

国际电信联盟

**ITU-T**

国际电信联盟  
电信标准化部门

**G.1028.1**

(02/2019)

G系列：传输系统和媒质、数字系统和网络  
多媒体服务质量和性能 – 一般和用户相关的问题

---

4G移动网络上视频电话的端到端服务质量

ITU-T G.1028.1 建议书



ITU-T G系列建议书  
传输系统和媒质、数字系统和网络

国际电话连接和电路	G.100–G.199
所有模拟载波传输系统共有的一般特性	G.200–G.299
金属线路上国际载波电话系统的各项特性	G.300–G.399
在无线电中继或卫星链路上传输并与金属线路互连的国际载波电话系统的一般特性	G.400–G.499
无线电话与线路电话的协调	G.450–G.499
传输媒质和光纤系统的特性	G.600–G.699
数字终端设备	G.700–G.799
数字网	G.800–G.899
数字段和数字线路系统	G.900–G.999
<b>多媒体服务质量和性能 – 一般和用户相关的问题</b>	<b>G.1000–G.1999</b>
传输媒质的特性	G.6000–G.6999
经传送网的数据 – 一般问题	G.7000–G.7999
经传送网的分组网问题	G.8000–G.8999
接入网	G.9000–G.9999

欲了解更多详细信息，请查阅ITU-T建议书目录。

# ITU-T G.1028.1 建议书

## 4G移动网络上视频电话的端到端服务质量

### 摘要

ITU-T G.1028.1建议书提供了关于影响运营级（相对过顶（OTT）方法，这超出了本建议的讨论范围）长期演进（LTE）网络上会话视频业务端到端性能的关键问题的导则，该业务也称为基于LTE的视频电话（ViLTE），由全球移动通信系统协会（GSMA）定义。它确定了ViLTE网络最佳运行的前提条件，并提供了补救措施，运营商可以利用这些措施来解决LTE网络中服务质量（QoS）劣化的相关影响。

### 历史沿革

版本	建议书	批准日期	研究组	唯一ID*
1.0	ITU-T G.1028.1	2019-02-06	12	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/13831">11.1002/1000/13831</a>

### 关键词

LTE, QoS, 服务质量, 视频, 视频电话, ViLTE, 4G。

---

\* 为访问本建议书，请在万维网浏览器的地址栏中输入URL：<http://handle.itu.int/>，并后跟本建议书的唯一ID。例如：<http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en>。

## 前言

国际电信联盟（ITU）是从事电信、信息通信技术（ICT）领域工作的联合国专门机构。国际电信联盟电信标准化部门（ITU-T）是国际电信联盟的常设机构，负责研究技术、操作和资费问题，并且为在世界范围内实现电信标准化，发表有关上述研究项目的建议书。

每四年一届的世界电信标准化全会（WTSA）确定ITU-T各研究组的研究课题，再由各研究组制定有关这些课题的建议书。

WTSA第1号决议规定了批准建议书须遵循的程序。

属ITU-T研究范围的某些信息技术领域的必要标准，是与国际标准化组织（ISO）和国际电工技术委员会（IEC）合作制定的。

## 注

本建议书为简明扼要起见而使用的“主管部门”一词，既指电信主管部门，又指经认可的运营机构。

遵守本建议书的规定是以自愿为基础的，但建议书可能包含某些强制性条款（以确保例如互操作性或适用性等），只有满足所有强制性条款的规定，才能达到遵守建议书的目的。“应该”或“必须”等其它一些强制性用语及其否定形式被用于表达特定要求。使用此类用语不表示要求任何一方遵守本建议书。

## 知识产权

国际电联提请注意：本建议书的应用或实施可能涉及使用已申报的知识产权。国际电联对无论是其成员还是建议书制定程序之外的其它机构提出的有关已申报的知识产权的证据、有效性或适用性不表示意见。

至本建议书批准之日止，国际电联尚未收到实施本建议书可能需要的受专利保护的知识产权的通知。但需要提醒实施者注意的是，这可能并非最新信息，因此特大力提倡他们通过下列网址查询电信标准化局（TSB）的专利数据库：<http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>。

© 国际电联 2020

版权所有。未经国际电联事先书面许可，不得以任何手段复制本出版物的任何部分。

## 目录

页码

1	范围 .....	1
2	参考文献 .....	1
3	定义 .....	1
3.1	其他地方定义的术语 .....	3
3.2	本建议书定义的术语 .....	3
4	缩写词和首字母缩略语 .....	3
5	惯例 .....	6
6	LTE视频电话简介和假设 .....	6
7	ViLTE网络架构 .....	7
8	ViLTE的QoS要求 – 分段方法 .....	8
8.1	最终用户遇到的QoS问题概述 .....	8
8.2	用户设备（编解码器设计和实现） .....	9
8.3	E-UTRAN（无线电资源管理） .....	10
8.4	演进的分组核心网（QCI分配和移动性管理程序） .....	11
8.5	IMS和IP传输核心（呼叫控制和信令） .....	11
9	预算估算和QoS参数化 .....	11
9.1	相关指标 .....	11
9.2	相关操作条件对QoS参数的影响评估 .....	13
9.3	质量目标 .....	15
10	QoS劣化的诊断策略 .....	16
10.1	与业务可用性有关的QoS问题 .....	17
10.2	与网络性能有关的QoS问题 .....	17
10.3	用于测量和预测视频质量的工具和模型 .....	19
	参考书目 .....	21

## 引言

面对竞争激烈的宽带市场，移动宽带运营商必须重新定义其业务模型，以增强创收流。这就需要将部署转移到基于IP的融合技术平台和高吞吐量接入网络技术上来，这些技术可以为消费者提供高质量的三重播放业务（电话、互联网和视频流），这些消费者对改善用户体验的期望仍然无法满足。从这个角度来看，基于4G网络的视频电话业务（即长期演进（LTE））为运营商提供了向其客户提供新的增值业务并说服客户保持忠诚的机会。学术界、系统开发人员和标准制定组织仍在开展研究工作；所有这些都试图在填补知识空白，以便在全球范围内成功实现对LTE视频电话（ViLTE）的商业部署。

## 4G移动网络上视频电话的端到端服务质量

### 1 范围

本建议书涉及长期演进（LTE）上视频电话（ViLTE）网段的端到端服务质量（QoS）要求（参见[b-GSMA IR.94]）、针对不同业务架构场景的预算分配注意事项、针对法规遵从性的QoS参数化、对某些相关操作条件对已确定业务参数的影响评估以及ViLTE中QoS劣化的诊断策略等问题。本建议书的目的是为LTE运营商和监管机构提供一份参考指南。

本建议书是对[ITU-T G.1028]的补充。ViLTE所有与语音有关的问题都和与LTE上语音（VoLTE）有关的问题完全相似，因此被[ITU-T G.1028]涵盖，故在本建议书中不再赘述。

### 2 参考文献

下列ITU-T建议书和其它参考文献的条款，由于在本建议书中的引用而构成本建议书的条款。在出版时，所指出的版本是有效的。所有建议书和其它参考文献均会得到修订，因此鼓励本建议书的使用者查证是否有可能使用下列建议书或其它参考文献的最新版本。当前有效的ITU-T建议书清单定期出版。本建议书引用的文件独立使用时不具备建议书的地位。

- [ITU-T G.1011] ITU-T G.1011建议书（2016年），体验质量评估方法的参考指南。
- [ITU-T G.1028] ITU-T G.1028建议书（2016年），4G移动网络上语音的端到端服务质量。
- [ITU-T G.1070] ITU-T G.1070建议书（2018年），视频电话应用的意见模型。
- [ITU-T G.1071] ITU-T G.1071建议书（2016年），视频和音频流应用的网络规划的意见模型。
- [ITU-T H.264] ITU-T H.264建议书（2017年），通用视听业务的高级视频编码。
- [ITU-T H.265] ITU-T H.265建议书（2018年），高效视频编码。
- [ITU-T J.144] ITU-T J.144建议书（2004年），在有完整参考信号的情况下，用于数字有线电视的客观感知视频质量测量技术。
- [ITU-T J.246] ITU-T J.246建议书（2008年），在有部分带宽参考的情况下，用于数字有线电视网络上多媒体业务的感知视觉质量测量技术。
- [ITU-T J.247] ITU-T J.247建议书（2008年），在有完整参考信号的情况下，进行客观感知多媒体视频质量测量。
- [ITU-T J.249] ITU-T J.249建议书（2010年），在有部分带宽参考的情况下，用于数字有线电视的感知视频质量测量技术。

- [ITU-T J.341] ITU-T J.341建议书（2016年），在有完整参考信号的情况下，用于数字有线电视的HDTV客观感知多媒体视频质量测量。
- [ITU-T J.342] ITU-T J.342建议书（2011年），在有部分参考信号的情况下，用于数字有线电视的HDTV客观多媒体视频质量测量。
- [ITU-T J.343.1] ITU-T J.343.1建议书（2014年），在有加密比特流数据的情况下，用于HDTV和多媒体基于IP的视频业务的混合-NRe客观感知视频质量测量。
- [ITU-T J.343.2] ITU-T J.343.2建议书（2014年），在有未加密比特流数据的情况下，用于HDTV和多媒体基于IP的视频业务的混合-NR客观感知视频质量测量。
- [ITU-T J.343.3] ITU-T J.343.3建议书（2014年），在有部分参考信号和加密比特流数据的情况下，用于HDTV和多媒体基于IP的视频业务的混合-RRe客观感知视频质量测量。
- [ITU-T J.343.4] ITU-T J.343.4建议书（2014年），在有部分参考信号和未加密比特流数据的情况下，针对HDTV和多媒体基于IP的视频业务的混合-RR客观感知视频质量测量。
- [ITU-T J.343.5] ITU-T J.343.5建议书（2014年），在有完整参考信号和加密比特流数据的情况下，针对HDTV和基于多媒体IP的视频业务的混合-FRe客观感知视频质量测量。
- [ITU-T J.343.6] ITU-T J.343.6建议书（2014年），在有完整参考信号和未加密比特流数据的情况下，针对HDTV和多媒体基于IP的视频业务的混合-FR客观感知视频质量测量。
- [ITU-T P.863] ITU-T P.863建议书（2018年），感知客观收听质量预测。
- [ITU-T P.1201] ITU-T P.1201建议书（2012年），视听媒质流质量的参数非侵入式评估。
- [ITU-T P.1201.1] ITU-T P.1201.1建议书（2012年），视听媒质流质量的参数非侵入式评估 – 较低分辨率的应用领域。
- [ITU-T P.1201.2] ITU-T P.1201.2建议书（2012年），视听媒质流质量的参数非侵入式评估 – 高分辨率应用领域。
- [ITU-T P.1202.1] ITU-T P.1202.1建议书（2012年），视频媒质流质量的参数非侵入式比特流评估 – 较低分辨率的应用领域。
- [ITU-T P.1202.2] ITU-T P.1202.2建议书（2013年），视频媒质流质量的参数非侵入式比特流评估 – 较高分辨率的应用领域。
- [ETSI TS 122105] ETSI TS 122105 v15.0.0（2018-07），数字蜂窝电信系统（第二阶段+）（GSM）；通用移动通信系统（UMTS）；LTE；业务和业务功能（3GPP TS 22.105版本15.0.0发布15）。

[ETSI TS 123 203] ETSI TS 123 203 v15.4.0 (2018-09), 数字蜂窝电信系统 (第二阶段+) (GSM) ; 通用移动通信系统 (UMTS) ; LTE; 策略和计费控制架构 (3GPP TS 23.203版本15.4.0发布15) 。

[ETSI TS 126114] ETSI TS 126114 v15.4.0 (2018-10), 通用移动通信系统 (UMTS) ; LTE; IP多媒体子系统 (IMS) ; 多媒体电话; 媒质处理和交互 (3GPP TS 26.114版本15.4.0发布15)。

### 3 定义

#### 3.1 其他地方定义的术语

无。

#### 3.2 本建议书定义的术语

无。

### 4 缩写词和首字母缩略语

本建议书使用下述缩写词和首字母缩略语:

3G	第三代无线接入网
4G	第四代无线接入网
AEC	声学回波消除
AGC	自动增益控制
AMR-WB	自适应多速率宽带
AS	应用服务器
ATCF	接入传输控制功能
ATGW	接入传输网关
BE	尽力而为
BGCF	边界网关控制功能
BSC	基站控制器
BTS	基站收发站
CIF	通用中间格式
CS	电路交换
CSFB	电路交换回落
DL	下行链路
DRB	数据无线承载
DRX	不连续接收
DSCP	差分业务代码点
DTMF	双音多频
EF	快速转发
eMSC	增强型MSC
e-NodeB	增强型节点B

EPC	演进的分组核心网
E-UTRAN	演进的UMTS陆地无线接入网
GBR	保证比特率
GERAN	GSM/边缘无线接入网
GPRS	通用分组无线业务
GSM	全球移动通信系统
GSMA	GSM协会
GTP	GPRS隧道协议
GW	网关
HARQ	混合自动重传请求
HD	高清
HSS	归属用户服务器
HVGA	半视频图形阵列
IBCF	互连边界控制功能
I-CSCF	协商呼叫会话控制功能
IMS	IP多媒体子系统
LTE	(无线接入网)长期演进
MBR	最大比特率
MGCF	媒质网关控制器功能
MGW	媒质网关
M-LWDF	经修改的最大加权延迟优先
MME	移动性管理实体
MOS	平均意见得分
MOS-LQ	平均意见得分 - 听力质量
MRFC	多媒体资源功能控制器
MRFP	多媒体资源功能处理器
MSC	移动交换中心
MSCS	MSC服务器
MTSI	IMS多媒体电话业务
NB	窄带
NGN	下一代网络
NR	降噪
OFDMA	正交频分多址
OT	第三运营商
OTT	过顶的
PCC	策略和计费控制
PCEF	策略和计费执行功能
PCRF	策略和计费规则功能
P-CSCF	代理呼叫会话控制功能

PDA	个人数字助理
PDCP	分组数据融合协议
PDD	拨号后延迟
PF	比例公平
P-GW	分组数据网络网关
PLF	丢包公平
PSTN	公共交换电话网络
QCI	服务质量分类标识符
QCIF	四分之一通用中间格式
QoS	服务质量
QVGA	四分之一视频图形阵列
RACH	随机接入信道
RLC	无线链路控制
RNC	无线网络控制
RoHC	强劲的报头压缩
RRC	无线资源控制
RSRP	参考信号接收功率
RTCP	实时传输控制协议
RTP	实时传输协议
S-CSCF	服务呼叫会话控制功能
SD	标清
SDP	会话描述协议
S-GW	服务网关
SIP	会话发起协议
SRB	信令无线承载
SRVCC	单无线语音呼叫连续性
TAS	电话应用服务器
TrGW	中继网关
TTI	传输时间间隔
UDP	用户数据报协议
UE	用户设备
UL	上行链路
UMTS	通用移动通信系统
UTRAN	UMTS地面无线接入网
ViLTE	LTE视频电话
VGA	视频图形阵列

VoLTE	LTE语音
VT	视频电话
WB	宽带

## 5 惯例

无。

## 6 LTE视频电话简介和假设

关于视频的IP多媒体子系统（IMS）配置文件，本建议书做以下一些关键假设，如[b - GSMA IR.92]中全球移动通信系统协会（GSMA）所定义；就IMS多媒体电话业务（MTSI）媒质处理程序（仅视频部分），本建议书做以下一些关键假设，如[ETSI TS 26 114]中3GPP所定义：

- 为了部署ViLTE，必须先具备VoLTE。在[ITU-T G.1028]中充分解决了ViLTE的语音方面和网络业务架构问题；
- 为了支持视频呼叫，用户设备（UE）将其视频功能传输到LTE网络。视频呼叫请求通过用户数据报协议（UDP）（RTP/UDP）上的实时传输协议（RTP）来封装视频媒质；
- RTP是用于传输实时音频或视频流的媒质协议。与VoLTE不同，分组数据网络网关（P-GW）和服务网关（S-GW）为视频呼叫建立两个承载：一个用于语音，一个用于视频；
- ViLTE使用强制性的ITU-T H.264编解码器或最好使用可选的（ITU-T H.265主层级3.1编解码器）来对视频流进行编码和解码，同时要权衡考虑，以优化比特率和视频信号质量；
- 与第三代（3G）对话视频呼叫中使用的低比特ITU-T H.263编解码器相比，ITU-T H.264/ITU-T H.265编解码器具有更高的质量；
- 在呼叫过程中，视频分辨率和编码率可能会适应网络条件，例如，下行链路带宽的减少。实时传输控制协议（RTCP）用于呼叫期间UE与网络内部IMS实体之间的容量通信，从而触发自适应；
- ViLTE使用与VoLTE相同的控制平面协议，即会话发起协议（SIP）；
- IMS核心网与适用的应用服务器（AS）一起执行呼叫控制；
- 为ViLTE视频呼叫分配适当的服务质量（QoS），以便将此类延迟和抖动敏感会话流量与其他对延迟或抖动不敏感的流视频流量区分开来并做优先处理；
- 所用机制称为QoS类标识符（QCI）。通常为ViLTE承载流量分配QCI-2，并为基于SIP的IMS信令分配QCI-5；
- 在ViLTE会话期间，具有视频功能的设备通常会确保音频和视频组件之间的口形同步，这种现象的特性是相互之间发送时序信息；
- ViLTE中的呼叫处理为通信设备提供了在呼叫过程中随时关闭视频并仅继续语音的选项；
- 会话视频呼叫业务可以以单工模式或双工模式进行；

- 通过使用适当的媒质描述符（例如，sendrecv、sendonly、recvonly）发送带有会话描述协议（SDP）提供的re-INVITE请求，可以将视频流从一种模式更改为另一种模式。

表1 – 在ViLTE中使用的标准化QCI特性 [ETSI TS 123 203]

QCI	资源类型	优先级	分组延迟预算	分组错误率	业务类型
1	保证比特率(GBR)	2	100 ms	1/100	会话语音
2		4	150 ms	1/1000	会话视频（实时流）
5	非GBR	1	100 ms	1/1000000	IMS信令

## 7 ViLTE网络架构

ViLTE的网络架构类似于VoLTE的网络架构（参见[ITU-T G.1028]）。

图1（摘自[ITU-T G.1028]）显示了ViLTE业务的整体网络架构。

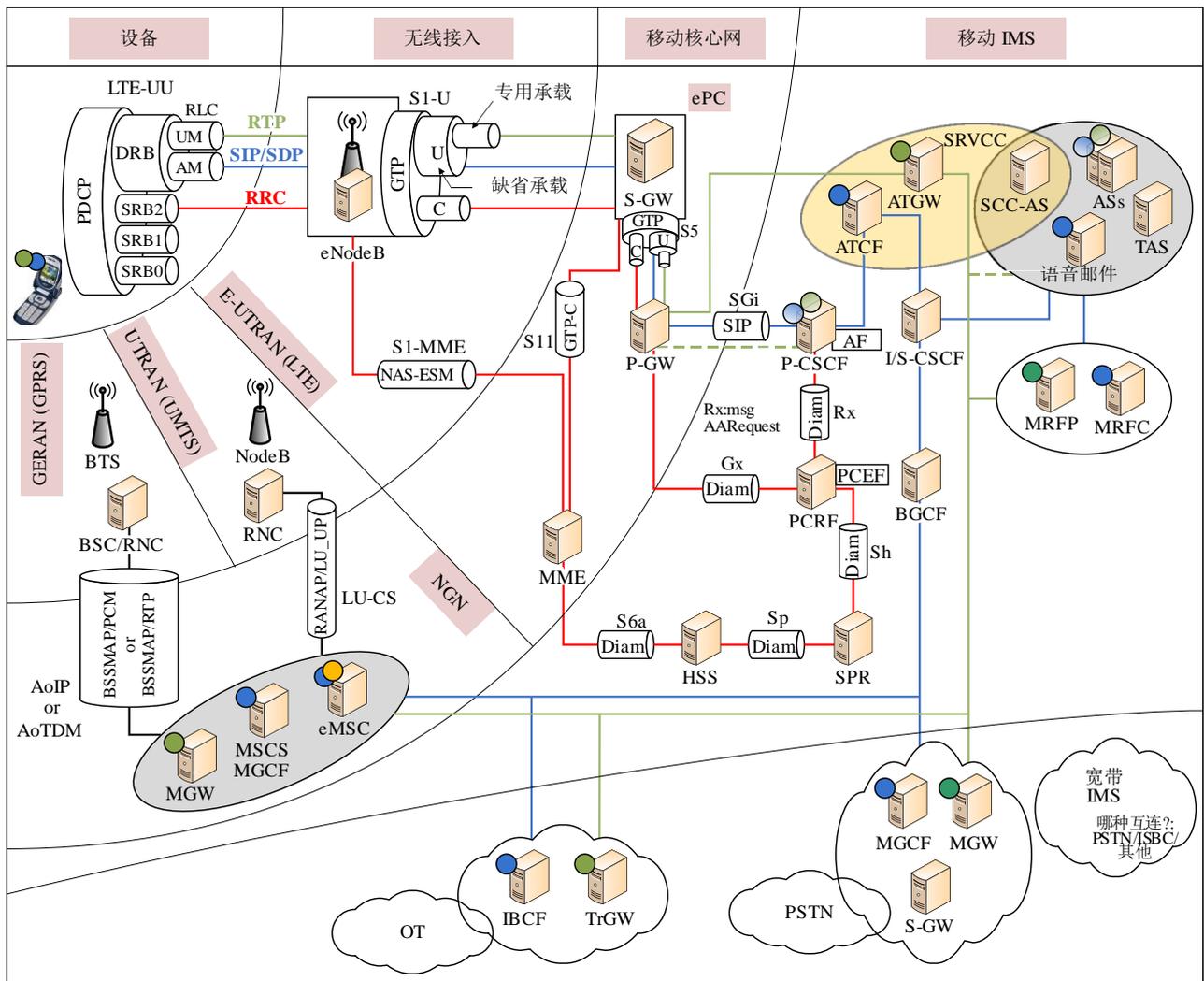


图1 – ViLTE业务的整体网络架构

## 8 ViLTE的QoS要求 – 分段方法

### 8.1 最终用户遇到的QoS问题概述

ViLTE是一项相对较新的业务，尚无足够的数据来了解客户感知的全球QoS以及QoS不同维度的重要性。不过，可与现有业务做一类比，对之可用合并的数据。

对话业务主要的QoS参数系列从电话业务中可以得知，它们是业务无障碍性、音频/视频质量（业务完整性的一部分，包括音频质量、视频质量，以及同时出现的音频/视频信号之间的关系（如口形同步）和业务连续性）。第9.1节提供了与每个QoS系列有关的最相关指标的详细列表。

此外，ViLTE与相同接入技术上可用的其他业务（例如，VoLTE [ITU-T G.1028]和LTE上的视频流（针对视频方面））共有若干特性。关于这最后一点：

- 视频渲染的内在质量，与视频编码技术和比特率、视频大小、分辨率（以及它们与屏幕大小适配性）、视频帧速率等高度相关；
- 网络（核心网或接入网）出现拥塞，导致若干可见的伪像（取决于接收方的解码和缓存策略），例如，图像冻结（类似于视频流中的重新缓存事件）、马赛克、块、重影等；
- 带宽限制或抖动缓存这两个最后元素的组合，可以通过视频编码比特率自适应来补偿，可能导致可见的质量劣化。

不过，由于[b-GSMA IR.94]中定义的ViLTE业务配置基于QCI（参见表1），因此ViLTE还具有适用于语音和视频的媒质处理差异的特性。

因此，在网络拥塞的情况下，或者在ViLTE终端处于无线电覆盖范围边缘的情况下，语音将优先于视频。像传输时间间隔（TTI）绑定这样的机制可以放大此优先级，该机制允许重新传输语音分组以确保它们不会被丢失，从而限制其他分组的带宽。TTI绑定实际上定义了ViLTE覆盖范围的最终阈值，超过此阈值，则使用ITU-T H.264“基准”只能以不可接受的质量来运行64 kbit/s视频。通过降低视频比特率，可改善覆盖范围，但以一半的比特率仅能获得4 dB的增益，如下图2所示。在最严重的情况下，根据业务提供商定义的策略，最终用户将面临通信缩减为其语音部分或掉话的情况。

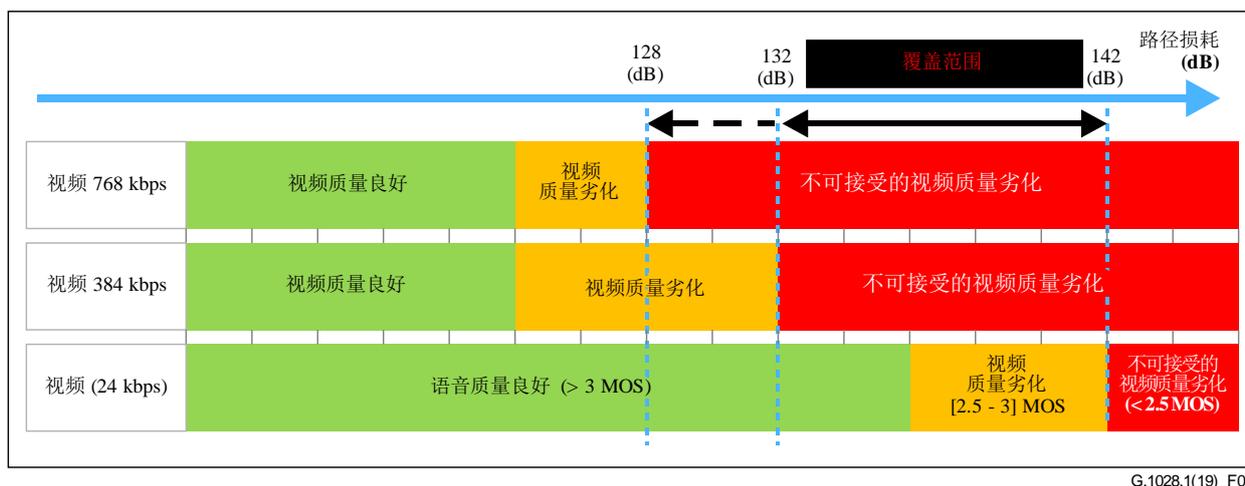


图2 – 相对覆盖范围的视频比特率

需要考虑的另一个因素是，当问题仅与音频或仅与视频有关时，用户所体验到的总体ViLTE服务质量会有何不同。从用户测试得知，在音频-视频对话期间，客户对语音损伤比对视频损伤更敏感。当损伤影响视频信号并使语音信号质量下降时，通常可以更好地做出总体判断。

## 8.2 用户设备（编解码器设计和实现）

如[ETSI TS 126 114]第5.2.2节中所规定的那样，ITU-T H.264约束的高配置级1.2，在UE中是强制性的。不过，为了向后兼容，要求UE也支持同一版本的受限基线配置级3.1。还建议支持ITU-T H.265主配置主层级3.1。

此外，作为程序的一部分，在[b-GSMA IR.94]第2.2.2节中，UE和网络必须能够在会话建立期间直接建立视频呼叫，或者通过发送带有SDP提供（包含语音和视频媒质描述符）的SIP (re-) INVITE请求，将视频添加到语音会话中，来建立视频呼叫。为了确保最佳的QoS交付，必须将视频信号的最大比特率（MBR）调整到远低于[ITU-T H.264] 3.1级的配置设置水平，并微调至网络的传输能力。

建议调整ViLTE的编解码器实施方案，以便可以在用例中使用编解码器，这些用例是[ITU-T G.1070]和[ITU-T P.1202.1]中提议的开发相关参数模型的假设。足以表明，就ViLTE业务的最大用户感知质量而言，ITU-T H.264/ITU-T H.265编解码器分辨率、帧速率和编码比特率构成了关键的相关性。支持LTE网络视频电话的终端设备（移动电话和个人数字助理（PDA））制造商可以在表2的假设中找到有趣的导则，而编解码器设计要求应考虑到[ITU-T G.1070]附录I中引用的系数推导函数。

表2 – 关于监视器特性的假设

显示器规格	标称值
对角线长度（注）	2-10 英寸
点距	< 0.30
色温	6500 K
位深	8 位/颜色

表2 – 关于监视器特性的假设

显示器规格	标称值
刷新率	≥ 60 Hz
亮度	100-300 cd/m <sup>2</sup>
注 – 对角线长度指的是显示器的图像尺寸。	

ViLTE视频分组所经历的端到端延迟可能在分组之间出现波动。端到端延迟的这种变化称为延迟抖动。延迟抖动是ViLTE的一个关键问题，因为接收终端（UE）必须实时且以恒定速率接收/解码/显示帧，延迟抖动导致的任何延迟帧都会在重建的视频中产生令人讨厌的伪像，如视频中的抖动。

通常通过在接收机处纳入一个播出缓存来解决此问题。尽管播出缓存可以补偿延迟抖动，但它可能会引入额外的延迟。为确保视频信道中QoS的视频抖动缓存管理，需要对抖动缓存延迟（延迟阈值）设置一个上限，探测抖动缓存的状态，并消除抖动缓存中多余的视频分组。在溢出的情况下，发送一条延迟超时消息，来告知应用抖动缓存中的延迟可能大到足以影响媒质同步，这可以通过清洗抖动缓存来解决。

### 8.3 E-UTRAN（无线电资源管理）

在ViLTE体系结构模型的演进UMTS地面无线接入网（E-UTRAN）段中，增强型节点B（e-NodeB）负责确保通过无线接口为专用（视频）承载提供必要的QoS条件，并考虑诸如QCI和优先级等关键决定因素。

在无线接口层面提供QoS的一个非常关键的要求是调度策略的类型，作为基于多用户正交频分多址（OFDMA）的移动系统的无线电资源管理功能的一部分，必须在e-NodeB上对之进行管理。根据[ETSI TS 123 203]中为视频电话流量规定的可容忍限值，需要一种良好和高效的调度算法，来验证所需的性能水平。确定无线链路控制（RLC）模式配置以及媒质访问控制（MAC）中的调度程序如何处理经承载发送的分组，需要优先级和分组延迟预算，以及某种程度上QCI标签可接受的丢包率。

因此，建议RAN设备供应商和系统运营商采用某种调度策略，在吞吐量、丢包率和公平性等方面，它应能克服传统基准调度算法的某些限制（例如，丢包公平（PLF）、经修改的最大加权延迟优先（M-LWDF）或比例公平（PF））。需要一个运行无线小区覆盖范围、参考信号接收功率（RSRP）电平小于-105 dBm的LTE网络，来确保基于用户设备适当QCI的准入控制基本经验法则。

针对E-UTRAN中视频呼叫（始发或终接）的IMS会话请求要求通过授权利用动态策略和计费控制（PCC）的流，来创建[b-GSMA IR.94]中规定的、针对语音的一个专用承载资源和针对视频的另一个专用承载资源。网络必须启动创建专用承载资源，以传输语音和视频媒质。针对会话视频流的专用承载可以是一个GBR或一个非GBR承载。如果使用GBR承载，则它必须利用2这一标准QCI值，并具有[ETSI TS 123 203]中提供的相关特性。在IMS使用对话媒质终止会话的情况下，必须通过撤消对流的授权来删除专用承载资源。网络必须启动删除承载资源。

## 8.4 演进的分组核心网（QCI分配和移动性管理程序）

演进的分组核心网（EPC）为QoS分类提供支持（在策略和计费执行功能（PCEF）与ViLTE客户端之间），如[ETSI TS 122105]第5节和[ETSI TS 123 203]第6.1.7节所定义。移动性管理实体（MME）为移动UE提供跟踪区域更新。

当UE连接到网络时，在UE与MME/归属用户服务器（HSS）之间执行UE与网络的相互认证。该认证功能还建立用于承载加密的安全密钥。由于跟踪区域（TA）更新过多而导致的信令开销必须以确保减少视频呼叫会话建立期间的延迟的方式来进行管理。

S-GW基于与对应承载相关联的参数，通过带有适当DiffServ代码点的标记IP分组，为传输层QoS提供支持。P-GW是通过SGi接口与外部IP网络互连的点。它在支持最终用户IP业务的QoS方面也起着关键作用。

需要一种良好的分层设计来提供移动期间控制平面信令的无缝协调，其中2个主要的QoS前提条件是最小化切换期间的QoS中断以及对移动协议（IP/IPv6）间互操作性的更好支持。

## 8.5 IMS和IP传输核心（呼叫控制和信令）

IMS核心网支持ViLTE客户端注册和身份验证。IMS支持IP视频（VoIP）会话的建立和释放，并要求SIP信令工作于指定的QCI5上，以及语音和视频RTP流分别以QCI-1和QCI-2实时传输（参见表1）。

为了满足这些要求，在容量受限的网络中，可以使用Diffserv（差分业务代码点（DSCP））方法，来确保几个流量应用（包括视频电话）间有效的带宽分配和调度。

提供三重播放业务产品（语音、视频、数据）的LTE运营商可以通过为每种业务类型创建流量类别组，来适应其网络上不断变化的流量需求。

## 9 预算估算和QoS参数化

### 9.1 相关指标

在评估ViLTE服务质量时，需要考虑两类指标：

- 1) 会话建立和连续性；
- 2) 内容的完整性。

在第一类中，目标是评估用户在整个ViLTE会话中可以访问和使用业务的质量等级。推荐的指标在下面的表3中给出。

表3 – 用于会话建立和连续性的QoS参数

名称	定义
视频电话（VT）业务可用性	就建立自/至ViLTE客户的呼叫能力及其音视频组件而言的端到端业务可用性。 所尝试的、导致纯语音会话被视为失败的ViLTE呼叫。

表3 – 用于会话建立和连续性的QoS参数

名称	定义
视频组件可用性	视频组件的可用性（如果请求将其添加到现有的VoLTE呼叫中）。
VT设置时间（拨号后延迟（PDD））	在成功实现ViLTE呼叫的情况下，呼叫者结束拨号与接收到适当铃声之间的时间间隔（以秒为单位）。
组件设置时间	在成功实现ViLTE呼叫的情况下，在接收到铃声与相应的音频和视频会话开始之间的时间间隔（以秒为单位），或者在从VoLTE呼叫发出请求后添加视频组件所花费的时间。 窄带（NB）：本指标不考虑是否已将相关的QCI指配给每个流（语音的QCI-1、视频的QCI-2）。
VT业务中断时间	在会话重新开始之前暂停会话的时间间隔（以秒为单位）（至少缺少一种媒质、音频或视频）。
VT切断比	在用户请求释放呼叫之前使用业务和/或其音频和视频组件的可能性。 视频组件非期望释放而音频组件仍工作的VoLTE呼叫被视为掉线。

第二类涉及视频质量（在[ITU-T G.1028]中考虑到了音频质量），具有两种互补的观点：整体质量（以平均意见得分（MOS）来表示）以及伪像的检测和表征。推荐的指标在下面的表4中给出。

表4 – QoS参数视频质量测量

名称	定义
视频质量（MOS）	提供有关VT客户所感知的视频信号质量的客观观点
冻结检测	<ul style="list-style-type: none"> <li>检测次数和速率</li> <li>所有检测到事件的累积持续时间</li> </ul>
模糊检测	<ul style="list-style-type: none"> <li>检测次数和速率</li> <li>所有检测到事件的累积持续时间</li> </ul>
马赛克检测	<ul style="list-style-type: none"> <li>检测次数和速率</li> <li>所有检测到事件的累积持续时间</li> </ul>

第10.3节给出了关于视频质量测量方法的导则。

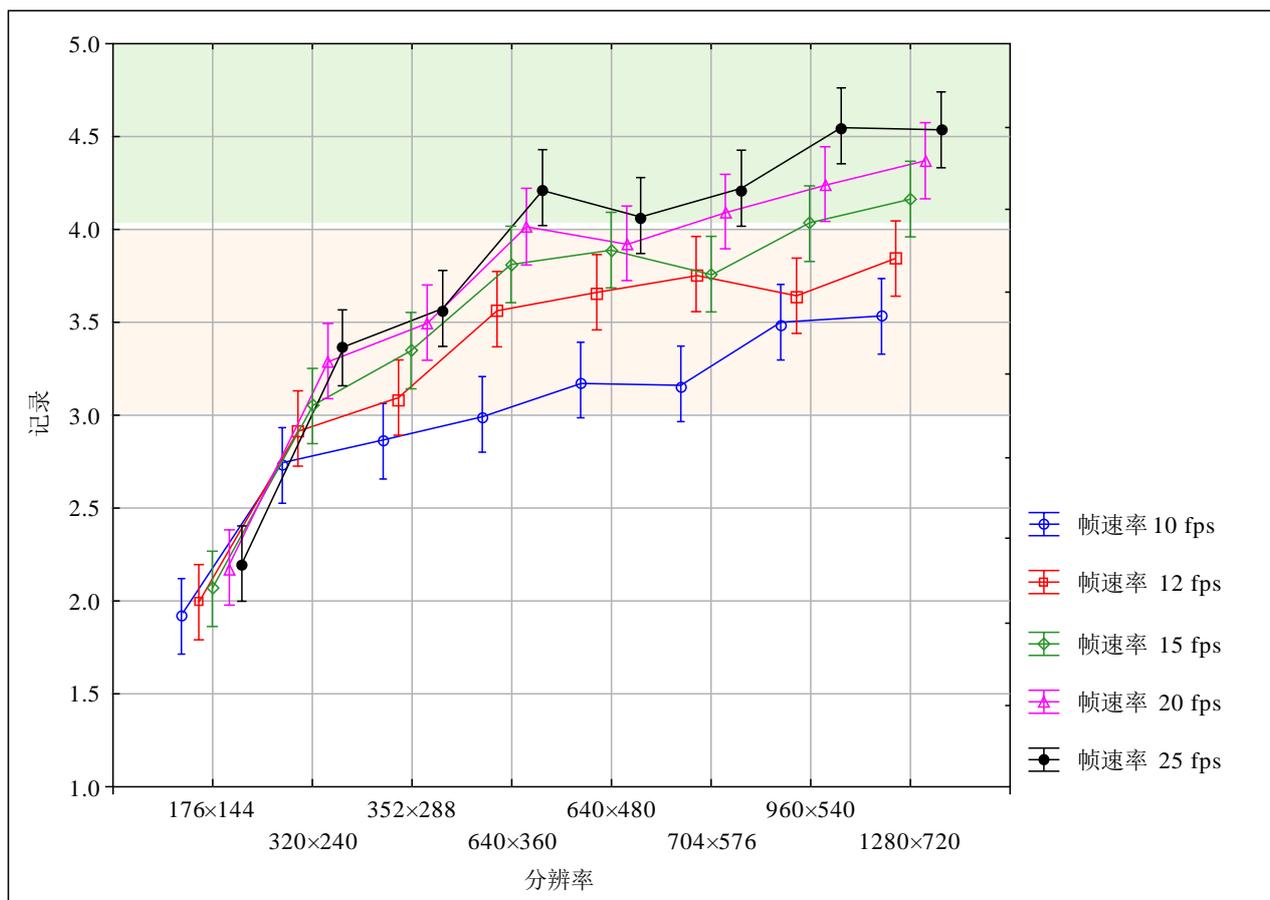
- **冻结：**对可靠传输而言，冻结是由传输问题引起的唯一失真，在ViLTE中，冻结只是其他问题中的一个（也是个比较小的问题）。原则上，仅当（短）缓存为空时才会发生。基于当前的知识，播放器解码和播放所获得的内容，而与分组的损坏程度无关。但这是一个时间问题，播放器需要采用其他策略，如隐藏错误或冻结，直至收到下一个I帧来实现完全同步。
- **模糊：**由低分辨率和压缩引起。根据市场的不同，本机图像分辨率通常限制为240p或360p（高清（HD）电话显示屏上相当模糊）。即使标准允许更高的分辨率，也允许自适应比特率。在240p I帧的情况下，“块”的检测被视为模糊。

- **马赛克**：在传输错误的情况下，可以看到的是由错误更新（错误的内帧）引起的全套图像失真。这些是出现并四处移动的假色宏块、通常错误移动的宏块、图像的冻结部分、不适合色度的亮度信息等。还需要考虑“错误传播”的影响：一个错误的内帧会破坏一幅图像，因此，即使无错误地接收所有后续的内帧，更新信息也适用于遭到破坏的图像。

## 9.2 相关操作条件对QoS参数的影响评估

以下是实验室或现场测试提供的、有关操作条件对ViLTE QoS各维度影响的反馈。本节将在进一步的修订中完成。

- 编解码器分辨率-视频质量

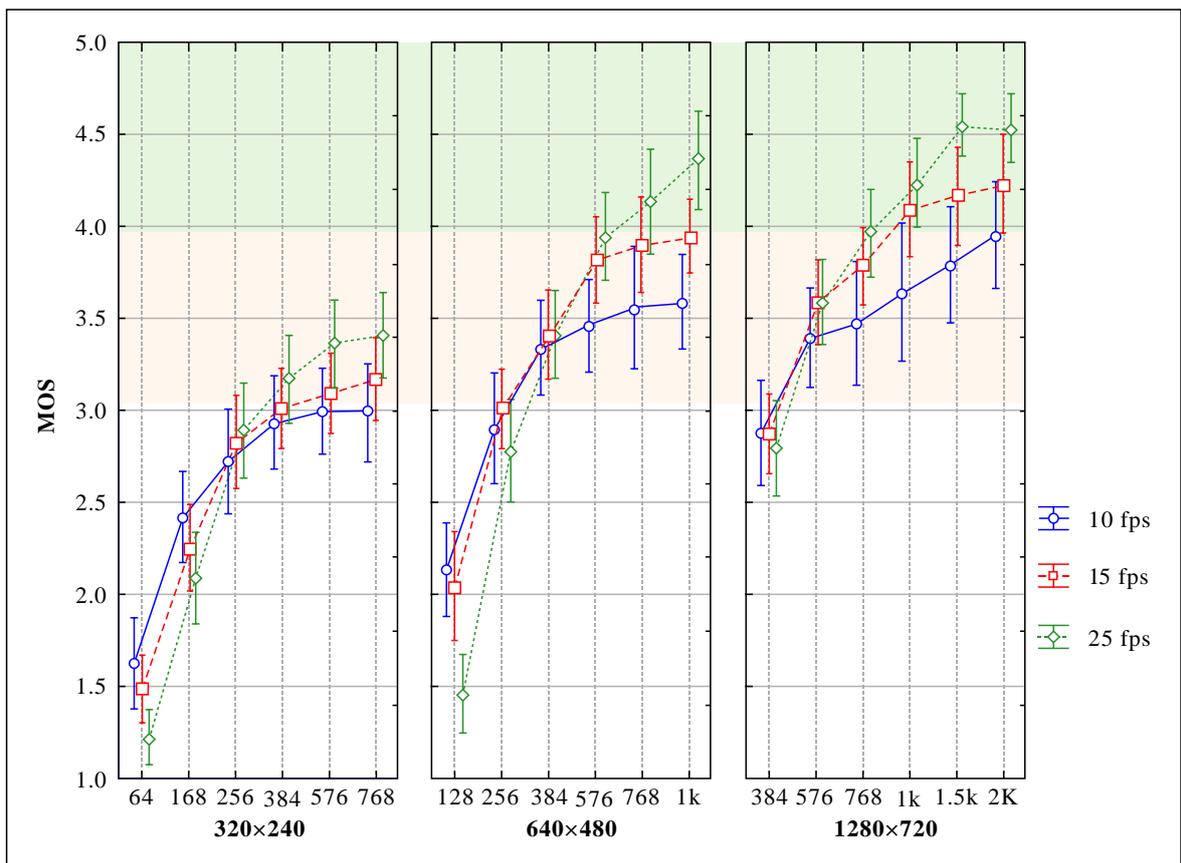


G.1028.1(19)\_F03

图3 - 编解码器分辨率-视频质量

主观测试的结果表明，在15 fps下的视频图形阵列（VGA）（320x40）只能提供中等质量的用户体验（MOS ≈ 3.0）。在15 fps下的高质量（MOS ≈ 4）需要最低分辨率（640x360）。不过，VGA（640x480）是得到广泛支持的、达到该质量水平的分辨率。

- 编码比特率 - 视频质量



G.1028.1(19)\_F04

图4 – 比特率 – 视频质量

从主观测试结果可以推断出，使用ITU-T H.264基线级3.1的、有关“好”视频MOS的最佳工作范围是VGA分辨率，帧速率为15 fps至30 fps、比特率为384 kbit/s至768 kbit/s。因此，384 kbit/s是确保“好”质量体验（约3.5 MOS）的最小比特率，而“非常好”视频质量（ $\geq 4.0$  MOS）需要高达768 kbit/s的比特率。不过，更好的编解码器将无法解决所有容量/覆盖范围问题 – 需要进行速率调整。设备必须能够检测传输条件（在接收方和发送方），并相应地调整比特率/帧速率和分辨率。

– 视频比特率 – 容量

ViLTE（以QCI-2）的专用载体提供了GBR。无线电调度器将更多的无线电资源分配给该承载，以确保GBR位于小区边缘。GBR为768 kbit/s时，单个ViLTE呼叫会消耗上行链路（UL）（10 MHz带宽）中20%的无线电资源；因此，会影响小区中的整体数据性能。

表5 – 视频比特率 – 容量

每个VoLTE终端的无线电资源分配百分比		小区中心	中等小区	ViLTE小区边缘
10 MHz	384 kbit/s	2.0%	8.0%	12%
	768 kbit/s	3.2%	2.0%	20.6%
20 MHz	384 kbit/s	1.0%	4.0%	6.0%
	768 kbit/s	1.6%	5.5%	10.3%

为了确保ViLTE体验质量（QoE）而不影响其他用户的吞吐量，必须采取切实可行的最佳措施。GBR = MBR的使用实际上不适合速率自适应的操作。有关最高视频质量的可能选项是：

- 使用GBR < MBR的QCI-2；或者
- 尽可能使用具有调度优先级+基于小区的最小比特率+ViWifi的非GBR QCI（6或7）。

总而言之，为了确保更佳的ViLTE性能，需要高效的编解码器来降低视频比特率，通过速率适配来使视频比特率适应传输条件，并可能考虑选项2之外的其他QCI选项。

- 抖动缓存性能 – 视频质量；
- RTP丢包 – 建立时间（PDD）；
- 跟踪区域更新 – 设置时间；
- 覆盖范围/干扰 – 业务可用性和呼叫切断比；
- 切换 – 业务中断时间。

### 9.3 质量目标

本节有待进一步研究。一旦从现场部署获得反馈，就将完成下面的表6。

表6 – 质量预算分配

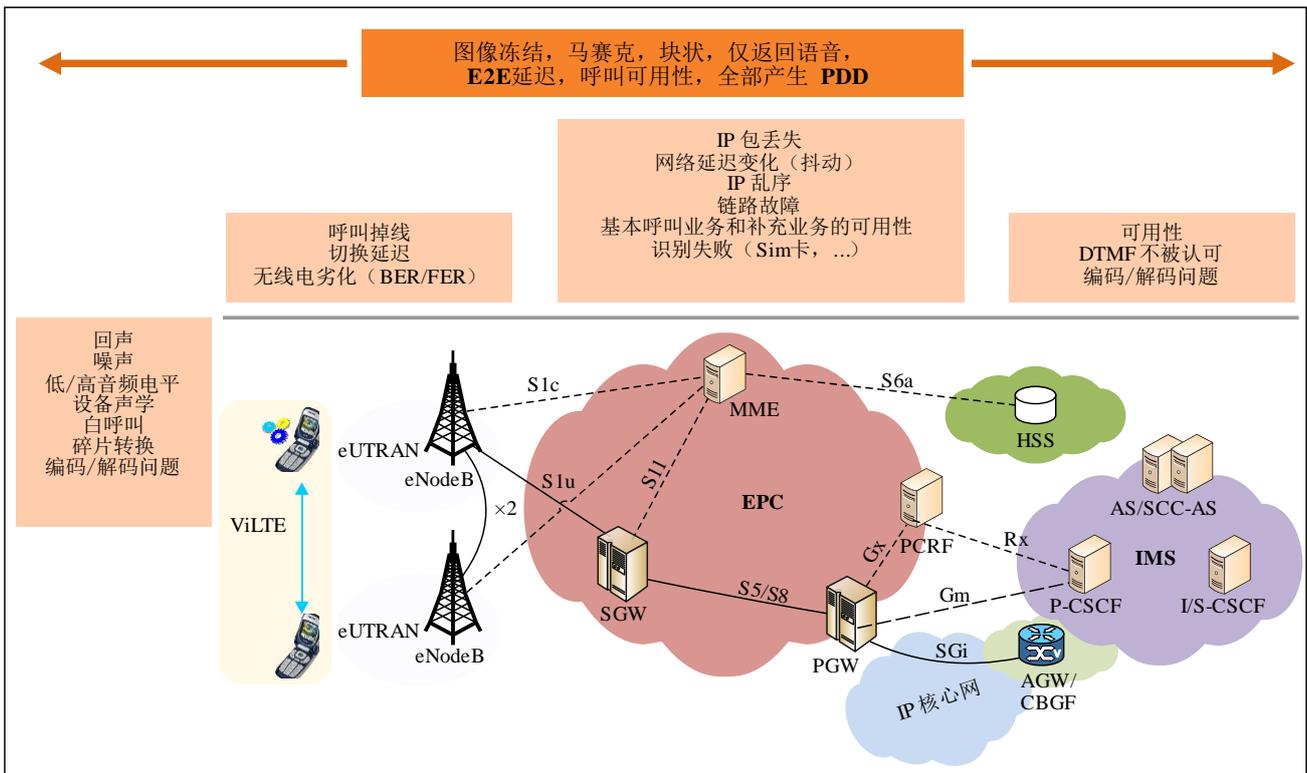
网段	LTE-LTE (内网)		LTE-LTE (带互连)		LTE-LTE (带漫游)	
	指标A	指标B	指标A	指标B	指标A	指标B
UE						
E-UTRAN						
EPC						
IMS/AS						
总的预算						
	指标C	指标D	指标C	指标D	指标C	指标D
UE						
E-UTRAN						
EPC						
IMS/AS						
总的预算						
	指标E	指标F	指标E	指标F	指标E	指标F
UE						
E-UTRAN						
EPC						

表6 – 质量预算分配

网段	LTE-LTE (内网)		LTE-LTE (带互连)		LTE-LTE (带漫游)	
	指标G	指标H	指标G	指标H	指标G	指标H
IMS/AS						
总的预算						
UE						
E-UTRAN						
EPC						
IMS/AS						
总的预算						

### 10 QoS劣化的诊断策略

本节解释了在移动LTE网络上可能会遇到的各种以视频为中心的劣化。描绘了移动网络的主要元素，以显示信令和媒质元素以及与公共交换电话网（PSTN）或移动平台的连接。



G.1028.1(18)\_F05

图5 – ViLTE中潜在视听障碍的来源

为了在交付的QoS方面有一个比较点，采用了一个参考呼叫，其理想特性是：

- 恰当商定的、带有端到端编解码器的第四代（4G）-4G呼叫（用于音频的自适应多速率宽带（AMRWB）、用于视频的ITUT H.264/ITUT H.265）和相关的视频功能（帧速率、ITUT H.264/ITU-T H.265配置文件、视频方向）；
- EPC上没有劣化（没有IP丢失、没有负载等）；
- E-UTRAN上没有劣化（没有无线电劣化、没有拥塞等）；
- 4G和电子设备上的宽带音频兼容设备，具有出色的声学、语音质量增强算法（降噪（NR）、声学回声控制（AEC）和自动增益控制（AGC））；
- 两端上安静的环境；
- 所有业务均可用（例如，呼叫转移、双音多频（DTMF））。

以下是导致性能劣化的主要技术原因。根据对客户的影响评估结果进行分离。

## 10.1 与业务可用性有关的QoS问题

表7 – 与业务可用性有关的劣化问题及其可能的原因

劣化种类	可能的原因	位置
UE识别失败	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 存在MME、HSS或者策略和计费规则功能（PCRF）的问题</li> </ul>	EPC
基本呼叫不可用	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 调度错误</li> <li>• 无线电资源控制（RRC）连接建立故障（拒绝接收RRC连接，或者计时器T300到期，或者在接收RRC连接建立后未发送任何RRC连接建立完成）</li> </ul>	EUTRAN
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 因负载而不可用（S-GW或P-GW）</li> <li>• 协商失败（例如，QCI、编解码器的分配）</li> <li>• 接收若干个SIP错误代码（例如，401 = 未经授权，405 = 方法不允许等）</li> <li>• 从IMS接收SIP CANCEL。</li> <li>• TD内部计时器到期，导致“SessionSetupFailureTimeout”</li> </ul>	EPC
视频组件不可用	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 协商失败（例如，QCI、编解码器、解决方案的分配）</li> </ul>	EPC/终端
PDD	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 负载</li> <li>• 系统之间的互通</li> <li>• 呼叫建立时电路交换（CS）降低质量运行</li> </ul>	所有
链路故障	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 呼叫建立期间网络的两台设备之间协商不良（编解码器管理不良）</li> </ul>	EUTRAN/EPC
白呼叫	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 终端无法编码或解码语音，而信令对通信是好的。</li> </ul>	终端

## 10.2 与网络性能有关的QoS问题

在本小节中，描述了与网络性能有关的QoS劣化问题。具体而言，从用户的角度来看，这些特定于网络的劣化主要会导致视频劣化。

表8 – 与网络性能有关的劣化问题及其可能的原因

劣化种类	可能的原因	位置
图像冻结	<ul style="list-style-type: none"> <li>不接收视频帧</li> <li>网络拥塞（若干原因：例如，流量负载、导致激活TTI绑定的离小区中心的距离）</li> <li>抖动缓存不适用于实际抖动量</li> </ul>	所有
模糊	<ul style="list-style-type: none"> <li>不接收视频外帧</li> <li>终端中的解码器恢复策略</li> </ul>	所有
块状/马赛克	<ul style="list-style-type: none"> <li>不接收视频外帧</li> <li>终端中解码器的恢复策略</li> </ul>	所有
编码/解码问题		终端/eUTRAN
E2E延迟（延迟）	<ul style="list-style-type: none"> <li>网络负载</li> <li>媒质处理（分组构造、抖动缓存管理）</li> <li>终端中的语音处理</li> <li>收到切换命令后的随机接入信道（RACH）</li> <li>RACH/竞争过程</li> <li>额外的RACH尝试</li> <li>动态调度、链路自适应</li> <li>切换期间无线链路故障/重建（可能不同的小区）</li> </ul>	所有
语音与视频之间的（口形）同步不良	<ul style="list-style-type: none"> <li>与差分QoS（QCI）相关的网络拥塞</li> <li>不同的抖动缓存大小和行为</li> <li>解码时间</li> </ul>	所有
RTCP/IP丢包	<ul style="list-style-type: none"> <li>网络拥塞（若干原因：例如，流量负载、导致激活TTI绑定的离小区中心的距离）</li> <li>抖动缓存不适用于实际抖动量或分组大小（可取决于是否使用RoHC）</li> </ul>	EPC/终端
RTP/IP乱序	<ul style="list-style-type: none"> <li>出现拥堵等问题后的新路由</li> </ul>	EPC
网络延迟变化（抖动）	<ul style="list-style-type: none"> <li>网络拥塞</li> <li>抖动缓存不适用</li> </ul>	EPC/终端
无线电劣化	<ul style="list-style-type: none"> <li>小区覆盖方面的限制</li> <li>干扰</li> <li>范围覆盖情况不好（如障碍物）</li> <li>无线电优化不良</li> <li>无线电损失概况</li> <li>无线电调度不良</li> <li>无混合自动重复请求（HARQ）机制或使用不良机制</li> <li>等等</li> </ul>	eUTRAN

表8 – 与网络性能有关的劣化问题及其可能的原因

劣化种类	可能的原因	位置
切换延迟	<ul style="list-style-type: none"> <li>因切换后的新路由或单无线语音呼叫连续性（SRVCC）而导致的延迟</li> </ul>	EPC/CS网络
呼叫掉线	<ul style="list-style-type: none"> <li>终端错误、覆盖面积不足、因小区邻域问题而导致的切换/SRVCC故障等</li> <li>RRC连接断开（在拒绝接收RRC连接重建时，或者计时器T301到期，或者在新的RRC连接建立尝试前接收到RRC连接释放的情况下）</li> </ul>	终端/eUTRAN
	<ul style="list-style-type: none"> <li>链路故障：系统故障、呼叫期间网络的两台设备之间重新协商不良</li> <li>接收SIP状态码500（服务器内部错误）</li> <li>在比“<i>SessionDropTimeout</i>” TD内部计时器更长的时间段内未接收到任何RTP分组</li> <li>在“<i>SessionHangupTimeout</i>” TD内部计时器测量的时间内，在BYE上未接收到任何SIP 200 OK</li> </ul>	EPC
退回纯语音通信	<ul style="list-style-type: none"> <li>网络拥塞（若干原因：流量负载、导致激活TTI绑定的离小区中心的距离）</li> <li>提供服务的策略和/或设备制造商</li> </ul>	

### 10.3 用于测量和预测视频质量的工具和模型

本节是对[ITU-T G.1028]第10.3.2节的视频的补充，当中对有关语音质量的工具和模型做了概述。

[ITU-T G.1011]表10.3给出了所有标准质量评估方法的全局视图，并就所支持的分辨率和编解码器，指明了每种模型的详细应用范围。

按照此处提供的分类法，可能的方法是：

- 媒质层模型：用于视频媒质流质量评估的所有模型：
  - 完全参考：[ITU-T J.144]（标清（SD）），[ITU-T J.247]（四分之一通用中间格式（QCIF）、通用中间格式（CIF）、VGA），[ITU-TT J.341]（高清（HD））；
  - 简化参考：[ITU-T J.249]（SD），[ITU-T J.246]（QCIF、CIF、VGA），[ITU-T J.342]（HD）；
  - 没有参考：无。
- 分组层模型：
  - 用于规划目的的模型：[ITU-T G.1070]（用于视频电话的专用工具，还包括一个音频质量模块），[ITU-T G.1071]（用于视频流、SD、HD）；
  - UDP上用于监视目的的模型（无参考），用于视频媒质流质量评估：[ITU-T P.1201.1]（QCIF、四分之一视频图形阵列（QVGA）、半视频图形阵列（HVGA）），[ITU-TT P.1201.2]（SD、HD），[ITU-T P.1201]增补2附录III（HVGA、HD（1080i50、1080p24、1080i60、1080p30））。
- 用于视听媒质流质量评估的UDP比特流层模型（没有参考文献）：

- [ITU-T P.1202.1] (QCIF、QVGA、HVGA)，[ITU-T P.1202.2] (SD、HD)。

– 混合模型：用于视频媒质流质量评估的所有模型：

- 完全参考：[ITU-T J.343.5] (高清、加密的比特流)，[ITU-T J.343.6] (高清、未加密的比特流)；
- 简化参考：[ITU-T J.343.3] (高清、加密的比特流)，[ITU-T J.343.4] (高清、未加密的比特流)；
- 没有参考：[ITU-T J.343.1] (高清、加密的比特流)，[ITU-T J.343.2] (高清、未加密的比特流)。

[ITU-T G.1070]除外，所有这些都是为视频或视听流业务应用而开发的，而不是为视频电话。由于两种类型业务的内容之间相似性比较好，因此可以设想将其应用于视频电话服务质量的评估，尽管需要理解它将需要开展一些艰苦的验证工作。

实际上，有关这些方法的实施方案引起了一些重要的关注：

- 根据（加密的）比特流评估视频质量的损坏程度是相当复杂的。比特流方法可以提供一些度量指标，用来在假定的中等播放器和编码策略情况下评估视频的质量状况，但必须非常谨慎地考虑测量结果的准确性和相关性；
- 完全参考方法要求有可能在用户设备内部的应用层上注入参考视频或视听内容，而不是摄像机提供的内容。目前，几乎所有型号的移动设备都不支持该功能
- 在不同设备之间，移动设备处理错误并最大程度减少其可见性的视频播放器策略各不相同。必须先校准模型，然后才能将其用于给定的设备模型。

## 参考书目

[b-GSMA IR.94] GSMA IR.94 v 11.0 (2016), *IMS Profile for Conversational Video Service*.





## ITU-T 系列建议书

A系列	ITU-T工作的组织
D系列	资费和结算原则以及国际电信/ICT经济 and 政策问题
E系列	综合网络运行、电话业务、业务运行和人为因素
F系列	非话电信业务
<b>G系列</b>	<b>传输系统和媒质、数字系统和网络</b>
H系列	视听及多媒体系统
I系列	综合业务数字网
J系列	有线网络和电视、声音节目及其他多媒体信号的传输
K系列	干扰的防护
L系列	环境与ICT、气候变化、电子废物、节能；线缆和外部设备的其他组件的建设、安装和保护
M系列	电信管理，包括TMN和网络维护
N系列	维护：国际声音节目和电视传输电路
O系列	测量设备的技术规范
P系列	电话传输质量、电话设备、局域有线网络
Q系列	交换和信令以及相关的测量和测试
R系列	电报传输
S系列	电报业务终端设备
T系列	远程信息处理业务的终端设备
U系列	电报交换
V系列	电话网上的数据通信
X系列	数据网、开放系统通信和安全性
Y系列	全球信息基础设施、互联网的协议问题、下一代网络、物联网和智慧城市
Z系列	用于电信系统的语言和一般软件问题