



工程与应用

VoNR 无线优化策略研究

张新超, 李荣琳

(中国移动通信集团山东有限公司, 山东 济南 250002)

摘要: 5G 网络语音解决方案目前有两种, 分别为演进分组系统回落 (evolution packet system falls back, EPS Fallback) 和新空口承载语音 (voice over new radio, VoNR)。在 5G 网络建设初期, 5G 基站覆盖和 5G 终端渗透率均不高, EPS Fallback 作为 5G 语音过渡方案, 目前随着 2.6 GHz 和 700 MHz 网络的部署, 独立组网 (standalone, SA) 模式逐步实现独立组网, VoNR 将作为 5G 语音的主要方案。为了积极应对 VoNR 的部署, 多维度对比分析 VoNR 的优势, 深入研究了 VoNR 特性功能、参数以及应用场景, 制定了 VoNR 无线策略, 针对上行弱场、干扰、大话务等各类场景下的特性功能部署和优化提供建议和方案, 为 VoNR 正式商用做好准备。

关键词: VoNR; 5G 语音解决方案; 互操作策略; 5G 无线网

中图分类号: TN929.5

文献标志码: A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2022146

Research on VoNR voice wireless optimization strategy

ZANG Xinchao, LI Ronglin

China Mobile Group Shandong Co., Ltd., Jinan 250002, China

Abstract: There are two 5G voice solutions, EPS Fallback and VoNR. In the early stage of 5G network construction, 5G base station coverage rate and terminal penetration rate were not high, so EPS Fallback was used as a 5G voice transition solution. At present, with the deployment of 2.6 GHz and 700 MHz networks, the SA network achieves independent networking, and VoNR will be the main solution for 5G voice. In order to actively respond to the deployment of VoNR and analyze the advantages of VoNR from multiple dimensions, an in-depth research on VoNR features, parameters, and application scenarios were conducted, VoNR wireless strategy deployment was formulated, for uplink weak field, interference, large traffic characteristics of all kinds of scenarios functions such as deployment and optimization to provide suggestion and scheme, and prepares for VoNR's official commercial use.

Key words: VoNR, 5G voice solution, interoperability strategy, 5G wireless network



0 引言

数据业务驱动了通信网络向 5G 网络的演进,但语音业务仍然是通信网络必备的关键基础业务。在 5G 网络建设初期,5G 基站覆盖和终端渗透率均不高,独立组网(standalone, SA)模式下的语音业务采用演进分组系统回落(evolution packet system falls back, EPS Fallback)解决方案,从 5G 网络回落到 4G 网络,相应数据业务也在 4G 网络进行。EPS Fallback 方案一方面会造成语音呼叫建立时延变高,另一方面基于 4G 网络的数据业务速率相对于 5G 网络会降低^[1]。

随着 5G 网络的规模部署,支持采用新空口承载语音(voice over new radio, VoNR)解决方案解决上述问题^[2]。支持 5G 用户基于 5G 网络直接进行语音业务,无须回落到 4G 网络,从而获得更高质量的语音业务体验和更高速率的数据业务体验。

1 5G 网络语音通话的两种方式

1.1 EPS Fallback

5G 网络初期不提供语音业务,当 5G 基站(gNodeB)在新空口(new radio, NR)上建立 IP 多媒体子系统(IP multimedia subsystem, IMS)语音通道时会触发 EPS Fallback 切换。此时 gNodeB 向 5G 核心网(5G core, 5GC)发起重定向或者异系统(inter-RAT)切换请求,回落到 4G 网络,由 VoLTE 提供语音业务。该方案在核心侧要求 5GC 与演进的分组核心网(evolved packet core, EPC)、IMS 开通服务接口^[3],接入侧要求 NR 与长期演进(long term evolution, LTE)技术重叠覆盖^[4-7]。

1.2 VoNR

VoNR 支持 5G 用户基于 5G 网络直接进行语音业务,即在 5G 网络内的用户设备(user

equipment, UE)和 IMS 间建立基于 IP 传输网络的语音专用承载^[8]。VoNR 方案需要规模化部署 5G 网络和 IMS 网络,为语音业务提供质量保证,当 5G 网络覆盖不足时,终端在移出 5G 网络覆盖区时触发切换,切换至 4G 网络提供服务^[4-5]。

1.3 VoNR 与 EPS Fallback 对比

VoNR 作为 5G 终极语音解决方案,直接在 5G 网络进行语音承载^[9],且采用新的语音编码方式增强语音服务(enhanced voice service, EVS)编码, EVS 扩展音频带宽为 14 Hz~17 kHz,支持人类听觉的全带宽,语音抗干扰能力强,对覆盖增益显著,可以在弱覆盖的场景下提供更高的语音质量,有效缓解 2.6 GHz 衰减快的问题; EVS 编码可以提升语音平均意见得分(mean opinion score, MOS)到 4.6,有望使整体语音质量再上一个台阶, EVS 包括增强窄带语音服务(EVS narrowband, EVS-NB)编码、增强宽带语音服务(EVS wideband, EVS-WB)编码、增强超宽带语音服务(EVS super wideband, EVS-SWB)编码、增强全宽带语音服务(EVS full band, EVS-FB)编码和自适应多速率宽带编码(AMR-WB input/output, AMR-WB I/O)5 种编码方式, EVS 编码速率见表 1^[10]。

表 1 EVS 编码速率

编码方式	支持的语音编码速率/(kbit·s ⁻¹)
EVS-NB	5.9、7.2、8.0、9.6、13.2、16.4、24.4
EVS-WB	5.9、7.2、8.0、9.6、13.2、16.4、24.4、32、48、64、96、128
EVS-SWB	9.6、13.2、16.4、24.4、32、48、64、96、128
EVS-FB	16.4、24.4、32、48、64、96、128
AMR-WB I/O	6.6、8.85、12.65、14.25、15.85、18.25、19.85、23.05、23.85

对比 EPS Fallback 方案, VoNR 还具有网络结构简单、接通时延低、网络成本低、业务体验好等优势, EPS Fallback 和 VoNR 对比见表 2。

表 2 EPS Fallback 和 VoNR 对比^[11]

EPS Fallback		VoNR
网元数/个	15+	11
接口数/个	40+	14
语音 MOS 值	4.1	4.6
互操作涉及网络	2G、4G、5G	4G、5G
数据业务	通话时在 4G 网络	通话时在 5G 网络
呼叫建立时延	EPS FB 相比 VoNR 增加回落流程, 呼叫流程复杂, 呼叫建立时延较大 (总体 3~5 s)	相比 EPS FB, 省去 5G 到 4G 的回落, 呼叫建立时延可节省 1~2 s (总体 1.5~2 s)
使用成本	单比特带宽成本高	5G 上行带宽和小区容量较 4G 有 10~20 倍提升, 单比特带宽成本低
业务体验	网络弱覆盖区域容易卡顿、花屏; 仅点对点, 不支持多方视频通信	EVS 作为音频默认编解码, 语音抗干扰能力增强, 并带来有效的网络覆盖增益; 支持多方视频通信

2 VoNR 特性功能

2.1 网络覆盖提升

(1) 5G 网络弱覆盖区域起呼转 EPS Fallback 功能

基于覆盖的 VoNR 和 EPS Fallback 自适应机制如图 1 所示, gNodeB 根据 5QI1 承载建立前是否上报 A2 测量来判断该主叫或被叫 UE 是否处于弱覆盖区域, 如果上报 A2 测量则判断该 UE 处于弱覆盖区域。针对弱覆盖区域的 UE, 当 gNodeB 收到核心网发送的 PDU 会话资源修改请求 (PDU session resource modify request) 消息或 PDU 会话资源建立请求 (PDU session resource setup request) 消息要求建立 5QI1 语音承载时, gNodeB 向核心网回复的 PDU 会话资源修改响应 (PDU session resource modify response) 消息或 PDU 会话资源建立响应 (PDU session resource setup response) 消息中携带失败原因值, 即拒绝建立 5QI1 语音承载, 而是进入 EPS Fallback 语音呼叫流程; 如果 UE 处于非弱覆盖区域, 则进入 VoNR 语音呼叫流程, 保障用户接通体验^[12]。

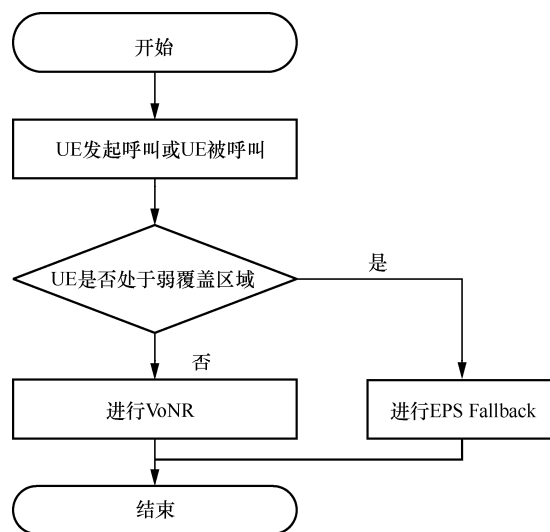


图 1 基于覆盖的 VoNR 和 EPS Fallback 自适应机制

(2) 基于 HARQ 的上行覆盖优化

重传判定原理如图 2 所示, 当 5QI1 承载采用未确认模式 (unacknowledged mode, UM) 时, gNodeB 针对语音用户在媒体接入控制 (media access control, MAC) 层进行最大 4 次混合自动重传请求 (hybrid automatic repeat request, HARQ) 重传, 如果用户处于小区边缘, 重传 4 次可能也无法确保上行数据完全准确传输。基于 HARQ 的上行覆盖优化支持将最大 HARQ 重传次数调整为



8 次, 通过增加上行重传机会, 在弱覆盖场景下提高上行数据传输的成功率。

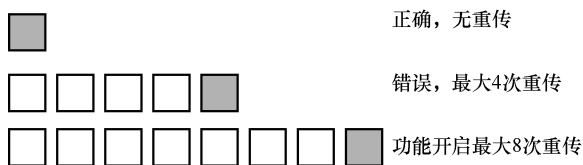


图2 重传判定原理

(3) 基于空口速率的调速

基于空口速率的调速支持 gNodeB 根据媒体接入控制层控制单元 (media access control control element, MAC CE) 反馈上行空口能力, 向 UE 提供推荐速率信息, 以配合 UE 实现语音速率调整功能^[13], 有两种实现方式, 一种为 gNodeB 主动通知 UE 推荐上行速率调整, 即当 gNodeB 检测到 UE 的空口速率低于门限时, 根据检测结果通过 MAC CE 主动通知 UE 推荐的空口速率为某一低空口速率, UE 根据推荐的空口速率进一步协助其判断是否要降低语音编码速率; 当 gNodeB 检测到 UE 的空口速率高于门限时, 根据检测结果通过 MAC CE 主动通知 UE 推荐的空口速率为某一高空口速率, UE 根据推荐的空口速率进一步协助其判断是否要提升语音编码速率。另一种方式为 UE 主动查询上行速率, 通过 gNodeB 推荐的速率调速。

(4) ROHC 语音包头压缩

VoNR 是基于 IP 网络传输的语音业务, 并且语音包采用的都是小包高频传输 (语音帧大小为 20 ms), 因此语音包头部的开销占整个数据包的比例较大。以 IPv4 语音数据包为例, 头部开销为 40 byte, 净荷大小一般为 32~61 byte, 头部开销占语音数据包总数据量的 39.6% ($40/(40+61) \sim 55.6\%$ ($40/(40+32)$), 即带宽资源的有效利用率只有 44.4%~60.4%, 低资源利用率会直接影响无线网络 IP 化的发展。稳健性包头压缩 (robust header compression, ROHC) 语音包头压缩支持 IPv4 和 IPv6 包头的压缩, 通过减少语音包头部负

荷来降低无线链路误码率和时延、减少无线资源消耗, 最高可以将包头压缩成 1 byte, ROHC 语音包头压缩示意图如图 3 所示^[14]。

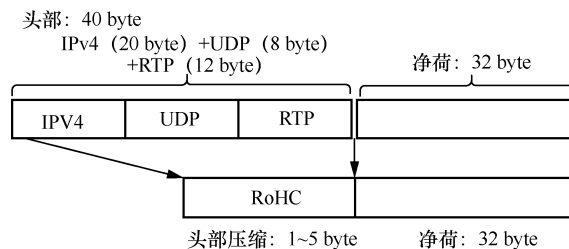


图3 ROHC 语音包头压缩示意图

2.2 语音质量提升

(1) 上行 RB 预留

上行无线承载 (radio bearer, RB) 预留支持为 5G 语音用户预留特定位置和数量的 RB 资源, 以保障语音业务体验。语音用户可优先使用预留的 RB 资源, 预留的 RB 资源被占满后可以继续使用非预留的 RB 资源, 非预留的 RB 资源按照正常的调度流程分配, 非语音用户不能使用预留的 RB 资源。建议在大话务场景或高语音用户比例场景开通上行 RB 预留, 可以更有效地保障语音业务质量。

(2) VoNR 基于语音质量的切换

基于语音质量切换指基站实时监控终端语音质量, 基于语音质量的切换原理示意图如图 4 所示, 终端在无线环境尚未达到互操作门限时, 如果语音质量变差, 则下发异频/异系统测量, 如果测量结果达到切换门限就切换至目标小区保障语音质量, 主要用于弱覆盖、高干扰以及下行质量差等场景, 用于改善语音质量。

(3) 上行 RLC 分段优化

当信道质量较低时, UE 发射功率受限, 上行动态调度分配的传输块大小 (transport block size, TBS) 会随之调小, 使得无线链路控制 (radio link control, RLC) 分段变多, 从而增加了同一个 VoNR 语音包的调度次数。调度次数增加会导致 VoNR 语音包时延升高、丢包率抬升以及上行开销增多

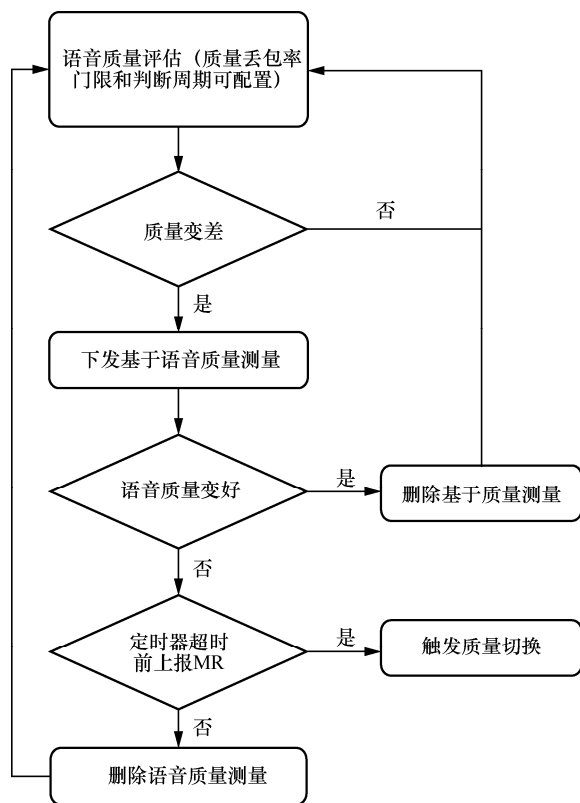


图4 基于语音质量的切换原理示意图

的语音质量问题。上行 RLC 分段优化功能通过限制上行动态调度分配的 TBS 来降低上行 RLC 分段数，以提高信道质量较低时的语音质量。

(4) PUSCH 的功率差异化配置

当 VoNR 用户的物理上行共享信道（physical uplink shared channel, PUSCH）功率不足时，可能会导致上行丢包。PUSCH 的功率差异化配置功能支持通过参数配置 VoNR 用户的 PUSCH 功率相对非 VoNR 用户的 PUSCH 功率的偏置，提升

VoNR 用户的 PUSCH 功率，从而提升语音业务的上行传输可靠性。

(5) VoNR 5QI1/5QI5 上行预调度

VoNR 语音包通过 5QI=1 承载传输，通过开启预调度功能，基站侧可以在终端发送调度请求（scheduling request, SR）之前分配上行资源，省去终端上报 SR 的步骤，以便语音包得到及时调度，可以改善远点语音感知。

(6) 上行 MCS 选阶优化

当 VoNR 用户上行调制和编码方案（modulation and coding scheme, MCS）阶数偏高时，会导致语音业务的上行丢包率抬升，因此需要确保 VoNR 用户上行 MCS 阶数合理，以保障语音包传输的可靠性。上行 MCS 选阶优化功能支持通过降低语音业务初传上行 MCS 阶数来降低语音业务的上行丢包率，以提升语音传输质量^[15]。

3 VoNR 无线网策略

综合应用基于覆盖和质量载波优选技术，对 NR 覆盖边缘、上行弱场、干扰、多频覆盖等多场景下的功能特性应用策略进行深挖，确保语音业务质量^[16]。

3.1 特性功能场景化应用策略

建立“场景-策略-特性”三层和“场景与策略匹配，策略与特性功能匹配”两级优化模型，输出不同场景问题优化方案，构建全面立体的 VoNR 优化体系，场景、策略、参数“三层两级”模型如图 5 所示。

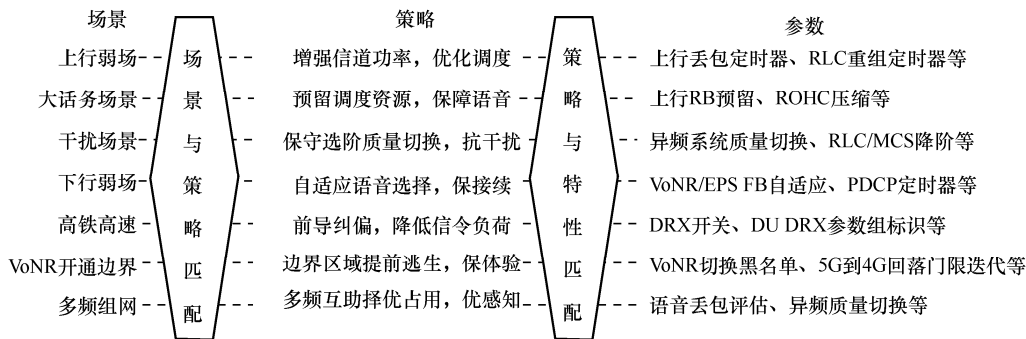


图5 场景、策略、参数“三层两级”模型



各类场景及优化策略如下。

(1) 上行弱覆盖场景

采用增强上行调度,提升上行覆盖。开启基于 HARQ 的上行覆盖优化特性功能,通过增加上行重传机会,在弱覆盖场景下提高上行数据传输的成功率;优化上行分组数据汇聚协议(packet data convergence protocol, PDCP)定时器、gNodeB RLC 重组定时器,拉长定时器时长能够有效改善 MOS 值,上行时延覆盖优化和 VoNR 用户的 PUSCH 功率谱偏置量可有效改善实时传输协议(real-time transport protocol, RTP)丢包率。持续开展 RLC 模式、UM 模式 RLC 参数组标识和 gNodeB RLC 重排序定时器等参数优化工作,根据不同场景进行参数调优,PDCP、RLC 定时器优化建议见表 3。

表 3 PDCP、RLC 定时器优化建议

分类	参数名称	建议值
PDCP 配置	上行 PDCP 丢弃定时器	5QI1 MS300
	gNodeB PDCP 重排序定时器	5QI1 MS50
RLC 配置	RLC 模式	UM
	UM 模式 RLC 参数组标识	0
	gNodeB RLC 重组定时器	5QI1 MS40

(2) 大话务场景

采用预留 PRB 资源,保障用户语音特性。涉及主要特性参数有上行 RB 预留开关、上行 VoNR RB 资源预留个数、起始位置、ROHC 模式、ROHC 头压缩开关和头解压失败恢复开关等,上行 PRB 预留和 ROHC 特性优化建议见表 4。

表 4 上行 PRB 预留和 ROHC 特性优化建议

分类	参数名称	建议值
上行 PRB 预留	上行 RB 预留开关	0
	上行 VoNR RB 资源预留个数	N10
	上行 VoNR RB 资源预留起始位置	0
ROHC 特性	ROHC 头压缩开关	1
	ROHC 头解压失败恢复开关	1
	ROHC 模式	O_MODE

(3) 干扰场景

5G 网络仍采用同频组网方式,随着基站密度增加,网内干扰无法避免,加之 700 MHz 地面数字电视信号等影响,700 MHz 频段部分子载波受扰严重,网外干扰也较难在短期内解决。针对 5G 干扰场景,可通过降低 MCS 阶数和语音编码速率提升抗干扰能力,改善语音质量,干扰影响较重区域可结合语音质量切换保障通话连续性。具体可通过以下方案应对。

- 开启基于干扰特性的语音优化方案,分别从上行调度和下行调度进行干扰规避,VoNR 语音优先调度没有干扰的 RB 资源。
- 频间协同优化,开展上行 MCS 选阶优化、上行 RLC 分段增强、分组公共控制信道(packet common control channel, PCCCH)、控制信道元素(control channel element, CCE)聚合等优化工作,提高 VoNR 上行质量。
- 开启基于语音质量异频切换,保障通话连续性。
- 700 MHz 高干扰小区部署小带宽策略,规避干扰频段。

(4) 下行弱覆盖场景

下行弱覆盖场景易发生 VoNR 起呼回落 4G 导致接入失败或时延高、无合适 NR 邻区切换导致语音感知急剧恶化等问题。可基于 4G/5G 测量报告(measurement report, MR)数据,根据 4G/5G MR 时间提前量(timing advance, TA)主要分布区间,以及 5G 网络 MR 覆盖率识别 5G 下行覆盖边界。对于 VoNR 起呼风险,可通过开启 VoNR 和 EPS Fallback 自适应,起呼阶段 gNodeB 根据覆盖自动判决,在弱覆盖时自动触发 EPS Fallback,保障呼叫接续性。对于 VoNR 呼叫建立后无合适 NR 邻区切换风险,可以在语音感知急剧恶化前,及时通过基于覆盖判决

切换至 VoLTE 继续通话,也可通过上行/下行质量判决切换,在 VoNR 出现质差时及时切换至 VoLTE 继续通话。同时开展下行分组数据汇聚层协议(packet data convergence protocol, PDCP)丢弃定时器、自适应 A2(表示服务小区信号质量低于一定门限)、参考信号接收功率(reference signal received power, RSRP)门限、差异化服务质量(quality of service, QoS)异系统门限以及事件时间迟滞优化,改善 VoNR 丢包率,保障 5G 语音感知。

(5) 高铁高速场景

非连续接收(discontinuous reception, DRX)指 UE 根据一定的时间间隔进行无线发射从而节约终端的电能,开启时可能导致基站与 UE 对激活期状态判断出现不一致,影响语音包的调度,造成调度时延增高、语音包超时丢包,高速移动的 UE 判断准确性进一步降低,建议高速移动场景关闭 5QI1 业务的 DRX 功能,降低丢包,提升语音 MOS,DRX 参数设置建议见表 5。

表 5 DRX 参数设置建议

参数名称	现网值	建议值
基础 DRX 开关	0	DRX 总开关
DRX 参数组标识	255	5QI1 参数组配置 255 (配置 255 表示 DRX 不生效)

(6) VoNR 开通边界

VoNR 用户从 VoNR 开通区域移动到非开通区域时,无法直接平滑切换,概率性导致语音切

换失败、掉话等问题,VoNR 商用初期,开通边界的语音连续性存在挑战。可以通过以下方案进行应对。

- VoNR 切换屏蔽特性部署,限制 VoNR 用户从 A 小区到 B 小区切换。
- 基于覆盖/业务质量的 5G/4G 网络互操作精细优化,参数持续迭代寻优。

(7) 多频组网场景

多频组网场景如果存在重叠覆盖度较高、边缘弱覆盖、上行高干扰的情况下,很容易导致 VoNR 出现高丢包现象影响用户感知,建议开启质量切换,及时切换到更好的小区,最大限度保障用户感知,基于质量的异频切换优化建议见表 6。

3.2 无线互操作策略

(1) 空闲态策略

重选参数设置不合理容易导致用户驻留非最优网络,用户优先驻留在小带宽容量受限层,容易导致数据业务速率体验差,过早地重选到 4G 非连续覆盖网络,容易导致用户接入网络后语音、数据体验较差。分场景设置合理优先级,重选门限与切换联动,避免乒乓切换(乒乓切换:指终端在服务小区和相邻小区来回进行切换的现象),确保用户驻留在最佳网络^[16]。

NR 分覆盖场景设置优先级,按照室分层>容量层>室外>覆盖层的原则,即 NR 室分>NR 2.6 GHz>NR 4.9 GHz>NR 700 MHz>LTE,系统间开启基于覆盖的 NR2L(NR to LTE)重选/基

表 6 基于质量的异频切换优化建议

参数名称	作用	建议值
基于 VoNR 语音质量的异频切换开关	当开关为开时,在 VoNR 语音质量较差时可触发异频切换,可提升 VoNR 语音体验	开启
语音业务丢包率评估周期	该参数设置越大,语音业务丢包率评估周期越长,越难触发;设置越小,语音业务丢包率评估周期越短,越容易触发	2 s
基于语音质量的异频切换的丢包率门限	该参数设置越大,门限越高,越难触发;设置越小,门限越低,越容易触发	5%



于绝对优先级的 L2NR (LTE to NR) 重选, 门限与连接态对齐。NR 低优先级小区重选高优先级, 高优先级 $RSRP > -108$ dBm, 高优先级向低优先级重选, 当 $RSRP$ 低于 A2 门限触发异频测量, 高优先级小区服务 $RSRP$ 低于 B21 且目标 > -108 dBm, UE 发起重选。

(2) 业务态策略

当前网络场景主要有 4 种, 农村和乡镇 700 MHz 覆盖优于 2.6 GHz、市区室内 700 MHz 覆盖优于 2.6 GHz、市区室外 2.6 GHz 覆盖优于 700 MHz、700 MHz 和 2.6 GHz 覆盖相当。由于网络场景复杂, 不同场景移动性策略设置要求差异较大, 如果策略设置不当, 则无法保障 VoNR 业务连续性, 需要差异化设置频间质量和覆盖切换策略。

分场景开启 VoNR 基于质量和覆盖的异频、异系统切换功能, 保障通话的连续性, 根据网络情况设置合理的门限确保语音业务连续性, NR 覆盖边缘, 语音由 VoNR 切换至 VoLTE, 用户挂断电话后快速返回 (fast return, FR) 到 NR 网络; 700 MHz 连续覆盖后, VoNR 承载以 700 MHz 为主, 开启 NR 语数分层, 将话务向 700 MHz 迁移, 弱覆盖区域切换至 2.6 GHz, 分层驻留门限参考 VoNR 边缘覆盖电平, 互操作设置建议如图 6 所示。

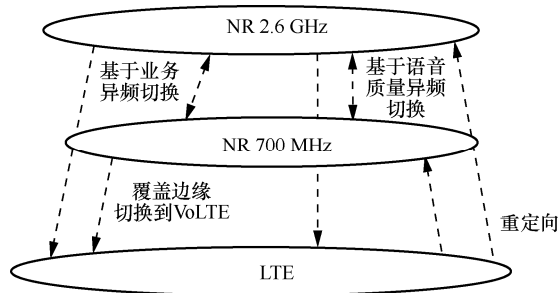


图 6 互操作设置建议

考虑到目前 4G 网络覆盖优于 5G 网络, 通话过程中 4G 向 5G 切换容易造成语音通话质量差和乒乓切换, 因此不建议开启 VoLTE 切换 VoNR,

建议语音通话结束后再返回 5G 网络。

4 VoNR 商用存在的问题

(1) 终端普及率低

现有支持双模 5G 网络的终端中, 大部分硬件都支持 VoNR 功能, 如高通 X55、天机 700、麒麟 990 及后续的版本, 相应终端有 iPhone13 系列、华为 mate30 及以上版本、华为 P40 及以上版本、OPPO A72/VIVO A52S/红米 Note9 等。但由于 VoNR 没有推送商用版本, 目前终端没有打开 VoNR 的开关。

(2) 700 MHz 干扰影响

中国广播电视网络集团有限公司获取的 700 MHz 频分双工 (frequency-division duplex, FDD) NR 频谱带宽为上下行各 40 MHz, 频率范围为上行 703~743 MHz、下行 758~798 MHz, 当前组网使用 30 MHz 带宽、上行 703~733 MHz、下行 758~788 MHz^[18-19], 如果电视频道未退频, 会对 NR 造成严重干扰。中远端 VoNR 用户在干扰值 > -100 dBm 时通话感知较差, 甚至影响 5G 驻留, 此区域部署 VoNR 对用户感知有较大影响, 建议优先采用 EPS Fallback 语音策略。

(3) 特性功能待完善

VoNR 的主要特性功能有基于 MAC CE 的调速、基于 HARQ 的上行覆盖优化、ROHC 语音包头压缩、上行 RB 预留、PUSCH 的功率差异化配置、上行 RLC 分段优化、弱场起呼转 EPS Fallback 功能、基于语音质量的异频切换等。当前华为、中兴、爱立信等主流设备厂商主设备均已支持 VoNR 基本功能, 但不同厂商主设备语音质量增强的特性功能存在差异, 影响 VoNR 质量提升。

5 结束语

目前 VoNR 终端普及率低、设备厂商特性功能差异等均影响 VoNR 部署, 借鉴 VoLTE 经验,

端到端开展工作,全面发现并解决无线网、核心网、终端配合的各种问题,促进端到端产业链成熟^[20]。本文根据不同场景设置不同的互操作参数,总结出“场景-策略-特性”三层和“场景与策略匹配,策略与特性功能匹配”两级优化模型,深入研究各种场景下的互操作策略,为VoNR正式商用打下坚实的网络基础。未来随着5G网络的发展和VoNR终端的普及,将为越来越多的用户提供高清语音和视频通话业务。

参考文献:

- [1] 尤肖虎,潘志文,高西奇,等. 5G移动通信发展趋势与若干关键技术[J]. 中国科学: 信息科学, 2014, 44(5): 551-563.
YOU X H, PAN Z W, GAO X Q, et al. The 5G mobile communication: the development trends and its emerging key techniques[J]. Scientia Sinica (Informationis), 2014, 44(5): 551-563.
- [2] 张海霞,魏书伟,范敏. 5G语音业务解决方案研究[J]. 电子元件与信息技术, 2021, 5(9): 183-184, 188.
ZHANG H X, WEI S W, FAN M. 5G voice service solution research [J]. Electronic Components and Information Technology, 2021, 5(9): 183-184, 188.
- [3] 张晨,韦国锐. 移动通信4G/5G互操作中的配置研究与优化[J]. 通信技术, 2021, 54(4): 1015-1020.
ZHANG C, WEI G R. Research and optimization of configuration in mobile communication 4G/5G interoperability[J]. Communications Technology, 2021, 54(4): 1015-1020.
- [4] 黄智瀛,白锡添,杜安静. 5G SA语音端到端信令面分析与优化方法[J]. 通信技术, 2021, 54(4): 878-884.
HUANG Z Y, BAI X T, DU A J. 5G SA voice EPS fallback & fast return signaling plane analysis and optimization methodology[J]. Communications Technology, 2021, 54(4): 878-884.
- [5] 张丽. 5G语音业务流程和典型问题分析[J]. 电信工程技术与标准化, 2021, 34(8): 76-81.
ZHANG L. 5G voice service process and analysis of typical problems[J]. Telecom Engineering Technics and Standardization, 2021, 34(8): 76-81.
- [6] 石红晓,刘佳,钱华. 5G核心网VoNR语音演进方案研究[J]. 电信快报, 2021(11): 27-30.
SHI H X, LIU J, QIAN H. Research on voice evolution scheme of 5G core network VoNR[J]. Telecommunications Information, 2021(11): 27-30.
- [7] 王耀祖,张洪伟,吴磊. 5G NR语音解决方案分析[J]. 邮电设计技术, 2019(10): 66-70.
WANG Y Z, ZHANG H W, WU L. Analysis of solution for 5G NR voice service[J]. Designing Techniques of Posts and Telecommunications, 2019(10): 66-70.
- [8] 龙永策,杨廷卿. 5G语音解决方案研究[J]. 电信技术, 2019(8): 22-25.
LONG Y C, YANG T Q. Research on 5G voice solution[J]. Telecommunications Technology, 2019(8): 22-25.
- [9] 付艳. 5G语音业务解决方案[J]. 通讯世界, 2019, 26(7): 105-106.
FU Y. 5G voice service solution [J]. Telecom World, 2019, 26(7): 105-106.
- [10] 刘智德,马金兰. VoNR语音解决方案探讨[J]. 广东通信技术, 2021, 41(7): 28-32.
LIU Z D, MA J L. Discussion on VoNR voice solution[J]. Guangdong Communication Technology, 2021, 41(7): 28-32.
- [11] 裴金栋,张燕,彭鹏. 基于信令的EPS FB呼叫建立时长评估体系[J]. 电信快报, 2021(5): 28-31.
PEI J D, ZHANG Y, PENG P. The evaluation system of EPS FB time-delay based on signal[J]. Telecommunications Information, 2021(5): 28-31.
- [12] 马金兰,杨征,朱晓洁. 5G语音回落4G解决方案探讨[J]. 移动通信, 2019, 43(4): 37-42.
MA J L, YANG Z, ZHU X J. Discussion on solution to EPS fallback[J]. Mobile Communications, 2019, 43(4): 37-42.
- [13] 唐晓翔. VoNR超高清语音方案及优化研究[J]. 通信世界, 2022(5): 46-48.
TANG X X. VoNR ultra HD voice solution and optimization research [J]. Communications World, 2022(5): 46-48.
- [14] 胡春雷,侯佳. VoNR无线覆盖能力研究[J]. 移动通信, 2022, 46(3): 73-79.
HU C L, HOU J. Research on VoNR wireless coverage capability[J]. Mobile Communications, 2022, 46(3): 73-79.
- [15] 方琰崴,周俊超. 5G语音解决方案和关键技术[C]//5G网络创新研讨会(2019). 2019: 68-75.
FANG Y W, ZHOU J C. 5G voice solutions and key technologies[C]//Proceeding of 5G Network Innovation Seminar (2019). 2019: 68-75.
- [16] 杜鹏,王刚. 5G语音连续性方案研究[J]. 移动通信, 2020, 44(10): 34-37, 72.
DU P, WANG G. Research on 5G SRVCC solution[J]. Mobile Communications, 2020, 44(10): 34-37, 72.
- [17] 刘湘梅,熊力,段潇君,等. 4G/5G多网协同与互操作研究[J]. 移动通信, 2019, 43(12): 42-47.
LIU X M, XIONG L, DUAN X J, et al. Research on 4G/5G multi network cooperation and interoperability[J]. Mobile Communications, 2019, 43(12): 42-47.



- [18] 王涛, 张健, 李承基. 广电 700 MHz 5G 网络组网架构及业务发展策略研究[J]. 中国传媒科技, 2020(8): 11-14.
WANG T, ZHANG J, LI C J. Research on 700 MHz 5G networking architecture and service development strategy of broadcast & television[J]. Science & Technology for China's Mass Media, 2020(8): 11-14.
- [19] 颜军. 700 MHz 5G 网络覆盖能力分析[J]. 江苏通信, 2021, 37(5): 10-15, 19.
YAN J. 700 MHz 5G network coverage capability analysis[J]. Jiangsu Communication, 2021, 37(5): 10-15, 19.
- [20] 吴凌博, 岳胜. 4G 与 5G 融合组网及互操作技术分析[J]. 数字通信世界, 2020(11): 110-111.
WU L B, YUE S. Analysis of 4G and 5G converged networking and interoperability technology [J]. Digital Communication World, 2020(11): 110-111.

[作者简介]



张新超 (1986-), 男, 中国移动通信集团山东有限公司工程师, 主要研究方向为 5G、端到端质量评估、自智网络演进。



李荣琳 (1995-), 女, 中国移动通信集团山东有限公司工程师, 主要研究方向为 VoLTE、EPS FB、VoNR 语音质量分析及优化。