

The background of the top half of the page is a photograph of a person's hands holding a smartphone up to take a picture of a concert stage. The stage is lit with vibrant, colorful lights in shades of purple, pink, and yellow. The person's hands and the phone are in silhouette against the bright background.

Wi-Fi 6: 新世代的無線網路

介紹

Wi-Fi 標準的一項嶄新修改版本已經到來！每一代 Wi-Fi 的改版都為我們帶來了全新的契機，讓我們得以悉心思考，未來數年內將為我們帶來改變的轉型與變化。如今，Wi-Fi 網路已經到了頻寬密集型媒體內容和人人皆有多個 Wi-Fi 裝置的時代。放眼未來，網路正面臨著連線裝置數量持續性的快速增長、超乎過往三倍的全球 IP 總流量與各種 Wi-Fi 新技術的高度依賴。

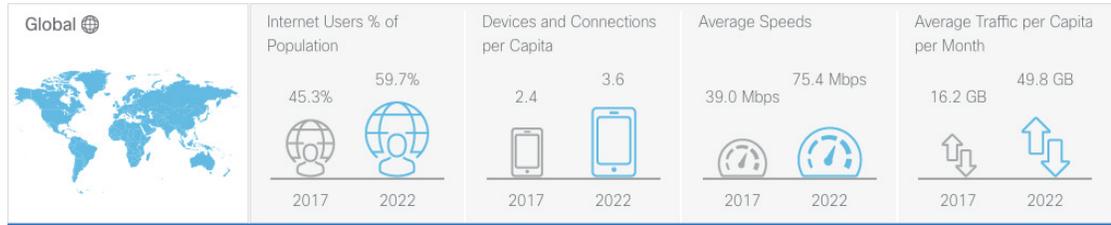


圖 1. 思科視覺網路指標預測：預測和趨勢，2017-2022 白皮書

如同前幾代一樣，Wi-Fi 6（亦稱 802.11ax）將提升高密度性能，並提供更快的流量。此外，新世代的 Wi-Fi 將透過針對未來技術趨勢而設計的新功能來增強常態速度和改善密度。至 2022 年，物聯網的連接需求將佔全球所有連網裝置的一半以上；而 2022 年的 AR 與 VR 網路流量亦有望增長 12 倍之多。未來的 Wi-Fi 網路需要更加地靈活高效，以因應不斷與日俱增的客戶端密度、高流量需求和多樣化創新應用。

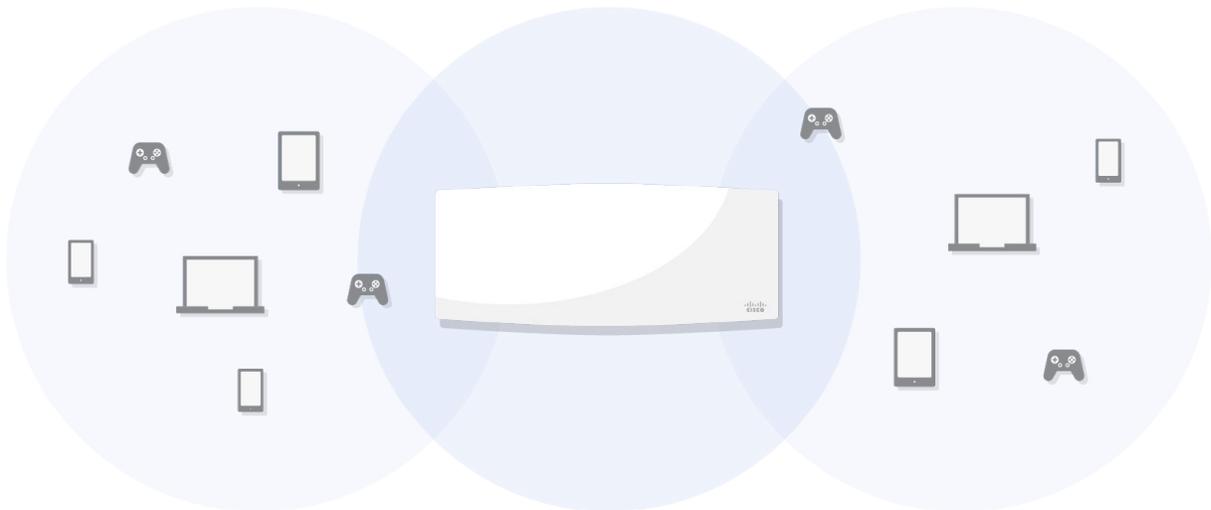
新世代無線網路 Wi-Fi 6 為此提供了多項改進，使其成為有史以來性能最強大的無線網路協定。Wi-Fi 6 不僅能提升整體性能，其旨在現實情境應用能夠高效運行。新功能諸如 OFDMA、上行鏈結 MU-MIMO（Uplink MU-MIMO）、目標喚醒時間（TWT）、訊號著色（BSS Coloring）和新調變方案（Modulation Scheme）等將協同工作，使終端用戶得以體驗始終在線的網路連接，而不會出現網路頻寬的瓶頸或性能下降。

Evolution of Wi-Fi

自 1999 年以來，Wi-Fi 發展十分迅速，提供顯著成長的流量和性能。而在 2013 年，802.11n 將接力棒傳交至了 802.11ac，不僅為用戶提供更快的速度和更高的可靠性，同時為行動裝置節省更多耗能。在過去數年裡，802.11ac Wave 2 已將最大資料傳輸速率提高到 1 Gbps 以上。雖然 802.11ac Wave 1 和 Wave 2 比舊標準提供了顯著增加的流量，但 802.11 Wi-Fi 標準仍缺少足夠可靠的多千兆位 (Multi-Gigabit) 性能和頻譜效率 (Spectral efficiency) 的能力，需要進行額外的修改。

802.11ax 修訂版的制定始於 2013 年，當時一群技術專家齊聚一堂，討論 Wi-Fi 在未來幾年內可能面臨的挑戰。隨著 Wi-Fi 的使用變得無所不在，Wi-Fi 正在積極走向被其「自身成功經歷」所箝制的困獸之路。專家指出，行動電話、消費性電子產品和物聯網裝置等 Wi-Fi 裝置將大量增加。隨著相關裝置的與日俱增，Wi-Fi 將面臨越發嚴重的訊號干擾和性能穩定性問題。

專家小組認為需要讓傳統裝置、物聯網裝置和高流量裝置能高效協同工作。任務小組討論了具體問題陳述和解決方案，最終總結出了 Wi-Fi 6 (也稱為**高效能無線區域網路**) 的需求。新世代的 Wi-Fi 將具備足夠智慧，可以支援未來密集且無處不在的無線網路環境。



新世代 無線網路的風貌

展望未來，正如我們今天所見；許多趨勢正改變著無線網路環境。無線網路架構面臨著大量增長的高流量應用程式的投入、無線裝置密度的增加及網路需求的變化。

更高的流量需求

2017至2022年間的互聯網總流量將高於過去32年的總和。Wi-Fi 更將成為其中**半數以上流量來源**的傳輸機制。除了既有頻寬的挑戰外，預計2019年末至2020年之間更將有大規模新型Wi-Fi 6行動裝置湧入網路。**從2016年到2022年**，每部智慧型手機的資料流量預計將增加十倍。除了Wi-Fi資料速率要求之外，5G網路也會將大量流量卸載至Wi-Fi架構。Wi-Fi網路已在應對不斷增加的客戶端、更緊迫的客戶端密度和高流量應用程式的持續湧入，這些發展趨勢都將為Wi-Fi網路帶來更巨大的挑戰。

頻寬密集型4K影片預計將從2017年總IP流量的3%增長到**2022年**的22%。4K影片已經以15到18 Mbps的流量挑戰網路架構，但8K線上直播也正在上線，將消耗約1 Gbps的流量。AR與VR應用也將日益普及，並消耗600 Mbps到1 Gbps不等的流量。這些全新的頻寬挑戰將敦促全球Wi-Fi連接速度在**2017年至2022年之間提高2.2倍之多**。

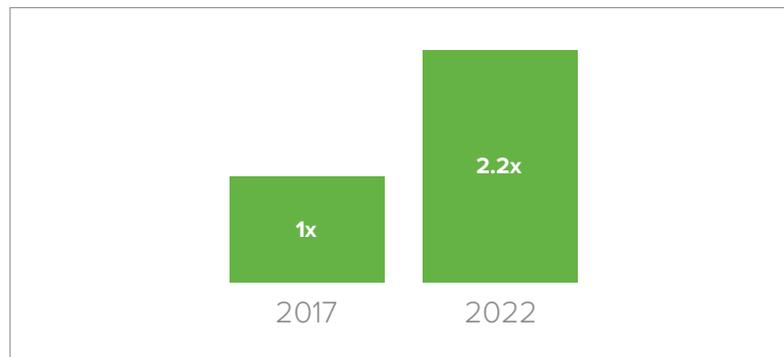


圖 2. 相比2017年，預計全球Wi-Fi網路平均連接速度

更高密度的網路求

未來幾年，人均聯網裝置將**增加 50%**，平均每人擁有 3.6 台聯網裝置。隨著裝置數量的增加，用戶也期待更豐富、更無縫的無線網路體驗。然而，既有筆記型電腦、可穿戴裝置和行動電話會對其餘部分的網路使用造成嚴重干擾和性能影響。除了急劇增加的客戶端之外，隨著行動用戶更頻繁地移動位置，網路管理者更必須考慮動態變化。隨著多個行動客戶端在無線站點 (STA) 覆蓋、重疊的空間中移動，傳統碰撞避免協定 (Collision Avoidance Protocols) 的效率亦將降低。這種影響在更高的資料速率和更容易受到雜訊影響的調變方案 (Modulation Schemes) 中尤為明顯。

不斷變化的網路需求



圖 3. 高密度網路實際示例

地球上的 Wi-Fi 連網裝置總量是人類總數四倍，世界人口的聯繫比過往任何時代都更加密切。就業者被束縛在集中式企業資料中心周圍工作點的日子正逐步減少。前五代 Wi-Fi 有助於這種不受限制的過渡，而新世代則希望進一步擴增行動彈性的界限。

Wi-Fi 6 將為協作式高畫質影像訊流、AR、VR 在製造車間與娛樂的導入以及物聯網創新應用的普及奠定基礎。到2022年，物聯網裝置將佔全球所有連接裝置和連接的一半以上，80%的新興物聯網計畫將是無線的。物聯網裝置受益於 Wi-Fi 6，可使能源效率提升三倍，並提高頻譜效率。這將降低倉儲機器人、無線相關資產追蹤與複雜感測器等開發障礙。

Wi-Fi 6: 功能與優勢

儘管在不斷變化的無線環境中面臨挑戰，但用戶仍希望無線部署能夠普及，並支援高容量和高密度的客戶端。Wi-Fi 6 旨在滿足這些不斷變化的需求——其性能將超過 802.11ac Wave 2 三至四倍以上，實現更高密度和更高效的通訊時間，並支援更大規模的客戶端裝置量及顯著的能源使用。雖然 Wi-Fi 6 得以提供約 37% 的理論資料傳輸率增長，但其最大的好處是能夠在現實應用情境中提供穩定高效的性能。伴隨客戶端數量的增加，與之前的 802.11n 和 802.11ac 修改版相比，Wi-Fi 6 將維持更加一致、穩定的資料流量。在具有極少數的受控環境中，前幾代的 Wi-Fi 可能提供更高的流量。這是因為 802.11ax 具有更長的訊框 (Frames) 和更寬的保護區間 (Guard Intervals)，這有助於提供使用彈性。

除了現實環境中一致的資料流量外，Wi-Fi 6 還具有更廣的覆蓋範圍、更佳的可靠性、更優秀的物聯網營運等額外優勢。

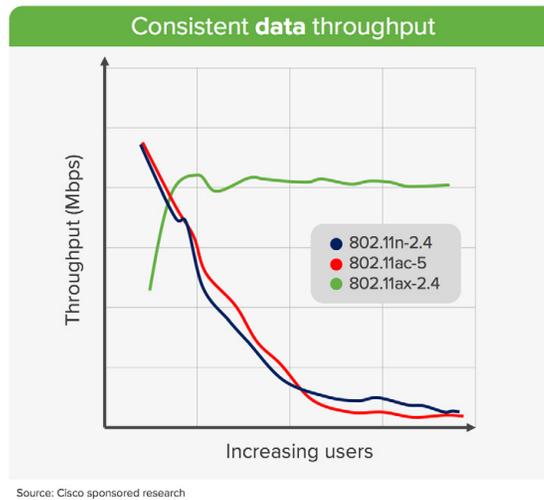


圖 4. 基於思科贊助的研究顯示，與 802.11ac 和 802.11n 相比，802.11ax 在用戶增加下的資料流量顯著優勢

一些新技術如 OFDMA，有助於為新世代無線網路帶來新的優勢。借鑒 LTE 技術，OFDMA 有助於顯著降低負擔 (Overhead) 與延遲。由於 802.11ax 中增加了 2.4 GHz 頻譜以及與目標喚醒時間 (Target Wake Time, TWT) 等節能功能，因此物聯網裝置將享有更高的使用效率。

Wi-Fi 6 優勢

- 在密集環境中保持一致的資料流量
- 覆蓋範圍更廣
- 提升可靠性並減少斷線
- 物聯網與其他裝置的額外頻譜
- 優化無線裝置耗能
- 改進戶外性能

| | Wi-Fi 5 (802.11AC) | Wi-Fi 6 (802.11AX) |
|--------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 標準說明 | 極高流量 | 極高流量與效率 |
| 運行頻譜 | 僅 5GHz | 2.4 & 5 GHz |
| 正交頻分多址 OFDMA | 無 | DL/UL (MU-OFDMA) |
| 多使用者多輸入多輸出 MU-MIMO | 僅下行鏈結 (Downlink only) | 上/下行鏈結 (Downlink & uplink) |
| 頻道寬度 Channel Width | 20, 40, 80, 80+80, 160 MHz | 20, 40, 80, 80+80, 160 MHz |
| 保護間隔 Guard Interval | 800/400 ns | 800/1600/3200 ns |
| 調頻 Frequency Modulation | 256 QAM with MCS 1 to 9 | 1024 QAM with MCS 1 to 11 |
| 節能省電 | STBC, U-APSD | STBC, U-APSD, 目標喚醒時間 (TWT) |
| 頻譜效率 Spectral Efficiency | 無 | 訊號著色 (BSS coloring) |

圖表 1. 802.11ax 和 802.11ac 功能比較

於 2.4 和 5 GHz 的頻譜中運行

雖然 802.11n 強化了在 2.4 GHz 和 5 GHz 頻段的操作，但 802.11ac 僅專注於 5 GHz。802.11ax 透過支援 2.4 和 5 GHz 頻段，擴增了額外的空間串流 (spatial-stream)。此外，802.11ax 的作業頻率為 20、40 和 80 MHz —— 近似於 802.11ac。由於並不建議將 160 MHz 用於企業部署，因此本白皮書不會具體涉及。新增之 2.4 GHz 頻譜能為更遠距離的戶外使用情境提供多項優勢，並改善了物聯網裝置的覆蓋範圍。雖然該頻譜較嘈雜且擁擠，但 2.4 GHz 更優秀的傳播能力與 802.11ax 的效率改進相結合，將有助於最大限度地發揮 2.4 GHz 頻段的應用潛力。

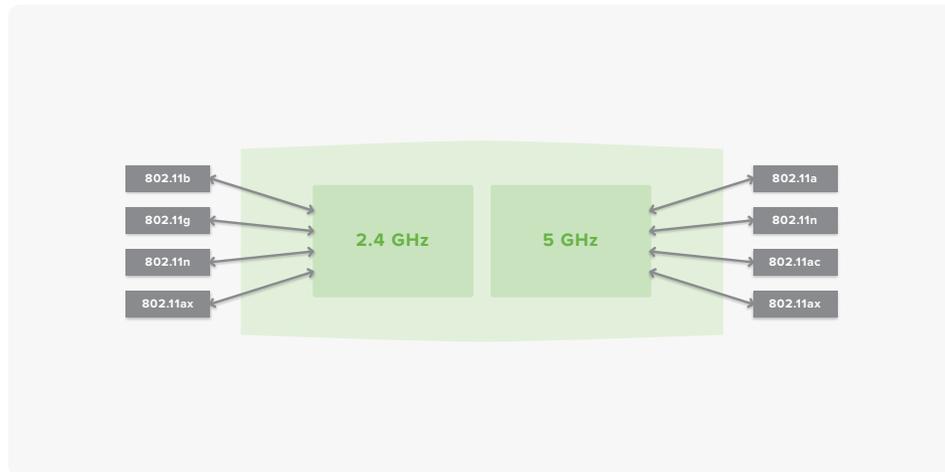


圖 5. 802.11ax 於 2.4 與 5 GHz 頻譜中運行

從OFDM 到 OFDMA

802.11ax 的最大優勢之一是從正交分頻多工技術 (OFDM) 過渡到正交分頻多址技術 (OFDMA)。透過 802.11n 和 802.11ac，OFDM 能夠將頻寬劃分為多個頻率子頻道。藉由使用 802.11ax，OFDMA 將能夠透過頻率和空間上的多工用戶來提高網路效率，最大限度地減少對無線傳輸媒介的爭用。IoT 等不斷擴增的相關連網裝置，在嘗試與其他裝置連接時，將帶給無線存取點 (AP) 更大的壓力。前幾代 Wi-Fi 中，來自個別客戶端的小量傳輸將能夠獨占整個頻道。而 OFDMA 允許將資料更高效地傳輸至多個裝置，並允許將 20 MHz 頻道拆分為數個小資源的無線電單元 (RUs) 或子頻道。

一個 802.11ax 無線存取點 (AP) 可以使用整個 20 MHz 頻道向個別客戶端發送資料，或者拆分頻道以使用 9 個無線電單元 (RUs) 向 9 個客戶端發送資料。除此之外，也能夠使用 MCS10 / 11 調變資料以提高流量。預測這將對 Wi-Fi 效率以及物聯網裝置的晶片組設計產生變革性影響；新的晶片組可以設計得更優雅，因為它們不再需要於 40 MHz 或 80 MHz 頻道上運行。

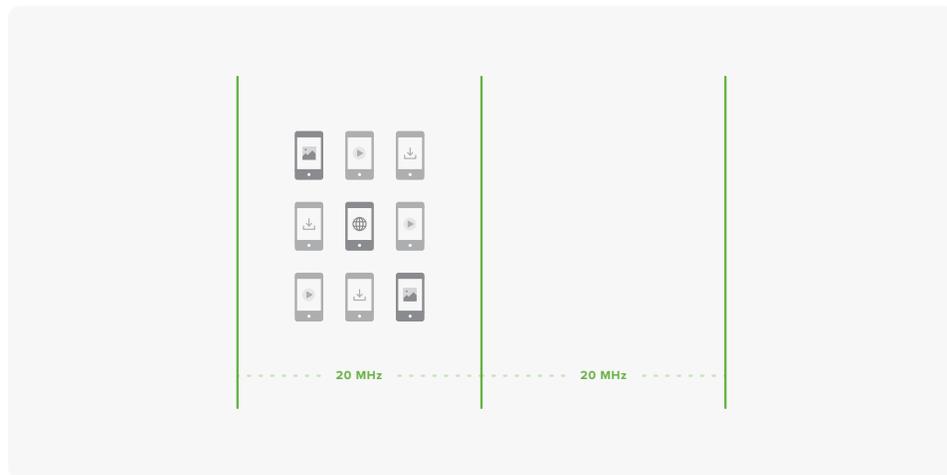


圖 6. 單個 20 MHz 頻道中的九個資源單元 (RUs)

即使使用了 802.11ac Wave 2 網路，已部署 5 GHz 高密度無線網路的客戶也不需要配置 80 MHz 頻道，而是可以選擇更窄的 40 MHz 或在 20 MHz 上進行標準化，以專注在頻道的容量和重複使用。而使用 802.11ax 網路，客戶能夠將頻道寬度劃分成 2 MHz 等更小的時槽 (Slots)，以解決傳輸到多個物聯網設備的需求。

由於大多數流量是由下載 (從無線存取點 (AP) 到客戶端) 所組成，因此絕大多數部署較偏好下行鏈路 (Downlink) OFDMA。它允許將資料更有效率地聚合至多個站點。這些功能將有利於允許具備不同需求的多種應用程式和設備一同高效進行作業。在 Twitter 上發佈訊息的人如今也能夠同時在一個也發送高畫質影片的頻道中傳輸資料。

無線的多使用者多重輸入多重輸出技術 (MU-MIMO)

多使用者多重輸入多重輸出技術 (MU-MIMO)，能使無線存取點 (AP) 在支援的無線串流 (Wireless Streams) 或頻道的數量上，同時為多個客戶端提供服務。雖然此功能已存在於 802.11ac 中，但 MU-MIMO 現在將增加上行方向的通訊。透過在 802.11n 修訂版中添加的 8x8 支援所助，新型的無線存取點 (AP) 現在可以在上行和下行方向同時支援四個 2x2 MU-MIMO 客戶端。MU-MIMO 將與 OFDMA 協同作業，允許多個客戶端在同時跨多個頻率範圍和多個空間串流下進行通訊。

從 4x4 到 8x8

大部分企業的 802.11ac 存取點是在一個存取點內提供四個發送和四個接收鏈路 (Transmit / Receive chains)，設置劃定為 4x4。雖然 802.11n 和 802.11ac 的能力在理論上足以支援至 8x8 架構，但並無任何一家企業級晶片組提供此能力；因為在 802.11ac 標準下，導入 8x8 晶片組的優勢十分有限，與其增加的成本不符，導致該配置極少被實際採用。但伴隨著無線技術的推進，大多數企業 802.11ax 晶片組最終將能夠全面支援 8x8 功能，並從具備較少天線 (例如 2x2 或 4x4) 的外形規格朝向支援 8x8 的外形規格的轉變，增加了上行和下行流量，更由於額外的發射/接收天線，可靠性也將獲得顯著的提升。



圖 7. 符合 802.11ax 標準的存取點可以在上行和下行方向同時為八個 1x1 客戶端提供服務

8 個接收器和發送器將為靠近 802.11ax 存取點的客戶端提供更高的流量，同時還具備能夠為距離更遠的客戶端提供服務的能力。8x8 存取點的覆蓋範圍估計能提高 10 至 20%，因此每個覆蓋區域可以設置更少的無線存取點。使用八個發射與接收天線，能降低每個無線鏈路的功率，有助於在更高的資料傳輸率下提高無線射頻 (RF) 保真度。這也有利於傳統客戶端，因為我們可以看到下圖中多天線 802.11ac 客戶端在類似的無線射頻功率水平下，得以獲得比 4x4 更高的流量體驗。

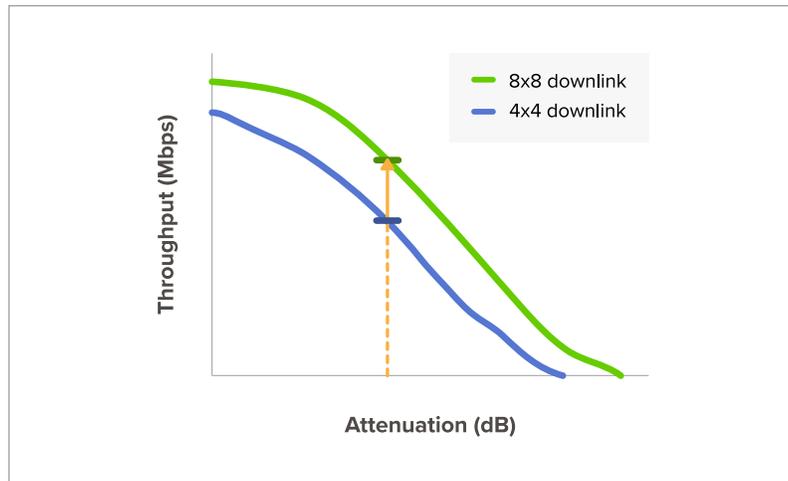


圖 8. 之於 3x3 的客戶端，8x8 較 4x4 在無線射頻 (RF) 的保真度上獲得改善

256 QAM 至 1024 QAM

正交振幅調變模式 (Quadrature Amplitude Modulation, QAM) 只是透過調變訊號的振幅和相位，從而更有效地發送更多封包。802.11ac 配用了 256 QAM，而 802.11ax 將轉向更高群集密度 (Constellation Density) 的 1024 QAM。在個別客戶端靠近存取點的最佳條件下，流量可增加 2.5 倍，每個空間串流增加 1.2 Gbps。在與 OFDMA 一同使用時，1024 QAM 則顯著提高了雜訊臨界值 (Noise Threshold)，得以在 20 MHz 或更低的頻寬下維持高性能運行。

使用 256-QAM時，每個 OFDM 符號傳輸 8 bits；而 1024-QAM 將其增加到 10 bits，頻譜效率從而提高 25%。隨著密度增加，高訊號雜訊比 (Signal-to-noise ratio) 的重要性也與之俱增，因為 1024 QAM 的誤差容許限度非常小。近年來，市場上推出了更進步的數位訊號濾波處理技術和無線技術，將容許密度遽增並實現更高的資料傳輸率，即使在非理想情境下使用也能如此。

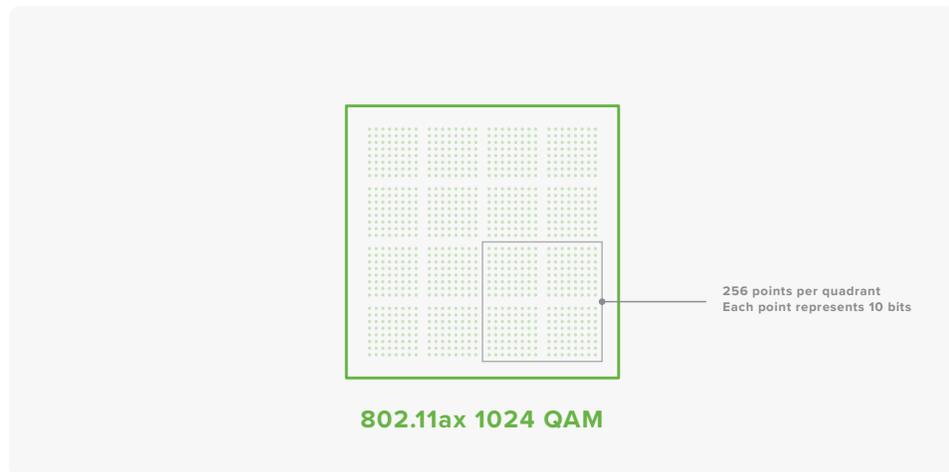


圖 9. Wi-Fi 6 具備 1024 QAM (每個符號 10 bits)

調變和編碼架構速率 (MCS Rates) 10 與 11

透過兩個額外的調變和編碼架構 (MCS)，802.11ax 能提供較過往 Wi-Fi 更高的流量。例如，使用 20MHz 頻道和 MCS8 的 802.11ac 可以達到 86.7 Mbps 的峰值流量。而 802.11ax 則能夠在 20MHz 頻道中使用 MCS11，並提供 143.4 Mbps，增加了 65% 的速率。

| MCS | 調變 Modulation | 編碼 Coding | 20 MHz 頻道 | | 40 MHz 頻道 | | 80 MHz 頻道 | |
|-----|------------------|--------------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| | | | 資料傳輸率 | | 資料傳輸率 | | 資料傳輸率 | |
| | | | 1600 NS | 800 NS | 1600 NS | 800 NS | 1600 NS | 800 NS |
| 0 | BPSK | 1/2 | 4 | 4 | 8 | 9 | 17 | 18 |
| 1 | QPSK | 1/2 | 16 | 17 | 33 | 34 | 68 | 72 |
| 2 | QPSK | 3/4 | 24 | 26 | 49 | 52 | 102 | 108 |
| 3 | 16-QAM | 1/2 | 33 | 34 | 65 | 69 | 136 | 144 |
| 4 | 16-QAM | 3/4 | 49 | 52 | 98 | 103 | 204 | 216 |
| 5 | 64-QAM | 2/3 | 65 | 69 | 130 | 138 | 272 | 288 |
| 6 | 64-QAM | 3/4 | 73 | 77 | 146 | 155 | 306 | 324 |
| 7 | 64-QAM | 5/6 | 81 | 86 | 163 | 172 | 340 | 360 |
| 8 | 256-QAM | 3/4 | 98 | 103 | 195 | 207 | 408 | 432 |
| 9 | 256-QAM | 5/6 | 108 | 115 | 217 | 229 | 453 | 480 |
| 10 | 1024-QAM | 3/4 | 122 | 129 | 244 | 258 | 510 | 540 |
| 11 | 1024-QAM | 5/6 | 135 | 143 | 271 | 287 | 567 | 600 |

圖表 2. 802.11ax MCS 與個別空間串流之圖表

訊號著色技術 (BSS coloring)

Wi-Fi 不再是可有可無，而是必需品。伴隨無線應用的增長，網路中的干擾也在增長。為了保障良好的性能，首要便是盡可能減少由於干擾所造成的效能影響。對於前幾代 Wi-Fi 而言，無線傳輸媒介的爭用、擁塞可能會影響 40-60% 的資料傳輸率，因此需要妥善規劃頻道的使用。為了有效管理可能干擾，思科引入了 RX-SOP 來調整高度擁擠區域存取點上的 Wi-Fi 訊號位準。由於 RX-SOP 是在存取點層級實現，而非客戶端層級，因此必須謹慎規劃訊號層級。透過使用訊號著色技術 (BSS coloring)，相同的概念將同步擴展至存取點與客戶端。該技術是以 6 位 BSS 顏色前導碼 (BSS color preamble) 所實現的；若對於給定的傳輸使用，BSS 顏色值與接收站的顏色前導碼相同，則判定該頻道繁忙；反之，若 BSS 顏色前導碼不同，則判定該頻道可用於傳輸。

Wi-Fi 具備一種稱為 CSMA/CA 的載波偵測多重存取/碰撞避免技術，它有助於避免干擾，但隨著無線網路擁塞的增加，流量會大大降低。使用 CSMA/CA 時，如果檢測到碰撞訊號，存取點會增加傳輸之間的時間長度以減少整體衝突。這可以在少數無線設備上良好地工作，但在具有多個重疊傳輸的密集使用環境中，整體流量效率將會急劇下降。CSMA/CA 消耗大量頻寬，這也意味著整體 TCP 流量佔整體網路容量的百分比會降低。BSS 顏色前導碼會添加一個簡易的顏色位（Color bit），從而降低了頻寬的消耗並提高效率。

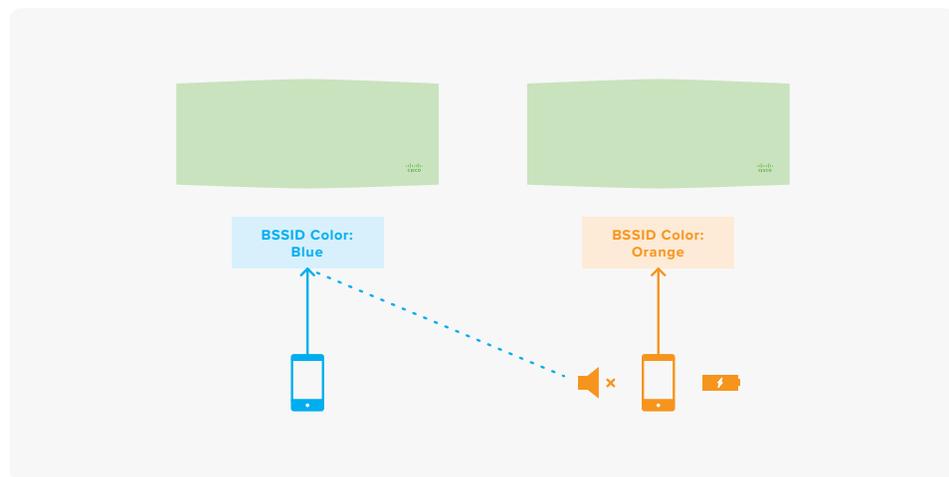


圖 10. BSS 顏色前導碼減少了相同頻道的干擾

目標喚醒時間 Target Wake Time

為了啟用該功能，存取點為 BSS 內的無線客戶端定義了一組目標喚醒時間 (TWT) 和休眠時間 (TWT SP)；這使客戶端能夠決定獨立的無線接入喚醒模式與其持續時間，藉此讓調度站點在不同時間下運行並有效減少爭用情形發生。而這也具備降低功耗的效果，能讓電池壽命提升近 67% 之多。TWT 將透過從存取點發送一系列信標 (Beacons) 來通知「休眠」設備將有資料發送的需求，並以此實現所需功能。

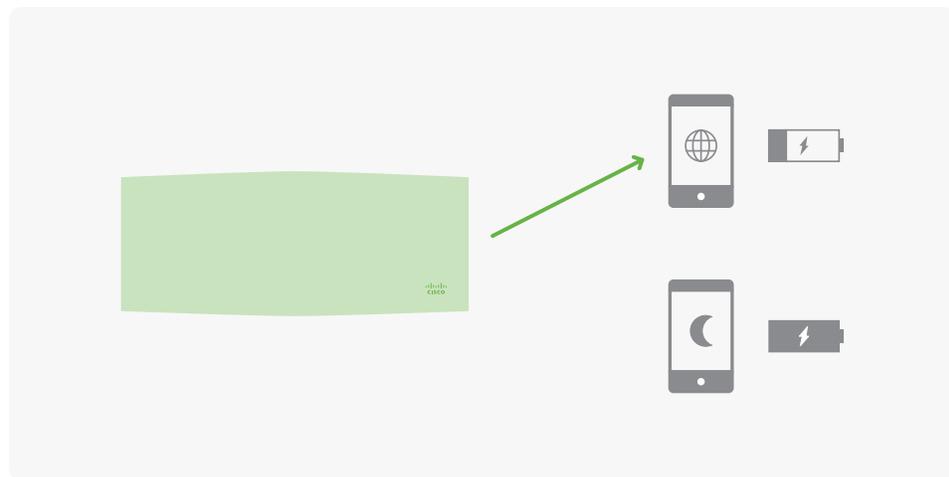


圖 11. 目標喚醒時間 (TWT) 允許存取點向客戶端發起喚醒時間觸發器

除了上面所詳述的八項功能之外，Wi-Fi 6 更包含許多其他功能。Wi-Fi 6 任務組的另一個目標是解決戶外環境所面臨的性能挑戰。這在 Wi-Fi 6 中將透過新的封包結構來實現，並藉此在複雜的室外環境中能達成更強大、穩健的通訊。除了更豐富的附加功能列表外，802.11ax 無線通訊還能夠與符合並兼容前幾代 Wi-Fi 的無線通訊連線。與 802.11ac 相仿，802.11ax 也將向下兼容舊有 802.11a/b/g/n/ac Wi-Fi 等修訂版本。

部署 Wi-Fi 6

相關時程與注意事項

截至 2019 年年中，Wi-Fi 標準的 802.11ax 修訂版仍在審核批准中；Wi-Fi 聯盟和 IEEE 可能要到 2019 年底才能拍板定案。若過程有對標準進行更改；如同過往 802.11ac 批准過程，這可能會有額外批准內容。升級時間將取決於個人網路需求而定，因為管理人員需要考慮他們的升級週期計畫，以及對額外流量或密度餘裕空間的需求。網路管理人員也可能希望在評估 MU-MIMO 和 OFDMA 等新功能後再調整網路，並為即將到來的 Wi-Fi 6 兼容設備浪潮做好萬全準備。

802.11ax 客戶端將於 2019 年初開始投入市場，並持續到 2019 年底和 2020 年。

而大部分出貨設備都能兼容 Wi-Fi 6 的這個關鍵轉折時機，可能在約莫 2020 年下半年的發生。設備製造商可能會受到市場需求激勵，並將新的 Wi-Fi 6 客戶端推向消費者，因為他們可以透過 TWT 和更高的效率推廣全新能耗優勢。

由於 802.11ax 存取點向下兼容以前的 802.11a/b/g/n/ac 客戶端設備，如果流量和密度需求對於客戶有急迫需要，其網路管理員現在便可以著手升級他們的無線網路架構。

雖然使用 8x8 無限存取點可以立即看見性能的提升；但隨著新的 802.11ax 客戶端在 2019 年和 2020 年進入市場，絕大多數使用者都將感受到它在效能上飛躍性的提升與顯赫的影響力。

| 其功能帶來的優勢 | 既有傳統客戶端 | Wi-Fi 6 客戶端 |
|-------------------------------|---------|-------------|
| 8x8 架構帶來更高的上、下行流量 | Yes | Yes |
| 8x8 架構帶來更高的上、下行可靠性 | Yes | Yes |
| OFDMA 帶來的通訊效率和更高的流量 | No* | Yes |
| 透過 TWT 實現更長的電池壽命 | No* | Yes |
| 藉由 BSS 顏色前導碼技術，使通訊時間效率和電池壽命提升 | No* | Yes |
| 使用 MU-MIMO 帶來更高的流量 | No* | Yes |

圖表 3. Wi-Fi 6 客戶端和傳統客戶端在 802.11ax 無線網路中獲取的優勢比較圖

* 對既有傳統客戶端的間接好處，因為 802.11ax 客戶端下線速度更快

隨著新的 802.11ax 客戶端和多千兆位(Multi-Gigabit)存取點進入市場，網路管理人員也需要避免網路其他部分出現瓶頸狀況；除了 802.3at PoE 支援之外，還可以考慮使用新的高流量聚合和接入層交換器，因為大部分 802.11ax 存取點功率要求會超過 802.3af PoE 臨界值。

對於 5G 蜂巢式網路，Wi-Fi 6 更優秀的流量負載能力將有助於卸載蜂巢架構的流量。事實上，預測至 2022 年，71% 的 5G 流量將被卸載到 Wi-Fi 或其他小型蜂巢式網路。而與 4G 相比，將看到 59% 的流量卸載，這是一個明顯的增長。隨著 5G 蜂巢網路技術的普及，人們普遍預測它將如 LTE 的地位一般，成為戶外環境中的主要傳輸技術。

真實環境

Wi-Fi 6 將開始對管理學校、體育館、醫院、企業辦公室、公寓、繁忙的交通樞紐、購物中心、公共場所和密集城市地區的無線網路的最初導入者產生直接影響。在過去，這些區域中的許多地方都受到公共 Wi-Fi 擁塞所困擾，出於性能原因與需求，不少用戶可能更偏好透過 LTE 完成連網。借助 Wi-Fi 6 的優勢，室內和室外 Wi-Fi 技術的性能將大幅改善用戶在多個不同情境中的使用體驗。



企業組織

現今企業和無線辦公室中，員工透過電話會議與同事完成協作，或依靠串流媒體的影片來學習，因此對雲端託管應用程式的使用量不斷增加。也由於這些應用程式需要的流量正持續上漲，員工也期望他們的個人裝置具備更好的連接性。而 VoWiFi (Voice over Wi-Fi) 通常是最他們所被期待使用的，因為許多辦公大樓缺乏蜂窩接收設備與功能。



教育環境

越來越多地學校和大學開始導入各種嶄新的學習技術，例如透過 AR / VR 進行沉浸式學習。且 AR/VR 的價格大幅降低，這些技術對於學習都非常有幫助。學生通常是創新無線設備的最早採用者，因此 802.11ax 客戶端的預期轉折點可能會在這些領域率先發生。而對於有戶外無線網路連線需求的組織，802.11ax 與其具備較長 OFDM 符號的相關技術優勢，也將有助於提高室外雜訊環境的穩定性。



展演空間

體育館和活動展演空間越發頻繁地使用串流媒體和 AR/VR 技術；而體育場館中的流量模式變化極大，而且在特定事件周圍往往需要面臨突發的流量增加，這很可能導致網路發生擁塞。Wi-Fi 用戶希望透過關注行動裝置與應用程序上的補充事件內容來完成互動，並豐富他們的體育觀賽體驗。與此同時，此處的客戶端實體密度是 Wi-Fi 網路將遭遇的最高密度的環境之一，很容易導致嚴重的無線干擾問題。



醫療保健

醫院和手術室對於遠距診斷、治療與視訊和資料交互使用的需求不斷增長。大量未經壓縮的影片從手術室發送到遠距辦公室。這允許遠距醫療專家得以即時提供建議甚至操作手術設備。遠距視訊的呈現需要 3.6Gbps 的超高畫質與解析度，這將為網路帶來不少壓力；除此之外，也由於醫療設備流量的關鍵任務性質，醫療機構還需要更高級別的網路連接。在此，物聯網還有新的潛力，包括資產追蹤等，透過 Wi-Fi 6 的新功能（如 2.4 GHz 作業與 TWT 節能優勢）將變得更加便捷。而事實上，醫療保健也是**物聯網領域增長最快**的行業之一。



製造產業

隨著工廠不斷發展且營運投入也持續提高，AR/VR和無線感測器等新技術的使用也日漸增加。新的物聯網解決方案可以受益於802.11ax的TWT等節能功能。Wi-Fi 6亦有助於為需要極低延遲的製造機械控制需求保持一致的穩定連線性能。



飯店旅遊

在交通樞紐之中，搭乘火車、公車和以及在轉運站及航廈等候的用戶都希望能夠使用娛樂或工作相關的應用程式。因此，準備額外流量的餘裕空間，將有助於讓無線網路架構為不斷變化的連線需求做好萬全準備；這個使用環境的另一個挑戰，便是用戶往往會在無線熱點之間頻繁移動的動態特性，而透過Wi-Fi 6的技術，未來在火車站和鄉村地區都將能夠感受到遠距連線體驗的提升。無線用戶都期待著無縫的無線連網體驗，而機場、車站等交通樞紐都可以透過提供高性能無線網路架構取得極具競爭力的便利性。另外，商務旅客和消費者早已注意到Wi-Fi是他們**旅行過程**中非常重要的便利設施，藉由導入新的Wi-Fi 6標準與相關架構，不論擁擠的酒店活動空間、大廳和其他密集區域都可以體驗到顯著提升的優質體驗。

總結

Wi-Fi 6 能夠為無線網路提供比 802.11ac (Wi-Fi 5) Wave 2 更高的流量吞吐，尤其是在高密度連線的情況下；伴隨著 Wi-Fi 6 客戶端的增加，這項性能的提升也更加明顯，而這亦將要求更大頻寬。透過各種創新技術，新的 802.11ax 修訂版將藉由自動減少重疊網路的影響，來協助提升過往連線標準的可靠性及其效率。Wi-Fi 性能的提升能與 5G 蜂巢式網路相互結合，將為教學機構、醫療設施、行動工作者、旅客和物聯網領域的新技術等各式令人雀躍的創新未來，奠定下良好的基礎。

關於思科Meraki

思科 Meraki 創立於 2006 年，現已發展成為世界上最具可擴展性、功能最豐富且最可靠的雲端管理智慧 IT 解決方案。現在正於全球管理著超過 350,000 名不同的客戶和 450 萬台 Meraki 無線網路設備。我們的全套解決方案包括無線、交換器、資安、SD-WAN、授權、端點管理和安全監視器，這一切都藉由 Meraki 基於 Web 的直觀操作界面中進行整合管理。這為網路管理人員提供了深度可見性和直觀易用的控制權，並免除了傳統架構的高成本和複雜性。

至 meraki.cisco.com 瞭解更多資訊，或加入我們的 meraki.cisco.com/webinars 線上網路研討會

您將有機會獲得免費的 Meraki 無線存取點和雲端管理授權，從而讓您得以在自己的應用環境中體驗 Meraki 超凡易用的魔力。