

# 中国联通 VoLTE 部署条件及 Research on VoLTE Deployment Conditions and Solutions of China Unicom 解决方案研究


景洪水,龙青良,刘光海(中国联合网络通信集团有限公司,北京 100033)

Jing Hongshui, Long Qingliang, Liu Guanghai (China United Network Communications Group Co., Ltd., Beijing 100033, China)

## 摘要:

首先分析 VoLTE 各语音业务质量与无线环境的相关性,给出 VoLTE 部署条件的无线网指标要求。其次,基于 MR 评估分析现网 L1800 小区满足 VoLTE 部署情况及需增补覆盖的小区数量,最后,针对弱覆盖区域,给出了 eSRVCC+3G 解决方案和 L900 解决方案,为 VoLTE 的部署及优化提供参考。

## 关键词:

VoLTE; 语音质量; MOS; MR; eSRVCC; L900  
doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2020.05.012  
文章编号: 1007-3043(2020)05-0055-05  
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:

Firstly, it analyzes the correlation between the speech quality and wireless environment of VoLTE, and then gives the wireless network requirements of VoLTE deployment conditions. Secondly, based on the MR evaluation of the existing network, it analyzes the deployment of L1800 cells to meet VoLTE and the number of additional cells to be covered. Finally, the eSRVCC+3G solution and L900 solutions are given for the weak coverage area, which provides guidance for the deployment and optimization of VoLTE.

## Keywords:

VoLTE; Speech quality; MOS; MR; eSRVCC; L900

**引用格式:**景洪水,龙青良,刘光海. 中国联通 VoLTE 部署条件及解决方案研究[J]. 邮电设计技术, 2020(5): 55-59.

## 0 前言

VoLTE 作为 LTE 语音的最终解决方案,友商 2016 年已经商用 VoLTE,中国联通在 8 个城市进行了 VoLTE 试点,因此在中国联通大规模部署商用前,需要深入分析 VoLTE 各业务性能保障所需的网络覆盖条件及中国联通 L1800 现网距离 VoLTE 部署存在的差距,从而确定中国联通 VoLTE 部署和优化策略。

## 1 VoLTE 部署条件研究

RSRP 和 SINR 是 LTE 网络覆盖质量的体现,是决

定网络性能的关键,也是确保通话质量的前提。为了更好地研究 VoLTE 语音质量与 RSRP、SINR 的相关性,本文基于中国联通 VoLTE 试验网大量测试数据,分析不同无线信号条件下(RSRP、SINR)各 VoLTE 语音业务质量(MOS)的差异,以及同样无线信号条件下(RSRP、SINR)不同 VoLTE 语音业务的质量(MOS)的差异,并最终获得满足不同语音业务质量(MOS)要求下所对应的 RSRP、SINR 的边界条件。

下面以 VoLTE 高清语音业务(23.85k)测试数据为例,从 VoLTE 高清语音业务(23.85k)质量的 MOS 均值、MOS 中值、MOS CDF=85%、MOS CDF=90% 值等指标分析其与 RSRP 的相关性,以确定满足一定语音质量要求下 RSRP 的边界值,通过大量测试数据统计分

收稿日期:2020-03-31

析,结果如图 1 和图 2 所示。其中,MOS CDF=90% 值是指在某一信号统计区间,MOS 分值以 90% 的概率大于该值(即在此曲线以上),因此从用户感知角度出

发,确定边界值时,需保证 90% 以上用户能达到该语音质量。分析前提是下行不受限,即排除干扰的影响,从而更好地分析语音质量与 RSRP 的相关性。

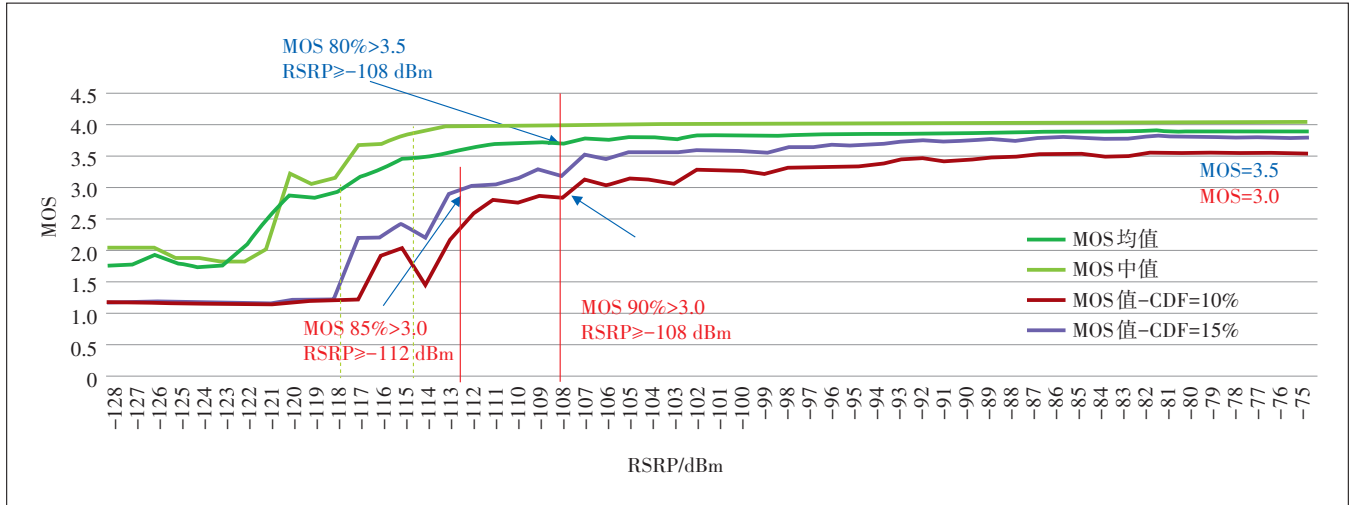


图1 VoLTE 语音业务质量 MOS 与 RSRP 相关性

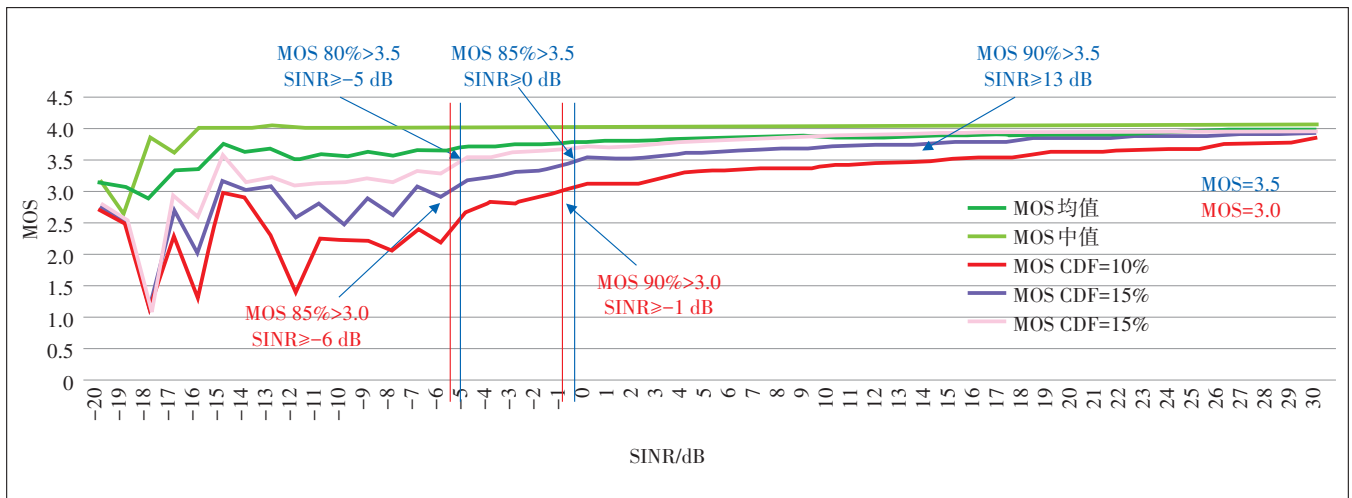


图2 VoLTE 语音业务质量 MOS 与 SINR 相关性

从图 1 和图 2 可以看出,在下行不受限的前提下,当 RSRP < -100 dBm 时, MOS 值随着 RSRP 的下降开始降低,且 RSRP 越低, MOS 值下降越明显,波动越大,当 RSRP < -108 dBm 时, MOS CDF=90% 的值低于 3.0。上行不受限的前提下,当 SINR < -1 dB 时, MOS CDF=90% 的值低于 3.0。即要满足 90% 边缘概率 MOS ≥ 3.0 则要求 RSRP ≥ -108 dBm, SINR ≥ -1 dB; 85% 边缘概率 MOS ≥ 3.0 则要求 RSRP ≥ -112 dBm, SINR ≥ -5 dB。

采用同样方法,分析了 VoLTE 各语音业务在不同移动速度下,为满足边界用户 VoLTE 语音 MOS 值 > 3.0 比例超过 90% 要求,所需的无线信号条件如表 1 所示。

考虑到 VoLTE 网络部署初期, VoLTE 终端用户占比不会太高,也就是说将存在较大比例的 VoLTE 和现网 2G/3G 语音互通,此时网络或终端码率协商的结果为采用 12.2k 标清语音。因此, VoLTE 部署初期以满足 12.2k 标清语音业务要求作为规划优化目标,从表 1 的分析结果可知,要求 RSRP ≥ -112 dBm, 此时也能满足中低速移动场景下 12.65k 高清语音和 23.85k 高清语音的业务要求,如表 1 中深色区域。到了商用中期,随着用户和负荷的提升,网络底噪也相应抬高,因此,需考虑一定的余量。综合网络部署成本及业务需求,推荐 VoLTE 网络规划、优化指标为:

表1 VoLTE 语音业务质量与信号条件相关性

场景	业务类型	SINR 门限需求/dB	RSRP 门限需求(基于噪声系数4 dB)/dBm				
			0 dB 干扰余量	2 dB 干扰余量	4 dB 干扰余量	6 dB 干扰余量	8 dB 干扰余量
室内、室外低速 (移动速度<5 km/h)	12.2k 标清语音	1	-112	-110	-108	-106	-104
	12.65k 高清语音	-3	-115	-113	-111	-109	-107
	23.85k 高清语音	-7	-118	-116	-114	-112	-110
车载 (移动速度15~25 km/h)	12.2k 标清语音	-1	-109	-107	-105	-103	-101
	12.65k 高清语音	-2	-113	-111	-109	-107	-105
	23.85k 高清语音	-4	-116	-114	-112	-110	-108
车载 (移动速度30~60 km/h)	23.85k 高清语音(边缘90% 概率)	-1	-108	-106	-104	-102	-100
	23.85k 高清语音(边缘85% 概率)	-5	-112	-110	-108	-106	-104

a) 网络部署初期,要求 RSRP $\geq$ -112 dBm 且 SINR  $\geq$ 0 dB。

b) 网络商用中期,要求 RSRP $\geq$ -108 dBm 且 SINR  $\geq$ 0 dB。

需要说明的是,该指标对 RS Power=15.2 dBm、网络采用 2T2R 的情况的要求,初期目标为 VoLTE 网络建设的基本目标,随着网络的发展和成熟,可通过优化、覆盖补盲等手段逐步实现中期目标。

## 2 中国联通 VoLTE 部署条件评估及解决方案

随着 VoLTE 商用的临近,需快速评估中国联通 L1800 现网是否满足 VoLTE 的部署条件,存在多大的覆盖差距及如何解决。本文采用现网 MR 数据,对部署 4G 网络的区域进行分析,基于 4G MR 统计情况,结合 VoLTE 业务性能所需门限,估算 4G 现网距离 VoLTE 商用的差距。

### 2.1 基于 MR 评估 L1800 现网距离 VoLTE 部署差距

#### 2.1.1 现网 L1800 小区满足 VoLTE 部署情况评估分析

整体评估分析思路如下。

首先,确定为满足 VoLTE 语音业务要求所需要的无线条件。结合上面的分析结论,为满足 VoLTE 语音业务质量要求,需保证每个小区的 RSRP $\geq$ -112 dBm 占比达到 90%。

其次,采集现网 4G 的 MR 数据,基于沃网络和分公司上报的 MR 数据分别统计。为保证数据的有效性,对 MR 统计周期要求为:建议 7 $\times$ 24 h,最低要求每小区有效数据不小于 48 h。

最后,对现网 4G 的室分小区和宏小区分别统计 RSRP $\geq$ -112 dBm 占比达到 90% 的小区数及占比,并将宏小区按市区和非市区 2 种场景分别进行统计。

根据以上步骤,对全国 4G MR 进行采集和统计分

析,分析结果如表 2 所示。

表2 全国 4G 小区 VoLTE 覆盖指标门限满足情况统计表

判决条件	RSRP $\geq$ -112 dBm 的 MR 样本占比高于 90% 的小区			
小区类型	室分小区	宏小区		
		全域	市区	非市区
达标小区占比/%	86.20	60.00	86	48
不达标小区数/万个	约 4.8	约 71.6	约 6.5	约 65

从表 2 可以看出,4G 覆盖区域要达到 VoLTE 的部署条件,室分及市区宏站小区达标率约为 86%,差距较小;非市区小区达标率约为 48%,差距较大。因此,广覆盖、深覆盖待提升。

#### 2.1.2 需增补小区数评估

基于上述分析,获得满足 VoLTE 部署条件的小区情况,对于不满足 VoLTE 的情况,需通过增加 LTE 覆盖或开通 eSRVCC 来解决,因此有必要估算用于增强覆盖所需增加的小区数量。由于城区深度覆盖主要通过室分、微基站、小区分布系统等手段解决,因此,本文只考虑非城区部分增加建设宏站。具体评估方法如下:

a) 计算宏小区覆盖面积  $S_{\text{本宏小区}}$ 。对于不满足条件的弱覆盖小区,基于 MR 数据中的统计值 MR.Tadv 估算小区半径。基于宏小区半径值  $R$  计算本宏小区面积:

$$S_{\text{本宏小区}} = 3 \times \frac{\text{SQRT}(3)}{8} \times R_{\text{本宏小区}}^2$$

b) 基于所属区域类型的所有宏小区,计算本区域类型下单宏小区平均覆盖面积  $S_{\text{本区域类型平均}}$ 。

c) 对于“非城区”区域的各宏小区,计算本宏小区需要增加覆盖的面积,  $\Delta S_{\text{本宏小区}} = S_{\text{本宏小区}} \times \text{本宏小区 MR 中 RSRP} < -112 \text{ dBm 的样本占比}$ 。

d) 计算本区域类型下,所有宏小区需增加覆盖的面积  $\Delta S_{\text{本宏小区}}$  之和。

e) 计算需新增的小区数:预期新增宏小区数=新增宏小区基准数×新增宏小区覆盖效率折算系数,其中,新增宏小区基准数= $\Delta S_{\text{本区域类型}}/S_{\text{本区域类型平均}}$ ,折算系数主要考虑弱覆盖点事离散的。

通过以上计算,可以估算出本地网为满足 VoLTE 语音业务需求所需增加覆盖的小区数,为投资估算提供数据支撑。

## 2.2 覆盖解决方案

为满足 VoLTE 语音业务需求,中国联通现网存在的覆盖差距,可通过以下手段来解决。

a) 3G/4G 网络侧开通 eSRVCC 功能,即在 VoLTE 业务区边界通过 eSRVCC 功能完成 VoLTE 业务向 3G 切换,保证语音连续性。

b) 改善 4G 覆盖,市区可通过新增室分与小微基站相结合完成深度覆盖,非市区以新增宏小区为主,优先推荐采用 L900。

下面将分析这 2 种解决方案的优缺点及部署策略。

### 2.2.1 eSRVCC 解决方案

eSRVCC 方案与扩大完善 4G 覆盖方案相比较,eSRVCC 方案更简单、迅速,可大大降低 VoLTE 业务部署门槛。但也存在以下缺点:3G/4G 网络侧需开通 eSRVCC 功能,3G 需要额外投资用于购买 License,需完善 3G 覆盖确保 3G 的语音托底能力,且需大量的数据配置,才能保证 eSRVCC 的质量,而 3G 网络终将退网,用于 eSRVCC 的投资,长远看可能不如直接投在扩大 4G 覆盖上(取决于 3G 网络后续存在时长)。

因此,建议在 4G 覆盖区域尽量通过改善 4G 网络实现 VoLTE 连续覆盖,在 4G 边缘区域开通 eSRVCC→3G 功能;为保证用户语音业务感知,VoLTE eSRVCC 切换门限建议设置为:异频搜索门限 RSRP=-110 dBm,异频切换门限 RSRP=-115 dBm。

当然并不是所有小区都需要开通 eSRVCC 功能,需要开通 eSRVCC 功能的小区判决条件如下:

a) 仅当开通 VoLTE 的 LTE 小区周边有可用 3G (或 2G) 小区。

b) 仅当 VoLTE 业务难以继续时,如 LTE 覆盖不足,使 VoLTE 业务质量下降至用户难以接受,或者 VoLTE 开通区域边界。

c) 根据 MR 数据统计分析,如果 MR 样本 RSRP≤-112 dBm 占比小于 2%、RSRP≤-120 dBm 的占比小于 1% 且 4G→3G 重选切换比率小于 1% 的小区,可不开

eSRVCC。

基于沃网络 MR 数据对需开通 eSRVCC 功能情况进行了全国评估,约有 50% 的 4G 小区需开通 eSRVCC。建议在 3G 全网开通 eSRVCC 基础上,通过精准建设、优化,逐步减至最少 License 数量。

### 2.2.2 L900 解决方案

对于语音基本业务所需要的连续覆盖来说,一张满足广覆盖和深度覆盖的网最应该在低频部署,而中国联通目前低频资源是 900 MHz。对于中国联通来说,900 MHz 的目标网络是逐步部署一张全国基本覆盖的 NL900 网络,承载 NB-IoT@200 kHz、eMTC900@1.4 MHz、L900@5 MHz (VoLTE+宽带数据业务) 以及未来的 LTE-V@3 MHz。

a) L900 部署基本策略:农村基本覆盖/承载,市区托底。L900 部署于农村地区用于广覆盖时,可以同时承担语音及宽带数据接入业务;部署于市区时用于加强市区 LTE 的深度覆盖,考虑用户业务感知,推荐 L900 用于托底,承接 L2100/L1800 弱覆盖导致的切换(即深度覆盖)。L900 用于托底时,建议如下网络配置策略:

(a) 配置频率重选优先级 L2100/L1800>L900。

(b) 在 L2100/L1800 小区配置基于覆盖强度 RSRP 触发的 A2+B1/B2 异频切换策略,在弱覆盖时切换至 L900 网络。

(c) 通过合理调整 B1/B2 门限,灵活控制 L900 承载的业务量。

b) L900 部署站密建议。若基于现有 L1800 站址进行 L900 部署选点,这就需要准确评估 L900 与 L1800 覆盖能力的差异,并以此为基准,给出 L900 站址的选择指导原则。由于无线信号传播损耗与环境频率相关,也就意味着即便是 MAPL 相同,在不同覆盖环境和不同工作频率上所能传播的距离也不同,常用经典传播模型进行分析。此处基于 Cost-231 模型分别评估 900 MHz 和 1 800 MHz 无线信号在密集城区、普通城区传播的路径损耗差异。图 3 给出了 L900 与 L1800 传播损耗对比分析。由图 3 可以看出,在普通城区室外,相同距离情况下 L1800 传播损耗比 L900 高出 7.4 dB;在密集城区室外,这一差异扩大为 9.6 dB。

考虑 900 MHz 和 1 800 MHz 在空间传播损耗 MAPL、建筑物穿透损耗等方面的差异,再结合不同区域 L1800 现网部署情况及 900 MHz 系统干扰情况,可以进一步核算出满足 VoLTE 业务所需的基站数比例。

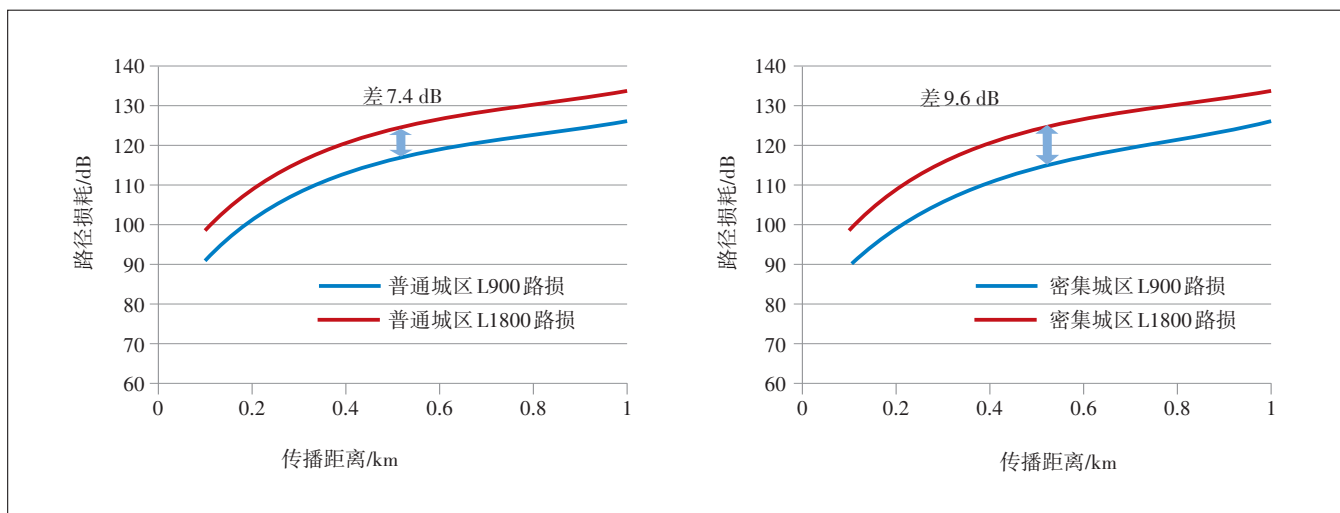


图3 L900与L1800传播损耗对比分析

基于链路预算及理论分析,得知:若L900采用2T2R站型,则当L900和L1800基站数比约1:2时L900有托底效果;L900和L1800基站数比约1:3时L900略优,L900和L1800基站数比约1:4时L900略差。

### 3 结束语

本文对VoLTE各语音业务质量与4G网络无线环境的相关性进行了详细的分析,基于此,给出4G无线网络的VoLTE部署条件指标要求。基于现网4G MR数据,通过评估算法研究,分析现网L1800覆盖是否能够满足VoLTE部署,并估算需增补覆盖的小区数量,最后,针对弱覆盖区域,提出了eSRVCC+3G解决方案和L900解决方案,供VoLTE的部署及优化参考。

#### 参考文献:

[1] IP Media Subsystem (IMS): 3GPP TS 23.228[S/OL]. [2020-01-25]. <http://www.3gpp.org/DynaReport/23228.htm>.  
 [2] SingleRadio Voice Call Continuity(SRVCC)enhancements(Stage 2): 3GPP TR 23.856[S/OL]. [2020-01-25]. <http://www.3gpp.org/DynaReport/23856.htm>.  
 [3] IP Multimedia Subsystem (IMS) Service Continuity (Stage 3): 3GPP TS 24.237[S/OL]. [2020-01-25]. <http://www.3gpp.org/DynaReport/24237.htm>.  
 [4] Interworking between the IP Multimedia (IM) Core Network (CN) subsystem and MSC Server for IMS Central-ized Services (ICS): 3GPP TS 29.292[S/OL]. [2020-01-25]. <http://www.3gpp.org/DynaReport/29292.htm>.  
 [5] 许可. VoLTE语音质量评价方法及测试方案[J]. 电信网技术, 2014(5):81-84.  
 [6] 龙青良,张磊. 基于用户感知的LTE网络优化关键问题研究[J].

邮电设计技术,2014(10):14-20.  
 [7] 龙青良. LTE与3G互操作关键问题分析及优化研究[J]. 邮电设计技术,2016(2):55-60.  
 [8] 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,2012:36-100  
 [9] 沈嘉. 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,2008:43-123  
 [10] 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.  
 [11] 吴琼,薛楠. SR VCC在VoLTE中的应用[J]. 邮电设计技术,2014(2):26-30.  
 [12] 刘国平,尼松涛,尹翔宇. VoLTE语音业务部署方案探讨[J]. 邮电设计技术,2015(9):47-52.  
 [13] 朱斌,文涛,符刚,等. VoLTE部署关键问题研究[J]. 邮电设计技术,2014(2):1-5.  
 [14] 唐艳超. LTE高铁覆盖解决方案研究[J]. 邮电设计技术,2014(12):20-23.  
 [15] 童恩,邵建. VoLTE关键技术应用及现网规划建设研究[J]. 移动通信,2014(17).  
 [16] 肖威,褚浩. VoLTE部署的技术问题分析[J]. 通讯世界,2016(11):19-20.  
 [17] 聂永霞,黄耀军. 浅谈VoLTE之演进与部署[J]. 广东通信技术,2015,35(5):57-60.  
 [18] 杜云峰. VoLTE网络建设及优化方法探索[J]. 信息通信,2018,189(9):261-264.

#### 作者简介:

景洪水,毕业于北京邮电大学,高级工程师,硕士,主要从事核心网优化、业务端到端优化、用户行为分析等领域的研究工作;龙青良,毕业于西安电子科技大学,高级工程师,硕士,主要从事3G/LTE/VoLTE技术原理研究、网络评估与优化技术研究等工作;刘光海,毕业于西安电子科技大学,硕士,主要从事移动网络性能评估、验证与优化工作。