

# 2026

行业研究系列

## 6G 通信行业研究报告

迈向万物智联数字孪生，下一代通信全球竞逐加速



# 6G



2026 年 2 月

深企投产业研究院

# 关于深企投产业研究院

深企投产业研究院是深企投集团旗下的高端智库，聚焦产业发展，服务区域经济，致力于为各地提供产业发展落地方案。研究院总部位于深圳，服务区域覆盖全国主要省市。研究院集聚一批经济研究和产业研究专家，以 985 院校研究生为主体，链接高校专家学者，为全国各地政府及机构提供智力支持。

基于自身的研究和咨询能力，同时借助集团的服务网络，深企投产业研究院为政府机构、国有平台、产业园区、金融机构等客户类型提供有针对性的服务。

——政府机构客户。研究院重点提供五类服务：一是五年规划，包含发改系统的国民经济和社会发展规划，工信、商务、投促、文旅等政府部门的专项五年规划；二是产业规划，包含地区、片区的产业定位和产业发展专项规划；三是招商专题研究，包括产业链招商策略、招商规划、招商专案、招商图谱等；四是项目策划，发掘和策划包装契合区域禀赋、产业趋势和投资方向的项目，助力宣传推介和精准招商对接，或策划申报超长期国债等地方重点投资项目；五是项目评估，涵盖地方重点投资项目的风险评估、招商引资项目背景调查、产业基金拟投资项目尽职调查等。

——国有平台客户。针对新时期全国各地国有城投、产投公司向国有资本投资运营转型发展的需要，聚焦国有平台投资布局的新质生产力和重点产业赛道，研究院提供产业情报、产业发展规划、企业投资标的尽职调查等服务。

——产业园区客户。为国有园区、工业地产客户提供园区产业规划定位、产品定价策略、产品设计方案、招商运营服务方案、渠道和品牌推广策略、产业培训等服务。

——金融机构客户。为机构投资者提供产业细分领域深度研究、投资分析、标的尽职调查等服务，减少投资过程中的信息不对称，提高投资决策准确率。

自 2020 年至今，深企投产业研究院团队已完成咨询服务项目近百个，完成研究报告数百份，服务的地区包括广东、江苏、浙江、福建、广西、云南、贵州、湖北、四川、陕西、宁夏等多个省市。

在产业研究领域，深企投产业研究院在新质生产力、战略性新兴产业、未来产业研究上具有深厚积累，每年发布原创深度报告近百份。有关低空经济、商业航天、卫星互联网、新型储能、人形机器人、生物制造、脑机接口、全球供应链等报告已获得广泛传播。

# 目 录

## 第一篇 6G 网络及技术迭代

一、6G 网络核心特征 .....	2
二、从 5G、5G-A 到 6G，移动通信技术的代际关系 .....	5
（一）5G：万物互联的奠基者 .....	6
（二）5G-A：承上启下的关键过渡 .....	6
（三）6G：万物智联的变革者 .....	7
（四）三代技术的对比与衔接 .....	8
三、6G 网络建设周期及进展 .....	11

## 第二篇 重点领域格局

一、产业链整体变革 .....	16
（一）上游材料器件与工具变革 .....	16
（二）中游设备与系统集成变革 .....	18
（三）下游终端和应用生态变革 .....	19
二、高端射频材料行业格局 .....	20
（一）氮化镓 .....	22
（二）砷化镓 .....	23
（三）磷化铟 .....	23
（四）锗化硅 .....	25
三、6G 芯片重点领域行业格局 .....	26
（一）基带芯片 .....	26

(二) 太赫兹/毫米波核心芯片 .....	26
-----------------------	----

## 第三篇 全球市场竞逐

一、6G 市场规模 .....	29
二、欧美日韩 6G 布局速览 .....	32
(一) 美国 .....	32
(二) 欧洲 .....	35
(三) 日本 .....	39
(四) 韩国 .....	41
三、我国 6G 技术发展现状 .....	43
(一) 政策环境 .....	43
(二) 发展成就 .....	47
(三) 重点企业 .....	49
(四) 不足与挑战 .....	52

### 图、表目录

图 1 6G 的六大典型应用场景 .....	2
图 2 6G 的 15 项关键能力指标 .....	3
图 3 全球 6G 网络建设周期 .....	12
图 4 2022-2040 年 6G 终端连接数 .....	30
图 5 预计 2040 年 6G 终端连接结构（亿台） .....	31
图 6 2022-2040 年 6G 终端月均数据流量（亿 GB） .....	32
表 1 5G、5G-A、6G 代际关系及核心要素对比 .....	10

表 2	不同化合物半导体在 6G 通信射频中的应用比较 .....	21
表 3	美国 6G 重点企业及其发展方向 .....	34
表 4	欧洲 6G 重点企业及其发展方向 .....	37
表 5	日本 6G 重点企业及其发展方向 .....	40
表 6	韩国 6G 重点企业及其发展方向 .....	42
表 7	我国主要省市 6G 发展政策规划 .....	45
表 8	我国 6G 重点企业及其发展方向 .....	50



01

# 6G 网络及技术迭代



第六代移动通信（6G）作为支撑未来数字社会关键基础设施，将突破传统通信边界，通过太赫兹通信、通感算智融合及空天地一体化网络等颠覆性技术，构建物理世界与数字世界深度融合的智能体，实现从“万物互联”向“万物智联”的跨越。

## 一、6G 网络核心特征

6G 不仅是 5G 的技术增强，更是一次深刻的范式变革。2023 年 6 月，国际电信联盟（ITU）发布《IMT 面向 2030 及未来发展的框架和总体目标建议书》，该建议书汇聚了全球 6G 愿景共识，描绘了 6G 目标与趋势，确立了 6G 的六大典型场景和 15 项关键能力指标。

在典型场景方面，6G 典型应用场景在 5G 三大场景（增强移动宽带、海量机器类通信、超高可靠低时延通信）基础上进行了增强与拓展，包含沉浸式通信、超大规模连接、超高可靠低时延、人工智能与通信的融合、感知与通信的融合、泛在连接等六大场景。

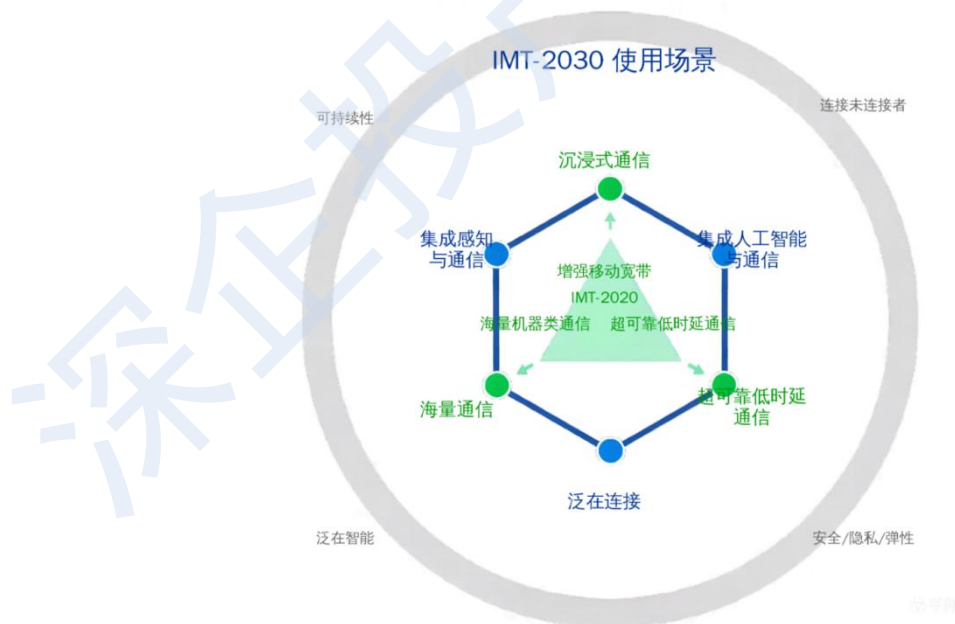


图 1 6G 的六大典型应用场景

资料来源：ITU，深企投产业研究院整理。



图2 6G的15项关键能力指标

资料来源：ITU，深企投产业研究院整理。

**沉浸式通信**推动交互形态从二维平面向三维空间演进。通过整合太赫兹频段的超高带宽、微秒级超低时延以及网络内生的AI实时渲染能力，6G能够实现视觉、听觉、触觉乃至嗅觉等多维度感官信息的同步传输与高保真还原。在应用层面，该技术支撑全息投影通话，使异地交互具备面对面交流的质感；赋能扩展现实（XR）设备，打造沉浸式的影视娱乐与虚拟旅游场景；在工业领域，支持远程高精度机械臂操控及具备触觉反馈的远程手术指导。其核心价值在于突破物理距离对交互质量的制约，实现虚拟信息与现实环境的无缝融合。

**超高可靠低时延通信**将端到端时延降至亚毫秒级，传输可靠性提升至99.99999%以上，确保网络在极端复杂环境下仍能维持稳定运行。相较于5G网络，6G在时延与可靠性指标上实现了数量级的跨越。在远程机器人手术场景中，医生操作指令需在1毫秒内精准送达执行

终端，任何微小的延迟或数据包丢失均可能危及患者生命安全；在智能制造领域，数百台工业机器人需进行微秒级同步协作，以完成微米级精度的装配作业；在自动驾驶场景中，高速行驶的车队必须依赖实时可靠的车间状态信息交换以保障编队安全。此类场景对网络抖动与中断零容忍，6G 网络为其提供了底层的确定性传输保障。

**超大规模连接**将连接密度从百亿级提升至万亿级，单平方公里接入设备数量可达数百万台。接入终端谱系大幅拓展，涵盖从高端智能终端到微型无源传感器，且多数终端采用超低功耗设计，支持通过能量采集技术实现长期免维护运行。该能力为构建全域感知网络奠定了坚实基础。在城市治理中，密布的环境传感器可实时监测空气质量、噪音水平及交通流量；在智慧农业中，海量土壤湿度探针可精准指导灌溉作业；在物流仓储中，可实现货物位置与状态的全程可追溯。其本质是将物理世界的感知粒度提升至前所未有的精细程度，为数字孪生城市建设及智能化决策提供完备的数据底座。

**泛在连接**通过低轨卫星、高空平台、海上基站与地面网络的深度融合，构建真正的全球无缝覆盖体系。该架构有效解决了海洋、极地、偏远山区等区域的通信盲区问题。远洋船舶可与岸基保持实时宽带连接，沙漠腹地科考站能够回传高清视频数据，灾害发生时无人机与卫星可快速组建应急通信网络。泛在连接不仅拓展了商业服务的地理边界，更在应急救援、边境安防、资源勘探等领域展现出不可替代的战略价值。

**人工智能与通信融合**将 AI 能力深度嵌入网络架构各层级，使网络具备自感知、自学习与自优化能力。这区别于传统的云端 AI 应用模式，通信系统本身即成为智能的载体与分发平台。具体而言，网络可根据业务需求动态调配资源，为自动驾驶车辆优先保障低时延通道，

为高清视频流分配大带宽资源；智能工厂设备可就近获取网络侧算力支持，实现实时质量检测与预测性维护；家庭服务机器人依托网络侧 AI 理解复杂环境并执行指令。这种深度融合降低了各行业部署人工智能的技术门槛，加速了全社会智能化转型进程。

**通信感知融合**创新性地将无线通信信号功能扩展至环境感知领域。基站在进行数据传输的同时，通过分析信号反射特征，实现对周边环境的精准感知，达成“一频双用”。该技术开辟了丰富的应用空间。在低空经济领域，通信基站可替代部分雷达功能，实时追踪无人机位置与轨迹；在智能交通系统中，路侧单元可感知车流量与行人动态，优化信号灯配时策略；在居家养老场景中，毫米波信号可非接触式监测老人活动状态与生命体征。通信与感知的融合实现了基础设施的高效复用，在降低部署成本的同时，赋予网络认知物理世界的新维度。

6G 的六大核心特征并非孤立存在，而是相互支撑、协同演进的整体。沉浸式通信依赖极低时延与超大带宽支撑，超大规模连接产生的海量数据需要人工智能进行处理，泛在连接为全域感知提供覆盖基础，而通信感知融合则创造了新的数据获取维度。这些能力的叠加与耦合，将推动社会从移动互联网时代全面迈向万物智联的新阶段。

## 二、从 5G、5G-A 到 6G，移动通信技术的代际关系

移动通信技术的演进遵循着清晰的代际规律，每一代技术都在前一代的基础上实现能力跃升，同时孕育下一代技术的雏形。回顾移动通信发展史，每一代技术大约以十年为周期完成从基础研究到规模商用的完整生命周期。2G 实现了从模拟到数字的跨越，奠定了移动通信的基础能力；3G 开启了移动互联网时代，让数据业务成为可能；4G 通过全 IP 架构和 OFDM 技术，真正释放了移动宽带潜力；5G 则将连接对象从人扩展到万物，开启了产业互联网的新篇章。

当前，我们正处于 5G 规模化商用与 5G-A 加速部署的关键节点，而 6G 的技术预研和标准制定也已全面启动。这三代技术并非简单的替代关系，而是在时间轴上相互重叠、在能力上梯次递进、在场景上互补共存的复杂演进格局。

## （一）5G：万物互联的奠基者

第五代移动通信（5G）于 2019 年正式商用，其核心使命是满足增强移动宽带、海量机器类通信和超高可靠低时延通信三大基础场景需求。与 4G 相比，5G 在峰值速率（10-20Gbps）、时延（1 毫秒量级）和连接密度（每平方公里 100 万台设备）等关键指标上实现了数量级提升。

5G 的技术架构具有两个显著特征：一是采用服务化架构（SBA），实现了网络功能的灵活编排和切片；二是大规模 MIMO 和毫米波技术的引入，显著提升了频谱效率。这些技术创新使 5G 能够支撑工业互联网、车联网、远程医疗等垂直行业的初步数字化转型需求。

然而，5G 在实际部署中也暴露出一些能力短板。例如，在复杂工业环境中，5G 的确定性时延保障能力仍显不足；在偏远地区，地面基站的覆盖成本过高；在能耗方面，5G 基站的功耗较 4G 有显著增加。这些局限性为 5G-A 和 6G 的发展提供了明确的改进方向。

## （二）5G-A：承上启下的关键过渡

5G-Advanced（5G-A，亦称 5.5G）是 5G 向 6G 演进的重要过渡阶段，于 2024 年进入商用部署期。它在继承 5G 核心能力的基础上，实现了网络性能的十倍提升，并引入了通感一体、无源物联、空天地一体等全新能力。

具体而言，5G-A 的峰值速率可达下行 10Gbps、上行 1Gbps，用

用户体验速率较 5G 提升 10 倍，迈向 Gbps 级别的连续覆盖体验。在时延方面，5G-A 将确定性能力从 10 毫秒级向 1 毫秒级推进，为工业控制等对时延敏感的应用提供了更可靠的保障。在连接能力上，5G-A 从百亿连接迈向千亿连接，通过引入无源物联网技术，实现了对微型、低成本、免维护传感器的支持。

更重要的是，5G-A 承担了为 6G 进行技术验证和产业铺垫的战略使命。以通感一体化为例，5G-A 通过将通信基站升级为感知节点，实现了对周边环境的雷达式探测能力。这一技术在低空经济领域已有实际应用：通信基站可以实时追踪无人机的位置、速度和航迹，替代部分传统雷达功能，大幅降低空域管理的部署成本。这一应用场景的验证，为 6G 时代通信感知深度融合奠定了产业基础。

再以空天地一体化为例，5G-A 实现了手机直连卫星的突破，使用户在偏远地区也能保持基本通信能力。虽然当前的卫星连接速率和时延还无法与地面网络媲美，但这一技术路线已在 5G-A 阶段得到验证，为 6G 时代构建真正的全球无缝覆盖网络积累了宝贵经验。

### （三）6G：万物智联的变革者

第六代移动通信（6G）预计将于 2030 年前后启动商用，其代际定位是下一代革命性信息基础设施，核心愿景是实现从“万物互联”向“万物智联”的范式跃迁。这种跃迁体现在三个层面：

第一，连接对象的质变。5G 实现了人、机、物的连接，而 6G 将进一步拓展至具备自主交互能力的智能体。这意味着网络不仅要传输数据，还要理解语义、支持智能决策。例如，在智能工厂中，6G 网络将直接参与生产调度：当某台设备检测到异常振动时，网络能够自动识别故障类型，协调备用设备接管任务，并通知维护人员——整个过程无需人工干预。

第二，能力维度的扩展。6G 将通信、感知、计算、人工智能、安全等多维能力进行原生深度融合，构建“通感算智一体化”的新型网络架构。以自动驾驶为例，6G 网络不仅要为车辆提供低时延的数据传输（通信），还要实时感知周边道路环境和交通态势（感知），在边缘节点完成轨迹规划和风险预判（计算与 AI），并确保指令传输的不可篡改（安全）。这种多能力协同是 5G 和 5G-A 无法实现的。

第三，覆盖范围的立体化。6G 将构建空、天、地、海一体化的三维立体网络，实现真正的全域无缝覆盖。与 5G-A 的有限卫星覆盖不同，6G 的低轨卫星星座将与地面网络深度融合，用户在不同覆盖区域之间的切换将完全无感知。想象一艘远洋货轮：在港口时接入地面 5G/6G 网络，出港后自动切换至卫星连接，全程保持高清视频通信和远程设备监控——这种体验在 6G 时代将成为常态。

#### （四）三代技术的对比与衔接

为了更直观地理解三代技术的差异，可以从几个关键维度进行对比：

在峰值速率方面，5G 的理论峰值速率约为 20Gbps，但现网典型用户体验速率在 1Gbps 左右；5G-A 将这一能力显著增强，致力于实现下行 10Gbps、上行 1Gbps 的“万兆”体验，理论峰值更可达 30Gbps 以上；而 6G 将进一步突破物理极限，目标峰值速率将达到 1Tbps（1000Gbps），真正实现光纤级别的无线传输能力。这意味着下载一部大小为 50GB 的超高清 4K 电影，在现有 5G 网络下可能需要数分钟，在 5G-A 网络下将压缩至数十秒，而在 6G 网络下仅需数秒甚至瞬间完成。这种数量级的飞跃，不仅是速度的提升，更是为全息通信、数字孪生等海量数据实时交互应用奠定了坚实基础。

在时延方面，5G 技术确立了空口用户面时延 1 毫秒的理论目标，

为远程控制和工业自动化打开了大门，但在复杂网络环境下的稳定性仍有提升空间。进入 5G-A 阶段，技术重点转向了确定性时延能力的构建，不仅能维持 1 毫秒级的空口时延，更能将端到端时延的抖动控制在微秒级别，确保关键业务在任何网络负载下都能获得可承诺的低时延服务，真正满足高端工业制造和电网差动保护等严苛需求。6G 则将时延指标进一步压缩至 0.1 毫秒（100 微秒）的亚毫秒级，旨在构建支持“触觉互联网”的神经级响应网络。以远程手术为例，现有的 5G 网络虽然能传输高清视频，但在进行需要精细力反馈的操作（如缝合血管）时，几十毫秒的端到端延迟仍可能导致医生手感不同步，存在安全隐患。而在 6G 网络下，0.1 毫秒的空口时延配合边缘智能计算，可以实现医生操作与机械臂动作、触觉反馈的几乎零同步延迟，让医生在千里之外也能拥有如同在现场般的“手眼合一”体验，从而使得跨洲际的高难度实时远程手术成为常态。此外，这种极致低时延还将赋能全息交互、分布式机器人群组协同等全新应用场景，彻底改变人机交互的时空界限。

在连接密度方面，5G 标准确立了每平方公里支持 100 万台设备的连接密度目标，成功满足了智慧城市中智能电表、监控摄像头等大规模传感器的接入需求，奠定了万物互联的基础。5G-A 通过引入无源物联网技术实现关键突破，在单平方公里的物理密度上提升至千万级，并推动全球连接总规模从百亿级迈向千亿级。6G 则将连接密度进一步推向极致，目标达到每平方公里 1000 万至 1 亿台设备，不仅传统的电子设备，包括尘埃大小的环境传感器、生物体内的纳米监测器以及构建数字孪生城市所需的亿万个虚拟映射点，都将实时在线。

在频谱使用方面，5G 主要使用 Sub-6GHz 和毫米波（24-100GHz），其中低频段凭借优异的穿透力承担广覆盖重任，而高频毫米波则利用

大带宽特性在热点区域提供极致速率。5G-A 扩展至 6GHz (U6G) 等中频资源，提升网络容量与能效。6G 则将重点开发 7-15GHz 厘米波 (FR3) 新频段，有效填补低频容量不足与毫米波覆盖受限之间的空白；同时全面开发利用 0.1THz 至 10THz 的太赫兹频段和可见光通信。太赫兹频段拥有比毫米波宽数十倍的频谱资源，是实现 6G 太比特级峰值速率的核心基石。以未来智慧工厂为例，5G 网络可支持高清视频监控与云化 AGV 调度，5G-A 网络可实现全厂设备的无线化控制与 AR 巡检，6G 网络则能支持数百个 8K 全息投影工位的同时在线与数字孪生应用，并通过可见光通信补充室内高带宽需求。

表 1 5G、5G-A、6G 代际关系及核心要素对比

对比维度	5G	5G-A	6G
代际定位	<b>基础代：</b> 开启万物互联时代，奠定移动互联网向产业互联网拓展的基础	<b>增强代：</b> 5G 向 6G 演进的必经之路，承担能力增强与场景探索的双重使命	<b>变革代：</b> 下一代革命性信息基础设施，实现从“万物互联”到“万物智联”的范式跃迁
峰值速率	10-20Gbps (毫米波频段)	下行 10Gbps(万兆)、上行 1Gbps (千兆)量级	100Gbps 至 1Tbps (太比特每秒)量级
用户体验速率	100Mbps-1Gbps	较 5G 提升 10 倍，迈向 Gbps 连续体验	10-100Gbps (光纤级体验)
时延	1 毫秒量级	从 10 毫秒级向 1 毫秒级演进，确定性能力增强	0.1 毫秒 (亚毫秒级)量级
连接密度	每平方公里 100 万台设备	从百亿连接迈向千亿连接，引入无源物	每平方公里 1000 万至 1 亿台设备

对比维度	5G	5G-A	6G
		联网技术	
关键频谱	Sub-6GHz 与毫米波（24-100GHz）	扩展使用 6GHz 等中频资源，深化毫米波应用	太赫兹频段（0.1-10THz）、可见光通信，全频谱利用
覆盖范围	以地面基站为主，存在偏远地区覆盖盲区	启动空天地一体技术验证与试点，实现手机直连卫星等有限场景覆盖	空、天、地、海一体化三维立体网络，实现全域无缝覆盖
网络架构	基于服务化架构，支持网络切片	服务化架构增强，向 L4 级自动驾驶网络演进	AI 原生架构，内生智能，支持通感算智一体化服务
核心技术特征	大规模 MIMO、网络切片、边缘计算	超大带宽与 ELAA、通感一体、RedCap（轻量化）、无源物联网、确定性网络	太赫兹通信、智能超表面、通感算智融合、语义通信、量子安全集成

资料来源：公开资料，深企投产业研究院整理。

需要强调的是，三代技术并非简单的线性替代关系。在 6G 商用初期，5G 网络仍将在广域覆盖中发挥基础作用，5G-A 网络将承担热点区域的高性能服务，而 6G 网络则率先在特定场景（如工业园区、交通枢纽）部署。这种多代际网络长期共存、协同服务的格局，是移动通信产业发展的常态。

### 三、6G 网络建设周期及进展

每一代移动通信网络的成熟与规模化商用均遵循标准化的技术生命周期，该生命周期通常包含愿景定义、基础研究、标准制定、试

验验证、专利布局及产业化部署等关键阶段。第六代移动通信（6G）的技术演进同样遵循这一范式，但在技术复杂度、融合深度及应用场景边界等方面呈现出更为显著的阶段性特征。目前，全球 6G 的研发与标准化工作已全面启动，预计至 2030 年前后完成国际标准并启动首批商用部署。

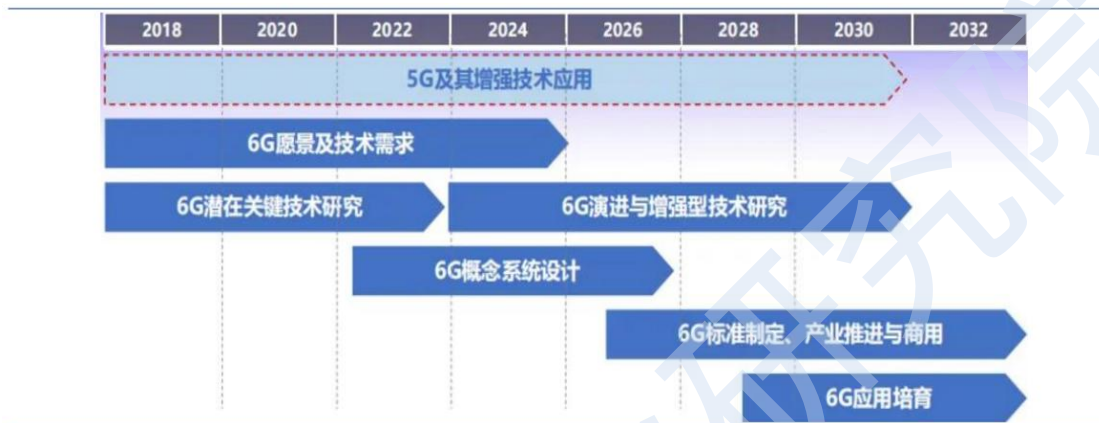


图 3 全球 6G 网络建设周期

资料来源：刘光毅《6G:从通信到多能力融合的变革》，中国银河证券研究院。

### 1. 愿景共识与需求定义阶段（约 2020—2025 年）

此阶段是 6G 发展的顶层设计与方向锚定时期。核心任务是在全球范围内，凝聚产业界、学术界及各国政府对于 6G 未来愿景、社会价值、典型应用场景及关键能力指标的共识。国际层面，以国际电信联盟（ITU）为核心平台，通过其无线电通信部门（ITU-R）的工作组会议，组织全球研讨，发布《IMT 面向 2030 及未来发展的框架和总体目标建议书》，标志着全球 6G 愿景框架已初步统一。各主要经济体及领先企业同步启动前瞻性研究。例如，我国于 2019 年成立 IMT-2030（6G）推进组，美国组建 Next G 联盟，欧盟启动 Hexa-X 旗舰项目等，纷纷发布白皮书、路线图，开展早期需求挖掘与技术趋势研判，为后续研发奠定基础。

## 2. 关键技术研究与概念验证阶段（约 2022 年—2027 年）

在愿景指引下，重点聚焦太赫兹通信、通信感知一体化、内生智能网络架构、空天地一体化组网、智能超表面、新型编码与波形等前沿领域开展基础理论与核心技术攻关，目标是识别并筛选出能够支撑 6G 愿景的核心技术方向，并通过实验室仿真、搭建原理样机、建设小规模外场试验环境等方式验证技术的可行性。该阶段是技术路线收敛的关键期，预计将持续至 2027 年前后。

## 3. 国际标准制定阶段（约 2025 年—2029 年）

标准是全球产业协同与规模商用的基石。此阶段由全球核心标准组织 3GPP 主导，将经过研究充分的关键技术转化为全球统一国际标准规范。2025 年 6 月，3GPP 第 108 次全体会议正式批准了 Release 20 的第一批技术预研项目，代表 6G 正式进入国际标准研究阶段。根据 3GPP 规划，首个完整的 6G 标准版本（预计为 3GPP Release 21）计划于 2028 年底至 2029 年初完成冻结，涵盖无线空口、网络架构、核心网、协议、安全等全方位的 6G 技术规范。国际标准的制定过程将持续数年，涉及频繁的技术讨论、提案提交、评估与融合。

## 4. 系统组网试验与产品研发阶段（约 2027 年—2030 年）

在标准逐步明晰的基础上，此阶段从单点技术验证转向端到端系统级验证和预商用产品研发。重点研发 6G 原型系统或预商用设备，构建多厂商参与的试验网络，开展面向典型应用场景的系统组网测试、性能验证、互操作性测试及网络优化。具体而言，设备制造商、芯片供应商、终端厂商等产业链各环节加速推进产品化研发，为规模商用储备硬件与软件能力；运营商开始规划网络演进策略、进行频谱准备和商业模式的初步探索。

## 5. 专利化与产业化商用部署阶段（约 2030 年及以后）

在整个研发与标准化过程中，各参与方积极将核心技术成果申请专利，构建知识产权体系，争夺未来产业竞争的战略制高点。预计在 2030 年前后，随着国际标准完全成熟、产业链关键环节具备量产能力、频谱资源完成全球或区域划分，首批 6G 商用网络将在全球领先区域陆续投入部署；初期可能以热点覆盖、特定场景应用为先导，随后逐步扩大网络覆盖范围和服务领域。随着网络覆盖的完善和终端设备的普及，基于 6G 网络特性的创新应用将蓬勃涌现，催生新的商业模式，赋能千行百业的数字化转型，最终实现“万物智联、数字孪生”的愿景，并开启新一轮的技术演进循环。

02

# 重点领域格局



从 5G 向 6G 演进，通信产业正经历从底层材料到核心芯片的结构性重塑。随着频谱向毫米波与太赫兹延伸，传统硅基方案逼近物理极限，氮化镓、磷化铟等化合物半导体成为射频前端的关键支撑，直接决定系统性能上限。与此同时，基带算力需求激增，太赫兹收发、光电融合等新型芯片品类涌现，国产自主可控持续推进。

## 一、产业链整体变革

6G 产业链延续了 5G 时代确立的“基础硬件-网络运营-应用服务”三层架构，但每一层的内涵都因技术范式的革新而得到了极大地拓展与深化。产业链上游涵盖基础材料、核心芯片、关键元器件及基础软件四大板块。中游环节聚焦于网络设备制造、系统集成、网络规划、建设与运维，将上游元器件转化为可部署的通信基础设施，构建空地海立体化覆盖的网络系统。下游为终端与应用服务，涵盖各类垂直行业应用。这种对经典“云管端”协同逻辑的继承，不仅确保了既有供应链资源的有效利用，也使得全球通信产业能够在成熟的协作模式下集中资源攻克新一代技术难题，避免了产业生态出现断裂式重构带来的巨大风险。

与 5G 相比，6G 产业链的复杂性源于立体化网络与 AI 原生新范式的引入，其内涵不仅拓展至卫星通信、智能超表面（RIS）、太赫兹通信等全新领域，更推动了基础硬件层面的深度重构，高端射频材料、6G 芯片、新型功能材料、基站设备、高端仪器仪表、基础仿真软件等核心环节呈现显著变化。

### （一）上游材料器件与工具变革

**上游基础层的变革最为剧烈。**太赫兹频段的应用与立体组网需求。促使材料科学与芯片设计面临全面升级，具体体现在以下三个维度：

**一是基础材料体系迭代。**为突破太赫兹频段的高损耗与高功率传输瓶颈，传统硅基方案正加速让位于高性能化合物半导体与新型功能材料。化合物半导体方面，氮化镓（GaN）、磷化铟（InP）及砷化镓（GaAs）凭借高电子迁移率和高击穿电压，成为射频器件、功率放大器及太赫兹前端的核心支撑，碳化硅（SiC）则主要作为 GaN 器件的关键散热衬底及基站高效电源管理材料发挥重要作用。新型封装与基材方面，适用于高频低损耗场景的新型封装材料、高频 PCB 基材（如 LCP、PTFE）以及薄膜铌酸锂（TFLN）等光电融合材料需求激增。这一材料体系的切换，直接导致 5G 时代常用的部分低频段射频滤波器需求相对萎缩，而高频电磁材料与光子材料则跃升为产业价值新高地。

**二是核心芯片品类的结构性重塑。**芯片作为 6G 系统的算力与信号处理中枢，其价值量占比显著提升。新增核心品类包括面向太赫兹/毫米波通信的射频前端芯片、专用 AI 加速芯片以及超高速数据转换芯片（ADC/DAC），它们共同构成了支撑全域覆盖与通感算智一体的硬件基石；传统演进品类如基带芯片与光模块控制芯片，则向更高集成度与更低功耗方向演进。这些芯片国产化挑战依然严峻，将是当前技术攻关的主要瓶颈。

**三是关键元器件与工具体系的协同突围。**关键元器件方面，可编程超表面单元、高性能滤波器、功率放大器、大规模天线阵列及高速光模块的性能直接决定了系统整体表现，需与新材料工艺深度耦合。而在使能工具层面，材料与芯片的物理创新，必须依托于自主可控的仿真设计软件平台与测试验证装备，基础软件平台包括 EDA 设计工具、电磁仿真软件、系统级仿真平台等，测试仪器包括频谱分析仪、信号发生器、网络分析仪、信道模拟器及太赫兹测试系统等。目前，

这些领域仍基本被国外巨头垄断，是制约 6G 芯片设计与系统验证的关键短板。

## （二）中游设备与系统集成变革

中游设备与系统集成环节实现了从单一地面覆盖向立体化网络构建的跨越式升级，不仅包含传统地面基站、传输设备、接入网与核心网的部署，更将低轨卫星、高空平台及深海中继设备纳入核心范畴，构建覆盖空天海陆的全域网络。

一是地面基站设备向超大规模 MIMO 与 AI 原生架构深度演进。太赫兹宏基站、无蜂窝基站及通感一体化基站等新型基站形态加速涌现，6G 地面基站设备在 5G 大规模天线阵列基础上向通道数更多、集成度更高的超大规模 MIMO 方向发展，基站设备普遍内置 AI 单元以支持实时智能调度，使基站从单纯的通信节点转变为具备环境感知与边缘计算能力的智能节点，同时传统单一功能的宏基站逐渐被宏微协同、通感一体的新型复合站点所取代，支撑全域覆盖与通感算智融合的网络需求。

二是智能超表面（RIS）设备作为关键创新纳入网络架构核心。万级振子电磁透镜等新型电磁调控设备与 RIS 协同部署，智能超表面技术将天线从被动部件变为可编程的智能电磁环境调控器，通过软件编程实时调控每个单元对入射电磁波的反射相位和幅度，从而重塑无线信道环境，解决高频段覆盖盲区问题，成为 6G 网络实现高效覆盖与低功耗传输的关键设备，显著提升信号质量与网络效率。

三是立体化网络设备成为中游核心增量。6G 网络从单一地面覆盖向空天地海立体化演进，航天航空与卫星互联网领域的整星制造（低轨、中轨、高轨卫星）、卫星通信载荷、星载相控阵天线、激光星间链路终端、卫星地面站、星地融合通信设备、高空平台（无人机、

飞艇)通信系统以及深海探测中继设备等成为装备体系新增长点,形成空域、天际、陆地与海洋多维协同的异构融合网络。

**四是测试验证与仿真平台体系成为中游重要基础设施。**6G 概念验证中心、通智融合测试验证平台、光子太赫兹实时无线传输试验系统、端到端共性试验平台及空天地一体化测试仪器等加速建设,承担技术验证、中试熟化与标准测试功能,为芯片器件、基站设备、终端产品提供从研发到商用的全链条验证能力,其中通感一体化测试仪器、通信智能化测试仪器及太赫兹测试设备成为关键攻关方向。

### (三) 下游终端和应用生态变革

下游产业生态从消费级通信向全行业智能互联全面升级,终端形态更加多元,应用场景持续深化,推动产业链价值从网络建设向应用服务转移。

**一是终端设备从单一手机向全场景智能装备拓展。**6G 时代的终端形态突破传统智能手机的局限,形成覆盖消费、工业、交通等多领域的设备矩阵。在个人消费领域,支持全息影像通话的智能手机、虚拟现实与增强现实头显、智能眼镜及各类可穿戴设备成为新的交互入口;在交通出行领域,具备卫星直连和车路协同功能的车载终端、自动驾驶汽车、各类无人机、飞行汽车及无人配送车成为移动网络的重要节点;在工业生产领域,集成传感与计算能力的工业网关、数字孪生终端、机器人控制设备及行业专用通信模组逐步替代传统单一功能的物联网设备,支撑工厂的实时监控与远程操控;在特殊环境领域,面向海洋、极地、高空等极端环境的卫星通信终端、深海探测装备及应急通信设备补齐了全球无缝覆盖的短板。这些新型终端普遍具备通信、感知与本地智能计算的综合能力,从单纯的信息收发工具转变为能够自主决策的智能体。

二是行业应用场景从单点试点向规模商用渗透。6G 网络通过提供更大的带宽、更低的时延和更高的可靠性，推动应用场景从消费互联网向产业互联网全面延伸。在智能制造领域，数字孪生工厂实现生产线的实时映射与远程精准操控，使柔性制造成为可能；在智慧交通领域，车路云一体化系统支撑高级别自动驾驶、低空飞行管控与全息导航服务；在医疗健康领域，远程手术、多模态健康监测与医疗机器人重塑诊疗模式；在智慧城市建设领域，城市级物联网与三维建模融合，实现城市运行状态的动态推演与智能治理；在能源领域，分布式能源的精准调度与电网故障的预测性维护成为现实；在文化娱乐领域，全息现场演出、沉浸式教育与元宇宙商务突破物理空间限制。这些深入行业的应用推动产业链价值重心从网络管道向解决方案集成与数据运营服务转移。

三是运营主体与服务模式向平台化方向演进。电信运营商的角色从单纯的基础设施提供商转变为数字生态的使能平台，通过开放网络切片、边缘计算与人工智能能力接口，为不同行业提供定制化的网络服务。与此同时，工业互联网平台、车联网运营平台、低空飞行服务平台及元宇宙内容平台成为连接网络能力与行业需求的关键中介，构建起平台型经济新模式。价值分配机制随之调整，传统的通信管道收入占比相对下降，而基于网络能力开放的使能服务、行业专属解决方案及数据增值服务成为产业链新的利润增长极，推动价值创造向平台层与应用层持续集聚。

## 二、高端射频材料行业格局

化合物半导体为 6G 射频器件的核心材料。射频前端作为无线通信信号的“收发门户”，其性能直接决定了 6G 网络的覆盖、容量与能效，而化合物半导体材料是支撑其实现高频、高功率、高效率工作的

物理基石。从材料代际来看，随着 6G 向毫米波与太赫兹频段演进，传统硅基材料的性能已接近物理极限，第一代元素半导体材料如硅和锗已难以满足 6G 高频、高功率的应用需求。第二代化合物半导体材料如砷化镓、磷化铟在高频性能方面表现优异。第三代宽禁带材料如碳化硅、氮化镓、氮化铝、氧化镓等则在耐高压、耐高温、高效率方面具有显著优势。

目前，角逐 6G 射频前端的主体材料包括氮化镓、砷化镓、磷化铟与锗化硅，它们凭借不同的物理特性，在技术路线图上呈现出互补与竞争的复杂关系。

**表 2 不同化合物半导体在 6G 通信射频中的应用比较**

类型	性能优势	缺点	6G 应用领域
氮化镓 (GaN)	宽禁带、高击穿场强，适合高频、高功率应用；能够实现高能量效率和高线性输出。	缺乏成熟块状衬底，需在碳化硅、硅或金刚石等异质衬底上生长；对材料热导率和长晶工艺要求极高。	毫米波/太赫兹基站大规模天线阵列功率放大器(高功率发射端核心器件)
砷化镓 (GaAs)	高频模拟电路平衡性卓越；输出功率中等但工作速度高；噪声性能优异；相位噪声和线性度极佳。	晶圆尺寸相对较小，制造成本较高；集成度提升受限。	压控振荡器 (VCO)、混频器以及超高速低噪声放大器 (LNA)、高性能接收与信号处理模块
磷化铟 (InP)	电子迁移率和饱和速度最高，适合超高频通信；截止频率极高，传输损耗极低；是太赫兹频段理论	成本极其高昂(材料及制造工艺均显著高于 GaN 和 GaAs)；大规模制备技术不成熟；	100GHz 以上及太赫兹频段核心器件、高速激光器、光电探测器、毫米波高端芯片、超高频前端模

类型	性能优势	缺点	6G 应用领域
	性能最优解。	产业化程度低。	块、军事/航天特种通信器件
锗化硅 (SiGe)	与硅基工艺完美兼容；集成度极高，成本低；可单芯片集成射频、数字基带及控制电路；工作速度快。	单位晶体管的输出功率较低（相较于 III-V 族化合物半导体）；高功率应用场景受限。	大规模毫米波阵列天线收发组件（利用高集成度降低系统复杂度与成本的通道级芯片）

资料来源：公开资料，深企投产业研究院整理。

### （一）氮化镓

氮化镓材料拥有宽禁带、高击穿场强的突出优势，非常适合高频、高功率应用场景。这使得基于氮化镓的高电子迁移率晶体管在 6G 基站的大规模天线阵列功率放大器中，成为实现高能量效率和高线性输出的近乎唯一选择，对于 6G 毫米波和太赫兹通信至关重要。然而，氮化镓材料本身也存在技术挑战，例如缺乏成熟的块状衬底，通常需要在碳化硅、硅或金刚石等异质衬底上生长，这对材料的热导率和长晶工艺提出了极高要求。当前技术判断认为，氮化镓在 6G 时代的高功率优势仍将延续，其竞争焦点在于如何进一步提升工作频率、改善热管理并降低成本。

全球氮化镓射频器件市场主要由欧美日企业主导，国际主要企业包括美国 Qorvo、美国 Skyworks、德国英飞凌、美国 MACOM（收购 Wolfspeed 射频业务）、荷兰恩智浦 NXP、日本住友电工、韩国三星、美国相干 Coherent 等，国产替代企业主要有华为海思（Fabless 模式）、三安光电（IDM 模式）、成都海威华芯（代工）、中瓷电子（河北博威集成，IDM）、中电国基南方/南京国盛电子（中电 55

所，IDM）、苏州能讯高能（IDM）等。

## （二）砷化镓

砷化镓以其在高频模拟电路中的卓越平衡性，持续主导高性能射频模块市场。砷化镓是第二代半导体材料的代表，在移动通信射频领域已有数十年的深厚积累。其材料特性决定了它非常适合制造输出功率中等、工作速度快、噪声性能优异的射频器件。特别是在要求良好相位噪声和线性度的压控振荡器、混频器以及超高速低噪声放大器中，砷化镓目前仍难以被完全替代。尽管砷化镓晶圆尺寸相对较小，成本较高，但在对性能极端敏感的高端射频前端模块中，它依然是无可争议的主力材料。其市场地位稳固，竞争主要围绕工艺优化提升集成度和良率展开。

砷化镓衬底材料海外主要企业包括日本住友电工、美国 AXT、德国 Freiberger Compound Materials（FCM）等，国内主要企业包括广东先导微电子（先导稀材子公司，LED 用砷化镓衬底产能最大，并实现 8 英寸砷化镓衬底量产）、北京通美晶体（AXT 子公司）、云南锗业（A 股）、浙江康鹏半导体、中科晶电等。砷化镓外延片海外主要厂商包括英国 IQE、中国台湾全新光电（VPEC）、日本住友电工、日本 SCIOCS、美国高意 Coherent、中国台湾英特磊 IntelliEPI 等，国内主要厂商包括三安光电、海威华芯、乾照光电、河北普兴电子（中电科 13 所）、中电晶华（天津，中电科 46 所）等。

## （三）磷化铟

磷化铟被视为突破毫米波与太赫兹通信瓶颈的未来之星。在所有主流半导体材料中，磷化铟拥有最高的电子迁移率和饱和速度，这一特性使其非常适合超高频通信，也是制造高速激光器、探测器和毫米

波器件的理想材料。对于 6G 探索的 100GHz 以上乃至太赫兹频段，磷化铟器件能够实现更高的截止频率和更低的传输损耗，是理论上性能最优的高频核心解决方案。然而，其产业化面临的最大障碍在于高昂的成本。无论是材料本身还是配套的制造工艺，磷化铟都比氮化镓和砷化镓更为昂贵。若未来在成本控制和大规模制备技术上取得突破，磷化铟有望在 6G 的超高频前端应用中迎头赶上，甚至成为特定细分领域的颠覆者。目前，它更多处于前沿研究和特定军事、航天应用阶段。

日本 NTT 集团早在 2020 年就基于磷化铟化合物半导体，在 300GHz 频段实现了单载波 100Gbps 的传输实验；2025 年 6 月，NTT 联合冲电气工业（OKI）再次取得重大突破，利用 OKI 独有的晶体薄膜键合（CFB），成功将磷化铟制成的单向载流子光电二极管（UTC-PD）与碳化硅（SiC）基底结合，键合良率从传统工艺的 50% 提升至近 100%，攻克高功率太赫兹器件量产难题，两家公司计划于 2026 财年启动量产。衬底方面，日本住友电工和美国 AXT（中国基地为北京通美）是全球磷化铟衬底的主要供应商，基本垄断全球 6 英寸衬底的产能。

我国虽拥有全球近八成的铟资源优势，但在高纯磷化铟衬底及外延片方面曾长期依赖进口。目前，我国在磷化铟衬底材料主要企业包括云南锗业（A 股）、有研新材（A 股）、广东先导微电子（先导稀材子公司）等，主要供应 2-4 英寸衬底材料。云南锗业旗下鑫耀半导体是国内磷化铟衬底的龙头，截至 2025 年，公司已建成 15 万片/年（2-4 英寸）产能，并于 2025 年 8 月联合九峰山实验室成功攻克 6 英寸磷化铟基 PIN 结构探测器和 FP 结构激光器外延生长工艺，6 英寸衬底处于小批量试产销售阶段。广东先导微电子完成空间太阳能电池和航空器用 6 英寸磷化铟衬底量产，成为国内首家实现 6 英寸磷化

钢衬底量产的企业。

磷化铟外延片（芯片）主要光通信芯片，包括 FP、DFB、EML 边发射激光器芯片和 PIN、APD 探测器芯片，国际主要厂商包括美国高意 Coherent（整合了 II-VI、Finisar）、美国朗美通 Lumentum（收购了 Oclaro、Neo Photonics）、美国博通 Broadcom（整合 Avago）、日本住友电工、日本三菱电机、美国马科姆 MACOM、美国 AAOI、美国 Acacia、日本古河电工等，国内主要厂商包括华为海思、源杰科技（A 股）、光迅科技（A 股）、华工科技（A 股）、长光华芯（A 股）、海信宽带（A 股）、仕佳光子（A 股）、三安光电（A 股）、武汉云岭光电、武汉敏芯半导体等。

#### （四）锗化硅

锗化硅依靠其与硅基工艺的完美兼容性，主打高集成度与低成本解决方案。锗化硅的本质是在硅衬底上生长锗硅合金，这一技术路线使其能够最大限度地利用成熟的硅基集成电路制造生态。其核心优势在于极高的集成能力，可以方便地将射频前端与数字基带、控制电路等集成在同一芯片上，非常适合对成本敏感、通道数众多的毫米波阵列天线应用。虽然锗化硅晶体管的单位输出功率较低，但其工作速度极快，且在实现复杂模拟和射频电路方面具有独特优势。在天线通道数大幅增加的 6G 时代，锗化硅技术为降低大规模天线系统的整体复杂度和成本提供了重要路径。

锗化硅半导体生产厂商以硅基半导体代工和 IDM 厂商为主，国际厂商主要有美国格罗方德、以色列高塔半导体、德国英飞凌、意法半导体、荷兰恩智浦等，国内主要厂商包括华虹半导体、中芯国际、中电科 13 所/55 所等。

## 三、6G 芯片重点领域行业格局

### （一）基带芯片

基站基带芯片是通信设备的数字信号处理核心，负责完成信道编解码、调制解调、协议处理等关键功能。与手机基带芯片不同，基站基带芯片对算力、实时性、功耗和可靠性的要求极高，通常采用 ASIC（专用集成电路）或高性能 FPGA+ASIC 的异构架构。6G 基带芯片需要支持更高的数据传输速率、更低的处理时延、更强的 AI 计算能力，同时还要满足空天地一体化网络的复杂协议要求。与 5G 相比，6G 基带芯片的算力需求将提升 10 倍以上，功耗控制面临更大挑战。

全球 5G 宏基站的基带芯片以设备厂商如华为、中兴、爱立信等自研 ASIC 芯片为主。基站基带芯片外供厂商主要有英特尔（逐步退出）、美满电子、高通等，向设备商（如三星、NEC 等）提供通用或半定制的基带芯片，主要应用于开放式 RAN（O-RAN）架构和部分小基站场景。国内小基站基带芯片厂商主要有比科奇、易科奇、几维通信等。

华为、中兴已具备 7nm 基站基带芯片自研能力，在复杂的外部环境下，先进制程（7nm 及以下）的自主可控体系正持续完善与深化。伴随 5G-A 商用部署及 6G 预研深入，基带架构正加速向 5nm 乃至更先进节点演进，亟需凝聚国产先进制程制造与全产业链协同之力，共同推动关键领域的实质性跃升。

### （二）太赫兹/毫米波核心芯片

太赫兹波指频率在 0.1 至 10THz 范围内的电磁波，兼具微波与光波的特性，具有带宽大、方向性好、穿透性强等优点，是 6G 实现超高速通信的关键频段。由于太赫兹信号频率极高，传统纯电子芯片面

临严重的路径损耗、噪声累积和工艺极限挑战，因此全球研发团队正在探索新材料与新架构以实现突破。

太赫兹/毫米波核心芯片是 6G 区别于 5G 的关键增量，包括太赫兹收发芯片、毫米波相控阵芯片、波束成形芯片等。这一领域尚处于技术攻关阶段，全球尚无成熟商用产品。美国 DARPA、欧盟 Horizon Europe 等已资助多项太赫兹芯片研发项目，IBM、英特尔、三星等企业积极参与。我国紫金山实验室、中国电科、华为、中兴等机构已研制出太赫兹芯片原型，但在工作频率、输出功率、集成度等关键指标上与国际先进水平仍有差距。

2026 年 2 月，北京大学联合鹏城实验室等团队在《自然》发表光纤-无线一体化融合通信系统研究成果，在实验室环境下实现多项关键性能突破：超宽带集成光子器件带宽超 250GHz，光纤单通道传输速率达 512Gbps，太赫兹无线单通道传输速率达 400Gbps，可同步传输 86 路 8K 超高清视频。该系统基于国产集成光学工艺平台研制，核心器件(薄膜铌酸锂调制器、UTC-PD)有效带宽分别超 220GHz、250GHz，在高频信号转换领域取得重要进展，为 6G 光-电融合通信提供了可行技术路径。

03

# 全球市场竞逐



6G 市场规模及对其经济的贡献将远超 5G 时代。当前，全球主要经济体均已将 6G 研发上升为国家战略，美欧日韩在标准制定、频谱规划及核心技术攻关上加速布局，意图抢占未来产业制高点。我国凭借 5G 时代的规模化应用优势与政策引导，已在 6G 专利申请量、关键场景验证及原型机研制方面取得阶段性领先，但在高端射频器件、基础材料原创理论及全球生态协同上仍面临严峻挑战。面对激烈的国际竞争，亟需强化产学研用深度融合，集中力量突破核心元器件瓶颈，同时以开放姿态深度参与全球标准制定。通过统筹技术突破与产业落地，我国有望在 6G 时代巩固领先地位，利用泛在智能网络赋能数字经济，构建自主可控且具备全球竞争力的新一代通信产业生态。

## 一、6G 市场规模

6G 网络作为驱动未来社会全面智能化与数字化的核心引擎，其市场前景广阔，增长潜力巨大。根据中国信通院的研究，我国预计于 2030 年左右启动 6G 商业应用，到 2035 年将实现 6G 规模化商用部署，有望培育形成万亿元级的 6G 产业及应用市场。

**全球 6G 建设周期内产业链相关收入将显著超过 5G 时代。**根据 2020 年 IHS Markit 的报告，在 2020-2035 年的 15 年周期内，5G 价值链全球累计销售额（含网络设备、终端设备及服务）将达到约 3.8 万亿美元，由此带动的全球累计经济产出（GDP 贡献）达 13.1 万亿美元。目前业界对 6G 的直接市场规模预测因统计口径和时间跨度不同而存在较大差异，但普遍共识其规模将显著超越 5G。

从终端来看，6G 移动通信的连接对象从以人为主，扩展到涵盖人、机、物乃至具备自主交互能力的智能体，连接规模将实现指数级跃升。综合全球通信标准制定组织 3GPP、全球移动通信系统协会（GSMA）等机构的预测，到 2040 年，全球 6G 连接数（指基于公共

蜂窝网络且具备独立身份标识如 SIM/eSIM 的连接终端)有望超过 50 亿, 占全球 6G 连接总数(指商业移动蜂窝)的一半。根据我国 IMT-2030(6G)推进组(由中国信通院领导)发布的《6G 典型场景和关键能力白皮书》预测, 到 2040 年全球各类 6G 终端连接总数预计将突破千亿级别, 达到约 1216 亿台。这一规模较 2022 年的基准增长超过 30 倍, 如下图所示。

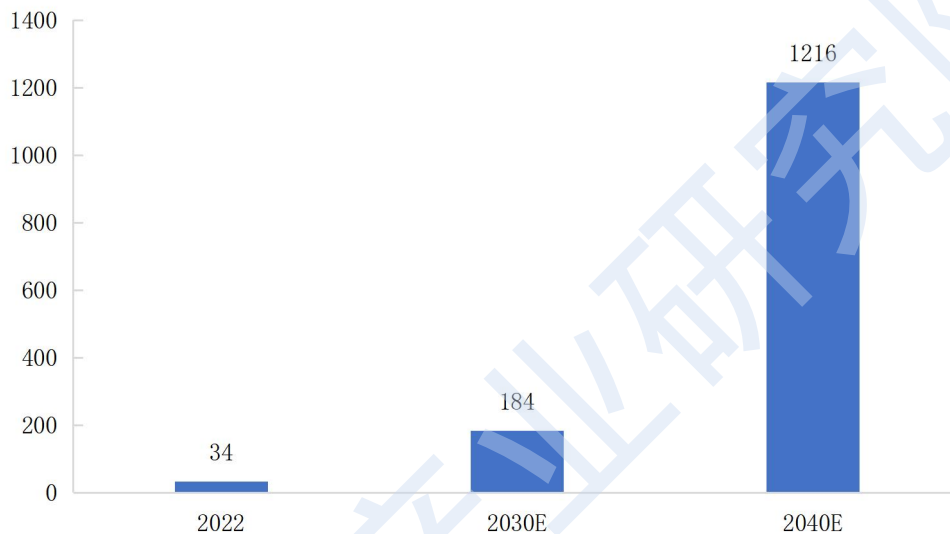


图 4 2022-2040 年 6G 终端连接数

资料来源: IMT-2030(6G)推进组《6G 典型场景和关键能力白皮书》, 深企投产业研究院整理。

从连接结构来看, 面向智能生活和工业生产的物联网终端将呈现爆发式增长, 占据绝对主导, 其连接数占总连接数的比例预计将超过 98%。其中, 工业物联网终端(服务于智能制造、能源、交通等领域)连接规模预计将超过 876 亿台, 成为驱动产业数字化的核心力量; 消费级物联网终端(智能家居、可穿戴设备等)连接规模也将达到 311 亿量级。同时支持沉浸式体验的 XR 设备、全息设备, 以及具备环境感知与自主决策能力的机器人、智能网联汽车等新型终端形态将快速普及, 成为贡献新增连接的重要来源, 预计到 2040 年规模将接近 7

亿台。智能手机保持稳定增长，预计 2040 年 6G 智能手机连接数为 22 亿台。

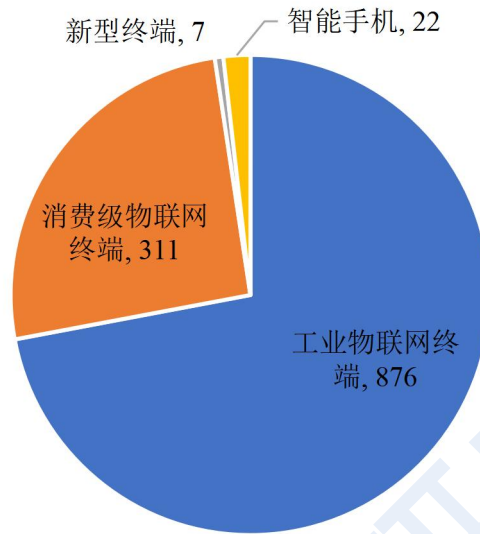


图 5 预计 2040 年 6G 终端连接结构（亿台）

资料来源：IMT-2030（6G）推进组《6G 典型场景和关键能力白皮书》，深企投产业研究院整理。

与连接数爆发相匹配的，是移动网络月均数据流量的井喷式增长。6G 网络超高带宽、超低时延及通感算融合的特性，将催生全息通信、数字孪生、沉浸式元宇宙等对数据吞吐量要求极高的革命性应用。根据《6G 典型场景和关键能力白皮书》预测，到 2040 年，全球 6G 网络的月均数据流量预计将攀升至约 5.85 万亿 GB，较 2022 年基准增长超过 130 倍。万亿级 GB 月均流量的市场空间，为网络基础设施的持续扩容升级、边缘计算服务的广泛部署以及数据存储与处理产业带来了前所未有的需求。

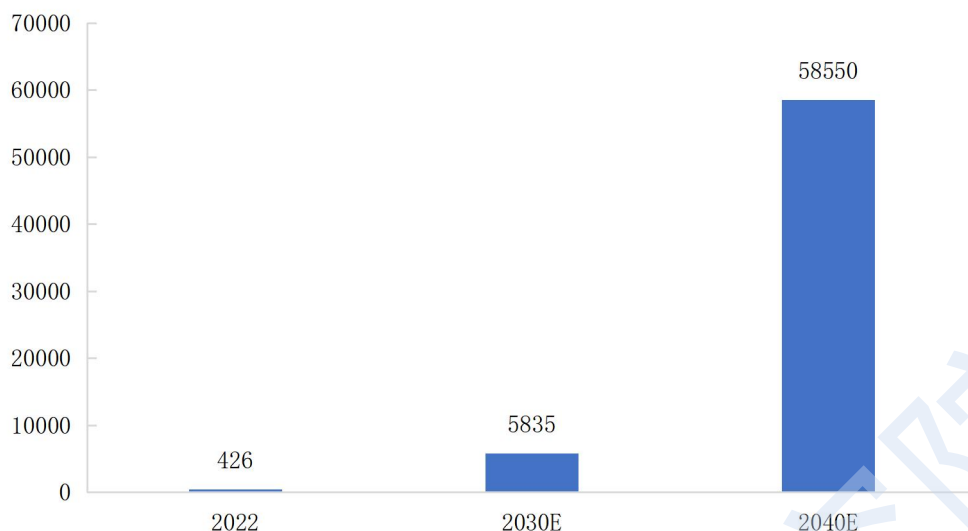


图 6 2022-2040 年 6G 终端月均数据流量（亿 GB）

资料来源：IMT-2030（6G）推进组《6G 典型场景和关键能力白皮书》，深企投产业研究院整理。

## 二、欧美日韩 6G 布局速览

在全球迈向 6G 时代的进程中，美国、欧洲、日本、韩国等主要发达经济体基于各自的产业禀赋和战略考量，已展开系统性布局。各国通过国家战略引领、政策法规保障、资金专项支持、产学研协同攻关等多种方式，竞相抢占技术制高点与标准话语权，旨在塑造未来十年的全球数字竞争格局。

### （一）美国

美国已将 6G 技术确立为维系其数字霸权与国家安全的核心战略支点，通过政策引导、顶层设计与国际规则输出构建了全方位的战略布局。

一方面，美国政府通过跨届政策工具推动 6G 战略布局。拜登政府时期，《芯片与科学法案》（2022 年 8 月签署）授权总计约 2800 亿美元，其中授权约 2000 亿美元用于扩大国家科学基金会（NSF）、

能源部（DOE）等机构的科学预算，这些预算中的一部分将定向用于 AI、量子 and 6G 等关键竞争领域。现任特朗普政府时期，《大而美法案》（2025 年 7 月签署）恢复联邦通信委员会（FCC）频谱拍卖授权，2025 年 12 月签署《赢得 6G 竞赛》总统备忘录，启动 7.125-7.4 GHz 等频段的联邦系统迁移计划，要求 12 个月内提交具体方案。《未来网络法案》要求 FCC 组建 6G 特别工作组，统筹技术标准与供应链安全。上述行政与立法举措共同将 6G 与人工智能的协同演进提升至类似“曼哈顿计划”的国家战略高度。

另一方面，美国积极联合澳大利亚、加拿大、捷克、芬兰、法国、日本、韩国、瑞典、英国合计 10 国发表《支持 6G 原则的联合声明》，试图在技术萌芽期便主导全球 6G 发展的价值观导向与规则体系，确保未来数字基础设施符合其地缘政治利益。

在实施路径上，美国采取“产业联盟驱动、频谱资源先行、供应链自主可控”的组合策略，加速技术落地与生态闭环构建。由电信行业解决方案联盟（ATIS）牵头成立的 Next G 联盟，已整合运营商、设备商及科技巨头力量，成为制定北美 6G 路线图与推动全球推广的核心枢纽。频谱方面，联邦通信委员会极具前瞻性地开放了 95GHz 至 3THz 的太赫兹频段用于实验，并持续释放中高频段资源，为空天地一体化网络扫清了管制障碍。此外，美国强力推动高端芯片与关键硬件的本土化制造或向可信盟友转移，并通过国防高级研究计划局（DARPA）等项目深化军民融合，利用“星链”等低轨卫星星座验证军事与民用技术的双向赋能，以此强化供应链韧性并加速技术迭代。

当前，美国 6G 发展已跨越概念研讨阶段，全面进入关键技术攻关、原型系统验证与早期生态培育的深水区。研发重心高度聚焦于太赫兹通信、空天地一体化组网、人工智能原生网络（AI-RAN）以及

新一代算力芯片等前沿领域，其中 SpaceX“星链”星座的规模化部署与载荷升级，标志着其在构建全球空基骨干网方面已取得实质性领先。在产学研协同机制下，依托国防部资助的高校研究中心夯实基础理论，同时科技巨头通过千亿级投资自建算力基础设施与“AI 超级工厂”，正以前所未有的资本密度重塑产业格局，推动 6G 从单一通信技术向物理世界与数字世界深度融合的基础设施演进。

美国 6G 发展生态由一批在各自领域具有全球领导力的企业共同驱动，它们构成了技术研发、标准制定和产业化的中坚力量。

**表 3 美国 6G 重点企业及其发展方向**

企业/机构	角色定位	6G 发展情况与重点方向
Next G 联盟	美国官产学研核心协调平台	由美国电信行业解决方案联盟（ATIS）牵头，于 2020 年 10 月正式组建，创始成员包括苹果、AT&T、诺基亚（贝尔实验室）、英特尔、思科等顶尖的电信运营商、网络设备商、终端制造商、芯片设计公司、互联网巨头及关键软件供应商。核心职能为制定北美 6G 战略路线图，协调政策与研发资源，推动技术全球推广，凝聚产业共识。
SpaceX	空天地一体化网络实践者	通过大规模部署“星链”低轨卫星星座，构建全球覆盖的卫星互联网，并探索卫星直连手机、搭载 6G 载荷，是 6G“泛在连接”场景的关键基础设施提供商。
英伟达	算力与 AI 融合领导者	联合软银、爱立信等全球企业成立“AI-RAN 联盟”，探索人工智能与 6G 无线接入网的深度融合，致力于将算力智能原生地嵌入未来网络架构。
微软	云与算力基础	大规模投资建设新一代 AI 数据中心（如

企业/机构	角色定位	6G 发展情况与重点方向
	设施巨头	Fairwater 架构)，构建“AI 超级工厂”，为 6G 时代云侧、边缘侧的海量智能应用提供超大规模算力底座。同时，在自研 AI 芯片与算力网络上双向发力。
高通	无线通信技术与芯片核心供应商	持续进行 6G 基础空口技术、新频谱使用（如太赫兹）、高效能低功耗芯片架构的研发，并积极参与 Next G 联盟及全球标准化工作。
苹果	终端生态引领者	已组建内部团队开展 6G 前期研究，重点关注可能影响未来终端形态的颠覆性技术（如太赫兹通信），为下一代智能终端的创新进行长期技术储备。
是德科技 Keysight	测试测量与验证解决方案提供商	为全球 6G 从早期研究、设计仿真到原型测试的全流程提供工具与平台，是支撑 6G 技术从理论走向实践的关键赋能者。
AI 巨头（OpenAI/Anthropic 等）	人工智能算法与模型创新者	其前沿 AI 研究与大模型发展，直接定义了 6G 网络需要支撑的智能应用需求（如自主智能体、物理世界融合），并驱动对网络算力、时延与可靠性的极致要求。

资料来源：公开资料，深企投产业研究院整理。

## （二）欧洲

欧盟在 6G 战略布局上摒弃了单一国家主导的传统模式，转而构建起以超国家机构为统筹核心、跨国产业联盟为执行主体的协同创新体系。依托“地平线欧洲”（Horizon Europe）框架下的“智能网络和服务联合体”（SNS JU），欧盟通过公私合营机制撬动巨额研发资金，计划在 2021 至 2027 年间公私合计投入至少 18 亿欧元，重点支持覆盖三十余国的八十多个全链条创新项目。在这一体系下，由诺基亚、

爱立信等龙头企业领衔的“Hexa-X”及其后续“Hexa-X-II”系列旗舰项目发挥了关键牵引作用，不仅确立了欧洲在 AI 原生网络、通信感知融合及太赫兹通信等前沿领域的统一技术架构愿景，更通过建设“6G-Sandbox”等泛欧试验基础设施，意图打破了成员国间的资源壁垒，形成了从基础理论突破到垂直行业应用验证的闭环生态，确保欧洲在全球标准制定中掌握话语权。

与追求极速商用或单点技术突破的战略路径不同，欧盟将可持续发展、网络安全与伦理规范内化为 6G 技术的核心基因，致力于输出具有欧洲特色的技术标准与价值观。欧盟在技术路线图中明确将能源效率与环境友好性作为网络设计的硬性指标，大力推动“绿色 6G”研发，力求在提升通信性能的同时显著降低碳足迹。同时，欧盟严格遵循其数据隐私保护法规，将可信安全与伦理人工智能作为网络架构的原生属性，试图在全球数字治理体系中树立“可信赖连接”的标杆。这种兼顾技术先进性与社会责任的差异化竞争策略，旨在通过构建高标准的规范体系，弥补其在规模化市场应用上的相对短板，从而在未来的全球 6G 产业格局中占据不可替代的关键生态位。

在欧盟整体框架下，各主要成员国基于自身产业优势，制定了相应的国家战略并投入资源，形成了各有侧重的互补格局。

**德国：**作为欧洲最大的经济体，德国在 6G 研发上扮演着“灯塔项目”引领者的角色。德国联邦教育和研究部早在 2021 年便启动了首个国家级 6G 研究项目。其核心举措是支持由诺基亚等主导的“6G-ANNA”灯塔项目，该项目专注于端到端 6G 架构设计，并在工业物联网、扩展现实等领域进行概念验证。此外，德国还启动了 6G 组件开发等专项，旨在巩固其在高端制造与工业通信领域的技术优势。

**法国：**法国采取“平台化”与“项目集群”的方式推进 6G。2023 年

7月，法国政府启动了“未来网络”国家研究计划，组织公共研究机构参与10个大型未来网络技术项目。2025年11月，“法国6G”（France 6G）国家协调平台正式启动，旨在为国内产学研界提供一个协同研发与测试的公共基础。法国的战略重点在于强化网络架构的灵活性与安全性，并确保其在欧洲数字化进程中的核心影响力。

**芬兰：** 凭借其在通信领域深厚的研究积淀（如奥卢大学6G旗舰计划），长期处于6G基础研究的前沿。芬兰政府已组建国家6G工作组，主要目标是制定本国的6G路线图，并促进国内与国际合作。芬兰的发展策略侧重于发挥其在无线通信基础理论、原型验证和早期标准化方面的学术领导力，为欧洲乃至全球的6G研究贡献核心思想。

**英国：** 尽管已脱离欧盟，但英国在6G领域的布局仍与欧洲生态保持紧密互动。英国政府发布了《无线基础设施战略》，确立了研发、专利与标准、频谱等六大支柱。其通过项目投资（如资助谢菲尔德大学国家6G无线电系统设施）、参与国际论坛及构建联盟（如与美国的合作）三条路径推动6G发展，重点聚焦于射频硬件、人工智能与网络融合等优势领域。

**西班牙与荷兰：** 两国主要通过资金投入支持研发生态。西班牙在2023年12月宣布划拨6200万欧元国家资金用于43个下一代移动技术研究项目。2023年7月，荷兰宣布通过国家增长基金投资超2亿欧元用于6G开发，另有1.12亿欧元私人共同融资，形成总计3.15亿欧元的国家6G计划（2024-2030年），由TNO协调，ASML、NXP等企业参与，旨在强化本国在6G生态系统中的参与度。

**表 4 欧洲 6G 重点企业及其发展方向**

企业/机构	角色定位	6G 发展情况与重点方向
诺基亚 Nokia	欧盟 6G 技术	主导 Hexa-X/Hexa-X-II 等欧盟旗舰项

企业/机构	角色定位	6G 发展情况与重点方向
	愿景与架构研究的牵头者	目；研发 AI 原生空口与网络智能内生技术；探索太赫兹通信与通信感知一体化；领导德国 6G- ANNA 等国家级灯塔项目，聚焦工业物联网等垂直应用验证。
爱立信 Ericsson	欧盟 6G 核心研究项目深度参与者与无线技术领导者	研发认知网络、分布式智能与网络计算融合技术；探索无蜂窝 MIMO 等新型无线接入架构；推动 AI 与 6G 的深度融合，并积极参与全球 6G 标准化进程。
诺基亚贝尔 实验室 Nokia Bell Labs	基础性与颠覆性技术研究的核心机构	专注于 6G 网络的新型拓扑结构、语义通信、量子通信融合等长远基础研究，为未来十年的技术突破提供理论储备。
西门子 Siemens	垂直行业应用与工业互联网的驱动者	并非直接研发通信设备，而是作为关键用户与合作伙伴，深度参与 6G 项目（如 Hexa-X），定义工业自动化、数字孪生工厂等场景对 6G 网络的极致需求（如超高可靠、超低时延、海量连接），推动 6G 技术与工业 OT 系统的融合。
Orange	领先的电信运营商与业务需求方	作为 Hexa-X 等项目的重要参与者，从网络运营与业务演进角度，研究 6G 网络的服务架构、商业模式以及面向消费者与企业的新型业务场景，确保技术研发与实际商用需求紧密结合。
Atos	高性能计算与数字集成服务商	聚焦于 6G 时代算力网络融合，研究边缘计算、云原生架构如何与 6G 网络协同，为智能应用提供集成的计算、存储与连接服务。

资料来源：公开资料，深企投产业研究院整理。

### （三）日本

日本将 6G 发展确立为“技术立国”战略的核心支柱，通过顶层设计与全周期路线图构建了清晰的演进路径。日本总务省(MIC)于 2020 年率先在全球发布《Beyond 5G 推进战略》，并于 2024 年 8 月进一步发布《Beyond 5G 推进战略 2.0》，明确设定了 2030 年商用落地及占据全球 10%以上标准必要专利份额的量化目标，并将战略重心从单一通信升级至支撑 AI 社会的“通感算智”融合基础设施。为保障战略落地，日本政府依托国立情报通信研究机构（NICT）设立数百亿日元规模的专项创新基金，重点扶持全光网络、高频段通信及网络人工智能等十大核心领域，确保研发投入的连续性与针对性，形成了政策引导与资金保障双轮驱动的发展格局。

在实施路径上，日本采取“联盟化协作”与“差异化突围”相结合的策略，力求在特定技术领域构建全球壁垒。由日本最大的电信运营商 NTT 主导组建的“创新光与无线网络”（IOWN）联盟，联合索尼、英特尔等全球巨头，致力于推动从电子架构向全光架构的范式革命，旨在实现网络容量百倍提升与能耗降至百分之一的突破性指标。同时，日本将太赫兹技术列为“国家支柱十大重点战略目标”之首，集中攻关 300GHz 及以上频段的芯片与系统集成，并已通过原型机验证了超高速无线传输能力。这种聚焦光子技术与高频段优势的路线，不仅规避了与传统通信强国的同质化竞争，更试图通过定义新一代网络底层架构来掌握产业主导权。

当前日本 6G 研发已从概念验证稳步迈向原型系统开发与早期生态构建阶段，特色技术优势日益凸显。在全光网络与太赫兹通信两大基石领域，日本企业与科研机构已成功开发出多款具备领先指标的核心器件与原型设备，并在工业自动化、远程医疗等垂直场景开展了前

瞻性应用验证。依托 IOWN 联盟形成的产学研用协同机制，运营商、设备商与垂直行业用户正共同定义未来网络需求，加速技术成果从实验室向产业化转化。扎实的技术积累与紧密的产业协同，为日本在 2030 年实现 6G 商用并重塑全球通信产业地位奠定了坚实基础。

**表 5 日本 6G 重点企业及其发展方向**

企业/机构	角色定位	6G 发展情况与重点方向
日本电报电话公司 (NTT)	日本 6G 技术路线的定义者与 IOWN 联盟主导者	全力研发全光网络与光子芯片技术，旨在用光技术替代传统电子网络，实现超低功耗、超高容量与超低时延的革命性突破，并推动其成为全球标准。
NEC	网络设备与系统集成的重要供应商	与 NTT、富士通等合作开发高速 6G 无线设备；专注于网络智能化、云化与开放化（如 O-RAN 解决方案）；同时大力发展卫星通信技术，支撑空天地一体化网络。
富士通 (Fujitsu)	先进计算与通信技术的融合者	参与联合技术开发，重点攻关高频段射频器件、先进半导体工艺在通信系统中的应用，以及面向 6G 的网络虚拟化、切片管理与边缘计算平台。
软银 (SoftBank)	前瞻性投资的电信运营商	作为运营商，积极投资并试验 6G 相关技术（如光学无线通信）；与英伟达等在 AI-RAN 领域深度合作，探索将人工智能深度融入未来移动网络，推动网络运营的智能化转型。
索尼 (Sony)	消费电子与关键器件供应商	作为 IOWN 联盟重要成员，利用其在影像传感器、半导体领域的优势，为未来 6G 终端和网络设备开发高性能、低功耗的核心感知与处理部件。
国立情报通	国家级基础研	负责管理国家 6G 研发基金，组织跨机

企业/机构	角色定位	6G 发展情况与重点方向
信研究机构 (NICT)	研究与试验平台 核心	构的基础技术研究;建设并运营大型 6G 综合试验平台,为学术界和产业界提供开放的研发与验证环境。

资料来源:公开资料,深企投产业研究院整理。

#### (四) 韩国

韩国将第六代移动通信技术确立为重塑国家竞争力的战略性领域,明确提出抢占全球商用首发地位与产业主导权的核心目标,通过构建递进式、连续性的顶层设计推动通信技术优势向核心战略资产转化。2020 年发布的《引领 6G 时代的未来移动通信研发战略》正式启动国家技术攻关进程,确立了最早实现商用与标准专利引领的双重目标;2023 年《K-Network 2030》战略进一步将愿景升级为打造新一代网络模范国家,通过研发投入强化、基础设施升级与产业生态培育三大支柱推动发展重心向产业化加速阶段跃迁。按照既定路线图,韩国计划于 2026 年举办全球成果展示活动以彰显标准主导权,2028 年实现技术早期商用,2030 年完成网络全面普及,形成了覆盖技术研发到市场应用的完整时间坐标体系。

为支撑战略落地,韩国建立了分阶段、高强度的资金保障与产业化推进机制。政府设立两期重大研发专项,2021 至 2025 年投入 1917 亿韩元重点支持太赫兹通信、新一代天线等基础技术攻关,2024 至 2028 年再投入 4407 亿韩元转向商用系统开发与核心零部件研制,实现资源配置从基础研究向产业应用的结构转移。同时创新采用技术过渡策略,计划自 2026 年起将 Pre-6G 技术融入现有 5G 网络,在数字医疗、全息通信、无人驾驶、智慧城市与智能工厂等领域开展增强型示范,提前验证商业模式与培育应用生态。在空天地一体化布局方

面，2025 年启动总投资 3200 亿韩元的低轨卫星通信系统建设，计划 2030 年前完成验证卫星发射，构建全域覆盖的立体网络架构；政府主导的产学研协作平台有效整合三星电子、LG 电子、SK 电信等龙头企业与国家级研究机构，形成了从基础研究、标准制定到网络试验的全链条创新闭环。

当前，韩国在核心技术原型开发和国际标准参与方面已建立起显著优势。以三星为代表的科技企业在太赫兹通信、智能超表面、全双工传输及人工智能原生空口等关键方向持续突破，相继发布多款原型样机并完成实验室与外场环境的关键技术指标验证。在国际标准制定层面，韩国企业与研究机构在 3GPP、ITU 等组织中积极输出技术提案，力争将自主研发优势转化为标准必要专利，夯实全球规则制定话语权。同时韩国在产业生态构建方面发力，围绕重点示范领域，产学研各方已联合开展应用场景需求定义与性能指标设计，利用 5G-Advanced 网络进行先导性技术试验，确保技术研发与市场需求精准对接，加速技术成果向规模化商业应用转化。

表 6 韩国 6G 重点企业及其发展方向

企业/机构	角色定位	6G 发展情况与重点方向
三星电子	韩国 6G 研发的旗舰与全球主要竞争者	全面布局从网络设备、终端芯片到标准制定的全链条。已发布《下一代超连接体验》等 6G 白皮书，明确沉浸式 XR、数字孪生等愿景；在太赫兹通信（已完成 140GHz 及更高频段试验）、智能超表面、AI 原生空口等核心技术领域持续推出原型样机；致力于端到端 6G 系统解决方案的开发。
LG 电子	终端与关键器件技术的重要	较早启动 6G 研发，与 KAIST 等机构合作设立研究中心。重点攻关太赫兹频谱

	创新者	技术、智能终端新型天线，并探索“万物环境互联网”概念。其通过与 KAIST 及美国是德科技的联合项目，聚焦太赫兹通信系统的设计与测试。
SK 电信	领先的电信运营商与生态整合者	作为网络运营方，致力于将 AI、数字孪生与通信网络深度融合。积极投资并联合全球设备商（如爱立信、诺基亚）研发超可靠低时延、大规模天线等 6G 使能技术；同时，在数字医疗、全息通信等应用场景开展早期探索与试验。
韩国电子通信研究院 (ETRI)	国家核心公共研究机构与产业技术支撑平台	承担国家重大专项的基础与共性技术研究，如太赫兹无线回传、量子密码通信、新一代网络架构等。建设国家级的 6G 测试验证平台，为中小企业提供技术评估与支持，是连接基础研究与产业应用的关键桥梁。
KT	主要电信运营商与创新应用推动者	与 LG 电子、美国康宁等合作，在多个 6G 候选频段成功验证了智能超表面技术。同时，积极研究卫星与地面网络融合技术，并探索 6G 在低空经济、工业互联网等垂直领域的应用模式。

资料来源：公开资料，深企投产业研究院整理。

### 三、我国 6G 技术发展现状

#### （一）政策环境

我国对 6G 的布局始于“十四五”初期，并将其明确纳入国家中长期发展规划，确立了其作为未来关键数字信息基础设施的战略地位。2021 年 3 月发布的《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》首次在国家最高层级规划文件中

明确提出“前瞻布局 6G 网络技术储备”，这标志着 6G 正式进入国家战略视野，成为信息基础设施演进的重要方向。

2021 年 11 月，工业和信息化部发布《“十四五”信息通信行业发展规划》，设专章部署 6G 技术研发，提出构建 6G 愿景、典型应用场景和关键能力指标体系，鼓励企业突破技术及产业瓶颈，并积极参与国际标准制定。

2022 年 1 月，国务院印发《“十四五”数字经济发展规划》，进一步细化了 6G 发展路径，提出“加大 6G 技术研发支持力度，积极参与推动 6G 国际化工作”；该规划将 6G 技术储备与卫星互联网建设并列，共同作为构建高速泛在、天地一体、云网融合智能化综合性数字信息基础设施的关键环节。

2024 年 1 月，工信部等七部门联合印发《关于推动未来产业创新发展的实施意见》，将 6G 明确列为未来产业之一，要求开展先进无线通信、新型网络架构、空天地一体等技术研究，并研制 6G 网络设备等标志性产品。

2025 年 3 月发布的《政府工作报告》首次将 6G 纳入“未来产业”培育体系，与生物制造、量子科技等并列，并提出建立未来产业投入增长机制，标志着 6G 在国家宏观政策层面的战略地位得到空前提升，成为培育新质生产力、塑造发展新动能的重要抓手。

在国家顶层战略指引下，我国主要省市，特别是科技创新资源富集和产业基础雄厚的地区，都将发展 6G 纳入核心政策规划，其中北京、上海凭借其科创综合优势，致力于打造从研发、标准、试验到产业的全链条创新生态和全球影响力；广东、江苏、浙江等经济与制造业大省，则强调 6G 与现有优势产业的融合，侧重技术攻关和产业化落地。

表 7 我国主要省市 6G 发展政策规划

省市	政策/规划名称	发布时间	主要内容
北京市	《北京 6G 科技创新与产业培育行动方案（2024—2030 年）》	2024 年 9 月	全国首个省级 6G 专项行动方案。系统规划了至 2030 年的发展蓝图，明确在关键技术突破、产业关键环节攻关、构建试验创新体系、打造“6G+X”应用标杆等方面的具体目标和实施路径，旨在构建全球影响力的 6G 创新生态。
	《北京市促进未来产业创新发展实施方案》等系列文件	2023 年 9 月及以后	在多份市级规划中，均强调超前布局 6G 未来网络。重点方向包括：开展 6G 网络架构、太赫兹通信、芯片及软硬件、测试仪器仪表等核心技术攻关；支持建设 6G 实验室和产业集聚区（如亦庄）；推动 6G 与自动驾驶、具身智能、低空经济深度融合。
上海市	《上海打造未来产业创新高地发展壮大未来产业集群行动方案》	2022 年 9 月	将 6G 作为未来产业集群重点之一。提出创建国家 6G 综合试验地方基地，推动技术研发、标准研制、试验验证和场景应用协同。重点发展 6G 智能终端、系统设备、通感算一体化网络，并建立 6G 国家标准与技术推进中心。
	《上海市进一步推进新型基础设施建设行动方案（2023-2026）》	2023 年 10 月	前瞻布局 6G 技术研发试验设施。支持在上海率先打造地面外场技术试验环境和宽带卫星通信与感知验证系统，建设智能超表面、6G 试验网络测试等多个重点实验室，

省市	政策/规划名称	发布时间	主要内容
	年)》		加速芯片、模组、终端等前沿技术突破。
广东省	《广东省人民政府关于加快数字化发展的意见》	2021 年 5 月	在省级数字化发展纲领中明确加快布局 6G。支持开展 6G、太赫兹通信等前沿技术研发，争取在基础研究、关键核心技术攻关、标准规范等方面取得突破，巩固和提升其在电子信息产业的全球竞争力。
江苏省	《江苏省“十四五”数字经济发展规划》	2021 年 11 月	提出超前部署 6G 等前沿技术研发。开展下一代 6G 通信技术的前瞻性研发布局，加强卫星互联网关键技术研发，强化 5G 到 6G 的演进创新技术研究，力争成为移动通信新概念、新技术、新应用的引领者。
浙江省	《浙江省关于打造数字经济“一号工程”升级版的实施意见》	2022 年 5 月	明确开展 6G 研究和探索。加快布局卫星互联网、量子通信网等未来网络设施，构建空天地一体化网络基础设施体系，推动“北斗+”融合创新应用，为 6G 发展奠定网络基础。
湖北省	《湖北省数字经济强省三年行动计划（2022-2024 年）》	2022 年 8 月	支持省内重点企业联合科研院所，积极参与国家 6G 等前沿领域基础研究，每年开展关键核心技术研发攻关。同时，在 5G+工业互联网行动计划中强调参与国家 6G、太赫兹等领域标准制定。
四	《中共四川省	2023 年 7 月	将 6G 纳入未来产业加速孵化范

省市	政策/规划名称	发布时间	主要内容
四川省	《委关于深入推进新型工业化加快建设现代化产业体系的决定》		明确在第六代移动通信技术（6G）、量子科技、太赫兹等领域谋划布局，提出建设 6G 网络通信试验场等具体基础设施目标。
山东省	《山东省制造业创新能力提升三年行动计划（2023-2025 年）》	2023 年 5 月	将加快布局未来产业作为重点，其中明确推进 6G 技术研发和应用。支持有条件的企业参与全国 6G 技术研发，开展关键核心技术研发攻关。
河北省	《加快建设数字河北行动方案（2023-2027 年）》	2023 年 1 月	提出一个标志性目标：到 2027 年，在雄安新区建成 6G 规模应用示范网，将雄安新区打造成中国 6G 发展先导区。体现了通过重大国家战略承载地开展先行先试的思路。
区域协同	《关于支持长三角 G60 科创走廊策源地建设的若干措施》	2025 年 12 月	以上海松江为策源地，联动长三角，明确提出创建国家 6G 综合试验地方基地。推动技术研发、标准研制、技术试验、中试熟化和场景应用协同推进。

资料来源：公开资料，深企投产业研究院整理。

## （二）发展成就

技术研发体系日趋完善，关键领域实现多点突破。我国已构建起全球最为系统化的 6G 研发推进机制，在工业和信息化部指导下，截至 2025 年年底，我国 IMT-2030（6G）推进组已完成第一阶段关键技术试验的核心任务并启动第二阶段测试，积累了超过 300 项核心技术储备，全面转入聚焦沉浸式通信、通感一体化等五大方向的技术方案

验证。在太赫兹通信、智能超表面及 AI 原生空口等前沿赛道，产学研各方协同攻关成效显著，紫金山实验室建成全球领先的 6G 通智感融合外场试验网，中国电信联合高校完成高轨卫星语义通信传输验证，标志着我国在极端信道与极致连接能力上取得实质性进展。与此同时，截至 2025 年 4 月，我国 6G 专利申请量占全球比重已超四成，持续领跑世界，为后续产业化落地与国际标准竞争奠定了坚实的技术底座。

**国际标准话语权显著增强，愿景框架获全球公认。**我国以开放姿态深度融入全球标准化进程，提出的沉浸式通信、通感融合等五类典型场景及十四项关键能力指标，已全数被国际电信联盟采纳并写入《IMT 面向 2030 及未来发展的框架和总体目标建议书》，彰显了中国方案的前瞻性与国际认可度。在国内层面，IMT-2030（6G）推进组累计发布八十余份白皮书，构建了涵盖总体愿景、网络架构至频谱规划的完整标准指引体系。随着 3GPP 正式启动 6G 标准化研究，国内运营商、设备商及科研机构正围绕独立组网、天地一体融合等核心议题密集贡献技术提案，致力于将本土优势技术转化为全球统一标准，确保在未来规则制定中占据主动地位。

**产业生态加速成型，区域创新高地集聚效应凸显。**我国已形成由华为、中兴等设备商与三大运营商领衔，银河航天、小米等新兴力量协同参与的多元化攻关格局，覆盖从核心芯片、新型架构到星地融合的全产业链条。国家级大科学装置与公共试验平台建设全面提速，三大运营商牵头打造的通感算智融合研发装置及天演仿真平台，结合北京怀柔、南京紫金山等地的外场试验网，构建起世界级的验证环境。区域布局上，北京、上海、深圳、南京等地依托科研与产业优势，通过建设“6G SPACES 新质生态社区”、“6G 信通智谷”等特色园区，配套专项政策与产业基金，正加速推动技术成果转化与企业集聚，初步

形成多点支撑、协同联动的 6G 产业发展新高地。

### （三）重点企业

我国已构建起一个由综合通信设备商、电信运营商、终端芯片厂商、卫星互联网企业及关键器件供应商共同组成的、层次分明且协同联动的 6G 网络关联企业矩阵。以华为、中兴、中信科移动为代表的设备商，正引领着从基础理论、空口技术到网络架构的全方位深度研发；中国移动、中国电信、中国联通三大运营商，则作为需求牵引者和生态组织者，积极构建国家级试验平台并推动天地一体化融合验证；以维沃、OPPO、小米及紫光展锐等企业为核心的终端与芯片阵营，正致力于将 6G 能力向用户侧延伸，探索通感一体、AI 融合等前沿体验；同时，以中国卫星网络集团和银河航天等为代表的空间力量，正加速布局低轨星座，为 6G 实现全域覆盖提供关键基础设施。这一覆盖“云、网、端、星、芯”全链条的产业梯队，在国家战略指引下高效协同，形成了从技术攻关、标准制定、试验验证到应用孵化的完整创新闭环，为我国在全球 6G 竞争中实现系统性领先奠定了坚实的产业基础。

表 8 我国 6G 重点企业及其发展方向

类别	企业/机构	在 6G 发展中的主要角色与重点方向
综合通信设备商	华为技术有限公司	<b>全球 6G 技术研发的领导者之一。</b> 全面布局 6G 基础理论、空口技术、网络架构及核心算法。在太赫兹通信、通感一体化、AI 原生空口、语义通信等领域进行深度研发，并主导或深度参与国内外标准制定。其全球化的研发体系和深厚的 5G 积累是重要优势。
	中兴通讯股份有限公司	<b>6G 端到端解决方案的核心供应商。</b> 在新型网络架构（如分布式自治网络、算力网络）、无线关键技术（太赫兹、智能超表面）等方面成果显著。积极参与 IMT-2030 推进组所有阶段技术试验，并发布多款 6G 原型样机，是技术验证和产业化的关键力量。
	中信科移动通信技术股份有限公司	<b>移动通信国家队代表。</b> 在 6G 愿景与需求、网络架构、无线传输技术等方面进行体系化布局。特别是在空天地一体化网络、通感算融合、高精度定位等领域具有特色优势，是多项 6G 关键技术测试验证的主要承担单位。
电信运营商	中国移动通信集团有限公司	<b>6G 研发与产业生态的牵头组织者。</b> 提出“三体四层五面”6G 网络架构，发布系列白皮书。牵头建设国家级“6G 通感算智融合研发试验装置”，并发射全球首颗 6G 架构验证卫星，致力于构建开放协同的产业创新平台。
	中国电信集团有限公司	<b>云网融合与天地一体化的积极践行者。</b> 依托“云网融合大科创装置”，在 6G 网络架构、星地融合、近域网络、无线智能化等方面开展体系化试验。在卫星互联网、手机直连卫星等天地一体化关键技术验证上取得突破。
	中国联合网络通信集团有限公司	<b>算网融合与架构创新的重要参与者。</b> 打造“天演”

类别	企业/机构	在 6G 发展中的主要角色与重点方向
	络通信集团有限公司	仿真平台，聚焦 6G 网络架构、分布式网络、智简网络等方向。在算力网络、通感一体等关键技术原型样机测试中表现活跃，推动 6G 与算力基础设施的深度融合。
终端与芯片厂商	维沃移动通信有限公司	<b>终端侧 6G 关键技术的前沿探索者。</b> 在 3GPP 等标准组织中积极贡献，重点关注通感一体化、无线 AI、高频通信等与终端体验强相关的技术方向，致力于推动 6G 技术在智能终端上的早期应用和标准化。
	紫光展锐科技有限公司	<b>6G 终端芯片的先行研发者。</b> 启动 6G 预研，聚焦太赫兹通信、星地协同传输、先进编解码等潜在关键技术，发布 6G 系列白皮书，阐述“无界连接”与 AI 融合愿景，致力于为未来 6G 终端提供核心芯片解决方案。
	OPPO 广东移动通信有限公司	<b>6G 关键技术与应用生态的核心构建者。</b> 聚焦 AI 原生空口、零功耗通信及通感一体化研发，深度参与全球标准制定。依托深厚专利积累，致力于构建以手机为核心的万物智联生态，推动 6G 普惠应用。
	北京小米移动软件有限公司	<b>6G 端侧 AI 与空天地一体化技术的创新者。</b> 聚焦 AI 原生空口、智能波束管理及星地融合研发，深度参与国际标准制定。依托“人车家全生态”，定义沉浸式通信新场景，推动万物智联落地。
卫星互联网企业	中国卫星网络集团有限公司	<b>我国空天地一体化网络的国家队和主导者。</b> 负责统筹规划我国卫星互联网星座（如 GW 星座）的建设与运营，其星座是 6G 实现全球泛在覆盖的核心组成部分，致力于推动星地融合标准与技术发展。
	银河航天	<b>商业航天与 6G 星地融合的创新力量。</b> 开展面向

类别	企业/机构	在 6G 发展中的主要角色与重点方向
	(北京) 科技有限公司	6G 的星地融合通信试验，完成多项高速传输、即时遥感等应用验证，是探索低轨卫星在 6G 接入网中应用场景的重要企业。
关键器件与专项技术企业	上海诺基亚贝尔股份有限公司	<b>深度融入中国 6G 研发体系的合资典范。</b> 作为诺基亚在华研发主体，不仅引入全球领先的研究理念，更深度参与国内 6G 技术试验与标准制定，实现全球技术与本土创新的双向赋能，在 AI 原生空口等领域贡献突出。
	上海瀚讯信息技术股份有限公司	<b>宽带卫星通信载荷与终端的核心供应商。</b> 专注于卫星通信载荷、相控阵天线等产品的研发，其技术是构建 6G 天地一体化网络中“空间段”与“用户段”的关键。
	盛路通信科技股份有限公司	<b>微波/毫米波天线与射频技术专家。</b> 在有源相控阵天线、上下变频组件等领域技术领先，其产品可应用于低轨卫星通信和未来 6G 基站，是高频段通信的关键硬件提供者。
科研机构与创新平台	中关村泛联移动通信技术创新应用研究院	<b>产学研协同创新的核心平台。</b> 由高校、企业联合组建，聚焦 6G 前沿技术，研发“智简内生 6G 原型系统”，在通感一体、AI 通信融合等方向取得突破，是连接基础研究与产业应用的重要枢纽。
	网络通信与安全紫金山实验室	<b>6G 重大基础研究的国家战略力量。</b> 建成全球首个 6G 通智感融合外场试验网，在无蜂窝大规模 MIMO、分布式协作感知等原创技术上取得国际领先成果，致力于解决 6G 发展中的重大基础科学问题。

资料来源：公开资料，深企投产业研究院整理。

#### (四) 不足与挑战

面向 2030 年商用及更长远的全球竞争，我国在 6G 领域仍存在若干结构性短板与挑战。

**基础理论与原创技术积累仍显薄弱。**尽管我国 6G 专利申请量全球领先，但部分成果仍集中于应用技术和工程实现层面。在基础通信理论、核心算法、原创性架构等方面，与长期深耕基础研究的欧美顶尖学术机构相比，我国的前沿探索深度和颠覆性创新成果仍有差距。这可能导致长期技术演进的后劲和源头创新力面临挑战。


**产业链关键环节存在“断点”与“堵点”。**我国移动通信产业长期呈现“应用强、系统强、基础弱”的“倒三角”格局。在 6G 时代，这一矛盾将依然突出。一是用于太赫兹、毫米波频段的高性能射频芯片、功放器件、高速数模转换芯片等，在性能、功耗、集成度方面与国际最先进水平存在代际差；用于智能超表面的可编程射频单元、用于通感融合的高精度 ADC/DAC 等，自主供给能力亟待突破。二是高端 EDA 软件、高频段芯片设计工具链、太赫兹测试仪器与核心部件（如信号源、分析仪探头）等，严重依赖进口，构成研发和生产的“卡脖子”风险。三是适用于高频、高集成度、低损耗的新型半导体材料（如氮化镓、氧化镓）、先进封装材料、介质基板材料等，其研发和产业化能力尚滞后于系统设计需求。


**产业生态的协同性与开放性有待加强。**虽然国内形成了以大型设备商和运营商为核心的推进体系，但相较于美国以“Next G 联盟”为代表的、更广泛吸纳互联网巨头、垂直行业、初创企业乃至国防部门的跨领域、开放式创新生态，我国生态的多样性和协同深度尚有提升空间。特别是在通感算智融合催生的全新应用场景中，如何有效牵引汽车、航空航天、工业互联网、医疗等垂直行业的深度参与和需求定义，形成“需求-技术-标准-产品”的快速迭代闭环，仍需机制创新。


**全球频谱规划与协调面临复杂博弈。**6G 将开发利用毫米波、太赫兹乃至更高频段的频谱资源。目前全球频谱划分尚未统一，各国基于自身产业利益和技术路线的博弈日趋激烈。我国在主导或深度影响全球高频段频谱划分共识方面，面临的地缘政治和技术外交挑战远大于 5G 时代。能否为我国优势技术路线争取到充足的、连续的全球主流频谱资源，是决定未来产业全球竞争力的关键前提之一。

深企投产业研究院


# 深企投产业研究院

 **电 话:** 王女士 13168781866

 **座 机:** 0755-82790019

 **邮 箱:** sqtcf@sqtcf.cn

 **网 址:** <http://www.sqtcf.cn/>

 **地 址:** 深圳市福田区深南大道本元大厦 7B1



深企投公众号



深企投研究公众号

© 深企投产业研究院版权所有。如需引用，请注明出处。