

無縫連網②通訊技術演進

融合組網、無縫互補，提升使用者體驗

■文：任苙萍

當 4G 費率屢屢掀起價格大戰，就喻示新一代通訊正緊鑼密鼓備戰。儘管曾有人爭論 5G 就架構來看是個全新的概念，不應視為 4G 繼承者；但對終端使用者而言，當人們生活逐漸「無網不利」，如何營造「無縫連網」環境才是關注焦點。於是，電信系統的 3GPP 與電子工程的 IEEE，競相在下世代通訊標準卡位；預估將在今年定案的 3GPP release 14，重點放在強化 Mission Critical、車聯網 (V2X) LTE 支援、增強型授權輔助接入 (eLAA)、四頻及頻間載波聚合 (CA) 先期研究，而 IEEE 持續在 802.11 基礎上發展 802.11 ac /ad/ah/ax 等進階規格。

LTE-M 將略勝 NB-IoT 一籌？

於 2011～2015 連續五年在機器對機器 (M2M) 通訊模組市場掄元 (根據 ABI Research 研究資料)、在物聯網市場表現亮眼的司亞樂 (Sierra Wireless)，該公司 M2M 行銷及市場策略副總裁 Olivier Pauzet 表示，新一代通訊



照片人物：司亞樂 (Sierra Wireless) M2M 行銷及市場策略副總裁 Olivier Pauzet

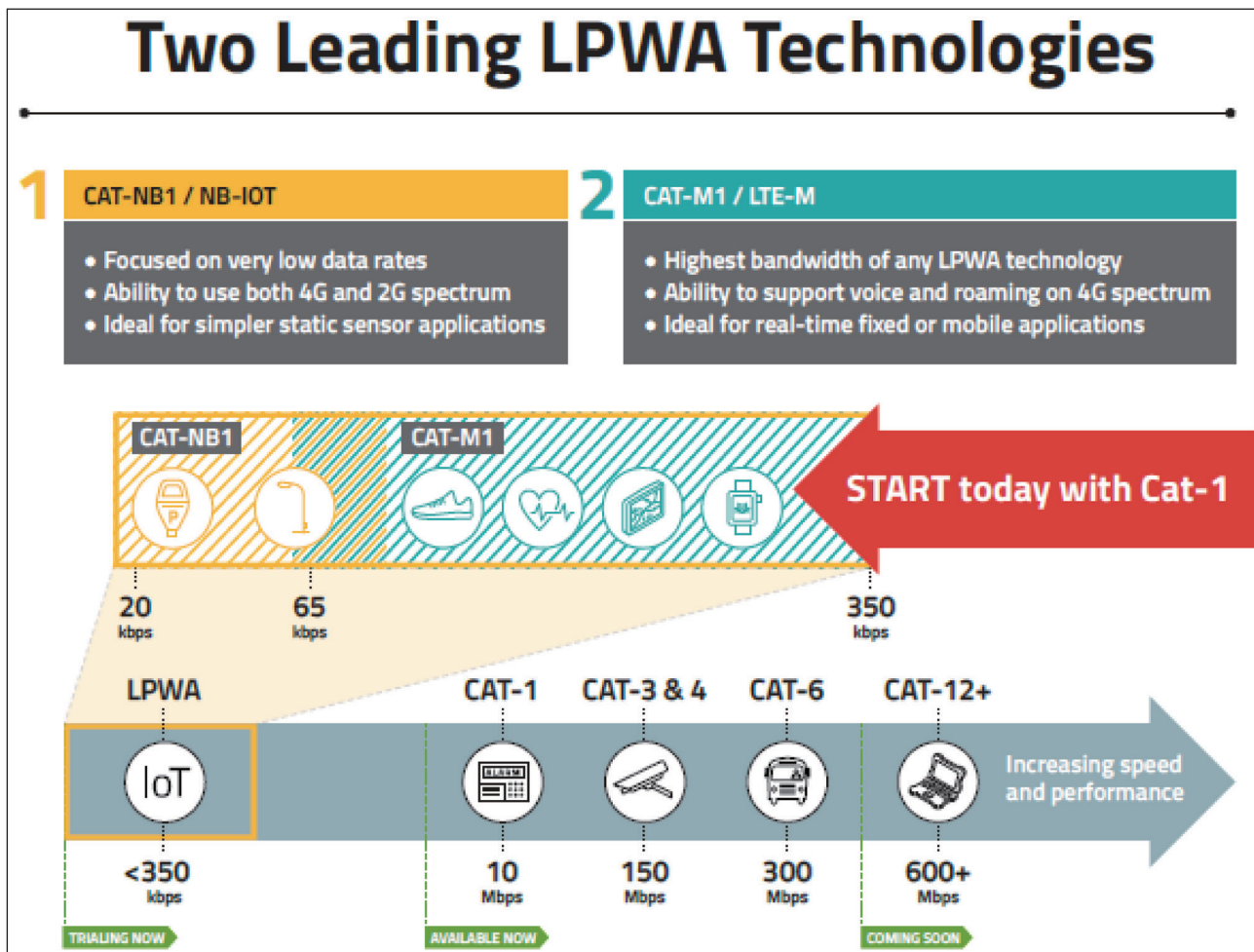
技術通常須花費數十年時間才能漸臻成熟，將前一代技術取而代之。現階段而言，4G LTE 將與 5G 共存好一段時間；至於對短距傳輸的看法，Pauzet 直指：LoRa/SigFox 等規格皆非國際標準規範、亦非專利技術，僅因特定區域的特定需求或私有網路而生，但 3GPP 技術卻是全球行動網路營運商 (Mobile Network Operator, MNOs) 的共識。

Pauzet 實地觀察到，所有電信業者正將 4G 網路進化成可支援 LTE-M 和 NB-IoT 的架構；「尤

其 LTE-M 可涵蓋大部分物聯網應用，極可能成為主流技術；NB-IoT 則將侷限於極低量傳輸」。他信心十足地認為，即使 3GPP 標準與業界通用規格將呈共存之勢，但 3GPP 標準終究是電信業者心之所繫、傾向採用的技術，且這股牽引力正逐漸加大，即將大規模展開部署。具體應用包括：足以收集數據及升級空中介面 (over-the-air) 的頻寬、低延遲、邊緣運算 (Edge Computing) 的 IP、端到端保全，以及語音支援。

為此，Sierra Wireless 開發多樣化的通訊模組和閘道器 (gateway)，使其與邊緣運算的功耗取得最佳平衡。Sierra Wireless 於 2015 年推出基於 Linux 的開源嵌入式平台「Legato」，就是為簡化「設備到雲端」的嵌入式 M2M 應用程式而開發，已與 Wind River Linux 整合，採用 Yocto Project 開源架構，具備 M2M 應用程式框架並內建連接、安全性和管理功能。Legato 可無縫與 AirVantage M2M 雲端平台接軌，獲取穩定的應用程式介面 (API)，並經由有線／無線硬體接口連接至周邊設備、

圖 1：NB- IoT 與 LTE- M 為低功耗局域網的兩大主流技術



資料來源：Sierra Wireless 提供

網路和第三方雲端服務。

NB- IoT 可謂全新投資，考驗傳統電信商的投資意願

全球行動供應商協會 (GSA) 日前所發佈的報告，卻似乎另有解讀。該報告顯示，已有 59 家公司加入 NB- IoT 論壇，全球有包括 Verizon、AT & T、Vodafone、中國電信、中國聯通等在內的 21 家營運商，已承諾部署 NB- IoT，預計至今年年底，將有 25 個 NB-

IoT 商用網路問世。GSA 報告指出，美國營運商已在 2016 年底推行符合增強型機器類通訊 (eMTC) 定義的 LTE- M (Cat. M1) 之商用部署，將在 2017 年底覆蓋全美；隨後，將繼續佈建 NB- IoT (Cat. M2)。有趣的是，歐洲和亞洲或因考慮頻譜可用性之故，有些營運商選擇直接以 NB- IoT 為切入點。

整體而言，基於「分頻」(FDD) 的 NB- IoT 擁有獨立載波，在覆蓋率、容量和延遲性表現皆優於基於「分時」(TDD) 的 LTE- M；但 LTE- M 擁有以下好處：首先，

傳輸率上限約 1 Mbps，約是 NB- IoT 的五倍，不僅可支援車載、行動 POS 機等移動性場景；其次，可透過既有 LTE 網路軟體升級、不必額外增加新的頻段和硬體投資，即可支援海量物聯網的無線設備接入。更重要的是，能與普通 LTE 用戶「共載波」、更平順地實現網路演進，對電信業者似乎較 NB- IoT 更具誘因；系統可靈活分配 LTE/LTE- M，最大化利用現有 LTE 網路資源，節省建網成本。

在 5G 先期研究進度居前的中興通訊，就提出「融合組網、優勢

圖 2：高通描述 802.11ad 的諸多應用場景



資料來源：Qualcomm 官網

<https://www.qualcomm.com/products/features/80211ad>

互補」概念，主張 LTE TDD/FDD 的融合組網是緩解 FDD 頻譜資源稀缺且昂貴、網路再投資成本過高的折衷手段。在局域網方面，IEEE 也不落人後；自從將 WiGig 聯盟的未授權 60 GHz 頻段納入成為新一代 802.11 ad 標準後，目前高通 (Qualcomm)、英特爾 (Intel) 和 Peraso 是其三大晶片供應商。資料傳輸率理論值達 7Gbps 的 802.11 ad 因高頻訊號易衰減的「軟肋」，有效傳輸距離與覆蓋率都將受限，於是，與固網、電信蜂巢網路或個人短距網路 (PAN) 互補是較可行的方式。

IEEE 力拱 WLAN 802.11 ad/ax

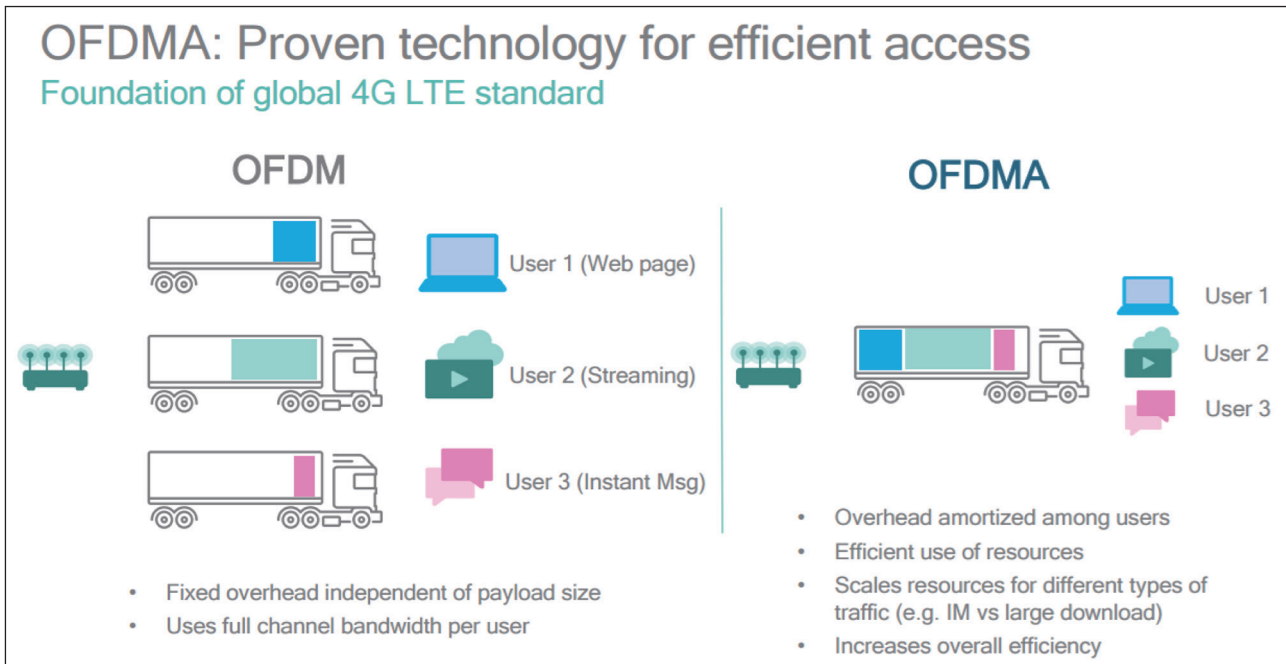
意欲取代有線傳輸、瞄準室內高畫質娛樂應用的 802.11 ad，在 4K、8K 影音內容未普及前，實際應用又另有一番景象。有元件代理商私下透露，

802.11ad 雖已導入 HP、Dell 等高階 NB 機種，但銷售狀況並不熱絡，當下反而較常用作戶外連網的輔助設備，在 1 公里內實現 1 Gbps 傳輸率。據其所述，主要是因為 802.11 ad 模組比 11 ac 4X4 MIMO 價格略低，且非授權頻段不須強制經 NCC 等主管機關送樣檢測，具有一定誘因；話雖如此，他也提到若目標市場是歐美地區，基於服務品質 (QoS) 的品保考量，供應商還是會主動或應區域要求送測。

至於在消費市場，由於內建 802.11 ad 模組的筆記型電腦，每台成本會多 500 ~ 600 美元，若是購買成對收發模組則上看 800 美元，對市場接受度仍具挑戰。與此同時，鎖定擴增網路容量並提高 Wi-Fi 頻譜利用率、資料傳輸率是現有 801.11ac 四倍之多的 802.11 ax，日前也傳出實作佳音——高通宣佈推出首款端對端 802.11 ax Wi-Fi 產品組合，包括針對網路基礎設施的 IPQ8074 系統單晶片 (SoC) 以及面向用戶終端裝置的 QCA6290 解決方案，成為首家推出支援 802.11ax 端到端商用解決方案的供應商，預計將於今年上半年送樣。

隨著連網裝置不斷增加、數據流量的多樣化以及重疊網路的密集，導致 Wi-Fi 頻譜超載，嚴重影響連接體驗。為解決此問題，高通技術公司的 802.11ax 解決方案支援 12 個資料串流 (8 個 5GHz 和 4 個 2.4GHz) 8x8 MU-MIMO、

圖 3：高通以交通流量意象比喻 OFDM vs. OFDMA 的差異



資料來源：Qualcomm 官網

<https://www.qualcomm.com/products/features/80211ax>

80 MHz 通道，以及多項增加網路容量與覆蓋範圍的特性。該解決方案善用「正交分頻多工存取」(OFDMA) 與流量調度等蜂巢式技術，以提供更高效率、更大的用戶吞吐量與更加一致的性能表現。這種資源配置的管理方式與喚醒時間的優化功能，能降低 2/3 的 Wi-Fi 功耗，並在無負面影響下延長終端裝置的電池續航時間。

量測儀器商群雄並起

正如高通技術公司資深副總裁暨連接技術業務總經理 Rahul Patel 所說，「網路容量與可擴展性，遠比峰值速率更具意義，已成為衡量網路能力最重要的指標」；MU-MIMO、Wi-Fi 6E 和 802.11 ad/802.11 ax 皆是著眼於充分利用容量的商用解決方案。此外，低

延遲、大吞吐量和低網路封包遺失率，將關係到遊戲、影音串流和下載的用戶體驗。在晶片、模組與設備大廠相繼投入下世代通訊研發之際，量測儀器廠商在其間也擔綱關鍵角色；特別是在先期研發階段，可為應用情境的實作提供重要參考依據。

邁入下世代通訊，頻寬、頻率的應用區間甚廣，而元件微型化加上指向性波束成形 (beamforming) 等調變要件，皆讓實作難度與量測複雜性大增。想當然爾，一線量測大廠無不卯足全力、在最短時間搶推新品，爭取與上述供應商合作。可別小看這區區幾個月的技術領先，一旦正式宣佈合作有成，期間所研發的測試規範將具有示範領頭作用，會對後進者及下游供應鏈形成仿效標竿，影響力極為深遠，類

似 IC 業者口中的「Design Win」效果。在此背景下，模組化或軟體套件就成最佳的產品型態，既兼顧時效、又能分攤測試設備的整體擁有成本 (TCO)。

順帶一提的是，對於終端市場胃納量大的元件／設備商來說，就算並非品牌廠，亦不吝於砸錢投資在量測設備上；但若是規模較小的品項，「專業測試實驗室」或許正可填補其需求缺口。也難怪不少量測儀器廠的官方訊息，都要強調自己的產品是屬於實驗室等級的！

CTA