

NOKIA
上海贝尔

全球5G洞察报告

2023年1季度



前言

本期《全球 5G 市场洞察》首先将从各个维度总结回顾 2022 年全球 5G 趋势。

2022 年全球 5G 发展迅速, 5G 商用网络达到 251 个, 新增 51 个, 相比 2021 年同比增长 25%; 其中 5G 独立组网 SA 达到 32 个, 相比 2021 年同比增长 60%。截至 2022 年底, 全球共部署 364 万个 5G 基站, 其中在中国大陆部署 231 万个 5G 基站, 占全球 5G 基站数 60% 以上。全球 5G 用户数超过 10 亿。5G 分流比在领先市场接近或超过 4G (5G 分流比: 中国移动 47%, TMO 62%)。5G 的用户体验也在持续优化, 韩国 5G 网络的下行平均速率领先全球, 达到 470Mbps, 中国大陆由于采用 SA 独立组网, 平均上行速率领先, 达到 75Mbps。

但是我们也需要注意到, 由于受到疫情和宏观环境影响, 2022 年全球终端发货率减少了 12%, 在中国大陆降低的比例更高, 达到 23%。这在一定程度上会影响 5G 用户发展。另外, 受限于 5G 新应用的发展速度慢于预期, 5G DoU 的增长也已经遇到瓶颈。这些 5G 发展中遇到的问题, 都需要全球运营商共同探讨。

2023 年, 在全球主要运营商普遍降低 5G 投资的大背景下, 印度 5G 投资却在大幅增长。本期《全球 5G 市场洞察》特别聚焦印度市场, 详细介绍了印度的 4G 和 5G 发展现状以及运营商策略。印度是一个以 4G 为主的市场, 其 4G 用户数约占总用户数 60% 以上。其 4G 数据流量约占全网流量 99%, 且增加迅速。印度对于 4G 网络投资将持续到 2026 年, 主要是针对农村地区进行增强, 以达到全国性覆盖。由于价格竞争等因素, 印度的移动 ARPU 值在全球处于较低水平, 运营商亟需 5G、IoT、云等手段开辟新的无线收入。

除了提升网络变现能力, 印度运营商对 5G 的另一个期待来自于改善网络质量。印度 4G 网络由于频谱受限, 网络负载较高, 用户体验不好。运营商期待 5G 带来新频谱和提升用户体验。2022 年 8 月印度完成 5G 频谱拍卖, 主要集中在中频和低频。其中印度最大的两家运营商 Jio 和 Bharti Airtel 获得了 82% 的频谱。其中 Jio 同时拥有 3500Mhz 和 700Mhz, 较容易达到全国覆盖, 因此采用 SA 组网。Bharti Airtel 和 Vodafone Idea 将采用 NSA 在 3500Mhz 上组网, 后期考虑 2100Mhz, 900Mhz, 和 850Mhz 的重耕作为 5G 的覆盖层。毫米波将在 2023 年以后作为中低频的容量补充和 2B 的频段在印度部署。截至到 2023 年 3 月, 印度全国已经部署 10 万个 5G 基站, 计划在 2024 年底完成全国 5G 覆盖。

刚刚过去的一季度的另一件大事就是 2 月 27 日至 3 月 2 日, 重新回归线下的 MWC2023。本次 MWC 主题是“时不我待 (VELOCITY) - 明日科技, 将至已至 (UNLEASHING TOMORROW'S TECHNOLOGY - TODAY)”, 围绕 5G 新动能、数字万物、开放网络、超越现实+与金融科技五大话题展开。

本期《全球 5G 市场洞察》也特别设立了 MWC 的专栏, 从技术和市场角度, 深入分析了无线接入网络的主要变革和技术趋势。包括如何用可持续的方式实现网络效率、灵活性、生产力的不断提升; 以及如何深入理解市场、垂直行业和产业的需求, 以释放无线技术的力量和价值。

我们正处于一个变革的时代, 科技、创新和观念的更新迭代正在加速市场和我们业务的变化。

关键网络将在充分释放数字化潜力以及实现消费者元宇宙、企业元宇宙和工业元宇宙方面发挥关键作用。

诺基亚经历了 150 余年的创新之旅和在通信领域的几十年深耕, 为了彰显诺基亚今天的真实面目, 即我们是聚焦于 B2B

技术创新的引领者, 我们在 2023 年 2 月开启了品牌焕新。

此次品牌焕新既是对我们过往旅程的回顾, 也呈现了一个热情、活力和现代的诺基亚。可以说, 今天的诺基亚, 已大不相同。

与诺基亚品牌焕新的步调一致, 新品牌的能量和活力也将同样体现在作为诺基亚唯一在华运营平台的诺基亚贝尔。

我们的宗旨依然不变——以领先科技, 成就世界合和共生。新品牌形象进一步展现了我们与客户携手合作的雄心和承诺。

凭借全新的企业战略和技术战略, 我们将致力于释放网络的无限潜能, 并助力客户的业务转型。

现在, 让我们开启这段美妙旅程!

2022 年全球 5G 市场回顾

**2022 年 5G 网络
+25%/+60%**

全球新增 5G 商用网络 51 个, 总数达 251 个, +25%
全球新增 5G SA 商用网络 12 个, 总数达 32 个, +60%

**中国 5G 基站数
占全球 64%**

全球 5G 基站部署总量 > 364 万个
中国 5G 基站部署总量 > 231 万个
(2022 年中国 5G 基站新增 88.7 万个)

**中国 5G 用户数
占全球 56%**

全球 5G 用户总数 > 10 亿
中国 5G 用户数 > 5.6 亿
中国 5G 用户数占全国手机用户数 33%

**韩国 5G DoU @ 28GB
中国 5G DoU @ 24GB**

5G DoU 的增长遇到瓶颈, 运营商需要采取‘非运营商’策略, 开拓 5G 市场的新服务

**全球智能手机出货 -12%
中国 5G 智能手机出货 -23%**

全球智能手机出货 12.26 亿部, 同比下跌 12%;
中国 5G 手机出货 2.1 亿部, 同比下跌 23%

**韩国平均下行速率 >430 Mbps
中国平均上行速率 >75 Mbps**

韩国 5G NSA 平均下行速度领先
中国 5G SA 平均上行速率领先

5G 分流比最高达 62%

顶级运营商 5G 分流比增长较快:
中国移动 (SA) 47%
美国 TMO (NSA+SA) 62%
韩国 SKT (NSA) 29%

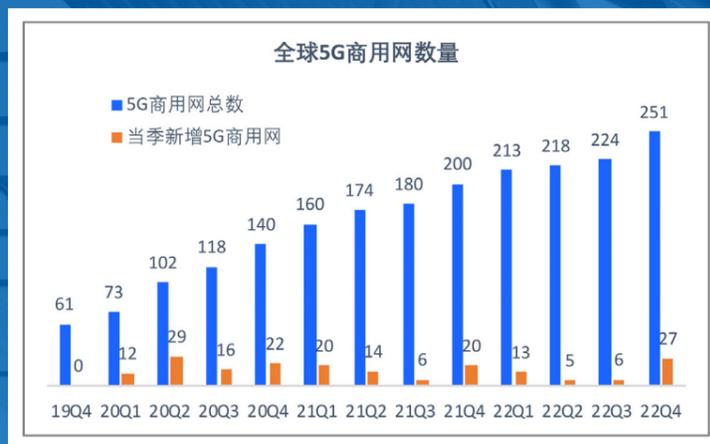
全球 5G 商用网络超过 251 张, 5G SA 网络部署加速进行

2022 年, 全球 5G 网络稳步发展。截至 2022 年四季度末, 全球 102 个国家和地区的 251 个运营商推出基于 3GPP 标准的商用 5G 网络。2022 年四季度, 全球新增 5G 商用网络 27 张, 全年新增 51 张。

从商用网络的地区分布来看, 欧洲地区 5G 商用网络数量最多, 38 个国家和地区的 107 个运营商商用 5G, 网络数量占比达到 42.6%; 其次是亚洲与太平洋地区, 23 个国家和地区的 62 个运营商商用 5G, 网络数量占比达到 22%。

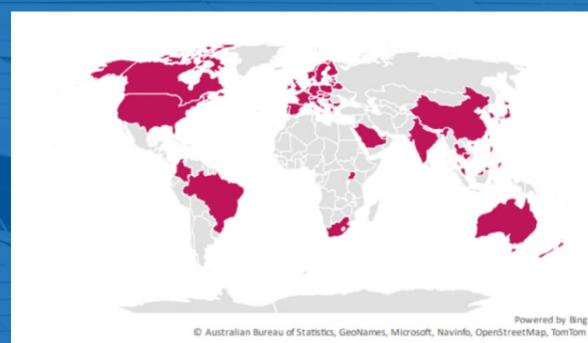
5G SA 商用网络部署同样加速进行, 同比增长 60%

5G SA 商用网络开始加速。截至 2022 年底, 全球有 21 个国家和地区的 32 个运营商宣布开通 5G SA 商用网络, 包括中国移动、中国联通、中国电信、T-Mobile、KT、Softbank、Vodafone、RAIN、DIRECTV、CMHK 和 STC、Verizon 等。



数据来源: TD 产业联盟 2022 年第四季度 5G 产业和市场发展报告

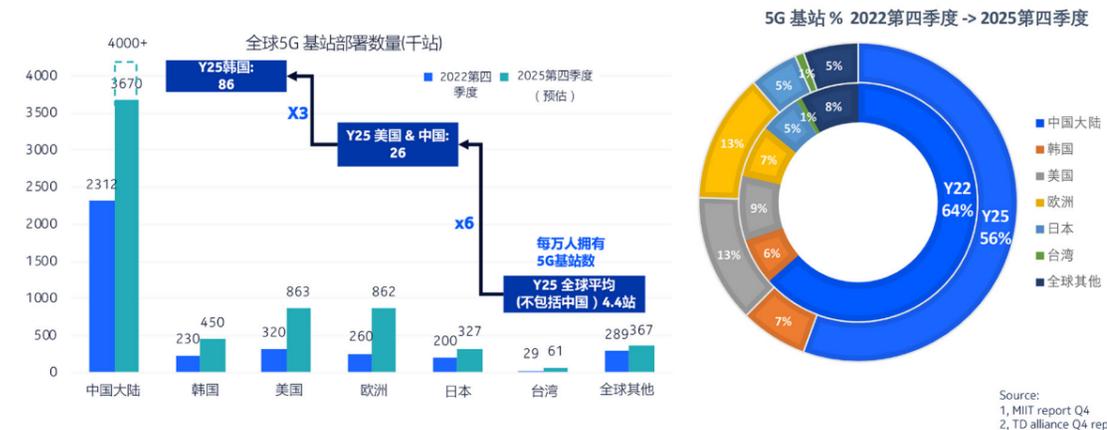
红色: 确认有 5G SA 投资运营商的国家或地区



数据来源: GSA-SA_5G_January_23_Members report

全球 5G 基站总量超过 364 万个, 中国基站规模全球领先

截至 2022 年底, 全球 5G 基站部署总量超过 364 万个。其中, 中国 5G 基站累计建成开通 231.2 万个, 占全球 64%。预计 2025 年全球将部署 5G 基站 650 万个。



数据来源: TD 产业联盟 2022 年第四季度 5G 产业和市场发展报告, 中国工信部 2022 年第四季度通信报告

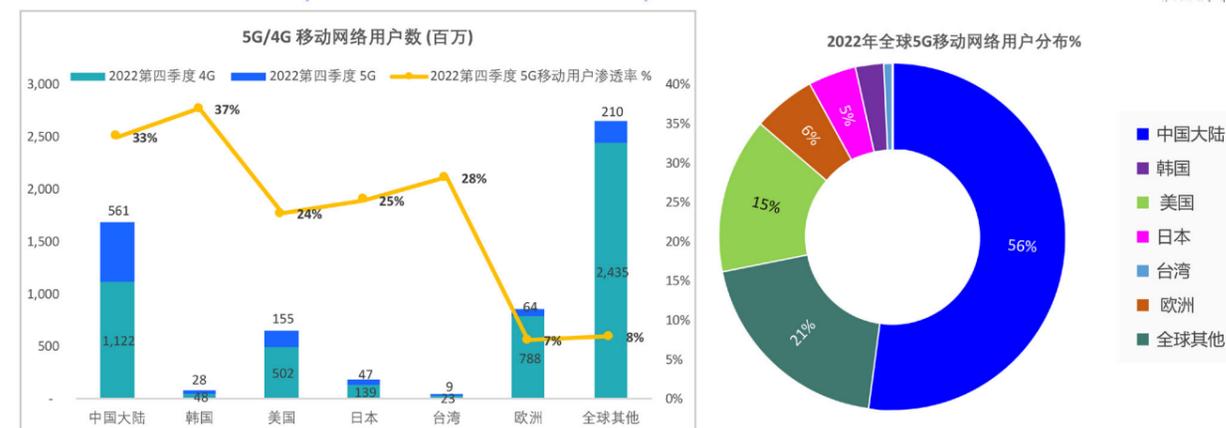
2022 年全球 5G & 4G 移动网络用户数

2022 年四季度, 全球新增 5G 移动网络用户数 1.1 亿, 全球 5G 移动网络用户总数超过 10.1 亿。

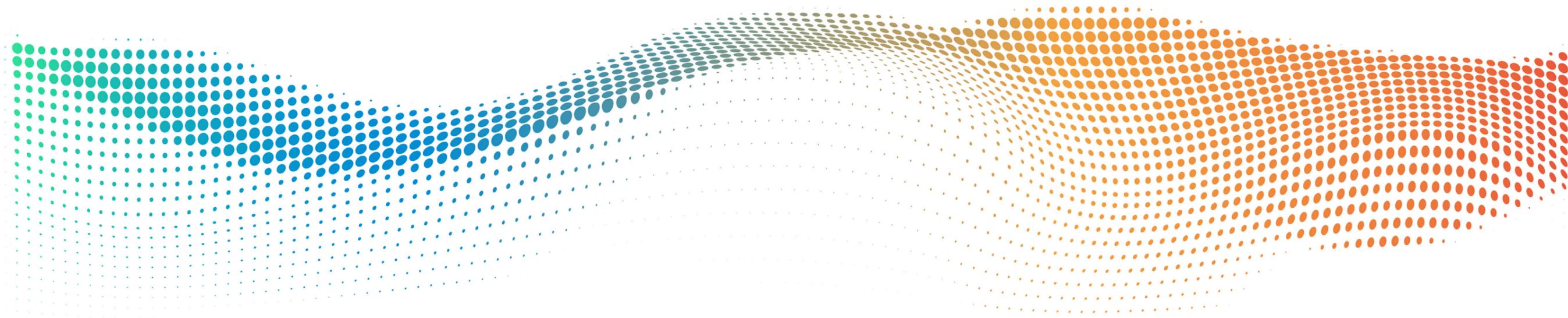
中国: 截至 2022 年 12 月底, 5G 移动网络用户数达 5.61 亿, 占比全球总数的 56%, 占比我国移动网络用户总数的 33%, 较第三季度增长 10%。中国在全球范围内代表了最大的 5G 市场, 2023 年目标 5G 用户渗透率达到 40%。

美国: 1.55 亿 5G 移动网络用户数, 占比全球 5G 移动网络用户总数的 15%, 较第三季度增长 18%。

韩国: 2800 万 5G 移动网络用户数, 占比全球 5G 移动网络用户总数的 3%, 较第三季度增长 7%。



数据来源: 中国工信部 2022 年第四季度通信报告, TD 产业联盟 2022 年第四季度 5G 产业和市场发展报告, GSMA sub Mobile-by-operator report 2022

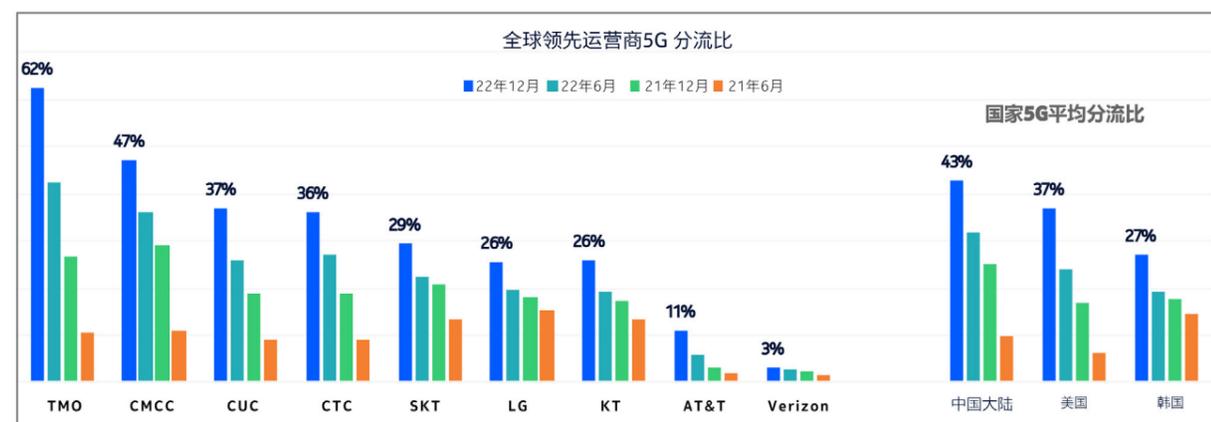


全球领先运营商 5G 分流比趋势 2022 年 vs 2021 年

中国：2022 年 12 月，5G SA 分流比达到 43%。中国移动达到 47%，三大运营商里排第一；2023 年目标达到 50%。

美国：2022 年 12 月，5G 分流比到达 37%。TMO 最高，达到 62%。该分流比主要依赖 5G FWA，TMO FWA 用户超过 210 万，占 TMO 5G 用户数 5% 左右，FWA DoU 已达到 550GB；由于 TMO SA 仅限于 600MHz 覆盖区域，导致 5G SA 分流比仅为 3%。

韩国：2022 年 12 月，5G 分流比到达 27%，SKT 最高，达到 29%。



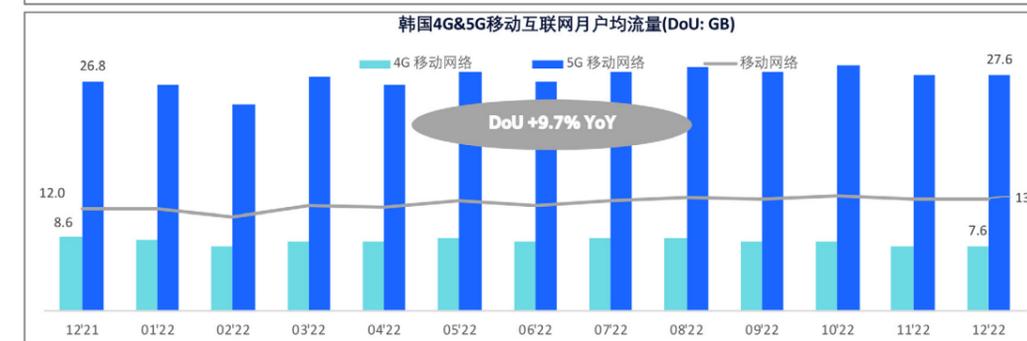
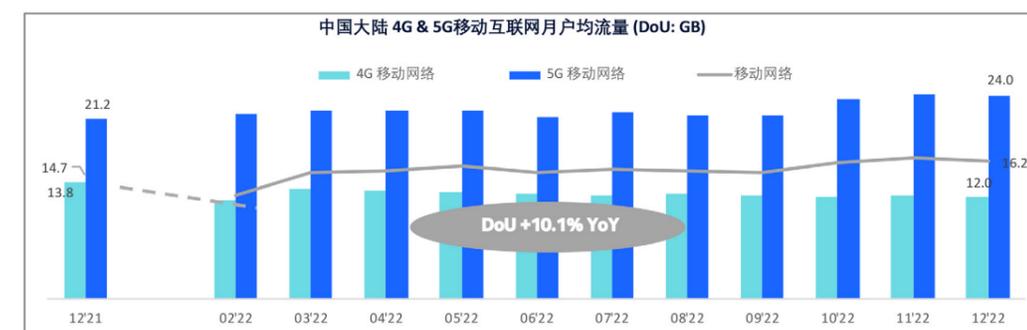
数据来源：中国工信部 2022 年第四季度通信报告，Nokia Counter MINT 2022 年 12 月

5G 领先市场的 DoU (月户均流量) 增长趋势平缓

中国：2022 年 DOU 年增幅率 10.1% (2021 年 12 月 14.7 GB/月 vs 2022 年 12 月 16.2 GB/月)。然而，2021 年 DOU 年增幅率 23.4%，2020 年 DOU 年增幅率 38.8%。

韩国：和中国大陆情况类似，DOU 从 2022 上半年开始增势平缓，虽然 5G 用户数不断从 4G 用户转移过来。

相较于中国大陆，韩国的 AR/VR 应用更多更广泛，并且 5G 网络的平均下行速率达到 450Mbps 左右，比大陆的 350Mbps 高出很多。但总体而言，目前的 5G 应用，除了视频，并没有真正吸引用户的 apps 和服务。

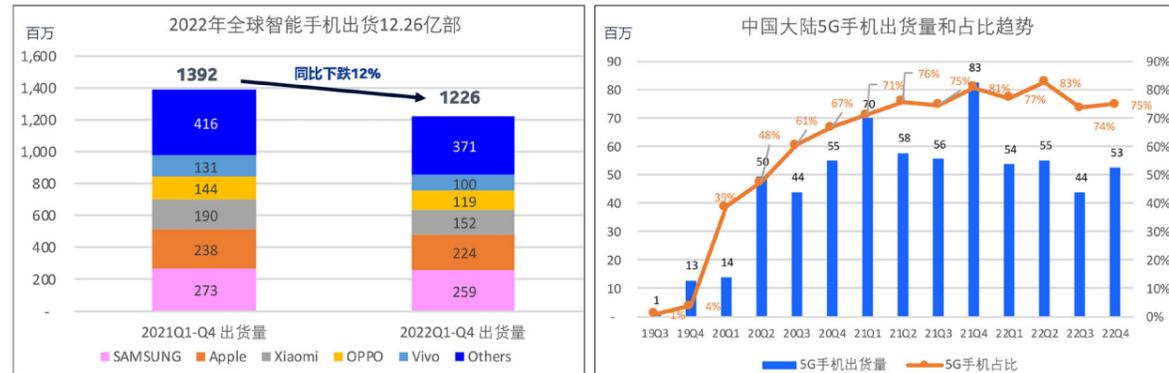


数据来源：中国工信部 2022 年第四季度通信报告，韩国工信部 2022 年第四季度通信报告

全球智能手机出货趋势

2022 年, 全球智能手机出货 12.26 亿部, 同比下跌 12%。从 2021 年下半年开始, 全球智能手机出货量已连续六个季度同比下跌。

受疫情、换机需求减弱等多种因素影响, 2022 年中国手机出货下滑明显, 5G 智能手机出货 2.06 亿部, 同比下跌 23%。



数据来源: TD 产业联盟 2022 年第四季度 5G 产业和市场发展报告

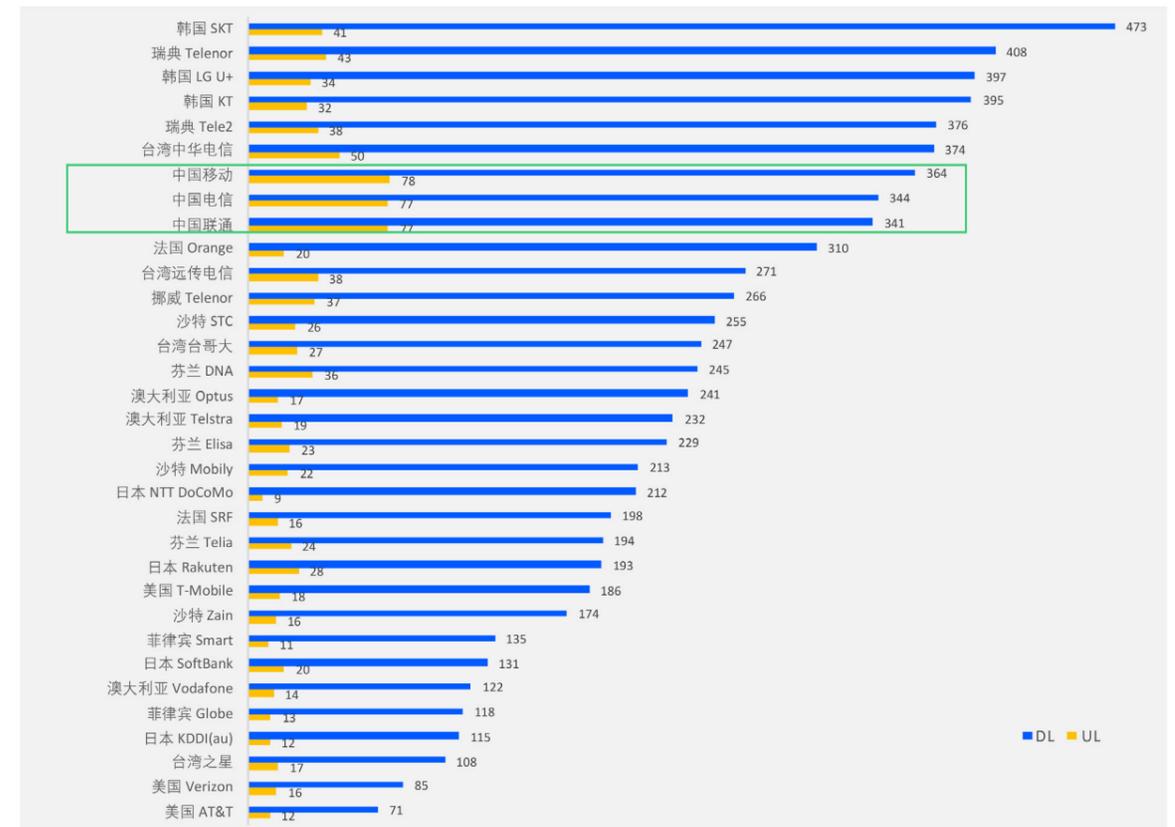
主要运营商的 5G 平均速率对比

韩国在下行速率方面领先, 因为结合使用 LTE+NR 与 NSA; 中国大陆在上行速率方面领先, 因为使用 SA, 并在上行采用双天线发送。

韩国 SKT 的 5G 下行平均速率 473Mbps, 排名第一。基于黄金频段 3.5GHz, 韩国 3 大运营商的 5G 下行速率领先于其他运营商。

中国移动 5G 下行平均速率 364Mbps, 在中国 3 大运营商里排名第一。

美国 T-Mobile 5G 下行平均速率 186Mbps, 相较落后于全球其他领先运营商。



数据来源: OpenSignal (speedtest) ; 中国信通院 2022 年全国移动网络质量监测报告

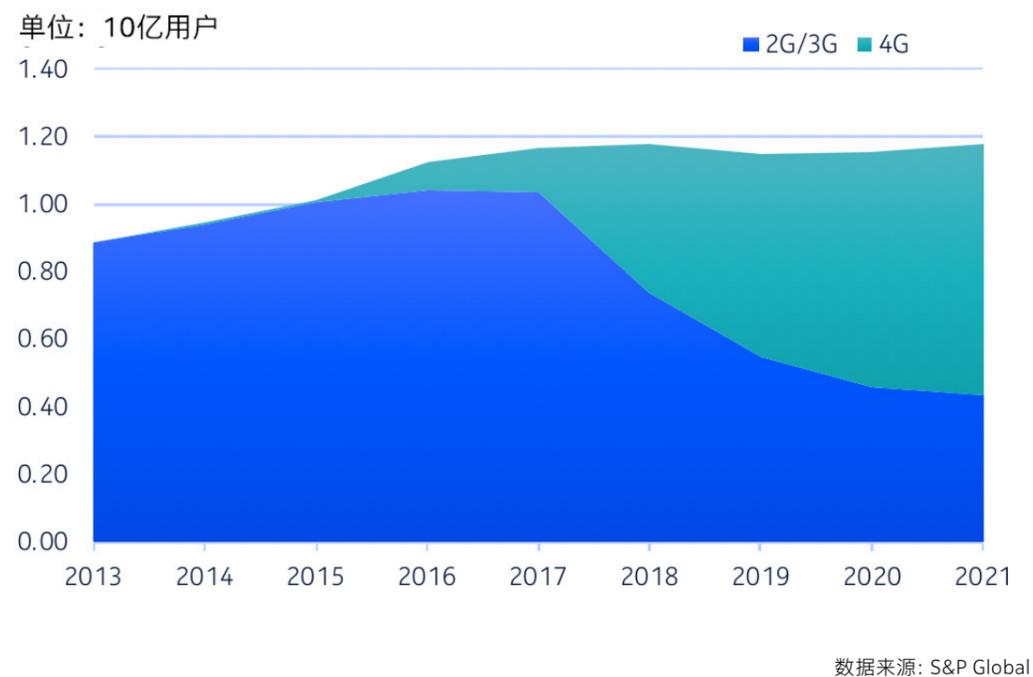


印度 5G 市场洞察

在印度，虽然 5G 对于移动用户的 ARPU 贡献有限，但是 5G 对于印度的产业带动作用将十分明显。根据 GSMA 的数据，2021 年移动宽带通信对于印度 GDP 总值的贡献约为 1360 亿美金。其中 130 亿美金来自于移动运营商，330 亿来自于上下游产业。820 亿来自于其它产业的带动效应。

4G 是印度主要的无线宽带接入技术

2021 年印度的移动用户总数达到 11.5 亿，其中 7.4 亿是 4G 用户 (>60%)。



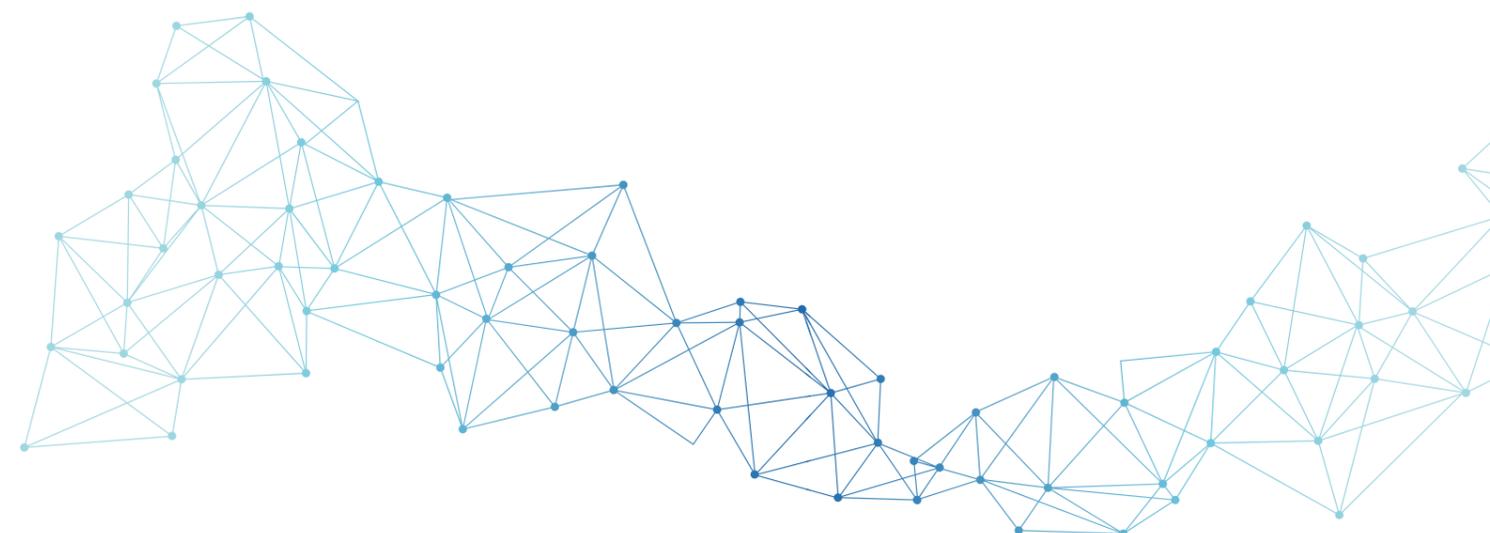
2017-2021 年 印度移动数据流量



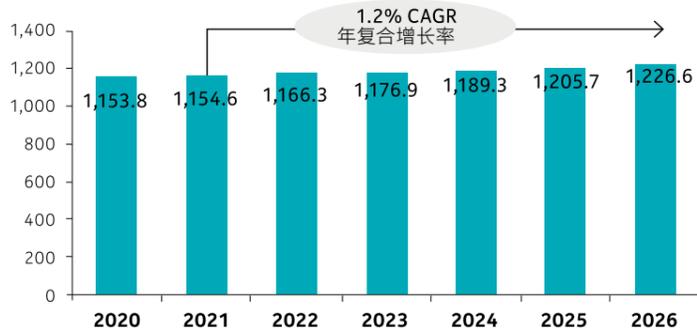
数据来源: nokia-mbit-2022

4G 的网络覆盖在印度并不均衡。当地监管机构的统计数据显示，印度每 100 人的连接数在农村地区明显较低，因此扩大农村地区的 4G 覆盖范围是运营商的 4G 网络建设重点。印度政府也在推动 4G 网络在全国的部署。2022 年 5 月政府向 Reliance Jio 和 Airtel 拨款 368.3 亿卢比 (39.1 亿美元)，用于在 18 个月内为未覆盖网络的村庄提供 4G 服务。政府还批准了 2632 亿印度卢比 (35 亿美元) 的资金，用于资助 BSNL 在没有 4G 覆盖的地区提供 4G 服务。

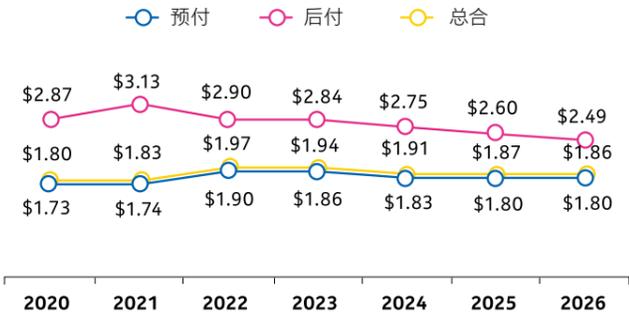
可以预计在未来 5 年，随着全国性的 4G 网络覆盖，以及低成本智能手机的普及，印度的移动用户将持续增长。预测到 2026 年，印度的移动用户总数将达到 12.3 亿，其中 69% 依然为 4G 用户。



2020 年至 2026 年移动用户总数 (百万)

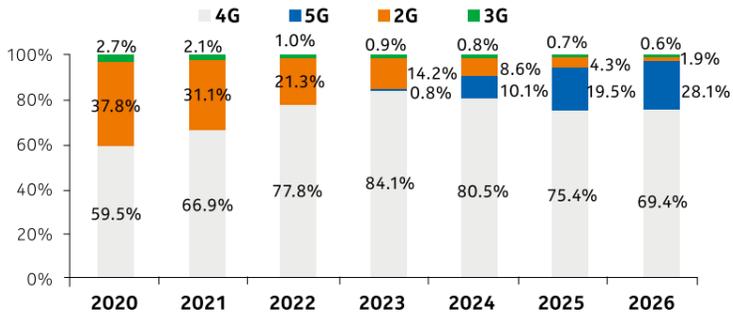


移动服务按付款类型的每用户平均收入 (ARPU), 2020-2026 年 (美元)



数据来源: GlobalData

2020 年至 2026 年移动用户发展分布趋势 (移动用户 %)



数据来源: GlobalData

印度的移动用户 90% 以上是预付费用户, 同时由于价格竞争等因素, 移动 ARPU 一直处于较低的水平, 平均在 1.65 美元左右。受移动数据消费需求增加和 4G 覆盖范围扩大的推动, 2022 年印度总体移动 ARPU 连续第四年攀升。虽然 5G 的商用能够推动移动 ARPU 的增长, 但是考虑到价格竞争对于后付费用户的影响, 平均移动 ARPU 将整体持平。



印度 5G 频谱拍卖情况

2022 年 8 月, 印度电信部 (DoT) 与 Reliance Jio (Jio)、Bharti Airtel (Bi)、Vodafone Idea (Vi) 和 Adani Data 完成了 5G 频谱拍卖, 总投资额为 198 亿美元。拍卖的频段包括:

- 低频 600(40MHz 带宽), 700(30MHz 带宽), 800, 900, 1800, 2100 和 2300 MHz
- 中频 3500 MHz (370MHz 带宽)
- 高频 26, 28 GHz (3.25GHz 带宽)

频谱拍卖结果如下:

	Jio	airtel	VI	BSNL	adani
26 GHz	1000 MHz	800 MHz	200-400 M	400 Mhz	50-100 MHz
3500 MHz	100-130 MHz	100 MHz	50 MHz	40 MHz	
850-2300 MHz	3-band LTE	4-band LTE	3-band LTE	1-band LTE	
700 MHz	10 MHz				

本次频谱一共涉及 2,687.0 MHz 带宽。报价最高的是中频 3500 MHz 和毫米波 26 GHz。中频能够最好的平衡覆盖和容量, 是 5G 部署的主流频段。毫米波在密集城市地区能够对中低频段的容量进行补充, 并通过 5G 固定无线接入 (FWA) 技术提供类似光纤的连接。本次频谱拍卖不涉及专网频谱。

Reliance Jio 在拍卖中花费了 8808 亿印度卢比 (116 亿美元), 其中 3644 亿印度卢比 (48 亿美元) 购入 700MHz。Jio 依靠低频, 将采用 SA 的架构部署 5G 网络。Jio 在 2022 年 10 月推出 5G 商用。

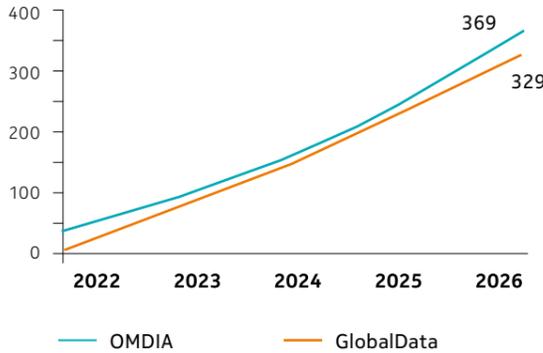
Bharti Airtel 总共投资了 4308 亿印度卢比 (57 亿美元), 获取 3.5GHz 和 26GHz 频谱, 以及 900MHz, 1800MHz, 和 2100MHz 等 4G 频段。将采用 NSA 和 SA 融合 5G 组网方式。Bharti Airtel 于 2022 年 10 月推出 5G 商用服务, 在选定的八个城市开通了 5G 网络, 并计划在 2023 年 3 月之前将其扩展到其他城市, 并在 2024 年 3 月之前在全国范围内提供 5G 服务。

Vi 总共花费了 1878 亿印度卢比 (25 亿美元), 购买 3.5GHz 和 26GHz 频段的 5G 频谱。此外, Vi 还购买了频率为 1800MHz、2500MHz 和 2100MHz 的 4G 频谱。目前 Vi 尚未推出 5G 商用服务。

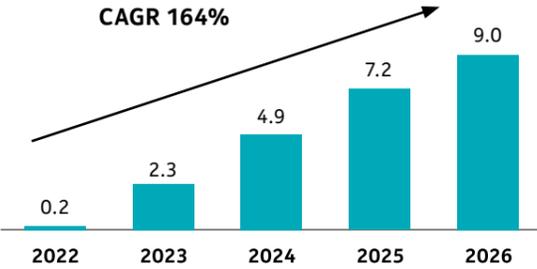
Adani 作为本次拍卖的新进运营商, 总共花费了 21 亿印度卢比 (0.3 亿美元) 购买区域性质的 26GHz, 主要面向行业用户推出 5G 专网服务。

印度 5G 发展趋势和运营商策略

印度 5G 用户数 (百万)



印度 5G 收入 (单位: 10 亿美金)

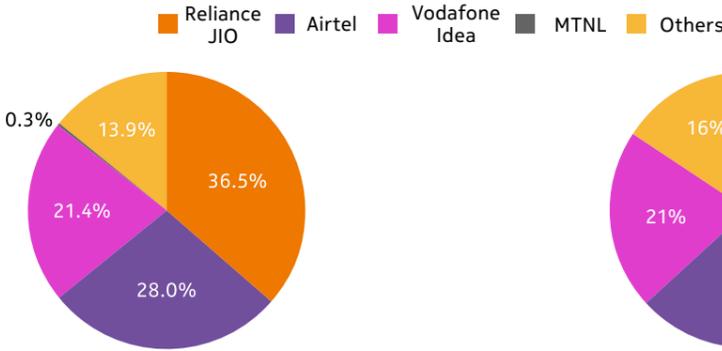


数据来源: Nokia

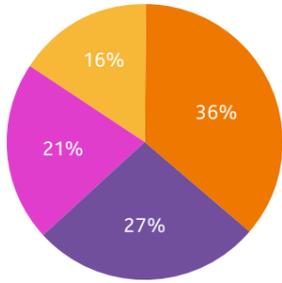
预测印度 5G 用户将迅速增长,2026 年接近 3.6 亿。5G 的营收年复合增长率为 164%,预计 2026 年达到 90 亿美金, 占所有无线营收的 37%。

印度运营商的移动用户份额和 5G 频谱的资源份额

2021 年印度运营商的移动用户分布 %



印度运营商 5G 频谱分布 %



数据来源: GlobalData

Reliance Jio 作为印度的移动份额最大的运营商 (移动用户市场份额 36.5%), 在其具有价格竞争力的 4G 套餐和对 5G 网络的持续投资的支持下, 移动业务发展迅速。全网每天产生的数据流量超过 200 PB, 但由于 Jio 的 4G 频谱资源缺乏 (仅拥有 80MHz 带宽), 其网络负载非常高, 亟待 5G 网络分流 4G 流量。继 2022 年 10 月在该国首次推出 5G 服务后, Jio 计划扩大其 5G 网络, 到 2023 年实现全国 5G 覆盖。积极和谷歌合作使用云解决方案为企业客户提供 5G 体验, 在医疗保健和工业自动化等领域创建了多个 5G 用例

Reliance Jio 的频谱演进策略如下:

	MHz	2021	阶段 1 2022-23	阶段 2 2024-25	阶段 3 2025+
26000	1000		5G	5G	5G
3500	100-130		5G	5G	5G
2300	40	LTE	LTE	LTE	5G
1800	10-20	LTE	LTE	5G	5G
850	5-15	LTE	LTE	LTE	LTE
700	10		5G	5G	5G

- 5G SA 独立组网;
- 3500Mhz 是 5G 容量层, 700Mhz 是 5G 覆盖层, 毫米波 2023 年以后部署;
- 2024~2025 年考虑 4G FDD 1800Mhz 和 TDD 2300Mhz 的重耕;
- 850Mhz 作为 LTE 长期保存 (承载 VoLTE);
- 初期采用切片的方式部署专网。

Bharti Airtel 作为印度的移动份额第二的运营商 (移动用户市场份额 28%), 2022 年 10 月在德里、班加罗尔、孟买、加尔各答和昌迪加尔等城市商用 5G NSA。并在 2024 年 3 月之前实现全国 5G 覆盖。与此同时, Bharti 也在准备为部分企业用例提供 5G 独立组网 (SA), 并在不久之后将其提供给个人用户。2022 年 1 月与谷歌签署价值 10 亿美元的多年期协议, 以加速印度数字生态系统的发展。Bharti 也是印度首家在 5G 网络上展示云游戏的运营商, 并在其 5G 网络上积极演示的高吞吐量和低延迟的高品质游戏体验。使用毫米波展示了超过 4 Gbps 的吞吐量, 并以固定无线终端作为终端设备。在 5G 网络上展示 5G FWA 和 Mi-Fi。第一家使用 Open RAN 架构部署 5G 试验网的运营商。

Bharti Airtel 的频谱演进策略如下:

	MHz	2021	阶段1 2022-23	阶段2 2024-25	阶段3 2025+
26000	800		5G	5G	5G
3500	100		5G	5G	5G
2300	40 MHz	LTE	LTE	LTE	5G
2100	15 MHz	LTE	LTE	5G	5G
1800	15 MHz	G+LTE	G+LTE	G+LTE	G+LTE
900	5 MHz	LTE	LTE	LTE	5G
850	5 MHz	LTE	LTE	LTE	5G

- 5G 2C NSA 组网, 2B SA 独立组网;
- 3500Mhz 是 5G 容量层, 2100Mhz 是 5G 覆盖层, 毫米波 2023 年以后部署;
- 2024~2025 年考虑 4G FDD 2100 和 900Mhz 的重耕;
- 1800Mhz 作为 LTE 长期保存 (承载 VoLTE)。

Vodafone Idea 作为印度的移动份额第三的运营商 (移动用户市场份额 21.4%), 于 2021 年 9 月使用 26GHz 和 3.5GHz 频段的频谱进行了 5G 技术试验, 并在毫米波 (mmWave) 频率上实现了超过 3.7Gbps 的下行速率。旨在利用其新获得的 3.5GHz 和 26GHz 频段的 5G 频谱在该国推出其商用 5G 服务。Vi 还购买了 1800MHz、2500MHz 和 2100MHz 频率的 4G 频谱, 以进一步加强其服务。

Vodafone Idea 的频谱演进策略如下:

	MHz	2021	阶段1 2022-23	阶段2 2023-5	阶段3 2025+
26000	200-400			5G	5G
3500	50		5G	5G	5G
2600	10-30	LTE	LTE	LTE	5G
2100	5-15	3G+LTE	3G+LTE	5G	5G
1800	5-26	G+LTE	G+LTE	LTE	LTE
900	5-13	LTE	LTE	LTE	5G

- 5G 2C NSA 组网, 2B SA 独立组网;
- 3500Mhz 是 5G 容量层, 2100Mhz 是 5G 覆盖层, 毫米波 2023 年以后部署;
- 2024~2025 年考虑 4G FDD 2100 和 900Mhz 的重耕;
- 1800Mhz 作为 LTE 长期保存 (承载 VoLTE)。

2023 年巴塞罗那通信展技术趋势洞察

2月27日至3月2日，回归线下的2023世界移动通信大会在巴塞罗那举行。本次主题是“时不我待 (VELOCITY) - 明日科技，将至已至 (UNLEASHING TOMORROW'S TECHNOLOGY - TODAY)”，围绕5G新动能、数字万物、开放网络、超越现实与金融科技五大话题展开。今年的世界移动通信大会，从技术和市场角度来看，无线领域变化的速度令人印象深刻，各行各业正寻求以可持续发展的方式，来实现效率、灵活度和生产力的快速提升。

诺基亚在本届世界移动通信大会上宣布重塑企业战略和技术战略，同时推出全新的企业品牌形象，致力于释放网络的无限潜能，引领云网融合发展的新未来，用“感知、思考并行动的网络”最大化释放数字化潜能！

建立合作伙伴关系正在全面展开

合作和伙伴关系对于整个行业来说是一个积极的信号，表明市场正在走向成熟。特别是运营商，正在探索不同的合作关系，以便充分利用他们的资产，并将其与超大规模公司、基础设施供应商以及系统集成商的能力相结合。合作伙伴关系有助于运营商扩大其在整个生态系统中的影响力，并获得进入新市场的机会。

在行业专网领域，随着供应商推出新的商业解决方案并建立伙伴关系共同进入市场，竞争正变得越来越激烈。诺基亚等主流网络供应商已将To B提升为其核心业务战略的一部分。在展会期间，众多咨询公司和系统集成商宣布与网络运营商和供应商在私有无线网络方面建立伙伴关系，例如，英国电信正在与普华永道合作；NTT和思科正在与德勤合作，除此以外，IBM、Atos、Kyndryl和Amdocs等技术公司也在专网方面充当系统集成商。

IBM已宣布与诺基亚合作，建立一个无缝、简化的私有5G管理服务产品，最终在IBM Cloud Satellite上向企业客户提供私有5G解决方案。德国电信宣布与微软建立私有网络的合作关系，通过可扩展的“按需付费”模式和价格计划来补充其投资组合，从而降低进入5G专网的准入门槛。该解决方案建立在微软Azure私有多接入边缘计算云之上，其中包括部署在Azure Stack Edge上的新Azure私有5G核心网服务。在世界移动通信大会期间，包括BT、KPN、Orange和Telefónica在内的运营商对私有无线网络的机会给予了积极的评价，但也谈到了其中的挑战。英国电信强调了将私有无线网络“当作风险投资”的重要性，这意味着在此领域需要与合作伙伴一起快速尝试、学习和迭代才能取得成功。GSMA Intelligence的研究表明，全球约一半的运营商提供私有4G/LTE解决方案，其中12%的运营商已经推出私有5G专网。

在网络基础设施领域，微软分享了通过2023 Azure for Operators来增强运营商和企业的可持续发展能力，它正在与AT&T、Rogers和T-Mobile等共同推出Azure Programmable Connectivity解决方案。同时，诺基亚宣布与世界领先的云基础设施Google、IBM、Microsoft、AWS服务器供应商HP和DELL签署上市协议，使移动网络运营商和企业能够灵活选择运行CloudRAN的硬件、云基础设施和数据中心解决方案。为此，诺基亚发布全新AnyAN方案，扩大移动运营商和企业建设和发展其无线接入网络方面的选择。诺基亚的方案支持当下专用网络向CloudRAN或混合解决方案的演进，确保所有网络环境下的性能一致性。

从芯片领域方面来看，芯片已成为5G基础设施的一个关键的差异化竞争力，领先的芯片组供应商采取了各种方法和战略来保持差异化竞争力。在收购Xilinx赛灵思后，AMD更新了其产品系列，并推出了与诺基亚



的合作结果，将AMD的x86处理器定位在诺基亚的虚拟化RAN (vRAN) 设备上。Marvell也更新了其处理器，并宣布推出Octeon 10，这是一款系统芯片 (SoC)，包括处理器和数字信号处理器，可以为5G网络执行大部分密集型任务。诺基亚宣布了其硬件加速卡Inline SmartNIC，能够迅速处理诺基亚云无线接入网产品组合中的物理层功能。

5G 发展新动能

5G基础设施进入优化阶段，设备商升级其产品组合

目前5G已在大多数发达市场部署成熟，设备商正

在改进、优化或升级他们现有的基础设施，同时在演进新的产品组合，以提供具备更先进的功能、更低的功耗和更小的尺寸的产品。例如，诺基亚推出了名为Habrok的一系列新的AirScale 5G产品。开放式无线接入网设备商富士通、Mavenir和NEC，以及许多小型公司例如Airspan、Prose、通宇等等也宣布了新的产品。在核心网方面，戴尔、HPE和其他信息技术供应商目前正在实施积极的策略来占领这个新的电信云市场，亮点是HPE在展会前几天收购了Athonet。另外，戴尔公司宣布了一项重要的合作伙伴计划，其中包括诺基亚、三星、高通、Amdocs和Juniper网络。这些基础设施供应商正积极建立合作伙伴关系，以成为核心和边缘网络的首选基础设施平台，目的是为了简化开放网络的整合。

众所周知，5G-Advanced是向6G演进的中间一步，

通过更宽的频谱、更高的频谱效率、更先进的 MIMO 技术,在进一步巩固高速率传输能力(10Gbps)的同时,提升大带宽、低时延、广连接的服务能力,新增感知、定位、智能化、节能等功能以及 XR,轻量化物联网,非地面网络 (NTN) 等用例, WRC23 将针对 6GHz 以下进行 IMT 标识的定义,形成全球共识, 5G-Advanced 即将迎来更多的频谱支撑。ABI Research 预计 5G-Advanced 将在 2025-2026 年发生, 但 5G-Advanced 是否需要新的基站设备, 或者移动运营商是否愿意在 5G 和 6G 之间的中间阶段投资, 还有待观察。

能源价格普遍上涨以及 5G 基站能源消耗巨大使得运营商的能源负担加重, 运营商面临的能源成本自然也将 在 5G 时代大幅增加。在世界移动通信大会中, 整个产业链都在推出各种新的节能产品, 包括提供功率和排放测量应用的检测公司, 提供集成度更高的无线产品设备供应商, 以及软件供应商。诺基亚视绿色节能为己任, 一向秉承可持续发展的理念, 致力于系统性低能耗解决方案的创新开发, 其绿色低碳网络的最大特点, 是构建了一套从芯片、基站、网络到机房配套的全方位的节能体系, 例如新推出的 Habrok 系列产品将降低 30% 的能耗, 商用液冷基站系统可以减少 80% 的基站二氧化碳排放和节省 30% 能源成本, 特别适用于未来更频繁采用的 C-RAN 架构进行网络部署的方案; 在网络级, 基于节能软件以及前瞻性的人工智能和机器学习技术的智能节能方案, 现场验证降低能耗可达 20%。面向未来, 全球运营商必将经历一场能源领域的华丽蜕变, 供应商需要帮助运营商完成这一场能源升级。

此次, 非地面网络 (NTN) 引起了很大的反响。在 2023 世界移动通信大会期间, 高通再次展示了全球首个基于卫星的双向消息通信解决方案 Snapdragon Satellite 技术。高通推出的骁龙 8 Gen 2 移动平台将集成 Iridium 提供的卫星通信解决方案, 预计今年下半年将有采用该方案的旗舰手机问世。联发科也展示了“捅破天”的 5G NTN 技术, 该技术可协助智能手机实现卫星通信, 未来联发科将基于 3GPP5G R17 标准研发 IoT-NTN 和 NR-NTN 解决方案, NR-NTN 芯片组适用于导航

和实时通信等应用, 而 IoT-NTN 解决方案易于设备制造商将双向卫星通信技术集成到智能手机等 5G 和 4G 设备中。德国电信确认与 Intelsat 和 Skylo 合作, 目的是利用卫星进行物联网连接。同时诺基亚基于商用 4G/5G AirScale 基带的定制 NTN 解决方案, 正在与美国 AST BlueWalker 3 测试卫星进行测试。卫星通信发展的势头显示了该技术日益增长的重要性和运营商的务实态度。

超越现实

元宇宙是 2023 世界移动通信大会的另一个热点, 在为期 5 天的展会论坛环节, 每天至少有两项有关“元宇宙”的讨论, 其中包括“元宇宙到物质宇宙如何做的更好”、“移动运营商需不需要元宇宙”、“沉浸式体验能否改变世界”等议题, 5G 场景发展进入平台期之后, 移动运营商们正试图找到可开发的新领域, 以吸引更多的应用场景拓宽发展思路。值得一提的是, 中国移动董事长杨杰首次以“数智人”形象参加世界移动通信大会, 并发表主旨演讲。

在世界移动通信大会上, 与会者可以体验到一系列的消费型元宇宙, 包括 Constellation M、Geniverse 和 Ifland。游戏、社交网络、现场活动和购物是主要的消费者用例。尽管消费者对 XR(AR/VR/MR) 的期望值未达到预期, 但这一概念仍被视为具有前景。设备、连接基础设施和更多的 XR 内容 / 应用程序的选择都被认为是关键的推动因素, 其生态系统正在取得进展 -- 尽管比较缓慢。此次展示的内容包括: 新的 VR 和 AR 硬件 (HTC、小米、三星、ARM)、内容和服务 (Momenti、Hancom、ArtygenSpace)、网络和平台 (MAXST、罗德与施瓦茨)、虚拟元素 (Avatory、Freeverse、Coinme) 以及其他技术, 如人工智能和区块链。苹果公司可能推出的 XR 头盔非常抢眼, 尤其是当智能手机的创新成果似乎只局限于可折叠设备的时候。同时, 消费者对 metaverse 的认识上升是另一个积极的信号。GSMA Intelligence 2022 年的调查显示, 三分之二的消费者都知道它。总之, 当前的“元气”浪潮仍属于元宇宙的发展阶段, 2021 年 -2024 年集中在基础设施建设上, 下一波将是生态系统 (2025-

2030) 的构建和运行, 而最后阶段则侧重于大规模扩展。

元宇宙的近期前景是在企业部分, 在世界移动通信大会上, 大家更加关注企业解决方案及其潜在机会。其中最重要的一项是诺基亚宣布了新品牌和公司战略 -- 工业元宇宙是其重要组成部分。世界移动通信大会为参观者提供许多概念性的展示, 突出了各种可能性, 使用案例包括: 虚拟空间、用于模拟学习的数字孪生, 以及通过全息图进行培训 / 开发。这些用例的关键推动因素是下一代网络, 它可以提供容量, 提供实时渲染并满足对高速、延时的需求。随着业界对网络数字化等未来技术的关注, 这一点正在向现实靠拢。未来的愿景可能还包括在元宇宙中控制托管网络和其他基础设施的物理空间,

例如, Vertiv 推出的 XR 应用程序, 允许基础设施产品在其实际位置的可视化, 以及诺基亚的对能够感知、思考和行动的互动网络系统的讨论。根据 GSMA Intelligence 的调查, 52% 的运营商已经确定或正在确定他们的战略, 以满足元宇宙方面的机会。

数字万物

万物互联是 5G 的一个重要部分, 创新跨越了物联网的所有领域 -- 从软件和平台到连接和应用。大部分的新公告来自于供应商, 例如 Kore 正式推出了 MODGo -- 一种物联网解决方案, 可以简化设备部署和生命周期管





署 vRAN。vRAN 生态系统正在扩大,除了三星、诺基亚、Mavenir、Rakuten Symphony 等现有的 vRAN 供应商宣布改进提升其现有 vRAN/Cloud RAN 产品组合外,更多 RAN 厂商正在加入 vRAN 队列。

新兴的开放无线网络基础设施供应商,如软件制造商和主要芯片组供应商,包括英特尔、高通、Marvell 和 AMD 等公布了他们的进展,超越了概念验证和价值主张验证。开放无线网络的参与者正专注于与其他技术的合作来创造可靠的解决方案,以挑战某些厂商的霸主地位。另一方面,成熟的基础设施供应商,如诺基亚,正在加快虚拟化 RAN (vRAN) 计划。谷歌也公布了其 CloudRAN 战略的支柱: 1) 云基础设施 -- 新推出的网络功能优化; 2) 分析 -- 新推出的电信数据结构; 3) 自动化 -- 新推出的电信网络自动化, 以及 4) 与 RAN 网络功能供应商的合作。诺基亚推出的 AnyRAN 旨在帮助移动运营商和企业,扩大他们在无线网络接入建设和发展上的选择。该软件不仅可以在诺基亚自有的 AirScale 基站和 AirFrame 服务器上部署,还可以在任何合作伙伴的云和服务器基础设施

上运行。这种方法解决了部署的复杂性,允许专用的、混合的、完全基于 CloudRAN 的解决方案,在云基础设施层和数据中心(服务器)硬件层实现深度多级分解。与多个合作伙伴的紧密合作也确保了 CloudRAN 与诺基亚专用 RAN 的性能一致性。

vRAN 解决方案可以为运营商提供足够的灵活性来部署 5G RAN- 主要是中央单元(CU)和分布式单元(DU)--以解耦的方式部署在基站侧、无线网络边缘侧,核心网络侧或者根据网络拓扑结构和所需来灵活部署。此外,vRAN 解决方案甚至通过增加无线智能功能来使运营商能够更好地管理甚至自动操作他们的无线网络资源。

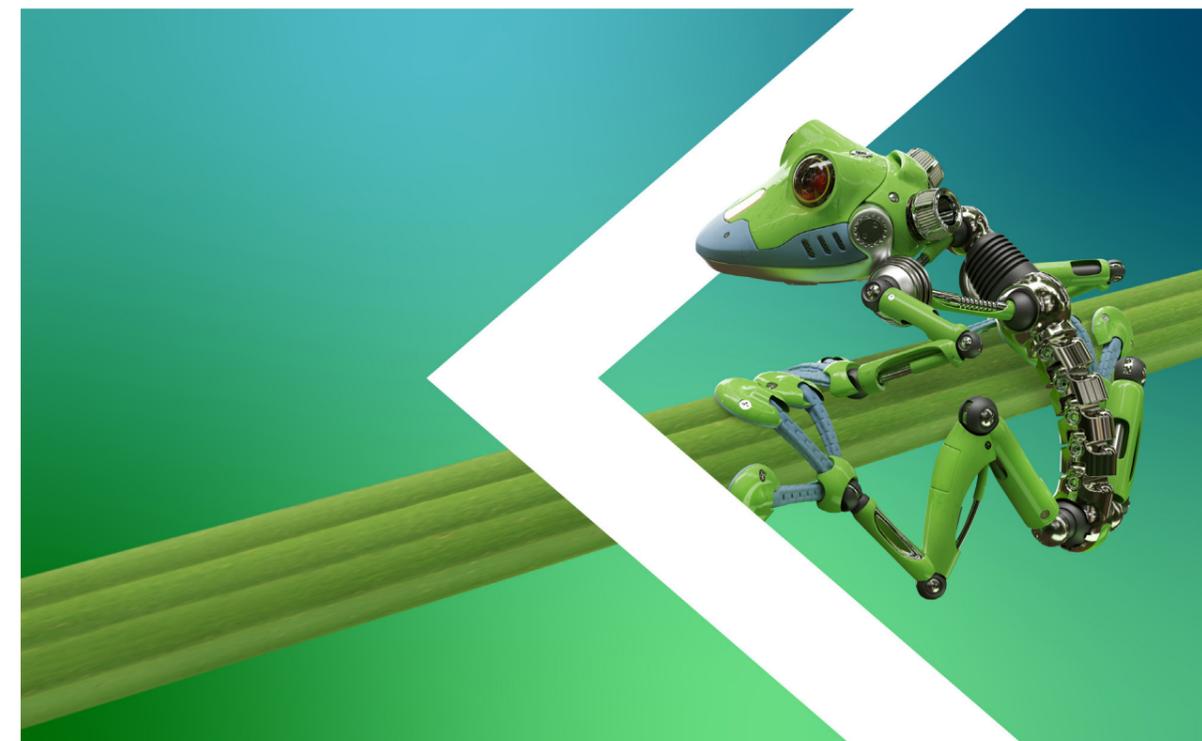
ORAN 和 vRAN 之间的一个显著区别是,ORAN 能够支持完全垂直化的模式,即移动运营商的无线网络由来自不同供应商的许多组件混合而成。虽然网络垂直化听起来是一个非常吸引人的价值主张,但在商业环境中实现它是具有挑战性的,因为由于各种集成和实施关键组件的方式导致了潜在的碎片化问题。这对于 RU (远程单元) 与 DU 的连接来说尤其如此,因为这两个模块之间

理。有关卫星物联网的公告包括德国电信(在 2023 年第二季度推出一个完整的地面和卫星连接的产品)和 Kigen (与 Skylo 合作,允许蜂窝和卫星连接之间的无缝连接)。物联网解决方案的供应商越来越重视 eSIM 和 iSIM 对扩展物联网的作用。高通和泰雷兹发布了第一个可商业化部署的 iSIM, Sequans 和 Eseye 推出了由 Kigen iSIM OS 支持的多运营商 iSIM,这两种解决方案都符合 GSMA 的集成 eUICC 规范。当然,目前物联网市场仍然高度分散,因为不同的垂直行业有不同的需求和部署时间表。因此,以客户为中心,专注于垂直领域的解决方案是关键,我们已看到新的物联网解决方案在汽车和运输业(如高通、SK 电信和德国电信)、能源(如诺基亚)、农业(如西班牙电信)和林业(如沃达丰)的迅速发展。物联网连接方面没有“一刀切”,多种网络技术将继续存在,以满足设备需求的多样性,包括 4G、5G、Redcap, NB-IoT 和 LTE-M 等,同时无源物联网也正在出现。另外,

卫星不是新技术,但却是将物联网带到偏远和农村地区的一个重要补充,特别是对处于挑战性环境中的设备而言。

虚拟化 vRAN 发展势头强劲, 开放式 ORAN 有待观察

开放式 RAN (ORAN) 和虚拟化 RAN(vRAN) 是今年展会的突出主题。用于初建网络的 ORAN 的演进继续受到关注,美国的 Dish、日本的乐天、德国的 1and1, 以及一些新的 5G 网络运营商对此表现比较激进,另一方面,包括 95% 以上已部署 5G 的运营商在 ORAN 方面表现出更加保守,他们采用循序渐进的方法进行试验和概念验证测试。同时近期 vRAN 的部署数量正在增加——韩国、日本、美国和欧洲的运营商都计划在未来一两年部



的接口仍然需要更加标准化。不仅如此，一个垂直化的 ORAN 基础设施在整体能源效率、网络性能和安全性方面的表现还有待观察。

芯片组供应商，包括英特尔、高通、Marvell 和 AMD，一直是展会上 ORAN 的最积极支持者。他们正在与各种 RAN 功能（即 RU、CU 和 DU）的供应商建立更深的关系，来帮助他们最大限度地提高其特定技术的性能。这些公司的下一步是创建蓝图和交钥匙设计，以帮助移动运营商和其他实施者加速和普及 ORAN 基础设施，在公共和私有网络中实现 ORAN 基础设施。高通公司是早期已经采取这种方法的芯片组供应商之一，但预计其他芯片组供应商将在下届世界移动通信大会前采用这种方法。

RAN 智能控制器 (RIC) 和服务管理与协调 (SMO) 也是业界讨论的关键点，有一些优化用例被定位为供应商之间的关键差异。业界也开始讨论 RIC 的定价和部署模式，但一些 RIC/SMO 平台还没有达到普遍可用的阶段。

随着 SMO 的出现，RIC 的产品和解决方案可能会率先推出，特别是因为近实时的 RIC 接口在 ORAN 联盟中被标准定义。相比之下，与非实时 RIC 相关的接口仍在开发中，它与 SMO 在同一平面内。

总结 2023 世界移动通信大会 反映出的行业趋势，我们需要更多的进展来更清晰地理解：如何在各个市场、垂直领域和行业中释放蜂窝技术的力量和价值。目前电信行业缺乏飞跃式创新的原因之一是，该行业处于两代蜂窝技术之间，仍在进行 5G Advanced 标准制定和增强新功能，电信行业急于加倍投入当前的 5G，而 6G 仍处于前标准 / 概念阶段。



NOKIA 上海贝尔



诺基亚贝尔移动网络事业部
诺基亚贝尔技术战略部

www.nokia-sbell.com

