

中国无线经济发展研究报告

(2023 年)

中国信息通信研究院

2023年9月

版权声明

本报告版权属于中国信息通信研究院，并受法律保护。
转载、摘编或利用其它方式使用本报告文字或者观点的，应
注明“来源：中国信息通信研究院”。违反上述声明者，本
院将追究其相关法律责任。



前 言

党的二十大擘画了我国全面建设社会主义现代化国家、以中国式现代化全面推进中华民族伟大复兴的宏伟蓝图。2022年，我国无线经济规模达到6.6万亿元，同比增长6.2%，高于同期名义GDP增速，无线经济占GDP比重达到5.4%。无线经济内部结构持续优化，2022年我国无线产业规模达到2.8万亿元，无线赋能规模为3.8万亿元，占无线经济比重分别为42%和58%，无线经济的四六发展格局趋于稳定。

中国信息通信研究院已连续第三年发布中国无线经济发展研究报告，2023年报告在延续以往对我国无线经济发展最新态势量化分析的基础上，结合无线电发射设备型号核准情况，对各省无线产业发展情况进行研究分析，为推动无线经济发展提供参考。

本报告中无线经济相关数据为测算数据，仅代表我院作为科研单位的学术研究成果，属纯学术研究范畴，不代表政府官方数据口径。

目 录

| | |
|------------------------------|----|
| 一、 无线经济是构建现代化产业体系的重要组成 | 2 |
| 二、 无线经济持续为国民经济稳增长保驾护航 | 5 |
| (一) 无线经济稳中求进促经济高质量发展 | 5 |
| (二) 无线经济“四六”发展格局趋于稳定 | 6 |
| (三) 无线经济是拉动地方发展重要力量 | 7 |
| 三、 无线产业是支撑无线经济发展的基石 | 9 |
| (一) 无线产业整体规模稳步增长 | 9 |
| (二) 无线产业细分领域亮点纷呈 | 10 |
| (三) 无线技术激发新兴领域活力 | 18 |
| (四) 我国无线电制造呈现“一强四区”格局 | 22 |
| 四、 无线赋能数字化转型促进质的有效提升 | 25 |
| (一) 无线全面赋能数字化转型 | 25 |
| (二) 无线赋能新型工业化发展 | 26 |
| (三) 无线赋能服务业实现新突破 | 29 |
| (四) 无线赋能农业取得新进展 | 33 |
| 五、 无线电管理保障无线经济高质量发展 | 35 |
| 六、 无线经济发展展望 | 37 |
| (一) 加强无线经济相关理论探究和顶层设计 | 37 |
| (二) 夯实无线产业基础抢占未来发展新优势 | 38 |
| (三) 大力推进无线赋能实现产业数字化发展 | 38 |
| (四) 全面提升无线赋能数字政府效能和水平 | 39 |
| (五) 扎实全面推进全国无线电管理重点工作 | 39 |

图 目 录

| | |
|-----------------------------|----|
| 图 1 无线经济体系框架 | 2 |
| 图 2 我国无线经济规模及增速 | 5 |
| 图 3 我国无线经济占 GDP 比重 | 6 |
| 图 4 我国无线经济内部结构 | 7 |
| 图 5 我国各省市无线经济规模、占比、增速 | 8 |
| 图 6 无线电发射设备制造企业产业集群 | 25 |



无线技术是新一轮科技革命中研发投入最集中、创新应用最广泛、辐射带动作用最强大的领域，极大提高了数据获取、传输、处理能力，加速推动数字产业化和产业数字化进程。无线经济是以无线电频谱作为先导性基础资源、以无线技术为核心驱动力，通过无线技术与实体经济深度融合，不断提高传统产业高端化、智能化、绿色化水平，加速重构经济与治理模式的经济形态。无线经济包括无线产业、无线赋能以及无线治理三部分，无线电管理为无线经济发展保驾护航。具体框架见图 1。

频谱资源是频率在 3000GHz 以下在空间传播的电磁波，是构建无线技术创新和无线经济发展竞争新优势的关键战略资源，并以其稀缺性日益成为新形势下国际博弈和竞争的战略热点。以频率资源为载体的 43 种无线电业务推动移动通信、卫星产业、移动互联网等无线产业蓬勃发展，支撑无线技术赋能传统行业数字化转型，为经济发展带来巨大的乘数效应。无线治理从频谱资源管理、电波秩序维护、产业应用政策等方面保障无线经济高质量发展。



来源：中国信息通信研究院

图 1 无线经济体系框架

一、无线经济是构建现代化产业体系的重要组成

习近平总书记在二十届中央财经委员会第一次会议上强调：现代化产业体系是现代化国家的物质技术基础；加快建设以实体经济为支撑的现代化产业体系，关系我们在未来发展和国际竞争中赢得战略主动。无线经济作为现代化产业体系的重要组成，为全面建成社会主义现代化强国、实现第二个百年奋斗目标，以中国式现代化全面推进中华民族伟大复兴提供坚强支撑。

发展无线经济是推动实现中国式现代化的必然要求。无线技术是实现现代化的关键技术和基础。新中国成立特别是改革开放以来，我们用几十年时间实现了各类无线技术和应用飞跃式发展，打造了 5G 移动通信、北斗卫星导航等世界名片，我国无线产业体系更加健全，

产业链更加完整，产业整体实力和质量效益不断提高，产业创新力、竞争力能力显著提升，无线赋能深度和广度不断拓展。新时代新征程上，无线经济具有了新的内涵和特征，是基于高水平对外开放、加快构建新发展格局的经济形态，是把实现人民对美好生活的向往作为出发点和落脚点、促进全体人民共同富裕的经济形态，是坚持高水平科技自立自强、依靠创新驱动发展的经济形态，是建设现代化产业体系、加快迈向全球价值链中高端的经济形态，是坚持人与自然和谐共生、促进绿色低碳发展的经济形态，是顺应新一轮科技革命和产业变革趋势、促进数字技术与实体经济深度融合的经济形态。通过无线经济发展新成效，加快中国式现代化进程。

发展无线经济是构建大国竞争优势的迫切需要。无线经济是构筑未来发展战略优势的重要领域，是在国际竞争中赢得主动的根基。当今世界，科技与产业是大国竞争的焦点，围绕无线技术和应用形成的无线产业和无线赋能正在成为各国发展的重点领域和方向。2022年美国发布的《关键和新兴技术清单》包括了频率共用技术、下一代无线网络、卫星通信、无线能量传输等多项无线电技术以及射频电路、天线、滤波器等无线产业关键环节。2023年4月，英国政府发布了《无线基础设施战略》，鼓励部署和使用5G及先进无线通信技术，加快发展6G，抢占全球科技创新先机。2022年6月，欧盟委员会发布了《2022战略前瞻报告：在新的地缘政治背景下实现绿色与数字的双重协同转型》，将新型传感器、卫星通信、物联网等无线技术作为实现欧盟数字化转型和减少碳排放的必要技术。面对日益激烈的国际竞争，须加快发展无线经济，实现高水平科技自立自强，提升产业链

供应链韧性和安全水平，提高无线产业在全球产业分工中的地位和竞争力，确保我国在大国博弈中赢得主动。

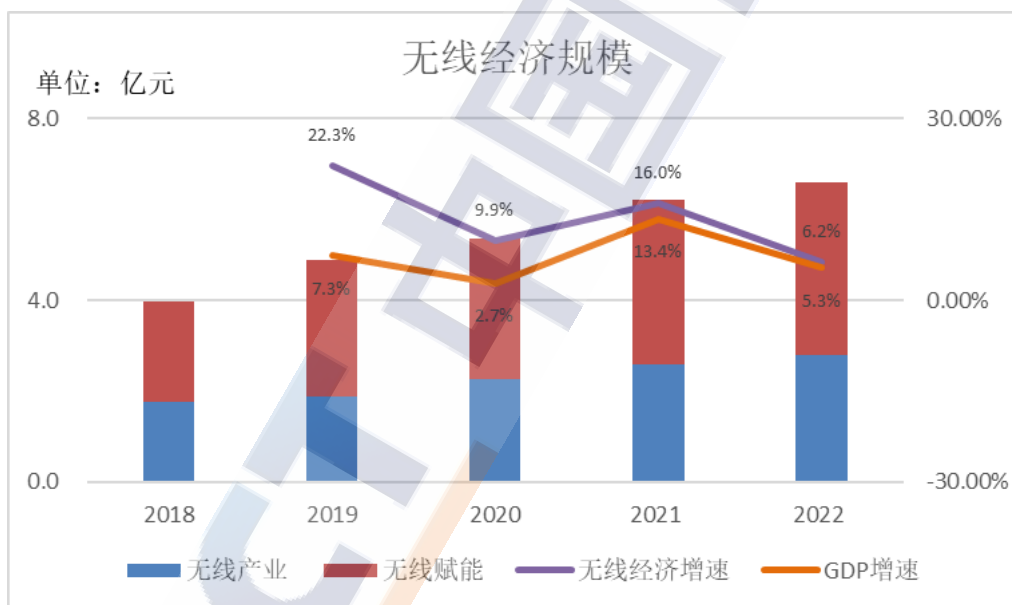
发展无线经济是实现经济高质量发展的战略选择。无线经济在稳定宏观经济大盘中发挥着重要作用。无线领域是技术创新的主战场，是创新活动最活跃、创新成果最丰富、创新应用最集中、创新溢出效应最强的领域。随着无线赋能深入推进，以 5G 为代表的各类无线技术已广泛应用在国民经济发展的各领域，是满足人民美好生活需要的重要支柱。须加快推进无线经济发展，完整、准确、全面贯彻新发展理念，促进技术进步和产业优化升级，推动经济发展质量变革、效率变革、动力变革。

发展无线经济是推进新型工业化的根本支撑。党的二十大报告提出到 2035 年基本实现新型工业化，强调坚持把发展经济的着力点放在实体经济上，推进新型工业化，加快建设制造强国。实现这一宏伟目标，须依靠以无线技术为代表的新一代信息技术创新以及其带来的更广泛的产业变革。当前，无线技术加速突破，与制造业深度融合创新，推动制造业生产方式、发展模式和企业形态发生根本性变革。世界主要工业大国纷纷推进无线技术在工业领域的创新应用，抢占竞争制高点。须加快发展无线经济，积极推进信息化与工业化深度融合，为新型工业化提供强大的网络基础和技术支撑。

二、无线经济持续为国民经济稳增长保驾护航

(一) 无线经济稳中求进促经济高质量发展

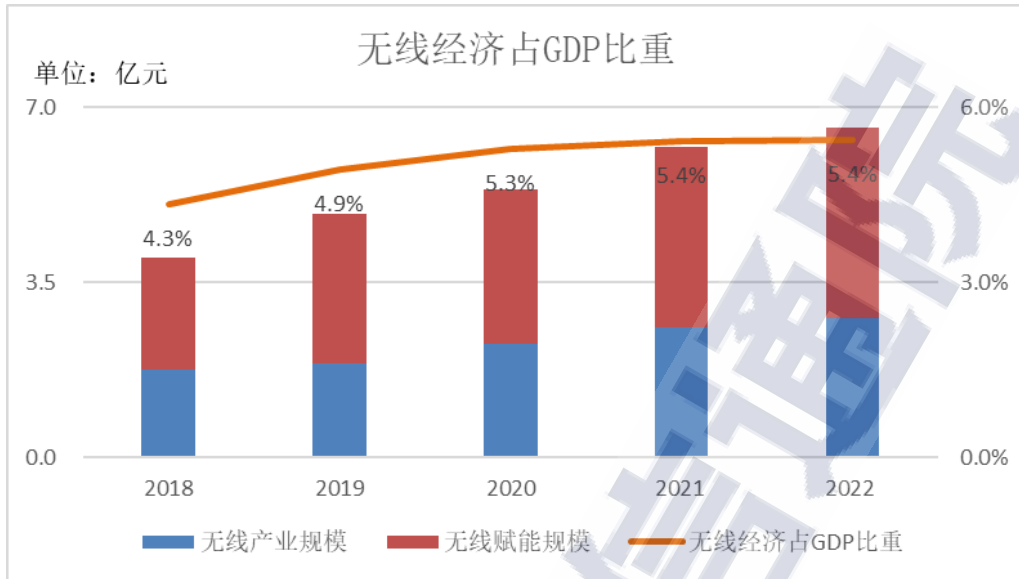
无线经济稳步增长，保持合理增速。2022年，面对风高浪急的国际环境和艰巨繁重的国内改革发展稳定任务，我国无线经济保持稳定增长，发展质量稳步提升，产业赋能深入推进。2022年，我国无线经济规模达到6.6万亿元，同比增加0.4万亿元，无线经济持续做大，增长6.2%，高于同期名义GDP增速约0.9个百分点，无线经济持续做大，无线经济“稳定器”作用凸显。



来源：中国信息通信研究院

图 2 我国无线经济规模及增速

无线经济在国民经济中地位日益稳固。无线经济占GDP比重逐年提升，2018年至2022年我国无线经济占GDP比重由4.3%提升至5.4%，2022年占比与2021年基本持平。



来源：中国信息通信研究院

图 3 我国无线经济占 GDP 比重

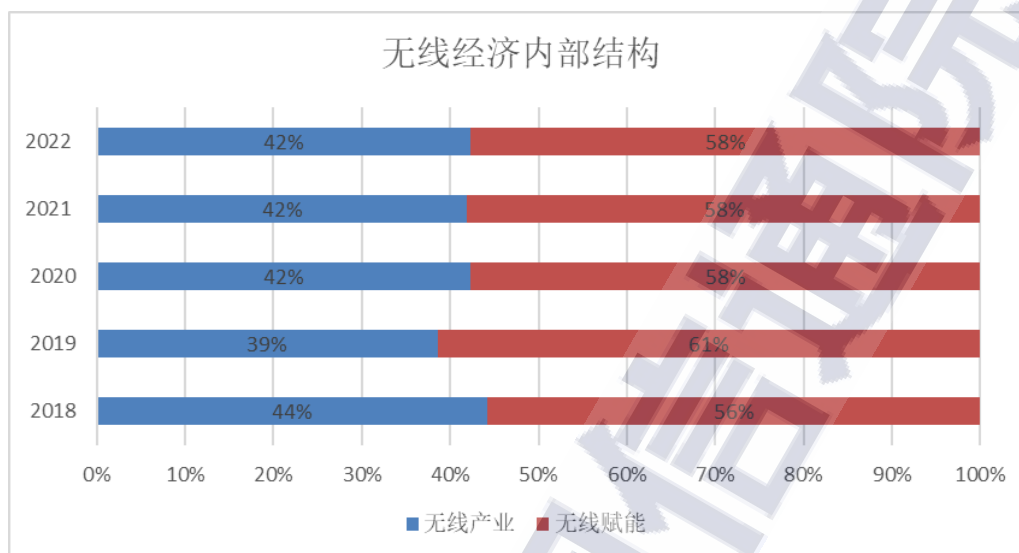
(二) 无线经济“四六”发展格局趋于稳定

无线赋能成为无线经济主要部分。2022年，无线赋能规模为3.8万亿元，占无线经济比重的58%；我国无线产业规模为2.8万亿元，占无线经济比重为42%。

无线赋能广度及深度有效提升。伴随着无线技术创新演进并不断与实体经济深度融合，无线赋能对无线经济增长的主引擎作用更加稳固。2022年，我国无线赋能规模为3.8万亿元，同比增长5.6%，占无线经济比重为58%，占GDP比重为3.1%，无线赋能发展正经历由量的扩张到质的提升转变。

无线产业不断涌现新方向新赛道。伴随着各种无线技术不断演进和迭代发展，已形成5G、车联网、北斗卫星导航等领域发展的新动能、新优势，并开辟发展卫星互联网、航空互联网等新方向、新赛道。

2022 年，无线产业规模达到 2.8 万亿元，同比名义增长 7.1%，占无线经济比重为 42%，占 GDP 比重为 2.3%，实现无线产业高质量发展。



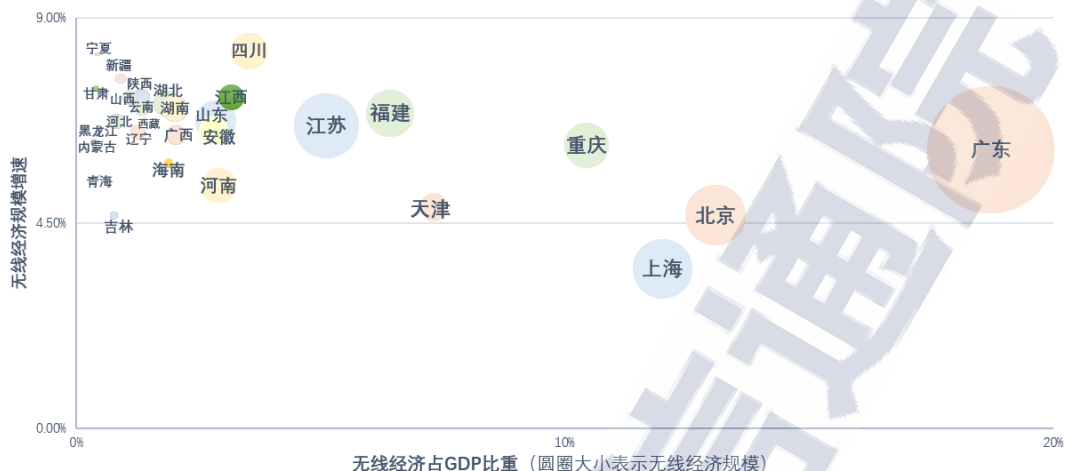
来源：中国信息通信研究院

图 4 我国无线经济内部结构

(三) 无线经济是拉动地方发展重要力量

2022 年各省区市无线经济发展取得新增长。从总量来看，地区无线经济发展呈现三个梯队，广东、江苏、北京、上海位列第一梯队，无线经济规模超过 5000 亿元；福建、重庆、浙江、山东、四川、河南、安徽、天津、江西、湖北位列第二梯队，无线经济规模超过 1000 亿元；其余省份位列第三梯队。从占比来看，广东、北京、上海、重庆四省（市）无线经济占当地 GDP 比重全国领先，均超过 10%，天津、福建等省（市）无线经济占当地 GDP 比重也高于全国平均水平。从增速来看，绝大多数省、区、市无线经济增速均超过全国名义 GDP 增速，其中，浙江、贵州、四川、宁夏无线经济增速超过 8%。

各省市2022年无线经济规模、占比、增速



来源：中国信息通信研究院

图 5 我国各省市无线经济规模、占比、增速

各地无线产业发展稳步提升。从总量来看，广东领跑全国，2022年无线产业规模超过1万亿元，北京无线产业发展紧随其后，其产业规模近4000亿元。江苏、上海、浙江无线产业规模均超过2000亿元。从占GDP比重来看，无线产业已逐步发展成为地方经济高质量发展的重要领域，北京、广东无线产业占比均超过7.5%，上海、浙江占比超过2.5%。

无线赋能成为各地无线经济发展主引擎。从总量来看，广东省无线赋能发展遥遥领先，无线赋能规模超过1.4万亿元，江苏、上海、福建、重庆、山东、北京、河南、四川等地区无线赋能规模也超过1300亿元。从占GDP比重来看，广东无线赋能占比超过11%，重庆、上海、天津、福建比均超过5%，北京、江苏占比超过3%。

三、无线产业是支撑无线经济发展的基石

十八大以来，我国无线产业以技术创新为根本动力，以满足人民日益增长的美好生活需要为根本目的，在高效的频谱资源配置支撑下，产业体系更加完备、产业链更加健全，产业整体实力、质量效益以及创新力和竞争力显著提升，形成了以 5G、北斗卫星导航为代表的无线产业创新发展格局，为数字经济高质量发展提供了动力源泉，为全面建成小康社会提供了有力支撑，为开启全面建设社会主义现代化国家新征程奠定了坚实基础。

(一) 无线产业整体规模稳步增长

2022 年，无线产业总体保持较快发展。从规模上看，2022 年，无线产业规模近 2.8 万亿元，比上年增长 7.1%，高于 GDP 增速约 4 个百分点；无线产业占 GDP 比重为 2.3%，较 2021 年基本持平。从结构上看，无线相关电子信息制造业及服务业发展齐头并进，2022 年无线相关电子信息制造业规模 1.6 万亿元，占无线产业比重为 56%；无线相关服务业规模 1.2 万亿元，占无线产业比重为 44%。

无线相关电子信息制造业是无线经济发展的基础。2022 年，规模以上电子信息制造业增加值同比增长 7.6%，分别超出工业、高技术制造业 4 个和 0.2 个百分点¹，伴随着无线技术在电子信息设备中的不断渗透，无线相关电子信息制造业成为电子信息制造业发展的重要引擎。无线相关服务业成为无线经济发展重点。2022 年，电信业务收入

¹ 工业和信息化部：《2022 年电子信息制造业运行情况》

累计完成 1.58 万亿元，其中移动数据流量业务收入、移动语音业务收入、移动短信业务收入均呈现增长态势²。2022 年，移动互联网用户数达 14.53 亿户，增幅进一步趋缓；移动互联网接入流量达 2618 亿 GB，同比增长 18.1%，移动互联网流量快速增长³。

(二) 无线产业细分领域亮点纷呈

1. 公众移动通信增长态势向好

我国移动通信行业增长态势向好，5G 新型基础设施建设适度超前部署，为经济发展持续注入数字化新动能，成为拉动无线产业规模不断壮大的主要动力。

我国已建成全球规模最大的 5G 独立组网网络，截至 2023 年 7 月，我国 5G 基站累计达到 305.5 万个，5G 移动电话用户 6.95 亿户。基础设施方面，2022 年华为、中兴合计占全球 5G 网络基础设施市场份额 45.4%，截至 2023 年 3 月底，5G 移动通信基站累计出货量超 300 万座。终端方面，5G 终端的产品外延不断扩大，除手机终端外，还有 5G 模组、网络接入设备（无线 CPE、网关）、车载终端、平板电脑、无人机、摄像头、机器人、电视、可穿戴设备、自助售货机等产品形态。截至 2023 年 3 月，我国 5G 终端款数 1168 款，5G 手机款数 749 款，出货量 7.08 亿部，较 2022 年 9 月增长 18.8%。国产手机头部厂商密集推出新机型，不乏主流厂商旗舰机型，全年 5G 手机上市新机型 220 款，占同期手机上市新机型数量的 52.0%。运营服务方面，

² 工业和信息化部：《2022 年通信业统计公报》

³ 人民网：《中国移动互联网发展报告（2023）》

2022年，我国电信业务总量（按上年不变价）17498亿元，其中移动话音业务收入1163亿元，移动短信业务收入401亿元，移动数据流量业务收入6397亿元。移动互联网流量迅猛增长，2022年移动互联网接入流量达2618亿GB，比上年增长18.1%，移动互联网月户均接入流量(DOU)达到15.2GB/户·月，其中11月当月DOU达16.58GB/户，创历史新高。用户规模持续扩大，截至2022年底，我国移动电话用户规模16.83亿户，人口普及率升至119.2部/百人，高于全球的106.2部/百人。其中，5G用户数达到5.61亿户，在移动电话用户数中占比达33.33%。

频率资源方面。我国持续高度重视公众移动通信频率资源供给和配置，工业和信息化部统筹谋划、多措并举，持续强化5G系统频率资源供给侧管理，共许可792MHz带宽中低频段频谱资源用于5G网络建设，中低频段5G频谱资源许可总量位居世界前列，有效保障了5G容量和覆盖的需求。为确保5G部署不影响同、邻频段现有卫星业务的正常工作，工业和信息化部统筹组织各方，完成近1.3万座受影响的卫星地球站等无线电台(站)的干扰协调或技术改造，有力支持了我国5G大规模顺利部署。为进一步提升5G信号在农村及边远地区的覆盖质量，加大无线电频谱资源对5G高质量发展的支撑保障力度，工业和信息化部批准中国联通将现用于2G/3G/4G系统的900MHz频段频率资源重耕用于5G系统⁴，许可中国电信将现网用于2G/3G/4G系统的800MHz频段频率重耕用于5G公众移动通信系统⁵，将进一步

⁴ 工业和信息化部：《工业和信息化部重耕900MHz频段频谱资源进一步推动我国5G高质量发展》

⁵ 工业和信息化部：《工信部重耕800MHz频段频谱资源持续推动我国5G高质量发展》

拓展我国低频段 5G 产业空间、扩大低频段 5G 网络覆盖，有利于农村及边远地区人民群众进一步享受高质量 5G 服务。2023 年 6 月，工业和信息化部发布新版《中华人民共和国无线电频率划分规定》率先在全球将 6425-7125MHz 全部或部分频段划分用于 IMT(国际移动通信，含 5G/6G) 系统⁶。6GHz 频段是中频段仅有的大带宽优质资源，兼顾覆盖和容量优势，特别适合 5G 或未来 6G 系统部署，同时可以发挥现有中频段 5G 全球产业的优势，有利于稳定 5G/6G 产业预期，推动 5G/6G 频谱资源全球或区域划分一致，为 5G/6G 发展提供所必需的中频段频率资源，促进移动通信技术和产业创新发展。

目前移动通信技术正在从 5G 向 5G-A/6G 演进。国际电信联盟于 2023 年 6 月完成了《IMT 面向 2030 及未来发展的框架和总体目标》建议书，标志全球 6G 发展已实质性启动。6G 将聚焦沉浸式通信、超大规模连接、极高可靠低时延、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，极大提升信息通信服务质量。

2.移动物联网进入“物超人”时代

我国移动物联网保持着高速增长态势，中国连接数增长率连续多年高于全球增长率，持续引领全球移动物联网生态建设。

“物”连接快速超过“人”连接。截至 2023 年 7 月我国蜂窝物联网终端用户数 21.48 亿户，移动电话用户数 17.11 亿户，我国移动物联网迎来重要发展期。自 2022 年 8 月底“物”连接数超越“人”

⁶ 工业和信息化部：《中华人民共和国无线电频率划分规定》

连接数后，“物”连接数占比已升至 2023 年 3 月底的 55.38%，万物互联基础不断夯实；蜂窝物联网终端应用于公共服务、车联网、智慧零售、智慧家居等领域的规模分别达 4.96 亿、3.75 亿、2.5 亿和 1.92 亿户⁷。深圳、常州、北京、杭州、东莞、惠州、上海、济南、广州、青岛、宁波、温州、郑州、无锡、南京等城市已率先实现了“物超人”。

网络建设方面。我国建成全球规模最大、技术领先、性能优越的网络基础设施，截至 7 月底，建成开通 5G 基站 305.5 万个，移动基站总数超 1135 万个，NB-IoT、4G、5G 多网协同发展、城乡普遍覆盖、重点场景深度覆盖的网络基础设施格局已经形成。移动物联网网络设施作为沟通万物泛在智联的基础载体，正从当前“服务于物”向“服务于生产”持续精进⁸。

产业发展方面。我国移动物联网产业生态蓬勃发展，中国厂商在全球芯片模组市场中的优势持续凸显。2022 年全球蜂窝物联网模块芯片出货量十大厂商中，排名第二到第七的供应商全部来自中国⁹。在全球蜂窝物联网模组出货量十大厂商中，排名前五的供应商均来自中国。得益于在工业互联网、车联网、资产追踪、工业路由器和企业领域应用渗透率快速提升，模组需求持续上涨；在移动物联网芯片模组市场如此明显的优势之下，移动物联网模组成本不断下降，助推物联网业务发展。

⁷ 中华人民共和国中央人民政府：《2022 年通信业统计公报解读：行业持续向好 信息基础设施建设成效显著》

⁸ 人民邮电：《连接数超 20 亿 我国移动物联网迈入高质量发展新征程》

⁹ Counterpoint：《全球蜂窝物联网模块和芯片组跟踪应用研究报告》

应用发展方面。我国移动物联网应用呈现阶梯化发展态势。截至2023年7月末，三家基础电信企业发展蜂窝物联网终端用户21.48亿户，比上年末净增3.04亿户，“物”连接数占比已升至55.7%。NB-IoT、4G在行业应用中已经产生规模效应，NB-IoT已形成水表、气表、烟感、追踪类4个千万级应用，白电、路灯、停车、农业等7个百万级应用，POS机、电视机机顶盒、垃圾桶、冷链、模具管理等多个新兴应用。5G在行业应用中的广度正不断拓宽，并与千行百业加速融合，虚拟专网（网络切片）、上行增强、5G LAN、定位等满足行业特定需求的技术逐渐成熟，5G物联网应用重要性显著提升。

3. 宽带卫星应用成为发展重点

我国不断完善国家空间基础设施，推动通信、导航、遥感卫星融合技术发展，加快实现泛在通联、精准时空、全维感知的空间信息服务。目前卫星通信广播商业服务能力进一步提升，实现国内超高清频道上星和百余套节目高清化，为远洋船舶、民航客机提供互联网接入服务。卫星导航产业快速发展，北斗兼容型芯片模块销量超过亿级规模，北斗应用广泛进入大众消费、共享经济和民生领域。卫星遥感高精地图、全维影像、数据加工、应用软件等产品和服务不断满足了不同用户特色需求。

为支持卫星互联网等空间基础设施可持续发展，2023年新修订的《中华人民共和国无线电频率划分规定》中，在150MHz和400MHz频段分别增加卫星水上移动和卫星移动业务条款，在17.7-19.7GHz和27.5-29.5GHz频段引入卫星动中通地球站使用，在37.5-51.4GHz中

部分频段明确了低轨和高轨卫星系统共用条件¹⁰。为保障重大航天工程等频率使用安全,在相关频段和部分区域,明确了对卫星地球探测、空间研究、射电天文等无线电业务的干扰保护。

我国已经发布计划的星座项目大部分已经发射了试验卫星。2023年2月,我国首颗超百 Gbps 容量高通量卫星中星 26 号卫星成功发射。中星 26 号卫星采用我国自主研发的东方红四号增强型卫星平台。该卫星是国家重要的空间基础设施,是满足卫星互联网及通信传输要求的新一代高通量通信卫星。中星 26 号卫星将与中国卫通现有的中星 16 号卫星、中星 19 号卫星两颗高通量卫星共同为用户提供高速的专网通信和卫星互联网接入等服务,为边远地区提供安全可靠、覆盖更广的信息传输手段,进一步缩小城乡“数字鸿沟”,并有效满足空中旅行与远航中对于宽带通信的巨大需求,在国家数字经济发展筑牢基础网络能力的同时,也为卫星互联网业务提供可持续发展的新商业模式¹¹。

4.航空互联网拓展产业外延

为推动我国航空互联网高质量发展,提高人民生活品质,工业和信息化部于 2023 年 4 月依申请批复中国移动使用其 4.9GHz 部分 5G 频率资源在国内有关省份开展 5G 地空通信(5G-ATG)技术试验。

5G-ATG 基于 5G 公众移动通信技术,通过沿飞机航线设置符合相应国际规则和国内规定的特殊基站及波束赋形天线,在地面与飞机

¹⁰ 工业和信息化部:一图读懂《中华人民共和国无线电频率划分规定》

¹¹ 新华网:《我国首颗超百 Gbps 容量高通量卫星成功发射》

机舱间建立地空通信链路，使乘客在机舱内通过无线局域网接入方式访问互联网。5G-ATG 是实现航空互联网高质量发展的重要技术路径之一，也是 5G 等新技术在航空互联网领域的新应用和新业态¹²。

5. 无线技术是智能网联汽车发展关键

无线技术在智能网联汽车（车联网）中广泛应用，主要包括 5G、蜂窝车联网（C-V2X）直连通信、北斗卫星导航技术等。智能网联汽车借助于各类无线通信技术，实现车与车、车与人、车与路、车与服务平台的全方位连接。

我国智能网联汽车市场规模呈快速增长趋势，预计将从 2021 年的 2100 亿元增长到 2026 年的 8000 亿元，五年增长近 3 倍。网联汽车渗透率将在 2030 年达到 56%¹³。我国在国际 C-V2X、5G 等新一代通信标准制定中发挥着越来越重要的作用。为加快推进车联网网络安全保障能力建设，工业和信息化部开展了车联网身份认证和安全信任试点工作，构建车联网身份认证和安全信任体系，推动商用密码应用，保障 C-V2X 通信安全。我国具备推动智能网联汽车产业发展的基础环境，能够推动具有核心知识产权的 C-V2X 车联网技术发展。5G、C-V2X 直连通信等车联网渗透率和量产车型数量显著增长。2022 年我国乘用车前装标配车联网功能交付上险量超过 1164 万辆，前装搭载率超过 66%，其中前装标配 5G 车联网交付上险量超过 32 万辆。C-V2X 直连通信功能前装量产也实现新突破，已有 20 余款量产车型

¹² 工业和信息化部：《工业和信息化部批复 5G 地空通信试验频率 进一步推动我国 5G 行业应用新发展》

¹³ 普华永道：《车联网产业发展洞察》

搭载了 C-V2X 直连通信功能，其中还有部分车型实现全系标配。我国基于 C-V2X 技术的智能网联汽车产业已形成完备的产业生态，多厂家供货环境逐渐形成，具备规模商业化基础。

6.5G+工业互联网快速应用

我国深入推进 5G 应用“扬帆”行动计划和“5G+工业互联网”融合应用，加速产业成熟。低成本、定制化、端到端能力保障及共管共维逐渐成为 5G 行业虚拟专网产业发展的重要方向。融合应用深入拓展，行业应用融入 60 个国民经济大类，应用案例数超 5 万个。开展 5G 工厂“百千万”行动，覆盖电子信息、装备制造、石化化工、钢铁等 12 个重点行业。产业基础日渐夯实，5G 轻量化核心网、定制化基站等网络设备逐步落地。行业终端成本大幅降低，5G 模组价格持续下探。打造了“5G+工业互联网”中国方案和 5G 全连接工厂中国品牌。

此外，2022 年 11 月，工业和信息化部为中国商用飞机有限责任公司(COMAC)颁发了第一张 5G 无线工业专用网络试验频率许可，主要使用 5925-6125MHz 和 24.75-25.15GHz 频段¹⁴，支持中国商飞发展 5G 技术与大飞机制造融合创新技术试验。

7.短距离通信产业稳步发展

以 Wi-Fi、蓝牙、超宽带等为代表的短距通信技术作为实现万物互联不可或缺的关键手段，广泛应用在智能设备、物联网、智能家居、

¹⁴ 中国日报网：《中国商飞获首张企业 5G 专网频率许可》

智慧城市等领域，应用规模稳步增长。根据 IDC 公司数据，2022 年 Wi-Fi 产品全球出货量达 38 亿台。目前 Wi-Fi 技术正在向 Wi-Fi 7 演进，蓝牙最新的 5.3 版本协议支持低功耗和物联网应用。2020 年我国星闪联盟正式成立，致力于推动新一代无线短距通信技术-星闪技术的创新和产业生态建设，满足智能汽车、工业智造、智慧家庭、个人穿戴等多场景对低时延、高可靠、精同步、多并发的无线通信需求。目前星闪联盟成员已超过 320 家，覆盖产业链上下游。2022 年 11 月，星闪 1.0 标准正式发布，2.0 标准启动。短距离通信技术与蜂窝移动通信技术优势互补，共建万物互联的新生态。

8. 专网通信支撑数字化转型

专网通信主要用于政府管理、公共安全、公用事业等重点行业和部门，使用专用频率，提供应急通信、指挥调度、日常通信等服务，覆盖政府、公安、铁路、地铁、电力、石化、机场、港口、矿山、水利等用户。目前全球专网系统正在由模拟向数字、窄带语音向宽带数据演进。随着我国治理能力现代化水平不断提升，行业数字化转型加速，专网通信存在广泛需求，未来专网市场仍将保持一定增速。

(三) 无线技术激发新兴领域活力

1. 无线技术加快元宇宙新终端布局

2021 年以来，元宇宙在全球范围内快速升温，脸书、微软、谷歌、高通、英伟达、腾讯、字节等国内外 ICT 巨头进行顶层战略布局，将之视为争夺下一代互联网生态主导权的重大机遇。元宇宙需要泛在大

带宽低时延的网络，5G、WLAN 等可以支撑其快速发展，全面提升网络能力，将支持元宇宙业务规模普及。我国工业和信息化部、网信办等部委就这一前瞻领域开展专题工作，密集调研并出台相关政策，如工业和信息化部印发《工业元宇宙三年行动计划(2022-2025 年)》、工业和信息化部等五部门印发虚拟现实未来五年行动计划等。在 5G、WLAN 等技术快速发展的支持下，新终端和信息基础设施赛道进入发展机遇期。围绕元宇宙产生的 XR 眼镜等新终端或将成为无线产业发展的新方向。我国多个地区加快 XR 产业，如江西省设立虚拟现实领域国家级制造业创新中心，截至 2022 年底 VR 产业实现营收 657.2 亿元（含内容制作与服务）。

2. 无线技术促进低空无人机发展

2023 年 6 月，国务院、中央军委发布《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》，标志着我国无人驾驶航空器管理步入规范化、法制化轨道。为推动无人机低空经济产业发展，2023 年 7 月《深圳市宝安区低空经济产业创新发展实施方案（2023-2025 年）》正式发布，提出以深圳市民用无人驾驶航空试验区获批和构建海陆空全空间无人体系为契机，加快建设全国领先的低空经济创新发展标杆城区。

低空无人机产业逐渐成为战略性高科技产业。在军事方面，低空无人机成为侦察打击的重要力量，俄乌战场上出现轻量化察打一体四旋翼无人机以及 TB-2 无人机，美军也在大力发展微小型无人机实现蜂群作战技术。在公共服务方面，低空无人机成为测绘、巡检、消防、

救援、检测的有力手段。此外，低空无人机产业发展迅速，成为低空经济发展的主导产业和重要方向。

无线技术在低空无人机产业的发展中发挥了重要作用。无线感知、定位、通信技术同城市低空经济业务高度契合，低空无人机对 2.4GHz、5.8GHz 等频段，4G、5G 公网频段都有较大需求，除此以外，低空经济对高性能雷达的需求尤为清晰。Wi-Fi 站-机协同、5G+4G 超视距运行以及毫米波雷达障碍物感知等无线技术的应用共同保障了低空无人机实现精准预警避障、高精实时定位和多机集群协同。

3. 无线技术与 AI 互融互促共同提升

中共中央、国务院印发《数字中国建设整体布局规划》，指出要打通数字基础设施大动脉、畅通数据资源大循环以夯实数字中国建设基础¹⁵。5G 等无线技术提供了万物互联的广泛基础，ChatGPT 等为代表的生成式 AI 以前所未有的速度发展。5G 和 AI 分别作为信息基础设施中通信基础设施和新技术基础设施的核心组成，未来两者的深度融合将为我们的生产生活开启更多可能，成为构建未来信息社会的基础。

一方面，移动通信系统中 AI 技术与应用发展渐入佳境。国际电信联盟于 2017 年成立 FG-ML5G 工作组，旨在研讨 AI 技术在 5G 和后 5G 时代的应用场景、潜在需求和网络架构设计¹⁶。我国也成立了相关工作组，并发布了一系列研究报告和技术白皮书。AI 技术能够提

¹⁵ 新华网：《中共中央 国务院印发〈数字中国建设整体布局规划〉》

¹⁶ ITU：《Focus Group on Machine Learning for Future Networks including 5G》

升和增强我国传统无线业务和网络服务能力，基于 AI 领域的知识问答和内容推荐技术能够极大提升用户需求响应效率，通过 AI 技术进行选址规划数据分析处理从而提升布网效率、降低部署成本。AI 技术更能进一步拓展我国 5G 应用新场景，在行业应用网络边缘侧通过 AI 技术对大规模多模态数据进行监控分析，实现智能精准化异常故障预警和风险管理，推动 5G 在垂直行业领域应用¹⁷。

另一方面，无线技术将进一步释放 AI 潜能。2022 年 OpenAI 发布生成式对话机器人 ChatGPT，从而涌现出各种各样的全新企业级和消费级用例。AI 模型对计算基础设施提出了极高的需求，面临着大型复杂模型仅在云端部署的情况。而随着 5G 网络建设提速，与云、边、端等基础设施协同，将有效促进万物互联和数据汇聚，进而推动云端和边缘终端相结合混合 AI 模式，在云端和终端如智能手机、汽车、个人电脑和物联网终端协同工作，从而实现更强大、更高效且高度优化的 AI¹⁸。

4.手机直连卫星步入移动通信航道

随着卫星通信技术不断成熟，手机直连卫星通信技术已成为移动通信技术中的热点。在 2022 年 6 月正式冻结的 3GPP R17 标准中，“非地面网络（NTN）”被正式定义，即未来支持 R17 标准的手机可以实现卫星通信。在应用测试方面，2022 年 8 月，中国移动研究院携手中兴通讯、交通运输通信信息集团、中国移动北京公司等产业伙伴

¹⁷ 经济日报：《“5G+AI”应用广泛拓展》

¹⁸ 高通：《混合 AI 是 AI 的未来白皮书》

共同发布全球首个运营商 5G NTN 技术外场验证成果，验证了手机直连卫星的可行性¹⁹。2023 年 5 月，中国电信卫星公司携手紫光展锐、中兴通讯、佰才邦、vivo、鹏鹄物宇、移远通信等产业合作伙伴共同完成了 S 频段 5G NTN 测试验证，实现了手机直连卫星通信。终端方面，手机直连卫星通信技术也已大规模进入到消费电子产品中，华为发布手机产品，新机型在无地面网络信号情况下向外界发送消息，自带卫星通信功能的手机可能会成为新趋势。

在现阶段，3GPP R18 正在开展支持手机直连卫星的 NTN 增强技术研究，业界也正在探讨在 R19 支持星上处理模式的 5G NTN 技术，未来预期将在 R21 开展 6G NTN 天地一体化系统的标准化工作。虽然手机直连卫星的大部分新概念和新产品还在探索和研发的路上，但可以预见的是，手机等移动通信终端与卫星通信的结合必然会是大势所趋。

(四) 我国无线电制造呈现“一强四区”格局

无线电发射设备作为无线产业中游环节，是无线产业发展的关键。通过无线电发射设备型号核准数据分析，反映各地无线产业发展重点方向。

1. 我国无线电发射设备制造企业众多，广东省遥遥领先

根据中国电子信息产业统计数据和无线电发射设备型号核准数据，我国无线产业上、中游企业主要集中在珠三角、长三角地区。据

¹⁹ 中兴通讯：《中移动携手中兴及合作伙伴完成全球首个运营商 5G NTN 技术外场验证》

统计，我国无线电发射设备企业数量超万家²⁰，其中，广东作为制造业大省，企业数量遥遥领先，共近 4500 家企业，占全国企业数量半壁江山，其余排名前五名的分别为北京、上海、江苏和浙江。

截至 2023 年 6 月，全国共有 195 个城市有从事无线电发射设备研发制造的企业，其中，深圳、北京、上海、广州、东莞等城市企业数量最多。深圳市企业数量 3203 个，占全国比重 32%，超过第二名三倍多。在无线电发射设备企业前 20 名中，广东有 5 个地市，江苏有 3 个地市，浙江、福建有 2 个地市，北京、上海、天津、四川、安徽、山东、湖北、湖南各有 1 城市入围。全国无线电发射设备企业主要集中在科技企业较多、人才储备较多的大型城市。排名前 20 的城市的无线电发射设备制造企业数量占全国的 83%，产业集群的效应非常显著。

2.无线电发射设备制造高度聚集，产业辐射效应显著

珠三角、长三角、京津冀、川渝等地区已经形成了无线产业重点领域的产业集群，产业链上中下游完备，对周围城市的辐射效应显著。如，广东无线经济快速发展，公众移动通信等重点领域无线产业的产业链完备，华为、中兴等公众移动通信龙头企业落户深圳，带动产业链上下游快速发展，辐射带动珠三角乃至全国无线经济发展。

龙头企业推动产业链创新联动，打造韧性供应链。广东省深圳市、东莞市从事无线电发射设备研发制造的企业众多，华为近三年新推出

²⁰ 截止至 2023 年 6 月无线电发射设备型号核准数据

无线电发射设备产品型号超过 2093 款，全国排名第一，占深圳市新推出的无线电发射设备型号的 10.97%；中兴通讯新推出无线电发射设备产品型号超过 669 款，占深圳的 3.5%。龙头企业拉动产业链上下游，产业链相关企业在周边城市落户。例如，临近深圳市、东莞市的城市包括广州市、惠州市和珠海市等，无线电发射设备制造企业生产的产品型号在全国排名分别为第 5 名、第 11 名和第 22 名。



来源：工业和信息化部、中国信息通信研究院

图 6 无线电发射设备制造企业产业集群

无线电发射设备制造业发展较好的地区，带动新业态快速发展。例如，深圳定位于建设成为全球数字经济先锋城市，积极部署数字基础设施，是国内第一个实现 5G 独立组网的城市，适度超前建设的数字基础设施，拉动其他领域和新兴产业更快速发展，赋能民生服务、创新文旅、数字金融、智慧教育、智能消费、气象预警、文化娱乐、医疗保健等方面。在智慧交通方面，深圳外环高速公路实现了基于

BIM 的建设和日常养护支撑,隧道内北斗卫星信号全覆盖;南沙大桥、乐广高速公路具备车路通信和 21 种场景的车路协同技术应用能力²¹。

3.各省无线电制造发展各具特色,优势领域各异

在工业和信息化部 2022 年公布的 45 个国家先进制造业集群名单中,深圳市新一代信息通信集群、东莞市智能移动终端集群、成渝地区电子信息先进制造集群等多个新一代信息技术领域的产业集群上榜²²,各地区无线产业发展各具特色。广东省作为无线电发射设备制造大省,在公众移动通信、短距离无线通信、卫星通信、专用通信和融合设备领域均是申请无线电发射设备型号核准数量最多的省份。福建的对讲机、导航设备产品型号核准数量最多,占全国 44%,四川的广播电视发射设备产品型号核准数量最多,江苏、安徽的雷达设备型号核准数量最多。

四、无线赋能数字化转型促进质的有效提升

(一)无线全面赋能数字化转型

2022 年,无线技术赋能我国工业、服务业增加值分别为 3.4 万亿元、4 千亿元,产业数字化转型提速,融合发展向深层次演进。工业互联网无线技术融合应用领先发展,形成了协同研发设计、远程设备操控、设备协同作业等二十个典型应用场景²³;服务业数字化转型迈

²¹ 交通运输部:《广东拓展智慧交通应用场景助发展惠民生》

²² 中国政府网:《工业和信息化部公布 45 个国家先进制造业集群名单》

²³ 工业和信息化部:《“5G+工业互联网”十个典型应用场景和五个重点行业实践》

工业和信息化部:《“5G+工业互联网”十个典型应用场景和五个重点行业实践(第二批)》

入快速成长期，从零售、餐饮、旅游到办公、教育、医疗等各类传统服务市场因无线技术赋能实现了线上线下融合带动服务业的繁荣发展；农业数字化转型初见成效，无线技术在农业生产经营活动的渗透率不断提升。

(二) 无线赋能新型工业化发展

2022年，无线技术赋能工业规模为3.4万亿元，占无线赋能88%，无线技术在工业中融合较为充分。以5G为代表的无线技术给制造业生产模式和生产形态带来了深刻改变。国民经济97个大类，一半以上用了5G。在采矿、港口、电力、大飞机制造领域，5G得到广泛应用²⁴。我国行业应用在项目数量和应用领域上全球领先，重点领域5G应用开始规模复制。根据“绽放杯”大赛统计，2018年至2022年，5G应用案例总计将近5万个²⁵。基础电信企业深度参与，以工业等领域为赋能目标，对数字化转型的赋能带动作用持续增强。

智慧工厂建设方面。无线技术在智慧工厂中的应用探索成效已经初步显现。形成在无线技术支持下的柔性生产制造、AI机器视觉、远程运维、远程控制、AI视觉安防、云化AGV、AR远程协作、数字孪生等典型智慧工厂应用场景。Wi-Fi、5G等无线技术深入工厂，能够帮助行业客户实现远程控制、视频采集、智能分析、设备管理等功能。5G与智慧工厂结合，构建安全、高质量、低成本的网络。行业客户

²⁴ 中央人民政府网：《如何推动工业稳增长？传统产业怎么改造提升？5G发展有何新目标？——工信部部长金壮龙谈工业和信息化热点话题》

²⁵ 中国信息通信研究院、5G应用产业方阵、IMT-2020(5G)推进组：《5G应用创新发展白皮书—2022 第五届“绽放杯”5G应用征集大赛洞察》

通过部署专网，可以让“企业私有数据”内部流通，又能放行普通数据与公网互通，不影响与公网的信息互联。**工业数字化转型探索方面**，杭州老板电器股份有限公司与中国移动合作，开展“老板电器 5G 无人工厂”项目建设，实现了生产单元模拟场景的应用。通过 5G 工业网关实时上传海量生产数据、设备状态数据，实现对厂房内工艺流程和布局的数字化建模，利用 5G 网络实时呈现车间内 12 条产线生产状态和 65 辆 AGV 位置信息。当产量即将低于标准值或影响其他生产环节时，平台可自动定位异常设备，进行弹窗预警，实现资源协同。通过数字孪生平台，实时掌握物流效率、设备负荷、瓶颈节点等关键信息，有效提升了工厂运作过程中生产效率和自动化水平²⁶。

智慧钢铁建设方面。当前我国钢铁工业数字化转型成效初显，已成为离智能化最近的行业。工业互联网的蓬勃发展，5G 应用“扬帆”行动计划的发布，5G、移动物联网、Wi-Fi 等无线技术的应用，给钢铁行业制造体系带来了数字化、网络化和智能化赋能与升级。形成在无线技术支持下的设备点检与监测、天车/加渣远程控制、无人天车、AI 质检、自动转钢、环保排放及能耗监测等典型智慧工厂应用场景。提质、增效、降本、绿色、安全发展成效初显，一批数字化车间、智能工厂和“5G+工业互联网”示范标杆不断涌现。**工业数字化转型探索方面**，华菱湘钢与中国移动合作，在湖南省依托 5G 技术实现天车、加渣机械臂的远程设备操控场景的应用。天车的操控通常需要两人协同操作，作业效率低，工作环境差。通过天车远程操控，利用 5G 超

²⁶ 工业和信息化部：《“5G+工业互联网”十个典型应用场景和五个重点行业实践（第二批）》

大上行与下载速率，为操作员提供第一视角的高清视频，操作人员可在远程操控室实时操控天车卸车、吊运装槽、配合检修等作业，保障远程操控的精准度和实时性，两人协同变为一人操控一台或多台天车。另外，加渣机械臂和控制系统可以通过 5G 网络互通，利用 5G 手机远程一键启动，自动运行，降低工人在高温锅炉旁作业风险，提升作业安全性。疫情期间通过 5G+AR 远程辅助的应用，助力完成 90% 生产线装配，车间生产总效率提升 20%。

智能采矿建设方面。目前我国矿山智能化发展还不到 2.0 智能化阶段，传统的有线不能满足矿山占线长、移动作业的需求，并且煤矿领域环境恶劣、机械系统繁多，要想达到 4.0 全矿井的协同管控阶段，无线技术应用必不可少。我国煤炭领域智能化研究起步比较晚，但近年来呈快速发展趋势，基于无线技术，已形成智能采掘及生产控制、环境监测与安全防护、虚拟交互等场景试点应用。利用无线技术在矿山场景中进行创新应用，在减人增效的同时，也改善了矿山职工的生活品质。**工业数字化转型探索方面，**新元煤矿与中国移动合作，在山西省开通 5G 煤矿井下网络，建成井下“超千兆上行”煤矿 5G 专用网络，实现了远程设备操控场景的应用，取得 5G 网络设备隔爆认证。5G 技术实现了对掘进机、挖煤机、液压支架等综采设备的实时远程操控，实现了对爆破全过程的高清监测与控制，解决了传统人工作业操作危险系数大、劳动强度高的问题，改善一线工人的工作环境，大幅降低安全风险，显著提升采掘效率。利用 5G 技术实现综采面无人

操作，解决了井下设备运行过程中线缆维护量大、信号经常缺失等问题，有效降低危险作业区域安全事故发生率²⁷。

(三) 无线赋能服务业实现新突破

2022年，无线技术赋能服务业规模为4千亿元，占无线赋能12%，无线技术赋能服务业数字化转型迈入快速成长期。我国第十四个五年规划(2021–2025)和2035年远景任务之一是深入推进服务业数字化转型，无线技术在推进服务业数字化发展中，已在金融、交通、教育、医疗、文旅、科教等领域取得了一定进展。

1. 无线技术深度服务金融科技领域

移动网络无处不在的特性和智能手机普及率的日益增长推动无线连接成为金融科技解决方案的核心。在新冠疫情背景下，以电商为代表的各种数字服务崛起，无线技术为移动交易提供了基础能力支持。中国人民银行数据显示，2022年，我国移动支付业务1585.07亿笔，同比增长4.81%，金额499.62万亿元。移动支付不仅在城市大范围普及，农村地区的用户也在日渐增加。

2. 无线技术提高民生领域服务质量

初步测算，2022年无线技术赋能餐饮住宿、零售等行业带来经济效益超3700亿元。零售行业，商业街、购物中心等场所已经开始采用无线技术和5G网络，以提高网络速度和覆盖范围。实现自动化收

²⁷ 工业和信息化部：《“5G+工业互联网”十个典型应用场景和五个重点行业实践》

银和智能化库存管理等功能。新型零售业态在无线技术和 5G+工业互联网技术的基础上兴起，形成基于 AR/VR 技术的虚拟试衣、智能客服机器人等相关产品。例如，Apple 武汉零售店是中国首个设立专属 Apple Pickup 到店取货区域的零售店，让顾客能够更加便捷地提取在线订购的产品，同时协助顾客预约在线支持。餐饮行业，在线点餐、无接触支付等数字化服务普及，餐厅广泛应用自动化排队和预约系统，利用无线技术升级后的智能厨房设备可有效降低人工成本、提高餐品质量。2022 年中国电信已携手外卖平台在河南郑州、湖北武汉、浙江杭州等城市启动“明厨亮灶”工程，开启后厨高清直播以保障食品安全。

3.无线技术提高医疗健康保障水平

无线技术在为优化医疗健康服务质量，提高群众健康的生活方式方面发挥了实质作用。以 5G 为代表的公众移动通信、以 Wi-Fi 为代表的 WLAN 网络性能和连接能力的提高不断提高中国医疗健康设施的水平。通过 5G、WLAN 等无线技术为病患提供了专家远程门诊，所需的技能和基础设施以通过分析来在早期确诊疾病。例如中国联通、华为和海南省启动了“5G 智慧医疗点亮海南健康岛”项目，实现省级 5G 远程诊断，项目中所有基层医疗机构均已实现数字化。无线技术为基层医疗机构提供了远程会诊和技术保障²⁸。中国移动、华为与其合作伙伴在深圳推进了 5G+智能医疗项目。利用 5G 专网，以区域

²⁸ GSMA:《中国移动经济发展 2023》

内医疗机构高效安全的信息共享为基础，各方共同开发了远程急救护理、远程会诊、移动诊疗、社区急救指导及智能病房等应用²⁹。远在武汉的协和医院骨科教授为恩施州咸丰县人民医院手术室主刀医生远程提供手术指导，实现我国首台 5G 环境下混合现实云平台远程会诊手术³⁰。

4. 无线技术催生文旅融合创新模式

传统的文旅行业在科技创新和大众精神需求的推动下发生了翻天覆地的改变，5G 和北斗等信息通信技术与文旅行业融合发展，不断促进智慧文旅繁荣、规模化发展。2023 年 4 月，工业和信息化部联合文化和旅游部发布关于加强 5G+智慧旅游协同创新发展的通知，加强国家高等级旅游景区、国家级旅游度假区、国家级旅游休闲街区、红色旅游融合发展示范区等重点区域的 5G 网络覆盖水平，优化 5G 网络服务质量，满足旅游景区新型业务和游客多样化使用需求。鼓励旅游行业结合生态环境、自然景观、历史文化等资源及文旅公共服务设施，以增强游客体验、提升游客服务为核心，充分利用 5G 等技术适配更多应用场景，打造复合型公共服务平台，提供个性化、品质化、交互化、沉浸化旅游服务。推广云旅游、云直播等线上服务模式，增强游客体验，提升游客感知。推动 5G 与物联网、虚拟现实、增强现实、数字孪生、机器人等技术和产品的有效融合，引导 5G+4K/8K 超高清视频、5G 智慧导览、5G+VR/AR 沉浸式旅游等应用场景规模发

²⁹ GSMA、中国信息通信研究院：《中国 5G 垂直行业应用案例 2021》

³⁰ 湖北日报：《湖北 5G 智慧医疗建设正式启动》

展，满足游客在旅游全过程智慧体验。例如，北京市公园管理中心在北京市陶然亭公园建设了基于 5G 和北斗卫星导航技术的公园景区游船智慧管理平台，利用 5G 高速率和北斗卫星导航高精度等技术特点，保障公园景区游船智慧化运行，实现自助扫码购票，快捷线上支付，统一云上排队等功能，带动了管理服务变革转型，成效与收益明显提高³¹。

5. 无线技术提升科教领域核心能力

无线技术是提升我国科教领域核心能力的重要支撑，其与各项前沿理论和领跑技术深度融合，已成为人类科技前沿发展的重要基础。射电望远镜通过接收来自宇宙中的无线电信号，观测天文现象，研究天体的物理化学性质。位于贵州省黔南州的中国天眼是当今世界上最大、最灵敏的单口径球面射电望远镜，其工作频率在 70MHz-3GHz 之间，能够捕捉宇宙中更微弱的信号，探测到更暗弱的天体。2023 年，中国天眼的科研团队发现了名为 M71E 的脉冲双星系统，这是迄今科学界发现的最短轨道周期的脉冲双星系统。截至 2023 年 7 月，中国天眼发现的脉冲星数量已超过 800 颗，这一数量是自其投入运行以来，同期国外同类型观测设备脉冲星发现总数的三倍以上。2023 年 6 月 29 日，科研人员利用中国天眼探测到宇宙中纳赫兹引力波存在的关键性证据，这标志着我国纳赫兹引力波探测和研究同步达到世界领先

³¹ 中国文旅：《数字化创新实践案例 | 5G 和北斗卫星导航技术助力公园景区游船实现智慧化运营》

水平，对于理解超大质量黑洞、星系并合历史和宇宙大尺度结构形成等问题具有重要意义³²。

(四) 无线赋能农业取得新进展

我国第十四个五年规划(2021–2025)和 2035 年远景提出加快发展智慧农业，推进农业生产经营和管理服务数字化改造的目标。5G 等无线技术不断赋能农业信息化建设。目前，农业智能化水平显著提升，5G、北斗等无线技术已经广泛应用于农业生产全流程，为农业现代化和精准农业提供了重要支持。

农场方面。利用 5G 网络，及温湿度等环境传感器、摄像头、卫星遥感、无人机等监测设备，无人植保机、旋耕机、播种机、喷灌系统等无人驾驶农机设备，实现农作物情况监测、农机设备自动化作业、农场安全监控、环保节能作业等应用。例如，湖北省实施“北斗+农机”项目，先后在荆门、襄阳、荆州等地进行试点，对普通农机进行升级改造，让大型农机安装上北斗智能终端，实现农机与卫星链接。截至 2022 年 10 月，全省 86 个县市 4444 家合作社，累计推广北斗终端 3 万多台套，机手超过 20000 名，产值近 35 亿元。其中应用最广的是拖拉机、收割机、插秧机、农用无人机和粮食烘干机。依托北斗与无人机技术的农机在耕整地、播种、植保、收获、秸秆处理、烘干等全程机械化等环节中累计作业面积达到了 8000 多万亩³³。

³² 中国青年报：《一眼望穿百亿光年！中国天眼 FAST 带来宇宙级的浪漫》

³³ 湖北之声：《北斗赋能 让湖北农业更“智慧” | 2022 湖北三农观察》

林业方面。利用 5G 网络，及视频监控、无人机等监测设备，实现森林资源、森林病虫害、野生动植物、森林防火等监测，及森林巡检等应用。例如，成都大邑县利用 5G 网络、人工智能和无人机，在西岭雪山景区寻找迷路游客。5G 无人机实时回传画面，通过人工智能分析，智能判别画面中的人与物，应急救援指挥中心根据视频画面迅速锁定迷路游客的位置坐标，指挥属地救援队将被困游客带至安全地带。

渔业方面。5G 可通过与卫星通信、人工智能、大数据、物联网等信息通信技术结合，构建天、空、岸、海、底一体化的渔业管理体系，促进渔业生产全生命周期阶段提质增效降本。渔政管理场景中，渔港部署的 5G 高清摄像头与渔船数据库连接，基于影像智能识别船舶类型、是否在册等信息，实现渔船渔港动态监控;依托 5G 网络全天候监测渔船海上作业状况，实时掌握船舶位置和告警、台风路径等生产作业信息，在休渔期和台风期间指挥调度船舶回港，维护渔业生产秩序和渔民生命财产安全。渔业产销场景中，如养殖捕捞环节，5G 结合无人机、传感器等终端设备，可实现海洋牧场少人化或无人化驻守，实时传输养殖海域的海洋水文气象、海洋环境等数据，完成海上牧场环境的精细化感知和智能化决策。冷链运输环节，5G 助力冷链运输全流程管控，结合 VR、AR。冷链运输环模式。实现智慧舍储无人值守，以及的资海产品电商销售新模式³⁴。

³⁴ 中国信息通信研究院无线电研究中心、中国移动通信集团有限公司、华为技术有限公司：《5G 智慧海洋发展研究报告(2023 年)》

五、无线电管理保障无线经济高质量发展

频谱资源是推动无线技术创新和无线产业发展竞争新优势的关键战略资源。频率资源有效开发利用，电磁环境安全可靠是无线经济发展的基础条件。无线电频率资源管理和电波秩序维护是我国无线电管理核心职能，无线电管理保障了无线经济高质量发展。

支持无线产业发展方面。工业和信息化部科学配置频率资源，服务无线产业发展。一是通过批准中国联通 900MHz 频段频率、中国电信 800MHz 频段频率资源重耕用于 5G 系统，进一步拓展了我国低频段 5G 产业空间、扩大低频段 5G 网络覆盖，有利于农村及边远地区人民群众进一步享受高质量 5G 服务。二是通过出台《关于微波通信系统频率使用规划调整及无线电管理有关事项的通知》，优化调整微波通信系统频率，并在雄安新区开展基于 E 波段大容量微波通信试点支持 5G 新基建，推动了我国微波通信产业高质量发展。三是通过发布新版《中华人民共和国无线电频率划分规定》，为 5G/6G 发展提供所必需的中频段频率资源，促进了移动通信技术和产业创新发展。四是通过出台《无线充电（电力传输）设备无线电管理暂行规定》，避免对各类依法开展的无线电业务产生有害干扰，维护空中电波秩序，促进无线充电产业高质量发展。五是会同广电总局联合印发《广播电视无线电频谱发展规划(2023-2035 年)》，优化广播电视频谱资源供给，提高广播电视频谱使用效能。六是通过发布《关于优化 X 频段卫星地球探测业务(有源)与无线电测定业务频率协调程序的通知》，保障星载 SAR 雷达合理使用 X 频段频率资源，推动商业遥感卫星可持续

发展。七是通过制定《对地静止轨道卫星动中通地球站管理办法》，规范动中通地球站使用，促进卫星通信高质量发展。

支持无线赋能发展方面。工业和信息化部坚持统筹规划和高效利用频谱资源，一是通过加强顶层设计和政策引领，为工业互联网等高质量发展和民航、水上交通、气象等重点系统（行业）提供有效的频谱资源保障和发展引擎。二是通过批复 5G 频率资源在国内有关省份开展 5G 地空通信（5G-ATG）技术试验，进一步提升了 5G 网络覆盖的空间维度，拓展了 5G 的行业应用场景，更好满足航空旅客日益增长的空中访问互联网需求。三是相继指导浙江等 8 省（区、市）车联网直连通信试验频率的新许可或延续许可（累计完成 13 省（区、市），14 地的许可），更好支持车联网产业高质量发展。四是指导铁路部门编制铁路无线电频率中长期使用及调整方案，持续推进基于 5G 技术的铁路新一代移动通信试验频率使用许可工作，更好满足智慧铁路发展需要。

维护电波秩序方面。通过发布《地面无线电台（站）管理规定》《无线电发射设备管理规定》《无线电频率使用和在用无线电台（站）监督检查暂行办法》《民用机场跑道外来物探测设备无线电管理暂行规定》等多项规范性文件，奠定了维护空中电波秩序的基础。持续发挥了航空、铁路等重要行业无线电频率保护长效机制的作用，做好对专用频率的保护性监测。依托“12381 公共服务电话平台”设立了无线电干扰投诉受理中心，开通了无线电干扰投诉热线，拓展无线电干扰投诉渠道，有利于快速响应和及时处置无线电干扰。持续防范和打击利用无线电技术手段进行考试作弊的行为，查处“黑广播”“伪基站”

违法犯罪案件，配合公安部门连续破获多起 GoIP 重大电信网络诈骗案件。

六、无线经济发展展望

无线经济是以无线技术创新和融合应用为重要推动力的新经济形态，具有高创新性、强渗透性、拉动作用明显的特点，发展前景广阔、任务艰巨。一方面将进一步做大 5G、6G 等优势产业，另一方面无线技术将深度赋能传统产业数字化转型。预计到 2030 年，我国无线经济规模将超过 10 万亿元。

（一）加强无线经济相关理论探究和顶层设计

一是进一步把握无线经济发展趋势和规律。充分认识无线技术具有的高创新性、广覆盖性和强渗透性等特征，研究无线经济发展呈现的技术主导、业态融合、时空泛在等运行趋势和规律，为无线经济发展和治理实践提供理论指导。二是按照创新引领、融合发展，应用牵引、系统推进的基本要求，做好无线经济发展顶层设计。系统梳理无线产业类型，绘制无线产业图谱，制定无线经济发展规划。三是出台体系化的无线经济政策，涵盖频率、技术、产业、赋能、治理全环节，构建多领域协同的无线经济发展格局。针对短距离通信、卫星互联网、雷达、专网、非授权频率物联网等领域出台产业政策坚决强化重点产业自主创新能力。

(二) 夯实无线产业基础抢占未来发展新优势

持续增加移动通信、卫星通信等领域全产业链优势，巩固优势产业领先地位，加快科技自立自强步伐，前瞻布局下一代移动通信等前沿领域，全面推进 6G 技术研发。瞄准新一代无线技术创新和产业变革大势，聚焦传感器、智能网联汽车、卫星互联网等重点领域，发挥我国社会主义制度优势、新型举国体制优势、超大规模市场优势，提高无线技术基础研发能力，加快无线新技术的工程化、产业化。推进产业链供应链协同创新，健全无线产业科技创新体系，推进创新链、产业链、资金链、人才链深度融合，建设一批无线技术创新、频谱资源开发利用等共性技术创新平台和产业基地，培育新兴产业链供应链。按照合作、开放和共赢的原则，与各国进一步深化无线领域互利合作，深化交流合作，推动构建网络空间命运共同体。

(三) 大力推进无线赋能实现产业数字化发展

立足不同产业特点和差异化需求，利用无线技术推动传统产业全方位、全链条数字化转型，提高全要素生产率。提升农业无线技术应用水平，利用北斗、5G、物联网等技术创新发展智慧农业，提升农业生产、加工、销售、物流等各环节数字化水平。加快无线赋能工业数字化转型，加快推动无线技术在研发设计、生产制造、经营管理、市场服务等全生命周期应用。面向制造、矿山、物流、医疗等重点行业，制定无线赋能数字化转型路线图，形成可复制推广的行业数字化转型系统解决方案。结合智能制造重大项目，探索装备无线化改造方案，

开展相关试点示范。加快推动无线技术在智慧能源建设应用，促进能源生产、运输、消费等各环节智能化升级，推动能源行业低碳转型。

(四) 全面提升无线赋能数字政府效能和水平

提升无线技术服务数字政府建设水平。完善无线经济治理体系，探索建立与无线经济持续健康发展相适应的治理方式，创新基于新技术手段的监管模式，把监管和治理贯穿创新、生产、经营、投资全过程。创新无线治理手段，利用 5G、北斗、移动物联网、车联网等现代信息技术提升治理效能，不断增强态势感知、科学决策、威胁识别、风险防范等能力。利用无线技术持续助力数字政府建设。推进无线技术服务公共事业，促进数字化服务普惠应用，开放线上教育资源，利用无线终端的普及，促进教育均等化；推动手机医疗类 app，实现电子病历和检验报告跨医院、跨地区共享，促进远程诊疗、远程手术的广泛应用，推动全国一体化在线政务服务平台运行。

(五) 扎实全面推进全国无线电管理重点工作

聚焦快速制造强国、网络强国、数字中国建设目标，提高频谱资源供给的集约型、精准性和可持续性，着力构建集开发、利用、保护于一体的现代化频谱治理体系，全力维护安全有序的电磁环境和电波秩序，用拼搏奋斗凝聚起奋进新征程、建功新时代的磅礴力量，为全面建设社会主义现代化国家开好局做好起步作出新的更大贡献。

中国信息通信研究院

地址：北京市海淀区花园北路 52 号

邮编：100191

电话：010-68021725

传真：010-62304980

网址：www.caict.ac.cn

