

4/5G 协同优化专题总结

李福江

山东中移通信技术有限公司, 山东 济南 250000

[摘要] 此文基于 5G+4G 长期共存、协同发展, 主要涉及覆盖协同、容量协同、干扰协同三大方面提出与 4G、5G 网络协同优化策略, 保障 4G 性能无损 5G 性能最大化, 加快建设覆盖全国、技术先进、品质优良的 5G 精品网络提供参考。

[关键词] 协同组网; 频谱规划; 时隙对齐

DOI: 10.33142/sca.v5i6.7641

中图分类号: TN9

文献标识码: A

Summary of 4/5G Collaborative Optimization Topic

LI Fujiang

Shandong China Mobile Communication Technology Co., Ltd., Ji'nan, Shandong, 250000, China

Abstract: Based on the long-term coexistence and coordinated development of 5G+4G, this paper proposes a collaborative optimization strategy with 4G and 5G networks in terms of coverage synergy, capacity synergy and interference synergy, so as to ensure that 4G performance is lossless and 5G performance is maximized, and speed up the construction of 5G boutique networks with nationwide coverage, advanced technology and excellent quality to provide reference.

Keywords: collaborative networking; spectrum planning; time slot alignment

1 概述

1.1 5G 组网架构简介

3GPP 协议定义了多种 5G 网络部署方式, 根据 5G 控制面锚点不同区分为两大类: 独立组网 (SA) 和非独立组网 (NSA):

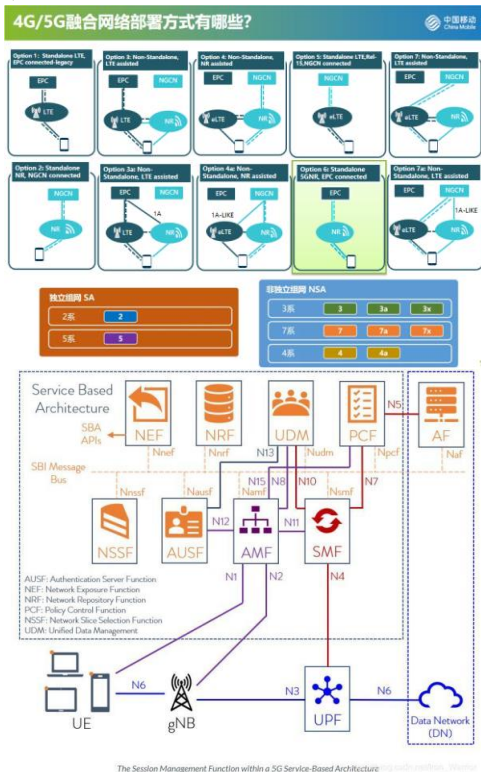
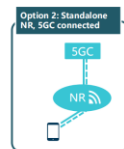


图 1 4G/5G 融合网络部署方式

SA (独立组网): 5G 无线网与核心网之间的 NAS 信令 (如注册, 鉴权等) 通过 5G 基站传递, 5G 可以独立工作。

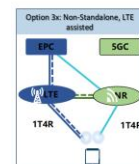


Option 2架构是将独立的新无线接口(NR)连接到5GC(下一代核心网)

- | 优势 | |
|----|----------------------------|
| 😊 | 对现有2G/3G/4G网络无影响 |
| 😊 | 不影响现网2G/3G/4G用户 |
| 😊 | 可快速部署, 直接引入5G新网元, 不需要对现网改造 |
| 😊 | 引入5GC, 提供5G新功能新业务 |
| 劣势 | |
| 😞 | 当NR未实现连续覆盖时, 语音连续性依赖跨系统切换 |
| 😞 | 需要同时部署NR和5GC |

图 2 优势和劣势

NSA (非独立组网): 5G 依附于 4G 基站工作的网络架构, 5G 无线网与核心网之间的 NAS 信令 (如注册, 鉴权等) 通过 4G 基站传递, 5G 无法独立工作。



- | 优势 | |
|----|---|
| 😊 | 5G按需投资, 快速建网, 投资回报更快 |
| 😊 | NSA标准冻结早, 产业更成熟, 业务连续性更好 |
| 😊 | FDD1800 锚点延伸上行覆盖能力 |
| 劣势 | |
| 😞 | Option 3x需改造4G无线网和EPC支持双连接功能, |
| 😞 | 5G建设和4G LTE强绑定, NSA到SA的过程需要无线网和核心网多次升级 |
| 😞 | 初期投资成本低, 但是难以引入5G新业务, SA目标网总投资成本高 |
| 😞 | 5G的有效覆盖范围是LTE锚点和NR覆盖范围的交集 |
| 😞 | LTE锚点及NR邻区规划, 切换优化更复杂, 涉及SN增加, 释放, 变更以及PSCell变更 |

图 3 优势与劣势

SA 优势在于 4G 改造少, 且一步到位, 无二次改造成本, 5G 与 4G 异厂商组网灵活, 且端到端 5G 易拓展垂直行业; NSA 优势在于对核心网及传输网新建/改造难度低, 对 5G 连续覆盖要求压力小, 目前国际运营商多选择 NSA,

目前初期推荐采用 NSA option3X 组网架构，LTE 与 5G NR 新空口双连接 (LTE-NR DC) 的方式，4G 基站 (eNB) 为主站 (作为控制面锚点)，5G 基站 (gNB) 为辅站，同时对原有的 4G 核心网进行升级 (EPC→EPC+)，从而实现控制面信令通过 4G 锚点传输，用户面数据由 NR 站点通过 X2 接口传输。

1.2 option3X 介绍

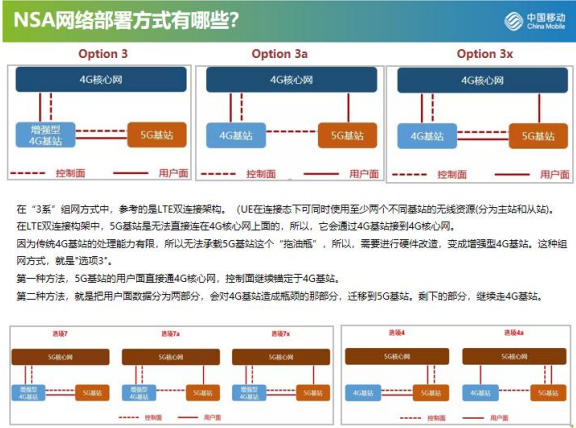


图 4 NSA 网络部署

NSA 组网模式下，从 LTE 升级到 5G，4G 基站为了能够承载 5G 的信令，升级为增强型 4G 基站，也就是锚点，同时增加了 4G 增强型基站与 5G 基站的信令接口 X2，用以管理 5G 的用户接入和 5G 用户面数据传输。由此可见，NSA 组网模式下，4G 基站作为 5G 的锚点，负责控制面信令传输，对于用户的驻留和保持至关重要，锚点优化也是 NSA 组网的重点。

NSA Option3 模式下，LTE eNodeB 要作为 NR 锚点，对 LTE eNodeB 处理能力要求很高。Option 3X 作为 Option3 的优化方案，将 NR 作为数据汇聚和分发点，充分利用 NR 设备处理能力更强的优势，便捷提升网络处理能力。

1.3 网络整体质量目标要求

5G 商用初期重点是有效提升用户感知，实现以下主要目标：

表 1 目标实现

用户感知	评测指标	指标要求
建设合理	单验通过率 (不含传输原因)	80%
	开通 100M 带宽站点	90%
体验优	5G 下行速率 150Mbps 以上采样点占比	95%
	5G 下行平均速率	>550Mbps
	5G 上行速率 2Mbps 以上采样点占比	95%
占得上	5G 上行平均速率	>10Mbps
	SgNB 添加成功率	>95%
驻留稳	LTE 锚点覆盖率	>95%
	NSA 切换成功率	>95%
	NR 掉线率	<5%

2 4/5G 协同优化方法及案例

2.1 网络覆盖协同

2.1.1 通过 4G 网络精准预估 5G 覆盖

充分利用频率相同的特点，基于 4G D 频段覆盖情况进行 5G 覆盖预估。具体可采用 4G D 频段遍历性路测和 MR 大数据分析等手段，进行 5G 网络覆盖模型精确校准，从而实现 5G 网络精确规划和精准建设。

精品路线 RF 优化目标：(拉网路测场景，街道覆盖最优) NR 侧 RF 优化目标：1、优化信号覆盖；2、解决路测过程中发现的 RF 问题；3、结合吞吐率情况，优化覆盖区域和切换带。

LTE 侧 RF 优化目标：1、保证连续覆盖；2、避免 RF 原因导致的掉话或重建；3、减少越区覆盖和乒乓切换。

表 2 4/5G 覆盖协同优化关键指标及其定义

指标名称	指标定义
LTE 锚点覆盖率	锚点频段 RSRP ≥ -110dBm & SINR ≥ -3 的采样比例
5G 网络测试覆盖率 (核心城区)	SS-RSRP ≥ -88dBm & SS-SINR ≥ -3 的采样比例
5G 网络测试覆盖率 (普通城区)	SS-RSRP ≥ -91dBm & SS-SINR ≥ -3 的采样比例

2.1.2 基于场景差异化进行 5G+4G 协同覆盖

城区可利用 5G 的技术优势，通过网络连续覆盖，大幅提升网络性能。农村可利用 4G 网络 FDD 900M 低频广覆盖优势，实现低成本网络覆盖。新增场景直接进行 5G+4G 网络协同覆盖。

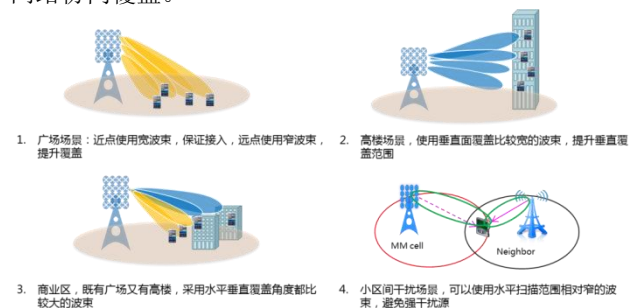


图 5 场景图

2.2 容量协同优化

2.2.1 4/5G 容量协同目前所面临的问题

跟随 5G 站点规模大建设，特别是 2.6G100M 的站点建设开通，TDD-LTE 现网将面临 D1、D2 频点的全面退频，LTE 容量也将面临较大的挑战。为应对即将到来的挑战，在 4G、5G 容量方面，提出如下原则：

(1) 现阶段，5G 用户较少，在保证 5G 用户使用的的前提下，4G 容量基本不变；

(2) 后续阶段，5G 站点规模建设，5G 用户增多，要保证 4G 的基础容量和覆盖。

一方面，可基于 4G 高负荷场景预测未来 5 容量需求。另一方面，在 5G 覆盖区域内，可利用 5G 反向升级 4G

3D-MIMO 大幅提升网络容量。在非 5G 覆盖区域可通过 F 频段扩容、A 频段重耕、FDD 1800M 建设等方式实现 4G 网络扩容。在乡镇农村区域，可利旧拆除的 D 频段资源实现网络扩容。网络容量协同可采用技术特点及应用场景如下图所示。



图6 网络容量协同各类技术特点及应用场景示意图

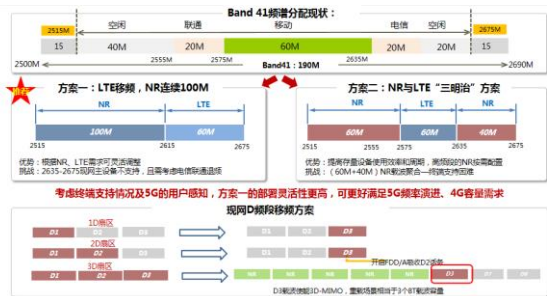


图7 LTE 进行移频

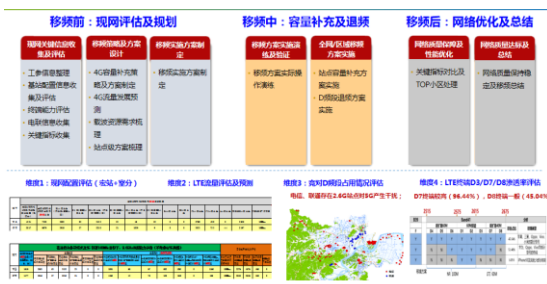


图8 移频“三阶七步”

2.2.2 4/5G 容量协同解决方案

在初始阶段，为解决现网 LTE 退频导致的 4G 容量受限或下降的情况，我们可以通过以下两个方面进行解决：

(1) 通过 5G 反开 3D-MIMO 功能提升 4G 网络容量，灵活运用 FDD、F/A、3D-MIMO。

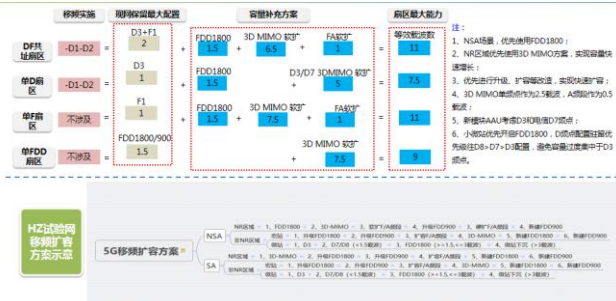


图9 解决图

(2) CloudAir 频谱共享技术，利用 CloudAir 频谱

共享技术提升 4G 网络容量（需 license 支持）。

(3) 遵循“以点带簇，以簇带片”的原则逐步连片部署 NR 100M，保障 4G 网络平稳的前提下加快 5G 网络建设。

针对 5G 连片部署 100M，有如下评估方法：

当前 5G 网络初步可分为 VIP/演示比拼场景和普通商用场景。

(1) VIP/演示区域及比拼场景：

为体现 NR 极致性能，需要构造较为纯净的网络环境，因此需在 NR 区域向外延伸一片区域，将该区域内 LTE 站点的 D1/D2 进行移频，该场景必须设置隔离带。

(2) 普通商用场景：

根据省内当前 5G 网络组网部署现状，可分为以下两类：

5G/TDD/FDD 同厂商：随着 NR 站点逐渐连片建设开通，与周边 LTE D1D2 同频组网的 NR100M 网络性能相对 NR60M 更优。当 LTE D1D2 移频后，可通过 TF 软扩及 5G 反开 3DMIMO 满足容量需求，NR 商用连片场景推荐不设置隔离带。

5G&FDD 同厂商，TDD 异厂商：如果 D 频段退频后该区域 LTE 容量能满足需求，则 LTE 直接退频 D1D2 并开通 NR 100M；如果该区域 LTE 容量不能满足需求，则 D 频段无法直接退频，5G 与 TDD 不同厂商间同频组网，此时可暂时开通 NR 60M。NR 商用连片场景推荐不设置隔离带。

5G&TDD 同厂商，FDD 异厂商：当 LTE D1D2 退频后，可通过 TDD 各频段软扩及 5G AAU 反开 3DMIMO 来补充 LTE 容量需求，此时直接开通 NR 100M。NR 商用连片场景推荐不设置隔离带。

(3) 5G 开通 100M 要求和 4G D 频退频评估

① 5G 开通 100M 带宽的前置原则

与 5G 共址的 4G 站点，必须在 5G 开通 100M 前将共址 4G 的 D1/D2 进行移频，确保 D1/D2 给 5G 使用开通 100M。

② 5G 部署 100M 工作的要求

a. 5G 部署 100M 需要连片开通，才能确保开通区域内 5G 性能得到有效保障；

b. 5G 连片区域内非共址的 4G 站点（含微小）D1/D2 尽可能地移频至 D3/D7D8。

③ 5G 部署 100M 的连片评估指导

针对 5G 开通区域，需按以下方式开展 4G 站点 D1D2 退频和 5G 连片部署 100M 的评估，整体思路如下图：

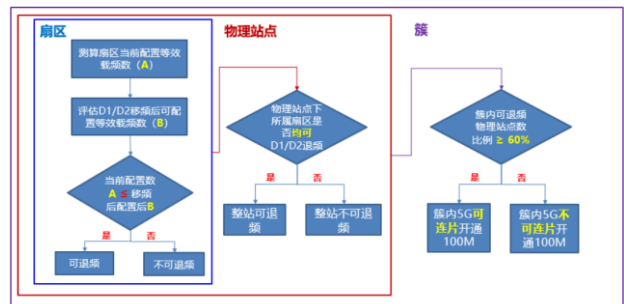


图10 整体思路

2.3 4/5G 干扰协同优化
2.3.1 指标定义

表 3 指标定义

指标名称	指标描述
RSSI	接收到 Symbol 内的所有信号（包括导频信号和数据信号，邻区干扰信号，噪音信号等）功率的平均值
SSB_SINR	同步信号和 PBCH 块的信号干扰噪声比（即接收到的有用信号的强度与接收到的干扰信号（噪声和干扰）的强度的比值。）
CSI-RS_SINR	CSI 参考信号的信号干扰噪声比（即接收到的有用信号的强度与接收到的干扰信号（噪声和干扰）的强度的比值。）

2.3.2 优化原则

小区干扰排查，主要分为上行干扰排查和下行干扰排查；在排查过程中，可以通过不同的分析步骤逐步排查问题，最终解决干扰问题。

上行干扰排查：

(1) 干扰小区评估：通过采集小区的干扰话统，通过干扰话统值对小区进行筛选，找出存在干扰的小区确定干扰小区范围及干扰的严重程度。

(2) 配置&告警&操作排查：排查干扰发生时间是否与配置，告警和操作相关。

(3) 干扰特征初步判断：针对 TOP 站点快速确定干扰在 RB 上的分布情况。

(4) FFT 频谱数据分析：确定干扰信号在频域上的特征。

(5) 反向频谱分析：确定干扰信号在时域上的特征。

(6) 干扰扫频：通过扫频仪等设备，确定干扰源。

下行干扰排查：主要是指在 UE 侧的干扰问题，导致 UE 侧的下行性能受到影响，无法达到预期的速率。目前此类问题需要通过 Probe 数据进行分析，通过服务小区的

SSB 信号，CSI 信号以及邻区的 SSB 信号，对比信号之间的差异来评估是否存在外部干扰问题。

(1) Probe 数据分析：分析下行信号判断干扰可能性。

(2) 二次谐波排查：排除终端侧二次谐波的影响。

(3) 干扰扫频：通过扫频仪等设备，确定干扰源。

总结干扰问题分析思路如下：



图 11 干扰问题分析思路图

3 结束语

2.6G 频段的 5G 规划初期需重点关注与 4G 网络的价值、频率、覆盖和容量等方面协同。在 5G 网络高起点、高标准建设的同时，协同解决 4G 覆盖和容量面临的实际问题，实现一网两用、投资效益最大化。

[参考文献]

[1]黄春和. 基于 4G/5G 协同优化的精简网络研究[J]. 大科技, 2021(5):96.
[2]刘海林. 5GNSA 架构下 4/5G 协同规划优化策略研究[J]. 信息通信, 2020(11):3.
作者简介: 李福江 (1978.9-), 汉族, 山东济南人, 本科, 研究方向: 无线优化