

# 5G NR 覆盖性能研究

## Research on Coverage Performance of 5G NR

唐 昊,赵永强,李 源(中国联通武汉分公司,湖北 武汉 430014)

Tang Hao,Zhao Yongqiang,Li Yuan(China Unicom Wuhan Branch,Wuhan 430014,China)

### 摘 要:

首先以试验网测试数据为参考,分析了非独立组网模式下5G NR在室外连续覆盖和室内深度覆盖的覆盖能力,并与LTE网络进行对比分析;然后根据覆盖特性推算出满足5G NR边缘速率的信号质量要求;最后针对不同场景给出5G网络规划部署的建议。

### 关键词:

非独立组网;NR;LTE;覆盖;边缘速率

doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2020.04.008

文章编号:1007-3043(2020)04-0041-05

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:

Firstly, the coverage capability of 5G NR in outdoor continuous coverage and indoor deep coverage is analyzed based on the test data of the NSA experimental network, and also compared with LTE network. Then, the signal quality requirements satisfying the 5G NR edge throughput are deduced. Finally, for different coverage scenario, the suggestions on 5G network planning and deployment are given.

### Keywords:

NSA; NR; LTE; Coverage; Edge throughput

**引用格式:**唐昊,赵永强,李源. 5G NR覆盖性能研究[J]. 邮电设计技术,2020(4):41-45.

## 1 5G 概述

4G网络带动移动数据业务成熟,随着各类移动高清视频、游戏、支付、浏览等业务快速发展,人们已习惯移动互联网生活,并进入流量时代。同时,在提速降费的背景下,流量资费大幅下降,移动数据流量快速增长,导致目前4G网络承载能力基本饱和,往往无法满足用户业务体验需求。随着互联网与传统行业的垂直整合,VR、AR等技术的应用,移动数据通信在速率、时延、连接能力等方面要求大幅提升,5G网络应

运而生。

## 2 5G 新空口频段资源

5G网络在设计上满足3种场景的业务需求,分别是增强的宽带接入(eMBB)、大规模的物联网(mMTC)、极致的实时通信(uRLLC),设计带宽达到每连接10 Gbit/s、100万连接/km<sup>2</sup>、端到端时延1 ms。为实现这一目标,5G网络在空口上引入了新的频率资源、新波形、新编码、灵活的帧结构、灵活双工、mMIMO等多项技术。

3GPP为5G定义了2个频段,一个是低于6 GHz的FR1,一个是6 GHz以上的FR2。

**收稿日期:**20120-02-28

FR1就是sub 6 GHz频段,该频段将是5G当前的主流应用范围。频率越低,覆盖能力越强,穿透能力越好,但目前低于3 GHz的部分,已经在之前的网络中使用,各国使用状况不同,因此,3~6 GHz这部分频段,即C-band频段中的3.5 GHz是5G应用的主流,但同时,3GPP同时划定了其他可用的频段,以便于灵活部署。FR1频段NR支持100 MHz带宽,是4G网络的5倍(见表1)。

表1 FR1频段

频段编号	上行频段/MHz	下行频段/MHz	双工模式
n1	1 920~1 980	2 110~2 170	FDD
n2	1 850~1 910	1 930~1 990	FDD
n3	1 710~1 785	1 805~1 880	FDD
n5	824~849	869~894	FDD
n7	2 500~2 570	2 620~2 690	FDD
n8	880~915	925~960	FDD
n20	832~862	791~821	FDD
n28	703~748	758~803	FDD
n38	2 570~2 620	2 570~2 620	TDD
n41	2 496~2 690	2 496~2 690	TDD
n50	1 432~1 517	1 432~1 517	TDD
n51	1 427~1 432	1 427~1 432	TDD
n66	1 710~1 780	2 110~2 200	FDD
n70	1 695~1 710	1 995~2 020	FDD
n71	663~698	617~652	FDD
n74	1 427~1 470	1 475~1 518	FDD
n75	-	1 432~1 517	SDL
n76	-	1 427~1 432	SDL
n78	3 300~3 800	3 300~3 800	TDD
n77	3300~4200	3 300~4 200	TDD
n79	4 400~5 000	4 400~5 000	TDD
n80	1 710~1 785	-	SUL
n81	880~915	-	SUL
n82	832~862	-	SUL
n83	703~748	-	SUL
n84	1 920~1 980	-	SUL

FR2频段是高频,也就是通常说的毫米波频段,穿透能力较弱,但带宽十分充足,且没有什么干扰,频谱干净,未来的应用也十分广泛。FR2频段(见表2)NR设计支持1 GHz带宽,是4G网络的50倍,但目前的3GPP最新版本暂支持400 MHz带宽。

### 3 5G新空口C-band覆盖性能

#### 3.1 室外覆盖性能

为了验证3.5 GHz NR与1.8 GHz、900 MHz LTE室

表2 FR2频段

频段编号	上行频段/MHz	下行频段/MHz	双工模式
n257	26 500~29 500	26 500~29 500	
n258	24 250~27 500	24 250~27 500	
n260	37 000~40 000	37 000~40 000	

外覆盖效果,选取汤逊湖NSA试验网区域内滨湖路进行拉远覆盖测试,测试NR在200 W窄波束(本文窄波束均配置为4+3窄波束)、200 W宽波束下的覆盖情况。

NR下行中心载频3 450 MHz,带宽100 MHz,发射天线配置为64T64R,终端支持2T4R;LTE配置RS功率15.2 dBm,p-a取值为-3 dB,p-b的取值为1,下行中心载频分别为1 832.5 MHz和957.5 MHz,带宽5 MHz,终端支持1T2R。

#### 3.1.1 5G NR与LTE连续覆盖对比

在室外单站覆盖条件下,3.5 GHz NR与1.8 GHz、900 MHz LTE在NR分别配置为窄波束和宽波束下的覆盖情况如图1所示。

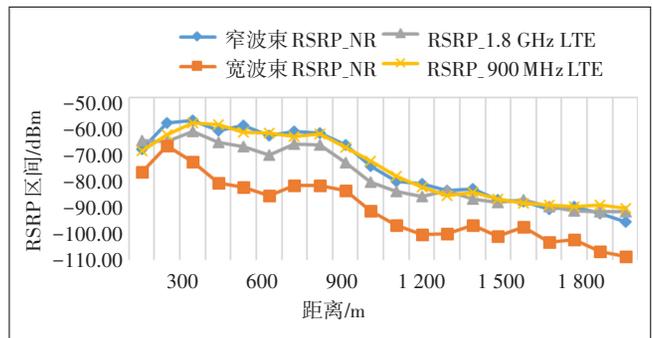


图1 3.5 GHz NR与LTE覆盖对比

从图1可以看出,得益于波束赋形和MIMO等天线技术的应用,5G NR窄波束的覆盖均明显优于宽波束。在视距范围内,3.5 GHz NR的覆盖效果优于1.8 GHz LTE(1.5 km左右开始持平),与900 MHz LTE大致持平。

覆盖效果可以总结为:

900 MHz LTE≈NR窄波束>1.8 GHz LTE>>NR宽波束(视距范围内)

#### 3.1.2 5G NR与LTE定点覆盖对比

在室外单站覆盖条件下,选取定点进行测试,比较5G NR窄波束在不同锚点站下近点(200 m)、中点(1 000 m)、远点(1 800 m)的信号覆盖情况。在锚点站为1.8 GHz LTE和900 MHz LTE条件下,5G NR侧和LTE侧的信号情况如表3所示。

表3 3.5 GHz NR与1.8 GHz LTE、900 MHz LTE在不同位置定点测试信号对比情况

位置	3.5 GHz NR 窄波束 RSRP/dBm	1.8 GHz LTE RSRP/dBm	900 MHz LTE RSRP/dBm	NR与1.8 GHz LTE 电平差/dBm	小区半径比	覆盖密度比	NR与900 MHz LTE 电平差/dBm	小区半径比	覆盖密度比
近点	-58.41	-62.40	-59.23	3.99	1.58	2.51	0.82	1.10	1.21
中点	-75.38	-80.58	-74.40	5.20	1.82	3.31	-0.98	0.89	0.80
远点	-92.83	-92.15	-89.65	-0.68	0.92	0.86	-0.018	0.69	0.48

从表3可以看出,5G NR小区在近中点处覆盖效果优于1.8 GHz LTE,与900 MHz LTE大致持平,在远点处覆盖开始弱于LTE。因此,从计算结果看,为了保障5G室外连续覆盖,在网络规划初期,在LTE站点较为密集的城区内,建议5G NR和1.8 GHz LTE按照1:3配比建网,后期按需逐步加密;在LTE站点较为稀疏的郊区,建议5G NR与1.8 GHz LTE或900 MHz LTE按照1:1配比加站。

### 3.1.3 5G NR 空口吞吐量性能研究

在室外条件下,通过拉远测试,分析不同RSRP、SINR、拉远距离下5G NR空口吞吐率性能,以探究5G边缘速率对终端接收信号的需求(5G NR边缘速率定义为下行100 Mbit/s、上行10 Mbit/s)。测试结果如图2~图4所示。

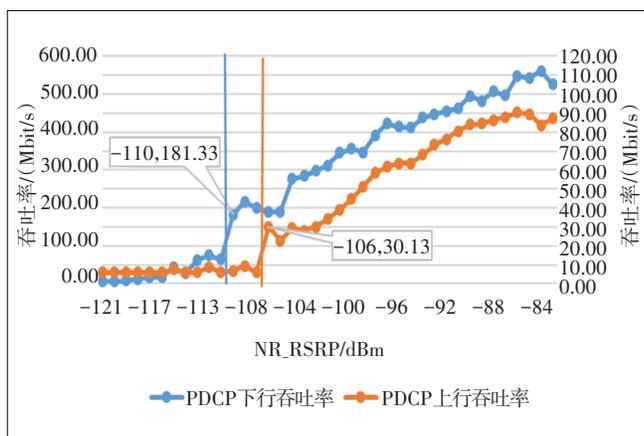


图2 不同RSRP下的5G NR上下行速率情况

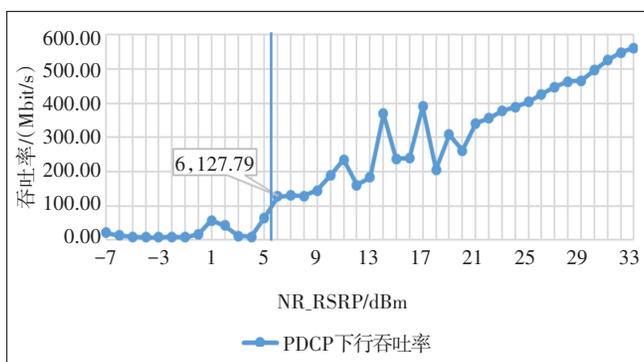


图3 不同SINR时的MCS、PDCP下行吞吐量

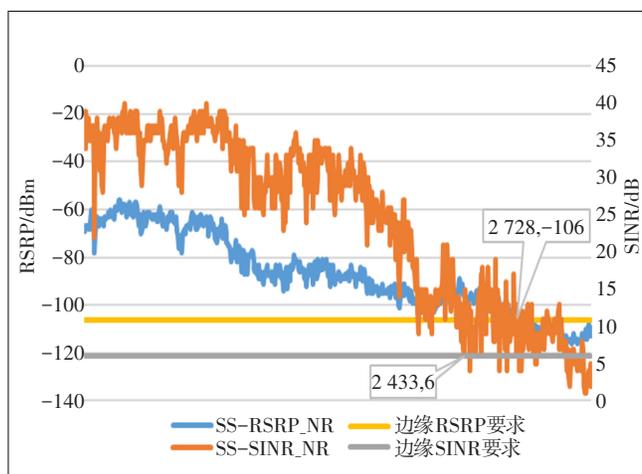


图4 拉远距离对5G NR RSRP和SINR的影响

通过对测试数据处理分析:

a) 从图2可以看出,当5G NR要满足下行边缘速率为100 Mbit/s时,NR\_RSRP要不低于-110 dBm,同理,要满足上行边缘速率超过10 Mbit/s时,NR\_RSRP要超过-106 dBm。即5G终端接收电平在-106 dBm左右才能满足下行100 Mbit/s、上行10 Mbit/s的边缘速率要求。

b) 从图3可以看出,下行PDCP吞吐量随NR\_SINR的增加而增加,且当NR\_SINR≥6 dB时5G NR才满足下行边缘速率要求。

c) 从图4可以看出,NR拉远距离在2.7 km以内满足边缘速率对RSRP的要求,拉远距离在2.4 km以内满足边缘速率对SINR的要求。综上所述,NR覆盖距离在2.4 km以内NR满足RSRP≥-106 dBm、SINR≥6 dB的边缘速率质量要求。

### 3.2 室内深度覆盖性能

为了验证3.5 GHz NR与1.8 GHz LTE、900MHz LTE室外宏站覆盖室内效果,选取xxxNSA试验网区域内xx大厦,选择低层(3层)、中层(7层)、高层(12层)3种场景分别进行室内遍历测试。测试NR在200 W窄波束、宽波束下的覆盖情况。

NR下行中心载频3 450 MHz,带宽100 MHz,发射天线配置为64T64R,终端支持2T4R;LTE配置RS功

率 15.2 dBm, p-a 取值为 -3 dB, p-b 的取值为 1, 下行中心载频分别为 1 832.5 MHz 和 957.5 MHz, 带宽 5 MHz, 终端支持 1T2R。

### 3.2.1 5G NR 窄窄波束对各楼层的覆盖情况

窄窄波束在大厦不同楼层的覆盖情况如图 5 所示。从图 5 可以看出, 在楼宇覆盖中, 窄波束对中、低

层覆盖相当, 对高层覆盖稍弱于中、低层; 宽波束对中、低层覆盖相当, 但对高层覆盖明显弱于中、低层。

窄窄波束对相同楼层的覆盖情况如图 6 所示。从图 6 可以看出, 5G NR 窄波束在高、中、低层楼宇的覆盖效果均明显优于宽波束, 对楼宇的立体覆盖相比宽波束优势明显。

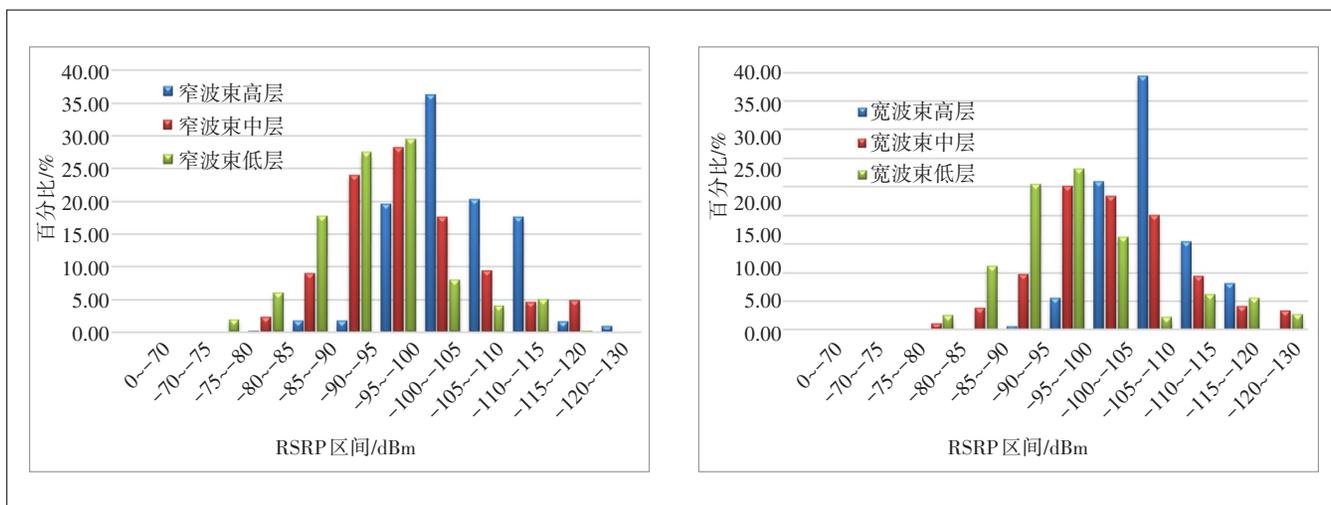


图 5 窄窄波束在大厦不同楼层的覆盖情况

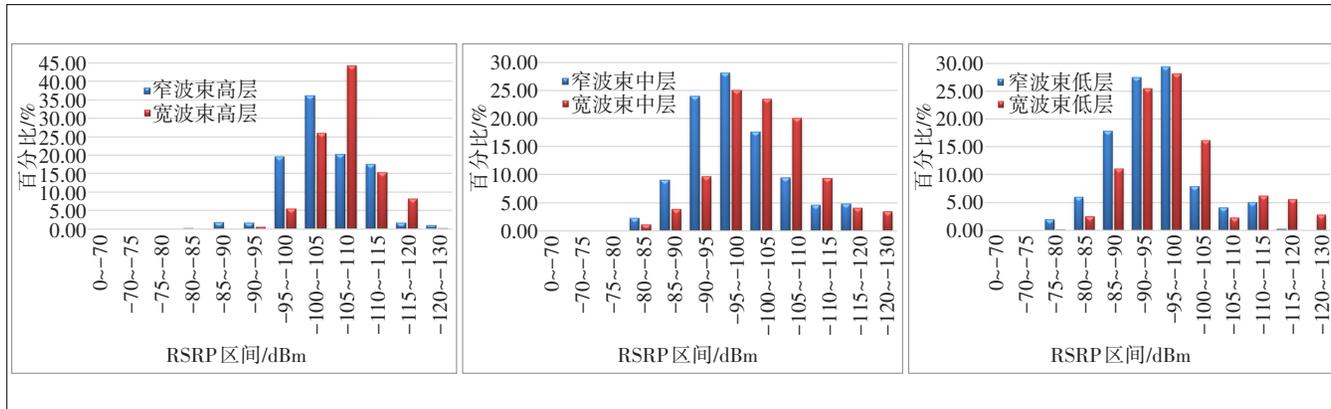


图 6 窄窄波束对相同楼层的覆盖情况

### 3.2.2 5G NR 与 LTE 深度覆盖对比

5G NR 与 1.8 GHz LTE 和 900 MHz LTE 对不同楼层深度覆盖和穿墙损耗情况如图 7 所示。从图 7 可以看出, LTE 在高、中、低层的深度覆盖情况均优于 5G NR。随着楼层升高, LTE 信号衰减开始加重, 得益于波束赋形的增益, NR 在高层的信号衰减较为平缓。

从测试结果看, 5G NR 室内外平均损耗比 LTE 大 10 dB 左右。因此, 浅层深度覆盖, 建议宏站覆盖室内为主, 针对高层深度覆盖, 建议部署室内分布来提升覆盖效果。

## 4 总结

综上所述, 在室外覆盖场景, 由于波束赋形技术带来的信号增益, 在 1.5 km 内, 5G NR 窄波束的覆盖效果优于 1.8 GHz LTE。同时, 为了满足下行速率 100 Mbit/s、上行 10 Mbit/s 的边缘速率要求, 5G NR 信号电平需满足  $RSRP \geq -106$  dBm,  $SINR \geq 6$  dB。在室内深度覆盖场景, 由于 3.5 GHz 的频段相较于 LTE 偏高, 5G NR 在穿墙损耗上要比 LTE 平均大 10 dB 左右。

因此, 在未来的 5G 网络规划部署工作中, 建议如

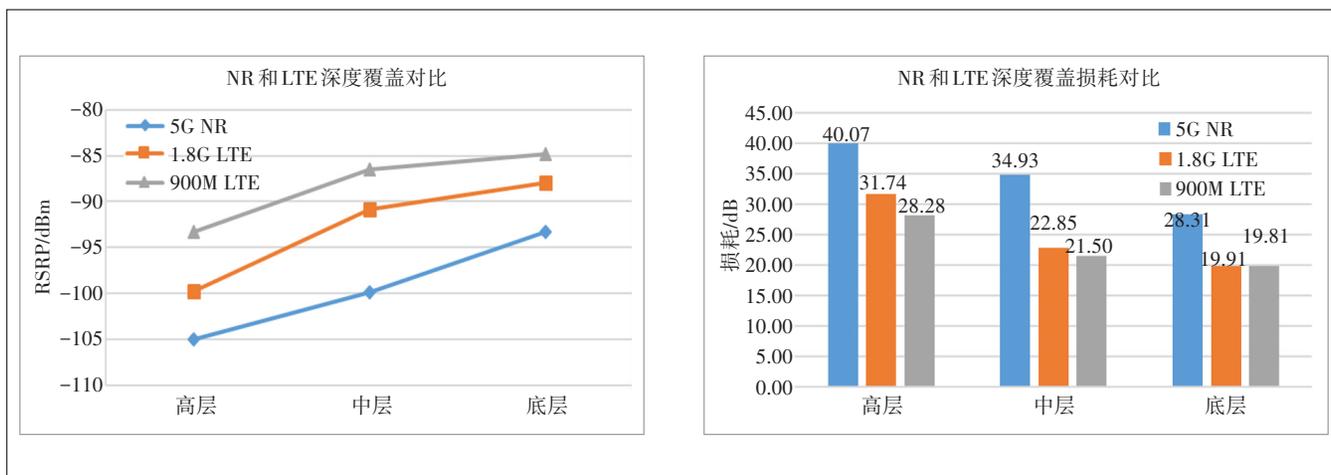


图7 5G NR与1.8 GHz LTE和900 MHz LTE对不同楼层深度覆盖和穿墙损耗情况

下。

a) 在室外覆盖场景,为了保障5G连续覆盖,在网络规划初期,在LTE站点较为密集的城区内,建议5G NR和1.8 GHz LTE按照1:3配比建网,后期按需逐步加密;在LTE站点较为稀疏的郊区,建议5G NR与1.8 GHz LTE或900 MHz LTE按照1:1配比建站。

b) 在室内深度覆盖场景,对于浅层深度覆盖,建议部署宏站覆盖室内为主,针对高层深度覆盖,建议部署室内分布来提升覆盖效果。

#### 参考文献:

[1] 陈杨,杨芙蓉,余扬尧. 5G覆盖能力研究[J]. 通信技术,2018,51(12):2866-2873.

[2] 吴俊卿. 5G通信系统深度覆盖分析与研究[J]. 移动通信,2019,43(4):57-62.

[3] 王敏,陆晓东,沈少艾. 5G组网与部署探讨[J]. 移动通信,2019,43(1):7-14.

[4] 杨光,陈锦浩. 5G移动通信系统的传播模型研究[J]. 移动通信,2018,42(10):28-33.

[5] 汤向栋. 5G无线网络规划与城市规划结合策略研究[J]. 信息通信,2016(10):236-237.

[6] 李新,陈旭奇. 5G关键技术演进及网络建设[J]. 电信快报,2017(11):6-9.

[7] 张成. 关于5G无线网络覆盖问题及优化方案探讨[J]. 数字化用户,2018,24(32):17,19.

[8] 张莉,罗新军. 5G无线网络组网方案[J]. 通信技术,2018,51(4):862-865.

[9] 祁放. 5G无线网络技术特点与网络规划[J]. 科技创新导报,2018,15(15):128-129.

[10] 何彦平. 5G移动通信发展趋势与若干关键技术分析[J]. 中国信息化,2018(5):62-63.

[11] 张传福,张雁鸣. 5G网络部署方案剖析[J]. 电信技术,2018(8):

7-9.

[12] 刘德全,崔波,姚键,陈安华. 5G网络部署方案研究[J]. 广东通信技术,2017,37(9):2-7.

[13] 江巧捷,林衡华,岳胜. 5G传播模型分析[J]. 移动通信,2018,42(10):19-23.

[14] 朱颖,杨思远,朱浩,等. 5G独立组网与非独立组网部署方案分析[J]. 移动通信,2019,43(1):40-45.

[15] 李治国. 中国联通5G网络部署面临的挑战和策略[J]. 移动通信,2018,42(4):30-35.

[16] 陈杨,杨芙蓉,余扬尧. 5G覆盖能力研究[J]. 通信技术,51(12):86-93.

[17] 张海涛. 基于中继的5G无线网覆盖增强方案研究[J]. 移动通信,2019(6):31-35.

[18] 李耀华. 室内5G覆盖数字化演进策略探讨[J]. 数字通信世界,169(1):145+147.

[19] 张俊斌. 5G覆盖策略研究[J]. 中国新通信,21(9):47-48.

[20] 赵晨. 5G网络多场景覆盖策略研究[J]. 信息通信,2016(9):227-229.

[21] 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.

[22] 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(6).

[23] 黄小光,董俊华,汪伟,等. 采用Massive MIMO进行5G覆盖试点规划[J]. 电信工程技术与标准化,2017(8):55-59.

[24] 肖智维. 5G网络室内覆盖解决方案研究[J]. 数字通信世界,2018,158(2):141.

[25] 黄海晖,刘大洋. 5G时代室内覆盖解决方案综述[J]. 移动通信,2019,43(6).

#### 作者简介:

唐昊,毕业于华中科技大学,工程师,本科,主要从事移动网络优化工作;赵永强,毕业于上海交通大学,工程师,本科,主要从事移动网络质量优化管理工作;李源,毕业于武汉大学,工程师,硕士,主要从事移动网规划设计与建设工作。