

国际电信联盟

ITU-T

国际电信联盟
电信标准化部门

G.1028

(06/2019)

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移动网络上的端到端语音服务质量

ITU-T G.1028 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
多媒体服务质量和性能 – 一般和用户相关的问题	G.1000–G.1999
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。

4G移动网络上的端到端语音服务质量

摘要

ITU-T G.1028建议书为影响LTE网上端到端受控语音应用性能的主要问题以及如何利用现有知识要素对其做出恰当评估提供了指导原则。

建议书阐述了部分典型的端到端场景，其中涉及在通信两端使用LTE接入的案例，或者在一端使用不同接入技术（无线或有线接入）的案例。这些场景基于本建议书中定义的典型参考连接，其组成的各要素包括：终端、无线接入、骨干网与核心网。本建议书还提供了关于共享一些关键参数的预算以及对这些要素做出评估的地点方面的考虑。

就电路切换回退（CSFB）程序对服务质量（QoS）的具体影响而言，专用信息和材料可在配套ITU-T G.1028.2建议书“LTE电路切换回退的评估 – 对语音服务质量的影响”中获得。

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	2016-04-06	12	11.1002/1000/12748
2.0	ITU-T G.1028	2019-06-29	12	11.1002/1000/13927

关键词

服务质量、QoS、电话、话音、VoLTE、4G、LTE（长期演进）

* 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	3
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语音简介和假设	6
7 假设参考模型	9
7.1 同一网络上的LTE-LTE通信	10
7.2 两个互连的网络之间的LTE-LTE通信（包括漫游）	11
7.3 LTE-3G通信	11
7.4 LTE-PSTN通信	12
8 LTE语音服务的服务质量问题	12
9 相关的指标和质量目标	14
10 关于QoS监控和故障排除的建议	21
10.1 建议的QoS监控点	21
10.2 监控策略	26
10.3 ITU-T标准中的可用工具	29
附件 A – VoLTE服务最终用户遇到的退化问题列表及其可能的原因	33
A.1 与呼叫会话性能有关的QoS问题	33
A.2 与感知语音质量有关的QoS问题	34
参考资料	36

4G移动网络上的端到端语音服务质量

1 范围

与不使用会话发起协议/IP多媒体子系统（SIP/IMS）信令以及没有优先流量的过顶（OTT）应用相反，本建议书基于以下假设：LTE语音（VoLTE）是所谓的“受控”语音服务。LTE视频电话（ViLTE）是另一种将在特定建议书[ITU-T G.1028.2]中论述的服务。

本建议书描述了影响LTE网络上受控语音应用端到端性能的主要问题，针对的是最常见的呼叫情况，包括电路交换回退（circuit switched fall back）（不考虑IMS远程传输，也不考虑单个无线电语音呼叫连续性（SRVCC），以及无线本地接入网络下的移动性），以及如何使用当前的知识要素对其进行适当的评估。

传输时间间隔（TTI）捆绑，半永久调度（SPS），不连续传输（DTX）和接收（DRX）等相关服务质量（QoS），服务域选择（SDS）或SIP前提条件，在本建议书中不被视为VoLTE服务的强制性部分，但将会考虑对端到端感知质量的影响。

用于管理语音服务的服务质量（QoS）相关机制，比如强劲的报头压缩（ROHC）、传输时间间隔（TTI）绑定、半持续调度（SPS）、非连续传输（DTX）和接收（DRX）、业务领域的选择（SDS）或SIP的前提条件，在本建议书中不被认为是VoLTE服务的强制性组成部分，但将会考虑到它们对端到端感知质量的影响。

分析VoLTE对补充业务（如数据流）或设备特性（电池寿命）质量的影响不属于本建议书的讨论范围。

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 E.800] ITU-T E.800建议书（2008年），有关服务质量的术语定义。
- [ITU-T E.804] ITU-T E.804建议书（2014年），移动网络流行业务的服务质量问题。
- [ITU-T G.107] ITU-T G.107建议书（2015年），E模型：用于传输规划的计算模型。
- [ITU-T G.107.1] ITU-T G.107.1建议书（2015年），宽带E模型。
- [ITU-T G.109] ITU-T G.109建议书（1999年），语音传输质量类别的定义。
- [ITU-T G.114] ITU-T G.114建议书（2003年），单向传输时间。
- [ITU-T G.711] ITU-T G.711建议书（1988年），语音频率的脉冲编码调制（PCM）。
- [ITU-T G.1000] ITU-T G.1000建议书（2001年），通信服务质量：框架和定义。
- [ITU-T G.1028.1] ITU-T G.1028.1建议书（2019年），4G移动网络上视频电话的端到端服务质量。

- [ITU-T G.1028.2] ITU-T G.1028.2建议书（2019年），LTE电路切换回退的评估－对语音服务质量的影响。
- [ITU-T P.10] ITU-T P.10/G.100建议书（2017年），性能、服务质量和体验质量词汇。
- [ITU-T P.563] ITU-T P.563建议书（2004年），用于窄带电话应用中客观语音质量评估的单端方法。
- [ITU-T P.564] ITU-T P.564建议书（2007年），IP语音传输质量评估模型的一致性测试。
- [ITU-T P.800.1] ITU-T P.800.1建议书（2016年），平均评价计分（MOS）的术语。
- [ITU-T P.862] ITU-T P.862建议书（2001年），语音质量感知评估（PESQ）：用于窄带电话网络和语音编解码器端到端语音质量评估的一种客观方法。
- [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.863.1] ITU-T P.863.1建议书（2019年），ITU-T P.863建议书应用导则。
- [ITU-T Y.1540] ITU-T Y.1540建议书（2016年），网际协议数据通信业务－IP分组传送和可用性性能参数。
- [ITU-T Y.1541] ITU-T Y.1541建议书（2011年），基于IP业务的网络性能目标。
- [ETSI TS 122 105] ETSI TS 122 105 v15.0数字蜂窝电信系统(第2阶段+)(GSM)；通用移动通信系统（UMTS）；长期演进技术；服务和能力。
- [ETSI TS 123 203] ETSI TS 123 203 v 15.4.0（2018年），数字蜂窝电信系统(第2阶段+)(GSM)；通用移动通信系统（UMTS）；长期演进技术；政策和收费控制架构。
- [ETSI TS 124 229] ETSI TS 124 229 v 15.6.0（2019年），数字蜂窝电信系统（第2阶段+）（GSM）；通用移动通信系统（UMTS）；长期演进技术；基于会话发起协议（SIP）和会话描述协议（SDP）的多媒体呼叫控制协议；阶段3
- [ETSI TS 126 114] ETSI TS 126 114 v 15.5.0（2019年），通用移动通信系统（UMTS）；长期演进技术；IP多媒体子系统（IMS）；多媒体电话；媒体处理和互动。
- [ETSI TS 126 131] ETSI TS 126 131 v 15.1.0（2018年），通用移动通信系统（UMTS）；长期演进技术；终端的声学特性；要求。
- [ETSI TS 101 563] ETSI TS 101 563 v 1.4.1（2015年），语音和多媒体传输质量（STQ）；IMS/PES/VoLTE交换性能要求。
- [ETSI TR 102 775] ETSI TR 102 775 v 1.6.3（2014年），语音和多媒体传输质量（STQ）；VoIP分段连接点质量相关参数目标指南；对NGN传输规划人员的支持。

- [ETSI TR 103 219] ETSI TR 103 219 v1.1.1 (2015年), 语音和多媒体传输质量 (STQ); LTE环境中语音通信的服务质量问题。
- [ETSI TR 125 912] ETSI TR 102 912 v 15.0.0 (2018年), 通用移动通信系统 (UMTS); 长期演进技术; 已演进通用地面无线接入 (UTRA) 和通用地面无线接入网络 (UTRAN) 的可行性研究。
- [IETF RFC 6076] IETF RFC 6076 (2011年), 基本电话SIP端到端性能指标。
- [IETF RFC 3095] IETF RFC 3095 (2011年), 强劲的报头压缩 (RoHC): 框架和四个配置文件: RTP、UDP、ESP和未压缩的。

3 定义

3.1 其他地方定义的术语

本建议书使用以下在其他地方定义的术语:

3.1.1 呼叫建立时间 call set-up time [ITU-T E.800]: 从网络收到建立呼叫所需地址信息 (在主叫用户接入线上被识别) 开始到主叫方收到被叫方忙音、或振铃音或应答信号 (即主叫用户接入线上被识别) 结束的时间段。本地、国家和服务呼叫应包含在内, 但与其它许可运营商的呼叫不应包含在内, 因为指定运营商无法控制另一个网络提供的QoS。

3.1.2 语音质量 speech quality [ITU-T P.10]: 在声学上显示时所感受到的所说语言的质量。用感觉的结果和评价过程, 评价受试者在感觉的特征 (即听的印象) 和希望的或预期的特征之间建立起关系。

3.1.3 服务可达性性能 service accessibility performance [ITU-T E.800]: 用户提出要求时, 在规定容限和其它给定条件下获得服务的能力。

3.1.4 平均单向传播时间 mean one-way propagation time [ITU-T P.10]: 在一个连接中, 两个传输方向上传播时间的平均值。

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:

2G	第二代无线接入网 (也称为GSM)
3G	第三代无线接入网 (也称为UMTS)
4G	第四代无线接入网 (也称为LTE)
ACK	确认
AEC	声学回波消除
AF	应用功能
AGC	自动增益控制
AGW	接入网关
AMR	自适应多速率编码

AMR - WB	宽带自适应多速率编码
BGCF	边界网关控制功能
BTS	基站收发站
CDR	呼叫详细记录
CNG	舒适噪声产生
CS	电路交换
CSFB	电路交换回落
DL	下行链路
DRX	不连续接收
DTX	不连续传输
EEC	电气回波消除
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
EVS	增强型语音业务
GBR	保证比特率
GERAN	GSM /边缘无线接入网
GGSN	网关GPRS（通用分组无线业务）服务节点
GSM	全球移动通信系统
GSMA	GSM协会
GW	网关
HARQ	混合自动重传请求
HD voice	高清语音
HO	切换
HSS	归属用户服务器
I - CSCF	协商呼叫会话控制功能
IMS	IP多媒体子系统
IPDV	互联网分组延迟变化
IPER	互联网分组错误率
IPLR	互联网丢包率
IPTD	互联网分组传输延迟
IRA	无效的注册尝试
KPI	关键性能指标
LTE	（无线接入网）长期演进
MGCF	媒质网关控制器功能
MGW	媒质网关

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
MTAS	多媒体电话应用服务器
MTSI	IMS多媒体电话业务
NB	窄带（语音频谱）
NER	网络错误率
O - SDS	发起服务域选择
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
PDD	拨号后延迟
PGW	分组数据网络网关
PLC	丢包隐藏
PLMN	公共陆地移动网络
PSTN	公共交换电话网络
QCI	质量分类标识符
QoS	服务质量
RACH	随机接入信道
RoHC	强劲的报头压缩
RRC	无线资源控制
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
SCR	会话完成率
SDP	会话描述协议
SDS	服务域选择
SEER	会话建立有效率
SGSN	服务GPRS（通用分组无线业务）支持节点
SGW	服务网关
SIP	会话发起协议
SIP - I	具有封装ISUP的会话发起协议
SPR	用户配置文件库
SPS	半持续调度

SRD	会话请求延迟
SRVCC	单无线电语音呼叫连续性
SWB	超宽带（语音频谱）
T - ADS	终结访问域选择
TDM	时域乘法
TrFO	免转码操作
TrGW	中继网关
T - SDS	终结服务域选择
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
VAD	语音活动检测
ViLTE	LTE视频电话
VoWiFi	WiFi语音
VoLTE	LTE语音
VQE	语音质量增强
WB	宽带（语音频谱）
WiFi	无线保真无线接入网

5 惯例

无。

6 LTE语音简介和假设

本建议书做以下假设，符合由[b-GSMA IR.92]中全球移动通信系统协会（GSMA）定义的语音IMS配置文件，以及[ETSI TS 126 114]中由3GPP定义的、有关IMS（MTSI）媒质处理程序的多媒体电话服务（仅语音部分），就LTE（VoLTE）语音而言：

- 由连接到4G无线接入网（演进的通用地面无线接入网或E-UTRAN）的终端发起和/或接收语音呼叫。
- 连接到E-UTRAN的终端默认嵌入一个VoLTE客户端，直接在芯片上本地嵌入或作为一种专用应用。
- E-UTRAN连接到演进的分组核心（EPC）网。连接点是一个增强型节点B（e-NodeB）。
- EPC可以实现4G终端与IMS核心平台之间的通信，以便使用会话发起协议（SIP）建立呼叫。没有任何其他可能来建立呼叫。

- 如[ETSI TS 122 105]（第5节）和[ETSI TS 123 203]（第6.1.7节以及在表1中部分重现的相关表格）所定义，EPC支持服务质量（QoS）分类（在策略和计费执行功能（PCEF）与终端之间）。
- 利用QoS质量分类标识符（QCI）5来分配SIP信令。
- 呼叫期间的实时语音信号利用实时传输协议/用户数据报协议（RTP/UDP）来完成，并利用QCI 1来分配。
- 将QCI 5用于SIP信令承载以及将QCI 1用于实时语音承载，为它们提供了高于所有数据承载的优先级，从而使得当与同一设备上的数据会话并行使用时，语音服务不会出现任何退化。
- 有可能与连接到公共交换电话网（PSTN）或者连接到2G或3G移动接入网的电路交换（CS）语音的任何远端用户无缝地进行语音呼叫。这意味着假设VoLTE服务部署在整个4G网络上。不考虑VoLTE终端低于4G但无VoLTE覆盖的情况。
- 可以使用自适应多速率编码（AMR）和宽带自适应多速率编码（AMR - WB）的任何比特率和编解码器模式来放置两个VoLTE客户端之间的语音呼叫，如[b - GSMA IR.92]第3.2.1节所示。在不久的将来，也将支持超宽带（SWB）编解码器增强型语音服务（EVS）。结束用户平面的实体（终端、媒质网关（MGW））支持免转码操作（TrFO）。
- 带有封装ISUP（SIP-I）的SIP会话发起协议的特征TrFO被激活，这意味着VoLTE与其他网络之间的编解码协商是以端到端的方式来执行的。

表1 – 用于LTE语音的质量分类标识符
(来源: [ETSI TS 123 203])

QCI	资源类型	优先级	分组延迟预算	分组错误丢包率	服务示例
1	GBR	2	100 ms (注)	10^{-2}	会话语音
5	非GBR	1	100 ms (注)	10^{-6}	IMS信令

注 – 应从给定的分组延迟预算中减去PCEF与无线基站之间的20 ms的延迟，以导出适用于无线接口的分组延迟预算。该延迟是PCEF“临近”无线基站（大约10 ms）的情况与PCEF“远离”无线基站的情况之间的平均值，例如，在以归属路由通信进行漫游的情况下（欧洲南北北美西海岸之间的单向分组延迟大约为50 ms）。平均值考虑到漫游是一种不太典型的情况。预期从给定的分组延迟预算中减去这20 ms的平均延迟将带来在大多数典型情况下所期望的端到端性能。此外，请注意，分组延迟预算定义了一个上限。实际的分组延迟 – 特别是对保证比特率（GBR）通信 – 通常应低于为QCI规定的分组延迟预算，只要终端具有足够的无线电信道质量即可。

这些元素是所谓的“受管”语音服务的组成部分，相对不使用SIP/IMS信令及无优先通信的OTT应用。

表1中QCIs的最后两个特性(数据包时延预算、数据包丢失预算)似乎提供了QoS的具体目标，可能与表4至表7中提议的具体目标相冲突。现实中，如下表1的注释所示，这些预算仅用于在无线接入网和IMS平台之间交换的信令消息(尤其是PCEF，即主要用于收费程序)。

表2显示VoLTE用户平面上无线接入数据包时延预算的一些实际可行的最大值 – 这些值是在同一网络上的移动到移动4G呼叫运行网络上测量的，从[ETSI TR 102 775（见表A.13和表A.14）和[ETSI TR 125 912（见表13.4）复制而来。

表2 – 4G接入网用户平面上数据包时延预算（4G-4G 呼叫）

步骤	描述	DL 方向	UL 方向
1	eNB处理时延(S1-U->Uu)	1 ms	1 ms
2	帧统一	1.022 ms	1.423 ms
3	数据数据包的TTI	0.675 ms	0.675 ms
4	HARQ重新传送	5 ms x HARQ 比例	5 ms x HARQ 比例
5	UE处理时延	1 ms	1 ms
6	S1-U传送时延和aGW	7 ms	15 ms
	单向时延合计（带有30 % HARQ的示例）	12.2 ms	20.6 ms

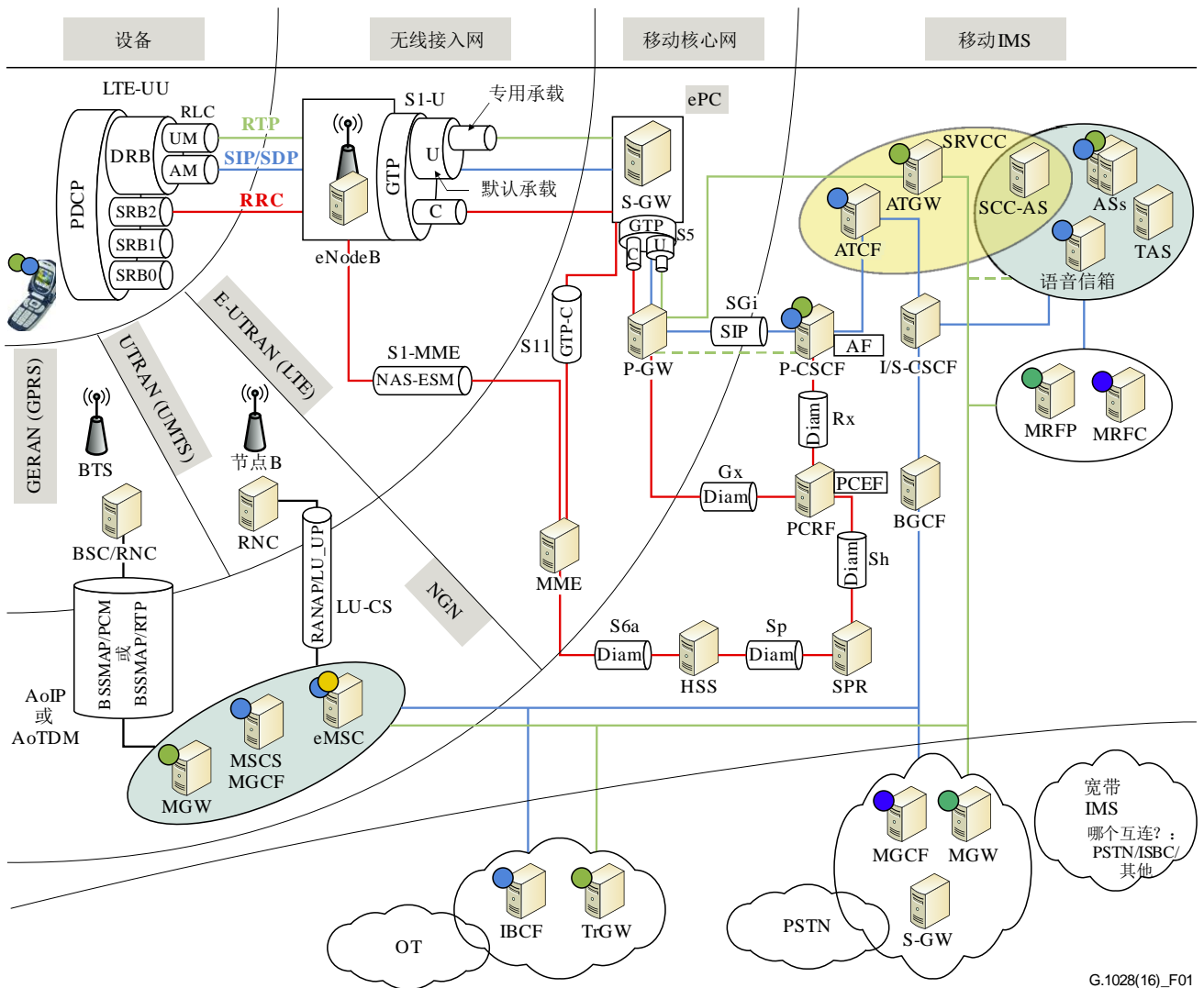
如果上述关键要素之一（兼容VoLTE的终端，IMS平台）不可用，则呼叫将按照电路交换回退（CSFB）程序进行处理（见第7节）。在下文中，无论何时，只要本建议书的某项规定适用于VoLTE和CSFB使用案例，都会得到明确提及。当其不适用但相关信息在[ITU-T G.1028.2]中提供时，将明确参引本建议书。

在本建议书中，不把4G接入网或EPC和IMS平台中用于管理语音服务的相关QoS机制认为是VoLTE服务的一个强制性组成部分，但将尽可能考虑其对端到端感知质量的影响。这些特征中最常见的是：

- 强劲的报头压缩（RoHC，参见[IETF RFC 3095]）是一种缩短语音分组大小的方法（报头通常占总的分组的60%，因RoHC而可减少至20倍），从而限制网络带宽的占用。
- 传输时间间隔（TTI）绑定是一种通过每行四次发送一个分组（无信令开销）来改善4G小区边缘覆盖范围或较差无线电条件下覆盖范围的机制。
- 半持久调度简化了小区中无线电资源的分配和重新分配问题，从而可以允许更多的同步VoLTE呼叫和设备中较低的电池消耗。
- 不连续传输（DTX）是一种通过在静默期间不传输数据来减少语音呼叫占用带宽的技术。
- 不连续接收（DRX）使终端定期重复进入休眠模式和唤醒模式（以收听来自网络的消息），从而节省电池消耗。
- 可以将[b-GSMA IR.92]和[ETSI TS 124 229]第2.4.1节中规定的SIP前提条件添加到终端与IMS之间交换的会话描述协议（SDP）消息中，以确保专用无线电承载在建立呼叫之前可用。这加强了呼叫建立过程，但将使其变得长达几秒钟。
- 终结或发起服务域选择（T-SDS和O-SDS）允许在CS或IMS域之间进行选择，以在VoLTE和CS网络覆盖范围内向VoLTE终端提供语音服务。用于选择从网络到终端通信呼叫终结的域的机制被称为终结接入域选择（T-ADS）。

7 假设参考模型

支持VoLTE服务的总体架构如图1所示：



G.1028(16)_F01

图1 - VoLTE服务的总体架构

存在若干个块，并形成参考模型的基本元素：

- 终端；
- E-UTRAN；
- EPC网络；
- 移动IMS核心网；
- 其他无线接入网（GERAN和UTRAN）；
- 2G和3G移动核心网；
- 与其他EPC或固定网络的互连。

上面的描述在图2中做了简化：

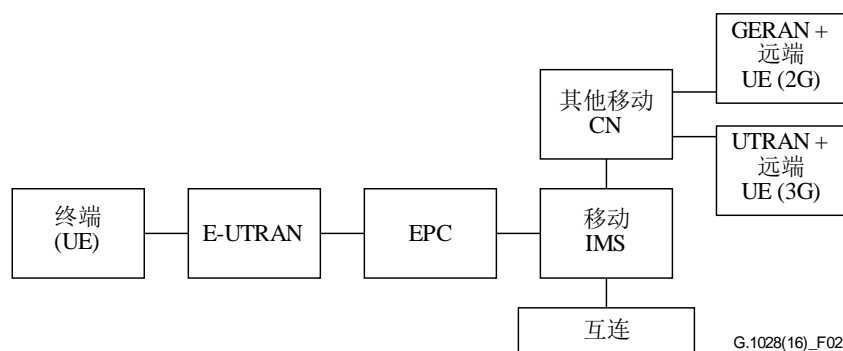


图2 – VoLTE服务的简化架构

本建议书概述了各种问题对感知质量的影响，以及对这种影响的量化估计，方法是对属于本建议书讨论范围的若干端到端情景构建假设参考模型模块。

VoLTE服务的客户端可以体验不同类型的呼叫：

- 基本呼叫：与连接到同一4G网络的另一个VoLTE用户（参见第7.1节），或者与另一个语音网络的用户（CS或PSTN，参见第7.3节和第7.4节）。
- 电路交换回落（CSFB）：与另一个4G终端通话时，两端之一必须在呼叫建立之前通过3G或2G回落至一个CS连接。从用户的角度来看，CSFB是自动的和透明的，不需要采取任何动作，具体见ITU-T G.1028.2建议书。在呼叫建立方面，CSFB的性能被视为基本呼叫性能的一个子部分。一旦完成CSFB，则在完整性和呼叫保持性方面的性能目标将类似于基本呼叫的性能目标（参见第7.3节和第7.4节）。
- 互连：连接到两个不同互连网络的两个VoLTE终端之间的呼叫（参见第7.2节）。
- IMS远程传输：当VoLTE终端处于CS覆盖范围时，信令和用户平面穿过IMS域。从e2e性能的角度来看，这种IMS远程传输应只能影响端到端延迟和拨号后延迟（PDD）。这种通话情况超出了本建议书的讨论范围。

由于移动性，在4G VoLTE覆盖范围内发起的呼叫可能需切换（HO）至CS的覆盖范围，以便继续。这个过程称为SRVCC，也超出了本建议书现有的讨论范围，正在考虑做进一步修订。

在4G VoLTE覆盖范围内发起的呼叫也可能需切换到无线本地接入网的覆盖范围。在该无线电覆盖范围内，4G终端还可以在IMS平台上直接开始一个语音呼叫。该用例（称为WiFi语音（VoWiFi））也超出了本建议书现有的讨论范围，正在考虑做进一步修订。

本建议书中考虑的最常见的情况详述如下。

7.1 同一网络上的LTE-LTE通信

如图3所示，同一个VoLTE服务的两个客户端正在通信。假设它们不位于同一小区的覆盖范围内。

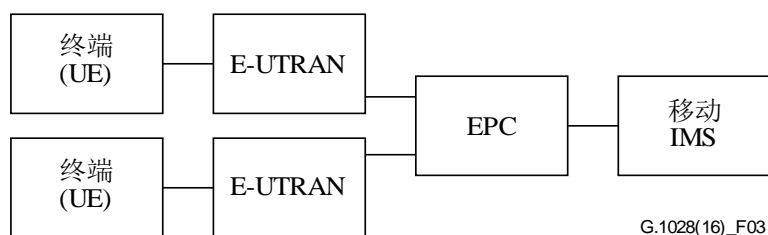


图3 – 同一网络上的LTE - LTE通信假设参考模型

7.2 两个互连的网络之间的LTE-LTE通信（包括漫游）

图4显示了通信中两个不同运营商的VoLTE业务的客户端。IMS核心网是互连的，从而保证信令和用户平面的连续性。

假设这种互连是基于IP的（不考虑时域乘法（TDM）解决方案）。还假设有关SIP SIP-I特征的TrFO在两个网络上都被激活。

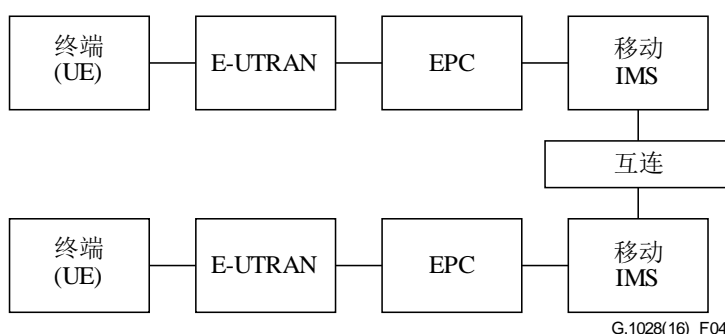


图4 – 两个互连的网络之间的LTE - LTE通信假设参考模型

可以解决两个不同的VoLTE互连情况：

- 两个网络是直接互连的，这将产生与内公共陆地移动网络（PLMN）情况相同的编解码器，以及PDD的低值和端到端的延迟。
- 两个网络通过一个CS中间网络互连，这增加了PDD和端到端延迟，降低了编解码器速率，甚至可能导致高清晰度语音（HD语音）丢包（如果CS网络不支持WB AMR编解码器的话）。

7.3 LTE-3G通信

当VoLTE客户端与CS移动客户端通信时，移动IMS连接到3G移动核心网（参见图5），从而保证信令和用户平面的连续性。

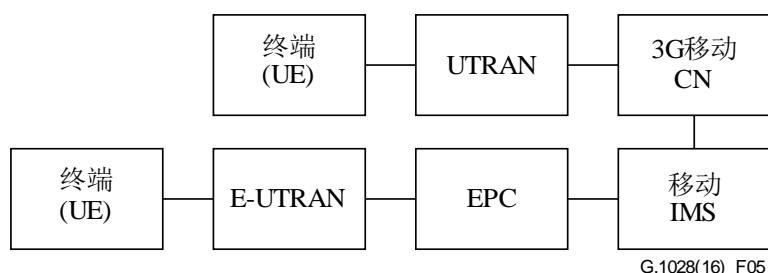


图5 – LTE-3G通信的假设参考模型

7.4 LTE-PSTN通信

当VoLTE客户端与PSTN上的一个用户通信时，移动IMS连接到固定IMS（参见图6），从而保证信令和用户平面的连续性。

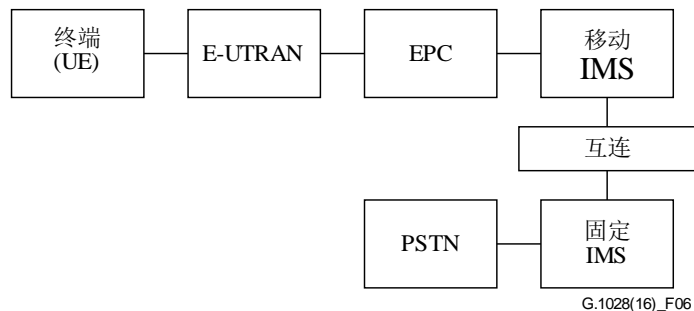


图6 – LTE-PSTN通信的假设参考模型

所有场景（包括与另一个网络的互连）都可能包括很长的国际路径。这被认为是一种单独的情况，不会导致对延迟一般预算的考虑。

8 LTE语音服务的服务质量问题

图7显示了VoLTE呼叫通常可能遇到的QoS退化问题。QoS在此按[ITU-T E.800]中所定义的理解。网络的主要元素被描述为显示信令和媒质元素以及与PSTN或移动平台的连接。

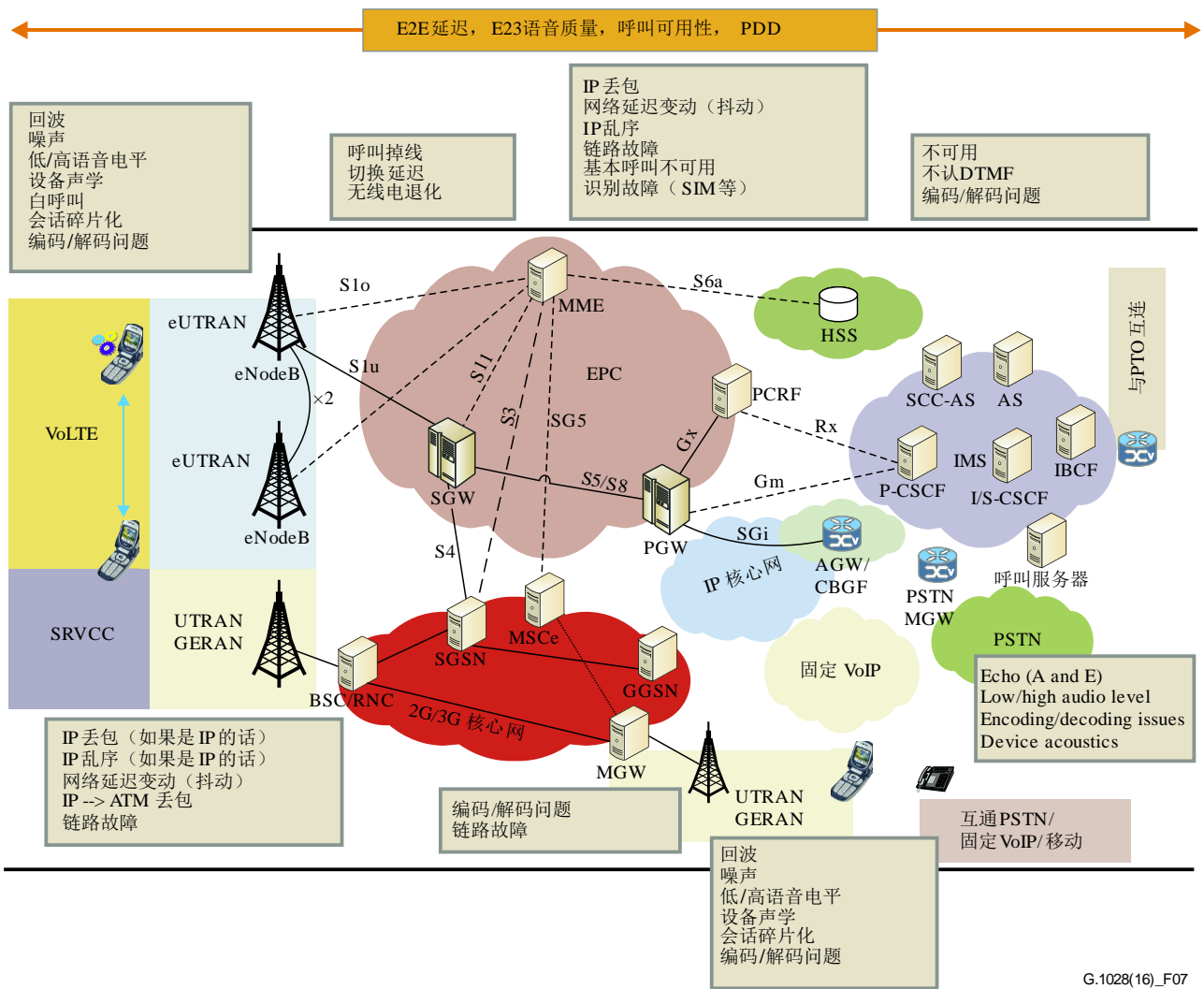


图7 – 典型的VoLTE通信退化问题

从客户的角度（要求的和感知的QoS，如[ITU-T G.1000]中所定义），这些退化分为以下几类：

- 呼叫会话性能
 - 注册服务问题（IMS/SIP）。
 - 呼叫建立问题（可访问性差）。
 - 连续性（或保持性）失败，包括移动性的影响（无线电切换和SRVCC事件）。
- 呼叫期间感知的语音质量（完整性）
 - 频率内容。这指的是呈现给最终用户的信号语音频谱（NB、WB或SWB）及其潜在的失真。
 - 中断。关注在会话期间导致语音信号剪断的所有事件。
 - 端到端的延迟（对会话交互性的影响）。
 - 存在不论是来自何处的有害噪音。

附件A提供了有关VoLTE服务最终用户遇到的典型退化以及潜在原因的更详细列表 – 根据[ITU-T G.1028.2]第9节为CSFB特定原因编写。

VoLTE也可能对设备的其他服务或功能产生影响。例如：

- 数据传输性能可能受到同一小区上VoLTE使用情况的影响。
- 如果给定应用（此处为VoLTE）的使用消耗太多的电力，则电池自治可能变得至关重要。

不过，这些方面的问题不在本建议书的讨论范围内。

为了报告、监控和解决客户遇到的这些QoS问题，必须以适当的指标来建立一致的测量架构。这是以下各节的目的之所在。

9 相关的指标和质量目标

从端到端的角度来看，由位于VoLTE兼容之4G网络覆盖范围下的最终用户和发起呼叫感知的相关指标以及潜在的贡献者网络主要性能指标（KPI）如表3所示。

表3 – 端到端质量指标和相应的网络KPI

端到端指标	定义	IP网络KPI
注册成功率	VoLTE服务中注册尝试的成功率 相当于[ETSI TR 103 219]中定义的IMS注册成功率 该度量标准不适用于CSFB	<u>注册成功率</u> 与IMS相关的并基于P-CSCF计数器的KPI 相当于1 – 如[IETF RFC 6076]中定义的注册尝试（IRA）无效比率
服务可用性	在从/向VoLTE客户建立呼叫的能力方面端到端的服务可用性 相当于1 – 如[ETSI TR 103 219]中定义的 VoLTE会话建立失败率 相当于1 – 如[ITU-T E.804]中定义的电话服务不可达性（第7.3.6.1节） [ITU-T G.1028.2]第7.1段给出CSFB的具体度量标准	<u>网络效率比</u> 衡量网络的能力，从服务平台的角度来看，向VoLTE客户发出呼叫 基于SIP协议，网络错误率（NER）相当于会话建立有效比率（SEER），如[IETF RFC 6076]定义

表3 – 端到端质量指标和相应的网络KPI

端到端指标	定义	IP网络KPI
拨号后延迟	<p>呼叫者拨打结束与呼叫者收回适当的振铃音或录音通知之间的时间间隔（以秒计）</p> <p>相当于[ITU-T E.800]中定义的呼叫建立时间</p> <p>相当于[ITU-T E.804]（第7.3.6.2节）中定义的电话建立时间</p> <p>该度量标准适用于CSFB，[ITU-T G.1028.2]第7.2段规定了其中一些具体要求</p>	<p><u>SIP会话建立时间</u></p> <p>发起侧发送INVITE消息（利用SDP）和ACK（180或200）消息之间的时间间隔</p> <p>相当于[IETF RFC 6076]中定义的成功会话请求延迟（SRD）</p>
语音质量 (MOS-LQ)	<p>相当于[ITU-T P.10]中定义的语音质量</p> <p>类似于[ITU-T P.862]和[ITU-T P.863]中定义的模型提供了客户可感知的、关于语音信号质量的客观视图</p> <p>可以在呼叫中或抽样中看到（参见[ITU-T E.804]第7.3.6.3节和第7.3.6.4节）</p> <p>该度量标准适用于CSFB</p>	<p><u>网络质量指标</u> ([ITU-T G.107], [ITU-T P.564])</p> <p><u>IP分组丢失率</u>（参见[ITU-T Y.1540]中关于互联网分组丢失率（IPLR）的定义）：几个可能的测量点</p>
口到耳延迟	<p>语音信号从讲者的嘴到听者的耳所需的时间</p> <p>该度量标准适用于CSFB</p>	<p><u>IP分组传输延迟</u> (参见[ITU-T Y.1540]中关于互联网分组传输延迟（IPTD）的定义)</p> <p><u>往返时间</u> 大约相当于端到端延迟的两倍 可根据RTCP协议消息来测量</p>
呼叫掉线率	<p>在维持呼叫正常结束的能力方面的服务连续性。</p> <p>相当于[ITU-T E.804]（第7.3.6.5节）中定义的电话切断呼叫比率</p> <p>该度量标准适用于CSFB</p>	<p><u>会话完成率</u> 与IMS相关并基于P - CSCF计数器的KPI</p> <p>相当于[IETF RFC 6076]中定义的会话完成率（SCR）</p>
语音带宽 (NB, WB 或 SWB)	<p>测量使用的带宽（正常的NB或WB，或者甚至部分的和不需要的带宽限制）</p> <p>该度量标准适用于CSFB</p>	<p><u>编解码器统计</u> 与（AMR和AMR WB）编解码器和编解码器模式选择相关的信息，以及它们之间的切换，可在SIP协议消息中进行访问。</p>

应该指出，表3中关于拨号后时延的定义等同于其他地方定义的其他度量标准。这里表达的“等同”并不意味着拨号后时延和呼叫建立时间是唯一度量标准的两个名称。适用于拨号后时延的唯一定义为表3提供的定义。其他度量标准只是“看起来像”PDD的标准，有助于估算PDD的幅度和变化。

在表3中，与拨号后时延(SIP会话建立时间)相关联的IP KPI由两个可能的结束触发值定义：180振铃或200 OK。然而，这两条SIP消息有特定的和不同的含义。以下是关于将其用于测量SIP会话建立时间的指南：

- 从用户角度看，有意义的信息是他在电话中听到的振铃声。这种振铃声通常是由收到180振铃消息触发的。
- 在漫游情况下，一些LTE网络向主叫用户发送180振铃消息，但与被叫用户和网络的真实状态无关(在一些网络中，180振铃可以独立于先决条件状态发送)。当呼叫建立程序失败时，主叫可能会听到回铃音。只有在180振铃消息后收到200 OK才能确保不出现这种情况，但该200 OK消息可能会在主叫的终端振铃后的某个时间到达，从而高估了感知的PDD。

因此，特做出如下建议：

- 使用180振铃消息作为最终用户感知的PDD测量的触发值，并严格限制在被叫方和网络接受呼叫之前100 %确定网络不发送此消息的情况。
- 在所有情况下均使用200 OK消息来测量IP会话建立时间，并在满足前提条件时确认呼叫建立，同时在无法满足上述限制的所有情况下触发最终用户感知的PDD的测量。

VoLTE会话建立和完成过程中的测量点已在图8和图9中被捕获：

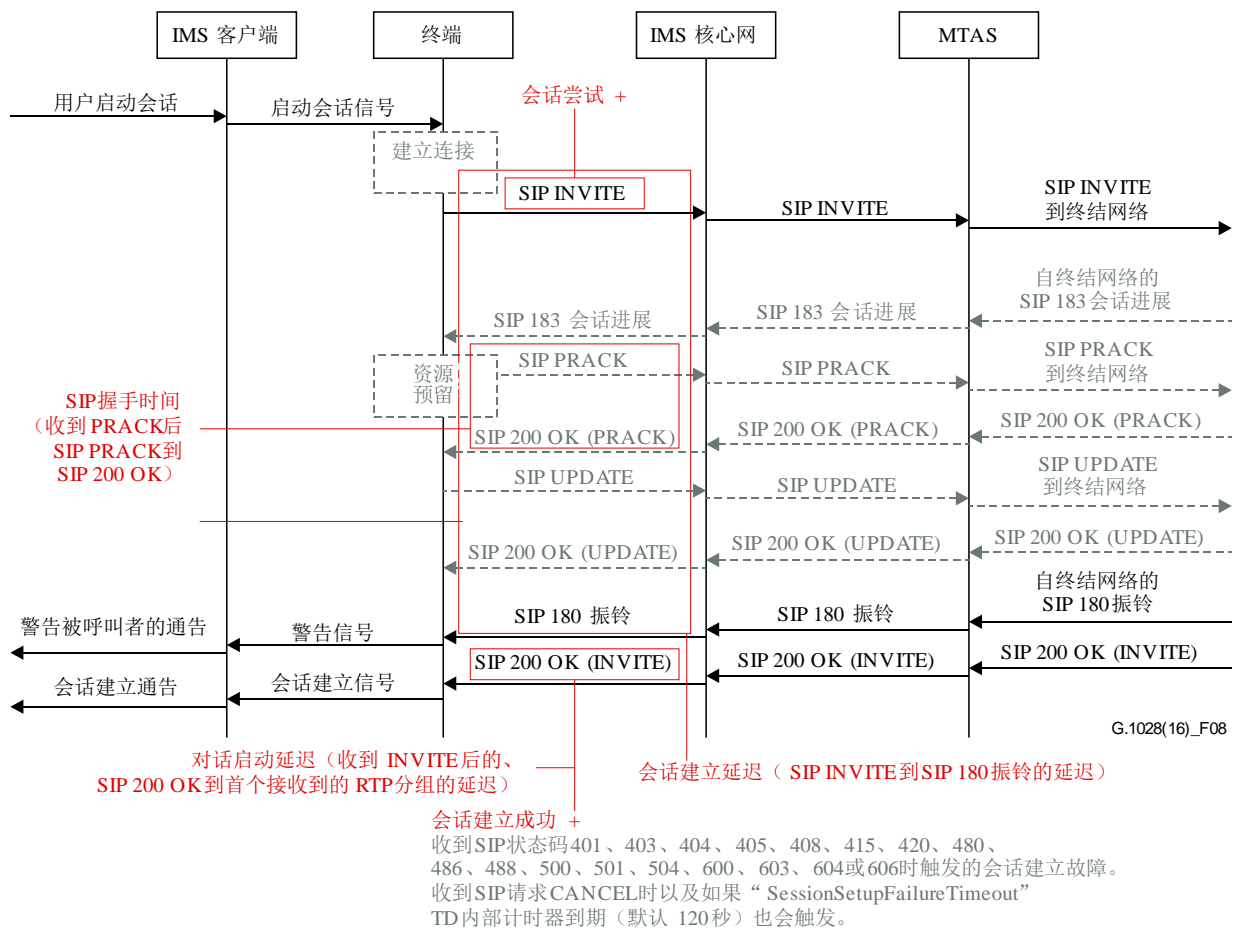


图8 – VoLTE会话建立测量流程

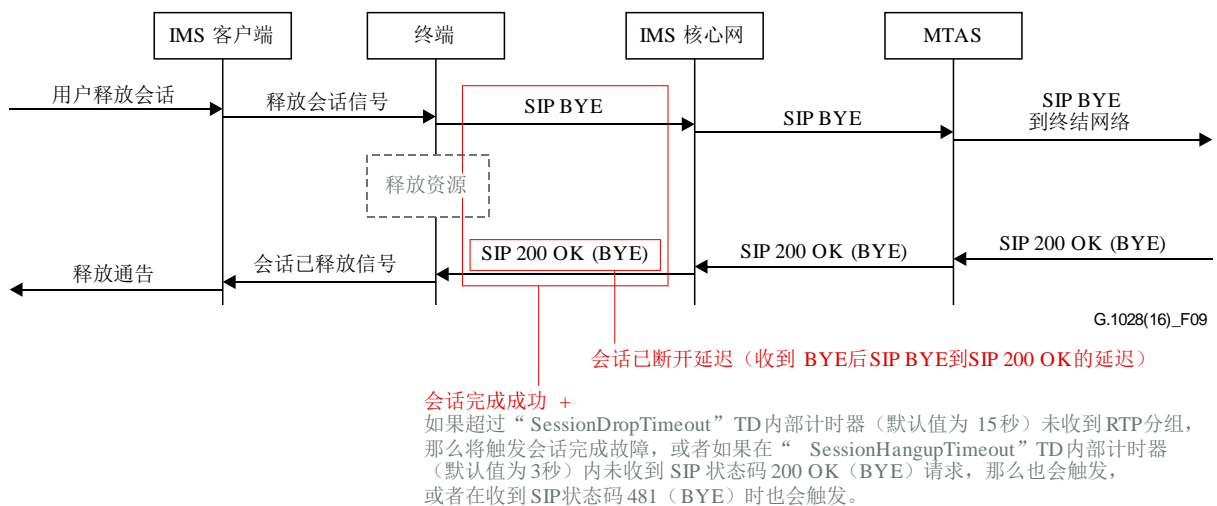


图9 – VoLTE会话完成测量流程

对表3中的大多数指标，可将预算分配给构成端对端路径的各个段，如第6节所示。表4至表7指明了可为第7节中所述之每个假设参考连接在各个段上合理达成的目标值。总的预算不必是所有单个预算的准确的和。

这些目标是网络运营商在使用符合最新标准的工具时可达到之实际值的示例。例如，表4至表7中的平均意见得分（MOS）是指将[ITU-T P.863]与适当的参考句子（即符合[ITU-T P.863.1]的规定）一起运用并以最先进的设备做一小型“路测”时得到的平均值。对较长的

“路测”，例如，切换（HO）事件，则这些值可被看作是最大值。对拥有干净稳定环境的实验室测试，则可将其看作是最小值。还应该指出的是，将来可能会因新的设备和网络设置而发生变化。

同一网络上的LTE – LTE通信

表4 – 同一网络上LTE – LTE通信的质量预算

端到端指标	总的预算	终端	E-UTRAN	EPC	移动IMS	传输网络
注册成功率	99.9%	99.9%	99.9%	100%	99.9%	无目标
服务可用性	99% (注1)	无目标	无目标	无目标	无目标	无目标
拨号后延迟 (PDD)	LTE-LTE: 3.5 s (注2) CSFB: 6 s (注3)	无目标	无目标	无目标	无目标	无目标
语音质量 (MOS- LQxSW)	4 (注4)	无目标	无目标	无目标	无目标	无目标
口到耳延迟	400 ms (注5)	190 ms (发送+接收) (注6)	5 ms	15 ms	0	10 ms (对大的国家 可更大)
呼叫掉线率	2 %	无目标	无目标	无目标	无目标	无目标
注1 – 依据[ETSI TS 101 563]的呼叫处理性能目标高于99.9%。 注2 – [ETSI TS 101 563]建议5.9 s，95%的概率低于2.4 s。 注3 – 此处仅考虑移动发起侧的电路交换回落。 注4 – 假设以23.85 kbit的速率使用AMR-WB。使用其他编解码器和/或比特率将导致其他值。 注5 – [ITU-T G.114]规定了150 ms的首选最大值，目前无法达到；一些网络运营商能够提供低于250 ms延迟的国内呼叫。 注6 – 依据[ETSI TS 126 131]。						

两个互连的网络之间的LTE - LTE通信（包括漫游）

表5 – 两个互连的网络之间LTE - LTE通信的质量预算

端到端指标	总的预算	终端	E-UTRAN	EPC	移动IMS	(国际)传输网络
注册成功率	99.9%	99.9%	99.9%	100%	99.9%	无目标
服务可用性	99%	无目标	无目标	无目标	无目标	无目标
拨号后延迟 (PDD)	LTE-LTE: 4 s CSFB: 6 s (注1)	无目标	无目标	无目标	无目标	无目标
语音质量 (MOS-LQxSW)	4 (如果HD语音+TrFO) (注2) 2.8 (否则)	无目标	无目标	无目标	无目标	无目标
口到耳延迟	400 ms (注3)	190 ms (发送+接收) (注4)	双侧均 80 ms	50 ms	0	参见[b-GSMA IR.34]表7中的典型值
呼叫掉线率	2 %	无目标	无目标	无目标	无目标	无目标

注1 – 此处仅考虑移动发起侧的电路交换回落。
 注2 – 假设以23.85 kbit的速率使用AMR-WB。使用其他编解码器和/或比特率将导致其他值。
 注3 – [ITU-T G.114]规定了150 ms的首选最大值，目前无法达到；一些网络运营商能够提供低于250 ms延迟的国内呼叫。
 注4 – 依据 [ETSI TS 126 131]。

LTE-3G通信

表6 – LTE – 3G通信的质量预算

端到端指标	总的预算	终端	E-UTRAN	EPC	移动IMS	(国际)传输网络	远端接入网	远端终端
注册成功率	99.9%	99.9%	99.9%	100%	99.9%	无目标	无目标	无目标
服务可用性	98%	无目标	无目标	无目标	无目标	无目标	无目标	无目标
拨号后延迟 (PDD)	4.5 s CSFB: 有待进一步研究	无目标	无目标	无目标	无目标	无目标	无目标	无目标

表6 – LTE – 3G通信的质量预算

端到端指标	总的预算	终端	E-UTRAN	EPC	移动IMS	(国际)传输网络	远端接入网	远端终端
语音质量 (MOS-LQxSW)	3.8 (如果 HD 语音 +TrFO) 2.8 (否则) (注1)	无目标	无目标	无目标	无目标	无目标	无目标	无目标
口到耳延迟	400 ms (注2)	190 ms (发送+接收) (注3)	80 ms	50 ms	0	参见[b-GSMA IR.34]表7中的典型值	UTRAN: 90	0
呼叫掉线率	3 %	无目标	无目标	无目标	无目标	无目标	无目标	无目标
注1 – 假设以12.65 kbit的速率使用AMR-WB。使用其他编解码器和/或比特率将导致其他值。 注2 – [ITU-T G.114]规定了150 ms的首选最大值，目前无法达到；一些网络运营商能够提供低于300 ms延迟的国内呼叫。 注3 – 依据 [ETSI TS 126 131]。								

LTE-PSTN通信

表7 – LTE – PSTN通信的质量预算

端到端指标	总的预算	终端	E-UTRAN	EPC	移动IMS	(国际)传输网络	PSTN
注册成功率	99.9%	99.9%	99.9%	100%	99.9%	无目标	无目标
服务可用性	99%	无目标	无目标	无目标	无目标	无目标	100 %
拨号后延迟 (PDD)	4 s CSFB: 有待进一步研究	无目标	无目标	无目标	无目标	无目标	无目标
语音质量 (MOS-LQxSW)	3.1 (注1)	无目标	无目标	无目标	无目标	无目标	无退化

表7 – LTE – PSTN通信的质量预算

端到端指标	总的预算	终端	E-UTRAN	EPC	移动IMS	(国际)传输网络	PSTN
口到耳延迟	400 ms (注2)	190 ms (发送+接收) (注3)	80 ms	50 ms	0	参见[b-GSMA IR.34]表7中的典型值	10 ms
呼叫掉线率	2%	无目标	无目标	无目标	无目标	无目标	0 %

注1 – 假设以12.2 kbit的速率使用AMR。使用其他编解码器和/或比特率将导致其他值。
 注2 – [ITU-T G.114]规定了150 ms的首选最大值，目前无法达到；一些网络运营商能够提供低于250 ms延迟的国内呼叫。
 注3 – 依据 [ETSI TS 126 131].。

10 关于QoS监控和故障排除的建议

10.1 建议的QoS监控点

测量点对将问题定位为限制探头、机器人或其他工具数量所需的经济和运营事项而言至关重要。

目标是通过统计学方法确保良好呈现所覆盖的区域，以便通过相关测量来源或工具（探测器、机器人、计数器和呼叫详细记录 – CDR）进行报告、监控和故障排除。

可以设想三种测量点（见下面的图10）：

- 在最终用户访问和体验服务的端点（此处为A和J）。
- 在用户计划可访问的接口，通常在网络中继或传输技术之间的分界点：此处为B、D、E和G。
- 在有关信令计划的服务要素入网点：此处为C、F和H（也是E）。

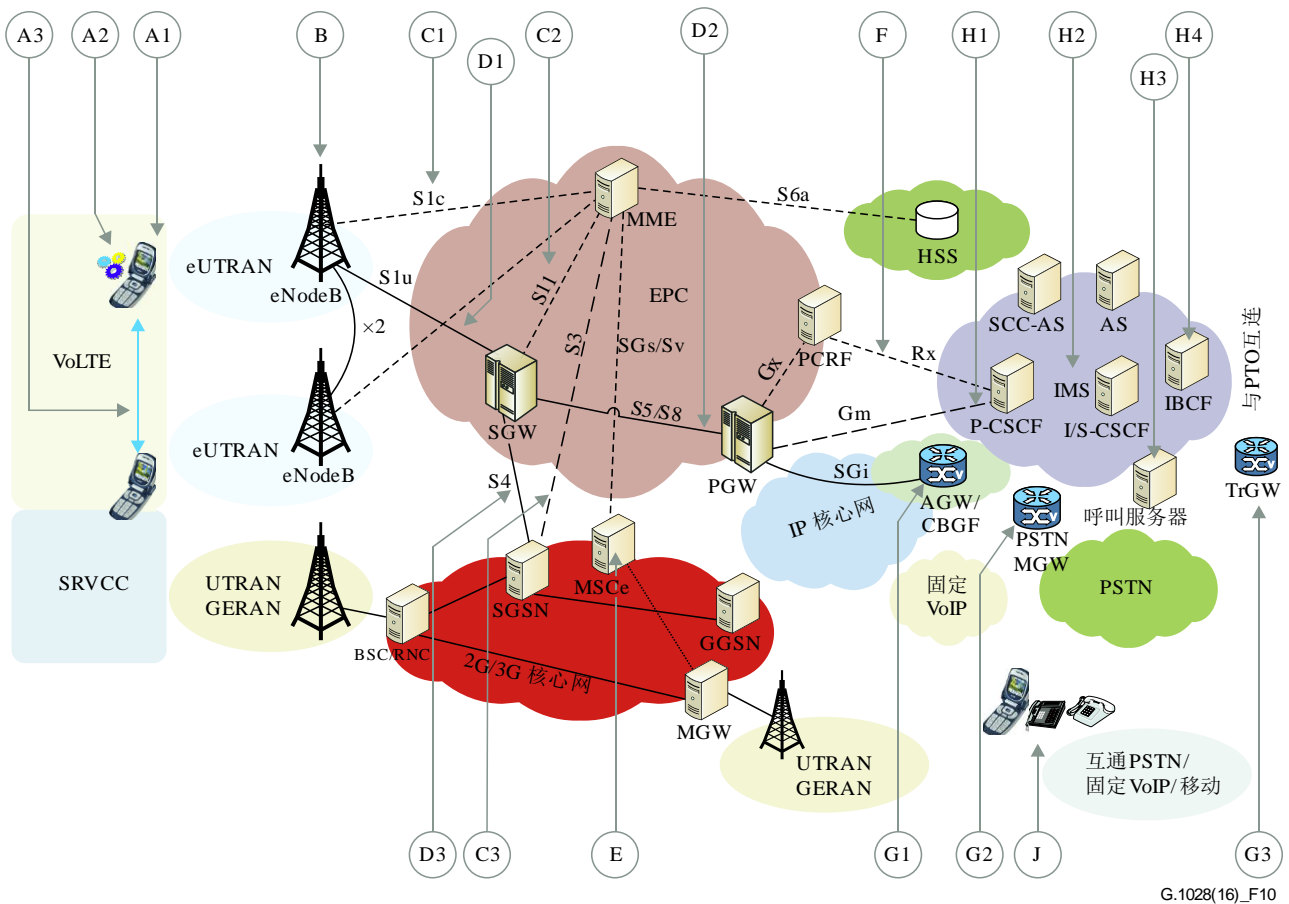


图10 – VoLTE QoS测量点

10.1.1 测量点A1、A2和A3

客户端的测量绝对有必要回答有关最终用户对服务质量感受怎么样的重要问题。它将给出一个真正的端到端“视图”，因为没有其他地方可以获得它。

当然，接下来的是代表性问题：有多少测量点？地理上如何分配这些测量点？答案取决于有关测量点上可能的解决方案。

可能存在不同的实现方案：

A1测量点用于从报告角度进行测量（手动测试活动）。

事实上，该点非强制性地用于监督。但从运营商的角度来看，在整个网络上每年都会进行大量的QoS评估，以便进行监管或基准测试。因此，它是一种用于检查QoS并尝试解决遇到的问题方法。

它主要能够测试端到端指标的精确性，但也可用于测试可用性和连续性。这种方法通常基于：

- 良好的、具有代表性的国家范围覆盖（农村、不同规模的城镇等）。
- 选择具有代表性的通信状况（室内、街道、汽车、火车等）。
- 选择运营商网络上具有代表性的设备。
- 选择一天中具有代表性的执行呼叫时段。
- 选择具有代表性的呼叫。必须考虑到窄带和宽带呼叫。
- 足够的测量结果，以便正确了解运营商的QoS和相关统计数据。

A2和**A3**测量点用于测量，当中工具替代**A1**中存在的最终用户并构建其行为和质量评判的模型。它们被推荐用于报告目的，主要针对精确性的端到端指标，还包括可用性、连续性和服务速度。这就是需要侵入式机器人、驱动测试工具、无线电工具分析仪和软件代理之处。这种解决方案的费用规定，只能构想抽样策略。测量位置、设备和时间周期的选择遵循与**A1**类似的准则，但限制条件较少，因为这些是自动工具。

A2在终端内。软代理可以访问解码信号和/或关于如何处理通信的信息（呼叫建立、呼叫掉线、IP抖动缓冲行为等）。这样的解决方案通常非常具有成本效益，可以在非常大的用户和设备面板上收集数据，但可能需要最终用户的参与或反馈。

A3是需要侵入式工具的地方。这可以是基于机器人的静态解决方案（重点将放在服务速度、准确性和连续性上）或移动解决方案（称为驱动测试工具，更大的焦点也包括无线网络性能）。如前所述，由于成本和运营原因，只能采用这种工具（对国家网络通常不到10个测量点）构想抽样策略。此外，如果测量工具报告了一个问题，则意味着许多用户可能受到同等的影响。由于源自该采样策略的测量数量很少，因此这些工具将主要用于报告。当QoS的增强与网络覆盖的优化相关联时，驱动测试工具也常用于故障排除。

重要的是要明白，这种端到端“视图”能够检测或确认问题，但很少能知道退化之源，除非它来自设备。

10.1.2 测量点B

网络的接入部分是一个重要的中断源（最大数量的网络元素）。因此，对其的监督也是必要的。其中一个主要的困难是考虑到无线部分，根据所选区域不同，这部分会明显不同。

B点定位于eNodeB中，它是LTE网络的第一个入口点。该测量点假定在无线和EPC方向上都对接口进行监控。该策略假定依据适当的流量类别指示符（QCI）来将VoIP流量与其他数据流量区分开来。

旨在测量：

- 小区中的无线电性能：出于故障排除目的，特别建议测量关于网络性能的指标。与**A2**一起，eNodeB点应能正确查看区域的无线电覆盖性能；
- 信令流，以建立有关呼叫的统计数据：出于报告、监控和故障排除目的，强烈建议测量关于服务可用性、连续性、准确性、利用率和网络性能的端到端指标。

来自RAN提供商的监控工具可以实现对来自所有eNodeB的这些信息类型的全局聚合。

该点的测量策略在实施过程中应会相当便宜（即从设备可访问的性能计数器），而非耗费性的。

10.1.3 测量点C1、C2和C3

点**C1**至点**C3**对应于EPC的接口（实际上均位于移动性管理实体（MME）的附近），当中可以捕获和分析最重要的信令消息。出于报告、监控和故障排除目的，建议对关于服务可用性、连续性和利用率的端到端指标进行测量。建议对所有会话的所有数据进行详尽的访问，主要是通过使用探测器或网络元素呼叫详细记录（CDR）。

C1覆盖MME与无线接入（接口S1）之间的信令，**C2**监控到服务GW（接口S11）的链路，而利用**C3**，也将涉及与MSC服务器的Sg接口（该接口和S3都对应于捕获点C3，是为评估CSFB程序而需监测的接口）。

请注意，各C点所覆盖的所有接口上捕获的流量均被隧道（GTP v2-C）。

这些测量点对分析以下内容而言尤其重要：

- EPS承载者统计。
- 移动管理（HO统计、路由范围更新）。
- 用户管理（直接连接到HSS）。

10.1.4 测量点D1和D2

像C1、C2和C3一样，这些点位于EPC内，但覆盖可以捕获和分析实时流（使用RTP协议）的各接口。

D1位于EPC与无线接入网之间的出口处（服务GW的接口S1u），而**D2**覆盖服务与PDN GW之间的链路（接口S5-S8）。

服务GW构成内LTE移动性以及GSM/GPRS、3G/HSPA和LTE之间移动性的锚点。基于与对应承载者相关联的参数，通过带有适当DiffServ代码点的标记IP分组，它为传输级QoS提供支持。

PDN 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。

通过这些关键测量点，可以访问有关通信传输质量的所有信息。出于报告、监控和故障排除目的，强烈建议测量关于服务可用性、连续性、准确性、速度和网络性能的端到端指标。建议对所有会话的所有数据进行详尽的访问，主要是通过使用探测器或网络元素CDR。

10.1.5 测量点E

测量点**E**位于EPC与3G核心网之间的边界上。对应的设备是MSC服务器，它控制2G和3G网络中的呼叫和移动性（例如，在SRVCC情况下）。MSC服务器还负责TFO和TrFO功能。在许多情况下，MSC服务器与媒质网关控制器功能（MGCF）并置，负责在IMS和CS域之间的MGW上建立和释放连接。

因此，对将在LTE与2G或3G之间发生漫游的地方，建议将改点用于大多数通信相关指标的监测和故障排除。有关指标主要涉及服务可用性、连续性和速度等。

10.1.6 测量点F

在做出策略和计费控制（PCC）决定的策略控制中，策略和计费规则功能（PCRF）是中心实体。这些决定可以基于来自许多不同来源的输入，包括：

- PCRF中的运营商配置，定义应用于给定服务的策略。
- 从用户配置文件库（SPR）中接收的、给定用户的订购信息。
- 从应用功能（AF）接收的服务信息。
- 有关使用何种接入技术的、来自接入网的信息等。

测量点F用于监控PCRF与IMS域代理呼叫会话控制功能（P-CSCF）之间的Rx接口。建议对服务利用率、可用性、连续性和速度指标进行报告、监控和故障排除。

10.1.7 测量点G1、G2和G3

这组测量点对应媒质网关（GW）。GW处于重要的位置上，拥有关于核心网状况评估（IP分组丢失、延迟和抖动）、核心编解码器、转码和TrFO使用情况的具体信息。这些都是用于诸如服务准确性和网络性能等指标监控和故障排除的兴趣点。

不仅仅用于EPC与其他网络之间业务互连的、适当的媒质流（RTP）监控，可以通过各种类型的GW来支持：

- **G1 – IMS MGW** – 这是一个用于在两个VoLTE用户之间锚定媒质支路的GW，在SRVCC（从VoLTE到移动CS的HO）或VoLTE – 传统移动CS互连中也是如此。该网关还应提供互连VoLTE与固定VoIP用户的功能（利用AMR/AMR-WB – ITU-T G.711转码）。
- **G2 – PSTN MGW** – 这是一个可以用于（网络性能）监控、报告和故障排除的地方，针对的是流出IP（从IP到PSTN）流。这也是（且是它最感兴趣的）执行取消来自PSTN的回波功能的地方。
- **G3 – 中继网关（TrGW）**，在与另一个IP域运营商互连的情况下。

10.1.8 测量点H1、H2、H3和H4

这是IMS平台内的一组测量点。此处可以拥有的监控信息与信令流量有关。可以在平台侧部署的探测器应与从CDR和计数器接收的信息互补。应在对应的测量点上收集的监测信息与服务可用性、连续性和利用率有关。根据业务情况（语音邮件、会议等），对跟踪音频问题，也会有兴趣对准确性和网络性能进行监控。

建议在不同实体层面上将度量结果的获取分开进行，而非仅有一个点：

- **H1** – 位于EPC（PDN GW）与IMS（P-CSCF）之间的接口处。该点涉及对Gm接口的被动监控，Gm接口是网络中所有用户无隧道SIP信令的第一个接口。
- **H2** – 是IMS平台上的全局监控点（至少包括I和S-CSCF、AS和SCC-AS等元素），是一个用于报告服务利用率的理想地方，原因是从统计上而言，分析将高度可靠。在该点上收集的监控数据主要关注的是性能计数器和计费数据。由于用于收集统计数据的最适合平台元素可能取决于度量，因此关于收集接口上的详细信息将在度量定义中予以规定。
- **H3** – 测量点（在呼叫服务器/MGCF上）可以用于详尽了解关于信令协议的信息，涉及所有外呼到PSTN网络的呼叫，原因是呼叫服务器涉及所有的呼叫协商。在该点上可以测量服务可用性指标（以及关于连续性和网络性能的、优先级较低的其他指标）。
- **H4** – 控制IBCF，当中执行两个运营商域之间的互连（包括计费数据记录）。可以在此监控用于互连的SIP信令信息。

10.1.9 测量点J

J测量点是A点的电路交换网络对应物。出于类似的目的（无线网性能除外）以及采用相同的采样策略，可对之做相同的测量。

在这种情况下，“电路交换”是指所有可能的接口：PSTN、2G/3G PLMN以及DSL路由器FXS端口后的固定VoIP接入。

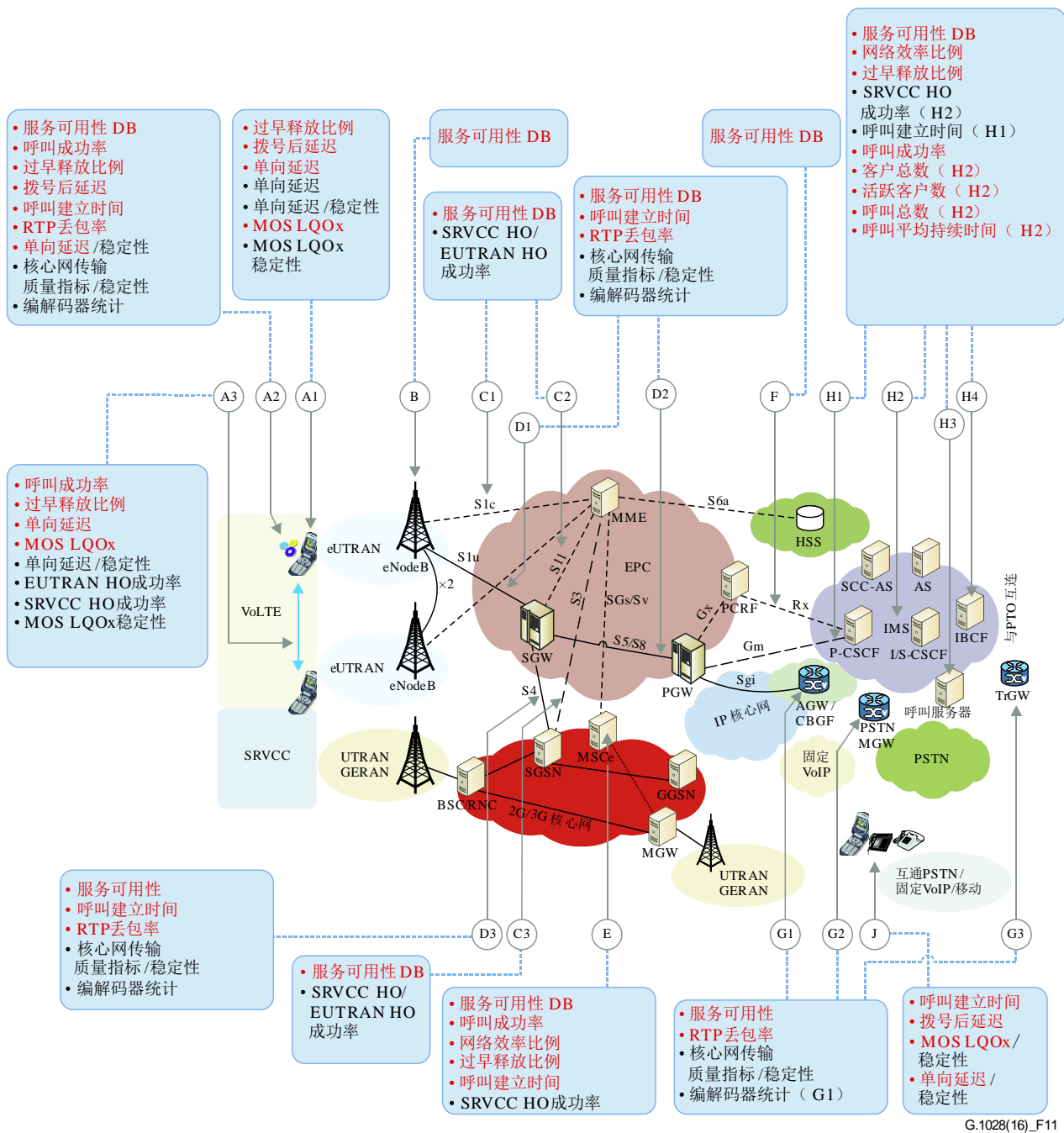
10.2 监控策略

本节描述必须依据其用途进行测量的指标的位置。特别地，其目的是定义：

- 需要测量什么、如何测量（以何种信息来源、在什么频率上）以及为什么需要进行这些测量；
- 需要什么样的测量工具和需要在哪些位置（位置描述和数量）进行这些测量。

10.2.1 报告

报告将提供一个关于服务质量的总体视图，可能从基准角度来看（国家或国内竞争者之间）以及从其时间演变角度来看（纵向视图）。它还允许识别服务质量退化的客户的类别。



G.1028(16)_F11

图11 – VoLTE QoS测量点 – 报告

所有的测量点实际上都可以提供报告数据。即使不是完全具有代表性的数据，如从入侵测量中收集到的那些数据，对此目的也是有价值的。

可以基于以下测量构建以下仪表板：

- 服务利用总体情况（客户数、呼叫次数、呼叫持续时间、客户流失率）。
- 服务平台和网络设备的性能（服务可用性和连续性）。
- QoS计数器（可用性、PDD、平均意见得分（MOS）、呼叫连续性）。

10.2.2 监控

所有的测量点都可以提供监控数据，只要它们可以提供有关端到端QoS或网络段对此QoS贡献的视图。

热模式监控（引起警报）将提供与影响大量客户的服务质量退化有关的实时信息。

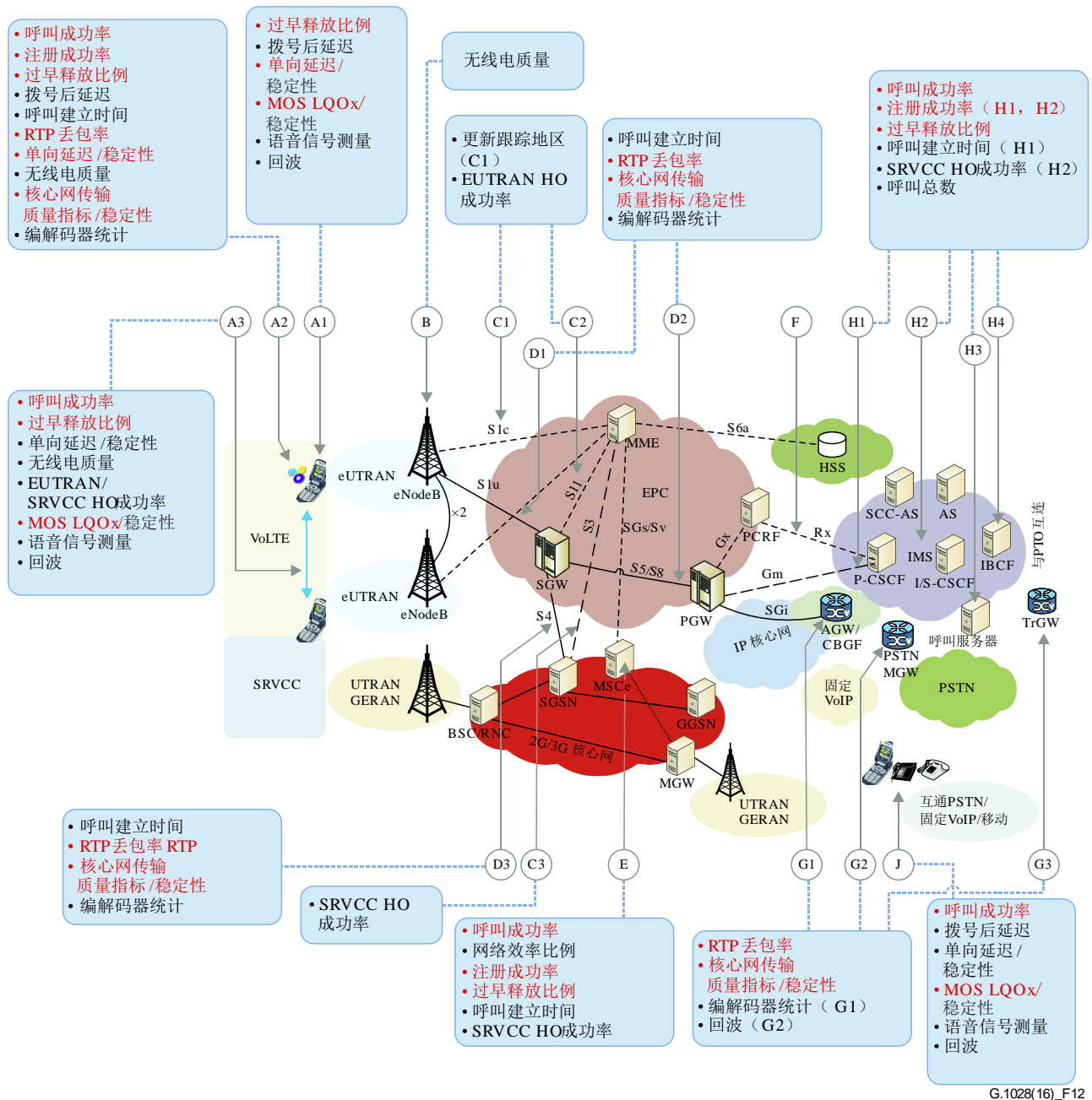


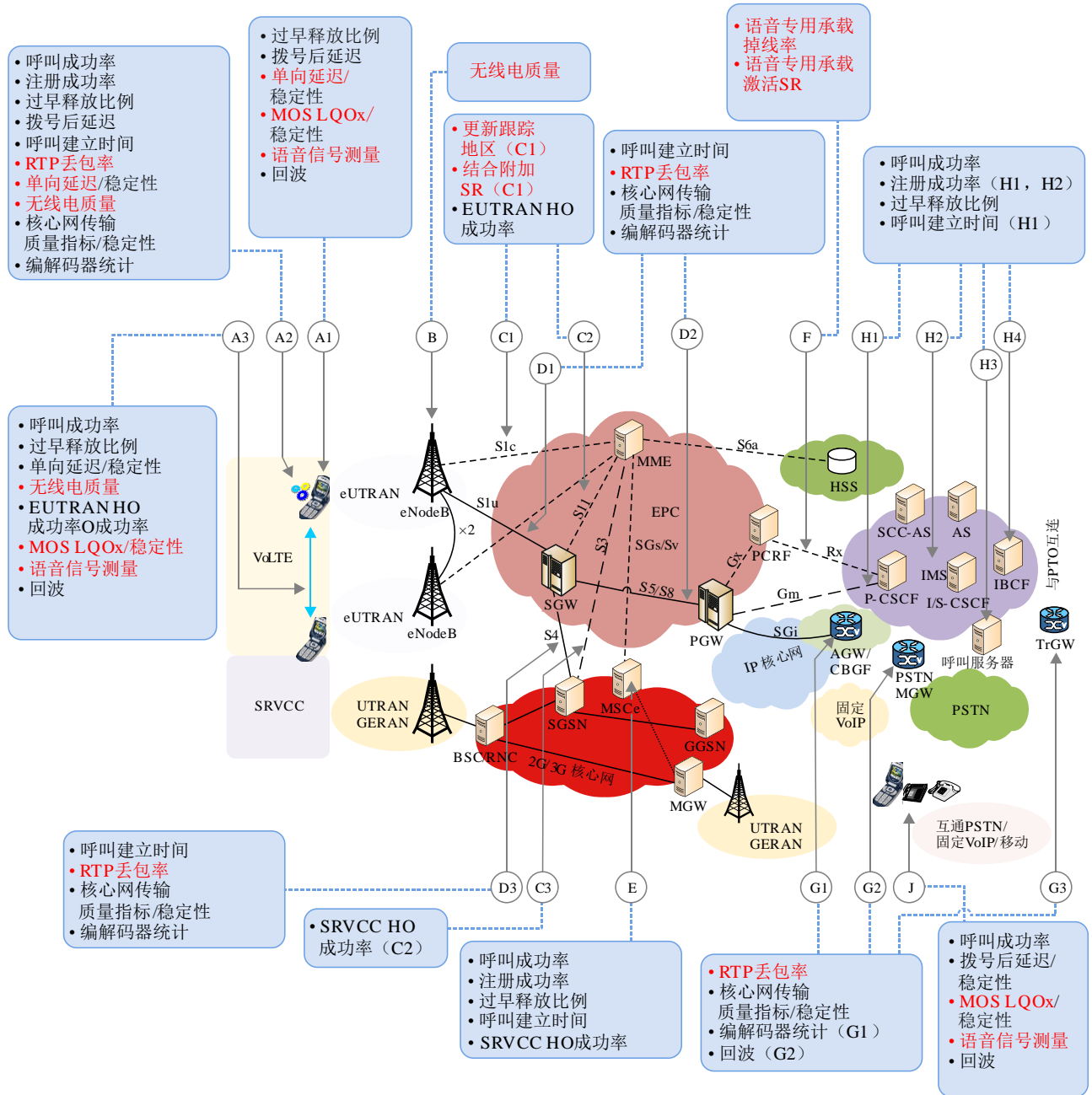
图12 – VoLTE QoS测量点 – 监控

10.2.3 故障排除

通过以下措施，故障排除将提供额外的信息：

- 通过着力重现所遇问题的原因并分析来自不同来源（CDR、探针）的、在问题期间收集的数据，深入分析客户或低于阈值访问。
- 远程测试/配置检查，包括在主要网络节点上的跟踪捕获和分析。

— 现场调查，包括在客户驻地或接入网中进行跟踪捕获。



G.1028(19)_F13

图13 – VoLTE QoS测量点 – 故障排除

10.3 ITU-T标准中的可用工具

尽管基于新的网络技术，VoLTE仍然是一种电话服务，受制于最终用户对其使用所表达的所有要求，特别当它涉及到QoS时。因此，现有ITU-T建议书中已经包含的、关于采办和语音服务感知质量评估的规定在大多数情况下也适用于VoLTE。

10.3.1 关键性能指标的定义

从前面的章节（特别是表3）可以看出，代表最终用户感知之服务质量的指标并不是VoLTE所特有的。它们中的大多数已经在[ITU-T P.10]中予以定义，这些定义适用于此上下文。以下是这些参考文献的细节：

- 服务可用性：参见服务可访问性性能（[ITU-T E.800]中的第3.1.1.2.2节）。
- 拨号后延迟：参见呼叫建立时间（[ITU-T E.800]中的第3.1.1.2.1节）。
- 语音质量（MOS-LQ，参见[ITU-T P.10]中的“语音质量”（S-28）或者[ITU-T P.800.1]中提供的各种定义。
- 口到耳的延迟：在ITU-T建议书中未予定义。参见[ITU-T P.10]中的平均单向传播时间（M-1）以及[ITU-T G.114]中的解释。
- 呼叫掉线率：参见[ITU-T E.804]中的电话切断呼叫率。
- 语音带宽（NB、WB或SWB）：[ITU-T P.10]的修正4非常详细地给出了电话中使用的各种音频带宽的定义。

VoLTE的注册成功率在建议书中未定义。[ITU-T E.804]（第7.2.2.1节）定义了网络选择和注册失败率，但这忽视了IMS注册的特异性。

就主要的QoS维度而言，[ITU-T G.1000]中定义的关于QoS的四个观点（见图14）在有关VoLTE的上下文中也是有用的。

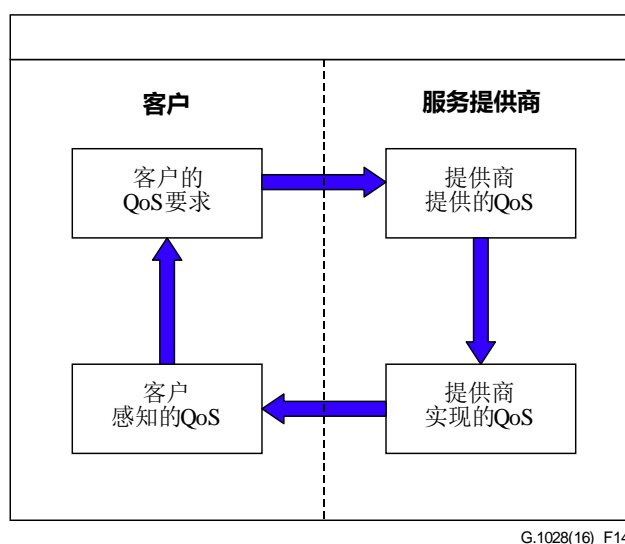


图14 – QoS的四个观点（来源：[ITU-T G.1000]）

就它涉及代表基础网络层的度量而言，[ITU-T Y.1540]提供了有关IP相关度量的信息，但没有任何ITU-T标准涉及无线电度量。

10.3.2 测量和预测语音质量的工具和模型

有两种用于评估端到端语音质量的方法：

- 参数化工具利用连接的技术信息与最终用户感知的相应的端对端质量之间的美好相关性，以廉价的实施成本来产生相对准确的估计。可以在靠近最终用户的边缘点上设计这样一种工具，以更好地预测单个质量，或者置于网络内部，以更好地了解网络性能对端到端质量的一般影响。[ITU-T P.564]描述了参数化语音质量预测模型的一般类别，它利用分组IP/UDP/RTP报头中的信息来提供高度可扩展的语音质量估计。此外，[ITU-T P.564]为工作于窄带语音上的这种类型模型提供了性能标准。

- 另一种类型的参数化工具是[ITU-T G.107]中描述的E模型，它广泛使用传输规划工具。模型中存在的大多数因素（现适用于IP传输和WB电话，参见[ITU-T G.107.1]）适用于VoLTE。
- 基于信号的模型比参数工具要复杂得多，因为它们需要对语音信号进行捕获和分析。这就是为什么它们主要以点对点的角度来使用，以便在给定时间和给定位置非常准确地测量语音服务的端到端质量（并且大部分时间针对的是利用给定终端设备提供的给定服务）。ITU-T开发了若干种这样的工具：用于完全参考模型的[ITU-T P.862]和[ITU-T P.863]，以及用于单端实施方案的[ITU-T P.563]（仅限于窄带电话）。

10.3.3 适用的可接受性阈值和目标

一般来说，ITU-T不规定最终用户指标的可接受性目标。然而，对端到端延迟，有一个出了名的例外，当中[ITU-T G.114]规定了（在第4节）在150 ms以下的第一个阈值，大多数用户没有注意到该延迟，第二个阈值在400 ms以上，质量被认为是不可接受的。

使用[ITU-T G.107]中的E模型计算得到的R因子值（并转换为MOS-CQE分值，如图15所示）也可以与可接受性阈值进行比较。[ITU-T G.109]建议书定义了表8所示的类别（仅适用于NB电话）：

表8 – 语音传输质量类别的定义（来源：[ITU-T G.109]）

R值的范围	语音传输质量类别	用户满意度
$90 \leq R < 100$	很好	非常满意
$80 \leq R < 90$	高	满意
$70 \leq R < 80$	中	一些用户不满意
$60 \leq R < 70$	低	许多用户不满意
$50 \leq R < 60$	差	差不多所有用户都不满意

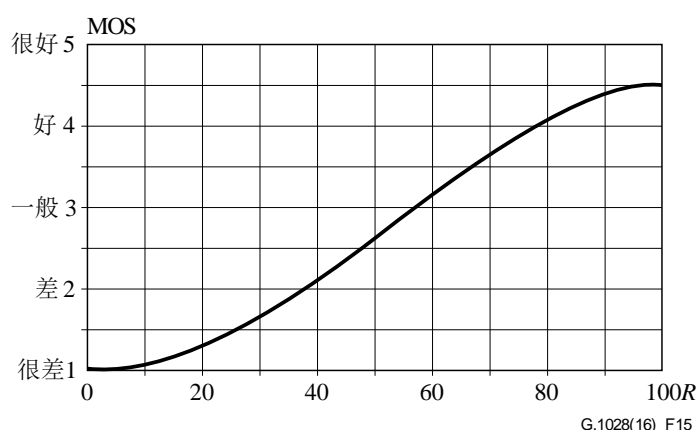


图15 – MOS-CQE作为评级因子的函数（来源：[ITU-T G.107]）

ITU-T Y.1541建议书还根据[ITU-T Y.1540]中定义和规定的IP网络度量，为各种QoS类别规定了性能目标（见表9）。VoLTE属于0类或1类：

表9 – IP网络QoS类定义和网络性能目标
(来源： [ITU-T Y.1541])

网络性能参数	网络性能目标的性质	QoS类	
		0类	1类
IPTD	平均IPTD的上限	100 ms	400 ms
IPDV	IPTD之 $1 - 10^{-3}$ 分位数的上限减去最小IPTD	50 ms	50 ms
IPLR	丢包概率的上限	1×10^{-3}	1×10^{-3}
IPER	上限	1×10^{-4}	

附件 A

VoLTE服务最终用户遇到的退化问题列表 及其可能的原因

(本附件是本建议书不可缺少的组成部分)

本附件是根据[ITU-T G.1028.2]第9节为CSFB特定原因而制定的。

A.1 与呼叫会话性能有关的QoS问题

表A.1 – 与呼叫会话性能有关的退化问题及其可能的原因

退化种类	可能的原因	位置
识别故障	- MME、HSS或PCRF的问题。	EPC
基本呼叫不可用	- 调度错误。 - 无线电资源控制（RRC）连接建立失败（拒绝接收RRC连接或者计时器T300到期，在接收到RRC连接建立后没有发送RRC连接建立完成）。	eUTRAN
	- 由于负载（服务网关（SGW）或分组数据网络网关（PGW））而不可用。 - 失败的协商（不分配QCI、无编解码器匹配、不满足SIP前提条件等）。 - 接收若干个SIP错误代码（例如，401 = 未经授权，405 = 方法不允许等）。 - 从IMS接收SIP CANCEL。 - TD内部计时器到期，导致“SessionSetupFailureTimeout”。	EPC
拨号后高延迟	- 负载。 - 系统之间的互通。 - 使用SIP前提条件。 - 建立呼叫时CS回落或IMS远程传输。	所有
链路故障	- 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）。	eUTRAN/ EPC
白呼叫	- 终端无法编码或解码语音，而信令对通信是好的。	终端
呼叫掉线	- 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。 - RRC连接丢弃（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）。	终端/eUTRAN
	- 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。 - 接收SIP状态码500（服务器内部错误）。 - 在比“SessionDropTimeout” TD内部计时器更长的时间段内未接收到任何RTP分组。 - 在“会话HangupTimeout” TD内部计时器测量的时间内，在BYE上未接收到任何SIP 200 OK。	EPC

A.2 与感知语音质量有关的QoS问题

表A.2 – 与感知语音质量有关的退化问题及其可能的原因

退化种类	可能的原因	位置
噪声	- 因不良噪音降低而扰动舒适噪音产生（CNG）。	终端
	- 因终端电子实现不良而导致的噪音（例如模拟/数字转换）。	
	- 因降噪不良而导致的残余干扰。	
	- 背景噪音（街道、汽车等）。	
	- 因eUTRAN配置问题而引起的额外噪音。	
回波	- 声学回波消除性能不良（AEC）/无AEC。提请注意：声学回波是扬声器与电话终端麦克风之间的耦合。	网络
	- 电气回声消除（EEC）消除性能不良/无EEC。提请注意：电气回波是因移动终端与PSTN之间的呼叫进行数字到模拟的转换而引起的（对移动到移动呼叫无电气回声问题）。	
低/高语音电平	- 自动增益控制（AGC）/无AGC性能不良。	终端
编码/解码问题	- 窄带而不是宽带语音质量： <ul style="list-style-type: none"> • 远程终端不是WB； • 向2G切换； • 与未部署宽带的PSTN、2G、移动平台等进行通话； • 与CS 3G而不是WB互通 	终端/eUTRAN
	- 因降低WB-AMR比特率/AMR（所加载单元、自主模式等）而导致语音信号失真。 - 许多转码（例如呼叫语音邮件）导致语音信号失真。 - 再缓冲和时间缩放导致失真。	终端/eUTRAN
终端声学	- 尽管支持WB-AMR编解码器，但终端（在接收端和/或发送端）的声学性能不符合宽带要求。 - 未良好平衡的声学终端可导致一个听起来过激、过重的声音等。 - 因变换器而导致的失真。	终端
会话碎片化	- VAD/DTX/DRX实现不良。 - 语音质量增强（VQE）算法方面的问题。	终端
	- 网络中IP丢包或抖动（拥塞、QoS优化、UL/DL调度延迟、无线电重传、切换）。 - 通过终端内的抖动缓存或丢包隐藏（PLC）处理IP丢包和到达之间的抖动效果不好。	所有
不认DTMF	- 带内或带外处理的问题。	所有

表A.2 – 与感知语音质量有关的退化问题及其可能的原因

退化种类	可能的原因	位置
E2E延迟	<ul style="list-style-type: none"> - 网络负载。 - 媒质处理（分组构造、抖动缓存管理）。 - 终端中的语音处理。 - 依照接收切换命令的随机接入信道（RACH）。 - RACH/竞争过程。 - 额外的RACH尝试。 - 动态调度、链路自适应。 - 无线电链路故障/切换期间重建（可能不同的小区）。 	所有
RTP/IP丢包	<ul style="list-style-type: none"> - 网络拥塞（若干原因：例如，流量负载、离小区中心的距离导致激活TTI绑定）； - 抖动缓冲区不适用于实际抖动量或数据包大小（可以取决于RoHC的使用情况）。 	EPC/终端
RTP/IP乱序	<ul style="list-style-type: none"> - 遇到诸如拥堵等问题后的新路线。 	EPC
网络延迟变动（抖动）	<ul style="list-style-type: none"> - 网络拥塞； - 抖动缓冲区不适应。 	EPC/终端
无线电退化	<ul style="list-style-type: none"> - 小区覆盖方面的限制； - 干扰； - 范围覆盖情况不好（障碍物等）； - 无线电优化不良； - 无线电损失概况； - 无线电调度不良； - 无混合自动重复请求（HARQ）机制或使用不良； - 等等。 	eUTRAN
切换延迟	<ul style="list-style-type: none"> - 因HO或SRVCC后的新路线而出现的延迟。 	EPC/CS网络

参考资料

- [b-GSMA IR.34] GSMA IR.34 v 9.1 (2013年), IPX提供商网络指南。
- [b-GSMA IR.92] GSMA IR.92 v 7.0 (2013年), 语音和短信的IMS配置文件。

ITU-T 系列建议书

A系列	ITU-T工作的组织
D系列	资费及结算原则和国际电信/ICT的经济和政策问题
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
G系列	传输系统和媒质、数字系统和网络
H系列	视听及多媒质系统
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质信号的传输
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、电话安装及本地线路网络
Q系列	交换和信令、以及相关联的测量和测试
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