



電動車車載充電器之 雙向功率修正電力轉換器設計

Design and Control of Bidirectional Power Factor Correction Converter
of EV On-board Chargers

江益賢

工研院機械所
智慧車輛技術組
電能系統部

關鍵詞(Keywords)

- 充電器 Charger
- AC/DC AC/DC
- 電動車與電網並聯 V2G

摘要(Abstract)

電動車與市電並聯之概念在於利用電動車儲存之電力與電網間進行電力供需平衡，以及提供緊急需求電力之目的。為此，該電力連接介面必須具備對電動車車載電池執行充電與反向放電之雙向電力轉換能力，而目前市面上的車載充電器大多僅限於單向 AC/DC 整流與充電調控功能。本文論述以無橋交錯式昇壓功率因子修正電力轉換

器為基礎之新型雙向電力架構，該功率因子控制以比例積分器，而以相移控制操作逆向電力回饋電網，該架構與控制方法可為未來發展 V2G 之設計參考。

Vehicle-to-Grid (V2G) is an idea to utilize stored electricity of Electric Vehicles (EV) in the connected grid to either balance power demand or provide emergent power. To this end, the power interface shall have bidirectional capability to charge or discharge the energy of the EV onboard battery. Existing onboard chargers integrated on EVs are mostly designed to implement unidirectional AC/DC conversion and charging regulation. This paper presents a bidirectional boost Power Factor Correction (PFC) converter based on an advanced bridgeless interleaved boost topology. The proposed



converter can be an active front end of the bidirectional onboard charger for rectifying the grid AC power or taking the DC battery power back via the general boost PFC and a phase-shift controls, respectively. The simulations are performed to verify the proposed converter can achieve the bidirectional operations.

1. 前言

隨著地球暖化的威脅與降低溫室氣體排量相關政策的強制推行，能達到零排放的電動車對人類未來生活扮演著極重要的角色。基於技術成熟度相對其他電力儲能單元較高的充電式電池(爾後稱作電池)，在電動車的應用上較具吸引力，而在目前電池分類中，以能量密度最高之鋰離子電池被廣泛應用於商業化之電動車。然而，一顆充飽電力之鋰電池組只能提供電動車約 160 公里的行駛距離(以 Nissan 車廠所推出之純電動車 Leaf 為例)，比起目前內燃機引擎車輛(續航力約 600 公里)，上述電動車必須倚賴頻繁的充電來達到一樣的行駛里程。因此，充電的安全性與環境建構對於電動車之市場接受度可說是相當重要與關鍵。

車載電池可以傳導或感應兩種方式進行充電。前者具有較高的充電容量與電力傳輸效率，而後者可提供較安全與彈性的電力耦合方式。即使上述兩種方式不論在充電速率、硬體建構、以及操作便利性上各有其獨特優勢，但基於簡單化的連接介面與整合性難易度考量，傳導式充電仍

為目前充電市場主流。例如，國際標準 SAE J1772 與 CHAdeMO 已分別定義了慢充交流與快充直流通訊協定與電力耦合器型式以供遵循。

電動車在實施交流充電時，必須由車載充電器先對交流電力進行 AC/DC 整流，並調控輸出之 DC 電流，因此在電力設計上必須考慮功率因子、電力傳輸穩定性、以及充電過程之安全性，為了達到這目的，文獻[1-4]提出幾種可行的電力架構，而文獻[5]考量充電器效率與功率因子提出電力架構的選擇方法。在文獻[1]、[4]與[5]中，可發現以昇壓型功率因子修正電力轉換器(Power Factor Correction, PFC)作為前級，而後級連接一組隔離式 DC/DC 電力轉換器的電力架構，被廣泛應用於電動車電池之交流充電。在此電力系統，昇壓型 PFC 電力轉換器根據輸入電壓波形與相位作為輸入電流調控之參考信號，並根據電壓命令調控輸出一固定電壓。文獻[6-10]提出數種不同昇壓型 PFC 電力轉換器之電力架構以供設計選用，文獻[11-13]提出控制器設計與策略來進一步達到 PFC 功效。

電動車與電網並聯(Vehicle-to-Grid, V2G)概念於近幾年逐漸導入電動車之充電系統設計與整合，以及電網間電力之應用管理問題。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，電動車充電系統必須能以雙向模式進行充電或由車載電池經由智慧管理進行對電網供電，根據此相關議題，文獻[14]與[15]分別探討了無功電力回送之影響以及智慧充電策略。為了解決僅適用於單向電力轉換之先進昇壓型 PFC 架構於智慧電網之應用，文獻[6]提出一雙向無橋式交錯昇壓型 PFC 電

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】356期・101年11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