



迈向Small Cell 2020的五大趋势

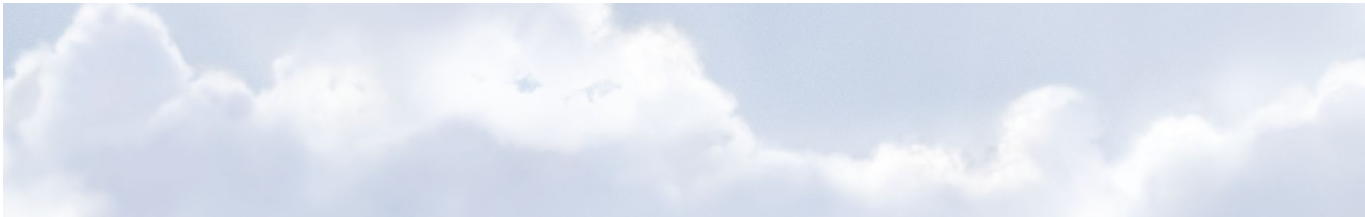
MWC 2016
22-25 FEBRUARY BARCELONA

Table of Contents



目录

○ 介绍	02
○ 趋势一： 数字化驱动室内MBB产业升级	03
○ 趋势二： 多频多模回传集成室外小蜂窝匹配 多样化站址资源	06
○ 趋势三： 授权与非授权频谱融合提升频谱效率	08
○ 趋势四： 小蜂窝构建全新商业模式和生态环境	11
○ 趋势五： 海量小蜂窝部署驱动网络架构演进	12
○ 总结	13



介绍

随着可穿戴设备、甚至可植入设备的激增，以及智能终端渗透率的不断提升，预计全球移动宽带（MBB）用户将从 2015 年的 30 亿增加到 2020 年的 67 亿。此外，随着移动 2K&4K 高清视频、高清语音 VoLTE（voice over LTE）、虚拟现实（VR）的日益普及，单用户数据流量消费将在 2020 年激增到现在的 10 倍，而对于网络速率的需求也将提高 100 倍达到 1Gbps。此外，随着城市化进程加快，尤其在中国、东南亚、南太等发展中国家，人口将进一步集中到大城市，催生更多的热点热区。热点热区平均的业务流量是网络平均值的 3 倍，在体育场的极端场景下，甚至可以达到 20 倍。



MBB 2020 网络

“后工业化社会”的主要特征是第三产业，如服务业、娱乐领域、医疗保健等，其占据经济了主导地位。因此，移动宽带网络需要在这些领域发挥更重要的作用。无线通信产业正在通过蜂窝物联网以及网络能力开放，深度挖掘管道价值，通过创新业务来创造新的价值。

然而，这些需求都对当前蜂窝网的网络能力和建网模式提出更高的挑战。

挑战一：移动宽带网络需要同时满足“大流量、大带宽”和“深覆盖、低成本、多连接”；

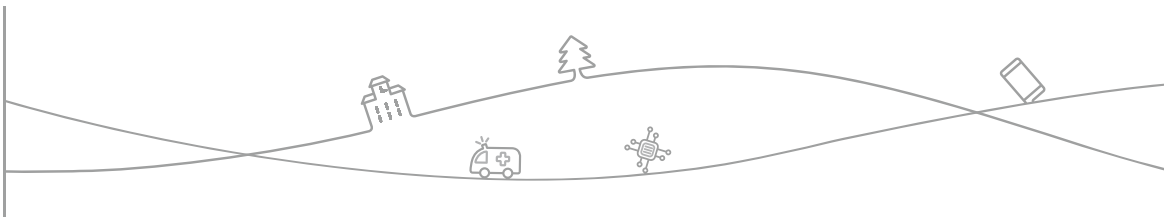
挑战二：新业务需要新的产业生态，通过重构商业模式使得产业链上的合作伙伴多方共赢；

小蜂窝（Small Cell）拥有“绿色”、“高效”和“环境融合”等特点，而成为提升热点热区的网络能力，提升整网频谱效率，改善用户体验的最佳解决方案。小蜂窝解决方案的价值通过最近几年的商用实践得到了充分地体现，无论是室内场景，如体育场、交通枢纽和商场，还是室外场景，如商业街、居民区和城市商务区。通过提升用户体验，释放压抑的业务需求，而大幅度地刺激了移动宽带网络的流量增长，为运营商带来了更加丰厚的回报。

随着小蜂窝部署规模逐渐扩大，对于整体网络的重要性也在逐渐提升，所以什么样的小蜂窝解决方案才最符合未来网络发展的需要正成为产业讨论的焦点。因此，本文从技术演进和商业模式的角度详细阐述了小蜂窝迈向 2020 的五大趋势：

趋势一：通过数字化解决方案加速推动室内覆盖系统改造，满足高清语音和高清视频的体验要求，支撑室内 MBB 产业发展；

趋势二：室外小蜂窝提高集成度支撑多频多模最大化站点价值，并通过集成无线回传与提高产品环境融合性使其更易部署；



趋势三：通过 LAA、LWA 技术来融合授权与非授权频谱可最大化频谱效率，快速提升用户体验；

趋势四：小蜂窝利用其部署位置更加贴近用户，而创造出更多增值业务，这将催生出全新的商业模式和生态环境；

趋势五：基于小蜂窝控制器的新网络架构可以支撑小蜂窝部署数量快速增加并降低 TCO 的诉求，并通过使能管道业务而创造新的价值。



趋势一：数字化驱动室内 MBB 产业升级

移动宽带业务不断在丰富，用户的使用行为也随之发生着巨大的改变：越来越多的网络流量和连接数发生在室内，越来越多的新业务模式在发生在室内。尤其在室内高密热点场景，如体育场馆，交通枢纽，移动宽带网络所产生的流量是平均值的数十甚至上百倍。根据分析有全网约有 80% 的数据流量发生在室内，但是其中将近 70~80% 的流量是由室外的宏蜂窝所承载。然而由于室内有比较多的障碍物和墙体损耗等，导致室内覆盖较弱而降低了用户体验，压制了用户的需求。即使在部分热点区域有建设室内覆盖系统，但其比例也极低，仅为 1% 左右，参见表格 1。与此同时，越来越多的新生活方式，如智能家居、智能楼宇物联网等也都正在走入人们的视野。这孕育着一个巨大的新室分市场空间。

显然传统为语音业务所设计的建网模式越来越难以满足正蓬勃发展的高清语音及高清视频的用户体验要求，更无法匹配未来数字化服务的发展方向，所以室内数字化升级改造必然成为室内移动宽带网络建设的必然趋势。室内数字化网络将成为与水，电，煤气一样成为楼宇建设的基础配备。

Table 1 Indoor coverage market opportunity

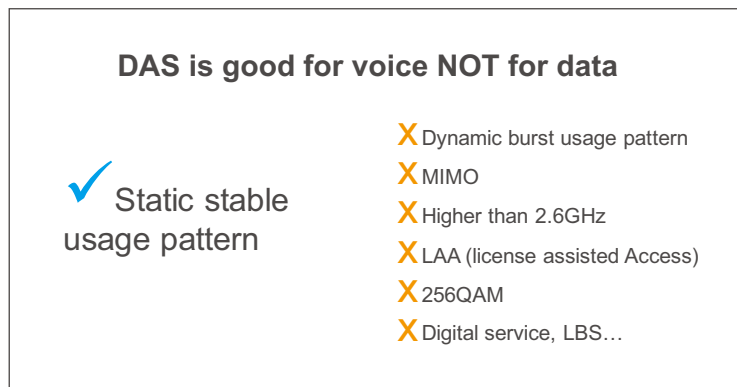
Source: Statistics from Huawei mLAB

Indoor Scenario	In-building System Penetration Y2014
Office/Corporate Campus	0.70%
Retail/Shopping Malls	0.80%
Healthcare/Hospitals	2.20%
Airports/Train Stations	3.20%
Manufacturing/Industrial	0.40%
Hotels/Resorts	2.40%
Sports Venues/Stadiums	1.30%
Universities/Educational Institutions	0.40%
Government/Municipal	0.50%
Parking Structures/Underground/Tunnels	0.50%

• 传统 DAS 无法满足移动宽带发展

传统无源 DAS (Distributed Antenna System) 方案的基本设计目标是为了解决 2G/3G 的室内覆盖空洞问题，仅能提供语音业务及基础数据业务，不能支撑平滑扩容来满足高清视频与高清的需求，所以传统单路 DAS 方案正制约着移动宽带业务的发展。单路 DAS 需要大量的工程改造工作才能将升级为双路 DAS 来支持 MIMO 达到 LTE 的基本频谱使用效率。然而由于改造工程难度较大，且性能也难以得到保证，所以在实际网络中鲜有部署。尽管 DAS 可通过增加载波数或新频段来提升容量，但在运营商频谱有限的情况下往往也很难满足容量快速增长的诉求。

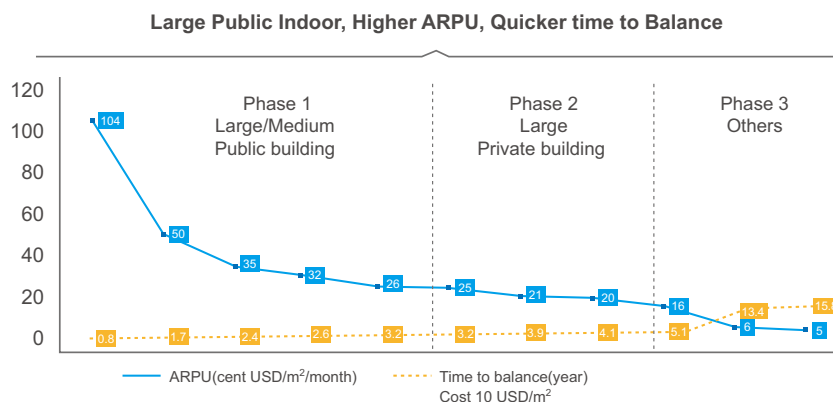
另外，传统 DAS 系统采用的是模拟信号合路的方式，所以无法对每一个节点进行监控，更无法提供精准的话务地图为以后精细化扩容提供依据。不仅如此，它也无法支持室内新业务的发展，如室内基于位置的服务 (LBS : Location based Service) 。因此，传统室分系统正面临着技术演进、运维管理、容量增长等全方位的挑战。



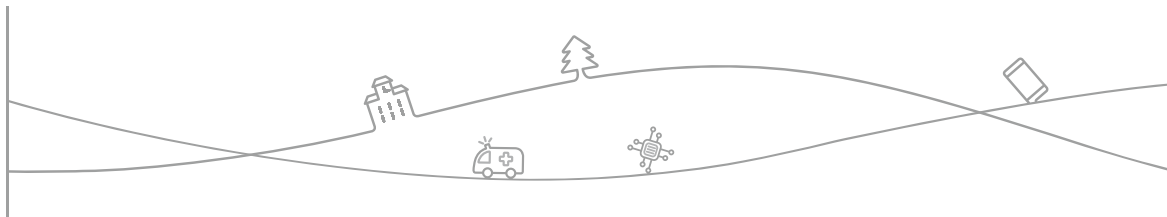
DAS 不适合于数据业务的发展

• 室内全方位数字化升级改造

相较于室外场景，室内场景更加复杂，包括中大型公共场景，小型企业场景以及家庭场景，所以需要多样化的解决方案来满足不同细分场景的业务诉求。



室内建设始于中大型场景



中大型公共场景：体育场、交通枢纽、商场等中大型公共场景的典型特征就是覆盖面积大，且人群密度高，所以在这类场景中的理想室内移动宽带系统应具有高容量，高移动性，易管理等特点。基于 CloudBB 架构下的微功率分布式基站系统（LampSite 解决方案）因为具有如下优点，而能够满足用户体验：

- 软件配置系统容量，提升或重分配网络容量
- 端到端可视化运维，提升运维效率
- 平滑支持技术演进，如 D-MIMO，提升网络体验

用户行为决定了室内移动宽带体验的诉求比室外更加强烈，所以室内数字化网络应提高集成度支持更多的频段，尤其是高频段和非授权频谱，未来通过 SDR（Software Defined Radio）支持网络的平滑演进。室内场景拥有不同与室外的空口条件，所以会率先使用先进的技术，如分布式 MIMO（D-MIMO），256QAM，LAA 等来提升网络性能。

在全球第二大机场北京首都机场部署了基于 CloudBB 架构的微功率分布式基站（LampSite 解决方案）后，用户体验得到了大幅度的改善，其中网络平均速率相较于原 DAS 提高 5 倍以上。潜在的用户需求也得到了充分的释放，仅部署后一年里流量就增长了 27 倍，满足了移动宽带网络快速发展的需要。

小型企业场景：咖啡馆，零售店，餐厅等中小企业（SME：small and medium enterprises）的覆盖面积通常在 5000m² 以下，是点状覆盖的容量场景。在这场景下，Pico 解决方案是平衡性能与成本的最优选择。虽然 Pico 在组网性能上不如分布式微功率基站，但是 Pico 之间或 Pico 与宏基站之间仍需要紧密的网络协同来保障网络质量。由于各地域的移动宽带发展不平衡，而导致 UMTS 网络会长期存在。并且由于 UMTS 终端近两年依旧是主流，所以面向热点覆盖的 Pico 必须同时支持 UMTS 和 LTE，并且能够通过软基带的技术使 UMTS 平滑演进到 LTE。网络性能是运营商的生命线。只有基于 Iub 架构的 UMTS Pico 才能够很好地保障宏微基站以及微微基站之间的移动性和干扰控制，使得网络性能不会因为引入更多的基站而下降。

虽然 Pico 的目标场景面积小，但是往往容量需求却很大。Wi-Fi 受协议与技术的限制，无法满足以高清语音和视频为驱动的移动宽带业务需求，尤其是在多用户的场景下情况变得更糟。蜂窝网不仅可以解决 Wi-Fi 的问题，而且还可以通过 LAA（Licensed-Assisted Access），LWA（LTE + Wi-Fi Link Aggregation）等技术通过融合方案来提升非授权频谱的效率。支持多频多模并集成 Wi-Fi 的 Pico 可利用自动网络发现、即插即用（PnP）以及自动规划配置等特性，重用 Wi-Fi 已有的站点，传输，供电来提供最优的移动宽带业务，最大化站点价值。



综上所述，符合运营商发展的 Pico 应具有如下特征：

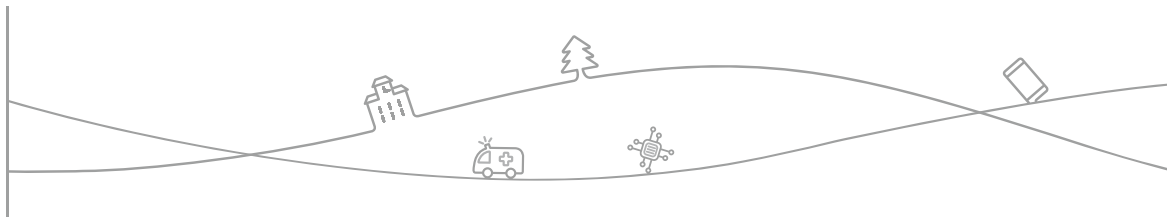
- 多频多模，支持未来平滑演进
- 基于 Iub 接口的网络架构，提升组网性能
- 集成 Wi-Fi 功能，支持授权与非授权频谱融合

家庭场景：Wi-Fi 依旧是家庭场景下的主流移动宽带解决方案。虽然移动运营商曾多次尝试过家庭基站(Femto) 解决方案，但是历史证明对于移动运营商而言由于缺乏成熟的商业模式而尚未取得大的成功。虽然近两年业界出现了基于 LTE 技术的家庭基站，但是仍难突破原有的商业模式瓶颈，所以在可预见的将来依然不能取代 Wi-Fi 成为家庭移动宽带的主流解决方案，即使在小部分区域取得成功。



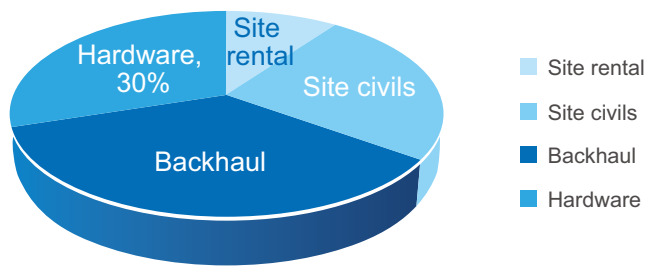
趋势二：多频多模回传集成室外小蜂窝匹配多样化站址资源

近年随着 LTE 技术的快速发展，用户对于高清视频和高清语音的业务体验要求正在快速地提高。根据 2K/4K 高清视频业务发展预测，若要保障用户的最佳业务体验，那么预计到 2020 年对网络速率的要求将是 2015 年的 100 倍以上。这对网络加厚、加密都提出了新的要求。然而，随着人们对于辐射安全的愈发关注而导致了越来越难地部署宏基站。在未来 5 年里全球预计将增加 100% 的站点数量用于网络热点扩容容量，而其中大部分站点受条件所限仅能用于微基站的部署。与此同时，未来随着高频段在现有宏站站址上部署，大量的网络覆盖空洞也会产生，那么必然需要部署大量的微基站来提升这些网络边缘的体验。



• 集成无线回传的多频多模微基站

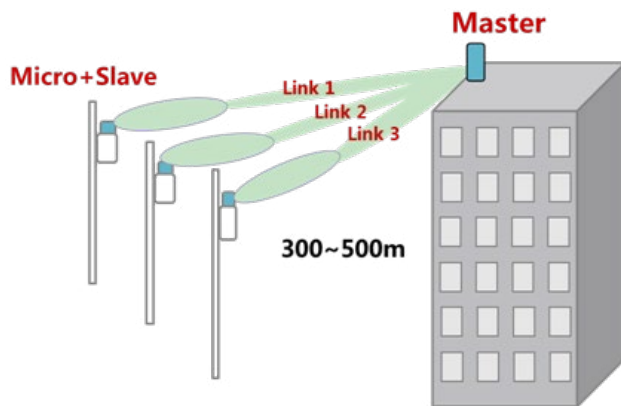
分析室外小蜂窝的部署总成本可以看出，传输和站点是除设备本身占比最高的部分。因此，室外小蜂窝只有大幅度降低对于站点和传输的依赖度，才能够上量部署。



室外小蜂窝站点成本构成

无线回传：传输一直是困扰室外小蜂窝部署的关键瓶颈，尤其在密集城区很难做到有线传输到站，所以有业务质量保证的无线回传方案可以降低部署成本和难度，加速室外小蜂窝的发展。在非视距（NLOS：Non Line of Sight）场景下，基于 Sub 6G 的中继回传 (Relay) 可以利用存量宏蜂窝的广覆盖优势为小蜂窝提供回传且不需要新的频谱。这使得小蜂窝对于站址的选择变得更加灵活。无线回传模块与基站集成在一起可以提升环境融合度，进而大幅度降低站点的获取难度。

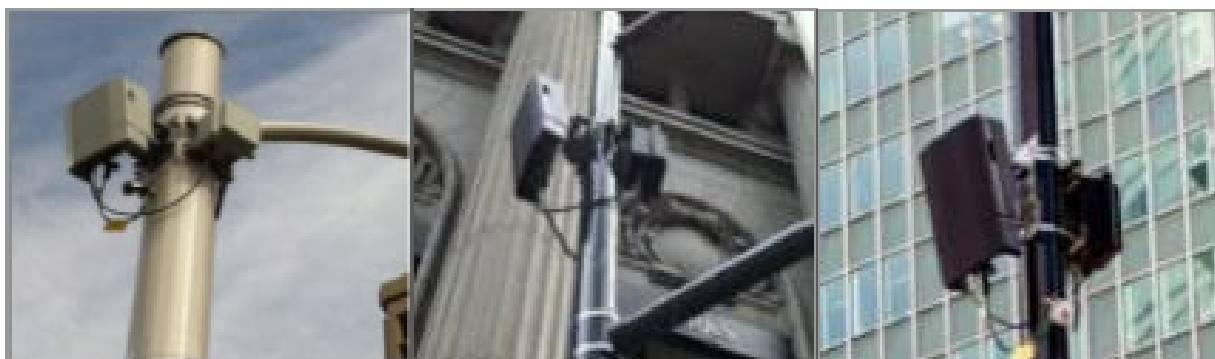
尽管如此，在 Sub6G 频谱匮乏或者存量宏蜂窝负载高的区域，随着容量需求的提升，中继回传 (Relay) 越来越难满足小蜂窝的部署要求。尤其是在 2020 年网络体验达到 1Gbps 的时候，小蜂窝需要更加稳定且更大带宽的无线回传解决方案。虽然传统微波拥有大带宽和高业务保障的优点，但是其部署周期长且成本高，制约其无法海量部署。而 V-BAND 微波由于其频段费用低，传递距离适中（300~500 米）且传输吞吐率大（300~500M），所以非常适合小蜂窝在密集城区的部署。为在空口上采用更高阶的调制解调技术可以实现在 300 米内，将无线传输能力提升至 1Gbps。未来室外小蜂窝通过集成 Vband 微波回传结合 802.11ad/ay 和 Mesh 组网技术可解决非视距场景下的回传问题。这大幅度地减少部署时对回传空口条件和站点部署位置的要求，使得小蜂窝的传输组网更为灵活。此外，通过波束赋型的（Beam forming）技术可以实现免人工精确对准，以及避免杆站部署晃动而断链的难题。



Architecture of Master-Slave for Micro with Wireless Backhaul

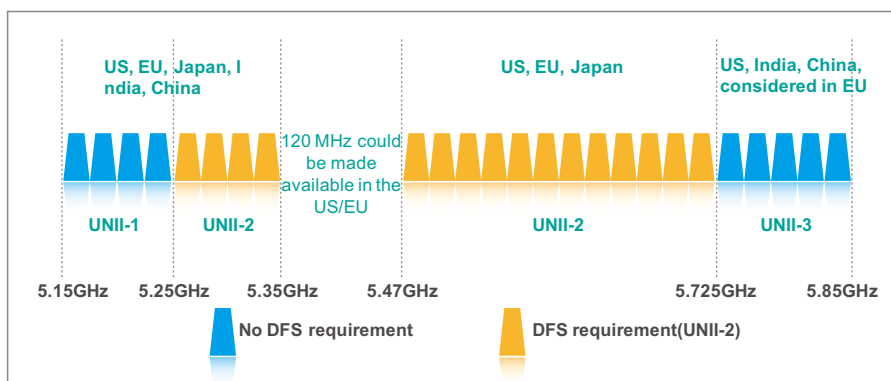
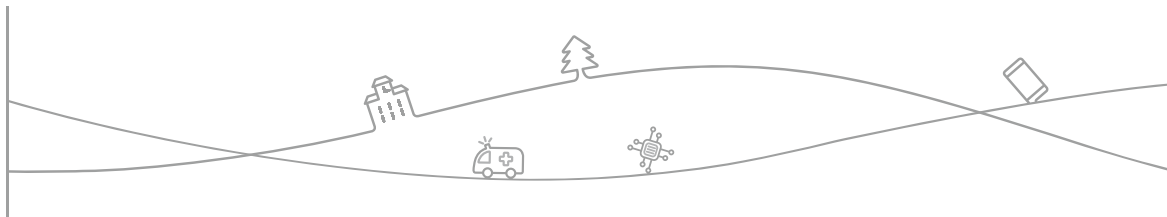
多频多模：未来容量需求增长快速，对于网络将达到 1Gbps。这需要至少 6CC 载波聚合才能够满足，并发频谱带宽要达到 120MHz。在考虑到可获得频谱的不连续性，并发频谱带宽（OBW）要达到 600MHz 甚至更宽，所以无论是宏蜂窝还是小蜂窝都应该具备支持多频段并发的能力。而且这点对于小蜂窝来讲更为重要，因为小蜂窝的二次进站难度要高于宏站，所以单模块支持多频多模可以实现一次部署长期使用的效果。随着芯片，功放等关键器件的日益成熟，小蜂窝上也将率先实现超宽带技术以及更高的频段。

站点众包：其本质是以运营商为中心获取多样化的站址，例如灯杆，广告牌等，进一步降低部署的成本。传统的宏蜂窝建设模式是以运营商，设备商和服务集成商为主的封闭模式。然而在移动宽带时代，由于小蜂窝所需的站点数量数倍于宏蜂窝，所以需要引入不同于传统的建设模式。小蜂窝这一基站形态由于设备体积小，发射功率低等特点而大幅度地降低了对于站点的要求，扩大了可利用的站点资源。例如灯杆，电力杆甚至电动汽车的充电桩，这些都可以成为小蜂窝的新型站点资源。运营商可以通过与业主合作批量获取站点资源，大大加快了网络建设速度，降低了运营成本。



趋势三：授权与非授权频谱融合提升频谱效率

频谱是移动通信的“自然资源”，然而在 700MHz~2.6GHz 的授权频谱里，单一运营商能够获得的“自然资源”十分有限，所以仅依赖于授权频谱是无法满足未来 5 年的移动宽带发展需求。而非授权频谱的资源却十分丰富，仅在 5GHz 频段就有 400MHz 以上的频段带宽可以使用，参见图 2。因此，运营商应该使用合理的技术来充分使用非授权频谱 -- 免费的自然资源。



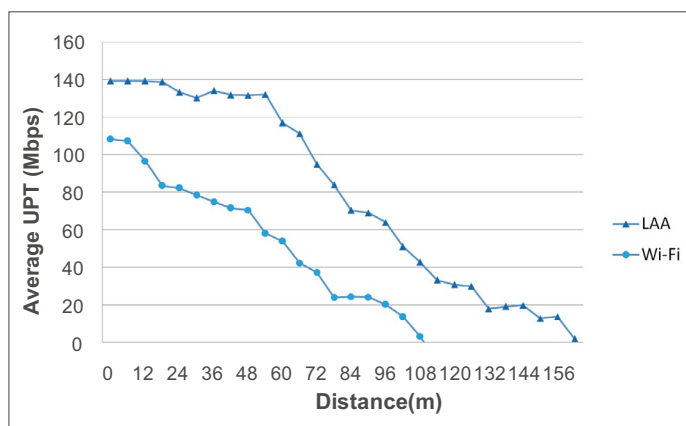
在 5GHz 上的各区域非授权频谱

• 授权和非授权频谱融合提供更好的用户体验

授权与非授权频谱的融合既能充分利用授权频谱的高业务体验优势,又能够将非授权频谱作为一个有力的补充。通过在授权频谱上使用 LTE 技术建立一个“锚点”以保障用户的移动性、业务连续性以及重要信令传输,同时利用非授权频谱来提供额外的容量增益。

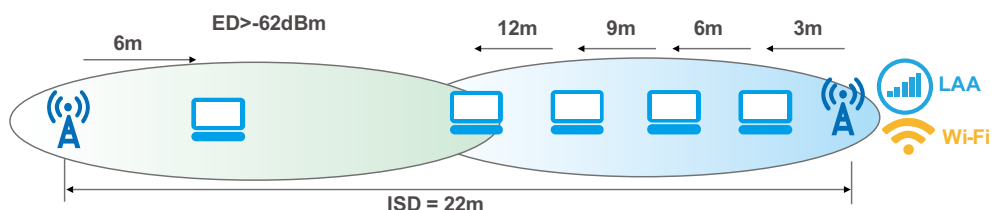
融合始于小蜂窝: 由于对非授权频谱的功率限制,使其覆盖范围与小蜂窝类似。在小蜂窝上部署融合方案更有利于网络规划,且非授权频谱的使用效率最高。随着用户的行为的改变,越来越多的连接数发生在了室内。再加上传统的非授权频谱技术也多数使用在室内场景,所以授权与非授权频谱的融合方案应该开始于室内。

LAA 最大化非授权频谱效率: 在相同情况下,LTE 技术相对 Wi-Fi 技术能提供更高的频谱效率和更好的覆盖。同时,LTE 拥有更完善的业务保障机制,可以针对不同用户类型和业务类型提供差异化的接入策略来保障良好的用户体验。因此,基于 LTE 原理的 LAA 技术可以最大化非授权频谱效率,相较于 Wi-Fi 更具有优势。该种融合方案还可以重用存量的核心网(EPC)以及计费系统,节约投资。虽然 LAA 的技术推广依赖于终端渗透率,但是基站设备应提前具备支持 LAA 的能力。系统侧线支持共盒子、共传输、共网管,未来再通过软件定义无线电(SDR)技术平滑演进支持 LAA 或 LWA。

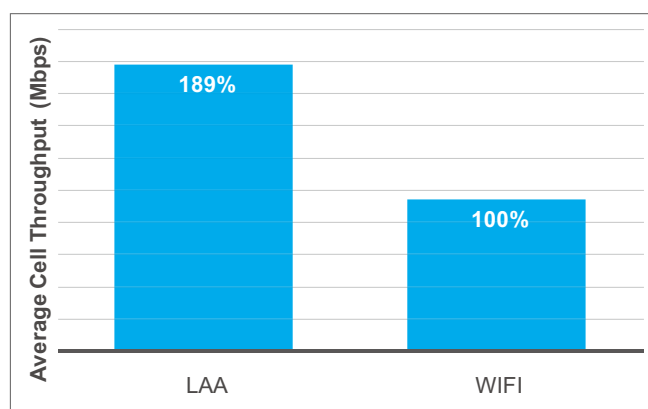


Experimental test results for LAA and Wi-Fi coverage

LAA 与 Wi-Fi 友好共存：Wi-Fi 发展多年已经拥有很大的存量市场，因此 LAA 会长期与 Wi-Fi 共存，所以需要遵守非授权频谱上的频谱礼仪。其中两个 LAA 的频谱礼仪特性 Cell On/Off 和 License before Talk (LBT) 分别在 3GPP 的 Release 12 和 13 进行了标准化。并且华为已经联合了多家顶尖运营商进行了测试验证。结果证明 LAA 和 Wi-Fi 可以友好共存，甚至其友好性高于 Wi-Fi 本身。



Very-dense indoor deployment for LAA and Wi-Fi co-existence



Experimental test results for LAA with baseline LBT and Wi-Fi co-existence

持续提升非授权频谱效率：未来通过多样化的频谱使用技术，特别是动态的频谱共享使用方式，比如 LSA、SAS、CR 等机制和技术，可以进一步提升挖掘非授权频谱的资源，提升频谱效率。这使得授权频谱、授权共享频谱及非授权频谱在小蜂窝上的融合性更加提升，帮助运营商建设一张极致体验的移动网络。

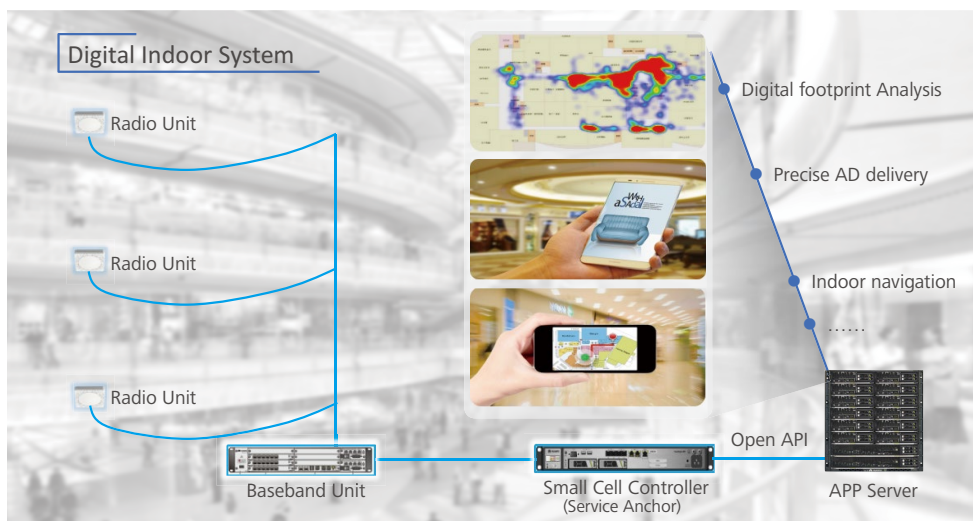
趋势四：小蜂窝构建全新商业模式和生态环境

小蜂窝部署，更强调融入周围环境，如部署在路灯杆、公交站、广告牌等城市基础设施之上，或者部署于机场、商场、体育场馆、企业大楼等公共建筑和楼宇内，这些站址一般有着明确的归属者，如市政、建筑业主等，部署过程中需要和这些站址所有者进行协调以获取准入及部署许可，这决定了小蜂窝的商业模式和宏基站有着较大的区别。由于单纯的提升网络覆盖与业主的主营业务并无直接关联，因此业主接受网络部署和改造的驱动力并不强。

通过小蜂窝为业主创造价值，将成为构筑新商业逻辑、鼓励业主提升网络质量、降低运营商网络部署 TCO 的关键。小蜂窝网络能力开放与室内蜂窝物联网开放则是实现这一关键的核心。

使能网络开放，提供增值服务，为业主创造价值：小蜂窝能力开放平台将搭建起小蜂窝网络和业主向最终用户提供增值服务的桥梁。如在智慧商场应用中，开放平台将基于小蜂窝的室内定位能力，开放给第三方应用开发者或业务集成商，为商场消费者提供室内导航、智能停车、精准优惠信息推送等服务，并基于消费者的大数据分析为商场管理者提供客流分析、用户消费习惯分析等解决方案，挖掘新的商业机会，提升商场经营业绩和管理水平，同时提升数据流量价值，实现运营商、业主、业务开发者和集成商多方共赢、利益共享的全新商业模式和良性生态环境。

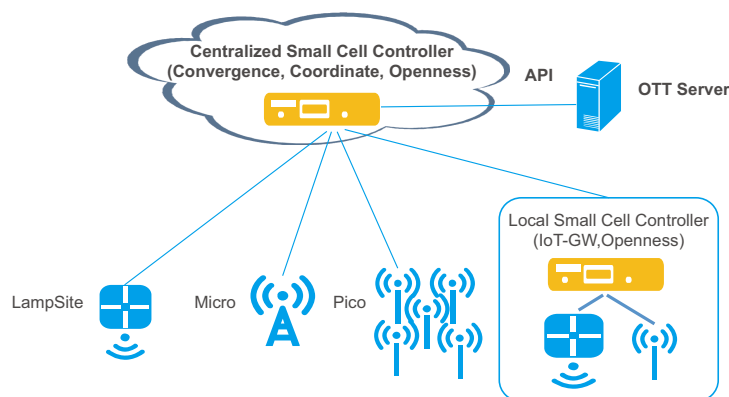
室内蜂窝物联网，增加网络连接价值：由于小蜂窝部署的位置更靠近最终用户和物，因此其在今后的物联网应用中也具有天然的优势。海量小蜂窝的部署将更多的物和联接承载到通信网络上，这也是实现运营商物联网成功的关键。未来各种无线水电开关，无线监控探头，无线办公设备的传输都承载在小蜂窝网络上。这意味着蜂窝网承载了更多网络连接，增加了网络的价值，可以为运营商带来新增的利润。



New value-added service based on Indoor Digitalization

趋势五：海量小蜂窝部署驱动网络架构演进

随着小蜂窝的部署规模越来越大，当前的网络架构已经难以满足未来五年的小蜂窝发展。因此，需要一个全新的小蜂窝网络架构：降低海量小蜂窝部署和运维的复杂度；提升小蜂窝密集部署的网络性能和用户体验；使能管道能力开放，构建新商业模式，提高投资回报率；优化网络接口，支持蜂窝物联网的海量连接。为了实现这些诉求，本文提出一个基于小蜂窝控制器的小蜂窝网络架构，参考下图。



Small Cell 网络架构

• 小蜂窝控制器

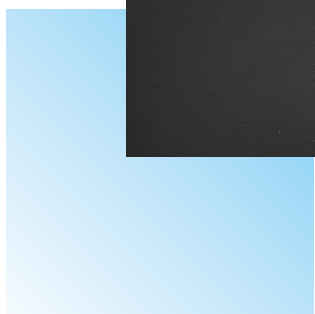
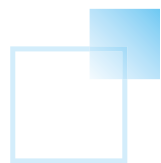
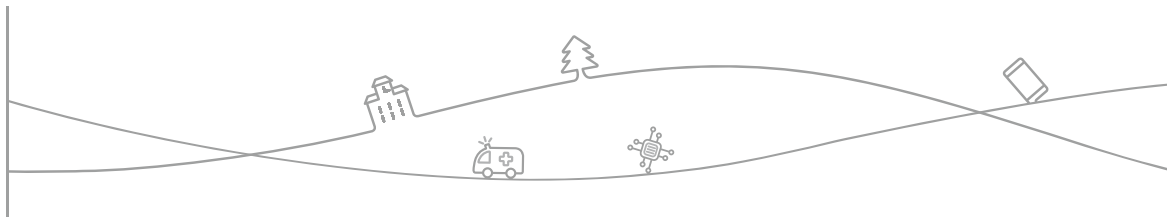
小蜂窝控制器作为小蜂窝网络架构中的最关键节点为运营商带来的关键价值：

网络组网：提升海量小蜂窝部署时的业务组网、传输组网、安全组网、运维组网效率。关于业务组网，小蜂窝控制器的引入，可以避免对存量宏蜂窝和核心网的升级、避免对核心网的扩容、避免现网配置变更、以及增加快速高效的 X2 组网；关于传输组网，小蜂窝控制器使得小蜂窝可以在不改造现有的传输条件下实现快速部署的目的；关于安全组网，小蜂窝控制器通过集成认证服务器、防火墙、IPSEC 等功能，使得部署及网络开通更加方便；关于运维组网，小蜂窝控制器将多个小蜂窝汇聚起来，形成一个小蜂窝的集群，进行统一管理和运维，从而大幅度地简化运维和管理。

网络协同：利用小蜂窝控制器的协同控制功能，通过联合调度来减少小蜂窝制式内的站间干扰，提升连续组网能力。同时也支持制式间网络协同，实现 LTE 与 Wi-Fi 两种技术的深度融合，充分利用非授权频谱进一步提升用户体验。

能力开放：小蜂窝控制器作为业务锚点和接口网关，通过应用程序编程接口将数字化管道里的价值数据吐到应用服务器，而最终用户通过应用服务器来获取增值业务。这有效地支撑新商业模式创新，做大了无线产业空间。

蜂窝物联网：小蜂窝控制器支持蜂窝物联网有两个关键点：一是通过 SOR 灵活支持蜂窝物联网的相关业务，二是网络平台集成蜂窝物联网网关和核心网控制平台。





总结

在未来移动宽带发展中，小蜂窝将扮演着越来越重要的角色。为了能够满足网络发展的需求，小蜂窝应该支持多频多模并融合非授权频谱最大化站点价值；支持室内数字化升级实现网络平滑演进，提升运维效率；支持集成无线回传提高环境融合性，降低投资成本；支持小蜂窝控制器来简化基站部署难度，提升网络性能，使能管道开放，承载物联网。

版权所有 © 华为技术有限公司 2016。保留一切权利。

非经华为技术有限公司书面同意，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本手册内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。

商标声明

 HUAWEI、华为、 是华为技术有限公司的商标或者注册商标。

在本手册中以及本手册描述的产品中，出现的其他商标、产品名称、服务名称以及公司名称，由其各自的所有人拥有。

免责声明

本文档可能含有预测信息，包括但不限于有关未来的财务、运营、产品系列、新技术等信息。由于实践中存在很多不确定因素，可能导致实际结果与预测信息有很大的差别。因此，本文档信息仅供参考，不构成任何要约或承诺。华为可能不经通知修改上述信息，恕不另行通知。

华为技术有限公司
深圳市龙岗区坂田华为基地
电话: (0755) 28780808
邮编: 518129

www.huawei.com