

2020

中国5G经济报告

助力新时代高质量发展



课题指导：

张晓强 中国国际经济交流中心常务副理事长 国家发改委原副主任

课题组长：

韩易虎 中国国际经济交流中心党组成员 中国国际经济交流中心国经咨询有限公司总经理

课题副组长：

唐 林 中国国际经济交流中心国经咨询有限公司市场总监

张 瑾 中国国际经济交流中心产业规划部研究员

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主任

课题组成员：

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

陆 洋 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

鲁长恺 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

罗舒婷 中国国际经济交流中心国经咨询有限公司业务助理



扫码下载报告摘要



扫码下载报告全文

目录

引言	4
中国 5G 产业发展有何独特优势？	6
政府积极推动 5G 产业发展	7
消费者积极拥抱 5G 新科技	8
中国将是全球最大的 5G 市场	8
5G 产业基金投资已经启动	9
5G 产业链有国际竞争优势	10
5G 商用进程有哪些挑战？	11
通信技术供给和相关行业应加强沟通	12
5G 网络建设和运营商面临新难题	13
普通消费者和行业用户较难看到 5G 的长期裨益与回报	13
市场亟需培养 5G 复合型高端人才	14
政策环境供给和 5G 创新需求应相辅相成	14
5G 如何成为相关行业的创新引擎, 提升服务和盈利水平	16
5G 成为宏观经济和社会发展的驱动引擎	17
促进国民经济增长	17
增加新型就业机会	19
促进信息消费增长	19
持续拉动投资增长	20
提高效率降低成本	20
5G 先锋行业识别器: 5 个要素	21
1. 盈利能力	21
2. 信息化水平	21
3. 对 5G 的刚性需求	21
4. 竞争风险: 巩固现有领导地位	21
5. 竞争风险: 挑战行业既有霸主	21
相关行业分析: 5 个视角角度	22
1. 行业需求	22
2. 价值变现	22
3. 服务促进	22

目录

4. 技术支撑	22
5. 政策支持	22
加速 5G 先锋行业创新和盈利增长	23
1. 移动终端	23
2. 泛娱乐	29
3. 工业互联网	42
4. 医疗健康	58
5. 汽车	69
以市场为驱动力的供给侧创新思考	79
5G 时代运营商面临的挑战	80
资金是 5G 网络建设的关键问题	80
仅 1/3 的 C 端用户愿支付更多费用	80
管道思维是运营商巨大的挑战	81
组织模式是运营商的严峻挑战	81
运营商 5G 网络建设带来的改变	81
5G 建网和运维模式与 4G 不同	81
将激发行业云和边缘云大规模应用	82
网络切片助力运营商实现差异化运营	82
5G 毫米波商用将带来更多可能性	82
5G 网络安全和数据安全引发关注	83
5G 网络建设的演进过程	83
5G 网络建设循序渐进	83
未来十年 4G 和 5G 共存	84
2025 年 5G 用户渗透率 48%	84
运营商商业模式转变	85
B2B2X 是 5G 的盈利机会	85
实现营业收入的三个选择	85
成功所需的四大核心能力	86
5G 应用与网络推进模式	87
4G 增强型业务预计会率先发力	87
以点带面推进 5G 相关行业应用	87
基础设施部署和应用开发试点同步	87

目录

政策制定者如何促进 5G 产业健康可持续发展？	88
加快 5G 网络建设	89
建设高质量 5G 网络, 由重点地区逐步扩大规模	89
加强共建共享、电力资源等方面政策支持	89
培育丰富的应用场景促进网络建设	89
运营商要积极探索新型商业模式	89
建立 5G 产业生态	90
建设产业生态对接平台	90
建设国家级应用示范区, 开展应用培育	90
加强行业研究, 建立规范标准体系	90
打通 5G 应用资金链、产业链、创新链	90
支持 5G 产业发展	91
加快出台相关产业规划, 引导商业应用有序发展	91
推动试点示范成熟和推广, 深度挖掘商业模式	91
加强复合型人才培养和引进, 鼓励建立 5G 行业智库	91
实施严格的知识产权保护制度, 促进产业创新能力提升	92
政府营造创新环境, 促进产业融合发展	93
应对 5G 社会问题	94
建立预防网络成瘾的机制	94
建立良好网络行为规范和价值观	94
防范和治理高科技网络犯罪	94
预判 5G 带来的就业大变革	94
结语	95
Gain- 盈利	95
Growth- 共同成长	95
Gamification- 游戏化	96
Governance- 统筹	96
Globalization- 全球化	96
致谢	97

引言

2019 年 被称为 5G 商用元年。6 月 6 日，工信部向中国电信、中国移动、中国联通、中国广电发放 5G 商用牌照。10 月 31 日，三大电信运营商共同宣布 5G 商用服务启动，发布相应的 5G 套餐，席卷全球的 5G 浪潮正式走进中国的千家万户。

历史规律告诉我们，每一项关键技术的大规模普及，都给人类的经济和社会带来重大变革。这种技术被称为“通用技术”，它所引发的变革总是为人类开启新的时代。煤炭和电力的广泛应用，使人的体力被新型动力替代，开启工业时代；互联网和数字化的广泛应用，变革了信息的获取和传递方式，开启信息时代；5G 将使移动连接成为一项通用技术，让万事万物彼此互联，使创新大规模爆发，开启一个突破限制、加速进步的时代。中国与世界上许多国家一样，深刻认识到 5G 将成为产业、商业和社会成长的重大机遇。习近平总书记多次强调，经济发展的目标已经从“有没有”转向“好不好”，要坚定不移推动高质量发展，紧紧抓住深化供给侧结构性改革这条主线，加快构建市场竞争力强、可持续的现代产业体系。5G 的商用，将助力中国开启高质量发展新时代。

5G 技术对产业与商业的全面赋能并非一蹴而就。在本报告研究过程中，我们深刻体会到，4G 到 5G 的转换过程，远远复杂于 3G 到 4G 的转换，经济价值的产生路径存在很大不同。3G 到 4G 带来了线性的快速成长，4G 到 5G 将带来指数级的成长，但这一成长所花费的时间更长，资源的分配和优化难度更大，技术和业务的跨度更广，波及面更加深远。事实上，4G 时代的消费需求在 3G 时代得到良好累积，技术升级一旦达到要求，多种需求在消费端自然爆发，技术变现过程非常平滑，促成大量商业机会。迅速崛起的互联网产业，就是受益于 4G 移动科技发展的最佳例证。5G 带来的优质体验，在初期将会带动一定的消费需求，而 5G 经济拥有的巨大潜力，必须通过赋能相关行业，逐步创造新的需求，产生新型服务，推出新的商业模式，才能转化为让消费者耳目一新的感知和认同，从而完成价值变现的闭环。相关行业如何能够在信息化与工业化融合的基

引言

基础上,借力 5G 带来的万物互联,实现新一轮的融合创新;技术供给侧能否以市场为驱动转变思维,提升综合能力,运营商和相关行业是否能够紧密合作,培养复合型人才,共同推动 5G 网络建设;政策的制定者能否与时俱进,提前做好战略布局,创造良好的法规和政策环境,这些都是在 5G 时代实现高质量发展的关键因素。

鉴于此,本研究以 5G 在相关行业的应用潜力为核心内容,由中国国际经济交流中心、国经咨询有限公司和中国信息通信研究院联合推出,从中国 5G 产业发展的机遇和挑战、5G 先锋相关行业的识别判断,和运营商收入模式分析等五个方面进行深入分析。报告运用 5G 先锋行业识别器的五大要素,筛选出移动终端、泛娱乐、工业互联网、医疗健康和汽车五大行业,并从五个透视角度,逐一做出分析和建议。最后从加快网络建设、建立行业标准、支持产业发展、应对社会问题等方面提出政策建议,总结 5G 经济带来的五个启发,倡议多方共同努力,打造推动 5G 经济发展的创新生态。

5G 助力开启高质量发展的新时代,为我们呈现了前所未有的经济潜力。前途充满希望,实施需要智慧,成功需要时间。我们谨希望以此研究报告抛砖引玉,提出一些新的思考角度,对相关行业、通信和信息产业以及政策制定部门,有所助益。盼望各行各业的有识之士,能在报告的基础上,继续深入探讨。5G 的美好未来,需要坚持不懈的耕耘和耐心,才能收获硕果。5G 技术的应用必将在中国取得耀眼的成就,在各个领域深远地影响我们的经济、社会和生活。

中国 5G 产业发展有何独特优势？

1 政府积极推动 5G 产业发展

2 消费者积极拥抱 5G 新科技

3 中国将是全球最大的 5G 市场

4 5G 产业基金投资已经启动

5 5G 产业链有国际竞争优势

01

An aerial photograph of Shanghai, China, showing the Bund and the Huangpu River. The image features a mix of historic architecture, including the Customs House and the Bank of China Building, and modern skyscrapers like the Jin Mao Tower. The river is visible on the right, and the Bund is lined with trees and a pedestrian walkway. The sky is overcast.

中国 5G 产业发展有何独特优势？

在中国，政府的积极支持与行业资本的投资形成了充满活力的 5G 产业环境。中国消费者具备拥抱新科技的态度，为 5G 的推广应用提供了空间。人口众多和快速部署将使中国成为一个活跃、极具挑战性和竞争日益激烈的市场，通信使能的 ICT 和行业创新是更大的 5G 市场的重要驱动因素。设备制造商、芯片供应商、电信运营商、相关产业应用、平台提供商、消费群体和政府支持构建的生态系统，将大大降低 5G 产业链的投资风险。

2017 年，《5G 经济》报告曾预测，到 2035 年 5G 创造的经济产出价值为 12.3 万亿美元，全球 5G 价

值链将创造 2200 万个工作岗位，这是目前同等经济产出水平所支持的工作岗位数量的 3.4 倍。据 2019 年 11 月最新研究结果预测，到 2035 年 5G 将创造 13.2 万亿美元经济产出，产生 2230 万个工作岗位。此次更新的经济产出数字与 2017 年的预测相比增加了 1 万亿美元。这一增值在很大程度上归因于第一版 5G 标准的提早完成以及随后加速的商用部署。目前全球已经有超过 30 张 5G 商用网络，40 多家 OEM 厂商发布 5G 终端，5G 已成为有史以来部署速度最快的一代蜂窝网络技术。5G 的加速商用，为各行各业的创新转型赢得时间，为中国经济带来巨大机遇¹。

政府积极推动 5G 产业发展

国家层面高度重视 5G 发展。我国政府将 5G 纳入国家战略，视为实施国家创新战略的重点之一。《“十三五”规划纲要》、《国家信息化发展战略纲要》等战略规划均对推动 5G 发展做出了明确部署。早在 2013 年，工业和信息化部、国家发展改革委和科技部支持产业界成立了 IMT-2020 (5G) 推进组，组织移动通信领域产学研用单位共同开展技术创新、标准研制、产业链培育及国际合作。在各方共同努力下，我国 5G 发展取得明显成效。

省市各级政府瞄准 5G 的巨大潜力，密集出台政策文件，布局 5G 发展。截至今年 9 月，全国各省市共出台 40 多项 5G 政策文件。北京、河北、上海、浙江、江苏、江西、湖北、湖南、河南、广东、深圳、成都、重庆等省市纷纷发布了 5G 行动计划、实施意见等政策文件，积极推进 5G 网络建设、应用示范和产业发展。如《江西省 5G 发展规划（2019-2023 年）》、《湖北省 5G 产业发展行动计划（2019-2021 年）》、《成都市促进 5G 产业加快发展的若干政策措施》、《大连市 5G 发展规划（2019-2023 年）》等。

中国在 5G 研发建设方面付出巨大努力。三大运营商以及主流设备厂商正加紧进行 5G 技术测试和产品研发，国家政策支持发挥了重要作用，坚定了 5G 网络部署的前进步伐。中国是 5G 研发领域的先驱者之一，政府规划并指导完成了全球首个 5G 测试项目，中国比原计划提前开始第三阶段的 5G 技术研发测试，由国内和国际企业多方参与实地测试，行业监管机构号召开展更多 5G 应用试验，重点关注芯片、系统和其他设备的互联互通。在国家层面支持下，从制定标准、研发、网络基础设施技术、建立产业链到参与重点应用情景等方面，中国已是 5G 发展过程中的领先者。北京市政府计划在北京副行政中心、2019 年北京世界园艺博览会、北京大兴国际机场和 2022 年冬奥会等地点和活动期间进行商用级 5G 网络演示。得益于广泛的光纤网络可用性、4G 成熟度以及政府支持等诸多因素，中国市场已做好准备成为在全球数字经济 5G 创新的试验平台。

¹ 数据来源于《5G 经济：5G 技术将如何影响全球经济》，由 Qualcomm Technologies, Inc. 委托 HIS Markit 独立研究

消费者积极拥抱 5G 新科技

中国消费者采用新科技的态度领先全球。毕马威 2018 年发布的全球消费者洞察报告《Me, My Life, My Wallet》对各国消费者进行调查，发现中国消费者在采用科技态度方面领先全球，其中大概 53% 受访中国消费者表示对新科技非常感兴趣，每当有新产品便会率先购买，比例远高于全球平均的 29%；同时 91% 受访中国消费者表示愿意向企业提供个人数据以换取利益，例如更好的客户体验、个性化定制服务、以及更好的产品和服务等，高于其他全球受访者 75% 的比例¹。

中国消费者对 5G 应用场景抱有积极的态度。据法国凯捷研究院 2019 年 5 月进行的调查，中国消费者对自动驾驶汽车的态度比大多数国家都要更积极。约有 53% 的中国受访者表示在未来五年内，自动驾驶汽车将成为他们的首选交通工具，且大多数人愿意为自动驾驶汽车支付高达 20% 的溢价²。手机应用方面，据花旗集团 2019 年 7 月发布的调查，87% 的中国消费者肯定或者可能会在 2019 年购买一部新的智能手机，高于美国消费者 59% 的比例³。

中国将是全球最大的 5G 市场

中国 5G 市场前景广阔。到 2025 年，中国将占据全世界 30% 的连接，这意味着中国将是全球最大的 5G 市场，对于全球经济将带来巨大影响，中国有很大的潜力，为全球数字化作出贡献⁴。随着中国居民生活水平稳步提高，中国居民的消费结构不断改善，消费观念不断转变，消费热点由满足物质生活需求的实物消费向体现人民美好生活需要的服务消费转变。5G 发展将极大重塑医疗、工业、娱乐、安全、物联网等领域的发展，推动消费市场供给端的升级，提高居民生活质量和效率，从而激发居民新一轮的消费热情。中国信息通信研究预计，到 2025 年，中国 5G 用户将达到 8.16 亿，占移动用户的 48% 左右。

到 2025 年，中国将占据全世界 30% 的连接，这意味着中国将是全球最大的 5G 市场。

1 《毕马威：2018 年全球消费者洞察报告》，Useit 知识库 » 知识库 » 互联网 - 研究 » 用户 / 消费者，2018-11-06，<https://www.useit.com.cn/thread-21042-1-1.html>

2 《调查称中国消费者更接受自动驾驶超英美德法》，2019-05-10，http://www.sohu.com/a/313018231_100191015

3 《喵博士资讯 | 中国电子联合会发布 2019 年电子百强企业；7 月 18 日起，亚马逊中国正式停止纸质书销售》，通信世界 2019-07-18，https://www.sohu.com/a/327758723_128075

4 《5G 技术赋能全行业 中国将成为全球最大 5G 市场》，央广网，2019-07-02 http://finance.cnr.cn/gundong/20190702/t20190702_524675770.shtml

5G 产业基金投资已经启动

全球移动通信网络正向 5G 时代迈进，5G 将成为全球范围的产业投资主题，未来 5 到 10 年将进入投资黄金期。产业基金在 5G 产业发展过程起到了资本补充作用，充足的“弹药”可以为工业 4.0、物联网、大交通、智能家居、金融科技、智慧城市等场景应用领域创新创业提供良好的基础。据投中研究院不完全

统计，当前与 5G 主题相关的产业基金目标规模已近千亿规模。具备产业背景的企业与市场化投资机构合作密切（国家集成电路产业投资基金 II 期规模达 2000 亿元，其中部分资金将投资于 5G 领域，各行业参与者众多），5G 行业专业能力和市场投资专业能力的组合成为产业基金的标准配置。

表 1：5G 产业基金设立情况（不完全统计）

资料来源：CVSource 投中数据库，中国信通院，截止 2019.9.6

基金名称	基金目标规模（亿元）	参与方（名称）
5G联合创新产业基金	300	中国移动
湖南省5G物联网产业基金	150	湖南湘江集团、中盈投资
中电信智慧互联产业基金	100	中国电信、中网投、前海方舟
北京市5G产业基金	50	亦庄国投、科创基金、中国建投
中国信科5G产业投资基金	50	中国信科集团、长江产业基金
浙江省5G产业基金	20	萧山区人民政府、5G研究院、容亿投资、浙江火炬中心
国家集成电路产业投资基金II期	100	中国联通

5G 产业链有国际竞争优势

在经历了 1G 落后、2G 跟随、3G 突破、4G 同步后，中国在 5G 网络应用上有望实现产业引领。在技术标准方面，中国倡导的 5G 概念、应用场景和技术指标已纳入国际电信联盟（ITU）的 5G 定义，中国企业提出的灵活系统设计、极化码、大规模天线和新型网络架构等关键技术已成为国际标准的重要内容。截至 2019 年 5 月，全球共 28 家企业声明了 5G 标准必要专利，中国企业声明数量占比超过 30%，位居首位¹。在产

业发展方面，中国率先启动 5G 技术研发试验，加快了 5G 设备研发和产业化进程，中国 5G 产业发展的关键要素都已齐备，包括频率、芯片、终端、运营商等。这得益于中国 5G 产业链中公司的快速成长，如主流设备公司华为、中兴、烽火等，运营商及基础设施公司中国移动、电信、联通、中国铁塔等，PCB、光通信及上游原材料公司等也布局积极。

图 1：5G 产业链加速成熟



在智能手机领域，中国厂商已成为加速全球 5G 商用进程的重要力量。2019 年，小米、OPPO、一加、中兴、努比亚等中国厂商在全球率先发布了多款 5G 终端。

小米在 2019 年 2 月发布了旗下首款 5G 手机——MIX3 5G 版，实现与西班牙运营商 Orange 的 5G 网络下的视频通话，并于 5 月在西班牙、意大利、英国和瑞士上市。OPPO 在 2019 年 2 月与“Swisscom”、“Singtel”、“Telstra”、“Optus” 四家重要的运营商合作伙伴联合启动“OPPO 5G 登陆行动”；2019 年上半年开始，OPPO Reno 5G 版陆续在欧洲、大洋洲、亚洲等多个市场上市。一加在 2019 年 5 月推出了 5G 手机 OnePlus 7 Pro 5G，同时宣布与英国电信运营商 EE 展开合作，并宣布将在英国推出这款 5G 手机；

9 月，美国运营商 Sprint 宣布带来 OnePlus 7 Pro 5G，让他们可以体验真正的 5G 高速。努比亚在 2019 年 2 月的 MWC 展会上发布了全球首批 5G 手机努比亚 mini 5G。中兴在 2019 年 2 月发布其首款 5G 手机中兴天机 Axon 10 Pro，同时还携手芬兰 Elisa、奥地利和记等世界主流运营商，在德国、阿联酋、芬兰、奥地利陆续发布和开售，成为北欧和中东第一部商用 5G 手机。

回顾 4G 商用元年，全球运营商宣布部署的移动终端中没有中国手机品牌，而在 5G 商用元年，多款来自中国厂商的 5G 智能手机在欧洲和亚太等全球市场率先发布，展现了中国智能终端的快速成长和竞争优势。

1 银河证券，《5G 将引领产业进一步升级，寻找中国电子信息产业龙头》，2018.12.27，http://www.sohu.com/a/284856716_100013104

5G 商用进程有哪些挑战？

1

通信技术供给和相关行业应加强沟通

2

5G 网络建设和运营面临新难题

3

普通消费者和行业用户较难看到 5G 的长期裨益与回报

4

市场亟需培养 5G 复合型高端人才

5

政策环境供给和 5G 创新需求应相辅相成

02

5G 商用进程有哪些挑战？

2019 年 6 月 6 日，工信部向中国电信、中国移动、中国联通、中国广电发放 5G 商用牌照。展望未来，中国 5G 的商用面临众多挑战，主要体现在以下五个方面。

通信技术供给和相关行业应加强沟通

通信行业和相关行业沟通不足。通信行业仍是推动 5G 与应用融合的主力。相关行业客户、主管部门、各地政府、产业园区及应用产业环节参与力度有限，通信行业对各行业需求的挖掘深度不足，而行业客户对 5G 技术理解有限。政府与业界都需要继续加大对 5G

的宣传与推广，让更多相关行业了解到 5G 的巨大价值。业界也需要找准相关行业真正的需求，有的放矢而不是“想当然”。因此，业界需要寻找行业痛点与 5G 结合的突破口，深入探索与相关行业共赢的全新商业模式。

专栏
01

5G 应用“政府热、通讯热、相关行业冷”的破解之道

中科创达软件股份有限公司成立于 2008 年，是智能操作系统产品和技术的供应商，致力于提供智能操作系统产品、技术和解决方案。公司立足于操作系统，聚焦人工智能技术，助力并加速智能手机、智能物联网、智能网联汽车等领域的产品化与技术创新。中科创达与智能终端产业链中的芯片、元器件、终端、软件与互联网厂商以及运营商等全球领先企业建立了紧密的合作关系，具有独特的相关整合优势。针对 5G 应用“政府热、通讯热、相关行业冷”的问题，中科创达 CTO 邹鹏程提出以下破解之道：

A. 降低客户接受新技术的门槛

客户不接受新技术的主要原因包括：新技术投入的成本过高、不具备开发条件以及不了解新技术及其成果。这就需要服务商提供模块化的交钥匙方案，例如将 OS 软件系统、应用 APP 和开发套件打包提供解决方案；随着产品应用规模扩大，单位成本随之下降。

B. 帮助相关行业理解 5G 技术及应用

通信行业对其他行业需求的挖掘不够深入，而行业客户对 5G 技术的理解有限，二者沟通存在隔阂。成功的样本能起到试点示范作用：以展厅形式，让

行业客户试用体验 5G 应用成果，促进服务提供商与相关行业客户深度交流，提高服务意识，以解决客户痛点。

C. 政府给予项目支持，鼓励服务提供商建立系统服务提供平台或智库

目前有三类“产品 + 客户”模式。第一类：单个产品对上亿客户（例如手机等智能终端），厂商数量少，只需提供一个 5G 应用解决方案。第二类：中等数量的厂商与产品类别（例如智能电视和智能音箱），需提供几类 5G 应用解决方案。前两类产品均面向消费者，只要能推出爆款即可赢利。第三类则是长尾客户，该类客户为企业带来的利润较少，但由于数量较多，每一个方案都需要个性化定制。第三类客户是 5G 行业应用服务商的目标。以制造业企业开发 5G 应用为例：对企业自身而言，培养研发人员成本太高；如果选择对外委托，一方面不够信任规模较小的公司，另一方面，规模较大的服务公司可能因为金额较低不愿接单。此时需要既了解行业需求、又了解通讯技术的中型服务型企业扮演重要角色：他们了解小公司的优势资源，能够快速整合最优秀的人才以及对行业用户体验和需求保持关注的相关者，建立一种组织机制和商业模式，为行业提供高效定制化的系统解决方案。

不同行业对低延时、高可靠、定位等都有不同的特殊需求，但 5G 标准和网络有个成熟和演进的过程，需要匹配起来。各行业的数字化智能化速度也很快，5G 需要尽快提供支持。5G 终端和产业应用的成熟还需要过程。目前能够支持 5G 的手机主要以华为、OPPO、一加、小米、三星为主，无论款式和价格，5G 手机性能提升和价格降低都还需要时间。价格能够被市场普遍接受

的 5G 终端至少还需要一年以上，这是客观的产业规律。目前可以体验的 4K/8K 直播、无人机、VR/VR/XR、云游戏，以及自动驾驶、智能工厂、远程手术等 5G 应用仍处于演示阶段，5G 应用还需要传统行业与电信行业共同协同创新。短期之内难以看到基于 5G 的创新型杀手级应用，4G 增强型应用将是 5G 发展初期的主流业务。

5G 网络建设和运营面临新难题

5G 建网成本高。5G 网络使用频谱较高，基站密度较大，将导致基站数量特别是城市基站数量激增。根据中国信息通信研究院估算，在同等覆盖情况下，5G 中频段基站数量将是 4G 的 1.5 倍左右，由于初期 5G 设备成本较高，5G 网络投资规模将是 4G 的 2-3 倍。除无线网外，5G 网络的部署还包括传输网、核心网。传输网折合到单个基站上的成本约合 5 万到 10 万元（人民币），5G 核心网在部署初期的单程是造价约为 1000 万到 3000 万元（人民币）。

5G 运维成本高。一方面 5G 新技术采用带来基站功耗高，初期单基站用电量是 4G 的 3 至 4 倍（后期有

望随着产业成熟逐步降低），另一方面 2G/3G/4G/5G 网络共存带来异厂家设备互通难题，网络间互操作复杂度大，短时间内破解网络规划、组网、运维难题存在不确定性。

在选址和配套建设方面需要政策和社会支持。5G 建设存在站址资源需求大、站点选址难、物业准入难、租金高等问题，有些写字楼和小区的物业开出了每个 5G 基站 30 万元的进场费用，加大运营商成本。此外，在电力、传输等方面均涉及大量改造，目前改造流程复杂，滞后于 5G 的发展，需要国家在选址、配套设施建设方面予以政策支持。

普通消费者和行业用户较难看到 5G 的长期裨益与回报

运营商和相关产业的市场回报与成本投入不清晰，尚未形成可盈利的商业模式，这表现为 C 端消费者买单意愿不高，B 端行业用户在没有看到投资回报之前亦不愿为 5G 连接付费。

C 端消费者习惯了低资费不限量套餐，买单意愿不高。5G 网络是 5G 商用的基本前提，国内运营商正在加快推进 5G 网络的建设，在提速降费持续推进、4G 投资成本还未完全回收、5G 盈利模式尚不清晰等因素的影响下，运营商将难以应对 5G 网络建设运营的巨额资金投入。不限量套餐虽然能帮助运营商抢夺到用户，但是也导致运营商增量不增收，流量收入剪刀差加剧。三大运营商的 ARPU（每月每用户平均收入）集体下降。其中中国移动 2018 年手机 ARPU 值 53.1 元，同比下降 8%；中国电信 2018 年手机 ARPU

值 50.05 元，同比减少 8.3%；中国联通 2018 年手机 ARPU 值 45.7 元，同比减少 4.7%。运营商要积极探索基于信息服务的商业模式。

B 端行业用户在没有看到投资回报之前不愿为 5G 进行新的投入。发展 B 端市场是 5G 时代运营商的重点突破领域，但移动网络运营商的管道商业模式可能受到相关行业用户的挑战。比如在制造业企业中，运营商为其提供 5G 解决方案之后，如果 5G 网络的价格很高，工业互联网改造的初衷是降低成本，在企业看不清回收投资的商业模式的情况下，企业并不愿意为此买单。如何收回 5G 网络前期服务投资是摆在运营商面前很现实的问题，运营商和相关行业都需要深入思考 5G 带来的服务提升和商业模式的创新。

市场亟需培养 5G 复合型高端人才

5G 相关岗位需求量迅猛增长。5G 成为高科技领域倍受瞩目的风口，其低时延、高可靠的特性将大大促进无人机、自动驾驶、智能生产等领域的应用发展，需要大量系统规划、应用开发和服务人才。据猎聘统计，2018 年 5G 领域企业人才需求同比 2017 年增加 57.62%。2019 年是“5G 商用元年”，在不同领域内，2019 年同比 2018 年的人才需求将分别增加 20%-80% 不等。在未来，相关岗位的人才需求量还会继续上升。¹。

5G 岗位对人才综合能力要求提高。5G 是一个高科技的交叉领域，对从业人员的综合能力要求较高，涉

及移动通信技术、网络规划与设计、网络云化能力、大数据和 AI 以及行业解决方案等，以应对 5G 多端点、多场景的应用需求，制定个性化的解决方案。根据猎聘 2019 年 5 月发布的《2019 年中国 5G 人才需求大数据报告》，从 5G 人才需求在各大行业的分布来看，互联网、电子通信、机械制造排名最高，占比为 41.57%、36.96%、14.56%；而 5G 领域的十大核心职能的人才需求大多都具有互联网行业和电信行业的属性。

政策环境供给和 5G 创新需求应相辅相成

知识产权保护政策的制定与实施，对于实现 5G 的经济价值至关重要。标准是促进创新成果转化的桥梁和纽带，创新是提升标准水平的动力。

5G 会带来崭新的服务内容和商业模式，在知识产权政策、资金政策、监管政策、资源配置、人才支撑、法律法规、定价机制等方面都需要政府做出相应调整。

5G 时代的到来，预示着一场新的通信技术变革，知识产权的保护是这场技术变革的基石。5G 技术将广泛应用于生活和生产的各个场景，包括智能手机、工业物联网、智能网联汽车、智能医疗、智能家居等。而对 5G 在这些场景应用的探索，必将刺激通信、计算机、互联网等相关行业的技术创新能力提升，从而对专利

的申请与保护、计算机软件的著作权确权与保护等提出新的要求。我国政府已经将创新驱动作为一项核心国策，将其视为经济高质量发展的途径，并采取有力措施贯彻执行。而知识产权制度是保护、激励创新投入的重要制度。2018 年 4 月，国家主席习近平在博鳌亚洲论坛 2018 年年会开幕式上的主旨演讲中指出，加强知识产权保护是完善产权保护制度最重要的内容，也是提高中国经济竞争力最大的激励。近年来，我国政府推出了一系列促进创新的政策，正不断提升知识产权保护水平，改善营商环境。比如，正在全国人大讨论的《专利法》草案，包含加大专利侵权赔偿力度的条款，如实行惩罚性赔偿。我国政府推出的这些知识产权保护政策，对于激励 5G 时代下相关产业的创新能力的提升必将发挥重大作用。知识产权保护政策的制定与实施，对于实现 5G 的经济价值至关重要。标准是促进创新成果转化的桥梁和纽带，创新是提升标准水平的动力。创新成果通过标准迅速扩散，

1 猎聘发布《2019 年中国 5G 人才需求大数据报告》，中国新闻网，2019-03-04，<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1627059520701490036>

能加快市场化和产业化步伐，所产生的乘数效应能形成强大的创新动力，引领新业态、新模式发展壮大。5G 目前仍属持续演进中的标准化技术，要充分实现相关标准化技术对经济增长的乘数效应，一方面需要确保最先进的技术进入 5G 国际标准，且最先进的技术标准能够得到迅速、顺畅的实施；另一方面需要在 5G 渗透相关领域的过程中，通过进一步的标准化构建 5G 技术应用的广阔平台，充分凝结产业界共识，消除相关产业中的潜在竞争壁垒，以高效、高质量的产业协同实现合作共赢。这意味着，在 5G 时代，政府应当加强对技术标准化的政策扶植，加强相关标准化技术的知识产权保护，释放积极信号，进一步提振市场主体投入标准化技术的研发和贡献的信心，允许市场主体以多样态的模式回收其技术研发成本，激发、搞活 5G 创新市场。另一方面，政府应当高度重视 5G 相关技术领域的标准化工作，尤其是在近期具有广大应用前景、同时对蜂窝通信技术标准较为陌生的车联网等领域，确保潜在的市场碎片化能够通过统一、

开放的规则得到及时消除，真正实现 5G 技术的快速渗透，这需要 5G 应用层面的下游标准化平台具有充分的开放性和代表性，能够真正发挥凝聚产业共识、消除竞争壁垒的作用。为此，政府应当就 5G 相关的下游标准化领域，制定具有前瞻性的标准化和创新保护政策，切实保障标准化技术对统一、开放市场下经济增长的催化剂作用。

同时，5G 的应用场景包括增强型移动宽带 (eMBB)、大连接物联网 (mMTC) 和低时延高可靠通信 (uRLLC)，前者主要面向娱乐、社交等个人消费业务高速率、大带宽的宽带应用，后者主要面向物物连接的应用场景。5G 预计 20% 用于人和人之间的通信，80% 用于物和物之间的通信。随着 5G 应用落地，必将出现物和物之间通信的新产品和服务形式，这对政府及时调整政策环境提出了更高的要求，例如，在车联网和智慧医疗领域，出台法律制度来规范新的权责关系就变得十分必要。



5G 如何成为相关行业的创新引擎，提升服务和盈利水平

1 5G 成为宏观经济和社会发展的驱动引擎

2 5G 先锋行业识别器: 5 个要素

3 相关行业分析: 5 个透视角度

4 加速 5G 先锋行业创新和盈利增长

03

5G 如何成为相关行业的创新引擎，提升服务和盈利水平

5G 成为宏观经济和社会发展的驱动引擎

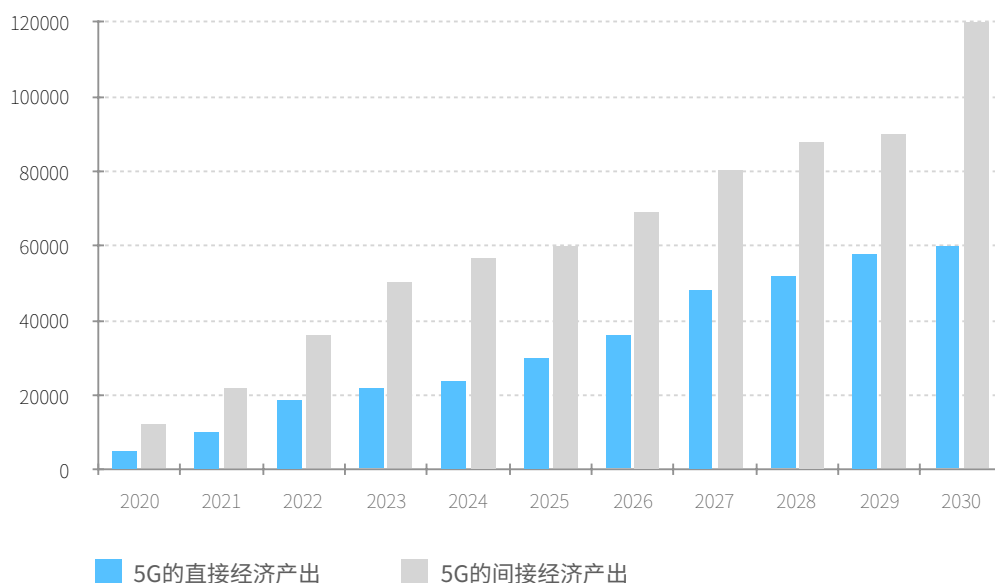
随着 5G 商用进程的深化，5G 技术将推动移动互联网、物联网、大视频、大数据、云计算、人工智能等关联领域裂变式发展、为交通、工业、教育、医疗、能源、视频娱乐等相关行业赋能，带动形成全社会广泛参与、跨行业融合的十万亿级 5G 大生态，为国家竞争力提升、社会转型和行业升级注入强劲动力。在中国市场，5G 的经济前景颇具吸引力：大规模就业，新设备、应用和业务模式等的孵化将大大促进中国经济发展，带来巨大的环境和社会效益。¹

促进国民经济增长

作为通用目的技术，5G 将全面构筑经济社会数字化转型的关键基础设施，从线上到线下，从消费到生产，从平台到生态，推动我国数字经济发展迈上新台阶。中国信息通信研究院《5G 经济社会影响白皮书》对 5G 发展将显著促进国民经济的增量的数据进行的预测结果显示，2030 年，在直接贡献方面，5G 将带动的总产出、经济增加值分别为 6.3 万亿元、2.9 万亿元；在间接贡献方面，5G 将带动的总产出、经济增加值分别为 10.6 万亿元、3.6 万亿元。

图 2：5G 的直接和间接经济产出（亿元）

数据来源：中国信通院



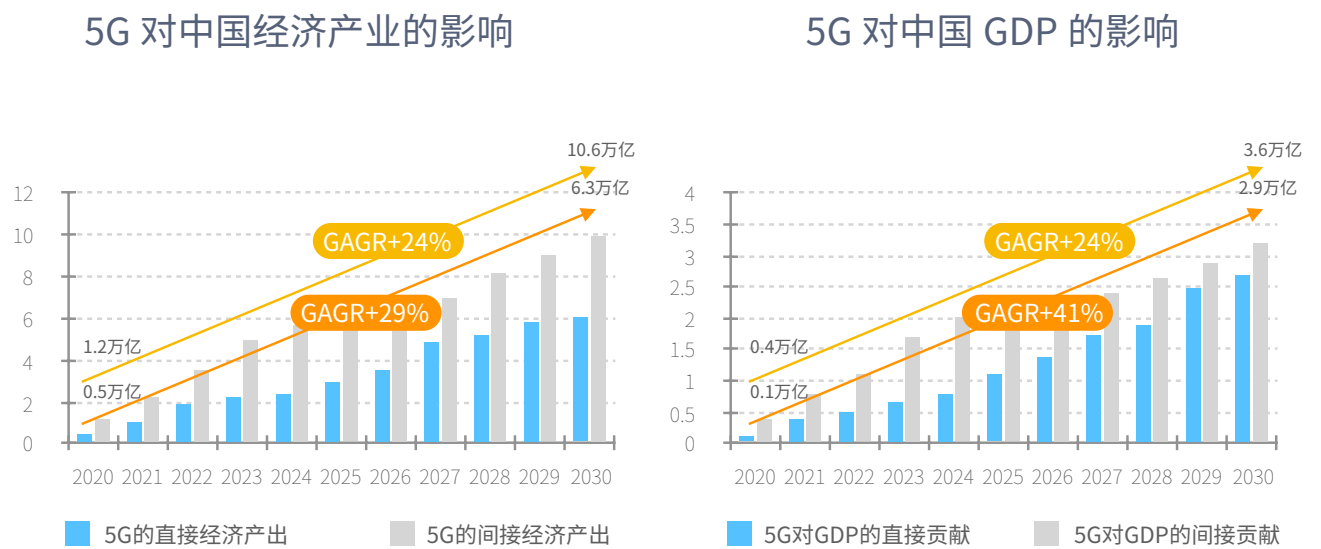
1 《5G 经济社会影响白皮书》2017 年 6 月，中国信息通信研究院发布

5G 拉动经济产业来源将不断变化。据预计，2020 年拉动 GDP 增长的关键动力是电信运营商的 5G 网络投资和各类用户的终端购置支出，产生 GDP 约 740 亿元，占当年 5G 对 GDP 总贡献的 80%。然而，随着 5G 的广泛普及应用，5G 相关服务的经济带动效应将超越 5G 相关制造环节的经济带动效应。预计 2030 年电信运营商流量收入将产生 GDP 约 9000 亿元，占当年 5G 对 GDP 总贡献的 31%；各类信息服务商提供信息服务将产生 GDP 约 1.7 万亿元，占当年 5G 对 GDP 总贡献的 58%。

直接经济产出来源：从投资端来看，在 5G 商用初期，电信运营商首先展开网络建设投资，通过对上游 5G 设备环节的投资，为设备制造商带来大量收入；在 5G 商用中后期，社会资本大量涌入，打造商业互联网企业和 5G 相关的信息服务，从而带来大量收入。从行业来看，5G 将逐步带动电信运营、设备制造业和信息服务业务的快速增长。间接经济产出来源：5G 产业链的成熟带动相关细分行业，激活现有行业并出现众多新领域。

图 3：5G 对中国经济的影响

数据来源：中国信通院



5G 拉动经济产业来源将不断变化。据预计，2020 年拉动 GDP 增长的关键动力是电信运营商的 5G 网络投资和各类用户的终端购置支出，产生 GDP 约 740 亿元，占当年 5G 对 GDP 总贡献的 80%。然而，随着 5G 的广泛普及应用，5G 相关服务的经济带动效应将超越 5G 相关制造环节的经济带动效应。预计 2030

年电信运营商流量收入将产生 GDP 约 9000 亿元，占当年 5G 对 GDP 总贡献的 31%；各类信息服务商提供信息服务将产生 GDP 约 1.7 万亿元，占当年 5G 对 GDP 总贡献的 58%。

增加新型就业机会

5G 将创造大量具有高知识含量的就业机会。从直接贡献来看，5G 带动移动通信产业就业的同时，还将催生工业数据分析、智能算法开发、5G 行业应用解决方案等新型信息服务岗位，并培养基于在线平台的灵活就业模式。预计到 2020 年，5G 商用将直接为社会创造约 54 万个就业机会，到 2025 年直接创造超过 350 万个就业岗位，到 2030 年直接创造 800 多万个就业机会。从间接贡献来看，5G 通过产业关联和波及效应间接带动 GDP 增长，从而为社会提供大量就业机会。预计到 2020 年，5G 将间接带动约 130 万人就业，预计 2030 年间接提供约 1150 万个就业机会¹。

5G 设备制造和信息服务的就业带动作用凸显。

2020 年 5G 建设初期，预计设备制造商将直接带动约 51 万人就业，占 5G 带动总就业人数的 94%。2025 年随着 5G 的广泛应用，移动终端逐渐普及，带动相关信息服务快速发展，预计设备制造商将直接带动约 180 万人就业，占带动总就业人数的 52%；同时信息服务商的就业带动作用逐渐显现，预计将直接带动约 90 万人就业，占总带动就业人数的 27%。到 2030 年，5G 的经济社会带动效应将充分显现，信息服务的就业带动效应超过设备制造，预计信息服务商将创造约 320 万个就业岗位，占总带动就业人数的 41%；设备制造商将带动约 310 万人就业，占总带动就业人数的 38%²。

促进信息消费增长

5G 将成为扩大内需的新动力。短期内 5G 将推动信息产品和服务不断创新（如超高清视频等），消费者将接触到更丰富、更高科技的应用产品，增强信息消费的有效供给，刺激信息消费增长。长期来看，5G 将与相关行业不断深度融合，催生工业、交通、医疗、教育等领域的新应用、新业态、新模式，给消费者带来前所未有的信息产品和消费体验，拉动新消费。2018 年中国移动手机用户数量超过 14 亿，在应用场景上不可避免地成为世界第一；凭借庞大的市场需求，5G 将具备巨大的威力与潜力³。

5G 将拓宽出口市场空间。目前，中国企业提出的灵活系统设计、极化码、大规模天线和新型网络架构等 5G 关键技术已成为国际标准的重点内容，中国 5G 中频段系统设备、终端芯片、智能手机已处于全球产业第一梯队，中国声明的 5G 相关标准必要专利占比超过 30%。在 5G 时代，中国企业高效可靠的 5G 方案将推动全球 5G 发展并惠及全球经济增长，打开新的出口市场空间。

1 《5G 产业经济贡献》中国信息通信研究院 2019 年 3 月发布

2 《5G 经济社会影响白皮书》2017 年 6 月，中国信息通信研究院发布

3 《5G 产业崛起，开启万物互联时代 -2018 年投资策略报告》，中泰证券研究报告，2018.1.17 期

持续拉动投资增长

5G 将拉动整个产业链巨大持续的投资。5G 既可以直接拉动产业链上下游巨额投资，还可带动各行业扩大信息通信技术应用投资，增强投资带动递增效应。5G 产业链上下游包括设备制造商、终端制造商、芯片厂商、元器件厂商以及应用场景相关厂商等。根据中国信息通信研究院估算，在同等覆盖情况下，5G 中频段基站数量将不高于 4G 的 1.5 倍，由于 5G 设备成本较高，5G 网络投资规模将是 4G 的 2-3 倍。预计 2020-2025 年，5G 网络总投资额在 0.9-1.5 万亿元。随着网络部署持续完善，5G 向相关行业应用的渗透融合，各行业在 5G 设备

上的支出将稳步增长，成为带动相关设备制造企业收入增长的主要力量，来自用户和其他行业的终端设备支出和电信服务支出持续增长，预计到 2025 年，上述两项支出分别为 1.4 万亿和 0.7 万亿元。

5G 的高投资将带来高回报。5G 与产业的深度融合，将进一步催生 5G 发展的潜在动力，不仅能拉动 5G 产业链上下游加速发展，还将带动各行业转型升级，形成新的生产方式、业务模式等，激活新的经济增长点。据预测，5G 产业每投入 1 个单位将带动 6 个单位的经济产出，溢出效应显著¹。

提高效率降低成本

5G 应用在中长期将极大提高生活和生产的效率。对于个人而言，5G 时代用户流量持续上升，持续提升用户体验。5G 用户峰值速率可达 1Gbps，是 4G 的 10 倍以上，空口时延低至 1ms，是 4G 的 1/10，用户体验相比 4G 将有大幅提升。对于行业而言，5G 将让智慧医疗、智慧工业等行业的生产效率大幅提升²。如湖北省首个基于 5G 的工业互联网示范应用“5G 智慧工厂”项目，引入基于 5G 的工业互联网的“5G 无线+5G 边缘计算+移动云平台”组网模式，使得基于 5G 的工业控制互操作在工厂智慧化管理中成为可能，改造后生产效率提升了 30% 以上³。

5G 将渗透到社会的各个方面。5G 的主要终端将从手机拓展至汽车、路灯、机床、空气净化器、智能门锁、空调以及冰箱等与日常生活相关的各类产品，全面地改变生活。从智能家居、健康管理、智能交通、智慧农业到工业互联网、智能物流等领域，5G 还将催生众多产业和全新能力，进而促进社会效率大幅度提高，社会成本大幅度降低。比如，车联网产业给社会出行体系带来颠覆性改变，创造巨大社会效益。辅助驾驶阶段可减少汽车交通事故 50%-80%，提升交通通行效率 10%-30%，显著降低燃料消耗 (28%)，减少空气污染和二氧化碳排放量 (近 20%)⁴。

1 《工信部：5G 每投入 1 个单位，将带动 6 个单位的经济产出》，新浪财经 _ 新浪网，2019-06-06，<http://finance.sina.com.cn/roll/2019-06-06/doc-ihvnews7138668.shtml>

2 《IMT-2020 推进组：15 个问题带你看懂 5G》，2019-06-12，http://www.360doc.com/content/19/0612/16/49464420_841996143.shtml

3 《当工厂遇上 5G：走进全国首条 5G 智能制造生产线》，2019-04-15，<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1630860684035059749>

4 《中国车联网产业研究》，中国国际经济交流中心和中国信通院联合研究成果，2018 年 8 月发布

5G 先锋行业识别器：5 个要素

相关行业的应用是 5G 健康发展的关键。在 5G 技术和网络建设推进的过程中，具有哪些特征的行业将率先发力快速成长，成为大家关注的焦点。结合当前 5G 应用的实际情况和未来发展趋势，课题组通过与芯片厂家、通信设备厂家、人工智能及多个行业应用领域的多位行业内专家、企业家们的访谈，通过总结归纳分析，发现优先能够成长和发展起来的 5G 相关产业具备 5 个方面的显著特征。本研究将这 5 个显著特征定义为“5G 先锋行业识别器”。

1 盈利能力

5G 的应用范围将从移动通信产业拓展到各行各业，5G 的使命将从支撑移动互联网向支撑全行业数字化、网络化和智能化转变。要充分利用 5G 的技术特性，跟进“5G+”应用研发，推进“5G+”应用场景落地，都需要大量的资金投入，先锋行业一般具有利润水平高、资金实力雄厚、具备良好的融资能力、政府有驱动力等特点。

2 信息化水平

传统相关行业都将在 5G 技术的加持下，迎来崭新的发展机遇。但一方面，通信人才不够了解相关行业的需求；另一方面，相关行业工作者也难以在短期内掌握通信技术。双方的沟通壁垒可能阻碍 5G 的应用落地。先锋行业一般具备较高的信息化水平以及数字化、智能化基础条件，对 5G 网络能够为自身带来的改变认可度较高，因此 5G 升级改造的综合成本也相对较低。

3 对5G的刚性需求

5G 的高速率、大带宽和低时延特性，能够带来比 4G 更宽广的网络覆盖、更稳定的网络连接和更高效的数据传送。先锋行业的出现得益于 5G 网络解决了 4G 网络条件下无法实现的刚性需求（例如通过高效的数据传送实现远程优质资源的共享）——处于非固定场所时，大带宽使用户不再受终端配置束缚，可随时随地接入云端处理个人事务或者享受娱乐体验；更宽广的网络覆盖能有效优化流程、降低人工成本并提高工作效率。刚性需求的满足可以吸引行业投入使用 5G 网络并做应用开发。

4 竞争风险：巩固现有领导地位

行业领导者分为市场地位领导者、行业技术领导者和市场资源能力最强者。行业领导者通过大规模制造和柔性制造、分销渠道的广度与深度最大化、资源垄断、制订行业市场标准、海量传播、独一无二的商业模式等方式巩固现有的领导地位。5G、AI、IoT、云存储、大数据的融合，可以帮助企业大幅降低运营成本、提供个性化产品、扩展 2B 和 2C 的分销渠道，促使商业模式从卖产品向卖服务转变。由于行业领导者处于无人区，一直保持较高的警惕性；为了巩固现有的领导地位，再加上具备经济实力和拥抱 5G 新科技的态度，行业领导者往往能成为 5G 先锋行业中的先头部队。

5 竞争机遇：挑战既有行业霸主

市场挑战者是积极向行业领先者发动进攻来扩大其市场份额的企业，包括仅次于市场领先者的大公司和部分小公司。通过强化 5G、人工智能、云计算、大数据、物联网等新兴技术与相关行业的结合，大力发展智能物联网，不仅能够节约生产成本、提高生产效率、提高产品质量，还能够创造出更多附加服务、新型商业形态和新兴消费需求。在以 5G 和智能化转型为特征的新一轮信息科技革命中，行业领导者和市场挑战者基本处于同一起跑线上；若是 5G 先锋产业的市场挑战者抓住机遇窗口，则可以通过释放“技术红利”为相关产业发展创造出更多“效率红利”，增加成为市场领导者的机会。

相关行业分析：5 个透视角度

我们依据先锋行业识别器选出五大产业：移动智能终端、泛娱乐（云游戏、高清视频）、工业互联网（电力工业、智能制造）、医疗健康和车联网。本研究主要从需求侧视角对五大相关行业进行分析，选取了其中五个透视角度：行业发展的刚性需求、5G 带来的服务提升和新型服务、业务模式和商业变现、技术支撑和成熟度、政策支持。

1 行业需求

从行业发展的需求出发，深入分析先锋相关行业在中国的发展现状，梳理出消费群体和相关行业发展的刚性需求。消费者的需求包括：获得优质服务、服务性价比高、终端价格下降、使用便捷、机会均等、体验改善等；相关行业需求包括成本降低、效能提升、管理效率提高（安全可靠、流程优化）、消费群体扩大、优质产品和服务提供等。

2 服务促进

深入分析并寻找 5G 能够给相关行业带来的、与 4G 时代有本质不同的服务提升和由 5G 产生的新型服务，以满足消费群体或行业发展的刚性需求。

3 价值变现

列举业务模式和商业变现的案例。探索 5G 时代相关行业的价值变现具有重要意义：相关行业拥抱 5G 的态度取决于 5G 带来的服务提升和新型服务的变现能力，只有明确能够给相关行业的投入带来现金流回报商业模式，行业才会投资使用 5G 网络和开发 5G 应用。因此，通信行业需要与相关行业密切沟通，深入了解相关行业的痛点，才能够满足消费者和行业需求。

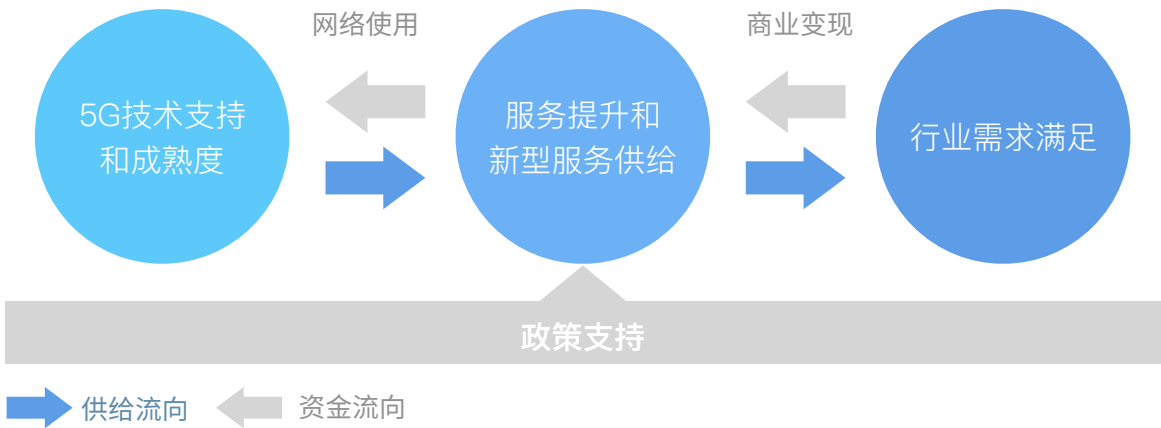
4 技术支撑

阐明要实现 5G 带来的与 4G 不同的服务提升和新型服务所需的 5G 技术类别，并深入分析这些技术的成熟度。

5 政策支持

政策支持为 5G 技术在相关行业的落地创造良好的生态。5G 会带来服务内容和商业模式的改变，因此在资源配置、人才支撑、法律法规、定价机制等方面都需要政府做出相应调整，并推动建立 5G 在相关行业应用的试点示范，起到引领作用，让行业清晰地看到 5G 给行业带来的影响和收益。

图 4：相关行业分析：5 个透视角度的分析逻辑



加速 5G 先锋行业创新和盈利增长

目前 5G 发展的关键是把 5G 技术和行业痛点结合起来，有针对性地让 5G “造福” 行业。运用 5G 先锋行业识别器所甄选出的五大先锋行业包括：移动终端行业、泛娱乐（云游戏、高清视频）、工业互联网（电

力工业、智能制造）、医疗健康和汽车，并分别从行业需求、服务促进、价值变现、技术支撑、政策支持五个方面展开分析。

1 移动终端

自 5G 商用牌照发布后，三大运营商陆续开启 5G 套餐预约，截止九月底预约用户数已超过 1000 万。11 月 1 日 5G 正式商用，仅 1 个多月时间 5G 签约用户已达到 87 万。预计截至 2019 年年底，全国将开通超过 13 万个 5G 基站。移动终端将是第一批收获 5G 红利的先锋行业。

近年来，随着移动网络与各行各业的融合应用，形态各异的移动终端如 VR/AR 眼镜、智能手表、智能手环等可穿戴设备及无人机、机器人、各类摄像头、传感器、医疗设备、汽车等，在各种无线移动场景的成功应用不断给用户带来惊喜。

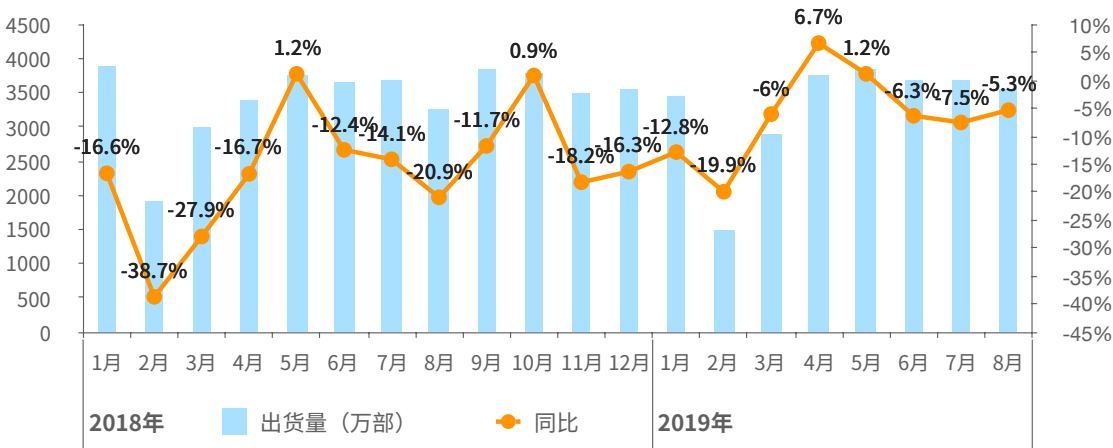
1. 行业需求

手机行业处于新一轮寒冬期，市场需要新技术刺激。中国是目前世界上最大的手机市场之一，备受各大手机厂商重视，但数据显示曾高速发展的智能手机市场正在经历寒冬。根据 Canalys 数据，中国智能手机市场在 2009 年至 2016 年一直保持增长，直至 2017 年中国智能手机出货量首次出现负增长，为 4.59 亿部，年增幅约 -4%。2018 年全年中国智能手机出货量跌

破至 3.96 亿台，同比跌幅约 14%，已经回到 2014 年以前的水平。中国信息通信研究院统计数据显示，截至 2019 年 8 月，2019 年中国手机市场总体出货量 2.51 亿部，同比下降 5.5%。

根据 Canalys 数据，2018 年出货量前五的智能手机制造厂商中，华为和 vivo 分别保持 16% 和 9% 的

图 5：国内手机市场出货量



年增长，而 OPPO、小米、苹果均出现不同程度的负增长；其它手机厂商的总体出货量跌幅更为严重，达到 60%。各手机厂商出货量下跌，除了有公司策略不成功、竞争者日益强大的原因外，另一个重要因素是整体手机市场的萎缩。尽管手机厂商对产品推陈出新速度很快，但同质化依旧严重，没有新的功能亮点激发消费者的购买热情。智能手机的使用周期因软硬件相关技术的高速进步而延长，用户对新手机的需求降低，手机市场趋于饱和。

5G 新体验将引领换机潮,5G 手机成熟速度快于 3G/4G。
1G 时代“大哥大”使用模拟通信技术进行通话；2G 时代数字通信取代模拟通信，用手机发短信、上网成为现实；3G 时代高速 IP 数据网络使得音频、视频等各种多媒体文件在移动互联网实现高速传输；4G 时代全 IP 数据网络催生了基于大量高速数据传输的应用，刺激了移动互联网的发展。而移动终端，在每一次通信技术更迭中，都获得了巨大增长。

新一代通信技术需要匹配新制式的移动终端才能实现新功能新体验。根据 3G 到 4G 换代时的经验，用户对置换应用新一代通信技术的手机有强烈意愿。工信部于 2013 年 12 月发放 4G 商用牌照，2014 年即出现 4G “换机潮”，同年手机出货量相比 2013 年增长 16%。

成熟的技术可以促进用户消费。截至 2014 年底，三大运营商累计建立 4G 基站 70 万个，在 300 余个城市开通 4G 服务，4G 终端迅速规模化使用；在 4G 发牌后仅 9 个月，4G 产品出货量占比便超过 50%，相比 3G 时期用了 42 个月才达到同一水平，进步飞速。5G 的技术推进速度相较 4G 更迅捷：从 5G R15 版本冻结到第一款 5G 芯片诞生、再到 5G 正式商用，分别用了约半年和一年的时间，而 4G TD-LTE 在这些节点分别用了约一年半和三年半。随着 5G 技术的快速成熟，5G 换机潮即将到来。

图 5：国内手机市场出货量¹

排名	手机厂商	2017年市场份额	2018年市场份额	出货量同比变化
#1	HUAWEI	20%	27%	16%
#2	OPPO	18%	20%	-2%
#3	ViVO	16%	20%	9%
#4	XIAOMI	11%	12%	-6%
#5	Apple	9%	9%	-13%
其他		27%	12%	-60%
市场总出货量		4.59亿	3.96亿	-14%

1 《2018 中国智能手机市场数据：出货量同比跌逾 14%》，2019-01-28，
http://www.sohu.com/a/291934345_114774

实际上，中国智能手机厂商早已开始在海外市场布局。在 2010 年，全球 10 大手机品牌中只有 1 家来自中国；而在 2016 年，仅仅不到 10 年的时间，这个数字增长到了 7 家。随着 5G 到来，中国手机厂商已成为加速

全球 5G 商用进程的重要力量。2019 年，华为、小米、OPPO、一加、中兴、努比亚等中国手机品牌在全球率先发布了多款 5G 终端，成为欧洲、北美、亚洲等全球市场与当地运营商的首批合作伙伴。

移动终端是第一批收获 5G 红利的行业，未来的 5G 终端将以多种形态呈现。

移动通信网络换代，手机厂商的机遇和挑战并存。

2G 到 3G 的转换时期崛起了一批手机厂商，从 2G 时代一部功能机可以打电话发短信，到 3G 时代智能机具备触屏、上网、处理多媒体文件等功能，智能机的爆发带来了大量商机。3G 转换 4G 时，不少新品牌诞生，也有不少手机厂商倒闭；小米、荣耀、一加、锤子等互联网品牌开始占领市场，同时波导、天语等大量厂商退市，摩托罗拉、诺基亚这样的昔日霸主逐渐被市场边缘化。每次通信技术的革新都伴随着移动终端行业的变革，5G 换代也不例外。据 Canalys 出货量数据¹，Top5 手机厂商占领了 2018 年中国智能手机市场 88% 的市场份额，其它厂家仅占有 12% 的市场。不仅如此，该类厂家的出货量同比减少 60%，市场份额有进一步缩小趋势，5G 换代是该类厂商打翻身仗的绝佳机遇。市场份额 Top5 的厂商，仅华为和 vivo 做到出货量同比增长，在 5G “换机潮”中脱颖而出同样是行业领头厂商的目标。想要不被 5G 时代抛弃，手机厂商必须找到手机在 5G 环境下的刚需功能，坚持创新。

5G 手机先行，5G 终端形态未来蕴含无限可能。现阶段 5G 移动终端主要以手机、CPE 为主。由于当前适用于各类终端的 5G 通信模组尚在制作样片或试用阶段，大多类型的移动终端尚且依靠 5G CPE 接入 5G 网络，因此在 5G 商用初期，设备技术成熟的 5G 手机和 CPE 将继续成为最常见的移动终端以满足增强移动宽带的场景。截至 2019 年 8 月 31 日，我国共有 15 款 5G 终端获得入网许可，其中 12 款为手机，3 款为无线数据终端²。当代手机用户互动频次需求增多、方式多样化，随时随地的信息获取、社交等需求让手机转变为人们连接世界的入口，手机的 5G 化将培养用户使用 5G 的习惯，带动 5G 规模化普及。手机先行，与其它 5G 移动终端共同发展。

未来 5G 移动终端的形态有无限可能，也将更多应用在相关行业。5G 模组成熟后，智能穿戴设备、无人机、机器人等会在各种应用场景变为主流。在拥有强大的 5G 通信功能后，移动终端自身有限的算力就成为了短板。在人工智能、大数据、云计算、边缘计算等 ICT 技术需求强烈的今天，把计算和存储从终端移到云端成为趋势。强大的通信能力 + 高性能计算给了 5G 移动终端无限可能。对于手机来说，实现多模全频段的通信能力保持实时在线、保证连接云端、增强与用户的交互和体验会是重要的要求。手机具备的功能会越来越多，也有部分功能会被其他移动终端替代。例如：5G 手机有能力在大型 AR 游戏 / 视频等场景替代 AR 眼镜智能手表 / 眼镜完全可以在打电话、发微信等社交场景替代手机。成熟的 5G 网络会极大地提升现有移动终端的用户体验，也会激发更多行业挖掘自身需求，开发新型的移动终端以满足行业需求。

1 《Canalys：2018 年中国智能手机市场出货量同比跌逾 14%》，2019-01-28，<https://www.cnbeta.com/articles/tech/813267.htm>

2 来自中国信息通信研究院统计

2. 服务促进

5G 增强云端能力，大幅提升终端使用便捷性。随手拿起身边的 5G 手机、平板就可以连接云端畅玩曾经需要超高硬件配置主机的大型游戏的场景在 5G 时代终于成为现实。云游戏的概念早在 2009 年旧金山的游戏开发者大会上被提出，云游戏技术公司 OnLive 曾受万众追捧；但短短 5 年后就被收购并改变了最初云游戏的构想，最终的解决方案是向移动性妥协、在固定场景中向玩家提供云游戏服务。其失败的最大原因是无线网络延迟和服务器的处理能力限制了云游戏的实现。而 5G 网络的高带宽和低时延足以满足超高清视频稳定传输，云端的高性能计算支撑游戏画面的渲染，将计算和存储放到云端，用千元机即可随时随地玩大型游戏。同样，曾经无法在移动终端获得优质体验的、需要占用大内存以及强大算力的高清视频制作、编程等工作，都可以随时随地在移动终端依托 5G 网络连接云端完成，极大提升了便捷性。在高速连接的 5G 时代，传统笔记本电脑移动连接能力弱的问题凸显，可随时随地连接上网的笔记本电脑极有可能受到大众追捧成为爆款。联想、华硕、惠普和三星等品牌的六款笔记本电脑基于移动计算平台，实现了一直连接、一直在线的超高连接性能。最新的移动计算平台内置了 Snapdragon X55 5G 基带，几乎支持连接全世界所有运营商的所有频段，在没有 Wi-Fi 连接的情况下可为用户带来 7Gbps 的峰值下载速度，为移动办公带来便捷。

5G 提升使用体验，拓展相关行业使用场景。5G 赋能移动终端实时连接云端获得强大性能后，使用体验大幅提升，应用场景对于移动终端的硬件配置要求不再苛刻，移动终端将深度渗透各行各业。例如，VR/AR 一体机广泛应用于泛娱乐行业，而现有的 LTE/ 家庭 Wi-Fi 尚且无法承载高质量 VR 体验。5G 带宽高达 1Gbps，可以支持一个时长 8 分钟、大小 1.3GB、码率约 20.8Mbps 的 5K 全景视频流畅播放。5G 可改善 VR 云游戏的画质，并降低云游戏技术中的网络时延。运用云端强大的 CPU 和 GPU 来进行 3D 图形运算，以视频流的形式传回本地的 VR/AR 设备，让内置

了移动芯片的 VR/AR 设备也能显示出最顶级的画质。5G VR/AR 一体机将计算和存储功能转移到云端，提升渲染计算和逻辑计算能力的同时，降低了终端设备中对计算和存储能力的需求，减小相应模块的物理体积、重量，用户可使用更为轻便的 VR/AR 一体机获得更清晰流畅的视频、游戏体验。

由于数据量的不断增长，时延要求的不断提高，3G/4G 网络已经无法满足网联无人机在管道、输电线路等基础设施的监测方面对于带宽、时延、可靠性的要求。5G 网联无人机具有实时超高清图传、远程低时延控制等能力，对于巡检过程中出现的危险情况有更强的快速识别能力。5G 强大的通信能力可以支持无人机实现云端 AI 计算，处理无人机实时产生的传感器数据和视频数据。例如在农林植保作业中，通过无人机搭载定制负荷实现植保机械化，结合 5G 网络实现无人机和数据中心进行数据交换，通过云平台分析载荷收集的实时数据辅助数据中心实现远程操作。5G 网联无人机的应用可以充分扩展到需要实时大数据传输的物流运送、娱乐直播、基础设施巡检、农林植保、地理测绘、城市规划、应急抢险等场景中。

降低移动终端成本，撬动产业规模。目前移动终端普遍价格较高的情况下，5G 技术可实现终端硬件成本的降低。如 5G VR/AR 一体机将计算和存储功能转移至云端，降低终端设备 CPU、GPU 等核心模块的计算需求和本地存储需求的同时也大幅节省了终端设备的设计和制造成本。在装备制造、物流仓储、生活服务领域应用的机器人设计也有同样趋势。5G 技术大大缩短从机器人终端接入网的时间，借助高带宽将更多的计算能力放在云端大脑，通过“云 - 边 - 端”融合，共享计算、存储、数据，在云端实现高性能人工智能计算的同时降低机器人终端设备的价格成本。虽然对网络要求的增强会使用户网络使用成本增加，但移动终端价格的大幅下降有利于加速其规模普及。

3. 价值变现

在 5G 商用初期，手机对个人用户的销售业务依旧是主体，5G 手机与 5G 网络部署双向促进。网络建设成熟后，各种新型移动终端应用于各个相关行业，2C 向 2B 的转变意味着向个人用户售卖手机、PC 将不再是主要盈利模式，向行业用户提供服务将成为重点。5G 移动终端的商业模式将有以下三种：

移动终端的售卖和租赁。5G 移动终端传统的商业模式即硬件产品销售。新型移动终端的初期售价较高、更新迭代频率快；企业用户在特定应用场景的终端需求数量多、价格高而使用率低时，设备租赁是帮助企业用户降低成本、促进消费的主要商业模式。例如在工业市场中，工业机器人的成本很高，有实力的大公司可以直接购买机器人终端，定期花钱维护；但对于数量众多的中小企业来说，动辄几十万的机器人成本太高且维护费用昂贵，租赁模式的投入更小且回报率有保障。此外，5G 实现了将巨量工业数据实时传输到云端计算和存储，释放了机器人终端硬件的压力，企业无需担心工业数据在本地的保存。对于终端厂商，变现途径则包括设备租赁计时定价、预约使用，让设备租赁更为可行。

4. 技术支撑

移动终端与网络侧云端的协同重要性越来越突显。5G 用超大带宽释放云端算力，边侧提供更低时延计算服务，移动终端的算力极大增强。对 5G 移动终端来说，计算和存储能力严重依赖于新型 ICT 技术在云边端的实现，发达的云 / 边缘云计算就是 5G 移动终端多场景、高质量用户体验的保证。数据中心基础设施层与 ICT 资源层组成的云计算“基础设施”、由资源控制层功能构成的云计算操作系统、提供架构 / 平台 / 软件服务的服务层，共同组成了云计算技术架构。云计算依托高速网络连接用户和数据中心，使得用户能够远程使用服务器、存储设备、网络设备等物理资源和虚拟机、虚拟存储空间等虚拟资源。中国云计算市场已经进入高速发展。据中国信息通信研究院《云

终端 + 网络套餐打包出售。应用于不同行业、不同场景的终端对硬件配置、网络等条件有不同的需求，将移动终端设备的配置、网络的流量、速率、时延、连接数、安全性能等设定打包成套餐定价销售有利于满足企业用户定制其在云端、网络切片和 MEC 等个性化需求。例如在对时延要求高的场景中，可将网络切片接入边缘计算，保证业务本地处理的质量，减少核心网络及传输网络的成本，有效控制时延问题，实现端到端 SLA 保障和快速灵活的开通部署。差异化的服务为用户提供灵活的解决方案，终端和网络可定制按需购买，快速开通。

整体解决方案的销售。相关行业需求的个性化，不仅针对终端设备和网络，也适用于设备管理、运营、数据处理等方面。深入相关行业为企业用户提供终端和网络定制、解决方案设计、数据处理、平台运营、终端维护和升级等全生命周期的个性化服务，是终端厂商扩展业务的绝佳机会。面向相关行业的 5G 移动终端产品将从一次性的生产、销售，转变为“产品 + 服务”销售。

计算发展白皮书(2019)》¹显示，2018 年我国云计算市场规模达 962.8 亿元人民币，增速 39.2%。到 2022 年公有云市场规模将达到 1731 亿元，私有云市场规模将达到 1172 亿元，云市场已经形成规模。

边缘计算意味着在接近数据源头的网络边缘实现网络计算、存储等功能。核心网高位部署，区域性业务可在本地终结，节省带宽、减少时延。5G+MEC 可以将密集的计算任务迁移到网络边缘侧，降低核心网和传输网的负担，减少网络带宽压力，实现更低时延，快速响应用户请求，提升服务质量。云服务提供商、设备厂商和电信运营商均已着手发展 MEC：云服务提供商依托其强大的云计算能力和先发优势将云技

1 《云计算发展白皮书(2019)》，中国信息通信研究院发布，2019 年 7 月。

术下沉到边缘侧；设备厂商研发更适合边缘计算场景的服务器和网端设备并开展实践；运营商则全面部署边缘节点布局基础设施。

人工智能技术赋能移动终端实现新功能。手机端的虚拟助手、人脸识别，无人机的编队飞行、自主飞行，工业机器人的工业视觉系统等功能都依靠人工智能技术实现，终端硬件模块需增加以匹配功能。手机终端在硬件层面加入 NPE/NPU/APU 模块，使用 Caffe/Caffe2/TensorFlow/Sony NNabla 等架构进行神经网络模型训练，减少向云端传输数据的过程以提高响应速度。5G 网联无人机依托人工智能算法根据无人机摄像头和传感器回传视频和数据判断周围障碍物并实现多机协同避让，实现了无人机的自主巡航、探测、回巢、充电等行为，扩大了无人机在各行业的应用场景。机器人视觉系统主要由摄像头收集图像信息，数字图像依托主流的人工智能架构 TensorFlow 等进行计算处理；机器人视觉系统可根据摄像头的数量实现不同精度的目标跟踪、室内定位导航等功能，广泛应用于工业场景。人工智能技术促进了多模态人机交互的发展，基于语音、触控、视觉的识别助力移动终端实现新功能。

模组的高集成、优能效的系统级设计和优化成为移动终端至关重要的技术推动因素。VR/AR、无人机等新型移动终端产业的 5G 发展落后于手机、汽车等成熟产业，主要是因为没有适配的 5G 模组。5G 模组的研发在技术上有许多设计难点：在 5G 商用初期，5G 模组需支持 NSA/SA 两种模式以匹配网络，协同 2/3/4G 网络共存，处理 2/3/4/5G 下各个频段、带宽、载波聚合的超复杂组合，计划矢量处理器在物理层的高效应用、软硬划分，还需平衡整体系统功耗和体积等因素。此外，供需双方企业加以考虑的最重要因素为高成本。模组厂商研发成本大，模组价格高；终端厂商换装 5G 模组意味着产品需要重新设计，终端的性能、体积、功耗需要重新平衡。行业预计 5G 模组 2020 年量产，2021 年实现规模级商用，相对于相关行业需求是滞后的。目前，部分领先模组厂商已经推出 5G 通用模组工程样片，并完成一批设备用户测试。全行业将持续加速 5G 通用模组市场化进程，力

争 2019 年下半年商用落地，2020 年实现量产，为相关行业用户提供 5G 无线体验。但总体上，以 2G 和 NB-IoT 为代表的低速率无线通信模块仍将占据市场主要份额，5G 模组预计在 2021 年达到规模级商用。

5. 政策支持

鼓励 5G 技术研发，加速 5G 终端规模普及。建立基金对 5G 终端关键环节的关键技术研发企业进行补贴，对形成技术突破的企业给予税费减免等优惠政策，引导企业进行研发、支持企业攻坚克难，尽早实现关键技术的商用，打通技术链，实现 5G 终端的规模普及。

加强政策引导，开展关键技术标准制定，加快模组成熟。跨行业终端需要满足行业门槛和互通标准，目前的模组行业在信息安全、设备管控、安全防护等方向缺乏行业标准，加强顶层设计实现标准化对企业及行业意义重大。建立标准体系有利于产业链上下游形成技术与产品配套，有利于加速模组成熟。

鼓励跨行业合作，推广示范性合作项目。鼓励有实力的移动终端厂商深入相关行业调研，按需定制个性化整体解决方案，提供全生命周期的优质服务。对于优秀的示范性合作项目给予推广和宣传，促进行业间的合作。

2 泛娱乐

5G 时代的泛娱乐将实现定制化、智能化和场景化的高度渗透与融合。

泛娱乐是围绕 IP，涉及文学、影视、音乐、动漫，延伸至游戏、演出和衍生品多元化融合的产业。我国的泛娱乐产业以文化为核、娱乐为表，通过精品 IP 衍生和技术创新驱动，不断为人民群众提供创新性的文化产品，满足人民日益增长的美好生活需要。

“5G+”将推动全民创意大时代更加繁荣发展、惠及全民。4G 移动互联网红利是 2015 年以来泛娱乐行业创新高的根本原因；5G 早期流量商业模式将延续 4G 思维，长期而言 5G 将是定制化、智能化和场景化的高度渗透与融合。

2-1 云游戏

1. 行业需求

5G 时代的游戏产业，机会与挑战并存。基于 5G 云端处理技术，所有手机均可操作云游戏，使游戏终端设备的价格大幅下降。大量计算在云端进行，为未来云端服务商解决算力的市场创造巨大空间，消费者毋需通过付费把游戏下载到终端；目前排名第一、第二的头部游戏厂商的垄断地位将受到冲击、迎来挑战，但流量的增加将给运营商带来机会。

5G 落地推动云游戏开辟行业新空间。主流 IP 的内容 / 设备供应商通过技术提升、销售模式变革等方式，努力巩固市场地位。新兴市场参与者、创业者通过 5G 应用挑战现有市场、开拓市场空间。2018 年，视频游戏与电子竞技快速增长使中国成为全球最大的电子游戏市场，游戏用户数量达到 6.26 亿，创造了 248 亿美元的收入。预计未来五年这一趋势还将继续，复合年增长率保持 7.3%，2023 年收入将达到 352 亿美元¹。受制于网络通信技术瓶颈以及商业模式的

依据“盈利能力、信息化水平、对 5G 的刚性需求、市场竞争地位”先锋行业识别器的指标，5G 在泛娱乐行业的应用端看好云游戏和高清视频。主要原因有四：一是云游戏和高清视频行业的利润水平较高，有资金实力投资 5G 应用；二是 5G+ 底层用技术形成通用技术确立的应用平台（场景）具备良好的信息化基础（如 5G+ 云计算衍生而来的云视频、云 VR、云游戏）；三是云游戏和高清视频容易落地实现，消费群体大，有刚性需求，可通过提高消费者移动设备上的移动宽带（速度）使终端设备放量，由此带来娱乐内容形式的升级；四是行业领导者和市场挑战者如果抓住机遇窗口，释放“技术红利”，可以巩固和提升自己的竞争地位。

不成熟，云游戏行业一直以来发展缓慢，内容端供给十分有限。5G 的落地将彻底解决制约云游戏发展的网络基础瓶颈，具备技术优势的云服务提供商、具备用户优势的流量入口平台及优质游戏研发商将充分享受行业爆发红利。云游戏玩家面对的硬件设备配置门槛大幅降低，云游戏产业将迎来快速成长期。

云游戏扩大了消费群体。互联经济的本质是共享经济，是普罗大众的经济，在贴近现实生活的游戏场景中学会成长比说教更有效。云游戏从硬件和存储角度明显区别于传统网络游戏，Onlive、谷歌的 Project Stream、索尼的 Play Station 和腾讯的 START，巨头企业纷纷布局。云计算服务和云游戏平台环节将打破传统游戏产业链，游戏订阅份额可能吞噬硬件份额；未来硬件市场规模将缩小，游戏订阅支出将迎高速发展期，预计 2020 年订阅占比达 13%。

1 《5G 优化视频体验，推动中国娱乐及媒体行业持续高速发展》_ 中国经济网，国家经济门户，2019-06-05，
http://www.ce.cn/xwzx/gnsz/gdxw/201906/05/t20190605_32283505.shtml

2. 服务促进

更多潜在用户能用普通终端玩大制作云游戏。5G 与 4G 的本质区别在于其速度比后者快 10 倍。对普通用户与普通的游戏应用场景而言，画质低于 4K 的视频在 4G 与 5G 条件下没有区别；但对应用场景复杂、游戏元素多元、要求更快速度、更大带宽和超低延迟且支持实时、多人和沉浸式游戏体验的大制作云游，5G 提供了普及的可能。4G 时代云游戏无法普及的原因在于，运行一款大型游戏，会因终端硬件设备配置过低、存储空间不足，出现耗电量过大、发热过多、或 CPU、GPU 无法支持高精细画面的情况。在 5G 云游戏时代，所有画面渲染带来的资源消耗都在云端完成，通过 5G 大带宽、毫秒级别的低时延优势，手机端更多只要求视频显示功能，终端所带来的限制相对有限。2018 年全球主机游戏市场增长强劲，用户基数将伴随云游戏转型而显著增长。从用户角度来看，目前仍有 10% 的用户因硬件太贵而不玩主机游戏；未来主机游戏向云游戏的转型将摆脱硬件局限，潜在用户数量有望显著扩张，未来主机游戏用户将至少新增 10%¹。随着 5G 网速显著提升，千元手机、低配电脑都不再是体验游戏的障碍，行业潜在用户规模将进一步扩张。

消费者尝试更多游戏的成本下降。云游戏极大程度解决了用户玩高质量主机及 PC 游戏的硬件障碍，且能够实现游戏的实时切屏与互动，有望打破不同类型游戏之间的界限，实现全球范围主机游戏、端游、页游、手游玩家的全面互通。许多大型游戏对 CPU、GPU 都有着非常高的要求。在最新的 IGN 百大游戏和 PC Game 两大榜单的排名前 16（共 30 款游戏）中，有 15 款游戏对电脑 CPU 的基本配置要求都在 Core i5 及以上，有 12 款游戏对电脑显卡的基本配置要求在英伟达 GeForce GTX660 及以上，有 20 款游戏对内存的要求在 6GB 以上，有 17 款游戏需要占用 10GB 以上存储空间，其中 7 款需要占用超过 30G 的存储空间。基本配置只能满足游戏画质的一般需求，少延

迟、不掉帧则需要配置更高的电脑才能实现。根据英伟达的数据，全球目前电脑不足以运行大型游戏的用户大概有 10 亿²。云游戏使得低端设备也能带动高质量的游戏甚至是 3A 大作，降低游戏门槛，玩家有更多机会尝试更多的游戏。用户订阅流传输云游戏服务的成本可能在每月 5-10 美元之间，远低于传统游戏门槛（游戏机成本约 200 美元以上，每款游戏成本约 60 美元）。

专栏
02

2019 年 腾讯公布的云游戏平台

2019 年，多家公司相继公布了自有云游戏平台，行业巨头们正通过行动向市场证明云游戏的可能性。其中，腾讯陆续公布了旗下三个云游戏平台。2019 年 2 月，腾讯在 MWC 大会上与英特尔联手推出适用于 PC 和智能手机的云游戏平台“腾讯即玩”。3 月，腾讯 WeTest 团队在 CDG 大会上推出云游戏服务平台 CMatrix，主要针对 Android 云游戏服务提供专业性解决方案，为企业提供平台技术，使各种云游戏应用场景快速落地。目前，CMatrix 已支持安卓、iOS 和 Web 等操作系统。此外，腾讯还推出了支持 Windows、MacOS、移动端 IOS 及电视端的云游戏平台 Start，现已开放上海、广东地区的预约内测。

1 云游戏行业研报（201904）- 方正证券 - 道客巴巴，2019-04-03，<http://www.doc88.com/p-7542511914035.html>

2 游戏行业前瞻性报告之一——下一个风口：云游戏 _ 研究报告正文 _ 数据中心 _ 东方财富网，2018-12-24，<http://data.eastmoney.com/report/20181224/hy,APPIT1cxQwrrIndustry.html>

5G 提升玩家互动体验。近年来由于用户数量较大、游戏创新不足，产业增长速度出现了一定程度的下滑。5G、超高清技术与游戏产业的结合有望为游戏产业发展带来新的机遇。超高清游戏资源尚属稀缺，超高清显示技术对游戏画面质量的高要求，可以拉动产业链上游游戏内容的创新和制作；超高清的画质能够带动游戏相关设备更新换代、带给玩家视觉上的享受。

保证竞技环境安全。游戏外挂类别繁多，主要有模拟键盘、鼠标、修改数据包、修改本地内存外挂。为了减少服务器负担，部分游戏数据的运算通过分散到玩家客户端完成，导致破解修改漏洞的出现。云游戏将游戏参数统一存在服务器中，网络只负责简单指令和游戏画面的传输，作弊行为更易被检测和避免，游戏团队更容易保证竞技环境安全。

教育和培训的游戏化提升受训者兴趣。5G 数字平台相较于传统在线教育培训平台具有功能性强、成本

低和可支持对培训应用的扩展等优势。VR 技术是文字、图像、视频等传统授课手段与技术实训之间的桥梁，不仅可以打破地理空间限制，还能通过体验式、游戏化教学激发受训者的学习兴趣，数字技术“让技能学习更加简单有趣”。培训的游戏化可降低培训成本，使学习者充分利用碎片化时间，以达到提高学习效率的最终目的。赛事或者训练过程的全景记录对比分析，能够用于促进竞技参赛者的技能提升。基于 5G 技术，VR 教育还将扩展更多应用场景：创造出许多此前难以实现的场景教学，比如地震、消防等灾害场景的模拟演习；模拟诸多高成本、高风险的教学培训，比如车辆拆装、飞机驾驶、手术模拟等；还原历史或其他三维场景，如博物馆展览、史前时代、深海、太空等进行科普教学；模拟真人陪练，如英语培训中的语言环境植入，一对一或一对多的远程教学，实现学生与模拟真人的对话。

3. 价值变现

新技术出现，可以最大化激发原来潜在的市场。通过游戏场景服务来实现盈利，同时附加流量广告、社区营销、网上商城、各种促销活动等。云游戏行业的商业变现模式主要有三种：

流媒体订阅 + 道具 / 时长 / 可下载内容收费。该模式主要包括会员制订阅包月随便玩、时长制的按小时付费、买断游戏三种形式。定价由服务质量、游戏素质、网络硬件成本决定。

流量广告和直播打赏。“免费模式 + 会员收费 + 广告”已让视频网站逐步实现收支平衡，但云游戏目前广告创收能力较差，且广告可能影响用户体验。国外云游戏厂商都在倡导的订阅模式，运用到国内还会结合直

播、视频行业尝试更多模式。例如，观众可以在直播流中进入游戏，与主播进行互动；直播的商业模式可以从粉丝打赏，变为送游戏道具。信息流广告直接通向游戏主页，用户看见并打开即可试玩，广告转化率得以提升。

社区营销。第一，社区电商。有大量用户聚集后，云游戏公司可以开展直播、电竞比赛等社交活动，此外还可以推出自有品牌的手柄等设备，进入电商行业。第二，增值服务。即为用户提供更多便利，促使用户为更特殊的画质或极致体验等增值服务付费。第三，内容分发。云游戏为用户提供了多种可在低端设备上操作高质量游戏的可能，帮助游戏厂商进行游戏内容的分发。

中国移动旗下咪咕互娱率先试水云游戏

A. 产品体验：信息流界面实现游戏即时体验

咪咕游戏 App 的界面与快手、抖音等短视频浏览界面类似，游戏推送清晰简洁；通过游戏库、热门游戏短视频等推送路径，为用户实时在线游戏体验提供便利。目前平台并未对云游戏产品进行明确区分，平台所提供的内容仍包含大量传统游戏。

B. 付费服务模式：包月会员提供游戏畅玩

咪咕游戏平台采用包月类会员制进行收费，提供包月绿色畅玩；道具免费，无需下载即可在线体验精选游戏。当前会员开通方式主要包括手机话费扣除及第三方支付：用户可通过 App 平台购买月卡（19.9 元 / 月）或采用兑换码等方式开通会员，也可以通过扣除手机话费的方式开通咪咕游戏 9.9 元连续包月会员服务。

C. 商业模式探索：云服务分成的新型商业模式

咪咕游戏与合作方以游戏包的形式推出游戏产品，收取的包月费用由咪咕游戏、合作商及渠道商三方分成。针对合作 CP 方，咪咕游戏引入联合会员业务，将合作伙伴分为普通会员和核心会员两类，分成比例分别为 60% 和 70%。目前，咪咕游戏与各主要 CP 方已形成稳定合作关系，内容端优质游戏数量稳定。金科文化（旗下杭州哲信）、创梦天地、百度多酷等公司均有多款热门游戏作品上榜。

4. 技术支撑

5G+ 云游戏的普及，使大型游戏对终端性能的要求大大降低，普通玩家能够体验更高级的游戏互动。一方面进一步提升游戏的丰富度，提供给玩家更多选择；另一方面，让手机、pad 等保有量较大的终端能够运行大型专业游戏终端上的游戏大作，刺激玩家基数呈几何级数级增加，为游戏开发方和运营方带来更多收益，对整个游戏产业的发展将是一个巨大的推动。

▪ 网络基础设施

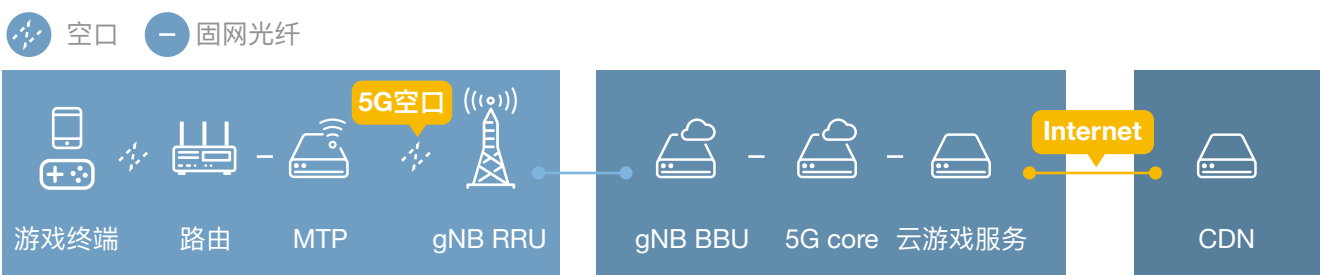
云服务器负责游戏渲染，内容通过 5G 传输至终端，终端只需具备解码能力。如何提高用户体验与降低软硬件成本是游戏产业发展的关键问题，5G 云游戏

有望实现二者平衡，加速推动泛娱乐产业的规模化发展。5G 云游戏将大型游戏画面的实时渲染和媒体处理所需的 GPU 庞大算力交由云服务器完成，处理结果存储到 CDN 进行效果下发，并通过 5G 网络传输最大限度降低大量图像数据传输造成的时延。游戏终端仅需从云游戏服务器接收渲染效果并进行基础解码、处理、呈现，完成游戏图像的画面展现和一些小数据的控制命令处理即可，间接减小了对终端体积和性能的要求。这使得游戏爱好者可通过更廉价、轻便的终端连接 5G 网络即可获得大型电子游戏大作的体验。

云游戏体验与网络带宽、边缘计算密切相关。云游戏是依托于网络数据流传输的一种游戏方式，它需要有足够的网速来支撑数据流的及时传输，才能消除延迟，带来顺畅的游戏体验。利用 5G 网络的大带宽低时延特性，可以为每个云游戏业务用户提供 100Mbps 的接入带宽，完美支持 4K/60FPS/HDR

的高画质游戏视频流，充分发挥用户端 4K 电视和 2K 手机屏幕的优势；同时在 5G 网络和移动边缘计算技术的支持下，云游戏端到端网络时延降低到 20ms 以下，基本与本地游戏相当，可以完美支持各类游戏，大幅提升游戏可提供范围和用户群体。

图 7：5G 云游戏架构图¹



云端服务器主要负责计算和存储，运行和内容都降低了对终端的依赖。云游戏本质上是一种以云计算和串流技术为基础的在线游戏技术。简要拆解来看，云计算的核心分为计算、网络和存储，相比现在的游戏，云计算的运算在位于数据中心的云端服务器，运算的结果通过网络以视频流输出到用户接收终端，游戏本身也存储在云端服务器而非用户终端。云游戏不必再依赖于较高性能的计算硬件，如高性能处理、高性能显卡，只需具备基础的视频解压能力即可；其次，开发平台也不用担心玩家侧硬件性能，可以开发更高质量的内容；此外，云游戏还能节省本地游戏的打补丁等待，长远来看有利于节省硬件迭代等升级成本。

▪ 行业自身数字化成熟度

云端渲染成本高，5G 云游戏终端发展滞后。将大型游戏或者 VR 内容的渲染放在云端，能够大量减轻终端

的计算处理能力，但云端渲染成本与用户并发量密切相关，高用户并发量将降低相关资源的使用成本；然而由于目前云端渲染建设成本高，利用率低，5G 网络带宽和时延还有待提升；且由于 5G 模组尚未成熟，游戏终端 /VR 终端还无法支持 5G 蜂窝网。

缺少优质内容持续供应。在内容方面，高质量游戏和 VR 内容稀少，制作方水平不一，质量参差不齐，内容雷同较多，创新性不足。VR 视频拍摄需要专业的相机，拍摄成本高，目前市面上大部分设备及终端均无法支持，仍处于尝试阶段，并未大规模应用。目前 VR 内容尚无监管政策，将来还需考虑内容主题与技术的合规性审查。

1 诺基亚贝尔和腾讯公司组建的 5G 端到端测试实验室的云游戏架构

5. 政策支持

与云游戏相关的政策体系应进一步完善。形成促进行业健康发展、营造清朗网络空间的良性循环，鼓励健康优质的泛娱乐内容。

放活准入门槛标准,坚持内容审核为主资质审核为辅。

目前游戏产业存在的主要问题,是游戏品质与游戏应用良莠不齐、盗版盛行等。功能游戏属于新兴的游戏领域,注重游戏内容以及玩法等方面的创新,在全球范围内主要应用于教育、商业、医疗、文化、军事以及政府等多个场景。在中国游戏市场中,教育、商业、医疗以及文化等领域是功能游戏的主要发展方向。应鼓励职业技能培训的游戏化,多开发积极向上、正能量、开发智力、寓教于乐的游戏,特别是理想性的职业经历游戏,用户可通过游戏完成职业训练。场景方面,可根据不同年龄阶段和不同职业进行设置:在游戏中经历人成长的 8 个阶段,或在游戏中和高层次人才交流获得成长。健康、绿色是游戏未来的发展方向,包括提倡互助协作、利于人际交流的社交游戏,健康益智、有利身心、提倡协作精神的网络游戏,以及内容健康、主题积极向上的小游戏。同时应完善游戏产品准入的标准,以支持绿色健康主题游戏的内容审核标准为主,游戏产品制做和发行的资质审核为辅。

成立云游戏行业协会,协调投资方和研发团队的分成

比例。开发团队在获取收益的过程中,不可避免与资本的逐利性产生矛盾,良好的内容创意很有可能由于错过时机而失去优势,成为博弈的牺牲品。除运营资金外,当项目取得收益时,开发团队也应收获相应的回报,双方合作才得以维持。

成立公益性的创业基金,支持创意团队创业。游戏行业的准入与开发成本、时间成本等得门槛较高,往往阻挡了能力与优秀作品设想兼备的团队进入,尤其是

大学生开发团队。在政策及资金方面给予年轻的创业者一定支持,有利于促进我国游戏产业健康发展。

云游戏改变传统游戏产业链条,需要建立新的利益再

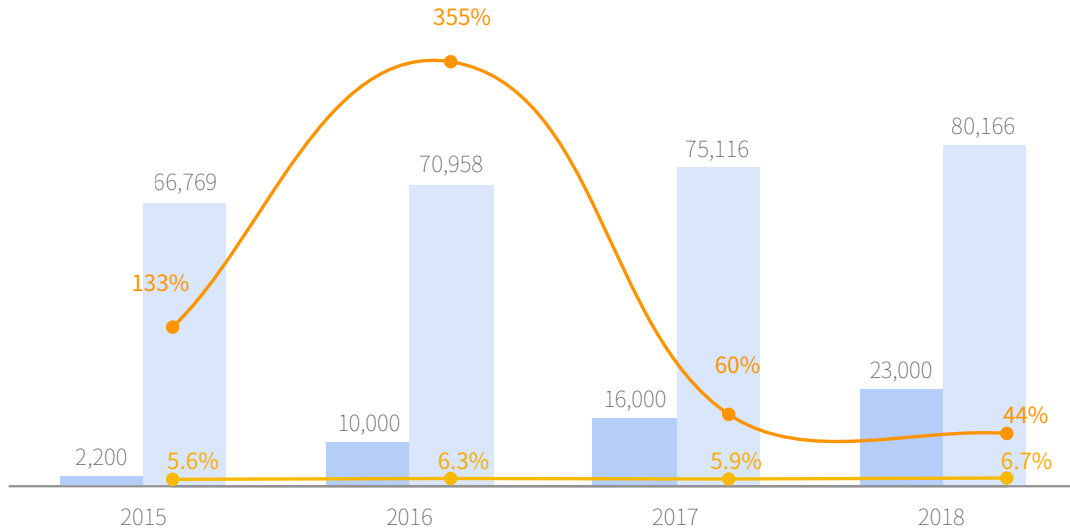
分配机制。云游戏的普及将弱化游戏硬件厂商的地位,增强优质内容研发商的议价能力,并赋予游戏数字订阅平台在产业链中更核心的地位。以往游戏行业的主要参与者是发行商与开发商;当云游戏平台、开发商、云计算上下游厂商、电信运营商入局共享部分行业收益时,利益分配机制需要重新探讨。



2-2 高清视频

图 8：中国网络视频会员规模和中国网民规模比较（2015-2018）

数据来源：视频会员数据由艺恩估算，网民数据由 CNNIC 公布



1. 行业需求

高清视频将成为 5G 率先商用的领域。“信息视频化、视频超高清化”已成为全球信息产业发展的大趋势。高清视频服务的本质就是高质量内容与高速渠道的结合，为广大消费者市场和行业应用市场服务。超高清视频对传输网络大流量、高速率、低时延的需求与 5G 网络特性高度吻合，有望成为未来新媒体行业的基础业务，成为 5G 主要的相关行业。

高清视频服务市场需求巨大。中国视频会员规模增速远超中国网民增速，增长空间广阔，为新型高清视频内容服务储备了一批潜在客户。截至 2018 年 12 月底，中国网络视频（不含短视频）市场规模达 963 亿元，同比增长 32%。中国各平台未去重付费视频会员规模超过 2.3 亿，整体用户付费规模为 355 亿元，同比增长 62.8%，占比 37%。近三年复合增长率为 119%，远高于中国网民规模近三年 6.28% 的增长率。8 亿中国网民总规模中，视频付费用户有着广泛的市场基础和巨大的增长空间。内容付费将继续成为互联

网内容产业的主要推动力，驱动内容质量成为在线视频行业的核心竞争力。艾瑞咨询预计，网络视频市场规模将于 2021 年达到 2276 亿元¹。

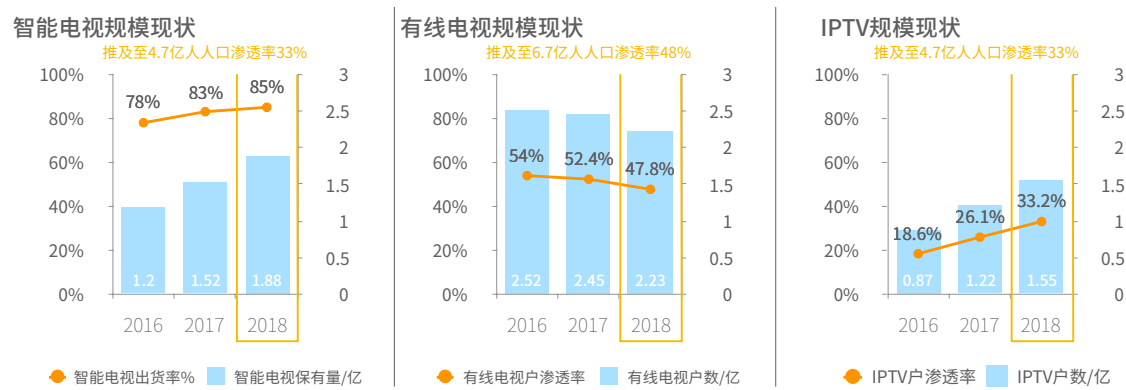
目前视频的客厅经济收入主要来自广告与用户付费收入。从市场规模角度看，智能电视和 IPTV 发展趋势持续上升，而有线电视的规模呈现下滑趋势。2018 年智能电视保有量为 1.88 亿（出货率从 2016 年的 78% 增加至 2018 年的 85%），IPTV 用户为 1.55 亿（渗透率从 2016 年的 18.6% 增加至 2018 年的 33.2%）。2018 年，我国超高清电视国内销量占比 67%，三大电信运营商 4K 机顶盒用户数达到 1.5 亿，文教娱乐、安防监控、医疗健康等领域涌现出一批创新应用亮点。到 2022 年超高清占视频直播 IP 流量的百分比将达 35%²。

1 《爱奇艺深度解析：中国视频付费领军者》，东兴证券，2019-09-25

2 《科技与文化双步走 5G 对传媒应用场景影响之超高清视频产业——传媒行业深度报告》，国海证券，2019-08-20

图 9:视频客厅经济市场规模(2016-2018 年)变化

数据来源:miaozhen system, 国海证券研究所



规划出台迎来超高清视频大时代。据数据显示, 2017 年中国超高清视频产业总产值为 7614.8 亿元, 2018 年中国超高清视频产业总产值约为 9803.3 亿元, 同比增长 28.7%。预计 2019 年中国超高清视频产业总产值将超 1.3 万亿元。2019 年 3 月 1 日, 工业和信息化部、国家广播电视总局、中央广播电视总台联合印发了《超高清视频产业发展行动计划(2019—2022 年)》, 明确提出“4k 先行、兼顾 8k”总技术路线和 2022 年 4k 电视全面普及、超高清用户达 2 亿、超高清产业规模达 4 万亿元的目标。

广电获得 5G 牌照带动行业应用和-content 服务大发展。广电获得 5G 牌照将大力推动高清视频内容和服务分发。根据规划, 超高清内容和终端将加速渗透; 随着 5G 生态的成熟, 5G 的高速和低延时与大屏的高效人机交互互相促进, 大屏领域特别是家用 TV 市场将拉动 TV 换机需求, 家庭社交、在线教育、VR/体感游戏等交互类社交应用场景将进入蓬勃发展期。

图 10:2005-2025 年中国视频行业发展过程



2. 服务促进

5G 网络对于 4K 乃至 8K 超清视频有着良好的承载能力。基于 5G 网络的超清视频可应用于各种场景，主要包括：远程超清直播、远程安防监控、远程超清医疗、商业性远程现场实时展示及街景采集等，应用前景十分广阔。

远程超清直播。包括大型赛事直播、大型演出直播、重要事件直播等。2019 年 8 月 31 至 9 月 15 日，2019 年国际篮联篮球世界杯北京赛场全球首次采用“5G+8K”技术对 8 场篮球世界杯进行了赛事直播测试。数千名观众在五棵松篮球公园的户外、通州行政办公区、超高清视频协同中心，通过 LED 超高清大屏、110 英寸电视、激光投影 3 种 8K 显示终端，观看了通过 5G 实时传输的 8K 超高清信号赛事直播。此次测试为首批观众带来前所未有的大屏幕及超高清体育赛事观看体验，为观众提供身临其境的现场参与感，实现了“5G+8K”技术在国际重大赛事中的首次示范应用。

远程安防监控。如户外现场实时安防监控。在春运、国庆等节假日期间，火车站、著名景点等场所的人员密集，极易造成人员伤亡事故。因此，上述重点场所的现场实时安防监控极为必要。在人员密集场所部署 4K/8K 超清视频安防监控车，有利于预防或及时处置人员伤亡事故、打造智慧城管。结合 4K/8K 超清视频监控画面，还可以开展高准确性的人脸识别、车牌识别等应用。此外该技术还可应用于工程实施过程中危险地点的实时监控。

远程超清医疗。采用 5G 网络传输超清视频在医疗领域也将造福大批患者。例如，在救护车上安装 4K 摄像机拍摄车内患者的高清视频，有助于医疗专家远程掌握患者情况，指导车内医护人员进行急救，并根据患者实际状况提前在医院内准备手术方案和手术器材。

远程现场实时展示和街景采集。5G 网络和超清视频的结合，将带来一些新的商业模式。5G 网络覆盖范围内的旅游景点可以进行远程实时展示，有助于旅游项目的推广。采用 5G 网络采集、传输超清街景视频并应用于城市地图网站，也将起到事半功倍的效果。

5G VR 新生儿探视

2019 年 5 月 25 日，创维 VR 携手中国移动，助力四川华西大学第二医院共建“5G 智慧医疗应用”发布。项目展示了 5G VR 新生儿探视、5G 移动医护站、5G 智慧导诊机器人等 5G 智慧医疗领域的创新应用。5G VR 新生儿探视系统采用创维 5G 8K VR 直播解决方案，通过在 NICU（新生儿重症监护室）架设多路高清全景摄像机，将实时画面经由 5G 网络上传至云端平台，再通过 5G 网络推流至创维 8K VR 一体机，实现 8K 视频硬解码，为使用者带来超高清的临场体验。这是国内首次将 5G 8K VR 技术应用到 NICU 新生儿 VR 探视。

在 NICU 休息区等候的家长佩戴上 VR 一体机设备后，仿佛置身病房内，可以 360° 高清流畅观察新生儿的实时状态，了解护理照看情况，缓解紧张焦虑的情绪。家长体验了新生儿探视系统后，连连夸赞：“现在科技真的是改变生活啊，戴着 VR 设备，像是真的在病房里一样，看得非常清楚，很多细节都能观察到，真好！”

消费端的需求有两个层次：功能型需求和情感型需求。能够产生商业价值的项目，未必是技术难度最高的应用。只要消费者在任何一个层面上的需求得到满足，就能实现价值变现的良性循环。

5G 智能大屏视频通话。电视独有的大屏令其在视频通话的领域拥有得天独厚的优势。传统的视频通话主要通过手机、平板以及计算机进行；但小屏的可视角度受到限制，基本只能容纳 1-2 人。而电视视频通话在攻克技术难关后，给予用户更广阔的视角、灵活的角度，解放用户的双手。

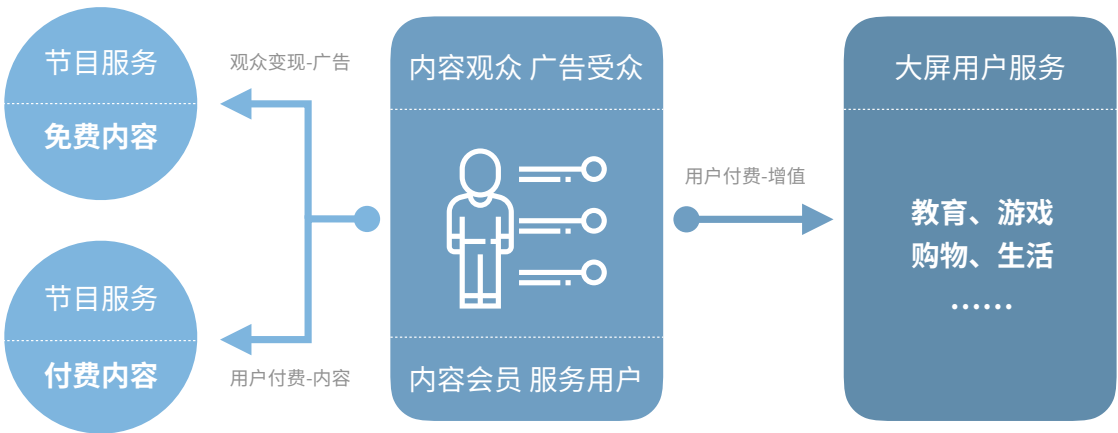
3. 价值变现

目前高清视频经济收入主要来自广告营销收入与用户内容付费收入。随着版权保护与移动支付的不断普及，用户的版权意识与付费意愿不断提高，用户付费逐渐成为网络娱乐内容产业继广告后的第二大收入来源，促使行业核心竞争力逐渐从流量为王转型为内容为王模式。内容市场规范化后带来用户对精彩内容的支出，衍生出以教育、游戏、短视频、医疗健康、电商

等为代表的泛娱乐内容生态的付费模式，围绕优质 IP 开发的各类内容形态逐渐成为提升平台货币化能力的推动力。例如腾讯视频借助新媒股份的牌照切入客厅大屏，新媒股份基于腾讯打造了“云视听极光 TV”并通过会员付费、广告、硬件生态进行商业变现，为用户提供音视频体验；爱奇艺联合银河互联网电视公司打造“奇异果 TV”（银河奇异果）互联网电视应用。

图 11：高清视频用户增值付费生态体系

数据来源：视频会员数据由艺恩估算，网民数据由 CNNIC 公布



内部会员体系	动漫	体育	商城	演唱会直播	教育/课程	文学/轻小说	游戏	娱乐直播
VIP+FUN会员+文学会员+奇异果VIP+体育会员	爱奇艺FUN会员	主打内容：英超&网球 爱奇艺体育会员	爱奇艺商城	单场付费	付费听课	单部付费	游戏付费 直播打赏	直播打赏
VIP+QQ音乐 VIP+QQ VIP+超级视频+极光盒子	单部付费	主打内容：NBA 腾讯体育会员、高级会员	草场地商场	单场付费	付费听课	单部付费	游戏付费 直播打赏	
阿里88VIP：优酷+虾米+淘票票+饿了么（优酷VIP赠送虾米、书旗小说会员）	单部付费	优酷PP体育联合会员	有酷商城	单场付费	付费听课	单部付费	游戏付费 直播打赏	直播打赏

“用户增值收入 + 流量分发收入”将成为高清视频下阶段重要盈收组成。增值付费依托于高清视频会员用户的意愿；在提供基础观看权益上，要不断拓展娱乐生活范畴内的购物、出行、餐饮等增值服务，使会员用户感受到“超值”会员体验，增强高清视频会员对平台的粘性。流量分发收费则是根据视频内容和标题等元数据打视频标签,将视频分发给与该标签匹配的用户。

图 12：主流视频网站会员基础权益和增值权益

数据来源：视频会员数据由艺恩估算，网民数据由 CNNIC 公布

	爱奇艺	腾讯视频	YOUKU	Netflix	YouTube	Amazon Prime
基础权益	<div><ul style="list-style-type: none">院线新片热剧抢先看独家综艺跳广告蓝光1080杜比全景声明星见面会</div>	<div><ul style="list-style-type: none">HD1080P漫画特权游戏礼包全球纪录片杜比视听王者特权直播回看</div>	<div><ul style="list-style-type: none">1080P度假特供港剧场超级综艺杜比影音点播搬家热剧探班</div>	<div><ul style="list-style-type: none">三档高清多屏观看随时取消首页免费</div>	<div><ul style="list-style-type: none">免广告离线下载后台播放</div>	<div><ul style="list-style-type: none">免费观看标记的片库Prime Music 服务在亚马逊购物免邮费及两日送达服务Kindle图书馆服务</div>
增值服务	<div><ul style="list-style-type: none">VIP商品（商城兑换券）生活/出行礼包（友唱折扣券）看电影见明星（《龙猫》观影）餐厅折扣券（DQ买一送一）银行联名卡</div>	<div><ul style="list-style-type: none">VIP在现场（《海王》观影）VIP出行攻略（飞常准会员）VIP生活福利（COSTA代金券）VIP文娱福利银行联名卡</div>	<div><ul style="list-style-type: none">阿里系生活优惠券（天猫超市）优享流量特权（三大运营商）合作商品品牌（RIO鸡尾酒优惠券）</div>	—	—	—

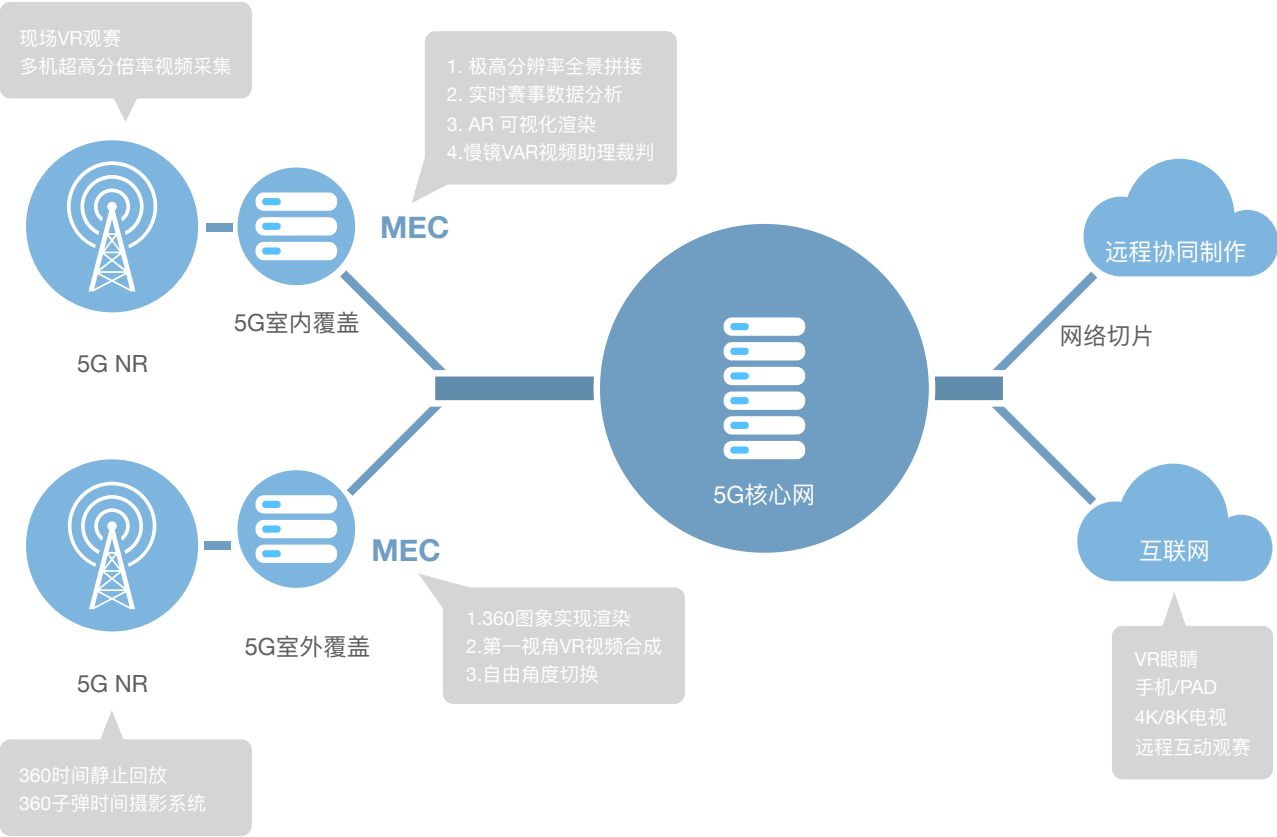
4. 技术支撑

网络基础设施。以某次 5G 超高清视频赛事直播为例：首先需要实现赛场(室内 / 室外)的 5G 网络无缝覆盖，同时在比赛现场部署支持 5G 的超高清视频采集设备，多方位采集超高清视频信号，通过 5G 接入传至边缘计算节点进行拼接、合成、渲染、分析等实时处理；远

程协同制作中心通过 5G 网络对多个场馆的多路超高清视频信号进行后期制作，并输出到广播、IPTV、互联网等不同的播出平台；场内 / 远程观众通过 AR/VR 眼镜、手机 /PAD、4K/8K 电视等不同终端，以超高清、交互式的形式观看赛事。

图 13: 高清视频网络基础设施

数据来源: 视频会员数据由艺恩估算, 网民数据由 CNNIC 公布



该应用的核心功能包括以下几个方面：

- 赛场 5G 网络无缝覆盖：新型室内有源分布式基站和 NB-IOT 基站，通信容量保证 10 万人级别场馆内人员使用且无故障运行超过 24 小时；实现百万 / 平方千米的连接数；实现高清视频传输，视频分辨率不低于 4k (含 8k)；满足场馆专用网络线路端对端最大时延低于 10ms、平均时延低于 5ms、丢包率低于 0.1% 的要求。
- 视频采集及全景拼接：4K、8K HDR (High-Dynamic Range, 高动态范围) 多通道多码率视频采集，通过 5G 帧级超低延迟回传，实现观众实时观看现场并切换任意角度画面。
- 远程用户超高清互动观赛：多个高清摄像头从场馆的各个角度进行拍摄，捕捉的瞬间通过 5G 网络传送到边缘服务器进行全景合成。观众可以通过手机 /PAD 选择从赛场的各个角度自由选择需要观看的画面，无死角观看比赛中选手动作的每一个细节。

以上功能的实现，需要将 5G 网络高带宽的传输能力用于传输高清图像数据，需要低时延进行采集端摄像头的同步控制，需要边缘计算实时数据处理并进行图像合成以生成全景视频及数据可视化渲染，还需要 5G 网络的低时延特性保证用户操作与视频播放的同步。

5. 政策支持

视频平台和内容制作方都已经意识到，好内容是拉升付费的硬通货，内容付费是获取更高商业价值、形成健康可持续商业模式和规模盈利能力的关键；用户、平台、内容方、技术提供商都不愿错过通过付费获得更高效率、获取美好生活的大时代。产业发展中也存在内容应用标准不一致、超高清视频内容供给匮乏、产业协同发展不够等突出问题。把握战略机遇期、强化产业顶层规划设计的需求尤为迫切，应通过政策引导和支持，充分激发市场主体活力，推进产业持续健

行业成熟度存在的问题：

- **5G+ 超高清产业链标准尚未打通。**8K 超高清视频产业的国内外标准尚未形成完整体系，现有标准主要集中在信源编解码、显示终端等领域，信道、接口、安全、应用等相关标准仍处于探讨阶段。
- **5G+ 超高清产业发展不均衡。**我国 8K 产业各环节的发展相对不均衡，终端呈现领域实力较强，多家企业在显示面板领域处于全球领先地位。网络传输能力也已初步具备，三大运营商相继推进 5G 网络建设。但内容制作及前端内容环节面临挑战较大：国内 4K 节目储备较少，且超高清摄录设备及关键元器件由国外厂商主导。虽然重点行业应用已经初现亮点，但各方投入意愿仍存在差异，缺乏协同合作，推进步调不一致，放大了产业链短板效应。
- **5G+ 超高清内容供给不足。**超高清内容制作成本高、设备投资大、投入产出比不高、且面临版权保护的风险，因此内容厂商生产意愿不强。且由于厂商在前期推广 8K 超高清视频的时无法从用户侧收取过高费用，导致在内容制作方面承担较大经济压力。

康快速发展。在推动的初期，需要政府的统筹协调、政策支持以及产业链通力合作，创造协作共赢的可持续发展机制；需要提升网络传输能力，探索 5G 在超高清视频传输领域的应用，实现超高清视频业务与 5G 协同发展；需要持续推进 4K 超高清电视内容建设，鼓励创新内容生产；加快行业创新应用，完善资金投入机制；需要加快人才培养，加强行业应用推广；需要深化国际交流合作，实现优势互补、合作共赢。



工业互联网

工业互联网是应用于数字时代的先进生产模式，依托 5G 网络、云服务平台，面向工业客户，融合云计算、大数据、人工智能，通过对工业数据深度感知、实时传输、快速计算及高级建模分析，实现生产及运营组织方式的变革，助力传统工业企业转型。5G 具有增强移动宽

5G 解决工业互联网海量大数据通讯传输的难题，成为工业企业流程创新的催化剂。

带、超可靠低延时、广覆盖大连接的特性，解决工业互联网海量大数据通信传输的难题，成为工业企业降低成本和提高效益的重要技术支撑。依据 5G 先锋行业识别器，可以判断出 5G 可在电力生产和智能制造业率先应用。

2-1 电力工业

1. 行业需求

电力工业是指将煤炭、石油、天然气、核燃料、水能、海洋能、风能、太阳能、生物质能等一次能源经发电设施转换成电能，再通过输电、变电与配电系统供给用户作为能源的工业部门，包含发电、输电、变电、配电及用电五大环节。电厂属于发电生产端，电网属于电力输送端，二者共同组成了电力能源的供给端。电能的生产过程和消费过程是同时进行的，既不能中断，也不能储存，需要统一调度和分配；大量工业设备产生的工业数据以秒甚至是毫秒来采集，因此数据量巨大，需要 5G 和人工智能为海量数据处理提供技术支撑。对供电要求可靠性的逐步提升意味着要求高可靠性供电区域能够实现电力不间断持续供电；而工业互联网的改造实现了电网数据一张图，在线实施可控、可测，人工维护的成本、故障率、平均停电时间等指标都得到了大幅度改善。

电网公司在产业链中处于强势地位。用电量作为终端需求，是支撑电厂和电网进行长期投资的动力根源。尽管我国用电量增速放缓，但预计增长趋势仍将延续，有望支撑电网年均投资维持在 5000 亿以上的规模。电力和电网公司属于大型国有企业，盈利模式清晰，资产质量可靠性高，在产业链中处于强势地位。短期风险主要来自于电价下调影响电网经营表现，中长期风

险来自于市场化的冲击。顺应 5G 发展有助于企业探索出适应市场化的模式，经营活力将会逐步上升。

高比例新能源并网调控的需求。现在电网接纳可再生能源的压力越来越大，包括风电、光伏以及客户侧分布式电源的接入，对电网的并网调控能力提出了更高要求。集中式的大电厂开始转向分布式清洁能源，传统电网向 5G 智能电网转型已成为必然趋势。电力供给侧新能源占比逐年提升，电网消纳能力的重要性凸显。2018 年我国新增装机容量中，风电、光伏占比已达 52%，累计装机容量非水新能源占比 18.9%¹；未来新能源装机和发电量占比提升是必然趋势，电网必将围绕清洁能源消纳进行系统化的投资升级。针对集中式新能源发电基地及大型水电站，通过特高压骨干网架进行电力的大规模、长距离稳定输送，可有效解决三北、西南地区的消纳问题。而中东部地区兴起的大量间歇性分布式并网则需要智能配电网的支撑。

满足 2C 和 2B 多元用户用电的需求。目前国网公司已经建成覆盖 4 亿户以上的智能电表用电信息采集系统，组建了目前全球最大的智慧车联网平台，接入充电桩 16.7 万个以上²。平台利用分时充电电价和服务费激励，智能引导用户充电行为，推进用电负荷削峰填谷。据统

1 智能电网行业报告：产业进入成熟期，建议重点展开供应链金融业务 - 格隆汇，2019-07-18，<https://www.gelonghui.com/p/289045>

2 《中国建成全球最大智慧车联网 接入充电桩超 16.7 万个》，中国政府网，2017-08-21，<https://auto.qq.com/a/20170821/016393.htm>

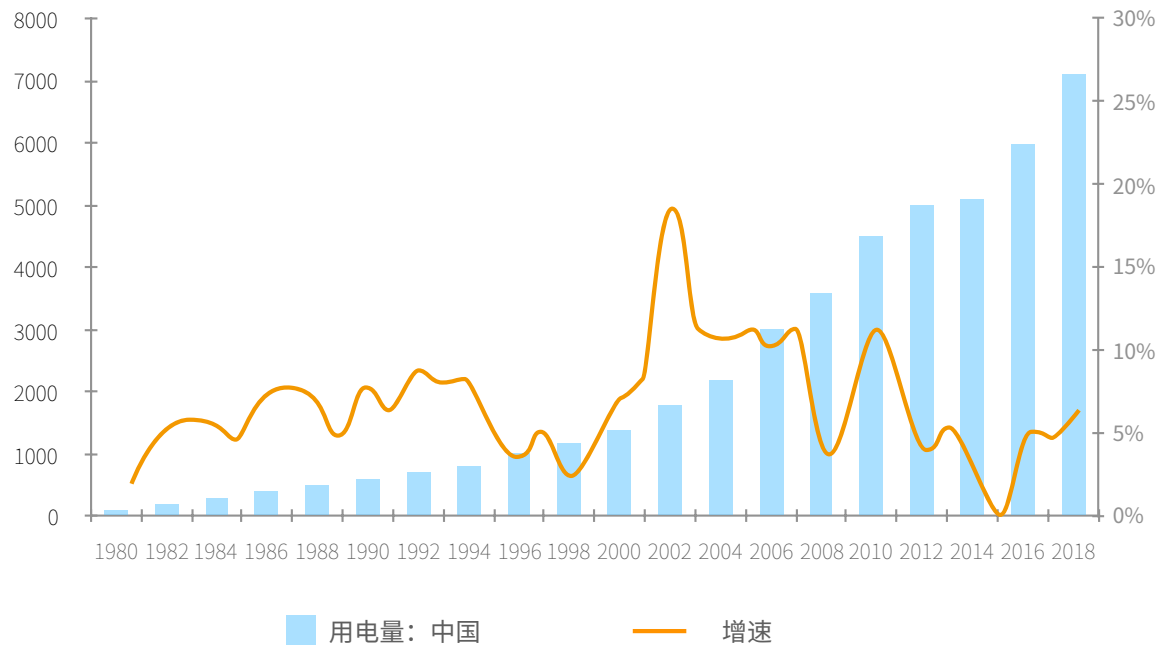
计，自车联网平台上线以来，累计充电量中约 20% 是低谷时段充电，有效促进了清洁能源消纳。通过 5G 网络可以对充电、用电、驾驶等大数据进行快速分析，为电动车生产厂家提供电动车的实时状态、电池寿命等项目的监控预测。随着用户参与到电网的双向互动的环节越来越深入，包括分时电价、需求侧响应和电动汽车充放电等业务会大量增加。

发电和供电的安全可靠性提高和成本降低。电力通信是智能电网控制的重要组成部分，4G 通信水平的电网

和发电设备设施检修的人力成本巨大，企业有降低运营成本和减少安全事故发生率的刚性需求。然而大部分设备设施的检测点多面广，无法远程控制，因此迫切需要通过实现可测量、可控制的检测方案。目前电厂和电网亟需解决海量大数据的处理、信息传输安全、高质量传输、差异性的适配问题和通信资源可管控等问题。电厂和电网要实现行业专网的自动化、智能化、互动化，亟需 5G 技术的支持。

图 15：我国用电量及同比

数据来源:Wind、EIA, 招商银行研究院



2. 服务促进

围绕电力系统发电、输电、变电、配电、用电全流程，基于 5G 的大带宽、低时延、广连接特性以及独特的“网络切片”技术，电力行业公司、运营商和设备商在推进 5G + 智能电网应用落地时主要集中在以下典型应用。

电厂和电网设备和工程师控制类。5G 网络低时延、连接范围广等特点可以有效满足发电、输配电等业务无

线接入需求，使电厂和电网能够实现对每一个设备和开关的精准、快速控制。通过云机器人（在各种复杂工况环境中）的远程集中控制、识别跟踪产品在价值链生产销售全过程中的位置（生产及配送过程跟踪），实现生产质量远程控制，提升发电和供电质量。

表 2:智能电网的需求和 5G 网络应用场景及价值

需求		5G网络应用场景及价值
电力和电网公司在产业链中处于强势地位	远程操作和大规模连接	电厂设备检修的人力成本巨大，减少安全事故发生率，需要实现5G网络与工程师和设备的大规模连接。电网在高危的远程施工现场，5G连接远程控制设备与高清摄像头高效连接，实现机器人远程维护与操作。
	新能源并网优化	5G低时延地将海量分布式新能源发电参数及时传输至主站进行整合完善并网系统
	安全智能配电	配电线路及设备的数据连接，实现运行状态检测、故障诊断、定位等，恢复非故障区正常供电。
	精准负荷控制	根据用电终端负荷信息实时反馈进行电力切片，控制不同用电需求，实现高效和错峰用电。

专栏
05

华能集团应用 5G 工业互联网

中国华能集团有限公司作为电力行业中的龙头企业，其对 5G 工业互联网的成功应用为我国发电行业注入了一针强心剂。旗下的玉环电厂攻克了一批又一批技术难题，创造出了多个国内发电史上第一。

自 2019 年 2 月起，华能开启工业互联网试点建设工作，通过使用先进的信息与通信技术，对生产数据进行采集和挖掘。中国华能集团有限公司首席信息师朱卫列指出，我国工业领域流程型行业占比较大，该行业具有生产持续性要求高、数据量大、应用场景丰富等特点。例如，火电厂的生产数据量是离散类生产厂数据量的 100 倍。数据在工业领域设备间和流程间应用，具有非常巨大的可挖掘价值。

目前，华能在外包服务方面开展了 5G 应用。电力设施设备的检修需要大量具备高水平的外包工程师；因此，电厂需要对每位检修工程师的资质、检修过的设备、培训状况和事故率进行追踪，通过检修设备与工程师的大数据分析，在最短时间内为设备配置最优质的检修工程师，保证设备的安全运作。此外，工作人员还可以通过设备上的传感器了解设备的运行状况，对设备进行预见性维护，并将数据传输给保险公司，决定设备所需缴纳保费的金额。

工业互联网正处在“政府热、厂商热、舆论热”但“应用冷”的环境中。华能认为：首先，应用实践者要具备实干精神，需要应用场景。其次，将工业互联网应用到人工智能领域时，要对工业业务本身有深入理解。最后，5G 解决的是工业互联网的通讯问题，工业领域内的效率问题、质量问题、高质量发展问题仍亟待解决。中国华能集团有限公司信息中心的杨正新主任和孟子涵指出，5G 网络可以将 ERP、备品、备件、人资、物料、销售、金融保险等方面串联，形成大型数据生态，通过大数据处理得到的评估模型有助于优化运维管理。然而，华能内部的 10 兆带宽难以支撑如此大规模的计算，4G 网络更是难以承载上百个应用的高并发；5G 的云边协同具备高度灵活性，能够支持大数据的传输和处理。目前，由于需要与现有的工业互联网系统架构衔接，“改造成本过高”是 5G 面临的最大问题。为了避免电厂支出过高成本，政府可以首先推动单点上的免费应用试用，取得良好效果之后再针对行业推出订阅付费使用，创造用户粘性。此外，5G 的稳定性还有待验证，工业互联网所承载的高并发计算及数据传输需要十分稳定的网络通讯环境。

智能分布式配电自动化。当前配电自动化主流为采用集中式配电自动化方案，连接方式为主站集中，星型连接为主。配网保护中心逻辑单元负责逻辑运算，发出保护跳闸指令；就地逻辑单元负责信息采集并处理执行就地保护跳闸指令。由于一个中心逻辑单元连接多个就地逻辑单元，当发生故障时，停电影响范围大。智能分布式配电自动化以 5G 网络为基础，每台终端都可以起到中心逻辑单元作用，就地跳闸，快速隔离配网线路故障区段，快速实现故障判断和定位故障隔离以及非故障区域供电恢复等操作，从而实现故障处理过程的全自动进行，最大可能地减少故障停电时间和范围，极大的提高了配网故障处理效率。

用电负荷需求侧响应。在传统配网，当用电负荷超过可承载负荷时，因为无法单独控制某些负荷，只能采取一刀切的方式，切除整条配电线路来降低负荷，对社会生产影响极大。通过接入 5G 网络实现对负荷精准控制，紧急情况下可选择优先切断非重要负荷，最大程度的降低损失。还可根据用电终端负荷信息实时反馈进行电力切片，控制不同用电需求，实现高效和错峰用电。

分布式能源调控。多种分布式能源的并网，使电网从一个单电源网络结构变成多电源网络结构。虽然分布式能源可以在电网遇到紧急情况时作为备用电源，但是随着分布式光伏，分布式储能、电动车充换电站、风电站海量接入配电网，通信连接数量将成倍增长，用户是用电方的同时也是发电方，配电网的运行更加复杂，电网如何稳定运行成为挑战。如何调控分布式能源，使其和电网形成良好互动成为了一个问题。由于分布式能源基数过于庞大，现有的信息通信方式难以有效调控分布式能源，而这正是 5G 电力切片中主要的研究方向之一。

信息采集类。智能电网不是空中楼阁，需要大量的数据去实现。随着智能电网的发展，现有的用电采集系统已不能满足未来的需要。采集需求也将由“小颗粒”到“大颗粒”，视频采集发生转变。5G 将满足采集内容视频化、高清化的需求；采集频次大幅增长，由天或者小时进化为分钟级采集，可以实现准实时采集；另外可实现电网和用户间的双向互动。

国家电网 首次成功应用 5G 技术

2018年，河北省涞水县南郭下村的分布式光伏扶贫电站正式实现了 5G通信链路的全面打通。该电站的发电量、功率、转化率等信息以 100G每秒的速度被成功远程传输到国家电网分布式光伏云网主站，意味着 5G技术在光伏云网首次成功试运行。

国家电网分布式光伏云网是国内最大的分布式光伏一站式共享服务平台。近年来，随着分布式光伏的迅猛发展，光伏电站海量信息采集、现场设备监控、远程诊断运维等业务对通信网络传输能力提出了更高要求。5G技术对光伏云网带来的最大变化在于数据传输速率与质量的大幅提升，有效解决了光伏云网所面临的用户数量激增、海量分布式数据难以采集、广域覆盖难以保障等难题。5G可为光伏云网数据采集、运行监控、电费结算等不同属性的业务提供隔离独享的网络切片，确保光伏云网更加高效安全可靠地满足不同业务的个性化、智能化的综合服务需求，保障服务质量。目前，国家电网已与北京邮电大学成立联合实验室，将持续研究 5G技术的应用，完善光伏云网智慧服务与创新功能，助力国家能源转型和经济发展。

高级计量。对于未来的居民用户来说，用电采集将不仅仅只和智能电表产生关系；而是以智能电表为基础，连接充电桩、分布式电源和各种家用智能电器，与客户产生更深层次的互动，实现与用户的用电信息等共享。比如非侵入式用电负荷检测，通过双向互动实现用户需求侧管理，实现客户对电器的控制。而对于工商业用户而言，高级计量可以分析企业详细用电数据和用电习惯，从而进行能效管理，节能增效。电厂可以根据高级计量的大数据分析结果决定发电的节奏部署。

智能电网大视频应用。当今智能巡检机器人、无人机等已在各地被广泛应用，人工方式作业被机器人代替。但由于通信的限制，目前智能巡检机器人记录的视频并不能实施传输，只能保存在本地；而无人机有效控制范围也极其有限，这些都极大的限制了人工智能的应用。而 5G 技术因其带宽高、范围大的特性可以实现智能电网大视频的应用，并应用更多需要视频传输的电力领域，比如配电房视频监控、移动式现场施工作业管控、应急现场自组网综合应用等。

5G 智慧电网应用

A. 南方电网首例“5G+ 变电站机器人巡检”

“5G+ 变电站机器人巡检”是南方电网首例基于 5G 网络的变电站巡检机器人端对端应用（即操控平台至机器人终端）。此前，受 4G 和 WIFI 技术的上行带宽不足、时延高、安全性欠缺等因素限制，巡检机器人难以被大范围推广。在 5G 网络的支持下，站内巡检机器人能够在 500 千伏的深圳变电站高效而精准地执行巡检任务；由于数据信息从网络一端传输到另一端所需的时间低至 1 毫秒，机器人能够更加快捷地接受信息和任务指令、传输高清视频流。5G 的切片技术还能使机器人适应上下行带宽与时延的个性化需求，使数据传输更加安全可靠。

B. 广东南沙大桥“5G+ 无人机保电巡视”

2019 年 3 月，在广东南沙大桥的电力供应保障中，全国首例 5G 无人机智能巡检精彩亮相。南方电网广东东莞供电局以电力应急通信保障车为核心，在广东移动 5G 网络的支撑下，实现了保电 3 个“实时”——保电作业数据实时回传、保电现场情况实时查看及现场指挥实时沟通。该流程为广东南沙大桥无人机保电巡视工作节约了至少 4 个小时的人工拷贝数据时间。

C. 广州智慧路灯变身 5G 微基站

广州首批智慧路灯已在天河南二路投入使用。这些由广州供电局自主研发的路灯，一根灯杆集视频监控、信号基站、道路指示牌及充电桩等功能于一身；不仅可以给汽车、手机充电，还能一键求助、连接免费 wifi 和发射 5G 信号。未来的智慧路灯还将解锁多种功能，成为 5G 微基站，为 5G 网络提供载体、供电、通信等基础保障。

D. 广东东莞供电局“5G 无人机 + 程序化操作”智能巡维

4 月 8 日，南方电网广东东莞供电局在全国首次开展“5G 无人机 + 程序化操作”应用试点。传统模式中，110 千伏线路条件下的操作平均需耗时 40 分钟，且需要 2 名值班人员配合；而“5G 无人机 + 程序化”操作只需 5 分钟，且全程无需人工干预，极大地提高了停送电操作效率。5G 无人机根据预设的程序能够实现工业数据的自动化采集、智能化处理，自动识别操作步骤，完成设备状态校核。在未来，“5G 无人机 + 程序化操作”也将应用到变电站巡检、远程移动视频监控等场景。

3. 价值变现

5G 技术应用于智能电网配网环节，可以有效弥补配电网光纤覆盖不足的劣势，同时端到端网络切片技术可以满足智能电网输电、变电、配电和用电各类差异化的业务需求及安全隔离需求，商业前景广阔。

网络切片整体方案模式进行计费。对于未来的商业模式，面向电力行业客户，可以通过以网络切片整体方案模式进行计费，比如切片服务、定制终端以及数据流量等内容。5G 切片技术即将 5G 网络切出多张虚拟网络，从而支持更多差异化业务；且各切片之间可相互绝缘，相当于给电力划一块专属信息传输通道，虚拟一个“无线专网”。

新型业务包括综合能源服务和附加增值服务。综合能源管理服务是市场化导向的业务，对专业性、系统性的综合能力有较高要求。比如，电力节能服务公司提供资源调配、用能专业信息、专业人员信息及资金支持服务。附加增值服务涉及业务较多，初具规模的包括电动汽车充电服务网络、电力系统供应链金融等。基于数据和信息优势，电网公司还可拓展能源类咨询分析等业务。国网公司“三型两网”转型目标中的“三型”：枢纽型、平台型、共享型目标，指引了传统业务的优化和新业务模式拓展的方向。与传统模式相比，这些创新业务潜力较大，对电网企业的市场化能力提出了更高要求。

优化传统售电业务。随着智能电网的大规模应用，大量风能、太阳能等新能源介入，电动汽车、充电桩普及使用，以及电表直插应用。比如，南方电网大约有 9000 多万块电表，包括各种智能传感在内的终端规模超过万亿级¹。5G 网络可以实现电网状态和运营数据全管控，提供给客户新的服务和体验，与客户合作共赢。运维方面则主要由运用新技术来实现优化，例如运用无人机、智能巡检机器人等，进一步提升效益。尽管售电侧放开了投资，但电网公司有用户、资产、数据、资金、服务等方面优势；发挥自身优势，传统的售电市场仍大有可为。

国家电网的商业模式创新：三型两网

A. “三型”：枢纽型、平台型和共享型

具有“三型”即枢纽型、平台型、共享型特征的现代能源互联网企业搭建了广阔的商务模式创新平台。枢纽型电网将推动清洁低碳环保、促进能源高效利用，为电从“远方来”和从“身边来”提供了高效传输通道；平台型企业推进供需对接、要素重组与融通创新，打造能源配置平台、综合服务平台以及新业务、新业态、新模式的发展平台，连接生产者与消费者，带动产业链上下游共同发展；共享型企业将吸引更多社会资本与各类市场主体参与能源互联网的建设和价值挖掘，打造共建、共治、共赢的能源互联网生态圈，不断提升国有资本运营效率。

B. “两网”：智能电网与泛在电力物联网

数据科学、人工智能、5G 及物联网等先进技术的推广应用，使承载电力流的智能电网与承载数据流的泛在电力物联网相辅相成、融合发展，共同构成能源流、业务流、数据流“三流合一”的能源互联网，形成强大的技术创新平台。

1 南方电网“5G+智能电网”在路上_基站, 2019-08-23, http://www.sohu.com/a/336105336_117460

4. 技术支撑

5G 能源互联网体系架构。现阶段配网终端间的通信主要通过光纤承载，满足配电自动化业务低时延、高可靠的要求，同时配电自动化业务需要通信网络具有良好的隔离能力。然而由于配电网覆盖范围大、通信节点分散的特点，建设光缆网络的经济成本巨大、社会代价高昂，面临着最后 1 公里的覆盖难题，致使现

阶段智能分布式配电自动化业务无法在配网侧大规模的实施。5G 的大连接、低时延等特性在该环节大有可为，为配电智能化改造提供强大技术支持。

5G 能源互联网的应用主要集中在配用电环节，对电网智能化水平提升效果已显现。5G 能源互联网体系架构如下图所示。

图 16:5G 能源互联网体系架构

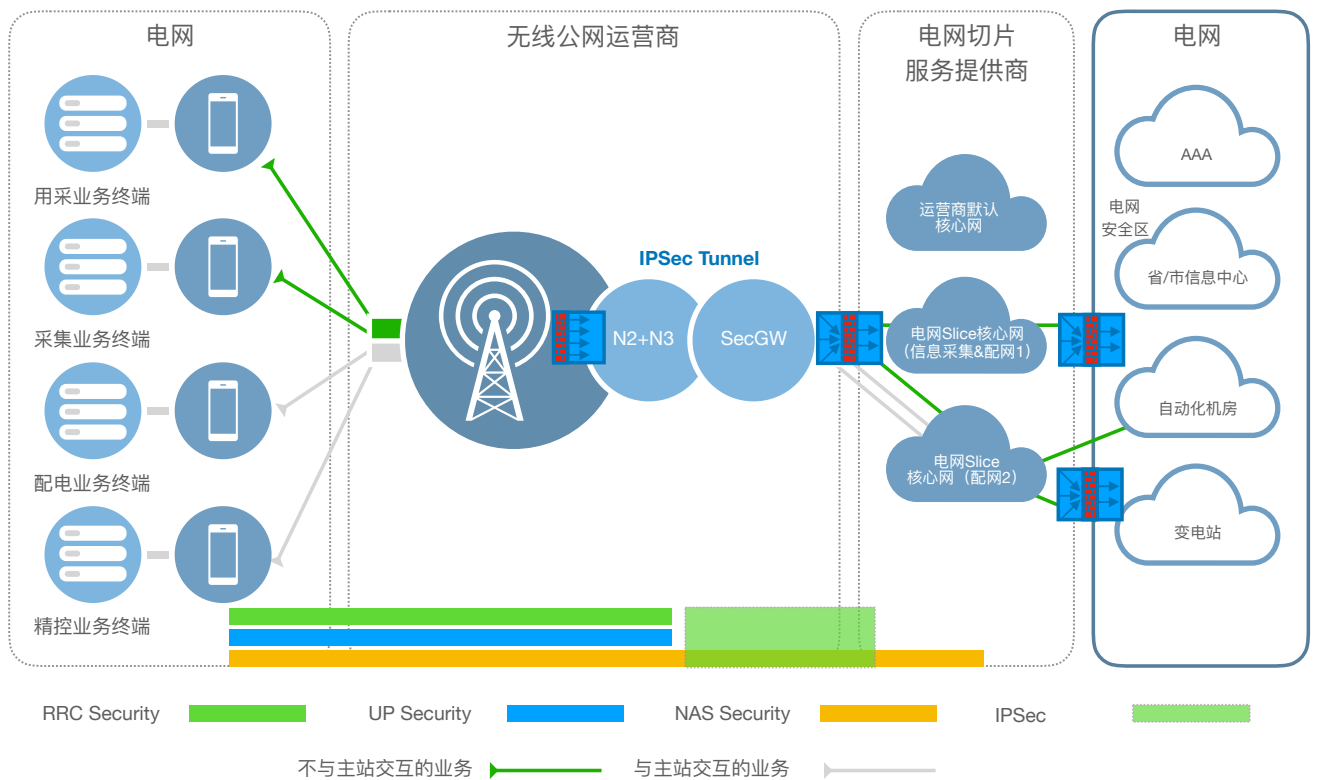


图 17:5G 电力切片技术全视图

关键使能技术。5G 切片技术作为能源互联网关键技术之一，将助力电网配用电环节的智能化水平提升，有利于电网的服务化转型。5G 电力切片技术包括切片设计、部署使能，切片运行、闭环优化、运维、能力开放等，如下图所示。

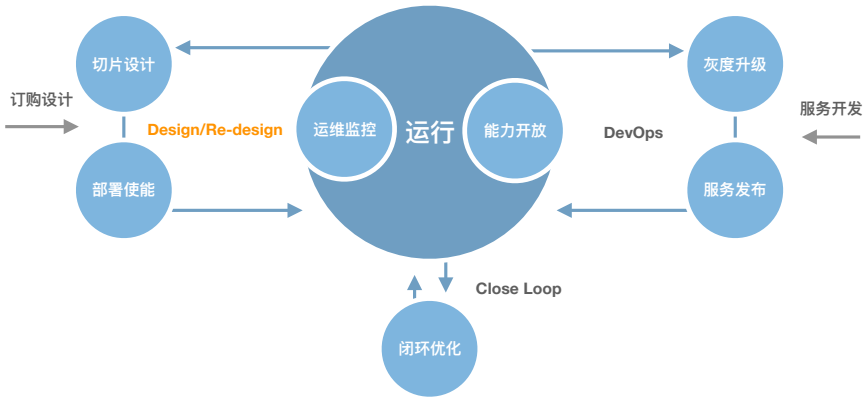


表 3:能源互联网 5G 网络切片的闭环优化模式

为了保证 5G 电力切片的敏捷特征和业务独特性,切片需要定制化设计。5G 电力切片的闭环优化分为如下两类,如下表所示。

	近端闭环	远端闭环
触发源	服务等级协议（SLA）感知	网络效率及SLA感知
目的	迅速改善和提升SLA	全网效率最优，全网SLA最佳
输入数据	局部信息	全局信息
实时要求	实时/准实时	非实时，慢速
运行模式	一定规则下的best effort	基于数据分析产生最优解

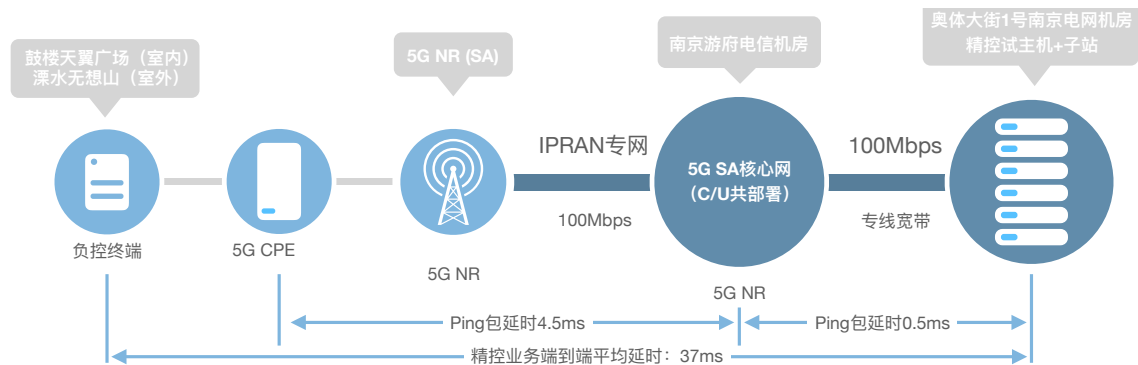
近端闭环与远端闭环同时存在，相互结合，兼顾实时的业务保障和整体的网络效率提升。近端闭环通过在控制面和用户面预置策略和调整逻辑，当判断业务能力达到门限即将或者已经受损时，迅速调整网络部署和网络参数，使得当前和后续的业务得到体验改善。例如，对于智能电网切片，当某一区域由于出现新的用电设备或者接入新的分布式电源，需要就近进行负荷调整，网络可以自动进行边缘区域功能节点的扩缩容或者新增部署，将电网负荷调整功能部署到本地，提高区域 SLA保障能力。远端闭环通过收集和分析网络长期运行数据，寻找规律，探寻优化方向，自动周期性地对网络进行调整或者触发对网络进行重新设计，

持久性地提升网络服务能力。

另一方面，鉴于电厂和电网海量数据实时处理，考虑部署用于电力监控系统、电力通信及数据网络的专有通信网络，实现数据、语音、图像、视频等业务的泛在接入和可靠承载，满足电力系统发输配变用环节的业务通信需求。此外，还需要考虑引入毫米波提升网络容量，通过中频段与毫米波协同使用，实现中频提供广域连续覆盖、高频提供网络容量叠加的效果。同时，通过引入载波聚合和动态频谱共享等新技术，采用共网建设方式，提高频谱使用效益。

关键技术成熟度。随着 5G 标准与网络技术的逐步成熟,5G 与电力业务的适配性正在进行测试验证。南方电网采用 NSA 组网方式开展了 5G 承载电力业务的外场测试,今年年底将陆续完成典型业务场景测试。国家电网在南京完成了业界首个基于真实电网环境及最新 3GPP 标准 5G SA 网络的电力切片测试,利用 5G 网络的毫秒级的低时延能力,结合网络切片的服务等级协议(SLA)保障,提升了在突发电网负荷超载情况下对末端小颗粒度负荷单元的精准管理能力。测试初步验证了核心网切片应用可行性,经实测端到端平均时延为 37ms,5G 切片可以满足精准负荷控制 50ms 的端到端平均时延要求。

图 17:5G 电力切片技术全视图¹



5. 政策支持

建网规划需要政府指导下运营商和电力企业密切配合。发电和电网公司运用 5G 通信技术,目的是为了降低成本和提高效益。行业专网的 5G 网络建设的设施设备的改造需要大量资金,如果运营商的建网规划和电力资源行业的需求之间有冲突,与电力能源行业的业务需求范围、推广进度、指导思想不一致,那么电力行业 5G 网络的建设就难以顺利开展。双方需要在政府的指导下密切配合,通过 app 应用使用付费、网络租赁、节能增效收益分成等方式分担建网费用。

加强网络切片关键技术研究。电网是国家的基础设施,发电厂和电网公司需要实现全程的可管可控。电力能源控制部分的问题非常突出,因此需要快速解决问题,并在恢复后上报故障原因。由于电力行业存在刚需,而 5G 的网络切片有对应的能力匹配,电力通信或将

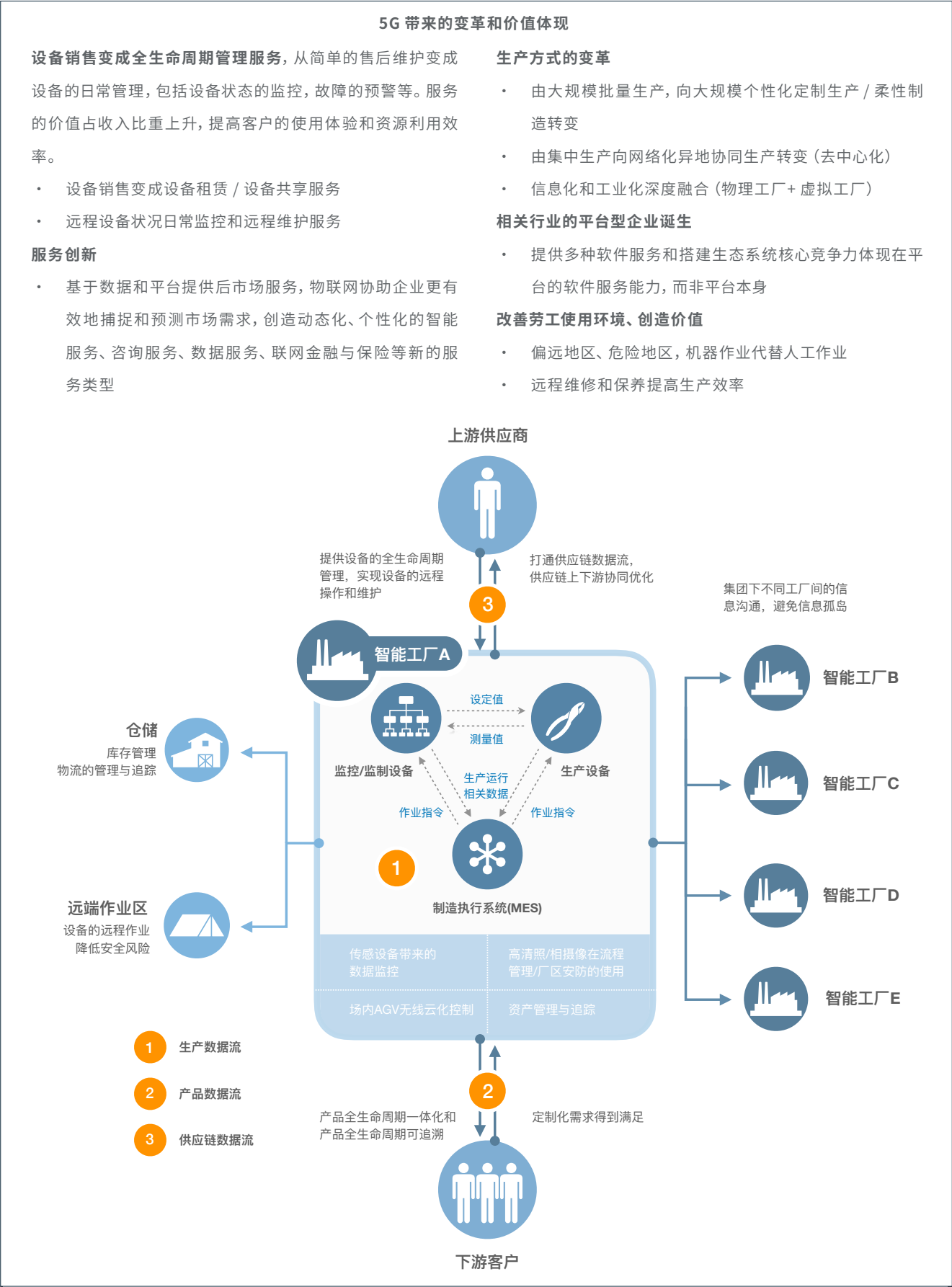
总体而言,5G+ 能源互联网的安全架构及安全性能否满足电网内安全要求尚待研究及验证。运营企业和网络设备商需要进一步量化网络的技术指标和架构设计,包括 5G 网络切片安全性、业务隔离、端到端业务时延,协商网络能力开放、网络管理界面等要求,以提供满足电力行业多场景差异化的完整解决方案,并进行技术验证和示范。此外,由于目前 5G 与智能电网的测试验证场景依然较为局限,5G+ 能源互联网与电力业务的适配性需要在更大范围内开展测试验证。

成为 5G 网络切片技术商业化应用的突破口。产学研需要加强 5G 网络切片关键技术研究与分析。

着力推进 5G 能源工业互联网试点示范工作。建成一批不同类型、不同规模的试点示范项目,攻克一批重大关键技术与核心装备,推进能源互联网技术达到国际先进水平;初步建立能源工业互联网市场机制和市场体系,初步建成能源互联网技术标准体系,形成一批重点技术规范和标准;催生一批能源金融、第三方综合能源服务等新兴业态,探索一批可持续、可推广的发展模式;积累一批重要的改革试点经验,让行业内的企业看到 5G 真正能够带来的益处,才能起到示范引领作用。

1 国家电网 5G SA 网络的电力切片测试方案

智能制造在帮助企业降低成本增效的同时，赋予企业重新思考价值定位和重构商业模式的契机



2-2 智能制造

1. 行业需求

智能工厂的落地取决于企业的痛点。很难有一剂“万灵药”，企业可以先解决眼前的关键问题，同时具备长远规划。

降本增效。当前中国制造业发展面临劳动力成本上升、高端制造能力不足等挑战，十年内城镇单位就业平均工资从 2008 年的 28898 元上升到 2018 年的 82461 元，增长 2.85 倍，劳动力成本上升；同时由于制造能力不足、创新能力欠缺，在高端领域缺乏竞争力。近年来中国工业产能利用率皆低于 79%。根据国际通行标准，产能利用率低于 79% 即为产能过剩。工业企业需要通过工业互联网降低成本、优化生产工艺、安全生产、污染控制和个性化制造，目标是提质增效。

设备价值深度挖掘。制造型企业面临激烈的市场竞争和日益透明的定品定价，不得不寻找新的价值来源。围绕设备进行价值挖掘是制造型企业的天性。在研发设计阶段，嵌入新技术，生产更智能或更多样化的产品；在销售阶段，提供相关的金融服务；在售后阶段，对出

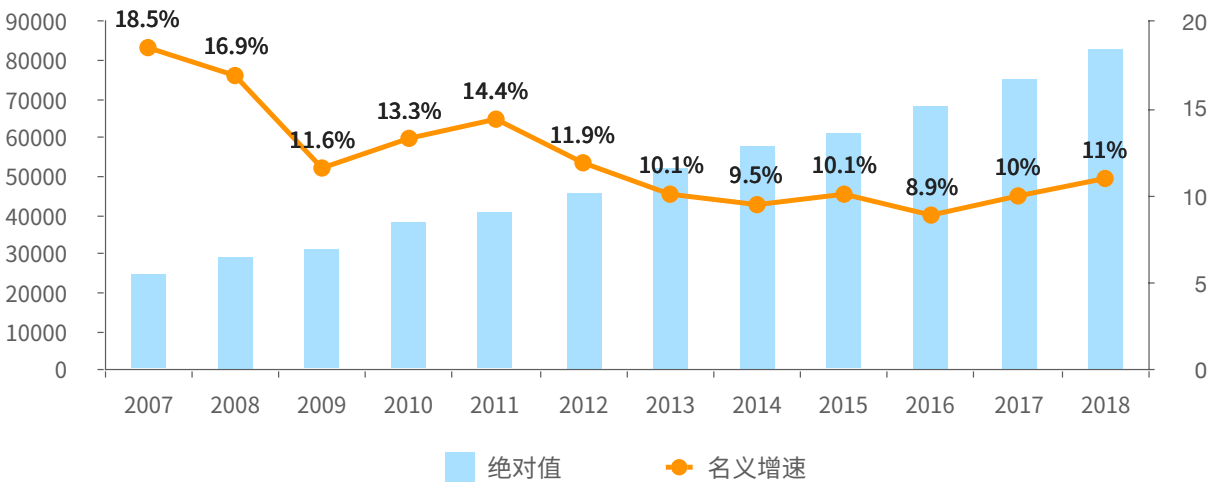
“制造流程中用电池供电的关键设备，以及对移动性高度依赖的设备，形成制造企业对 5G 的刚需。”
—— Qualcomm 技术标准高级总监李俨

厂设备和产品进行实时数据采集和监控，并进行性能分析、预测性维护等，提升安全性，也为企业创造更多服务机会。

用户价值深度挖掘。制造型企业也在探索和尝试对用户价值进行尝试挖掘，其中以 C2M（客户到制造）体现了定制化生产的特性。使制造商直接面对用户，满足个性化需求，通过减少中间环节降低成本和提升效率。比如，红领集团通过 C2M 电商平台、柔性供应能力和大数据能力实现了大规模个性化定制化。顾客可以在其平台上选择款式、工艺、材料并下单。平台快速收集顾客分散、个性化的需求数据，大数据和云计算技术按客户需求匹配产品数据模型，款式数据和工艺数据能满足超过百万种设计组合，覆盖 99.9% 的个性化设计需求。版型确定后，系统自动生成工艺数据，数据发送至工厂进行生产交付。整个流程从下订单到产品出厂仅需 7 个工作日，做到按需生产、零库存、一人一版、一衣一款。目前 C2M 平台应用到了汽车制造等其他制造业领域。

图 19：2007-2018 年城镇非私营单位就业人员年平均工资及名义增速

数据来源：国家统计局



提升大数据分析能力。智能制造要求制造系统具备感知、分析、决策和执行的能力，而这些能力均需要工业大数据分析和面向决策及服务的应用平台。德勤调研结果显示，目前中国制造企业物联网应用以感知为重点。企业普遍建立系统以传感器采集动态数据，但数据分析和平台应用相对滞后。电子及电器行业传感器和平台应用最为普及，76%的受访企业利用传感器采集数据，43%的受访企业利用物联网平台，33%的企

业采用大数据技术分析所采集的数据。汽车及零部件制造行业传感器技术应用有较高普及率达 73%，但大数据和平台应用低于其他受访行业¹。制药行业大数据技术利用最为积极，因为医药行业早已面临海量数据和非结构化数据挑战。感知仅是物联网应用的初级阶段，数据分析结果指导行动，提高效率，与服务交融创造新价值才是核心。

专栏
09

5G 时代让中国商飞智能制造如虎添翼

5G将从生产方法、质量控制、管理效率（例：减少检测所需的计划性停电）及削减成本这四个方面升级制造业流程。智能制造时代，5G通过赋能柔性生产线，提高生产线灵活性。生产设备得以通过云端平台无线连接，根据需求进行功能的快速更新与自由组合；弹性化的网络部署能够根据业务场景需求编排架构、调配资源。

智能制造是制造业发展的必由之路。飞机结构高端复杂，具有高安全性和可靠性；因此，融合了 5G 与飞机制造的创新实践将成为最典型的应用示范，将强有力带动制造业发展。智能制造流程中，5G最主要的职能在于为工厂提供大量实时数据。5G+飞机将具备更精湛的设计（全机协同设计优化）、更可靠的制造流程（柔性、可追溯、全连接工厂）、更快速的试飞（海量数据秒传）、更便捷的维修（维修方法推送）、更优质的服务（异地远程同步指导）以及浸入感更强的客户体验。中国商飞与其合作伙伴共同建设了全球首个 5G 工业园区，打造了十大工业场景。其中，私有云构建的工业大脑利用了 5G 网络高带宽的特性，将复杂数模与大数据处理部署在云端，在云平台管理体系和安全体系的保障下，为各类用户终端提供统一的数据处理平台。5G 毫秒级时延使 AR 云化 / 轻量化，工业双目相机时钟同步由不可能变得可能。10Gb 的吞吐量提升 9K 视频传输速率，使机器视觉检测、VR 透明工厂得以在终端即时提取和传输。

智能制造是大势所趋，但不可避免地面对挑战。当前最为核心的问题在于 5G+工业标准的缺失。在由 5G 引领的第四次工业革命中，有标准才有话语权。行业的发展亟需国家标准、行业标准及企业标准等一系列标准体系的建立。

2. 服务促进

在智能制造时代，工厂车间中将出现更多的无线连接，促使车间网络架构不断优化，网络化协同制造与管理水平有效提升，保持对整个产品生命周期的全连接。未来工厂中所有智能单元均可基于 5G 无线组网，生产流程和智能装备的组合可快速、灵活调整，适应市场的变化和客户需求个性化、定制化的趋势。

赋能柔性生产线。提高生产线灵活性。生产设备通过云端平台无线连接，根据需求进行功能的快速更新与自由组合。网络部署弹性化。根据业务场景需求

编排架构、调配资源。面向未来个性化定制的新型生产模式，要求生产线具有高度的灵活性，能针对不同产品的生产要求，通过模块化的生产单元实现自组织的生产，还包括 AGV、灵活的物流等等。利用 5G 将能够补充或替代原来有线的控制网络，实现更加灵活、互联、协同的生产。

高清影像快速传输。5G 大带宽及移动性优势能够支撑工业可穿戴设备、工业 AR、工业相机等高清影像实时无线传输，可提升工作效率、降低整体成本。

1 德勤咨询，《中国智造 行稳致远 -2018 中国智能制造报告》，德勤中国，能源、资源及工业行业

<https://www2.deloitte.com/cn/zh/pages/energy-and-resources/articles/china-smart-manufacturing-report-2018.html>

更安全和更大规模调度。5G 相比 WIFI 可实现更泛在的连续的覆盖，提供更高的安全性，能够支持对移动远程控制和大规模调度。

大规模设备互联泛在化感知。5G 网络相对于传统窄带物联网可支持更高密度的工业传感器、变送器、仪器智能装备的接入，支持高并发、大数据量的通信。

复杂的人机协作。未来工业生产需要大量的人机协调，需要做指令的传输，大量的音频、复杂的视频和触觉等信息的同步传输，这些都是未来 5G 应用的典型场景。

云平台大数据处理。5G 云平台通过提供强大的数据传输、存储和处理能力，帮助制造企业采集和处理大量数据。制造业云平台能够实现企业通过平台完成产品的设计、工艺、制造、采购、营销等环节，还将改变传统生产方式和制造生态。

浙江移动与中兴通讯、浙江中控、新安化工携手打造智能制造示范项目

5G 作为工业互联网的重要技术支撑，将助力工业变革从单点的信息技术应用向全面数字化、网络化和智能化转变。5G 的低时延特性可应用在数据采集、工业控制及人机交互等场景；5G 网络切片可支持多业务场景的隔离和保护；5G+MEC 可高效构建企业专网。目前，我国基于 5G 工业互联网的应用成果及示范项目纷纷落地，5G 工业互联网应用正呈现加速跑趋势。

以浙江移动与中兴通讯、浙江中控、新安化工携手打造的智能制造示范项目为例：随着 5G 工业数据采集及控制系统成功上线，该项目取得了重大突破。新安化工作为化工领域龙头企业之一，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，工业生产流程十分严格。流程要求：一旦检测到数据异常，应急控制必须在规定时间内启动。因此，数据采集及控制系统对网络的低时延、高可靠性有着严格标准。现有的数据采集终端均采用有线连接的方式。由于生产园区范围较广、采集终端分散，线缆部署工程往往需花费近百万、历时 6 至 7 个月才能完工，且后续故障排查十分困难。双方采用中兴通讯 5G 端到端解决方案后，创新地将新安化工园区内多个数据采集终端通过 PLC 汇聚后接入 5G 网络，在控制平台进行实时 UI 监测；一旦发现数据异常，立即报警并启动反向控制系统。端到端的时延平均值为 20ms，满足工业控制要求。

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。浙江移动将继续与浙江中控、中兴通讯在工业领域开展长期深入合作，致力于 5G AR、5G 实时工业控制、5G 云化 AGV、5G 远程操作、5G 高精度人员定位和 5G 园区安防等方面的尝试，助力工业制造业转型升级。

3. 价值变现

5G 可以助力制造业商业模式创新，制造业企业未来商业模式将呈现四大类型：平台型商业模式、规模化定制模式、“产品 + 服务”模式、以知识产权为核心的模式。不同商业模式的价值定位和收益创造方式不同，需要具备的能力也不同，企业需要通过评估自身运营情况选择商业模式。

平台型商业模式。以提供多种软件服务和搭建生态系统为核心，未来可能会出现相关行业领军企业和平台。

规模化定制模式。根据客户的需要提供定制化柔性制造，按需生产、零库存、一位客户一款，以提供定制产品收取费用。C2M 已经从服装行业延伸到汽车和装备制造等行业。

“产品 + 服务”模式。核心是围绕客户需求提供解决方案，收取产品和服务费用，目前被许多企业所应用。

知识产权为核心的模式。通过知识产权战略规划，以专利授权等形式实现商业化，促进持续性的研发投入和技术进步。

表 4:商业模式特点及具备能力

商业模式	特点	能力
平台型	<ul style="list-style-type: none">· 收入来源：提供多种软件服务+生态系统· 选择公有云平台搭建基础设施· 未来会出现垂直行业的领军企业和平台· 典型企业：三一重工、树根互联	<ul style="list-style-type: none">· 擅长软件服务创新，软件平台需要支持多种软件服务方案· 一系列软件企业收购· 平台业务搭建培育期长，能够承受较长回报期的压力· 具备提供软件服务的人力资源和财务资源
规模化定制	<ul style="list-style-type: none">· 收入来源：直接面向客户，用规模化生产的价格提供定制个性化的产品。· 采用模块化设计方法，多维交叉分析、了解用户行为、建立数据模型· 数据链条贯通用户、制造商和供应商· 业务流程符合柔性制造特点· 典型企业：红领集团、海尔	<ul style="list-style-type: none">· 客户交互、数据仓库、大数据分析能力· 个性化定制生产，供应链数字化转型· 保持成本水平和成本结构可控
产品+服务	<ul style="list-style-type: none">· 收入来源：提供由产品和服务两大模块组成的整体解决方案，服务是重要的利润来源· 服务创新和产品创新同步进行· 典型企业：徐工、罗罗	<ul style="list-style-type: none">· 从围绕现有产品提升客户体验转变到围绕客户需求提供解决方案的能力· 系统集成能力
知识产权为核心	<ul style="list-style-type: none">· 收入来源：专利授权许可收费；专利、产品和解决方案组合；技术转让· 通过知识产权战略规划，以专利许可等形式实现商业化，促进持续性研发和技术进步· 典型企业：高通、华为、中兴	<ul style="list-style-type: none">· 收入来源：专利授权许可收费；专利、产品和解决方案组合；技术转让· 通过知识产权战略规划，以专利许可等形式实现商业化，促进持续性研发和技术进步· 典型企业：高通、华为、中兴

4. 技术支撑

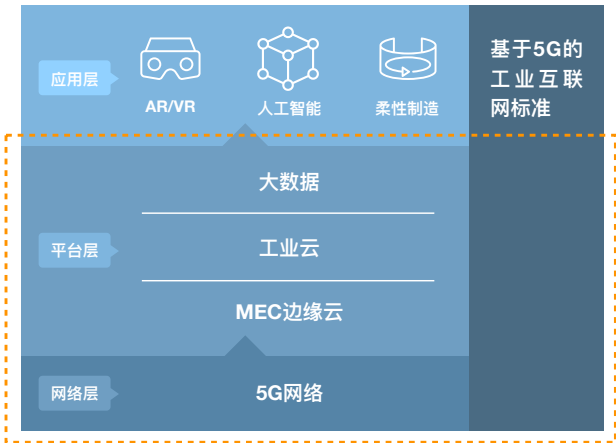
“5G 核心网趋于互联网化。”
——中国工程院邬贺铨院士

智能制造体系架构。利用 5G 通信技术，在工厂内可以实现全生产要素、全流程互联互通，即设备互联、人员互联、工装互联、刀具互联、物料互联、产品互联，实现工厂全生产要素全生命周期的实时数据跟踪，并将实时产生的数据在云平台进行大数据智能分析决策，实现全连接工厂实时生产优化。通过 5G 全连接工厂可以实时管控工厂生产状态，不断消除工厂运营中的各种浪费，实现工厂生产的高度精益化。

关键使能技术。5G 三大典型应用场景对网络性能的要求有显著的差异，适用于不同的智能制造生产领域。eMBB 场景将用于工业设计、辅助装配、视频监控和维护等领域，要求超过 800Mbps 的上行带宽；uRLLC 场景将用于工业控制、工厂自动化、智能电网等领域，要求端到端毫秒级的超低时延和接近 100% 的高可靠性通信保障；mMTC 场景将会成为低功耗、广覆盖、大连接等工业信息采集和控制场景中较好的技术选择。

智能制造不同业务对带宽、时延、可靠性、成本要求差异性非常大，需多项关键技术支持。特别是工业场景中大部分应用主要涉及数据上传，对网络上行带宽要求较高。5G 边缘计算技术通过网关分布式下沉部署，实现本地流量处理和逻辑运算，大大降低传输时延，保障了生产过程的安全可靠。据测算，利用边缘计算可以过滤和压缩数据，节省核心网资源，成本仅为单独使用云计算的 39%。不仅如此，边缘计算可以在网络连接不稳定时保证应用的可靠性。据 IDC 预测数据，2020 年 50% 的数据都会在边缘云

图 20：5G 智能制造体系架构



处理。

中国工程院邬贺铨院士表示，5G 核心网趋于互联网化。在 5G 核心网中，完全采用和互联网相通的 Http 协议来完成业务调度，在通用的互联网中建了专用的“隧道”，定了一套移动通信特殊协议。SDN（软件定义网络）、NFV（网络功能虚拟化）等 5G 新型网络技术在工厂内将企业生产内部网络资源进行编排，实现灵活组网，以满足智能机器的柔性生产。在工场外可以有力支撑工业互联网中远程监控、远程运维、智能产品服务新模式、新业态的发展。5G 网络切片将物理网络切分成无数个虚拟网络通道，供特定业务单独使用，从而提高了网络的使用效率。云平台通过切片管理器根据不同的业务类型，将支持多业务场景、多服务质量、多用户的隔离和保护，应对工业互联网行业多样化网络连接需求。

此外，鉴于工业环境下数据突发量较大，需要考虑毫米波与中频段协同使用。智能制造领域中对频谱的需求量更大，需要引入毫米波，实现中高频相互补充，提升网络容量。运营商可以采用网络切片技术搭建针对工业企业的虚拟专网，为工业企业定制一张高速可靠传输网络。

关键技术成熟度。利用上述关键使能技术实现工程

机械远程操控，不但能操作人员的工作环境，还能有效保障操作人员安全、助力企业生产施工的降本增效。青岛港利用 5G 实现港口岸桥吊车的远程控制，各项指标满足要求，PLC 长时间可靠运行。多协议，多业务并行，上行速率超过 200Mbps，通过 5G 网络成功远程控制抓取集装箱。

整体上，目前 5G 配套产业和应用开发仍处于起步阶段，产业链尚不成熟，5G 智能制造内网改造的融合技术标准尚待明确，特别是结合工业实际生产现场的软硬件供给能力不足，实践中暴露上行带宽不足、时间同步精度不够、5G 模组不统等一系列技术问题，仍需要网络技术和产业生态的进一步成熟。

5. 政策支持

从易到难的方式推进 5G 制造业应用的发展。在几大应用场景中，泛在化的感知就是把传感器的信息接上来，这是相对比较简单的应用，应先从这样的应用开始，先从控制系统的增量应用入手，未来再考虑对现有的成熟系统进行替代或改造。

5G 数据平台和制造业典型应用同步发展。以解决工业生产中关键挑战性的问题为导向，找到杀手级应用。以国有和民营大型龙头企业来做标杆压力测试示范，集成 5G 数据平台和工业 APP，解决痛点问题，形成解决方案，测试成功后把这种解决方案向全行业推广，带动 5G 的推广应用。

5G 网络系统与企业原有工业系统融合共存。因为用户要保证原有的投资，原来的控制系统要运行几十年，长时间不能更换。要把 5G 和原有工业控制系统的接口和互操作的技术解决好，实现原有自动化系统的功能扩展，保证 5G 与原有工业控制系统的融合共存。

建立 5G 工业互联网安全防护和测试的标准体系。目前，工业信息安全是信息化建设中的重中之重，工业自动化领域和现在的工业互联网领域都在做信息安全的技术和标准体系。在这些过程中应该重点考虑 5G 未来应用的场景，怎么样做一些标准化的安全的操作，保证整个工业信息化的整体安全。



医疗健康

中国作为有着 14 亿人口的大国，一直存在医疗资源供给不足、分布不均的问题。优质医疗资源高度集中在一线城市的三级医院内，造成病人的集中，医疗服务的倒金字塔现象愈演愈烈，医疗质量和病人就医体验每况愈下。看病难和看病贵在很大程度上与这种医疗资源供不应求和分布不均的状况有关。人口老龄化在中国已经呈现出明显的加速趋势，先进的远程医疗水

1. 行业需求

近年来，远程医疗近十年来虽备受关注，投入诸多资源，但在 4G 网络环境下，存在着画面和语音延迟、画面清晰度较低等诸多限制未能大面积落地使用。而 5G 网络的超高速率、超低时延、万物互联的特性可有效改善以上问题，促进远程医疗的进一步发展和推广实施。

（一）行业发展状况

部分医院部署 5G 网络环境。目前，5G 在中国医疗健康领域尚处于试验测试阶段。中国移动、中国联通、中国电信三大运营商通过在部分医院部署 5G 网络环境。地域方面，目前只在北京、四川、河南、安徽、广东等少数几个省进行了局部试点；合作医院方面，试点合作医院皆为当地龙头三甲医院，这些医院基础设施完备、医疗设备先进、专家资源丰富，能够为 5G 试验提供强大的技术和人才保障。中国信息通信研究院预计到 2030 年，我国远程医疗行业中 5G 相关投入（通信设备和通信服务）将达 640 亿元¹。

部分医院已与三大电信运营商签订合作协议。广东省人民医院、武汉大学中南医院、南昌大学第一附属医院、浙江大学医学院附属邵逸夫医院、深圳市人民医院、武汉协和医院、青岛大学附属医院等，都在积极为部署 5G 网络做准备，未来会有越来越多的医院向 5G 智慧医院迈进。

5G 为远程医疗提供技术支持，促进医疗资源的线上流动，打破医患空间限制，大幅提升医疗效率。

平在老龄化社会将成为重要保障。5G 发展为远程医疗提供了技术上的支持，可促进医疗资源的线上流动，不同地区不同级别的医院之间实现互联互通，打破医患的空间限制，大幅提升医疗效率，有助于偏远地区获取优质医疗资源，从而改善医疗资源供给不足、分布不均的现状。

（二）医疗行业需求

5G 网络可以有效保障远程手术的稳定性、可靠性和安全性，使医生可以随时随地掌控患者的情况，及时诊断和治疗，有效解决优质医疗资源供需矛盾，消除专家和患者在途时间消耗等问题，让优质专家资源下沉，让基层的医生得到提高和学习的机会，让偏远贫困地区和处于紧急情况的患者也有机会得到有效救治，使得在 4G 时代停滞于概念化的远程手术、远程急救等应用真正落地。ITC 曾经预测过到 2035 年医疗方面的应用能占到全球 5G 相关经济规模的 9%²。

优质稀缺的专家资源共享需求。顶级的医学专家是稀缺资源，5G 给远程医疗提供了更好的技术实现条件，通过提供更快的速度，更稳定的连接、更低的延时与更大的容量来改善远程医疗和远程护理，节约了专家和患者的在途时间。5G 所带来的更高效的连接以及全新的增强型移动宽带数据传输速率，可以支持个性化的医疗保健应用和沉浸式体验，如虚拟现实和实时视频传输。这就意味着医生只需要带上 VR 头盔或者眼镜就可以通过 3D/UHD 视频远程呈现或 UHD 视频流来对病人进行远程诊疗。

医疗大数据收集和管理需求。大规模物联网涉及医疗物联网 (IoMT) 生态系统，将包含数以百万计甚至数十亿的低能耗、低比特率的医疗健康监测设备、临床可穿戴设备和远程传感器。医生将依靠这些仪器

1 无人驾驶、远程医疗、智能家居……5G 商用渐近多领域“踩点” - IT 业界 - 21CN.COM, 2019-05-30,

<http://it.21cn.com/itnews/a/2019/0530/10/33651509.shtml>

2 郭贺铨：5G 时代的互联网 - 思客, 2019-07-18, <http://sike.news.cn/statics/sike/posts/2019/07/219548133.html>

实施远程监控，全天候采集病人的医疗数据，如生命体征、身体活动等，实现多方交互共享，有助于医生有效地管理或调整治疗方案。

提高远程手术可操作的需求。在 5G 技术下，医生可以更快调取图像信息、开展远程会诊，甚至开展远程手术，通过网络与处于异地的机器人配合，进行远程手术。根据 2019 年 1 月 20 日中国日报网的报道，中国成功完成世界首例 5G 远程外科手术。主刀医生利用华为 5G 网络技术搭建的网络环境，远程操控手

术机器人，十分钟内将小猪的肝小叶顺利切除，全程延时少于 0.1 秒¹。

有效缩短病人院前抢救时间的需求。5G 时代可以将配备高清晰度视频通信的救护车变为现实，采用移动 5G 技术，在救护车上就可将病人的检查信息和现场场景直接快速传输到医院，保证专家们进行诊断并做出诊断方案，有效缩短病人的院前抢救时间，提高病人的存活率。

图 21：5G 远程医疗

5G 网络高速率、大宽带、低延时的特性，可有效保障远程手术的稳定性、可靠性和安全性，使专家可以随时随地的掌握手术进程和病人情况，有效解决优质医疗资源供需矛盾，消除医疗专家与患者在途时间消耗等问

题，使得在 4G 时代停滞于概念化的远程手术，远程急救等应用真正落地。远程医疗主要有三大应用场景：医疗监测和护理类、医疗诊断和指导类、远程操作类。

远程监测

通过心电仪、护理仪、可穿戴设备等无线回传患者生命体征数据，后台大数据平台 24h 实时展示。

远程手术

5G 的超高清视频技术和低时延，解决了 4G 网络条件下手术视频卡顿、远程控制延迟明显的问题，手术近乎实时操作。

远程急救

5G 的高传输速率和海量连接配合云计算，将在第一时间调动医疗资源和实时无损的传递患者基本体征数据、病情评估图像、急诊病情记录等信息，从而实施急救方案。



1 世界首例 5G 远程外科手术 成功切除小猪肝小叶 _ 【快资讯】

https://www.360kuai.com/pc/9154fb6be63b6ba00?cota=4&sign=360_57c3bbd1&refer_scene=so_1

2. 服务促进

通过 5G 连接到 AI 医疗辅助系统，医疗行业有机会开展个性化的医疗咨询服务。人工智能医疗系统可以嵌入到医院呼叫中心、家庭医疗咨询助理设备、本地医生诊所，甚至是缺乏现场医务人员的移动诊所。

5G+ 医疗可以完成很多任务：远程监测类、远程会诊指导类、远程操控类服务，具体分为无线监测、远程诊断、远程会诊、移动查房、虚拟示教培训、移动急救、导航定位、远程机器人超声以及远程机器人手术九大应用场景。

第一,远程监测类。通过 AI 模型对患者进行主动监测，在必要时改变治疗计划。实时健康管理，推荐治疗方案和药物，并建立后续预约。这类应用对通信带宽要求不高，只是涉及到血压、血糖、血氧饱和度、心率等生命体征数据的传输，其带宽在 3Mbps 基本上就能满足信息传输需求。其对通信时延也没有高要求，能接受 100ms 左右的延时。而且此类连接数量较少，主要是生命体征监护仪、可穿戴智能设备、输液袋、护士等之间的信息互通。

第二，远程会诊和指导类。智能医疗综合诊断，并将情境信息考虑在内，如遗传信息，患者生活方式和患者的身体状况。这类应用包括远程诊断、远程会诊、移动查房、虚拟示教培训、移动急救等场景，对通信带宽有一定的要求，涉及到生化分析结果、影像检查结果、电子病历等大量资料的传输，其带宽通常在 3Mbps-15Mbps 之间。远程会诊和 VR/AR 等虚拟示

教培训场景需要较低时延才能提高会诊效率和培训效果，其时延需在 20ms-100ms。因涉及到检查检验资料，需要连接的数量相对较多，包括相应的检验科、影像科的部门，还需要连接专家、基层医生、护士、患者。

第三，远程操控类。远程机器人超声和远程手术需要超高清画面，医生才能够精确地进行操作，因此要求带宽在 15Mbps 甚至 1Gbps。在整个过程中需要实时同步才能保证操作的安全性，对时延要求通常是在 1ms 以内。其连接主体数量较多，特别是远程手术，可能需要同时连接生命监测仪、心电图机、除颤监护仪、高清视频设备等。



表 5:5G+ 医疗应用场景分类

场景类别	具体场景	场景概括	网络要求
远程监测类	无线监测	<p>无线监测是指通过生命体征监测仪或可穿戴智能设备对患者的血压、血糖、心率等进行实时、持续的监测，并将这些体征数据通过无线通信的方式传输给医护人员。无线监测主要是针对术后患者和突发性疾病患者，术后患者在康复过程中容易出现术后并发症，病情变化风险大，需要实时动态对其进行监测。突发性疾病患者特别是冠心病和脑卒中患者，通过无线监测可以实时掌握其活动情况，发生异常情况可以第一时间展开急救。无线监测需要持续、实时、动态的反映被监测者的生命体征情况，能够将分析处理过的数据传送到医护人员显示终端，以便实时掌控其情况。特别是针对突发性疾病患者，无线监测的报警时间直接影响患者的抢救相应时间。</p> <p>除了对设备、患者生命体征的监测，还可以实现对部分设备的控制。比如在无线输液监测中，基于5G网络的无线输液管理系统，可以通过输液监测器等物联网设备，对患者的输液进度进行实时动态监测，由于5G的低时延性，如果发生跑针或输液快结束时，能够快速向护士报警，护士能够第一时间前来处理，避免医疗事故的发生。</p>	Massive MIMO
远程会诊和指导	远程诊断	<p>远程诊断是指利用通信网络系统，邀请方医疗机构通过向受邀方医疗机构提供病患临床及CR、DR影像资料，由受邀方出具诊断报告。包括远程影像诊断、远程心电图诊断、远程超声诊断、远程病理诊断等。在整个诊断过程中，由邀请方将相关检查检验资料上传到远程医疗平台，三甲医院专家通过移动端从远程医疗平台获取相关资料以及根据这些资料出具诊断报告，再将这些报告回传到远程医疗平台供邀请方和患者使用。</p>	20Mbps40ms
	远程会诊	<p>远程会诊是指借助通信网络，邀请方和受邀方通过远程视频系统共享医学资料，对患者的病情进行会诊诊治。同远程诊断类似，远程会诊也需要通过远程医疗平台实时上传患者的影像报告、血液分析报告、电子病历等数据，专家从远程医疗平台实时下载查看相关资料，为基层医生提供诊断指导，提高他们的疾病诊断水平，能够真正实现大病不出县，患者留基层。</p>	

	移动查房	<p>移动查房是指医生在查房过程中使用手持移动终端通过无线网络联接医疗信息系统，实现电子病历的实时输入、查询或修改，以及医疗检查报告快速调阅的一种查房形式。</p>	
	虚拟示教培训	<p>虚拟示教培训是指青年医生借助VR/AR设备，在培训专家的远程或现场指导下，进行相关的医学治疗操作，特别是手术虚拟示教培训成为医院提升青年医生技能的重要手段。AR/VR手术培训属于强交互应用场景，用户可通过交互设备与虚拟手术环境或者现实环境进行互动，使接受培训者能够感受到虚拟环境的变化，沉浸感更强。</p>	25Mbps40ms
	移动急救	<p>移动急救是指急救人员、救护车、应急指挥中心和医院之间通过相互沟通协作开展的医疗急救服务。急救是和时间赛跑，急救业务的响应时间长短影响着患者存活率高低。根据国际急救经验，除颤每推迟1分钟，患者存活率降低7%~10%，急救响应时间在4分钟内，患者的存活率将在50%以上，响应时间在4~6分钟后，人体重要器官将出现不可逆伤害，患者存活率将降低到10%以下。</p> <p>信息采集、数据处理和传输效率成为移动急救面临的主要难题。在急救现场，救援人员需要对患者进行初步检查，并将相关检查结果实时传送到应急指挥中心和医院。同时需要根据患者的伤病情况，医院专家通过移动设备提供远程指导，救援人员实施初步救治，为后续的医院治疗打下基础。在运输过程中，还需要将患者生命体征数据、电子病历信息等上传到远程系统，便于专家第一时间掌握患者相关情况。</p> <p>例如，Nokia与芬兰奥卢大学合作启动OYS TestLab项目，这是一个基于5G网络环境的医疗试验项目，主要是运用在移动急救场景中，通过为救护车和急诊部门之间的实时数据提供通信支持，医院能够监控运送中的患者，根据患者的患病情况提供相应的远程急救指导，同时可以做好急救相关专家和医疗设备的前期准备，实现医生与患者的精准匹配。</p>	

	导航定位	<p>为用户提供导航定位服务，主要包括院内导航和城市导航。院内导航就是就诊指引，指根据患者的需要实时显示挂号处、就诊室、检查检验室、缴费处等信息，并为其制定到达路线，缩短患者找寻时间，提高患者就诊体验。目前的院内导航主要依靠GPS定位，定位精度不高，无法满足室内定位需求，要实现精准的室内导航，需要几米甚至1米以下的定位精度，甚至还要能够分辨楼层。面向5G的高精度融合定位技术能够准确地识别用户所处的环境，并结合实际情况选取合适的定位系统。“融合定位”是5G高精度定位的主要趋势，室内环境采取Wi-Fi融合带内信号、PDR的方式，存在超宽带(UWB)的环境优先采用UWB方式。</p> <p>另外一种导航是面向用户的城市导航。目前的GPS导航系统，是一种2D平面下的定位和路线指引，未考虑周边环境对导航的影像。未来，导航系统可以在跟踪设备上实现音视频的同步传输，除了对位置和方向进行指引，还能通过影像的分析对导航进行纠正，防止突发情况的出现。例如达闼科技的导盲头盔，通过对周围声音和图像（建筑、汽车、路障等）的采集，上传云端进行AI计算分析，然后将分析结果转化为声音指令，引导盲人在城市中穿行。</p>	30Mbps20ms
远程操控类	远程机器人超声	<p>远程机器人超声是基于通信、传感器和机器人技术，由医疗专家根据患者端的视频和反馈信息，远程操控机器人开展的超声检查医疗服务。该类超声检查无需指派专业医生到现场，只需护士提供设备仪器安置工作即可，主要由医疗专家在远程操控完成。</p>	20Mbps40ms
	远程机器人手术	<p>同远程机器人超声类似，远程手术也是基于通信、传感器和机器人技术，由医疗专家根据手术室的视频和反馈信息，远程操控机器人开展手术治疗服务。2019年3月，中国人民解放军总医院在中国移动及华为公司5G网络技术支持下，成功实施了全国首例基于5G的帕金森病“脑起搏器”远程手术。中国人民解放军总医院第一医学中心及海南医院神经外科凌至培主任在三亚市，在5G网络环境下，对北京解放军总医院的手术器械进行精确度以微米计的操控，成功将“脑起搏器”的电极植入一名帕金森病患者脑部的最佳靶点。</p>	20Mbps10ms

3. 价值变现

在现有政策背景条件下，远程医疗的商业模式及盈利模式仍不明朗，基于国内的现状及政策背景，在综合研究国内外远程医疗案例的基础上，对国内远程医疗商业模式的探索，盈利模式包括直接面向用户收费和 B2B 面向雇主收费。此外，挖掘数据价值、与医院或药店合作引流也是探索中的盈利模式。因为 5G 技术发展，患者在家或者医院之外的地点就可以高效得到治疗，一些医院必须抓住时机参与其中。

面向病患收费。最直接的营收来源是面向用户收费。收费模式包括一次性诊疗收费和包月收费制两种。在线问诊本身并没有成本优势，因为中国目前的问诊费也就是挂号费通常较低。但中国大医院就诊体验差，在费用对等的情况下，在线问诊仍能吸引部分用户。同时在线问诊收费能直接给医生带来一定收益，也相对能获得更好更多的医生资源。在医院的远程医疗检查和手术也是按照使用次数收费，这里就会涉及到服务的定价。

B2B 雇主付费。在很多福利制度健全的国家，大公司往往为员工购买长期医疗保险。但在当前中国的医保体制下，大部分企业的雇员医疗开支主要体现在向政府机构上缴员工的医疗保险金，这些成本最终进入的是国家医保体系，在这种情况下，采购在线问诊服务对企业而言是额外的负担。在线问诊机构也可以通过直接与保险公司合作，将其服务整合在医疗保险服务条例中，以增加其保单的附加价值。在美国这种模式已经搭建成熟。

缙钺医疗实现“零距离”远程医疗

2015 年，「缙钺医疗」在北京成立，主要专注于人工智能混合现实可视化创新医疗产品的开发与应用，即将 AI、MR、AR、5G 等前沿技术应用于全手术流程，帮助医生实现术前远程手术规划、术中互动式远程手术指导及术后远程随访。2019 年 3 月，通过北京市西城区某 5G 新媒体中心，清华长庚医院与相距 2200 多公里的深圳市人民医院成功连线；长庚医院的专家在直播间通过 MR（混合现实）技术与术者进行了术前方案讨论，并穿插进行实时远程技术指导，共同完成了两名重症患者的高难度手术，最终成功救治两名患者。

通过借助 5G 网络通信传输高清手术影像、AI 三维重建与技术交互，医生得以为身处异地的病人实施“远程精准手术”。该流程替代了以往专家往返现场指导的模式，真正实现了远程诊疗。目前，国内已有许多基于 MR 技术呈现医学影像的三维重建软件，但由于算法复杂、其实现需要操作者具备医学知识，这些软件还无法实现基于 AI 的自动分割重建。缙钺医疗团队在神经外科领域已经积累了 30 余种较为成熟的核心算法，并于今年启动了心血管外科和肝胆外科领域的相关技术研发，目前公司已申请了数十项专利 / 软件著作权。董事长张晋兵认为，该技术一旦大规模应用于临床，将具有重要临床意义：1) 将极大降低医生工作量，提升诊疗效率和精准度，进一步放大现有专家资源的价值；2) 远程协同诊疗也将提升基层医生的诊疗能力和基层机构诊疗水平，进一步推动分级诊疗。

目前，我国最核心的医疗资源都集中在北上广。远程医疗必然是未来的趋势，具备潜在商业价值。而「缙钺医疗」专攻的手术领域由于风险大、不可预测性强，是当前远程医疗系统中最难实现的环节，也因此具备最显著的痛点。但手术作为疾病治疗的主要手段，市场需求极大；以每年 6000 万台的手术规模、按次付费估算，其潜在市场达百亿级。谈及盈利模式，张晋兵表示，国家有关远程医疗和医疗 AI 的收费标准还未正式出台，「缙钺医疗」将结合国家要求、根据各省份的现状差异，来确立其技术和产品的收费模式。

导医导药收费。导医导药即导流价值用户到医院和药店。导医导药从而向药店及医疗机构收取佣金是在线问诊公司的盈利突破口之一。但是好医院往往人满为患，没有导医需求。这种情况下，也可以采取向患者收费，预约名医问诊。随着医疗改革的推进，按照旧有标准来选择医院和医生的方式也将被改变。随着独立医师群体壮大，更多优秀民营医院崛起和外资医院的进入，在线问诊将会成为很好的窗口，帮助年轻医生树立个人品牌，帮助私人诊所创建口碑。所谓导药模式，是指通过在线问诊平台服务后，引导用户

在附近的药房购药，在线购药，送药到户，在线问诊平台从中收取佣金。导药盈利模式的关键点在于能否有效整合药店资源。

数据价值收费。大数据与医疗服务结合的模式在近年来成为关注的热点。优质的数据能有效提高新药研发效率，改善临床治疗手段等。远程医疗在经过一段时间的运营后，积累和沉淀的数据逐渐形成经济价值。

4. 技术支撑

5G 健康医疗体系架构

5G 医疗健康技术架构从逻辑上可分为终端层、网络层、平台层和应用层四部分，保障医疗信息流在整个网络安全高效的传输，实现医疗业务的可识别、可操控和可洞察。下图展示了 5G 医联网技术逻辑架构。

终端层实现持续、全面、快速的信息获取。通过传感设备、可穿戴设备、感应设备等智能终端实现信息的采集和展示，包括机器人、智能手机、医疗器械、工业硬件等设备。

网络层实现实时、可靠、安全的信息传输。通过分配于不同应用场景的独立网络或共享网络，实时高速、高可靠超低时延地实现通信主体间的信息传输。

平台层实现智能、准确、高效的信息处理。平台层主要是实现信息的存储、运算和分析，起着承上启下的过渡作用，以 MEC、人工智能、云存储等新技术，将散乱无序的信息进行分析处理，为前端的应用输出

有价值的信息。

应用层实现成熟、多样化、人性化的信息应用。应用层是 5G 价值的集中体现，根据三大显著特征可以支撑不同的应用场景，如无线医疗监测与护理应用、医疗诊断与指导应用、远程操控应用等。

关键使能技术

5G 给无线医联网带来巨大潜能。3GPP 定义的 5G 能力为下行峰值速率 20Gbps，空口时延 0.5ms，联接密度每平方千米 100 万个。对于医疗视频类业务，5G 能够提供类光纤的带宽，支持多路高清视频，支持医疗 VR/AR 应用，如 AR 手术。对于医疗操作类业务，5G 能提供 ms 级低时延，支持远程触觉传递和眼球追踪应用，如远程手术。此外，5G 超大的联接能力，能够在医院内外提供大量医疗设备联接，支持 24 小时实时健康检测。

对于医疗视频类业务，eMBB 应用场景支持多路大流量高清视频，支持医疗 VR/AR 应用，如 AR 手术。对于医疗操作类业务，uRLLC 场景满足高可靠性和毫秒级低时延，支持远程触觉传递和眼球追踪应用，如远程手术。mMTC 应用场景提供的超大连接能力，能够在医院内外提供大量医疗设备联接，支持 24 小时实时健康监测。

5G 移动边缘计算 (MEC)、网络切片等网络技术能够构建医疗健康虚拟专网，实现医疗业务系统、医生、患者、设备和救护车应急救援的连接。MEC 本地网关可管理本地医疗设备的接入权限和识别医疗设备接入的业务类型，并建立专有路由，转发到本地的医疗服务器或无线终端。利用智能路由技术，在蜂窝公网中构建了一个医疗虚拟网络的路由拓扑，保障医疗业务

的独立性、安全性和可靠性。网络切片满足某一类或一个用例的联接通信服务需求，整个 5G 系统由满足不同联接能力的大量网络切片组成。5G 网络中可以专门为无线医联网分配一个或者若干个切片，为医疗业务分配专有的无线空口资源和控制管理，保障业务的独立和隔离，进一步保障医疗业务的实时性、可靠性和安全性。

与工业互联网应用场景类似，健康医疗领域超高清视频等应用场景对数据传输速率要求较高，需要更多的频谱资源。考虑在目前中频段的基础上引入毫米波，实现中高频相互补充，提升网络容量。运营商可以采用网络切片技术搭建针对医疗机构的虚拟专网，为医院定制一张高速可靠传输网络。

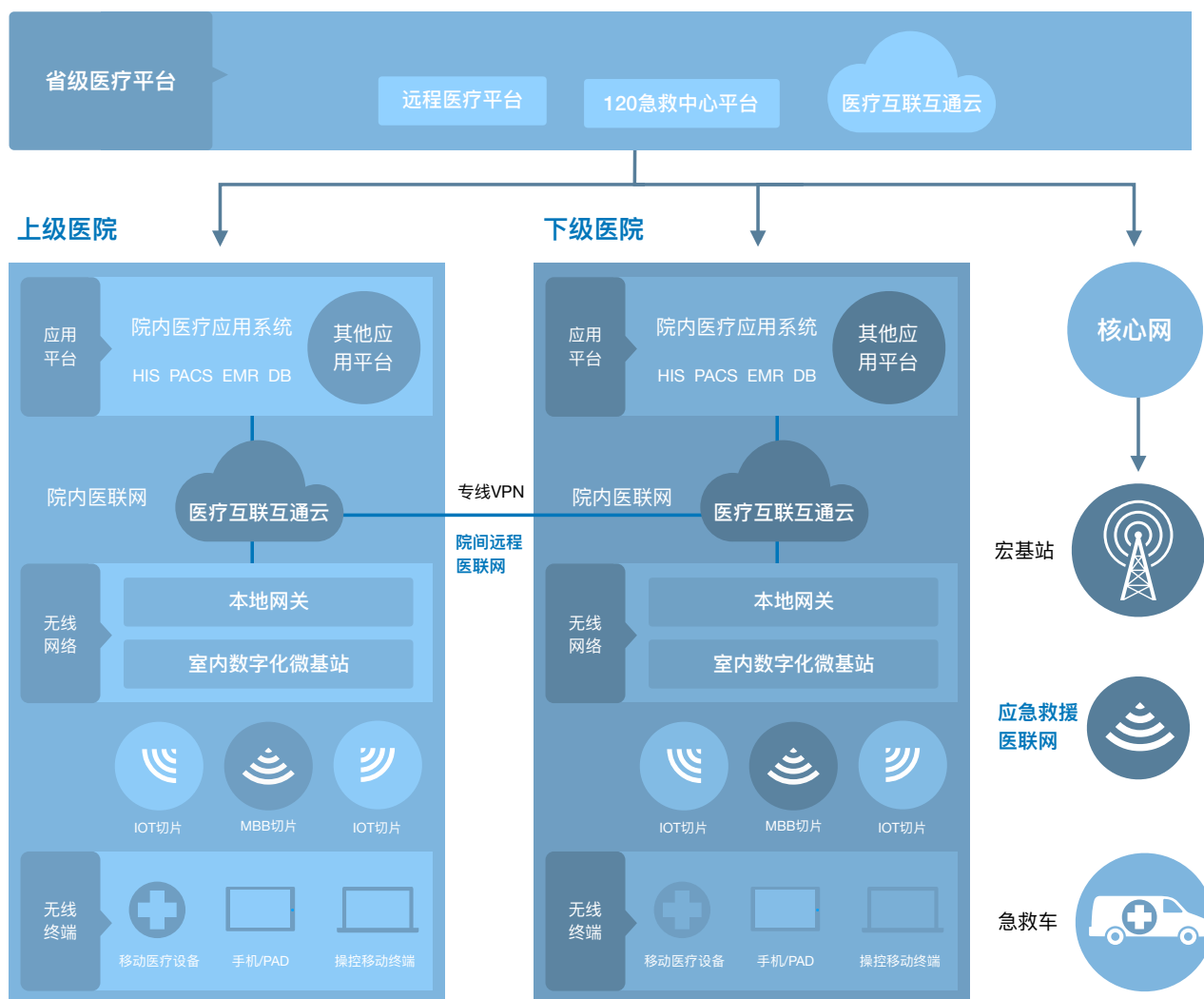
图 22:5G 医联网技术逻辑架构



关键技术成熟度

应用上述 5G 医联网关键使能技术,从物理组网层面可以构建出如下无线医联网从物理组网视图。

图 23:5G 医联网物理架构图¹



院内医联网。通常采用“室内小站 + 本地网关”解决方案。室内小站是指室内建设的数字化分布式微功率基站；本地网关是室内无线组网的业务锚点，包含智能路由、能力开放和联接管理等 MEC 功能，实现虚拟专网控制。

院间远程医联网。由 VPN 专线和院内医联网组成院间远程医联网。VPN 专线是指基于公用有线网络上采用隧道、加密等技术建立医院之间远程互通的虚

拟有线专网。

应急救援医联网。医疗救护车等院外急救设备通过运营商无线宏基站接入到院内医联网或者医疗应用平台，组成应急救援医联网。宏基站是指功率比较大的蜂窝网基站，一般部署在铁塔上，覆盖半径比较大，从几百米到几公里不等。急救病人进入医院后，相关的急救设备会无缝地切换到院内医联网。

1 《无线医疗白皮书》，互联网医疗健康产业联盟指导，2018年1月发布。

5. 政策支持

受限于就医习惯、医患的认知、当前技术水平和法律法规的局限性，远程医疗在实际执行中存在一系列问题，需要通过出台相关政策进行解决和完善。

政府出台鼓励政策。在当前的医疗体制及监管体制下，远程医疗缺乏明确的政策支持，在实际推动中无法真正发挥医疗机构及医生的作用，因而有必要加强政府的扶持力度。将 5G 医疗费用报销纳入医保报销，推动医保参与支付让能够让更多的患者使用智慧医疗服务。

逐步培养医疗从业者和病人的认同感。医疗行业与病人也缺乏对远程医疗的认同。一方面，专家医生对于 5G 环境下的新型设备操作不够熟悉，另一方面病人对医生的选择往往依赖口碑和名誉，对远程医疗缺乏信任。应扩大宣传，转变医生和患者对远程医疗的认识，拥抱新科技。

多培养跨学科的综合性人才。远程医疗所需要的计算机、5G 技术、人工智能等技术还未真正成熟，精通医疗和互联网的跨学科人才匮乏，需要加强培养此类复合型人才，鼓励建立 5G+ 医疗行业应用的智库，为医疗行业提供全方位的支持。

完善法律法规。对 5G 远程诊疗的责任需要做出明确规定，远程诊疗涉及医生、终端设施、网络设施、机器人的配合，一旦发生医疗事故，就涉及到责任的界定，需要政府和相关部门开展研究，制定相关标准。需要清晰地界定邀请方、受邀方、终端设施、网络设施、机器人对患者产生违约或损害行为，出台对医疗损害责任纠纷、或医疗服务合同纠纷的民事赔偿的相关责任制度。

明确 5G 远程医疗的定价。远程医疗从技术上已经具备成熟，但定价不明确阻碍了真正的落地。具有法律效力和政策约束力的明确收费标准才能让医院、医生和患者放心大胆的选择远程医疗。2019 年 9 月，国家医保局印发了《关于完善“互联网 +”医疗服务价格和医保支付的指导意见》，可操作的定价标准尚待出台，建议可以根据远程医疗的服务类别、专家级别、服务复杂度和服务时长定价。

医疗机构要积极与移动运营商、第三方平台合作。医疗机构要充分认识到 5G 技术对医疗行业的影响，创建一个有利的生态系统，与运营商合作为患者提供医疗救治、数据分析和云服务等，从而支持各种功能和服务的部署。发挥市场的作用，通过建立提供远程医疗的第三方平台，调动三级医院、基层医疗机构、医保、病人等各个利益相关方的积极性，整合相关的医疗资源。



5 汽车

汽车行业正在经历电动化、智能化和网联化三种颠覆性的技术创新，汽车产业链将面临变革与重构。

当下，汽车行业正在经历着电动化、智能化和网联化三种颠覆式技术创新，汽车产业链面临变革和重构，汽车逐渐成为一个可移动的智能空间，汽车对人们生活的价值和意义被重新定义。汽车电动化，其核心动力驱动装置变为简单的电动机，进一步带动底盘和传动装置的简化，极大降低了汽车的机械复杂度和制造门槛，更多非传统的企业（例如互联网科技企业）纷纷进入汽车行业。在智能化和网联化方面，汽车的

计算能力和网络能力正在快速提升，逐渐构建具备数据融合、高速计算、智能决策、协同控制能力的智能计算平台，同时 5G 高速网络已成为车联网的标准协议，汽车本身已经成为新一代的移动计算基础设施。而无人驾驶技术让汽车也从个人代步的交通工具转变为一种服务设施，所有人都变成了乘客，人们在车内的时间和注意力被释放出来，其中蕴含着巨大的商业机会。

1. 行业需求

汽车行业处于周期低谷，新能源汽车销量逆势增长。

国内汽车市场爆发发展的时代已经逐步过去，2018-2019 年中国车市下行压力持续加大，汽车产业整体处在业态复杂的转型期。以 2018 年为例，据中国汽车工业协会公布的数据显示，2018 年全年汽车销量为 2808.1 万辆，同比下降 2.8%，创 1990 年以来首次年度下滑。目前，国内汽车产销规模已达到较高基数，未来行业低增速将呈常态化，市场竞争也将越发激烈，优质龙头效应显现，行业洗牌或加速到来。在汽车动力方面，国内外车企都在加快布局新能源汽车，抢占产业制高点。2019 年 9 月，戴姆勒宣布停止汽油发动机的研发，旗下所有汽车专注于电动汽车的研发。在国家政策的大力支持和鼓励下，中国新能源汽车在整体市场低增长乃至负增长之时，仍保持强势高速增长，成为汽车市场主要的增长来源。2018 年新能源乘用车产销突破百万辆，2019 年新能源乘用车销量有望达到 140 万辆。

汽车行业处于周期低谷，新能源汽车销量逆势增长。

国内汽车市场爆发发展的时代已经逐步过去，2018-2019 年中国车市下行压力持续加大，汽车产业整体处

在业态复杂的转型期。以 2018 年为例，据中国汽车工业协会公布的数据显示，2018 年全年汽车销量为 2808.1 万辆，同比下降 2.8%，创 1990 年以来首次年度下滑。目前，国内汽车产销规模已达到较高基数，未来行业低增速将呈常态化，市场竞争也将越发激烈，优质龙头效应显现，行业洗牌或加速到来。在汽车动力方面，国内外车企都在加快布局新能源汽车，抢占产业制高点。2019 年 9 月，戴姆勒宣布停止汽油发动机的研发，旗下所有汽车专注于电动汽车的研发。在国家政策的大力支持和鼓励下，中国新能源汽车在整体市场低增长乃至负增长之时，仍保持强势高速增长，成为汽车市场主要的增长来源。2018 年新能源乘用车产销突破百万辆，2019 年新能源乘用车销量有望达到 140 万辆。

汽车被赋予更多价值。智能驾驶趋势不可阻挡。在前期汽车大规模普及满足基本出行需求后，消费者对汽车产品也赋予了更多价值，汽车逐渐成为连接家和办公场所的第三空间，人们对产品的期望也提升至高颜值、高安全性、高科技含量等要求，更加注重车内体验。ADAS、信息娱乐系统逐渐成为消费者新的关注热点，

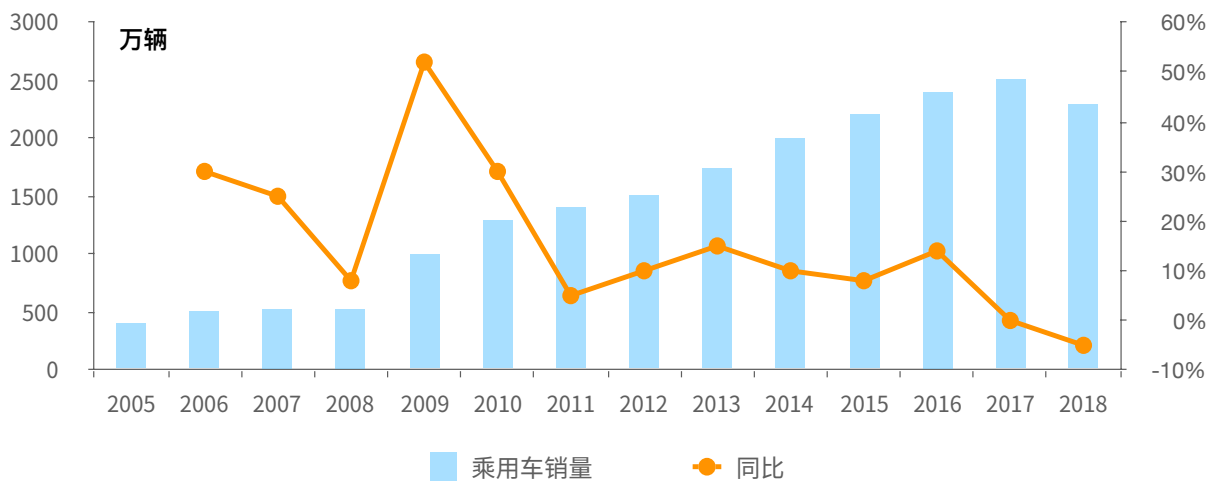
而辅助驾驶、语音交互、车载视频、车辆联网等新型驾乘体验直接依赖于传感器、车载屏幕、计算平台、车载通信等汽车电子的使用。根据普华永道思略特的预测¹，2030 年汽车产业链利润的分成相比现在将有明显的变化：智能驾驶等新技术将创造 600 亿美元以上的盈利，占整个产业链利润的 11% 左右，汽车销售利润占比从 2015 年的 41% 下降到 29%。自动驾驶等新技术将是未来车企重要的利润来源点，汽车产业乃至零部件产业纷纷做出战略调整。宝马、奥迪等整车企业搭载智能辅助驾驶系统来提升车辆的安全性能，相继推出 L3/L4 级自动驾驶汽车，全球领先的汽车零部件供应商德尔福剥离动力总成，专注电子电气与电子安全业务，并大力布局汽车网联、大数据和自动驾驶业务。博世在自动驾驶方面拥有很多专利，涉及传感器、自动驾驶、控制、软件等领域，2015 年博世发布了汽车电子的路线图，预计整车的电子架构将从目前的集中化、集成化过渡到域控制器化，再由域控制器化过渡到汽车超级电脑，最终超级电脑上云。

完全自动驾驶离不开汽车网联化，未来市场空间广阔。当前，很多互联网公司（如谷歌、Uber、百度等）直接跨越 L2、L3 阶段，进入 L4、L5 自动驾驶阶段，更

多的从智能化的角度解决效率和安全问题，但真正进入自动驾驶阶段，一定离不开网联化。基于单车智能的无人驾驶需要搭载大量的不同类型的传感器，带来异构融合、计算成本高、系统复杂度提升的问题。网联化将为汽车决策提供更多的信息，5G 与车联网技术的结合将形成“智能车 + 智慧路”的技术路线，改变传统智能驾驶仅依靠单车智能的局面。然而目前国内智能网联汽车渗透率较低，2017 年仅有 15%。2018 年国家发改委发布《智能汽车创新发展战略（征求意见稿）》，提出计划到 2020 年，中国智能网联汽车新车占比达到 50%。按照现有的年产销近 3000 万辆来看，预计 2020 年智能网联汽车销量便会超过 1500 万辆。根据中国汽车工程协会的预计²，2020 年、2025 年、2030 年销售的新车联网比率将分别达到 50%、80%、100%。

造车新势力崛起，汽车产业链格局面临重塑。高度智能共享驾驶场景的逐步实现将深度重塑未来汽车产业链的格局，建立新的独立价值链，加入新的价值链参与者，重构价值链环节。特斯拉从电动化、智能化（标配全自动驾驶硬件）、网联化（OTA 空中下载更新车载软件）三方面构建了完整封闭的生态，从电池工厂、整

图 24:2005 年 -2018 年汽车乘用车销量³



1 《汽车与汽车零部件行业：特斯拉国产降价对行业产生什么影响》，长江证券 <http://www.doc88.com/p-0847824556884.html>
2 《工信部再推 5G 重要分项，车联网重磅规划落地，引领万亿市场狂飙》，2018-12-28，
<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1621051279562355784&wfr=spider&for=pc>
3 智研咨询发布的《2019-2025 年中国汽车行业市场竞争格局及行业发展前景预测报告》

车工厂到直营店、服务中心、超级充电站以及二手车，并切入自动驾驶租赁服务。百度 Apollo 计划打造开放的自动驾驶生态，抢占无人驾驶入口，打造汽车工业的安卓系统。2019 年 6 月，首批 45 辆“自动驾驶出租车”- 百度 Robotaxi 于长沙开启试运营。斑马网络基于 AliOS 打造汽车底层操作系统，围绕去 APP 化，更多用云端的能力，做到“重云轻端”。未来汽车的体验将不仅仅取决于出厂的硬件配置，软件能力持续进

化带来的体验提升，将真正开启“软件定义车”的时代。围绕“人车关系运营”将催生新的商业模式，需要整车厂由原来以“开发制造为重心”的线性思维变为以“服务运营为中心”的网状拓扑结构的生态圈思维。2019 年开始，智能网联将成为标配且基础能力将趋于同质化，核心竞争力将落脚于以 AI、大数据等技术和生态服务产生的体验差异化。

2. 服务促进

5G 将使汽车提供的信息服务类型将更加丰富。首先，随着语音识别、动作识别等技术的逐步发展，车载信息类应用将更加丰富，5G 对车载 AR 实景导航、车载高精地图实时下载、车载 VR 游戏等业务的支持，结合位置信息和交通大数据，车载服务将更加场景化、个性化，也更智能。AR 导航带来最易懂的精准引导，交通大数据分析结合个人驾车偏好数据，能实现最优路线规划。人们驾车出行将变得更加轻松有趣。其次，车载信息娱乐系统作为车载信息服务的主要入口，也将被 5G 车联网赋能，由视频、导航等单一功能向处理信息更加复杂、功能更加强大的智能系统演进。另外一方面，基于车联网产生的大量车端和路侧数据，5G 可以为车企 / 一级供应商提供相关信息服务用于产品优化，还可以为各类行业客户提供信息服务用于行业应用，扩大车联网信息服务的收益，如基于车辆日常运行数据可以优化车辆保养方式；与定位、支付技术相结合，支持新能源汽车加电提醒和充电桩位置自动推送；紧急救援不仅可以传送基本救援信息，还可传送事故现场照片或者视频进行辅助救援。

5G 为安全出行再上一把锁，并降低汽车安全成本。目前基于单车智能通过加装多个高清摄像头及高精度传感器，如激光雷达、毫米波雷达、超声波雷达等，可以实现部分行驶安全类应用，但也面临着一个共同的局限，即这些感知结果都是在视觉范围内的，配备这

些设备的车辆只能看到车周边十几米范围内的情况，可能出现视线遮挡问题。而联网技术的引入后，汽车的感知能力将得到极大扩展，在几百米范围内依然可以相互通信，安全性得到极大提升，可以支持较高速度的自动驾驶，同时，还可以解决不同类型的传感器异构融合带来的技术问题、海量的数据处理导致的计算成本、系统功耗、复杂度提升等，降低汽车安全成本。5G 与车联网技术的结合将形成“智能车 + 智慧路”的技术路线，改变智能驾驶仅依靠单车智能的局面，更好地支持避免交通事故的车辆盲区预警、紧急制动预警、前向碰撞预警、异常车辆预警、逆向超车预警等安全驾驶辅助系统类应用。

5G 将精细化改善交通出行效率。基于 5G 的高精地图导航将为车辆提供传感器检测范围的超视距感知，配合实时动态的交通信息，以及基于地图与定位的车路协同，让车辆对前方道路情况了如指掌，出行效率也将得到大幅提升。基于车辆精准定位将本地化的高清地图通过 5G 网络分发给车辆，并利用其他车辆共享的传感器信息，获得车辆前方可行驶的区域精确到车道级别的信息，包括车辆驾驶的车道中周围的车辆和其他道路使用者的行驶、定位信息等，通过 5G 实现高清动态映射，可以优化路线选择决策，节约能源和时间，为半自动和全自动驾驶提供最佳路径选择。5G 还将有助于提高车辆不停车通过交叉口的可能性，路侧基

基础设施收集交通灯、信号灯的配时信息，并通过 5G 将信号灯当前所处状态及当前状态剩余时间等信息广播给周围车辆，车辆收到该信息后，结合当前车速、位置等信息，计算出建议行驶速度，并向车主进行提示。

5G 支持完全无人驾驶，汽车将成为一个可移动的私人智能空间。未来，5G 等技术将支持构建“人车路云”高度协同的互联环境，实现车路协同控制、车车协同编队、远程操作等高级 / 完全自动驾驶业务，最终支撑实现完全自动驾驶。在 5G 赋能下，车联网的信息交互时效性、准确性会大大提升，例如，在矿山、港口、垃圾处理厂等危险、杂乱的场景，5G 远程驾驶将车辆周身的多个高清摄像头及高精度传感器（如激光雷达、毫米波雷达、超声波雷达等）的感知信息实时回传到远程驾驶端，远端服务器处理构建 360 视角 VR+ 模拟驾驶舱环境，驾驶员根据模拟环境及传感辅助信息

进行判断，对远程车辆实施操控，将方向、油门、制动等控制信息通过 5G 网络传输到车辆内部，实现对车辆的远程驾驶操控。此外，5G 应用于物流运输，可以通过 V2V 技术和自动驾驶技术，将两辆及以上的卡车连接起来，以极小的车距尾随进行编队自动行驶。排头的卡车可以无人驾驶也可有人驾驶，跟随的卡车通过 5G 网络实时根据头车的变化而变化，整个车队就像是无线信号连接起来的火车，可以优化整体道路使用情况，也能更高效地完成货物运输，进一步缓解交通压力。未来，5G 支持下的全路况无人驾驶将彻底解放双手，汽车将不仅仅扮演交通工具的角色，它将成为一个可以移动的家、办公室、会客厅等可移动的私人智能空间。

3. 价值变现

出行服务商模式。5G 可支持汽车行业将实现从单纯的出行产品制造业，向产品以及出行服务提供商的转变，淡化汽车的“交通工具”属性，并将其逐渐转化为一个智能的场景化移动空间。汽车厂商通过与电信运营商等共同合作提供综合解决方案，一方面，面向个人和行业提供共享汽车租赁、网约车等服务。另一方面，面向物流、景区、机场、公共交通行业提供长途无人驾驶物流运输、景区游客观光、机场人流接驳、城市公共交通等行业需求，还可以通过 5G 改善车内传媒，如传输的 AR 视频将公交环线的景点、商场等兴趣点动态以交互的形式展现给乘客，在增强使用体验的同时，提高信息服务价值。出行服务商既可以提供汽车长期租赁服务，也可以提供分时租赁服务的“硬件 + 出行服务”。

大数据平台商业模式。随着 5G 车联网路侧基础设施覆盖率和车载终端渗透率的提升，将产生大量车端和路侧数据。通过建设和运营数据平台，可以在更大范围内更快地收集数据，并为一系列数据分析、精确映射和实时软件更新创建更好的数据库。与交通、道路和消费者流动行为相关的信息和数据将成为一种新的资产。一方面可以探索“数据 + 管理”模式，面向城市交通信息管理部门，以交通信息共享服务为核心，对交通环境信息做整合管控，消除交通信息孤岛以减少交通事故、

提升交通运行效率。另一方面可以探索“数据 + 金融”模式，这时候买单的主体不仅仅是 C 端车主和 B 端行业客户，各类金融机构也可以共同参与。比如 ADAS 安全驾驶辅助系统和疲劳驾驶预警系统获得了各保险机构的青睐，还可以根据驾驶行为数据、经常驾驶路线的事故率等数据进行保费优化。汽车交易服务商可以快速获取汽车全生命周期的数据，分析汽车剩余价值，预测二手车交易行为。

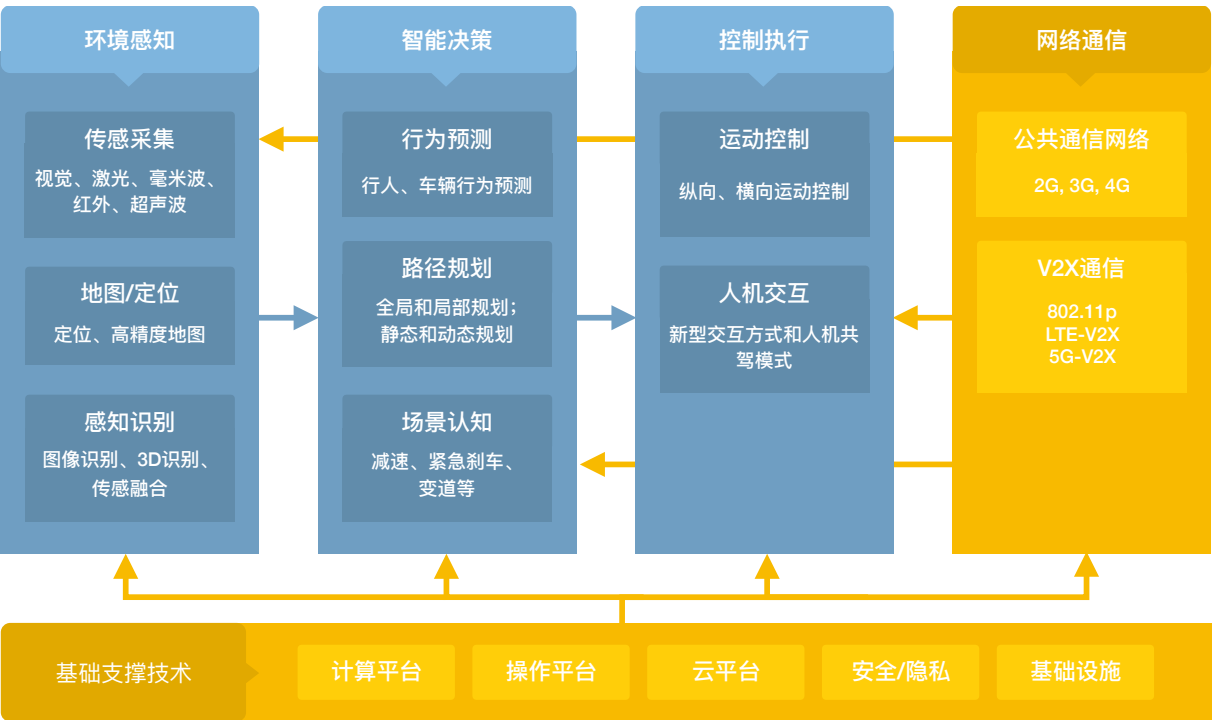
优化产销流程模式。对汽车行业自身，也可以通过数据平台建设和运营，优化营销、生产、供应链等环节。在营销领域，可以实现线上线下车辆数据打通，数据使用与结果的完整闭环，进行精准的客群分析、市场分析、产品规划与广告投放等；在生产制造领域，可以实现产线数据的打通，进行生产知识库的建设，优化改良工艺环节，让工厂实时在线，提供关键决策数据；在供应链领域，可以减少库存、降低零配件供货周期、提升供货质量等。当车企将营销、出行、智能网联、生产制造、研发设计与供应链等数据全部打通，汽车领域将迎来革命性的变革。

4. 技术支撑

(一) 网络基础设施

基于 5G 通信网络的车联网系统通过车、路和云共同构建一个全新的交通运输模式，在智能驾驶车辆端、路侧边缘计算节点以及云端平台充分集成 5G 通信技术、车路协同技术、高精度定位技术、远程遥控驾驶技术、车辆主动安全技术等。车联网基础设施重点关注以感知、决策、执行为主的智能技术以及网联技术。

图 25:车联网技术视图¹



智能技术。智能网联汽车包括环境感知、智能决策、协同控制三大系统。支撑环境感知的装置和技术主要包括车载单车传感器，如包括各种雷达、摄像头、加速度传感器等，并通过通信以及网络技术（包括蜂窝移动通信、V2X 通信以及精准定位技术等）获得更大的感知范围以及融合多种感知信息的多种传感器融合技术等，以实现车与 X（人、车、路、云等）智能信息交换、共享，具备复杂环境感知、智能决策、协同驾驶等功能，实现“安全、节能、高效、舒适”行驶。

网联技术。车联网通信技术（V2X）包括 V2V、V2I、V2N、V2P。V2N 是车载设备通过 4G/5G 网络与云平

台连接，双向通信，主要支持信息服务类业务；V2V 实现车载终端之间直接通信，实时获取周围车辆的车速、位置、行车情况等信息，主要支持安全类业务；V2I 是车载设备与路侧基础设施（如红绿灯、交通摄像头、路侧单元等）进行通信，路侧基础设施也可以获取附近区域车辆的信息并发布各种实时信息，主要支持安全和效率类业务；V2P 主要支持安全类业务，存在多种通信方式：V2N2P、V2P、V2I2P。

其网络基础设施架构一般包括终端接入层、道路设施层、网络层、服务层。

1 中国信息通信研究院车联网技术视图

图 26:车联网通信技术¹

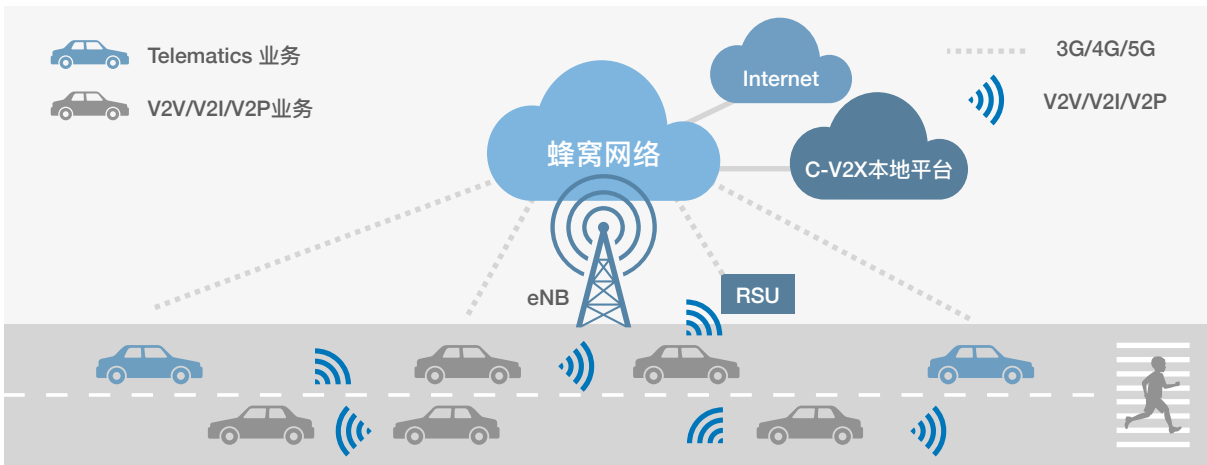
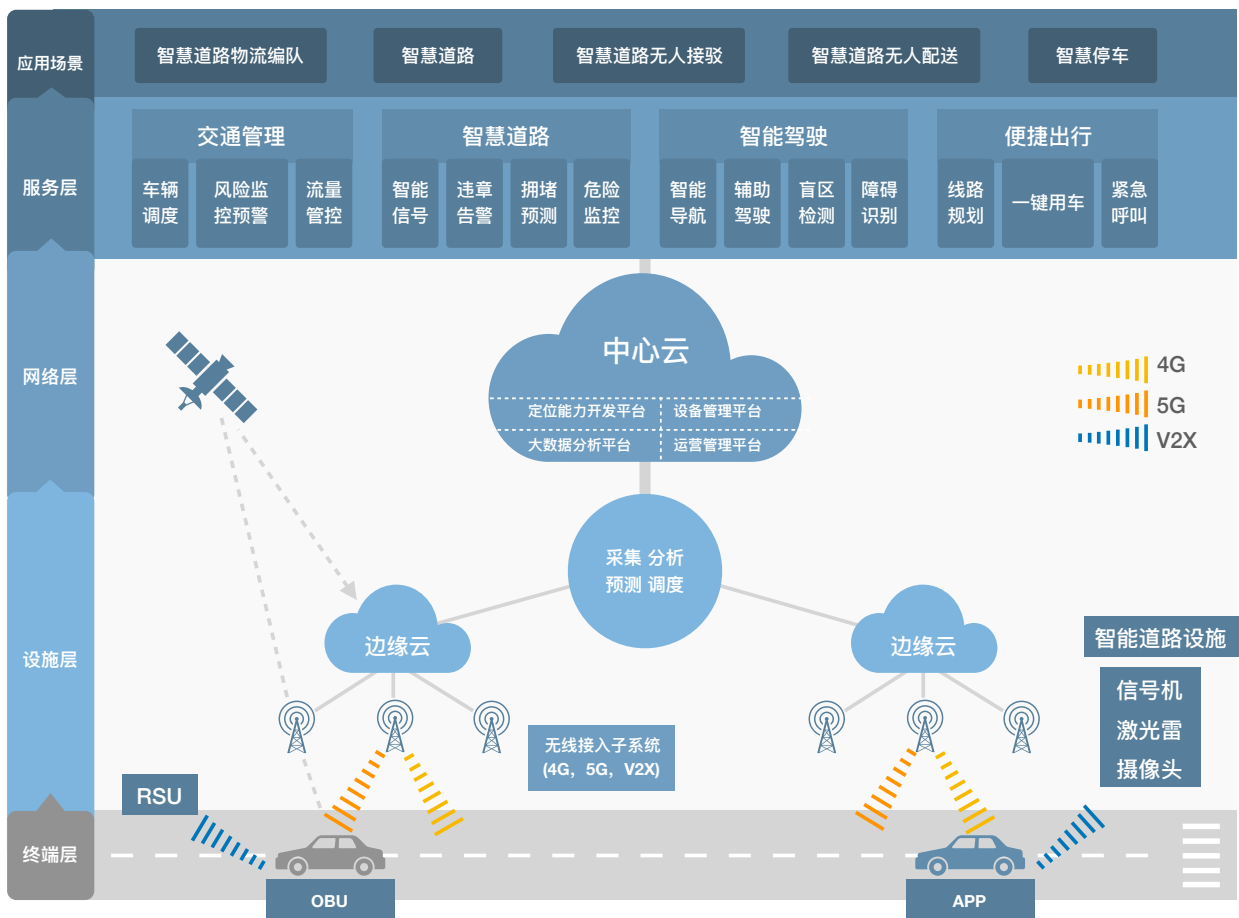


图 27:网络基础设施架构²



1 中国信息通信研究院《C-V2X》白皮书，2018-06

2 中国联通网研院 5G 一体化科技冬奥智慧出行解决方案

在终端层，车载单元 OBU 的无线接入方要支持 4G/5G/V2X 多模终端通信，支持车与 X 进行通信，保证业务的多样性。路侧单元 RSU 需连接红绿灯、路侧显示屏等智能信号机和激光雷达等设备，提供车联网的无缝衔接，保证信息的回传与管理，实现业务的连续性。车载单元 OBU 与路侧单元 RSU 通过 V2I 技术相连，车载 APP 通过稳定、广覆盖的蜂窝网与中心云平台相连。

网络建设包括核心网络、边缘网络和无线网络三大部分。核心网络主要支撑云平台的通信，提供数据、业务、应用、安全和隐私保护等业务能力和业务应用；边缘网络主要支撑边缘节点和路侧终端的通信，

边缘云实现业务下沉，降低网络传输时延；通过网络切片保证不同的业务流服务能力，鉴权与认证机制保证车联网通信的安全性。无线网络主要支撑车载终端、路侧终端和智能手机的通信。中心云平台包括高精度定位开放平台，设备管理平台，大数据分析平台，运营管理中心平台。

服务层通过一体化车联网中心云平台，在交通管理（管理侧）、智慧道路（道路侧）、智能驾驶（车辆侧）、便捷出行（用户侧）四个层面构建四个子服务模块，立体化支撑智能车辆出行场景，构建智慧出行的端到端方案。

（二）行业自身数字化成熟度

各级政府部门积极加快部署，出台车联网产业支持政策。2017 年 4 月，工业和信息化部、国家发展和改革委员会、科学技术部联合发布《汽车产业中长期发展规划》，提出智能网联汽车推进工程。2017 年 9 月，为进一步加强部门协同，在国家制造强国建设领导小组成立了“车联网产业发展专项委员会”，提出做好国家层面的顶层设计和统筹规划，务实推动产业发展。2018 年 2 月，交通运输部发布《关于加快推进新一代国家交通控制网和智慧公路试点的通知》，支持九省市全面开展新一代控制网及智慧公路示范应用。2017 年，工信部联合国家标准化管理委员会编制《国家车联网产业标准体系建设指南》，包括总体要求、智能网联汽车、信息通信、电子产品和系统分册等。为支持我国智能网联汽车产业发展，2018 年 11 月工业和信息化部印发了《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）》，规划 20MHz 带宽的专用频率资源用于 LTE-V2X 直连通信技术。此外，国家到地方纷纷出台自动驾驶路测法规。

5G 车联网仍处于应用示范阶段，产业协同需要加强。现阶段，车联网目前正从信息服务类应用向主动安全和交通效率类应用发展，并将逐步演进到支持实现自动驾驶的协同服务类应用。基于 LTE-V2X 技术的车联网应用规模不断扩大，无锡、长沙、北京、上海等多

个城市纷纷建设了或启动建设具有一定规模的 LTE-V2X 网络，推动了相关车联网应用的推广，其中无锡获工业和信息化部批复创建江苏（无锡）车联网先导区。但总体来看，5G 车联网应用绝大部分仍处于探索阶段，仅限于应用示范，距离真正成熟和大范围商用还需要一段时间。在 LTE-V2X/5G 产品进入商业化关键时期，高端传感器、新型汽车电子、车载操作系统等产业链环节竞争力较弱，技术积累仍需不断加强；LTE-V2X/5G 商用部署还需进行大规模测试验证并协同路侧基础设施建设改造，自主式自动驾驶和网联式自动驾驶仍需加强协同，提升产业竞争力。

缺乏车联网数据保护立法，事故责任分配有待明晰。

车联网收集着大量用户数据，部分企业在用户不知情下收集使用用户个人信息。大数据分析技术广泛使用，数据经挖掘能分析出深层信息，分析出个人的购物习惯、行踪轨迹等信息，涉及用户隐私问题。自动驾驶导致在交通事故侵权责任上的认定困境，现行规则需适当调整和更新。目前我国严格准入短期内对避免安全事故发生起到了良好的效果。长期看，可能限制路测时间、场景、路段等会使车辆不能学习各种自动驾驶状况，以制约自动驾驶技术进步。另外，我国保险业尚未普遍推出针对自动驾驶道路测试及未来量产而设计的保险产品，需及时创新完善保险制度。

5. 政策支持

建立跨行业协调机制，出台顶层规划设计规划。由于车联网涉及汽车、信息通信、公安、交通等多个领域，跨行业属性特征突出，因此推进过程中还存在顶层规划设计协同、标准体系统一、端到端互操作测试等方面的挑战。我国政府和产业各方应加强跨部委跨行业合作，以加速车联网相关新技术产业化和构建“人 - 车 - 路 - 云”协同的智慧交通体系为切入点,形成联动工作机制，推动解决法规、标准、技术、产业等方面的重点问题，指导出台国家层面的战略规划、产业政策等顶层设计。

加快车联网路侧设施部署，推广车载终端终端普及速度。我国政府应研究出台支持 C-V2X（包括 LTE-V2X/LTE-eV2X/5G NR-V2X）设施建设和应用推广的发展政策，一方面从基础设施建设方面，考虑充分利用智慧城市、道路基础设施改造新建和升级改造的机会，加快推进 LTE-V2X 路侧单元、5G 基站、边缘计算平台等车联网信息基础设施在城市道路、高速公路等场景下的规模化部署。分阶段、分区域推进交通标志标识等道路基础设施数字化改造和新建，并加强与视频监控设施、路侧雷达设施、通信设施等智能互联。

支持建设城市级车联网数据中心和应用服务平台，推动平台间数据互通共享。另一方面从提升车辆 C-V2X 终端渗透率，研究扩大车联网用户规模的政策举措，加强引导 LTE-V2X 和 5G 车载终端的前装，考虑对安装 C-V2X 终端的汽车予以相应补贴支持或者出台相应的法律法规强制推广 C-V2X 终端前装等。

建立数据上报及分享机制，明确责任分配机制，健全保险产品 and 理赔机制。首先，支持自动驾驶道路测试场景数据库建设，制定场景数据库采集与构建标准，实现数据的互联互通，推动场景数据库的产业化。测试主体应及时上报测试过程中的碰撞、失控、脱离自动驾驶状态的数据,监管机构定期公布脱离报告。其次，对交通事故责任承担规则需要进行相应的调整，以满足自动驾驶道路测试发展的新需求。明确车辆制造商、销售者、系统提供商、车辆所有人、车辆驾驶人等不同主体应承担的相应责任。此外,创新责任保险模式，设计和推出新的保险产品。

表 6:5 个先锋行业的 5 个透视角度

行业需求		服务提升和新型服务	业务模式和商业变现	技术支撑和成熟度	政策支持
1.移动终端	<ul style="list-style-type: none">手机行业处于新一轮寒冬期，市场需要新技术刺激5G新体验将引领换机潮，5G手机成熟速度快于3G/4G移动通信网络换代，手机厂商机遇和挑战并存5G手机先行，5G终端形态未来蕴含无限可能	<ul style="list-style-type: none">5G增强云端能力，大幅提升终端使用便捷性5G提升使用体验，拓展垂直行业使用场景降低移动终端成本，用成本撬动产业规模	<ul style="list-style-type: none">移动终端的售卖和租赁终端+网络套餐打包出售整体解决方案的销售	<ul style="list-style-type: none">移动终端与网络侧/云端的协同重要性越来越突显人工智能技术赋能移动终端实现新功能模组的高集成、优能效的系统级设计和优化成为对移动终端至关重要的技术推动因素	<ul style="list-style-type: none">鼓励技术研发，加速5G终端普及加强政策引导，开展关键技术标准制定，加快模组成熟鼓励跨行业合作，推广示范性合作项目

行业需求		服务提升和新型服务	业务模式和商业变现	技术支撑和成熟度	政策支持
2.1 泛娱乐（云游戏）	<ul style="list-style-type: none"> · 游戏价格下降 · 硬件设备门槛降低 · 玩家体验改善 · 消费群体扩大 · 提升受训者兴趣 	<ul style="list-style-type: none"> · 普通终端也可以玩大作云游戏，手机和笔记本使用者将会成为云游戏潜在用户 · 消费者不必再承担昂贵的智能终端的花销，玩家有更多机会尝试更多游戏 · 5G拉动超高清技术可以推进内容创新，提升玩家互动体验。增强玩家体验，消费者无须耗时的下载及安装 · 在游戏中作弊的可能更小，游戏团队更容易保证竞技环境安全 · 教育和培训的游戏化 	<ul style="list-style-type: none"> · 流媒体订阅+道具/时长/可下载内容收费 · 流量广告和直播打赏 · 社区营销 	<ul style="list-style-type: none"> · 云服务器：游戏渲染 · 终端：解码视频 · 网络：游戏体验与网络带宽、边缘计算密切相关 · 内容：云游戏内容存储和开发都在云端服务器 · 挑战： <ul style="list-style-type: none"> - 云端渲染成本高 - 5G云游戏终端滞后 - 缺少优质内容 	<ul style="list-style-type: none"> · 放活准入门槛标准，坚持内容审核为主，资质审核为辅 · 成立云游戏行业协会，来协调投资方和研发团队的分成比例 · 成立公益性的创业基金，支持创业团队创业 · 云游戏改变传统游戏产业链条，需要建立新的利益再分配机制
2.2 泛娱乐（高清视频服务）	<ul style="list-style-type: none"> · 本质就是高质量内容与高速渠道的结合，2018年12月付费视频会员规模超过2.3亿，智能电视和IPTV发展趋势持续上升 · 规划出台迎来超高清视频大时代 · 广电获得5G牌照带动行业应用和内容服务大发展 	<ul style="list-style-type: none"> · 远程超清直播 · 远程安防监控 · 远程超清医疗 · 远程现场实时展示和街景采集 · 5G智能大屏视频通话 	<ul style="list-style-type: none"> · 目前主要为广告营销收入与用户内容付费收入 · “用户增值收入+流量分发收入”将成为下阶段重要盈收组成 	<ul style="list-style-type: none"> · 网络：传输高清图像数据（带宽），采集端摄像头同步（时延） · 边缘计算：实时合成全景视频及数据可视化渲染 · 挑战：标准未形成，内容投入高 	<ul style="list-style-type: none"> · 政府统筹协调，产业链通力合作 · 提升网络传输能力，探索5G应用于超高清视频传输 · 持续推进4K超高清电视内容建设，创新内容生产 · 加快行业创新应用，完善资金投入机制 · 加快人才培养，加强行业应用推广 · 深化国际交流合作，实现合作共赢
3.1 工业互联网（电力行业）	<ul style="list-style-type: none"> · 高比例新能源并网调控的需求 · 满足2C和2B多元用户用电的需求 · 发电和供电的安全可靠性和成本降低 · 优化生产工艺和个性化制造 	<ul style="list-style-type: none"> · 电厂和电网设备和工程师控制 · 智能分布式配电自动化 · 用电负荷需求侧响应 · 分布式能源调控 · 信息采集类 · 高级计量 · 智能电网大视频应用 	<ul style="list-style-type: none"> · 网络切片整体方案模式进行计费 · 新型业务包括综合能源服务和附加增值服务 · 优化传统售电业务 	<ul style="list-style-type: none"> · 网络切片等技术 · 毫米波 · 仍处于测试验证阶段 · 安全架构及安全性尚待研究及验证 	<ul style="list-style-type: none"> · 建网规划需要政府指导下运营商和电力企业密切配合 · 加强网络切片关键技术研究 · 着力推进5G能源工业互联网试点示范工作

行业需求		服务提升和新型服务	业务模式和商业变现	技术支撑和成熟度	政策支持
· 设备价值深度挖掘	<ul style="list-style-type: none">· 降成本和增效益· 设备价值深度挖掘· 用户价值深度挖掘· 提升大数据分析能力	<ul style="list-style-type: none">· 柔性化的生产· 高清影像快速传输· 更安全和更大规模调度· 大规模设备互联泛在化感知· 复杂的人机协作· 云平台大数据处理	<ul style="list-style-type: none">· 平台型商业模式· 规模化定制模式· “产品+服务”模式· 知识产权为核心的模式	<ul style="list-style-type: none">· 边缘计算· 网络切片· SDN和NFV· 毫米波· 芯片、模组未向工业领域标准化· 核心控制业务需要实际验证	<ul style="list-style-type: none">· 从易到难的方式推进5G制造业应用的发展· 5G数据平台和制造业典型应用同步发展· 5G网络系统与企业原有工业系统融合共存· 建立5G工业互联网安全防护和测试的标准体系
4.医疗健康	<ul style="list-style-type: none">· 画面和语音传输无延迟、画面清晰度高· 优质稀缺的专家资源共享· 医疗大数据收集和管理· 提高远程手术可操作· 有效缩短病人院前抢救时间	<ul style="list-style-type: none">· 远程监测· 远程会诊· 远程指导· 远程操控	<ul style="list-style-type: none">· 向病患收费· B2B 雇主付费· 导医导药收费· 数据价值收费	<ul style="list-style-type: none">· 虚拟专网· 智能路由· 边缘云· 毫米波· 芯片、模组不够成熟· 方案推广可行性研究较少· 技术标准需要规范	<ul style="list-style-type: none">· 政府出台鼓励政策· 培养医疗从业者和病人认同感· 培养跨学科综合性人才· 完善法律法规· 明确5G远程医疗的定价· 医疗机构积极与移动运营商、第三方平台合作
5.汽车行业	<ul style="list-style-type: none">· 汽车行业处于周期低谷，新能源汽车销量逆势增长· 汽车被赋予更多价值，智能驾驶趋势不可阻挡· 完全自动驾驶离不开汽车网联化，未来市场空间广阔· 造车新势力崛起，汽车产业链格局面临重塑	<ul style="list-style-type: none">· 5G将使汽车提供的信息服务类型将更加丰富· 5G为安全出行再上一把锁，并降低汽车安全成本· 5G将改善交通出行效率· 5G将支持高级别无人驾驶	<ul style="list-style-type: none">· 出行服务商模式，向个人和物流、景区、机场、公共交通行业收费· 大数据平台商业模式，探索“数据+管理”、“数据+金融”业务，拓展收费· 优化产销流程模式，提升本行业效率	<ul style="list-style-type: none">· 智能技术：环境感知、智能决策、协同控制三大系统· 网连技术。车联网通信技术（V2X），还需要边缘网络和中心云平台· 5G车联网仍处于应用示范阶段，产业协同需要加强，缺乏车联网数据保护立法，事故责任分配有待明晰	<ul style="list-style-type: none">· 建立跨行业协调机制,出台顶层设计规划· 推进车联网路侧设施部署，加快车载终端普及速度· 建立数据上报及分享机制，明确责任分配机制，健全保险产品和理赔机制

以市场为驱动力的供给侧创新思考

1 5G 时代运营商面临的挑战

2 运营商 5G 网络建设带来的改变

3 5G 网络建设的演进过程

4 运营商商业模式转变

5 5G 应用与网络推进模式

04

以市场为驱动力的供给侧创新思考

5G 会促使包括电信运营商在内等机构形成创新商业模式。但问题在于，5G 能否在短时间内找到商业盈利点？关键的“爆点时刻”什么时候会到来？5G 会不会重蹈 3G 的覆辙？消费者会不会愿意为体验升级而付

费？这些问题的答案都尚在摸索中，全球范围内没有现成的模式可以参考。**5G 时代，运营商面临很多挑战，包括巨额资金投入、传统的管道思维和组织管理模式等，从思维模式到组织架构都需要做出调整。**

5G 时代运营商面临的挑战

资金是 5G 网络建设的关键问题

受用户规模见顶和行业价格竞争等因素的影响，我国电信运营商业收入增长趋势持续放缓。根据工业和信息化部公布的 2019 年第一季度通信业运行情况，今年 3 月移动数据及互联网业务收入增速 -3%，为我国 4G 网络商用以来首次负增长，运营商流量管道贬值明显。同时，三大运营商分别发布了 2019 年提速降费举措，其中中国移动 6 项、中国电信 7 项、中国联通 8 项，降费力度较大，利润空间进一步受到打压。利润下降致使运营商的 5G 投资面临压力。5G 商用基站设备成本和所需数量较 4G 均有较大提高，整体建网成本约是

4G 的 2 倍，且用电等运营费用也相应提升，单纯靠出售流量已经无法支撑运营商的持续健康发展。到了 5G 时代，要为电信运营商、设备制造商、终端制造商提供政策层面的顶层设计，尤其是电信运营商作为产业链的下游，需要在网络的建设上提供新的融资机制，才能达到为有源头活水来。整个社会需要从大格局的视角重新审视实施多年的提速降费战略，做好短期需求与长期可持续发展间的平衡。关键是如何在短时间内建设完成一张全球领先的 5G 基础设施网络，并将这一基础设施视为公共品提供政策支持。

仅 1/3 的 C 端用户愿支付更多费用

虽然 5G 服务好处良多，但运营商利用这项技术盈利却面临着根本挑战。曾经由 4G 移动服务催生出的这批消费者可能对 5G 服务热情减弱；许多消费者在 4G 推出时非常追捧，而对 5G 的消费意愿有所降低，客户可能不愿意为更优质的服务接受溢价。大部分重量级市场参与公司尚未推出升级后的手机，可能也会

导致 5G 普及缓慢。普华永道最近的研究显示¹，仅有三分之一的互联网用户愿意为 5G 技术支付更多费用，更多消费者表示更愿意为 5G 服务的家庭应用场景而非移动场景额外付费。可能在游戏娱乐等细分领域内，消费者愿意花更多钱获得更佳体验，但通过提升体验来获得更多利润的途径尚不明朗。

1 普华永道《实现 5G 盈利之道——电信运营商如何在即将到来的通信技术变革中实现盈利》

管道思维是运营商巨大的挑战

运营商业绩面临的一项较大的限制因素在于，他们依赖的是网络接入服务，但未能成功销售其高附加值服务。随着网络接入服务的同质化，利润率持续下降；运营商应走出自己的舒适区，去寻找 5G 可能带来的新机遇。咨询公司 STL Partners 指出¹：电信运营商追逐的目标“改善世界的连接型，让更多的人口连接到网上，不太可能为电信公司带来大量新的收入”。因为电信行业本身已经趋于成熟，已不是整个社会要解决

的“大问题”；政治家、社会活动家、经济学家和企业要迫切解决的是人类面临的越来越大的环境压力和资源压力，经济、社会、个人、组织需要协同起来共同解决这些前所未有的困局。中国的电信运营商还在思考的 5G 时代流量怎么收费、用户怎么增长等问题，资本市场、公众和政治家根本不关注。电信运营商如果不想被 5G 时代抛弃，思维要尽快从自己的增长转变为关注和研究整个社会的问题。

组织模式是运营商的严峻挑战

始于固网时代，组织机构以属地运营为主，按照行政区划。5G 的业务特征是超地域、跨行业、超运营商、超组织；这与行政区划为主的属地运营并不相容；而更为关键的是准行政管理的组织控制模式和自上而下的 KPI 指挥棒机制，在面对复杂的行业市场、逐渐大一统的行业融合、企业自身上下游产业链融合的大趋势下，

会显得更加僵化。5G 需要电信运营商彻底改变自己的组织结构和组织运营模式。电信运营商在 5G 时代的核心任务是：寻找并构建由经济学家、社会学家、行业科学家共同组成的人才队伍，构建一个能够理解人类、国家、社会、人的问题的知识生产能力体系。组织的变革需要根据任务进行调整。

运营商 5G 网络建设带来的改变

5G 建网和运维模式与 4G 不同

针对行业领域，5G 网络建设和运维与 4G 有很大不同。以往 4G 时代主要面向 2C 消费者，网络规划和建设都是针对人的，网络能力主要以下行流量为主。5G 时代万物互联，针对的行业领域会有很多不同，比如无人机物流和巡检，需要沿无人机航线进行对天覆盖；工厂内部的设备、物料、人等全要素连接，对室内网络的覆盖、速率、时延、容量密度和可靠性等能力都提出了更高要求；工业检测、远程会诊等涉及超高清视频

等海量数据上传的业务，对于网络上行带宽要求高，目前 5G 网络上行速率不能满足这些场景的应用需求。另一方面，5G 非独立组网 (NSA) 下，终端天线要双连接 LTE 和 NR 两种无线接入技术，进一步拉低上行峰值带宽，影响用户体验；而在独立组网 (SA) 下，终端天线仅连接 NR 一种无线接入技术，将在一定程度上改善目前 5G 网络上行带宽不足的问题。

1 《5G 时代，电信运营商需要扮演怎样的角色？》，2019-05-06，<https://www.iyiou.com/p/99463.html>

将激发行业云和边缘云大规模应用

5G 将激发“行业云”大规模应用，边缘云将成为重要的新型基础设施。5G 的带宽和速率能够将云端的计算结果实时传输到终端，将使许多业务场景数据存储和计算从“终端”转向“云端”，5G 的落地普及会激发云端市场出现爆发式增长。5G 时代在云端进行应用开发，可以共享主机资源，降低终端硬件设备的配置门槛，从而降低企业成本。同时，相关行业的企业可以向云服务商角色去转变，通过云端收集大量用户的信息进行分析，进而为用户提供更多服务。未来的价值在于数据，如车载的系统数据、驾驶分析数据、行车图像数据、行车轨迹等；这些数据在经过分析包装后，将产生二次价值。

作为云计算技术的延伸和补充，边缘云计算对数据

进行初步处理，在本地将图像等非结构化数据转化为结构化信息，甚至引入人工智能等技术，将很多工作都部署在本地，大幅提高本地的数据响应速度的同时，还能满足安全管控隐私保护方面的要求。

边缘云计算不仅用于安防监控、无人驾驶等行业应用，还将用于云游戏、云 VR 视频等消费者应用场景。边缘云的应用场景有以下三类：第一类是前端采集的数据量过大，如影像数据的采集和处理；第二类是需要即时交互的场景，如无人驾驶；第三类是对连续性要求比较高的业务。除此之外还有安全信任的问题，有些客户不允许数据脱离自己的控制，更不能离开自己的系统。

网络切片助力运营商实现差异化运营

5G 网络切片助力运营商实现差异化运营，但现阶段难以满足精细化管理需求。5G 网络切片具有提供差异化可保证的 QoS/SLA 服务、按需提供不同等级的隔离性解决方案的能力，一方面可以满足用户在业务质量保证、业务隔离性和运营独立性三个层面的需求，另一方面可以满足运营商差异化运营需求，有助于形成更

丰富的商业模式。在业务明确的情况下，行业客户需要按照不同细分业务进行精细化切片，可能涉及十几类；然而运营商考虑到技术复杂度、运维和管理难度以及商业问题，目前只能提供控制类和信息类两种切片，并不能按照细分业务进行分别切片，无法满足精细化业务场景的需求。

5G 毫米波商用将带来更多可能性

毫米波有助于满足企业大容量大带宽需求。毫米波频谱资源丰富，极大满足了移动通信网络的容量和带宽需求，带宽扩大为 3G/4G 时代的约 25 倍，在频率资源紧张的今天极具吸引力。而且毫米波频谱干扰少，通信信道稳定可靠，误码率的降低可以保证高质量通信。在网络部署方面，5G 中频更适合用于广覆盖需求，毫米波更适合对传输要求高的热点覆盖。屋顶、大街和室内开阔地带是 5G 毫米波具有良好传播效果的场景，在这些场景部署毫米波网络可以实现极高的吞吐量，极低时延并能覆盖到视距外的范围。目前，中国的

部分设备厂商和运营商已完成 5G 毫米波关键技术验证。2017 年 7 月工业和信息化部无线电管理局批复了 24.75~27.5GHz、37~42.5GHz 两段毫米波频段用于 5G 试验，为推进 5G 毫米波产业发展提供政策指引。当前，企业级用户对毫米波需求迫切，工业、安防等行业需要 4K/8K 超高清摄像头和大量的信息采集，对网络上行带宽有很高的要求，与传统面向消费者的 4G 网络有很大不同，在毫米波商用初期可优先面向企业级用户提供网络服务，满足其大容量大带宽的需求。

5G 网络安全和数据安全引发关注

5G 网络主动防御机制较 4G 得到增强，但需提前考虑新型安全风险。5G 网络具备统一的认证架构、多样的安全凭证管理、更强的隐私保护等优势，从而具有更好的私密性和更灵活的网络安全能力。比如，在用户隐私保护上，用户身份信息在 5G 时代全部同步加密。总体上，5G 网络主动防御机制较 4G 网络得到增强。然而，网络功能虚拟化（NFV）、边缘计算（MEC）和网络切片等新技术的引入给 5G 网络带来多种风险。特别是，不同业务对安全能力要求不同，安全能力较弱的某个切片被攻陷可能影响别的切片，而且安全责任的归属难以划分。同时，5G 开放的网络架构也会增加个人信息或者关键数据被泄露的风险。

5G 数据安全问题可通过端到端加密解决，我国有成熟的加解密产品。当前，针对 5G 安全的问题聚焦在网络后门之类的关注点，其实 5G 网络安全不是通信行

业本身的问题，而是不同行业之间的信任问题，任何一个行业看另一个行业都是存在问题的。为保证行业数据安全，可以通过把 5G 通信管道化并端到端加密来加强数据安全，避免行业间的不信任问题。在数据生成点、数据服务器都进行加密，然后在中央控制中心解密出来，5G 作为通道化的传输网络，在通道里面的任何一个节点对数据都是不可见的，这样，即使网络存在不可靠的问题，也不会影响数据安全。同时，我国的信息安全技术在理论和实践方面都处于领先水平，国密和商密算法非常成熟，在银行系统有大量的应用，加解密芯片、信任证书平台都做得非常好，直接可以拿来用。这样，通过采用国产的可信的安全加密芯片，在信息生成点加密，然后通过 5G 管道传到对端之后再进行解密。

5G 网络建设的演进过程

5G 网络建设循序渐进

运营商已开始积极布局，但考虑到基础建设的投入、运维管理的复杂度、产业链的成熟度和商业模式的转变，现阶段仍持谨慎态度，以聚焦重点城市扩大试验规模为主。5G 建设将遵循“前期中频宏站覆盖重点城市 - 中期中频宏站完成城乡全覆盖 - 后期毫米波小站覆盖热点地区”的路径。前期集中在 2019-2020 年 5G 建设初期，三大运营商将会在规模测试的基础上实现预

商用，试点城市主要为重点一二线城市，并完成规模部署。根据运营商公布的数据，2019 年中国 5G 的基础网络建设总投资将不超过 342 亿元人民币¹（其中中国移动预计投资 172 亿元，约占资本总开支计划的 11%；中国电信预计约 90 亿元，约占资本总开支计划的 12%；中国联通则不超过 80 亿元，占资本总开支计划的 14%）。

1 普华永道《实现 5G 盈利之道——电信运营商如何在即将到来的通信技术变革中实现盈利》。

未来十年 4G 和 5G 共存

4G 涵盖数据的能力较强，现有频谱资源也较为丰富，但仍有发展空间。VoLTE 可以替代电路域语音业务，NB-IoT 和 eMTC 可以承载海量机器类通信业务；2G、3G 的数据业务将迁移到 4G/5G（含 NB 和 eMTC），语音业务被 VoLTE 取代，运营商将逐步清退现有 2/3G 网络，重耕现有 2G/3G 频率。5G 部署将是逐渐完成的，

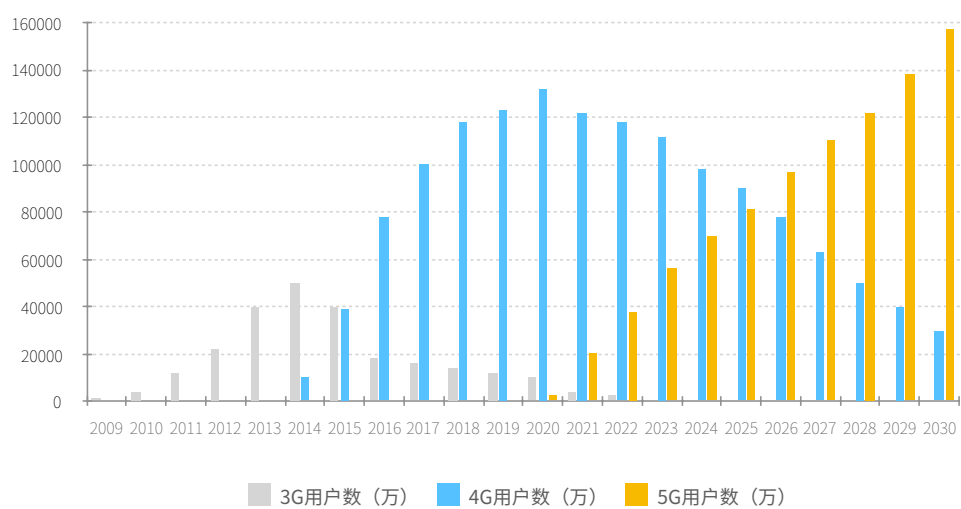
早期部署将在 LTE 核心网络的基础上进行。尽管前景光明，但 5G 将不会在短期内完全改变或颠覆电信领域或其他行业。运营商应着眼于现实，避免过度投入，制定 4G/5G 协同发展策略。预计未来十年 4G 仍将与 5G 长期共存，以提供相对无缝的用户体验。

2025 年 5G 用户渗透率 48%

中国信息通信研究院预测，2025 年，5G 用户将达到 8.16 亿户，移动用户渗透率将达到 48% 左右。2025 年后，5G 用户渗透率将加快增长。

2009 年是中国 3G 元年，中国 3G 用户用了 5 年时间，2014 渗透率峰值达到了 37.7%。2014 年是中国 4G 元年，受益于 3G 时代消费者习惯培养和 4G 网络快速的覆盖速度，2014 年 4G 开年用户渗透率就达到 7.6%，2017 年，4G 用户渗透率 70%，2018 年达到 75%。相比之下，5G 用户的渗透速度要稍慢于 4G 用户，这是因为 5G 网络建设将是一个长期过程，邬贺铨认为 5G 将来覆盖到像 4G 这样的规模，也需要七八年时间。根据中国信息通信研究院预测，2025 年 5G 用户将达到 8.16 亿户，移动用户渗透率将达到 48% 左右，2025 年后，5G 用户渗透率加快增长，相比于商用前 5 年渗透率每年平均增加 7.4%，预计 2030 年 5G 用户规模将达到 15 亿户，渗透率在 85% 左右。

图 28:中国 3G/4G/5G 用户数预测¹



1 《5G 将来覆盖到像 4G 的规模，需要七八年时间》，邬贺铨 中国信息通信研究院预测

运营商商业模式转变

5G 促使万物苏醒时代的到来，物联网是一场认知的革命，通过智能硬件来获取智慧 IP，IP 即财富。这需要改变现有的商业逻辑和盈利模式。比如：智能硬件

的逐渐免费、移动商业服务入口的多元化，以及 2C 到 2B2C 的转变，软性订制化、增值服务将成为 5G 产业最大贡献者。

B2B2X 是 5G 的盈利机会

2012 年面世的 4G 加速了移动化应用和服务的变革进程，但运营商难以从终端用户身上挣得额外收入收回投资成本。为确保从巨额 5G 投资中获得合理收益，运营商必须全面思考盈利机会，跳脱出“数据访问更快，用户收费更高”的单一模式。5G 具有更高的可靠性和更低的延迟属性，支持物联网和分析技术的服务将有助于产生新的收入来源，帮助运营商提供新服

务，通过向依托 5G 为客户提供服务的公司收费来获得可观收入。这种模式通称为“企业对企业对第三方”（B2B2X），其中 X 可以是消费者（2C）、企业（2B）或公共机构（2G），此模式将广泛适用于不同业务场景，通过识别和利用这些机会，更多参与到为客户提供相关解决方案的过程中，运营商可确保其 5G 投资收益超过 4G。

实现营业收入的三个选择

在 5G 时代，网络技术能够让更多功能实现盈利，而电信公司则有更多机会与各种企业和公共机构开展合作。运营商主要通过以下三个选择实现营收。

连接型供应商（运营商主导的 B2B 或 B2C 模式）：电信公司通过运用其他元素和创新来制定典型的 4G 定价和捆绑模型。该过程可能涉及采用类似于飞机舱位的等级定价方法，根据客户选择的套餐级别为 B2C 和 B2B 客户提供不同质量的网络连接服务。为了实现这种模式，运营商可以提供不同速度、服务质量层次和定价水平以匹配每位客户的需求和预算。作为运营商传统模式的一种变体，该策略的风险在于对终端用户而言，模式及应用过于复杂。该模式是基于技术功能（如延迟和可靠性）对套餐进行定价，而非仅依据速度和数据额度，因此用户可能难以理解新套餐的价值所在。

解决方案推动者（第三方主导的 B2B2X 模式）：第三方，

如云供应商或视频流服务商，将从运营商处购买的 5G 连接能力嵌入到自身产品里。第三方向其客户推销捆绑产品，通过直接付款或某些其他盈利模式获得收入，再以网络收费或收入分成的方式向电信公司支付网络使用和其他相关功能的费用。第三方有效购入运营商 5G 网络容量的“切片”供自己使用，两者之间则通过应用程序接口（API）进行管理运行。比如，沃达丰与 IBM 建立全球战略合作伙伴关系，专注于云服务和托管服务；沃达丰提供网络连接，而 IBM 则提供相关领域的解决方案，双方携手进入市场。

解决方案创建者（运营商主导的 B2B2X 模式）：通过将第三方产品和服务与其核心网络连接进行捆绑，运营商建议新的数字化服务场景，并直接向自己的客户推销捆绑的解决方案。电信公司可能会使用这种方式来创建可捆绑第三方产品的相关综合解决方案，如可

访问其 5G 网络的增强现实 / 虚拟现实服务和设备。在这种模式下,电信公司可以为其客户提供包含完整 VR 游戏的数据套餐,包括无需额外费用的虚拟现实内容订阅和头戴设备。包括沃达丰在内的许多运营商已经和 OTT 服务商达成商业协议,批发购买其服务再转售给消费者;运营商们正在研究如何增强这种模

型以嵌入 5G 功能,从而让消费者可以从 OTT 服务商产品菜单中任意挑选,并根据选择获取折扣。随着 5G 在市场上的各种可能性变得愈发清晰,新的合作盈利模式也将诞生。运营商有机会主动扩展其基于合作模式的业务,并进行产业化。

成功所需的四大核心能力

除了具备适合的盈利模式和客户相关的业务场景,运营商还将具备一系列商业、运营和技术能力,以确保从 5G 投资中获得合理回报。以下四项能力尤为重要。

合适的 5G 网络。当 5G 网络建立时,确保各频带的频谱充足、引入自动化和简化方案以优化运营、以及确定如何在特定密集化水平上有效部署网络(即要有足够的小基站以提供高质量服务)非常重要。网络共享是运营商降低成本和加快部署的一种方式。9 月 9 日,中国联通与中国电信签署了《5G 网络共建共享框架合作协议书》,双方采用接入网共享、核心网各自建设、5G 频率资源共享的合作模式;在网络建设区域上,双方划定区域,分区建设,各自负责在划定区域内的 5G 网络建设相关工作;建设方承担投资、维护和网络运营成本,并保证同等服务水平。

商业创新。运营商要能够在数天或数小时而非数周或数月内创建或启用新服务、定价模型和商业合作协议,同时还要利用数据分析和人工智能以确保其服务为客户和生态系统中的合作伙伴带来价值。运营商还必须确保其客户服务解决方案能够应对客户使用 5G 应用时所增加的复杂需求。

参与相关行业。运营商必须培养开发相关 5G 业务场景并从中盈利的能力。其他重要步骤将包括建立相关集中的产品管理、销售和营销职能,以及优化客户关系管理(CRM)、解决方案销售平台,订单履行和激活后支持能力。

密切互信的合作伙伴。能够与设备商、OTT 服务提供商及内容供应商建立密切互信的合作伙伴关系对 5G 附加盈利将至关重要。这需要通过良好的合作往来和建立关系的能力来付诸实施协作文化,并能够与第三方解决方案目录相结合,共同打造捆绑产品,并向合作伙伴、客户和更广阔的市场阐明每条价值主张。

5G 应用与网络推进模式

4G 增强型业务预计会率先发力

回顾历届移动通信业务发展过程，2G 后期 GPRS 支持网页浏览，但受限于网络速度，直到 3G 出现后大量手机用户才开始上网；3G 网络能力可以支持多种移动互联网业务，但微信、微博真正爆发也是在 3G 中后期智能手机出现之后；4G 可以支持视频类高速互联网业务，小视频也是在 4G 中后期才开始爆发。在 5G 应用的发展节奏方面，初期（2019-2020 年）5G 网络以 NSA 为主，一方面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、浸入式游戏、全息视频

等业务，带来不卡顿和高度沉浸感的体验。另一方面，对于 4G 时代已经出现的业务，5G 通过移动性增强和大带宽特性，可以弥补 4G 时代技术受限的短板，带动 4G 增强型业务规模化发展，并给 5G 与相关行业的融合进一步发展奠定基础。如 4G 远程医疗会诊存在不清晰、速度慢、效果不好的问题，5G 可以使得远程医疗会诊的效果媲美现场体验，而且带来极大的便捷性，使其得到市场认可，迎来业务迸发期。

以点带面推进 5G 相关行业应用

“5G 最终还要拓展到满足产业需求。长远来看，产业应用的回报收益预计大于面向消费的应用。”

——中国工程院邬贺铨院士

5G 初期应用场景以 4G 增强型移动宽带业务为主，5G 创新性应用需要不断融合积累才能爆发。2020 年以后，随着基站和下游应用终端数量增加，SA 和高频的逐渐引入，低时延场景技术成熟度提高，产业关注将转向低时延、高可靠的应用场景，推动网联智能汽车、

工业互联网等高价值应用落地，并促使 5G 与其他相关行业融合探索新应用领域。邬贺铨表示，5G 最终还要拓展到满足产业需求，长远来看，产业应用的回报收益预计大于面向消费的应用。在推广方式上，4G 建设期运营商曾采用全国大范围铺开的方式，让更多用户认识到 4G 网络的优势。但 5G 时代在行业应用领域，更适合采取“先易后难”的市场拓展战略。面向对 5G 接受度较高的先锋相关行业，运营商与相关行业共同研讨需求，制定一个基础版本方案，形成单点解决方案，再采用全面铺开的方式，最后推向全行业，很难在 5G 诞生之初找到一个普适各行业的解决方案。

基础设施部署和应用开发试点同步

最初几年 5G 投入主要用于基础性应用研发与网络基础设施部署，通过应用试点示范，让相关行业试用 5G 应用，可以逐步共同建网，或者付费订阅。随后总体研发与资本性支出将逐渐减少，投资重点将从以基础设施部署为主转向利用 5G 独特功能的应用与服务开发。

持续的投资周期表明 5G 的发展“任重道远”，随着基础设施部署、全新商业模式涌现、底层技术基础持续加强以及众多应用案例的更新周期延长，投资重点也将发生变化。

政策制定者如何 促进 5G 产业健康可持续发展？

1 加快 5G 网络建设

2 建立 5G 产业生态

3 支持 5G 产业发展

4 应对 5G 社会问题

政策制定者 如何促进 5G 产业健康可持续发展？

5G 正处于技术标准形成和产业化培育的关键时期，全球各国在国家数字化战略中均把 5G 作为优先发展领域，强化产业布局，塑造竞争新优势。我国要紧抓这一历史性新机遇，加大统筹推进力度，加快 5G 产

业化进程，超前部署网络基础设施，营造产业生态环境，深化各领域融合应用，全面开创 5G 发展新局面，为全球 5G 应用落地做出新的更大贡献。

加快 5G 网络建设

建设高质量 5G 网络，由重点地区逐步扩大规模

按照统筹规划、分布实施，先中频后高频的原则，统筹室内外协同组网建设，优先部署重点区域 5G 网络，逐步扩大网络规模，打造规模大、覆盖优、速率快、质量好的 5G 精品网络。5G 网络建设中充分利用现

有基础设施资源，初期以满足增强移动宽带及部分低延时高可靠场景业务为主，采用中频段优先满足城市地区和重点行业场景覆盖。随着技术和网络的成熟，逐步全面支持 5G 三大场景，加强毫米波高频段覆盖。

加强共建共享、电力资源等方面政策支持

推动 5G 基础设施共建共享，加快政府机关、事业单位、国有企业等公共机构向 5G 基站建设无偿开放，推进通信基站与社会杆塔资源双向开放共享，帮助运营商降低 5G 网络建设成本。同时，通过对 5G 基站进行电价补贴、支持基站进行智能电表改造、简化申请流程和报装资料等措施保障 5G 基站所需电力资源，通

过研发逐步缓解 5G 网络的高功耗问题，降低网络运维成本。一些省份已经先行先试，出台具体举措进行电价补贴。例如，2020-2022 年，对参与市场交易后的 5G 基站，实缴电费超出目标电价 0.35 元 / 千瓦时的部分，由省、市、县（区）按照 5:2:3 的比例给予补贴。

培育丰富的应用场景促进网络建设

网络需求与应用协同发展，只有发展出更丰富的应用场景，才能更好地牵引网络性能的提升。同时从运营的角度来看，只有发展出更丰富的 5G 应用业务，才能让运营商在 5G 上的投入得到更好的回报，推动 5G 商业进入良性的正循环通过 5G 应用牵引促进 5G 网络建设，赋能传统行业转型升级。结合 5G 商用部署，针对 5G 应用进行顶层设计，规划 5G 应用与网络协同推进路

线图，统筹把握重点应用发展关键节点。从国家层面，建立跨行业、跨部门协调推进机制，明确车联网、泛娱乐、医疗健康、工业互联网等 5G 重点应用的发展规划和具体行动计划营造良好的 5G 应用创新政策环境。研究制定支持 5G 融合应用发展的政策、法规、监管、金融措施，完善电信、工业、交通、医疗等行业管理法规。

运营商要积极探索新型商业模式

运营商要探索新型商业模式，形成资金运转良性发展。例如“众包小蜂窝”模式，通过将运营商、商场、企业、电信设备商、互联网企业和开发者一起“众包”，将小基站批量安装在电线杆、广告牌等基础设施上，

解决 5G 小基站部署痛点。另一方面，政策层面研究设立 5G 产业发展专项基金，对 5G 网络建设给予必要的资金补贴，并规范引导社会资本参与 5G 网络建设，缓解运营商资金压力，共享 5G 发展红利。

建立 5G 产业生态

建设产业生态对接平台

统筹重点行业企事业单位、5G 运营企业、5G 相关产业制造企业、互联网企业、应用开发企业、金融投资服务机构及孵化器、行业相关联盟及创新中心，相关研究机构、高等院校等单位 and 机构，围绕业务需求、技术服务、应用孵化、资金扶持等 5G 应用发展的关键环节，建立产业生态对接平台，促进相关主体间的交流和深

度合作，促进供需对接、技术革新、知识共享，形成优势互补，对接供需各方需求，寻找行业痛点与 5G 结合的突破口，深度挖掘行业需求，找准相关行业真正想要的内容，并从技术角度提出解决方案，并通过合作探索找到相关行业共赢的全新商业模式，全面促进 5G 应用创新，并加强应用推广，有效推进 5G 产业发展。

加强行业研究，建立规范标准体系

研究 5G 应用行业发展及趋势，分析 5G 应用产业需求与典型应用场景，探讨 5G 应用的新生态与新模式，研究融合应用的政策法规建议。发挥标准对产业的引导支撑作用，健全 5G 相关行业标准 and 评价体系，建立具有引领促进作用的团体标准，完善团体标准转化机制。

加快重点标准研制，规范行业接口数据、互联互通等标准，推进不同产品和应用系统间互换互认，并制定产品安全 and 健康等标准。开展检测认证工作，构建涵盖技术、产品、服务等方面的测试评估体系，对市场主流产品组织开展标准符合性测试，发布质量分析报告。

建设国家级应用示范区，开展应用培育

推进国家级的 5G 协同创新示范区建设，统筹行业应用相关单位，围绕终端、网络、数据处理、应用等方面，协同开展 5G 跨行业应用创新，支持在工业互联网、车联网、智慧医疗等行业应用开展应用培育，打造相

关行业示范应用标杆，形成一批可复制性成果并加快推广。加强 5G 产业支撑平台建设，加快建设 5G 产品技术验证、质量检测、入网检测等公共平台，推动企业参与国家 5G 技术产品标准制订 and 技术试验。

打通 5G 应用资金链、产业链、创新链

搭建 5G 应用相关中小企业与创新中心、孵化器、实验室、投融资机构的沟通与合作平台，提供技术支持、资金对接、业务咨询等多方面的服务，促进融合资金

链、产业链、创新链贯通发展，开展 5G 应用联合孵化，培育一批主营业务突出、竞争力强、成长性好的 5G 融合应用专精特新“小巨人”企业。

支持 5G 产业发展

加快出台相关产业规划，引导商业应用有序发展

产业规划对明确发展重点、优化产业布局、提升综合实力、推进可持续发展具有极其深远的意义。目前，在国家层面，《信息通信行业发展规划（2016-2020 年）》《信息产业发展指南》等文件从战略上对 5G 的发展方向 and 重点任务进行了明确；在省级层面，北京、浙江

等省份出台 5G 产业发展指导意见或行动方案。为了保障 5G 产业全方位有序发展，应鼓励出台更广泛、多层次、更具针对性、更有利于产业生态整体发展的 5G 相关产业发展规划。

推动试点示范成熟和推广，深度挖掘商业模式

集中资源推动试点示范。政府依托大中型国有企业和知名民营企业，从先锋行业开始，认定一批产业带动作用明显的 5G 新技术、新产品、新业态、新模式示范项目，中央财政和地方财政给予每个项目奖励。集中财力精选和开展几个政府重大工程 5G 应用示范，围绕工业互联网、智慧城市、地铁、高铁等重大工程建设，发挥先行先试引领作用。5G 的业务需求呈现多样化特征，面对相关行业用户，由于存在跨行业的知识、政策壁垒，难以精准把握行业痛点。

深度挖掘新型商业模式。出台相关行业 5G 新产品和服务的定价制度，建立产业链合作相关方的利益分配机制。运营商与产业链合作伙伴和客户开展深入的合作，赋能生态合作伙伴，为客户提供行业应用的整体化解决方案。开始按照应用免费单点试用，让相关行业了解 5G 网络的益处之后再付费订阅，基于试点应用倒逼 5G 网络部署，推动应用场景的丰富，助推商业模式的深刻变革。

加强复合型人才培养和引进，鼓励建立 5G 行业智库

第一，在现有高端人才的优惠条件基础上，注重对 5G 人才的遴选支持。将 5G 通信行业专家、数据科学家、AI 工程师、5G 相关行业咨询师纳入高层次人才分类认定目录。对认定的 5G 高层次人才团队，给予项目资助。对顶尖人才和团队的重大项目实行“一事一议”。对获风险投资的人才创业企业，政策性担保公司给予积极支持。

第二，鼓励建立服务 5G 产业的公共服务平台和智库。取得良好成效的智库和平台可给予项目资助。储备既

懂通信又懂相关行业痛点的咨询师，提高行业咨询师的职业地位。择优确定 5G 重点相关行业发展的主要支撑平台，优先保障其年度用地、用能指标。第三，高度重视 5G 产品的研发创新工作。对达到相关要求的研发创新企业给予相应资金支持，比如支持企业在 5G 核心设备、模组、行业应用等领域开展产品研发。

实施严格的知识产权保护制度，促进产业创新能力提升

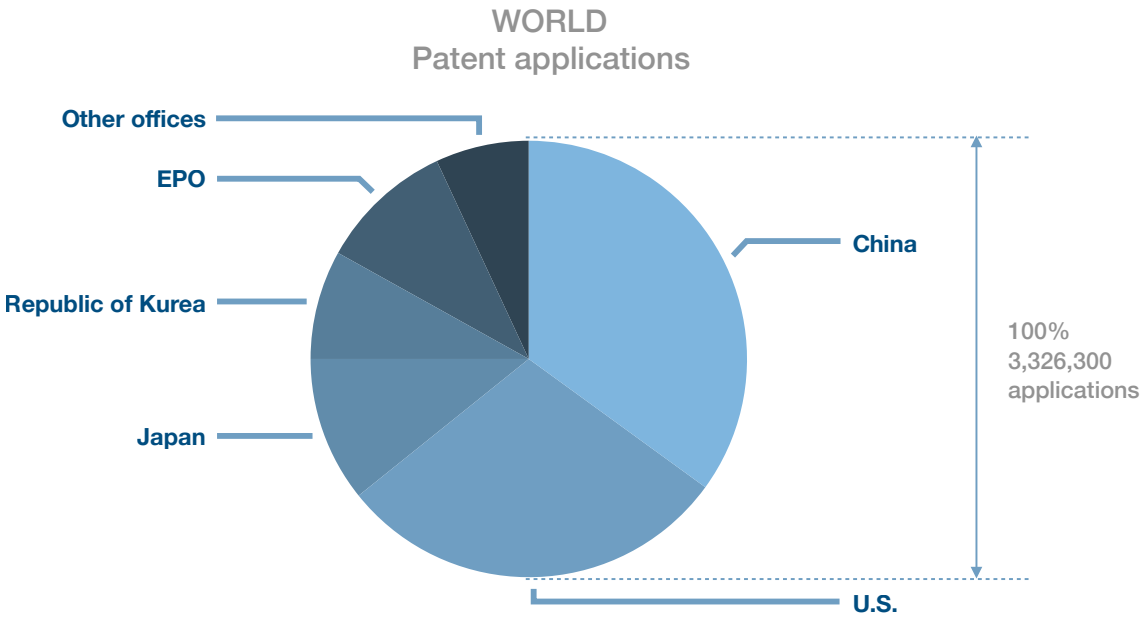
加大知识产权保护力度,激励企业增加 5G 研发投入,促进 5G 相关产业技术创新和研发能力提升。

一是建议我国要加快完善移动通信和相关行业应用领域的知识产权保护,对专利侵权行为要严厉打击,营造鼓励科研创新的良好氛围。我国已经将创新驱动作为一项核心国策,将其视为经济高质量发展的途径,而知识产权制度是保护、激励创新投入的重要制度。2018 年 4 月,国家主席习近平在博鳌亚洲论坛 2018 年年会开幕式上的主旨演讲中指出,加强知识产权保护是完善产权保护制度最重要的内容,也是提高中国经济竞争力最大的激励。近年来,我国政府推出了一系列促进创新的政策,全面加强知识产权保护,健全知识产权侵权惩罚性赔偿制度。例如,正在全国人大讨论的《专利法》草案,包含加大专利侵权赔偿力度的条款,如实行惩罚性赔偿。2019 年 3 月 15 日通过

的《外商投资法》也设立了专门的章节,针对外国投资者和外商投资企业普遍关心的知识产权保护、不得强制技术转让等问题都做出明确的规定。

在中国不断加大对知识产权保护力度的背景下,我国在知识产权方面也取得了巨大成就。国家知识产权局数据显示,2016 年我国国内发明专利拥有量首次突破 100 万件,成为世界上第三个该项数据超百万件的国家。截至 2018 年底,我国国内发明专利拥有量 160.2 万件,每万人口发明专利拥有量达到 11.5 件。此外,世界知识产权组织发布的《2019 年世界知识产权指标》指出,2018 年中国的专利申请量为 154 万件,占全球 46.4%,连续 8 年位列世界第一。显而易见,国家对知识产权保护力度的不断加强,以及相关法律法规的不断完善,将促进我国企业创新和研发能力的持续增强,也将推动 5G 相关产业更加健康发展。

WIPO 官网截图：2018 年，中国知识产权局收到 154 万件专利申请。其次是美国、日本、韩国和欧洲专利局。2018 年排名前 10 位的办事处占全球总数的 92%。



二是重视专利质量，有效加强专利布局。各国在 5G 技术创新领域不断发力，不断加强专利布局。德国专利数据公司 IPlytics 定期发布 5G 标准必要专利排名，根据该机构的统计，中国声明的 5G 相关标准必要专利数量占比超过 30%。这体现了中国在 5G 相关领域研发实力的提升和整体专利布局的增强。

但是专利价值不能仅从数量上进行衡量。首先，每一件专利的技术内容不同，每一件专利的价值都有非常大的差别。其次，标准必要专利披露数据的准确性有待检验。标准化组织对于标准必要专利的披露仅凭借自觉性，即企业自己认为这个专利是有可能是标准必要的，就可以披露，其中没有第三方权威机构或者法律流程去核实。再次，专利价值是在市场上得到体现的。例如，专利的价值不仅体现在授权许可谈判中，也体现在专利侵权诉讼和专利无效程序中。因此，业界在评价通信领域专利价值时，仅从数量上进行衡量并不全面，专利价值应通过市场来体现。以高通公

司为例，截至 2019 年 9 月，高通在全球范围内签署了超过 300 份技术许可协议，包括超过 35 个 5G 技术许可协议，获得高通技术许可的设备数量已经超过 110 亿部。此类数据可以证明一家公司的专利组合在市场上的价值。

因此，在我国重视高质量发展、强调高价值专利的背景下，重视 5G 专利质量，有效加强 5G 专利布局，是我国提升 5G 相关产业创新实力、实现相关产业健康高效发展的一大方向。

三是建立与 5G 相关的市场驱动型专利交易和许可平台，为 5G 技术的转让和许可提供便利。对核心技术的授权许可对移动通信技术获得快速和高性价比发展起到了关键性的作用，通过技术授权等有效激励手段，可以挖掘移动通信领域技术创新者最大创新潜能，提升先进技术引进吸收消化再创新能力，保障消费者和商业用户及时获得最先进的技术应用。

政府营造创新环境，促进产业融合发展

第一，政府引导建立通信行业与相关行业的合作交流平台。依托 IMT-2020 (5G) 推进组、工业互联网产业联盟等行业平台，统筹科研机构、高校、电信运营商、设备制造商、终端厂商、互联网企业和行业企业等产学研用力量，协同开展 5G 技术研究、标准研制、设备开发与行业应用。加快推动 5G 与相关行业应用融合发展。

第二，发挥政府采购政策的引导作用。对符合规定的首购产品可通过政府采购方式由采购人或政府首先购买。各级政府采购主体采购与首台(套)产品相同品目或者品类的产品，且该产品使用了不可替代的专利、专有技术，可以采用单一来源采购方式，重点支持 5G 重大创新产品的应用。

第三，探索包容创新的审慎监管制度。加快融合应用领域法规制度建设，进一步强化科技、金融、财政、税收、人才、定价、知识产权等政策支持，深化放管服改革，消除行业政策壁垒，鼓励支持多元市场主体平等进入，培育壮大 5G 相关新技术、新产业、新业态、新模式，促进 5G 产业生态加快壮大。

第四，扩大先进成果宣传，提高 5G 行业应用的社会感知度。科技的发展需要体现人文关怀，先进科技成果更应获得较高的社会认同以体现其社会价值。多举办高水平的行业创新应用大赛能够充分集思广益、孵化应用、挖掘商机，也能够提高先进成果的社会感知度。

应对 5G 社会问题

建立预防网络成瘾的机制

高清视频和云游戏服务本是奢侈品，5G 高速连接可以迅速普及，足不出户就能有优质体验。网络社交机会增加，网络会消耗大量时间。各种智能终端和游戏平台的普及，给使用者带来便利的同时，也造成了网

络成瘾、游戏障碍、赌博障碍等健康问题。需出台控制网络游戏、赌博的相关政策，建立全球网络成瘾行为科研平台，开发网络成瘾行为筛选工具、诊断工具，建立专家治疗指南。

建立良好网络行为规范和价值观

人类有史以来最大规模的思想与文化的大融合正在互联网上悄然进行，逐渐形成网络社会的行为规范和价值观念，并最终融入现实的主流社会，从而在文

化层面上影响和改变我们的生活，具体带来的变化无人能够预料。需要出台制度倡导良好的网络行为规范和树立积极向上的价值观念。

防范和治理高科技网络犯罪

给利用 5G 互联网实施各种高科技手段犯罪的不法分子带来了更多可能性。不法分子利用 5G 互联网进行犯罪的手段与方式对于普通公众而言，可能更加难

以辨认及防范。需加强网络犯罪的警力，确保互联网安全、健康、有序发展，建设阳光网络、绿色网络、文明网络。

预判 5G 带来的就业大变革

随着 5G 技术在相关行业（特别是工业互联网及医疗领域）的广泛应用，这些行业的人才在 5G 技术环境下的管理能力、操作技能、思维方式亦需要更新换代。随着智能设备大量使用，特别是 AI 的批量应用，相关行业的从业人员面临着取代性的科技创新，依赖人力并且逻辑流程简单、耗费体力精力的工作岗位（例如：门卫保安、银行柜员、超市收银员、商场导购、餐厅服务、室内清洁、简单医疗活动等）将会被人工智能机器人替代。麦肯锡公司估计¹，到 2030 年自动化将使

中国 1/5 的制造业岗位消失，近 1 亿劳动者需要更换职业类型，这是人类历史上最为激烈的就业大变革，相关研究机构和舆论环境需要对就业形势作出正确预判和引导，政府要对结构性失业提前采取措施进行处理。

我们无法预测问题的具体形态，但是我们能做的是从 5G 经济发展获取的利润里预留一部分资金，在问题发生的时候，及时止损。

1 《人工智能“双刃剑”：机器解放人还是替换人》人民网，2018-08-23，<http://m.people.cn/n4/2018/0823/c28-11491518.html>

结语

助力新时代高质量发展——5G 带来的 5 个启发

Gain - 盈利

5G 经济的发展需要产业链上的运营商、设备商、内容提供商和 相关行业等相关方都有盈利

5G 网络的建设是 5G 经济的前提,5G 经济的发展需要产业链上的运营商、设备商、内容提供商和相关行业等相关方都有盈利,才能够良性循环,健康发展。运营商面临着利用这项技术盈利的挑战,在面临行业同质化竞争、传统业务价值快速下降的情况下,运营商都在寻找新的业务增长点和商业模式。运营商通过提供 5G 应用场景服务实现营业收入,电信运营商的角色从基础设施服务提供商,向应用场景的服务商转变。这需要

打造四大关键能力:提供合适的 5G 网络、商业模式创新、了解相关行业、与 5G 产业链相关方建立密切互信的合作伙伴关系。运营商要明白 5G 建网不是目的,5G 需要与边缘计算、云计算、人工智能和自动化等技术功能相结合,帮助相关行业充分变现实现赢利。4G 时代已经出现的潜在需求,由于技术限制,不具有可行性;5G 技术提升了移动性、缩短了时延,促使需求规模化,从而进入商业应用场景,实现价值变现。

Growth - 共同成长

通信行业要携手各行各业的合作伙伴,以开放的姿态和服务精神,共同成长。无论个人还是组织,成长是 5G 时代的必由之路。

相关行业转型升级迫在眉睫,人工成本和市场竞争压力大,通信行业运用 5G 技术可以更好地为相关行业开源节流和提升效率。相关行业要积极转变观念,以开放的姿态抓住 5G 发展的契机,提前研判 5G 可能给行业带来的影响。5G 商用初期,相关行业企业难以负担庞大的 5G 应用研发费用。在 4G 建设成本尚未收回的情况下启动 5G,运营商面临巨大的成本压力,急需新的商业模式推动 5G 网络建设,因此通信行业要携手相关行业合作伙伴,以开放和服务的姿态为相关行业赋能。通过建立不同的组织和平台,增进通信行业与相关

行业的了解,针对行业需求研制出具有针对性的降本增效的网络解决方案,并做好宣传,将成功的案例传播给相关行业。电信运营商、通信设备商、5G 行业智库等组织与相关行业客户变成合作伙伴,依托新的商业模式多方合作实现共同成长。新技术带来的新型服务,新型服务可能超出行业原有定义的范畴,相关行业的从业者需要与时俱进,建立标准,加速变革。面对可能出现的职业挑战甚至替代,行业从业者应要积极自我调整,积极拥抱变化,主动积极应对挑战。政策的制定者要跟上技术创新的节奏,积极拓宽企业的发展。

Gamification - 游戏化

合理运用游戏的模式、思想和工具，企业可构建更高效的商业模式

游戏并非只限于狭义的游乐，而是广义上一系列规则与意义的集合，人性与设计的融合。合理利用游戏的模式、思想和工具，企业可构建更高效的商业模式，学校可营造更愉悦的学习方式，人们也能在现实生活中体验不一样的乐趣，而 5G 的到来让这一切都充满可能。未来互联网包括电子商务、社交到信息获得，智能产品应用都将会变得游戏化，虚拟现实将成为 5G 杀手级应用之一。5G 可以实现“人与人、人与物、物与物之间的连接”，

形成万物互联，并融合在工作学习、休闲娱乐、社交互动、工业生产等各方面，将游戏化的思维加入到应用中，激励方式有所突破，可以通过游戏学会各种规则下的操控能力。数字技术“让学习更加简单有趣”，可使员工操作技能培训游戏化，利用虚拟场景漫游，员工熟悉业务时间将大大缩短，新方式的培训将提高员工对工作的热情，培训的游戏化可降低培训的成本，充分利用碎片化时间，以达到提高学习效率的最终目的。

Governance - 统筹

充分发挥 5G 的商业价值，需要政府各部门、运营商、移动生态系统成员和相关行业紧密合作、统筹协调，落实激励措施和出台恰当的政策细则。

5G 的成败与社会发展与进步息息相关。面向数字化转型，充分发挥 5G 的商业价值，需要政府各部门、运营商、移动生态系统成员和相关行业紧密合作、统筹协调，落实激励措施和出台恰当的政策细则。

第一，政府从政策和资金方面支持 5G 建设。研究制定支持 5G 融合应用发展的政策、法规、监管、金融措施，营造良好的 5G 应用创新政策环境，通过试点示范落地更多相关行业应用；

第二，网络建设需要多方统筹。网络建设需要设备商比

如华为、诺基亚贝尔、爱立信提供足够的设备，需要高通、英特尔等提供芯片，电信运营商部署网络投资规模巨大，需要新的商业模式，能耗大，复杂的电力流程需要改造，基站安装需要与小区物业沟通；

第三，通信行业与相关行业广泛合作。相关行业制定 5G 商用路线图，找到需要 5G 技术解决的真实痛点。让 5G 真正给相关行业带来价值，需加强相关行业和通信行业交流和磨合，需要培育能够对接通信技术供给和行业需求、形成整体解决方案的系统平台方案提供商。

Globalization - 全球化

5G 技术的发展是全球合作的产物，包括研发合作全球化、5G 标准全球化及产业合作全球化。5G 将为中国企业提供走向国际舞台的巨大机遇。

5G 技术的全球产业链、供应链、价值链高度融合，是全球化大潮下各国交流合作的产物，是国际社会共同的高科技创新成果。加强 5G 科技国际交流与合作，共同发展、互利共赢，为促进全人类福祉作出积极贡献。

第一，研发合作全球化。 5G 推进工作要以更加开放的姿态，支持国内企业参与国外 5G 研发工作，鼓励国外公司与国内研究机构和企业联合开展研发，共同推进全球 5G 发展。

第二，5G 标准全球化。 业界已达成普遍共识，希望能够形成全球统一的 5G 标准。全球统一标准对有效降低成本、提高广泛应用的可行性和推动整个产业链将发挥巨大作用。

第三，产业合作全球化。 5G 发展应在全球平台上共同推进，通信产业国际合作平台 GTI 的成员有 135 家运营商，包括“一带一路”沿线 28 个国家的 40 多家运营商，5G 在中国市场相关行业发展的实践，将为全球市场政策制定和应用提供示范。

致谢

感谢为本项研究做出直接或间接贡献的企业家、技术专家、行业专家和科研院所。

受访专家：

另外，我们在研究报告撰写过程中，也得到许多专家的宝贵建议，课题组就中国 5G 产业发展优势和挑战、5G 在相关行业的应用和相关政策建议等，先后与中兴通讯副总裁陆平、高通技术标准高级总监李俨、移远通信副总经理萧非、高新兴物联总裁阚玉伦、广和通 CEO 应凌鹏、缙钺医疗 CEO 张晋兵、达闼科技有限公司总裁技术助理陈原、深聪智能联合创始人吴耿源、阿里云首席物联网科学家丁险峰、中科创达软件股份有限公司首席技术官邹鹏程、中国华能集团有限公司首席信息师朱卫列等进行了深入交流。

受访企业与机构：

课题组前往中国农业科学院信息所、国人通信、中兴物联、大疆、永达电子、博乐信息、万普拉斯、深圳电信、深圳联通、华为、腾讯、信维通信、智绘科技等研究机构和企业进行调研，得到了他们的大力支持。

本报告由 Qualcomm 中国委托编制，旨在评估 5G 技术对中国经济的重要性。中国国际经济交流中心与中国信息通信研究院对本报告的内容与分析负责。

