

透過更小且更智慧的馬達控制 推動混合動力及電動車市場

隨著混合動力車 / 電動車 (HEV/EV) 市場不斷擴大，人們對於更高效率和智慧的馬達定位控制的需求也變得更加重要。現今原廠 (OEM) 比以往更專注於如何強化馬達的能力 (如扭矩控制)，同時透過診斷維持高度的系統能見度，以隨時掌握系統的狀況。為了達到這些目標，馬達定位控制的高度整合解決方案，尤其是馬達效率和扭矩控制的解決方案變得至關重要。

■作者：Amanda Weise/

德州儀器類比半導體混合訊號車用產品部產品行銷工程師

隨著全世界的人們對更高能源效率的交通方式的需求增加，HEV/EV 將成為人們首選的交通方式。為了更加瞭解電動與混合動力車市場的潛力與發展情況，我們需要知道本文會提及的車輛類型。《2007 年到 2021 年混合動力車輛系統的需求預測》的報告中，Strategy Analytics^[1] 將 HEV/EV 分為四類：

1. 輕度混合動力
2. 全混合動力
3. 插電式混合動力

4. 純電動

每一種分類均考慮車輛馬達的功率以及馬達在系統中準確負責的任務。例如，在上述報告中，Strategy Analytics 將輕度混合動力車輛歸到馬達功率小於 20kW 的那一類。此種馬達用於配合內燃機的煞車回饋和扭矩協助工具。一旦你理解了輕度混合動力與純電動的權衡，就更容易理解馬達定位感測器在該領域的總體有效市場。表 1 列出了 Strategy Analytic 報告中定義的系統分類，這將會貫穿全文。

表 1：Strategy Analytics 使用的電動車輛的不同分類

系統	系統定義	系統組成
輕度混合動力系統	任何配備一個功率小於 20W、為車輛提供煞車回饋和扭矩協助工具的馬達，並與內燃引擎相連接的系統。	混合動力系統電子控制單元 (ECUs) (包括馬達與電池控制器)、配線 / 電纜、感測器、DC/DC 轉換器、電池組、其它存放裝置。
完全混合動力系統	任何配備一個或多個功率大於 20W、為車輛提供煞車回饋和推進功率功能的馬達，並與內燃引擎相連接的系統。	混合動力系統電子控制單元 (ECUs) (包括馬達與電池控制器)、配線 / 電纜、感測器、DC/DC 轉換器、電池組、其它存放裝置。
插電式混合動力系統	任何配備一個或多個為車輛提供煞車回饋和推進功率功能的馬達，並與內燃引擎相連接的系統。配備一個更大的插電式可充電蓄電池組，用來提高純電動駕駛的使用率。	混合動力系統電子控制單元 (ECUs) (包括馬達與電池控制器)、配線 / 電纜、感測器、DC/DC 轉換器、電池組、其它存放裝置。
純電動系統	任何配備僅由電池供電的馬達，用來給車輛提供推動力的系統。	電動車輛系統電子控制單元 (ECUs) (包括馬達與電池控制器)、配線、感測器、DC/DC 轉換器、馬達、電池、其它存放裝置。

由 Strategy Analytics 提供的表格^[1]

既然我們已經瞭解文中將討論的車輛類型，接下來將開始探究市場，以更深入了解汽車製造商正投入 HEV/EV 研發的潛在目標市場。

如表 1 所示，每部車輛都可能搭載 1 到 4 個馬達。(搭載 4 個馬達是出於每個輪胎都需要一台馬達)。每台馬達都將需要搭配合適的系統，以安全高效地推動與控制這些馬達。這些系統需要具備控制能見度和細微性，以能夠找到合適的扭矩與馬達控制。牢記馬達與其控制系統需要的知識，表 2(同樣來自 Strategy Analytics 的報告) 給 2015-2021 期間市場上的每種類型車輛的數量一個估計值。

表 2 顯示出 HEV/EV 市場的穩定成長以及汽車市場對電動解決方案的興趣。隨著需求的增加，OEM 廠將繼續尋找提升這些車輛效能、並同時增加使用內建診斷、保護和監控設備增加系統自診斷容易性的方法。

為了瞭解這一新興且發展快速的市場，瞭解該領域的汽車製造商所關注的主要推動因素是至關重要的。首先是使這些車輛能夠為他們的馬達推動器 (逆變器) 提供精確精準的馬達控制非常重要。其次是為什麼系統在設備層面的整合對為 HEV/EV 提供更小、更智慧和更有效的解決方案非常關鍵。

精確精準的馬達控制

對任何車輛來說，不管是否為電動車，馬達是推動車輛前進的動力系統的中心零件。特別是電動車，需要馬達的位置資訊，包括角度和速度資料，以確保馬達控制系統能夠高效精確地工作。由逆變器收集的資料被積極用來控制和監控每個馬達相中

的電流情況。控制和調節馬達電流的過程就是用來為馬達創造扭矩的過程。電動車輛的扭矩控制對客戶和汽車製造商均至關重要。扭矩至關重要的主要領域包括：

1. 在以低速啟動馬達和爬坡時需要高扭矩
2. 扭矩控制保證車輛高速行駛時的高功率
3. 加速時的快速的扭矩回應要求精確的馬達控制
4. 精確的馬達和扭矩控制實現再生制動需要的高頻率

控制和理解馬達中的扭矩讓車輛可以為駕駛者向車輛提供更滑順的動力。準確地瞭解馬達位置是保證合適扭矩控制的關鍵。透過瞭解馬達軸的準確位置以及搭載可以根據馬達資料做出決策的智慧系統，電動車輛的控制系統能夠精確地計算出駕駛者需要的扭矩。控制越精確，駕駛者在處理上述所列的任意一種情況時將獲得更好的體驗。

電動和混合動力車使用的馬達控制系統的簡單結構，請見圖 1。預想該系統如何運作，您可以想像一下在駕駛時決定改變速度的場景。讓引擎 / 馬達控制單位 (逆變器) 加速 (或減速) 時，車輛的電池提供推動馬達運轉的動力。然後，位置感測器 (分解器) 會讀取馬達的角度資訊並將其轉化成逆變器系統的微控制器可操作的格式。該資料一旦傳輸到微控制器，馬達控制系統就可以增加或降低馬達扭矩。這些速度的增加或降低以同樣的方式被處理，而且合適的扭矩會根據使用者的原始輸入傳遞到系統。

整合

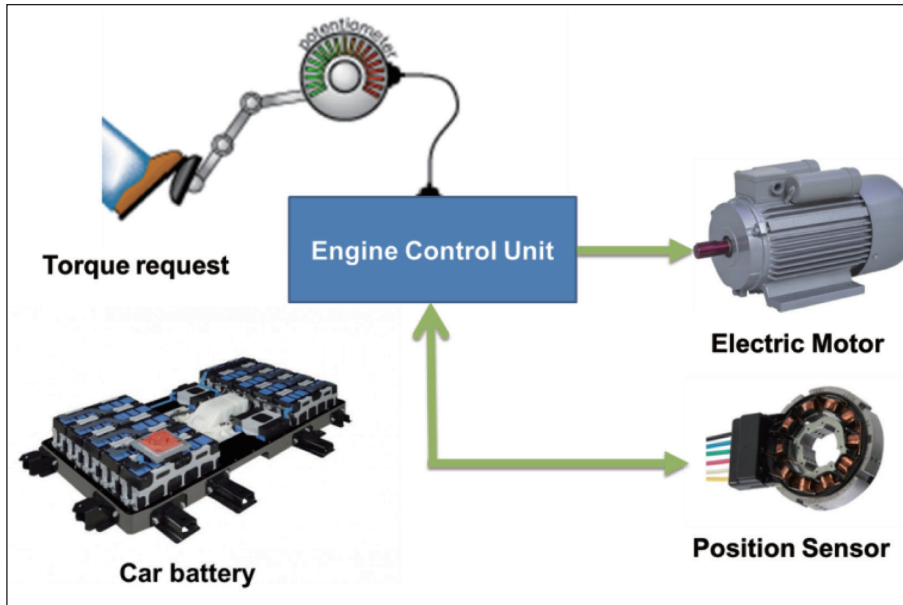
瞭解了馬達控制在 推動系統中的重要性後，我

表 2：Strategy Analytics 使用的每種類型車輛的數量

(K-units)	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	複合成長率 (CAGR) (2015-2021)
輕度混合動力系統	1,344	2,091	2,767	3,396	3,974	4,574	5,136	13.70%
全混合動力系統	2,277	2,597	2,734	2,887	2,922	2,951	3,020	2.20%
插電式混合動力系統	352	755	1,086	1,518	2,007	2,374	2,871	21.00%
純電動系統	322	419	540	648	756	858	959	12.60%
總計	4,295	5,861	7,127	8,450	9,658	10,758	11,987	10.80%

由 Strategy Analytics 提供的表格^[1]

圖 1：引擎控制單位與定位感測器裝備地點



們現在可以探討多種當今市場上用來強化控制車輛扭矩系統的方法。

馬達控制系統的中心零件是一個逆變器電路板。該零件用來向微控制器、馬達推動器和用來讀取和操作收集到的馬達資訊的感測器介面提供動力。為了能夠做到這一點，在車輛的引擎蓋下靠近馬達的地方為系統配備該電子產品。該電路板的位置給混合動力和電動車輛製造商帶來一對挑戰。

由於每輛車的引擎蓋下方的空間已然很有限，因此保證一個具有小型結構與封裝的方案是至關重要的。為了實現更小的解決方案，電子零件供應商正專注於如何在一個封裝板內整合更多的功能甚至更多的裝置。目前已引入市場的車用裝置，已將實現系統功能所需的零件整合在一個晶片上（例如訊號鏈、通訊或電源），且能夠將整合的晶片組合起來，以降低電路板上用來控制馬達的零件的數量。

透過在一個 IC 載板中整合更多的功能和裝置，混合動力和電動車輛製造商可以縮小逆變器系統的整體板子尺寸以及省去一些不再需要的電子零件的成本。更小和更具成本效率的解決方案給予 OEM 廠有利優勢，使其不必再為客戶增加成本。

隨著市場趨向於整合化，另一個解決的因素是

系統的整體智慧和連線性。這到底意味著什麼？當車輛內部的各模組變得更加複雜時，進行系統診斷和健康檢查是有必要的，以確保正常運作。對於 HEV/EV 馬達控制系統，做這些類型的檢查將會使馬達、推動電路以及位置感測器的健康狀況成為已知變數，而系統的運轉依靠這些變數。憑藉馬達系統內部的可見性，如果誤差或問題發生，對推動的評估將更智慧與更迅速。更智慧的馬達控制可以報告控制系統的狀態並採取行動。這樣的馬達控

制系統是 HEV/EV 市場成功的必要條件。

總結

為汽車系統供應商和汽車製造商提供更智慧、更小型與更節約成本的解決方案是 HEV/EV 市場的關鍵。隨著該市場迅速擴張，馬達控制高度整合化的解決方案成為電動車輛成長的核心所在。最終，以較低的價格向客戶提供高效能的系統才是推動該市場向更成功邁進的真正動力。

這些 HEV/EV 解決方案包括：PGA411-Q1 旋轉變壓器介面和 C2000 微控制器。

參考文獻

1. Mak, K. (2014). 混合動力車輛系統需求預測 2007-2021 資料文檔。Strategy Analytics。
2. Singh, B., Jain.P., Mittal.A.P., Gupta.J.R.P(2006)。直接扭矩控制：一種實用的電動車輛解決方案。IEEE, TI 虛擬資料庫。
3. Tashakori, A., Ektesabi, M.(2012) 電動車輛的直接扭矩控制推動系統。世界工程大會記錄檔 2012 Vol II。CTA