

打破地形阻隔 全天候接通互聯網

低軌衛星快速擴張 商機高達3.5萬億



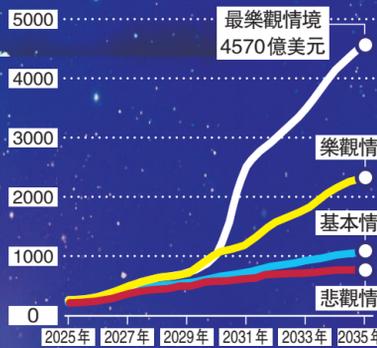
科技前沿

互聯網通訊
技術高速發展，由地面發展到太空。衛星互聯網是通過發射多顆衛星形成規模組網，能夠不受地形阻隔，向全球地面和空中提供互聯網接入等通訊服務。其中，距離地表500至2000公里的低地球軌道衛星（簡稱「低軌衛星」），70%用於通訊，具有時延短、容量大、發射靈活、製造成本低特點，相較於高軌道衛星更具商業價值。

高盛預期，低軌衛星產業正在進入快速擴張期，規模由2025年的250億美元，在基本情境下到2035年增至1080億美元，年複合增長率達15.7%；最樂觀情境更高達4570億美元（約3.5萬億港元），年複合增長率達31.7%，前景吸引。目前低軌衛星市場由SpaceX的星鏈獨佔鰲頭，中國去年底向國際電訊聯盟（ITU）申請20.3萬顆衛星頻軌資源，加速衛星互聯網規模化，加上亞馬遜的柯伊伯計劃、歐洲的OneWeb等構建規模組網，低軌衛星將成為新通訊時代的爭奪市場。

大公報記者 李耀華、陳少文

低軌衛星市場規模預測 (億美元)



軌道衛星分類

低地球軌道衛星

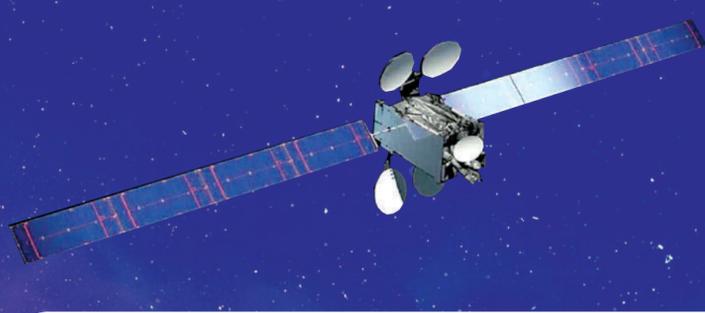
| | |
|------|----------------|
| 軌道高度 | 500至2000公里 |
| 軌道時速 | 可達逾萬公里 |
| 單星容量 | 容量小 |
| 傳輸時延 | 30毫秒內 |
| 用途 | 通訊、遙測、導航、氣象、國防 |

中地球軌道衛星

| | |
|------|-----------|
| 軌道高度 | 2000至2萬公里 |
| 軌道時速 | 可達逾萬公里 |
| 單星容量 | 容量較大 |
| 傳輸時延 | 50毫秒內 |
| 用途 | 導航、定位 |

地球同步軌道衛星

| | |
|------|--------------|
| 軌道高度 | 約3.5萬公里 |
| 軌道時速 | 約7.9公里 |
| 單星容量 | 容量大 |
| 傳輸時延 | 120毫秒內 |
| 用途 | 廣播、導航、廣域覆蓋通訊 |



星鏈衛星近萬顆 佔壟斷地位

行業龍頭

星鏈（Starlink）是全球首富馬斯克創辦的太空服務公司SpaceX的低軌衛星組群，目前運營衛星約9400顆，向全球150個國家及地區提供互聯網服務，業務範圍覆蓋航空、海運及偏遠地區，在衛星互聯網服務市場佔據壟斷地位。美國聯邦通信委員會（FCC）今年1月初表示，已批准SpaceX申請，允許其再部署7500顆第二代星鏈衛星，以提升其全球互聯網服務能力。

全球用戶本月料達千萬

星鏈早已制定3期發射計劃，發射規模高達4.2萬顆衛星，預計總耗資約300億美元。星鏈全球用戶增長迅速，去年11月5日宣布活躍用戶達800萬後，至12月下旬又公布已升穿900萬。按照現時速度，本月底可突破1000萬用戶大關。星鏈是SpaceX的主要增長動力，諮詢公司Quilty Space估計，星鏈2025年收入高達123億美元，較2024年的78億美元大增58%。而馬斯克曾預計，SpaceX在2025年收入155億美元。這代表星鏈佔SpaceX總收入高近八成。

目前星鏈提供的服務分為商業版和個人版兩個模式。商業版包括全球衛星通訊，通過衛星網絡在全球範圍內的通訊服務；航空航運領域通訊，例如飛機通過星鏈與地面實時通訊，客戶包括卡塔爾航空、聯合航空、法國航空、新西蘭航空等航企。個人版主要是三種應用場景，一是偏遠地區的住宅互聯網服務，二是針對房車或露營車等交通的漫遊，三是海洋中網絡連接的船舶服務。不可忽略的是，由於星鏈擁有全球通訊覆蓋能力，因而在軍事應用方面極具潛力，可提供情報信息搜集、導彈防禦與打擊、指揮協調與作戰管理等。



SpaceX目前運營的衛星近萬顆，右圖為星鏈衛星天線。



貝索斯兩大公司 左右夾擊星鏈

雄心壯志

亞馬遜創辦人貝索斯旗下太空公司藍色起源1月22日宣布推出名為TeraWave的衛星網絡服務，計劃發射5408顆衛星，構成新的通訊系統，聚焦向數據中心、企業與政府機構提供資料傳輸服務，連同其早前部署、專攻消費者和通訊發展落後地區的Amazon Leo在內，貝索斯上下兩端夾擊星鏈的意圖甚為明顯。

藍色起源表示，TeraWave由5280顆低軌衛星及128顆中軌衛星組成，並透過光學鏈路進行互聯。此一多軌道混合架構，可在全球建立超高速通道，同時兼顧廣域覆蓋與高傳輸，為企業用戶提供網絡彈性

與韌性。藍色起源表示，TeraWave最多可服務10萬名客戶。

Amazon Leo擬今年加入競爭

其實，貝索斯旗下另一公司亞馬遜在2019年已成立一家附屬公司柯伊伯（Kuiper），亦制定同名的低軌衛星網絡計劃，計劃部署3236顆衛星，首批27顆已於2025年4月發射，目標今年在全球26個國家與市場推出服務，2028年完成全球覆蓋並展開第二代衛星群發射計劃。2025年11月，Kuiper易名為Amazon Leo，主要客戶是消費者、企業和通訊條件較差的地區，即面向類似星鏈的家庭和中小企業客戶。因Amazon Leo和TeraWave的定位有別，大有夾擊星鏈之意。



Amazon Leo目標今年在全球26個國家與市場推出服務，主力面向消費者與一般企業市場。

分析指出，Amazon Leo與TeraWave定位不同，前者偏向消費者與一般企業市場，後者專攻高端關鍵通訊，故未來不排除這兩個系統在雲端服務、資料回傳或備援架構上形成互補，進一步強化亞馬遜生態系在全球數碼基礎建設中的影響力。

巨企搶攻衛星互聯網 比拼收費與基建

財經觀察

衛星互聯網是新一代通訊爭奪的市場，摩根士丹利預計，到2040年星鏈的全球市佔率將高達80%，佔據絕對領導地位。不過，各大企業不會眼睜星鏈獨大，例如亞馬遜的Amazon Leo已進軍衛星互聯網市場，更成功與捷藍航空簽訂協議，將為民航客機提供上網服務，突破星鏈的壟斷。

亞馬遜創辦人貝索斯為全球富豪之一，擁有雄厚資金，為Amazon Leo提供實質支持。亞馬遜的目標是為全球客戶

提供高速互聯網服務，成就超越星鏈。由於Amazon Leo的收費較低，而且較易與亞馬遜的雲端基建配合，所以有勝過星鏈之處。

視乎方案與地區 月費大不同

比較星鏈和Amazon Leo的收費，星鏈的收費分為硬件費和月費。硬件費屬一次性質，約499至599美元；月費視乎方案和地區，標準住宅方案月費99美元，行動方案、攜帶式方案和全球漫遊，月費介乎135至200美元。亞馬遜未公布

Amazon Leo的收費方案，但相信會有競爭力。分析師估計，月費在美國和歐洲將為50至80美元，新興市場地區就更低。

Amazon Leo亦有另一個優勢，就是可接駁亞馬遜雲端服務（AWS）的基礎設施。AWS在全球190個國家為238萬客戶和238萬商業機構提供服務，這些客戶都可以轉化成Amazon Leo的優勢。

另外，歐洲的OneWeb亦宣傳可協助航空公司的航班上網，這就是說，星鏈未來將會面對來自全球其他營運商的競爭壓力，壟斷地位未必可以確保。

中國新申請衛星逾20萬顆 加速規模化

積極搶攻

對於低軌衛星領域，中國亦積極搶攻，2025年最後一周，一口氣向國際電訊聯盟（ITU）申請20.3萬顆衛星的頻率與軌道資源，為目前全球在軌衛星總數的20倍，亦是中國衛星星座申報的新紀錄。此次申報覆蓋14個衛星星座，包括中低軌衛星，涉及多個機構，其中新成立的國家級研究機構無線電創新院，透過兩個星座各自申請96714顆，即合共193428顆，其他申報機構還有中國移動、中國星網、中國電信等。業界認為，此次申報可推動中國的衛星互聯網加速邁向規模化、商業化。

據ITU規定，新提交的衛星申請需在7年內發射首顆衛星，並在第9年、第12年和第14年分別完成總申報數量的10%、50%和100%。若未能依時發射足夠衛星，頻譜權利將會縮減。

在今次申請之前，中國已向ITU申請低軌衛星5.13萬顆，其中數量超萬顆的衛星互聯網計劃包括中國星網的GW星座和上海垣信的千帆星座。

千帆星座目標2027年全球覆蓋

中國星網的GW星座是中國第一個衛星互聯網計劃，也是中國首個空天一體6G互聯網計劃，共規劃發射12992顆衛星，包括6080顆分布在500公里以下的近地低軌衛星，和6912顆分布在1145公里的低軌衛星。主要應用在三個層面，一是官方任務；二是用於救災、偏遠地區通訊、航海航空等場景的企業用戶；三是對標星鏈營運模式的6G網絡覆蓋。目標在2030年前完成10%衛星的發射，到2030年後平均每年發射提升至1800顆。

另外，上海垣信的千帆星座共分三期，第一和第二期計劃發射1296顆衛星，先實現全球網絡覆蓋，第三期則計劃發射逾1萬顆衛星。行業應用除面向航海、民航、物流、車聯網、能源等場景的企業用戶之外，還積極拓展「一帶一路」沿線、第三世界等友好國家市場。目標於2027年底完成1296顆建設，提供全球網絡覆蓋；到2030年底，完成逾1.5萬顆低軌衛星互聯網。

中國企業在低軌衛星市場奮力追趕，加快發射節奏，隨着衛星生產加速和研發可重用的火箭，有助降低發射成本，在衛星互聯網市場有力與星鏈比拼。

中國向ITU新申報 部分星座計劃

| 機構 | 衛星數量 (顆) |
|--------|----------|
| 無線電創新院 | 193428 |
| 中國移動 | 2664 |
| 上海垣信 | 1296 |
| 國電高科 | 1132 |
| 航天馭星 | 106 |
| 銀河航天 | 187 |
| 中國星網 | 24 |
| 中國電信 | 12 |



中國在低軌衛星市場奮力追趕，加快發射節奏。

歐洲規模有限 專注政企單位

實力不足

歐洲有三大衛星通訊網絡，分別是歐洲通訊衛星旗下OneWeb、德國里瓦達空間網絡（Rivada）的Outernet，以及歐盟主導的IRIS²，目標打造歐洲版的「星鏈」，不過在衛星規模、覆蓋密度、網絡容量及用戶導向等方面與星鏈相距甚遠。

OneWeb發射依賴SpaceX

OneWeb是歐洲最早布局的衛星通訊網絡，計劃部署近地軌道衛星648顆，由於規模較星鏈少得多，所以只能專注企業和政府用戶。另外，OneWeb衛星距離地表約1200公里，比星鏈距離地表介乎440至570公里高逾倍，因此時延較長，成本亦相對高，更主要是OneWeb衛星發射依賴SpaceX，降低靈活調度性。至於Outernet

計劃發射600顆衛星，部署高度同樣約1200公里，時延較長。這意味著，OneWeb和Outernet均無法滿足大眾對高速衛星互聯網服務的需求。

由歐盟主導的IRIS²，計劃在2030年前後部署290顆衛星，投資額106億歐元，將使用3種軌道，分別是距離地表6000多公里的中地軌道、500多公里的低地軌道和最高400公里的近地低軌道。由於規模有限，IRIS²目標客戶並非普通民眾，而是面向戰略性安全領域的政府和企業用戶。

相對於星鏈後擁有的馬斯克雄厚的私人資本和美國政府的長期技術支持，歐洲三個衛星互聯網項目都存在嚴重不足，融資渠道和商業變現方面受到多方限制，規模不大之外，衛星距離地表亦甚高，影響服務速度和用戶體驗，只能面向政府和企業市場，難以形成商業競爭力，未來的路途舉步維艱。

OneWeb是歐洲最早布局的衛星通訊網絡。

