

4G 六扇区劈裂基站部署策略研究

Research on LTE Six Sector Split Base Station Deployment Strategy

李 源,李鹏来,赵永强,湛 兰(中国联通武汉分公司,湖北 武汉 430014)
Li Yuan, Li Penglai, Zhao Yongqiang, Zhan Lan (China Unicom Wuhan Branch, Wuhan 430014, China)

摘 要:

从覆盖、干扰、容量3个方面对六扇区劈裂基站部署效果进行分析,验证了六扇区劈裂技术在4G热点部署的可行性和有效性。在此基础上对六扇区劈裂基站部署策略进行了分析和研究,最后对六扇区基站部署给出了建议和总结。

关键词:

六扇区;覆盖;干扰;容量;部署策略
doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2019.07.010
中图分类号: TN929.5
文献标识码: A
文章编号: 1007-3043(2019)07-0045-05

Abstract:

It analyzes the deployment effect of six sector split base stations from three aspects of coverage, interference and capacity, and validates the feasibility and effectiveness of the six sector splitting technology in the 4G hot spot deployment. On this basis, the deployment strategy of six sector split base stations is studied. Finally, suggestions and conclusions for the deployment of six sector base stations in existing network are given.

Keywords:

Six sector; Coverage; Interference; Capacity; Deployment Strategy

引用格式: 李源,李鹏来,赵永强,等. 4G 六扇区劈裂基站部署策略研究[J]. 邮电设计技术, 2019(7): 45-49.

1 概述

随着2I2C业务快速发展,4G网络流量迅速增长,在部分热点区域,4G基站即使扩至三扇区三载波满配仍无法满足容量需求,为最大限度挖掘单站容量潜力,六扇区劈裂技术应运而生。通过该技术,将传统4G基站由三扇区提升到六扇区,理论上可大幅提升LTE单站无线容量。

4G六扇区劈裂是一项较新的技术,其技术特性如何,在实际应用部署中有哪些策略和注意事项,本文

尝试就此进行分析和研究。六扇区劈裂基站可开通2T2R和4T4R 2种模式,由于4T4R在现网中还未规模部署,因此本文主要研究2T2R六扇区基站。

2 六扇区劈裂基站特性分析

2.1 六扇区劈裂技术原理

六扇区劈裂技术是通过将普通65°半功率角天线更换为内含2个33°半功率角天线的特制劈裂天线,再配合相应的双频4T4R RRU,可将4G单站容量配置从三扇区三载波提升为六扇区三载波,从而达到提升4G单站容量的目的(见图1)。

六扇区劈裂基站在具体工程实施上比较简单,如

收稿日期: 2019-04-30

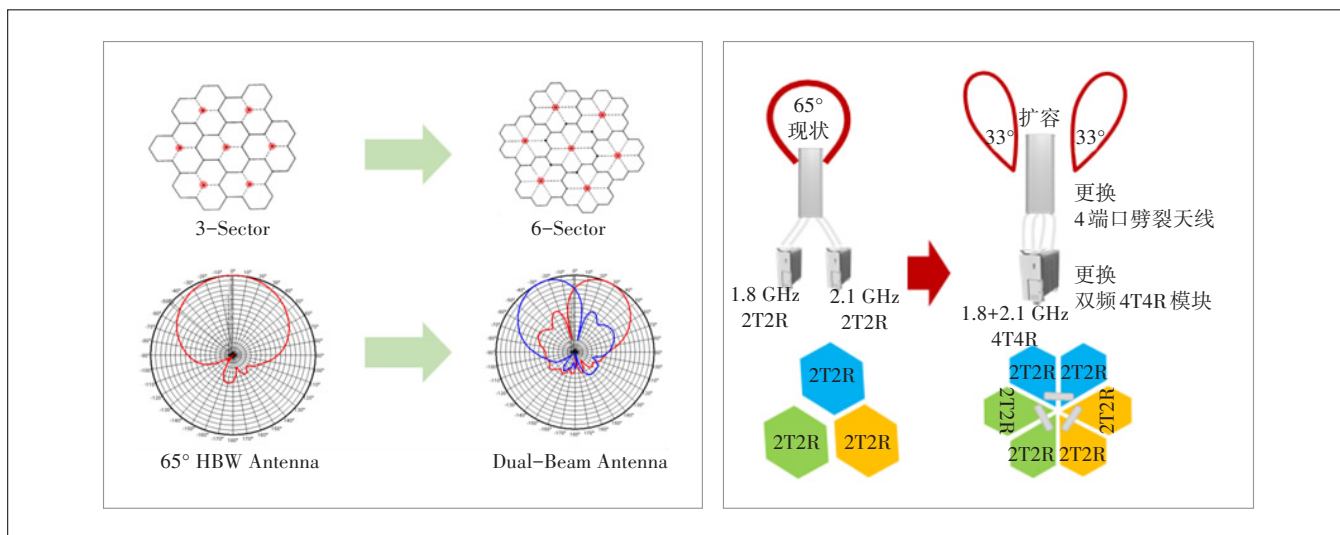


图1 六扇区基站原理及工程实施示意图

果原基站配置为三扇区三载波基站,只需要把原来每个扇区的2个独立的1.8 GHz RRU和2.1 GHz RRU替换为一个4T4R RRU,再将原天线替换为四端口劈裂天线即可。整个过程不新增站址,不新增天面资源占用,不新增铁塔租金,解决了目前站址获取困难,加站扩容分裂时间长、后期租金成本高等问题。

下面以现网试点部署的2个六扇区基站为例,从覆盖、干扰、容量3个方面对三扇区和六扇区基站效果进行分析和对比。

2.2 网络覆盖对比

基站劈裂为6个扇区后,由于每个扇区在空口上都有发射功率,加上所用的扇区劈裂天线为窄波束高增益(19 dBi)天线,比普通4G天线增益(16.5 dBi)高,六扇区基站各主瓣覆盖方向上能量更为集中,六扇区基站在改造前后每通道发射功率不变的情况下,下行覆盖水平好于普通三扇区基站。

现网2个六扇区劈裂基站在天线挂高倾角不变的情况下,下行RSRP都得到了提升,其中基站1下行平均RSRP从-85.34 dBm提升到-82.3 dBm,提升3.04 dB;基站2下行平均RSRP从-76.37 dBm提升到-70.82 dBm,提升5.55 dB。

2.3 网络干扰对比

六扇区基站下每个扇区都在空口上发射,虽然所采用的劈裂天线通过特殊设计尽量抑制扇区间重叠覆盖,但由于空口发射功率的扇区数目增多,且需要部署六扇区劈裂的基站当前负荷都较高,因此劈裂后基站整体干扰水平将不可避免地增加。

从实地测试来看,2个站点替换为六扇区后,虽然经过多轮优化,SINR、CQI仍有不同程度的下降。其中,2个站点的SINR下降了0.06和0.07 dB,CQI下降0.47和1.24,CQI≥7的比例下降了0.8个百分点和1.1个百分点。

2.4 网络容量对比

对比基站改造前后10天忙时话务指标,2个站点的RRC连接数分别增加5%和12%,单用户感知速率提升17.6%和27.0%,上下行吸纳总流量增长了39%和48%,PRB利用率分别下降了9.6个百分点和12.9个百分点。

图2是2个基站改造前后PRB利用率和吸纳的流量对应散点图,可以看出改造为六扇区后,在相同的PRB利用率下,基站吸纳的上下行流量有了明显增长。

按如下公式计算容量增益:

$$\text{容量增益} = \left(\frac{\frac{\text{劈裂后基站吞吐量}}{\text{劈裂后基站PRB利用率}}}{\frac{\text{劈裂前基站吞吐量}}{\text{劈裂前基站PRB利用率}}} - 1 \right) \times 100\%$$

2个基站忙时容量增益都在57%~58%。

2.5 六扇区基站特性小结

根据实地部署结果,总结六扇区基站特性如下。

a) 网络覆盖:在同角度和同挂高的情况下,六扇区基站总体覆盖会有所改善。

b) 网络干扰:六扇区基站干扰水平较原三扇区基站恶化,需要精细优化,尽量控制干扰。

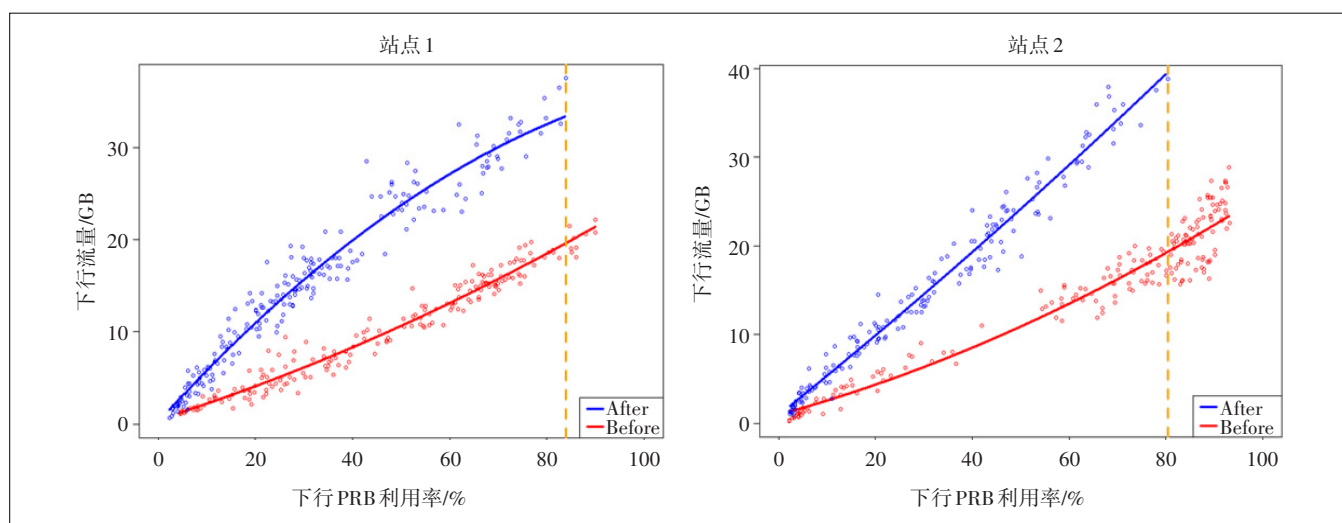


图2 三扇区和六扇区流量、PRB利用率散点图

c) 网络容量:六扇区相比原三扇区基站容量增益在60%左右,适合在现网热点区域进行部署。

3 六扇区基站部署策略

六扇区基站部署主要考虑以下几个问题。

a) 适合六扇区基站部署的场景。

b) 三扇区基站负荷达到什么门限以上可以考虑改造为六扇区。

c) 三扇区基站当前网络干扰水平要满足何种条件,才能使六扇区基站发挥较好的作用,而不会因为部署后干扰水平的抬升导致实际效果不佳。

d) 六扇区基站在功率分配、PCI分配等方面的策略。

3.1 部署场景

六扇区基站由于工程实施较为方便,因此针对传统三扇区4G基站已扩容至满配仍无法满足容量需求,且在周边新建热点分裂宏站、微站、室分较困难,建议通过六扇区劈裂改造进一步提升单站4G容量。

六扇区基站每个扇区半功率角从 65° 进一步收窄为 33° ,为防止频繁切换导致网络指标和用户感知下降,六扇区基站要尽量避免部署在高速移动场景,如高铁、高速公路等。

如果待改造的三扇区基站的天线安放较为集中,如安装在杆塔、拉线塔或楼面较小的楼顶炮台上等,则各扇区天线之间原来的夹角应不小于 90° ;如果原三扇区基站天线所安放的楼面较大,天线安放较为分散,则上述夹角门限可根据现场实际情况适当放宽

(见图3)。

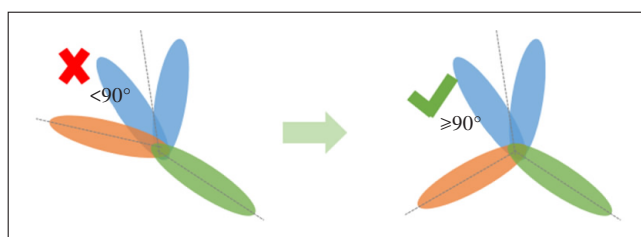


图3 扇区天线间夹角示意图

如果原基站各扇区间夹角不满足上述条件,则需要适当调整方位角。总的原则就是尽量减小六扇区改造后的各扇区间重叠覆盖,同时使得话务尽量均匀分布在各扇区内,避免因重叠覆盖或扇区间负荷不均衡影响六扇区劈裂效果。一般建议扇区最大调整范围为 $[-15^\circ, +15^\circ]$ 。

3.2 基站负荷门限

基站负荷与需要保障的业务种类密切相关,不同的业务对基站负荷要求的门限是不一样的。目前在实际工作中,主要保障1080P视频业务感知,要求1080P缓冲4s后即可播放,此时用户感知速率要达到5 Mbit/s及以上(见表1)。

表1 视频业务与用户感知速率关系

| 速率要求 | 480P及以下 | 720P | 1080P |
|---------------------|---------|------|-------|
| 无卡顿速率要求/(Mbit/s) | 1.0 | 2.0 | 4 |
| 等待4s缓冲速率要求/(Mbit/s) | 1.0 | 2.5 | 5 |
| 等待3s缓冲速率要求/(Mbit/s) | 1.5 | 4.0 | 8 |
| 等待2s缓冲速率要求/(Mbit/s) | 3.0 | 8.0 | 19 |

图4给出了经过统计分析后的现网忙时下行PRB利用率与用户感知速率均值间的对应关系。总体来看,用户感知速率与PRB利用率强相关。PRB利用率越高,感知速率越低,反之亦然。

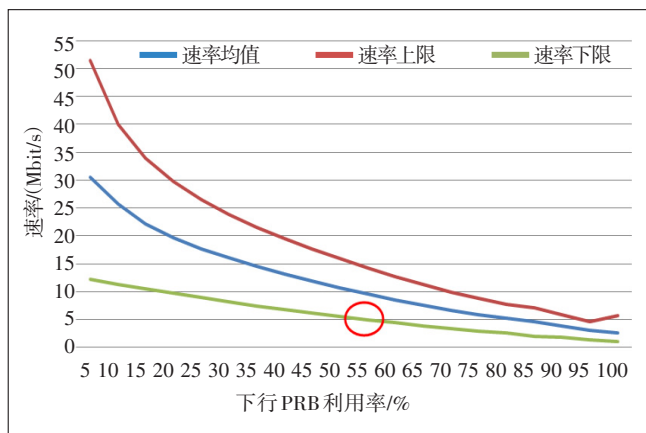


图4 用户感知速率均值与下行PRB利用率关系

从图4中可以看出,当PRB利用率低于55%时,可以确保用户感知速率达到5 Mbit/s及以上。考虑到55%这个门限值较低,现网满足该门限基站数量较多,如果都进行六扇区劈裂可能带来较大的网络投资压力,在实际工作中,建议针对不同场景,综合考虑投资收益、用户投诉等因素,设定不同的启动门限,表2给出了本文的推荐值。

表2 三扇区改造为六扇区推荐的CQI门限

| 业务类型 | 三扇区基站当前PRB利用率/% |
|-------|-----------------|
| 口碑场景 | >55 |
| 高价值区域 | >70 |
| 一般区域 | >85 |

3.3 基站干扰门限

网络干扰一般用下行SINR进行评估,考虑到下行SINR需要靠DT/CQT等方式实地测得,受测试路线、测试密度的影响较大,本文用CQI值替代SINR用于对网络质量的评估。CQI是手机在通话过程中自动向网络上报的信道质量指示,相比DT/CQT,其采样点数量巨大,且覆盖了基站下所有用户,采样更全面,更具有参考价值。

此处仍针对1080P视频业务感知,要求1080P缓冲4 s后即可播放,此时用户感知速率要达到5 Mbit/s及以上。

将现网平均CQI与感知速率对应关系进行统计(见图5),发现当CQI大于9时可以确保用户感知速率大于5 Mbit/s。根据本文第2章的结论,三扇区改造为六扇区后基站CQI值会有0.47~1.24的下降,此处将下降值设为1,得到了三扇区基站要劈裂为六扇区基站平均CQI所应具备的条件。在具体实施时,可以结合具体场景和用户投诉等因素适当放宽该门限,表3给出了本文的推荐值。

3.4 功率分配

目前用于六扇区劈裂的4T4R RRU支持单通道最大功率60 W,按照每10 MHz带宽分配10 W功率的原则,可支持1.8 GHz带内30 MHz带宽(30 W功率)和2.1 GHz频段10 MHz带宽(10 W功率),还有余量可分配给2.1 GHz频段第4载波(10 W)和NB1800(10 W)。在这种功率配置下,六扇区劈裂改造后单通道功率与原三扇区每单通道功率相同,此时PA/PB在改造前后也可以保持一致;考虑到六扇区劈裂后覆盖好于三扇区,为保持覆盖范围与原三扇区基站一致,可适当增

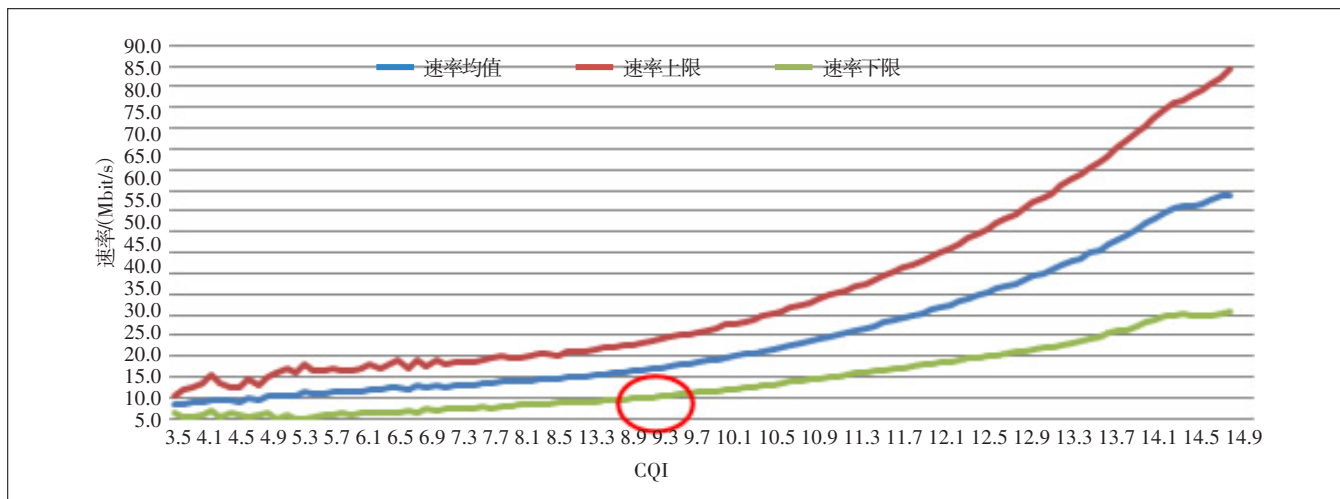


图5 现网CQI与用户平均感知速率关系

表3 三扇区三载波基站改造为六扇区推荐的CQI门限

| 场景分类 | 三扇区基站当前CQI值 |
|-------|-------------|
| 口碑场景 | >10 |
| 高价值区域 | >9 |
| 一般区域 | >8 |

加天馈下倾角1°或2°。

如果原来三扇区基站为了增强覆盖,覆盖层(1.8 GHz)和容量层(2.1 GHz)功率都开到了40 W,则扇区劈裂后每通道无法满足原功率设置,此时建议优先保证覆盖层不收缩,降低容量层功率,同时PA/PB均保持不变;表4和表5列出了2种情况的典型功率和PA/PB设置组合。

表4 三载波基站配置

| 载波 | 改造前功率/W | 改造前 PA/PB | 改造后功率/W | 改造后 PA/PB |
|----|---------|-----------|---------|-----------|
| C1 | 20 | -3/1 | 20 | -3/1 |
| C2 | 10 | -3/1 | 10 | -3/1 |
| C3 | 20 | -3/1 | 20 | -3/1 |

原三载波基站功率配置为20 W+10 W+20 W,在总功率足够的情况下,保持每个小区单通道功率与原网相同,PA/PB与原网保持一致。

表5 双载波基站配置

| 载波 | 改造前功率/W | 改造前 PA/PB | 改造后功率/W | 改造后 PA/PB | 改造后功率下降/dB |
|---------|---------|-----------|---------|-----------|------------|
| C1(覆盖层) | 40 | -3/1 | 31.8 | -3/1 | 1 |
| C2(容量层) | 40 | 0/0 | 28.2 | 0/0 | 1.52 |

原双载波基站功率配置为40 W+40 W,改造后总功率不足,覆盖层和容量层功率均进行了收缩,其中容量层功率下降大于覆盖层功率下降。

3.5 PCI规划

劈裂后基站扇区增加到6个,因此同站下一定会有2个小区的PCI码模3相同,因此要将模3相同的2个PCI码分配给2个背向小区,尽量避开模3干扰,如图6所示。

4 总结

通过前面的分析,对4G六扇区劈裂基站部署策略总结如下。

a) 六扇区劈裂技术适合扩容至满配后仍无法满足4G容量需求,且新建宏站困难、新建室分投资较大的区域。特别适合部署在校园网、工业园宿舍等4G热点区域,尽量避免在高速移动场景部署,如高铁、高速等。

b) 六扇区基站相比三扇区基站,在下行覆盖改善,网络容量得到较大提升的同时,网络干扰水平会

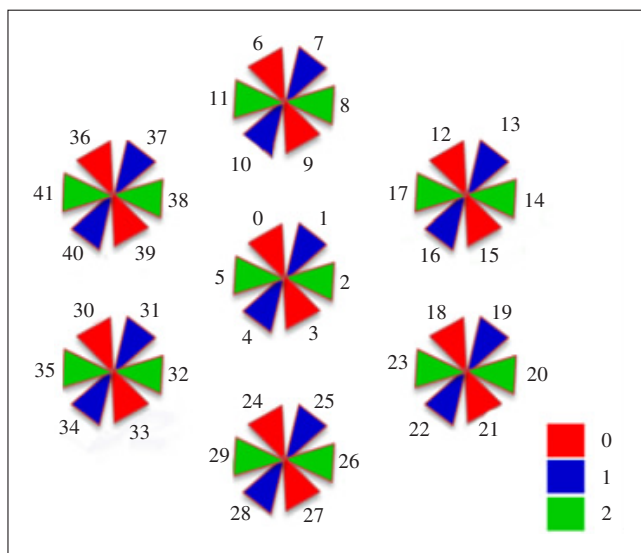


图6 六扇区PCI规划分配示意图

不同程度地恶化,因此针对六扇区基站需要进行精细优化,尽量控制干扰。

c) 现网三扇区基站达到如表6所示门限时,可将三扇区基站改造为六扇区。

表6 三扇区基站改造门限

| 场景分类 | 三扇区基站当前PRB利用率/% | 三扇区基站当前CQI值 |
|-------|-----------------|-------------|
| 口碑场景 | >55 | >10 |
| 高价值区域 | >70 | >9 |
| 一般区域 | >85 | >8 |

d) 基站改造为六扇区后,每通道发射功率尽量与原基站相同,如无法满足条件,在优先保证覆盖层功率的同时,适当降低容量层功率。

e) 六扇区基站中,背向2个小区的PCI码模3相同,尽量避开模3干扰。

参考文献:

- [1] 杨艳,张忠皓,李一喆. LTE扇区分裂技术同频部署研究[J]. 邮电设计技术,2017(1):50-53.
- [2] 付有奇,刘琪. LTE网络承载能力分析研究[J]. 现代电信科技,2015,45(3):7-11.
- [3] 张守国. LTE无线网络优化实践[M]. 北京:人民邮电出版社,2014.
- [4] DAHLMAN E, PARKVALL S. 4G移动通信技术权威指南[M]. 北京:人民邮电出版社,2015.

作者简介:

李源,工程师,硕士,主要从事移动网络规划工作;李鹏来,工程师,学士,主要从事移动网络建设管理工作;赵永强,工程师,学士,主要从事移动网络优化工作;湛兰,工程师,学士,主要从事移动网络优化工作。