

拋棄插頭！現在就實現 電動車無線充電！

獨特的組件確保安全、高效和可靠

■文：Philippe DiFulvio / Littelfuse

想像一下，電動車充電體驗就像停車一樣無縫、直觀，只需「停車、充電、出發」。對於最終用戶來說，這種體驗的吸引力是顯而易見的：

- 不再需要沉重的電纜；
- 不用再搗鼓連接器；
- 無需接觸可能髒汙或損壞的充電設備。

在電動車車主的設想中，將車開進自家車庫、指定停車位或公共充電站，無需離開駕駛座就能輕鬆地為汽車充電。這種便利性使日常充電更加人性化，並透過完全移除實體連接器提高了安全性。

理解這種以用戶為中心的理念對於電動車無線充電系統的設計者來說至關重要。透過提供高效、可靠和快速的無線充電，設計人員可

以為電動車駕駛帶來集輕鬆、舒適和安心於一體的改變遊戲規則的好處。

目前的電動汽車無線充電器可提供高達 20 千瓦的功率，在 4-6 小時內為電池充電，而未來的無線充電器將可提供 100 千瓦的功率，並能在 20 分鐘內將電池充電狀態提高 50%。¹

無線充電站必須快速、安全、高效、可靠，才能加快普及。

本文探討了實現這種體驗所需的技術考量和創新方法，以確保無線充電解決方案在不斷變化的電動車環境中滿足性能和用戶期望。文章介紹了四個組件，這些組件可滿足設計的基本需求，確保充電器電路保護、安全監控以及快速、高效的電力傳輸。

無線充電器

無線充電器是一種交流 – 交流轉換器，可將 50/60 赫茲的電源轉換為頻率範圍為 130 千

赫的電源。諧振頻率取決於拓撲結構和功率半導體技術 (Si/SiC/GaN)。功率輸出可達 20 千瓦。圖 1 展示了無線充電器及其負載 (電動汽

圖 1：電動汽車無線充電概述

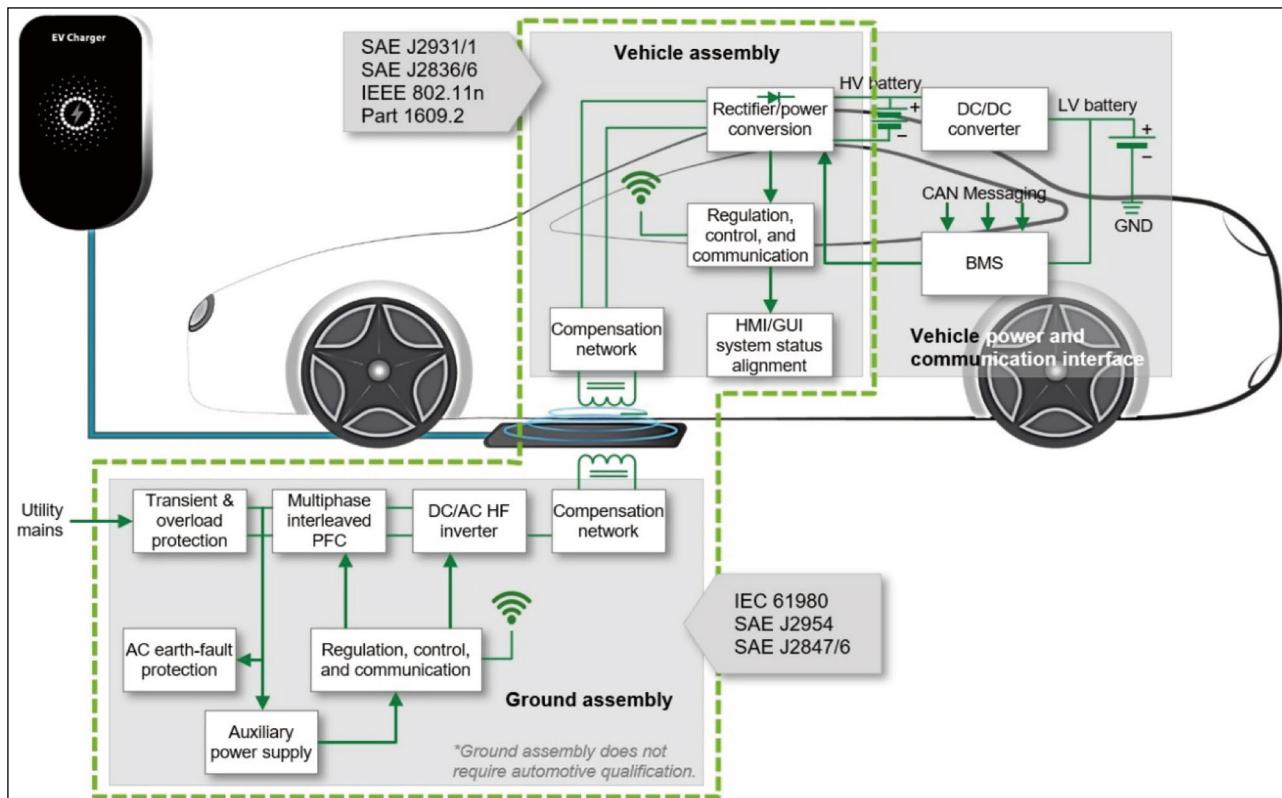
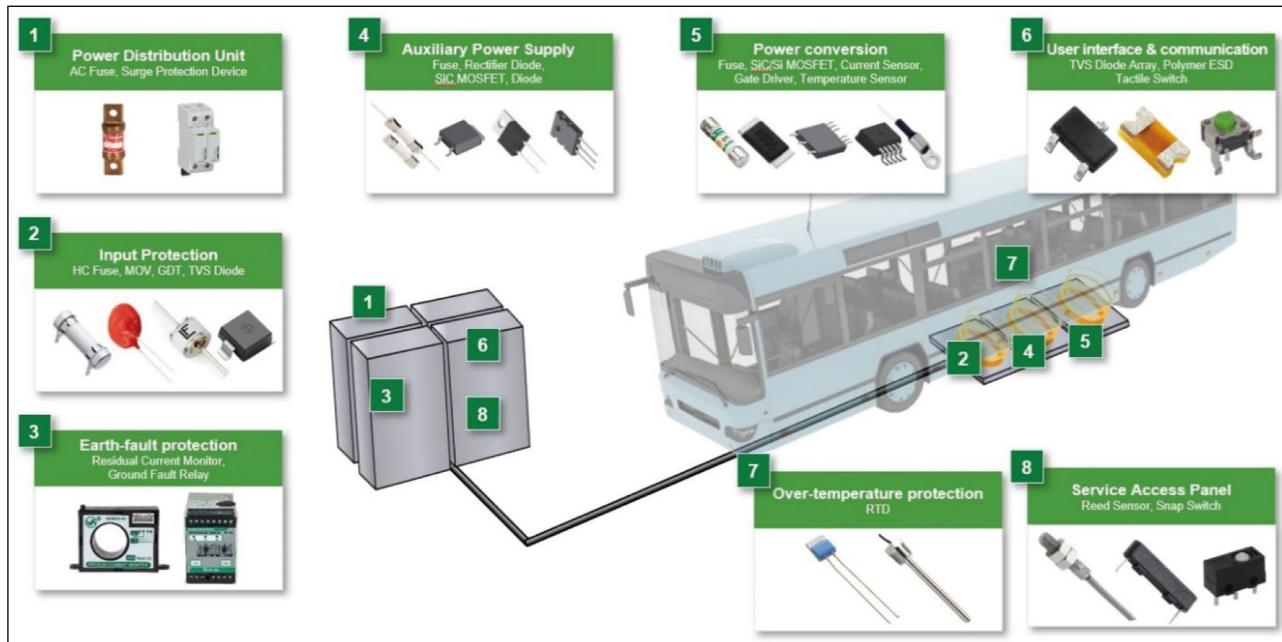


圖 2：無線電動汽車充電系統建議的保護、控制和感測組件



車)。圖中還定義了充電器和車輛中的主要電源和控制電路模組。

安全和可靠性的考量包括過電流保護、過電壓保護、過溫和接地電流監控。優化效率需要使用低功率損耗組件進行設計。圖 2 展示了為典型無線充電器設計電路提供電路保護和高效率的組件，感測器提供溫度監控和外殼存取保護。

圖 3 和圖 4 顯示了一個無線充電器的詳細

方框圖。圖 3 中相鄰的表格列出了充電器中用於防止電氣危害的組件。圖 4 主要顯示了產生效率和關鍵感測的組件。

電路保護和安全組件

輸入保護電路包含主要的過流和過溫保護組件。建議使用的組件包括：用於功率傳輸電路的大電流保險絲，以及用於保護小功率輔助

圖 3: 電動汽車無線充電框圖及推薦組件 (1-3 框)

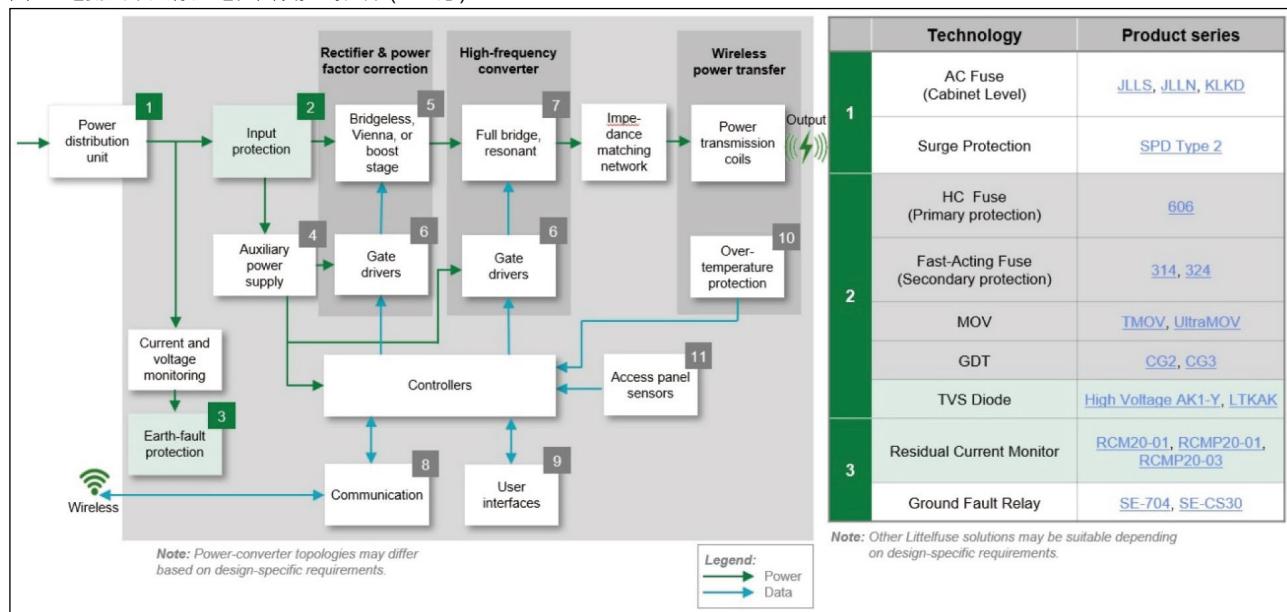
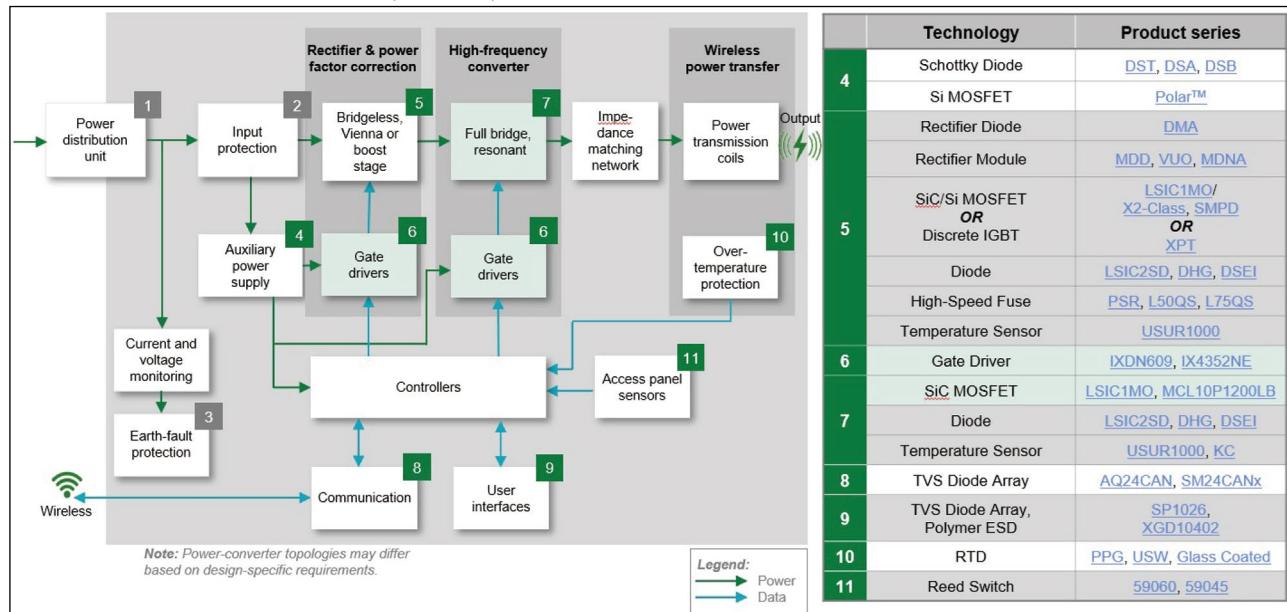


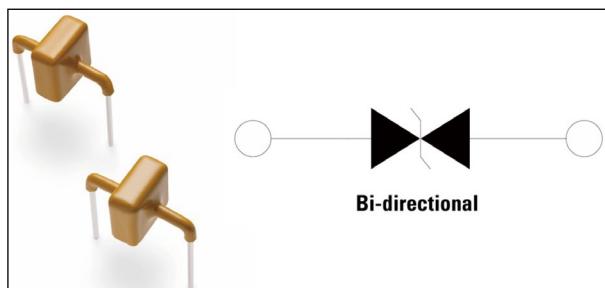
圖 4: 電動汽車無線充電框圖及推薦組件 (框圖 4-11)



電源和控制電路的快速保險絲。與氣體放電管串聯的金屬氧化物變阻器 (MOV) 可吸收瞬態過壓。過電壓瞬態產生的原因是雷電會在交流輸入線路上造成電壓突波。此外，電力負載的開關也會造成交流線路電壓突波。

瞬態電壓抑制器 (TVS) 二極體是一種特殊組件，可捕捉通過 MOV 和氣體放電管的部分瞬態電壓。TVS 二極體的箝位電壓較低，工作速度比 MOV 裝置快得多。這種特殊的二極體可確保下游電路受到保護。它們可以吸收 1 kA 的脈衝，並在 1 奈秒內對瞬態做出反應。TVS 二極體可提供保護，防止高達 15 kV 的靜電放電 (ESD) 空氣衝擊和高達 8 kV 的直接接觸放電。可提供雙向型號和尺寸小於傳統分立解決方案十分之一的型號。TVS 二極體可採用軸向引線或表面貼裝形式。圖 5 顯示了 TVS 二極體及其功能圖，以 Littelfuse 的 AK1-Y 系列 TVS 二極體為例。該組件將提供必要的靜電放電和其他瞬態保護，以避免損壞無線充電器中的半導體電路。

圖 5:AK1-Y 系列 TVS 二極體和功能圖



對於無線電動汽車充電器等系統，監測接地電流對於保護人員安全至關重要。接地故障保護電路具有接地電流監測功能。Littelfuse 為此電路提供了新型剩餘電流監測器，可偵測交流電和直流接地故障電流。新型 RCMP20 剩餘電流監測器系列適用於模式 2 和模式 3 無線充電站，具有最大的電流互感器孔徑，可支援更高的交流充電電流。剩餘電流監視器具有靈敏的典型跳脫閾值，直流電為 4.5 mA，交流電為

圖 6: RCMP20 剩餘電流監控器系列



22 mA。此外，這些監測器還採用了橫截面積更大的整合導體，以提供更好的熱管理並降低印刷電路板 (PCB) 溫度的上升。因此，設計更緊湊、更可靠，而且不影響性能。此外，監測器還具有很高的抗電磁幹擾 (EMI) 能力，從而提高了充電器電路的可靠性，並最大限度地減少了電路誤跳閘。監視器可水平或垂直安裝，使設計人員能夠靈活優化空間利用率。圖 6 顯示了剩餘電流監控器系列中的各種型號。(觀看視頻：<https://youtu.be/upFLpHkqUJM>)

最大限度提高效率和可靠性的組件

無線充電系統等系統消耗大量電能。優化設計以提高效率可降低功耗和公用事業成本，並減少熱量累積。減少產生的熱可降低系統內部溫升，提高系統可靠性。在功率傳輸電路中使用兩種組件有助於提高效率和可靠性。這兩個組件是閘極驅動器和 SiC MOSFET。

閘極驅動器可控制無橋接、維也納或升壓整流器以及全橋諧振高頻轉換器電路中的功率 SiC MOSFET 和 IGBT。驅動器具有獨立的 9 A 源輸出和匯輸出，可實現可編程的導通和關斷時序，同時最大限度地降低開關損耗。內部負

電荷穩壓器可提供可選的負閘極驅動偏置，從而改善 dV/dt 抗擾度並加快關斷速度。閘極驅動器最大限度地縮短了開關時間，其導通和關斷傳播延遲時間通常分別為 70 和 65 奈秒。上升時間和下降時間輸出的典型值為 10 奈秒。

為確保穩健運行，閘極驅動器具有去飽和偵測電路，可偵測到 SiC MOSFET 過流情況並啓動軟關斷。此電路可防止出現具有潛在破壞性的 dV/dt 事件。其他保護功能包括 UVLO 檢測和熱關斷。圖 7 展示了 Littelfuse IX4352NE SiC MOSFET 和 IGBT 驅動器 IC，這是一款高速閘極驅動器，具有可靠控制 SiC MOSFET 的功能。

高功率 SiC MOSFET 驅動功率傳輸線圈。半橋封裝的汲極 – 源極電壓為 1200 V，汲極電

圖 7: 超快低側 SiC MOSFET 和 IGBT 栅極驅動器 IX4352NE 和原理圖

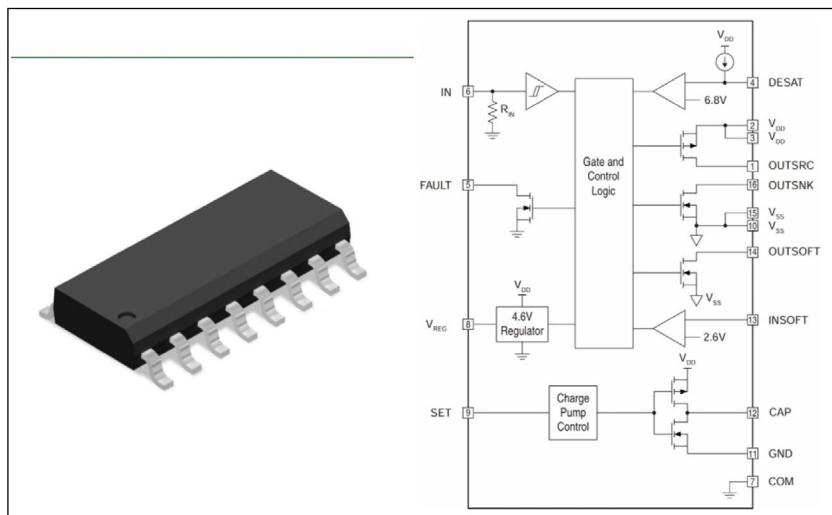
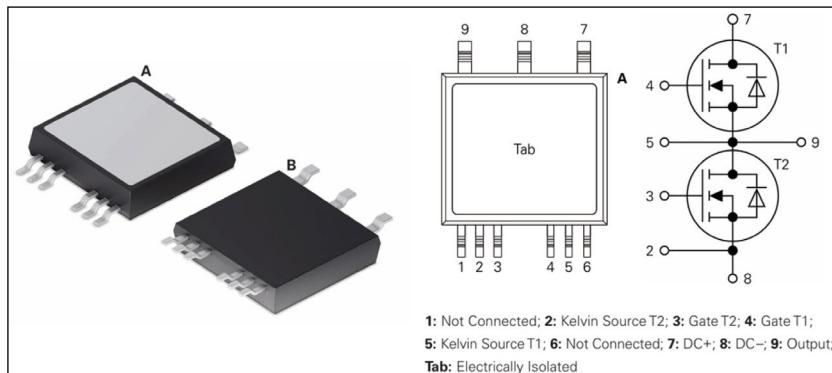


圖 8: 半橋配置中的功率 SiC MOSFET MCL10P1200LB 系列



流高達 19.5 A。除提供高功率外，MOSFET 還能最大限度地降低導通功耗，典型 RDS(ON) 值低至 160 mΩ。SiC MOSFET 具有典型的低閘極電荷、較短的導通和關斷延遲時間以及電流上升和下降時間，因此開關功率損耗較低。

基於 DCB 的隔離封裝提高了熱阻和功率處理能力。先進的頂部冷卻封裝簡化了熱管理。圖 8 所示的 Littelfuse 半橋 SiC MOSFET MCL10P1200LB 系列採用先進封裝，可實現高效率，從而減少組件數量並優化高可靠性。

與專家合作，提供可靠的無線充電解決方案

防止過流、過壓、ESD 和過溫等電氣危害是確保可靠運作的關鍵。前文所述的四個推薦組件可協助設計人員開發出穩健、安全、可靠的無線電動汽車充電站。

要開發出穩健且有效率的產品，設計人員應考慮利用組件製造商的應用工程師，以節省設計時間和合規成本。應用工程師可以提供以下協助：

- 選擇具有成本效益的保護、感測和高效組件；
- 瞭解適用的安全標準；
- Littelfuse 可進行符合性預測試，以避免符合性測試失敗，並節省項目延誤和多次符合性測試週期所增加的成本。

與組件製造商的應用工程師合作並使用建議的組件，將有助於生產安全、可靠且高效的電動車無線充電解決方案。