

一點巧思 變出環保充電器

■ 楊正平

手機、個人數位助理（personal digital assistant, PDA）、MP3隨身聽、攜帶型平板電腦等數位產品，是享受資訊時代便利生活的利器。但是當我們在使用、把玩這些產品時，卻很少注意到讓產品順暢運作的兩個重要元件：鋰電池與充電器。高效能的充電不僅可縮短充電時間，減少能量浪費，還能延長使用數位產品的待機時間，提升便利性。

鋰電池輕巧、高蓄電的特性是數位產品普及化的重要原因，但鋰電池有充電能量「轉換效率低落」的缺點，例如輸入100單位的電能，卻只有約68至85單位的電能儲存到鋰電池中，其餘能量則以「熱」的形式消耗掉了。也就是說，充電效率

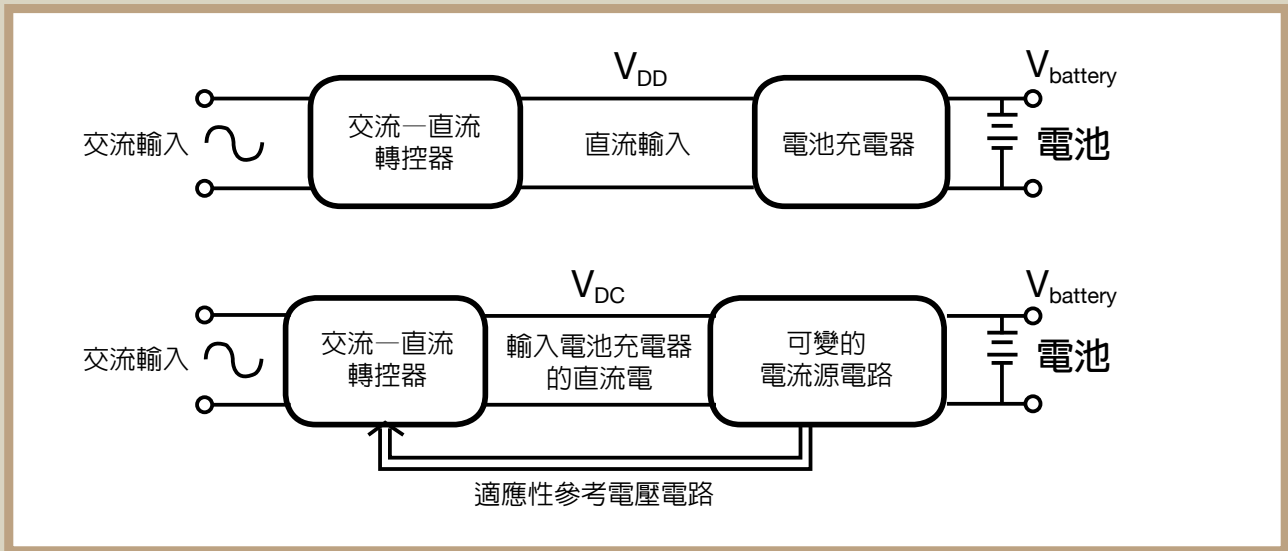
低落不僅會增加充電時間，也造成能量的浪費，並不符合環保的要求。許多研究人員想解決這個問題，例如台北科技大學電子工程系陳建中教授，便對這個問題研究出一些改進方式。

陳建中教授指出，要提升鋰電池的充電效率，必須先了解鋰電池特性與充電器原理。例如，鋰電池有「3階段充電」的特性：一開始充電時，由於內部電阻很大，只能用小電流充電；當充電電壓增加到2.9至4.2伏特區間時，電阻卻開始變小，這時可以用比較大的電流充電；之後電壓便維持在4.2伏特，持續充電到完成。需要注意的是充電電壓不能超過4.2伏特，若超過便會造成鋰電池「解離」的效果，使得整顆

電池報廢。

充電器包含了「交流轉直流元件」與「充電元件」兩部分，交流轉直流元件把家用交流電轉換成直流電，充電元件則為鋰電池充電。若充電元件是以低壓降電壓調整器的架構來設計，「充電轉換效率」則與「充電元件輸出電壓」和「交流轉直流元件輸出電壓」的比值有關。例如，市面上大部分的充電器交流轉直流元件，把家用插座內的110伏特交流電轉成5伏特直流電輸入到充電元件，充電元件再以3伏特的電壓為鋰電池充電，充電轉換效率約為60%（ $(3/5) \times 100\%$ ）。

因此提升充電效率的關鍵，在於控制「交流轉直流元件輸出電壓」與「充電元



上方是傳統的充電器，交流轉直流元件（AC-DC converter）輸入DC直流電給充電元件（battery charger），再由充電元件為鋰電池充電。下方則是新型充電設計，在交流轉直流元件與充電元件中建立一個溝通回路，由充電元件告知交流轉直流元件目前需要的電壓數值（adaptive reference voltage）。

件輸出電壓」之間的關係，儘量讓兩者的數值接近，充電效率便能提高。因此設計了一個輸出電壓會隨電池電壓的不同而調整的交流轉直流元件，讓交流轉直流元件輸出電壓僅比電池電壓高0.3伏特。當電池的電壓是3伏特時，交流轉直流元件輸出3.3伏特電壓給充電元件，充電元件再輸出3伏特電壓給鋰電池，充電轉換效率便高達91%。

台北科技大學電子工程系陳建中教授便是從這個角度提升充電器效能。他表示，只要在交流轉直流元件與充電元件之間設計一個「溝通回路」，讓充電元

件「隨著不同階段的充電過程」告訴交流轉直流元件：「注意！我正在以X伏特電壓為鋰電池充電，請給我（X+0.3）的輸入電壓。」便能有效提升充電效率。只要交流轉直流元件能配合充電元件的電壓需求，提供略高一點的電壓輸入，便能有效率地轉換電能，減少能量浪費。

陳教授指出，這個方法對充電器製造商來說非常簡單，只要在既有的設計上做個小調整，便可以把傳統充電器約68%的充電轉換效率一舉提高到91.2%的高效能。這表示高達9成的輸入能量能夠轉移到鋰電池中，大幅減少熱能

的消耗，讓數位產品具有環保、高效能優勢。只要一點巧思，綠色科技可以讓生活更便利。

楊正平

本刊特約文字編輯

深度閱讀資料

Chen, J. J., F. C. Yang, C. C. Lai, Y. S. Hwang, and R. G. Lee (2009) A High-efficient multi-mode Li-ion battery charger with variable current source and controlling previous-stage supply voltage, *IEEE Trans. on Industrial Electronics*, 56(7), 2469-2478.