

通信

5G 进程下的自主可控和终端产业机遇

-通信行业 2019 年中期策略报告

评级：增持（增持）

分析师：吴友文

执业证书编号：S0740518050001

电话：021-20315728

Email: wuyw@r.qlzq.com.cn

分析师：易景明

执业证书编号：S0740518050003

电话：021-20315728

Email: yijm@r.qlzq.com.cn

分析师：陈宁玉

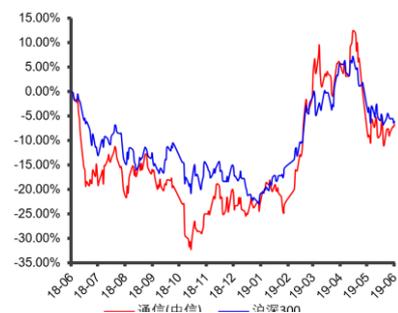
执业证书编号：S0740517020004

电话：021-20315728

Email: chenyy@r.qlzq.com.cn

基本状况

上市公司数	127
行业总市值(百万元)	1507821.51
行业流通市值(百万元)	946426.82

行业-市场走势对比

相关报告

《5G 推动通信设备拐点向上，物联网云计算持续景气》2019.5.7

《安世整合启新起点，双翼助力

WingTech 腾飞》2019.4.2

《5G 边缘计算将引发算力产业格局巨变》2019.3.7

《5G 边缘计算将助力物联网场景应用》2019.3.5

《5G 边缘计算时代的新入口——小基站》2019.2.28

重点公司基本状况

简称	股价 (元)	EPS				PE				评级
		2015	2016E	2017E	2018E	2015	2016E	2017E	2018E	
中兴通讯	30.29	-1.67	1.15	1.43	1.79	-18.1	26.34	21.18	16.92	买入
闻泰科技	35.15	0.1	0.99	1.46	1.88	351.5	35.51	24.08	18.70	买入
光迅科技	27.39	0.51	0.61	0.74	0.94	53.71	44.90	37.01	29.14	买入
高新兴	7.83	0.31	0.35	0.44	0.55	25.26	22.37	17.80	14.24	买入
宝信软件	31.51	0.76	0.97	1.28	1.62	41.46	32.48	24.62	19.45	买入

备注 根据 2019 年 6 月 4 日 wind 一致预期

投资要点

- 在中美博弈的大背景下，全球 5G 仍然如期推进，其对于构建智能物联网产业的竞争力来说意义重大，而随着 5G 进展和全球格局的变化，不仅仅是 5G 设备投资，产业链重构带来的上游自主可控与包括手机、物联端、智能汽车为代表的 5G 终端产业创新正进入实质阶段，面临投资机遇！**
- 全球 5G 如期推进，中美博弈带来产业链重构和自主可控新机遇。**工信部即将颁布 5G 商用牌照，意味着包括 2.6GHz 产业链在内外场规模技术方案已经成熟，可以投入规模商用，产业链在国内市场庞大需求驱动下进入新一轮资本开支周期，传输网与 IP 承载网也将迎来大规模的扩容与升级，主设备商与上游供应商在未来 5 年将持续受益。面对来自外部环境的技术封锁，国内龙头厂商在网络侧核心领域已完全实现了自主可控，非核心部分的备货和替代方案也很充分，5G 网络建设不会受到影响。手机射频前端目前还需依赖海外方案，安卓系统的禁令也将影响海外市场，但国内大量相关工作已在进行，有望在短期取得突破，总体风险可控。我们认为国内上游自主体系化工作有望加速完善。
- 5G 首次构建完整的物联网网络（CT）基础设施，连接终端价值量将大幅提升。**5G 三大应用场景，mMTC 和 uRLLC 都是面向物联网的新场景，将推动移动互联网向万物互联时代转变。物联网发展路径“连接一感知一智能”，第一个阶段首先是联网终端的放量，2018 年我国 M2M 连接数共计 6.7 亿，成为全球最大的 M2M 市场。全球运营商逐步退出 2G 转向 4G，2019 年是 5G 启动元年，物联网将由 LPWAN 向 LTE/5G 高速率转变，物联网终端模组和数据的单体价值都将大幅提升。边缘计算将为物联网提供全新的 IT 支撑。看好车联网、以 PC/pad 为代表的消费电子、以 POS/自动贩卖机为代表的电子支付、空港物流领域资产追踪、工业互联和医疗等物联网应用的发展。
- 5G 助力手机产业链打开新空间。**根据 IDC，2018 年全球智能手机出货量为 14.07 亿部，同比下降 3.7%，手机行业步入成熟期，进入存量竞争时代。同时 IDC 预测，2019 年 5G 手机渗透率仅 0.5%，而到 2023 年，5G 手机出货量将达总出货量的 26%，5G 手机将引领全球用户换机潮。国内三大运营商正在积极推进 5G 试点，2019 年国内将有 20 个城市享受 5G 覆盖。各家手机厂商也在同时抢跑 5G 赛道。据 GSA，截止至 2019 年 4 月底，全球共公开宣布的 5G 手机共 16 款，其中中国厂商 4 家，在 5G 首次参与标准制定，将获得更多话语权。从技术的角度看，5G 手机面临多重挑战：由于复杂性更高，芯片将是 5G 手机的核心难点；同时射频数量和难度加大，对手机散热要求也更高，提升对手机散热模组的需求。我们认为，5G 将推动手机产业链的发展，为产业带来新的增长空间，同时中国厂商有望获得更多的话语权。
- 5G 助力智能驾驶产业步入量产前夕。**从网络端看，5G 网络切片与边缘计算能力使智能驾驶成为可能，5G 的边缘计算实现在网络边缘完成数据分析处理，满足智能驾驶低时延要求；而网络切片能够根据业务需求和数据优先级来分配网络满足需求。从车企端看，多家车企推出电动化平台，基于同一平台可提高新车型开发效率，缩短研发周期，实现零部件共享，降低生产成本，核心零部件成本逐步下降，互联网公司也相继发布应用平台。我们认为，车路协同将是智能驾驶全面实现的必经之路，首先，对多种交通场景，单车智能有局限性；其次，自动驾驶商业化需要成本可控；再者通过车路协同，可以帮助车辆做出最优决策。通过集约式的建设智能道路，能够实现给车路减配，实现大规模智能驾驶落地。

- **投资建议:** 从电信业深化改革的角度看, **中国联通**将重点受益; 5G 资本开支周期向上, **中兴通讯、烽火通信**迎来最直接的重大机遇; **中国铁塔**也将持续向好; 5G 手机渗透率明年将快速提升, 重点关注 ODM 龙头**闻泰科技**; 上游强化自主可控, 光器件如**光迅科技、中际旭创、天孚通信和新易盛**等将抢占 5G 高密度组网的先机; 5G 射频天线发生重大技术变革, 关注**东山精密、北斗星通、飞荣达、信维通信、麦杰科技和通宇通讯**; 综合射频材料领域的变化从弹性角度主要关注**台股稳懋、美股 CREE**。组网模式的变化带来小基站产业机会, 重点关注**京信通信、天邑股份**。
- **风险提示:** 贸易争端悬而未决、5G 投资不及预期风险、市场系统性风险、技术风险、竞争风险

内容目录

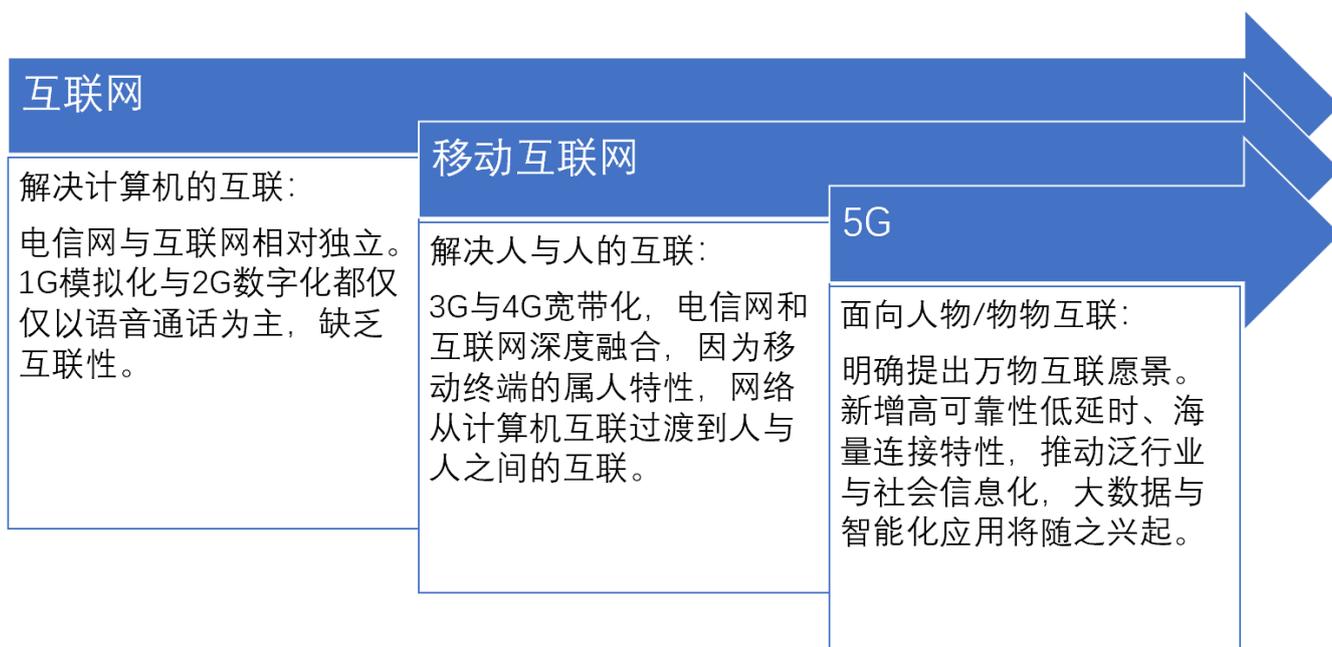
5G 如期推进带动投资向上，上游加速迈向体系化自主	- 4 -
全球 5G 如期启动，外部变化难对国内网络建设产生影响.....	- 4 -
5G 带动新一轮投资周期，短期建设力度有望超出规划.....	- 8 -
自主可控成为关注重点，长期看国内上游体系化将加速完善.....	- 12 -
5G 应用开启万物互联时代	- 15 -
运营商加速布局物联网，高速率宽带物联网放量.....	- 15 -
消费物联网将出现应用热点.....	- 17 -
边缘计算是物联网时代的 IT 特征.....	- 20 -
中国物联网模组厂商份额快速提升.....	- 23 -
5G 助力手机产业链打开新空间	- 26 -
智能手机市场进入存量竞争时代.....	- 26 -
5G 为手机市场打开新空间.....	- 27 -
5G 对手机硬件提出三大挑战.....	- 29 -
5G 助力智能驾驶产业步入量产前夕	- 32 -
网络端：5G 网络切片与边缘计算助力智能驾驶发展.....	- 32 -
车企端：智能驾驶产业步入量产前夕.....	- 34 -
产业趋势：车路协同是智能驾驶全面实现的必经之路.....	- 37 -
风险提示	- 44 -

5G 如期推进带动投资向上，上游加速迈向体系化自主

全球 5G 如期启动，外部变化难对国内网络建设产生影响

互联网通过完成计算机之间的互联，新业态伴随网络蓬勃发展，是信息时代从无到有的里程碑。兴起于 90 年代的信息高速公路实现了计算机间的互联，孕育出一大批科技巨头。原本应用于高端科研的计算机，因为互联网的引入，新需求和软硬件互为促进，推动了 PC 普及和网页业务迅速发展，是信息时代从无到有的里程碑。彼时电信网尚且仅面向点对点语音通话，2G 移动网基本独立于计算机网络，但电信网向 IP 化与宽带化发展已是共识，信息高速公路已准备好与电信网相互融合。

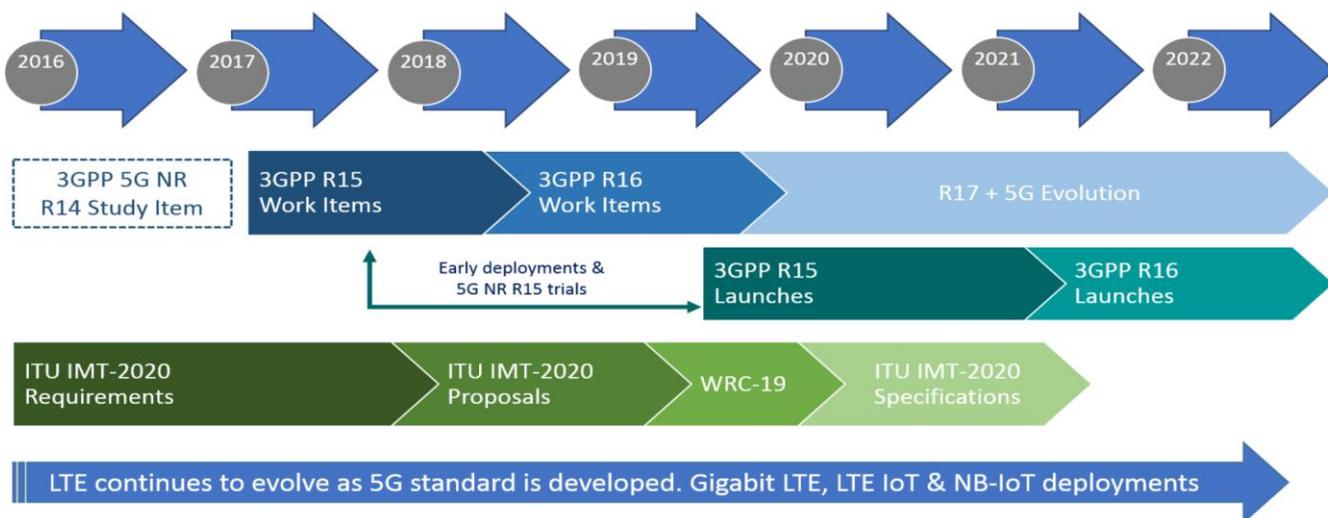
图表 1: ICT 产业发展历经的关键里程碑



来源：中泰证券研究所

移动互联网解决了人与人之间的互联，业务与网络新形态再次勃发，ICT 产业完成深度融合。贯穿新世纪前 20 年的 3G 与 4G，一方面通过 IP 化实现与计算机网络的融合；另一面宽带化和新智能终端的出现，使得移动通信网成为互联互通的网络主体，彻底解决了人与人之间互联需求。从计算机互联到人人互联的过渡，除了促进网络与终端长足进步，更为社会信息化需求带来一系列创新，激起的红利余波未尽。

5G 是界分人联与物联需求的基础设施，产业意义堪比信息高速公路。5G 首次明确提出面向万物互联，将相互孤立的各类型终端、设备或子网络全面联通，从无到有的意义堪比 90 年代信息高速公路。差异化的 B 端需求和 G 端场景，将承载在统一的网络平台上，设备、终端和应用会发生难以想象的深刻演进，长期看将是大数据与智能化发展的新起点。5G 是统一平台的整网方案，这是与前几代通信网络的核心差别。

图表 2: 5G 标准化与部署时间线


来源: IHS 2017, 中泰证券研究所

5G 标准化工作时间表明确，过去的各里程碑节点如期达成，后续工作仍在准点推进。3GPP 在 2016 年启动 5G Study Items，完成 R14 协议；2017 年正式进入 5G Work Items 阶段，在 2017 年底和 2018 年中 NSA 和 SA 两套方案分别确定，R15 版本已在 2018H2 冻结。始于 2018 年底的预商用和商用部署都是基于 R15 协议，工作频段以 Sub-6 GHz 为主，建设规模预计 2021 年达到高峰并将延续到 2023 年，称为 5G 第一阶段（Phase I）。

R16 版本的标准工作已经启动，主要围绕毫米波段，产业链有望在 2021 年成熟，衔接 5G 第一阶段，投资规模和周期空前扩张。R16 的标准化工作在 2018 年底启动，按计划将在 2019 年底冻结。由于主要面向毫米波段，产业链尚处于空白，需要更长时间的预商用和产业培育期，预计将在 2021 年开始商用部署，是谓 5G 第二阶段（Phase II）。届时正值 5G R15 网络建设高峰，新建 R16 与之完美衔接，5G 网络投资规模有望延续高位，开支周期空前拉长。

全球主要国家和地区尽数积极参与到 5G 商用进程中，C 频段是 6GHz 以下普遍采纳的工作频段，中移动正在主导推动 2.6GHz 产业链。围绕 3.5GHz 周边的 C 频段因为兼顾容量与覆盖，且较少被占用，已成为各国 5G 第一阶段建设的主力频段，产业链已经成熟。去年 10 月前后，意大利完成了 5G 频段的拍卖并开始部署 5G 设备；另外包括爱尔兰、拉脱维亚、西班牙、英国和沙特等国完成了频谱拍卖，其他数十个国家也表明将在 2019 到 2020 年之间拍卖或者指配 5G 频谱。

国内三大运营商也颁布了实验频谱划分方案，可以对应了运营频谱的划分，其中移动获得的 2.6GHz 频段产业链从空白起步，18H2 就已取得重大进展，有望在今年同步启动商用。工信部即将颁发 5G 牌照，2019 年确定为 5G 商用的开局之年，将成为电信资本开支周期的新起点。

图表 3: 各主要国家和地区的 5G 时间表已经确定

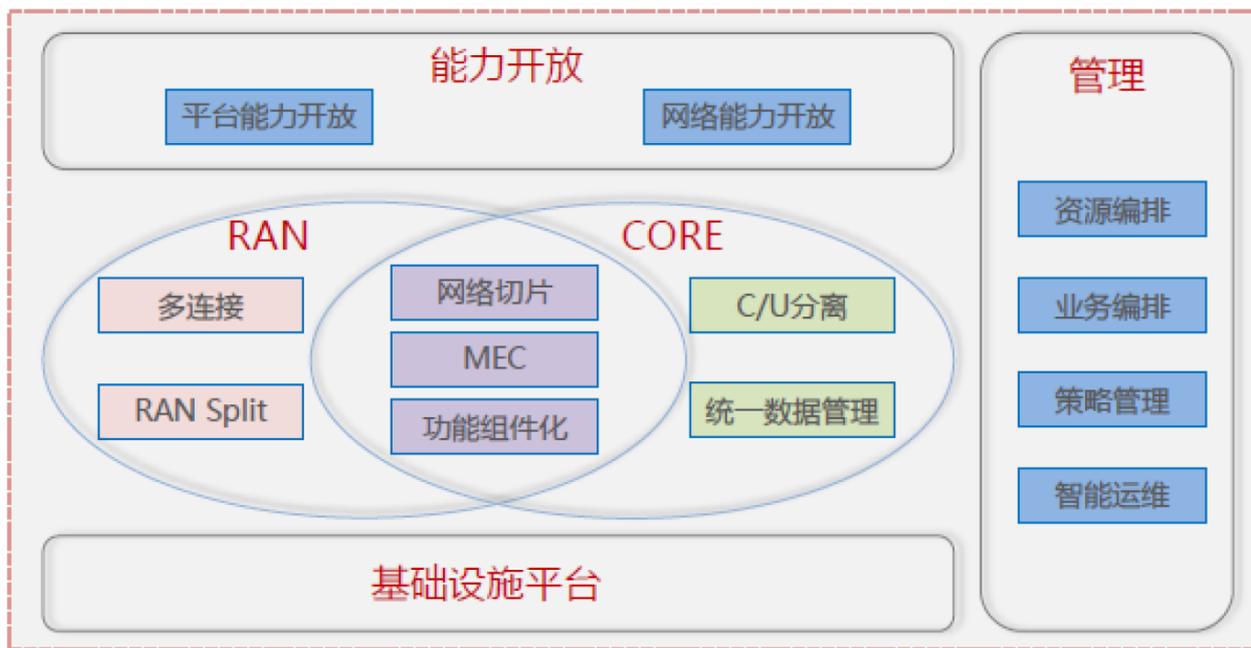


来源: 华为官网, 中泰证券研究所

韩国和美国率先分配毫米波频谱并快速推出商用计划，主要面向 FWA 场景，对全球 5G 格局整体影响不大，会为毫米波产业链成熟先行铺垫。韩国三运营商围绕 28GHz 频带最早完成了频谱拍卖，并在去年 12 月率先推出 5G 商用服务；今年 5 月底美国 FCC 结束了 24GHz 牌照拍卖，筹集 20.2 亿美元，加上今年 1 月的 28GHz 的拍卖，总金额已达 27 亿美元，今年底美国还将启动 37、39 和 47GHz 频谱拍卖，是推动毫米波发展最为积极的国家。

需要明确，韩美的毫米波商用主要面向 FWA 场景，不包含移动性功能，在地广人稀和有线接入成本较高的地区才会体现出比较优势，总体上不会对全球 5G 格局产生大的影响。我们认为，5G 在第一阶段建设的关键，在于尽可能快的形成统一的网络平台，推动与 B 端新场景的融合，执着于先行推动毫米波技术可能导致美国在 5G 的竞争中丧失先机。

图表 4: 5G 不仅仅是移动接入网，而是网络能力软件化的整体网络方案



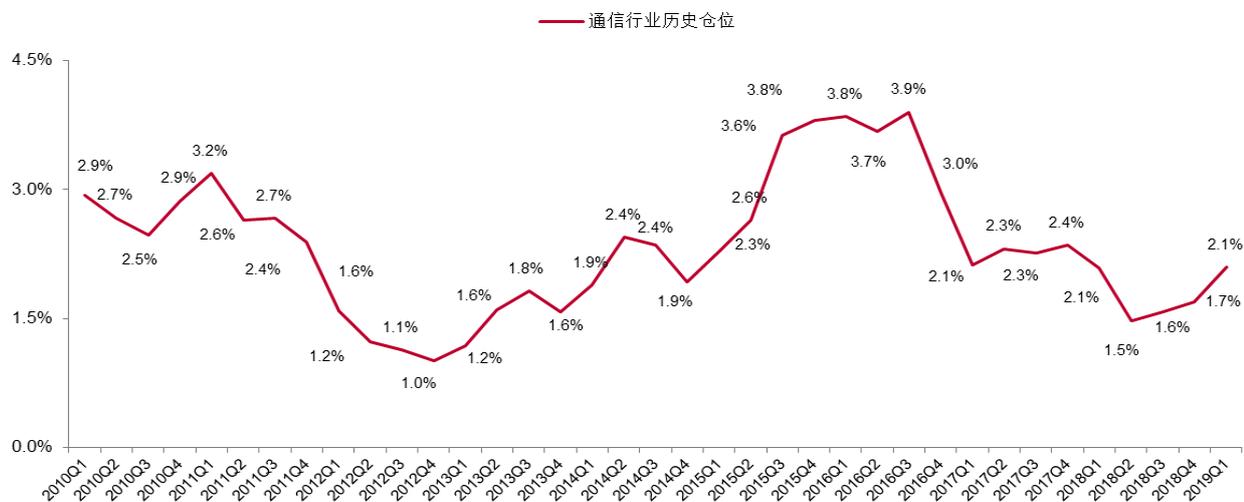
来源：中国联通，中泰证券研究所

5G 绝非仅指移动接入网，其本质是对网络能力软件化的统一平台，以满足对不同场景提供特性化的切片，实现这一目标的实效将决定 5G 的长期发展。现有的网络由专用设备组成，没有统一平台，除了同质化的管道功能，无法实现业务定制化，在 5G 首要解决的就是以统一开放平台容纳通用设备并提供特性化的网络能力。运营商主导的产业联盟是主导力量，典型如中移动推动的 ORAN，聚拢数十家运营商和上游厂商：一方面界定技术规范，使得设备通用化，网络架构向扁平化；另一方面对下游提供开放的应用接口，运营商和 B 端客户能按需对网络进行编排、分配和使能。在 5G 第一阶段建设中达成网络功能软件化的能力，并推动与典型的 B 端场景融合，是真正决定 5G 长期发展的关键。

5G 带动新一轮投资周期，短期建设力度有望超出规划

5G 将带动新一轮资本开支周期，总规模和时间跨度空前，成为未来三年通信投资的主逻辑，板块配置有望伴随 5G 景气向上。4G 阶段，机构配置通信板块权重与整体资本开支呈现明显的正相关性，13 年 12 月牌照颁布之后，配置权重跟随资本开支周期一路上升，从 2014 年初的 1.6% 到 2016 年底达 3.9%；17 到 18 年资本开支下滑，板块配置权重也一路下行，到 2018 年底回落到 1.6% 的水平。5G 建设第一阶段，网络投资规模从 2019 年启动向上，带动质和量双重提升，将是未来三年对通信板块拉动最为直接明确的逻辑。

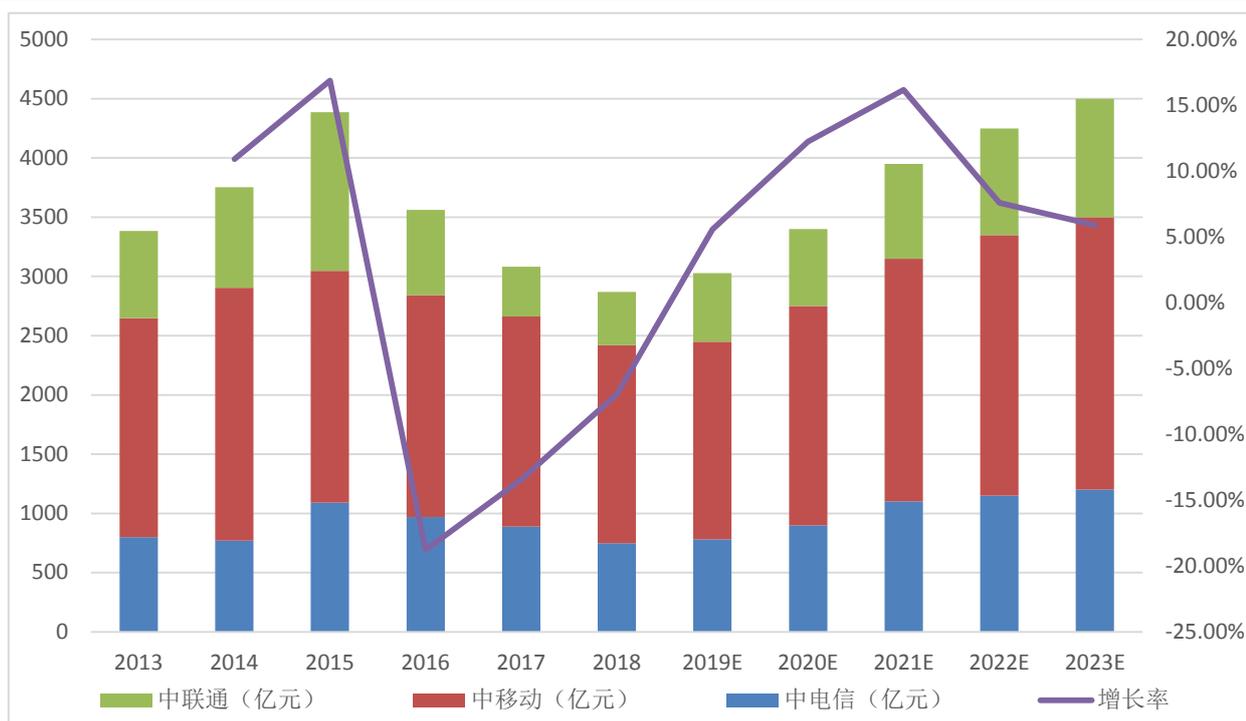
图表 5：基金对通信行业的仓位（对 A 股通信配置情况）



来源：wind，中泰证券研究所

5G 建设的前三年将复现 LTE 投入规模快速拉升的情形，后续增速逐步回归，但总规模将保持高位。综合三家运营商的开支预期，2019 年在 5G 商用提振下总资本开支将出现回升，规模超过 3000 亿元。从 2019 到 2021 三年内，总开支增速有望复现与 2013 到 2015 年类似的快速向上情形，2021 年增速可能超过 15%，规模接近 4000 亿元，随着网络深化部署和 5G 产业链成熟，2022 和 2023 年增速虽然逐步回落，但总规模依然有望保持高位，投资总规模有望达到 4500 亿。

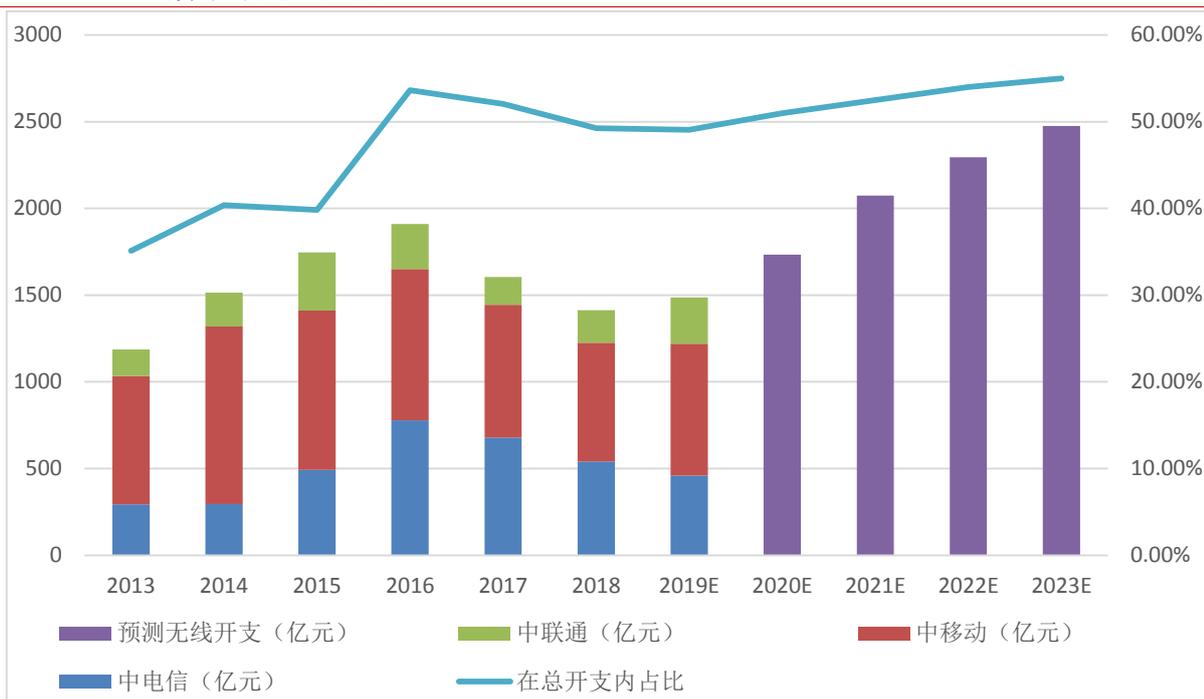
图表 6: 国内近年资本开支以及预测



来源: 公司公告, 中泰证券研究所

5G 投资向上周期的跨度将超出 4G, 后期投资支撑主要源自毫米波产业链的成熟和传输网与 IP 承载网的配套升级。2022 年后 5G 启动第二阶段建设, 毫米波产业链经过三年多的铺垫应当具备商用基础, 将出现基于 R16 协议的网络新建或升级; 此外移动接入网放大的带宽需求将倒逼光传输网扩容升级, IP 承载网的软件化改造也将贯穿周期, 共同支撑整体开支保持高位, 预计 2022 年和 2023 年的开支水平为 4250 和 4500 亿元, 增速出现放缓, 逐步回落到 5% 的增长水平, 投资周期能否维持更长跨度取决于 5G 网络与场景的融合产生能否产生有效需求。

图表 7: 国内无线资本开支与份额预测

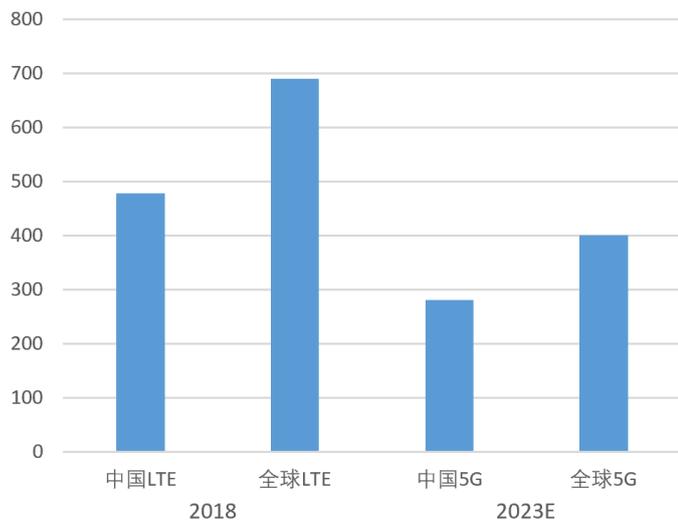


来源: 公司公告, 中泰证券研究所

无线接入网建设是拉动总开支规模的主要动力, 5G 产业链渐进成熟, 使得无线在总开支中的占比稳步提升。2019 年无线开支水平企稳回升, 根据运营商预计, 将接近 1500 亿水平, 依照惯例实际实施很可能超出规划。预计 2020 到 2023 年, 无线开支水平将有望快速提升, 从 1500 亿上升到 2500 亿元, 年复合增速达到 13.67%; 由于 5G 从全新产业起步, 初始成本较高, 将渐进走向成熟, 无线在总开支占比有望从 50% 逐步上升到 55% 的水平, 5G 无线接入网投资将成为驱动总开支的主要力量。

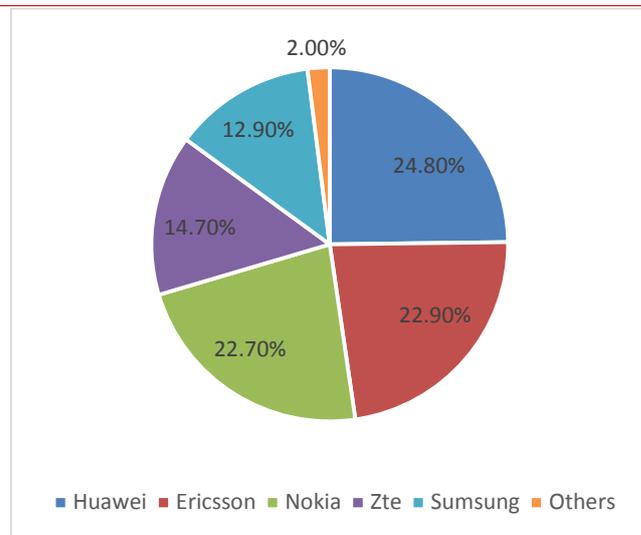
非接入网投资虽然占比下降, 但总量持续上升, 在后期对总投资的支撑效应尤为明显。根据运营商预测, 2019 年非无线接入网开支在 1540 亿元, 我们认为到 2023 年整体将超过 2000 亿元, 年复合增速超过 7%, 主要依据是网络投资将从接入端后向传导到固网。经过 5G 基站前期充分覆盖后, 传输网升级有望自 2021 年起迎来新一轮起点, 带动整体规模快速向上; IP 承载网的软件化改造以及与数通网的架构融合将贯穿整个建设周期, 随着技术和方案成熟, SDN/NFV 渗透率有望在 2021 年后达到新水平。鉴于存量网络规模基数已十分庞大, 这样的投入增速在大基数上将相当可观。

图表 8: 4G 和 5G 基站数规模比照



来源: 运营商年报, Dell'oro, 中泰证券研究所

图表 9: 2023 年 RAN 市场份额



来源: Strategy, 中泰证券研究所

保守估计, 中国 5G 基站建设数全球占比将和 4G 类似, 为全球最大 5G 网络。中国 LTE 网络在 5 年内完成了追赶和超越, 根据运营商公布数字, 截止 2018 年底, 全国 4G 基站数目为 478 万台; 根据对海外各大区域的 4G 基站数汇总, 预计海外 LTE 基站总数略超过 200 万站, 国内基站数约占全球总数的 68%。5G 全球同步启动, 对其战略价值一致认同, 我们预计 5G 基站数占比在全球将在 6 到 7 成。综合考虑建设成本和推进节奏, 中性预期下 5G 前五年总建站数为 280 万台左右, 全球总基站数约为 400 台左右。

国内市场将为本土厂商提供强力支撑, 华为与中兴的领先地位将得到巩固和加强。我们预计, 到 2023 年全球 RAN 市场依然为五家头部厂商分割, 因受到美方压制, 华为海外市场面临一定收缩, 份额占比预计在 25% 左右; Ericsson 和 Nokia 份额将由此获得提升, 预计都在 23% 左右水平, 三大厂商形成第一梯队; 三星借助韩国 5G 的快速发力和美国毫米波市场, 将呈现显著增长, 其份额有望冲击 13%; 而中兴依托国内市场支持, 全球份额有望冲击 15%, 较 4G 阶段更上层楼。本土厂商的产业地位将持续强化。

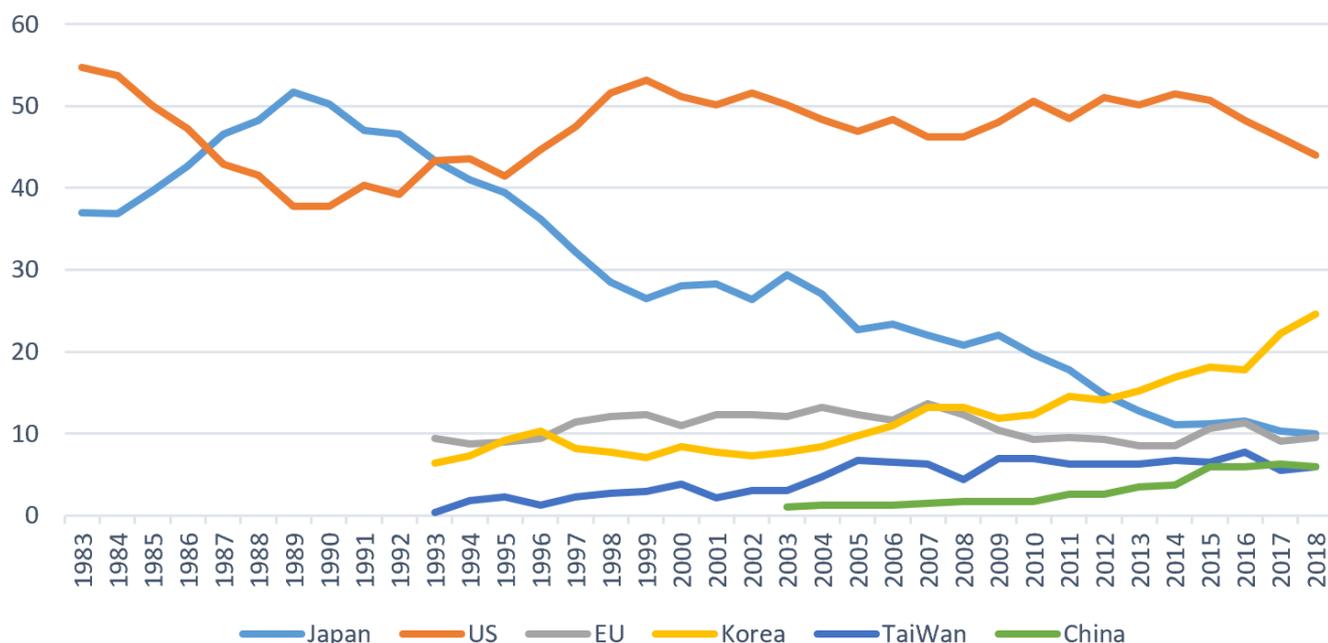
综上, 5G 资本开支向上, 给全球 ICT 产业带来直接机遇, 产业链迎来全面提振和升级, 尤其本土设备商和上游供应商将空前受益。

自主可控成为关注重点，长期看国内上游体系化将加速完善

工信部即将颁发 5G 商用牌照，今年启动商用已充分预期，市场关注重点在外部压力加大条件下，国内产业推进所受到的阻力。在 5 月中美国以国家安全紧急状态为由，对包括华为在内的数十个企业和科研院所纳入实体清单，要求美国企业或采纳美方技术超过一定比例的外国企业不得向列举的实体提供技术、零部件和服务，掀起打击范围和力度空前的技术封锁。美方对华的遏制成为了产业最大不确定因素，因其影响范围大、跨度远，其反应将在未来一到两年逐步体现，成为市场关注的重点。

ICT 领域的遏制是国家间竞争发力点和延续，我们认为，严酷的外部技术封锁和市场压制将长期存在，较难出现系统性缓解。需要重视美方从 2016 年开始逐步加码的在技术和市场两方面的动作，一方面除非接受美国单方面的处罚和严格监管，否则可能出现基于任何借口的，超常规的制裁；另一方面对其自身的产业链相关公司也造成了不可忽视的商业利益冲击，将损害其长期发展。以声誉和利益为代价，足见其单边和遏制战略之决心，短期难以缓解，只能寄望于国内上游自主可控完善。

图表 10: 主要地区半导体销售额占比 (%)，不含代工制造



来源: SIA, WSTS, IHS Global, PwC, 中泰证券研究所

我国半导体产业起步较晚，虽然有了较完整的布局和长足发展，但因为后发，整体规模和产品层次仍处于较低水平。国内半导体实际起步在新千年之后，当时产业基础性工作已经完成，包括材料、工艺、设计、软硬件生态已经完整，本土企业只能从点到面，在部分专门领域从低端向上游延伸。2016 年中兴事件之后，国内对于自主可控的战略意义认同

空前一致，近三年在长期投入和短期应对上准备充分。尤其通信行业，龙头厂商在关键领域已有全球领先性，有能力面对先发厂商在技术和市场上的压制。

5G 网络侧上游准备较为充分，整体建设进度不会受到影响。在 5G 网络方面，因为属于设备商的战略领域，华为在上游替代方案上有了十余年的储备，核心部分已经完成自主可控，且技术处于全面领先，尤其在实现基带、主控和传输的嵌入式实时系统上，有深厚的积累。网络侧中射频软硬件和算法华为也领先业界，且上游供应商在很大程度上做到了本土化。对于少数非核心部分，厂商也储备了去美国化方案。我们认为，第一阶段 5G 建设不会因外部封锁此受到阻碍，反而可能在压力下加快推进。

5G 手机短板在射频前端，短期难以实现追赶，有赖于海外方案，安卓系统对华为的封锁会影响海外市场，但客观讲加速移动端操作系统实现自主，风险总体可控。对于即将在明年起量的 5G 手机，目前国内的射频前端技术仍全面落后，中短期难以突破到商用水平，预计将以非美国替代性方案为主。禁止华为使用安卓，或将失去依赖 GMS 服务的海外用户，但同时促使国产移动操作系统快速自立，我们预计今年底华为的跨平台操作系统有望上线，在 5G 手机渗透窗口期取得商业突破。

图表 11: 通信上游主要芯片与器件国产化情况

		全球主要厂商	国内主要厂商	国产化率
无线	射频器件	村田	东山精密、灿勤电子、佳利电子、大富科技	>50%，高频功率器件尚在起步
	ADC、数字滤波	ADI、TI、Maxim	苏州云芯、圣邦股份、富满电子、韦尔股份	<10%，中低端，采样精度和频率均较低
	网络侧 CPU/FPGA	Cavium、Intel、ARM、Xilinx	海思、中兴	>50%，第一梯队
	终端基带芯片	高通、三星、Intel	海思、展讯、联发科、中兴微	>30%，部分第一梯队
	终端射频前端	Qovro, Skyworks、村田	麦捷科技、信维通信	<5%，只能完成少量品类中低端，综合弱
固网	高速光芯片	Finisar、Oclaro、Sumitomo	光迅科技、中际旭创、新易盛、天孚通信	>30%，10G 以下完全自给，25G 即将突破
	交换芯片	Broadcom、Marvel、Cisco	海思、盛科	<10%，高速交换芯片替代率正在提升
	云计算服务器芯片	Intel	海思	<5%，华为基于 ARM 架构自研平台，有望上量

来源：中泰证券研究所

光网络方面，核心器件存在一定差距但总体可控，短期有望实现突破。光网络扩容升级焦点在器件与设备，国内设备水平全球领先，但在上游器件方面存在一定差距，但产品布局完整，技术差距总体可控，芯片研制和封测技术水平坚持长期推进，在强化自主的背景下，短期有望实现重大突破，并有望伴随国内应用规模打开而持续升级。

IP 承载网方面，华为在高端路由器和交换器方面已经全球领先，中兴也在国内市场取得重大突破，相关上游芯片已有一定积累。主要短板

在于交换芯片、网卡芯片与系统平台，国内已有专业厂商进行了长期铺垫，在具体指标上比领先水平稍逊，但可替代性强，且相比而言技术上更易突破。

图表 12: 国内 CPU 指令集体系自主情况

芯片厂商	CPU	架构指令集授权	是否为永久授权	指令是否可拓展	授权领域限制	是否自主微架构设计	资方背景
龙芯中科	龙芯 3A2000	拥有MIPS 32/64位微架构开发授权，基于MIPS开发自主指令集 LoongISA	永久性授权	自行扩张了1400+指令，申请超过100项专利	无领域限制	GS464E自主微架构	中科院计算所
海思半导体	海思 1610,1612	获取到ARM v8架构永久授权，可进行微架构开发	v8永久性授权，更新版本停止授权	无指令开发权	仅限于服务器和存储	已经完成自主微架构开发	华为
天津飞腾	飞腾 1500A	ARM-V8架构 64位	一定期限，展期需要谈判	无指令开发权	仅限于服务器	采用ARM A57公版	中国长城/中电子集团
天津海光		x86架构	一定期限，展期需要谈判	无指令开发权	仅限于服务器	可能采用AMD提供内核	天津海光投资/AMD
上海兆芯	ZXC QuadCore C4600	x86架构	一定期限，展期需要谈判	无指令开发权	仅限于服务器	可能采用VIA提供内核	上海国资委/VIA
申威	神威 SW1600, SW26010	基于Alpha开发自主指令集	专利已经过期	可以拓展	不明确	可能采用DEC的ALPHA内核	无锡江南计算技术研究所
中晨宏芯	宏芯 CP1	Power架构	一定期限，展期需要谈判	无指令开发权	不明确	可能采用IBM提供内核	中晨宏芯（梦兰集团、中晨智源、苏州高新创投）

来源：中泰证券研究所

云服务器方面，国内已经在多个指令集方向进行了长期探索，基于ARM体系架构自主已取得关键突破，国内庞大的市场和自主需求，将促使底层架构自主走向全面完善。华为已经获得了ARMv8的内核级永久授权并完成了对微架构的自主实现，从指令体系自主来说不存在风险，但需要注意ARM对其封锁了后续更新版本的指令集，长期发展依然受到制约。我们认为在愈演愈烈的技术封锁环境下，国内很有可能掀起从指令集、内核微架构、操作系统，直至上层IT生态全面重建。基于新体系架构的CPU、跨平台操作系统、中间件和数据库，B端通用应用软件都存在重大的开拓性机遇，国内也有足够市场规模和内外因素来加快体系化自主可控的完善。

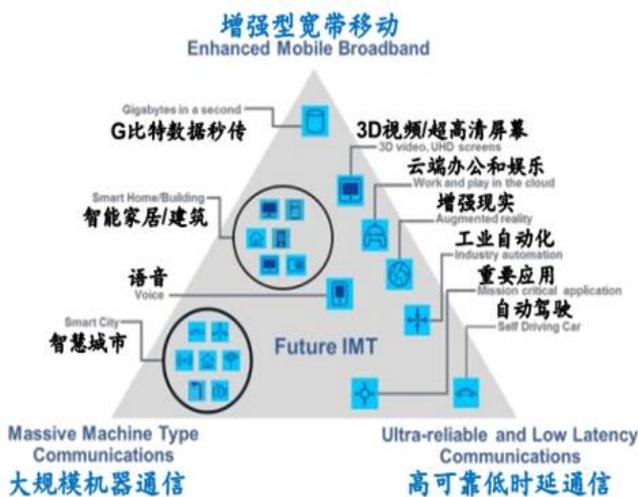
综上，ICT领域发生的遏制和对立，是中美博弈的具体体现，长期看还可能继续扩大。我国在完善技术自立方面已经做好了相当程度的应对准备，风险总体可控，并将进一步推动上下游加快自主，5G建设与新业态变革将为核心领域持续突破和新体系的建立带来难得契机。

5G 应用开启万物互联时代

运营商加速布局物联网，高速率宽带物联网放量

- 5G 网络最大的改变是首次构建完整的物联网基础设施。**移动通信 2G 实现从 1G 的模拟时代走向数字时代，3G 实现从 2G 语音时代走向数据时代，4G 实现 IP 化、移动互联网化，数据速率大幅提升。5G 最大的改变是构建了物联网的基础网络，实现从人与人之间的通信走向人与物、物与物之间的通信。5G 应用三大场景：eMBB（增强移动宽带）、mMTC（海量机器类通信）、和 uRLLC（超可靠低时延通信）。（1）增强移动宽带场景指在现有移动宽带业务场景的基础上进一步提升用户体验，代表应用：4K 高清视频、AR/VR、远程教育等。（2）海量机器类连接，代表应用工业物联网、智慧城市、智能家居等。（3）低时延高可靠，例如自动驾驶/辅助驾驶、远程控制等。5G 规模商用之前物联网连接数的增长主要来自 LPWAN，5G 的 mMTC 和 uRLLC 是针对物联网的全新场景，将推动移动互联网向万物互联时代转变。

图表 13: 5G 业务场景和关键能力



来源：IMT-2020 (5G)，中泰证券研究所

图表 14: 物联网产业架构



来源：移远通信，中泰证券研究所

- 随着 5G 网络建设，低功耗、高速率、广覆盖的物联网将逐步发展成熟，更多的基础设施均将搭载 M2M 无线通信模块。**同时这个过程中传统终端也逐步迭代升级为智能终端，无线通信模组和智能控制器是驱动传统终端升级为物联网终端的核心元器件，从短距离通信到长距离通信芯片，从低复杂度到高性能计算控制芯片。目前应用于物联网的通信技术包括 WiFi、RFID、蓝牙、ZigBee 等短距离无线通信技术（局域网）和借助电信运营商的蜂窝网络 2G、3G、4G/LTE、LPWA、5G 等长距离移动蜂窝通信技术（广域网）。其中 LPWA (Low Power Wide Area) 低功率广域网包括 NB-IoT、eMTC、LoRa、SigFox 等，是为解决广覆盖和低成本、低功耗的问题，而专门设计的窄带物联网技术，LoRa、SigFox 是非授权频段。LTE 网络演进的低速率技术如 LTE Cat.M 和 LTE Cat.1 等。电信蜂窝网络契合了物联网无处不在的目标，成为物联网的重要载

体，我们讨论的 M2M 场景下的无线通信模组主要是指长距离移动蜂窝通信模组，有些终端往往同时使用导航定位模组包括 GPS、GNSS 模块。

图表 15: 我国物联网产业中期指标完成情况评估表

序号	主要指标	十三五期末目标值	执行情况 (约)	
			中期到达 (截止 2018 年 6 月)	完成占比
1	物联网总体产业规模 (万亿)	1.5	1.2	80%
2	公众网络 M2M 连接数 (亿)	17	5.4	31.8%
3	特色产业集聚区基地 (个)	10	5	50%
4	产值超 10 亿元的骨干企业 (家)	200	120	60%
5	制定国家和行业标准 (项)	200	81	40.5%

来源：信通院，中泰证券研究所 (截止 2018.6)

图表 16: 我国物联网模组市场规模预测

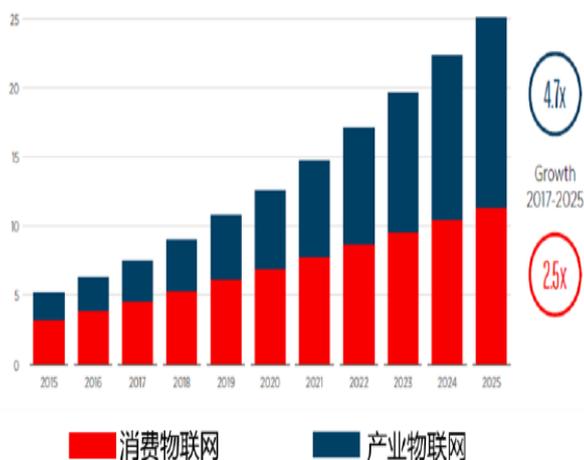

来源：Machina Research，中泰证券研究所

- 中国形成最大的 NB-IOT 网络，NB-IoT/eMTC 及其演进技术纳入 5G。**近两年我国三大运营商快速推进 LPWA 的窄带物联网商用，NB-IoT 基站已超过 100 万个，eMTC 大规模推广。各大运营商纷纷搭建了针对物联网设备接入的管理平台。在 3GPP 的推动下，将 NB-IoT/eMTC 及其演进技术纳入到 5G，保证其向未来 5G 网络的平滑升级。截止 2018 年 6 月，中国移动、中国电信、中国联通的物联网 M2M 连接数分别达 3.8 亿、7419 万、8423 万，我国 M2M 连接数共计 5.4 亿，全球总连接数 9 亿 (Vodafone7000 万，AT&T4000 万)。2018 年蜂窝物联网用户净增 4 亿户，总数达 6.71 亿)，十三五期末目标 17 亿，中国成为全球最大的 M2M 市场。国内蜂窝物联网设备大部分由 2G 承载，海外主要由 3G 和 4G 来承载。全球 42% 的蜂窝物联网连接由 2G 网络承载，超过 30% 的连接由 4G 承载。IoT Analytics 预计 2017-2023 年，LPWAN 连接数将实现 109% 的年复合增长。4G 物联网目前处于起步阶段，**2020 年迈入 5G 时代，全球电信运营商在移动通信网络建设方面都在加速构建窄带连接到宽带连接的全覆盖，LTE/5G 高速率宽带物联网模组也将放量。**
- 无线通信模组制式的演进已经呈现出“2G 产品快速退出、3G 产品逐步被替代、4G 产品高速化、5G 产品主导市场”的发展趋势。**BI Intelligence 预测 2020 年全球联网设备数量将达到 340 亿，其中物联网设备数量达到 240 亿，是所有联网设备中最具增长潜力的一部分。根据爱立信的数据，截至 2017 年 10 月共有 75 亿联网终端，进入增速放缓阶段，而物联网中广域网连接数高增长，预计 2017-2023 年 GAGR 达到 26%，未来 5 年物联网连接数将三倍于移动互联网，带来连接、应用、数据等多重价值。Machina Research 预测，2020 年我国无线模组市场规模将达到 296 亿元。

消费物联网将出现应用热点

- **物联网应用可以分为消费物联网和产业物联网。**消费性物联网面向需求侧的消费电子终端,与移动互联网相融合创新活跃度高,比如 PC、PAD、电子书、可穿戴设备、车联网、无人机、智能家居、智能硬件等。产业物联网是指物联网面向工业、农业、能源、电力、交通、物流、零售、金融等行业应用,以及智慧城市和安防等,成为行业升级的基础设施。据 GSMA Intelligence 预测,从 2017 年到 2025 年,产业物联网连接数将实现 4.7 倍的增长,消费物联网连接数将实现 2.5 倍的增长。但两者的通信模组在规模效应和单体价值差异较大。
- **消费物联网模组单体价值较大,且容易产生规模效应。**物联网的问题是产品多样化,应用非常分散,尤其产业物联网。通信模组面对的市场从单一同质化大规模市场向小规模异质化市场发生变化。对于芯片和模组行业,设计、流片、封装、测试前期投入大,没有量就不能产生规模效应,摊销到每块模组的成本较高,价格战直接带来亏损。而消费物联网因为消费电子属性往往需要更高速率的 4G/5G 通信模块,模块单体价值量较大,同时消费电子同类的产品的规模较大,比如个人电脑出货量亿台级,手机出货量达到十几亿量级,相对应的模块厂商更容易产生规模效应。

图表 17: 产业物联网与消费物联网连接增长



来源: GSMA Intelligence, 中泰证券研究所

图表 18: 中国移动和家副卡套餐

和家副卡

0月租
免费送大流量

一人付费 家庭共享

请使用主卡号码登录后购买副卡

①主号码统一支付通信费用;

②主号码流量共享、组内本地互打免费;

③副卡激活月起,赠送6个月每月1GB副卡专属国内流量;

④副卡可订购专属特惠语音包,5元/月含50分钟国内通用主叫时长,仅限副卡使用。

主卡管理,智能1+2
——玩转智能设备——

给平板PAD、备用手机、儿童手表配上副卡
可实现主卡统一管理,资源共享
添置更多智能设备无负担!

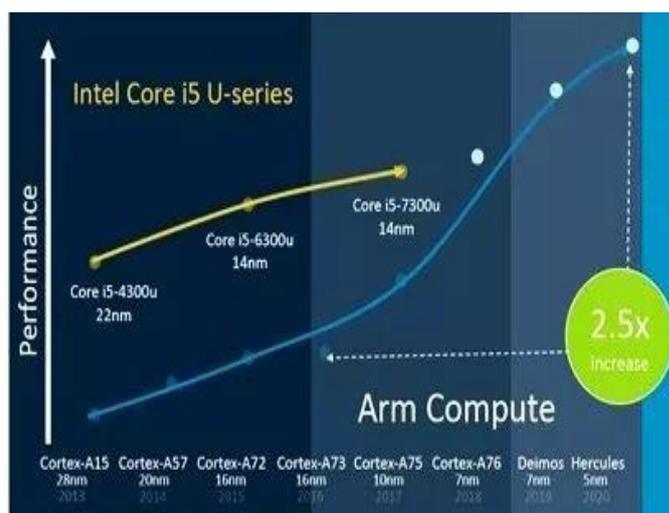
来源: 中国移动, 中泰证券研究所

- **5G 打造始终在线的消费电子体验。**目前我国三大电信运营商的新资费套餐,包括冰淇淋套餐、4G 不限流量卡,固网无线捆绑套餐、主副卡共享等套餐,实现了不限流量和多卡共享流量。得益于 4G 网络稳定、高速的移动通信环境以及智能手机高渗透率,运营商流量卡套餐普及,人们逐渐习惯移动互联网不受地理位置限制而即时通信的便捷。在笔记本电脑、平板电脑、超级本、电子书等产品愈发普及的情况下,5G 时代越来越多的 PC 产品将加载无线通信模块,实现与移动互联网的互联互通,而不再局限于 WIFI 网络、有线网络。

图表 19: 2018 个人计算设备出货量预测

Personal Computing Device Forecast, 2018-2022 (shipments in millions)					
Product Category	2018 Shipments*	2018 Share*	2022 Shipments*	2022 Share*	2018-2022 CAGR*
Desktop + DT & Datacenter WS	93.7	23.0%	82.3	21.8%	-3.2%
Notebook + Mobile Workstation	164.1	40.3%	166.6	44.0%	0.4%
Detachable Tablet	20.7	5.1%	28.0	7.4%	7.8%
Slate Tablet	128.5	31.6%	101.4	26.8%	-5.8%
Grand Total	407.0	100.0%	378.3	100.0%	-1.8%
Traditional PC	257.8	63.3%	248.9	65.8%	-0.9%
Traditional PC + Detachable	278.5	68.4%	276.9	73.2%	-0.1%
Total Tablet (Slate + Detachable)	149.2	36.7%	129.4	34.2%	-3.5%

来源: IDC, 中泰证券研究所 (2018.12)

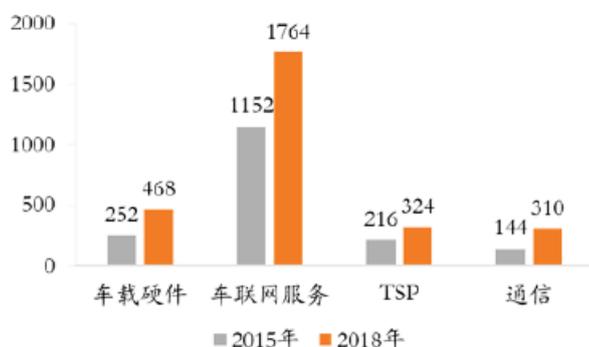
图表 20: ARM 发布 CPU 规划路线图


来源: ARM, 中泰证券研究所

- ARM/高通/intel 等芯片巨头的 5G 终端策略。**2018 年 ARM 发布了新一代高性能 CPU 核心 Cortex-A76, 单线程性能堪比 Intel 移动版低压处理器 i5-7300U, 3.3GHz 频率下功耗不到 5W。预计 2020 年的 5nm Hercules 核心的计算性能相比 2016 年的 16nm A73 可提升多达 2.5 倍。目前, ARM、高通、英特尔等系统芯片制造商与联想、戴尔、惠普等 PC 制造商、以及国内外的运营商合作, 全方位推出了 4G/5G 新兴始终在线的 PC, 2017 年市场上已经成功推出 30 多种全互联 PC 产品。2019 年世界移动通信大会 (MWC) 上, 高通推出首款商用 5G PC 平台--高通骁龙 8cx 5G 计算平台, 采用第二代高通骁龙 X55 5G 调制解调器, 英特尔也发布 Intel® XMM™ 8160 5G 基带芯片, 广和通联合 Intel 发布首款 5G 通信模组: Fibocom FG100, 内置 Intel® XMM™ 8160 5G 基带芯片, 全互联 PC 预计将成为未来笔记本电脑行业的发展方向, 5G 时代来临时消费电子需要更好的移动体验, 包括云存储与计算、快速响应的多人游戏、沉浸式全景视频和即时应用。
- IDC 数据显示, 2018 年个人计算设备(包括桌面电脑、笔记本电脑、变形平板及直板平板电脑四大类) 出货量约为 4.07 亿台, 桌面电脑及桌面工作站出货量为 9370 万台, 占比 23.0%, 笔记本及移动工作站出货量则为 1.641 亿台, 占比 40.3%, 可变形平板只有 2070 万台, 占比 5.1%, 而平板电脑出货量为 1.285 亿台, 占比 31.6%。PC 模组市场简单估算: 假设笔记本电脑和平板电脑年出货 2 亿台, 模组单价 200 元, 潜在的市场规模将达到 400 亿元。**
- 车联网是 M2M 最确定和最有价值的市场。**随着“将汽车变为第四块屏幕”——电视、电脑、手机、汽车屏幕时, 车联网应运而生, 拥有一部搭载智能互联系统的汽车已经不再是梦想。如今, 已进入智能汽车时代, “无人驾驶”的出现, 将会减少交通事故的发生, 挽救数千人的性命, 缓解拥堵, 减少燃料消耗和污染, 同时将会让车主的用车生活变得更加轻松、简单。车规级前装通信模块, 需经受严苛环境的考验、具有优越

的防静电和防电磁干扰功能，比如超宽温度范围 (-40° C ~ +85° C)、优越的抗电磁干扰能力满足车载及其他恶劣环境下的应用需求，高集成和小型化，因此市场进入壁垒较大。其他应用领域具体包括车队管理、UBI 车险及轻型车车载终端通讯设备等。中国车载 M2M 设备还主要应用于客运车辆、货运车辆、危险品运输车辆领域。2017 年全球汽车产量 8730.25 万辆。2018 年国内广义乘用车保有量 2.4 亿辆，年销量 2272 万辆，同比下滑 6%，但仍然全球销量第一，新能源车销量 125 万辆（新能源车 100% 联网），车联网渗透率在快速提升。据 GSMA 预测，2018 年全球车联网渗透率将超过 20%，2025 年有望实现所有汽车联网。除了乘用车，工程车辆的资产追踪管理需求旺盛。

图表 21: 全球车联网市场规模预测 (亿元)



来源: GSMA, 中泰证券研究所

图表 22: 中国车联网市场规模预测 (亿元)



来源: GSMA, 中泰证券研究所

- 电子支付快速增长，移动式 POS 逐步成为其主流，自动贩卖机 (VEM) 快速增长。**目前 POS 机具有半消费电子属性，新技术推动的智能 POS 除了传统收银机的收银、打印小票、扫码等功能外，还提供了整合支付解决方案，支持多种收款方式，支持会员管理 (CRM) 功能，支持营销管理和各种便民服务。电子支付终端的使用范围从传统商业零售、餐饮、酒店等延伸至医疗、教育、运输、保险、物流和电讯服务，移动式 POS 逐步成为其主流。主要的支付终端供应商包括百富环球、新国都、新大陆等收入规模持续增长。根据人民银行数据，2018Q3 联网 POS 机 3231.25 万台，比上个季度末增加 99.25 万台。由于电子支付技术的更新升级较快，在三四线城市普及推广，加上物流快递等行业应用过程容易产生损坏，智能 POS 机的更新周期较之前传统 POS 机也大幅缩短，驱动智能 POS 出货量的快速增长。2017 年，新大陆跃居全球第二大 POS 供应商，设备出货量达 870 万台。随着移动通信的发展，联网贩卖机的数量快速增长，我们预计国内贩卖机数量至少在百万台以上，而且处于高速增长期。随着物联网的出现，POS 机改售为出租给商务，收租赁费将产品转到服务会成为一种趋势。
- 产业物联网方面一些细分也在快速发展，比如工业路由器、能源水利智能抄表 (电表、燃气表、水表) 和控制阀、空港物流领域的资产追逐、智慧城市、智能安防、广告屏联网等等。随着 5G 网络的建设，高通英特尔华为等高性能、低延时和多制式兼容性更好的终端基带芯片发布，**

加速 PC、网关、CPE、固定无线接入（FWA）等垂直行业从 4G 到 5G 的过渡进程，为更多的行业物联网应用创造条件。

图表 23: 蜂窝模组广泛的应用领域

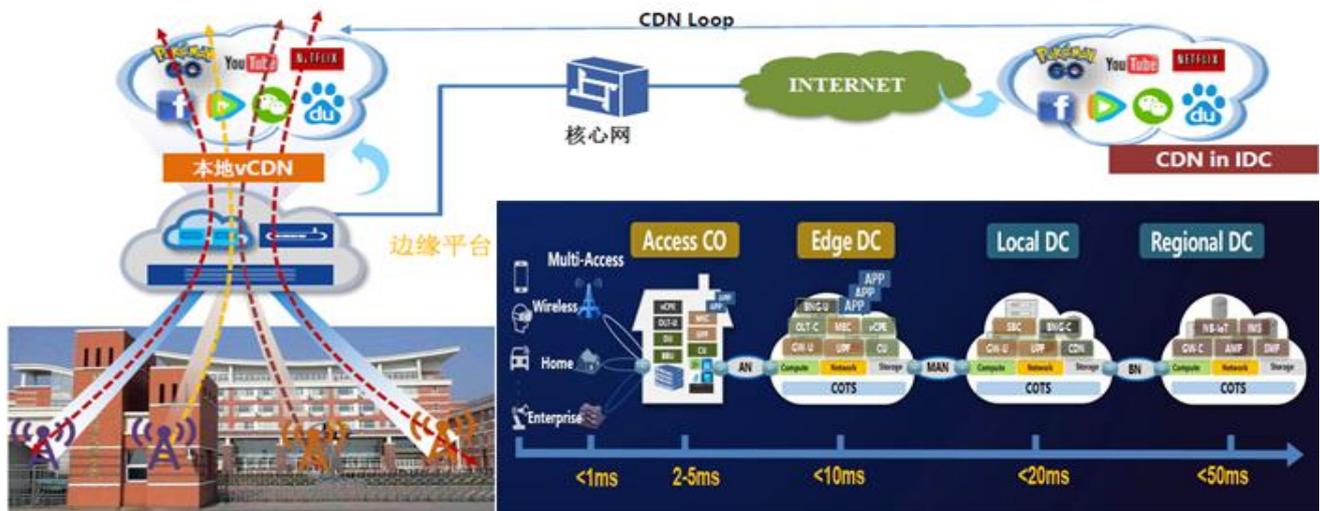


来源：移远通信，中泰证券研究所

边缘计算是物联网时代的 IT 特征

- **MEC (multi-access Edge Computing)** 将网络、计算、存储、应用核心能力靠近数据源或用户的地方提供最近端服务，并为边缘应用提供云服务和 IT 环境服务，解决了时延过长、汇聚流量过大等问题，为实时性和带宽密集型业务提供更好的支持。相比于集中部署的云计算服务，其应用程序在边缘侧发起，产生更快的服务响应，满足在实时业务、应用智能、安全与隐私保护等方面需求。随着 5G 和物联网的快速发展，新兴业务对边缘计算的需求将越来越迫切，目前电信运营商、云计算厂商和 CDN 厂商都在积极布局 MEC。
- **边缘计算和网络切片是 5G 的典型特征，都基于整个通信网络 IT 化后才能实现。** 根据运营商的大致估算，若业务经由部署在区域数据中心处理和转发，时延在 50ms 内，若业务在本地数据中心完成处理和转发，则时延约在 20ms 之内，而如果放在边缘数据中心内的 MEC 处理，时延就能控制在 10ms 以内。边缘计算就是把计算、内容和存储下沉到尽量靠近用户又能满足监管许可的位置，目前我们判断边缘数据中心机房和基站侧是网络端可选方案。

图表 24: 边缘计算架构



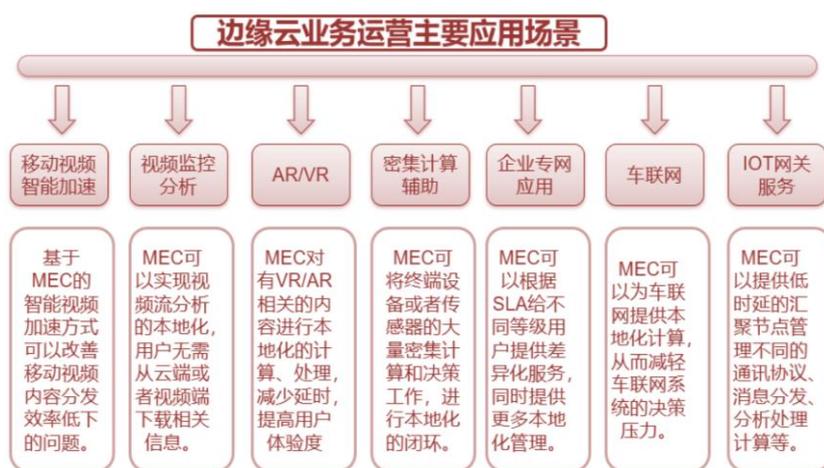
来源：中国联通，中泰证券研究所

- **边缘计算是面向物联网的 IT 支撑,5G 网络也是面向物联网的通信网络。**边缘计算是相对数据中心集中部署的云计算而言的，边缘计算 MEC (multi-access Edge Computing) 将网络、计算、存储、应用核心能力靠近数据源或用户的地方提供最近端服务，并为边缘应用提供云服务和 IT 环境服务，决了时延过长、汇聚流量过大等问题，为实时性和带宽密集型业务提供更好的支持。纵观 IT 发展史，谷歌 AWS 从 2005-2006 提出和布局云计算，IT 从分布式 PC 走向集中，2013-2014 年产业界开始提出和布局边缘计算，未来的 IT 架构将从集中走向集中与分布式相结合的统一系统。IT 架构和移动通信网络的演变是相辅相成的，这种演变背后的原因是应用端需求的变化所驱使，互联网时代的终端主要以 PC、pad 和手机为主，物联网时代的智能终端将非常丰富，智能车、机器人、VR 终端，泛家电、可穿戴设备、工业互联等等。
- **CDN 与边缘计算：**互联网时代 CDN (内容分发网络) 把源站上的内容推送到离用户最近的地方，从而提高用户的体验，并节省骨干网资源存储换带宽和 QOS。CDN 是边缘计算的一部分能力，其与生俱来的边缘节点属性，令 CDN 服务提供商在边缘计算市场具备先发优势，我们看到网宿科技在 2014 年就提出布局社区云，当时的场景主要面向高清视频，后演变为打造边缘计算平台面向物联网应用。物联网时代 CDN 会顺理成章地将其边缘的计算、安全等能力释放。全球 CDN 市场规模的大致判断可以分为 4 个时期：90 年代诞生 akamai 上市到科网泡沫，第二波互联网浪潮电商门户网站兴起，OTT、IPTV 等视频应用爆发，现在到未来直播与短视频爆发到云计算与物联网。从行业趋势看，我们已经进入视频社交时代，高清、互动、智能化、无处不在成为视频革命的特征，直播短视频成为趋势，互联网流量 70% 以上来自视频，未来占比将进一步提升。人类也从未停止对更清晰世界的追求，从黑白电视到彩色电视到液晶电视，再到投影仪，从 320P 到 720P 到 1080P，以及到 4K、8K。近期三部委联合下发的《超高清视频产业发展行动计划(2019-2022 年)》，明确将按照“4K 先行、兼顾 8K”的总体技术路线，大力推进超

高清视频产业发展和相关领域的应用。**5G 物联网将驱动新一轮的流量周期，开启 CDN 行业云安全和边缘计算新业态的成长空间。**

- **市场空间：**MarketsandMarkets 报告预计，CDN 服务将从 2017 年的 75 亿美元增长到五年后的 300 亿美元。IDC 数据显示，预计到 2020 年，全球将接入超过 500 亿的终端与设备联网，企业物联网占总联网终端市场存量的 52%，超过 40% 的数据要在网络边缘侧进行分析、处理与存储。TrendForce 最新预测显示，边缘计算产品和服务市场在 2018 年至 2022 年将以复合年增长率超过 30% 的速度增长，这一增速有望带来千亿级美元的市场空间。

图表 25：边缘计算业务运营应用场景

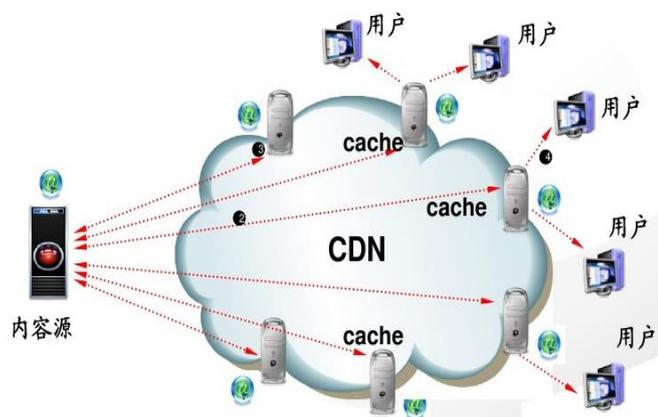


来源：《边缘计算技术白皮书》，中泰证券研究所

- **目前电信运营商、云计算厂商和 CDN 厂商三方都在积极布局 MEC，网宿科技与中国联通成立合资公司，业务定位 CDN 与边缘计算。**在众多垂直行业新兴业务中，对边缘计算的需求主要体现在时延、带宽和安全三个方面。边缘计算和网络切片是 5G 的典型特征，都基于整个通信网络 IT 化后才能实现，未来 ICT 将深度融合。根据运营商的大致估算，若业务经由部署在区域数据中心处理和转发，时延在 50ms 内，若业务在本地数据中心完成处理和转发，则时延约在 20ms 之内，而如果放在边缘数据中心内的 MEC 处理，时延就能控制在 10ms 以内。从节点布局上看，边缘计算就是把计算、内容和存储下沉到尽量靠近用户又能满足监管许可的位置，我们判断边缘数据中心机房和基站侧（宏基站和小基站）是网络端可选方案。中国移动联合中国电信、中国联通、中国信通院、英特尔等公司，共同发起了面向电信应用的开放电信 IT 基础设施项目——OTII。目标就是形成运营商行业面向电信及边缘计算应用的深度定制、开放标准、统一规范的服务器技术方案及原型产品。不同类型的边缘计算对服务器的性能提出不同的要求，包括体积小、宽温度范围工作需要服务器支持一定的计算和存储能力，大量的异构计算要求，需要通过配置基于 FPGA、ARM 等的网卡或其它硬件加速方案卸载部分 CPU 功能，以节约 CPU 资源并提高处理效率。OTII 项目已经针对 Intel 的新一代平台进行设计开发，目前已经有仁宝、AVC 和浪潮信息等公司完成

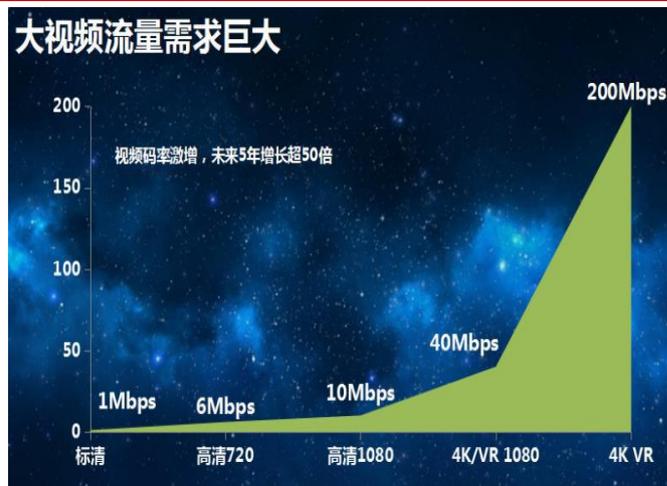
了基于 CascadeLake 平台的产品开发, 华为中兴也陆续发布相关产品。

图表 26: CDN 的网络云分发架构



来源: 网宿科技, 中泰证券研究所

图表 27: 4K/VR 高清视频对流量的需求

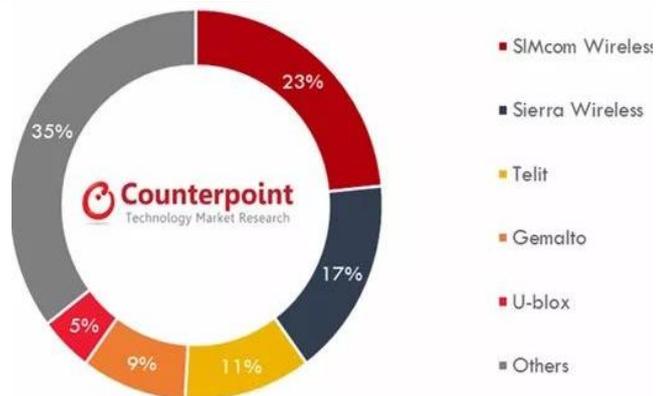


来源: 中国移动, 中泰证券研究所

中国物联网模组厂商份额快速提升

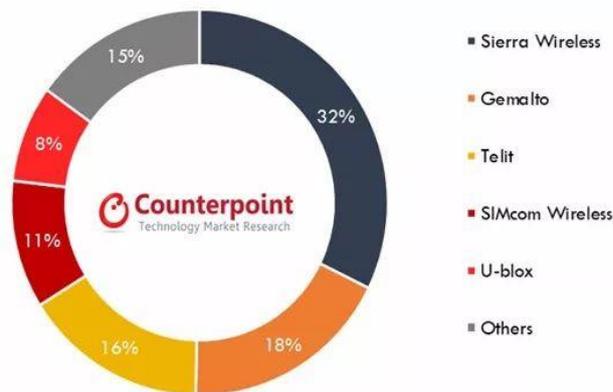
- **广域模组寡头竞争市场结构。**广域通信模组尤其是蜂窝物联网模组具有更为明显的规模化效应, 在全球市场中形成了少数几家出货量较高的寡头占据大部分市场。2017年, 芯讯通、Sierra Wireless、泰利特、金雅拓和 U-blox 五家厂商的出货量占据全球蜂窝物联网模组出货量 65% 的份额, 营收占全球 85% 的份额。出货量来看中国的芯讯通 (SIMCom) 和加拿大的 Sierra Wireless 一直以来占据市场双寡头的格局。

图表 28: 2017 全球蜂窝物联网模组出货量份额



来源: Counterpoint, 中泰证券研究所

图表 29: 2017 全球蜂窝物联网模组出货营收份额



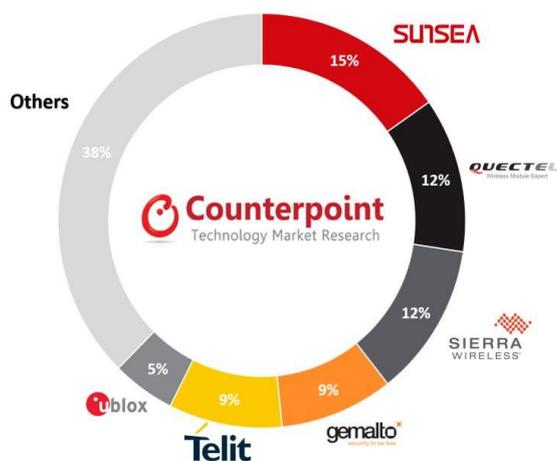
来源: Counterpoint, 中泰证券研究所

- **移远通信出货量超过 Sierra, 国内模组厂商成本优势有利于扩大全球市场份额。**根据 Counterpoint IoT 的最新研究, 得益于低功耗广域 (LPWA) 物联网应用的驱动, 全球蜂窝物联网模组的出货量在 2018 年同比增长了 79%。这些新式应用包括共享单车、智能电表、烟雾探测器和智慧畜

牧业等等。在 2018 年，另一家低成本的国内模组供应商上海移远（Quectel）却增长迅速，一举超过 Sierra Wireless，成为物联网模组出货量榜第二名，国内第一大通信模组厂商。另一方面，以 NB-IoT、车联网、消费电子、智能 POS、自动贩卖机为代表的物联网应用兴起催生出了越来越大的市场规模，尤其在中国，一批物联网模组供应商随之蓬勃发展，比如广和通、高新兴、有方科技、利尔达、零零智能等。

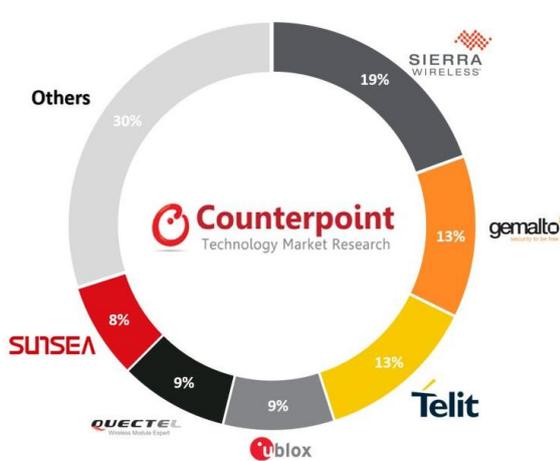
- **NB-IOT/2G 模组价格竞争激励，并购重组活跃，国内巨头低价抢夺市场份额，集中度有望大幅提升。** 在芯片成本降低、模组厂商设计优化和出货量增加的推动下，物联网模组成本快速下降。华为正在驱动 NB-IoT SoC（Boudica 系列）的零售价降低至 1 美元以下。2018 年 8 月，中国联通启动 300 万片 NB-IoT 模组招标，中标企业报价已低于业界预期的 5 美元；另外，运营商对于模组的大额补贴使模组价格进一步接近规模商用边界，目前 NB-IoT 模组价格处于 20-35 元不等，其中单模模组集中于 20-30 元。2018 年 10 月底，中国移动启动了 500 万片 NB-IoT 单模模组招标，业界预期会将模组价格进一步拉低。4G 模组也在一些厂商推动下成本降至 100 元以下，加速 4G 模组出货量。目前国内有多家模组企业，随着以移远通信在 4G 模组上的低价竞争策略和行业内并购重组，预计 1-2 年市场集中度有望大幅提升。

图表 30: 2018 全球蜂窝物联网模组出货量份额



来源: Counterpoint, 中泰证券研究所

图表 31: 2018 全球蜂窝物联网模组出货营收份额



来源: Counterpoint, 中泰证券研究所

- 目前国内有多家模组企业，行业内并购重组，2017 年日海智能收购龙尚科技、芯讯通，高新兴收购中兴物联，2018 年启迪国际宣布以 1.05 亿美元收购 Telit 车载通讯业务。随着以移远通信为代表的模组龙头企业在 4G 模组上的低价竞争策略，预计 1-2 年市场集中度有望大幅提升，国内厂商在全球市场的份额也将进一步提升。中国物联网创新活跃，运营商重视物联网战略，国内物联网应用红利逐步体现。国内第一梯队的物联网模组和终端厂商通过 IPO 和并购重组陆续登陆资本市场，关注今年即将 IPO 的移远通信。
- 物联网不同行业的终端形式多样，通信模组是可以实现统一的必不可少的单元，从另外一个角度看，智能终端的智能化浪潮同样驱动智能控制

器的技术迭代。智能控制器以 MCU 芯片为计算核心，从 8 位、16 位提升到 32 位，运算需求越来越高，提升了控制器的价值量。我们观察到从 2015 年行业景气度提升，表现在整体行业收入增速加快、行业盈利水平恢复到正常水平，其中拓邦股份、和而泰近三年实现利润规模翻翻。行业发生的主要变化：（1）终端智能化浪潮，智能控制器价值提升，毛利率提升。（2）家电等智能终端品类不断增多，例如出现咖啡机、烤箱等新品，推动控制器市场增长。（3）智能控制器的专业性越来越高，家电企业越来越多的选择 ODM、JDM 模式，外放控制器给第三方专业厂商，供应商议价能力提升。（4）国内供应商技术实力提升，具备成本优势，海外家电等大厂商开始逐步向国内控制器企业转移订单，海外业务毛利率高于国内。随着智能控制器联网化和智能化升级，控制器作为智能终端底层控制基础，往往与无线通信模组和触摸屏共同使用，来完成 HMI 人机交互。

- 投资建议：随着运营商 4G/5G 网络建设的不断完善，物联网产业具备了连接的网络基础，MWC 可以看到 5G 硬件终端芯片的创新浪潮，将驱动新一轮互联网和物联网应用，5G 将带来始终在线的消费电子体验，车联网、4K/VR、云游戏、工业互联等快速落地，物联网终端连接数增长有望进一步加速。5G 第一次搭建了完整的物联网平台，万物互联发展路径“连接—感知—智能”三阶段，即为 5G-IOT-MEC-AI 技术周期。当前重点看好车联网、电子支付、消费电子的物联网应用，后续关注工业互联、医疗健康、智慧能源、智慧农业等行业应用，随着联网智能终端设备放量相关芯片、通信模组、控制器的高增长，物联网应用将打开边缘计算的市场空间。重点关注标的：（1）物联网模组与终端厂商：移远通信（拟 IPO）、广和通、移为通信、高新兴、日海通讯、闻泰科技；（2）智能控制器：拓邦股份、和而泰。（3）物联网平台：宜通世纪。（4）边缘计算：网宿科技、浪潮信息。

5G 助力手机产业链打开新空间

智能手机市场进入存量竞争时代

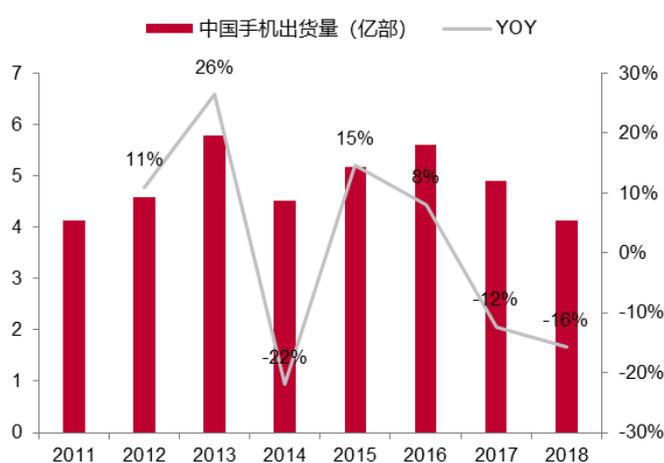
- **手机出货量同比继续下降，进入存量竞争时代。**据 IDC 统计，2018 年全球智能手机出货量为 14.07 亿部，同比下降 3.7%，继 2016 年后，全球智能手机出货量持续下滑；国内手机出货量也出现下降，据工信部统计，2018 年中国手机出货量为 4.14 亿部，同比下降 16%。我们认为，手机出货量的下降，一方面是由于智能手机质量的提升，耐用性的提高，使得用户换机周期延长，另一方面由于智能手机功能同质化趋势明显，新机型对消费者的吸引力有所下降；与此同时，5G 手机大规模商用还需一段时间，据 IDC 预测，2019 年 5G 手机渗透率仅 0.5%，因此，手机市场进入存量竞争时代。

图表 32: 历年全球智能手机出货量 (百万部)



来源: IDC, 中泰证券研究所

图表 33: 历年中国手机出货量 (亿部)

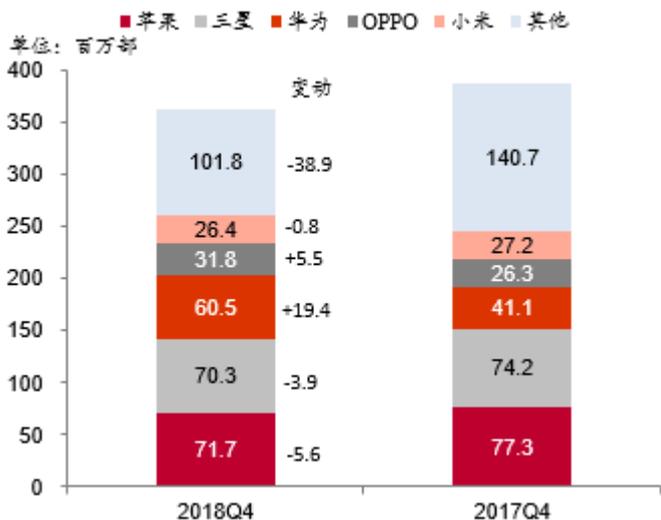


来源: 工信部, 中泰证券研究所

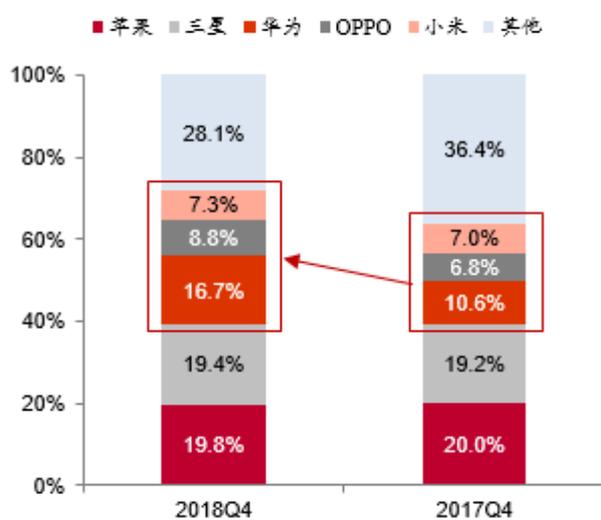
- **全球手机市场向头部集中，中国手机品牌厂商表现优异，逆势增长。**从品牌地区上看，仅中国品牌手机出货量出现增长，据 Canalsy 统计，2018 年 Q4 全球智能手机出货量为 3.62 亿部，其中，仅华为、OPPO 手机出货量同比增长，其他品牌手机出货量同比均下滑，华为手机出货量同比增加 1940 万部，OPPO 手机出货量同比增加 550 万部。从市场格局上看，手机出货量向头部手机品牌商集中，2018 Q4 Top 5 手机厂商市场份额达到 72%，相比 2017 Q4，同比提升了 8.4%，值得注意的是，中国手机品牌商市场份额均出现了大幅增长，华为手机市场份额由 2017 Q4 的 10.6% 提升至 2018 Q4 的 16.7%，OPPO 手机市场份额提升了 2 个百分点，小米手机市场份额提升了 0.3 个百分点。

图表 34: 2018Q4 全球智能手机品牌出货量及变化

图表 35: 2018Q4 全球智能手机品牌市场份额及变化



来源：canalys，中泰证券研究所



来源：canalys，中泰证券研究所

5G 为手机市场打开新空间

- **运营商积极推进 5G 试点。**三大运营商纷纷公布了 2019 年 5G 商用试点城市名单，包括北京、天津、上海、苏州、武汉、广州等约 20 个城市将享受 5G 覆盖，其中，北京、上海、深圳均规划 2019 年实现大规模商用，北京计划 2019 年实现五环内全覆盖，上海计划 2019 年实现外环内中心城区室外基本全覆盖，深圳计划 2019 年全市各区的中心区域覆盖。

图表 36：2019 年三大运营商 5G 试点城市



来源：中国移动，中国联通，中国电信，中泰证券研究所

- **5G 带领全球手机用户进入换机潮。**2010 年海外主流运营商开始规模性建设 4G 基站，从 4G 元年网络成熟，大概花费了 4 年左右时间。如今，国内 4G 用户规模达七成，未来十年，5G 也将重复 4G 的发展路径，

成为主流网络。目前全球智能手机市场仍在持续下降，中国手机行业已进入成熟期，据 IDC 预测，2019 年全球 5G 手机出货量 670 万部，仅占总出货量的 0.5%，到 2023 年，5G 手机出货量将达总出货量的 26%。5G 手机有望带领全球手机用户走入换机潮，随着 5G 手机逐渐普及，智能手机销量有望逐渐攀升。

- 各家手机厂商抢跑 5G，主力军来自中国。**据 GSA 5G 终端生态报告，截止至 2019 年 4 月底，全球共公开宣布过的 5G 手机共 16 款，其中，明确售价的 5G 手机共 6 款，其余均为原型机发布或 PPT 发布，这 6 款手机分别是摩托罗拉、三星、OPPO、华为、小米、LG，有 4 家厂商来自中国。今年 5 月 8 日 OPPO 在国内首先开启了 5G 友好用户招募计划，在北京、上海、深圳试点城市，国产手机品牌的 5G 手机第一次从展示柜中到了普通用户手中。

图表 37：全球明确售价的 5G 手机情况

品牌	上市时间	上市国家	售价
Moto z3+5G Mod 模块	2019.3.14	美国	829.99 美元 (约人民币 5589)
三星 S10 5G 版	2019.4.5	韩国	139 万韩币 (约人民币 8256)
	2019.5.16	美国	1299.99 美元起 (约人民币 8755)
OPPO Reno 5G 版	2019.5.1	瑞士	999 瑞士法郎起 (约人民币 6600)
华为 Mate 20x 5G 版	2019.5.2	瑞士	997 瑞士法郎 (约人民币 6589)
小米 MIX 3 5G 版	2019.5.2	瑞士	847 瑞士法郎 (约人民币 5598)
LG v50 ThinQ 5G	2019.5.10	韩国	119 万韩币 (约人民币 6894)

来源：GSA，中泰证券研究所

- 中国厂商首次参与标准制定，有望获取更多行业话语权。**5G 标准制定是中国手机厂商首次参与通信标准制定，OPPO、vivo、努比亚、酷派、小米都参与了 5G 标准制定，开始于运营商、元器件供应商等一起主导一次通信变革。尽管 5G 核心专利技术依旧在上游核心元器件供应商手中，但手机厂商与他们的合作方式已经不是单纯地单向购买，而是产生了更多专利交叉许可的可能。

图表 38：5G 标准必要专利排行榜



来源：IPlytics, 中泰证券研究所

5G 对手机硬件提出三大挑战

- **5G 对手机硬件提出三大挑战。**5G 时代到来,手机承载的功能将会更多, 变成一个超级入口, 对手机硬件提出了三大挑战: 首先, 海量信息交换和计算, 对手机处理能力要求更高; 其次, 计算更多带来高功耗, 对续航和散热要求更高; 最后, 手机元器件、天线面积增加对手机布板设计、工业设计提出更高要求。
- **芯片端: 5G 手机的核心难点。**基带芯片是手机连接移动通信网络的调制解调器, 与 3G、4G 不同的是, 5G 网速更快、拓展性更强, 手机厂商要将一块独立的 5G 芯片植入手机内。在技术端, 5G 的终端复杂性比 4G 更高。5G 的运算复杂度上比 4G 提高了近 10 倍, 存储量提高了 5 倍, 而 5G 产品的芯片处理能力必须提升至现行的 5 倍。5G 芯片需要同时保证 TD-LTE、FDD-LTE、TD-SCDMA、WCDMA、GSM 多种通信模式的兼容支持, 同时还需要满足运营商 SA 组网(独立组网)和 NSA 组网(非独立组网)的需求, 这对于天线方案以及前端架构的设计挑战非常大。目前, 全球市场上, 华为海思与高通正在齐头并进研发 5G 手机芯片, 2018 年 12 月华为发布 5G 终端芯片“巴龙 5000”, 但整体而言, 高通仍处于优势地位。

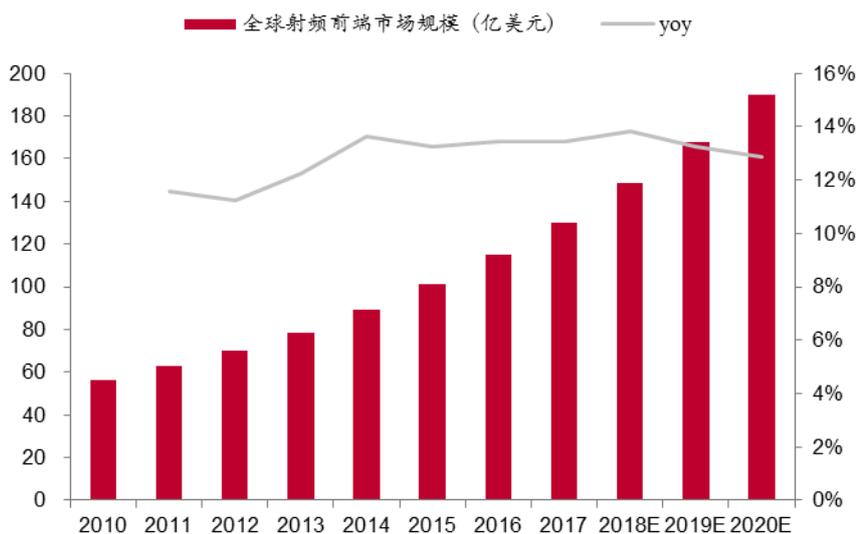
图表 39: 华为巴龙 5000 性能情况



来源：华为，中泰证券研究所

- **射频端：射频数量大幅增加，手机成本进一步提升。**手机射频前端主要包括天线、滤波器、功率放大器（PA）等器件，它是智能手机的射频收发器和天线之间的功能区域，射频器件设计难度大，材料要求特殊。在5G手机中，射频端的设计尤为关键，其成本有可能超过手机处理器平台，主要原因是5G时代，射频数量将大幅度增加，Qorvo公司高管曾指出，以5G手机为例，单部手机的射频半导体用量将达到25美金，相比4G手机近乎翻倍增长，其中滤波器从40个增加至70个，频带从15个增加至30个，接收机发射机滤波器从30个增加至75个，射频开关从10个增加至30个，载波聚合从5个增加至200个。据中国产业信息网统计及预测，全球射频前端市场规模以每年约12%的速度增长，2016年达114.88亿美元，未来将以12%以上的增长率持续高速增长，2020年接近190亿美元。

图表 40：全球射频前端市场规模（亿美元）



来源：中国产业信息网，中泰证券研究所

- **功耗与散热：散热模组市场有望提前爆发。**散热是手机正常运行必须克服的难题，5G时代，手机散热面临的挑战更为严峻。一方面，功耗方面，由于5G传输速率更快，海量数据吞吐量大大增加其功耗，5G芯

片部分成为继 CPU、GPU 后新的手机发热源头，华为轮值 CEO 徐直军在接受采访时指出，5G 芯片的耗电量是 4G 的 2.5 倍；另一方面，手机结构变化对散热性能也提出了更高的要求，随着 5G 天线数量增加和电磁波穿透能力变弱，机身材质向非金属化演进，需要额外增加散热设计，同时，5G 手机内部结构设计变得更为紧凑，也增加了散热解决方案的设计难度。

智能手机的散热方式可分为石墨散热、金属背板/边框散热、导热凝胶散热、液态金属散热、热管散热等方式，目前多数智能手机的散热方案是采用石墨片，主要是因为石墨片的散热技术成熟，且价格较便宜。三星从 Galaxy 7 开始导入散热管设计，华为手机明确采用铜板散热。我们认为，在智能手机身非金属化时代下，很大程度提升了导热材料市场的需求，同时具有热解决方案与研发设计能力的导热材料企业将会在 5G 手机时代扮演更重要的角色。

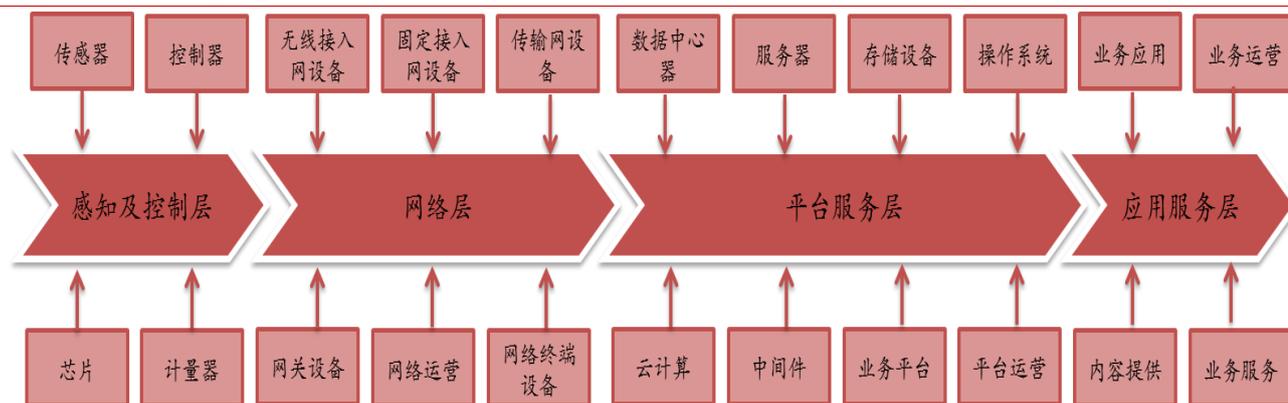
- **5G 助力手机创新技术加速发展。**5G 开启了手机产业新一轮换机潮，有望加速带动手机创新技术的发展。在屏幕方面，近两年，手机屏幕尺寸虽仍然在增长，但增长的速度已经明显放缓，受制于当前科技水平，大屏幕产品的增速放缓，全面屏技术、折叠屏技术逐渐应用于手机屏幕，通过折叠技术既能大幅提升智能手机的屏幕尺寸，也能大幅缩小平板电脑的尺寸，增加便携性；在电池方面，5G 的数据处理能力将增大电池的能耗，对手机性能提出了新要求，快充与无线充电技术迅速崛起；在安全方面，生物识别技术逐渐成熟，未来智能手机将具备面部识别，虹膜识别和指纹识别等多种传感器技术；在应用方面，AR、VR 和语音技术的快速发展，拓展了手机的应用场景，是创新的重要渠道。

5G 助力智能驾驶产业步入量产前夕

网络端：5G 网络切片与边缘计算助力智能驾驶发展

- 5G 网络最大的改变是首次构建完整的物联网基础设施。**移动通信 2G 实现从 1G 的模拟时代走向数字时代，3G 实现从 2G 语音时代走向数据时代，4G 实现 IP 化、移动互联网化，数据速率大幅提升。5G 最大的改变是构建了物联网的基础网络，实现从人与人之间的通信走向人与物、物与物之间的通信。5G 应用三大场景：eMBB（增强移动宽带）、mMTC（海量机器类通信）、和 uRLLC（超可靠低时延通信）。（1）增强移动宽带场景指在现有移动宽带业务场景的基础上进一步提升用户体验，代表应用：4K 高清视频、AR/VR、远程教育等。（2）海量机器类连接，代表应用工业物联网、智慧城市、智能家居等。（3）低时延高可靠，例如自动驾驶/辅助驾驶、远程控制等。5G 的 mMTC 和 uRLLC 是针对物联网的全新场景，将推动移动互联网向万物互联时代转变。

图表 41：物联网产业链

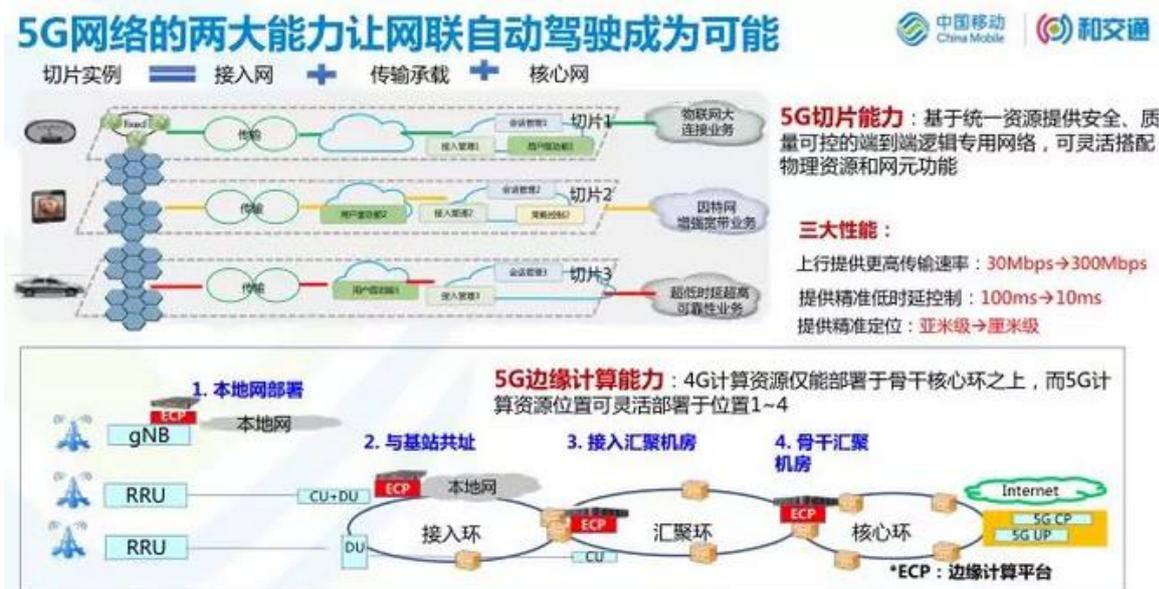


来源：IBM，中泰证券研究所

- 边缘计算是物联网时代的 IT 特征。**边缘计算和网络切片是 5G 的典型特征，都基于整个通信网络 IT 化后才能实现。边缘计算是把内容和业务尽可能向用户方向下沉，尽可能部署在接入侧，使得大流量集中在边缘计算所辖范围内进行转发，以实现业务的分流，减轻核心网和传输网的负担。通过边缘计算，可以缓解两大网络业务痛点——流量与时延，IDC 报告显示，到 2020 年将有超 500 亿的终端和设备联网，而在 2018 年就已有 50% 的网络面临带宽的限制，40% 的数据需要在网络边缘侧分析处理和存储。根据运营商的大致估算，若业务经由部署在区域数据中心处理和转发，时延在 50ms 内，若业务在本地数据中心完成处理和转发，则时延约在 20ms 之内，而如果放在边缘数据中心内的 MEC 处理，时延就能控制在 10ms 以内。
- 5G 网络的切片能力与边缘计算能力让智能驾驶成为可能。**5G 网络的两大能力让智能驾驶成为可能。第一，5G 网络的切片能力能够基于同一资源提供安全、质量可控的端到端逻辑专用网络，可灵活搭配物理资源

和网元功能，未来自动驾驶系统面临的场景丰富多样，针对不同的应用场景，网络切成一片一片的虚拟通道，根据业务需求和数据优先级来分配网络，可以按需分配，也可以定制；第二，5G网络的边缘计算能力能够在移动网络边缘完成对自动驾驶系统产生的海量数据的分析处理，大幅度降低了回传链路负担，提高计算能力，满足智能驾驶的低时延要求，同时可根据智慧交通预设场景，完成实时道路感知与环境感知所需要的计算能力。

图表 42: 5G 切片能力与边缘计算能力让智能驾驶成为可能



来源：中国移动，中泰证券研究所

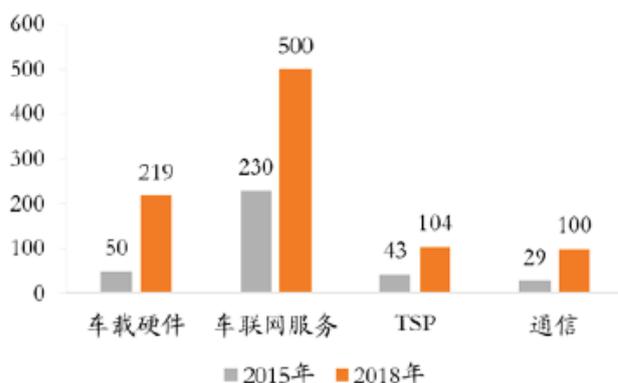
- 智能驾驶是物联网时代最确定和最有价值的市场。**随着“将汽车变为第四块屏幕”——电视、电脑、手机、汽车屏幕时，智能驾驶应运而生，拥有一部搭载智能互联系统的汽车已经不再是梦想。如今，已进入智能汽车时代，“无人驾驶”的出现，将会减少交通事故的发生，挽救数千人的性命，缓解拥堵，减少燃料消耗和污染，同时将会让车主的用车生活变得更加轻松、简单。车规级前装通信模块、车队管理、UBI 车险及轻型车车载终端通讯设备等，因技术要求高，市场进入壁垒高。中国车载 M2M 设备目前主要应用于客运车辆、货运车辆、危险品运输车辆领域。2017 年全球汽车产量 8730.25 万辆。2018 年国内广义乘用车保有量 2.4 亿辆，年销量 2272 万辆，同比下滑 6%，但仍然全球销量第一，新能源车销量 125 万辆（新能源车 100%联网），车联网渗透率在快速提升。据 GSMA 预测，2018 年全球车联网渗透率将超过 20%，2025 年有望实现所有汽车联网。除了乘用车，工程车辆的资产追踪管理需求旺盛。

图表 43: 全球车联网市场规模预测 (亿元)

图表 44: 中国车联网市场规模预测 (亿元)



来源：GSMA, 中泰证券研究所



来源：GSMA, 中泰证券研究所

车企端：智能驾驶产业步入量产前夕

- 平台层面：多家车企推出电动化平台。**汽车平台是指汽车从设计开发到生产制造过程中的设计方法、设备基础、生产工艺、制造流程乃至汽车核心零部件及质量控制的一整套体系。汽车平台可以尽量使用相同生产线，降低生产制造成本，同时，基于同一平台可以提高新车型开发效率，缩短研发周期。车企推出电动汽车平台有两种策略，一种是基于传统燃油车平台改造，另一种是开发新的电动车专属平台。基于传统燃油车平台改造开发平台，虽然可以缩短开发时间，但是存在很多限制，如续航里程受限，汽车动力性受限以及内部空间和舒适性受限等。随着电动车及智能驾驶产业的快速发展，从 2015 年开始，各大车企陆续推出电动化汽车平台，包括奔驰的 MEA 平台、大众的 MEB 平台、吉利的 PMA 平台、比亚迪的 e 平台等等。

图表 45：各车企的电动化汽车平台情况

推出时间	车企名称	平台名称	平台情况
2015 年	奔驰	MEA 平台	该平台可实现将电池组纯平放置在地板上，并且每一个车桥都会由一台电动机进行驱动，由此构成电动四驱的架构。
2015 年	上汽	SSA 平台	SSA 平台是上汽集团整合全球资源，全新打造的战略 SUV 架构平台，该平台的优势在于可全面支持插电混动、纯电动以及传统动力车型。上汽乘用车在近两年推出的车型大多是基于 SSA 平台打造的。
2016 年	大众	MEB 平台	MEB 平台是大众汽车全新一代专为纯电动汽车打造的平台，采用平板式电池模组布置方式，基于该平台打造的电动汽车将拥有更长的轴距和更短的前后悬，车身比例更协调，车内空间更灵活多样。可轻松搭载不同容量的电池，同时兼容圆柱、方形和软包电芯等。几乎能 cover 所有车型。大众预计在 2020 年推出基于 MEB 平台的车型，从而完成从 MQB 平台到 MEB 平台的过渡。
2017 年	法拉第	VPA	法拉第未来的核心技术之一就是可变电动驱动底盘构架（VPA）。VPA 是以“模块化”概念为基础将电驱动力总成与底盘高度集成。VPA 集成了电池串、电动驱动模块和悬架系统、可伸缩底盘和防撞结构。FF91 就是基于 VPA 底盘打造的 SUV 车型。

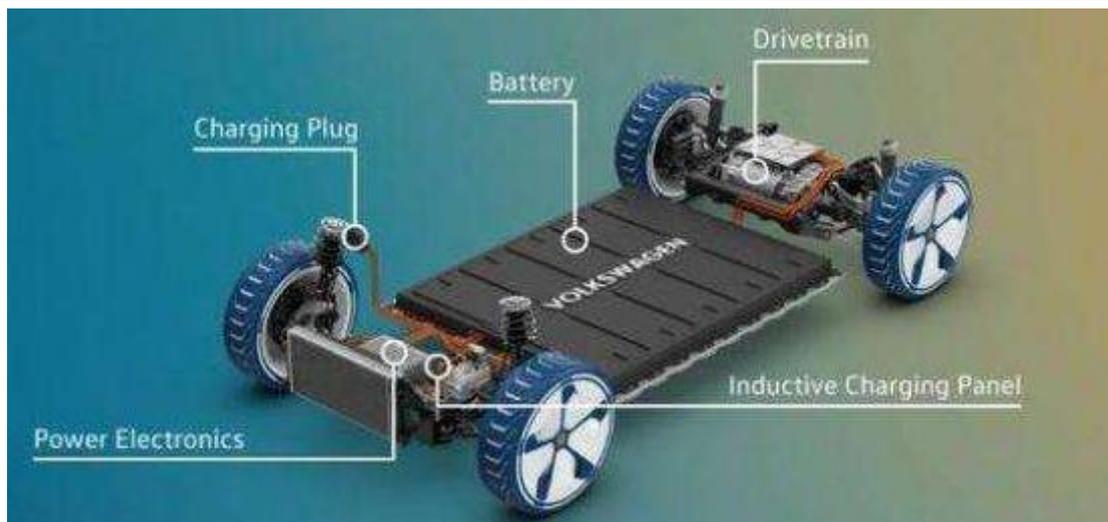
2017 年	宝马	FSAR 平台	该平台将使用扁平化电池储存技术，未来量产版宝马 i5 或将基于 FSAR 平台打造，而 FSAR 平台的首款车型也需要等到 2021 年才会正式亮相。采用
2018 年	保时捷和 奥迪	PPE 平台	PPE 平台是一款电气化平台，将拥有三款动力系统，奥迪负责两个，保时捷负责一个，在未来的产品研发上，奥迪将会有 60% 的车型出自这个平台，而剩余 40% 将分给保时捷。首批采用 PPE 平台的全新车型预计于 2021 年底推出，2022 年着力推向市场。
2018 年	吉利和 沃尔沃	PMA 纯电动平台	PMA 平台是吉利与沃尔沃联合开发的纯电车型专属模块化平台，未来在这个平台上可以生产 5 座、7 座等不同类别的车型。目前吉利已经正式对外公布 PMA 平台已有三款不同产品处于开发之中，分别定位于 A0 级 CROSS、A 级三厢轿车和 A+ 级 SUV。该平台首款产品将于 2020 年面世，最大续航里程可达 500km。
2018 年	长城	ME 平台	长城汽车为欧拉品牌专门打造的纯电动平台。ME 平台的优势在于它在设计之初就是以轻量化、小型为核心，将电池布局在地板之下，实现了动力模块占用空间小，结构更加合理的特点。
2018 年	比亚迪	e 平台	比亚迪汽车 e 平台提出所谓“33111”概念，即驱动 3 合 1：电机、控制器、变速器三者高度集成，高压 3 合 1：高压系统的 DC-DC、充电器以及配电箱的深度集成。
2019 年	广汽	GEP 纯电专属平台	广汽新能源 GE3 是基于广汽新能源第一代电动车专属平台打造，这使得 GE3 在面对许多基于燃油车平台改造而来的竞争对手时更具优势，尤其是其电池组布局形式。
2019 年	通用	BEV3 平台	平台最大的特点在于灵活性，可以打造小型到大型 SUV 车型，并可以提供前驱到后驱、四驱的动力布局，此外，动力电池也可以根据客户需求调整。通用计划，在 2021 年时，于凯迪拉克品牌下投产新一代电动平台，推出该品牌的首款电动化产品；并在 2 年之后设计出最多 23 款电动汽车，使 BEV3 平台成为“一个可盈利的先进电动汽车品牌的基础”。

来源：中泰证券研究所

- 车企开启成本战，零部件企业将加速洗牌。** 随着新能源补贴逐步下滑，及技术门槛的提升，车企推出电动汽车平台。从成本上看，可以大量采用通用的零部件和模块化总成，使不同车型实现资源共享，例如，丰田明确表示 80% 的零部件将共享，大众的零部件通用率也将达到 70%-80%，大大降低零部件的开放成本与生产成本，同时减少库存及物流成本，对于生产线而言，只需局部改造，即可共线生产，改造成本也大大降低；从时间上看，在相同的基本架构上进行产品研发与生产，可以缩短新车型的开发周期，同时对于零部件开发的设计、制造、验证、投产的周期变短。

由于零部件的大规模通用，车企的采购要求将更加严苛，对零部件企业的研发、规模化生产能力等综合实力要求更高，同时，电动汽车平台化发展后，车企的零部件供应商将从针对单一车型选择不同供应商，转变为基于某个电动汽车平台选择几个固定的零部件供应商，零部件供应商将大幅减少，加速下游竞争。

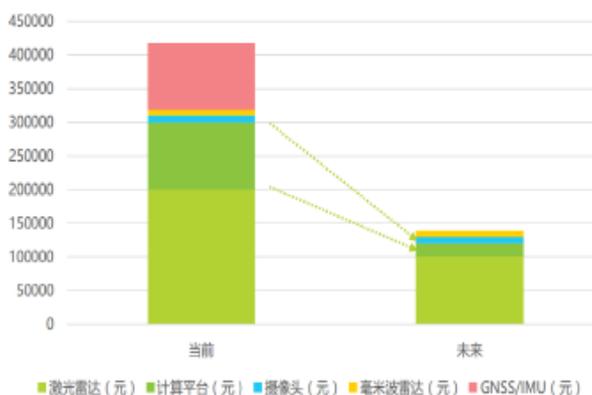
图表 46：大众汽车的 MEB 平台示意图



来源：大众，中泰证券研究所

- 硬件层面：核心零部件成本逐步下降，产业链不断成熟。**智能驾驶的三大要素“感知、决策、执行”，其中感知层包括雷达、摄像头等核心硬件，用于实现汽车与外界环境、监控系统等的连接。目前一辆通用的自动驾驶汽车中有 5 个短程激光雷达，8 个毫米波雷达，16 个摄像头和 1-2 个 IMU，据 Yole Développement 统计，目前自动驾驶领域的投资达到 20 亿美元，其中约 10 亿美元用于感知的投入，感知传感器是智能驾驶的核心零部件。随着技术的不断进步，以 Velodyne 的激光雷达为例，其 16 线激光雷达产品由超过一万美元降至 3999 美元，随着产业链的不断成熟，及核心零部件的降价，未来自动驾驶系统成本将明显下降。

图表 47：L4 自动驾驶系统成本趋势



来源：艾瑞咨询，中泰证券研究所

- 软件层面：互联网公司相继发布应用平台，高精度地图产业发展向好。**百度、阿里、腾讯等互联网公司相继发布车联网应用平台，以百度为例，2017 年 4 月百度发布阿波罗计划，构建自动驾驶软件的开源平台，以人工智能技术为核心，从软件、硬件、数据集和工具、专项基金、开发者社区、测试场地等提供全方位赋能。高精度地图产业发展趋势向好，据中国产业信息网预测，至 2025 年全球高精度地图市场规模有望达到 94 亿美元，高精度地图是自动驾驶快速落地并实现商业化的必由之路，目

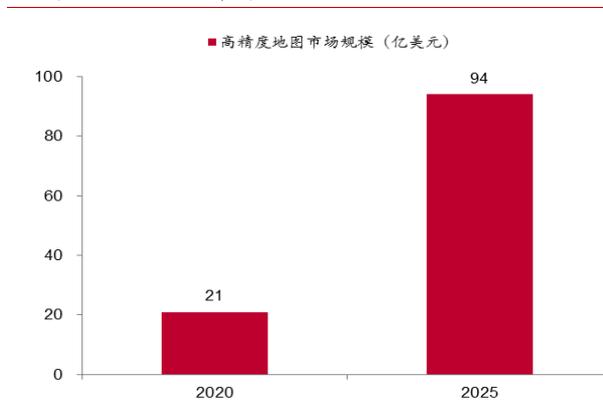
前我国北斗三号已完成全球组网，可向全球提供相关服务，北斗三号采用星间链路等新技术，空间信号精度可优于 0.5 米，优于现有 GPS，我国将在 2020 年完成 35 颗北斗三号卫星组网，向全球用户提供服务。

图表 48: 百度 Apollo 平台



来源：百度，中泰证券研究所

图表 49: 全球高精度地图市场规模 (亿美元)



来源：中国产业信息网，中泰证券研究所

产业趋势：车路协同是智能驾驶全面实现的必经之路

- **车路协同是智能驾驶全面实现的必由之路，是无人车大规模应用的基础。**
 - **从技术的角度看**，面对多种类型的交通场景，单车智能有一定局限性，例如车上传感器由于视角和高度的限制，会存在盲区或障碍物的遮挡，从而造成安全隐患，由于感知距离有限（大部分激光雷达的有效感知距离都在几十米左右），当车速稍高时，面对静止物体时的反应速度将受到影响，此外还包括高精度地图不能实时更新，决策规划无法得到完整的信息等，依靠单车智能实现智能驾驶存在局限性；
 - **从成本的角度看**，为实现车辆的智能，激光雷达、毫米波雷达、摄像头和 IMU 将作为主要的感知传感器来推动自动驾驶趋势的发展，据 Yole Développement 研究发现，2018 年，一辆自动驾驶汽车成本约为 20 万美元，成本高昂，自动驾驶商业化需要成本可控；
 - **从安全的角度看**，通过车路协同，可以帮助车辆提前知道路面情况，从而做出最优决策结果。

因此，发展车路协同将是实现智能驾驶的必要条件，通过集约式的建设智能道路，能够实现给车路减配，降低单车成本，从而降低自动驾驶系统的成本，实现大规模的智能驾驶落地。

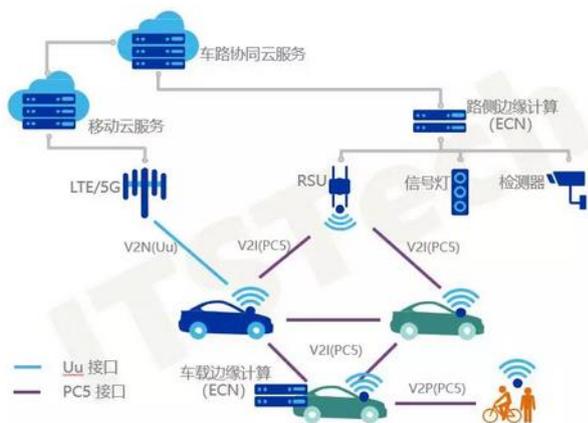
图表 50: 自动驾驶技术发展的路径

发展路径	基于高精度传感器的自动驾驶	基于高精度地图与导航的自动驾驶	基于车路协同的自动驾驶
技术路线	高精度车载传感器 自车决策与控制	高精度地图+高精度定位技术 自车决策与控制	车载传感器 定位技术 车车/车路协同决策与控制

来源：清华大学，中泰证券研究所

- **车路协同：实现车、云、人、路间的交互，打造全新生态。**车路协同是采用先进的无线通信和新一代互联网等技术，全方位实施车车、车路动态实时信息交互，并在全时空动态交通信息采集与融合的基础上开展车辆主动安全控制和道路协同管理，充分实现人车路的有效协同，保证交通安全，提高通行效率，从而形成的安全、高效和环保的道路交通系统。车路协同将构建一个全新的生态，全面融合通信、汽车、交通、信息等多领域，攻克智能路测系统、智能通讯、智能系统协同控制等几大关键性技术，在产业链上，融合软件、硬件、平台、施工等多环节，联合工信部、交通部、公安部、国家电网、运营商等多部门，形成一个全新生态。

图表 51：车路协同示意图



来源：ITSTECH, 中泰证券研究所

图表 52：车路协同的研究领域

	通信	车辆	交通系统	交通功能
车联网	全部	部分	少许	少许
网联车	部分	全部	部分	少许
蜂窝网联	全部	部分	部分	部分
车路协同	全部	全部	全部	全部

来源：清华大学, 中泰证券研究所

- **四阶段的发展节奏：体系-技术-控制-应用。**车路协同是一个场景复杂、产业链冗长、产业关系新鲜的产业网络,其发展阶段可以简单分为 4 步：第一步，构建车路协同体系的体系框架，在技术市场化与产业化前，实施大规模的示范应用、构建标准化体系、制定测试评价标准、推动技术政策完善、制定适应的法律法规；第二步，实现多模式的车车/车路通信，一方面实现车辆智能，另一方面实现路面智能，攻克底层关键技术，实现在高速移动状态下的多信道、高可信、高可靠的车路/车车信息交互与融合；第三步，实现车载终端一体化，由单目标控制向多目标控制的集成转变，实现车车/车路的控制技术，实现高效率、高安全性的车路协同控制；第四步，通过典型场景的应用带动技术创新，将车路协同充分应用于典型场景中，带动相关技术的创新，例如，在自动泊车场景中实现精确停车控制技术，在高速公路场景中实现分隔行驶技术等。

图表 53：车路协同的发展路径图



来源：北京航空航天大学，中泰证券研究所

- 应用节奏：先应用于特定场景，随后广泛普及。目前，主要的车路协同应用场景包括安全类、效率类和信息服务类，并将逐步向支持实现自动驾驶的协同服务类应用演进。中国汽车工程学会在工作组内进行征集，共统计出 40 个典型应用场景，涵盖安全、效率、信息服务三大类，其中安全类 19 个，效率类 12 个、信息服务类 9 个，欧洲电信标准化协会定义了 52 个车路协同应用场景，涉及道路安全、交通效率和其他，3GPP 定义了 27 个车路协同应用场景。由于车路协同项目需要投入一定费用进行基础设施建设，包括建设路侧单元 RSU，而受制于前期建设的回报是有限的，因此项目建设需要找到特定的应用场景，如公共交通、货运车、特种车辆（救护车、消防车、公务车等）等的车路协同，待取得安全和效益上的明显效果后，私家车和汽车厂商将就会自动跟进。

图表 54：车路协同的应用领域



来源：北京航空航天大学，中泰证券研究所

图表 55：典型车路协同应用场景定义

类别	序号	应用名称	定义组织	类别	序号	应用名称	定义组织
安	1	前向碰撞预警	SAE-China、ETSI、3GPP	信息	38	服务信息公告	SAE-China、ETSI、

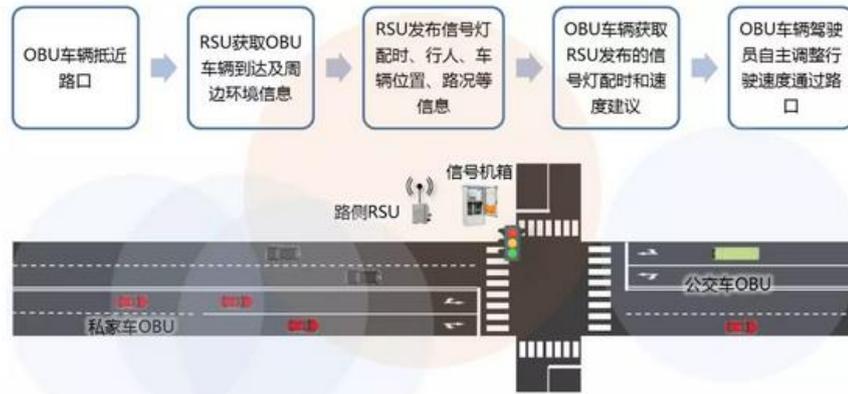
全			服务		3GPP	
	2	侧向碰撞预警	SAE-China、ETSI	39	智能汽车近场支付	S E-China
	3	后方碰撞预警	SAE-China	40	车辆远程诊断	SAE-China
	4	紧急制动预警	SAE-China、ETSI、3GPP	41	V2V 传输	SAE-China
	5	异常车辆预警	SAE-China、E I	42	调查数据收集	SAE-China
	6	车辆失控预警	SAE-China、3GP	43	智能汽车远程支付	SAE-China
	7	道路安全预警	SAE-China、3GPP	44	商用及货车在一定范围内的 传输信息	SAE-China
	8	弯道速度预警	3GPP	45	高精度定位	3GPP
	9	逆行行驶预警	3GPP	46	本地电子支付	SAE-China、ETSI
	10	错误行驶预警	SAE-China、ETSI	47	智能汽车手机互联支付	SAE-China
	11	盲区预警/变道辅助	SAE-China、ETSI	48	网络覆盖外的 V2X	3GPP
	12	限速预警	SAE-China、ETSI	4	下载	ETSI
	13	左转辅助	SAE-China、 TSI	50	地图下载和更新	ETSI
	14	交叉路口碰撞预警	SAE-China、ETSI	51	紧急救援	ETSI
	15	路口设施辅助紧急车辆预警	SAE-China	52	自动出入控制	ETSI
	16	基于环境物体感知的安全驾驶 辅助提示	SAE-China	53	汽车租赁/分享转让/报告	ETSI
	17	弱势交通参与者碰撞预警	SAE-China、ETSI、3GPP	54	生态/经济驱动	TSI
	18	闯红灯预警	SAE-China、ETSI	5	个人数据同步	ETSI
	19	摩托车预警	SAE-China、ETSI	56	被盗车辆告警	ETSI
	20	逆向超车碰撞预警	SAE-China、ETSI	57	为产品生命周期管理收集车辆 数据	ETSI
	21	前方静止/慢速车辆告警	SAE-China、ETSI	58	保险和金融服务	ETSI
	22	高优先级车辆让行	SAE-China、3GPP	59	车辆软件/数据供应和更新	ETSI
	23	紧急车辆信号优先权	SAE-China	60	装载区管理	ETSI
	24	协作式自适应巡航	SAE-China、ETSI、3GPP	61	车辆和 RSU 数据校准	ETSI
	25	车内标牌	SAE-China、ETSI			
	26	前方拥堵提醒	ETSI、SAE-China			
	27	专用道路管理预警	SAE-China			
	28	道路施工预警	ETSI			
效	29	限制访问预警	ETSI			
率	30	自动泊车	3GPP			
	31	动态潮汐车道行驶	SAE-Chin			
	32	路线指引与导航	SAE-China、ETSI			
	33	交通灯控制动态规划	SAE-China、3GPP、ETSI			
	34	绿波车速引导	SAE-China、ETSI			
	35	协作式车队/队列告警	SAE-China、3GPP、ETSI			
	36	限行管理	SAE-China			
	37	混合交通管理	3GPP			

来源:《高速公路车路协同应用场景分析》,中泰证券研究所

- **交叉口控制的应用: 资源合理分配, 减少等待时间, 避免事故发生。** 交叉口控制的本质是依据实时交通状况对交叉口中冲突点的通行时空资源

进行合理分配，最终实现减少车辆在交叉口的等待时间，提高交叉口的通行效率的目的。在路口布设路侧单元，路侧单元接收附近智能网联汽车的信息和从云端收数据中心的数据，并不断向附近的所有联网车辆广播有关其间发生的事情的信息，从而提前警告他们潜在的安全问题并同时为驾驶员本身对道路观察的基础上提供进一步的信息。智能网联汽车接收到路侧单元发出的信息后对驾驶进行调整，同时将自己的数据发送给路侧单元。通过交叉口控制，可以将预警定向发布至潜在事故车辆，提醒车辆调整驾驶行为，避免事故发生。

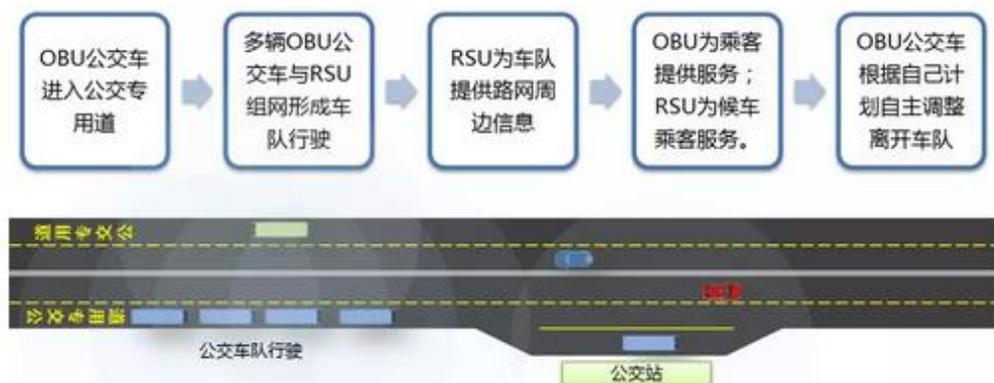
图表 56: 车辆通过交叉口车路协同示意图



来源：NG007, 中泰证券研究所

- 智能公交场景应用：提供车队行驶服务，信号优先服务，提供公交车辆的通行能力。**利用车路协同技术提升智能公交管理水平，沿公交专用道部署路侧单元 RSU，可以实现公交专用道沿线的网络覆盖，形成智能公交车联网。公交车辆安装车载单元 OBU，交通信号控制系统可监测到公交车辆到达，为公交车辆提供信号优先服务。在都市区的公交专用车道上，公交车辆较多，公交车辆行驶安全性和效率问题都十分突出，车路协同系统可为公交车辆提供车队行驶服务，减小车辆间隔，提高公交车辆的通行能力，并为公交车辆提供主动安全服务。

图表 57: 公交车路协同车队行驶应用示意图



来源：NG007, 中泰证券研究所

- 相对封闭、规范的场景应用：园区、机场、港口应用。**由于场景相对封

闭、运行区域规范整洁的机场、码头、货运场站等封闭区域汽车无人驾驶项目已成为无人驾驶应用的主要领域。应用车路协同服务系统，对区域进行信息化改造，通过装载路侧单元及车载单元，实现车辆与车辆、车辆与基础设施、车辆与云端的互联互通，并进一步实现对单个车辆的运行控制及区域车辆的协调控制和管理，优化运行路线，能够有效避免车辆碰撞、降低物流成本、提高货物运输的效率及货运服务质量。

- **共享汽车场景应用：自动驾驶，组成车队，降低成本。** 共享汽车由于车辆移动具有方向性，每日需要较大的人员成本移动车辆。可以使用车队跟车自动驾驶的方式组成车队，7-10辆车组成车队，头车和尾车采用人员驾驶，中间车辆采用车队无人驾驶模式，利用凌晨2-3点道路车辆少的时间移动车辆，将大幅度减少移车成本。
- **多部门支持车路协同，行业迎来发展新风口。** 早在2016年，交通部指出车路协同是交通智能化的核心，相继发布实施方案、技术路线图、行动计划等全力支持车路协同，确认车路协同的核心技术支撑地位；2017年，国务院在十三五规划中明确提出开展新一代国家交通控制网，示范推广车路协同技术，应用智能车载设备，建设智能路测设施；2018年，工信部、发改委、交通部相继发布行动计划、发展战略等，选取有代表性的高速公路，以及北京冬奥会项目，开展车路信息交互、风险监测及预警、交通流监测分析等，多部门支持车路协同的发展。

图表 58：车路协同相关的国家政策

时间	部门	名称	内容
2016年	交通部	《推进“互联网+”便捷交通促进智能交通发展的实施方案》、 《节能与新能源汽车发展技术路线图》、 《推进智慧交通发展行动计划》	确认车路协同的核心技术支撑地位。在无人驾驶探索过程中，技术、产业、应用和法规成熟存在较长的周期，但是面向安全和交通效率的智慧公路、自动驾驶应用，车路协同技术、产品和应用已经具备起步条件。
2017年	国务院	《“十三五”现代综合交通运输体系发展规划》	要求优化交通运行和管理控制手段，包括建立高效运转的管理控制系统。明确提出开展新一代国家交通控制网、智慧公路建设试点，示范推广车路协同技术，应用智能车载设备，建设智能路侧设施
2018年	工信部	《车联网(智能网联汽车)产业发展行动计划》	提出以融合发展为主线，推动形成深度融合的车联网产业新生态，力争到2020年，车联网用户渗透率达到30%以上，新车驾驶辅助系统(L2)搭载率达到30%以上，联网车载信息服务终端的新车装配率达到60%以上。车路协同相关应用助推安全、高效、绿色的交通出行服务，将产生良好的社会效益
2018年1月	发改委	《智能汽车创新发展战略》(征求意见稿)	目标是到2020年智能汽车新车占比达到50%，中高级别智能汽车实现市场化应用，重点区域示范运行取得成效。发改委还将完善扶持政策，推动智能汽车基础共性核心技术研发和产业化。
2018年3月	交通部	《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》	通知指出基于高速公路路侧系统智能化升级和营运车辆路运一体化协同，利用5G或者拓展应用5.8GHz专用短程通信技术，提供极低延时宽带无线通信，探索路侧智能基站系统应用，选取有代表性的高速公路，以及北京冬奥会项目，开展车路信息交互、风险监测及预警、交通流监测分析等。北京、河北、广东重点实施

2018年4月

交通部

《数字交通发展报告（2017）》

报告表明，2017年网约车、共享单车等新业态引领世界潮流，无车无船承运创新物流组织模式；高速公路不停车收费系统全国联网，用户总量已达6000余万，智慧公路、智慧港口、数字航道、智能公交、骨干物流信息平台等快速推进，自动驾驶等人工智能技术加快布局，在培育产业、扩大就业、改善管理、提升服务、降本增效等方面成效显著，已经成为数字经济的重要增长极和代表性行业。

来源：中泰证券研究所

- 多地区展开试点，跨领域企业展开合作。** 2018年起，在长沙、无锡、沧州等多个地区展开车路协同试点。将积极探索“车智能+路智能”车路协同的交通发展新路径，建设数字化道路基础设施系统和开放式智能网联车示范区，重点实现无人系统智能技术突破，并将自动驾驶智能交通等技术在新区先行先试。在企业方面，百度、阿里、华为纷纷切入车路协同领域，百度通过开发开源 APOLLO 车路协同平台，以开放的方式打造生态；阿里巴巴成立车路协同联合实验室，成立 2038 超级联盟，协同产业利率共同落地智能高速公路，华为则选择通过通信运营商的角度切入车路协同方案。

图表 59：车路协同相关落地项目

时间	主要内容
2018年4月	百度与长沙合作共建“自动驾驶与车路协同创新示范城市”，百度与长沙市人民政府、湖南湘江新区管委会，基于 Apollo 开放平台达成全面合作，双方将携手共建“自动驾驶与车路协同创新示范城市”，将长沙打造为自动驾驶之城。
2018年5月	无锡车联网（LTE-V2X）城市级应用示范项目正式签约，这是全球第一个车联网 LTE-V2X 城市级大规模示范项目，首个城市级车路协同平台。
2018年9月	阿里巴巴达摩院和交通运输部公路科学研究院宣布战略合作，成立车路协同联合实验室。此前阿里云已经于浙江省交通运输厅开始合作了，先将杭绍甬高速作试验，规划 161 公里长的高速路，按照双向六车道高速公路标准，建成国内第一条智慧公路。
2018年12月	阿里巴巴还联合交通部公路院、国家电网、中国联通、一汽集团、上汽荣威、英特尔、福特汽车、神龙汽车、大唐电信集团等成立了“2038 超级联盟”，协同产业力量共同落地“智能高速公路”。
2018年12月	华为携手北京市首都公路发展集团有限公司及其下属速通公司、奥迪中国于 12 月 27 日完成全国首例实际高速公路场景的车路协同测试，包括时速达到 80km/h 的 L4 级自动驾驶和提升高速公路行车安全的智能辅助驾驶，整个测试基于 C-V2X（即蜂窝网络的 V2X）。

来源：中泰证券研究所

风险提示

贸易争端悬而未决，今年以来中美之间贸易争端持续升温，并在可见未来没有完全落定的迹象，贸易争端已经成为影响市场的重要不确定因素之一。尤其今年上半年面向中兴的制裁和扣押华为 CFO，对本土厂商表现出明显的针对性，贸易争端以何种方式达成暂时性共识超出了常规研究的范畴，需要保持高度关注。

5G 投资不及预期风险，电信网在未来一到两年的行情都是以 5G 投资为纲，5G 投资规模直接决定设备商和产业链上游的订单规模与发展前景。目前 5G 尚处于试验和产业链培育阶段，各家运营商没有给出明确的投资规划，在实际投建之后有可能总规模或者节奏不及预期，对通信板块的行情造成系统性影响。

市场系统性风险，今年以来在经济增速放缓、部分公司业绩不及预期、股权质押风险提升和外部因素等共同作用下，市场情绪偏谨慎，大市行情持续下探，明年宏观层面相关因素仍可能对市场产生负面影响。

技术风险，ICT 领域属于高度技术密集型，代际技术差距对于产品竞争力和市场份额的影响是决定性的，后发厂商在关键领域的技术突破是对先进公司实现反超的核心前提，但技术的积累和发展有其自身客观规律，也存在一定程度的随机成分，在市场争夺时间窗内未完成技术突破或选择了错误技术路线有可能对公司发展造成严重负面影响。

竞争风险，通信行业各分市场的集中度持续提升，竞争从业务布局、核心技术、人才、资金和政策等方面展开，持续加大，不确定性也在提升，需要长期保持关注。

投资评级说明:

	评级	说明
股票评级	买入	预期未来 6~12 个月内相对同期基准指数涨幅在 15%以上
	增持	预期未来 6~12 个月内相对同期基准指数涨幅在 5%~15%之间
	持有	预期未来 6~12 个月内相对同期基准指数涨幅在-10%~+5%之间
	减持	预期未来 6~12 个月内相对同期基准指数跌幅在 10%以上
行业评级	增持	预期未来 6~12 个月内对同期基准指数涨幅在 10%以上
	中性	预期未来 6~12 个月内对同期基准指数涨幅在-10%~+10%之间
	减持	预期未来 6~12 个月内对同期基准指数跌幅在 10%以上

备注: 评级标准为报告发布日后的 6~12 个月内公司股价 (或行业指数) 相对同期基准指数的相对市场表现。其中 A 股市场以沪深 300 指数为基准; 新三板市场以三板成指 (针对协议转让标的) 或三板做市指数 (针对做市转让标的) 为基准; 香港市场以摩根士丹利中国指数为基准, 美股市场以标普 500 指数或纳斯达克综合指数为基准 (另有说明的除外)。

重要声明:

中泰证券股份有限公司 (以下简称“本公司”) 具有中国证券监督管理委员会许可的证券投资咨询业务资格。本报告仅供本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。

本报告基于本公司及其研究人员认为可信的公开资料或实地调研资料, 反映了作者的研究观点, 力求独立、客观和公正, 结论不受任何第三方的授意或影响。但本公司及其研究人员对这些信息的准确性和完整性不作任何保证, 且本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次公开发布时的判断, 可能会随时调整。本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改, 投资者应当自行关注相应的更新或修改。本报告所载的资料、工具、意见、信息及推测只提供给客户作参考之用, 不构成任何投资、法律、会计或税务的最终操作建议, 本公司不就报告中的内容对最终操作建议做出任何担保。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。

市场有风险, 投资需谨慎。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。

投资者应注意, 在法律允许的情况下, 本公司及其本公司的关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易, 并可能为这些公司正在提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。本公司及其本公司的关联机构或个人可能在本报告公开发布之前已经使用或了解其中的信息。

本报告版权归“中泰证券股份有限公司”所有。未经事先本公司书面授权, 任何人不得对本报告进行任何形式的发布、复制。如引用、刊发, 需注明出处为“中泰证券研究所”, 且不得对本报告进行有悖原意的删节或修改。