

功率級硬件在環測試驗證與失效測試應用

Power Level Hardware-in-the-Loop Verification and Failure Mode Test for Traction Inverter

黃彥翔

工研院機械所 智慧車輛技術組 動力平台與驗證部

前言

動力馬達 (Traction Motor) 與其驅控器 (Inverter) 皆為電動車輛之關鍵零組件，在一般之電動車用動力系統開發過程中，實體馬達往往由於某些因素，較驅控器晚開發出來，導致先開發出之驅控器無法進行相關之功能安全與性能的測試。另一方面，在實體馬達連接實體驅控器之次系統下，並無法進行具危險性之功能安全驗證，一方面會對相關人員安全會造成危害；另一方面極可能毀損測試設備或者待測物。由上述原因，車用馬達驅控器的測試驗證極具挑戰。

硬體在環驗證技術

硬體在環 (Hardware In the Loop, HIL) 技術為世界上開發電力電子產品之主流驗證技術之一，此技術能夠在開發早期發現潛在問題，而無須等到產品開發接近尾聲才發現漏洞，藉此技術能夠達到提升品質與縮短開發期程之效果。硬體在環技術之原理為將特定電力電子產品放置於虛擬環境中，使此電力電子產品“誤以為”自己所在於真實的應用環境中。其中，虛擬環境為使用即時模擬器 (Real-time Simulator) 等設備進行模型運算而搭建出之模擬環境。以車用馬達驅控器為例，將實體驅控器連接虛擬的馬達模擬器 (Electric Motor Emulator, EME) 與虛擬車輛模擬軟體，使驅控器彷彿置身於真實車輛與真實道路環境中，藉此即可進行相關之性能與安全功能驗證，而不需真的將實體驅控器裝置於真實車輛上。工研院機

械所針對車用馬達驅控器之虛擬驗證技術之發展近況如下：

虛擬馬達驗證平台

實體馬達驅控器連接虛擬馬達與虛擬車輛之驗證平台架構如圖 1 所示，待測物 (Device Under Test, DUT) 為實體車用馬達驅控器，其中包含馬達控制單元 (Motor Control Unit, MCU)；此實驗架構下，包含一電池模擬器 (Battery Simulator)，其能夠提供給待測物高達 800 V 的電壓；馬達模擬器與實體驅控器之三相連接，其可提供或接收高達 250 kW 的功率。以上提到之設備，包含電池模擬器、馬達模擬器與待測物 (即馬達驅控器) 皆可由外部之主控系統進行監視與控制，如此一來測試人員即可不需進入具高壓電之實驗室活動，可保證相關人員的安全。

在此驗證平台下，實體驅控器之三相輸出連接到馬達模擬器，馬達模擬器根據驅控器輸出之三相電壓與電流和建立好之馬達模型，計算出達到之扭矩 (Torque)，此時再將此計算出之扭矩傳遞至車輛模擬軟體中，虛擬車輛根據建立好之車輛與道路模型，計算出達到之車速，並將此車速結果回傳給虛擬馬達，虛擬馬達根據此數值傳遞轉速訊號給予驅控器以進行下一時刻的控制計算。

安全功能驗證與錯誤注入

在開發初期，即有針對驅控器之一般功能與安全功能展開相關需求，而此每一條需求，都可能對應到一個或者多個驗證項目 (Test Case)，此驗證項目之驗證結果，即可檢驗開發出之驅控器是否有達到當初開出之需求規格，若沒有達到，則

更完整的內容

詳見 ■ 機械工業雜誌 ■ · 426 期 · 107 年 9 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