 DOI: https://doi.org/10.12349/iser.v6i3.5185

Research on the application of 4G medium frequency small bandwidth in network

Zhenhua Yang

China United Network Communications Co., Ltd. Hunan Branch, Changsha, Hunan, 410007, China

Abstract

With the popularity of 4G network, the demand for data traffic continues to rise. How to make full use of spectrum resources reasonably has become an important challenge for operators. If wireless resources are all shared between Telecom and Unicom, 1800Mhz frequency resources are applied to large-bandwidth 4G. 40M of 2100Mhz frequency resources have been applied to 5G, and another 5M resources are to be planned for use. This paper aims to study the application of 5Mhz low-bandwidth frequency resources of 2100Mhz in the 4G shared network of China Telecom and China Unicom in low-load scenarios, explore its impact on network performance, user experience and resource allocation, maximize the use of wireless communication spectrum resources of China Telecom and China Unicom, expand network coverage area, and improve network quality and user experience.

Keywords

4G; Intermediate frequency; Low load; Share; Back tillage

4G 中频小带宽在网络中的应用研究

杨振华

中国联合网络通信有限公司湖南省分公司，中国 · 湖南 长沙 410007

摘　要

随着4G网络的普及，数据流量需求持续上涨，如何合理充分利用频谱资源，成为运营商面临的重要挑战，电信与联通中频无线资源全部共享，1800Mhz频率资源应用于大带宽4G；2100Mhz频率资源40M已应用于5G，另有5M资源待规划使用。本文旨在研究电信与联通4G共享网络中，利用2100Mhz的5Mhz小带宽频率资源进行低负荷场景的应用，探讨其对网络性能、用户体验及资源配置的影响，最大化利用电信与联通无线通信频谱资源，扩展网络覆盖区域，提升网络质量与用户体验。

关键词

4G；中频；低负荷；共享；重耕

1 概述

电信与联通（以下简称电联）全面深化无线网络共建共享，5G 网络在 3.5Ghz 频段和 2.1Ghz 频段，4G 网络在 1.8Ghz 和 2.1Ghz 全量共享。为提高 5G 用户感知，电联将 NR2.1G 由 2110-2130Mhz 扩频至 2110~2150Mhz，由 20M 升级为 40M。需要将原联通 2.1Ghz 频段的 4G 网络（2130~2150 Mhz）带宽进行退网。电联 5G 扩频前后 2.1Ghz 频段使用情况如图 1 所示：

但退网后需采用其他频段进行 4G 网络回填，保障原 4G 用户感知不受影响。若全部按 1.8Ghz 频段的 4G 设备进行回补，则需要大量设备替换，以及相关配套需采购安装，存在实施方案复杂、耗时长且投资成本较高的问题。因此在低负荷场景（例如在偏远地区、室分），由于用户数量少、数据流量需求低，可采用原 3G 退网后的频率带宽（2150~2155Mhz）重耕至 4G，以降低投资。

2 研究背景

2.1 低负荷场景特点

根据定义，忙时 PRB 利用率 ≤10% 为低负荷小区，在低负荷场景下，用户的连接需求不高，但网络的稳定性和覆盖能力仍然至关重要。这种情况下，传统的高带宽频段往往会造成资源的闲置和浪费

2.2 5Mhz 频率的应用优势

5Mhz 频率能提供足够的带宽支持基本的通信需求，如语音通话、即时的数据传输等，同时其所需的基础设施投资相对较低，适合在低负荷场景中应用。

【作者简介】杨振华（1981–），男，中国湖南沅陵人，本科，工程师，从事无线通信研究。

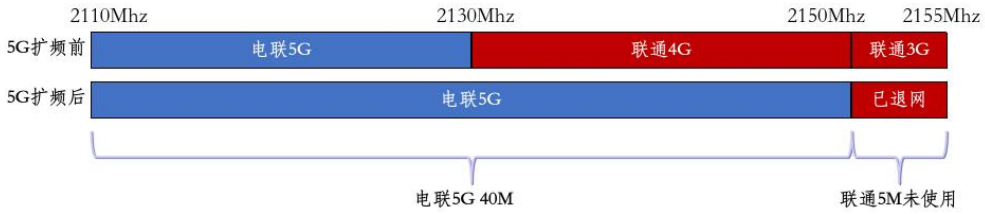


图 1 电联 5G 扩频前后 2.1Ghz 频段使用情况

2.3 电联关拆并网阶段成本节约

随着 2024 年 20M NR2.1G 升级至 40M，原有的 2.1Ghz 的 4G 站点将无频率资源可用，计划采用 1.8G 频段进行回填，但关拆复建成本较高，运营商可利旧原有 2.1Ghz 站点，或新增基带板，采用 3G 退网的 5M 频率（2150~2155Mhz）重耕至 L2.1G，实现降本增效。

3 研究方法

在无线通信中，覆盖强度和信号传播距离受带宽和功率配置的影响；本次研究 20M 和 5M 带宽对比测试：在同等条件（即挂高、功率、方位角、下倾角、环境、天馈均相同）下，L2.1G 的设备 5M 带宽模式和 20M 带宽模式的覆盖及用户感知对比。

3.1 理论测算（双流 40W 小区）

在小区功率不变的情况下，5M 通过提升 RS 功率，覆盖更远，适合广覆盖或低密度场景。

覆盖强度：20M 带宽下 40W 功率配置 RS(PA,PB)=15.2(0,0)，5M 带宽下 RS 功率可提升 6dB，覆盖更远。

感知速率：5M 带宽下行理论最大速率只有 37.5Mbps，为 20M 带宽的 25%。

3.2 宏站覆盖对比测试

如下测试中： 5M 覆盖比 20M 覆盖强约 6dB，覆盖距离远大约 13%（5M:1.5 公里，20M：1.3 公里）。

3.2.1 20M 和 5M RSRP 分布及同地点的 RSRP 强度对比

同一个地点位置，5M 模式下的 RSRP 为 -101dbm，20M 模式下的 RSRP 为 -107dbm，相差约 6 个 dbm。现场测试效果详见图 2 所示：

3.2.2 20M 和 5M 极限覆盖距离对比

由下测试结果可直观地看出来，5M 带宽的 L2.1G 小区比 20M 带宽极限覆盖距离超出 200 米以上。现场测试效果详见图 3 所示：

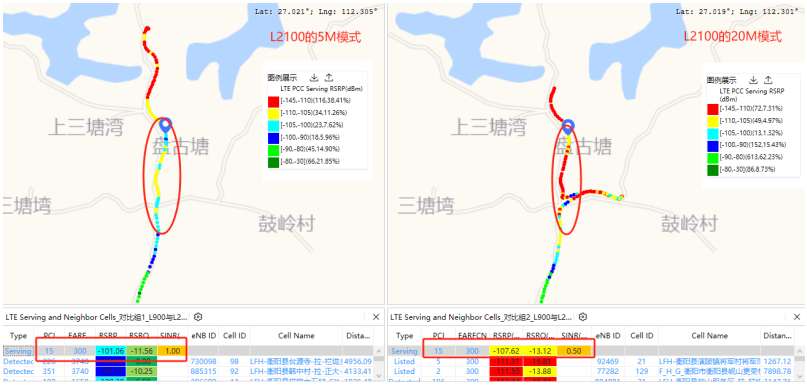


图 2 4G 网络 20M 带宽与 5M 带宽 RSRP 强度对比



图 3 4G 网络 20M 宽宽与 5M 带宽极限覆盖距离对比

结论：在同等条件（即挂高、功率、方位角、下倾角、环境、天馈均相同）下，L2.1G 的设备 5M 带宽模式比 20M 带宽模式的电平强度和覆盖距离要更优。

3.3 室分业务对比测试

电联 2.1G NR 20M 快速升级至 40M，腾退 2.1Ghz 的 4G 设备 2130~2150Mhz 频率，使用 3G 退网频率 2150~2155Mhz 重耕 4G，选取符合如下 3 个条件的场景站点：

①电联室分忙时利用率低于 10% 的生活住宅小区；

②周围 3G 站点退网；

③无 1.8G RRU 设备。

选取住宅小区场景网络变化：室分外打 7 个小区，20M 带宽重耕至 5M 带宽（2150-2155Mhz）。

3.3.1 网管 KPI 指标对比

5M 带宽下接入用户提升 10%，忙时下行 PRB 利用率是 20M 带宽下 3.3 倍，下行感知速率下降 48%，日均流量略有下降。符合预期。网络 KPI 对比如表 1 所示：

3.3.2 CQT 定点测试对比

20M 带宽下载速率峰值 140Mbps，均值 59.12Mbps，上传速率峰值 43Mbps，均值 19.91Mbps。重耕后 5M 带宽下载速率峰值 33Mbps，均值 16.25Mbps，上传速率峰值 10Mbps，均值 5.66Mbps。由于带宽资源存在差距，测试结果符合预期，满足低流量场景覆盖需求。

3.3.3 投诉对比

4G 带宽重耕后无用户投诉，室分场景基本上有 Wi-Fi 分流，满足正常使用数据业务。

4 效益测算

4.1 拆复建区域

直接重耕 2.1Ghz 的 4G，从 20M 至 5M 带宽，单站可节约 1 万元。

4.2 NL2.1G 升级区域

由于需升级 40M NR2.1G，需新增基带板开通 5M L2.1G，单站可节约 0.5 万元。效益测算如表 2 所示：

表 1 4G 网络 20M 带宽与 5M 带宽网络 KPI 对比

对比	无线接通率（%）	切换成功率（%）	RRC 连接态平均用户数（个）	RRC 连接态最大用户数（个）	忙时下行 PRB 平均利用率（%）	忙时小区级下行单用户平均感知速率（Mbps）	日均流量（GB）
20M	99.97	99.77	10.64	64.57	2.28	47.61	36.32
5M	99.96	99.87	13.77	71.33	7.53	24.80	35.10
对比	-0.01	0.10	3.13	6.76	5.25	-22.81	-1.22

表 2 4G 网络 20M 宽宽重耕至 5M 带宽网络效益测算

拆复建区域			NL2.1G 升级区域			
拆除 L1800 费用（元）	复建 L1800 费用（元）	节约费用（元）	拆除费用（元）	复建 L1800 费用（元）	升级 NL2.1G 新增基带板费用（3 个小区）（元）	节约费用（元）
3000	7000	10000	3000	7000	-5000	5000

5 总结

3G 退网后的 5Mhz 重耕至 2.1Ghz 的 4G 在低负荷场景下的应用研究成功表明，合理的频率重耕能够有效提升网络性能和用户体验，同时降低电联网络改造成本。重耕后 2.1Ghz 的 4G 频段最大化使用了网络资源，扩展了网络覆盖基础面，在并发用户比较少的低负荷场景应用有非常广阔的空间。

参考文献

[1] 李华, & 张伟. (2021). 现代移动通信技术与应用. 北京: 电子工业出版社.

[2] 王磊. (2020). LTE技术及其应用. 上海: 交通运输出版社.

[3] 中华人民共和国工业和信息化部. (2022). 移动通信频谱管理政策.

[4] 国家工业和信息化部. (2021). 移动通信网络资源管理与利用研究.

[5] Liu, J., & Wang, Y. (2020). 4G网络频谱优化研究. Journal of Communications and Networks.

[6] Zhang, H., & Chen, L. (2022). 未来网络频谱资源配置与管理策略. IEEE Access.

[7] 王小明, & 李华. (2022). 移动通信中的频谱资源配置研究. 通信学报。

[8] 赵强, & 陈妍. (2023). 低负荷场景下的LTE网络优化分析. IEEE Communications Magazine.

[9] 中国工业和信息化部. (2021). 移动网络频谱管理政策研究报告。