

中国无线经济白皮书



中国信息通信研究院
2021年10月

版权声明

本白皮书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白皮书文字或者观点的，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

进入 21 世纪以来，全球科技创新进入空前密集活跃的时期，新一轮科技革命和产业变革正在重构全球创新版图、重塑全球经济结构。以无线技术为代表的新一代信息技术加速突破应用，推动世界正在进入以信息产业为主导的经济发展时期。无线技术作为数字化、网络化、智能化融合发展的关键基础，成为全球各国科技创新的重点领域。随着无线技术应用日趋广泛，频谱资源战略地位进一步凸显。

《中国无线经济白皮书》首次定义了无线经济的概念并测算了其规模，认为无线经济是以无线电频谱作为关键生产要素、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，不断提高传统产业数字化、网络化、智能化水平，加速重构经济与治理模式的经济形态。

无线经济是国民经济的重要组成部分。2020 年规模已超 3.8 万亿元，占我国 GDP 比重约为 3.8%。尽管 2020 年突如其来的新冠疫情极大的冲击了全球经济，但无线技术快速演进升级以及创新应用，促使无线经济逆势增长。

无线产业稳步快速发展。2020 年无线产业增加值规模超过 2.3 万亿元，占无线经济规模的 61%，是无线经济发展的基石和主导。重点领域无线产业保持较快发展态势，无线技术快速迭代促进电子信息制造业企稳回升，移动互联网和相关服务业收入及利润保持较

高增速。

无线赋能作用愈发显现。2020年无线赋能增加值规模超过1.5万亿元，占无线经济规模的39%，成为无线经济快速发展的关键动力。随着无线技术在传统行业加速融合，无线技术不断赋能制造业、民航、铁路、气象、应急、轨道交通、水上等行业和部门发展，无线赋能促进经济社会发展的作用将愈加显现。

无线治理水平不断提升。我国持续创新频率资源管理，不断提高频率资源管理效能，出台了5G、车联网等无线产业的多个相关政策，为无线经济发展保驾护航。利用无线技术建设“数字政府”，从中央到地方政府公共服务、社会治理的数字化、智能化水平都得到显著提升。

此外，《中国无线经济白皮书》分析无线经济发展面临的问题并提出了相关措施建议，以期为我国无线经济发展和行业管理提供决策参考和依据。如有不当之处，敬请指正。

目 录

一、 无线经济内涵和框架.....	1
(一) 无线经济内涵和框架.....	1
(二) 国内外相关研究.....	3
二、 无线经济已成为我国国民经济的重要组成部分.....	5
(一) 无线经济蓬勃发展.....	5
(二) 无线经济发展特点.....	8
三、 无线经济各领域亮点频出.....	11
(一) 无线产业持续较快增长.....	11
(二) 无线技术赋能千行百业.....	21
(三) 无线治理能力不断提升.....	30
四、 存在问题及挑战.....	34
(一) 无线产业上游对外依存度高.....	34
(二) 频谱资源全球统一规划和国际协调难度大.....	34
(三) 频谱资源供需矛盾和结构性紧缺日益突出.....	34
(四) 5G 无线赋能未涉及行业核心业务领域.....	35
五、 措施建议.....	35
(一) 推进无线产业发展，构建无线经济发展基础.....	35
(二) 加强无线赋能，拓展无线经济发展新空间.....	37
(三) 加强频谱资源管理，夯实无线经济发展基础.....	38
附件：无线经济测算方法.....	40

图 目 录

图 1 无线经济体系框架.....	2
图 2 无线产业的组成.....	3
图 3 我国无线经济规模及占 GDP 比重图.....	6
图 4 无线经济增速图.....	7
图 5 无线产业与无线赋能经济规模对比.....	8
图 6 基础运营企业历年无线网资本开支情况.....	9
图 7 无线经济规模的测算框架.....	40
图 8 无线产业部分核算框架.....	41

一、无线经济内涵和框架

近年来，我国数字经济蓬勃发展，以 5G、移动物联网、北斗为代表的各类无线技术广泛应用于社会生活的各方面，成为数字中国建设的关键技术。基于各类无线技术形成了移动通信、物联网、卫星通信等多个细分产业，为了更好的理解无线技术对国民经济发展的贡献，我们以无线技术为核心，从产业、赋能和治理三个维度提出了无线经济的概念。通过分析发现，我国无线技术加速与实体经济深度融合，赋能传统产业数字化发展，催生新产业新业态新模式，无线经济正在成为壮大经济发展的新引擎。

(一) 无线经济内涵和框架

我们认为无线经济是以无线电频谱作为先导性关键生产要素、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，不断提高传统产业数字化、网络化、智能化水平，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，具体框架见图 1。

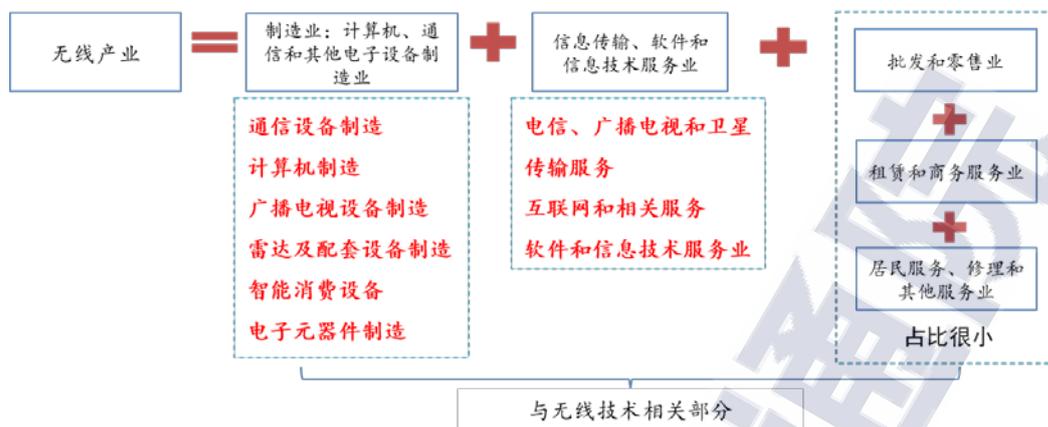


来源：中国信息通信研究院

图 1 无线经济体系框架

一是无线产业。指以无线电频谱资源作为基础载体，以无线技术为驱动力，提供无线应用相关的电子元器件、终端、系统和服务的企业集合。无线产业可以分为三个层面：首先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，是无线产业的上游；其次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，是无线产业的中游；最后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，涵盖了移动互联网、无线相关软件和信息技术服务等，是无线产业的下游。

从国民经济行业划分角度，无线产业包括制造业中的计算机、通信和其他电子设备制造业，服务业中信息传输、软件和信息技术服务业，批发和零售业、租赁和商务服务业、居民服务、修理和其他服务业等行业中与无线技术相关的部分，如图 2 所示。无线产业是无线经济的基础。



来源：中国信息通信研究院

图 2 无线产业的组成

二是无线赋能。指通过无线技术与实体经济深度融合，保障国民经济各行业业务正常开展，不断提高数字化、网络化、智能化水平，实现传统产业成本降低、产出增加、效率提升，带来的实体经济新增产出部分。无线赋能涵盖了无线技术在工业、农业、交通、铁路、航空、气象、渔业、天文等各行业融合应用的拉动效应，是无线经济的主引擎。

三是无线治理。指围绕无线技术的政府治理工作。具体包括三个层面内容：一是政府围绕无线电频谱资源的管理；二是政府推动无线产业发展和无线赋能的管理；三是利用无线技术提升政府的社会治理能力。

(二) 国内外相关研究

目前，国际上没有“无线经济”的统一概念。多个国家或国际组织从无线技术角度研究了移动通信、Wi-Fi 等无线技术的经济价值，测算了无线技术带来的经济效益。相关概念包括“移动经济”、

“5G 经济”、“Wi-Fi 经济”等，这些概念围绕不同无线技术涵盖相关产业和应用。“移动经济”、“5G 经济”等经济贡献包括直接贡献和间接贡献。直接贡献指移动技术及服务在移动运营，设备制造商，内容、应用和服务提供商，零售商和分销商及基础设施供应商等直接创造的经济价值；间接效益指通过普遍税收为政府部门财政贡献的数值¹。直接贡献对应无线经济中无线产业的经济贡献，间接贡献对应无线赋能的经济贡献。

2021 年 GSMA 发布报告《2021 年全球移动经济报告》，认为移动产业带来的经济贡献主要包括直接贡献、间接效益及生产力效益。2020 年中国信通院发布了《中国 5G 发展和经济社会影响白皮书（2020 年）》，对 5G 带动中国的直接和间接经济效益进行了测算。2019 年 GSMA 发布《2019 中国移动经济走向》²，并在 2020 年、2021 年追踪发布了《2020 中国移动经济发展报告》³、《2021 中国移动经济发展报告》⁴，测算中国移动经济规模。2018 年埃森哲发布了《无线产业对美国经济的影响》，采用投入产出表的方法测算出每个无线产业工作岗位带动新工作岗位的数量⁵。Wi-Fi 联盟于 2018 年发布了《2018-2023 年全球 Wi-Fi 经济价值报告》，主要考虑生产者、消费者剩余、对 GDP 贡献及就业等因素，测算了多个国家和地区 Wi-Fi 的经济价值，并以此为基准计算出 Wi-Fi 全球的

¹ GSMA: 《The Mobile Economy 2021》

² GSMA: 《2019 中国移动经济走向》

³ GSMA: 《2020 中国移动经济发展报告》

⁴ GSMA: 《2021 中国移动经济发展报告》

⁵ 埃森哲: 《How the Wireless Industry Powers the U.S. Economy》

经济价值⁶。并在 2021 年更新了《2021-2025 年全球 Wi-Fi 经济价值报告》⁷。

二、无线经济已成为我国国民经济的重要组成部分

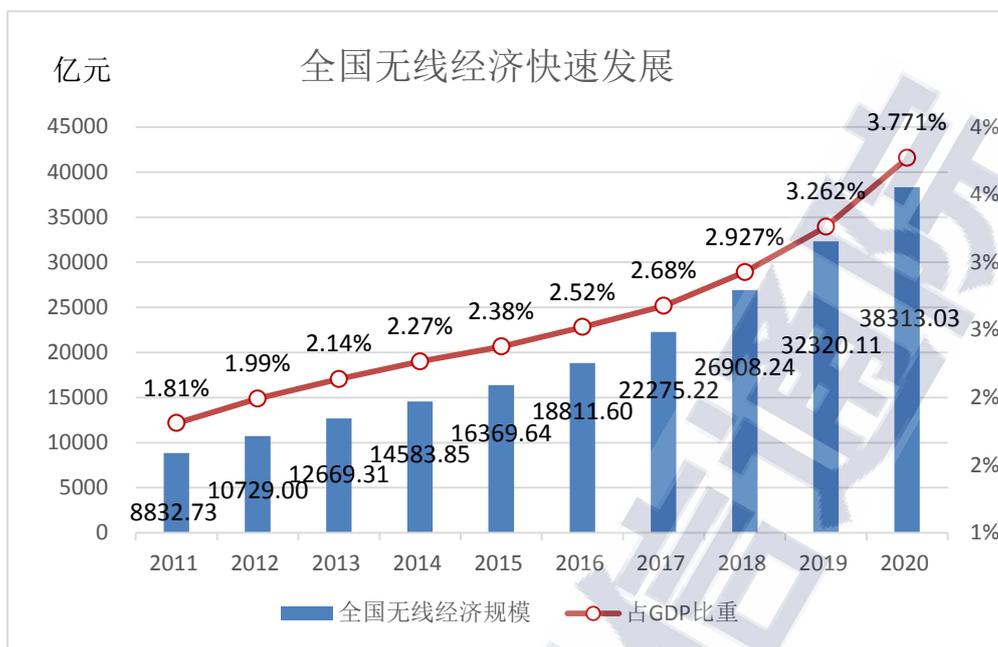
(一) 无线经济蓬勃发展

1. 无线经济规模超 3.8 万亿

参考国内外频谱经济价值和无线经济效益的研究成果以及我国数字经济测算方法，对我国无线经济规模进行了测算，具体测算方法见附件。2020 年我国无线经济规模超过 3.8 万亿元，占我国 GDP 比重接近 3.8%，初步预测，2021 年我国无线经济规模约为 4.4 万亿元。5G 商用使无线经济潜力进一步释放，据测算，2020 年公众移动通信业务将拉动经济总产出近 2.7 万亿元，其中直接带动经济增加值约为 1.5 万亿元，间接拉动经济增加值约为 1.2 万亿元。

⁶ Wi-Fi 联盟：《The Economic Value of Wi-Fi: a Global View (2018 and 2023)》

⁷ Wi-Fi 联盟：《The Economic Value of Wi-Fi: a Global View (2021 and 2025)》



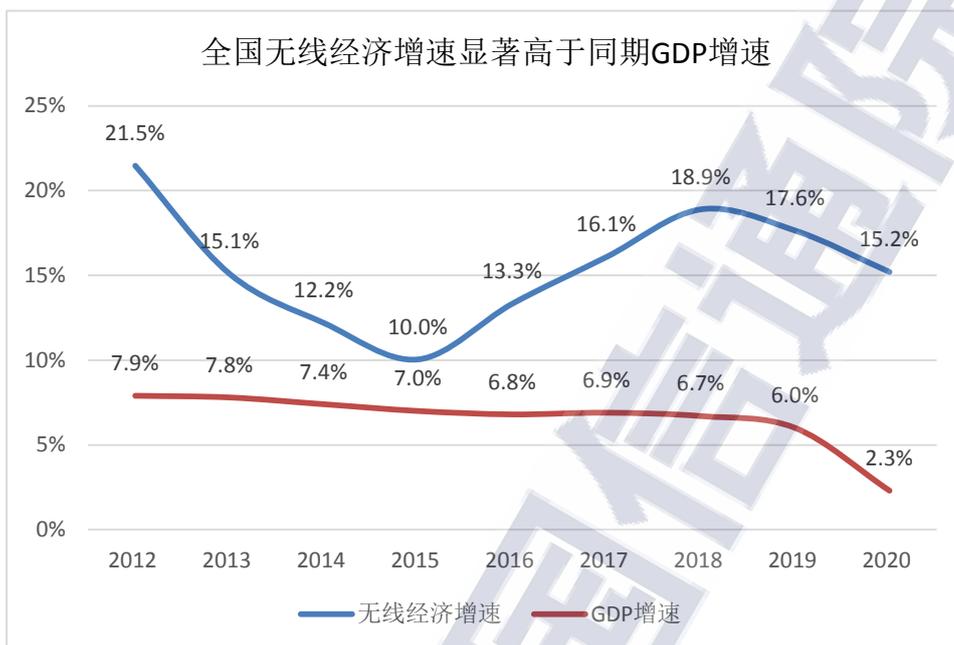
来源：中国信息通信研究院

图 3 我国无线经济规模及占 GDP 比重图

2.无线经济持续快速增长

除 2014 年以外，2012-2020 年我国无线经济增速显著高于同期 GDP 增速，2020 年我国无线经济增长 15.2%，高于同期 GDP 增速约 13 个百分点。2015 年提速降费政策对通信行业的营收造成了较大影响。根据工信部《2020 年通信业统计公报》，电信业务收入增速最低点出现在 2015 年，增速为-2%。同时，由于工业转型升级、绿色发展要求，2015 年全国工业增长普遍回落，无线相关制造业增速也相应回落。新冠肺炎疫情对各国经济社会运行产生严重冲击，与此同时，也加快了各领域数字化转型的进程，使多种无线新兴技术得以更快地融合到千行百业之中。初步预测，2021 年，无线经济增速将维持在 15% 以上。可以预见，随着各领域数字化转型加速推

进以及无线技术应用的日趋广泛，无线经济将保持较快发展，成为我国经济高质量发展的重要抓手之一。



来源：中国信息通信研究院

图 4 无线经济增速图

3.无线经济结构不断优化

从无线经济结构来看，无线产业增加值占据主要地位，无线赋能规模占比逐年提升。2020年我国无线产业增加值规模超过2.3万亿元，占无线经济规模的61%，是无线经济发展的基石和主导。经测算，无线赋能规模超过1.5万亿元⁸，占无线经济规模的39%，成为无线经济快速发展的关键动力。随着无线技术在传统行业加速融合，无线赋能促进经济社会发展的作用将愈加显现，预计2021年我

⁸ 本报告采用投入产出表的方法测算无线赋能规模，方法说明见附件。该方法基于国民经济宏观数据测算，暂不区分具体行业具体无线技术。

国无线产业和无线赋能带来的经济规模将分别约为 2.5 万亿元和 1.8 万亿元。

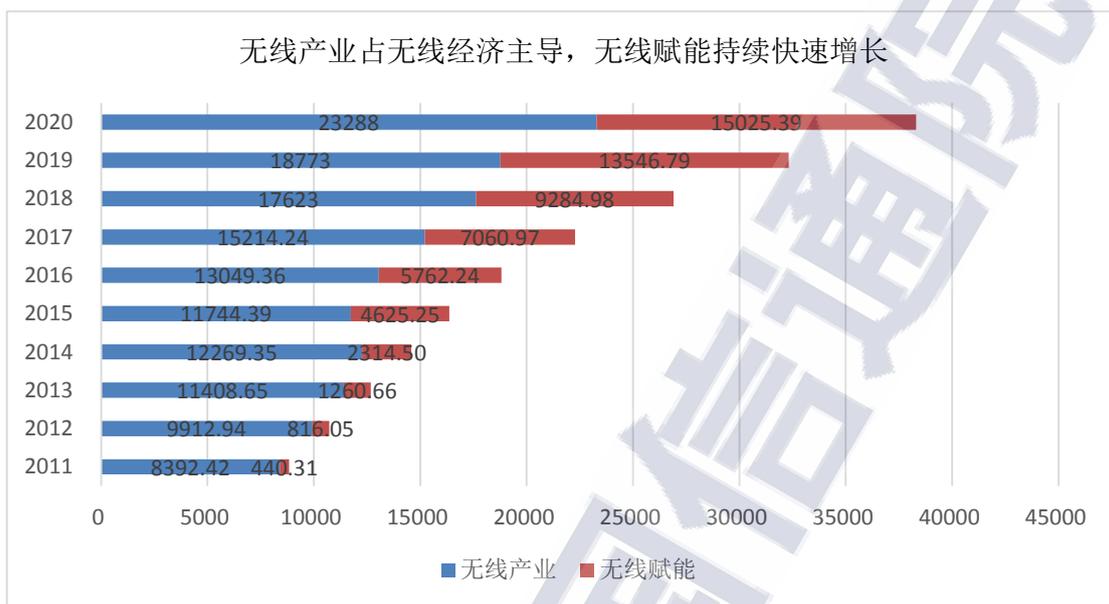


图 5 无线产业与无线赋能经济规模对比

(二) 无线经济发展特点

1. 无线电频谱是无线经济发展的基础资源

无线电频谱资源作为国家战略性稀缺资源，是无线经济发展的基础和关键要素之一。目前 43 种无线电业务已应用于国民经济的 20 个门类 97 个行业大类当中，一方面频谱成为交通、铁路、航空、气象、天文等行业赖以发展的基础资源之一，另一方面频谱的开发利用带来了巨大的经济效益。以移动通信为例，每代移动通信频率资源的开发利用都会明显带动无线经济的发展。从历年来运营商无线网的资本开支直观反映出频谱资源对无线电相关产业的直接拉动

作用，3G、4G 频率许可后的 1-2 年内，运营商无线网的投资支出增速基本都在 10%-20%之间，2014 年 4G 网络投资增速甚至高达 32%。2019 年 5G 频率正式许可后，2020 年运营商 5G 网络投资达 1757 亿，整个无线网投资增速高达 23%。



来源：通信业统计年鉴，运营商财报，中国信息通信研究院

图 6 基础运营企业历年无线网资本开支情况

2.技术创新是无线经济发展的核心驱动力

创新是引领发展的第一动力，无线技术已成为信息通信技术中发展最迅速、应用最广泛的领域，展现出巨大的创新活力和发展潜力。从 1865 年麦克斯韦创立电磁辐射理论起，人类开启了 240 多年的频谱资源开发利用历史。各类无线技术不断创新演进，近年来技术创新的速度也越来越快，移动通信技术基本每十年就向前演进一代，目前已进入第五代移动通信时代，第六代移动通信技术进入研究阶段；随着无线技术的不断创新，各类无线电业务与实体经济加速融合，催生出众多新产品、新业态、新生产方式，进一步促进无

线经济发展。无线经济发展规模也验证了这一点，2016-2018 年随着 4G 网络的规模部署和移动互联网的广泛应用，无线经济呈现快速增长。2019-2020 年随着 5G 网络的规模部署，带动无线经济较快增长。

3.全球统一的技术标准和频段是无线经济规模发展的关键

无线产业离不开相关技术标准和频谱资源，而全球统一的无线技术标准和频段是无线经济规模化发展的关键。移动通信技术就是最典型的例子，移动通信技术标准不断迭代升级，都会带来市场规模指数级扩张，带来更强的技术溢出效应。从 3G 的多元化标准、4G 的两元化标准，到 5G 时代统一的世界标准，是全球学术界和产业界共同努力的结果。同时基于国际电信联盟（ITU）框架，各国积极开展国际及区域的频率协调，形成更多全球统一的 5G 频段。基于统一的 5G 技术标准和频段范围，少量的产品设计和生产就能够满足多国需要，实现产业规模化发展，有助于快速形成成熟的产业生态以及移动通信业务的国际漫游。

4.无线赋能是无线经济发展新的增长点

目前无线技术已广泛应用在移动通信、广播电视、交通运输、民用航空、应急、政务、能源等各个行业，无线赋能经济规模超过 1.5 万亿元，占无线经济规模的 39%。尽管低于无线产业规模，但发展潜力巨大。随着各类无线电业务与实体经济加速融合，催生出

众多新产品、新业态、新生产方式，无线技术将成为新旧动能转换和发展数字经济的重要驱动力。以 5G 为代表的无线技术不断加强垂直行业应用，将带来无线经济发展新的增长点。根据咨询机构 OMDIA 测算，2035 年全球范围 5G 行业应用的经济贡献将达到 13.2 万亿美元，其中将带动全球制造业新增产出 4.7 万亿美元⁹。

三、无线经济各领域亮点频出

(一) 无线产业持续较快增长

1. 无线产业规模稳步增长

无线产业主要包括信息通信业、电子信息制造业、互联网软件和服务等行业中与无线技术与应用相关的部分。近年我国无线产业增加值规模稳步增长，除 2019 年外，年均增速基本都在 10% 以上。根据测算，2020 年无线产业规模超过 2.3 万亿元，是无线经济的基础。

(1) 无线技术演进升级促进电子信息制造业企稳回升

随着 5G 建设加快，通信基础设施投资、移动终端及消费电子产品销售回暖，电子信息制造业逐步从周期性波谷进入企稳回升趋势。总体来看，2020 年，规模以上电子信息制造业增加值同比增长 7.7%，增速比上年回落 1.6 个百分点。规模以上电子信息制造业实现营业收入同比增长 8.3%，增速同比提高 3.8 个百分点；利润总额同比增长 17.2%，增速同比提高 14.1 个百分点。从细分行业看，2020

⁹ OMDIA: 《Industries and Enterprises Are Ready to Reap the Benefits of 5G》

年，通信设备制造业营业收入同比增长 4.7%，利润同比增长 1%；电子元件及电子专用材料制造业营业收入同比增长 11.3%，利润同比增长 5.9%；电子器件制造业营业收入同比增长 8.9%，利润同比增长 63.5%；计算机制造业营业收入同比增长 10.1%，利润同比增长 22.0%。

（2）移动通信为整个电信业发展贡献收入超 6 成

2020 年，移动通信业务实现收入 8891 亿元，比上年下降 0.4%，在电信业务收入中占比为 65.5%。其中，移动数据及互联网业务实现收入 6204 亿元，比上年增长 1.7%。

（3）移动互联网和相关服务业收入及利润保持较高增速

截止 2021 年 6 月，我国网民规模达 10.11 亿，其中手机网民规模达 10.07 亿，占比达 99.6%¹⁰。考虑到移动互联网与互联网最大区别在于终端的移动性，其他环节二者基本共用，可以从互联网和相关服务业看移动互联网的发展。根据工信部数据，2020 年我国规模以上互联网和相关服务企业完成业务收入 12838 亿元，同比增长 12.5%。行业利润增速高于收入。规模以上互联网企业实现营业利润 1187 亿元，同比增长 13.2%。

2. 重点领域无线产业发展情况

（1）移动通信产业是无线产业的主要组成部分

移动通信是全球应用最广泛的无线技术之一，近年随着网络强国、新基建等政策实施，我国移动通信业得到迅猛发展，产业增加

¹⁰ CNNIC：第 48 次《中国互联网络发展状况统计报告》

值规模占无线产业的 60% 以上，成为拉动无线产业规模不断壮大的主要动力。

移动通信产业上游方面，随着 5G 网络建设加快及智能终端的更新升级，极大地带动了整个电子元器件行业发展。2020 年，电子元件及电子专用材料制造业营业收入同比增长 11.3%，利润同比增长 5.9%；电子器件制造业营业收入同比增长 8.9%，利润同比增长 63.5%，增速远高于 2018 年和 2019 年。

移动通信产业中游方面，经过多年的发展，我国涌现出一批具有全球竞争力的通信设备制造企业。2020 年，通信设备制造业营业收入同比增长 4.7%，考虑到 5G 网络部署及通信终端升级等因素，我国移动通信系统设备制造业营收同比增长高于 4.7%，预计 2021 年增速将达到约 15%。

移动通信产业下游方面，整个移动通信业务量、收入和网络规模都保持了较快增长态势。业务层面，截止 2020 年我国移动通信用户数 15.94 亿户，普及率为 113.9 部/百人。2020 年底三家基础电信企业发展蜂窝物联网用户达 11.36 亿户。受新冠肺炎疫情冲击和“宅家”新生活模式等影响，移动互联网应用需求激增，线上消费异常活跃，短视频、直播等大流量应用场景拉动移动互联网流量迅猛增长。2020 年，移动互联网接入流量消费达 1656 亿 GB，全年移动互联网月户均流量（DOU）达 10.35GB/户·月，比上年增长 32%；其中，手机上网流量达到 1568 亿 GB，比上年增长 29.6%¹¹。收入层

¹¹ 工业和信息化部：《2020 年通信业统计公报》

面，2020年，移动通信业务实现收入8891亿元，其中移动数据及互联网业务实现收入6204亿元。网络层面，截止至2020年末，我国移动通信基站数达到931万座，其中5G基站数量超过71.8万座，实现全国所有地级城市的5G网络覆盖。

（2）智能消费产业步入快速发展期

目前可穿戴设备（耳机、手表、眼镜等）、智能家电家居（体重秤、扫地机等）、AR/VR（增强现实和虚拟现实）、无人机、智能购物车等新型电子消费终端大多使用了移动通信、Wi-Fi、蓝牙、NFC、无线充电、卫星定位等一种或多种无线技术，无线技术每一轮演进与创新均与消费电子深度融合，激发起电子产品新一轮新的信息消费热潮。

智能消费产业包括上游、中游和下游。上游主要是包括电子元件、电子器件等行业，智能消费产业的发展极大的拉动了整个电子元件行业的增长。中游主要是智能终端、穿戴设备等各类消费电子产品的生产制造。智能终端方面，根据中国信息通信研究院数据，2020年国内手机终端出货量达3.08亿台，同比下降20.8%。其中5G手机终端累计出货量1.63亿部、上市新机型累计218款，占比分别为52.9%和47.2%，5G在某种程度上减缓了手机终端出货量的下跌趋势。智能穿戴设备方面，根据IDC数据，2020年全球智能穿戴设备销售量达4.447亿台，相比于2019年增长了28.4%，其中耳机是智能穿戴设备出货量最多的产品，其次是智能手表和智能手

环¹²。国内 2020 年可穿戴市场出货量接近 1.1 亿台¹³，同比增长 7.5%，尽管受到疫情、供应链等多方面影响，国内可穿戴市场出货量仍然保持了加快的增速。

下游主要是用于智能终端的短视频、游戏及新消费等内容服务。以 AR/VR 消费级市场为例，随着政策红利的释放、资本的强力助推以及 5G、云计算等技术与 VR/AR 的深度融合，VR/AR 行业产品成本降低，体验更为优化，VR/AR 消费级内容市场持续呈现高速增长态势，2020 年中国 VR/AR 消费级内容市场规模达 128.4 亿元，较 2019 年增加了 77.9 亿元，同比增长 154.3%¹⁴，未来将继续保持增长。

（3）智能网联汽车产业迈进加速新阶段

智能网联汽车是未来产业发展的战略制高点，当前正处于技术快速演进、产业加速布局的关键阶段，我国智能网联汽车产业发展已取得积极成效，基本与全球先进水平处于“并跑”阶段。2020 年我国 L2 级智能网联乘用车的市场渗透率达到 15%，L3 级自动驾驶车型在特定场景下开展测试验证。高精度摄像头、激光雷达等感知设备已达到国际先进水平、为多款主流车型供货，智能驾驶（MDC）计算平台、车规级 AI 芯片在多个车型上进行装车应用。智能网联汽车有望继智能手机之后，成为新一代的超级终端。我国智能网联汽车市场规模广阔，新车渗透率高于全球水平，根据相关机构预测，到 2025 年我国智能网联新车销售量将接近 2000 万辆。

¹² IDC：《2020 年全球可穿戴设备报告》

¹³ IDC：《中国可穿戴设备市场季度跟踪报告，2020 年第四季度》

¹⁴ 智研咨询集团：《2021-2027 年中国 VR/AR 行业市场深度评估及投资机会预测报告》

无线技术是智能网联汽车发展的基础，将实现车辆与外部节点的信息共享和协同控制，涉及安全、效率、信息服务多种应用场景。我国智能网联汽车使用基于蜂窝通信和终端直通通信融合的车用无线通信技术（C-V2X），包括基于 LTE 技术的版本 LTE-V2X 和面向 5G 新空口的 5G NR-V2X。我国 C-V2X 产业化进程逐步加快，围绕 LTE-V2X 形成包括通信芯片、通信模组、终端设备、整车制造、运营服务、测试认证、高精度定位及地图服务等较为完整的产业链生态。为推动 C-V2X 产业尽快落地，包括工业和信息化部、交通运输部、公安部等积极与地方政府合作，在全国各地先后支持建设多个智能网联汽车测试示范区；工信部发布了《车联网（智能网联汽车）直连通信使用 5905-5925MHz 频段管理规定（暂行）》，指导地方批复 11 个城市的 14 个车联网直连通信频率许可，并积极推动国家级车联网先导区建设，已经批复支持无锡、天津、长沙建立国家级先导区。

（4）北斗卫星导航产业成为发展新领域

卫星导航是采用导航卫星对地面、海洋、空中和空间用户提供导航、定位、授时等服务的无线技术，北斗卫星导航系统是由我国自主研发、独立运行的全球卫星导航系统，与美国的 GPS、俄罗斯的格洛纳斯（GLONASS）、欧盟的伽利略（Galileo）构成全球四大卫星导航系统。随着北斗三号系统正式开通，北斗系统全面服务于交通运输、公共安全、救灾减灾、农林牧渔、城市治理等行业领域，融入电力、金融、通信等基础设施，广泛进入大众消费、共享经济和民生领域，深刻改变着人们的生产生活方式。

北斗产业链主要有基础产品、应用终端、运行服务等环节。其中基础产品主要包括芯片、板卡、天线、接收机等，是北斗产业链的基础和核心。截至 2020 年底，北斗兼容型芯片及模块销量已超过 1.5 亿片，其中 2020 年国内卫星导航定位终端产品总销量超 4.36 亿台，国内厘米级应用高精度芯片、模块和板卡的总出货量突破 100 万片¹⁵，主要应用场景包括智能网联汽车、无人机、农机、工程机械、测绘仪器、机器人和物联网终端等，高精度应用明显呈现出泛在化和规模化趋势。北斗系统已经在全球许多国家和地区得到应用，面向亿级以上用户提供服务，基于北斗的土地确权、精准农业、数字施工、车辆船舶监管、智慧港口解决方案已在东盟、南亚、东欧、西亚、非洲等地区得到成功应用。

（5）短距离无线通信产业已形成一定规模

短距离无线通信技术是构筑基于智慧连接的数字世界的关键技术。随着智能汽车、智能终端、智能家居等产业的快速发展，创新需求和应用不断涌现，以 Wi-Fi、蓝牙等技术为代表的短距离无线通信技术带动相关产业蓬勃发展。

Wi-Fi 技术快速迭代推动 Wi-Fi 产业快速发展。据 IDC 统计，全球支持 Wi-Fi 连接的各类终端设备累计出货量达到 282 亿，预计到 2023 年将超过 461 亿。Wi-Fi 产业包括芯片、网络设备、终端三个主要环节。上游的芯片是产业链的核心环节，包含了大量的核心专利，对产业链的其他环节产生重要影响，目前国外企业在 Wi-Fi

¹⁵ 中国卫星导航定位协会：《2021 中国卫星导航与位置服务产业发展白皮书》

芯片占据市场份额较大。中游的网络设备主要是家用和企业无线路由器，我国企业在家用网络设备市场中有较大份额。终端主要是集成了 Wi-Fi 芯片的智能终端和笔记本电脑，智能手机和越来越多的智能化物联网设备都具备了 Wi-Fi 连接能力。由于 Wi-Fi 技术应用模式以局部区域自用为主，相比移动通信技术下游环节较少。

（6）卫星互联网产业成为多国发展热点

卫星互联网是以卫星为接入手段的互联网宽带服务模式。随着高通量卫星技术的发展，促使卫星互联网通信的性能大幅提升和用户成本快速下降，多国开始建设卫星互联网。卫星互联网主要通过低轨星座（LEO）组网以及高轨星座（GEO）组网两种途径实现。高轨卫星互联网在利用效率、卫星寿命、空间设施成本、终端成本等方面均具有较大优势。低轨卫星互联网的优势则主要在于复杂地形连续通信及传输时延低。目前，国际上已有多个大型卫星互联网星座计划，在高轨（GEO），中轨（MEO）以及低轨（LEO）等不同轨道上均有所布局。SpaceX 与 OneWeb 公司的低轨卫星互联网星座已经进入到了应用组网阶段，Starlink 计划截至 2021 年 7 月 28 日，已经累计发射 1740 颗“星链”卫星，目前仍处于测试阶段。

卫星互联网产业主要包含了卫星制造、地面设备、卫星发射、卫星运营及服务四大环节。卫星制造环节主要包括卫星平台、卫星载荷。地面设备主要包括固定地面站、移动式地面站（静中通、动中通等）以及用户终端。卫星发射环节包括火箭制造以及发射服务。卫星运营及服务主要包含卫星移动通信服务、宽带广播服务以及卫星固定服务等。按上中下游分，上游主要包括相关基础电子元器件

及材料，中游主要包括卫星及地面设备的制造，下游主要包括卫星发射、运营及服务。当前卫星互联网主要集中在空间段及地面段的基础设施建设，卫星制造、卫星发射及地面设备成为关注的焦点。卫星制造方面，随着卫星向着高通量方向发展，目前正积极开拓 Q、V 频段，太赫兹频段正处于规划阶段；宽带转发器、多点波束技术、多波束相控阵天线等技术是重点发展方向。

（7）雷达产业具有广阔的市场前景

雷达是一种利用无线电进行探测和测距的技术，最初出现在军事战争中。随着雷达技术的发展，目前已广泛应用于在民航、气象、天文、遥感测绘、船只导航、汽车防撞、交通管制、车速测量等领域，在洪水监测、海冰监测、土壤湿度调查、森林资源清查、地质调查等方面显示出很好的应用潜力。

不同工作频率的雷达呈现不同的特性，被应用于不同领域，根据频段雷达可以分为短波超视距、超短波雷达、微波雷达、毫米波雷达、激光雷达等。雷达系统主要由天线、发射机、接收机、信号处理机、数据处理机和显示器等若干分系统构成，雷达技术产业可分为三部分：上游主要是包括雷达所需的原材料、电子元器件等，中游主要是雷达整机制造，下游主要是雷达的集成与应用。不同行业的雷达应用和产业结构有所不同，几个典型行业的雷达产业如下：

汽车雷达。近年随着自动驾驶技术成为未来汽车产业发展的重点方向，车载传感器市场潜力被广泛看好，毫米波雷达、超声波雷达、激光雷达等雷达技术作为车载传感器的重要组成受到愈多关注。各个国家对汽车毫米波雷达分配的频段各有不同，主要集中在

24GHz 频段和 77GHz 频段，少数国家（如日本）采用 60GHz 频段，未来全球汽车毫米波雷达的频段会趋同于 77GHz 频段。根据工信部即将发布的《汽车雷达无线电管理暂行规定》要求，国内汽车雷达将主要使用 76-79GHz 频段。汽车雷达主要包括收发天线、雷达传感器、信号处理模块等部分，其中雷达传感器是关键核心部件，77GHz 频段雷达所用的集成电路主要由国外厂商提供。目前国内企业正在加快天线、射频组件、数字处理芯片等雷达硬件设备研发。在下游整车集成方面，博世、大陆、电装等传统汽车零部件巨头在国际市场上占据了 77GHz 频段汽车雷达产品市场的主要份额。

民航领域雷达。民航领域雷达应用主要有气象雷达和空管雷达。空管雷达包括一次雷达和二次雷达，一次雷达为主动探测雷达，主要有机场监视雷达、航路监视雷达和机场地面探测设备；二次雷达是被动探测雷达，通过收发飞机上的应答机编码、飞机航表数据和呼叫飞行员来实现空中管制。民航领域雷达产品门槛高，需要长期的技术积累和工程经验。上游的元器件和原材料通常都是军民两用，市场化程度较高，雷达大部分分系统级产品和核心设备配套关系较为固定，多为内部配套，目前雷达整机制造多为国内企业。

气象领域雷达。气象雷达主要用于探测气象状况以及变化趋势，目前已广泛应用于天气预报以及农业、水文、林业、交通、能源、海洋、航空、航天、国防、建筑、旅游、医疗等领域的专业气象服务。气象雷达包括风廓线雷达、新一代多普勒测雨雷达以及毫米波测云雷达等。我国新一代气象雷达是多普勒雷达，分为 S 波段(波长约 10cm)，C 波段(波长约 5cm)、X 波段(波长约 3cm)。其中投入业

务运行的以 S 波段与 C 波段雷达为主，X 波段雷达个别情况下应用于地形影响的探测盲区以及局地天气服务业务。气象领域雷达有较高的产品门槛，市场集中度较高，国际市场主要制造商有霍尼韦尔，Enterprise Electronics Corporation (EEC)，Selex ES GmbH 等。

新型雷达。随着雷达技术创新性突破，先进数字信号处理(DSP)、灵活射频收发器、尖端天线技术和人工智能的广泛应用满足了军事和商用市场的小型化、经济型、高精度需求，推动新型产业发展。例如，探鸟雷达利用机器学习方法，智能检测飞鸟与无人机等“低慢小”目标，满足了空中航路安全、城市安保等严峻要求。雷达生命探测仪，利用人体呼吸或心跳时身体产生的微弱震动探测生还者的存在。

(二) 无线技术赋能千行百业

1. 无线赋能规模呈现快速增长

无线赋能呈现方兴未艾的发展态势，2020 年规模超 1.5 万亿元，占 GDP 比重逐年提升，由 2011 年的 0.07% 增长至 2020 年 1.46%。无线经济在传统产业中发展水平呈现第三产业高于第二产业，高于第一产业的特征。2020 年三次产业中产业赋能增加值规模分别为 594 亿元、6033 亿元和 8993 亿元。无线赋能依托于中国量大面广的传统产业转型升级的旺盛需求，在无线经济中占比逐渐增加。

2. 重点行业无线赋能情况

(1) 制造业无线技术及业务应用情况

工业互联网是第四次工业革命的关键支撑，以 5G 为代表的无线技术正在与工业互联网融合创新发展，推动制造业从单点、局部的信息技术应用向数字化、网络化和智能化转变。无线技术逐步应用在工业研发设计、生产制造、质量检测、故障运维、物流运输、安全管理等环节。

以 5G 为代表的移动通信技术。5G 与工业互联网结合，形成具有低时延、高可靠、广覆盖特点的关键网络基础设施，满足工业智能化发展需求，是新一代信息通信技术与工业领域深度融合所形成的新兴应用模式。同时，5G 将作为一项重要技术普遍应用于工业互联网，不断地打通工业领域“信息孤岛”，海量的设备产品联网，满足工业设计、研发、生产、管理、服务等将对网络提出更高的要求，让工业数字化转型如虎添翼。工信部、发改委等十部委联合发布的《5G 应用“扬帆”行动计划（2021-2023 年）》提出推进 5G 模组与 AR/VR、远程操控设备、机器视觉、AGV（自动引导小车）等工业终端的深度融合，支持 5G 在质量检测、远程运维、多机协同作业、人机交互等智能制造领域的深化应用，不断拓展 5G 在原材料、装备、消费品、电子等领域的应用。

无线接入系统（无线局域网技术）。使用 2400MHz、5100MHz 和 5800MHz 频段。用于对安全性要求不高的场景，目前在数据采集、AGV、视频传输等场景有所应用。

微功率设备。使用《中华人民共和国工业和信息化部公告（2019 年第 52 号）》规定的相关频段。用于对可靠性、安全性、实时性、移动性要求较低的场景，满足工业领域短距离、低成本通信需求。

目前在数据采集、天车控制等场景有所应用。

(2) 民生领域无线技术应用情况

随着各类无线技术突破性发展，移动通信技术、蓝牙、Wi-Fi 技术等快速进入到生活领域，极大地提升了人们生产生活的效能和便捷性，同时催生了共享经济、线上线下、移动支付等新兴产业。

以 5G 为代表的移动通信技术突破了上网速率的局限，各类互联网应用丰富了各消费领域场景，使交通运输、餐饮住宿、教育等传统产业的有效需求和生产效率得到大幅提升。

网约车。作为共享经济时代的先行者，网约车有效缓解了城市人们打车难的窘境，为居民的出行带来了新的便利。2016-2019 年，我国网约车用户规模逐年上升，2020 年，受新冠疫情影响，网约车用户规模有所下降，但随着疫情防控取得积极进展，网约车用户需求触底反弹，市场逐步复苏并进入有序发展状态。根据中国互联网络信息中心数据，2019 年我国网约车行业市场规模已突破 3000 亿元。

餐饮业。受疫情影响餐饮行业线下的生意受到打击，外卖成为商家自救的 B 计划。截至 2020 年年底，我国的外卖总体单量达到了惊人的 171.2 亿单，外卖市场交易规模达 8352 亿元，用户规模接近 5 亿人。

旅游业。2019 年在线旅游市场交易规模 1.77 万亿元，随着 5G 突破数字内容关键共性技术，根据《5G 应用“扬帆”行动计划（2021-2023 年）》部署，5G 网络的 AR/VR 沉浸式内容、4K/8K 视频等应用将在景区、博物馆等场景发展线上数字化体验产品，培育云旅游、云演艺、云直播、云展览等新业态，鼓励定制、体验、智能、互动等旅游消费新模式发展，打造沉浸式旅游体验新场景。

在线教育。在疫情期间，

线下教育加速向线上转移,在线教育加速发展,用户群体不断扩大。

(3) 民航行业无线技术应用情况

民航行业中航空运输、机场运行管理、空中交通管制等多个环节高度依靠无线电通信、导航与监视等无线技术,使用到多个频段。

航空无线电导航是以各种地面和机载无线电导航设备,向飞机提供准确、可靠的方位、距离和位置信息。目前航空无线电导航设施包括中波导航台、仪表着陆系统、全向信标台、测距台。航路卫星导航监测系统也是未来导航的重要手段之一。

航空无线电通信分为航空固定通信(平面业务)和航空移动通信(地空通信)。航空固定通信是指为航空导航安全与正常、有效和经济的空中运输,在指定的固定地点之间的无线电通信。航空移动通信是指航空器电台与航空地面对空电台之间或航空器电台之间的无线电通信,包括甚高频(VHF)通信和高频通信。甚高频地空通信已成为国内民航主要的地空通信手段,目前我国已建成了覆盖广泛的甚高频地空数据通信网络。

雷达应用。雷达主要用于飞行器的定位,是利用无线电波的传输特性测定目标的位置、速度和/或其它特性,或获得与这些参数有关的信息。民航雷达应用主要有气象雷达和空管雷达。空管雷达包括一次雷达和二次雷达,一次雷达为主动探测雷达,主要有机场监视雷达、航路监视雷达和机场地面探测设备等。

国际航线气象服务。气象数据库和卫星传真广播网为枢纽机场的综合气象信息服务系统提供有力支撑。世界区域预报系统接收站,可通过卫星直接接收世界区域预报中心发布的全球航空气象信息。

除专用系统之外，卫星导航技术、移动通信技术、无线局域网等通用无线技术在民航领域也有广泛应用。根据民航统计数据¹⁶，2020年我国境内运输机场（不含香港、澳门和台湾地区，下同）共有241个。2020年我国机场完成旅客吞吐量85715.9万人次，完成货邮吞吐量1607.5万吨，完成飞机起降904.9万架次。无线技术在保障民航飞行安全、加速空中流量、改善航空服务，促进航空发展中发挥着越来越重要的作用。

（4）铁路行业无线技术应用情况

铁路行业无线技术应用始于20世纪50年代后期，在80年代开始普及推广。目前，铁路行业全部生产领域已广泛使用无线技术，主要包括列车无线调度通信、车号自动识别、站场无线通信、养护维修、公安保卫等方面。

列车无线调度通信。我国列车无线调度通信系统主要采用GSM-R系统，工作在800MHz频段，目前已覆盖了全部高铁和部分普速线路。

车号自动识别。我国铁路行业采用900MHz频段RFID技术部署了车号自动识别系统（ATIS），在铁路局分界口站、车辆段等车辆维修点和全路70多万辆货车车辆部署检测设备、电子标签，用于车辆车号自动识别、车辆追踪，提高了货车运用效率，实现了货车运用精细化管理。

站场无线通信。包括站场调车无线通信系统、驼峰调车无线通

¹⁶ 中国民用航空局：《2020年民航机场生产统计公报》

信系统、调车作业安全监控系统、宽带无线接入系统等，主要用于指挥、控制调车机车运行，提高调车作业效率，保障了调车人员人身安全和列车安全。主要工作在 450MHz 频段。在部分编组站、货运中心还使用了 1800MHz 频段的宽带无线接入系统，提高了站场运输生产组织信息化、自动化水平。

列车安全防护。应用于铁路客货列车尾部风压检测、辅助排风制动和列车接近安全预警、道口防护报警、施工防护报警等业务，提高了列车安全防护、人身安全防护能力。主要工作在 400MHz 和 800MHz 频段。

无线对讲通信。在铁路车务、机务、工务、车辆、货运、客运、公安等现场作业岗位广泛使用对讲机业务，在各专业部门生产作业、运输组织、安全防护等领域发挥了重要作用。主要工作在 150、400MHz 频段。

列控应答应用。用于高速铁路列车运行控制系统（CTCS）车地间传送线路信息、位置信息、速度信息、限速信息等行车控制信息，使用短波频率。

除铁路专用系统之外，卫星导航技术、移动通信技术、无线局域网等通用无线技术在铁路行业也有广泛应用。相关无线技术的应用有效保障了我国铁路事业的发展，根据国铁集团 2020 年统计公报数据显示¹⁷，截止 2020 年末，全国铁路营业里程 14.63 万公里，其中高铁 3.8 万公里。受新冠疫情影响，2020 年国家铁路旅客发送量

¹⁷ 国铁集团：《中国国家铁路集团有限公司 2020 年统计公报》

完成 21.67 亿人，比上年减少 14.12 亿人，下降 39.4%。货运总发送量完成 35.81 亿吨，比上年增加 1.41 亿吨，增长 4.1%。

（5）气象行业无线技术应用情况

气象卫星、天气雷达、探空雷达、风廓线雷达等现代化气象观测以及气象无线电通信都利用了无线技术，是气象观测资料的收集、传输的重要手段和途径。目前我国已建立形成了天地空一体化的综合立体气象观测体系，卫星、雷达等监测能力位居世界前列，为全球 100 多个国家和地区、国内 2500 多个用户提供服务¹⁸。

气象雷达是专门用于大气探测的雷达，是警戒和预报台风、暴雨、龙卷风等天气的主要探测工具之一。气象雷达常用的波段主要包括 K 波段、X 波段、C 波段、S 波段和 L 波段。根据中国气象局发布的《气象雷达发展专项规划（2017-2020 年）》，计划 2020 年我国新一代天气雷达数量将达到 270 部，其中包括双偏振新一代天气雷达 140 部，25 部 X 波段局地雷达。

气象卫星是通过探测地球大气系统发射、反射、散射太阳的电磁辐射实现对地球大气系统的温度、湿度、云雨演变等气象要素的遥感探测。气象卫星在灾害性天气监测、天气分析预报等方面发挥了重要作用。目前我国已成功发射了 17 颗风云系列气象卫星，7 颗在轨运行。

无线电探空仪主要测定自由大气温、压、湿等气象要素。探空仪监测到的气象要素数据通过无线技术传回地面。

¹⁸ 中国气象局：《中国建成全球最大综合气象观测网》

（6）应急领域无线技术应用情况

无线通信是应急领域主要使用的通信手段，用于满足灾害发生前监视与预测、灾害发生时指挥与抢救、灾害结束后恢复与重建等通信需求，特别是在灾害发生时，无线电应急通信发挥着重要的作用。目前应急通信涉及短波、超短波、微波、卫星等多个频段的无线通信技术。

短波应急通信以其自身抗摧毁能力强、传播范围广、架设设备简单等在应急通信中起着重要作用，工作频段在 3MHz-30MHz，既可以使用天波传递，也可以使用地波传递，天波传递时无需建立基站便可以完成远距离传递。

卫星通信是应急通信的主要技术之一，由通信卫星（空间部分）和通信地面站（地面部分）构成。通信地面站一般由固定站、车载站、便携站等组成。固定站作为通信中心站与指挥中心相连，进行信息的汇总、指挥命令的发布等；移动站较为灵活，可以第一时间开赴应急现场，并在现场组成临时指挥部，把现场资料通过卫星传送到后方指挥中心，为救援决策及下一步方案布置提供依据。

（7）城市轨道交通行业无线技术应用情况

城市轨道交通通过专用无线技术实现列车调度、信号控制、视频传输乘客信息服务等业务应用，是轨道交通安全、高效运行的重要保障。目前使用的无线技术有 800MHz 频段数字集群通信系统、基于不同无线技术的列车自动控制系统（CBTC）、乘客信息系统（PIS）等。

列车自动控制系统是目前轨道常用的一种信号系统，底层无线

通信技术有基于 Wi-Fi 标准和 LTE 标准不同的解决方案，主要实现车地之间的列车控制信息传输，工作频段包括 2.4GHz、1.8GHz 频段等。

数字集群通信体系主要是用于语音调度通讯。保障调度员、驾驶员和值班员之间的无线调度语音通话，保证列车行驶安全。

乘客信息系统主要用于发布运营、安防反恐等信息，在紧急情况下发布运营、紧急救灾信息，还可以用于播放地铁公益广告、天气预报、新闻、交通信息，实现列车视频监控。

除轨道交通专用系统之外，对讲机、移动通信技术、无线局域网等通用无线技术也有广泛应用。无线技术的应用有效保障了轨道交通的安全高效运行。2020 年，我国全年城市轨道交通累计完成客运量 175.9 亿人次，总客运周转量 1486.4 亿人公里。截止 2020 年底，中国大陆地区（不含港澳台）共有 45 个城市开通城市轨道交通运营线路 244 条，运营线路总长度 7969.7 公里¹⁹。

（8）水上及道路交通行业无线技术应用情况

无线技术在交通行业发挥着越来越重要的作用。在水上交通方面，无线电通信、雷达导航、卫星定位等技术是保证船舶安全航行、调度指挥最有效的技术手段。水上无线电通信是船与船、船与岸、船与飞机以及船舶内部的主要通信方式。目前全球典型的水上无线技术应用就是全球海上遇险与安全系统（GMDSS），它具备遇险报警、搜救协调通信、救助现场通信、救助现场寻位、海上安全信息

¹⁹ 中国城市轨道交通协会：《城市轨道交通 2020 年度统计和分析报告》

(MSI)的播发与接收、常规通信以及驾驶台对驾驶台通信等功能，具体包括地面通信系统(数字选择性呼叫系统)、卫星通信系统、卫星搜救系统(COSPAS-SARSAT)、搜救定位装置、安全信息播报系统。除GMDSS之外，还有船舶自动识别系统(AIS)，工作在甚高频频段自动向岸台和周围船舶发送本船的位置和航行状态信息。

在道路交通方面，依托公众移动通信网络、北斗卫星导航、调频广播、短距离通信、对讲机等无线技术，我国道路交通领域逐步实现了交通流量监测、交通信息广播、不停车收费、车辆监控、指挥调度、应急救援等能力。

除以上行业之外，无线技术在渔业、自然资源管理等行业和领域也有广泛应用，无线技术已成为国民经济社会发展和人民生活的基础支撑，赋能千行百业。

(三) 无线治理能力不断提升

1. 做好无线电管理工作，为经济发展保驾护航

频率资源管理是我国无线电管理工作的核心职能，创新频率管理方式，提高频率资源管理效能和政府治理能力，是保障无线经济快速发展的重要手段。2020-2021年无线电管理机构加强顶层设计和战略谋划，提升无线电频谱资源利用率，为5G、工业互联网、车联网等新基建的发展提供坚实保障；扎实开展无线电台(站)和设备管理，优化工作流程、完善工作机制，努力提升服务企业、支撑企业的水平，着力支撑疫情防控期间相关工作；加大无线电干扰查处和打击“黑广播”、“伪基站”工作力度，维护重要领域、重点行

业的频率使用安全，严厉打击利用无线电设备进行考试作弊行为，有效维护空中电波秩序；进一步完善无线电管理法规制度体系，不断完善无线电管理相关制度，持续深化“放管服”改革，推进各项行政管理工作规范有序开展；积极开展涉外无线电管理工作，加快推动 2019 年世界无线电通信大会（WRC-19）成果落地，有效维护我国无线电频谱资源国家权益。

2. 出台产业政策，促进无线经济发展

2020-2021 年我国围绕重点无线技术、产业发展、无线赋能出台了一系列政策，促进无线经济快速发展。

5G 方面。2017 年 11 月工信部发布《关于第五代移动通信系统使用 3300-3600MHz 和 4800-5000MHz 频段相关事宜的通知》，明确了 5G 系统中频段内的具体工作频段。2018 年 12 月工信部发布《3000 - 5000MHz 频段第五代移动通信基站与卫星地球站等无线电台（站）干扰协调管理办法》，保障了 5G 健康发展。同月工业和信息化部向基础电信运营企业发放 5G 系统试验频率使用许可，保障各基础电信运营企业开展 5G 系统试验所必须的频率资源。2020 年 3 月工信部发布《关于推动 5G 加快发展的通知》，加快 5G 网络建设进度、支持加大基站站址资源、加强电力和频率保障、推进网络共享和异网漫游。2020 年 11 月工信部和国家卫健委发布《关于组织开展 5G+医疗健康应用试点项目申报工作的通知》，推进 5G 在医疗健康领域的应用。2021 年 2 月工信部发布《工业和信息化部关于提升 5G 服务质量的通知》，要求基础电信运营企业做好 5G 服务

工作。2021年7月工信部、国家发改委等十部门联合印发了《5G应用“扬帆”行动计划(2021-2023)》，大力推进5G全面协同发展，深入推进5G赋能千行百业。

车联网方面。我国将车联网提升到国家战略高度，国务院及相关部委对车联网产业升级和业务创新进行了顶层设计、战略布局和发展规划，并形成系统的组织保障和工作体系。我国成立的国家制造强国建设领导小组车联网产业发展专项委员会，由20个部门和单位组成，负责组织制定车联网发展规划、政策和措施，协调解决车联网发展重大问题，督促检查相关工作落实情况，统筹推进产业发展。国务院和工业和信息化部、交通运输部、科学技术部、发展改革委、公安部等部委出台一系列规划及政策推动我国车联网产业发展。2018年11月，工信部发布《车联网(智能网联汽车)直连通信使用5905-5925MHz频段管理规定(暂行)》，满足车联网等智能交通系统使用无线电频率的需要。2020年2月，发改委、工信部、科技部等十一个部委共同发布《智能汽车创新发展战略》，提出我国智能交通和智能网联汽车发展战略目标。2020年3月，工业和信息化部发布《关于推动5G加快发展的通知》，促进“5G+车联网”协同发展。2020年9月，国务院办公厅发布《关于以新业态新模式引领新型消费加快发展的意见》，推动车联网部署应用。2020年11月，国务院办公厅发布《新能源汽车产业发展规划(2021-2035年)》，提出“加快基于蜂窝通信技术的车辆与车外其他设备间的无线通信(C-V2X)标准制定和技术升级”。

3.利用无线技术提升政府的社会治理能力

目前我国多地政府高度重视无线技术在社会治理当中的应用，通过建设无线专网提升城市管理水平。使用的无线技术从早期的窄带集群专网向宽带政务专网转变，目前在用的典型无线技术有以下几种：

窄带集群通信技术。主要提供以指挥调度类的语音业务为主。早期我国各地政务专网主要采用 TETRA 窄带集群通信技术。2008 年公安部牵头研发制定了专用数字集群系统 PDT 技术并在公安系统内推广。截止 2020 年 12 月，全国 32 个省（区、市）实现全国联网，已建在建 PDT 系统 362 套²⁰。除 350MHz 频段 PDT 系统外，800MHz 频段数字集群通信系统频率也适用于 PDT 技术。

宽带集群通信技术。2015 年工信部正式许可 1.4GHz 频段用于无线宽带政务专网，多地政府开展了宽带政务专网的建设，主要面向机关部门提供包括移动办公、应急突发事件处理、移动执法、大型活动保障、视频监控、环保监控和物联网等宽带应用。截止 2019 年 6 月，全国共建设 B-TrunC 技术的宽带无线专网 687 张，用户超过 30 万户²¹。

除政务专网以外，公众移动通信网络、对讲机等通用无线通信系统也广泛应用于政府管理的各领域。各地基于公网、专网等无线网络，利用大数据、物联网等信息技术积极推进“数字政府”的建

²⁰ 王汉杰等人：《专用移动通信工程技术》

²¹ 曹华梁：《我国无线政务专网发展研究》

设，提升公共服务、社会治理等数字化、智能化水平。

四、存在问题及挑战

(一) 无线产业上游对外依存度高

无线产业包括上游、中游和下游三个环节，其中上游的基础元器件及芯片存在基础不牢、水平不高的问题，特别是高频段元器件及技术对外依存度高，高端产品供给不足。在 5G 手机芯片领域，目前采用 5nm 工艺的 5G 手机芯片大部分由国外厂商提供，美、日、欧、韩等国家地区在核心元器件方面占据较大优势地位。

(二) 频谱资源全球统一规划和国际协调难度大

无线产业是无线经济发展的基础，全球重点无线电业务的频谱统一有利用于无线产业获得规模经济效益，有助于相关产业生态的健康发展和无线电业务的全球应用。但各国国情和频率使用情况各不相同，考虑到频率规划关系到整个产业生态，主要国家都希望能够引导频谱资源的一致性，从而使本国的相关产业利益最大化，由此导致了频谱资源全球统一规划和国际协调难度不断加大，对无线产业规模发展造成不利影响。

(三) 频谱资源供需矛盾和结构性紧缺日益突出

无线电频谱资源作为基础性、稀缺性战略资源，其高效开发利用对推动经济高质量发展、促进科技创新、保障国家安全等方面都产生着深刻影响。随着移动通信、物联网、车联网、工业互联网、卫星互联网等新技术新业态的快速发展，无线赋能的行业愈加广泛，

频谱资源供需矛盾日渐突出，一定程度上影响无线经济发展。国际上，以世界无线电通信大会为舞台，各国对无线电频谱资源的使用权益高度重视，竞争也日益激烈。国内，当前黄金频段频谱资源使用已十分拥挤，空间和地面、公网与专网间频谱资源使用竞争和不平衡更加突显。

(四) 5G 无线赋能未涉及行业核心业务领域

随着无线技术与实体经济的深度融合，传统人与人的语音通信业务正在向物与物的数据通信、定位、感知等应用转变。面对各行各业千差万别的信息化需求，无线技术尚未涉及行业核心业务，“碎片化”的无线技术应用导致复制性弱，不利于大规模推广。另一方面，一些传统行业的无线应用模式较成熟，已形成了稳定的供应链关系和生态合作伙伴，对新的无线技术发展和应用有一定约束。对于 5G 等新的无线技术行业应用，商业模式尚不清晰，产业生态尚未形成，制约了无线赋能的快速发展。

五、措施建议

(一) 推进无线产业发展，构建无线经济发展基础

1. 进一步加强无线经济研究及运行监测

进一步完善无线经济理论，构建无线经济监测指标体系，对不同无线技术、不同频率相关的无线产业和无线赋能进行分类监测，量化评估各类无线业务（频率）的经济和社会效益。定期对全球和我国无线经济发展进行监测评估，分析发展趋势和存在问题，为我

国无线经济发展提供决策支撑。

2.支持无线技术产业协同创新

支持突破在无线电相关的基础材料、关键芯片、高端元器件、关键软件等重点领域关键核心技术，促进产业创新成果积累。鼓励国内厂商发展策略由“中低端”走向“中高端”，提高技术创新能力，提升市场利润空间。加强对 6G、短距离通信、卫星通信和导航、行业专用通信、雷达等无线技术的技术储备和产业孵化，通过配套财税政策，支持无线产业技术创新。推动人才、技术、资金、市场、企业、科技资源等协同融合创新，支持企业联合高等院校、科研院所所在无线产业关键技术上取得突破。

3.加快推进新型无线基础设施建设

5G、车联网、卫星通信和导航等基于网络的无线应用需要部署大量基础设施。移动通信领域，重点做好 5G 网络统筹部署规划，加快推进主要城市以及重点应用区域的网络建设，加强 5G 网络覆盖，增强网络供给能力；车联网领域，加大车联网车路协同基础设施建设力度，构建低时延、大带宽、高算力的车路协同环境；卫星互联网方面，做好顶层设计，构建卫星制造、卫星发射、地面设备、卫星运营及服务产业链，分步骤分阶段发射卫星形成网络提供服务。

4.加强无线标准应用示范推广

整合重点企业、高校和科研院所等行业资源，协同国家/行业标准和团体标准发展，加强无线电基础理论研究，积累知识产权专利，

制定针对不同行业应用的无线通信、感知、定位等技术标准，形成横跨重点行业应用领域的无线技术综合标准体系。开展无线标准技术试点示范，推动无线技术标准的应用和推广。加快相关无线技术标准在航空、铁路、航海、工业等行业和领域的应用。

(二)加强无线赋能，拓展无线经济发展新空间

1.以 5G 技术新应用促进信息消费升级

推进无线技术与智慧家居融合，发展基于 5G 等无线技术的智能家电、智能照明、智能安防监控、智能音箱、新型穿戴设备、服务机器人等，不断丰富无线应用载体。加快云 AR/VR 头显、基于无线的 4K 摄像机、全景 VR 相机等智能产品推广，促进新型体验类消费发展。

2.进一步深化 5G 技术在行业中的融合应用

加强以 5G 为代表的各类无线技术在工业互联网、物流、港口、采矿、油气、农业等领域的应用。**工业互联网领域**，推进 5G 模组与 AR/VR、远程操控设备、机器视觉、AGV 等工业终端的深度融合，加快利用 5G 改造工业内网，形成信息技术网络与生产控制网络融合的网络部署模式，推动“5G+工业互联网”服务于生产核心环节。**物流领域**，加强无线技术在园区、仓库、社区等场所的物流应用创新，推动 5G 等无线技术在无人车快递运输、智能分拣、无人仓储、智能佩戴、智能识别等场景应用落地。**港口领域**，加快基于无线技术的自动化码头、堆场库场数字化改造和建设，推广无线

在无人巡检、远程塔吊、自动导引运输、集卡自动驾驶、智能理货等场景的应用，助力港口智能化。**采矿领域**，推广无线技术在能源矿产、金属矿产、非金属矿产等各类矿区的应用，拓展采矿业无线应用场景，推进井下重点岗位机器人作业、露天矿区实现智能连续作业和无人化运输。**油气领域**，加强无线技术在油田油井、管线、加油站等环节视频监控、管道泄露监测、机器人智能巡检、危化品运输监控等业务场景的深度应用，为油气采集、管道传输、油气冶炼等环节提供安全高效的智能化支撑。**农业领域**，推进面向广覆盖低成本场景的无线技术和应用，加快智能农机、农业机器人在无人农业作业试验等农业生产环节中的无线应用创新。

(三) 加强频谱资源管理，夯实无线经济发展基础

1. 科学配置频谱资源，促进经济高质量发展

统筹相关部门和行业频率需求，制定我国频谱资源顶层规划。科学配置频谱资源，协调各类无线电业务有序使用，满足我国国民经济和社会发展“十四五规划”和 2035 年远景目标需求。重点加强 6G、工业互联网、车联网、卫星互联网等无线技术和应用的频谱需求研究及支撑能力。积极推动重点业务无线电频谱资源的全球统一规划和国际协调。利用频率资源引导无线技术创新和应用，支撑无线经济高质量发展。

2. 强化保障能力，为无线经济发展保驾护航

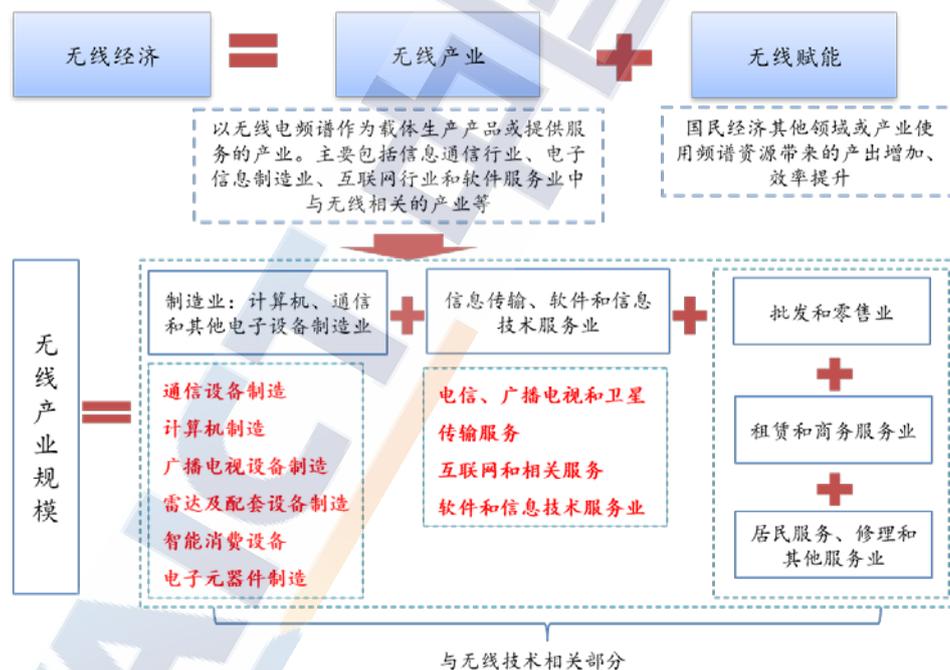
加强查处无线干扰和未经许可设置使用的无线设备台站等工作，

有效维护无线电波秩序。做好航空、铁路、轨道交通、港口等无线赋能行业的频率保护，保障用频安全。加大技术手段能力建设，搭建无线产业公共服务平台，提供无线技术相关的测试、验证、检测服务。



附件：无线经济测算方法

国际上对无线技术的经济价值测算主要有消费者剩余/生产者剩余法和基于投入产出表的测算方法。这两种方法从不同角度考虑了无线电技术和业务应用对国民经济的影响。基于投入产出表的测算方法与消费者剩余/生产者剩余法各有优缺点。本报告参考国际上无线技术的经济价值测算方法，结合无线经济的定义和特点，将无线经济分为无线产业和无线赋能两部分，无线产业部分采用统计方法进行核算，无线赋能部分采用基于投入产出表的方法进行测算。无线经济规模测算框架如图 7 所示。



来源：中国信息通信研究院

图 7 无线经济规模的测算框架

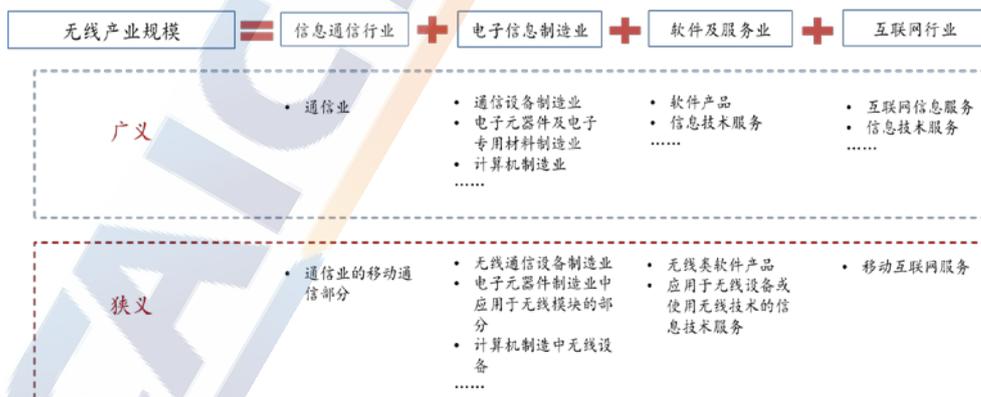
两个部分的具体核算方法如下。

(一) 无线产业的核算方法

无线产业部分增加值计算方法：按照国民经济统计体系中无线产业相关行业的增加值进行直接加总。

狭义上的无线电是指将信息通信产业中各行业利用无线电频谱的部分，或者将生产无线产品部分的增加值提取出来，进行加总。例如，信息通信业中的公众移动通信业务；通信设备制造业中无线电台站、手机、对讲机、电视、收音机等产品；电子元器件制造业中 Wi-Fi、蓝牙、RFID、NFC 等应用于无线模块；计算机制造业中无线连接的计算机、Pad、无线键盘鼠标等无线设备；互联网信息服务中的移动互联网软件和服务等。无线产业部分增加值计算方法：

(1) 可以清晰剥离出无线产品或者无线业务的行业，对国民经济统计体系该行业中无线部分增加值进行直接加总；(2) 无法完全剥离出无线产品或业务的行业，通过专家综合打分的方式，设计一个无线电产品或业务占行业增加值权重，加总各行业经过加权的增加值。



来源：中国信息通信研究院

图 8 无线产业部分核算框架

(二) 无线赋能部分的测算方法

参考中国信息通信研究院于 2021 年 4 月发布的《中国数字经济发展白皮书》及 ITU 于 2018 年 6 月发布的《ITU-R SM.2012-6 报告 (06/2018) 频谱管理的经济问题》等报告, 采用基于投入产出表的方法测算无线赋能的经济规模。本报告基于 2012 年、2017 年国家投入产出表测算各经济部门的间接拉动系数, 结合历年来各行业无线相关固定资产投资数据, 计算出无线赋能的经济规模。

此外, 国家统计局制定了数字经济及其核心产业统计分类 (2021), 明确提出产业数字化的分类范围, 产业数字化统计为数字化效率提升业 (指应用数字技术和数据资源为传统产业带来的产出增加和效率提升, 是数字技术与实体经济的融合)。通过统计数字化效率提升业的规模核算产业数字化的规模。无线赋能为数字化效率提升业的一部分, 通过梳理数字化效率提升业, 剥离出利用无线技术提升产业效能部分, 可作为无线赋能规模的统计数据。

由于国家统计局暂未公开数字经济相关数据, 白皮书采用测算方式反映无线经济的贡献。

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

