

5G融合应用发展 白皮书 (2020)

联合发布

CCiD赛迪(中国电子信息产业发展研究院)

www.news.cn
N 新华网
NEWS
www.xinhuanet.com

编写组：赛迪智库无线电管理研究所

2020年12月

版权声明

本白皮书版权属于中国电子信息产业发展研究院，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、观点和数据的，应注明“来源：中国电子信息产业发展研究院”。违反上述声明者，本院有权依法追究其法律责任。

赛迪智库无线电网

目 录

一、前言	1
二、国际组织：持续推动 5G 标准化工作，降低 5G 部署成本、 加速 5G 应用	2
（一）国际电信联盟（ITU）	2
（二）第三代合作伙伴计划（3GPP）	3
三、全球各国：5G 应用整体处于起步阶段	7
（一）韩国：以文体娱应用为突破口促进 5G 市场发展	8
（二）日本：商用较晚但在 5G 专网方面布局较早	9
（三）德国：高度重视 5G 在工业领域的应用发展 ..	10
（四）美国：个人应用进展缓慢且行业应用仍处于测试 验证期	11
四、中国：“以建促用”发展模式效果明显，5G 应用处于加 速导入期	12
（一）5G 网络加快部署建设，为 5G 向垂直行业赋能奠 定坚实基础	12
（二）5G 应用顶层设计持续优化，为 5G 向垂直行业赋 能指明方向	13
（三）地方政府加快 5G 应用实践探索，在 5G+工业互 联网等领域取得积极进展	14

(四) 运营商加大 2B 侧业务拓展, 垂直行业内需求驱动 5G 加速应用.....	15
五、五大重点领域十大典型 5G 融合应用案例剖析.....	16
(一) 5G+智能制造	16
1、杭汽轮集团 5G 三维扫描建模检测系统..	16
2、新安化工 5G+工业互联网示范应用.....	17
(二) 5G+新媒体	18
1、70 周年国庆活动直播	18
2、5G 手机拍摄野生生物高清视频	20
(三) 5G+智慧医疗	21
1、黄冈市开展远程 CT 检查	21
2、火神山 5G 智慧医疗方案	22
(四) 5G+智慧教育	24
1、苏州星洲学校 5G MR 智慧教学	24
2、萌科 VR 教育解决方案.....	25
(五) 5G+智慧交通	26
1、北京房山 5G 自动驾驶示范区	26
2、深圳宝安国际机场升级为 5G 智慧机场 ..	27
六、5G 融合应用未来发展展望	28
(一) 多方发力助推 5G 融合应用发展	28
(二) 未来 3 年 5G 整体仍处于“导入期”.....	29
(三) C 端应用有望迎来爆发式增长.....	30

(四) B/G 端融合应用发展前景巨大.....	30
(五) 加速形成 5G 建设与应用双促进新局面	31
附件一：5G 区域融合应用指数排名	32
附件二：国家推动 5G 应用发展相关政策梳理.....	34

赛迪智库无线电网

一、前言

过去的几十年里，在技术和需求的双轮驱动下，公众移动通信逐渐从 1G 演进到如今的 5G。移动通信的应用场景从满足简单的语音通话，到如今面向 eMBB(增强型移动宽带)、mMTC(海量机器类通信)、uRLLC(超可靠低时延通信)三大应用场景的基础上，逐步实现万物互联并加速向千行百业广泛赋能。2019 年 4 月 3 日，韩国三大运营商 SK 电讯、KT、LG Uplus 宣布开始提供 5G 商用服务，标志着全球正式进入 5G 商用元年。2019 年 6 月 6 日，工信部正式向中国电信、中国移动、中国联通、中国广电四大基础电信运营商发放 5G 商用牌照。同年 10 月 31 日，在 2019 年中国国际信息通信展览会上，工信部与三大运营商举行 5G 商用启动仪式，中国移动、中国联通、中国电信正式公布 5G 套餐，意味着我国 5G 正式开启商用进程。

在 5G 商用一年多的时间里，我国 5G 网络建设、5G 应用创新、5G 产业生态等方面都取得了骄人成绩。目前，我国已开通 5G 基站超过 69 万个，提前完成 2020 年 5G 基站建设目标。在“以建促用”的发展理念下，我国高效的 5G 建设节奏带动着 5G 应用的渗透和普及。个人消费领域，目前我国 5G 终端连接数超过 1.8 亿，5G 套餐用户超过 2 亿，5G 手机出货量累计超过 1.38 亿部。行业应用领域，诸如 5G+智能制造、5G+智能交通、5G+智慧医疗等一系列新应用、

新模式、新业态，助力我国经济社会高质量发展。在国家 and 地方政策的大力支持下、在 5G 产业链上下游的共同努力下、在垂直行业用户的协同创新下，我国 5G 应用发展已进入加速导入的新阶段。

二、国际组织：持续推动 5G 标准化工作，降低 5G 部署成本、加速 5G 应用

（一）国际电信联盟（ITU）

ITU 在管理无线电频谱和制定全球适用的 IMT-2020 标准方面发挥着主导作用。ITU 指导制定和实施国际规则和标准，以确保 5G 网络的安全性和互操作性，并且相邻无线电业务在运行时不会受到相互之间的有害干扰。基于在 2G、3G 和 4G 领域设计国际移动通信（IMT）标准的经验，ITU 正在致力于 5G 和未来几代移动宽带业务的相关标准化工作。

在 2019 年世界无线电通信大会（WRC-19）上，各国 ITU 代表就 5G 毫米波频谱使用达成共识，将 24.25 ~27.5 GHz、37 ~ 43.5 GHz、45.5 ~47 GHz、47.2~48.2 GHz 和 66~71 GHz 频段确定用于 5G 网络的部署，这将有助于第 5 代（5G）移动通信网络的持续发展。在确保 5G 应用具备足够频率资源的同时，WRC-19 同时采取措施对相邻频段中的卫星地球探测业务以及气象和其他无源业务，提供有效保护。2020 年 7 月 9 日，ITU 无线通信部门（ITU-R）国际移动通信工作组（WP 5D）第 35 次会议成功闭幕，会议确定 3GPP 标准系 ITU

认定的唯一 5G 标准，终结以往移动通信技术的多标准时代。

（二）第三代合作伙伴计划（3GPP）

3GPP 是一个成立于 1998 年 12 月的标准化机构，其最初的工作目标是为第三代移动通信系统（WCDMA，TD-SCDMA 及 CDMA2000）制定全球统一的技术规范。随着通信技术的不断发展，其工作范围也随之扩大，增加了第四代（LTE FDD, TD-LTE）及 5G（LTE 演进及 NR）系统的研究和标准制定。

3GPP 目前框架中有七个标准制定组织伙伴（OP），包括欧洲电信标准协会（ETSI）、日本电信技术委员会（TTC）和日本无线工业及商贸联合会（ARIB）、中国通信标准化协会（CCSA）、韩国电信技术协会（TTA）、美国电信行业解决方案联盟（ATIS）和印度电信标准开发协会（TSDSI）。除了上述组织合作伙伴，3GPP 的合作伙伴还包括市场代表合作伙伴（MRP）以及个体会员（IM）。

3GPP 下设项目协调组（PCG）和技术规范组（TSG）两大职能部门，PCG 作为 3GPP 的最高管理和决策机构，受 OP 委托进行协调工作，内容包括时间计划、工作分配、事务协调、人事任免等，并决定 TSG 工作项目的最终采用和实现向 3GPP 承诺的资源。TSG 则在 PCG 领导下具体负责技术规范制定上的工作。3GPP 中目前有三个 TSG，分别是无线接入网络组（TSG RAN）、业务与系统组（TSG SA）、核心

网络与终端组(TSG CT)。各组项下各有多个工作组(WG),具体承担技术任务。3GPP 的标准制定有其规范流程,需要经过研究阶段(SI)和工作阶段(WI),从而得出研究报告和技术规范,再交由具体的WG完成。

过去二十年,3GPP 已成为引领全球通信业发展的主导性标准化组织。特别是进入5G时代,3GPP 的影响力进一步彰显,目前已制定完成R15和R16两个版本的5G标准。

Release 15——首个可用的5G标准。作为5G的第一个版本,R15于2017年正式启动,于2017年12月完成非独立组网(NSA)标准,于2018年6月完成独立组网(SA)标准,并在2019年3月完成最终方案的冻结。在5G定义三大场景中,R15主要针对eMBB和基础的URLLC场景。移动宽带是3G和4G移动通信系统的主要驱动力,在5G的第一阶段,同样是最重要的应用和发展场景。R15在已有基础上不断优化用户体验,加速eMBB标准化产品具备商用条件,满足以人为中心更加极致的通信体验和市场上相对急迫的商用需求,实现5G标准的“可用”。

Release 16——实现5G从“能用”到“好用”。5G R16标准于2020年7月发布,主要包括5G技术规范的增强、行业相关技术规范等内容。Release 16标准涉及两大重要的垂直行业:车联网与工业互联网。

- **车联网:** R16推出首个基于5G NR的V2X标准。

V2X 即车与车、车与路边单元、车与行人等周围环境之间的通信。V2X 信息不仅可以通过传统的 Uu 接口在基站和终端 (UE) 之间传输, 也可通过 Sidelink 接口在终端之间直接传输。R14 引入了基于 4G LTE 的 V2X, R15 进一步对 LTE V2X 进行了功能增强, 包括可在 Sidelink 接口上进行载波聚合、支持 64QAM 调制方式、进一步降低时延等。而 R16 正式开始对基于 5G NR 的 V2X 技术进行研究, 旨在通过 5G NR 更低的时延、更高的可靠性、更高的容量来提供更高級的 V2X 服务, 能够应用在车辆编队、半自动驾驶、外延传感器、远程驾驶等驾驶场景。

- **工业互联网:** Release 16 引入新技术支持 1 微秒同步精度、0.5-1 毫秒空口时延、“六个九”可靠性和灵活的终端组管理, 最快可实现 5 毫秒以内的端到端时延和更高的可靠性, 提供支持工业级时间敏感。

此外, Release 16 还将为交通 (如: 轨道交通的未来移动通信系统) 和媒体 (如: 5G 增强移动宽带媒体分配) 等其他垂直行业提供支持, 并带来多个行业受益的通用改进技术, 例如引入了多种 5G 空口定位技术, 定位精度提高十倍以上, 达到米级。R15 的若干基础功能在 R16 中得到持续增强, 包括显著提升小区边缘频谱效率、切换性能、降低终端功耗等。

Release 17——进一步释放 5G 的潜能。R17 将围绕“网

络智慧化、能力精细化、业务外延化”三大方向，增强 Release 15 和 Release 16 标准中定义的功能，并增加新特性，服务于更多的行业及业务。相关工作可能包括：

- **NR Light:** 针对中档 NR 设备(例如 MTC、可穿戴等) 运作进行优化设计；
- **小数据传输优化:** 小数据包/非活动数据传输优化；
- **Sidelink 增强:** Sidelink 是 D2D 直联通信采用的技术， Rel-17 会进一步探索其在 V2X、商用终端、紧急通信领域的使用案例，实现这几个应用中的最大共性，并包括 FR2 (>6GHz) 频段的部分；
- **52.6GHz 以上频率:** Rel-15 中定义的 FR2 毫米波频段上限为 52.6GHz, Rel-17 中将对 52.6GHz 以上频段的波形进行研究；
- **多 SIM 卡操作:** 研究采用多 SIM 卡操作时对 RAN 的影响；
- **NR 多播/广播:** 驱动来自 V2X 和公共安全应用；
- **覆盖增强:** 明确所有相关场景的要求，重点是极端覆盖，包括室内与更宽广区域；
- **非陆地网络 NR:** NR 支持卫星通信相关标准化；
- **定位增强:** 工厂/校园定位，IoT、V2X 定位，3D 定位，实现厘米级精度，包括延迟及可靠性提升；
- **RAN 数据收集增强:** 包括 SON 和 MDT 增强，采集

数据以实现 AI;

- NB-IoT 和 eMTC 增强;
- IIoT 和 URLLC 增强;
- MIMO 增强;
- 综合接入与回传增强;
- 非授权频谱 NR 增强;
- 节能增强。



图 2-1 ITU&3GPP 对于 5G 标准化工作的推进历程

三、全球各国：5G 应用整体处于起步阶段

据 GSA 最新报告显示，截至 11 月中旬，全球 129 个国家和地区的 407 家运营商，正在进行 5G 方面的投资，包括网络试验、牌照购买、网络规划、网络部署和商用 5G 服务。其中，49 个国家和地区的 122 家运营商已经推出了一种或多种符合 3GPP 标准的 5G 商用服务。全球 5G 商用网络的快速

部署为 5G 应用的渗透和普及提供了优质的土壤。

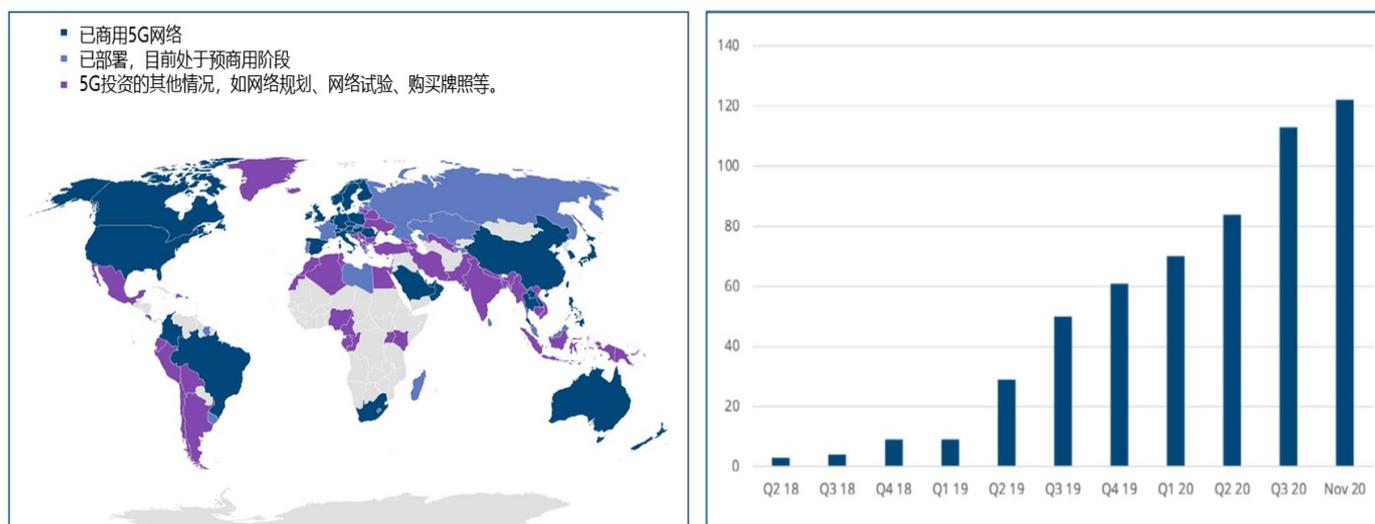


图 3-1 全球 5G 网络投资地图及 5G 商用网络增长趋势图 (GSA)

(一) 韩国：以文体娱应用为突破口促进 5G 市场发展

韩国作为 5G 最先商用的国家，AR/VR 和高清视频等消费应用是运营商开发的重点。韩国三大电信运营商 SK 电讯 (SK Telecom)、韩国电信 (KT) 和 LG U+ (LG Uplus) 在 5G 发展初期一致认为，个人消费业务是当前 5G 业务的重点，行业应用是未来 5G 业务的重点。在 5G 个人消费领域，韩国三大运营商结合本国在文化、娱乐和体育上的优势，依托超高清视频、VR/AR 等大流量的使用场景，针对 VR/AR、视频直播、云游戏、流媒体推出丰富的 5G 内容和应用服务，比如 LG U+ 推出“U+职业棒球”超高清直播、“U+AR”等服务，SK 电讯推出 VR/AR 电竞直播、虚拟社交、流媒体和云游戏等服务。在“杀手级”新应用尚未爆发的情况下，韩国三大运营商依靠高清视频、AR/VR 等业务，在商用仅半

年的时候就实现了数据流量 3 倍的增长,在商用一周年的时候 5G 用户总数超 500 万,渗透率超 11%,营业收入平均增长超 5%。在行业应用方面,目前韩国运营商仍处于早期探索阶段。三家运营商重点发展《实现创新增长的 5G + 战略》提出的十大产业和五个关键性服务领域,但各自在行业应用布局的聚焦点有所不同: SK 电讯重点在制造业、智慧城市、智慧医院等垂直行业中探索 5G 融合应用创新; KT 目前正在加大 5G 与医疗、安全、能源等方面的融合应用; LG U+则是瞄准自动驾驶等方面不断发力。

(二) 日本: 商用较晚但在 5G 专网方面布局较早

2020 年 3 月底,日本三大电信运营商相继推出 5G 商用服务,日本正式进入 5G 时代。截至 6 月,日本 5G 签约用户数约 10 到 20 万。由于 5G 商用时间相对韩国、中国、美国等国家较晚,目前日本 5G 应用尚处于探索和验证阶段。在个人应用领域,日本运营商目前主要向消费者提供超高清视频、VR/AR、云游戏等增强移动宽带服务。例如 NTT DoCoMo 为用户提供 8K 超高清的 VR 音乐会、体育赛事直播服务以及多种云游戏。与此同时,运营商也积极探索行业融合应用。NTT DoCoMo 面向行业企业提供了面部识别、远程医疗、智慧农业等 20 余种解决方案。KDDI 利用 5G 网络开展无人机进行 4K 视频传输的试验,探索无人机在监控、安防、预警等方面的应用。值得注意的是,日本在 5G 专网方面布局较

早，大力鼓励运营商以外的企业等实体建设本地 5G 专网，发展特色 5G 应用。2019 年 12 月，内务和通信部开始受理本地 5G 广播电台许可证的申请，并计划在 2020 年扩大可用于 5G 专网的无线频谱资源，从而使更多的公司可以使用 5G 网络。目前，富士通、三菱电机等公司相继部署本地 5G 专网，验证 5G 智慧安防、远程操作和维护支持等应用。

（三）德国：高度重视 5G 在工业领域的应用发展

德国作为世界一流工业强国，一直高度重视推动 5G 在工业领域的应用。2018 年，德国电信及汉堡港务局在工业环境中联合开展 5G 研发测试。2019 年 12 月，德国弗劳恩霍夫制造技术研究所与爱立信等合作伙伴一起，启动了欧洲最大规模的 5G 工业应用研究项目——“欧洲 5G 工业园”，探索不同的工业应用场景。为了鼓励企业利用 5G 探索新应用，助推行业发展，德国在全球范围内率先支持本地 5G 网络（5G 专网）建设。2019 年 11 月，德国联邦网络管理局（BNetzA）全球率先启动本地 5G 频率（3700-3800 MHz 频段）的申请流程。同时，为进一步引导中小企业发展本地 5G 网络，德国联邦运输和数字基础设施部（BMVI）2020 年 4 月底发布了面向中小型企业的 5G 园区网络指南。截至目前，德国联邦网络管理局已发放了 70 多份 5G 独立专网许可证，包括宝马、博世、大众、巴斯夫和德国汉莎航空等知名公司积极响应，并且已经建设完成多个 5G 专网。例如，汉莎技术股份

公司建立了一个用于发动机的远程检查和三维机舱的远程设计的本地专用 5G 网络。

（四）美国：个人应用进展缓慢且行业应用仍处于测试验证期

美国运营商目前主要面向消费者提供固定无线接入和增强的移动无线接入业务，但受限于高频段 5G 网络部署的高成本，整体网络相比 4G 速率提升有限，并且美国国内 5G 手机终端数量较少且价格高昂，导致 5G 用户发展相对缓慢。行业应用方面，美国从 2017 年起就开始着手扩大 5G 的应用，美国联邦通信委员会 FCC 通过设置 5G 基金等方式促进 5G 技术向精准农业、远程医疗、智能交通等领域覆盖。但总体来看，美国 5G 行业应用目前仍处于行业自行探索和技术验证阶段，医疗、制造、零售业、交通、餐饮等行业正陆续开展场景验证。此外，美国政府部门重视 5G 潜在价值，目前已在救援和军事等领域有所布局。紧急救援领域，美国紧急救援者网络管理局（FirstNet）将斥资 2.18 亿美元将部分网络升级到 5G 核心网。军事领域，美国国防部高度重视 5G 在军事上的价值，开展了多项 5G 军事用途的测试和验证，主要包括 AR/VR 军事训练系统、AR 单兵作战系统、智能仓库、自动驾驶、远程维修和保障等。

四、中国：“以建促用”发展模式效果明显，5G 应用处于加速导入期

（一）5G 网络加快部署建设，为 5G 向垂直行业赋能奠定坚实基础

作为 5G 建设的关键之年，2020 年我国 5G 网络建设步伐加快，在 5G 助推各行业数字化转型中发挥了重要的先导性作用。根据统计数据，截止 2020 年 9 月底，全国累计建设开通 5G 基站超 69 万个，超过全球总数的 70%。北京、上海、广州、杭州等城市实现 5G 网络城区连片覆盖，提前完成了全年的既定目标，保持适度的超前建设态势，为 5G 向垂直行业赋能奠定坚实基础。

与此同时，基础电信运营商加大投资力度，全面推进 5G 网络建设。据公开数据显示，中国移动 2020 年 5G 相关投资计划约 1000 亿元，是 2019 年 5G 建设投资 4 倍；截至 9 月底已提前完成全年建设开通 30 万个 5G 基站的目标，目前已建设开通 5G 基站超 38.5 万个；全国所有地市级以上城市以及部分重点县城已实现 5G 商用。中国电信、中国联通规划的 2020 年 5G 开支分别为 453 亿元和 350 亿元，截止目前共同建设 5G 共享基站超过 38 万个，提前完成全年共建共享 5G 基站 25 万个的目标，SA 核心网覆盖 31 个省区市所有地级以上城市。中国广电正通过“全国一网”的整合、推动 700MHz 频段频率迁移等措施，加快 5G 网络的建设和商用。

(二) 5G 应用顶层设计持续优化，为 5G 向垂直行业赋能指明方向

我国国家层面高度重视 5G 产业发展，顶层设计体系不断优化。早在“十三五”期间，国家层面就在加快推进 5G 商用、5G 建设和 5G 应用等方面出台了多个重要文件。《国家“十三五”规划纲要》要求加快构建高速、移动、安全、泛在的新一代信息基础设施，积极推进 5G 商用。《国家信息化发展战略纲要》要求 2020 年我国 5G 技术研发和标准制定要有突破性进展。《“十三五”国家信息化规划》十六次提到了“5G”。《关于进一步扩大和升级信息消费持续释放内需潜力的指导意见》要求进一步扩大和升级信息消费，力争 2020 年启动 5G 商用。

今年以来，中央部署“新基建”，其中 5G 多次被提及，意味着 5G 在“新基建”七大领域的地位举足轻重。3 月 4 日，中央政治局常务委员会会议，明确指出“要加快 5G 网络、数据中心等新型基础设施建设进度，要注重调动民间投资积极性”。国家发改委、工信部、国资委等国家部委先后出台了《智能汽车创新发展战略》《关于促进消费扩容提质加快形成强大国内市场的实施意见》《关于推动 5G 加快发展的通知》《关于推动工业互联网加快发展的通知》《有色金属行业智能矿山建设指南（试行）》等多个与 5G 有关的重要文件，在加快推进 5G 网络建设的基础上，为 5G 在工业互联网、新

型信息消费、车联网、建筑业、矿业等行业的融合创新应用进一步明确了行动路径和发展目标。

（三）地方政府加快 5G 应用实践探索，在 5G+工业互联网等领域取得积极进展

2019 年以来，各地方政府密集出台 5G 发展政策文件，加快 5G 网络建设和产业布局。根据相关数据统计，截至 2020 年 7 月底，全国省、市、自治区共出台 5G 相关政策文件（包括规划、计划、行动方案、意见及措施等）超 400 个，主要涉及 5G 网络建设、5G 技术创新、5G 产业培育、5G 推广应用等内容。尤其是在推动 5G 与垂直行业融合应用方面，各地聚焦工业互联网、智能制造、超高清视频、智慧医疗等领域发力，为进一步加快 5G 应用探索和项目落地提供了政策指引和支持。

在地方政策的大力支持下，各地 5G 与垂直行业的融合应用已经逐步由探索阶段进入落地实施阶段，试点示范应用效果进一步凸显，全国各地涌现出一批成功的 5G+垂直行业落地案例。**广东省：**广东省第二人民医院完成全省首次 5G+4K 远程手术直播；南方电网与中国移动、华为共同研发出业界首款配网差动保护 5G 通信终端，通过 5G 基站为电力终端提供高精度的同步授时信号；美的集团和中国电信合作打造 5G 智慧工厂，开展柔性制造、智能质检安防、低延时工业控制、MES 产品扫码和信息看板等 5G 创新应用。**江苏**

省：徐州以徐工集团为龙头，开展基于 5G 的设备互联和远程控制试点应用，利用无人化设备实现复杂场景下的应急管理和智能化服务；江苏（无锡）车联网先导区正在加快 5G 与车联网融合创新；江苏省人民医院已在基于 5G 的远程癌症手术方面取得了成功，江苏省中医院在利用 5G 远程诊断方面积累了经验。上海市：根据出台的《上海 5G 产业发展和应用创新三年行动计划（2019-2021 年）》，上海推动“5G+4K/8K+AI”应用示范，包括推进 5G 与智能制造、工业互联网、大数据、人工智能、超高清视频等深度融合，打造若干 5G 建设和应用先行示范区等。

（四）运营商加大 2B 侧业务拓展，垂直行业内在需求驱动 5G 加速应用

我国以四大运营商为主体，持续推动 5G 融合应用示范和创新业务拓展。通过加强与垂直领域相关企业的深度合作，5G 已衍生出丰富多样的应用场景，如超高清视频直播、VR/AR、车联网、工业互联网等。“5G+直播”是最快最广实现落地的融合应用，特别是 4K/8K 超高清级别的视频、游戏等细分领域创新应用活跃，在 70 周年阅兵、春节晚会、两会、篮球世界杯等多个国际体育赛事、重大活动中都采用了 5G 技术，进行多视角超高清直播。“5G+工业互联网”应用在企业生产线和工厂内不断渗透，助力工厂数字化转型和智能制造落地。在“新基建”背景和“512 工程”的大力推动

下，全国已有超 1100 个 5G+工业互联网项目，超 3.2 万个 5G 基站应用于工业互联网场景，涌现出机器视觉检测、精准远程操控、现场辅助装配、智能理货物流、无人巡检安防等一系列应用成果。在 2019 年末至今的新冠肺炎疫情中，医疗行业依托 5G 技术开展远程医疗等智慧医疗服务，在疫情防控中发挥了重要作用，“5G+医疗健康”等新应用已经在全国范围内加速落地。

五、五大重点领域十大典型 5G 融合应用案例剖析

（一）5G+智能制造

1、杭汽轮集团 5G 三维扫描建模检测系统

案例介绍：杭汽轮集团搭建 5G 三维扫描建模检测系统，一方面通过激光扫描技术，可以精确快速获取物体表面三维数据并生成三维模型，另一方面通过 5G 网络实时将测量得到的海量数据传输到云端，由云端服务器快速处理比对，确定实体三维模型是否和原始理论模型保持一致，同时向工厂实时反馈结果。

解决痛点：叶片和汽缸是工业汽轮机的核心零部件之一，杭汽轮根据客户需求“量体裁衣”式制造的零部件产品高度定制化，外形结构复杂，精度要求极高。对于工程师们来说，如何高效检测这些复杂组件一直是个巨大挑战。

应用效果：该系统使得叶片和汽缸检测时间从 2-3 天降低到了 3-5 分钟，在实现产品全量检测的基础上还建立了质

量信息数据库，以便于后期质量问题分析追溯，既节省了成本，也直接提升了效益。



图 5-1 杭汽轮集团 5G 三维扫描建模检测系统

2、新安化工 5G+工业互联网示范应用

案例介绍：新安化工采用了 5G 端到端解决方案，创新地将新安化工园的多个数据采集终端，通过 PLC 汇聚后接入 5G 网络，在控制平台实时 UI 监测，一旦发现数据异常，立即报警并启动反向控制系统。端到端时延平均在 20ms，能够满足工业控制要求。

解决痛点：新安化工作为化工领域龙头企业之一，工业生产流程十分严格，拥有液压监测、漏气监测、压力控制、

闸门控制等数以千计的数据采集点。流程要求一旦检测到数据异常，必须在规定时间内启动应急控制，并且生产园区范围较广，采集终端分散。相比有线，采用无线部署更为快速和灵活，但数据采集及控制系统对低时延、高可靠有着严格标准，而 4G、WiFi 等无线通信技术在超可靠和低时延方面难以满足要求。

应用效果：该创新业务充分发挥了 5G 优势，使得工业数据采集终端摆脱传统有线的部署方式，依托高可靠的 5G 网络进行数据传输及控制，降低了企业成本，大幅提升了生产效率。



图 5-2 新安化工 5G+工业互联网示范应用

（二）5G+新媒体

1、70 周年国庆活动直播

案例介绍：2019 年 10 月 1 日，三大运营商联合华为打造了史上首次 5G+ 4K 超高清多视角大型直播，利用 5G 技术实现多终端连接，使全国及“一带一路”周边观众体验了

一场 70 小时不间断、50 帧原画、独家 7 路特殊视角的 5G 直播盛宴。尤其是采用 5G 技术的 5G+4K 特种视角、长安街高点视角及 20 分钟贴地镜头，使得观礼角度自由灵活。

解决痛点：传统现场直播因角度、机位限制，或受导播意志左右，观众往往不能随心所欲地选择观看自己最喜欢的角度或细节。自由视角完美解决了这一难题，将自主选择权交还用户，让用户随心而动、以交互方式自由旋转。此外，传统直播的流畅度、画面清晰度在用户量巨大的情况下难以得到有效保证，此次 5G 方案完美地解决了这一难题。

应用效果：70 周年阅兵直播新媒体 H5 在线 70 小时内访问人数近 13 亿，十一当天访问人数超过 11 亿。在近 13 亿的用户访问数据中，境外的访问用户超过 8000 万次，这也创下了国内直播在境外被关注的一个新纪录。



图 5-3：70 周年国庆活动 5G+高清直播

2、5G 手机拍摄野生生物高清视频

案例介绍: 中国国家地理与高通合作, 利用搭载骁龙 865 5G 移动平台尖端影像技术所支持的智能手机, 拍摄中国野生生物高清视频短片, 向大众呈现生命之美的细腻灵动瞬间, 唤醒大众关注自然、关爱生命的野生生物保护意识, 践行科技赋能大众及社会公益的使命。

解决痛点: 用 5G 智能手机拍摄的高清影像, 让我们得以身临其境感受这个星球的壮丽和丰富, 也让更多普通人参与到野生生物影像的拍摄、传播和分享中来。5G 时代, 视频技术发展如火如荼, 人人争当传播主角。在骁龙影像技术和 5G 赋能下, 更多人可以用随身携带的智能手机拍摄超过 1 亿像素的照片、拍摄 4K HDR 甚至 8K 视频, 随手捕捉、记录并分享生活的美好瞬间。

应用效果: 中国国家地理派出专业队伍深入自然秘境, 使用搭载骁龙 865 5G 移动平台的手机拍摄出一系列野生生物高清视频短片, 记录下大熊猫、藏狐、金丝猴等珍稀野生动物令人心动的瞬间。5G 智能手机拍摄的超高清视频内容, 正在丰富 5G 时代下的超高清内容创作。



图 5-4: 骁龙 5G 手机拍摄的影像作品

(三) 5G+智慧医疗

1、黄冈市开展远程 CT 检查

案例介绍:新冠肺炎疫情期间,中国电信运用 5G 技术,将黄冈市黄州总医院扫描设备的各项数据和病人画面实时传送到部署在天翼云上的远程影像检查系统中。华西医院的专家既可以同屏看到所有影像和数据资料,还能够实时远程操控位于黄冈方舱医院的设备进行检查诊断,提高远程诊疗的精准性。

解决痛点:湖北地区新冠肺炎疫情较重,抗疫医疗资源供不应求,CT 影像诊疗需求量直线上升。对于黄冈市,疫情期间当地医疗机构的医疗资源难以满足短时间内快速增加的诊疗需求。

应用效果:5G+远程 CT 检查系统与以往远程诊疗的最大不同在于,以前只能看到图像而不能操控远端的 CT 设备,

如今在 5G 独立组网的环境中可以完成远程操控。5G 网络的高速度和低时延等特点保障了 5G+远程 CT 系统的实现，同时 5G 网络的切片技术可保证传输更加安全，在传输中将重要信息与普通数据隔离开并优先传输，保证了控制操作的安全性和稳定性。仅 3 月 2 日，华西医院通过整套系统共为黄州总医院共计 106 例患者进行 CT 的远程诊断。

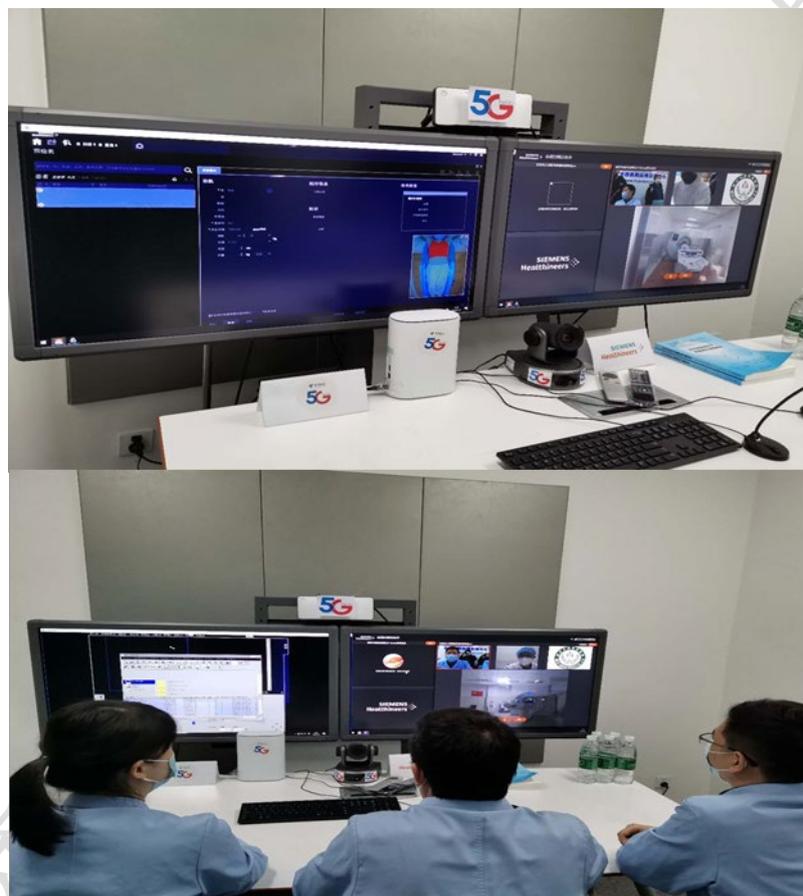


图 5-5 黄冈市开展 5G 远程 CT 检查

2、火神山 5G 智慧医疗方案

案例介绍：中国移动为火神山建设 4/5G 无线网络及专线网络，保障医院信息通信系统正常运行。同时提供 5G 智慧医疗解决方案，支持远程医疗协作、防护监控、智能机器

人等智慧医疗服务。

解决痛点：一是解决传统医疗行业医疗资源的不均衡和利用不足问题，推进多家医院的资源整合，优势互补。二是改善远程医疗系统带宽不足、网络不稳定、时延大、抖动影响等问题，改进传统就医模式，实现数字化“面对面”就医。

应用效果：2020年2月1日，中国移动顺利部署火神山医院远程视高清视讯系统，顺利实现北京联勤总部、武汉指挥部和火神山医院三地实时高清视频会议，为远程视频会议及医疗会诊打下良好的基础。医院还配备了先进的“远程会诊平台”，终端支持 1080P 的高清画质，可以对病患 CT 片等医疗档案进行诊断，实现外地优质医疗资源积极参与到火神山医院一线会诊及医疗中。



图 5-6 火神山医院 5G 智慧医疗方案

(四) 5G+智慧教育

1、苏州星洲学校 5G MR 智慧教学

案例介绍：苏州星洲学校教师在沙箱里用沙子塑造地形地貌，通过 3D 摄影及 AR 技术渲染出五彩斑斓、层峦叠嶂的逼真效果，再“分享”到 VR 空间环境中。

解决痛点：一段高清质量的全景视频，短短的几秒钟就高达几百兆的数据量，在 4G 网络下，用户难以实时观看到流畅的 VR 视频。对于 AR 的体验来说，虽然可以靠离线的计算处理来呈现，但是当识别的景象发生连续大量的动态变化时，仅依靠终端便难以负荷庞大的计算量，需要将大量数据和计算密集型任务转移到云端。

应用效果：凭借 5G 超宽带高速传输能力，解决 VR/AR 渲染能力不足、互动体验不强、传输时延大和终端移动性差等痛点问题。学生戴上 VR 眼镜能够身临其境地置身于自己打造的虚拟世界中，激发探索大自然的兴趣并获得沉浸式 VR 学习体验。



图 5-7 苏州星洲学校 5G MR 智慧教学

2、萌科 VR 教育解决方案

案例介绍：疫情过后，陕西西安某学校，5G VR 创客项目迅速实施完毕，30 台 VR 设备整装等候师生回校，添加了 500 多个新课件，包括 VR 新冠防护，VR 外教互动英语等。

解决痛点：VR 教育与 5G 技术高速率、低延时、高带宽等特性相互融合，将在技术层面提升过往 VR 应用中所存在的延时、流量、容量等不足，为教育行业带来了新的发展动能。

应用效果：该解决方案很大程度上改变了学校传统的教学手段和教学方式，通过最前沿的 5G 通信技术与人工智能技术的融合，不断创新教学模式。在提升教学体验的同时，能够有效复制和共享优秀教育资源。



图 5-8 陕西西安某学校 VR 教室

（五）5G+智慧交通

1、北京房山 5G 自动驾驶示范区

案例介绍：房山区政府与中国移动在北京高端制造业基地打造国内第一个 5G 自动驾驶示范区，建成中国第一条 5G 自动驾驶车辆开放测试道路，可提供 5G 智能化汽车试验场环境。

未来前景：通过信息共享、数据交互，实现多种车路协同应用场景，并进行基于 5G-V2X 的辅助驾驶增强场景创新，实现部分自动驾驶应用，探索直连通信的频率应用及运营模式，以及车联网商业运营模式。

应用效果：以“人-车-路-云”协同为基础，升级改造路侧设施、建设 5G 并优化通信网络，构建涵盖运输赋能、V2X 基础能力、多元出行服务等有机结合的综合服务平台。



图 5-9 北京房山 5G 自动驾驶示范场景

2、深圳宝安国际机场升级为 5G 智慧机场

案例介绍：深圳宝安国际机场联合华为等本土高新技术企业，在智慧机场建设进程中加快推进 5G 布局，为智慧机场建设进一步赋能。围绕“客、货、城、人、智”发展战略，结合安全、运行、服务及管理四大类业务，机场全面梳理了机场 28 平方公里范围内的 5G 网络需求、共 78 个 5G 应用场景，将 5G 与智慧机场建设深度融合。

解决痛点：机场 5G 网络建设，可有效补充部分区域内无法大规模有线光纤管道施工建设导致的“有线局域网”覆盖盲点，让机场信息化能全面开展并实现业务升级。同时，5G 网络能进一步为民航用户提供“大带宽”接入服务，解决高密度人群场景无线网络带宽资源不足的问题。

应用效果：在旅客服务方面，机场通过 4K 超高清摄像

机及 5G 网络传输，直播飞机起降实时画面，增强了旅客出行体验。在安全运行方面，机场率先运用了深圳移动 5G MEC 边缘计算能力，开展 5G+4K 巡逻车实时画面回传应用，通过 5G 车载视频设备，将围界巡逻高清实时画面同步传输至监控中心，实现巡逻画面全天候的实时监控和快速回查，从而提升异常事件处置效率。



图 5-10 深圳宝安国际机场 5G 智慧机场场景

六、5G 融合应用未来发展展望

（一）多方发力助推 5G 融合应用发展

从政策层面看，《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》，明确指出要“加快第五代移动通信（5G）等建设”。意味着 5G 在“十四五”乃至 2035 年的远景目标中都将扮演极其重要的角色。从标准层面看，5G R16 版本标准已完成，5G R17 版本标准化工作正在稳步推进，预计 2021 年该版本将完成

冻结。届时，5G 网络的性能将进一步得到增强，赋能千行百业的能力也将进一步提升。从基建层面看，5G 网络建设将保持快速增长态势，网络覆盖将进一步下沉，不断从地市级向区县级延伸，5G 应用的网络基础将进一步夯实。从需求层面看，5G 与行业的融合应用很多来自垂直行业的内在需求，通信业与各行业在前期合作的基础上，未来将进一步围聚焦行业需求，推出更多的解决方案，探索更多元化的商业模式。

（二）未来 3 年 5G 整体仍处于“导入期”

一是 5G 自身需要时间发展完善。尽管 R16 标准已经冻结，但是移动通信技术从标准制定完成到设备研发、网络升级、终端生态普及以及广泛应用等过程需要经历一段时间，这是技术和产业发展的基本规律，5G 技术和产业也将遵循这一规律，不会短时间内一蹴而就。二是 5G 赋能千行百业更需要时间和耐心。5G 作为一种新的“通用目的技术”(GPT)在改变社会的同时也需要全社会的协同。5G 的应用创新需要电信运营商、设备商、行业客户、第三方开发等产业生态圈的多个主体同时参与，在深入理解 5G 技术和行业痛点的基础上，共同探索解决方案，同时也将打破传统产业固有的利益分配模式，形成新的商业模式。在这个过程中，需要解决很多新问题，并且也没有成功案例可循，必然需要一定的时间成本。

（三）C 端应用有望迎来爆发式增长

在前期的 5G 融合应用试点示范过程中，超高清视频传输和虚拟现实等方面的案例较多，例如 5G 春晚、5G 国庆等重要活动直播，表明该类型 5G 融合应用场景正在加速落地。随着 4K/8K 视频的不断推广与普及，以及 VR/AR 技术的不断升级，5G+超高清视频、5G+VR 等网络直播方式将成为主流。对于 C 端用户来说，5G 可以在超高清视频直播、VR/AR 等领域为用户带来更加极致的体验，形成更多的增值业务类型，推动多元化商业模型的构建。随着 5G 应用规模效应显现，手机等多形态的终端设备在全新的 5G 网络架构下也将迎来全面升级，带动 5G 换机热潮。电信运营商也将通过向用户提供更多元化的 5G 增值服务来进一步提升 ARPU 值。

（四）B/G 端融合应用发展前景巨大

以物联网智能感知为代表的工业互联网、车联网等 B 端 5G 融合应用场景，以及智慧城市、智慧水务、智慧电网等 G 端 5G 融合应用场景具备企业和政府两个巨大量级的客户群。工业互联网以感知技术为基底，应用 5G 网络的高速率传播以及超低时延，能够大大降低工业过程中的成本，提高工业生产效率，促进工业数字化发展。依靠 5G 可靠传输的智能网联汽车 5G-V2X 技术也正在加紧进行研发和试验。同时，在智慧城市、智慧物流、智慧电力、智慧水利、政府数据管理、安防监控、政府大数据等方面，B 和 G 端融合应用利用

5G 网络的特性可大幅提高工作效率，将为 5G 新基建释放更多需求，未来前景可期。

（五）加速形成 5G 建设与应用双促进新局面

5G 时代，数字化社会的理念将逐步变为现实，人与人之间的单一通信方式将演变为人与人、人与物以及物与物之间的万物互联新模式。5G 所依赖的关键核心技术仍然在不断演进，相应的商业模式尚处于探索发展阶段。近两年的 5G 行业级应用主要面向 eMBB 应用场景。随着面向 uRLLC 和 mMTC 场景的 R16 标准发布、R17 标准推进，以及全国 5G 新基建大范围铺开，5G 业务将逐步从消费领域向各垂直行业延伸拓展，5G+各行业融合应用场景也将全面打开。5G 与其他产业，尤其是传统产业的融合发展将成为未来产业发展的主旋律，垂直行业的融合应用将呈现百花齐放的壮观景象，相应的商业模式也将更加完善，5G 建设与 5G 应用将形成相互促进的良好局面。

附件一：5G 区域融合应用指数排名

5G 融合应用潜力指标主要包括试点示范建设和应用场景培育两个二级指标，从指数得分来看，东南部与中西部都取得一系列突出成果，江苏、广东、上海、浙江和北京分别位列第一梯队，山东、河南、湖南、湖北、重庆、天津、安徽和贵州位列第二梯队。在场景培育方面，各省市均积极推进 5G 融合应用场景的打造，上海体量和质量优势突出，位列第一，具备先发优势。在工业互联网试点示范项目建设、车联网试点示范项目建设及 5G 产业园建设中，江苏、广东和北京位列前三，产业集聚发展形成一定规模，潜力可期。

我国 5G 区域融合应用指数排名

排名	省市	融合应用指数	排名	省市	融合应用指数
1	江苏	88.28	17	辽宁	33.40
2	广东	85.68	18	吉林	33.40
3	上海	84.12	19	宁夏	31.80
4	浙江	83.08	20	陕西	31.00
5	北京	82.88	21	江西	30.80
6	山东	60.20	22	云南	30.80
7	河南	52.40	23	广西	30.80
8	湖南	52.40	24	海南	30.80
9	湖北	49.80	25	黑龙江	28.20
10	重庆	49.00	26	内蒙	26.60
11	天津	47.20	27	山西	26.12
12	安徽	46.40	28	甘肃	26.12
13	贵州	44.60	29	新疆	24.00
14	四川	41.20	30	青海	21.96

15	福建	38.60	31	西藏	21.92
16	河北	33.40			

资料来源：《中国区域 5G 发展指数白皮书》，赛迪智库

赛迪智库无线电网所

附件二：国家推动 5G 应用发展相关政策梳理

时间	发布机构	政策文件	重点内容
2016.7	中办、国办	《国家信息化发展战略纲要》	积极开展第五代移动通信（5G）技术的研发、标准和产业化布局。
2016.8	工信部、发改委、科技部、财政部	《智能制造工程实施指南（2016-2020）》	初步建成 IPv6 和 4G/5G 等新一代通信技术与工业融合的试验网络。
2016.12	国务院	《“十三五”国家信息化规划》	积极拓展 5G 业务应用领域。
2016.12	工信部	《信息通信行业发展规划（2016-2020 年）》	开展 5G 业务和应用试验验证，提升 5G 业务体验，推动 5G 支撑移动互联网、物联网应用融合创新发展。
2017.8	国务院	《关于进一步扩大和升级信息消费持续释放内需潜力的指导意见》	加快第五代移动通信（5G）标准研究、技术试验和产业推进，力争 2020 年启动商用。
2017.11	国务院	《关于深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见》	在 5G 研究中开展面向工业互联网应用的网络技术试验，协同推进 5G 在工业企业的应用部署。
2017.11	发改委	《关于组织实施 2018 年新一代信息基础设施建设工程的通知》	明确在 6GHz 以下频段，重点支持 5G 规模组网建设及应用示范工程。
2018.5	工信部、国资委	《关于深入推进网络提速降费加快培育经济发展新动能 2018 专项行动的实施意见》	组织 5G 应用征集大赛，促进 5G 和垂直行业融合发展。
2018.7	工信部、发改委	《扩大和升级信息消费三年行动计划（2018-2020 年）》	确保启动 5G 商用。

2018.10	国办	《完善促进消费体制机制实施方案(2018—2020年)》	加快推进第五代移动通信(5G)技术商用。
2019.3	工信部、国家广播电视总局、中央广播电视总台	《超高清视频产业发展行动计划(2019-2022年)》	探索5G应用于超高清视频传输,实现超高清视频业务与5G的协同发展。
2019.5	中办、国办	《数字乡村发展战略纲要》	乡村4G深化普及、5G创新应用,城乡“数字鸿沟”明显缩小。
2019.5	工信部、国资委	《关于开展深入推进宽带网络提速降费 支撑经济高质量发展 2019 专项行动的通知》	继续推动5G技术研发和产业化,促进系统、芯片、终端等产业链进一步成熟。
2019.6	发改委、生态环境部、商务部	《推动重点消费品更新升级,畅通资源循环利用实施方案(2019-2020年)》	开展5G+8K内容传输试验,积极推进5G手机商业应用。
2019.11	工信部	《“5G+工业互联网”512工程推进方案》	加快垂直领域“5G+工业互联网”的先导应用,内网建设改造覆盖10个重点行业;打造一批“5G+工业互联网”内网建设改造标杆、样板工程,形成至少20大典型工业应用场景。
2019.12	工信部等五部门	《关于促进老年用品产业发展的指导意见》	加快推进互联网、大数据、人工智能、5G等信息技术和智能硬件在老年用品领域的深度应用。
2020.2	发改委等11个部门	《智能汽车创新发展战略》	结合5G商用部署,推动5G与车联网协同建设。
2020.3	发改委等23个部门	《关于促进消费扩容提质加快形成强大国内市场的实施意见》	加快5G网络等信息基础设施建设和商用步伐。
2020.3	工信部	《关于推动5G加快发展	培育新型消费模式,推动“5G+医疗

		的通知》	健康”创新发展，实施“5G+工业互联网”512工程，促进“5G+车联网”协同发展，构建5G应用生态系统。
2020.3	工信部	《关于推动工业互联网加快发展的通知》	利用5G改造工业互联网内网。打造高质量园区网络，引领5G技术在垂直行业的融合创新。
2020.3	发改委、工信部	《关于组织实施2020年新型基础设施建设工程(宽带网络和5G领域)的通知》	面向重大公共卫生突发事件的5G智慧医疗系统建设，面向“互联网+”协同制造的5G虚拟企业专网建设，面向智能电网的5G新技术规模化应用，基于5G的车路协同车联网大规模验证与应用，5G+智慧教育应用示范，5G智慧港口应用系统建设，5G+4K/8K超高清制播系统基础设施建设。
2020.4	工信部、发改委、自然资源部	《有色金属行业智能矿山建设指南(试行)》《有色金属行业智能冶炼厂建设指南(试行)》《有色金属行业智能加工工厂建设指南(试行)》	积极探索5G等新型基础设施在企业生产中的应用，推动新技术与有色矿山的融合创新。
2020.4	国家邮政局、工信部	《关于推进快递业与制造业深度融合发展的意见》	加快推动5G、大数据、云计算、人工智能、区块链和物联网与制造业供应链的深度融合
2020.9	工信部	《建材工业智能制造数字转型行动计划(2021-2023年)》	引导企业利用5G通信高带宽、低时延、大连接等技术优势，实现互联互通，鼓励在无人驾驶、远程爆破、设备运维等领域的集成创新应用。