

越來越多企業追求私有 5G 網路的效能優勢

■作者：安富利

我們等待公共 5G 網路的出現已有 10 年的時間。然而，私有網路的實際應用仍處於初期階段。擁有一個私有網路意味著你不再需要等待，將可獨享 5G 所帶來的效能。

許多對於新科技的興奮和炒作，往往大過於實際應用。6G 網路標準至今尚未被清楚定義，但倘若您在網路上搜尋「6G 網路」，卻會出現將近一億筆結果。5G 的好處已被宣揚將近十年，如今，一種或多種 5G 技術已在全球推出。

5G 私有網路是由企業出資建造，並且專供該企業使用。雖然一般普遍情況已經獲得廣泛討論，但 5G 私有網路算是相對新穎的發展，實際應用尚處在起步階段。因此本文將試圖尋找一些範例並梳理其內容，首先，讓我們先了解相關知識背景。

5G 與 4G 有何不同？

如同過往行動網路升級一樣，從 4G 到 5G 意味著更大的頻寬、更快的傳輸速度，和更低的延遲。如果把 4G 比擬成鄉間小路，那麼 5G 就宛如擁有 20 道車道的高速公路。

然而，5G 與其前身其實有著根本上的不同。以下僅列出兩個主要原因：

■多頻段，延伸到毫米波區域：5G 在三組頻率帶中運行。5G 低頻帶（高達 1GHz），中頻帶（從 1GHz 到 6GHz）和高頻帶（從 24GHz-52.6GHz）。5G 高頻帶是毫米波，將達到 71GHz（稱為 FR2.2 帶）。4G 頻率最高為 2.6GHz。在其指定頻帶中運行 5G 相較於 4G，無論速度還是延遲都有所提升，

使用的頻段越高，其差異越顯著。

缺點是毫米波訊號特別容易受到物理接觸的影響而減弱，從雨滴到堅固的牆壁，以及各種物體。為了克服衰減問題，毫米波 5G 使用波束成形技術和 Massive MIMO（多輸入，多輸出）天線，將訊號緊密集中在個別用戶設備上。

本文將詳細介紹這些技術，但其根本是透過相位移動技術將訊號傳輸至天線，以形成狹窄且可受電子控制的波束。這提高了 5G 發射機的有效輻射功率，並提高了基站接收到的訊號的訊噪比，窄波束還盡可能減少不必要的訊號干擾。

■軟體支援的靈活性：早期行動網路也有很多軟體，但 5G 將其提升到了另一個層次。倘若沒有軟體定義無線電，5G 網路將無法實現。軟體驅動的網路可以即時調整，以改良提升網路本身的效能，以及對應的應用程式和服務。5G 的網路切片技術充分利用了虛擬化網路在共享硬體基礎設施上運行，每個網路都針對特定用例進行改良。

5G NR 網路的優勢

使用毫米波頻率的 5G NR（新無線）相比 4G 網路，與 4G 網路相比，延遲大幅改善，甚至可以做到低於 1 毫秒。數據吞吐量最高可提高 20 倍，特定區域內的連接密度最高可提高 500 倍。此外，5G NR 還承諾提供更高的可靠性。消費者只有在少數情況下才可能察覺 5G NR 和 4G 效能之間的差異，而手機操作體驗大致相同，但下載大型文件（例如作業系統更新或下載影片）將更快。除此之外，應用

圖說：根據 ITU-R，5G 的選定關鍵效能指標如圖上所示。

	Peak data rate 10Gb/s 20Gb/s		Connection density 1 thousand - 1 million devices/km²		Reliability 99.999% (of packets)
	User experienced data rate 10-100Mb/s		Battery life 10 years		Position accuracy <1m-10m
	Latency 1-10ms		Availability 99.999% (of time)		Security Strong privacy & security, and purification

資料來源：“5G for Connected Industries and Automation,” 第二版，白皮書，5GACIA，2018 年 11 月

程式的用戶體驗不會有太大變化，除了遊戲玩家可能例外。上圖列舉 5G 網路的典型效能指標。

在智慧城市、智慧建築、智慧工廠、智慧農業、智慧交通、智慧醫療和其他智慧領域中，5G 的優勢將更顯著。換句話說，連機器都將察覺到變化，而目前已經有數百億台連接到資料網路的機器。快速可靠的物聯網感測器網路將與雲端 AI 應用程式連結，並提供即時數據分析，引領新應用。5G NR 的客戶將獲益於更好的營運效率與新商機，而公共網路營運商的獲利也將有所提升，何樂而不為呢？

為何選擇建立 5G 私有網路，而不使用公共網路？

■時間：傳統網路營運商所追求的是利潤，因此會在收益最高的地區架設網路，這意味著大部分的投資將投注在人口密集的地區。如果你是美國中西部的農民，那麼你可能需要等待很長的時間才能用到便利的 5G NR 網路，特別是需要每隔幾百公尺就架設一個基地台的毫米波無線接收網路。

■安全性：工廠的操作技術 (OT) 人員對於為了要獲得物聯網的潛在好處，因而開啟網路跟外界接觸或讓安全受到影響一直相當謹慎。由於擔心 WiFi

遭受駭客攻擊，因此仍舊保留大量的乙太網路線。擁有私有 5G 網路可能可以提供實際或感受上的安全優勢，儘管根據選擇的網路架構，核心網路仍然可能掌握在傳統網路營運業者手中。毫米波高度集中的短距離傳輸範圍在某些情況下也強化了安全性。在某些情況下，完全私有的 5G 網路所提供的頻寬保證也可能是考慮因素。

■成本：建構 5G NR 網路的成本持續在下降，而且由於部分頻段尚未受到牌照列管，企業甚至可能無須支付頻譜的使用費。此外，開放式無線接入網路 (Open RAN) 或許是降低硬體成本的主要功臣。它是一種開放式接口架構，將 5G NR 網路分解為各項元素，每項元素都是可相互作用的。開放式 RAN 正在打開市場，使每項元素的供應商在創新和價格上競爭。建立私有 5G NR 網路也存在良性競爭，硬體公司已與網路營運業者合作提供該服務。有些公司會為客戶建立一個私有網路，然後透過服務管理的形式向客戶收費以回收資本。

私有 5G NR 網路的擁護者強調，5G NR 網路與 WiFi 網路相比，其成本與複雜程度皆降低，同時強調 5G NR 具備較低功耗，可謂是另一種形式的節省成本和環境友善。

下期預告

機器感知、車智慧 (機器視覺、感測、定位、導航、毫米波)