

4T4R 容量提升解决方案综述

Summary of 4T4R Capacity Improvement Solution

马良川(中国联通上海分公司,上海 200082)

Ma Liangchuan(China Unicom Shanghai Branch, Shanghai 200082, China)

摘要:

探讨、分析并验证了热点区域通过4T4R集约化建设提升4G网络感知体验、应用效果,实现4G网络容量和覆盖提升的解决方案,最大化释放存量基站的潜能,实现了系统容量和用户体验速率双提升,并面向VoLTE商用以及5G频率重耕、4G深度覆盖打下坚实的网络基础,实现4G网络基本对标,重点场景领先的效果。

关键词:

4T4R;覆盖提升;容量提升;节约成本

doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2020.11.011

文章编号:1007-3043(2020)11-0058-04

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:

It discusses, analyzes and verifies the hot spot areas to enhance 4G network perception experience and application effect through 4T4R intensive construction, so as to achieve 4G network capacity and the solution of coverage improvement maximizes the potential of the existing base stations and realizes the improvement of system capacity and user experience rate. And lay a solid network foundation for the commercial use of VoLTE, 5G and 4G deep coverage to achieve the basic benchmarking of 4G network and the leading effect in key scenes.

Keywords:

4T4R; Coverage improvement; Capacity improvement; Saving investment

引用格式:马良川. 4T4R容量提升解决方案综述[J]. 邮电设计技术, 2020(11): 58-61.

1 概述

随着无线网络用户规模持续增长以及无限量套餐和2I2C业务的快速发展,对数据业务的需求越来越大,给4G容量带来压力挑战。如何在有限站址以及频谱资源中挖掘容量潜力,上海联通携手华为共同研究探索最佳容量解决方案。针对热点容量区域以及大事件保障,上海联通率先采用业界领先的双频4T4R一体化设备进行多场景商用部署,全面提升网络容量,保障用户优质体验。4T4R基站设备实现双频(1.8

GHz频段、2.1 GHz频段)与4T4R一步到位。4T4R技术相对传统2T2R技术可以实现频谱效率翻倍,进而提升网络容量和体验,而双频4T4R一体化设备在2个频段上均支持4T4R,相当于4个传统2T2R模块,使得容量和体验翻倍,同时简化基站配套资源,天面资源实现二合一,节省铁塔租金和电费。

2 4T4R技术原理

4T4R通过阵列、分集、空间复用和干扰抑制带来的增益,是提升4G网络容量、体验和面向5G演进的关键技术。多天线系统共有4种增益:阵列增益、分集增益、空间复用增益和干扰抑制增益(见图1)。

收稿日期:2020-09-10

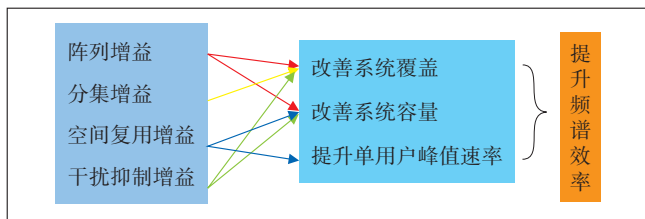


图1 多天线系统4种增益及其价值

2.1 阵列增益

阵列增益可以通过使用多天线系统来获得。如图2所示,通过天线1和天线2上的信号合并即可获得阵列增益。由于不同天线上的白噪声是不相关的,合并后噪声功率保持不变,而不同天线上的信号是相关的,相干合并后信号能量成倍提高,因此合并能够提高信号的平均SNR,从而提供阵列增益。

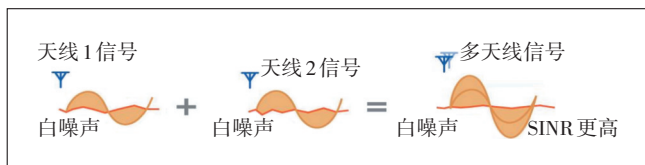


图2 阵列增益示意图

2.2 空间分集增益

空间分集即在MIMO系统中通过在收发双方多根天线上发射相同的数据,保证接收端能够正确收到该数据。

分集增益可以通过使用多天线系统来获得,获得分集增益的前提是多个空间信号分支必须有一定的独立性。如图3所示,天线1和天线2上的同一组数据的2路不同信号在不同时刻发生了深衰落,接收端会对比任意时刻接收到的2个信号,取其中更优的1个,降低或去除深衰落的影响,从而获得分集增益。

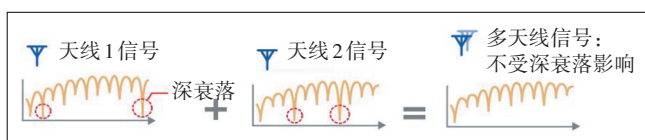


图3 分集增益示意图

2.3 干扰抑制增益

采用nTnR系统时,当空间干扰存在一定的有色性时,通过多个天线可以对干扰的有色性进行估计,利用这个信息对干扰进行抑制。干扰抑制可以在发射端进行,也可以在接收端进行,当在发射端进行时,是减少自身对邻区的干扰。当在接收端进行时,是抑制自身接收到的干扰。

2.4 空间复用增益

采用nTnR系统时,当信道的衰落存在一定的独立性时,通过预编码技术将相互干扰的空间信道等效为相互相对独立的多个子信道,子信道之间无干扰或干扰较小,通过同时传输多个数据流提升传输速率。每个子信道都对应一个容量,因此MIMO信道的极限容量能够随着发射接收天线数线性增加。针对一个链路系统,子信道的个数取决于信道的相关性以及发送天线和接收天线中最小的天线个数。

3 4T4R 基站实施方案及效果验证

3.1 多模4T4R改造方案

多模4T4R改造方案通过将2台RRU2.1和1.8RRU替换为1台双频4T4R RRU1.8+2.1,实现通道翻倍、功率翻倍、用户覆盖和感知速率提升(见图4)。

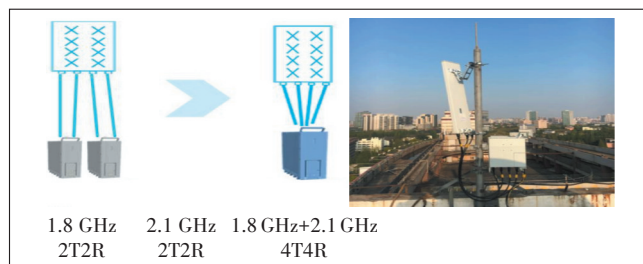


图4 多模4T4R改造示意图

3.2 4T4R试点效果

3.2.1 场景描述

选取上海杨浦区内环内存量站石油大厦基站,该区域位于内环内高架旁边,密集城区,站高42 m,1扇区主要覆盖巴林住宅小区和内环高架以西线路,2扇区主要覆盖原林高层小区、内环高架以东线路和同济大学西北侧实验楼,3扇区主要覆盖赤峰住宅小区、密云大厦、南湖职校和交通职业技术培训中心。

第1扇区覆盖以巴林住宅区和内环高架东西主干,周边选址建设的难度大,覆盖方位图如图5所示。

网络状况:第1扇区第一载波忙时平均PRB利用率达到40.16%,接近高负荷门限,驻留的用户数达到95(见表1)。

3.2.2 4T4R应用效果

3.2.2.1 测试情况

本次在石油大厦第1扇区做了如下测试,使用2R终端VIVO,选取远、中、近点上传下载测试,选点标准如表2所示。

基站2T2R和4T4R模式下,各项测试时间段保持



图5 基站周边环境

一致,实际测试效果如表3所示。

除 1.8 GHz 中点下载有波动外,其他测试项 4T4R 均比 2T2R 有提升(见表4)。

3.2.1.2 测试结果

a) 综合测试数据。

(a) 1.8 GHz 的 4T4R 上传、下载平均增益分别为 1.24 和 1.81 Mbit/s。

(b) 2.1 GHz 的 4T4R 上传、下载平均增益分别为 5.11 和 5.09 Mbit/s。

(c) 在 RSRP 方面,1.8 和 2.1 GHz 在远点提升明显,分别为 2.80 和 6.15 dB,深度覆盖得到改善。

b) 改造后 KPI 指标效果。对比改造前后 5 天 4 忙时(08:00—10:00,18:00—20:00)的性能指标如表5所示。

表1 网络指标现状

制式	小区	忙时流量/GB	下行感知速率/(Mbit/s)	上行感知速率/(Mbit/s)	CQI均值	小区内的平均用户数	RANK2比例/%	下行PRB利用率/%	随机接入平均TA
1.8 GHz	石油大厦_1	3.53	8.69	0.88	9.52	51.82	52.20	40.16	2.52
2.1 GHz	石油大厦_4	2.82	19.72	2.24	10.02	43.59	50.19	21.19	2.22

表2 测试选点验证标准

以4T4R作为选点标准	RSRP/dBm	SINR/dB
远点	<-110	<3
中点	-105~-95	3~12
近点	≥-95	≥12

表3 实测速率变化

场景	1.8 GHz		2.1 GHz	
	上传速率	下载速率	上传速率	下载速率
近点(2T2R)/(Mbit/s)	29.94	47.80	30.58	57.71
近点(4T4R)/(Mbit/s)	31.04	50.18	37.40	64.49
近点变化/(Mbit/s)	+1.09	+2.38	+6.82	+6.78
近点增幅/%	3.65	4.98	22.29	11.75
中点(2T2R)/(Mbit/s)	6.07	13.53	8.35	15.89
中点(4T4R)/(Mbit/s)	6.88	12.97	15.11	22.23
中点变化/(Mbit/s)	+0.80	-0.56	+6.76	+6.33
中点增幅/%	13.22	-4.15	80.99	39.87
远点(2T2R)/(Mbit/s)	1.51	9.03	2.64	4.98
远点(4T4R)/(Mbit/s)	3.34	12.64	4.39	7.15
远点变化/(Mbit/s)	+1.83	+3.61	+1.75	+2.17
远点增幅/%	121.06	39.97	66.22	43.46

(a) 1.8 GHz:流量增加 20.38%,上、下行感知速率分别提升 0.37 和 3.23 Mbit/s,下行负荷降低 7.71%。

(b) 2.1 GHz:流量增加 4.39%,上、下行感知速率

表4 实测 RSRP 变化

场景	1.8 GHz	2.1 GHz
近点(2T2R)/dBm	-76.6	-77.63
近点(4T4R)/dBm	-75.24	-70.19
近点变化/dBm	1.36	7.45
中点(2T2R)/dBm	-101.20	-99.83
中点(4T4R)/dBm	-100.64	-100.67
中点变化/dBm	0.56	-0.84
远点(2T2R)/dBm	-111.22	-114.43
远点(4T4R)/dBm	-108.41	-108.28
远点变化/dBm	2.80	6.15

分别提升 0.70 和 4.31 Mbit/s,下行负荷降低 9.2%。

4 4T4R 应用场景和建议

双频 4T4R 方案在有限的站址和频谱资源基础上最大限度挖掘 LTE 站点容量潜力,在容量增强、体验提升、站点简化的各场景下可广泛部署。

4.1 双频 4T4R 小结

a) 中高负荷场景下的 1.8 GHz 改造后下行感知速率增加 37.13%,随着通道翻倍和覆盖增强,频谱效率得到提升,考虑无线环境和终端渗透率等因素,预计系统容量最高可提升至 50% 左右。

b) 不需要新增站址,实现 RS 功率翻倍,边缘覆盖

表5 4T4R改造后性能指标变化

制式	收发模式	流量/GB	下行感知速率/(Mbit/s)	上行感知速率/(Mbit/s)	CQI均值	小区内的平均用户数	RANK2百分比/%	下行PRB利用率/%	随机接入平均TA
1.8G	2T2R	105.82	8.69	0.88	9.52	51.82	52.20	40.16	2.52
1.8G	4T4R	127.39	11.92	1.25	8.86	60.71	58.56	37.06	2.52
增益		21.57	3.23	0.37	-0.66	8.90	6.36	-3.1	0.01
增幅		20.38%	37.13%	42.44%	-6.9%	17.17%	12.19%	-7.71%	0.31%
2.1G	2T2R	84.64	19.72	2.24	10.02	43.59	50.19	21.19	2.22
2.1G	4T4R	88.36	24.02	2.95	10.69	48.93	67.82	19.24	2.20
增益		3.71	4.31	0.7	0.67	5.33	17.62	-1.95	-0.02
增幅		4.39%	21.85%	31.31%	6.7%	12.24%	35.11%	-9.20%	-0.79%

提升明显,解决局部建站难问题。

c) 一个双频模块相当于2个单频模块,节省天面空间,节省整体TCO,为5G建设蓄力。

4.2 双频4T4R应用场景的建议

4.2.1 满足MBB容量演进

预计国内主要城市热点城区70%以上小区达到2载波需求,容量方案设计一步到位,解决未来1~2年容量需求,避免二次上站,降低整体改造成本。

a) 体验保障区域:1.8 GHz单频扩容场景,采用1.8/2.1 GHz双频4T4R模块替换现网1.8 GHz单频2T2R或2T4R模块,容量由单载波提升至2.4载波。

b) 热点区域:覆盖受限的热点区域,如住宅区、城中村和校园等用户分布密集区域,由于楼宇密集深度覆盖不足,居民区域建站阻挠多,造成区域内布点选址存在瓶颈。采用4T4R较2T2R实现RS功率翻倍,覆盖增强,尤其是VoLTE即将迎来商用,对提升4G网络驻留能力,减少eSRVCC触发,保障用户语音感知有至关重要作用。

4.2.2 构建4.5G和5G的体验基础网,提升用户体验

与2T2R相比,4T4R可提升边缘用户体验速率至1.4倍。在未来4R为主的终端场景,4T4R可提升频谱效率至1.8倍。

4T4R结合多载波、256QAM可提升峰值速率接近1 Gbit/s,打造体验基础网。未来5G时代,eLTE下,5G手机结合4T4R,可使能Gbit/s用户体验,避免初期5G覆盖区域外,4G/5G切换体验落差过大,如图6所示。

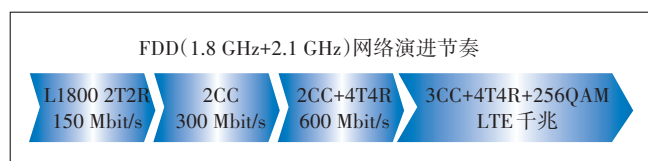


图6 4T4R使能LTE Gbit/s体验

5 结束语

“用户体验,唯快不破”,流量压力不断促进终端与网络的进化。随着5G的到来以及4T4R网络部署的快速普及、芯片、终端产业链的不断成熟,4T4R技术的价值也将逐渐突出。

目前国内,三大运营商已将4R终端写入终端白皮书,并在多个省份完成试点验证。上海联通积极探索,打造上海联通精品网,4G网络能力储备以及随着5G不断演进,为低频重耕做好准备逐步演进,结合5G天面整合方案部署后,单小区系统容量可提升50%~70%,用户体验速率提升60%以上,实现了流量释放和用户体验双提升。

参考文献:

- [1] 韩志刚,孔力,陈国利,等. LTE FDD技术原理与网络规划[M]. 北京:人民邮电出版社,2012.
- [2] 苏昕. 5G大规模天线技术[M]. 北京:人民邮电出版社,2017:77-86.
- [3] 袁弋非. LTE-LTE-ADVanced关键技术与系统性能[M]. 北京:人民邮电出版社,2013.
- [4] 李兴旺. 5G大规模MIMO:理论、算法与关键技术[M]. 北京:机械工业出版社,2017:13-23.
- [5] 沈嘉,索士强,全海洋,等. 3GPP长期演进(LTE)技术原理与系统设计[M]. 北京:人民邮电出版社,2008.

作者简介:

马良川,高级工程师,硕士,主要从事移动网规划相关工作。

