

▲當進入軌道和從軌道返回的成本逐步降低，人類可以帶上太空的東西，以及可以從太空帶回來的東西，都會增加。圖為今年7月，長征十號乙運載火箭在海南商業航天發射場發射升空，成功將衛星送入預定軌道，火箭一子級成功回收，任務取得圓滿成功。 新華社

經濟觀察家

如果算力能夠搬上太空，那麼製造業可不可以呢？乍聽之下，這似乎是一個完全不合經濟常識的想法。但如果有一些東西，在地球上根本造不好，甚至難以製造呢？問題的關鍵，恰恰是一件我們生活了幾十億年、幾乎從來沒有把它當作「成本」的東西：重力。

太空製造業的經濟邏輯



馮英倫 行業觀察

重力，也是一種製造成本。要理解這句話，我們需要先回到一個之前談過、卻非常值得再次說清楚的基本物理概念：究竟什麼叫「軌道」？許多人看到太空人在國際太空站內飄浮，第一個直覺是：太空沒有重力。這並不正確。國際太空站在距離地面數百公里的高度運行，到了這個高度，地球的引力仍然非常強。太空人之所以看起來「失重」，並不是因為地球突然不再吸引他們，而恰恰是因為他們正在受到地球引力作用，不斷向地球墜落。

既然一直往下掉，為什麼不會掉回地球？還是要回到牛頓三百多年前提出的「大炮思想實驗」。想像你站在一座非常高的山上，向水平方向扔出一塊石頭。如果速度很慢，石頭飛出一小段距離，在地球引力作用下向下墜落，很快撞到地面。如果把石頭扔得更快，它在向下墜落之前就可以向前走得更遠，但當速度高到某一程度之後，奇妙的事情便發生了：石頭向水平方向高速運動的同時，引力不斷令它向地心方向墜落，在石頭向下墜落的同時，它前方的表面也因地球的曲率而不斷向下彎曲。於是，它墜落多少，地球便「躲開」多少。

石頭從此再也碰不到地面。它並沒有停止下墜，而是圍繞地球永遠墜落下去。這就是軌道。因此，之前談火箭時曾經提過一個很重要的觀念：火箭進入軌道，真正困難的地方並不只是「飛得夠高」，而是要橫着飛得夠快。典型近地軌道的速度大約每秒7.8公里，也就是每小時約2.8萬公里。換句話說，衛星不是停在天上，也不是因為進入了沒有重力的空間而飄浮，而是以極高的橫向速度，不斷「掉在地球旁邊」。

特殊環境產生價值

一旦理解了這一點，我們就知道軌道上的飛行器仍受到地球引力作用，實際環境亦會受到各種微小擾動影響。因此，科學家稱之為「微重力」，而不是「零重力」。而正是這個看似微不足道的區別，開始孕育一個全新的製造業。

在地球生活，我們太習慣重力，以至從來不會把它視為一個製造條件。最簡單的例子，是煲水。鍋底的水受熱後，密度下降而向上升；較冷、密度較高的水則向下沉，形成循環流動，這就是自然對流。對煮飯而言，對流當然不是問題，甚至是我們希望發生的現象。但如果製造的不是一鍋湯，而是一顆要求極高純度和均勻性的晶體，事情便完全不同。

晶體從溶液或熔體慢慢形成的過程中，溫度、濃度和物質傳輸方式，都可能影響最後形成的微觀結構。重力造成的浮力、自然對流和沉降，亦可能影響材料在生長過程中的分布。在軌道微重力條件下，這些效應可以受到大幅抑制。

於是，一件平日看起來理所當然的事情，突然有了另一種理解：過去幾千年的製造業，其實一直在固定的重力環境中發展。從冶煉金屬、燒製玻璃，到生產半導體晶體和製造藥物，我們一直假設重力是無法改變的自然背景。工程師能做的，是設法抵銷、管理或者適應它帶來的影響。我們一直在繳付「重力稅」，只不過這張賬單從來沒有人寄給我們。

進入軌道之後，事情變得有趣。當浮力驅動的自然對流和沉降受到大幅抑制，物質傳輸可以更多由擴散等機制主導。這並不意味着「太空製造出來的東西一定比較好」，更不意味着任何工廠搬到太空都會提高品質。它真正提供的，是一種在地球表面難以長時間複製的實驗和加工環境。國際太空站長期以來進行的微重力材料研究，就包括玻璃、晶體、合金及凝固等不同材料科學問題。

這是十分重要的差別：太空並不是一間更加先進的工廠，而是一套不同的物理條件。如果一件普通產品搬到太空生產，既不會改善品質，也不會增加價值，那麼軌道製造就毫無意義；一旦某種產品的品質，恰好受到地球重力環境的某些物理過程制約，這套不同的環境便可能產生非常實在的經濟價值。

說到這裏，一個現實問題立即出現：就算微重力有優勢，火箭還是很貴。在可見的未來，軌道製造的經濟學非常苛刻，大致可以用三個條件來理解。首先是單位重量的價值必須極高。一噸普通鋼材的價值有限，把它送上軌道再運回來，自然不符合經濟效益；而換成一小批高價值材料或藥物，經濟算式便可能完全不同。其次是微重力帶來的品質差異必須真正值錢。如果上太空只能令產品改善一點點，而市場不願意為這個改善付出足夠的價格，那麼無論科學上多麼有趣，都很難形成產業。再次是產品製造出來之後，根本不用回地球。如果產品本來就是給衛星、太空站、軌道算力中心甚至未來月球基礎設施使用，那麼「在太空製造、在太空使用」便可能形成另一套完全不同的經濟邏輯。

藥物開發最有前景

現階段最值得觀察的領域之一，是製藥。藥物為什麼適合成為軌道製造的先行者？其中一個重要原因，是不少藥物的性質不單取決於化學成分，也與其固體形態、晶體結構、顆粒大小和均勻程度等因素有關。微重力環境可以抑制浮力驅動的對流和沉降，因此長期以來一直被用來研究分子與蛋白質的晶體生長。在微重力環境中，科學家曾觀察到較大和更有序的晶體，而相關研究可以應用於藥物開發、配方、製造和儲存等範疇。

而這件事已經開始從科研實驗走向商業模式。美國的Varda Space Industries採取了一個相當直接的辦法：把自動化實驗和加工設備送入近地軌道，在微重力環境處理材料，再利用返回艙把樣本帶回地球；其研究方向包括晶體生長和生物醫藥等。在其利托那韋(Ritonavir)實驗中，研究團隊成功回收在軌生成的亞穩定Form Ⅲ晶型，並報告測試樣本及多種對照樣本具有良好的物理穩定性。

真正值得關注的，並不是「人類終於可以在太空製藥」這個吸引眼球的標題，而是它實際走通了一條過去看來極不尋常的物流鏈：發射、微重力加工、再入大氣層、回收、地面分析。一件產品先坐火箭上太空，再坐返回艙回到地球。過去聽起來近乎荒謬，但正好說明了軌道製造真正的經濟門檻：越輕、越昂貴、越依賴微觀結構的產品，就越有可能成為第一批具有商業價值的「太空製造」商品。

回顧人類工業文明，我們一直擅長利用不同形式的資源。工業革命利用煤和蒸汽；第二次工業革命利用電力；信息革命建立在半導體之上；今天的人工智能革命，則把電力和算力需求推到前所未有的規模。但軌道製造提出了一個稍有不同的概念：我們開始把物理環境本身視為一種生產資料。微重力不再只是太空人需要適應的異常狀態，而可能成為一項可以利用的工業條件。

這也是為什麼可回收火箭帶來的影響，遠遠不只是降低衛星發射成本。當進入軌道及從軌道返回的成本逐步降低，人類可以帶上太空的東西，以及可以從太空帶回來的東西，都會增加。軌道亦有可能慢慢從一個放置衛星、進行科研的地方，演變成真正發生經濟活動和工業生產的場所。而藥物只是故事的開始。另一類特殊材料，例如高性能光纖，其微觀結構同樣是微重力材料研究的重要方向；再往前一步，則是整個現代科技產業最重要的材料基礎之一：半導體。

如果微重力可以改變某些晶體與先進材料的製造條件，那麼我們今天習以為常的「在地球製造，再送上太空」模式，未來是否可能倒過來？有沒有一天，我們送上軌道的不是完整產品，而只是原料、設備與晶種，真正的生產過程反而在太空完成？甚至再走一步：如果產品本來就是在太空使用，為什麼一定要先在地球把它造好，再花費巨大能量把整件產品抬出地球的重力井？

下一篇，我們就從特殊光纖談到半導體，再談一種看似與電腦毫無關係、卻可能成為下一代半導體材料的物質：鑽石。屆時再看看，當「重力稅」被大幅降低之後，一間真正的太空工廠，究竟可能製造什麼。

（作者為星軌資本聯合創辦人及聯席行政總裁）

能源外交展現中國擔當

張偉光 徐諭 經濟透視

全球能源格局持續動盪。地緣政治衝突頻發，中東局勢緊張，戰火未息，俄烏戰爭亦對天然氣價影響較大；美以伊間談判陷入僵局，作為石油運輸要道的霍爾木茲海峽仍未恢復正常通航，持續推高國際油價；疊加極端氣候和自然災害，傳統能源供應穩定性備受挑戰，能源安全成為全球治理的新熱點。

早在2014年，國家主席習近平就提出「四個革命、一個合作」能源安全新戰略，以綠色低碳、技術創新為方向推動能源結構調整，建設現代化的能源產業鏈和穩定的能源供應鏈，並加強國際合作。新時代能源轉型開闢了一條具有中國特色的能源高質量發展新道路，在全球綠色轉型浪潮中逐步形成優勢，引領中國在「十五五」時期深度參與全球治理，展現負責任大國的擔當。

中國以長遠的戰略定力推動能源轉型。首先是長期、持續性的戰略部署投資，過去10年間，中國對綠色能源轉型的投資佔比，已從全球四分之一上升至三分之一，處於全球領先地位；去年投資額更達8000億美元（折合約為6.3萬億港元），構建強大的綠色能源產業。其次是佔據綠色產業鏈的主導地位，中國生產全球超過八成的太陽能板、七成半的電動車及其電池，以及六成的風力渦輪機，形成多元化的綠色能源產業集群，為全球帶來優質的綠色公共產品。再次，能源轉型帶來巨額的經濟效益，一份來自芬蘭能源與清潔空氣研究中心的報告（CREA）曾指出，中國綠色能源產業貢獻了全國超過三分之一的經濟增長，可見這既是能源安全戰略，亦是新的經濟增長引擎。

伴隨綠色能源產業實力的提升，中國逐步由過往的「石油進口依賴」，轉向「綠色能源產品出口」。從能源安全角度看，中國綠色轉型降低對石油的依賴，穩定國內生產活動，特別是新能源汽車產業，成為出口新優勢。在全球貢獻方面，中國透過風電設備出口，成為全球風電成本下降的主要動力，讓更多發展中國家有條件應用可再生能源。

2021年9月，習近平主席在聯合國大會曾指出，中國將大力支持發展中國家能源綠色低碳發展，不再新建境外煤電項目。此後，中國企業持續參與國際光伏、風電、水電等能源項目建設，協助發展中國家實現能源升級轉型，與「一帶一路」建設、建設亞太共同體的願景相輔相成。

近期中國與東盟聯合發布《中國—東盟環境合作戰略及行動框架2026–2030》，亦持續強化能源政策對話，攜手開展更多綠色能源項目。在具體建設中，中國開展的能源國際合作惠及當地民生，為構建「人類命運共同體」做出表率。例如：「中廣核」在馬來西亞建成吉打太陽能電站、投資建設5座電廠，惠及2000萬戶當地家庭，減排效益相當於種植18萬公頃森林。

能源外交立足各國需求與優勢，普惠全球人類福祉，為當地帶來技術和就業的同時，實現區域間資源互補、創造共贏。能源外交更是雙向互動的過程。中國成熟的綠色能源技術和數字化配套，亦吸引外商投資，巴斯夫（廣東）一體化基地項目成為全國首個外商獨資重化工項目，展現外商對中國綠色能源領域的投資信心。

香港可發揮三大優勢

香港可憑藉綠色金融、科研創新與國際化市場三大優勢，助力內地綠色能源企業在國際舞台上發揮更大作用，為國家能源外交提供重要支撐。

首先，作為國際綠色及可持續金融樞紐，香港可為國家能源外交提供綠色金融支撐。香港特區政府持續透過多項計劃，豐富自身綠色金融生態。在投資、融資及保險等方面，依託香港綠色金融工具，內地綠色能源企業將能解決項目出海資金難題，拓展國際網絡。

其次，香港憑藉世界一流的科研生態，吸引綠色能源企業開展科研合作。依託香港強勁的科研實力，內地綠色能源企業可與高校共建聯合研發平台、在創科園區布局研發節點，在香港實現技術迭代，亦能透過國際化的研究環境，使技術對接廣闊的海外市場，讓「中國技術」惠及全球。

再次，香港兼具國際規則、跨境服務與全球資源對接能力，「內聯外通」定位可為國家能源外交添柴添火。一方面，香港可匯聚內地綠色能源企業，協助他們出海拓展市場；另一方面，香港更可「引進來」國際綠色能源企業和項目，發展成「綠色經濟高地」，例如澳洲的光伏玻璃企業依託香港的國際標準和知識產權制度，已在香港設立實體公司，並借助香港「跳板」在內地尋找製造商。

中國以綠色發展為導向，為全球提供更多綠色公共產品，切實履行負責任大國的國際義務。香港亦可憑藉「內聯外通」的優勢，為國家持續拓展能源外交的國際合作版圖，亦為香港工商專業發掘新的出海機會，助力全球能源與經濟社會綠色化轉型。

（張偉光為大灣區發展基金會高級研究主任、徐諭為大灣區發展基金會助理研究主任）

香港是福地 遠勝西方



汪敦敬 樓市新態

筆者常說，世事雖然總有不完美之處，但香港仍然是最幸福的地方。

幸福可以被量度嗎？筆者早前撰文，以七項數據比較香港和其他國際大城市的民生項目，探討影響幸福感的多個民生因素，結果反映香港在大部分項目上都相對優越，香港的確有條件成為最幸福的城市之一，那為什麼不少香港人仍然自怨自艾？又或者，什麼才是幸福的標準？筆者認為，幸福感本來就沒有絕對標準，每個人感受和意見都不同，但若從客觀角度衡量，我認為「能夠選擇自己是否感到幸福，其實已是一種幸福。」

最近巴黎暴動，歐洲多地也出現大動亂，很多人開始討論「框架效應」這個字眼：「政治上所謂的『框架』，不一定要改變事實，只選擇強調哪一部分，就可能改變大家對整件事的理解。」除了「框架效應」外，還有一種信息失真的現象是「選擇性呈現」，它指個人或傳播媒介在傳遞信息時，只挑選並放大符合自身利益、立場或形象的部分，同時刻意省略或隱藏對自己不利、矛盾或不全面的信息。



▲香港在大部分的民生項目上，其實都較其他國際大城市優越。 資料圖片

根據以上概念，我們去看樓市和民生。

樓價平了，明明上車容易了，不是對未置業者來說是好事嗎？樓價再跌的時候，租金明明繼續向上並創新高，對業主來說是好事。感到高興的人明明多於悲哀的人，為何又當了是民生負面信息？因為評價負面，所以樓市便失去了投資的價值，因此要上車的人猶豫不敢買，這種「樓價高不公平，樓價平沒價值」的想法十分矛盾。

同樣的矛盾也發生在商業市場。寫字樓和商舖的價格（不論租買）愈平，不是對從商者更有利嗎？過去不是說工商舖租金太昂貴令從商者利潤被嚴重剝削嗎？當然，以上的「理想」，如果用犧牲小部分的利益而得來，譬如若銀行對商舖經營者作出過分收緊的Call Loan的話，筆者就並不同意。

再看粵港澳大灣區日益融合下，不少港人北上內地消費，這本來是無可厚非，但很多人會將港人往內地消費定為負面效果。說實話，筆者不同意，因為得益的是大多數，群眾消費平了，質素好了，服務好了，這就是消費者的選擇。消費者一樣可以隨着香港性價比提高而被搶回來，這是公平的競爭處境。

獨立思考 不要隨網上風向走

任何市道都有有利的一方、也有被動的一方，要弄清楚自己在市場上是什麼角色，可能你是得益的一方，又何必隨波逐流看淡？看官要獨立思考分析市場，不要盲目跟隨網上的風向走。

（作者為祥益地產總裁）

責任編輯：許偉生