



華辰資本

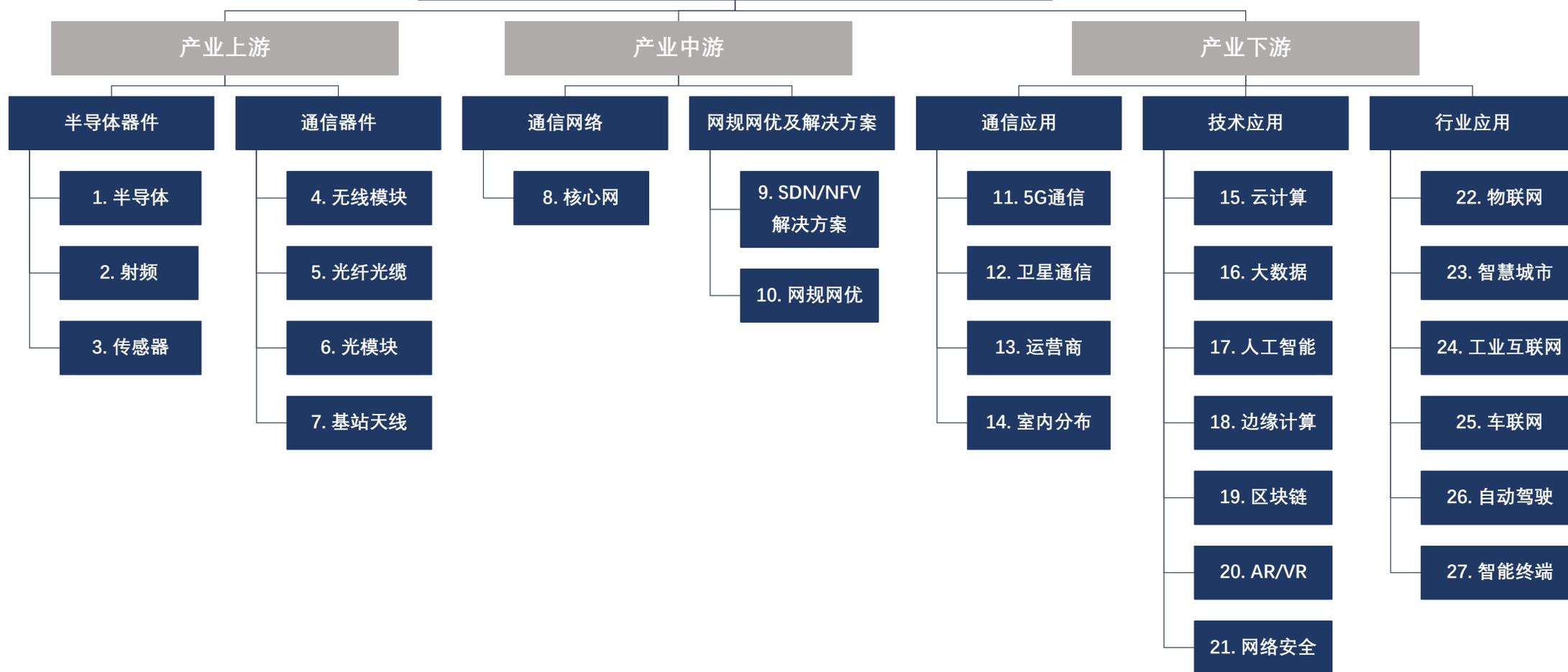
CELESTIAL CAPITAL

**专注中国产业结构升级与创新，
聚焦新一代信息技术产业发展。**

2018年，在中国经济周期、产业周期、资本周期与政治周期四重叠加的特殊时期，本着“深耕产业、协同发展、价值驱动、重度赋能”的愿景，华辰资本（“华辰”）应运而生，致力成为中国最专业的创新型投资机构。

华辰资本总部位于中国最具发展活力与科技创新的深圳，专注于包括云计算、大数据、人工智能、边缘计算、工业互联网、5G等新一代信息技术领域，通过扎实的体系化产业研究与理解能力，以产业研究、投资银行、战略咨询、产业基金等模式，为新一代信息技术企业提供企业融资、战略视野、市场协同，价值管理、供应链管理、资源整合等产业赋能。

新一代信息技术产业研究



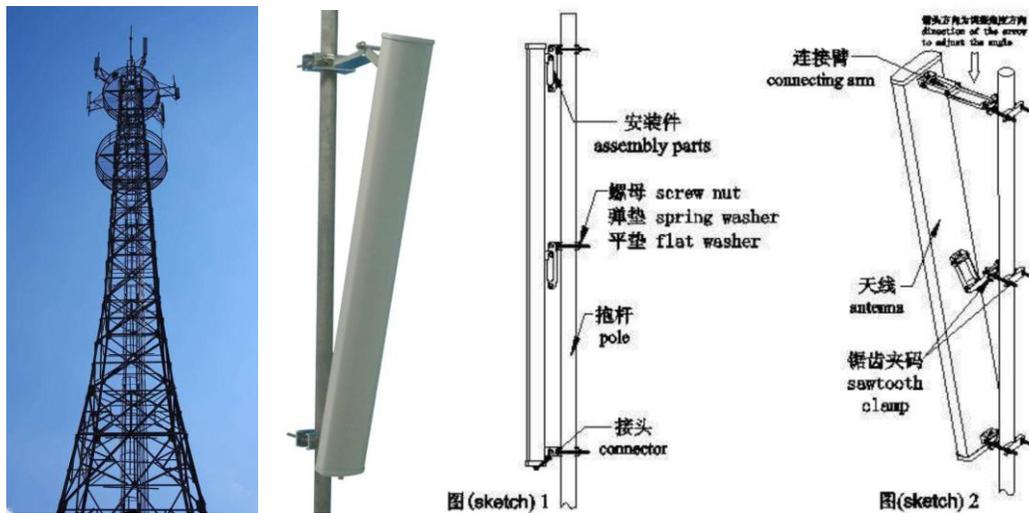
目录

一、产业分析	4
▪ 基本概况	
▪ 发展历程	
▪ 天线类别	
▪ 基站系统结构	
▪ 产业链特征	
▪ 5G发展趋势	
二、市场分析	16
▪ 市场规模	
▪ 基站数量	
▪ 竞争格局	
三、企业分析	22
▪ 京信通信	
▪ 通宇通讯	
▪ 摩比发展	

一、产业分析



图1 基站天线

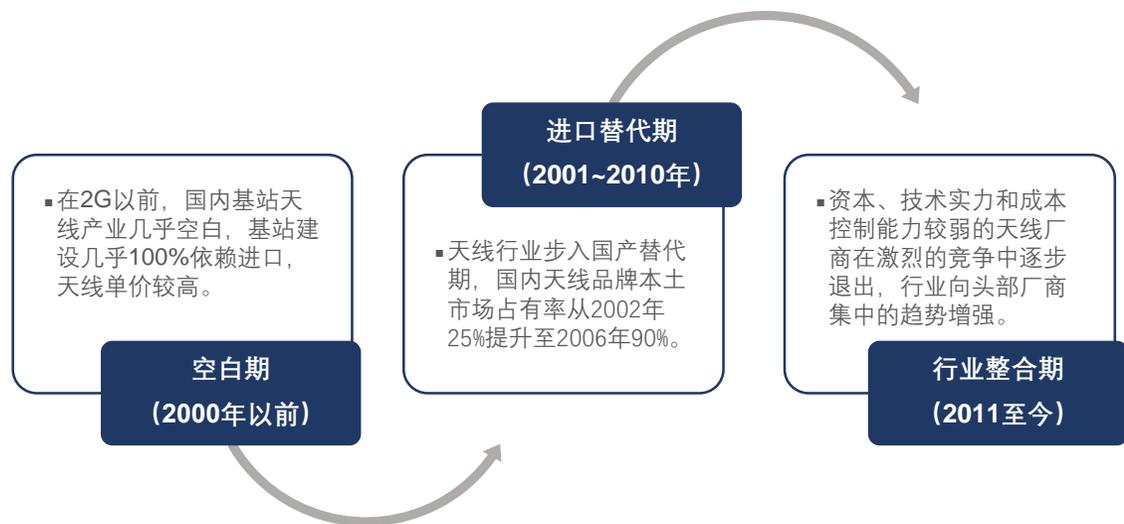


资料来源：公开资料、华辰资本整理

基站天线

- 基本定义：**天线是一种变换器，它把传输线上传播的导行波，变换成在无界媒介（通常是自由空间）中传播的电磁波，或者进行相反的变换。
- 主要作用：**基站天线是基站设备与终端用户之间的信息能量转换器。
 - 信号发送，**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；
 - 信息接收，**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。
- 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。**
基站天线性能的好坏，直接影响到移动通信的质量。

图2 基站天线发展历程



资料来源：新利通、光大证券研究所、华辰资本整理

发展历程

- 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）。

- 空白期（2000年以前）**：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。
- 进口替代期（2001-2010年）**：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%。
- 行业整合期（2011至今）**：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3 2G到4G天线产品类型的发展历程

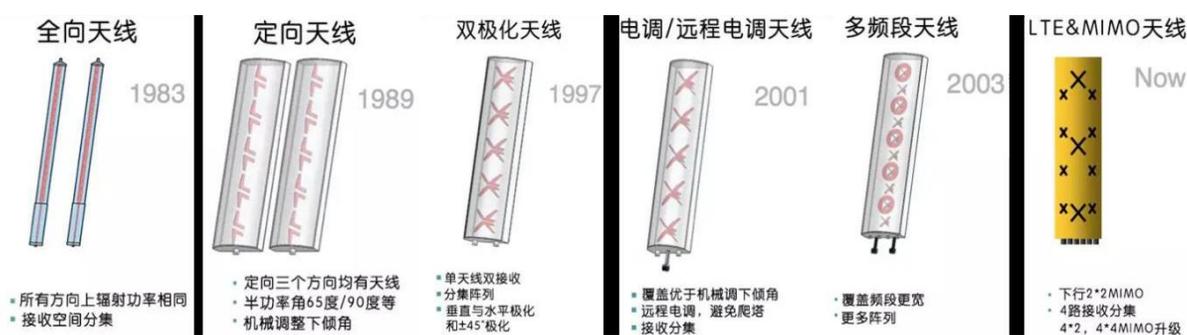
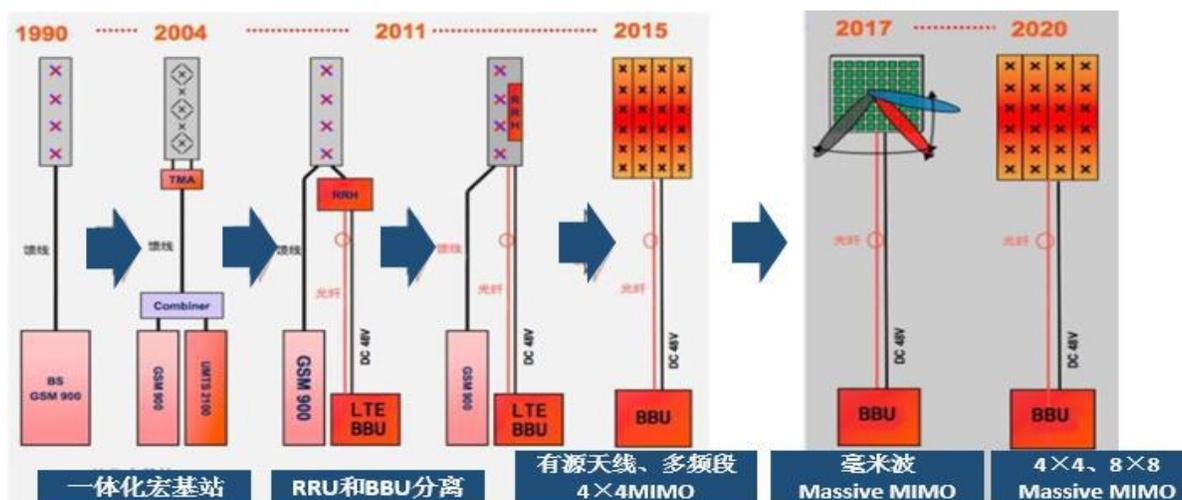


图4 基站天线的发展历程



发展进程

1. **第一代移动通信**，几乎用的都是**全向天线**。
2. **第二代移动通信**，技术引领我们进入蜂窝时代，这一阶段的天线逐渐演变成方向性的。八十年代的天线以**单极化天线**为主，并开始引入阵列概念。1997年，开始出现**双极化天线**（ $\pm 45^\circ$ 交叉双极化天线）。
3. **第三代移动通信**，到了2.5G和3G时代，出现了**多频段天线**，系统趋向于复杂，例如GSM、CDMA等需要共存。
4. **第四代移动通信**，到了2013年，首次引入**MIMO（多入多出技术）**天线系统，并逐步从单一天线发展成阵列天线和多天线。
5. **基站的构造变化**：移动基站天线经历了一体化宏基站天线、基带处理单元和射频拉远模块分离、MIMO天线、有源天线、MassiveMIMO等发展阶段。

资料来源：公开资料、华辰资本整理

图5 基站天线应用频段划分（按频段划入不同制式）

制式类型	天线所对应通信频段
2G 天线	GSM, 900/1800MHz; CDMA, 800MHz
3G 天线	CDMA2000&WCDMA, 2100MHz; TD-SCDMA, 1880-1920,2010-2025,2320-2370MHz
4G 天线	TDD-LTE, 2320-2370,2570-2620MHz; FDD-LTE 频段规划尚未明确

图6 定向天线与全向天线

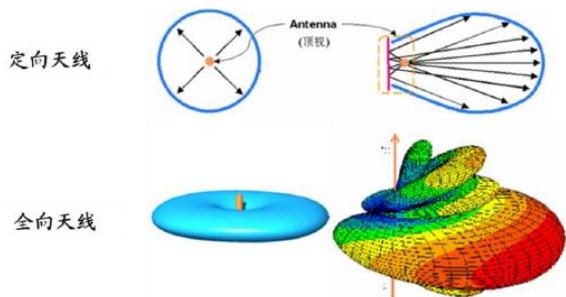


图7 基站天线常用极化方式

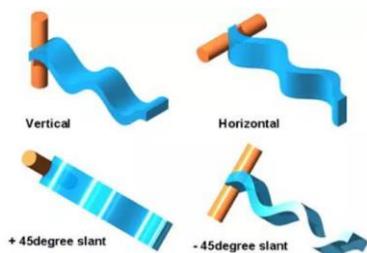
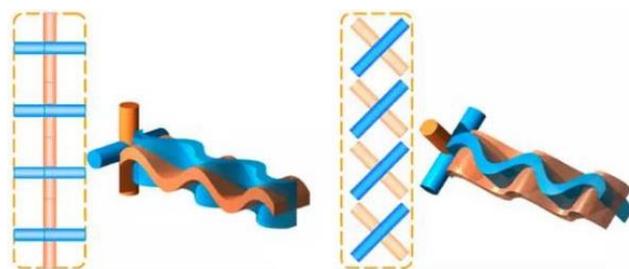


图8 双极化基站天线示意图



天线类别

1. **按频段类别**：划分为WCDMA、CDMA2000、TD-SCDMA天线、FDD-LTE、TDD-LTE天线以及包含上述多个制式的多频多端口天线。

2. **按电磁波辐射类别**，主要有定向天线和全向天线：

- a. **定向天线**通过金属反射板，使天线在水平面的辐射具备了方向性，适用于扇形小区；
- b. **全向天线**在同一水平面上辐射强度是相等的，适用于全向小区。

3. **按磁化方向类别**：

- a. 按照极化方向划分，主要有水平极化、垂直极化、垂直/水平极化、 ± 45 度正交极化。
- b. 另外也分**双极化和单极化**。单极化天线多采用垂直线极化，双极化天线多采用 ± 45 度双线极化。双极化天线是由极化彼此正交的两根天线封装在同一天线罩中组成的，采用**双线极化天线**可以大大减少天线数目，减少天线占地空间，降低成本。

图11 基站示意图

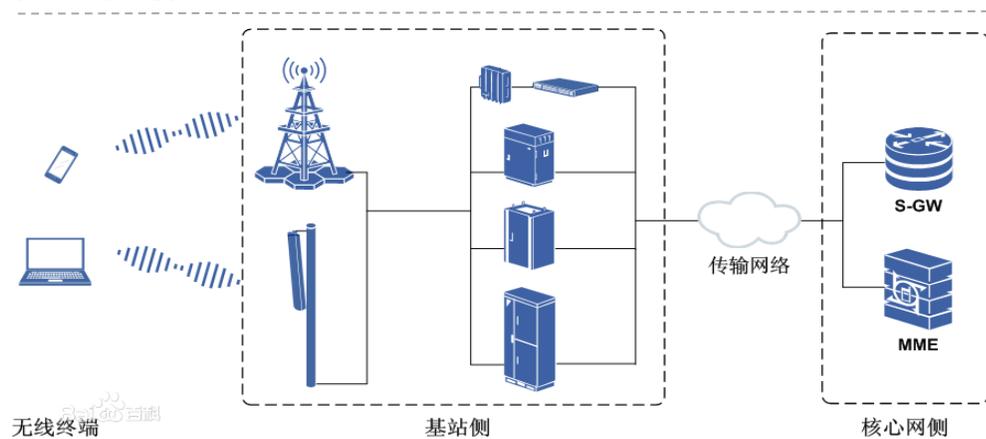


图12 基站家族成员



工作原理

- 基站的主要功能就是提供无线覆盖，即实现有线通信网络与无线终端之间的无线信号传输。

1. 前向信号传输流程：

- 核心网侧的控制信令、语音呼叫或数据业务信息通过传输网络发送到基站（在2G、3G网络中，信号先传送到基站控制器，再传送到基站）。
- 信号在基站侧经过基带和射频处理，然后通过射频馈线送到天线上进行发射。
- 终端通过无线信道接收天线所发射的无线电波，然后解调出属于自己的信号。

2. 反向信号传输流程，与前向流程方向相反，但原理相似。

图9 基站示意图

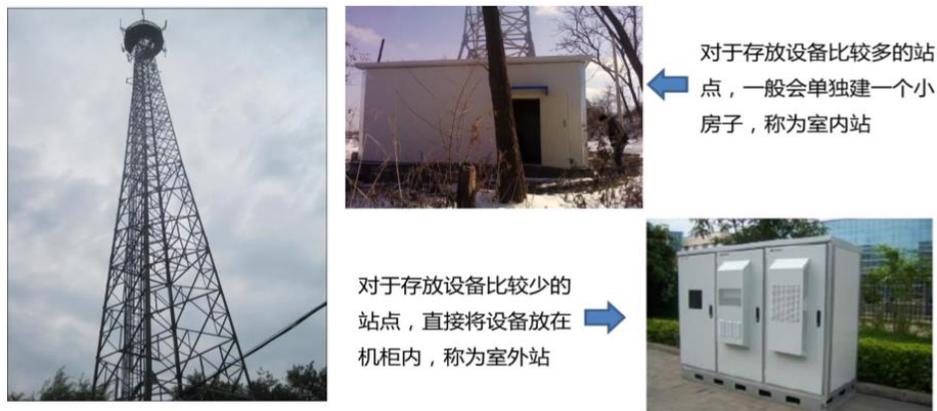
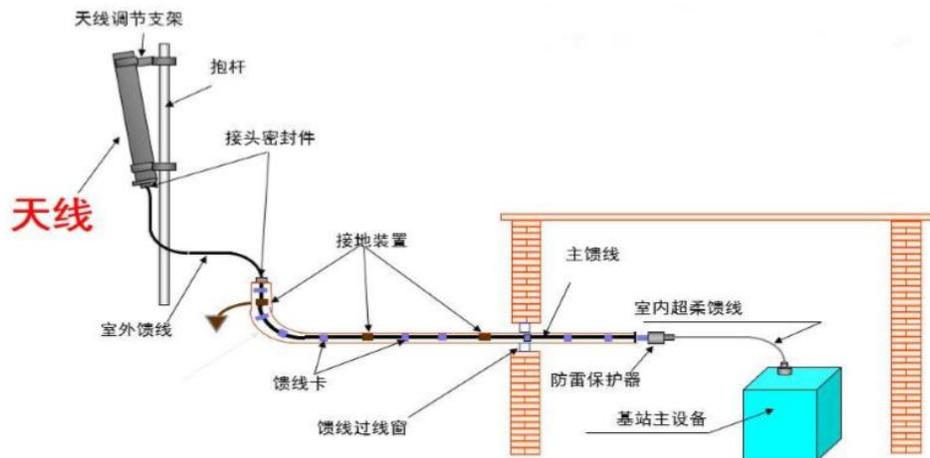


图10 基站的天馈系统示意图



资料来源：摩尔精英、华辰资本整理

基站系统结构

- 经典的基站分为两个部分，铁塔和机房：

1. 铁塔，实现把天线架设在高达几十米到上百米的高度。

- 无线设备 (4G)：**天线、RRU（射频处理单元：包含功率放大器、滤波器等射频元器件）。
- 配套设备：**馈线和电源线。

2. 机房，实现BBU（基带处理单元）、IPRAN、电源、空调等设备的室内运行环境。

- 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。基站天线性能的好坏，直接影响到移动通信的质量。

图13 小基站系统架构图

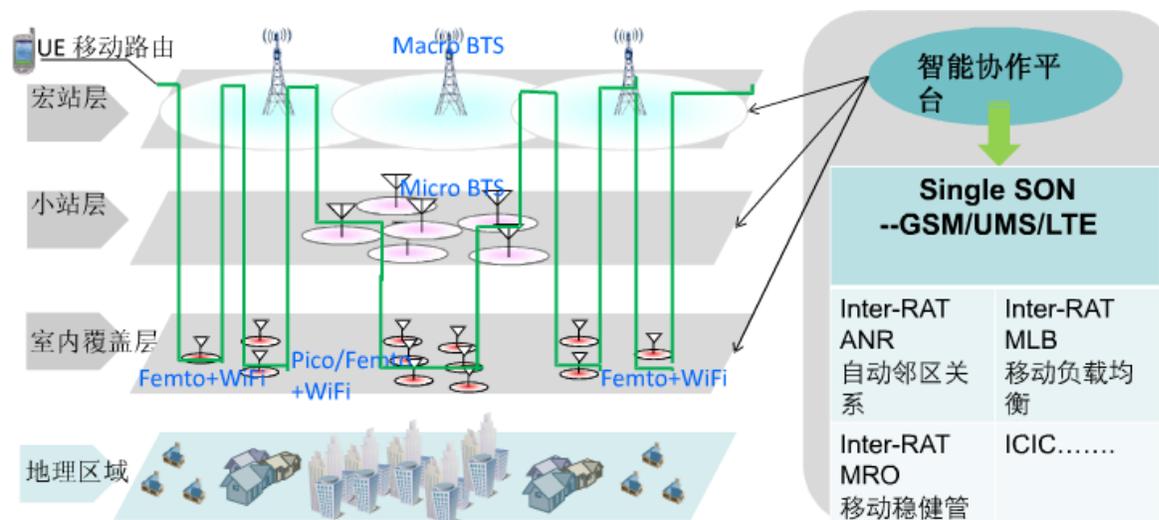


图14 5G时代基站类型

类型	单载波发射功率	覆盖能力（理论半径）
宏基站	12.6W 以上	200m 以上
微基站	500Mw 至 12.6W	50 至 200m
皮基站	100mW 至 500mW	20 至 50m
飞基站	100mW 以下	10 至 20m

超密集组网：提升空间复用度

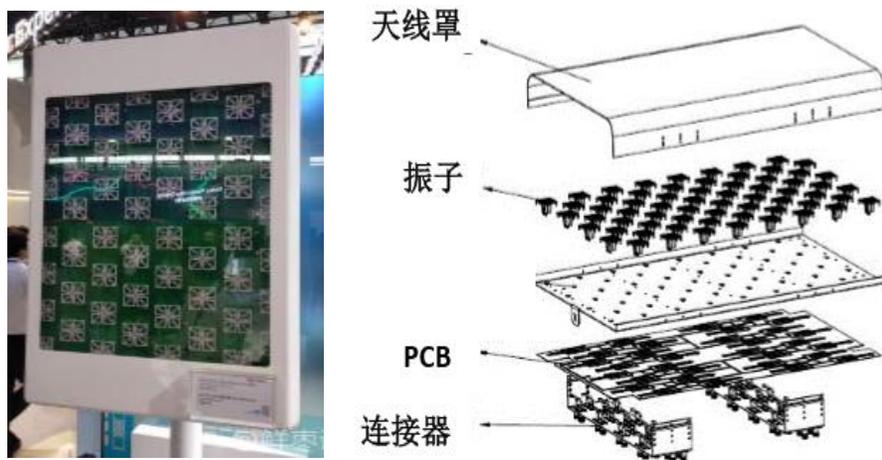
- 超密集组网：**通过更加“密集化”的无线网络基础设施部署，可获得更高的频率复用效率，从而在局部热点区域实现百倍量级的系统容量提升。
- 应用场景：**办公室、密集住宅、密集街区、校园、大型集会、体育场、地铁、公寓等等。
- 基站类型：**基站按照覆盖半径和发射功率可以分为宏基站、微基站、皮基站和飞基站。

资料来源：网络材料、华辰资本整理

图15 天线结构图



图16 5G天线拆解示意图（无源部分）



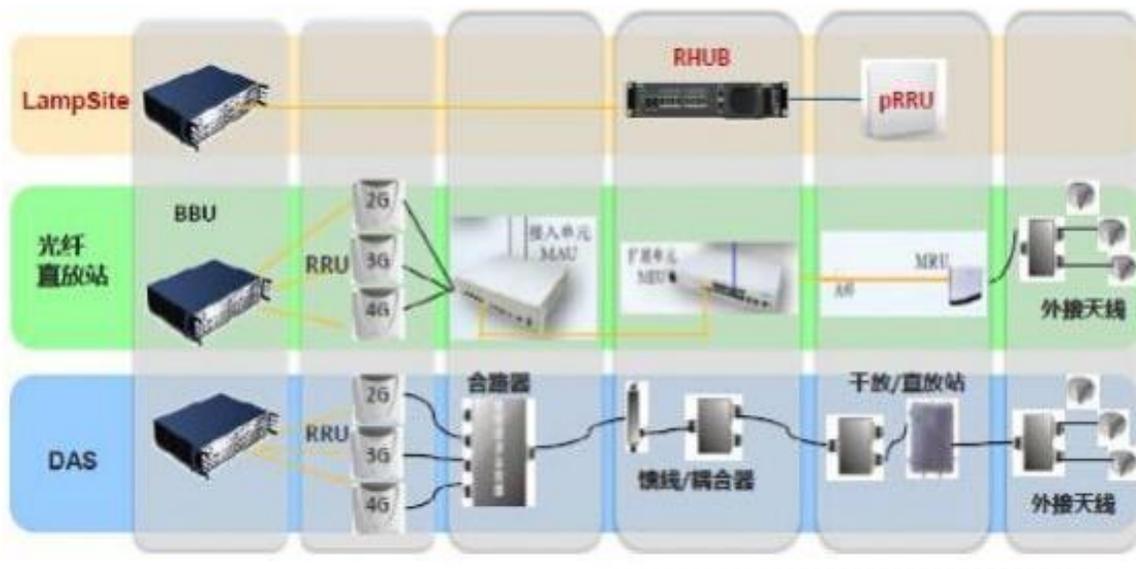
产业链特征

■ 天线是用来接收和辐射无线电波的装置，主要由以下部分组成：

- 辐射单元（振子）
- 反射板（底板）
- 功率分配网络（馈电网络）
- 封装防护（天线罩）

- 5G天线特征：**5G未来主要使用2.6GHZ、3.5GHZ等相对于4G更高的频段。**频率更高，对应的波长越短，单个振子和滤波器可以做的更小。**5G的EMBB场景需要更大的带宽支撑。采用大规模天线技术会需要更多的通道数，零部件更多，集成化程度更高；例如振子、功放、滤波器等都会集成在PCB上相互连接。
- 天线产业链情况：**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。运营商可直接采购也可通过设备商打包采购通信设备系统，其资本开支往往决定产业的发展进度（公开招标）。

图17 5G多频一体化小基站与传统覆盖方案比较



资料来源：网络资料、华辰资本整理

一体化小基站技术：将成为室内和网优的主流技术

随着高频的引入，“室外覆盖室内”的传统方式将面临更多挑战，一体化小基站将成为室分和网优的主流技术：

1. 传统覆盖方案：传统的室内分布系统方案（DAS）采用采用BBU+RRU多通道方案，RRU和BBU之间需要用光纤连接。一个BBU可以支持多个RRU，可以很好地解决大型场馆的室内覆盖。

2. 5G多频一体化小基站覆盖：

- a. **模式：**从5G的建设需求来看，会采取“宏站+小站”组网覆盖的模式，并且后4G时期，小基站将会成为室分和网优的主流技术。
- b. **结构：**一体化室内小基站整个系统分为三部分：BBU、rHub、pRRU。
- c. **优势：**1) 结构简单，系统不存在监控盲区；2) 扩容方便，小区可远程分裂；3) 支持网络演进；4) 室内外协同自动化。

图18 MIMO与传统扇区天线在高层建筑的覆盖情景对比

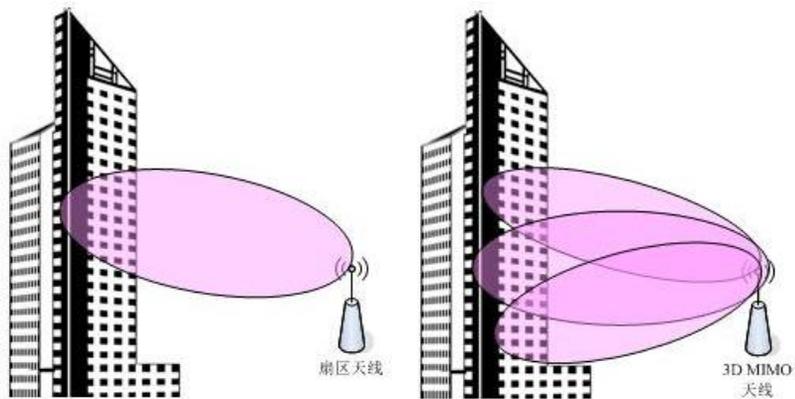
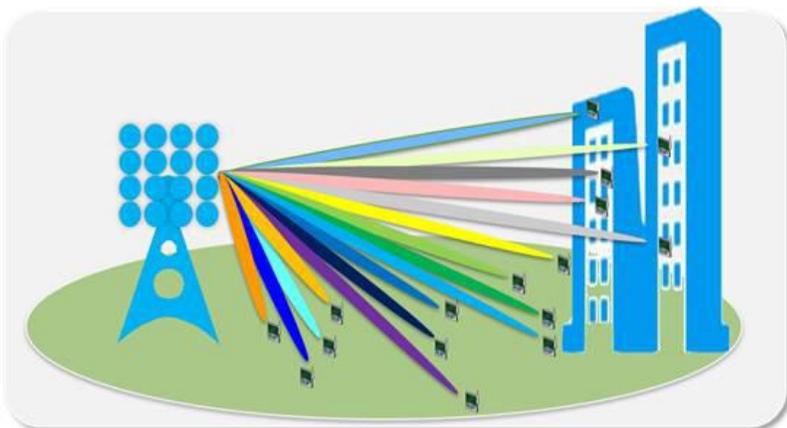


图19 MIMO空分复用



大规模天线技术 (MassiveMIMO) : 有效提升频谱效率

- **MassiveMIMO定义:** 大规模多天线技术 (MassiveMIMO) 是基于多用户波束成形以及空分复用的原理。基站端拥有多根天线, 可以自动调节各个天线发射信号的相位, 使其在手机接收点形成电磁波的叠加, 效果就如同完成了基站端虚拟天线方向图的构造。
- **MassiveMIMO优势:**
 - 提升信号集中度:** 发射能量可以汇集到用户所在位置, 而不向其他方向扩散, 并且基站可以通过监测用户的信号, 对其进行实时跟踪。
 - 增加网络容量:** 利用空分复用使空间信号隔离, 在同一频率资源上同时传输多路信号, 大大增加网络容量。
 - 降低综合成本:** 取消了物理馈线端口、单天线功率降低, 让部署和维护成本都大大降低。

图20 5G毫米波通信网络架构及平台

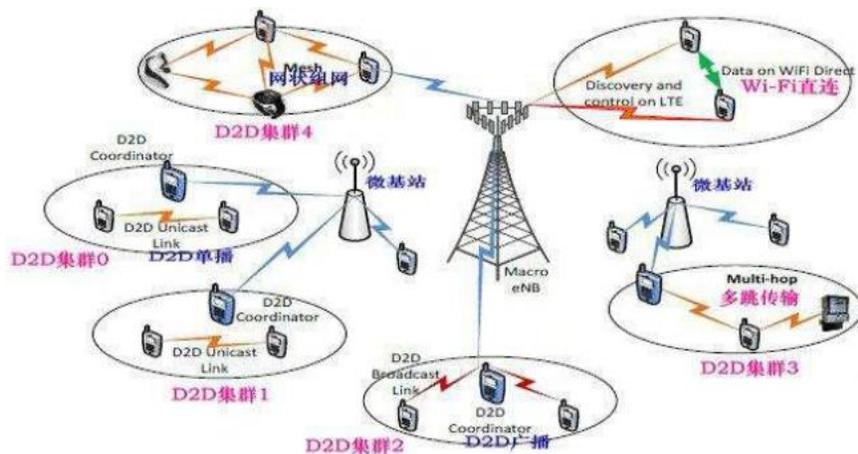


图21 高通5G毫米波演示系统中的基站天线设备



资料来源: 网络资料、华辰资本整理

毫米波技术：5G天线发展的另一种技术趋势

毫米波的理论和技术分别是微波向高频的延伸和光波向低频的发展。目前处在毫米波频段上（3GHz~60GHz）的资源尚未被充分开发利用，因此5G将在毫米波频段开展技术研究。随着基站天线规模的增加，要求在有限的空间内部署更多天线而且通信的波长不能太长。

- 优势：**毫米波阵列天线相较于低频段的阵列天线具备体积小、重量轻、宽带化、固态化和集成化等特点。
- 壁垒：**用于民用移动通信还需要考虑规模化量产和低成本等一系列问题，具备很高的技术难度和壁垒。
- 特征：**5G毫米波基站阵列天线的设计制造难度大幅提升，由于基站阵列天线与雷达的工作原理、电路设计等相似，雷达厂商对毫米波技术积累最容易转化。

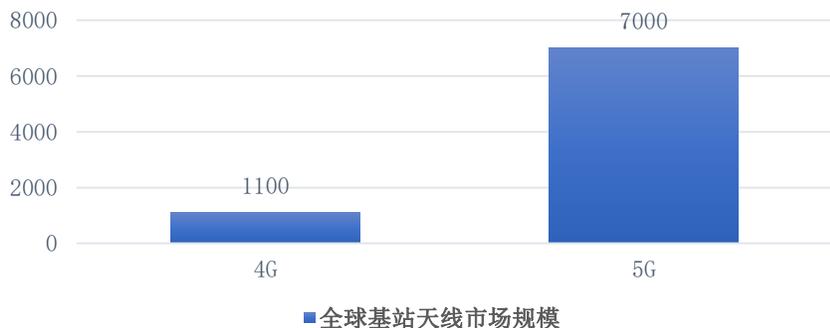
二、市场分析



图22 海外天线市场规模 (单位: 百万美元)



图23 全球基站天线市场规模 (单位: 亿元人民币)

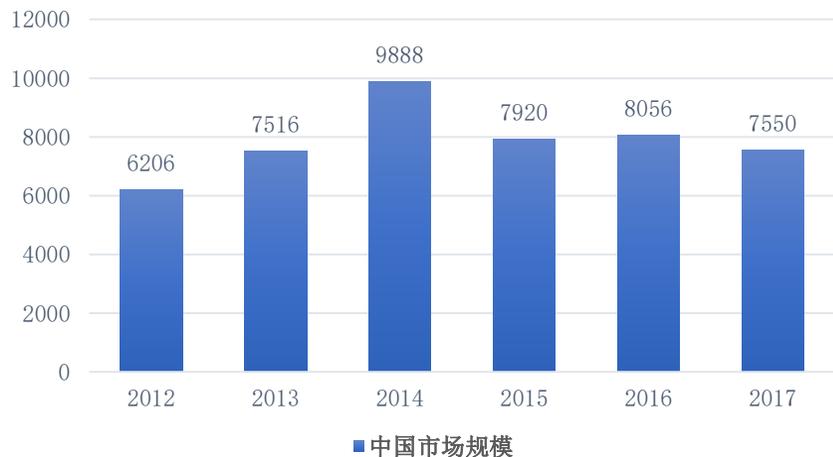


全球市场规模

- 4G时代:** 14~17年的国内4G建设高峰期, 总天线市场规模约320亿, 对应新建的320万左右的4G基站, 约一个基站的天线价值量在1万左右 (3副天线)。同期海外市场规模约为130亿美元, 对应200万左右4G基站。
 - 5G时代:** 5G基站数将是4G的1.5~2倍。而5G基站天线的单体价值量或是4G的3~4倍, 两项叠加 (暂不考虑单基站天线数量的增加), 5G时期的天线总规模或是4G的4.5~8倍, 对应5000~9000亿人民币的全球市场, 取中间值为7000亿。
- 而发展中国家4G建设方兴未艾, 海外基站天线市场空间广阔。亚太、中东、北非等发展中国家目前处于4G建设期中, 相应需求景气度高。

资料来源: 国信证券研究所、华辰资本整理

图24 中国基站天线市场规模

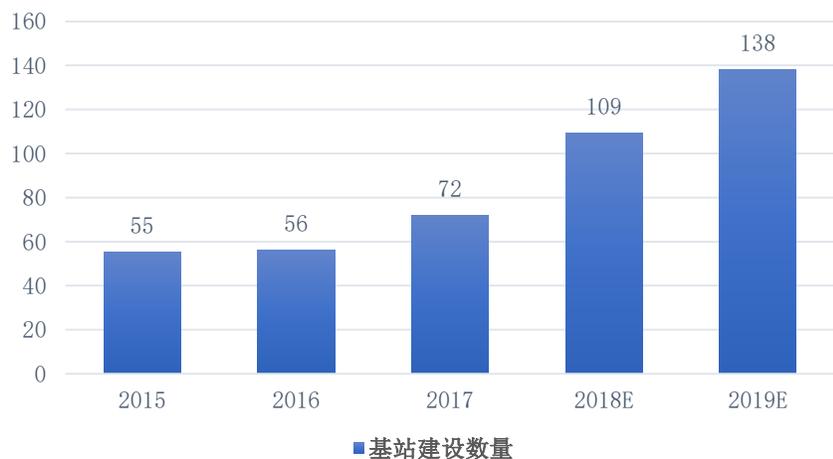


资料来源: EJI Wireless Research、华辰资本整理

中国市场规模

- 基站天线投资比例在整个无线网络中仅占2%左右，但是其对基站通信系统中网络指标的影响超过5成，因此，也一直在通信技术演进的过程中扮演着重要的角色。
- 在移动通信系统升级之际，基础上游的基站天线需求有望倍增，相应市场会快速放大，在4G建设起始的2013-2014年，国内天线市场规模迅速增长，而5G来临之际的2020-2021年，这一增长弹性将进一步放大。
- 5G对毫米波的技术要求，也促进了移动终端和基站端天线的更新换代和数量的增长。
天线向有源方向发展将带动单个天线的价值提升。

图25 中国宏基站建设数量情况 (单位:万座)



资料来源: 国信证券研究所、华辰资本整理

中国基站数量

- 5G宏基站数的翻倍增长及技术演进带来基站天线成倍增长空间。5G关键性能指标十倍的增长需要基站数翻倍增长以支撑。连续覆盖角度来看, 5G的基站数量可能是4G的1.5-2倍。
- 截止2017年底, 我国已搭建了328万座4G宏基站, 按照1.5倍的保守值计算, 5G基站数至少在500万座。
- 大规模天线 (massiveMIMO) 技术放大基站天线需求。未来随着5G落地, MassiveMIMO基站 (128, 256根甚至更多天线) 的大规模应用将促使基站天线数量增长 (排除有源无源的差别后, 单价相对会下降)。

全球基站数量与规模预测

- 建设初期5G天线（振子+PCB+天线罩+结构件+接口等）整体价格约6500元（参考4G价格，相同产品国外价格普遍要高于国内），未来随着5G规模起量，国内外价格有望持续下降。
- 宏站天线规模=宏基站数量 * 3 * 价格（分国内外）。
- 2019年假设全球30万站，预计规模在67.5亿元左右。

表1 全球宏基站天线5G投资测算

	2019E	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
国内基站数（宏站+小站）（万站）	10	100	180	210	190	160	110
国内宏站（万站）	10	70	100	70	40	20	10
全球宏基站数（中国除外）	20	70	100	70	40	20	10
国内宏站天线单价（元/副）（振子+PCB+天线罩+结构件+接口）	6500	5500	5000	4700	4400	4100	3700
国际天线单价（元/副）（振子+PCB+天线罩+结构件+接口）	8000	7000	6500	6500	6000	5500	5000
宏站天线市场规模（亿元）	67.50	262.50	345.00	235.20	124.80	57.60	26.10

图26 全球宏基站天线5G投资规模（无源部分，单位：亿元人民币）



资料来源：国信证券研究所、华辰资本整理

竞争格局

- 基站天线行业竞争激烈，但具有一定研发实力、较大产能规模、具备国际竞争力的与业厂家较少，国内厂商主要有华为、京信通信、通宇通讯、摩比发展等少数几家企业。
- **2017年竞争格局：**根据EJL Wireless Research于2017年发布的报告，全球基站天线市场份额排名靠前的公司依次为华为32%、京信通信13%、康普12%、摩比发展8%、Ace8%、通宇通讯7%、凯仕琳5%等。
- **2014年竞争格局：**根据EJL Wireless Research于2014年发布的报告，市占率靠前的厂商为一级供应商（京信通信、康普、凯仕琳）、华为14%、摩比9%、RFS7%、通宇通讯7%、Ace6%、Amp6%、虹信3%等。

图27 2017年全球基站天线发货量市场份额

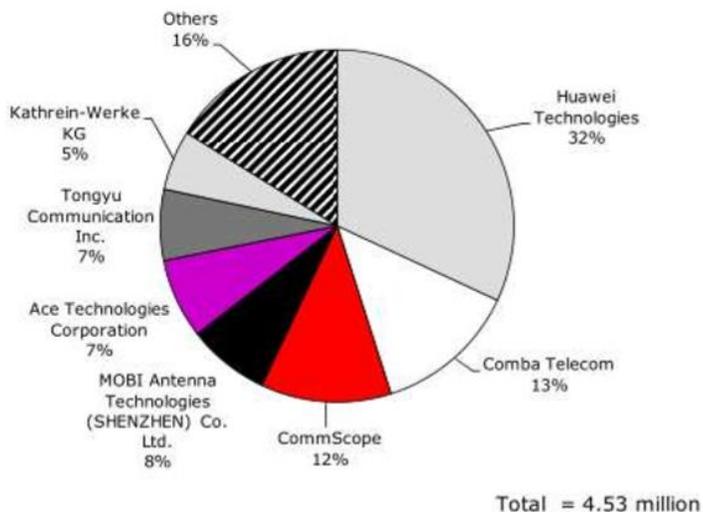
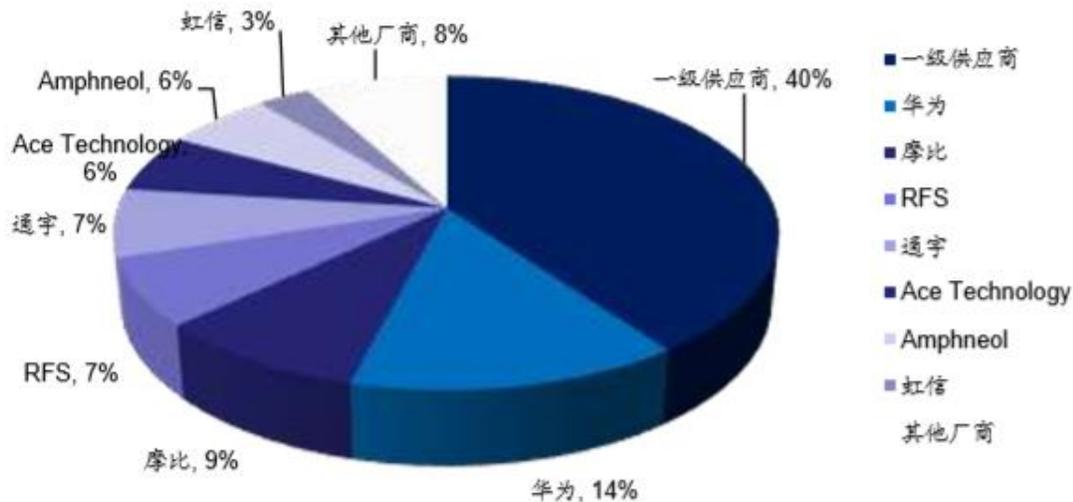


图28 2014年基站天线发货量占比



资料来源：国信证券研究所、华辰资本整理

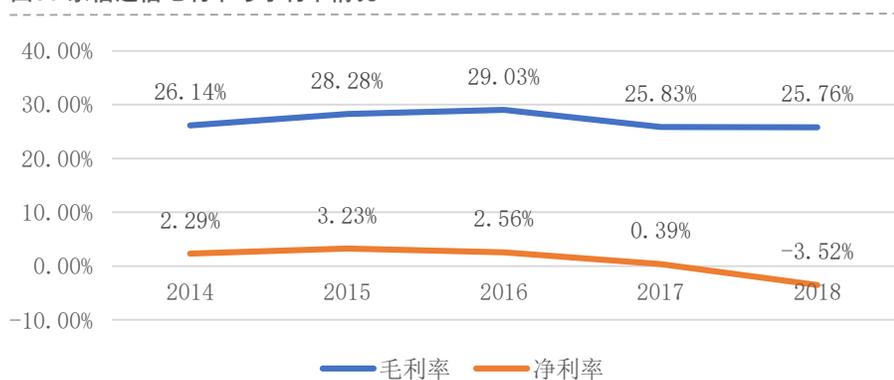
三、企业分析



图29 京信通信财务情况 (单位: 亿元)



图30 京信通信毛利率与净利率情况



京信通信

- 基本情况:** 成立于1997年, 于2003年在香港联交所主板上市。京信通信以13%的全球市场份额排名第二, 仅次于华为, 并从2011年起, 出货量一直保持世界前三。
- 业务体系:** 公司具有较完善的产品线。京信通信专注于无线通信领域内创新发展, 已形成无线优化、无线接入、天线及基站射频子系统、无线传输四大产品线; 以及微波RRU、微波拉远、基站延伸系统MCPA系列等跨产品线的“协同产品”。
- 技术优势:** 公司在小型化技术和智能制造技术引领行业发展, 并积极与大客户开展有源天线和5G天线研发, 取得重大技术突破。公司具备较强的产品整合、集成开发的能力。
- 财务情况:** 公司综合毛利率为25%~30%, 造成净利率低的主要原因在于较高的管理费用率 (17%上下) 和销售费用率 (10%上下) 。

资料来源: 东方财富、华辰资本整理

图31 通宇通讯财务情况 (单位: 亿元)

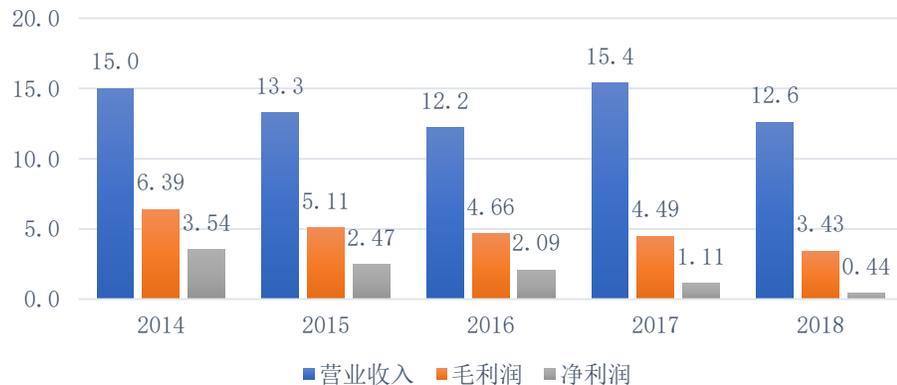
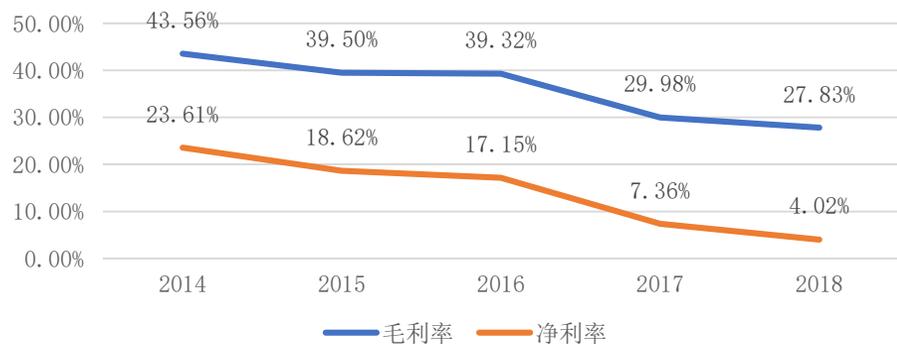


图32 通宇通讯毛利率与净利率情况



通宇通讯

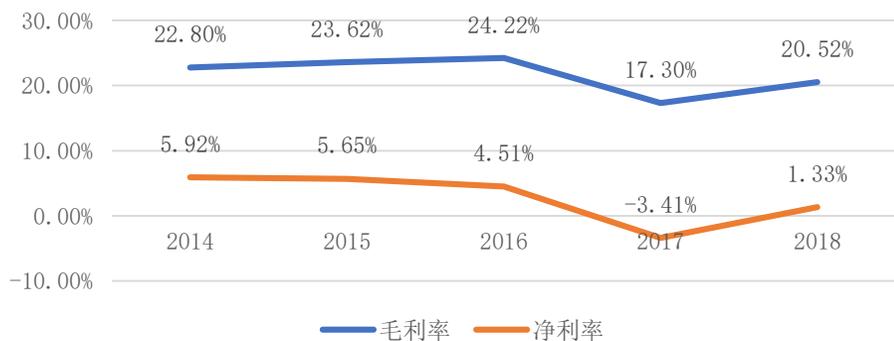
- 基本情况:** 创立于1996年, 于2016年3月在深交所上市。公司将近80%收入来自于天线业务, 2017年由于公司收购了光为, 开始有了光通信业务, 占比为7%。
- 业务体系:** 主要从事通信天线、射频器件以及微波天线产品的研发、生产、销售和服务业务, 致力于为国内外移动通信运营商、设备集成商提供通信天线、射频器件产品及综合解决方案。
- 技术优势:** 公司在3DMassive-MIMO以及产品的小型化上建立一定的技术优势。在微波天线市场, 公司掌握了行业核心技术, 是国内少数同时具备微波天线及射频器件产品独立研发、生产和销售的企业之一。
- 财务情况:** 公司毛利最高的产品为天线产品, 也是行业中较高的毛利。公司持续高研发投入, 为了在2018年推出5G产品。自2015年后, 国内运营商4G建设逐渐下滑, 公司的销售净利率持续下滑。

资料来源: 东方财富、华辰资本整理

图33 摩比发展财务情况 (单位: 亿元)



图34 摩比发展毛利率与净利率情况



摩比发展

- 基本情况:** 成立于1999年8月, 2009年12月在香港主板上市。公司的高管团队出自中兴系, 与中兴通讯关联度较大。摩比发展业务主要以天线系统与基站射频子系统为主, 两个业务各将近占据50%收入。
- 业务体系:** 涉及宏基站天线、美化天线、射频无源和有源产品、馈线及馈线辅件, 同时在小区和室内覆盖拥有完整的解决方案。公司长期专注于移动基站天线设计制造, 在基站天线小型化领域积累了丰富的经验, 拥有小型化辐射单元、移相器、传输网络等相关专利近百项, 并综合以上技术推出了支持CDMA, GSM, WCDMA, TD-SCDMA, LTE等多种网络制式的小型化天线系列、高增益低损耗天线系列、美化天线系列等产品。
- 技术优势:** 公司是中国4G天线和射频子系统产品技术的领导者, 营收保持稳步增长。
- 财务情况:** 公司综合毛利率维持在20%左右。公司2017年业绩与毛利都出现了下滑, 净利润为负, 这是由于行业不景气, 加上公司在研发费用投入持续加大, 为5G的到来做准备。

资料来源: 东方财富、华辰资本整理

总结

研究总结

1. 天线产业链的中游与下游企业格局基本比较稳定
2. 从4G到5G，产业链上游将进行重构，天线行业有了新的发展空间，行业将会出现新的上游供应商
3. 由于5G的进程还没有爆发，导致天线制造商普遍收入下降，未来两年5G到来天线企业利润将会有新的增长点，在此期间天线企业都着重于产品的研发，研发费用都相对支出较高
4. Massive MIMO目前各大厂商还处在小批量供应试样阶段，未来随着成本优化，整体成本和价格均有望下降

投资建议

1. 一级市场投资机会较小
2. 投资机会将集中在二级市场

華辰資本

CELESTIALCAPITAL

专注中国产业结构升级与创新，聚焦新一代信息技术产业发展。

联系人：欧凯

电话/微信：13510900553

邮箱：kai.ou@celestiacapital.com.cn

网址：www.celestiacapital.cn

©2019華辰資本
版权所有。

本刊物所载资料以概要方式呈现，旨在用做一般性指引，不能替代详细研究或做出专业判断。华辰资本概不对任何人士根据本刊物的任何资料采取或不采取行动而引致的损失承担任何责任。阅下应向顾问查询任何具体事宜。