雙動力系統之升壓/驅動雙模技術發展

Technique Development of a Dual-Mode Boost/Drive for Dual Electric Propulsion System

吳建勳
工研院機械所
智慧車輛技術組
電能系統部

蔡建峰
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)

- 動力耦合模式 Mechanical Energy Coupled Mode
- 電力耦合模式 Electrical Energy Coupled Mode
- 雙馬達系統 Dual-motor System
- 電動車 Electric Vehicle

摘要(Abstract)

本文主要結合兩個不同特性之馬達，發展一具有動力耦合模式(Mechanical Power Coupled Mode, MPCM)與電力耦合模式(Electrical Power Coupled Mode, EPCM)之動力系統。當電動機操作馬達模式時，馬達之驅動/電感雙模式之整合電路等效於變頻器電路；而操作在電感模式時，馬達之驅動/電感雙模式之整合電路如同升壓轉換器。在低轉速高轉矩之需求時，系統運作在動力耦合模式(MPCM)，使整個系統達到轉矩疊加；在高轉速低轉矩之需求時，系統運作在電力耦合模式(EPCM)達到轉速提升。並提出兩相交錯升壓技術，使功率開關的溫度在大功率輸出下能夠減少電流漣波，藉此減少損失及溫升，並提升轉換效率。實驗數據結果顯示其升壓比可由 1.25 至 3，而於輸出功率滿載時，其效率最高可到 93.83 %。本文包括動力系統雙模式(Dual Mode)之架構分析與功能及性能驗證，其中，EPCM 之電感模式轉換效率可平均達到 90 %以上，MPCM 之動力耦合轉換效率可平均達到 80 %以上。

An electric propulsion system comprising two motors of different characteristic are proposed in this project. It features two operation modes,

mechanical-power-coupled mode (MPCM) and electrical-power-coupled mode (EPCM). For motor mode, the integrated circuit acts as inverter and it becomes a boost converter. Under the requirement of high torque at low speed, the system is operated in MPCM such that total output torque is the summation of torques of these two motors. While high speed is the requirement, the system is operated in EPCM, thus the maximum speed can be increased. A new two-phase interleaved boost technique is proposed in this report which can significantly reduce the current ripple and thereby reducing the losses and temperature rise. Experimental results show the voltage boost ratio can go up to 1.25 to 3. And the efficiency is 93.83 % under full load condition while keeping the motor temperature at the atmosphere level. The report contains the performance verification test results of dual mode function and shows that the electric energy converting efficiency through motor's intrinsic inductance can be higher than 90 %, the mechanical energy converting efficiency through motor's mechanical power-coupled be higher than 80%.

1. 前言

節能減碳及環保議題一直是現今社會大家一直關注的事情，而各個領域們也都積極在這方面著手文。以電動動力系統領域來說，節能環保議題一直是我們所追求的第一目標，不僅是在效率上的進步，在元件數量的使用以及體積上更是需要關注。其中，大功率電動車輛(如電動巴士/商車)需要起步高扭力與高速行駛高效率之性能，以國內電動巴士為例，採國際大廠高功率雙馬達動力而克服起步扭力與單顆馬達失效，然而其僅以機械耦合來加力，所以高速仍受限且效率不佳。目前除了使用弱磁控制外，在電動動力系統中加入變速機構可使具有局部性能表現之動力馬達產生廣域的高性能動力操作區[1][2]，但以整個動力系統來看卻導致成本提高與體積增加，且變速機構的使用也使整個動力系統潛在一個失效因子。因此有利用不同特性與形式之馬達進行結合[3][4]，產生所需要的特性曲線，其他如電子變速之方式[5][6]，藉由改變定子繞組的串聯與並聯來變化馬達的特性曲線，但只能達成固定模式的切換，所產生的特性曲線無法連續或同時利用。

目前電路整合的可行性，使單一電路能夠提供多種功能，除了可以減少元件數量，亦可以減少電路上不必要的功率損耗。以馬達驅動電路而言，一般馬達驅動控制電路大多為變頻器與升壓電路串聯。而升壓電路本身需使用電感作為儲能元件來達到升壓目的，因此文所提之馬達/電感雙模式之驅動與升壓控制電路能夠在馬達停止運轉時，借助馬達本身內部繞組所產生的電感當作升壓儲能元件，亦可以當作變頻器來驅動馬達運轉，因而可簡化原本所需硬體電路元件與縮小體積，並可減少需要兩級輸出所損耗的功率。因此我們可以僅使用單一電路，當馬達運轉時當作變頻器使用，當馬達停止時可以當作升壓電感，進而提供給輸出端能量，以達到實現馬達/電感雙模式之驅動與升壓控制電路的可行性。目前僅於實

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