高效率車載充電器之架構設計與開發

On the Design and Development of High Efficient On-Board Charger

蔡建峰
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)

- 車載充電器 On-Board Charger
- 無橋式功率因素修正 Bridgeless PFC
- 混合諧振與脈寬調變 Hybrid Resonant and PWM

摘要(Abstract)

各式節能車輛已陸續商品化，例如插電式混合動力車(Plug-in Hybrid Electric Vehicle, PHEV)[1][2]與提供零排放量的純電動車(Electric Vehicle, EV)，在 SAE-J1772 Standard Level-1[1]的規範下，會裝置一最大功率約 6 kW 之 AC/DC 充電器在電動車上，將交流電轉化為可提供電池充電的直流電壓與電流，稱之為車載充電器(On-Board Charger, OBC)。本文將分析車載充電器之電能轉換架構(Power Converting Topology)，包含 AC/DC PFC 整流與 DC/DC 充電的部分，同時說明現階段車載充電器的開發現況，最後比較國際上車載充電器之發展狀況，並提出未來車載充電器的技術發展方向。

Various energy-saving vehicles have been commercialized, such as PHEV (Plug-in Hybrid Electric Vehicle) and zero-emission EV (Electric Vehicle). According SAE-J1772 level-1 standard, an AC/DC charger with 6 kW maximum power capacity is settled on electric vehicle to convert AC voltage to DC voltage for charging battery with proper current, which is named OBC (On-Board Charger). In this article, the power converting topology of OBC is analyzed, including AC/DC PFC

stage and DC/DC charging stage. The current development status of OBC is also described. Finally, the comparison among outstanding OBCs is given and the trend of future technology is provided.

1. 前言

近年隨著地球暖化所引發的環境議題與各國政府對碳排放量的管制下，使得以石化燃料作爲能源的傳統車輛面臨重大的變革，同時兼具低油耗與低污染特點之電動化車輛提供了一個理想的解決方案，因此近年來各車廠無不積極投入可充式油電混合車或純電動車的開發與示範運行。而其中純電動車與油電混合車最大不同點是其唯一的驅動動力來源是電能，必須搭載足夠的電能儲存容量，例如高比能量(specific energy)的鋰離子電池，而將電能儲存至其中之最主要方式爲充電機制，故充電系統在未來電動車的推展上扮演相當重要的角色。

現行的充電模式可區分爲交流充電(AC Charging)與直流充電(DC Charging)兩種方式。直流充電模式由車外充電器(Off-Board Charger)直接調控直流電力輸出於連接之車輛端，相對的交流充電則必須藉由車載充電器的電力轉換裝置將充電端輸入的交流電力進行整流(AC Rectifying)與電流調控，以確保充電電力的穩定性與安全性。若考量充電之便利性與電動車電力供應設備(Electric Vehicle Supply Equipment, EVSE)之建置難易度，以交流充電並搭配車載充電器爲目前最可行之電能補充方式，在未來的需求上將隨電動車市場逐漸成長。

車載充電器在產品競爭性上有兩項重要考量：第一爲系統充電效率(Charging Efficiency)與功率因子(Power Factor)，另一重點爲比功率(Specific Power)或功率密度(Power Density)，前者會影響電力設備在設置上所需容量(Capacity)以及電力網絡的電力品質(Electric Power Quality)，與電廠規劃與設置成本有關，後者則會影響車體重量與系統整合性。因此如何提昇充電器系統效率與功率密度，並選擇合適的充電額定功率爲車載充電器開發之重點。

2. 車載充電器之電能轉換架構

車載充電器最主要的功能在於將交流電力轉換爲直流電力，如此才可對電池充電，爲了降低對電網的諧波汙染與增加有效實功，充電器主要由兩個功率級串接組成：一具功率因素修正(Power Factor Correction, PFC)之交流/直流轉換器(AC/DC Converter)，將交流電轉爲直流電並具有良好的功率因素，而後連接一隔離式直流/直流轉換器(Isolated DC/DC Converter)，提供所需之電氣隔離(Galvanic Isolation)並調控提供電池之電流，此外搭配系統所需之通訊介面與外部輔助電源，整個車載充電器之系統示意圖如圖 1 所示。

在車載充電器中，典型的之 AC/DC Converter 由橋式整流器(Bridge Rectifier)串聯一切換式電能轉換電路來調控 AC 輸入電流與電壓波形一致以達到 PFC 功能，例如降壓轉換器(Buck Converter)、升壓轉換器(Boost Converter)或升降壓

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】361 期・102 年 3 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