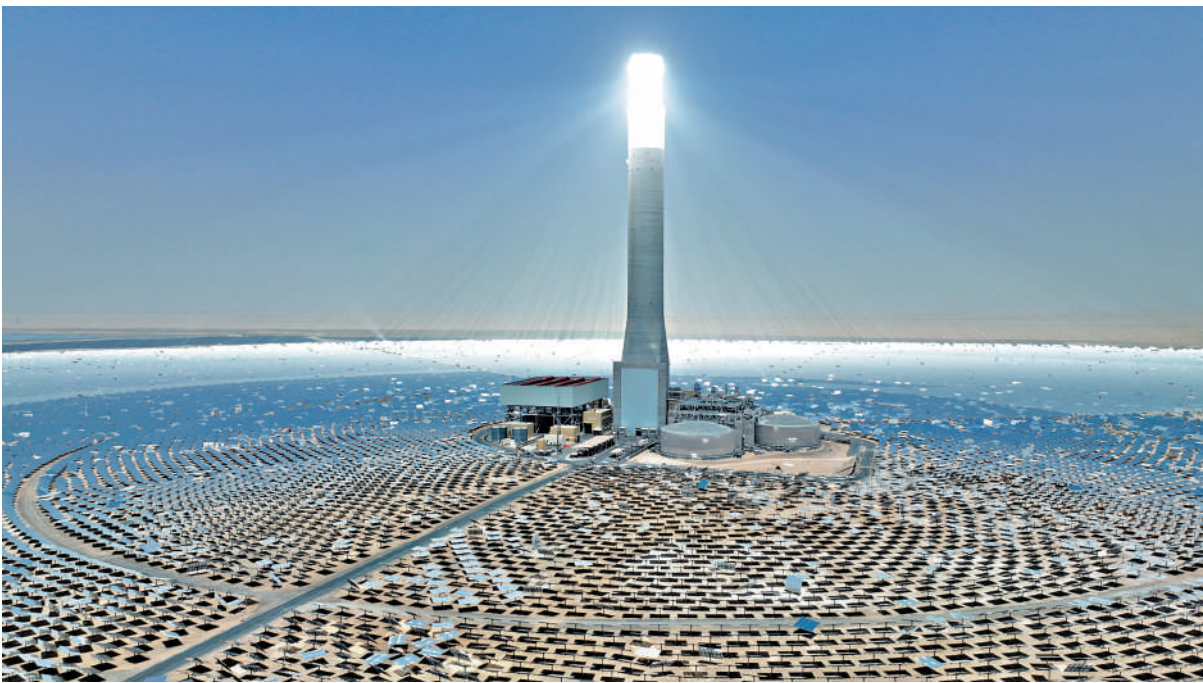




▲人類要是能在太空直接接收太陽能，每秒所得能量可能是人類全年能耗的數千倍。資料圖片

經濟觀察家

過去三篇文章，我們從火箭的基本原理，談到可回收技術的經濟邏輯，再到工程挑戰的細節。這一篇，我們把視野從火箭本身，拉闊到整個太空經濟的意義所在，探討一個更根本的問題：在可回收火箭讓進入太空的門檻不斷降低的今天，人類文明是否正站在一個歷史性的轉折點上，重新審視自身能夠使用的資源與能源的邊界？

太空經濟：從構想到現實



馮英倫

長久以來，人類仰望星空，總是從「探索」的角度出發，我們想知道宇宙從何而來，想了解那些遙遠星球上是否藏着生命的跡象，想解開物理學最深層的謎題。這種對宇宙奧秘的追尋，是推動科學發展的原始動力，其價值毋庸置疑，而且仍將持續。

然而，「舊太空」(Old Space)時代的太空任務，基本上是一種「單向輸出」：國家投入巨額資金，把儀器送上太空，換取科學知識和地緣政治聲望。這些任務帶來知識積累，而非直接的資源或能源回報。

「新太空」(New Space)時代的到來，標誌着一個根本性的思維轉變：我們不再只是仰望星空，而是開始思考如何把星空的資源為人所利用。這個轉變，建立在過去70年太空探索積累的龐大知識基礎之上，加上火箭技術的持續進步，使原本只存在於科幻小說中的構想，一步步走向現實。

要理解新太空經濟中「資源」這個維度，必須先重新認識地球。

地核擁豐富金屬礦藏

人類在地球上開採礦物已有數千年歷史，至今仍賴以維持現代文明運作的鐵、銅、鎳、鉑族金屬等，都來自地殼的採掘。然而，有一個基本事實，卻鮮少被提及：人類實際上從未真正「深入」地球。人類迄今鑽探的最深鑽孔，是位於俄羅斯科拉半島的「科拉超深鑽孔」(Kola Superdeep Borehole)，深度約12.2公里。這個數字聽起來或許不小，但地球的地幔始於約30公里之下，地核更遠在2900公里之深。由此可見，人類的採礦活動只是刮到地球的表面而已。

約46億年前太陽系形成的早期，在行星的形成過程中，原行星(Protoplanet)在吸積過程中產生的巨大熱量，令整個星體處於熔融狀態。在這個熔融階段，密度較高的元素：鐵、鎳，以及許多具高工業價值的重金屬，在引力作用下向行星中心沉降，形成地核；而密度相對較輕的硅酸鹽岩石，則浮升至表面，冷卻後形成地殼。這個過程，在天文學和地質學上，被稱為「核幔分異」(Core-mantle Differentiation)。

核幔分異的結果是：地球上最豐富的金屬礦藏，恰恰封存在我們無法觸碰的地核之中。人類今天所開採的礦物，大多是地球形成早期，由隕石撞擊帶來、殘留在地殼淺層的微量元素，或是經由火山活動從地幔帶升至地表的物質。蘊藏量最高的地核，既不可望，亦不可即。

百萬計行星資源仍待發掘

並非每顆原行星都能「順利畢業」。太陽系形成早期，充滿了劇烈的碰撞，月球極可能就是一顆較小的原行星與早期地球猛烈撞擊後，由碰撞碎片重新聚合而成的。而在火星和

木星軌道之間，存在一條「主小行星帶」(Main Asteroid Belt)，其中數以百萬計的小行星，相當一部分正是原行星在形成過程中發生碰撞後，碎片未能重新聚合所遺留下來的。換言之，它們是曾經歷過核幔分異的原行星殘骸，保留着在核心分異過程中沉積的高濃度金屬。

2023年，美國太空總署(NASA)發射了「靈神號」(Psyche)探測器，目標正是主小行星帶中的靈神星(16 Psyche)，一顆平均直徑約223公里的M型金屬質小行星，科學家推測它很可能是一顆原行星碰撞後裸露的核心碎片。與絕大多數由岩石或冰構成的天體截然不同，靈神星的密度與組成顯示其金屬含量極高，探測器預計於2029年抵達並開始詳細探測。按照目前對其組成的初步估算，若靈神星確係原行星核心碎片，其鉑族金屬(Platinum Group Metals, PGM)等高工業價值元素的蘊藏量，可能遠超地球地殼存量的數個數量級。當然，探測器尚未到達，最終的數據仍需等待科學驗證。

靈神星只是百萬顆小行星中的一顆。如果有朝一日，人類真的能夠在技術和經濟上實現「太空採礦」，向太陽系中其他星體汲取資源，那麼人類可用的物質資源，將從根本上突破地球地殼這個幾千年來始終困着我們的瓶頸，實現指數式的擴張。

談資源，不能不談能源。而談太陽系的能源，必須先確立一個基本的宇宙觀：太陽系的絕對主角，是太陽本身。

太陽佔整個太陽系總質量的99.86%。這個龐大的太陽，因其巨大質量所產生的引力造就的極端壓力和溫度，令其核心無時無刻都在進行着氫核聚變反應，向四面八方放射出恆定的能量。而地球呢？以地球的橫切面積，從太陽的視角來看，地球的「角直徑」(Angular Diameter)僅約17.6角秒(1/3600度)。

在進一步思考太空能源的潛力之前，有一個角度值得重新審視：人類今天所使用的絕大部分能源，其實都是不同形態的「太陽能」。

在化石燃料中，煤、石油、天然氣的源頭，是數億年前的植物與微生物，它們通過光合作用，將太陽能以碳基化學能的形式固定下來，在地質年代的漫長壓縮下，形成了今天的化石能源。我們燃燒化石燃料，本質上是在釋放億萬年前儲存的太陽能。水力發電的源頭，是太陽照射令海洋水分蒸發、形成降水的水循環。風能，同樣主要來源於太陽照射造成的大氣溫差和氣壓差異。除了核裂變和地熱之外，人類使用的能源，幾乎都可追溯至太陽。

換句話說，人類今天的碳排放危機，在某種意義上，是因為我們主要依賴「歷史的陽光」，那些在億萬年前被植物固定、再被地質壓縮保存的遠古太陽能，而非「即時的陽光」。

問題不在於太陽的能量供應不足，而在於我們截取的方式太過低效和間接。

這個思維框架，引出了新太空經濟中一個極具想像力的能源命題：太空太陽能(SBSP)。

太空太陽能 供應幾千倍能耗

目前，人類每年的總能源消耗約600艾焦(Exajoules)，換算成持續功率約為19萬億瓦(約19 TW)。而地球的橫切面從太陽接收到的能量，則高達約1.7億億瓦(約174 PW)；約為人類當前總能耗的9000倍。這意味着，單是地球這個小小的橫切面，每一秒從太陽截獲的能量，已是人類全年能耗的數千倍；只是大氣吸收、雲層反射、晝夜循環等因素，讓到達地面並轉化為可用電能的份額，大幅縮減。

在太空中，則完全不同。在軌道上運行的太陽能衛星，沒有大氣衰減，沒有雲層遮擋，沒有晝夜交替，可以24小時不間斷地以接近100%的效率接收太陽輻射，再以微波或激光的形式，將能量傳輸至地面接收站，轉化為電能。如果人類能夠在太空部署足夠規模的太陽能衛星陣列，哪怕只是相當於地球橫截面積那麼大的接收面積，所能截獲的太陽能，已能滿足人類當前能耗的數千倍。

當然，從構想到現實，工程挑戰巨大，大規模在軌組裝、長距離無線能量傳輸的損耗、地面接收設施的建設成本，都是必須克服的難題。但這些，正是在可回收火箭大幅降低入軌成本的前提下，才真正具備討論可行性的議題。在每公斤入軌成本仍高達兩萬美元的年代，太空太陽能永遠只是科幻；而當星艦將這個數字壓低至100美元時，整個能源經濟的算式，就會從根本上改變。

鈦酸礦(Perovskite)等新一代太陽能轉換材料的效率持續突破，進一步強化了這個前景。太空中的光伏組件，配合輕量化材料和在軌自主組裝技術的進步，大規模太空太陽能，正從遙不可及的願景，逐步成為本世紀內可能實現的工程目標。

資源與能源，是人類文明發展的兩個根本支柱。回顧歷史，每一次人類文明的重大躍升，如農業革命、工業革命、資訊革命，背後都有一次資源或能源利用方式的根本性突破。

今天，我們面對的，可能是有史以來規模最大的一次疆界拓展：從地球地殼這個薄薄的礦物「皮層」，延伸至整個太陽系的小行星帶；從依賴億萬年前固定的「歷史陽光」，轉向直接在太空截取太陽核聚變的即時能量。

下一篇文章，我將聚焦近地軌道的具體商業應用，從衛星星座、太空數據中心，到在軌製造，探討這些應用在新太空經濟時代的現實潛力與發展進程。

(作者為星軌資本聯合創辦人及聯席行政總裁)

訂立清晰規管 促進AI肖像經濟



陳迪源

創科瞭望

人工智能(AI)技術，讓人的臉孔、聲音得以被複製、重組乃至批量生產。對藝人、內容創作者與品牌而言，這為虛擬代言、短劇製作、遊戲角色打造及多語言內容開發，帶來全新的商業增長空間。但對普通市民來說，風險亦隨之而來，仿冒親人聲線的詐騙來電、從未錄製的偽造影片層出不窮。人們獨有的身份特徵，正逐漸成為既可交易，亦易被盜用的數碼資產。

內地《民法典》早已明確肖像權邊界，禁止透過資訊技術偽造他人肖像。唯有權利界定清晰，肖像的授權、定價與市場交易才能建立穩固基礎。反觀香港，目前並無獨立且通用的肖像權法。現行個案雖可援引私隱、版權、商標、普通法假冒及刑事條文處理，但照片的版權歸屬，與當事人對自身身份的掌控權完全是兩回事。當個人公開相片被拿去訓練AI、生成新內容，受影響者往往難以直接維權；而希望合法開展肖像授權的個人與業界，也欠缺清晰、安心的市場規範。

話雖如此，香港並非處於法律真空。律政司司長林定國曾指出，本港現行具技術中立性的法例，可針對部分深偽犯罪作出處理，當中欺騙罪的條文，已足以規管大部分深偽詐騙行為。私隱專員公署亦清晰闡明，利用個人資料製作深偽內容，受《個人資料(私隱)條例》約束，惡意操作更會觸犯刑事罪行。現行困境並非無法可依，只是法規條文分散、機制偏重事後懲治，缺乏事前授權的清晰框架，令市民與業界難以拿捏合法與違法的界線。

特區政府現正研究深偽技術相關立法，卻尚未公布明確時間表。這意味着，我們不能消極等待新法出台，才開展市民權益保護與產業規範工作。香港必須同步推進三項核心事務：透過現行法例嚴厲打擊惡意侵權與AI詐騙；以靈活規則與行業試點，適配快速迭代的AI技術；搭建一套清晰、可落地的身份資產授權與交易體系。

規管的核心，應聚焦使用者的主觀意圖與行為實質後果，而非一刀切禁止換臉、聲音複製等技術。針對詐騙、勒索、散播私密影像、偽冒他人身份等惡意行為，必須從嚴執法、絕不姑息；金融核身、選舉資訊、司法證據、商業代言等高影響、高風險場景，則必須落實事前同意、內容標示、來源留痕與人工覆核機制；至於個人戲仿、學術教育等低風險創作，則無需嚴格桎梏。數字政策辦公室於2025年12月更新的1.1版生成式AI指引，採納風險分級的規管思維，正好可作為本港肖像、聲音AI應用的統一參考標準。

新盤熱鬧 港樓市韌性凸顯



廖偉強

樓市新態

近兩星期的市況，無論在新盤推售及準買家的態度，都明顯比9月初時積極，樓市明顯地重新回到一個較健康的節奏。差餉物業估價署公布的8月份私人住宅樓價指數，在短暫整固後再度向上，按月微升0.06%，按年累升約11%。雖然升幅不算搶眼，但在外圍仍存在不確定性的環境下，樓價能迅速回穩，本身已反映市場底氣仍在。香港樓市向來具備韌性，遇上短期波動後往往能迅速修復，筆者預計9月份的樓價指數亦會繼續向好。

至於10月，就更加值得期待。在中美元首會晤後，兩國都明確地將重心放在經濟，預計可暫時減少重大的爭拗消耗。美國議息結果亦塵埃落定，香港暫時沒有跟隨加息。另外，上月中，五年規劃及施政報告相繼出台，為樓市提供政策上的明確方向，種種因素都令市場氣氛逐步改善。

筆者公司研究部的「50指標屋

在各類偽造技術中，聲音仿冒的風險最為隱蔽。AI影像偽造尚且留有辨識破綻，而聲音只需少量錄音素材，就能實現高度仿真。熟悉的語氣、專屬的稱呼，很容易讓人在情急之時放下戒心。更值得留意的是，聲音不單是外在身份標識，更能被AI捏造全新語義與觀點，肆意扭曲個人形象。私隱專員公署向學校與家長發布的深偽防禦指引，呼籲大眾減少公開個人影像、強化資料安全、建立負責任的數碼使用觀念，恰恰說明AI素養教育，必須兼顧技術應用與他人權利尊重。

制度完善無需一步到位，筆者認為可先從兩大基礎基建鋪路。第一是監管沙盒，讓已合規登記的AI肖像授權、虛擬代言、合成內容服務，在可控環境下開展測試，監管機構可即時觀測風險、滾動優化規則。第二是搭建業界認可的「身份資產授權名錄」，詳細列明權利人資訊、使用範圍、授權時限、適用地域、使用限制與核證方式，對接可信授權紀錄體系。該名錄僅作權利核驗使用，不會集中儲存市民生物資料，嚴格遵循最小資料收集、分級查閱、用途受限、全程可審計的核心原則。

港拓亞洲身份資產授權

這份授權名錄的核心價值，是讓合法授權的流程遠比侵權盜用更簡單、更透明。平台與製作團隊可依此完成盡職審查，權利人能夠獲得可追溯、有保障的報酬，普通市民也擁有明確的投訴與內容下架渠道。水印標示、內容憑證、區塊鏈存證皆為輔助工具，終究無法取代法律約束、平台責任與快速救濟機制。從商業層面來看，AI肖像經濟不該是一次性的「賣臉」交易，而是將人物人設、故事脈絡、語言風格、文化底蘊與品牌規範，整合為可跨媒介持續運營的IP資產。香港坐擁深厚的影視、音樂、漫畫產業底蘊與專業服務優勢，憑藉規範的授權機制、可信的技術支撐與國際化合約標準，完全有條件成為亞洲身份資產授權與治理的核心樞紐。

總結而言，AI肖像權的治理可歸納為四大原則。先建權利，再談產業：沒有清晰的肖像權界定與授權體系，就沒有可信、可持續的數碼資產交易市場；管意圖與後果，不管技術：以風險分級取代一刀切規管，惡意詐騙從嚴懲處，良性創作彈性包容；以沙盒與名錄補速度差：邊測試邊優化、邊運作邊修例，優先便利合法合規的產業應用；以素養與自律補執法不足：法律是社會底線，行業倫理才是產業長遠發展的上限。技術發展永遠快於立法進程，香港想要守住AI產業優勢、行穩致遠，制度建設就必須跑在侵權風險擴散的前面。

(作者為香港創科發展協會創會主席)

苑」交投報告反映了這股動力。全港50個指標屋苑於9月最後一周錄得71宗買賣，創近四周高位。在新盤以貼市價搶客的情況下，二手仍能維持穩定表現，顯示市場承接力不俗。港島及九龍區交投同錄增長，反映核心區買家信心回復速度較快。

無可否認，本月市場必定是以新盤為焦點。擎海、SIERRA SEA等多個新盤都以克制價推售，吸引大量購買力湧入，但單位有限，向隅客群必然龐大。這些購買力在未能抽中新盤後，往往會回流二手市場尋找心儀單位，形成「新盤帶動二手」的外溢效應。新盤愈熱，二手愈旺，這是香港樓市多年來反覆驗證的市場規律。

買家對加息敏感度下降

本月底美國再度議息，雖然加息預期仍存在，但買家對息口的敏感度已降低；而新盤的吸引價抵銷了不少疑慮，入市意欲未見減弱。10月份的樓市絕對可以延續價量齊升的走勢。

(作者為利嘉閣地產總裁)

本港整體私人住宅樓價指數

