

ICS 33.040.40

CCS M 32



世界超高清视频产业联盟标准

T/UWA 043—2026

基于网络视频总线压缩方案的算显分离系统

业务质量指标与测试方法

Quality index and measurement methods for computing-display separated systems
based on network video bus compression schemes

(报批稿)

2026-1-30 发布

2026-1-30 实施

世界超高清视频产业联盟 发布

目 录

前 言.....	II
1. 范围.....	1
2. 规范性引用文件	1
3. 术语和定义	1
4. 缩略语	1
5. 概述	1
6. 业务质量指标描述.....	2
6.1. 操作响应时延	2
6.2. 画质	2
6.3. 流畅度	2
6.4. 音画同步	2
6.5. 网络适应性	2
7. 业务质量指标测试方法.....	2
7.1. 通用测试设备	2
7.2. 操作响应时延测试.....	3
7.3. 画质测试	3
7.4. 流畅度测试	4
7.5. 音画同步测试	5
7.6. 网络适应性测试.....	6
附 录 A（资料性）视频质量客观评价方法.....	8
参考文献.....	9

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》给出的规则起草。

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专利的责任。

本文件由世界超高清视频产业联盟提出并归口。

本文件起草单位：中国电信股份有限公司上海分公司、海思技术有限公司、华为技术有限公司、广州柯维新数码科技有限公司、杭州冰特科技股份有限公司、上海交通大学、工业和信息化部电子第五研究所、天翼数字生活科技有限公司、联通视频科技有限公司、中国移动集团有限公司、咪咕文化科技有限公司、中移（杭州）信息技术有限公司、北京数码视讯软件技术发展有限公司、北京市博汇科技股份有限公司、四川新视创伟超高清科技有限公司、杭州当虹科技股份有限公司、紫光展锐（上海）科技有限公司、晶晨半导体(上海)股份有限公司、中兴通讯股份有限公司、上海数字电视国家工程研究中心有限公司、北京数字电视国家工程实验室、西安诺瓦星云科技股份有限公司、中关村现代信息消费产业技术联盟、中国电子技术标准化研究院。

本文件主要起草人：张坚平、葛正荣、谢宸琪、蒋忠林、张军、赵晓东、熊恋、曾志华、高宏亮、崔先锋、奚溪、宋冬、李康敬、毕蕾、陈春丽、徐京华、宋利、程正雪、张黎敏、赵凯、林琳、甄林、周骋、张翰、郭忠武、张家斌、宋小民、郑慧明、谢亚光、徐凡越、卫小涛、王丽萍、杨汇源、卢海波、黄成、王良家、殷惠清、毛柯、赵霞飞，张轩铭、袁伍威、胡理巨、赵晓莺。

基于网络视频总线压缩方案的算显分离系统

业务质量指标与测试方法

1.范围

本文件描述了基于网络视频总线压缩方案的算显分离系统应用场景中的业务质量指标及相应的测试方法。

本文件适用于基于网络视频总线压缩方案的算显分离系统的现网部署、验收和业务质量评测。

2.规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3.术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 算显分离系统 `computing-display separated systems`

通过传输网络将计算渲染模块与显示输入设备分离的技术系统。

4.缩略语

下列缩略语适用于本文件。

HDMI 高清晰度多媒体接口（High Definition Multimedia Interface）

NR-VQA 无参考视频质量评价（No Reference Video Quality Assessment）

PSNR 峰值信噪比（Peak Signal to Noise Ratio）

SSIM 结构相似度指标测量（Structural Similarity Index Measurement）

USB 通用串行总线（Universal Serial Bus）

VMAF 视频多方法评估融合（Video Multimethod Assessment Fusion）

5.概述

如图1-（a）所示，本地系统的所有功能都在端侧完成，输入设备通过USB等接口接入，并发送操作指令，经由终端计算渲染处理后，再通过HDMI等接口输出到显示设备。

如图1-（b）所示，算显分离系统的计算渲染与显示输入功能分布于网络两端。终端输入设备的操作指令先通过网络传输给云侧设备处理，云侧计算渲染后生成的视频信号经编码后，再通过网络传输回终端进行解码，最终将画面输出给显示设备。

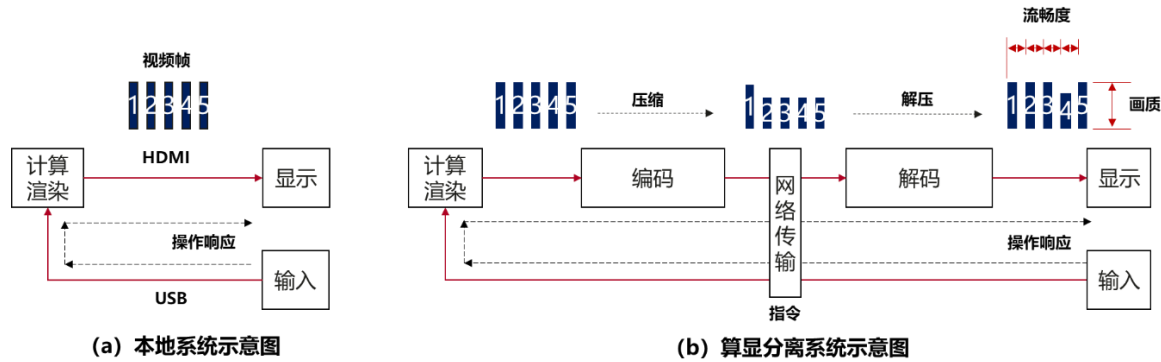


图1 本地系统与算显分离系统对比示意图

相对于本地系统，算显分离系统增加了网络数据传输和视频编解码环节。为降低网络数据传输与存储成本，普遍采用高压压缩比编码算法。但高压压缩比会引入较大处理时延和画质损伤，影响用户最终体验。网络视频总线压缩方案通过采用块/行级编解码技术和低压压缩比编码算法，可以实现亚帧级串流时延与主观无损的画质效果，改善用户体验。

本文件规定的业务质量指标测试活动主要在被测系统的终端侧完成，在可控的网络传输环境下进行，且不同被测系统在测试过程中保持相关测试设备和工具的一致性。

6.业务质量指标描述

6.1.操作响应时延

操作响应时延是指从用户操作到被测系统出现画面响应变化的时间差，包含指令输入时延、计算渲染时延、编解码处理时延、网络传输时延和画面显示时延。

6.2.画质

画质是衡量被测系统输出画面质量的技术参数集合，通常涵盖清晰度、锐度、色散度、色域范围、分辨率、色彩纯度及平衡度等核心指标。

6.3.流畅度

流畅度被用来衡量被测系统输出画面的平滑程度，可以通过对比被测系统有效输出帧率（单位时间内输出的非重复视频画面帧数）和工作帧率来分析。

6.4.音画同步

音画同步是衡量音视频体验质量的关键指标，可以通过统计被测系统输出的音频和视频信号在时间维度上的差值来分析。

6.5.网络适应性

网络适应性是指被测系统在能保障业务质量指标的前提下，能够承受的网络损伤（时延、丢包、抖动）最大范围和能力。

7.业务质量指标测试方法

7.1.通用测试设备

输入设备：键盘、鼠标等。用来输入用户指令。输入设备在操作时有摄像头可捕捉到的画面变化，如键盘按下按键时可以亮灯。

终端设备：云电脑/云游戏客户端等。能接收输入设备指令，转发服务器处理；接收服务器视频流解码后输出给显示设备。

显示设备：显示器。用来输出被测系统的音频和视频信号，刷新帧率 \geq 终端帧率。

网络损伤仪：用于提供可控的网络传输环境，能够设置网络时延、抖动、丢包等参数，如网络时延10ms，网络抖动30ms，丢包率 10^{-4} ；

服务器设备：云电脑/云游戏服务器等。能接收终端指令，经计算渲染编码处理后，再通过网络输送回终端设备。

7.2.操作响应时延测试

7.2.1.测试目的

评估被测系统在特定网络传输环境下，针对用户操作做出画面响应变化的处理性能。

7.2.2.测试设备和工具

高速摄像机：支持高速录制画面，拍摄帧率 ≥ 2 倍终端帧率；

操作响应时延辅助测试工具：根据输入设备的操作及时作出画面响应；

逐帧视频播放器：具备逐帧播放和定位能力，最高分辨率/帧率 \geq 高速摄像机拍摄分辨率/帧率。

7.2.3.测试方法

通过高速摄像机拍摄视频，记录输入设备的操作和显示设备的响应过程，将逐帧视频播放器定位到对应变化画面，记录对应时刻，计算两个时刻的差值得出操作响应时延。

7.2.4.测试系统架构

操作响应时延测试系统架构见图2。

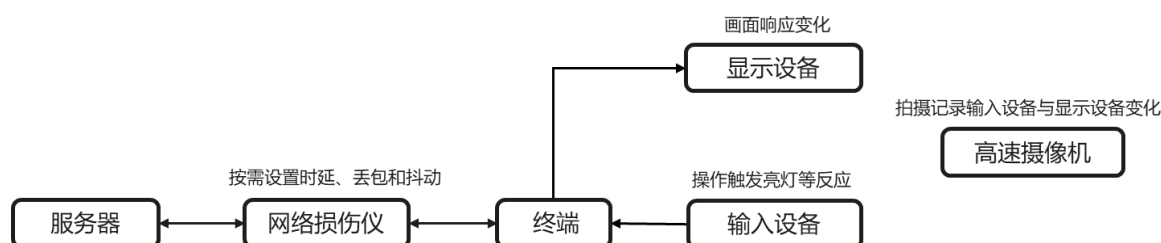


图2 操作响应时延测试系统架构示意图

7.2.5.测试步骤

按照以下步骤进行测试：

- 1) 在服务器侧运行操作响应时延辅助测试工具，操作输入设备，确认输入设备和显示设备都会出现相应变化；
- 2) 按需多次操作输入设备，通过高速摄像机录制整个操作响应过程，得出测试视频；
- 3) 将测试视频导入逐帧视频播放器，定位到输入设备操作时的变化画面，记录对应时刻为 T1，并找出显示设备本次响应的变化画面，记录对应时刻为 T2，计算并记录 T2-T1 的时间差；
- 4) 累计统计 10 次时间差并取平均值，即可得出操作响应时延。

7.3.画质测试

7.3.1.测试目的

评估被测系统在特定网络传输环境下的画面输出质量。

7.3.2.测试设备和工具

视频采集卡（配套采集软件）：外接设备。可用于采集和录制终端输出视频。采集分辨率/帧率应与业务系统工作的分辨率/帧率匹配，对采集的视频不做额外处理。

内置导出工具：终端内置工具。可导出解码后的视频文件，求导出视频时不做额外处理。

参考源视频：用于全参画质评估方法。YUV 格式且分辨率/帧率≥业务系统工作的分辨率/帧率。

YUV 视频播放器：用于播放参考源视频。

画质评估工具：用于评估视频画面质量，包括全参画质评估工具（如 SSIM 和 VMAF）和无参画质评估工具（如 NR-VQA）。

7.3.3.测试方法

全参考图像质量客观评价方法通过对比分析参考源视频和系统输出视频得出画质指标评分；无参考图像客观评价方法通过直接分析系统输出视频得出画质指标评分。当系统服务器侧可以导入并播放指定参考源视频时，用全参考图像质量客观评价方法，否则使用无参考图像客观评价方法，详细说明见附录 A。

测试终端侧支持通过内置导出工具或外接视频采集卡方式，导出解码后送显的视频样本数据。

7.3.4.测试系统架构

全参考图像质量客观评价方法测试系统架构见图 3。无参考图像质量客观评价方法测试系统架构见图 4。

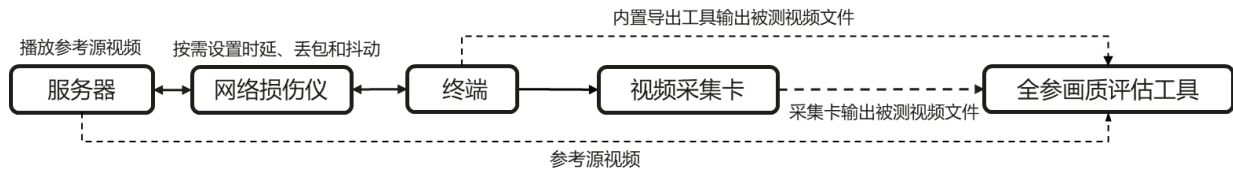


图3 全参考图像质量客观评价方法测试系统架构示意图

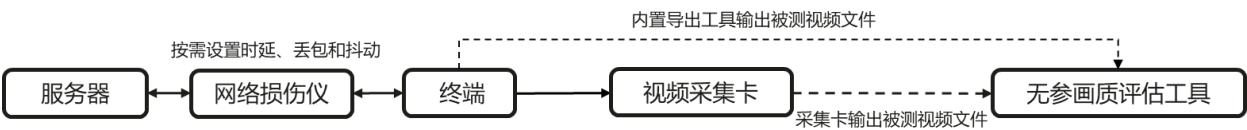


图4 无参考图像质量客观评价方法测试系统架构示意图

7.3.5.测试步骤

全参考图像质量客观评价方法按照以下步骤进行测试：

- 1) 在服务器侧用 YUV 视频播放器播放参考源视频，终端侧使用视频采集卡或内置导出工具获取对应的被测视频文件；
- 2) 将被测视频文件和参考源视频同时导入全参画质评估工具，得出全参画质指标评分结果。

无参考图像质量客观评价方法按照以下步骤进行测试：

- 1) 确保被测系统正常工作，在终端侧使用视频采集卡或内置导出工具获取对应的被测视频文件；
- 2) 将被测视频文件直接导入无参画质评估工具，得出无参画质指标评分结果。

7.4.流畅度测试

7.4.1.测试目的

评估被测系统在特定网络传输环境下输出画面的平滑程度。

7.4.2.测试设备和工具

高速摄像机。支持高速录制画面，拍摄帧率 ≥ 2 倍终端帧率。

带连续水印标识的测试视频。带有逐帧连续递增的数字水印标识，视频帧间隔稳定，视频播放时长 \geq 测试时长，且视频分辨率/帧率 \geq 业务系统工作分辨率/帧率。

视频播放器。用于播放带连续水印标识的测试视频。

逐帧视频分析工具。通过逐帧分析测试视频中的水印标识信息，统计非重复视频画面总帧数并计算出被测系统有效输出帧率。

7.4.3.测试方法

在服务器侧播放带连续水印标识的测试视频，用高速摄像机拍摄录制显示设备在测试时长内的输出画面，导出视频后再通过逐帧视频分析工具得出被测系统有效输出帧率，并与业务系统当前工作帧率进行对比。

7.4.4.测试系统架构

流畅度测试系统架构见图 5。

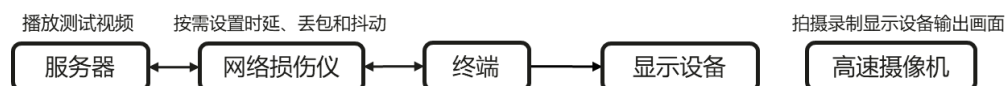


图5 流畅度测试系统架构示意图

7.4.5.测试步骤

按照以下步骤进行测试：

- 1) 在服务器侧用视频播放器播放带连续水印标识的测试视频；
- 2) 在测试时长内（如 60s）用高速摄像机拍摄录制显示设备的输出画面，得出被测视频文件；
- 3) 将被测视频文件导入逐帧视频分析工具得出被测系统有效输出帧率，并与业务系统当前工作帧率进行对比。

7.5.音画同步测试

7.5.1.测试目的

评估被测系统在特定网络传输环境下输出的音频和视频信号在时间维度上的一致性。

7.5.2.测试设备和工具

高速摄像机：支持高速录制画面，拍摄帧率 ≥ 2 倍终端帧率。

测试源视频：可被校准溯源的音画同步测试视频，分辨率/帧率 \geq 业务系统工作分辨率/帧率，且音画时延差值在 $\pm 5\text{ms}$ 以内。

视频播放器：用于播放测试源视频，最高分辨率/帧率 \geq 音画同步源视频分辨率/帧率

视频编辑软件：用于分离音频和视频信号，最高分辨率/帧率 \geq 音画同步源视频分辨率/帧率。

7.5.3.测试方法

在服务器侧播放测试源视频，用高速摄像机拍摄录制显示设备输出的视频和音频信号，通过视频编辑软件分离音频和视频信号并记录特定音频事件出现时刻与对应视频事件出现时刻，计算两个时刻的

差值得出得出音画时延差。

7.5.4.测试系统架构

音画同步测试系统架构见图 6。

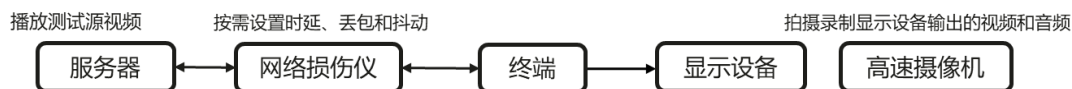


图6 音画同步测试系统架构示意图

7.5.5.测试步骤

按照以下步骤进行测试：

- 1) 在服务器侧用视频播放器循环播放测试源视频；
- 2) 用高速摄像机拍摄录制显示设备输出的视频和音频，确认记录到多次特定音频事件和对应视频事件，得出被测视频文件；
- 3) 将被测视频文件导入视频编辑软件并使用分离音频和视频功能，呈现被测视频的声音轨道信号和画面轨道信号；
- 4) 观察并记录特定音频事件出现时刻 T1（如音轨波峰时刻）和对应视频事件出现时刻 T2（如画面中标记物到达特定位置进度条），计算并记录 T2-T1 的时间差；
- 5) 累计统计 10 次时间差并取平均值，得出音画时延的差值。

7.6.网络适应性测试

7.6.1.测试目的

评估被测系统在能保障业务质量指标的前提下，能够承受的网络损伤（时延、丢包、抖动）最大范围和能力。

7.6.2.测试设备和工具

测试设备和工具为 7.2、7.3、7.4 和 7.5 中相关测试设备和工具。

7.6.3.测试方法

利用网络损伤仪调整时延、丢包、抖动等参数设置，改变被测系统中的网络传输环境，同步记录被测系统的操作响应时延、画质、流畅度和音画同步等业务质量指标，通过分析得出被测系统能承受的网络损伤最大范围。

7.6.4.测试系统架构

网络适应性测试系统架构见图 7。

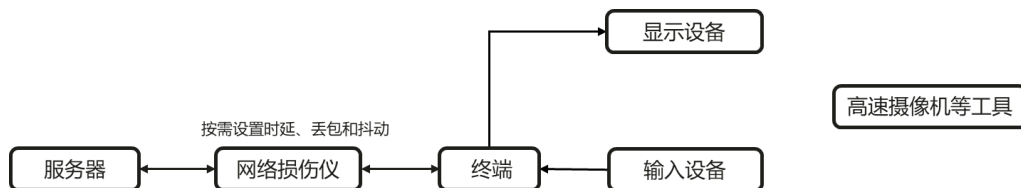


图7 网络适应性测试系统架构示意图

7.6.5.测试步骤

按照以下步骤进行测试

- 1) 使用网络损伤仪调整时延、丢包、抖动等参数设置，改变被测系统中的网络传输环境，同步测试并记录被测系统的操作响应时延、画质、流畅度和音画同步等业务质量指标；
- 2) 重复步骤（1），根据业务质量指标结果并结合自身要求从记录中找到被测系统可承受的网络损伤边界值。

附 录 A

(资料性)

视频质量客观评价方法

A. 1 视频质量客观评价方法通用原则

全参考图像质量客观评价方法是以源视频作为参照物，通过对源视频和被测视频进行对比计算分析，评估被测视频相对于源视频的感知质量损伤,如图A.1所示。



图A.1 全参考图像质量客观评价示意图

无参考图像质量客观评价方法是直接对被测视频进行计算分析，评估被测视频的感知质量，如图A.2所示。



图A.2 无参考图像质量客观评价示意图

A. 2 视频图像质量客观评价方法

图像质量客观评价方法见表A.1。

表A. 1 图像质量客观评价方法

序号	分类	评价方法	说明	参考版本	建议
1	全参考图像质量客观评价方法	SSIM	SSIM是一种用于衡量两幅图像在亮度、对比度和结构上相似度，更加贴近人类视觉系统的感知，适用于评估影响用户实际体验的业务质量指标。其质量信息见《Image quality assessment: from error visibility to structural similarity》文件。	FFMetrics.1.5.0	采纳
2		VMAF	VMAF用于从观众的角度评估视频质量，通过分析视频序列的多个质量特征预测观众的主观质量感受，适用于评估影响用户实际体验的业务质量指标。其质量信息见开发方（Netflix）提供的官方数据。	FFMetrics.1.5.0	采纳
3	无参考图像质量客观评价方法	NR-VQA	NR-VQA通常基于深度学习模型，对视频压缩编码损伤和视频处理损伤具有较强的敏感性，可反映用户接收端的视频整体质量，适用于评估影响用户实际体验的业务质量指标。	无	采纳

参考文献

- [1] GY/T 412—2024 《超高清视频图像质量客观评价方法》
 - [2] Wang Z, Bovik A C, Sheikh H R, et al. Image quality assessment: from error visibility to structural similarity[J]. IEEE transactions on image processing, 2004, 13(4): 600-612.
-