

5G 商用起步， 融合应用蓬勃兴起

5G Commercial and Its Fusion Applications

李珊 /LI Shan, 张春明 /ZHANG Chunming, 汪卫国 /WANG Weiguo

(中国信息通信研究院, 北京 100037)

(China Academy of Information and Communications Technology, Beijing 100037, China)



摘要: 相对于 4G 手机, 5G 手机研发难度更高; 但由于智能手机产业日益成熟, 其发展超预期。从应用方向上看, 5G 应用包括智慧化生活、数字化治理、产业数字化 3 大方向, 4K/8K 高清视频、虚拟现实 (VR) / 增强现实 (AR)、无人机 / 车联网 / 船、机器人是其 4 大基础应用。5G 还可以应用到工业、医疗、教育、安防等行业领域, 并将产生 X 类创新型应用。5G 发展初期以 4G 增强型业务为主, 中后期将出现更多创新性应用。

关键词: 5G; 5G 应用; VR/AR; 车联网

Abstract: Although 5G mobile phone is more difficult to research and develop than 4G mobile phone, its development exceeds expectations because of the growing maturity of the smartphone industry. 5G applications include three directions: smart life, digital industry and digital governance, and 4K/8K video, virtual reality (VR)/augmented reality (AR), drone/Internet of Vehicles (IoV)/ship and robot are four basic applications. 5G can also be applied in industry, medical, education, security and other vertical industries, and generate X kinds applications. In the early stage of 5G development, 4G enhanced services will be the primary applications, and more innovative applications will come out in the middle and late stages.

Keywords: 5G; 5G applications; VR/AR; IoV

DOI: 10.12142/ZTETJ.201906001

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/34.1228.TN.20191219.0928.002.html>

网络出版日期: 2019-12-19

收稿日期: 2019-10-13

1 5G 加速商用

1.1 全球 5G 网络建设加快

全球 5G 进入商用部署的关键阶段。根据中国信息通信研究院的跟踪统计: 截至 2019 年 9 月 30 日, 全球 28 个国家 / 地区的 47 家运营商开始商用 5G; 另有 47 个国家 / 地区的 65 家运营商明确了 5G 商用时间表, 其中 19 个国家 / 地区的 23 家运营商计划 2019 年商用, 预计到 2019 年底提供 5G

商用的运营商有望超过 70 家。全球 5G 试验范围不断扩大, 共有 90 个国家 / 地区的 232 家运营商完成或正在进行 5G 试验, 194 个试验结果表明了所使用的频谱 (部分试验涉及多个频段): 118 个 5G 试验使用 sub-6 GHz, 67 个 5G 试验使用毫米波频段; 最常使用的试验频段为 3.5 GHz 和 28 GHz, 68 个 5G 试验在 3.5 GHz 上开展, 41 个 5G 试验在 28 GHz 上开展^[1]。

目前大多数运营商选择非独

立组网 (NSA) 方式。该方式主要面向增强移动宽带场景, 以提升用户速率和网络容量为目标。由于独立组网 (SA) 的标准比 NSA 冻结晚, 且架构复杂度高, 实施难度大, 中国运营商正在对 SA 进行测试。在 5G 建网初期, 运营商一般采用 NSA 方式, 实现小规模商用, 同时大力推进 SA 方式的使用, 后续将以 SA 为目标加快 5G 商用网络部署。

中国 3 大运营商已于 2019 年

10月31日正式宣布启动5G商用。截至9月底,3大运营商在全国范围内已开通5G基站8.6万个,其中广东、北京、上海、浙江等省/直辖市的5G基站数量已经超过1万个,北京、上海、广州、深圳等一线城市在城区实现了5G网络连片覆盖。预计到2019年底,全中国开通的5G基站数量可以达到13万个。

1.2 5G 智能手机快速成熟

与4G相比,5G芯片的设计、研发、制造难度更高。一是为了保证后向兼容,5G芯片需要同时支持2G/3G/4G网络,以及中低频段和毫米波频段,支持的模式数和频段数更多,芯片的设计难度更高;二是5G要支持更大带宽、更高的数据传输速率,对终端芯片的高速并行处理能力的要求大幅提升;三是为满足5G高速率、低功耗要求,需要采用7nm或10nm等更加先进的半导体制程工艺进行流片。

由于智能手机产业日益成熟,5G智能手机的发展要快于预期。高通、海思等终端芯片企业于2019年第1季度发布了商用版本芯片;基于这些芯片产品的第一批5G旗舰手机在2019年年中或下半年上市,更多的5G手机将于2020年规模上市,并在未来1~2年内价格逐渐下降;2020年有望推出千元机,这将会使越来越多的普通用户逐步用上5G手机。根据全球移动供应商协会(GSA)统计,截至2019年6月底,全球39家厂商共公布90款5G终端(不含地区限

定、原型机等),其中手机25款,客户前置设备(CPE)23款,5G模块23款。从品牌来看,发布的终端有3/4集中在中国和韩国。根据中国信息通信研究院统计,截至2019年9月,中国5G手机为18款,5G手机的出货量已经达到了78.7万部^[2]。

1.3 全球 5G 发展超预期

5G初期,其发展速度超出预期。从商用网络部署速度、基站出货量、终端款式等方面看,5G发展初期要比4G发展速度快。商用后第1年内,4G商用网络共有16个,5G商用网络预计达到70个;5G基站出货量将是4G的29倍以上;从标准冻结到商用且终端发布数达到100款,4G用时2年,5G用时仅1年。根据全球移动通信系统协会(GSMA)数据显示,截至2019第3季度,全球5G用户数为477万。其中,韩国用户超过300万,占据大部分市场份额。此外,5G用户流量也远高于4G,到2019年8月,韩国5G用户人均每月使用流量(DOU)为25.2GB,是4G用户DOU的2.58倍。LG U+的5G用户的日均数据使用量为1.3GB,是4G用户的3倍左右;在5G用户数据量中,增强现实(AR)、虚拟现实(VR)内容比重超过2成。不过全球5G发展尚处于早期阶段,运营商网络覆盖有限,同时缺乏与5G技术匹配的内容和应用,且手机终端价格相对昂贵。

美国4大移动运营商全部商用5G,Verizon、AT&T和T-Mobile

均使用毫米波频段,Sprint使用中频频段。4家运营商覆盖城市重合度高;但覆盖范围非常有限,提供的均为增强移动宽带(eMBB)业务,且大部分主要提供替代光纤的5G固定接入服务。

欧洲运营商加速5G商用步伐。以英国沃达丰为例,5G已经覆盖了伦敦、加的夫、曼彻斯特、利物浦、格拉斯哥、布里斯托和伯明翰7个城市,提供三星Galaxy S10 5G或小米Mix 3终端。在资费方面,5G主要是基于速率定价,不限流量套餐,承诺“提速不提价,加量不加价”,入门级不限量套餐,月费23英镑(约29美元),计划于2019年底商用范围扩大到19个城市。

2 5G 融合应用体系与发展

2.1 5G 融合应用体系

5G融合应用体系包括3大应用方向、4大通用应用和X类行业应用。随着商用进程的全面开启和网络建设加速推进,5G与垂直行业的融合应用成为未来发展的关键所在。2019年,中国5G应用在广度、深度、技术的创新性等方面都有一定的进步。各地方、各行业5G创新应用百花齐放,一些应用逐渐从单一化业务探索、试点示范阶段进入体系化应用场景、复制推广阶段。从应用方向上看,5G应用包括产业数字化、智慧化生活、数字化治理3大方向;5G通用应用(即未来可能应用于各行业各种5G场景的应用)包括4K/8K超高清视频、VR/AR、无人机/车/船、机器人

4 大类; 5G 还可以应用到工业、医疗、教育、安防等领域, 将产生 X 类创新型行业应用, 具体见图 1。

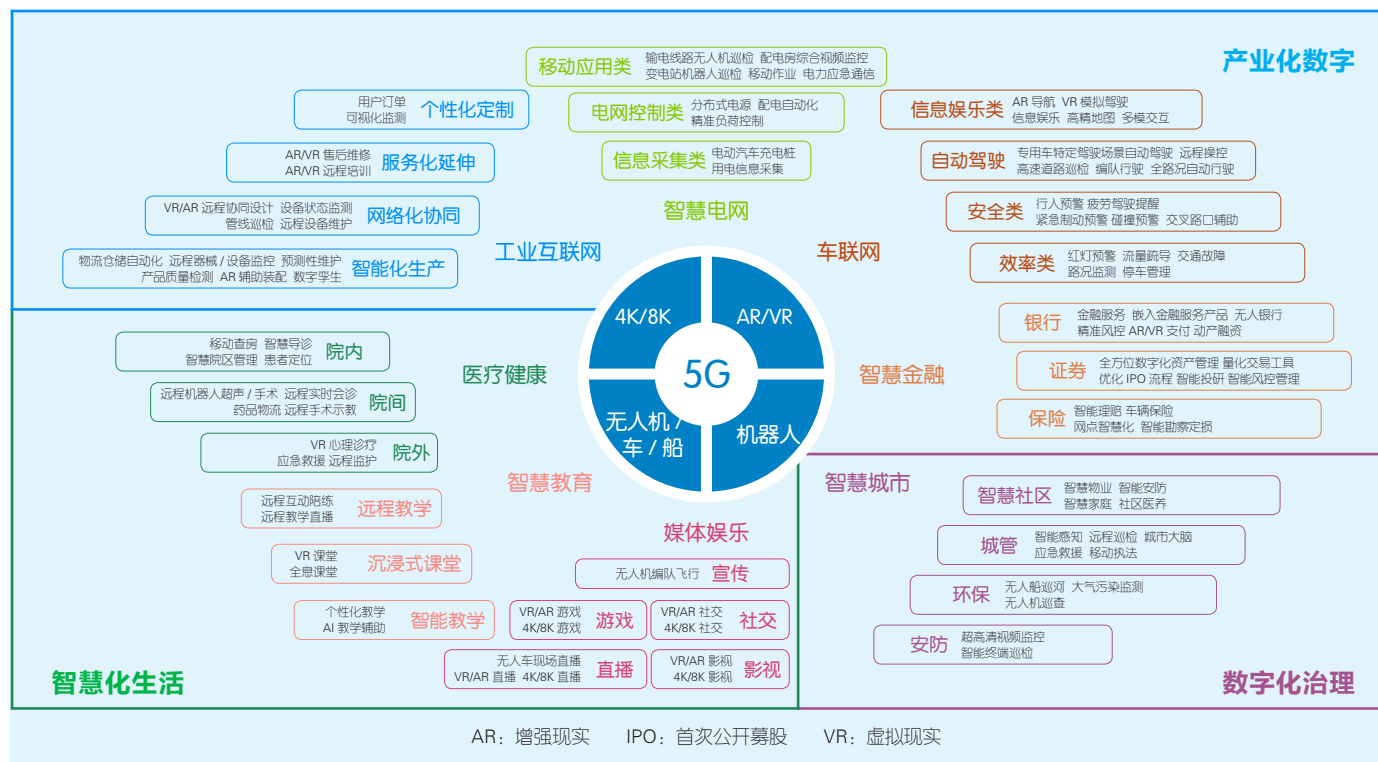
5G 融合应用体系包括产业数字化、智慧化生活、数字化治理 3 大方向。在智慧化生活方面, 5G 不仅支持 4K/8K 超高清视频、VR/AR、云游戏等文体娱乐业务, 提供“不卡不顿不转圈”的观影体验和“身临其境”的沉浸式体验, 还带来智能家居、云桌面等新的生活方式; 在数字化治理方面, 5G 通过给城市管理、照明、抄表、停车、公共安全与应急处置等行业带来新型智慧应用, 提升社会治理能力和效率; 在产业数字化方面, 5G 与工业、医疗、交通、金融、教育等行业融合发展, 融入到研发、生产、管理、服务等环节, 可满足人、物、

机器等各种要素之间的全连接, 实现泛在深度互联以及个性化定制, 并通过重塑传统产业发展模式, 使行业变得更加数字化、网络化、智能化。

5G 融合应用体系包括 4K/8K 超高清视频、VR/AR、无人机/车/船、机器人 4 大类通用应用。在能力增强方面, 5G 可支持未来视频图像分辨率向 4K/8K 演进, 推动视频采编传播等多环节变革; 5G 云 VR/AR 借助云端渲染能力, 在降低对终端硬件要求的同时提升沉浸体验; 5G 为网联无人机/车/船赋予实时超高清图传、远程低时延控制、永远在线等重要能力, 提升运行效率; 5G + 机器人云端大脑通过共享计算、存储、数据和智能, 可降低成本, 助力机器人规模化部署。

从应用范围来看, 该 4 类应用正逐步成为各个行业应用的重要组件, 如 4K/8K 超高清视频广泛应用于赛事直播、工业检测、远程医疗会诊、安防等领域, VR/AR 支持游戏、教育、培训、影视、金融、医疗等领域创新型应用, 无人机/车/船、机器人扩大了工业、交通、医疗、环保、安防、物流等行业的服务范围, 提高了智能化水平。

5G 融合应用体系包括工业互联网、医疗健康、智能电网、智慧金融、智慧城市等 X 类创新型应用。一方面, 5G 应用与各个领域融合都将产生新的应用场景, 包括支持 5G 远程工业控制、质量监测、环境监测等业务, 渗透到输电线路巡检、变电设备及环境监测、用电信息采集等电力各个环节, 支持远程



▲ 图 1 5G 融合应用体系

手术、移动查房、应急救援等医疗应用, 优化和创新现有的金融服务模式及体验, 实现精细化城市管理和移动安防巡检、生态环境监测等。另一方面, 5G 将与其他新一代信息技术深度融合, 创造并发挥巨大的价值。由于 5G 大带宽和低时延特性, 很多业务场景将由本地转向云端, 数据采集量急剧增长。基于大数据分析和机器学习, 将促进人工智能加速发展, 给新产品、新业务、新模式带来无限想象空间。

2.2 全球 5G 应用发展态势

全球 5G 应用整体处于初期阶段。根据中国信息通信研究院监测, 截至 2019 年 9 月 30 日, 全球 135 家运营商共进行或即将进行的 5G 应用试验达到 391 项。VR/AR、4K/8K 超高清视频传输、固定无线接入是试验最多的 3 类应用。在行业应用中, 工业互联网、车联网、物联网受到广泛关注。整体来看, 全球 5G 应用整体处于初期阶段, 现阶段主要应用场景是增强型移动宽带业务, 行业融合应用仍在验证和示范中。

美国家庭宽带成为 5G 应用主要业务之一。美国 4 大移动运营商全部商用 5G, 在若干个重点城市推出服务, 并相继推出 5G 固定无线接入的服务; 在工业互联网方面, AT&T 正在探索基于 4K 视频的安全监测、VR/AR 员工培训及定位服务。与此同时, 美国也在尝试将 5G 与 VR/AR 用于医疗领域, 帮助临终患者减少慢性疼痛和焦虑等。美国联邦通信委员会 (FCC) 通过

采取一些举措促进 5G 技术向精准农业、远程医疗、智能交通等方面的创新步伐, 如设立 204 亿美元的“乡村数字机遇基金”等。

欧盟 5G 应用涵盖工业互联网及其他多种应用场景。欧盟于 2018 年 4 月成立工业互联与自动化 5G 联盟 (5G-ACIA), 旨在推动 5G 在工业生产领域的落地。欧盟 5G 应用试验涉及工业、农业、VR/AR、高清视频、智慧城市、港口等多场景。英国伍斯特郡 5G 工厂探索使用 5G 进行预防性维护、远程维修指导等应用; 德国电信在汉堡港的船舶上安装了 5G 传感器以支持实时传输行驶轨迹和环境数据, 还将交通灯接入 5G 网络, 远程控制交通流量。

韩国出台 5G 战略, 引领 5G 用户发展。韩国“5G+”战略选定 5 项核心服务和 10 大 5G+ 战略产业, 其中 5 项核心服务是: 沉浸式内容、智慧工厂、无人驾驶汽车、智慧城市、数字健康。在商用进展方面, 韩国运营商针对 VR/AR、游戏推出基于 5G 的内容和平台活动。韩国运营商已经在多个领域开展 5G 应用展示与试点, 如 SK Telecom 的 5G 工厂解决方案包括多功能协作机器人、智能生产设备、小型自动驾驶机器人、扩增实境以及 5G+AI 的机器视觉, LG U+ 和汉阳大学的汽车控制与电子实验室 (ACE 实验室) 展示了使用 5G 连接的自动驾驶汽车。

2.3 中国 5G 应用发展情况

中国举办 5G 应用大赛, 培育

5G 应用生态。为推动 5G 发展, 工业和信息化部连续 2 年举办“绽放杯”5G 应用征集大赛: 2018 年首届大赛, 就得到了业界的广泛关注和支 持, 共收到参赛项目 334 个, 参与单位 189 家, 涵盖基础运营企业、互联网企业、科研院所等产业界各方力量, 并发布了《“绽放杯”5G 应用征集大赛白皮书》; 2019 年 1 月启动了第 2 届“绽放杯”5G 应用征集大赛, 陆续举办了浙江、上海、江苏、四川和广东等区域赛事, 以及智慧城市、智慧生活、智慧工业、智慧医疗、智媒技术、云应用、车联网和虚拟现实 8 个专题赛, 收到的参赛项目共有 3 731 个 (项目数量是 2018 年的 10 倍), 参与单位约 3 000 多家, 覆盖了 26 个省 (区、市)。2019 年 6 月 21 日, 在工业和信息化部指导下, 中国信息通信研究院牵头成立了 5G 应用产业方阵, 立足于搭建 5G 应用的融合创新平台, 解决共性技术产业问题, 形成 5G 应用产业链协同, 实现了 5G 应用的孵化与推广, 并促进 5G 应用蓬勃发展。

全国纷纷布局 5G, 5G 应用成为关注重点。北京、浙江、重庆、江西等地方政府积极出台 5G 指导文件, 强化政策保障。据统计, 截至 2019 年 9 月底, 中国各省市共出台 5G 政策文件累计 40 余个, 包括发展规划、行动计划、实施方案、基站规划建设支持政策等, 积极推进 5G 网络建设、应用示范和产业发展。2018 年, 5G 政策侧重产业发展和网络建设, 而 2019 年出台

的政策将 5G 应用发展作为重点。此外，各地纷纷成立 5G 有关产业联盟和研究机构，为 5G 发展搭建合作平台和创新平台。截至 2019 年 9 月底，中国共成立省市级 5G 联盟累计 50 余个。

中国通信运营企业在重点城市、典型领域开展应用示范。中国移动成立了 5G 联合创新中心，汇聚 400 余家成员单位，其 5G+ 计划提出面向工业、农业等 14 个重点行业进行 5G 应用开发，面向大众重点开发 5G 超高清视频、5G 快游戏等应用；中国联通网络研究院设立了 5G 创新中心，下设新媒体、智能制造、智能网联、智慧医疗、智慧教育、智慧城市等 10 个行业中心，并编制 6 大行业 5G 工作指引。中国电信积极开展 5G+ 云创新业务、5G+ 行业应用和 5G+ 工业互联网 3 方面 5G 示范应用，包

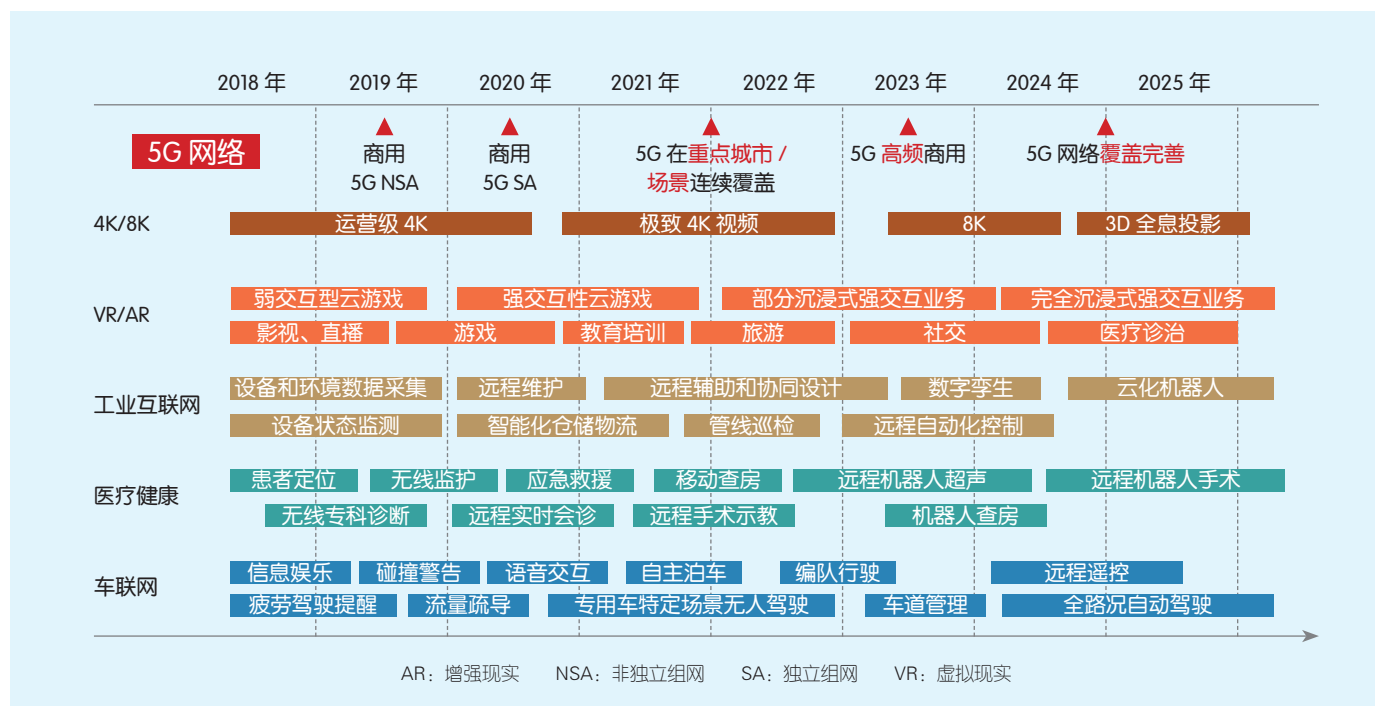
括智慧警务、智慧交通、智慧生态等共 10 大行业^[3]。

3 未来发展与挑战

在 5G 应用的发展节奏方面，5G 初期以 4G 增强型业务为主；随着新的产业能力的培养和加强，5G 中后期将出现更多创新性应用。如图 2 所示，初期（2019—2020 年）5G 网络以 NSA 为主，支持 eMBB 业务，主要满足大带宽移动互联网应用需求，如超高清视频、下一代社交网络、沉浸式游戏、全息视频等业务。超高清视频类业务被认为是 5G 时代的先期落地场景，5G 将支持 4K/8K 实现不卡顿的观影体验，并助力 VR/AR 打造高度沉浸感和强交互的应用场景。超高清视频类业务在以在线互动课堂为引领的教育界、以远程医疗诊断为初期探索的医疗界，以及观众沉浸式体

验的文化体育界等民众智慧生活方面会有亮眼表现。随着 5G 网络逐步向 SA、高频方向发展（2021—2023 年），5G 核心网实现服务化架构革命性变化，逐渐支持高可靠低时延通信（uRLLC）和中低速海量机器类通信（mMTC）等与 5G 行业应用关系紧密的业务，如车联网中基于碰撞预警和车速引导的交通安全和效率类应用、工业互联网中基于 AR/VR 的辅助设计和远程培训类应用以及物流跟踪、智能抄表等。随着 5G 网络逐渐成熟和覆盖完善（2023—2025 年），远程手术、全路况自动驾驶、云化机器人等行业应用场景进一步发展，5G 促进社会各相关产业数字化的能力开始凸显，并将大幅增强政府的数字化治理能力，进一步改善民众智慧生活水平。

5G 将促进新一代信息技术加



▲ 图 2 5G 应用和网络协同发展路线图

快发展。在智慧交通、智慧医疗、智慧安防、智能制造等领域，5G 将与人工智能、大数据、云计算等技术相结合，创造并发挥巨大的价值。以人工智能为例，随着核心算法的突破，人工智能迎来了新一轮爆发式增长。目前，人工智能在医疗、安防、智能制造等领域已经开始逐步应用。未来，通过部署海量物联网传感器，可以获取的大数据将呈几何级增长，并可以对这些数据进行清洗、分析、深度学习等工作。这对大规模数据传输和超算都提出非常高的要求，海量大数据带来传输数据和连接终端的几何级增长，而超算目前主要部署于超算中心从而产生较高的传输时延。5G 的大带宽、低时延特性结合边缘计算技术能够进一步提升人工智能的应用效能，降低时延。

5G 融合应用刚刚起步，多个环节尚须进一步贯通。首先，5G 在行业领域的网络建设和运维方面与 4G 有很大不同，例如无人机物流和巡检需要沿航线进行对天覆盖，工业检测、远程会诊等需要超高清视频等海量数据上传，对网络上行

带宽要求远高于下行带宽。其次，由于各个垂直行业的信息化基础参差不齐、需求千差万别，对融合应用的认识不同、标准不同，客观上导致形成一定的融合壁垒。再次，5G 行业应用暂未形成清晰的商业模式，碎片化的行业需求意味着难以大规模复制推广，还需要不同产业领域协同探索合作共赢的商业模式。最后，5G 应用和网络、终端、基础软硬件间的协同仍需进一步加强，需要面向不同行业新场景、新需求，重新研制新的软硬件产品。

4 结束语

5G 商用刚刚起步，融合应用方兴未艾，且正朝着产业数字化、智慧生活化、社会化治理 3 个方向发展。展望未来，更多创新应用蓬勃兴起，新业务、新应用、新业态随之而来，为中国数字经济发展带来新的动力和活力。未来 5G 的发展需打造高质量网络，加强网络和应用匹配性研究，创新体制与机制，吸引全社会各行业各领域参与 5G 应用创新，打通产业链、资金链、创新链，建立贯通端、管、云、边、

用各环节的、完备的 5G 产业生态体系，加快 5G 融合应用的成熟，促进产业生态建设。

参考文献

- [1] 5G Devices Ecosystem[R]. GSA, 2019
- [2] 2019 年 9 月国内手机市场运行分析报告[R]. 中国信息通信研究院, 2019
- [3] 5G 产业与应用白皮书[R]. 中国信息通信研究院, 2019

作者简介



李珊，中国信息通信研究院无线电研究中心无线应用与产业研究部高级工程师；主要研究领域为无线技术及其应用，近期重点研究 5G 产业与应用；已发表论文 20 余篇。



张春明，中国信息通信研究院无线电研究中心无线应用与产业研究部工程师；主要从事无线与移动领域 5G 应用、产业发展相关的研究工作，参与多项 5G 与垂直行业融合应用相关课题研究工作。



汪卫国，中国信息通信研究院数据研究中心数据分析部高级工程师；主要从事 ICT 产业领域新技术新业务跟踪及数据指标体系研究，近期重点研究领域为 5G 市场、产业和应用；已发表论文 20 余篇。