

# 不斷演進的馬達系統

■文：徐俊毅

19世紀初，電磁效應的發現開闢了物理學新領域電磁學，為電動馬達的誕生奠定了理論基礎。1821年法拉第製造了很可能是世界上第一個電動馬達——一個繞著磁鐵不停轉動的通電線圈。伴隨著人類社會的幾次工業變革，電動馬達已經遍佈整個工業系統，成為人類可以支配的一種可靠“力量”，稱其為“肌肉”也不為過，因為全球工業用電的4~6成用於各式電動馬達了。

近100多年的發展電動馬達的門類已經極為豐富。現在工業用常見的馬達有：直流有刷馬達、感應式馬達、永磁馬達。其中直流有刷馬達，已瀕臨淘汰；感應式馬達價格便宜、裝置簡單且容易控制，但是能源效率不高；永磁馬達包括：永磁同步馬達(PMSM)、無刷直流馬達(BLDC)、磁阻馬達、步進馬達、磁滯馬達等等類型，具有較高壽命和較佳能源效率以及可控性，在工業應用中PMSM和BLDC馬達正在大規模取代交流和直流有刷電機。

在當今的大多數應用領域，馬達發揮的作用並不是簡單地旋轉功能，人們希望馬達能夠盡可能按照人們的要求去動作，這不僅僅對節約能源有重大意義，同時還可以

在很多場合替代人類做更多事情。比如工業機器人的手臂要運動到什麼位置？需要多大能量提起多重的物體？這些都需要一個控制系統來進行精確控制。但是，馬達的工作原理本質上是一個電磁轉換過程，人們不能直接控制磁信號，只能通過改變電信號，實現對馬達的一系列控制要求。因此，馬達的廣泛使用，帶動了馬達控制系統的發展，不同的應用場合需要不同的控制系統，特別是當今的IoT、工業4.0快讀發展的大背景下，馬達控制系統也隨之成長，驅動IC、MCU、MOSFET、IGBT等馬達控制系統信號鏈每一個環節都因此受益。

從馬達控制角度來看，控制系統可根據控制要求大致分為變頻器、驅動器和伺服系統幾類，控制要求越多，精度要求越高，對控制系統的要求也就越高，相應的系統複雜度也會隨之提升，好處是這樣的系統可以做很多高精度的事情，同時在可靠性方面也大大提升。當然，不是所有馬達應用都需要那麼高的控制精度，比如你不需要抽油煙機的風扇能夠精確停留在某個角度，或者旋轉15°這樣的動作吧？

## 常見的三類馬達控制系統：

**變頻器：**處理器加上功率控制模

組，再輔以各種保護措施，讓馬達按照需求提供輸出。常用於大型動力機械，比如起重設備、電動自行車、風機以及近年來市場上大力推廣的變頻空調等等；

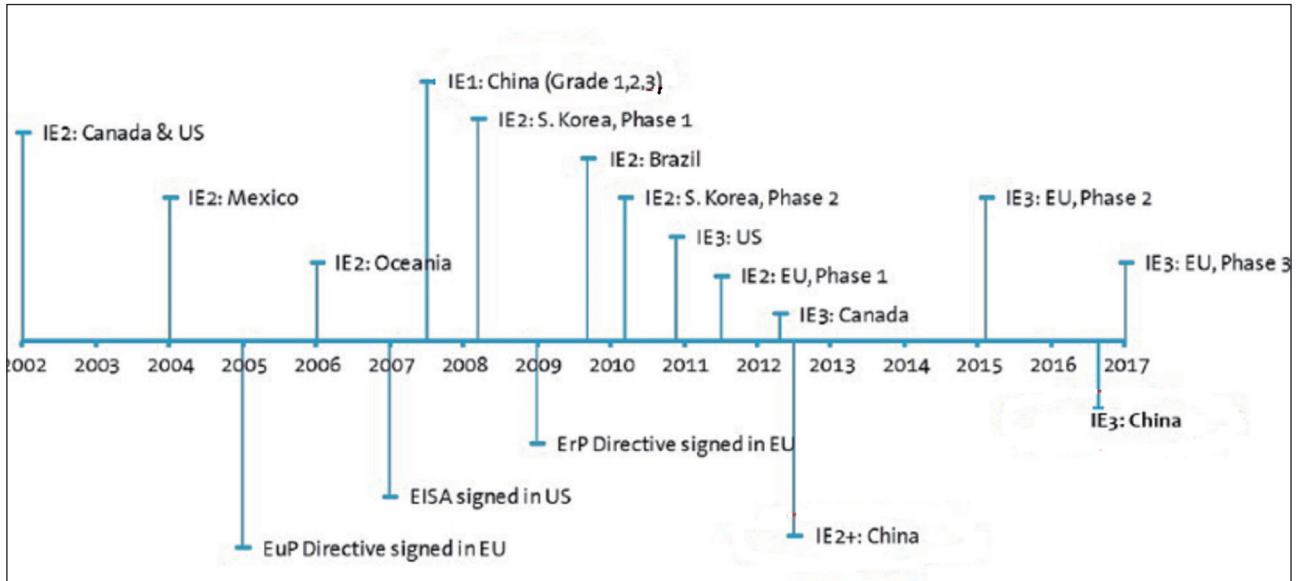
**驅動器：**在馬達變頻基礎上增加了電流環路檢測，為控制系統提供回饋資訊，進一步優化馬達控制並提高系統可靠性。

**伺服器：**在驅動器基礎上增加了馬達轉子的位置和速度控制，實現反轉、停留、旋轉若干角度等高難度動作，系統也最為複雜，在更為高級的自動化應用，如機器人系統工業自動化等領域廣泛應用。也是馬達控制系統供應商的重點領域。

## 高效馬達轉換時間表

IoT、工業4.0等領域的發展需要更多馬達，但是減少碳排放改善自然環境又是人類社會的共識。因此，世界各國紛紛都提出了對馬達系統功耗控制的規範和要求，提出了高效馬達的轉換時間表。比如美國能源部(DoE)要求自2015年

圖說：HIS 公佈的全球各國高效馬達轉換時間表



3月起，輸入美國市場馬達，將被強制要求符合美國能源獨立與安全法案的能效要求。包括歐洲、中國大陸、臺灣等諸多國家和地區也紛紛制定了制定馬達相關能效等級規範。這讓高效馬達市場得以迅速發展，M&M的研究報告認為，全球高效馬達市場從2012年起就保持了近20%的GAGR(年複合增長率)，並預計未來幾年仍有較高成長能力，也因此帶動規模為數百億

美元的馬達控制市場。

馬達系統一直朝向高性能、小型化、低成本方向發展，這也使得馬達控制系統向更低BOM成本，更高集成度的方向發展。為提升馬達效率，技術人員通過改進驅動器的設計，減少馬達在高速運轉中的熱損耗，讓馬達運轉更為平順，且更加節能。但這些都需要MCU以及軟體演算法的配合，馬達控制系統中的計算系統要承擔

前所未有的重任，隨著通用工業用ARM處理器的普及，這種在以往困難重重的任務變得簡單了許多。由於ARM生態系統的開放性和通用性特點，越來越多的業者都選擇ARM核心作為馬達控制系統的核心。本期專題以從馬達控制系統的MCU為切入點，拋磚引玉邀請幾家重量級大廠，聽聽他們對馬達控制系統的想法和規劃。CTA

# COMPOTECHAsia 臉書

每週一、三、五與您分享精彩內容

<https://www.facebook.com/lookcompotech>