

# 車載無線充電： 建構基礎設施，隨停即充

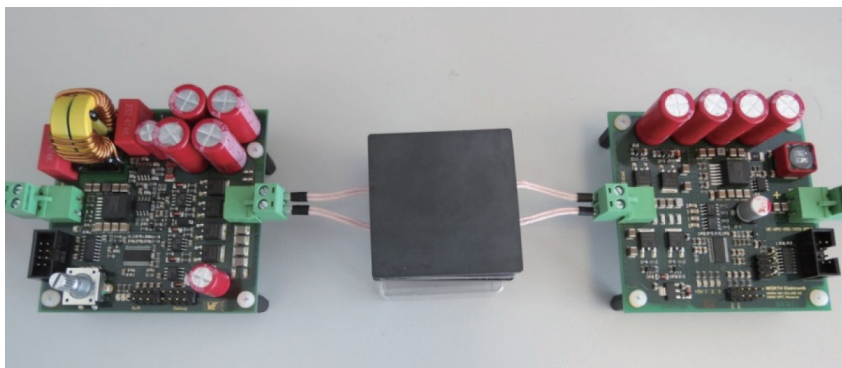
■文：任苙萍

符合 Qi 標準的額定功率電路分佈從 10W 至數千瓦不等，為滿足不同 IoT、醫療、工業 4.0 和汽車等各式環境條件嚴苛的無線電源傳輸需求，面向超出 200W Qi 應用，英飛凌 (Infineon) 聯袂電子／機電元件製造商 Würth Elektronik，於 2018 年推出用於無線電源傳輸的 200W 開發套件 760308EMP-WPT-200W，內含電源供應器、發射器與接收器。利用流過諧振電路的電流是正弦曲線，有助於提供優異的電磁相容性 (EMC)；而改變切換頻率可變更輸出電壓，並將資料從接收器傳送到發射器。

## 英飛凌 AURIX 和 XMC 微控制器，應對散熱管理

發射器端包括全橋、以及由無線電力傳輸 (WPT) 線圈與串聯諧振電容器所組成的諧振電路——諧振電路電壓與電流之間的相移，系統以零電壓切換 (ZVS) 模式運作，將大幅提升整體系統效率。接收器端則有一個帶下行過濾和篩選的同步整流器——藉發射

圖 1：英飛凌用於無線電源傳輸的 200W 無線充電開發套件——760308EMP-WPT-200W



資料來源：英飛凌提供

器與接收器之間交流電場的 AM 調變，任何資料皆可從接收器傳送到發射器，應用案例之一是：在充電過程中，將感測器資料傳送至基地台的行動裝置，實作所有資料皆可免費下載。特別一提的是，英飛凌 AURIX 和 XMC 微控制器 (MCU) 系列，可實現高效率且易於使用的消費／車用無線充電功能。

英飛凌攜手系統商合作夥伴因應隨身充電的需求，針對電感及諧振無線充電解決方案提供參考設計，無論在家中、公共場所或車內 (in-cabin) 皆適用。其 XMC 微控制器提供強大且符合成本效益的平台，可擴充架構能支援快速充電智慧手機、20W 機器人、乃至於高達 60W 無人機及其他多種應用。搭配 MOSFET 及驅動器 IC 等功

率產品所組成的系統，可提供完整的無線充電功能，無需複雜的散熱管理，且能達到媲美有線充電的效率。2.5W 低功率方案以 XMC 為基礎，可在「單一發射器」支援一對一及多重裝置充電。

若使用較高頻率，還能將非

圖 2：英飛凌 AURIX 和 XMC 微控制器適用於為穿戴裝置、耳機、智慧服飾及其他互連的物聯網應用做無線充電



資料來源：英飛凌提供

常小的線圈建置於多種外型中，不必顧慮鄰近的金屬物品。此外，英飛凌的控制器與電源裝置緊密運作，為車內無線充電提供完整的充電解決方案：

- 穩壓器及功率 MOSFET 技術實現高效率的電源轉換，而網路 IC 則依據最高的汽車標準提供可靠通訊；
- 提供符合現有標準的 15 W 充電（含智慧手機快充），可藉由軟體更新應對未來變動；
- 強化功率級架構提升電磁干擾（EMI）效能，優於市場現有方案 10 ~ 15 dB；
- 新開發的輔助異物偵測（FOD）系統，可加強偵測準確度，滿足重要的客戶安全需求。

## 車載無線充電市場，成長動力足

自從寶馬（BMW）於 2018 年生產全球首款電動汽車無線充電器，更讓車載無線充電蔚為風潮。近日 PREMO 集團展示支援 WPT 電動汽車無線充電系統的接收天線（次級線圈）——WC-RX 系列接收器天線，具有結合 Flex-Ferrite 和 PBM 模組的靈活磁芯，可在 3 ~ 11kW 的功率下工作，日後將倍增至 22kW。透過優化線圈，採用 3D Power（用於 WPT 的磁性元件）和 ALMA（用於具有柔性磁性元件的長距離天線），超出常規鐵氧體磁芯限制，可避免空氣間隙並減少熱區，進而提高效率（> 95%）、生產具有最小損耗、高可靠性的緊

湊型天線。

印度研調公司 Valuates Reports 統計，2018 年全球車載無線充電市場規模為 17 億美元，預計 2025 年將達 224 億美元，2019 ~ 2025 年之年複合成長率（CAGR）為 38%，科技廠當然不會錯過這塊大餅。小米剛推出新的 10W 通用無線車載充電器，有效充電範圍約為 4mm，甚至可為帶有保護套的智慧手機充電（脫去外殼更有效）。其兩側具有一個電磁感應夾臂，易於將手機固定在適當位置；內置紅外感測器和馬達，可讓設備自動檢測手機何時擰緊或鬆開。完全打開後，這些夾臂的最大範圍為 81.5mm，方便駕駛單手操作。

它主要由玻璃面板製成，充電面板含在該玻璃面板中，有助於散熱。特斯拉（Tesla）位於上海的超級工廠（Gigafactory）所生產的最新 Model 3，亦同時配備 USB Type-C 充電端口和無線充電板，這兩者亦見 Model Y。傳統車廠也

很積極；中型凱迪拉克 XT5 近期進行中期更新，包括改進無線電話 PMA/Qi 充電系統，將原有 5W/1A 充電速率提升至 15W/3A（惟手機在充電過程恐因升溫而降低平均充電速率）；另新版增強冷卻能力，可實現更短的充電時間並使手機更容易對準。

## 無線 EV 充電，停靠沿線、道路邊線皆是站點

另一機構 The Market Reports 聚焦於「電動車」（EV），預估今年全球電動汽車無線充電系統市值為 2,400 萬美元，2026 年將達 5,600 萬美元，2021 ~ 2026 年 CAGR 為 12.7%。VinZ 研究更看好該市場，預估將從 2019 年的 700 萬美元，增長至 2025 年的 1.726 億美元，期間 CAGR 達 59.9%。最為樂觀的莫過於 Data Bridge Market Research，預估到 2026 年，全球無線 EV 充電市場

圖 3：小米 10W MAX 無線快充兼容多種無線充電設備，包括蘋果 iPhone11 與三星 S10 快充



資料來源：[https://www.mi.com/buy/detail?product\\_id=12090](https://www.mi.com/buy/detail?product_id=12090)

圖 4：無線充電使車隊管理變得非常高效，提供更長的航程，且不再需要裝滿電纜和充電器的倉庫，避免磨損或為工人造成危險



資料來源：Momentum Dynamics：<https://momentumdynamics.com/2020/05/19/link-transit-wenatchee-wa-celebrates-50-mwh-of-energy-delivered-wirelessly-to-electric-bus-fleet/>

將增至 8.4425 億美元，CAGR 高達 117.75%！

無線 EV 充電可定義為：在車輛行駛或固定充電站，不使用任何導線為車輛充電的方法，須將安裝在車輛表面下方的受電線圈和位於充電站上的輸電線圈結合，以便傳輸電力並對車輛電池充電。美國電動公車營運商 Link Transit 聲稱其車隊已實現 50 MW/h「在途」無線充電；該系統由 Momentum Dynamics 所開發，在預定路線或車庫地板鋪設地墊，即使是短暫停駐供乘客上、下車，裝有接收器的公車也在收集能量。如此，公車便可在整個旅程中維持 90% 以上的電池電量。Momentum 將提供三個在途充電站，每台可提供 300kW 功率。

考慮到家裡沒有電動車充電設施的用戶，英國電動汽車新創

企業 Urban Electric Networks 在 2018 年拋出在道路邊緣使用「嵌入式充電站」的想法，為人口稠密城市中、沒有私人車庫的電動汽車充電，亦可集成於私有充電設施。日前已在牛津完成 UEone 原型測試，於街道上配備 7kW 充電中樞供電動車在夜間充電，緩解充電站大排長龍；日間不進行充電工作時會回藏於地面下，使人行道保持淨空狀態，並保留充電電纜或設備的所有冗餘要求。

## 「雙向無線充電」可支援車輛電池儲能

橡樹嶺國家實驗室 (ORNL) 在 UPS 插電式混合動力電動卡車上演示 20kW 雙向無線充電系統，可在卡車和充電板之間的 11 吋氣隙中實現高功率傳輸。專門設計的電磁線圈和電力電子轉換器，使電能從電網傳輸到車輛電池端子的效率超過 92%，為汽車電池組充電約需 3 小時，比傳統有線充電的 5～6 小時快得多。「雙向設計」可支援車輛電池儲能，為車隊提供更多可能性。這項技術從電網獲取能量，並將其轉換為直流 (DC) 電壓，然後高頻逆變器會產生交流電 (AC)，進而產生磁場、在氣隙之間傳輸功率。

一旦能量透過氣隙傳遞到次級線圈，就會再轉換回 DC，為車輛的電池組充電。ORNL 雙向技術完全符合電網電能質量標準，車輛到電網的能量儲存，是車隊擁有者獲得附加價值的一種方式，例如，

避開高峰需求費用、利用折扣和激勵措施參與電網服務、在電網故障時提供能源安全……，推動了下一代智能電網的發展。電動車無線充電不僅方便，對於自駕車等車隊的自動充電亦至關重要，可解決充電樁等基礎設施建置區域有限的問題。「隨停即充」模式，亦能確保汽車可無縫使用全部電池容量和續航里程。

圖 5：ORNL 能量儲存可為車隊擁有者的業務提供能源靈活性，並有助於更好地管理太陽能等現場發電



資料來源：<https://www.ornl.gov/news/successful-delivery-ornl-demonstrates-bi-directional-wireless-charging-hybrid-ups-truck>

為此，中國新近頒佈基於 WiTricity 技術所制訂的電動車無線充電國家標準 GB/T 38775，目標是「讓充電和停車一樣簡單」，擬於今年 11 月 1 日開始實施，羅列四項標準：

- GB/T 38775.1——第一部分：通用要求；
- GB/T 38775.2——第二部分：車載充電機與充電設備之間的通訊協定；
- GB/T 38775.3——第三部分：特殊要求；
- GB/T 38775.4——第四部分：

電磁環境限值與測試方法。

## 中國無線充電標準的推手：WiTricity

GB/T 38775 還制訂在產品設計和測試期間必須滿足的變速箱和系統功能要求，包括基本安全。浙江萬安科技 (VIE) 和安潔無限科技是現有合作夥伴，皆已獲得 WiTricity 技術和設計許可：異物檢測、位置檢測和通訊等必要週邊。WiTricity 表示，其「磁共振」電感耦合技術可提供幾近傳統插入式充電的功率、效率和充電速率。高諧振功率傳輸涵蓋兩個具有匹配諧振頻率的設備，它們會耦合到一個磁場中，將功率從一個設備傳輸到另一個設備；利用「耦合諧振器」將接收器和發射器獨立調諧到相同的諧振頻率，可忽略緊鄰放置的耦合效應。

作為麻省理工學院 (MIT)「高共振功率傳輸的無線能量傳輸形式」專利 (能在數十公分的較長距離內工作) 之唯一被許可人，WiTricity 技術將成為連結現有電

圖 6：WiTricity 強調無線功率傳輸與常規插件一樣高效和快速，無論行駛高度如何，都可與通用的接地墊互通



資料來源：<https://witricity.com/>

網與各種移動／無線設備的媒介，他們正在積極開發將採用該無線充電發明並將其應用於電動汽車無線充電的核心技術和其他知識產權。早在 2017 年，WiTricity 公司與德州儀器 (TI) 宣布合作，計劃在 WiTricity 的無線充電系統中使用 TI 汽車級半導體組件；高通 (Qualcomm) 亦在同年推出動態電動汽車充電技術 (DEVIC)，旨在讓車輛用戶在駕駛時可為車輛充電。

在收購 Qualcomm Halo IP 產品組合後，更有利於 WiTricity 鞏固在電動車無線充電領域的地位。2020、2021 年預計還有 SAE J2954、ISO 19363、IEC 61980 等國際標準將發佈，WiTricity 正致力使中國標準與其保持一致。然而，目前坊間充電系統都是在設備靜止不動時使用；史丹福大學繼三年前建立首個可為運動中物體無線充電的系統後，近期已突破效率太低、不切實際的瓶頸，可望為在倉庫和工廠移動中的機器人做無線充電。「行進中充電」意味著：可省卻停機時間、使機器全天候工作，長遠目標是為行駛中的電動車不斷補給續航力。

## 崛起中的潛力技術

無線充電器之所以不易在行進中充電，是因為需透過產生一定頻率振盪的磁場來傳輸功率，但收、發之間只要有些許距離變化，就會影響頻率和充電效果。史丹福成功克服此一門檻，讓無線充電器結合放大器和反饋電阻器來傳輸電

力。就算放大器與接收器之間的距離發生變化，充電系統也能自動調整工作頻率。最初，囿於放大器內部須消耗大量電能才能精確發揮作用，系統傳輸效率僅有 10%；在修正「開關模式」後，現已提升至 92%。目前，原型機只能在 2～3 呎的距離內傳輸 10W 電能，且仍停留在實驗室階段。

但在可預見的未來，嵌入到倉庫地板中、為機器人提供連續運行的動力，或被安裝在屋頂上、供無人機短暫停駐快充，應為期不遠；至於為高速行駛中的汽車隨時補充電力，還需再等等。最後一個值得留意的無線充電標準是 Wireless CarPlay，第十代本田思域 (Honda Civic) 已導入標準 CarPlay，如今可在不需更換任何硬體的情況下，選擇額外付費升級 Wireless CarPlay 和 Qi 充電功能。無線充電板從汽車的輔助電源插座獲取電源，電源適配器 (adapter) 本身含一個 USB-A 端口，可將輔助電源插座有效地轉換為乘客可使用的電纜充電端口。

BMW X5 M 亦搭載無線充電和 Wireless CarPlay，奧迪 (Audi) 也宣佈 2021 年 A4、A5 車款都將支援。先鋒 (Pioneer) Wireless CarPlay 最新儀表板中的接收器，可經由額外的 Alexa 支援有線／無線智慧手機配對，包括因通知管理系統和應用程式列表訪問而受到讚賞的 Android Auto。隨著 Apple iCar 問世的可能性越來越高，Wireless CarPlay 或將躋身主流車載充電標準之列。CTA