

ICS 33.160

CCS M61



团体标准

T/GZGQ T0003-2024

5G 网络承载的超高清视频质量测试方法

Measure Method for Ultra High Definition Video Quality

Carried by 5G Network

2024-03-25 发布

2024-03-25 实施

广州超高清视频产业促进会 发布

目 录

前 言.....	- 3 -
1. 范围.....	- 4 -
2. 规范性引用文件.....	- 4 -
3. 术语和定义.....	- 4 -
3.1 AAA 服务器.....	- 4 -
3.2 时延.....	- 5 -
3.3 带宽.....	- 5 -
3.4 丢包.....	- 5 -
3.5 卡顿.....	- 5 -
3.6 吞吐量.....	- 5 -
4. 略缩语.....	- 5 -
5. 指标要求.....	- 6 -
5.1 用户 QoS 指标测试.....	- 6 -
5.2 用户 QoE 指标测试.....	- 6 -
6. 测试条件.....	- 7 -
6.1 测试网络架构.....	- 7 -
6.2 测试设备.....	- 8 -
7. 测试方法.....	- 8 -
7.1 eMBB 场景下超高清视频直播业务传输时延测试.....	- 8 -
7.2 uRLLC 场景下视频业务传输时延测试.....	- 11 -
7.3 超高清视频业务业务吞吐量测试.....	- 12 -
7.4 5G 超高清视频用户客观 QoE 测试.....	- 13 -
7.5 5G 超高清视频用户主观 QoE 评价.....	- 15 -

前言

随着5G技术与大视频业务的协同发展，受5G网络传输能力和速率的影响，当今的视频内容生产和消费可以实现更高质量的传输和播放，在移动端随时随地浏览高分辨率、高帧率 HFR、高动态 HDR 品质视频，成为视频消费升级的主流方向，这使得未来传统视频还有望逐步向超高清、沉浸式、交互式、VR/AR等空间视频演进。

本标准主要针对超高清视频直播、超高清远程会议等超高清视频+5G典型应用，参照ITU-T Rec.G.1011和RFC 2544标准文件，结合超高清视频在5G网络承载下的实际应用编制。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由广州超高清视频产业促进会归口。

本文件起草单位：工业和信息化部电子第五研究所、中国移动通信集团广东有限公司广州分公司、中国广电广州网络股份有限公司、广州柯维新数码科技有限公司、中山大学、超讯通信股份有限公司、广东图盛超高清创新中心有限公司。

本文件主要起草人：韦胜钰、蔡佳、刘斌辉、张黎敏、赵凯、张亮、李锐、吴宜钦、陈翔、王玺钧、钟海辉、林广远、郝秋林、陈思源、文延豪、陈海彬，郑积珍、于路、李维。

5G 网络承载的超高清视频质量测试方法

1. 范围

本文件规定了5G网络承载的超高清视频质量测试方法。

本文件适用于视频直播、视频会议等5G超高清视频典型eMBB、uRLLC业务，其他超高清视频应用可参考使用。

本文件中的技术内容包括测试设置信息、设备配置要求、测试方法以及测试评价依据。测试和测量的具体制造商信息未包含在本文件中，除非选择或使用替代设备可能会对测试结果产生负面影响。

2. 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

ITU-T Rec. G.1011 (06/2015) Reference guide to quality of experience (QoE) 《ITU T G.1011建议书 (06/2015) 用户体验质量评估方法参考指南》

RFC 2544 Benchmarking Methodology for Network Interconnect Devices 《网络互连设备的基准测试方法》

3. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 AAA 服务器 AAA server

指认证（Authentication）服务器、授权（Authorization）服务器和计费

(Accounting) 服务器的统称，负责集中管理用户信息。

3.2 时延 Delay

时延是指数据从网络的一端传送到另一端所需的时间，即通过网络设备或通过网络并返回测试端口时处理和传播延迟的总和。

3.3 带宽 Bandwidth

指在单位时间内从网络中的某一点到另一点所能通过的最高数据率，反映通讯线路所能传送数据的能力。

3.4 丢包 Packet loss

指系统在一定的负载下，一个或多个数据数据包从源成功传输但从未在目标位置接收到数据帧。

3.5 卡顿 Stuck

指由于丢包导致在视频播放过程中出现的停顿、不流畅的现象。

3.6 吞吐量 Throughput

指DUT在不丢包的情况下，在单位时间内能够处理或传输的最大数据量，以比特率或数据包速率来衡量，反映网络设备的处理能力和网络的负载能力。

4. 略缩语

下列术语略缩语适用于本文件。

eMBB 增强移动宽带 (Enhanced Mobile BroadBand)

uRLLC 超高可靠超低时延通信 (ultra-Reliable Low Latency Communications)

MCU 主控单元 (Microcontroller Unit)

RU 远端接入单元 (Remote Unit)

GW 小基站网关 (Gateway)

NFV 网络功能虚拟化 (Network Function Virtualization)

SeGW 安全网关 (Secure Web Gateway)

HNMS小基站网管设备 (Home NodeB Network Management System)

QoS 服务质量 (Quality of Service)

QoE 用户体验质量 (Quality of Experience)

SLA服务水平协议 (Service Level Agreement)

DMRS解调参考信号 (DeModulation Reference Signal)

5. 指标要求

5.1 用户 QoS 指标测试

用户QoS反映用户使用网络服务时的客观评价，表1为用户QoS参数要求。

表 1 用户 QoS 指标测试要求

指标测试要求	描述
网络架构	5G分布式开放网络架构
通信频段	2.6GHz、3.5GHz、4.9GHz、毫米波频段
天线配置	2T2R
射频指标	满足3GPP 38.104相关指标要求
发射功率	2.6GHz和3.5GHz频段支持2T2R、2*250mW 4.9GHz频段支持2T2R、2*500mW 毫米波频段支持有源天线系统EIPR不小于40dBm
应用场景类型	视频直播、视频会议
业务类型	典型eMBB业务、典型uRLLC业务
时延指标	2.6GHz、3.5GHz以及4.9GHz频段下： 对典型eMBB业务，用户面时延（单向）不高于70ms 对典型uRLLC业务，用户面时延（单向）不高于20ms
系统吞吐量指标	不低于1Gbps

5.2 用户 QoE 指标测试

用户QoE反映用户观看视频体验，表2为各业务场景下用户QoE指标要求。

表 2 用户 QoE 指标要求

指标类型		指标名称	指标要求值
用户客观QoE指标	视频直播	初始时延	< 播放时长的2%
		视频整体卡顿率	< 播放时长的5%
	视频会议	视频整体卡顿率	< 会议时长的5%
		音画分离次数	< 5次
用户主观QoE指标		用户主观反馈平均评分	> 4.75 (满分5分)

6. 测试条件

6.1 测试网络架构

基于 PC802 芯片的 5G 开放网络架构系统，其前传、射频模块高度集成在 RAP 远端模块盒中，满足分布式室内架构的需求，同时支持多模、多业务的需求。

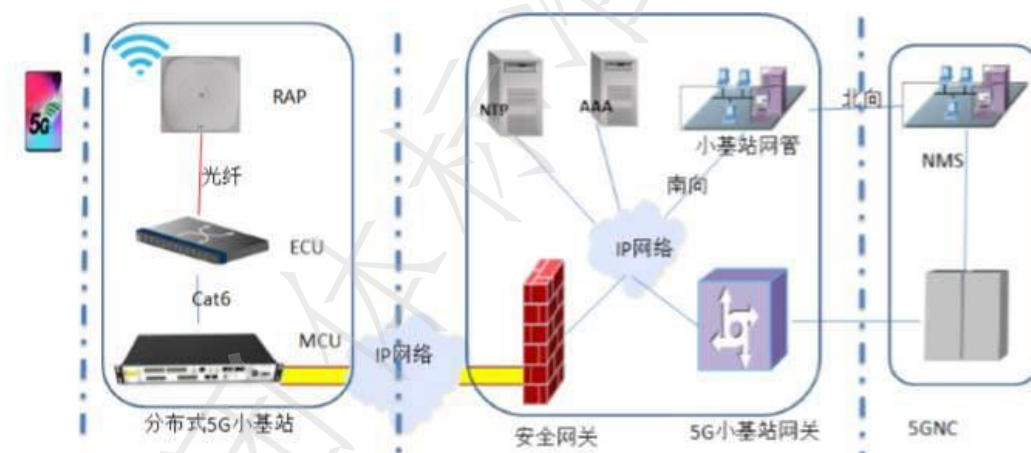


图 1 5G 小基站系统架构

其中，

- 1、5G小基站需支持eMBB、uRLLC、mMTC三种业务的敏捷切片技术，可覆盖2.6GHz、3.5GHz、4.9GHz三个通用5G频段及毫米波频段；
- 2、分布式数字化小基站应包括三部分：MCU、ECU（可选单元，本测试中未作考虑）、RU；
- 3、硬件平台应支持NFV，可根据用户需求自由网络切片，对CU、DU 等模块进行切片和重组。系统架构的网络侧设备需具备：GW，包括信令和媒体网关；SeGW；AAA 服务器；

4、HNMS；路由器及其他辅助连接设备等，充分支持小基站数字化室内分布式布设。

6.2 测试设备

所需测试设备如表 2 所示。

表 3 测试设备列表

序号	设备名称
1	5G 分布式基站
2	5G 核心网
3	4K 视频发送器
4	4K 视频接收器
5	4K 超高清显示屏
6	全千兆云管理 POE 交换机
7	USRP
8	光交换机

7. 测试方法

QoS 监测包含：典型 eMBB 场景下超高清视频业务传输功能测试、典型 uRLLC 场景下数据业务传输时延测试和视频业务吞吐量测试。

QoE 保障与测试评估针对直播与会议应用领域，主要包含：超高清视频直播质量测试、超高清视频会议质量测试。

7.1 eMBB 场景下超高清视频直播业务传输时延测试

7.1.1 概述

对于超高清视频直播业务等典型 eMBB 场景下用户面传输时延，采用对比视频帧行号差别的方法来计算。在发射端通过压缩并发送超高清直播码流，接收端核心网侧接收并解压，并于接收端 4K 超高清显示器 2 中显示接收到的视频。

7.1.2 测试框架

“ffplay.exe -video_size 3840x2160 -framerate 60 -i xxx.yuv”，播放带有视频帧号的超高清测试视频；

表 5 指令参数及描述

参数	参数描述
-video_size 3840x2160	表示该视频为 4K 超高清视频流
-framerate 60	表示视频刷新率为每秒 60 帧
xxx.yuv	播放的视频源名称

图 3 为超高清视频示例图，每一帧图像的左右两边带有相应的帧号。



图 3 带有帧号的超高清测试视频（示例）

(6) 观察发送端 4K 超高清显示器 1 与接收端 4K 超高清显示器 2 之间的视频传输情况。通过拍照获取同一时间点两个 4K 超高清显示器中所显示的图像帧行号刷新的位置差异，记录接收端图像帧行号刷新相对于发送端延时的行数差 n (单位：行) 和图像帧刷新速度 k (单位：帧/每秒)，且每帧对应 20 个图像帧行号，则传输时延 t_{delay} 为：

$$t_{delay} = \frac{1000}{20 * k} * n \text{ (ms)} \quad (1)$$

(7) 根据步骤 (1) - (4)，重复 20 次测试，取平均值。

7.2 uRLLC 场景下视频业务传输时延测试

7.2.1 概述

在发射端，通过利用第三方测试仪器模拟终端传输短报文数据的方式，模拟典型 uRLLC 场景下用户面业务传输流程，测试典型 uRLLC 场景下用户面传输时延。

7.2.2 测试框架

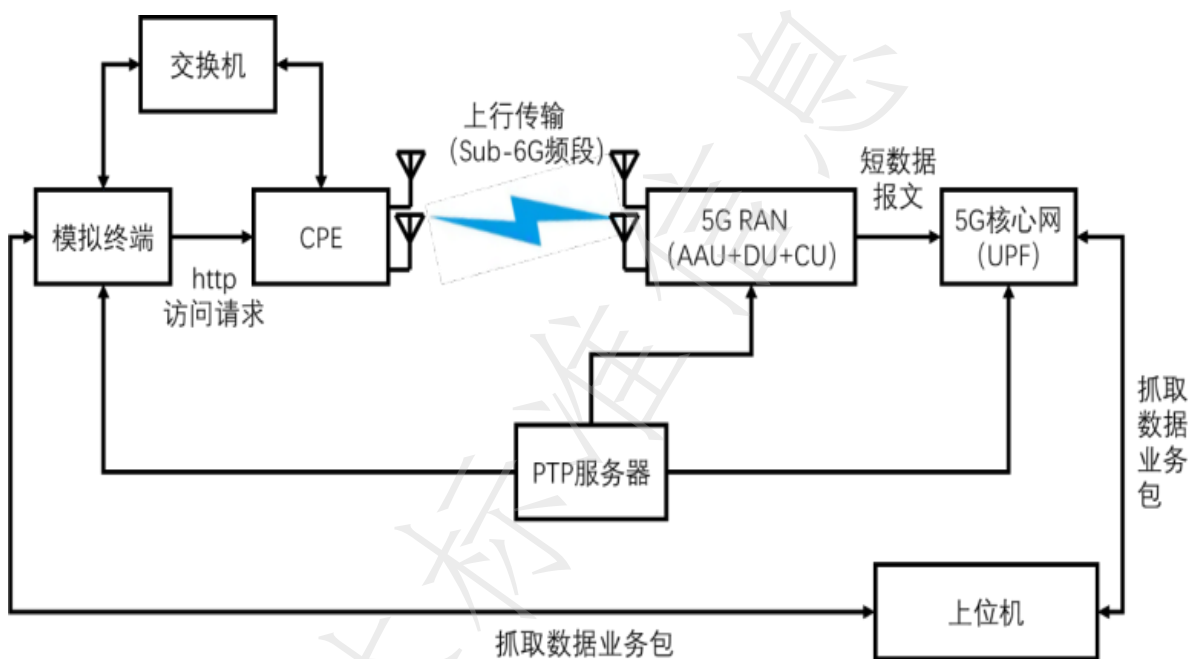


图 4 uRLLC 场景下视频业务报文数据时延测试框图

7.2.3 测试方法

- (1) 参照图 4 连接测试链路，并给设备加电；
- (2) 采用支持 PTP 协议的服务器，给模拟终端、5G RAN 以及 5G 核心网等完成时间同步；
- (3) 在此测试过程中，CPE 已经完成了注册流程，通过在模拟终端操作界面中输入指令产生 http 数据业务报文，并向 5G RAN 及 5G 核心网侧发送；
- (4) 当通信链路建立时，通过使用上位机分别在在模拟终端和 5G 核心网侧抓取短报文数据包，记录下模拟终端发送报文的时间 t_1 和核心网侧接收到报文的时间 t_2 ，则最终该系统典型 uRLLC 场景下用户面传输时延为：

$$t_{delay} = t_1 - t_2 \quad (2)$$

- (5) 根据步骤 (1) - (4)，重复 20 次测试，取平均值。

7.3 超高清视频业务吞吐量测试

7.3.1 概述

对于视频业务吞吐率测试，通过传输压缩后 4K 超高清视频流数据，进行 5G 分布式开放网络系统的视频业务吞吐量测试。

7.3.2 测试框架

以 2 路传输为例，可参考下图视频业务吞吐量的测试框架示例搭建测试系统。

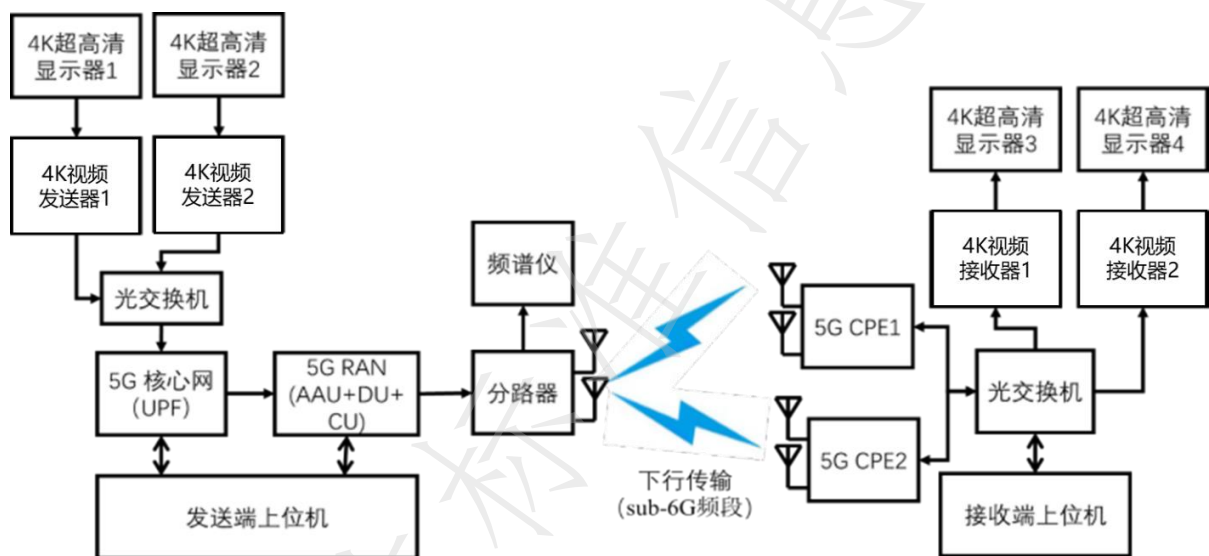


图 5 视频业务吞吐量测试框架示例

7.3.3 测试方法

(1) 根据视频业务吞吐量的测试系统框连接测试链路，使用 U5G-UE2006 作为 5G CPE，采用 AAU+DU+CU 的 5G 室内分布式基站作为 5G RAN，使用 IK5GC2 服务器作为 5G 核心网，并给设备加电；

(2) 通过上位机电脑，参照表 6 配置各设备及 5G 核心网 IP 地址；

表 6 IP 地址配置示例

设备名称	IP 地址
上位机电脑	10.0.1.100/24
5G 核心网	10.0.1.10/24

超低时延视频无损发射器 1	10.0.1.110/24
超低时延视频无损发射器 2	10.0.1.111/24
超低时延视频无损接收器 1	10.0.1.112/24
超低时延视频无损接收器 2	10.0.1.113/24
...	...

(3) 视频业务传输仅占用 5G 分布式开放网络系统下行业务资源的情况下，根据实际应用场景完成网络配置，可参照表 7 进行配置：

表 7 其他网络配置示例

配置名称	配置要求
帧结构配置	DDDDD DDSUU 其中, D 为下行时隙、S 为特殊时隙、U 为上行时隙。
特殊时隙中时隙配比	下行:保护间隔:上行=6:4:4 此外每个上行、下行 slot 中包含一个 DMRS
上、下行调制及发送方式	256QAM、Layer=2

(4) 传输压缩后 4K 超高清视频流数据，设置视频码率使视频在完整传输情况下理论传输速率不低于 1Gbps，观察发送端 4K 超高清显示器与接收端 4K 超高清显示器之间的视频传输情况。

(5) 若发送端 4K 超高清显示器与接收端 4K 超高清显示器之间视频均能够实现正常播放，则可认为所搭建 5G 分布式开放网络系统吞吐量不小于 1Gbps。

7.4 5G 超高清视频用户客观 QoE 测试

7.4.1. 概述

进行 5G 超高清视频用户体客观 QoE 测试。其中，影响 5G 超高清视频用户体验的主要指标有视频播放时的时延、视频的卡顿情况等。影响用户观看视频会议时 QoE 的主要指标有视频会议的卡顿情况、会议开始时的画质以及视频会议音画分离的程度。

视觉无损视频	$3e^{-3}$												
有损视频	1	20											
		50											
		100											
	3	20											
		50											
		100											
	5	20											
		50											
		100											

(4) 计算平均视频整体卡顿率和平均音画分离次数

7.5 5G 超高清视频用户主观 QoE 评价

7.5.1. 概述

通过用户观看直播和视频会议体验时的主观感受评分，开展用户主观 QoE 评价。

7.5.2. 测试系统设置

通过改变测试系统设置，让视频在播放前出现不同时延和视频码率。

表 10 测试系统参数设置

参数名称	描述
业务场景	视频直播、视频会议等
时延	1s、3s、5s
带宽	100Mbps、50Mbps、20 Mbps

7.5.3. 主观评分标准

评分为 1-5 分，评分标准如表 11 所示。

表 11 QoE 主观评分标准

分数	评分标准
1	体验很糟糕

2	体验较差
3	体验一般
4	体验较好
5	体验很棒

7.5.4. 5G 超高清视频直播用户主观 QoE 测试方法

- (1) 在 4K 屏幕中播放不同时延、不同比特率的测试视频，每条测试视频长度为 20s。
- (2) 测试员观看视频，并对不同视频直播的主观感受进行评分。
- (3) 记录下测试员对每个视频的评分，得到每个视频的用户主观得分，评分表格式见表

12。

表 12 5G 超高清视频用户主观 QoE 评分表

视频类型	时延 (s)	带宽 (Mbps)	QoE 评分					MOS
			1	2	3	4	5	
视觉无损视频	$3e^{-3}$							
有损视频	1	20						
		50						
		100						
	3	20						
		50						
		100						
	5	20						
		50						
		100						

7.5.5. 5G 超高清视频会议用户主观 QoE 测试方法

- (1) 测试员在 4K 屏幕前接入视频会议，每次接入 1 分钟。
- (2) 会议过程中，固定的主持人宣读相同的话以测试视频的音画效果。
- (3) 测试员针对不同带宽、不同延迟下的视频会议进行评分，来衡量视频会议质量和用户体验，评分表格式见表 12。