通信

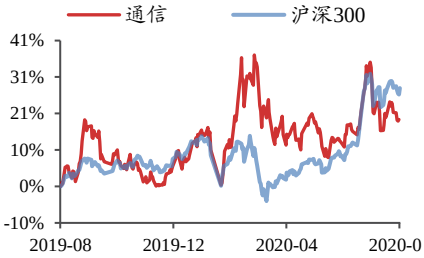
2020 年 08 月 14 日

5G 专网助力产业横向拓展，打开 5G 纵向新空间

——行业深度报告

投资评级：看好（维持）

行业走势图



数据来源：贝格数据

相关研究报告

《行业深度报告-“5G 车联网”驶入快车道，自主可控待产业爆发》-2020.8.13

《行业周报-卫星导航全产业链自主可控，5G+车联网更进一步》-2020.8.9

《行业点评报告-运营商集采 DPI 设备即将开标，5G 促需求激增》-2020.8.8

赵良毕（分析师）
zhaoliangbi@kysec.cn
证书编号：S0790520030005

● 专网针对 2B 端行业，初期以运营商为主，中长期互联网介入，发展潜力较大

专网主要针对 2B 端的网络，在特定区域进行信号覆盖，弥补了公网通信无法覆盖的范围，具备高可靠性、信息安全性强、低时延及抗干扰性等特征且定制化程度较高。应用侧看，专网应用广泛分布于应急通信、调度指挥、港口、特殊区域等应用场景。5G 时代我国运营商利用网络切片及边缘计算技术构造虚拟专网，在传统专网的基础上融合了 5G 大带宽、低时延、广连接等优点，对我国目前专网通信技术起到较明显的改进推动作用。2020 年我国各省市 5G 专网建设积极性逐步走高，低时延及高带宽特性赋能石油通信、民航及工业互联网等，解决相关产业对视频实时通话及监控、低时延远程操作等需求。运营模式看，虚拟专网以运营商构建、企业支付使用费用为主，三大通信运营商皆推出自身专网解决方案、专网平台及发展路径；后续随着互联网公司对 5G 相关产业融合的介入，5G 专网不仅仅只由运营商提供，互联网公司也可以帮助企业提供 5G 核心网或者业务平台等服务，将提供更多的行业应用维度，丰富 5G 应用的同时也让 5G 专网相关设备产业链百花齐放。

● R16 标准确定智能化场景，5G 独立组网即将商用，5G 专网加速时不我待

5G R16 版本已发布，可支持 1 微秒同步精度、0.5~1 毫秒空口时延，可靠性更高。随着今年 5G 独立组网的陆续商用，5G 专网涉及的边缘计算及网络切片将能有的放矢，为 5G 专网的发展奠定技术基石。目前 5G 专网在多个领域已有所突破：工业互联网看，5G 专网可以有效地满足各工业场景的通信需求，据信通院数据，预计 2020 年工业互联网产业经济总体规模同比增长约为 47.9%，5G 加速工业互联网应用场景开发，“工业 5G 时代”未来可期。特殊场景通信专网看，高铁的快速发展带来铁路通信需求的激增，乘客在高铁特殊场景下的通信需求还没有得到充分的满足；国内机场主要的通信网络仍然有速率低、保密性及便携性较差等问题；而石油通信领域对人力耗费较大的问题也有待解决；5G 专网可提供广覆盖、低时延、高可靠、大带宽的网络通信服务，可大幅提供特殊区域的运营效率，提供安全性及保密性，同时有效降低成本。整体来说，现阶段专网通信市场空间存在明显扩大的趋势，5G 专网爆发式发展在即。

● 专网龙头企业估值处于低位，行业快速发展在即，企业价值具备较大上升空间

横向对比看，相关专网公司目前估值仍处低位，随着行业的复苏，估值有望修复；从行业发展情况来看，行业关键点在于 5G 基站普及时间及相关技术成熟度，边缘计算及网络切片技术的发展是行业发展的主要掣肘，随着 5G 独立组网的商用，相关技术突破在即。目前我国专网建设处于世界前列，三大运营商率先提出虚拟专网建设构想及相关平台，随着互联网公司的介入，5G 专网的发展空间将不断扩大，5G 专网相关公司业绩有望边际改善。推荐标的：中兴通讯（000063.SZ）；受益标的：能科股份（603859.SH）、佳讯飞鸿（300213.SZ）、七一二（603712.SH）。

● 催化剂：5G 独立组网商用，互联网对 5G 应用的拓展，5G 专网采购陆续展开

● 风险提示：5G 专网升级建设不及预期风险；全球贸易摩擦加剧风险。

目 录

1、 5G 专网主要应用于 2B 端，我国以运营商为建设主体 4
1.1、 专网通信主要应用于 2B 端，我国宽带数字集群技术研发世界领先 4
1.2、 专网通信市场不断发展，5G 专网优势明显 5
1.3、 各地积极布局 5G 专网，专网体量增长确定性较大 6
2、 专网建设以运营商为主，互联网公司积极参与建设 7
2.1、 5G 时代我国专网主要以虚拟专网为主，运营商话语权较大 7
2.1.1、 中国移动为 5G 专网为行业客户提供一站式全流程服务 8
2.1.2、 中国电信凭借自身云优势开展云网融合，专网应用领域多元化 9
2.1.3、 中国联通 5G 专网以行业应用为主 10
2.2、 互联网公司进军 5G 专网建设领域，参与积极度较高 11
3、 5G 专网+工业互联网，两化融合进行时 12
3.1、 5G 专网加速工业互联网发展，需求端想象空间较大 12
3.1.1、 5G R16 版本冻结，助力工业互联网快速发展 12
3.1.2、 5G+工业互联网整体应用端确定性较强，应用场景较丰富 14
3.2、 两化融合持续向好，行业整体升级改造难度下降 15
4、 政策推动 5G 融合专网，民航通信中 5G 专网应用众多 19
4.1、 民航业增长空间大，5G 专网应用于民航通信保障机场运行安全 19
4.2、 国家政策支持“5G 专网+民航通信” 20
4.3、 当前民航通信网络面临挑战，5G 融合专网带来多种应用场景 21
5、 石油通信+5G 专网，传统行业智能化升级势在必行 22
5.1、 5G 专网大势所趋，工业物联网应用确定性强 22
5.2、 石油行业稳定增长，市场空间值得期待 23
5.3、 5G 专网将广泛应用于石油通信领域 25
5.3.1、 配备石油行业专用网络，保障偏远地区的通信质量 25
5.3.2、 利用 5G 低时延特性，提升远程传输速度 25
5.3.3、 解决有线光缆安全隐患，提高机器通信的可靠性 25
6、 投资建议 26
6.1、 推荐标的 26
6.1.1、 中兴通讯（000063.SZ） 26
6.2、 受益标的 26
6.2.1、 能科股份（603859.SH） 26
6.2.2、 佳讯飞鸿（300213.SZ） 27
6.2.3、 七一二（603712.SH） 27
7、 风险提示 27

图表目录

图 1： TETRA 数字集群通信系统网络架构是我国主流 5
图 2： S-6000 数字模拟兼容交换中心实现 PDT 国产 5
图 3： McWiLL 通信系统结构为我国自主研发 5
图 4： B-TrunC 产业联盟制定我国业界主流评选准则 5
图 5： 中国专网通信行业市场规模不断增长 6
图 6： 中国移动 5G 行业专网可以使用公网资源 8

图 7: 中国移动 5G 专网逻辑网络架构与国际主流接轨 8
图 8: 中国移动专网预计 2021 年 H2 具备商用能力 9
图 9: 中国电信携手华为完成业界首个基于 5G SA 网络切片的验证 9
图 10: 独立组网时延较低 10
图 11: 基于 5G 专网的数据园区融合应用场景的发展方向较确定 12
图 12: 工业自动控制对时延、安全性及可靠性指标要求较高 13
图 13: 工业互联网产业未来经济增长速率在 45%以上 13
图 14: 工业互联网产业融合部分占比逐年攀升 14
图 15: 我国两化融合发展进程逐步加深 16
图 16: 东部沿海地区两化融合水平较高 17
图 17: 5G 为中国工业机器人市场带来增长 18
图 18: 中兴智能工厂 5G 应用涉及面较广 18
图 19: 德国汉堡港 5G 应用为目前较成熟的 5G+工业互联网示例 19
图 20: 2013-2019 年中国定期航班数量逐年增长 20
图 21: 2013-2019 年中国民航旅客吞吐量逐年增长 20
图 22: 专网通信市场规模扩大 23
图 23: 劳动力数量有下降趋势 23
图 24: 劳动力成本逐年上涨 23
图 25: 全国油气矿产勘查投资呈上升趋势 24
图 26: 油气储量将持续保持增长的态势 24
图 27: 公共安全为全球专网通信主要应用场景 25
图 28: 我国专网通信主要应用于政府及公共安全板块 25
图 29: 中兴通讯营收企稳回升 26
图 30: 中兴通讯毛利率较稳定 26

表 1: 专网主要面向 2B 端，公网更偏向 2C 端 4
表 2: 2020 年我国整体发力，进行 5G 专网相关布局 7
表 3: 专网同公网共享资源随组网形式不同而不同 8
表 4: 中国联通持续进行 5G 专网行业应用拓展探索 10
表 5: 2021-2022 年 5G+工业互联网应用端发展潜力较大 14
表 6: 电力、电子及家电等行业为目前两化水平较高的行业 16
表 7: 5G 时代大背景下机场建设指标中专网通信作用较大 20
表 8: 目前国内机场主要有 3 个通信网络 21
表 9: 韩国及德国 5G 专网布局时间较早 22
表 10: 企业期待成熟技术在石油行业的应用 24
表 11: 相关推荐公司估值表 26

1、 5G 专网主要应用于 2B 端，我国以运营商为建设主体

1.1、 专网通信主要应用于 2B 端，我国宽带数字集群技术研发世界领先

专网是主要针对 2B 端的网络，公网是主要针对 2C 端网络。按广义定义分类看，无线通信可以分为专网通信和公网通信两部分，其中专网无线通信主要指遵循 IPv4 和 IPv6 规范，采用专用 IP 网络地址空间的通信网络；公网则主要指供公共用户使用的通信网络。二者差距看，专网在特定区域进行信号覆盖，弥补了公网通信无法覆盖的范围，由于专网对于技术可靠性需求较高，整体安全性、抗干扰能力优于公网，同时由于其覆盖物理范围小于公网且需求场景较确定，其专业性、专用性较高。应用侧看，专网专用于特定行业或企业如政府、军队、公安、能源、消防、轨道交通等部门或领域，广泛分布于应急通信、调度指挥等 2B 端应用场景；公网主要渠道为个人、企业等社会公众用户，偏向于 2C 端客户，达到社会上广连接的作用。

表1：专网主要面向 2B 端，公网更偏向 2C 端

区别	专网宽带移动无线通信	公网宽带移动无线通信
主要服务客户	**传统渠道：**政府、军队、公共事业、特殊行业（铁路、城轨、石油、港口）等 **新客户渠道：**以金融、互联网公司为代表	**传统渠道：**主要为个人、企业等社会公众用户为主，以经济效益为目的 **新客户渠道：**渠道下沉为主
主要技术特点	技术可靠性（抗干扰、实时、安全性）为主，保证特殊环境内的性能	注重个人体验，容量要求较高，需要大规模基站铺设以覆盖更多区域
主要用途	应急/日常通信、指挥、信息安全保障	日常通信、手机应用、信号普及
主要管理方式	用户自行出资建设或网络切片	运营商建设网络、运维及用户管理
终端设备要求	强调终端在极端情况下及电磁干扰下的可靠性、耐用性及信息安全性	个人消费为主，注重终端附加功能，以休闲及为主

资料来源：华研智库、开源证券研究所

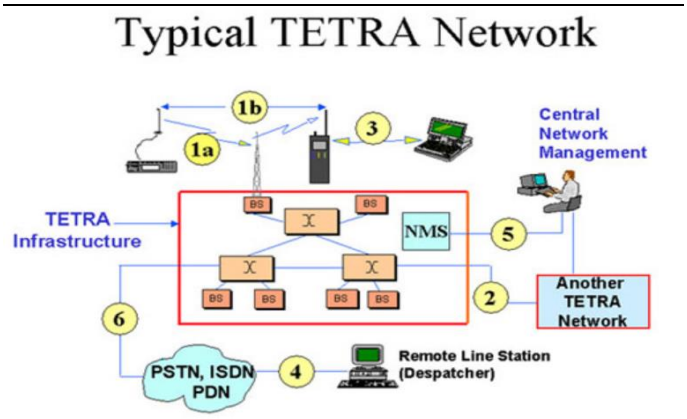
民用专网脱胎于电报技术，目前我国专网主要集中于模拟和数字窄带通信为主，处于模转数进程中。专网无线通信在二战后迎来从军用向特殊行业应用的发展趋势，分行业技术发展看，我国从 50 年代开始，在铁路设置无线调度系统（无线列调），实现语音调度指挥并沿用至今，目前客运专线逐步向 GSM-R 转变；20 世纪 80 年代中期，我国引入模拟集群技术（中继系统），主要供政府部门使用，模拟集群效率较低，整体处于向数字集群平滑升级过程中。20 世纪 90 年代末我国开始自研数字集群技术标准。目前我国应用最广泛的数字集群技术是源于欧洲的 TETRA 技术及摩托罗拉的 iDEN 技术。目前在我国主要的 TETRA 厂商是摩托罗拉和空客。空客的主要市场为政务网，摩托罗拉在地铁市场占据优势地位。国产替代看，我国海信、七一二、海能达等单位皆有相关 TETRA 终端在产。

我国自主窄带数字集群发展看，中兴 GoTa 发展较迅速。我国最早的自主的数字集群技术是基于公网技术的中兴 GoTa 和华为 GT800。中兴 GoTa 技术基于 CDMA 开发，华为 GT800 基于 GSM 技术开发，可以提供组呼、单呼、优先级呼叫等语音业务以及数据业务，其中 GoTa 技术在中国电信公网集群业务中贡献较大。

我国自研警用窄带 PDT 技术逐步形成对 TETRA 替代。警用窄带 PDT 技术于 2007 年开始研发，基于欧洲 DMR 标准进行修改，关键性指标较 TETRA 更佳，降低建网成本，逐步形成对 TETRA 的替代，现已形成完整产业链且仍在发展，在新疆反恐工作中发挥较大作用。PDT 在业务复杂程度等方面较 TETRA 稍差，技术指标中最大数

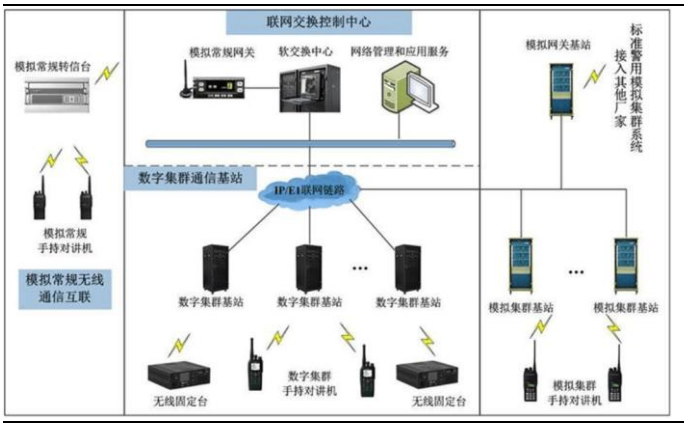
据吞吐量较 TETRA 相差近三倍，且 PDT 技术设备价格较高，对进口的 TETRA 设备暂时未形成明显的价格优势。

图1：TETRA 数字集群通信系统网络架构是我国主流



资料来源：Global Telecoms Insight

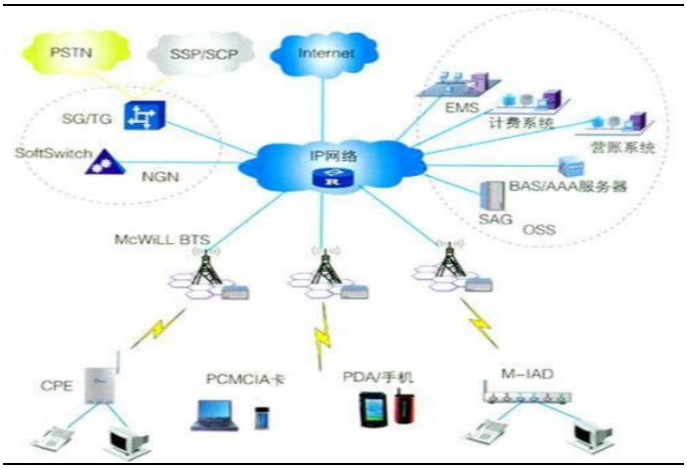
图2：S-6000 数字模拟兼容交换中心实现 PDT 国产



资料来源：海格通信官网

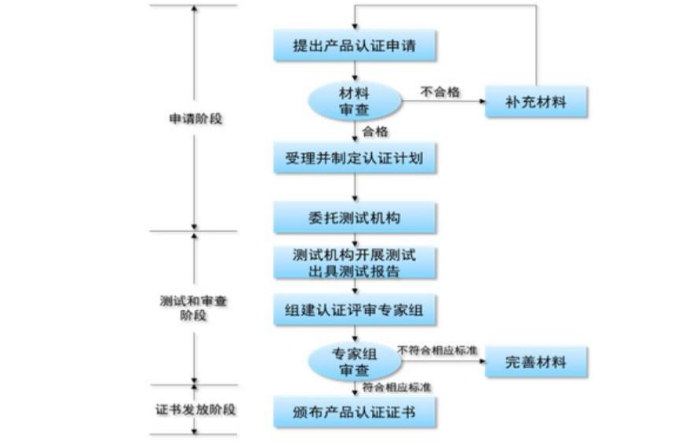
宽带技术是专网技术的发展方向之一，我国在研发宽带数字集群技术方面处于世界领先水平。宽带集群是先宽带接入后进行集群功能，北京信威在 2007 年研发推出世界上首套采用 TDD 双工模式的宽带无线集群技术 McWiLL，能够提供视频业务和高速数传业务。 2014 年工信部电信研究院的牵头发起了基于 3GPP R9 版本的 LTE 技术的宽带集群（B-TrunC）产业联盟。B-TrunC 集群技术被 CCSA 采纳为我国 LTE 宽带集群标准。2015 年国家将 1447~1467MHz 和 1785~1805MHz 两个频段划给了采用 TDD 的专用无线系统，其中 1.4GHz 频段作为公共安全等共网使用频率，1.8GHz 作为各行业专网使用频率。

图3：McWiLL 通信系统结构为我国自主研发



资料来源：北京信威通信

图4：B-TrunC 产业联盟制定我国业界主流评选准则



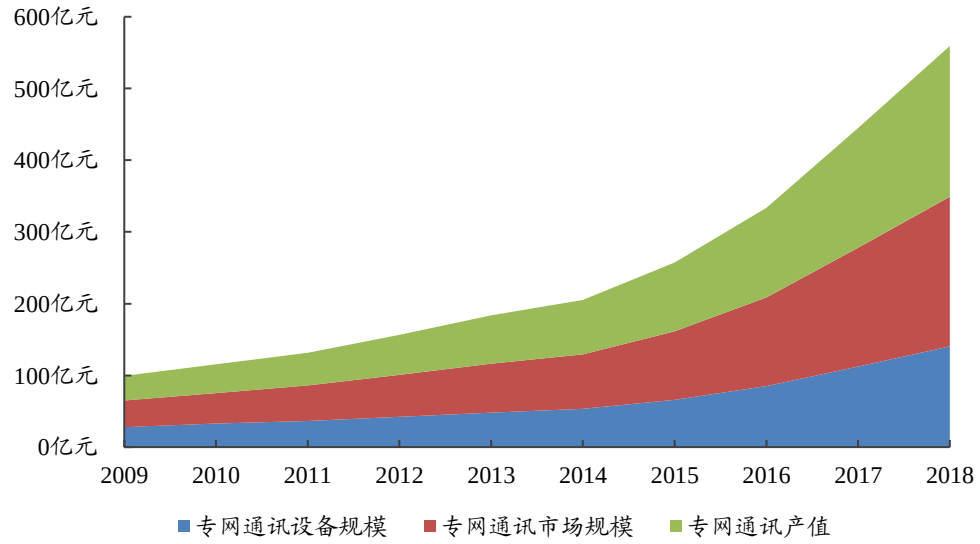
资料来源：宽带集群产业联盟

1.2、 专网通信市场不断发展，5G 专网优势明显

专网通信市场规模逐年增长，对专网通信需求旺盛。专网通信是指通过建设安全可靠的无线服务的专业网络，为特定的部门或群体如政府与公共安全等行业提供应急通信、指挥调度、日常工作通信等服务。专网通信可以有效弥补了公网通信所无法涉及的领域。根据 2018 年 3 月十三届全国人大一次会议第四次全体会议，国务院提出拟组建应急管理部，提升专网需求。国家政策的支持也推动我国专网通信行业市场发展。另外，随着国家经济快速发展，对于公共安全的重视程度也在不断加深，带动

了对于专网通信的需求。我国专网通信行业市场规模不断增长，据中国产业信息网数据，2009-2018 年我国专网通信行业在不断扩大发展，2018 年专网通讯市场规模的市场规模超过 200 亿元，专网通讯产值超过 500 亿元。代表着专网通信由于自身安全可靠、自主控制、保密性高等特点带来需求端的高景气度。

图5：中国专网通信行业市场规模不断增长



数据来源：中国产业信息网、开源证券研究所

5G 专网对当前专网通信系统改善意义较大。专网通信系统在不断发展的同时也面临着一些问题。结合 5G 通信自身具备的低时延、高速率和广连接三大特征，5G 专网实现了信息安全性，网络专有性及可靠性等特点，完善了专网带宽低、时延长、安全性相对较差等弊端。说明将传统专网向 5G 专网的升级存在解决当前专网通信长期存在问题的较大可能性。第一，我国频谱资源大部分已经划分给了公网，这使得能够划分给专网的频谱资源十分有限。特别是宽带专网通信对频谱的需求较大。然而对于具有网络专有性的 5G 专网，国家可能会释放专门的 5G 专网频谱。第二，许多垂直行业如公安、轨道交通、军队等对网络通信的要求越来越高，具有覆盖范围广、高带宽、高保密性等需求，5G 专网在这些方面能很好的满足。另外，虽然宽带通信在不断发展，但网络资源频率在目前是受限的，然而大数据时代对于数据的需求在不断增加。在这种情况下，5G 大带宽低时延的优点使得 5G 专网占有优势。

1.3、 各地积极布局 5G 专网，专网体量增长确定性较大

随 5G 时代来临，2020 年我国广东省、湖南省、肇庆市、北京市、苏州市等各省市 5G 专网建设积极性逐步走高，专网体量增长确定性较大。近几年，随着物联网、大数据等新技术、新业态的广泛应用，在公共安全、社会管理、应急通信等政府和行业物联网应用领域，尤其是超高流量密度、超高连接数密度、超高移动性等多场景情况下，对海量信息接入和传输的安全性、可靠性、及时性提出了极高的要求。相关需求在教育、政务、公安、应急管理、电网、高速公路、船舶、钢铁石化等行业主要应用中展开试点，目前已经成为较明确的发展方向，跟随“两化融合”脚步赋能千行百业。

表2：2020 年我国整体发力，进行 5G 专网相关布局

地区	时间	相关政策文件	目标
广东省	2020.3.27	《关于应对疫情影响进一步促进信息服务和消费的若干政策措施》	**专网建设目标：**在政务、公安、应急管理、电网、高速公路、船舶、钢铁、石化、专业园区等重点行业领域试点建设 10 个以上 5G 专网； **专网频率安排：**持续推进 1.8GHz 频段专网在轨道交通、机场、港口、智能工厂等行业场景应用。申请 1.4GHz 频段、推进全省政务试点应用。申请开展 5.9 —7.1GHz 频段专网试验。 **专网设备研发支持。**支持企业研发制造 5G 专网传输设备和终端。
工信部	2020.3.24	《关于推动 5G 加快发展的通知》	提出要组织开展 5G 行业虚拟专网研究和试点，实现标准、技术、应用、部署等关键环节衔接畅通
湖南省	2019.6.19	《湖南省 5G 应用创新发展三年行动计划（2019-2021 年）》	提出网络建设、创新能力、应用融合、产业培育四方面行动目标。在深化 5G 行业应用方面，重点提出 5G+工业互联网、5G+自动驾驶、5G+超高清视频、5G+网络安全、5G+医疗健康等八大方面
肇庆市	2020.3.16	《肇庆市加快 5G 发展实施方案(2020-2022 年)》	重点促进 5G 在智能制造、智慧园区、智慧农业、4K/8K 超高清视频、智慧教育、智慧医疗、智能交通、智慧政务、智慧公共服务等方面的试点应用
淄博市	2020.4.8	《关于加快推进 5G 网络规划建设的实施意见》	明确工作目标为 2020 年实现主城区、区县城区重点区域 5G 连续覆盖，在工业互联网、人工智能、智慧城市、智慧医疗、车联网等领域打造一批 5G 行业应用示范项目
江门市	2020.5.8	《关于组织推进“5G＋工业互联网”应用示范园区工作的通知》	其一是加快推进第一批广东省“5G＋工业互联网”应用示范园区建设；其二是启动第二批广东省“5G＋工业互联网”应用示范园区建设
上饶市	2020.5.15	《上饶市 5G 发展 2020 年工作要点》	搭建创新服务平台；推进“5G＋智慧农业/智能制造/车路协同/智慧旅游/智慧医疗/文娱产业/智慧教育/智慧应急/智慧网格”示范应用
北京市	2020.6.10	《加快新型基础设施建设行动方案(2020-2022 年)》	加速推进 5G 独立组网核心网建设和商用，加强 5G 专网基础设施建设;深入推进“一五五一”工程，丰富“5G+”垂直行业应用场景，培育一批 5G 细分领域龙头企业
苏州市	2020.7.28	《苏州工业园区关于支持“5G+工业互联网”融合发展的若干措施》	“5G+工业互联”融合发展首先要全力推进双方的产业化发展;其次要全面深化双方的赋能制造业转型升级

资料来源：各政府官网、开源证券研究所

2、 专网建设以运营商为主，互联网公司积极参与建设

2.1、 5G 时代我国专网主要以虚拟专网为主，运营商话语权较大

5G 时代专网建设方法主分为自建独立物理 5G 专网及依靠运营商，利用边缘计算、网络切片技术建立虚拟专网两种。国际上主流为向企业分配专网频段并自建专网，德国、日本、英国、荷兰、法国等国家已允许企业自建 5G 专用网络且为垂直行业分配了 5G 专网频段，企业只需支付一定的费用即可使用；我国主要为依靠运营商，利用边缘计算、网络切片技术建立虚拟专网，目前运营商正积极与各行各业合作建设虚拟 5G 专网，三大运营商中国移动、中国联通、中国电信皆推出自身专网解决方案及发展路径。

表3：专网同公网共享资源随组网形式不同而不同

同 5G 公网共享资源	共享频谱 5G 专网	授权频谱 5G 专网			
	采用专网频段或非授权频谱完全独立自建	独立专网	RAN 共享	RAN 及核心网控制面共享	完全共享
频谱资源	否	是	是	是	是
基站	否	否	是	是	是
核心网控制面	否	否	否	是	是
核心网用户面	否	否	否	否	是

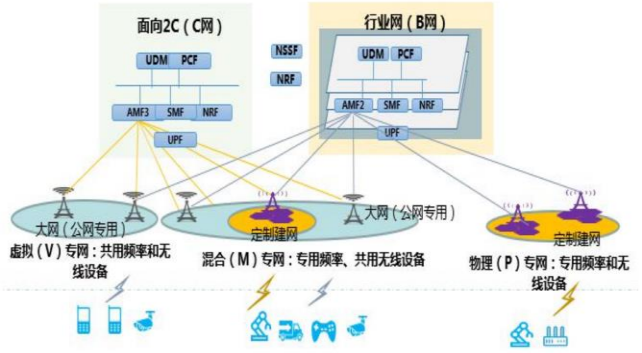
资料来源：网优雇佣军、开源证券研究所

2.1.1、 中国移动为 5G 专网为行业客户提供一站式全流程服务

中国移动 5G 专网建设布局较早，推出专网平台，网络定制化能力较强。2019 年 11 月 18 日，中国移动发布《5G 行业专网研究报告》，根据无线建网方式差异提出面向行业客户的 5G M.V.P 三类行业无线专网方案。M 混合专网提供高性能、高隔离的解决方案;V 虚拟专网提供低成本增强性能的解决方案;P 物理专网提供极致性能极致隔离的解决方案；2020 年 7 月 22 日，中国移动正式发布 5G 专网产品、技术、运营三大体系与运营平台，明确 5G 行业专网的组网需求、网络架构及网络端到端的主要技术需求，帮助行业客户快速构建安全可靠、性能稳定、服务可视的定制化专属网络。

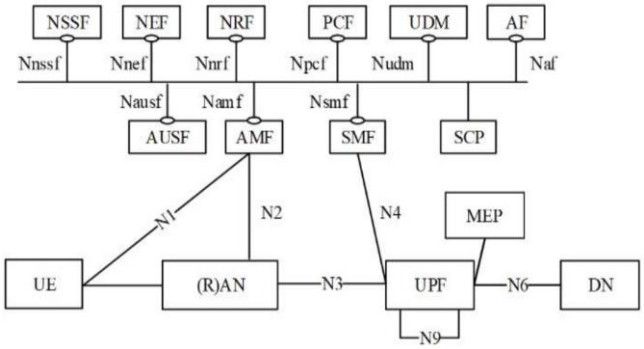
中国移动专网采取边缘计算+虚拟组网技术，ToB 端同 ToC 端各自独立建设 AMF/SMF/UDM/UPF 等单元并进行必要的互通，整体共用无线，仅在特定需求场景下建设基站以提供专用无线资源；共用传输网络，通过 SPN 软、硬隔离手段为 ToB 应用按需划分传输资源。

图6：中国移动 5G 行业专网可以使用公网资源



资料来源：中国移动 5G 行业专网技术白皮书

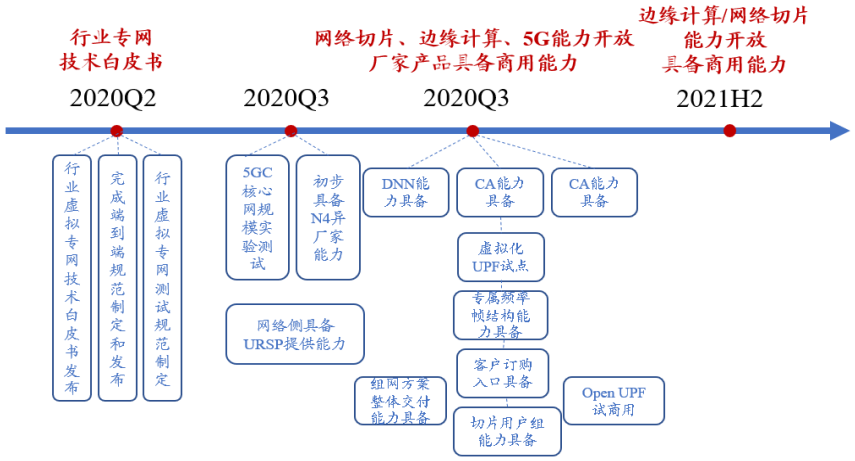
图7：中国移动 5G 专网逻辑网络架构与国际主流接轨



资料来源：中国移动 5G 行业专网技术白皮书

具体措施方面，中国移动 5G 专网规划相对细致。中国移动首先推出 5G 专网“优享、专享、尊享”三种服务模式，包括边缘计算、超级上行及网络服务等多项 5G 专网能力。此外，中国移动还发布了 5G 专网运营平台，为行业客户提供一站式业务全流程服务。应用场景方面，中国移动聚焦港口、矿山、钢铁等多个行业，目标打造 100 个集团级 5G 龙头示范项目和 1000 个省级特色项目，探索多样化精品行业专网服务。在支撑体系中，中国移动汇聚各领域专家组建一支专家队伍，通过 “一支队伍” +“N 个行业专家分队”的顾问式支撑模式，聚合网络业务支撑、5G 技术、垂直行业洞察等服务能力，为客户提供售前咨询、方案设计、技术定制等服务，全面赋能千行百业。

图8：中国移动专网预计 2021 年 H2 具备商用能力

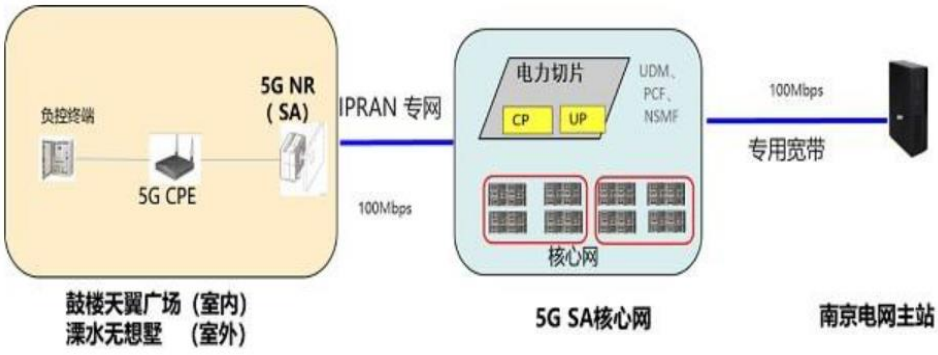


资料来源：中国移动、开源证券研究所

2.1.2、 中国电信凭借自身云优势开展云网融合，专网应用领域多元化

中国电信在 5G 专网发展方面重视技术验证及网络基础稳定。中国电信于 2019 年 4 月携手华为完成了业界首个基于 5G SA 网络切片的验证，并开通 5G 云专线，为不同行业下游客户提供更加可靠更低时延的端到端切片行业云专网。中国电信旨在增强电网与电力用户间的双向互动，有效提升在突发电网负荷超载的情况下对电网末端小颗粒度负荷单元的精准管理能力，进而将因停电所造成的经济、社会影响降至最低。

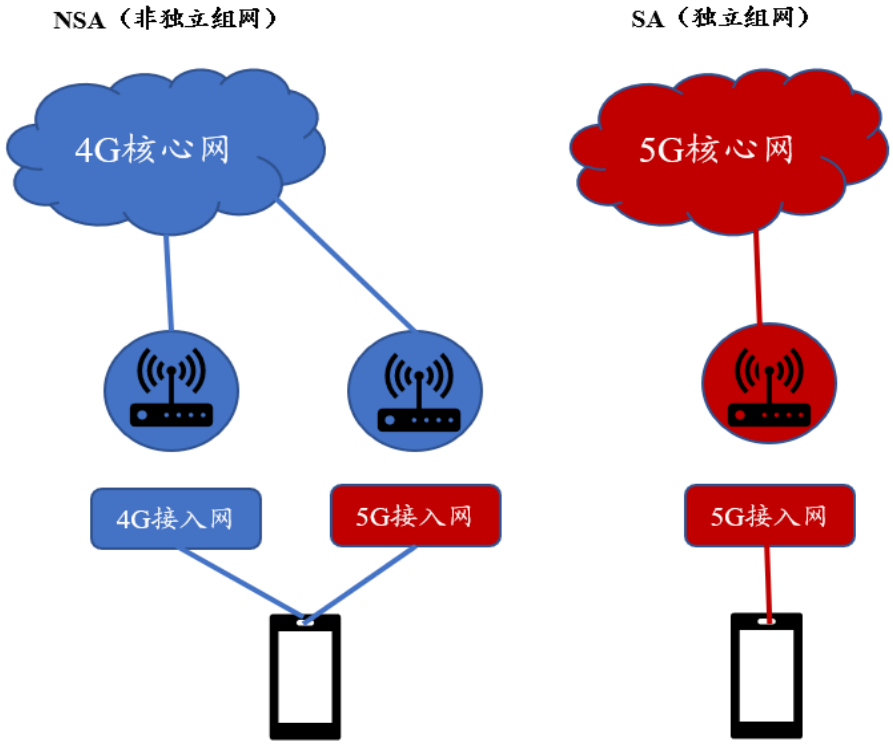
图9：中国电信携手华为完成业界首个基于 5G SA 网络切片的验证



资料来源：华为公司官网

中国电信将云网与 5G 专网结合，正逐步探索 5G 专网应用领域多元化。2019 年 6 月 27 日，中国电信在上海举办行业客户 5G 云网发布会，发布了媒体、医疗、教育、金融、物联、视频六大 5G 行业云网方案，推动 5G 与垂直行业相结合的业务创新。其中物联方面尤为受到业内关注，中国电信通过 5G、NB、光网融合搭建物联专网，与互联网完全隔离，帮助水务、消防、车联网等客户应用及终端模组间提供数据的安全采集和高效传输，为客户提供更便捷地一站式服务体验。2020 年 7 月 3 日，中国电信与三一重工签署战略合作协议。中国电信将为三一规划建设以总部为中心，构建辐射全国厂区的工业互联网精品云专网，同时为三一各个厂区构建 5G 专网，为三一在工业互联网领域的发展奠定良好的网络基础。

图10：独立组网时延较低



资料来源：电子工程世界

2.1.3、 中国联通 5G 专网以行业应用为主

联通方面，5G 专网扩张重点在于拓宽应用行业。公司从 2018 年开始在新媒体、工业互联网、交通、教育、医疗、文旅等重点行业与行业头部客户打造典型 5G 应用场景，目前正逐步拓宽 5G 专网应用行业。中国联通在山西霍州庞庞塔煤矿 800 米的井下，搭建了全国第一张井下 5G 专网，解决了煤矿行业安全生产的问题。中国联通也与湛江钢铁案合作，业务首先通过基站专用无线通道到达企业的 5G 核心网，然后路由到了自己的业务服务器，从而实现了企业业务和公网业务的隔离。湛江钢铁通过投建 5G 核心网打造了智能化钢铁工厂技术平台，目前已实现了炼钢厂风机在线检测与诊断、焦炉四大车、硅钢移动操控、机器人远程操控、智能头盔远程指导等应用场景的落地。据人民邮电报数据显示，通过部署 5G 网络，湛江钢铁车辆自动化率可提升至 99%，每年可节省设备通信费用约 460 万，每天可减少员工工作时间约 1 小时通过 5G 网络。

表4：中国联通持续进行 5G 专网行业应用拓展探索

时间	事件
2018 年 6 月	携手驭势科技进行了 5G 超远程智能驾驶实车演示
2018 年 11 月	与上海天然气管网公司达成天然气主干网 5G 无人机巡线战略合作
2018 年 12 月	携手天津港建设智慧港口，打造无人驾驶集装箱卡车项目； 与中央广播电视总台签订协议，合作共建国家级 5G 新媒体平台
2019 年 1 月	与福建医科大学孟超肝胆医院合作实施 5G 远程外科手术动物实验； 与华为及重庆质检院举行 5G-V2X 自动驾驶基地及创新平台签约仪式； 在青岛港成功实施了基于 5G 的自动化码头改造项目试点
2019 年 2 月	助力央视春晚 5G+4K 超高清视频传输

时间	事件
2019 年 3 月	助力北京清华长庚医院实现全球 5G 多中心远程协同手术； 助力世园会构建基于 5G 的远程急救协作医疗支撑体系
2019 年 4 月	助力上海 5G 智慧医疗应用示范基地揭幕仪式暨复旦附属华山医院神经外科超高清手术直播在联通大厦举行“中国联通 5G 应用创新联盟”成立
2019 年 5 月	与上海商飞共同打造面向航空领域的 5G 全连接工厂 与三一重工签署战略合作协议，双方将在企业基础通信、信息化领域及“一带一路”海外业务上展开全面合作 携手湛江钢铁举行了湛江钢铁·联通 5G 试验网开通仪式
2019 年 6 月	与中国华电集团有限公司在福建签订战略合作协议
2019 年 7 月	联合京东物流共同发布《从连接到智能——5G 助力物流数字化转型升级白皮书》 在广州黄埔区开通“5G 自动驾驶综合应用示范岛” 成功中标一汽红旗 5G-AR-VR 试点应用项目 自主品牌 5G 数据终端“先锋者 1 号”第一批产品正式发货
2019 年 8 月	在北京、天津、杭州三地完成了多地协同的 5G 网联无人机 4K 巡检业务示范 与一汽解放举行合作签约仪式，双方签署战略合作协议,共同推进商用车智能网联化发展 与格力电器在珠海签署 5G 智慧工厂暨全业务战略合作协议与苏州市公安局和签署战略合作协议，5G 智慧警务正式落地
2019 年 9 月	完成多点协同 5G 远程多学科机器人手术试验 召开 5G 应用创新联盟首届首次理事会及会员大会，发布 5G 超高清直播云平台 与东航、华为公司在北京大兴国际机场正式发布智慧出行集成服务系统
2019 年 10 月	顺利保障国庆阅兵 5G+4K 超高清视频直播 联合公安部道路交通安全研究中心、兰州市公安局共同研制的“无人值守 5G 网联无人机高速巡逻执法系统”在兰州市交警支队正式启用 在青岛港智慧码头实现 5G SA 工业级控制
2019 年 11 月	与首都博物馆联合成立 5G+智慧博物馆
2020 年初	在多地部署 AI+5G 安防或防疫机器人帮助企业复工复产，实现区域内人员体温快速检测，助力安保工作
2020 年 4 月	与山西焦煤霍州煤电庞庞塔矿举行庞庞塔千万吨项目 5G 专网租赁签约仪式，该项目是全国煤矿井下第一张 5G 专网
2020 年 5 月	携手华为在新昌县人民医院共同探索和实践“医共体 5G 智慧医疗”取得了实质性的成果，通过 5G 切片技术承载三维影像等创新医疗应用得到成功验证

资料来源：中国联通、开源证券研究所

2.2、 互联网公司进军 5G 专网建设领域，参与积极度较高

互联网公司积极参与 5G 专网建设工作，未来或将会成为主要力量。在 5G 时代网络从通信网转向产业网、我国新基建建设如火如荼，新型工业化程度加深需求加大的背景下，以阿里巴巴为首的我国互联网公司积极投身于 5G 专网建设工作中并不断探索相关盈利可能性，可能借鉴德国、日本等国家相关技术，在虚拟专网建设的情况下辅助特殊机构建立实体专网。

阿里巴巴同中国移动推动创新型 5G 专网。2020 年 3 月 10 日，阿里巴巴下属达摩院成立 XG 实验室，进行 5G 技术和应用的协同研发，2020 年 5 月 15 日，阿里巴巴与中国移动合作建设的 5G 智慧园区专网正式启用。在杭州移动布设的 5G 网络基础上，

XG 实验室通过自研基于 5G 核心网的 EAC（Enterprise Access Controller），实现 5G 鉴权信息与企业认证信息的打通，搭建起安全、智能、灵活扩展的 5G 企业专网，是全新的 5G 专网安全架构体系，大幅提高 5G 专网的安全性和易用性。员工进入园区可通过授权移动终端直接访问内网，离开园区后则自动转入公共网络，完成公网与专网的安全平滑切换。网络管理部门还可通过钉钉等平台进行 5G 终端的智能管理。目前该架构设计也将报送 3GPP，未来可能成为 5G R17 全球标准的一部分。

图11：基于 5G 专网的数据园区融合应用场景的发展方向较确定



资料来源：通信产业报

腾讯公司主要布局 5G 生态建设。腾讯 5G 生态建设计划于 2019 年 12 月正式启动，腾讯未来网络实验室建立了我国互联网公司首个 5G 商用实用网，不仅专注于 5G 网络上的应用如通过入局汽车产业，从平台、核心技术、产品服务等方面打造合作共赢的生态；另一方面也投入力量推动 5G 网络自身的发展，腾讯目前已在包括 3GPP、IETF、5GAA 等国际标准组织及国内 IMT-2020 推进组、CCSA、CSAE 等方面开展 5G 标准化工作，在主要租住 3GPP 组织中逐步构筑中国互联网公司的影响力。互联网公司和垂直行业作为 5G 需求方已开始参与标准制订，并成为 5G 产业标准的新驱动力。

3、 5G 专网+工业互联网，两化融合进行时

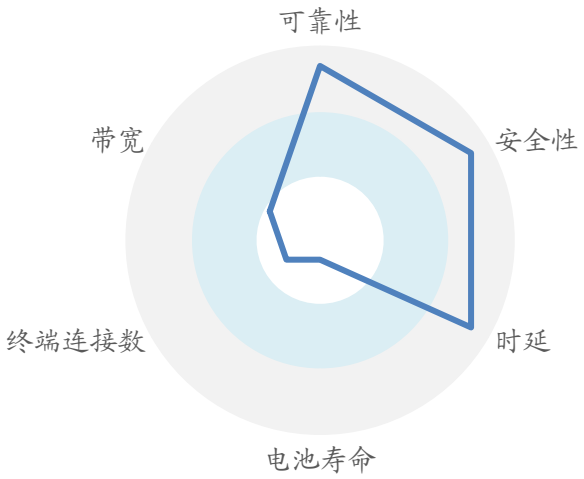
3.1、 5G 专网加速工业互联网发展，需求端想象空间较大

3.1.1、 5G R16 版本冻结，助力工业互联网快速发展

5G R16 版本冻结，加速工业领域智能化发展。以工业自动化控制为例，智慧工厂通过闭环控制完成基本自动化生产动作，同时移动化机器人越来越多的进入厂房内，为方便机器人移动，无线化部署方式变得尤为必要。工业自动化控制一方面要在一个程序执行周期内接收自动化机械设备反馈的信息，并发出控制指令，站点与产线之间也需要信息指令往来；另一方面，机械设备供应商目前逐渐转向卖服务，设备需要保持控制并与外界进行广泛的数据融通，超低时延高可靠的数据传输就变得必不可少。自动化机械设备与控制系统之间的连接需要超低时延数据传输，根据机械设备的不同、控制周期的不同，时延要求一般在 10ms-100ms 之间，而 5G R16 版本则刚好侧重于 URLLC（超可靠低时延通信），工业自动化指标方面适配性强，

“工业 5G 时代”或可加速到来。

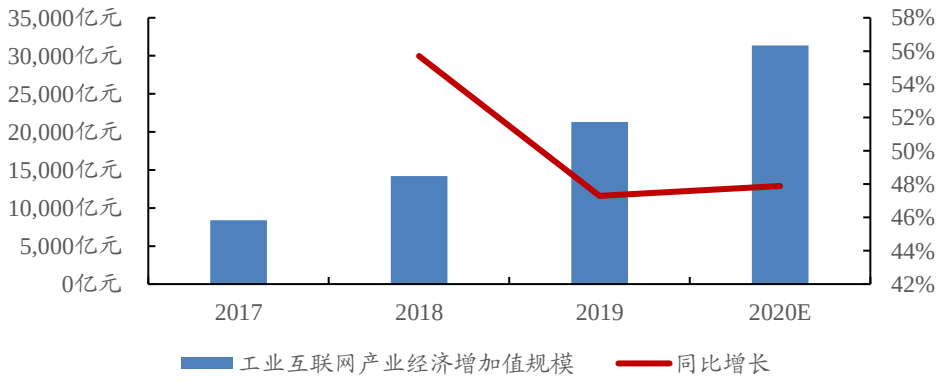
图12：工业自动控制对时延、安全性及可靠性指标要求较高



资料来源：《5G 与智能工厂》

5G 与工业互联网发展相辅相成，中国信通院预计工业互联网行业经济增加值有望借助 5G 增速保持 45%以上。5G 是驱动工业互联网蓬勃发展的关键使能技术之一，而工业互联网也是加快 5G 商用规模部署的重要突破口之一，二者相辅相成、共同发展。5G 具有低时延、高可靠、广覆盖等特点，可满足工业智能化发展需求，工业互联网与 5G 协同发展恰逢其时。据中国信通院数据显示，虽然当前工业通信连接中无线连接占比仅 10%，但在未来几年工业互联网中 5G 应用有望进入高速发展期。据中国信息通信研究院数据，2018 年、2019 年我国工业互联网产业经济增加值总体规模分别为 1.42 万亿、2.13 万亿，同比实际增长分别为 55.7%、47.3%，工业互联网融合带动的经济影响迅速扩张，2019 年融合带动的经济影响占总体 74.85%。预计 2020 年，工业互联网产业经济总体规模约为 3.1 万亿元，同比实际增长约为 47.9%，其中融合带动的经济影响占总体可达 79.20%。未来，工业互联网有望借助 5G 高速发展态势，成为国民经济中增长最为活跃的领域之一。

图13：工业互联网产业经济增长速率预计在 45%以上

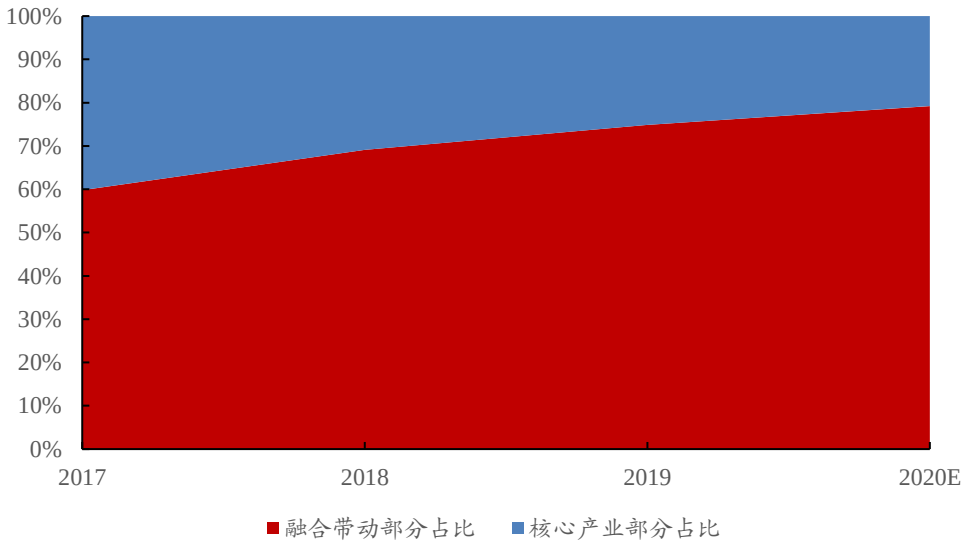


数据来源：中国信息通信研究院、开源证券研究所

5G 引领工业互联网产业融合，助力我国相关产业协同发展。随着 5G 技术的逐渐

成熟，以 5G 为主的多种无线技术越发广泛地应用于工厂内网改造，也可更多应用于对一二三产业的助力发展，尤其是第二产业，一方面强化传统产业产品的数字化功能，另一方面创新融合技术下催生了新型产品，如工业互联网平台、工业边缘计算等有望成为未来关键新兴产业。以中国信息通信研究院 2018 年测算数据为例，工业互联网融合带动的第一产业、第二产业、第三产业规模分别为 131 亿元、6630 亿元、3044 亿元，对第二产业的带动规模是第一产业及第三产业综合的两倍。2018 年、2019 年我国工业互联网融合带动的经济影响规模分别为 9808 亿元、1.60 万亿元，同比分别增长 95.7%、62.7%。预计至 2020 年末，我国工业互联网融合带动的经济影响规模可达 2.49 万亿元，同比增长 55.8%。纵观 2017-2020 年工业互联网发展期间，产业融合带动的经济影响规模增长近 4 倍，年复合增长率达 70.5%。融合带动部分在工业互联网中的占比由 59.8%上升至 79.2%。

图14：工业互联网产业融合部分占比逐年攀升



数据来源：中国信息通信研究院、开源证券研究所

3.1.2、 5G+工业互联网整体应用端确定性较强，应用场景较丰富

5G 加速工业互联网应用场景开发，“工业 5G 时代”未来可期。5G R16 版本可支持 1 微秒同步精度、0.5~1 毫秒空口时延、“6 个 9”的可靠性和灵活的终端组管理，最快可实现 5 毫秒以内的端到端时延，具有更高的可靠性，提供支持工业级时间敏感（TSN）。而这些可以有效地满足如工业 AR/VR、工业视觉检测、工业云端机器人等工业场景的通信需求。除“运动控制时延达到纳秒级”等个别指标还达不到要求外，5G 性能已经可以满足绝大多数工业场景，如 5G+超高清视频目前已进入应用成熟期，预计将第一批作为 5G 工业专网场景进行应用；5G+云端机器人及 5G+远程控制虽然时延及可靠性层面在理论层面已经可行，但实际应用仍处于探索期，仍有待进一步测试验证。

表5：2021-2022 年 5G+工业互联网应用端发展潜力较大

场景	阶段	内容	预测
5G+超高清视频	应用成熟期	主要应用在智慧园区的安防、人员管理等，通过 5G 高速率，实现视频、图片、语音、数据的双向实时传输，同时结合 5G MEC 统一监控平台，实现人员违规、厂区的环境风险监控的实时分析和报警。	第一批应用

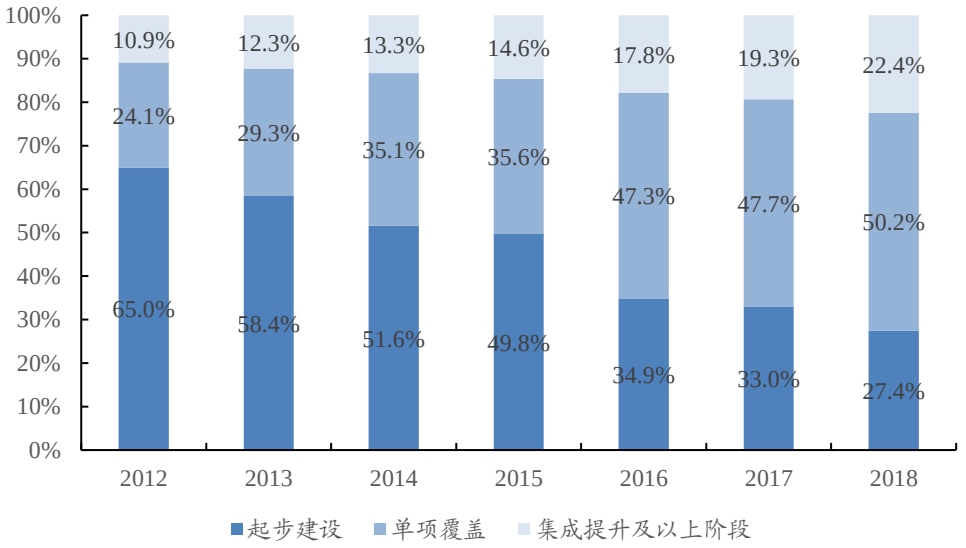
场景	阶段	内容	预测
5G+AR	高速发展期	利用基于 5G 的 AR 远程协助，后台专家可以通过语音视频通讯、AR 实时标注进行远程协作，实现了现场人员和远程专家的“零距离”沟通。	未来 1-2 年成为主流应用
5G+VR	高速发展期	结合眼球跟踪渲染技术、GPU 定点渲染、LED 高 PPD 屏幕技术，VR 终端可以完全实现无线化和轻量化；由于云端内容与无线 VR 直连，不能被本地复制，进一步保护了内容版权。	未来 1-2 年成为主流应用
5G+机器视觉	高速发展期	目前机器视觉的应用主要包含五大类：图像识别、图像检测、视觉定位、物体测量、物体分拣等。基于 5G 虚拟专网和万物互联部署，依托 5G 高速率、大连接特性，机器视觉系统可实现远程监测。	未来 1-2 年成为主流应用
5G+无人机	待成熟期	5G 的无人机设备巡检有两个优势：一是 5G 的上行速率可达 200Mbps，可支持 4K、8K 甚至全景的视频回传；二是 5G 毫秒级的低时延高可靠特性可有效保障无人机的精确控制和精准定位。	未来 2-3 年有较快发展
5G+云化 AGV	待成熟期	自动导引运输车（AGV），能够沿规定导引路径行驶，具有安全保护及各种移载功能。云化 AGV，即将定位、导航、图像识别及环境感知等模块上移到 5G 边缘服务器，以满足高增长的计算需求。	未来 2-3 年有较快发展
5G+云端机器人	探索期	要大规模密集部署和应用拓展，则要求 5G 网络满足通信调度及业务数据实时交互需求和集成其它视觉应用。包括室内及室外应用场景，可满足工业高可用指标 99.9999%，通信时延 10~100ms。	有待进一步测试验证
5G+远程控制	探索期	某些环境场合确实不适宜人工作业，需要远程控制机械。5G 网络的优势一方面在于高速率可以满足高清视频回传的要求，另一方面也可以在保证可靠性的前提下满足远程控制对于时延的要求。	有待进一步测试验证

资料来源：《5G 与工业互联网融合应用发展白皮书》、开源证券研究所

3.2、 两化融合持续向好，行业整体升级改造难度下降

我国企业两化融合发展趋势持续向好，单项覆盖阶段企业成为国家两化融合跨越“综合集成”困境的主力军。国家推进两化融合措施已实施多年，目前我国两化融合发展进程正逐步加深，两化融合成效愈发显著，企业整体向中高级两化融合阶段加速迈进，深入推进信息化和工业化融合是我国应对新一轮科技革命和产业变革做出的历史抉择，也是统揽“制造强国”和“网络强国”建设的必然选择。据全国两化融合服务平台数据，至 2018 年，单项覆盖阶段、集成提升以上阶段企业比例较 2012 年增加了一倍以上，而处于起步建设阶段的企业比例则不到 2012 年的半数。整体看，2018 年，我国企业两化融合向中高级阶段发展的基础持续夯实，两化融合阶段发展成效显著，“综合集成”跨越取得新突破，目前已具备开展信息化环境下的业务集成运作的良好条件。单项覆盖阶段企业正向集成提升阶段迈进，是突破“综合集成”跨越困境的主力军。

图15：我国两化融合发展进程逐步加深



数据来源：全国两化融合服务平台、开源证券研究所

行业看，成熟行业改造难度小，两化程度高；电力、电子和家电等两化融合水平较高的行业，由于制造技术、信息技术、管理技术和知识积累较为成熟，且具有应用工业互联网平台能力优势和成本优势，总体升级改造难度小，两化水平相对较高。未来需求上，高两化融合水平行业正向网络化发展阶段迈进。

表6：电力、电子及家电等行业为目前两化水平较高的行业

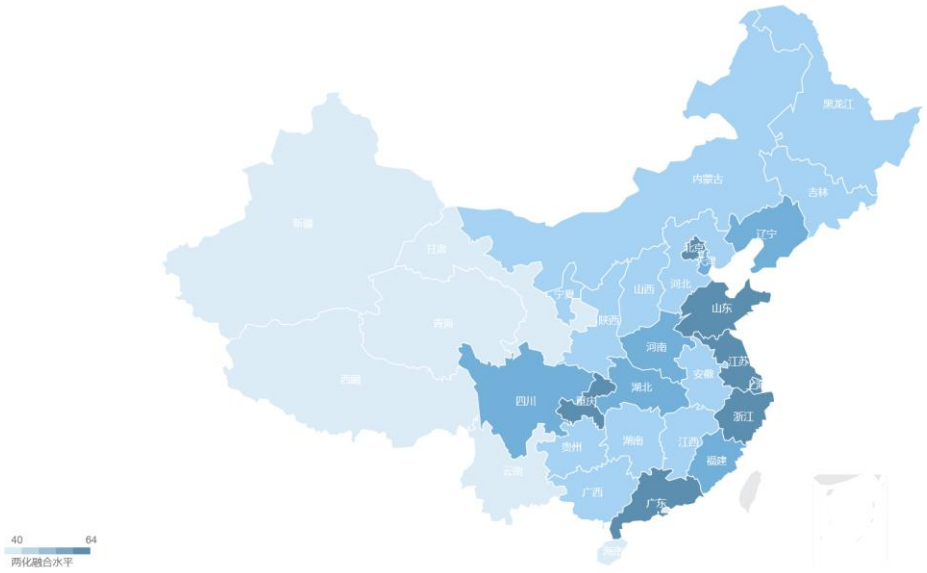
行业	行业特点	两化融合水平	业务痛点	典型应用场景	主要成效
电力	技术密集和装备密集型行业	第一梯队	发电设备维护成本高、并网协调难度大	预测性维护；远程运维；电力调度优化	降低运维成本 提高功率预测准确率
石化	产业链条长、产品覆盖面广、设备资产密集	第二梯队	安全生产是重中之重，工艺技术传承难	安全管理；员工赋能；预测性维护	降低事故发生概率；缩短员工培养期，降低成本；降低设备保费和大修费用
钢铁	工序繁多、工艺复杂；前端流程，后端离散	第三梯队	高能耗、高排放；管理难度大；下游行业需求多元化	能源管理；设备状态监测与工艺优化；供应链协同	节能减排，降低成本；提升产品质量；缩短供应链周期，降低库存
交通设备制造	技术密集，多品种小批量，混线产，工艺复杂	第二梯队	工序复杂，研发周期长，质量不稳定，产品出厂后运维难度大	协同研发设计；工艺优化；远程运维；协同制造	缩短产品研发周期；提高生产效率；降低次品率；降低车辆运维成本
机械	市场规模大、覆盖范围广，集中大量生产设备制造企业	第二梯队	设备维护水平低、转型需求迫切	生产制造优化；资源调度优化；分享制造；产融合作	降低维修成本；提高设备使用率；优化设备后市场服务
家电	竞争激烈，产品多元化、服务化、智能化需求不断提升	第一梯队	市场需求响应慢、产品研发周期长、库存压力大	按需定制	加速研发、产品创新；提高采购效率、降库存；加快运营提高消费者满意度

服装	中小企业主导，劳动密集	第三梯队	预估生产无法满足多元化需求，积压库存；市场需求响应慢	按需定制；协同制造	快速响应需求，降低库存缩短订单交付周期
电子	技术含量高、附加值高	第一梯队	设备先进但通讯方式各异，人工调机耗时，工序衔接响费时	远程运维；生产制造优化	减少人工干预和用工人数；智能调机；缩短生产响应时间

资料来源：《工业互联网平台创新发展白皮书》、开源证券研究所

区域看，东南沿海省市经济技术领先，两化发展水平领先。据全国两化融合服务平台 2020 年 1 期最新数据，全国两化水平指数为 54.5，而江苏省、山东省、浙江省、上海市、北京市等十个省市均在平均水平以上，主体集中在东南沿海地区。江苏省整体两化融合水平为国内最高，达 61.4，山东省紧随其后，两化融合水平达 61.1。

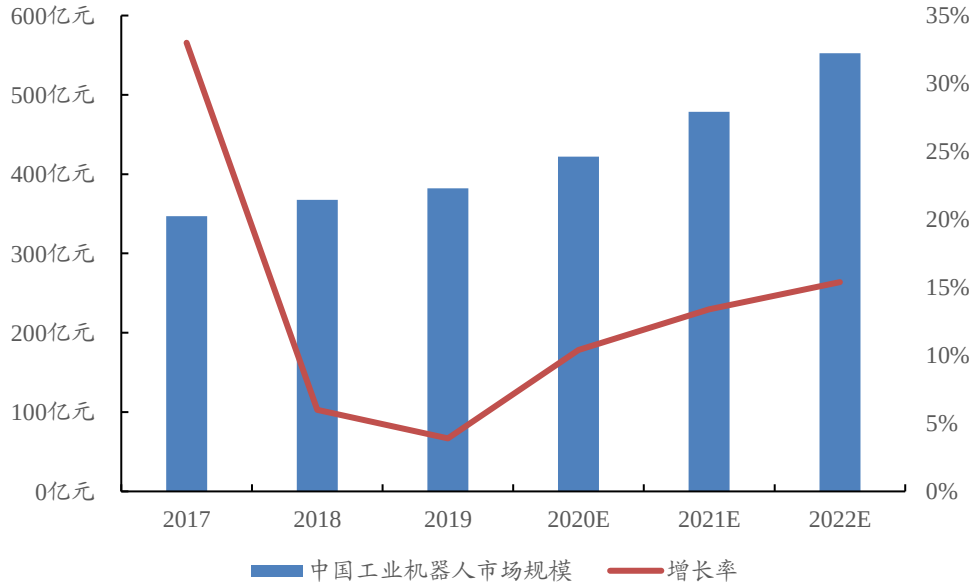
图16：东部沿海地区两化融合水平较高



资料来源：全国两化融合服务平台

细分领域方面，5G 可为中国工业机器人市场带来一定程度增长。据赛迪顾问数据，在全球机器人市场规模持续扩大的背景下，我国工业机器人连续七年蝉联全球第一大应用市场，虽然 2019 年，工业机器人市场规模受下游汽车、电子电气等行业景气度下滑的影响，目前短期市场规模增速有所回落，但总体市场规模仍然呈现稳定上升趋势。未来在我国产业结构调整及 5G 商用带来制造业智能化转型升级背景下，工业机器人市场需求将持续保持强劲势头。据中国三大运营商计划，2020 年将实现 5G 商用，5G 低时延高可靠性将助力工业机器人行业发展，未来工业机器人行业规模增速将有所提升，预计 2022 年，工业机器人市场规模可达到 552.3 亿元。

图17：5G 为中国工业机器人市场带来增长



数据来源：赛迪顾问、开源证券研究所

5G 云化 AGV 已在中兴通讯长沙研发生产基地的生产线试点成功。5G 云化 AGV 项目之初，云化 AGV 采用激光导航代替侵入式部署的导航方式，而目前采用未标记场景的图像信息融合惯性测量单元传感器数据进行全局定位和地图构建的技术已经较为成熟，用更低成本的视觉实现定位和导航。实现 AGV 云化控制相当于部署在工业企业内 5G 网络侧的工业边缘云 MEC 将 AGV 作为无线传感器与执行器进行控制，这一控制方式对于数据链路的可靠性以及带宽具有十分苛刻的要求，5G 的发展对于智能工厂的智能化进程起到了关键性作用。随着 5G 和边缘计算的部署，机器人端到基站的延迟可以达到毫秒级，使得 5G 的网络边缘可以很好地支持 AGV 的实时应用，大大缩短从终端到接入网的时间，将工业应用放到边缘端，加入更多的计算能力，助力 AGV 规模化部署，大幅提升企业的生产效率和管理水平，节省人力成本。

图18：中兴智能工厂 5G 应用涉及面较广

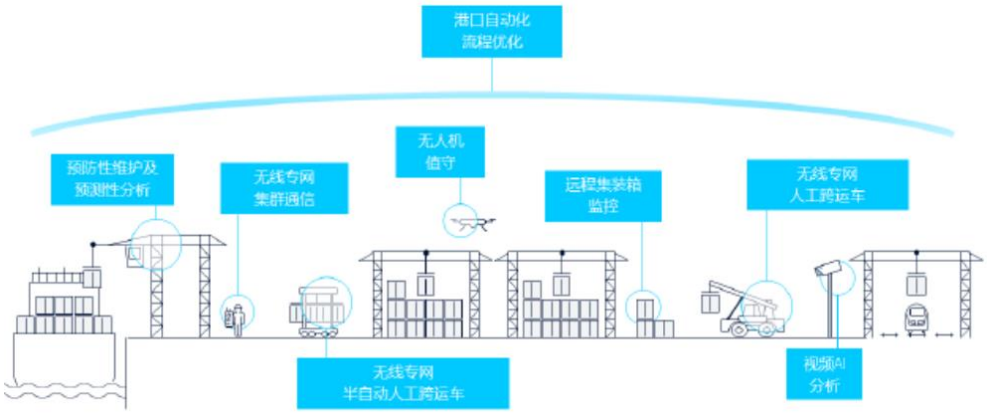


资料来源：《5G 与工业互联网融合应用发展白皮书》

汉堡港 5G 应用助力城市发展。德国汉堡港占地 8000 公顷，2018 年，汉堡海港局

在德国汉堡港的真实工业中测试了 5G 技术。随后汉堡港在实际应用案例解决方案中引入网络切片功能，所有切片都使用相同的 5G 无线基础设施；引入 MEC，在距离用户最近的位置提供业务本地化和边缘业务移动性能力；引入 5G 无线双连接功能，同时建立连接两个独立基站的链路来保障海量传感器数据传输的可靠性。目前汉堡港已经可以用一个屏幕就控制整个汉堡港。港口区域的交通灯系统通过移动通信进行控制，并且实时收集和处理环境数据，控制车流和船流的通过。虚拟现实应用程序能够立体地检测进出港船只航道情况，更好地监控潜在的关键基础设施，提高安全性和通航能力。5G 可使移动网络在安全性、可靠性和速度上大幅提升，不仅提升汉堡港的运营效率，还将促进整个汉堡市的发展。

图19：德国汉堡港 5G 应用为目前较成熟的 5G+工业互联网示例



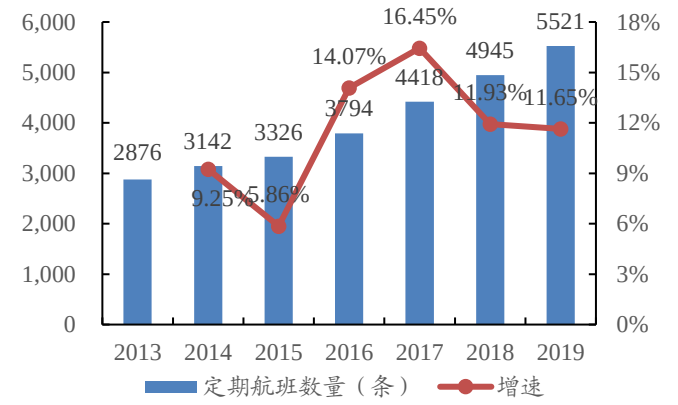
资料来源：《5G 与工业互联网融合应用发展白皮书》

4、 政策推动 5G 融合专网，民航通信中 5G 专网应用众多

4.1、 民航业增长空间大，5G 专网应用于民航通信保障机场运行安全

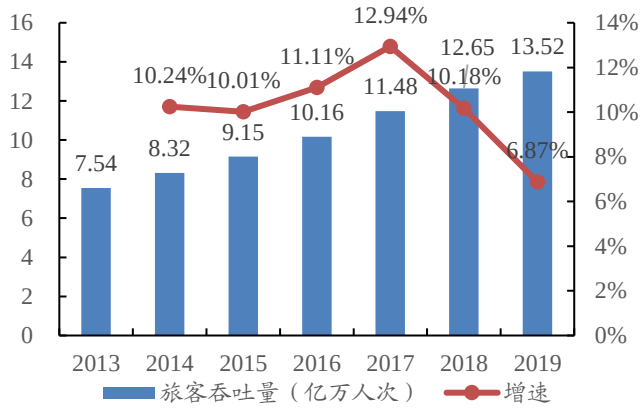
中国民航业快速发展。一直以来我国都十分重视民航业，从机场建设规划、航空网络布局、航空运输服务等多方面全面推进我国民航业的发展。2018 年中国民航局发布《新时代民航强国建设行动纲要》，提出民航强国 8 大主要任务。2019 年国务院印发的《交通强国建设纲要》明确了民航在交通强国建设各领域的重点任务，指引民航加快质量、效率和动力变革，建设民航强国。国家多个政策都明确了民航业的重要地位。中国民航局数据显示 2013-2019 年，我国定期航班条线、机场旅客吞吐量都在逐年增长。2019 年，我国定期航班条线已经达到 5521 条，同比增长 11.65%；全年旅客吞吐量超过 13 亿人次，同比增长 6.87%。我国航班数量和旅客吞吐数量的增加体现出人们的航空需求量在不断增多，民航业增长空间广阔。

图20：2013-2019 年中国定期航班数量逐年增长



数据来源：中国民航局、开源证券研究所

图21：2013-2019 年中国民航旅客吞吐量逐年增长



数据来源：中国民航局、开源证券研究所

5G 专网应用于民航通信可以保障机场运行安全。增长的航班量和旅客吞吐量在带来航空业的快速发展的同时，也触及到了空中、地面资源保障能力的“天花板”，使得机场在航班正常率、安全保障、服务智能便捷化等方面面临挑战。解决这些问题更为强大的信息化支撑，对通信系统的要求更高。对当前专网通信进行改进是需要的。5G 融合专网可以将机场所有的应用连接进行综合管理，解决机场多业务需求，实现可管、可控、可视化，并且可以弥补目前机场通信网络存在的一些问题。从航班正常率方面，中国航信 A-CDM（机场协同决策）系统在越来越多的机场投产运行，通过包括大数据在内的信息系统应用，使机场与空管、航空公司等多方建立信息共享、协同管理的工作机制，从而提高飞机放行效率，提升机场运行品质。5G 专网高速率、高覆盖范围的优点和 5G 融合专网连接所有应用的特点可以为多方协同管理带来便利。同时对于安全保障这一方面，从进行视频采集来说，虽然宽带无线 LTE 专网也可以提供视频服务，但由于 LTE 网络资源频率受限，上传速率无法保证多个摄像头同时采集 1080P 分辨率的高清图像，缺乏高清的动态监控和 AI 视频分析能力。而 5G 的大带宽高速率特性，可以提供高清的视频分析功能，在机场运行、空防和应急救援等方面的安全技术带来帮助。

4.2、 国家政策支持“5G 专网+民航通信”

国家政策支持 5G 专网在民航通信中的应用。2020 年 1 月民航局发布《四型机场建设行动纲要》，提到加快推进新一代移动通信系统建设及多网融合，提供广覆盖、低时延、高可靠、大带宽的网络通信服务。民航局对于新型网络通信服务的要求凸显了将机场当前通信专网和 5G 专网融合的重要性。四型机场是以“平安、绿色、智慧、人文”为核心。其中智慧机场要求统筹规划信息基础设施建设，全面实现数字化；统筹内部各信息系统，实现全场一张网，数据全贯通。推进数据共享与协同，实现网络化；推进数据融合应用，综合运用大数据、云计算、人工智能、区块链等新技术，收集、 融合、统计和分析各类数据，实现机场智慧化运行。5G 专网覆盖范围广，大宽带，与云计算等新技术关联高等特点为智慧机场的建设要求和实现起到推动作用。

表7：5G 时代大背景下机场建设指标中专网通信作用较大

要求	内容
平安机场	安全生产基础牢固，安全保障体制完备，安全运行平稳可控的机场

要求	内容
绿色机场	在全生命周期内实现资源集约节约、低碳运行、环境友好的机场。
智慧机场	生产要素全面物联，数据共享、协同高效、智能运 行的机场。
人文机场	秉持以人为本，富有文化底蕴，体现时代精神和当 代民航精神，弘扬社会主义价值观的机场。

资料来源：《四型机场建设行动纲要》、开源证券研究所

4.3、 当前民航通信网络面临挑战，5G 融合专网带来多种应用场景

目前机场主要存在三种通信专网，但都面临着一些挑战。目前国内机场主要的通信网络有三种：模拟集群通信、窄带集群通信和宽带数字集群通信。三种通信网络共同为机场各个业务系统提供网络保障。然而随着航空业和网络通信的不断发展，现有的民航通信专网都面临着一些挑战。模拟集群通信存在频率低、速率低、保密性差容易被窃听、能提供的业务种类受限、移动设备体积大等缺点。窄带集群通信带宽窄，传输速率低，无法提供视频服务，在数据传输和多媒体业务支持方面都能力比较欠缺。无法应对机场地面出现要求多，场景复杂的情况，并且难以满足对大数据的传送需求，如高精度车辆与人员定位、无线视频监控等。而宽带数字集群通信虽然可以综合调度语音、数据和视频，但在当今这个大数据的时代，则面临升级所需频谱资源受限、无法将物物互联互通的问题。并且机场日益增多的业务需求和大容量、高带宽的通信需求，需要大量的专网频谱和覆盖范围极广的通信信号（如机场航站楼工作区域、停机坪、跑道、滑行道和其他需要覆盖区域）。

表8：目前国内机场主要有 3 个通信网络

通信网络类别	内容
模拟集群通信	**介绍：**是指利用模拟语音进行通信。机场地面通常使用的是 800MHz 频段集群通信系统，频率为 806~821MHz 和 851~866 MHz，每段带宽为 15 MHz，信道间隔为 25 kHz，共 600 对频点，收发频率间隔为 45MHz。
	缺点：频率利用率低、功能单调、加密难度大、系统容量小等，越来越难以满足机场地面使用要求。
窄带集群通信	**介绍：**以 MTP1327、TETRA、PDT 为代表，呼叫时延短，可组呼群呼，指挥调度效率高，是一种专业无线通信系统。国内目前有沈阳、西安、昆明、哈尔滨、重庆等 20 余个大中型机场采 用 TETRA 800 MHz 窄带数字集群系统作为机场地面 调度指挥主要的通信手段。
	缺点：传输带宽窄，只能提供语音服务，无法提供宽带传输以及视频应用。
宽带数字集群通信	**介绍：**具备语音调度、数据调度、视频调度等多种业务协同的融合调度能力。目前已在机场应用的宽带数字通信有 3 种：基于 1.8GHzTD-LTE 专网；基于公网的宽带集群虚拟专网；AeroMACS 专网。
	缺点：我国宽带数字集群通信存在的问题有频谱资源瓶颈突出、技术标准不统一、应用和终端定制化成本高与推广难。

资料来源：《5G 智慧机场融合专网部署方案探讨》—中国联通网络技术研究院、开源证券研究所

5G 专网与民航通信的结合将带来众多应用场景。随着 5G 时代的到来，大宽带集群通信将逐渐成为最佳选择，因此需要将 5G 技术融入到机场现有宽窄带通信网络

中，实现“宽窄一体、平滑演进”。5G 专网与现有网络专网互联互通，保证网络平滑过渡升级，并基于 5G 专网将机场内所用应用连接起来，实现语音、视频、数据多业务融合。从而提高机场运行效率，为旅客提供良好的服务，更能促进民航业快速发展。5G 专网的应用场景众多。比如，5G 专网可以使得机场内所有语音、数据、多媒体都可以互联互通，工作人员的工作变得数字化、可视化、自动化和智能化；5G 专网通信可以提供高清视频监控并实时传送到指挥中心，实现端侧、云侧 AI 分析，保障机场运行安全。在航站楼业务中可以为旅客提供动态行李位置；在站坪业务可以将采集到的高清视频传输给控制中心，实现行人车辆越界侵入监测和作业人员违章监测；在地勤业务中可以在车辆端视频监控预防车辆碰撞；结合 A-CDM 系统实现机场工作人员和车辆等资源的智能调度，大幅度提高机场运行效率，有效降低管理成本；边缘计算是 5G 核心技术之一，5G 专网的应用可以加快机场边缘计算服务的实现。

5、 石油通信+5G 专网，传统行业智能化升级势在必行

5.1、 5G 专网大势所趋，工业物联网应用确定性强

中国 5G 专网的部署速度正在追赶世界前列。工业大国德国是 5G 专网建设的领先者，截至 2020 年 6 月，50 家德国企业获得了 5G 专网许可；中国移动率先提出了运营商 5G 行业专网的概念，将 5G 企业专网分为物理专网与虚拟专网，但目前仍没有成熟的 5G 专网商业模式。

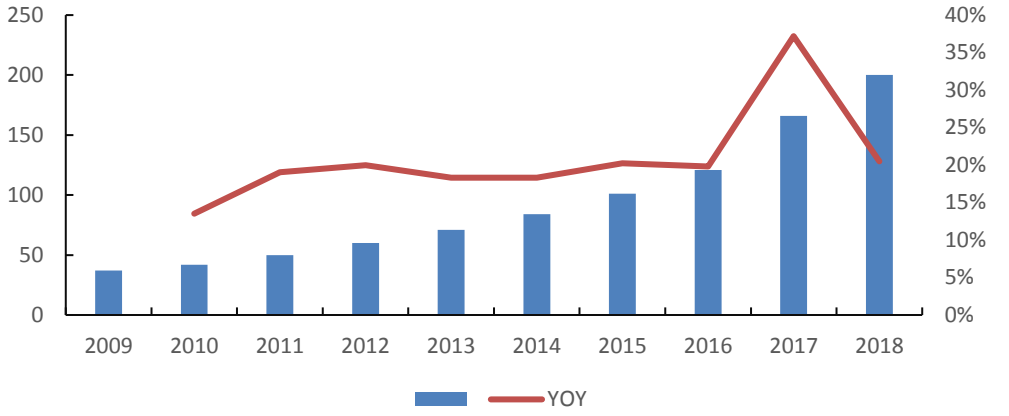
表9：韩国及德国 5G 专网布局时间较早

国家	时间	事件	专网频段
德国	2019 年 11 月 21 日	启动本地 5G 无线电应用的申请流程	3.7-3.8GHz
日本	2020 年 2 月 12 日	富士通获得日本首个本地 5G 无线电台临时牌照	2575-2595MHz、28.2-28.3GHz、4.6-4.8GHz 和 28.3-29.1GHz
英国	2020 年 6 月 28 日	福特汽车公司和 Vodafone 将使用英国政府提供的资金建设 5G 行业专网，进行电动汽车的制造。	3.8-4.2GHz
韩国	2019 年 12 月 25 日	KT 推出韩国首个应用 CUPS 技术的 5G 企业专网	暂无

资料来源：C114 通信网、开源证券研究所

目前全球的专网通信有着三大标准，分别是中国的 PDT 和欧洲的 TETRA、DMR，美国拥有自己的标准 P25。专网通信主要服务于特定部门或群体的通信网络，而公网主要服务于社会公众用户的通信网络，两者具有本质区别，彼此无法替代，又相互补充，近几年，随着物联网、大数据等新技术、新业态的广泛应用，在公共安全、社会管理、应急通信等政府和行业物联网应用领域，尤其是超高流量密度、超高连接数密度、超高移动性等多场景情况下，对海量信息接入和传输的安全性、可靠性、及时性提出了极高的要求。

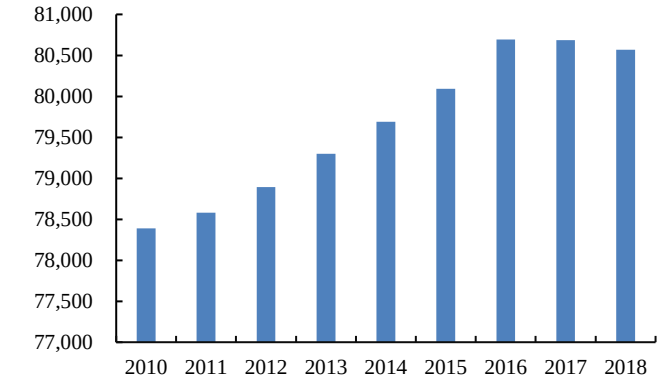
图22：专网通信市场规模扩大



数据来源：前瞻产业研究院、开源证券研究所

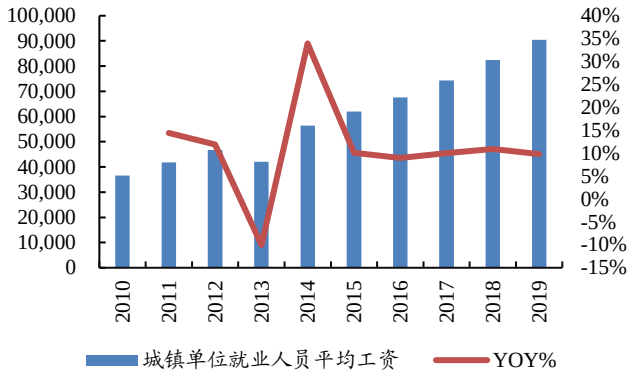
5G 将在工业互联网领域创建多种应用场景。根据国家统计局公布的数据，2019 年城镇单位就业人员平均工资实现 9.81%的增长，同时劳动力数量下降幅度扩大，劳动力成本在逐年提高。可以预计随着人口老龄化的突显，人工成本增加趋势明确。工业制造厂商试图用人工智能代替人力，在多种工作场景降低生产成本，5G 网络的商用无疑推动了与工业互联网的结合。

图23：劳动力数量有下降趋势



数据来源：国家统计局、开源证券研究所

图24：劳动力成本逐年上涨

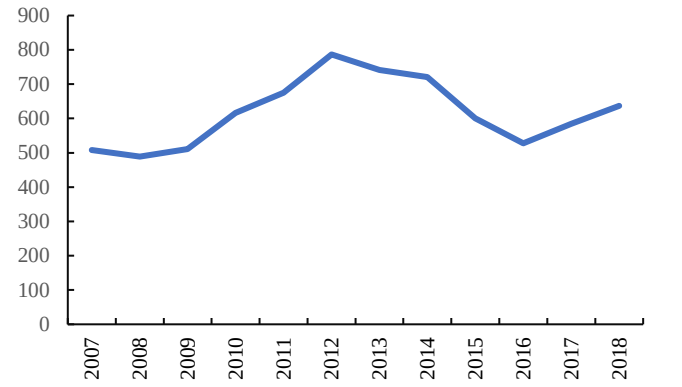


数据来源：国家统计局、开源证券研究所

5.2、 石油行业稳定增长，市场空间值得期待

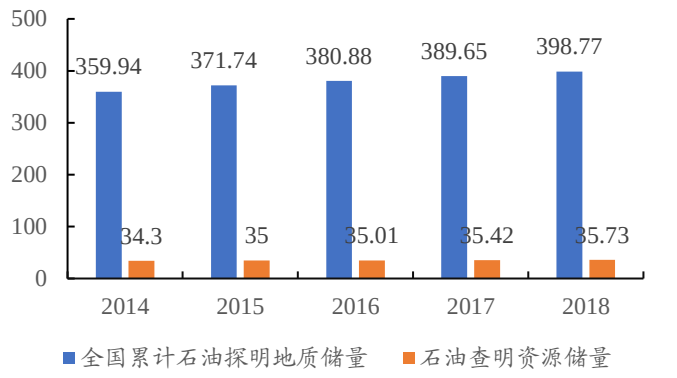
油气储量的上涨更加依赖技术手段应用。前瞻产业研究院的数据显示，在石油行业信息化建设的背景下，2018 年我国石油信息化行业投资规模达 361.9 亿元人民币，实现 9.8%的年复合增长率。随着油气开采难度的逐渐提升，智能化油田建设将成为石油行业关注的焦点。

图25：全国油气矿产勘查投资呈上升趋势



数据来源：自然资源局、开源证券研究所

图26：油气储量将持续保持增长的态势



数据来源：自然资源局、开源证券研究所

信息化技术目前已被石油企业用于多个领域。根据埃森哲对全球不同地区和规模的油气企业调查，从预期投资回报率的角度看，在 3 分表示客观的投资回报率的前提下，数字分析技术在油气公司中的应用会超过预期；从技术成熟度的角度看，车队及船队管理的技术发展和部署进度处于领先位置，自动化生物资产优化和现场制造技术应用滞后；从企业准备现状来看，多数企业对技术在石油行业的应用持乐观态度。

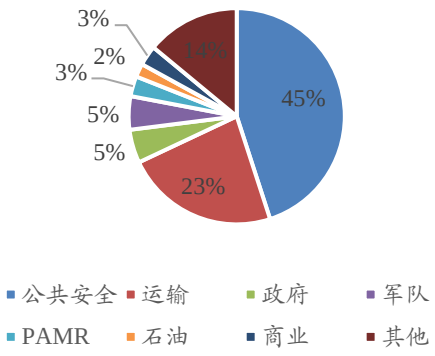
表10：企业期待成熟技术在石油行业的应用

应用领域	预期投资回报率	技术成熟度	企业准备现状	总计
车队/船队管理	3.44	4.22	3.87	3.85
现场生产力	3.56	3.93	3.79	3.76
生产资产优化	3.75	3.66	3.49	3.63
预测维护	3.69	3.63	3.45	3.59
生物监测	3.31	3.84	3.61	3.59
远程资产监控	3.39	3.67	3.06	3.37
远程资产检车	3.45	3.33	3.14	3.31
远程资产操作	3.38	3.3	2.91	3.2
现场制造	3.2	2.42	2.65	2.75
自动化生物资产优化	3.39	2.45	2.4	2.75

数据来源：石油圈、埃森哲、开源证券研究所

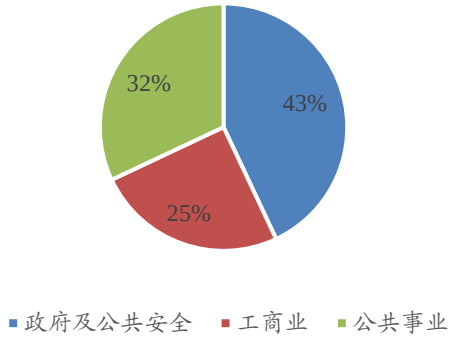
专网通信在我国应用领域较少，未来发展空间广阔。我国通信专网目前的应用仍局限于部分行业，与世界范围的领先国家存在差距。随着云计算、人工智能等新技术的成熟，我们认为 5G 专网也将赋能多种对安全性要求高的行业。由于石油行业对保密性的要求较高，且产业链中人力耗费较大，我们认为在专网通信方面的市场空间存在扩大趋势。

图27：公共安全为全球专网通信主要应用场景



数据来源：前瞻经济学人、开源证券研究所

图28：我国专网通信主要应用于政府及公共安全板块



数据来源：前瞻经济学人、开源证券研究所

5.3、 5G 专网将广泛应用于石油通信领域

5.3.1、 配备石油行业专用网络，保障偏远地区的通信质量

在防爆要求高的油气采收环节中，高质量的语音、数据、视频需要通过专网实现。在采收作业过程中，往往存在由于偏远地区公网通信信号质量差造成的掉线、通信不畅等现象，通过在开采区域配置多个基站可以完善信号覆盖，同时专网可以有效保障通话质量。

在石油运输过程及存储环节，专网可以实现实时监控与快速回传。由于油库地理位置偏僻，从油库输送到各地加油站的过程自然障碍较多且公网覆盖信号差。在日常管道检查、工作状态监控、实时信息收集方面，布设 5G 专网可以保证巡检人员的实时通信，方便应对故障等紧急情况的出现。由于油库区油罐数量众多，常因为相互遮挡导致信号传输受阻。此外，分布在山区的油库难以实现跨区通信。5G 专网搭建后，在小型区域内可以实现防爆对讲机的安全通话；在大型区域内，通过搭建中转台实现与外界的顺畅通信。

5.3.2、 利用 5G 低时延特性，提升远程传输速度

在勘探钻测环节，专网的使用可以实现速度与效率的双提升。在陆地石油开采方面，云计算在石油领域得到大规模应用。2019 年 2 月埃克森美孚与微软建立合作伙伴关系，通过微软的平台改善上游生产活动：从油井中收集数据，利用人工智能优化油井性能，并通过分析数据控制运营成本、降低设备耗损。**在海洋石油开采方面，人工智能将大量缩短寻找时间。**在近海区域寻找石油耗费昂贵同时耗时漫长，而人工智能程序将极大缩短时间、提高效率，并能获知更可靠和相对准确的开发和生产预测规模。

5G 网络的稳定性和及时性应用在厂区通信管理方面，将助推石油通信的自动化和实时控制水平的历史性跨越。在远程监控方面，生产运营数据和高清监控视频可以通过高稳定性的 5G 网络在短时间内传到控制中心，实时掌握现场情况成为可能，未来甚至可以实现 PC 端监控到移动端的转变；**在远程指挥方面，**受益于信息交互和响应速度的提升，无人机巡检和远程控制可以对单井、管线、电力线、基站的生产设备设施状态进行精准操控，实现无人值守，减少工作量。

5.3.3、 解决有线光缆安全隐患，提高机器通信的可靠性

5G 专网解决有线光缆的需求痛点。有线光缆的传输方式造成油田的建设成本和施工安全风险高，而且受制于地理环境的限制，有线光缆可能无法实现有效传输。高带宽、容量大、时延低的 5G 网络可以保证油气生产、工程建设、炼油化工等方面对效率的需求，同时采用专用频段和时隙可以增加油田专网的安全性和保密性。

6、 投资建议

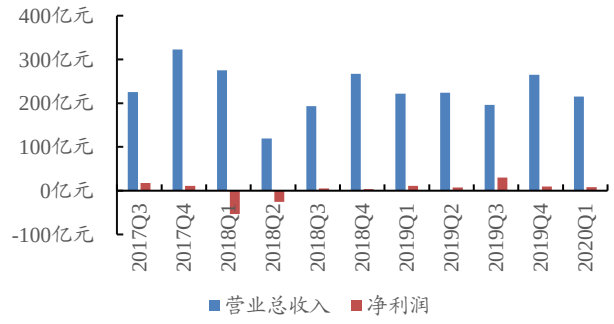
6.1、 推荐标的

6.1.1、 中兴通讯（000063.SZ）

公司研发能力较强，依靠自身技术优势发展专网技术。公司是全球领先的综合性通信制造业上市公司，拥有完整的端到端产品线及融合解决方案。公司研发能力较强，截至 2019 年 12 月 31 日，公司已经拥有授权专利超过 3.4 万件，列全球第三位。2019 年公司研发费超过 129 亿元，研发实力较强。

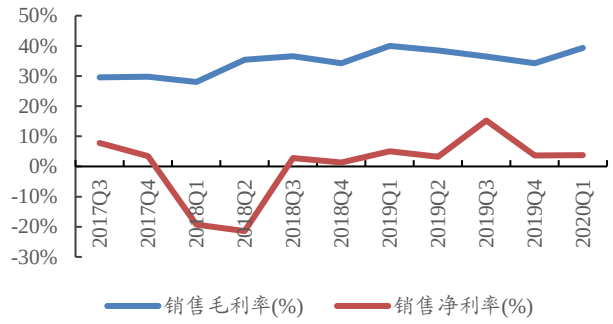
公司自美国事件以来营收企稳回升，毛利率整体较稳定。公司不断推出创新型产品以取得市场认可，把握 5G 时代先机，在欧洲、非洲等地建设基站，帮助当地进行网络建设，自 2018 年美国事件以来营业收入企稳向好；公司整体毛利率较稳定，自 2018Q2 以来持续维持于 30%以上，2020Q1 在疫情影响下毛利仍达 39.34%，同降 1.58%基本持平。我们认为 5G 时代随中兴通讯话语权提升以及我国整体从 4G 追赶向 5G 引领的大趋势下，公司作为龙头企业处于低位，具备较高投资价值。

图29：中兴通讯营收企稳回升



数据来源：Wind、开源证券研究所

图30：中兴通讯毛利率较稳定



数据来源：Wind、开源证券研究所

表11：相关推荐公司估值表

股票代码	股票名称	股价（8 月 14 日）	EPS(元)			PE（倍）			评级
			2020 年	2021 年	2022 年	2020 年	2021 年	2022 年	
300638.SZ	中兴通讯	38.37	1.22	1.81	2.46	31.45	21.20	15.60	买入

数据来源：Wind、开源证券研究所

6.2、 受益标的

6.2.1、 能科股份（603859.SH）

公司成立于 1994 年，公司以智能配电、传动控制和数据通信三大技术为支撑，在广

泛调研客户需求的基础上，经过多年的潜心研究和实践，实现了设备节能技术应用、过程优化技术应用和企业级能源管理中心系统技术应用。公司在工业互联网方面积极布局，提供智能制造云端应用及智能电气云服务，此外构建面向中小企业的工业云服务是公司重要的中期发展目标。公司云服务布局或受益于 5G 商用带来的工业互联网行业加速。公司 2020 年 Q1 营收 1.62 亿元，同增 88.68%，归母净利润 0.17 亿元，同增 85.84%；销售毛利率 37.59%，，净利率 8.8%。

6.2.2、 佳讯飞鸿（300213.SZ）

公司是一家专注于通信、信息领域的新技术及新产品的自主研发与生产，并实现规模销售的通信设备及解决方案提供商，为用户提供技术支持、产品销售、售后跟踪服务以及系统技术保障等服务。公司作为智慧铁路指挥调度龙头，在铁路 5G 专网中也将起到“领头羊”的作用。随着 5G 专网在更多铁路应用场景中出现，公司多产品线或受益。公司 2020 年 Q1 受疫情影响实现应搜 1.54 亿元，同降 30.62%；实现归母净利润-0.25 亿元，同降 443.4%。我们认为随国内疫情转好及 5G 专网铺设进程加速，公司作为龙头企业将优先收益，核心资产处于估值低位具备投资价值。

6.2.3、 七一二（603712.SH）

公司前身始建于 1936 年，是一家具有八十多年历史的大型综合性电子骨干企业。公司始终服务于国家及国防战略，专注推进我国专网无线通信行业发展，主营业务包括专用无线通信、民用无线通信及环保监测三大领域。根据其它媒体报道，公司将与华为联合发布下一代轨道无线通信 LTE-R 解决方案，将实现与 5G 技术共同打造轨道行业无处不在的连接，实现乘客、列车、基础设施万物互联的智能轨道未来。公司 2020H1 营收 8.4 亿元，同增 16.12%，归母净利润 5.27 亿元，同增 52.73%；销售毛利率 46.21%，净利率 12.29%。

7、 风险提示

5G 专网升级建设不及预期风险；5G 专网建设同需求端关联较大，目前行业内主要设备仍以 2G 通信为主，逐步向 4G 转变，从语音对讲逐步演进至实时视频对讲，相关消费习惯仍处于培育期，5G 专网建设在目前社会环境下普及难度较大，具备 5G 专网升级建设不及预期风险。

全球贸易摩擦加剧风险：中美间贸易摩擦目前正处于磨合过程中，相关结果存在较大不确定性，贸易摩擦的加剧一方面影响下游厂商如华为、中兴等在海外基站的建设情况；也影响上游原材料进出口情况，对 5G 专网相关产品的制造和销售以及相关成熟技术交流产生较大的影响，减缓建设进程，影响相关公司业绩表现。

特别声明

《证券期货投资者适当性管理办法》、《证券经营机构投资者适当性管理实施指引（试行）》已于2017年7月1日起正式实施。根据上述规定，开源证券评定此研报的风险等级为R4（中高风险），因此通过公共平台推送的研报其适用的投资者类别仅限定为专业投资者及风险承受能力为C4、C5的普通投资者。若您并非专业投资者及风险承受能力为C4、C5的普通投资者，请取消阅读，请勿收藏、接收或使用本研报中的任何信息。
因此受限于访问权限的设置，若给您造成不便，烦请见谅！感谢您给予的理解与配合。

分析师承诺

负责准备本报告以及撰写本报告的所有研究分析师或工作人员在此保证，本研究报告中关于任何发行商或证券所发表的观点均如实反映分析人员的个人观点。负责准备本报告的分析师获取报酬的评判因素包括研究的质量和准确性、客户的反馈、竞争性因素以及开源证券股份有限公司的整体收益。所有研究分析师或工作人员保证他们报酬的任何一部分不曾与，不与，也将不会与本报告中具体的推荐意见或观点有直接或间接的联系。

股票投资评级说明

	评级	说明
证券评级	买入（Buy）	预计相对强于市场表现 20%以上；
	增持（outperform）	预计相对强于市场表现 5%～20%；
	中性（Neutral）	预计相对市场表现在－5%～＋5%之间波动；
	减持	预计相对弱于市场表现 5%以下。
行业评级	看好（overweight）	预计行业超越整体市场表现；
	中性（Neutral）	预计行业与整体市场表现基本持平；
	看淡	预计行业弱于整体市场表现。
备注：评级标准为以报告日后的 6~12 个月内，证券相对于市场基准指数的涨跌幅表现，其中 A 股基准指数为沪深 300 指数、港股基准指数为恒生指数、新三板基准指数为三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）、美股基准指数为标普 500 或纳斯达克综合指数。我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重建议；投资者买入或者卖出证券的决定取决于个人的实际情况，比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者应阅读整篇报告，以获取比较完整的观点与信息，不应仅仅依靠投资评级来推断结论。		

分析、估值方法的局限性说明

本报告所包含的分析基于各种假设，不同假设可能导致分析结果出现重大不同。本报告采用的各种估值方法及模型均有其局限性，估值结果不保证所涉及证券能够在该价格交易。

法律声明

开源证券股份有限公司是经中国证监会批准设立的证券经营机构，已具备证券投资咨询业务资格。

本报告仅供开源证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的机构或个人客户（以下简称“客户”）使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告是发送给开源证券客户的，属于机密材料，只有开源证券客户才能参考或使用，如接收人并非开源证券客户，请及时退回并删除。

本报告是基于本公司认为可靠的已公开信息，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买证券或其他金融工具的邀请或向人做出邀请。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。客户应当考虑到本公司可能存在可能影响本报告客观性的利益冲突，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。本公司未确保本报告充分考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。本公司建议客户应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。若本报告的接收人非本公司的客户，应在基于本报告做出任何投资决定或就本报告要求任何解释前咨询独立投资顾问。

本报告可能附带其它网站的地址或超级链接，对于可能涉及的开源证券网站以外的地址或超级链接，开源证券不对其内容负责。本报告提供这些地址或超级链接的目的纯粹是为了客户使用方便，链接网站的内容不构成本报告的任何部分，客户需自行承担浏览这些网站的费用或风险。

开源证券在法律允许的情况下可参与、投资或持有本报告涉及的证券或进行证券交易，或向本报告涉及的公司提供或争取提供包括投资银行业务在内的服务或业务支持。开源证券可能与本报告涉及的公司之间存在业务关系，并无需事先或在获得业务关系后通知客户。

本报告的版权归本公司所有。本公司对本报告保留一切权利。除非另有书面显示，否则本报告中的所有材料的版权均属本公司。未经本公司事先书面授权，本报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。

开源证券研究所

上海
地址：上海市浦东新区世纪大道1788号陆家嘴金控广场1号楼10层
邮编：200120
邮箱：research@kysec.cn

深圳
地址：深圳市福田区金田路2030号卓越世纪中心1号楼45层
邮编：518000
邮箱：research@kysec.cn

北京
地址：北京市西城区西直门外大街18号金贸大厦C2座16层
邮编：100044
邮箱：research@kysec.cn

西安
地址：西安市高新区锦业路1号都市之门B座5层
邮编：710065
邮箱：research@kysec.cn