

5G NSA 基站峰值速率优化方法研究

Research on Peak Rate Optimization Method of 5G NSA Base Station

何文灿, 苏凤轩, 吴文韵, 吴梓颖(中国联通广州市分公司, 广东 广州 510220)
He Wencan, Su Fengxuan, Wu Wenyun, Wu Ziyang (China Unicom Guangzhou Branch, Guangzhou 510220, China)

摘要:

在支撑市场大发展的要求下, 5G 网络质量和用户感知成为 5G 网络运营优化的重点, 而 5G 基站峰值速率是评估网络性能的重要指标。如何有效地促进 5G 用户增长, 提升 5G 基站峰值速率已成为网络优化工作关注的重点。针对 5G 工程优化阶段基站影响 5G 峰值速率的因素进行分析并提出有效的解决方案, 对后续 5G NSA 基站峰值速率优化有借鉴意义。

关键词:

5G NSA; 5G 优化; 峰值速率
doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2020.08.010
文章编号: 1007-3043(2020)08-0047-06
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:

In order to support the market development, 5G network quality and user perception become the focus of 5G network operation optimization, and 5G base station peak rate is an important index to evaluate the network performance. How to effectively promote the growth of 5G users and improve the peak rate of 5G base station has become the focus of network optimization. It analyzes the factors that affect the 5G peak rate of base station in the 5G project optimization stage, and puts forward an effective solution, which can provide reference in the subsequent 5G NSA base station peak rate optimization.

Keywords:

5G NSA; 5G optimization; Peak rate

引用格式: 何文灿, 苏凤轩, 吴文韵, 等. 5G NSA 基站峰值速率优化方法研究[J]. 邮电设计技术, 2020(8): 47-52.

1 概述

5G 基站验收通过率是评估 5G 网络发展的基础, 提升 5G 基站在严格验收标准下的达标率意义重大。5G 基站验收通过率反映了 5G 基站的入网健康性能情况, 5G 基站验收通过率越高表示用户的网络使用体验越好, 相比于 5G 站点建设规模, 5G 基站验收通过率更加能够准确反映出 5G 站点入网质量和用户的真实感知。

5G NSA 基站验收通过率, 是指 5G 基站完成建设

后, 进行基站性能验证达到基站验证标准的站点比例。通过大量数据分析, 发现 5G NSA 峰值速率不达标是影响 5G 基站验收通过率的最主要原因, 5G 峰值速率是用户体验最直接的反映指标(见表 1)。

2 网络现状

2.1 现网 5G NSA 基站峰值速率测试情况

对某市联通 5G NSA 基站验收不通过的站点进行详细分析, 重点将 2019 年第 1 季度 337 个基站验收不通过的基站进行了详细分析, 对造成验收不通过的原因进行了分类。如表 2 所示, 5G NSA 峰值速率不达标是影响 5G 基站验收通过率的最主要原因。

收稿日期: 2020-07-01

表1 5G 基站验证验收标准定义

类别	指标	定义	验收要求
CQT	SN添加成功率	尝试接入5次	100%
	Ping时延(32 B)	从发出Ping Request到收到Ping Reply之间的时延平均值	≤15 ms
	Ping时延(1 400 B)	从发出Ping Request到收到Ping Reply之间的时延平均值	≤20 ms
	下行峰值速率	空载,覆盖好点,物理层速率	≥800 Mbit/s
	上行峰值速率	空载,覆盖好点,物理层速率	≥80 Mbit/s
	下行平均速率	空载,覆盖好点,物理层速率	≥400 Mbit/s
	上行平均速率	空载,覆盖好点,物理层速率	≥60 Mbit/s
	附着成功率	UE在4G发起Attach Request到接入5G小区,E发送Msg3成功消息	100%
	4G锚点语音-CSFB	UE在4G发起呼叫,CSFB到3G或2G,并能成功呼叫和接通,拨打3次	100%
	4G锚点语音-VoLTE	UE在4G发起VoLTE呼叫,能成功呼叫和接通,拨打3次	100%
DT	5G辅节点变更成功率	相同基站下不同小区间的切换	100%
	无线覆盖率	密集市区:SS-RSRP≥-100 dBm & SS-SINR≥0 dB的数据点百分百	≥90%
		普通市区:SS-RSRP≥-105 dBm & SS-SINR≥0 dB的数据点百分百	≥90%
		SS-RSRP≥-110 dBm & SS-SINR≥0 dB的数据点百分百	≥95%

2.2 目前5G 基站峰值速率优化难点

传统的4G网络速率优化,一般侧重在网络RSRP和SINR。在排除故障和负荷问题情况下,解决了RSRP和SINR问题就相当于解决了LTE网络的速率优化。

5G速率优化与传统的4G网络速率优化不同,5G的增强移动宽带(eMBB)是端到端业务,涉及到终端

表2 2019年第1季度5G 基站验收不通过的项目分类表

序号	分类	频数	累计频数	累计占比/%
1	5G 新站峰值速率不达标	267	267	79.2
2	5G 站点信号弱	30	297	88.1
3	相同5G 基站下切换不成功	15	312	92.6
4	手机接入5G 基站不成功(SCNB)	13	325	96.4
5	接入时延大	8	333	98.8
6	其他	4	337	100.0

侧、基站侧、传输侧和服务器侧的性能和配置问题,问题定位难度很大(见图1)。

通过对不达标5G 基站进行分析,发现造成“5G 新站峰值速率不达标”的末端原因有9个:测试终端版本太低、测试卡数据配置异常、5G 基站与4G 锚点站不同站址、无线参数配置不合理、5G 基站受到外部干扰、重选策略不合理、传输设备参数设置不合理、5G 站点被限速、测试服务器参数设置不合理。

3 5G 峰值速率不达标难点分析

3.1 5G 新站与4G 锚点站不同站址

目前5G 基站是使用4G 基站进行信令交互,为5G 提供信令服务的4G 基站称为5G 基站的锚点站。5G 基站与4G 锚点站有的是共站址建设,有的是不共站址建设的。如4G/5G 基站的站名一致,一般物理站址也是一致,确定为同站址。如4G/5G 基站的站名不一致,则需测量5G 基站的经纬度与4G 基站经纬度的偏差,偏差在50 m范围内的,确认为共站址,反之就是不共站址。考虑到投资的节省和频段的特性,很多情况下在郊区建设的5G 基站与4G L900 锚点基站是不共站址的。在郊区的场景下,每2~3个5G 基站(频段

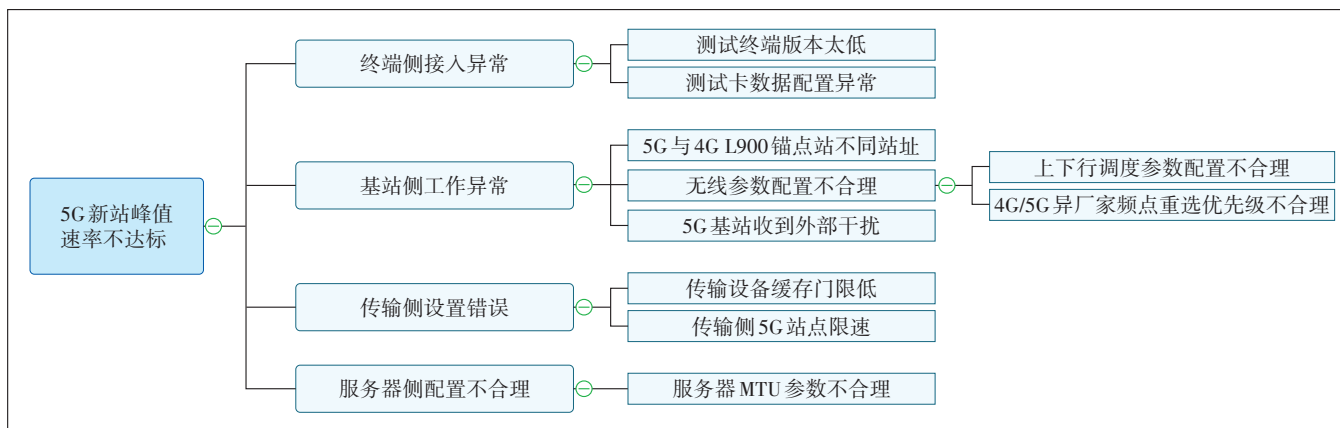


图1 5G 新增峰值速率不达标分析图

NR3500),可以共建1个4G 基站(频段L900频段)作为锚点,因为理论上900的频段比3500的频段穿透性好,同站高的情况下能覆盖较远。按照4G L900与5G NR的1:N的建站比例,两者的覆盖的边缘地方存在差异。

对2019年5月6日—6月4日5G单验峰值速率达标率进行统计(见表3)。5G单验峰值速率达标率=5G单验峰值速率达标基站数量/已开通单验的5G基站数量×100%。

用连续30天入网的5G基站中其锚点不共站址的占比与5G单验峰值速率达标率的数据整理成以下30组数据(见表4)。用散布图对数据进行分析如图2所示。

表3 5G单验峰值速率达标率

日期	5G基站开通单验数量	5G单验峰值速率达标基站数	5G单验峰值速率达标率/%
2019-05-06	12	7	58.33
2019-05-07	20	9	45.00
2019-05-08	9	5	55.56
2019-05-09	16	12	75.00
2019-05-10	25	10	40.00
2019-05-11	10	6	60.00
2019-05-12	12	5	41.67
2019-05-13	10	6	60.00
2019-05-14	12	11	91.67
2019-05-15	6	5	83.33
2019-05-16	18	12	66.67
2019-05-17	11	4	36.36
2019-05-18	9	4	44.44
2019-05-19	12	10	83.33
2019-05-20	12	8	66.67
2019-05-21	10	7	70.00
2019-05-22	12	6	50.00
2019-05-23	12	5	41.67
2019-05-24	13	5	38.46
2019-05-25	12	8	66.67
2019-05-26	12	10	83.33
2019-05-27	24	17	70.83
2019-05-28	12	6	50.00
2019-05-29	7	5	71.43
2019-05-30	12	7	58.33
2019-05-31	5	5	100.00
2019-06-01	9	8	88.89
2019-06-02	10	9	90.00
2019-06-03	12	7	58.33
2019-06-04	7	7	100.00

表4 相关数据统计表

序号	锚点不共站址的5G基站占比/%	5G单验峰值速率达标率/%	序号	锚点不共站址的5G基站占比/%	5G单验峰值速率达标率/%	序号	锚点不共站址的5G基站占比/%	5G单验峰值速率达标率/%
1	41.67	58.33	11	33.33	66.67	21	16.67	83.33
2	45.00	45.00	12	63.64	36.36	22	29.17	70.83
3	44.44	55.56	13	55.56	44.44	23	33.33	50.00
4	25.00	75.00	14	16.67	83.33	24	28.57	71.43
5	56.00	40.00	15	33.33	66.67	25	41.67	58.33
6	40.00	60.00	16	30.00	70.00	26	0.00	100.00
7	58.33	41.67	17	41.67	50.00	27	11.11	88.89
8	40.00	60.00	18	58.33	41.67	28	10.00	90.00
9	8.33	91.67	19	61.54	38.46	29	41.67	58.33
10	16.67	83.33	20	33.33	66.67	30	0.00	100.00

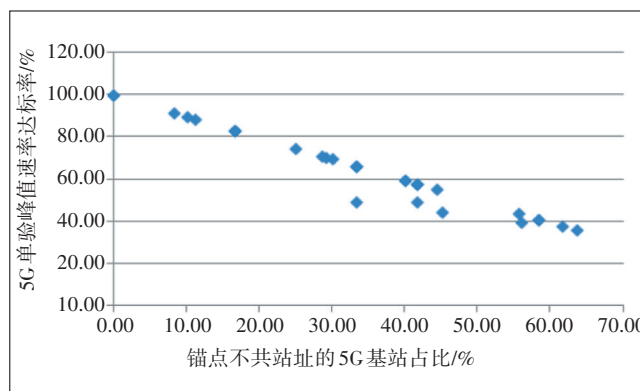


图2 锚点不共站址5G占比与5G单验峰值速率达标率散布图

为简便计算,将X,Y值分别进行简化(见表5和表6)。

根据相关系数计算方法计算分析5G峰值速率达标率与锚点不共站址的5G占比之间的关联性。

$$L_{xx} = \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{N} = 43\ 023 - 33\ 667.5 = 9\ 355.5$$

$$L_{yy} = \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{N} = 135\ 306 - 124\ 936.53 = 10\ 369.47$$

$$L_{xy} = \sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{N} = 55\ 188 - 64\ 856 = -9\ 668$$

$$r = \frac{L_{xy}}{\sqrt{L_{xx}} \sqrt{L_{yy}}} = \frac{-9\ 668}{\sqrt{9\ 355.5} \sqrt{10\ 369.47}} = -0.98$$

相关系数为-0.98,结果显示5G峰值速率达标率与锚点不共站址的5G占比之间为线性关系,两者是强的负相关关系。

表5 锚点不共站址 5G 单验峰值速率达标率 X 、 Y 值简化表

序号	X =锚点不共站址的 5G 基站占比/%	Y =5G 单验峰值速率达标率/%	简化后 X 值	简化后 Y 值
1	41.67	58.33	41	58
2	45.00	45.00	45	45
3	44.44	55.56	44	55
4	25.00	75.00	25	75
5	56.00	40.00	56	40
6	40.00	60.00	40	60
7	58.33	41.67	58	41
8	40.00	60.00	40	60
9	8.33	91.67	8	91
10	16.67	83.33	16	83
11	33.33	66.67	33	66
12	63.64	36.36	63	36
13	55.56	44.44	55	44
14	16.67	83.33	16	83
15	33.33	66.67	33	66
16	30.00	70.00	30	70
17	41.67	50.00	41	50
18	58.33	41.67	58	41
19	61.54	38.46	61	38
20	33.33	66.67	33	66
21	16.67	83.33	16	83
22	29.17	70.83	29	70
23	33.33	50.00	33	50
24	28.57	71.43	28	71
25	41.67	58.33	41	58
26	0.00	100.00	0	100
27	11.11	88.89	11	88
28	10.00	90.00	10	90
29	41.67	58.33	41	58
30	0.00	100.00	0	100

对 2019 年 3 月—7 月 5G 单验峰值速率不达标数据进行分析(见表 7),统计结果显示 2019 年 3 月—7 月 5G 基站峰值速率不达标数为 226 个,其中 5G 与 4G L900 锚点站不同站址原因导致测速峰值不达标站点 164 个,所占比例 72.57%,较大程度影响 5G 新站峰值速率不达标。

3.2 4G/5G 异厂家频点重选优先级不合理

现网在异厂家区域 5G 新站开通时需将 5G 本站点的 L900 频点和周边站点的 L900 频点配为其锚点,对频点的重选依然按照现网 L1800 频点>L2100 频点>L900 频点的原则配置。

为了验证频点重选优先级不合理对峰值速率的影响,选取了异厂家区域 2 个 5G 基站(2 基站共有 6 个

表6 锚点不共站址的 5G 基站的单验峰值速率达标率参数

序号	简化后 X	简化后 Y	X^2	Y^2	$X \times Y$	$X+Y$	$(X+Y)^2$
1	41	58	1 681	3 364	2 378	99	9 801
2	45	45	2 025	2 025	2 025	90	8 100
3	44	55	1 936	3 025	2 420	99	9 801
4	25	75	625	5 625	1 875	100	10 000
5	56	40	3 136	1 600	2 240	96	9 216
6	40	60	1 600	3 600	2 400	100	10 000
7	58	41	3 364	1 681	2 378	99	9 801
8	40	60	1 600	3 600	2 400	100	10 000
9	8	91	64	8 281	728	99	9 801
10	16	83	256	6 889	1 328	99	9 801
11	33	66	1 089	4 356	2 178	99	9 801
12	63	36	3 969	1 296	2 268	99	9 801
13	55	44	3 025	1 936	2 420	99	9 801
14	16	83	256	6 889	1 328	99	9 801
15	33	66	1 089	4 356	2 178	99	9 801
16	30	70	900	4 900	2 100	100	10 000
17	41	50	1 681	2 500	2 050	91	8 281
18	58	41	3 364	1 681	2 378	99	9 801
19	61	38	3 721	1 444	2 318	99	9 801
20	33	66	1 089	4 356	2 178	99	9 801
21	16	83	256	6 889	1 328	99	9 801
22	29	70	841	4 900	2 030	99	9 801
23	33	50	1 089	2 500	1 650	83	6 889
24	28	71	784	5 041	1 988	99	9 801
25	41	58	1 681	3 364	2 378	99	9 801
26	0	100	0	10 000	0	100	10 000
27	11	88	121	7 744	968	99	9 801
28	10	90	100	8 100	900	100	10 000
29	41	58	1 681	3 364	2 378	99	9 801
30	0	100	0	10 000	0	100	10 000
合计	1 005	1 936	43023	135 306	55 188	2 941	288 705

表7 锚点不共站原因占比分析

月份	5G 单验站点数	5G 峰值速率不达标站点数	锚点不共站峰值不达标站点	锚点不共站原因占比/%
3 月份	115	38	28	73.68
4 月份	142	44	31	70.45
5 月份	152	43	28	65.12
6 月份	141	35	28	80.00
7 月份	333	66	49	74.24
汇总	883	226	164	72.57

扇区,该试验站点是以 L900 作为锚点,并未做过其他策略)进行试验。未做过其他策略时,5G 站点的频点重选优先级是按照 L1800 频点>L2100 频点>L900 频点进行设置,考虑到异厂家区域都是 L900 频点做锚点,

便决定将 L900 频点设为最高优先级。

将试验 5G 站点对应的 L900 锚点站的站点优先级设置为 6, 周边其他频点设置为 5, 再把 5G 基站周边 300 m 内的 L900 频点都设为最高优先级频点。

频点重选优先级修改过程及对比试验如图 3 所示。

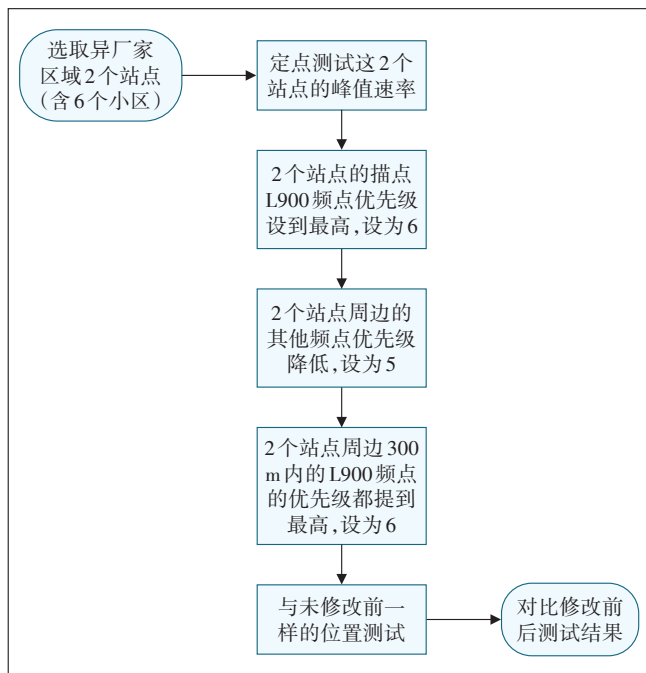


图3 修改过程及对比测试流程图

频点重选优先级调整前后速率对比如表 8 所示, 2 个试验站的 6 个区在更改频点重选优先级后峰值速率变化非常明显, 峰值速率的增幅高达 77.8%, 这表明频点重选优先级对 5G 新站峰值速率不达标是有直接影响的。设置合理的频点重选优先级后, 5G NSA 新站测速时, 重选到锚点基站更顺利, 占用锚点小区更稳定, 网络环境有利于进行 5G 峰值速率测试。

3.3 传输设备缓存设置不合理

当前全网传输设备缓存门限均未开启, 默认值为 0, 对此, 研究小组为验证传输设备缓存门限是否影响

表 8 2 个 5G 试验站点频点重选优先级调整前后速率对比表

基站名称	小区名称	调整前/(Mbit/s)	调整后/(Mbit/s)	增幅/%	速率情况
基站 1	264291-1	237	409	72.57	提升
	264291-2	255	376	47.45	提升
	264291-3	214	343	60.28	提升
基站 2	265128-1	309	515	66.67	提升
	265128-2	275	489	77.82	提升
	265128-3	283	467	65.02	提升

5G 基站测试速率, 随机抽取 5 个 5G 基站进行试验, 修改该基站对应的传输设备缓存参数(单位: KB), 在 5 个站点进行下载测试, 统计测试的物理层峰值速率 (Y_n)(单位: Mbit/s), 结果如表 9 所示。

表 9 相关参数测试统计表

缓存门限	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5
0	201.12	211.13	203.61	206.93	209.38
2	205.31	222.68	213.63	213.41	217.47
8	227.11	235.92	231.75	234.13	232.03
16	285.59	296.22	294.91	283.96	291.16
32	341.45	324.89	321.11	303.46	309.07
64	477.02	461.70	488.37	478.09	468.78
128	617.35	629.26	633.47	649.93	614.53
256	859.90	846.21	826.81	833.75	842.18

通过修改传输缓存门限后, 随着缓存门限的增加, 5G 站点的峰值速率就越高, 判断缓存门限与测试速率呈正相关。

从测试统计可以看出, 当传输设备缓存门限改得越大, 测试的物理层峰值速率就越大, 可以判断“传输设备缓存门限低”对 5G 新站峰值速率不达标影响程度大。

3.4 峰值速率不达标难点分析小结

通过对造成“5G 新站峰值速率不达标”的 9 个末端原因进行相关性分析和占比分析, 总结出目前 NSA 阶段, 影响“5G 新站峰值速率不达标”的 3 个主要原因是 5G 基站与 4G 锚点站不同站址、锚点站重选策略不合理、传输设备参数设置不合理。

4 5G NSA 峰值速率优化解决方案

4.1 解决 5G NSA 基站无锚点问题

统计无同站址 4G 锚点的 5G 基站数量及清单, 确定从现网 4G 可调配的 L900 设备数量, 5G 基站同站址开通同厂家的 4G L900 锚点站。

经统计, 无同址 4G 锚点的 5G 基站数是 164 个, 均单验不通过。这 164 个 5G 设备是厂家 A 设备, 需要从现网调配厂家 A 4G L900 设备解决, 目前厂家 A L900 设备存量为 1 600 个, 可满足要求。

将 2019 年 7 月 5G 同站址 L900 锚点未解决前与 2019 年 10 月初解决后的 5G 单验峰值速率达标率进行对比, 可以看出优化后 5G 峰值速率达标率从 72.2% 提升到 91%, 有效提升了 18.8%。

4.2 优化 4G 异厂家区域锚点重选策略

完成 5G 基站单验中 4G/5G 异厂家频点重选优先级不合理的站点规整, 制定有效的 4G/5G 异厂家频点重选优先级策略。

根据前期 2 个试验站点的结果对比, 在更改频点重选优先级后 5G 峰值速率有明显的提升。因此, 将 5G 基站单验峰值速率不达标的 4G/5G 异厂家区域的站点的频点重选优先级做了修改。具体策略如表 10 所示。

对频点重选优先级修改后, 5G 基站的峰值速率都有明显的提升, 调整前后 4G/5G 异厂家频点重选优先级不合理的基站峰值速率从 240.84 Mbit/s 提高到 424.28 Mbit/s。

截至 2019 年 10 月中旬, 5G 基站 4G/5G 异厂家频点重选优先级不合理的解决比例已达 85.43%, 达到了 70% 的目标要求; 在调整了频点优先级后 5G 基站单验峰值速率不达标的比例下降到 21.15%, 相比较最初的峰值速率不达标比例(27.8%)降低了 6.65%。

4.3 优化传输设备参数设置

4.3.1 传输设备参数试验方案设计

根据某传输设备厂家参数配置要求, 缓存参数门限在 0~512, 且步长只能取 2ⁿ。用对分法计算缓存门限, 选取 5 个试验基站进行调整, 提取实施后一天相应的下行峰值速率, 下行峰值速率达到最高则该门限为

表 11 试验结果统计表

缓存门限	256	384	448	416	400	392	388	386
下行峰值速率平均值/(Mbit/s)	825.53	866.97	854.89	852.22	854.89	857.51	859.75	861.42

5 结束语

本文针对 5G 工程优化阶段影响 5G 峰值速率的因素进行分析, 并提出有效的解决方案。经过实际验证, 该解决方案可有效提升 5G NSA 基站的峰值速率, 进而提升 5G 基站验收通过率。该优化解决方案对 5G NSA 基站峰值速率不达标(非故障原因)的大部分站点有明显效果。

参考文献:

- [1] 万蕾, 郭志恒. LTE/NR 频谱共享——5G 标准之上下行解耦[M]. 北京: 电子工业出版社, 2019.
- [2] 杨峰义, 张建敏, 王海宁, 等. 5G 网络架构[M]. 北京: 电子工业出版社, 2017.
- [3] 张传福, 赵立英, 张宇, 等. 5G 移动通信系统及关键技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2018.

表 10 5G 基站锚点重选策略

场景	策略
普通场景	现阶段 L1800 和 L2100 都配置为 NSA 锚点, 锚点优先级设置相同
高干扰场景	对于高干扰区域, 配置 NSA 锚点专有优先级, 用以控制 NSA UE 驻留在无干扰 L2100 载波上。该特性需要载波优选 License 支持才能生效
精品路线场景	精品线路推荐使用同一个 LTE 频点作为 NSA 锚点, 避免 LTE 侧产生异频切换。若部分路段明显存在覆盖、容量更优的频点, 则建议分路段配置不同的锚点。整条路线分段数建议在 3 段以内
异厂家场景	某市厂家 A 在厂家 B 4G 存量区域建设 5G 基站, 导致现网出现异厂家异网插花场景。通过使用厂家 A L900 作为 5G 接入锚点策略, 可以解决 NSA 锚点问题, 但 L900 的策略会直接影响 4G/5G 用户感知。因此厂家 B 存量区域的 L900 站点, 需要综合考虑 4G/5G 用户感知制定互操作策略 ① L900 小区: 小区优先级设置为 6, 配置周边厂家 B 小区优先级为 5 ② 周边厂家 B 小区: 天级 L900 3765 的异频频点(高优先级)及邻区 ③ 厂家 B 根据开通清单把周边 300 m 的小区配置 L900 3765 频点为高优先级重选频点

最优。

4.3.2 参数试验过程及结果

缓存门限的下限为 $a=0$, 上限 $b=512$, 运用对分法, 在上、下限中间取值 $X1=256$ 。实验对象按传输缓存门限 $X1$ 进行调整。

表 11 给出了 8 次试验结果的汇总, 确定最优缓存门限为 384。对全网 526 个站点按此标准进行调整。

- [4] 华为. 5G 业务体验_5G 业务体验建网标准白皮书[EB/OL]. [2020-05-07]. <http://www.doc88.com/p-79929096078793.html>.
- [5] 马向辰, 邓安达, 尧文彬. 5G 非独立组网(NSA)的无线网络方案研究[C]// 5G 网络创新研讨会(2018)论文集. 2018.
- [6] 李洋, 张传福, 何庆瑜. 5G 无线网络规划与设计探讨[J]. 电信技术, 2019(8): 15-18.
- [7] 刘志明, 李涛, 谭永全, 等. 5G NSA 速率优化提升研究[C]// 2019 广东通信青年论坛优秀论文专刊. 2019.
- [8] 王京, 向际鹰, 李少谦. 5G 技术与业务创新[J]. 中兴通讯技术, 2016, 22(3): 1-1.

作者简介:

何文灿, 毕业于华南理工大学, 高级工程师, 学士, 主要从事用户感知提升、WCDMA、LTE 以及 5G/NR 无线网络优化工作; 苏凤轩, 毕业于中山大学, 工程师, 硕士, 主要从事移动通信工程优化和无线信号优化工作; 吴文韵, 毕业于中国地质大学(武汉), 助理工程师, 学士, 主要从事移动网络优化工作; 吴梓颖, 毕业于华南理工大学, 工程师, 硕士, 主要从事无线优化以及核心网优化工作。