

# 香港的電訊基礎設施 未來供應與需求

## 行政摘要

2019 年 3 月



[ 此中文譯本如與英文版本有任何差異，應以英文版本為準。 ]

# 行政摘要

香港特別行政區政府商務及經濟發展局（商經局）委託 Plum Consulting，開展一項有關 2018-2028 年期間香港的電訊基礎設施容量未來供應與需求的研究。

香港是一個主要的世界經濟中心。擁有世界級的電訊設施是香港成功的要素，能夠持續提供高質素和普及的電訊服務是至關重要。這些基礎設施不僅支撐香港內部的通訊，亦將香港聯繫至世界各地。

香港在亞洲以至全球有數個主要的競爭對手，他們均致力提升其經濟活動的競爭力和吸引力。投資基礎設施對加強這一地位（以及投資人才和聲譽）至關重要。香港要繼續作為領先商業和金融中心，其電訊基礎設施的維護和投資不能落後於人。

本研究針對以下目標：

1. 評估香港現有電訊基礎設施容量，擬備一套相應的評估指標，以及評估電訊基礎設施容量的供應與需求基準；
2. 預測香港未來電訊基礎設施容量的供應與需求；
3. 評估香港的電訊基礎設施容量的供應能否滿足未來的需求，以及保持香港相比於其他發達經濟體的競爭力；及
4. 建議政府應該採取的措施、方法和策略，以促進電訊基礎設施的發展，確保香港的電訊基礎設施容量能滿足未來的需求，保持香港作為領先的商業和金融中心的競爭力。

## 研究方法

是次研究由以下分項組成：

- 持份者參與
- 基準分析
- 測試模型
- 行業趨勢考慮
- 基準分析和測試模型作業結果
- 結論和建議

各分項論述如下。

## 持份者參與活動

我們與在香港的不同持份者進行了參與活動。方式包括 Plum 與主要電訊基礎設施營辦商之間的面對面會談，針對不同持份者群體的研究問卷。持份者包括主要電訊營辦商和其他電訊持牌者、電訊基礎設施的主要使用者、主要設備供應商、行業團體、學者以及其他專家。

## 基準分析

本研究將香港與其他主要經濟體就電訊基礎設施容量的供應與需求進行對比，考量目前（即 2018 年香港與其他發達經濟體對比）和到 2028 年的未來預測。為此，我們制定了一套衡量電訊基礎設施容量的供應與需求的指標，以及一套輔助指標。這些指標如圖 1 所示。

圖 1：潛在評估指標

供應指標	需求指標	輔助指標
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 覆蓋範圍（覆蓋的場所／使用者的數量）</li> <li>• 服務質量（例如，資料傳輸率、延遲）</li> <li>• 網絡覆蓋性、可靠性</li> <li>• 網絡利用水平</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 採用情況（用戶數量）</li> <li>• 服務消費水平</li> <li>• 市場發展、阻力</li> <li>• 新經營者、垂直需求</li> <li>• 社會因素</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 服務定價</li> <li>• 每位使用者平均收入（ARPU）</li> <li>• 每個全職人力工時（FTE）的線路／連接／收入</li> <li>• 除利息、稅項、折舊及攤銷前收入／盈利（EBITDA）／稅後營業淨利（NOPAT）</li> <li>• 資本支出／收入</li> </ul>

與商經局磋商後，我們選擇以下八個發達經濟體作為基準分析：

- 日本（東京）
- 新加坡
- 韓國（首爾）
- 英國（倫敦）
- 美國（紐約）
- 澳大利亞（悉尼）
- 中國內地（上海）

- 法國（巴黎）

我們需要指出，儘管八個經濟體的人均國內生產總值（GDP）與香港類似，但他們的地理和人口特點方面，特別是以國家為本的資料，存在顯著差異。一般而言，大部分指標都以國家為本進行報告，以城市為本的電訊統計資料較為少見。根據可用資料，我們可以在對以國家為本的基準經濟體過去和當前的電訊基礎設施進行合理可靠的基準分析，但由於涉及未來預測的資料相當有限，對所有基準經濟體未來十年（2018-2028）的情況作出整體預測相當具挑戰性。在可能範圍內，我們憑藉從持份者採訪中收集的行業觀點和 Plum 的評估，對基準經濟體的未來預測提出我們的觀察。

## 測試模型

我們開發了一系列試算表程式模型，對香港的電訊基礎設施容量的供應與需求進行量化分析。我們評估不同的情景可能產生的各種情況。我們使用模型進行評估，從而理解相關潛在影響的大小，進而就促進電訊基礎設施發展應採取的措施、方法和策略，向政府提出建議。測試模型的跨度為 2018 年（現時）至 2028 年。

我們為需求與供應分別建模。我們以這些資料套入不同的情景，從而測試有關的供求關係，以及在某些情況下可能產生的供求差距。按香港政府統計處的資料，我們按人口密度（人口/平方公里）在測試模型中使用了三種地區（市區、郊區和鄉村），測試值選擇則基於國際基準。

在模型裏使用的資料數據來自本港持份者，包括主要固定網絡營辦商（固網商）和流動網絡營辦商。由於我們成功索取的數據較預期為少，在建立模型初期的數據量（雖然在很多方面很有用處）並不達到詳細評估基礎建設供求所需的質素和全面程度。在缺少數據時，Plum 則憑經驗和參考國際慣例，為模型加入一些合理的假設。

考慮到數據質量的限制，我們盡可能開發了合理可行的建模方法，針對固網和流動網絡市場設定了兩個假設的情形。在此類研究中，特別是相關網絡的真實資訊並不足夠時，採用假想設計並不少見。由於資料所限，有必要在接入網絡級別到網路核心的流量聚合和流量回傳方面，作出一些假設，以確保有關供求的模型是合理可信的。

## 行業趨勢考慮

電訊基礎設施容量未來供求的決策取決於不同的發展因素。一些發展互相關聯，而與香港有關的主要事項簡要載列如下。

- **供求情況的變化。** 電訊服務的需求情況正在改變，可能影響對基礎設施的需求。例如在固定和流動網絡中串流媒體內容的普及，使串流視頻量顯著增加（視頻是下載頻寬增加的主要因素）。這個以及類似的趨勢正促使設備供應商和網絡營運商重新調整其衡量網絡規模的方式。
- **智慧城市。** 十多年來，政府、企業家和電訊營運商一直重視發展「智慧城市」。此理念主要是利用通訊技術，向市民提供各種公共和其他服務。從本質而言，「智慧城市」涵概範圍廣泛，包括諸多服務領域。最近為政府資訊科技總監辦公室開展的一項關於制定香港智慧城市藍圖的顧問研究，對智慧城市發展提供了各種建議，涵蓋六個領域，即「智慧出行」、「智慧生活」、「智慧環境」、「智慧市

民」、「智慧政府」及「智慧經濟」。藍圖亦指出「公私營合作」模式對智慧城市，以至管理智慧城市項目的重要性，從而協助跨部門政策的制定與實施。智慧城市也會增加固網和流動網絡的連接，以及增加網絡和數據中心容量，因此會對電訊基礎設施產生影響。

- **發展第五代流動通訊技術（5G）。**國際流動電訊（IMT）-2020，或5G，將會是流動通訊系統下一代的進化。基於「長期演進技術（進階）」的能力，5G透過提供增強的無線電技術，採用端對端通訊系統，為終端使用者提供更廣泛的服務（包括專注於垂直行業的服務）。設備供應商對5G技術亦廣泛支持。國際電信聯盟正在制定5G技術標準（例如無線電頻譜議題）；第三代合作計劃（3GPP）也在制定技術標準；其他行業機構（例如全球移動供應商協會（GSA）和GSM協會（GSMA））亦正考慮相關政策和業務問題。要使5G網絡和服務成為現實仍需要解決多個問題，其中包括：5G服務商業論證；解決垂直行業；網絡技術和部署，以及獲得足夠合適的無線電頻譜。

## 研究結果

### 供應基準

供應基準顯示，香港在許多方面在基準集中位列領先經濟體，是部署超快技術（主要基於光纖的技術）的領導者，具有廣泛的光纖寬頻覆蓋（儘管全面光纖到宅的覆蓋現時尚未實現）。香港在支援最少10 Mbps固網寬頻連接方面表現良好，3G和4G流動服務覆蓋廣泛，與其他領先經濟體看齊。此外，香港的固網寬頻網絡服務質量優良，並在國際連接方面明顯超出其他基準經濟體。

然而，香港也有一些指標未及其他基準經濟體。受流動網絡營辦商的一些服務套餐設定影響，香港的流動下載傳輸量與其他經濟體相比排名不高。香港流動服務的頻譜量亦不如其他經濟體多（下行和總量），使流動服務營辦商平均持有的頻譜低於基準參考數量。有關後者，政府和通訊事務管理局在2018年12月13日作出決定，向電訊營辦商指配6吉赫頻帶以下<sup>1</sup>的380兆赫的頻譜和在26和28吉赫頻帶共4,100兆赫的頻譜。通訊事務管理局辦公室亦與內地積極協調在香港模擬廣播終止後使用特高頻廣播頻譜的數碼紅利。

### 需求基準

總體而言，需求基準顯示香港在各指標中位處領先經濟體之列，在採用高速固定寬頻服務中處於領先地位。因此，香港目前發展相對成熟，固網寬頻連接的增長速度低於一些其他經濟體。香港在固網寬頻消費方面處於領先，大部分是受向消費者提供的視頻服務種類增加所推動。

至於流動服務方面，香港的排名在某些方面尚有進步空間。儘管香港的人均4G使用比例與其他領先國家相若，但香港的2G和3G使用比例明顯高於其他大部分經濟體。香港的人均流動寬頻消費一直穩定增加，但目前低於調查研究中的少數幾個經濟體（例如美國、韓國和日本）。

<sup>1</sup> 另外提供低於6吉赫的頻譜供流動服務使用，包括3.3-3.4吉赫頻帶的100兆赫的頻譜（僅限室內），3.4-3.6吉赫頻帶200兆赫的頻譜和4.83-4.93吉赫頻帶80兆赫的頻譜。

## 固定網絡模型

我們考慮了幾種情景，假設需求與供應容量持續在合理水平增加，亦進一步假設鄉村和偏遠地區寬頻連接提升的情景（即更好的光纖連接）。

結果顯示，在基本情景下，固網基建容量在研究期尾聲開始緊張（即從 2027 年）。在其他情景中，結果顯示：

- 如光纖接入增加（增加經過的場所和供應的容量），供應僅在研究期尾聲開始緊張（2028 年）。
- 如客戶需求容量增加至基本情景的兩倍，容量供應會在 2023 年出現飽和。若未進一步供應固網基建加以應對，會出現容量短缺。
- 對於郊區和偏遠地區的鄉村，增加連接性可降低供應容量飽和的機會，在基本需求下，到 2027 年均不會出現容量短缺。但仍處於數字用戶線路（DSL）的消費者將持續出現連接速度慢的問題。政府正推出一項資助計劃，支援營辦商向新界和偏遠地區的鄉村提供高速寬頻，改善這些地區的接入基礎設施，連接速度慢的問題將得到改善。

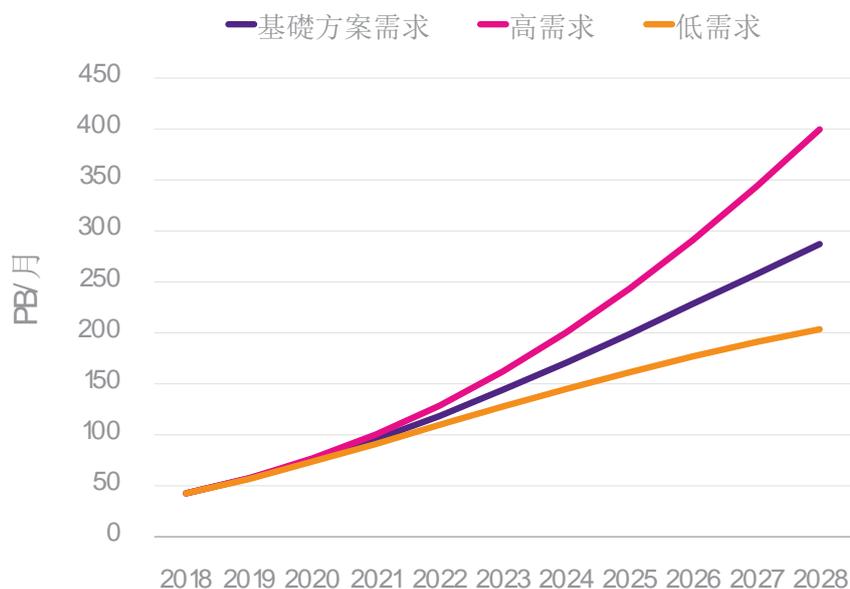
隨著用家使用模式的改變（例如使用更多串流視頻和音樂），容量需求將會增加，多個使用者同時使用容量的情況極有可能出現。對於低速接入迴路（例如採用銅線）的使用者，可能導致某個迴路的需求容量超過所能支援的容量，使其支援服務的能力受到限制。

## 流動網絡模型

對於流動網絡，我們考慮了三種需求情景和三種供應情景，測試供應與需求。我們亦考慮了提供 3.3 吉赫和 4.9 吉赫頻帶額外頻譜的情景作為反應評估。

需求情景包括基本需求、高需求和低需求，這些指標如圖 2 所示。

圖 2：需求情景



下述供應情景建基於流動網絡能夠支援的天線數量。總結參見圖 3。

圖 3：供應情景

供應情景	每個基站平均天線數目	在市區推出的額外基站
高	4	需要的額外全方向基站
基本 (中)	4	無更多可用基站
低	3 (位於擁擠區域)	無更多可用基站

評估顯示在所有情景下，3G 服務均不會出現容量短缺的情況。由於 3G 流量正在減少，並預期持續下降，現時的基建水平足以支援未來的 3G 服務需求。因此，我們把研究重點放在分析 4G 和 5G 服務的結果。

圖 4 和圖 5 分別顯示在沒有 3.3 吉赫和 4.9 吉赫頻帶額外頻譜時的 4G 和 5G 服務情況。評估顯示鄉村和郊區不會出現容量短缺，但在市區的某些熱點地區可能會出現短缺。

若加上 3.3 吉赫和 4.9 吉赫頻帶的額外頻譜，4G 容量短缺將全部消失，在中供應情景中所有區域均不會出現容量短缺。

圖 4：流動服務情景結果（4G 服務）

供應 / 需求情景	高需求	基本需求	低需求
高供應	所有年份供應均可滿足需求	所有年份供應均可滿足需求	所有年份供應均可滿足需求
基本供應	供應可滿足需求（除了一些市區熱點）	供應可滿足需求（除了一些市區熱點）	供應可滿足需求（除了一些市區熱點）
低供應	除了部份市區，供應尚可滿足需求，最大的短缺在 2024 年出現	除了部份市區，供應尚可滿足需求，最大的短缺在 2023 年出現	供應可滿足需求（除了市區一些市區熱點）

圖 5：移動情景結果（5G 服務）

供應 / 需求情景	高需求	基本需求	低需求
高供應	所有年份供應均可滿足需求	所有年份供應均可滿足需求	所有年份供應均可滿足需求
基本供應	自 2025 年在部份市區出現短缺	供應可滿足需求（自 2025 年起部份市區除外）	供應滿足需求（自 2026 年起一些市區熱點除外）
低供應	自 2024 年在部份市區出現短缺	自 2024 年在部份市區出現短缺	供應可滿足需求（自 2025 年起一些市區熱點除外）

基本需求與基本供應情況下（不計算 3.3 吉赫和 4.9 吉赫頻帶的頻譜），4G 容量預計自 2019 年起在部份市區出現短缺，最大的短缺在 2023 年出現，之後隨著流量遷移至 5G 而下降。儘管 4G 容量問題在 2024 年起開始緩解，但在商業中心和鐵路車站等熱點區域（由於缺乏資訊，未對此類區域明確建立測試模型），由於會出現極高的流量需求，仍可能存在問題。

至於 5G 服務，若 5G 基建將部署在 3.3 – 3.6 吉赫頻帶，情況會較為理想。在基本需求和基本供應情景中，直到 2025 年預期市區才會出現容量短缺，但除非增加更多頻譜或基建，否則該短缺會自 2025 年起擴大。如上所述，當 3.3 吉赫和 4.9 吉赫頻帶頻譜能夠提供時，所有區域在基本供求情況下均不會出現容量短缺。

我們需要指出，上述模型並未估計對毫米波頻譜的需求及其對基礎設施的影響，而由於可用的資料有限，也沒有評估個別使用者會否獲得足夠服務，但我們預計到 2025 年前後，會有大量毫米波頻譜基站推出，從而解決 5G 的容量短缺。

## 結論和建議

本研究表明，與研究考慮的諸多其他領先經濟體相比，香港目前擁有良好的電訊基礎設施。香港已經採取多種措施促進未來電訊基礎設施的供應。近期措施包括：

- 推出 3.3-3.6 吉赫、4.9 吉赫、26 吉赫和 28 吉赫頻帶中總計 4 480 兆赫的頻譜，供流動服務使用。26 吉赫和 28 吉赫頻帶的頻譜將成為部署高密度 5G 小型基站網絡的關鍵推動因素。
- 推出 5 吉赫共用頻帶，利用輔助接取（LAA）等新技術提供公共流動服務。
- 通訊辦正與內地積極協調，在香港終止模擬電視廣播後，騰空有關超高頻廣播頻帶的頻譜作電訊用途。
- 開放政府場所和公共設施，設置無線電基站。
- 提供一站式申請流程，協助加快在政府場所裝設無線電基站。
- 現正檢討《電訊條例》，包括檢視現行電訊規管制度與其處理新電訊技術（包括 5G 服務和物聯網（IoT））的能力。
- 建立新的無線物聯網（WiIoT）牌照。
- 設立資助計劃，向營運商提供財政支援，在鄉村和偏遠地區擴展光纖網絡。

其他經濟體的政府也有推動一些類似的措施，使這些國家 / 地區的使用者可以使用更先進的電訊基建和設施。由於香港擁有普及的固網光纖服務，現時已有優勢，但流動服務方面則尚有進步的空間。

以下是本研究提出的建議，分為政府 / 通訊辦需要主要跟進項目、可以協助提供便利的項目和繼續留意的範疇。

### 主要跟進項目

- 致力推出頻譜路線圖的頻譜以及最近宣布的 6 吉赫以下和毫米波頻帶的頻譜，並透過頻率協調，致力在終止模擬電視廣播後，釋放超高頻電視廣播頻帶的頻譜。
- 由於 5G 部署預期會增加網絡的密度，可能需要重新評估進入各種土地、道路和建築物建立電訊基建的程序，以確保能滿足網絡營辦商未來的需求。
- 確保及時推進鄉村和偏遠地區的基建升級，以減少市區與鄉村地區之間出現數碼鴻溝的風險。

### 提供便利措施的項目

- 加快和簡化建立新電訊基建和改善現有鐵路電訊基建的流程。我們理解流動網絡營辦商和鐵路營辦商之間的協議屬於商業安排，相關持牌流動網絡營辦商未必有規管角度可以干預。
- 透過簡化流程和加強與政府的協調，繼續加強支援和推動電訊營辦商進入合適的政府場所和公共設施，設置 5G 無線電基站或相關流動服務設備。

- 確保電訊基建和服務有適當的規管框架。5G 其中一個關鍵領域是工業自動化和物聯網應用，這些新領域可能涉及不同的商業模式和在傳統電訊營辦商外的新參與者，或需要考慮創新的頻譜指配和發牌方法，以及檢視現時的監管制度和發牌規例是否合時。

### 需要關注的範疇

- 改善不同政府部門或其他公共機構之間的協調和合作。要迅速落實影響電訊基建發展的措施，需要高效的跨部門協作，確保能及時作出部署。
- 需要關注 5G 頻譜的未來發展，特別需要留意 2019 年世界無線電電訊大會（WRC）和亞太電訊組織（APT）的進展。
- 持續監察 5G 的落實進展，尤其是：
  - 需要高效的基建（例如基站和基幹設施），以及考慮是否需要加強共用基建。
  - 留意特定 5G 服務的落實會否遇到困難（例如相關垂直行業服務）。

我們承認，就本類別的項目，現階段採取監管干預仍為時過早，現時宜保持清晰的政策目標，並持續關注上述項目。

© 2019 Plum Consulting London LLP, 保留所有權利。

本文檔由我們的客戶委託，僅根據其特定要求並根據其提供的信息進行編譯。我們對委託客戶以外的任何一方不承擔任何責任；此類第三方不得依賴本文檔的內容；任何使用它的用途完全由它自己承擔風險。