

馬達驅控器之冷卻流道分析設計

Analysis and Design of Cooling Channel in Motor Driver

周歆莘

工研院機械所 智慧車輛技術組 動力平台與驗證部 研究員

前言

隨著能源短缺和環保意識抬頭，全球汽車產業正邁向電動車時代。相較於傳統的內燃機引擎車輛，電動車輛以高功率的電池、馬達及其驅動控制器等，取代傳統的動力系統。然而，高功率的馬達驅控器意味著其工作時的高損耗功率，而元件的工作溫度升高，伴隨而來的是其壽命與效率等可靠度問題，因此，馬達驅控器的冷卻成為重要的議題。本文主要呈現如何以電腦輔助工程 (Computer Aided Engineering, CAE) 軟體進行模擬分析來設計馬達驅控器的冷卻水流道。

冷卻流道分析設計

電動車用之動力系統，在較低功率輸出之車輛應用領域，因達到車輛需求性能之動力系統輸出規格較低，馬達與驅控器相對之能量損耗較少，多採用氣冷架構即可滿足散熱需求。但在高功率輸出之應用領域，驅控器之效率經計算後可推斷，需以水冷系統才能有效快速帶走系統中所產生的熱量。

高功率的馬達驅控器使用了三個功率模組，因此在設計冷卻流道初期，先以單一模組為設計目標，再將其延伸設計並應用於較高輸出功率的馬達驅控器，設計流程如圖 1 所示。首先分析單一模組的冷卻水入出口方向，並且比較在不同入出口的條件下，功率模組的溫度高低與冷卻水經

過流道後的水壓差；接著，推論同時使用三個功率模組的狀況下，各模組中的功率元件溫度差異，判斷是否在可接受的範圍內，若模組中的元件工作溫度差異過大，將造成各模組在工作時電流不均，進而導致模組的損壞，因此，功率模組中的元件均勻散熱成為冷卻水道的設計考量重點之一。

在考慮上述因素後，決定將三個功率模組視為共九個發熱區塊，而冷卻水道中將九個區塊並聯，每個區塊下分別具有一個散熱片，以此概念來設計冷卻水流道。有了大方向後，先將單一區塊劃分出來，針對單一區塊進行散熱片的最佳化設計，所使用的分析工具軟體為 Ansys，給定散熱片的尺寸限制條件，設定散熱片的長、寬、高為三個不同的可變參數，且散熱片的長邊與短邊具有不同的散熱片數量，因此共五個可變參數如圖 2 所示，以此來得到散熱片的最佳化設計。完成散熱片的最佳化後，須將散熱片套入一體式流道的模型以進行整體流道設計，此階段須反覆模擬並微調，目的是使冷卻水均勻流經九個散熱片，進而使功率模組各區塊能均勻散熱。

此馬達驅控器冷卻流道在完成設計後，須透過測試驗證，確認符合規格後，才能應用於實際車輛，以確保安全。為了避免過多的開發成本，模擬分析設計的重要性日漸提升，將有助於預測開發、製造甚至驗證結果，避免多次的設計與製造迴圈。

更完整的內容

詳見 | 機械工業雜誌 | · 438 期 · 108 年 9 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 機械工業雜誌·信箱：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