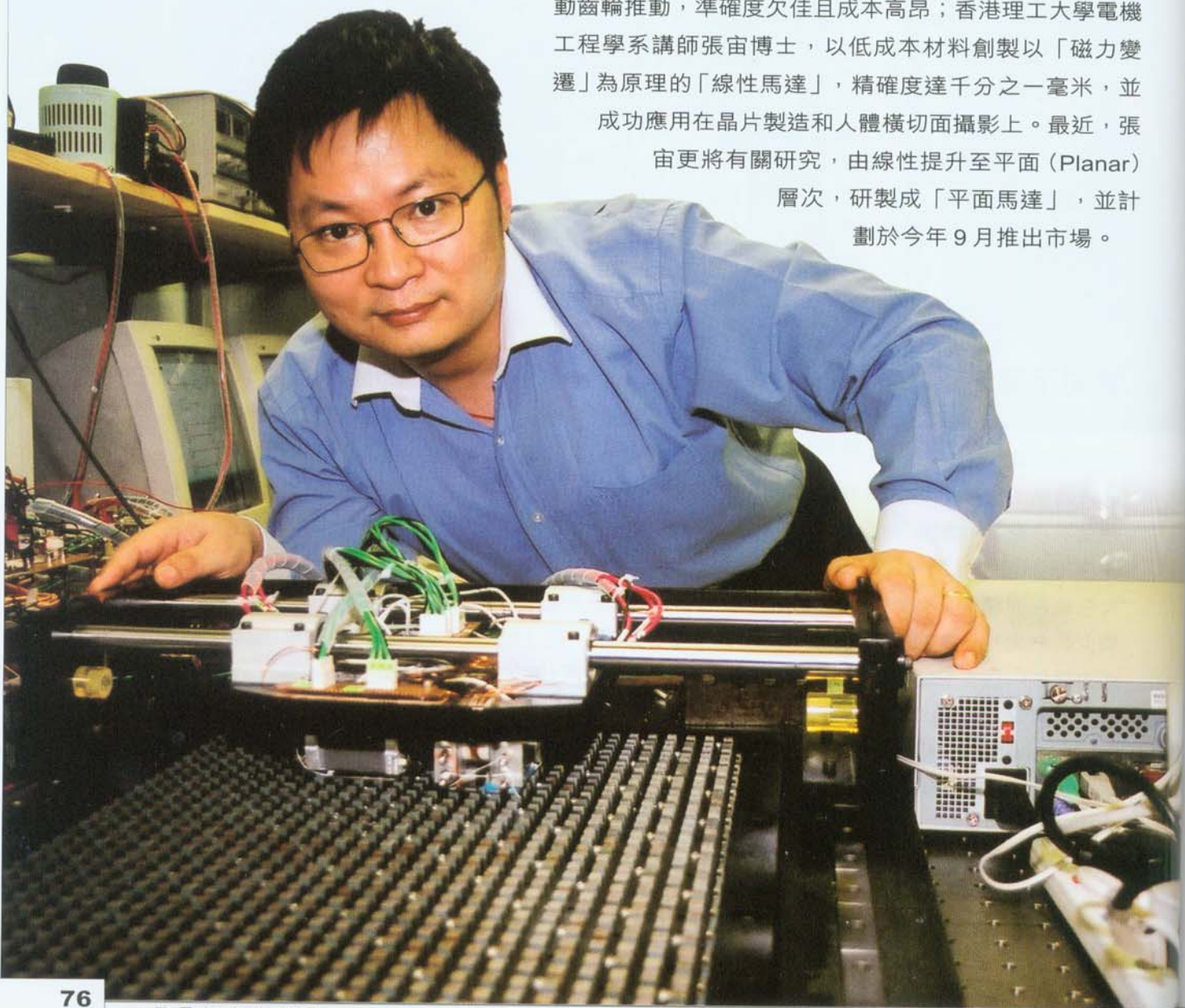


晶片製作「快槍手」

——張宙創製低成本磁力致動器

■ 劉存孝

線性驅動裝置（Linear Motion System），又名為線性馬達（Linear Motor），是電子致動器（Actuator）的一種；主要用於講求精密、準確的電子工業生產上，例如是電子零件裝嵌及晶片製造等。傳統的線性馬達以絲桿轉動齒輪推動，準確度欠佳且成本高昂；香港理工大學電機工程學系講師張宙博士，以低成本材料創製以「磁力變遷」為原理的「線性馬達」，精確度達千分之一毫米，並成功應用在晶片製造和人體橫切面攝影上。最近，張宙更將有關研究，由線性提升至平面（Planar）層次，研製成「平面馬達」，並計劃於今年9月推出市場。



電子致動器在工業生產過程中，一直擔當重要的角色，特別是一些微細、精確的工序，都需要運用到線性馬達這類致動器，來進行電子零件的裝嵌或運送。

傳統線性馬達易生虛位

傳統的線性馬達結構複雜，主要是由外置的轉動型馬達，轉動絲桿，藉以推動螺旋推進器及齒輪，使其在指定線向路軌上行走。張宙指出，這類線性馬達的最大缺點，是機械性太強，絲桿和螺旋推進器轉動時，少不免會產生磨擦力，因而形成「背隙」(Backlash)，「背隙亦即俗語所指的『虛位』，對線性馬達來說，些微的虛位也會影響其準確度。」除了「背隙」的問題外，磨擦力更會產生熱量，令絲桿彎曲，影響致動器

的精確性。

此外，傳統線性馬達成本亦相當昂貴，「成本高昂的主要原因是絲桿的不菲價值，短短一條絲桿也要成過萬元。大型的傳統線性馬達，長度可能有數十米，那麼，絲桿的成本便愈長愈高了。」張宙說。

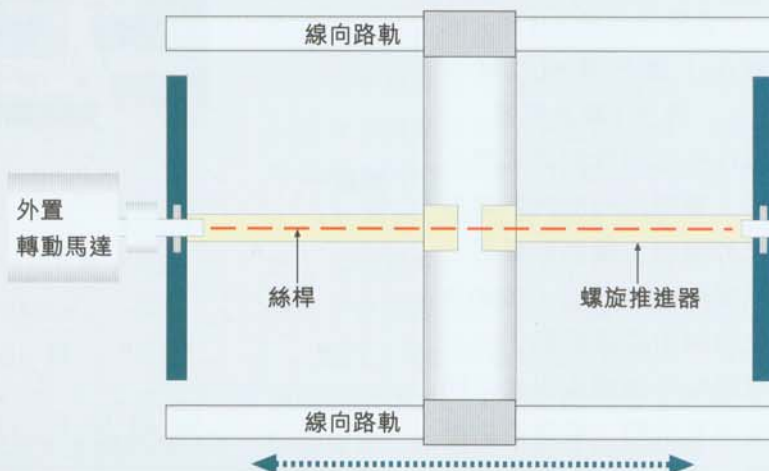
以電磁化推動的馬達

張宙於99年透過理大研究資助撥款40多萬港元，研製低成本的線性馬達，並成功提升其精確度。這款線性馬達結構比傳統型的簡單，主要可分成兩部分：第一部分是



傳統線性馬達結構

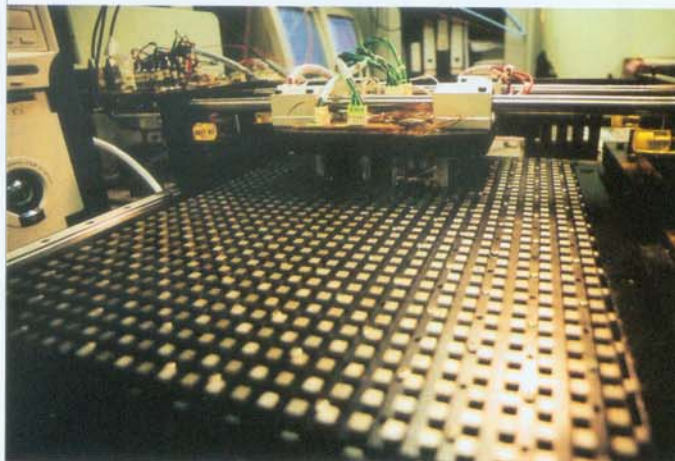
傳統的線性馬達主要由外置轉動型馬達和絲桿，推動螺旋推進器及齒輪，使其在指定線向路軌上行走。過程中所產生的磨擦力，會形成「背隙」；並會產生熱量，扭曲絲桿，影響致動器的精確度。



當電流通過線圈後，鐵片會被「電磁化」(magnetized)，因而產生「電磁變遷」(Magnetic flux)，鐵片平台與致動器主體之間，會因為電磁變遷而形成拉力，推動致動器向前或後移動。據張宙所說，電磁變遷所產生的拉力，就如橡筋般，由一組線圈連鐵片，影響另一組，以決定致動器向前或向後行走。這款線性馬達若配合良好的控制技巧，其精確度可達到千分之一毫米，解決「虛位」的問題。但由於有關控制辦法已取得專利，故張宙不欲透露。

成本低吸引電子工業商家

由於張宙所設計的線性馬達不需要任何螺

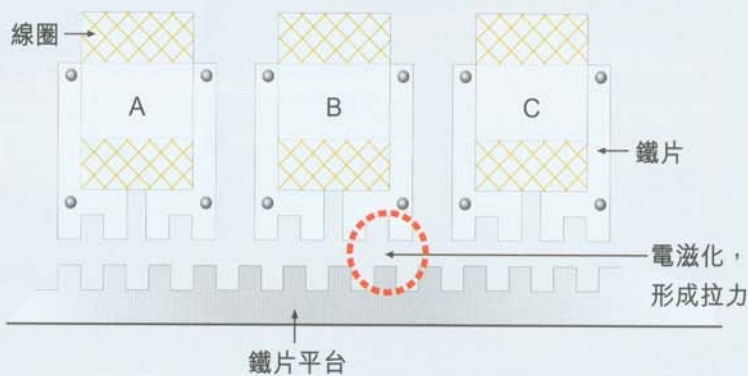
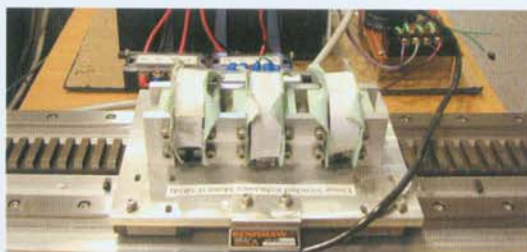


圖：戰國策

旋推進器或齒輪輔助推進，故不會產生磨擦力，避免產生熱量之餘，致動器的「走動」亦較順暢；而速度方面，最高可達到 3 G (即3倍地心吸力速率—— $3 \times 9.8\text{m/s}^2$)。此外，張宙棄用了價錢高昂的絲桿材料，令成本大幅降低，「我這款致動器所用的材料，

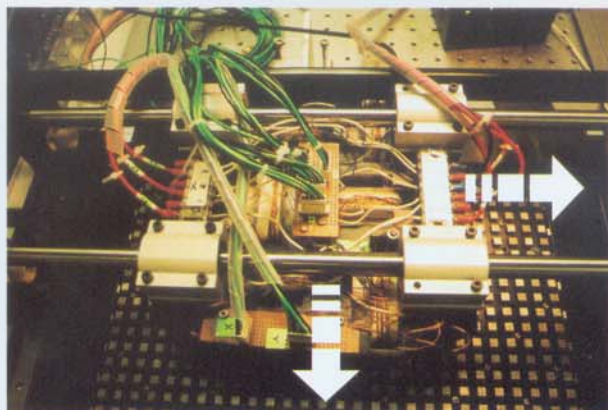
線性馬達的磁力推動原理

當電流通過「B組」線圈後，鐵片會被「電磁化」，產生「電磁變遷」，鐵片平台與致動器主體之間，會因此而形成如橡筋般的拉力，繼而影響另一組鐵片(A或C)，推動致動器向前或後移動；由於線圈組件與鐵片平台之間並沒有接觸，避免產生磨擦力及「背隙」等問題。



平面馬達結構圖

平面馬達底部為粒狀的「鐵粒」，致動器上為兩組六個線圈連鐵片，分別掌管前後及左右的移動方向。比起線性馬達，平面馬達的應用性更廣泛，且靈活性和精確性更高。



圖：戰國策

只不過是普通鐵片和線圈，其成本只是傳統線性馬達的五分之一！」

這款線性馬達已於去年商品化，並應用在電子零件裝嵌及晶片製造工序上；除此之外，此發明亦在電子零件烘乾工作上扮演重角，張宙道：「一些電子零件在黏上混合膠後，會由致動器運往焗爐，以紅外線烘乾，然後再作加工；但傳統線性馬達的絲桿遇熱會被扭曲，無法進行輸送。於是，有關商家看中我的發明，將問題解決了。」由於成本下降及精確度高，連非電子行業商家也試用；有經營人體攝影公司，利用線性馬達的優點，將「路軌」駁長至2米高，再於致動器上裝置攝影機，「逐格」拍攝人體的橫切面相片。

由線性提升至平面

張宙於2001年透過另一項近50萬港元的撥款，研製平面馬達(Planar Motor)，將線性(1D)技術提升至平面(2D)層次。平面馬達的結構與線性馬達大同小異，只是將橫向的底部凹凸鐵片，改為一粒粒凸起的「鐵粒」；而致動器上，一組三個的線圈和鐵

片，則改為兩組六個，分別掌管前後及左右的移動方向。

相比起線性馬達，平面馬達的應用性更廣泛，且靈活性和精確性更高。除了電子零件和晶片生產工序外，平面馬達更可應用在紡織業上，例如準確地替衣服縫上衫鈕，或繪畫服裝輪廓等。此外，只要替致動器裝上小刀，平面馬達即可進行細緻的雕刻工作。

目前，歐美廠商亦相繼研製各款線性及平面馬達，以協助大量生產電子組件，例如Intel的中央處理器(CPU)，便是由線性馬達協助製造的。但據張宙指出，歐美的線性及平面馬達結構較為複雜，且成本較高，未必適合香港電子零件生產商採用。目前，他所發明的平面馬達，計劃於今年9月商品化，主要應用在晶片製造工序上。他更估計，這項發明的市場價值可達每年1,000萬港元，特別是中國內地市場，潛力更大。

線性馬達雖能避免產生磨擦力，但致動器與線向軌道之間仍有接觸；張宙透露，現正申請資助，研製完全磁浮的致動器，令其精確性及速度進一步提高。🍀