

篇名

電動機原理之探討

作者

張雅柔。高雄縣中山工商。綜合高中。二年六班

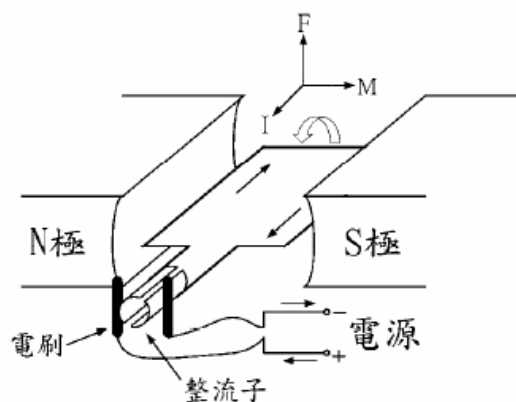
壹●前言

在日常身活中電動機（Electric motor）以佔有不可獲缺的零件，電動機又稱為馬達或電動馬達，是一種將電能轉化成機械能，並可再使用機械能產生動能，用來驅動其他裝置的電氣設備。電動機的用途有用在電風扇、玩具車、洗衣機、錄音機等等，並藉由本文將帶大家認識來電動機。

貳●正文

一、電動機概況與基本構造

電動機一般又稱馬達(Motor)，能將電能轉換為機械能，以驅動機械作旋轉、振動或直線運動，被廣泛運用於自動控制與機電整合領域。電動機的種類很多，對於基本結構來說，組成主要由定子（Stator）和轉子（Rotor）所構成。定子在空中靜止不動，轉子則可繞軸轉動，由軸承支撐。定子與轉子之間會有一定空氣間隙，以確保轉子能自由轉動。定子與轉子繞上線圈，通上電流產生磁場，就成為電磁鐵，定子和轉子其中之一可為永久磁鐵。直流馬達的原理是定子不動，轉子一相互作用所產生作用力的方向運動《如圖一》所示。交流馬達則是定子轉主線圈通上交流電，產生旋轉運動。《註一》

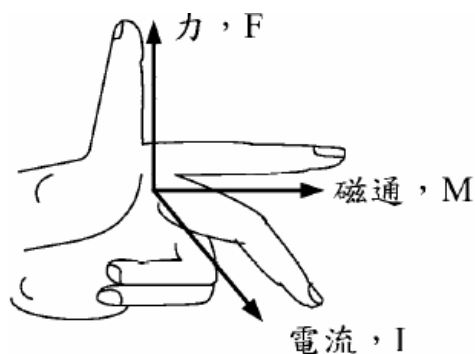


《圖一》 直流馬達基本構造與原理

<資料來源：邱奕志。國立宜蘭大學生物機電學系(PDF)。檢索於：2008.3.25，<http://agriauto.bime.ntu.edu.tw>>

二、電動機的原理

馬達的旋轉原理的依據為佛來明左手定則《如下圖二》所示，當一導線置放於磁場內，若導線通上電流，則導線會切割磁力線使導線產生移動。電流進入線圈產生磁場，利用電流的磁效應，使電磁鐵在固定的磁鐵內連續轉動的裝置，可以將電能轉換成力學能。



《圖二》弗萊明左手定律

<資料來源：邱奕志。國立宜蘭大學生物機電學系(PDF)。檢索於：2008.3.25，<http://agriauto.bime.ntu.edu.tw>>

三、電動機的種類

表(一)電動機之種類《註二》

同步馬達	恆速不變與不需要調速，起動轉矩小，且當馬達達到運轉速度時，轉速穩定，效率高。
感應馬達	構造簡單耐用，且可使用電阻或電容調整轉速與正反轉，典型應用於風扇、壓縮機、冷氣機。
可逆馬達	基本上與感應馬達構造與特性相同，馬達尾部內藏簡易的剎車機構(摩擦剎車)，其目的爲了藉由加入摩擦負載，以達到瞬間可逆的特性，可減少感應馬達因作用力產生的過轉量。
步進馬達	脈衝馬達的一種，以一定角度逐步轉動的馬達，因採用開迴路(Open Loop)控制方式處理，而不需要位置檢出和速度檢出的回授裝置，就能達成精確的位置和速度控制，且穩定性佳。
伺服馬達	具有轉速控制精確穩定、加速和減速反應快、動作迅速(快速反轉、迅速加速)、小型質輕、輸出功率大(即功率密度高)、效率高等特點，廣泛應用於位置和速度控制上。
線性馬達	具有長行程的驅動並能表現高精密度定位能力。
其他	旋轉換流機、旋轉放大機等

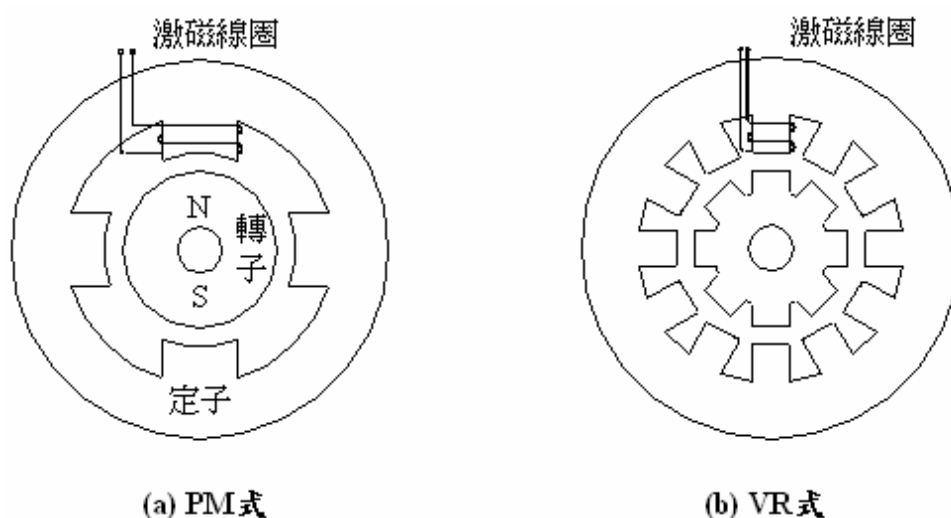
<資料來源：劉培智(2002)。電動及各種電器運用。台北：科技圖書，作者匯整>

由表(一)所示本文將步進馬達和感應馬達再提出並初步的介紹

1.步進馬達

步進馬達的種類依照結構可分成三種：永久磁鐵 PM 式(permanent magnet type)、可變磁阻 VR 式(variable reluctance type)、以及複合式(hybrid type)。PM 式步進馬

達《如圖三 a》所示的轉子是以永久磁鐵製成，特性為線圈無激磁時，由於轉子本身具磁性故能產生保持轉矩。PM 式步進馬達的步進角依照轉子材質不同而有所改變，例如鋁鎳鈷系(alnico)磁鐵轉子之步進角較大，為 45°或 90°，而陶鐵系(ferrite)磁鐵因可多極磁化故步進角較小，為 7.5°及 15°。VR 式步進馬達《如圖三 b》所示的轉子是以高導磁材料加工製成，由於是利用定子線圈產生吸引力使轉子轉動，因此當線圈未激磁時無法保持轉矩，此外，由於轉子可以經由設計提高效率，故 VR 式步進馬達可以提供較大之轉矩，通常運用於需要較大轉矩與精確定位之工具機上，VR 式的步進角一般均為 15°。《註三》



《圖三》PM 式與 VR 式步進馬達之結構

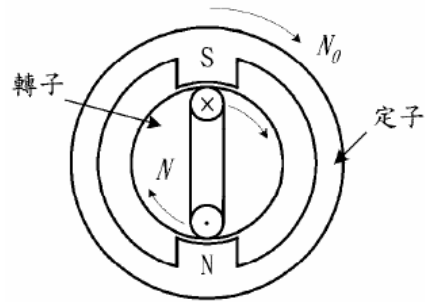
<資料來源：王崇飛。元智大學最佳化設計實驗室(PDF)。檢索於：2008.3.25，<http://designer.mech.yzu.edu.tw>>

2.感應馬達

感應馬達的轉動原理《如下圖四》所示是定子繞組線圈通上電源而產生旋轉磁場(N_0)，旋轉磁場與轉子有相對切割運動，再轉子感應出電動勢並產生電磁力，兩個力形成力偶，及產稱一個旋轉力矩，帶動轉子轉動。感應馬達重要的是參數式轉插率，如果定子旋轉磁場與轉子之間沒有轉差的存在，轉子就不會轉動。

單相感應馬達之定子繞組線能產生交變磁場，但交變磁場不能讓馬達旋轉，必須加上啓動繞組線圈，才能產生旋轉磁場，讓馬達轉動。然而三相感應馬達的定子線圈，供以三相電源時，即可產生全轉磁場使得馬達轉動。三相感應馬達一轉子構照的不同，可分為鼠籠式轉子與繞線式轉子。

- (1) 繞線式：轉子上放置繞組經由炭刷滑環組，在外串加電組或短接，以調控啓動及運轉速度。
- (2) 再轉子槽中放置金屬條，於兩端短接，金屬調為斜置(Skew)，以等效分佈繞組作用，使轉矩平順，降低噪音。



《圖五》感應馬達的轉動原理

<資料來源：邱奕志。國立宜蘭大學生物機電學系(PDF)。檢索於：2008.3.25，<http://agriauto.bime.ntu.edu.tw>>

四、直流電動機與交流電動機的比較

- 1.直流電動機 (DC Motor) 好處為在控速方面比較簡單，只須控制電壓大小即可控制其轉速，但此類電動機不宜在高溫、易燃等環境下操作，而且電動機中需要以碳刷作為電流變換器 (Commutator) 的部件 (有刷馬達)，所以需要定期清理碳刷磨擦所產生的污物。無碳刷之馬達稱為無刷馬達，相對於有刷，無刷馬達因為少了碳刷與軸的摩擦因此較省電也比較安靜。製作難度較高、價格也較高。
- 2.交流電動機 (AC Motor) 則可以在高溫、易燃等環境下操作，而且不用定期清理碳刷的污物，但在控速上比較困難，因為控制交流電動機轉速須要控制交流電的頻率，控制其電壓只會影響電動機的扭力。一般民生使用馬達之電壓有 110V 和 220V 等兩種，在工業應用還有 380V 或 440V 等型態。

五、電動機的用途

在日常生活中電動機圖(五)用於許多地方：

- 1.民生用品：光碟機、印表機、洗衣機、水泵、磁碟機、電動刮鬍刀、錄音機、錄影機、CD、唱盤....等。
- 2.工業與商業用途：快速電梯、工作母機 (如:機床)、紡織機、攪拌機....等。



圖(五)電動機

<資料來源：鄒應嶼。國立交通大學電機與控制工程研究所。檢索於：2008.3.25，<http://pemclab.cn.nctu.edu.tw>>

參●結論

本文讓我們了解電動機可以分為很多種類，例如：同步馬達、感應馬達、可逆馬達、步進馬達、伺服馬達、線性馬達等等，也有直流與交流的分別，這幾種馬達的分類讓我們知道這些馬達的用處與構造。在本文中發現了弗萊明定律及電流磁效應，在基本電學中初步的了解，而利用本文再進一步它的定義。然而電動機與發電機原理基本一樣，分別在能量轉化的方向不同，發電機是藉由負載(如水力、風力)將機械能、動能轉為電能，若沒有負載，發電機不會有電流流出。

肆●引註資料

- 《註一》邱奕志。國立宜蘭大學生物機電學系(PDF)。檢索於：2008.3.25，<http://agriauto.bime.ntu.edu.tw>
- 《註二》劉培智。(2002)電動及各種電器運用，台北：科技圖書。
- 《註三》王崇飛。元智大學最佳化設計實驗室(PDF)。檢索於：2008.3.25，<http://designer.mech.yzu.edu.tw>