

中国联通 5G 数字化室分演进

Discussion on the Evolution Scheme of 5G Digital
Indoor Distribution System of China Unicom

方案探讨

郭希蕊,张 涛,李福昌,王东洋(中国联通网络技术研究院,北京 100048)

Guo Xirui,Zhang Tao,Li Fuchang,Wang Dongyang(China Unicom Network Technology Research Institute,Beijing 100048,China)

摘要:

由于频段的差异,4G时代主流的室内覆盖方案不能满足5G室内覆盖的需求,同时5G室内业务向宽带化和低时延演进,驱动5G室内网络向数字化转型。5G时代数字化室内网络产品部署规模将明显提升,面对多样化的室内场景,5G数字化室内网络将呈现多元化演进的趋势。首先对5G室内网络向数字化演进的驱动力进行了分析,然后分析了5G数字化室分产品演进的核心要素,最后对中国联通5G数字化室分产品演进方案进行了探讨。

关键词:

数字化室分;一体化微RRU;扩展型微站;数字微分布

doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2019.08.002

中图分类号:TN929.5

文献标识码:A

文章编号:1007-3043(2019)08-0007-05

Abstract:

Due to the difference of frequency band, the mainstream indoor coverage scheme in 4G era can not meet the needs of 5G indoor coverage. At the same time, 5G indoor service evolves to broadband and low latency, which drives 5G indoor network to transform to digitization. In 5G era, the deployment scale of digital indoor network products will be significantly improved. Faced with diversified indoor scenes, 5G digital indoor network will present a trend of diversified evolution. Firstly, the driving force of 5G indoor network to digital evolution is analyzed, then the core elements of 5G digital indoor evolution are analyzed, and finally, the 5G digital indoor evolution scheme of China Unicom is discussed.

Keywords:

Digital indoor distribution system; Integrated micro RRU; Extended micro site; Digital micro distribution system

引用格式:郭希蕊,张涛,李福昌,等. 中国联通5G数字化室分演进 方案探讨[J]. 邮电设计技术,2019(8):7-11.

1 概述

随着通信技术的演进以及用户行为习惯的变化,移动数据业务呈现指数级增长。目前室内区域产生的移动网络流量在整个网络中已经占有了非常高的比例,伴随着5G业务种类的持续增加和行业边界的不断扩展,业界预测未来5G超过85%的移动业务将发生在室内场景,因此室内覆盖至关重要,将成为运营商的核心竞争力之一。

而在5G时代,部署频率与原有网络存在较大差

异,与4G相比,5G将在C-Band和毫米波上部署,因此如何提升室内用户的体验将是未来运营商所需要面临的挑战。而在另一方面,在室内业务占比进一步提升的情形下,室内站点话务占比却很低,难以满足未来5G大话务量的需求。相比于现有的4G网络,5G网络通过支持大带宽、高频段以及更多天线端口等关键技术实现了用户体验的提升。对于未来的5G室内部署而言,传统2G/3G/4G时代的解决方案也面临着巨大的挑战和创新的需求。本文将从5G室内网络演进的驱动力、5G数字化室分产品规划的核心要素以及中国联通数字化室分产品规划等方面详述中国联通5G数字化室分演进方案。

收稿日期:2019-06-20

2 5G室内网络向数字化演进的驱动力

2.1 5G技术演进驱动室内覆盖数字化

2.1.1 室外覆盖室内性能降低

和4G时代的sub-3 GHz频段相比,在高频段部署的5G宏基站信号在室外照射来覆盖室内场景的时候面临更大的链路损耗问题,导致室内深度覆盖严重不足。相比于4G宏基站信号,C-Band频段室外信号每穿透1面混凝土墙壁时会产生额外的8~13 dB链路损耗,根据目前中国联通外场测试的数据,C-Band对于室内只能进行穿透1层墙体的浅层覆盖,对于室内的深度覆盖远远满足不了5G体验的覆盖要求。

因此,5G室内网络和室外网络同步部署,才能够保障移动用户室内外体验一致性。这跟4G时代先建设室外宏站来覆盖室内室外,再加强室内数字化室分建设的方式是有差异的。

2.1.2 无源分布系统向5G演进困难

无源分布系统是2G/3G/4G时代主流的室内覆盖方案,目前已建的无源分布式天线系统不支持5G频段,系统改造面临技术不可行、难实施、成本高等巨大挑战。主要体现在以下几个方面。

a) 3.5 GHz系统难以利用旧有无源分布式系统。传统室分系统中很多元器件如合路器、功分器等还不支持3.5 GHz或成本过高,更换难度很大。多组抽样测试结果表明,Sub3G器件在3.5 GHz频段的关键性能指标(如插损、耦合度、驻波比)无法满足要求。

b) 3.5 GHz覆盖收缩。C-band和Sub 3G相比,链路损耗(含无源分布式天线系统传输损耗、空中损耗、隔墙穿透损耗)更大,导致需要增加C-band信源以满足同覆盖要求。新建5G无源分布式系统,也将面临损耗大、成本高的问题。C-band和Sub 3G的实际测试结果如1所示。

表1 不同频段室内网络综合损耗差

频段/GHz	综合损耗/dB
1.8	-9.9
3.5	基准

c) 4×4 MIMO工程建设难度高,1T1R/2T2R升级到4T4R工程实施难度大。4路DAS需要部署4根馈线、4套器件和天线,工程无法落地,另外,还会导致链路不平衡,引起性能问题;目前全球存量市场上有90%以上的室内网络是DAS,室内网络演进面临着非常严峻的挑战。

d) 无源分布式系统无法满足可视化管理要求。无源器件(功分器、耦合器、馈线、吸顶天线)无论那一端出现故障,都需要人工逐步排查线路问题,头端和各网元不可视造成维护成本高,影响运维体验。

2.2 5G业务驱动室内覆盖数字化

伴随5G业务种类持续增多和行业边界不断扩展,新增各种应用需求包括智能家居、智慧城市、AR/VR、自动驾驶、远程医疗、工业自动化、游戏云应用、高可靠应用、超高清视频等等。在业务层面,5G室内网络演进凸显出了2个关键性要素。

- a) 室内网络宽带化演进。
- b) 室内网络低时延化演进。

表2给出了不同5G业务对网络的需求。

表2 不同5G业务对网络的需求

业务类型	子类型	传输速率	E2E时延/ms	可靠性
360度视频VR	入门级	96 Mbit/s	<10	中
	高级	419 Mbit/s		
Cloud VR	入门级	100~150 Mbit/s	<10	较高
	终极	4.7 Gbit/s		
超高清视频全景直播	1080P	6 Mbit/s	10~50	中
	2K视频	10 Mbit/s	<10	
	8K视频和云游戏	50~100 Mbit/s		较高
无线医疗	远程内窥镜 360度4K+触觉反馈	50 Mbit/s	<5	高
	远程超声波 AI视觉辅助,触觉反馈	23 Mbit/s	<10	高
智能制造	无线工业相机	1~10 Gbit/s	<100	高
	工业穿戴设备	1 Gbit/s		
室内定位	精度1 m (BW:100 MHz)	不依赖	不敏感	不依赖

从表2可以看出,为了满足5G新生的业务,5G需要具备比4G更高的性能,支持0.1~1 Gbit/s的用户体验速率,毫秒级的端到端时延,室内定位精度达到米级。同时,5G还需要大幅提高网络部署和运营的效率,相比4G,频谱效率提升5~15倍,能效和成本效率提升百倍以上。

从以上分析可知,5G室外覆盖室内已无法满足深度覆盖需求,现网无源器件无法兼容5G频率,无法直接合路升级支持5G,新天馈器件在5G频段损耗高,部署成本高;同时,大容量的业务需求又势必要求多天线技术在室内也开展广泛的应用,业务的需求也驱动室内网络整体性的向数字化转型,5G室内系统将向数字化、大容量、易部署、可监控演进。

5G时代数字化室内网络产品部署规模将明显提升,多样化室内场景有多样化网络需求,需扩大5G室内数字化产品生态范围,不同产品形态对应不同室内场景,形成差异化部署。

3 5G数字化室分产品规划核心要素

室内一体化微RRU是目前中国联通4G主流的数字化室分建设方式,产品种类单一,一体化微RRU在中小场景建网成本高;4G室内流量已呈现极其突出的高低不均现象,低价值低热场景需要低成本方案。目前4G社会化基站厂商都有网管,但网管数据模型不统一,存在着多家网管并存的问题,给运维造成很大的不便,影响后续的部署。因此,5G数字化室分产品需要考虑以下因素,满足数字化室分差异化部署需求。

3.1 产品形态

5G时代数字化室内网络产品部署规模将明显提升,多样化室内场景有多样化网络需求,需扩大5G室内数字化产品生态范围,不同产品形态对应不同室内场景,形成差异化部署。多样化室内场景有多样化网络需求,5G数字化室分设备需支持多种形态。

a) 高价值高流量的大型场景以室内高性能产品(一体化微RRU)为主。

b) 容量需求适中的中小场景以室内中低性能产品(扩展型微站)为主。

c) 容量需求低的小微场景需要低成本的数字化室分产品(数字微分布)。

3.2 4G/5G多模能力要求

4G和5G网络会在今后相当一段时间内并存,这就要求数字化室分产品需要具备多频多模能力,面向不同模式需求,需支持4G+5G多模数字化产品、5G单模数字化产品。4G需支持1.8 GHz频段(30 MHz)和2.1 GHz频段(40 MHz)。

3.3 带宽与MIMO要求

为满足5G典型室内业务对移动网络的大带宽需求,如初级AR要求下行50 Mbit/s、入门级VR要求下行100 Mbit/s,5G网络需要以100 MHz带宽、4T4R配置为基础,才能保障足够的边缘体验速率和充分的容量增长潜力(见图1)。

但对于一些中低价值、中低容量场景,2T2R可以满足容量需求,从而进一步降低建网成本。

3.4 发射功率要求

根据仿真分析和现网典型4G室内微RRU覆盖半

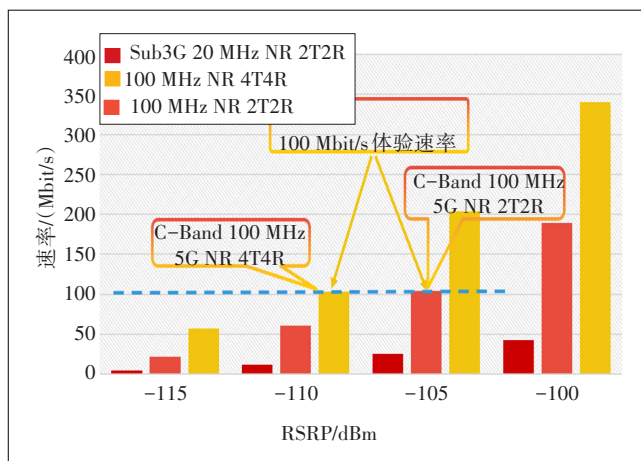


图1 100 Mbit/s边缘体验速率保障

径规划(见表3),在网络质量可比的前提下,若希望5G微RRU与4G微RRU同点位部署,需由4G时代的2T2R向5G时代的4T4R演进,并且每通道发射功率由100 mW提升为250 mW。

表3 覆盖半径仿真对比

方案对比	1.8 GHz 2T2R FDD	2.1 GHz 2T2R FDD	3.5 GHz NR 4T4R
覆盖半径/m	27.1	22.9	24.3
边缘速率/(Mbit/s)	20	20	100
RSRP/dBm	-105	-105	-110

3.5 数字化与DAS融合

隔断场景使用数字化产品成本较高,将数字化方案与DAS融合,用DAS拓展数字化末端单元的覆盖边界,可以兼顾数字化方案与DAS方案的优点,提供了降低部署成本的一种选择。4T4R设备可通过内置或外置天线分成2个4×4 MIMO或者4个2×2 MIMO,2T2R设备可通过内置或外置天线分成2个或3个2×2 MIMO。

3.6 统一网管

在5G数字化室分产品形态多样化的趋势下,随着5G网络设备的种类和数量增加,整个网络的复杂性日益提高,多厂商问题也将非常突出,实现5G端到端的统一网管,使网络具备快速部署和全网的综合管理的能力,包括集中监控、分析、优化,及时掌握全网运行情况并进行有效控制,从而提高运营商信息化管理水平,最终提高移动通信的服务质量和运营效益。

4 中国联通5G数字化室分产品规划探讨

基于第3章讨论的5G数字化室分产品规划核心

要素,中国联通规划了3种数字化室分设备,下面将对这3种设备进行详述。

4.1 一体化微RRU设备

室内一体化微RRU适用于高价值高流量大型场景,如体育场馆、交流枢纽、大型场馆、公共场所等人流密度、高容量需求的热点场景。一体化微RRU设备由基带单元设备、汇聚单元设备和远端单元设备3个部分构成,如图2所示,其中远端单元设备先通过星形级联的方式与汇聚单元设备连接,汇聚单元设备再通过星链混合级联的方式与基带单元设备相连,基带单元设备再与核心网连接。

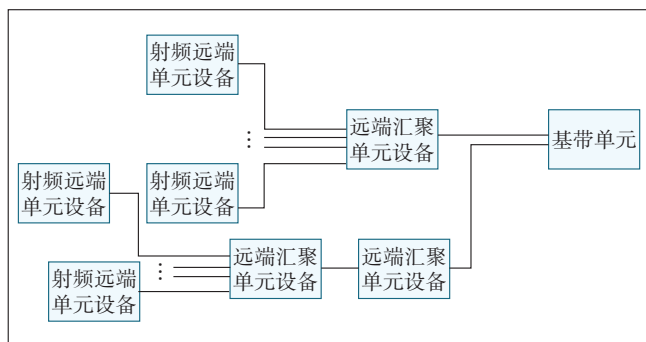


图2 室内一体化微RRU设备架构图

中国联通5G一体化微RRU产品微RRU基本能力要求如表4所示。

表4 中国联通5G室内一体化微RRU产品远端单元基本能力

内容	5G单模远端单元	4G+5G多模远端单元
每通道发射功率/mW	≥250	4G模式:≥100 5G模式:≥250
通道数	4×4	4G模式:2×2 5G模式:4×4
支持的带宽/MHz	≥100	4G模式:≥40+40 5G模式:≥100
是否支持外接天线	是	是
体积/L	≤2	≤3
重量/kg	≤2	≤3
支持模式	5G	5G单模模式 4G+5G并发模式
支持4G载波能力	-	4G+5G并发时支持4G配置为4个载波

4.2 扩展型微站设备

扩展型微站适用于办公楼宇、商场超市、宾馆酒店、宿舍住宅等多种室内覆盖场景。扩展型微站设备由主机单元、扩展单元、远端单元3个部分组成(见图3),其中:

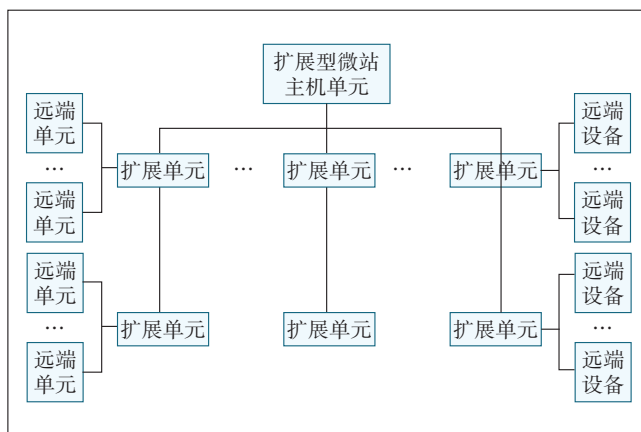


图3 扩展型微站组网架构

a) 主机单元负责基站的协议栈处理,操作维护功能,目前由通用X86服务器和FPGA板卡组成。

b) 扩展单元负责远端单元的IQ数据下行分发、上行汇聚、时钟同步、POE供电等,包含CPU处理模块、FPGA汇聚与分发模块、PSE供电与外围电路模块。

c) 远端单元为小功率RRU设备,具备射频收发功能(内置天线),包含CPU控制模块、传输接口模块、POE供电与外围电路模块、RF收发模块。

扩展型微站设备同时支持SA、NSA,灵活应对5G网络架构需求;通过软件配置支持CU/DU分离和合设,满足不同的场景的配置需求,采用光纤/以太网布线的方式,可大大节省工程难度和建网时间。

中国联通5G扩展型微站产品基本能力要求如表5所示。

表5 中国联通5G扩展型微站产品基本能力

内容	5G单模微站	4G+5G多模扩展型微站
每通道发射功率/mW	≥250	4G模式:≥100 5G模式:≥250
通道数	2×2/4×4	4G模式:2×2 5G模式:2×2/4×4
支持的带宽/MHz	≥100	4G模式:≥20 5G模式:≥100
是否支持外接天线	是	是
支持模式	5G	5G单模模式 4G+5G并发模式

4.3 数字微分布设备

作为5G深度覆盖的低成本解决方案,数字微分布设备适用于中小场景的覆盖区域,利用其快速建设、组网灵活、工程简单等特点,可以短时间快速解决低价值盲区的信号覆盖问题。同时,数字微分布设备通

过无线回传,将室外信号扩展到室内进行覆盖,扩展了室外信号的覆盖范围,提高室外基站业务量。

5G网络需要支持超高速率、超低时延业务,5G微分布设备采用了多核多模化芯片设计,极大提高了处理能力,大大降低了系统时延,并且从芯片构架、新型射频功放技术、合理化的散热等多层面改善设备功耗性能。

中国联通5G数字微分布产品分为一体化微分布和扩展型微分布产品(见图4),产品基本能力要求如下。

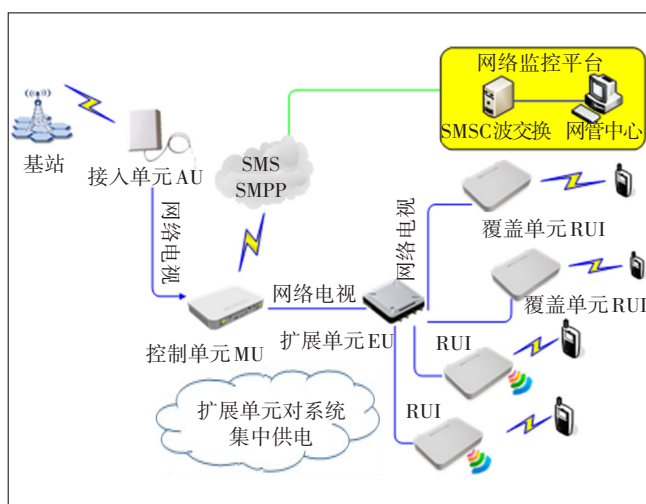


图4 数字微分布设备

- a) 系统形态:5G单频/(4G+5G)多频多模。
- b) 系统带宽:100 M。
- c) MIMO:支持2T2R。
- d) 接入形式:无线接入。
- e) 低功率:小于100 mW。
- f) 低功耗:单模块小于10 W。
- g) 低时延: $\leq 1 \mu\text{s}$ 。
- h) 组网方式:链状+星状拓扑结构,由控制单元、扩展单元、覆盖单元组成,覆盖单元支持扩展。
- i) 传输方式:扩展单元集中供电,控制单元和覆盖单元通过同轴电缆远程馈电。
- j) 监控能力:可监可控,可以监控到每个远端覆盖单元。
- k) 抗干扰:系统采用数字处理技术,结合一系列抗干扰网络算法,有效控制发射噪声。

5 结束语

传统的2G/3G/4G室内覆盖方案已经无法满足5G

室内覆盖需求,室内产品数字化演进是大势所趋,5G数字化室内网络产品部署规模将明显提升,但多样化室内场景有多样化网络需求,一体化微RRU、扩展型微站、数字微分布等数字化产品将基于各自特点各司其职,在部署应用上保持百花齐放。

参考文献:

- [1] 洪康. 5G网络室内覆盖解决方案的分析[J]. 信息通信, 2017(8): 259-260.
- [2] 张建强,冯博,王春宇. 5G网络室内覆盖解决方案[J]. 电信快报, 2017(5):9-11.
- [3] 肖智维. 5G网络室内覆盖解决方案研究[J]. 数字通信世界, 2018(2).
- [4] 李广. Beyond 5G移动通信室内信号分布系统架构设计[J]. 信息通信, 2013(10):177-178.
- [5] 陈坚,卫慧锋,梁成业. 面向5G演进的数字化室内分布系统研究[J]. 广西通信技术, 2018, 131(2):17-19.
- [6] 聂昌,冯毅. 未来5G系统潜在部署频段探讨[J]. 邮电设计技术, 2016(7):1-3.
- [7] 林善亮,阎春. 光纤数字化的5G室内分布系统设计方案[J]. 电信技术, 2018(8):15-17.
- [8] 朱元德. 5G室分发展趋势及方案设计[J]. 通信电源技术, 2018, 35(10):175-176.
- [9] 樊恒波,查昊. 5G网络室内覆盖方案分析[J]. 电信快报, 2018, 563(5):25-29.
- [10] 程敏. 面向5G超密集组网的网络规划新技术[J]. 移动通信, 2016, 40(17):28-29.
- [11] 阮千万. 5G微站部署的站址选择方案探讨[J]. 信息通信, 2017(7):170-171.
- [12] 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, 776(18):47-48.
- [13] 李民. 浅析5G时代室内分布系统发展趋势研究[J]. 电子世界, 2018, 558(24):44+46.
- [14] 刁兆坤. 5G时代小基站的建设需求及现实考虑要素分析[J]. 通信世界, 2018, 772(14):35-37.
- [15] 马颖. 分布式皮基站在5G室内覆盖中的应用与挑战[J]. 通信世界, 2018, 778(20):44-45.
- [16] 林善亮,阎春. 光纤数字化的5G室内分布系统设计方案[J]. 电信技术, 2018(8):15-17.
- [17] 盛力. 5G时代室内分布系统发展趋势[J]. 信息通信, 2019(2).
- [18] 王璐. 多网合一的无线室内分布系统设计[D]. 长沙:湖南大学, 2017.

作者简介:

郭希蕊,高级工程师,硕士,主要从事无线新技术研究相关的工作;张涛,高级工程师,硕士,主要从事无线新技术相关的工作;李福昌,高级工程师,博士,主要从事移动通信新技术研究相关工作;王东洋,高级工程师,硕士,主要从事无线通信技术相关的工作。