

# 传统室内分布系统向5G演进探讨

## Discussion on the evolution of traditional indoor distribution system to 5G

郭希蕊,张涛(中国联通网络技术研究院,北京100048)

Guo Xirui,Zhang Tao(China Unicom Network Technology Research Institute,Beijing 100048,China)

### 摘要:

首先分析了中国联通现网室分器件对5G频段的支持情况,然后对器件基于新的设计方案性能指标进行测试分析,接着对传统无源分布系统向5G演进的挑战和方案进行了探讨,最后对传统无源分布系统向5G演进给出了初步建议。

### 关键词:

无源器件;馈线;室分天线;高频段;高阶MIMO

doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2019.09.012

中图分类号:TN929.5

文献标识码:A

文章编号:1007-3043(2019)09-0056-05

### Abstract:

Firstly, it analyzes the support of 5G band of China Unicom's current network passive devices, and then the device is tested and analyzed based on the new design performance index, then the challenges and solutions of traditional passive distributed system to 5G evolution are discussed. Finally, the preliminary suggestion is given for the evolution of traditional passive distribution systems to 5G.

### Keywords:

Passive device; Feeder; Indoor distribution system antenna; High band; High order MIMO

引用格式:郭希蕊,张涛.传统室内分布系统向5G演进探讨[J].邮电设计技术,2019(9):56-60.

## 1 概述

从全球运营商角度看,5G潜在部署频段主要分为6 GHz以下频段和6 GHz以上频段2个大的范围。工信部发布的无线电频率划分方案,将6 GHz以下频段的3 300~3 600 MHz和4 800~5 000 MHz频段划分为5G频段,并限定3 300~3 400 MHz频段原则上限于5G室内使用。

目前室内分布建设仍以无源分布系统为主,无源室内分布系统主要由信号源和信号分布系统2部分组

成,是纯模拟系统。其中信号分布系统是由无源器件、天线、缆线等组成。目前现网无源器件和室分天线支持的频段为800~2 700 MHz,不支持5G频段,传统室分系统向支持5G系统演进需要进行评估。本文将从无源器件、馈线、天线和建设方案等方面对传统室分向5G演进的可行性进行分析。

## 2 传统室分器件对5G频段支持情况

### 2.1 无源器件对5G频段支持情况

目前现网无源器件的频段为800~2 700 MHz,不支持5G系统的频段,表1和表2是现网无源器件在3.4~3.6 GHz和4.4~5 GHz频段的测试结果。

收稿日期:2019-06-27

**表1 现网腔体功分器在5G频段测试结果**

器件类型/型号	测试项	3.4~3.6 GHz 目前现网器件测试结果			4.4~5 GHz 目前现网器件测试结果		
		二功分	三功分	四功分	二功分	三功分	四功分
腔体功分器	插入损耗/dB	3.63	6.36	6.58	3.77	6.71	6.67
	驻波比/dB	1.94	2.83	2.74	2.17	3.00	3.10
	带内波动/dB	0.12	0.11	0.17	0.20	0.18	0.53

**表2 现网腔体耦合器在5G频段测试结果**

器件类型/型号	测试项	3.4~3.6 GHz 目前现网器件测试结果			4.4~5 GHz 目前现网器件测试结果		
		耦合度≤7 dB	7 dB<耦合度≤30 dB	耦合度>30 dB	耦合度≤7 dB	7 dB<耦合度≤30 dB	耦合度>30 dB
腔体耦合器	规格	6 dB	10 dB	40 dB	6 dB	10 dB	40 dB
	耦合度范围/dB	16.53~52.49	23~33.51	50.3~52.9	3.75~8.2	10.84~12.27	12.4~32.6
	插入损耗/dB	0.18	0.03	0.04	3.2	1.17	0.61
	驻波比/dB	1.41	1.34	1.46	1.93	1.85	2.45
	隔离度/dB	30	40	55.8	7.51	18.4	12

从表1和表2的测试数据可知,现网无源器件指标在3.4~3.6 GHz、4.4~5 GHz频段不满足指标要求,严重时甚至出现器件失效的情况。现网无源器件无法支持5G频段的部署,现有室分系统无法直接合路升级支持5G。

基于可实现的新技术,功分器采用多级阻抗变换级联推进技术,在长度增加的情况下实现频段拓展。耦合器和电桥采用3节导带复用技术,内部传输介质体积增加,实现频段拓宽,合路器可沿用传统的腔体滤波技术。

仿真结果显示,3.4~3.6 GHz、4.4~5 GHz频段的无源器件可满足现网器件的指标要求;800~3 600 MHz器件样品的实测结果性能指标可达到现网器件的指标要求;无源器件可以满足5G低频段的应用需求,相比现网器件,体积和成本都有所提升。具体测试结果如表3和表4所示。

### 2.2 馈线对5G系统频段支持情况

现网1/2和7/8馈线可支持3.5和5 GHz频段,但在3.5和5 GHz频段损耗相比4G频段增加明显(见表5)。

**表3 基于新技术的腔体功分器在5G频段测试结果**

器件	项目	3.5 GHz实测结果	800~2 700 MHz指标
三功分器	驻波比/dB	1.13	1.3
	插入损耗/dB	4.93	5.2
	带内波动/dB	0.16	0.45

**表4 基于新技术的腔体耦合器在5G频段测试结果**

器件	项目	3.5 GHz实测结果	800~2 700 MHz指标
6 dB耦合器	驻波比/dB	1.18	1.3
	插入损耗/dB	1.51	1.76
	耦合度偏差/dB	±0.48	±0.8
	隔离度/dB	30.11	24

**表5 现网馈线在各频段百米损耗结果(dB)**

馈线型号	900 MHz	1.8 GHz	2.1 GHz	3.5 GHz	5 GHz
1/2馈线	7.01	10.50	11.42	15.17	18.65
7/8馈线	3.81	5.58	6.45	8.41	10.49
13/8漏缆	2.60	4.30	4.90	-	-

a) 1/2馈线在3.5 GHz 100 m损耗比2.1 GHz增加33%,5 GHz 100 m损耗比2.1 GHz增加63.3%。

b) 7/8馈线在3.5 GHz 100 m损耗比2.1 GHz增加30%,5 GHz 100 m损耗比2.1 GHz增加62.6%。

c) 13/8漏缆不支持3.5和5 GHz频段。

现网馈线基本可满足5G频段的部署要求,但对工程方案设计提出了功率更高的余量要求。

### 2.3 室分天线对5G系统频段支持情况

现网室分天线不支持5G系统频段,实测结果驻波比均高于指标要求。天线通过新设计方案能支持5G频段,通过忽略不圆度指标实现高度降低,体积与现网室分天线相当,5G室分天线S参数与现网器件基本一致,方向图指标待优化;目前已有单极化和双极化吸顶天线和壁挂天线。

## 3 5G传统室分系统的挑战

传统室分系统向5G系统演进,将面临频段、通道数、覆盖和信源等问题。现网室分系统无法直接合路升级支持5G,新建无源分布系统理论上可以满足5G频段的需求,但成本和代价较大。本文将从以下几方面对5G传统室分的挑战进行详述。

### 3.1 高频段

现网无源器件频段较低,无法兼容3.4~3.6 GHz和4.4~5 GHz频段,现网无法直接合路升级支持5G;如上文所述通过新的器件设计和定制,室内无源器件可以满足5G高频的应用需求,成本会有所提升。

馈线在3.4~3.6 GHz和4.4~5 GHz频段损耗相比4G频段有明显增加,尤其是1/2馈线在高频段内100 m损耗恶化程度严重,对工程方案设计提出了更高的功率余量要求。

### 3.2 通道数

现网无源室内分布系统以1T1R的单发系统为主,在LTE升级中的2×2 MIMO演进升级需要新增1套射频系统,成本和施工难度巨大,只在高业务需求场景应用。

面对5G系统大容量需求:大部分场景需要4×4 MIMO,4×4 MIMO需要4路馈线,施工难度和建设成本均会大幅增加,4路馈线支持MIMO的能力较差,会造成性能损失。

### 3.3 覆盖

3.5 GHz频段在室分覆盖中传输损耗比现有2.1和1.8 GHz频段大得多,具体见表6。

表6 室分系统各频段总体损耗值

频段/MHz	1/2馈线100 m损耗/dB	7/8馈线100 m损耗/dB	10 m自由空间损耗/dB	总体损耗差值(与3.6 GHz频段相比)/dB	备注
900	7.01	3.81	51.53	17.0	假设室分主干馈线长20 m,采用7/8馈线;支路长50 m,采用1/2馈线
1 800	10.50	5.58	57.56	8.9	
2 100	11.42	6.45	58.89	6.9	
3 600	15.17	8.41	63.57	/	

单从自由空间损耗考虑,天线覆盖半径就只有LTE的一半,再考虑穿透损耗等方面,覆盖半径还要更小。

如要保证同覆盖(边缘场强接近),按照现有室分天线点位考虑,5G总体损耗比4G高7~9 dB。

增加5G信源设备数量或在已有天线点的基础上增补天线点,可满足5G覆盖要求。

### 3.4 5G信源

传统室分部署需要4通道或2通道大功率信源,目前主设备厂家并未规划4通道或2通道RRU,未来可能面临没有大功率信源的问题。

## 4 传统室分向5G演进方案探讨

### 4.1 已建传统室分向5G演进探讨

#### 4.1.1 传统室分改造方案

现网DAS系统改造升级支持5G系统,需更换无源器件(功分器、耦合器、合路器、电桥等)和室分天线,器件安装位置分散,更换难度极高,且物业协调困难,整改周期长。

现网绝大部分只支持1T1R,通道数有限,如全面改造为2或4通道,投资很大,且可能由于管井布线空间有限难以实施,即使实施也难以保证新/旧通道的一致性。

现有室分系统直接增加新频点信源,无法满足覆盖要求,需通过增加信源、增加天线密度等方式满足边缘场强要求。

现有室分系统无法直接合路升级支持5G的,不建议更换无源器件和室分天线进行改造。

图1给出了现网已建室分向5G传统室分演进示意图。

#### 4.1.2 变频系统演进方案

变频系统由变频合路单元、变频远端单元和远端供电单元3部分组成。变频系统的核心思想是将5G射频信号变频至800~2 700 MHz,然后与2G/3G/4G射频信号进行合路输出,最后馈入无源室分系统。变频远端单元将变频后的射频信号转回5G射频信号,然后与馈线上的2G/3G/4G射频信号进行合路输出,最后通过内置天线发射。采用该方案单根馈线可实现2×2 MIMO,2根馈线即可实现4×4 MIMO,原室分系统中无源器件和馈线不需更换,需增加变频合路单元、POE供电监控单元,更换原天线为变频室分天线单元,改

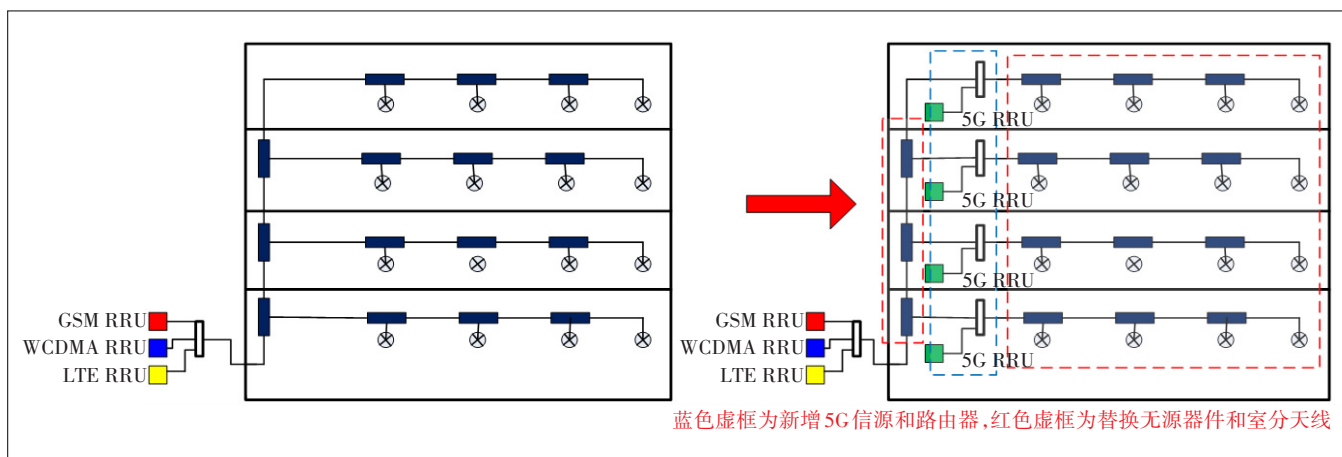


图1 现网已建室分向5G传统室分演进示意图

造只在信源侧和末端进行,可实施性较好。

传统室分向5G演进过程中采用变频系统在技术上是可行的,但产品需要和光纤分布系统等产品进行

综合评估,看成本上是否存在优势。

图2给出了现网已建室分向5G变频系统演进示意图。

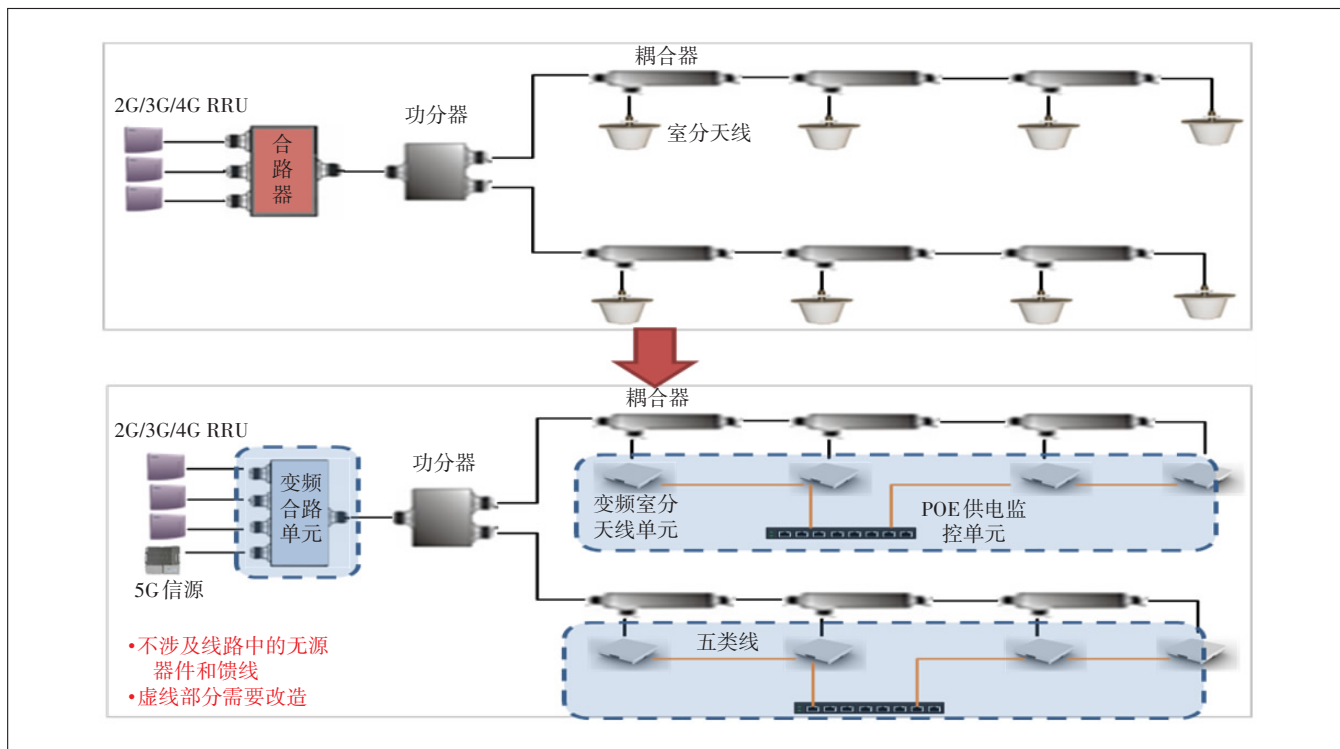


图2 现网已建室分向5G变频系统演进示意图

#### 4.1.3 数字化室分演进方案

传统DAS系统向5G演进受限,5G的网络需求驱动室内覆盖向数字化转型。因此对于已建传统室内分布系统的场景,5G室内覆盖可采用数字化方案,微站、微RRU和光纤分布系统是5G网络可行的室内覆盖方案。采用数字化方案可实现4T4R,支持更高的容量和带宽,实现数字化运维,为用户带来更好的体验。

图3给出了现网已建室分向5G数字化室分演进示意图。

#### 4.2 新建传统室分方案分析

5G信号在空间和线缆中传播损耗与3G/4G相差较大,5G信源考虑末端合路(5G信源放置于平层),适当提高信源功率或增加天线点位,并通过合理的布线可满足5G覆盖要求;对容量要求较高的区域需采用4通道建设,4×4 MIMO需要4路馈线,施工难度和建设成本均会大幅增加,4路馈线支持MIMO的能力较差,会造成性能损失,新建4通道场景成本和代价较大,不建议5G系统采用传统无源分布系统;对容量要求不高的区域,可考虑采用2通道进行建设,但成本仍需进行

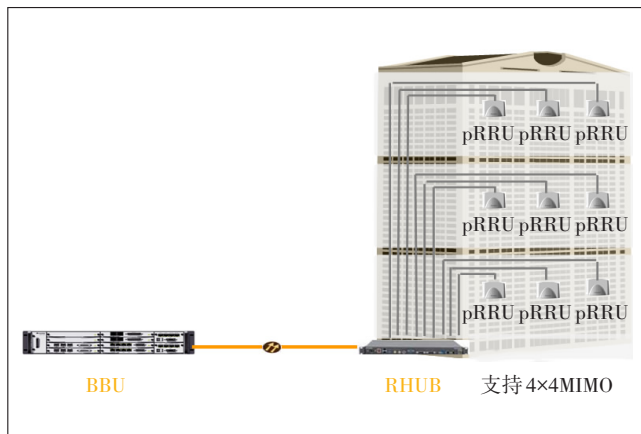


图3 现网已建室分向5G数字化室分演进示意图

评估。

图4给出了新建5G传统室分示意图。

#### 4.3 隧道场景建设方案

泄漏电缆是一类特殊的同轴电缆,与同轴电缆具备一样的同轴结构,所以也受到同轴电缆截止频率的制约,只能传播频率在截止频率以下的TEM波。现网应用的13/8型号漏缆不支持3.5 GHz频段,现有漏缆



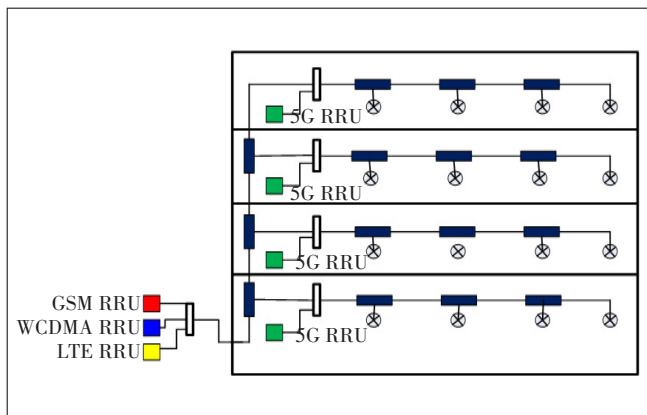


图4 新建5G传统室分示意图

建设方案不适用于5G系统。目前支持5G频段的漏缆传输损耗较大,需要寻找合适的解决方案。目前的解决方案主要由以下2种。

方案1:新增支持更高频段、损耗更小的漏泄电缆。

方案2:允许进行改造的隧道场景,可采用微站或光纤分布系统进行覆盖。

表7给出了不同型号漏缆在各频段100 m损耗值。

表7 不同型号漏缆在各频段100 m损耗值(dB)

漏缆型号	900 MHz	1.8 GHz	2.1 GHz	3.5 GHz	5 GHz
13/8"	2.6	4.3	4.6	/	/
1-5/8"C	2.3	3.8	4.6	/	/
1-1/4"H	2.8	4.5	5.2	9.2	/
7/8"H	4.2	6.8	7.8	10.9	13.4
3/4"H	5.2	8.2	9.3	13.4	16.5
1/2"H	7.8	11.9	13.7	19.7	24.1

#### 4.4 频谱重耕传统室分向5G演进探讨

对现网2G/3G/4G频率的频谱重耕,传统室分可利用无源器件和室分天线只需新增5G信源即可实现向5G快速升级。现网传统室分单通道占比较高,因此频谱重耕方案只适用于业务量低的区域,对容量需求高的场景还需采用其他5G建设方案。

### 5 结束语

现网无源器件和室分天线无法支持5G低频段的部署,现有室分系统无法直接合路升级支持5G系统;通过新的器件设计和定制,室内无源器件和天线可以满足5G高频的应用需求,对于改造场景和新建4通道场景成本和代价较大,不建议5G系统采用传统无源分布系统;对容量要求不高的区域,可考虑采用2通道进

行建设,但成本仍需评估。

#### 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] 张平, 陶运铮, 张治. 5G若干关键技术评述[J]. 通信学报, 2016, 37(7): 15-29.
- [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] 李平, 王雪, 于大吉. 5G网络演进方案及运营思路探讨[J]. 邮电设计技术, 2017(3): 5-9.
- [8] 程锋, 张海涛. 5G演进及网络部署策略思考[J]. 中国电信业, 2017(7): 30-32.
- [9] 于黎明, 赵峰. 中国联通5G无线网演进策略研究[J]. 移动通信, 2017(18): 54-59.
- [10] 曹亘, 李佳俊, 李铁群, 等. 5G网络架构的标准研究进展[J]. 移动通信, 2017, 41(2): 32-37.
- [11] 曹亘, 吕婷, 李铁群, 等. 3GPP 5G无线网络架构标准化进展[J]. 移动通信, 2018(1): 7-14.
- [12] 吕婷, 曹亘, 李铁群, 等. 基站架构及面向5G的演进研究[J]. 邮电设计技术, 2017(8): 46-50.
- [13] 王胡成, 徐晖, 程志密, 等. 5G网络技术研究现状和发展趋势[J]. 电信科学, 2015, 31(9): 149-155.
- [14] 朱浩, 项菲. 5G网络架构设计与标准化进展[J]. 电信科学, 2016, 32(4): 126-132.
- [15] 郭春霞, 刘婧迪, 李男. C波段5G频谱规划研究最新进展[J]. 移动通信, 2017(20): 58-63.
- [16] 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): 69-74.
- [17] 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.
- [18] 程锦堃, 陈巍, 石远明. 5G室内密集立体覆盖的计算通信: 架构、方法与增益[J]. 电信科学, 2017, 33(6): 41-53.
- [19] 周宏成. 5G无线接入网络架构设计[J]. 电子科学技术, 2017(5): 102-105.

#### 作者简介:

郭希蕊, 毕业于重庆邮电大学, 工程师, 硕士, 主要从事无线通信相关研究工作; 张涛, 毕业于北京邮电大学, 工程师, 硕士, 主要从事无线通信技术相关的工作。

