

ICS 号： ICS 33.160.25
中国标准文献分类号： M74



世界超高清视频产业联盟标准

T/UWA 038.3-3—2026

菁彩影院技术 第 3-3 部分： LED 菁彩影厅 B 环电声响应技术要求和 测量方法

Vivid Cinema Technology Part 3-3
Technical requirements and measurement methods for B-chain electro-acoustic
response of LED Vivid auditoria

工作组讨论稿

20260530

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

世界超高清视频产业联盟

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 技术要求	2
4.1 基于声道的 B 环电声响应特性	2
4.2 基于声床和独立扬声器单元的沉浸式音频系统	4
5 测量方法	4
5.1 测量点位置的选取	4
5.2 测量条件	5
5.3 测量仪器和设备	5
5.4 测量步骤	6

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：中国电影科学技术研究所（中央宣传部电影技术质量检测所）、华夏电影发行有限责任公司、华为技术有限公司、华夏利亚德（北京）电影科技有限公司、深圳市洲明科技股份有限公司、深圳光峰科技股份有限公司、西安诺瓦星云科技股份有限公司、深圳市奥拓电子股份有限公司、音王电声股份有限公司。

本文件主要起草人：张辉、董强国、邢占宇、燕兴、王加志、董志刚、杨城、王勇、李娜、高峰、王薇娜、龚波、徐涛、贾波、王景宇、肖令权、郝效荣、高鹏、林先萌、严振航、林俊杰、冯卫国、王素君。

菁彩影院技术 第 3-3 部分： LED 菁彩影厅 B 环电声响应技术要求和测量方法

1 范围

本标准对LED菁彩影厅声学放映系统中B环电声响应的技术要求和测量方法进行了规定，适用于LED菁彩影厅各个还音通道电声响应频率特性的检测认证和技术管理，可用于指导相关设备的研发生产和质量监督，以及菁彩声制版发行服务的提供，保障LED菁彩影厅音频制作和还音环节标准化运行。

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 3241-2010 电声学 倍频程和分数倍频程滤波器
- GB/T 15173—2010 电声学 声校准器（IEC 60942:2003，IDT）
- GB/T 3785.1-2010 电声学 声级计 第1部分：规范
- GY/T 311—2017 电影院视听环境技术要求和测量方法
- GY/T 312—2017 电影 录音控制室、室内影厅B环电声响应规范和测量（ISO 2969:2015(E)，IDT）
- DY/T 8—2023 数字电影LED影厅技术要求和测量方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

LED 菁彩影厅 LED Vivid auditoria

采用LED菁彩影像放映系统和菁彩声还音系统进行电影放映的影厅。

3.2

菁彩声还音系统 Audio Vivid sound reproducing system

用来实现数字电影菁彩声节目解码播放的系统，主要由菁彩声影院端音频处理器、声频功率放大器、扬声器系统组成。

3.3

B 环 B-chain

菁彩声还音系统的一部分，从输入源选择器到观众区构成 B 环系统。B 环系统框图见图 1。

3.4

粉红噪声 pink noise

具有连续频谱的随机信号，每个相等对数间隔频率范围内的能量相等，瞬时幅度符合高斯概率分布。

3.5

电声响应 electroacoustic response

将宽频带粉红噪声信号输入到输入源选择器（见图 1），在观众区测量 1/3 倍频程频带内的空间和时间平均声压级，测量基准电平见 5.4.5 条款，测量结果以分贝的方式表示。

3.6

声床 audio bed

组成沉浸式混音音轨基础的声场组。

注 1：一部影片沉浸式音频通常仅包含一组声床，如 7.1、9.1 等。

注 2：声床的扬声器分配通常是静态的，在整个节目中不会改变。

3.7

基于独立扬声器单元的沉浸式音频系统 Immersive audio system based on discrete loudspeaker units

依托音频对象及配套空间元数据进行编解码、实时声场渲染，精准还原声音在三维空间中的方位、动态与空间关系，实现全维度沉浸式声效重放的沉浸式音频技术。

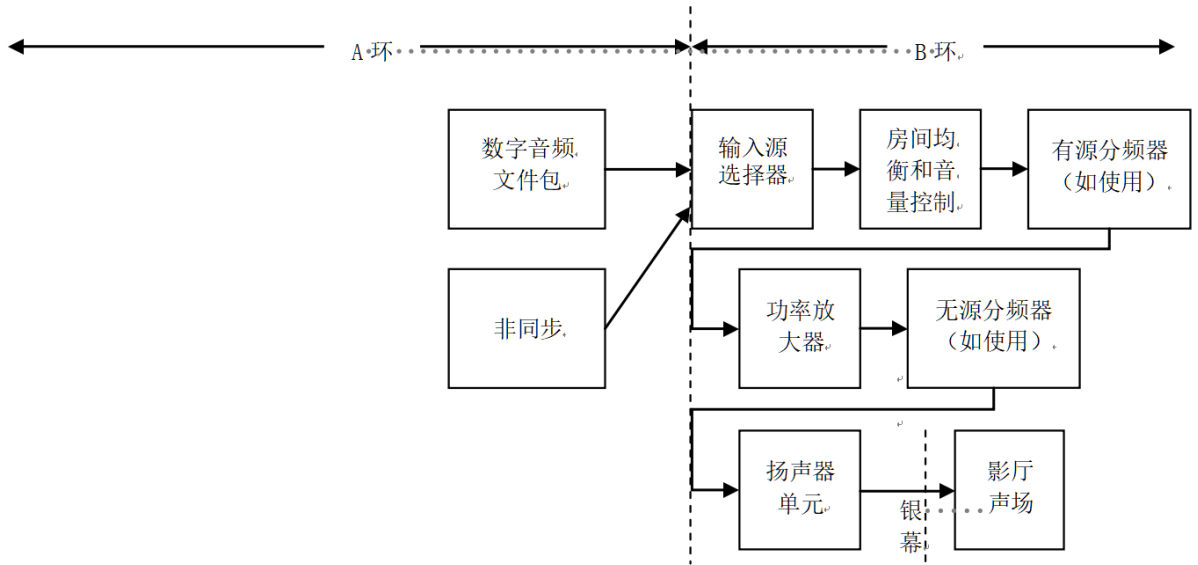


图1 菁彩声还音系统还音链路

4 技术要求

4.1 基于声道的 B 环电声响应特性

对于基于声道非沉浸式音频系统（每路环绕声道驱动一组扬声器阵列），主声道的调试基准声压级应为 85 dB(C)，环绕声道调试基准声压级应为 82 dB(C)，次低频声道是频率范围为 20Hz~120Hz 的独立声道，调试基准声压级应为 91 dB(C)，主声道和环绕声道的 B 环电声响应特性允差范围应符合表 1 和图 2 中的要求。

表1 主声道和环绕声道B环特性

1/3倍频程频带中心频率 Hz	频率特性要求 dB	允差 dB	
		+	-
31.5	-2	3	7
40	-1	3	5
50	0	3	3
63	0	3	3
80	0	3	3
100	0	3	3
125	0	3	3
160	0	3	3

1/3倍频程频带中心频率 Hz	频率特性要求 dB	允差 dB	
		+	-
200	0	3	3
250	0	3	3
315	0	3	3
400	0	3	3
500	0	3	3
630	0	3	3
800	0	3	3
1000	0	3	3
1250	0	3	3
1600	0	3	3
2000	0	3	3
2500	-1	3	3
3150	-2	3	3
4000	-3	3	3
5000	-4	3	3
6300	-5	3	3
8000	-6	3	3
10000	-7	3	4
12500	-9	3	5
16000		3	6

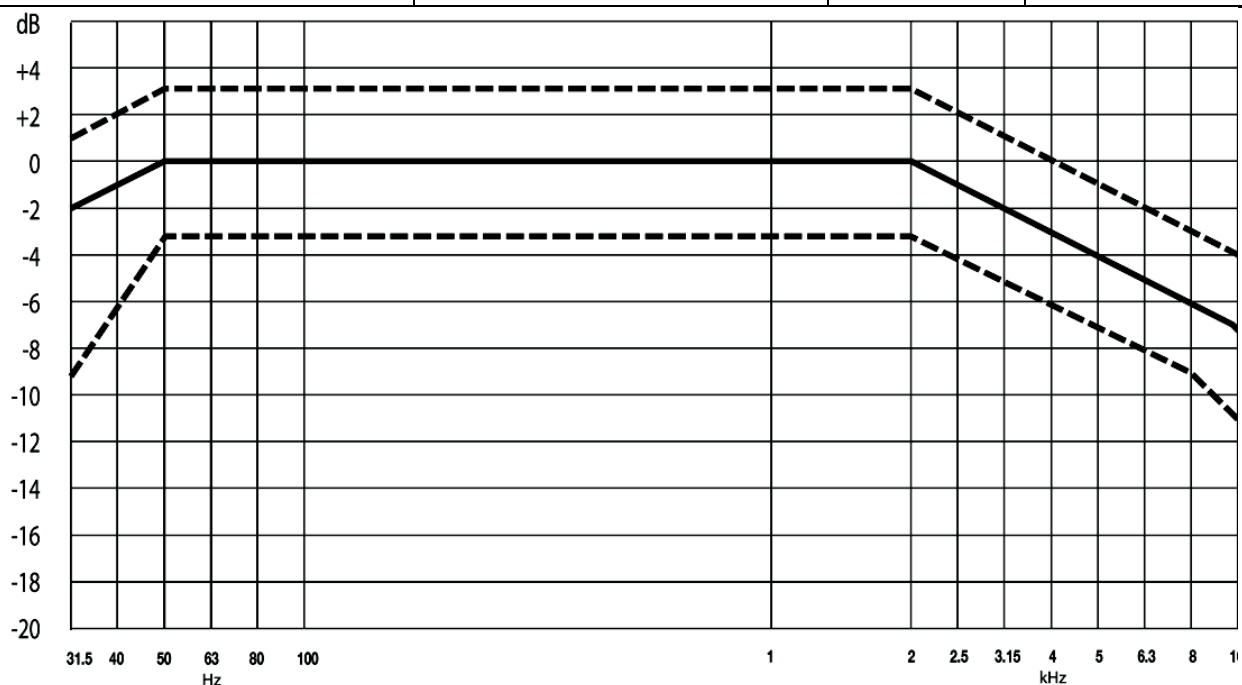


图2 主声道和环绕声道B环特性

电影低频效果音轨的带宽为5~120Hz,线性次低频声响应范围为25~120 Hz。音轨在截止频率

120 Hz 处响应极其陡峭，影厅的次低频效果在频率 125 Hz 以上应有极少的响应。次低频调整见：ISO22234:2005。

在低频声道要求的频段内，部分影厅有一个或者多个谐振频率。如果影厅未经过阻尼处理，播放低频声音轨时，影厅内可能会产生“颤动回声”。因此 B 环音频处理器在次低频声道频段内至少应具有一个参量均衡的功能。均衡后，频率在 25~120 Hz 范围内电声响应允差范围应控制在 ± 3 dB 以内。

4.2 基于声床和独立扬声器单元的浸式音频系统 B 环电声响应特性

对于基于声床和独立扬声器单元的浸式音频系统 B 环电声响应特性，基于声床与音频对象的独立扬声器单元调试基准声压级应均为 85 dB(C)。各声道的 B 环电声响应特性允差范围应符合表 1 和图 2 中的要求。次低频声道频率在 25~120 Hz 范围内电声响应允差范围应控制在 ± 3 dB 以内，125 Hz 以上应有极少的响应。

5 测量方法

5.1 测量点位置的选取

电声响应测量设备连接和测量点位置选取如图 3 和图 4 所示

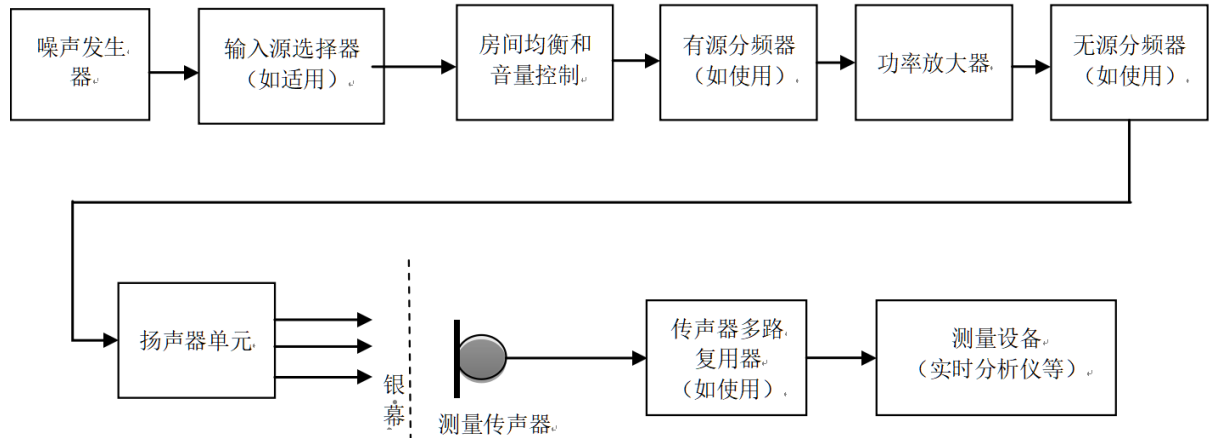


图3 B 环测量方法

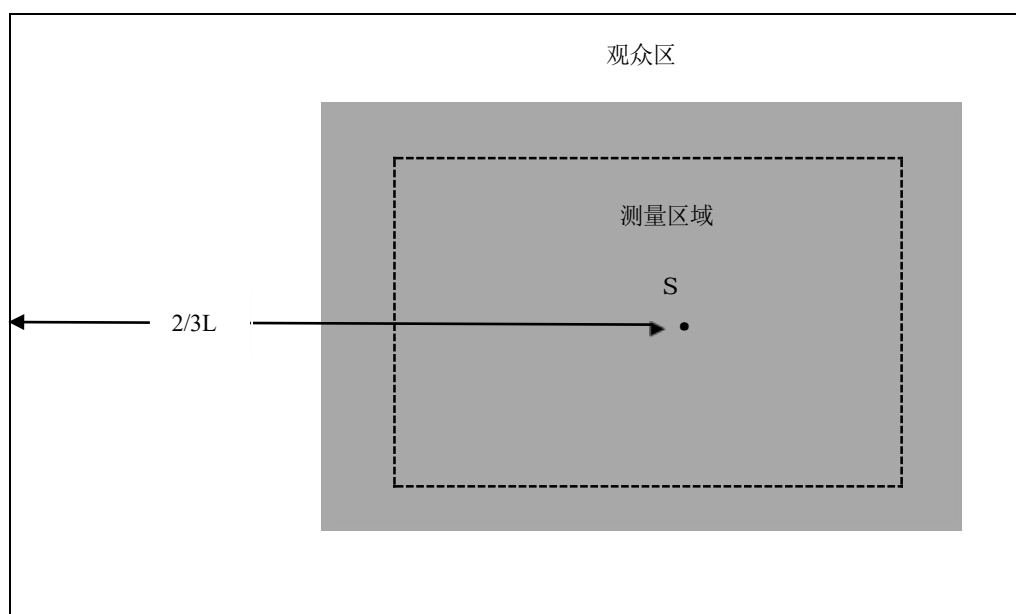


图4 测量点位置区域

5.2 测量条件

声压级 (SPL) 对频率测量遵循以下原则:

- 避开墙面、地面、顶棚、座椅、立柱近距离反射区, 减少早期反射干扰。
- 影厅测量点应包含主要的听音位置, 辅助测量点覆盖全部观影范围, 各测量点之间的标准偏差应小于 3 dB, 推荐使用四个测量点测量。
- 室内影厅测量点 S (如图 4 所示) 为必测点, 为了使各测量点之间的标准偏差控制在 3 dB 以内, 可适当增加测量点, 推荐使用四个测量点测量 (见 5.4.2.5 条款), 带有包厢的影厅应增加测量点。
- 各个测量点距地面的高度应以就坐后的观众耳朵高度为准, 一般在 1.0~1.2 m 之间, 且应高于座椅背上缘 0.15 m 以上; 各个测量点与墙面的距离应不小于 1.5 m; 各测量点与主扬声器的距离应不小于 5 m。
- 影厅内相应的单个扬声器宽频带粉红噪声级为 85 dB(C)。

5.3 测量仪器和设备

5.3.1 噪声信号发生器

噪声信号发生器应符合以下要求:

- 应至少具备粉红噪声和白噪声的输出功能, 粉红噪声和白噪声的峰值因数不小于 2, 信噪比不小于 60 dB。
- 粉红噪声频谱密度: 20 Hz~20 kHz, ± 1.5 dB (衰减器输出)。
20 Hz~20 kHz, ± 2 dB (负载输出)。
2 Hz~200 kHz, ± 1.5 dB (衰减器输出)。
- 白噪声频谱密度: 20 Hz~20 kHz, ± 1 dB (衰减器输出)。
20 Hz~20 kHz, ± 1.5 dB (负载输出)。
2 Hz~200 kHz, ± 1 dB (衰减器输出)。
- 衰减输出电压: 0.4 mV~4 V。

5.3.2 测量传声器

应使用全指向性测量传声器，直径不宜大于13 mm，应符合SJ/T 10724-2013的要求。

5.3.3 声校准器

应符合 GB/T 15173-2010 规定的 1 级精度要求。

5.3.4 频谱分析仪

应符合 GB/T 3785.1-2010 规定的 1 级精度要求和 GB/T 3241-2010 规定的 1 级精度要求。

5.4 测量步骤

5.4.1 初步核查

测量 B 环电声响应之前，需要核查系统是否有严重的声学错误。核查内容主要有：主扬声器是否足够接近 LED 屏幕以避免银幕后方产生回声、扬声器的极性是否一致和扬声器分布是否均匀。正确的极性是保证最大低音响应的必要条件，扬声器极性一致性可以使用扬声器组合（如左和中、左和右、中和右）播放宽频带粉红噪声测试信号进行验证。

扬声器分布的均匀性可以通过扬声器系统播放宽频带粉红噪声测试信号进行粗略的主观评判，更加精细的方法是对各个测量位置的B环电声响应测量结果进行分析。

5.4.2 测量精度控制

5.4.2.1 测量类型

在扬声器系统设计阶段，房间声场可以使用猝发音、快速傅里叶变换、延时谱和最大长度序列等进行测量。为了减少房间声学对测量结果的影响，需要对这些方法进行分析。分析发现使用恒定百分比带宽的粉红噪声实时频谱分析仪（例如 1/3 倍频程实时分析仪）对声系统进行校准，可以有效减少房间声学的影响。本标准对空间和时间平均进行了概述，提高了传统实时分析方法的可靠性，可以将不同设置之间的误差范围控制在 ± 1 dB 之内。

5.4.2.2 背景噪声

测量信号和背景噪声叠加的每1/3倍频程带声压级应比相应频带背景噪声声压级至少高10 dB，如果声压级差小于10 dB而大于4 dB, 对声压级的修正见ANSI/ASA S1.13的表4。

5.4.2.3 谨慎使用最大声压级

过大的声压级可能会损坏扬声器系统。

5.4.2.4 传声器响应、指向性和安装

影厅测量用传声器主要受三个声场的影响，分别是扬声器发出的直达声场、早期反射声场和混响声场，测量过程中应考虑这些声场的影响。大振膜或者振膜前方带空腔的传声器对直达声场和扩散声场的响应不同，将给测量结果带来较大的误差。直达声入射角与传声器校准条件一致的情况下，已校准的小直径传声器测量准确度将大大优于大直径传声器，如大直径传声器的校准是已知的，也可以用于电声响应的近似测量。（由于声源发出的声音受到不同声场的影响，主扬声器系统和环绕扬声器系统的校准会有较大的不同。

压力场校准的测量传声器优于自由场。自由场传声器通常用于直达声场的测量，如，消声室测量。压力场测量传声器在扩散声场中平坦度会有所调整，在轴线上有所提升。许多典型系统的测量会在临界距离处进行，因为临界距离处直达声和混响声对声压的贡献量几乎是相同的。因此，确定使频率响应最为平坦的直达声与振膜之间的角度尤为重要。振膜直径为 12.5 mm(0.49 英寸)的压力场传声器，振膜与直达声之间的典型角度为 90°，测量过程中通常使用这个角度摆放传声器。使用更小尺寸的传声器能够降低轴线上的声场和扩散声场响应的差异。由于录音用传声器在混合声场下的校准是未知的，因此不可使用录音用传声器进行测量。

直达声频率响应测量时,传声器安装夹具附件产生的反射声可能会进入传声器容腔内,引起±2 dB左右的测量误差。为使传声器配置硬件产生的首次反射声远离传声器容腔,传声器安装夹具附件应具有较小的尺寸。

在相似的使用条件下进行测量传声器的校准是非常必要的。另外,在直达和扩散声场的混合条件下进行测量时,测量传声器应为全向型、已校准的具有较为平坦响应的传声器,传声器应采用实际测量中已经验证过的安装方式,传声器膜片与直达声的角度应采用校准过程中已知的能获得最大平坦度的角度。

5.4.2.5 空间平均

对房间各测量点的测量结果进行空间平均,可以提高声系统均衡的可靠性,降低特殊房间模型对低音的影响,减少高音扬声器高频输出不均匀性的影响。测量位置的选取原则见 5.1 和 5.2 所示。

传声器位置不能够选取有声学缺陷的位置,如:影厅侧向或横向中心线位置和挑台台口下方等。为了减少特殊房间模型对空间平均值的影响,测量传声器位置应分布在影厅纵向和横向方向范围内,测量位置的选取需遵循 5.1 和 5.2 中的相关规定,各传声器之间的距离应不小于 1.0 m。

空间的平均可以表示为声压级总的平均,计算公式如 (A.1) 所示:

$$L = 10 \log_{10} \left[\left(\sum_{k=1}^N \text{anti} \log_{10} (L_k / 10) \right) / N \right] \dots \dots \dots (A.1)$$

式中:

N —测量位置数;

L_k —每一个测量位置处的声压级。

测量 4 点的 1/3 倍频程平均计算公式如 (A.2) 所示:

$$SPL=10 \log_{10} \left[(10^{L_1/10} + 10^{L_2/10} + 10^{L_3/10} + 10^{L_4/10}) / 4 \right] \dots \dots \dots (A.2)$$

式中:

L_1 —测量位置 1 处 1/3 倍频程内声压级的平均;

L_2 —测量位置 2 处 1/3 倍频程内声压级的平均;

L_3 —测量位置 3 处 1/3 倍频程内声压级的平均;

L_4 —测量位置 4 处 1/3 倍频程内声压级的平均。

空间平均声压级如果在不同测量点上所测得的同一频段声压级的差异没有超过 4dB,可用算数平均方法求取各测量点声压级的平均值。

5.4.2.6 时间平均

播放宽频带粉红噪声信号产生的声压级具有一定的波动性。随着测量带宽越窄和中心频率的越低,测量的声压级波动性越严重。从 1/3 倍频程频谱分析仪中获得的时间平均值可以提高测量结果的精度,至少有两种方法广泛用于时间的平均。

一种类型是 RC-型,它是在分析仪的检波电路中进行平均。另一种是在实时积分分析仪中进行平均。当测量时间足够长时,这两种方法的测量精度非常高。传统的实时分析仪最小平均时间应保证低频段读数精度优于标准允差。建议,一次时间平均的测量时间不小于 20s,最低频带的精度控制在±1 dB 以内。

5.4.3 均衡

为满足本标准的规定,通常使用 1/3 倍频程均衡器对 B 环电声响应特性做均衡处理,它的大部分频带与人耳听觉临界带一致。需要注意:

- a) 如果系统具有分频网络,且其参数可调,则在进行房间均衡处理前应调节为最为平滑的频率响应特性参数。如果功放前安装电子分频器,则应确保分频器增益和功放增益的档位设置在拥有

最大动态余量和信噪比的位置。

- b) 早期扬声器系统频率在 8k Hz 以上的响应会有明显的滚降，因此应避免对早期扬声器系统频率在 8k Hz 以上进行过度均衡。
- c) 应尽量避免对主声道扬声器低频段进行过度均衡，因为低频段尤其频率 100 Hz 以下，常会出现窄带不规则响应现象，如使用较宽频带的 1/3 倍频程均衡器进行调试，可能会造成临近 1/3 倍频程的频率不可闻，次低频均衡调节如 4.1 和 4.2 所示。

5.4.4 扬声器之间声压级均匀性

进行 B 环校准时，应保证输入到各个主扬声器的宽频带粉红噪声信号电压一致。使用 C 计权慢档声级计测量各个主扬声器之间的空间平均声压级差值应控制在 ± 1 dB 以内（见 A.4）。输入到各个环绕扬声器的电压应相同，各个环绕扬声器之间的空间平均声压级差值应控制在 ± 1 dB 以内。各声道电平设置见 ISO 22234:2005。

5.4.5 谱级

一般宽频带信号参考电平为 85 dB(C)，为了操作方便，通常规定频率在 50 Hz~2k Hz 内每 1/3 倍频程的声压级为 70 dB 作为基准声压级，X 曲线 1/3 倍频程内总声级约 83 dB(C)。这样做的目的是为了在考虑削波和噪声等影响下方便的进行 B 环均衡处理。另外，各声道电平设置见 ISO 22234:2005。

5.4.6 测量方法

使用宽频带粉红噪声测量 B 环电声响应有两种优先选择的方法，依次对主扬声器声道（左、中和右）和每一路环绕声道进行测量。每种测量方法如下：

- a) 使用 4 只已校准的全向传声器进行电声响应测量：首先，将 4 只传声器连接到传声器多路复用器上，多路复用器的输出端连接到 1/3 倍频程频谱分析仪上；然后，将测量传声器放置到各个测量点处（各测量点的位置选取原则依 5.1 和 5.2 中的规定）；对各测量点同时进行测量时，应有足够的测量时间进行时间平均，确保标准偏差小于 1 dB。
- b) 使用 1 只已校准的全向传声器进行电声响应测量：首先，将测量传声器连接到 1/3 倍频程音频分析仪上；然后，依次对各个测量点进行测量，求取空间平均值（各测量点的位置选取原则依据 5.1 和 5.2 中的规定）。

也可使用能够保证测量精度的其他测量方法。例如，用 1/3 倍频程滤波器组合一个电压表，依次对各个测量点进行测量，读取每一个 1/3 倍频程上的电平值，然后计算算数平均值。由于 1/3 倍频程分析比较方便有效，目前极少采用整个倍频带宽的方式进行测量。

粉红噪声源应使用电噪声发生器获得，不能使用播放光学或者磁性测试片获得。因为许多影厅不能够轻易的对 A 环进行去加重处理，如果使用测试片校准 B 环将引起额外的累计误差。