

证券研究报告·行业深度

从 4G+到 5G：小基站，大未来

通信

当前时点，小基站发展正当时

小基站 (small cell) 是一种从产品形态、发射功率、覆盖范围等方面，都相比传统宏站小得多的基站设备，目前市场上对小基站的分类主要有两种分法：1) 按照功率主要分为微基站、皮基站、家庭基站；2) 按照设备形态，主要分为一体化基站和分布式基站，分布式基站通常就指小型 RRU，需要连接 BBU 才能使用。

1) 国外小基站崛起于 3G 时代，于 2008 年开始商用，至 2011 年 6 月小基站规模 (230 万) 超越宏基站 (160 万)，2015 年底数量已达 1330 万台；2) 国内 3G 小基站没有崛起，只有少部分商用，主流电信设备厂商没有参与，主要原因是国内运营商对国际运营商从 3G 到 4G 的追赶压缩了 3G 小基站发展的时间、资源、必要性，也就是说绕过了 3G 小基站的发展；3) 当前时点，小基站发展正当时。目前，4G 广覆盖接近尾声，深度覆盖、网络优化成运营商下一步重点，小基站在此领域有独特优势，未来 5G 高频部站更是不可缺少，因此小基站需求或将迎来快速增长。

短期 4G 室内覆盖拉动小基站市场增长

1) 移动流量变得愈发重要。4G 迎来流量爆发，移动数据业务逐渐成运营商主要收入，运营商纷纷转型流量经营；2) 移动流量的重要性提升室内信号覆盖的迫切性。70%-80% 的移动流量来自于室内，室内信号覆盖掌握流量脉搏；3) 当前室内信号质量差，成用户投诉重点，比重达 80%，室内信号质量直接影响用户体验感知。4) 小基站在室内覆盖有独特优势。室内覆盖技术主要有 WIFI、传统室分系统、小基站系统。而小基站本就因室内覆盖而诞生，相比于 WIFI，它不存在用户并发问题，且支持移动场景切换；相比于传统室分系统，部署灵活、建造简单，网络演进方便，成本低、效率高。未来，小基站或将占据部分室内覆盖市场。5) 市场空间测算。小基站分为家庭级应用市场空间和企业级市场空间。对于国内企业级小基站市场空间约为 68 亿元，这一块市场相对确定；而家庭级小基站市场需要进一步看市场效果反应，如果未来能铺展开来，按对城镇家庭户数的渗透率为 20%-40% 算，市场空间约为 439.2 亿元—878.4 亿元。

长期 5G 移动网络架构重构驱动小基站爆发

1) 从 1G 到 4G，移动网络架构变化的规律是：扩容为驱动力，方式是横向宏蜂窝小区分裂、纵向微蜂窝网络分层；且随着网络的迭代，微蜂窝的重要性逐渐提升；

2) 从 4G 到 5G，小基站超密集组网成为移动网络架构的主流。相比于 3G 到 4G 的微末载频提升，4G 到 5G 有一个 10-40 倍的

维持

增持

武超则

wuchaoze@csc.com.cn

010-85156318

执业证书编号：S1440513090003

于海宁

yuhaining@csc.com.cn

010-85130652

执业证书编号：S1440513090013

发布日期：2017 年 2 月 13 日

市场表现



相关研究报告

- 17.02.03 通信行业：中国电信 NB-IoT 试点在即，Verizon 开启 5G 投资
- 17.01.23 通信行业：军民融合发展委员会设立，运营商参与千亿互联网投资基金
- 17.01.16 通信行业：国企改革持续关注，新一代宽带无线移动通信网重大专项以 5G 为重点

请参阅最后一页的重要声明



大幅度频率提升。而高频对于宏基站而言，覆盖范围太小，使得成本过高，再加上宏基站部署困难，站址资源不容易获取，因此在 5G 网络中，高频段资源将不再使用宏基站，微蜂窝成为主流，形式是以小基站为基本单位，进行超密集组网，即小基站的密集部署。

3) 超密集组网拉动小基站爆发。在超密集组网场景下，小基站间隔缩小到只有 10-20 米（对比宏基站间距至少也要 500 米），进而整个小基站数量规模会有大幅提升，根据小基站对热点宏基站覆盖范围内 20%-50% 的区域计算，测算国内 5G 小基站市场空间约为 658-1644 亿元。

从供给端看，小基站 4G 应用成熟，亟待规模推广；5G 标准商用在即，小基站蓄势待发

小基站 4G 应用成熟，亟待规模推广

1) 设备厂商方案成熟，亟待运营商规模推广。小基站代表厂商如中兴、华为、大唐移动等，都是从 13 年左右发布小基站解决方案，而如今华为、中兴的接近于方案已然应用在全国各地很多实际项目中，如华为的小基站解决方案 LampSite 已成功用于北京首都机场、郑州火车站等，而中兴也在 2016 年迅速启动江苏、内蒙古、福建、湖南、河南等省份的部署，可见国内的小基站应用已然成熟。

2) 运营商试水小基站，规模化推广趋势明显。1、运营商试水小基站。中国移动 4G 小基站侧重于室内应用，试点阶段已经过去，进入大规模推广阶段，2016 年完成了首批一体化皮基站的集采项目；中国联通在小基站方面布局更加深远，其侧重宏蜂窝与微蜂窝的协同组网，显然是为未来 5G 的部署做准备，其推出的 LIGHT-Net 计划分为三个阶段，目前已经进入第三阶段；中国电信则是在四川深度试用，不但部署小基站数量领先国内，并且要基于此提供更多的增值应用，构筑生态系统；2、运营商规模化部署小基站趋势明显。中国移动发布指导意见明确表示要规模推广，而中国联通的 LIGHT-Net 是要构筑囊括宏基站在内的精品网络，电信未来也是要在全国范围内上线 4G+，且中国电信技术创新中心副主任杨峰义也表示未来要发展宏微协同异构网络，希望可以做到十万成片吸热和室内吸热，因此二者未来要在全国范围内规模化部署小基站趋势明显无疑。

3) 当前宏微协同为小基站规模部署的瓶颈，载波聚合为解锁瓶颈的关键技术。1、微蜂窝规模部署，一方面与宏蜂窝存在严重干扰问题，另一方面宏微协同的效果如对系统效率和容量的提升效果不达预期，不值得去规模部署小基站；2、宏微协同组网技术解决上述问题，一方面解决同频干扰，主要技术有干扰协调、多点协作、小区合并；另一方面宏微基站融合，提升系统效率与容量，主要技术有载波聚合技术、双连接技术、异系统合并；3、上述几个技术点中，载波聚合技术为重中之重。它是主要提升宏微组网容量的关键技术，价值重大。从它同时也是 LTE-A 的关键技术就可以看出来。同时，我们也可以推出整个小基站规模会和 4G+ 网络同步起来，连接两者的共同点就是载波聚合技术——即是 LTE-A 的关键技术，要应用于 4G 后期的宏基站之间，同时也要用于宏微基站协调之间。所以可以进一步推测，一旦载波聚合技术成熟，宏基站大量改造，宏微、微微之间协同组网广泛布置，整个 4G+ 网络迅速起来，在这过程中，小基站规模也随之迅速起来。

5G 应用则处于方案遴选阶段

目前，小基站在 5G 方面的应用还处于开发与试验阶段，要想实现大规模商用，尚需时日。1) 标准尝试制定中：1) 2015 年 8 月，4G 美洲与小基站论坛两个组织共同发布信息，召开研讨会等会议，主要有两方面内容，一方面探究小基站技术在 LTE 中的应用，包括行业扩展项目；另一方面是开发和制定 5G 技术与标准；2) 六大方案筛选与确定中，华为的“使小基站成为 5G 网络基石”成当务之急。2015 年 9 月在罗马举办的小基站论坛第 30 届大会上，描绘灵活加速小基站部署的共同计划，提出小基站应用的六大方案及其行业代表，分别是免牌照频谱（由高通和沃达丰负责）；虚拟化计划（思科和中国移动负责）；中立型主机多运营商基站主张（英国网络电话服务提供商 Truphone 和 ip.access 负责）；企业网计划（华为和法国电信 Orange 负责）；Hetnet 主张



(爱立信和 Airhop 负责); 使小基站成为 5G 网络基石的计划 (Jio 和 华为负责)。小基站论坛确定了构建 5G 网络基石的当务之急, 并会考虑 Jio 和 华为构思的使小基站成为 5G 网络基石的计划。

产业链投资机会分析——看好小基站设备厂商、站址资源提供商

小基站设备厂商——中小厂商最先涉足, 主流设备厂商随后跟入

小基站设备厂商领域的竞争格局如下: 中小设备厂商、主流电信设备厂商、ODM 厂商。1) 中小设备厂商自 3G 时代就进入小基站领域, 具有技术积累优势、客户资源优势、品牌优势等; 2) 主设备厂商来势汹涌, 后发力强劲。进入到 4G 以来, 小基站市场受到关注, 被视为未来的主流, 主流电信设备厂商也开始纷纷跟进, 主要包括阿朗、爱立信、华为、NEC、诺西、中兴等。其优势是: 高层客户关系好、公司整体品牌好, 通过多产品组合策略性补贴抢占小基站市场、资金雄厚; 劣势是: 与中基层客户关系较薄弱, 运营商主观不愿意主设备厂商垄断全网设备; 3) ODM 厂商也想分一杯羹。ODM 厂商主要包括阿尔法、亚旭、广达、富士康、盟创科技等。其优势是: 有一定技术能力, 在生产和成本控制上有经验和优势, 和家庭消费电子类似的经验, 特别适合家庭级小基站的研发和生产; 劣势是: 没有品牌、缺乏小基站核心技术能力, 尤其是无线方面。

我们认为, ODM 厂商无技术与市场优势, 而主流电信设备厂商来势凶猛, 但是它不可能全部垄断, 中小设备厂商未来依然会占据一定比例的市场份额, 从而带来投资机会。主要理由如下: 1) 中小设备厂商技术做得早, 技术积累深厚, 行业经验丰富, 成本控制方面更有经验, 打起价格战也更有优势; 2) 运营商从主观上也不太愿意让主流电信设备商垄断网络设备。

“众包小蜂窝”商业模式创新拉动站址资源提供商发展

小蜂窝部署痛点: 经常会遭遇站点和传输获取困难、收益模式单一等难题, 严重影响了运营商的网络建设热情。华为创新地提出了众包小蜂窝(Crowd-sourcing Small Cell)方案, 即通过将运营商、商场、企业、电信设备商、互联网企业和开发者一起“众包”, 不仅解决了站址问题, 更从最初的单一建设到最终的灵活运营, 突破了小蜂窝原本的概念和范畴, 探索出一种新的商业合作模式。目前, 华为众包小蜂窝解决方案包含站址众包、交付众包和业务众包。

目前, 这种模式在海外已经得到推广。加拿大运营商 TELUS 与电力企业置换股份, 将小基站成批量地安装在后者拥有的电线杆等基础设施上; 沃达丰则与荷兰一家拥有公交站广告发放权的公司合作, 利用公交站的空 间安装 Small Cell, 广告公司不仅能获得租金, 还能借助运营商的大数据能力, 发布动态、精准定位的广告。而在国内, 该模式刚刚起步。

众包模式的出现与推广, 将为小基站提供丰富多样的站址资源。就小基站的部署而言, 可以将这类企业称之为站址资源提供商。而小基站产业的爆发, 无疑会拉动站址资源提供商的发展与盈利增长。

行业相关标的

小基站设备提供商包括: 邦讯技术、三元达、京信通信、超讯通信、中兴通讯; 站址资源提供商包括: 深桑达 A、飞乐音响。



目录

一、当前时点，我们为什么研究小基站？	7
1.1 小基站定义、特征、产品分类	7
1.2 小基站解决什么问题？——解决宏基站的难题	7
1.3 当前节点，我们为什么研究小基站？	9
二、需求端：4G 深度覆盖拉动小基站市场增长，5G 网络架构重构驱动小基站爆发	13
2.1 4G 时代，深度覆盖拉动小基站市场增长	13
2.1.1 4G 以来流量爆发，流量逐步成为运营商收入主体	13
2.1.2 移动流量主要来自于室内场所，室内信号覆盖不足拉动市场的需求	14
2.1.3 小基站优势明显，室内覆盖拉动小基站市场快速发展	18
2.2 5G 时代，移动网络架构重构驱动小基站爆发	22
2.2.1 从 1G 到 4G 的移动网络架构演变分析——扩容是主要驱动力，方式是横向宏蜂窝小区分裂，纵向微蜂窝网络分层	23
2.2.2 从 4G 到 5G，移动网络架构该如何演变？——超密集组网驱动小基站爆发	26
三、供给端：4G 应用方案成熟，步入推广阶段，5G 应用尚需时日	28
3.1 4G 应用方案成熟，步入推广阶段	29
3.1.1 设备厂商：4G 小基站产品及解决方案成熟，亟待运营商规模推广	29
3.1.2 运营商：试水小基站，规模化推广趋势明显	29
3.1.3 当前宏微协同为小基站规模部署的瓶颈，载波聚合为解锁瓶颈的关键技术	31
3.2 5G 应用尚处于方案遴选阶段	31
四、小基站产业链投资机会分析——看好小基站设备厂商、站址资源提供商	32
4.1 小基站设备厂商——中小厂商最先涉足，主流设备厂商随后跟入	33
4.2 “众包小蜂窝”商业模式创新拉动站址资源提供商发展	34
五、行业相关标的	35
5.1 小基站设备提供商	35
邦讯技术	35
三元达	35
京信通信	35
超讯通信	36
中兴通讯	36
5.2 站址资源提供商	36
深桑达 A	36
飞乐音响	36



图目录

图 1: 覆盖不足占用户对运营商投诉比重高达 80%	8
图 2: 宏基站建设流程及痛点	8
图 3: 国内 3G 规模用户迅速被 4G 用户代替 (万户)	11
图 4: 国内移动流量及智能手机移动数据流量 (TB/月)	14
图 5: 中国移动收入结构变化	14
图 6: 中国电信流量经营生态系统示意图	14
图 7: 语音业务流量在室内外场所分布	15
图 8: 数据业务流量在室内外场所分布	15
图 9: 国内商用 WIFI 热点数量增长情况 (万个)	15
图 10: 商业 WIFI 的主要场所是室内	15
图 11: 北京首都机场完成室内覆盖系统改造后流量增长	16
图 12: 海拉尔机场完成室内覆盖系统改造后的流量增长(M)	16
图 13: 室外信号传播至室内, 信号质量下降示意图	17
图 14: 三大运营商每年新建 4G 基站数量逐渐减少 (万)	18
图 15: WIFI 工作结构图	18
图 16: WIFI 吞吐量随用户数量的变化情况	19
图 17: WIFI 用户并发问题追根溯源	19
图 18: 传统 DAS 系统结构图	20
图 19: 传统 DAS 网络演进麻烦	20
图 20: 华为 LampSite 结构示意图	21
图 21: LampSite 系统后台软件配置小区分裂扩容	21
图 22: 蜂窝结构实现频率复用的原理图	23
图 23: 蜂窝结构示意图	23
图 24: 小区分裂示意图	24
图 25: 宏微蜂窝两层组网的示意图	25
图 26: 小基站超密集组网示意图	27

表目录

表 1: 按功率分类	7
表 2: 按设备形态分类小基站	7
表 3: 小基站与宏基站对比	9
表 4: 美国运营商应用小基站情况	10
表 5: 国内外运营商 3G、4G 网络建立时间对比	10
表 6: 美国运营商 4G 小基站部署情况	11
表 7: 国内运营商在小基站领域的动作	13
表 8: 信号损耗情况	16
表 9: 三大运营商 4G 广覆盖建设逐渐完善	17

请参阅最后一页的重要声明



表 10: 802.11 系列标准	19
表 11: LampSite 系统与传统 DAS 系统优劣对比	21
表 12: WIFI 与小基站优劣对比.....	22
表 13: 5G 主要场景与关键性能挑战.....	26
表 14: 3G/4G/5G 的频段比较	26
表 15: 超密集网络核心性能指标	27
表 16: 5G 小基站市场规模测算	28
表 17: 中国联通 LIGHT-Net 未来研究计划.....	30
表 18: 宏微融合主要技术工作原理介绍	31
表 19: 小基站芯片厂商介绍	33
表 20: 2015 年中国移动集采一体化小基站中标候选人.....	33



一、当前时点，我们为什么研究小基站？

1.1 小基站定义、特征、产品分类

小基站（small cell）是一种从产品形态、发射功率、覆盖范围等方面，都相比传统宏基站小得多的基站设备，同时也可以看作是低功率的，既可使用许可频率、也可融合 WIFI 使用非许可频率接入技术的无线接入点，功率一般在 50mw-5w，覆盖范围在 10-200 米。

小基站的特征是：小型化、低发射功率、可控性好、智能化和组网灵活。1) 小型化方面，从普遍质量上看，在 2-10kg 之间；2) 发射功率来看，一般在 50mW—5W 之间；3) 组网方式来看，支持包括 DSL/光纤/WLAN 及蜂窝技术在内的多种技术的回传；4) 智能化方面，还具备自动邻区识别、自配置等 SON 功能。

目前市场上对小基站的分类主要有两种分法：1) 按照功率（覆盖范围与功率成正相关），主要分为微基站、皮基站、家庭基站这几种，不同功率大小对应不同覆盖范围；2) 按照设备形态，主要分为一体化基站和分布式基站，这里面的主要区别是，通常情况下，一体化基站包括三部分：基带处理单元（BBU）+射频处理单元（RRU）+天馈系统，而分布式基站通常就指小型 RRU，需要连接 BBU 才能使用。

表 1：按功率分类

基站形态	功率	覆盖范围	应用场景
微基站（microcell）	500mw-12.6w	50-200 米	用于受限于占地无法部署宏基站的市区获农村
皮基站（picocell）	100mw-500mw	20-50 米	室内公共场所如机场、火车站、购物中心等
家庭基站（femtocell）	100mw 以下	10-20 米以内	家庭和企业环境中

资料来源：公开信息整理，中信建投证券研究发展部

表 2：按设备形态分类小基站

设备形态	设备特点	产品分类
一体化小基站	含有基带、射频单元、天馈系统，可直接连接核心网	瓦级基站、毫瓦级基站
微 RRU	为 RRU 仅含有射频单元，需要与 BBU 相连才能实现基站功能，不能直接连接核心网	瓦级 RRU、毫瓦级 RRU：通过一个集中控制单元+多个小天线单元，实现 RRU 信源+分布系统的功能；集中控制单元与 BBU 相连

资料来源：《中国电信 4G 无线网小基站规划指导意见》，中信建投证券研究发展部

1.2 小基站解决什么问题？——解决宏基站的难题

宏基站的难题。1) 宏基站信号存在弱覆盖或者盲点区域，无信号或质量差，不能满足正常需求。宏基站一般位于楼顶和铁塔等高处，但常常受到建筑物、树木的影响，覆盖效果不均匀，且随着信号频率的提升，移动 4G 乃至未来的 5G 信号穿透能力更弱，使得信号通过建筑物后衰减的厉害，从而造成大量弱覆盖区域、盲点，这些地方要么无信号，要么信号质量差，无法满足用户正常需求；从用户对国内某运营商的投诉调查来看，无信号和信号质量差占投诉的比重高达 80%，说明解决弱覆盖、覆盖盲点，保证建筑密集区的信号质量为运营商

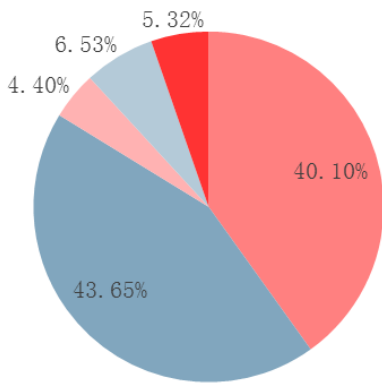
请参阅最后一页的重要声明



首要、主要的问题。2) **热点区域容量不足**。流量需求本身就存在不均衡性，这是由人的活动分布不均衡造成的。在热点区域，如球场、商场、飞机场、酒店等人群密集、流量需求远高于普通地域的区域，哪怕不存在信号衰减问题，覆盖此区域的宏基站也很难提供足够的流量满足需求。3) **然而很难通过密集部署宏基站的方式去解决上述问题**。主要原因为：宏基站站址选择需要考虑基站的物理位置、基站的机房要求、基站的天面要求，建站选址困难，物业协调建网成本高，面临传统设备安装位置受限、敷设传输困难、天面资源紧张等难题，导致站址资源有限且珍贵，尤其是在人群密集区，更是难以获取站址。

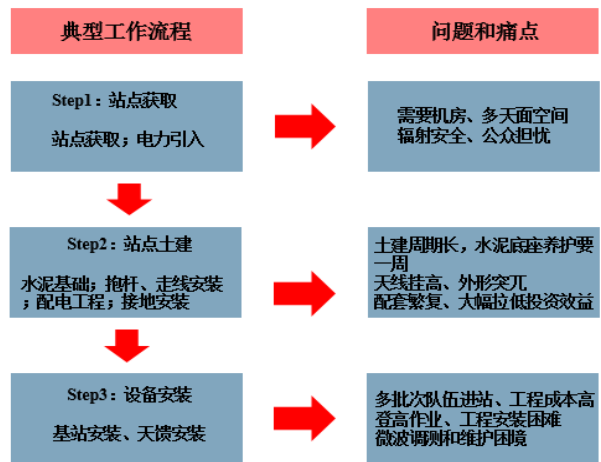
图 1：覆盖不足占用户对运营商投诉比重高达 80%

■ 无信号 ■ 信号差 ■ 有信号呼叫不成功 ■ 语音质量 ■ 其他



资料来源：华为，中信建投证券研究发展部

图 2：宏基站建设流程及痛点



资料来源：公开资料收集，中信建投证券研究发展部

小基站解决宏基站的难题。小基站体积小，部署灵活，不用局限于宏基站的站址问题，可以灵活的部署在人群建筑密集的地方，可以有针对性的补充宏基站信号弱覆盖区域、覆盖盲点，保证信号质量；在热点区域，小基站由于功率小，可以在更小的范围内实行频率复用，提升容量，帮助宏基站分流。



表 3：小基站与宏基站对比

	小基站	传统宏站
覆盖半径	数十~百米	数百米~数公里
用户容量 (LTE 为例)	一般小于 100	一般大于 400
小区类型	一般 1 个全向小区	1 个全向小区或 3 个扇区
安装环境	无机房环境，零占地	机房+铁塔/抱杆
功耗	几十瓦	几百~几千瓦
供电/备电	AC 市电，无备电或 UPS	DC-48V，电池组或油机
传输	IP 化灵活回传，可使用公网	光纤、PTN 专网
安装维护	用户安装/运营商简单安装	运营商专业人员施工安装
网规网优	SON+弱规划/优化辅助	强规划/优化+SON 辅助
设备/建设成本 (RMB)	设备：几百~几万 建设：几乎无成本	设备：几万~几十万 机房配套：几十~几百万

资料来源：公开信息整理，中信建投证券研究发展部

1.3 当前节点，我们为什么研究小基站？

首先梳理小基站的发展脉络，了解小基站的前世今生。

小基站 (Small Cell) 脱胎于家庭基站 (Femtocell)。而家庭基站诞生的原因与背景如下：随着 2G 向 3G 的过渡，1) 一方面，信号载波频率由原来的 900Mhz (主要指 GSM900) 提升到 2Ghz，载频的大幅提升，造成空间损耗、建筑损耗也大幅提升 (损耗与载波频率呈正相关关系)，使得室外基站原本可以覆盖到的很多室内区域成为盲区，同时由于 3G 采用的 CDMA 所特有的呼吸效应 (即随着业务量的增多，单个基站的覆盖范围会缩小) 也会导致室内服务质量下降；2) 另一方面，无论是语音、还是移动数据业务，70%-80% 都发生在室内，室内应用成为用户感知的关键指标；3) 为了解决室内信号质量问题，同时兼顾到成本、部署难度 (如宏基站、传统室分系统部署麻烦)，家庭基站应运而生。

小基站应用范围愈加宽广，产品系列得到丰富。家庭基站诞生后，广受运营商关注，设备制造商纷纷抓紧开发家庭基站产品，但当时市场缺乏统一、标准的解决方案。为了避免不同设备制造商非标准的解决方案造成市场分裂，3GPP 于 2007 年 3 月开始进行家庭基站标准制定工作。随着标准的制定与家庭基站商用部署的推进，家庭基站逐渐从家庭应用走上企业、城域热点、农村基站等应用场景，家庭基站也渐渐开始演进出功率更大、覆盖范围更广的微基站、皮基站等，发展到现在，就将一系列的基站统称为小基站。

追溯完小基站的起源，我们进一步梳理小基站自诞生以来其市场的发展情况。先分析国外，再分析国内。

从国外来看，小基站市场自 3G 中崛起，快速增长，全面超越宏基站。小基站自 2007 年 9 月在美国商用，自 2009 年起，英国、西班牙、卡塔尔、意大利等多个国家推出相关业务，至 2011 年 6 月，全球 3G 小基站数量 (230 万) 就已经超过 3G 宏基站数量 (160 万)，2012 年底，全球小基站部署数量累积近 640 万台，其中美国 Sprint 建设 90 万台、AT&T 建设 60 万台，日本软银建设超过 12 万台。根据小基站论坛统计数据，截止 2015 年全球小基站出货量达到 1330 万台，2015 年小基站收入达到 10 亿美元。



表 4：美国运营商应用小基站情况

美国运营商	应用情况
Sprint	2007 年开始在美国局部部署，2008 年在全美部署；至 2011.3，发货 25 万台；至 2012.5，发货超过 60 万台； 一代产品由三星研发，CDMA 1xRTT，支持 3 个并发用户，用于家庭市场，解决覆盖问题； 二代产品由 Airvana 制造，3G 数据业务，6G 并发用户，用于家庭或小型企业 2011.11，发布企业级产品 Airave Pro，由 UbeeAirWalk 提供，支持 29 个语音用户/32 数据用户；
AT&T	2009.9 开始在 8 个城市商用 WCDMA Femtocell； 2010.6 开始在全美商用，由 Cisco 和 ip.access 提供解决方案； 截止 2013Q1，估计共部署接近 100 万台，以家庭级为主

资料来源：公开信息整理，中信建投证券研究发展部

从国内来看，小基站在 3G 中并没有如国外一般得到规模发展，我们认为主要原因是：从 3G 到 4G，中国运营商对国外运营商的快速追赶，压缩了国内 3G 小基站发展的资源、时间、必要性。

1) 国外运营商包括日本、韩国、美国、英国、瑞典等，普遍从 2000—2003 年期间开通 3G 业务，截止到 2008 年，3G 用户具备一定规模，运营商开始重视深度覆盖（2008 年，3G 用户渗透率，除了日本在 80% 左右外，其余国家普遍在 30% 左右），随后直到 2010-2012 年国外运营商才开始进行 4G 网络建设。从 08 年 3G 用户具备一定规模、小基站开始商用到 4G 网络开始建设，中间相隔 2-4 年的时间，为 3G 网络的优化，也即 3G 小基站的标准的制定、技术的成熟、商用部署的推广空出资源、时间、必要性；而对比国内来看，中国 3G 网络的建设时间是 2009 年，落后于国外 6-9 年，而建立 4G 的时间是 2013 年底，落后于国外 2-4 年，直至今日，整个 4G 网络的发展已然站到了国际运营商的最前列，在这个快速追赶的过程中，国内 3G 小基站的发展被绕过去了。换言之，国内在建设完 3G 后，又马不停蹄的建立 4G，一方面运营商将主要精力放在宏网升级上（运营商在室内覆盖上的投资不足 10%，而小基站主要用于室内覆盖），另一方面 3G 用户存在的时间注定不长，转瞬就被 4G 用户所替代，并不值得精细化的去部署小基站，反而不如待 4G 宏网广覆盖完成后，再去进行深度覆盖、网络优化。

2) 从小基站的设备商来看，也恰好印证了这一点。国内 3G 小基站的设备商主要是中小设备商，主要是京信通信、博威、飞烽。其中博威一家小基站的出货量就占到了国内 3G 小基站出货量的 60%，而主流的电信设备商，如华为、中兴并没有太过涉足，也侧面反映了国内 3G 小基站的发展确实压缩了。

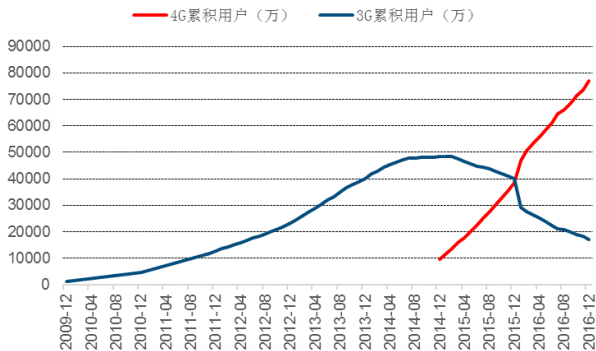
表 5：国内外运营商 3G、4G 网络建立时间对比

国家	3G 建立时间	4G 建立时间	3G 与 4G 间隔时间	2008 年 3G 用户渗透率
日本	2000 年	2010 年底	10 年	80%
韩国	2001 年	2011 年	10 年	35%
英国	2003 年	2012 年	9 年	28%
瑞典	2003 年	2009 年	6 年	28%
美国	2003 年	2010 年	7 年	28%
中国	2009 年	2013 年底	4 年	-----

资料来源：公开信息整理，中信建投证券研究发展部



图 3：国内 3G 规模用户迅速被 4G 用户代替（万户）



资料来源: wind, 中信建投证券研究发展部

梳理完小基站的发展脉络，我们需要进一步分析小基站未来的发展情况。

国外小基站风云再起，从 4G+到 5G 将迎来加速增长。 1) 以美国运营商为例，小基站在 3G 起来一波后热度又开始下降，因为运营商纷纷开始部署 4G，且到 4G 中后期，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），小基站并没有得到规模应用；然而到 2015-2016 年，美国运营商新增频谱接近尾声，纷纷表示将进一步将以小基站、WIFI 等技术来增加网络密度、扩容（Verizon、Sprint 均是在 2015 年报中首次提出）。如前不久 Verizon 表示 2017 年预计投资 175 亿美元。投资将主要用于包括小基站在内的全国 4G 网络建设和准备未来的 5G 服务；2) 从 4G 到 5G，载波频率大幅提升，热点区域容量成千倍提升，宏基站越发无力应对（覆盖范围小导致其高成本并不显得划算，且站址资源以难以获取），而小基站将会以密集组网的方式成为 5G 中的主流。如 5G 中的关键技术高密度组网就是为小基站的规模部署做准备，因此 5G 到来会真正带动小基站爆发。根据小基站论坛的预测，2018 年全球小基站将达 5900 万个，小基站收入将达 50 亿美元。相比全球，我们更关心国内小基站市场未来会如何发展。

表 6：美国运营商 4G 小基站部署情况

	4G 小基站部署情况	4G 发展过程
verizon	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 2013 年 8 月，公司发言人 Tom Pica 表示在获得小基站供应商的设备后将尽快开始部署，但是小基站仅仅是公司用于满足用户容量需求的工具之一。 ➢ 2013 年，公司无线负责人 Mead 表示，Verizon 次年将加快部署 LTE small cell 的步伐，small cell 将成为 LTE 核心基础设施的一个补充 ➢ 2014 年，公司表示将从今年下半年开始使用来自阿尔卡特朗讯(以下简称“阿朗”)和爱立信的小基站产品。small cell 将主要用于加强局部地区的容量和覆盖范围。 ➢ 2015 年年报中公司表示正投资建设小基站，且阿尔卡特朗讯、爱立信为主要的 4G 小基站供应商。 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 2010 年 12 月 4G 建网之初利用 700M 频段中的一段 10M 频段进行全国范围的底层覆盖， ➢ 2013 年完成收购 AWS 频谱（1700M 和 2100M），并且用于 LTE 建设，AWS 频谱可使容量扩大 1 倍。2014 年实现 AWS 商用。 ➢ 重耕 1900M 频段 ➢ 2014 年年报中提出要扩大 LTE 容量，增强网络密度； ➢ 2015 年年报中进一步提出通过小基站技术、室内分布技术等来增强网络密度。 ➢ 2017 年，美国运营商 Verizon 宣布，2017 年预计投资 175 亿美元。投资将主要用于包括小基站在内的全国 4G 网络建设和准备未来的 5G

请参阅最后一页的重要声明



- 2016年1月, Verizon 和三星公布 4G 小基站技术; 服务
- 2017年, 美国运营商 Verizon 宣布, 2017年预计投资 175 亿美元。投资将主要用于包括小基站在内的全国 4G 网络建设和准备未来的 5G 服务
- 2013年, AT&T 计划到 2015 年底部署超过 4 万个 small cell;
- 2014年, 公司在 MWC 2014 期间透露 AT&T 截至目前已在其网络上部署了 3G HSPA+ small cell, 接下来将会是单模 LTE small cell 来帮助提高运营商的 4G 网络覆盖。
- 2014年, 美国 AT&T 计划 2014 年底或 2015 年初部署支持 3G、4G 和 WIFI 的多模 small cell, 未来还将部署 LTE 单模 small cell 基站。
- 2012年, 公司表示, 正在与爱立信、阿朗、三星共同打造一个以小型基站为主, 基于多式联运的 4G LTE 网络。
- 2013年, Sprint 在实验室和实地测试 LTE small cell;
- 2013年, 公司在第二季度盈利电话会议上表示正计划利用 Clearwire 的 2.5GHz 频谱在全国部署 3.8 万个网络愿景蜂窝基站。由于 2.5GHz 频谱的传播特性较差, 因此 Sprint 公司还在这个 3.8 万个网络愿景基站以外再部署其他小蜂窝和基站。
- 2012年, T-mobile 首先技术官表示, 不再广泛使用小基站, 而是开始注重使用宏基站, 因为当前重点是加强 LTE 的宏覆盖范围
- 2011年, AT&T 先利用 700M 进行底层覆盖。
- 2013年在部分区域开通 AWS 频段并实现了与 700M 频率的载波聚合,
- 2013年年底部分区域重耕 1900M 进行热点区域覆盖,
- 2014-2016年, 年陆续迁移 2G 用户, 着手 2G 频段重耕工作。2017年彻底关闭 2G 网络
- 2012年开始部署 LTE-FDD 网络, 采用 1900MhzPCS 频谱;
- 2013年宣布升级 TD-LTE 网络;
- 2014年报中显示要夯实 3G, 推动 LTE 在所有频段上实现, 并且提出要加强 WIFI 技术的应用;
- 2015年推出 LTE+, 采用 LTE-A 中的波束赋形、载波聚合技术等, 并且承诺未来的信号范围覆盖都将迁移到 2.5Ghz 频段。
- 2015年报中首次提出要增强网络覆盖密度, 主要采用 WIFI、小基站技术、室内解决办法等技术, 同时也是为 5G 做准备。
- 2012年开始部署 LTE, 在 aws 频段
- 2014年收购 VERIZON 700MHZ 频段, 用于 LTE 的连续广覆盖, 使得 2015年 LTE 覆盖率翻一番;
- 2015年年报中显示希望能在 2016年购买到 600MHZ 的频段

1) 就 4G 而言, 美国运营商普遍从 2010--2012 年开始进行 LTE 网络建设, 但由于市场竞争以及频谱的成本高 (均是购买而来), 美国运营商在 4G 建设中后期扩容的主要方式是通过增加频谱的方式 (新增频谱的购买, 原有频谱的重耕), 因此并没有规模铺设 4G 小基站;

2) 但普遍到了 2015-2016 年, 运营商增加频谱接近尾声, 均在年报中首次提出增加网络密度, 同时也要进一步扩容, 部分运营商 Verizon、Sprint 明确提出要通过小基站等方式来实现, 同时也是为 5G 做进一步准备。

3) 因此对美国而言, 当前时点主流运营商在 4G 扩容的铺设上, 增加频谱接近尾声, 下一步会主要通过小基站、WIFI 等技术手段来增加网络密度, 实现扩容, 且也是为未来 5G 的发展做预热, 小基站会再次迎来规模增长。

资料来源: 美国四大运营商年报, 公开信息整理, 中信建投证券研究发展部



就国内而言，我们认为，虽然 3G 时代小基站被绕过了，但是从 4G 到 5G，小基站或将必不可少，当前时点，4G 广覆盖进入尾声，深度覆盖逐渐成为运营商的重点战略之一，小基站开始登上主流舞台，具体原因如下：1) 当前时点，4G 宏网建设逐渐结束，国内运营商站到了国际前列，移动流量也迎来爆炸式增长，而主要流量来自于室内，而当前室内覆盖又恰为短板，室内覆盖问题成为影响用户感知的主要因素，因此加大室内覆盖力度就成为当下运营商工作重点之一，而小基站在室内覆盖具有独特的优势；2) 国内 3G 周期较短，很快进入 4G 建网周期，小基站布设基本绕过，而 4G 及 5G 阶段，小基站的重要性越来越强；3) 从设备商的动作态势来看，主流电信设备厂商如华为、中兴并没有过多的涉足 3G 小基站，却开始涉足 4G 小基站，这也是看好 4G 乃至 5G 小基站发展的重要信号。

表 7：国内运营商在小基站领域的动作

中国联通	2009 年 9 月完成了 WCDMA 企业级小基站标准
中国电信	2011 年完成了企业级 CDMA 小基站企业标准，并提交通信行业标准 2016 年新疆电信国内首个 FDD-LTE FEMTO 网络建成，并预商用
中国移动	2008 年启动了 TD-SCDMA 的小基站的系统研发和验证工作； 2009 年在上海移动搭建 TD-SCDMA 小基站并完成测试； 2010 年在苏州移动正式启动 TD-SCDMA 小基站商用系统验证工作； 2014 年启动 LTE 小基站规范制定和测试验证工作； 2015 年 10 月启动了第一期集采招标工作

资料来源：公开信息整理，中信建投证券研究发展部

总结言之，我们认为当前时点，4G 建设进入后期，5G 曙光已现，国内小基站市场迎来快速发展的契机，本篇报告就是分析未来小基站市场的发展，并从中寻找投资机会。

二、需求端：4G 深度覆盖拉动小基站市场增长，5G 网络架构重构驱动小基站爆发

2.1 4G 时代，深度覆盖拉动小基站市场增长

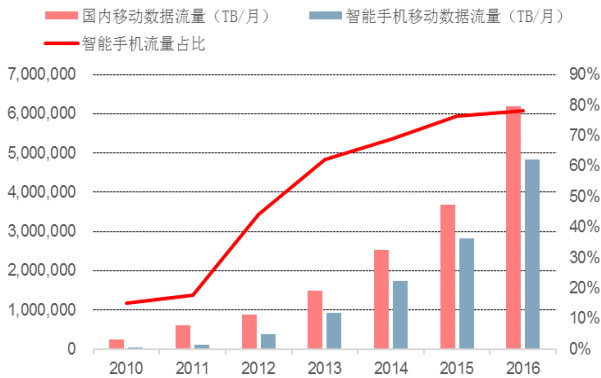
2.1.1 4G 以来流量爆发，流量逐步成为运营商收入主体

过往几年，移动数据流量迎来爆发，过去 7 年年均增速为 85%。增长的主要原因是：1) 智能终端普及，包括智能手机、平板等，为流量爆发奠定基础 and 载体；2) 管道方面，4G 网络发力，支持更高的传速率；3) 应用消费方面，互联网生活化，同时流量资费下降，基于互联网的应用如视频直播、社交通讯等越来越多，人们对移动数据流量愈发依赖。从应用消费、智能终端到管道技术发力，三者共振，使得移动数据流量爆发。

未来移动数据流量还会继续爆发。未来随着云计算、大数据技术的发展，企业网、数据中心规模持续扩大、4K 视频、虚拟现实、视频直播等应用逐渐成熟，移动数据流量规模继续呈现爆发态势，根据 IDC 预测，未来 5 年国内移动数据流量规模年均增速达 49%；



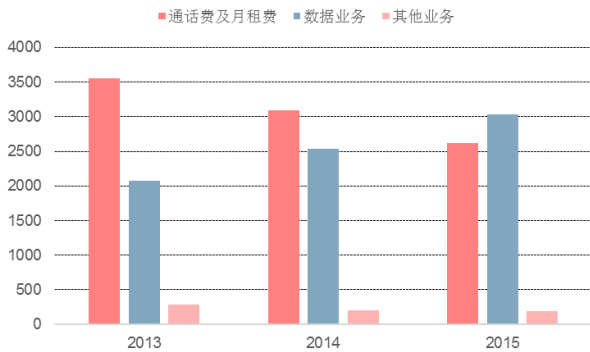
图 4：国内移动流量及智能手机移动数据流量（TB/月）



数据来源: wind, 中信建投证券研究发展部

移动数据流量成为收入增长的主要驱动力，运营商全面步入流量经营时代。1) 自 2015 年开始，中国移动数据业务收入首次超过语音业务，且移动上数据业务收入层上涨趋势，而传统语音业务呈下降趋势。联通和电信的收入结构也呈现相同变化，15 年联通数据流量同比增长 60.1%，移动数据业务收入在移动业务中占比达到 42.9%，15 年电信用户移动数据流量同比增长 108.1%，移动数据收入在移动业务中占比则达到 38.4%。移动数据流量业务已然成为运营商最大的一部分收入，也是运营商收入增长的主要驱动力。2) 运营商围绕流量进行数字化转型。一方面出于未来流量的重要性，同时为了应对 OTT（over the top，通过互联网向客户提供应用服务）的冲击，运营商正逐步进入以流量为主导的业务、盈利模式转变，三大运营商都开始布局流量经营，搭建流量平台，甚至业务延伸至内容应用服务，潜力巨大。

图 5：中国移动收入结构变化



资料来源: wind, 中信建投证券研究发展部

图 6：中国电信流量经营生态系统示意图



资料来源: 公开资料收集, 中信建投证券研究发展部

2.1.2 移动流量主要来自于室内场所，室内信号覆盖不足拉动市场的需求

当下及未来，室内成为移动流量高地

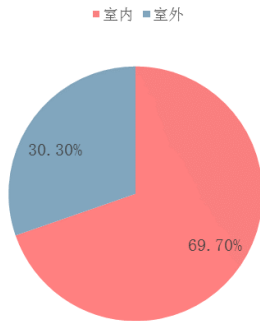
1) 目前室内占据移动数据流量的主流需求。整个移动数据流量中，室内约占了 70%-80%，所以可以推断近几年移动数据流量的高速增长其实主要来自室内移动数据流量的高速增长；尤其是从目前作为提供室内移动信号的主流技术之一的商业 WIFI 热点来看，其从出现伊始就高速增长态势能够更直观的体现室内移动数据流

请参阅最后一页的重要声明



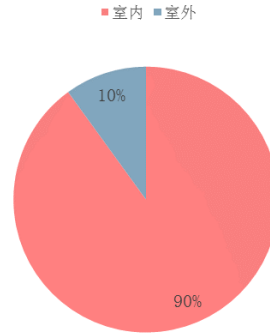
量的增长。

图 7：语音业务流量在室内外场所分布



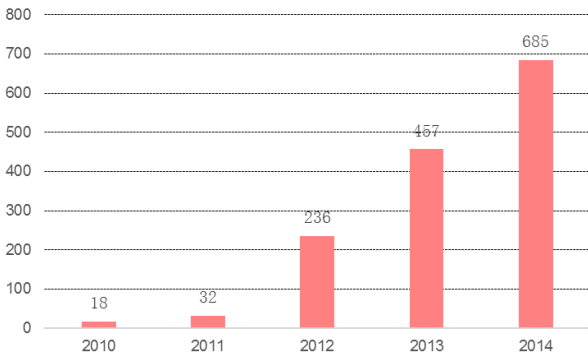
资料来源：NTT DoCoMo，中信建投证券研究发展部

图 8：数据业务流量在室内外场所分布



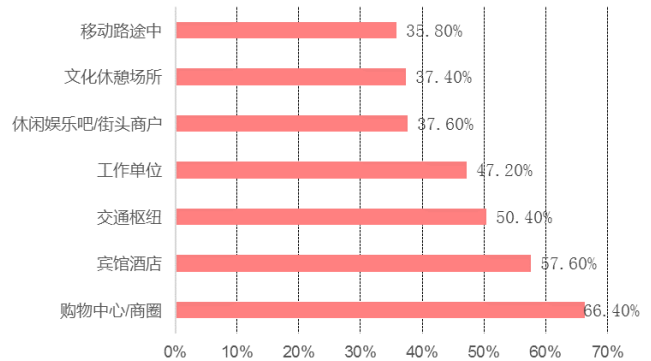
资料来源：NTT DoCoMo，中信建投证券研究发展部

图 9：国内商用 WIFI 热点数量增长情况（万个）



资料来源：中国产业信息网，中信建投证券研究发展部

图 10：商业 WIFI 的主要场所是室内

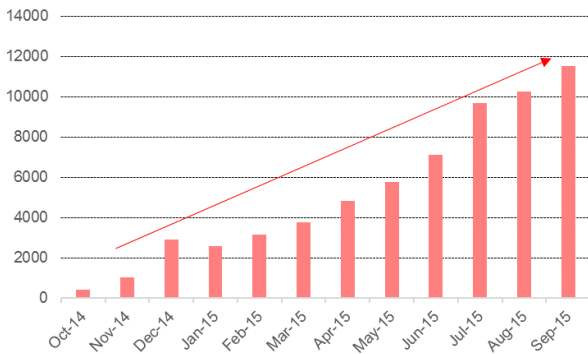


资料来源：公开信息整理，中信建投证券研究发展部

室内移动数据流量一直被压制，存在巨大爆发潜力。以郑州火车站为例，在对室内覆盖系统进行改造后，一个月后，整个火车站用户流量提升了 3 倍；海拉尔机场在完成室内覆盖系统改造后，一天之内流量提升了 4 倍；北京首都机场在完成室内改造一年后，移动流量增长 27 倍；这些室内场所一旦完成室内改造，流量增长速度远高于全国移动流量增长速度平均速度，说明了室内移动流量需求一直被压制，一旦技术条件满足，将爆发巨大潜力。

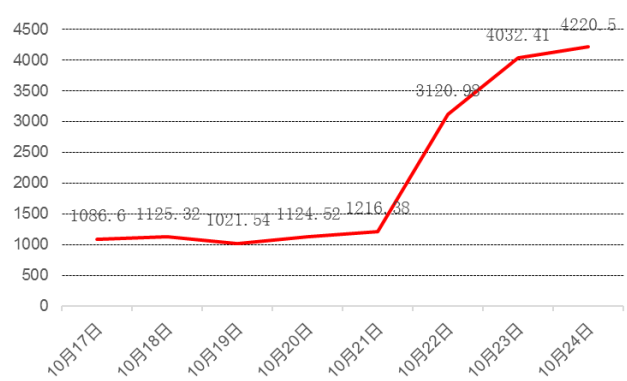


图 11：北京首都机场完成室内覆盖系统改造后流量增长



资料来源：华为，中信建投证券研究发展部

图 12：海拉尔机场完成室内覆盖系统改造后的流量增长(M)



资料来源：华为，中信建投证券研究发展部

室内信号质量差，为投诉重灾区

室内信号质量很差，是投诉重灾区，是影响用户体验的主要原因。终端用户对在对运营商的投诉中，对室内覆盖的不满占据了 80%的比例，投诉的内容主要是无信号、信号质量差。

室内信号质量差的主要原因是：1) 建筑物对信号衰减厉害，尤其是 4G 以来，信号频率越高，衰减越厉害，且在建筑密集区域，宏基站选址困难，无法大量增加宏基站；2) 以前运营商以语音业务为主要收入，室内覆盖投资回报比低，驱动力不强，用在室内的投资只占 10%，主要将投资重点放在广覆盖上。

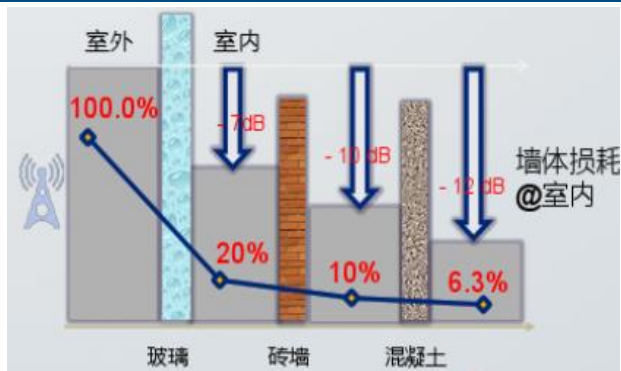
表 8：信号损耗情况

		800MHZ	1800MHZ	2100MHZ
自由空间损耗 (db)	100m	70.5	77.5	78.8
	1000m	90.5	97.5	98.8
遮挡损耗 (db)	混泥土墙	15	16.5	18
	混泥土楼板	4	8.5	10
	天花板	1-2	1-6	1-8
	金属楼梯	2	3.5	5
穿透损耗 (db)	铁皮防火门	10-15	11-19	12-21
	钢筋承重墙	15-25	15-28.5	15-30
	普通砖墙	5-12	8-13.5	8-15
	隔层损耗	10-20	15-23.5	15-26
	金属玻璃幕墙	10-20	15-25	15-27

资料来源：公开信息整理，中信建投证券研究发展部



图 13：室外信号传播至室内，信号质量下降示意图



资料来源：华为，中信建投证券研究发展部

室内覆盖需求强烈，迎来发展拐点

从市场需求来看，一方面流量变得愈发重要，主要流量来自于室内；另一方面室内信号质量差，为投诉重灾区，远不能满足用户需求；两者合力推动对室内覆盖的需求。

从运营商角度来看，4G 建设已逐渐完成广覆盖，深度覆盖为接下来的竞争重点，而深度覆盖的主要内容就包括室内覆盖。主要逻辑是：未来流量为重点，以流量为基础的商业模式创新（如流量经营、甚至内容服务等）带来主要收入，把握流量至关重要。而流量主要来自于室内，要把握流量，就必须把握室内覆盖。

中国移动：2015 年 7 月，中国移动表示未来 4G 的目标是广覆盖的适度领先、连续覆盖的相对领先、深度覆盖的绝对领先。从绝对二字可以看出，深度覆盖成为未来移动 4G 的重中之重。

中国联通：自 2016 年以来，实施聚焦战略，打造匠心网络，即从客户感知出发，精准建网，聚焦用户网络需求度高的重点地区、重点场景，让用户体验到中国联通极速的上网速率和良好的语言通信。中国联通将在 139 个重点城市、市县城区及重点楼宇尽快实现 4G 网络质量领先。

中国电信：15 年度，中国电信副总经理高同庆表示 4G 方面的主要工作是要完成 4G 全国深度覆盖和 4G+ 网络全国覆盖。

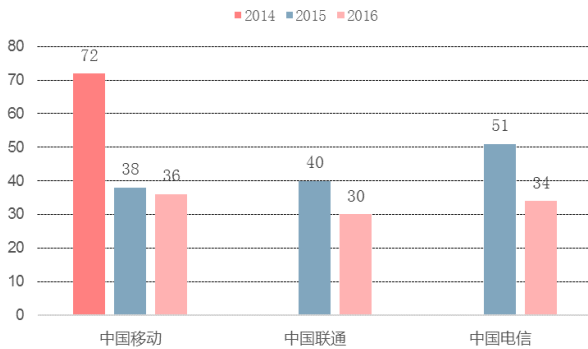
表 9：三大运营商 4G 广覆盖建设逐渐完善

中国移动	截止 2016 年 11 月，4G 基站超过 140 万，4G 客户规模突破 5 亿
中国电信	2017 年，4G 基站总数将达到 115 万个，建成基于 800MHZ 的全球首张低频 4G 网络
中国联通	截止 2016 年 11 月，只用了 20 个月完成了 70 万座 4G 基站的建设，实现全网 341 座城市的网络升级，用户突破 9000 万

资料来源：公开信息整理，中信建投证券研究发展部



图 14：三大运营商每年新建 4G 基站数量逐渐减少（万）



数据来源：公开资料整理，中信建投证券研究发展部

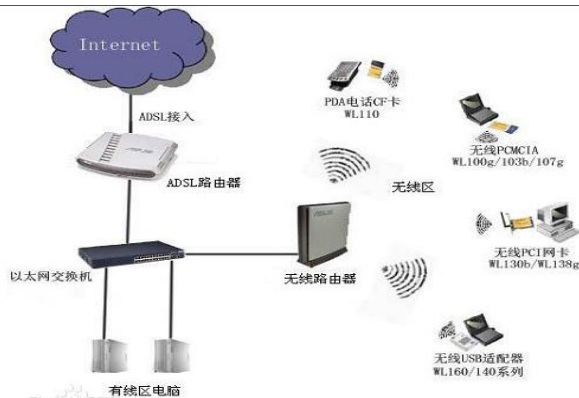
2.1.3 小基站优势明显，室内覆盖拉动小基站市场快速发展

按照所采用的无线通信技术，室内覆盖技术可分为两大类：基于 WIFI 的室内覆盖技术、基于 3G/4G 的室内覆盖技术。而后者又可分为传统室分、小基站技术。目前而言，WIFI 占据了主要的移动流量，截止 2015 年底，69% 的智能手机流量来自 WIFI。

WIFI 技术分析：

简介：WIFI 是一种允许电子设备连接到一个无线局域网(wlan)的技术，通常使用 2.4G UHF 或 5G SHF ISM 射频频段。基本原理就是把有线网络信号转换成无线信号，一般通过无线路由器实现，具备 WIFI 功能的终端便可以接入互联网。WIFI 技术所使用的标准是 802.11 系列，其中目前应用比较广泛的是工作在 2.4Ghz 的 802.11b/g，理想最高速率大约在 11mbps\54mbps，而代表未来趋势的 802.11ac 中，理想最高速率可达到 6.93gbps，不过这些理想最高速率是要平摊到同时连接上网的终端上的。室内覆盖范围在 30-70 米。

图 15：WIFI 工作结构图



资料来源：公开资料整理，中信建投证券研究发展部



表 10: 802.11 系列标准

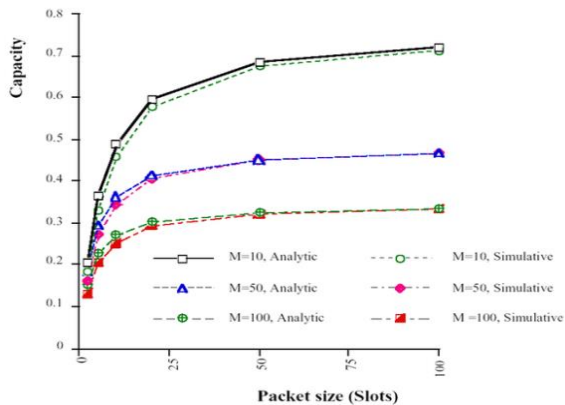
技术协议标准	发布时间	工作频段	标准速度	理想最高速率	覆盖范围（室内+室外）
802.11a	1999	5.15-5.35/5.47-5.725/5.725-5.8 25 Ghz	25Mbps	54Mbps	30 米/45 米
802.11b	1999	2.4-2.5Ghz	6.5Mbps	11Mbps	30 米/100 米
802.11g	2003	2.4-2.5Ghz	25Mbps	54Mbps	30 米/100 米
802.11n	2009	2.4Ghz 或 5Ghz	300Mbps	600Mbps	70 米/250 米
802.11ac	2011	5Ghz	433Mbps/867Mb ps	867Mbps/1.73Gbps/ 3.47Gbps/6.93Gbps	

资料来源: 公开资料整理, 中信建投证券研究发展部

优点: 免费、传输速率快、无需布线, 不受布线限制、发射功率不超过 100mw, 对人体安全。此外终端普及率高, 90%的通信终端支持 WIFI 功能。

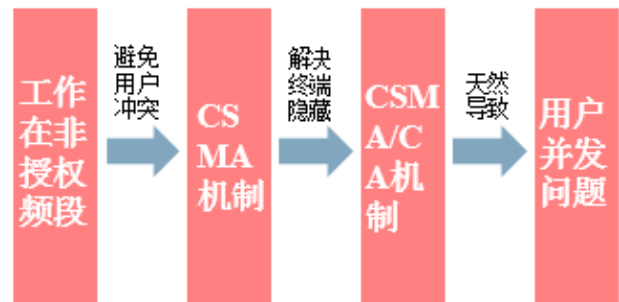
劣势: 1) 最大的劣势就是用户并发问题, 一般的无线路由器只能同时支持一定数量(10-200)的用户连接, 当同时上网的用户数量过多, 整个网络的质量会下降, 经常会出现显示连上 WIFI 但上不了网的现象, 这主要是由 WIFI 的通信协议 CSMA/CA (载波侦听多址接入/碰撞避免 Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance) 造成的, 也是与 LTE 最本质的区别。

图 16: WIFI 吞吐量随用户数量的变化情况



资料来源: 公开资料整理, 中信建投证券研究发展部

图 17: WIFI 用户并发问题追根溯源



资料来源: 公开资料整理, 中信建投证券研究发展部

2) WIFI 的缺点还包括: 不支持高速移动、不支持语音业务、安全性低、难以与宏网互操作。WIFI 覆盖范围小, 当用户终端从一个 WIFI 热点区域进入另一个 WIFI 热点区域时, 并没有完善的协议机制来保证用户体验, 并不能像 3G/4G 那样做到连续覆盖、无缝衔接、支持终端的移动场景。

结论分析: 就室内覆盖而言, WIFI 免费、速率快, 但是存在用户并发问题, 且不支持高速移动, 不支持语音业务、存在安全问题, 难以与宏网互操作, 适合小型的, 并且人口不密集的、且保密性不强、人流量极小的场所。用户并发问题注定了 WIFI 无法适用于人群密集的地方。

请参阅最后一页的重要声明



基于 3G/4G 室内覆盖技术分析：

基于 3G/4G 的室内覆盖技术主要分为两种：传统 DAS（Distribute Antenna System，室内分布系统）、小基站系统。

传统 DAS 系统如图 18 所示，主要有 BBU（base band unit，基带处理单元）、RRU（radio remote unit，射频拉远单元）、合路器、功分器、小天线几部分组成。基带信号从 BBU 出发，通过光纤传输到 RRU，将基带光信号转换成射频信号且放大传送出去，通过合路器将不同频段的信号集成，再通过功分器将信号分传到室内不同方位的小天线上。

然而传统 DAS 系统存在很多问题：1) 施工困难麻烦。信源需要机房等配套设施，设计和施工难度大、周期长，需要多处钻孔走线等，且天线外露，物业协调困难重重；2) 无源器件多，故障点多，无法有效监控；某运营商抽样测试了 32420 个室分站点，问题站点有 12878 个，占比高达 40%；3) 支持 LTE 需进行室分改造，网络演进能力差；4) 室内外系统没有协同。

图 18：传统 DAS 系统结构图

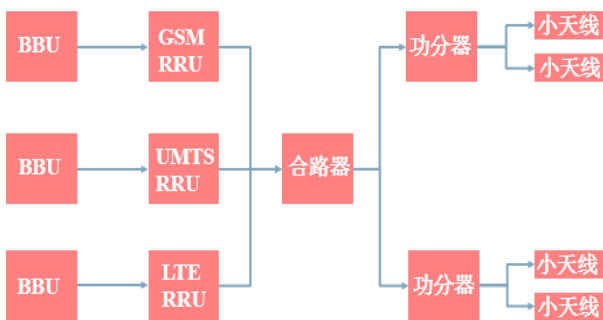
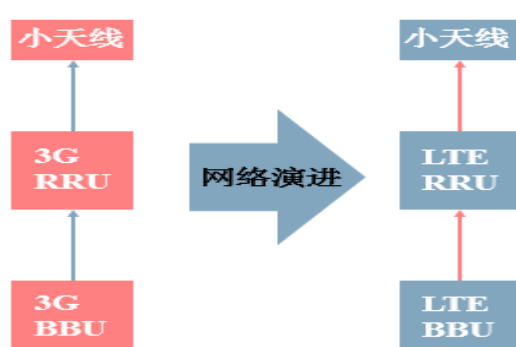


图 19：传统 DAS 网络演进麻烦



数据来源：华为，中信建投证券研究发展部

数据来源：公开资料整理，中信建投证券研究发展部

小基站比 DAS 更有优势，将替代传统 DAS。以基于小基站的华为 LampSite 系统为例，整个系统分为三部分：BBU、rHub、pRRU。基带信号从 BBU 出发，经过光纤到达 rHub，进行信号的放大与转发，在送入 PRRU 中转化成无线射频信号发射出去。其中 pRRU 可同时支持 3G/4G/WIFI 模式，其内天线支持 2T2R MIMO。相比于传统室分，其优势如下：1) **结构简单，施工容易**，相比于传统室分系统，器件数量减少 80%，施工周期缩短 2/3；2) **整个系统不存在监控盲区**，每个设备的工作状态尽在掌握中；3) **扩容方便，小区可远程分裂**。在传统室分系统中，一旦要进行小区分裂扩容，每多分裂一个小区，就需要室内改造增加一个 RRU，但在 LampSite 系统中，pRRU 的极限状态是 One pRRU One Cell，因此可以通过软件配置的方式灵活扩容；4) **支持网络演进**。pRRU 中可支持 2G/3G/4G 通信制式，甚至可以集成 WIFI，支持网络演进，一次部署，长期受益；5) **室内外协同自动化**。系统可以根据手机邻区测量信息自动增加/删除邻区，依据 KPI 报告自动调整 pRRU 导频功率，根据 UE 历史切换失败原因自动优化调整切换参数。

请参阅最后一页的重要声明



图 20：华为 LampSite 结构示意图

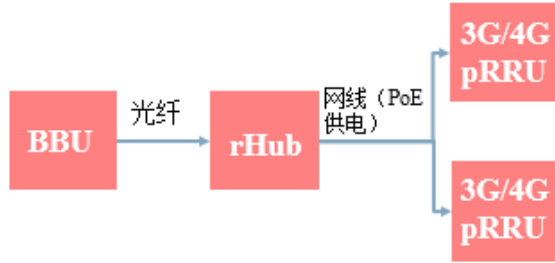


图 21：LampSite 系统后台软件配置小区分裂扩容



资料来源：公开资料整理，中信建投证券研究发展部

资料来源：公开资料整理，中信建投证券研究发展部

从效果上看，以北京首都机场为例，中国联通采用华为的 LampSite 进行改造，1) 从性能上看，部署完够室内无线网络测试峰值速率超过 140Mbit/s，接近理论最高值，平均速率也达到 100Mbit/s，数倍于 DAS 性能；2) 从建设时间上看，每天只有从凌晨 0 点到 4 点四个小时的部署时间，只用了 3 个月的时间就完成了全部项目，为 DAS 建设周期的 1/3；3) 从成本上看，为 DAS 的 90%。

表 11：LampSite 系统与传统 DAS 系统优劣对比

方案优势	说明
易部署	传统 DAS 墙线安装要求高、需要的设备器件多，导致施工难度大，质量和工期均难以满足 4G 网络的发展需求 LampSite 仅三级架构、使用网线安装，POE 供电，安装周期仅为传统室分的 1/3，同时外观美观，物业进入简单
易运维	传统 DAS 平均每个 RRU 带有 60 个天线和 60 个器件，出现问题后网管不告警难发现，发行后仍需逐渐排查，定位耗费时间较长； LampSite 端到端网管可监控，精确到每个 pRRU，维护简单
高性能	传统 DAS，通过合路 3G 则只能达到峰值一半的速率，且会导致 3G 底噪过高，因此且需新建双路室分；但双路室分天线功率平衡控制困难，MIMO 效果差；对施工队要求高，无法把控 LampSite 天然支持 MIMO，20MHZ 带宽最大速率为 150Mbps，软件升级即可支持 1.8G+2.1G 载波聚合，速率大 300Mbps
大容量	传统 DAS 扩容需要进行工程改造，将扩容节点拆分，增加 RRU 等设备，涉及到二次设计、二次上站等工程，扩容复杂度高，运维支出大 LampSite 软件即可平滑合并与分裂小区，最大可配置一个 pRRU 一个小区
多模多频	单 pRRU 支持 U+L 双模； 单设备支持 L1800+L2100 载波聚合，速率高达 300Mbps

资料来源：华为，中信建投证券研究发展部

两相对比，小基站系统对传统 DAS 系统具有全面优势，符合网络演进的发展，将成为室内覆盖的主流技术。

小基站为主流技术，未来将占据部分室内覆盖市场

WIFI 技术免费、传输速率快、无需布线，但存在用户并发问题，不支持高速移动场景，不支持语音业务，

请参阅最后一页的重要声明



与宏网没有协同，更适合与小型化的、人口不密集、人流量小的场所，如家庭；

小基站无用户并发问题，能与宏网协调，支持高速移动场景，支持语音业务，更适合人口密集，或者人流量大的中大型会所、场馆，如商场、飞机场、火车站等。

表 12: WIFI 与小基站优劣对比

	WIFI	小基站
优势	免费、传输速率快、无需布线，不受布线限制、发射功率不超过 100mw，对人体安全。此外终端普及率高，90%的通信终端支持 WIFI 功能。	无用户并发问题，能与宏网协调，支持高速移动场景，支持语音业务。
劣势	存在用户并发问题、不支持高速移动、不支持语音业务、安全性低、难以与宏网互操作。	站点和传输获取困难、收益模式单一、市场基础薄弱、收费性低。

资料来源：公开信息整理，中信建投证券研究发展部

结合上述分析，我们认为未来室内覆盖的主流技术为 WIFI 与小基站，两者各有对方不可替代的优势，应用场景也将不同，各自占据部分室内覆盖的市场。当前时点，4G 进入建设后期，深度覆盖尤其是室内覆盖问题变得愈发重要（室内移动流量被强烈压制，用户投诉多），是绕不过去的，运营商的工作重心也逐渐从广覆盖转移到深度覆盖。从短期来看，4G 后期，室内覆盖将会拉动小基站市场快速起来。

市场空间测算

从美国运营商 Sprint、AT&T 对小基站的应用情况来看，几乎都是先布局家庭级小基站，然后布局企业级小基站。我们分别测算家庭级小基站市场空间、企业级小基站市场空间。

1) 家庭级小基站按每户家庭布局一个小基站测算（以苏州移动于 2012-2015 年布局 3G 小基站商用网络为例，布局 778 个小区，共 18 万台小基站）。根据西南财经大学中国金融调查研究中心的数据，中国城镇住房约有 2.196 亿户，其中 WIFI、传统室分系统占据部分市场，小基站系统按 20%-40% 的渗透率计算，约有 4392 万—8784 万套小基站，按单价 1000 元计算，市场空间约为 439.2 亿元—878.4 亿元。

2) 小基站企业级应用场景主要包括写字楼、餐馆等。目前国内既有建筑面积 560 亿平方米（按国家住建部 2008 年统计的中国公共建筑总量约 53 亿平方米，占建筑总量 36% 的比例估算），其中住宅面积为 474 亿平方米（西南财经大学中国金融调查研究中心数据），减去后的建筑面积 86 亿平方米，主要可以看做企业级用地。根据华为的资料，企业级小基站覆盖范围大概是 1256 平方米，则测算出企业级小基站市场需求个数为 684.7 万，按单价 1000 元计算，市场空间约为 68.47 亿元。

具体到国内，对于两块市场，企业级市场相对比较确定，而家庭级小基站市场，还需要进一步看市场反应的效果。所以保守估计，企业级小基站有约 68 亿元市场空间；乐观估计，如果小基站能在家庭级应用场景中铺展开来，按渗透率 20%-40% 算，整个小基站市场空间为 507.67 亿元—946.87 亿元。

2.2 5G 时代，移动网络架构重构驱动小基站爆发



2.2.1 从 1G 到 4G 的移动网络架构演变分析——扩容是主要驱动力，方式是横向宏蜂窝小区分裂，纵向微蜂窝网络分层

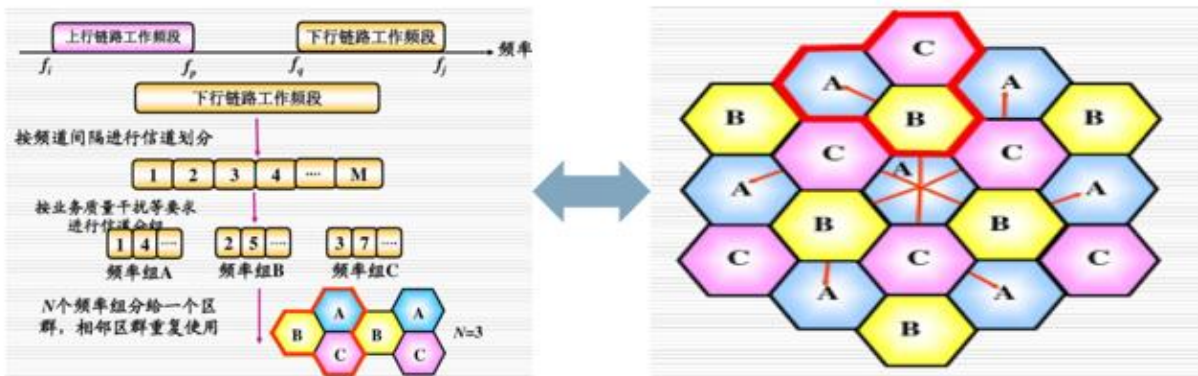
整个通信系统的演变中，扩容主要基于两个基本原理：增加频谱、提高频谱利用率。所有的关键技术都是基于这两个基本原理去实现扩容，而网络架构的演变就是基于提高频谱利用率来扩容。整个通信网络架构，可分为有线网络架构和无线网络架构，我们这里主要研究是无线网络架构，即基站的组网方式。

蜂窝网——基站组网的基本结构

要想了解基站组网结构的变化，首先得了解基站组网的基本结构——蜂窝网。自 1G 以来，整个移动网络架构的变化都是以蜂窝网为基础。

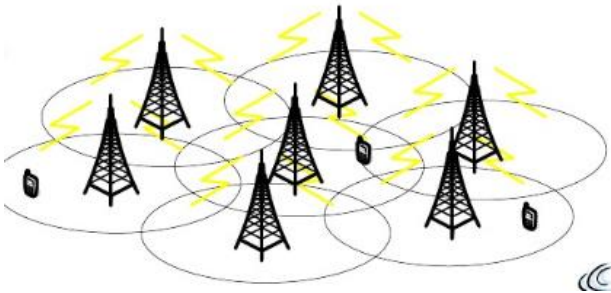
蜂窝网是贝尔实验室在 20 世纪 70 年代提出的蜂窝网的概念，即小区制。其主要原理如图 22 所示，假设将能用的信号频率分为三组：A、B、C。每一组中有若干个信道，每个信道服务于一个用户，信道的数量决定了可同时服务的用户数量。三组之间的信道互不同频，所以在实际通信过程中并不会产生干扰。图中每一个六边形称之为小区，每个小区的中心放置一个基站，小区即是基站的覆盖范围。每一个小区和相邻小区采用不同的频率组来规避彼此干扰，而在离小区较远的另一个不相邻的小区，由于距离较远，彼此干扰强度低，则可以采用同样的频率组。如此做法最大的好处就是可以实现频率复用，即同一个频段在不同的小区被不同的用户使用，可以大大提升对频带资源的使用效率。

图 22：蜂窝结构实现频率复用的原理图



资料来源：公开信息整理，中信建投证券研究发展部

图 23：蜂窝结构示意图



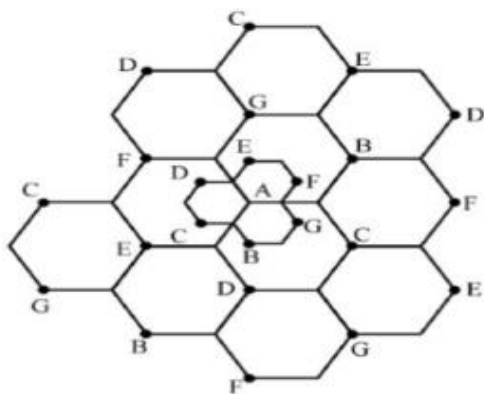
资料来源：公开资料整理，中信建投证券研究发展部

网络结构演变——横向小区分裂

扩容驱动小区分裂。通常提升系统容量有两个基本方式：增加带宽、提升频谱复用效率。增加带宽由相关机构组织分配，与网络架构关联性不大，这里不做重点讨论；提升频谱复用效率的方法有很多，如改善调制技术、通信协议算法等，落实到蜂窝小区这个层面，主要有两种方式：小区分裂、划分扇区。划分扇区主要与天线的定向有关，与小基站组网结构的变化关联不大，这里暂不讨论；真正与小基站组网结构变化相关的是小区分裂。

小区分裂的原理如图 24 所示，将原来的小区再次划分成更小的小区，每一个小区都有自己的基站，并相应的降低天线高度和减少发射功率，如此单位面积的小区数量增多，则单位面积内的频段资源也会增大，整个系统的容量随之上升。

图 24：小区分裂示意图



资料来源：公开资料整理，中信建投证券研究发展部

从 1G 到 4G，对于宏蜂窝结构而言，小区不断分裂，小区的半径越来越小，基站的数量及密度上升。然而小区分裂也有极限，不可能无限制分裂，理由如下：小区太小，同频干扰就会变得严重。所以为了提升系统的

请参阅最后一页的重要声明



容量，除了宏基站本身横向小区分裂，还有纵向网络分层。

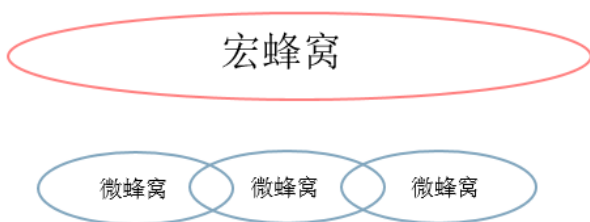
网络结构演变——纵向网络分层

如果说横向小区分裂是将一张网越织越密，那纵向网络分层则是构筑另一张网与原来的网络进行叠加。横向分裂与纵向分层的本质区别就是新建基站所用频段与宏网频段是否独立：小区分裂中，新的小区基站依旧用的是与宏网同样的频段，属于宏网的一部分；而纵向分层中的小区基站则是单独使用不同于宏网的另一段专门的频段（通常与宏网频率正交），保证与宏网信号无干扰，这些基站自己组成另一个网络，采用独立广播信道，与宏网相对独立。

微蜂窝技术就是纵向网络分层的主要方式。（当然，微蜂窝中也有部分与宏蜂窝工作在相同频段，这类微蜂窝本质上还属于宏蜂窝的一部分，依旧是小区分裂，下文有详细解释）微蜂窝的原理与组成结构与宏蜂窝类似，都是一个基站覆盖一个小区，小区相连形成连续覆盖。不同于宏蜂窝的是：微蜂窝的基站更小，基站天线低于屋顶高度，小区覆盖半径在 30-300m，远低于宏蜂窝小区半径。

微蜂窝与宏蜂窝协同构成多层网络，宏蜂窝进行大面积的覆盖，作为多层网的底层，微蜂窝则小面积连续覆盖叠加在宏蜂窝上，构成多层网的上层。工作方式是两个微蜂窝之间的通信通过切换到宏蜂窝是来实现。一般而言，微蜂窝用在盲点和热点区域。从效果上看，一般对于半径在 1km 左右的宏蜂窝小区，若在每个扇区的热点采用 6-8 个半径在 100m 左右的微蜂窝组成微蜂窝层，就可以使得网络容量提高 3-4 倍。

图 25：宏微蜂窝两层组网的示意图



资料来源：公开资料整理，中信建投证券研究发展部

结论

1G 时代，只有宏蜂窝；2G/3G/4G 时代出现了宏蜂窝、微蜂窝、微微蜂窝并存的局面，一方面宏基站的数量一直在增加，另一方面微蜂窝、微微蜂窝的比重也在逐渐加大，结合上述分析，我们可以得到结论：纵观整个无线通信网络的变迁，从 1G 到 4G 的移动网络架构变化路径可以概括如下：不去考虑提高载频、带宽等其他

请参阅最后一页的重要声明



提升容量的技术手段，就基站的网络组成来看，演变的驱动力是提升容量，简言之，就是提升单位面积可用信道数量，或者说提升频率复用的效率，其演变的方式是，一、横向小区分裂，即提升宏基站密度；二、纵向网络分层，基于新的频段，构筑独立的网络与宏网协调使用。

同时我们可以判断未来网络演变的进一步变化：**横向小区分裂为辅，纵向网络分层会成为主要技术手段，承担提升网络容量的重责。**原因如下：1) 小区分裂有极限，小区小到一定程度，同频信号干扰就会很严重；而微蜂窝基站因为发射功率小，干扰就没那么严重，可以实现更小区域内的频率复用；2) 且宏基站站址资源不方便获取，部署困难，微蜂窝基站则可以灵活部署。

2.2.2 从 4G 到 5G，移动网络架构该如何演变？——超密集组网驱动小基站爆发

要了解 4G 到 5G 网络架构的变化，首先得了解 5G 的需求。我国 IMT-2020 推进组将 5G 的应用场景主要分为：连续广域覆盖、热点高容量、低功耗大连接、低时延高可靠。

表 13：5G 主要场景与关键性能挑战

场景	关键挑战
连续广域覆盖	100Mbps 用户体验速率
热点高容量	用户体验速率：1Gbps 峰值速率：数十 Gbps 流量密度：数十 Tbps/km ²
低功耗大连接	连接数密度：10e6/km ² 超低功耗、超低成本
低时延高可靠	空口时延：1ms 端到端时延：ms 量级 可靠性：接近 100%

资料来源：公开信息整理，中信建投证券研究发展部

四种场景分别对应 5G 的高、低频资源。5G 中的频谱资源分为高频、低频。其中的低频资源主要用于连续广覆盖、低时延高可靠、低功耗大连接等应用场景，其主要载体是宏基站；而高频段资源则主要对应于热点高容量（高频意味着可以分配更多带宽），可以明显的看到，相比于 3G 到 4G 的微末载频提升，4G 到 5G 有一个 10-40 倍的大幅度频率提升。而高频对于宏基站而言，覆盖范围太小，使得成本过高，再加上宏基站部署困难，站址资源不容易获取，因此在 5G 中，**高频段资源将不再使用宏基站，微蜂窝将成为主流，形式是以小基站为基本单位，进行超密集组网，即小基站的密集部署。**

表 14：3G/4G/5G 的频段比较

名称	具体分类	频段
3G	中国电信 CDMA2000	上行/下行：1920-1935MHZ（15M）/2110-2125MHZ（15M）
	中国移动 TD-SCDMA	上行/下行：1880-1900MHZ（20M）/2010-2025MHZ（15M）
	中国联通 WCDMA	上行/下行：1940-1955MHZ（15M）/2130-2145MHZ（15M）
4G	中国电信 TDD-LTE	2370-2390MHZ（20M）、2635-2655MHZ（20M）
	中国移动 TDD-LTE	1880-1900MHZ（20M）、2320-2370MHZ（50M）、2575-2635MHZ（65M）

请参阅最后一页的重要声明



	中国联通 TDD-LTE	2300-2320MHZ (20M)、2555-2575MHZ (20M)
	中国电信 FDD-LTE	上行/下行: 1755-1785MHZ (30M) /1850-1880MHZ (30M)
	中国联通 FDD-LTE	上行/下行: 1955-1980MHZ (25M) /2145-2170MHZ (25M)
5G	5G 频谱没有提前确定,但高频段无疑是毫米波	ITU 在 WRC-15 会上通过了 2019 年 WRC-19 1.13 议题: 审议国际移动通信未来发展的频谱需求和候选频段。同时公布了 24GHz 到 86GHz 之间的全球可用频率的建议列表: 24.25 - 27.5GHz , 31.8 - 33.4GHz , 37 - 40.5GHz , 40.5 - 42.5GHz , 45.5 - 50.2GHz , 50.4 - 52.6GHz , 66 - 76GHz , 81 - 86GHz。

比较结论 相比于 4G 之于 3G 载频的小幅、微末提升, 5G 之于 4G 有一个载波频率 10-40 倍的大幅度提升

资料来源: 公开资料收集, 中信建投证券研究发展部

超密集组网驱动小基站爆发。 1) 首先只有小基站才能够密集部署, 主要原因是: 小基站功率小, 同频干扰信号之间的距离压得很低, 从而可以提升单位空间内的频段密度; 而且小基站体积小, 可灵活部署。2) 在 5G 超密集组网场景中, 小基站之间的间距很小 (10-20 米), 对比宏基站最短间距也要达到 500 米, 可以测算出, 小基站要实现连续覆盖, 其数量规模将远远高于宏基站。

图 26: 小基站超密集组网示意图



资料来源: 公开信息整理, 中信建投证券研究发展部

表 15: 超密集网络核心性能指标

核心性能	定义	指标参数
峰值速率	用户可获得最高传输速率	≥100Gbps

请参阅最后一页的重要声明



最小保证速率	用户可获得的基本传输速率	≥100Mbps
连接数密度	单位面积上支持的设备总和	≥1M connections/km ²
流量密度	单位面积区域内的总流量	≥10 Tbps/km ²
空口时延	用户接收信号响应时间	≤1ms
端到端时延	数据包从源节点开始传输到被目的节点正确接收的时间	≤10ms
移动速度	满足一定性能要求时，收发双方间的最大相对移动速度	500km/h

资料来源：公开信息整理，中信建投证券研究发展部

5G 小基站市场空间测算。根据工信部官网数据，截止 2016 年度，我国累积 4G 用户 7.7 亿户，覆盖主要用户，对应 4G 宏基站的数量为 263 万个。我们假设未来 5G 宏基站也是这个数据，并以此来测算 5G 小基站的数量。1) 首先根据统计数据，约 20% 的宏基站承担 80% 的流量，而小基站密集部署不可能对所有的宏基站进行补充，我们认为主要是对这 20% 的热点宏基站进行补充；2) 测算单个热点宏基站需要多少小基站补充。单个热点宏基站极限距离为 500 米，小基站密集部署，间距为 10-20 米（以 20 米做保守估计），那根据面积测算，单个热点宏基站需要 625 个小基站；3) 但是单个热点宏基站覆盖区域内，不可能所有面积都需要小基站补充，我们假设单个热点宏基站下 20%-50% 的区域需要小基站补充，则最终测算出市场空间为 658-1644 亿元。

表 16：5G 小基站市场规模测算

3/4G 宏基站数量（万）	263	263	263	263
5G 宏基站数量（万）	263	263	263	263
热点基站数量（乘 20%）	52.6	52.6	52.6	52.6
热点基站覆盖区域中需要小基站部署的面积占比（%）	20%	30%	40%	50%
热点宏基站覆盖极限距离（米）	500	500	500	500
热点宏基站覆盖面积（平方米）	62500	62500	62500	62500
超密集组网中小基站之间的距离（米）	20	20	20	20
超密集组网中小基站覆盖范围	100	100	100	100
单个热点宏基站需要补充的小基站数量	125	187.5	250	312.5
一共需要补充的小基站数量（万）	6575	9862.5	13150	16437.5
单价（元）	1000	1000	1000	1000
市场空间（亿元）	658	986.3	1315	1644

数据来源：公开信息整理，中信建投证券研究发展部

三、供给端：4G 应用方案成熟，步入推广阶段，5G 应用尚需时日

请参阅最后一页的重要声明



3.1 4G 应用方案成熟，步入推广阶段

3.1.1 设备厂商：4G 小基站产品及解决方案成熟，亟待运营商规模推广

就供应端而言，与市场最贴近的就是产品及解决方案。目前国内做小基站产品及解决方案的包括中小设备厂商、主流电信设备厂商、ODM 厂商等。以其中的主要代表企业为切入口，分析小基站在供应端的发展情况。代表厂商主要有华为、中兴、大唐移动。整理其小基站相关材料如下：

华为：华为自 2012 年左右介入小基站领域，2013 年推出 AtomCell 系列，可应用于室内外覆盖；同样是 2013 年推出 LampSite 产品，针对室内覆盖；2014 年 9 月推出 LampSite 2.0，2016 年推出 LampSite 3.0，将于 2017 年下半年向全球市场销售；目前 LampSite 成为市场上小基站室内覆盖的主流方案之一；2015 年，LampSite 在新型室内覆盖领域占有 90% 的市场份额，在全球范围内为超过 100 家运营商实现规模部署，国内已经进入 29 个省份，为各地标志性建筑提供优质的 4G 网络覆盖，其典型的应用案例包括北京首都国际机场、国家大剧院、法国依云皇家酒店、郑州火车站、四川传媒学院等。

中兴：2012 年，中兴通讯业界首家发布 4G 一体化小基站，提供包括一体化小基站网关/网管在内的全网元端到端解决方案，并率先在无锡移动、浙江移动大规模商用部署 Nanocell 小基站全网元商用网络；2014 年 9 月，中兴通讯推出 Qcell 多模多频室内深度覆盖解决方案；2016 年新年伊始，中兴通讯迅速启动了江苏、内蒙古、福建、湖南、河南等省份的 Nanocell 小基站全网元商用网络的部署。

大唐移动：2014 年 9 月推出 NEOsite 双模一体化皮基站方案，主要用于能够使网络覆盖半径达到 70m，平均下载速率有明显提升，可有效解决了用户的室内覆盖需求。适合底商、营业厅、小型酒店、咖啡馆、便利店等小型企业区域；2015 年 7 月，大唐移动推出 Cubesite、Padsite、Pinsite 三款小基站产品。Cubesite 适合用于城区无机房无站点区域的补充覆盖；padsite 主要解决住宅小区、高层楼宇等室内的 LTE 信号深度覆盖需求；pinsite 支持 TDD+FDD 双模，适合用于高 arpu 值的大面积、高容量室分场景。

分析结论：从以上几段材料中，可以得到如下结论：1) **小基站应用成熟，亟待运营商规模推广。**几家厂商都是从 13 年左右发布小基站解决方案，而如今华为、中兴的接近于方案已然应用在全国各地很多实际项目中，如华为的小基站解决方案 LampSite 已成功用于北京首都机场、郑州火车站等，而中兴在 2016 年迅速启动江苏、内蒙古、福建、湖南、河南等省份的部署，可见国内的小基站应用已然成熟；2) **几家的小基站解决方案主要都是针对室内覆盖场景**，也印证了室内覆盖为小基站的主要市场。

3.1.2 运营商：试水小基站，规模化推广趋势明显

中国移动发布小基站建设指导意见，完成第一批小基站集采。2014 年底，中国移动发布小基站系统建设指导意见，明确指出：经过前期总部计划建设部、研究院和试点省公司的大力推进和规模试点，4G 小基站已基本具备全网规模部署推广的条件。2015 年，中国移动启动一体化小基站集采项目，集采规模为 96414 个。且对比指导意见的内容来看，这一批基站应该是用于数百到数千平米的室内场所覆盖。

中国联通持续推进 LIGHT-Net 计划，小基站是重点。

1) **2015 年 4 月中国联通正式发布 LTE 技术创新与网络演进解决方案 (LIGHT-Net)**，主要目的是通过宏微基站紧密协同、网络融合、智能化手段构建灵活、高效、绿色的轻资产精品网络；



2) **LIGHT-Net 研究计划可以分为三个步骤**，第一阶段，基于干扰协调的 LIGHT-Net 微站部署：引入微站部署，吸收热点区域的宏网数据流量；引入干扰协调技术，解决小区增多带来的干扰问题。第二阶段，增强协作处理，实现宏微互通：推进宏微小区、微微小区间的协同处理，提升小区边缘覆盖性能和用户接入体验。第三阶段，接入融合，多流合并：理想回传载波聚合、非理想回传双链接技术、宏微间 HSAP/LTE 异系统多流合并。

3) **研究进度，目前处于第三阶段**。通过与华为、中兴、爱立信、诺基亚、贝尔等厂商合作研发，1、截止 2015 年 9 月，LIGHT-Net 研究计划已推出多个频带、满足室内室外不同应用场景、支持一体化站和分布式多种产品形态的 9 个系列 20 个型号产品，以适应实际网络部署中多种场景应用需求；2、截止 2016 年 5 月，LIGHT-Net 项目计划已完成了多个厂家多款设备内场测试及功能验证，并已在重庆、武汉、长沙、天津等多个城市启动了外场试验评估，并且在 5 月份 Small Cell 世界峰会上公布下一步研究计划：立体化组网、密集化协同组网，富形态产品推动，以及能力开放，具体内容如表 17 所示。

表 17：中国联通 LIGHT-Net 未来研究计划

名称	具体介绍
立体化混 合组网	<ul style="list-style-type: none"> 解决宏微混合组网时，由于宏站和微站不同高度带来网络性能影响的问题，分场景、分形态研究微站的合理部署高度； 探讨异频、异制式混合组网对整体覆盖及容量性能的提升。
密集化协 同组网	<ul style="list-style-type: none"> 解决面向站点密集化部署所带来的干扰及容量损失问题； 解决如何利用宏微协同实现对局部热点以及特殊场景下、密集用户群体的移动网络体验提升问题； 分析多场景下利用干扰抑制以及 CoMP 提高宏微、密集部署的微微小区组网性能； 研究宏微间载波聚合技术应用方案，评估基于 IP-RAN 传输方案的宏微载波聚合性能。
富形态产 品推动	<ul style="list-style-type: none"> 推动开发微基站城市基础设施及服务设施等相结合产品（如基于信息发布平台、广告板、指示牌及路灯等与微基站结合产品）。对此类设备进行功能及性能验证，有针对性的提出射频、容量等方面的技术要求。
能力开放	<ul style="list-style-type: none"> 全面研究微基站开放能力，包括室内定位能力、本地定制化分流能力、云存储/云计算能力、视频广播/组播能力等，构建面向行业应用的统一架构体系； 结合网络建设部署布局，分析行业应用场景，统一能力开放 API 接口； 探索能力开放商业运营模式

资料来源：公开信息整理，中信建投证券研究发展部

中国电信打造 4G+，合作华为、中兴部署小基站，四川电信率先试用。1) 中国电信于 2015 年 8 月 1 日上线天翼 4G+业务，速度比 4G 更快，下行峰值速率可达 300Mbps，拉动对小基站的部署，华为、中兴等为其提供解决方案；2) 四川电信是国内领先部署小基站的试点。其在成都、德阳、绵阳、南充、达州等多个地市的办公楼、医院，工业园区、政企事业单位、星级酒店、交通枢纽等重要室内场景通过华为 LampSite 对室内网络进行了数字化升级，截止 2016 年 4 月，四川电信在全省部署小蜂窝数量已达到 6 万只，预计 2016 年将会达到 9 万只。此外四川电信还希望以小蜂窝为切入口，提供更多创新的增值应用。如目前已部署的 LampSite 网络可以实现室内 3-5 米的定位精度。

分析结论：1) 目前三大运营商都在试水小基站，但侧重点和发展阶段又各有不同。中国移动 4G 小基站侧重于室内应用，试点阶段已经过去，进入大规模推广阶段，2016 年完成了首批一体化皮基站的集采项目；中国联通在小基站方面布局更加深远，其侧重宏蜂窝与微蜂窝的协同组网，显然是为未来 5G 的部署做准备，其推出的 LIGHT-Net 计划分为三个阶段，目前已经进入第三阶段；中国电信则是在四川深度试用，不但部署小基站



数量领先国内，并且要基于此提供更多的增值应用，构筑生态系统；2) 运营商规模化部署小基站趋势明显。中国移动发布指导意见明确表示要规模推广，而中国联通的 LIGHT-Net 是要构筑囊括宏基站在内的精品网络，电信未来也是要在全国范围内上线 4G+，且中国电信技术创新中心副主任杨峰义也表示未来要发展宏微协同异构网络，希望可以做到十万成片吸热和室内吸热，因此二者未来要在全国范围内规模化部署小基站趋势明显无疑。

3.1.3 当前宏微协同为小基站规模部署的瓶颈，载波聚合为解锁瓶颈的关键技术

目前限制小基站规模化部署主要瓶颈是：当前微蜂窝与宏蜂窝混合组网的效果并不如意。主要体现在两方面：1) 同频干扰，当前微蜂窝主要还是同频微蜂窝，规模部署容易与宏蜂窝存在严重干扰；2) 宏微协作融合效果不达预期，简言之，就是以当前的技术而言，宏微组网后对系统效率和容量的提升效果并没有好到值得去规模部署小基站，因为小基站规模部署的成本还是很高的。

宏微协同组网技术就是为了解决上述问题，因此也成为当下研究热点，值得关注。混合组网技术主要分为两大块：1) 针对解决同频干扰的技术，主要有干扰协调、多点协作、小区合并。干扰协调技术的原理就是通过时域协调或者功率协调的方式规避干扰；多点协作技术的主要原理是覆盖统一用户的不同宏微基站协同参与给一个终端发送数据或者联合接受一个终端发送的数据；小区合并的主要原理是将不同基站覆盖下的物理小区合并为一个逻辑小区，简言之，就是将几个基站捆绑为一个基站使用。2) 针对宏微协作，提升系统效率与容量的技术，主要有宏微基站融合技术。宏微基站融合技术主要包括载波聚合技术、双连接技术、异系统合并。其基本原理如表 18 所示。

表 18：宏微融合主要技术工作原理介绍

载波聚合	以前是一个用户同时只能使用一个载波，而载波聚合技术则是使终端根据自己的能力大小决定最多可以同时使用几个载波进行上下行传输，提升单用户峰值传输速率
双连接	终端同时连接到两个小区，宏小区用于实现控制平面的功能，包括连接管理和移动性管理，从而降低了大量的微小区规划难度；而数据业务将根据所需的 QoS 灵活选择在宏小区发送，还是在微小区发送，或者两者都发送
异系统合并	假设具有 LTE 功能的微基站部署在具有 HSPA 功能的宏基站覆盖范围内，通过异系统合并技术，可将 LTE 和 HSPA 系统的无线频谱资源进行整合，提升用户数据传输需求

资料来源：公开资料整理，中信建投证券研究发展部

上述几个技术点中，载波聚合技术为重中之重。几种技术中，最重要最关键的就是载波聚合技术，因为它是主要提升宏微组网容量的关键技术，价值重大。从它同时也是 LTE-A 的关键技术就可以看出来。同时，我们也可以推断出整个小基站规模会和 4G+网络同步起来，连接两者的共同点就是载波聚合技术——即是 LTE-A 的关键技术，要应用于 4G 后期的宏基站之间，同时也要用于宏微基站协调之间。所以可以进一步推测，一旦载波聚合技术成熟，宏基站大量改造，宏微、微微之间协同组网广泛布置，整个 4G+网络迅速起来，在这过程中，小基站规模也随之迅速起来。

宏微协调组网技术方面，目前国内领先的是中国联通 LIGHT-Net 计划。2016 年 5 月，中国联通首次完成宏微 3CC+256QAM 创新方案的实验室测试，即在宏站与微站之间实现了 (20+10+20) MHz 的三载波聚合，并且叠加使用 256QAM 高阶调制技术，单用户峰值速率达到 487Mbps，为 4G 现网峰值的 3-4 倍。

3.2 5G 应用尚处于方案遴选阶段

请参阅最后一页的重要声明



目前，小基站在 5G 方面的应用还处于开发与试验阶段，要想实现大规模商用，尚需时日。

标准尝试制定中：1) 目前北美是全球 LTE 的领头羊，在网络演进上走得最远；2) 2015 年 8 月，4G 美洲与小基站两个组织共同发布信息，召开研讨会议等会议，主要有两方面内容，一方面探究小基站技术在 LTE 中的应用，包括行业扩展项目；另一方面是开发和制定 5G 技术与标准；小基站论坛首席执行官苏·莫纳罕说：“要实现多倍千兆字节移动宽带和异构网络（HetNet）未来这样的目标，需要业界的贡献。如此能够为运营商、供应商和最终用户汇集业界所能提供的最好的资源。我们与 4G 美洲签署的这一协议向更快、更顺畅地部署 5G 迈进了一大步。”

六大方案筛选与确定中，华为的“使小基站成为 5G 网络基石”成当务之急：2015 年 9 月在罗马举办的小基站论坛第 30 届大会上，描绘灵活加速小基站部署的共同计划，提出六项方案并从中筛选中优秀者用于未来的 5G 中，具体措施如下：行业代表分成 6 组，每组由一家运营商和设备厂商组成，分别构思 6 项新工作规划，着手描述他们小基站构建计划的创意，并解释把计划付诸实践的可操作性。根据论坛的 Release Programme 条款，被通过的计划将在全球建设移动通信基础设施的利益相关者中分享。

六大领域及行业代表分别是：免牌照频谱（由高通和沃达丰负责）；虚拟化计划（思科和中国移动负责）；中立型主机多运营商基站主张（英国网络电话服务提供商 Truphone 和 ip.access 负责）；企业网计划（华为和法国电信 Orange 负责）；Hetnet 主张（爱立信和 Airhop 负责）；使小基站成为 5G 网络基石的计划（Jio 和华为负责）。小基站论坛确定了构建 5G 网络基石的当务之急，并会考虑 Jio 和华为构思的使小基站成为 5G 网络基石的计划。

另外，我们之前讨论过超密集组网为未来 5G 小基站的主要实现形式。在超密集组网方面，其实高通于 2014 年推出试验首个超密集小基站；爱立信也在 2015 年的 MWC 上展示超密集部署的小基站，然而在 2016MWC 上，爱立信又将小基站方面的重点放在了网络协同技术上，也说明了未来虽然在 5G 中超密集组网是小基站组网的主要形式，但是当下限制小基站规模部署的还是与宏网的协同方面。

总结来说，当下无论是设备厂商，还是运营商，对小基站的研究与应用，可以分为两大重点：1) 成熟室内覆盖方案的推广；2) 微蜂窝与宏蜂窝协调组网的技术试验。前者作用侧重于 4G 后期深度覆盖优化，后者作用侧重于 4G+与 5G 中对微基站的密集覆盖。

进一步，我们的判断是，室内覆盖拉动小基站崛起；而宏微协同组网技术的成熟为小基站爆发的拐点，可以重点关注宏微协同组网技术的进展。

四、小基站产业链投资机会分析——看好小基站设备厂商、站址资源提供商

小基站爆发，拉动的产业是芯片、小基站设备厂商、站址资源提供商。

小基站芯片为小基站产业中不可缺少的一环，自 2013 年开始，各大芯片就厂商就纷纷推出小基站芯片解决方案，然而小基站芯片对研发实力要求较高（通常需要集成载波聚合、集成 LTE 与 WIFI、高容量的基带处理器等功能等），一般都是大芯片厂商如高通、三星、华为、博通等才有实力去做芯片，因此从投资角度来讲，其实投资机会并不大，这里便不做重点讨论。

请参阅最后一页的重要声明



表 19：小基站芯片厂商介绍

芯片厂商	小基站芯片介绍
高通	2014 年推出业内首款 28nm 小型基站系统级芯片，针对应用于小区和中小企业的小型基站，支持 LTE 和 WIFI；阿朗发布的 LTE-A 小基站中都采用高通的 FSM9955 芯片；三星也要合作高通，通过采用高通芯片开发小基站
博通	2014 年博通公司发布针对家庭、企业和户外小型基站网络的第三代单芯片解决方案：BCM61735、BCM61755 和 BCM61765。据悉，第三代低功耗小型基站基带处理器容量提高了 1 倍，使运营商可以从日益拥堵的 3G、4G/LTE 移动网络和 Wi-Fi 网络中将数据流量卸载下来；增强型产品组合，则能够将数据速率提高到 300Mbps。
德州仪器	2013 年宣布面向小基站（smallcell）市场，推出一款双片集成的系统级芯片，包括一颗基带芯片 TCI6630K2L 和一颗模拟器件 AFE7500。该款芯片支持多颗模拟芯片互联，片上集成了网络交换芯片并提高了接口时钟速率，同时支持并发模式和载波聚合功能，是当时业界第一个支持这个功能的产品。提供完整的软件开发包，支持主流的 Linux 所有芯片外设，同时也有相应的网络加速器支撑软件，提供了足够可编程性空间

资料来源：公开信息整理，中信建投证券研究发展部

4.1 小基站设备厂商——中小厂商最先涉足，主流设备厂商随后跟入

小基站设备厂商领域的竞争格局如下：中小设备厂商、主流电信设备厂商、ODM 厂商。

中小设备厂商是最早进入小基站领域，如京信通信、博威（后被邦讯技术收购）、飞烽等就是从 3G 时代培育起来的主流小基站设备厂商。从前一阵子中国移动 4G 小基站招标情况来看，目前这类中小设备厂商依旧是主流。这类厂商的优势是：具有前期技术积累优势、客户资源优势、品牌优势，生产工艺成熟，有丰富的项目运作经验和流程优势，能够提供从网关到小基站端到端的产品和方案（网关的作用是连接小基站和核心网）；劣势是：后续发展的资金规模、研发实力不见得能跟上主流电信设备厂商。

表 20：2015 年中国移动集采一体化小基站中标候选人

第一中标候选人	福建三元达	第六中标候选人	大唐移动
第二中标候选人	邦讯技术	第七中标候选人	京信通信
第三中标候选人	国人通信	第八中标候选人	广东超讯
第四中标候选人	上海鑫众	第九中标候选人	瑞斯康达
第五中标候选人	爱立信	第十中标候选人	中兴通讯

资料来源：公开信息整理，中信建投证券研究发展部

以博威为例，为国内最早从事 small cell 技术研究及产品开发的企业，2009 年成功开发出世界上第一个 TD-SCDMA Small Cell 和 TD-SCDMA Small Cell+WIFI 双模终端。1) 研发实力方面，在中美印三地具有研发中心，80%以上工程师具有射频功放、无线通讯八年以上研发经验；2) 生产工艺方面，具有十年以上通信行业生产管理经验，12000 平米的专业生产车间，5 条生产线，年产能可达 15 万台，截止 2016 年 7 月，是向中国移动供货在 10 万台以上的唯一厂家；3) 提供一体化解决方案方面，能够提供从网关到小基站的端到端产品和方案，之前就在苏州移动实现了近 20 万小基站容量网关系统的商用；4) 运作经验方面，自 2010 年开始进行小基站产品的推广以来，积累了丰富的市场项目运作经验和一整套项目运作的流程和机制，且博威在国内 3G 小基站销售总量上占据了 60%的市场份额；5) 品牌方面，无论是中国移动制定标准、邀请测试，还是华为、中兴、诺基亚和爱立信等主设备厂商 OEM 招标，还是各种小基站行业方案供应商和定制开发的合作，都会主动联系博威。



主设备厂商来势汹涌，后发力强劲。进入到 4G 以来，小基站市场受到关注，被视为未来的主流，主流电信设备厂商也开始纷纷跟进，主要包括阿朗、爱立信、华为、NEC、诺西、中兴等。其**优势**是：高层客户关系好、公司整体品牌好，通过多产品组合策略性补贴抢占小基站市场、资金雄厚；**劣势**是：在小基站领域没有品牌积累、与中基层客户关系较薄弱，缺乏利益链支持；运营商主观不愿意主设备厂商垄断全网设备。

ODM 厂商也想分一杯羹。ODM 厂商主要包括阿尔法、亚旭、广达、富士康、盟创科技等。其**优势**是：有一定技术能力，在生产和成本控制上有经验和优势，和家庭消费电子类似的经验，特别适合家庭级小基站的研究和生产；**劣势**是：没有品牌、缺乏小基站核心技术能力，尤其是无线方面；目前参加 TD-LTE 小基站中国移动第一期集采招标的只有台湾广达，在中国市场尚未构成威胁；

综合以上分析，我们认为虽然主流电信设备厂商来势凶猛，但是它不可能全部垄断，中小设备厂商未来依然会占据一定比例的市场份额，从而带来投资机会。主要理由如下：1) 中小设备厂商技术做得早，技术积累深厚，行业经验丰富，成本控制方面更有经验，打起价格战也更有优势；2) 运营商从主观上也不太愿意让主流电信设备商垄断网络设备。

4.2 “众包小蜂窝”商业模式创新拉动站址资源提供商发展

小蜂窝部署经常会遭遇站点和传输获取困难、收益模式单一等难题，严重影响了运营商的网络建设热情。

华为创新地提出了**众包小蜂窝(Crowd-sourcing Small Cell)方案**，即通过将运营商、商场、企业、电信设备商、互联网企业和开发者一起“众包”，不仅解决了站址问题，更从最初的单一建设到最终的灵活运营，突破了小蜂窝原本的概念和范畴，探索出一种新的商业合作模式。目前，华为众包小蜂窝解决方案包含站址众包、交付众包和业务众包。

站址众包指充分利用分布广泛的灯杆、广告牌、电话亭等资源，使之成为可供运营商使用的小站站址，从而帮助运营商降低站址获取难度及成本，改善运营商的网络覆盖，也能帮助业主实现固定资产增值，多方共赢。比如在上海，联通携手飞乐音响和华为共同推出“微基站灯”，将智慧照明项目与华为小站的“众包”理念相结合，将小站系统内嵌至灯杆中。此举不仅使灯杆成为室外小站绝佳站址，而且小站的无线网络可以赋予灯杆信息交互和视频监控的功能，成为真正的智慧灯杆，堪称跨界融合的新典范。

交付众包指为汇聚力量创建室内覆盖新生态，华为从设备商转变为总集成商，帮助运营商管理零散的施工方的同时，对室内室外的网络做到端到端的拉通。这种模式责任主体更单一、管理更有效率，将使运营商能够建设更好的网络，同时华为小蜂窝亦可以被其他集成商集成。

业务众包也是华为众包小基站解决方案的核心内容之一。华为业务众包解决方案在 LampSite 解决方案基础上引入了可软件定义的业务锚点(Service Anchor)。业务锚点基于开放架构、支持开放的 API 接口、可以和企业业务平台对接，从而实现管道能力开放，帮助运营商提供业主真正关心的增值服务，为业主创造价值。该模式在实现业主增加盈利点的同时也帮助运营商降低室内站址获取难度。

目前，这种模式在海外已经得到推广。加拿大运营商 TELUS 与电力企业置换股份，将小基站成批量地安装在后者拥有的电线杆等基础设施上；沃达丰则与荷兰一家拥有公交站广告发放权的公司合作，利用公交站的空安装 Small Cell，广告公司不仅能获得租金，还能借助运营商的大数据能力，发布动态、精准定位的广告。而在国内，该模式刚刚起步。



众包模式的出现与推广，以及小基站产业的爆发，无疑会拉动站址资源提供商的发展与盈利增长。

五、行业相关标的

5.1 小基站设备提供商

邦讯技术

1) 公司早先收购细分行业龙头，先发优势足。邦讯技术自 2014 年就收购了当时小基站细分行业龙头博威，早早布局小基站领域，并且重点发展这项业务，抢占市场先机，具有先发优势。在 15 年中国移动进行小基站采集招标时，邦讯技术成功入围，是第二中标候选人，可见其在小基站领域在国内处于领先地位。

2) 业务外延，剑指物联网。公司立足于通信行业的出生优势，公司积极谋划转型物联网。(1) 公司成立物联网产业并购基金，储备项目并购池。希望通过参股、并购、孵化等方式，为公司储备并购项目池，降低并购风险，最终实现对优质资源的整合。(2) 公司成立物联技术公司，丰富物联网产业布局。2015 年 3 月 11 日注册成立邦讯物联技术有限公司，主要研发方向包括智能家居互联网应用平台、通信模块、智能家居系列产品、智能家居云端服务器的研发和服务、智能手机家居控制应用程序，进一步丰富公司物联网产业链布局。结合物联网千亿美元规模的市场前景，我们看好公司未来在物联网领域的发展。

三元达

本公司主要从事移动通信网络优化覆盖解决方案业务及优化覆盖设备的研发和制造、移动通信网络优化规划设计安装。主要经营产品包括：(1) 移动通信网络优化覆盖类的直放站、干线放大器等硬件设备，及嵌入式软件和监控系统软件等产品；(2) 应用于室内外网络优化覆盖系统的高品质无源器件、无源多系统合路平台 (POI)、天线及美化天线。

随着 4G 兴起，运营商对室内覆盖需求加大，公司将进一步拓展无线网络优化覆盖主营业务市场，其中 4G 一体化小基站为公司未来重点展开的业务之一。公司在小基站领域，涉足早，技术积累深厚：1) 早在 2011 年开始公司就与 ASTRI 合作商用 4G 小基站以及小基站网管方案；2) 2014 年，公司与中国移动合作 4G 小基站，并且已在部分省份实现成功试点；3) 2015 年公司与香港应科院于 2015 年世界移动大会上现场演示基于应科院最新 LTE 技术的三元达端到端 LTE 小基站网络解决方案；4) 在中国移动的一体化小基站集采项目中，公司为第 1 候选人。

此外，公司还积极的开辟金融领域新业务，未来会主要发展侧重于医药、通信等发展前景较好且流动资金周转较慢行业的商业保理业务。同时也将持续与优质目标客户如银行、国药控股、中建系、中铁系等展开合作。

京信通信

京信通信是全球领先的通信与信息解决方案和服务提供商。拥有无线接入、无线优化、天线及子系统、无线传输、无线宽带等产品线，在各产品领域均掌握了核心关键技术，拥有众多自主的知识产权。其中无线优化业务占集团收益 17.9%。

在无线优化领域，京信通信推出了多样化的室内分布系统解决方案，包括 MDAS（光纤分布系统）及 DAS



(分布式天线系统), 以及小基站密集组网解决方案、无线宽带解决方案。配合 small cell 的 IP 接入, 可以快速实现网络覆盖和容量接入。

在客户资源布局方面, 京信已在中国设立 30 个省级分公司, 200 个地市二级办事处; 在全球亚太、欧洲、北美、南美设立 10 多个办事处为全球 80 多个国家提供产品销售及技术服务, 并积极与国际大运营商和主设备开展合作。在中国移动一体化小基站集采项目中, 公司为第 8 中标候选人。

超讯通信

公司的主营业务是网络建设、网络维护、网络优化。其中与小基站相关的业务是网络建设, 2013-2015 年网络建设业务收入持续上涨 (2013-2015 年, 公司营收分别为 4.45 亿、5.63 亿、6.94 亿元, 其中网络建设业务所占比例分别为 36.40%、37.64%、42.06%)。网络建设的服务内容包括接入网、传输网、无线网。其中在无线网领域, 主要包括三块: 基站主设备、天馈系统、室内分布系统。公司的所提供的产品一体化皮基站就从属于这一领域。公司早在 2012 年就开始了与广东省科学院自动化工程研制中心合作进行 TD-LTE 毫微微蜂窝式基站关键技术研发及产业化的研究, 技术积累深厚。在 2015 年中国移动皮基站集采中, 公司为第 9 中标候选人。

中兴通讯

中兴通讯是全球领先的综合通信解决方案提供商, 业务集中在三大领域: 运营商网络、政企业务、消费者业务。其中在运营商网络服务方面, 又分为有线、无线。在无线领域, 公司针对 4G 网络的深度覆盖, 一直在进行小基站组网方案的研发是试验: 2012 年, 中兴通讯业界首家发布 4G 一体化小基站, 提供包括一体化小基站网关/网管在内的全网元端到端解决方案, 并率先在无锡移动、浙江移动大规模商用部署 Nanocell 小基站全网元商用网络; 2014 年 9 月, 中兴通讯推出 Qcell 多模多频室内深度覆盖解决方案; 2016 年新年伊始, 中兴通讯迅速启动了江苏、内蒙古、福建、湖南、河南等省份的 Nanocell 小基站全网元商用网络的部署。

5.2 站址资源提供商

深桑达 A

公司的主营业务为: 电子信息产业、电子商贸服务业、房地产业。其中电子信息产业包括: 铁路 GSM-R 通信产业、LED 照明产业、绿色能源产业及商业智能终端产业。

在 LED 照明产业方面, 公司正由传统的承接国外客户 OEM、ODM 代工业务模式向提供以智能照明、智慧交通和平安城市为主要内容的智慧城市应用系统解决方案及服务转型。目前主要通过参与政府或其他机构公开发布的招投标活动, 自行采购飞利浦等品牌灯具, 通过 EMC 合同能源管理机制, 实施国内市场的智慧照明改造工程 (2015 年, 公司签订上海路灯智能照明项目及福州、佛山、深圳等地的 3 个单体智能照明亮化工程)。公司与上海普天、中广核等国内大型 EMC 公司建立了战略合作关系。公司将依托飞利浦品牌优势, 成为一家在中国领先的以智能照明为基础的智慧城市综合解决方案供应商和运营商。

飞乐音响

飞乐音响的主业是绿色照明。从 2010 到 2014 年, 公司先后收购圣阑公司、圣安集团, 完成了从通用照明领域向汽车照明领域和照明工程领域的延伸, 打通了 LED 照明灯具及应用端照明工程市场的产业链, 成为国内一流的照明行业龙头企业; 2015 年公司成功收购喜万年集团 80% 股权, 成为拥有国际一流品牌和遍布 48 个国家销售渠道的国际照明巨头。



2015年9月，公司与华为、联通合作推出内置微型基站“微基站灯”系统解决方案，并且接入上海联通商用网络。该方案为基站“众包”模式的典型应用，将无线微基站集成在LED路灯杆中，在实现城市路灯网LED升级换代的同时，还可增强路网及周边无线网络覆盖，大幅提升用户网络使用体验。



分析师介绍

武超则：通信行业首席分析师，TMT 行业组长。专注于移动互联网、在线教育、云计算等通信服务领域研究。2013-2016 年《新财富》连续四年最佳分析师通信行业第一名。2014 年、2015 年《水晶球》最佳分析师通信行业第一名、wind 最佳分析第一名；2015~2016 年《金牛奖》最佳分析师通信行业第一名。

于海宁：通信行业分析师，北邮通信硕士，5 年从业经验，专注于车联网、移动支付、北斗导航与位置服务、国防信息化、国企改革等研究。2013-2016 年四届《新财富》最佳分析师通信行业第一名团队核心成员。

研究服务

社保基金销售经理

彭砚苹 010-85130892
pengyanping@csc.com.cn
姜东亚 010-85156405
jiangdongya@csc.com.cn

机构销售负责人

赵海兰 010-85130909
zhaohailan@csc.com.cn

北京地区销售经理

张博 010-85130905
zhangbo@csc.com.cn
黄玮 010-85130318
huangwei@csc.com.cn

李祉瑶 010-85130464
lizhiyao@csc.com.cn

朱燕 010-85156403
zhuyan@csc.com.cn

李静 010-85130595
lijing@csc.com.cn

赵倩 010-85159313
zhaoqian@csc.com.cn

黄杉 010-85156350
huangshan@csc.com.cn

任师蕙 010-85159274
renshihui@csc.com.cn

王健 010-65608249
wangjianyf@csc.com.cn

周瑞 18611606170
zhourei@csc.com.cn

刘凯 010-86451013
liukaizgs@csc.com.cn

上海地区销售经理

陈诗泓 021-68821600
chenshihong@csc.com.cn
邓欣 021-68821600
dengxin@csc.com.cn

黄方禅 021-68821615
huangfangchan@csc.com.cn
李岚 021-68821618
lilan@csc.com.cn

戴悦放 021-68821617
daiyuefang@csc.com.cn
李岚 021-68821618
lilan@csc.com.cn

肖垚 021-68821631
xiaoyao@csc.com.cn
吉佳 021-68821600
jijia@csc.com.cn

朱丽 021-68821600
zhuli@csc.com.cn
杨晶 021-68821600
yangjingzgs@csc.com.cn

谈祺阳 021-68821600
tanqiyang@csc.com.cn
肖垚 021-68821631
xiaoyao@csc.com.cn

吉佳 021-68821600
jijia@csc.com.cn
朱丽 021-68821600
zhuli@csc.com.cn

杨晶 021-68821600
yangjingzgs@csc.com.cn
谈祺阳 021-68821600
tanqiyang@csc.com.cn

谈祺阳 021-68821600
tanqiyang@csc.com.cn
胡倩 0755-23953859
huqian@csc.com.cn

张苗苗 020-38381071
zhangmiaomiao@csc.com.cn
许舒枫 0755-23953843
xushufeng@csc.com.cn

王留阳 0755-22663051
wangliuyang@csc.com.cn
廖成涛 0755-22663051
liaochengtao@csc.com.cn

上海地区销售经理

陈诗泓 021-68821600 chenshihong@csc.com.cn
邓欣 021-68821600 dengxin@csc.com.cn
黄方禅 021-68821615 huangfangchan@csc.com.cn
戴悦放 021-68821617 daiyuefang@csc.com.cn

李岚 021-68821618 lilan@csc.com.cn
肖垚 021-68821631 xiaoyao@csc.com.cn
吉佳 021-68821600 jijia@csc.com.cn

朱丽 021-68821600 zhuli@csc.com.cn
杨晶 021-68821600 yangjingzgs@csc.com.cn
谈祺阳 021-68821600 tanqiyang@csc.com.cn

深广地区销售经理

胡倩 0755-23953859 huqian@csc.com.cn
张苗苗 020-38381071 zhangmiaomiao@csc.com.cn
许舒枫 0755-23953843 xushufeng@csc.com.cn
王留阳 0755-22663051 wangliuyang@csc.com.cn
廖成涛 0755-22663051 liaochengtao@csc.com.cn

券商私募销售经理

任威 010-85130923 renwei@csc.com.cn



liaochengtao@csc.com.cn

券商私募销售经理

任威 010-85130923

renwei@csc.com.cn



评级说明

以上证指数或者深证综指的涨跌幅为基准。

买入：未来 6 个月内相对超出市场表现 15% 以上；

增持：未来 6 个月内相对超出市场表现 5—15%；

中性：未来 6 个月内相对市场表现在-5—5% 之间；

减持：未来 6 个月内相对弱于市场表现 5—15%；

卖出：未来 6 个月内相对弱于市场表现 15% 以上。

重要声明

本报告仅供本公司的客户使用，本公司不会仅因接收人收到本报告而视其为客户。

本报告的信息均来源于本公司认为可信的公开资料，但本公司及研究人员对这些信息的准确性和完整性不作任何保证，也不保证本报告所包含的信息或建议在本报告发出后不会发生任何变更，且本报告中的资料、意见和预测均仅反映本报告发布时的资料、意见和预测，可能在随后会作出调整。我们已力求报告内容的客观、公正，但文中的观点、结论和建议仅供参考，不构成投资者在投资、法律、会计或税务等方面的最终操作建议。本公司不就报告中的内容对投资者作出的最终操作建议做任何担保，没有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。投资者应自主作出投资决策并自行承担投资风险，据本报告做出的任何决策与本公司和本报告作者无关。

在法律允许的情况下，本公司及其关联机构可能会持有本报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或类似的金融服务。

本报告版权仅为本公司所有。未经本公司书面许可，任何机构和/或个人不得以任何形式翻版、复制和发布本报告。任何机构和个人如引用、刊发本报告，须同时注明出处为中信建投证券研究发展部，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和/或修改。

本公司具备证券投资咨询业务资格，且本文作者为在中国证券业协会登记注册的证券分析师，以勤勉尽责的职业态度，独立、客观地出具本报告。本报告清晰地反映了作者的研究观点。本文作者不曾也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

股市有风险，入市需谨慎。

地址

北京 中信建投证券研究发展部

中国 北京 100010

东城区朝内大街 2 号凯恒中心 B 座 12 层

电话：(8610) 8513-0588

传真：(8610) 6518-0322

上海 中信建投证券研究发展部

中国 上海 200120

浦东新区浦东南路 528 号上海证券大厦北塔 22 楼 2201 室

电话：(8621) 6882-1612

传真：(8621) 6882-1622