

天线射频篇：创新变革，再度起航

——5G 系列深度报告之二

行业深度

◆无线侧是 5G 投资重要组成部分，产业链处于触底回升的节点

信息消费升级，万物互联和政策推动是 5G 发展的三大重要驱动力。5G 推动现有通信网络升级和换代，产业整体投资额相比 4G 显著提升。国内 5G 网络投资有望突破 1.2 万亿元，相比 4G 网络投资增长 50% 以上。无线侧（包括设备、天线和射频器件）是运营商资本开支的重要组成部分，占网络投资 60% 左右，技术的更迭使得天线和射频器件在无线侧价值量占比提升。在近年运营商投资过渡期内，无线侧产业链相关公司业绩承压明显。展望后续，中国三大运营商计划 2020 年实现 5G 商用，5G 建设将推动运营商资本开支进入上行通道，无线侧作为重点投入方向有望充分受益。基站天线和射频产业链景气度迎来触底回升的节点。

◆基站天线市场“量价齐升”，国内厂商迎重要发展机遇

从全球范围来看，部分发展中国家地区 4G 基础设施尚不完善，4G 建网处于前周期阶段，对基站天线的需求依然强劲。受国内运营商过渡期内投资放缓的影响，资本、技术实力和成本控制能力较弱的天线厂商在激烈的竞争中逐步退出，产能向头部厂商集中的趋势增强。头部天线厂商经历多年快速发展，目前在全球市场上已占据主导地位，短中期有望充分受益于海外发展中国家地区 4G 建设。中长期来看，通信技术的演进推动基站天线和射频产业持续成长。一方面，5G 频段上移使得单基站覆盖面积减小，基站数量相比 4G 时代大幅增长。另一方面，5G 基站天线向有源化、小型化和一体化演进，天线价值量有所提升。5G 基站天线市场呈现“量价齐升”的趋势，市场规模相比 4G 基站天线显著提升。市场规模的扩张为天线和射频产业链厂商带来巨大发展机遇。

◆看好与设备商深度合作的天线厂商发展潜力，关注小基站、滤波器和 PCB 领域投资机会

推荐：通宇通讯（002792），关注：京信通信（2342.HK）。（1）天线有源化推动基站 RRU 有源器件、射频和无源天线部分逐步整合，天线厂商基于自身在天线行业的积累与设备商的合作研发有利于占据竞争优势，**推荐：通宇通讯（002792），建议关注：世嘉科技（002796）、鸿博股份（002229）和摩比发展（0497.HK）；**（2）超密集组网推动小基站快速建设，小基站天线市场规模有望达到百亿级规模，相比 4G 存在巨大的增量空间，建议关注：**京信通信（2342.HK）；**（3）**滤波器&PCB：5G 时代小型金属滤波器和陶瓷滤波器有望成为滤波器重要备选方案，建议关注：东山精密（002384）和摩比发展（0497.HK）。5G 技术的升级将带来高频高速 PCB 的用量和价值量提升，建议关注：深南电路（002916）和景旺电子（603228）。**

◆风险分析：牌照发放不及预期、贸易摩擦升级、资本开支增速放缓

证券代码	公司名称	股价 (元)	EPS (元)			PE (X)			投资 评级
			17A	18E	19E	17A	18E	19E	
002792	通宇通讯	29.00	0.49	0.37	0.58	59	79	50	增持

资料来源：Wind、光大证券研究所预测 注：股价为 2018 年 12 月 12 日收盘价

买入（维持）

分析师

刘凯（执业证书编号：S0930517100002）

021-52523849

kailiu@ebsecn.com

石崎良（执业证书编号：S0930518070005）

021-52523856

shiqi@ebsecn.com

杨明辉（执业证书编号：S0930518010002）

0755-23945524

yangmh@ebsecn.com

付天姿（执业证书编号：S0930517040002）

CFA, FRM

021-52523692

futz@ebsecn.com

联系人

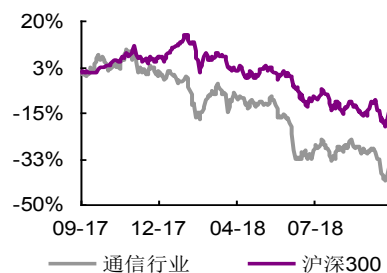
吴希凯

wuxk@ebsecn.com

冷玥

lengyue@ebsecn.com

行业与上证指数对比图



资料来源：Wind

相关研报

5G：元年开启，万物互联——5G 系列深度报告之一 2018-11-28

投资聚焦

研究背景

5G 商用节点临近，整体投资额相比 4G 有较大提升。参考赛迪顾问数据，我们预计中国 5G 网络投资有望突破 1.2 万亿元，远高于 4G 投资金额（约 8000 亿元）。无线侧（包括设备、天线和射频器件）是运营商资本开支的重要组成部分，占网络投资 60% 左右，技术的更迭使得天线和射频器件在无线侧价值量占比提升。近年来，运营商投资放缓导致无线侧产业链相关公司业绩承压明显，但展望后续，随着中国三大运营商计划 2020 年实现 5G 商用，通信产业投资有望进入上行通道。无线侧作为重点投入方向有望充分受益，天线和射频产业链景气度迎来触底回升的节点。

创新之处

- (1) 分别从消费端和工业端对于高速率、低时延和广覆盖的网络需求论证 5G 建设组网的迫切性和确定性，并提出随着 5G 商用临近，运营商资本开支有望回暖，天线&射频产业处于触底回升的节点；
- (2) 论证 5G 基站天线将迎来“量价齐升”的局面；提出国内天线厂商短中期受益于国内 4G 深度覆盖和海外发展中国家地区 4G 建设，以及中长期受益于 5G 建设的成长逻辑；论述小基站天线将成为 5G 时代重要增量点；
- (3) 发掘 5G 时代天线技术演进带来的天线行业细分子板块（小基站、滤波器和 PCB）的投资机遇，并测算相关子板块市场规模。

投资观点

(1) **基站天线**：天线有源化推动基站 RRU 有源器件、射频和无源天线部分将逐步整合。由于有源部分技术壁垒和价值量相对较高，而且设备商长期处于主导地位，天线厂商基于自身在天线行业的积累与设备商的合作研发有利于占据竞争优势。推荐具有天线自主研发能力，深化与设备商合作拓展 5G 市场的天线厂商 **通宇通讯 (002792)**；关注 **世嘉科技 (002796)**、**鸿博股份 (002229)** 和 **摩比发展 (0497.HK)**。

(2) **小基站**：超密集组网推动小基站快速建设，我们预计 5G 时代国内小基站总规模有望达到 800-1000 万座，按 500-1000 元/座单价预计，小基站天线市场规模有望达到百亿级规模，相比 4G 存在巨大的增量空间，关注 **京信通信 (2342.HK)**。

(3) **滤波器&PCB**：Massive MIMO 技术逐步应用于 5G 天线中，天线结构和材料相比 4G 显著变化，其中滤波器和 PCB 变化较为明显。**1) 滤波器**：4G 天线采用金属腔体滤波器为主，Massive MIMO 对大规模天线集成化和小基站的大规模铺设的要求促使滤波器向小型化和集成化方向演进。建议关注：**东山精密 (002384)**、**摩比发展 (0497.HK)** 和 **灿勤科技 (未上市)**。**2) PCB**：通信行业是 PCB 最重要的下游应用领域，4G PCB 用量较小，且高频高速板用量较少，5G 技术的升级将带来 PCB 的用量和价值量提升，建议关注：**深南电路 (002916)** 和 **景旺电子 (603228)**。

目 录

1、 5G 商用临近，天线&射频产业链处于触底回升的节点	6
1.1、 信息消费升级、万物互联和政策推动是 5G 三大重要驱动力	6
1.2、 无线侧是 5G 投资的重点，天线&射频产业链处于触底回升的节点	12
2、 基站天线“量价齐升”，天线厂商迎重要发展机遇	13
2.1、 5G 助力天线技术升级，基站天线“量价齐升”	13
2.2、 产能向头部厂商聚集，国内天线龙头受益海外 4G 建设	17
2.3、 天线有源化大势所趋，与主设备商深度合作奠定竞争优势	20
2.4、 超密集组网下小基站成为重要的增量点	22
2.5、 5G 时代再度起航，天线厂商迎来触底反弹节点	23
3、 5G 天线结构演变，滤波器和 PCB 成长空间逐步打开	25
3.1、 滤波器：陶瓷/小型金属腔体滤波器将成为 5G 天馈系统的主流方案	25
3.2、 PCB：通信行业 PCB 占比最大，5G 拉动高频 PCB 需求	27
4、 投资建议：看好与设备商深度合作的天线厂商，关注小基站、滤波器和 PCB 领域投资机会 ..	29
5、 风险分析	31
6、 重点公司介绍	31
6.1、 通宇通讯 (002792)：深耕国内基站天线行业，5G 时代蓄势待发	31
6.2、 京信通信 (2342.HK)：天线业务逐步走出谷底，小基站布局领先	32

图表目录

图 1：通信技术演进催生新应用新需求	6
图 2：移动互联网接入月流量及户均流量（DOU）快速增长	7
图 3：运营商不限流量套餐增大现有网络承载压力	7
图 4：5G 网络承载能力相比 4G 显著提升（单位：Mbps）	8
图 5：5G 拉动的物联网连接数快速增长（单位：亿个）	9
图 6：5G 网络可支撑高速率、低时延物联网应用	9
图 7：运营商频谱分配落地，产业链各级积极推动 5G 布局	12
图 8：天线厂商天线业务营收与运营商资本开支走势	12
图 9：天线厂商净利润与运营商资本开支走势	12
图 10：基站的天馈系统示意图	13
图 11：构成基站天线的主要部件	14
图 12：覆盖相同面积不同频段组网所需基站数对比	15
图 13：天线技术演进提升价值量	16
图 14：MIMO 技术相 Massive MIMO 的演进	16
图 15：国内基站天线行业发展历程	17
图 16：全球天线厂商市场份额对比	18
图 17：移动互联网接入流量（单位：亿 GB）	18
图 18：4G 网络扩容、密集地带组网和盲点覆盖	18
图 19：全球各地区 4G 发展不均衡	19
图 20：通宇通讯国内外收入增速对比（单位：%）	20
图 21：通宇通讯国内外收入占比情况（单位：%）	20
图 22：有源天线（AAU）实现无源天线和 RRU 的整合	20
图 23：有源天线节约天面资源，降低馈线损耗	20
图 24：全球有源天线规模出货量（单位：千套）和渗透率（单位：%）	21
图 25：5G 小基站相比传统室内分布系统（DAS）部署难度降低	22
图 26：2009-2018H1 天线厂商营收情况（单位：亿元）	23
图 27：2009-2018H1 天线厂商净利润（单位：亿元）	23
图 28：2017 年京信通信、通宇通讯和摩比发展各业务占比	24
图 29：2009-2018H1 各天线厂商净利润率（单位：%）	24
图 30：基站滤波器工作原理	25
图 31：5G 时代滤波器与将与天线整合	25
图 32：同轴腔体滤波器是 3G/4G 基站的主流方案	26
图 33：用于 3G/4G 基站的金属同轴腔体滤波器示意图	26
图 34：陶瓷（介质）滤波器和小金属腔体滤波器是 5G 重要方向	27
图 35：5G 天线阵子需要使用 PCB 来进行连接	28

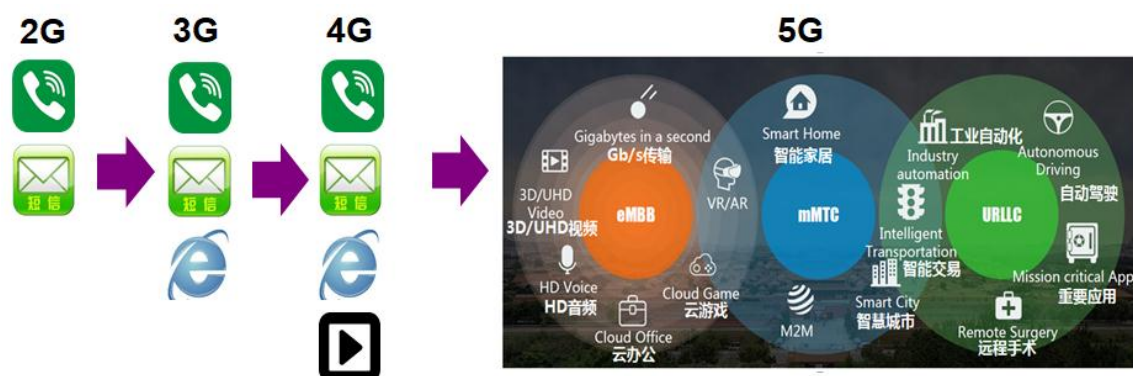
图 36：毫米波对于板材的要求非常高	28
表 1：5G 与 4G 的关键技术指标对比	6
表 2：政策积极推动 5G 建设	10
表 3：全球各主流运营商 5G 布局规划整理	11
表 4：4G 与 5G 天线结构及单价对比	16
表 5：基站天线采购模式对比	21
表 6：通宇通讯、京信通信和摩比发展客户结构	25
表 7：国内 5G 天线产业链（天线、滤波器和 PCB）市场规模预测	29
表 8：通宇通讯财务数据和估值分析	32
表 9：京信通信财务数据和估值分析	33

1、5G 商用临近，天线&射频产业链处于触底回升的节点

1.1、信息消费升级、万物互联和政策推动是 5G 三大重要驱动力

通信网络技术处于 4G 向 5G 升级的关键时点。移动通信产业从上世纪 80 年代起先后经历了从 1G 到 4G 的发展历程，每一代通信制式的升级都催生新的应用场景，并激发新的业务模式。其中，1G 时代诞生模拟通电话，2G 时代语音通话和短信业务成为主导，3G 时代移动上网是重要的应用场景，4G 开启手机视频和直播等多种业务生态繁荣发展的新时代。从当前节点来看，通信技术目前已处于 4G 网络逐步向 5G 过渡的时间点。

图 1：通信技术演进催生新应用新需求



资料来源：搜狐科技，光大证券研究所整理

国际标准化组织 3GPP 定义 5G 可分为增强移动宽带（eMBB）、大规模物联网（mMTC）和低时延高可靠（URLLC）三大主流应用场景。其中，eMBB 主要面向 3D/超高清视频等大流量移动宽带业务，mMTC 主要面向大规模物联网业务，URLLC 面向无人驾驶、工业自动化等需要低时延、高可靠连接的业务。相比 3G/4G 技术，5G 技术传输速率高、网络容量大、延时短，网络能效提升超过百倍，有望开启万物互联网时代，打开市场新的需求潜力。

表 1：5G 与 4G 的关键技术指标对比

技术指标	用户体验速率	峰值速率	流量密度	连接数密度	空口时延	移动性	能效	频谱效率
4G 参考值	10Mbps	1Gbps	0.1Tbps/km ²	10 ⁵ /km ²	10ms	350km/h	1 倍	1 倍
5G 目标值	0.1-1Gbps	20Gbps	10Tbps/km ²	10 ⁶ /km ²	1ms	500km/h	100 倍提升 (网络侧)	3-5 倍提升
提升倍数	10-100 倍	20 倍	100 倍	10 倍	1/10	1.43 倍	100 倍	3-5 倍

资料来源：ITU，IMT-2020

应用层对更高品质网络的需求和政府对于信息基础设施建设的支持是 5G 投资的基础。5G 建设的确切性一方面体现为应用端对速率、连接数和时延的需

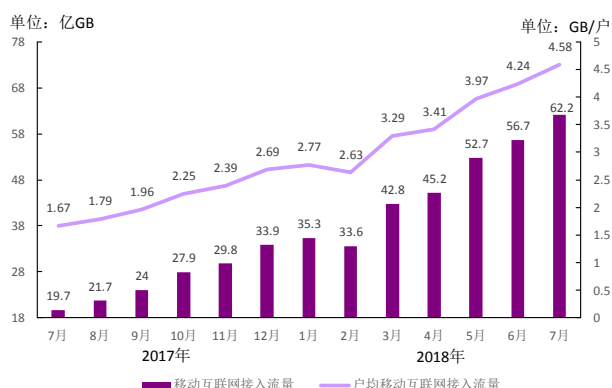
求持续提升；另一方面，5G 的投资受国家层面对稳定、可靠信息基建的重视和信息消费升级政策的拉动。多应用场景需求的提升和政策层面大力推动强化 5G 发展的确定性，而标准的落地和技术的逐步成熟加速 5G 商用落地的进程。

1.1.1、网络扩容压力增大，增强移动宽带（eMBB）是 5G 短期最大驱动力

消费者终端应用不断丰富和运营商“提速降费”释放用户流量消费需求。重度 APP、大视频、AR/VR 和物联网等应用对流量和带宽的需求日益提升。网络提速降费已连续两年写入《政府工作报告》，2018 年国务院常务会议再次提出降费举措，确保今年流量资费降幅 30% 以上。运营商积极响应“提速降费”政策降低用户网络资费，并相继推出不限流量套餐吸引客户，充分释放用户流量消费需求。

流量需求的释放和资费门槛降低刺激流量消费规模的扩张。据工信部统计，2018 年 1-7 月移动互联网累计流量达 329 亿 GB，同比增长 202.4%；7 月当月 DOU（户均移动互联网接入流量）达到 4.58GB，同比增长 174.9%，增速较上月提高 2.1 个百分点。

图 2：移动互联网接月流量及户均流量（DOU）快速增长



资料来源：中国产业信息网

图 3：运营商不限流量套餐增大现有网络承载压力



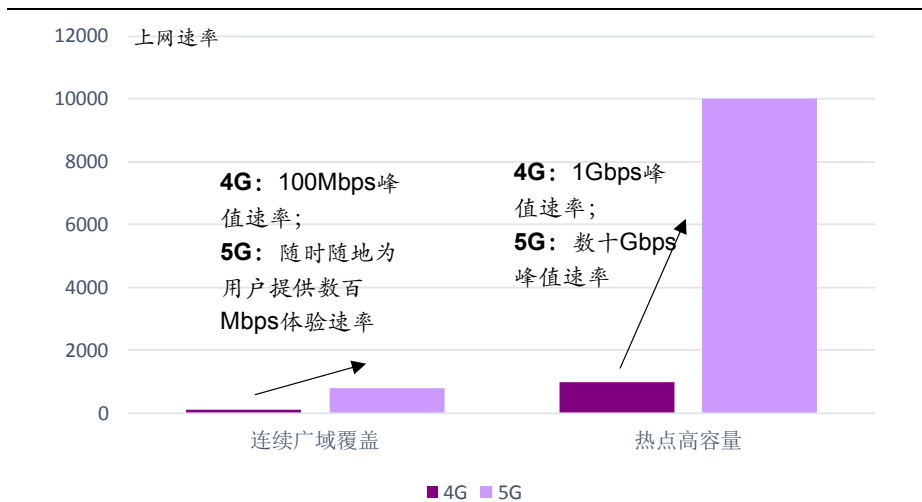
资料来源：三大运营商

流量激增导致现有 4G 网络扩容压力增大。目前国内运营商主流通信系统仍以 4G（LTE，LTE-A）为主。4G 移动网络采用共享基站，在总带宽保持固定的情况下，一个基站能支持的连接数和流量有限，用户数量和单用户流量消耗的增加会拉低整个基站覆盖区域内用户的平均速率，并造成网络拥塞和瘫痪等网络事故，影响用户的使用体验。运营商“无限流量”套餐推动数据流量消费急剧增长，网络利用率逐步达到承载极限，现有 4G 网络面临巨大的扩容和升级的压力。

5G 具备长期投入成本和经济效益，有望获得运营商重视。面对由流量增长带来的网络拥塞，运营商通过基于 4G 网络增加载波和站点持续扩容，缓解流量快速增长带来的网络承载压力。由于流量“提速降费”带来的“增量不

增价”的问题逐步凸显，考虑到长期投入成本和经济效益产出，运营商后续有望重视对 5G 网络的投入布局。

图 4：5G 网络承载能力相比 4G 显著提升（单位：Mbps）



资料来源：广东省电信规划设计院有限公司

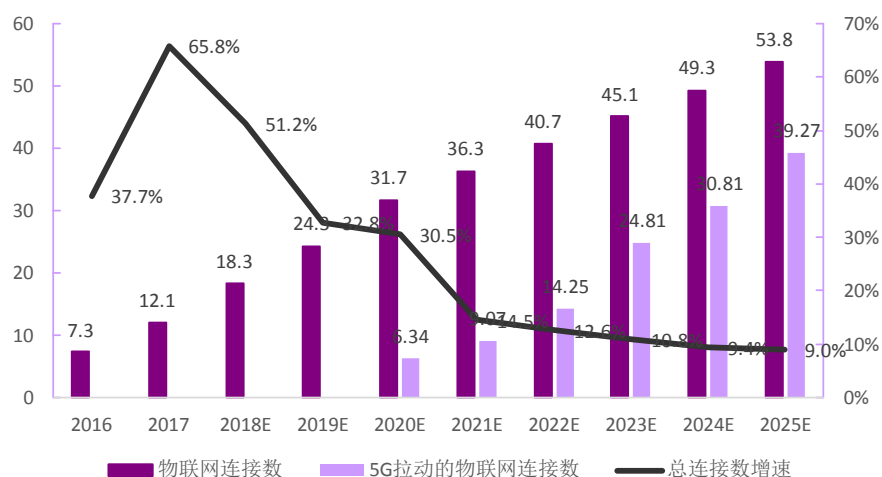
网络容量和速率大幅提升是 5G 重要特征，也是解决当前 4G 消费者对流量日益增长的需求的有效方式。我们认为，在国内现有 4G 网络扩容压力增大的背景下，增强移动宽带（eMBB）将作为满足 4G 消费者流量需求和承载 5G 时代 VR/AR 等新业务的重要场景有望率先落地，同时驱动 5G 芯片和终端等配套产业链快速成熟，为后续大规模物联网（mMTC）和低时延高可靠（URLLC）等更多场景的商用提供支撑。

1.1.2、大连接（mMTC）和低时延（URLLC）等高速物联网场景需要 5G 支撑

万物互联时代开启，物联网规模的扩张极大地丰富了 5G 应用场景。1G 到 4G 移动通信主要解决人与人的通信问题，万物互联时代的到来促使以物-物连接的各垂直行业物联网应用成为 5G 时代重要的发展方向。随着多领域应用场景需求不断释放，传统企业和 IT 巨头加大物联网布局力度，物联网在制造业、服务业、公共事业等多个领域的渗透，产业链处于大规模爆发的节点。

移动互联向万物互联的拓展，未来有望创造出相比互联网时代更大的市场空间和产业机遇。2017 年，我国物联网连接数达到了 12.1 亿，同比增长 65.8%。据赛迪顾问发布的《2018 年中国 5G 产业与应用发展白皮书》预计，2025 年我国物联网连接数将达到 53.8 亿，其中 5G 物联网连接数达到 39.3 亿，万物互联时代孕育万亿级市场空间。

图 5：5G 拉动的物联网连接数快速增长（单位：亿个）

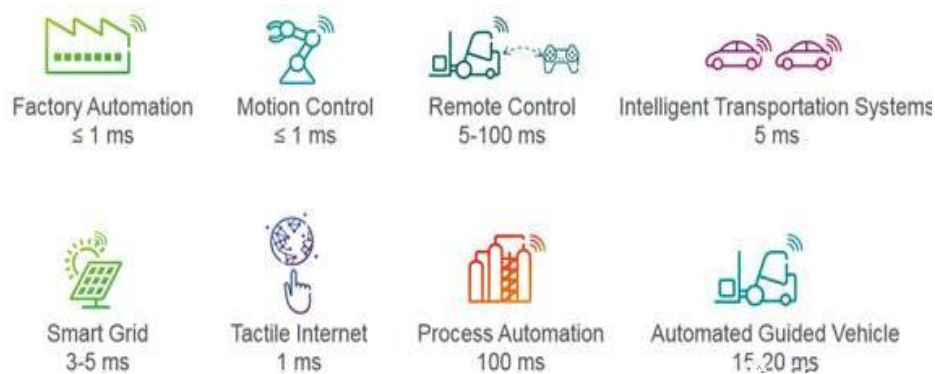


资料来源：赛迪顾问

物联网细分场景复杂，而且对网络连接数、覆盖面和时延等多个指标要求较高，4G 网络难以支撑各垂直行业的联网需求。比如在自动驾驶和工业自动化场景中，大量的机器都内建传感器，若以现有的网络将信息从传感器、后端网络、下指令，再传送回机器将出现很明显的延迟，并引发安全事故。相比消费者互联网，工业互联网对连接稳定性，连接规模和时延等指标需求更加迫切。

5G 网络在时延、速率和频谱效率等指标方面显著提升，可支撑高速率、低时延和大连接的物联网场景。5G 实现 100 万连接/ km² (4G 的 10 倍) 和 1ms 延迟 (4G 的 1/10)，可有效地承载包括车联网、工业互联和智能制造等垂直行业的信息传输，推动万物互联时代多领域商业应用落地。

图 6：5G 网络可支撑高速率、低时延物联网应用



资料来源：与非网

万物互联大势所趋，垂直领域对连接数和时延等性能指标要求提升推动 5G 网络的快速成熟。大连接（mMTC）和低时延（uRLLC）将成为继 eMBB 后的重要应用场景，由现有以消费者业务为主的 4G 网络逐步向以多领域垂直应用场景为主的 5G 网络升级将成为未来通信网络发展的趋势。

1.1.3、政策积极推动，静待运营商牌照落地

政府积极推动 5G 建设，中国有望成为全球 5G 建设的重要领跑者。2013 年，工信部、发改委和科技部率先成立 5G 推动组 IMT-2020(5G)推进组，主要推动中国第五代移动通信技术研究和开展国际交流与合作。“十三五”国家科技重大专项（03 专项）以 5G 为重点，以运营商应用为龙头带动整个产业链各环节的发展，争取 5G 时代中国在移动通信领域成为全球的重要领跑者。

相关政策密集出台，国内 5G 布局确定性持续强化。自 2018 年以来，发改委发文降低涵盖 5G 全部频段的频段占用费，持续推动 5G 网络部署和商用。工信部和发改委印发《扩大和升级信息消费三年行动计划(2018-2020 年)》，提出加快光纤及 4G 网络覆盖，确保 2020 年 5G 商用，政策支持进一步强化 5G 商用确定性。

表 2：政策积极推动 5G 建设

部门	相关政策
政府工作报告	2017 年初，政府工作报告提出加快第五代移动通信（5G）等技术研发和转化，这是 5G 首次被写入政府工作报告。
科技部	2017 年年初，科技部召开“新一代宽带无线移动通信网”重大专项新闻发布会宣布，“十三五”期间国家科技重大专项 03 专项“新一代宽带无线移动通信网”将延续，并转为以 5G 为重点，以运营商应用为龙头带动整个产业链各环节的发展，争取 5G 时代中国在移动通信领域成为全球领跑者之一。
工信部 IMT-2020（5G）	提出 5G 发展规划，第一步是 2016 年到 2018 年底进行 5G 技术研发试验，主要目标是参与支撑 5G 国际标准制定；第二步是 2018 年到 2020 年底进行 5G 产品研发实验，主要目标是开展 5G 预商用测试。第三步进入 5G 网络建设阶段，并有望最早在 2020 年正式规模商用。
国务院	2017 年 8 月，国务院下发《关于进一步扩大和升级信息消费持续释放内需潜力的指导意见》，意见提出扩大信息消费覆盖面，拓展光纤和 4G 网络覆盖的深度和广度，力争 2020 年启动 5G 商用。
工信部/发改委	2018 年 8 月，两部门印发《扩大和升级信息消费三年行动计划》，提出加快第五代移动通信（5G）标准研究、技术试验，并确保 2020 年启动 5G 商用
工信部	2018 年 12 月，三大运营商已经获得全国范围 5G 中低频段试验频率使用许可，频谱分配方案正式落地，全国范围规模试验将展开。

资料来源：工信部、科技部、发改委

全球运营商之间的竞争是未来 5G 组网建设另一重要驱动因素。全球主流运营商纷纷加速 5G 布局，抢跑 5G 商用第一梯队。从国际市场来看，韩国三大电信运营商 SKT、KT 以及 LG U+ 已在 2018 年 12 月 1 日开启 5G 商用化，率先开启全球 5G 商用。美国主流运营商 T-mobile 相继与诺基亚和爱立信签订 35 亿美元的 5G 订单，大举进军 5G 市场。全球主流运营商大力推进 5G 布局给国内运营商形成竞争压力和示范效应。

国内三大运营商目前处于 5G 组网试验阶段，并分别计划 2019 年实现部分城市的预商用，2020 年开启 5G 正式商用。其中，中国移动在杭州、上海、广州、苏州和武汉开展 5G 外场测试，每个城市将建设超过 100 个 5G 基站。中国联通在北京、天津、青岛、杭州、南京、武汉、贵阳、成都、深圳、福州、郑州、沈阳等 16 个城市开展 5G 试点。中国电信 5G 试点城暂定为“6+6”，在之前确定的雄安、深圳、上海、苏州、成都、兰州外，再新增设 6 个城市。

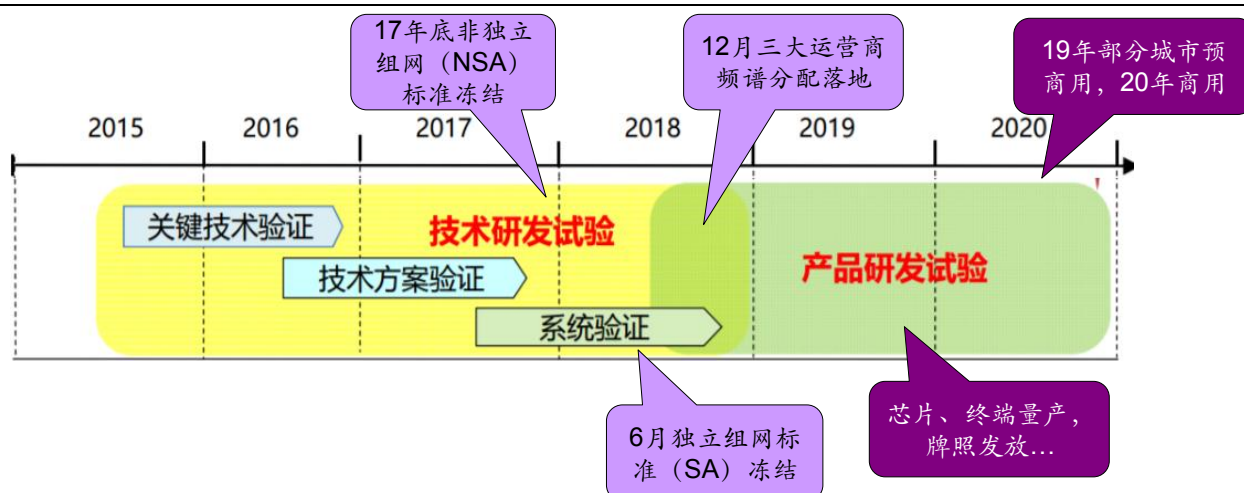
表 3：全球各主流运营商 5G 布局规划整理

国家/地区	运营商	5G 部署
中国 (包括香港、台湾 地区)	中国移动	中国移动计划 2020 年推出 5G 服务
	中国联通	中国联通计划 2020 年推出商用 5G 服务
	中国电信	中国电信计划 2020 年推出商用 5G 服务
	中国移动（香港）	中国移动香港公司计划 2018 年下半年进行 5G 实验，计划 2020 年推出 5G 服务
	中华电信（台湾地区）	中华电信计划 2020 年在台湾推出 5G 服务
	亚太电信（台湾地区）	亚太电信计划 2020 年在台湾推出 5G 服务
日本	NTT Docomo	NTT Docomo 计划 2020 年东京奥运会上推出 5G 网络
	软银	软银计划 2020 年前部署 5G
韩国	SK 电讯	SK 电讯计划 2019 年 3 月在韩国推出 5G 服务
	韩国电信	韩国电信将于 2019 年 3 月在韩国推出 5G 服务
	LG Uplus	LG Uplus 计划于 2019 年 3 月在韩国推出 5G 服务
美国	AT&T	AT&T 计划 2018 年底在美国十几个城市推出 5G 服务
	Verizon	Verizon 计划 2019 年初推出 5G 移动服务
	T-mobile	T-mobile 计划 2019 年初开始布局 5G 网络，并于 2020 年实现全面覆盖
	Sprint	Sprint 计划 2019 年初推出商用 5G 计划
英国	EE/BT	EE/BT 计划 2019 年在英国推出 5G 服务
	沃达丰	沃达丰计划 2020 年在英国推出 5G 服务
	O2	O2 计划 2020 年推出 5G 服务
德国	德国电信	计划 2020 年推出 5G 服务
法国	Orange	Orange 计划 2020 年在法国部署 5G
	SFR	SFR 计划 2019 年在法国部署 5G 网络，并于 2020 年推出商用服务
西班牙	西班牙电信	西班牙电信计划 2021 年在西班牙推出 5G 服务
澳大利亚	Optus	Optus 计划 2019 年初开始部署第一张 5G 无线网络
	Telstra	Telstra 计划分 3 阶段部署 5G 网络，并计划在 2020 年实现全面部署
新西兰	Spark	Spark 计划 2018~2019 年在新西兰部署 5G
菲律宾	PLDT	PLDT 计划 2020 年推出商用 5G 服务
	Globe Telecom	Globe Telecom 计划 2019 年推出 5G 固定无线服务
印度	BSNL	BSNL 计划 2020 年在印度推出 5G 服务

资料来源：C114 通信网

运营商频谱分配方案落地，规模试点组网即将展开，产业链景气度有望持续提升。随着 5G 第一阶段标准的冻结，产业链上下游（芯片、网络、软件和终端）加速布局，5G 产业链快速成熟，频谱和牌照分配成为市场长期关注的重点。12 月，工信部确认三大运营商已经获得 5G 试验频率使用许可批复，运营商频谱分配正式落地，全国范围内大规模 5G 试验即将展开，5G 产业链景气度有望持续提升。

图 7：运营商频谱分配落地，产业链各级积极推动 5G 布局



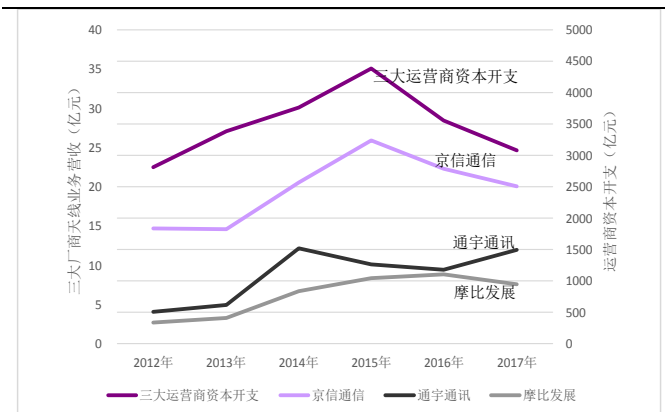
资料来源：C114，通信世界网，搜狐科技，光大证券研究所整理

1.2、无线侧是 5G 投资的重点，天线&射频产业链处于触底回升的节点

5G 产业整体投资额相比 4G 有较大提升，无线侧是投资重点。5G 产业链投资跨度长，主要包括网络规划，无线侧、传输网、核心网和网络建设运维等环节。参考赛迪顾问数据，我们预计中国 5G 网络投资有望突破 1.2 万亿元，远高于 4G 投资金额（约 8000 亿元）。参考 2017 年 4G 投资来看，无线侧（包括基站设备和天线部分）总投资占 4G 网络总投资约 60% 左右，技术的更迭使得天线和射频器件在无线侧价值量占比提升。展望 5G，无线侧依然有望成为运营商在 5G 时代的重要投入方向，而天线和射频产业链有望充分受益。

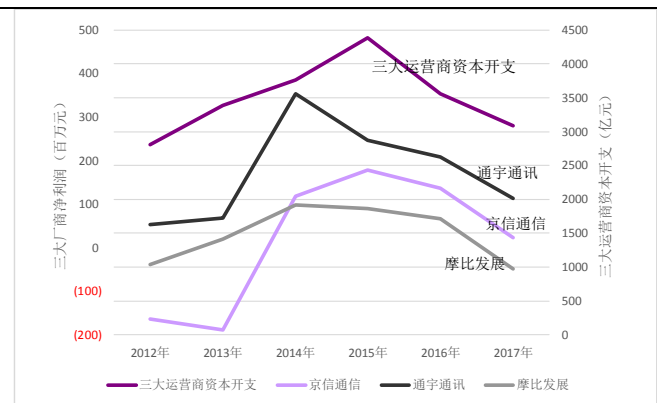
无线侧投资周期属性较强，基站天线景气度与运营商资本开支正相关。运营商作为基站天线的最终需求者，其资本开支的大小直接影响上游基站厂商的业绩。从 4G 时代运营商资本支出与四大天线厂商的天线业务营收和净利润对比发现，天线厂商在 4G 启动前期（2014~2015 年）营收和净利润规模受运营商资本开支的增大逐步提升到最高值，在 4G 向 5G 的过渡期内盈利持续回落。运营商资本开支与天线厂商的营收和净利润走势基本一致，且弹性较大，显示天线厂商受运营商资本开支影响十分显著。

图 8：天线厂商天线业务营收与运营商资本开支走势



资料来源：Wind

图 9：天线厂商净利润与运营商资本开支走势



资料来源：Wind

运营商资本开支有望进入上行通道，无线侧产业链有望迎来触底回升节点。结合通信板块上市公司 2017 年年报和 2018 年中期报告可以看出，目前通信板块上市公司受运营商整体资本开支下行业绩承压明显，行业内部分化较为明显。三大运营商 2018 年资本开支计划以整体降幅 5.7%，相比 2017 年 13% 的降幅进一步减缓，我们判断 2018 年运营商资本开支已触底，未来有望提前进入上升通道，2019 年有望进入 5G 投资年，无线侧产业链也有望迎来触底回升的节点。

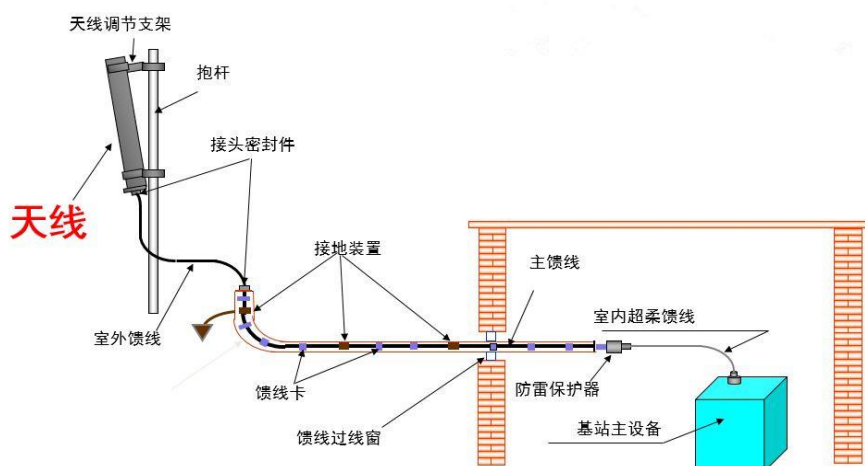
无线侧投资规模增大，产业链（包括天线在内）相关厂商业绩有望逐步释放。由于 5G 采用较高频段组网，基站数量相比 4G 显著增长，未来 5G 宏基站数目有望达到 4G 基站数 1.2~1.5 倍。同时，5G 技术复杂程度增大推动单基站价值量相比 4G 基站有所提升，无线侧基站投资呈现“量价齐升”的局面。运营商投资回暖将极大提振基站侧设备、天线和射频器件等板块景气度，产业链相关公司业绩有望逐步释放。

2、基站天线“量价齐升”，天线厂商迎重要发展机遇

2.1、5G 助力天线技术升级，基站天线“量价齐升”

基站天线对通话性能影响大，是基站的重要组成部分。基站天线是基站设备与终端用户之间的信息能量转换器，主要用于发射或接收电磁波，把传输线上的导行波转换成可以在自由空间传播的电磁波。信号发送过程中，调制后的射频电流能量经基站天线转换为电磁波能量，并以一定的强度向预定区域（手机用户）辐射出去；信号接收过程中，用户信息经调制后的电磁波能量，由基站天线接收，有效地转换为射频电流能量，传输至主设备。基站天线性能的好坏，直接影响到移动通信的质量。

图 10：基站的天馈系统示意图

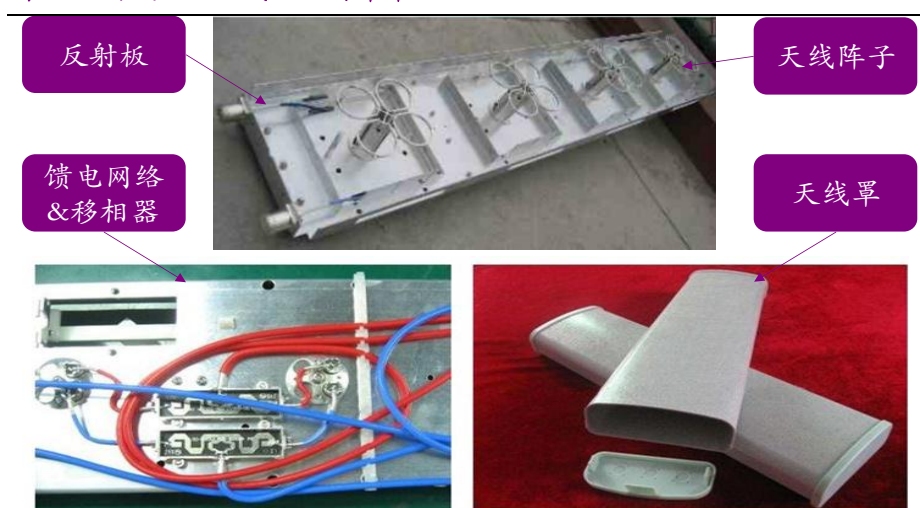


资料来源：摩尔精英

传统无源基站天线主要由辐射单元（对称振子）、反射板（底板）、馈电网络（功率分配网络）和封装组件（天线罩）四个部分组成，是用户以无线方式与基站设备连接的信息出（下行、发射）入（上行、接收）口，是载有各种信息的电磁波能量转换器。在目前已有的天线中，无论是基站还是移动终端，天线都是充当发射信号和接收信号的中间件。

天线行业上游竞争充分，下游设备商、运营商话语权较强，核心能力在于设计能力、工艺成熟度和经验积累。基站天线行业上游主要是五金、电缆和塑料材料供应商、加工商以及电子元器件供应商；下游主要是通信运营商（中国移动、中国联通、中国电信等）和通信设备集成商（华为、中兴、诺基亚、爱立信等）以及行业级客户（铁路、电网、政府等）。其中，上游市场竞争充分，市场化程度充足，下游运营商和设备商话语权较强，是天线行业最重要的需求方。天线行业的竞争主要体现在工艺的成熟度，天线设计能力的积累和成本控制。

图 11：构成基站天线的主要部件



资料来源：摩尔精英，光大证券研究所整理

移动通信技术的演进推动基站天线技术不断发展和变革，Massive MIMO（Multiple-Input Multiple-Output，大规模多输入多输出天线）有望成为 5G 天线重要方案。在 1G 模拟通信的时代，移动用户较少，天线形态比较简单，主要是杆状的全向天线。在 2G~4G 的发展过程中，天线从全向的棍状天线依次演化成定向单/双极化天线、电调单/双极化天线、双频电调双极化天线到多频双极化天线等。4G 时代，现网普遍采用 2-8 通道天线，一般为 10-40 个天线振子，射频器件与天线分离。在 5G 时代，频段升高波长减小，接收信号减弱迫使增加天线阵子数量，Massive MIMO 将成为重要的选择方案，天馈一体化和天线有源化推动天线行业迎来“量价齐升”。

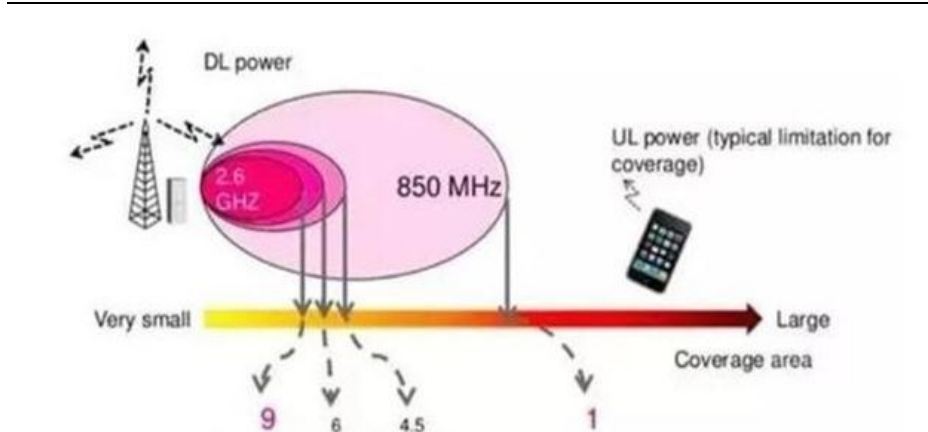
量的提升：

通信载波频率上移导致单基站覆盖半径进一步缩减。从通信理论来看，根据无线通信传播损耗公式 $Los = 32.44 + 20lg d(Km) + 20lg f(MHz)$ （其中 Los 是传播损耗，单位为 dB），天线的功率衰减和传输距离、频率呈正相关性，即频率越高、传输距离越远，天线传输的损耗越大。移动通信从 2G 发展到 4G 过程中，每一代制式的升级伴随着频率的提升，低频的使用逐步饱和并

向高频段拓展，移动通信的载波频率越来越高，因而对应的蜂窝系统的小区半径越来越小。

覆盖相同面积下，高频段组网所需基站数更多。三大运营商 2G 频谱基本上处于 1GHz 附近，3G 频谱位于 2-2.2GHz 区间，4G 频谱略高于 3G，但基本处在 3GHz 以内。若分别采用 850MHz、1.8GHz、2.1GHz、2.6GHz 进行对相同面积的区域组网，采用 1.8GHz 组网所需基站数是 850MHz 的 4.5 倍，用 2.6GHz 所需基站数是 850MHz 的 9 倍。

图 12：覆盖相同面积不同频段组网所需基站数对比



资料来源：百家号

5G 频率相比 4G 提升，基站数量增大拉动基站天线需求量增长。5G 要求速率达到 4G 的 10-100 倍，所需的最小带宽是 100MHz，而由于低频段频谱资源稀缺，所以只能使用更高的频段的频谱资源。根据工信部关于 5G 频谱的划分，5G 布局初期三大运营商频谱主要集中在 3.5GHz（中频段）附近，随着中频段组网成熟，高频段（毫米波）组网也将逐步展开。因此，5G 主流频段相比 4G 频段明显提升，单基站覆盖范围也进一步缩小，要实现整体覆盖面积与前一代制式相同必须增加基站数量。我们初步估计，要实现与当前 4G 覆盖面积相同的区域所需 5G 基站数量有望达到现有 4G 基站数量的 1.2~1.5 倍，因而所需基站天线数量也几乎同比例增加。

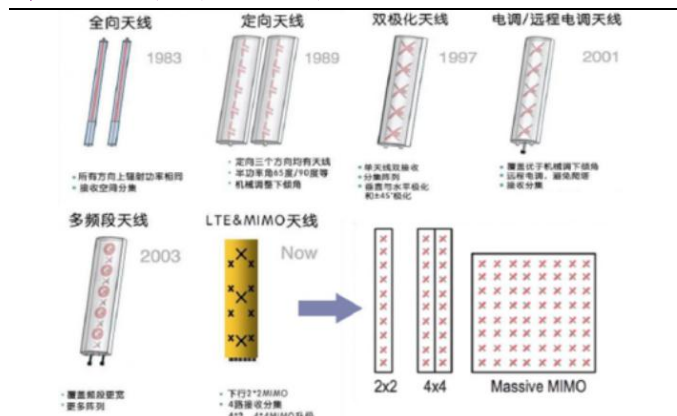
价的提升：

通信网络系统的升级使与之匹配的基站天线结构持续演进。基站天线的小型化、宽带、多频段、高效率 and 更能适应系统各种要求的天线仍然是当前天线技术重要发展方向。从 2G 到 4G，天线技术经历了全向天线、定向单极化天线、定向双极化天线、电调单极化天线、电调双极化天线、双频电调双极化到多频双极化天线，以及 MIMO 天线、有源天线等过程，天线的复杂程度和价值量持续提升。

5G 时代，Massive MIMO 天线方案复杂度提升。无线通信信号的通话性能与信号接收功率密切相关，而终端侧信号的接收功率取决于基站天线的发射功率、距离、材料和天线数量。由于接收功率与波长的平方成正比，因此随着 5G 频段的升高，波长的减小，当发射端发射功率固定时，接收天线接收到的信号功率显著减少。同时，国家对天线功率有上限限制，发射功率不可

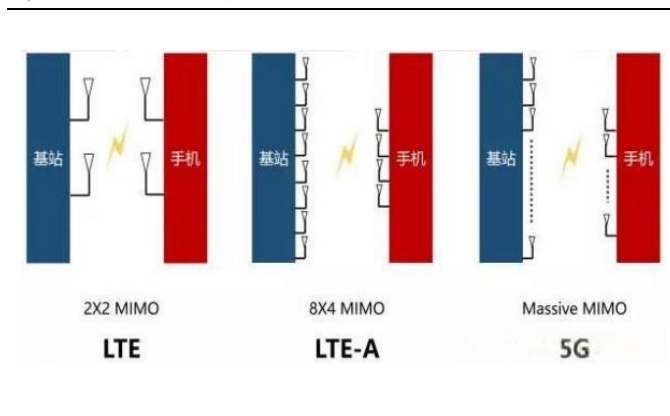
能无限提升，并且受制于材料和物理规律，发射天线和接收天线的增益提升空间存在瓶颈。增加发射天线和接收天线的数量，将天线设计成多天线阵列 Massive MIMO 是 5G 基站天线的重要解决方案。

图 13：天线技术演进提升价值量



资料来源：搜狐，光大证券研究所整理

图 14：MIMO 技术相 Massive MIMO 的演进



资料来源：搜狐科技

5G 基站天线结构的改变带来价值量的提升。与传统的 4G 天线相比，5G 天线将从传统的 2/8 通道向 64 通道演进，引入 Massive MIMO 后天线阵子数快速增长。由于 5G 天线频率的提升，传统的 PCB 板难以满足高频高速的信号传输需求，价值量更高的高频 PCB 板有望广泛应用于 Massive MIMO 天线中，拉升整体天线的单价。另外，5G 天线向天馈一体化趋势演进，基站天线有望与滤波器实现集成，提供包括天线+滤波器的一体化解决方案，价值量有望进一步提升。以单扇天线为例，目前单扇 4G 天线价格在 2000 元以内，我们预计 5G 天线在商用初始阶段单价有望保持在 4000 元-6000 元，规模出货后将极大提振天线产业景气度。

表 4：4G 与 5G 天线结构及单价对比

天线参数	4G 天线	5G 天线
天线阵子	单价较高，但数量较少，单扇 10-40 个	单个价格低，但数量多，单扇 64/96 个
滤波器	设备商单独采购	天线厂商有望整合，打包出售
移相器	有	无
PCB	低频 PCB，价值量较低	高频高速 PCB，价值量高
单价	2000 元/扇以内	预计 4000 元-6000/扇

资料来源：与非网，光大证券研究所整理

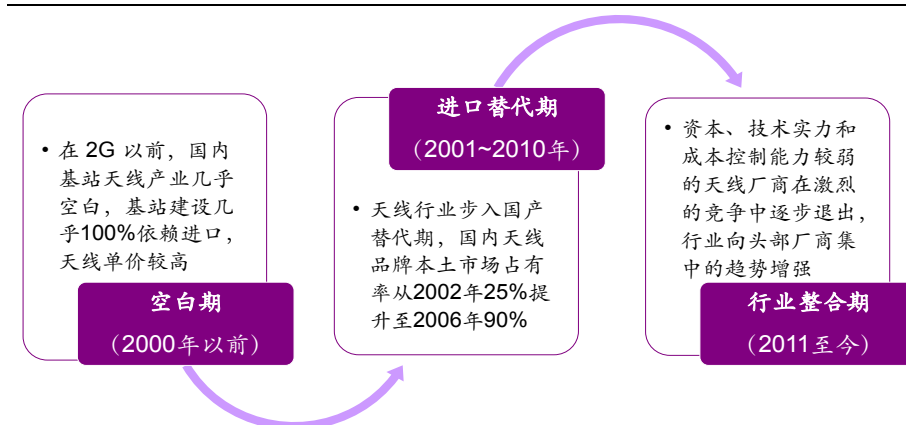
通信技术的持续演进推动基站天线行业持续成长，5G 基站天线将迎来“量价齐升”。按 5G 宏基站整体规模 500 万站，单扇单价 4000-6000 元，3 扇总价约 1.2-1.8 万元，考虑未来降价后预估为 1.0-1.2 万元，基站天线整体市场规模有望超 600 亿元，相比 4G 天线市场规模显著提升。市场规模的扩张为天线产业链厂商带来巨大发展机遇。

2.2、产能向头部厂商聚集，国内天线龙头受益海外 4G 建设

基站天线行业的发展和国内无线通信产业建设进程紧密相关。通常来看，在每一代无线通信建设高峰期，基站天线的需求快速提升，天线厂商的收入和利润水平处于较高值。在通信技术过渡期内，行业竞争加大和运营商投资放缓导致基站天线行业整体盈利能力下滑，拥有核心技术和资金实力的厂商具有较强的抗风险能力，而不具备核心技术的小厂商容易淘汰出局。

国内基站天线市场发展主要经历空白期（2000 年以前）、进口替代期（2001~2010 年）和行业整合期（2011 至今）。（1）空白期：在 2G 以前，我国基站天线产业几乎空白，基站建设几乎 100% 依赖进口，天线单价较高。2000 年 5 月信息产业部出台《移动通信系统基站天线技术条件》，标志着我国基站天线产业的真正起步。（2）进口替代期：此后 10 年内中国基站天线产业步入国产替代期，国内天线品牌本土市场占有率从 2002 年 25% 提升至 2006 年 90%。（3）行业整合期：受运营商 3G-4G 和 4G-5G 过渡期内投资放缓的影响，资本、技术实力和成本控制能力较弱的天线厂商在激烈的竞争中逐步退出，行业向头部厂商集中的趋势增强。

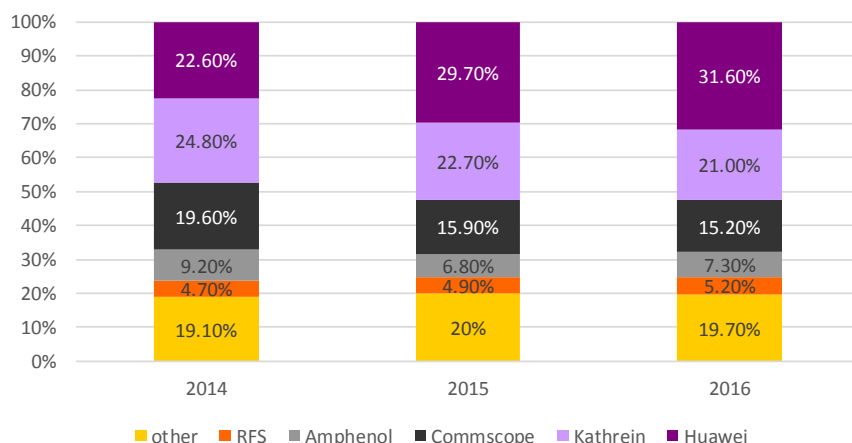
图 15：国内基站天线行业发展历程



资料来源：新利通，光大证券研究所整理

产能向头部厂商聚集，天线行业龙头效应凸显。据咨询机构 ABI 数据显示，从 2014 年开始，全球基站天线市场份额能够提供全球解决方案及服务的天线厂商倾斜。2016 年全球前三大天线厂商占据了全球 67.8% 的市场份额，其中华为、凯瑟琳和康普分别占比 31.6%、21.0%、15.2%，天线厂商的龙头效应进一步凸显。

图 16：全球天线厂商市场份额对比

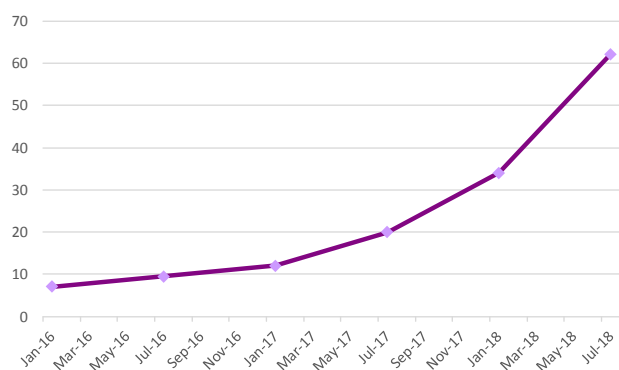


资料来源：ABI research

国内 4G 网络流量和 DOU 持续提升，需求依旧强劲。自 2013 年底运营商获得 4G 商用牌照以来，中国 4G 建设进入高速发展期。截至 2018 年 10 月，中国 4G 网络覆盖全国 95% 的行政村，4G 入网用户数领跑全球。流量提速降费政策和三大运营商推出“不限流量”套餐，推动流量消费需求快速增长，现有 4G 网络的移动流量和 DOU 持续提升。

网络扩容、人流密集地带组网和盲点地区覆盖为国内 4G 建设需求提供支撑。工信部数据显示，2018 年 1-7 月移动互联网累计流量达 329 亿 GB，同比增长 202.4%；7 月当月 DOU(户均移动互联网接入流量)达到 4.58GB，同比增长 174.9%，增速再创新高。流量需求的扩张使现有 4G 网络承载压力增大，网络扩容、人流密集地带组网和盲点地区覆盖将成为未来一段时期国内 4G 建设的重要方向，为运营商投资过渡期内基站天线需求提供支撑。

图 17：移动互联网接入流量（单位：亿 GB）



资料来源：工信部

图 18：4G 网络扩容、密集地带组网和盲点覆盖

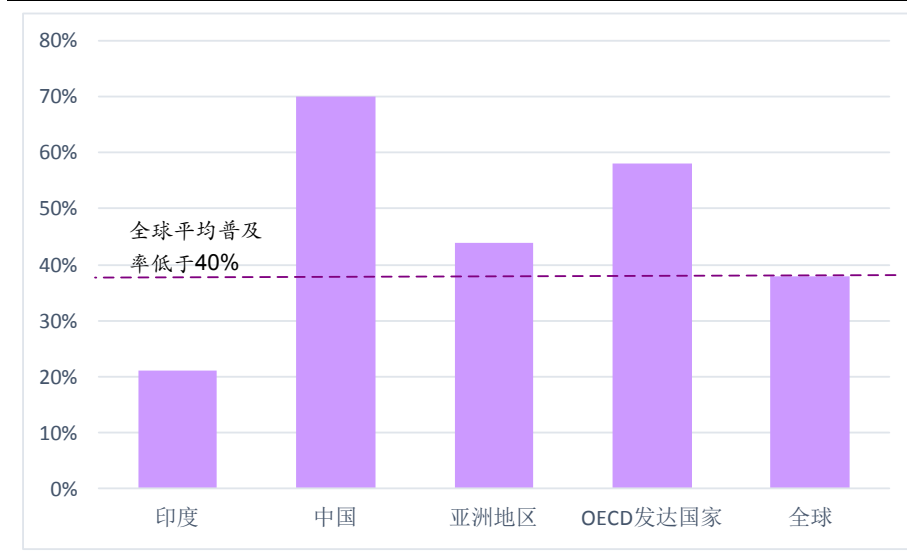


资料来源：光大证券研究所整理

全球网络建设发展不均衡，部分发展中国家 4G 建设需求依旧旺盛。从全球范围来看，中国、美国、日韩和欧洲等地区的 4G 网络基本成熟，而部分发展中国家地区 4G 基础设施尚不完善，4G 建网处于前周期阶段，对基站天线

的需求依然强劲。以人口基数较大的印度和非洲为例，截至 2018 年 Q1，印度 4G 普及率仅为 21%，远低于同期亚洲 44% 的普及率。据 Dataxis 数据显示，撒哈拉以南非洲地区（不包括南非）2016 年 4G 用户仅为 3%，2022 年 4G 用户有望达到非洲总 4G 用户的 58%。庞大的人口基数和渗透率偏低为该地区 4G 网络建设带来广阔的空间。同时，来自俄罗斯、南美、中东和土耳其等发展中国家的 4G 建设也为国内包括基站天线在内的通信产业链厂商海外拓展提供机遇。

图 19：全球各地区 4G 发展不均衡

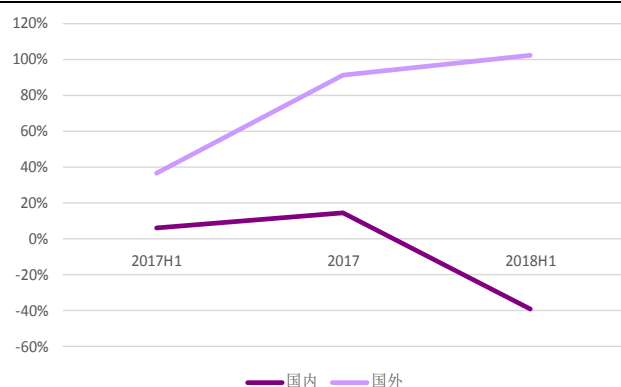


资料来源：前瞻产业研究院，2017 年

发展中国家 4G 市场空间广阔，国内厂商加速海外市场拓展。发展中国家面积占全球陆地面积的 70% 以上，人口占全球总人口约 80%，存在巨大的 4G 网络基础建设需求。中国 4G 通信产业成熟，国内市场需求相对平衡促使包括天线在内的各级厂商持续拓展海外市场，“一带一路”战略为中国企业出海提供便利。

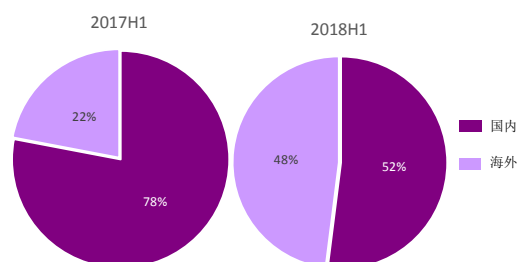
在全球 4G 建设持续推进的背景下，国内天线厂商来自海外市场收入快速增长，海外收入占比持续提升。以国内基站天线厂商通宇通讯 (002792) 为例，在国内收入增速放缓的形势下，公司 2017 年和 2018 年上半年海外收入增速分别达到 91% 和 102%，2018 年 H1 海外收入占比达 48%，较 2017 年同期大幅提升 26 个百分点。

图 20: 通宇通讯国内外收入增速对比 (单位: %)



资料来源: Wind

图 21: 通宇通讯国内外收入占比情况 (单位: %)



资料来源: Wind

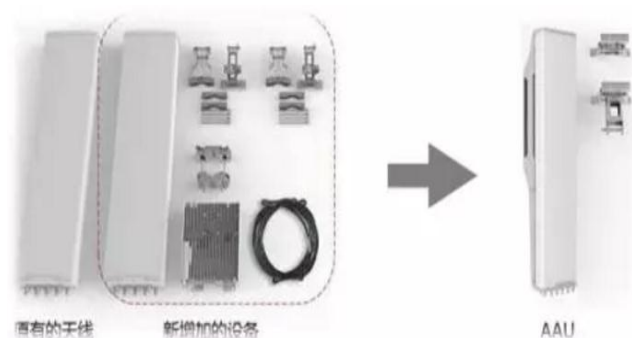
综合来看,一方面,由于 4G 技术、产业链和解决方案已相当成熟,海外市场运营商倾向于使用性价比较高的产品。与海外天线厂商(凯瑟琳,康普)相比,中国头部天线厂商在相同成本下能实现更优的性能,后续在发展中国家和地区 4G 建设中竞争优势将持续凸显。另一方面,通信技术的升级将带来技术壁垒的提升,拥有自主研发能力的头部厂商有利于在 5G 前周期内率先布局,巩固领先优势,后续有望在行业集中度提升趋势下受益。

2.3、天线有源化大势所趋,与主设备商深度合作奠定竞争优势

天线有源化是 5G 基站天线的重要趋势,有源天线将更加普及。4G 基站天线以传统的无源天线为主,随着频段增多和技术升级带来的复杂度提升,基站天线面临天面复杂、安装困难、容量和覆盖诉求高等诸多挑战,天线有源化、小型化和一体化将是未来的发展趋势。

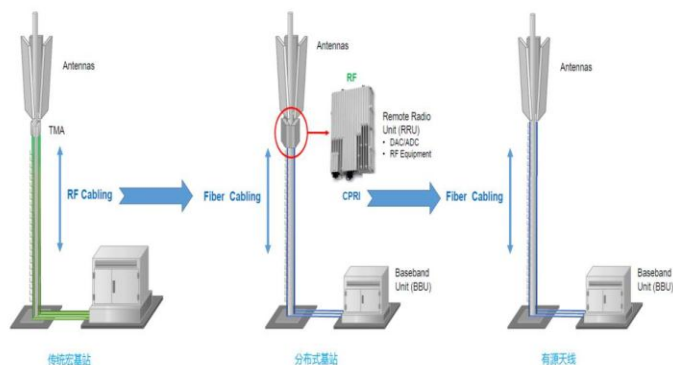
有源天线相比传统无源天线优势明显。有源天线集成了接收天线模块(之前的无源天线)、低噪声放大模块和电源供给等模块,优势包括:①将远端射频模块(RRU, Remote Radio Unit)和天线整合,简化配套要求,可实现快速安装和更换;②馈线部分损耗减小,提升网络覆盖性能;③尺寸很小,降低选址难度。有源天线是射频模块与天线高度集成的产物,在支持多个频段一次部署的同时,可以大幅降低整个站点物理设备的数量,从而减少站点租金和提升网络覆盖。

图 22: 有源天线(AAU)实现无源天线和 RRU 的整合



资料来源: C114

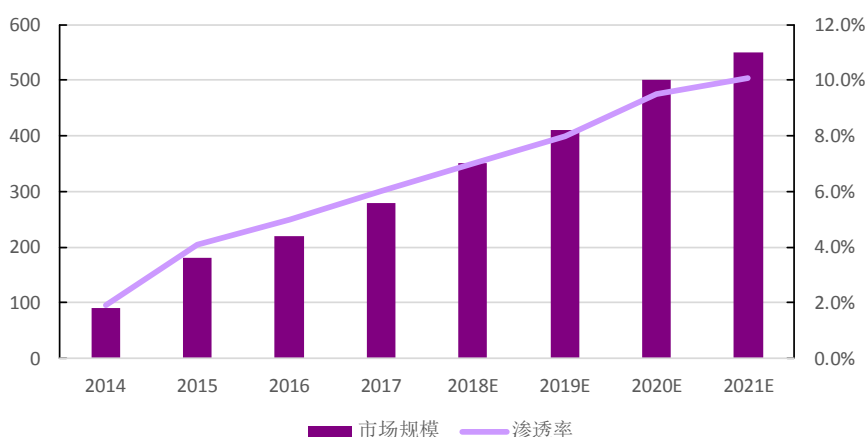
图 23: 有源天线节约天面资源,降低馈线损耗



资料来源: 中国移动

有源天线可以极大简化天面、提升部署效率及网络性能，在运营商基站选址难度增大、天面资源紧张和成本控制加强的趋势下成长潜力巨大。据 ABI Research 统计，2016 年有源天线的发货占比为 5.1%，到 2021 年有源天线的比例有望达到 10.1%。随着 Massive MIMO 技术的推广以及对传统无源天线的替代，有源天线渗透率有望持续提升。

图 24：全球有源天线规模出货量（单位：千套）和渗透率（单位：%）



资料来源：ABI research

基站天线目前的采购模式主要分为“捆包模式”和“拆包模式”两类。其中，“捆包模式”是由华为、中兴等设备商从基站天线厂商采购后，向通信运营商提供打包组网解决方案（包括主设备、基站、基站天线、网优服务等），采购主体是设备商。设备商打包采购模式订单比较集中，通常选取行业内最有具有一定竞争力的天线厂商。“拆包模式”是运营商直接向基站天线厂商采购，运营商直接采购模式中标厂商相对比较分散。

表 5：基站天线采购模式对比

区别	捆包模式（设备商采购）	拆包模式（运营商采购）
采购流程	设备商采购基站天线产品，整合在自己的产品中，向通信运营商提供打包组网解决方案	运营商通过基站天线集采，直接向天线厂商招标
采购主体	设备商	运营商
参与厂商	较为集中，具备一定竞争实力	相对分散，中小厂商有机会入围

资料来源：搜狐科技，光大证券研究所整理

天线厂商和设备商合作有望进一步深化，共同布局 5G 天线。由于传统的基站天线厂商长期聚焦于无源产品部分，有源部分由设备商提供，并统一整合形成完整的天馈系统。从天线厂商角度来看，国内天线厂商持续深化与设备商的合作，为提升 5G 天线性能和实现天线的规模出货奠定基础。其中，通宇通讯分别通过中兴通讯和爱立信的 5G 天线认证，未来有望在设备商 5G 布局中快速拓展。从设备商的角度来看，通信设备商未来重心将更加聚焦在设备层和基站系统的有源部分，对于无源天线部分倾向于与现有的天线厂商

建立合作。华为由于具有天线设计能力，天线的制造和加工主要由东山精密（002384）和鸿博股份（002229，收购弗兰德）等厂商来完成，而中兴、爱立信和诺基亚倾向于与独立天线厂商深度合作，共同布局 5G 天线。

天线厂商加强与设备商合作将凸显竞争优势。在天线有源化趋势下，基站 RRU 有源器件、射频和无源天线部分将逐步整合。由于有源部分技术壁垒和价值量相对较高，而且设备商长期处于主导地位，因此 5G 时代设备商在基站天线市场的话语权有望提升，与设备商紧密合作的传统天线厂商竞争优势将逐步凸显。

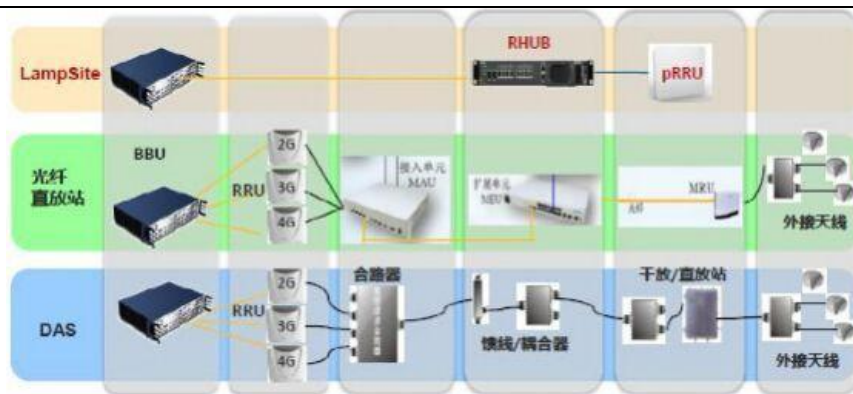
2.4、超密集组网下小基站成为重要的增量点

传统通信网络覆盖以宏基站为主，室内分布系统（DAS）和小基站为辅。从 2G 到 4G 演进过程中，尽管单基站覆盖范围不断缩小，但运营商总体组网思路依然是以宏基站为主，在热点和盲点地区用室内分布系统（DAS）和小基站覆盖。5G 载波频率大幅提升，热点区域容量成千倍提升，宏基站覆盖范围小，部署成本大幅增加，而小基站有望会以密集组网的方式成为 5G 中的主流。

4G 前期室外场景覆盖以宏基站为主，后期将逐步从广覆盖转移到深度覆盖，并拉动小基站市场需求。一方面，5G 主要采用 3.5G 及以上的频段，在室外场景下覆盖范围更小，受建筑物等阻挡，信号衰减更加明显，宏基站布设成本较高。另一方面，由于宏基占用面积较大，布设难度较高，站址选择难度增大，而小基站体积小，布设简单，可以充分利用社会公共资源快速部署。5G 室外场景下，小基站和宏基站配合组网，实现成本和网络性能最优将是重要的发展思路。

传统室内分布系统局限性凸显，5G 时代有望向小基站方案演进。传统室内分布系统（DAS）难以满足 5G 时代 3.5GHz 以上的高频和 Massive MIMO 等要求，在工程实施、故障检测难和业务单一等方面的不足持续凸显。相比传统的 DAS 方案，小基站具有结构简单、易于部署、扩容方便、支持网络演进和室内外协同自动化等特征。另外，5G 小基站可以基于 4G 小基站部署时铺设的 CAT6A 网线或光纤，通过最简工程施工和网规不变的方式平滑向 5G 演进，建网成本大幅降低。

图 25：5G 小基站相比传统室内分布系统（DAS）部署难度降低



资料来源：通信世界网

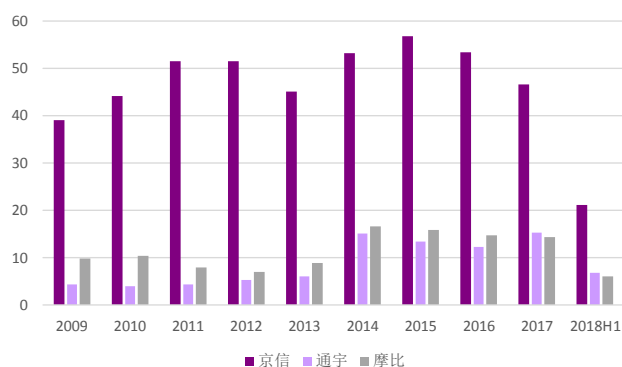
小基站成为 5G 时代重要的增量点，市场规模约达百亿级。4G 建设高峰期，运营商扩容以新增频谱为主（包括购买新的频谱铺设 4G，原有频谱的 4G 重耕），小基站没有得到规模应用。4G 进入建设后期，信号的深度覆盖和广度问题更加凸显，运营商的工作重心也将逐渐从广覆盖转移到深度覆盖。4G 后周期深度覆盖和即将到来的 5G 建设将成为后续小基站建设的重要驱动力。按小基站单价 5000 元估计，并考虑到后期价格的下降，国内 5G 高峰期小基站 1000 万站建设量估计，小基站市场规模有望超 400 亿元，并成为 5G 时代重要的增量点，关注京信通信（2342.HK）。

2.5、5G 时代再度起航，天线厂商迎来触底反弹节点

目前 A 股和港股基站天线独立上市公司包括通宇通讯、京信通信和摩比发展。天线行业景气度受运营商投资周期影响明显，上市公司业绩与运营商资本开支呈正相关。参考 3G 和 4G 建设节奏，天线行业上市公司业绩通常在运营商商用的 1-2 年内业绩达到最高点，在运营商投资过渡期内业绩开始回落，业绩承压明显。2018 年上半年，京信通信、通宇通讯和摩比发展净利润分别为 0.18 亿元、0.4 亿元和 0.07 亿元，分别同比下滑 51%、78%和 11%。

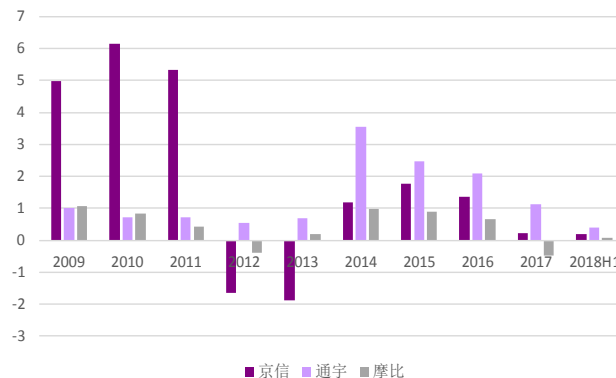
网络建设持续推进和 5G 商用节点临近推动天线行业上市公司业绩回暖。从当前节点来看，全球部分国家和地区将在 2019 年开始逐步商用 5G，其中韩国运营商已经正式启动 5G 商用，美国预计 2019 年起开始商用 5G。国内三大运营商计划 2020 年实现 5G 商用，2019 年将迎来预商用阶段，天线行业上市公司业绩有望逐步回暖。

图 26：2009-2018H1 天线厂商营收情况（单位：亿元）



资料来源：Wind

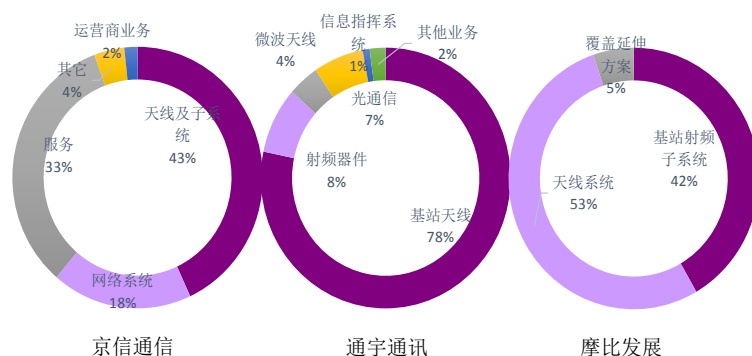
图 27：2009-2018H1 天线厂商净利润（单位：亿元）



资料来源：Wind

基站天线及射频器件相关业务是三家天线上市公司的主营业务。通宇通讯主要提供包括基站天线、射频器件和微波天线等产品，2017 年基站天线业务占比高达 78%；京信通信主要产品包括天线及子系统，网络系统和服务业务，其中天线及子系统收入占比约 40%；摩比发展主要业务包括天线系统、基站射频子系统和覆盖衍生方案，天线系统占比约 50%。

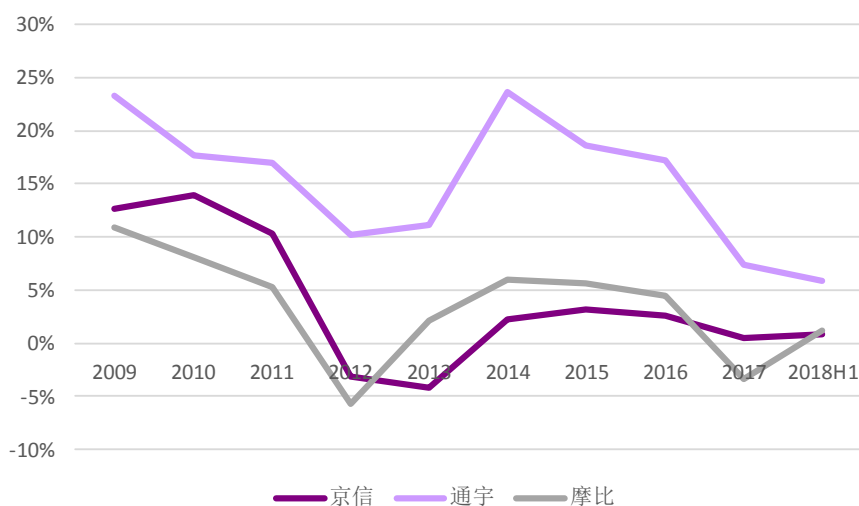
图 28：2017 年京信通信、通宇通讯和摩比发展各业务占比



资料来源：Wind

基站天线厂商建网初期盈利能力高，建网后周期内毛利率逐步下滑并企稳。4G 商用初期，基站天线产品毛利率高达 30%~40%。随着运营商资本开支放缓导致的行业竞争加剧，天线毛利率已下降至 20%~30%。净利率方面，通宇通讯 2014 年（4G 建设高峰期）净利润率高达 24%，随着运营商投资放缓，净利润率稳定在 6%~7% 左右。由于通宇通讯业务主要以基站天线为主，其净利润率在一定程度上代表行业整体净利润率水平，而京信通信和摩比发展业务结构中低毛利率的射频器件等其它业务占比较大，在一定程度上拉低了公司整体利润水平。

图 29：2009-2018H1 各天线厂商净利润率（单位：%）



资料来源：Wind

天线厂商客户主要包括运营商和设备商两大类，5G 时代设备商地位更加凸显。通宇通讯和京信通讯 4G 时期主要客户以运营商为主，2017 年来自运营商客户收入占比分别超过 45% 和 65%，而摩比发展客户结构中设备商占比较高，2017 年来自国内外设备商收入占比高达 60% 以上。在基站天线有源

化和一体化趋势下，天线厂商与设备商合作研发布局 5G 产品将成为重要的方向，来自设备商的收入占比有望逐步提升。

表 6：通宇通讯、京信通信和摩比发展客户结构

公司	客户结构
通宇通讯	中国电信 32.3%，中兴通讯 17.91%，中国联通 7.98%，沃达丰 5.73%，爱立信 5.78%
京信通信	中国移动 29.9%，中国联通 14.7%，中国电信 23.1%，国际客户及核心设备商 23.7%，其它合计约 8%
摩比发展	国内设备商（主要是中兴通讯）47%，国内运营商 26%，国际设备商 17.6%，国际运营商及其它国际客户 7.9%

资料来源：各公司公告，光大证券研究所整理

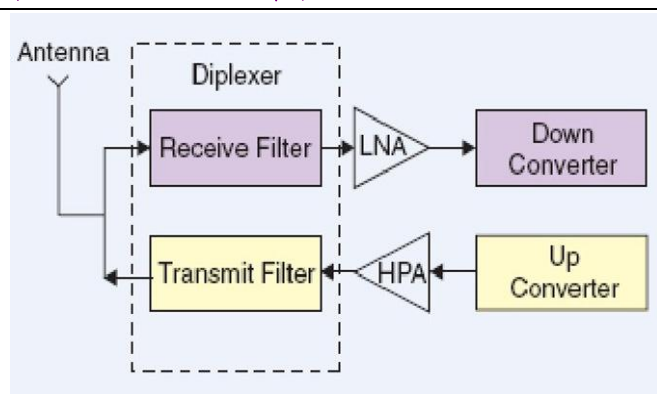
5G 商用临近，天线行业上市公司业绩有望迎来触底反弹的节点。运营商投资过渡期内，国内 4G 基站需求放缓，而天线行业供给端整体处于供大于求的状态，竞争相对激烈，上市公司业绩承压明显。展望后续，海外市场 4G 建设需求为上市公司在过渡期内提供支撑，5G 商用的临近和 5G 建设的快速推进将拉动基站天线需求，天线行业上市公司业绩有望迎来触底回升的节点。

3、5G 天线结构演变，滤波器和 PCB 成长空间逐步打开

3.1、滤波器：陶瓷/小型金属腔体滤波器将成为 5G 天馈系统的主流方案

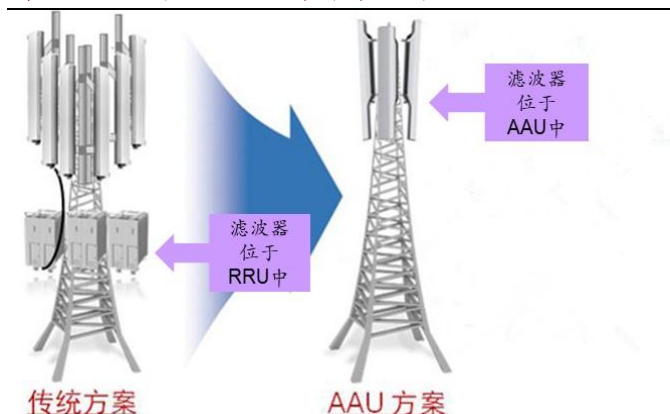
滤波器在基站中主要实现选频功能，即通过需要的频率信号，而抑制不需要的频率信号。基站滤波器是射频系统的关键组成部分，主要工作原理是使发送和接收信号中特定的频率成分通过，并极大地衰减其它频率成分。从分布位置来看，3G/4G 时代的滤波器体积较大，数量较少，通常集成到天馈系统的 RRU 中。天馈一体化是 5G 基站的演进趋势，滤波器将逐步向小型化方向发展，并与基站天线实现整合。

图 30：基站滤波器工作原理



资料来源：华强电子网

图 31：5G 时代滤波器与将与天线整合

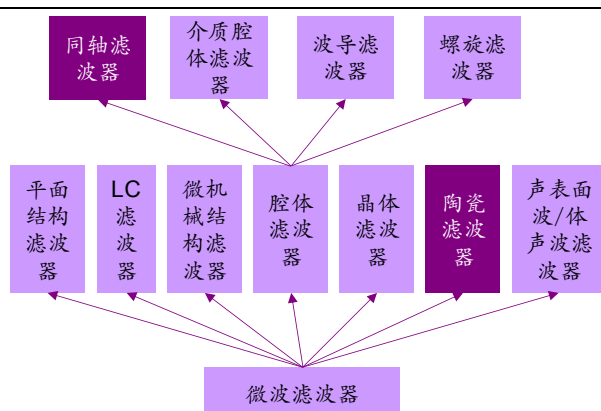


资料来源：射频微波网

微波滤波器种类较多，包括平面结构滤波器、LC 滤波器、微机械结构滤波器、腔体滤波器、晶体滤波器、陶瓷滤波器、声表面波/体声波滤波器等。其中，腔体滤波器由金属整体切割而成，结构牢固。腔体的品质因素、耦合系数等参数都对滤波器滤波的性能有很大的影响。腔体滤波器按照其不同状态又可以分为同轴腔体滤波器、介质滤波器、波导滤波器、螺旋滤波器。

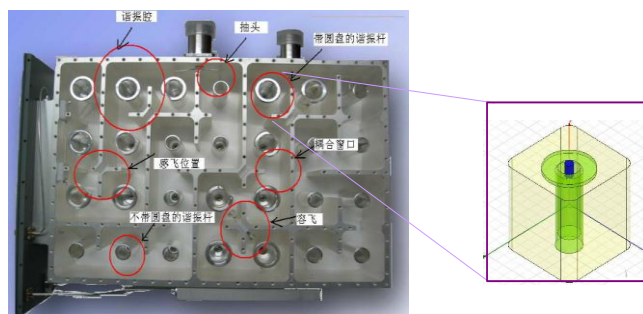
目前基站 RRU 中采用的滤波器通常是金属同轴腔体滤波器。金属同轴腔体滤波器的原理是通过不同频率的电磁波在同轴腔体滤波器中振荡，达到滤波器谐振频率的电磁波得以保留，其余频率的电磁波则在振荡中耗散掉。同轴腔体滤波器系列滤波器具有结构稳定、功率容量大 Q 值适中等特点，在 3G/4G 时代借着较低的成本和较成熟的工艺成为了市场的主流选择。

图 32：同轴腔体滤波器是 3G/4G 基站的主流方案



资料来源：电子发烧友

图 33：用于 3G/4G 基站的金属同轴腔体滤波器示意图



资料来源：电子发烧友

5G Massive MIMO 技术 对大规模天线集成化和小基站的大规模铺设的要求促使滤波器向小型化和集成化方向演进。根据产业链调研了解，5G 基站滤波器存在多种备选方案，小型金属腔体滤波器和介质滤波器各具优势，将成为未来有源天线滤波器的重要备选方案。

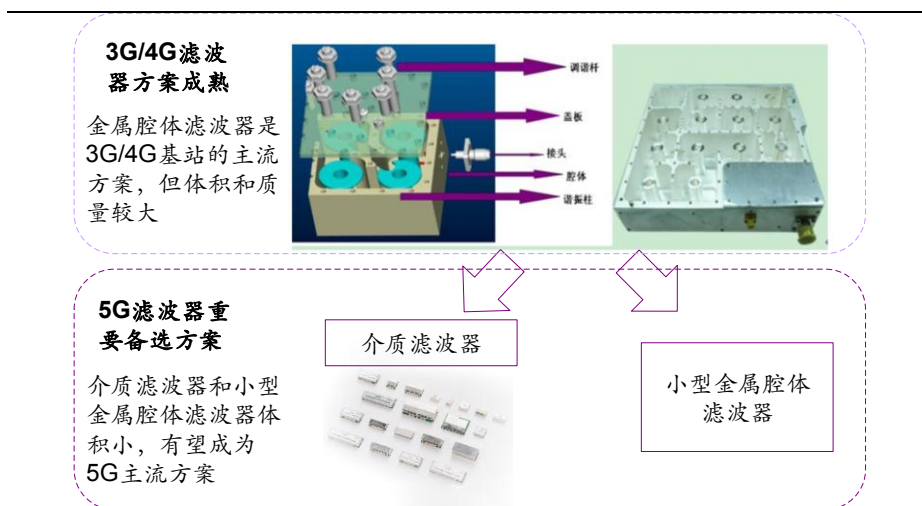
(1) 陶瓷（介质）滤波器

随着体积减小，腔体滤波器通道间零件精度和结构应力等加工工艺难度增大，而陶瓷滤波器没有金属腔体，电磁波谐振发生在介质材料内部，降低了整个滤波器的体积。同时，介质滤波器采用具有高 Q 介质的陶瓷材料，可覆盖的频段带宽更广，是 5G 时代重要的技术方案之一。

(2) 小型金属腔体滤波器

金属加工工艺的发展和进步使得原有的金属腔体滤波器在性能保持基本稳定的前提下缩减滤波器体积和质量，并满足可用于 5G 基站系统的要求。金属腔体滤波器是 3G/4G 最成熟的滤波器方案，具有结构稳定、功率容量大和工艺成熟等优势，在 5G 低频段（如 2.6GHz）依然具备竞争力。

图 34：陶瓷（介质）滤波器和小金属腔体滤波器是 5G 重要方向



资料来源：中国百科网、灿勤科技

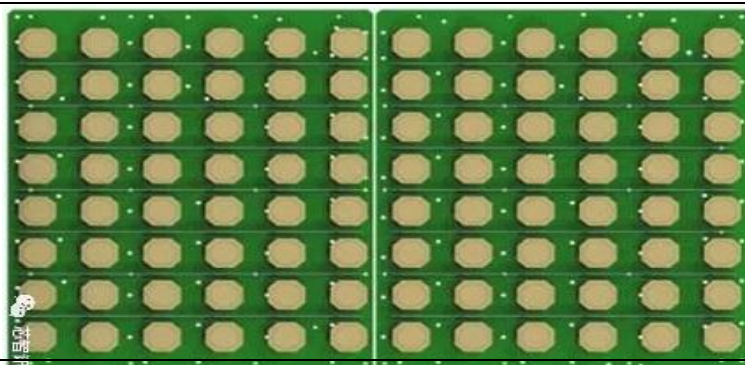
介质滤波器和小金属腔体滤波器两种方案各有优势，未来有望并行发展，在 5G 建设中迅速打开广阔成长空间。其中，金属腔体滤波器方案相对成熟，腔体结构对滤波器性能影响较大，体积缩减对参数的控制要求更加精确。由于 5G 部分频段在中低频段（2.6GHz）附近，与现有 4G 频段相近，小型金属滤波器在初期有望快速商用。介质滤波器具备高介电常数、低损耗和体积小等特点，后续有望在各厂商出货过程中持续降低成本，提高渗透率。

5G 拉动滤波器市场需求，基站侧滤波器市场规模有望达到 250-300 亿元。按 5G Massive MIMO 天线规模出货时滤波器价格 20-30 元/个，单扇天线滤波器数 64 个，宏基站总数 500 万个计算，滤波器市场规模有望达到 250-300 亿元，建议关注：东山精密（002384）（收购艾福电子，布局陶瓷滤波器）、世嘉科技（002796）（子公司波发特入围中兴核心供应商）、风华高科（000636）（国华新材料）和灿勤科技（未上市）。

3.2、PCB：通信行业 PCB 占比最大，5G 拉动高频 PCB 需求

5G 基站天线使用的 PCB 的面积和层数都会得到大幅提升。传统 4G 天线内部以馈线连接为主，PCB 用量较少。5G 的天线阵子会达到 64/96 个，天线阵子与 PCB 直连形成 Massive MIMO 阵列天线，PCB 的使用面积大幅增加。与此同时，由于通信信道大幅增加，5G 天线使用的 PCB 也需要更加复杂，需要从 4G 时代的双面板上升到 5G 时代的多层板。

图 35：5G 天线阵子需要使用 PCB 来进行连接



资料来源：芯智讯，光大证券研究所

PCB 的板材用料需要使用高频高速板，带来价值量的大幅提升。与信号传输性能相关的两个指标为介电常数 Dk 和介质损耗 Df 。 Dk 决定了信号传输速度， Df 则决定了信号传输的损耗。目前常用的 PCB 板材为 FR-4，其 Dk 为 4.2-4.7， Df 超过 0.01，在高速高频电路中损耗较大。5G 采用毫米波作为传输介质，对板材的 Df 和 Dk 要求非常高， Df 需要处于 0.005 以下， Dk 需要在 3 以下，目前国外的罗杰斯和泰康尼克是主要的高速高频板材供应商。

图 36：毫米波对于板材的要求非常高



资料来源：pcbcity，光大证券研究所

通信行业是 PCB 最重要的下游应用领域，基站天线市场空间预计达百亿级。据 Prismark 数据显示，2017 年通信占到了 PCB 总产值的 27.30%，是第一大 PCB 下游应用领域。按 5G 宏基站 500 万座（对应天线 PCB 1500 万块），PCB 单价 700-1000 元计算，由基站天线拉动 PCB 的市场规模预计达 105 亿元-150 亿元。除基站侧应用以外，PCB 在无线网、传输网、数据通信和固网宽带等各方面均有广泛的应用，并且通常是背板、高频高速板、多层板等附加值较高的产品，PCB 市场将迎来重要发展机遇。**建议关注：深南电路（002916）和景旺电子（603228）。**

4、投资建议:看好与设备商深度合作的天线厂商,关注小基站、滤波器和 PCB 领域投资机会

运营商资本开支进入上行通道,天线产业链迎触底回升节点。无线侧(包括设备、基站天线和射频器件)投资占运营商资本开支比例最大,且周期性明显,基站天线景气度与运营商资本开支正相关。运营商作为基站天线的最终需求者,其资本开支的大小直接影响上游基站厂商的业绩。近年来,运营商投资放缓导致无线侧产业链相关公司业绩承压明显,但展望后续,中国三大运营商计划 2020 年实现 5G 商用,5G 布局将推动运营商资本开支进入上行通道,无线侧作为重点投入方向有望充分受益。天线&射频产业链景气度迎来触底回升的节点。

在频段提升和天线技术升级的趋势下,5G 天线相比 4G 呈现“量价齐升”的局面。我们初步估计,要实现与当前国内 4G 覆盖面积相同的区域所需 5G 宏基站数量有望达到现有 4G 宏基站数量的 1.2~1.5 倍(500 万以上),拉动基站天线数量同步增长。单扇天线由目前 4G 天线 2000 元以内,提升至 4000 元~6000 元,来自宏基站的天线行业市场规模超 600 亿元,相比 4G 天线市场大幅提升。

表 7: 国内 5G 天线产业链(天线、滤波器和 PCB)市场规模预测

天线产业链	参数	2019E	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E	合计
宏基站	数量(万座)	15	50	135	125	100	75	500
	建设进度	3%	10%	27%	25%	20%	15%	100%
宏基站天线	数量(扇,基站数 x3)	45	150	405	375	300	225	1500
	单价(元)	5500	4950	4554	4326	4153	4029	
	单价变动预测(%)		-10%	-8%	-5%	-4%	-3%	
	市场规模(亿元)	25	74	184	162	125	91	661
滤波器	数量(万个,基站数 x3x64)	2880	9600	25920	24000	19200	14400	96000
	单价(元)	40	36	33	31	30	29	
	单价变动预测(%)		-10%	-8%	-6%	-5%	-3%	
	市场规模(亿元)	12	35	86	75	57	41	305
小基站	数量(万座)	50	100	150	200	250	250	1000
	建设进度	5%	10%	15%	20%	25%	25%	100%
	单价(元)	5000	4750	4513	4287	4073	3869	
	单价变动预测		-5%	-5%	-5%	-5%	-5%	

	(%)							
	市场规模(亿元)	25	48	68	86	102	97	424
PCB (仅天线和 射频市场)	数量(万块)	45	150	405	375	300	225	1500
	单价(元)	1000	920	846	804	780	764	
	单价变动预测 (%)		-8%	-8%	-5%	-3%	-2%	
	市场规模(亿元)	5	14	34	30	23	17	123

资料来源：光大证券研究所预测

(1) 基站天线：天线有源化推动基站 RRU 有源器件、射频和无源天线部分将逐步整合。由于有源部分技术壁垒和价值量相对较高，而且设备商长期处于主导地位，天线厂商基于自身的核心优势与设备商的合作研发有利于占据竞争优势。推荐：通宇通讯 (002792)；关注：世嘉科技 (002796)、鸿博股份 (002229) 和 摩比发展 (0497.HK)。

(2) 小基站：超密集组网趋势下推动小基站快速建设，我们预计 5G 时代国内小基站规模有望达到 1000 万座以上，小基站天线市场规模相比 4G 时代存在巨大的增量空间，关注：京信通信 (2342.HK)。

(3) 滤波器&PCB：Massive MIMO 技术 5G 天线中，天线结构和材料相比 4G 显著变化，其中滤波器和 PCB 变化较为明显。**1) 滤波器：**4G 天线采用金属腔体滤波器为主，Massive MIMO 对大规模天线集成化和小基站的大规模铺设的要求促使滤波器向小型化和集成化方向演进。小型金属滤波器和陶瓷滤波器有望成为重要选择，建议关注：东山精密 (002384)、摩比发展 (0497.HK) 和 灿勤科技 (未上市)。**2) PCB：**通信是 PCB 最重要的下游应用领域，4G PCB 用量较小，且高频高速板用量较少，5G 技术的升级将带来 PCB 的用量和价值量提升，建议关注：深南电路 (002916) 和 景旺电子 (603228)。

表 1：5G 基站天线和射频产业链环节主要标的

产业链 环节	公司名称	股票代码	单位	市值 (亿元)	股价 (元)	净利润 (单位: 人民币亿元)					PE				
						16	17	18E	19E	20E	16	17	18E	19E	20E
宏基站 天线	通宇通讯	002792.SZ	RMB	65.32	29.00	2.09	1.11	0.83	1.31	3.13	31	59	79	50	21
	摩比发展	0947.HK	HKD	9.35	1.14	0.66	-0.49	-	-	-	10	-	-	-	-
	鸿博股份	002229.SZ	RMB	34.94	6.97	0.13	0.11	0.15	0.84	2.01	619	439	233	42	17
滤波器	世嘉科技	002796.SZ	RMB	37.79	33.68	0.49	0.26	-	-	-	-	103	-	-	-
	大富科技	300134.SZ	RMB	74.22	9.67	1.25	-5.12	-	-	-	56	-	-	-	-
	春兴精工	002547.SZ	RMB	45.46	4.03	1.63	-3.59	-	-	-	24	-	-	-	-
	武汉凡谷	002194.SZ	RMB	34.22	6.06	-1.65	-5.14	-	-	-	-	-	-	-	-
小基站	京信通信	2342.HK	HKD	32.42	1.34	1.52	0.27	0.92	1.12	1.75	22	135	35	29	19
PCB	深南电路	002916.SZ	RMB	212.30	75.82	2.74	4.48	6.13	8.29	11.07	83	54	35	26	19
	景旺电子	603228.SH	RMB	215.98	52.55	5.38	6.6	8.33	11.06	13.69	41	33	26	20	16
	东山精密	002384.SZ	RMB	200.82	12.50	1.44	5.26	11.69	17.96	23.53	92	58	17	11	9

资料来源: Wind、光大证券研究所 注: (1) 通宇通讯、深南电路、景旺电子和东山精密的盈利预测为光大证券研究所预测, 其他为wind 一致性预期; (2) 股价为 2018 年 12 月 12 日收盘价

5、风险分析

(1) **5G 频谱划分、牌照发放进度不及预期。**目前国内尚未发布 5G 频谱划分、牌照发放的官方时间表, 而频谱划分、牌照发放是推进 5G 建设进度的重要信号。存在由于频谱、牌照进度不及预期影响 5G 投资力度, 进而影响企业盈利能力的风险。

(2) **中美贸易摩擦进一步升级, 敏感元器件进口受阻影响产品生产。**目前中美贸易摩擦的走向尚不明确, 而国内通信、电子相关企业多项关键元器件需要从美国等国家进口。存在由于中美贸易摩擦升级, 导致相关企业无法顺利进口关键元器件, 拖累产品生产进度, 无法按时完成订单影响业绩的风险。

(3) **运营商资本开支不及预期, 5G 建设进度放缓。**2015~2017 年国内运营商资本开支逐年下滑, 市场普遍预计 2019 年后运营商资本开支将出现拐点, 但目前三大运营商尚未公布 2019 年及之后的资本开支计划。存在由于运营商资本开支不及预期, 导致 5G 采购时间点拖后, 相关企业业绩释放进度放缓的风险。

6、重点公司介绍

6.1、通宇通讯 (002792)：深耕国内基站天线行业，5G 时代蓄势待发

公司深耕基站天线行业，海外市场持续突破。公司是国内基站天线的领军企业, 深耕天线行业 20 余年, 主要为通信运营商、设备集成商提供通信天线、射频器件产品及综合解决方案, 基站天线产品已应用于全球各地。受国内运营商投资放缓的影响, 国内天线厂商整体业绩有所承压, 但展望全球, 4G 建设需求仍然强劲, 来自海外发展中国家和地区的 4G 建设有效改善公司过渡期内业绩。2018 年上半年, 公司海外业务收入 3.29 亿元, 同比大幅增长

102%，占当期营收比例由 17 年中报的 22% 提升至 48%。海外部分发展中国家 4G 建设处于建设高峰，为公司 4G 向 5G 过渡期内提供需求支撑。

5G 天线“量价齐升”，公司受益于行业集中度提高。5G 频谱上移导致单基站覆盖范围进一步缩减，基站密集组网大势所趋，未来 5G 宏基站数量有望达到 4G 基站数的 1.2~1.5 倍。同时，作为提升基站频谱效率的方案，Massive MIMO 天线技术有望大规模应用于 5G 基站，从而带动基站天线数量增加，基站天线功能升级和通道数增加，基站天线价值量相比现有 4G 产品明显提升，天线行业有望迎来“量价齐升”的局面。技术的升级对天线行业参与者的技术实力提出更高要求，天线技术壁垒的提升有望加速产业整合，公司作为具备天线自主研发能力的头部厂商有望充分受益。

运营商资本开支进入上行通道，看好天线厂商边际改善。政策支持、流量需求驱动以及后续频谱/牌照等事件催化，提振通信板块景气度，2019 年通信行业上市公司整体业绩有望逐步回暖。政策催化方面，我国近期对信息领域的政策推进力度明显增强，从工业互联网建设、网络强国行动到信息消费，政策密集度明显提升；下游需求方面，运营商相继推出全国无限流量套餐，4G 网络面临持续扩容压力。随着 5G 商用临近，我们判断运营商资本开支或有望提前进入上升通道。基站天线厂商业绩受运营商投资变化边际改善明显，公司业绩有望迎来触底回升的拐点。

业绩预测和估值指标：我们看好运营商资本开支进入上行通道后对公司业绩的拉动，维持公司 2018~2020 年 EPS 为 0.37 元、0.58 元和 1.39 元，对应 PE 分别为 79X/50X/21X，维持“增持”评级。

风险提示：5G 建设不及预期，运营商资本开支不及预期

表 8：通宇通讯财务数据和估值分析

指标	2016	2017	2018E	2019E	2020E
营业收入（百万元）	1,219	1,535	1,407	1,626	2,517
营业收入增长率	-8.26%	25.97%	-8.37%	15.61%	54.74%
净利润（百万元）	209	111	83	131	313
净利润增长率	-15.51%	-47.12%	-25.36%	59.20%	138.31%
EPS（元）	0.93	0.49	0.37	0.58	1.39
ROE（归属母公司）（摊薄）	11.29%	5.79%	4.11%	6.14%	12.76%
P/E	31	59	79	50	21
P/B	3.5	3.4	3.3	3.1	2.7

资料来源：Wind，光大证券研究所预测，股价时间为 2018 年 12 月 12 日

6.2、京信通信（2342.HK）：天线业务逐步走出谷底，小基站布局领先

领先的基站天线厂商，上半年业绩基本触底。公司是国内领先的基站天线的厂商，主要业务包括天线及子系统、网络系统（无线接入&无线优化）、服务等（收入结构约 4:3:3），为全球 100 多个国家和地区的客户移动网络覆盖及行业应用整体解决方案和服务。公司长期发掘运营商客户需求，来自国内三大运营商合计占比约 50%，并逐步拓展国内外设备商客户。受运营商投资过渡期内资本开支放缓的影响，公司近两年来业绩承压较大。2018

年上半年，公司实现营业收入 21 亿元（YoY-8.25%）；归母净利润 0.18 亿元（YoY-77.68%），净利润处于 2014 年以来最低点。随着运营商低频重耕和多端口天线需求提升，公司业绩有望逐步走出谷底。

短期受益于海外 4G 建设，长期看 5G 对公司业绩的驱动。公司在海外布局 10 多年，初期产品主要发货海外运营商，自 2016 年与主设备合作突破以来，海外业务收入开始提速，目前来自设备商收入占比达 1/3 左右。全球范围来看，部分发展中国家仍处于 4G 建设高峰期，公司基于长期建立的海外运营商合作关系和具备为核心设备商批量供货的实力，在国内运营商投资放缓周期内受益于海外市场 4G 建设。5G 商用节点临近，运营商资本开支有望进入上行通道。公司提前布局研发面向 5G 的新型天线，后续有望在 5G 建设中受益。

5G 超密集组网驱动，公司小基站布局领先。频段上移导致 5G 宏基站覆盖范围减小，超密集组网推动小基站建设量大幅提升，预计未来建设量有望达到 800 万~1000 万站。公司基于在 2G/3G 时期室内分布系统的积累，为移动运营商提供创新型企业级 Small Cell 解决方案。公司在各省市级城市打造 6000-7000 人运营维护团队，强大的服务运维团队奠定公司在小基站组网、运营和服务中的优势，后续有望充分受益于 5G 小基站市场的爆发。

业绩预测和估值指标：根据 Wind 一致性预期，2018~2020 年京信通信净利润将达 0.81 亿元、0.98 亿元、1.54 亿元，对应 EPS 为 0.03 元、0.04 元、0.06 元，对应 18~20 年 PE 为 35X、29X、19X。

风险提示：5G 建设不及预期，运营商资本开支不及预期

表 9：京信通信财务数据和估值分析

指标	2016	2017	2018E	2019E	2020E
营业收入（百万元）	5,249.09	4,906.94	4,875.13	5,168.38	6,173.62
营业收入增长率	-11.99%	-6.52%	-0.65%	6.02%	19.45%
净利润（百万元）	133.88	24.07	81.16	98.31	153.71
净利润增长率	-28.48%	-82.02%	237.19%	21.13%	56.35%
EPS（元）	0.05	0.01	0.03	0.04	0.06
ROE（归属母公司）（摊薄）	4.43	0.73	2.40	2.90	4.40
P/E	22	135	35	29	19

资料来源：公司公告、Wind 一致性预期，股价时间为 2018 年 12 月 12 日

行业及公司评级体系

评级	说明
买入	未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 15% 以上；
增持	未来 6-12 个月的投资收益率领先市场基准指数 5% 至 15%；
中性	未来 6-12 个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差 -5% 至 5%；
减持	未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 5% 至 15%；
卖出	未来 6-12 个月的投资收益率落后市场基准指数 15% 以上；
无评级	因无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使无法给出明确的投资评级。

基准指数说明：A 股主板基准为沪深 300 指数；中小盘基准为中小板指；创业板基准为创业板指；新三板基准为新三板指数；港股基准指数为恒生指数。

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。

分析师声明

本报告署名分析师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，以勤勉的职业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告，并对本报告的内容和观点负责。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、竞争性因素以及光大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的具体的推荐意见或观点有直接或间接的联系。

特别声明

光大证券股份有限公司（以下简称“本公司”）创建于 1996 年，系由中国光大（集团）总公司投资控股的全国性综合类股份制证券公司，是中国证监会批准的首批三家创新试点公司之一。根据中国证监会核发的经营证券期货业务许可，光大证券股份有限公司的经营范围包括证券投资咨询业务。

本公司经营范围：证券经纪；证券投资咨询；与证券交易、证券投资活动有关的财务顾问；证券承销与保荐；证券自营；为期货公司提供中间介绍业务；证券投资基金代销；融资融券业务；中国证监会批准的其他业务。此外，公司还通过全资或控股子公司开展资产管理、直接投资、期货、基金管理以及香港证券业务。

本证券研究报告由光大证券股份有限公司研究所（以下简称“光大证券研究所”）编写，以合法获得的我们相信为可靠、准确、完整的信息为基础，但不保证我们所获得的原始信息以及报告所载信息之准确性和完整性。光大证券研究所可能将不时补充、修订或更新有关信息，但不保证及时发布该等更新。

本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次发布时光大证券研究所的判断，可能需随时进行调整且不予通知。报告中的信息或所表达的意见不构成任何投资、法律、会计或税务方面的最终操作建议，本公司不就任何人依据报告中的内容而最终操作建议做出任何形式的保证和承诺。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。客户应自主作出投资决策并自行承担投资风险。本报告中的信息或所表述的意见并未考虑到个别投资者的具体投资目的、财务状况以及特定需求。投资者应当充分考虑自身特定状况，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及作者均不承担任何法律责任。

不同时期，本公司可能会撰写并发布与本报告所载信息、建议及预测不一致的报告。本公司的销售人员、交易人员和其他专业人员可能会向客户提供与本报告中所载观点不同的口头或书面评论或交易策略。本公司的资产管理部、自营部门以及其他投资业务部门可能会独立做出与本报告的意见或建议不相一致的投资决策。本公司提醒投资者注意并理解投资证券及投资产品存在的风险，在做出投资决策前，建议投资者务必向专业人士咨询并谨慎抉择。

在法律允许的情况下，本公司及其附属机构可能持有报告中提及的公司所发行证券的头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或正在争取提供投资银行、财务顾问或金融产品等相关服务。投资者应当充分考虑本公司及本公司附属机构就报告内容可能存在的利益冲突，勿将本报告作为投资决策的唯一信赖依据。

本报告根据中华人民共和国法律在中华人民共和国境内分发，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。本报告仅向特定客户传送，未经本公司书面授权，本研究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。如欲引用或转载本文内容，务必联络本公司并获得许可，并需注明出处为光大证券研究所，且不得对本文进行有悖原意的引用和删改。

光大证券股份有限公司

上海市新闻路 1508 号静安国际广场 3 楼 邮编 200040

总机：021-22169999 传真：021-22169114、22169134

机构业务总部	姓名	办公电话	手机	电子邮件
上海	徐硕	021-52523543	13817283600	shuoxu@ebscn.com
	李文渊		18217788607	liwenyuan@ebscn.com
	李强	021-52523547	18621590998	liqiang88@ebscn.com
	罗德锦	021-52523578	13661875949/13609618940	luodj@ebscn.com
	张弓	021-52523558	13918550549	zhanggong@ebscn.com
	黄素青	021-22169130	13162521110	huangsuqing@ebscn.com
	邢可	021-22167108	15618296961	xingk@ebscn.com
	李晓琳	021-52523559	13918461216	lixiaolin@ebscn.com
	郎珈艺	021-52523557	18801762801	dingdian@ebscn.com
	余鹏	021-52523565	17702167366	yupeng88@ebscn.com
	丁点	021-52523577	18221129383	dingdian@ebscn.com
	郭永佳		13190020865	guoyongjia@ebscn.com
北京	郝辉	010-58452028	13511017986	haohui@ebscn.com
	梁晨	010-58452025	13901184256	liangchen@ebscn.com
	吕凌	010-58452035	15811398181	lvling@ebscn.com
	郭晓远	010-58452029	15120072716	guoxiaoyuan@ebscn.com
	张彦斌	010-58452026	15135130865	zhangyanbin@ebscn.com
	庞舒然	010-58452040	18810659385	pangsr@ebscn.com
	黎晓宇	0755-83553559	13823771340	lix1@ebscn.com
	张亦潇	0755-23996409	13725559855	zhangyx@ebscn.com
	王渊锋	0755-83551458	18576778603	wangyuanfeng@ebscn.com
	张靖雯	0755-83553249	18589058561	zhangjingwen@ebscn.com
	苏一耘		13828709460	su1@ebscn.com
	常密密		15626455220	changmm@ebscn.com
国际业务	陶奕	021-52523546	18018609199	taoyi@ebscn.com
	梁超	021-52523562	15158266108	liangc@ebscn.com
	金英光		13311088991	jinyg@ebscn.com
	王佳	021-22169095	13761696184	wangjia1@ebscn.com
	郑锐	021-22169080	18616663030	zh Rui@ebscn.com
	凌贺鹏	021-22169093	13003155285	linghp@ebscn.com
	周梦颖	021-52523550	15618752262	zhoumengying@ebscn.com
	戚德文	021-52523708	18101889111	qidw@ebscn.com
	安聆娴	021-52523708	15821276905	anlx@ebscn.com
	张浩东	021-52523709	18516161380	zhanghd@ebscn.com
	吴冕	0755-23617467	18682306302	wumian@ebscn.com
	吴琦	021-52523706	13761057445	wuqi@ebscn.com
私募业务部	王舒	021-22169419	15869111599	wangshu@ebscn.com
	傅裕	021-52523702	13564655558	fuyu@ebscn.com
	王婧	021-22169359	18217302895	wangjing@ebscn.com
	陈潞	021-22169146	18701777950	chenlu@ebscn.com
	王涵洲		18601076781	wanghanzhou@ebscn.com