

# 馬達驅動器集成技術趨勢

## The Trend of Motor-Drive Integration

吳至強

工研院機械所 智慧車輛技術組 電動動力與控制部 工程師

### 前言

隨著電動汽車市場的快速增長，更高的功率密度和高效率馬達驅動逆變器的需求也隨之增加。為達高功率密度及高效率電動車馬達驅動逆變器的技術方案，寬帶隙功率元件的使用，功率模組封裝、電源電容、馬達驅動器系統集成方式，和控制演算法的運用，將有助於提高功率密度與效率，進而助於減小逆變器的體積。本文將針對馬達驅動器集成趨勢進行介紹。

### 馬達驅動器集成技術趨勢

工研院機械所智慧車輛技術組為進一步提升馬達驅動器功率密度，提出一體式專利散熱水道使馬達驅控器散熱水道集成一體式進而減少散熱系統體積，並導入寬能隙功率元件(碳化矽)，且運用控制法在提升切換頻率時能達到減少電源電容體積而不失減少切換損失的功效。相關文獻發展趨勢如下：

效率和功率密度為電動車馬達驅控器之功率輸出及尺寸縮小要求的關鍵性能要素。為達高功率密度之需求，集成式馬達驅動器提供了潛在的解決方案。目前馬達驅控器的產品趨勢為從離散的馬達與驅控器整合至一體式馬達驅控器，也就是整合功率元件、驅控器、馬達與散熱系統。一般整合式馬達驅控器類型可區分成三大類，分別為：表面貼裝集成式 (surface mount integration)、端板貼裝集成式 (end plate mount integration)，及定子鐵架貼裝集成式 (stator iron mount integration) [1]。早期 Toyota Prius 和 Nissan Leaf 採用獨立的動力系統，即馬達與驅控器為離散式，其連接需要透過外部電力電纜和連接器來連接彼此，近年來其獨立的動力系統逐漸朝向整合式馬達驅控器發展，而 Tesla 與 Mitsubishi 提出一體式的馬達驅

控器設計，其集成式馬達驅動器可消除馬達與驅動器各自獨立多餘的外殼空間和傳輸電纜線，並可省略長電纜所需要的濾雜訊元件及減少潛在的電磁干擾 (EMI)，大幅降低系統成本及提高可靠度，而集成式的冷卻散熱系統共用，更可進一步降低馬達驅動器的尺寸和成本。另外，寬帶隙功率元件 - 碳化矽的使用，更使馬達驅控器的設計能高度集成化 [1-2]。寬帶隙元件可以在較高的接面溫度下工作，進一步導致了功率密度的增加；另一個顯著特點是其高速開關的能力，使開關切換損耗降低，進而縮小散熱系統體積 [3]。然而，寬帶隙功率模組封裝面臨的挑戰來自寬帶隙元件本身的獨特特性。高溫操作受限於封裝材質，而高速開關的能力，雖具較低的開關損耗，但高速開關切換會引起較大的電壓突波與振盪，增加損壞功率元件機會，故高頻、高溫的操作仍為馬達驅動器之功率模組設計的重要議題 [4-7]。此外，電源電容佔驅控器另一大部分的空間及成本，電容器有助於緩衝漣波電流。薄膜電容相較於電解電容，具有使用壽命長、且耐較高的漣波電流能力，及單位體積電容值大等優勢，雖然成本較高，但在優化體積及功率密度等性能上提供一項設計參考的選擇。再者，連接電源電容的正負電極板 (DC Bus Bar) 也是實現高功率密度的關鍵，隨著功率晶體在電流輸出和開關頻率上不斷的提高，層壓電極板 (laminated bus bar) 通過緊密耦合的導電層實現低阻抗，其優化設計可減少電源傳輸路徑的雜散電感，以減少功率開關切換暫態所造成的突波與振盪，進而使系統可操作於更高切換頻率 [8]。

工研院機械所智慧車輛技術組之馬達驅動器發展技術不落人後，為進一步提升馬達驅動器功率密度，開發一 90 kW ~ 120 kW 整合式的碳化矽 (SiC-based) 馬達驅控器，運用寬能隙功率開關關

## 更完整的內容

詳見 | 機械工業雜誌 | · 441 期 · 108 年 12 月號

機械工業雜誌·每期 **220** 元·一年 **12** 期 **2200** 元

線上訂購網址：<https://www.automan.tw/magazine/orderMag.aspx>

### 付款方式

1. 郵局劃撥—戶名：財團法人工業技術研究院機械所 帳號：07188562  
請於劃撥單的通訊欄寫明：購買期數、金額等
2. 匯款資料—兆豐國際商業銀行新竹分行(代號 017)  
帳號：203-07-02288-0 戶名：財團法人工業技術研究院
3. 信用卡—請填寫信用卡 [訂購單](#)

麻煩您將 [繳款收執](#) 或 [信用卡刷卡單](#) 傳真至 (03)582-2011，我們會盡快處理您的訂單並開通權限，再次感謝您的支持與愛護。

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](http://www.automan.tw) 機械工業雜誌·信箱：[jmi@itri.org.tw](mailto:jmi@itri.org.tw)

# 機械工業雜誌 優惠訂購單

訂閱一年 **12** 期

**\$ 2200** / 續訂戶 \$ 2000

好禮二選一

**A** 史欽泰墨寶帆布袋

**B** 工研院機械所無人車USB (8G)

訂閱紙本+電子雜誌

**\$ 3000** 原價 \$ 4400

一年12期

贈送

**A** 史欽泰墨寶帆布袋

訂閱二年 **24** 期

**\$ 4000** / 續訂戶 \$ 3600

好禮四選二

**A** 史欽泰墨寶帆布袋

**B** 工研院機械所無人車USB (8G)

**C** 工具機叢書任一本

**D** 智慧機械人叢書任一本

## 限量專屬精品送給您



**A**



**B**



**C**



**D**