



基于信令消息的 VoLTE 接续时延优化

郭宝¹, 张阳²

(1. 中国移动通信集团山西有限公司, 山西 太原 030032;

2. 中国移动通信集团公司, 北京 100033)

摘要: 承载于 LTE 的语音业务 (VoLTE) 无线频谱利用效率优于传统 CS 语音, 高清语音和视频编解码的引入显著提高了通信质量, VoLTE 呼叫接续时长较传统 CS 语音大幅缩短。主要针对 VoLTE 的接续时延, 提出基于信令消息的 VoLTE 接续时延优化, 依据 VoLTE 终端在接续过程中不同阶段的网元间交互的信令消息, 从寻呼、域选、资源预留 3 个阶段分别对影响 VoLTE 接续时延的因素进行针对性分析, 并给出相应的解决方案。

关键词: 寻呼策略; 域选; 接续时延

中图分类号: TN929.5

文献标识码: A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2017040

VoLTE call setup delay optimization based on signaling message

GUO Bao¹, ZHANG Yang²

1. China Mobile Group Shanxi Co., Ltd., Taiyuan 030032, China

2. China Mobile Communications Corporation, Beijing 100033, China

Abstract: VoLTE wireless spectrum utilization efficiency is better than that of the traditional CS voice. The introduction of high-definition voice and video codes significantly improves the communication quality. VoLTE call setup duration has been significantly shortened compared to the traditional CS voice. Analyzing the factors in causing call setup delay of VoLTE was focused, and corresponding solutions about the VoLTE call setup delay optimization was put forward based on the signaling message in different stages, including paging, domain selection, resource reservation.

Key words: paging strategy, domain selection, call setup delay

1 引言

承载于 LTE 网络的语音业务 (voice over LTE, VoLTE) 曾经出现过多种技术和演进路线, 主要包括语音回落 (circuit switched fallback, CSFB)、单卡双待 (simultaneous voice and LTE, SVLTE)、OTT (over-the-top)、VoLTE 4 种方式。语音回落方式是 LTE 系统只提供数据业务, 当发起或

者接受语音呼叫时, 回落到 CS 域进行处理, 是一种快速提供业务的方案, 缺点是呼叫接续速度慢。单卡双待方式, 手机同时工作在 LTE 和 CS 网络, 前者提供数据业务, 后者提供语音业务, 是基于手机终端的语音解决方案, 缺点是手机成本高、耗电高。OTT 方式是建立在 LTE 系统高带宽、低时延、永远在线的基础上, 采用 Skype、微信等软件来提供 LTE 的语音, 缺点是无 QoS 保证, 切换时通话时延增大, 且

不提供与 2G/3G 的切换与漫游等问题。VoLTE 是基于 IP 多媒体子系统 (IP multimedia sub-system, IMS) 的承载于 LTE 网络上的语音解决方案, 由于 IMS 支持多种接入和丰富的多媒体业务, 成为全 IP 时代的核心网标准架构, 也被 3GPP、GSMA 确定为移动语音的标准架构^[1-3]。

IMS 可以提供基于 LTE 的有 QoS 保证的语音解决方案, 基于 IMS 的 VoLTE 是无线和核心网技术发展的必然结果。对运营商而言, 部署 VoLTE 意味着开启了移动宽带语音演进之路, 可提升无线频谱利用率, LTE 的频谱利用效率远优于传统制式, 能够达到 GSM 的 4 倍以上。对用户而言, VoLTE 的体验效果明显优于传统 CS 语音, 高清语音和视频编/解码的引入显著提高了通信质量^[4-5]; VoLTE 的呼叫接续时长大幅缩短, 试验环境下 VoLTE 终端呼叫 VoLTE 终端的平均接通时延可以达到 2 s 左右, 而 2G 时代为 6~7 s, CSFB 方式则为 9~11 s。

由于 VoLTE 网络结构复杂, 因此在传统的核心网、无线网的基础上新增了 IMS 网络。涉及新增或升级改造的网络设备繁多, 在 VoLTE 网络建网初期不但难以达到 2 s 左右的接通时延要求, 甚至还可能远大于传统 2G/3G 的接通时延^[6-8]。因此, VoLTE 业务接续时延优化在 VoLTE 网络建设中起着不可或缺的作用, 而传统集中在核心网侧或无线侧的时延优化方法对 VoLTE 的接续时延很难起到直接的效果。本文主要针对 VoLTE 的接续时延, 提出 IMS 域、核心网侧与无线侧协同优化, 依据 VoLTE 终端在接续过程中不同网元间交互的信令消息, 分别从 IMS 域、核心网侧与无线侧的域选、寻呼、资源预留过程对影响 VoLTE 接续时延的因素进行针对性分析, 并给出相应的解决方案^[9,10]。

2 VoLTE 域选时延优化

2.1 域选过程

VoLTE 终端被叫域选择 (terminating access domain selection, T-ADS) 是对被叫 VoLTE 用户语音接入域的选择功能。由于 VoLTE 终端通常具备多模能力, 因此 VoLTE 用户作为被叫时, 可能处于 LTE 覆盖下通过 IMS 网络接续呼叫, 也可能处于 2G/3G 覆盖下通过 CS 网络接续呼叫。因此需在呼叫建立前对被叫当前的接入域进行选择, 以避免在用户当前未附着的网络内进行寻呼, 导致呼叫接续失败。域选的基本过程是当用户作为主叫时, 由 UE 根据保存的注册网络信息完成域选; 当用户作为被叫时, 由网络

侧查询融合 HLR/HSS 获取注册网络信息完成域选^[11,12]。

在 3GPP 协议中, 网络侧完成接入域选择的功能实体是业务集中及连续性应用服务器 (service centralization and continuity application server, SCC-AS), 作为业务连续性的应用服务器, SCC-AS 主要提供接入域选择 T-ADS^[13]。域选择的功能实现过程为: SCC-AS 查询融合的归属用户服务器 (home subscriber server, HSS) 数据库, 融合数据库通过 Sh 接口给 SCC-AS 提供 T-ADS 信息 (包含 UE 终端类型和最近的接入域以及当前位置是否支持 VoIP 等信息), SCC-AS 根据运营商策略完成接入域选择, 域选涉及 Sh 接口及信令消息如图 1 所示。



图 1 VoLTE 域选过程的 Sh 接口及信令消息

2.2 驻留在 CS 网络的 VoLTE 接续时延

当 VoLTE 终端处于 LTE 弱覆盖或无覆盖场景时, 其驻留在 CS 网络发起主/被叫业务。此类终端可通过后台统计中对比 VoLTE 终端发起业务所驻留的网络占比得到^[14,15]。一般情况下, 对 VoLTE 用户驻留 CS 网络占比较高的终端, 需重点关注用户所在区域的 LTE 无线覆盖性能。但是, 如果在批量开通 VoLTE 功能的过程中, 由于用户 USIM 卡开通了 VoLTE 功能, 终端不支持或者终端未打开 VoLTE 开关, 那该用户会百分百驻留在 CS 网络。而驻留在 CS 网络的 VoLTE 终端 (或非 VoLTE 终端), 打开 VoLTE 功能后不仅不能享受应有的“接续快”的优势, 其呼叫接续时延会比开启前更长, 未接通概率会更大。

从信令流程来看, VoLTE 终端做被叫时驻留在 CS 网络的信令流程, 相比驻留在 LTE 网络的 VoLTE 通话流程, 增加了 MGCF 与 G/V MSC 及 UE 终端的编解码协商过程, 如图 2 所示。

如果主叫、被叫 VoLTE 终端都驻留在 CS 网络, 相比驻留在 LTE 网络的 VoLTE, 主/被叫终端分别都增加了 MGCF 与 G/V MSC 及 UE 终端的编解码协商过程, 呼叫接续时延将远远大于主被叫都驻留在 LTE 网络的情况, 信令流程如图 3 所示。

在现网设计 4 种测试样例, 对比支持 VoLTE 功能的终端在升级 VoLTE 功能前后的呼叫时延。

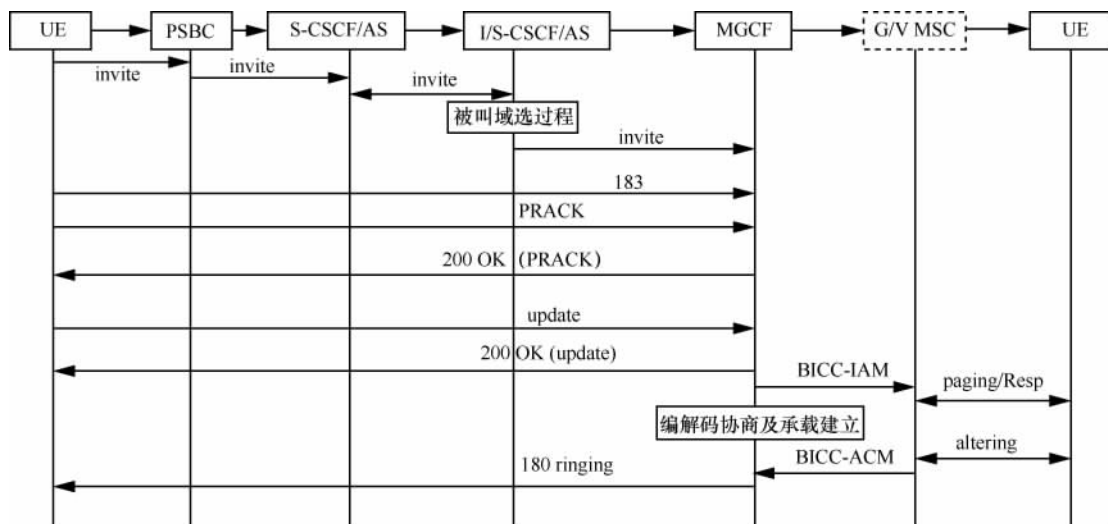


图2 被叫驻留在CS网络的域选信令流程

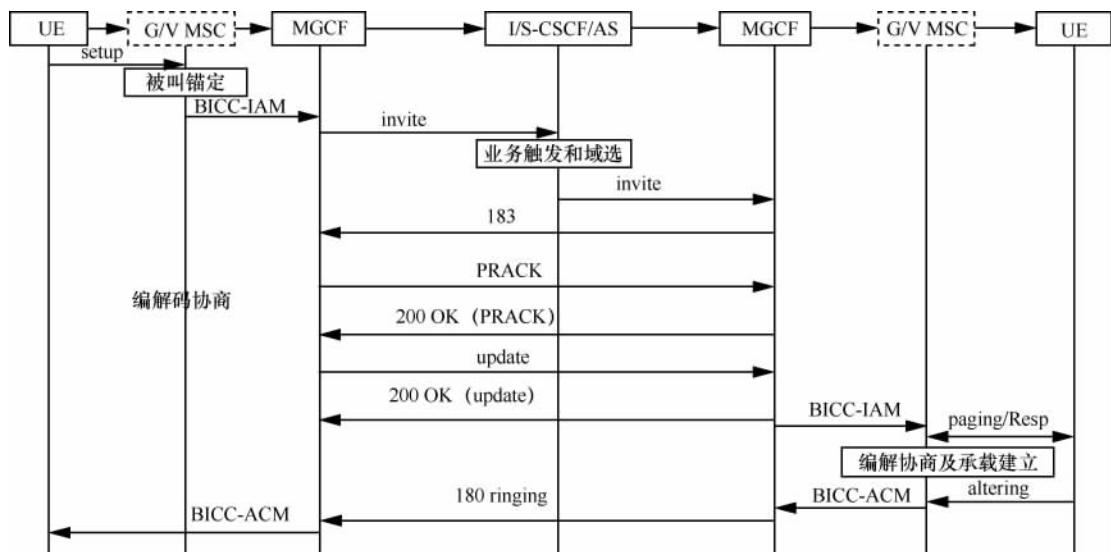


图3 主、被叫VoLTE终端都驻留在CS网络的域选信令流程

- VoLTE-VoLTE 终端 (正常情况), 即 VoLTE(LTE)-VoLTE(LTE);
- VoLTE-VoLTE 终端 (用户已开通, 终端未开启 VoLTE 开关), 即 VoLTE(LTE)-VoLTE(CS);
- 两部 VoLTE 终端 (用户已开通, 终端未开启 VoLTE 开关), 即 VoLTE(CS)-VoLTE(CS);
- VoLTE 终端—正常 CSFB 终端, 即 VoLTE(LTE)-CSFB。

使用测试仪表连接主流终端, 每个样例测试 20 次, 现场测试结果见表 1。

从测试结果来看, 如果是正常的 VoLTE 终端通话, 接续时延只有约 3 s (第 1 种), 而普通 CSFB 终端做被叫时

表 1 批量开通 VoLTE 功能的 4 种测试样例时延对比

序号	场景	呼叫接续时延/s
1	主叫为 VoLTE(LTE), 被叫为 VoLTE(LTE)	3.072
2	主叫为 VoLTE(LTE), 被叫为 VoLTE(CS)	8.15
3	主叫为 VoLTE(CS), 被叫为 VoLTE(CS)	10.5
4	主叫为 VoLTE(LTE), 被叫为 CSFB	7.034

的呼叫接续时延约 7 s (第 4 种)。而如果 VoLTE 终端已开通 VoLTE 功能而未打开 VoLTE 开关, 其时延将增加到 8.15 s (第 2 种), 比未开通 VoLTE 功能前还增加约 1 s。如果是第 3 种情况, 主被叫都是 VoLTE 终端已开通 VoLTE 功能而未打开 VoLTE 开关, 呼叫接续时延将达到 10.5 s。

上述测试结果在测试仪表中统计得出, 如果采集全量

用户的信令数据,则需要通过信令平台。信令平台记录 IMS 域交互信令数据,采集上述 4 种测试样例的信令消息,将会话边界控制器(session border controller,SBC)收到主叫终端发出的 invite 消息至 SBC 向主叫终端转发返回的 180 消息这段信令流程简化为 4 个阶段:主叫 UE 到被叫 I-CSCF 的 invite 路由时延;业务触发和域选时延;媒体协商资源预留时延;资源预留完成到被叫振铃时延。

第 1 种:主叫 VoLTE(LTE)-被叫 VoLTE(LTE)信令流程如图 4 所示。

在信令平台将 VoLTE 呼叫接续时延简化为 4 个阶段,统计数据见表 2。

由于信令平台采集的信令流程主要是 IMS 域,相比测试仪表的端到端信令流程略少,所以信令平台统计的时延略低。

第 2 种:主叫 VoLTE(LTE)-被叫 VoLTE(CS)信令流程如图 5 所示。

在信令平台将 VoLTE 呼叫接续时延简化为 4 个阶段的统计数据见表 3。

第 3 种:主叫 VoLTE(CS)-被叫 VoLTE(CS)信令流程如图 6 所示。

在信令平台将 VoLTE 呼叫接续时延简化为 4 个阶段,统计数据见表 4。

第 4 种:主叫流程与第 1 种类似,而被叫是普通 CSFB 信令流程,在此不再阐述。由于被叫为 CSFB 终端,并不在 IMS 域注册及驻留,业务触发和域选时延是指由主叫 S-CSCF 至 MGCF 的时延。

通过对上述 4 种测试样例的信令流程跟踪统计,可确定 VoLTE 终端驻留在 LTE 网络确实可以达到较短的时延,但如果驻留在 CS 网络,其接通时延较长,甚至比未升级 VoLTE 功能前的时延还长。在批量开通 VoLTE 功能的过程中,用户 USIM 已开通 VoLTE 功能,而终端上未打开 VoLTE 开关,做被叫的呼叫接续时延将比之前的 CSFB 长约 1 s。由此,批量开通 VoLTE 功能需精准选择用户,对已打开 VoLTE 功能的用户,需长期跟踪,引导用户正确设置终端,避免出现时延变长影响使用感知。

3 VoLTE 寻呼时延优化

3.1 核心网寻呼策略优化

VoLTE 终端分别在演进的分组核心网(evolved packet core,EPC)域、IMS 域注册,做被叫时由移动性管理实体

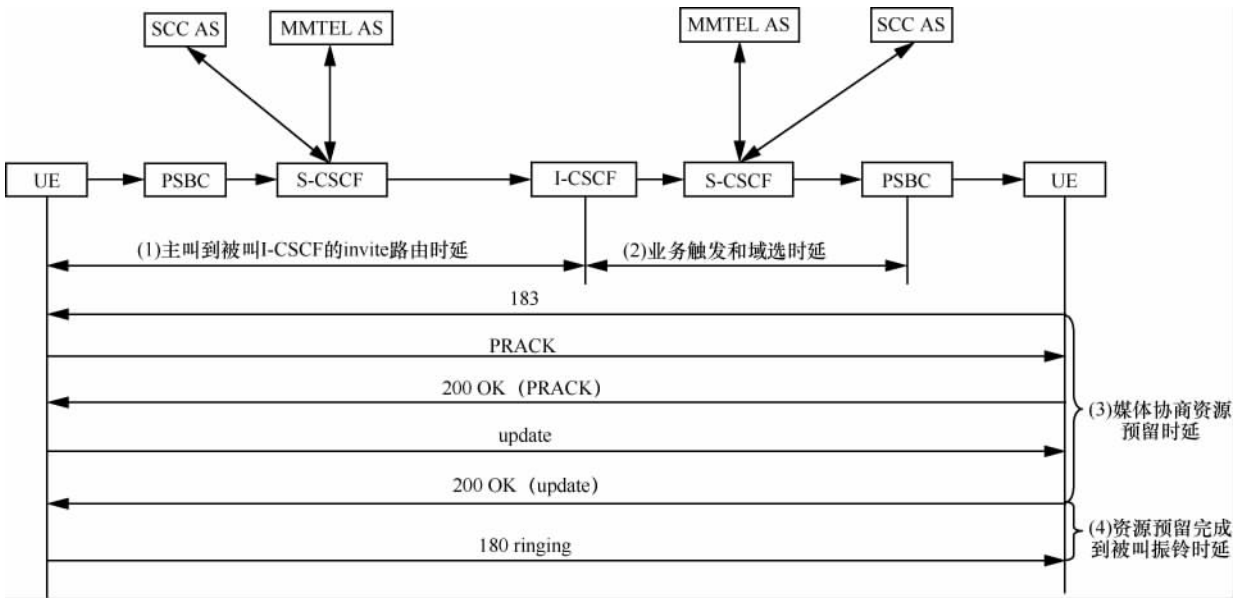


图 4 VoLTE(LTE)-VoLTE(LTE)信令流程

表 2 VoLTE(LTE)-VoLTE(LTE)分阶段时延统计

场景	主叫到被叫 I-CSCF 的 invite 路由时延/ms	业务触发和域选时延/ms	媒体协商资源预留时延/ms	资源预留完成到被叫振铃时延/ms	共计/ms
VoLTE(LTE)-VoLTE(LTE)	261.6	235.6	1 779	0.2	2 276.4

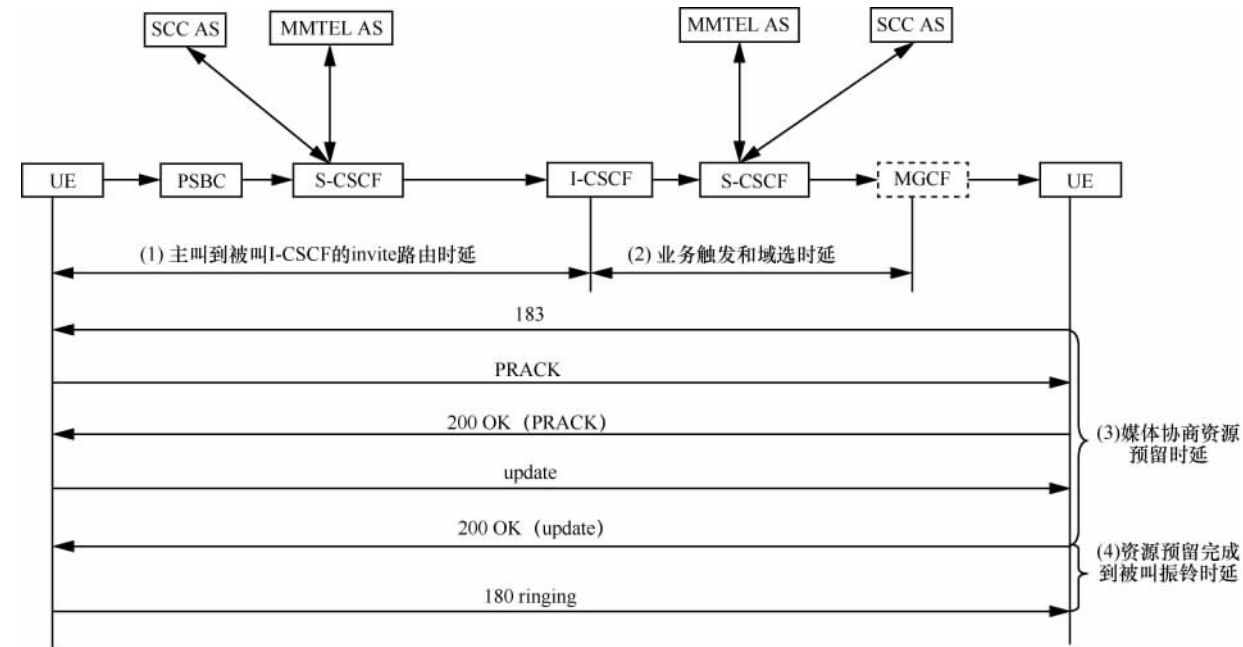


图 5 VoLTE(LTE)-VoLTE(CS)信令流程

表 3 VoLTE(LTE)-VoLTE(CS)分阶段时延统计

场景	主叫到被叫 I-CSCF 的 invite 路由时延/ms	业务触发和域选时延/ms	媒体协商资源预留时延/ms	资源预留完成到被叫振铃时延/ms	共计/ms
VoLTE(LTE)-VoLTE(CS)	232	588.2	1 162.2	5 761.8	7 744.2

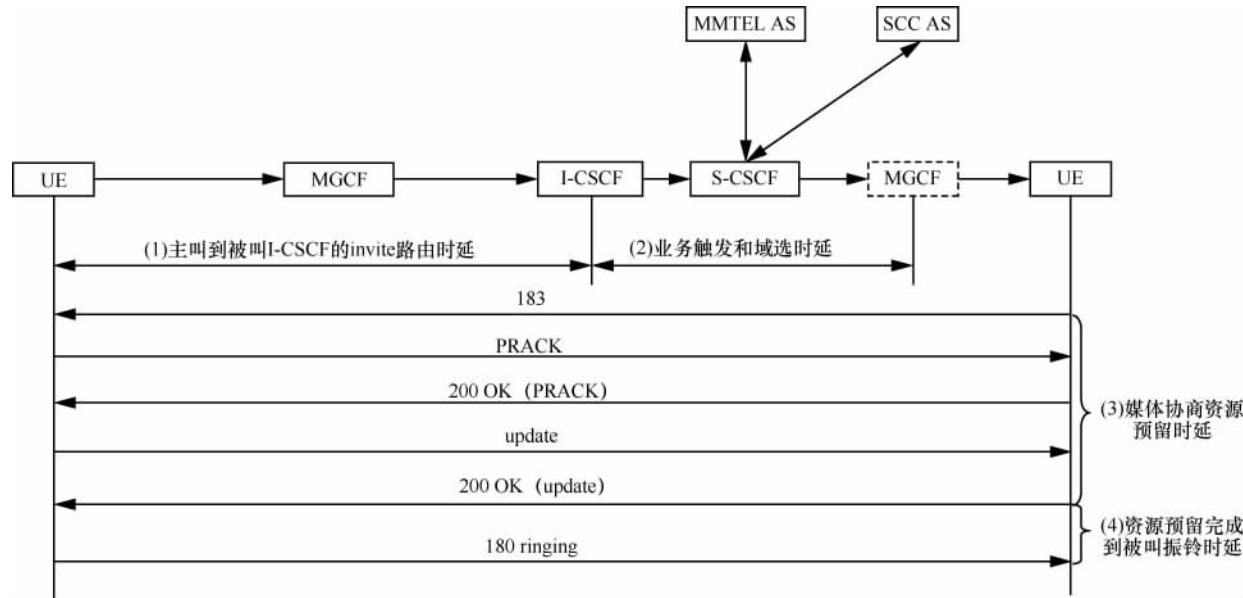


图 6 VoLTE(CS)-VoLTE(CS)信令流程

表 4 VoLTE(CS)-VoLTE(CS)分阶段时延统计

场景	主叫到被叫 I-CSCF 的 invite 路由时延/ms	业务触发和域选时延/ms	媒体协商资源预留时延/ms	资源预留完成到被叫振铃时延/ms	共计/ms
VoLTE(CS)-VoLTE(CS)	预计 2~3 s (核心网侧无法跟踪)	714.4	426 (不含传递到 MO 的时延)	5 887 (不含传递到 MO 的时延)	7 027.4 (整段约 10 s)

(mobility management entity, MME) 统一向 eNode B 下发寻呼消息。从业务特征来看, 虽然 VoLTE 业务与普通 PS 业务都属于数据业务, 但是用户的使用感知有很大差别。普通 PS 业务对时延要求低, 而对接通率有严格的要求, 所以普通 PS 业务的寻呼一般设置寻呼多次, 间隔较长。而 VoLTE 业务则不同, 其优势是接续快, 空口的寻呼策略不建议设置较长。

在现网测试中发现由于寻呼超时导致被叫 VoLTE 终端无法进行 VoLTE 业务转而进行 CSFB, 并且从 VoLTE 转为 CSFB 后概率性出现未接通。经过核查发现, EPC 的寻呼间隔为 12 s 并重发 5 次, 而 IMS 上电路域重发定时器 CSRETRY 设置为 13 s, 即在 VoLTE 网络主叫发出 invite 后收不到被叫在 VoLTE 上的回应, IMS 将直接到 CS 域下发寻呼。由此来看, 如果被叫第一次寻呼无响应, 第二次寻呼消息要在 12 s 后发出, 而空口寻呼消息的间隔一般为 1.28 s, 所以第二次寻呼响应时间很容易超出 13 s, 导致 CSRETRY 定时器超时, 使得 IMS 向 CS 域下发寻呼, 被叫接通的接续时延会进一步增加。

为了缩短 VoLTE 呼叫接续时延, 在现网重新设置 EPC 寻呼策略, 主要包括 N3413 寻呼重发次数和 T3413 间隔, 具体见表 5。

表 5 EPC 寻呼策略相关参数

定时器	取值范围	调整值
N3413(寻呼重发次数)	0~5 次	4 次
T3413(寻呼重发间隔)	3~12 s	3 s

调整后通过现网测试, 发现测试前呼叫 383 次, 其中由于 CSRETRY 超时触发被叫进行 CSFB 次数 7 次, 触发比例为 1.83%; 修改寻呼策略后呼叫 285 次, 未出现被叫触发 CSFB 的流程, 可以确认寻呼策略修改对 VoLTE 测试效果明显。但是, 从网管统计指标来看, LTE 寻呼策略修改后对 LTE 网络所有 PS 业务的寻呼成功率造成了较大影响, 变化趋势如图 7 所示, 寻呼策略修改后整体寻呼成功率、一次寻呼成功率都有明显的下降。

12 月 6 日对寻呼策略再次调整, T3413 寻呼间隔逐次累加 3 s, 分别为 3 s、6 s、9 s、12 s、15 s, N3413 寻呼重发次数为 5 次。策略修改后现网 VoLTE 测试共呼叫 529 次, 出现 2 次寻呼类未接通, 其接通率指标略低于第一次寻呼策略调整, 但是 LTE 网络整体寻呼成功率有明显的提升, 基本稳定在 99.6% 左右, 与第一次修改前的整体寻呼成功率指标基本持平, 如图 8 所示。

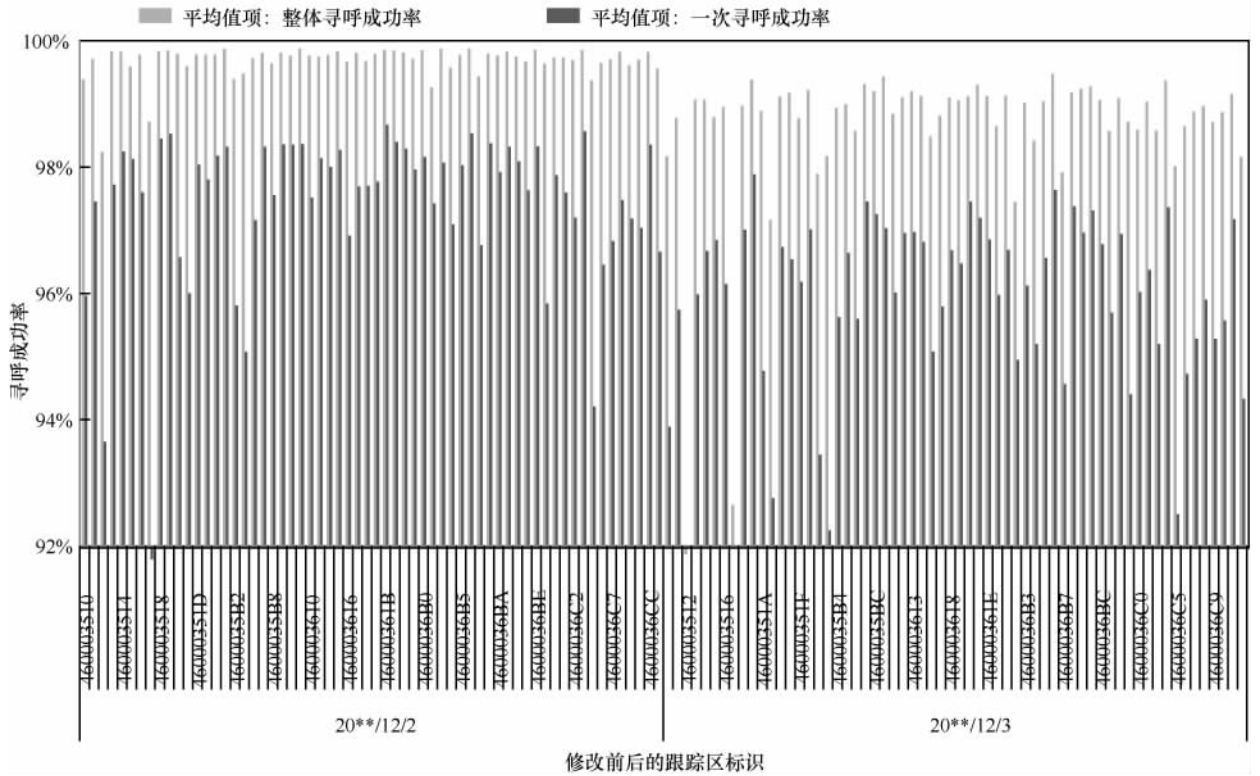


图 7 第一次调整寻呼策略后 LTE 网络整体寻呼成功率变化趋势

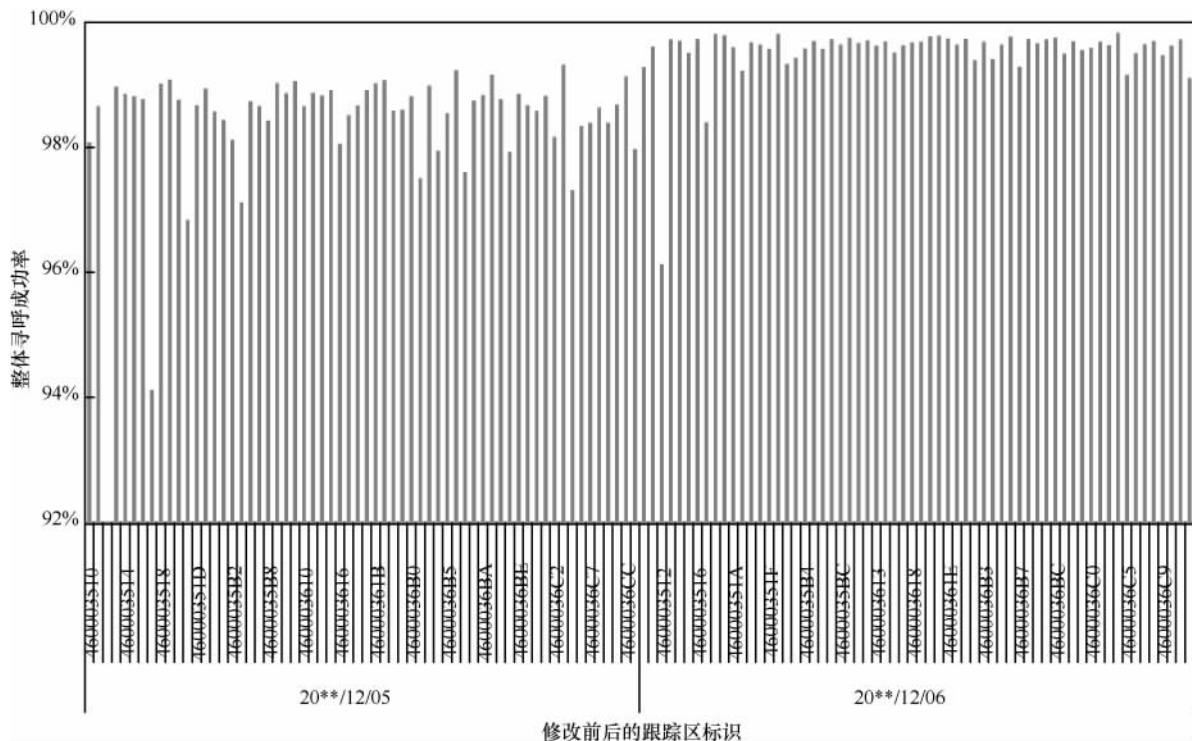


图8 第二次调整寻呼策略后 LTE 网络整体寻呼成功率变化趋势

由于 PS 业务对时延要求较低,前期 EPC 域设置的寻呼策略间隔较长,重发次数较多;之后根据 VoLTE 业务特征缩短寻呼间隔,修改后 VoLTE 业务接通率有明显提升,但是对 LTE 网络整体寻呼成功率以及一次寻呼成功率有较大影响;最后兼顾语音业务与数据业务特征,设置 EPC 域寻呼策略为 T3413 寻呼间隔逐次累加 3 s,N3413 寻呼重发次数为 5 次,测试结果表明可保证 VoLTE 接通率以及 LTE 网络整体寻呼成功率。

3.2 精准寻呼功能优化

为了避免寻呼量过大引起信令风暴,在 LTE 网络部署精准寻呼功能,即 MME 下发首次寻呼至用户最近一次登记的 eNode B,或一个 eNode B 列表,一般包括最近活动的 N 个 eNode B;第 2 次至第 N 次寻呼为基于全球唯一临时标识 (globally unique temporary identifier,GUTI) 的 TA (tracking area,跟踪区)列表。在开启精准寻呼功能的基础上,信令平台采集的 VoLTE 呼叫建立时延基本为两段,多数呼叫时延集中在 2 000~4 000 ms,但是也有部分呼叫的接续时延在 6 000 ms 左右,如图 9 所示。

通过对 LTE 寻呼策略的分析发现,开启精准寻呼的 VoLTE 呼叫时延会产生一定的波动,优化 MME 精准寻呼

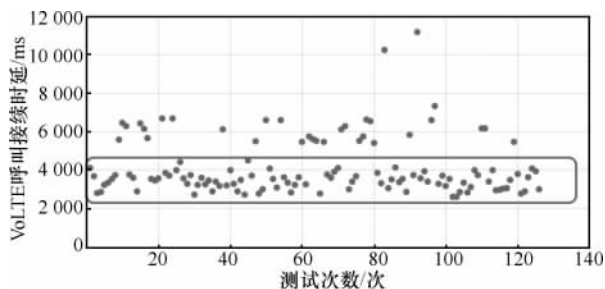


图9 精准寻呼策略修改前的 VoLTE 呼叫接续时延

策略,将寻呼范围由原先的用户最近一次登记的 eNode B 或一个 eNode B 列表,修改为直接在整个 TA 列表,经过统计发现,VoLTE 平均呼叫建立时长从 5.5 s 降低到 3.5 s,如图 10 所示。

精准寻呼功能可有效减少整体寻呼量,对规避信令风暴有明显的作用,但是对于 VoLTE 业务,如果用户发生位置移动,在最近一次登记的 eNode B 寻呼无响应,再向 TA 列表范围发送寻呼消息,必然拉长 VoLTE 呼叫接续时延。可根据现网实际情况跟踪信令消息的总体趋势,在空口信令负荷较大的区域开启精准寻呼,而在 VoLTE 用户居多的区域尽量不开启精准寻呼功能。

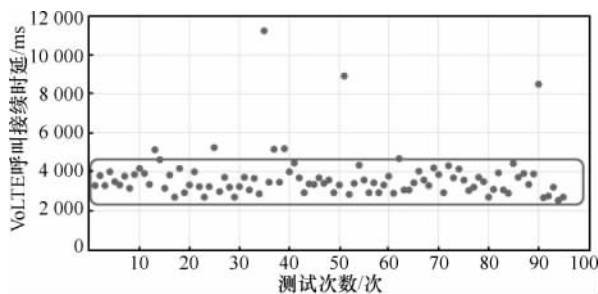


图10 精准寻呼策略修改后的VoLTE呼叫接续时延

3.3 无线侧寻呼时延优化

空闲状态下,UE以不连续接收(discontinuous reception, DRX)方式接收寻呼信息以节省耗电量。寻呼信息出现在空口的位置是固定的,以寻呼帧(paging frame, PF)和寻呼时刻(paging occasion, PO)来表示。一个PF是一个无线帧,可以包含一个或多个PO。

PF的帧号和PO的子帧号可通过UE的IMSI、DRX周期以及DRX周期内PO的个数计算得出。帧号信息存储在UE的DRX参数相关的系统信息中,当这些DRX参数变化时,PF和PO的帧号也随之更新。PF的帧号 SFN 表示为:

$$SFN \bmod T = (T \div N) \times (UE_ID \bmod N) \quad (1)$$

其中, T 是DRX周期,网络会在系统消息SIB2中广播此参数给终端,其取值范围是32、64、128、256,单位是无线帧。 $N = \min(T, NB)$,取DRX周期和 NB 中的最小值,单位是无线帧。 NB 是一个DRX周期内PO的个数,是网络在SIB2中广播的,可在eNode B侧根据实际情况配置,取值可以是 $4T$ 、 $2T$ 、 T 、 $T/2$ 、 $T/4$ 、 $T/8$ 、 $T/16$ 、 $T/32$,单位是无线帧。DRX周期最长是2560ms,设 $NB=T$,即每帧有1个子帧用于寻呼,假设一次寻呼成功,那在空口的寻呼时延最长为2560ms。

在VoLTE接续时延优化中,可通过调整 T 、 NB 参数可缩短空口寻呼间隔,从而达到在空口缩短寻呼时间的目的,但是需要关注空口整体寻呼负荷以及一次寻呼成功率的变化。

4 VoLTE资源预留时延优化

4.1 初始接入优化

VoLTE业务建立过程中的资源预留主要指无线网络初始接入、链路建立及释放的相应流程。在资源预留过程中可通过优化初始接入、链路保持的相应参数来达到缩短VoLTE接续时延的目标。通过现网实施验证发现,在VoLTE业务初始接入阶段,尤其是弱覆盖场景下优化寻呼

信道功率、前导初始接入功率、上行共享信道功率可有效保障VoLTE无线侧接入时延处于合理范围并规避未接通情况。

寻呼信道(PCH)指eNode B用来发送寻呼消息的下行信道,在物理层的实现是封装在物理下行共享信道(PDSCH)中,在弱覆盖场景下,提升PCH功率,即通过调整PCH相对于导频信号的功率偏置,提高在弱覆盖区域终端被寻呼的概率,提升一次寻呼成功率。参数取值范围为-15.875~15.875 dB,目前默认取值与导频信号功率一致,即偏置为0,建议调整为+3 dB。

提升PCH功率能改善弱覆盖场景下UE接收到下行寻呼的概率,原来收不到的寻呼现在可以接收到,同时也存在另一个问题,即回应寻呼UE进行RRC建立。由于UE处于小区弱覆盖边缘,上行链路质量差导致RRC建立无法完成,进而影响RRC等的建立成功率。为保障整个寻呼流程的正常完成,提升PCH功率尽量改善下行寻呼的接收,UE的上行响应也需要提升上行链路功率,因此也要对PCH功率前导初始接收目标功率进行提升,以达到UE发送前导接入成功的概率得到提高,同时达到改善寻呼的接收和建立RRC等目的。

随机接入物理信道(PRACH)功率控制目的是在保证eNode B随机接入成功率的前提下,UE以尽量小的功率发射前导,降低对邻区的干扰并使得UE省电。每个UE的PRACH发射功率为:

$$P_{PRACH} = \min\{P_{CMAX}, P_{O_pre} + PL + \Delta_{preamble} + (N_{pre} - 1) \cdot \Delta_{step}\} \quad (2)$$

其中, P_{CMAX} 为UE的最大发射功率。 P_{O_pre} 表示当PRACH前导格式为0,在满足前导检测性能时,eNode B所期望的目标功率水平。通过参数 $PreambleInitRcvTargetPwr$ 设置初始值。PL为UE估计的下行路径损耗值,通过RSRP测量值和小区参考信号发射功率获得。 $\Delta_{preamble}$ 表示当前配置的前导格式基于前导格式0之间的功率偏置值。 N_{pre} 表示该UE发送前导的次数,涉及参数为 $PreambleTransMax$,不能超过最大前导发送次数。 Δ_{step} 表示前导功率攀升步长,通过参数 $PwrRampingStep$ 设置。

通过参数 $PreambleInitRcvTargetPwr$ 抬升前导初始接收目标功率值,由现网的-104 dBm左右抬升至-94 dBm;通过设置参数 $PreambleTransMax$ 来增加前导最大传输次数,由现网8次提升至10次;通过设置参数 $PwrRampingStep$ 来增加PRACH功率攀升步长,由现网的2 dB增加至4 dB。前导初始接收目标功率值表示PRACH在满足前导检测性



能时 eNode B 所期望的目标功率水平,设置得越大,终端接入成功率越大。

在现网的弱覆盖场景下,有较大概率导致 UE 无法收到寻呼或无法完成 RRC 建立响应,会影响 VoLTE 的寻呼响应及接续时延。通过提升 PCH 功率、前导初始接收功率以及上行共享信道功率,可以改善接入时延、提升 VoLTE 被叫寻呼成功率及接入成功率。需关注的是提升功率会增加网络干扰的抬升,对于业务量比较大的密集市区功率调整需要慎重。

4.2 VoLTE 保持阶段时延优化

VoLTE 终端处于连接态和空闲态下的被叫流程存在差异,连接态相对空闲态下的 VoLTE 业务被叫流程不需要发起寻呼和 RRC 建立过程,所以连接态下的呼叫时延小于空闲态。如果在 LTE 低负荷的区域,可通过优化永久在线定时器来缩短 VoLTE 接续时延,永久在线定时器是指在传输完成最后一个数据分组后仍然对该用户已建立的链路资源保留一定的时间,以使用户在下次接入时不需要重新建立链路。选取 LTE 业务负荷和用户数相对空闲区域,将永久在线释放定时器从默认的 10 s 修改为 20 s,减少区域内终端由连接态转换为空闲态的概率,可优先缩短 VoLTE 终端做被叫时的接通时延。测试对比情况见表 6。

在现网测试的情况中,永久在线定时器设置为 10 s 测试情况,如图 11 所示。主叫终端发出 SIP_invite 请求后,被叫 VoLTE 终端收到 paging 消息,直到主叫收到

表 6 优化永久在线定时器的 VoLTE 终端接通时延

呼叫次数/次	VoLTE 呼叫建立时延/s	备注
51	2.89	永久在线定时器设置为 10 s
46	2.19	永久在线定时器设置为 20 s

SIP_invite_ringing(180)消息,共计 2.467 s。

当永久在线定时器设置为 20 s 时,从测试仪表信令流程中发现主叫终端发出 SIP_invite 请求后,被叫终端处于数据连接态,未触发寻呼流程,响应 VoLTE 语音呼叫的呼叫建立时延,共计 1.731 s,较被叫终端接收寻呼消息的流程有大幅缩短。

永久在线定时器修改后降低了 UE 进入空闲态的概率,对 VoLTE 接续时延有明显的改善,但是同时也增加了网络的负荷,建议在业务量小的区域实施。

5 结束语

VoLTE 业务的接续时延短,相比其他呼叫业务有明显的优势,但是由于 VoLTE 业务涉及网元众多,信令流程复杂,传统的优化方法对 VoLTE 接续时延很难有直接的效果。由此需考虑 IMS 域、核心网侧及无线侧高度协同,依据网元间的信令消息来定位分析 VoLTE 接续时延。需要关注的是,目前 VoLTE 终端所占支持 LTE 终端的比例较少,VoLTE 终端与其余 2G 终端、3G 终端及 CSFB 终端互通的现象将在很长的时间内并存,需密切关注互通流程中涉及的 MGCF 网元及其负荷。

Time	Network	Dir	Type	Name
12:38:56.190	LTE	→	SIP	IMS_SIP_INVITE-Request (0)
12:38:56.190	LTE	←	EMM	Service Request
12:38:56.190	LTE	→	UL-CCCH	RRC Connection Request
12:38:56.190	LTE	←	DL-CCCH	RRC Connection Setup
12:38:56.190	LTE	→	UL-DCCH	RRC Connection Setup Complete
12:38:56.270	LTE	←	DL-DCCH	Security Mode Command
12:38:56.270	LTE	→	UL-DCCH	Security Mode Complete
12:38:57.841	LTE	→	UL-DCCH	UL Information Transfer
12:38:57.841	LTE	←	SIP	IMS_SIP_INVITE-Session Progress (183)
12:38:57.841	LTE	→	SIP	IMS_SIP_PRAK-Request (0)
12:38:58.184	LTE	←	SIP	IMS_SIP_PRAK-OK (200)
12:38:58.184	LTE	→	DL-DCCH	RRC Connection Reconfiguration
12:38:58.184	LTE	→	UL-DCCH	RRC Connection Reconfiguration Complete
12:38:58.184	LTE	→	SIP	IMS_SIP_UPDATE-Request (0)
12:38:58.657	LTE	←	SIP	IMS_SIP_UPDATE-OK (200)
12:38:58.657	LTE	→	SIP	IMS_SIP_INVITE-Ringing (180)
12:38:58.657	LTE	←	PCCH	Paging
12:38:59.960	LTE	←	PCCH	Paging
12:39:02.239	LTE	→	DL-DCCH	RRC Connection Reconfiguration
12:39:02.239	LTE	→	UL-DCCH	RRC Connection Reconfiguration Complete
12:39:02.607	LTE	←	PCCH	Paging
12:39:04.500	LTE	→	SIP	IMS_SIP_INVITE-OK (200)
12:39:04.643	LTE	→	SIP	IMS_SIP_ACK-Request (0)

(a) 主叫终端信令流程

Time	Network	Dir	Type	Name
12:38:55.864	LTE	←	PCCH	Paging
12:38:57.141	LTE	→	PCCH	Paging
12:38:57.141	LTE	→	EMM	Service Request
12:38:57.141	LTE	→	UL-CCCH	RRC Connection Request
12:38:57.141	LTE	←	DL-CCCH	RRC Connection Setup
12:38:57.141	LTE	→	UL-DCCH	RRC Connection Setup Complete
12:38:57.141	LTE	→	DL-CCCH	RRC Connection Setup
12:38:58.357	LTE	→	UL-DCCH	Measurement Report
12:38:58.357	LTE	→	DL-DCCH	RRC Connection Reconfiguration
12:38:58.357	LTE	→	UL-DCCH	RRC Connection Reconfiguration Complete
12:38:58.406	LTE	→	SIP	IMS_SIP_UPDATE-Request (0)
12:38:58.406	LTE	→	SIP	IMS_SIP_UPDATE-OK (200)
12:38:58.406	LTE	→	SIP	IMS_SIP_INVITE-Ringing (180)
12:38:58.812	LTE	←	PCCH	Paging
12:38:59.227	LTE	→	DL-DCCH	RRC Connection Reconfiguration
12:38:59.227	LTE	→	UL-DCCH	RRC Connection Reconfiguration Complete
12:39:00.024	LTE	←	PCCH	Paging
12:39:00.785	LTE	→	UL-DCCH	Measurement Report
12:39:02.304	LTE	→	DL-DCCH	RRC Connection Reconfiguration
12:39:02.304	LTE	→	UL-DCCH	RRC Connection Reconfiguration Complete
12:39:02.521	LTE	←	PCCH	Paging
12:39:04.343	LTE	→	SIP	IMS_SIP_INVITE-OK (200)
12:39:04.744	LTE	→	SIP	IMS_SIP_ACK-Request (0)

(b) 被叫终端信令流程

图 11 永久在线定时器为 10 s 时 VoLTE 接续时延

参考文献:

- [1] 陈翠玲. 端到端语音接续时延优化策略研究[J]. 电信科学, 2013, 29(6): 164-169.
CHEN C L. Research on end to end speech delay optimization strategy[J]. Telecommunications Science, 2013, 29(6): 164-169.
- [2] 周峰, 许正锋, 罗俊. VoLTE 业务与技术实现方案的研究与分析[J]. 电信科学, 2013, 29(2): 31-35.
ZHOU F, XU Z F, LUO J. Research and analysis of VoLTE service and technology implementation scheme [J]. Telecommunications Science, 2013, 29(2): 31-35.
- [3] 杜刚, 熊尚坤, 陈晓冬. VoLTE 覆盖与容量分析 [J]. 电信科学, 2013, 29(S1): 193-196.
DU G, XIONG S K, CHEN X D. VoLTE coverage and capacity analysis[J]. Telecommunications Science, 2013, 29(S1): 193-196.
- [4] 郭宝, 张阳. 基于时延的 CSFB 端到端质量优化[J]. 移动通信, 2014(16): 21-25.
GUO B, ZHANG Y. CSFB end to end quality optimization based on time delay[J]. Mobile Communication, 2014(16): 21-25.
- [5] 伍竹歆. VoLTE 语音呼叫接续时延优化浅析[J]. 中国科技信息, 2015(24): 71-72.
WU Z X. VoLTE voice call connection delay optimization analysis[J]. China Science and Technology Information, 2015(24): 71-72.
- [6] 郭宝, 张阳. 弱覆盖场景下提升 VoLTE 通话质量的测试与优化[J]. 移动通信, 2016(15): 18-21, 27.
GUO B, ZHANG Y. Testing and optimizing the quality of the VoLTE call in the weak coverage scenario [J]. Mobile Communication, 2016(15): 18-21, 27.
- [7] 王辰, 李志锋, 刘钧. 基于 IMS 的 VoLTE 语音业务实现方案的研究及优化[J]. 电信技术, 2015(1): 86-89.
WANG C, LI Z F, LIU J. Research and optimization of VoLTE voice service implementation scheme based on IMS[J]. Telecommunications Technology, 2015(1): 86-89.
- [8] 朱军. 基于 IMS 的 VoLTE 解决方案研究 [J]. 电信技术, 2014(7): 28-32.
ZHU J. Research on VoLTE solution based on IMS [J]. Telecommunications Technology, 2014(7): 28-32.
- [9] 周军, 王峰. VoLTE 空中接口时延优化方案研究[J]. 电信技术, 2016(9): 20-25.
ZHOU J, WANG F. Research on time delay optimization scheme for VoLTE air interface [J]. Telecommunications Technology, 2016(9): 20-25.
- [10] 任君明. VoLTE 语音呼叫时延优化的研究与实践[J]. 电信工
程技术与标准化, 2016(5): 57-60.
REN J M. Research and practice of VoLTE voice call time delay optimization[J]. Telecommunications Engineering Technology and Standardization, 2016(5): 57-60.
- [11] 杨明俊. 不同城市场景下 VoLTE 技术对呼叫建立时延的提升[J]. 中国新通信, 2016(8): 83-84.
YANG M J. VoLTE technology in different city scenarios to enhance the call setup delay[J]. China New Telecommunications, 2016(8): 83-84.
- [12] 张长青. TD-LTE 终极语音技术 VoLTE 应用分析[J]. 移动通信, 2014(Z1): 52-56.
ZHANG C Q. VoLTE application analysis of the ultimate voice technology TD-LTE[J]. Mobile Communication, 2014(Z1): 52-56.
- [13] 张达, 张婷, 戴国华. 终端 VoLTE 与 RCS 融合方案研究[J]. 移动通信, 2014(14): 28-31.
ZHANG D, ZHANG T, DAI G H. Research on the fusion scheme of terminal VoLTE and RCS[J]. Mobile Communication, 2014(14): 28-31.
- [14] 姜先贵, 李勇辉, 朱斌, 等. VoLTE 语音质量研究[J]. 邮电设计技术, 2015(10): 51-55.
JIANG X G, LI Y H, ZHU B, et al. VoLTE voice quality research[J]. Designing Techniques of Posts and Telecommunications, 2015(10): 51-55.
- [15] 温秋燕. VoLTE 高清语音解决方案研究[J]. 数字技术与应用, 2015(4): 27-28.
WEN Q Y. Research on VoLTE high definition voice solution[J]. Digital Technology and Applications, 2015(4): 27-28.

[作者简介]



郭宝(1978-),男,中国移动通信集团山西有限公司高级工程师,主要研究方向为TD-LTE 无线优化、端到端优化。申请国家发明专利 16 项,授权 4 项,曾撰写《TD-LTE 无线网络优化与应用》等 4 部著作,发表论文 86 篇。



张阳(1981-),男,中国移动通信集团公司网络部高级工程师,主要研究方向为TD-SCDMA 无线网络优化、TD-LTE 无线网络新技术、网优自动化 SON。申请国家发明专利 9 项,授权 2 项,曾撰写《LTE 学习笔记—网络优化实践进阶与关键技术》等 3 部著作,发表论文数十篇。