

■文：編輯部

2024 年 9 月，3GPP 正式批准首個 6G 標準研究專案——6G 場景用例與需求研究，標誌著 6G 標準化進程的啓動。根據規劃，2025 年將啓動 6G 安全標準等技術規範的研製工作。

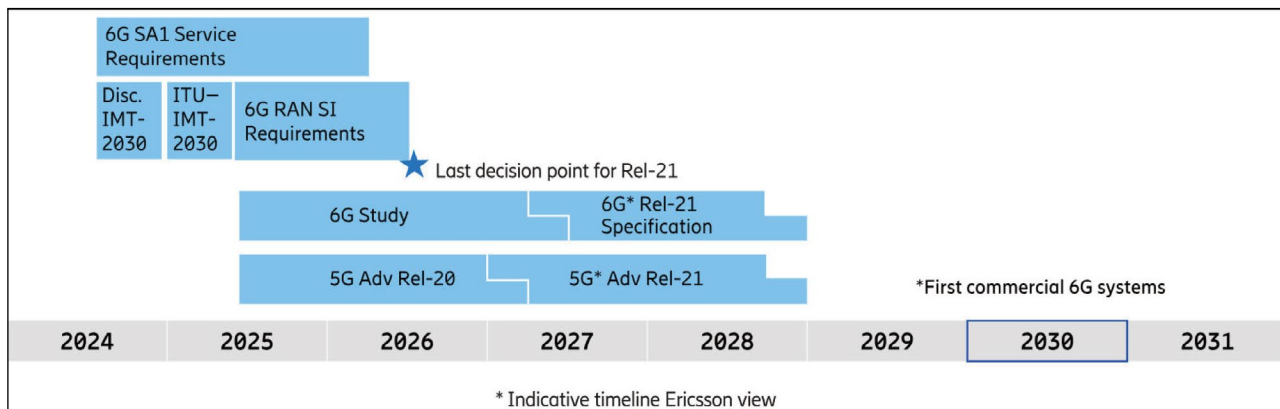
6G 標準制定進展 2024 年

9 月，在 3GPP 業務與系統技術規範組 (SA) 105 次全會上，中國代表擔任主報告人的 6G 場景用例與需求研究項目獲得通過，標誌著 6G 正式進入標準化階段。按照 3GPP 6G 標準進程時間表，2024 年 9 月啓動 6G 標準需求研究工作，Release

21 將成為第一套 3GPP 6G 技術規範，3GPP 計畫在 2028 年通過 R23 版本鎖定技術規範預計，2030 年前完成 6G 的國際標準制定並推動商業化。3GPP 對 6G 的研討緊鑼密鼓。

3GPP 的 6G 工作將於 2024 年 Release 19 啓動，並

圖：3GPP 時間表



資料來源：愛立信

開展與需求相關的工作。根據愛立信的觀點，首批規範應於 2028 年底 Release 21 完成。3GPP 認可的時間表使初始商用系統能夠在 2030 年之前投入市場，並與 ITU 的時間表保持一致。

2025 年 3 月，3GPP 在韓國仁川舉辦了 3GPP 首次全技術規範組 (TSG) 範圍的 6G 研討會。從 2025 年 6 月起，RAN(無線接入網路)與 SA(業務與系統)兩大工作將啟動對 6G 無線介面和 6G 核心網路架構的技術研究。從 Rel - 21 開始，3GPP 將正式開啓 6G 規範性工作和 IMT - 2030 6G 標準的提交，預計 ASN.1 和 OpenAPI 的凍結時間將不早於 2029 年 3 月。國際電信聯盟 (ITU) 預計 2030 年前後正式發佈 6G 國際標準。

針對 6G 技術的競逐已經展開

全球主要經濟體都意識到 6G 技術在未來國際競爭中的戰略意義，紛紛出臺相關政策助力本國 6G 技術發展。

白宮與美國企業、政府技術官員等聯合制定 6G 通信技術的目標和戰略，旨在重新確立美國及其盟友在電信領域的領導地位。美國通過《國家 6G 倡議法案》，撥款 50 億美元支

援太赫茲通信等關鍵技術研發發佈國家頻譜戰略，為 6G 發展預留頻譜資源，確定將超過 2700MHz 頻寬的無線頻譜用於私營部門和政府機構創新。此外，美國還聯合西方七國和日韓發佈《支持 6G 原則的共同聲明》，共同支援 6G 網路的發展原則，加強國際 6G 技術與標準合作。

歐洲歐盟無線電頻譜政策小組 (RSPG) 就 6G 頻譜需求開展早期識別工作，評估歐洲 5G 發展時期頻段應用情況，2024 年出臺 6G 頻譜路線圖。歐盟 6G 旗艦專案 Hexa-X 第二階段正式啟動，合作夥伴數量擴大到 44 個組織，旨在設計 6G 系統藍圖。歐盟“智慧型網路和服務聯合夥伴 (SNS JU)”項目工作組正式啟動 SNS 路線圖的第二階段“6G 細節設計和系統優化”，並撥出 1.29 億歐元的公共資金推動工作進展。

日本在通信設備製造、電子設備生產、晶片製造等領域經驗豐富，在天線設計和信號處理方面具有獨特優勢。2025 年上半年，軟銀與諾基亞完成日本首個 7GHz 頻段 6G 外場試驗，結合大規模 MIMO 技術，測試了城市環境下的覆蓋能力，該頻段有望在 2027 年 WRC 大會上被納入 6G 候選頻譜。

中國高度重視 6G 技術發展。北京市發佈中國首個 6G 專項產業政策，提供最高 3000 萬人民幣研發補助，加速 6G 技術研發和產業化，推動“產學研用”協同創新。同時，中國通過 IMT-2030 (6G) 推進組等組織，積極參與國際標準制定工作，在 6G 場景用例與需求研究等方面發揮了關鍵作用，為全球 6G 發展貢獻了重要力量。2025 年中國政府工作報告更是提出培育 6G 等未來產業，這充分顯示了中國對 6G 技術發展的高度重視，將進一步推動 6G 技術從研發走向實際應用。

6G 技術規格：從 5G 的 10 倍起步

相比 5G，6G 在多個性能指標上有著巨大的提升，大多數性能指標相比 5G 將提升 10 到 100 倍。

■速度與延遲：目標峰值速率 1Tbps (比 5G 快 100 倍)，空口延遲壓至 0.1ms

■能效比：要求單位 byte 能耗比 5G 降低 90%，相當於功耗降低 10 倍

■智能基線：首次將 AI 內生作為網路基礎能力寫入標準框架

值得關注的是，在 2024 年 ITU 公佈的 6G 願景中，“沉浸

式通信"與"泛在連接"被確立為首要場景，這直接影響了標準制定的技術權重分配。

因此在三個方向上正在進行技術突破。

首先是太赫茲 (0.1-10THz) 頻段開發讓無線傳輸突破光纖速度，日本 NTT 已實現 100m 距離的 300Gbps 傳輸；其次是網路覆蓋地表所有區域，從地面基站到低軌衛星的立體組網，如 SpaceX 星鏈系統正在測試手機直連衛星技術，目標覆蓋密度達每平方公里千萬級設備；AI 不再僅是網路優化工具，而是成為網路架構的"數位基因"，能自主完成頻譜分配、拓撲重構等核心功能。

對應到用戶體驗方面：在資料傳輸速率上，6G 的資料傳輸速率輕鬆達到 5G 的 50 倍。這將極大地滿足人們對於高清視頻、虛擬實境、雲遊戲等對資料傳輸速率要求極高的應用需求。

延遲方面，6G 的時延將縮短到 5G 的十分之一。更低的延遲對於一些即時性要求極高的應用至關重要，例如遠端醫療中的遠端手術，醫生的操作指令能夠即時傳達給手術器械，減少因延遲導致的操作誤差，提高手術成功率；在智慧交通領域，車輛之間的通信延遲大幅降低，能夠更及時地進

行車輛調度和避免交通事故。

流量密度上，6G 也將有顯著提升，能夠支援更多的設備同時高速傳輸資料。隨著物聯網的發展，未來將有大量的智慧設備接入網路，從智慧家居設備到工業生產中的各類感測器，6G 的高流量密度特性能夠確保這些設備都能穩定、高效地與網路進行資料交互。

連接數密度同樣是 6G 的一大優勢，6G 技術可以讓連接設備數量超過地球人口數量，真正實現萬物互聯。無論是偏遠山區的小型氣象監測站，還是城市中無處不在的智慧攝像頭，都能輕鬆接入 6G 網路，為構建智慧化的世界提供基礎支撐。

移動性方面，6G 能夠更好地支援高速移動的設備，比如高速行駛的列車、飛機等，在移動過程中依然能夠保持穩定、高速的網路連接，為乘客提供不間斷的網路服務。

頻譜效率上，6G 通過採用新的頻譜和更先進的信號處理技術等手段，相比 5G 有了進一步提高，更高效地利用頻譜資源，在有限的頻譜範圍內實現更高的資料傳輸量。

定位能力也是 6G 的亮點之一，其定位精度將比 5G 有大幅提升，能夠實現室內外高精度定位，這對於物流配送中

的貨物追蹤、智慧倉儲中的貨物管理等應用場景有著重要意義。

部分業者探索 6G 概念

在 2025 年全球 6G 技術大會上，3GPP 業務與系統工作組 (SA) 主席、英特爾公司 Puneet Jain 強調："6G 不僅是連線性上的飛躍，更將成為創新、經濟增長和社會轉型的重要驅動力，並引發通信產業的一次範式轉變。"

與 5G 不同，6G 將完全誕生在 AI 時代，因此 6G 的架構將突破傳統通信框架的束縛，邁向通信、計算與資料深度融合的全新範式，但其影響將遠超通信技術和 ICT 產業的邊界。6G 不再僅僅執著於性能指標的攀升，如更低的延遲、更高的輸送量等，而是將視野拓展至更為廣闊的社會目標，實現從性能驅動到目的驅動的範式轉變。

在 2024 年 IEEE 國際通信大會中，是德科技 (Keysight) 與愛立信 (Ericsson) 合作創建了一個預標準 6G 網路的概念驗證。

探索 6G 無線通訊系統的新頻率及其可用頻寬正在進行中。使用更高的頻譜需要克服幾個開發挑戰，其中包括衆所周知的一個難題：信號在這些



頻率傳輸過程中遇到的衰減和阻擋。此外，當前的 5G 協定堆疊將需要修改，以支援 6G 應用所需的更大頻寬和更高的載波頻率，這些都還沒有在現實世界中進行測試或部署。

這次演示基於愛立信的預標準 6G 原型機，並為新的頻段量身定制，標誌著向驗證 6G 協議棧邁出了第一步。修改後的 5G 協議棧運行在由一個基站和終端使用者模擬設備搭建的真實硬體環境中，並成功在這二者之中建立通訊連結。從一個簡單的數位介面開始，雙方團隊在頻寬更寬的環境中，測試協定的各個面面，顯示了

該協定堆疊的潛在有效性。

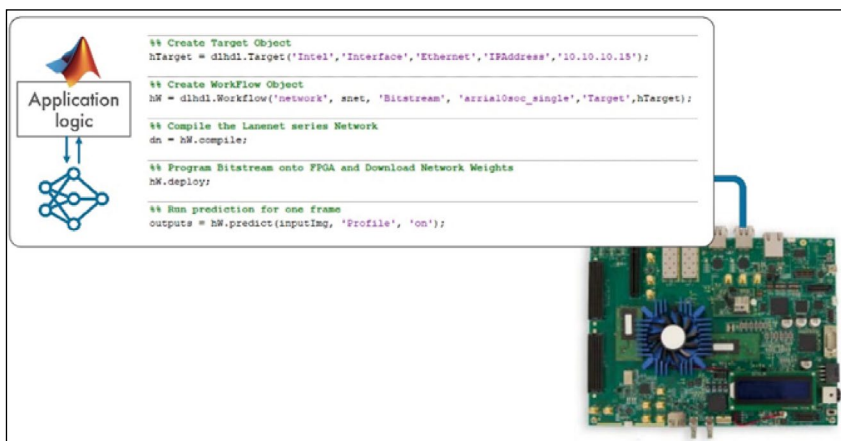
2025 年 3 月 5 日數學計算軟體發展商 MathWorks 宣佈與英特爾旗下公司 Altera 將通力協作，通過支持無線系統工程師使用基於 AI 的自編碼器來壓縮通道狀態資訊 (CSI) 資料並顯著降低前傳流量和頻寬要求，共同加速 Altera FPGA 的無線開發。從事 5G 和 6G 無線通訊系統的工程師現可以在降低成本的同時，確保使用者資料的完整性，並維持無線通訊系統的可靠性和性能標準。

Altera 垂直市場副總裁兼總經理 Mike Fitton 表示：“MathWorks 和 Altera 的協作

使各個組織能夠在廣泛的 5G 和 6G 無線通訊應用中利用 AI 的強大功能，這些應用涵蓋 5G RAN 和高級駕駛輔助系統 (ADAS) 等。通過使用我們的 FPGA AI 套件和 MathWorks 軟體，開發人員可以簡化從演算法設計到硬體實現的工作流，確保他們基於 AI 的無線系統滿足現代應用的嚴格要求。”

Ceva 公司在 2025 年 3 月推出了針對先進 5G 和 6G 就緒應用的最新高性能基帶向量 DSP。這些新型 DSP 基於成功的 Ceva-XC20 架構，已經獲兩家一級基礎設施 OEM 廠商合作設計用於先進 5G 增強版本 (5G-advanced) 和預 6G (pre-6G) 處理器，能夠實現更快速、更高效的資料處理，同時降低延遲並提高輸送量。兩款新型 DSP 均支援人工智慧，讓客戶應用機器學習來優化使用者設備 (UE) 和基礎設施的數據機演算法性能和網路效率，並使其設計能夠適應日後不斷發展的無線標準。

Ceva-XC21 5G IoT DSP 設計用於低功耗、成本和尺寸優化的蜂窩物聯網數據機、NTN VSAT 終端、eMBB 和 uRLLC 應用。Ceva-XC21 是獲得廣泛採用的 Ceva-XC4500 DSP 的後繼產品，其體積比 Ceva-XC4500 減小多達 48%，





在保持性能不變的情況下，佔用面積僅為 Ceva-XC4500 的 63%。

Ceva-XC23 DSP 面向再生 NTN 衛星有效載荷、高端使用者設備 (UE) 和基礎設施基帶處理，包括基帶單元 (BBU)、分散式單元 (DU) 和無線電單元 (RU)。與 Ceva-XC4500 相比，它的性能改善達 2.4 倍，效率改善達 2.3 倍，從而為 5G 增強版本和預 6G 應用提供了卓越性能。

Ceva 副總裁兼移動寬頻業務部門總經理 Guy Keshet 表示：“我們最新的向量 DSP 象徵著先進 5G 和 6G 應用在性能和效率方面的重大飛躍，新型 DSP 構建在此成功基礎上，為開發下一代高效數據機和基礎設施 ASIC 提供了面向未來的強大平臺。憑藉人工智慧支持和可程式設計性，這些 DSP 不僅提高了數據機性能，還支援先進的人工智慧和機器學習工

作負載，提供最佳的網路性能和效率來穩步邁向 6G 應用。”

市場前景廣闊

根據 Research And Markets 發佈的報告，2024 年全球 6G 技術市場規模達 16.6 億美元，預計到 2030 年將增至 149.4 億美元，年均複合增長率高達 43.98%。The Insight Partners 的報告也顯示，6G 市場規模將從 2024 年的 7.45 億美元增至 2031 年的 52.3 億美元，年均複合增長率為 32.1%。從區域市場來看，中國將在全球 6G 市場中佔據重要地位，預計到 2040 年，中國 6G 市場規模將占全球市場的 50% 以上，終端連接數預計突破 1216 億台，月均流量增長超 130 倍。這主要得益於中國龐大的人口基數、快速發展的數位經濟以及政府對通信技術的大力支持。

6G 肩負著彌合數字鴻溝的

重任，為偏遠地區、弱勢群體提供平等的數位接入機會，促進數位包容性的提升。同時，6G 將助力迴圈經濟的發展，通過優化資源配置、提升能源利用效率，推動產業綠色轉型。

沉浸式通信將成為 6G 的重要應用場景，擴展現實、全息通信及多感官互聯等技術將為娛樂、教育及專業培訓帶來顛覆性體驗。6G 網路還將實現更廣泛靈活的覆蓋，無論是偏遠地區還是非地面網路環境，都能保障無縫連接，為智慧農業、遠端教育及自動駕駛等應用提供堅實支撐。在安全領域，6G 有望大幅提升網路安全性和使用者資料保密性，確保服務連續性，開發新型安全解決方案，集成量子安全機制應對未來量子計算挑戰。

小結

6G 將實現通信、感知、計算與人工智慧的深度融合，形成“通感算智一體化”的全新範式，同時也將創造出海量的機遇。

就像前幾代通信技術那樣，每一代通信技術都在很大程度上重塑了人類社會。CTA