



# 實現V2G的關鍵技術 —高效率車載充電器

A Key Technology to Realizing V2G  
—High Efficiency On-Board Charger for Electric Vehicle

## 李志升

工研院機械所  
智慧車輛技術組  
電動動力與控制部

## 曾南雄

工研院機械所  
智慧車輛技術組  
電動動力與控制部

## 關鍵詞(Keywords)

- 雙向車載充電器 Bidirectional on-Board Charger
- 車輛至電網模式 Vehicle-to-Grid, V2G
- 車輛至住家模式 Vehicle-to-Home, V2H

## 摘要(Abstract)

本文主要針對工業技術研究院機械所設計之高功率雙向車載充電器的軟、硬體設計與測試驗證進行說明與解析，高功率雙向車載充電器為實現車輛至電網(V2G)最關鍵的技術之一，除了原本利用電網交流電源對車載高壓電池充電的功能外，此充電器亦需具備反向電力操作之能力，把

高壓電池之直流電能轉換成交流電能，直接回充至電網或者提供交流電壓讓獨立電源使用。本雙向車載充電器的系統架構由前級雙向交流至直流(AC-DC)轉換器及後級雙向直流至直流(DC-DC)轉換器串接組成。雙向 AC-DC 轉換器的架構採用全橋架構，功率元件使用 Infineon 的 F5 高速絕緣閘雙極電晶體(insulated gate bipolar transistor, IGBT)且並聯 Infineon Silicon Carbide (SiC)二極體，以降低切換損失。雙向 AC-DC 轉換器的控制主要由韌體實現。在雙向 DC-DC 轉換器方面採用的則是「CLLC 諧振」架構，其特點是兩邊對稱的 LLC 諧振架構可達到雙向的零電壓/零電流切換，以提升整體效率。雙向 DC-DC 轉換器使用變頻控制，同樣由數位控制器實現。本雙向車載充電器之設計已經過初步功能測試驗證，測試結果顯示充電及供電模式的最大效率均可到達 94%，最大輸出功率則是 6.6 千瓦。



This article presents the test and verification results of the bidirectional on-board charger (BOBC) designed by the Industrial Technology Research Institute (ITRI). The BOBC is composed of two-stage architecture: the front-end is a bidirectional AC-DC converter while the back-end is a bidirectional DC-DC converter. The bidirectional AC-DC converter adopted a full-bridge topology with Infineon F5 high speed IGBT. Moreover, Infineon SiC body diode was used. The switching control of the bidirectional AC-DC was realized by software. On the other hand, the bidirectional DC-DC adopted a so-called “CLLC resonant” topology. Its main feature is the symmetric LLC resonant architecture which enables the zero voltage and zero current switching that increases the overall efficiency. The bidirectional DC-DC converter used variable-frequency control which was also realized by the digital controller. The test and verification results of the complete bidirectional on-board charger were presented in this article. The results showed that maximum efficiency of 94%, and maximum output power of 6.6 kW were achievable by the on-board charger in both battery charging and discharging operating modes.

## 1. 前言

電動車與電網並聯(vehicle-to-grid, V2G)的概念已於近幾年逐漸導入到電動車之充電系統設計

及電網之間的電力管理問題中。此概念可提供負載電力平衡之運作模式，以降低尖峰電力與電力設備擴充需求。為了達到上述功能，電動車車載充電系統必須能以雙向模式進行車載電池充電或由車載電池經由智慧管理進行對電網供電。另外，由電動車的車載電池單獨對家庭電器供電的方式稱為 V2H (vehicle-to-home)，此種獨立供電的方式亦可滿足為車上的緊急用電需求。無論是 V2G 或 V2H，均需要在電動車上安裝一套具雙向模式的車載充電器來執行交、直流電的電能轉換，同時該充電器亦需提供對電動車高壓電池充電的一般功能。為此，雙向車載充電器之設計應符合以下目標：

- 應容許雙方向電力潮流之電源轉換操作
- 交流電源側與直流電源側應容許廣域電壓範圍
- 雙向電源轉換操作均需達到高效率
- 雙向電力潮流之輸出電壓與電流需被穩定調控

針對以上需求，工研院機械所研發電動車用雙向車載充電器，本文將針對該充電器的軟、硬體發展作說明與描述，並提出實際測試驗證結果，其中雙向充電器的三種操作模式：電池充電模式(battery charging mode)、車輛至電網(V2G)以及車輛至住家(V2H)均通過測試驗證，最大峰值效率可到達 94%，最大輸出功率可達 6.6 千瓦。

## 2. 系統架構及規格

高功率雙向車載充電器之架構如圖 1 所示，

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】397期・105年4月號

每期220元・一年12期2200元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

訂書專線：03-591-9342

傳真訂購：03-582-2011

機械工業雜誌官方網站：[www.automan.tw](http://www.automan.tw)

機械工業雜誌信箱：[jmi@itri.org.tw](mailto:jmi@itri.org.tw)