



馬達與驅動技術專輯

主編前言

Editor's Notes for Special Topics on Motor and Drive Technology

陽毅平

國立台灣大學
機械系
教授

工研院機械所
正研究員

在我們生活與工作的環境中，你有沒有計算過你身邊的用具有多少是由馬達帶動的設備？每天早上起床，你可能被一個鬧鐘喚醒，裡面可能有一顆馬達；刷牙的時候，你可能用一隻電動牙刷；使用微波爐加熱早餐時，轉盤需要馬達帶動；開車上班時，車上的啟動馬達/發電機、電動窗、光碟機、電動椅、天窗、雨刷、冷氣、自動天線、後視鏡、動力方向盤，都有馬達在驅動；如果你開的是一輛現代化裝備奢侈的名車，裡面可能裝有上百個大小不同的馬達；搭電梯也有馬達送你上樓；進到辦公室的自動門，桌上電腦中的光碟機、風扇，辦公室的印表機、空調，都有馬達；幫你送公文的機器人，身上可能有數十個馬達在轉動。或許你從未注意到馬達的存在，但是它們都躲在你看不見的角落裡，默默的為你服務。

馬達種類可分成兩類-直流馬達與交流馬

達，交流馬達又分為同步馬達與非同步馬達；在交流同步馬達中，用方波電流驅動的俗稱直流無刷馬達，而用正弦波驅動的交流同步馬達常被稱為永磁同步馬達。電學之父法拉弟(M. Faraday)在西元 1831 年發現磁通的變化可以發電，奠定了發電機與馬達的基礎；英國科學家史特金(W. Sturgeon)在 1832 年發明整流器後，德國工程師西門子(W. V. Siemens)在 1866 年發展出直流發電機，也成為直流馬達的前身；英國的天才馬克斯威爾(J. C. Maxwell)於 1861 年期間，將法拉第與奧斯德(H. C. Orsted)發現的電生磁與磁生電的現象，用四個簡單的方程式描述，一直延用至今。到了 1887 年，特斯拉(Tesla)發表了屬於非同步馬達的交流感應馬達，由於結構簡單、製作便宜、維護方便，目前 90% 的馬達都是感應馬達。直到 1962 年，直流無刷馬達的想法才由兩位工程師威



爾森(T. G. Wilson)和崔軻(P. H. Trickey)提出來，直到磁鐵和電力開關設備都到齊了，才於 1980 年初開始有商品化的直流無刷馬達。雖然直流無刷馬達是由直流有刷馬達去除碳刷後，改以交流電波型驅動，與直流有刷馬達有相似的特性曲線，應該屬於交流馬達類，但 30 年來，直流無刷馬達的名字卻一直沿用至今。

依據市場分析，2013 全球馬達市場規模達到 483.9 億美元，估計 2013 成長率為 6.77 %，而 2012-2017 成長率為 6.20-6.76 %，在全球經濟不景氣的當下，馬達市場還能成長的主要原因是受到節能議題、綠能產業、及法規推動的影響。依照馬達輸出功率來分類時，大於一馬力的馬達稱為整數馬力馬達，小於一馬力的馬達稱為分數馬力馬達，市場佔有率約為 3:7；整數馬力馬達主要用在工業、商業、發電機、電動運輸車輛動力馬達等，分數馬力馬達主要用在汽車電子、消費性電子產品、家用與商用電器、部分工業機械設備等。電動馬達都需要使用電力，據統計全球有 43-46 % 的電力被馬達消耗，工業用電中也有 69 % 被馬達消耗，馬達用電在商業中佔了 20 %，在家庭電器設備中佔了 13 %，而馬達在農業及運輸中各佔 2 %。大部分的馬達都不大，小型馬達 (10-750 W) 耗電只占總馬達用電的 9 %，大型馬達(375-10000 kW)佔 23 %，使用量最大的中型馬達(0.75-375 kW) 佔 68 % 耗電比例。

本專輯首先邀請工研院的工程師們，帶你瞭解截至 2012 年為止，全球推動馬達動力設備節能現況，以及 2013 年以後之馬達節能發展趨勢與展望。

黃昌圳教授介紹如何用有限元素法及遺傳演

算法，優化設計一具機器人手臂使用的無槽式同步永磁，不但使馬達效率提升，單位重量產生的轉矩也獲提升。

廖聰明教授使用永磁同步馬達驅動系統，有創意的應用在電能轉換功能上，不論由市電電網到電動車輛，或由電動車輛到家庭，創新開發的電力電路可以作有效電力傳送；

劉承宗教授使用電磁原理與愛波斯坦方圈建立一套合理評估鐵損的方法，對於馬達設計與製作者而言，提供了一套方便且可靠的方式，在製作實體前就可以有效的掌握電機產品的操作性能。

江瑞利教授使用田口法優化設計切換磁阻馬達，同時考慮馬達控制策略與結構外形，提供產業開發切換磁阻馬達的技術能力。

劉添華教授撰文探討內藏式永磁同步電動機的定位控制，只要注入高頻電壓信號進入馬達，就可藉由電流信號估測轉子轉軸角度，無須使用角度偵測元件。

林志鴻教授針對同步磁阻馬達磁場導向控制的動態模型，發展積分型步階回歸遞迴式類神經網路控制法，可以在馬達參數變化和外來干擾的狀況下，精準控制轉子位置。

謝旻甫教授介紹一應用於無人飛行載具之整合式起動馬達-發電機，由設計、製造、到「組裝後充磁」製程技術，最後以實驗驗證，完整的呈現系統化的研發過程。

本專輯邀請國內相當專業的教授與專家，對於各式永磁同步馬達及磁阻馬達的馬達設計、製造與控制，均有深入分析與探討，對學界研究與業界發展，都可提供相當有幫助的資訊。 ■