

電動車輛控制系統功能安全發展與驗證技術

Development and Verification of Functional Safety for Electric Vehicle Control System

陳益新、黃彥翔、吳敏全

工研院機械所 智慧車輛技術組 電能系統部

摘要：本文首先簡述電動車輛之控制系統組成，接著介紹工研院機械所車輛功能安全領域發展現況，以自行開發之動力馬達驅動器作為案例，說明執行 ISO26262 標準之相關認證流程；於失效驗證技術方面，以基於硬體在環模擬方法所建立之虛擬驗證平台介紹其特點，藉由此平台執行測試與驗證不僅安全、可靠且大幅縮短開發時間達到節省成本的目的。

Abstract : In this article, the first section introduces the structure of a typical electric vehicle's control system. In the following section, the latest development of ITRI in vehicle functional safety is discussed. By taking the traction motor controller as a case study, implementation of the certification process of ISO26262 standard is illustrated. Its testing and verification were performed by a virtual verification platform which was based on the hardware-in-the-loop simulation method. Not only safe and reliable, the method proposed in this paper offers great reduction in development time and cost.

關鍵詞：電動車輛、硬體在環模擬、測試與驗證

Keywords : Electric vehicle, Hardware in the loop simulation, Testing and verification

前言

依據世界上各車廠開發產品的趨勢來說，電動車輛將會是未來的主要移動載具，伴隨著搭載大量電子控制系統，駕駛者在操控車輛將會更隨心所欲；然而，安全是回家唯一的路，一旦車輛或零組件產生故障時，系統若無法及時啟動保護機制 (Safety Mechanism)，則將造成難以挽救的後果。因此，如何驗證與確認 (Verification and Validation) 系統之功能安全是否滿足設計需求，為現代車輛電力電子產品的技術挑戰之一。

電動車輛控制系統簡介

以純電動車輛來說，電子控制系統基本上由三大核心控制器組成，如圖 1 所示。各個控制器的功能如下所述：

1. 整車控制器 (Vehicle Control Unit, VCU)

整車控制器完全管理車輛動態，主要功能為決定整車駕駛性能；負責接受駕駛者需求、車輛等各種即時輸入訊號，例如：加速、制動踏板深度、車輛速度等；進而管理系統之能量流向 (System Energy Flow) 並透過控制器區域網路 (Controller

Area Network, CAN) 協議做出準確之扭力命令 (Torque Command) 並協調驅動馬達、動力電池包 (Power Battery Pack) 與車載充電 (On-board Charger) 等關鍵系統 [6]。高端產品甚至具有電子輔助轉向、煞車、懸吊與車身動態穩定等控制系統之管理功能。

2. 馬達驅動器 (Motor Control Unit, MCU)

如同傳統燃油車輛的引擎管理系統 (Engine Management System, EMS) 控制進氣量、噴油量與點火等動作；馬達驅動器主要接收整車控制器給予之動力操作模式及扭力命令，並連接高壓電池包所提供之直流電源；藉由將直流電源轉換成交流電源使馬達電機產生機械能驅動車輛或是反之將機械能轉換為電能對車輛所搭載之儲能裝置進行充電。

3. 電池管理系統 (Battery Management System, BMS)

電池管理系統基本上可區分為熱、電兩大管

理系統，熱管理系統必須有效控制電池包在理想工作溫度以降低劇烈電化學反應的發生、避免熱失控 (Thermal Runaway) 的產生；電管理系統負責控制充 / 放電電流值；同時監控各個電池芯 (Battery Cell) 之電壓、計算電池包之殘電量 (State of Charge, SOC)，依據放電深度 (Depth Of Discharge, DOD) 的不同，適時向整車控制器發出充 / 放電請求，接著根據計算後的電流倍率 (Current Rate, C-rate) 需求向電池輸入 / 出電力。良好的電池管理系統設計在車輛運行時可有效釋放電池包的發熱量、平衡內部各電池芯的充 / 放電電流與電壓，其目的為提高可靠性與延長使用壽命 [3]。

工研院機械所車輛功能安全發展現況

功能安全的基本需求為當車輛之零組件發生失效時，系統保護功能必須即時啟動使受控裝置可靠的進入並維持安全狀態，避免對人員或環境產生危害。近年來由於歐洲汽車廠大幅導

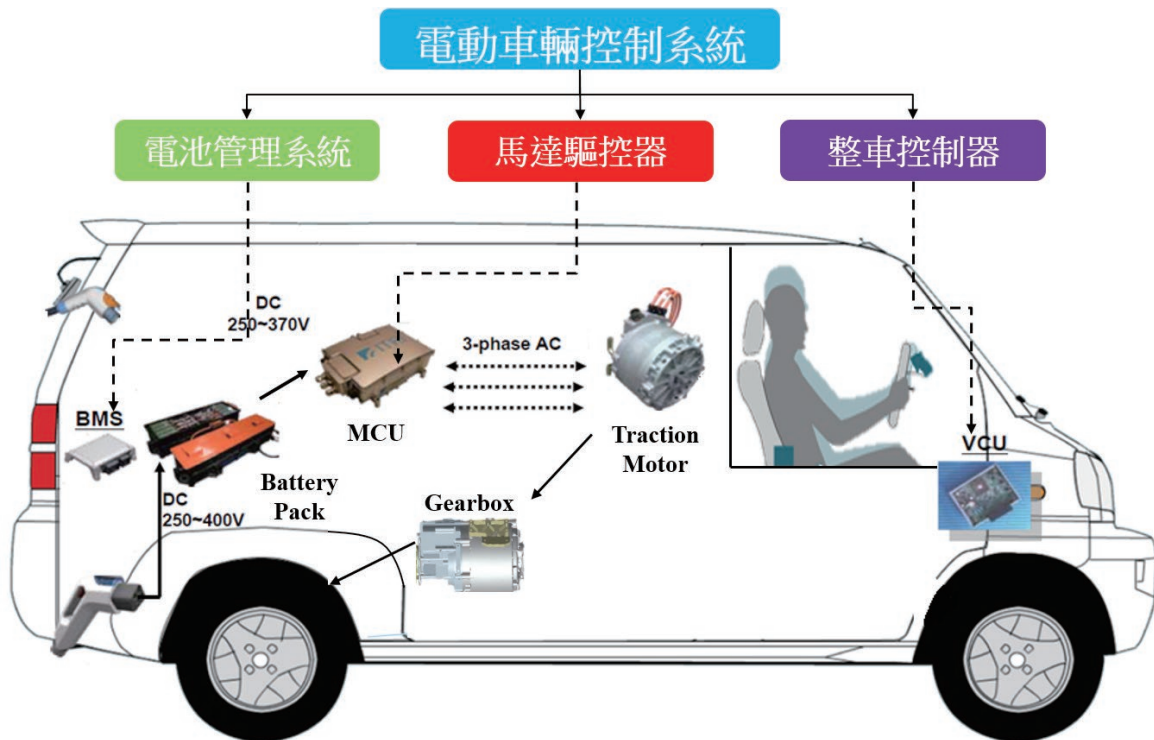


圖 1 電動車輛核心控制系統組成

更完整的內容

詳見【機械工業雜誌】421期・107年4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

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