

NOKIA
上海贝尔

全球5G洞察报告

2023年3季度



前言

本期 5G 市场洞察报告将首先回顾全球 5G 网络建设的进展周期。5G 网络建设在不同区域的节奏不同：2019 到 2022 年，5G 部署第一波开始于中国、韩国和日本，尤其是中国 5G 的快速发展引发全球瞩目；5G 部署的第二波开始于 2022 年，主要是美国在 5G 中频的发力，受益于中低频的覆盖能力，美国 5G 用户数和 ARPU 值都有了明显的提高；2023 到 2025 年随着印度 5G 建设进入快速部署阶段，5G 部署的第三波也随之到来。有咨询机构预测全球 5G 部署将在 2024 年底至 2025 年初达到高峰，在 2028 年前放缓，直到 2030 年 6G 到来并启动下一个无线网络发展周期。

2023 年三季度，全球 5G 的商用网络数量突破 300 个，其中 SA 网络的数量达到 47 个。虽然 SA 的增长速度并未如之前预测那么显著，但是由于 RedCap、虚拟专网（切片）、VoNR 等功能需求的推动，5G SA 的商用前景依然乐观。

2023 年三季度，全球终端的出货量同比虽然仍有下滑，但是降幅明显放缓，终端市场回暖的迹象已经出现。中国 5G 的发展依旧稳健，在基站数、用户数、终端渗透率和数据流量增长率等方面延续全球领先水平。但全球运营商仍面临 5G 数据量增长放缓共同问题，运营商需要在加速 4G 向 5G 分流，以及 5G 差异化业务创新方面尝试更有效的方法。

今年一季度的洞察报告介绍了印度 5G 市场发展状况，本期洞察将聚焦美国 5G 市场。作为全球 5G 的另一个领先市场，美国的 5G 发展过程充满了波折和挑战。5G 初期，由于主要采用毫米波，美国 5G 基站数和用户数发展相对缓慢；近几年，随着美国运营商改变策略，开始使用中低频段实现 5G 全国覆盖，同时采用更加积极的市场策略，配合各种价位的 5G 智能手机，推出绑定 XR、视频、游戏等创新服务的 5G 套餐等，美国市场 5G 服务普及化得到快速提升。此外，美国已经成为全球最大的 5G FWA 市场，通过利用 5G 无线大带宽的特性，FWA 在家庭和企业等领域成为固定宽带接入的替代方案。另外，美国运营商在 AR/VR/AI/ML 和企业专网等领域也在不断推出新应用，进一步提升 5G 的创收能力和盈利空间。

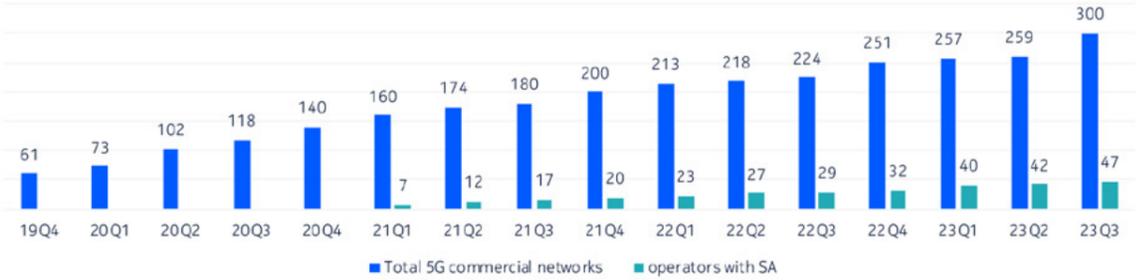
5G 轻量化技术 (RedCap, Reduced Capability 的缩写) 是 5G 实现人、机、物互联的重要元素，将在构建物联网新型基础设施、赋能传统产业转型升级、推动数字经济与实体经济深度融合等方面发挥积极作用。中国作为 4G 时期全球最大的蜂窝物联网市场，将在产业数字化和智能化的驱动下率先实现 RedCap 规模商用。本期洞察介绍了 RedCap 的技术发展路线以及在可穿戴设备、工业传感器、视频监控等领域的应用，畅想 5G 物联网给行业带来的广阔前景。

元宇宙概念在消费者领域掀起的热潮有所退却，但在企业和工业领域，元宇宙应用正在逐渐兴起。本期洞察结合诺基亚对几百家欧美企业的市场调研，分享了行业一线对于元宇宙应用的反馈，以及具体行业案例的分析研究，展示了在各个关键垂直领域如何进行元宇宙规划和部署的经验。更为重要的是，针对运营商提出了在企业和工业元宇宙中如何凭借对网络和数据安全的专业知识，发现市场机会的建议。

2023 年三季度全球 5G 市场概况

截至 2023 年三季度末，全球 172 个国家和地区的 578 家运营商以测试、试点、频谱购买和实际部署的形式投资 5G 网络。其中，113 个国家和地区的 300 家运营商推出了基于 3GPP 的 5G 商用服务；121 家运营商投资 5G SA，47 家运营商实际部署了 5G SA。

全球 5G 商用网络和 SA 商用网络发展



数据来源：GSA

2023 年中国大陆电信业务总量保持平稳增长；5G 等新型基础设施建设持续推进，网络连接用户规模不断扩大，移动互联网接入流量较快增长。

中国前三季度累计新增 5G 基站 87.7 万，5G 基站总数达 318.9 万，占全国移动基站总数的 27.9%，5G 已覆盖我国所有地级市城区、县城城区，覆盖广度与深度均在持续拓展。

截至 2023 年三季度末，全球 5G 基站部署总量超过 481 万站，预计 2023 年底全球 5G 基站数将超过 520 万，2025 年达到 650 万。中国 5G 基站部署量占全球的 66.3%，目前，中国每万人拥有 5G 基站数约 22.8 个，位于全球第二。该指标全球排名第一是韩国，每万人拥有 5G 基站数约 41.5 个。

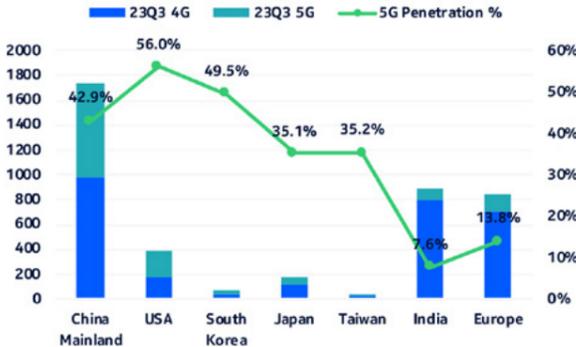
截至 2023 年三季度末，中国大陆的移动用户总数达 17.23 亿户，比上年末净增 3,933 万户。其中，5G 用户达 7.37 亿户，比上年末净增 17,654 万户，占移动电话用户的 42.8%，占比较上年末提高 9.5 个百分点。5G 用户占比和 5G 用户的绝对数量都位于全球领先水平。

全球 5G 基站规模 (千站)



数据来源：中国工业和信息化部, TD 产业联盟

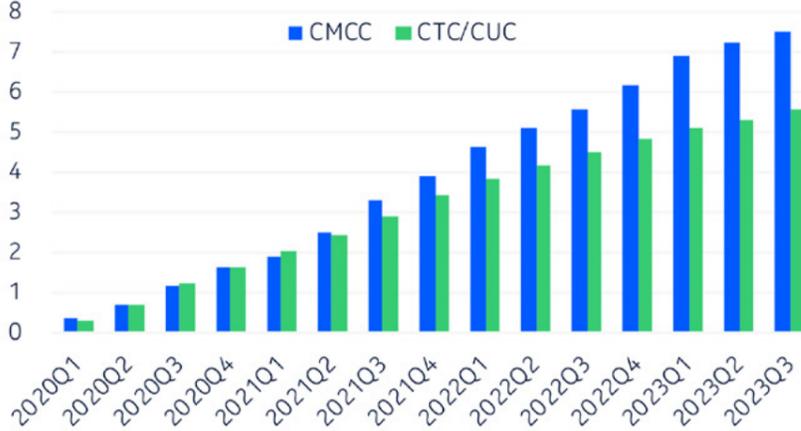
全球 4G/5G (网络) 用户数-2023Q3(Mn)



数据来源：GSMA

截至 2023 年三季度末，国内 5G 套餐用户总数达到 13.06 亿，中国移动 5G 套餐用户达 7.50 亿，占其移动用户总数的 75.8%；中国电信 5G 套餐用户超过 3.08 亿，占其移动用户总数的 75.8%；中国联通 5G 套餐用户 2.48 亿，占其移动用户总数的 74.7%。中国移动 5G 套餐用户市场份额持续领先于电信和联通的总和，且领先优势随着 700Mhz 的部署逐渐变大。

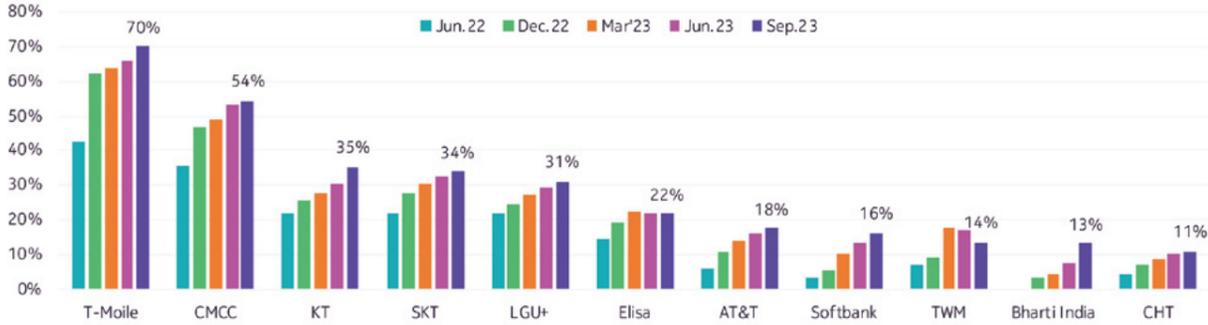
中国运营商 5G 用户数对比 (万)



数据来源：中国工业和信息化部, 运营商第三季度运营报告

截至 2023 年三季度末，全国无线数据累计流量同比增长 14.9%，增速小幅提升。9 月当月户均移动互联网接入流量 (DOU) 达到 17.0GB/ 用户·月，同比增长 13.4%，较 2022 年底高 0.8GB/ 用户·月。全国 5G 流量分流接近 50%，受益于 700 MHz 的农村地区广泛覆盖和城市场景的补充深度覆盖，中国移动的 5G SA 流量达到总移动流量的 54%

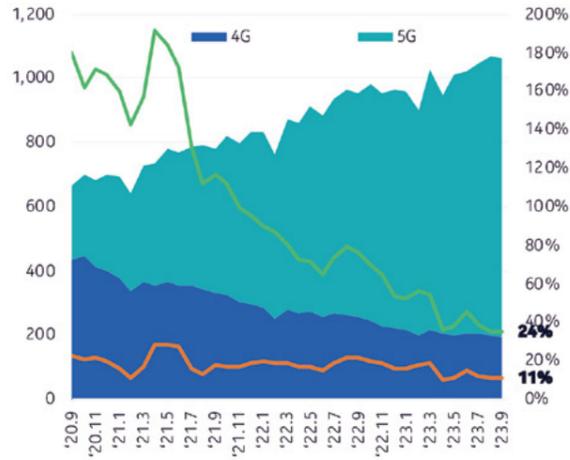
全球运营商 5G 分流比



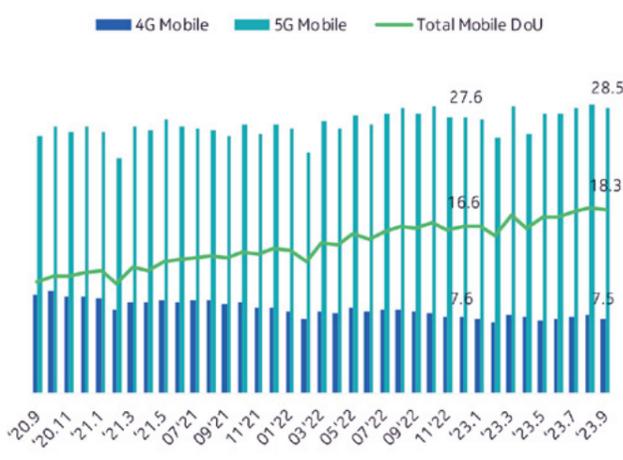
数据来源：诺基亚网络报告，运营商三季度运营报告

对比之下，韩国无线网络流量年增长率约为 11%，**5G 流量年增长率约为 24%**。韩国 4G 总流量缓慢下降，5G 流量增长稳定，5G 网络流量更多来自 4G 向 5G 迁移。5G 终端的流量占比达全网流量的 80%（注：韩国 MSIT 统计口径中，5G 流量为 5G 终端的流量，包含在 3G/4G/5G 网络中发生的所有流量）。和中国类似，韩国 5G DOU 的增速也呈现缓慢趋势。

韩国4G/5G数据流量(PB)



韩国4G/5G终端DOU(GB)

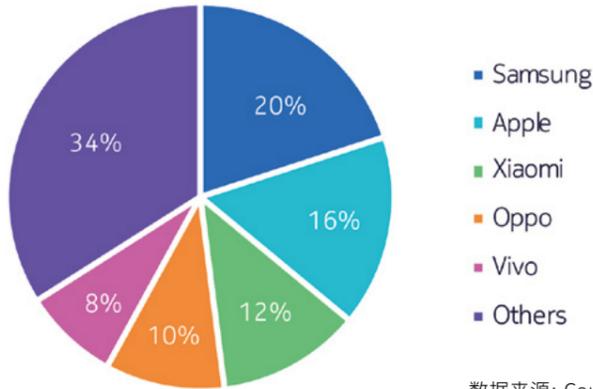


数据来源：韩国科学技术信息通信部 MSIT

全球智能手机出货量连续九季度同比下跌，创十年来第三季度最低水平。2023 年第三季度，全球智能手机出货量 2.7 亿部，同比下降 8%，但环比增长 2%。受新机上市影响，**第三季度手机出货量较上半年有所回暖**，但消费者需求仍持低迷状态。

截至 2023 年三季度末，三星智能手机出货量 5,430 万台，以 20% 的市场份额位列第一位，苹果市场份额排名第二 16%；小米以 12% 市场份额占据第三，出货量为 3,258 万台；OPPO 以 10% 市场份额排名第四；vivo 以 8% 市场份额排名第五。

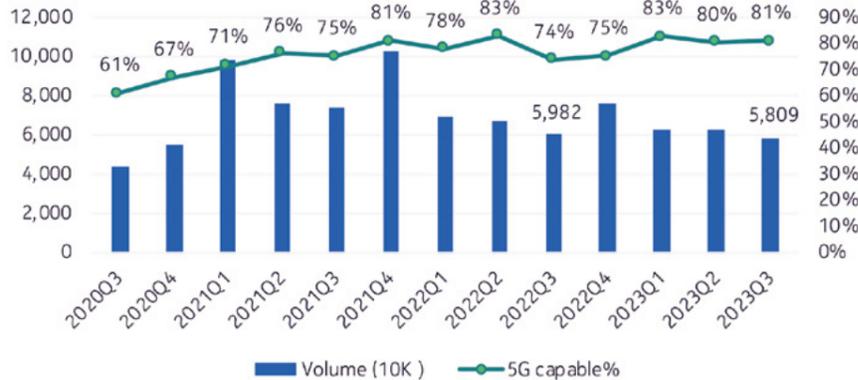
2023Q3 全球手机发货市场份额



数据来源：Counterpoint

我国 2023 年第三季度智能手机出货量达到 5809 万部，5G 手机出货率为 80.5%，同比下降 2.9%。连续七个季度出货量同比下跌，但相较于前 6 个季度下降趋势有所缓和。自 2022 年开始，我国手机出货量各季度同比降幅分别为 29.4%、12.1%、19.2%、26.2%、9.4%、11.2%。**下降趋势变缓预示着终端市场的逐步回暖。**

中国大陆手机发货



数据来源：TD 产业联盟，Counterpoint

受益于新发终端中 5G 终端比例的稳定，以及终端价格的不断下探，现网中 5G 终端的渗透率保持增长。截至 2023 年三季度末，**全球主要市场的 5G 终端平均渗透率达 37%**。其中，韩国的 5G 终端渗透率最高，已经超过 80%，相比 2022 年末有明显提升。

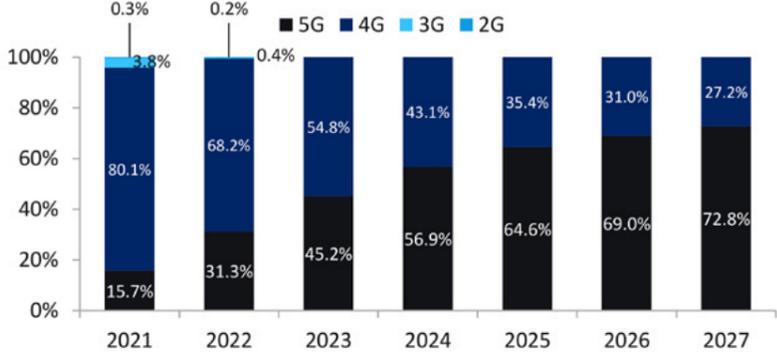
美国 5G 市场情况更新

美国 5G 发展初期网络建设缓慢且市场策略不统一，很大程度上制约了用户发展。从 2021 年开始，随着北美 5G 主流频段从毫米波转为厘米波和低频，5G 网络的覆盖能力开始逐步改善。2022 年，美国主流运营商均积极增加 5G 投资，推进网络建设；同时通过套餐升级等市场策略，吸引用户入网或转网。在应用领域，除了替代宽带接入的 FWA (固定无线接入) 业务持续增长外，5G 在 AR/VR、AI/ML、行业应用等领域不断出现新应用，5G 的创收能力和盈利空间在进一步提升。

美国 5G 整体发展情况

从无线网络的整体策略看，美国 2/3G 退网采用了比较激进的计划，从 2023 年开始几乎全部退频。当前 4G 是主流技术，2022 年美国全国移动用户总数为 5.85 亿，其中 4G 用户占比 68.2%。但是随着 5G 用户的持续增长，4G 向 5G 的迁徙速度也在加快。预计到 2027 年 4G 用户占比将下降到 27.2%，同时期 5G 用户占比将从 31.3% 增长至 72.8%。预计到 2028 年底美国 5G 用户将达到 6.26 亿。

美国 2/3/4/5G 无线用户占比 2021-2027 预测

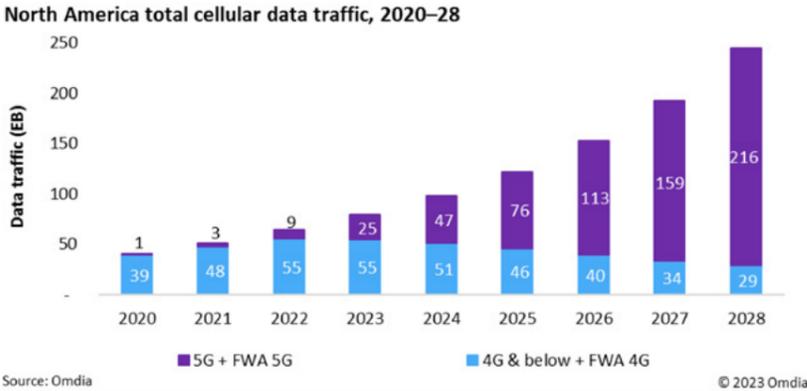


数据来源: GlobalData

从数据流量分析来看，北美（主要是美国和加拿大）的单用户月数据流量增长十分迅速，从 2023 年的 15.21GB，到 2028 年的 43.12GB 预计增长接近 3 倍。

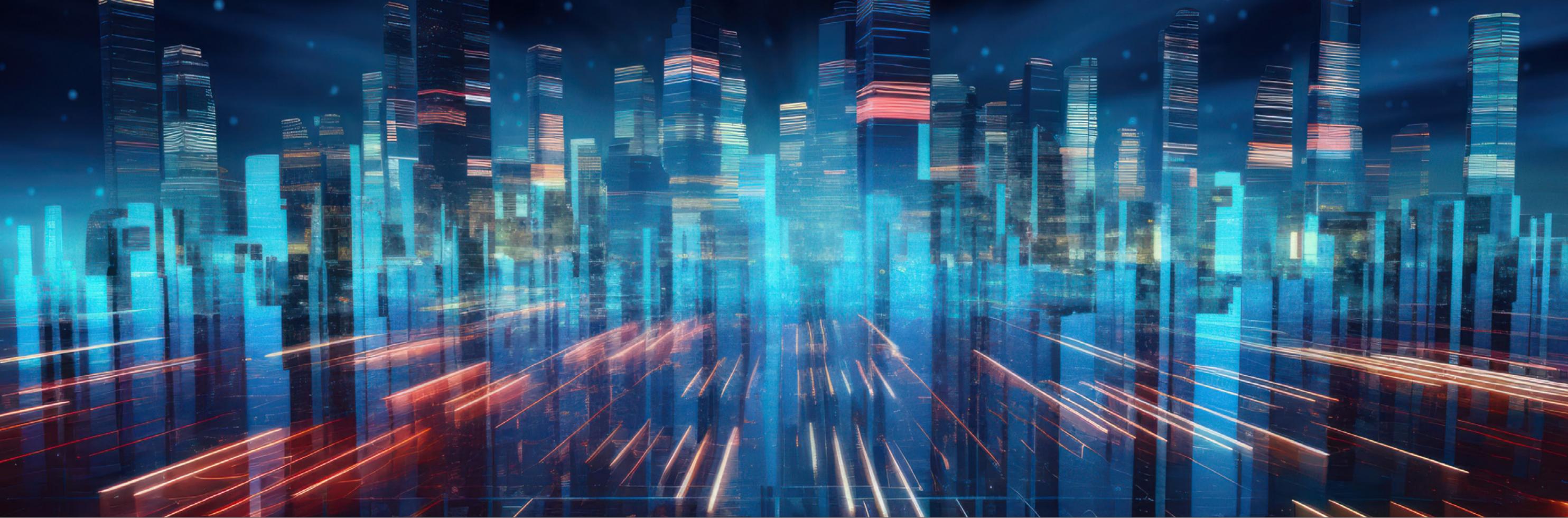
北美 5G 流量占比在 2023 年平均值为 31%，领先的运营商如 TMO，5G 流量占比超过 70%，预计到 2028 年北美平均 5G 流量占比将超过 80%。

北美无线流量整体增长趋势预测 2020-2028



数据来源: OMDIA





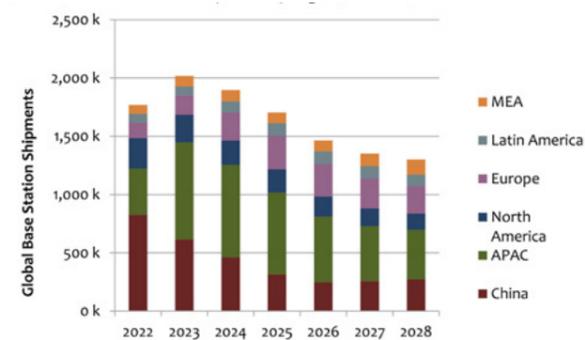
美国 5G 流量增长主要来自于:

- FWA 将成为推动数据使用量增长的主要推动力, FWA 对于全网数据流量的贡献预计在 50% 以上;
- 云游戏、4K 视频和 AR/VR 等沉浸式体验;
- 和 Disney、Apple、TikTok 等互联网内容绑定的 5G 套餐;
- B2B 服务等。

美国从 2021 年开始进行 C-band 的频谱拍卖, Mobile Experts 统计 2022 年北美新增的 Sub-6GHz 基站数量约为 20 万站左右。从 2023 年开始, 鉴于 5G 部署进入后期以及正常的投资周期性, 预计 2023 年美国无线投资同比将下降约 25%, 其中 5G 投资同比下降 18%。

但是美国每年 5G 基站新增数量并不会大幅减少。从 2024 年开始, 美国 5G 建设将主要集中于在中频部署基站、进行 4G 频谱重耕以及更多的在场馆和建筑内部署 FWA 等, 同时 5G 专网项目数量也会不断增加, 这些因素都将使得美国在 2023-2026 年间的 5G 建设规模保持相对稳定。

2022-2028 年全球按地区预测新增基站出货量



数据来源: Mobile Expert

5G 开通对于运营商 ARPU 的影响



数据来源: GSMA

和全球其他市场类似, 5G 对美国运营商营收增长的积极影响是显而易见的。GSMA 研究表明, 美国运营商的 ARPU 在推出 5G 服务 12 个季度后增长了 4%, 5G 成为拉动 ARPU 增长的主要因素。

美国 5G 主要应用

美国 5G 用户和营收稳定增长的重要因素是运营商对于 5G 应用的积极探索。FWA 作为商业回报最为成功 5G 的应用，凭借其相比于光纤更加快速和低成本部署，帮助 TMO 从无线运营商变成了固移融合的运营商。Verizon 的企业解决方案一直具备全球战略视野，其 5G 专网在英国的成功落地，为其海外专网方案提供了模板。AT&T 借助其强大的产业整合能力，在元宇宙和生成式 AI 等新兴领域积极创新。

5G FWA

美国是全球最大的 5G FWA 市场，目前有将近 4 百万 5G FWA 连接。TMO 也是全球最大的 5G FWA 服务商，截至 2023 年第一季度末，TMO 5G FWA 用户数为 254 万，其目标是在 2025 年底达到 800 万。TMO FWA 主要部署在宽带服务不完善的农村和郊区，凭借低成本快速开通宽带业务，TMO 逐步稳定了其在固定宽带市场的地位。

TMO 的 FWA 策略是利用 5G 闲置容量，用经济高效的方式进入固网市场。其成功经验表明 FWA 不仅可以帮助运营商提升 5G 的网络使用率，而且还能通过“固移融合”和灵活的套餐，达到吸引新客户、增加现有客户的收入并提高客户保留率的目的。事实证明，正是这些高价值的 FWA 套餐，帮助运营商的移动 ARPU 始终处于较高水平，进而提升其 5G 的变现能力。

5G 2B

Verizon 在 2022 年占据美国运营商企业市场 44% 的份额。其 5G 2B 业务类型包括：5G 移动、5G FWA、5G 专网、智能工厂、5G 边缘计算等。行业聚焦在制造业、交通物流、医疗保健、公用事业和零售业等。有代表性的案例是 2021 年 Verizon 在英国南安普顿港部署的 5G 专网。

南安普顿港是英国汽车出口的主要门户，每年有近 60 万辆汽车和 120 万艘游轮和大量游客进出港口。港口管理方希望利用 5G 专网收集和分析有关车辆和现场的数据，快速定位车辆，监控停车位的可用性和需求，并确保交通安全。该项目采用诺基亚无线专网方案大大提升了港口的运营效率，并通过数字孪生平台在 5G 专网上测试更多的创新应用。Verizon 正在以南安普顿港 5G 专网项目为模板，积极拓展其海外其他 5G 专网项目，比如最近在印度积极与当地汽车制造业、物流和供应链等公司合作，挖掘 5G 专网市场潜力。

5G+ 元宇宙

随着 AR/VR 产业链的不断发展，AT&T 认识到元宇宙的商业潜力，比如通过 AR/VR 将数字世界和现实世界融合在一起，通过创建高质量的内容拉升网络流量，通过云应用平台提供新的数字化服务（如数字收藏）等。

AT&T 联合合作伙伴组建创新团队，通过元宇宙平台，帮助企业利用 5G 网络的优势，建立面向未来元宇宙的创新技术和解决方案。比如最近的一项试验性项目是和电竞组织合作，在元宇宙平台上提供沉浸式虚拟现实空间，将游戏服装和装备在网络世界中使用和交易。同时 AT&T 还推出了其他的 AR 应用：包括允许用户通过 AR 参观博物馆并体验艺术品和文化、为客户提供 AR 眼镜通过 5G 连接远程体验音乐会和体育赛事等。

5G+AIGC

近年来随着 AIGC 的关注度不断提升，尤其是 ChatGPT 等先进的 AI 工具和大模型在不同领域的应用，越来越多的北美运营商也开始积极尝试利用 AIGC 提升自身效率和促进业务创新。

根据 GSMA 近期针对北美运营商的一项调研表明，50% 的受访者认为 AIGC 能够节省 CAPEX 和 OPEX 开销，30% 的受访者认为 AIGC 能够带来新的业务收入，20% 的受访者认为 AIGC 能够提升用户满意度。AT&T 作为首个和英伟达全面合作的移动运营商，于 2023 年 6 月宣布基于 ChatGPT 的服务“ASK AT&T”提供如软件开发、文档翻译、员工培训、网络优化和软件更新的相关服务。可以预见，未来 AIGC 技术能够不断带来更多的应用创新，成为 5G 数据流量的下一个增长点。

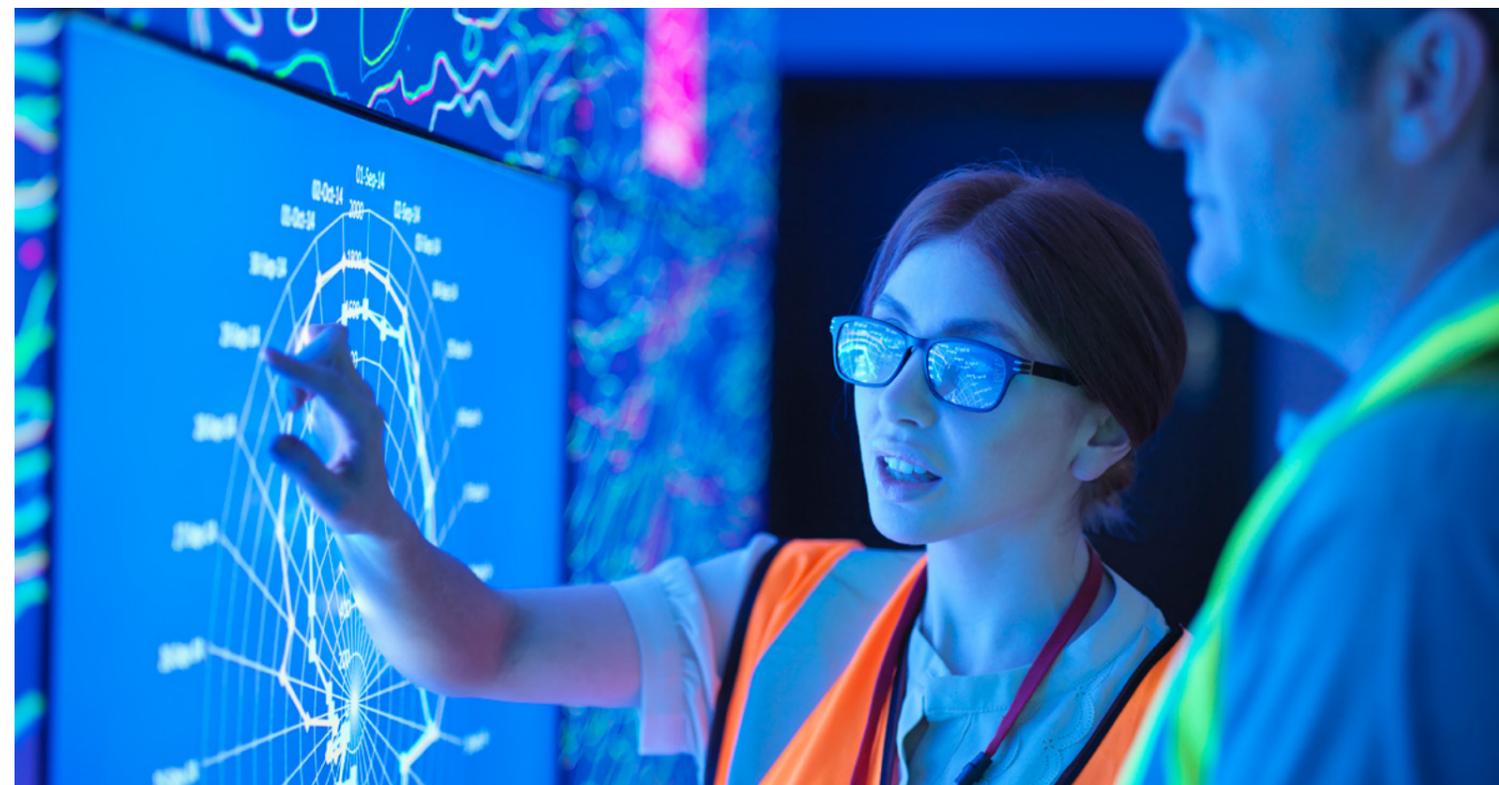
美国 5G 中高低频组网策略

毫米波是美国首先商用的 5G 频段，主要在 24.75-27.5GHz (2.75Ghz 带宽) 和 37-42.5GHz (5.5Ghz 带宽)。毫米波频谱资源相对丰富，但由于传播特性的限制，主要用于热点覆盖和吸纳用户流量。根据 Opensignal 2023 年 1 月到 5 月对 Verizon 网络 5G 用户的统计报告，毫米波用于园区覆盖能够分流约 67% 的数据流量，但是在城市热点区域毫米波的流量仅为 5G 流量的 3%，全国范围内分流比例甚至不足 0.1%。

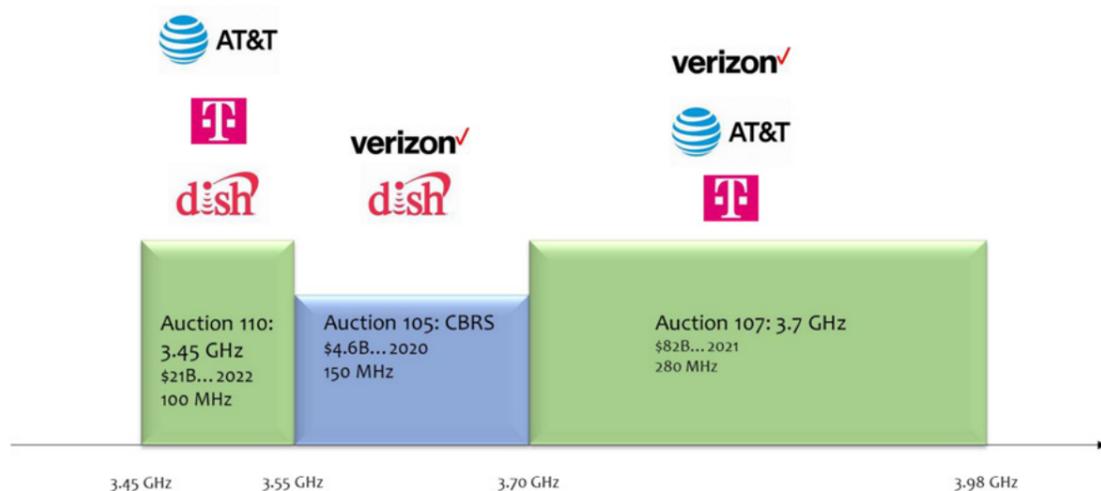
近年来毫米波在美国的另一个应用是 5G FWA。与中低频段不同，毫米波由于频谱资源比较丰富，能够提供下行速率 1-3Gbps 的峰值速率，非常适合家庭宽带接入场景。毫米波还支持更短的传输时间间隔，从而支持低时延的应用，比如直播和点播视频流、在线游戏、AR/VR 应用等。

Verizon 于 2018 年年底率先在美国推出基于毫米波的 5G FWA 服务，为大城市提供类似光纤接入的速度，其客户以 70 美元月费可获得最高 300Mbps 的宽带接入，且没有任何数据上限。随后 AT&T 也在话务繁忙的城区推出了毫米波的 5G FWA 服务。

毫米波将成为 5G FWA 最具备商业潜力的频段。诺基亚于 2021 年和美国运营商进行的毫米波 FWA 外场试验，在 10 公里的小区边缘实现了 1Gbps 的下行速度，证明了毫米波基站的广域覆盖能力。高通也推出了毫米波 FWA 天线模块。随着毫米波 FWA 市场需求的不断变大，相关产业会日趋成熟。



美国 C-band 频谱分配情况



数据来源: Mobile Experts

美国 5G 中频厘米波 (C-band) 涵盖 3.45-3.98 GHz，共 530Mhz 带宽，其丰富的频谱资源非常适合用于运营商提供高速的广域数据业务，但是中间有 150Mhz 带宽在美国是共享频谱 CBRS (Citizen Broadband Radio Services) 频段。虽然运营商可以在网络负荷较大的区域使用 CBRS 频段作为容量补充，但由于其共享属性导致使用时在发射功率、干扰控制等方面有诸多限制，不适用于大规模网络部署。因此在运营商的强烈要求下，FCC (美国联邦通信委员会) 分别于 2021 年和 2022 年进行 C-band 新频谱的拍卖，拍卖结果如下:

- 2021 年, 3.7-3.98Ghz 竞拍, AT&T 获得 80Mhz, TMO 20Mhz, Verizon 160Mhz
- 2022 年, 3.4-3.5Ghz 竞拍, AT&T 获得 40Mhz, TMO 40Mhz, DISH 40Mhz

除了 C band 以外，美国也有低频 (<1Ghz) 频谱用于 5G 部署。TMO 通过较早的在中低频部署 5G，使其 5G 网络人口覆盖率达到 98%。截至 2023 年一季度，TMO 中频段覆盖人数达 2.75 亿人，是美国 5G 覆盖范围最广的运营商。借助中低频的良好覆盖，TMO 也成为美国第一家在全国范围部署 5G SA 的运营商。AT&T 在 2023 年第三季度宣布它的中频段 5G 网络覆盖了超过 1.75 亿人。Verizon 中频人口覆盖预计将超过 2.22 亿。中低频由于覆盖优势，在广域网的经济效益明显优于其他频段。

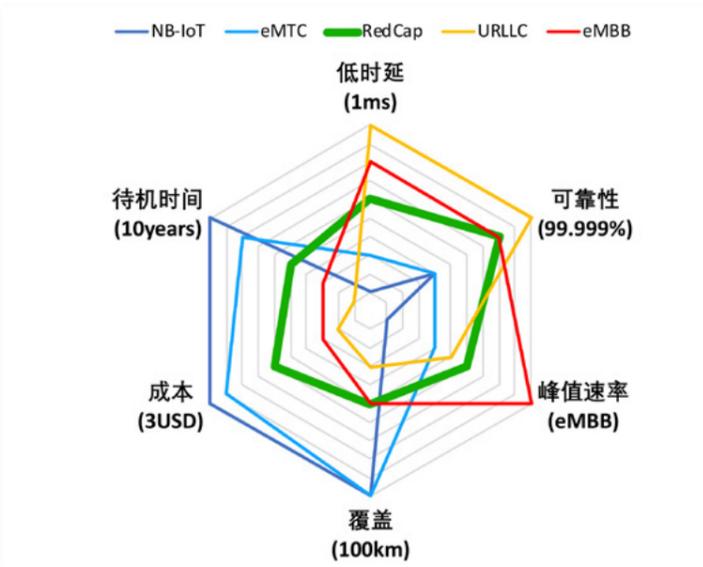
5G 轻量化技术 RedCap 展望

自 2022 年 6 月 5G Rel-17 标准冻结以来, 5G 轻量化技术 RedCap 备受关注。2023 年更是 5G RedCap 突破性发展的一年, 信通院及三大运营商已完成多轮 RedCap 技术验证, RedCap 网络规模商用的条件已经成熟。在本文中, 我们概述了 RedCap 产生的背景, 定义, 技术优势, 市场展望以及应用案例。

RedCap 简介

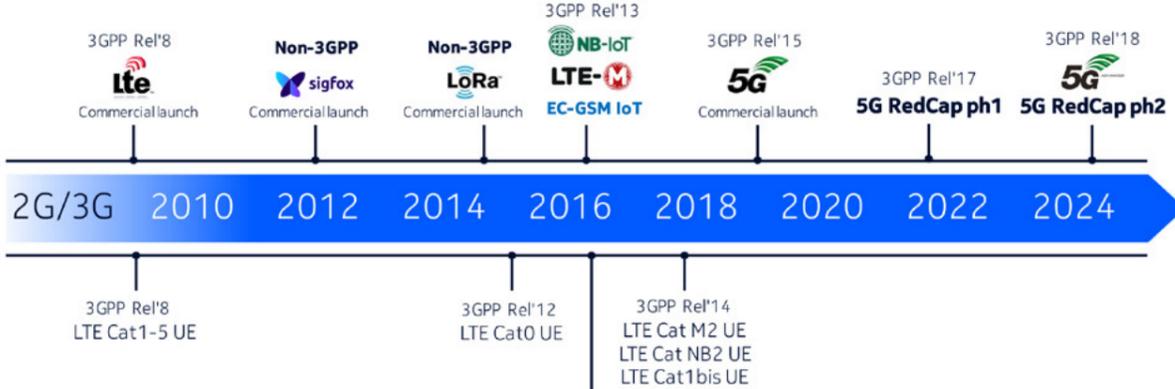
5G NR 初期首先定义大带宽 (eMBB) 和低时延 (uRLLC) 场景下的空口技术。但是为了满足 5G 场景演进升级、性能保障、组网管理等一致性要求, 需要制定适配 5G 大连接物联网场景下的空口技术。加之 5G 模组价格一直居高不下, 这些因素共同催生了轻量级 5G 模组的需求。下图对 4G 和 5G 不同的物联网技术在时延、可靠性、峰值速率、电池寿命、成本和覆盖这 6 个方面进行了对比分析。其中 5G RedCap 在六个维度上兼容了 4G/5G 物联网技术的优势, 且以 5G 空口特性满足新一代物联网的演进需求。

4/5G 物联网技术对比



5G RedCap 在 3GPP Rel-17 中引入, 也被称为轻量化 5G (NR-Light)。目的是通过减少终端带宽、收发天线数量、降低调制阶数等方式来降低终端成本和功耗, 提供类似于 LTE Cat 4 的应用类型。在 3GPP Rel-18 中, 将定义 eRedCap, 即增强型 RedCap, 它将提供 LTE Cat 1 和 LTE Cat 1 bis 类似的服务。因此 RedCap 也是开始于 3GPP Rel-18 的 5G-Advance 的重要技术之一。

4/5G 物联网技术演进



RedCap 作为 5G 轻量级空口技术, 适配于物联网的发展需求, 主要技术优势:

- 相较于传统 5G 终端, RedCap 终端复杂度可降低约 60%, Rel-18 将进一步降低;
- 可基于 5G 现网通过软件升级的方式平滑引入;
- RedCap 延续了 5G NR 的各类优秀特性, 如大带宽、低时延、高可靠、切片业务保障、低功耗、强覆盖等诸多优势, 可针对不同应用场景按需引入, 有效满足多种业务需求。

RedCap 市场

咨询机构 Counterpoint 于 2023 年 8 月发布报告显示 RedCap 将有力推动 5G 网络演进到蜂窝物联网领域。RedCap 芯片预计将在 2024 年上半年实现规模商用, 到 2030 年 RedCap 模块将占蜂窝物联网模块总出货量的 18%, 市场潜力巨大。基于 3GPP Rel-18 的 eRedCap 将在 2024 年推出, 到 2026 年 eRedCap 模组的出货量将占蜂窝物联网模组的 8%。到 2030 年, 整个 RedCap 系列模组的市场份额将超过蜂窝物联网的 25%。2023 年全球蜂窝物联网模组新增出货量将超过 8 亿片, 以此计算, RedCap 系列模组的出货量将超过 2 亿。

当前, 作为 Redcap 生态链的重要成员, 运营商、芯片厂商、模组及终端厂商都在大力推进 RedCap 端到端测试、技术验证及产品和解决方案的成熟。

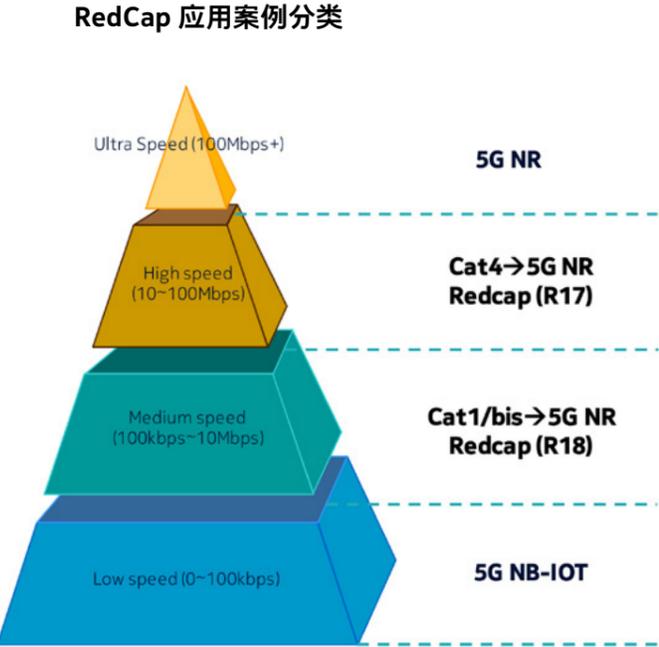
从网络方面看, 中国四大运营商都发布了 RedCap 技术白皮书, 并积极开展端到端测试, 尤其是面向行业应用场景的验证。海外市场也在加快 RedCap 的推进速度。最近美国运营商 AT&T 宣布在实验室和场外完成了美国首个 RedCap 数据通信测试。这次测试基于 AT&T 5G SA 现网进行, 主要合作厂商为诺基亚和联发科。韩国运营商 SKT 也于近期宣布与诺基亚、联发科合作完成了基于商用 5G 频段的 RedCap 外场测试。SKT 指出, 此次 RedCap 技术演示验证了 SKT 未来网络演进所需的核心技术。

从芯片角度分析, 今年 2 月份高通发布首款 RedCap 商用芯片 X35 后, 其他主流芯片厂家如联发科、紫光展锐、华为海思等厂商也纷纷跟进, 发布了自己的 RedCap 产品。此外, 多家模组厂商也相继发布 RedCap 模组, 预计到 2024 年 RedCap 终端进入正式商用阶段后, 模组产品形态会更加丰富。

从产业政策的角度分析, 近期相关部门密集发布各项文件, 进一步推进 RedCap 技术成熟、产业规模和场景多样化。比如工业和信息化部提出到 2025 年 RedCap 芯终端产品超过 100 款; 全国县级以上城市实现 RedCap 规模覆盖, 连接数实现千万级增长。

RedCap 应用场景

RedCap 是一种低成本 5G 物联网技术, 其能力可承载中高速移动物联网业务。需求场景广泛, 主要涵盖视频监控、智能电力及智能制造等行业应用及可穿戴等消费电子类应用。



3GPP 定义了三类 RedCap 典型应用场景, 分别为: 工业无线传感器、视频监控、可穿戴设备。

1. 工业无线传感器

工业无线传感器设备包括工业环境中的压力传感器、湿度传感器、运动传感器、温度计、加速度计、驱动器等。工业无线传感器可采用内置 5G 模组或外接 5G 终端设备来完成设备运行数据的采集。行业终端的类型主要有集成通信模组的专用终端和通用网关两种。应用场景包括制造业、钢铁、采矿、能源及港口等传统工业领域。这类场景的特点是终端数量大, 对终端成本敏感。预估该场景的市场空间约为初期连接数 20 万 / 年, 并逐步提升至 100 万 / 年。

工业无线传感器应用场景的典型业务需求如下:

- 通信业务可用性要求为 99.99%;
- 业务的端到端时延要求小于 100ms, 安全相关的传感器对时延有更严格的要求, 为 5-10ms (3GPP TR 22.804);
- 设备静止时的参考速率要求小于 2Mbps;
- 该类用例的电池使用寿命要求至少可持续几年。

2. 视频监控

视频监控作为智慧城市的重要组成部分, 在全球应用广泛, 其中中国每年销售超过 1 亿多只摄像头。由于当前光纤资源限制和有线传输损坏等因素, 目前摄像头无线化比例较低, 所以视频监控的摄像头无线化是一个市场非常广阔的应用场景。通过将 5G 终端模组与监控摄像机集成, 为视频监控提供灵活、低成本的传输方案。而集成的网络摄像头中的通信模组成本占比约有 30%, 因此轻量化的 5G 模组 RedCap 可以有效降低集成监控摄像机的部署成本。

视频监控在制造领域也有广泛应用, 主要有采用 IPC (IP Camera) 网络摄像头的环境巡检、车间监控、人员检测和采用工业相机的工业质检类应用。这几类的视频通常都经过编码压缩, 集成方式包括传统 IPC 摄像头加外置 RedCap 终端或摄像头内置 Redcap 模组两种。

视频监控的典型业务需求如下:

- 经济型视频监控的参考速率要求为 2-4Mbps, 高端型视频监控的速率要求为 7.5-25Mbps, 业务以上行为主;
- 视频监控业务的时延要求小于 500ms;
- 通信可靠性要求在 99%-99.9% 之间。

3. 可穿戴设备

可穿戴设备作为当前的市场热点, 每年的增长率高达 40% 左右, 将来可能是仅次于智能手机的第二大面向个人消费者市场的终端。预计 2025 年, 中国蜂窝智能穿戴设备的出货量将超过 8000 万。可穿戴设备主要包括智能手表、智能手环、智能眼镜及运动健康监控设备等, 普遍要求设备体积小、功耗低。可穿戴设备业务主要以信息访问、语音通

话、定位等为主，总体上对网络的流量需求和时延要求不高，低于智能手机。其典型业务需求如下：

- 下行参考速率为 5-50Mbps，上行参考速率为 2-5Mbps；
- 下行峰值速率为 150Mbps，上行峰值速率为 50Mbps；
- 电池续航时间为数天至 1-2 周。

随着 5G 网络的规模商用，个人消费类产品正逐步由 4G 向 5G 升级换代。而采用常规 5G eMBB 芯片的终端无法有效满足体积功耗及成本上的需求，产业也同样期待 5G 终端能够具备差异化能力，能在尺寸、功耗和性能之间进行折中，通过剪裁设计，减小终端尺寸，解决可穿戴领域的痛点需求。RedCap 相对传统 5G 模组具备体积和功耗优势，在可穿戴设备领域具备很大的应用潜力。

RedCap 在性能、功能与成本上的平衡优势，解决了 5G 在垂直行业应用的关键痛点。随着 RedCap 成本的逐步降低，5G 将在工业制造、智慧城市、电力、能源、交通等行业百花齐放，为行业应用创新蓬勃发展提供更多可能。

诺基亚贝尔积极推动 Redcap 技术演进、创新和产业链发展。2023 年 10 月，在 IMT-2020 (5G) 推进组的指导下，诺基亚贝尔完成 3GPP R17 RedCap 全部关键技术的实验室和外场验证，并已和多家芯片、模组厂商完成端到端技术验证。



企业元宇宙与工业元宇宙洞察

随着元宇宙概念在游戏、社交、消费等领域的炒作热度的消退，市场正在重新对元宇宙的期待值进行调整，并越来越多地关注具体使用案例以验证和测试元宇宙所能带来真正市场价值。由此，元宇宙在工业和企业的众多应用，使企业能够在现有数字化基础上提高生产效率，实现可持续和安全的发展。元宇宙将在消费者元宇宙、企业元宇宙和工业元宇宙三大场景中开启全新的机遇。

消费者元宇宙 使得用户可以在其中互动、购买物品、游戏和通过数字增强手段感受沉浸式体验。

企业元宇宙 提供沉浸式企业协同办公、培训、市场营销等场景。

工业元宇宙 是“物理世界和数字世界融合”以及“人类增强技术”在工业领域的应用。包括通过提供数字化的工业环境，进行系统流程优化、资产管理等，为参与者提供控制、监控和互动的环境。

元宇宙在不同领域的应用案例



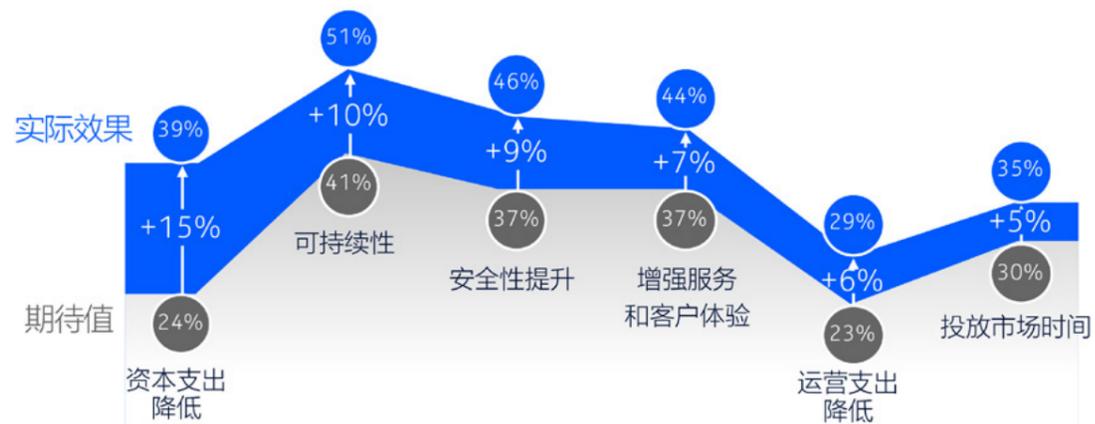


诺基亚的一项市场调研显示企业和工业元宇宙的市场潜力可能会远超预期。近期，诺基亚针对汽车、工业制造、交通物流、以及电力能源四个行业，对六个国家的 860 个企业进行了调查与访谈，其中 58% 的公司至少已经引入了一项企业或工业元宇宙的应用。尤其在美国、英国和巴西，分别有超过 60% 的受访者表示至少已经试点或部署了一个用例，该比例在德国、日本和韩国为 50%。已经部署和使用案例的公司均表示通过引入工业和企业元宇宙服务所取得的收益往往高于预期，成本的降低尤为显著。

企业和工业元宇宙能带来哪些用例？

当今最普遍的企业和工业元宇宙应用是通过元宇宙的使能技术，如数字孪生和扩展现实 XR，为传统解决方案增加了增强的可视化和情景化功能。

企业引入元宇宙降本增效实施效果高于预期

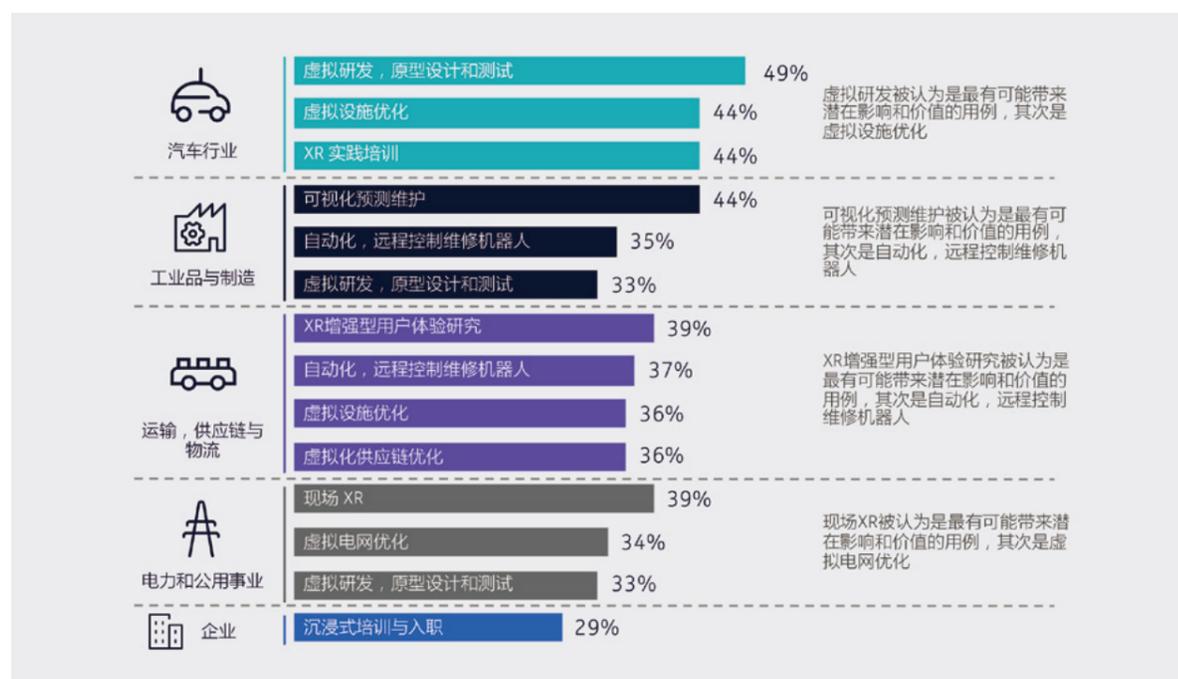


工业和企业元宇宙应用

	培训与入职	设计与测试	生产和交付	服务于支持
工业	<ul style="list-style-type: none"> XR 实践培训 	<ul style="list-style-type: none"> XR 增强型用户体验培训 虚拟研发、原型设计和测试 	<ul style="list-style-type: none"> 供应链、电网/网络规划与优化 设施规划与优化 远程控制/自主操作机器人 	<ul style="list-style-type: none"> 现场 XR 可视化预测维护 远程控制维修机器人
企业	<ul style="list-style-type: none"> 虚拟招聘与录用 虚拟培训和入职 	<ul style="list-style-type: none"> 虚拟办公室和工作空间 	<ul style="list-style-type: none"> 虚拟展厅 虚拟产品和服务试点 	<ul style="list-style-type: none"> 元宇宙增强型客户支持

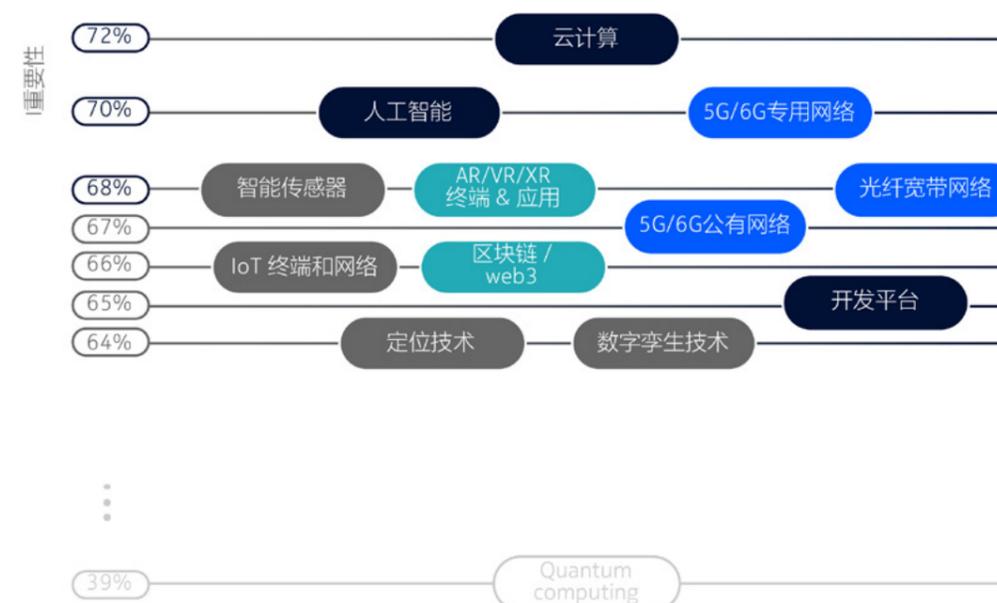
虽然不同行业对于元宇宙可能带来的变革价值有不同的观点，但是总体而言，汽车行业对于元宇宙带来的价值预测最为乐观。尤其是虚拟环境下的新产品研发排名最为靠前。对电力而言，现场技术人员通过 XR 与危险的电网设施远程交互的元宇宙应用最具吸引力。下图显示了各个行业对不同的元宇宙应用对其未来运营方式影响的排名：值得一提的是这些用例的规划和部署程度并不总是与其预期影响相一致。造成这种情况的原因有很多，包括使能技术的成熟度、用例的复杂性和规模，以及充分获取其价值所需的合作伙伴和技术基础设施。但显而易见的是，各行各业都意识到了元宇宙对整个企业的巨大影响。

各个行业对不同的元宇宙应用对其未来运营方式影响力排名



元宇宙对网络意味着什么？

元宇宙用例的部署需要基础设施的支持来增强数据收集能力、传输能力、以及数据存储和处理能力。关键的技术如云计算、人工智能、和网络连接能力是成功部署的主要因素。下图所示是业界对于各种使能因素的重要性评估：



云计算：可以存储和处理用来协调元宇宙用例所需的大量数据。

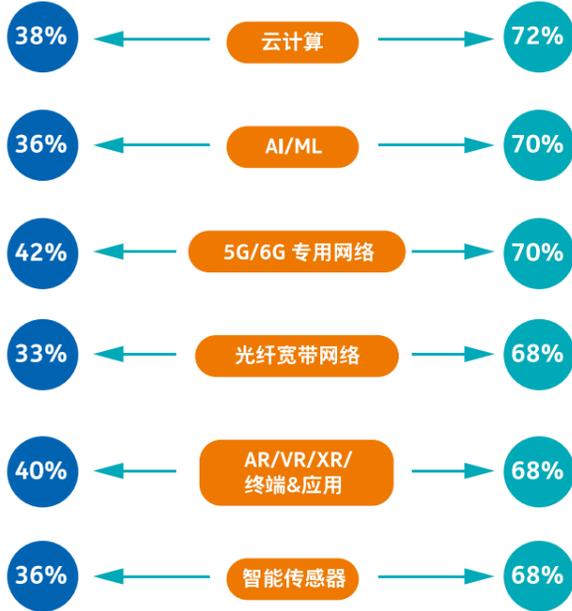
5G 专用网络：通过上下行大带宽，低延迟连接来提供无缝极致体验满足数据的传输需求。

AI/ML：数字孪生建模，创建逼真的环境，模拟解释数据以及预测结果。

工业数据采集：在大带宽，低延迟的连接网络基础上，智能传感器、定位系统和物联系统可实时收集和交换来自工业生产过程中的数据。



在认识到云计算、AI/ML 和网络连接等重要性之余，企业是否具备利用这些关键技术支持元宇宙用例的能力也很关键。下图中可以看出针对不同的元宇宙关键技术，其重要程度（绿色圈）和在企业内部的进展程度（蓝色圈）之间存在着明显差距。这些差异主要是由于企业能力和知识储备不足带来的。



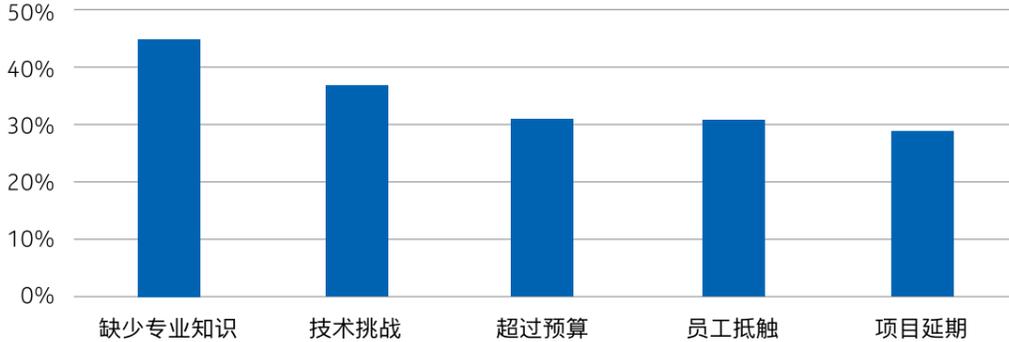
在当前情况下，没有一家公司能够提供元宇宙用例部署所需的全部能力，这使得企业必须精心挑选合作伙伴。比如运营商在其中就可以凭借其对于云计算、5G 专网、宽带传输的独特优势成为元宇宙产业链中的重要成员。

部署元宇宙的风险与挑战

与其它任何新技术一样，元宇宙的规模化实施也将带来一定的风险。超过 60% 的企业认为网络及信息安全和数据隐私是元宇宙带来的主要风险。在工业和企业元宇宙案例中所产生的数据量将剧增，加剧了网络和信息安全风险，尤其是涉及第三方供应商时的企业数据泄露风险等等。

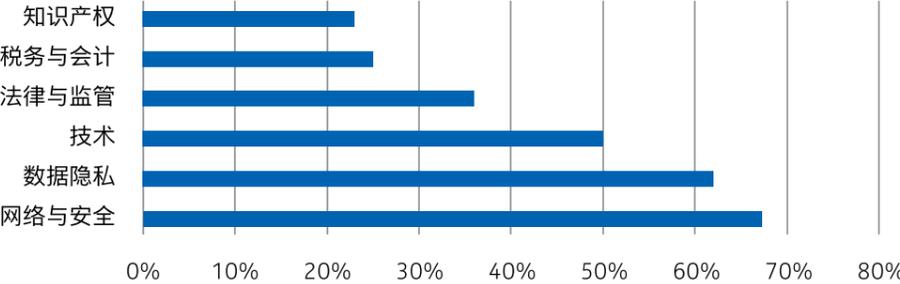
因此，企业在大规模使用元宇宙之前，首先采取必要措施评估和发现潜在的数据库或者网络的安全漏洞。元宇宙是一个相互交织、数据驱动的虚拟生态系统，其中涵盖了大量有价值的敏感数据资产，这些数据资产通常被视为企业业务的核心，在使用案例开发过程中，应高度重视对这些数据资产的保护。

有经验的公司认为部署元宇宙用例的主要风险



缺乏专业知识和技术挑战是元宇宙使用方最大的顾虑。运营商可以运用其丰富的网络安全和数据传输的经验，帮助企业在这些方面建立更为完善的安全防护机制。

有经验的公司部署元宇宙案例时面临的主要挑战



诺基亚对企业和工业元宇宙的部署建议

如前文所述，企业和工业元宇宙正在超越消费者元宇宙，成为增长最快的元宇宙领域。资本市场也正在对此做出积极的响应。但是为了避免出现过热的概念炒作，使得元宇宙在企业 and 工业领域持续健康有序的发展，诺基亚提出了如下建议：

1. 使用元宇宙前，企业需要明确需求，并将需求映射到用例，评估部署所需要的关键使能技术和能力差距；
2. 在落地阶段从具体用例部署开始，小规模尝试并不断试错迭代扩展；
3. 客观评估部署带来的收益以决定投资节奏和重点；
4. 第一阶段部署结束后，需要重新评估扩大规模所需的条件，确定范围和合作伙伴；
5. 考虑如何利用已部署的用例扩展集成其他功能、数据点或子用例；
6. 努力建立元宇宙生态系统：考虑如何集成多个已部署的用例，以构建端到端系统。

NOKIA 上海贝尔

5G

关注诺基亚贝尔

电子版报告下载

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

