



4G

TD-LTE 无线网 VoLTE 改造工程验收指标研究及建议

邓安达,徐德平,孙林洁,耿鲁静,史辛宁,王翔

(中国移动通信集团设计院有限公司,北京 100080)

摘要:首先探讨了 TD-LTE 无线网 VoLTE 改造工程验收思路与其他无线网络工程的异同,然后针对工程验收的初验和试运行阶段,分析了其验收指标的选择思路,并通过测试数据及与 GSM 网络的对比分析,对指标取值给出了建议。

关键词:VoLTE;无线网;工程验收;指标选择;语音业务;视频业务;TD-LTE

中图分类号:TN929.53

文献标识码:A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2015367

Research and suggestion on the choice of the acceptance indexes of the TD-LTE VoLTE wireless network engineering

DENG Anda, XU Deping, SUN Linjie, GENG Lujing, SHI Xinning, WANG Xiang

China Mobile Group Design Institute Co., Ltd., Beijing 100080, China

Abstract: Firstly, the similarities and differences between the acceptance of the TD-LTE VoLTE wireless network engineering and other wireless network engineering were discussed. Then, referring to the different phases of engineering acceptance, the choice of indexes was analyzed. And finally, by driving tests and comparison research, the values of the index were suggested.

Key words: VoLTE, wireless network, engineering acceptance, index choice, voice service, video service, TD-LTE

1 引言

VoLTE 具有低时延、高清晰度、便于与其他业务融合等特点,是 TD-LTE 的语音目标解决方案。VoLTE 是个庞大的改造工程,涉及核心网、无线网、终端、业务支撑系统等巨大改造,任何一个环节的问题均会影响端到端的用户感知。由于不同专业网络的 VoLTE 改造的目标与进度均不相同,为便于在工程中快速定位,可分别制定不同专业的 VoLTE 改造验收标准。

2 TD-LTE 无线网 VoLTE 改造工程的特点

工程验收是在工程施工完成、项目交付之前,由建设

单位组织的对项目施工质量和实施效果的检查。工程验收按阶段一般可分为工程验收前检查、初验、试运行和终验。

无线工程的验收前检查偏重于对施工工艺的检查,例如对机房环境的检查,对设备安装、线缆布放、天馈与铁塔桅的施工工艺是否符合设计要求和施工规范的检查。TD-LTE 无线网 VoLTE 改造工程一般是在 TD-LTE 无线网工程建设完成之后的软件升级,不涉及硬件施工,因此无须进行施工工艺的检查。

无线网工程初验偏重于对功能子项的验证及对性能指标的测试。初验阶段几乎还没有商用用户,主要依赖定点拨测和网络路测来验证网络性能指标。初验测试子项的



选取既要能测试出工程重点关注的关键指标,又应考虑测试中人力、物力、时间的限制而尽量精简。如果 TD-LTE RSRP、RS-SINR 等关键指标已经在 TD-LTE 无线网工程初验中测试过并达标,在无线网 VoLTE 改造工程初验中可以不统计输出,而只关注与业务相关的呼叫建立成功率、时延、掉话率等指标。

工程试运行应从初验测试通过后开始,时间应不少于 3 个月。通过一段时间试运行,无线网管系统中积累了一定量的无线指标数据,利用无线网管指标作为试运行阶段的验收指标,既可提高验收效率,又可避免网络路测不同轮次之间指标值的剧烈变动。

工程终验主要检查对工程技术资料的归档,本阶段 VoLTE 改造工程与其他无线网工程验收并无区别。

3 VoLTE 无线网初步验收指标选择与建议

3.1 功能指标选择与建议

支持 VoLTE 的无线主设备功能要求在《中国移动 TD-LTE 无线网络主设备技术规范——无线功能分册》中有详细规定,涉及 QoS 参数和承载组合、头压缩、调度、IMS 紧急呼叫、eSRVCC、测量控制、容量等方面,可以作为设备招标采购时的技术要求。理论上讲,通过招标采购的 TD-LTE 设备,应具备 VoLTE 相应功能。

TD-LTE 无线网 VoLTE 改造工程对功能指标的验收,不同于设备采购时以功能要求作为准入门槛,其主要目的在于检验现网对 VoLTE 必备功能的配置,杜绝零散随机的设备或网络配置问题。其方法为随机抽测,每个地区每个设备厂商随机抽取 5~10 台基站设备,验证网络和设备具备相应功能。工程验收功能指标选择与建议见表 1。

3.2 网络路测指标选择与建议

无线网络性能测试一般包括定点拨测和网络路测。定点拨测主要是在特定的小区内进行测试,可作为重点小区深入发现问题的手段;网络路测利用驱车行驶和路测软件,有利于对较大区域范围内的无线网络性能进行快速而客观的评价。考虑到 VoLTE 无线网改造工程初验是在无线设备改造完成、单小区功能具备的条件下进行,为提高效率,一般推荐采用网络路测的形式。

3.2.1 VoLTE 语音业务指标

(1) 验收项目选择

VoLTE 无线网改造工程初验语音业务指标的选择,应

考虑以下因素并尽量精简。

- 反映 VoLTE 语音接入性能、保持性能、切换性能与语音质量的指标。
- 考虑无线性能与端到端性能之间的关系。
- 考虑与 GSM 语音验收指标的横向对比,反映出 VoLTE 语音的特点。

VoLTE 语音业务初验性能指标选择建议见表 2。

表 2 中的 VoLTE 语音呼叫建立成功率及呼叫建立时延、VoLTE 语音掉话率、VoLTE 业务网内切换成功率及切换中断时延、eSRVCC 切换成功率及切换时延均为全网端到端指标,直接影响用户感知。虽然上述指标并非仅与无线子系统相关,但考虑到其重要性,并在实际验收测试操作通过无线路测来获取,且无法便捷地使用其他无线指标代替,故仍建议选择上述指标。实际验收测试应在核心网及其他传输配套网络具备 VoLTE 功能、参数配置正确、能正常运行的条件下进行,数据统计分析时应扣除其他影响因素。

(2) 指标取值建议

TD-LTE 网络从 2012 年开始建设,至今已进行至 4G 三期工程,其规划建设标准为满足数据业务小区边缘速率 128 kbit/s(上行)/1 Mbit/s(下行)及由此折算出的 CS-RSRP 与 CS-SINR。2014 年初提出 TD-LTE 网络采用 VoLTE 作为语音目标解决方案,VoLTE 无线网改造工程的验收指标取值要考虑已建成的 TD-LTE 网络升级成具备 VoLTE 功能后对性能指标的满足度,即现网是经过适度优化就能满足 VoLTE 无线网验收指标,还是要大量新建站/缩短站间距才能满足。指标取值要综合进行技术、经济的平衡。

经过中国移动通信集团有限公司 VoLTE 试点测试 1、2 阶段的问题排查,参与 VoLTE 试点的 5 个城市的无线网络性能有一定提升,相应经验推广至更大范围。在 2015 年 6 月以后启动的 3 阶段测试中,仅以优化调整为基础,未大量增补基站,某些试点城市所在省份的 VoLTE 无线性能均有较大幅度提升。以湖南省为例,其网络路测指标见表 3。

湖南省及更大范围的测试数据表明,在 VoLTE 应用网络负荷较轻的网络初验阶段,采用路测的方式,指标门限可以确定在相对较高的基点。因此,作为 VoLTE 无线网改造工程初验语音业务指标取值建议见表 4。表 4 还呈现了与 GSM 无线网络验收企业标准的性能要求对比。

由表 4 可知,由于 VoLTE 无线网络复杂度提高,验收

表 1 VoLTE 无线网改造工程初验功能指标项选择建议

功能分类	功能细项要求	作用	是否纳入功能验收	原因
QoS 参数和承载组合	(1)根据不同的业务分类分别设置 QCI 参数;VoLTE 语音业务 $QCI=1$,VoLTE 视频业务 $QCI=2$, 信令 $QCI=5$, 普通 TD-LTE 数据业务 $QCI=8$ 或 9。并能够按照 QCI 中的优先级顺序保证 $QCI=1$ 承载的调度优先级。 (2)系统应支持 VoLTE 音频、视频与信令、普通数据业务的同时承载	VoLTE 系统的基本功能,能保证打 VoLTE 语音电话时能同时进行数据业务,并保证语音的优先级。语音通话时数据业务不中断,是 VoLTE 区别于 CSFB 语音方式的一个重要优势	简化纳入	简化成两条:(1)头压缩基于 QCI 独立配置;(2)DRX 参数基于 QCI 单独配置。这是对 QCI 、头压缩与 DRX 相组合的要求,涵盖了“QoS 参数和承载组合”与“头压缩”两类的主要要求
头压缩	(1)要求支持不同的头压缩算法; (2)要求针对不同的 QCI 分别配置头压缩开关及算法。默认头压缩仅针对 $QCI=1$ 语音承载开启;对于视频通话业务中 $QCI=2$ 的视频承载默认不开启	头压缩有助于提高 VoLTE 语音承载效率,但对 VoLTE 视频承载效率提升不大,因此要求头压缩能针对不同业务分别设置		
调度	(1)针对 VoIP 等具有周期性数据分组到达的业务,能够开启半持续性调度(SPS); (2)能参考语音编码速率、业务特性等参数进行半持续性调度资源的灵活配置; (3)能使用双周期的半持续调度来支持上行 VoIP 业务; (4)当半持续调度和连接态 DRX 同时开启时,需确保下行 SPS 有效数据均在 DRX 的激活期之内	当 UE 使用半持续性调度时,理论上可减少 PDCCH 的使用,以节省 PDCCH 资源	不纳入	因半持续调度(SPS)虽可降低 VoLTE 业务的 PDCCH 资源开销,但会适当增加 PDSCH 资源开销,由于功能成熟度有待完善现网尚未开启,因此不纳入验收
IMS 紧急呼叫	支持 SIB1 中 ims-EmergencySupport -r9 的发送,支持 RRC 连接建立请求中携带 emergency 原因值的处理和优先调度	中国移动 VoLTE 核心网基于 IMS 架构,紧急呼叫可支持无卡用户拨打 110、122 等特殊服务号	不纳入	因 IMS 系统并未优化完成,且由于政策管制原因不允许无卡的紧急呼叫服务,现网未开通 IMS 紧急呼叫功能,因此不纳入验收
eSRVCC	(1)支持基于 IMS 的由 LTE 承载的 IP 语音,采用 eSRVCC 方式切换至 GSM 承载保证语音连续; (2)eSRVCC 功能开启后,在触发其他互操作流程前,支持先确认终端是否存在 $QCI=1$ 的 VoLTE 业务,后续处理需优先保障语音业务体验,避免后续处理影响语音业务连续性; (3)支持基于覆盖、负载、语音质量(例如时延、时延抖动、分组丢失率)触发的 eSRVCC	对于因为覆盖、负载、语音质量等原因在 TD-LTE 网络上无法承载语音时,采用 eSRVCC 方式切换至 GSM 网络可保持语音业务的连续性	简化纳入	简化成一条:支持基于覆盖的 eSRVCC 切换流程,考虑到现网的异系统切换主要基于覆盖,基于负载和语音质量的为可选功能子项,因此简化
测量控制	(1)支持配置并下发至少 4 个 A2 事件测控,分别对应触发异频测量、异系统测量(要求针对语音和数据业务对应不同 A2 事件)、盲重定向,且各 A2 事件有明确标识以便设置合理门限; (2)要求针对触发异系统测量的两个不同的 A2,分别触发不同的异系统 B2 事件测控,其中测量对象、携带邻区数目、门限等重要参数可根据实际需求小区级灵活设置; (3)执行语音和数据并发业务,以 QCI 等级高的承载对应的业务为准下发相应测控命令	测量是进行有效重选、切换和重定向的前置条件,多样化的测量控制参数能保证针对不同业务触发不同的事件测控	纳入	

指标项目多于 GSM 无线网,指标取值也比 GSM 无线网更严格。

而综合对比某省 VoLTE 语音与全网 GSM 语音的关键指标(表 5)表明:目前阶段 VoLTE 无线网的呼叫成功率等与网络覆盖能力相关的指标还差于 GSM 无线网;时延方面,VoLTE 语音体现出对 GSM 的优势;语音质量方面,由于两种技术制式的 MOS 值算法不一,可比性不强,一般认为 VoLTE 语音质量好于 2G 语音质量。

3.2.2 VoLTE 视频业务指标

实时视频监控等对实时性、带宽和可靠性要求较高的视频可考虑采用 VoLTE 视频业务方式。由于目前 VoLTE 视频业务的相应标准尚在讨论中,测试工具的视频业务测试功能还不够完备、部分指标的测试方法有待明确、视频测试不够充分等条件的限制,如果必须要制定 VoLTE 视频业务验收指标,建议精简并且只保留 2 项:VoLTE 视频呼叫建立成功率和 VoLTE 视频掉线率。



表 2 VoLTE 无线网改造工程初验语音业务性能指标项选择建议

序号	指标名称	性能考察维度
1	VoLTE 语音呼叫建立成功率	VoLTE 语音接入性能
2	VoLTE 语音呼叫建立时延	VoLTE 语音对比 GSM 语音的优势
3	VoLTE 语音掉话率	VoLTE 语音保持性能
4	RTP 分组丢失率	无线网络质量
5	MOS	VoLTE 语音质量,对比 GSM 语音的优势
6	VoLTE 业务网内切换成功率	VoLTE 语音切换性能(语音连续性),因为 VoLTE 网络的复杂性,分为网内切换和网间切换两类。
7	VoLTE 业务网内切换中断时延	
8	eSRVCC 切换成功率	
9	eSRVCC 切换时延	

表 3 湖南全省 VoLTE 无线网性能测试指标

城市	拉网结束时间	呼叫次数/次	呼叫建立成功率	呼叫接入时延/s	掉话率	RTP 分组丢失率	MOS 值	网内切换成功率	eSRVCC 切换成功率
长沙	9 月 10 日	896	98.90%	3.1	0.15%	0.35%	3.85	100%	100%
株洲	9 月 10 日	45	100.00%	4.73	0	0.35%	3.75	100%	100%
湘潭	9 月 10 日	190	98.95%	3.55	0	0.35%	3.79	100%	100%
岳阳	8 月 19 日	434	98.16%	3.34	0	0.35%	3.9	100%	100%
常德	9 月 6 日	196	98.98%	5.35	0	0.35%	3.8	100%	100%
益阳	9 月 2 日	88	100.00%	1.29	0	0.35%	3.85	100%	100%
娄底	8 月 6 日	265	99.62%	3.41	0.19%	0.35%	3.85	100%	100%
湘西州	9 月 13 日	110	97.27%	9.45	0.40%	0.35%	3.95	100%	100%
衡阳	8 月 26 日	86	98.84%	3.78	0.59%	0.35%	3.83	100%	100%
郴州	8 月 2 日	75	100.00%	3.95	0	0.35%	3.92	100%	100%
永州	9 月 10 日	101	99.01%	3.06	0	0.35%	3.79	100%	100%
邵阳	8 月 26 日	135	98.52%	3.19	0	0.35%	3.81	100%	100%
怀化	9 月 11 日	137	98.54%	7.51	0	0.35%	3.97	100%	100%
张家界	9 月 9 日	71	98.59%	6.06	0	0.35%	3.88	100%	100%

4 VoLTE 无线网试运行验收指标选择与建议

试运行阶段的验收指标与初验类似,但更精简,并且建议通过无线网管系统直接提取相应指标值,相应指标选择与建议见表 6。

5 结束语

本文首先探讨了 TD-LTE 无线网 VoLTE 改造工程验收

思路与其他无线网络工程的异同,然后针对工程验收的初验和试运行阶段,分析了其验收指标的选择思路,并通过测试数据及与 GSM 网络的对比分析,对指标取值给出了建议。

参考文献:

- [1] 中国移动通信集团有限公司. 中国移动 TD-LTE VoLTE 移动通信网无线网工程设计规范 V1.0.0[S]. 2014: 9-10.
China Mobile Communications Corporation. Design specification for TD-LTE VoLTE mobile communication wireless network engineering V1.0.0[S]. 2014: 9-10.

表 4 VoLTE 无线网改造工程验收与 GSM 无线网络验收的语音业务性能指标要求对照

VoLTE 无线网络验收指标(建议取值)		GSM 无线网络验收指标(中国移动企业标准)	
指标名称	指标取值	指标名称	指标取值
网络路测 (语音)	VoLTE 语音呼叫建立成功率	无线接通率	同一移动网内的本地呼叫;无线接通率 $\geq 90\%$; 同一移动网内的长途呼叫;无线接通率 $\geq 85\%$; 两个或多个移动网间呼叫,或移动固定网间呼叫;无线接通率 $\geq 80\%$
	VoLTE 语音呼叫建立成功率 $\geq 97\%$		
	VoLTE 语音呼叫建立平均时延 ≤ 4 s		
	VoLTE 语音掉话率	掉话率	掉话率 $\leq 5\%$
	VoLTE 语音掉话率 $\leq 1\%$		
	RTP 分组丢失率		
	端到端 95%分组丢失率 $\leq 5\%$		
	MOS		
	AMR 23.85 kbit/s 语音 MOS 值大于 3 的比例大于 85%,大于 3.5 的比例大于 75%		
	VoLTE 业务网内切换成功率	切换成功率	切换成功率 $\geq 90\%$
	VoLTE 业务网内切换成功率 $\geq 98\%$		
	VoLTE 业务网内切换平均中断时延—控制面 <100 ms;		
	VoLTE 业务网内切换平均中断时延—用户面下行 <150 ms		
	eSRVCC 切换成功率		
	eSRVCC 切换成功率 $\geq 95\%$		
	eSRVCC 切换时延		
	eSRVCC 切换平均时延—控制面 <150 ms		
	eSRVCC 切换平均时延—用户面 商用初期 ≤ 400 ms,成熟期 ≤ 300 ms		

表 5 VoLTE 与 GSM 网络语音关键指标要求对照

指标项目	湖南 2015 年 9 月 VoLTE 性能测试全省平均	GSM 全网 2014 年底	CSFB 全网 2014 年底
呼叫建立成功率	98.96%	99.31%	97.82%
呼叫接入时延/s	4.41	5.98	10.32
掉话率	0.10%	0.74%	0.18%
MOS 值	3.85	GSM 网语音 MOS 值采用 PESQ 算法,约为 2.8	

表 6 VoLTE 无线网改造工程试运行阶段网管指标验收

指标名称	指标取值
E-RAB 建立成功率	E-RAB 建立成功率($QCI=1$) $\geq 99.5\%$
无线接通率	无线接通率($QCI=1$) $\geq 99\%$
E-RAB 掉线率(小区级)	E-RAB 掉线率($QCI=1$)(小区级) $\leq 1\%$
VoLTE 用户切换成功率	VoLTE 用户切换成功率 $\geq 98\%$
eSRVCC 切换成功率	eSRVCC 切换成功率 $\geq 95\%$

[2] 中国移动通信集团有限公司. 中国移动 TD-LTE 无线网络主设备规范—基本功能分册 V4.0.0[S]. 2014: 36-40.
China Mobile Communications Corporation. TD-LTE RAN functionality specification V4.0.0[S]. 2014: 36-40.

[3] 中国移动通信集团有限公司. 中国移动 900/1800MHz TDMA

数字蜂窝移动通信无线网工程验收规范 V 1.0.0 [S]. 2012: 17-19.

China Mobile Communications Corporation. Acceptance specification of 900/1800MHz TDMA digital cellular mobile communication wireless network V 1.0.0[S]. 2012: 17-19.



[作者简介]



邓安达(1976-),女,中国移动通信集团设计院有限公司高级工程师,主要从事移动通信网络工程规划设计咨询工作。



耿鲁静(1986-),女,中国移动通信集团设计院有限公司工程师,主要从事无线通信系统设计和研究工作。



徐德平(1976-),男,中国移动通信集团设计院有限公司教授级高级工程师,主要研究方向为移动通信相关的技术引入策略、组网规划方案、工程总体方案以及网络融合及演进等。



史辛宁(1976-),女,中国移动通信集团设计院有限公司高级工程师,主要研究方向为蜂窝移动通信 GSM、TD-SCDMA、TD-LTE 和 LTE-Advanced 无线通信技术。



孙林洁(1977-),女,中国移动通信集团设计院有限公司工程师,主要研究方向为无线网络规划与优化。



王翔(1973-),男,中国移动通信集团设计院有限公司高级工程师,主要从事移动通信网络工程规划设计咨询工作。