白皮书
2020-10

CAICT 中国信通院

5GAIA

IMT-2020 (5G) 推进组

5G 应用创新发展白皮书

2020 年第三届“绽放杯”5G 应用征集大赛洞察



目录

5G融合应用发展态势 P1

第三届"绽放杯"5G应用征集大赛项目洞察 P5

十大重点应用分析 P10

5G融合应用的发展趋势与发展建议 P40

主要贡献单位 P45

IMT-2020(5G)推进组于2013年2月由中国工业和信息化部、国家发展和改革委员会、科学技术部联合推动成立，组织架构基于原IMT-Advanced推进组，成员包括中国主要的运营商、制造商、高校和研究机构。推进组是聚合中国产学研用力量、推动中国第五代移动通信技术研究和开展国际交流与合作的主要平台。

5G融合应用发展态

1.1 全球多国逐步推广5G商用，加速推进5G应用

目前全球5G商用发展初具规模。截至2020年7月底，已有46个国家/地区的99家网络运营商表示开始提供5G业务（含固定无线和移动服务）；截至2020年8月，全球有24个国家/地区的47家运营商已开始计划部署或试验面向公众的5G SA网络。韩国、欧洲、美国、日本等国家和地区均积极推动5G建设，鼓励开展5G融合应用。5G产业生态逐步丰富，应用探索不断深入，5G促进经济社会发展效能初步显现。

（1）韩国消费者市场发展良好，已经获得初步收益

韩国高度重视5G应用发展，在高清视频和VR等重点领域应用领先，并带动相关产业发展。韩国5G网络建设较为领先，截至2020年6月底，韩国5G用户达737万，占移动电话用户总数10.58%；建成5G基站12.1万个，完成85个大城市及主要交通动脉的5G覆盖；5G平均下行速度为656.56Mbps，是LTE的4.14倍。近三年（2020−2022年）韩国运营商将陆续投资约24.5−27.5万亿韩元（约1400−1600亿人民币）建设5G移动通信基础设施。在以中频段为主要5G网络部署类型的国家当中，韩国的覆盖率处于领先地位。韩国通过XR带动5G产业应用。2020年韩国政府推进新的“XR+α”项目，计划投资150亿韩元，推进XR内容在公共服务、工业和科学技术领域的应用。受益于“XR+α”项目推进，韩国运营商在内容产业持续发力，XR和游戏成为5G布局重点，面向消费者主推VR /AR、云游戏、4K视频等大流量应用，例如SK电讯推出基于5G VR的虚拟社交服务和云游戏服务；LG U+依托本国内容产业优势，借助中国VR终端、云平台等产业环节大力推广VR/AR应用。此外，为全面培育5G+战略产业，韩国政府2020年还将投入6700亿韩元（约39亿人民币），扶持领域包括智能工厂、智能城市、5G医疗、5G V2X和自动驾驶等。韩国运营商也积极探索5G在工业互联网、医疗健康、智慧交通、城市公共安全和应急等领域的应用，主要应用场景包括5G+AI机器视觉质检服务、远程数字诊断、手术教学、应急救援服务、新冠肺炎防疫机器人以及基于5G自动驾驶的场内配送等。例如SK电讯与韩国水电和核电公司合作建设5G智能发电厂，KT和现代重工集团合作开发基于5G网络的智能工厂服务，实现远程监控和故障检测等。

（2）欧洲发挥工业优势，积极开展5G垂直行业应用试验

欧洲5G固定无线接入业务成为欧洲光纤宽带的重要补充，运营商积极开展行业融合应用，同时探

索5G专网在工业领域的应用。截至2020年6月底，欧洲约20个国家推出商用5G服务，5G用户数约130万；基站数量方面，德国5G基站建设数量超过1万个，其他国家在几百到几千个不等。由于欧洲地区光纤覆盖不足，因此基于5G开展固定无线接入业务成为运营商发展5G的动力，例如瑞士电信运营商Sunrise初期5G网络建设专注部署于光纤网络未覆盖区域；西班牙和德国运营商开展了利用5G替代有线宽带的测试验证。欧盟对行业应用发展较为重视，其 “地平线2020”科研计划加速推进垂直行业应用。同时，运营商也积极开展5G行业应用试验，涵盖工业互联网、医疗健康、智慧交通、媒体娱乐等多个领域。例如英国伍斯特郡工业5G应用项目在工厂环境下开展基于5G技术的预防性维护试验，参与工厂的生产率提高了1%–2%；德国电信在汉堡港试验5G网络切片，验证了5G网络可满足多类复杂工业应用并行要求的目标；多家运营商利用5G技术广泛开展新媒体融合应用，推进5G直播在新闻、体育赛事和文艺演出中的应用。此外，德国期望从5G专网探索中突破行业应用壁垒，已开放5G本地专网频率（3700–3800MHz）申请，目前已颁发74张许可证。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，资助建设欧洲5G工业园区网络。德国车企在5G专网应用方面表现积极，如奥迪计划在122个工厂建设5G专网，优化生产流程。

（3）美国5G尝试多频段覆盖，应用处于技术验证期

美国5G应用以固定无线接入为主，行业应用处于技术验证期。美国运营商面向消费者主要提供固定无线接入和增强的移动无线接入业务。美国5G网络的部署特点是热点地区高频段配置+其他地区低频段配置；高频段5G网络重点部署于体育场馆、购物中心、大学校园等高流量地区；低频段5G网络进行全方面广覆盖，但由于频率不足，相比4G速率提升较为有限；例如Verizon的高频段5G网络仅在35个城市的有限区域可用。由于美国高频段网络覆盖区域有限，且上市5G终端款数少（不到20款）、价格高（手机超过500美元），导致5G用户发展相对缓慢。美国5G行业应用目前处于企业自行探索和技术验证时期，部分运营商在工业互联网、医疗、车联网、智慧城市等领域开展试验，应用场景包括基于4K视频进行工厂内安全监测，基于AR/VR的员工培训及定位服务，以及利用5G+VR/AR赋能远程诊断和紧急救助等。美国国防部重视5G技术在军用领域的大规模试验和原型设计，两年来共在12个军事基地开展智能仓库、自动驾驶、VR/AR等5G技术和应用测试。

（4）日本5G商用较晚，应用刚刚起步

日本5G商用时间较晚，但已通过顶层设计布局5G应用。2020年3月日本5G正式商用，截至6月，5G用户约十几万；截至5月开通的基站数约1800 个。日本政府在“构建智能社会5.0”的愿景下，提出积极推动5G与人工智能、物联网、机器人等相互促进、融合发展。商用以来日本运营商主要面向消费

者提供高速移动接入、云游戏等大带宽业务，例如NTT DoCoMo为用户提供8K虚拟现实现场音乐、多角度观看视频和体育赛事的服务，以及100多种新游戏，其中包括许多基于云的游戏。运营商也在探索行业融合应用。NTT DoCoMo面向行业企业提供了22种解决方案，包括支持远程工作的智能眼镜和面部识别服务，以及利用VR的远程医疗、远程自动农用汽车的监控等。KDDI利用5G无人机完成4K视频传输测试，旨在探索无人机在公共安全和监控、农业监测、灾难响应等方面提供的服务。为了补充5G公网覆盖盲点，加快5G网络和应用普及，日本总务省开放专用频段促进利用5G专网在农业/工厂等领域开展应用开发和试验。制造企业富士通和三菱电机相继部署专网，验证5G专网系统和各种应用，如智慧安防、远程操作和维护支持等。日本东京都政府也将支持中小企业、旅游业、农业等各个领域开展5G专网应用试验。

整体来看，全球5G融合应用发展呈现以下特点：一是消费领域应用最先落地，但尚未出现现象级应用。各国5G商用初期均以增强移动宽带业务为主，重点发展固定无线接入业务，以及基于高速接入提供超高清视频、VR/AR等应用。当前5G应用更多的是以5G技术的大带宽特性提升用户体验，现象级应用仍需进一步探索。二是行业应用仍处于起步发展阶段，并逐渐与各国优势领域结合向纵深拓展。大多数5G行业应用项目还处在试验环境下的技术验证期或示范阶段，尚未出现可大规模复制、扩展的成熟应用。韩国、日本、德国等国家分别积极探索将5G与屏显、机器人、工业等自身优势领域的融合应用。三是部分国家行业应用中5G专网渐成热点，但是仍处于初期建设、用例验证和商业探索期。当前在德国和日本开展的专网试验以行业巨头为主，我国运营商也在探索依托公网提供5G虚拟专网满足行业多样化需求，专网系统设备和应用均处于验证期，未来发展有待观察。

1.2 我国政府重视5G融合应用，地方积极开展5G应用示范

我国高度重视5G应用发展。中央政治局常委会提出要积极丰富5G技术应用场景，并加快5G网络等新型基础设施建设。工信部《“5G+工业互联网”512工程推进方案》提出打造5个产业公共服务平台，建设改造覆盖10个重点行业，形成至少20大典型工业应用场景。工信部《关于推动5G加快发展的通知》，要求全力推进5G网络建设、应用推广、技术发展和安全保障，充分发挥5G新型基础设施的规模效应和带动作用，支撑经济高质量发展。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》，重点支持虚拟企业专网、智能电网、车联网等7大领域的5G创新应用提升工程。各地政府积极出台各类5G扶持政策，推动5G应用发展。截至 2020年9月底，各地政府出台行动计划、实施方案、指导意见等各类5G扶持政策文件460个，其中省级62个，市级228个，区县级

170个，多地政府对基站建设、用电成本进行补贴，积极开展5G应用示范，持续深化5G产业合作。

1.3 我国5G SA网络建设稳步推进，为5G应用发展打好坚实基础

5G网络建设加快，为应用发展奠定基础。商用以来，我国5G网络建设加速推进，地方政府积极释放政策红利。截至目前，已累计开通5G基站超60万个，5G终端连接数超过1.5亿。SA（独立组网）已启动初步商用，为端到端网络切片技术的应用创造了基础条件，深圳市宣布提前超额完成“建设4.5万个5G基站”的目标，实现5G独立组网全覆盖，北京继深圳之后也实现了5G独立组网全覆盖，河南、广州等多地也在加快冲刺5G独立组网商用。MEC（边缘计算技术）是5G低时延场景应用中的关键使能技术，据不完全统计，三大运营商已在国内40多个城市开展了100多个基于边缘计算的5G商业应用试点项目，覆盖了多个行业和应用场景，包括智慧园区、智慧工厂、智慧港口、智慧矿山等。

1.4 新冠疫情防控推动5G应用加快落地，产业生态不断壮大

新冠疫情防控推动5G应用加快落地。本次疫情是全球面临的共同挑战，5G为疫情防控以及复工复产带来科技化手段，同时也成为5G应用的展示平台。疫情之下，5G应用初试身手，在远程医疗、公共监控、智慧教育、远程办公、巡检物流等领域发挥了重要作用，加速了大家对5G是什么，为什么用5G的认识。如5G远程会诊在19个省份的60余家医院上线使用，实现全方位无障碍移动会诊；5G热成像监测已在十几个省交通枢纽地区普及；火神山医院建设的5G直播累计观看人次超过1.15亿；在线教育、在线协同办公等得到了广泛应用，例如“国家中小学网络云平台”访问量超过16亿人次。疫情也对医疗等行业的5G应用起到了短期催化作用，同时也迫使许多企业更多的关注5G的重要性，主动了解5G拥抱5G，在疫情后加快各垂直行业的数字化转型升级，给5G发展注入更多活力。

5G融合应用产业生态不断壮大。在工业和信息化部指导下，5G应用产业方阵通过整合对接各地联盟、搭建融合创新平台、承办绽放杯等多种形式不断整合产业资源，扩大行业合作范围，激发创新活力。2020年组织5G创新中心评定工作，认定20家创新中心并公布授牌，覆盖智慧交通、工业、电力、云游戏等各个领域。社会多方主体加大5G应用投入力度，产融对接数量显著增加。中金资本、真格基金、联想创投、启迪之星等多个基金将5G应用作为投入方向之一。基础电信企业、华为、海尔、中国商飞、国家电网、比亚迪、中央电视台、阿里、浪潮等各行业巨头积极布局5G应用，中国移动设立了规模达300亿元的5G联创基金，5G应用产业生态进一步完善。

第三届"绽放杯"5G应用征集大赛项目洞察

2020年第三届“绽放杯”5G应用征集大赛（以下简称第三届“绽放杯”大赛）旨在充分发挥社会各界力量，集思广益，挖掘一批充分体现5G能力的典型应用。为充分调动地方政府积极性，推动重点行业率先发展，大赛分别设立区域赛和专题赛。区域赛方面，已在上海、广东、江苏、浙江、河南、江西、四川、云南等8个省市举办。专题赛方面，已开展智慧城市、智慧生活、智媒技术、AR/VR、行业专网及应用、工业互联网、智慧园区、智慧医疗、5G助力疫情防控、云XR、云应用、车联网、金融科技、智慧商业、智慧交通及应用安全等16个专题赛。第三届大赛共有来自全国30个省、自治区、直辖市的2388家企业、科研院所、行业协会、政府机构等单位参与申报，申报项目达4289个。大赛凝聚全社会的能力和资源，促进技术革新和知识共享，进一步探索5G应用需求、业务形态和商业模式，为构建良好的5G应用生态奠定基础。

2.1 产业数字化加速，工业互联网独占鳌头

第三届“绽放杯”大赛参赛项目继续围绕产业数字化、智慧化生活、数字化治理三大方向创新发展，三大方向分别占比63%、31%、6%。与2019年相比，产业数字化项目比例获得17%的增长，5G技术加速与垂直行业深度融合。

5G行业应用方面，工业互联网、医疗健康、智慧交通、其他（政务、园区、商业等）、城市管理领域的项目数量位居前列，这五个领域项目数量占全部项目数量的65%。工业互联网项目占比连续三年增长，占据全部项目的28%，成为最具热度的5G融合应用领域。工业互联网领域应用的繁荣主要得益于国家及工信部对工业互联网的高度重视和专项支持，同时能源、农业、教育、金融等行业5G创新应用也在蓬勃发展。

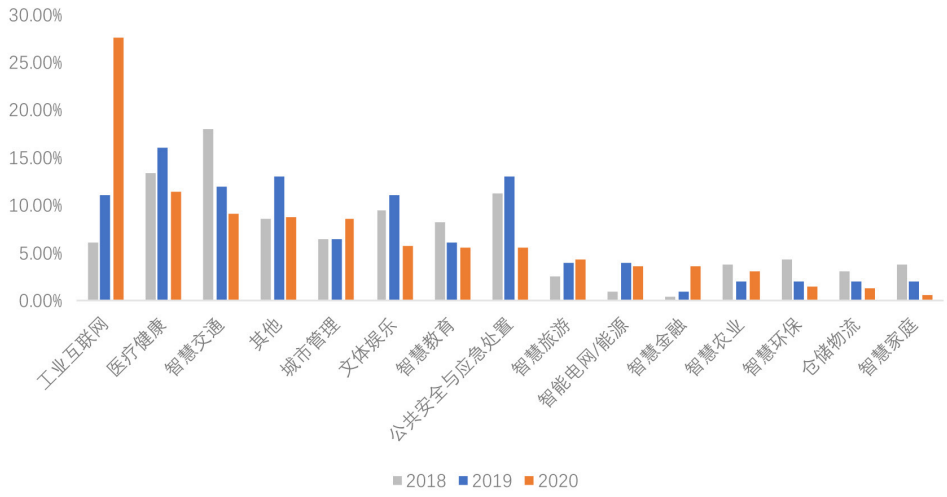


图2-1 2018-2020“绽放杯”大赛参赛项目各类行业应用占比

2.2 5G应用样板逐渐形成，超三成项目获商用落地

经过三年的时间，5G融合应用从创意到示范、落地，大多数第三届“绽放杯”大赛参赛项目已经有较为成熟解决方案，示范效应已经开始显现。2018年第一届“绽放杯”大赛有67%的参赛项目处于创意、调研、功能设计的初级阶段，这一比例在2020年第三届“绽放杯”大赛的参赛项目中下降到16%，更有31%的项目已经实现落地商用。不过已经商用落地的项目仍属于“样板间”，定制化程度高，尚不具备大规模商用和复制推广的条件，很多商用落地项目仅能收回成本，尚未形成盈利。

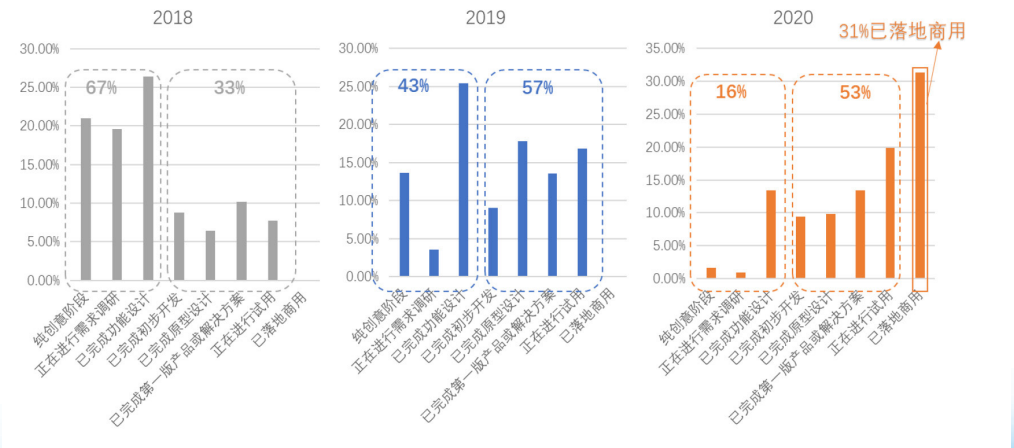


图2-2 2018-2020“绽放杯”大赛项目成熟度对比

2.3 5G带动新技术加速融合创新，虚拟专网赋能行业应用作用逐渐凸显

5G对人工智能、大数据、云计算等新兴技术带动作用突出。第三届“绽放杯”大赛参赛项目中，人工智能、大数据、边缘计算、云计算技术的使用率分别达到55%、52%、43%、40%。相比2019年，5G与ICT技术的融合水平继续提升，人工智能仍然是与5G应用融合度最高的技术，而边缘计算技术的使用率相比去年增长10个百分点，已成为5G应用关键使能技术。

（使用率/排名）	2018	2019	2020
人工智能	13% / 4	55% / 1 ↑	55% / 1 —
大数据	18% / 3	44% / 2 ↑	52% / 2 —
边缘计算	20% / 1	33% / 4 ↓	43% / 3 ↑
云计算	20% / 1	38% / 3 ↓	40% / 4 ↓
虚拟专网	NA	NA —	19% / 5 ↑

图2-3 第三届“绽放杯”大赛项目关键技术分析

此外，2020年依托运营商公网的5G虚拟专网成为5G应用发展中的另一重要关键技术。随着5G SA网络部署的加速和切片技术的发展成熟，第三届“绽放杯”大赛参赛项目中有19%使用了虚拟专网技术。虚拟专网主要应用在工业互联网、医疗健康、智慧交通、智能电网/能源等对时延、可靠性等技术指标敏感度较高的行业。

此外，5G应用还带动了一批新产品出现。本次大赛涌现了一批融合了5G等新技术的新产品，如配备了5G、医疗影像等先进技术的医疗推车、内置5G模组的工业网关、AGV等，这些新产品将随着5G应用的发展层出不穷，为经济社会发展增添新动能。

2.4 5G应用 “沿海引领、遍地开花”，政策环境为5G应用发展提供强大助力

第三届“绽放杯”大赛呈现地域广、沿海引领、全国遍地开花的态势。本届大赛共收到来自全国

30个省/直辖市/自治区的参赛项目，相比2019年新增海南、黑龙江、宁夏、青海参赛项目。参赛项目来源较为集中，数量最多的七个省市分别是广东、江苏、浙江、北京、上海、河南、山东，占参赛项目总数的70%；获奖项目数量最多的七个省市分别是广东、江苏、上海、浙江、北京、河南、四川，占获奖项目总数的74%。北京、上海、广东、浙江、江苏等经济发达地区的应用快速发展的同时，中西部地区涌现出一批优秀应用案例，山西、河南及云南等地多个项目荣获全国一等奖。

5G融合应用发展水平一方面与当地5G及新一代ICT技术产业水平紧密相关，另一方面也与当地发展政策环境息息相关。以本届“绽放杯”参赛项目数量和获奖项目数量均最多的广东省为例，广东省5G技术、产业集聚，市场需求旺盛，为5G应用的快速发展奠定了基础，更重要的是，广东省营造了良好的政策环境，对5G发展有很多政策支持，先后出台《广东省5G产业发展行动计划》《关于推动5G网络快速发展若干政策措施》《广东省 5G 基站和数据中心总体布局规划（2021—2025年）》等政策文件，推出5G建网补贴等落地配套政策，良好的政策环境推动了省内5G应用的繁荣。

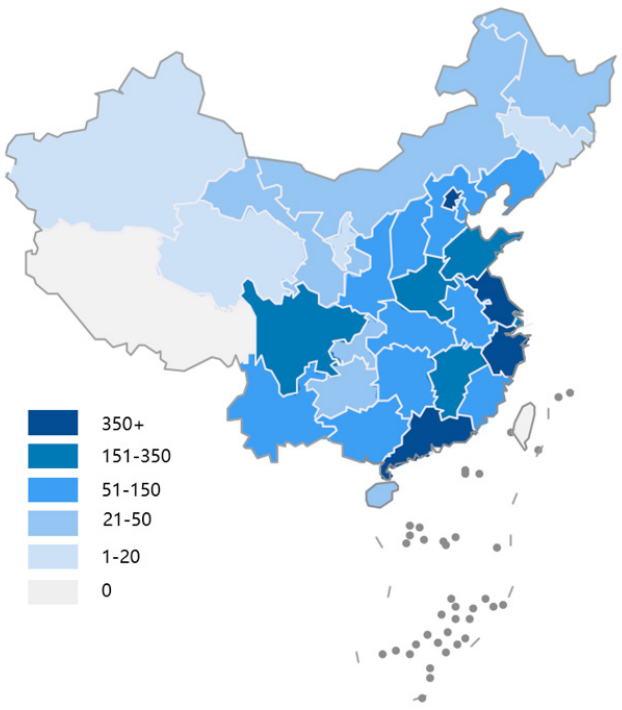


图2-4 第三届“绽放杯”大赛参赛项目来源分布

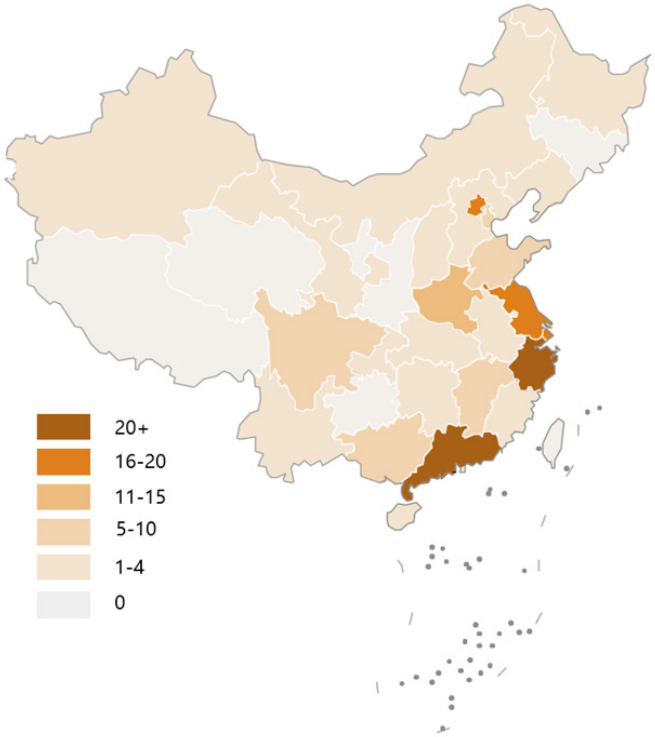


图2-5 第三届“绽放杯”大赛获奖项目来源分布

2.5 行业应用单位和解决方案提供商参与力度加大

运营商仍是推动5G应用发展的主力军，但行业应用和解决方案方参赛的数量大幅上升。相比2019年，2020年运营企业参赛项目占比进一步提升，达到72%。值得关注的是，行业应用单位和解决方案提供商的参赛数量大幅提升，相比2019年共200余个参赛项目，2020年第三届“绽放杯”大赛行业应用单位和解决方案提供商参赛项目达到900个以上，增幅超300%。

行业应用单位和解决方案提供商的主力是民营企业，在行业应用单位和解决方案提供商中分别占比58%和68%，反映了5G应用市场化的初步成果。在应用领域分布方面，行业应用单位的参赛项目聚集在工业互联网、医疗健康、智慧交通、城市管理、文体娱乐、智能电网、公共安全与应急处置等领域；解决方案提供商的参赛项目聚集在工业互联网、医疗健康、其他（政务、园区、商业等）、智慧交通、城市管理、文体娱乐、智慧金融、智慧教育等领域。

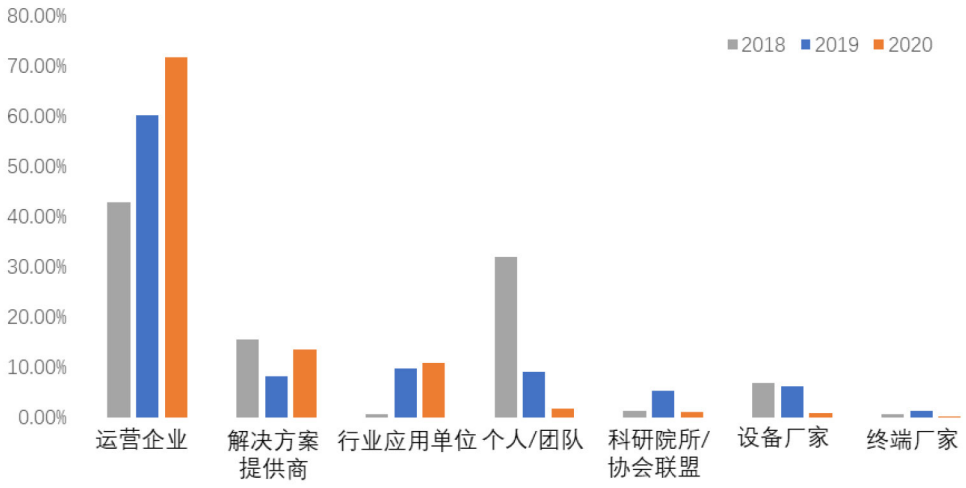


图2-6 2018-2020“绽放杯”大赛参赛主体分析

十大重点应用分析

随着5G融合应用的不断发展和演进，应用重点行业和领域逐步聚焦，尤其是在工厂、矿山、港口、医疗、电网、交通、安防、教育、文旅以及智慧城市等10个领域，逐步获得业界认可，并初步形成了有望规模商用的应用场景。

3.1 智慧工厂

1．5G典型场景及价值

5G作为移动通信的最新一代技术，相比光纤固网，具备接入灵活的特点，更能适配新时代定制化生产的柔性制造的需求，其低时延、高可靠等特性，对工业生产的稳定性需求能有更好的保障，5G+边缘计算可以解决工业互联网在异构网络融合、业务融合、数据融合、数据安全、隐私保护等方面的需求，使得无线技术应用于工业设备实时数据采集、控制、远程维护及调度、图像智能处理等领域成

为可能。目前，5G相对于有线和Wi-Fi的关系并不是替代，而是对特殊场景的补充和增益，如应用于AGV、AR终端、机器人、无人车等移动性场景，以及光纤不易覆盖的户外场景。

5G在智慧工厂中的应用探索成效已经初步显现。超高清视频监控、移动无人巡检等叠加赋能型应用，在现有工厂网络应用基础上，叠加5G网络应用，在非核心生产和管理业务方面有效补充、增强工厂管理能力。三一重工将5G+高清视频融入到园区的安防监控之中，实现采集监测视频/图像实时回传，结合统一监控平台，实现人员违规、厂区的环境风险监控的实时分析和报警。5G+机器视觉、AR/VR辅助装配等业务融合型应用，通过部署5G MEC（边缘计算基础设施），将5G技术与人工智能（AI）等新技术在边缘侧进行融合，解决原来AI技术受限于终端的处理能力及成本等问题，全面提升工业企业装备的智能化水平。5G+工业控制等产业升级型应用，涉及工业核心生产环节，将受限于5G技术对于实时性和可靠性等指标的满足程度及与工业体系融合深度，在工业设备广泛支持5G联网能力之前，难以形成规模。宁波爱柯迪股份有限公司在生产线上，研发集成了5G模组的MES（制造执行系统）工业网关，相比较CPE方式性能更优，与产线融合的更紧密，提升了整体的生产效率，随着5G技术及工业体系的不断升级，5G工业终端将越来越多的在生产中使用。

在智慧工厂领域，5G+机器视觉正逐渐成为行业共性需求。对于制造企业而言，工业质检一直面临人工检测质量不稳定、招工难、留人难、培训难、成本高等难以解决的痛点。5G机器视觉在智能工厂领域有广泛的需求，技术发展成熟，商业模式初步建立。第三届“绽放杯”大赛获奖项目中，南南铝使用5G机器视觉进行铝板检测，表面识别准确率从71%提升至99.98%，且良品率提高6个点；海尔在家电制造中使用5G机器视觉替换传统工控机，降低投资的同时提高算法检测准确率至99%；宝钢使用机器视觉进行车间智能巡检，自主导航监测车间内烟雾、积水等异常。5G机器视觉可广泛推广到流程制造行业，工厂前期投资部署5G机器视觉系统，后期按照生产需求购买算法，商业模式初具雏形。未来，这类应用将逐渐平台化，与MEC等云计算能力结合。例如中国电信基于5G MEC的分布式通用机器视觉平台，充分利用5G网络低时延和高带宽特性，将原来的视觉检测识别算法任务调整到MEC上执行，通过边缘云计算能力，简化检测识别现场的工控机方案和现场设备，加快视觉算法的优化，实现工厂智能化。工业视觉依托5G网络优势，打造云化工业级机器视觉解决方案，部署便捷，升级简单。随着基于5G+MEC分布式机器视觉平台的大规模应用，将大幅降低工业生产和检测成本，提高工业生产效率，对全产业链产生巨大影响。同时高精度质检算法代替人工质检将改善车间工作环境、降低生产风险，推动安全、绿色生产，具有良好的经济和社会效益。

2. 未来的发展空间

数据融通、柔性化生产是智能工厂的发展趋势。工业面临数字化转型升级，工业互联网是其必经之路。而工业互联网的基础，在于数据的有效采集和转换融通，信息及数据的不足和孤立是面临的主要问题。总体看来，5G将极大的满足我国工作制造的信息化改造需求。

- 我国人口红利优势逐渐丧失，通过5G实现机器换人具有巨大市场价值。2014年全国劳动力成本是十年前的2.7倍，优衣库、耐克、富士康等世界知名企业纷纷选择在东南亚和印度开设新厂，中国大陆地区的机器人密度（每万名工人的机器人拥有量）为187，远低于全球前两名新加坡和韩国（分别为918和855），但中国增速领先全球，两年时间翻了一倍，通过5G结合自动化设备实现机器换人，能有效降低企业的人员成本，促进科技提质增量。

- 中国工业场景大量设备处于离线离网状态，5G网络实现新老设备数据联网正当时。根据两化融合服务联盟的数据，截止到2019年第二季度，调查的15万家工业企业在生产设备数字化率、关键工序数控化率分别为47%和49.2%，而工业企业智能制造就绪率仅为7.6%，这其中绝大多数为规模以上企业。随着5G的商用，有望成为工业互联网数据互通互联的底座，5G数据联网发展空间巨大。

- 5G促进企业数字化网联应用的蓬勃发展，市场空间极其可观。数字化、联网化率不足，也局限了工业软件普及率，使重点工业企业应用计算机辅助设计（CAD）、制造执行系统（MES）、产品生命周期管理系统（PLM）等工业软件配置率较低。2017年中国企业的94.4%的企业未能做好部署智能制造的准备，生产设备数字化率只有44.8%，而数字化设备联网率仅为39.0%。制造执行系统（MES）普及率只有18.1%，数据采集与监控系统（SCADA）只有4.7%。中国亟需大幅提升工业设备设施网络化水平，突破企业数字化发展瓶颈，大力推动以5G为支撑的工业互联网发展，在此之上构建的应用附属价值极其可观。

5G低延时、高带宽特点能够保证海量工业数据的实时回传，网络切片技术能够有效满足不同工业场景连接需求，赋能远程控制、机器视觉、AR/VR等多个场景。据德勤咨询估计，2020年至2035年，5G在制造行业支持的产出将达到20万亿以上，位居所有行业之首。

本次绽放杯参赛案例涌现了大量基于5G工业视觉的落地场景，体现出市场对机器视觉的迫切需求，未来将是在智慧工厂中率先落地的应用之一。一方面由于5G满足了多路超高清视频灵活接入的需求，另一方面也是由于国内机器视觉起步较晚，目前正作为智能工厂重点应用大力推进，处在行业迅速上升期。据Markets and Markets预计，到2020年全球市场规模将达到125亿美元；到2025年底，全球市场规模将超过192亿美元，机器视觉未来空间巨大。前瞻产业研究院2018年度企业调查结果显示，2018年中国机器视觉行业销售总额为83.9亿元，比上年同期增长21.6%；研发投入增长至11.7亿元，同

比增长32.8%。随着全球制造中心向中国转移，中国机器视觉市场正在继北美、欧洲和日本之后，成为国际机器视觉厂商的重要目标市场，5G+MEC作为承载工业视觉的新型技术，有助于中国机器视觉厂家的迅速崛起，甚至实现弯道超车。

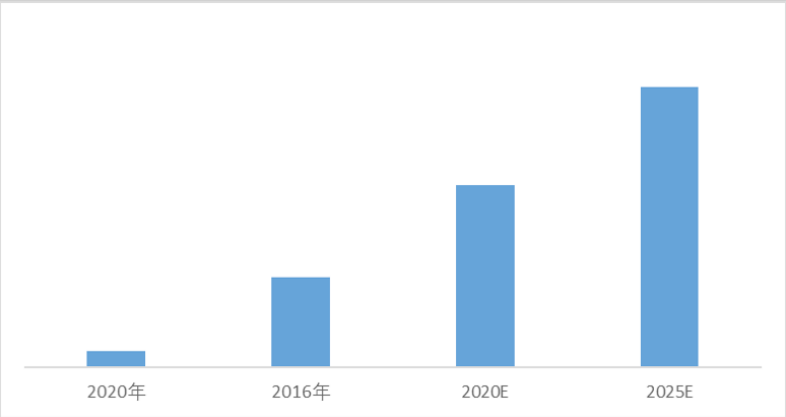


图3-1 2020-2025年全球机器视觉市场规模及预测（单位：亿美元）[1]

据前瞻产业研究院的预计，全球工业相机市场将在2020年达到7亿美元，2025年增长到12亿美元。按照平均工业相机单价1万美元估算，2025年工业相机规模能达到12万台。其中，按照中国占到全球工业相机市场的20%，其中5G网络渗透率50%估算，中国的5G工业相机需求可达1.2万台[2]。

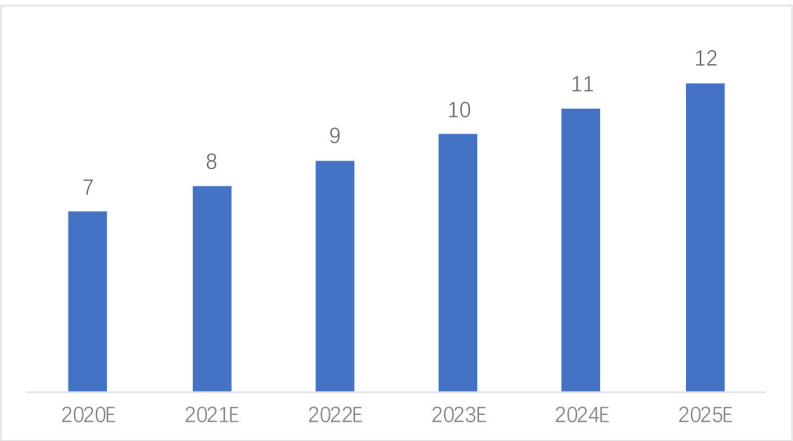


图3-2 2020-2025年全球工业相机市场规模及预测（单位：亿美元）

1.前瞻产业研究院《中国工业相机行业市场前瞻与投资规划分析报告》
2.风险提示：此内容仅供参考，不构成投资建议。

3．面临的挑战

随着5G在工业企业落地实践的不断深入，运营商、设备商、行业解决方案供应商正加速磨合，深入理解工业企业的痛点和需求，不断挖掘、摸索产生相应的解决方案，推动工业5G信息化升级，促进5G网络、终端、应用、商业走向成熟。与此同时，但也存在这一些非常实际的困难，具体包括以下几个方面：

- 产业融合难。在工业领域，自身的迭代和演进已经推进了几十年，对于产业自身的痛点，已经形成了一个较为封闭和自洽的生态。如何通过5G网络突破工业体系内的自适应，从性能的提升转化为效益的提升，为工业企业带来真实的价值，实现商业闭环和技术变现，道阻且长。

- 5G技术及产品有待发展和完善。对于工业比较关键的5G uRLLC标准于2020年7月刚刚冻结，产品实现相对于标准还有一定滞后。目前企业网络覆盖主要沿袭2C覆盖的逻辑，但工厂场景大多是确定性的场景，在固定区域下固定终端应用作业，需要保障相对稳定且定制化的网络带宽需求。与2C领域终端用户共享带宽，随机竞争接入的原则不同，工业2B则要确定根据不同终端场景定制差异化网络，分配最优带宽和服务，确保关键业务的连续性和稳定性。网络切片、确定性时延、网络设备主备冗余等行业客户期望的5G功能尚不能完全到位，有待进一步技术发展。

- 产业链的整体配合道阻且长。5G终端模组的行业化改造适配存在磨合问题，例如在某装备制造企业的AGV 5G改造项目中，需要将模组的通信控制单元放置在AGV的主体内，由于主体为金属打造，具有非常强的电磁屏蔽效果，需要将5G天线外置、可调，且移动过程中状态不会碰撞变形；传统的工业路由使用的棒状天线不能满足需求，而目前市场上，能用的终端天线设备屈指可数。5G工业终端和需求的适配是一个漫长而艰难的过程。

3.2 智慧矿山

1 5G典型场景及价值

2020年3月，由国家发展改革委、能源局、应急部、煤监局、工信部、财政部、科技部、教育部8部委联合印发了《关于加快煤矿智能化发展的指导意见》。《指导意见》要求到2021年，建成多种类型、不同模式的智能化示范煤矿；到2025年，大型煤矿和灾害严重煤矿基本实现智能化；到 2035年，各类煤矿基本实现智能化，建成智能感知、智能决策、自动执行的煤矿智能化体系。5G网络的上行大带宽，低时延特性，在煤矿行业应用可以实现快速上传安全生产数据和环境视频，高清音视频通话，设备远程智能控制等多种应用，进一步降低了煤矿企业综合维护成本，极大提高综采效率，让无人

化、少人化的井下开采成为可能。近年来，煤矿行业加速推进信息化、智能化建设，这个曾经被贴上“傻大黑粗”标签的行业，已经建成了100多个智能化采煤工作面，实现了地面一键启动、井下有人巡视，我国煤矿企业处于从劳动密集型向人才、技术密集型转变的阶段。

传统井下网络重复投资，维护成本高。井下有6大作业系统，分别是采煤系统、掘进系统、通风系统、运输系统、排水系统、机电系统；普遍的情况是每套系统都有独立的光纤通信，造成重复投资。由于井下环境，粉尘和震动造成光衰严重，影响通信质量，维护成本高；现有网络无法满足移动场景的需求。作为煤矿最重要的作业面、综采面，始终在不断掘进中，光纤有线的连接方式不能很好地适配。5G替代光纤解决了井下最后500米连接的问题，合并了6大独立的作业系统，帮助煤矿实现“井下一张网”，同时可以满足作业面、综采面等移动场景，并采用防爆处理，满足井下安全作业需求。满足露天矿山对无人化的需求。传统露天矿山作业环境恶劣，依托5G通信技术“低时延、高带宽”的优点，利用5G+北斗高精度定位、智能作业、双向自动驾驶运输、中央控制算法，实现矿山设备集群的远程遥控、智能自动化作业与协同作业实现露天矿产区铲、装、运的全程无人操作。

5G可以为煤矿向智能化发展提供更有效、更便捷的方案。5G使能透明矿井，井下运作全面可视化。井下巷道纵横交错，长达30余公里，地面无法获知井下众多人员和设备的位置、状态，对煤矿的安全管理带来巨大挑战。5G提供地下实时定位服务（未来R16版本可定位到米级，R17可到亚米级），连网人员、设备可以实时上报位置，生成井下三维地图，人员、设备位置状态一目了然。井下5G网络采用下行上行1：3配比，同比5G公网上行提升超过3倍，实测上行达到1Gbps以上，在240米井下可同时满足30多路4K监控画面的传输（Wi-Fi干扰大无法工作），做到井下综采面作业可视可管。同时在井下危险地方通过高清视频实时监控，出现任何情况都可以第一时间发现和及时响应。5G使能智能矿井，实现生产效率大幅提升。综采面分布了2000多个传感器和操作装置，组成安全、作业、管理系统，系统间相互独立，需要人工协调，5G大连接的特性，把这些系统连接起来，实现感知、监控、告警、操作等数据的互通和联动，比如安全系统与作业系统耦合，根据井下瓦斯的分布和浓度，自动调节采煤机的采煤速度。5G使能无人矿井，井下安全获得有效保障。为了识别设备潜在风险，保证安全生产，综采面每天停工6小时，进行例行的设备检修，例行检修不仅造成煤炭产量减少，而且检修人员聚集井下带来安全隐患，5G低时延的特性，可以保证综采面实现一边作业一边实时上报工况，使得设备状态可以被技术人员实时掌握，停机检修的时长和下井检修的人员均大幅减少，未来综采面可以基于5G实现远程操作，现场的工作人员也将大幅减少，井下围绕综采面工作的人员可以由原先的140人减少到60人。

5G应用于智慧矿山领域可以很好的解决行业痛点，创造价值，可复制推广性强。各地矿山场景对无人化的需求迫切，对远程控制的需求相似，解决方案具有较强的可复制性，社会经济效益前景巨大。第三届“绽放杯”大赛获奖项目中，焦煤集团5G无人矿山项目在露天矿山开展运输车无人驾驶、器械远程无人操作等应用，人员减少50%，人员伤亡降低为0，直接受益4800万/年，解决事故率高、招工难、运输效率低等行业痛点。山西省煤炭资源丰富，阳泉煤矿集团旗下的新元煤矿，率先开始5G智慧采矿试点，目前已经实现远程控制、视频监控、巡检机器人，未来可实现的应用包括传感器数据采集、定位等。在现有的自动化采矿基础上，利用5G上行大带宽能力，把井下实时画面传输到地面控制室，采用AI对视频进行分析，识别采矿时的岩石并躲避、监控皮带运输巷道的煤块掉落、以及井下的人员作业规范与安全、图像的AI识别，各系统协调管理，效率提升30%+。利用5G的低时延，实现地面对井下设备远程操控，极大的改善了矿工的工作环境，减少人员伤亡风险。



图3-3 5G智慧煤矿应用示意图

2 未来的发展空间

未来5年，国家要求2025年基本实现矿井智能化，使用开采的新技术、新工艺、新装备，实现矿井的安全、绿色、智能开采。5G智慧煤矿大有可为，目前全国煤矿数量达5300座，仅山西省年产200万吨

以上煤矿达568座，占全国比例10.7%，根据单个5G煤矿项目投资平均水平估算，山西在5G煤矿上的投入有望超50亿元。我国除山西矿区以外，还有平顶山矿区、六盘水矿区等，预计全国5G智慧煤矿的投资将超过466亿元[3]。

3　面临的挑战

随着5G技术在智慧煤矿应用的不断深入，5G智慧煤矿有望迎来新一轮的发展机遇，同时也面临着如下挑战：

- 煤炭行业对井下设备的本安防爆要求，对5G基站、终端设备的发射功率提出挑战，目前规范要求井下基站设备发射功率小于6W，导致基站覆盖范围小。要求终端设备总功耗小于20W，分解到5G模组，要求功耗小于5~10W，当前在上行大带宽满负荷发送的情况下，模组持续工作可能会导致功耗高。

- 煤矿安全生产要求核心网故障时，业务不中断，目前5G核心网的方案，还需要进一步探索如何保证生产不间断及安全等问题。

- 井下煤矿的采煤机、支架等控制系统，大部分采用的是CAN总线，尚未演进到EHT技术，可靠性要求99.999%。5G当前还尚无法满足控制系统的通信可靠性要求，需要进一步探索提升5G技术能力。

3.3　智慧港口

1　5G典型场景及价值

我国港口吞吐量稳居世界前列，通过5G实现港口自动化改造成为了当前的热点。在全球十大自动化码头中，中国占据了4个，中国振华重工集团生产的岸桥、轨道吊等重型设备在集装箱码头全球市场份额居于首位。与此同时，港口的多个业务场景对于网络的需求，与5G本身的特性是非常匹配的。5G具有低延时、高可靠和大带宽的技术特点，而港口的远程操控、高清视频辅助控制以及复杂环境监控等场景正是具有以上需求。考虑到港口的众多场景（以传统人工码头为主）并不具备有线网络部署能力，5G与港口应用的结合变得非常必要。通过5G网络承载工业控制、高清视频传输、环境监控和离散信息采集，并且攻克协议适配、流量整形和可靠性保障等难题，即可逐步实现自动化码头的无线化改造以及传统人工码头的半自动化改造。因此，港口将很可能成为未来首批5G商业应用的地方。

一个典型的港口可分成六大业务场景，分别为船只进出港（货船将集装箱运至港口）、岸桥装卸货（完成集装箱装卸货并搬运至水平运输区）、水平运输（完成岸桥区到堆场区的搬运）、堆场管理

3.风险提示：此内容仅供参考，不构成投资建议。

优化（完成集装箱堆码）、集卡出入港（完成集装箱出入港运输）和陆港联运（港口与其他运输体系的联动）。船只进出港场景涉及近海通信、船货同步以及船只定位等；岸桥吊装卸货目前是有线光纤网络以及人工操作，通过5G可以实现对岸桥掉起吊装置的远程控制，这其中包含涉及了起吊设备数据采集、高清视频的回传、定位防碰撞、现场人员通信以及人工智能识别分析等细分的场景；水平运输场景涉及港区内车辆的自动驾驶调度，大视频回传、定位防碰撞等；堆场管理优化负责堆场区集装箱的无人堆码，需要对设备远程控制，同时也涉及AI视觉的应用以及高清大视频的传输；集卡出入港负责对集卡车辆的无人驾驶监控调度、定位防撞、视频传输等。

5G网络的性能能够满足PLC控制信号的超低时延要求以及高清视频回传的带宽要求，通过用5G无线网络的远程控制替代传统有线控制，实现作业现场的无人化操作，提升了操作灵活性和可靠性，人工成本大幅降低，改善了工人的作业环境，港口作业效率显著提高。在岸桥区和堆场区，通过5G方案，相比人工码头，目前单台设备可节省75%的人力，预计未来整个港区的人力会因此大幅降低，同时，生产效率整体提高约50%。在水平运输区，5G+MEC的应用将使自动驾驶车辆的响应时间缩短至50ms以下，运输效率提升30%以上，且充分保障人车安全。厘米级的定位精度将推动船只进出港等场景的创新应用，也将极大提高港区各类场景的业务质量。

5G在智慧港口中的应用已经在全国主要港口获得推广。青岛港新前湾自动化码头2019年1月完成了基于5G连接的自动岸桥吊车的控制操作，成功实现了通过无线网络抓取和运输集装箱。第三届“绽放杯”大赛获奖项目中，深圳妈湾港结合5G SA网络以及港口的生产场景，研发了岸桥吊5G远程控制、5G无人机、5G无人集卡、5G智能理货、5G智能安防等5G移动应用，结合移动2.6G+4.9G的频谱优势，采用5G网络端到端切片技术来为港口的应用保驾护航，无线采用RB资源预留结合5QI优先级调度实现业务的硬软隔离，承载网使用FlexE硬隔离提供专用通道给港口，同时MEC+UPF下沉，保障低时延的同时也做到了数据不出港口，确保港口的生产安全。深圳妈湾港5G智慧港口项目部署桥吊设备远程控制、港区无人驾驶等应用，提升配载效率15−20倍，减少现场作业人员80%，减少安全隐患50%，降本提效，增强安全保障。

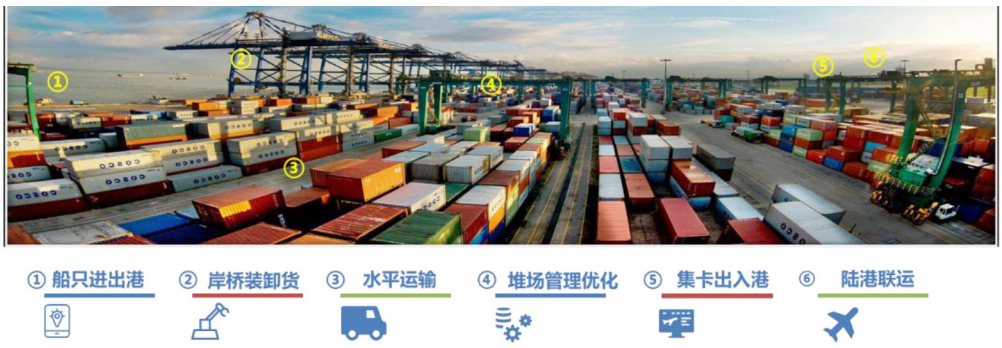


图3-4 5G智慧港口六大业务场景

2 未来的发展空间

智慧港口的发展是当前的战略方向，2019年11月交通运输部联合9大部委印发了《关于建设世界一流港口的指导意见》，提出加快智慧港口建设。抢抓新一轮科技革命和产业变革的历史机遇，推动港口发展更加注重向创新驱动转变，建设智能化港口系统、加快智慧物流。总的来说，智慧港口的演进方向主要有以下三点：

- 港口/码头向自动化发展是未来的主方向。目前港口码头可大致区分为传统人工码头和自动化码头两种。人工码头整体比例较大，自动化程度低，人工成本很高，急需借助远程控制技术等实现无人化，进而大幅降低人工成本；自动化码头的信息化程度较高，主要业务以借助有线网络实现远程控制等功能，但仍有大量场景（受自身移动条件所限）无法实现有线连接，急需大带宽、低时延的无线化改造。

- 5G智慧港口可行性得到验证，可较早实现规模化推广。港口物理空间相对独立，应用5G打造智慧港口具有巨大的实践意义。从绽放杯5G智慧港口项目可以看到，吊机远控场景切实解决港口吊机司机工作条件艰苦安全风险大的痛点；智能理货针对港口出入货物量大且繁杂，货物精细管理压力巨大构建；智能安防和无人机巡检则切实解决了港口安防压力大，人力巡检工作量巨大且工作环境恶劣的痛点。随着2020年5G商用化的推进，在现有合作成果的基础上，进一步丰富业务验证场景，扩大试点规模，全面验证各类典型应用的5G承载能力，打造5G垂直行业应用标杆。同时随着各应用场景的成熟技术和商业模式的固定化，5G智慧港口解决方案可以复制到国内外各港口，带动整个行业技术的换代升级，同时带来巨大的商业利益。

（3）我国港口正以省级集团整合资源，经营主体是码头。近年来，我国港口吞吐量增速放缓，货物吞吐结构以沿海港口为主。2000 年之后伴随着中国外贸的繁荣，国内港口货物吞吐量也持续快速增长，经过多年的投资建设，港口逐步出现产能过剩。2014年开始中国港口货物吞吐量增速明显放缓，区域港口之间竞争的矛盾愈加突出，因此，大规模的港口整合也就应运而生。

根据相关的调查研究，当前，在港口运营的总成本中，人工成本占比约为33%，而通过自动化改造，可以节约70%的人工成本，即总体来看，自动化改造带来的成本节约至少为现有整体成本的10%。

以我国某典型港口为基础进行估算，其规模约占全国港口的10%。2019年，由公开营收额及净利润等数据推算出的总体运营成本为83亿元左右，估算其自动化改造价值空间为8.3亿元，因此，全国港口总价值空间为83亿元/年。鉴于5G成熟度逐年提高，商用规模逐渐扩大，因此预估2021年−2025年，5G自动化改造渗透率分别为10%、30%、45%、60%和75%，由此得出，2021−2025年的5G港口市场空间分别为8.3亿元、24.9亿元、37.35亿元、49.8亿元和62.25亿元[4]。

需要说明的是，5G的商业进程需要借助国家政策的推动以及产业各方的配合，因此，5G渗透率具备一定的不确定性，各方可按照自己的判断，得出相应的预测结论。

3　面临的挑战

虽然经过试验验证，5G网络可以满足智慧港口的业务要求，但是由试验到商用的转换中也面临几方面的主要困难：

- 5G 2B商业模式并不清晰。具体包括建设模式、资产归属、运营资费以及产业链上下合作机制等方面。由于现阶段我们没有可借鉴的国内外成熟的商业模式，因此这个过程的确立并不容易。
- 5G网络端到端稳定性需要进一步提升。现阶段，5G网络还不能完全支持某些场景的商用要求，特别是在稳定性这方面，还需要从设备层面进行进一步的增强。
- 外部环境变化带来不确定性。当前疫情对海外影响很大，直接影响对外贸易相关产业，港口运营因此将面对更大的不确定性。需要进一步稳定局面和坚定信心，需由运营方主导，并推动港口的5G建设以及一系列自动化升级。

3.4　智慧医疗

1　5G典型场景及价值

5G 网络的超高速率、超低时延、万物互联以及对移动环境的高适应性等特点，能够应对智慧医

4.风险提示：此内容仅供参考，不构成投资建议。

疗应用过程中的海量数据实时传输、远程操控准确响应等挑战，可有效保障远程医疗、远程手术、应急救援、智慧医院、可穿戴设备、医疗机器人等智慧医疗应用的稳定性、可靠性和安全性，让远程医疗、移动医疗等医疗服务能力得以彰显，促进医疗资源的线上流动，打破医患地域时空限制，大幅提升医疗效率，推动医疗行业向无线化、远程化、智能化发展。

5G开始应用于智慧医疗服务、应急救护、公共卫生、健康养老等领域，多数应用处于技术试验阶段。在智慧医疗服务领域，5G赋能现有远程实时会诊、远程重症监护、移动医护等应用场景，极大提升现有医疗服务能力和管理效率， 5G技术与医疗服务创新融合能够催生出远程超声检查、远程手术等新型应用场景。在应急救护领域，5G在急救人员、救护车、应急指挥中心、医院之间构建应急救援网络，将大量生命信息数据实时回传到后台指挥中心，帮助院内医生做出正确指导并提前制定抢救方案。在公共卫生领域，5G结合物联网、人工智能等技术，支撑各地传染病数据的快速上报和智能监测，开展疾病危险因素监测和疫苗管理服务，实现食品安全、饮用水卫生安全、学校卫生服务等数据及时上报和实时处理。在健康养老领域，5G结合便携式健康监测设备、智能养老监护设备、家庭服务机器人等产品，支撑慢性病管理、居家健康养老、个性化健康管理、在线健康咨询、生活照护等服务模式。第三届“绽放杯”获奖项目中，深圳福田区《基于“5G+MEC+切片”技术的统一的福田区5G智慧医疗专网》，通过5G云网融合整体方案，为福田医联体医疗业务体系提供5G通信保障、边缘云、本地业务分流服务，并选定中山大学附属第八医院作为5G示范应用试点，研发和集成一批5G医疗终端，打造5G移动查房、5G移动护理、5G移动会诊/MDT会诊、5G远程移动视频查房、5G智慧急救等示范应用，融合5G切片、边缘计算等先进技术，满足医疗行业客户在业务随需部署、高速连接、弹性计算、数据安全等需求的专用网络，为福田医联体业务提供5G通信保障、边缘云、本地业务识别和分流服务。

5G远程医疗已在此次防治新冠肺炎的实践中充分证明价值，基层医疗机构需求巨大。新冠肺炎疫情期间，5G远程医疗打破时间、空间的限制，为疫情重灾区提供优质医疗资源，缓解当地诊疗压力，有力的支撑了我国疫情防控工作。我国优质医疗资源较为集中，基层医疗机构仍存在专业人员缺乏、检查设备不足等问题，基层医院希望得到上级医院的支持和指导，5G远程医疗则架起了基层医院和上级医院间的桥梁。四川大学华西医院成功应用华西（5G）智慧医联公卫应急协同平台，以满足在公共卫生事件发生期间提高事件处置效率、提升预警管理能力、减轻群众心里压力、降低不良影响发生几率等。整个方案以“一个5G医疗虚拟专网+一个智慧医联公卫应急协同平台”为“硬件”和“软件”的建设核心，由医疗业务应用、医疗业务中台、基础服务、基础设施服务等共同组成，覆盖了公

共卫生事件中常见的十余种应急救治、手术、医疗服务等场景，包括疫情预警、院前急救、远程实时会诊、远程手术、无线监护、移动查房、无人机/车消毒等5G应用。目前，该平台已服务病人800余例次，通过远程会诊、远程CT等应用提高了医疗诊断效率，阻隔了新冠病毒二次传染，有效保障医护人员健康。消毒无人机/车等5G应用，有效降低了医院、大型超市等人群聚集点的消毒工作人力需求，比以往人工消毒的效率提高了10倍，节省50%以上的人力成本，还降低了洗消人员的感染概率。该方案的实施落地，为应对重大公共卫生突发事件等提供了重要支撑，促进了全川医疗卫生信息资源的汇聚整合和医疗卫生服务的协同联动，辐射西南地区提高了公共卫生应急事件发生时的救治质效。

2　未来发展空间

互联网和数字技术的快速发展，正深刻改变着传统诊疗模式，远程医疗日益得到广泛应用。特别是在2020年新冠疫情期间，5G远程医疗为战“疫”发挥出积极作用，更是让人们意识到远程医疗的优越性，成为5G 技术进入医疗行业应用的重要转折点。“新基建”的加快实施，为5G远程医疗按下了快进键，5G远程医疗也迎来了前所未有的发展契机和市场空间。本次绽放杯大赛也涌现了大量5G远程医疗、5G医疗虚拟专网的落地场景，体现出医疗市场实际需求巨大。

据前瞻产业研究院预计，我国远程医疗行业在2025年的市场规模将突破800亿元。

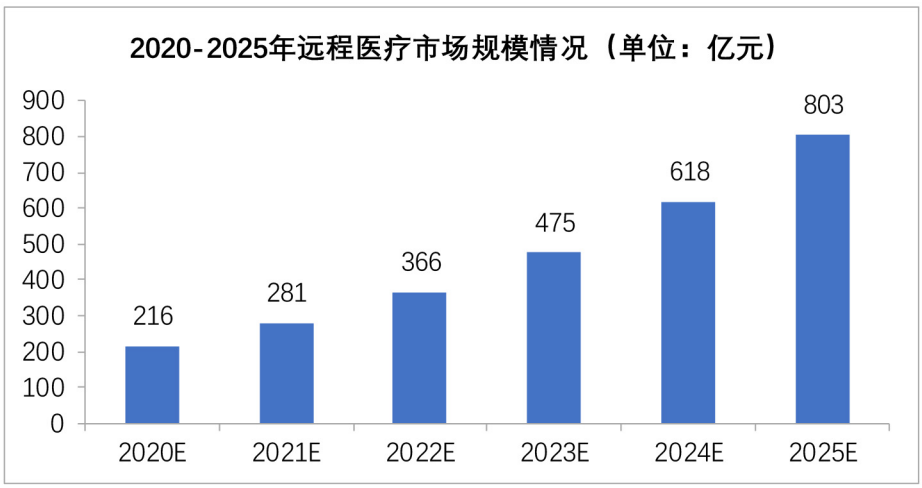


图3-5 2020-2025年远程医疗市场规模情况预测

根据国家卫生健康委发布的《2019年我国卫生健康事业发展统计公报》，截止2019年底，三级医院达到2749个，二级医院9687个，二级及以上公立医院中，59.1%开展了远程医疗服务。假设利用5G

医疗虚拟专网及其信息化服务的三级医院2020年−2025年渗透率为1%、5%、10%、15%、20%、30%，二级医院的2020年−2025年渗透率为1%、3%、5%、10%、15%、20%。到2025年，5G医疗虚拟专网及信息化服务的规模将达到2762个。假设三级医院的网络建设费用约为400万~600万元，二级医院在100~300万元。综合预测，我国5G医疗行业虚拟专网在2025年的市场规模将突破35亿元[5]。

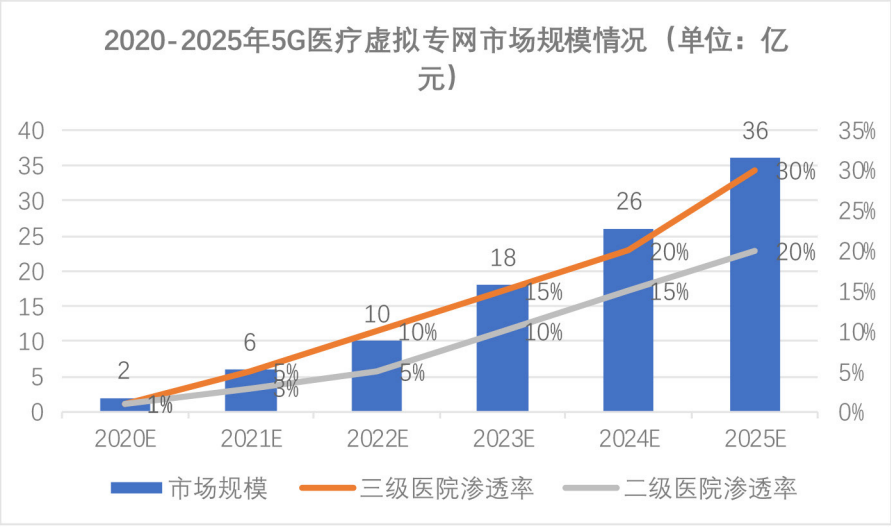


图3-6 2020-2025年5G医疗虚拟专网市场规模情况预测

3 面临的挑战

- 5G智慧医疗规范标准与法规不够完善。缺乏统一的5G医疗行业融合标准与评测体系，推广落地过程中存在可靠性、稳定性、安全性等隐患。另外，传统医疗场景加入5G技术后，参与者和风险点增加，使得医疗责任认定问题变得复杂，需从法律法规上予以明确。

- 产业链发展有待成熟。目前5G医疗应用处于探索推广阶段，但5G模组、终端设备等相关产业链发展较缓慢，大多数5G应用示范场景还采用通用5G CPE部署，无法满足应用快速落地实施需求，规模化推广受限。

- 商业模式尚不清晰。5G时代运营商角色不断演变，除了提供5G基础设施和连接服务外，还将提供5G赋能智慧医疗的行业解决方案等服务。另一方面，行业用户对相关产业的成本投入与市场回报

5.风险提示：此内容仅供参考，不构成投资建议。

并不清晰，对5G买单意愿、采购形式等并不明确。目前大部分项目都是以试点或DICT项目制为主，暂未形成清晰的、一体化的商业模式，无法形成商业闭环。

（4）政策扶持力度有待提升。5G与互联网医疗、远程医疗结合紧密，国家对此的政策引导和支持力度对5G医疗行业应用市场有较大影响。目前缺乏明确的政策支持、收费标准等，一定程度上阻碍了应用的落地实施和推广。

3.5 智慧电网

1 5G典型场景及价值

当今世界，新一代信息化和数字化技术加速兴起，能源行业正面临深刻变革。电力行业是智慧能源的基本保障，是推动我国经济社会协调、可持续发展进程的重要物质基础。无线网络一直以来都是电力通信网络的主要形式，用于弥补光纤通讯覆盖面不足、价格高昂的劣势。如今5G时代已经来临，增强移动带宽、大规模机器通信、超高可靠低延时通信为电网业务形态带来了更多可能性。

当前电力系统包括发电、输电、变电、配电、用电五大环节。对于发电、输电、变电这三大环节，5G技术主要以移动巡检、视频监控、环境监测等新型业务方式增强电力系统管理能力。在配电环节，5G技术将有效推动配电自动化、柔性化转型。一方面，通过提升配电设备数字化、网络化、智能化水平，实现配电网设备可管可控，并提升控制的精细化水平；另一方面，通过5G实现分布式能源泛在接入和智能化管理，保障配网稳定。在用电环节，5G助力用电端向服务化、智能化方向发展，例如通过支持阶梯电价、实时电价等业务实现精准预测用电需求，并提升供需协同。

目前5G技术在能源电力领域已展开广泛探索。以江苏省连云港市的徐圩新区增量配电网5G智慧电网项目为例，该项目利用5G网络切片和能力开放两大属性，实现配网差动保护、配电自动化三遥、配网PMU、电网应急通信、智能化巡检等应用，同时为徐圩增量配电网规划了电力行业核心能力服务平台，包括卡、连接、终端、切片管理、统计分析、系统管理、高级应用等关键能力，助力电网用户实时掌控通信网络质量、降低网络运营费用，提升企业竞争力，加快徐圩新区增量配电网信息化、智能化和自动化发展进程。配网差动保护应用利用 5G低时延及高精度网络授时特性，实现配电网故障的精确定位和隔离，并快速切换备用线路，停电时间由小时级缩短至秒级。配网自动化三遥基于5G网络切片及多接入边缘计算MEC等技术的发展和完善，为电网用户体验、业务高可靠的安全隔离提供服务能力，实现5G电力虚拟专网运营。

其中，电力行业的智能化巡检利用5G高速率、低时延、海量连接、快速移动特性，满足巡检终端

遥控及数据采集需求，实现巡检高清视频实时回传及远程控制作业，已经开始进入落地推广阶段。同时结合无人机和机器人应用，扩大巡检范围，提升巡检效率。杭州已完成“泛滨江”智慧电缆示范区的建设，已实现区域内126公里29条电缆线路的5G智能巡检100%覆盖，形成了杭州电缆智慧巡检的点-线-面全区域覆盖示范模式。智能示范区的建设也带来了巨大红利。在管理效益方面，隧道巡检周期由1周缩短为全天候实时监测，隧道内人员巡视率下降85%，人均可运维线路长度增长70%；评价决策更加精准，报表自动生成率提高至100%；应急响应速度提升80%。经济效益方面，自部署投运以来，通过以机替人，已节约运检费用589万元，通过有效排除缺陷，年均故障率下降73%，减少损失约3758万元。

5G在电力领域的应用仍处于探索初期，其应用呈现从采集监控类业务向实时控制类业务梯次发展的局面。基于大带宽特性的5G移动巡检业务相对成熟，未来无人机巡检、机器人巡检等新型运维业务将支撑能源领域监控、作业、安防向智能化、可视化、高清化升级。具备较高安全性和可靠性要求的控制类业务现处于探索阶段，未来随着网络安全架构、终端模组等问题的逐渐成熟，控制类业务将会进入高速发展期。设备信息采集等大连接类应用后期会随着相关标准的完善而得到进一步发展。

2　未来的发展空间

电力通信网经过多年建设，35kV以上的骨干通信网已具备完善的全光骨干网络和可靠高效数据网络，光纤资源已实现35kV及以上厂站、自有物业办公场所/营业所全覆盖。但是在配电通信网侧，由于点多面广，海量设备需实时监测或控制，信息双向交互频繁，且现有光纤覆盖建设成本高、运维难度大，公网承载能力有限，难以有效支撑配电网各类终端可观可测可控。随着大规模配电网自动化、高级计量、分布式能源接入、用户双向互动等业务快速发展，各类电网设备、电力终端、用电客户的通信需求爆发式增长，迫切需要构建安全可信、接入灵活、双向实时互动的配电通信接入网，并采用先进、可靠、稳定、高效的5G新兴通信技术及系统予以支撑。

- 电力隧道覆盖处于盲区，5G电力隧道巡检增长空间大。以杭州市开展的电力巡检类应用为例，具有超200公里的综合管廊及水务、燃气管廊，5G机器人巡检市场空间达4亿元人民币。展望全国，全国超5000公里的综合管廊、上改下隧道，5G机器人巡检市场空间达百亿元人民币。

- 4G无法满足输电线路巡检，5G无人机电力自主巡检空间巨大。以无人机为载体，5G模块天然集成，通过智能巡检控制指挥平台实现无人机全自动、智能化输电线路超视距巡检的作业能力，可24小时不间断作业，自动更换吊舱。近五年国网总投资预计14000亿元，智能化投资占比 12.5%。智能电力巡检市场规模超大，5G+无人机电力巡检项目模式可快速复制于其他电缆覆盖区域，直接受益。有效提升电力系统5G智慧化水平。

（3）变电站光纤覆盖不具备移动性，5G变电站巡检机器人成熟空间大。每一个变电站至少需要配置1台5G巡检机器人，初步统计国内变电站具有约30000座，目前采用4G/Wi-Fi机器人覆盖率达50%，增量空间巨大。

根据兴业证券预测，国内5G电力巡检机器人市场空间约为330亿元，其中配电站巡检机器人市场空间为180亿元，变电站巡检机器人市场空间为60亿元，无人机市场空间为86亿元，隧道巡检机器人市场空间为5亿元[6]。

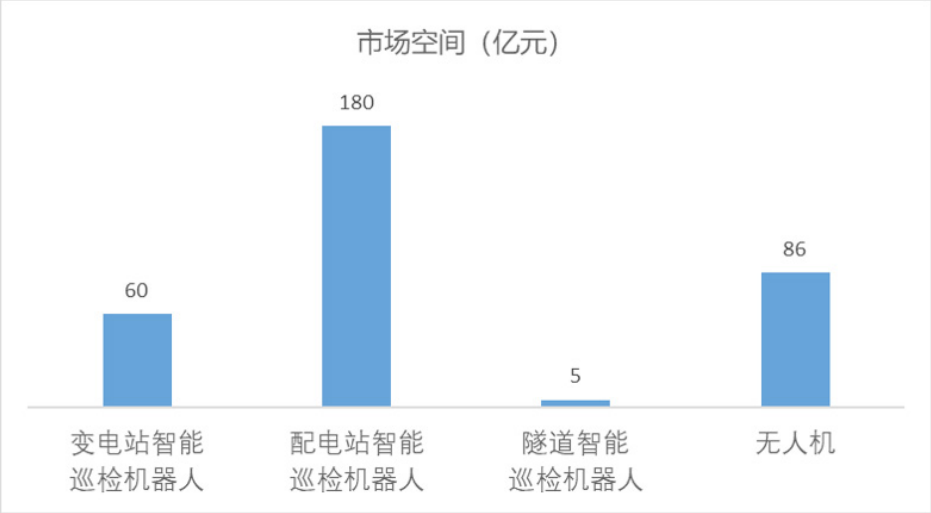


图3-7 5G智慧电网巡检市场空间[7]

3 面临的挑战

- 5G电力专用多形态通信模块欠缺

目前在5G电网行业应用上大多是CPE、5G模组等通用型5G终端产品，无法满足5G电力物联网接入差异化需求，亟需开发适配电力二次终端硬件接口、协议规约、尺寸大小的5G安全可信接入通信模块，提升5G网络端侧产品的价值。

- 5G电力网络端到端安全方案有待完善

电力行业对无线通信安全要求等级高，尤其是接入生产类电力业务。在物理安全、平台安全、云化安全、网络安全、数据安全、业务安全、行业终端安全等方面需要开展长时间大规模的测试验证，

6.风险提示：此内容仅供参考，不构成投资建议。
7.来自于兴业证券报告《5G赋能，泛在蝶变》。

全方位防护运营商和行业用户业务和数据的安全。同时，走出理论设计和实验室测试，在运行电力线路上开展5G端到端安全测试尤为必要，以推动5G智能电网大规模应用推广。

3.6 智慧交通

1 5G典型场景及价值

5G作为端—管—云之间的衔接桥梁，实现车、路、云实时信息交互，助力构建车路云协同的新型交通体系。在新型交通体系中，路端实现基础设施的全面信息化，构建全方位数字化镜像映射交通系统；车端实现交通工具智能化，建立智能驾驶系统、智能物流系统；云端实现智能交通的一体化管控，包括大数据的收集、共享、分析，以及全局交通动态的智能管控等。

按照5G智慧交通应用区域的开放程度可以分为 封闭场景，半封闭场景、和公开场景。按照5G赋能智慧交通的业务类别来划分，包括交通安全类、交通效率类、信息娱乐类及自动驾驶类等，而自动驾驶将是未来智慧交通的最高等级目标。目前 5G智慧交通率先在园区、工厂、景区等封闭或半封闭场景落地，公共开放场景的智慧交通已在示范区域进行了探索性验证。

在旅游景区的封闭场景中，海南呀诺达雨林文化旅游区针对园区固定线路固定站点的接驳需求，建设了5G+无人驾驶车体验项目，并在2020年5月正式投入运营。目前园区内5G智能网联运行支撑平台提供可视安全、可管可控的一定区域内智能驾驶、人车路协同、智慧交通的运营支撑，场景包括但不限于车辆的运营监管、实时监控、V2X管理、远程辅助驾驶、编队行驶、AVP自主泊车、无人接驳、无人车治安巡逻、车内VR/AR体验、广告等多样业务的支撑。基于5G/V2X技术在景区内的应用落地，较大的提升了园区内循环效率，节省了大量人力物力，并且激活园区无人驾驶商业应用多样化，提升多种增值服务收益，为5G项目合作运营提供了成功的实践模式。截止9月30日，无人接驳车在景区持续运营接近5个月，累计接待游客26882人次，人均票价10元，累计产生收益268800元。



图3-8 呀诺达景区5G+无人驾驶接驳车

在机场的半封闭场景中，深圳宝安国际机场借助5G 技术，基于当前深圳机场的业务需求，围绕“大安全”、“大运控”、“大服务”三大业务流，打造了5G智慧交通枢纽项目。该项目包括“封闭”和“开放”区域。在“封闭”园区内（如飞行区、物流作业区等），实现了5G智慧助航灯、机坪车辆辅助驾驶、5G巡逻车等应用；在“开放”园区内（如航站楼、公共交通接驳区等），实现5G摆渡车、5G代步机器人等应用。机场5G网络建设，可有效补充“封闭”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。“公共”区域内5G网络能进一步为公共用户提供“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。5G网络、人工智能、大数据、物联网等新技术具有强大的赋能作用，与民航生产的深度融合，促进民航业向高质量转型，从而构建一个全感知、全联接、全场景、全智能的数字化民航，进而优化再造物理世界的业务，对传统管理模式、业务模式、商用模式进行创新和重塑，最终达到业务成功

在公开开放场景中，江苏无锡车联网5G V2X城市级示范项目取得良好成效，为后续车联网在全省、全国大规模推广提供了有益的经验，为车联网产业的发展奠定了坚实的基础。该项目针对现阶段车联网应用开发和业务推广的需求，依托江苏（无锡）车联网先导区建设，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，构建涵盖公安赋能、V2X基础能力、多元出行服务等三者有机结合的综合服务平台。项目建成后通过信息共享、数据交互，实现车路协同应用场景100个以上，并在核心应用区进行基于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；依托国家智能交通综合测试基地等检测机构，为企业开展5G&C−V2X通信、边缘计算、车联网安全、车路协同应用场景验证等测试服务等 。

2 未来的发展空间

目前5G在交通运输的应用处于探索期，5G首先在低速封闭道路环境中开展应用，尤其是亟需无人化的应用场景最有可能率先实现商用。对于开放道路场景，5G主要用于预警类应用以及效率提升类的应用。目前实现车路协同基本V2X应用是基于LTE−V2X技术，未来车路协同增强V2X应用需要基于5G−V2X实现。随着支持自动驾驶的法律法规逐步完善，路侧设施功能、性能安全逐步满足控制车辆的需求，以及安全责任划分逐步明晰，5G会向着支撑协同控制类的应用发展。

- 相比开放道路，园区场景更容易控制成本并具备可实施性。在园区场景中，车辆、行人较少，园区一般具备一定的道路规划，从而减少自动驾驶对激光雷达等感知设备的依赖程度，使得自动驾驶整体方案的成本得以下降。而且，在园区场景中，车辆的行驶速度较低，因此得以降低自动驾驶汽车决策执行时的压力，降低自动驾驶对计算资源的需求。此外，园区场景具有地理约束性，遇到异常情

况的范围相对可控，“边角案例”相对较少，减少自动驾驶技术复杂算法的研发难度。

- 智能化、无人化是园区未来的发展趋势。传统区域物流一直存在运行效率低、人工成本高的问题，如果能够安排相应的自动驾驶物流车去完成运输任务，整个过程没有安全员，也没有司机，只需远程实时监督，根据《自动驾驶应用场景与商业化路径研究报告2020》数据指出，在香港国际机场实现的无人物流车，可实现综合运营成本减少56%以上，其中减少人工成本最高可达95%。不仅机场，此解决方案也同样适用于多种封闭园区内的现代工业环境，据统计，无人驾驶物流线路保障统一的、精确的生产节拍，大大提高物流运输效率，还能够优化超过车辆1.5倍的人员，大大降低人工的成本，降低厂区内交通安全隐患。

- 园区场景成本回收期短，利于加速商业落地。根据《自动驾驶应用场景与商业化路径系列研究报告》，国内园区无人驾驶市场空间广阔，我国有200多个机场、2000多座矿山、有众多旅游景区、工业园区等等。根据相关公司估算，对比车辆的购置成本、自动驾驶改装成本与人力成本，在机场、矿山、港口三种场景下都可以在商业运营3年左右实现经济收益。

3 面临的挑战

虽然我国5G智慧交通应用已经取得一系列进展，但在资本、技术、法规以及产业链等仍面临诸多挑战。

- 开放场景的自动驾驶投资规模大、效应产出较慢。从车端、路侧、云平台、云控应用、高精度地图等方方面面投资巨大，然而，对于此项改造获得的实际收益，又不能立刻变现，是在长期的运营过程中逐渐体现出来，所以客户对于此类项目，大多数是持观望态度。随着产业链的不断成熟，无人驾驶类新兴技术的成本会有一定程度的下降，有利于技术的落地应用。

- 技术成熟度尚不足。目前国内外自动驾驶技术的成熟度还不足，对于意外状况的处理、对于智能融合算法等还没有经过大量实际场景的验证。而实际场景中，路况更加复杂，非机动车活动轨迹随机性大，无法保证自动驾驶在上述情况下能够做出准确的操作。建议对无人驾驶安全方面技术开展技术攻关，提出切实可行的交通安全保障技术，另外在法律、保险等层面也应逐步完善，从而保证无人驾驶技术的真正落地应用。

- 产业链协同不足。5G智慧交通的产业链条长，生态圈体量巨大，欲推动进一步成熟，不同环节各主体间协同互补的创新与发展尤为重要。应通过搭建“用户–供应商–企业–技术–人才”互动融合的创新资源生态圈，形成产业集群创新资源池和协同创新网络，提升产业整体创新效率，减少重复资源投入与建设。

3.7 智慧安防

1 5G典型场景及价值

智慧安防需求已经从“看得见”向“看得清”、“看得全”、“看得懂”转变，安防视频监控及安防终端的高清化、立体化以及智能化成为行业发展的必然趋势。依托5G高宽带、低时延、高可靠的特性，在情况复杂无法布线的区域、布线施工成本大，用时长的区域、在不能破坏原有环境的区域以及紧急安全保障区域，无线高清视频监控部署变得更加容易。同时，5G带动多种智能终端在安防领域开展协同应用，依托5G高速基础网络优势，高清视频监控、无人机巡防、VR/AR监控仪器、智能巡防机器人等都可作为安防智能终端接入网络，实现优势互补，构成安防数据传输、分析和利用的重要枢纽，大幅提高突发事件的响应速度，全面提升智慧安防能力。

第三届“绽放杯”大赛获奖项目中，深圳5G智慧警务项目依托5G低时延、高带宽，组网灵活、快速部署的特点，建设了一张5G智能感知网。该感知网应用场景包括5G空中巡防、5G 空地协同、5G地面无人巡防指挥、5G地面单兵巡防、5G水面/水下巡防等。增强前端摄像头AI能力和视频云平台的AI能力，编织泛在感知天网，对各类风险隐患的自动识别、敏锐感知和预测预警预防能力。 实现风险预警、预防工作更加精准、基础管控工作更加扎实、打击违法犯罪更加有力、社会整体防控更加严密。通过该项目，智慧安防领域取得了一定阶段性成果，一是初步建成了一张全覆盖5G公安视频感知网；二是初步制定了5G警务应用技术规范和安全标准；三是形成面向视频、警务终端与云平台连接的基础能力；四是已经在深圳特区成立四十周年庆典的警务安防中得到初步应用。

广州市天河区公安局推进5G智慧安防应用，协同运用AR执法仪、高空天眼、无人机、警车/机器人等高清视频监控结合人工智能分析能力，形成立体安防系统。借助5G网络，"天眼"、"城市低空巡防"无人机、移动巡检车等设备将拍摄的高清视频实时回传到5G智慧警务平台，再通过大数据、AI智能识别自动判断异常情况，反馈到指挥中心，由指挥中心根据视频情况，快速反应。如在人群中寻找犯罪嫌疑人，"天眼"等设备将采集的高清视频通过5G回传到智慧警务平台，AI智能识别会自动分析并识别人群中的犯罪嫌疑人，反馈给公安系统指挥中心，指挥中心再根据实时视频，快速组织及增派警力实时抓捕。通过项目实施，提升了公安整体实战能力，重点区域出警时间可缩短1/3，出警效率可提升1倍，广州市公安总体节省警力估算900-1000人，为运营商及其合作伙伴打开了5G行业应用的市场格局与空间，提升了大客户通信/集成服务、云服务等销售业绩。

2 未来的发展空间

在5G时代，无线视频监控部署将变得更加容易，在移动载体、危险环境、有线不可达等应用场景下的优势更为凸显，将迎来巨大发展空间。安防监控市场规模呈现逐年增长的发展态势，大大提升了国内的安防能力，带动了相关产业的发展，当前安防监控产业处于网络高清阶段尾声向智能化过渡阶段，呈现出新的发展趋势：

- 一线城市需求趋于饱和，系统改造升级成新的增长点。安防监控系统升级/更换的周期大概为3-5年，目前市场上高清摄像机基本取代标清摄像机，其高清摄像机与网络摄像机占比分别为76%、24%，智能摄像机不足1%。未来几年，智能型网络摄像机带来的视频监控系统换代升级，将成为行业在一线城市的主要增长点。

- 市场需求主体下沉，二三线城市市场规模大。与一线城市相比，二三线城市的千人均摄像头配备数量与一线城市的差距巨大。北京市安防摄像头53个/千人，71个/平方公里，三线城市低于10个/千人，面积低于10个/平方公里。从“雪亮工程”到“平安城市”，政府端的市场持续发力，推动安防监控市场需求下沉到二三线城市的区/县级地区。同时，随着公众安全意识的加强，其安防监控行业的规模必然将进一步扩大。

- 民用市场增量空间大。随着人民生活水平的提高、安全防范意识的加强，居民家庭对于安防为题越来越重视，照看老人儿童、防火防盗等已经成为现代家庭的普遍需求。网络摄像机的应用大大拓展了安防监控的应用空间，通过手机APP等随时查看家中状况，已经成为很多家庭的重要需求。相比于国外发达国家，我国家庭使用安防监控产品的比例仍然较低，其增量市场空间巨大。

据行业相关数据显示，我国每年大约有5000万个新增或替换视频摄像头需求，假设2020年1%的视频监控摄像头采用5G回传，考虑硬件设备升级以及5G带宽租用（按年收入5000元/路计），5G视频监控市场空间将超25亿元；随5G通信模组成本的降低及网络覆盖范围加大，预计到2025年在智慧城市领域5G高清视频监控市场空间达上千亿元[8]。

3 面临的挑战

经过多年的发展，安防技术为人们提供了有效的安全保障和便利，随着5G网络的商用推广以及人工智能技术发展，智慧安防有望迎来新一轮的发展机遇，同时也面临着一些问题和挑战：

- 5G+安防应用尚未成熟。与5G网络的结合，将大大拓展视频监控的应用空间，也将促进人工智能的发展应用。但目前智慧安防相关软硬件设备还未完善，5G模组价格仍然较高，集成5G通信能力的安防终端成本相对较高，不利于大规模推广。5G建设成本压力较大，尽管商用已开启，但由于网络

8.风险提示：此内容仅供参考，不构成投资建议。

覆盖密度等限制，距离大面积商用仍有差距，网络环境的升级需要循序渐进的过程。同时，智能化视频监控设备的应用比例较低，智能化水平仍处于初级阶段。

- 智慧安防仍处于初级阶段。近年来，人工智能技术热度很高，在智慧安防领域的应用有着非常好的前景。但目前只是在局部地区开展试点，还未能形成规模化推广。5G智慧安防应用将融合物联网、AI、云计算、大数据等多种信息技术，资金投入大，运营成本高，可持续的商业模式还有待进一步探索。智慧安防生态尚未完全打通，随着软硬件研发、平台开放以及产业合作的推进，由面到体的产业生态体系建设势在必行。

3.8 智慧教育

1 5G典型场景及价值

随着我国教育向教育信息化2.0转型，以及XR/VR/MR/HR（统称XR）产业的不断发展，XR将与教育教学深度融合，成为现代化教育水平提升的重要体现。当前XR存在的部署成本高、标准统一缓慢和终端体验不佳等问题，导致整体行业的推广与普及没有起来。借助5G分布式精准云和确定性精准网，将XR教育业务内容上云、渲染上云，使得用户仅需要具备轻量级的XR终端可以实现大型XR教育业务的体验，大大降低了教育用户的开展XR业务的门槛。云XR是推进我国 XR 教育大规模应用的最佳形态和趋势，将是 5G 时代的典型教育应用。结合5G云网优势的云XR将为XR业务在教育行业的普及提供了一个新的发展机遇。

中国移动研究院5G联创中心孵化教育云XR项目，借助5G端到端SA网络，在MEC边缘云上实现了VR教育业务的本地分流，云VR培训利用该平台的云VR渲染和AI智能识别技术实现交互式体验，为学生带来了全景图片、全景视频和3D模型等丰富的沉浸式VR教学体验。通过云XR培训应用降低对硬件环境的场地、设备、专家服务等直接支出，节约综合成本支出上百万。依托云XR平台和行业培训应用，可实现对复杂通信设备结构的可视化互动和操作，帮助学员理解、吸收、回忆和应用理论知识，降低学员的认知负荷和学习效果，提高知识转移率，促进自主学习。

5G+同步课堂同样具有很好的应用前景。在第三届“绽放杯”大赛获奖项目中，北京师范大学海口附属学校基于5G 大带宽和低时延特性，结合4K/8K超高清视频、智能云化MCU等新技术成功打造了5G同步课堂云平台。该平台将互动教学、直播录播、课程分享、线上培训、网络教研、视频会议等应用整合统一，打破应用孤岛，打通5G教育虚拟专网和互联网，实现全连接。该平台已经在北京师范大学海口附属学校落地实施并投入使用，并具备极强的复制推广性，适合在学校、教育主管部门推广

使用。总体来说，5G同步课堂云平台具有如下价值，一是有利于资源互享，提高教师专业水平；二是有利于提高课堂教学效率；三是有利于打造智慧教育应用场景。

2　未来的发展空间

在5G时代，VR教室、VR虚拟实训、VR双师课堂等各类XR教育业务以云XR形式发展，解决K12，高校，职教中互动教学功能单一问题，解决教学资源老旧、教学手段落后问题，全面提升教学信息化水平，促进区域间教育质量均衡发展。

- 5G+云XR彻底释放潜力，XR教育行业将迎来高速发展机遇。5G时代，网络资源条件限制将被彻底解除，VR、AR等XR业务将走出科技馆，走向真实的行业和用户，借助沉浸式科技，用户将拥有看待世界的全新视角，看见原本看不见的，看懂原本看不懂的，做到原本不能做的。5G网络的成熟，将使用户更加便捷地开展部署XR教育业务，并将促进多形态XR业务与教育教学内容的不断丰富。同时，5G 网络使得接触教育资源的速度加快，借助5G大带宽与低延时的能力，将XR教育内容云化，可以提供更加高效便捷内容分发能力。在5G网络的支撑下，用户不能身处何地，都可通过网络即时获取到所需的XR教育内容资源。

- 行业纷纷布局云XR教育，整个产业发展趋于加速。当前，XR企业、教育企业等越来越多的公司布局“云XR+教育”。根据Alex Hadwick《2019–2020 虚拟现实产业报告 》统计，55.8%的XR公司希望为教育部门提供服务。XR教育市场潜力巨大，云XR教育是未来教育的重要方向之一。不论是学校里远程培训课堂或者在家里远程自学，都可以借助云XR教育实现更好的教育效果，未来市场将迅速扩张，规模将近万亿。

- 云XR教育市场增量空间大。XR教育市场是当前处于高速增长状态，预计基于5G云网的面向教育行业的云XR业务规模部署后，将快速占领XR教育市场。全国共有各类学校50余万所，其中，中学、职教、高校共8万余所，当前XR教育市场当前主要集中职教、高教，K12教育市场的潜力较大。根据中国教育装备采购网教育XR项目数据，统计表明2019年教育XR项目数量和项目资金支出，都平均保持在200%左右的增长。

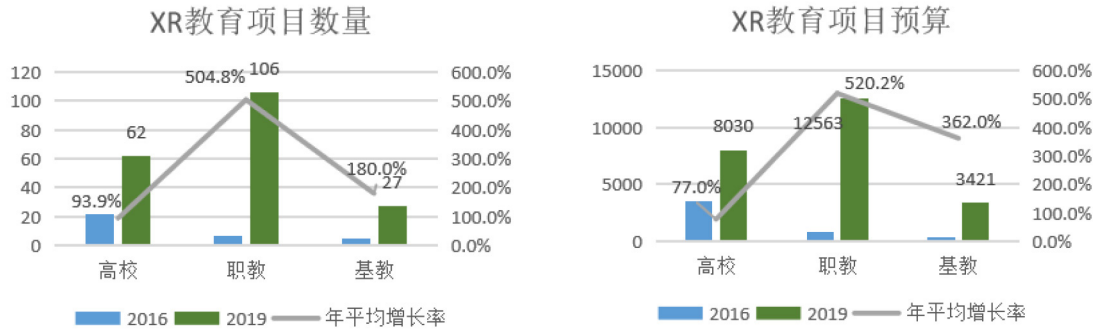


图3-9 5G+云XR教育项目数量和预算

根据IDC 2020年7月的XR支出报告预测，2020年较2019年同比增长35.3%，2020 年全球的XR产业市场规模将达到106.7亿美元，未来几年保持高速增长，2024年将到达200亿美元以上。同时，面向行业的垂直细分市场的机会也在不断涌现，约占 50%。在面向教育行业的云XR业务落地推广后，预计当前教育行业XR应用本地部署、系统封闭的现状将得到很大扭转，可以预计云XR教育应用会占到整体市场份额的80%以上。根据中国教育装备采购网统计的XR项目数据预估，按总体渗透率按5%，各学校平均预算按120万，中学、职教、高校共8万余所，2022年XR教育市场规模近50亿[9]。

		2022 年预测-按 5%渗透率		
类别	学校数量	渗透率（预估）	项目数量	项目总规模
高校	2663	15%	399	47880 万
职教	11647	8%	931	111720 万
基教（仅中学）	65719	4%	2628	315360 万
小计	80029	5.0%	3958	474960 万

图3-10 2022年XR教育市场规模预测

9.风险提示：此内容仅供参考，不构成投资建议。

3　面临的挑战

近年来，XR教育市场迎来了快速发展，5G+云XR给教育应用带来重大机遇，实时互动、强交互的深入沉浸式体验优势和特点，将成为今后教学改革、应用研究和普适性教学的新型实践阵地。云XR教育产业及市场的发展同时，从技术成熟，走向产品化和市场化，到规模商用，仍然面临一些挑战：

- 教育内容生态挑战。发展云XR教育业务，需要教育内容提供方提供优质、多样化的教育内容来满足用户需求，借助于内容管理平台和计费管理平台，教育内容生产方不仅能对自己的版权能有很好的保护，进而可以获得良好的收益，促使教育内容产业生态得以良性发展。

- 系统时延挑战。云XR业务在云端渲染方案仍面临时延挑战，系统时延过大将会导致教育用户晕动症、交互体验差，需要对云渲染系统方案进行端到端的优化，将端到端的时延控制在80ms以内，解决上述问题，提升教育用户体验。

- 缺乏行业标准挑战。现有教育云XR系统方案多属于封闭系统，各厂家之间教育应用标准不统一，终端接口协议不统一，和云渲染系统无标准接口，难以形成生态。通过打造统一开放的教育云XR平台，可以制订相应接口标准，促进产业生态发展。

3.9　智慧文旅

1　5G典型场景及价值

以5G为代表的最新数字科技，解决了文化资源有效链接旅游市场的问题，催生了若干实现在文化、旅游、商圈领域进行科技创新、商业创新的企业、产品。5G智慧文旅主要包括三种应用场景。首先，5G+多样化的终端为景区、商圈的娱乐项目带来更新颖、更有文化内涵的体验。随着4K/8K大屏、VR终端等终端形态的逐步丰富，游客可通过不同的方式感受景区的风貌，获得全新的沉浸式游览体验。其次，5G赋能景区应用，在互动中引导用户贡献知识和评价。景区、商圈可以借此汇集大量的游客一手信息，更深入的了解游客喜好，从而挖掘高价值的目的地文化内容和商业价值，呈现给游客高质量的具有文化属性的IP。再次，5G“智联万物”的特性帮助景区进行更细颗粒度的管理，景区内的人、物和流程都会纳入景区的管理范畴。5G助力多行业形成跨界旅游的主题型深度体验，更好的满足了旅游消费转型期新游客的需求，例如5G+体育+农业+交通形成催生农家乐、大型赛事赛会连锁泛旅游线路，“5G+商业+文化购物”进一步提升线上、线下消费体验。

当前在智慧文旅领域，5G已初试身手。5G+AI智慧导航、5G+VR/AR全景直播、AR导购、路线规划、辅助讲解、无人机航拍、景区管理等应用已开始在各地景区、商圈落地应用。未来随着景区5G

网络的全面覆盖以及网络能力的提升，VR/AR沉浸式游览等应用也将开始落地。

5G在各类博物馆及景点中已经开始得到应用。国家级遗址公园——良渚古城遗址公园数智体验馆中，借助5G网络实现的360°实景VR影像构造了一幅50米的数字长卷，“人水家园”、“郊野渔猎”、“洲渚伐木”、“阡陌稻香”等12个古代良渚人民生产、生活的场景生动的展现在游客眼前。此外，借助5G网络，游客戴上VR眼镜便可以体验古时的猎鹿和捕鱼，利用手持设备虚拟化之后的石镞木弓进行射击并最终命中猎物将其制服，使用手中的长矛感受古人真实捕鱼的感觉。

5G也被用于扩大商业综合体等新型文旅市场的信息消费。受疫情影响，线下人流减少，消费需求减少。政府出台消费代金券，但和客户、市场对接不准导致刺激消费的效果不佳。5G与AR/VR、导航定位等新技术相结合可以推动信息消费，采用线上、线下联动，以线上消费、线下接受服务的新形式精准对接，实现商业场景重构、消费体验升级、线下消费复苏。中国电信的商业综合体云XR数字孪生项目已经在四川宽窄巷子、合肥万象城等多地实现了5G+智慧文旅等信息消费的探索，通过AR探宝、AR红包、AR景观、AR智享、VR店铺、VR直播，客流增加的同时也提升了商户营业额，5G的应用促进了文旅业的形式创新，为疫情后重启的文旅业带来了新的商机。

2　未来发展空间

中国旅游业发展迅猛，产业规模持续扩大，产品体系日益完善，市场秩序不断优化，旅游业逐渐成为国民经济新的增长点。根据对国内旅游抽样调查结果显示，2017年我国国内旅游人数增长突破50亿人次，同比增长12.8%，2018年我国国内旅游人数达到了55.39亿人次，同比增长10.8%。根据相关机构数据2019年我国国内旅游人数突破60亿人次，2021年我国国内旅游人数将突破70亿人次，并预测在2023年我国国内旅游人数将增长至85.47亿人次左右，2019−2023年均复合增长率约为8.82%。据相关机构数据显示，预测2021年中国旅游行业总收入将超8万亿元，并预测在2023年中国旅游行业总收入将突破10万亿元，达到了10.37万亿元。

在数字科技进步的因素推动下，旅游愈加多元化，新科技与旅游智慧结合正改变着旅游行业。VR/AR/AI等技术的应用给传统旅游行业注入生机与活力，游客也因新技术体验到别样旅行。目前，已有越来越多的景区将VR/AR技术应用到旅游项目中，这种互动体验新技术的引进吸引了游客的注意力，提升了旅客的旅游体验，增加了旅游地的人气。根据国际数据资讯公司预测，到2020年，人工智能将推动全球旅游业收入超过470亿美元。

按照我国平均每年5.1万亿的旅游市场收入规模计算，智慧文旅通过5G网络技术、大数据、AI、AR/VR、移动边缘计算、高清视频、物联网等技术应用，直接或间接影响3%~4%的市场收入空间，市

场收入数据预计近千亿[10]。由于大多数景区5G网络部署目前并不够完善，智慧文旅的快速发展可以对5G基站部署可以带来强烈的建设需求。

3　面临的挑战

随着旅游行业的快速发展，智慧文旅已经得到了快速的发展，在5G时代大潮下，智慧文旅会迎来更广阔的发展机遇，但是也面临着一些问题和挑战：

- 智慧文旅方面立法与监督不足。相关的数据安全管理和数据安全保护方面的立法和监管需加快推进，要切实保障公共数据和个人隐私信息的安全，对信息收集、存储、使用等流程安全的关注度需提高。

- 智慧文旅存在需求不确定的因素。目前许多投资商和景区还在探索的过程，各景区如何将自身特色与智慧旅游有机结合，进行旅游体验、管理、服务、营销尝试的依然面临着挑战。游客对智慧旅游的想法、接受智慧旅游的能力等仍需调研，千人千面，需求各异，影响着智慧旅游的发展。

- 智慧文旅运营数字化体系不够完善。智慧文旅相关运营管理的网络化、信息化和数字化管理仍需改进，政府、企业、部门、机构间数据共享和开放的平台尚未开放，跨部门、跨区域、跨层级数据尚未达到相互联通，数字的使用价值尚未充分发挥。

3.10　智慧城市

1　5G典型场景及价值

智慧城市的建设以数字化、智能化的城市基础设施为基础，运用5G、物联网、云计算、大数据、人工智能、移动互联网等新一代信息通信技术手段，整合城市运行核心系统关键信息，强调城市信息的全面感知，城市生活的智能决策与处理，实现城市经济和社会组织的高效化和协作化，城市社会服务的普惠化与人性化。

5G时代的全面到来，将在不同领域助力智慧城市建设。在城市管理领域，5G与物联网、人工智能、大数据等技术融合，助力打造精准智能的城市管理体系，在城市智能感知、城市运行管理、社区管理等领域率先应用。在公共安防应急领域，5G将率先与超高清视频监控融合，助力发展多种智能终端巡检，为智慧安防提供通信传输保障。在政务审批办理领域，5G能够在审批业务受理、远程服务等方面发挥巨大作用，尤其是在目前疫情冲击影响下，不见面办事、零接触审批成为需求常态。在生态保护体系建设领域，5G重点在智慧水务、生态环保、城市环卫等领域发挥作用。

10.风险提示：此内容仅供参考，不构成投资建议。

2020年7月9日，国际电信联盟(ITU)会议上正式认可NB-IoT与NR一起作为ITU IMT 2020 5G标准。这也意味着，NB-IoT经过4年发展得到广泛认可，正式成为5G mMTC场景的核心技术。同时，5G NB-IoT由于其低功耗广覆盖的技术特点，也是支撑智慧城市建设的核心底座技术。

经过近几年的发展，NB-IoT已经打造出4个千万级连接的应用，即智慧燃气表、智慧水表、智慧电动车和智慧烟感，以及智慧门锁、智能热表、智慧路灯等应用也已达到百万级连接规模。与此同时，城市社区、智慧园区、金融零售、共享家电、智慧停车等应用正在快速发展，伴随着全国各地智慧城市的建设，将迎来新的发展机遇。

当前阶段，以5G NB-IoT和5G+无人机等低时延、广连接为主要应用场景的智慧城市建设已经取得了一定的进展。未来，随着5G、人工智能、物联网、云计算等多种技术进一步融合，将推动具有学习、思考和决策能力的“城市大脑”演进升级，让城市治理更加自动化、智慧化。

未来5G+无人机将在智慧城市应急管理、城市区域地理信息监测更新、基础设施巡检（电力巡线、公路巡查、航道和桥梁检测）、环保（生物多样性调查、河川湖泊水质、空气与环境污染监测）、物流等应用领域发挥作用，有效帮助评估规划和管理城市资源、公共服务和各种活动及其带来的经济、社会或环境影响，实现智慧城市的可持续经济发展。无人机目前的通信手段主要采用视距范围内的遥控飞行，极大限制了无人的应用，5G超大带宽、低时延的通信能力，为低空飞行的无人机提供了“超视距”飞行通信保障，将极大的扩展无人机应用场景。



图3-11 5G网联无人机组网架构和应用场景

在福建、新疆塔里木河等地区，采用5G网联无人机对河道进行巡检，无人机搭载5G终端及360度全景摄像头，根据飞控平台策略定期巡检河道，将视频实时回传，后台可以多屏实时查看飞控画面，

对非法采沙、明显污水源进行AI模式识别、自动告警，并短信通知执法人员。同时通过5G控制无人机进行水质检测或取样。5G无人机的应用使得河道巡检效率提升12倍（人工巡检2小时 ，无人机巡检10分钟）；运营成本降低90%（原来每百公里巡检21人减少到2人）。5G无人机巡检使得人员远离现场，保障作业人员人身安全；及时刷新飞行沿线GIS地图，通过边缘计算和AI识别实时发现潜在问题和风险。

2　未来的发展空间

据统计，智慧燃气表每年需求量为4600万，行业头部企业的NB-IoT气表已占80%。智慧水表每年需求量为5800万，行业头部企业的NB-IoT水表已占60%。智慧电动车需求量为每年3000万，后装市场已规模商用，前装方案已经开发完成，放量在即。智慧消防需求量为每年2000万，已在全国各省100余地市取得突破。预计到2025年，NB-IoT芯片出货量将快速达到3.5亿，在整个蜂窝物联网芯片出货量中，会占近50%，前景广阔[11]。

无人机在智慧城市应用空间巨大，总市场规模超千亿。在物流应用领域，根据国家邮政总局数据，2018年全年快递件量507亿件，85%左右的快递件均轻于2.27Kg，采用轻小无人机末端物流即可完成配送，如果按照无人机渗透率30%，每件按照5元收费估算，总空间646.425亿元；在航拍娱乐领域，据调研报告显示，无人机航拍每年市场规模300亿元。未来，5G在无人机领域的应用有望进一步扩大，市场前景巨大[12]。

3　面临的挑战

随着5G NB-IoT在智慧城市应用的不断深入，产业已经进入稳步规模发展阶段，但当前仍然面临一些挑战，首先是5G NB-IoT网络覆盖仍然不足，需要进一步提升网络性能和应用服务能力；其次各行业用户对NB-IoT与5G的关系仍然不清晰，需要加强5G NB- IoT应用价值的宣传引导，明确NB-IoT技术在5G mMTC场景的演进路线和场景定位；最后，智慧城市的规范标准仍需要加强引导，完善智慧城市规范标准，加快5G NB-IoT相关行业标准制订，助推应用大规模发展。

随着5G无人机应用的不断探索和试点，5G无人机在智慧城市应用发展前景向好，当前主要面临三方面挑战：一是城市低空空域受传统政策限制因素较多，一定程度上限制了5G无人机应用规模发展，需要适时研究出台低空空域开放政策，构建线上申请机制，减少审批程序。二是5G网络低空覆盖尚不完备，传统网络覆盖大都服务地面通信，对低空300米空域覆盖不足，需持续研究5G网络低空覆盖。三是在低空场景下，5G网络上行速率、移动性是否满足无人机图像采集要求尚未经充分验证。建议构建5G低空无人机试验区，加快对网络覆盖、业务应用的试点验证。

11.风险提示：此内容仅供参考，不构成投资建议。
12.风险提示：此内容仅供参考，不构成投资建议。

5G融合应用的发展趋势与发展建议

4.1 发展趋势

（一）我国5G发展处于导入期，未来需实现从1到N的飞跃

现阶段5G应用发展整体处于导入期。参考不同时代移动应用的发展，从正式商用开始到应用的规模化一般需要2-3年的时间。从消费者市场看，以3G为例，我国2009年开始商用，2010年用户渗透率达20%，2011年渗透率达30%，微信开始登场，2012年初微信日活用户上亿，此时迎来了3G手机应用的全面爆发。以4G为例，我国2014年开始商用，2015年用户渗透率达30%，2016年用户渗透率达60%，短视频业务开始进入用户视野，随着网络覆盖的逐步完善，用户渗透率的进一步提升，2018年短视频业务迎来了规模爆发，抖音2018年3月用户达7000万，同年6月达1.5亿用户，4G迎来了黄金发展期。从行业市场看，以NB-IoT为例，2017年开始商用，经历3年多的导入期，2020年NB-IoT终端连接数突破1亿，NB-IoT开始进入规模发展阶段。5G应用场景比NB-IoT更丰富，产业更多元化，面临的挑战更复杂，爆发的时间更长一些，牵引各行业应用更需要较长的成长期。目前，我国5G应用已经实现从0到1的突破，但是，5G应用完成从1到N的飞跃还需要解决可复制性、规模化以及产品化等诸多问题。因此我们对5G广泛应用要充满信心，同时也要保持耐心。

（二）5G应用体系2.0版本，进一步聚焦6大通用终端和通用能力

商用一年多以来，5G融合应用体系的内涵不断丰富和完善，从去年的“3+4+X”体系演进为“3+6+X”体系，形成2.0版本。除了原有的产业数字化、智慧化生活、数字化治理三大方向和5G与具体垂直领域结合衍生出X类创新型行业应用以外，通用型需求可以分为6大通用型终端和6大通用能力。从终端角度看，通用型终端逐渐从4K/8K视频、机器人、无人设备（车/船/机/大型机械）、AR/VR扩展增加了行业网关和传感器，形成需求最为旺盛的6大通用终端。从应用需求角度看，各行业的应用需求逐渐聚焦到直播与监控、智能识别、远程控制、精准定位、沉浸式体验和泛在物联等6大通用能力；可以看出，各行业对于终端和应用能力的需求正在进一步聚焦，通用型终端和通用能力将是下一步发展的重点，将会涌现一批新产业、新服务，同时也是实现5G融合应用可复制、可推广的关键。

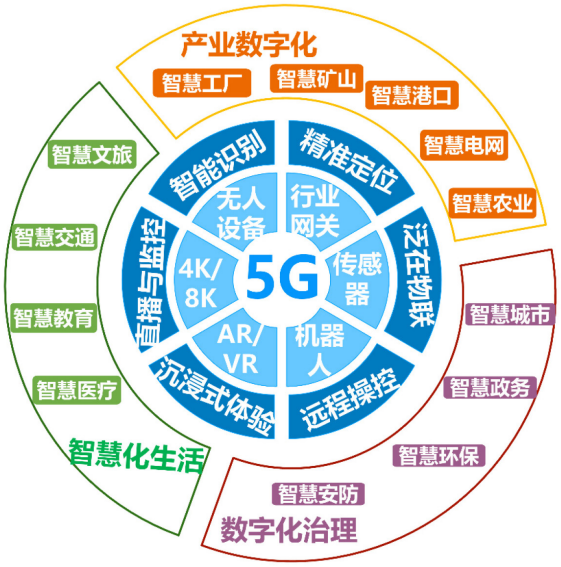


图4-1 5G应用体系2.0

（三）我国5G应用路径呈现三步走态势

5G应用发展路径逐步清晰，将分三批先后落地商用。第一批是直播与监控、智能识别等类应用，如5G高清视频监控、VR直播、基于机器视觉的5G质量检测、医疗领域的5G远程实时会诊、4K/8K超高清直播、高清视频安防监控、移动执法等，其产业简单且基础较好，未来1-2年内将成为第一批成熟和快速复制推广的应用，有望最先实现商业化规模推广。第二批是基于云边协同的沉浸式体验等类应用，随着5G SA网络逐步成熟，云管边端的协同能力将进一步增强，基于边云协同的AR辅助装配、云化机器人、VR 模拟驾驶、超高清/VR云游戏渲染、VR沉浸式课堂等5G应用将迎来新一轮发展，有望在2-3年内成为第二批商用落地的5G应用。第三批是远程控制等类应用，基于5G低时延高可靠的5G特点应用在未来将发挥更大作用，如基于5G-V2X的在无人物流运输、全路况自动行驶、机-机远程控制等无人化场景中的应用有望在未来3-5年后成为第三批商用落地的5G应用。随着5G基站和室分部署的逐步完善，5G将能够为行业提供更加精准的定位能力，而泛在物联类应用将随着NB-IoT等移动物联网技术与5G的不断融合，持续发展和演进。

（四）5G应用技术架构逐渐清晰，需进一步端到端融合贯通

通过近三年5G融合应用的探索，5G应用技术架构也逐渐清晰，包括终端层、网络层、通用能力平台层和行业应用层，结合安全能力形成完整的4+1端到端技术体系架构。终端层包含智能手机，机器

人、无人机、摄像头、无人车、传感器等，以通用终端为主，实现面向应用的感知、反馈和操控等功能。网络层利用5G基站和核心网设备、边缘计算等网元完成数据的传输和部分数据处理，并通过网络切片和下沉UPF等方式将共享的物理基础设施切割成了多个虚拟网络，为不同业务提供独立运行、相互隔离的定制化专用网络服务，支持广覆盖、高容量、大连接、低时延等网络能力。使能平台层将提供云计算、边缘计算、大数据、人工智能等通用的数据处理、挖掘、分析能力，满足各行业对定位、渲染、语音语义识别、图形识别等相对共性的需求。行业应用平台层基于终端层、网络层、使能平台层的能力面向智慧化生活、产业数字化、数字化治理三个方向，搭建电力、交通、工业互联网、治疗、媒体等行业平台，完成5G与相关垂直领域的深度融合。此外，安全作为行业最为关注的能力，也需要从设备、网络、平台、应用等多维度提供全方位的保障。通过5G应用4+1技术体系架构，可以形成完整的端到端5G融合应用解决方案，不过目前各层之间仍在不断磨合，下一步需要不断进行适配、调整和完善，尤其是形成既能满足各行业需求又能实现可复制、可商用的网络层和通用能力平台层，才能真正满足行业个性化需求和对安全的要求。

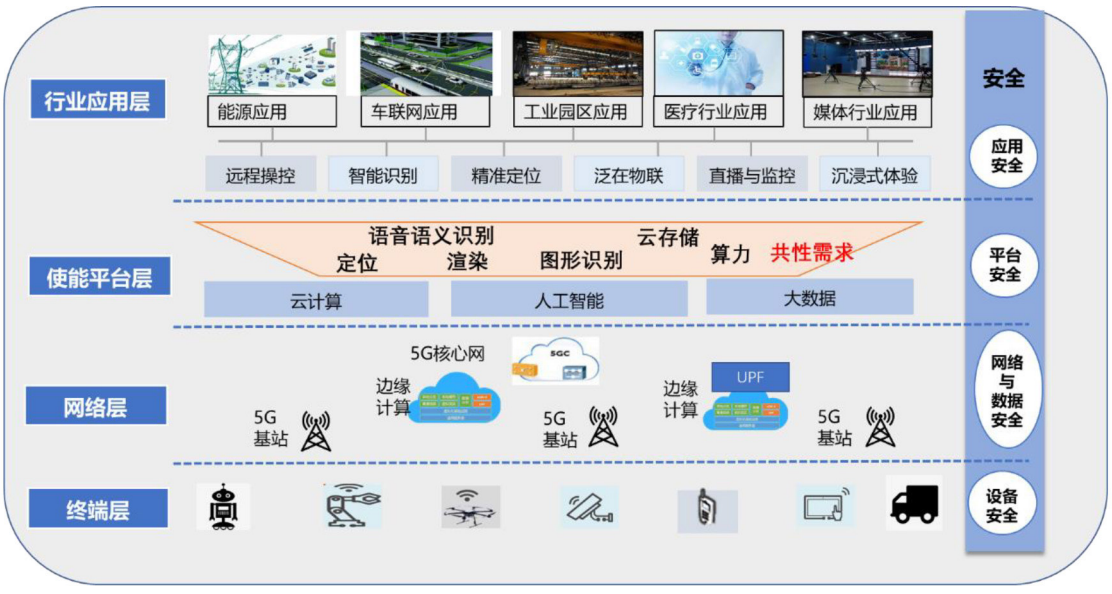


图4-2 5G应用4+1技术体系架构

（五）商业模式初步形成三种形态

5G应用产业链生态复杂，企业都立足自身优势，从不同领域切入5G融合应用的市场，出现了一些不同形态的商业模式。据调研显示，按照综合方案的主导方来看，主要三种商业模式。

一是运营商主导模式。运营商作为网络提供商，提供等级差异化服务，通过订购或捆绑销售方式，实现网络价值变现，包括基础网络服务、切片服务、边缘计算服务、虚拟专网服务等。运营商综合实力较强，可以充分利用现有网络资源的优势，使用授权频谱建设5G网络，给行业提供良好的网络保障。但运营商对行业理解有限，行业话语权较弱，缺少综合型解决方案的能力，且运营商精力有限，不可能覆盖所有的垂直行业应用。目前，中国电信、中国移动、中国联通三大运营商正积极与各行各业合作建设5G虚拟专网，推出5G专网解决方案及发展路径。浙江移动在其5G商城中，根据行业用户的网络需求不同，提供可针对时延、上下行速率、连接数指标进行定制化的5G网络服务，让行业用户能够更灵活购买网络服务，目前阶段该5G商城模式仍处于探索阶段，具备商业模式雏形。

二是行业服务商主导模式。行业服务商作为专业化解决方案的主导者，从运营商租用网络服务，通过自研或集成等方式，形成行业项目解决方案，并直接向行业客户进行销售，获取综合价值变现。行业服务商具有与行业客户长期合作优势以及行业应用开发经验，能够提供定制化终端、行业通用平台方案等服务，提供的解决方案非常契合行业用户需求。但行业服务商一般专注于某个具体行业，企业规模不大，牵头能力和影响力有限。这类模式如上海振华重工，作为港口机械制造商，牵头联合运营商、设备商以及上海港务集团在上海洋山深水港实现了5G智慧港口解决方案，随后在宁波港项等其他港口进行了推广和复制。

三是行业客户主导模式。行业客户通过组建自己的研发和运营团队，参与行业基础设施建设和运行维护，形成较为成熟的全套解决方案，该方案先在企业集团内部进行推广复制，逐步扩展到相关行业市场实现价值变现。行业客户既是需求方也是服务的供给方，拥有对行业需求的充分认识以及丰富的行业方案应用经验，供给和需求可以达到完美的匹配。该类模式中企业一般是行业内龙头企业，未来以平台能力为价值核心，5G作为核心要素之一，形成整套解决方案，在行业内规模推广。如海尔集团利用自身资源建设了基于“5G+MEC”构建的边缘计算应用云平台，作为平台运营方，海尔提供包括MEC、工业应用等服务的整套解决方案给行业用户，运营商在解决方案中只提供网络覆盖服务，通过以点带面，2020年将完成青岛市7个园区的复制。

总的来说，现阶段并没有形成固定的合作模式，当前5G融合应用的商业模式主要以运营商为主导，而且缺乏既懂5G又懂行业的解决方案提供商。随着各环节的产业定位和合作模式的动态变化，5G行业应用的商业模式也将不断演化，未来运营商、行业服务提供商以及行业客户都可能会孵化、演变出新型的5G融合应用解决方案提供商，使产业生态更加丰富、商业模式更加清晰。

4.2 5G融合应用发展建议

- 网络建设适度超前，尊重应用成熟客观规律

一是积极推动重点地级市做好5G网络覆盖。适度超前的5G网络建设是应用发展的基础，加强面向重点场景、重点行业的5G商用网络建设，提升5G网络侧供给能力。二是推动各地创建5G新基建示范城市，推动5G网络基础设施与其他新型基础设施协同发展，加强5G等新基建顶层设计。三是支持工业、矿山、港口、能源等重点领域的5G虚拟专网建设，探索行业5G专网模式创新。四是尊重5G技术产品成熟的客观规律，5G应用发展不可能一蹴而就，需要各方积极探索新的应用场景，在实践中不断完善5G技术与应用，扩大5G应用规模。

- 加强技术产业支撑，聚焦重点应用落地推广

一是明确5G应用发展路径，聚焦各行业通用型终端和能力，推动与各行业的深度融合。二是鼓励垂直行业应用方、行业科研机构牵头主导5G行业应用标准化的立项，运营商、设备商积极参与，加强产业协同。三是在地方打造各领域5G融合应用示范先导区，开展5G应用评测，评选优秀案例，推动各行业领域探索形成可复制、可推广的应用模式，加快重点行业应用落地。四是加快5G模组开发验证和商业落地，实现规模化生产，降低成本。目前市场上只有数款5G模组，且价格普遍超过1000元，为4G模组3倍以上，拉高了5G使用成本。下一步需要引导芯片、模组厂商聚焦通用型终端开发相应的5G模组并形成产业规模，开发低成本芯片、模组，以规模带动价格的下降，满足各行业需求。

- 强化产业合作共赢，打造5G应用大生态

一是发挥各行业领域龙头企业带头作用，深挖行业共性需求，带动形成可规模复制的5G端到端应用技术解决方案。二是发挥5G应用产业方阵等行业组织作用，鼓励成立5G应用技术创新中心和开放实验室，为各类应用提供技术、测试、解决方案、验证等环境和能力，推动联盟和行业协会开展广泛的行业协作和对接，培育一批5G融合应用解决方案提供商。三是通过建立对接合作平台等方式，鼓励产业链上下游开展全方位合作，促进供需对接，加强资源汇聚能力，加速产业转型升级。

- 加强政策协调支持，营造开放包容环境

一是推进各行业制定5G融合发展的政策，明确5G融合应用发展重点任务和实施路径，加强国家、部委、省市协同联动，协调各行业形成配合，推动各在政策、技术、标准、监管等方面的充分对接，破除融合应用发展行业壁垒。二是针对影响融合应用发展的具体问题提出切实可行的解决方案，在知识产权保护、人才队伍建设等方面不断加强对融合应用发展的保障力度。三是加强5G融合应用的重要数据和个人信息保护，明确各方安全责任主体清单与边界，加快建立完善5G行业应用安全相关制度政策，提升安全风险防范能力，推动建立通信行业与各行业安全认证对接机制。

主要贡献单位


CAICT
中国信通院


中国电信
CHINA TELECOM


中国移动
China Mobile


China
unicom中国联通


HUAWEI


ZTE中兴



联系方式
电话：+86-10-68033484
邮箱：liuyujuan@caict.ac.cn

COPYRIGHT© 2020 IMT-2020 (5G) PROMOTION GROUP.
ALL RIGHTS RESERVED.