

# 5G uRLLC 終極依靠：來自衛星原子鐘的「時序模組」

——u-blox 可同步支援 L1/L5 GNSS 訊號，無懼電離層誤差

■文：任荌萍



照片人物：u-blox 商業開發經理陳智明

大頻寬、低延遲、大連結（高容量），是大家都能朗朗上口的三大 5G 賣點；其中，「低延遲」是泛稱工業物聯網（IIoT）衆所矚目的關鍵能力，3GPP R16 版本亦提出借助「高精密時鐘」，將 5G 和「時間敏感網路」（TSN）集成的概念——基於 5G 超可靠低延遲通訊（uRLLC），滿足 TSN 架構的四大功能需求：時間同步（Time synchronization）、低時延傳輸、高可靠性和資源管理。此前，已有採用 IEEE 1588 精確時間協定的「封包網路頻率同步」技術實現 TSN 的權宜之法，但從根本溯源：所指涉的「時間」或「時鐘」，該

以什麼為基準？

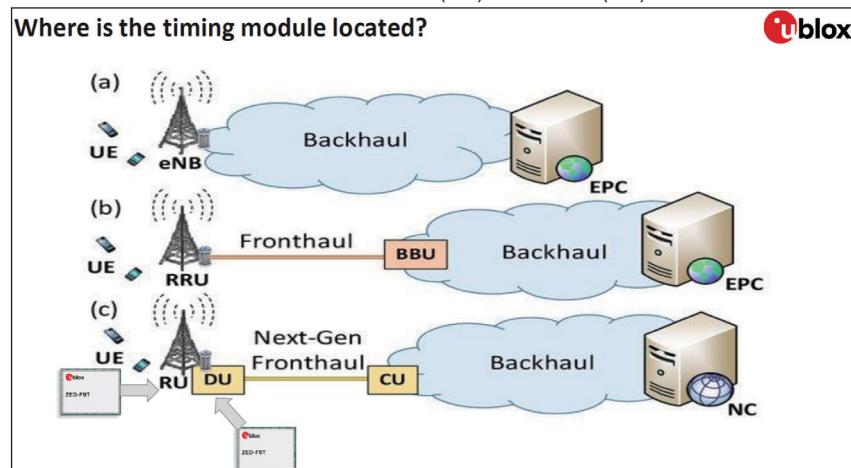
## 沒有「時間同步」，何談「關鍵任務」？

優北羅（u-blox）商業開發經理陳智明肯定地說：從衛星讀取「原子鐘」絕對是最佳解方！原子鐘乃利用電子轉變能級時所釋出的微波訊號及原子共振頻率標準來計算並保持時間準確，是目前已知最準確的時間測量和頻率標準、也是國際時間和頻率轉換的基準。他強調，有別於 4G 較關注頻率、頻段，5G 更重視時間同步，這對於自駕車、無人機和工業自動化安全等「關鍵任務型」的 IoT 應用至關重要。為

此，國際電信聯盟電信標準化部門（ITU-T）著手制訂 G.827x 系列標準以滿足對於時間精準度的要求，確保乙太網路系統能對抗變動的傳輸延遲。

其中，T-REC-G.8272 明確將「基準主時鐘」（PRTC）的時間誤差要求分為 < 100ns (PRTC-A) 及 < 40ns (PRTC-B) 兩個層級。因應市場需求，精通定位、蜂巢和短距通訊的 u-blox，也備有可接收衛星原子鐘讀數的「高精準度時序模組」（Timing Module），主流產品已達 +/-20ns 定時精準度，頂級產品甚至可做到 +/-5ns 定時精準度。陳智明指出，以分佈單元（DU）和中

圖 1：「時序模組」主要用於無線電射頻單元（RU）和分佈單元（DU）



資料提供：u-blox 提供

央單元 (CU) 部署下世代「前傳閘道器」(Fronthaul gateway) 是 5G 通訊的重點項目，而 CU 和最前端的無線電射頻單元 (RU) 皆須用到「高精準度時序模組」，才能確保整個系統的時間同步符合規範。

## O-RAN 打破產業陳規，為「時序模組」開啓新商機

陳智明解釋，以往此類時序模組通常內嵌在 RU 或 DU 處理器中，但 O-RAN (開放式無線直接取網路) 全新商業模式，將打破這樣的默契，為時序模組創建了作為單獨產品銷售的商機。據他實地訪查，由電信營運商發起的 O-RAN，旨在終結 4G 封閉式通訊設備時代，這對台廠是好事，有機會複製白牌 (White Box) 伺服器的成功經驗；而 O-RAN 廠商普遍認

為企業專網是 5G O-RAN 可優先切入的場域。企業及電信營運商已於 2021 年第一季度陸續進行企業專網的概念驗證 (POC) 測試，以高科技製造業、工業及大型醫療院所最為積極。

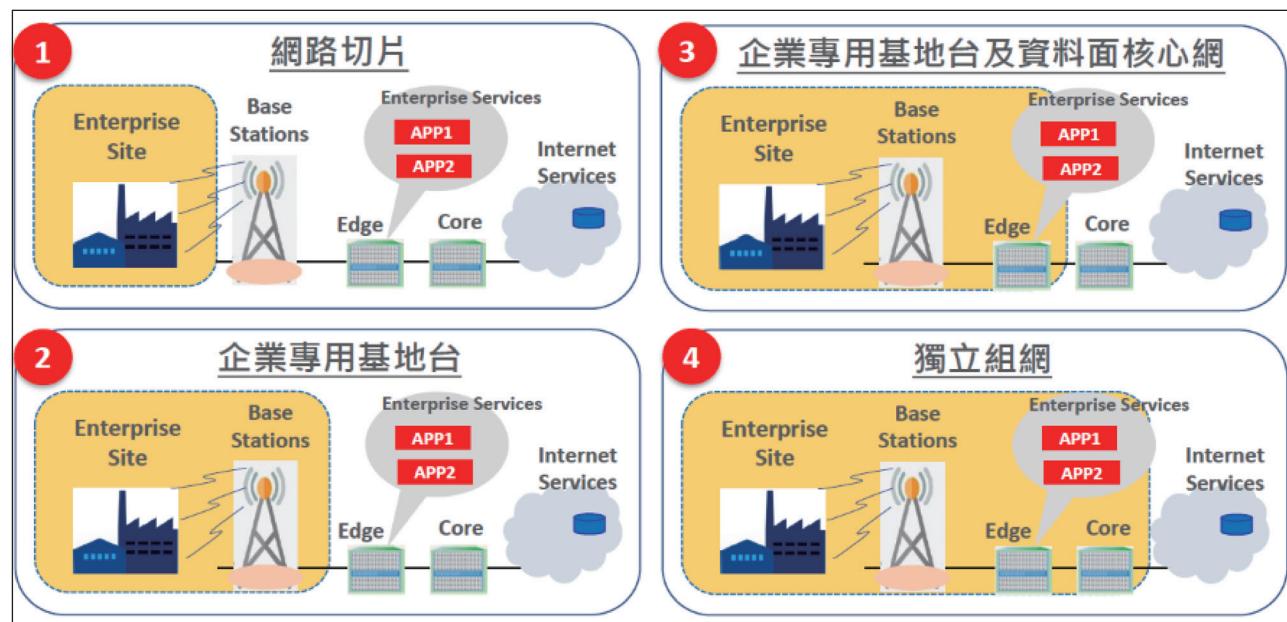
台灣已開放 4.8 ~ 4.9GHz 頻段 (100MHz 頻寬) 作為 5G 專網頻譜，供業界申請場域實驗，可望加速台灣產業升級。陳智明表示，相較於採用電信營運商得標的 5G 頻譜，4.8 ~ 4.9GHz 頻段可減少頻段干擾並降低企業對資安外流的疑慮。因應此政策，台灣不少網路設備商已著手設計支援此頻段的網路設備，特別是 5G 無線接取網路 (RAN) 設備。網路技術因具備雲端化、虛擬化等特性，有利基地台介面開放及標準化，不再像傳統系統那般封閉，電信營運商不須再依賴愛立信 (Ericsson)、諾基亞 (Nokia) 或華為等傳統電信設備業者購買設備。

「轉而攜手第三方白牌設備供應商、共同推動介面開放及標準化並搶攻市場，這是台灣業者切入 5G 市場的絕佳機會點」，陳智明對此正面看待。然而，儘管蜂巢式技術提供了易於整合、靈活性和高效能的特點，但營運技術 (OT) 管理者卻因需依賴第三方業者提供相關服務，所衍生的責任、安全性和隱私風險而感到遲疑。他透露，未來五年台灣 5G 專網將以製造業為主，尤其是半導體和高科技領域，其次在醫療和石化業；部分政府和學術單位也有專網需求，預估 2025 年有台灣將有五成企業會採用 5G 專網服務。

## 減少同步主源時間差，提升網路性能&穩定度

陳智明直言，企業通常會依當地頻譜分配狀況，結合自身對蜂

圖 2：5G 企業專網的四大建置類型



資料提供：u-blox 提供

巢式網路基礎架構完全所有權、服務品質 (QoS) 需求以及本身技術專長，平衡利弊而選擇何種方案。企業網路佈建屬於基礎設施，關係到企業長遠的營運利益，主要考量在於謀求所選用的模式和頻譜能盡可能覆蓋到更多、更廣的服務類型，以及未來至少 20 年的規範變動。當中，門檻最高者當 5G 獨立組網 (SA)，其核心網路架構能為工廠廠區運作提供完全隔離的行動通訊網路，並承擔基礎架構的完全所有權和責任，是對安全性、隱私和控制要求高的 OT 公司的首選架構。

建置整個網路需要深厚的專業技術儲備，因此，工業界對於採用蜂巢式技術來自動化其廠區、供應鏈和其他作業流程往往抱持謹慎態度；透過顯著減少與網路同步主源的時間誤差，能幫助電信營運商與終端用戶大幅度提高網路性能及穩定度。u-blox 提供企業專網設備校時不可或缺的多頻、高精準度 ZED-F9T-10B、LEA-F9T-10B 時序模組，以及 RCB-F9T-1 時序卡，可同步支援 L1/L5 GNSS 訊號，能補償「所有」GNSS 衛星星系的電離層誤差，且無需外部 GNSS 校正服務，便能把晴朗天空下的時序

誤差降低至  $< \pm 5\text{ns}$ 。

隨著衛星星系在 L5 頻段的傳輸訊號接近完成，L1/L5 組合成為可行選項，以便與現有 L1/L2 產品互補。ZED-F9T 還具備完整的安全機制，可強力防止駭客的惡意攻擊，過去一年來已有許多國內外客戶評估並導入此方案，其中不乏國內大型的網通廠；搭配 u-blox ANN-MB1 L1/L5 多頻天線，還有助於為工業導航、機器人、無人機和農業設備提供即時且精準的定位。u-blox ZED-F9T-10B、RCB-F9T-1 和 ANN-MB1 的工程樣品將於今年 5 月開始供應，LEA-F9T 將於稍晚就緒。

## 企業專網成 5G 練兵場， uRLLC 商用今年初見成果

u-blox 技術策略主管 Sylvia Lu 補充，企業專網在 5G 出現前就已被公用事業 (utilities) 和石油等行業採用；據 GSA 統計，65% 現有專網是由 LTE 網路構成，28% 循 5G 網路。目前，德國、中國、美國、日本許多企業和運營商都在探索 5G 企業專網的需求

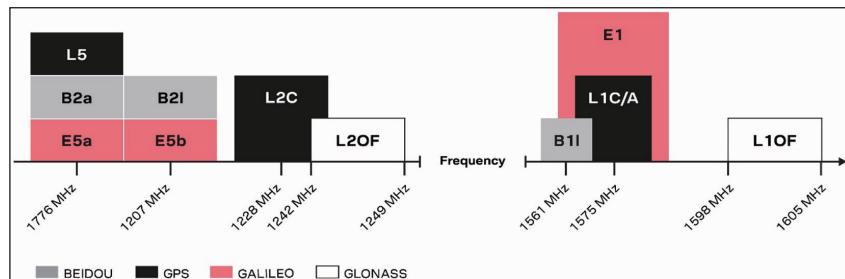


照片人物：u-blox 技術策略主管 Sylvia Lu

和部署，這個過程的快慢，很大程度取決於各國對 5G 專網頻譜的開放度。從 GSA 現有數據來看，製造業是領頭羊，先行應用主要藉力於 5G 第一階段落地的增強型行動寬頻 (eMBB)，實現 AR/VR 遠程和虛擬操控，以及大規模物聯網 (mMTC) 將大量 IIoT 感測器連接到企業雲端。

Sylvia Lu 剖析，企業專網迄今未見普及的原因很多，頻譜釋出就是掣肘之一；而各國開放頻譜段的多樣性會加大終端設備射頻配置的複雜度，難以發揮規模經濟。另一方面，協同機器人等低延遲、高可靠性的工業應用需用到 5G 第二階段 3GPP R16 制訂的 uRLLC 技術，今年應有商業設備問市，屆時將看到更多測試平台和試驗項目，但企業專網放量恐需待數年後。不過，COVID-19 無意中推升了企業數位化速度，隨著更多基於 3GPP R16 和 R17 技術標準和產品的成熟，5G 企業專網／非公共網路的建置在接下來兩年内會更加速前進。

圖 3：新式 L5 訊號屬於受保護的 ARNS ( 航空無線電導航服務 ) 頻段內，不易受 RF 干擾、可提供更佳效能，尤其是在大樓林立的都會區



資料提供：u-blox 提供