

# 世界超高清视频产业联盟团体标准

T/UWA 047—2026

---

## 车载空间音频有声剧制作标准

Production standard for in-vehicle spatial audio drama

2026 - 05 - 28 发布

2026 - 05 - 28 实施

---



## 目 次

前 言 .....	II
引 言 .....	III
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 制作环境 .....	1
5.1 监听环境 .....	1
5.1.1 混音棚监听环境 .....	1
5.1.2 车载监听环境 .....	2
5.2 混音系统软硬件环境 .....	2
5.2.1 输入输出要求 .....	2
5.2.2 硬件功能要求 .....	2
5.2.2.1 音频接口功能 .....	2
5.2.2.2 监听控制器功能 .....	2
5.2.3 软件功能要求 .....	2
6 工程文件制作规格与要求 .....	2
6.1 工程制作音源 .....	2
6.2 声床 / 对象 .....	2
6.3 声像定位 .....	2
6.4 低频通道 .....	3
6.5 车载适配 .....	3
7 编码要求与文件格式 .....	3
7.1 编码要求 .....	3
7.2 文件格式 .....	3
7.2.1 文件格式 .....	3
7.2.2 分发文件响度要求 .....	3
附 录 A .....	4
空间音频有声剧制作流程 .....	4
附 录 B .....	5
人声/音效声场均匀度测试方法 .....	5
B.1 概述 .....	5
B.2 测试目的 .....	5
B.3 测试准备 .....	5
B.4 测量方法 .....	5

## 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》的规定起草。

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：上海喜马拉雅科技有限公司、中央广播电视总台、国家广播电视总局广播电视规划院、华为技术有限公司、中汽智能科技（天津）有限公司、长城汽车股份有限公司、吉利汽车控股有限公司、奇瑞汽车股份有限公司、第一汽车股份有限公司、东风汽车集团有限公司、广州汽车集团股份有限公司、上海蔚来汽车有限公司、深蓝汽车科技有限公司、先锋电子（中国）投资有限公司、北京流金岁月传媒科技股份有限公司、北京声响节拍影视传媒有限公司、马栏山音视频实验室、上海大宁资产经营（集团）有限公司、北京元响智能科技有限公司、南京艺术学院

本文件主要起草人：武冰冰、卢妍婷、陈晨、宁金辉、张建东、朱梦尧、高原、张世琦、田喆、王海盈、耿滢洁、李莉、马桂林、仲旭、刘明月、曾桂华、田进、贺洪江、时瑞浩、史晓磊、曾一峰、谷丰、宁黎、周凯旋、马学睿、王智、王月、俞志峰、黑维炜、王超、吕一新、冯心韵。

## 引 言

随着汽车产业与音频技术深度融合，车载空间已成为高品质音频内容消费的重要场景。空间音频有声剧凭借叙事完整性与听觉沉浸感，成为丰富驾乘体验、提升车载内容价值的核心形态，对推动智能座舱体验升级、促进音视频与汽车产业融合发展具有重要意义。

M1/M2 类车辆作为个人及家庭出行的主流载体，其座舱声学环境、使用场景与安全要求具备鲜明特殊性，亟需统一、专业、可落地的技术规范，保障空间音频有声剧在车载场景下的音质表现、声场均衡与收听安全。制定本标准，有利于建立车载空间音频有声剧的全流程技术体系，明确内容制作、声床配置、声像定位、编码与分发的统一要求，提升内容品质与用户体验一致性。

本标准面向产业协同，可作为 M1/M2 类车辆车载音频系统设计方、有声剧制作方技术对接的依据，供音频平台、内容制作机构共同遵循，推动制作方、平台方与车企高效对接，促进车载空间音频有声剧规范化、规模化、高质量发展，助力超高清视频产业与智能汽车产业融合创新。



# 车载空间音频有声剧制作标准

## 1 范围

本文件规定了M1/M2类车辆车载空间音频有声剧制作的监听环境、工程文件制作规格与要求、编码要求与文件格式等。

本文件适用于 M1/M2 类车辆车载空间音频有声剧的生产与分发。

## 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。

- GB/T 14471 头戴耳机通用规范
- GB/T 15089 机动车辆及挂车分类
- GB/T 42758-2023 用于节目制作的先进声音系统
- GB/T 46271-2025 信息技术三维声技术编码、分发与呈现
- GY/T 377-2023 网络视听节目音频响度技术要求和测量方法
- ITU-R BS. 2088-1 用于带有元数据的音频节目材料国际交换的长文件格式（Long-form file format for the international exchange of audio programme materials with metadata）
- T/UWA 009.3-4-2024 三维声音技术规范 第 3-4 部分：技术要求和测试方法 车载音频系统
- T/UWA 009.3-5-2024 三维声音技术规范 第 3-5 部分：技术要求和测试方法 菁彩声混音棚

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1 车载空间音频有声剧 In-Vehicle Spatial Audio Drama

以车载场景为播放载体，包含人声（旁白、对白）、音乐、音效等多元素材，采用空间音频技术制作的有声剧内容。

## 4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

- ADM：音频定义模型（Audio Definition Model）
- LFE：低频效果（Low-Frequency Effects）
- LRA：响度动态范围（Loudness Range）
- LU：响度单位（Loudness Unit）

## 5 制作环境

### 5.1 监听环境

#### 5.1.1 混音棚监听环境

混音棚应符合 T/UWA 009.3-5-2024 中6.1.1、6.1.2中的要求。

混音棚中的监听系统适配要求如下：

- a) 扬声器应符合 GB/T 42758-2023 中 7.1.4 声道配置；
- b) 耳机应符合 GB/T 14471 要求。

### 5.1.2 车载监听环境

宜将符合 GB/T 15089 规定的 M1/M2 车辆作为辅助制作监听环境，车载监听环境应符合 T/UWA 009.3-4-2024 中第 6 章技术要求。

## 5.2 混音系统软硬件环境

### 5.2.1 输入输出要求

混音系统输入输出要求应符合 T/UWA 009.3-5-2024 中 6.2 技术要求。

### 5.2.2 硬件功能要求

#### 5.2.2.1 音频接口功能

音频接口应至少支持 1 组 12 通道的输出。

#### 5.2.2.2 监听控制器功能

监听控制器应至少支持 1 组 12 (7.1.4) 通道的输出。应具备 T/UWA 009.3-5-2024 中表 2 的功能。

### 5.2.3 软件功能要求

软件系统功能应符合 T/UWA 009.3-5-2024 中 6.2.3 的要求。

## 6 工程文件制作规格与要求

### 6.1 工程制作音源

工程制作音源满足以下要求：

- a) 素材格式：宜使用高保真原始素材，宜采用格式为 48kHz 采样率，24bit 量化比特的 WAV、FLAC；
- b) 多声道适配：使用多声道原始素材时，应确保声道映射与制作环境的监听系统匹配；
- c) Ambisonics 适配：使用 Ambisonics 原始素材时，应确保声道映射与制作环境的监听系统匹配；  
注：Ambisonics 是一系列基于声场的空间谐波分解和各阶近似的空间声系统。

### 6.2 声床 / 对象

声床/对象满足以下要求：

- a) 声床配置：空间音频有声剧工程文件宜采用 7.1.2 及以上声床，确保声场覆盖车内不同座位区域；
- b) 声床分配：宜使用多声道原始素材或使用声道扩展插件将单声道素材扩展为多声道后按照对应声道映射分配到声床；不宜通过简单声道复制将单声道素材扩展为多声道；
- c) 声道数限制：声床声道数与音频对象声道数总和不应超出空间音频制作软件的解码与渲染能力；
- d) 对象属性：音频对象可包含静态与动态两类，应标注位置变化轨迹元数据。

### 6.3 声像定位

声像定位满足以下要求：

- a) 重点声像定位应在混音棚中验证，在大部分时间维持在混音位置正前方的  $\pm 30^\circ$  范围内。除重点声像定位要求外，动态音效的移动范围不宜跨越驾驶位正前方核心区域，减少视觉分心关联影响；
- b) 音效定位。动态音效的移动宜在大部分时间维持在混音位置正前方的  $\pm 90^\circ$  核心区域，减少对行车的干扰；
- c) 声像稳定性：应在混音棚中，在扬声器渲染、双耳渲染两种模式下监听，保证声像全程稳定性，无声像抖动等问题。

#### 6.4 低频通道

低频效果（LFE）通道应仅限 120Hz 以下频段内容，全频内容（如人声、乐器基音等）不应分配至 LFE 通道。

#### 6.5 车载适配

车载适配满足以下要求：

- a) 人声及音效声场均匀度优化：针对不同座位（驾驶位、副驾位、后排中间座位）的声场，应调整制作时各声道音量平衡，具体测量方法和推荐范围参考附录 B；
- b) 多车型人声及音效声场均匀度优化：宜至少在 M1/M2 车型各一种车型上分别进行人声及音效声场均匀度检查；
- c) 宜使用“车载模拟双耳渲染”对支持但不具备测试回放条件的车型进行声场模拟，确保对应车型的驾驶位、后排位等不同乘车视角的听觉效果。测量目的和标准与附录 B 保持一致。

### 7 编码要求与文件格式

#### 7.1 编码要求

编码满足以下要求：

- a) 参数范围：编码后音频的采样率宜为 48kHz；
- b) 编码格式宜支持符合 GB/T 46271-2025 的 Audio vivid（菁彩声）编码；
- c) 编码通道数：分发编码后的声床声道数与音频对象声道数总和不应超出其相对应的解码器和渲染器的解码与渲染能力。若符合 GB/T 46271-2025 的 Audio Vivid（菁彩声）编码，编码后的声床声道数与音频对象声道数总和不应超出 16 个。

#### 7.2 文件格式

##### 7.2.1 文件格式

母版文件。宜提交并保留符合 ITU-R BS.2088-1 标准的 ADM BWF 文件，ADM BWF 文件应包含完整元数据（含声床和对象声道配置、动态声像轨迹）。

分发文件。宜转码为符合 GB/T 46271-2025 标准的 AV3A 格式的分发文件。

##### 7.2.2 分发文件响度要求

基于 GY/T 377-2023 中规定，分发文件响度应满足以下规定：

- a) 空间音频编码后的分发文件的平均响度应保持一致，应为 -15LKFS 或 -24LKFS，偏差应不超过  $\pm 2LU$ ；
- b) 网络平台宜同时提供和分发 -15 LKFS 和 -24 LKFS 两种版本供用户选择用于嘈杂环境适配；
- c) 编码后的分发文件宜包含符合 GB/T 46271-2025 的响度元数据；
- d) 音频电平真峰值应不超过 -1dB TP；
- e) 响度动态范围（LRA）应避免因响度波动过大导致听众频繁调节音量。

## 附录 A

(资料性)

## 空间音频有声剧制作流程

为保障车载空间音频有声剧制作全流程的规范性与效率，建议遵循“前期筹备→核心制作→测试优化→归档”的阶段化流程。各环节可结合本标准中环境要求、声像定位等核心条款开展工作，确保最终内容既满足空间音频的沉浸感，又符合车载场景的安全性要求，如声像定位要求。各个流程阶段的核心任务及其与本标准关联的章节如下表1所示：

表1 制作流程总览表

阶段序号	阶段名称	核心任务节点	关联标准条款
1	前期筹备阶段	1.1 混音棚与监听系统准备	5.1-5.2
2	核心制作阶段	2.1 高保真素材筛选与预处理 2.2 音乐/环境音效声床搭建 2.3 声音对象（旁白 / 对白 / 动态音效）定位 2.4 低频通道（LFE）控制 2.5 响度校准	6.1-6.4
3	测试优化阶段	3.1 M1/M2多车型声场均匀度测试 3.2 车载系统兼容性与播放稳定性测试	6.5
4	归档阶段	4.1 ADM 母版与编码文件整理归档 4.2 原始素材与工程文件归档留存	7.1-7.2

## 附录 B

(规范性)

### 人声/音效声场均匀度测试方法

#### B.1 概述

本附录规定了车辆回放车载空间音频有声剧时，人声声场均匀度及音效声场均匀度的测试目的、测试准备及测量方法。

#### B.2 测试目的

在安静状态下，测量车辆驾驶位、非驾驶位（副驾位、后排中间位）听到的有声剧人声（旁白+对白）、音效声压级；以此作为基准调整制作中各声道音量平衡，确保非驾驶位人声、音效声压级分别与驾驶位对应声压级差值在可控范围内，实现全座位人声、音效听感一致。

#### B.3 测试准备

声场均匀度测试应满足以下条件：

- a) 车辆技术要求：应符合 T/UWA 009.3-4-2024 中第 6 节技术要求。
- b) 一般测试条件：应符合 T/UWA 009.3-4-2024 中第 7 节一般测试条件。

声场均匀度测试应准备下列测试信号：

- a) 综合音频信号：包含旁白+对白、音效，音乐的有声剧组合片段（持续片段 $\geq 30$ s），信号清晰无失真，应使用被测空间声官方渲染工具渲染为 7.1.4 声道 WAVE 文件，编码 LPCM，综合响度为  $-24\text{LKFS} \pm 2\text{LU}$ ，真峰值电平  $< -1\text{dBTP}$ ；
- b) 单独人声信号：从综合片段中提取的典型人声信号，包含旁白和对白（人声有效持续片段应  $\geq 10$  秒，宜  $\geq 30$  秒），信号清晰无失真，应使用被测空间声官方渲染工具渲染为 7.1.4 声道 WAVE 文件，编码 LPCM，响度和真峰值与其在综合音频信号中保持一致；
- c) 单独音效信号：从综合片段中提取的典型音效信号（单一音效持续片段应  $\geq 3$ s，宜  $\geq 10$ s），信号清晰无失真，应使用被测空间声官方渲染工具渲染为 7.1.4 声道 WAVE 文件，编码 LPCM，响度和真峰值与其在综合音频信号中保持一致。

#### B.4 测量方法

声场均匀度测试可采取以下测量方法：

- a) 音量校准：按照 T/UWA 009.3-4-2024 中 7.3.1 音频系统设置相关要求，播放综合音频信号，将驾驶位音量校准并锁定至适宜聆听声压级（ $\text{Leq}=75\text{dB(A)}$ ），确保播放流畅无中断；
- b) 单独人声信号播放与测量：持续播放单独人声信号，依次在驾驶位、副驾位、后排中间位测点，分别测量单独人声信号的等效连续声压级，每个测点、每个项目重复测量 3 次，每次测量时长与被测文件长度保持一致；
- c) 单独音效信号播放与测量：持续播放单独音效信号，依次在驾驶位、副驾位、后排中间位测点，分别测量单独音效信号的等效连续声压级，每个测点、每个项目重复测量 3 次，每次测量时长与被测文件长度保持一致；
- d) 数据计算：分别计算各测点单独人声、单独音效信号的 3 次测量平均值，作为对应座位的实际声压级值（音量数据以 A 计权  $\text{Leq}$  结果为准，保留 1 位小数；3 次测量结果的数据波动应在  $\pm 1\text{dB}$  以内，超出范围需重新测量）；

## e) 声压级均匀度测试方法与推荐处理:

以驾驶位对应声压级为基准, 对比副驾、后排中间位单人声、单独音效信号声压级差值, 参考表 2 开展声道参数优化, 保障各位置听觉一致性:

表 2 车内声压级差值判定参考表

范围编号	非驾驶位与驾驶位声压级差值	判定说明	推荐处理
参考范围一	$\leq 3\text{dB}$	各位置听觉体验一致性极优	保持当前声道分配方案
参考范围二	$\leq 6\text{dB}$	可满足常规听觉场景需求	保持当前声道分配方案
参考范围三	$> 6\text{dB}$	音量一致性不足	建议重新调整声道分配方案, 实现各位置音量平衡