

# 傳動系統離合器模組設計

楊正平

工研院機械所 車輛環保能源組 精密傳動技術部 研發經理

## 前言

台灣車輛產業在傳動系統零組件的供應以齒輪、傳動軸為普遍，技術也較為成熟。然而，在變速次系統零組件卻缺乏自主設計能力，相關元件如同步器、離合器與其驅動液壓系統等，該技術在國內仍不成熟。因此，透過工業基礎技術研究計畫，為彌補傳動系統於該產業鏈技術缺口，特別在變速次系統投入研究開發，將來可望結合國內製造商與系統廠，將技術深耕國內車輛產業。

多片濕式離合器 (Multi-plate Clutch) 廣為應用於多檔位車用變速箱，在國際上已是相當成熟的技術，不乏見於傳統燃油車的自動變速箱 (Automatic Transmission)。然而近年來，不少文獻探討多速傳動系統應用於電動車的影響，特別是對於車輛續航力及降低馬達規格有顯著的效益 [1-3]。因此，離合器的使用也將跨入電動車傳動系統。國內積極推動電動車產業技術發展，對此關鍵零組件的自主設計與製造能力顯然不可或缺。

工基計畫於本期程規畫投入完整的離合器模

組技術開發，106 年的執行成果已完整建立離合器零組件之分析設計流程。如圖 1，此流程主要分三階段，首先需就整車性能分析，取得符合性能要求的傳遞扭力及車輛極速，以確認離合器之動力規格。其次，就有限的設計空間，定義離合器模組之幾何構型與零件的連接關係，搭配相關理論公式計算，取得關鍵尺寸參數，如離合器片之內外徑、厚度與片數、復位彈簧係數及驅動液壓值等。該參數間的關聯與計算已透過本計畫建立一套試算工具，提高概念設計階段之效率。最後為零組件細部設計，此階段利用電腦輔助設計 (Computer-Aided Design, CAD) 軟體建模、電腦輔助工程 (Computer-Aided Engineering, CAE) 強度分析及壽命耐久分析，反覆進行細部參數的調變及驗證，以滿足最初的設計目標。

依循離合器分析設計流程方法，本計畫已於 106 年底產出符合百匹級規格之離合器模組。自概念設計、細部設計、強度與耐久分析，最後完成離合器製造與組裝，如圖 2(a) 所示。離合器模組規

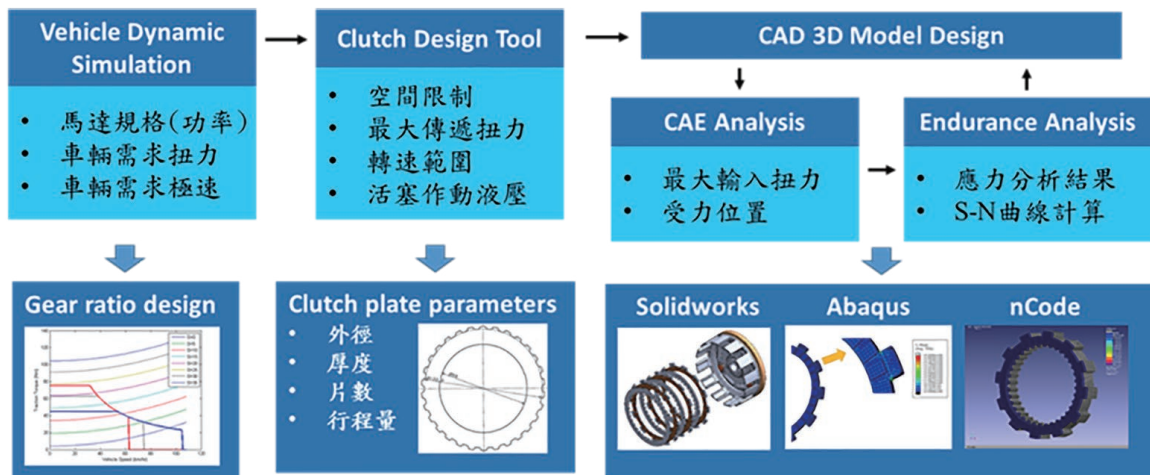
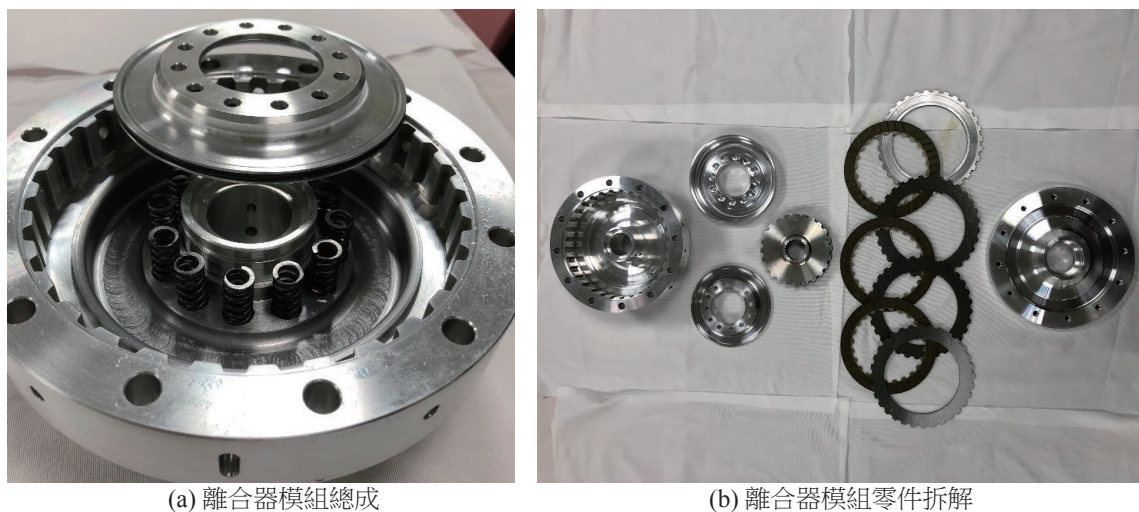


圖 1 離合器模組分析設計流程



(a) 離合器模組總成

(b) 離合器模組零件拆解

圖 2 自主設計開發之離合器模組雛型

格如表 1。圖 2(b) 為離合器模組零件拆解示圖，由右至左分別為離合器外殼 (Drum)、上 - 平衡活塞 (Balance Piston)、下 - 作動活塞 (Apply Piston)、內殼 (Hub)、摩擦片與金屬片 (Friction Plate/Steel Plate)、外蓋 (Cover)。

表 1 離合器模組規格

功率 (peak)	120 kW
額定扭力	800 Nm
最大外徑	182 mm
最大寬度	96 mm
重量	3.58 kg
摩擦片數	3 pcs.
金屬片數	3 pcs.
彈簧數	12 pcs.
材料	6061-T6

107 年之計畫目標為建立離合器液壓驅動之設計與分析技術，結合數值分析、耐久分析、優化方法及控制模擬，完成離合器換檔驅動設計流程及重要設計參數資料庫，並取得換檔時間 <0.5 秒之最佳設計參數。

藉由工基計畫的推動與執行，車輛傳動系統關鍵零組件之設計開發能力已逐步建立。就離合器模組而言，目前已整合國內離合器摩擦片之領導廠商，後續將推廣至傳動系統廠及整車廠，完

成連結產業資源，落實離合器驅控系統自主化設計與製造目標。

### 參考文獻

- [1] A. Sorniotti, G. L. Pilone, F. Viotto, S. Bertolotto, M. Everitt, R. Barnes, and I. Morrish, "A novel seamless 2-speed transmission system for electric vehicles: principles and simulation results," *SAE International*, Vol. 37, no. 0022, pp. 15, Jun. 2011.
- [2] M. Krause, IAV says new version of modular electric drive can boost range 5-10% vs system with fixed transmission ratio. IAV Corp., May 2017, Germany. [Online]. Available: <http://www.greencarcongress.com/2017/05/20170504-iaav.html>
- [3] A. Sorniotti, T. Holdstock, G. L. Pilone, F. Viotto, S. Bertolotto, and M. Everitt, R. J Barnes, B. Stubbs, M. Westby, "Analysis and simulation of the gearshift methodology for a novel two-speed transmission system for electric powertrains with a central motor," *Proc IMechE Part D: J Automobile Engineering*, Vol. 226, no. 7, pp. 915-929, Jan. 2012.