UHD World Association
世界超高清视频产业联盟

HDR Vivid 4K 超高清频道应用指南

UHD•World•Association
世界超高清视频产业联盟

UHD Word Association
www.theuwa.com

目 录

前 言 1
引 言 2
1 应用目标 3
2 适用范围 3
3 规范性引用文件 3
4 术语和定义 3
5 缩略语 4
6 HDR Vivid 技术概述 4
6.1 技术原理 4
6.2 技术优势 6
7 技术系统 6
7.1 总体设计 6
7.2 动态元数据生成与视频编码封装 7
7.3 终端播放能力检测和分发适配 8
8 终端设备要求 10
8.1 电视机 10
8.2 机顶盒 10
8.3 移动终端 10
9 用户体验提升措施 11
9.1 视觉标识露出与用户引导 11
9.2 用户反馈处置机制 11
10 安全播出保障 11
10.1 总体要求 11
10.2 链路保障 11
10.3 播出效果监测 12
10.4 应急处理预案 12
附录 A （资料性） 深圳广电 4K 超高清频道落地 HDR Vivid 技术方案 13
附录 B （资料性） 湖南广电 4K 超高清频道落地 HDR Vivid 技术方案 15
附录 C （资料性） 上海广电 4K 超高清频道落地 HDR Vivid 技术方案 17
附录 D （资料性） 编码器典型 HDR Vivid 参数设置 20
附录 E （资料性） 湖南广电 4K 超高清频道落地 HDR Vivid 技术测试方案 23

前 言

本文件由 UWA 联盟秘书处组织制订，并负责解释。

本文件发布日期：2026 年 9 月 25 日。

本文件由世界超高清视频产业联盟提出并归口。

本文件归属世界超高清视频产业联盟。任何单位与个人未经联盟书面允许，不得以任何形式转售、复制、修改、抄袭、传播全部或部分内容。

本文件主要起草单位：湖南快乐阳光互动娱乐传媒有限公司、深圳广播电影电视集团、上海广播电视台、湖南广播影视集团有限公司、中央广播电视总台、国家广播电视总局广播电视规划院、海思技术有限公司、山东广播电视台、江苏省广播电视总台、广东广播电视台、北京广播电视台、北京数字电视国家工程实验室有限公司、北京数码视讯软件技术发展有限公司、杭州当虹科技股份有限公司、北京博雅睿视科技有限公司、广州柯维新数码科技有限公司、广东九联科技股份有限公司、北京朝歌数码科技股份有限公司，深圳创维数字技术有限公司、马栏山音视频实验室、国家广播电视总局广播电视科学研究院、世界超高清视频产业联盟

本文件主要起草人：谭嵩、旷文彬、王崇波、李易桓、封连伟、邵勇、王骏、赵旭、宁金辉、袁乐、管志鹏、陈默、李欣、邓祺、王立冬、贺文林、李思远、周骋、万锦山、刘柏序、曾志华、肖俊海、陈凯、陈梦、张鑫、陈飞、马学睿、周芸、黎政、卢海波、李云龙、罗准、张超、周巍、朱昊、陈聪、王晓东、宣玉栋、杨川、申智元、马悦、王皓洁

引 言

当前，我国超高清视频产业正处于加速发展的关键阶段，4K 超高清已成为广播电视行业高质量发展的重要着力点。高动态范围（HDR）作为提升超高清视听观感、激活终端市场活力的关键技术，是驱动超高清视频产业迭代升级的重要支撑，对完善超高清产业体系、提升广电内容传播质量具有重要产业价值与行业意义。

我国自主研发的 HDR Vivid（菁彩 HDR）高动态范围技术已正式获批为国家标准（GB/T 46269.1-2025、GB/T 46269.2-2025），整体技术指标达到国际同类技术先进水平。该技术具备支持动态元数据等核心能力，能更精准地还原画面真实亮度范围、色彩层次与明暗对比度，大幅提升 4K 超高清电视节目的视觉呈现效果。目前，HDR Vivid 技术已在国内主流网络视听平台实现规模化落地应用，技术成熟度和设备适配性得到充分实践验证。

但在广播电视专业播出场景中，传统广播电视制播系统对 HDR Vivid 技术适配仍存在短板，暂不具备实现广播电视全链路 HDR Vivid 原生制作、播出的条件。对现有电视制播体系实施全域改造，涉及环节多、技术改造难度大、资金投入成本高、整体建设周期长，易对广播电视现有业务的稳定运行造成影响。结合行业现有技术基础、存量设备条件及产业发展实际，本文件采用阶段性过渡建设思路，暂缓推进内容制作与播控系统改造工作，规避大规模设备及系统迭代带来的高额改造成本与播出业务风险，是当前广电行业落地 HDR Vivid 技术的最优实施路径。

本文件严格遵循国家广播电视总局《4K 超高清频道建设指南（2024 版）》等现行行业规范，聚焦传输分发环节，采用基于传统 HLG HDR 播出信号来实时生成、编码传输 HDR Vivid 元数据的技术方案，实现 HDR Vivid 技术快速落地应用。方案可优先推进 IPTV 机顶盒、有线电视机顶盒、智能电视机等终端设备的 HDR Vivid 功能适配与技术升级，持续完善终端产业生态，夯实用户超高清视听服务基础，全面提升用户观看体验。目前，该技术路径已在多地落地试点并取得良好成效，2025 年，深圳、湖南、上海三地广电机构率先完成所辖 4K 超高清频道 HDR Vivid 技术适配改造，为全国广电行业推广应用积累了可复制、可推广的成熟实践经验。待制播系统、产业配套体系全面成熟后，行业可分步实施全链路原生 HDR Vivid 技术升级，最终实现内容制作、播控传输、终端呈现全流程标准化应用，完成广电超高清技术体系的全方位迭代升级。

为规范过渡阶段 4K 超高清频道 HDR Vivid 技术应用标准，保障 4K 超高清频道标准化建设、有序迭代升级及安全稳定播出，世界超高清视频产业联盟（UWA）组织编制本文件。文件面向广播电视台、有线网络运营商、IPTV 集成播控平台及超高清音视频软硬件设备厂商等全产业链相关主体，明确 4K 超高清频道 HDR Vivid 技术应用规范与实施要求，为行业落地应用提供统一指导依据。

本文件适用于广播电视 4K 超高清频道 HDR Vivid 技术阶段性建设改造、设备适配、日常运维管理等相关工作。

HDR Vivid 4K超高清频道应用指南

1 应用目标

本文件遵循国家广播电视总局《4K超高清频道建设指南（2024版）》等现行行业指导性文件，针对4K超高清频道HDR Vivid技术应用提出具体指导意见，覆盖系统架构搭建、信号传输分发、终端设备适配、日常运营维护等环节，从而规范HDR Vivid技术在广电领域的标准化应用，持续优化用户视听体验，提升4K超高清频道整体技术水平与视听服务质量。

2 适用范围

鉴于电视制播系统普遍还不具备HDR Vivid技术全链路适配应用的条件，而全域、全业务环节整体改造投入成本较高、建设周期较长。结合行业现有技术基础及阶段性建设目标，本文件现阶段聚焦电视传输分发及后续链路环节，对4K超高清频道HDR Vivid技术应用提出具体指导意见，暂不涉及内容制作、播控等前端链路环节。

3 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。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件；凡是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。

GB/T 46269.1-2025 高动态范围（HDR）视频技术 第1部分：元数据及适配

GB/T 46269.2-2025 高动态范围（HDR）视频技术 第2部分：应用指南

GB/T 17975.1-2010《信息技术 运动图像及其伴音信息的通用编码 第1部分：系统

GY/T 358-2022 高动态范围电视系统显示适配元数据技术要求

《4K超高清频道建设指南（2024版）》

《4K超高清电视技术应用实施指南 (2023 版)》

《广播电视安全播出管理规定（2021版）》

T/UWA 005.3-1-2023 高动态范围（HDR）视频技术 第3-1部分：技术要求和测试方法 显示设备

T/UWA 005.3-3-2024 高动态范围（HDR）视频技术 第3-3部分：技术要求和测试方法 播放设备

T/UWA 005.3-5-2022 高动态范围（HDR）视频技术 第3-5部分：技术要求和测试方法 实时编码设备

4 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

HDR Vivid 元数据生成编码器 本文件指一种专用音视频编码器，可实时解析输入 HDR 视频信号、生成 HDR Vivid 动态元数据，对视频信号压缩编码生成压缩视频流，并将动态元数据嵌入码流后输出。

5 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AVS2：第二代数字音视频编解码技术标准（Audio Video coding Standard 2）

ES：基本流（Elementary Stream）

GPMI：通用多媒体接口（General Purpose Multimedia Interface）

HEVC：高效视频编码（High Efficiency Video Coding）

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

HDR：高动态范围（High Dynamic Range）

HLG：混合对数伽马（Hybrid Log-Gamma）

IPTV：交互式网络电视（Internet Protocol Television）

OTT TV： 互联网电视（Over-The-Top TV）

PQ：感知量化（Perceptual Quantizer）

SDI：串行数字接口（Serial Digital Interface）

SDR：标准动态范围（Standard Dynamic Range）

TS：传输流（Transport Stream）

UWA：世界超高清视频产业联盟（UHD World Association）

6 HDR Vivid 技术概述

6.1 技术原理

HDR Vivid 是我国自主研制、具备完整自主知识产权的高动态范围视频技术，现已正式获批为国家标准，标准号 GB/T 46269.1-2025、GB/T 46269.2-2025，综合技术水平达到国际同类技术先进水准。

该技术核心为采用最小粒度为帧级的动态元数据机制，可对视频每一帧、每个场景画面的亮度、色彩等关键特征进行逐帧统计分析，生成相应动态元数据，且整个生成流程不改动原始视频像素数据。HDR Vivid 技术支持 HLG 和 PQ 两种传递函数。借助动态元数据，终端能够依据自身显示能力进行色调映射和饱和度调节，实现在不同终端设备上观感一致的画面呈现效果。

相较于传统静态元数据 HDR 技术，HDR Vivid 具备显著技术优势。传统静态 HDR 技术对整部视频采用单一全局色调映射曲线，无法适配视频画面的动态变化；而 HDR Vivid 可为视频每一帧画面配置独立的色调映射参数，支撑播放终端实现逐帧自适应渲染。基于帧级动态映射核心能力，HDR Vivid 可适配不同峰值亮度规格的显示终端，有效弱化硬件设备差异带来的画面观感偏差，保障各类播放终端输出的影像效果稳定、统一，准确还原内容创作者的原始调色意图。在画面呈现效果方面，静态 HDR 视频播放过程中，易出现高光过曝、暗部细节缺失等问题，画面明暗层次表现存在明显短板。采用动态元数据技术的 HDR Vivid，可根据画面内容实时切换适配的色调映射曲线，能够完整留存各类场景下的画面明暗层次与色彩细节，呈现更贴合人眼真实视觉感知的画面效果。

HDR Vivid 技术还具备良好的向下兼容特性，可适配现有 4K 超高清频道的视频传输体系及终端播放设备，具备较强的落地应用通用性与适配性。

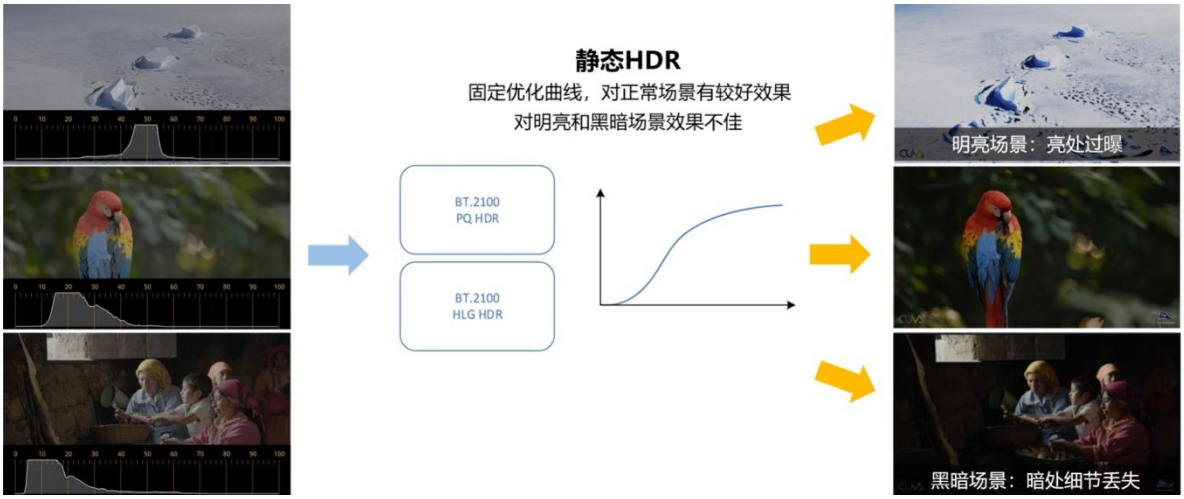


图 1 静态 HDR 技术原理和呈现效果示意图

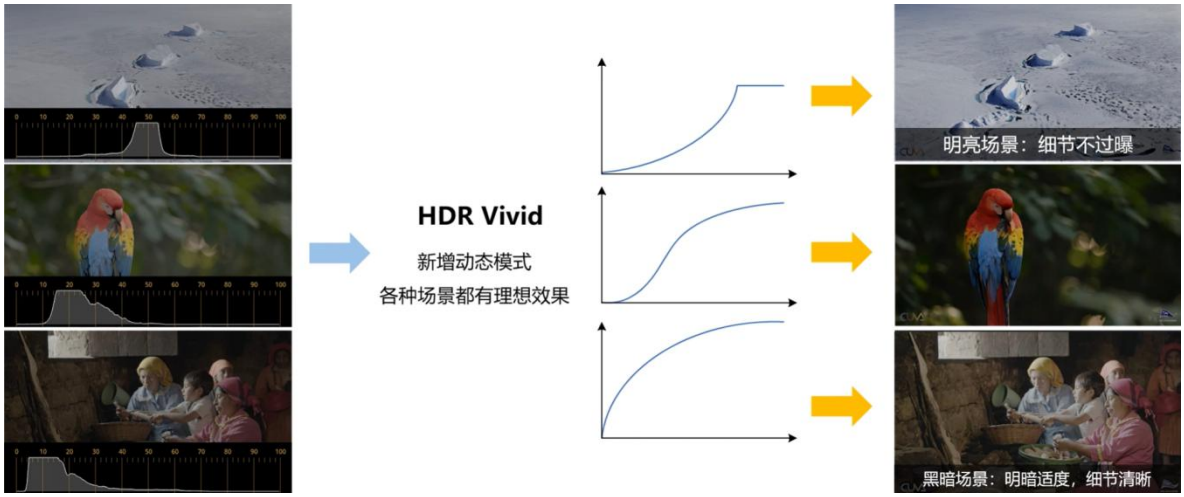


图 2 HDR Vivid 动态元数据技术原理和呈现效果示意

6.2 技术优势

（1）智能显示适配

HDR Vivid 基于最小到逐帧级的动态元数据与色调映射和饱和度调节机制，支持结合显示终端硬件参数与画面场景特征实现更准确的显示映射，有效规避传统静态映射技术在内容制作、终端显示环节易产生的明暗细节丢失、色彩信息失真等问题。

（2）良好的向下兼容性

根据 GB/T 46269.2-2025 第 7.1 节的定义，HDR Vivid 在 ES 码流内的封装结构如图 3 所示。HDR Vivid 动态元数据在码流内设置有独立数据存储区域，与基础视频编码数据相互隔离，不支持 HDR Vivid 动态元数据解析的播放终端，可忽略该动态元数据，不改变原有视频编解码和呈现处理流程。因此，HDR Vivid 可与不携带元数据及携带静态元数据的 HLG HDR、PQ HDR 等格式视频实现兼容互通，内容制作、终端播放链路可复用现有基础设施。

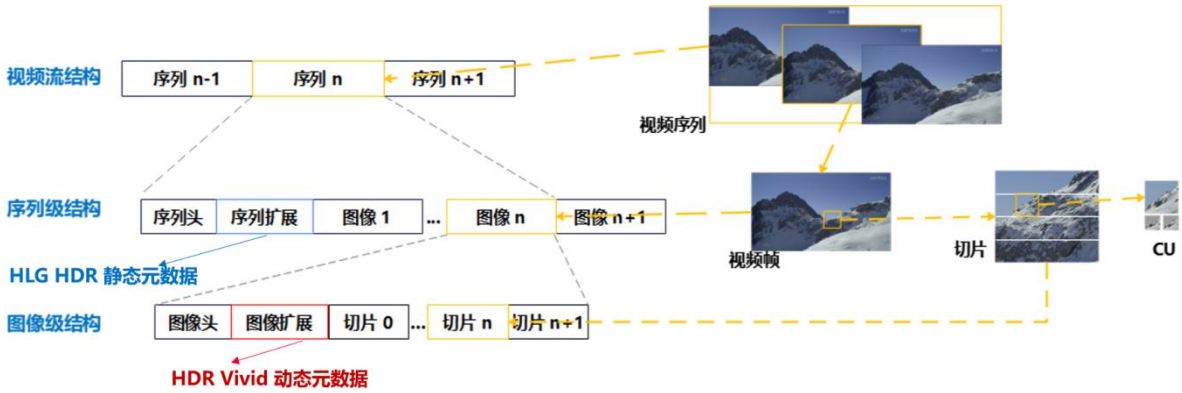


图 3 HDR Vivid 动态元数据在 ES 码流中的封装示意

（3）终端呈现标准化

HLG HDR 和 PQ HDR 的显示适配未规定统一的产品认证机制，各终端厂商可自主实现显示适配策略，易造成同一段视频在不同设备上画面观感差异明显。HDR Vivid 构建了较为成熟的行业认证体系，规范各类终端采用统一规范解析元数据并执行色调映射，能够在不同显示规格设备上有效还原创作者原始调色意图，实现更为一致的画面呈现效果。

7 技术系统

7.1 总体设计

本文件给出了适用于 4K 超高清频道的 HDR Vivid 应用技术实施方案，方案整体技术系统框架如图 4 所示。本方案作为过渡性技术实施方案，不需要对电视节目制作和播控系统做技术改造，在传输分发环节新增 HDR Vivid 元数据生成节点，该节点内部署 HDR Vivid 元数据生成编码器，

实时完成动态元数据生成及视频压缩编码处理，实现将现有 HLG HDR 节目流转换为 HDR Vivid 节目流。

IPTV、有线电视、网络视听等面向用户终端的业务平台，接收到 HDR Vivid 信号后，可直接完成 HDR Vivid 视频流的终端分发；同时可结合终端设备型号、信号接收能力及解码性能，自适应适匹配和输出其他规格的视频格式，确保不同终端的播放兼容性。卫星上行站接收到 HDR Vivid 信号后，通过卫星链路完成信号转发，覆盖全国一、二级集成播控平台传输系统。

上述处理流程可在不改动现有核心制播体系的前提下，实现 4K 超高清频道 HLG 节目流升级为 HDR Vivid 节目流，支撑 HDR Vivid 技术在超高清频道直播快速、平稳、规模化落地应用，有效提升终端用户的超高清视听体验，提供高品质超高清视听服务。

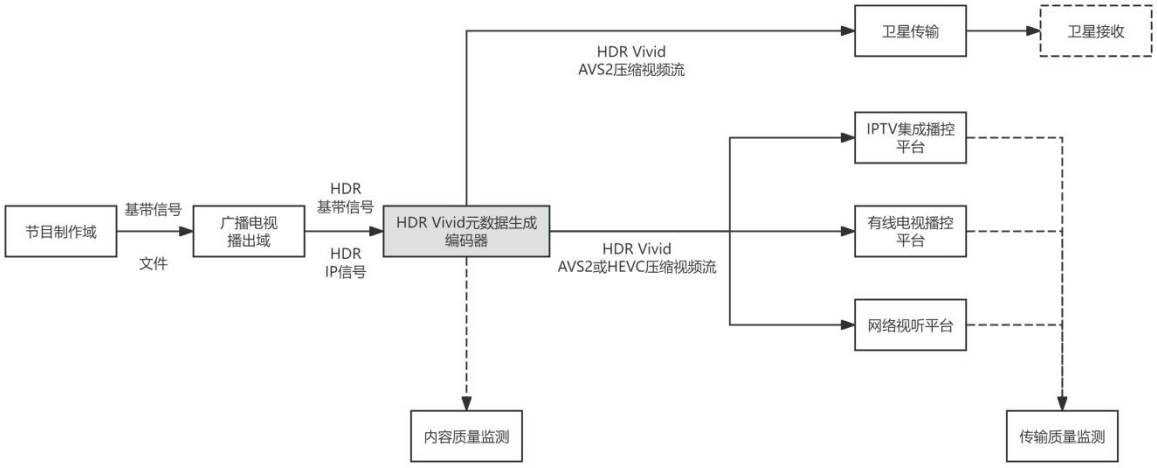


图 4 技术系统总体框架

7.2 动态元数据生成与视频编码封装

在 HDR Vivid 元数据生成节点部署的 HDR Vivid 元数据生成编码器应符合《T/UWA 005.3-5-2022 高动态范围（HDR）视频技术第 3-5 部分：技术要求和测试方法 实时编码设备》相关要求。

7.2.1 HDR Vivid 动态元数据生成

HDR Vivid 动态元数据生成编码器应支持对输入的 HLG HDR 视频信号实时自动生成 HDR Vivid 动态元数据。HDR Vivid 动态元数据的生成方法优先参照 GB/T 46269.1-2025 资料性附录 A 的规定。如采用其他元数据生成方案，应给出详细的方法说明，并按规范完成主客观测试，确保播出端画面呈现质量符合广播电视 4K 超高清节目制作与播出相关技术标准的要求。

7.2.2 视频编码和元数据封装

HDR Vivid 动态元数据生成编码器应支持对生成的动态元数据和视音频信号进行编码。视音频基础编码格式应满足下游业务平台、卫星上行站的格式参数要求，包括编码格式、分辨率、帧率等。同时，应按照国家标准 GB/T 46269.1-2025 的要求，将动态元数据封装在视频编码码流中，确保元数据的完整性和准确性。

视频信号增加 HDR Vivid 元数据后码率增幅较小，根据 4K 超高清频道场景的实际应用统计，码率增量约 1‰。

IPTV、有线电视及网络视听等下游业务平台以及通过卫星接收信号的全国一、二级集成播控平台，在接收到应用了 HDR Vivid 技术播出的 4K 超高清频道信号后，如需要进行格式转码且无需改动视频画面内容，转码时宜保留原有 HDR Vivid 动态元数据。

7.3 终端播放能力检测和分发适配

7.3.1 终端播放能力检测

业务平台应采用技术手段检测用户终端播放能力，包括终端对分辨率、帧率、HDR 等相关格式的解码、兼容与呈现能力。

平台依托终端上报的设备信息或专用检测协议采集终端能力参数；或预先对接入传输网络的终端开展能力检测，依据终端能力建立设备型号、软件版本白名单，并依据白名单为不同终端型号、软件版本适配对应内容输出格式。

7.3.2 传输信号自适应分发和适配

业务平台应根据终端播放能力向不同终端推送 4K 超高清 HDR Vivid 传输信号或其他规格传输信号，确保终端能够正确播放节目内容。

接收终端类型主要包含 IPTV/有线电视的“机顶盒+电视机”组合终端，以及手机/平板等移动终端。按照 GB/T 46269.2-2025、GY/T 358-2022、T/UWA 005.3-3-2024 及《4K 超高清电视技术应用实施指南 (2023 版)》的相关要求，不同终端的传输信号分发和适配规则建议如图 5 所示。

本文件未给出“支持 BT.2020 色域的 SDR 电视”“仅支持 HLG HDR 的电视机与机顶盒”等不常见终端的适配规则。“支持普通 HDR 的电视机”指不支持 HDR Vivid ,但支持 PQ 和 HLG，或只支持 PQ 的电视机。

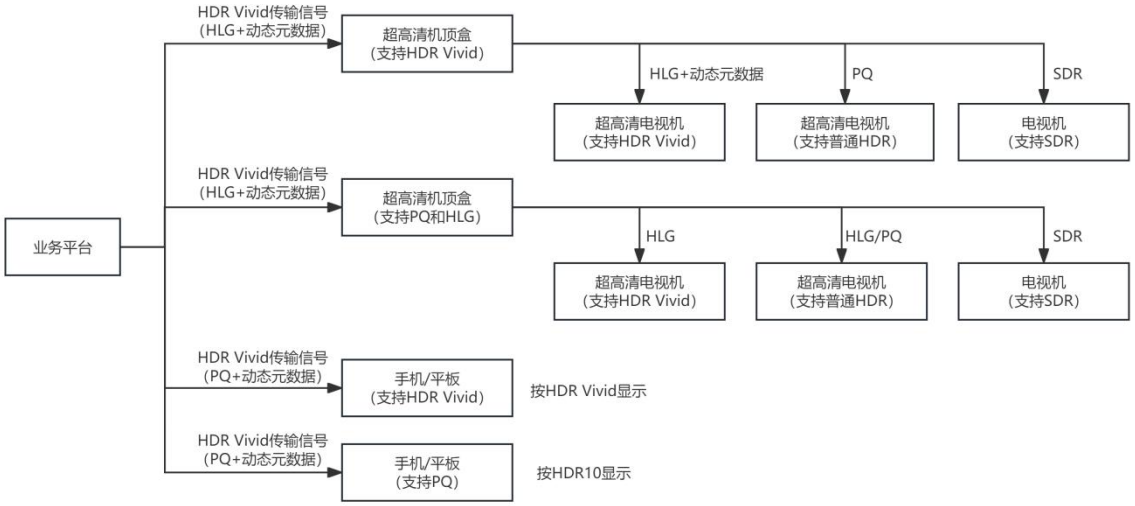


图 5 传输信号自适应分发和终端适配规则

（1）“机顶盒+电视机”分发和适配规则

面向“超高清机顶盒+电视机”组合终端，业务平台宜分发“HLG+动态元数据”的 HDR Vivid 传输信号。

1）机顶盒支持 HDR Vivid

① 如果电视机支持 HDR Vivid，由机顶盒将 HLG 视频和动态元数据透传至电视机，由电视机进行 HDR 显示适配；

② 如果电视机不支持 HDR Vivid、但支持普通 HDR，由机顶盒根据电视机显示能力，按 HDR Vivid 标准进行 HDR 显示适配，输出 PQ 视频至电视机显示；

③ 如果电视机仅支持 SDR，由机顶盒根据电视机显示能力，按 HDR Vivid 标准进行 SDR 显示适配，输出 SDR 视频至电视机显示。

2）机顶盒不支持 HDR Vivid，支持 PQ 和 HLG

① 机顶盒忽略 HDR Vivid 动态元数据。如果电视机支持 HLG，由机顶盒直接输出 HLG 视频至电视机显示。如果电视机只支持 PQ，机顶盒根据电视机显示能力将 HLG 视频转 PQ 视频，然后传输至电视机按照 HDR10 进行适配显示。

② 如果电视机为 SDR 电视机，机顶盒忽略 HDR Vivid 动态元数据，宜由机顶盒根据电视机显示能力做信号处理，输出 SDR 视频至电视机显示。

（2）手机/平板分发和适配规则

面向支持HDR的手机或平板终端，业务平台宜转码分发“PQ+动态元数据”的HDR Vivid传输信号。

手机/平板如果支持HDR Vivid，按照HDR Vivid进行显示适配。手机/平板如果不支持HDR Vivid，设备忽略HDR Vivid动态元数据，按照HDR10进行显示适配。

8 终端设备要求

8.1 电视机

推广选用具备HDR Vivid解码与显示能力的超高清电视机。该类设备能够正确解码并呈现HDR Vivid视频信号，从而充分发挥HDR Vivid技术优势，实现画面亮度、色彩与对比度的精准还原。

依据GB/T 46269.2-2025，电视机可通过GPMI或HDMI2.0及以上接口接收HDR Vivid 4K超高清视频内容。

世界超高清视频产业联盟官方网站将动态更新通过HDR Vivid认证的电视机产品型号清单，认证依据为《T/UWA 005.3-1-2023 高动态范围（HDR）视频技术 第3-1部分：技术要求和测试方法 显示设备》。

8.2 机顶盒

推广选用支持HDR Vivid解码的超高清机顶盒作为家庭收视终端。机顶盒在对接SDR、HLG HDR、PQ HDR、HDR Vivid等各类电视显示终端时，应按照国家标准GB/T 46269.2-2025要求，完成HDMI或GPMI等接口的能力协商、格式适配与画面校准工作。为实现HDR Vivid 4K超高清视频内容的正确传输和接收，机顶盒应达到《T/UWA 005.3-3-2024 高动态范围（HDR）视频技术第3-3部分：技术要求和测试方法 播放设备》定义的兼容档次，宜达到《T/UWA 005.3-3-2024 高动态范围（HDR）视频技术第3-3部分：技术要求和测试方法 播放设备》定义的基础档次或标准档次。

机顶盒应完成HDR Vivid检测认证，避免终端在其他视频码流与HDR Vivid视频码流切换过程中出现播放异常。

世界超高清视频产业联盟官方网站将动态更新通过HDR Vivid认证的机顶盒产品型号清单，认证依据为《T/UWA 005.3-3-2024 高动态范围（HDR）视频技术 第3-3部分：技术要求和测试方法 播放设备》。

8.3 移动终端

通过网络视听接收HDR Vivid 4K超高清节目，宜选用支持HDR Vivid标准的手机、平板电脑等移动接收终端，从而充分发挥HDR Vivid技术优势，实现画面亮度、色彩与对比度的精准还原。

世界超高清视频产业联盟官方网站将动态更新通过HDR Vivid认证的手机、平板电脑等移动终端产品型号清单。

9 用户体验提升措施

9.1 视觉标识露出与用户引导

用户切换至HDR Vivid 4K超高清频道时，终端宜同步展示HDR Vivid视觉标识。视觉标识的使用应符合《UWA-TC-HDR-302 第3部分 HDR Vivid视觉识别使用规范》。

9.2 用户反馈处置机制

业务平台应建立完备的用户反馈渠道，广泛收集用户观看HDR Vivid节目时提出的各类意见反馈，及时报告并整改画面色彩、亮度、播放兼容等各类问题，持续迭代优化系统服务，改善用户超高清观看体验。

10 安全播出保障

10.1 总体要求

HDR Vivid 4K超高清频道的安全播出要求，应严格遵循国家广播电视总局《广播电视安全播出管理规定（2021版）》《4K超高清频道建设指南（2024版）》等相关文件。

10.2 链路保障

4K超高清频道应采用符合《T/UWA 005.3-5-2022 高动态范围（HDR）视频技术第3-5部分：技术要求和测试方法 实时编码设备》规范的编码器，完成HDR Vivid元数据生成及视频数据的编码。编码器宜参照《GB/T 17975.1-2010《信息技术 运动图像及其伴音信息的通用编码 第1部分：系统》相关方法，启用TS传输协议的PES包循环冗余校验机制（通过previous_PES_packet_CRC字段实现校验），便于接收端校验码流PES包数据包完整性，保障传输链路中HDR Vivid元数据完整一致、全程可追溯。业务平台宜支持对接收的HDR Vivid信号做数据包完整一致性校验。

HDR Vivid 4K超高清频道开播前，需对承担本业务的各型号机顶盒等终端设备，按照T/UWA相关标准完成测试，确保业务运行过程中信号格式切换平稳，画面无卡顿、闪烁、花屏等故障，终端播放稳定。

10.3 播出效果监测

动态元数据生成节点应配置符合 HDR Vivid 技术要求的专业监看设备。现阶段可选用通过 HDR Vivid 认证的机顶盒配套电视机作为监看终端，设备型号可参考世界超高清视频产业联盟官网公示的 HDR Vivid 认证设备清单。其中，机顶盒主要承担 HDR Vivid 视频解码及电视适配相关工作，设备性能与技术指标应符合《T/UWA 005.3-3-2024 高动态范围（HDR）视频技术第 3-3 部分：技术要求和测试方法 播放设备》的规范要求；电视机负责接收机顶盒输出的音视频信号，完成视频画面还原与呈现，设备技术指标应符合《T/UWA 005.3-1-2023 高动态范围（HDR）视频技术第 3-1 部分：技术要求和测试方法 显示设备》的规范要求。

同时，鼓励行业相关单位开展技术研发，开发适配 HDR Vivid 技术的专用监看设备，完善 HDR Vivid 制播监看设备体系。

10.4 应急处理预案

生成 HDR Vivid 元数据的编码器宜具备热切换降级功能，支持在不中断信号输出的前提下，关闭元数据生成及动态元数据向视频编码码流注入。

附录 A

（资料性）

深圳广电 4K 超高清频道落地 HDR Vivid 技术方案

A.1 技术特点

2025 年 6 月，深圳卫视 4K 超高清频道正式开播，频道在中星 6E 卫星、爱上电视平台、本地有线网络采用 HDR Vivid 技术标准，实现 3840×2160 分辨率、HDR 广色域与高帧率技术的融合落地。

深圳卫视采用端到端智能适配技术方案，具备 HDR Vivid 解码能力的机顶盒及电视终端，可呈现色彩层次、亮度细节更丰富的 HDR Vivid 画面；不支持 HDR Vivid 的终端将基于 HLG 曲线输出画面（部分机顶盒自动转换为 PQ 曲线）。该方案在保障新型终端优质视听体验的同时，平稳地兼容存量终端，持续稳定提供收视服务，为超高清 HDR 规模化落地提供成熟可行的技术实施路径。

A.2 技术方案

深圳卫视 4K 超高清频道输出 4K ST2110 基带信号，送入 4K 超高清编码系统后生成两路独立播出码流：一路为 4K 50P HDR Vivid 码流，完整携带 HDR Vivid 动态元数据，可同时兼容存量普通 HDR 终端与新一代 HDR Vivid 终端；另一路为 4K 25P SDR 码流。信号经由卫星、光缆双通道完成传输分发。

天威视讯、广信 IPTV 二级播控中心接收到两路码流后，其系统自动识别终端硬件能力并智能分发对应码流：向支持 HDR 的终端推送 HDR Vivid 码流，向无 HDR 能力终端推送 SDR 码流。HDR Vivid 系统架构见图 A-1。

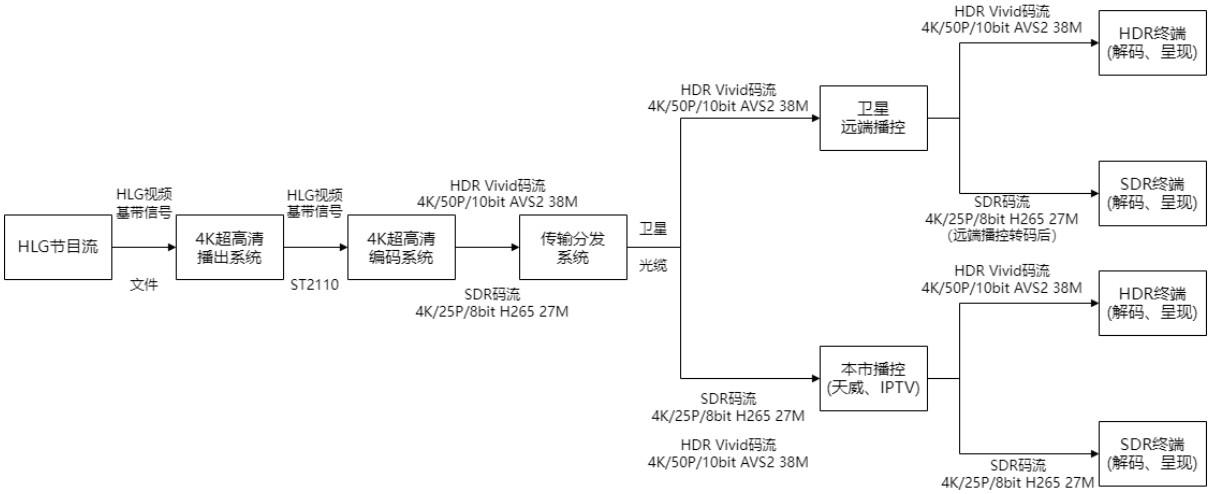


图 A-1 深圳卫视 HDR Vivid 技术应用系统框架

A.2.1 4K超高清编码系统

数码视讯编码器对4K HLG ST2110基带信号进行编码，输出4K/50P 10bit AVS2 HDR Vivid码流；

Ateme Titan Live编码器对同源的4K HLG ST2110基带信号进行编码，输出4K/25P 8bit H.265 SDR码流。

A.2.2 传输分发系统

1）卫星远端播控

通过中星6E卫星传输HDR Vivid码流，各省有线网络、IPTV二级播控平台接收卫星信号后实现区域覆盖。

2）本地二级播控

深圳天威视讯（本地有线）、深圳广信IPTV二级播控平台通过光缆接收前端两路播出码流。

天威视讯仅接收4K/50P HDR Vivid码流并直接透传分发，4K/25P SDR码流由平台转码后分发；

广信IPTV二级播控完整接收4K/50P HDR Vivid码流和4K/25P SDR码流。

运营商根据后台检测系统获取各类终端解码能力，推送不同码流给对应终端。终端显示规则如下：

① 支持HDR Vivid的机顶盒接收AVS2 HDR Vivid码流：配套HDR Vivid显示设备可输出原生HDR Vivid画面；无HDR Vivid能力的显示终端将以HLG曲线渲染（部分机顶盒自动转为PQ曲线）。

② 支持普通HDR、不兼容HDR Vivid的机顶盒：接收AVS2 4K/50P HDR Vivid码流，内部转换为HLG HDR信号输出（部分机型转PQ曲线）供终端显示。

③ 无任何HDR解码能力的机顶盒：接收4K/25P 8bit H.265 SDR码流，终端以标准SDR模式显示画面。

附录 B

（资料性）

湖南广电 4K 超高清频道落地 HDR Vivid 技术方案

B.1 技术特点

2025 年 9 月，湖南卫视 4K 超高清频道正式开播。为保障超高清业务的高质量发展，湖南广电确立了“双平台 4K 超高清技术体系”建设路径：以湖南卫视传统广电优势为根基，以芒果 TV 新媒体技术为引擎，推动技术底座、内容资源与用户视听体验的深度融合。

湖南广电统筹规划、协同推进，充分发挥湖南卫视与芒果 TV 的双平台联动优势，围绕技术架构、内容生产、终端适配等多个维度开展落地实践，构建覆盖内容制作、传输分发、播出呈现的全链路超高清技术体系。频道在信号分发环节采用 HDR Vivid 技术标准，实现了 3840×2160 分辨率、HDR 高动态范围、广色域、高帧率、动态元数据技术的一体化落地，为行业超高清标准化建设提供可复制、可参考的实施范本。

B.2 技术方案

湖南广电结合自身双平台业务特色，搭建适配多传输分发链路、多类型终端设备的 HDR Vivid 落地实施方案，整体架构详见图 B-1。

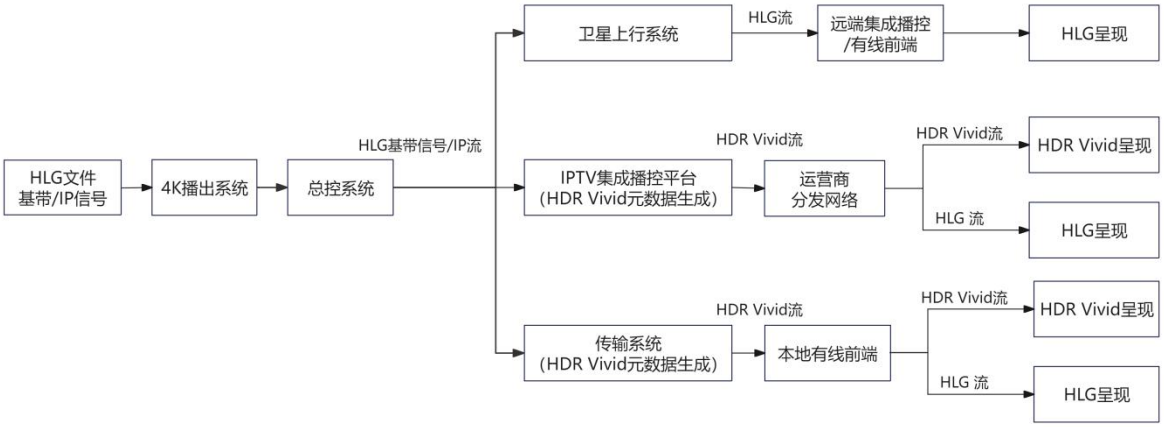


图 B-1 湖南广电 HDR Vivid 技术应用系统框架

B.2.1 播控系统

在播控中心由总控系统输出 4K ST2110 基带 HLG HDR 播出信号，分别发送给卫星上行系统、传输系统和 IPTV 集成播控平台。

B.2.2 传输系统

在传输系统，编码器对 HLG HDR 信号进行转码，生成 HDR Vivid 元数据后，输出符合 HDR Vivid 标准的播出流给湖南有线平台。

B.2.3 IPTV 集成播控平台

在 IPTV 集成播控平台，编码器对 HLG HDR 信号进行转码，实时生成 HDR Vivid 元数据后，输出符合 HDR Vivid 标准的播出流给运营商分发网络。

B.2.4 运营商分发网络

各运营商依托各自系统获取的用户终端解码能力信息，自适应匹配并推送对应格式、码率的直播流，保障不同规格终端均可获得正确适配的观看效果。

附录 C

（资料性）

上海广电 4K 超高清频道落地 HDR Vivid 技术方案

C.1 技术特点

2025 年 9 月，上海东方卫视 4K 超高清频道正式开播，同步引入 HDR Vivid 技术标准，提升画面亮度动态范围与色彩表现，为用户带来更真实、更富沉浸感的视听体验。

本次技术升级构建了 HDR Vivid 应用体系，实现画质提升与技术标准的深度融合，推动东方卫视超高清业务发展迈入全新阶段。

C.2 技术方案

编码环节同步生成 HDR Vivid 动态元数据，用于精确描述画面在不同场景下的亮度、色彩和对比度变化。终端设备依托该元数据完成逐帧画面优化渲染，使画面在亮部不过曝、暗部有细节的同时，呈现更真实的色彩层次和视觉冲击力。

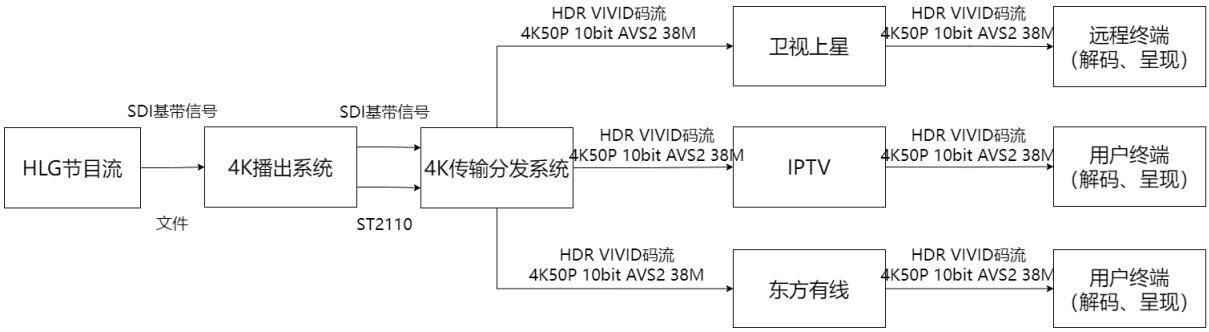


图 C-1 上海广电 HDR Vivid 技术应用系统框架

C.2.1 总控播出系统

播出信号经由 4K 播出系统输出，分别通过 ST2110 与 12G-SDI 两种链路送入柯维新编码器完成压缩编码，同步生成 HDR Vivid 动态元数据。

编码输出规格为 3840×2160 分辨率，50P 帧率，10bit 位深，视音频总码率为 38Mbps；HDR Vivid 动态元数据以扩展数据的形式嵌入 AVS2 码流，可同时兼容普通的 HDR 终端和支持 HDR Vivid 的终端。

（1）普通 HDR 终端，忽略 HDR Vivid 动态元数据，基于静态 HLG 曲线结合屏幕硬件能力输出 HDR 或 SDR 画面；

（2）HDR Vivid 终端可提取并解析动态元数据，完整还原原生 HDR Vivid 画质效果。

C.2.2 分发传输

传输部门将编码完成的 HDR Vivid 码流统一分发至上星、IPTV、东方有线三大播出平台。各平台接收码流后推送至用户终端，实现 HDR Vivid 节目大范围稳定覆盖。

C.2.3 运营商

运营商通过 EPG（电子节目指南）系统获取各类终端的解码能力信息，并据此推送适配码流。具备 HDR Vivid 解码能力的终端设备可完整呈现高动态范围画面，实现更真实的色彩、更精准的亮度控制与更丰富的细节表现。

东方有线新款 4K 超高清机顶盒采用国产超高清机顶盒芯片和 TVOS 智能电视操作系统，具备射频、网络、HDMI、USB 等接口，支持行业标准 GY/T 299.1-2016 规定的 AVS2 超高清解码技术、国家标准 GB/T 46269.1-2025 规定的高动态范围视频技术标准。

该机型同时支持 SDR、静态 HLG HDR 及 HDR Vivid 全规格标准，可自动识别、解析频道传输的动态元数据，针对性优化画面亮部、暗部呈现效果，大幅提升视频动态还原能力与整体观看体验。

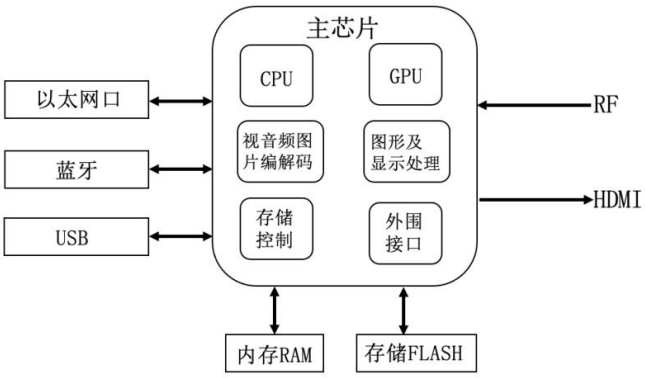


图 C-2 机顶盒硬件架构

东方有线前端系统接收到 4K 超高清频道 HDR Vivid 码流后不做二次转码处理，直接通过有线网络透传 4K 视频与 HDR Vivid 元数据，经由机顶盒 HDMI 接口输出至显示终端完成画面呈现。

东方卫视 4K 超高清频道开播前，东方有线与台集团完成多轮 HDR Vivid 全流程测试，新款机顶盒均可稳定接收、正常播放 HDR Vivid 节目，完整呈现标准画质效果。目前该批终端已依托东方有线全市超高清 AI 升级工程批量投放。

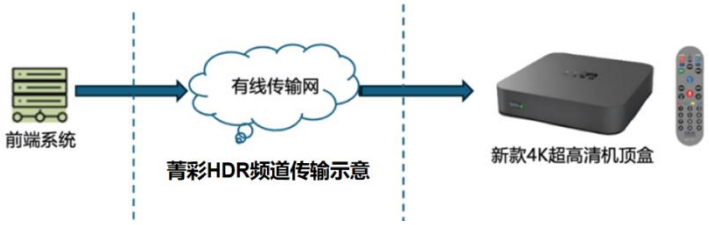


图 C-3 有线电视传输架构

附录 D

（资料性）

编码器典型 HDR Vivid 参数设置

目前，杭州当虹科技、北京数码视讯、广州柯维新、北京博雅睿视等企业，均可提供支持 HDR Vivid 动态元数据实时生成与编码的编码器设备。本附录资料整理自深圳、湖南、上海三地广播电视台 4K 超高清频道 HDR Vivid 实际落地案例中，编码器的 HDR Vivid 相关参数配置方案。其余 4K 超高清播出参数，应符合 4K 超高清频道播出相关要求。

表 D-1 当虹编码器参数设置

产品	当虹双 Vivid 4K 超高清编码器（含多功能视频转码平台软件 V9.0）
型号	Arc-Video-live-7608
性能	单台设备编码能力可承载 2 路 4K 50P、2 路 4K 25P 独立转码任务，支持 HDR Vivid 编码；在满足上述编码任务负载条件下，内存利用率不高于 60%，CPU、GPU 使用率均不高于 70%。

表 D-2 柯维新编码器参数设置

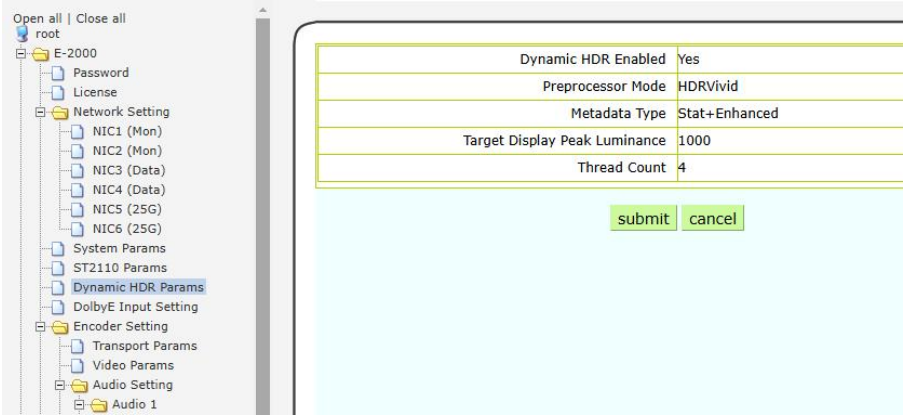
产品	广州柯维新编码器
型号	KU-E2000/UHD
性能	单台设备支持两路 4K 码流编码，可输出 AVS2、H.265 双编码格式，具备 HDR Vivid 编码能力并支持码流复用功能；执行双路 4K 编码任务时，内存利用率不高于 40%，CPU 使用率不高于 60%。
设置	

表 D-3 数码视讯编码器参数设置

产品	数码视讯 4K 超高清编转码器
型号	10K118
性能	可满足 2 路 4K 50P 编转码及 2 路高清码流同步输出任务，支持 HDR Vivid 编码；满载工况下内存利用率不高于 50%，CPU、GPU 使用率均不高于 70%。
设置	

表 D-4 博雅睿视编码器参数设置

产品	博雅睿视在线音视频编转码系统
型号	Realscene-Live4K
性能	编码能力：满足 2 路 4K 50P 编转码，支持 AVS2 和 H.265 双格式 HDR Vivid 编码，双码流 4K 编码时，满载内存占用不超过 30%，CPU 占用率不超过 60%。
设置	

附录 E

（资料性）

湖南广电 4K 超高清频道落地 HDR Vivid 技术测试方案

E.1 测试目标

本附录资料是湖南广电 HDR Vivid 4K 超高清频道开播前置技术测试方案，用于系统性验证 HDR Vivid 技术在 4K 超高清频道应用实施方案的可行性，确保频道开播后安全稳定运行。方案针对相关关键问题制定了完备的测试方法与测试用例，采用主客观结合的评测方式，全面验证相关系统、设备对 HLG HDR、HDR Vivid 两种格式的兼容性，评估 HDR Vivid 画质呈现效果是否符合预期，为 HDR Vivid 4K 超高清频道落地实施方案的可行性提供决策依据。本方案所列测试设备品牌及型号、测试信号源仅代表湖南广电测试选用配置。

E.2 测试范围

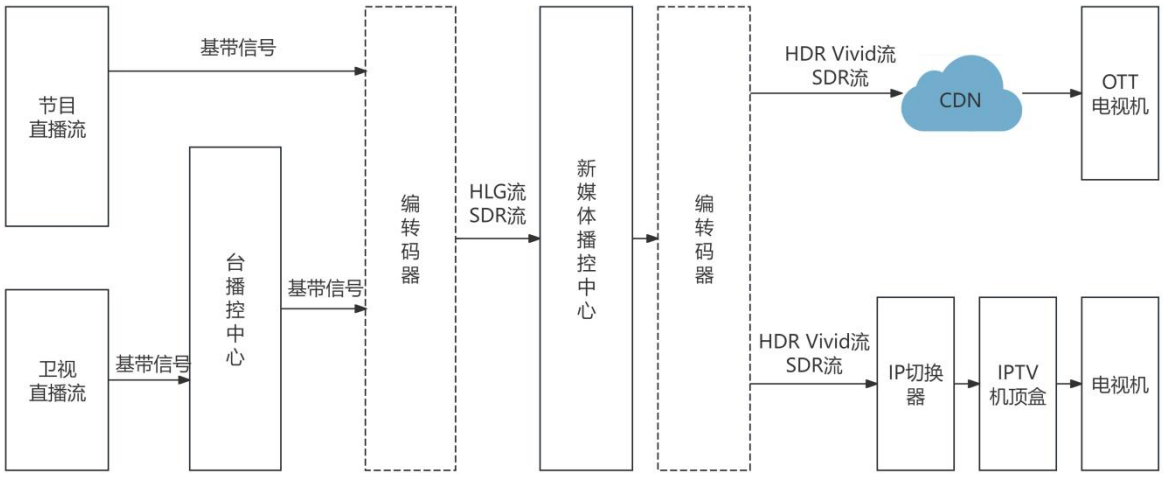


图 E-1 测试环境系统图

E.2.1 编码设备

测试采用具备 4K 超高清音视频处理能力的编转码器设备，设备支持双路 4K 50P 信号并行编码、AVS2/H.265 编转码处理，并兼容 HDR Vivid 编码功能。重点测试编码器输出的 HDR Vivid 信号完整性、规范性及各项技术指标的符合性，确保信源输出完全满足 HDR Vivid 技术标准要求。

E.2.2 信号传输链路

基于湖南广电现有播出信号传输流程开展链路测试：直播录制素材经由台内播控中心编码器或现场直播光机传输至新媒体播控中心编码器，完成 HDR Vivid 信号生成后，通过 IPTV 播出链路下发至家庭电视终端，为验证技术链路的可行性，通过 OTT TV 播出链路推送至芒果 TV OTT TV 客户端内测版。该项测试核心验证 HDR Vivid 信号在不同传输链路中的整体传输稳定性与一致性。

E.2.3 IPTV 播出系统

重点针对 IPTV 播出切换器的 HDR Vivid 信号适配能力开展测试：一是核验设备对 HDR Vivid 播出信号的切换响应速度与切换过程平稳性，杜绝切换卡顿、画面异常等问题；二是测试编码器在 HDR Vivid 信号基础上的图文叠加功能，验证叠加图文后的播出信号仍符合 HDR Vivid 技术规范，画面视觉呈现正常、无失真。

E.2.4 接收终端

该项测试从终端兼容性与播放稳定性两个维度开展全面验证。

终端兼容性测试是针对 IPTV 机顶盒、OTT TV 客户端等各类接收终端，核验其对 HDR Vivid 播出信号的接收与解析能力，确认支持 HDR Vivid 的终端可正常还原标准动态画质，不支持该技术的存量终端也可兼容适配 HDR Vivid 信号，输出效果正常的画面，保障全类型终端收视可用。

播放稳定性测试是通过终端长时间持续播放 HDR Vivid 标准测试信号，全程监测设备运行与画面状态，排查是否出现黑屏、花屏、播放卡顿、色彩失真、亮度异常等故障问题，验证终端长效播放的稳定性与可靠性。

E.3 测试环境

表E-1 测试设备清单

类别	设备名称/型号
编码设备	当虹 Arc-Video-Live 7608 超高清编码器
传输设备	交换机、路由器等
播出设备	播出切换台、字幕机、图文信息叠加设备等
终端设备	IPTV 机顶盒、互联网电视机顶盒、HDR 电视机、海思 MV320 开发板
测试仪器	监视器、码流分析仪等
测试内容	HDR Vivid 片源/HLG HDR 片源

E.4 测试准备

E.4.1 编码器

采用当虹 4K 超高清音视频编解码器，设备支持双路 4K 50P 信号并行编码，可完成 AVS2/H.265 格式编转码工作，且具备完整的 HDR Vivid 编码能力，满足全流程测试的信源编码要求。

E.4.2 机顶盒

测试配套两类超高清机顶盒设备，所有设备均支持 4K 超高清信号解码，具体配置如下：

（1）配备 2 台同型号支持 HDR Vivid 解码和输出的机顶盒，用于开展 HDR Vivid 画质显示效果对比测试；

（2）配备若干通用超高清解码机顶盒，作为基础设备辅助完成全项测试。

E.4.3 电视机配置

全部采用支持 HDR 功能的显示电视机，设备型号及数量配置如下：

索尼 KD-75Z9F：1 台

三星 S95D77：1 台

华为 V5 PRO：2 台

索尼 K-77XR80：1 台

色彩校准要求：所有测试电视设备在测试启动前，均需通过专业色彩校准仪完成参数校准，统一设备显示参数，保障色彩还原精准度，规避设备自身显示偏差对测试结果造成干扰。

E.4.4 测试信号源

采用三类测试信号源，兼顾标准指标测试与实际业务场景，全面覆盖测试需求，具体配置如下：

（1）标准测试信号

采用世界超高清视频产业联盟（UWA）官方 HDR Vivid 标准测试信号，用于核验各项技术指标的合规性与准确性；

（2）定制业务信号

采用芒果 TV 提供的综艺类 4K 直播测试片源，模拟实际综艺节目播放场景；

（3）实时直播信号

采用 CCTV 4K 超高清频道实时播出信号，还原真实超高清播出传输场景。

E.5 测试内容及指标

E.5.1 编码器测试

图 E-2 编码器基本参数设置

图 E-3 编码器 HDR Vivid 相关参数设置

（1）测试内容

主要验证当虹编码器输出信号的 HDR Vivid 合规性，核心包含两项内容：一是核验编码器输出信号的格式准确性，确认信号为标准 HDR Vivid 格式；二是检测信号搭载的动态元数据，核查其完整度、参数精度及规范性，确保完全符合 HDR Vivid 技术标准要求。

（2）测试方法

信号输入与参数配置：

为编码器接入 4K 超高清基准信号，统一配置编码参数：分辨率 3840×2160、帧率 50P、编码格式 H.265、输出视频码率 36Mbps、HDR 制式设置为 HDR Vivid，参数配置完成后启动编码任务，稳定输出编码码流。编码器的基本编码参数和 HDR Vivid 相关参数设置如图 E-2 和图 E-3 所示。

信号分析与终端验证：

一方面，通过专业信号分析设备抓取编码器输出码流，解析并校验HDR Vivid动态元数据的完整性、规范性与参数合规性；另一方面，将编码器输出的HDR Vivid组播码流推送至测试终端，由终端完成信号接收与解码渲染，观测实际画面呈现效果。

（3）测试指标

信号输出合规性：

编码器需持续稳定输出标准HDR Vivid码流，码流搭载的动态元数据需完全符合HDR Vivid技术规范，无元数据缺失、数据错误、参数异常等问题。

终端适配兼容性：

支持HDR Vivid解码的终端，可正常解析码流并完整呈现HDR Vivid高动态画质效果；不支持HDR Vivid的存量终端可正常兼容解码、稳定输出画面，全程无黑屏、花屏、画面闪烁、色彩失真等异常问题，保障基础播放功能稳定可靠。

E.5.2 播出系统测试

（1）测试内容

用于核验HDR Vivid播出信号的图文叠加适配能力，验证编码器在完成图文信息叠加后，是否能够在不破坏HDR Vivid信号结构与元数据的前提下，实现图文正常叠加、同步编码与稳定传输。

（2）测试方法

通过当虹编码器生成稳定的HDR Vivid标准播出信号，接入前端播出系统并推送至播出切换台，确保全链路信号传输正常。在编码器端开启图文叠加功能，选取典型播出图文样式，结合实际播出业务场景配置图文叠加位置与展示时长，完成图文叠加测试并全程观测信号与画面状态。

（3）测试指标

信号图文叠加及切换全过程无黑屏、闪屏、画面卡顿、信号中断等异常；信号切换响应时间≤0.5秒，满足播出实时性要求。图文叠加完成后，HDR Vivid动态元数据完整合规、符合技术标准；图文边缘清晰无锯齿、无重影，与背景画面融合自然，全程无闪烁、偏移、消失等显示异常。

E.5.3 信号传输链路测试

（1）测试内容

对比测试编码器分别开启HLG HDR、HDR Vivid两种HDR模式下4K超高清播出信号的实际码率差异，重点核验HDR Vivid模式下IPTV传输链路的整体稳定性。排查开启HDR Vivid编码后，

码率波动是否引发画面卡顿、数据丢包、传输误码等问题，保障超高清直播链路传输质量满足正式播出要求。

（2）测试方法

以标准 4K 超高清播出信号为统一信号源，固定编码器各项核心编码参数不变，仅切换 HDR 制式分别为 HLG HDR 与 HDR Vivid。采用专业码流分析软件全程实时采集两组码流的传输参数，对比分析两种模式的实际输出码率、码率稳定性及链路传输质量差异。

（3）测试指标

信号传输总码率稳定维持在目标值 38Mbps，全程码率波动偏差不超过±5%。链路传输质量完全符合 TR101290 数字电视传输测量标准，传输过程无一级、二级传输错误，无丢包、误码、信号劣化等异常问题。

E.5.4 HLG HDR/HDR Vivid 效果对比测试

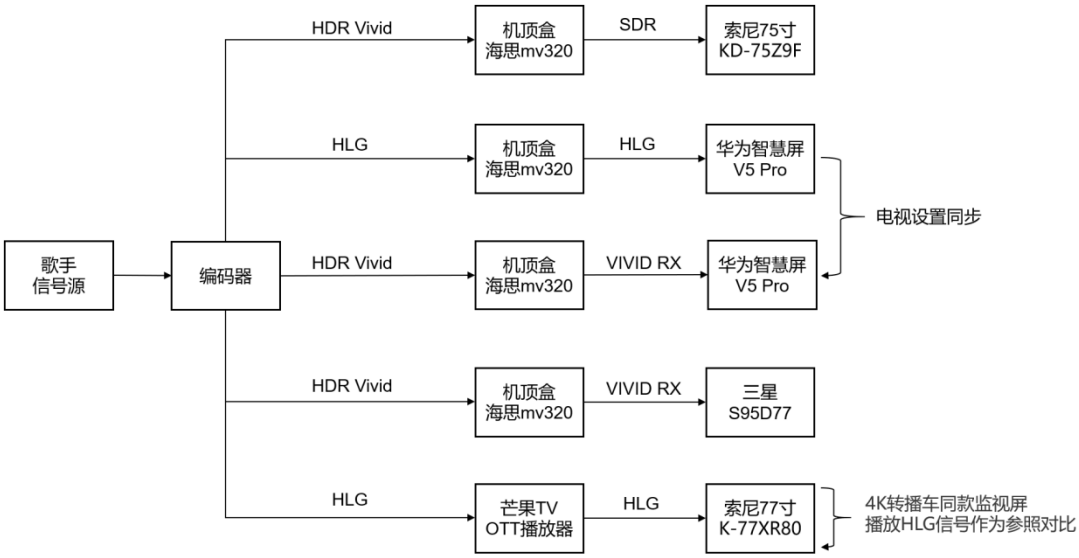


图 E-4 HLG 和 HDR Vivid 效果对比测试方案

（1）测试内容

为全面评估 HDR Vivid 和 HLG HDR 两种高动态范围格式在实际播出场景中的表现差异，从客观指标和主观体验两个维度，开展主观盲测对比、直观效果对比、跨设备一致性验证三项核心测试，系统验证 HDR Vivid 技术的画质优势与适配能力。

（2）测试方法

1）主观盲测评测

为保障测试结果公平、准确，统一所有测试环境条件并屏蔽信号制式相关提示信息。通过当虹编码器同步输出 HDR Vivid、HLG HDR 两路测试信号，保持两路信号编码参数完全一致；终端采

用同型号机顶盒，消除解码性能差异影响。所有测试电视设备均提前通过专业色彩校准仪完成参数校准，规避设备原生显示偏差。同时配置一台转播车同款监视器作为HLG标准参照设备，共计4台HDR电视参与盲测。

2）直观效果对比测试

通过当虹编码器同步输出参数一致的HDR Vivid与HLG HDR两路信号，为便于区分观测，分别在两路画面固定位置叠加专属标识：HDR Vivid画面叠加“HDR Vivid测试信号”字幕，HLG画面叠加“HLG测试信号”字幕，字幕位置统一且不遮挡画面核心内容。两台同型号机顶盒分别接入对应组播地址接收信号，并分别配置为Vivid RX接收模式与HLG接收模式，两路信号最终输出至两台同规格、同配置的华为智慧屏电视机，实现同条件下的画面效果直观对比。

3）跨设备一致性验证测试

由当虹编码器输出统一测试信号至指定组播地址，终端部署两台同型号机顶盒及两台不同品牌显示设备（华为智慧屏电视机、三星电视机），两台机顶盒同时接收同一组播信号，使两台显示设备同步呈现HDR Vivid画面。随后通过切换器切换组播信源，使两台设备同步切换为HLG HDR画面，对比观测两种制式在不同终端上的画面表现一致性差异。

（3）测试指标：

1）主观盲测评价指标

选取工程师、影视行业从业者、普通用户等多类型测试人员，在标准观测距离、标准环境光条件下，对4台测试设备画面进行打分评测。围绕画面清晰度与锐利度、色彩饱和度、人物肤色还原度、整体视觉观感四个维度采用百分制独立评分，统计各维度平均分，量化对比HDR Vivid与HLG HDR格式的主观体验差异，形成盲测评价结论。

2）直观效果对比评价指标

在同型号、同配置终端设备（华为智慧屏电视）上分别播放HDR Vivid与HLG HDR测试画面，由评测人员通过主观视觉感知，对比两种制式在色彩层次、明暗细节、画面通透度、动态表现力等方面的显示效果差异。

3）跨设备一致性评价指标

验证两种HDR格式的跨设备显示一致性：HLG HDR格式画面在华为、三星不同品牌终端呈现的视觉效果差异明显；HDR Vivid格式画面在不同终端可保持视觉观感基本一致，充分体现HDR Vivid技术在跨设备显示一致性方面的显著优势。

E.5.5 接收终端兼容性测试

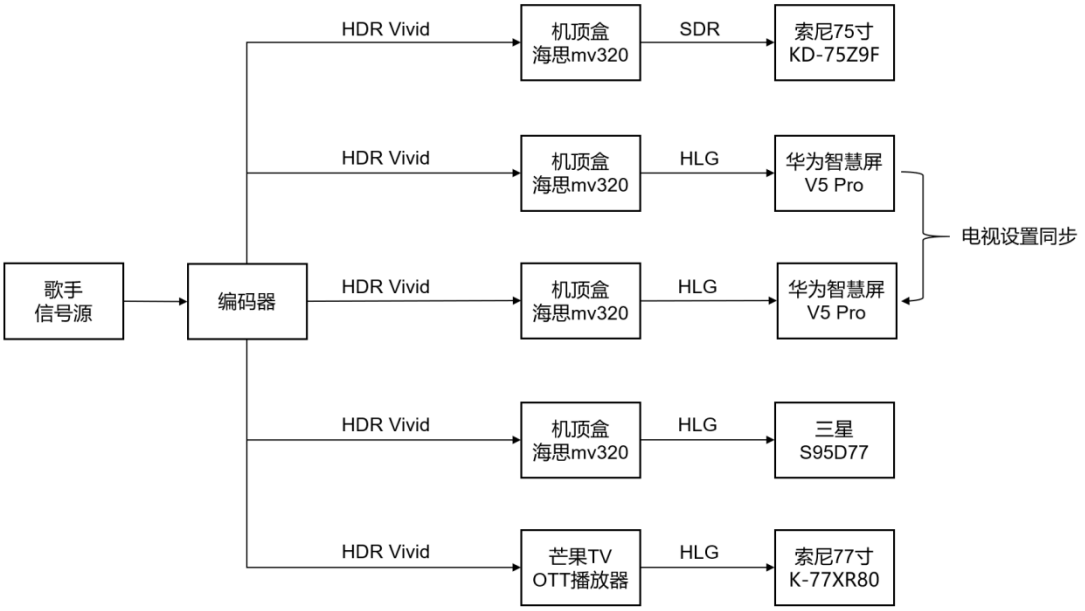


图 E-5 接收终端兼容性测试方案

（1）测试内容

主要验证 HDR Vivid 编码信号的向下兼容能力，核验不支持 HDR Vivid 解码功能的各类终端，能否正常解析、播放 HDR Vivid 播出信号，保障存量终端设备的基础收视稳定性。

（2）测试方法

通过编码器统一处理并输出标准 HDR Vivid 测试组播流，在解码端部署 4 台海思 MV320 机顶盒及 1 台芒果 TV OTT TV 播放器作为测试终端。将 4 台海思 MV320 机顶盒统一设置为 HLG HDR 输出模式，设备仅解析基础视频信号、忽略 HDR Vivid 动态元数据；芒果 TV OTT TV 播放器及其余测试机顶盒同步接收同一路 HDR Vivid 组播信号。所有终端输出信号分别接入索尼电视、三星电视、华为智慧屏电视等多款显示设备，完成多终端、多设备适配兼容性测试，整体测试架构见图 E-5。

（3）测试指标

针对无 HDR Vivid 解码能力的终端设备，下发 HDR Vivid 信号后，终端应可正常完成信号解码与画面输出，全程无黑屏、花屏、画面卡顿、色彩偏色、画面闪烁等异常问题，保障存量非 HDR Vivid 终端能够稳定播放超高清节目，充分验证 HDR Vivid 信号具备良好的向下兼容特性。

E.5.6 接收终端稳定性测试

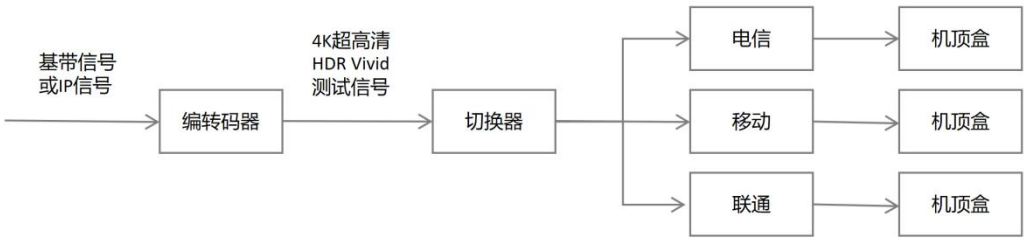


图 E-6 接收终端稳定性测试方案

（1）测试内容

主要验证各类终端设备长时间运行的稳定性，覆盖运营商机顶盒、OTT TV 客户端等主流收视终端。通过 7×24 小时长时间持续播放测试，核验终端在不间断接收、解码、显示 HDR Vivid 信号过程中的运行稳定性，重点考核终端持续工作状态下的信号适配性能与画面输出可靠性。

（2）测试方法

将 4K 超高清 HDR Vivid 测试信号经由信号切换器分发至各传输网络，最终推送至运营商机顶盒、OTT TV 客户端等各类测试终端。模拟多种实际网络场景，分别在正常带宽、带宽波动、弱网环境下，让终端持续 7×24 小时不间断解码播放 HDR Vivid 直播信号，全程监测终端运行状态与画面输出效果。

（3）测试指标

在各类网络环境工况下，终端长时间播放 HDR Vivid 信号需满足画质与设备双稳定要求：画面层面全程播放流畅、无卡顿，无黑屏、花屏、画面闪烁、色彩失真等显示异常，画质表现稳定；设备层面全程运行正常，无死机、自动重启、功能中断等故障，保障终端长期连续播出的可靠性与稳定性。

E.5.7 接收信号应急测试

（1）测试内容

用于验证超高清播出链路的应急切换保障能力。播控切换器预配置主路 HDR Vivid 信号、备路 HLG HDR 信号及应急垫片信号，通过模拟主编码器过载、硬件异常、业务中断等突发故障场景，验证主路 HDR Vivid 信号中断时，系统能否快速切换至 HLG 备路信号或应急垫片信号。重点考核故障切换全过程的画面稳定性，规避播出卡顿、花屏、黑屏等播出异常，保障频道播出业务连续性。

（2）测试方法

1）自动应急切换测试

人为停止主路 HDR Vivid 编码器信号输出，模拟主编码器突发故障宕机场景，观测切换器是否自动触发备路切换机制，全程记录切换响应速度、信号衔接状态及终端画面变化情况。

2）手动切换及回切测试

在主路 HDR Vivid 信号正常传输工况下，通过切换器手动操作，将播出信号由 HDR Vivid 主路切换至 HLG HDR 备路或应急垫片，观测切换过程稳定性；随后手动操作切回 HDR Vivid 主路信号，验证双向切换的画面适配效果与链路稳定性。

（3）测试指标

自动切换场景下：主路 HDR Vivid 信号中断后，切换器可快速完成备路 HLG HDR 信号或应急垫片信号切换，终端无崩溃、闪退、黑屏、花屏、卡顿等异常问题；相同场景重复测试不少于 10 次，系统切换成功率应达到 100%，切换后画面显示正常、流畅稳定。

手动切换与回切场景下：主路与备路（垫片）信号双向切换过程平稳可靠，终端设备运行正常、无故障闪退与程序崩溃现象；相同场景重复测试不少于 10 次，双向切换成功率应达到 100%，切换完成后画面即时恢复正常播出状态，无持续性画质异常与信号中断问题。