

无线经济发展研究报告

(2024 年)

中国信息通信研究院

2024年12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。

更名声明

原“集智”白皮书更名为“集智”蓝皮书。“集智”蓝皮书将继续秉承原有的编撰理念和高质量标准，致力于提供有价值的信息和洞见。



前 言

无线经济作为数字经济的重要组成部分，是创新最活跃、增长速度最快、影响最广泛的领域之一，对增强发展新动能、提升发展韧性、畅通发展循环具有重要作用，是培育壮大新质生产力的重要支撑。2023年，我国5G、卫星互联网等无线技术创新持续取得突破，无线经济总体规模稳步增长，支撑了新质生产力的积累壮大。具体表现在：

一是无线经济以进促稳。2023年，我国无线经济规模达到7.1万亿元，同比增长7.7%，占我国GDP比重5.7%，有效支撑数字经济稳定增长。

二是无线产业和赋能齐头并进，2023年，我国无线产业规模达3万亿元，占无线经济比重为42%；无线赋能规模达4.1万亿元，占无线经济比重的58%，赋能作用、融合能力取得积极成效。

三是无线电管理支撑形成新质生产力，工业和信息化部在2023年出台发布了多项频谱资源管理政策，促进了无线经济发展。

中国信息通信研究院已连续第四年发布无线经济发展研究报告，2024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，提出无线经济发展关键指标，为推动无线经济发展提供更多参考。

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，均仅供学习参考，不代表政府官方数据口径。

目 录

一、以无线经济高质量发展加快推进形成新质生产力.....	2
（一）无线技术持续创新培育新质生产力.....	2
（二）无线产业加速发展形成新质生产力.....	2
（三）无线赋能不断深化催生新质生产力.....	3
（四）无线治理夯实新质生产力发展基础.....	3
二、无线经济发展关键指标分析.....	4
（一）经济规模：无线经济稳步增长，规模达 7.1 万亿元.....	4
（二）频率资源：支撑无线经济高质量发展.....	7
（三）基础设施：无线基础设施覆盖不断扩展.....	9
（四）连接数量：快速增长促进无线经济新质发展.....	10
（五）产业发展：产业结构较为合理，积极拓展新领域.....	10
（六）无线产品：出货量规模稳步增长，新产品层出不穷.....	13
三、无线经济发展进入新阶段.....	14
（一）无线技术创新发展探索新方向.....	14
（二）无线赋能不断拓展支撑新领域.....	19
（三）无线电管理迈入新征程.....	23
四、无线经济发展展望.....	26
（一）无线经济持续保持增长韧性，新赛道加快延伸.....	26
（二）频谱资源支撑保障更加有力，要素价值日益显现.....	26
（三）无线产业内生动力持续孕育，发展空间不断拓展.....	27
（四）无线赋能数实融合不断加速，支撑新型工业化.....	27

图 目 录

图 1 “无线之树”示意图.....	1
图 2 我国无线经济规模及增速.....	4
图 3 我国无线经济占 GDP 比重.....	5
图 4 我国无线经济内部结构.....	6



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新形态。无线经济形成以无线产业、无线赋能以及无线治理为内涵，以无线电管理为无线经济发展保驾护航，以无线技术演进助推经济社会发展，打造低空经济、商业航天等新增长引擎。无线经济作为数字经济的重要组成，其高质量发展加快推进形成新质生产力。



来源：中国信息通信研究院

图 1 “无线之树”示意图

一、以无线经济高质量发展加快推进形成新质生产力

新质生产力代表先进生产力的演进方向，是由技术革命性突破、生产要素创新性配置、产业深度转型升级而催生的先进生产力质态。当前，全球无线技术正进入加速创新的爆发期，无线经济成为国际竞争的主战场、驱动发展的新引擎、优化治理的助推器，凭借其高创新、高效率、强渗透、拉动作用明显等特点，既是构成新质生产力的主要内容，也是驱动新质生产力发展的关键因素。

（一）无线技术持续创新培育新质生产力

科技创新是发展新质生产力的核心要素，各类无线技术加速创新推动产业创新，正在培育形成新质生产力。移动通信技术向 5G-A/6G 演进，持续引领产业数字化、网络化、智能化、绿色化发展，促进数字经济和实体经济深度融合。卫星互联网、手机直连卫星通信等新技术和新应用不断涌现，与地面网络协同构建泛在的信息基础网络。智能网联汽车正在向“车路云一体化”发展，融合感知、计算、通信等多种设备和技术，实现未来智慧交通。Wi-Fi、星闪等短距离通信技术向更高速率、更低时延和更低功耗方向发展，以满足智能家居、智能制造等多样化的短距离通信需求。

（二）无线产业加速发展形成新质生产力

一方面，无线优势产业不断巩固提升，我国移动通信、消费电子等产业具备良好的发展基础，智能手机等无线产品产量实现稳定

增长，优势产业不断增强，正在形成现代化产业体系，筑牢新质生产力基础。另一方面，积极培育壮大新一代信息通信、智能网联汽车、卫星互联网等战略性新兴产业，把握全球无线技术创新和产业发展趋势，超前布局未来通信、未来空间等未来产业，发展形成新质生产力。

（三）无线赋能不断深化催生新质生产力

无线赋能农业、工业、制造业不断深入，推动产业深度转型升级催生新质生产力。一方面，赋能传统产业升级转型，推进传统产业向高端化、智能化、绿色化发展。5G 商用五年来，5G 行业应用已融入 80 个国民经济大类，在工业、矿业、电力、港口、医疗等行业已实现规模复制¹。另一方面，无线技术不断打破传统产业之间的技术壁垒，使产业融合成为趋势。依托无线技术实现跨领域技术创新和应用，促进了不同领域的技术深度融合，创造出全新的产品、服务与商业模式，推动产业深度融合和协同发展。

（四）无线治理夯实新质生产力发展基础

无线电频谱资源是国家战略性稀缺资源，是发展新质生产力、推进新型工业化的重要基础和保障。无线电管理部门坚持守正创新，着力构建集合力开发、高效利用、全面保护于一体的现代化频谱治理体系，科学管理频谱资源，筑牢电磁空间安全屏障，充分发挥频谱资源要素作用，进一步夯实新质生产力发展的基础。

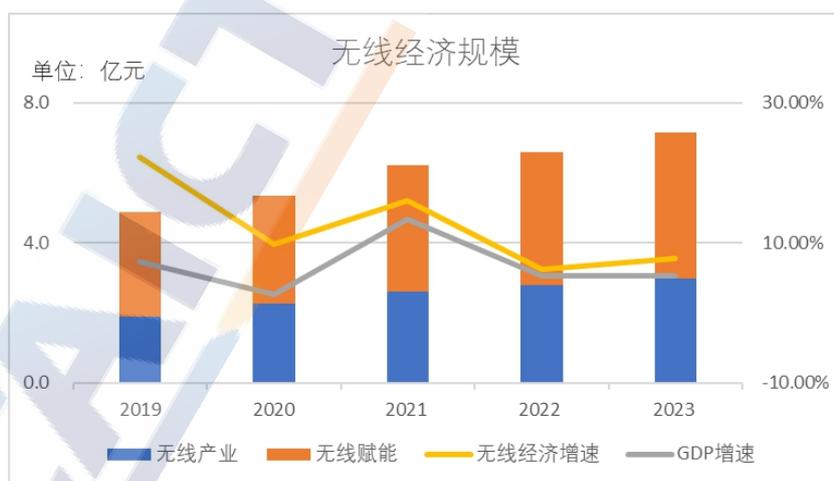
¹ 中国工信新闻网：5G 赋能千行百业·“扬帆”行动再升级

二、无线经济发展关键指标分析

无线经济以庞大的规模、丰富的频谱资源、快速增长的无线连接数、日益完善的基础设施、现代化的产业体系以及丰富多样的无线产品，共同绘制出一幅繁荣发展的壮丽图景。无线经济关键发展指标不仅是衡量无线经济现状的标尺，更是预示其未来趋势的风向标。随着技术的不断革新与应用的持续深化，无线经济正以前所未有的速度扩张其边界，成为推动形成新质生产力的重要力量。

（一）经济规模：无线经济稳步增长，规模达 7.1 万亿元

无线经济增长有力。2023 年是全面贯彻党的二十大精神开局之年，我国无线经济保持稳定增长，产业发展稳步提升，产业赋能向纵深推进，无线治理有力有效。2023 年，我国无线经济规模达到 7.1 万亿元，无线经济持续做大，增长 7.7%，高于同期名义 GDP 增速约 2.5 个百分点，无线经济为我国经济发展蓄势赋能。



来源：中国信息通信研究院

图 2 我国无线经济规模及增速

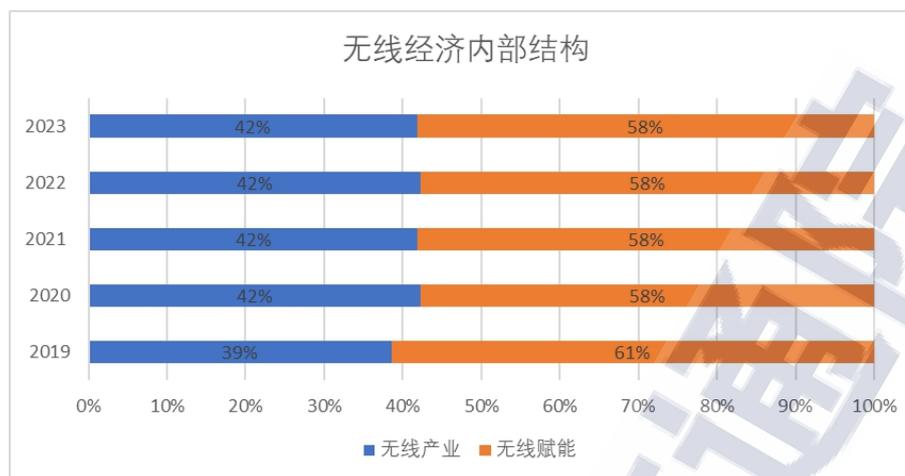
无线经济在国民经济中地位稳中有进。无线经济占 GDP 比重逐年提升，2019 年至 2023 年我国无线经济占 GDP 比重由 4.9% 提升至 5.7%，无线经济“稳”的基础不断夯实、“进”的力量持续积聚，助推经济稳舵前行。



来源：中国信息通信研究院

图 3 我国无线经济占 GDP 比重

2023 年，我国无线产业规模达到 3 万亿元，同比名义增长 7.2%，占无线经济比重为 42%。无线赋能规模为 4.1 万亿元，同比增长 9.2%，占无线经济比重为 58%。



来源：中国信息通信研究院

图 4 我国无线经济内部结构

无线产业是支撑无线经济发展的稳定器。2023 年，无线产业总体保持稳定较快发展。从规模上看，2023 年，无线产业规模近 3 万亿元，比上年增长 7.2%，高于 GDP 增速约 2 个百分点；无线产业占 GDP 比重为 2.4%，略高于 2022 年比重。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，2023 年无线相关电子信息制造业规模 1.7 万亿元，占无线产业比重为 56%；无线相关服务业规模 1.3 万亿元，占无线产业比重为 44%。2023 年，我国实现 5G 定制化基站、5G 轻量化技术实现商用部署；发布“手机直连卫星”商用服务，在全球首次实现大众消费类手机直连卫星双向语音通话和短信收发通信服务。从各省发展来看，广东、北京、江苏、上海、浙江位列无线产业总量第一梯队，北京、广东、上海位列无线产业占 GDP 比重第一梯队。无线产业已逐步发展成为推进上述区域经济高质量发展的重要领域。

无线赋能数字化转型促进质的有效提升。2023 年，无线赋能总体发展以进促稳。从规模上看，2023 年，无线赋能规模 4.1 万亿元，比上年增长 9.2%，高于 GDP 增速约 4 个百分点；无线赋能占 GDP 比重为 3.3%，近年来无线赋能占比稳定提升。以 5G 技术为例，5G 应用与重点行业深度融合，融合工业、能源、医疗、交通、文旅、教育等 20 余个行业领域数字化转型需求，融入 80 个国民经济大类，5G 应用案例数累计超 10 万个，5G 物联网终端连接数超 7000 万个，“5G + 工业互联网”项目超 1.5 万个。在采矿、港口、医疗等行业实现规模复制，5G 行业虚拟专网 3.1 万个²。无线赋能对无线经济增长的主引擎作用更加稳固。从各省发展来看，广东、江苏、上海位列无线赋能总量第一梯队，广东、重庆、上海位列无线赋能占 GDP 比重第一梯队，无线技术与各行各业深度融合的效果逐步显现。

（二）频率资源：支撑无线经济高质量发展

无线电频谱资源是国家基础性、稀缺性的战略资源，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。我国积极规划并配置了丰富的频率资源，为推进无线经济发展的重要基础和保障。

公众移动通信频率方面，截至 2024 年 9 月，我国共为公众移动通信网络规划 1269MHz 频谱，许可 1109MHz 频谱，其中 814MHz

² 中国信息通信研究院：中国信通院王志勤：砥砺前行五年 5G 绽放精彩

频率配置给了第五代移动通信。2023 年 8 月，工业和信息化部向中国电信颁发无线电频率使用许可证，同意将现网用于 2G/3G/4G 系统的 800MHz 频段频率重耕用于 5G 系统，低频段重耕举措有利于提升 5G 对乡镇、农村及边远地区的覆盖质量，加大 5G 优质频谱资源供给保障力度³。许可中国电信、中国联通以基站频率共享方式在 2.1GHz 频段加快 5G 共建共享；为四家基础电信运营企业相关频率办理为期十年的延续使用许可，持续保障 5G 等公众移动通信频率资源。

在专网业务频率方面，我国配置了超过 94MHz 专网频段和微功率短距离频率。根据《工业互联网和物联网无线电频率使用指南（2021 年版）》，在行业数字化转型方面发挥重要作用。例如：409-450MHz 频段规划用于公众对讲机、工业用无线遥控设备（仅限在工业厂房或建筑物内使用）以及电子吊秤无线传输专用设备等业务。223MHz-235MHz 频段无线数传，应用于电力、电气、油田、煤矿、水文、气象、城市安防、野外监控等。1447-1467MHz 频段用于公安、政务等，1785-1805MHz 频段用于石油、交通等行业。5905-5925MHz 频段用于 LTE-V2X 技术的车联网。

在卫星（空间）业务频率方面，目前有 UHF（300MHz-1GHz）、L（1-2GHz）、S（2-4GHz）、C（4-8GHz）、X（8-12GHz）、Ku（12-18GHz）、K（18-26.5GHz）、Ka（26.5-40GHz）、Q（30-50GHz）、V（50-75GHz）等多个频段频率资源。支撑了我国空间基础设施的建设，为全球提

³ 中华人民共和国工业和信息化部：工业和信息化部重耕 800MHz 频段频谱资源 持续推动我国 5G 高质量发展

供了通信、导航和遥感等各类空间应用。

（三）基础设施：无线基础设施覆盖不断扩展

基础设施作为无线经济大动脉，是优化资源配置、畅通全国市场、拉动地区发展的重要物质保障。随着无线技术不断进步，无线基础设施始终采取“适度超前”的建设原则，充分发挥基础设施对于无线经济发展的强有力支撑作用。公众移动通信网络方面，截至 2024 年 10 月末，我国已建成移动基站 1262.5 万个，其中 5G 基站总数达 414.1 万个，比上年末净增 76.54 个，占移动基站总数的 32.8%，占比较上年末提高 3.7 个百分点，所有地级市城区、县城城区均已实现 5G 网络覆盖，为推动无线经济发展奠定基础。专网方面，截至 2023 年底，我国已建成 5G 行业虚拟专网 3.16 万个，5G 已覆盖 97 个国民经济大类中的 74 个，行业渗透率超 76%，无线技术已实现对于不同行业、不同场景的持续赋能。车联网建设方面，截至 2023 年 10 月，全国部署车联网路侧通信单元超 8500 套，全国已有 30 余个城市和高速公路路段启动车联网融合基础设施建设，地级市城区、县城城区道路智能化升级改造、路侧通信单元部署均取得显著进展。卫星互联网建设方面，我国加速推进商业化卫星互联网建设，“国网”星座首次批量组网发射。众多民营企业持续加大投入，“千帆星座”三批组网卫星送入预定轨道，目前在轨组网卫星数量达到 54 颗⁴；国电高科建设低轨卫星“天启星座”建设，已完成一期 24 颗卫星部署。

4 工业和信息化部：“千帆星座”第三批卫星成功发射 工业和信息化部协调保障频轨资源助力我国商业航天发展

（四）连接数量：快速增长促进无线经济新质发展

我国移动电话用户规模呈现稳中有增态势。截至 2024 年 9 月，三家基础电信企业及中国广电的移动电话用户总数达 17.86 亿户，比上年末净增 4206 万户。其中，5G 移动电话用户达 9.81 亿户，比上年末净增 1.59 亿户，占移动电话用户的 54.9%，占比较上年末提高 8.3 个百分点。随着 5G 用户数的不断提升，各类创新型 5G 个人应用将推动流量的进一步上涨，促使无线经济发挥更重要的作用。

移动物联网朝全面智能化和规模化迈进。截至 10 月末，我国蜂窝物联网终端用户 26.25 亿户，比上年末净增 2.93 亿户，较移动电话用户数高 8.36 亿户，是移动用户数的近 1.5 倍。移动物联网广泛应用于公共服务、车联网、智慧零售、智慧家居等领域，形成涵盖芯片、模组、终端、软件、平台和服务等环节的移动物联网产业链，数字技术和产品高质量供给能力不断增强。

（五）产业发展：产业结构较为合理，积极拓展新领域

无线产业分为上中下游三个环节：上游是直接利用频率资源的电子元器件、芯片和集成电路的基础制造业；中游是基于基础制造业生产通信、广播、定位和导航等各类无线技术设备、系统、终端的设备制造业；下游是利用无线电设备提供通信、广播、定位和导航等无线电应用的服务业。无线产业相关企业的发展情况能充分反映出无线产业重点方向、产业繁荣程度和发展趋势。

我国无线产业的企业数量庞大，广东省企业数量遥遥领先。根据中国电子信息产业统计数据和中国信息通信研究院数据，截至

2023 年 12 月，我国无线产业相关企业数量近 150 万家。广东省作为 ICT 产业大省，无线产业相关企业数量遥遥领先，共有 30 万余家企业，占全国企业数量的 20%，其余排名前五名的分别为山东省、四川省、浙江省和江苏省。具有无线产业相关企业数量最多的前十大城市分别是深圳、成都、广州、杭州、上海、西安、重庆、武汉、济南和郑州。全国的 56% 的企业集中在 20 个城市中，珠三角、长三角、京津冀、成渝等地区产业聚集明显。无线产业的集群分布反映了无线技术对高端制造、技术研发、市场应用等方面的综合要求，也预示未来这些区域将成为无线产业创新发展的高地。

产业链下游企业数量占比高，产业发展聚集效应明显。我国无线产业的产业链完整，产业链下游企业数量占无线产业企业数量的 92%。以无线类电子元器件为主的上游企业超 5 万家，以无线类设备终端企业为主的中游企业超 6.8 万家，无线产业下游运营及服务企业 137 万余家。产业上游和中游的企业集中在科技和人才水平较高的地区，珠三角、长三角、京津冀、川渝等地区已经形成了无线产业上中游集群，对周围城市的辐射效应显著。广东省无线产业上游企业数量遥遥领先，企业数量超 2 万家，浙江省、江苏省位列第二梯队，上游企业数量在 5 千到 1 万家区间，其余省区市上游企业数量均小于 2 千家。广东省无线产业中游企业数量超 3.6 万家，占全国中游企业数量 53%，其他排名前五的省份分别为江苏省、浙江省、湖北省和江西省。相较于无线产业上中游对技术的依赖，下游企业

数量还取决于当地经济发展和人口数量。下游企业数量最多的前五个地区为广东省、山东省、四川省、浙江省和江苏省。

我国无线产业企业多数为小型企业和年轻企业，产业活力旺盛。我国无线产业中成立超过 10 年的企业共有 14.4 万余家，占全部企业约为 10%，老牌企业的存在体现了无线产业长期发展的稳定性和成熟性。江苏和上海老牌企业占比最高，成立超 10 年的企业占比接近 18%。2022 年后成立的企业数量接近 49 万家，占有所有企业的 33%，新增企业数量庞大，无线产业正吸引大量新兴力量涌入，无线产业将持续保持高速发展的态势。从注册资本角度，我国无线产业以中小型企业为主力军，无线产业市场充满了多样性和包容性。注册资本超 2000 万元人民币的企业共有 8 万余家，注册资本在 500-2000 万元人民币的企业共有 36.8 万余家，注册资本在 500 万元人民币以下的企业超过 104.4 万家。

各省积极布局新兴领域，低空经济和卫星互联网成为发展热点。根据各地区产业发展基础，无线产业发展各具特色。低空经济和空地一体化作为未来无线技术发展的新兴方向，各省都有布局。无人机设备制造及服务运营行业，广东、山东和四川等地区已经形成了无线产业重点领域的产业集群，广州、成都、深圳、西安和杭州成为无人机设备制造及服务运营企业最多的城市。例如，广州和深圳，凭借完善的产业链、丰富的研发资源和广阔的市场需求，迅速崛起为无人机设备制造及服务运营的核心区域。深圳更是被誉为“中

国无人机之都”，汇聚了大疆创新、极飞科技等一批全球领先的无人机企业。在卫星领域，企业集中在珠三角、长三角、京津冀、川渝地区等，成都、重庆、广州、西安和深圳是卫星产业企业最多的城市。川渝地区在卫星产业方面展现出了强劲的发展势头。成都拥有众多高校、科研院所和军工企业，为卫星技术的研发和应用提供了有力支撑。京津冀地区是我国航天科技的重要发源地，中国航天科技集团公司、中国航天科工集团公司等央企都落户在京津冀地区。

（六）无线产品：出货量规模稳步增长，新产品层出不穷

随着无线技术的快速发展，无线产品类型不断丰富。无线设备按照用途大致可分为以手机、平板电脑、Wi-Fi 设备、蓝牙耳机、蓝牙音响等为主的无线通信设备；以智能门锁、智能摄像头为主的智能家居设备；以智能手表、智能手环、智能眼镜为主的智能可穿戴设备。

5G 手机出货量占比稳步增长。根据中国信息通信研究院数据，2024 年 1-10 月，国内市场手机出货量 2.50 亿部，同比增长 8.9%。其中国产品牌手机出货量 2.11 亿部，同比增长 16.7%，占同期手机出货量的 84.6%。2024 年上市新机型超过 30 款，其中，华为发布全球首款三折屏手机 Mate XT，屏幕支持三种使用形态的自由切换，三折叠铺开时仅有 3.6 毫米厚，三折叠后厚度 12 毫米左右，达到了主流安卓平板水平，是全球最大的折叠屏手机。

IDC Research 报告显示，2023 年 Wi-Fi 设备出货量达到 38 亿台，物联网需求的增长进一步推动了 Wi-Fi 市场的发展，搭载最新一代

的 Wi-Fi 7 芯片的路由设备、手机在 2023 年全面发售，款型超过 300 种。根据 IDC 报告数据显示，蓝牙产品销量回暖，2024 年上半年中国蓝牙耳机市场出货量达到 5540 万台，同比增长达 20.8%。其中，真无线耳机的出货量上涨到 3508 万台，同比增长 5.6%。根据洛图科技报告数据显示，2024 年上半年，中国蓝牙音箱的整体销量为 1233 万台。

可穿戴设备产量保持高速增长。近年来，我国可穿戴设备产量增速超过 20%。IDC Research 报告显示，2024 年第一季度中国可穿戴设备市场出货量达到 3367 万台，同比增长 36.2%，增速达到同期全球市场的四倍。AR 眼镜领域，雷鸟创新发布最新消费级 AI+AR 眼镜雷鸟 X3，采用高性能的 AI 算法，整合先进的光波导技术，使得眼镜的视野更加宽广，适应不同用户的需求。平板电脑领域，中兴推出全球首款 5G+AI 裸眼 3D 平板 nubia Pad 3D II，凭借突破性的 Neovision 3D Anytime 等技术以及 5G+AI 的深度融合，为消费者带来全新的沉浸式裸眼 3D 体验。

三、无线经济发展进入新阶段

（一）无线技术创新发展探索新方向

1. 公众移动通信向更高代际演进

2024 年 6 月，3GPP 宣布 Rel-18 标准正式冻结，5G-A 首个版本完成，为产业各方推动 5G-A 落地应用提供了重要依据。2024 年 11 月，工业和信息化部等十二部门联合印发了《5G 规模化应用“扬帆”

行动升级方案》，明确提出要重点推动 5G-A 和 5G 毫米波关键技术研发及产业链成熟，并设定了到 2027 年底全面实现 5G 规模化应用的目标。5G-A 已广泛应用于工业、矿业、电力、港口、医疗等多个行业，并实现了规模复制。例如，北京工体元宇宙中心基于 5G-A 网络的元宇宙，已经为工体的观众提供了数实融合的新体验；浙江金华工业园区实现了 5G-A 网络的覆盖，为企业提供了一个高速、稳定的网络环境，企业自动化控制、远程监控和大数据分析等数字化技术，优化生产流程，提高生产效率和产品质量；山东青岛完成了 5G-A 通感一体技术试点，在青岛流亭机场使用业界领先的 5G-A 自发自收通感一体化基站，对低空无人机轨迹进行精准探测和记录，能够有效获取无人机的飞行轨迹数据并进行预警，实现低空物流、“黑飞”监控等应用能力。

6G 作为公众移动通信的发展方向，正受到全球范围内的广泛关注与积极推动。国际电信联盟（ITU）在无线电通信部门 5D 工作组（ITU-R WP5D）第 44 次会议上达成了 6G 愿景共识，标志着 6G 研究重点从愿景需求转向了技术方案的新阶段。ITU 提出的 6G 愿景，旨在推动实现包容性、泛在连接、可持续性、创新、安全性、隐私性和弹性等目标，以支撑构建包容性的信息社会。我国 IMT-2030(6G) 推进组也在积极行动，致力于推动 6G 的代际创新发展，拓展移动通信服务边界，并打造通感智算融合创新的 6G 网络。推进组提出了“数字孪生，万物智联”的愿景，发布的“全球 6G 创新发展合作倡议”

强调了共同推进 6G 技术试验、制定全球统一的 6G 标准的重要性。6G 网络是一种超越连接服务能力的网络架构，不仅能够提供更强大的连接能力，还能实现计算、数据感知和 AI 功能的融合，进一步拓展服务范围，实现天地一体的服务覆盖。人工智能与通信的深度融合是 6G 发展的底色，通信感知一体化为构建数字孪生世界提供了便利，也为人工智能的发展奠定了基础。3GPP 作为制定全球通信国际标准的重要组织，已开启了 6G 的标准化工作，明确了 6G 的六大应用场景，包括沉浸式通信、超高可靠低时延、海量通信等，这将为用户带来全新的体验。我国在 6G 技术研发上保持领先地位，正在加快数字孪生、机器人等新产业新应用的融合发展，加速相关产业成熟，构建 6G 应用基础。积极参与国际合作与交流，推动全球 6G 技术的共同发展。

2. 无线技术与人工智能深度融合

AI 为无线技术创新发展提供强大动力。5G-A 国际标准着重持续提升 5G 网络能力和拓展新用例，与 AI 的全面融合已经成为未来通信网络演进的一个核心方向。AI 将重塑网络架构和运营模式，加快推动云网融合、智能敏捷，有效提升 5G 网络性能，改善网络效率、能耗、客户体验。Verizon 利用生成式 AI 完成代码迁移，加快改进网络性能、跟踪数据趋势和客户体验；沃达丰基于谷歌云构建 AI Booster 平台，支持 AI 应用开发和网络性能提升，并计划将其打造成覆盖业务发展和生产经营的机器学习平台。AI 大模型的广泛应用，

将极大拓展 5G 应用场景，推动行业应用的爆发式增长。AI 大模型“下沉”到终端，将赋能 5G 发展，刷新 5G 用户体验。华为发布无线网络智能体，将通信大模型、无线数字孪生系统和智能算力注入 5.5G，助力全球运营商在 5.5G 时代实现网络服务能力跃升。此外，AI 与其他无线技术融合也在不断发展。例如，中国联通推出车联网 AI 大模型，为 58 家车企近 3000 万的车主提供数字化的运营服务，助力企业降本提质增效。

无线技术为移动 AI 时代发展提供坚实底座。5G-A 商用元年和 AI 入端元年的碰撞，将开启“移动 AI 时代”，连接对象越来越多样、交互内容越来越丰富，对网络大下行、大上行、低时延等能力提出更高的要求。5G-A 能够为移动 AI 提供更高的数据传输速率、更低的延迟和更大的连接密度，为 AI 应用提供了更加稳定和高效的网络环境，5G-A 与 AI 的融合，将推动人机交互变革、内容生产变革、移动终端变革。2024 年全球 AI 手机预计占智能手机出货量的 16%，到 2028 年将激增至 54%⁵。

无线技术正在成为人工智能发展的重要推动力。无线技术在人工智能应用中发挥着数据桥梁的作用，通过无线感知提供更多元的数据类型。无线感知获取的位置、运动、温度、声音等数据，覆盖环境监测、工业生产、智能家居、自动驾驶等多个领域，一方面为

⁵ Canalys 深度报告：AI 手机的现在和未来

人工智能的训练和学习提供了宝贵的信息资源，另一方面，为人工智能实时决策提供有力支撑。

3. 卫星互联网发展进入新时期

卫星互联网是我国新一代通信网络基础设施之一，是贯彻落实党的二十大报告“四个面向”的科技前沿领域，商业航天产业迎来了前所未有的快速发展。卫星互联网是全球信息通信网络未来发展的重点方向。近年来，我国相关低轨卫星星座计划相继启动，已向 ITU 申请了用于部署大规模低轨卫星星座的卫星网络资料，将推出天地一体化的融合网络。“国网”星座的首次批量组网发射，成功将卫星互联网低轨 01 组卫星发射升空。“千帆星座”我国首个进入正式组网阶段的低轨商业卫星星座，计划通过超过 1.5 万颗低轨卫星，构建覆盖全球的卫星互联网，为全球用户提供高质量的通信与宽带互联网服务。银河航天的灵犀 03 星成功发射，我国首次在轨对多星堆叠发射技术进行验证，为我国低轨通信星座的快速部署提供了技术支撑。

在地面终端制造方面，我国的移动终端厂商推出了多款支持卫星通信的智能手机，如华为 Mate 60 Pro、Mate70、小米 14 Ultra、OPPO Find X7 Ultra 等，卫星通信的吸引力和业务可靠性已经得到了消费市场检验。华为、小米、OPPO 等移动终端厂商，展锐等芯片制造商均在开展卫星互联网终端的技术研究和产品预研，卫星互联网终端及其应用将是未来消费类移动终端市场的重要消费热点。在

专用类卫星终端方面，我国已经拥有了较为完备的产业链，支持北斗、天通卫星的车载、船载、手持卫星终端等多类卫星终端技术成熟，在畜牧、海事、渔业等各行业均有成熟的定制化产品和应用规模，产业链成熟，供应链安全可靠。据美国卫星工业协会数据，2022 年全球卫星互联网产业市场规模为 2810 亿美元⁶；据中商产业研究院数据，预计 2024 年我国卫星互联网市场规模将达 404 亿元⁷，我国卫星互联网蕴含巨大市场潜力。

（二）无线赋能不断拓展支撑新领域

2023 年，无线技术在推动我国农业、工业和服务业增长方面发挥了显著作用，工业赋能增加值达到 3.7 万亿元。无线技术与实体经济深度融合，加速产业数字化进程，赋能经济社会高质量发展。以下以低空经济、工业和文化旅游领域为例，彰显出无线赋能激活实体经济发展的新动能。

1. 无线赋能低空经济打造增长新动力

低空经济是以民用有人驾驶和无人驾驶航空器为载体，以载人、载货及其他作业等多场景低空飞行活动为牵引，辐射带动相关领域融合发展的综合性经济形态。2023 年，我国低空经济市场规模已超 5000 亿元⁸，据中国民航局预计，到 2025 年，我国低空经济市场规模将达 1.5 万亿元，到 2035 年有望达到 3.5 万亿元。低空经济中遥

⁶ 美国卫星工业协会：卫星行业状况报告（2023 年）

⁷ 中商产业研究院：2023-2028 年中国卫星互联网行业市场发展现状及投资规划建议报告

⁸ 中国政府网：2023 年我国低空经济规模超 5000 亿元

控、遥测和信息传输高度依赖各类无线技术，如有人或无人驾驶航空器低空飞行活动中必需的通信、导航、感知等飞行安全应用，以及利用无线技术开展监测与勘测等低空应用服务，都离不开无线技术。

频谱作为无线技术和应用的核心资源，是低空经济发展的关键，目前已有多段频率用于低空飞行的通信、导航、感知等应用。一是无人驾驶方面，1430-1444MHz、2400-2476MHz、5725-5829MHz 等多个频段、地面公众移动通信系统频率、卫星固定业务空中通系统、卫星移动业务通信系统频率均可用于实现民用无人驾驶航空器的遥控、遥测、信息传输，24-24.25GHz 频段可用于实现民用无人驾驶航空器的探测、避障等。二是有人驾驶方面，航空无线电专用频率、气象雷达频段等用于低空空域管理、气象观测等应用。三是导航定位方面，北斗等卫星导航频率用于航空器导航定位。

我国高度重视低空经济发展，通过多种手段推动低空经济快速、健康发展。2021 年 2 月，中共中央、国务院印发《国家综合立体交通网规划纲要》，提出发展交通运输平台经济、枢纽经济、通道经济与低空经济，标志着低空经济概念首次写入国家战略规划⁹。2023 年 12 月，中央经济工作会议提出要大力推进新型工业化，发展数字经济，加快推动人工智能发展，打造生物制造、商业航天与低空经济等若干战略性新兴产业¹⁰。2024 年 2 月，中央财经委员会第四次会议强调，鼓励发展与平台经济、低空经济、无人驾驶等结合的物流

⁹ 中共中央、国务院：国家综合立体交通网规划纲要

¹⁰ 新华社：中央财办有关负责同志详解 2023 年中央经济工作会议精神

新模式。统筹规划物流枢纽，优化交通基础设施建设和重大生产力布局，大力发展临空经济、临港经济¹¹。2024 年 3 月，工业和信息化部等四部门联合印发《通用航空装备创新应用实施方案(2024-2030 年)》。同时，工业和信息化部出台了多项政策规范相关频率使用，保障飞行的无线电安全。一是 2023 年发布了《民用无人驾驶航空器无线电管理暂行办法》，规范了无人驾驶航空器无线电管理等相关工作。二是 2022 年会同相关部门，制定系列文件并开展严厉打击非法生产、销售和使用无人驾驶航空器无线电反制等设备专项行动，切实维护空中电波秩序。

2. 无线赋能工业互联网打造发展新模式

工业互联网能够充分发挥我国在新一代信息技术的技术创新和融合应用优势，加速在传统短板领域打造新模式、培育新技术、建立新赛道。以 5G 技术为代表，我国充分利用 5G 技术产业全球领先优势，加速推进 5G 与工业融合应用，初步探索出了一条利用优势信息通信技术赋能工业数字化转型的新型工业化创新之路。一方面，5G、时间敏感网络(TSN)、边缘计算等新技术与工业网络深度融合，探索创新工业网络路线，有望打破传统碎片化的私有协议格局和封闭的产业生态；另一方面，加快推进工业 5G 模组、网关的研发和产业化，涌现出 5G 可编程逻辑控制器(PLC)、5G 工业机器人等新的工业设备形态，有望带动我国工业设备实现突破。例如，东土科技

¹¹ 新华社：习近平主持召开中央财经委员会第四次会议

与三一重工、中国联通联合发布全球灯塔工厂 5G 云化 PLC 应用，将传统工业控制硬件云化为 5G 移动边缘计算（MEC）边缘云软件系统，建立新一代高质量网络下的云化智能控制体系。青海在盐湖工业领域，建设首个 5G 专网，形成“5G+智慧采盐”新业态，同时上线“智能盐湖”工业互联网平台，运用大数据优化生产经营管理，实现工业互联网赋能产业升级，提升支柱产业的发展活力。

3.无线赋能智慧文旅迎来新篇章

在国内大循环与消费大促进的背景下，文化产业和旅游业正经历繁荣与重构的发展新阶段。以 5G 为代表的无线技术是文化旅游日新月异的信息流需求的核心支撑，特别是在推进文旅与科技融合的进程中，无线技术无疑有基础性的支撑和带动作用。在 2024 年底发布的《5G 规模化应用“扬帆”行动升级方案》中，将 5G+智慧文旅作为助力公共服务普惠升级的重点任务之一，从应用拓展、产业提升、示范引领等方面对文化旅游行业数字化发展做了系统性部署。2023 年 9 月，文化和旅游部和工业和信息化部联合开展了“5G+智慧旅游”应用试点项目申报工作，遴选了一批利用 5G 网络促进智慧旅游创新发展的优秀案例和解决方案。

文旅服务方面，无线技术有效带动旅游景区门票等相关销售收入提升约 10%。文旅单位积极拥抱各类无线技术，形成了智慧导览、5G+VR/AR 沉浸式旅游、无人售货服务等一系列特色场景，打造个性化、品质化、交互化、沉浸化的文旅新服务。**文旅管理方面**，无

线技术应用带动文化和旅游相关单位综合管理下降约 15%。创新的旅游数字化管理系统，有效提升文旅单位日常监测与应急事件处理能力，降低运维成本，提升部门间协同能力。**文旅营销方面**，随着新媒体时代的到来，5G 慢直播、VR 直播、新媒体直播等新型营销方式为景区吸引了大量线上观众，智慧营销创新模式约为文旅单位带来 5%的线下转化。

随着无线技术在文旅行业的规模化部署，无线技术在文旅各重点环节的应用实效卓著。一是应用场景逐步拓展。无线赋能通过多种技术融合应用，创新内容生产、传播和体验方式，重点寻找沉浸式体验等文旅新场景，以应用为基，以无线技术为媒，撬动文旅与科技的全方位融合。二是产业供给不断完善。兼顾 5G、XR、虚拟交互、智能文化设备等产业链，从需求角度出发，打造适合文旅场景，满足用户个性化的创新产品。三是生态环境日益繁荣。旅游领域持续发挥优秀项目带动作用，引导优质文旅资源扩容下沉，推进融合应用价值倍增。文化领域探索打造 5G+数字文博标杆项目，以文化数字化为根本动力，构筑精神家园、展示中国形象、增进文明互鉴。

（三）无线电管理迈入新征程

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，安全有序的电磁环境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。

1. 充分发挥频谱效益推进无线经济创新发展

工业和信息化部在 2023 年出台发布了多项频谱资源管理政策，促进了无线产业发展，服务各行各业高质量发展。一是**频率台站管理方面**，工业和信息化部印发《业余无线电台管理办法》，促进业余无线电活动健康有序开展。二是在**无线电发射设备管理使用方面**，工业和信息化部出台了一系列管理文件，包括：《对地静止轨道卫星动中通地球站管理办法》，规范了对地静止轨道卫星动中通地球站设置、使用，避免和减少动中通地球站对其他合法无线电台（站）产生有害干扰；《无线充电（电力传输）设备无线电管理暂行规定》，规范了无线充电（电力传输）设备的使用，避免对各类依法开展的无线电业务产生有害干扰；《超宽带（UWB）设备无线电管理暂行规定》，加强超宽带（UWB）设备的管理，保证超宽带（UWB）设备与其他无线电系统实现频率兼容共用；《900MHz 频段射频识别（RFID）设备无线电管理规定》，加强射频识别（RFID）设备的管理，提高频谱使用效率。三是**服务提升方面**，2024 年，工业和信息化部受理无线电发射设备型号核准申请 2.3 万余件，其中 1.8 万余个是新申请，核发型号核准证书 1.4 万余个，服务了超过 5000 家企业。通过开展自检自证试点、压缩型号核准审批时间等改革措施，持续提升许可服务质量和服务企业能力，助力无线产业高质量发展。工业和信息化部开展了在无线电发射设备型号核准中对无线局域网设备支持 IPv6 协议能力测试工作，扎实推动 IPv6 规模部署和应用向

纵深发展。工业和信息化部依托“12381 公共服务电话平台”开通无线电干扰投诉受理热线，设立并运营工业和信息化部无线电干扰投诉受理中心。工业和信息化部、中国民用航空局联合印发了《民用机场跑道外来物探测设备无线电管理暂行规定》，有效提升了民用机场安全运行水平和效率。

2. 进一步完善法规筑牢无线电安全屏障

电磁空间安全是总体国家安全观的重要组成部分。信息技术的迅猛发展，推动国家利益范畴逐步由传统的领土、领海和领空向太空、网络、电磁空间扩展和延伸。工业和信息化部通过推动制定《无线电频谱资源法》，从国家法律层面加强顶层制度设计，既有利于缓解无线电频谱资源结构性短缺矛盾、优化无线电频谱资源配置，也是维护国家电磁空间安全，统筹推进国防建设和经济社会发展的迫切需要。目前，《无线电频谱资源法》已列入国家立法规划。工业和信息化部全面贯彻总体国家安全观，通过印发《无线电监测和行政执法工作报告制度(试行)》，加强对全国无线电监测和行政执法工作的组织领导，及时掌握全国无线电频率资源的使用情况和电磁空间安全态势，保障国家电磁空间安全。工业和信息化部出台《无线电发射设备监督检查办法》，加强和规范对无线电发射设备的监督检查，从源头上防止和减少有害干扰，维护空中电波秩序，保证各项无线电业务的正常进行。

四、无线经济发展展望

展望未来，我国无线经济将持续释放增长韧性和发展活力，频谱作为资源要素的支撑保障价值日益显现，无线产业内生动力和活力持续增强，无线赋能数实融合不断加速，推进新型工业化。

（一）无线经济持续保持增长韧性，新赛道加快延伸

无线经济增长韧性和发展活力将持续彰显，规模持续扩大，无线新技术、新应用和新模式布局步伐加快，各地方积极探索无线经济发展新方向，协同推进无线产业升级和无线赋能深化，为数字经济发展注入新的活力。一方面，积极发展壮大卫星互联网、手机直连通信、移动物联网、智能网联汽车、低空经济等战略新兴产业，积极布局未来通信等未来产业。另一方面，高度重视 5G 等无线技术与实体经济融合，推进无线基础设施建设，激发制造业数字化转型发展活力，提升无线经济发展质量。

（二）频谱资源支撑保障更加有力，要素价值日益显现

频谱资源是推进新型工业化、发展新质生产力的重要基础和保障，我国正在构建集开发、利用、保护于一体的现代化频谱治理体系，有力维护安全有序的电磁环境和电波秩序。2025 年是“十四五”规划的收官之年，也是“十五五”规划的前奏，国家无线电管理机构将以国家无线电频谱中长期规划为引领，系统谋划“十五五”开篇布局，优化重点行业频率使用规划。通过各类频率的高效开发和

安全使用，频谱资源作为生产要素的价值日益显现，实现高质量发展和高水平安全的统一推进。

（三）无线产业内生动力持续孕育，发展空间不断拓展

无线技术与人工智能大模型等新技术结合，推动消费电子、智能装备、智能网联汽车、行业智能等领域新产品、新应用发展提速，将催生出无线经济发展新动能，展现出勃勃生机。同时，随着无线技术应用日益广泛，产业边界不断拓展，人工智能、低空经济、空天地一体化、海洋经济等领域成为产业发展新空间。无线产业不仅为数字经济的持续增长注入了强劲动力，也为实现高质量发展奠定了坚实基础。展望未来，随着无线产业的内生动力将进一步释放，发展空间将更加广阔。

（四）无线赋能数实融合不断加速，支撑新型工业化

无线技术将加速渗透到经济社会发展的各个领域，推动传统产业转型升级。以 5G 为代表的无线技术在制造业、政务、娱乐、教育、医疗等领域多样化应用场景不断探索，将成为推动我国传统产业向高端化、智能化、绿色化转型的关键。无线产业高端化发展加快布局，智能终端、消费电子、智能网联汽车等无线软硬件产品升级换代，促进产业链网络化协同、产业集群数字化转型等发展，不断提升产业现代化水平。随着无线技术的不断创新和应用场景的持续拓展，无线经济将为新型工业化发展注入更多活力。

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：010-62301618

传真：010-62304980

网址：www.caict.ac.cn

