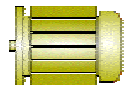

電動機導論

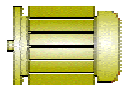
線性馬達 (上)



線性馬達

內容

- 線性馬達簡介
- 線性馬達結構
- 線性馬達與旋轉型馬達之基本差異
- 線性馬達的分類與運作原理
- 線性馬達的應用



線性馬達簡介

在自動化生產的製程中，直線運動機構是最為常見的一種應用載具，其自由度可能由一維至多維，可選擇的機構設計並不只一種，若以運動形式來劃分，則可區分為間接傳動及直接傳動。

間接傳動

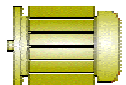
目前應用最廣的形式，主要透過機械機構，將旋轉運動轉換成直線運動，常見的形式有滾珠導螺桿機構，齒輪齒條機構及輸送帶等。

直接傳動

包括氣壓元件、液壓元件及線型馬達等

氣、液壓元件為了達到能量的傳遞，須以流體為媒介，此不但增加了系統的複雜度，同時亦增加了維修及定期保養、更換媒介、成本提高等問題。

線型馬達則以電磁場為媒介，可以大幅降低系統複雜度及維修保養等問題。



線性馬達簡介

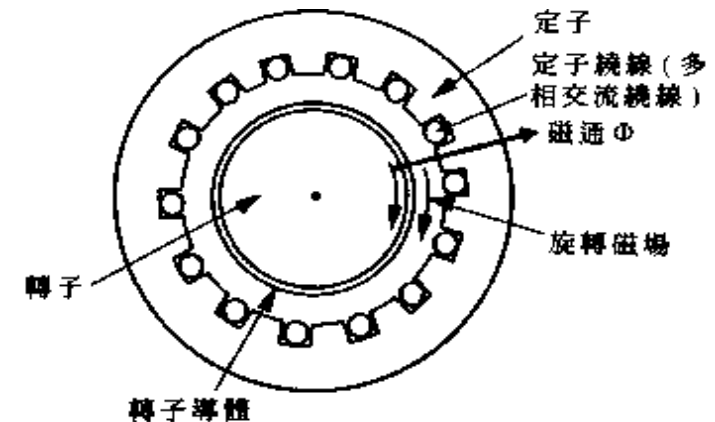
若將永磁無刷馬達展開，可得到永磁線性馬達；
將切換磁阻馬達展開，可得切換磁阻式線性馬達.....
等等；所以在線性馬達的世界裡，也可以依照旋轉式馬達的概念將線性馬達作分類，例如

線性感應馬達(Linear Induction Motor, LIM)

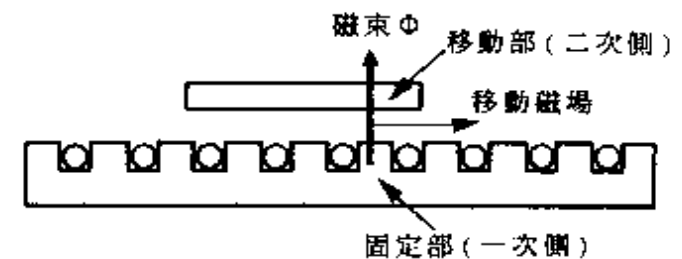
線性同步馬達(Linear Synchronous Motor, LSM)

線性磁阻馬達(Linear Reluctance Motor, LRM)

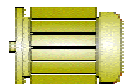
線性步進馬達(Linear Stepping Motor)



(a) 旋轉形

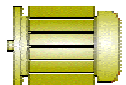


(b) 線性



線性馬達簡介

- 線性馬達的起源與旋轉型馬達相同，其出現的歷史皆已超過一百年。
- 線性馬達是由動子及定子所構成，亦可視為係由一次側(primary)及二次側(secondary)所構成，其中一次側定義為電功率輸入端；二次側定義為磁場產生端。



線性馬達簡介

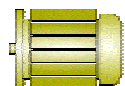
線性馬達與導螺桿

工業界一直在追求更高的精度、更快速的生產及更少的維修負擔，**線性馬達**即可符合這些條件。

線性馬達接觸式驅動系統，不需要軸承，不需要連軸器，為傳統工具機、自動化設備及檢測儀器帶來結構性改變。

依據Ingersoll Cutting Tool Co.的研究，線性馬達較滾珠螺桿，其使用在工具機時，**加減速約可提高10~20倍**，**速度可提高3~4倍**，**進刀速度一倍**，且因線性馬達**毫無背隙**，故可維持刀具切削力，使得磨耗減少，因此可提高刀具壽命。

線性馬達之一次側直接固在工作台上，與工作台成為一剛性體，線性馬達之二次側直接固定在機台上，一次側與二次側之間有一空氣間隙，傳動推力為非接觸式；與傳統伺服馬達經連軸器、滾珠螺桿等的傳動元件，所以減少了背隙誤差、加工誤差等問題，大大提升機械可靠度，並且沒有機械摩擦，降低維修的需要。



線性馬達簡介

線性馬達與導螺桿（續）

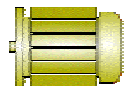
線型馬達之直接傳動特性可經由行程、進給速率、加速度、系統剛性、重覆性及維修等問題，分別與傳統由旋轉馬達與滾珠導螺桿作間接式傳動之機構進行比較：

a.行程（travel）

若工作空間允許，線型馬達之二次側可以無限延伸，相對應之滾珠導螺桿則由於剛性、加工性及成本之考量，一般以5m為限。

b.進給（feed rate）

線型馬達之進給速率與輸入之電氣頻率及電機極距（pole pitch）成正比，視工具機之結構可以達10 m/s以上之進給速率，相對應之滾珠導螺桿則由於機件磨擦及轉動慣量之限制，其極限為0.5 m/s。



線性馬達簡介

線性馬達與導螺桿（續）

c.加速度（acceleration）

線型馬達之加速可達10g 以上，相對應之滾珠導螺桿則不超過5 g。

d.系統剛性（stiffness）

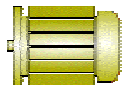
線型馬達由於省略間接傳動之機械元件，其剛性可大幅提升。

e.重覆性（repeatability）

線型馬達之重覆性高，視回授元件之精度單位，一般可達 μm 之要求，相對應之滾珠導螺桿則由於機件磨耗的因素，其重覆性相對下降。

f.維修（maintenance）

線型馬達由於結構簡單，使用過程中不須定期更換機件，相對應之滾珠導螺桿，則由於磨耗的問題須定期保養、加潤滑油及定期校正等，其維修費用相對較高。



線性馬達簡介

線性馬達之優點

高精度：

因無變換迴轉運動為直線運動的機構，故可進行高精密定位。

高加速度：

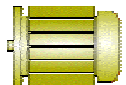
馬達的inertia較小，可有很高的加速度。

構造簡單：

驅動元件僅為定子與動子，馬達的運動速度與運動行程沒有限制。

高伺服響應：

機構簡單，電控迴路有較大增益與頻寬，較佳的伺服剛性。接觸，無機械損耗，不需要潤滑且可減少維修。



線性馬達簡介

線性馬達與旋轉型馬達基本上差異

- 位移行程有限，即有始有終，與旋轉型馬達的無限旋轉行程不同。
- 氣隙較大，由於為直線運動，須考慮機構的施工性及承載物的安全性，因此有明顯而不可忽視的氣隙，與旋轉型的微小氣隙不同。
- 一次側的寬度通常小於二次側寬度，易導致氣隙橫向磁場分步扭曲，呈現邊限效應(edge effect)。在有限行程下，亦會呈現出終端效應(end effect)。
- 除了產生直線運動的推力外，還可能產生垂直方向的正向力，在動部與定部之間，造成相互吸斥的作用，其效應為增加摩擦阻力及形成變動負載。

