



UHD World Association
世界超高清视频产业联盟

面向家庭的超高清菁彩视听技术白皮书

(2024)

UHD HDR Vivid&Audio Vivid Technology for Home Visual&Audio System White Paper

UHD World Association
世界超高清视频产业联盟

UHD World Association
www.theuwa.com



前言

本文件由UWA联盟中央广播电视总台、国家广播电视总局广播电视规划院组织制订，并负责解释。

本文件发布日期：2024年08月26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：

中央广播电视总台、国家广播电视总局广播电视规划院、中国电子技术标准化研究院、工业和信息化部电子第五研究所、中国信息通信研究院泰尔终端实验室、华为技术有限公司、海思技术有限公司、杭州当虹科技股份有限公司、广东博华超高清创新中心有限公司、烽火通信科技股份有限公司、山东浪潮超高清智能科技有限公司、北京流金岁月传媒科技股份有限公司、海信视像科技股份有限公司、深圳创维-RGB电子有限公司、咪咕文化科技有限公司、西安诺瓦星云科技股份有限公司、利亚德光电股份有限公司、深圳雷曼光电科技股份有限公司、深圳市洲明科技股份有限公司、京东方科技集团股份有限公司、中移（杭州）信息技术有限公司、中国电信集团有限公司、天翼数字生活科技有限公司

本文件主要起草人：

姜文波、梅剑平、张文刚、张鸿宇、李岩、陈晨、苑学成、宁金辉、郎凤岐、周立、潘波、刘斌、周子丰、许春蕾、李皓伊、杨娜、李辉、姜泽、张建东、汪芮、陈仁伟、齐琪、韦胜钰、张黎敏、蔡佳、于力、翟梦冉、胡景楠、文殿杰、杨友庆、提纯利、方海鹏、袁乐、羊丹、吴迪、叶建华、李旭洋、刘干、王昕、陈刚、陈家兴、任博豪、徐扬法、陈左乐、龙世强、姜超、胡丽娟、徐煜烨、董磊、李鹏、曾泽君、孙良军、宁黎、周凯旋、黄飞、石雅彬、徐遥令、沈思宽、王琦、李康敬、毕蕾、何国经、宗靖国、杨城、白建军、刘莉、饶海清、万雷、屠孟龙、谢玲、刘俊、张严博、张翊川、夏涛、鲁泳、陈铁砺、卢运华、王付生、陈磊、吴燕静、陈红良、张良、魏嘉、徐京华、贾立鼎、王琳

免责声明:

- 1, 本文件免费使用, 仅供参考, 不对使用本文件的产品负责。
- 2, 本文件刷新后上传联盟官网, 不另行通知。

目录

1. 背景	1
2. 超高清视听技术	1
2.1 信号的始末	1
2.2 视音频压缩编码	2
2.3 超高清高动态范围	2
2.4 立体声/环绕声/三维声	3
2.5 菁彩影像 (HDR Vivid) 和菁彩声 (Audio Vivid)	4
2.6 我国电视节目传输采用的视频编码技术	5
2.7 数字版权保护要求	5
3. 家庭超高清菁彩视听系统的构成	7
4. 信号传输及解码功能技术要求	8
4.1 信号传输要求	8
4.2 解码功能要求	9
5. 显示系统技术要求	10
5.1 超高清电视机技术要求	11
5.2 室内LED系统技术要求	11
5.3 投影机系统技术要求	12
5.4 显示设备能耗要求	13
6. 独立音频系统技术要求	13
6.1 功放与扬声器	14
6.2 Soundbar	14
7. 家庭收看收听房间建议	15
8. 视觉和听觉健康	15
8.1 视觉健康	15

8.2 听觉健康	16
9. 附录	18
9.1 扬声器配置及布局建议	18
9.2 视频显示屏尺寸与扬声器球形布局半径的建议	21
9.3 系统典型案例	25
9.4 缩略语	29
9.5 引用	30
参考文献	31

1. 背景

2023年12月，根据中央经济工作会议精神由工业和信息化部、教育部、商务部、文化和旅游部、国家广播电视总局、国家知识产权局、中央广播电视总台联合印发了《关于加快推进视听电子产业高质量发展的指导意见》。文中提出增强我国视听电子产业的国际竞争力，使视听产业整体实力进入全球前列。同时，加快超高清技术成熟落地，丰富智慧生活新场景，为家庭视听提供全新的体验。

本技术白皮书为优化家庭影音场景、打造视听体验提出了一套基础的解决方案。随着我国超高清技术不断发展与演进，超高清、高动态范围、沉浸式音视频场景化解决方案也将越来越多样化。

2. 超高清视听技术

超高清视听技术通过提供比传统高清技术更高分辨率的图像、更高的动态范围、更广的色彩空间和更好的音频效果，为用户带来身临其境的观看体验。

自菁彩影像（HDR Vivid）和菁彩声（Audio Vivid）等技术标准发布以来，我国已将相关技术应用到超高清节目制播与传输中，开通了多个4K超高清频道和8K超高清频道，5G和宽带入户以及无线接入等，使千家万户已具备收看收听更高质量电视节目的条件。菁彩影像（HDR Vivid）和菁彩声（Audio Vivid）多种应用场景也将激励越来越多的企业、机构与组织加入到这个视听产业生态建设中来，对视听内容生产、芯片、终端、编解码系统、应用运营等全产业链发展有着重要意义。

家庭超高清视听系统具有菁彩影像（HDR Vivid）和菁彩声（Audio Vivid）解码功能，可以实现菁彩影像（HDR Vivid）和菁彩声（Audio Vivid）效果的最佳呈现，本文称之为“菁彩家庭”。

2.1 信号的始末

信号从制作到呈现需要经历多个环节，如图1所示。图像/声音信息通过光电转换/声电转换以及信号处理形成图像、声音素材，再通过内容制作、编码、分发到终端用户，在终端进行解码和视音频信号呈现，或是通过视音频点播、APP应用软件等形式完成个性化的播放。

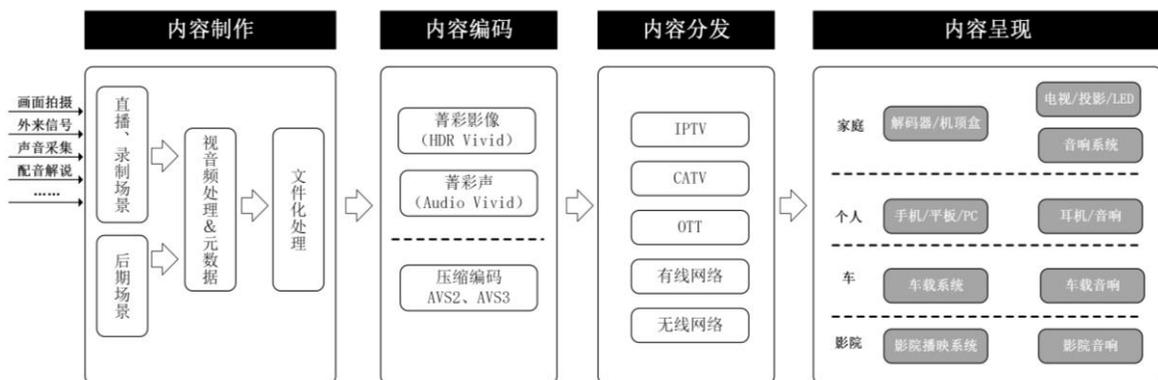


图1 信号的始末

超高清菁彩视听面向家庭用户，考虑到传输过程中带宽的限制，在对超高清内容进行网络分发时，需要进一步对视音频信号进行压缩等处理，确保家庭用户接收信号的连续性和稳定性。

本技术白皮书阐述国内主流的超高清编码技术标准，涉及到的超高清编码技术有AVS2、AVS3，高动态范围技术菁彩影像（HDR Vivid）以及声音编码技术菁彩声（Audio Vivid）。

2.2 视音频压缩编码

AVS2，是国内AVS工作组制定的第二代AVS编码标准，主要面向超高清电视节目的传输，支持4K超高清分辨率、高动态范围视频的高效压缩。AVS2编码效率比第一代AVS标准提高了一倍以上，压缩效率超越国际标准HEVC（H.265）。

AVS3，是第三代视频编码技术标准，也是全球首个已推出的面向8K及5G产业应用的视频编码标准。于2019年3月完成第三代AVS视频标准（AVS3）基准档次的制订工作，AVS3基准档次在8K视频编码的性能比上一代标准AVS2和HEVC提升了约30%，是当前国内甚至国际上性能表现最佳的超高清编码标准，同时在国内已经得到了较为普遍的商业应用。

2.3 超高清高动态范围

图像的动态范围是用来描述画面中从最暗到最亮的亮度分布范围。动态范围越大，图像中所能表现的画面层次就越丰富，所包含的色彩空间也就越广，更能接近人眼的识别范围。在节目制作中，动态范围分为标准动态范围（简称：SDR）和高动态范围（简称：HDR）。SDR的图像在同一画面中表现亮色和暗色时会出现细节的丢失，而HDR的图像解决了上述问题，既可以展现高亮物品或光效，又可以分辨出图像暗部细节，实现更接近人眼的视觉观感。在记录HDR信号时，采用了光电转换，在显示端显示HDR信号时采用电光转换，这一对输

入和输出的转换通常使用光电转换函数来计算并进行信号处理，常用的HDR的OETF和EOTF有混合对数伽马（HLG）和感知量化（PQ）等。

1. HLG

如果SDR定义为线性光动态范围100%，那么HLG的线性光动态范围能达到1200%。其100%亮度以下沿用了原来SDR的伽马曲线，100%~1200%使用了对数伽马曲线，它的编码可以同时兼容HDR和SDR。HLG在一定程度上简化了HDR的制作流程，解决了HDR视频内容在广播电视传输和显示的问题，因此HLG更适合快速制作或直播类的电视节目。HLG不带元数据，所以最高亮度是个相对值，取决于显示设备。例如制作内容峰值亮度为1000尼特，而显示设备峰值亮度只有600尼特的情况下，采用HLG转换曲线，则会将1000尼特亮度映射到600尼特的显示设备上，虽然暗部到亮部显示比较完整，但观感体验较差。

2. PQ

PQ是根据人类视觉感知提出来的全新高动态范围曲线，最高峰值亮度时动态范围能达到10000%。与HLG曲线相比，PQ曲线是一个绝对值，不会因为显示设备的峰值亮度而改变，兼容SDR较差。但基于PQ曲线的图像动态范围更广，所呈现的图像更真实的还原了视觉场景并为观看者提供更优秀的视觉效果，而且会在显示信息中附上一个元数据，这个元数据中包含了内容制作者的意图（亮度、色域、动态范围、白电平、EOTF等等）。元数据也分为静态元数据和动态元数据两种形式，静态元数据在给定的持续时间内使用相同的值，而动态元数据则根据需要随时更改，甚至可以做到每帧画面都不同。

2.4 立体声/环绕声/三维声

立体声、环绕声和三维声都是为了提供更加逼真、沉浸式的音频体验而发展起来的音频技术。它们在音乐、电影、游戏等领域中发挥着重要作用，让人们能够更好地享受音乐和媒体内容带来的乐趣。

1. 立体声

立体声是一种双声道音频技术，它通过两个扬声器（左声道和右声道）分别播放不同的音频信号，从而模拟出声音从不同方向传来的效果。这种技术使得听众可以感受到声音的宽度和空间感，但仍然局限于前左和前右两个方向。

2. 环绕声

环绕声是一种多声道音频技术，它通过多个扬声器（通常包括前置扬声器、后置扬声器、中置扬声器和低音扬声器）同时播放不同的音频信号，从而模拟出声音从各个水平方向传来的效果。这种技术使得听众可以感

受到声音的包围感，提供了更加真实的听觉体验。

3. 三维声

三维声是一种新型的音频技术，旨在模拟真实世界中的声音传播方式。它利用先进的制作技术、编解码技术及渲染算法，通过多个扬声器或耳机，为用户提供高度逼真的音频体验。三维声能够产生更加精确的声音定位效果，使听众感受到来自不同方向、距离和高度的声音，提供了更加真实和沉浸的听觉体验。

2.5 菁彩影像 (HDR Vivid) 和菁彩声 (Audio Vivid)

菁彩影像 (HDR Vivid) 和菁彩声 (Audio Vivid) 自发布以来，逐渐在电视、广播、视频播放网站等众多平台开始使用，以双Vivid为核心的直播更是覆盖了产业链上下游众多生态。菁彩影像 (HDR Vivid) 和菁彩声 (Audio Vivid) 让画面和声音无限趋近于真实，提供优质视听体验的同时更让用户沉浸其中。

1. 菁彩影像 (HDR Vivid)

菁彩影像 (HDR Vivid) 是世界超高清视频产业联盟 (UWA) 推出的一个新研制的HDR标准。它兼容PQ静态元数据，当设备不支持菁彩影像 (HDR Vivid) 时，收到的菁彩影像 (HDR Vivid) 信号可直接按照HDR10格式显示；菁彩影像 (HDR Vivid) 支持动态元数据，可以对画面信息进行帧级调整，且同时支持PQ和HLG格式；除了支持自动化的动态元数据提取方案外，菁彩影像 (HDR Vivid) 还支持根据创作意图，个性化的对元数据进行手动调整，形成属于自己的专属风格。菁彩影像 (HDR Vivid) 支持10000尼特的峰值亮度以及DCI-P3和BT.2020色域，更高亮度和更广色域能够提供更鲜艳、更生动的颜色表现。菁彩影像 (HDR Vivid) 的色彩位深能达到10bit甚至12bit，并且显示10.7亿种颜色，比传统SDR的1670万种颜色要多出几十倍。与其他HDR编码相比，菁彩影像 (HDR Vivid) 在完全开放的提前下，已经做到了标准中的佼佼者。

2. 菁彩声 (Audio Vivid)

菁彩声 (Audio Vivid) 是由世界超高清视频产业联盟(UWA)牵头，与AVS编解码标准 (AVS3-Part3) 协同，联合产业端到端生态，共同推动发布的行业标准。菁彩声 (Audio Vivid) 支持基于声道信号、HOA (High Order Ambisonics) 信号、对象信号、元数据等主流信号类型进行编码，同时兼容单声道、立体声、环绕声，能精准放置和移动三维空间内的声音，准确描述每一个声音的位置、大小、轨迹、出现时间、持续时间。菁彩声 (Audio Vivid) 是首个基于AI技术的音频编解码标准，编码效率高，是一个更加开放的、具备产业安全要求的技术标准和方案，适用于家庭用户的超高清菁彩体验。

2.6 我国电视节目传输采用的视频编码技术

我国4K超高清频道传输分发一般采用AVS2压缩编码方式。AVS2主要面向超高清电视节目的传输，支持4K超高清分辨率、高动态范围视频的高效压缩。相对于AVS第一代标准，在同等的编码质量条件下，第二代AVS标准可节省一半的传输带宽。

8K超高清频道传输分发一般采用AVS3压缩编码方式。AVS3主要面向超高清广播影视、全景视频、增强现实/虚拟现实等应用，以及自动驾驶、智慧城市、智慧医疗、智能监控等。支持8K超高清分辨率、全景视频、三维视频、屏幕混合内容视频、高动态范围视频的智能压缩和沉浸式音频场景的应用。

4K/8K超高清频道高动态范围内容一般采用HLG或菁彩影像（HDR Vivid）标准。在广电领域我国广泛应用HLG。HLG在一定程度上简化了HDR制作流程，解决了HDR视频内容在传输和显示的问题。而菁彩影像（HDR Vivid）作为新一代HDR技术，通过增加动态元数据为显示终端提供更加准确的动态范围映射方式，从而最大限度还原HDR内容原有的艺术效果，具有广泛的应用前景。

4K/8K超高清频道三维声采用菁彩声（Audio Vivid）标准。在许多重大赛事和晚会中采用菁彩声（Audio Vivid）标准，为观众带来了全新的沉浸式体验，同时也进一步推动了三维声标准制作体系的完善。

2.7 数字版权保护要求

为保护数字媒体实现视音频内容的加密分发和安全授权，在数字媒体传输过程中采用DRM数字版权管理对视音频内容进行版权的保护。

视音频内容分发DRM技术的应用部署需要视音频内容提供方、服务提供方、智能终端设备制造商、芯片制造商、DRM客户端软件开发包（Software Development Kit, SDK）提供方、证书管理机构以及评估认证机构等的有机协同，总体框架如图2所示。

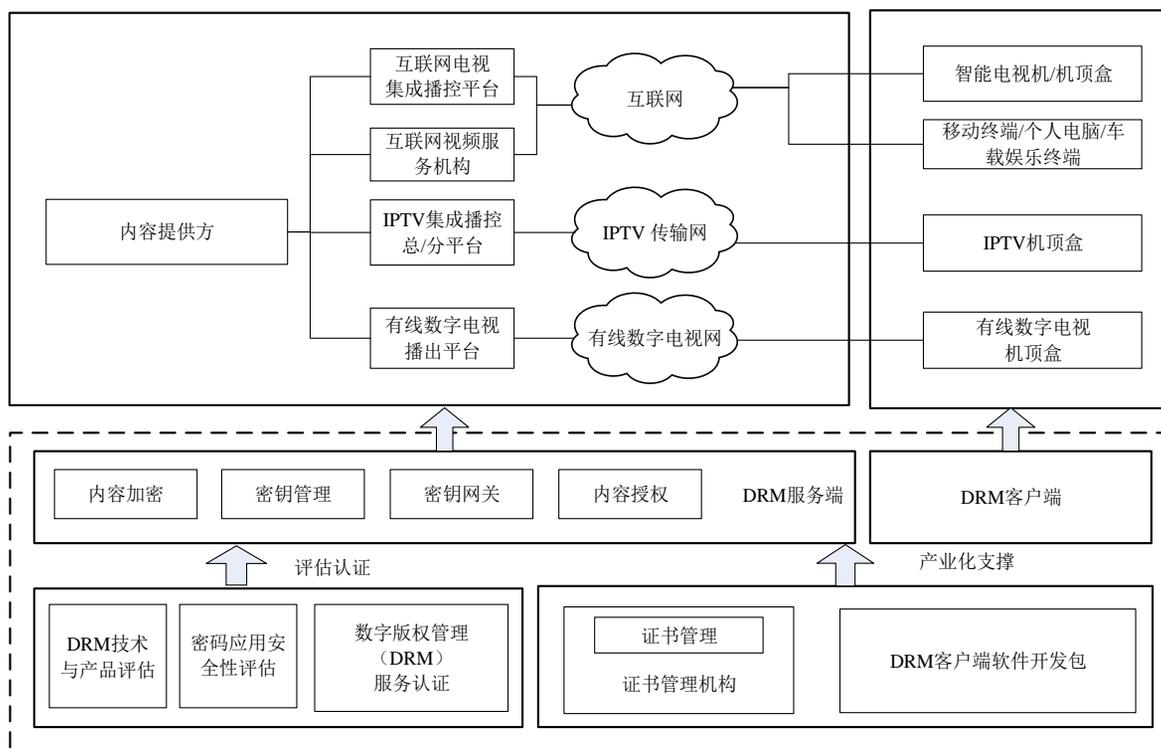


图2 数字版权保护技术要求总体框架

1. 服务端技术要求

DRM服务端的内容加密、密钥管理、密钥网关、内容授权等核心功能，部署在各级广播电视台等视音频内容提供方，以及有线数字电视、IPTV、互联网电视、互联网/移动互联网视听节目服务等视音频内容服务提供方，实现对频道播出和点播内容的加密授权。视音频内容提供方与服务提供方应协同开展内容加密、密钥管理、密钥网关、内容授权等DRM服务端功能的集成部署，以支持不同的技术应用模式。

视音频内容分发DRM技术支持对AVS+、AVS2、AVS3等标准视频编码格式编码内容的加密，支持采用TS、HLS、DASH、CMAF等进行加密内容封装传输，以实现频道播出和点播内容的加密保护。

2. 客户端技术要求

ChinaDRM客户端集成在解码器设备中，负责接收DRM服务端发送的内容授权许可消息，按照内容授权许可消息中规定的播放规则解密内容，确保视音频内容在解码、解密、播放过程中的安全。

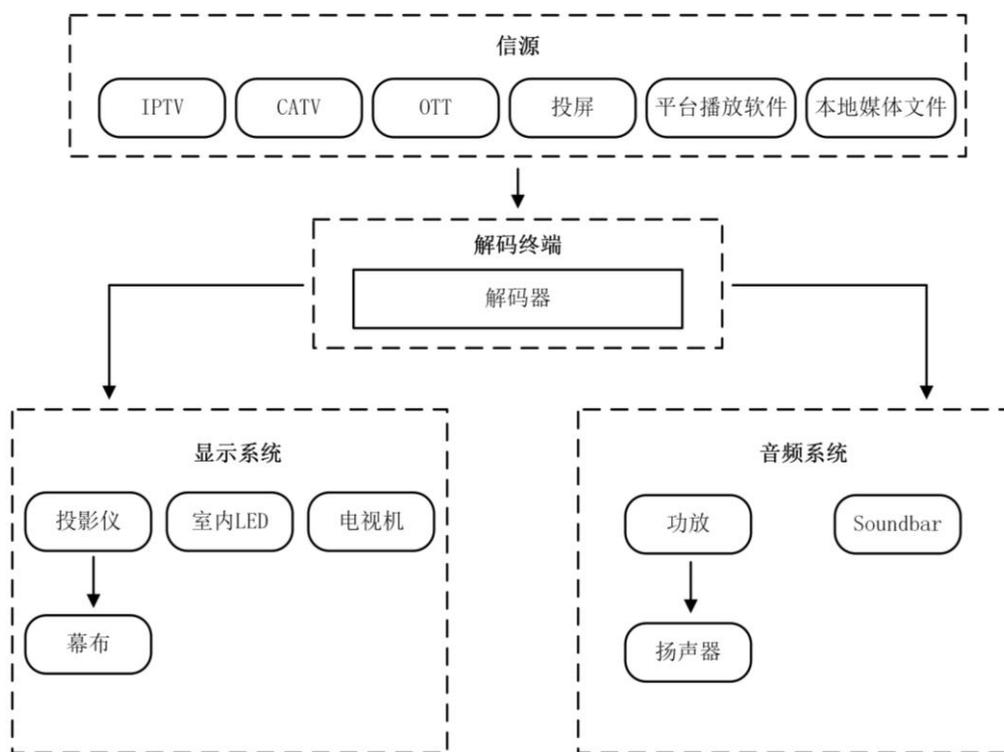
DRM客户端安全等级按照由低到高的顺序分为软件安全级别、硬件安全级别、增强硬件安全级别三个安全等级，各安全等级DRM客户端的安全等级说明如表1所示。

表1 DRM客户端安全等级说明

序号	DRM客户端安全等级	安全要求
1	软件安全级别	部分或全部DRM客户端运行环境基于软件安全机制实现。
2	硬件安全级别	DRM客户端运行环境全部基于硬件安全机制实现。
3	增强硬件安全级别	在硬件安全级别的基础上，DRM客户端安全运行环境应具备侧信道攻击防御、取证水印等功能。

3. 家庭超高清菁彩视听系统的构成

家庭超高清菁彩视听系统主要由信源、解码终端、显示系统、音频系统四部分构成，如图3所示。电视信号、视频网站流等外来信号或本地文件组成的信源交由解码器进行视音频解码，解码后的信号进入到显示设备中，音频输出至功放与扬声器或Soundbar等音频设备中。



注：解码器可以是独立设备，也可以是与显示系统、音频系统一体化整合设备（如：智能机顶盒、蓝光播放器、智能电视机、智能投影仪等）。

图3 家庭超高清菁彩视听系统构成

4. 信号传输及解码功能技术要求

超高清视音频节目所形成的文件本身数据庞大，即便经过编码压缩，依然需要家庭网络拥有一定的接收能力才能将信号完整的传输并交由解码终端进行解码，最终进入显示系统和音频系统之中。在信号传输的过程中，网络能力直接影响信号的传输质量。

信号从传输到呈现的过程中，解码终端将经过编码的视音频信号进行解码，再分别进入各自的系统中。在一些显示相关的设备中，设备自身内置解码器，可直接解码播放信号。而没有内置解码器的系统则需要独立的解码器完成信号的解码任务。

4.1 信号传输要求

为更好的接收超高清视音频节目信号，建议家庭网络能够保证端到端的带宽不受其他业务流量突发影响，传输链路可靠不会中途中断，业务安全按需加密，网络稳定低时延等，同时要求网络端到端支持单播和组播传输协议。

1. 菁彩家庭网络传输直播技术要求

观看直播节目所需的网络传输应符合表2技术要求。

表2 菁彩家庭网络传输直播技术要求

序号	核心能力		描述	必备/建议
1	带宽	4K (AVS2编码)	≥50Mbps	必备
2		8K (AVS3编码)	≥150Mbps	必备
3	时延		< 50ms	建议
4	宽带业务		支持IPTV	必备

2. 菁彩家庭网络传输点播技术要求

观看点播节目所需的网络传输应符合表3技术要求。

表3 菁彩家庭网络传输点播技术要求

序号	核心能力		描述	必备/建议
1	带宽	4K (AVS2编码)	≥50Mbps	必备
2		8K (AVS3编码)	≥100Mbps	必备
3	时延		< 100ms	建议
4	宽带业务		支持IPTV、OTT	建议

4.2 解码功能要求

由信号源提供的视音频信号或文件需要使用解码终端对其进行解析，并还原成视频信号和音频信号，这个解码终端可以和其他设备集成在一起，也可以是独立设备，即内置解码器和独立解码器。

1. 内置解码器

内置解码器包含但不限于配置了解码功能的电视机、LED信号处理器等设备。菁彩家庭内置解码器应符合表4技术要求。

表4 菁彩家庭内置解码器技术要求

序号	项目		技术要求	必备/可选
1	支持输入的传送流类型		AVS2和AVS3 视频编码的传送流	必备
			H.264、H.265和H.266 视频编码的传送流	可选
2	单路视 频解码 支持	帧频	≥50Hz	必备
		色度格式	4:2:0	必备
		量化精度	≥10bit	必备
		色域	ITU-R BT.2020	必备
		码率	至少支持120Mbps (115Mbps视频/2Mbps音频/3Mbps数据)	必备
	HDR格式	菁彩影像 (HDR Vivid)	必备	
3	音频解码及处理		支持菁彩声 (Audio Vivid)	必备
4	DRM客户端安全等级		至少具备软件安全级别	必备

2. 独立解码器

独立解码器包含但不限于专业解码器、机顶盒等设备。菁彩家庭独立解码器应符合表5技术要求。

表5 菁彩家庭独立解码器技术要求

序号	项目	技术要求	必备/可选	
1	单路视频解码支持	帧频	≥50Hz	必备
		色度格式	4:2:0	必备
		量化精度	≥10bit	必备
		色域	ITU-R BT.2020	必备
		HDR格式	菁彩影像 (HDR Vivid)	必备
2	音频解码及处理	支持菁彩声 (Audio Vivid)	必备	
3	音频输出	5.1环绕声/三维声编码信号透传及解码输出, 下混立体声输出	必备	
		10声道PCM音频输出	可选	
4	超高清传输接口	支持3840×2160/50/P/YUV4:2:0/10bit及以上 支持菁彩影像 (HDR Vivid) 动态元数据嵌入 支持菁彩声 (Audio Vivid)	必备	
5	DRM客户端安全等级	至少具备软件安全级别	必备	

5. 显示系统技术要求

家庭视听显示系统主要分为电视机、室内LED显示屏以及投影机三种应用场景。随着超高清系统的不断演进以及各种接收设备的不断迭代, 无论是信号端的制作, 还是接收端的硬件都在为提高用户视听感受而努力。不同的家庭应用场景为用户提供优质视听体验的同时, 也根据家庭视听房间的条件为用户提供更多的选择与参考。

5.1 超高清电视机技术要求

电视机作为最常见的信号接收设备，广泛应用在家庭视听系统场景之中。随着技术的革新与发展，用户对于画面呈现质量要求也越来越高。为了能收看到超高清、宽色域和高动态范围的电视节目，以超高清电视机为核心的系统设备应运而生。视音频信号通过解码终端后根据不同的应用方式，交由显示系统和音频系统并呈现在家用视听场景中。

为使用户获得更好的家庭视听观看体验，沉浸在菁彩高动态范围对画面进行的极致还原之中，菁彩家庭电视机应符合表6技术要求。

表6 菁彩家庭电视机技术要求

序号	项目	技术要求	必备/可选
1	物理分辨率	≥3840×2160	必备
2	峰值亮度	≥350cd/m ²	必备
3	黑白对比度	≥400:1	必备
4	色域覆盖率	≥ITU-R BT.2020 的 62%	必备
5	量化精度	≥8bit	必备
6	HDR 格式	菁彩影像 (HDR Vivid)	必备
7	音频	菁彩声 (Audio Vivid)	可选
8	超高清传输接口	支持 3840×2160/50/P/YUV4:2:0/10bit 及以上 支持菁彩影像 (HDR Vivid) 动态元数据嵌入 支持菁彩声 (Audio Vivid)	必备
9	DRM 客户端安全等级	至少具备软件安全级别	必备

5.2 室内LED系统技术要求

随着LED屏幕技术的推广与应用，室内LED屏幕入户作为新的应用场景正在逐步推广。室内LED屏幕由信号处理、控制、传输和LED灯显示驱动模块组成，统称为室内LED系统。

菁彩家庭室内LED系统应符合表7的技术要求。

表7 菁彩家庭室内LED系统技术要求

序号	项目	技术要求	必备/可选
1	物理分辨率	≥3840×2160	必备
2	点间距	< 1.3mm	必备
3	黑白对比度	≥5000:1	必备
4	刷新率	≥3000Hz	必备
5	换帧率	≥50Hz	必备
6	灰度等级	≥12bit	必备
7	最大亮度	≥600cd/m ² 整屏亮度可调整	必备
8	色温	3000K-8000K可调	必备
9	色域覆盖率	≥ITU-R BT.2020的80%	必备
10	亮度均匀性	≥95%	必备
11	HDR格式	菁彩影像 (HDR Vivid)	必备
12	可视角度	水平≥160°, 垂直≥140°	必备
13	视频处理	大屏幕系统点对点自定义分辨率输出	必备
14	超高清传输接口	支持3840×2160/50/P/YUV4:2:0/10bit及以上 支持菁彩影像 (HDR Vivid) 动态元数据嵌入 支持菁彩声 (Audio Vivid)	必备

5.3 投影机系统技术要求

投影机系统依靠其对空间的灵活应用以及非自发光的护眼效果一直作为家庭视听系统的选项之一。在观看超高清节目时，超高清投影机能够提供更加清晰、逼真的画面效果，同时机体本身体积小、功耗低，被广泛应用于人们生活当中。投影机系统主要由投影机和投影幕布组成。

1. 菁彩家庭投影机技术要求

菁彩家庭超高清投影机应符合表8的技术要求。

表8 菁彩家庭投影机技术要求

序号	项目	技术要求	必备/可选
1	显示分辨率	$\geq 3840 \times 2160$	必备
2	光通量	≥ 1000 流明	必备
3	对比度 (帧内)	$\geq 200:1$	必备
4	对焦方式	自动对焦或手动对焦	必备
5	色温	3200K~9300K	必备
6	色域覆盖率	\geq ITU-R BT.2020的52%	必备
7	HDR格式	菁彩影像 (HDR Vivid)	必备
8	超高清传输接口	支持3840×2160/50/P/YUV4:2:0/10bit及以上 支持菁彩影像 (HDR Vivid) 动态元数据嵌入 支持菁彩声 (Audio Vivid)	必备

2. 投影幕布技术要求

投影幕布是用来显示图像、视频文件的工具。使用投影幕布可以有效提高投影画面的亮度、饱和度及色彩层次，还可以提升抵抗环境光以及自然光干扰的能力。投影幕布应符合表9的技术要求。

表9 投影幕布技术要求

序号	项目	技术要求	必备/可选
1	增益	> 0.58	必备
2	增益均匀性	$> 70\%$	必备
3	环境光遮蔽率	$> 50\%$	可选
4	色彩还原	$\Delta U > 0.02$; $\Delta V > 0.02$	必备
5	半增益半视角	$> 20^\circ$	必备
6	侧投	支持	必备

5.4 显示设备能耗要求

为推动显示器行业的绿色发展，减少能源消耗和环境污染。家庭使用的显示设备应符合国家相关能耗规定。

6. 独立音频系统技术要求

为了更好的体验菁彩声（Audio Vivid）所带来的真实和沉浸感，菁彩家庭试听房间建议配备独立的音频设备，包括但不限于功放、扬声器、Soundbar等设备，从而满足人们对声音还原度的要求以及沉浸式体验的需求。独立音频系统可由功放加扬声器或Soundbar收听方式构成。

6.1 功放与扬声器

独立的音频系统可通过功放加扬声器的形式来实现。

菁彩家庭功放与扬声器的配置应符合表10的技术要求。

表10 菁彩家庭功放与扬声器技术要求

序号	项目		技术要求	必备/建议
1	功放	解码	菁彩声（Audio Vivid）	必备
		多扬声器渲染	支持三维声/环绕声/立体声	建议
2	扬声器	空间布局图	符合附录9.1、9.2	建议

6.2 Soundbar

独立的音频系统可通过Soundbar的形式来实现。

菁彩家庭Soundbar的配置应符合表11的技术要求。

表11 菁彩家庭Soundbar技术要求

序号	项目		技术要求	必备/建议
1	Soundbar	解码	菁彩声（Audio Vivid）	必备
		多扬声器渲染	支持三维声/环绕声/立体声	建议

7. 家庭收看收听房间建议

在设计或者布置家庭收看收听所需的视听房间时，房间照度建议 $\leq 25\text{Lux}$ ，连续稳态噪声建议 $\leq 45\text{dBA}$ 。

视听房间的长宽高比可按照下列公式进行计算：

$$1.1 \times \frac{W}{H} \leq \frac{L}{H} \leq \left(4.5 \times \frac{W}{H} - 4 \right) \text{ 且 } \left(\frac{L}{H} < 3, \frac{W}{H} < 3 \right)$$

其中L:长, W:宽, H:高, 房间长宽高示意图如图4所示。例如：房间高度为2.8m时，适宜的房间长度在3.6m~8.4m，房间宽度在3.3m~7.6m，长宽比在1.1~2.5。

为使房间的传输频率特性均匀，避免产生声学问题，房间的长宽高宜尽量避免相同或使用简单的整数比。

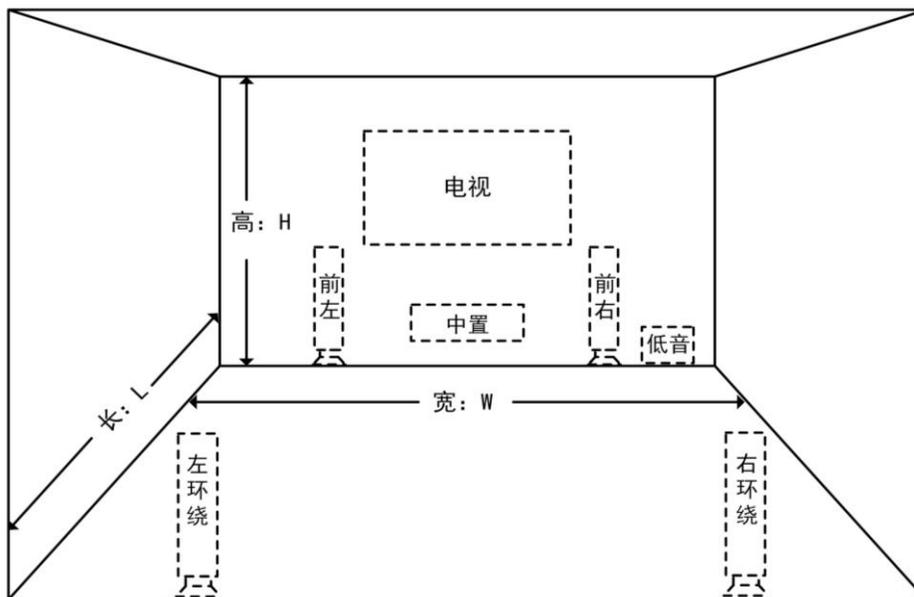


图4 家庭收看收听的房间长宽高示意图

8. 视觉和听觉健康

8.1 视觉健康

1. 显示系统光生物安全技术要求

蓝光危害指的是由波长主要介于400nm和500nm的辐射照射后引起的光化学作用，导致视网膜损伤的潜在风险。

显示系统蓝光加权辐亮度应满足国标GB/T 20145的相关要求，即蓝光防护等级要求为RG0。爆辐时间、

辐亮度和辐照度与危害等级说明如表12所示。

表12 曝辐时间、辐亮度和辐照度与危害等级说明

危害等级	危害等级名称	相应的曝辐时间的范围 (s)	蓝光危害辐亮度范围 ($W/m^2/sr$)	蓝光小光源辐照度范围 (W/m^2)
RG0	免除	>10000	<100	<1
RG1	低危险	100~10000	100~10000	<1
RG2	中等危险	0.25~100	10000~4000000	1~400
RG3	高危险	<100	>4000000	>400

通过软件参数调整和改变面板背光源的硬件结构，使得终端屏幕的有害蓝光能量占比 $\leq 20\%$ ，以降低其对视网膜的潜在损伤。

2. 显示系统频闪技术要求

显示器的抗闪烁性能需符合要求，避免屏幕闪烁对用户造成不适或视觉疲劳。显示系统在频率 f 处的亮度调制比建议满足按照表13所示的要求。

表13 显示系统频闪技术要求

频率范围	亮度调制比
$f < 90 \text{ Hz}$	$< 0.01f/100$
$90 \text{ Hz} \leq f \leq 3000 \text{ Hz}$	$< 0.0333f/100$
$f > 3000 \text{ Hz}$	无限制

表13中的“ f ”代表刷新率 (Refresh rate)。刷新率是指显示器每秒更新图像的次数，通常以赫兹 (Hz) 为单位表示。较高的刷新率可以使图像更加流畅，减少眼睛疲劳和眩光感，提高视觉体验。

综上所述，光生物安全技术要求涵盖了蓝光辐射控和抗闪烁性能方面，以确保显示系统在使用过程中对用户的健康和安全没有不良影响。

3. 显示系统亮度自适应

在显示系统中，建议显示设备亮度对环境光有自适应功能。显示设备亮度可随环境光的变化而改变，从而减少亮度对视觉健康的影响。

8.2 听觉健康

1. 声压级建议值

由于家用视听设备扬声器的音量级范围大，且很少用最大音量去播放，所以扬声器设备不适合最大声压级

测量，改为中间音量以下音量的播放声压级需低于一个建议值85dBA。

2. 安全告警提示

当声压级大于一定值85dBA时，建议设备弹窗提示用户降低音量。

9. 附录

9.1 扬声器配置及布局建议

1. 5.1+4H扬声器配置和布局

5.1+4H扬声器是指在视听空间中双耳高度设置5个扬声器，分别为左声道（L）、右声道（R）、中置声道（C）、左环绕声道（Ls）、右环绕声道（Rs），在空间上方设置4个扬声器，分别为左上前声道（Ltf）、右上前声道（Rtf）、左上后声道（Ltr）、右上后声道（Rtr），以及1个低频效果声道（LFE）共同组成三维声收听环境。扬声器布局的摆放位置对真实还原音场尤为重要。

1) 5.1+4H扬声器配置

5.1+4H扬声器配置见表14。

表14 5.1+4H扬声器配置

扬声器标签	声道		扬声器水平角范围 °	扬声器俯仰角范围 °
	标签	名称		
M+030	L	左	+30	0
M-030	R	右	-30	0
M+000	C	中置	0	0
LFE1	LFE	低频效果	—	—
M+110	Ls	左环绕	+100 .. +120	0
M-110	Rs	右环绕	-100 .. -120	0
U+030	Ltf	左上前	+30 .. +45	+30 .. +55
U-030	Rtf	右上前	-30 .. -45	+30 .. +55
U+110	Ltr	左上后	+100 .. +135	+30 .. +55
U-110	Rtr	右上后	-100 .. -135	+30 .. +55

注1：U表示上层，M表示耳部高度层。

注2：水平角以面向正前方时向左侧旋转为正值；俯仰角是以人耳为顶点由入射声轴和水平面构成的夹角，水平面上方为正值。

注3：耳部高度层扬声器共圆，圆心即为最佳听音位，除LFE扬声器外，所有扬声器宜处于同一个球面上。以仰角30°为例，如听音半径为2m，则上层扬声器的高度为 $1.2+2\times\sin(30^\circ)=2.2$ ，即上层扬声器的声中心距地面2.2m。

注4：此表不适用于反射型扬声器。

2) 5.1+4H扬声器布局

5.1+4H扬声器布局见图5。

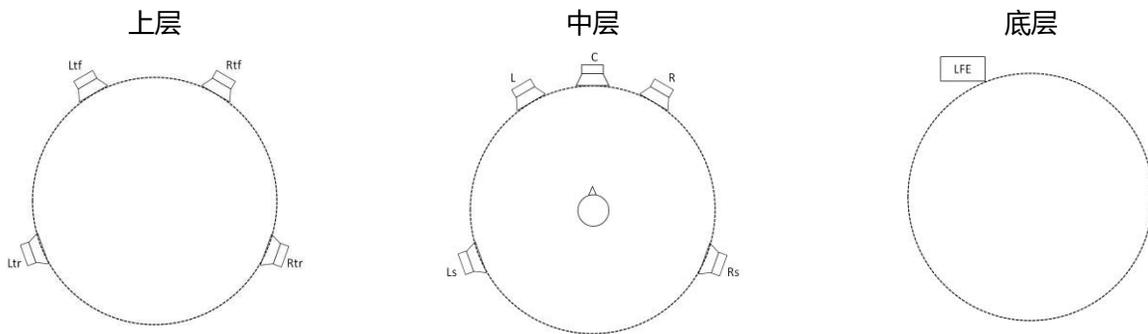


图5 5.1+4H扬声器布局

2. 5.1+2H扬声器配置和布局

与5.1+4H扬声器布局不同，5.1+2H简化掉左上后声道（Ltr）和右上后声道（Rtr），从听觉效果来说三维空间感略差。

1) 5.1+2H扬声器配置

5.1+2H扬声器配置见表15。

表15 5.1+2H扬声器配置

扬声器标签	声道		扬声器水平角范围 °	扬声器俯仰角范围 °
	标签	名称		
M+030	L	左	+30	0
M-030	R	右	-30	0
M+000	C	中置	0	0
LFE1	LFE	低频效果	—	—
M+110	Ls	左环绕	+100 .. +120	0 .. +15
M-110	Rs	右环绕	-100 .. -120	0 .. +15
U+030	Ltf	左上前	+30 .. +45	+30 .. +55
U-030	Rtf	右上前	-30 .. -45	+30 .. +55

注1：U表示上层，M表示耳部高度层。

注2：水平角以面向正前方时向左侧旋转为正值；俯仰角是以人耳为顶点由入射声轴和水平面构成的夹角，水平面上方为正值。

注3：耳部高度层扬声器共圆，圆心即为最佳听音位，除LFE扬声器外，所有扬声器宜处于同一个球面上。以仰角30°为例，如听音半径为2m，则上层扬声器的高度为 $1.2+2 \times \sin(30^\circ) = 2.2$ ，即上层扬声器的声中心距地面2.2m。

注4：此表不适用于反射型扬声器。

2) 5.1+2H扬声器布局

5.1+2H扬声器布局见图6。

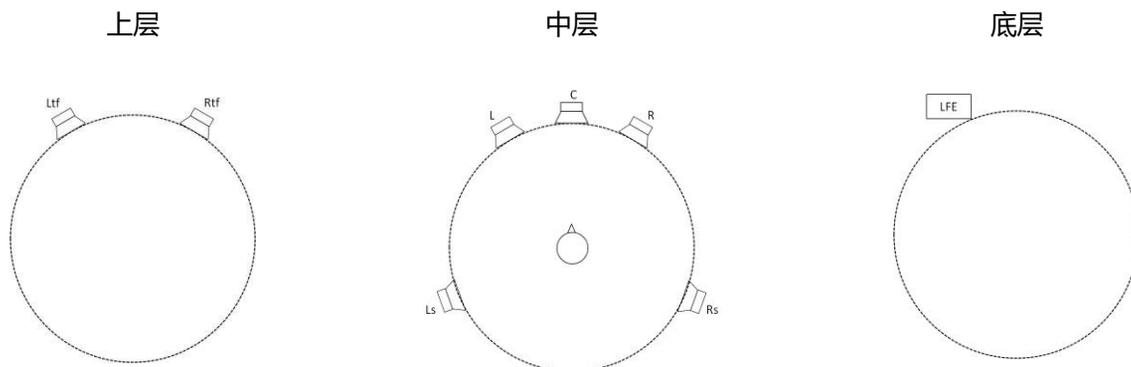


图6 5.1+2H扬声器布局

3. 5.1扬声器配置及布局

5.1扬声器布局简化了上层空间音场，能够完整体现环绕声的效果，但不能展现三维空间感。

1) 5.1扬声器配置

5.1扬声器配置见表16。

表16 5.1扬声器配置

扬声器标签	声道		扬声器水平角范围 °	扬声器俯仰角范围 °
	标签	名称		
M+030	L	左	+30	0
M-030	R	右	-30	0
M+000	C	中置	0	0
LFE1	LFE	低频效果	—	—
M+110	Ls	左环绕	+100 .. +120	0 .. +15
M-110	Rs	右环绕	-100 .. -120	0 .. +15

注1：M表示耳部高度层。
注2：水平角以面向正前方时向左侧旋转为正值；俯仰角是以人耳为顶点由入射声轴和水平面构成的夹角，水平面上方为正值。

2) 5.1扬声器布局

5.1扬声器布局见图7。

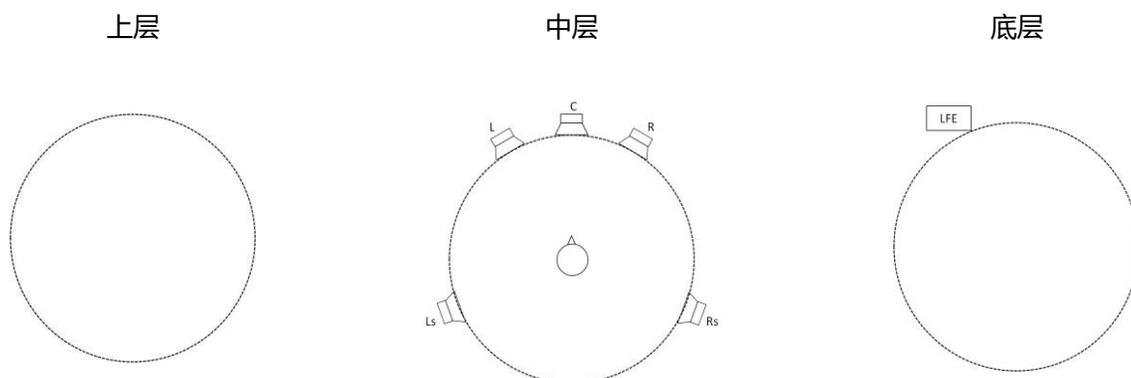


图7 5.1扬声器布局

9.2 视频显示屏尺寸与扬声器球形布局半径的建议

为能够沉浸式感受超高清视听效果，建议根据显示屏尺寸来设置扬声器位置。图8和图12中横坐标为显示屏对角线尺寸，纵坐标为球形布局中心点到中置音响距离。图中标准4.8H为4.8倍显示屏高度，3.2H、1.6H、0.8H同理，倍率越小沉浸感越强。

1. 超高清视频显示屏与M+000扬声器对齐的布局建议

超高清视频显示屏与M+000扬声器对齐的布局建议见图8~11。

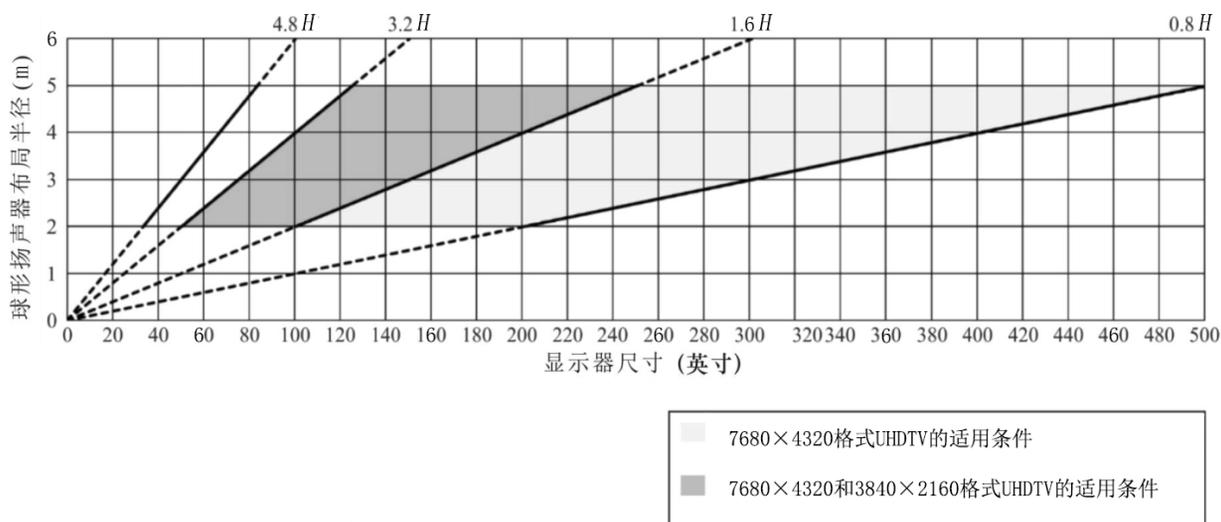


图8 球形扬声器布局半径与视频显示屏尺寸的关系 (与M+000扬声器对齐)

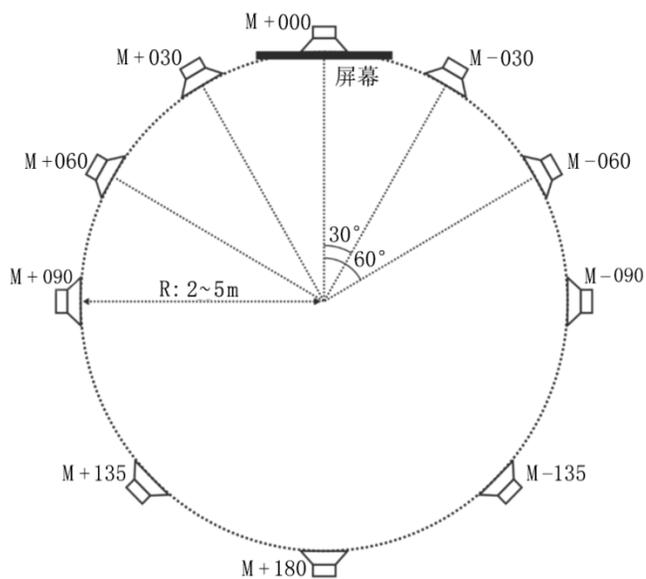


图9 视距3.2H时球形扬声器布局建议

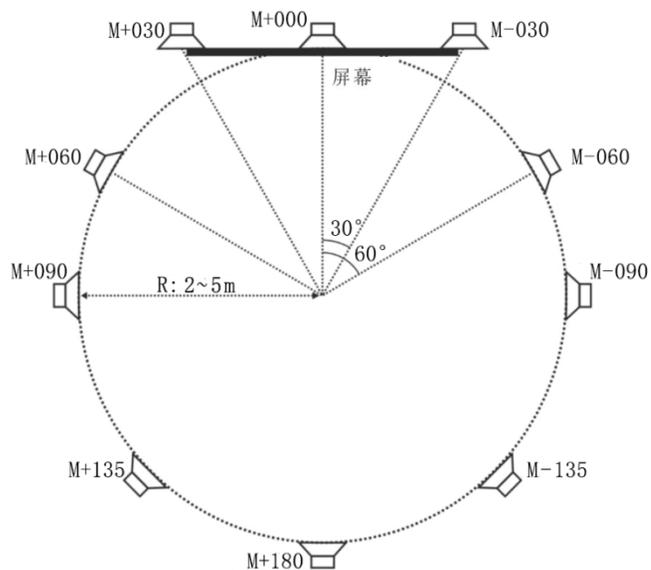


图10 视距1.6H时球形扬声器布局建议

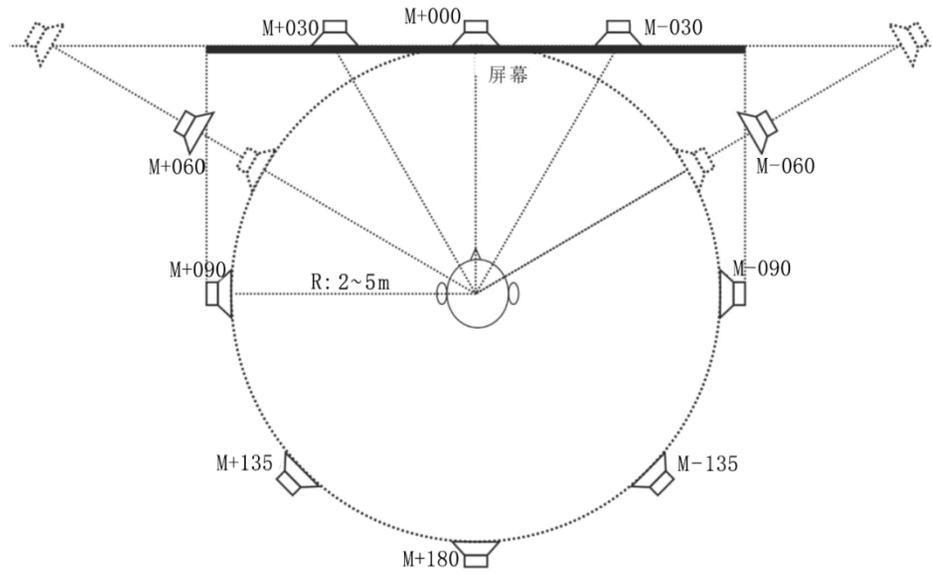


图11 视距0.8H时球形扬声器布局建议

2. 超高清视频显示屏与M+030和M-030扬声器对齐的布局建议

超高清视频显示屏与M+030和M-030扬声器对齐的布局建议见图12~15。

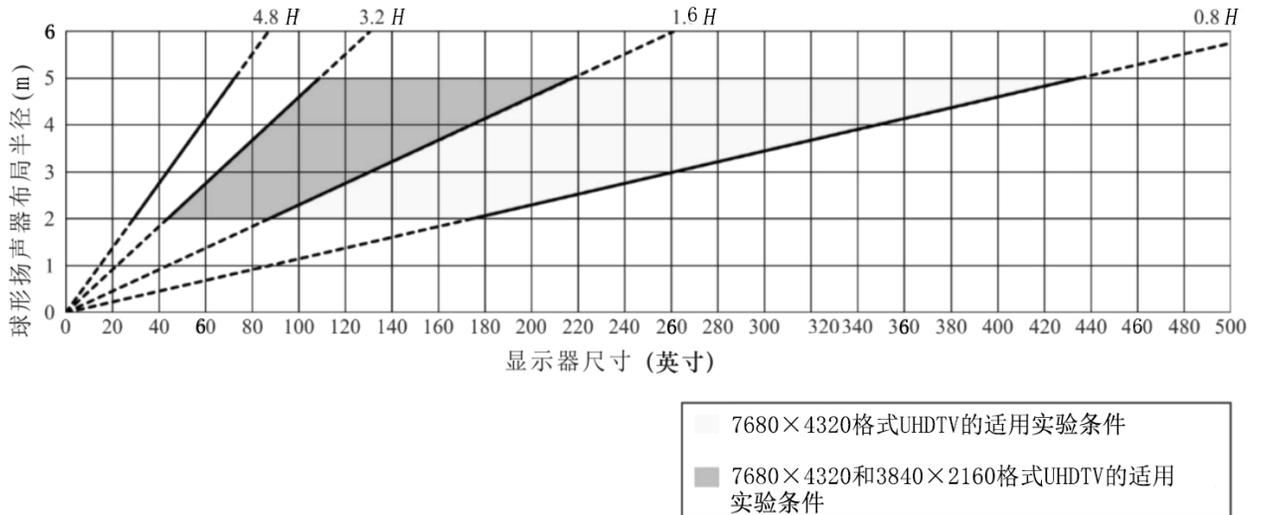


图12 球形扬声器布局半径与视频显示屏尺寸的关系 (与M+030和M-030扬声器对齐)

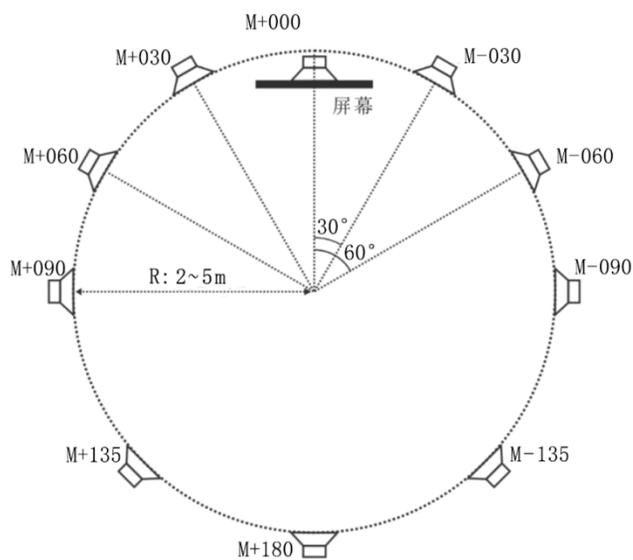


图13 视距3.2H时球形扬声器布局建议

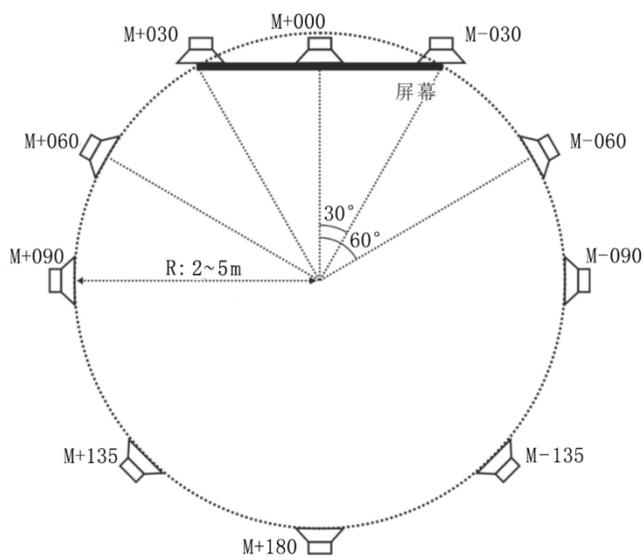


图14 视距1.6H时球形扬声器布局建议

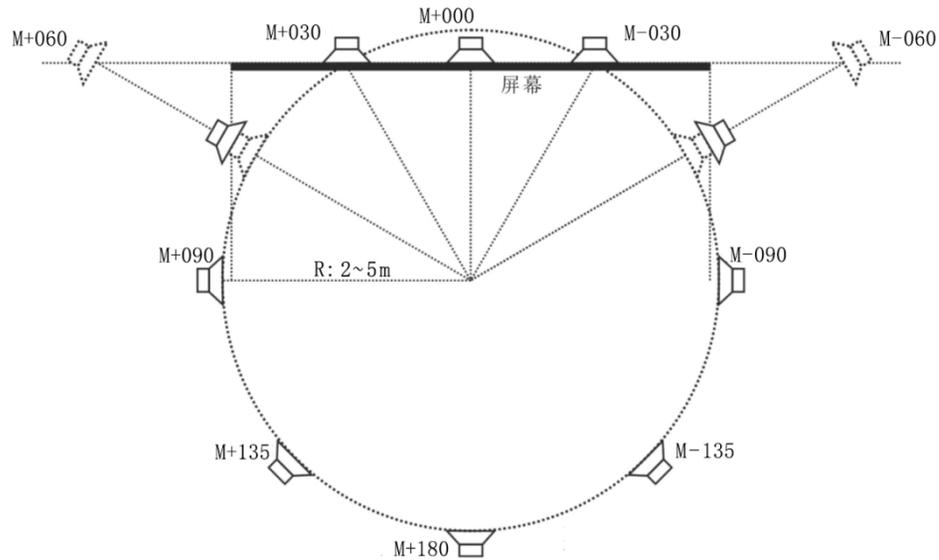


图15 视距0.8H时球形扬声器布局建议

9.3 系统典型案例

1. 支持菁彩影像 (HDR Vivid) 电视机的解决方案

电视机具有菁彩影像 (HDR Vivid) 认证、解码器同时具备菁彩影像 (HDR Vivid) 和菁彩声 (Audio Vivid) 认证时, 可以采用解码器透传菁彩影像 (HDR Vivid) 方式。将带有菁彩影像 (HDR Vivid) 编码的视频信号传输到电视机进行解码, 音频解码渲染模块将三维声信号经过菁彩声 (Audio Vivid) 解码并实时渲染后, 通过解码终端的模拟音频接口将信号送至不同的扬声器, 在5.1+4H多音箱环境下实现了十声道的三维声听音体验。

支持菁彩影像 (HDR Vivid) 电视机连接方式如图16所示。

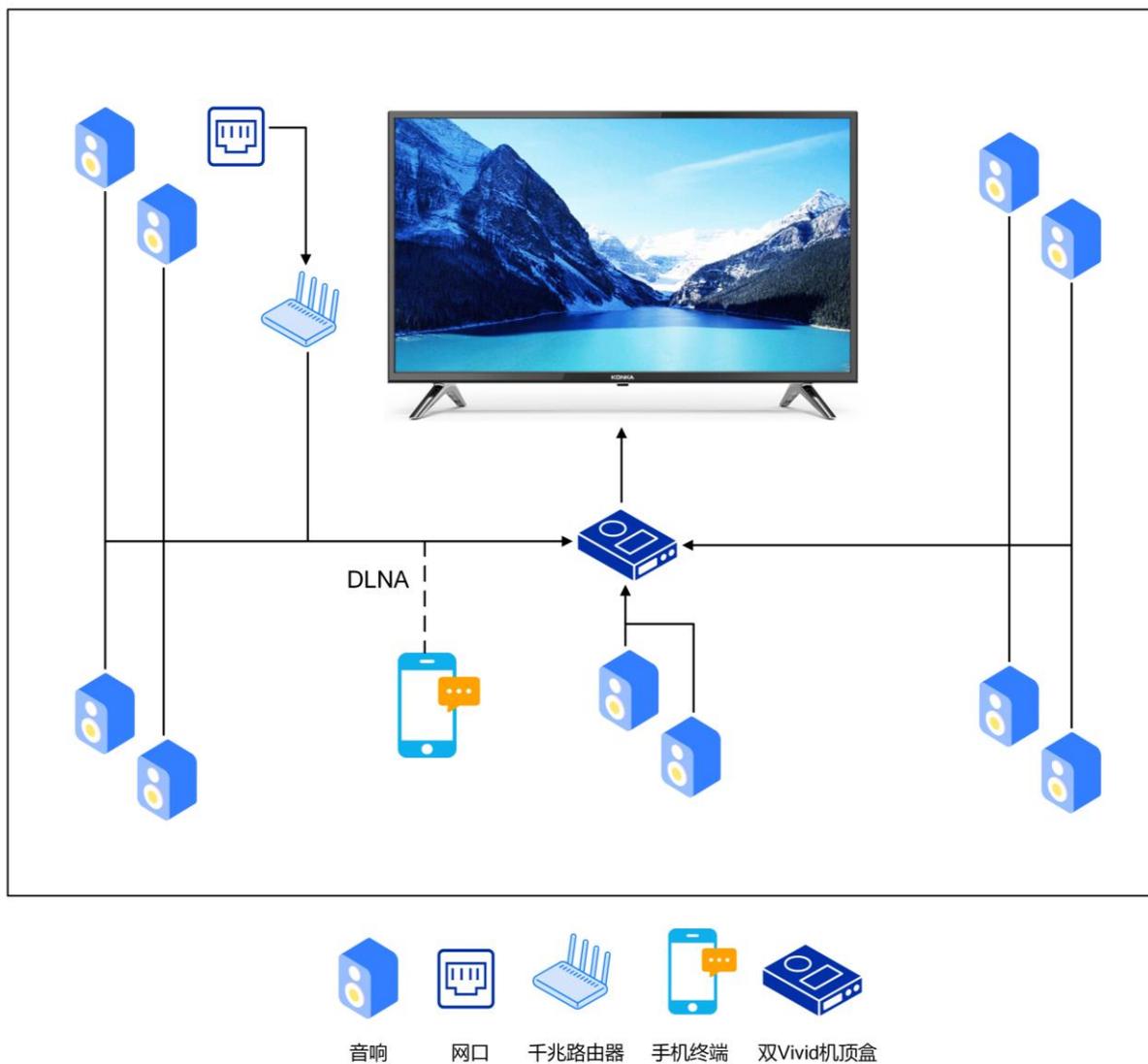


图16 支持菁彩影像 (HDR Vivid) 电视机的解决方案

2. Micro LED菁彩视听解决方案

随着硬件水平的不断提高，消费者对于视听体验的需求也随之提升。新一代显示技术Micro LED集LCD和OLED长处于一身，同时拥有高画质、广色域、低能耗等优势，让消费者享受沉浸式的大屏或超大屏观看体验。Micro LED处理菁彩影像 (HDR Vivid) 信号的方式如图17所示。

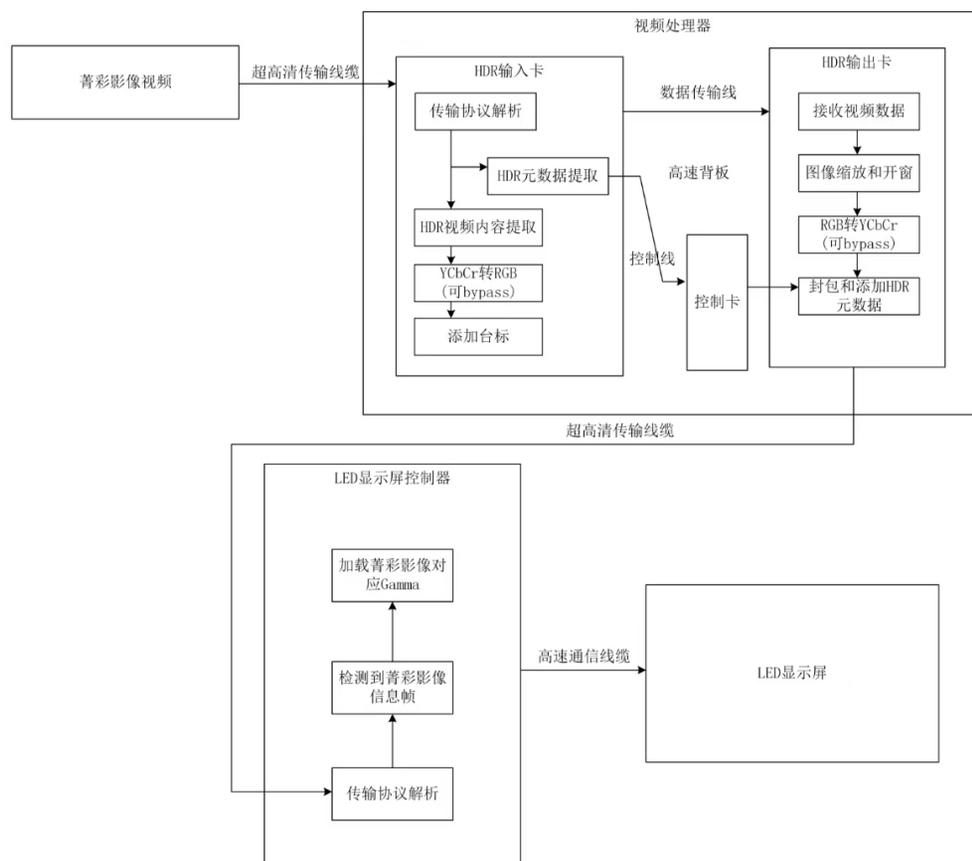


图17 Micro LED处理菁彩影像（HDR Vivid）信号的方式

部分Micro LED产品现已通过世界超高清视频产业联盟HDR Vivid认证，如图18所示。Micro LED产品为菁彩家庭带来更优质的视听体验，其尺寸覆盖108英寸至216英寸，搭载高性能Micro LED芯片和驱动IC，能够呈现高亮度、真画质效果。

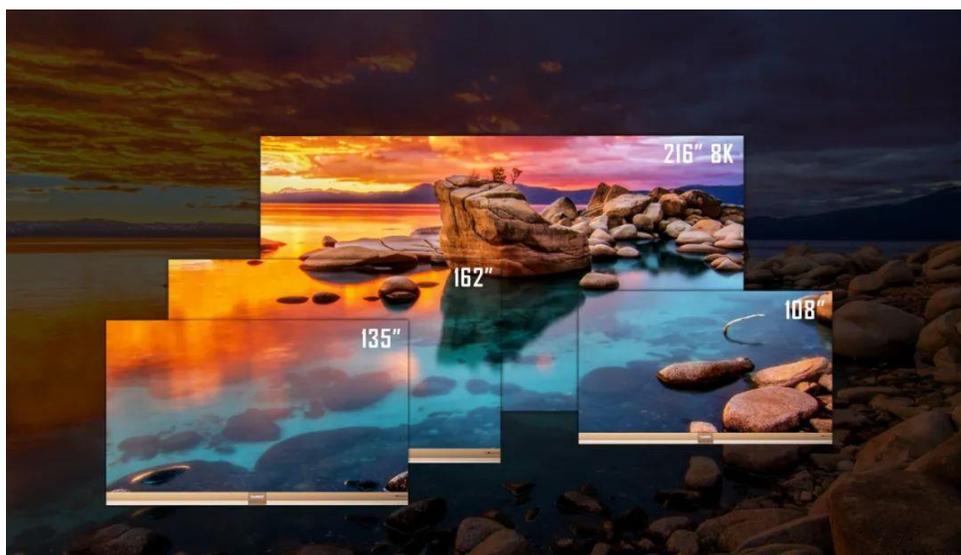


图18 通过HDR Vivid认证的Micro LED屏幕

3. 央视频投屏解决方案

根据电视/机顶盒型号判断设备是否支持菁彩家庭的硬解，并对支持硬解的设备调用其自身播放器，对视频编码信号进行硬解码。视频解码模块将超高清视频信号解码，音频解码渲染模块将三维声编码信号经过菁彩声（Audio Vivid）解码和实时渲染，使用设备内置音箱进行输出。不支持硬解码的设备通过央视频电视投屏助手的播放器，对超高清视频信号进行软解，音频解码渲染模块将三维声编码信号经过菁彩声（Audio Vivid）软解和实时渲染后通过设备内置音箱输出。

除此之外，央视频采用高码率视频传输、菁彩影像（HDR Vivid）、菁彩声（Audio Vivid）、手机电视同步听等技术，使用户通过投屏方式享受试听效果更好的4K、8K超高清节目以及菁彩影像（HDR Vivid）和菁彩声（Audio Vivid）节目。

央视频投屏连接方式如图19所示。

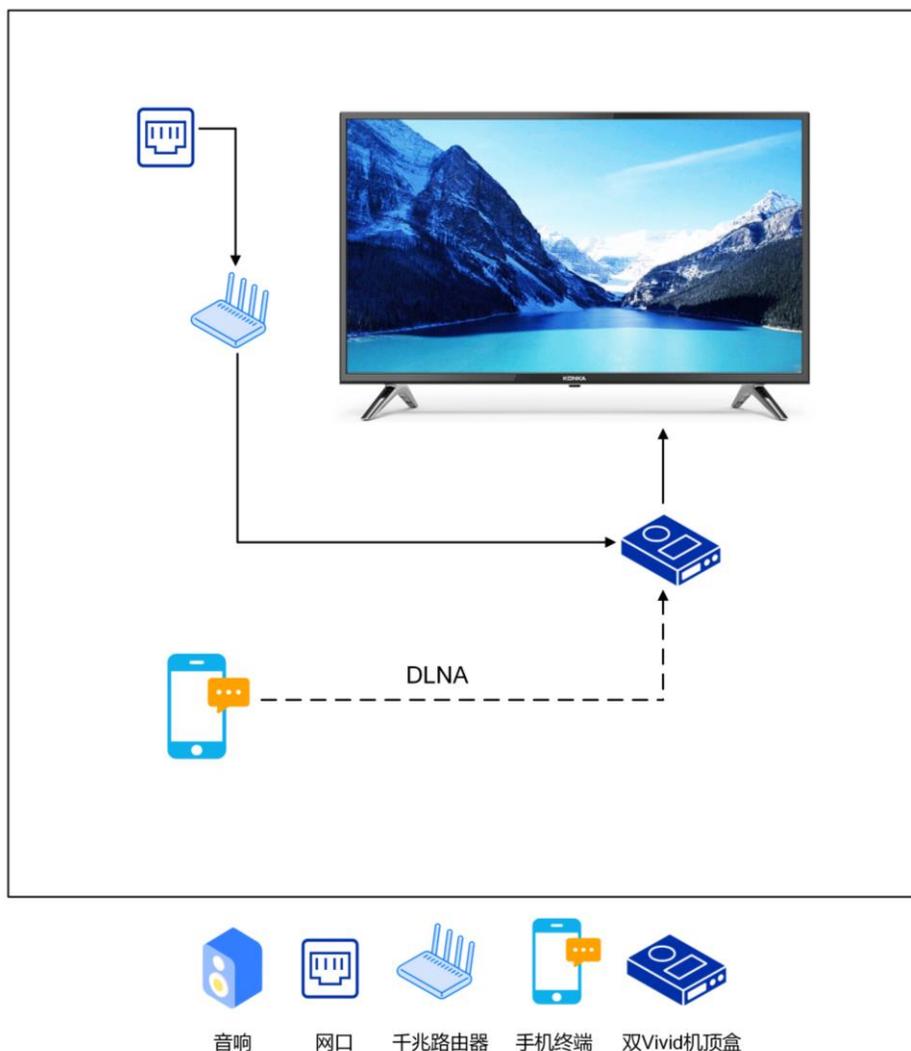


图19 央视频投屏解决方案

4. 存量电视的菁彩影像 (HDR Vivid)、菁彩声 (Audio Vivid) 解决方案

由于市场上还有大量的存量电视尚未支持菁彩影像 (HDR Vivid) 和菁彩声 (Audio Vivid)，除了少数电视可以通过软件升级来支持上述菁彩视听技术外，还需要有其他解决方案来为无法升级的存量电视提供菁彩影像 (HDR Vivid) 和菁彩声 (Audio Vivid) 支持。存量电视的连接方式如图20所示。

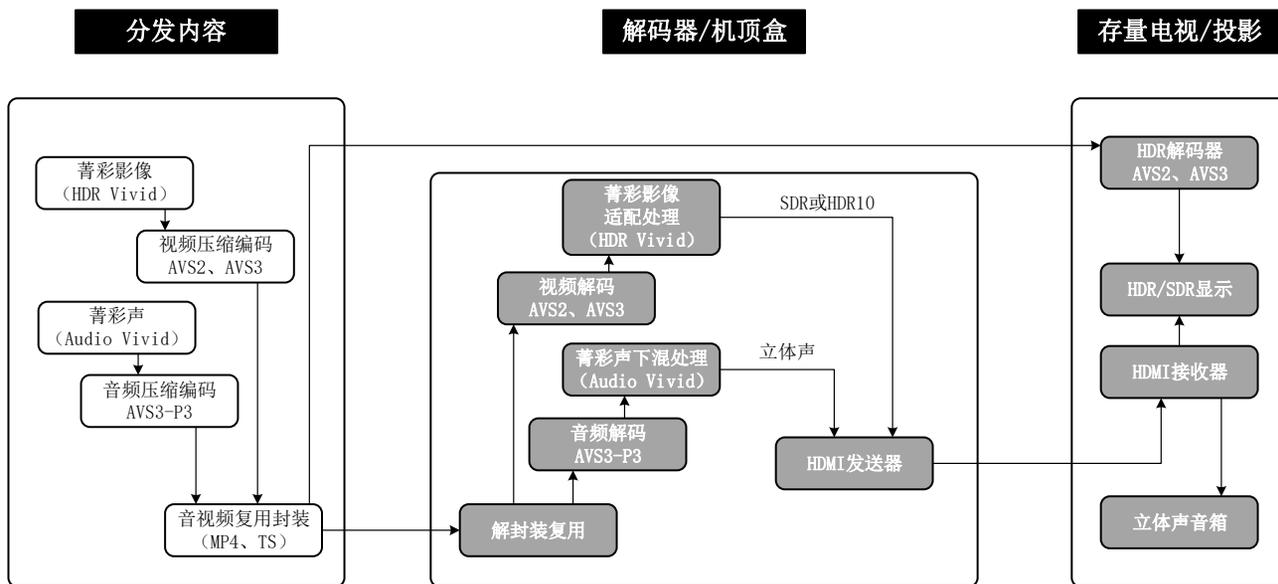


图20 存量电视的菁彩影像 (HDR Vivid) 和菁彩声 (Audio Vivid) 解决方案

对于不支持菁彩家庭的存量电视来说，菁彩影像 (HDR Vivid) 标准划分了SDR电视和HDR电视。对其中的HDR电视来说，菁彩影像 (HDR Vivid) 技术上可以后向兼容，因此这类电视可以按照PQ或者HLG两种基本的HDR方式解码和显示菁彩影像 (HDR Vivid) 内容，用户仍可以看到一个效果基本正常的HDR的视频。而对于SDR电视来说，由于有可能出厂年代过早而无法解码菁彩影像 (HDR Vivid) 编码所用的10bit视频压缩数据，导致无法直接解码和呈现菁彩影像 (HDR Vivid) 内容。对这一类电视则需要借助外部解码器（包括但不限于专业解码器、机顶盒）来实现菁彩影像 (HDR Vivid) 视频内容的解码，并通过设备间的视音频接口来传输和呈现图像。对于菁彩声 (Audio Vivid) 来说，无法升级的存量电视通常无法直接解码和渲染菁彩声 (Audio Vivid) 音频内容，因此需要依托外部解码器来完成菁彩声 (Audio Vivid) 内容解码并将菁彩声 (Audio Vivid) 中的三维声或环绕声下混为双声道再通过视音频接口传输给电视。

9.4 缩略语

DRM 数字版权管理 (Digital Rights Management)

EOTF 电光转换函数 (Electro-Optical Transfer Function)

HDR 高动态范围 (High Dynamic Range)

HLG 基于混合对数伽马量化方法 (Hybrid Log-Gamma)

IPTV 网络电视 (Internet Protocol TV)

LED 发光二极管 (Light Emitting Diode)

LFE 低频效果 (Low Frequency Effect)

OETF 光电转换函数 (Opto-Electrical Transfer Function)

PQ 基于人眼特性的感知量化方法 (Perceptual Quantizer)

9.5 引用

[1] GB/T 20145-2006 灯和灯系统的光生物安全性

[2] GB/T 41809-2022 超高清晰度电视系统节目制作和交换参数值 (ITU-R BT.2020-2)

参考文献

- [1] T/UWA 005.1 《高动态范围 (HDR)视频技术第1部分: 元数据及适配》世界超高清视频产业联盟标准
- [2] T/UWA 012.1 《“百城千屏”超高清视音频传播系统节目播出技术要求》世界超高清视频产业联盟标准
- [3] T/UWA 012.4 《“百城千屏”超高清视音频传播系统专业解码器技术要求》世界超高清视频产业联盟标准
- [4] T/UWA 005.3-1 《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》世界超高清视频产业联盟标准
- [5] T/UWA 012.6 《“百城千屏”超高清视音频传播系统网络传输技术要求》世界超高清视频产业联盟标准
- [6] GB50096-2011 《住宅设计规范》



UHD World Association
世界超高清视频产业联盟

联系我们：
UWA联盟邮箱：support@theuwa.com
UWA联盟官网：www.theuwa.com