



SKYWORKS®

下一代 Wi-Fi: 6 GHz 即将到来

Wes Boyd, Skyworks Solutions, Inc.

消费者对数据的需求，特别是视频流和视频点播等应用程序对数据的需求的爆炸性增长正在推动将 6 GHz 频段 (5.925-7.125 GHz) 开放给无牌使用。社交媒体应用程序、音频平台和智能家居设备进一步增强了对数据的需求。此外，诸如虚拟现实 (VR) 和增强现实 (AR) 之类的新兴应用也将继续推动未来对大量数据的需求。

但是 6 GHz 频段到底是什么？它目前的用途是什么，对消费者有什么好处？也许更重要的是，2019 年 9 月 Wi-Fi 联盟® 启动了 Wi-Fi 6 认证计划，它的推出将如何影响 6 GHz 频段的使用和性能？本文章旨在回答这些问题。

Wi-Fi 6 GHz 频段 - 联盟咨文

与现有的 Wi-Fi 相比，6 GHz 频段旨在显著增强可用带宽，从而改善服务质量并满足消费者对更多数据不断增长的需求。与当今使用的 2.4 GHz 和 5 GHz 频谱相比，新频谱意味着带宽增加 150% 以上。

Wi-Fi 联盟当时负责从 802.11ax 标准中选择功能并认证相容性的 802.11ax 产品，现在正在将这些新的 11ax 设备标记为“Wi-Fi CERTIFIED 6™”认证产品。尽管 Wi-Fi 6 设备目前可以在 2.4 或 5 GHz 频段 (或将来的 6 GHz) 中运行，但 IEEE 802.11 工作组已规定仅允许 Wi-Fi 6 设备在 6 GHz 频段中运行。为避免混淆，Wi-Fi 联盟最近已把在 6 GHz 频段运行的 Wi-Fi 6 设备标记为“Wi-Fi 6E”。将较慢的 Wi-Fi 速度下放到 2.4 GHz 和 5 GHz 频段应能确保在 6 GHz 频段工作的 Wi-Fi 6E 设备具有更快，更高质量的吞吐量。

在美国，FCC 专员和 FCC 主席 Ajit Pai 于 2018 年 10 月一致投票通过，以在 6 GHz 左右及其附近释放高达 1.2 GHz 的更多 Wi-Fi (无牌照) 频谱带。从那时起，围绕 6 GHz 的中心争论是在该频段中的新 Wi-Fi 运行是否会干扰其现有用户，包括公共安全、公用事业支持和无线回传。因此，FCC 尚未完全批准 6 GHz 频段的使用和运行规则。

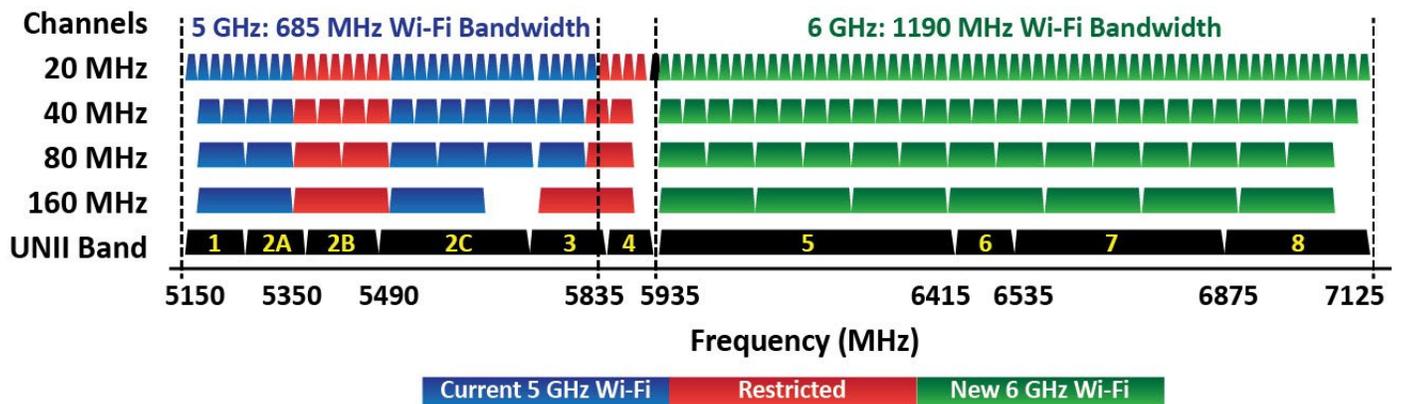


图 1. 美国 FCC 提议将 6 GHz 频段分成四个子频段

Pai 主席已经承认，将 6 GHz 频段内的 1200 MHz 释放给无牌照的 Wi-Fi 使用是一个历史性事件：这会是一个免费供公众消费的一大段带宽。FCC 目前的计划是将 6 GHz 频段分成四个子频段（见图 1）：U-NII-5（5.925-6.425 GHz）、U-NII-6（6.425-6.525 GHz）、U-NII-7（6.525-6.875 GHz）和 U-NII-8（6.875-7.125 GHz）。

FCC 还计划监管 6 GHz 频段中的无牌照应用。对于接入点，他们推荐了一种两个类别的方法，将在 24 dBm 运行的低功率室内接入点和在 30 dBm 运行的标准功率接入点设备区分开。标准功率接入点在传输之前将被要求使用数据库查找方案，以避免对固定无线运营商造成干扰。低功率室内接入点仅被允许在室内运行，并且不会被要求使用数据库查找方案。

此外，FCC 提议允许客户端设备在 6 GHz 频段中

运行，但是其功率要被限制在 18 dBm，以避免干扰该频段中的固定无线运营商。行业组织已要求再增加一个类别：在 14 dBm 运行的超低功率接入点。例如，这个类别的设备可被用作移动热点。

由 6 GHz 频段为组件和产品设计师带来的最大机遇也代表了其最重大的挑战之一 - 就是除了目前用于 Wi-Fi 应用程序的 2.4 GHz 和 5 GHz 射频之外，还引入了第三个 6 GHz 射频。第三个射频对半导体供应商来说是个好消息，因为这意味着更多产品机会（新频段收音机、滤波器、功率放大器）和消费产品制造商，因为他们可以制造新频谱的新设备。但是，当您在同一产品（例如路由器）中同时运行 2.4 GHz、5 GHz 和 6 GHz 射频时，系统复杂性将显著增加。此外，随着消费类电子产品的工业设计趋向于更小型、更紧凑设计，所面临的散热挑战也日益加剧。

Parameter		Wi-Fi 5 (802.11 ac)	Wi-Fi 6 (802.11 ax)	Wi-Fi 6E (802.11 ax)	802.11 be ³	
Frequency		5 GHz	2.4 and 5 GHz	6 GHz ²	2.4, 5 and 6 GHz	
Number of Channels ¹	Channel Bandwidth (MHz)	20	25	28	59	87
		40	12	13	29	42
		80	6	6	14	20
		160	2	2	7	9
		320	0	0	0	4
Access		OFDM	OFDMA	OFDMA	OFDMA	
Antennas		MU-MIMO (4 x 4)	MU-MIMO (8 x 8)	MU-MIMO (8 x 8)	MU-MIMO (16x16)	
Modulation		256 QAM	1024 QAM	1024 QAM	1024 QAM	
Maximum data rate		3.5 Gb/s	9.6 Gb/s	9.6 Gb/s	38.4 Gb/s	
Maximum users/AP		4	8	8	16	
1. Non-overlapping channels						
2. Best Estimate: channelization has not been finalized						
3. Speculative; standard is still in early stages of development.						

表 1: 比较 Wi-Fi5、Wi-Fi6 和 802.11be 标准

美国的 6 GHz 频段监管

Skyworks 的专家正在与 Wi-Fi 联盟的其他成员合作，提供指导，支持有关 6 GHz 频段的 FCC 程序意见。

截至目前，Wi-Fi 6 和 Wi-Fi 6E（相对于 2014 年实施的 Wi-Fi 5 或 802.11ac）最重要的增强功能是引入了正交频分多址接入（OFDMA）以及多用户、多输入多输出（MU-MIMO）的增强功能。

OFDMA 是一种调制方案，旨在通过允许多达 30 个用户同时共享一个信道来减少延迟、提高容量并提高效率。它也沿用蜂窝网络的做法，并使用调度程序来准确告知用户何时应该传输数据以避免冲突。

MU-MIMO 于 2015 年推出，仅适用于路由器（下行链路）的输出信号，Wi-Fi 6 还将允许路由器处理来自多个设备（上行链路）的输入信号。

为了区分两者，并了解它们之间如何互补，将数据传输想象为高速公路上的汽车。OFDMA 的主要目的是促进低带宽应用，它提高了高速公路的限速值，并通过减少碰撞来提高速度，而 MU-MIMO 主要针对高带宽应用，表示为在高速公路上增加了其他车道。

在速度方面这意味着什么？Wi-Fi 6 的速度比 Wi-Fi 5 快两倍半，而且将为连接的设备提供更好的性能（见表 1）。FCC 主席 Pai 在 2019 年 5 月举行的 Wi-Fi 世界大会上对来宾说，Wi-Fi 在美国创造的经济价值预计到 2023 年将翻一番，达到近 1 万亿美元。

因此，FCC 监管机构必须解决几个尚待确定的考虑因素，它们可能会深刻影响 6 GHz 频段的部署方式。这些因素包括最大允许的发射功率和自动频率协调（AFC）。AFC 是一种数据库查找机制，旨在保护 6 GHz 频谱内的现有用户。

AFC 对用户的意义是 FCC 正在试图在每个 6 GHz 子频段上施加不同的规则集。尽管细节尚未完全确

定，但目前，U-NII-6 和 U-NII-8（见图 1）具有类似的规则集，使其仅可用于室内应用，输出功率限制为传导 24 dBm (250mW) 和辐射 30 dBm (1W)。对于 U-NII-5 和 U-NII-7，无论是室内还是室外应用，都必须采用 AFC。在这些频段中的输出功率被限制为传导 30dBm 和辐射 36dBm。

客观而言，这种数据库是一种积极的发展，可保护 6 GHz 频谱现有用户的完整性。但是，可能需要花费数年的时间进行开发、测试和认证，才能将 AFC 准备好用于消费性产品和企业类产品。在部署 AFC 之前实施具有更少限制和更高发射功率的规则将带来更好的消费者体验，使他们能够更好地利用这一新的可用带宽。

不过，尚未确定谁将创建此数据库，或何时将其投入运行，导致 U-NII-5 和 U-NII-7 频段使用的潜在延迟，据估计，这在 6 GHz 频段中可能占了多达四分之三的可用频率。预计 FCC 将在[报告与指令 \(R&O\) 文件](#)中解决这些问题，该文件预计于 2020 年初发布。

结论

释放 6 GHz 频段供无牌照 Wi-Fi 使用是 FCC 前所未有的举措 - 这是可供公众消费的 1200 MHz 谱。这种扩展带宽的好处可能十分巨大。这不仅对消费者不断增长的数据需求来说是一个福音，而且它有可能激发前所未见的新型应用。好处可能包括提高效率、提高劳动力生产率和新的市场机会，从而带动经济增长和就业机会。

但是，为了最大程度地同时为最终用户和产品开发者提供服务，重要的是 FCC 时间表的执行不能拖期，因为拖期的连锁反应会同时影响产品开发者和消费者。此外，希望监管机构尽早认可自动频率协调，以便 AFC 要求能为消费者的室内和室外应用提供积极的体验。至关重要的是，在 AFC 可用之前允许早期部署，以便能以足够高的输出功率进行传输，以提供强大的服

务质量。鉴于消费者对不断增长的数据速率的需求带来了市场机遇，因此新频谱的先行者肯定会获得切实的利益。

在确立法规之后，可立即享受到 6 GHz 频段的效率和效果。应用不会因推出有限或基础设施不完善而受到影响。实际上，6 GHz 测试设备已经推出，并且首批具有 6 GHz Wi-Fi 功能的智能手机将于 2020 年上市。

作为所有主要无线技术的领导者，Skyworks 已在连续的 Wi-Fi 标准中建立了自己的专业知识，并

开发了解决方案来解决每一代产品所面临的独特挑战和复杂问题。Skyworks 通过其集成式前端半导体解决方案套件的大规模生产来为 Wi-Fi 的下一个发展做好准备，以确保客户准备抓住这一重要的市场机会以及与“随时随地连接万事万物”所引发的经济大繁荣。

请访问我们的[网站](#)，了解有关我们最新 Wi-Fi 解决方案的信息，或[直接与 Skyworks 联系](#)。若想收到有关 Wi-Fi 6 和 Wi-Fi 6E 的产品更新，请[订阅 Skyworks 的电子时事通讯](#)。

关于作者

Wesley J. Boyd, 营销高级总监

Wes于2001年加入Skyworks Solutions, 在IC设计, 应用和市场营销方面拥有丰富的经验。他还领导Skyworks的团队为蜂窝基础设施和物联网创建产品路线图。他目前领导公司致力于定义下一代Wi-Fi解决方案并将其推向市场。Wes毕业于布拉德利大学, 获得电气工程学位, 并拥有四项美国专利。要与Wes谈论Skyworks的尖端Wi-Fi解决方案, 请随时与他联系 wesley.boyd@skyworksinc.com.

欲了解有关我们解决方案的更多信息，请访问 www.skyworksinc.com

