

5G 非地面通訊初見端倪：智慧手機連接衛星的第一步

5G and Non-Terrestrial Networks has started to take shape: First Steps in Satellite-connected Smartphones

November 24, 2022



IEK Consulting

楊欣倫 Allen Yang



工業技術研究院
Industrial Technology
Research Institute

5G 非地面通訊初見端倪：智慧 手機連接衛星的第一步

5G and Non-Terrestrial Networks has started to take shape: First Steps in Satellite-connected Smartphones

楊欣倫 Allen Yang



摘要

衛星通訊近幾成熱議話題，隨著 3GPP 納入非地面通訊(NTN)的通訊標準逐步推進，電信營運商持續進行相關驗證測試。傳統衛星通訊主要以語音/簡訊為主要的通訊功能且需要搭配衛星通訊專屬的手持裝置，隨著技術的突破，已有可直接連接衛星通訊的智慧手機推出。進一步發展出可以直接提供智慧手機連接且不需額外更新軟硬體的新興衛星基地台解決方案興起，都將帶動新一輪的通訊競賽。儘管目前推出的新款智慧手機宣稱的衛星連線功能多屬於單向的緊急救援訊息(SOS)傳輸，對於未來智慧手機可以使用衛星寬頻來進行通話、視訊對談、影音串流等更大流量的寬頻功能，則正持續演進。

一、3GPP 推動整合行動通訊與衛星通訊標準

國際標準組織 3GPP 正逐步整合行動通訊與衛星通訊標準，衛星通訊與地面通訊為兩條不同且獨立的技术主軸，各自演進與發展。進入「Beyond 5G to 6G」時代，3GPP 希望引領衛星通訊整合進 5G 通訊標準，將兩套獨立系統進行整合形成互通互連、地空互補的通訊環境，以擴大市場規模與降低成本。

B5G 結合非地面(Non-Terrestrial Networks, NTN)網路技術，目標將達成陸地、天空及海洋的廣域覆蓋，3GPP 成立專門工作組來討論及研議衛星與地面網路融合的技术標準議題，從 R-14 開始衛星通信系統與地面網路融合的先期初步研究，在 TS22.261 中，探討衛星在 5G 系統的角色和優勢，由於對廣域覆蓋要求的工業應用具有顯著優勢，衛星網路可在地面 5G 覆蓋的薄弱地區提供覆蓋方案，對於 5G 網路之 M2M/IoT 應用，及為高速移動載體乘客提供網路服務，借助衛星優越的廣播傳播能力，可為網路邊緣及使用者終端提供資訊服務。

3GPP 從 R-15 標準正式開始討論衛星議題，議題包括整合衛星與 5G (Integration of Satellite in 5G)、非地面網路的新無線電(NR in non-terrestrial)等，由工作組對與衛星相關接取網協議及架構進行評估，定義「5G 使用衛星接取之連續性服務」、「無所不在服務」和「擴展性服務」等三大類應用案例，討論衛星終端特性的建立、配置與維護，以及在衛星通信網路與地面網路間的跨系統協定、漫遊及通信系統切換問題，並在 2017 年底發佈針對這些問題的 TS22.822 技術報告；R-16 則展開非地面網路 5G 新空中介面專案，討論包括 5G Service Satellite in 5G system Architecture，以及持續從 RAN architecture 及 Access layer、Physical layer 討論 NR in non-terrestrial。

R-17 自 2020 到 2022 年進一步討論到 5G system supports satellite 及 IoT & NR over NTN 等問題，將衛星通訊納入 5G 網路，從 RAN architecture、Access layer、及 Physical layer 各網路架構層討論 NR supports non-terrestrial，研究 5G NR 支援衛星通信相關標準化，定義包括衛星網路在內的非地面網路部署情境，5G 的 NTN 應用情境包括 8 個增強型行動寬頻(eMBB)和 2 個大規模機器通訊(mMTC)情境，借助衛星廣域覆蓋能力，使營運商在地面網路不發達地區，還能提供 5G 商用服務，尤其是在緊急通信、海運通信、航空通信及鐵路沿線通信等情境中發揮作用。

3GPP 組織於 2021 年 4 月正式將接續的 5G 演進發展命名為「5G-Advanced」，並自 R18 開始使用新的標誌。R18 在無線接取技術的研發項目於 2021 年 12 月定案，並自 2022 年 Q2 開始進行相關技術會議討論。R18 延續演進 R17 發展的裝置應用、系統布建及新應用服務機會與強化衛星通訊相關項目外，新增納入空中無人

載具(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)及高空平台基地台(High Altitude Platform Station, HAPS)的研究。

若 3GPP 完成開放聯盟，目標優先將地面通訊如 4G LTE、5G NR 等與衛星通訊進行結合，且當行動裝置可支援兩個通訊系統，則有效降低地面通訊業者在用戶數少的偏遠地區、山區、離島之佈建成本，採用這種方式涵蓋偏遠地區或基礎設施不足之處。

(一) 全球首個利用 LEO 衛星進行 5G 回程(Backhaul)示範

2019 年 5 月 Telesat 與電信營運商 Vodafone、英國 Surrey 大學 5G 創新中心合作，以 SSTL 生產的 Phase 1 低地球軌道衛星，完成行動網路營運商的 5G 回傳網路測試，測試結果網路往返延遲為 18-40 毫秒，可以支援視訊、網頁瀏覽及 4K/8K 視訊同步串流，Telesat 將解決方案整合提供客戶競爭優勢，使用戶運用 LEO 衛星提供行動回傳額外選項，適用於居住在農村地區的客戶，該測試可為用戶提供 C、X、Ku 和 Ka 頻段的高速連結。

2022 年 5 月 Telefónica 在巴西和拉丁美洲成功完成 5G 結合低軌衛星回程展示。測試活動由 Telefónica Group 的衛星服務提供商 Telefónica Global Solutions (TGS)管理，其工程團隊與 Telesat 的工程團隊一起參與。Telesat Phase 1 LEO 衛星第 2 層回程鏈路連接到 TGS 最先進的 5G 測試環境。

採用 Intellian 直徑 85 公分帶有 10 Watt BUC 的 Ka Band 接收器，使 Telefónica Global Solutions 的數據流連接到第 1 階段 LEO，驗證了小型接收器可以達到所需的性能並支持 5G 回程網路。在衛星回程鏈路上測試各種應用，包括上傳和下載速度以及影音串流。在整個測試活動中記錄延遲(latency)、跳動(jitter)和位元速率(bitrate)的網路測量值，都滿足與 5G 核心網路整合的功能要求。

(二) 星系間整合串連 5G 通訊

國際海事衛星通訊公司 Inmarsat 於 2021 年 7 月發布其未來通訊網路「ORCHESTRA」，以無縫整合(seamless integration)其現有地球同步衛星(Geosynchronous satellite, GEO)平臺與 175 個低軌道(Low Earth Orbit, LEO)衛星及地面 5G 行動寬頻之連結。

ORCHESTRA 透過動態網狀網路(dynamic mesh network)，整合既有及新發射 GEO 衛星、自身開發的 LEO 衛星與地面 5G 網路，為海上船艦、飛機、國防偏遠地區部隊、能源鑽井平臺等提供服務。Inmarsat 的 GEO 衛星(GX 頻段及 L 頻段)可提供全球涵蓋、安全性及使用彈性，可將地面上港口、機場及通海運河等 5G 熱點

提升至超高容量，LEO 衛星群更可在航班飛行航線等高需求區域中提供更高容量與更低延遲之服務。

(三) 地面與衛星 5G 網路的順暢切換

2022 年 6 月，歐洲太空總署(ESA)與日本情報通訊研究機構(NICT)成功合作完成首次橫跨歐、日太空 5G 連線測試。這項技術能確保地面與衛星 5G 網路的順暢切換，滿足用戶隨時隨地連網的需求。

即使受到延遲影響，工程團隊仍成功將高解析度的 4K 畫質影像，從日本透過衛星傳送到歐洲的資料中心。在另一項測試中，工程團隊也成功將物聯網生成的資料，透過衛星從日本傳送到歐洲。工程團隊測量了每一段傳輸的網路品質，證實地面 5G 與衛星網路整合的可行性。在團隊展示了這套系統如何支援各項服務需求後，這項實驗也為校園網路與及高度分布式網路部署開啟新的選項。

(四) 數位韌性：5G O-RAN 專網、MEO 衛星通訊的移動解決方案

2022 年 10 月台灣微軟(Microsoft)攜手和碩及伸波通訊，發表 5G -RAN 研發成果，三方以新竹市消防局展現衛星通訊與 5G 基地台在第一線救災的應用。未來當災害發生導致地面通訊失靈時，將可藉由衛星與行動通訊互補而達到核心救災通訊的不間斷。展示搭載完整 5G 基地台與中軌道衛星(MEO)通訊系統的行動車，使衛星接收設備可直接運至災害現場，可移動式小型 5G 通訊系統總重量僅約 15 公斤。透過背包式的設計便於攜帶，可快速收合與展開帶來極大的便利性，使第一線救災人員更深入現場取得即時災情資訊。

此次示範的新竹市消防局為例，未來救災人員可以在出勤時透過配備專用的 5G 專網手機，靠一支手機就能完成低延遲的語音通訊、運用 Teams 視訊軟體多方視訊，並且傳輸高解析度的影像資訊給遠端災變中心，同步達到上下行 50Mbps 頻寬的傳輸效率，讓救災行動在語音、影像即時與高保真的品質下，提升統合應變能力，也提升救災效率。

Azure Space 在 MEO 衛星與 SES 所屬 O3b mPOWER 合作，在低軌道衛星是與 Starlink 合作。微軟的角色是建立平台提供中介層，讓通訊往上到衛星，往下到地面接收站都能打通，讓程式開發人員更容易開發。



資料來源：工研院產科國際所整理

圖 1、整合衛星通訊的移動式 5G 專網方案

二、傳統衛星通訊主要用於語音、簡訊

傳統的衛星通訊較為聚焦在語音電話與簡訊服務，提供使用者能夠在任何無手機訊號的空曠地方透過衛星進行接收電話、撥打電話、發送簡訊與緊急救援呼叫。以台灣為例，適合登山、船隻航行等戶外活動使用者。

使用上則有較多的限制，首先需要使用特定的衛星手機，其天線與造型較一般智慧手機有較大差異。其次由於使用同步軌道衛星(GEO)，需針對衛星方位保持特定傾斜角度，且使用時須使該方向天空保持無遮蔽，才能有最好的通話品質。開機後需等待 GPS 鎖定，衛星連線完成後，才可進行通話。台灣常見的使用衛星系統包含 Inmarsat、Iridium、Thuraya 等。

另一方面，2022 年引起熱議的 Apple iPhone 14 衛星連接功能，事實上僅只是採用 Globalstar 低軌衛星系統，進行緊急救援訊息(SOS)的單向傳輸，仍在傳統衛星通訊的使用範疇。

(一) Thuraya

Thuraya 提供區域衛星移動服務(MSS)，運營兩顆地球同步軌道衛星，並在歐洲、中東、北非、中非和東非、亞洲和澳大利亞的 160 多個國家/地區提供電信覆蓋，使用 L Band 提供語音和數據服務。2013 年由中華電信代理其業務引進台灣，以衛星通訊系統提供衛星行動電話、船舶通訊、數據上網等服務，並且需購買專用衛星手機。終端裝置 Thuraya XT-LITE 可利用長效電池實現可靠通訊，為用戶提供長達 6 小時的通話時間和長達 80 小時的待機時間。衛星電話特色就是需仰賴較為突出的天線傳輸訊號，天線長度約占本體長度的 2/3 或是更長。



資料來源：工研院產科國際所整理

圖 2、傳統同步軌道衛星電話(Thuraya)

(二) Garmin

inReach Mini 2 支援用戶一般戶外活動時的安全守護，透過覆蓋全球的 66 顆低軌道鈹衛星(Iridium Satellite)做為訊號接收和傳輸系統的通訊服務，強化行動訊號屏蔽地區的服務覆蓋率，配合雙向簡訊功能即可不間斷地傳送文字訊息。在 GPS 更新頻率為每 10 分鐘回報一次座標位置的標準活動記錄設定下，電池續航力最高可達 14 天。

IERCC 為 inReach Mini 2 提供全年無休互動式 SOS 緊急求助服務，隨時待命協助救難通報。當用戶按下 SOS 按鍵，將有專業人員即時追蹤用戶裝置位置、保持雙向文字訊息傳輸，同時協助通報消防署、海巡署以及緊急連絡人；若所處位置在國外，也會通報所在地區的緊急救難人員或相關單位，因為 Garmin 早已對接各國救難單位。

目前在台灣 Garmin 實體品牌店販售，用戶需至中華電申辦服務，向 Garmin 註冊和購買資費方案即可使用此款衛星追蹤通訊裝置。目前提供 3 種資費方案(月付 11.95 美元起)，包括可隨時求救、限量訊息和位置傳送的「安心費率」、位置追蹤回報吃到飽的「悠遊費率」，以及可無限制傳送訊息、隨時保持聯繫的「遠征費率」。

另外提供專業版資費方案(月付 19.95 美元起)，可支援多台 Garmin inReach 裝置，適合企業、研究單位以及多人團體申辦。



註：圖片僅供外觀示意，非實際比例對照

	Thuraya XT-LITE	GARMIN inReach mini 2	Apple iPhone 14 Pro Max
尺寸	128 x 53 x 27 mm	51.7 x 99 x 26.1 mm	160.7 x 77.6 x 7.85 mm
重量	186g	100g	240g
衛星服務	衛星語音或簡訊(SMS)	雙向衛星簡訊(SMS) 緊急救援(SOS)	單向衛星簡訊(SMS) 僅限緊急救援(SOS)
頻段	Thuraya L/S Band	Iridium L/S Band	Globalstar L band

資料來源：工研院產科國際所整理

圖 3、Thuraya、GARMIN、Apple 衛星接收裝置外觀與性能比較

三、智慧手機直接連通衛星通訊的應用

近年來日益頻繁的自然災害和地緣政治衝突，衛星通訊的簡訊/語音服務成為備受矚目的關鍵功能。電信設備商、電信營運商、手機廠商、晶片商積極布局衛星連接智慧手機相關技術，衛星通訊最終可能會成為未來智慧型手機的必備功能。許多公司啟動智慧手機連接衛星通訊的研發、佈局太空端的衛星系統直接為智慧手機提供通訊服務，為智慧型手機的衛星通訊開啟新一輪競賽。

(一) 華為

2022 年 9 月，趕在 Apple 發布會前，華為搶先公布 Mate 50 系列手機，是業界首款支持北斗衛星通訊的智慧手機。在無地面網路信號覆蓋環境下，可透過「暢連 App」將文字和位置訊息向外發出，與外界保持聯繫，並支持多條位置生成軌跡地圖。使用上需先下載暢聯 App 且不需要辦理北斗衛星的通訊卡，初步限中國境內可使用，但不含港澳。體驗期內提供每月 30 條的免費額度，超出可以購買套餐。此功能只能發送文字短資訊不能接收。在發送文字短資訊之前，手機需要按照 APP 的提示，進行對準北斗衛星的操作，只有對準了某顆北斗衛星，才能正常發送。

文字簡訊需在 App 內預設的資訊選項中選擇一項並發送，包括定位資訊，使用者也可以在預設簡訊之外手動輸入十幾個字的消息。北斗衛星將會把接收到的短信轉發給運營商的衛星地面站，然後透過運營商的網路發送給收信人。不論收信人是

否使用華為的手機還是 APP，都可以正常接收。使用衛星訊息發送功能，需要在空曠、無遮蔽的環境使用，室內、飛機上無法使用。

(二) Apple iPhone 14

2021 年傳出 Apple iPhone13 將可直接連接衛星通訊，然而並未實現。事隔一年後，2022 年 9 月的新品發表會「Far Out」上宣布 iPhone 14 將支援衛星通訊功能以進行緊急救援之用。預計最快將從 11 月開始，啟用衛星訊號傳送簡短的遇險訊息和位置等資訊，服務範圍先以美國和加拿大為主，該服務兩年內免費，未來則計畫擴展至更多國家。

iPhone 14 Pro Max 採用的是高通 X65 數據機晶片，除了具有 5G 行動網路連線功能之外，同時還能啟用「n53 頻段」，是 Globalstar 用於衛星通訊的頻段，使用 L Band 進行上行鏈路，使用 S Band 進行下行鏈路。

Apple 與 Globalstar 簽署專屬協議，收購了該公司高達 8 成 5 的網路承載量。後續 Globalstar 將建新型衛星，由 Apple 負擔 4.5 億美元(佔 95%)，但仍須額外發債籌資來建造和部署衛星，此案已交高盛集團安排，預定 2022 年第 4 季完成融資。根據協議 Globalstar 需提供並維護所有資源，包括人員、軟體、衛星、閘道(gateway)、衛星頻譜以及合作必要的相關監管授權。由於 Apple 將享有上述資源的優先使用權，形同變相控制 Globalstar 的經營，阻絕其他手機業者使用該衛星通訊服務的可能性。

(三) 星紀時代

吉利汽車近年來積極擴展其版圖，旗下子公司包含通訊解決方案領域的星紀時代(Xingji Technology)、衛星領域的時空道宇(GeeSpace)、智慧聯網車輛的領克汽車(Lynk&Co)。2022 年 7 月吉利集團子公司星紀時代宣佈戰略投資魅族科技，正式宣佈星紀時代持有魅族科技 79.09%的控股權，並取得對魅族科技的單獨控制，等同宣告吉利集團藉併購跨入消費者終端的通訊領域。星紀時代認為未來的通訊情境將是「5G+低軌衛星通信+近場通信」實現全域覆蓋、多端互聯，使人們「永不失聯」。未來推出的星紀互聯智慧手機將是全球第一款連接低軌衛星的消費級手機，提供廣覆蓋、高速、穩定、低延遲的通訊體驗，實現天地一體化和無界連接。

2020 年 5 月，時空道宇與領克汽車共同啟動雙星發射計畫，時空道宇將為領克汽車的高等級自動駕駛提供高精度定位服務，整合智慧手機、AR 眼鏡、智慧汽車等產品，為用戶帶來無縫無界連接的沉浸式體驗，成為天地一體化的交通生態。時空道宇計劃在 2025 年底前完成部署 72 顆衛星，並到 2030 年代初期完成 168 顆衛星群部署，主要功能為協助吉利汽車和其他公司自動駕駛系統收發相關數據，並且朝向遙測、導航、通信技術的整合應用發展。

(四) Google

Google 已正式確認 Android 14 將具有衛星連接功能，並為 Google 的合作夥伴提供支持。由於 Android 是每年數百萬台售出設備的作業系統，因此它在該計劃中起著至關重要的作用。Android 14 仍處於開發階段，可能會在 2023 年第三季發布與衛星連接的 OS 更新。將衛星訊號連結智慧手機有其自身的技術挑戰，Google 平台與生態系統高級副總裁 Hiroshi Lockheimer 認為設計可以連接到衛星的手機的用戶體驗，可能不同於常規的 LTE 和 5G。推估下個版本較可能推出的是簡短訊息服務(SMS)所支持的緊急救援訊息(SOS)傳輸。

(五) T-Mobile

美國電信商龍頭之一的 T-Mobile 宣布與 SpaceX 展開合作，強調結合衛星和 5G 訊號的行動服務將於 2023 年分階段推出，並將支援目前市面上手機裝置。未來使用者可透過衛星行動 5G 連接收發簡訊、多媒體簡訊(MMS)、或是特定即時通訊應用；甚至若附近沒有其他人共享頻寬，觀看視訊影音也將成可能。T-Mobile 預期能以既有資費方案中提供衛星連接。目前旗下會員的手機基本上都將可支援上述服務，無須任何額外配件或設備。

Starlink 第二代衛星將自 2023 年起陸續發射部署，將可使用 T-Mobile 中頻譜 5G 頻段提供服務；新一代衛星將配置更大的收發天線，以支援新連接。「Gen2 System」長度近 7 公尺，重達約 1,250 公斤，重量為第一代的 5 倍。Starlink 計劃利用 T-Mobile 的中頻 5G 頻譜並支持簡短訊息服務(SMS)、多媒體簡訊服務(MMS)。Starlink V2 衛星，第一階段將能夠使用 T-Mobile 的中頻 PCS 頻譜部分來做廣播服務，通訊功能約 2-4Mbps 傳輸速度，可進行文字或聲音訊息傳送。

(六) AST SpaceMobile

2017 年創立於美國德克薩斯州的 AST & Science，致力打造自家通訊衛星網路「SpaceMobile」，將零死角地服務散佈於全世界的智慧型手機。Nokia 與 AST SpaceMobile 在 2022 年簽署一項 5 年合作計畫，雙方將連接衛星與全球電信網路，此服務將與行動網路營運商合作，如用戶所在區域超出營運商的通訊範圍，SpaceMobile 將作為訊號的延伸持續提供網路服務，服務適用於一般標準的行動手機，不需經過任何修改，也不必使用其他特殊軟體、地面終端或硬體，就能使用以太空衛星技術為基礎打造的寬頻網路。

AST SpaceMobile 合作推動的衛星寬頻網路計畫中，諾基亞將提供 AirScale 基地台、NetAct 網路管理系統，以及其他技術支援。AST 與諾基亞的衛星寬頻網路最終將包含 168 顆衛星。後續將與 Vodafone、樂天電信(Rakuten Mobile)、Orange 等

25 家電信業者合作在五大洲展開測試。2022 年獲 FCC 許可，在美國的德克薩斯州和夏威夷測試 BlueWalker 3 的服務。

另一方面，AST 自行研發 BlueWalker 3 測試衛星，該衛星是由面積 64 平方公尺的天線陣列所組成，重量 1,500 公斤，並於 2022 年 9 月上旬發射。AST SpaceMobile 透過模組化生產降低製造成本，並透過相同模組鏈結每顆衛星，從而降低生產成本。目前正與旗下的衛星製造商 NanoAvionics 合作生產。晶片方面則是結盟英商戴樂格半導體(Dialog Semiconductor)，為其開發四種客製化的混合訊號和 RF ASIC。

(七) Lynk Global

Lynk 的目標是實現手機能夠與地面基地台及衛星網路混成連線，實現無縫通訊服務。連線速率與品質可與 4G 網路一致，也就是能夠讓 4G 的網路，不受地面電信商的線路與佈建成本的限制，讓更多需要更高速網路通訊的使用者有機會使用。

美國太空新創公司 Lynk Global 於 2021 年 5 月向美國 FCC 申請營運許可證。2022 年 4 月成功將「Lynk 1 號塔(Lynk Tower 1)」發射至太空，其為該公司首個取得 FCC 許可執照的太空飛行器(spacecraft)，可提供「衛星直播電話服務(satellite direct-to-phone service)」。Lynk 的前一枚衛星於 2021 年發射，已成功連結數以千計的獨立裝置，包括手機、平板電腦和物聯網裝置(IoT devices)。現正建造中的「Lynk 2、3、4 號塔」將於 2022 年下半年發射，Lynk 規劃在太空行動通信基地塔建置完成後，即可推出全球性的商業服務，預期將有 12 家電信業者參與，包含比利時 BICS、巴哈馬的 Aliv、中非共和國的 Telecel Centrafrique 等。

公司	智慧手機			衛星系統		
	Apple	華為	星紀時代	SpaceX	AST SpaceMobile	Lynk Global
合作廠商	Globalstar	北斗衛星	時空道宇	T-Mobile	NOKIA、Vodafone、Rakuten Mobile、Orange等25家電信商	巴哈馬的Aliv、中非共和國的Telecel Centrafrique、預計12家電信商
晶片	Qualcomm Snapdragon X65	Qualcomm Snapdragon 8+4G	未公布	未公布	Dialog	未公布
通訊頻段	上行L band 下行S band	B11 + B1C + B2a Tri-band	未公布	現行PCS (1900 MHz) 規劃G-Block 的 10 MHz	未公布	Ka
通能	SOS緊急服務、內建文字訊息選項	緊急文字簡訊與位置訊息	語音+寬頻	SMS、MMS、文字訊息	寬頻網路	語音、文字訊息
通訊	單向	單向	雙向	雙向	雙向	雙向
商轉規劃	• 2022年11月 • 限美國和加拿大	2022年9月 限中國、不含港澳	預計2023年	預計2023年底	2022年服務測試	預計2022年
費用	首2年免費	未公布	未公布	T-Mobile月租方案可直接使用	未公布	未公布
衛星重點規格	Apple出資4.5億美元提供Globalstar建新型衛星	未投資衛星建置	未投資衛星建置	「Gen2 System」重量1,250公斤，預計2023年使用	BlueWalker 3重量1,500公斤	預計2022年發射4顆Lynk Tower衛星

資料來源：工研院產科國際所整理

圖 4、「可連接衛星訊號之智慧手機」和「可提供手機連接之衛星系統」比較

IEKView

3GPP 在國際標準上持續推進，衛星系統營運商也積極與電信設備商、電信營運商、手機開發商、晶片商進行合作，不同星系間的整合及將衛星納入 **5G** 整體通訊架構的趨勢儼然成形。地空整合下的通訊環境，將帶動地面接收站、雲端與資料中心等相關領域的整合。面對近年來極端氣候造成的天災、地震災情，乃至戰爭衝突等，為了建立數位韌性，對於國防、救災指揮、政府運作、金融與支付系統的穩定性，讓社會功能可以持續運作，也需強化除了通訊以外的考量，如再生能源與儲能系統的整體結合、行動專網、高空平台基地台等解決方案，都是 **3GPP R18** 的討論範疇。

另一方面，採用衛星通訊系統的自主性則需擴大考量地緣政治風險。若個別衛星通訊公司因其母集團在特定區域市場的利益，而做出交出數據監管權的情勢，或特定國家以法令規範強制要求，則將危害其他國家、企業的利益及影響衛星產業的發展。例如印度要求 **VPN** 業者蒐集用戶資料，**CERT** 規定 **VPN** 服務供應商、資料中心與雲端服務供應商都必須儲存用戶資訊，包括姓名、電子郵件帳號、電話號碼與 **IP** 位址，而且要保留 **5** 年。印度也敦促外國科技公司在本地儲存更多數據，一連串舉措都被解讀為印度政府試圖對國際大型科技公司進行更嚴格的監督。進而影響網路服務的發展。

在衛星連網手機的發展方面，傳統消費電子產品的手機，按照大多數國家政府的規定，在 **FDD** 模式下最大發射功率不能超過 **23dbm**，在 **TDD** 模式下最大發射功率也不能超過 **26dbm**，在過去由於技術的限制，電信業從未想過讓發射功率如此小的手機直接與衛星進行通訊。近年來由於天線、射頻電路以及信號處理等技術的進步，手機與衛星直接通訊成為可能，於是成為通訊產業討論的熱點。智慧手機直通衛星使用寬頻，尚有多項技術限制需突破。由於物理上的限制，衛星手機僅能使用於無建築物遮蔽的戶外，還要面對天氣狀況的影響，微波信號因大氣中的雨、雪、冰導致信號減弱現象的兩致衰減(**Rain fade**)。

另一方面考慮新興的低軌衛星要直接作為太空中的 **5G** 基地台支援寬頻使用的情境下，相較地面 **5G** 系統僅支援數公里的通訊範圍，低軌衛星距離地表至少 **500** 公里，智慧手機中處理電磁波的射頻元件(**Radio Frequency, RF**)與功率放大器(**Power Amplifier, PA**)的效能與傳統手機相比則需放大百倍，在尺寸與功耗上將面臨設計挑戰。從耗電量來看，若不是變更電池容量，就得採用外接方式，對手機設計或消費者使用上都將有較大幅的變動，且多數使用者主要仍在城鎮範圍內使用，如何在設計/成本與消費者習慣中作取捨也考驗智慧手機開發商。

以上報告所提供之資訊，在尖端科技發展與產業變動中，無法保證資訊的時效性及完整性，使用者應自行承擔因使用本報告資料可能產生之任何損害。著作權歸工研院所有，非經書面允許，不得以任何形式進行局部或全部之重製、公開傳輸、改作、散布或其他利用本報告資料之行為。

IEK Consulting

會員服務專屬：<http://www.iek.org.tw>

☎ 服務專線：03-5912340

☎ 傳真電話：03-5820302

✉ 客服信箱：iekconsult@itri.org.tw



工業技術研究院
Industrial Technology
Research Institute