

5G 系列报告三：行业盈利能力向上，迎接天馈一体化新时代

5G 的技术演进，将影响到终端及基站无线侧的天线。我们 5G 跨产业链小组中，电子团队已于 2018 年 8 月 16 日发布《5G 引领移动天线新时代》，讨论了 5G 给手机、汽车等移动终端天线带来的影响。本篇报告着重讨论 5G 在基站天线侧的影响。基站天线领域是 5G 建设中的重要子领域，具有受益时序早，弹性高的特点。本报告从未来天线行业的供需结构改变、细分领域竞争格局等角度来阐述天馈领域的投资逻辑和投资价值。

核心观点

- **行业空间更大，受益更早。** 1) 5G 由于频率更高，信号衰减更快，需要更高的增益。振子、滤波器数量较 4G 提升数倍，高频高速 PCB 量价齐升，5G 天线产业链空间更大，根据测算天线模块单价值提升约 2.5 倍，市场空间约在 699 亿元左右；2) 天线板块业绩优先受益，参与者体量小，弹性大；
- **供给侧低端产能出清，需求端建设平稳叠加技术路径多样化，行业毛利将维持稳定，盈利能力将更持续。** 3G/4G 时代，天线射频板块业绩呈现“脉冲式”的爆发。5G 时代，行业毛利率将维持稳定，盈利能力更加持续。1) 供给侧：天线改由设备采购后，将一改过去运营商采购时代多家中标情况，低端产能得以肃清，头部企业市场份额有望提升。2) 需求侧：天线行业技术路径多样，行业的生命周期更长。同时，5G 网络建设进度更加平稳，行业盈利能力有望告别过去放量后就断崖式下跌的情况，
- **标的选择方面，首推非华为天线产业链的中游。** 华为 1995 年成立天线事业部，目前为全球第一大天线厂商，华为内部具有全套天线及上游构件生产能力。华为的模式更侧重于电子公司配合开展上中游的研发技术升级，以技术变革为切入契机，先切入以便后续在体系中获得增量业绩。非华为的看点在于能够充分受益天线技术变革带来的天馈一体化红利。**我们首推非华为产业链中游领域。** 1) 根据测算，中游较上游市场空间更大，确定性更强。2) 非华为中游更受益天馈一体化大趋势，高单价高毛利率，较 3G/4G 空间更大。随着毛利率走出底部，业绩会有更明显的变化。3) 竞争格局良好，**其次建议关注华为的上中游合作伙伴。**

投资建议与投资标的

- 当前行业整体处于景气低谷，即将迎来周期拐点向上，天馈板块有望开启超预期增长。相关公司业绩基数差，未来受益弹性高。即使在 5G 建设早期资本支出较小的情况下，依然能够对相关公司的业绩产生非常积极的改善。
- **非华为天馈产业链：**寻找中游与设备商深度合作，同时具有丰富技术储备的优势企业。建议关注具备天馈一体化能力且与设备商深度合作，具有研发能力的通宇通讯(002792，未评级)，世嘉科技(002796，未评级)，摩比发展(0947，未评级)，以及受益海外市场的头部企业京信通信(2342，未评级)。
- **华为产业链：**建议关注以技术变革为契机，切入供应链体系的上中游企业。滤波器相关标的*ST 凡谷(002194，未评级)，鸿博股份(002229，未评级)，应积极关注相关技术进展。相关标的还包括东山精密(002384，买入)、风华高科(000636，未评级)、飞荣达(300602，未评级)。

风险提示

- 5G 进展和天线技术不及预期，与设备商合作模式发生变化，收购不及预期



东方证券
ORIENT SECURITIES

行业评级 **看好** 中性 看淡 (维持)
国家/地区 中国/A 股
行业 通信
报告发布日期 2019 年 01 月 15 日

行业表现



资料来源：WIND

证券分析师 **张颖**
021-63325888*6085
zhangying1@orientsec.com.cn
执业证书编号：S0860514090001
邵进明
021-63325888*3209
shaojinming@orientsec.com.cn
执业证书编号：S0860518080002

联系人 **蔡超逸**
021-63325888-3136
caichaoyi@orientsec.com.cn

相关报告

5G 临时牌照发放表决心，行业进程开始提速 2019-01-11
配套基础设施招标启动，5G 总投资或达 1.2 万亿—5G 月度跟踪 2018.12 2019-01-02
频谱靴子落地符合预期，应留意差异化频谱带来的超预期机会 2018-12-08

东方证券股份有限公司经相关主管机关核准具备证券投资咨询业务资格，据此开展发布证券研究报告业务。

东方证券股份有限公司及其关联机构在法律许可的范围内正在或将要与本研究报告所分析的企业发展业务关系。因此，投资者应当考虑到本公司可能存在对报告的客观性产生影响的利益冲突，不应视本证券研究报告为作出投资决策的唯一因素。

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并请阅读本证券研究报告最后一页的免责申明。

重大投资要素

我们区别于市场的观点

市场普遍认为：1) 未来天线产业链重构，由销售给运营商转为销售给设备商，设备商地位提升，影响天线厂商盈利能力 2) 参考过去 3G/4G，行业具有强周期特点，相关公司业绩呈现“脉冲式”爆发，盈利能力持续性不强；3) 行业参与者多，技术组合多样，筛选标的的逻辑不够清晰。

而我们从供需角度出发，认为未来行业的行业毛利将维持稳定，盈利能力将更持续。1) 供给侧：设备商的引入有利于提升行业集中度。通过整理历年运营商天线招标的中标企业数量及集中度，我们判断，未来天线厂商与设备商深度合作模式，有望肃清行业低端产能，头部企业市场份额有望提升。2) 需求侧：5G 时期，天线行业技术路径多样、行业的生命周期更长、网络建设的进度更加平稳，行业盈利能力将告别过去断崖式下跌的情况，而有望维持稳定，行业盈利更加持续。

标的选择方面，首推非华为天线产业链的中游。华为 1995 年成立天线事业部，目前为全球第一大天线厂商，华为内部具有全套天线及上游构件生产能力。华为的模式更侧重于电子公司配合开展上中游的研发技术升级，以技术变革为切入契机，先切入以便后续在体系中获得增量业绩。非华为的看点在于能够充分受益天线技术变革带来的天馈一体化红利。我们首推非华为产业链中游领域。1) 根据测算，中游较上游市场空间更大，确定性更强。2) 非华为中游更受益天馈一体化大趋势，高单价高毛利率，较 3G/4G 空间更大。随着毛利率走出底部，业绩会有更明显的变化。3) 竞争格局良好，其次建议关注华为的上中游合作伙伴。

核心逻辑/核心变量

核心逻辑：需求释放与供给收缩带来毛利率向上弹性，行业生命周期更长盈利能力有望持续

核心变量：天线企业与设备商合作模式及份额，天线技术路径及产品形态，运营商基站建设进度

股价催化因素

3GPP 标准冻结；运营商基站主设备集中采购；各类垂直应用场景展开外场测试

投资建议与投资标的

当前天线行业处于景气低谷，相关公司业绩基数差，未来受益弹性高。即使在 5G 建设早期资本支出较小的情况下，依然能够对相关公司的业绩产生非常积极的改善。

非华为天线产业链：寻找中游与设备商深度合作，同时具有丰富技术储备的优势企业。建议关注具备天馈一体化能力且与设备商深度合作，具有研发能力的通宇通讯(002792，未评级)，世嘉科技(002796，未评级)，摩比发展(0947，未评级)，以及受益海外市场的头部企业京信通信(2342，未评级)。

华为产业链：盈利能力依赖规模的提升。滤波器相关标的*ST 凡谷(002194，未评级)，鸿博股份(002229，未评级)，应积极关注相关技术进展。相关标的还包括东山精密(002384，买入)、风华高科(000636，未评级)、飞荣达(300602，未评级)。

风险提示

5G 进展不及预期，天线技术演进不及预期，收购进展不及预期

目录

一、技术革新趋势已定，天线板块早周期受益	6
1.1 天线系统是基站系统的重要组成部分	6
1.2 天线朝 Massive MIMO 和天馈一体化演进	7
1.3 天线行业空间更大	9
1.4 天线领域有望在 5G 建设早周期受益	10
二、行业毛利将维持稳定，盈利能力将更持续	10
2.1 供给侧：运营商采购转为设备商采购，低端产能将肃清	10
2.2 需求侧：技术路径多样，网络建设进度平稳	12
内因：技术路径多样化，具备研发能力的企业将保持产业链地位	12
外因：5G 投资更加平稳，行业景气更持续	13
海外市场拉动短期需求，毛利率有望企稳回升	15
三、产业链区分来看，首推非华为中游	18
3.1 非华为产业链：立足中游格局好，天馈一体化受益充分	18
3.2 华为产业链：以技术变革为契机，先切入供应链，后获得规模业绩	21
四、投资建议	23
风险提示	23
附录	25
1. Massive MIMO 演进细节	25
1.1 天线振子数量增多，能够有效的提高阵列增益	25
1.2 分集增益（MIMO 技术）极大拉动高频滤波器需求	26
1.3 波束赋形给天线厂商带来挑战	27
2. 天馈一体化演进细节	27
2.1 有源天线对高频材料提出要求	28
2.2 天线有源化集成度高，有望带动滤波器方案改变	29
3. 天线板块受益时序研究	30

图表目录

图 1：无线通信过程示意图	6
图 2：无线侧结构图	6
图 3：无线侧实物全貌	7
图 4：天线单元内部构成	7
图 5：天馈系统演进路径全貌	8
图 6：天线产业链全貌及相关上市公司	9
图 7：5G 天线产业链重构示意图	11
图 8：通宇通讯毛利率变化（%）	12
图 9：5G 网络演进方向	12
图 10：运营商资本开支变化	13
图 11：摩比发展营收历史表现	14
图 12：京信通信营收历史表现	14
图 13：全球 4G 用户渗透率	16
图 14：2015 年全球天线市场份额	16
图 15：2017 年全球天线市场份额	16
图 16：中国天线企业积极出海	17
图 17：三家天线厂商毛利率（%）	17
图 18：华为产业链参与者梳理	21
图 19：无线接受/发射信号原理	25
图 20：Massive 阵列增益提高原理图	25
图 21：天线振子方案比较	26
图 22：分集增益原理图	26
图 23：波束赋形原理图	27
图 24：天线系统的发展历程	28
图 25：MIMO 技术提升导致天面资源匮乏	28
图 26：高频 PCB 增量示意图	29
图 27：高频材料产业链	29
图 28：腔体滤波器和介质滤波器实物图	30

表 1：天线及相关细分领域市场空间.....	10
表 2：4G 时期天线集中采购情况.....	10
表 3：天线厂商与设备商合作情况.....	11
表 4：天线技术方案演进.....	12
表 5：全球网络建设节奏.....	13
表 6：未来运营商资本开支更加平稳.....	15
表 7：非华为产业链代表天线企业.....	19
表 8：三家天线厂商情景假设.....	19
表 9：5G 业务利润弹性测算.....	20
表 10：华为射频领域玩家分类.....	22
表 11：高频材料在有线天线中的应用.....	28
表 12：滤波器方案比较.....	30
表 13：子版块受益时序及相关公司业绩弹性与持续性分析.....	30

一、技术革新趋势已定，天线板块早周期受益

1.1 天线系统是基站系统的重要组成部分

在上篇研究报告中，我们将 5G 产业链的研究划分为无线侧和网络侧两大部分。本篇研究报告将主要针对无线侧中的天馈单元进行研究。

无线侧是现代移动通信系统的重要骨架。在现代移动通信系统中，移动用户 A 与移动用户 B 之间产生信息交互一个完整的过程如下：

信号从 A 发出后通过无线信道传输，再通过固网光纤传输至核心网；

信号被核心网转发处理，再通过固网传输，最后信号通过无线信道被移动用户 B 接受。

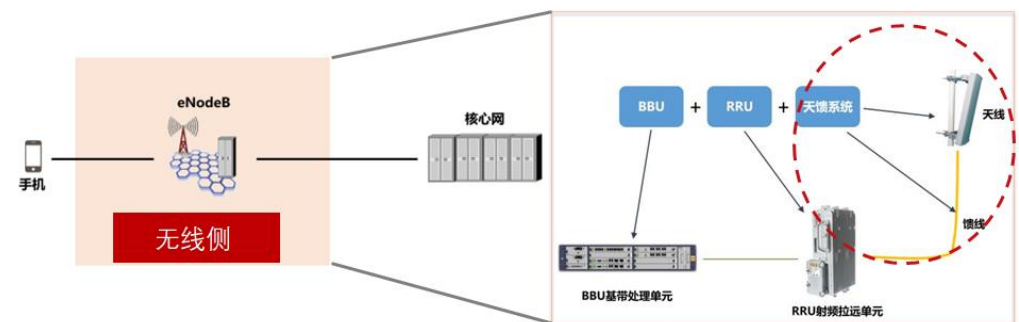
图 1：无线通信过程示意图



数据来源：《通信原理》，东方证券研究所整理

如果把固网光纤比作通往两地的“高速公路”，无线侧则是信号能够接入“高速公路”的“最后一公里”。往往“最后一公里”的速度决定了通信系统的整体传输速度。

图 2：无线侧结构图



数据来源：微波通信网，东方证券研究所

无线侧由三大系统组成：

基带系统：即我们俗称的 BBU，主要用于实现信号解调、加密、编码等功能，该设备通常位于机房；

射频系统：即我们俗称的 RRU，主要对信号进行数字中频与模拟射频之间的转换，并且对信号进行过滤和放大，该设备通常挂至于铁塔或者抱杆；

天线系统：即天线+馈线，天线是实现信号能量转换，接受或者发射信号的直接工具，而馈线则是连接天线和射频系统的接地屏蔽线。它需要将天线接收到的信号传递至射频系统进行处理，或者将射频系统的信号毫无损耗的传递至天线发射出去。

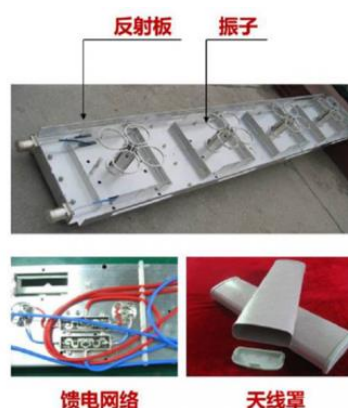
天线系统是无线侧的重要组成部分，该设备通常也挂至于铁塔或者抱杆等位置稍高的地区。

图 3：无线侧实物全貌



数据来源：电子发烧友，东方证券研究所

图 4：天线单元内部构成



数据来源：电子发烧友，东方证券研究所

传统天线由辐射单元（半波振子）、功率分配网络（馈电网络）、反射板（金属底板）和防护装置（天线罩组成）。

各部分的功能简述如下：

辐射单元（半波振子）：即天线中直接发射信号的关键部分，通常由一对导电金属结构组成，由于尺寸通常为发射电磁波的 1/2 波长，也被称为半波振子；

功率分配网络（馈电网络）：即给振子提供电流的电线网络；

反射板（金属底板）：主要用于反射辐射出来的电磁波，保证电磁波朝一个方向进行辐射，从而提高信号增益；

防护罩（天线罩）：防止天线内部单元受到外部环境的物理化学破坏，延长天线寿命，同时需要保证电磁波的透过性。

1.2 天线朝 Massive MIMO 和天馈一体化演进

为了适应 5G 高频变化，天馈系统将会沿着提升信号增益（即提升频谱利用效率）和减少传输/发送过程中的信号损失两条路径进行演进，呈现出 **Massive MIMO 和天馈一体化**的发展趋势。

Massive MIMO 是一种利用大规模天线阵列（增加天线振子数量，即 Massive）、分集增益（多发射多接受技术，即 MIMO）、空分复用技术（波束赋形）提高信号增益的有效办法。

与传统天线相比：

传统天线多是 2T2R（两发射两接收）、4T4R 或者 8T8R；而 **Massive MIMO 将通道数增加至 64 个**，即大概率采用 **64T64R 方案**，从而导致天线振子数量以及滤波器数量较 4G 提升约 8 倍。

天馈一体化是指省略馈线部分，将传统无源天线与射频单元 RRU 集成在一起，也被称为有源天线 AAU。天馈一体化后，天线厂商承担的任务较以前更多，产品的价值量更大。

天馈一体化主要的解决目标，是减少信号的内部传输损耗，节约站点资源。一方面由于 Massive MIMO 技术采用 64T64R 方案，信号频率和馈线数量同时增加，若采用传统天线与 RRU 分离方案，假如发射端和接收端共用一根馈线，64T64R 方案共需要 64 根馈线，信号损耗将大幅度提升。另一方面，传统天线每增加一个频段，须增加一个 RRU，由于 5G 商用须向下兼容（兼容 4G、3G），天面资源将会更加的紧张。

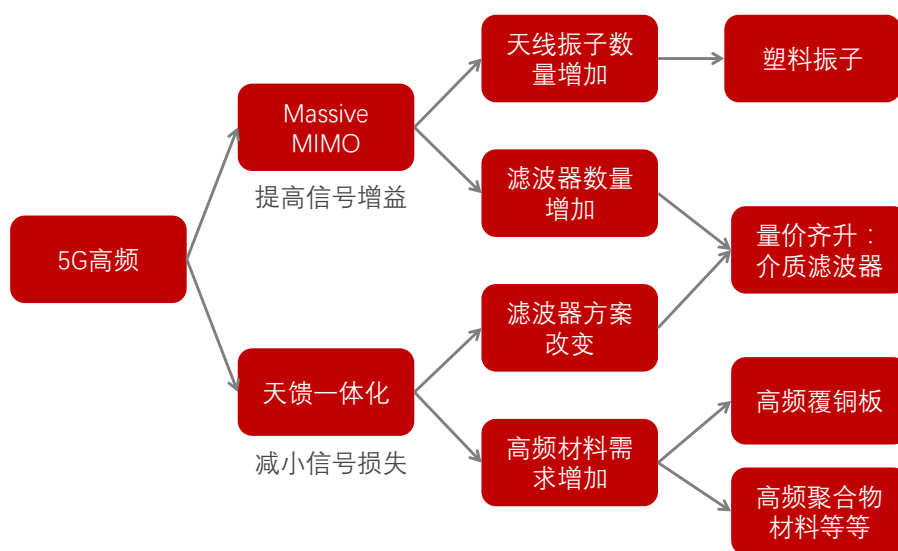
有源天线将带来行业新的投资机会。有源天线多采用 Massive MIMO 技术，为了满足高集成度的要求，振子、滤波器等上游原材料将朝着小型化、轻量化的方向发展。例如华为提出采用轻型化的塑料振子方案；滤波器，则有陶瓷介质方案和金属腔体方案可供选择。

随着产业链的成熟，良率提升，陶瓷介质方案瓶颈有望突破。对于运营商或者设备商选择技术方案来说，在满足提出的性能指标前提下，成本越低越好。当前陶瓷介质方案在成本和性能端还存在一定的问题。从性能看，陶瓷滤波器损耗高，发热高，散热较差，性能受限较为明显；从成本看，目前陶瓷介质滤波器成本偏高，每通道大约 50 元左右，良率约 70-80%左右。随着产业链成熟，良率的提高，未来性能和价格有望进一步提升空间。

从产业的角度来看，5G 建设早期以中低频做广域覆盖为主要目标，陶瓷介质滤波器在 2.6Ghz 和 3.5Ghz 频段没有明显的优势，当前产业链技术方案出现分化。华为主张采用陶瓷介质滤波器方案，而中兴、爱立信、诺基亚主张采用传统金属滤波器方案。在更高频段以上，陶瓷滤波器有望成为未来主流趋势。

在这里，先用一张图总结天馈系统的变化全貌，以便帮助投资者迅速搭建起板块框架。**技术的演进细节，我们将在附录部分进行详细阐述。**

图 5：天馈系统演进路径全貌



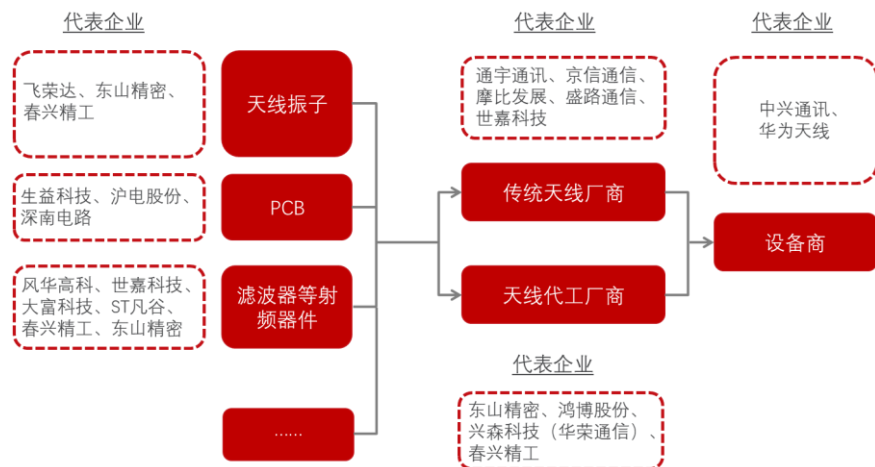
数据来源：东方证券研究所整理

1.3 天线行业空间更大

天馈一体化后中天线价值量大幅提升。由于振子、滤波器数量较 4G 提升数倍以上，高频高速 PCB 量价齐升，单副天线的价值提升，未来 5G 天线产业链空间更大。

未来天线产业链的全貌如图所示。

图 6：天线产业链全貌及相关上市公司



数据来源：Wind，东方证券研究所整理

金属滤波器方案的 5G 天线主要原材料包括振子、PCB 板、接头和滤波器。接头用于振子辐射单元与滤波器通道的电气连接。若采用陶瓷介质滤波器方案，则不再需要接头，滤波器与振子辐射单元采用贴片的方式进行连接。

我们以典型的金属滤波器方案的 64T64R 天线为假设，对 5G 天线成本进行如下预测，

振子：其中天线振子采用典型的一拖三方案（3 个振子对应 1 个通道），市场规模约在 47 亿元；

PCB：5G 天线 PCB 采用两块高频高速板，典型的大小约为 0.4*0.8 米。不考虑边角料耗散情况下，5G 天线带来的 PCB 市场增量空间约为 138 亿元；

接头：单价约在 40 左右，接头数与通道数一一对应，加上两个馈电接头，共 66 个，罗森博格、俊知集团、灏讯有望成为主力供应商，A 股有航天电器、中航光电；接头仿造门槛不高，但存在知识产权问题。

滤波器：数量与通道数相同，陶瓷滤波器送样阶段价格在 50 以上，价格不具备参考性，随着产业链成熟规模效应之后，有望与传统滤波器价格接近。

综上分析，5G 天线模块的成本大约在 3100 元左右，按照 35% 毛利率进行估算（4G 早期天线 40%），单副天线价格大约在 4800 左右，单基站天线按 3 副算，按照 4G 基站 400 万，5G 为 4G 基站数 1.2 倍共 480 万，进行测算天线市场总空间大约在 699 亿元。

其中 PCB、滤波器、接头（陶瓷方案则可能不存在）在天馈一体化趋势下，贡献主要增量价值，若传统无源天线参考 2000 元售价估算，单副天线价值提升约 2.5 倍左右，中天线企业显著受益。

表 1：天线及相关细分领域市场空间

原材料	单价(元)	数量/天线	价格/天线(元)	价格/基站(元)	市场规模(亿)
天线模块					
振子	3	192	576	1728	83
PCB	3000	0.32*2	1920	5760	276
接头 ¹	10	66	660	1980	95
成本	-	-	3156	9468	
售价	4855	-	-	14566	699
射频模块²					
接头	10	66	660	1980	95
滤波器	30	64	1920	5760	276

数据来源：产业链独立调研，东方证券研究所

注：1. 接头按照天线厂商和设备商各采购一半，分开进行计算；2. 射频模块未计算功放、电源等其他部件

1.4 天线领域有望在 5G 建设早周期受益

新建一张网络一般从无线接入网开始，再到承载网、核心网的建设或改造，5G 也不例外。从 3G/4G 时期板块的受益时序来看，天线射频板块相关上市公司的业绩较主设备（传输主设备）及网络传输侧（光纤光缆、光器件）优先受益，并且由于参与者体量小，弹性高。即使在网络建设早期资本开支较小的情况下，依然能够对相关公司的业绩产生非常积极的改善。（详见附录）

二、行业毛利将维持稳定，盈利能力将更持续

本章节我们从供需角度出发，分析 5G 时期天线行业的盈利能力。

2.1 供给侧：运营商采购转为设备商采购，低端产能将肃清

4G 时代，天线厂商的基站天线以完整的产品形式交付给下游客户，而销售形式则取决于运营商的招标形式。中国联通和中国电信采用了总部公开集采的方式，即向天线厂商直接招标。中国移动由于采用 TD-LTE 技术路线，早期产业链不够成熟，因而总部集采选择了捆绑式招标的办法。捆绑式招标，即运营商与设备商签订合同，最终由设备商向运营商提供通信一体化的解决方案。直到 2017 年以后才开始选择公开集采的方式进行招标。

以 2018 年中国联通基站天线集采情况为例，共有 12 个中标单位，且中标份额相对分散。如若按照中标规则进行推算，参与此次招标的约有 25 家单位，竞争十分激烈。

表 2：4G 时期天线集中采购情况

项目名称	招标单位	中标企业数量
中国电信 2013 年基站天线产品集中采购项目	中国电信	10+10
中国电信 LTE 基站天线（2016 年）集中采购项目	中国电信	6+6
2018 中国电信基站天线集中采购项目中标公司份额	中国电信	7
2012-2013 年度中国联通基站天线设备集中采购	中国联通	6+6+16+16

2014年中国联通LTE基站天线设备采购汇报	中国联通	18
2018年中国联通基站天线招标集采	中国联通	12
中国移动2017-2018基站天线集中采购	中国移动	2+6+1+5+3+5
中国移动2018-2019年常规型号基站天线集中采购	中国移动	8

数据来源：招标采购导航网，东方证券研究所

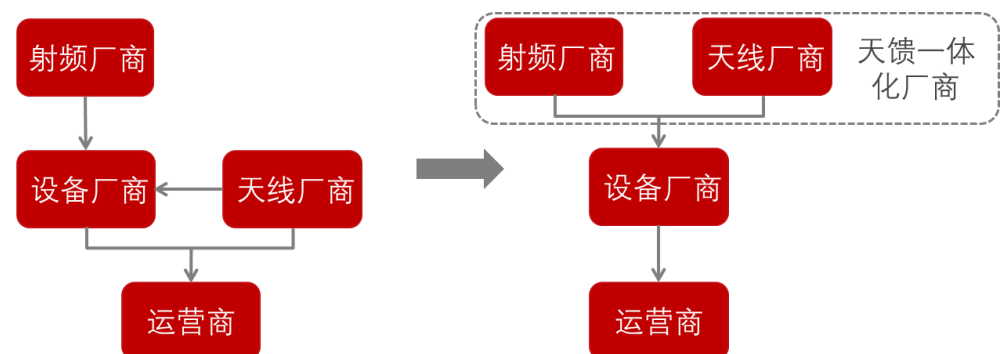
注：“+”表示有多个包段，数字代表各包段中标企业数量

由于天线有源化带来技术难度的提升，而射频部分的协议为基站设备商私有协议，5G天线大概率采用传统天线厂商与设备商，两者进行深度合作开发的模式。即传统天线厂商完成天线的设计、加工和组装等环节，设备商完成射频部分的设计，再由天线厂商或者设备商组装完成，天线随基站设备进入运营商产品序列的模式。

深度合作开发模式与交付完整产品模式有巨大差异。在交付完整产品模式下，只要能够生产出基站天线产品的厂商均可以参与下游运营商招标；而在深度合作开发模式下，设备商出于各种因素考虑，不会频繁的更换合作伙伴，参与研发的天线厂商与设备商的合作关系会更加的持续与平稳。

5G天线采用深度合作开发模式，但产品的销售形式与4G早期中国移动捆绑招标类似。从设备商的角度来看，全球设备商已经形成“4+1”格局，剔除华为，每家深度合作厂商2~3家，全球天线市场未来存在10个左右玩家相对合理；而中国市场设备商份额更加集中，将导致未来天线市场呈现向头部集中的趋势。

图7：5G天线产业链重构示意图



数据来源：东方证券研究所整理

我们认为，设备商地位提升后对天线厂商带来一定的负面影响，但随着设备商深度合作模式的展开，低端产能得以肃清，行业格局将进一步优化。据不完全统计，中国联通天线招标中，非全球十大天线厂商份额占比高达65%以上。5G时期，这些小厂天线份额有望被头部企业蚕食，天线市场份额有望像头部企业集中。

当前由于市场需求收缩，供给侧竞争激烈的原因，毛利率已经处于底部区间。伴随未来市场需求逐步释放，供给收缩，毛利率具有较大向上弹性。在此过程中与设备商进行深度合作的天线厂商具备明显的竞争优势。

表3：天线厂商与设备商合作情况

厂商	国内市场	海外市场
华为天线	华为	华为
通宇通讯	中兴	爱立信、诺基亚、中兴
摩比发展	中兴	深度绑定中兴、诺基亚有一定合作、开始与爱立信合作
京信通信	—	爱立信

数据来源：各公司公告，东方证券研究所整理

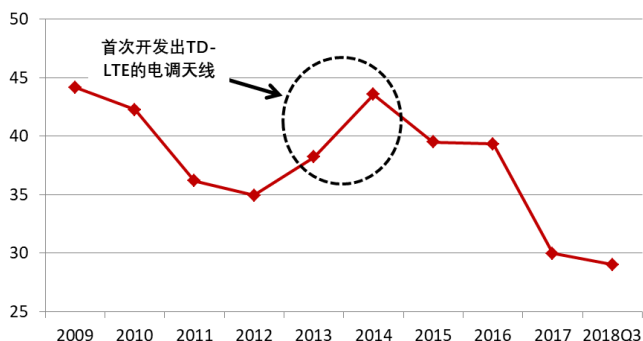
2.2 需求侧：技术路径多样，网络建设进度平稳

内因：技术路径多样化，具备研发能力的企业将保持产业链地位

天线产品完整的解决方案包括设计、研发、组装等系列环节，具有一定的技术壁垒。因此在产品生命周期的早期阶段，行业内企业能够获得较高的毛利率。

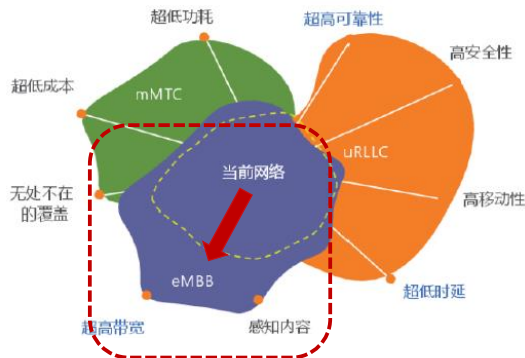
3G/4G 天线技术路径较短，这也是导致过去技术扩散后，相关的头部天线企业产业链地位迅速下降，盈利能力遭遇断崖式下跌的重要原因。例如 2013 年通宇通讯和华为开发出 TD 的电调天线，产品具有较高毛利率；然而技术在建网高峰期迅速成熟，随后开始扩散。2015 年后，由于市场需求收缩，行业参与者为了争夺市场份额展开了激烈的价格战，相关企业毛利率迅速回落。

图 8：通宇通讯毛利率变化（%）



数据来源：Wind，东方证券研究所

图 9：5G 网络演进方向



数据来源：中国电信 5G 白皮书，东方证券研究所

5G 天线技术演进路径更长，决定了天线不是标准化产品，未来天线产品形态更加丰富，有利于具备研发能力的天线企业保持产业链地位，维持企业盈利能力：

首先，与 3G/4G 不同，5G 天线技术路径存在多种方案。5G 部署频段十分丰富，中国 5G 当前主要集中在 2.6Ghz、3.5Ghz 和 4.9Ghz 的中低频段进行部署，采用 Massive MIMO 技术方案。当前振子方面，PCB 方案较为主流；滤波器方面，华为采用陶瓷介质方案，中兴、诺基亚和爱立信采用金属方案。未来 5G 后期高频化之后，选择性电镀方案和陶瓷滤波器方案可能更具有竞争力。仅天线振子和滤波器的组合，未来就可能衍生出四种以上方案。

表 4：天线技术方案演进

优势区域	振子方案	滤波器方案
------	------	-------

高频 (>6Ghz)	选择性电镀、PCB	陶瓷介质
中低频 (Sub-6Ghz)	PCB、金属压铸	小型钣金、金属腔体

数据来源：电子发烧友、百度文库等，东方证券研究所整理

其次，5G网络场景的多样性，也导致其天线形态更为丰富。当前5G需求仍然延续4G，早期网络建设要求的性能指标主要针对增强移动带宽场景。大规模机器通信和超高可靠低时延场景的应用，如工业互联网、物联网、自动驾驶等，由于其成本、硬件或者算法等多方面原因的限制，大规模爆发仍然需要时间。由于各类场景对于天线系统的性能要求不同，

最后，与3G/4G不同，海内外5G建网节奏基本同步，但频谱存在巨大差异，导致天线方案更加丰富。过去国内的3G/4G建设落后于海外，在建网高峰期，天线产品主要针对国内需求进行研发，产品相对比较单一。经历追赶之后，当前我国的5G进度基本和海外保持同步。然而海外5G选择部署频段与中国存在较大差异，例如瑞典进行700Mhz频谱拍卖，美国拍卖24Ghz和2Ghz频段。Massive MIMO技术受限于体积尺寸等原因不再适用。天线产品将会针对更加丰富的下游需求进行研发，天线企业的产业链地位较3G/4G时期将得到明显改善。

表 5：全球网络建设节奏

主要市场	3G 发牌时间	4G 发牌时间
日韩	2000	2011
欧洲	2000	2009
美国	2006	2011
中国	2009	2013

数据来源：电子发烧友、维基等，东方证券研究所整理

综上，我们认为5G时期，由于天线行业技术路径多样、天线领域的技术含量提升，行业盈利能力将告别过去断崖式下跌的情况，行业的生命周期更长。行业盈利将会更加持续。

外因：5G投资更加平稳，行业景气更持续

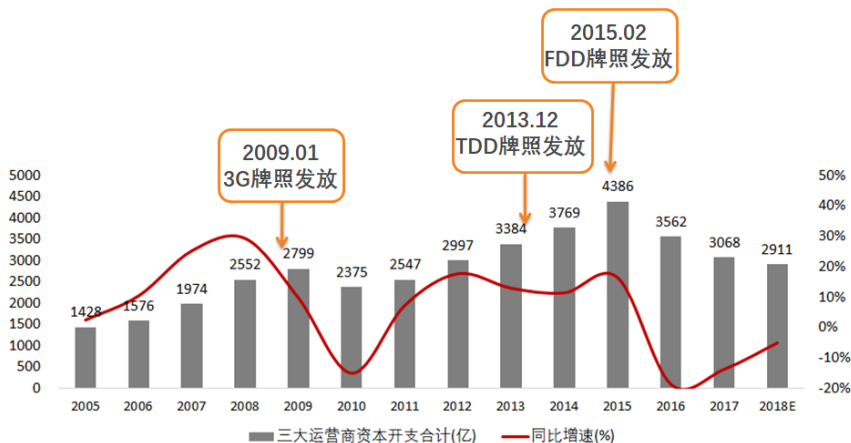
运营商作为网络建设的最终下游客户，上游板块的景气度与其资本支出息息相关。

回顾过去网络建设：

3G于2009年1月发放牌照，当年资本支出提升明显；到2010年中旬基本完成网络覆盖建设，当年资本支出迅速下滑，此后在宽带网络建设、无线网络覆盖补盲以及扩容升级的带动下，资本支出有所上升。

进入4G时期，网络建设也较为激进，于2014年和2015年建设完成约200万个基站，占约整体4G投资的百分之五十以上。目前4G建设已经进入尾声，资本支出连续三年下滑。

图 10：运营商资本开支变化



数据来源：Wind，东方证券研究所

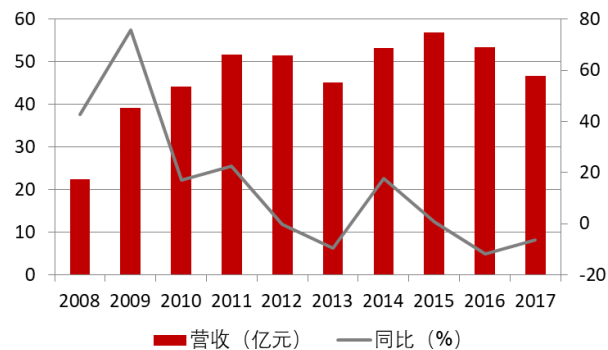
从公司的营收业绩上来看，基本与运营商资本支出保持同步。为了观察完整的 3G/4G 时期天线企业营收表现，我们选取了上市时间较早的摩比发展和京信通信。两家企业营收表现与运营商资本支出同比变化规律基本一致，2009 年和 2014 年营收增速达到高峰，随即下滑，呈现明显的强周期特点。

图 11：摩比发展营收历史表现



数据来源：Wind，东方证券研究所

图 12：京信通信营收历史表现



数据来源：Wind，东方证券研究所

与 3G/4G 不同，5G 的投资进度更为平稳，主要基于以下两点：

1. 目前 5G 下游应用不成熟，运营商仍有时间平稳建设网络。4G 在 2013 年发牌后，伴随着移动互联网、视频服务的爆发，运营商需要构建完善的网络来支撑客户需求。目前 5G 的下游应用场景（无人驾驶、工业互联网、物联网、超高清）尚在发展阶段，需求爆发点还需要时间。在这样情况下，运营商的建设压力较小。
2. 运营商 2013 年开建 4G、2015-2016 年基本建设完成，投入巨大，资本开支压力较大。不会过快新建网络。

我们对未来运营商资本开支做出如下表预测，分析中假定：

- 基站数为 4G 的 1.2 倍，总共 480 万

- 运营商资本支出由维护原有网络支出和新建网络支出两部分构成。2015 年为网络建设高峰期，资本支出 4386 亿，2018 年基本没有基站建设，资本支出 2911 亿。可以估算运营商约 1500 亿元用于单年度 4G 网络建设，在运营商收入规模没有明显提升的情况下，我们认为资本支出收入占比不会有显著提升。5G 投资总额更大，或达到 1.2 万亿以上，按照高峰期 1500 亿进行估算，我们认为假定运营商 8 年完成网络建设较为合理
- 运营商资本开支受原有网络用户规模的影响，取 2018 年资本开支计划 2911 亿元作为维持未来网络必要投资基数
- 考虑到技术升级，产业链成熟壮大等因素，建设高峰期 5G 单基站投资成本应低于初期
- 参考 4G 无线侧与网络侧比例约为 1.2: 1
- 由于 5G 时代无线侧招标方式从拆包变化为设备商捆绑招标，将基站设备侧整体空间暂且认为无线侧投资空间，并初期参考 4G 价格 15 万/个基站
- 传输侧建设晚于无线侧，19 年仅作无线侧投资，2020 年规模商用后进行网络侧投资

表 6：未来运营商资本开支更加平稳

5G	2019E	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E	2026E
当年投资比例	3%	5%	10%	15%	20%	17%	15%	15%
技术升级因子	1.00	1.00	0.90	0.80	0.75	0.70	0.65	0.65
无线侧	225.00	375	675	900	1125	893	731	731
网络侧		313	563	750	938	744	609	609
新增资本开支	225	688	1238	1650	2063	1636	1341	1341
合计资本支出	3136	3598.5	4148.5	4561	4974	4547	4252	4252
同比增速	7.73%	14.75%	15.28%	9.94%	9.04%	-8.57%	-6.50%	0.00%
3G/4G	2009A	2010A	2011A	2012A	2013A	2014A	2015A	2016A
同比增速	9.7%	-15.1%	7.2%	17.7%	12.9%	11.4%	16.4%	-18.8%

数据来源：Wind，东方证券研究所

注：技术升级因子是指由于技术升级，产业链趋于成熟后，致使产品价格下滑比例

我们判断：

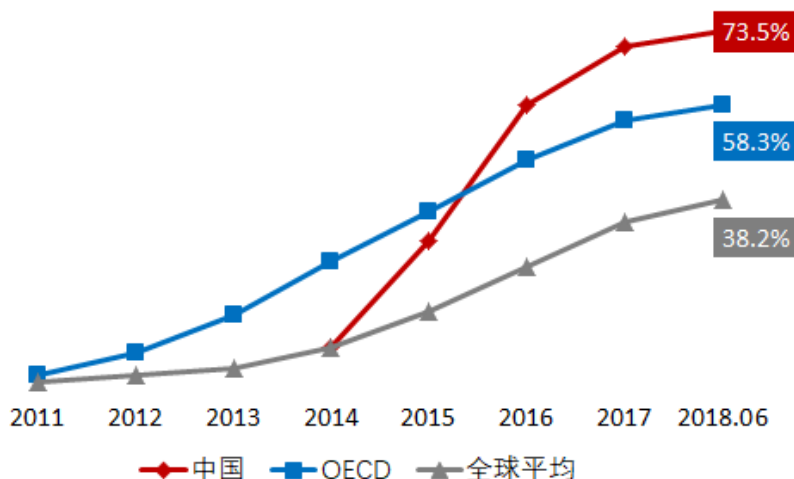
- 1) **5G 时期运营商资本支出同比变化波动较 3G/4G 更小。**2009-2017 资本支出振幅达到 32.8%，2013-2016，资本支出振幅达到 35.2%，而在 8 年网络建设的情景下，资本支出振幅仅为 23.85%；
- 2) **5G 相关产业链景气度更加持续。**3G/4G 网络建设高峰过后，资本支出出现断崖式下跌，5G 时期，2023 年之前资本支出都有望保持小幅增长。

海外市场拉动短期需求，毛利率有望企稳回升

我国 3G 建设起步较晚，在 4G 方面采取了较为激进的建设策略，目前已经进入了 4G 建设晚期，国内市场需求趋缓。而以欧洲为代表的西方国家由于 3G 技术相对成熟，资本支出压力较大等因素导致 4G 发展需求并不强烈，对 4G LTE 定位为长期演进技术（Long Term Evolution）。从渗透率

来看，我国 4G 用户渗透率早已超越以西方国家为代表的 OECD 组织，并大幅度领先全球平均水平。从这个角度来看，目前海外市场存在巨大空间。

图 13：全球 4G 用户渗透率



数据来源：信通院，东方证券研究所

注：OECD 组织即世界经合组织，成员国包含日本、韩国、欧洲等西方国家共计 30 多个国家

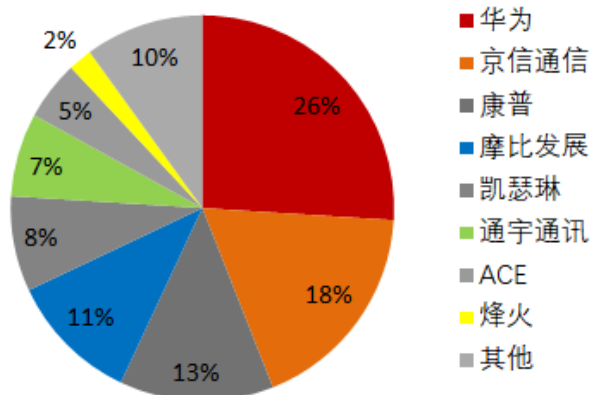
在 5G 建设之前的窗口期，海外 LTE 网络建设仍然进行，海外运营商市场将成为天线企业短期内的主战场。海外运营商分为两大类，一大类以日本、印度为代表的亚太地区，运营商多采用直接招标集采的方式，需要天线厂商在当地设立办事处自建渠道进行销售；另一类则以欧洲地区为代表的跨国运营商，其特点是覆盖国家多，产品复杂繁多，通常希望供应商能够覆盖其大部分产品需求，因此天线厂商产品通常通过捆绑设备商进入市场。

国产天线行业的成长也是通信行业发展的一幅缩影，从 1G 的空白，2G 的追赶，3G 的突破，再到 4G、5G 的并跑引领，国外天线企业与国内龙头企业相比，已经没有技术与成本的优势。另一方面，广阔的中国市场与中国设备商的崛起也为天线企业的发展提供了天赐良机。

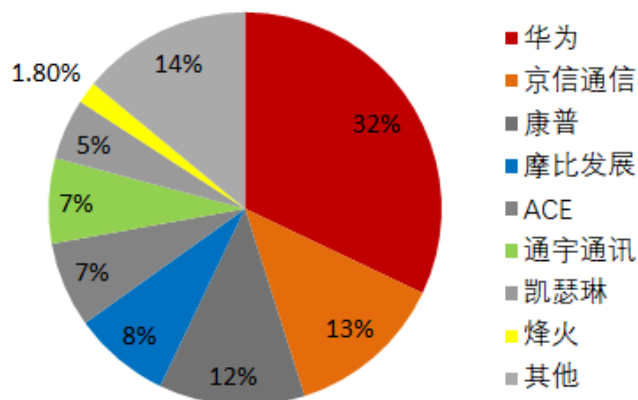
当前全球市场已经形成了较为稳定的寡头格局，CR8 占据了全球 85% 以上的市场份额。中国企业占据其中五席，在全球天线行业中具有较高的竞争力，根据行业权威调研机构 EJM 报道，2015 年中国企业份额占比高达 64%，2017 年中国企业份额占比 63.3%。

图 14：2015 年全球天线市场份额

图 15：2017 年全球天线市场份额



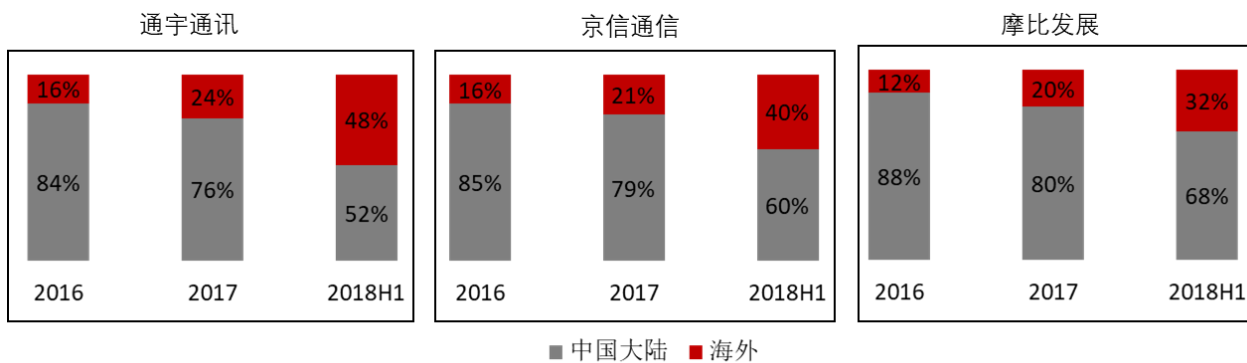
数据来源：EJL，东方证券研究所



数据来源：EJL，东方证券研究所

从几家天线厂商来看，海外收入占比不断提升，由于海外定价较高，毛利率也逐步走出低谷。中国天线企业技术成熟，行业地位高，也是主设备商优先合作选择的对象。中国企业自建渠道的同时跟随设备商积极出海，不断优化产品和调整客户结构，成效初显。

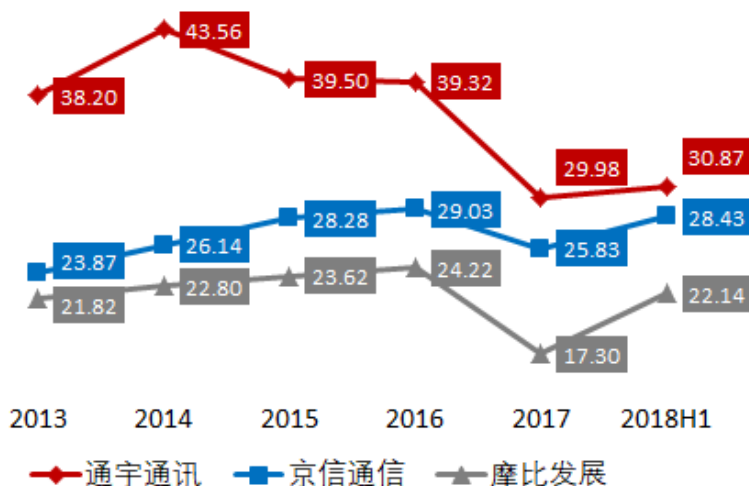
图 16：中国天线企业积极出海



数据来源：Wind，东方证券研究所

由于海外市场高端运营商进入门槛相对更高，包括营销渠道，各方面都比国内的壁垒高，没有一定实力的厂商都不容易出海。海外市场没有国内市场竞争激烈，更有利于天线头部企业。借助出海的机遇，头部天线企业毛利率已经开始企稳回升。

图 17：三家天线厂商毛利率 (%)



数据来源：Wind，东方证券研究所

三、产业链区分来看，首推非华为中游

天馈一体化使得中游天线产品价值量大幅度提高，据测算，5G单幅天线价值量提升约2.5倍，天线行业总空间约为699亿元。

华为是四大设备商中唯一一家具备天线研发能力的公司。1995年华为成立天线事业部，开始独立进行天线的研发生产；2003年华为收购瀛讯天线事业部实力大幅度增强；2013年凯瑟琳退出中国市场，华为天线接手凯瑟琳苏州总部研发团队，此后华为充分享受到行业红利，前后经过约20年，华为终于成长为全球第一大天线厂商。2017年全球份额32%，遥遥领先。

华为拥有自己的天线研发部门和制造部门，华为自己的工厂生产最新的产品，或将部分结构件外包。早期产品特点技术含量和毛利率高，当产品进入成熟期后，华为选择将产品外包给OEM/ODM整机代工企业。由于华为行业地位突出，议价能力强，挤压其他厂商利润空间。华为产业链的逻辑在于，华为更侧重于电子公司配合开展上中游的研发技术升级，以技术变革为切入契机，先切入的供应商有望在后续体系中获得规模业绩。

同时，华为产业链格局相对固定、合作伙伴具备长期性等表述，并且华为产业链某种程度上具有封闭性。由于华为产业链与非华为产业链具有独立性，有必要区分对待，并且区分之后，投资逻辑更加清晰。

3.1 非华为产业链：立足中游格局好，天馈一体化受益充分

中国国内市场，假若按照华为拿到45%份额，非华为产业链拿到55%份额进行估算，非华为产业链天线市场空间约为384亿元。

我们认为非华为产业链的天线厂商具有三大看点：

其一：中游整体空间更大，并且确定性更强。参考上文所述，由于滤波器和振子存在多种技术路径，细分的市场空间更加小。相对于上游的多样性，中游整体受益程度更加确定。

其二：非华为产业链中游天线企业更能充分受益天馈一体化趋势。与 3G/4G 时代比较，由于技术演进，非华为产业链中游产品附加值更高，毛利率不会重演过去产品放量后就迅速下滑的窘境。

其三：非华为产业链市场竞争格局良好。与非华为设备商合作的天线厂商，市场份额高，技术实力强。同时均具备滤波器研发能力，能够一并受益 5G 滤波器数量激增带来的红利。当前滤波器选择金属方案，未来陶瓷方案有望成为主流。

表 7：非华为产业链代表天线企业

天线企业	设备商	滤波器技术方案
通宇通讯	中兴、爱立信	传统金属腔体滤波器、钣金小型化腔体滤波器、陶瓷介质滤波器
摩比发展	中兴、诺基亚	传统金属腔体滤波器、金属介质混合滤波器
世嘉科技 (波发特)	中兴	传统金属腔体滤波器、金属介质混合滤波器
京信通信	爱立信	传统金属腔体滤波器、金属介质混合滤波器、陶瓷介质滤波器

数据来源：相关公司年报，增发说明书，东方证券研究所整理

因此，我们认为非华为产业链中游企业受益天馈一体化趋势更为充分，其中，与设备商合作密切，具有向上游射频滤波领域扩张的天线厂商更具竞争优势。

京信通信受益于爱立信在海外的份额较高，但由于海外市场情况较为复杂，无法进行量化测算。在这里，我们仅对非华为产业链上，三具备天馈一体化能力的厂商，参考中国市场的业务，进行利润的弹性测算。

情景核心假设如下：

- 1) 未来天线产品随设备商招标进入市场，华为、中兴、爱立信、诺基亚市场份额分别为 45%、35%、10%、10%；
- 2) 通宇、世嘉、摩比为中兴天线主要供货商，三者市场份额分别为 40%、25%、15%。通宇通宇与爱立信合作开展顺利，在爱立信方面拿到 40% 份额，诺基亚进展稍慢给予 10% 的份额预测。摩比在爱立信和诺基亚合作情况相反，给予相反的市场份额预测；
- 3) 世嘉科技（波发特）天线业务开展稍慢，尚未进入中兴的核心供应商，给予三家设备商相同的 10% 的份额；
- 4) 摩比和世嘉科技（波发特）在中兴射频器件三家核心供应商序列，三家核心供应商合计 80% 份额，给予两家各 27% 份额，并且在爱立信和诺基亚方面参考中兴份额；
- 5) 通宇通讯当前滤波器收入较摩比、世嘉低，按照收入比例给予 10% 的份额。考虑通宇滤波器技术储备足（拥有钣金小型滤波器、陶瓷介质滤波器），未来有望拿到更多的份额进入设备商供货序列，给予其 1.5 倍的技术溢价，*标注为考虑溢价后的市场份额。

表 8：三家天线厂商情景假设

设备商	中兴	爱立信	诺基亚	合计
市场份额	35%	10%	10%	

天线业务					
通宇	占设备商份额	40%	40%	10%	
	占市场份额	14%	4%	1%	19%
摩比	占设备商份额	15%	10%	40%	
	占市场份额	5.25%	1%	4%	10%
世嘉科技 (波发特)	占设备商份额	25%	10%	10%	
	占市场份额	3.5%	1.0%	1.0%	11%
滤波器业务					
通宇	占设备商份额	10%	27%	27%	
	占市场份额	3.5%	2.7%	2.7%	*15%
摩比	占设备商份额	27%	27%	27%	
	占市场份额	9.5%	2.7%	2.7%	15%
世嘉科技 (波发特)	占设备商份额	27%	27%	27%	
	占市场份额	9.5%	2.7%	2.7%	15%

数据来源：东方证券研究所测算

保守考虑运营商建网速度更加平稳，8年完成网络建设，对应此前的资本支出情景假设。参考17年通宇通讯毛利率30%，净利率约7%，考虑未来市场需求释放以及设备商合作模式推行低端产能肃清后，毛利率有望回升至35%，假设各厂商也净利率约为12%。

表 9：5G 业务利润弹性测算

5G	2019E	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E	2026E
建设比例	3%	5%	10%	15%	20%	17%	15%	15%
技术升级因子	1	1	0.9	0.8	0.75	0.7	0.65	0.65
天线业务收入 (亿)								
通宇通讯	3.98	6.64	11.95	15.94	19.92	15.81	12.95	12.95
摩比发展	2.15	3.58	6.45	8.60	10.75	8.53	6.99	6.99
世嘉科技	2.25	3.76	6.76	9.02	11.27	8.94	7.33	7.33
滤波器业务收入 (亿)								
通宇通讯	1.33	2.21	3.98	5.30	6.63	5.26	4.31	4.31
摩比发展	1.23	2.05	3.70	4.93	6.16	4.89	4.00	4.00
世嘉科技	1.23	2.05	3.70	4.93	6.16	4.89	4.00	4.00
合计 5G 收入 (亿)								
通宇通讯	5.31	8.85	15.93	21.24	26.55	21.06	17.26	17.26
摩比发展	3.38	5.64	10.14	13.53	16.91	13.41	10.99	10.99
世嘉科技	3.49	5.81	10.46	13.95	17.43	13.83	11.33	11.33
合计 5G 利润 (亿)								
通宇通讯	0.64	1.06	1.91	2.55	3.19	2.53	2.07	2.07
摩比发展	0.41	0.68	1.22	1.62	2.03	1.61	1.32	1.32

世嘉科技	0.42	0.70	1.26	1.67	2.09	1.66	1.36	1.36
与 17 年利润基数比较弹性								
通宇通讯	56%	94%	169%	226%	282%	224%	183%	183%
摩比发展	290%	483%	870%	1159%	1449%	1150%	942%	942%
世嘉科技	161%	268%	483%	644%	805%	638%	523%	523%
利润同比增速								
通宇通讯	56%	68%	80%	33%	25%	-21%	-18%	0%
摩比发展	290%	67%	80%	33%	25%	-20%	-18%	0%
世嘉科技	161%	66%	80%	33%	25%	-21%	-18%	0%

数据来源：东方证券研究所测算

注：摩比 2017 年亏损，2018 年有望扭亏，参考 2018H1 利润约 700 万，利润弹性基数取 1400 万进行测算

在上表中我们仅对 5G 业务进行测算，若考虑 4G 业务相关公司利润高点可能提前至 2020 年或 2021 年出现。

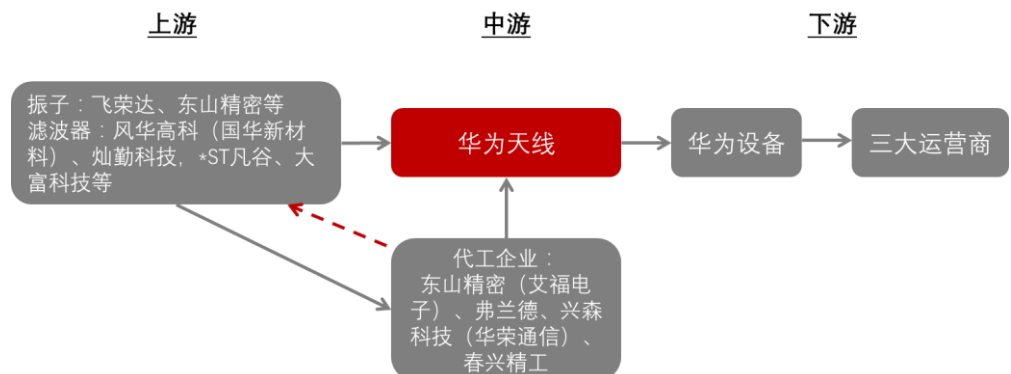
綜上表可以看出，三家天线厂商受益 5G 建设程度高，业绩表现出较高的弹性，并且在未来资本支出更加平稳的假设情境下，相关企业也会表现出一定的成长性。市场对天线领域的认知应该从过去的网络建设中的强周期板块转换为成长叠加周期板块，估值体系或许将会发生变化。

3.2 华为产业链：以技术变革为契机，先切入供应链，后获得规模业绩

华为的模式更侧重于电子公司配合开展上中游的研发技术升级，以技术变革为切入契机，先切入以便后续在体系中获得规模业绩。

华为天线产业链上游振子供应商包括飞荣达、春兴精工、东山精密；滤波器供应商包括风华高科（国华新材料）、灿勤科技、*ST 凡谷、大富科技等。中游天线代工企业包括春兴精工、东山精密、鸿博股份（弗兰德）等。近年来，中游代工企业呈现向上游原材料领域切入的趋势。

图 18：华为产业链参与者梳理



数据来源：Wind，东方证券研究所整理

上游原材料中，振子当前采用 PCB 方案，但从产业链调研情况来看，选择性电镀方案由于能够一次性完成多个振子的制造，未来在成本上可能更具有优势。相关厂商有飞荣达(300602，未评级)。

滤波器领域，中兴、爱立信大概率选择传统金属方案，而华为大概率会直接选择陶瓷方案。

当前华为陶瓷滤波器供应链进展较快，主要玩家分为传统滤波器厂商和产业链延伸进入两类。

表 10：华为射频领域玩家分类

玩家分类	代表企业	合作设备商
传统滤波器厂商	*ST 凡谷、大富科技	华为产业链
产业链延伸进入玩家	代工：东山精密、鸿博股份（弗兰德）	华为产业链
	元器件：国华新材料、灿勤科技	华为产业链

数据来源：相关公司年报，增发说明书，东方证券研究所整理

A) 传统滤波器厂商

武汉凡谷和大富科技是滤波器传统厂商，分别于 2007 年和 2010 年 A 股上市，主要产品为金属腔体滤波器。两家厂商在 4G 时代主要为设备商供货，在华为方面具有较大的市场份额。同时公司积极储备 5G 技术，具备陶瓷滤波器供货能力。

B) 产业链延伸进入

这类厂商多为华为产业链上 OEM/ODM 厂商或电子元器件供应商。

鸿博股份传统主业为彩票印刷，2018 年 9 月，公司拟以现金 3.45 亿收购华为产业链三大代工企业弗兰德 30% 股权，进入华为天线产业链。公司在陶瓷介质滤波器领域几年前开始布局，已经攻克介质滤波器核心技术。

东山精密为传统的精密金属加工企业，是华为产业链上重要的代工企业。春兴精工于 2011 年收购加拿大迈特通信切入滤波器行业；东山精密于 2017 年 9 月收购艾福电子 70% 股权，切入陶瓷介质滤波器领域。

国华新材料（风华高科子公司）和灿勤科技是传统的电子元器件供应商，5G 时期凭借电子元器件领域的陶瓷粉体优势，有望成为基站天线领域重要的陶瓷介质滤波器供应商。

当前华为上游滤波器技术确定采用陶瓷介质滤波器。伴随 5G 建设启动，上游滤波器行业有望最早受益于利润规模的提升，但随着陶瓷介质滤波器行业技术的成熟，行业盈利能力或存在波动风险。华为产业链陶瓷滤波器技术储备标的有，*ST 凡谷(002194，未评级)、鸿博股份(002229，未评级)，建议积极关注相关技术进展。相关标的还有电子板块的东山精密(002384，买入)、风华高科(000636，未评级)。振子相关标的建议关注飞荣达(300602，未评级)。

四、投资建议

当前行业整体处于景气低谷，即将迎来周期拐点向上，天线板块有望开启超预期增长。相关公司业绩基数差，未来受益弹性高。即使在 5G 建设早期资本支出较小的情况下，依然能够对相关公司的业绩产生非常积极的改善。

我们看好非华为天线产业链：立足天馈一体化受益更充分的中游环节，向上寻找技术储备足的标的，受益程度更大。

建议布局产业链中具备天馈一体化能力，与设备商深度合作，并且滤波器技术储备足的优质标的。建议关注通宇通讯(002792，未评级)、世嘉科技(002796，未评级)、摩比发展(0947，未评级)，以及受益爱立信海外 5G 建设的京信通信(2342，未评级)。

通宇通讯——具备天馈一体化能力，滤波器技术储备足，研发投入高

- 1) 天线及射频器件综合解决方案提供商，主要产品包括基站天线、射频器件、微波天线等。公司客户覆盖全球前十大运营商以及前五大设备商，与中兴合作多；
- 2) 5G 滤波器技术储备足，2016 年收购滤波器领先厂商芬兰 Prism，获得钣金小型化滤波器技术；2018 年 9 月拟收购江嘉科技 65% 股权，布局介质滤波器相关业务；
- 3) 公司研发投入高，2016-2018Q3 研发费用率分别为 7.2%、6.1%、8.3%；
- 4) 接连收购西安星恒通和深圳光为科技，分别切入军工信息领域和光通信领域，横向培育增长新动力。

世嘉科技——中兴核心射频供应商，同时具备天线生产能力

- 1) 收购波发特企业是中兴三家射频器件核心供应商之一，同时具有一定的天线生产能力
- 2) 波发特同时为日本电业的稳定供应商，受益于日本 5G 的建设

摩比发展——具备天馈一体化能力以及与设备商合作优势

- 1) 公司为传统天线及射频器件综合解决方案提供商，具备天馈一体化能力
- 2) 公司是中兴通讯老牌的合作伙伴，海外与诺基亚深度合作研发，与爱立信也开始展开合作

华为产业链：建议关注以技术变革为契机，有望切入供应链体系的上中游企业。滤波器相关标的 *ST 凡谷(002194，未评级)、鸿博股份(002229，未评级)，应积极关注相关技术进展。相关标的还包括东山精密(002384，买入)、风华高科(000636，未评级)、飞荣达(300602，未评级)。

风险提示

5G 进展不及预期：天线产业链发展与 5G 投资进展密切相关，若 5G 投资建设计划不及预期会影响相关产业链公司业绩。

与设备商合作模式发生变化：当前主要天线厂商与设备商合作模式为，天线厂商开发天线模块，设备商开发射频模块。设备商提出性能指标要求，天线厂商先向设备商交付符合要求的天线模块，再由设备商装配完成功能完整的天线系统，交付运营商。若设备商成立研发团队，非华为产业链的天线厂商在 5G 方面的业务或变为华为代工模式，盈利能力可能下降。

天线系统技术演进不及预期：技术演进路线存在偏离预期风险，或者相关技术进展速度过快，例如陶瓷介质滤波器取得重大突破，导致成本和性能迅速突破，将对产业链相关公司产生重大影响；或者进展速度过慢，也将对产业链相关公司业绩兑现的时间产生影响。

相关公司收购进展不及预期：如果相关公司的收购进展不及预期，将影响相关公司的竞争优势。

附录

1. Massive MIMO 演进细节

根据天线接受信号的原理可知，移动通信频率 ν 越高（平方衰减），在不希望明显减少覆盖距离 R 的情况下（即增加基站密度），需要提高天线增益 $G_r G_t$ 。

5G 早期中国联通和中国电信采用 3.5Ghz 频段，中国移动则部署在 2.6G 和 4.9G 频段，较其 4G 的 1.8Ghz、2.3Ghz 和 2.6Ghz 频段有了较大幅度的提高，尤其是 5G 后期使用毫米波之后（26Ghz 以上），如何提高信号增益则是重要挑战。

图 19：无线接受/发射信号原理

$$P_r = \frac{P_t}{4\pi R^2} \frac{c^2}{\nu^2 4\pi} G_r G_t$$

频率 ν 接受增益 发射增益

信号接受/发射功率 传播距离（基站密度）

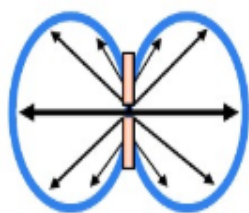
数据来源：东方证券研究所整理

Massive MIMO 是一种利用大规模天线阵列（增加天线振子数量，即 Massive）、分集增益（多发射多接受技术，即 MIMO）、空分复用技术（波束赋形）提高系统传输容量的有效办法。

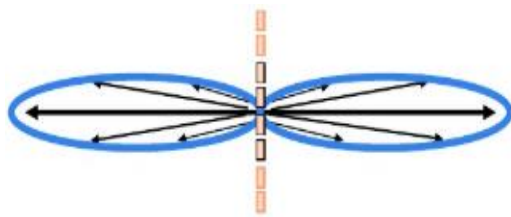
1.1 天线振子数量增多，能够有效的提高阵列增益

天线振子数量的增加能够实现能量再某一方向上聚焦，从而提高信号增益。如下图所示，当只有一对天线振子时，电磁波向四周辐射，波瓣较大；当有 4 对振子时，辐射范围较小，波瓣较窄；当加上反射板后，便能实现电磁波的方向辐射。

图 20：Massive 阵列增益提高原理图



一个对称振子，
假设接收台接受
1mW功率



4个对称振子，接
收机中4mW功率






加上反射面，接
收机中可达到
8mW功率

数据来源：华为，东方证券研究所

Massive MIMO 大幅度提升天线振子数量。主流 Massive MIMO 技术采用 64T64R 方案，每三个振子组成一个通道，因此一共需要 192 个振子。由于传统天线振子均采用金属振子方案，若继续采用金属振子方案将成倍的提升天线重量，从而提高安装难度。

图 21：天线振子方案比较

<p>PCB 振子</p>		<p>制作工艺：使用PCB板印刷有效辐射单元 优势：重量轻、体积小、集成度高 劣势：可靠性有待验证，印刷难度高</p>
<p>塑料 振子</p>		<p>制作材料：有机金属复合物的改性塑料制成 优势：重量轻、成本低 劣势：未经广泛应用，性能及稳定性未经验证</p>
<p>金属 振子</p>		<p>制作工艺：金属压铸、冲压（钣金）成型 优势：性能稳定、可靠性好 劣势：重量大，安装成本高，且钣金件有腐蚀性问题</p>

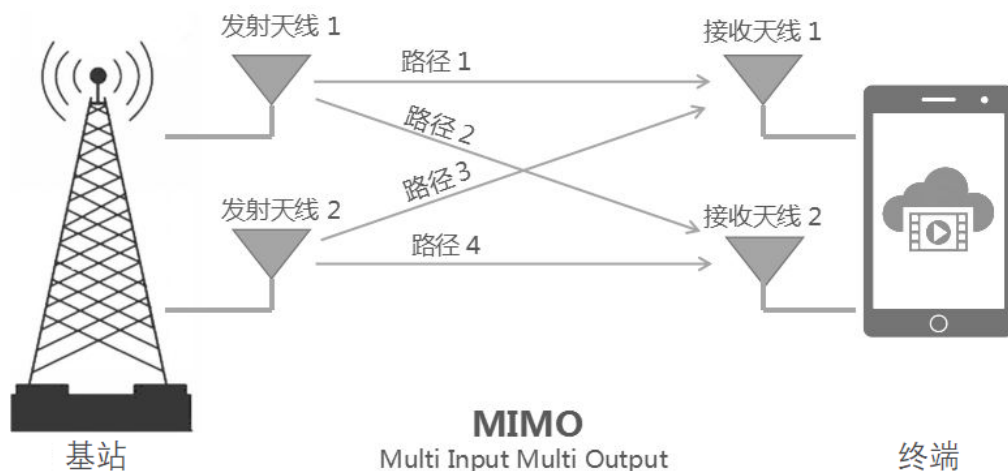
数据来源：C114，微波通信网，东方证券研究所

当前振子方案仍有三种方案。华为提出采用塑料振子方案有望解决重量问题，轻型化将成为未来的主要的发展趋势，振子方案有望从金属转为塑料/PCB。从其他三家设备商产业链调研情况来看，当前 PCB 振子方案较为主流，但塑料振子也具有竞争优势。

1.2 分集增益（MIMO 技术）极大拉动高频滤波器需求

分集增益即利用多输入多接受技术（MIMO）实现信号的增益。简单理解，对于不同无线信道的路径，信号损失的概率不同，MIMO 通过同时发送或接收多份数据，能够提高信号质量并且提高传输速率。

图 22：分集增益原理图



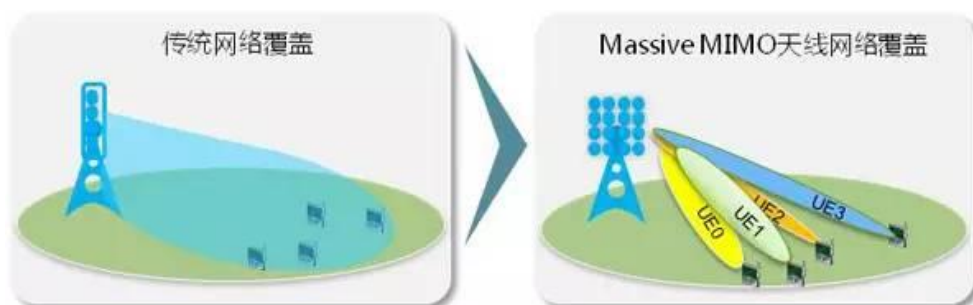
数据来源：通信人家园，东方证券研究所

通常来说一个通道需要一个滤波器，Massive MIMO 的 64T64R 方案将较传统 8T8R 天线滤波器数量提升 8 倍。

1.3 波束赋形给天线厂商带来挑战

波束赋形是提高信号空分复用增益的有效办法。波束赋形即将信号能量的主瓣直接指向用户终端，使得同一小区用户通信互不干扰，从而极大的提高信号传输容量。

图 23：波束赋形原理图



数据来源：C114，东方证券研究所

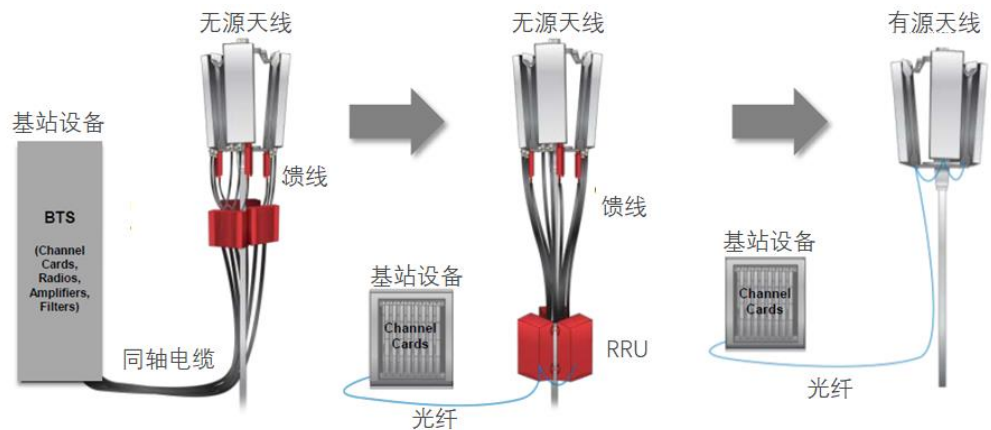
波束赋形对天线技术要求更高。波束赋形需要利用一定的算法，控制各个辐射单元的相位使得信号在指向用户方向上相干相涨，而其他方向相干相消。因此终端须不断与基站设备保持通信，确定终端的精确位置，才能保证窄波束覆盖。

5G 时代 Massive MIMO 的兴起，导致天线振子数量的剧增，天线需要处理的数据量也随之增加。未来天线厂商需要与基站设备厂商更多的协同工作，通过编码技术来实现，从而降低基带运算复杂度和功耗。

2. 天馈一体化演进细节

有源天线 AAU 是将传统无源天线与射频单元 RRU 集成的一种新型天线。天线系统从诞生之初到现在经历了一系列变革。从最初一体化宏站到 RRU 与 BBU 分离式设计，演进到如今无源天线与 RRU 集成的有源天线 AAU。BBU 与天线之间的连接也从原来的“同轴电缆+馈线”发展到“光纤+馈线”，再到如今有源天线的纯光纤传输。

图 24：天线系统的发展历程



数据来源：康普，东方证券研究所

天线有源化通过将射频模块与天线单元融合，有望解决减少馈线损耗的挑战的同时，简化站点的部署，节约天面资源。

图 25：MIMO 技术提升导致天面资源匮乏



数据来源：搜狐科技，东方证券研究所

2.1 有源天线对高频材料提出要求

天线系统中的高频材料主要包括高频覆铜板、高频聚合物材料以及高频透波材料。

表 11：高频材料在有源天线中的应用

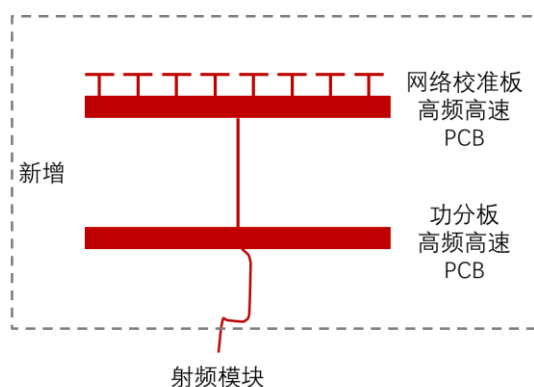
天线结构	高频材料
------	------

振子单元	高频覆铜板
射频器件	高频聚合物材料、高频覆铜板
馈电网络	高频覆铜板
天线罩	高频聚合物材料、高频透波材料

数据来源：中英科技招股说明书，东方证券研究所整理

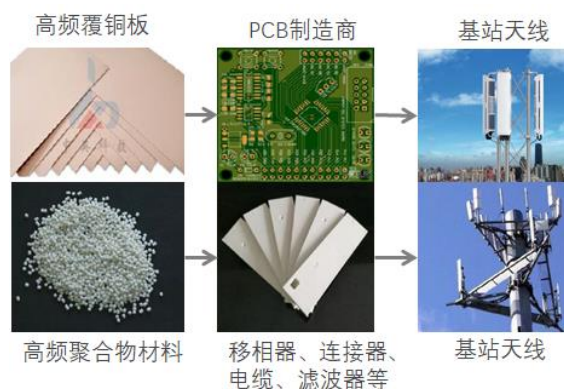
高频覆铜板是 PCB 板的重要原材料，在原有无源天线方案中，PCB 板主要用于集成 RRU 中的功放模块。天线有源化之后，每个天线振子背后通过微型收发阵列相连，而微型收发阵列须集成放大器、滤波器等原有射频器件，并且由于天线振子数量的增多，PCB 板的需求将较之前有较为明显的提高。高频覆铜板作为 PCB 板的原材料将受益于下游需求的增长。

图 26：高频 PCB 增量示意图



数据来源：东方证券研究所整理

图 27：高频材料产业链



数据来源：中英科技招股说明书，东方证券研究所

高频聚合物材料主要作为移相器等射频器件内部的结构支撑件。由于这类材料在高频交变电场中的极化伴随发热等能量损耗问题，需选用高介电常数材料减少能量的发热损耗。

高频透波材料主要用于天线罩的生产。天线罩主要起到保护天线内部功能单元免受外界天气的侵蚀以及不可抗力等因素造成的损坏。由于 5G 信号频率更高，将导致传输时产生的能量衰减对天线罩的透波率更加敏感。

2.2 天线有源化集成度高，有望带动滤波器方案改变

滤波器顾名思义便是，在信号收发过程中去除无用频率信号，保留有用频率信号的射频器件。描述滤波器三个最重要的参数便是**品质因子 Q**、**介电常数 ϵ** 和**温度漂移系数 τ_f** 。

Q：描述滤波器分离相邻频率 f_0 的能力，其 Q 值越大代表滤波效果越好

ϵ ：描述能量耗散程度，其值越大代表能量损耗越低

τ_f ：描述滤波稳定性能力，定义为单位温度影响 $\Delta f/f_0$ ，其值越小代表滤波器工作越稳定

常见滤波器分为腔体滤波器和陶瓷介质滤波器两大类。陶瓷介质滤波器波导介质为各类合成陶瓷材料，腔体滤波器波导介质是空气。根据物理学原理， $f_0 = \frac{233}{\sqrt{\epsilon V^3}}$ ，通常来说滤波器的介电常数 ϵ 一定，工作频率 f_0 越高，要求滤波器体积越小。

图 28：腔体滤波器和介质滤波器实物图


数据来源：国华新材料官网，东方证券研究所

由于天线有源化集成度提高，主流 64T64R 方案要求在有限的空间内集成滤波器数量急剧增加，滤波器要求更小。陶瓷介质滤波器与金属腔体滤波器相比，能够做到更高的介电常数，意味着更小的滤波器体积。

表 12：滤波器方案比较

	金属腔体滤波器	钣金腔体滤波器	陶瓷介质滤波器
品质因子 Q	低	低	高
介电常数 ϵ	低	低	高
温度漂移系数 τ_f	高	高	低
体积 V	大	小	小
加工难度	低	高	高

数据来源：微波射频网，相关公司官网，东方证券研究所整理

3. 天线板块受益时序研究

表 13：子版块受益时序及相关公司业绩弹性与持续性分析

子版块及相关上市公司	2008	2009	2010	2013	2014	2015	2016	业绩弹性	业绩持续性	
天线射频										
通宇通讯	营收同比	\	\	-7.13	17.50	146.41	-11.44	-8.26	高	低
	当年收益率	\	\	\	\	\	\	147.48		
大富科技	营收同比	52.04	23.86	47.25	26.02	29.31	-15.92	16.82	中	中
	当年收益率	\	\	24.83	53.80	231.36	39.07	-14.60		
武汉凡谷	营收同比	36.56	-4.13	-26.75	8.18	57.64	-0.07	-5.41	高	低
	当年收益率	-35.00	76.48	-35.21	45.24	25.12	59.70	-24.29		

网络规划与运维

国脉科技	营收同比	80.27	27.46	15.59	-48.47	20.23	8.09	147.42	中	中
	当年收益率	-51.87	63.72	46.58	24.23	19.19	144.91	-25.60		
世纪鼎利	营收同比	104.95	139.62	41.74	-4.79	27.31	55.70	5.70	中	中
	当年收益率	\	\	17.85	21.62	26.54	137.07	-26.56		

无线主设备

中兴通讯	营收同比	27.36	36.08	16.58	-10.56	8.29	22.97	1.04	中	中
	当年收益率	-39.97	116.28	-7.87	34.05	38.49	24.88	-12.91		
大唐电信	营收同比	9.62	18.66	25.44	28.01	0.87	7.75	-15.96	低	低
	当年收益率	-64.40	173.04	6.51	63.35	23.27	50.70	-35.67		

传输设备

烽火通信	营收同比	46.01	36.81	21.25	11.32	17.69	25.81	28.70	中	高
	当年收益率	-41.84	155.19	55.78	36.59	1.62	86.12	-10.45		
星网锐捷	营收同比	5.51	30.81	15.80	17.54	11.16	24.02	25.93	中	高
	当年收益率	\	\	36.03	43.11	28.98	32.87	-18.07		

光器件

光迅科技	营收同比	34.07	11.72	25.17	1.38	14.08	29.06	29.79	中	高
	当年收益率	\	11.48	39.15	93.69	0.69	75.82	22.08		

光纤光缆

亨通光电	营收同比	30.66	31.26	10.49	10.08	21.89	30.09	41.74	中	高
	当年收益率	-54.75	226.11	28.11	3.32	35.67	153.02	17.55		
中天科技	营收同比	46.45	27.88	16.69	16.50	27.62	73.23	27.75	中	高
	当年收益率	-31.89	166.63	25.82	38.40	42.10	49.31	15.41		
富通鑫茂	营收同比	0.32	49.28	10.06	-14.93	-8.87	59.72	15.67	中	中
	当年收益率	-49.18	71.75	37.01	29.42	39.06	188.26	-7.01		
通鼎互联	营收同比	36.38	44.44	40.32	0.64	7.43	3.01	14.82	低	中
	当年收益率	\	\	9.24	57.14	80.20	183.97	-19.71		

运营商

中国联通	营收同比	-0.83	-3.48	11.24	18.52	-4.99	-3.99	-1.03	低	低
	当年收益率	-52.62	14.92	28.37	-6.95	18.71	-18.35	0.91		

数据来源：Wind，东方证券研究所整理

注：底色黄色标注区间增速高点。

分析师申明

每位负责撰写本研究报告全部或部分内容的研究分析师在此作以下声明：

分析师在本报告中对所提及的证券或发行人发表的任何建议和观点均准确地反映了其个人对该证券或发行人的看法和判断；分析师薪酬的任何组成部分无论是在过去、现在及将来，均与其在本研究报告中所表述的具体建议或观点无任何直接或间接的关系。

投资评级和相关定义

报告发布日后的 12 个月内的公司的涨跌幅相对同期的上证指数/深证成指的涨跌幅为基准；

公司投资评级的量化标准

- 买入：相对强于市场基准指数收益率 15%以上；
- 增持：相对强于市场基准指数收益率 5%~15%；
- 中性：相对于市场基准指数收益率在-5%~+5%之间波动；
- 减持：相对弱于市场基准指数收益率在-5%以下。

未评级 —— 由于在报告发出之时该股票不在本公司研究覆盖范围内，分析师基于当时对该股票的研究状况，未给予投资评级相关信息。

暂停评级 —— 根据监管制度及本公司相关规定，研究报告发布之时该投资对象可能与本公司存在潜在的利益冲突情形；亦或是研究报告发布当时该股票的价值和价格分析存在重大不确定性，缺乏足够的研究依据支持分析师给出明确投资评级；分析师在上述情况下暂停对该股票给予投资评级等信息，投资者需要注意在此报告发布之前曾给予该股票的投资评级、盈利预测及目标价格等信息不再有效。

行业投资评级的量化标准：

- 看好：相对强于市场基准指数收益率 5%以上；
- 中性：相对于市场基准指数收益率在-5%~+5%之间波动；
- 看淡：相对于市场基准指数收益率在-5%以下。

未评级：由于在报告发出之时该行业不在本公司研究覆盖范围内，分析师基于当时对该行业的研究状况，未给予投资评级等相关信息。

暂停评级：由于研究报告发布当时该行业的投资价值分析存在重大不确定性，缺乏足够的研究依据支持分析师给出明确行业投资评级；分析师在上述情况下暂停对该行业给予投资评级信息，投资者需要注意在此报告发布之前曾给予该行业的投资评级信息不再有效。

免责声明

本研究报告由东方证券股份有限公司（以下简称“本公司”）制作及发布。

本研究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本公司的当然客户。本报告的全体接收人应当采取必备措施防止本报告被转发给他人。

本报告是基于本公司认为可靠的且目前已公开的信息撰写，本公司力求但不保证该信息的准确性和完整性，客户也不应该认为该信息是准确和完整的。同时，本公司不保证文中观点或陈述不会发生任何变更，在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的证券研究报告。本公司会适时更新我们的研究，但可能会因某些规定而无法做到。除了一些定期出版的证券研究报告之外，绝大多数证券研究报告是在分析师认为适当的时候不定期地发布。

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，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需求。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况，若有必要应寻求专家意见。本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买证券或其他投资标的的邀请或向人作出邀请。

本报告中提及的投资价格和价值以及这些投资带来的收入可能会波动。过去的表现并不代表未来的表现，未来的回报也无法保证，投资者可能会损失本金。外汇汇率波动有可能对某些投资的价值或价格或来自这一投资的收入产生不良影响。那些涉及期货、期权及其它衍生工具的交易，因其包括重大的市场风险，因此并不适合所有投资者。

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，投资者自主作出投资决策并自行承担投资风险，任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。

本报告主要以电子版形式分发，间或也会辅以印刷品形式分发，所有报告版权均归本公司所有。未经本公司事先书面协议授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、转发或公开传播本报告的全部或部分内容，不得将报告内容作为诉讼、仲裁、传媒所引用之证明或依据，不得用于营利或用于未经允许的其它用途。

经本公司事先书面协议授权刊载或转发，被授权机构承担相关刊载或者转发责任。不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

提示客户及公众投资者慎重使用未经授权刊载或者转发的本公司证券研究报告，慎重使用公众媒体刊载的证券研究报告。

东方证券研究所

地址：上海市中山南路 318 号东方国际金融广场 26 楼

联系人：王骏飞

电话：021-63325888*1131

传真：021-63326786

网址：www.dfzq.com.cn

Email：wangjunfei@orientsec.com.cn

