



WI-FI 7 TRIALS FOR ENTERPRISE SCENARIOS

 AT&T |  | 

Source: Wireless Broadband Alliance
Authors: NextGen Work Group
Issue Date: May 2025

执行摘要

Wi-Fi技术进化继续，Wi-Fi 7问世，实现了多项特性，如多链路操作 (MLO)、320 MHz信道、4K QAM、多RU、受限TWT和基于时间的QoS。这些改进旨在提供更高的吞吐量、提高效率、降低延迟，并支持XR/AR/VR、数字孪生、AI/ML、云访问和工业物联网等新兴应用。

AT&T、CommScope和Intel共同合作于无线宽带联盟 (WBA)

田间试验 为了评估Wi-Fi 7在企业环境中的关键功能。这项多阶段倡议已完成第一阶段，该阶段评估了Wi-Fi 7在5 GHz和6 GHz频段使用160、80和40 MHz信道时的速率与范围性能，并将结果与Wi-Fi 6E进行了比较。

这些发现证明了Wi-Fi 7相较于Wi-Fi 6E在性能上有显著提升。本报告概述了我们在试验中的主要观察和收获。下一阶段将继续测试Wi-Fi 7的额外功能。

引言

Wi-Fi已成为企业无线连接、组织效率、协作和其他业务的使命关键。企业面临着提供高密度、高吞吐量、低延迟和可靠的Wi-Fi的挑战，以满足日益增长的众多不同设备的需求，包括笔记本电脑、移动电话、工业物联网、摄像头，以及要求苛刻的应用，如AR/VR/XR、云服务、人工智能/机器学习、视频会议、自动化和物联网。

Wi-Fi 随着每一代技术的进步而不断改进。Wi-Fi 7 (IEEE 802.11be) 是最新一代技术，通过增强 Wi-Fi 6 的某些功能并引入新的特性，如 320 MHz 信道大小、4K QAM、多链路操作 (MLO)、MU-MIMO、MU-RU、r-TWT 和基于调度的时间服务质量 (QoS)，旨在提供极高性能 (EHT)。这些改进提供了更高的吞吐量、更低的延迟、更高的效率和可靠性。

企业部署Wi-Fi 7网络并将其移动设备过渡到Wi-Fi 7之前，评估Wi-Fi 7的能力以及它们在实际环境中满足应用需求的有效性至关重要。多年来，WBA一直在与参与运营商、AP和客户端供应商以及服务启用会员进行代际Wi-Fi试验，包括Wi-Fi 5、6、6E，如今已到Wi-Fi 7。以下是研究结果的发现。 [这些试验](#) 已在行业内共享。

作为WBA现场试验计划的一部分，AT&T、CommScope和Intel正在合作进行现场试验，以测试Wi-Fi 7在企业环境中的能力。本报告涵盖了第一阶段试验结果，重点关注5 GHz和6 GHz频段使用160 MHz、80 MHz和40 MHz信道时的速率与范围性能，并将Wi-Fi 7与Wi-Fi 6E进行比较。

报告详细介绍了试验设置，包括测试环境、使用的设备和测量方法。它还讨论了结果和对于行业重要的关键点。

测试环境

测试在一家AT&T办公楼内进行，其中包括了典型的办公元素，如墙壁、桌子、椅子、测试设备和现有的Wi-Fi网络。环境是一个开阔空间，有视线可达，而不是射频屏蔽室，确保现实世界的条件并非完美，而不是在一个受控的实验室环境中——见图1和图2中的射频热图。

为确保真实世界性能评估的完整性，对接入点（APs）未进行特殊调整，并且没有客户端设备人为影响结果。试验旨在反映实际部署场景和真实用户体验。

硬件

- Ruckus vSmartZone - R770 (Wi-Fi 7) - Ruckus R750 (Wi-Fi 6) - Intel BE200 (Wi-Fi 7) 在 Windows 11笔记本电脑上，支持2个空间流- Intel AX200 (Wi-Fi 6) 和AX210 (Wi-Fi 6E) Windows 11笔记本电脑，支持2个空间流- 为了测试Wi-Fi 6和Wi-Fi 7，我们在同一台笔记本电脑上更换了Intel Wi-Fi芯片并更新了驱动程序- 10千兆交换机和服务器接口- 相同的VLAN和子网

测试工具

- Ixia IxChariot TCP 吞吐量（上传和下载），取3次测量值的平均值。
- Windows 文件传输速度（上传和下载）。
- Ping 值和抖动，取1分钟的平均值。
- 通过 BSS Load IE 提供的信道利用率。
- 来自 AP 和客户端的 RSSI（接收信号强度指示）。
- 测试人员在每次测试开始时观察，软件不提供平均值。
- Hamina 现场勘测（现场调查）。
- Wi-Fi Explorer。

射频环境，频段与信道

测试在5 GHz和6 GHz频段进行。2.4 GHz频段未进行测试，因为它在企业环境中是一个拥挤的频段。

6 GHz 频段：

6GHz无线电在FCC LPI规则下运行

测试了160 MHz、80 MHz和40 MHz信道宽度。

尽管Wi-Fi 7支持高达320 MHz的信道，但由于需要密集部署以最大化频率复用，这些信道在企业环境中不太可能被普遍部署。

使用160 MHz和80 MHz信道的部署更为实际，160 MHz可提供7个信道，80 MHz可提供14个信道，而与FCC法规下可用的1200 MHz频谱相比，6 GHz频段中的320 MHz信道仅有3个。

5GHz频段：

- o 40 MHz信道宽度

- o 无邻近AP且RSSI值高于-85dBm的射频

- o 测试开始前信道利用率较低

- o 预计该区域内的客户端正在探测5 GHz

- o 由于5 GHz只能支持三个160 MHz信道，而企业通常部署40 MHz信道，我们使用了40 MHz信道，并将Wi-Fi 7与Wi-Fi 6进行了比较。

在开始测试之前，对测试区域进行了全面的现场调查以及5GHz和6GHz频段的频谱分析。图1和图2显示了测试区域的射频图。

测试地点

针对速率与范围测试，我们在7个位置进行了测量。测试笔记本电脑被移动到每个测试点，从5英尺开始，以10英尺的增量继续，直到达到65英尺。

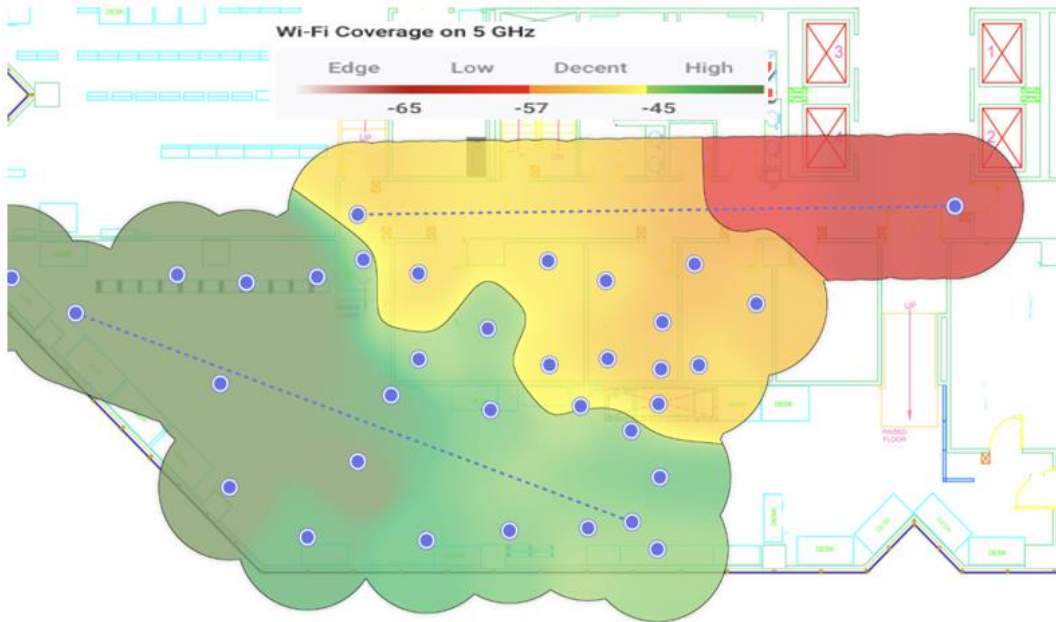


图1. 5GHz 40MHz信道测试区域的RF地图

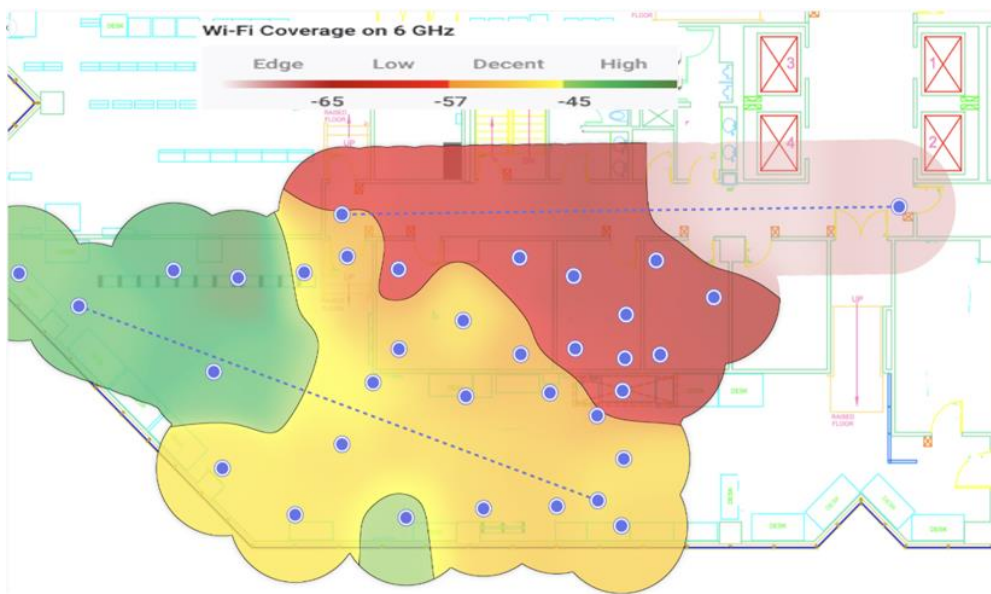


图2. 6 GHz 160 MHz信道测试区域射频地图

结果

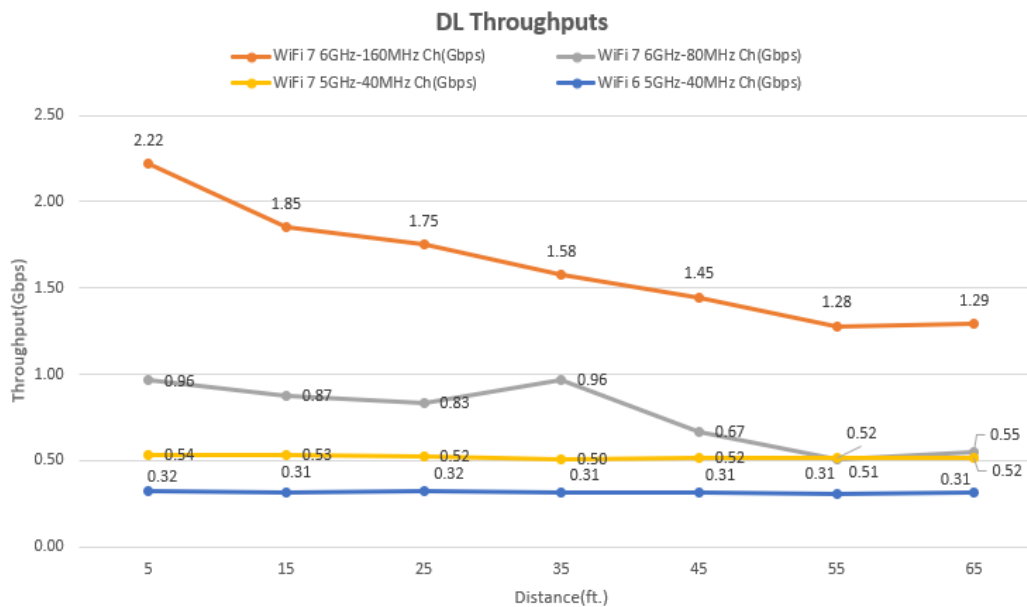


图3. IxChariot在不同频段、信道大小和范围内测得的Wi-Fi 7和Wi-Fi 6下行吞吐量

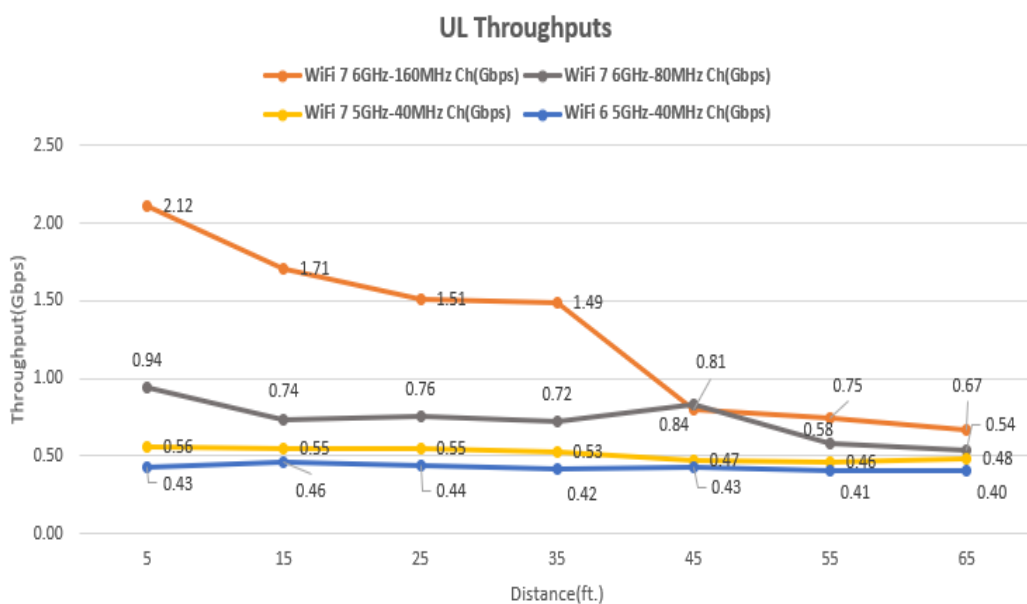


图4. Wi-Fi 7与Wi-Fi 6在不同频段、信道尺寸和范围下的上行吞吐量与IxChariot的关系

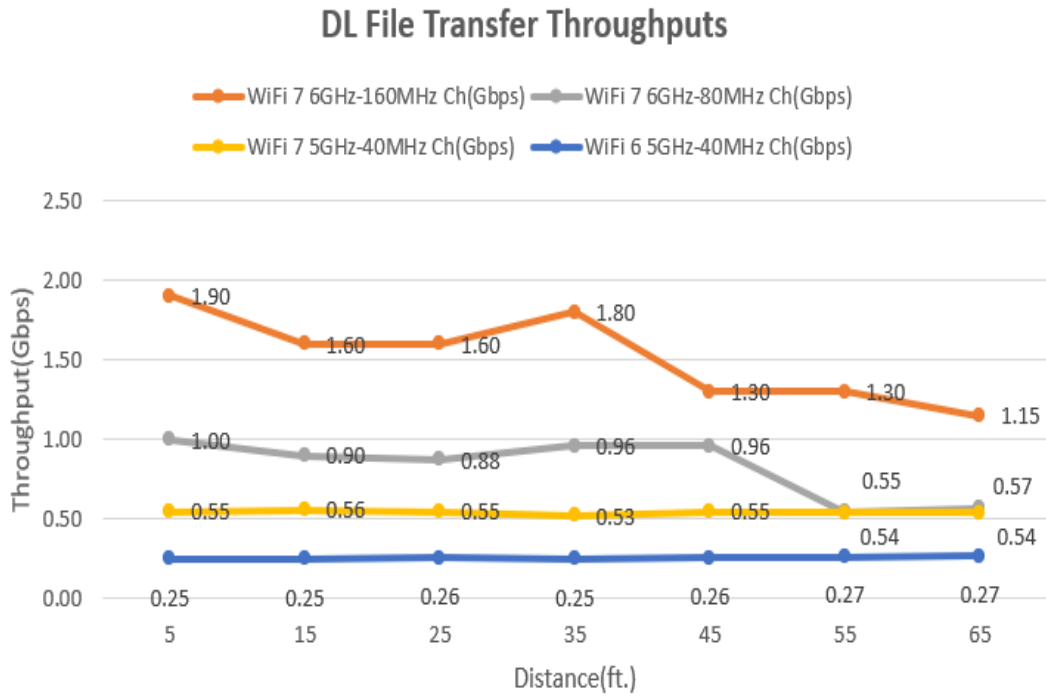


图5. Windows文件传输中，Wi-Fi 7和Wi-Fi 6在不同频段、信道大小和范围内的文件传输下行吞吐量

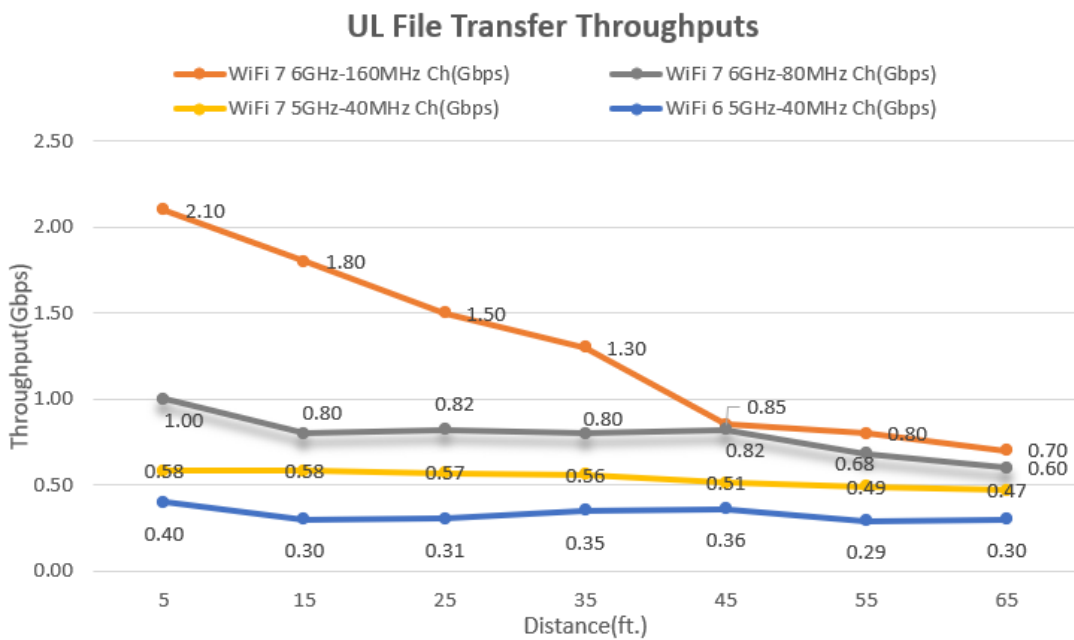


图6. Windows文件传输中，Wi-Fi 7和Wi-Fi 6在不同频段、信道大小和范围内的文件传输下行吞吐量

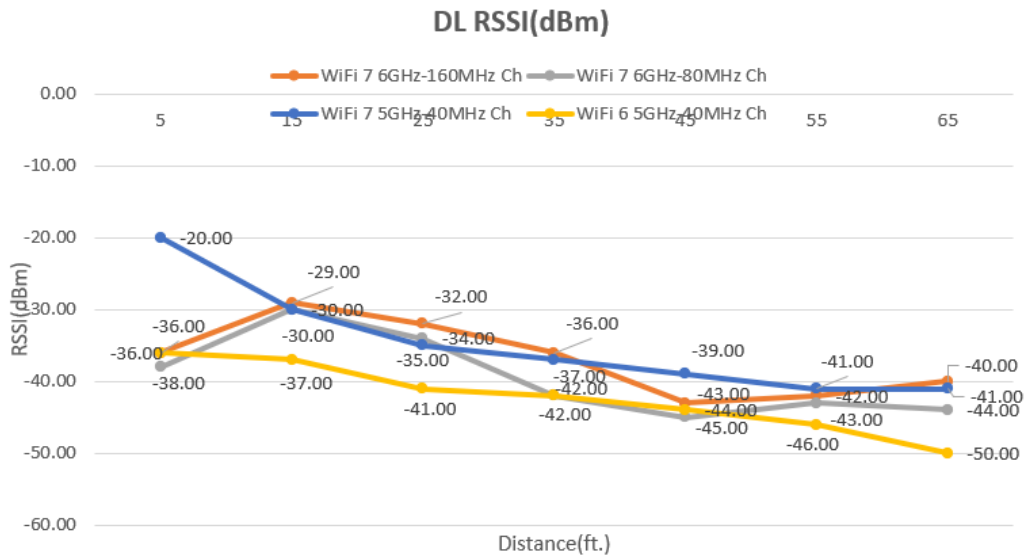


图7. 不同频段、信道大小和范围内的下行链路RSSI (客户端如何接收AP) - 每次测试前拍摄。

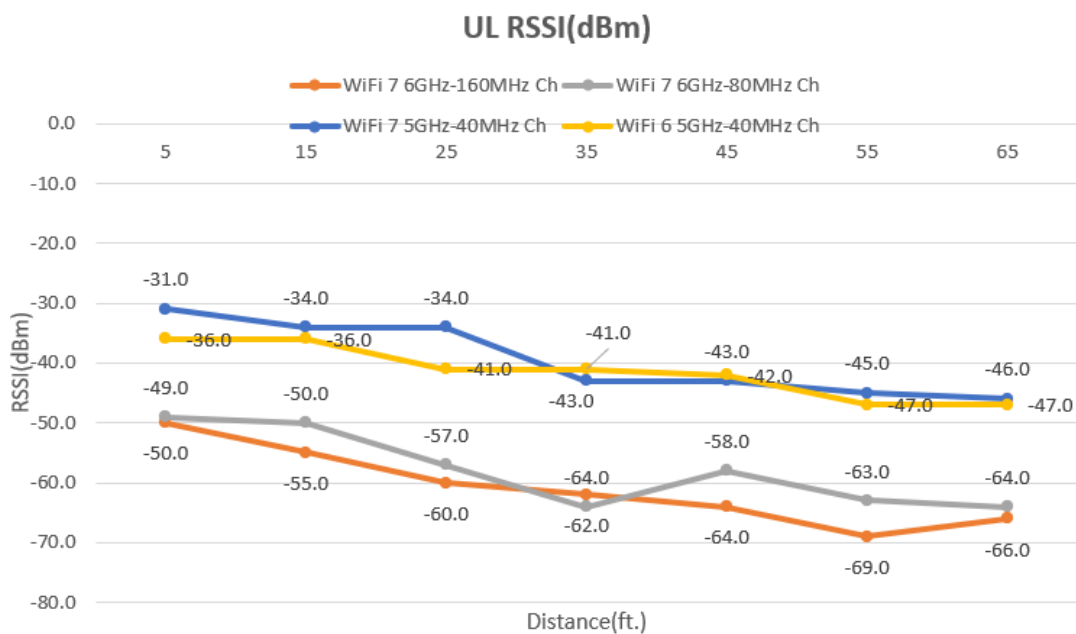


图8. 不同频段、信道尺寸和范围内的上行链路信号强度 (AP如何接收客户端)

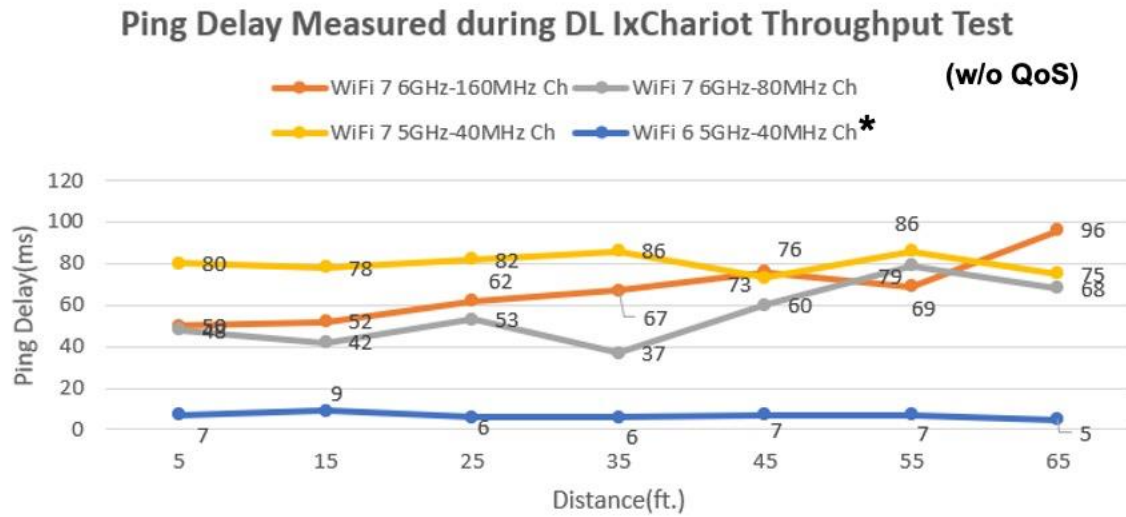


图9. 不同频段、信道大小和范围的下行链路时延

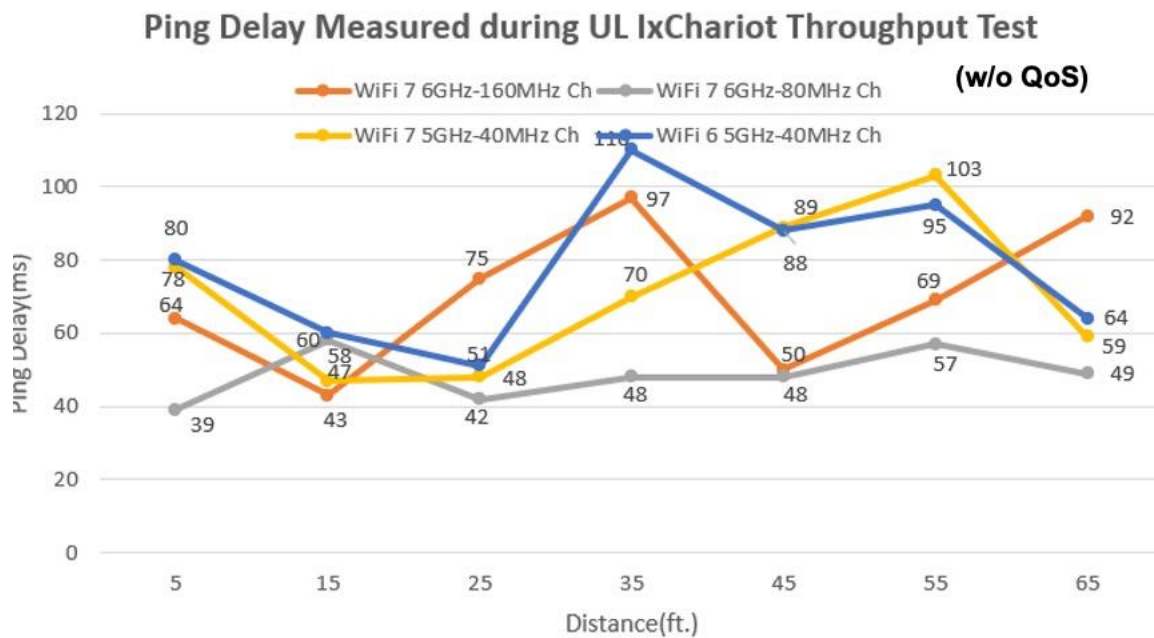


图10. 不同频段、信道大小和范围的上行链路时延

关键洞见与收获

我们的6 GHz 160 MHz信道评估显示，Wi-Fi 7在距离接入点（AP）5英尺处实现了1.9 Gbps的下行速度和2.1 Gbps的上行速度，随着客户端远离AP，吞吐量逐渐下降，然而，它在40英尺处仍保持了超过1 Gbps的吞吐量性能。

超过这个点，上行链路吞吐量因功率限制有限和上行链路MCS降低而下降，如下文所述。射频地图分析显示，位于35英尺处的测试点附近墙角的区域可能影响了该点之后的结果，并导致吞吐量突然下降。

测试是在低功耗室内（LPI）设置下进行的，这限制了接入点（AP）仅限于室内使用内置天线，并将功率谱密度限制在5 dBm/MHz，以及在320 MHz信道上的总功率限制为30 dBm EIRP。在LPI模式下，移动设备也被限制在AP允许的最大EIRP降低6 dB的最大功率，这导致在约35英尺处的吞吐量下降。

标准功率6GHz，由自动化频率协调（AFC）启用，允许接入点（AP）以高达36 dBm的EIRP运行，相比LPI功率提升了6dB。这种功率的提升显著增强了信号强度和范围，通常功率提升6dB可以使覆盖范围加倍。

在企业Wi-Fi部署中，AP的密集部署对于增加网络容量至关重要。高密度部署旨在提高容量而非覆盖范围，平衡信道大小以避免同信道和相邻信道干扰，从而提高网络容量。因此，通常选择160 MHz和80 MHz信道，而不是320 MHz信道，这将允许在6 GHz频段中只有三个非重叠信道。

在高密度企业办公环境中，Wi-Fi AP之间的平均距离通常在30至40英尺左右。这种间距有助于确保高容量，以支持大量设备，这对于密集型企业环境至关重要。

Wi-Fi 7的更宽频带来显著的性能优势。根据我们的研究结果，在160 MHz频段的Wi-Fi 7支持35英尺距离内的超过1 Gbps吞吐量，典型的高密度企业环境，这将极大提高应对满足企业对新吞吐量应用需求的解决方案。此外，研究结果还表明，在5 GHz频段的Wi-Fi部署主要采用40 MHz信道，并将信道带宽提高到80或160 MHz时，通过与6 GHz干净的信道相配合，可以实现吞吐量的翻倍或四倍提升。

众所周知，当Wi-Fi 7客户端非常靠近Wi-Fi 7接入点（AP）时，它可以利用4K QAM（MCS12/13），从而提高峰值物理数据速率。随着客户端远离AP，吞吐量如预期地下降。与Wi-Fi 6 1K QAM相比，Wi-Fi 7 4K QAM在高MCS下提高了20%的吞吐量。

在40 MHz带宽下比较Wi-Fi 7和Wi-Fi 6的吞吐量，我们的结果显示，Wi-Fi 7实现了0.55 Gbps的下行吞吐量，几乎是Wi-Fi 6下行0.25 Gbps的两倍，而Wi-Fi 7的上行吞吐量为0.58 Gbps，几乎是Wi-Fi 6的0.31 Gbps吞吐量的两倍。

这代表着Wi-Fi 7在5 GHz 40 MHz信道上相对于Wi-Fi 6的几乎100%的提升，突显了在5 GHz企业部署中具有显著优势的MAC/PHY改进。

在5 GHz频段，40 MHz信道的吞吐量在5至65英尺范围内保持一致。

我们尚未比较6 GHz和5 GHz频段的其它信道尺寸，这可能是进一步研究的有趣领域。

6 GHz频谱干净，只有新的Wi-Fi 6E和Wi-Fi 7设备在此运行，避免了可能对性能产生负面影响的旧设备问题。

延迟测试未配置 QoS，这意味着测试应用程序未对流量进行标记。SmartZone 使用了默认的 QoS 设置，即最大努力。ping 延迟性能受信道利用率影响。在多数测试中，我们能够提高信道利用率，导致 ping 延迟增加和网络抖动变差。请注意，Wi-Fi 6 在 5GHz 的下载测量显示测试期间具有低延迟，但吞吐量和信道利用率也较低。对于此次测试，我们无法提高信道利用率和吞吐量。同样的上传测试显示 ping 延迟和网络抖动较差。

关于RSSI结果，在5英尺的测试点，Wi-Fi 7 6GHz测试的信号强度低于10英尺。我们发现，在较近的距离，笔记本电脑对笔记本电脑的朝向非常敏感。这在Wi-Fi多径传播中很常见。R770配备了2x2 6GHz无线电台和4x4 5GHz无线电台。由于额外无线电台调整多径挑战的能力，同样的接入点在5GHz上显示出更好和更一致的结果，即使客户端仅为2x2。

在35英尺的测试点，一个来自调整办公室的角落墙体（钢制龙骨/石膏板）距离测试点仅5.5英尺（见上图的热力图）。尽管这并没有阻挡视线，但我们确实觉得它对多径传播的影响足以改变结果。在审查数据时，似乎这有助于一些测试，但损害了其他测试。这在预料之中，因为测试是在一个真实的办公空间环境中进行的。

结论

我们的Wi-Fi 7测试表明，通过使用更宽的信道、更高的调制和效率，吞吐量得到了显著提升。Wi-Fi 7将帮助企业满足应用程序不断增长的需求，提供更高的吞吐量、更低的延迟和更高的可靠性，从而在密集环境中提升Wi-Fi连接体验。Wi-Fi 7甚至在5GHz频段使用相同大小的40MHz信道时，性能也优于Wi-Fi 6。

我们期待通过采用6 GHz标准功率产品实现更高的性能。此外，Wi-Fi 7还带来了其他关键进步，如多链路操作（MLO）和上行链路（UL）触发的访问。我们的特色工作将专注于评估整体网络性能、MLO功能和服务质量（QoS）。

参与者名单

我们衷心感谢所有项目负责人和编辑团队对项目的宝贵贡献，这些贡献在本次项目的成功中发挥了关键作用。

公司	姓名	角色
AT&T 译为：美国电话电报公司	弗兰岑	试验组长
AT&T 译为：美国电话电报公司	Wang	试验参与者
英特尔	Necati Canpolat	试验组长
英特尔	科斯明·卡赞	技术负责人
康姆斯科姆	Doug Woleben	试验组长
康姆斯科姆	西达尔特·加德	试验高级技术负责人

加入WBA Wi-Fi 7试点项目