



# 永磁同步馬達無感測控制技術

周信宏

工業技術研究院  
機械所  
智慧機械技術組  
資訊與資源部

丁家敏

工業技術研究院  
機械所  
智慧機械技術組  
資訊與資源部

田秋寶

工業技術研究院  
機械所  
智慧機械技術組  
資訊與資源部

林振志

工業技術研究院  
機械所  
智慧機械技術組  
資訊與資源部



## 關鍵詞

- 無感測控制技術 Sensorless control
- PMSM(permanent magnet synchronous motor)
- 估測器 Observer
- 高頻訊號注入 High-Frequency Signal Injection

## 摘要

本文中主要探討伺服驅動技術的無感測控制技術(Sensorless Control)。介紹目前已被發展出的無感測控制驅動技術的方法，如 Ortega' s 方式[8]與 Matsui 方式[9]。Ortega' s 方法是藉由使估測器的輸出與真實系統輸出近似，反推出當時馬達角度。Matsui 方法是藉由估測器輸出與

真實系統輸出之間的差異值，以反推修正的方式計算出馬達角度。另外一方面也簡介了關於高頻注入控制方法的概念與原理。在文章的另一個重點部份為順滑模態估測器(sliding mode observer)的方法與原理，確保估測器高穩定度與信賴度，在文章的最後也針對順滑模態估測器所需的啟動方法也做了說明，同時也比較了三種不同的啟動方法的優缺點。

## 前言

近年來節能減碳與環保意識抬頭，節能與綠能為當今工業界主要的課題之一。工業界中大多以馬達做為動能輸出，若要達到節能減碳的效果，就必須使用變頻的方式來控制馬達，因此現今許多產業如射出機、空壓機...等產業，逐漸將



系統中所使用的馬達改為伺服馬達，要控制伺服馬達必須以伺服驅動器做為驅動源，使得伺服驅動技術變得比以往更加重視。

基礎伺服驅動架構如圖一所示，其中系統的性能除了由計算精準度與解析度決定外，另一個重點為回授感測元件的解析度與感測器存在性決定。於要求高精度與高可靠度的系統中若沒有回授感測元件的存在，控制閉迴路則無法實現，造成整體控制性能大幅度下降，且系統穩定度也變得無法掌控，因此回授感測元件在伺服驅動系統伴演著重要角色。另外一方面，雖然回授感測元件於控制系統中伴演著重要的角色，但許多系統中存在成本與空間的限制，無法使用回授感測元件。相對的，此系統對於控制的精準度的要求不如回授感測元件來得高，若可以找到其關聯性存在的控制方程式，且系統鑑別技術穩定度高的條件下，省略回授感測元件，降低系統製造成本與系統穩定度，以達到系統的控制目的。

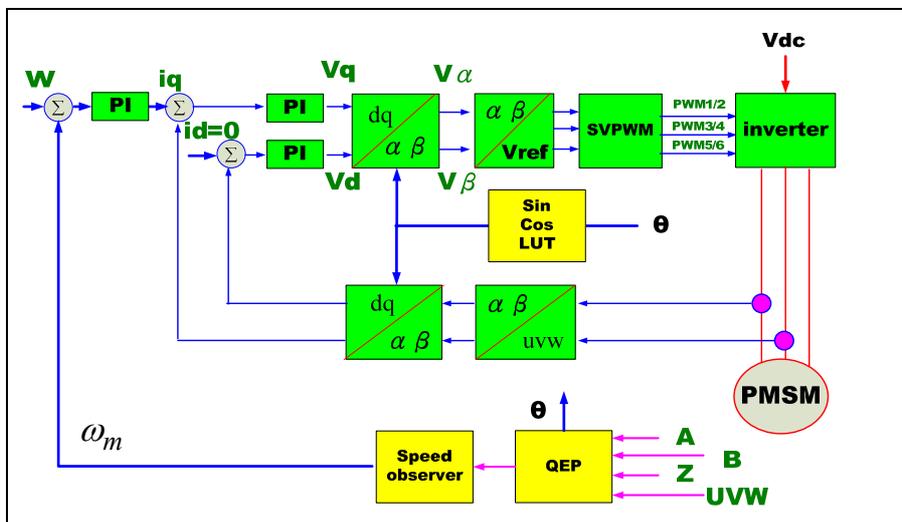
轉子位置資訊對於永磁馬達驅動控制是相當重要的感測資料，影響著整體效率與精準度。但是有些場合，因為馬達機構設計與周邊環境造成

無法安裝位置感測器如光學編碼器(encoder)與解角器(resolver)等相關元件，如工業界的系統空壓機或真空泵等應用場合，由於體積與空間有限，無法安裝感測元件在輸出軸端或者是馬達背部。此外，高雜訊應用場合，使感測器元件訊號錯誤而無法判讀位置資料。於民生用途中，如冰箱或者空調系統中的馬達在控制上不要求精準，弱以成本的考量，此產品可將感測器省略，以節省產品成本，使得產品更具有競爭力。

因此，在不使用回授感測元件的情況下，迫使驅動器不得不尋找無感測元件的控制方法，在不使用回授感測元件下，伺服驅動系統也能正常運作，在本文中將會針對無感測控制做一些說明與比較，進一步將他使用於驅動系統中。

## 無感測控制技術簡介

無感測控制技術泛指在永磁馬達控制中沒有使用角度回授感測器的控制技術，目前比較新穎的技術大致上可以分為兩大類；第一大類為使用



圖一  
基礎伺服驅動控制架構

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】337期・100年4月號

每期220元・一年12期2200元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

訂書專線：03-591-9342

傳真訂購：03-582-2011

機械工業雜誌官方網站：[www.automan.tw](http://www.automan.tw)