

及早作好 5G 研究的關鍵 - 網路測試工具新進化

作者：Jan Whitacre/Keysight Technologies

無線資料的需求持續攀升，分析師預估，至 2020 年止，行動裝置的數量將達 200 至 500 億之譜，其主要應用包含每天僅幾位元的資料傳輸應用，到傳送多通道串流的高解析度視訊應用。深入研究未來使用者需求後，網路業者意識到他們必須加速建構，似乎可提供無限容量的網路基礎設施，以便因應體育館、音樂會等使用者爆滿場所的傳輸應用。圖 1 顯示這種情形對網路開發的影響。

使用者的網路體驗(或感受)

主要取決於特定地點之網路覆蓋範圍、密度及可用通道數。

下一代網路需求的變化，將取決於使用者所需的無線裝置與服務，例如大容量資料使用者非常重視連線能力與延遲時間，但對於效率及行動力則沒有那麼在意。相較之下，物聯網(IoT)的發展集中於可靠度、成本及效率，而公共安全網路則關注於立即性與可用度，幾乎不顧慮成本。由於這些需求幾乎完全抵觸，因此，不可能有所謂的「一體適用

電信業者的目標是為客戶提供物超所值的服務。因此，他們必須從所投入的網路設備投資和營運成本上獲利。為達此目的，許多業者將其營運重心從以往的行動語音業務、簡訊與資料傳輸，轉移到(透過內部成長、購併或產業結盟)「四合一」服務模式，讓使用者能享有固接電話、行動語音與資料傳輸、家用寬頻，以及視訊串流等服務，使其轉型成整合式通訊服務供應商。

為了支援這種服務模式，最新研究顯示未來網路型態將轉變為整合式有線與無線網路，而無線網路將由多個小型基地台所組成，並透過高階空間多工(MIMO)技術、高達 10 GB/s 的基地台資料速率，以及 1 ms 的往返延遲時間，來擴增網路容量。現在許多研究均指出未來網路將採用多重空中(無線)介面，以支援現有與未來行動標準、增強 WiFi 整合性，並可在微波或毫米波頻率上運作。

未來網路仍須支援現今的智慧型手機與平板電腦及所有資料傳輸應用，研究人員同時也注意

圖 1：使用者需求催化了未來網路的發展



到其他應用將耗用更多的頻譜：IoT 所需的電池供電感應器與啟動器；支援小量資料傳輸的簡易裝置。這些裝置必須能夠在連續多年無人看管狀態下持續運作。設計與開發這類裝置，需使用特定工具量測三種主要狀態下的電池耗電量：完全停止運作(休眠模式)、裝置啟動但不傳輸資料(閒置模式)，以及開始傳輸資料(傳輸模式)。因此，這類裝置的電流消耗屬隨機變化，從睡眠模式的數奈

安(nano-amp)到閒置模式的數毫安(milli-amp)，以及傳輸模式的數安培不等，在極短時間內會出現陡峭的升降變化(參見圖 2)。

在行動裝置世界中，容量的擴增主要取決於 3 大要數：更多頻寬、更佳頻譜利用率，以及透過較小基地台有效再利用頻率(參見圖 3)。目前的第四代(4G)網路使用的頻段較前幾代標準大很多，並可透過較寬的頻寬及載波聚合技術來加大容量。載波聚合可合

併兩個以上不同頻率的通道，藉此擴增網路容量。即便如此，網路業者仍深信既有頻譜將無法因應未來的容量需求。

因此，在發展行動通訊網路的同時，IEEE 802.11 WLAN 標準亦日益精進，以提供新的短距通訊能力。802.11ac為802.11n的延伸標準，可在 5 GHz 頻段中提供單一鏈路最低 500 Mb/s，和整體網路 1 Gb/s 的傳輸速率。而 802.11ad 使用 60 GHz 中大約 2 GHz 的頻譜，以支援高達 7 Gbs 的短距傳輸。其目標是讓 802.11 標準各種不同的延伸標準，都能與前一版標準相容。此外，802.11ac 與 ad 標準在媒體存取控制(MAC)或資料鏈路層中彼此相容，只有實體層特性有所不同。如此一來，無線裝置可使用 3 種無線頻段：通用但易受干擾的 2.4 GHz、較穩健且快速的 5GHz，以及室內超高速傳輸用的 60 GHz，使用者可在各個頻段間切換使用。802.11ac支援高達160MHz的通道頻寬、更緊密的 256QAM 調變，以及多達 8x8 MIMO 以變增加容量。802.11ac 與 802.11ad 均支援波束成形，以便將系統資源集中到各個裝置，進而改善傳輸可靠度。全球行動網路業者與公共 WiFi 服務供應商正相互結盟，以提供資料通信卸載和 WiFi 語音通話；前者有助於提昇網路容量，後者則可將語音網路涵蓋範圍，延伸到沒有行動電話服務之非熱點地區。

圖 2：「無間斷電流量測」讓你能查看奈安級到安培級的電流消耗情形，並洞察更多細節，以便延長電池續航力。

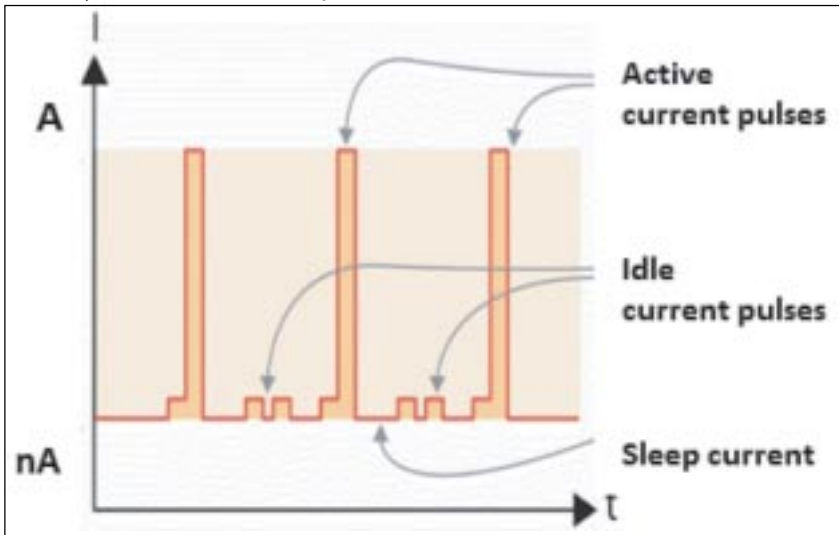


圖 3：將頻譜、效率與細胞數相乘，即可得出網路的容量。

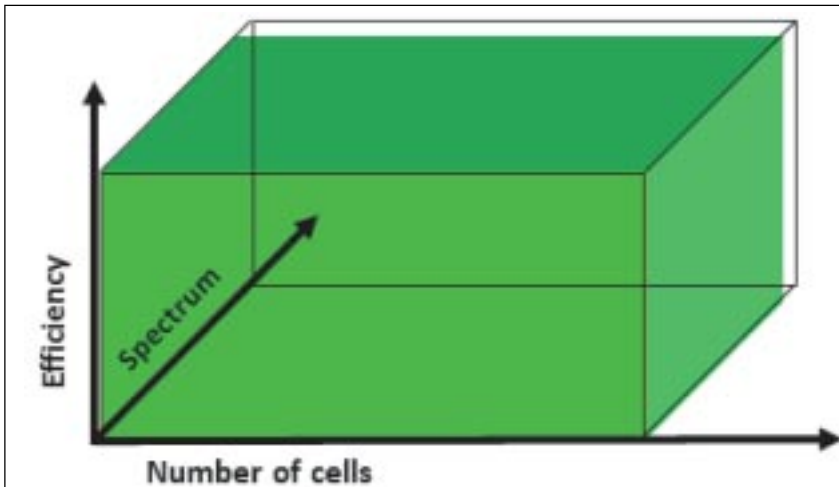
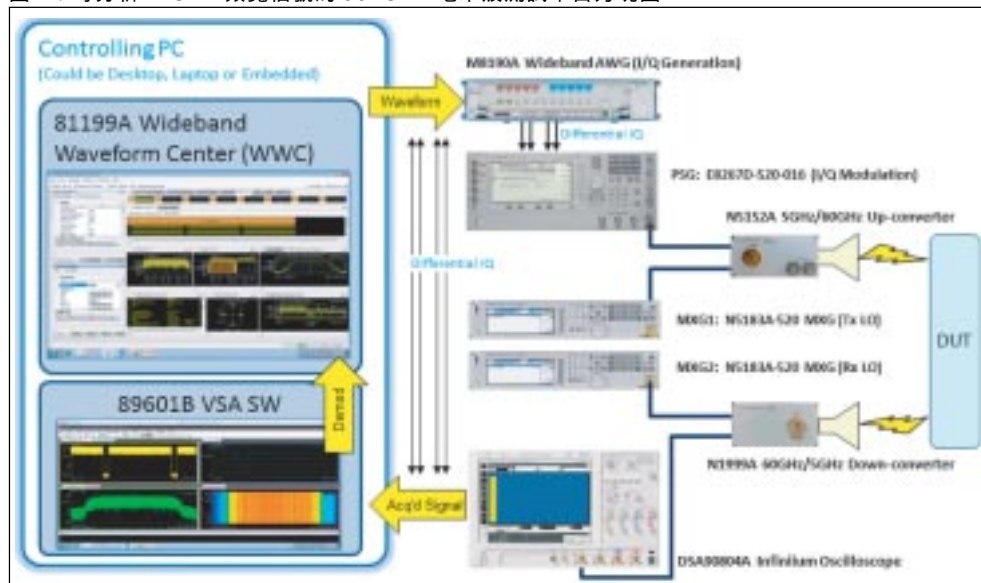


圖 4：可分析 2 GHz 頻寬信號的 60 GHz 毫米波測試平台方塊圖



針對下一代行動電話技術展開的調查研究，多半集中於如何在毫米波頻率運作的小細胞高密度網路，與當今的行動網路重疊，以便提供多 GHz 調變頻寬。這樣的網路組合，使其運作方式有別於「傳統的」1 至 6 GHz 射頻頻率，以及現今行動電話與 WiFi 系統使用的 10 至 20 MHz 頻率。許多大專院校及網路設備廠

商的研發部門，均紛紛投入於可行網路拓樸與相對應信號傳輸特性的研究，結果顯示從 28 GHz 到 E 頻段低端(涵蓋 60 到 90 GHz 的範圍)，是最理想的頻段。這些研究人員還致力於多空間串流(MIMO)與波束成形效應的研究，兩者都需要發射與接收天線陣列。不僅如此，全球許多政府機構或半官方組織，都針對相關研究計畫提撥補助，以便為下一代網路基礎建設，研擬出一套全球適用的方案。所有的研究成果將直接用於在 2015 年展開的第五代(5G)網路標準制訂程序。

這些研究讓通訊系統發展跨入了令人興奮的新領域，但也同時帶來了新測試解決方案的需求。舉例而言，60+ GHz 天線陣列元件的尺寸很小，可直接固定在發射器功率放大器的輸出端或接收器的輸入端，因此無法進行金屬性連接。這使得量測儀器廠

商面臨了新挑戰，因為他們需要利用以毫米波頻率運作的網路分析儀、創新的解決方案，來建立可重複的校驗方法，以便依據已知標準，校驗測試系統與元件的連接及其實際效能。

進行研究時，您需使用新型工具來產生並分析寬頻傳輸，以便了解在這些新頻率上執行寬頻傳輸的實際效能。開發 802.11ad WLAN 元件的經驗有助於推動這項開發，請參考圖 4 使用 60 GHz 測試平台分析 2 GHz 頻寬信號的範例。

在業界制訂新型無線(空中)傳輸標準之前，工程師可使用波形產生應用軟體、寬頻任意波形分析儀，以及當作升頻器用的毫米波產生器，盡早對各種調變方式與網路密度所能提供之傳輸效能進行研究。波形產生應用軟體應具備一看就懂的完整操作介面，以便迅速、輕易的產生各種

不同的複雜測試信號，並載入相容型產生器。您可搭配使用 Keysight Signal Studio 等波形產生軟體和寬頻任意波形合成器，來產生所需的基頻波形，然後將所得的信號升頻至所需的毫米波頻率。後續您還需產生並傳送原型接收器可進行解調變的完全編碼信號。同樣的，您需使用多重信號來測試多串流傳輸架構。藉由使用 Keysight SystemVue 等系統模擬工具進行端對端測試，您可產生包含多個傳輸通道的理想系統，然後等到元件研發成功後，將方塊圖中的元件替換為真實元件，並執行相對應的真實量測。此外，您需要使用多重信號源，確實模擬其他頻譜使用者所引起的重疊網路及干擾，以便全面評估惡劣頻譜環境中的傳輸效能。

CTA