
5G 毫米波经济性分析

截至 2025 年期总体拥有成本评估

报告摘要



GSMA 代表全球移动运营商的共同权益。GSMA 在更广泛的全球移动生态系统中连接着 750 多家移动运营商和将近 400 家企业，其中包括手机与终端制造商、软件公司、设备供应商、互联网企业，以及相关行业组织。GSMA 每年在巴塞罗那、洛杉矶和上海举办业界领先的 MWC 大会，以及 Mobile 360 系列区域会议。

更多有关 GSMA 信息，请阅览 www.gsma.com

请在 Twitter 上关注 GSMA: [@GSMA](https://twitter.com/GSMA)

GSMA 智库是全球移动运营商数据、分析和预测的权威来源，同时是权威行业报告和研究的发行商。我们的数据涵盖各运营商群体、网络和移动虚拟网络运营商，遍布于阿富汗到津巴布韦等各个国家。这是一套最精确完整的可用行业指标，由数以千万的数据点组成，并且每日进行更新。

一流的运营商、供应商、监管者、金融机构和第三方业内公司使用 GSMA 智库为战略决策和长期投资计划提供依据。这些数据可作为行业的参考指标，并经常被媒体和业内引用。

我们的分析师和专家团队会定期编制研究报告，内容涵盖各个行业，引领行业思想风潮。

www.gsmaintelligence.com

info@gsmaintelligence.com

2021 年 1 月出版

作者

Federico Agnoletto, 高级经济师

Pau Castells, 经济分析主管

Emanuel Kolta, 高级分析师

Dennisa Nichiforov-Chuang, 首席频谱分析师

© 2021 - GSMA 智库。此研究和材料由 GSMA 智库完成，感谢高通公司的支持。GSMA 智库不对所使用的第三方数据的精确性负责。GSMA 智库不对所提供信息中的错误或任何分析、建议和倡议中的错误或其影响负责。

目录

报告摘要	2
1 进入 5G 时代：毫米波的重任	6
2 5G 毫米波解决方案的生态成熟情况	10
3 2020-2025 年期间的总体拥有成本 (TCO) 分析	18
3.1 密集市区场景	19
3.2 固定无线接入场景	23
3.3 室内场景	32
4 结论和建议	34
附录：2020 年至 2025 年 5G 网络的总体拥有成本建模	36

报告摘要

5G 已经成为商业的现实。尽管新冠肺炎疫情肆虐全球，但是预计到 2020 年末，5G 连接数将达到 2 亿；预计到 2023 年末，5G 连接数将突破 10 亿；到 2025 年末全球连接数将逼近 20 亿。与 4G 网络相比，5G 的数据速率提高 10 倍，容量扩大 100 倍，时延缩短高达十倍，可以从容处理日益增长的移动数据流量。5G 给企业数字化转型带来了巨大机遇，广泛用于工业应用、汽车、机器人、医疗等领域。不仅如此，5G 也将对消费者产生深远影响。它能实现更高质量的服务，例如流媒体视频和视频会议，通过固定无线接入 (FWA) 实现快速的家庭宽带服务，还能提供边缘计算、增强现实 (AR) 和虚拟现实 (VR) 等全新的消费者服务和商业服务。

在这项研究中，我们评估了六种不同场景下部署 5G 毫米波 (mmWave) 解决方案的成本效益，包括密集市区、FWA 和室内部署。这些结果对移动生态系统中的所有参与者都有着显著的影响。如果运营商眼下低估了毫米波的作用，将来提供 5G 服务时就有可能陷入竞争劣势。如果政府希望利用 5G 来推动经济增长，就要制定明确的计划为移动服务分配毫米波频段。随着 5G 毫米波解决方案不断扩大规模，实现更广泛的经济效益，未来将会出现更加丰富的消费者设备和装置可供选择，从而进一步降低部署成本，带来更多物美价廉的设备，推动 5G 毫米波更加普及。

到目前为止，世界各地推出的 5G 大多依赖于中频段频谱，只有极少数例外。然而，随着普及率的提高，越来越多的消费者和各种服务迁移到 5G 网络，这些网络需要低（如 700 MHz）、中（如 3.5 GHz）、高（如毫米波）频段的频谱，才能提供足够的容量来支持全面的 5G 体验。因为拥有巨大的频谱带宽，毫米波频段既能满足高流量需求，又能保持 5G 服务的性能与质量，作用尤为关键。迄今为止，移动运营商在拍卖中对毫米波频段的竞价，还没有超过对低频段的竞价。这意味着，以美元/MHz/pop 为单位计算，毫米波频段的价格目前普遍低廉。

尽管毫米波具有潜力，但是在移动通信应用中还需要克服几个艰巨的技术挑战：与低频段信号相比，毫米波信号的传输距离较短；容易受到树木和其他障碍物的干扰而衰减；难以穿透混凝土建筑墙体（对于从室外覆盖室内，这常常是必须的）。然而，移动数据流量的持续增长凸显了毫米波频段的优势，因为毫米波比其他任何频段都能提供更多的容量和带宽。

截至 2020 年三季度末，已有三个国家（美国、日本和南非）推出了商用 5G 毫米波网络¹，未来 5G 毫米波解决方案将会扩大规模。

市场准备就绪的两个重要信号如下：

- **毫米波频谱日益广泛。**美国、意大利、芬兰、日本、韩国等国家已经释放 5G 毫米波频谱，还有一些国家即将跟进。这个进展实属难得，因为毫米波频谱刚刚才在 2019 年 11 月的世界无线电通信大会 (WRC-19) 上进行国际分配，以用于移动服务。
- **有足够广泛的消费设备和装置可供选择。**目前已有可靠的网络解决方案，几乎所有一线和二线设备商都能提供毫米波设备产品，作为他们向移动运营商提供的解决方案组合的一部分。近期，消费类设备的增长尤为显著。其中，2020 年新推出的 iPhone 12 系列产品就支持毫米波，有力地促进这项技术的广泛应用。2019 年市面上只有一些毫米波手机和固定无线接入 (FWA) 客户驻地设备 (CPE)，但是预计 2021 年将有超过 100 款 5G 毫米波手机和超过 50 款 FWA CPE 陆续上市。

随着 5G 部署和应用的快速进展，以及毫米波生态系统显示出准备就绪的迹象，移动行业目前所要解决的主要问题，就是毫米波解决方案可以在何处发挥成本效益，以及何时才能实现成本效益。在本报告中，我们重点讨论毫米波部署成本这一关键问题。

我们列举了一系列场景，而在这些场景中，毫米波可以凭借高吞吐量和网络容量（包括下行链路和上行链路）的优势，在从目前到 2025 年的这段期间内，实现有针对性的、具有成本效益的部署。然后，我们探讨和剖析了这些部署在哪些条件下可以实现成本效益。特别是评估六个不同场景下部署 5G 毫米波解决方案的成本效益：

- 两个场景 - 在大中华区和欧洲的一个假想的密集市区的户外地点进行部署。
- 三个场景 - 在中国的一个假想市区、欧洲的一个郊区和美国的一个村镇部署 FWA。
- 一个场景 - 在一个假想的企业办公场所进行部署。

¹ 在那之后，意大利部署了一个毫米波网络，新加坡宣布了一个毫米波网络的部署。

建模工作显示如下：

• **密集市区场景（大中华区和欧洲）：**

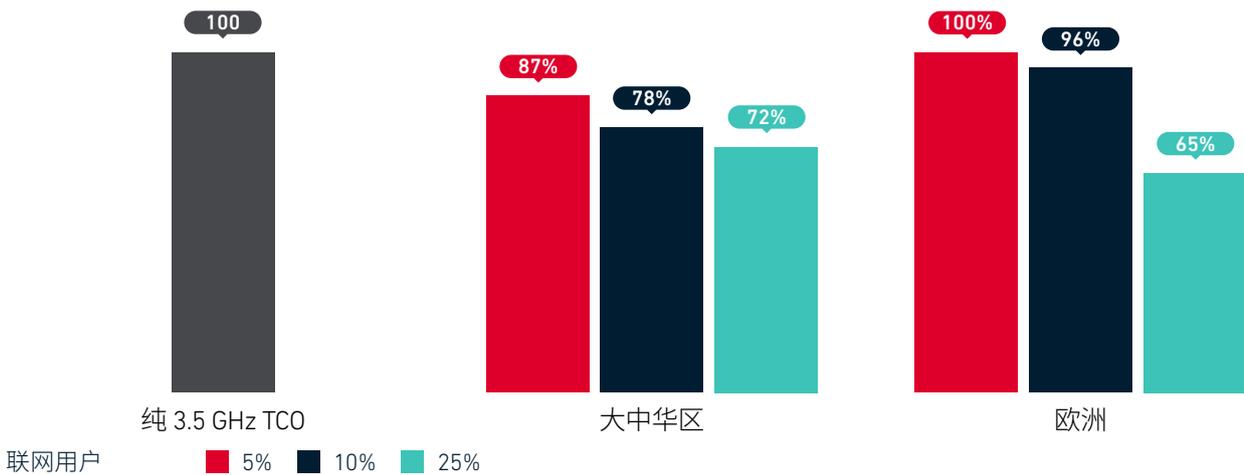
我们发现，与纯粹 3.5 GHz 网络相比，3.5 GHz 与毫米波混合网络在这一时期可以为 5G 业务提供至少 100 Mbps 的下载速度，并具有成本效益。一旦大中华区推出毫米波频谱并进行大规模部署，并假设在需求高峰时段，联网用户的比例高于 5%，而且每个运营商有 800 MHz 的毫米波频谱及 100 MHz 的 3.5 GHz 频谱可用，我们估计，与在中心场景中

只使用 3.5 GHz 相比，在密集市区场景中部署毫米波解决方案可以提供额外的容量层，从而创造成本效益。在欧洲，假设每个运营商拥有 400 MHz 的毫米波频谱和 80 MHz 的 3.5 GHz 频谱，我们的估计是，在中心场景下，如果该地区高峰期联网用户的比例达到或者高于 10%，那么 5G 毫米波 + 3.5 GHz 的混合网络解决方案可以带来成本效益。

图 i

3.5 GHz 加 5G 毫米波网络的总体拥有成本 (TCO)净现值 (Net Present Value, NPV)

百分位基线：纯 3.5 GHz 的 TCO



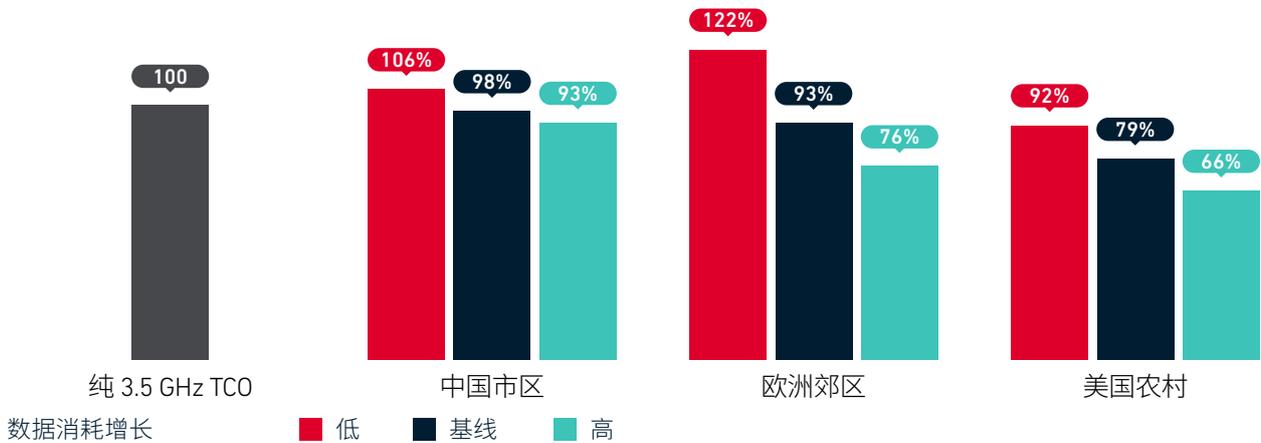
• **FWA 场景：**与 3.5 GHz 5G FWA 网络相比，在此期间部署使用毫米波频谱的 5G FWA 网络也具有成本效益。毫米波网络的成本效益对流量需求的假设和上行链路和下行链路流量的比例很敏感。在中心假设下，如果 5G FWA 能够抓住适当比例的住宅宽带市场需求，那么在中国市区、欧洲郊区和美国村镇部署毫米波 FWA 就是一种具有成本效益的策略（见图 ii）。这些结果对整体流量需求以及需求高峰时段下行链路和上行链路占总流量的比例都非常敏感。例如，如果在此期间上行链路占总流量的比例快速增长，那么与纯 3.5 GHz FWA 网络

相比，部署纯毫米波 FWA 网络所节省的成本将大幅增加。另一种情况是，将毫米波作为容量层与 3.5 GHz 覆盖层同时使用，这也是 5G FWA 的一种可能的部署策略。我们的敏感性分析表明，这种情况下的成本节约可能更大：与纯 3.5 GHz 网络相比，在基线敏感度场景下，中国市区可节省 16%，欧洲郊区为 15%，美国村镇则为 27%（见图 12）。不过，这种敏感性所依据的假设的有效性将因不同的情况而有所不同，因为这些结果只在该地区少数几个局部点出现容量缺口时才有效。

图 ii

毫米波 FWA 网络的 TCO NPV

百分位基线：纯 3.5 GHz 的 TCO



资料来源：GSMA 智库

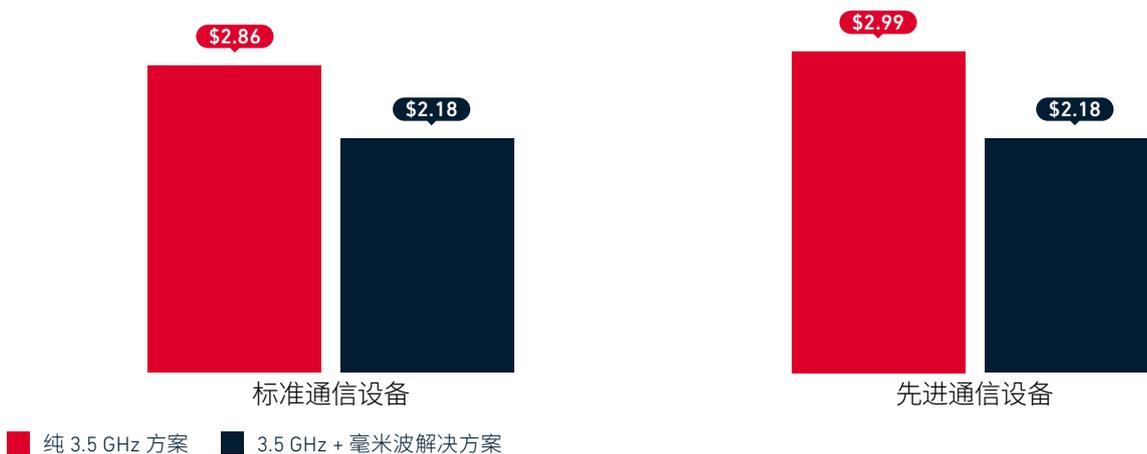
- **室内办公场景：**在中心假设下，毫米波室内 5G 网络具有成本效益，可为运营商节省 5% 至 20% 的成本。我们还发现，当有相当大比例的设备数据流量需要室内 5G 服务支持时，毫米波网络可节省高

达 54% 的成本。这个范围内的精确数值取决于同时活跃的设备比例，以及是否需要（和在多大程度上需要）为下一代视频通信设备提供连接。

图 iii

室内办公空间场景下的每平方米成本

每平方米 TCO（美元）



资料来源：GSMA 智库

虽然我们的 TCO 分析着眼于 2025 年之前的时期，但是我们预计，随着性能更高、成本更低的设备和装置大量涌现，5G 毫米波的部署将在随后的五年进一步加速。我们估计，到 2030 年，5G 每年将为全球 GDP 增

长作出 0.6% 的贡献，每年为全球经济创造约 6,000 亿美元²，而毫米波将在实现这些效益的过程中扮演越来越重要的角色。因此，无论从短期还是长期来看，毫米波解决方案都将成为 5G 部署的关键。

² Mobile Technology and Economic Growth, GSMA, 2020



GSMA 总部

Floor 2

The Walbrook Building

25 Walbrook

London EC4N 8AF

United Kingdom

电话: +44 (0)20 7356 0600

传真: +44 (0)20 7356 0601