

無線充電躍起，進階版 RF-based WPT 搶食 IoT 供電

■文：任莢萍

隨著智慧手錶、真無線耳機 (TWS) 等穿戴裝置熱銷，無線充電功能也從旗艦機逐漸邁向大眾化，而充電器也朝多功能／多介面／多設備整合發展。例如，在無線充電器上附加藍牙 (Bluetooth) 連線功能，讓用戶在充電同時，依舊能接聽電話及享受影音，或是將 USB Power Delivery (USB PD) 和高通快充技術 (Quick Charge, QC) 集於一身的行動電源。

市面上另有一款小巧的蘋果 (Apple) iWatch 手錶無線充電器／

鑰匙圈攜帶式充電器，可掛在鑰匙鍊或背包上、無縫滑入口袋，或在不使用時置於汽車雜物箱中。可別小看這麼一個小東西，它內置的 950mAh 電池可提供與全尺寸充電板相同的快速充電功能，能同時為手錶和充電器充電，且具有過熱、過流、過壓和短路保護功能。今年因為疫病關係，帶有紫外線消毒功能的無線充電器更是大受歡迎。然而，充電效率、速度和散熱，仍是令消費者躊躇不前的心魔。

新款帶有 USB-C、Lightning 端口及 10,000mAh 電池的可攜式 Qi 充電器 Powerstation XL，最高輸出達 18W，可同時使用 USB-C / Lightning 和無線介面為兩個 Apple 設備充電；10 W Vissles 「三合一」Qi 無線充電站，是某些 iPhone 型號隨附 5W 充電電纜輸出的兩倍，可同時為任何支援 Qi 標準的設備充電 (不限於蘋果產品)，且號稱速度幾乎與 10W 電纜充電器一樣快。

不過，並非所有充電器都如此「一視同仁」。OnePlus Warp Charge 30W 無線充電器亦號稱能提供有線充電速度，但有人實測發現：這屬於他們的專有技術，僅限於自有品牌手機，他廠設備的充電速度據稱非常緩慢，顯然有一定排他性存在。其工作原理是利用「電荷泵」輸送高電壓、低電流的電源，好處是可借助智能電路使所有內容維持同步、並使充電器和設備相互通訊，以確保功率突增與電池需求能處於動態平衡，進而增加功率、縮短充電時間並控制熱量；考慮到散熱，OnePlus 無線充電器採傾斜支架設計，意在提供更多氣流，並在內部集成風扇。

圖 1：Lexon Oblio 使用具有離子發生器技術的先進抗菌 UV-C 燈對手機螢幕進行消毒，具備 10W Qi 無線充電功能，兼容蘋果與 Andriod 設備



資料來源：<https://lexon-design.com/en/product/oblio/>

多介面、跨品 牌「異質相容」 非通則，高溫 是電池健康的大忌

所謂的「異質相容」包括多個電源介面和跨品牌設備。中國大陸 PC 電源龍頭航嘉 (Huntkey) 近日亦將 USB 端口集成到其 Qi 無線充電器，最大功率同為 10W；Mophie 推出

圖 2：OnePlus Warp Charge 30W 無線充電器具備「過熱、過流和過壓」的完善充電保護



資料來源：<https://www.oneplus.com/product/oneplus-warp-charge-30-wireless-charger>

衆所周知，若充電時設備機體溫度過高，對電池是一大損害；許多 $> 15W$ 功率的充電器，都會選擇建置散熱風扇，魅族新近推出的 27W 無線超充板，更搭載 23 片刀鋒式扇葉的超大主動靜音散熱風扇。根據美國化學學會 (American Chemical Society, ACS) 研究，無線充電因為直接與手機大面積接觸，會比傳統有線充電器產生更高的熱量；若是位置錯置，將迫使無線充電器加大功率輸出、進一步升溫，而高溫正是電池健康的大忌。因此，ACS 建議使用無線充電器時，不僅須確認手機的擺放位置，在充電時也不宜使用手機，以免傷及電池。

夭折的 AirPower 變相重現：多個充電圈，返還擺放自由度

讓 Apple 壓守的 AirPower 無線充電技術變相重現於世的 Zens Liberty 公司，亦在無線充電器內部嵌入一個風扇。它是一個內置 16 個充電線圈的無線充電器，透過標準 USB-C 端口供電（需要 60W 的

USB-C PD 充電器才能提供足夠功率），附帶兩個 Qi 15W 充電墊、可同時為兩隻手機全速充電；其無線充電器頂部還有一個 USB-A 端口，用於插入其他設備。儘管外觀不同，但試圖用多個充電圈，返還

擺放自由度的精神終於得以實現，但它有個致命缺點：體積如一本平裝書的大小，另消耗功率很大、且售價不斐。

同屬高階產品的還有 Pitaka 公司所推出的「六合一」Omni Air 無線充電器，具有兩個無線充電板、Apple Watch 充電器、充電座、USB-A 和 USB-C 端口，且蘋果 iOS 與 Android 用戶皆適用，堪稱經典之作；它同時整合多個有線、無線充電功能，且相當輕薄，特別適合經常差旅的人士。其中，兩個無線充電器，一個充電功率為 10W，可將手機自由放置其上充電，另一個為 5W 功率，可為帶有無線充電盒的 AirPods 或 Galaxy Buds+ 等耳機充電。順帶一提，日前美國專利商標局發佈了 Apple 一項替代先前失效 AirPower 充電器的專利申請。

新專利的充電線圈分別內置在底座和設備外殼側壁，纏繞在外殼四周，驅動電路被配置為可使線圈產生適合於特定應用的時變磁場為其特點。放置在近外殼側壁的接收器，比放置在中央承受更強的磁場；加上接收器線圈與基部共

面的設計，可讓磁場通量垂直於基部而最大化功率傳遞。另一項受矚的專利是：讓蘋果下一代 Magic Trackpad 變身無線充電板，可為 iPhone 或 AirPods 等設備進行無線充電。同樣衡量到越來越難將無線充電線圈集成到更輕薄短小設備的設備，微軟 (Microsoft) 進一步將平板電腦等設備的金屬外殼，作為無線充電線圈的一部分。

「截止電流」爭取更多電池容量 & 更長運行時間

將線圈圍繞在金屬外殼上，流經無線充電線圈的電流在圍繞電子設備的金屬外殼中感應出表面電流，這兩股電流會產生組合磁場。與完全獨立的無線充電模組相比，它允許進行多觸點設計。除了從風扇和電路設計著手，直接限縮內部「截止電流」(terminate current) 亦有助於延長電池壽命。德州儀器 (TI) 去年推出一款開關電池充電器

圖 3：TI 開關電池充電器 IC——BQ25619，可支援 20 mA 的截止電流

Industry's lowest termination current switching charger



TEXAS INSTRUMENTS

資料來源：TI 提供

IC——BQ25619，可支援 20 mA 的截止電流。相較於其他支援高於 60 mA 截止電流的競爭裝置相比，TI 的 BQ25619 充電器能提供 > 7% 的電池容量及更長的運行時間。

借助設定充電計時器，還能進一步延長電池運行時間並減少頻繁充電。BQ25619 集成「充電、升壓轉換器和電壓保護」與高速充電，還能在 4.6-V 和 0.5-A 輸出時提供 95% 的效率。有了整合的雙向升、降壓拓樸結構，BQ25619 的充、放電僅需一顆功率元件即可完成，無需外部電感器；另憑藉「低靜態電流」優勢，可在運輸節電機制 (ship mode) 下降低 6 μ A 的電池漏電，進而節省電池電量消耗，使電子產品的庫存壽命倍增，供電期間僅消耗 10 μ A 電量以支援待機系統，符合助聽器、無線充電器、IP 網路攝影機、病患監護以及個人護理裝置所需。

另有鑑於在某些情況下，需要多電池方案支援，例如，無線耳機需要兩個尺寸受限的電池配置於每支耳塞內部及低充電電流，TI 另有針對用於耳機充電的 BQ25150 版本。它是一款 I²C 控制線性充電器，具備兩個低壓差線性穩壓器及一個嵌入式類比數位轉換器，在低功率模式下的靜態電流 < 500nA、充電電流高達 500 mA，整個方案尺寸只有 11 mm²。此外，如前文所述，將手機作為充電器的「反向充電」風潮正悄悄興起，三星 (Samsung) Galaxy S10、Galaxy S20、Galaxy Note 10 是知名機

型。

無線充電 2.0：反向充電、RF-based WPT 興起

摩托羅拉 (Motorola) 最新 5G 旗艦機 edge+ (兼容毫米波和 Sub-6GHz)，亦搭載 15W 無線充電 (有線可達 18W) 並支援 5W 反向充電；華為帶有 40W 超級快充 (有線) 的 Huawei P40 Pro 系列，亦支援 27W 華為無線超級快充及反向充電。在物聯網 (IoT) 時代，需要無線充電的不只是手機和穿戴裝置，而 IoT 供電一直是人們關注的議題，尤其是在不易更換電池的場域中；能量採集 (Energy Harvesting) 曾是唯一優選，但現在，基於射頻 (RF) 的無線電力傳輸 (WPT) 似乎也成了備選方案。業界認為，Qi 標準並不能解決 IoT 的電源問題。

因為連接的感測器和設備需要可連續工作數年、無需人員觸摸的無線或自給自足的電源，於是，

圖 4：Motorola 最新 5G 旗艦機 edge+ 搭載 Qualcomm Snapdragon 865 處理器



資料來源：<https://www.motorola.com/us/smartphones-motorola-edge-plus/p>

有新創公司開始倡導「空中傳輸」。美國 Ossia 公司的 Cota 技術，可使用放置在設備上的發射器和接收器在短距離內傳輸幾瓦的功率，且不需要在接收器和發射器之間形成視距 (LOS)，傢俱和人都不會妨礙對設備充電。其工作原理是讓接收器在發射器上偵聽來自天線的射頻 (RF) 波，然後確定該波的倒數並回送天線。如此一來，天線就可以對準並向正確的位置傳輸功率。若訊號中途被中斷，則不會發送任何能量，避免對人體造成傷害。

思愛普 (SAP)、沃爾瑪 (Walmart) 已在試點中。一個嵌入雜貨店天花板的發射器約可為 1,000 個電子貨架標籤供電，證實可在 6 ~ 10 呎距離工作，從汽車到建築業都在嘗試此法。Ossia 透露，有汽車客戶希望將這樣的變送器技術嵌入到汽車的儀表板，以追蹤安全帶是否繫好或為安全氣囊的感測器供電。Ossia 指出，現代汽車的駕駛艙中有逾 50 個這樣的感測器，要為這些感測器有線供電將大幅增加車輛的整體重量。另一家以色列公司 Wi-Charge 所採取的作法幾乎反其道而行：設備需外加發射器和接收器，且兩者須維持一定視距關係才能工作。

無線充電 EPD、健康感測器亦是 RF WPT 應用

Wi-Charge 的觀點是：對視線的需求意味著可在靜態物體且發射器裝設成本相對便宜的環境中發揮最佳作用，例如，將發射器添加

圖 5：Wi-Charge RF WPT 在客廳的應用場景

資料來源：<https://wi-charge.com/photos/>

圖 6：Wi-Charge RF WPT 在浴廁的應用場景

資料來源：<https://wi-charge.com/photos/>

到燈泡、將其安裝到家裡幾個位置的天花板上，與帶有 Wi-Charge 接收器的設備相互呼應（將對發送器收取 100 美元、接收器 10 美元的費用）。雖然他們自揭，這種系統效率僅約 10%，可能會限制大功率及開啟設備的實用性，但其實影響不大：因為靜態設備可從無線電源獲取，且用戶能將發射器包括在照明設備中，即使非靜態不動的設備通常也能讓自己保持在發射器視距內。

智能家居是 Wi-Charge 首先鎖定的分眾市場，已計劃在 Arlo 攝影機上安裝無線充電；商用浴廁的非接觸式水龍頭和手動給皂器，是下一個目標，讓高人流區域的清潔人員不必忙著更換電池。主張放棄能量收集技術而轉向電波獲取能量的，還有近日甫宣佈與元太科技 (E Ink) 合作的 Energous；雙方將開發支援 WattUp 無線充電技術、可提供 15 呎無線充電的 EPD (電子紙顯示器) 標籤，適用於物流

／資產／電子貨架標籤以及零售標牌等 IoT 顯示器。根據 Market Research Future 預估，2023 年全球 EPD 市場估計將增長到 57.3 億美元。

無線充電 EPD 的市場主力是貨架標籤，可為零售商提供快速、有效更新貨架標牌副本的能力，無需電線、紙本標籤或店員手動更改。另一個核心組成則來自於物流追蹤。Energous 另與工業設計公司 28Gorilla 合作開發無線充電的馬術健康感測器。這個專為賽馬而設計的感測器，用以監視、追蹤馬匹的生命狀況，例如，溫度、心率和腿部位置，並提供必要的數據和其他統計資訊以監測其健康狀況，完全消除線纜及設備上的輸入／輸出端口，使產品 100% 防水，這是「可清洗電子紡織品」的剛性要求。

尺寸小、完全防水，智慧服裝清洗不需拆卸電池

RF-based 遠程空中無線電源技術供應商 Powercast，攜手具有原型生產設計和製造能力的功能性金屬油墨先進印刷電子商 Liquid X，共同實現具有成本效益、耐用、高性能且可清洗的電子紡織品，以製作智慧服裝。利用 Liquid X 的專有無顆粒墨水技術，紡織業者可將 Powercast 的 RF 無線接收天線電路直接印製到服裝上，並在製程中將 RF 無線電源技術和電池密封到服裝中，使用於保健、運動監控的紡織品或直接嵌入 LED 照明的機

圖 7 : Liquid X 和 Powercast 聯手打造無線供電的電子紡織品



資料來源：<https://www.powercastco.com/visuals/>

能性服裝能藉此經由空中為電池供電(發射器最遠射程為 10 呎)，且清洗時無需卸下電池組。

需充電時，消費者只需將 Powercast RF 發射器放置在存放智能穿戴設備的壁櫥或抽屜中，即可經由空中將 RF 能量傳輸到嵌入可穿戴設備中的 RF 接收器，後將其轉換為直流(DC)電力來為電池充電。與線圈充電技術相較，WPT 號稱是「無線充電 2.0」技術，在充電效率、異物檢測、方向

自由度和熱性能方面有實質改進，更適合用於家庭／辦公室及醫療、工業、零售和汽車行業等空間有限或非平坦表面的電子設備，並確保產品之間的互操作性，越來越多的公司將 WPT 充電器用於家電、無人機和機器人。

實現 WPT 技術：感應、諧振感應耦合、微波能量傳輸

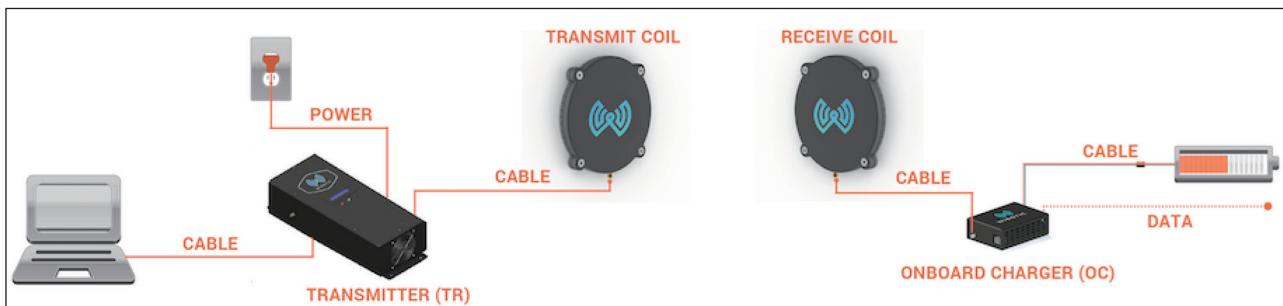
WPT 實際並非新科技，起源最早可追溯到一百多年前，但直到 2018 年，與蘋果、三星和華為等最新型號手機兼容的無線充電器開始出現，才一躍而起。無線充電公司 WiTricity 將 WPT 定義為：使用磁場在電源和設備之間傳輸功率，而無需使用電線將兩者連接。實現無線能量傳輸的技術包括：感應、諧振感應耦合和微波能量傳輸。感應是透過兩個線圈之間非常近距離

的能量傳遞獲得，而諧振感應耦合是基於諧振隧道效應——當波導與發射器相連時形成一條隧道，將能量轉化為電能；更長的距離，則是經由無線電和微波能量傳輸取得。

無線電和微波能量傳輸會借助整流天線作用，將微波能量轉換為電能。西雅圖無線生產商 WiBotic 已獲得將感應和磁共振混合在一起的無線能量機制專利，其自適應匹配系統由一個發射器單元組成，使用電源生成 WPT 訊號並傳送到發射天線線圈。當發射器單元識別到時，電場會逐漸上升，然後由天線收集並傳送到充電器。另一種 WPT 方法是正在研究中、可在任何方向上轉動的「球形接頭」無線充電系統，由一個球形結構、機械桿和一個插座所組成，無線能量乃透過磁共振從發射器傳輸到接收器，專為製造工廠而設計，避免機械手臂不斷運動而扭斷電纜。

CTA

圖 8 : WiBotic 無線充電系統包含四個主要硬體組件：發射單元、發射天線線圈、板載充電器、接收天線線圈



資料來源：<https://www.wibotic.com/technology/>

COMPOTECHAsia 檢書

每週一、三、五與您分享精彩內容
<https://www.facebook.com/lookcompotech>