

# 科學新知週報

# 第 104 期

發行人：林永河代理校長

主編：羅曉玲老師、蔡曜羽同學

自然與生活科技領域編製



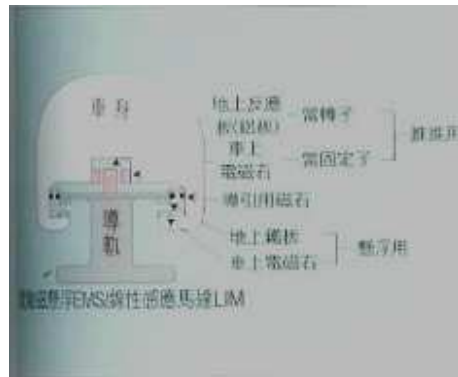
## 磁浮列車科技與應用

磁浮列車(Maglev)為目前陸地上最快的交通工具，也是當今「節能減碳」風潮下理想的交通工具，更是許多科幻片中人物快速移動的工具，究竟磁浮列車是怎麼運轉、營運的呢?本篇將介紹當今磁浮列車使用的物理原理、使用情況以及衍生技術。

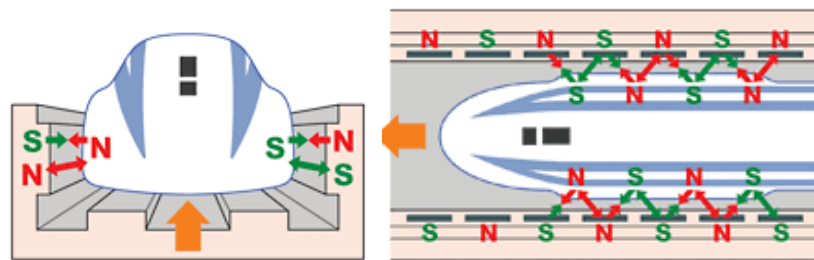
### 驅動方式----- 電磁懸浮 (EMS) v.s. 電動懸浮 (EDS)

**電磁懸浮(EMS)** 又稱「吸引式」是由列車將導軌「抱住」。透過軌道下方的鐵板與列車「環抱」導軌部分的懸浮用電磁鐵互相吸引，再利用列車本身所受的重力使之下沉，將之控制懸浮在導軌與車體之間，所以列車在靜止時便會自動懸浮於軌道上方。再透過車體下方的推進用電磁鐵與導軌上的電磁鐵(線性馬達)利用電流磁效應不斷改變磁極進行 **吸引-----排斥-----吸引** 方式使列車前進。這種推進方式唯一的缺點就是列車懸浮時的高度、平衡情況易受載客重量以及通過懸浮用電磁鐵的電流強度影響，可能造成列車晃動，故需使用額外的系統進行平衡控制。目前使用此方式的系統有：德國 M-Bahn(停止運作)、上海 SMT、日本愛知 Linimo。

**電動懸浮(EDS)** 又稱「互斥式」或「日本式」是由列車透過底盤上的「超導體磁鐵」(使用低溫超導體，故系統中需使用液態氮)產生磁場，與導軌上的懸浮用電磁鐵(方形線圈)互相排斥，使列車上浮。所以列車在靜止時需使用支撐用的車輪將列車「撐」在軌道上，待電流進入懸浮用電磁鐵後再「起飛」。前進時使用車體兩側的線圈與 U 型軌道兩側的引導用線圈利用電流磁效應快速改變磁極進行 **吸引-----排斥-----吸引** 引導列車快速前進。目前使用此方式的系統有：日本山梨高速實驗線 MLX。



↑圖(1) EMS 的懸浮結構



↑圖(2)、(3) EDS 的懸浮結構

### 營運實例:

磁浮列車的營運方式依營運範圍分為磁浮捷運與磁浮新幹線(磁浮高速鐵路)。磁浮捷運多為距離短、速度適中、成本極高，展現國家科技技術能力大於實際用途。磁浮新幹線適合長距離、速度極快的行車環境，目前多為計畫中或是實驗階段。

資料來源:《現代軌道運輸》蘇昭旭 張有恆 著、維基百科、Linimo 日文官網、JR 東海 MLX 官網

以下為目前主要的磁浮列車系統：

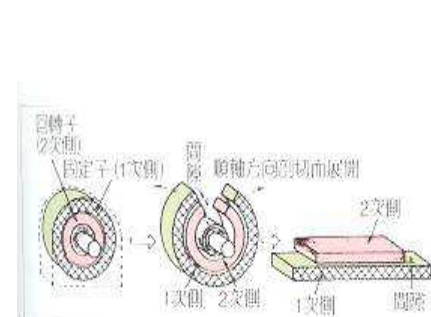
名稱	德國 M-Bahn	上海 SMT	日本 Linimo	日本 MLX
圖片	無			
位置	德國 西柏林	中國 上海	日本 愛知縣	日本 山梨縣
距離	1.6km	32km	8.9km	42.8 km
型式	磁浮捷運	磁浮捷運	磁浮捷運	磁浮新幹線
最高速度	50km/h	431km/h (不符合捷運需求)	100km/h	581km/h
狀態	停止運作	載客服務中	載客服務中	高速測試 定期試驗載客
備註	技術創始 停止運作	計劃延伸至虹橋機場、杭州 德國西門子建造	為 2005 愛知萬國博覽會建造	世界紀錄締造者 -----陸地上最快交通工具

※另外，德國 Transrapid、南韓 Rotem 正在建造中

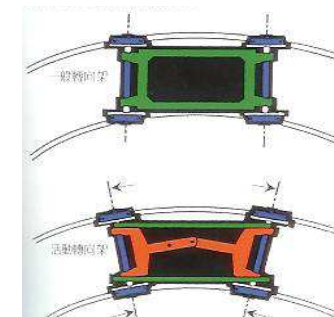
### 技術衍生-----線性馬達捷運(Linear Metro):

**線性馬達捷運**，又稱「迷你地下鐵」、「Tube (試管)」是一種新興並且廣泛運用的捷運系統。線性馬達捷運捨棄了傳統轉向架(bogie，也就是「車輪和車底驅動系統」的結構)以及原本轉向架上的驅動馬達。傳統馬達是利用列車所接收的電力透過電流磁效應帶動裝置在轉向架上的傳動軸和車輪，故車體需負擔馬達的重量以及佔據轉向架的空間，同時造成轉向架活動性降低，轉彎時的最小半徑增加(不利於轉彎)。線性馬達捷運則是將**線圈(電磁鐵)**裝置於軌道中央，透過線圈產生的磁力「吸引」列車轉向架，使列車前進。所以車體只需負擔乘客重量以及供電、行車安全系統的重量，不但可以增加載客量，更可以減少爬坡時的下滑力，提升列車速度以及升級行車安全系統。

線性馬達捷運同時具有地形適應能力強、行車空間需求小(車體更趨於流線、斷面更小)還可以配備自動駕駛系統 ATO，目前使用的著名系統有：加拿大溫哥華 Sky Train、馬來西亞吉隆坡 Putra 線、美國紐約 JFK 機場 Air Train、中國北京捷運機場快線(以上為加拿大龐巴迪技術建造，為線性馬達捷運技術創造者)；日本則為全世界線性馬達捷運最流行的國家(同時進行研發、改良) 東京都營地下鐵大江戶線(日本史上最貴、最深地下鐵)、大阪市營地下鐵今里筋線、神戶市營地下鐵海岸線……。



↑圖(4) 線性馬達的設計概念



↑圖(5) 拋棄傳統轉向架的優劣比較



↑圖(6) 都營地下鐵大江戶線