

WHITEPAPER · WP-002

# 杜比全景声家庭版施工规范

Dolby Atmos Home Edition · Installation Standard

布局、安装、调校的完整技术路径

出品 东莞市五点智能工程有限公司

品牌 五点智能影音 · WUDIAN

版本 V1.0

发布 2025 年

文件编号：WP-002 版本：V1.0 发布方：东莞市五点智能工程有限公司 发布日期：2025 年  
适用范围：别墅、大平层、独栋家庭影院杜比全景声系统工程

## 前言

杜比全景声 (Dolby Atmos) 是当前民用家庭影院的最高沉浸式音频标准，其核心在于"基于对象"的三维音频渲染：声音不再被绑定在固定声道，而是以三维坐标在房间中精确定位和移动。

然而，同样的设备清单，在不同施工质量下，呈现效果可能天差地别。市场上大量宣称"支持杜比全景声"的工程，实际上存在以下问题：

- 顶置扬声器仰角错误，导致高度感消失
- 声道间时延未对齐，语音定位模糊
- 亚低音与主声道相位不匹配，低频糊成一片
- 功放增益结构随意，SPL 动态损失 20+ dB

本规范由五点智能影音基于多年  
认证实践与数十个落地项目经验制定，供工程施工团队及业主验收时参考。

HAA

## 第一章 杜比全景声系统概述

### 1.1 渲染架构

杜比全景声采用两级渲染架构：

内容层 (Content Layer) 影片中的声音元素以"对象 (Object)"形式存储，携带三维坐标元数据 (X/Y/Z + 包络信息)，最多支持 128 个声音对象同时存在。

渲染层 (Renderer Layer) 处理器 (Pre/Pro 或 AV 接收机) 根据实际扬声器布局，将对象元数据实时渲染为各声道信号，自动适应不同扬声器配置。

### 1.2 家庭版认证格式

格式	载体	最高声道数	典型应用
Dolby Atmos (TrueHD)	蓝光 UHD	7.1.4 ~ 9.1.6	蓝光碟机
Dolby Atmos (DD+)	流媒体	7.1.4	Netflix / Disney+
Dolby Atmos (MAT)	HDMI eARC	7.1.4	电视直通

格式	载体	最高声道数	典型应用
Dolby Atmos Music	流媒体	7.1.4	Apple Music / Tidal

注：家庭版最高实用配置为 7.1.6（7 主声道 + 1 超低音 + 6 顶置），超出此配置在民用空间收益递减。本规范覆盖 5.1.2 至 9.1.6 全系配置。

### 1.3 五点版推荐配置矩阵

房间面积	推荐配置	典型声道数	顶置方案
≤ 20 m <sup>2</sup>	5.1.2	8	2 顶置 / 2 高度
20-35 m <sup>2</sup>	7.1.2	10	2 顶置 / 2 高度
35-50 m <sup>2</sup>	7.1.4	12	4 顶置
50-70 m <sup>2</sup>	9.1.4	14	4 顶置
> 70 m <sup>2</sup>	9.1.6	16	6 顶置（推荐 Auro-3D 兼容布局）

## 第二章 空间评估与前期规划

### 2.1 空间适用性评估

在确定杜比全景声配置前，必须完成以下空间参数评估：

**净空高度** 顶置扬声器要求地板到天花净空  $\geq 2.6$  m，最佳 3.0 m 以上。净空不足时，顶置安装角度受限，可考虑高度扬声器方案（向上发声单元或高度偏转箱体）替代。

**房间长宽比** 长宽比建议 1.2 : 1 至 1.6 : 1，不宜超过 1.8 : 1。过于狭长的空间会导致侧环绕声与后环绕声区分模糊。

**吊顶结构** 嵌入式顶置扬声器需要吊内部有效深度  $\geq 200$  mm，并确认龙骨走向是否允许在目标位置开孔。异形吊顶（弧形、斜顶）需个案评估。

**承重与隔声** 顶置扬声器通常重量 3-8 kg，需确认吊顶龙骨承重能力（ $\geq 15$  kg/m<sup>2</sup> 为宜）。若上方为卧室或书房，建议同步做吊顶隔声处理（STC  $\geq 45$ ）。

### 2.2 布线规划原则

**布线时序**：必须在水电施工阶段完成所有扬声器预埋管路，严禁二次开槽。

回路类型	线材规格	管径	备注
主声道 / 环绕	2.5 mm <sup>2</sup> 无氧铜双芯	≥ Φ20 管	每路独立穿管
顶置扬声器	2.5 mm <sup>2</sup> 无氧铜双芯	≥ Φ20 管	建议 4 mm <sup>2</sup> 超 15 m
超低音 (无源)	4 mm <sup>2</sup> 无氧铜双芯	Φ25 管	—
HDMI 2.1	高速 HDMI (认证线材)	Φ25 管 (套软管)	不可过度弯折
eARC / 音频	光纤 / HDMI eARC	Φ20 管	—
控制线 (RS-232/IP)	Cat 6	Φ16 管	弱电系统统一规划

#### 布线注意事项：

- 扬声器线与强电 (220 V) 线缆间距 ≥ 300 mm，或加金属屏蔽管分隔
- 所有线路两端必须贴标 (房间编号 + 回路编号 + 极性标识)
- 预留长度：每路扬声器端预留 400 mm，功放端预留 600 mm

## 第三章 扬声器布局标准

杜比全景声官方布局规范基于 Dolby Atmos Home Theater Design Guidelines (2023)，以下为五点版在此基础上的工程落地解读。

### 3.1 水平声道布局

#### 正面声道 (Front LCR)

声道	水平角度 (以聆听位为原点)	垂直角度
前左 (L)	±22° -30°	耳轴±5°
中置 (C)	0°	耳轴±5°
前右 (R)	±22° -30°	耳轴±5°

- 中置扬声器应置于屏幕后方或屏幕正下方，高音单元与屏幕中心高度误差 < 50 mm
- 前左右与中置的高度差 < 80 mm (耳轴对齐原则)
- 前左右声道方位角实测误差 ≤ ±2°

#### 侧环绕声道 (Ls / Rs)

房间类型	推荐方位角	安装高度
≤ 7.1 配置	聆听位正侧 ±90° -110°	高于耳轴 600-800 mm

房间类型	推荐方位角	安装高度
9.1+ 配置	聆听位侧前 ±60° -80°	高于耳轴 600-800 mm

- 侧环绕应为"弥散型"声场，优先使用双极或偶极箱体，避免单点定位感过强

### 后环绕声道 (Lrs / Rrs)

- 方位角：±135° -150° (聆听位后侧)
- 安装高度：高于耳轴 600-800 mm
- 与后墙距离：150-300 mm (距离过近导致梳状滤波)

## 3.2 顶置声道布局 (关键)

顶置扬声器是杜比全景声区别于传统 7.1 的核心，布局错误将直接导致高度感丧失。

### 顶置仰角标准 (ITU-R BS.2051 附录 / Dolby 指引)

声道名	杜比推荐仰角	五点工程允许范围
前顶 (Ltf / Rtf)	30° -55°	30° -60°
后顶 (Ltr / Rtr)	30° -55°	30° -60°
侧顶 (Ltss / Rtss, 9.1.6)	30° -55°	30° -60°

仰角计算方法：

$\alpha = \arctan(H / D)$   
 $H = \text{天花板高度} - \text{耳轴高度} = 1.1 \text{ m}$   
 $D = \text{顶置扬声器水平距离}$

示例：天花 3.0 m，耳轴 1.1 m，顶置水平距离 1.6 m →  $\alpha = \arctan(1.9 / 1.6) = \arctan(1.19) \approx 49.9^\circ$  (在 30° -55° 范围内)

### 顶置水平位置标准

声道	水平位置 (平面投影，以聆听位为原点)
前顶 (Ltf / Rtf)	对应前左右扬声器正上方或略靠聆听位方向
后顶 (Ltr / Rtr)	对应聆听位与后墙中点正上方
侧顶 (Ltss / Rtss)	聆听位正上方或略侧前

五点工程规则：前顶与后顶连线中点应位于聆听位正上方，偏移量 < 200 mm。

## 3.3 超低音扬声器 (Subwoofer) 布局

超低音布局不影响杜比全景声方位感，但直接影响低频均匀度。

推荐位置（按效果优先级排序）：

1. 前墙角落（双子炮对称布置，最优）
2. 前墙中央（单炮，次优）
3. 侧墙中央（单炮，可接受）
4. 聆听位后方（不推荐，低频糊）

超低音数量建议：

房间面积	最低配置	推荐配置
$\leq 25 \text{ m}^2$	1 台	1 台
25-45 $\text{ m}^2$	1 台	2 台（对称）
$> 45 \text{ m}^2$	2 台	2-4 台（阵列）

## 第四章 设备安装规范

### 4.1 嵌入式扬声器安装

开孔规范：

- 使用开孔定位模板（随箱附带），误差  $\leq \pm 5 \text{ mm}$
- 开孔边缘须用细砂纸打磨，防止吸湿膨胀影响扬声器卡扣
- 吊顶内部龙骨位置须复测，确保螺钉安装在实木/钢龙骨上

内部空腔处理：

- 嵌入式扬声器背腔建议用 50 mm 厚聚酯纤维吸音棉填充背腔（部分品牌随附），减少背腔共振
- 若吊顶内为空腔（面积  $> 0.2 \text{ m}^3$ ），应在扬声器背部加装背腔盒（Back Box）隔离空腔共鸣

接线规范：

- 极性必须统一（+ 接红端）
- 接线后拉力测试：每路线缆端头拉力  $\geq 15 \text{ N}$
- 固定夹具全部紧固后方可进行通电测试

### 4.2 落地 / 壁挂主声道安装

落地箱：

- 脚钉锁紧后检验水平（四角受力均匀）
- 前左右相对屏幕的对称误差  $\leq 30 \text{ mm}$ （激光测距仪复核）
- 箱体背部与墙面间距  $\geq 150 \text{ mm}$ （低音反射孔散热与声压）

壁挂环绕：

- 使用原厂或品牌认证壁挂支架
- 承重螺丝须锚入墙体实体（砖墙 / 混凝土），不可仅固定在石膏板上
- 扬声器俯仰角预先按计算结果锁定，安装后不得二次大幅调整（避免松动）

### 4.3 AV 处理器 / 功放安装

机柜选型原则：

- 机柜深度  $\geq 600$  mm（含散热空间）
- 所有功放机与机柜后板间距  $\geq 100$  mm，功放机顶部空间  $\geq 1U$ （散热）
- 建议机柜配置风扇强制散热，温控感应（ $\geq 45^\circ\text{C}$  启动， $\geq 60^\circ\text{C}$  告警）

供电规范：

- 功放系统独立走线，与空调、厨电等感性负载分回路
- 总功率  $> 3\text{ kW}$  时，建议配置专线（ $4\text{ mm}^2$  铜芯）并安装独立空开
- 所有设备接地规范，使用三芯插座，不可使用无接地插排

## 第五章 系统调校标准

调校是杜比全景声工程质量的核心环节，直接决定空间感与定位精度。本章基于 HAA 认证培训体系制定。

### 5.1 调校前检查清单

检查项目	标准	方法
所有扬声器极性	全部同相	相位测试信号 / 万用表
所有扬声器连接	无短路 / 断路	阻抗测量
处理器输入信号	TrueHD / DD+ 锁定	状态显示确认
HDMI 版本	$\geq 2.0a$ （推荐 2.1）	设备规格核实
eARC 配置	电视 eARC 已启用	菜单确认
室内背景噪声	$\leq \text{NC-25}$ （NC-20 最佳）	SPL 计或声级计

### 5.2 距离与时延校准

时延校准目标：所有扬声器的声波到达聆听位的时间必须同步（相差  $< 0.5\text{ ms}$  =  $< 17\text{ cm}$  等效距离误差）。

测量方法：

1. 麦克风放置于主聆听位头部高度（ $\pm 30\text{ mm}$ ）
2. 使用校准软件（Audyssey MultEQ XT32 / YPAO-R.S.C. / Dirac Live / TRINNOV Optimizer）发射宽带噪声信号

- 记录各声道脉冲响应起点时间，计算与参考声道（通常为中置）的偏移量
- 在处理器中输入各声道补偿延时值（精度  $\leq 0.05$  ms）

顶置声道特殊注意：顶置扬声器距离通常较远（斜线距离  $= \sqrt{(H^2 + D^2)}$ ），时延补偿量会大于同等水平距离声道，需仔细测量斜线距离，不可用水平投影距离代替。

### 5.3 音量均衡（增益结构）

目标：所有声道在参考聆听位的 SPL 基准一致（允许  $\pm 0.5$  dB 内偏差）。

参考电平标准：

应用场景	测量电平（C 加权，慢响应）	信号源
家庭影院参考	75 dB SPL（主声道） / 79 dB SPL（LFE）	-20 dBFS 粉红噪声
日常聆听（私宅推荐）	70 dB SPL	-20 dBFS 粉红噪声

测量步骤：

- 声级计（C 加权，慢响应）置于聆听位
- 处理器主音量调至参考位置（Denon/Marantz 通常为 -10 dB 左右；Trinnov 为 0 dB）
- 各声道轮流播放 -20 dBFS 粉红噪声（1/3 倍频程带限）
- 读数目标：所有声道  $75 \pm 0.5$  dB SPL（LFE 声道 +4 dB）
- 通过处理器增益微调（Channel Level Trim， $\pm 12$  dB 范围内）修正

### 5.4 频率响应均衡

目标曲线：室内频率响应目标为“哈曼曲线（Harman Target Response）”变体，总体规律如下：

- 20 Hz–200 Hz：稳定，无明显驻波峰（ $\pm 6$  dB 以内）
- 200 Hz–2 kHz：平坦（ $\pm 3$  dB）
- 2 kHz–20 kHz：以约 1 dB/oct 温和滚降（听感自然）

均衡处理分层：

处理层	工具	适用问题
房间均衡（全频自动）	Audyssey / Dirac / Trinnov	宽带房间声学补偿
驻波控制（低频）	PEQ（参数均衡器）	特定频点峰值（尖锐的 +6 dB 以上峰）
高频校正	手动 PEQ	扬声器本身的高频偏差

注意：自动均衡结果必须人工审核，不可盲信。常见误校情形：

- 自动系统过度提升 100 Hz 以下（掩盖驻波但引入失真）
- 自动系统将高频削减过多（导致“蒙头”听感）
- 有效解决方案：Dirac Live Bass Control（低频单独处理）或 Trinnov 3D 空间优化

## 5.5 分频点设置

分频点（Crossover）原则：将各扬声器高通截止频率（LP 低切）设置在扬声器低频实际 -6 dB 点的 1.0-1.5 倍，低频信号由超低音接管。

扬声器类型	典型低频延伸	推荐分频点
书架箱（主声道）	60-80 Hz	80-100 Hz
顶置嵌入（小口径）	80-100 Hz	100-120 Hz
侧环绕（书架）	60-80 Hz	80-100 Hz
落地箱（宽带）	30-50 Hz	60-80 Hz
超低音（LFE + Bass）	20-35 Hz	低通 80-120 Hz

### 超低音相位校准：

- 超低音相位与主声道相位对齐是低频质量的核心
- 校准方法：固定主声道，逐步旋转超低音相位旋钮（ $0^{\circ}$  →  $180^{\circ}$ ），在交叉频率处取 SPL 读数最大的相位角为正确相位
- 高端超低音（SVS / JL Audio / 等）支持 DSP 连续相位校准，精度更高

## 第六章 验收标准与测量记录

### 6.1 五点版竣工测量指标

测量项目	合格标准	优秀标准	测量工具
所有声道增益偏差	$\leq \pm 1$ dB	$\leq \pm 0.5$ dB	校准声级计
时延对齐偏差	$\leq \pm 1$ ms	$\leq \pm 0.5$ ms	RTA 分析软件
主声道频响（200 Hz-8 kHz）	$\pm 4$ dB	$\pm 2$ dB	测量麦克风
低频驻波最大峰值（80-200 Hz）	$\leq +8$ dB	$\leq +5$ dB	频谱分析仪
背景噪声	$\leq$ NC-30	$\leq$ NC-25	声级计慢响应
THD（1 kHz, 85 dB SPL）	$\leq 1\%$	$\leq 0.5\%$	音频分析仪
顶置仰角偏差	$\leq \pm 5^{\circ}$	$\leq \pm 3^{\circ}$	激光测角仪

### 6.2 竣工测量报告模板

每个杜比全景声项目竣工后，五点智能影音出具《声学标定报告》，包含以下内容：

1. 项目基本信息（业主、地址、施工日期、设备清单）
2. 扬声器布局图（平面 + 立面，含方位角、仰角、距离参数）
3. 各声道频率响应曲线（均衡前 + 均衡后对比）
4. 各声道增益测量表（参考电平下各声道 dB SPL 读数）
5. 时延校准参数表（各声道实测距离 + 补偿时延值）
6. 低频驻波分析图（80-250 Hz 扫频，标注主要模态频率）
7. 超低音相位校准结果（校准前后低频叠加增益对比）
8. 背景噪声测量（NC 曲线评级）
9. Dolby Atmos 格式验证截图（处理器信号解码状态）

### 6.3 业主交付培训

竣工交付时，五点工程师须向业主完成以下培训：

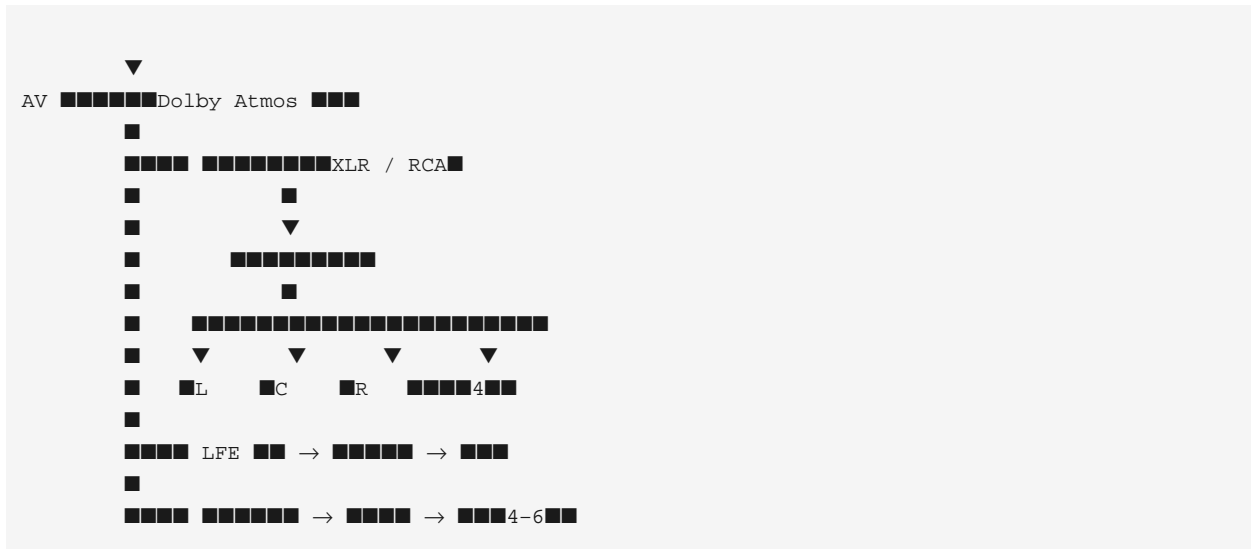
- 如何从蓝光碟机、流媒体电视触发 Dolby Atmos 解码（信号链路说明）
- 音量区间建议（日常聆听 / 参考电平 / 安全上限）
- 常见问题排查（无声、爆音、信号丢失的自查流程）
- 定期维护提示（半年检查扬声器螺丝、一年校准复核）

## 参考文献与引用标准

1. Dolby Atmos Home Theater Design Guidelines (2023), Dolby Laboratories, Inc.
2. ITU-R BS.2051-3 (2022) — Advanced sound system for programme production
3. ITU-R BS.1116-3 (2015) — Methods for the subjective assessment of small impairments in audio systems
4. CEDIA ANSI/CTA-2030-B — Audio/Video Systems for Residences
5. CEDIA STD-003 — Home Theater Room Acoustics & Loudspeaker Performance Standards
6. HAA (Home Acoustics Alliance) Level I & II Calibration Protocol
7. Harman International Target Response Research — "A Statistical Model That Predicts Listeners' Preference Ratings of In-Room Loudspeaker Frequency Response", S. Olive, 2004
8. Audyssey MultEQ XT32 White Paper — Audyssey Laboratories
9. Dirac Research AB — Dirac Live Room Correction Technical Overview (2022)
10. IEC 61938:2013 — Multimedia systems — Guide to the recommended characteristics of analogue interfaces to simplify the interconnection of audio devices

## 附录 A：常见配置线路拓扑示意

■■■■■■HDMI 2.1■  
■



## 附录 B：顶置仰角快速计算表

(天花净空 H = 天花高度 - 1.1 m 耳轴高度)

H \ D	1.0 m	1.2 m	1.5 m	1.8 m	2.0 m	2.5 m
1.5 m	56.3°	51.3°	45.0°	39.8°	36.9°	30.9°
1.8 m	61.0°	56.3°	50.2°	45.0°	42.0°	35.8°
2.0 m	63.4°	59.0°	53.1°	48.0°	45.0°	38.7°
2.2 m	65.6°	61.4°	55.7°	50.7°	47.7°	41.3°

绿色区间 (30° - 55° ) 为杜比全景声最优仰角；超过 60° 建议调整安装位置向远离聆听位方向移动。

本文件为东莞市五点智能工程有限公司原创技术规范，基于团队实际工程经验与公开行业标准整理。转载请注明出处。© 2025 五点智能影音 · wudian.fun