

5G 室分系统多通道联合收发技术应用研究

Research on Application of Multi-channel Joint Transceiver Technology in 5G Indoor Distribution System

胡煜华¹,王群青¹,李 贝²,王振华¹,沈文超¹(1. 中国联通浙江分公司,浙江 杭州 310051;2. 中国联通研究院,北京 100048)

Hu Yuhua¹,Wang Qunqing¹,Li Bei²,Wang Zhenhua¹,Shen Wenchao¹(1. China Unicom Zhejiang Branch, Hangzhou 310051, China;2. China Unicom Research Institute, Beijing 100048, China)

摘 要:

室内覆盖已成为 5G 网络建设的重点,为低成本建设 5G 室内覆盖网络,对多通道联合收发技术原理、实施方案进行了研究,探索了通过部署多通道联合收发功能,改造已有的 DAS 室分,在 2.1 GHz 频段实现 5G 室分多流效果的解决方案,并对该方案进行了试点验证,结果显示覆盖和速率均有明显提升。

关键词:

5G;多通道联合收发技术;室内分布

doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2022.10.004

文章编号:1007-3043(2022)10-0019-04

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:

Indoor coverage has become the focus of 5G network construction. In order to build a 5G indoor coverage network at a low cost, the principle and implementation scheme of multi-channel joint transceiver technology have been studied, and it has been explored that by deploying multi-channel joint transceiver function, the existing DAS indoor distribution can be transformed. The solution to realize the multi-stream effect of 5G indoor distribution in the 2.1 GHz frequency band, and carry out pilot verification, the coverage and speed have been significantly improved.

Keywords:

5G; Multi-channel joint transceiver technology; Indoor distribution

引用格式:胡煜华,王群青,李贝,等. 5G 室分系统多通道联合收发技术应用研究[J]. 邮电设计技术,2022(10):19-22.

1 概述

随着 5G 网络建设稳步推进,视频电话、高清视频流、互动游戏等大量应用发生在室内环境中,这些业务对网络质量要求较高,良好的室内覆盖成为 5G 网络建设的重点。而现网存量 DAS 室分大部分是单路系统,仅能支持单流,容量性能受限,难以满足 5G 业务需求。由于楼宇已经投入使用,增加分布系统困难较大。3.5 GHz NR 在现网中大量应用,而随着工信部发放 2.1 GHz NR 频率重耕许可,2.1 GHz NR 产业链也已

成熟,对于室内覆盖,通过多频段协同的多通道联合收发技术可充分发挥不同频段的特性和优势,以满足 5G 赋能千行百业的需求。

2 5G 室分建设现状

在 3.5 GHz 频段,中国电信和中国联通各有 100 MHz 带宽,在 2.1 GHz 频段中国电信和中国联通各有 40 MHz 带宽可以用于 5G 重耕。目前 5G 室分建设方案主要有数字化室分和无源分布式天线系统(Distributed Antenna System, DAS)等,各方案特点如表 1 所示,业务承载方案需业务特性与网络能力匹配,建议结合场景特点,综合考虑容量、覆盖面积等多个维度,选择

收稿日期:2022-08-16

表1 2种方案对比

5G室分方案	支持频段/MHz	容量	适用场景	部署成本
数字化室分	3 400~3 600	高容量	地铁、交通枢纽、大型场馆等高容量需求场景	较高
DAS室分	2 110~2 150	中低容量	商务楼、宾馆酒店等中低容量需求场景	较低,可利旧

适合的解决方案。

无源DAS作为2G至4G时代室内覆盖的主要解决方案,在现网中被规模应用,是低话务场景室内覆盖的重要手段。DAS方案分为新建和改造2类场景,存量DAS室分无源器件和室分天线支持的频段为800~2 700 MHz,不支持3.5 GHz频段。充分利用2.1 GHz中频段的优势,改造存量DAS方案能低成本快速部署扩大5G覆盖。

3 多通道联合收发技术原理

存量DAS室分大部分是单路系统,将射频拉远单元(radio remote unit, RRU)作为信源,在建筑物的每层布置若干个单通道天线,RRU与建筑物每层的天线通过馈线连接,实现单通道室内分布系统信号覆盖,仅能支持单流,不能实现多输入多输出(multiple input multiple output, MIMO)技术以提升用户上下行吞吐量,容量性能受限,难以满足5G业务需求。由于楼宇已经投入使用,增加分布系统困难较大。

5G多通道联合收发方案通过自适应码本择优、自适应多流、相位预设补偿等创新技术,在多个通道链路不平衡的情况下实现较好的性能,对楼层间的多通道不平衡差异容忍最高可达30 dB。此时5G系统仅需考虑各路场强达到系统的上行解调场强,不需考虑各路功率差异性,在不改变传统室分网络结构的情况下,实现5G室分快速开启,极大提升传统室分改造后的5G网络系统性能,性价比高。

如图1所示,以跨楼层单通道为例,把相邻上下层天线视为一套双路分布系统,采用双通道RRU,每个楼层的终端设备可以通过双通道RRU的2个通道与该RRU传输信号,使得每个楼层的终端设备除了可以接收到本层单通道天线的信号外,还可以接到相邻上层和相邻下层的天线的穿透信号,从而达到通过对单通道室内分布系统进行改进以实现双通道室内分布系统的目的。支持5G多流,进一步提升5G用户感知。

多通道联合收发技术把分布式的多个传输收发节点(Transmission and Reception Point, TRP)联合起来

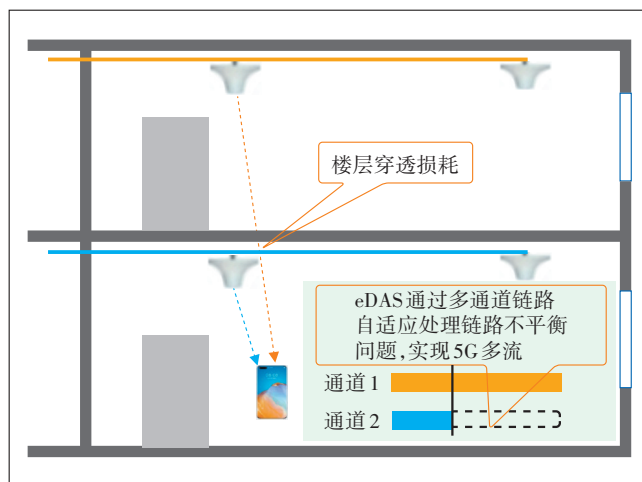


图1 多通道联合收发示意

组成一个更大天线维度TRP,通过多天线分集增益来实现系统性能提升。对于2流发射的TRP来说,存在秩指示(Rank Indication, RI)最大为2的情况,通过多个TRP联合组成的“大天线”,能够充分利用空间多径特性提升RI,在终端能力不受限的情况下突破最大RI。终端收到2个TRP的信号后,对信道响应矩阵进行奇异值分解(Singular value decomposition, SVD),可得4个特征向量,就是该信道矩阵的秩(Rank),信道秩指示可以选择合适的空间流数进行传输,以提高通信效率。4个特征向量的取值相差越大,实现多流越难。4个特征向量的取值和不同通道间的功率差相关,当接收到的TRP功率相差不是很大时,RI的取值就可能大于2,从而实现下行超过2流的多流传输。

分组自适应调制解码(Adaptive Modulation and Coding, AMC)是通过在RANK和调制与编码方案(Modulation and Coding Scheme, MCS)中做试探性自适应调整,包括不同功率的通道间做整体的流量平衡优化,对于下行终端反馈RANK虚高的场景,实现精准匹配RANK,提升调度MCS,在隔离度较高的场景下,显著地提升下行流量。

自适应码本择优指2台2TR RRU各自发送2端口信道状态信息参考信号(Channel State Information-Reference Signal, CSI-RS),实现联合4端口CSI-RS发送,终端侧收到4端口CSI-RS资源,从而获得联合预编码矩阵标识(Precoding Matrix Indicator, PMI)构造,实现多码本和CSI端口的扩展,提升码本的信道匹配度,获得赋形增益。在对应扩充的码本集中做择优选择算法,可提升信道适应性,结合干扰抑制合并(Interference Rejection Combining, IRC)技术降低邻区干扰,

获得超额增益。

相位预设校准是指根据部署方案和信道长期监控的基础数据,在基站侧进行相位预设校准,实现最大限度同步叠加信号,带来增益提升,解决各个楼层馈缆长度和DAS天线位置不可能做到完全同相叠加而带来的系统性能损失的问题。

4 多通道联合收发实施方案

现网DAS室分无源器件支持2.1 GHz频谱,对于存量DAS楼宇可利旧现网快速开通2.1 GHz 5G室分覆盖。多通道联合收发适用于中低业务量的写字楼、酒店、商场和医院等场景,现网多通道联合收发技术改造包括跨楼层和同楼层2种情况。开启多通道联合收发功能后,在网络覆盖效果较差、多通道接收功率不平衡差异较大时,上、下行吞吐量的提升会受到限制,特殊楼宇如果地板穿损太大(超过30 dB,如金属结构)时难以获得增益。

4.1 多通道联合收发改造方案

图2所示为跨楼层方案,分为每层有单路分布系统或2路分布系统2种情况。RRU通道错层覆盖,无线信号穿透楼板实现5G多流,双通道RRU的第1端口与分布在建筑物编号为奇数的楼层中各个单通道天线通过第1馈线连接,双通道RRU的第2端口与分布在编号为偶数的楼层中的各个单通道天线通过第2馈线连接。跨楼层方案通过对单通道室内分布系统进行改进实现双通道室内分布系统。

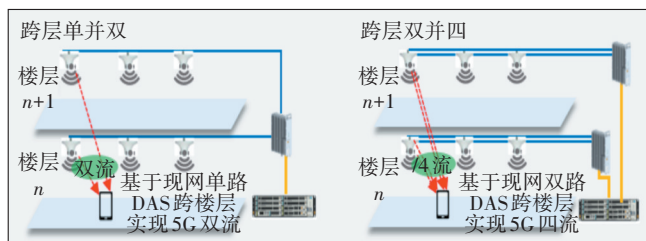


图2 跨楼层方案

图3所示为同楼层方案,当不同运营商(例如中国电信和中国联通)同楼层分别建有1套DAS系统,利旧双方的已有系统开通5G室分的时候,同楼层内的2套DAS系统多通道联合收发。

4.2 多通道联合收发改造工程实施

5G信源馈入现网室分系统,相邻楼层用不同通道的NR信号覆盖,分为NR二级末端合路和NR始端合路(一级或二级合路)。

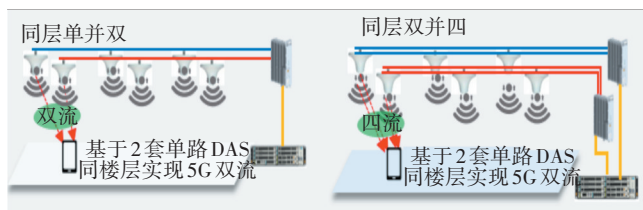


图3 同楼层方案

5G信源二级末端合路方式如图4所示,在每个楼层二级合路,不改变现网DAS拓扑,新增2.1 GHz NR主干路,平层使用合路器合路NR信号。错层分别连接到2.1 GHz NR RRU的不同端口上,实现相邻楼层由不同端口覆盖,形成双流或4流增益。新建主干路增加器件和馈线较多。改造周期受限于新建DAS施工时间及平层合路点是否与设计图纸一致(一致则利于寻找和施工)。这种方式不改动现网馈缆,3G/4G室分拓扑不变,但增加合路器较多。

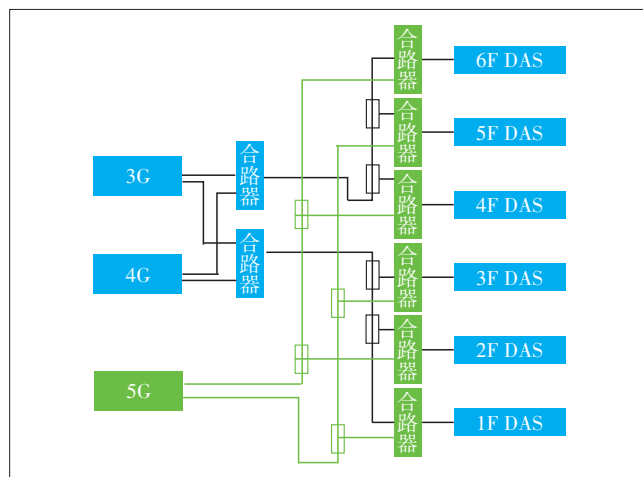


图4 二级末端合路

NR信源始端合路方式如图5所示,不改变现网DAS拓扑,5G单楼层支持1流或2流情况与现网DAS保持一致。可在RRU两端口覆盖的相邻楼层形成2流或4流增益。工程改造简单,仅需增加信源和合路器,可以快速实现5G部署。始端合路,合路器数目少,3G/4G也改造成相邻楼层用RRU的不同通道覆盖。

5 效果验证

在某商场进行部署验证,该区域共6个RRU覆盖,RRU3/4/5/6的通道1覆盖1F和3F,通道2覆盖2F和4F;RRU7的通道1和通道2,分别覆盖1F和2F;RRU8的通道1和通道2分别覆盖3F和4F;相邻楼层3F与4F用不同通道的NR信号覆盖,实现多通道联合

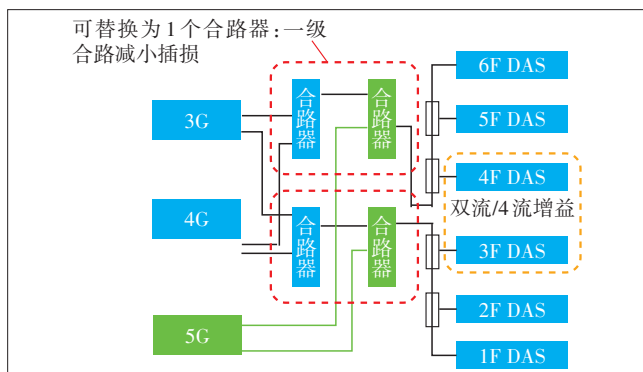


图5 始端合路

收发技术。测试站点的RRU及楼层分布如图6所示。

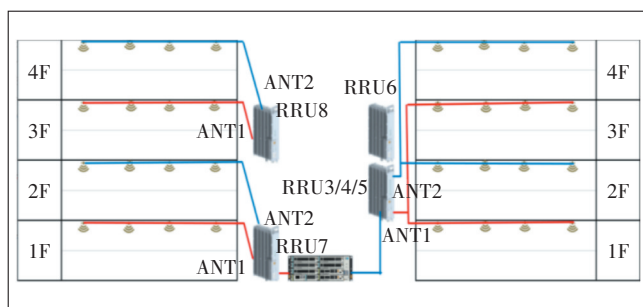


图6 试验站点分布图

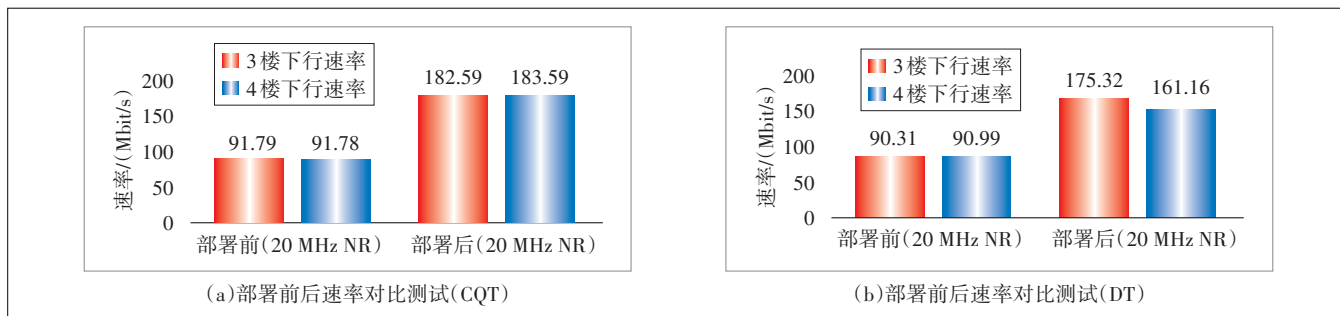


图7 部署前后感知对比

少量改造升级后,实现多输入多输出以提升上下行吞吐量,该方案基于现网架构,方案简便,易于推广,覆盖和速率都有明显提升,适用于中低容量需求场景,是低成本快速进行5G室内覆盖的有效手段。

参考文献:

- [1] 高光辉,李勇,卫钰,等. DAS系统在5G室分建设中的融合与发展[J]. 电信工程技术与标准化,2019,32(10):10-15.
- [2] 门少杰,刘博光,柳少良,等. 基于多通道联合收发技术的5G传统室分系统错层部署方案研究[J]. 电信工程技术与标准化,2021,34(10):47-50.
- [3] 潘毅,李晖晖,曾磊,等. 5G室内场景多通道联合收发技术性能与关键问题[J]. 电信科学,2020,36(7):168-174.
- [4] 龚戈勇,丁远. 浅析传统DAS室分系统在5G时代的应用[J]. 信息

5.1 信号穿透损耗满足需求

3楼和4楼采用不同的RRU覆盖,通过关闭RRU通道验证RSRP的楼层穿透损耗。向下穿透损耗约为16 dB,向上穿透损耗约为11.5 dB,差异小于30 dB,满足多通道联合收发技术对多个通道链路不平衡门限的要求(见表2)。

表2 穿透损耗情况

信号穿损测试	3楼 RSRP/ dBm	4楼 RSRP/ dBm	RSRP损耗/ dB
关闭3楼通道,向下穿损	-87.17	-70.99	16
关闭4楼通道,向上穿损	-82.96	-71.51	11.5

5.2 上下行感知速率等指标提升明显

进行多通道联合收发改造后,跨层单流变双流场景下,双通道RRU的第1端口和第2端口都开启的情况与开启1个端口的情况的对比如图7所示,下行CQT定点速率增益翻倍,DT测试速率增益超过75%,总体速率提升明显。

6 结束语

通过多通道联合收发技术,对现有分布系统进行

技术与信息化,2019(6):165-167.

- [5] 何欣. 浅谈5G网络技术特点及无线网络规划分析[J]. 信息通信,2019(11):222-223.
- [6] 叶辉,刘海玲. 5G时代室内分布系统发展趋势分析[J]. 通信世界,2018(18):46-47.
- [7] 王海涛. 数字化室分系统应用研究及未来5G室内覆盖展望[J]. 电信工程技术与标准化,2019,32(2):64-69.

作者简介:

胡煜华,高级工程师,硕士,主要从事无线网络规划建设;王群青,高级工程师,硕士,主要从事5G创新网络和差异化业务的端到端解决方案研究工作;李贝,高级工程师,硕士,主要从事网络智能运营工作;王振华,工程师,硕士,主要从事移动通信网络运维及建设相关工作;沈文超,工程师,学士,主要从事网络规划优化相关工作。