

永磁馬達於電動動力變速箱換檔應用

Application of PM Motor in Shifting Process in Power Transmission

沈文哲^{1*}、吳孟儒²、吳昱勳¹、邱國麟³

¹ 工研院機械所 控制核心技術部 高階伺服技術部 副研究員

² 工研院機械所 車輛環保能源組 精密傳動技術部 研究員

³ 工研院機械所 控制核心技術部 高階伺服技術部 工程師

摘要：多速傳動箱與馬達及驅動器的整合，在電動車上實屬關鍵技術，現有設計是將馬達、驅動控制與內變速器完成個別設計並製造後，再進行相互選配之工作，普遍存在著動力傳遞路徑較長、機械組件較多、整體效率不佳、以及安裝空間較不緻密等固有缺點，若能將三者各別的特性做交互匹配，對於整體的體積及性能都能有相當的提升。本文整合電動車的動力與傳動變速系統，以創新的思維，結合電磁設計與機構設計的基本學理，從構造上與功能面的整合著手，將原本相互獨立之裝置整合為一體式設計。

Abstract : The integration between motor and multi-speed transmission is the critical technique in an electric vehicle. For the recent design, the motor, driver, controller and the transmission are separated designs and manufactured as individual components. In the next step, for the specific application, there will be diverse options. In this design process, there are a lot of disadvantages, such as low efficiency of the power train, and more redundant components. Also, there will be a waste of installation space. If these three important components can be interactively designed, the volume and performance can be improved. This paper shows the integrated results of the shifting process in the power transmission. With combined basic theory of electromagnetic design and mechanism design, the integration of structural and functional devices is put together as a one piece compact design.

關鍵詞：多速變速箱、微處理器、永磁同步馬達

Keywords : Multi-speed transmission, Micro controller unit, Permanent-magnet synchronous motor

前言

過去二十年，世界各國加嚴污染排放法規，促進了噴射系統等車輛技術的發明及推廣，未來將以耗能降低為車輛技術發展的主軸。國內 2015 年小客貨車輛耗能標準將加嚴約 15% 至約 17 km/L，預計 2025 年車輛耗能標準將再加嚴 40% 至約 24.5 km/L，為了及時對應預計於 2020 後再次提高的耗能標準，各主要車廠均提早啟動插電式電動車及純電電動車之研發與試行。

隨著純電電動車越來越普及，在電動車之發展架構下，馬達開發顯得極為重要，其中為了降

低電動車驅動馬達的功率，期望電動車行駛在驅動馬達高功率區域，對於變速箱之性能要求越顯重要，其變速系統所搭配的換檔模組與換檔馬達可為一大研究目標。

電動車為何需要多速傳動箱

1. 多速傳動箱之換檔機構

在電動車發展初期，應用在電動車的變速箱一般為單速變速箱，傳動比恆定，而在車輛進行爬坡時，無法提供高扭矩，車輛在平地上行駛時，由於傳送比的限制，無法為車輛提高較高的運動

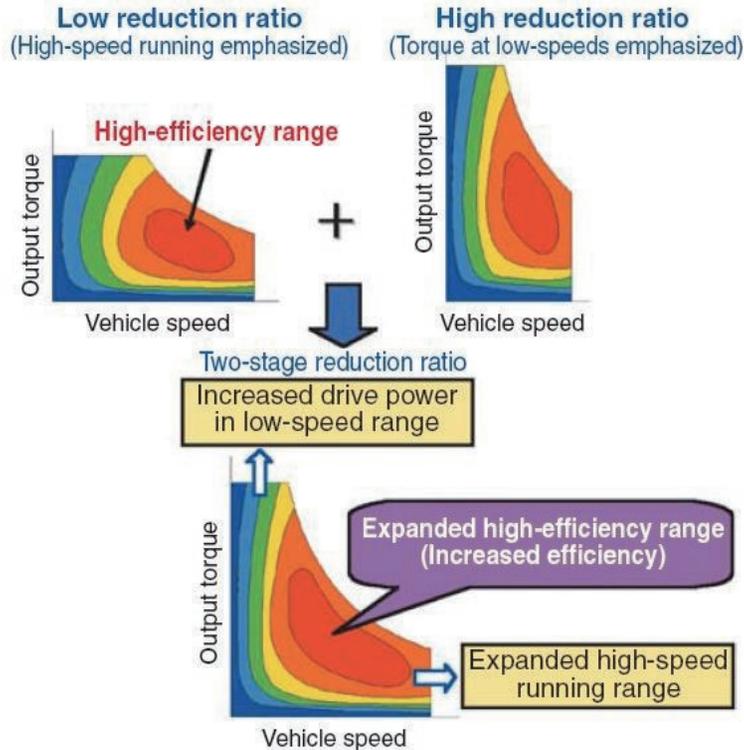


圖 1 兩速變速箱可延伸電動動力系統高效率運轉區 [1]

速度。

為了改善單速變速箱的缺點，進而發展兩速系統，藉由兩個傳動比以適應車輛行駛於高扭矩或高速度之情形下的不同要求，具有能量利用率高、爬坡能力強等特點，例如圖 1 就展示在同一台車時，兩個不同效率圖如何合併為一較大效率曲線圖。

傳動系統不同齒輪組會有變換檔位需求，這個轉換過程中兩個轉速不一樣的齒輪嚙合時，必然會發生強行碰撞造成損壞齒輪，通過同步器使將要嚙合的齒輪達到一致的轉速而順利嚙合。

對於電動車所用的兩速變速箱，因為並不具有將電動車驅動源的動力切斷的模組，例如離合器，因此會選擇使用同步器做切換多速的換檔機構，將操作點操作在電動車馬達的高效率區域，若要求高換檔品質，換檔同步器的設計將成為關鍵項目，設計項目包括同步器本體、換檔模組與換檔驅動器，同步器的配置如圖 2 所示。

2. 同步器作動過程

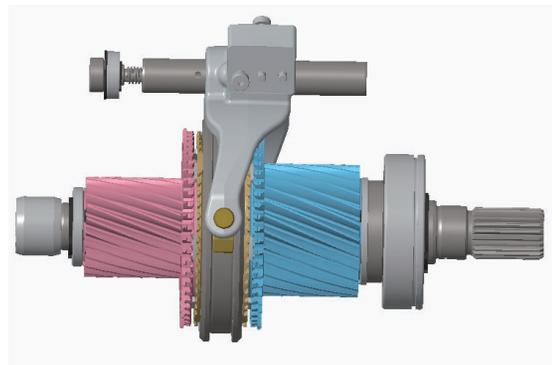


圖 2 多速變速箱之同步器配置

一般同步器由齒殼 (Sleeve)、輪轂 (Hub)、同步環，利用襯套、同步環等等所組成，各組成元件名稱與配置關係如圖 3 所示，利用同步環裡面的內錐度與待嚙合齒圈外錐面接觸產生摩擦，並開始旋轉直到同步環轉速相同，在這瞬間接合襯套能順利與同步環接合，並進一步與待嚙合齒輪接合。[2]

同步器在嚙合兩個齒輪的時候，從初始位置開始分成了五段過程：原位 Neutral, 預同步狀

更完整的內容

詳見 ■ 機械工業雜誌 ■ · 427 期 · 107 年 10 月號

機械工業雜誌 · 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

匯款帳號：兆豐國際商業銀行新竹分行(代號 017)，帳號/ 203-07-02288-0

訂書專線：03-591-9339

傳 真：03-582-2011

機械工業雜誌 · 官方網站：www.automan.tw

機械工業雜誌 · 信箱：jmi@itri.org.tw