



5G时代

移动通信天线行业的挑战和机遇

卜斌龙

2018-08

Comba 京信通信

CONTENTS

目录

- **中国天线产业的全球化**
- 移动通信网络与天线技术发展趋势
- 5G 时代天线厂家在网络侧的挑战与机遇
- 万物互联催生的垂直行业巨大天馈需求

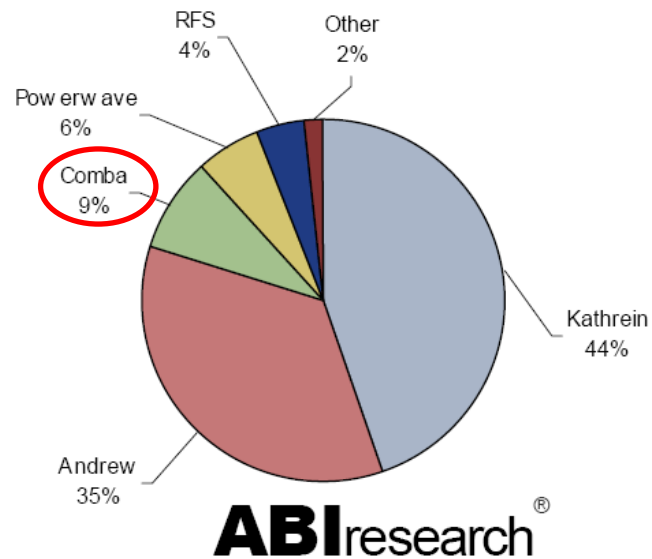


2001年以前

国外厂家通过与主设备打包垄断中国市场

移动通信设备由国外厂家垄断，国内天线厂家除了小灵通网络之外，几乎没有机会。据统计，截止2001年底，我国建设近20万个移动网络基站，按每个基站4~6面天线计共需80万~120万面天线。早期基站天线单价约¥2-3万，到2001年国外品牌约1万元，按照加权平均价约¥1.5万计算，**仅为天线一项就花去了超出¥150亿。**

Antenna Company Market Share, World Market: 2009



2009年

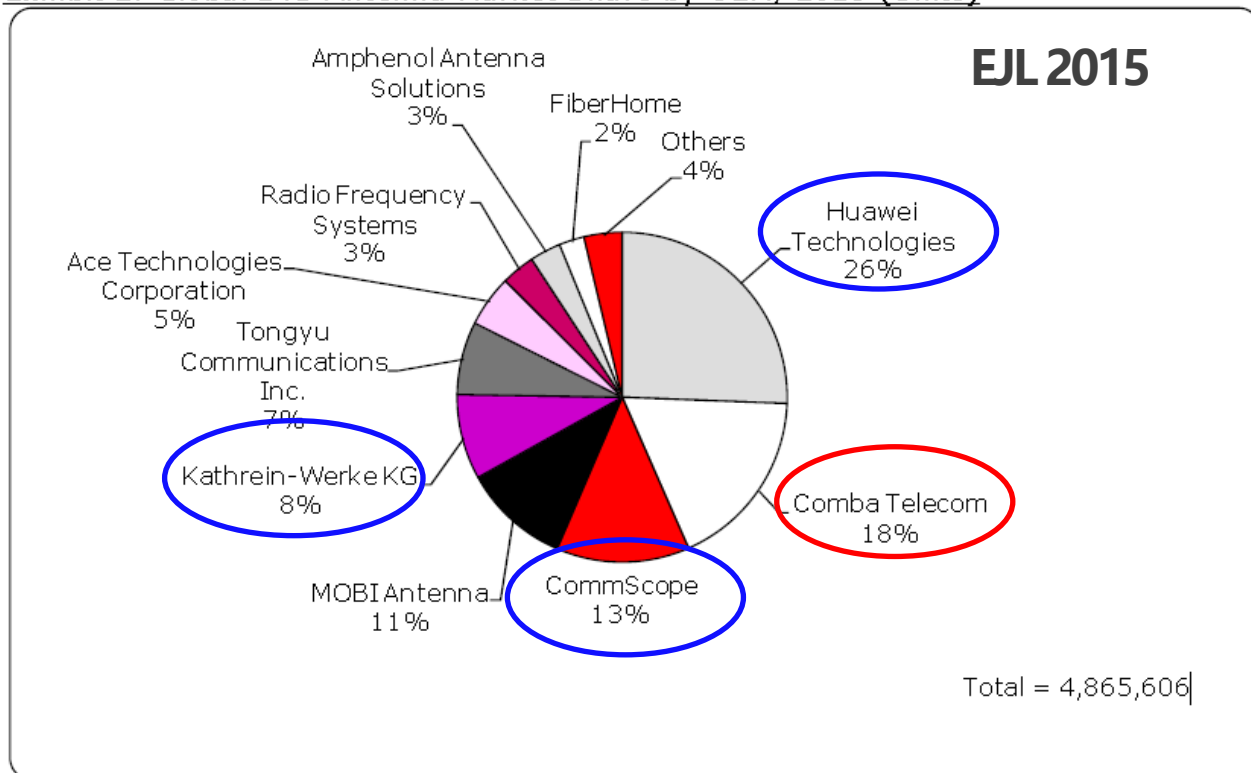
中国天线厂家迅速成长，但国外市场仍被巨头垄断

随着中国三大运营商拆包集中采购，国产天线占比提升。但从全球市场上看，行业仍处于寡头垄断时期。据统计，截止2009年，**仅Kathrein和Andrew两家市场占比79%，其专利壁垒严重阻碍了中国天线品牌进入国际市场。**

中国天线产业的全球化现状

- **打破专利壁垒后**，中国天线产业高速发展，全球占比逐迅速提升
- 据美国EJL移报告：**进入全球TOP10的中国天线厂家越来越多**
- 从2014年开始，**中国品牌天线全球发货总量占比均超过50%**，其中，**2015年高达64%**

Exhibit 2: Global BTS Antenna Market Share by OEM, 2015 (Units)



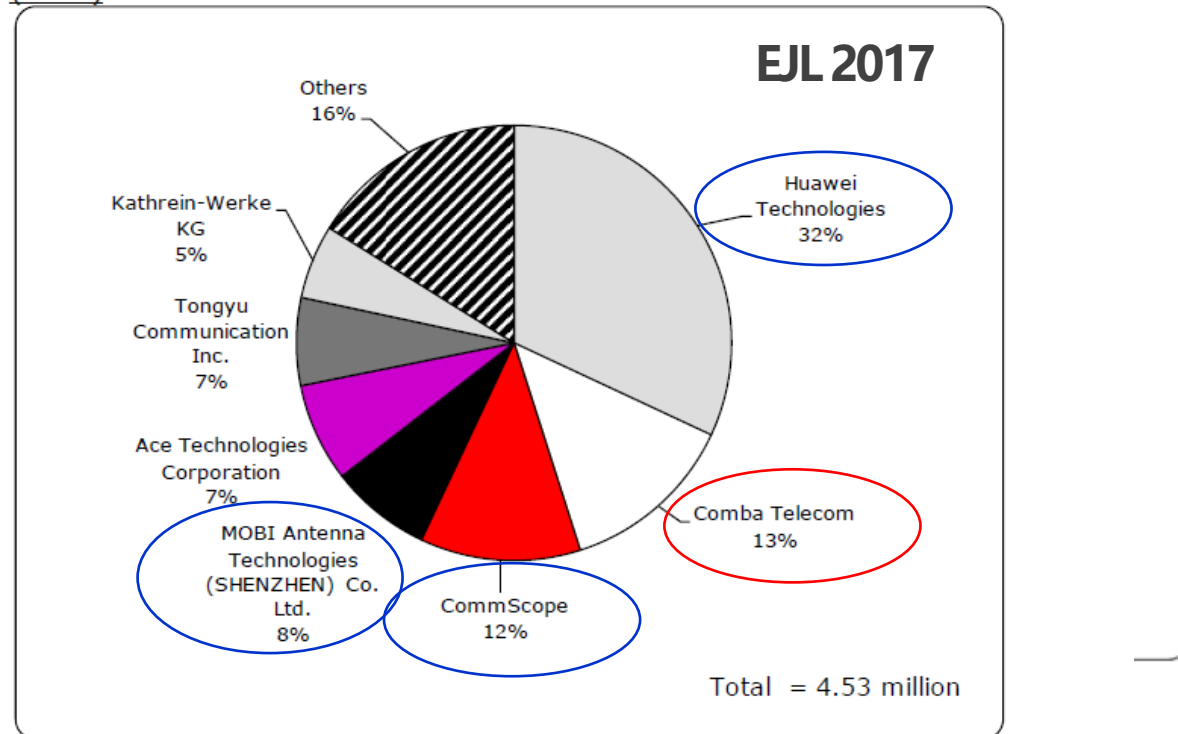
Source: EJL Wireless Research LLC Estimates (September 2016)

Note 1: Comba Telecom

Note 1: Comba Telecom

Note 1: Comba Telecom Ltd./CommScope/Natrem

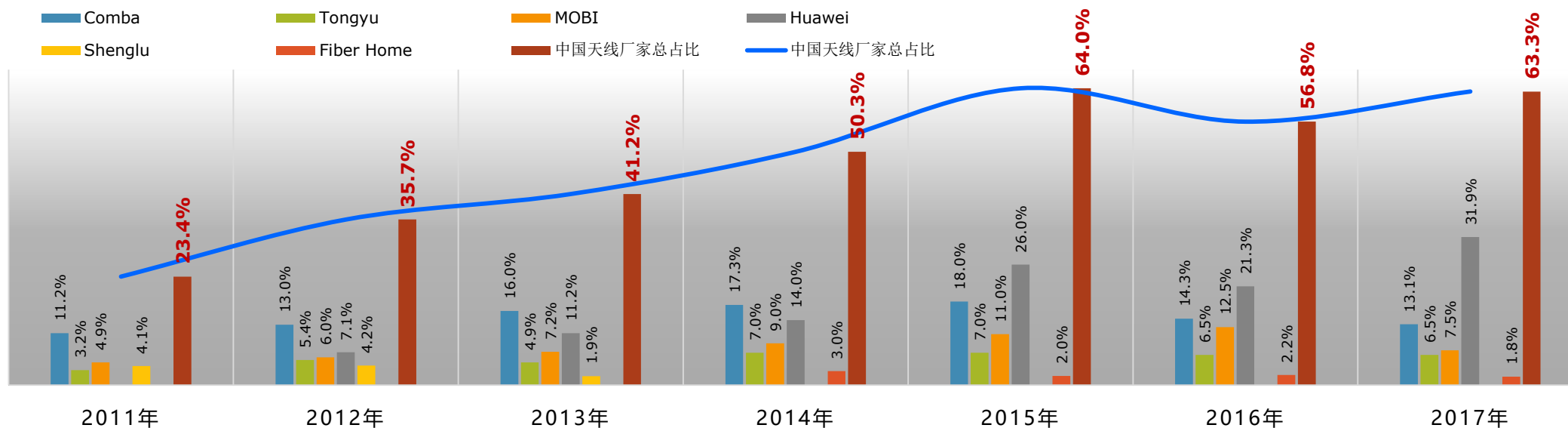
Exhibit 4: Global Macrocell BTS Antenna Shipment Market Share by Supplier, 2017 (Units)



Source: EJL Wireless Research LLC Estimates (July 2018)

- “全球移动通信天线未来属于优秀的中国天线厂家和中国品牌”正在成为现实
- 无论发货数量还是TOP10厂家数量，中国品牌均占据了半壁江山
- 成为名副其实的移动通信天线大国，体现了中国创新和中国制造的能力

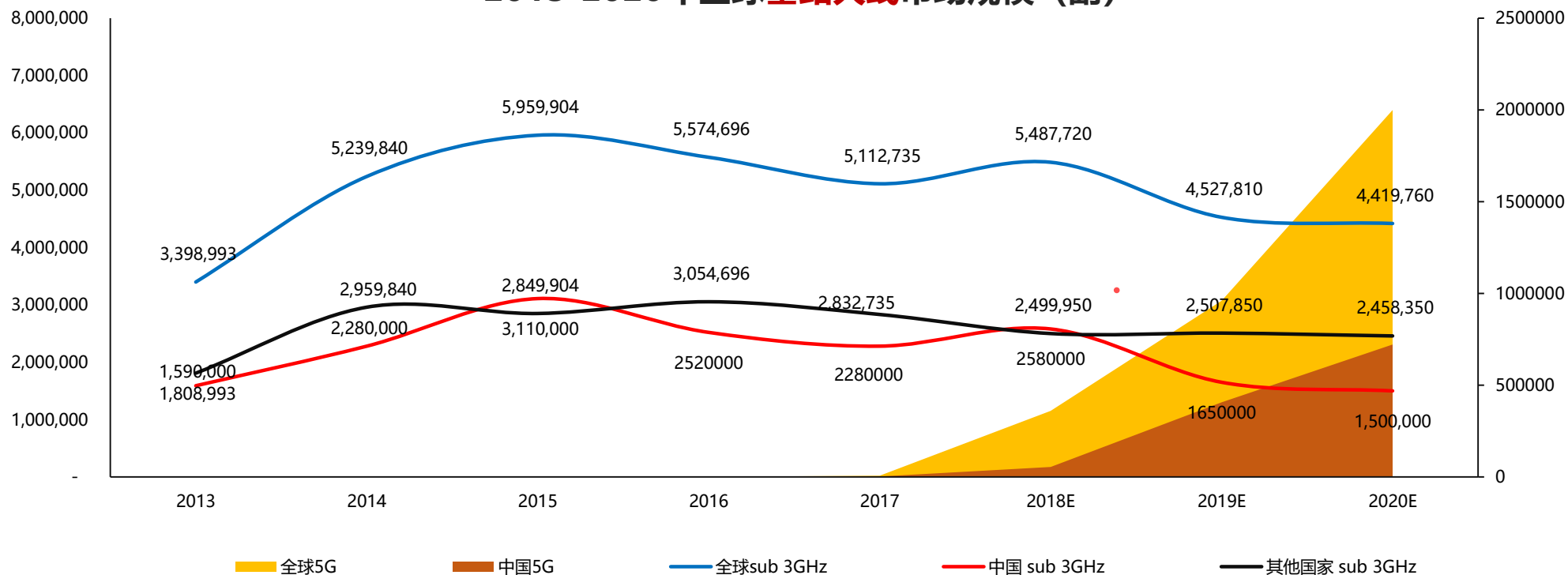
2011-2017年 TOP10中的中国品牌发货的全球占比



10年来国产天线累积为我国运营商节省了超过1000亿的采购成本，创造了几百亿的外汇收入。

- 全球Sub 3GHz基站天线需求数量逐渐下滑但仍有较大体量，2018-2020年每年需求量在400万副左右。
- 2020年是5G元年。中国2018年试点，2019年试商用，2020年规模商用。5G的网络建设要会持续数年。
- 多频、有源等复杂天线应用比例提升，单天线平均价格有较大提升（但按端口单价大幅下降）。

2013-2020年全球基站天线市场规模（副）



注1：中国Sub 3GHz数据根据国内运营商的建站规划预测，其他数据来源于2016EJL报告。

CONTENTS

目录

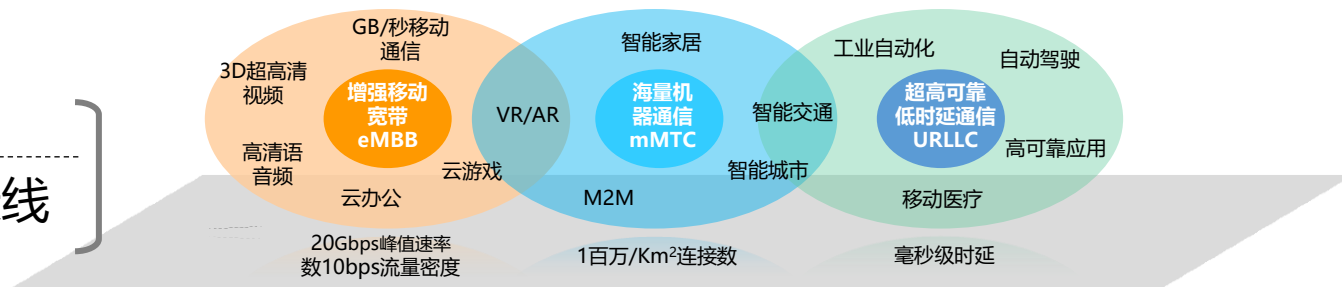
- 中国天线产业的全球化
- **移动通信网络与天线技术发展趋势**
- 5G 时代天线厂家在网络侧的挑战与机遇
- 万物互联催生的垂直行业巨大天馈需求

未来5年，4G网络是基础，5G网络是4G网络的叠加；未来10年，传统无源基站天线依然存在

- 室外覆盖层： Sub 3GHz 4G/4.5G网络，满足用户常规的网络体验
- 室外容量/流量层： Sub 6GHz 5G网络，满足“高容量、大连接、低时延”增强型覆盖需求

容量/流量层

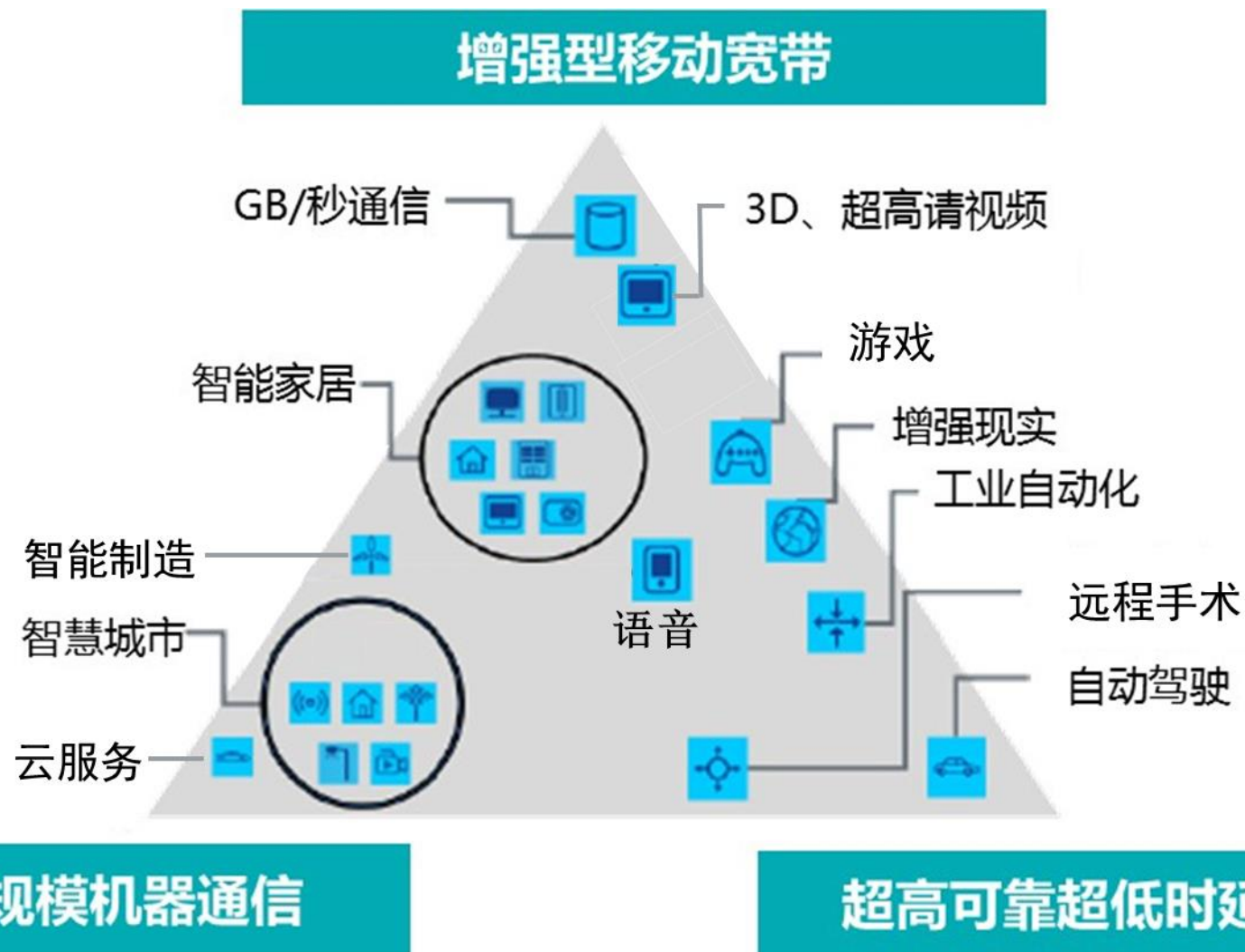
室外： Sub 6GHz Massive MIMO天线
室内（广义）： 毫米波 Massive MIMO天线








覆盖层






室外： Sub 3GHz 传统基站
室内： Sub 6GHz有源/无源系统





移动通信网络的演进——5G技术要求

	峰值速率	1 - 20 Gbps
	用户体验速率	10 - 100 Mbps
	频谱效率	$\times 1 - \times 3$
	移动性	350 - 500 km/h
	延迟	1 - 10 ms

	连接密度	10K-1M 设备数/ Km^2
	网络能源效率	$\times 1 - \times 100$
	区域容量 (ATC)	0.1 - 10 Mbps / m^2
	可用性	99.999% (of time)
	电池寿命	10 years*

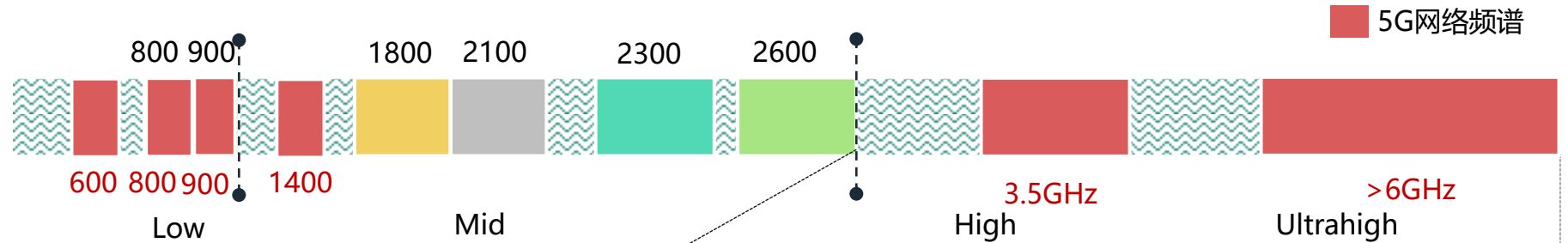
	可靠性	99.999% (of packets)
	定位精度	10m - <1m
	安全性	强大的用户认证、用户隐私保密和网络安全

*对于低功耗的IOT设备

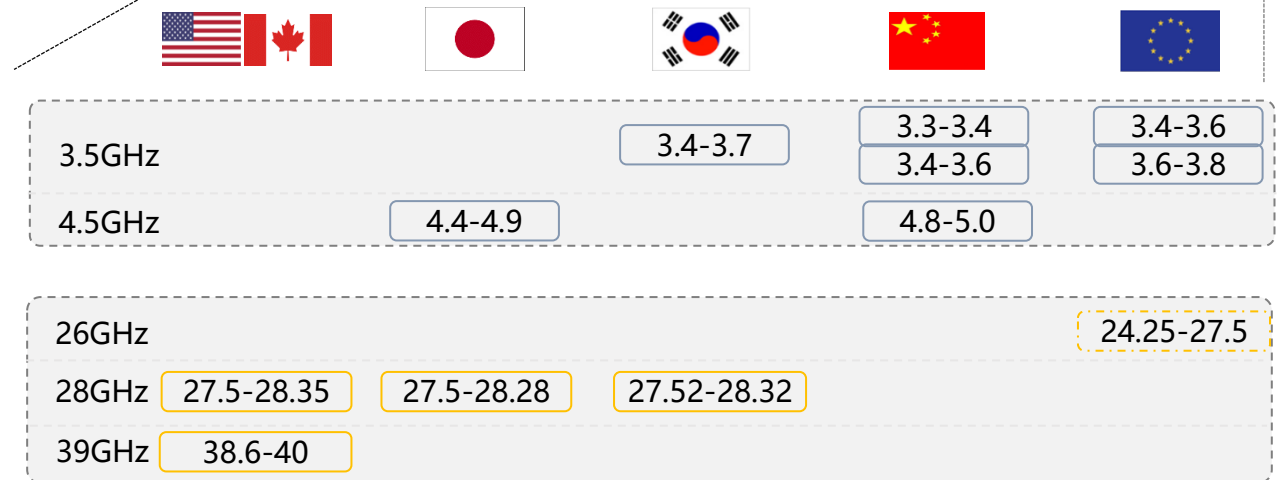
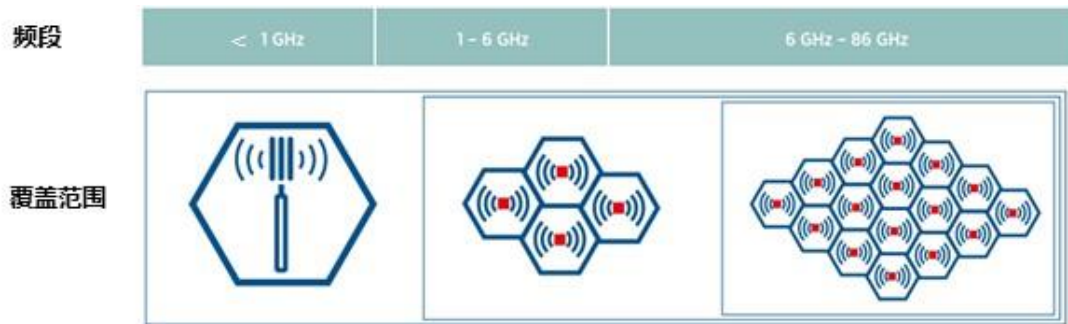
信息来源: ITU-R、NGMN、3GPP

移动通信网络的演进——5G频谱规划

- 5G频谱(GHz): 低频段 (<1)、中频段 (1~3)、高频段 (3~6)、超高频段 (>20)
- 重耕2G、3G退出频段
- 新增1400M、3.5G、4.8G、毫米波等频段



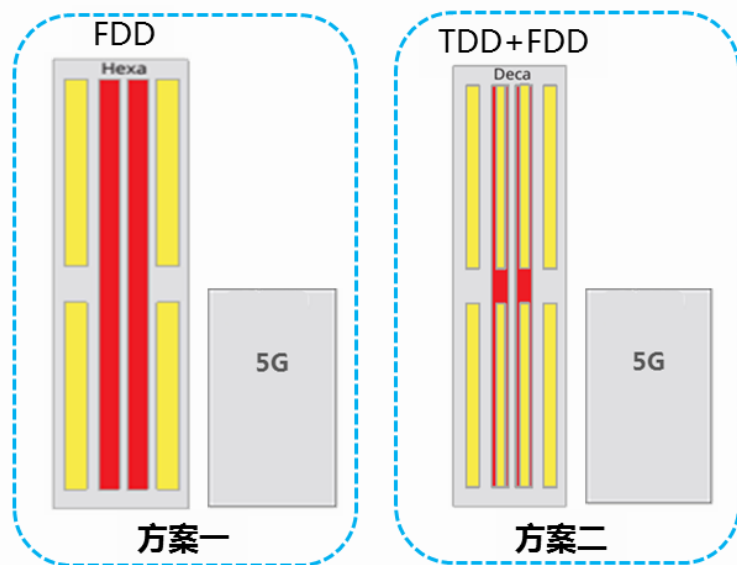
频段与覆盖范围间的关系



- 天馈面将随着网络的发展和共建共享不断重耕、整合，“2+场景”和“3+场景”将成为主流

主场景

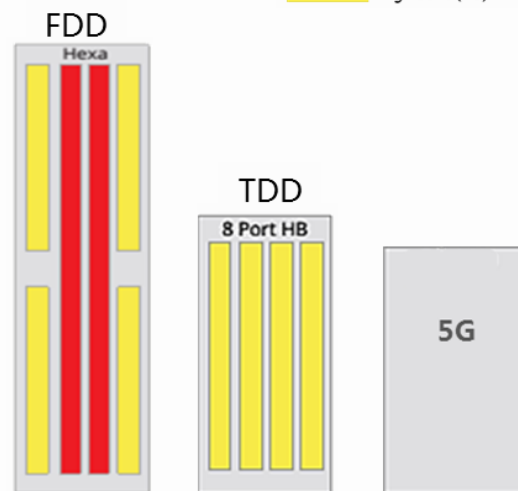
“2+场景” 天馈面架构

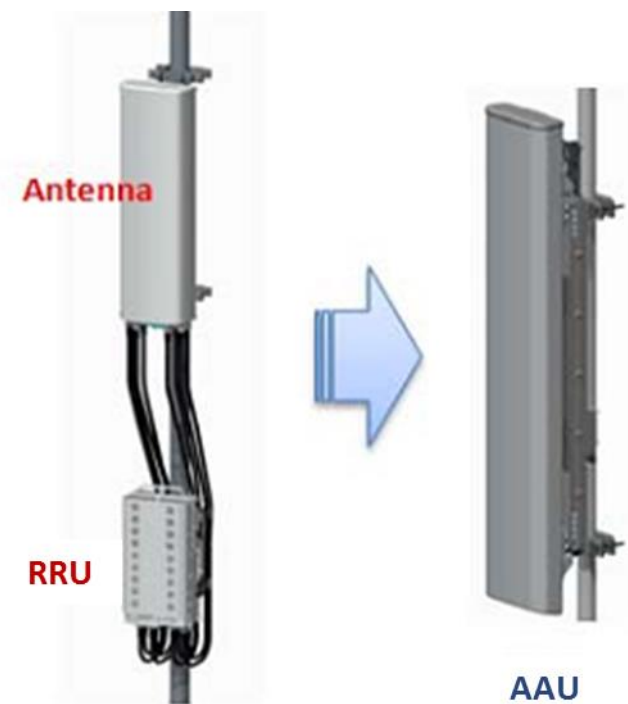


主场景

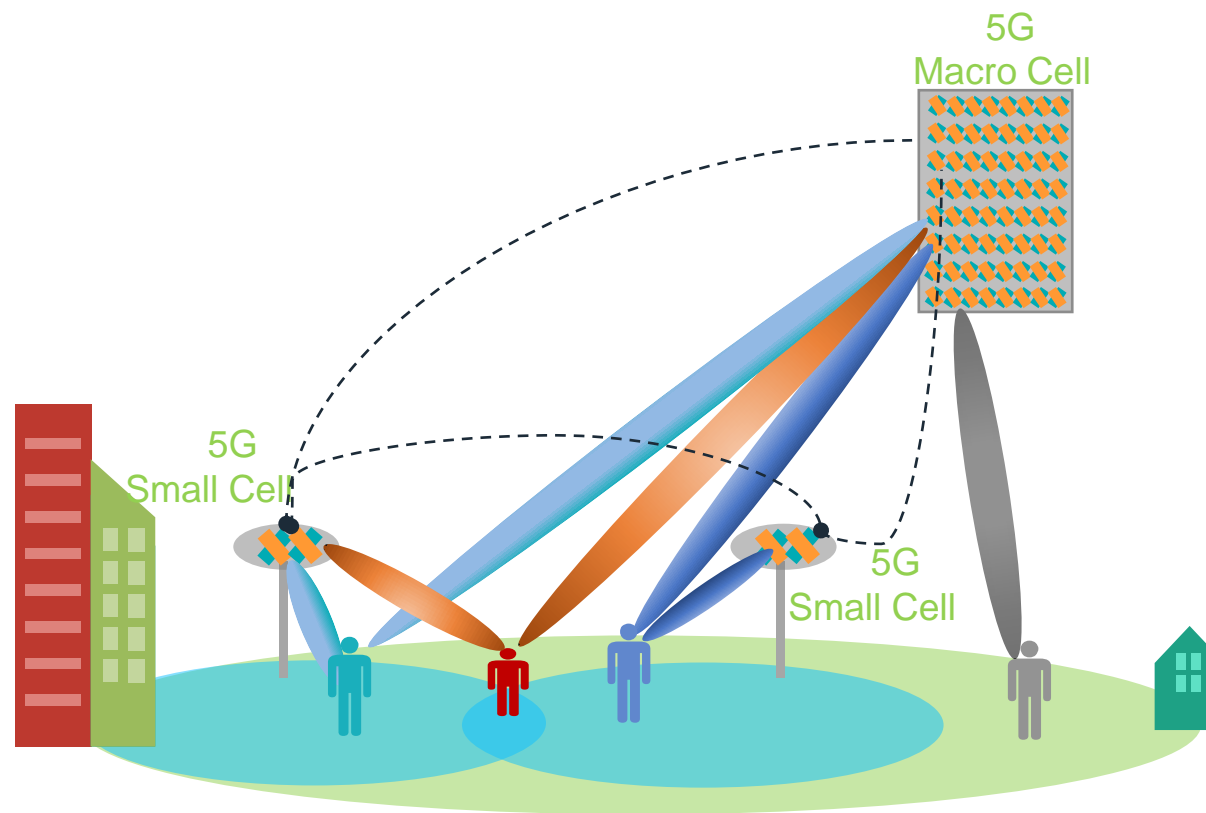
“3+场景” 天馈面架构

Low Band (LB) 690 - 960MHz
High Band (HB) 1710 - 2690MHz





4G 和 4.5G 天线



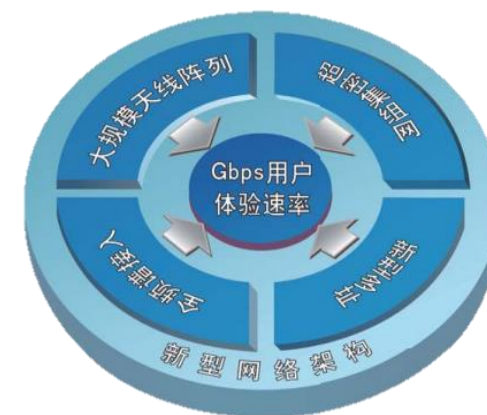
5G Massive MIMO 天线 部署预期

低频Massive MIMO用于广覆盖和深度覆盖，作为基础容量层，提供基本用户体验速率
高频Massive MIMO用于热点地区、室内容量和无线回传
高低频混合组网，实现最佳频谱利用

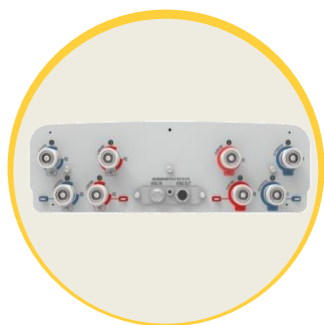
小型化、多频化、有源化、Massive MIMO是移动通信天线的演进方向，其中小型化是基础

这些天线技术相互组合，从而形成不同的产品形态以适应不同场景的天线需求

- 小型化+多频化+嵌入式RCU--Sub 3G, 8T8R无源天线可能是最高形态
- 小型化+有源无源一体化成为天馈解决方案的重要形态
- 5G Massive MIMO与新型多址、全频谱接入和超密集组网等关键技术相结合，满足5G网络需求
- **天线加载增值模块成为行业新的研究方向，如加载工参模块、NB模块等**
- 智能制造是基站天线制造技术发展的必由之路



IMT-2020定义的5G概念



小型化+多频化
+嵌入式RCU



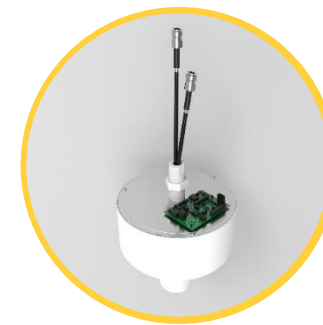
小型化+多频化
+有源化



Massive
MIMO



天线加载
工参模块



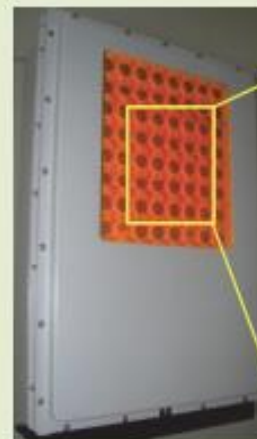
天线+
NB模块

CONTENTS

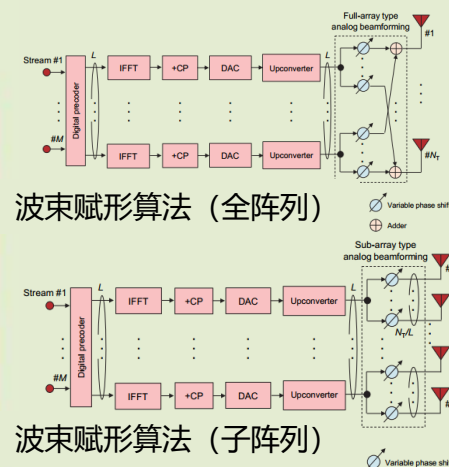
目录

- 中国天线产业的全球化
- 移动通信网络与天线技术发展趋势
- **5G 时代天线厂家在网络侧的挑战与机遇**
- 万物互联催生的垂直行业巨大天馈需求

Massive MIMO天线 使用大数量阵列天线（如128根）形成多发多收的系统，增强基站同时接收和发送多路不同信号的能力，从而大大提高了频谱利用率、数据传输的稳定性和可靠性

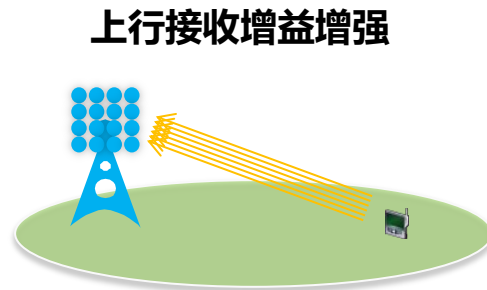
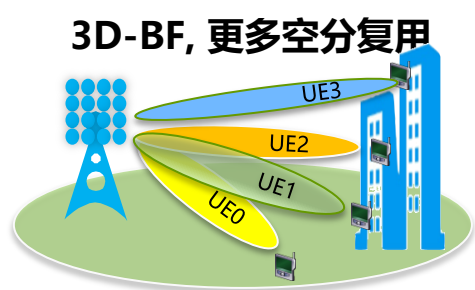
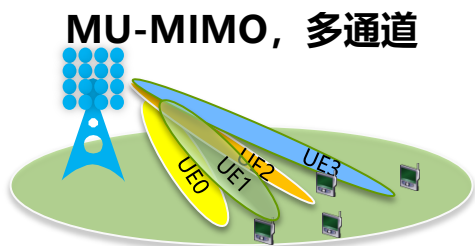


天线辐射单元



波束赋形算法（全阵列）

波束赋形算法（子阵列）

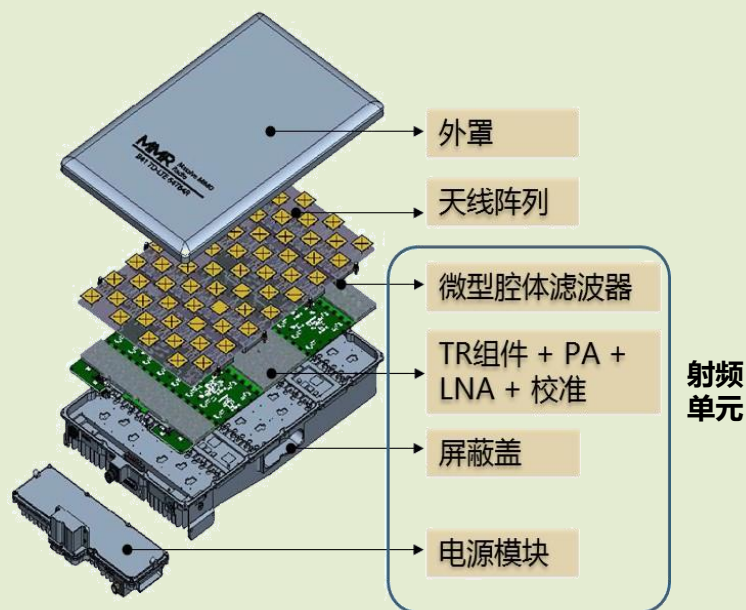


- 多波束，通过空分复用提升网络容量
- 3D-beamforming，实现多种场景的覆盖要求，抑制用户间干扰，大幅提升单用户SINR
- 多通道上下行接收，最大化提升上下行增益

Massive MIMO天线可分为外罩、天线阵列和射频单元三大部分

其中射频单元包括腔体滤波器、TR+PA+LNA+校准模块、屏蔽盖及电源模块

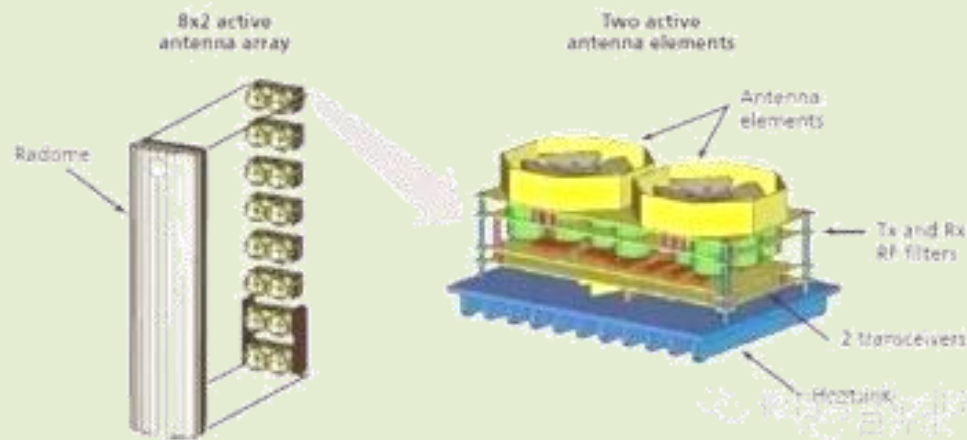
有源无源解耦方案



各子模块层级清晰，天线阵列和射频模块通过SMP等接口连接

天线阵列及部分射频单元与主设备商实现“解耦”

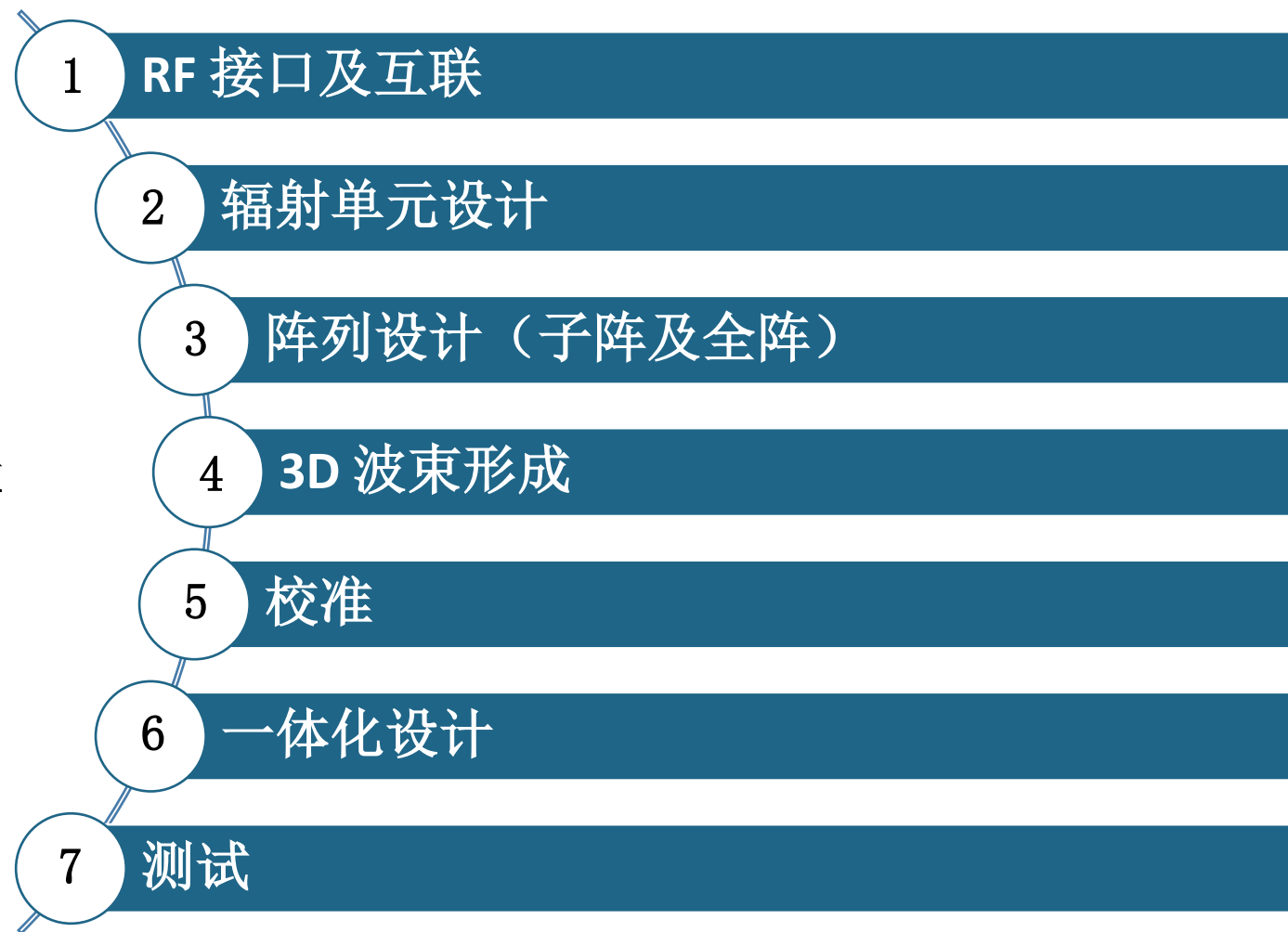
有源无源全融合方案



天线阵列与射频单元一体化全融合设计

天线辐射单元与相应的射频/数字电路模块完全集成设计

7 大关键技术

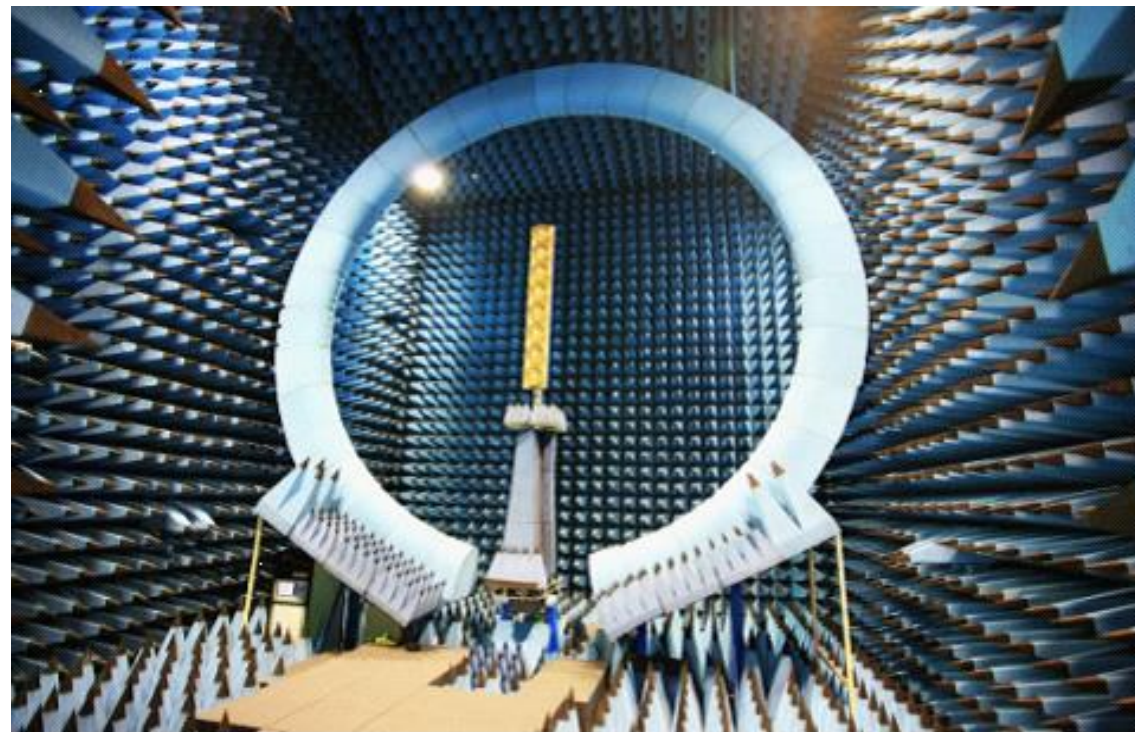


测试场地要求

- Massive MIMO天线测试内容多、测试步骤复杂，需要测试场地作出相应的调整，以便保证测试精度、提高测试效率。目前较成熟的场地有**室内远场**和**多探头室内近场**两种，可进行**无源天线部件测试**和**OTA测试**
- **传导测试**建议在屏蔽暗室测试，以降低外界干扰



室内远场



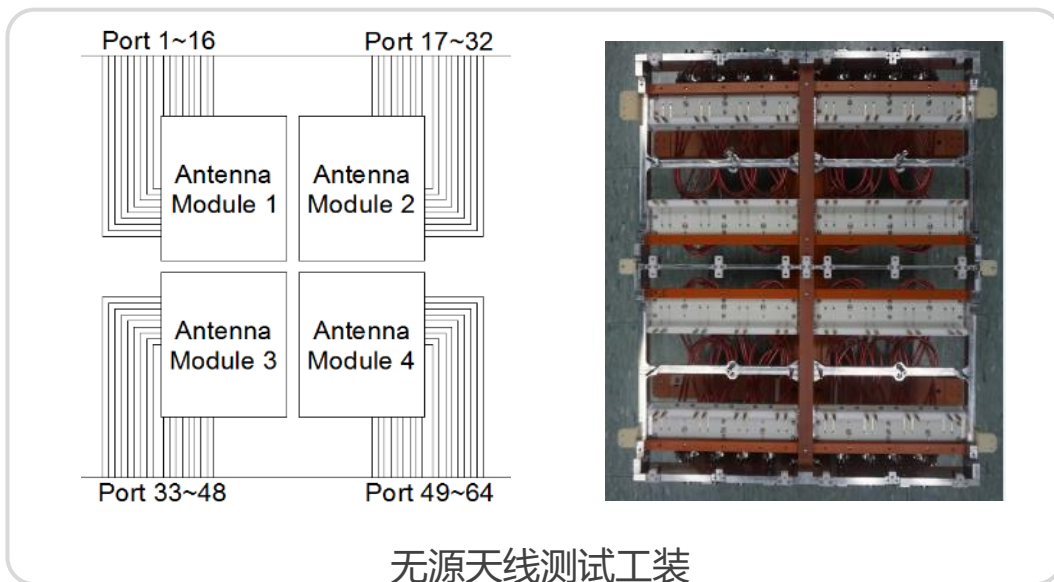
多探头室内近场

无源天线部件测试

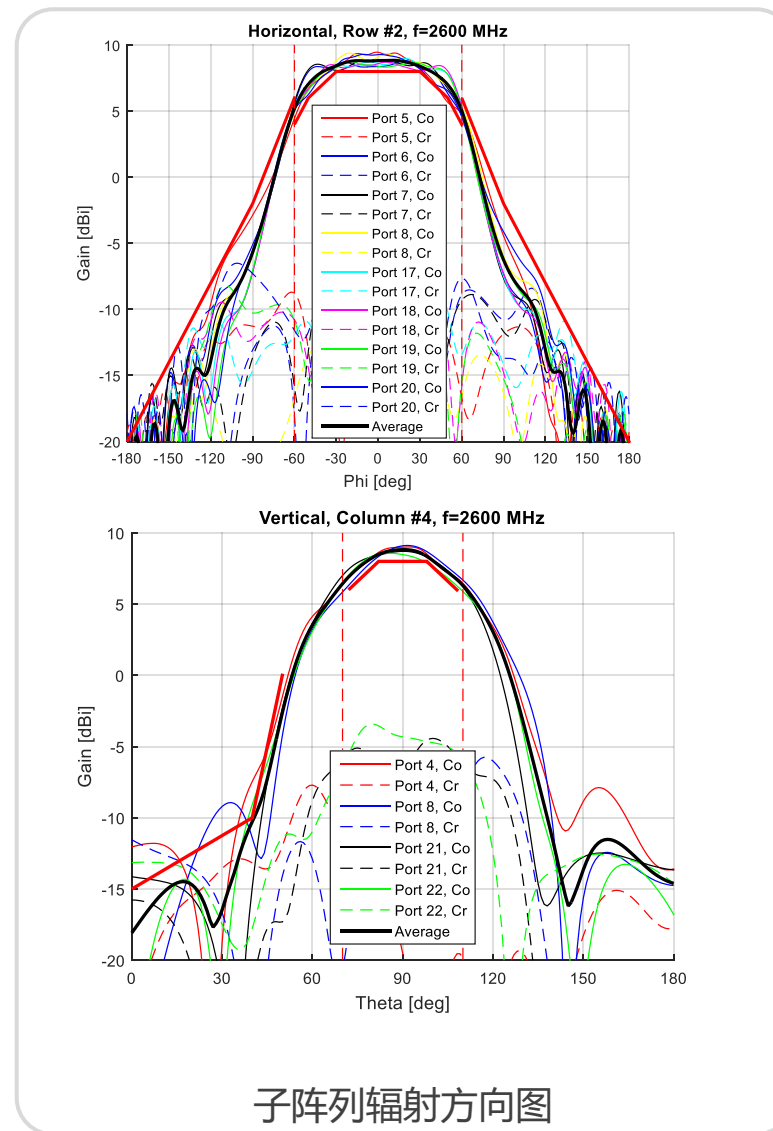
- 电路参数测试：端口驻波、端口隔离、端口PIM和幅相一致性
- 辐射方向图测试：子阵列及各种合成方向图测试

与传统天线相比，Massive MIMO 无源测试的挑战在于：

- 测试端口多
- 测试时间较长
- 测试工装一致性保证及误差修正



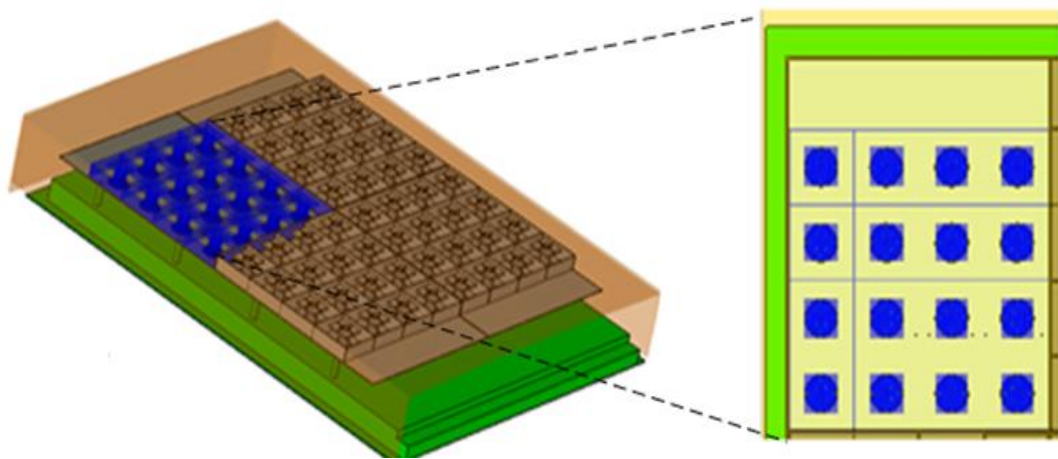
无源天线测试工装



子阵列辐射方向图

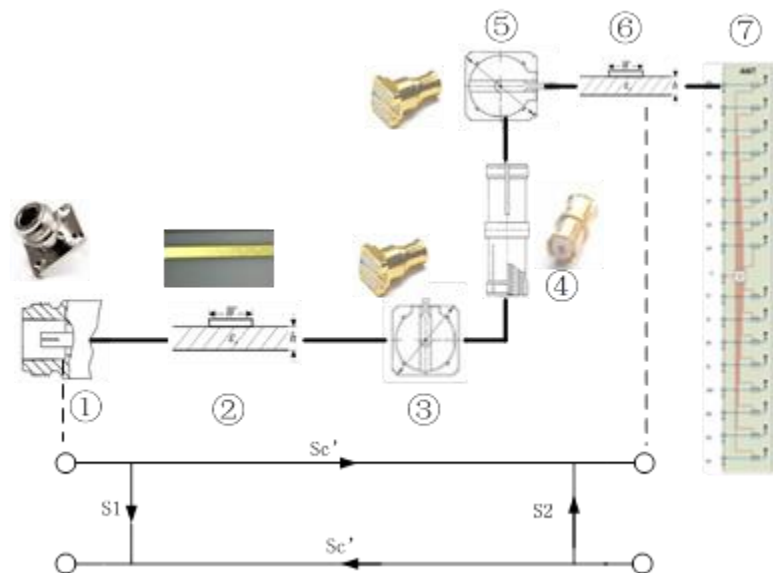
无源天线部件主要测试方法

针对仪表端口数小于天线实际端口数目的现状，
将Massive MIMO 天线按**分块测试**



示例：按16个子阵的1/4 阵列分块

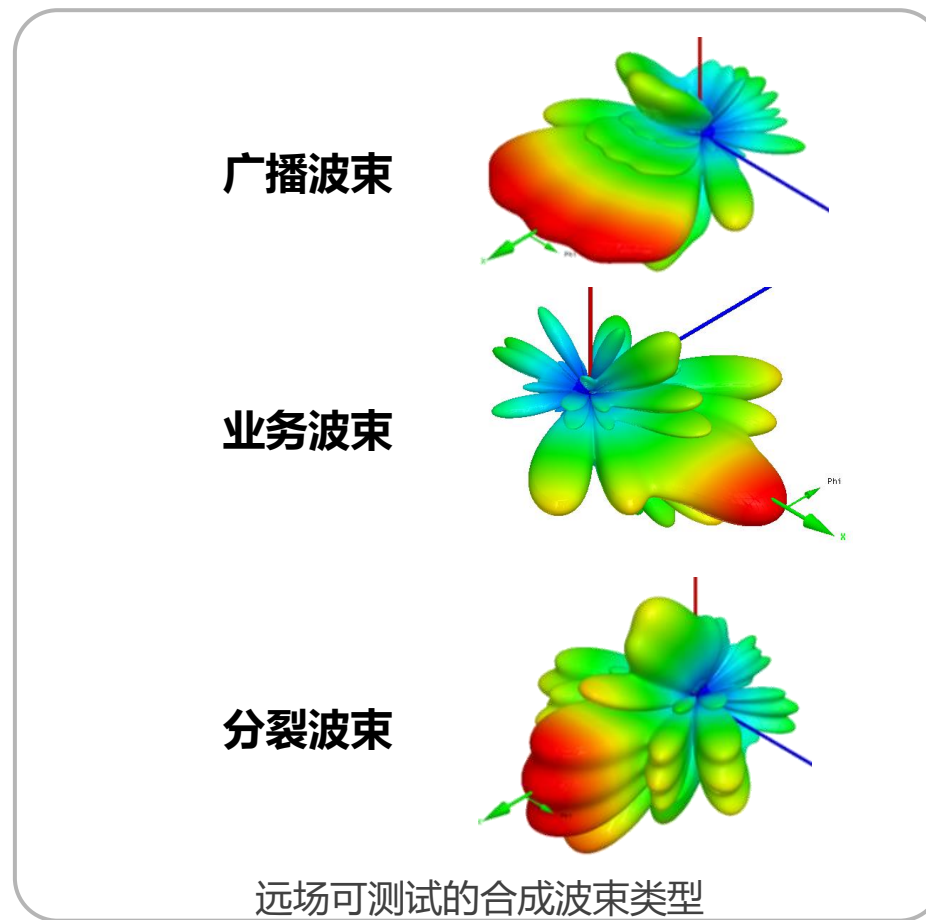
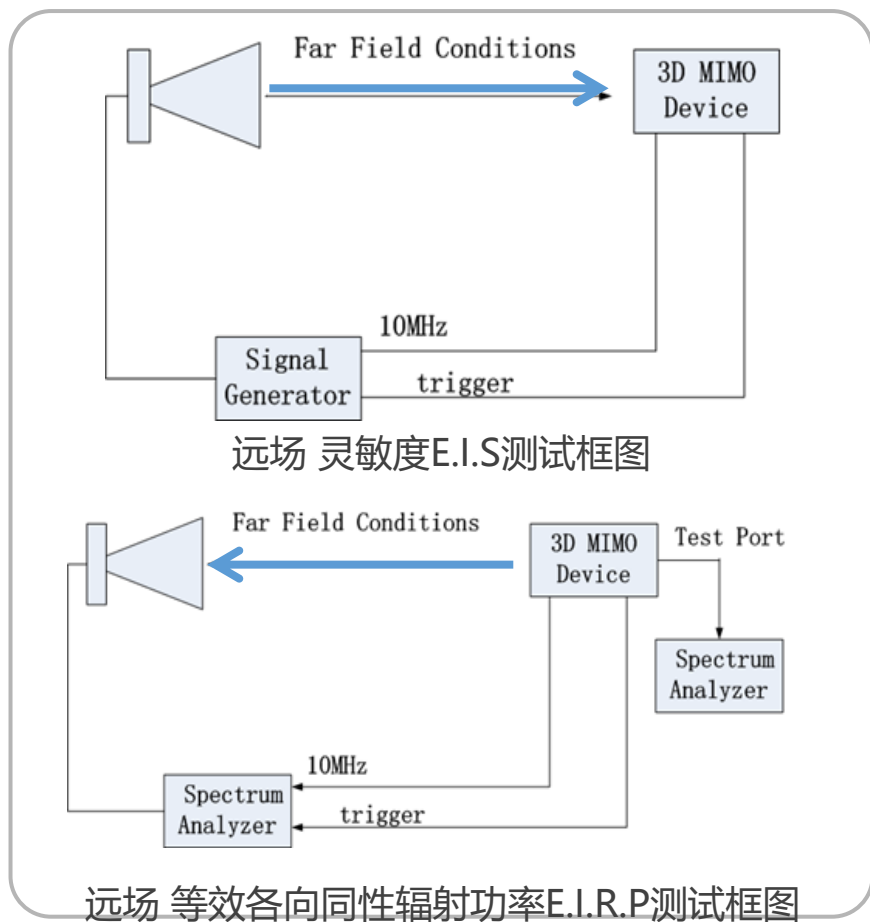
根据微波网络理论，提取测试工装的端口参数，
并利用了**“去嵌入”**算法，得到无源天线的端口参数



测试工装误差修正方法

OTA有源天线系统远场测试

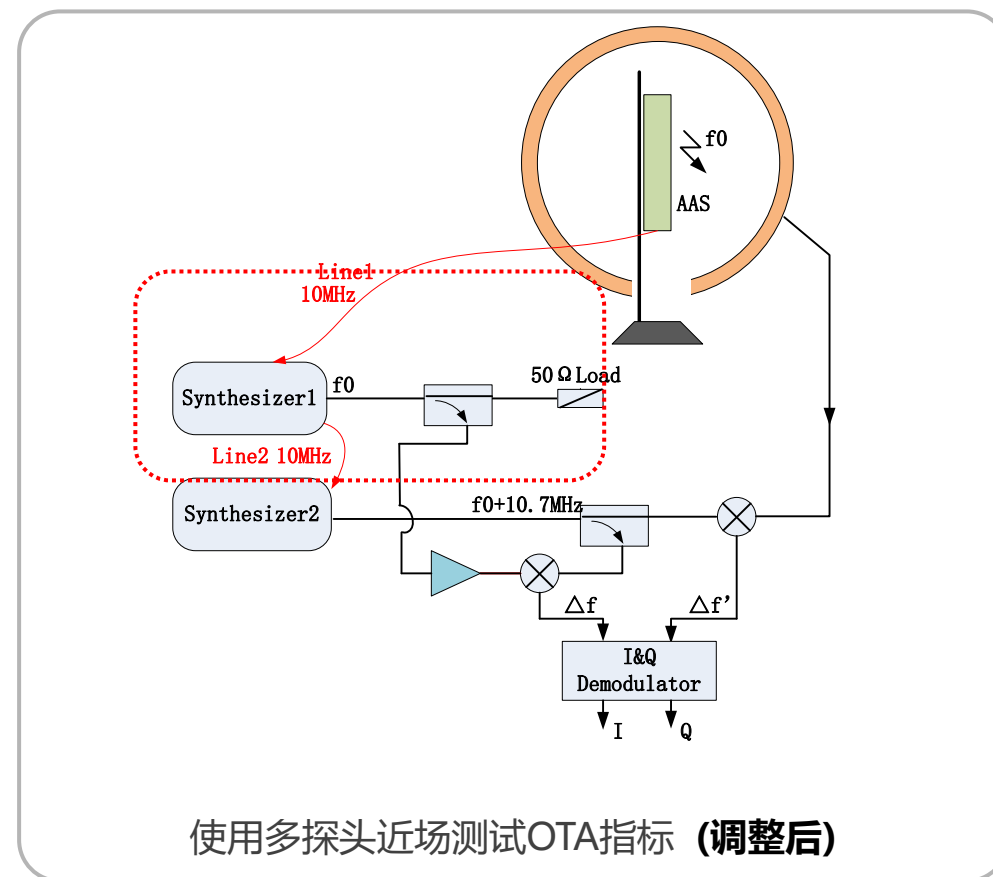
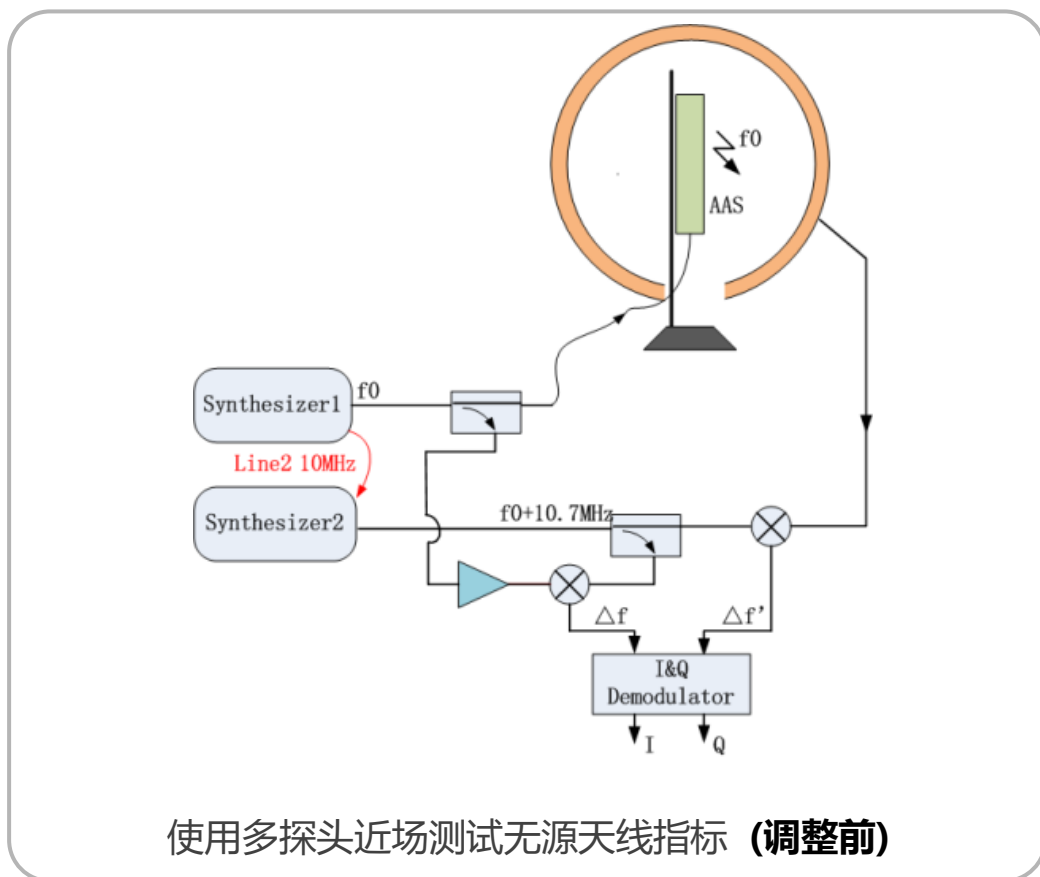
Massive MIMO 测试项目较多，不仅包含单元波束，而且含有多种合成波束，如广播波束、业务波束、分裂波束等，测试效率提升的方案是后续研究的重点



OTA有源天线系统近场测试

与常规天线测试不同，使用多探头近场测试OTA指标时，需调整测试系统的连接方式

技术挑战：同步时钟的稳定性



5G 时代天线工程应用方面的挑战——双子星天面配置要求挑战

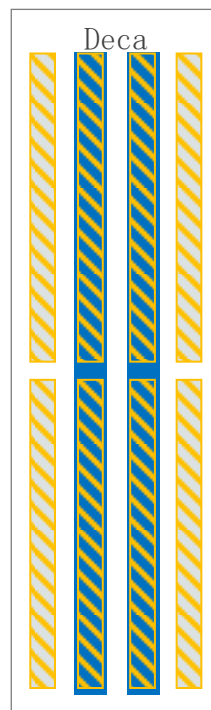
5G时代简智天面“双子星”布局需求

所有的非5G天线要高度集成为1副天线，所有的5G天线也要高度集成为1副天线

多副单频天线



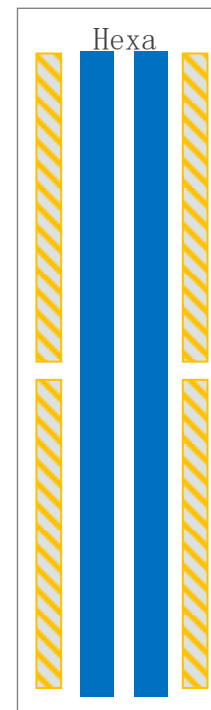
FDD+TDD



5G

Massive MIMO

FDD



5G

Massive MIMO

多个制式、多个系统、高阶MIMO

5G 时代天线工程应用方面的挑战——5G天线成本挑战

5G天线成本居高不下：

由于天线采用MassiveMIMO，一般为64T64R或128T128R，需配套多组射频单元（包括腔体滤波器、TR+PA+LNA+校准模块），在成本上一副5G天线远超一副4G天线+一套RRU



5G天线

>



4G天线

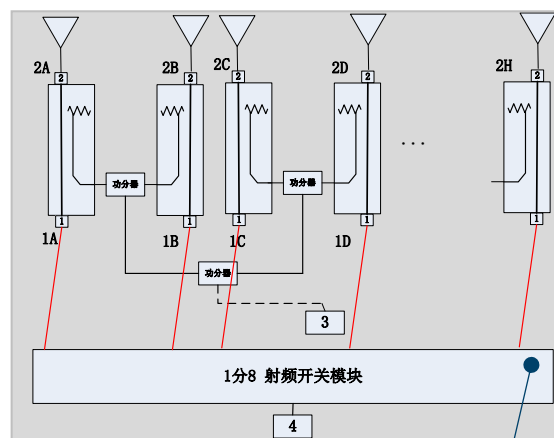
+



RRU

5G 时代天线工程应用方面的挑战——天线生产快速测试挑战

- 5G测试技术研究集中在系统层面，侧重于测试系统的整体性能，需要十几个小时才能完成
- 面向研发与生产的5G天线的快速测试技术尚属行业空白，海量测试数据的智能化处理难度大



关键器件：多通道射频开关

大规模多通道信号切换子系统

- (1) 多通道射频开关
- (2) 切换控制器
- (3) 权值模拟模块
- (4) 误差校准模块

探头位移及定位子系统

- (1) 高精度二维导轨
- (2) 高精度步进电机
- (3) 电机驱动模块
- (4) 位移控制模块

高性能计算工作站

- (1) 控制接口模块
- (2) 高速绘图模块
- (4) 网络通信模块

数据采集及数据处理子系统

- (1) 矢量网络分析仪
- (2) 高精度时钟模块
- (3) 数据采集模块
- (4) 数据处理模块

云端数据库

预期

- 鉴定级测试：12h→4h
- 生产测试：2h→0.3h

5G天线性能测试系统功能模块

5G 时代天线工程应用方面的挑战——天线安装和可靠性挑战

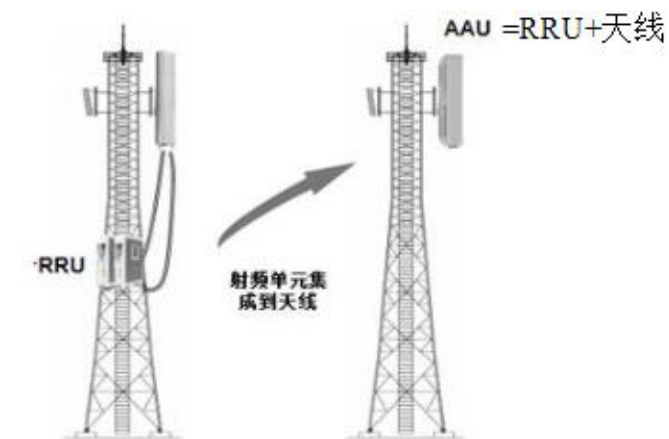
5G天线宽度及重量增加，安装施工难度增大，但对现有天面及铁塔承载不会造成额外的影响

• 主流厂家5G基站尺寸重量 (以AAU为例)

厂家	规格	尺寸 (mm)	重量 (kg)
华为	64T64R (3.5G频段)	860×395×190	40
中兴		799×399×161	45
诺基亚贝尔		900×480×144	40
大唐		895×490×142	47
爱立信		520×978×150	43

• 典型基站尺寸重量对比表

类型	主流天线体积尺寸 (mm)	天线重量 (Kg)	天线挡风面积 (m ²)	RRU体积尺寸 (mm)	RRU重量(Kg)	RRU挡风面积 (m ²)	合计重量 (Kg)	合计挡风面积 (m ²)
移动4G	1285×309×130	12	0.397	400×300×100	12	0.120	24	0.517
	1650×320×145	22	0.528				34	0.648
联通4G	1310×380×65	16.5	0.497	400×300×100	14	0.120	21.5	0.617
	1310×265×86	14.5	0.347				28.5	0.467
电信4G	1310×265×86	14.5	0.347	400×300×100	14	0.120	28.5	0.467
	1515×265×145	19.2	0.401				33.2	0.521
5G AAU	体积尺寸(mm): 895×490×142, 重量(Kg): 47						47	0.438



传统方案和AAU方案对比

5G天线整机功耗大但能源利用效率低

早期MassiveMIMO天线样机指标:

- 频段: 2.6GHz
- TRX通道数: 128
- 重量: 50Kg
- 输出功率: 20W
- 功耗: 1500W

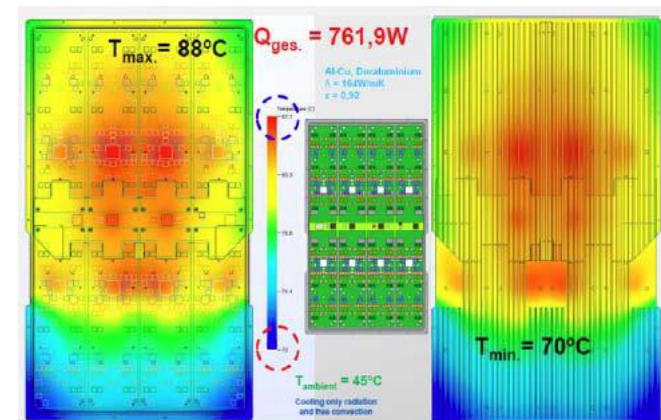
目前3GPP标准讨论:

- 发射功率: 每通道3W, 64TR约200W
- 实际功耗约2000W量级
- 整机能耗大, 效率低, 亟待提高

能源利用效率仅**10%**, **90%**无效能量以热量耗散

发热量巨大且集中, 设备可靠性要求高

- 无效功率转化为热量, 导致发热量巨大, 且集中在有限的设备空间内 (其中设备正面放置天线, 无法安装散热齿, **散热面积减半**)
- 高温加速器件、芯片、PCB等老化, 可能引起设备故障率上升
- 长期高温+室外恶劣环境, 考验设备整机质量水平



CONTENTS


目录

- 中国天线产业的全球化
- 移动通信网络与天线技术发展趋势
- 5G 时代天线厂家在网络侧的挑战与机遇
- **万物互联催生的垂直行业巨大天馈需求**

万物互联催生的垂直行业巨大天馈需求

5G技术的到来加速物联网普及，从智能家居到智慧城市，从互联工厂到智慧工厂等等，垂直应用领域规模不断扩大，据 IDC预测，2021 年全球物联网支出将达到 1.4 万亿美元

互联网	零售	汽车	无人机
-----	----	----	-----



无线AR应用

互联网	零售	汽车	无人机
-----	----	----	-----



无人超市

互联网	零售	汽车	无人机
-----	----	----	-----



无人驾驶/车联网

互联网	零售	汽车	无人机
-----	----	----	-----



网联无人机/无人机基站

万物互联催生的垂直行业巨大天馈需求

医疗

工业物联网

智慧城市

物流



远程医疗/健康照护

医疗

工业物联网

智慧城市

物流



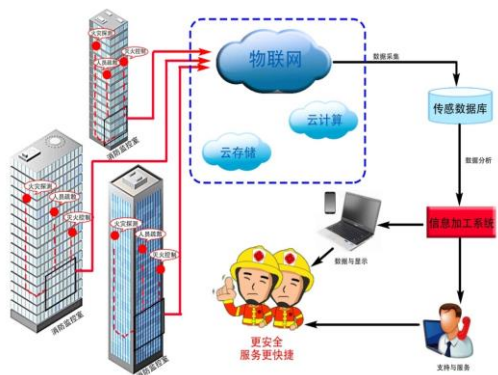
工业物联网

医疗

工业物联网

智慧城市

物流



智慧消防

医疗

工业物联网

智慧城市

物流



物流系统



Thank you!