

4K 超高清电视技术应用实施指南

(2023 版)

国家广播电视总局

2023 年 7 月

前 言

为促进和规范4K超高清电视发展，国家广播电视总局科技司于2018年设立了“4K超高清电视技术应用实施指南”项目，成立了实施指南起草小组。起草小组基于当时我国4K超高清电视技术、标准、应用等发展实际，对4K超高清电视节目制播、编码、传输、解码、显示/还放等各个环节的技术参数选择和技术应用提出了指导意见，形成了《4K超高清电视技术应用实施指南（2018版）》。该指南有效指导了电视台和有线电视、卫星电视、交互式网络电视（IPTV）、互联网电视等机构规范开展4K超高清电视直播和点播业务，为保障4K超高清电视制播、传输、接收及显示的质量发挥了重要作用。

近年来，高动态范围、三维声等超高清电视技术进一步发展，超高清产业持续提质升级，技术标准体系不断完善，总局先后组织研究和发布了具有我国自主知识产权的高动态范围、三维声以及视频编解码等超高清电视技术行业标准，进一步补齐了我国超高清领域的关键技术短板。为加快推进我国超高清电视领域的新技术、新标准及时应用于广播电视和网络视听行业，进一步引导和促进超高清电视技术发展，更好满足人民群众对美好生活新需求新期待，起草小组在《4K超高清电视技术应用实施指南（2018版）》的基础上，对相关技术实施要求进行更新，形成本实施指南。

指导单位：国家广播电视总局科技司

起草单位：国家广播电视总局广播电视科学研究院、广东省广播电视局、广东广播电视台、广东省广播电视网络股份有限公司、广东南方新媒体股份有限公司、中央广播电视总台、国家广播电视总局广播电视规划院

起草人：郭晓强、范创奇、庄伟、周芸、邢卫东、李建华、马正先、龚勇、王兵、陈志业、林毅、葛涛、潘晓菲、李岩、关朝洋、宁金辉、董文辉、李小雨、胡潇、黎政

目 录

1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 4K 超高清电视系统组成	1
4 4K 超高清电视制作和播出	1
4.1 视频关键技术参数	1
4.2 音频技术要求	2
4.3 系统接口要求	3
4.4 节目录制要求	3
4.5 文件格式要求	3
5 4K 超高清电视信源编码	3
5.1 视频编码	3
5.2 音频编码	4
6 4K 超高清电视网络传输	4
6.1 采用 AVS2 标准传输	4
6.2 采用 AVS3 标准传输	4
7 4K 超高清电视接收解码	4
7.1 电视机主要类型	4
7.2 机顶盒适配处理	5
7.3 其它适配处理	7
8 4K 超高清电视图像显示/声音还放	7
参 考 文 献	8

1 范围

本实施指南适用于3840×2160分辨率、50帧/秒帧率、10比特量化精度、BT. 2020色域、高动态范围（HDR）的4K超高清电视节目制作、播出、编码、传输系统与终端的适配。

2 规范性引用文件

GB/T 41809—2022 超高清清晰度电视系统节目制作和交换参数值

GB/T 41808—2022 高动态范围电视节目制作和交换图像参数值

GY/T 299.1—2016 高效音视频编码 第1部分：视频（本文称：AVS2标准）

GY/T 358—2022 高动态范围电视系统显示适配元数据技术要求（本文称：HDR Vivid标准）

GY/T 363—2023 三维声编解码及渲染（本文称：Audio Vivid标准）

GY/T 364—2023 4K超高清清晰度电视节目录制规范

GY/T 365—2023 4K超高清清晰度电视节目文件格式规范

GY/T 368—2023 先进高效视频编码（本文称：AVS3标准）

ITU-R BT. 1122-3 用于标清电视、高清电视、超高清电视和高动态范围电视发射和二次分配系统的编解码器技术要求（User requirements for codecs for emission and secondary distribution systems for SDTV, HDTV, UHDTV and HDR-TV）

3 4K超高清电视系统组成

4K超高清电视系统包括节目制作和播出、信源编码、网络传输、接收解码、图像显示/声音还放等部分，系统组成见图1。



图1 4K超高清电视系统组成

4 4K超高清电视制作和播出

4.1 视频关键技术参数

视频关键技术参数应符合GB/T 41809—2022和GB/T 41808—2022，具体参数见表1。

表1 视频关键技术参数

参数	数值
分辨率	3840×2160
帧率	50 帧/秒
扫描模式	逐行
量化精度	10 比特
色域	参见 GB/T 41809—2022 表 3 (BT. 2020)
转换曲线	参见 GB/T 41808—2022 表 4 (感知量化 (PQ))、 表 5 (混合对数伽马 (HLG))
显示峰值亮度	1000cd/m ²

4K超高清电视节目制作和播出系统应支持HDR，可选的HDR视频类型有HDR-PQ和HDR-HLG两种，具体参数见表2。

表2 HDR 视频参数

视频类型	分辨率	帧率	量化精度	色域	转换曲线	元数据	显示峰值亮度
HDR-PQ	3840×2160	50 帧/秒	10 比特	BT. 2020	PQ	包含静态元数据和动态元数据	1000cd/m ²
HDR-HLG	3840×2160	50 帧/秒	10 比特	BT. 2020	HLG	可包含静态元数据和动态元数据	1000cd/m ²

HDR-PQ视频类型包含静态元数据¹和动态元数据²，以支持终端显示兼容³和显示适配⁴。静态元数据和动态元数据宜符合HDR Vivid标准的规定。

HDR-HLG视频类型可包含静态元数据和动态元数据。现有4K超高清电视频道播出的HDR-HLG视频不包含静态元数据和动态元数据，可正常运行。HDR-HLG视频也可采用HDR Vivid标准附录B的方法，将HDR-HLG视频转换为HDR-PQ视频后，提取对应的静态元数据和动态元数据，然后将HDR-HLG视频和元数据进行传输。

注1：静态元数据是与图像序列相关联的元数据，该元数据在图像序列内保持不变。

注2：动态元数据是与每帧图像相关联的元数据，该元数据随画面不同而改变。

注3：显示兼容是指制作传输的HDR超高清电视节目内容可在标准动态范围（SDR）电视机上正常显示。

注4：显示适配是指制作传输的HDR超高清电视节目内容可在不同显示能力的HDR电视机上最佳还原显示。

4.2 音频技术要求

4K超高清电视节目播出应支持立体声或5.1环绕声，有条件的可支持三维声。

立体声和5.1环绕声音频制作播出格式应与标清电视和高清电视音频制作播出格式一

致。三维声音制作播出格式推荐采用 5.1.4 的三维声格式，三维声节目声道分配符合 GY/T 364-2023 附录 A 的规定。

4.3 系统接口要求

4K 超高清电视节目制作和播出系统接口采用 4×3Gbps、12Gbps 的串行数字接口（SDI）或 SMPTE ST 2022、SMPTE ST 2110 规定的 IP 接口，应在净荷标识、会话描述协议等字段设置信号的色域、量化精度、转换曲线、帧率等技术参数。系统接口应支持静态元数据和动态元数据的传输。

4.4 节目录制要求

4K 超高清电视节目录制应符合 GY/T 364—2023 的规定。

4.5 文件格式要求

4K 超高清电视节目文件封装采用 GY/T 365—2023 规定的素材交换格式（MXF）。

5 4K 超高清电视信源编码

5.1 视频编码

视频编码采用 AVS2 标准，支持基准 10 位类、8.0.60 级及以上的编码方式，1 路视频压缩码率不低于 36Mbps。视频编码可采用 AVS3 标准，支持加强 10 位类、8.0.60 级及以上的编码方式，1 路视频压缩码率不低于 18Mbps。AVS2 和 AVS3 编码的视频质量应符合 ITU-R BT.1122-3。

对于 4.1 中 HDR-PQ 和 HDR-HLG 两种视频类型，应在视频码流中设置色域 `colour_primaries`、转换曲线 `transfer_characteristics`、彩色信号转换矩阵 `matrix_coefficients` 等语法字段。具体设置如下：

(1) HDR-PQ 视频类型。AVS2 和 AVS3 码流序列头中，`colour_primaries` 字段设置为 9，表示 BT.2020 色域。`transfer_characteristics` 字段设置为 12，表示 PQ 曲线。`matrix_coefficients` 设置为 8，表示 GB/T 41809-2022 表 4 规定的非恒定亮度系统采用的彩色信号转换矩阵。在视频码流序列头 `extension_id` 为“1010”的 `mastering_display_and_content_metadata_extension()` 中传输静态元数据，在图像头 `extension_id` 为“0101”的 `hdr_dynamic_metadata_extension()` 中传输动态元数据。

(2) HDR-HLG 视频类型。AVS2 和 AVS3 码流序列头中，`colour_primaries` 字段设置为 9，表示 BT.2020 色域。`transfer_characteristics` 字段设置为 14，表示 HLG 曲线。`matrix_coefficients` 设置为 8，表示 GB/T 41809-2022 表 4 规定的非恒定亮度系统采用的彩色信号转换矩阵。如果 HDR-HLG 视频节目包含 HDR 静态和动态元数据，还需在视频码流序列头 `extension_id` 为“1010”的 `mastering_display_and_content_metadata_extension()`

中传输静态元数据,在图像头 extension_id 为“0101”的 hdr_dynamic_metadata_extension() 中传输动态元数据。

5.2 音频编码

音频编码应支持立体声或 5.1 环绕声编码,有条件的可支持三维声编码。三维声编码采用 Audio Vivid 标准,立体声和环绕声也可采用 Audio Vivid 标准。立体声和 5.1 环绕声压缩码率不低于 256Kbps,三维声压缩码率不低于 384Kbps。

6 4K 超高清电视网络传输

6.1 采用 AVS2 标准传输

如果 4K 超高清视频编码采用 AVS2 标准,可采用以下网络传输方式:

卫星分发网络传输可采用 QPSK 调制方式,通过 36MHz 转发器传输 1 路 4K 超高清电视;可采用 8PSK 调制方式,通过 18MHz 传输带宽传输 1 路 4K 超高清电视;

卫星直播电视可采用 QPSK 调制方式,通过 36MHz 转发器传输 1 路 4K 超高清电视;

有线电视网络传输可采用 DVB-C 64QAM 或 256QAM 调制方式,在 1 个频点 8MHz 内至少能满足 1 路 4K 超高清电视传输带宽;

IPTV 网络传输采用专门的视频网络通道传输 4K 超高清电视节目流,1 路视频的压缩码率应不低于 36Mbps;

互联网电视通过公共互联网传输 4K 超高清电视节目流,应确保视频质量符合 ITU-R BT. 1122-3。

6.2 采用 AVS3 标准传输

如果 4K 超高清视频编码采用 AVS3 标准,可采用以下网络传输方式:

卫星分发网络传输可采用 QPSK 调制方式,通过 36MHz 转发器传输 2 路 4K 超高清电视;可采用 8PSK 调制方式,通过 18MHz 传输带宽传输 2 路 4K 超高清电视;

卫星直播电视可采用 QPSK 调制方式,通过 36MHz 转发器传输 2 路 4K 超高清电视;

有线电视网络传输可采用 DVB-C 64QAM 或 256QAM 调制方式,在 1 个频点 8MHz 内至少能满足 2 路 4K 超高清电视传输带宽;

IPTV 网络传输采用专门的视频网络通道传输 4K 超高清电视节目流,视频质量应符合 ITU-R BT. 1122-3,1 路视频的压缩码率应不低于 18Mbps;

互联网电视通过公共互联网传输 4K 超高清电视节目流,应确保视频质量符合 ITU-R BT. 1122-3。

7 4K 超高清电视接收解码

7.1 电视机主要类型

当前 4K 超高清电视机有 5 种主要类型，见表 3。

表3 4K 超高清电视机主要类型

电视机类型	分辨率	帧率	量化精度	色域	转换曲线
类型 1	3840×2160	50 帧/秒	10 比特	BT. 709	电视伽马
类型 2	3840×2160	50 帧/秒	10 比特	BT. 2020	电视伽马
类型 3	3840×2160	50 帧/秒	10 比特	BT. 2020	PQ
类型 4	3840×2160	50 帧/秒	10 比特	BT. 2020	PQ 和 HLG
类型 5	3840×2160	50 帧/秒	10 比特	BT. 2020	PQ 和 HLG, 并支持 HDR Vivid 标准。

7.2 机顶盒适配处理

4K 超高清电视机顶盒应支持 AVS2 标准和 HDR Vivid 标准，可支持 AVS3 标准，支持 3840×2160 分辨率、50 帧/秒帧率、10 比特量化精度、BT. 2020 色域、显示峰值亮度 1000cd/m² 的 HDR 视频解码。支持立体声或 5.1 环绕声解码输出，有条件的可支持三维声解码输出，三维声解码应支持 Audio Vivid 标准，立体声或 5.1 环绕声解码可支持 Audio Vivid 标准，支持音频码流透传。支持 HDMI 2.0 及以上接口并考虑相关内容保护机制。机顶盒应能解析 4K 超高清视频码流中的视频技术参数，获取 HDR 视频类型，并通过 HDMI 2.0 及以上接口获取电视机显示能力，进行适配处理后，输出相关信号至电视机。

(1) 机顶盒接收 HDR-PQ 视频类型时，对应不同类型的电视机，机顶盒输出信号具体参数见表 4。

表4 接收 HDR-PQ 视频类型时机顶盒输出信号参数

电视机类型 输出信号参数	类型 1	类型 2	类型 3	类型 4	类型 5
分辨率	3840×2160	3840×2160	3840×2160	3840×2160	3840×2160
帧率	50 帧/秒				
量化精度	10 比特				
色域	BT. 709	BT. 2020	BT. 2020	BT. 2020	BT. 2020
转换曲线	电视伽马	电视伽马	PQ	PQ	PQ

当电视机为类型 1 时，机顶盒根据电视机显示能力做信号处理：按照 HDR Vivid 标准将 HDR-PQ 转 SDR，BT. 2020 色域转 BT. 709 色域；

当电视机为类型 2 时，机顶盒根据电视机显示能力做信号处理：按照 HDR Vivid 标准将 HDR-PQ 转 SDR；

当电视机为类型 3 或类型 4 时，机顶盒根据电视机显示能力做信号处理：通过 HDMI 2.0 及以上接口获得电视机显示能力后，按照 HDR Vivid 标准进行显示适配；

当电视机为类型 5 时，机顶盒将静态元数据和动态元数据通过 HDMI 2.0 及以上接口传

送至电视机，电视机按照 HDR Vivid 标准进行显示适配。

(2) 机顶盒接收 HDR-HLG 视频类型时：

如果视频编码码流中不包含静态元数据和动态元数据，对应不同类型的电视机，机顶盒输出信号具体参数见表 5。

表5 接收 HDR-HLG 视频类型时机顶盒输出信号参数（不包含元数据）

电视机类型 输出信号参数	类型 1	类型 2	类型 3	类型 4	类型 5
分辨率	3840×2160	3840×2160	3840×2160	3840×2160	3840×2160
帧率	50 帧/秒				
量化精度	10 比特				
色域	BT. 709	BT. 2020	BT. 2020	BT. 2020	BT. 2020
转换曲线	电视伽马	HLG	HLG	HLG	HLG

当电视机为类型 1 时，机顶盒根据电视机显示能力做信号处理：HDR-HLG 转 SDR, BT. 2020 色域转 BT. 709 色域；

当电视机为类型 2、类型 3、类型 4 或类型 5 时，机顶盒直接输出 HDR-HLG 视频。

如果视频编码码流中包含静态元数据和动态元数据，对应不同类型的电视机，机顶盒输出信号具体参数见表 6。

表6 接收 HDR-HLG 视频类型时机顶盒输出信号参数（包含元数据）

电视机类型 输出信号参数	类型 1	类型 2	类型 3	类型 4	类型 5
分辨率	3840×2160	3840×2160	3840×2160	3840×2160	3840×2160
帧率	50 帧/秒				
量化精度	10 比特				
色域	BT. 709	BT. 2020	BT. 2020	BT. 2020	BT. 2020
转换曲线	电视伽马	电视伽马	PQ	PQ	HLG

当电视机为类型 1 时，机顶盒根据电视机显示能力做信号处理：HDR-HLG 转 HDR-PQ，再按照 HDR Vivid 标准将 HDR-PQ 转 SDR, BT. 2020 色域转 BT. 709 色域；

当电视机为类型 2 时，机顶盒根据电视机显示能力做信号处理：HDR-HLG 转 HDR-PQ，再按照 HDR Vivid 标准将 HDR-PQ 转 SDR；

当电视机为类型 3 或类型 4 时，机顶盒根据电视机显示能力做信号处理：HDR-HLG 转 HDR-PQ，并通过 HDMI 2.0 及以上接口获得电视机显示能力后，按照 HDR Vivid 标准进行显示适配；

当电视机为类型 5 时，机顶盒将静态元数据和动态元数据通过 HDMI 2.0 及以上接口传送至电视机，电视机按照 HDR Vivid 标准进行显示适配。

7.3 其它适配处理

对于 3840×2160 分辨率、25 帧/秒帧率、8 比特量化精度、BT. 709 色域和电视伽马转换曲线的电视机，需要接收显示 4K 超高清电视信号的情况，机顶盒可根据电视机显示能力做相应信号处理：HDR 转 SDR、BT. 2020 色域转 BT. 709 色域，帧率 50 帧/秒转 25 帧/秒，量化精度 10 比特转 8 比特。

当机顶盒不能通过 HDMI 2.0 及以上接口自动识别电视机类型时，机顶盒应支持手动调整功能。

8 4K 超高清电视图像显示/声音还放

4K 超高清电视机应支持 HDMI 2.0 及以上接口并考虑相关内容保护机制，支持通过扩展显示标识数据（EDID）将电视机显示能力相关信息回传至 4K 超高清电视机顶盒，并将接收到的 4K 超高清电视节目分辨率、帧率、色域、转换曲线等信息在电视机上显示，支持 HDR 的电视机应具有 HDR Vivid 标准的显示适配功能。

音频应通过电视机声音还放，也可设立独立外置设备声音还放。

参 考 文 献

[1] ITU-R BT.709 高清电视节目制作和国际交换用参数值 (Parameter values for the HDTV standards for production and international programme exchange)

[2] ITU-R BT.2020 超高清电视系统节目制作和国际交换用参数值 (Parameter values for ultra-high definition television systems for production and international programme exchange)

[3] SMPTE ST 2022 运动串行接口 ((ASI & SDI)) 到IP接口 (Moving Serial Interfaces (ASI & SDI) to IP)

[4] SMPTE ST 2110 在受控IP网络中的专业媒体 (Professional Media Over Managed IP Networks)

[5] HDMI 2.0 高清晰度多媒体接口规范2.0版本 (High-Definition Multimedia Interface Specification Version 2.0)