

5G 想像空間大、後續延伸應用多！

把握設計導入黃金期 元器件&設備供應商動起來

■文：任茲萍

5G NR 有獨立組網 (SA) 和非獨立組網 (NSA) 兩種，其中 NSA 沒有獨立訊號方式 (Signaling，信令)，主要是為提升特定區域頻寬，有多種設置方式，由 LTE 演進封包核心 (Evolved Packet Core, EPC) 網路搭配 LTE 無線電接取網路 (RAN)、5G RAN，加上終端 LTE / 5G 用戶設備 (UE) 三層疊加的架構最普遍，但最終仍將演進至全新的 5G 核心網路，屆時 LTE 手持設備將無法使用。3GPP 在去年底及今年中，分別發佈首個 NSA 和 SA 標準；尤其是日前 SA 的凍結，讓不少人為之歡呼、雀躍。

5G 終端應用仍需時日醞釀，但上游晶片商搶市已趨白熱化

這的確意味著 5G 獨立部署的引信已被點燃，但事實上，它僅滿足 5G 「部分場景」需求。爾後，全面標準化須等到明年底的 Release 16 方能一探究竟；最終完整標準，擬於 2020 年初提交國際電信聯盟 (ITU)。以標準底定後

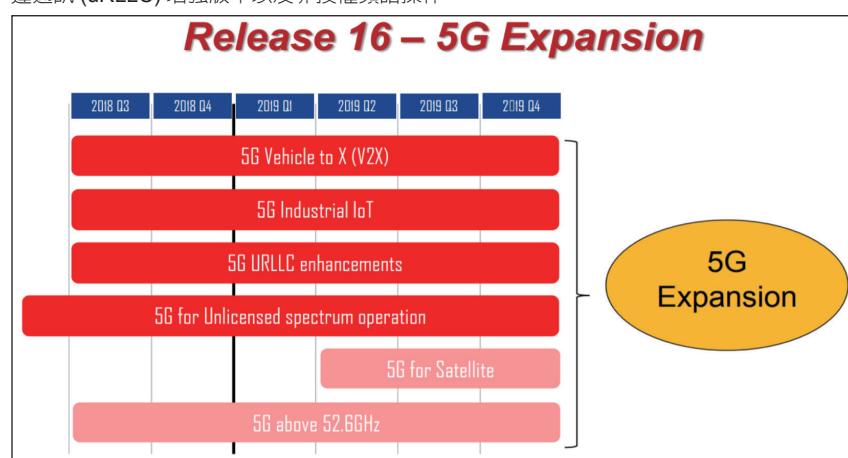
約 3 ~ 5 年才進入商轉預估，完全「擺脫」4G LTE、由 5G 獨撐大局最快也是 2023 年以後的事。意即：距離坊間大肆吹捧、各種天花亂墜的美麗狂想，著實還有好長一段時間才能面世。不過，對於上游晶片廠來說，因為要將設計、測試、導入、驗證、量產等一系列為時數年的工序列入考量，誠然已臨近如火如荼的激戰時刻。

不意外，高通 (Qualcomm) 與英特爾 (Intel) 又是先驅者。近日，英特爾更搶先與愛立信 (Ericsson)、中國移動成功展示首

個多供應商的 5G NR SA 即時互操作性開發測試 (IoDT)，藉由靈活設定正交頻分多工 (OFDM) 的參數集 (Numerology) 分配低、中、高頻，並以動態框架結構實現獨立數據傳輸、支持多種用例，包括低延遲、高峰值速率、高可靠性及高效傳輸。它是基於「波束」設計、支援大規模多輸入多輸出 (Massive MIMO)，並最大限度減少與用戶數據交付無直接關係的任何傳輸，好處是無需始終開啟訊號、更節能且減少干擾。

高通亦率先推出支援 5G

圖 1：Release 16 將聚焦於 5G 擴展，包括車聯網 (V2X)、工業物聯網 (IIoT)、超可靠低延遲通訊 (uRLLC) 增強版本以及非授權頻譜操作



資料來源：[http://www.3gpp.org/ftp/Information/presentations/presentations_2018/RAN80_webinar_summary\(brighttalk\)extended.pdf](http://www.3gpp.org/ftp/Information/presentations/presentations_2018/RAN80_webinar_summary(brighttalk)extended.pdf)

圖 2：使用愛立信 5G NR 基地台和英特爾 5G NR UE 平台，在 3.5GHz 成功運行互操作性開發測試 (IoDT)



資料來源：<https://www.ericsson.com/en/press-releases/2018/6/ericsson-intel-and-china-mobile-achieve-3gpp-compliant-multi-vendor-standalone-5g-nr-interoperability>

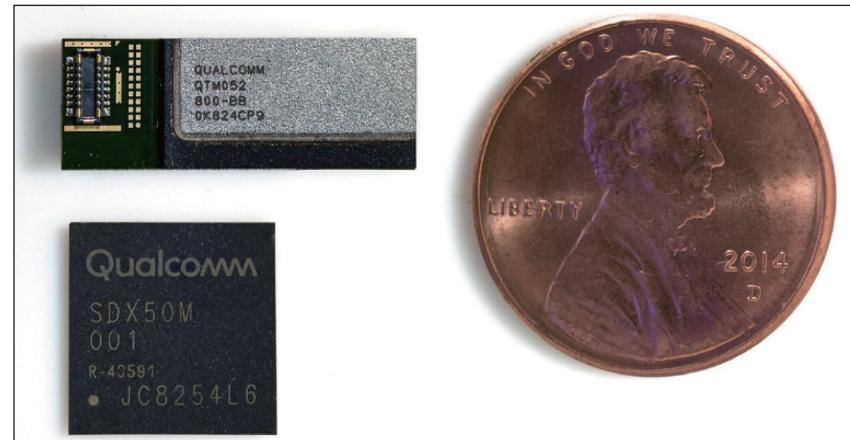
NR 毫米波 (mmWave) 和 6GHz 以下頻段的終端裝置射頻 (RF) 模組，皆正向客戶送樣中——QTM052 毫米波天線模組及 QPM56xx Sub-6GHz 射頻模組系列 (QPM5650 / QPM5651 / QDM5650 / QDM5652)，可與高通 Snapdragon X50 5G 數據機協作，提供數據機到天線 (modem-to-antenna)、跨頻段功能，封裝尺寸精巧。高通認為，毫米波適用於密集城市區域和擁擠的室內環境；之所以迄今未被應用於行動無線通訊，是囿於材料、外形尺寸、工業設計、散熱和輻射功率監管要求等諸多挑戰之故，而 QTM052 的出現將是新契機。

多頻段 & 「共模」成常態，低功耗是鐵則

QTM052 支援先進的波束成形 (Beamforming)、波束導向和波束追蹤技術，可顯著改善毫米波訊

號的覆蓋範圍及可靠性，包括整合式 5G NR 收發器、電源管理晶片、射頻前端元件和相控天線陣列，可在 26.5 ~ 29.5GHz (n257)、27.5 ~ 28.35GHz (n261) 和 37 ~ 40GHz (n260) 毫米波頻段支援高達 800MHz 頻寬，一部智慧手機最高可安裝四個 QTM052 模組。PM56xx 射頻模組搭載 Snapdragon X50 5G 數據機，可支援 Sub-6GHz 頻段的 5G

圖 3：高通 QTM052 毫米波天線模組 (左上) 與 Snapdragon X50 5G 數據機晶片 (左下) 尺寸精巧



資料來源：高通提供

NR——QQPM5650 和 QPM5651 包括整合式 5G NR 功率放大器 (PA)、低雜訊放大器 (LNA)、開關及濾波子系統。

QDM5650 和 QDM5652 具備除了 PA 之外的上述器件。上述四款模組均支援整合式通道探測參考訊號 (SRS) 切換以提供最佳的 Massive MIMO 應用，並支援 3.3 ~ 4.2GHz (n77)、3.3 ~ 3.8GHz (n78) 與 4.4 ~ 5.0GHz (n79) 等 Sub-6GHz 頻段。有人戲稱不久前的「電信 499 之亂」，正是利用綁約為 5G 基礎建設預攢現金；在可預見的未來，不同通訊系統的「共模」課題，更亟待 RF 開發者克服。首先，新定義的毫米波與 Sub-6GHz 頻段的單載波頻寬最高達 100 MHz，是 LTE 的五倍之多，須根據 PA 的平均輸出功率調節供電電壓，以堅守低功耗的金科玉律。

其次，LTE 傳輸所產生的諧波恐與 5G 頻段重疊而降低接收器的靈敏度，加入濾波器 (filter) 又

圖 4：5G NR 旨在以統一的空中介面覆蓋不同用例及頻段，OFDM 參數集設定亦隨之不同

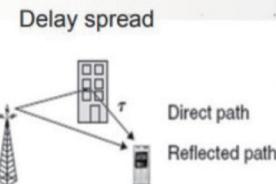
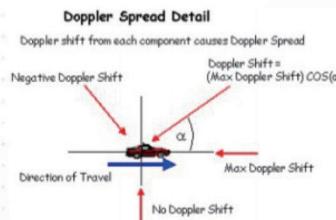
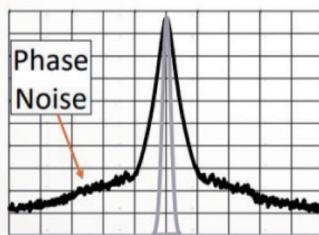
Why different OFDM Numerology

- 5G NR use an unified air interface to cover different use cases using **Sub-6G & mmWave**



- The selection of numerology would be based on :

- Phase noise
- Doppler shift
- Delay spread



資料來源：https://www.keysight.com/upload/cmc_upload/All/20180115_P4.pdf

會產生損耗、須再加大 PA 輸出功率，明顯不利於功耗。再者，5G 規範手機須支持 4 GHz 以上頻段的四個下行鏈路路徑，意謂需要四個天線和四個獨立 RF 路徑，勢必增加訊號鏈的複雜性和天線頻寬，使原本已十分有限的電路板空間更形擁擠，需要高度整合且微型化的元器件；最後就是天線調變 (Modulation) 與空間多工 (Spatial Multiplexing)。為增強不同 OFDM 的持續時間 (Symbol Duration)，5G 子載波間隔參數須依應用場景靈活設定。

損失、增益、峰均功率比，如何優化？

台灣學界專家亦對毫米波系

統設計提出建言：1. 路徑損失 (Path Loss) 較高，須以較大的增益天線或傳輸功率 (Transmit Power) 補償，但又須規範等效全向輻射功率 (EIRP)、接收器功率及 RF 曝露限制；2. Massive MIMO 需更高的增益天線，以便讓傳輸更具指向性，但波束將隨之變窄、更難以追蹤 UE；3. 睽力減少饋線損失 (Feed Line Loss)，包括因陣列規模變大的反射損失、或頻率函數增加導致的傳輸損失。一個淺顯易懂的妙喻是：基地台與手機天線均為窄波束，兩者需對準在直視波 (LOS) 連線且維持一靜、一動，才能恰如針 vs. 線一般合作無間。

一般來說，為降低 OFDM 的峰均功率比 (PAPR) 並因應大頻寬需要更大的 PA 補償，恐會降低發

射器訊號鏈路徑效率，故 PA 設計須符合高線性功率要求；另為顧及 EIRP，元件散熱問題亦是關鍵。同時，有開發者提到，指向性陣列天線在實作時，未必真能有效對到標的物，或可利用不同天線角度的重疊交錯以增強覆蓋率；此外，毫米波用於室內時，多路徑更易受到阻擋而衰減 (fading)，增益效果可能被抵消，可用演算法調試補強。如何應對這麼多的設計難點？還有哪些因子須仔細琢磨？量測廠商對此也有全盤的觀察及解決方案。

CTA