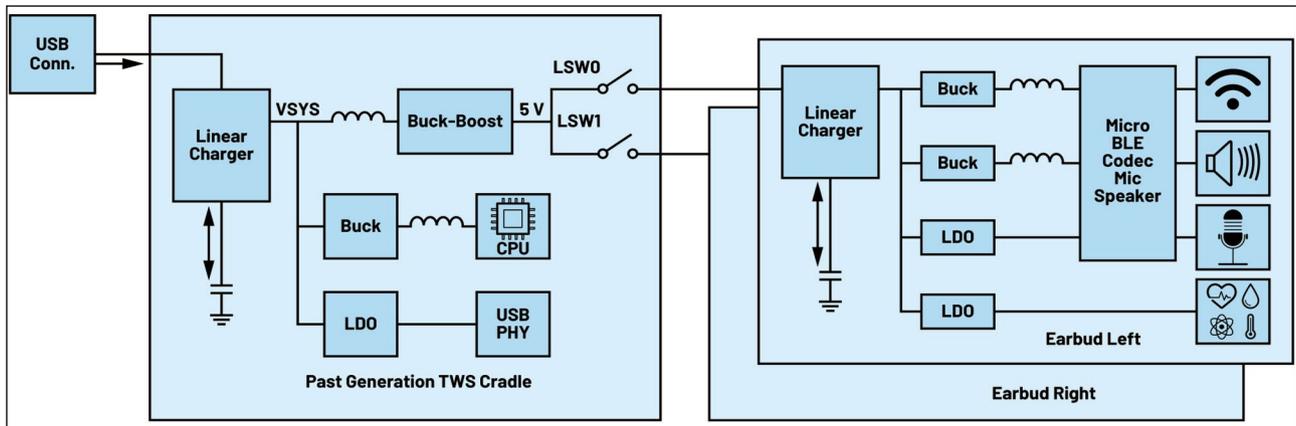


圖 1b: 具有 PLC 的 TWS 耳機應用的典型電源架構圖

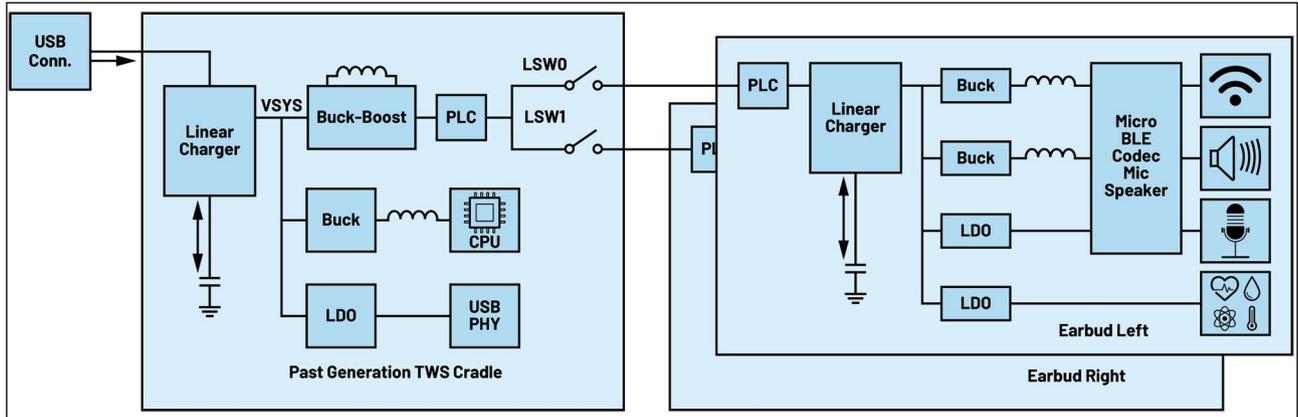
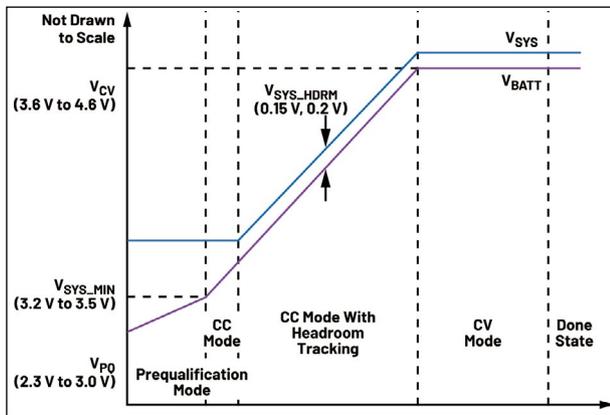


圖 2: 針對典型鋰離子電池充電週期的自動餘裕追蹤

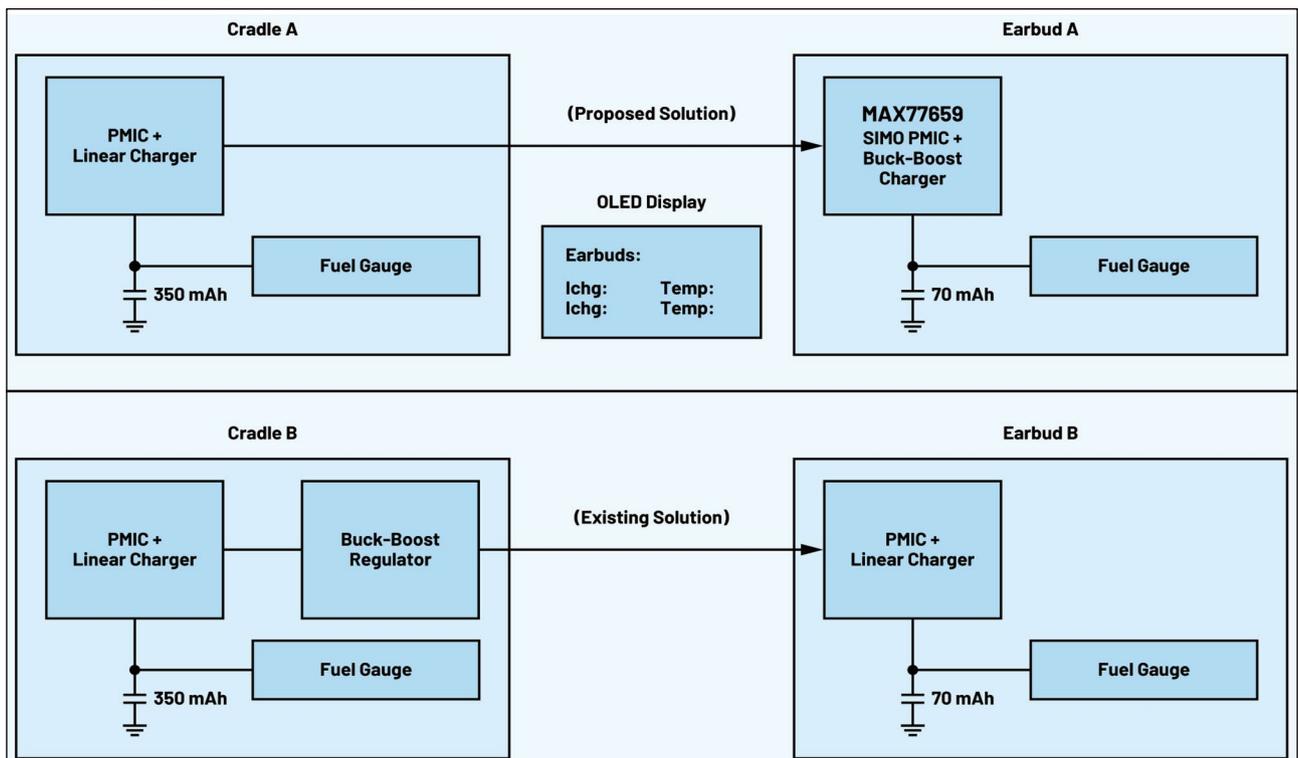


然而，穿戴式產品的解決方案尺寸非常寶貴。為穿戴式裝置的周邊供電的降壓輸出所需的 PLC 晶片和電感，會直接影響此兩種傳統解決方案的產品尺寸和成本。

## 更好的解決方案：SIMO 架構和自動餘裕追蹤

SIMO 電源管理 IC (PMIC) 提供了滿足精巧設計要求所需的架構和效率。電池供電的穿

圖 3: 參考設計框圖，比較了 TWS 耳機的建議解決方案和傳統解決方案



戴式應用還能受益於一種稱為自動餘裕追蹤的技術，其可以充分減少電池充電電路上的壓降，同時提供優化餘裕來調節充電電流。這就減少了充電電路中的功率損耗和發熱量，而無需額外的元組件，穿戴式裝置在充電時可以保持較低溫度，甚至可以更快速地充電。

MAX77659 為一款 SIMO PMIC，目的在提升穿戴式消費和醫療裝置的效率，並縮減系統板上空間和 BOM 尺寸。該 PMIC 具有三個使用同一電感的降壓-升壓輸出，效率高達 90%。其並包含一個額外的低壓差 (LDO) 穩壓器，適用於需要高電源電壓抑制比 (PSRR) 的敏感應用，例如 VSM。此外，SIMO 架構在效率方面具有內在優勢，並且其靜態電流非常低，解決方案尺寸極小。

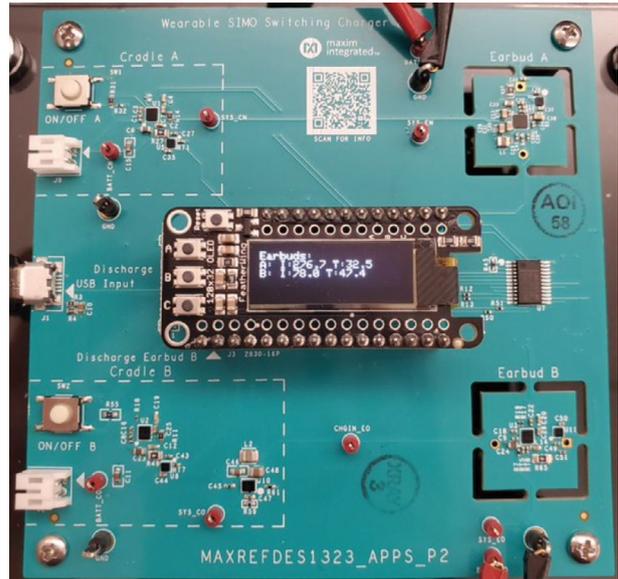
MAX77659 的自動餘裕追蹤功能使用 SIMO 輸出之一來充分減少電池充電電晶體上的壓降，同時提供優化餘裕來調節充電電流。其結果是電晶體上的功率損耗和發熱量減少，這些都不需要額外的零組件。圖 2 顯示了對整個快速充電過程中的自動餘裕追蹤。

## MAX77659 參考設計

圖 3 所示的參考設計將 MAX77659 SIMO PMIC 解決方案與典型的線性充電解決方案進行了比較。MAX77659 SIMO PMIC 具有自動餘裕追蹤功能，因此可以省去傳統解決方案 (圖 3, 充電座 B) 中使用的降壓-升壓穩壓器 (圖 3, 充電座 A)。其提升充電效率，延長了整個系統的電池壽命，並且減小解決方案尺寸，降低了 BOM 成本。

圖 4 顯示了 MAX77659 參考設計的完整 PCB。該設計包括兩對充電座 / 耳機解決方案，其中一對採用 MAX77659 SIMO PMIC 設計 (充電座 / 耳機 A)，另一對採用典型的線性充電器

圖 4: MAXREFDES1323 參考設計板



設計 (充電座 / 耳機 B)，使用 MAX77734 線性充電器。基板上的按鈕可切換 A 和 B 分支的充電，OLED 顯示幕顯示耳機的 MAX17260 電量計測得的充電電流和溫度。螢幕還顯示充電器狀態，以及充電器何時因過熱必須降低充電電流。

## 電池管理系統充電標準

日本電子資訊科技協會 (JEITA) 公布了與電池管理系統相關的標準，這些標準提供了嚴格而穩健的方法，透過減少系統和電池磨損來提高系統安全性和可靠性，為最終用戶提供保障。終端應用通常利用整合的 JEITA 保護功能，在電池充電的恆流 (CC) 和恆壓 (CV) 階段降低充電電流和電壓水準。如果系統變得太熱，可以降低充電電流和電壓，以使電路降溫。對電流的此種限制可以保護最終用戶，使其不會感到不適，並保持系統的可靠性和使用壽命。不過限制充電電流也表示充電週期變慢。整合 JEITA 功能的需求代表了一種設計權衡，這為穿戴式裝置設計帶來了壓力。長時間接受高充電電流也能保持較好熱性能的解決方案可以緩解此種壓力。

表 1: JEITA 充電測試條件

測試配置	
CC	270 mA
JEITA CC	75 mA
JEITA 暖溫度	45°C
電池電壓	3.0 V

## 性能比較

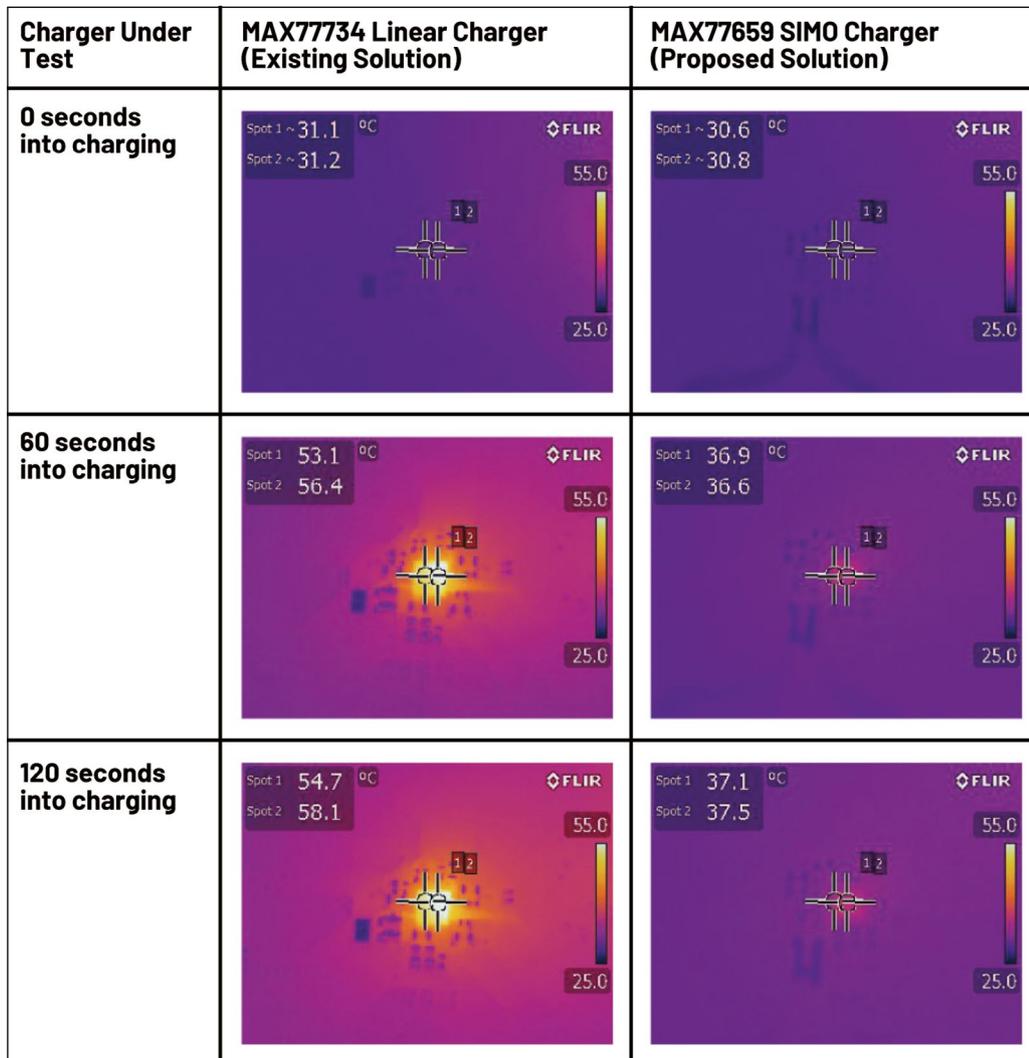
為了檢驗傳統解決方案和建議解決方案的熱性能，我們在 270 mA CHG\_CC (正

常 CC 電流) 和 75 mA JEITA\_CC (高於 JEITA\_WARM 溫度閾值的 CC 電流) 下進行了 1 分鐘充電測試。目標是顯示這段時間內的熱差異，並檢查兩種解決方案是否可以在不觸發 JEITA 保護的情況下保持較高充電速度。為了提供可重複性，並將溫升

表 2: JEITA 充電測試結果

時間 (s)	解決方案 A (MAX77659 SIMO PMIC)			解決方案 B (線性充電器)		
	狀態	溫度 (°C)	充電電流 (mA)	狀態	溫度 (°C)	充電電流 (mA)
0	關	24.3	270	關	24.0	270
15	CC	29.1	270	CC	43.0	270
30	CC	32.2	270	JEITA CC	47.1	75
45	CC	33.3	270	JEITA CC	47.3	75
60	CC	35.4	270	JEITA CC	44.2	75

圖 5: 並排充電器解決方案的熱成像



限制為僅 IC 所經歷的溫升，我們使用了電池模擬器。該測試使用的熱閾值為 45°C，比環境溫度高 21°C。參考設計的 PCB 是 6 層板，銅厚度分別為 0.0014 英寸、0.0007 英寸、0.0007 英寸、0.0007 英寸和 0.0014 英寸。測試條件如表 1 所示，結果如表 2 所示。

在測試過程中，MAX77659 SIMO 解決方案在 1 分鐘內升溫 11.1°C，並且在前 30 秒後其升溫速度明顯減慢。所提出的解決方案在測試過程中的任何時候都沒有進入 JEITA 模式。採用典型線性充電解決方案時，元件在短

短 15 秒內升溫近 20°C，並觸發 JEITA 保護，在僅 30 秒內就限制了充電電流。

## 熱成像結果

此外，為了在未啓用 JEITA 保護的情況下檢查熱行為，我們進行了單獨的測試，並使用熱像儀來測量 SIMO PMIC 解決方案和線性充電器解決方案的溫度。參數與第一次測試相同，不過禁用了 JEITA 保護。

在 2 分鐘的測試過程中，線性解決方案的溫度升至 58.1°C，而 SIMO PMIC 僅升至 37.5°C。基於這些結果可知，相較於線性充電解決方案，SIMO 解決方案能夠將溫升降低約 72%。

## 結論

本文在模擬 TWS 耳塞應用中比較了 MAX77659 SIMO PMIC 與傳統線性充電解決方案，並展示了自動餘裕追蹤和開關充電器解決方案的優勢。結果顯示，SIMO PMIC 解決方案在熱方面實現了高度改善（熱量減少 72%），能夠安全地維持幾乎是傳統線性充電解決方案 4 倍的充電電流。這有助於系統快速充電，同時保持低溫和舒適性，進而解決穿戴式裝置的關鍵難點。

MAX77659 SIMO PMIC 為下一代穿戴式裝置提供安全、可靠、舒適的充電解決方案，同時提高了效率，減少了必要的解決方案尺寸和系統 BOM 數量。如需瞭解更多資訊，請瀏覽 ADI 全面性的 SIMOPMIC 和電量計平台，查看適用於下一代穿戴式裝置的卓越低功耗解決方案。 [CTA](#)

## AMD 助新加坡恒星系統為其 AI 智慧停車解決方案挹注效能

AMD 宣布，新加坡最大的智慧停車解決方案供應商新加坡恒星系統 (Sun Singapore Systems) 正在部署一款基於 AI (人工智慧) 的全新智慧停車解決方案，搭載 AMD Zynq UltraScale+ MPSoC 元件。這款智慧解決方案能提升車牌辨識的準確度，並實現停車位空位偵測、車道堵塞、事故偵測和違規停車執法等先進功能。

Sun Singapore 的全新 AI 智慧停車系統採用 PlanetSpark 的 EdgeAI Box X7，其由基於 FPGA 的 AMD Zynq UltraScale+ MPSoC 提供支援。Aupera Technologies 也協助設計與開發 FPGA 韌體和 AI 視覺解決方案，以實現準確的車牌讀取。最終的解決方案能在邊緣提供低延遲、能源效率和即時 AI 推論。FPGA 則提供邊緣裝置所需的長久生命週期，同時具有硬體靈活性，可適應不斷變化的 AI 模型、演算法以及日益演進的需求和標準。

目前，新加坡大部分電子停車系統所採用的技術已有 20 餘年歷史。舊有基礎架構缺乏能提供更多系統功能與特色的 AI 推論能力。這款全新解決方案將顯著增強系統，讓經由 AI 生成的資料能夠為停車場營運商提供先進報告。

Sun Singapore 憑藉採用最先進技術的 AMD 解決方案，實現了 99% 的車牌讀取準確率，以及更新的停車位空位偵測與違規停車執法功能，其現在能夠為智慧停車提供全面解決方案。

AMD 工業、視覺、醫療與科學市場資深總監 Chetan Khona 表示，透過處理來自各種輸入端的資料，客戶可以利用 AI 來強化在各種應用中習以為常的流程，包括智慧城市、製造業、機器人及其他領域等。