

# 基于 Massive MIMO 的 5G 高业务量场景组网方案

Networking Solution for 5G High Traffic Scenario Based on Massive MIMO

王进,童贞理,郑念(中国联通重庆分公司,重庆 401121)

Wang Jin, Tong Zhenli, Zheng Nian (China Unicom Chongqing Branch, Chongqing 401121, China)

## 摘要:

针对 5G 用户量大、流量密度大等高密重载特殊场景,引入分布式 Massive MIMO 技术,给出典型场景的速率和容量提升方案,并对方案进行了验证。最后总结了典型场景的组网应用建议,对提升 5G 用户感知,促进 5G 市场发展具有重要意义。

## 关键词:

Massive MIMO; 5G; 高业务量场景

doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2024.01.009

文章编号:1007-3043(2024)01-0040-04

中图分类号:TN929.5

文献标识码:A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



## Abstract:

Aiming at the special scenario of 5G with large number of users and high traffic density, distributed Massive MIMO technology is introduced, and the rate and capacity enhancement scheme of typical scenario is put forward, then the effect of the scheme is verified. Finally, it summarizes the networking application suggestions of typical scenarios, which are of great significance to improve the perception of 5G users and promote the development of 5G market.

## Keywords:

Massive MIMO; 5G; High traffic scenario

引用格式:王进,童贞理,郑念. 基于 Massive MIMO 的 5G 高业务量场景组网方案[J]. 邮电设计技术, 2024(1):40-43.

## 0 前言

随着 5G 业务的发展,用户数庞大、流量快速增长且单位面积终端连接密度高的高铁站、机场、大型场馆等特殊场景,对上行、下行的业务速率和容量要求极高。5G 网络在这些场景的信道差异大、多径复杂,多径深衰严重,很难满足 5G 网络 256QAM 和零误码要求。同时,在邻区干扰场景下,5G 业务信道信噪比急剧下降(无 CRS 干扰优势消失),5G 高 Rank/高调制优势难以发挥,导致 5G 速率下降严重,如何满足这些高密重载场景的 5G 业务需求,成为当前 5G 网络应用研究的热点。

## 1 技术方案

### 1.1 分布式 Massive MIMO 技术

分布式 Massive MIMO 技术把多个连续覆盖的 4T4R 射频合路组合并为一个包含  $N$  个分布式 4T4R 天线的 Massive MIMO 小区,小区通过射频合路组的交叠区,多个分布式 4T4R 天线同时为 UE 服务,变干扰信号为有用信号,彻底解决各个射频合路组间的干扰问题,实现用户一致性体验,获得更多天线的联合加权增益,采用高阶调制的比例增加,从而提升 UE 上下行平均吞吐率。同时把相同光纤/不同光纤上的射频合路组(TRP)在基带汇聚,映射为物理小区的多个通道,通过 pRRU 互相收发进行互异性校正,实现联合波束赋型,提升单用户性能。

收稿日期:2023-11-29

如图 1 所示,分布式 Massive MIMO 小区,所有 TRP 建立在同一个物理小区,不同 TRP 仅代表不同的射频合路组。TRP 间移动无切换,且单个分布式 Massive MIMO 小区支持多个 TRP 合并,1 个主 TRP,多个从 TRP,主 TRP 主要用于配置 TRP 级参数配置。

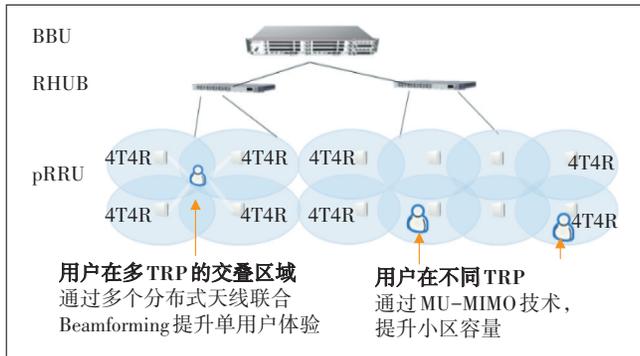


图 1 分布式 Massive MIMO 技术原理

### 1.2 关键技术分析

分布式 Massive MIMO 有如下两大关键技术(见图 2)。

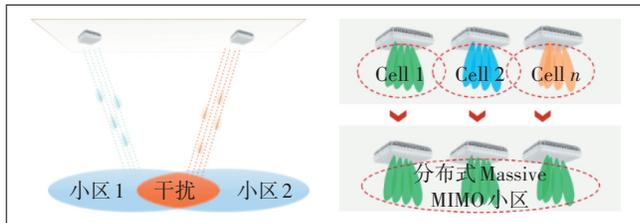


图 2 分布式 Massive MIMO 关键技术示意

a) 联合波束赋形(联合 Beamforming): 分布式 Massive MIMO 统一管理 pRRU, 将同频通道正交化, 形成分布式多天线, 使能多 pRRU, 实现联合 Beamforming, 联合 Beamforming 技术可以在抑制干扰的同时保持 SINR 不恶化, 将原小区边缘干扰变为增益。

b) 多用户资源复用(MU-MIMO): 多个分布式的 4T4R pRRU 联合 Beamforming, 在交叠区域有效天线增加后, 更容易选择出 4 个性能更好的空间传输 4 流, 保证更高的用户速率和更好的用户体验。每个 pRRU 形成一个 4T4R 的波束, 通过空间隔离实现多波束空分复用。pRRU 间形成正交的传输端口, 实现空分复用, 通过上下行用户配对, 提升小区上下行容量。

## 2 组网方案规划

分布式 Massive MIMO 典型组网部署方案有 2 种: 速率提升方案和容量提升方案, 它们分别面向不同场景、不同阶段的组网需求。

### 2.1 速率提升方案

为了提升速率, 可通过将相同 TRP 下的 pRRU 覆盖区间隔部署, 增大各 TRP 间交叠区占比, 提升单用户联合 Beamforming 增益; 多 TRP 下 pRRU 联合波束赋形, 提升交叠区用户体验速率和单用户拉网速率, 典型组网建议如图 3 所示。

方案 1: RHUB 间 pRRU 连线关系不交叉部署, 后续无需改动拓扑连接, 支持平滑扩容演进至容量提升方案(包括极限容量)。其缺点是: 较少数量的 TRP 下的 pRRU 覆盖区交错, 单用户联合 Beamforming 拉网速率增益略小。

方案 2: 同一条 CPRI 链下 RHUB 间 pRRU 连线关系交叉部署, 较多个 TRP 下的 pRRU 覆盖区交错较为彻底, 单用户联合 Beamforming 拉网速率增益相对更大; 其缺点是: 多 RHUB 下 pRRU 交错部署, 扩容演进需同时改动拓扑连接。

### 2.2 容量提升方案

相同 TRP 的 pRRU 覆盖区连续部署, 减少 TRP 间

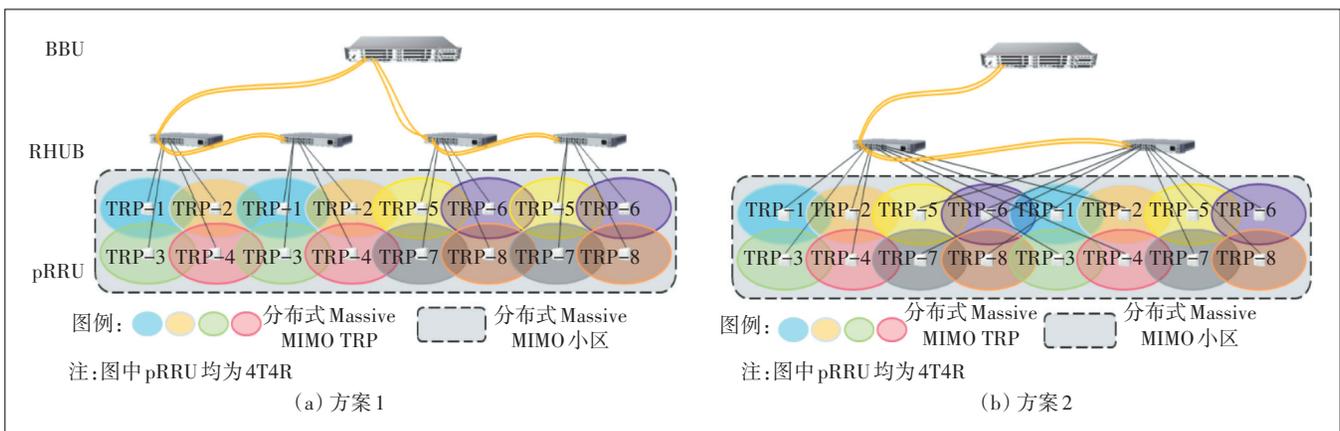


图 3 速率提升组网方案

交叠区占比;不同TRP内(非交叠区,空间隔离度大)的多个用户间通过MU-MIMO技术复用相同的时频资源,大幅提升小区容量。对于高密重载区域,推荐采

用容量提升方案进行组网规划,获得多用户MU-MIMO容量增益,其典型解决方案如图4所示。

方案1:在满足容量需求前提下,考虑控制干扰,

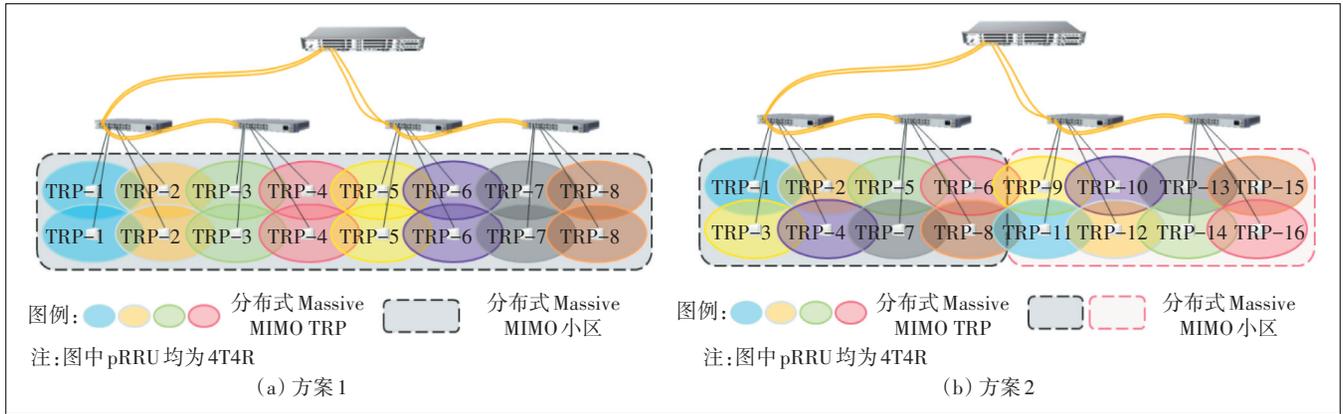


图4 容量提升组网方案

合并分布式Massive MIMO小区,1个TRP内有2个及以上的pRRU,相同TRP的pRRU覆盖区连续部署,减少TRP间交叠区占比;不同TRP内(非交叠区,空间隔离度大)的多个用户间通过MU-MIMO技术复用相同的时频资源,大幅提升小区容量。

方案2:网络负载高时,需小区劈裂扩容,单个分布式Massive MIMO小区内pRRU数减少到4~8个,相应TRP数也减少到4~8个,每个TRP内pRRU减少到1个;不同TRP内(非交叠区,空间隔离度大)的多个用户间通过MU-MIMO技术复用相同的时频资源,大幅提升小区容量。

某火车站占地面积为93.33万 $m^2$ ,其北广场建筑总面积为25.55万 $m^2$ ,站房面积为11万 $m^2$ ,地面广场面积为11.9万 $m^2$ ;南广场站房面积为16 121  $m^2$ ;共计14个站台、29条股道,可同时容纳25 000人候车,属于典型的高密重载场景,对速率和容量都有极大需求。

### 3.2 试点方案

该火车站南广场候车厅涉及1台BBU、8台HUB和49个pRRU,设计1个分布式MIMO小区(8个TRP小区),pRRU分布如图5所示。

该车站北广场候车厅涉及1台BBU、12台HUB和66个pRRU,设计1个分布式MIMO小区(8个TRP小区),pRRU分布如图6所示。

### 3.3 验证结果

按照3.2节的方案在该火车站进行部署,取开通

## 3 技术方案验证

### 3.1 场景介绍

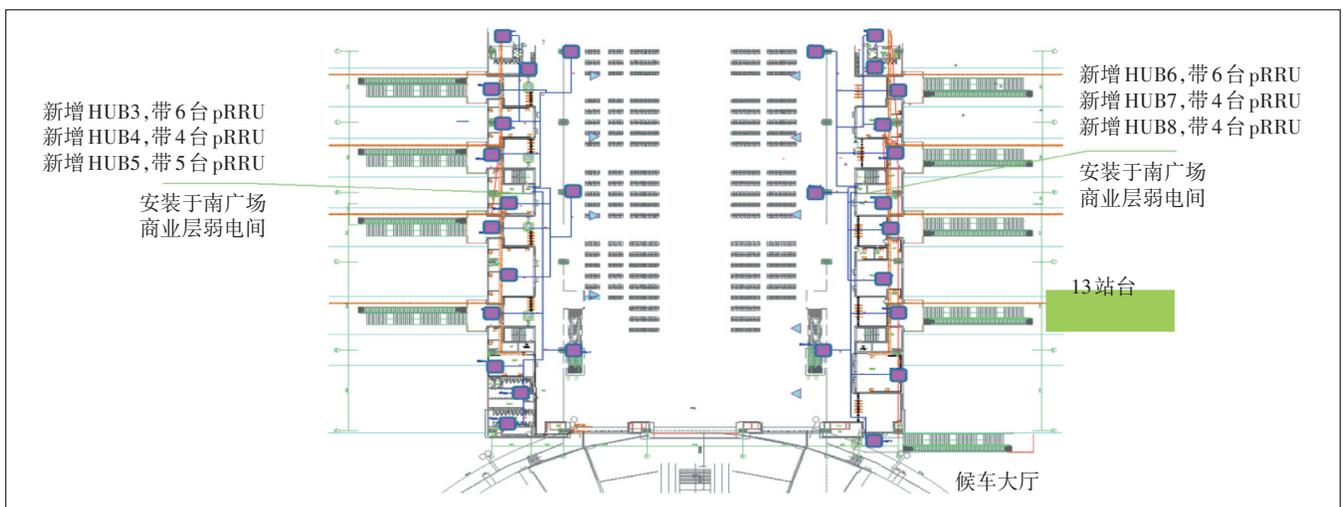


图5 南广场候车大厅分布方案

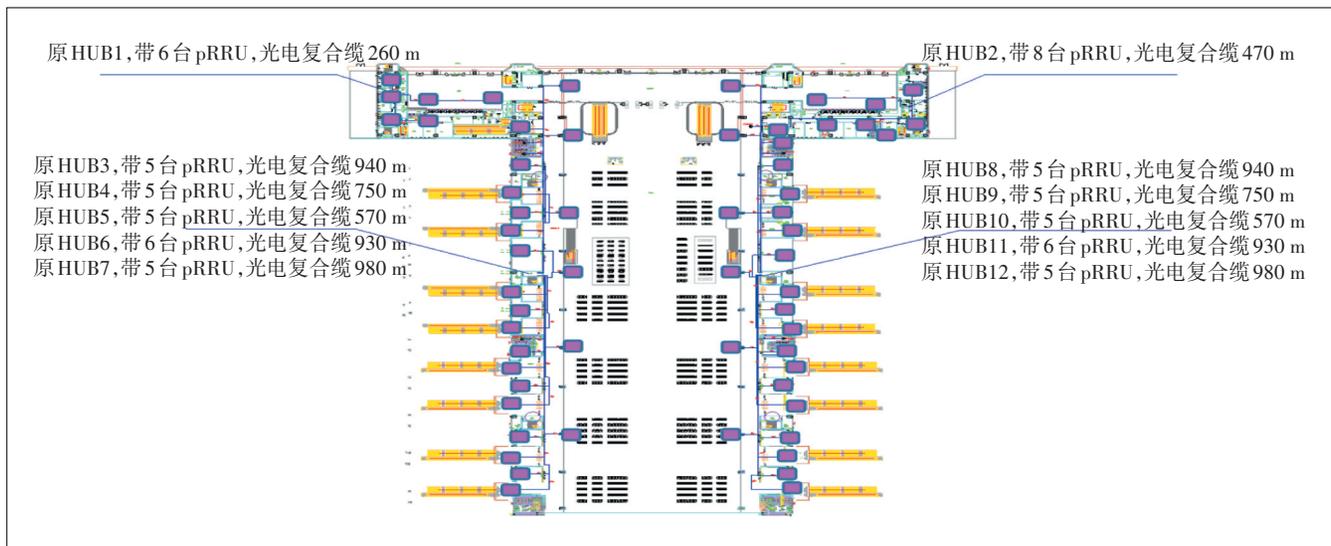


图6 北广场候车大厅分布方案

前后两周指标进行对比,速率和容量等主要指标都得到大幅度提升,如表1所示。

表1 效果对比

效果对比	流量/(GB/天)	5G用户吸纳数/(小区/天)	用户平均感知速率/(Mbit/s)	5G分流比/%
开通前	713.13	72	57.74	25
开通后	1348.90	161	116.98	57
增加幅度	89.10%	126.38%	102.59%	88%

## 4 适用场景

分布式Massive MIMO适用的典型场景主要包括高价值高容量物业点、精品网项目、2B园区等,场景特点是单位面积用户流量密度超大,容量诉求高,主要分公众用户场景和行业用户场景。

### 4.1 公众用户场景

典型公众用户场景如机场、火车站、大型场馆、地铁、大型商超等,其特点是人流密度大,频繁出现业务高峰。此类场景单小区容量不足,多小区干扰严重;该类场景多为品牌、口碑场景,如果长期不能够得到解决,极易造成用户流失。

### 4.2 行业用户场景

行业用户主要场景包括医疗、制造、矿山等,对上下行容量、数据速率等有强烈需求。包括图像传送、机器视觉检测等应用,上行容量需求为500 Mbit/s~2 Gbit/s,下行容量需求为300 Mbit/s~1 Gbit/s,对容量提出巨大挑战。

不论是公众用户场景还是行业用户场景,针对场

景特点采取不同组网方案,引入基于分布式Massive MIMO技术方案都能够很好地满足这些典型场景的业务需求,极大提升用户感知。

## 5 结束语

本文引入分布式Massive MIMO技术方案解决室内高密重载场景,并从多维度进行论证及多方联合评审,选择场景最复杂的高铁枢纽候车厅、制造企业等流量高业务需求大的区域对方案进行部署验证,对解决5G同类场景用户需求具有很好的参考价值。

### 参考文献:

- [1] 陈鹏. 5G移动通信网络:从标准到实践[M]. 北京:机械工业出版社,2020:18-20.
- [2] 杨昉,刘思聪,高镇. 5G移动通信空口新技术[M]. 北京:电子工业出版社,2020:44-45.
- [3] 鲁照华,袁弋非,吴昊,等. 5G大规模天线增强技术[M]. 北京:人民邮电出版社,2022:22-24.
- [4] 李勇,徐黎,李文. 5G基站天线OTA测试方法研究[J]. 移动通信,2018,42(6):7-10.
- [5] 赵国锋,陈婧,韩远兵,等. 5G移动通信网络关键技术综述[J]. 重庆邮电大学学报(自然科学版),2015,27(4):441-452.
- [6] 张文俊,林延. 5G网络覆盖能力提升策略研究[J]. 电信快报,2021(9):17-20,24.

### 作者简介:

王进,毕业于四川大学,高级工程师,主要从事通信技术方面的研究工作;童贞理,毕业于重庆邮电大学,高级工程师,硕士,主要从事通信技术方面的研究工作;郑念,毕业于兰州理工大学,高级工程师,主要从事通信技术方面的研究工作。