



# 5G 场景化网规方案探讨

## 5G Scenario Network Planning Scheme

邹广玲 / ZOU Guangling

潘彩华 / PAN Caihua

(中兴通讯股份有限公司, 广东 深圳 518057)  
(ZTE Corporation, Shenzhen 518057, China)

DOI: 10.12142/ZTETJ.202002011

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/34.1228.TN.20200410.1324.005.html>

网络出版日期: 2020-04-10

收稿日期: 2020-02-16

**摘要:** 随着 5G 技术的发展和用户业务需求的提高, 5G 应用场景日趋多样化, 5G 建网面临巨大的挑战和机遇。大规模多输入多输出 (MIMO) 关键技术的引入, 增加了场景和参数规划的复杂性。5G 无线网络规划需要充分考虑场景化特点, 提供多样化、差异性的解决方案, 增强 5G 网络的市场竞争力。针对当前问题, 提出了一个宏站、深度覆盖、室分等多个场景的综合规划方案, 以提升网络整体性能。探讨了在大规模 MIMO 技术下, 基于大数据进行精准天线广播权值参数规划的意义和方法, 以提高 5G 网络规划的准确度。

**关键词:** 大规模 MIMO; 天线权值; 网络规划; 场景

**Abstract:** With the development of 5G technologies and the improvement of users' service requirements, 5G application scenarios are becoming more and more diversified, and 5G network construction is facing great challenges and opportunities. In addition, the introduction of key massive multiple-input multiple-output (MIMO) technology increases the complexity of scenario and parameter planning. 5G wireless network planning needs to fully consider scenario-based characteristics, provide diversified and differentiated solutions, and enhance the market competitiveness of 5G networks. In response to the current problems, we propose an integrated planning scheme for macro station, deep coverage and indoor distribution to improve the overall network performance. Furthermore, in order to improve the accuracy of 5G network planning, the significance and methods of precise antenna broadcast weight parameter planning based on big data under the massive MIMO technology are discussed.

**Keywords:** massive MIMO; antenna pattern; network planning; scenario

## 1 概述

### 1.1 5G 网规方案关注点

5G 网络已经开始进入规模建设阶段<sup>[1-4]</sup>。为了更好地体现 5G 性能, 需要从场景角度, 如宏覆盖、密集住宅区、场馆、校园、地铁、高铁等场景<sup>[5]</sup>给出精准专业的规划建设方案。

基于大规模天线阵列的大规模多输入多输出 (MIMO) 是 5G 空口核心技术, 该技术带来的空口革新技术极大地提升了 5G 网络覆盖和性能。这主要表现在: 通过广播窄波束扫描、多样化天线权值组合及用户级动态窄波束精准覆盖提升覆盖能力; 同时通过

基于波束赋形的多用户 (MU) -MIMO 技术, 提升网络频谱效率。传统的网规方法无法满足基于大规模 MIMO 的网络覆盖、速率和容量规划需求。5G 网规需要解决的核心问题是如何基于大规模 MIMO 技术进行场景化精准网络规划建设。

### 1.2 5G 大规模 MIMO 特性分析

5G 引入了广播波束扫描的概念。小区广播信息通过同步/广播块 (SSB) 发送, 包含主同步信号 (PSS)、辅同步信号 (SSS) 和物理广播信道 (PBCH)。SSB 在多个不同指向的子波束上依次发射, 其个数与具体定义的帧结构密切

相关。2.6 GHz 频段、5 ms 单周期结构最多有 8 个 SSB 可选位置, 最大可以支持 8 个子波束; 3.5 GHz 频段、2.5 ms 双周期结构最多有 7 个 SSB 可选位置, 最大可支持 7 个子波束。经过 5G 建网研究, 目前主流网络采用 7/8 波束组网<sup>[6]</sup>。

SSB 每个子波束, 通过配置不同的天线端口权值, 来确定各自的波束宽度和指向。5G 小区支持灵活的广播波束权值配置, 生成不同组合的 SSB 赋型波束, 以满足不同场景覆盖要求。5G 天线与 4G 天线的不同之处在于 3D 波束赋形, 即相较于 2D 波束赋形, 在垂直维度增加了一个可利用的维度<sup>[7]</sup>。

5G 新的天线特性带来的垂直面覆盖和性能变化，需要在无线网络规划中进行相应的规划和研究。

## 2 5G 场景化网规方案

5G 建网首先需要根据建筑物、覆盖、话务、信息点 (POI) 等信息建立场景特征库，精准区分场景，然后根据场景特征匹配 64 收发通道 (TR)、32TR、8TR、4TR、2TR 以及 Pico 等产品。宏站产品最终通过天线权值规划给出小区级别规划方案，并需要综合场景、设备能力、成本给出解决方案<sup>[8]</sup>，如图 1 所示。

### 2.1 5G 场景划分

5G 精准规划需要进行场景识别。首先利用在线地图的 POI 识别可以得到建筑物的居民区、办公楼等属性，然后结合高精度电子地图提取建筑物信息，最后根据覆盖、话务信息综合确定场景类别。

借助大数据平台，结合上述几个维度综合得到的小区级别、栅格级别和建筑物级别的价值信息，区分出需要宏覆盖场景、室分覆盖场景以及深度覆盖场景。场景与产品匹配得到场景化方案。

### 2.2 场景化规划方案

室外宏覆盖场景需要结合实际需求选择宏覆盖设备进行覆盖，以保证室外用户感知。深度覆盖场景可以引入微站，改善核心价值区的覆盖和容量性能。高价值室内及竞争对标区域引入新型室分，提升用户体验。部分现网 4G 部署室内分布系统的场景，在容量需求满足的情况下，可考虑利用旧室内分布系统进行快速低成本部署。

#### 2.2.1 宏站规划方案

##### 2.2.1.1 不同宏站能力对比分析

64TR 设备和 32TR 设备是室外最

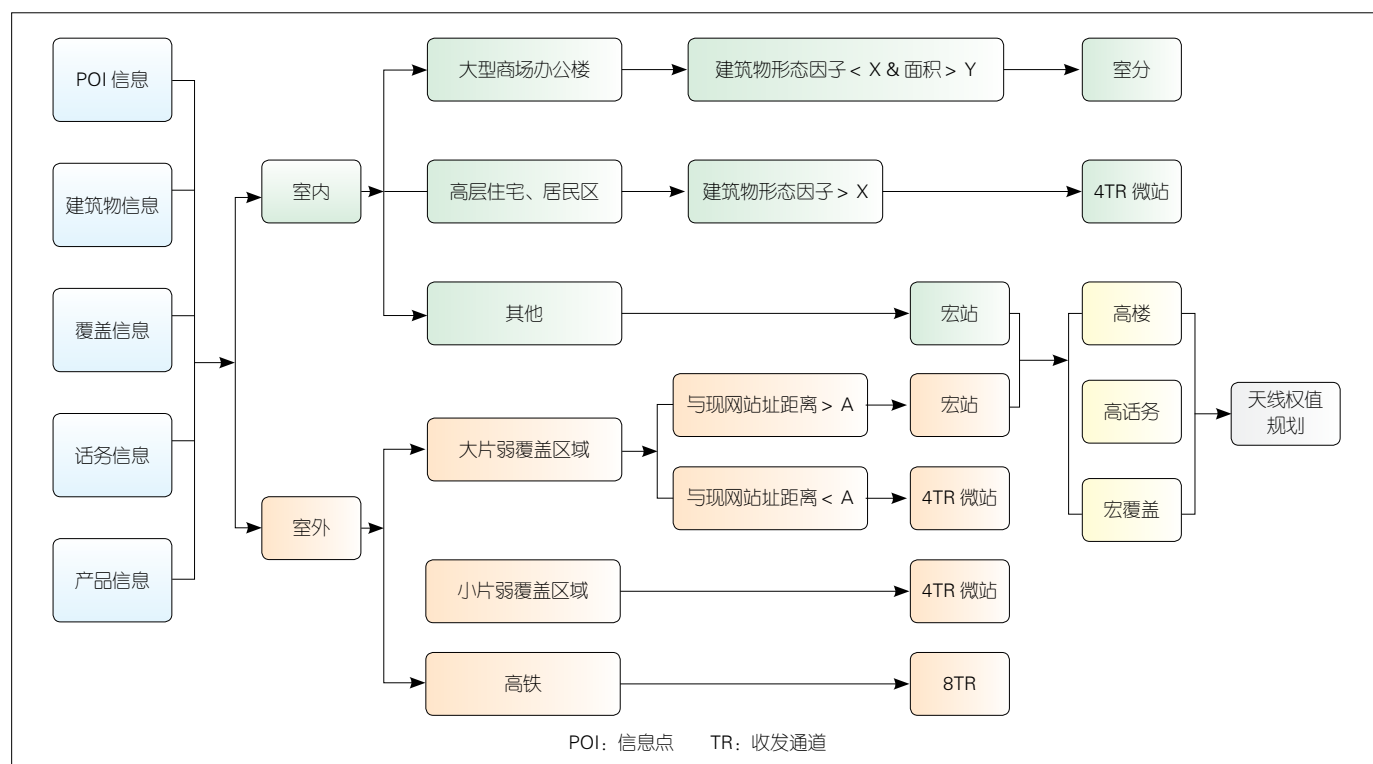
主要的产品，在实际建网中如何选择至关重要，这需要综合覆盖、容量和无线环境等几个维度进行评估。

(1) 水平覆盖对比。64TR 可提升上行覆盖，使边缘速率提升 1.5 倍；下行赋型更精准，下行边缘速率可提升 2 倍。

(2) 容量对比。多流自适应场景下，相对于 32TR，64TR 在静止环境、全缓冲业务下提供 16% 左右的流量增益，在移动环境下提供 36% 左右的流量增益。

综合以上分析，由于空间分辨率的提高，相比于 32TR，64TR 在静止和移动环境下均能提供显著的吞吐量增益。

(3) 垂直覆盖维度。相对于 32TR，针对楼宇覆盖，64TR 在低、中、高层均有明显的性能增益，约为 6% ~ 43%；针对地面覆盖，64TR 有 4% ~ 15% 的性能增益。同时，由于更大的垂直天线 3 dB 扩展角、更灵活



▲图 1 5G 场景化方案匹配

的业务赋形能力，64TR 为整个垂直维度（尤其是中高层覆盖）都带来明显的性能增益。

垂直覆盖维度对比结果表明：64TR 更适合楼宇覆盖。我们建议 64TR 应用于 10 层以上的中高楼宇覆盖，32TR 应用于中低层楼宇覆盖，测试结果如图 2 所示。

（4）从无线环境角度考虑。在密集城区和一般城区，无线环境复杂，MU-MIMO 配对成功率高，64TR 性能更优；在郊区和农村，无线环境相对简单，MU-MIMO 配对成功率降低，32TR 足够满足性能需求。

需要精确进行大规模 MIMO 站点规划时，建议在用户 / 业务高热区域使用 64TR；非高话务区域可选择性使用 32TR，以降低建网成本。

### 2.2.1.2 场景化站点选择建议

从场景特点来看，密集城区和一般城区站间距在 200 ~ 500 m，话务密度大，80% 用户发生在建筑物室内；郊区、农村等场景话务量相对低，50% 用户发生在室内<sup>[9]</sup>。结合不同场景环境和话务特征，根据 64TR、32TR 和 8TR 等常见设备机型的覆盖、容量以及工程情况差异，场景化站点选择建议如下：

（1）覆盖维度。当超过 20% 的覆盖区域高度大于 10 层建筑物为中高楼宇场景时，建议 64TR 应用于 10 层以上的中高楼宇覆盖，32TR 应用于 8 层以下中低层楼宇覆盖。

（2）容量维度。热点场景判别，根据 4G 现网热点选择。建议在用户 / 业务高热区域使用 64TR；非高话务区域可选择性使用 32TR，以降低建网成本。

（3）城区、高热场景可主要采用 64TR 设备；郊区、农村等场景可以主要采用 32TR 设备。

（4）站型选择要尽量连片成簇，避免完全小区级别插花，可以通过 64TR+32TR 混合组网（64TR 为主，32TR 为辅），实现高低搭配，以兼顾容量和成本。局部天窗受限场景、高铁等场景，可以考虑采用 8TR 设备。

### 2.2.2 深度覆盖规划方案

对于高热和补盲场景，需要结合微站等产品增强覆盖和容量，给出网络规划建议。微站产品体积小，安装灵活，可以与宏站、室分一起宏微组网，以满足现网需求提升网络性能。

（1）栅格级分析。地理化栅格级覆盖数据以及话务数据通过聚类分析后，得到现网存在弱覆盖区域和高热区域。

（2）站址部署方案。考虑场景信息、话务量、弱覆盖面积、与现网站址距离等因素，通过决策树算法，匹配场景和设备，给出最优站址部署方案。

### 2.2.3 室分规划方案

4G 现有室分建议全部利旧，以充分满足 5G 用户业务需求。根据 4G 室分部署属性以及话务等信息，确定场

景化部署方案，以满足 5G 不同话务需求。同时在满足 4G 高流量和形态特征的建筑物中新建 5G 室分，主要包括占地面积、建筑高度、建筑物形态特征、话务量等条件。部署流程如图 3 所示。

### 2.3 5G 天线权值规划方案

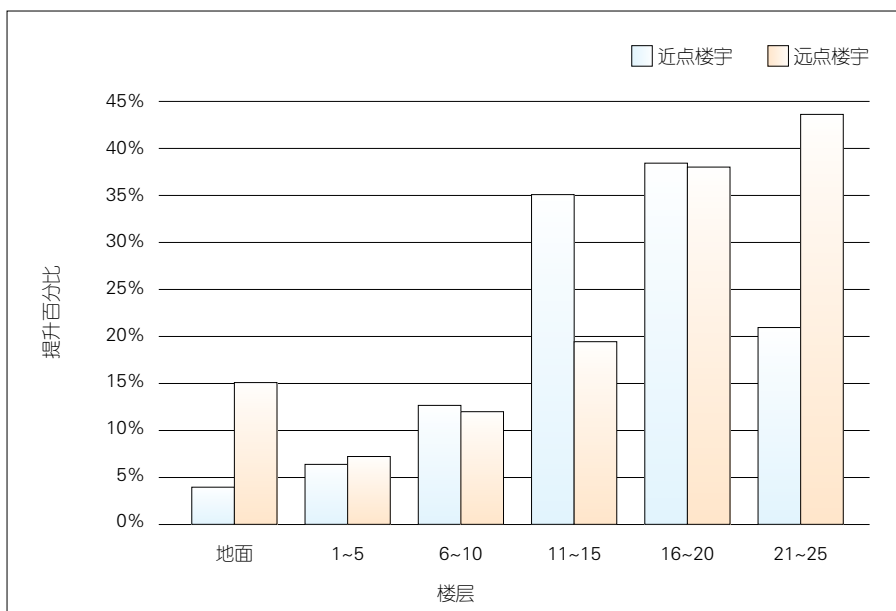
5G 候选站点进行初始参数规划分为两个阶段：利旧站点参数规划和加站后的参数迭代规划，主要涉及工程参数规划和广播天线权值规划。

工程参数的下倾角方案。对于利旧站点，考虑继承 4G 现网下倾和 5G 天线的特性，采用大机械下倾的策略；对于新建站，通过机器学习方法提取城区覆盖环境特性，预测覆盖效果，采用理想下倾角。

天线权值规划利用大数据平台完成，确定优化权值集合，之后通过自动小区工参优化（ACP）对工程参数和天线权值进行综合寻优。

### 2.3.1 下倾规划方案

8TR 宏站的垂直面 3 dB 宽度很小，一般只有 6° ~ 8°，无须设置较大物理下倾角，即可避免邻区用户终



▲ 图 2 64 收发通道和 32 收发通道的不同楼层速率实测增益对比

端 (UE) 的上行干扰落入 3 dB 主瓣范围。在 2 GHz 左右频段, 2、4、8 天线情况类似。

对于 64TR 产品, 业务波束垂直面单元 3 dB 宽度达到  $26^{\circ} \sim 28^{\circ}$ , 并且上、下行波形不一致, 对于工参有着不同的需求。

(1) 下行: 信号经过多端口数字权值赋形后, 再从天线发射, 波形已经是各通道加权后的结果。此时波束垂直宽度和传统天线近似, 所对应的工参也同传统天线近似。

(2) 上行: 信号在单个通道接收后, 再通过权值加权合并产生赋形增益。在进入天线时, 波形是单通道的大垂直宽度; 因此需要大机械下倾, 才能避免邻区的噪声抬升 (NI) 落入 3 dB 主瓣接收范围。干扰示意图如图 4 所示。

对于 5G 产品下倾角方案, 采用的方法为增大机械下倾角, 保持 5G 天线和常规天线的上 3 dB 角度一致, 规避上行干扰。同时通过权值调整, 使用合适的广播电子倾角, 保持广播法线方向和常规天线一致。

5G 下倾角设置建议如下:

(1) 初始总下倾角  $\leq 15^{\circ}$ , 则有源天线单元 (AAU) 机械下倾角等同初始总倾角, 下行广播电子倾角为  $0^{\circ}$ 。

(2) 初始总下倾角  $> 15^{\circ}$ , 则 AAU 机械下倾角固定为  $15^{\circ}$ , 不足采用广播电子下倾补充。

(3) 对于高楼垂直覆盖或者存在弱覆盖的情况等场景, 需要结合实际情况设置下倾角。

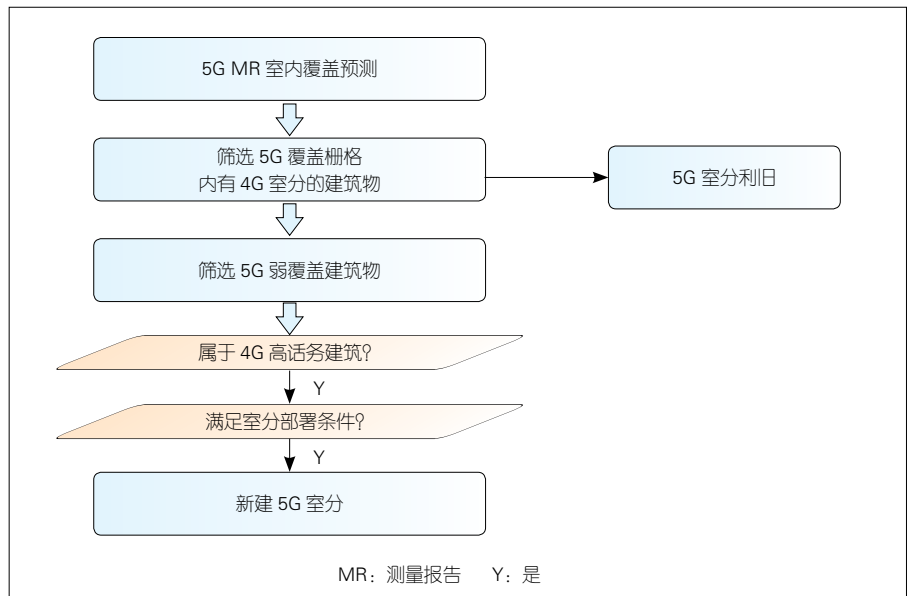
### 2.3.2 天线权值规划

小区覆盖的用户分布是不均匀的, 特别是高层建筑物较多的密集城区。用户的立体分布随建筑物而变化, 这就需要将天线的能量集中于这些用户密集的高价值区域, 以提升用户的

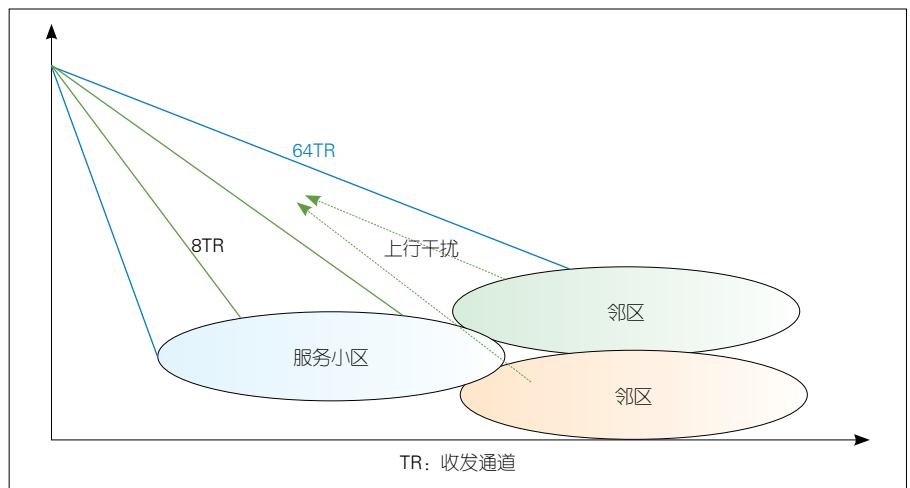
整体体验, 获得更好的投资回报。4G 天线通过宽波束进行方位角和下倾角的整体调整。而 5G 的多波束天线支持 3D 波束赋形, 可以精准打向某个用户密集区域, 从而提升整体的覆盖效率和用户体验。5G 天线权值规划, 是指对 5G 天线权值的天线参数四元组 (水平波瓣宽度、垂直波瓣宽度、下倾角和方位角) 进行规划。5G 天线权值可以产生上万种组合, 在实际建网过程中, 需要根据设备进行选择。然后结合大数据和高精度电子地图, 输出小

区级精准天线权值规划方案。

中兴通讯网规大数据平台支持基于高精度电子地图和机器学习算法的天线权值规划方案, 并利用工参信息、高精度 3D 电子地图生成 MN 二维点阵图 (点阵图代表该站点覆盖区域内建筑物形态和分布特征)。该大数据平台根据覆盖区域宽度和相邻小区方位夹角, 确定水平波瓣宽度要求; 通过扇区背景建筑物形态分析, 确定垂直波瓣宽度要求; 最终通过扇区背景建筑物形态匹配权值库, 确定站点候选权



▲ 图 3 5G 室分部署流程



▲ 图 4 不同波瓣宽度上行干扰示意图



值集合,以准确考虑每个小区的无线环境特征,获取最佳网络性能。表1是使用大数据平台对某个高层建筑较多的小区权值规划的结果。

为应对高层建筑物的立体覆盖需求,垂直波瓣宽度达到 $25^{\circ}$ 的4层权值被采用。针对规划权值,单波束和单层7波束对比验证的实测结果如下:

(1)道路覆盖方面:水平7波束权值配置,理论波束增益最大。根据测试统计数据,相比单波束,水平7波束整体有 $2\sim 7$  dB增益;相比垂直波束,在其主波瓣方向,有 $2\sim 5$  dB左右增益。非主瓣范围,覆盖弱于垂直波束。总的来说,在兼顾高楼覆盖场景时,垂直波束配置不会影响道路边缘覆盖率。

(2)楼宇覆盖方面:该小区下96 m高楼建筑内部多层定点测试对比结果,如图5所示。垂直4层波束相

比单层7波束,垂直覆盖范围从 $7^{\circ}$ 变宽到 $25^{\circ}$ 。整体平均约有5 dB增益,低层和高层覆盖约有8 dB增益。总的来说,使用垂直波束能够有效提升高楼室内覆盖率。

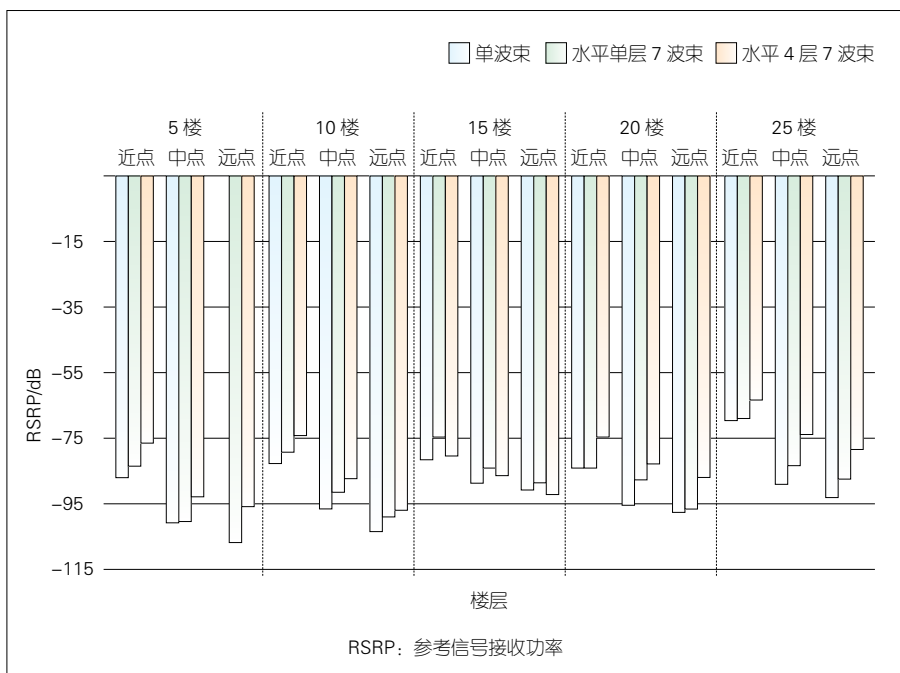
根据测试结果,合理规划5G天线权值,针对性采用多层权值,可以更好地满足建筑物内部立体覆盖需求,在保证道路覆盖率的基础上提升室内覆盖,从而提升整体网络覆盖和性能。

### 3 结束语

基于大规模MIMO天线3D赋形特性,5G场景化网络规划方案依托于大数据平台和高精度电子地图,根据产品特性给出不同场景的规划方案和天线权值的场景化应用。这使得网络规划方案能更精准地匹配网络场景化需求,更好地提升网络覆盖和性能,并为5G网络建设提供有效的落地支撑作用。

▼表1 中兴通讯网规大数据平台对某小区的权值规划结果

频段	波束个数	子波束配置	水平波瓣宽度	垂直波瓣宽度	电子方位角	电子下倾角
3.5 GHz	7	2+2+2+1	$65^{\circ}$	$25^{\circ}$	$10^{\circ}$	$-1^{\circ}$



▲图5 不同波束在建筑物内测试结果对比

随着5G网络的发展,5G场景和业务会越来越复杂,对网络规划的精准化和智能化要求也在日益提升。基于人工智能技术的场景化方案和权值规划方案,将会进一步提升面对复杂场景的网络规划能力。

### 参考文献

- [1] 陆平, 李建华, 赵维铎. 5G在垂直行业中的应用[J]. 中兴通讯技术, 2019, 25(1): 67-74. DOI: 10.12142/ZTETJ.201901011
- [2] LEUNG V C M, ZHANG H J. Ultra-Dense Networking Architectures and Technologies for 5G[J]. ZTE Communications, 2018, 16(2): 1-2. DOI: 10.3969/j.issn.1673-5188.2018.02.001
- [3] 李珊, 张春明, 汪卫国. 5G商用起步,融合应用蓬勃兴起[J]. 中兴通讯技术, 2019, 25(6): 2-7. DOI: 10.12142/ZTETJ.201906001
- [4] 严斌峰, 袁晓静, 胡博. 5G技术与行业应用探讨[J]. 中兴通讯技术, 2019, 25(6): 34-41. DOI: 10.12142/ZTETJ.201906006
- [5] IMT-2020(5G)推进组. 5G愿景与需求白皮书[EB/OL]. (2014-05)[2020-03-17]. <http://www.imt2020.org.cn/zh/documents/1>
- [6] 3GPP. NR; Physical Layer Procedures for Control: 3GPP TR 38.213[S]. 2018
- [7] IMT-2020(5G)推进组. 大规模天线专题组技术报告[EB/OL]. [2020-03-17]. <http://www.imt2020.org.cn/zh/documents/1>
- [8] 邹广玲, 张守霞, 朱永军, 等. 5G无线智能网络规划方案研究[J]. 电子技术应用, 2019, 45(10): 11-13. DOI: 10.16157/j.issn.0258-7998.190980
- [9] 3GPP. Study on Scenarios and Requirements for Next Generation Access Technologies: 3GPP TR 38.913[S/OL]. [2020-03-17]. <https://www.3gpp.org/ftp/>

### 作者简介



邹广玲, 中兴通讯股份有限公司无线网络规划总工; 主要研究领域为4G/5G宽带无线区域通信网络规划。



潘彩华, 中兴通讯股份有限公司无线网络规划部部长; 主要研究领域为4G/5G宽带无线区域通信网络规划。