

通信

报告原因：专题研究

2020年3月7日

移动通信网络专题报告

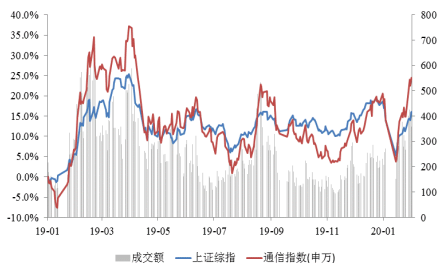
规模建设启动，新一轮移动通信网络建设迎来高潮

首次评级

看好

行业研究/深度报告

通信板块近一年市场表现



分析师：

平海庆

执业证书编号：S0760511010003

电话：010-83496341

邮箱：pinghaiqing@sxzq.cm

研究助理：

李通

电话：010-83496308

邮箱：litong@sxzq.com

太原市府西街69号国贸中心A座28层

北京市西城区平安里西大街28号中海国际中心七层

山西证券股份有限公司

http://www.i618.com.cn

核心观点：

- **市场、技术、政策面驱动要素日臻成熟，5G建设有望提速。**5G移动通信标准R15阶段已冻结，当前版本已具备商用条件，R16阶段完全版本标准将于2020年中旬冻结。作为数字经济新引擎的5G与多行业的深度融合，将推动传统产业转型升级，并培育产业发展新业态，是当今世界各大国争夺的战略制高点。国内5G经过2019年试商用建设，2020年将全面提速。
- **5G投资规模大幅高于4G，移动通信网络建设将迎来新一轮黄金周期。**由于5G频率更高，达到相同的覆盖需要更多的5G基站，这将带来总投资规模的增长和主建设期的拉长，运营商资本开支将触底反转，开启新一轮移动通信网络建设的黄金周期。
- **5G移动通信网络的新变化将为移动通信网络产业链带来新机遇。**(1) 5G时代大量垂直领域的行业应用将助力运营商打开2B (To Business) 的广阔蓝海市场，企业客户和个人客户的高等级、定制化需求市场有望开启，有助于重构运营商商业模式。(2) 5G使用更高频段，信号室内衰减更大，微小基站需求显著提高，运营商网络优化投入加大。(3) 5G的新型业务特性和更高指标要求，对更高速率、更长距离、更宽温度范围和更低成本的新型光模块提出迫切需求。(4) 随着5G核心网SBA架构的确立，具备柔性的SDN网络成为运营商迫切的需求，交换设备的白牌化，网络OS厂商迎来壮大机遇。
- **疫情催化，5G建设短暂迟滞后加码提速。**疫情重灾区湖北集中了一批光通信领域的龙头企业，新冠肺炎的爆发推迟了湖北企业复工时间，短期可能会影响部分产品供给，但由于网络工程建设多集中于下半年，随着疫情不断得到控制，全国其他省份已陆续复工，可以加速弥补产品供给的不足，长期来看对5G建设影响有限。自疫情发生以来，政治局、工信部多次强调推动和加快5G网络建设，供应商积极响应号召，加快启动5G集采招标，5G网络建设有望加码提速。

投资建议：2020年5G进入主建设期，通信系统设备行业进入高景气期，作为通信系统设备中增长最大的部分，基站接入设备将首先受益，承载网建设进入新建和扩容阶段，传输设备也将迎来投资高峰。针对5G特性和网络架构的新变化，微小基站和高速光模块需求会有显著增长。

重点关注公司：中兴通讯（基站设备）、烽火通信（基站设备+光传输设备）、华工科技（光模块）、中际旭创（光模块）、新易盛（光模块）、星网锐捷（交





换设备)。

风险提示： 5G 建设不及预期；新冠肺炎控制不及预期。

目录

1. 移动通信网络概述	7
1.1 移动通信网络行业界定.....	7
1.2 移动通信网络发展历程：CT 与 IT 的融合，万物互联包罗万象.....	7
1.3 移动通信网络驱动要素：技术、市场、政策三驾马车.....	9
1.3.1 技术驱动：多种技术融合推动性能飞跃.....	9
1.3.1 市场驱动：移动互联网和物联网是两大驱动力.....	10
1.3.3 政策驱动：5G 是全球竞争的战略制高点.....	12
2. 5G 发展现状和演进趋势	12
2.1 5G 移动通信网络新变化.....	13
2.1.1 无线接入网：BBU 拆分，两级架构变三级.....	13
2.1.2 承载网：无线接入网与核心网网元重新部署.....	15
2.1.3 核心网变化：控制面和用户面分离，用户面部署下沉.....	15
2.1.4 组网方式：NSA 向 SA 过渡.....	16
2.2 5G 移动通信网络建设方案.....	17
2.2.1 5G 前传方案：建网成本与后期运维的平衡.....	17
2.2.2 5G 中回传方案：基于 4G 承载网技术框架的升级.....	18
2.2.3 5G 组网演进安排：NSA 向 SA 演进.....	18
2.3 5G 移动通信网络建设现状：基站建设加速，承载网建设即将启动.....	19
3. 移动通信网络产业链分析	19
3.1 通信运营：网络建设的火车头.....	20
3.2 通信技术服务：网络建设的实施者.....	21
3.2.1 网络规划设计.....	23
3.2.2 网络工程建设.....	23
3.2.3 网络运维/优化.....	24
3.2.4 系统集成与应用服务.....	25
3.3 通信系统设备：网络建设的基础构件.....	25

3.3.1 接入设备：无线接入网的基础构件	25
3.3.2 传输设备：承载网的基础构件	28
3.3.3 交换设备：核心网的基础构件	32
4.移动通信网络建设节点和细分受益时序	32
4.1 移动通信网络建设节点：5G 进入主建设期	32
4.2 各细分领域受益时序：接入设备先受益，传输交换设备将启动	33
5.疫情催化，5G 建设短暂迟滞后加码提速	33
6. 投资建议	36
6.1 行业评级	36
6.2 投资策略	36
7. 风险提示	36

图表目录

图 1：移动通信网络组成	7
图 2：移动通信网络发展史	8
图 3：全球 VR/AR 市场规模	11
图 4：全球物联网连接数预测（单位：亿）	12
图 5：国内物联网产业规模预测（单位：亿元）	12
图 6：中美欧韩日 5G 相关政策	12
图 7：移动通信网络整体架构	13
图 8：4G 与 5G 基站结构变化	14
图 9：无线接入网部署模式	14
图 10：承载网架构和 CU/DU 部署位置	15
图 11：OPTION3 系列与 OPTION2 组网架构	16
图 12：各 5G 前传方案架构及优缺点对比	17

图 13: 2019~2024 年 4G 和 5G 宏基站建设数目预测	19
图 14: 5G 移动通信网络产业链	20
图 15: 三大运营商资本开支情况 (2007~2019)	21
图 16: 通信网络技术服务市场规模 (2007~2017)	22
图 17: 基于皮基站的室内覆盖解决方案	26
图 18: 基站主设备	27
图 19: 移动通信基站设备产量 (2014 年 8 月~2019 年 6 月)	27
图 20: 光缆网接入层结构	28
图 21: 5G 细分环节受益时序	33
表 1: 1G 到 5G 移动通信网络对比	8
表 2: 5G 关键技术	10
表 3: 前传各方案成本、运维、技术成熟度排序	17
表 4: 通信运营行业代表公司整理	21
表 5: 网络规划设计行业代表公司整理	23
表 6: 网络工程建设行业代表公司整理	24
表 7: 网络运维/优化行业代表公司整理	25
表 8: 系统集成与应用服务行业代表公司整理	25
表 9: 接入设备行业代表公司整理	27
表 10: 光纤光缆行业代表公司整理	29
表 11: 光模块行业代表公司整理	30
表 12: 光传输设备行业代表公司整理	31
表 13: 交换设备行业代表公司整理	32
表 14: 疫情发生以来中共中央政治局和工信部有关 5G 的政策	35



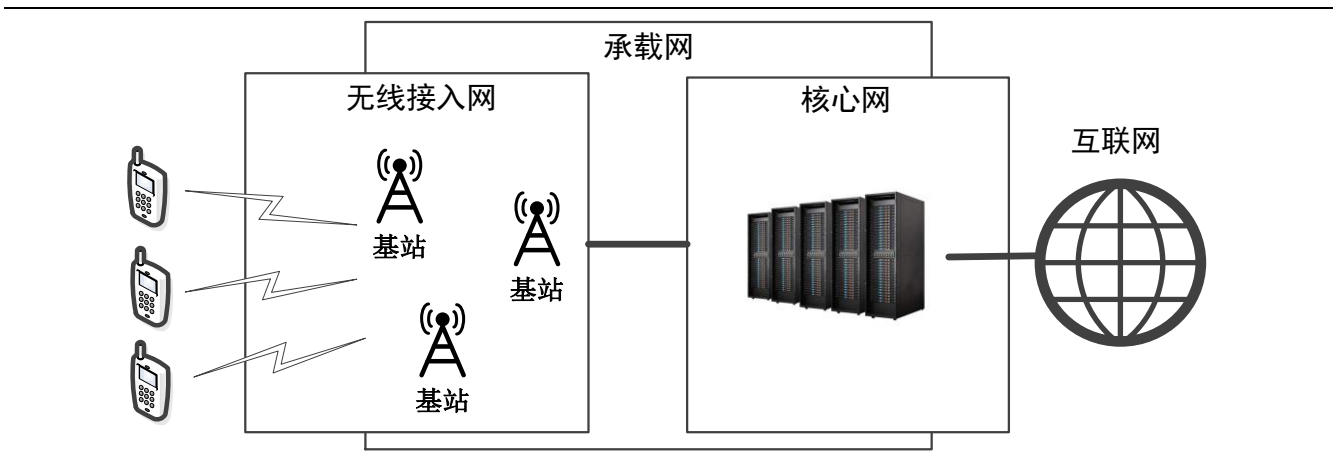
表 15: 3 月份运营商集采招标 35

1. 移动通信网络概述

1.1 移动通信网络行业界定

异地间人与人、人与物、物与物进行信息的传递和交换称为通信。通信以获取信息为目的，实现信息传输所需的一切设备和传输媒介构成通信系统，通信系统大体包括终端和通信网络两部分，终端负责原始信息和可传输信号之间的转换，通信网络负责可传输信号的接入、交换和传输。

图 1：移动通信网络组成



数据来源：山西证券研究所

移动通信网络是通信网络的分支，是实现移动用户与固定点用户之间或移动用户之间通信的通讯介质。移动通信网络已经发展了四代，目前正处于 5G 产业化的初期，移动通信网络可以分为两段，一段是终端到基站，这段是无线通信，也叫空中接口，负责将终端信息接入通信网络，按照功能划分称为无线接入网，另一段是基站到因特网，是有线通信，负责信息的传输和交换，按照功能可以继续划分成承载网和核心网。

1.2 移动通信网络发展历程：CT 与 IT 的融合，万物互联包罗万象

每一代移动通信网络都是由标志性能力和核心关键技术一起定义的，从第一代移动通信网络（1G）发展到如今的第五代移动通信网络（5G），核心关键技术的不断突破带来了更高性能的移动通信，进而催生出越来越丰富的移动应用场景，深刻改变了人们的生活。1G 宣告了移动通信的诞生；2G 伴随着大规模集成电路、微处理器与数字信号处理的应用不断成熟，将移动通信带入了数字时代，便携的移动电话开始普及；3G 提升了数据业务的支撑能力，互联网世界和通信世界开始走向融合，之后智能手机和 Andriod 操作系统横空出世，彻底引爆了移动互联网的发展；4G 乘势而起，进一步提升传输速率，开启移动互联网的全面发展时代；5G 突破了以往移动通信仅限于人与人之间的连接，实现了人与物、物与物的广泛互联，构建出统一连接世界的架构，通过跨行业整合，催生裂变出更多全新的行业应用。

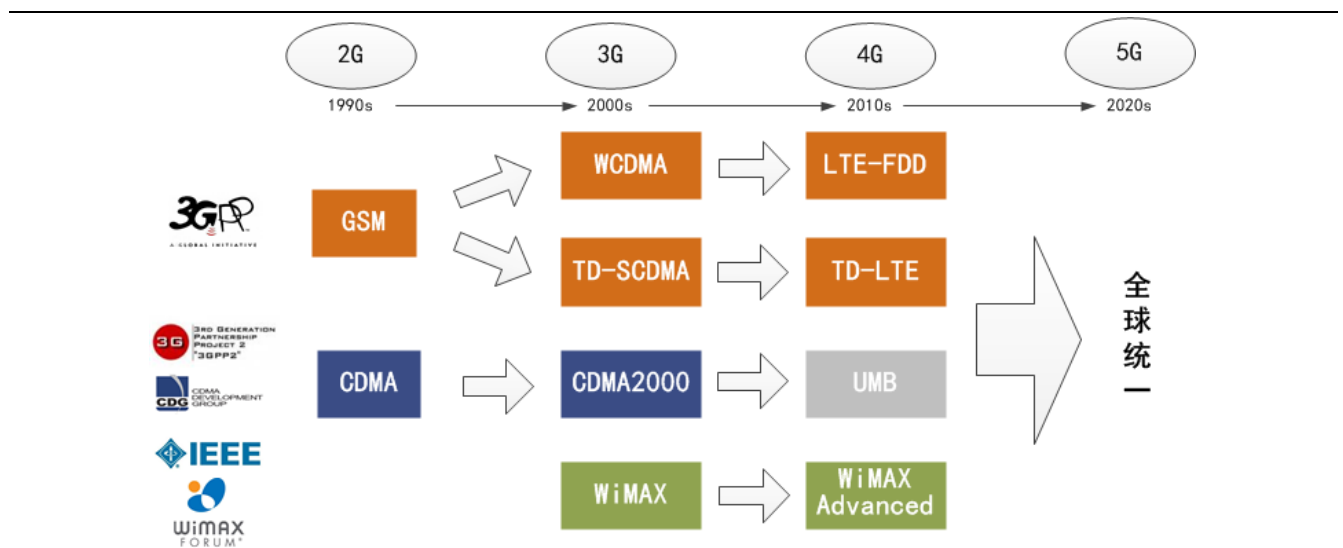
5G 首次实现了全球统一标准，我国 5G 标准必要专利数全球第一，中国移动通信产业在历经“2G 跟随，3G 突破，4G 同步”后，实现了“5G 引领”的历史性跨越。作为数字经济新引擎，5G 与人工智能、物联网、大数据以及云计算等新技术的协同将释放巨大的加成效应，助推新一轮的科技革命和产业变革，5G 向社会各个领域的不断渗透，将充分释放数字化应用对经济社会发展的倍增作用，打造经济发展新动能。

表 1：1G 到 5G 移动通信网络对比

	1G	2G	3G	4G	5G
诞生时间	1980s	1990s	2000s	2010s	2020s
关键技术	蜂窝结构组网 模拟通信技术 FDMA 技术	数字通信技术 TDMA 技术	CDMA 技术 分组交换技术	OFDM 技术 MIMO 技术	大规模天线阵列 新型多址技术 超密集组网 全频谱接入 新型网络架构
标准协议	AMPS、TACS 等	GSM、CDMA	WCDMA、 CDMA2000、 TD-SDMA	LTE-FDD TD-LTE WiMAX-Advanced	全球统一
业务能力	语音通话服务	语音通话为主要业务，开始引入低速数据业务，能够发短信和上网	支持高质量的多媒体业务	多媒体通信服务质量更高	增强型移动宽带、大规模机器类通信和超可靠低时延通信
缺点	系统容量有限，抗干扰能力差，通话质量不高，保密性差，不能进行长途漫游	不同制式间无法进行全球漫游，通信系统带宽有限	容量有限，传输速率较低	容量有限，难以支持高密度联网数，时延高	频段高覆盖弱

资料来源：山西证券研究所

图 2：移动通信网络发展史



数据来源：山西证券研究所

从 1G 到 5G，移动通信网络在通信技术一代又一代的更新迭代中不断推进，技术背后还有一些重要组织机构发挥着关键推动作用。早在 1G 时代，各国自发制定通信标准，独立构造通信生态，导致通信设备和服务难以通用，阻碍了跨行业、跨国别的通信交互，为了打破通信孤岛，联合国建立了下属组织国际电信联盟（ITU）进行国际通信标准的制定和发布。ITU 负责提出愿景并收集 3GPP 等行业标准化组织撰写的技术规范，形成最终的通信标准建议。3GPP 的成员包括网络运营商、终端企业、芯片企业、网络通信设备制造商、研究机构、政府机构等，各个成员针对愿景中定义的通信场景和相应的关键性能指标，向 3GPP 提交自己的技术方案。3GPP 组织成员进行技术讨论，在每个关键技术点（调制、编码、多址、组网、多天线等）分别选择出最优秀的技术方案，并根据这些方案制定出新一代通信系统的技术规范。从 3G 时代开始，ITU 会约 10 年的时间开发新一代的通信协议标准，行业中的企业在向 3GPP 等标准化组织提供技术方案初稿时就会同步开发新一代通信技术的产品和服务，待到标准全面实施时早已完成新通信标准下的初代产品和服务的研发。移动通信网络就是在标准化组织的推动下，伴随着通信技术一代又一代的更新迭代，不断进行着自我进化。

1.3 移动通信网络驱动要素：技术、市场、政策三驾马车

制定新一代的移动通信标准，首要的目标是解决上一代通信标准在应用中出现的问题以及应对新出现的场景需求，然后由此抽象出新一代的移动通信标准需要具备的关键能力，所以市场需求决定了移动通信网络发展的方向。针对场景需求和关键能力制定出的新一代移动通信标准是关于一系列技术点的解决方案的集合，必须以技术的创新和进步为基础。由于通信业具有显著的公共性和自然垄断性的特点，因此移动通信网络的发展必然涉及到政府管制的问题。一方面政府可以通过对运营商的重组、市场准入制度和频谱牌照管理直接影响市场结构，另一方面政府也可以通过诸如资费、网间互联互通等管制行为直接影响市场行为和市场绩效，政府管制从生产关系方面决定了移动通信产业的发展格局。

1.3.1 技术驱动：多种技术融合推动性能飞跃

面对未来爆炸性的移动数据流量增长、海量的设备连接、不断涌现的各类新业务和应用场景，新一代的移动通信网络需要具备更高的性能，同时为了实现移动通信网络的可持续发展，需要从网络建设、部署和运营维护方面，提升移动通信网络的系统能力。为此，5G 通过融合多种无线技术和网络技术，在极大提升移动通信网络性能的同时，也大幅提高了网络部署和运营的效率。移动通信网络性能方面，5G 支持 0.1~1Gbps 的用户体验速率，每平方公里一百万的连接数密度，毫秒级的端到端时延，每平方公里数十 Tbps 的流量密度，每小时 500km 以上的移动性和数十 Gbps 的峰值速率。网络部署和运营方面，相比 4G，5G 频谱

效率提升 5~15 倍，能效和成本效率提升百倍以上。

表 2：5G 关键技术

技术领域	关键技术	简介
无线技术	大规模天线阵列	通过显著增加基站侧配置天线的个数，深度挖掘无线空间维度资源，显著提升频谱效率和功率效率
	超密集组网	通过增加基站部署密度，可实现频率复用效率的巨大提升，主要应用于具有大流量特性的数据热点场所
	新型多址技术	通过多用户信息的叠加传输，在相同的时频资源上可以支持更多的用户连接，实现频谱效率和接入能力的显著提升，此外可以实现免调度传输，简化了信令流程，大幅度降低接入时延
	全频谱接入	通过有效利用各类移动通信频谱（包含高低频段、授权与非授权频谱、对称与非对称频谱、连续与非连续频谱等）资源来提升数据传输速率和系统容量
网络技术	软件定义网络（SDN）	一种控制与转发分离，可以实现集中控制的可编程网络体系架构，5G 引入 SDN 技术可以解耦控制平面和用户平面，控制平面利用通信接口对用户平面上的网络设备进行集中控制，实现了更灵活高效的资源分配，降低了网络维护难度，缩短了网络部署周期，降低了网络运维成本
	网络功能虚拟化（NFV）	一种在通用硬件上用软件方式实现传统网元功能的虚拟化技术，解决了将网络功能部署在通用硬件上的问题，实现了网元功能和专用网络设备的解耦，支持动态扩展网络功能，提高了业务部署的灵活性和效率

资料来源：山西证券研究所

ITU 通过整合上述无线和网络方面的各项关键技术，形成 5G 移动通信标准，规范技术的发展方向，推动达成产业共识，指导 5G 后续产业发展。5G 移动通信标准主要分为 R15 和 R16 两个阶段，包括无线接入网及核心网，其中 R15 的 5G 标准又分为早期版本、主要版本和晚期版本。目前基于 R15 的 5G 标准已经冻结，最新版本已具备商用条件，重点满足增强移动宽带（eMBB）和超可靠低时延通信（uRLLC）应用需求。R15 标准既兼顾了 4G 平滑演进，也考虑了 5G 未来新需求；既增强了原有 4G 功能，也新增了 5G 能力，稳健务实地推进了移动通信网络的迭代更新。R16 主要满足海量机器类通信（mMTC）应用需求，以及超可靠低时延通信（uRLLC）应用增强，预计 2020 年 6 月完成冻结，届时将形成完整的 5G 标准。

1.3.1 市场驱动：移动互联网和物联网是两大驱动力

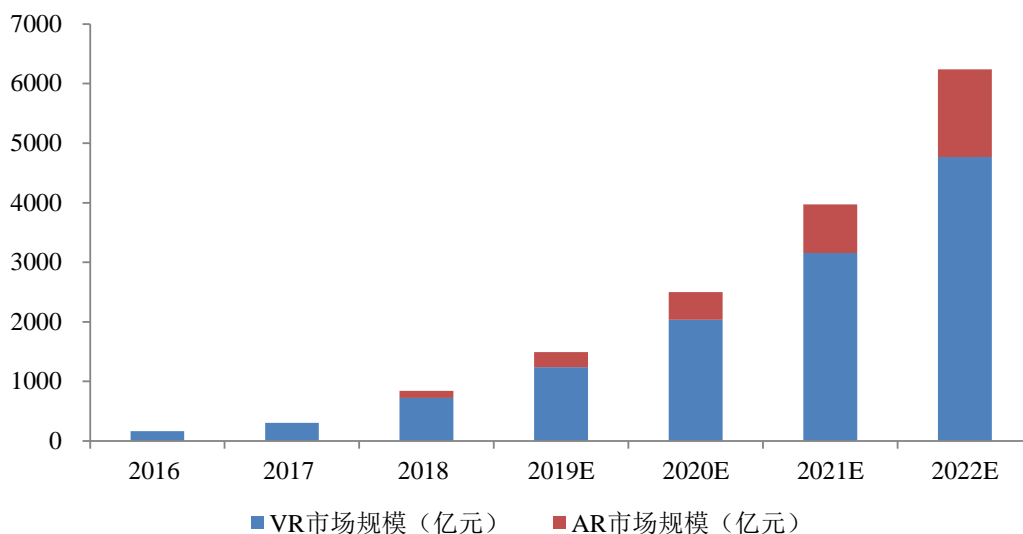
市场需求方面，移动互联网和物联网是未来移动通信系统发展的两大主要驱动力，提供了 5G 的应用场景。未来移动互联网的进一步发展和物联网应用的爆发式增长，将会缔造出规模空前的新兴产业，为移动通信网络带来蓬勃生机和无穷动力。

移动互联网经过 2G 阶段的孕育萌发、3G 阶段的快速成长以及 4G 阶段的全面发展，颠覆了传统移动通信的业务模式，为用户提供了前所未有的交互体验，深刻影响了人们的工作生活方式。面向未来，人类社会信息交互方式将进一步升级，针对 VR/AR、超高清（3D）视频、移动云等新的业务模式，需要更高的

体验速率支持用户身临其境的极致体验，移动数据流量也将出现爆炸式增长，移动互联网的进一步发展提供了 5G 的一大应用场景——增强移动宽带（eMBB）。

根据《超高清视频产业发展行动计划（2019-2022 年）》的目标规划，到 2022 年，超高清视频产业总规模将超过 4 万亿元，超高清视频用户将达到 2 亿人。2018 年全球 VR/AR 市场规模超过 700 亿元，同比增长 126%，预计 2020 将超过 2000 亿元，VR 占据主体地位，AR 增速显著。

图 3：全球 VR/AR 市场规模



数据来源：山西证券研究所

物联网是实现世间万物互联互通的网络，需要通信网络作为信息的承载体。物联网突破了人与人的连接，将通信延伸到人与物、物与物，极大拓展了移动通信网络的服务范围，使移动通信网络渗透至更为广阔的行业和领域。物联网业务对于移动通信网络的需求可以分为两类，一类是在智能穿戴设备、智慧城市等应用中，提供极大的系统容量，为海量的低功耗物联网终端提供服务，这类应用场景称为海量机器类通信（mMTC），另一类是在移动医疗、车联网、工业控制等应用中，在保证超低时延的同时提供超高的传输可靠性，这类应用场景称为超可靠低时延通信（uRLLC）。

据 GSMA 统计数据显示，2018 年全球物联网连接数达 91 亿，2020 年预计 126 亿，2025 年全球物联网设备（包括蜂窝及非蜂窝）连接数将达到 252 亿。我国物联网行业的十三五规划目标是到 2020 年国内物联网行业规模达到 1.5 万亿元，据 GSMA 测算，十三五规划目标有望超预期完成，并且到 2022 年，中国物联网产业规模将超过 2 万亿元，达到 21300 亿元。

图 4：全球物联网连接数预测（单位：亿）

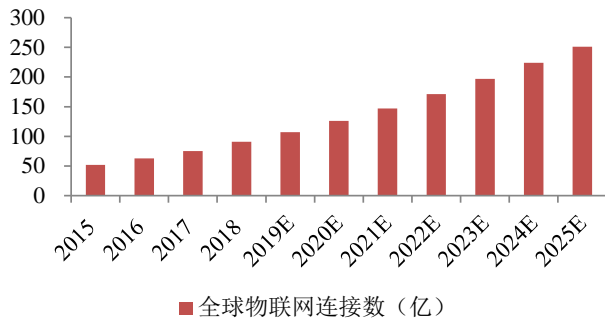
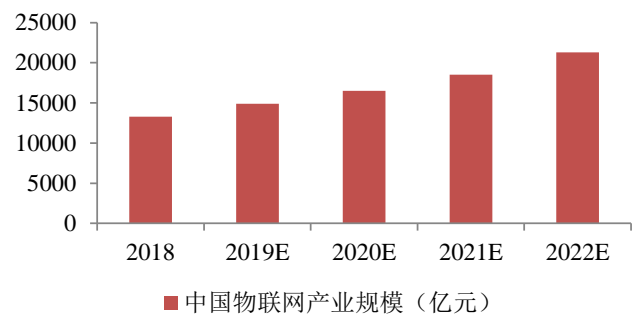


图 5：国内物联网产业规模预测（单位：亿元）



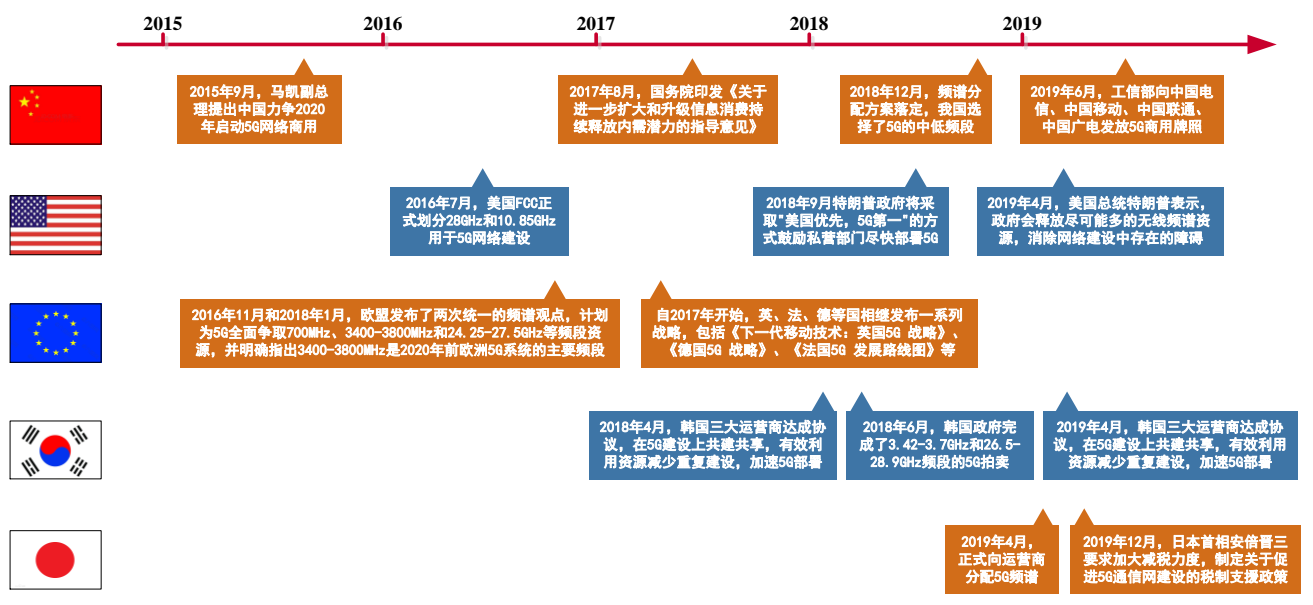
数据来源：GSMA、山西证券研究所

数据来源：GSMA、山西证券研究所

1.3.3 政策驱动：5G 是全球竞争的战略制高点

5G 与经济社会融合发展，具有强大的经济社会溢出效应，将促进经济社会跨越式发展。全球 5G 的竞争已经超越了技术产业竞争范畴，成为世界主要国家赢得新一轮国际竞争的重要抓手，各国纷纷加快 5G 战略和政策布局，通过制定发展战略、发布 5G 频谱计划、资助 5G 产业、支持 5G 技术试验、建设 5G 平台、构建 5G 安全、提升关键领域产业竞争力等方式为本国企业赢得 5G 竞争助力。

图 6：中美欧韩日 5G 相关政策



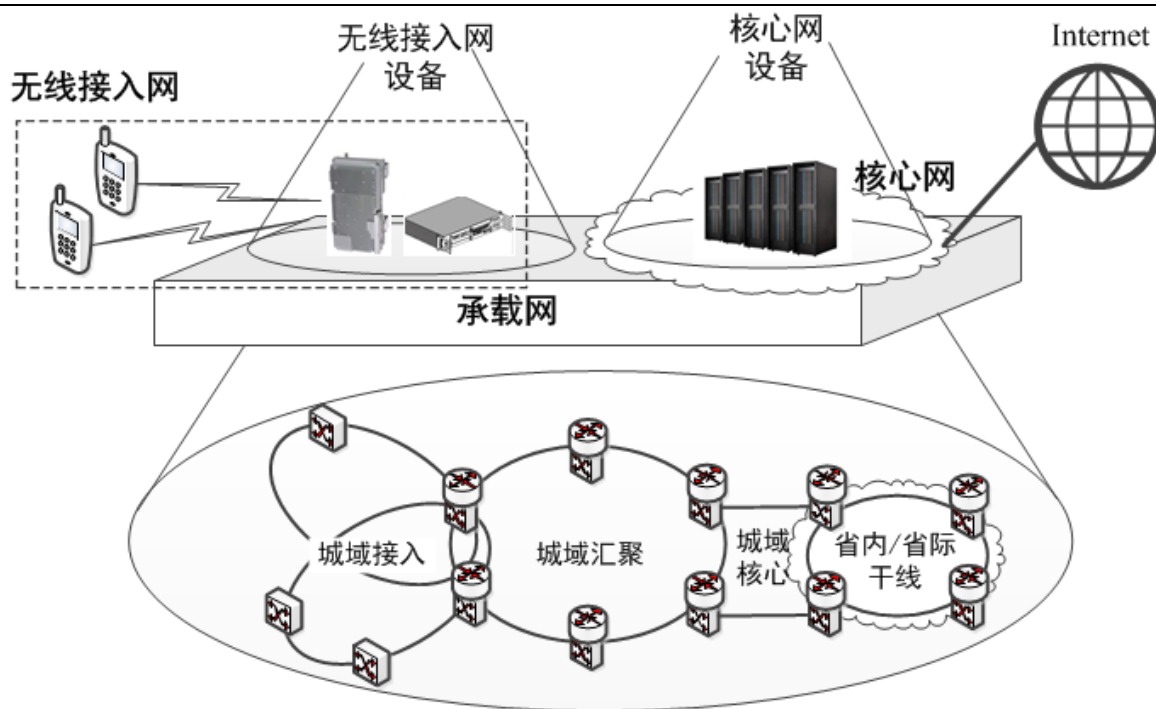
数据来源：山西证券研究所

2. 5G 发展现状和演进趋势

移动通信网络主要包括无线接入网、承载网和核心网三部分。无线接入网负责将终端接入通信网络，

对应于终端和基站部分；核心网主要起运营支撑作用，负责处理终端用户的移动管理、会话管理以及服务管理等，位于基站和因特网之间；承载网主要负责数据传输，介于无线接入网和核心网之间，是为无线接入网和核心网提供网络连接的基础网络。无线接入网、承载网和核心网分工协作，共同构成了移动通信的管道。

图 7：移动通信网络整体架构



数据来源：山西证券研究所

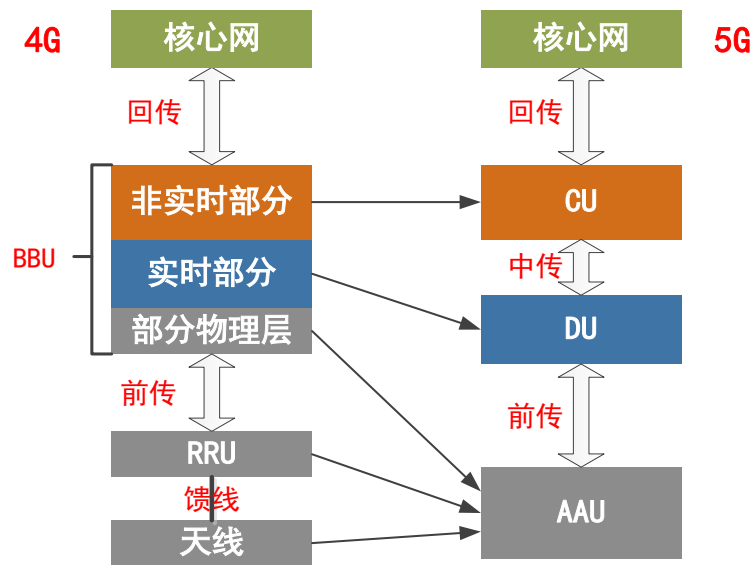
2.1 5G 移动通信网络新变化

2.1.1 无线接入网：BBU 拆分，两级架构变三级

无线接入网侧，基站作为提供无线覆盖，连接无线终端和核心网的关键设备，是 5G 网络的核心设备，相比于主要由 BBU 基带处理单元、RRU 射频拉远单元、馈线和天线构成的 4G 基站，5G 基站 BBU 功能被重构为 CU 和 DU 两个功能实体，RRU 与天线合并为 AAU 实体。

BBU 拆分为 CU 和 DU，使得无线接入网网元从 4G 时代的 BBU+RRU 两级结构演进到 CU+DU+AAU 三级结构，相应的无线接入网架构也从包含前传（BBU 和 RRU 之间的网络）和回传（BBU 和核心网之间的网络）的两级架构变为 5G 时代包含前传（DU 和 RRU/AAU 之间的网络）、中传（CU 和 DU 之间的网络）和回传（CU 和核心网之间的网络）的 3 级架构，DU 以星型方式连接多个 AAU，CU 以星型方式连接多个 DU。

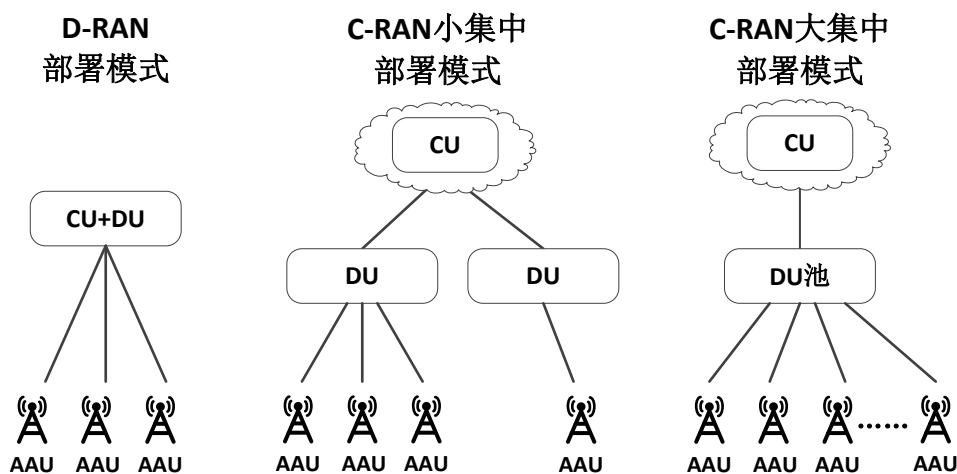
图 8：4G 与 5G 基站结构变化



数据来源：山西证券研究所

新的无线接入网架构意味着 5G 基站将具备多种部署形态，总体看主要有 DRAN(分布式部署)和 CRAN (集中式部署)两种场景，其中 CRAN 又细分为 CRAN 小集中和 CRAN 大集中两种部署模式。DRAN 是传统模式，CU 与 DU 合一，AAU 共站址部署，结构与 4G 类似，可利旧现有的机房及配套设备，光纤资源需求低，是 5G 无线接入网在建设初期快速部署时主要采用的部署模式。CRAN 两种模式下，CU 和 DU 均部署在不同站点，AAU 按需拉远，需要额外敷设光缆，CU 云化部署，两种模式的不同点在于，CRAN 小集中模式下，DU 按需部署在不同机房，CRAN 大集中模式下，DU 池化部署在同一机房，在 5G 规模建设阶段，CRAN 模式可以大幅减少基站机房数量，节省机房建设/租赁成本，采用虚拟化技术实现资源共享和动态调度，便于提高跨基站协同效率，将成为 5G 无线接入的主要部署模式。

图 9：无线接入网部署模式



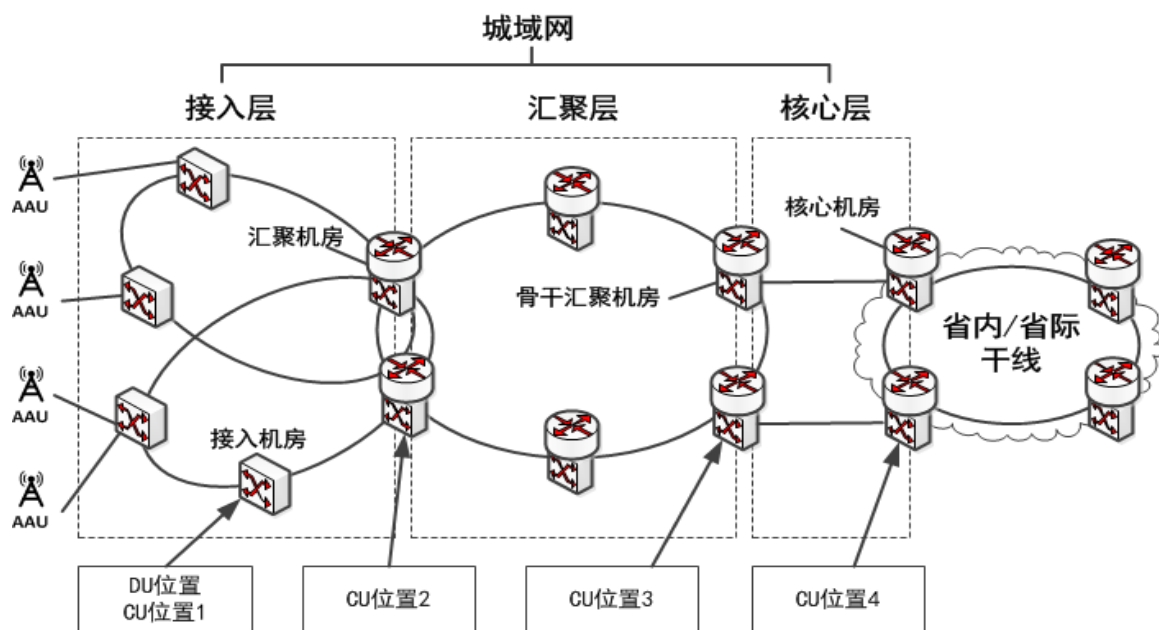
数据来源：山西证券研究所

2.1.2 承载网：无线接入网与核心网网元重新部署

5G 标准提出了 5G 网络的无线接入网和核心网的新架构，与 4G 网络有较大的区别，无线接入网的功能重新划分及部署方式对承载网的架构将产生较大影响，而 5G 的三大应用场景对网络性能的极端差异化需求，推动了核心网切片及分布式部署，也对承载网的架构和性能有较大影响。

5G 承载组网架构包括城域与省内/省际干线两个层面，其中城域内组网按逻辑包括接入、汇聚和核心三层架构。接入层通常为环形组网，汇聚和核心层根据光纤资源情况，可以分为环形组网与双上联组网两种类型。5G 基站引入了 CU/DU 分离，提高了组网的灵活性，针对不同业务场景和网络发展的不同阶段，CU/DU 可以部署在承载网的不同位置，其中 DU 部署位置和 4G 的 BBU 类似，一般部署在承载网的接入层机房，CU 可以部署在承载网接入层机房、汇聚层机房或者核心层机房，随着部署层次越高，回传接口的带宽越大，CU 容量越大，可连接的 DU 越多，系统可获得的资源池化增益越大，但同时传输距离越远，CU 与 DU 间的传输时延越大，对于 uRLLC 等时延敏感的业务场景，需要将 CU 尽量下沉并靠近 DU 部署。

图 10：承载网架构和 CU/DU 部署位置



数据来源：山西证券研究所

2.1.3 核心网变化：控制面和用户面分离，用户面部署下沉

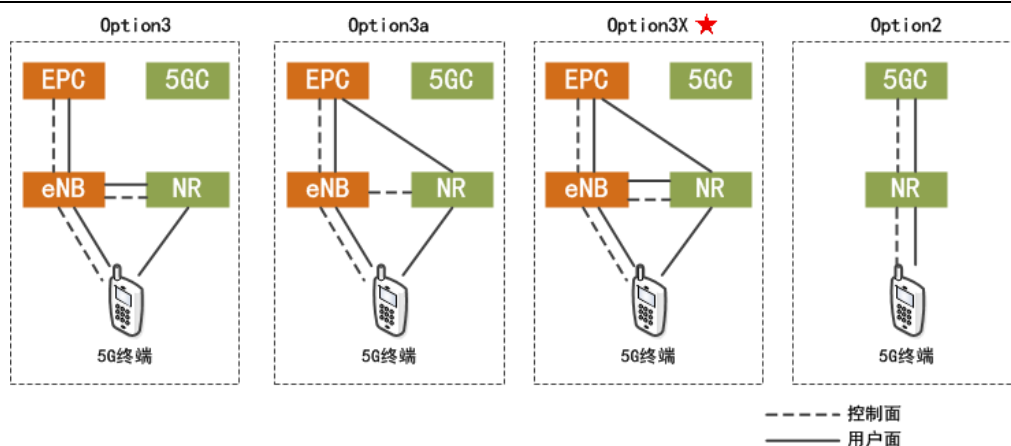
核心网侧，根据 5G 标准，5G 核心网采用服务化架构（SBA）设计，虚拟化方式实现，控制面和用户面彻底分离。控制面采用逻辑集中的方式实现统一的策略控制，保证灵活的移动流量调度和连接管理，用户面将专注于业务数据的路由转发，具有简单、稳定和高性能等特性，便于灵活部署以支持未来高带宽、

低时延业务场景需求。对于 5G 核心网部署方式，控制面网元主要集中部署在承载网的省级核心或区域核心，用户面将采用根据业务特点切片部署的方式，根据不同类型的业务的功能、性能等进行网络切片，并分别进行部署，不同切片部署在网络的不同层级。eMBB 业务单向时延小于 10ms，同时也是 5G 网络流量最大的部分，基于时延和流量优化的目的，eMBB 业务的用户面会从 4G 承载网的省级核心下沉到城域网，随着 CDN 网络的下沉，甚至会下沉到城域网的汇聚层，mMTC 业务对时延不敏感，mMTC 业务的用户面将在较高层面集中部署，如承载网的省级核心，在 5G 初期主要是 eMBB 和 mMTC 业务，uRLLC 相关标准尚未完成，uRLLC 业务的用户面部署策略有待研究。

2.1.4 组网方式：NSA 向 SA 过渡

从无线接入网与核心网的关系角度看，考虑到 4G 向 5G 的平滑过渡，5G 架构分为独立组网方式（SA）和非独立组网方式（NSA），这两大类又有多种具体的无线网与核心网的组合选择。对于国内运营商的组网选择，主要有两种：采用 option2 的 SA，此时 5G 无线接入网（NR）与 5G 核心网（5GC）直接连接；采用 option3 的 NSA，此时 5G 无线接入网（NR）与 4G 核心网（EPC）连接，不需要 5G 核心网，终端与 5G 无线接入网（NR）和 4G 无线接入网（eNB）采用双连接机制。在 NSA 的 option3 架构中，先演进 5G 无线接入网，保持 4G 的核心网，现网的物理和虚拟化网元均可软件升级支持 NSA，利旧现网机构、接口、网管、计费、运维体系，NSA 方式是 5G 核心网尚未成熟阶段的过渡方案，立足于尽快部署 5G 网络。SA 的 Option2 通过部署 5G 无线网接入 5G 核心网，是 5G 系统最终的目标架构，能够最大程度实现 5G 的新特性和新功能，但是无法利旧现网资源，初期部署成本较高。

图 11：Option3 系列与 Option2 组网架构



数据来源：山西证券研究所

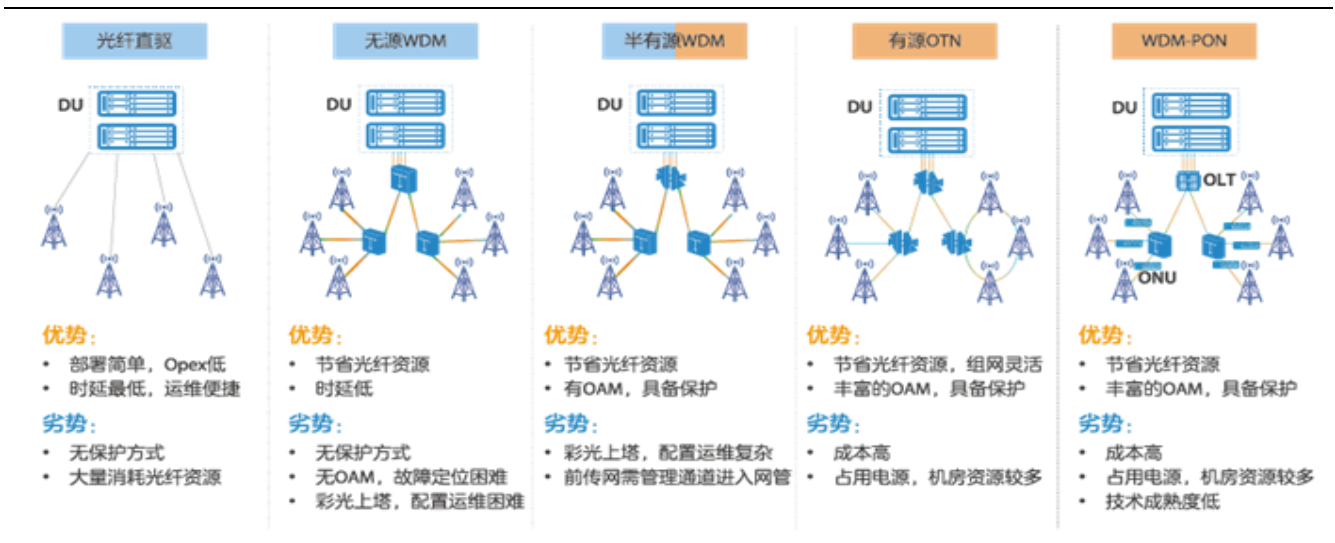
2.2 5G 移动通信网络建设方案

2.2.1 5G 前传方案：建网成本与后期运维的平衡

5G 前传方案主要包括光纤直驱方案、无源 WDM 方案、半有源 WDM 方案和有源 WDM/OTN 方案。

光纤直驱方案采用光纤直接连接 AAU 和 DU，无需传输设备；无源 WDM 方案采用无源合分波器搭配彩光直驱，在 AAU 和 DU 上安装彩光模块，在 DU 前端和 AAU 节点分别配置光合分波器和光分插复用器，实现利用一对甚至一根光纤提供 AAU 到 DU 之间的连接；半有源 WDM 方案在 AAU 侧使用彩光模块，经过无源波分复用器后在一根光纤中传输，DU 侧采用有源 WDM 设备将前传的彩光信号进行转发，并对 AAU 的彩光模块进行运维；OTN 方案在 AAU 和 DU 上安装的是白光模块，AAU 站点和 DU 前端各设置一个有源 OTN 设备，接入 OTN 设备客户侧，映射和复用成高速 OTN 信号并转换成彩光接口，经过波分复用后在一根或是一对光纤中传输；WDM-PON 方案在 AAU 和 DU 两端分别设置 ONU 和 OLT，主干光缆占用 1 芯，AAU 安装白光模块后接入 ONU，OLT 可提供多个不同波长的光源，实现控制、交换和管理功能，OWDN（光波长分配网络）部署在 OLT 与 ONU 之间，实现波长分配。

图 12：各 5G 前传方案架构及优缺点对比



数据来源：中兴通讯官网、山西证券研究所

表 3：前传各方案成本、运维、技术成熟度排序

排序	类型	建设成本	运维效率	技术成熟度
由高到低		WDM-PON	OTN	光纤直驱
		OTN	WDM-PON	无源 WDM
		半有源 WDM	光纤直驱	半有源 WDM
		无源 WDM	半有源 WDM	OTN
		光纤直驱	无源 WDM	WDM-PON

资料来源：中兴通讯官网、山西证券研究所

2.2.2 5G 中回传方案：基于 4G 承载网技术框架的升级

5G 的承载网是在 4G 承载网现有技术框架的基础上，通过“技术升级、设备改造”的方式，采用新技术实现能力的全面强化。4G 承载主要有两种方式：PTN 以及 IP RAN，我国运营商基于各自 4G 承载网基础提出了多种 5G 承载技术方案，主要包括切片分组网（SPN）、面向移动承载优化的 OTN（M-OTN）、IP RAN 增强+光层三种技术方案。

SPN 是中国移动在承载 3G/4G 回传的分组传送网络（PTN）技术基础上，面向 5G 和政企专线等业务承载需求，融合创新提出的新一代切片分组网络技术。SPN 具备前传、中传和回传的端到端组网能力，通过 FlexE 接口和切片以太网（SlicingEthernet, SE）通道支持端到端网络硬切片，并下沉 L3 功能至汇聚层甚至综合业务接入节点来满足动态灵活连接需求，接入层考虑灰光方案，使用 50GE PAM4 满足带宽需求，在核心和汇聚层根据带宽需求引入 100Gb/s、200Gb/s 和 400Gb/s 彩光方案。

综合考虑 5G 承载和云专线等业务需求，中国电信融合创新提出了面向移动承载优化的 OTN(M-OTN) 技术方案。M-OTN 技术是对 OTN 技术面向 5G 传输需求的优化，主要改进在于通过增加 OTN 控制器引入 SDN 的网络架构，将 OTN 的静态路由分配机制优化为集中的动态分配技术。另外采用 ODU-flex+FlexO 的方式在网络侧实现传输通道的聚合，OTN 基于 ODUk 的网络架构具有天然的切片和透明传输特性，通过引入对 L3 层以太网协议的支持和简化 L2, L1 层协议复杂度和通道开销，满足 5G 对业务切片、带宽、时延的需求。

基于 IP RAN&光层的 5G 承载组网架构包括城域核心、汇聚和接入的分层结构。核心汇聚层由核心节点和汇聚节点组成，采用 IP RAN 系统承载，核心汇聚节点之间采用口字型对接结构。接入层由综合业务接入节点和末端接入节点组成，综合业务接入节点主要进行基站和宽带业务的综合接入，末端接入节点主要接入独立的基站等，接入节点之间的组网结构主要为环形或链形，接入节点以双节点方式连接至一对汇聚节点，接入层可选用 IP RAN 或 PeOTN 系统来承载。前传以光纤直驱方式为主（含单纤双向），当光缆纤芯容量不足时，可采用城域接入型 WDM 系统方案（G.metro）。

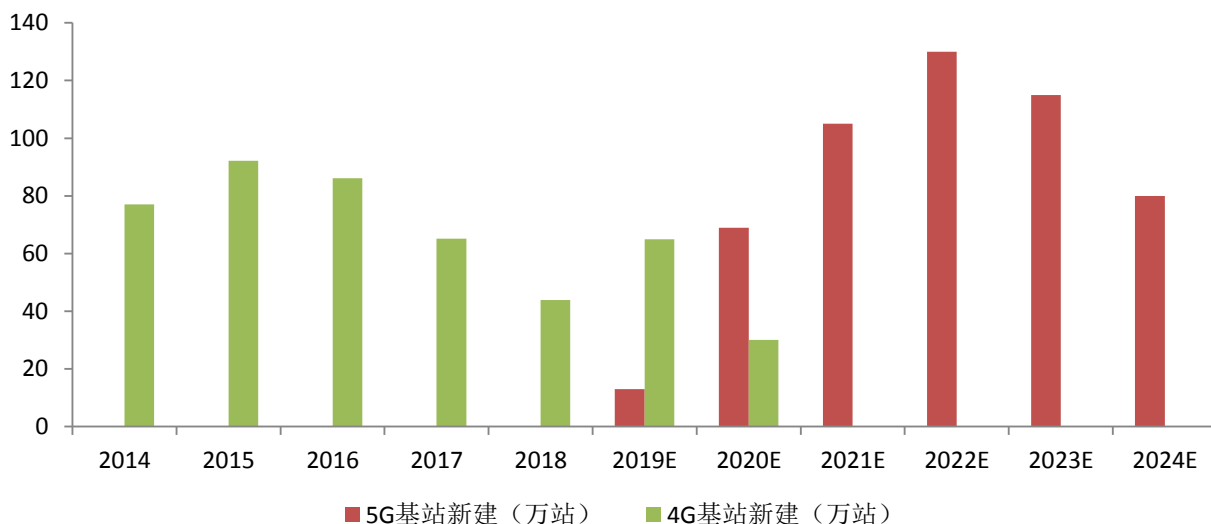
2.2.3 5G 组网演进安排：NSA 向 SA 演进

2019 年是 5G 预商用阶段，中国移动、中国联通和中国电信三大运营商均选择以 NSA 模式部署网络，逐渐向 SA 模式过渡。2020 年 5G 大规模建设阶段，国内运营商将全面启动 SA 网络升级。运营商在 5G 部署早期多数是从投资 5G 基站开始的，未来运营商不管何时选择从 NSA 升级 SA，运营商对于 5G 基站硬件的投资是不变的。

2.3 5G 移动通信网络建设现状：基站建设加速，承载网建设即将启动

2019年6月6日，工信部正式发放5G商用牌照，拉开了中国5G建设的序幕。工信部2019年通信业统计公报显示，截至2019年底，我国5G基站数超过13万个。中国联通于2020年2月21日表示，前三季度与电信合作力争完成25万站基站建设，中国移动则于2020年2月29日表示，全年“建设30万个5G基站”的目标不会变。中共中央政治局常务委员会2020年3月4日召开会议指出，要加大公共卫生服务，应急物资保障领域投入，加快5G网络、数据中心等新型基础设施建设进度，要注重调动民间投资积极性。目前三大运营商全年计划建设55万5G基站，预计5G网络全年建设进度有可能超市场预期。

图 13：2019~2024 年 4G 和 5G 宏基站建设数目预测



数据来源：工信部，前瞻经济学人网，山西证券研究所

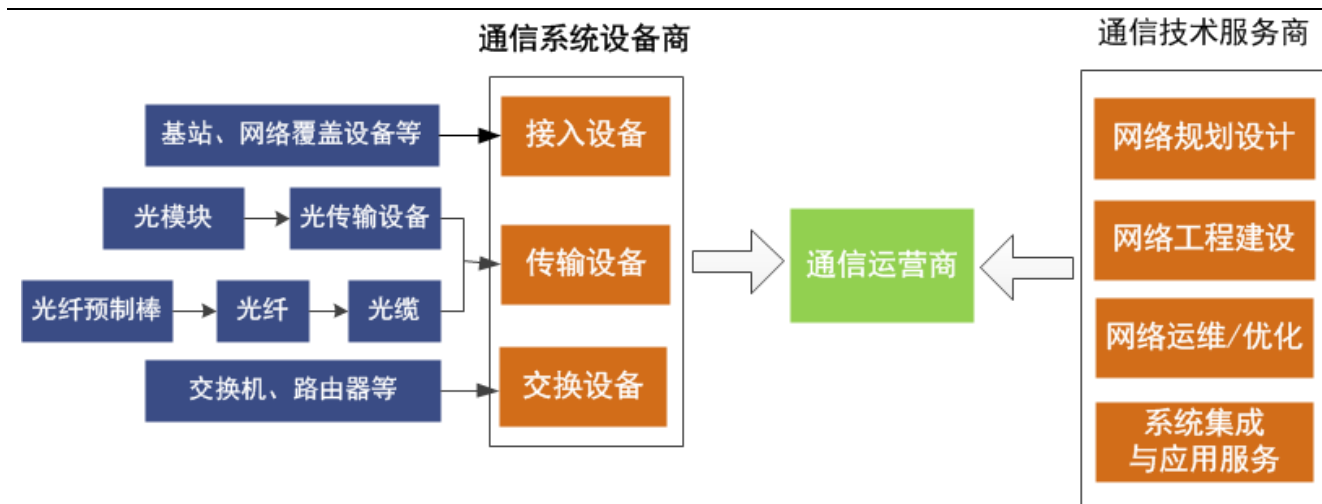
2019年下半年开始，运营商陆续启动5G承载网设备集采，中国联通集采100G WDM/OTN设备，中国电信集采100G DWDM/OTN设备，中国移动也于2019年12月26日发布2020年至2021年SPN设备新建部分集中采购公告，共涉及28个省、自治区和直辖市，预估采购规模为145663端，拉开承载网规模改造升级的序幕。

3. 移动通信网络产业链分析

移动通信网络产业的主体对象是由系统设备和支撑软件共同构成的移动通信网络，系统设备构成了硬件基础，从功能上划分为接入设备、传输设备和交换设备，支撑软件构成了管控大脑。围绕移动通信网络从规划设计、工程施工、网络优化到网络维护的全生命周期，电信运营商通过固定资产投资，从网络设备

制造商购买系统设备，搭建移动通信网络，网络建设初期和建设后，需要网络规划和优化公司的配合，网络优化到一定程度后，需要系统集成服务商建设网络运营支撑系统进行运营，电信运营商运营网络的过程中，会与内容服务提供商合作提供增值服务，整个移动通信网络产业链中，电信运营商作为核心主导了移动通信网络的全生命周期。

图 14：5G 移动通信网络产业链



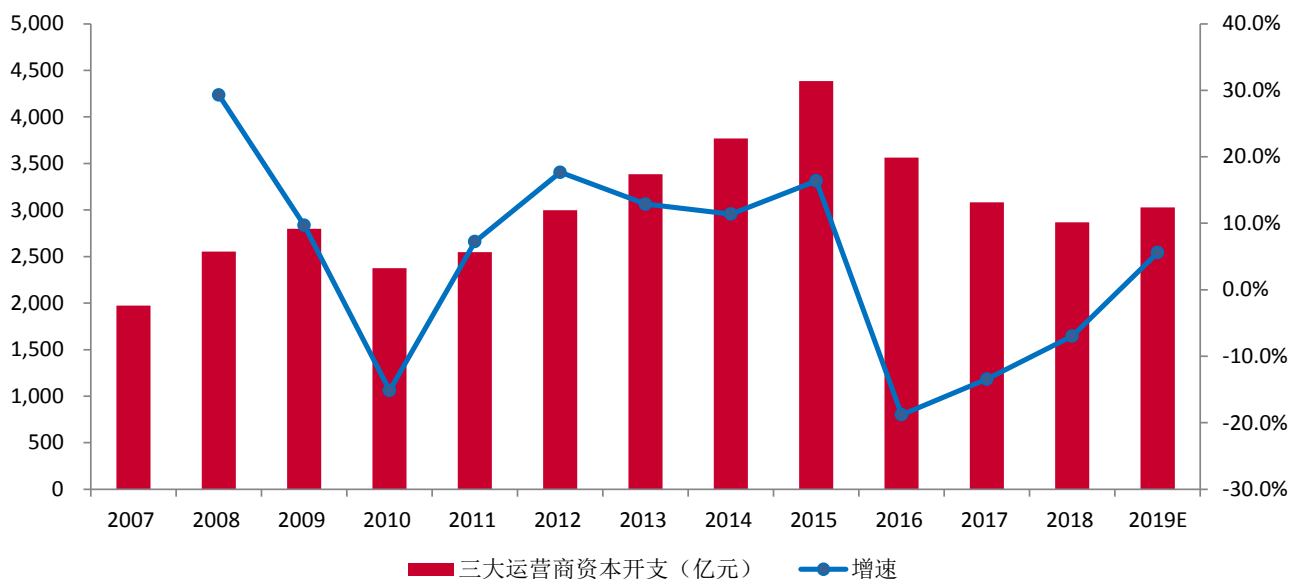
数据来源：山西证券研究所

3.1 通信运营：网络建设的火车头

通信运营商负责建设、管理和运营电信网络，直接向用户提供基于网络的电信服务，提供的主要服务包括固定电话、移动电话和互联网接入服务。通信运营商的上游是通信系统设备商和通信技术服务商，下游是终端消费者、政企用户和互联网厂商。电信运营商利用其在产业链中的地位，联合硬件供应商、软件供应商、应用开发商等众多上下游厂商，搭建通信网络和应用平台，满足客户信息化应用需求。电信运营商是通信网络建设的火车头，其大规模的连续投资支撑了通信网络的迭代更新。

4G 时代，运营商传统业务（语音短信）持续下滑，数据业务（移动互联网流量、视频流量）快速增长，成为电信业务增长的核心驱动力，运营商进入流量经营时代。但是自 2017 年以来，随着不限量套餐推出以及流量漫游费取消，份额考核压力下的低价过度竞争使运营商行业增长陷入停滞。5G 时代，物联网将带来连接规模增量，大量垂直领域的行业应用将助力运营商打开 2B 的广阔蓝海市场，企业客户和个人客户的高等级、定制化需求市场有望开启，有助于重构运营商商业模式，实现运营商的再成长。在经历了几年 4G 建设投入高峰后，自 2016 年开始，运营商的资本开支经历了连续三年的下滑，随着 2019 年 5G 周期的开启，运营商的资本开支将触底回升，并有望稳步回升，迎来比 4G 峰值更高跨度更长的上行周期。

图 15：三大运营商资本开支情况（2007~2019）



数据来源：山西证券研究所，wind

根据是否自建移动通信网络基础设施，电信运营商分为基础运营商和虚拟运营商，虚拟运营商从电信基础运营商（中国移动、中国电信、中国联通、中国联通等）手中购买移动通信服务、租用号码、时间、网络等资源，通过自己的计费系统、客服、营销和管理体系销售给最终用户。

表 4：通信运营行业代表公司整理

公司名称	股票代码	简介
中国联通	600050	面向全国提供全方位的电信服务，包括移动宽带（WCDMA、LTE FDD、TD-LTE）、固网宽带、GSM、固网本地电话、信息通信技术服务、数据通信服务以及其他相关增值服务

资料来源：山西证券研究所

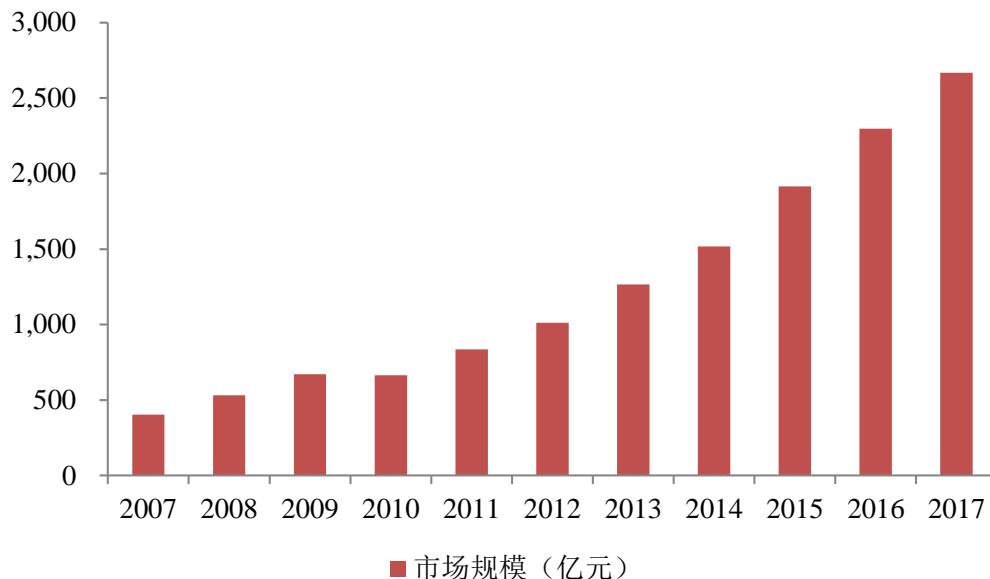
3.2 通信技术服务：网络建设的实施者

移动通信技术从 1G 发展到当前的 5G，升级换代越来越快，网络规模不断扩大，网络复杂程度不断提高，多样化的电信业务形式和不断升高的用户需求，对电信运营商的服务能力提出前所未有的挑战，运营商已无法顾全整个通信服务产业链条的各个环节，通过外包电信业务，把前期的网络规划、建设以及后期的网络维护、优化交给设备供应商或第三方通信技术服务公司，自己则专注于市场营销、客户开发、品牌维护及内容管理等更贴近客户的核心业务，目前我国通信行业已经形成了成熟的技术服务外包模式，运营商通过公开招标方式选择优质通信技术服务提供商，通信技术服务行业就是在这样的背景下产生，并伴随着通信技术的快速发展和移动互联网的日益普及，不断发展壮大。

通信技术服务行业的发展与运营商的固定资产投资规模、技术更新的节奏和网络环境要求直接相关。

固定资产投资规模越大，技术更新越快，网络环境越复杂，电信运营商对通信技术服务的需求就越大。近年来，我国电信行业发展迅猛，也带来了通信技术服务行业的快速发展，5G时代的到来将为通信技术服务业打开后续市场发展空间。

图 16：通信网络技术服务市场规模（2007~2017）



数据来源：山西证券研究所，wind

通信技术服务围绕移动通信网络的生命周期展开，包括网络规划、网络建设、网络维护和网络优化四个环节。通信网络的规划、建设、维护和优化是一个有机的系统性工程，需要不同环节间紧密协调和配合。早期电信运营商是将各环节服务按照不同的专业分包给不同的服务提供商，但是随着网络规模的扩大，网络技术迭代升级的加快，以及网络架构复杂度的提高，电信运营商协调和管理难度加大，而拥有全业务能力的通信技术服务商将越来越受到青睐。

目前，在国内市场格局中，通信技术服务提供商主要包含三类：一类是以电信运营商下属技术服务企业为代表的国有或国有控股的传统服务商，这些企业具有得天独厚的资源优势，在业务规模 and 市场份额上处于领先地位；一类是电信设备商，这些企业可以凭借自身产品的技术优势，在提供设备的同时附带提供相关技术服务；一类是以民营企业为主的第三方专业通信技术服务商，这些企业大多数规模较小、服务区域较为局限、业务种类较为单一，但是本地服务的响应速度快，少数起步早、技术领先的企业，通过多年积累已经具备在全国范围内提供一体化服务的能力。

3.2.1 网络规划设计

通信规划设计是为电信运营商提供独立的第三方通信网络建设技术服务，内容包括规划咨询、勘察设计、工程监理等，其在通信网络工程建设中位列前端，是通信产业中高毛利率（80%）业务之一。

2019年11月12日，中国移动发布2020年至2021年通信工程设计与可行性研究集中采购招标公告，共包括中国移动31个省级公司以及物联网、政企等15个专业单位，其中31个省级公司集采均包括5G无线网通信工程勘察设计，本次集采预估基本规模400亿元，预估扩展规模超600亿元，拉开了5G通信网络规划设计的大幕。

一般通信规划设计业务的收入主要包括勘察费和设计费。电信运营商下属技术服务商市场份额仍占绝对优势，民营技术服务商所占份额呈现增长，尤其部分大型民营技术服务商竞争力在逐渐增强。

表 5：网络规划设计行业代表公司整理

公司名称	股票代码	简介
国脉科技	002093	国脉科技表示，公司与中国普天合资成立普天国脉网络科技有限公司。公司重点优先布局5G网络规划设计业务，并将直接受益于5G网络规模建设。
杰赛科技	002544	主要从事移动通信网络规划设计、通信/特种印制电路板制造、专用网络电子系统工程、网络覆盖产品、网络接入产品生产、通信导航、专网通信、公共安全、轨道交通通信、时频器件、工程监理服务等业务。
吉大通信	300597	专业为国内外通信运营、政府机构、企事业单位提供通信网络技术服务，包括通信网络规划设计服务及通信网络工程服务

资料来源：山西证券研究所

3.2.2 网络工程建设

网络工程建设包括核心网工程、无线接入网工程、承载网工程以及通信铁塔配套设施工程。核心网工程主要包括：核心网主设备及其配套设备的安装、测试和开通。无线接入网工程主要包括：基站主设备的选址、安装、测试和开通；基站配套设备的安装和测试；室内分布系统、WLAN及直放站的选址、设计、安装、调试等。承载网工程主要包括：城域网及省内干线网的建设；配套设备及电源设备的安装、调试。通信铁塔配套设施工程主要包括：铁塔基站的开关电源、蓄电池、配电箱、电力电缆、接地排、走线架、空调、天线支架等配套设施的安装、搬迁、拆除调试等工作。

5G在经历了2019年的预商用后，2020年将启动大规模建设，2020年三大运营商将总计建设约55万座5G基站，运营商网络规模将进入新一轮快速增长期，这将为通信网络工程建设服务带来新的市场需求。

表 6：网络工程建设行业代表公司整理

公司名称	股票代码	简介
润建股份	002929	主要为通信运营商提供包括核心网、无线网、传输网等网络层次的通信网络工程建设、维护及优化等综合技术服务，为中国铁塔提供基站配套与铁塔的建设、维护等综合技术服务，以及为客户提供信息系统软件定制开发、集成等信息技术服务。
宜通世纪	300310	主要为电信运营商和设备商提供包括核心网、无线网、传输网等全网络层次的通信网络工程建设、维护、优化等技术服务，并在此基础上提供一体化、全方位的业务支撑与 IT 应用的系统解决方案。具备工信部颁发的通信信息网络系统集成甲级资质。
贝通信	603220	核心业务为通信网络建设，兼顾通信与信息化系统集成、通信网络优化与维护、通信网络规划与设计业务。公司客户以中国移动、中国电信、中国联通三大电信运营商为主，同时为中国铁塔、南水北调、中能建、葛洲坝等大型企业 with 政府提供专用通信与信息化服务。
纵横通信	603602	主要为电信运营商及铁塔公司提供通信网络建设服务和通信网络运维服务，拥有通信信息网络系统集成企业甲级资质

资料来源：山西证券研究所

3.2.3 网络运维/优化

网络维护业务，是在网络规划和网络工程建设之后的运营维护阶段，为了保证网络安全稳定运行，由第三方专业通信技术服务商和电信设备商提供的维护服务。第三方专业通信技术服务商主要提供传输设备、无线设备、机房配套设备、铁塔设备等的基础维护工作，包括故障设备替换、设备巡检等。设备商主要提供主设备，比如交换设备、基站设备、传输设备等的监控、疑难杂症的处理和应急保障等。

网络优化业务，是在网络规划和网络工程建设之后的运营维护阶段，由第三方通信技术服务商提供的，通过采集通信网络的综合运行数据，并结合网络设备、运营业务种类及优化需求进行数据处理和分析评估后，采用硬件和软件相关技术对即将投入运行或运行中的通信网络进行相应调整及优化的服务业务。网络优化业务分为工程优化和日常优化。工程优化服务是网络工程建设完成初期以及扩容后的初期，针对新增设备，通过优化手段保证新入网设备达到初期设计的性能指标的服务；日常优化服务是网络运营维护阶段，针对存量设备，结合网络 and 用户需求的新变化，对网络进行的调整和优化服务。

网络优化行业可以分为软硬件产品与优化服务两种业务类型，其中优化服务包括测试评估、网络指标优化和业务与用户感知优化，软硬件产品包括测评系统和覆盖设备。

5G 使用更高频段，电磁波传输过程中衰减增大，尤其是在室内衰减更大，相比 4G 覆盖同样的面积，需要的覆盖设备数增多，为了保证用户体验，运营商将加大网优投入。

表 7：网络运维/优化行业代表公司整理

公司名称	股票代码	简介
三维通信	002115	主要从事移动通信网络优化覆盖解决方案业务及网络优化覆盖设备的研发和制造,主要产品包括各种型号直放站系统、网络测试系统以及相配套的监控软件、测试分析软件、网管系统软件等软件产品。
奥维通信	002231	主要为运营商提供移动通信网络优化覆盖设备及系统,包括方案设计、提供相关产品、设备安装及调试至达到与运营商约定的网络质量要求。
中富通	300560	主要为电信运营商(中国移动、中国联通、中国电信)、通信设备商(华为公司、中兴通讯等)、广电网络等提供通信网络建设、维护、优化服务业务

资料来源：山西证券研究所

3.2.4 系统集成与应用服务

系统集成与应用服务主要是针对运营商的特殊需求提供定制化的系统研发和集成服务,主要服务针对运营商网络支撑系统和运营商的政企客户的业务系统,同时为通信网络技术服务提供以 IT 技术为支撑手段的信息化产品。

运营商之间激烈的市场竞争凸显出服务质量的重要性,而网络质量决定着运营商的服务质量,运营商在扩大网络规模的同时,也会加大网络支撑系统方面的投入,特别是网优分析系统和信令检测系统。随着传统通信网络与新一代网络的平滑过渡与融合,网络维护和网络优化工作将进一步规范深化,基于信令采集、分析和处理的应用业务规模将快速增长,网优和信令领域的技术、信息化产品及相关服务将会有更大发展空间。

表 8：系统集成与应用服务行业代表公司整理

公司名称	股票代码	简介
宜通世纪	300310	主要业务为电信运营商和设备商提供包括核心网、无线网、传输网等全网络层次的通信网络工程建设、维护、优化等技术服务,并在此基础上提供一体化、全方位的业务支撑与 IT 应用的系统解决方案。具备工信部颁发的通信信息网络系统集成甲级资质。
纵横通信	603602	主要为电信运营商及铁塔公司提供通信网络建设服务和通信网络运维服务,拥有通信信息网络系统集成企业甲级资质

资料来源：山西证券研究所

3.3 通信系统设备：网络建设的基础构件

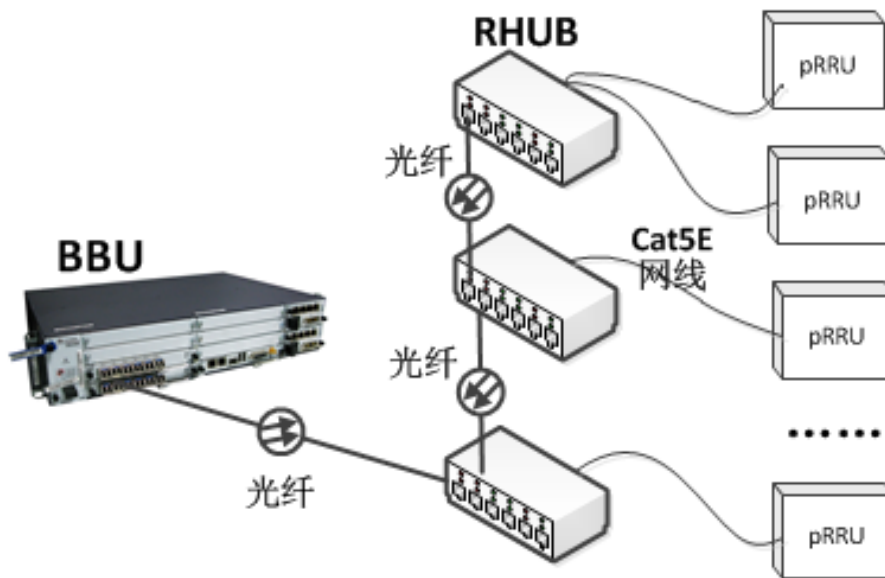
3.3.1 接入设备：无线接入网的基础构件

由于基站技术含量较高,我国只有少数通信设备企业在该领域具备较强竞争实力,如华为、中兴、烽

火、大唐、普天等，其中华为和中兴竞争力最为强劲。5G 基站按照设备物理形态和功能，可以分为宏基站设备和微小基站设备两大类。宏基站主要用于室外广覆盖场景，设备容量大，发射功率高；微小基站设备主要用于室内场景，室外覆盖盲区或热点等区域，设备容量较小，发射功率较低。微小基站按照功率和覆盖面积依次递减的顺序，又可分为微基站、皮基站和飞基站三类。

微小基站设备一般分为一体化基站（gNB）和分布式微站两类。一体化基站（gNB）主要用于室内或室外场景，完成单点覆盖。分布式微站由基带部分（一体化 gNB-BBU 设备）、汇聚单元（一体化 gNB-HUB 设备）和射频单元组成，一般用于室内场景，功率较低，覆盖范围较小。

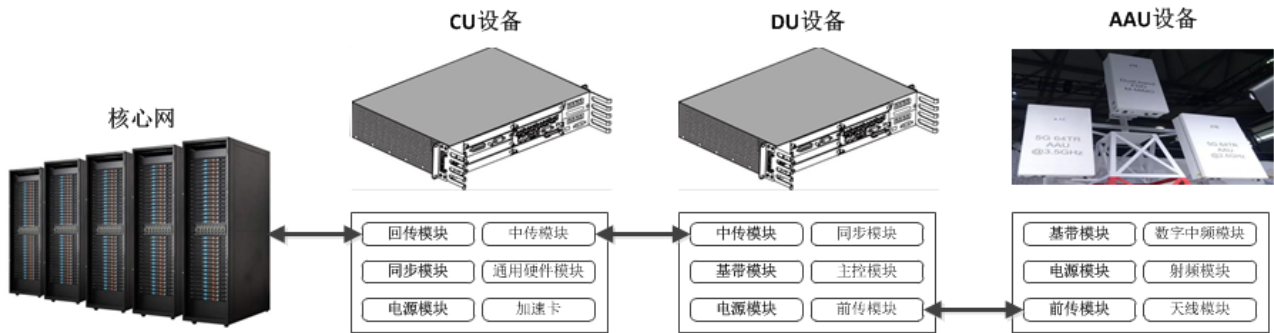
图 17：基于皮基站的室内覆盖解决方案



数据来源：山西证券研究所

宏基站设备主要包括基站主设备和动力配套设备。动力配套设备为基站提供电力和降温保障，是一个宏基站正常运行的前提，主要包括电源设备、机柜、电池、空调、监控、雷电防护设备等。基站主设备是实现基站接入功能的核心设备，基站主设备按功能可划分为基带单元、射频单元、天馈单元等几个主要模块，各模块之间通过外部或内部接口相连。5G 新标准下，宏基站射频单元和天馈单元集成为 AAU 设备，基带单元拆分为 CU 和 DU 两个功能实体，在 CU/DU 分离架构下，基带单元的设备实现对应为 CU 设备和 DU 设备，CU 设备可基于通用设备（如 X86 服务器）或专用设备实现，在 CU/DU 合设架构下，基带单元的设备实现对应为集成 CU 和 DU 功能的 BBU 设备，设备形态与 4G 基站设备基本相同。以 CU/DU 分离架构为例，5G 基站主设备架构图如图 17 所示，CU 设备与 DU 设备之间通过中传接口相连，AAU 设备与 DU 设备之间通过前传接口相连，CU 与核心网之间通过回传接口相连。

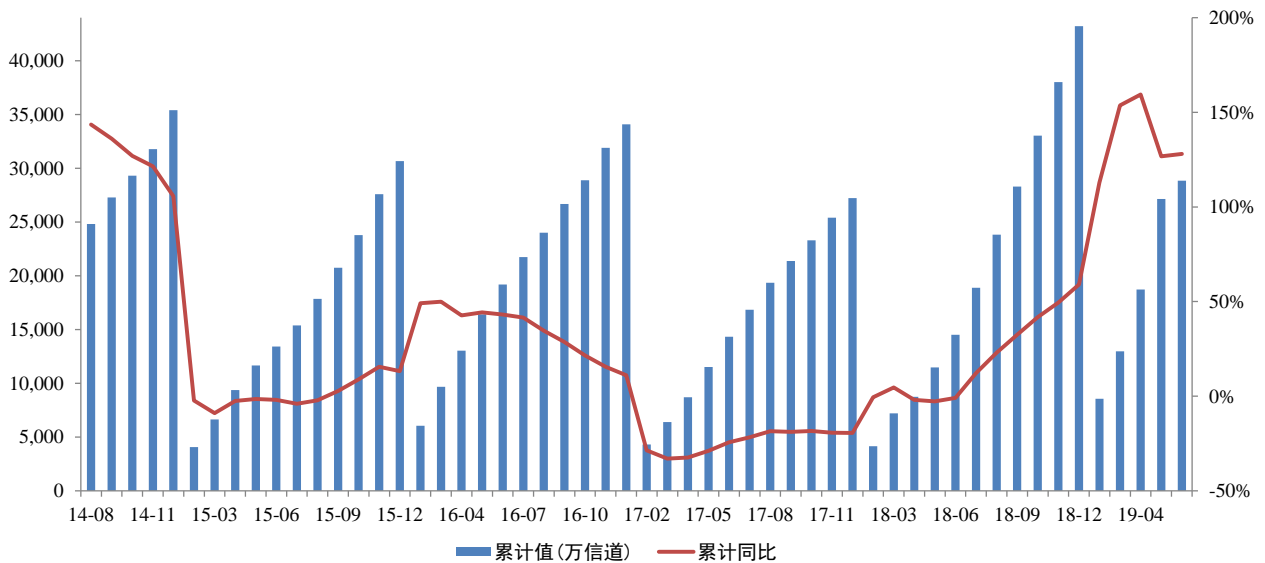
图 18：基站主设备



数据来源：山西证券研究所

由于 5G 选用更高频率，信号传输距离和穿透效果弱于 4G，同时主要的数据流量来自于室内热点区域，所以 5G 时代需要更多的微小基站配合，才能满足覆盖需求。目前国内 5G 建设还是以宏基站建设为主，随着后期进入深度覆盖，微小基站的需求会显著提高。

图 19：移动通信基站设备产量（2014 年 8 月~2019 年 6 月）



数据来源：wind，山西证券研究所

表 9：接入设备行业代表公司整理

公司名称	股票代码	简介
中兴通讯	000063	聚焦运营商网络演进需求，提供无线接入、有线接入、承载网络、核心网、电信软件系统与服务等创新技术和产品解决方案；聚焦政企客户需求，基于“通讯网络、物联网、大数据、云计算”等产品，为政府以及企业提供各类信息化解决方案；聚焦消费者的智能体验，兼顾行业需求，开发、生产和销售智能手机、移动数据终端、家庭信息终端、融合创新终端等产品，以及相关的软件应用与增值服务。
烽火通信	600498	主要业务包括通信系统设备、光纤及线缆和数据网络产品。通信系统设备产品主要针对运营商

和企业客户提供传输网、接入网、承载网等解决方案。公司是少数集光纤、光缆、光棒、光芯片、光器件、光设备全产业链于一体的公司。

资料来源：山西证券研究所

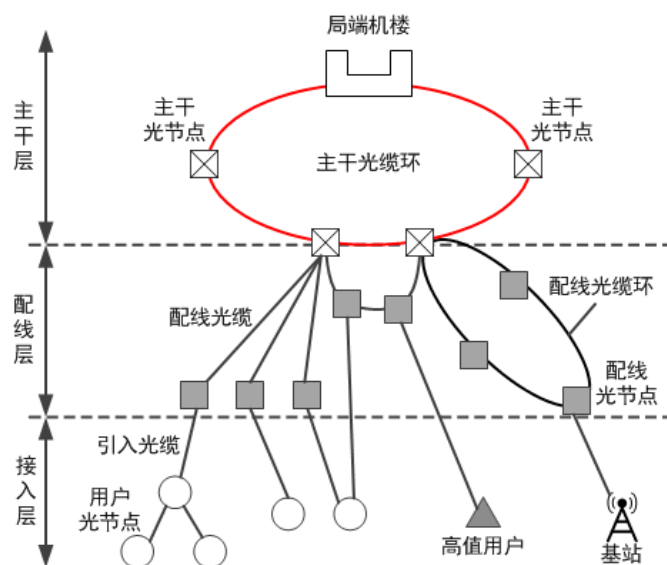
3.3.2 传输设备：承载网的基础构件

传输设备和传输媒介共同构成了连接业务节点的承载网络，实现了信息从一个业务节点到另一点或多点的传递。针对移动通信网络，传输媒介光纤光缆和光传输设备构成了为无线接入网和核心网提供网络连接的基础设施。5G 的承载网是在 4G 承载网现有技术框架的基础上，通过“技术升级、设备改造”的方式，采用新技术实现能力的全面强化。

(1) 光纤光缆基础设施

我国运营商经过多年的网络建设和优化，已经建成了较为稳定的城域光缆网。城域光缆网架构分为核心层、汇聚层和接入层，其中接入层由主干光缆、配线光缆和引入光缆构成。主干光缆主要采用环形结构；配线光缆包括树形、星型、环形三种结构；引入光缆以星型和树型结构为主，光缆网接入层结构如图 19 所示。

图 20：光缆网接入层结构



数据来源：山西证券研究所

5G 核心网和无线接入网中/回传均由传输系统直接承载，从网络结构上，相关传输系统结构将与 4G 时期基本一致，仅需对各层级光缆的网络结构及纤芯容量进行评估和优化补充完善即可。相比于 4G，5G 基站更为密集，5G 无线侧前传光纤需求成为主要增量。DRAN 部署模式下，AAU 和 DU 共站址部署，通过尾纤站内互联，不需要额外敷设光缆。CRAN 部署模式下，AAU 和 DU 部署在不同站址，通过拉远的方式互联，需要额外敷设光缆。

国内光纤光缆行业目前已形成包括光棒制造、光纤拉丝和光缆制造等环节的完整产业链体系。但是由于光纤光缆下游过于集中，三大运营商光纤光缆需求占国内总需求 80%，同时由于光纤拉丝及光缆制造壁垒相对较低，国内光纤光缆企业总数已达 150 家以上，这就导致光纤光缆行业周期性强，需求随着运营商网络建设情况波动，没有定价权，处于弱势地位。

表 10：光纤光缆行业代表公司整理

公司名称	股票代码	简介
长飞光纤	601869	专注于光纤光缆行业，聚焦电信运营商和光通讯相关多元化领域，致力于光纤预制棒、光纤和光缆等相关产品的研发创新与生产制造
亨通光电	600487	专注于光纤通信和电力传输领域，光纤通信方面构建了涵盖光棒、光纤、光缆、ODN 光通信网络全产业链业务。
烽火通信	600498	主要业务包括通信系统设备、光纤及线缆和数据网络产品。通信系统设备产品主要针对运营商和企业客户提供传输网、接入网、承载网等解决方案。公司是少数集光纤、光缆、光棒、光芯片、光器件、光设备全产业链于一体的公司。
中天科技	600522	主要业务分为光通信、电力传输、新能源、海洋装备四大板块。光通信业务方面，能够为云、管、端网络提供棒-纤-缆、器件、天馈线及网络设备的系统解决能力。

资料来源：山西证券研究所

（2）光模块

光模块是 5G 移动通信网络物理层的基础组件，用在交换机或者路由器设备端口上，连接光缆用于实现电-光和光-电信号的转换，广泛应用于无线及传输设备，其成本在系统设备中的占比不断增高，部分设备中甚至超过 50~70%，是 5G 低成本、广覆盖的关键要素。

光模块依据封装方式、速率、传输距离、调制格式、是否支持波分复用（WDM）应用、光接口工作模式、工作温度范围等有多种分类方式。由于 5G 前传、中回传在速率容量、传输距离、工作环境、光纤资源和同步特性等方面对光模块的需求不同，同时 5G 光模块在传输距离、调制方式、工作温度和封装等方面存在不同方案，因此光模块需结合应用场景、成本等因素按需选择。由于 5G 基站密度高于 4G，5G 光模块总需求量预计超过 4G，尤其前传光模块方面预计将产生数千万量级的需求。

1) 前传光模块需求

5G 前传的典型应用场景包括光纤直驱、无源 WDM、半有源 WDM 和有源 WDM/OTN 等。由于 AAU 侧光模块涉及室外应用，需要工业级（-40~85℃）光模块。

光纤直连场景一般采用 25Gb/s 灰光模块，支持双纤双向和单纤双向两种类型，其中双纤双向灰光模块的典型传输距离包括 300m 和 10km，300m 光模块通常用于基站的塔上塔下互连，10km 光模块主要用于传输距离更远或链路损耗更大的 AAU 与接入机房（站点）之间的光纤直连场景，单纤双向灰光模块的典型传输距离包括 10km、15km 和 20km，通过集成波分复用功能，AAU 与 DU 双方向的数据信号采用不同的波

长在一根光纤中传送，可以节省一半的光纤资源。

无源 WDM 场景主要包括点到点无源 WDM 和 WDM-PON 等，采用一对或一根光纤实现多个 AAU 到 DU 间的连接，典型需要 10Gbit/s 或 25Gbit/s 固定波长彩光模块或者波长可调谐光模块，其中可调谐光模块某些场景下会因其组网和维护的便利性替代固定波长彩光模块，但可调谐光模块对产品的集成度和功耗要求高，国内厂家正加速研发，预计 2020 年实现产业化。

有源 WDM/OTN 场景在 AAU/DU 至 WDM/OTN 设备间一般需要 10Gbit/s 或 25Gbit/s 短距灰光模块，在 WDM/OTN 设备间需要 $N \times 10/25/50/100$ Gbit/s 等速率的双纤双向或单纤双向彩光模块。

半有源 WDM 场景，在 DU 侧使用有源 WDM/OTN/SPN 设备，在 AAU 侧使用无源波分复用器，AAU 侧采用 10Gbit/s 或 25Gbit/s 彩光模块或者波长可调谐彩光模块，DU 侧采用 10Gbit/s 或 25Gbit/s 短距灰光模块。

2) 中回传光模块需求

中回传方面，光模块应用于散热条件好的机房环境，可采用商业级光模块。5G 中回传覆盖城域接入层、汇聚层与核心层，所需光模块与现有承载网及数据中心使用的光模块技术差异不大，可以通过提升模块速率或 WDM 的方式提升承载容量。

接入层主要采用 25Gbit/s、50Gbit/s 和 100Gbit/s 等速率的灰光或彩光模块，其中 25Gbit/s 双纤双向光模块产业链已经成熟。汇聚层主要采用 25Gbit/s 彩光模块和 100Gbit/s 等速率的灰光模块。核心层及以上将多采用 100Gbit/s、200Gbit/s、400Gbit/s 等速率的彩光模块。

目前，国内厂商在光模块层面能够提供大部分产品，但 25GBaud 及以上速率的核心光电芯片尚处于在研、样品或空白阶段，亟待突破，更高速率、更长传输距离、更宽温度范围及更低成本仍是光模块领域的长期需求。

表 11：光模块行业代表公司整理

公司名称	股票代码	简介
光迅科技	002281	从事光电子器件及子系统产品研发、生产、销售及技术服务，拥有业界最广泛的端到端产品线和整体解决方案，具备从芯片到器件、模块、子系统全系列产品的垂直整合能力，能够在光通信传输网、接入网和数据网等领域提供从芯片到器件、模块、子系统的综合解决方案
中际旭创	300308	主要业务包括高端光通信收发模块和智能装备制造。在 400G 光通信模块及 5G 前传、中传、回传相关高速光模块等领域已有相应解决方案和产品覆盖
华工科技	000988	核心业务涵盖激光先进制造装备、光通信器件、激光全息防伪、传感器。光通信器件方面，具备从芯片到器件、模块、子系统全系列产品的垂直整合能力，重点布局 25G、50G、100G、200G 高速率光模块产品
新易盛	300502	一直专注于光模块的研发、制造和销售，实现了光器件芯片制造、光器件芯片封装、光器件封装和光模块制造环节全覆盖，目前已拥有涵盖 5G 前传、中传、回传的多款光模块产品

资料来源：山西证券研究所

(3) 光传输设备

4G 时代，承载网的实现存在两大技术阵营，分别是 PTN 和 IPRAN，其中中国移动选择了 PTN，中国电信选择了 IPRAN，中国联通搁置了二者选型争议，在承载网的核心层采用 IPRAN，接入层设备对 IPRAN、PTN 不做限制。

面对 5G 新需求，中国移动提出 SPN 技术作为 5G 承载网的解决方案，需要采用新的芯片和模块构建新的 SPN 传输设备，SPN 与 PTN 在协议上有较大不同，在接入层、汇聚层和核心层需要全新的 SPN 系列芯片，2019 年 12 月 26 日，中国移动发布了 2020 年至 2021 年 SPN 设备新建部分集中采购，涉及 28 个省、自治区、直辖市，总数达 14.6 万端，开启了传输设备大规模集采序幕。

区别于中国移动的创新策略，中国电信更多基于成熟技术和设备，尽量采用成熟的产业链，主推 M-OTN 技术作为 5G 承载网解决方案，基于传统 OTN 增强分组承载技术，重点针对 5G 前传、中传和回传的低时延等需求进行技术方案简化和演进发展。OTN 设备分为 4 种类型，分别是接入设备(M1)、汇聚设备(M2)、核心设备(M3、M4)。根据接入 M2 的不同方式，M1 可进一步分为透传型 M1 和分组型 M1 两种形态。2019 年 10 月 16 日，中国电信发布了 2019 至 2020 年 STN 设备集采招标，用于满足中国电信 2020 年全年、全国各省的 5G 承载建设需求，分为 STN-ER（核心）、STN-B（汇聚）、STN-A（接入）三个标包，为 5G 的规模部署做准备。

中国联通采取了与中国电信类似的策略，采用产业链中更加成熟的技术，循序渐进，提出了 IPRAN2.0 设备规范，支持部分现网设备在接口、容量和协议方面的升级，初期核心汇聚层利旧现有网络，后期结合流量增长按需升级替换为大容量 IPRAN2.0 设备（支持 SR/EVPN/FLEX-E 等新特性），接入层由于端口速率升级以新建 IPRAN2.0 网络为主，需替换 IPRAN2.0 设备。

SPN 技术和 M-OTN 技术的底层物理通信都是基于 OTN 技术和 WDM 技术，仅在网络分片方面采用不同的技术路线，在相同带宽下，两种技术方案的传输设备的投资规模相差不大。

表 12：光传输设备行业代表公司整理

公司名称	股票代码	简介
中兴通讯	000063	聚焦运营商网络演进需求，提供无线接入、有线接入、承载网络、核心网、电信软件系统与服务等创新技术和产品解决方案；聚焦政企客户需求，基于“通讯网络、物联网、大数据、云计算”等产品，为政府以及企业提供各类信息化解决方案；聚焦消费者的智能体验，兼顾行业需求，开发、生产和销售智能手机、移动数据终端、家庭信息终端、融合创新终端等产品，以及相关的软件应用与增值服务。
烽火通信	600498	主要业务包括通信系统设备、光纤及线缆和数据网络产品。通信系统设备产品主要针对运营商和企业客户提供传输网、接入网、承载网等解决方案。公司是少数集光纤、光缆、光棒、光芯片、光器件、光设备全产业链于一体的公司。

资料来源：山西证券研究所

3.3.3 交换设备：核心网的基础构件

交换设备是数据通信枢纽，是 IP 报文转发的核心，按应用领域可划分为电信网中的路由器和以太网中的交换机，长期以来以交换机和路由器为主的数据通信设备市场格局稳定，以软硬件一体化的品牌机为主，准入门槛高，客户黏性强，缺乏开放性。伴随着 5G 核心网 SBA 架构的确立，具备柔性的 SDN 网络成为运营商迫切的需求，设备软硬件解耦和标准化将成为数通网络改革的方向，交换设备的白牌化将拉低交换设备的门槛，有利于引入新进者，同时基于整网资源的动态调配和整合将极大提升全网效能，降低运维成本，运营商也可以通过对设备供应的规范化，提升在设备产业链中的技术主导能力和议价能力。交换设备白牌化分化出了交换芯片、白盒硬件和网络 OS 软件三类厂商，提升了 SDN 控制器和操作系统方案的整体要求，是新进厂商实现弯道超车的重要契机，其中网络 OS 厂商在开放体系中具备承上启下的关键地位，将逐步把握产业定价权，纯粹硬件厂商的地位将逐步削弱。

表 13：交换设备行业代表公司整理

公司名称	股票代码	简介
星网锐捷	002396	主要业务是为企业级客户提供信息化解决方案，主要产品包括网络通讯设备、云计算终端、支付 POS、通讯产品、视频信息应用、车联网等领域，交换机与瘦客户机是公司两大核心业务。
恒为科技	603496	从事智能系统解决方案的研发、销售与服务，是国内领先的网络可视化基础架构以及嵌入式与融合计算平台提供商，致力于为信息安全、无线网络、网络通信、特种设备、云计算与视频等领域提供业界领先的产品和解决方案。
中兴通讯	000063	聚焦运营商网络演进需求，提供无线接入、有线接入、承载网络、核心网、电信软件系统与服务等创新技术和产品解决方案；聚焦政企客户需求，基于“通讯网络、物联网、大数据、云计算”等产品，为政府以及企业提供各类信息化解决方案；聚焦消费者的智能体验，兼顾行业需求，开发、生产和销售智能手机、移动数据终端、家庭信息终端、融合创新终端等产品，以及相关的软件应用与增值服务。

资料来源：山西证券研究所

4.移动通信网络建设节点和细分受益时序

4.1 移动通信网络建设节点：5G 进入主建设期

移动通信网络的建设分为：规划期、主建设期和应用期。随着 2019 年 6 月 6 日 5G 牌照正式发放，新一轮移动通信网络建设周期开启，预计运营商 5G 集中投资将达 5-7 年，2019 至 2020 年为规划期，2020 至 2022 年为主建设期，通过梳理比较 4G 发展历程，5G 商业应用大规模爆发预计主要出现在 5G 正式商用 1-2 年之后。

2019 年 6 月 10 日，中国移动发布 2019 年 5G 一期无线网工程设计及可行性研究服务集中采购，预估

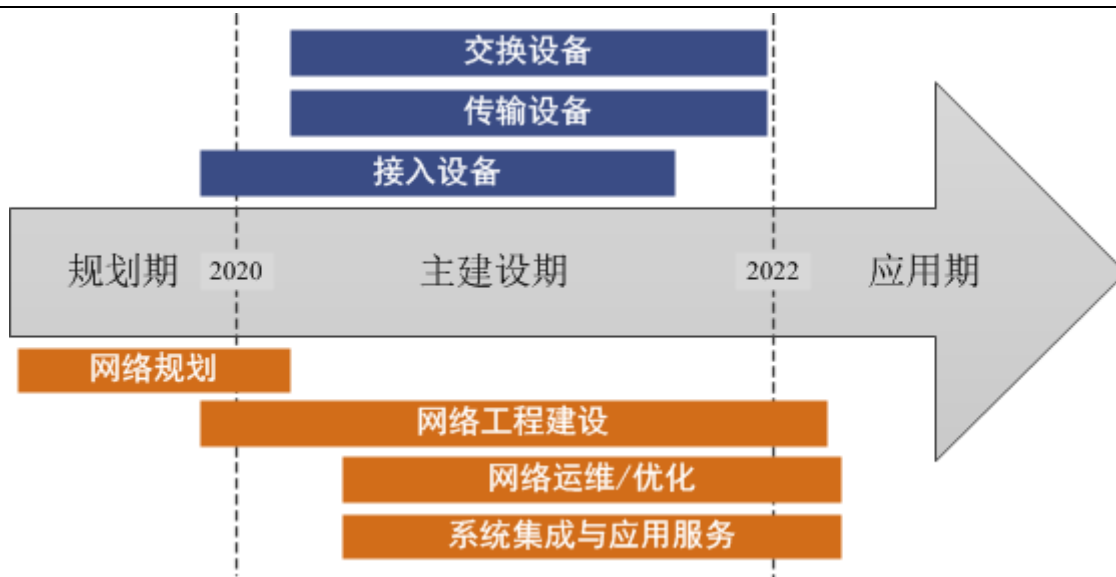
工程费 192.578 亿元，中国移动集采招标拉开了 5G 移动通信网络建设规划期的帷幕。2019 年 11 月 12 日，中国移动发布 2020 年至 2021 年通信工程设计与可行性研究集中采购招标公告，其中 31 个省级公司集采均包括 5G 无线网通信工程勘察设计，预估基本规模超 374.88 亿元（不含税），预估扩展规模超 562.32 亿元（不含税），将推动规划期进入高潮。

根据 2019 年 5G 基站的建设情况和运营商 2020 年的 5G 建设目标，预计 2020 年三大运营商将建设约 55 万座 5G 基站，同时 2019 年下半年开始，运营商陆续启动了 5G 承载网设备集采，标志着 2020 年 5G 移动通信网络的主建设期的到来。

4.2 各细分领域受益时序：接入设备先受益，传输交换设备将启动

规划期，通信网络规划设计行业将迎来高潮。主建设期，基站开始大规模建设，接入设备首先受益，接着传输网络升级扩容，传输和交换设备受益，基站接入设备是投资重点，增长最大，传输和交换设备相对基站接入设备较少，涵盖接入、传输和交换设备的通信系统设备领域的投资将超过总投资的 2/3，网络工程建设将贯穿于整个主建设期，网络工程建设后期将进入运维阶段，网络运维/优化板块和系统集成与应用服务板块受益。

图 21：5G 细分环节受益时序



数据来源：山西证券研究所

5. 疫情催化，5G 建设短暂迟滞后加码提速

受当前新冠肺炎疫情影响，5G 基站暂时无法施工，对 5G 设备的生产制造、物流运输、安装调试、业务测试造成延期，短期影响了网络建设的节奏，但通信运营商通常在上半年制定和宣布本年度资本开支计

划，进行设备招投标，网络建设主要集中在下半年，只要疫情在上半年得到有效控制，对于 5G 年度的总体建设进度将影响有限，随着疫情不断得到控制，全国除湖北以外其他省份已陆续复工，可以加速补上产品供给的不足，疫情过后，5G 建设将全面启动，进入发展快车道。

此次疫情最重省份湖北集中了多家光通信领域的龙头企业，受疫情影响湖北地区开工时间暂定为 3 月 11 日，相比最初春节假期安排将延后 6 周，同时考虑到疫情期间对于人员流动的管控需要根据疫情变化逐步解除，短期内招工和员工到岗状况会受到影响，不排除部分产品供给受到影响，但是对整体通信行业格局影响有限。

光纤光缆板块，武汉集中了光纤五巨头中的两家，长飞光纤和烽火通信，根据 CRU 估计，两家企业在湖北省的光纤预制棒产能占到全国产能的 35%，在光缆方面，加上湖北荆州的凯乐科技的产能，湖北省光缆产能占到全国的 20.9%。长飞光纤在山东、江苏等省份建有生产基地且原材料储备充足，生产与库存方面的影响会因为分散在全国的产能而抵消掉一部分，短期的延迟影响可以在复工后加速补上。作为同时也是国内领先的光传输设备厂商的烽火通信，也在其他省份和国外拥有多处产业基地，通过协调统筹全国各备件库，降低了武汉物流所受影响，一线备品备件数量充足，做好了随时恢复生产的准备。

光模块板块，华工科技是华为光模块的核心供应商，前传 25G 光模块占有较大份额，光迅科技作为传统光模块龙头企业，光通信领域布局全面，主要客户是中兴通讯、华为、烽火通信等国内通信系统设备商。华工科技和光迅科技的主要产品普遍有 2-3 个月的库存，可以有效保证短期订单交付，同时经过多年发展，企业的低端产品普遍采用外包模式，高端产品的自动化生产程度较高，可以有效降低员工到岗状况的影响，总体上对产能影响有限。

通信技术服务板块，中贝通信主要从事网络工程建设和系统集成，具有季节性特征，在 Q1 主要是参与运营商的招投标，相关业务的收入确认主要在 Q4，短期对营收、利润影响有限。

接入设备板块，武汉凡谷是华为的基站射频滤波器的主要供应商，由于为春节期间和节后的生产交付做了及时的物料储备，复工后对生产影响有限，同时由于春节期间的少部分员工加班，短期内的急单交付也能得到有效保证。

疫情在短期内会对 5G 建设造成一定程度的负面影响，但中长期不改 5G 规模建设的大趋势，同时由于防控疫情需要避免人口大规模流动和聚集，将推动生产生活向智能化和线上化发展，带来线上消费、线上教育、远程办公、视频会议、远程医疗等新的工作生活业态的快速发展，刻画更多 5G 应用场景，反向推动 5G 的发展。

自疫情发生以来，中共中央多次表态，要求加快 5G 网络等新型基础设施建设进度，工信部也多次在会议中强调加快推进 5G 发展。5G 网络作为新基建中重要的一环，是当前“稳投资”的重要抓手之一，同时

5G 与工业、医疗、教育等垂直行业的融合，将催生出大量新业务、新模式、新应用，释放新兴消费潜力，扩大网络消费，促进信息消费。疫情影响下，政策端频频加码，5G 网络建设有望超预期，5G 应用也将迎来发展新机遇。

表 14：疫情发生以来中共中央政治局和工信部有关 5G 的政策

时间	相关政策
2020.2.10	工信部许可中国电信、中国联通、中国广电在全国范围共同使用 3300-3400MHz 频段频率用于 5G 室内覆盖
2020.2.21	中共中央政治局会议强调，要积极扩大有效需求，促进消费回补和潜力释放，发挥好有效投资关键作用，加大新投资项目开工力度，加快在建项目建设进度。加大试剂、药品、疫苗研发支持力度，推动生物医药、医疗设备、5G 网络、工业互联网等加快发展。
2020.2.22	工业和信息化部召开加快推进 5G 发展、做好信息通信业复工复产工作电视电话会议，要求基础电信企业制定和优化 5G 网络建设计划，加快 5G 特别是独立组网建设步伐，研究出台 5G 跨行业应用指导政策和融合标准，进一步深化 5G 与工业、医疗、教育、车联网等垂直行业的融合发展。重点要认真组织实施 512 工程，加快推动“5G+工业互联网”融合应用，促进传统产业数字化、网络化、智能化转型，要求基础电信企业要及时梳理总结 5G 在疫情防控中发挥的作用，加快推广新业务、新模式、新应用。抓住 5G 在网络教育、在线医疗、远程办公等业务发展机遇，释放新兴消费潜力，扩大网络消费，促进信息消费。
2020.3.4	中共中央政治局常务委员会会议指出，要加大公共卫生服务，应急物资保障领域投入，加快 5G 网络、数据中心等新型基础设施建设进度。要注重调动民间投资积极性。
2020.3.6	工业和信息化部召开加快 5G 发展专题会，深入学习贯彻习近平总书记关于推动 5G 网络加快发展的重要讲话精神，听取基础电信企业 5G 工作进展情况、存在的困难问题和意见建议，研究部署加快 5G 网络等新型基础设施建设，服务疫情防控 and 经济社会发展工作。

资料来源：山西证券研究所

运营商积极响应国家号召。中国联通于 2 月 21 日表示，前三季度与电信合作力争完成 25 万站基站建设，较原定计划提前一个季度完成全年建设目标，中国移动 2 月 29 日表示，全年“建设 30 万个 5G 基站”的目标不会变，在全国地级以上城市建设 5G 网络。进入 3 月以来，运营商 5G 招标工作逐步启动，随着全国疫情持续缓和，各地陆续复工复产，5G 建设加速。

表 15：3 月份运营商集采招标

时间	集采招标项目
2020.3.4	2020 年中国联通智能城域网核心汇聚设备集中采购。采购核心汇聚设备整机部分 4920 台；采购可插拔式光模块 21.8 万个。
2020.3.5	2020 年中国联通智能城域网接入设备集中采购。采购接入层设备整机部分 42440 台；采购可插拔式光模块 69.38 万个。
2020.3.5	中国移动 2020 年 5G SA 核心网新建设备集中采购。采购内容为全国 8 大区/31 省公司新建 5G SA 核心网网元（NRF、NSSF、UDM/UDR、PCF/UDR、SMSF、CHF、AMF、SMF、UPF）、NFV 虚拟化平台设备（虚拟层软件、SDN 系统、NFVO+以及系统集成）。
2020.3.6	中国移动发布 2020 年 5G 二期无线网主设备集中采购公告，共涉及 28 个省、自治区、直辖市，总需求为 232143 站。

资料来源：山西证券研究所

6. 投资建议

6.1 行业评级

基于 5G 广阔的应用前景、巨大的市场规模、以及我国政府的大力推动，我们认为未来 5 年通信行业投资和消费将保持高速增长，移动通信网络作为 5G 产业发展的基础，将进入主建设期，通信系统设备需求明确，预计行业收入水平、盈利水平均将有大幅上涨，我们给予行业“看好”评级。

6.2 投资策略

2020 年 5G 规模建设启动，5G 进入主建设期，通信系统设备行业进入高景气期，作为通信系统设备中增长最大的部分，基站接入设备将首先受益，承载网建设进入新建和扩容阶段，传输设备也将迎来投资高峰，建议积极关注 2020 年上半年接入设备和传输设备的集采招标情况。

由于 5G 频段高覆盖弱，随着主建设期后期进入深度覆盖，微小基站的需求会显著提高。5G 网络架构的变化对更高速率、更长传输距离、更宽温度范围及更低成本的光模块提出迫切需求，增长点主要集中在 25/50/100Gb/s 高速光模块。

重点关注公司：中兴通讯（基站设备）、烽火通信（基站设备+光传输设备）、华工科技（光模块）、中际旭创（光模块）、新易盛（光模块）、星网锐捷（交换设备）。

7. 风险提示

5G 建设不及预期；新冠肺炎控制不及预期。

分析师承诺：

本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，本人承诺，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本报告清晰地反映本人的研究观点。本人不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接接受到任何形式的补偿。本人承诺不利用自己的身份、地位和执业过程中所掌握的信息为自己或他人谋取私利。

投资评级的说明：

——报告发布后的 6 个月内上市公司股票涨跌幅相对同期上证指数/深证成指的涨跌幅为基准

——股票投资评级标准：

买入： 相对强于市场表现 20% 以上
增持： 相对强于市场表现 5~20%
中性： 相对市场表现在-5%~+5%之间波动
减持： 相对弱于市场表现 5% 以下

——行业投资评级标准：

看好： 行业超越市场整体表现
中性： 行业与整体市场表现基本持平
看淡： 行业弱于整体市场表现

免责声明：

山西证券股份有限公司(以下简称“本公司”)具备证券投资咨询业务资格。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。入市有风险，投资需谨慎。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。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本所于发布本报告当日的判断。在不同时期，本所可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。本公司或其关联机构在法律许可的情况下可能持有或交易本报告中提到的上市公司所发行的证券或投资标的，还可能为或争取为这些公司提供投资银行或财务顾问服务。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。本公司在知晓范围内履行披露义务。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。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。否则，本公司将保留随时追究其法律责任的权利。

山西证券研究所：

太原

太原市府西街 69 号国贸中心 A 座 28 层
邮编：030002
电话：0351-8686981
<http://www.i618.com.cn>

北京

北京市西城区平安里西大街 28 号中海
国际中心七层
邮编：100032
电话：010-83496336

