

ICS 03.180

CCS Y 51

JY

# 中华人民共和国教育行业标准

JY/T XXXX—XXXX

## 中小学校健康声环境技术要求

Technical requirements for school healthy sound environment

(征求意见稿)

在提交反馈时, 请将您知道的相关专利同支持性文件一并附上

××××—××—××发布

××××—××—××实施

中华人民共和国教育部 发布

## 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 .....	2
4 学校健康声环境建设通用要求 .....	4
4.1 学校选址要求 .....	4
4.2 健康听音阈值要求 .....	4
4.3 声场环境通用要求 .....	5
4.4 扩声系统通用要求 .....	6
5 声场环境技术要求 .....	6
5.1 声场环境分类 .....	6
5.2 一般要求 .....	7
5.3 噪声控制要求 .....	7
5.4 混响时间要求 .....	9
5.5 声学材料要求 .....	11
6 扩声系统技术要求 .....	12
6.1 扩声系统分类 .....	12
6.2 室内扩声系统要求 .....	13
6.3 室外扩声系统要求 .....	14
7 试验方法 .....	15
7.1 室内声环境的测量 .....	15
7.2 室外扩声系统的测量 .....	21
7.3 扩声系统的主观评价 .....	25

## 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》给出的规定起草。

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。

本文件由中华人民共和国教育部体育卫生与艺术教育司提出。

本文件由全国教育装备标准化技术委员会（SAC/TC125）归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

## 引　　言

在我国教育事业持续迈向高质量发展的进程中，中小学校校园声环境问题逐渐凸显，成为影响教学质量和师生身心健康的关键因素。教学活动的有效开展主要聚焦于“看得清”与“听得清”两大核心问题。随着国家对教育投入的不断增加，“看得清”方面的问题已基本得到解决，但“听得清”领域仍存在诸多不足，更难以满足“听得舒适”的健康声环境要求。这些问题若得不到及时解决，会制约教学质量的进一步提升。

目前，我国中小学教育设施声学缺陷明显。一方面，部分教室混响时间过长，声音反射严重，阻碍学生对教学内容的清晰接收，影响学习效果。另一方面，部分学校校园背景噪声过高，学校周边交通噪声、校园内设备噪声等干扰正常的教学秩序。

扩声系统也存在不足。部分学校扩声设备效果差、声音失真、声场分布不均，常出现前排声音过强、后排过弱的情况。甚至还有学校未配备扩声设备，教师授课需提高音量，加重了声带负担。而且，多数扩声系统仅能满足“听得见”，距离“听得清”的教学要求仍有较大差距，更无法满足“听得舒适”的健康声环境要求。“听得清”是教学信息准确传递的关键，只有学生能够清晰地听到教师的讲解，才能更好地理解和掌握知识；“听得舒适”则关乎师生的身心健康，舒适的声环境可以减少师生的疲劳感，提高学习和工作效率。

为贯彻“双减”政策，优化教育环境，保障师生健康，提升教育质量，制定《中小学校健康声环境技术要求》意义重大。本标准旨在建立科学的校园声环境技术指标体系，为教育设施规划、设计、建设与管理提供指导；保障师生健康，降低噪声对教学活动的影响；推动教学扩声系统技术创新与产品升级；完善我国声环境法规体系，促进学校声环境持续优化；填补国内中小学声环境标准化、全面化和系统化建设的空白，推动校园声学设计专业化、规范化。

本标准的实施将提升全社会对声环境健康的认知，呼应“健康中国”与“素质教育”的战略需求，积极推动中小学校声环境治理从“被动应对”转向“主动防控”，通过量化指标保障师生身心健康、促进教育公平，助力学校构建安全、舒适、高效的声环境。

# 中小学校健康声环境技术要求

## 1 范围

本文件规定了中小学校声环境的分类标准，明确提出中小学校声环境建设的通用要求、声环境技术要求以及扩声系统技术要求，并提供了相应的试验方法。

本文件适用于中小学校新建、改建和扩建项目中声场环境与扩声系统的设计、建设及实施。幼儿园、高等院校及培训机构可参照本文件执行。

## 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 3096 声环境质量标准

GB/T 3222.2 声学 环境噪声的描述、测量与评价 第2部分：环境噪声级测定

GB/T 3785.1—2023/IEC 61672—1:2013 电声学 声级计 第1部分：规范

GB/T 4959 厅堂扩声特性测量方法

GB/T 12060.5 声系统设备第5部分：扬声器主要性能测试方法

GB/T 19889.4 声学 建筑和建筑构件隔声测量 第4部分：房间之间空气声隔声的现场测量

GB/T 19889.5 声学 建筑和建筑构件隔声测量 第5部分：外墙构件和外墙空气声隔声的现场测量

GB/T 19889.7 声学 建筑和建筑构件隔声测量 第7部分：楼板撞击声隔声的现场测量

GB/T 28049 厅堂、体育场馆扩声系统设计规范

GB/T 36447 多媒体教学环境设计要求

GB/T 50076 室内混响时间测量规范

GB 50099 中小学校设计规范

GB 50118 民用建筑隔声设计规范

GB 50303 建筑电气工程施工质量验收规范

GB/T 50356 剧场、电影院和多用途厅堂建筑声学设计规范

GB/T 50371 厅堂扩声系统设计标准

GB 50526 公共广播系统工程技术标准

GB 55038 住宅项目规范

JGJ/T 131—2012 体育场馆声学设计及测量规程

WHO-ITU H.870 Global standard for safe listening devices and systems

WHO 2021 Word Report On Health

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

##### **中小学校健康声环境 school healthy sound environment**

通过规范的设计与实施，营造出的有利于师生健康的听说环境。它是由声场环境和扩声系统组成。

#### 3.2

##### **声场环境 sound field environment**

在特定空间内，由声源辐射的声波与该空间声学特性相互作用所形成的综合声学条件。其涵盖声音的传播、反射、吸收、扩散等物理现象，以及这些现象对声音音质、音量、音色等主观感知的影响。按空间类型可分为室内声场环境与室外声场环境。

#### 3.3

##### **扩声系统 sound reinforcement system**

在声场环境中，通过电子设备将声源信号转换为电信号，经放大、处理、传输后，再转换为声信号并重放的完整系统。该系统旨在改善声场环境的声学特性，提高声音的响度、清晰度、可懂度和覆盖范围，同时保持声音的自然度和保真度。它包括室内扩声系统和室外扩声系统。

#### 3.4

##### **无感扩声系统 unnoticeable sound reinforcement system**

一种通过吊装或嵌入式安装麦克风，融合回声消除、噪声抑制及增益控制等数字音频处理技术的智能扩声系统。该系统可实现远距离清晰拾音和高保真扩声，满足声像一致性要求，使听众感知声音如同讲话者自然发声。其核心目标是实现“扩声的最高境界是感觉不到扩声”的理想扩声状态，同时避免因设备佩戴或固定安装对师生活动的限制，为教学活动营造自然、清晰、舒适的声学环境，有效提升教育教学质量。

#### 3.5

##### **定向声扩声系统 directional sound reinforcement system**

一种能够控制声波覆盖范围的扩声系统，它旨在将声音集中投射到特定区域，在有效传递音频信息的同时，最大程度减少对周边非目标区域的噪声干扰的扩声系统。

#### 3.6

##### **声像一致性 audio-visual consistency**

扩声系统在声场环境中正常工作时，听觉感知的声音方位与视觉场景中声源位置的匹配程度。在教学场景中，该特性确保讲话者实际站位与听者听觉感知的空间方位同步对应，使师生在听觉层面获得与视觉场景一致的自然体验，从而提升教学互动的沉浸感、信息传递的准确性及听讲的专注度。

#### 3.7

##### **语言传输指数 speech transmission index**

基于语言信号调制指数在传输过程中的变化而导出的，评价语言可懂度的客观参量，语言传输指数的评价参见图1所示。

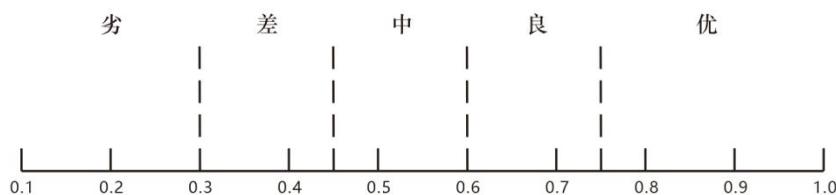


图1 语言传输指数的评价

[来源:GB/T 50526—2021, 2. 0. 28, 有修改]

3.8

**扩声系统语言传输指数 speech transmission index of public address**

语言传输指数的一种简化形式, 用于客观评价扩声系统的语言传输质量。

[来源:GB/T 50526—2021, 2. 0. 29]

3.9

**声学回声消除 acoustic echo cancellation**

用于本地扩声和远程互动时, 消除回声及啸叫的技术。

3.10

**回声损耗增益 echo return loss enhancement**

本地扩声和远程互动中评价回声消除能力的客观参量。

3.11

**混响时间 reverberation time**

当室内声场达到稳态后, 令声源停止发声, 自此刻起至声压级衰变 60dB 所历经的时间, 记作 T 或者  $T_{60}$ , 单位是秒(s)。

3.12

**计权隔声量 weighted sound reduction index**

表征建筑构件空气声隔声性能的单值评价量。计权隔声量宜在实验室测得, 用  $R_w$  表示。

[来源:GB 50118—2010, 2. 1. 6]

3.13

**计权标准化声压级差 weighted standardized level difference**

以接收室的混响时间作为修正参数而得到的两个空间之间空气声隔声性能的单值评价量, 用  $D_{nT, w}$  表示。

[来源:GB 50118—2010, 2. 1. 7]

3.14

**计权标准化撞击声压级 weighted standardized impact sound pressure level**

以接收室的混响时间作为修正参数而得到的楼板或楼板构造撞击声隔声性能的单值评价量, 用  $L'_{nT, w}$  表示。

[来源:GB 50118—2010, 2. 1. 9]

3.15

**频谱修正量 spectrum adaptation term**

频谱修正量是因隔声频谱不同以及声源空间的噪声频谱不同,所需加到空气声隔声单值评价量上的修正值。当声源空间的噪声呈粉红噪声频率特性或交通噪声频率特性时,计算得到的频谱修正量分别是粉红噪声频谱修正量  $C$  或交通噪声频谱修正量  $C_{tr}$ 。

[来源:GB 50118—2010, 2. 1. 10]

3.16

**录播舱 recording and broadcasting cabin**

一种采用模块化设计,提供良好声环境,支持课件录制、在线教学直播、音视频内容创作等场景且可反复拆卸的物理空间。

3.17

**应备等效声压级 ensured equivalent continuous A-weighted sound pressure level**

扩声系统在稳定工作状态下,运动场内学生站队区域各测量点的等效声压级的平均值。

3.18

**传输频率特性 transmission frequency response**

扩声系统在稳定工作状态下,听众区内各测量点稳态声压级的平均值相对于扩声设备输入端的电平的幅频响应,它反映了扩声系统在不同频率下,将输入信号转换为输出声音时的放大或衰减情况,进而评估其声音还原的准确性和质量。

[来源:GB/T 28049—2011, 3. 6, 有修改]

3.19

**声场不均匀度 sound distribution**

听众区内各测量点的稳态声压级的最大差值。

[来源:GB/T 28049—2011, 3. 8]

3.20

**扩声系统声压级差 sound pressure level difference of public address system**

即声压级落差,是目标覆盖区域内外声压级的差异。

3.21

**系统总噪声级 system total noise level**

扩声系统达最高可用增益,厅堂内各测量点由扩声系统所产生的各频带的噪声声压级(扣除环境噪声影响)平均值,以NR曲线评价。

[来源:GB/T 28049—2011, 3. 10]

## 4 学校健康声环境建设通用要求

### 4.1 学校选址要求

学校选址应符合GB 50099—2011中4.1.1至4.1.3的要求。

### 4.2 健康听音阈值要求

在健康听觉环境的设计和建设中,声场环境的各声压级与暴露时间的关系应符合表1和表2的规定。

表1 中小学生在不同声压级下的听觉暴露时间阈值

SPL dB (A)	每周允许暴露时间
75	40h
77	25h
80	12h30min
83	6h24min
86	3h15min
89	1h36min
92	48min
95	24min
98	12min
100	7min58s
101	6min
104	3min
107	1min30s

表2 教师在不同声压级下的听觉暴露时间阈值表

SPL dB (A)	每周允许暴露时间
80	40h
83	20h
86	10h
89	5h
92	2h30min
95	1h15min
98	37min30s
100	20min
101	18min45s
104	9min30s
107	4min30s

注：引用WHO-ITU H.870—2019 Global standard for safe listening devices and systems以及WHO 2021 Word Report On Health。

#### 4.3 声场环境通用要求

4.3.1 教学用房环境噪声限值应满足 GB 3096—2008 中 5.1 的 2 类声环境功能区要求，教学用房窗外 1 m 处昼间应≤55 dB (A)，夜间应≤45 dB (A)。

4.3.2 学校应远离机场、铁路线、编组站、车站、港口、码头等存在显著噪声影响的设施。

4.3.3 学校临交通干线、铁路线时，宜将食堂、操场、风雨操场、多功能厅等对噪声不敏感的建筑物排列在外围作为建筑声屏障。可在噪声源与噪声敏感建筑物之间种植绿植或设置声屏障。

4.3.4 录播教室、校园电视台、心理咨询室、语言教室及视听阅览室等安静度要求较高的教室尽可能远离交通干线和产生噪声的房间。

4.3.5 产生噪声的建筑服务设备等噪声源的设置位置、防噪设计，应按下列规定：

——校园内产生噪声的音乐教室、舞蹈教室、琴房、操场等，其设置位置应避免对教学用房、宿舍楼及居民区产生噪声干扰，且应做防噪处理；

——校园内设置锅炉房、水泵房、变压器室、空调室外机组等建筑服务设施，不应毗邻教学楼、宿舍楼，且应采取隔振、隔声措施。

4.3.6 教学区封闭走廊宜铺装 $\geqslant 80\%$ 顶部面积的符合本文件要求的吸声材料。

4.3.7 食堂就餐区宜采用符合本文件要求的吸声材料做吸声处理，铺装面积为投影面积的30%~50%。食堂的噪声控制和混响时间本文件不做指标要求。

4.3.8 体育馆和有顶盖有围护墙的风雨操场的声学指标，按照JGJ/T 131—2012执行。

4.3.9 多功能厅，礼堂，会议室的声学指标，按照GB/T 50356—2005执行。

#### 4.4 扩声系统通用要求

4.4.1 教室应配备扩声系统。

4.4.2 教学过程中，扬声器与人耳的距离应不小于1m，且离扬声器最近处的人耳所感受到的平均声压级上限应不大于75dB。

4.4.3 扩声系统运行过程中不应产生啸叫或金属尾音。

4.4.4 教学扩声系统运行过程中，声场分布应符合声像一致性原则，应符合7.3.6。

4.4.5 无感扩声系统应采用自适应快速收敛的声学回声消除技术，以此应对教学过程中动态变化的声场环境。采用该技术的设备调试应简单便捷，在调试过程中，若出现短暂啸叫或金属尾音，系统应能通过采集本地人说话自动适应并收敛到正常扩声状态，且收敛时间应不大于5s；其具体性能应符合本文件中声学回声消除指标及7.3.7的相关要求。

### 5 声场环境技术要求

#### 5.1 声场环境分类

本文件的声场环境包括室内声场环境和室外声场环境。

##### 5.1.1 室内声场环境

本文件室内声场环境设计与建设的内容包括：教学用房、教学辅助用房、体育馆和有顶盖有围护墙的风雨操场、行政办公用房及生活服务用房。

a) 教学用房及教学辅助用房包括普通教室、专用教室、公共教学用房及其各自的辅助用房，本文件根据不同功能用房对声场环境要求的差异，将教学用房及教学辅助用房划分为三类：

——I类用房包括：普通教室、合班教室、科学教室、计算机教室、美术教室、书法教室、劳

- 动教室、实验室、史地教室、技术教室、图书阅览室、学生活动室、体质测试室及德育展览室；
- II类用房包括：录播教室、校园电视台、心理咨询室、语言教室及视听阅览室；
- III类用房包括：音乐教室、舞蹈教室、琴房。
- b) 体育馆和有顶盖有围护墙的风雨操场；
- c) 行政办公用房包括：多功能厅、礼堂、会议室等；
- d) 生活服务用房包括：宿舍、食堂等。

注：引用GB 50099—2011中第5章和第6章的规定，有修改。办公室等其他行政办公用房，本文件不做要求。

### 5.1.2 室外声场环境

本文件的室外声场环境包括学校操场和有顶盖无围护墙的风雨操场。

### 5.2 一般要求

本文件要求各类教学用房室内声场环境的技术要求应不低于三级基本要求，其中心理咨询室、语言教室、录播型教室、视听阅览室、舞蹈教室、音乐教室、琴房和校园电视台等的声学指标宜不低于二级要求，一级可由学校根据自身情况进行选择。

### 5.3 噪声控制要求

#### 5.3.1 各类围护结构的隔声要求

##### 5.3.1.1 外墙的空气声隔声要求

声场环境外墙的空气声隔声设计应符合表3的规定。

表3 声场环境外墙的空气声隔声要求

构件名称	计权隔声量+交通噪声频谱修正量 $R_w+C_{tr}$ (dB)
外墙	$\geq 45$

##### 5.3.1.2 隔墙与楼板的空气声隔声要求

各类声场环境隔墙与楼板的空气声隔声设计应符合表4的规定。

表4 各类声场环境隔墙与楼板的空气声隔声要求

声场环境名称	计权隔声量+粉红噪声频谱修正量 $R_w+C$ (dB)		
	一级	二级	三级
I类用房	$\geq 50$	$\geq 47$	$\geq 45$
II、III类用房	$\geq 55$	$\geq 53$	$\geq 50$
宿舍	$\geq 53$	$\geq 50$	$\geq 50$

##### 5.3.1.3 门窗的隔声要求

各类声场环境窗户的空气声隔声设计应符合表5的规定。

表 5 各类声场环境窗户的空气声隔声要求

声场环境名称		计权隔声量+交通噪声频谱修正量 $R_w+C_{tr}$ (dB)		
		一级	二级	三级
I 类用房	临交通干线一侧	≥40	≥37	≥35
	其它	≥35	≥33	≥30
II、III类用房	/	≥40	≥37	≥35
宿舍	临交通干线一侧	≥40	≥37	≥35
	其他	≥35	≥33	≥30

各类声场环境门的空气声隔声设计应符合表6的规定。

表 6 各类声场环境门的空气声隔声要求

声场环境名称		计权隔声量+粉红噪声频谱修正量 $R_w+C$ (dB)		
		一级	二级	三级
I 类用房		≥35	≥30	≥25
II、III类用房		≥37	≥35	≥30
宿舍		≥35	≥33	≥30

#### 5.3.1.4 楼板撞击声的隔声要求

各类声场环境楼板撞击声的隔声应符合表7的规定。

表 7 各类声场环境楼板撞击声的隔声要求

声场环境名称		计权标准化撞击声压级 $L'_{nT,w}$ (dB)		
		一级	二级	三级
I 类用房		≤60	≤65	≤65
II、III类用房		≤55	≤60	≤65
宿舍		≤55	≤60	≤65

注：宿舍卫生间主下水管道的穿楼板、穿墙处应作减振隔声处理。

#### 5.3.1.5 录播舱的隔声要求

——录播舱计权标准化声压级差+粉红噪声频谱修正量  $D_{nT,w}+C \geq 30$  dB；

——录播舱地板计权标准化撞击声压级  $L'_{nT,w} \leq 55$  dB。

#### 5.3.2 各类声场环境的噪声控制要求

各类声场环境内无人占用时（空场），在空调、通风设备、显示设备、照明电器等正常工作状态下噪声级应符合表8中的室内允许噪声级的规定（扣除环境噪声的影响）。

表 8 室内允许噪声级

声场环境名称	室内允许噪声级 dB (A)		
	一级	二级	三级
I 类用房	≤40	≤43	≤45
II、III类用房	≤35	≤37	≤40
宿舍	≤30	≤35	≤37

## 5.4 混响时间要求

### 5.4.1 I类用房

I类用房的空场平均混响时间应符合表9的规定。

表 9 I类用房不同容积的空场平均混响时间

声场环境名称	容积 (m <sup>3</sup> )	空场平均混响时间 (s)		
		一级	二级	三级
I类用房	<200	0.6	0.7	0.8
	200~500	0.7	0.8	0.9
	>500	0.8	0.9	1.0

注：平均混响时间系指125Hz、250Hz、500Hz、1000Hz、2000Hz、4000Hz的混响时间的算术平均值。

### 5.4.2 II类用房的心理咨询室、视听阅览室

5.4.2.1 心理咨询室、视听阅览室在频率为500 Hz~1000 Hz时，对不同容积的空场混响时间应采用图2所示范围。

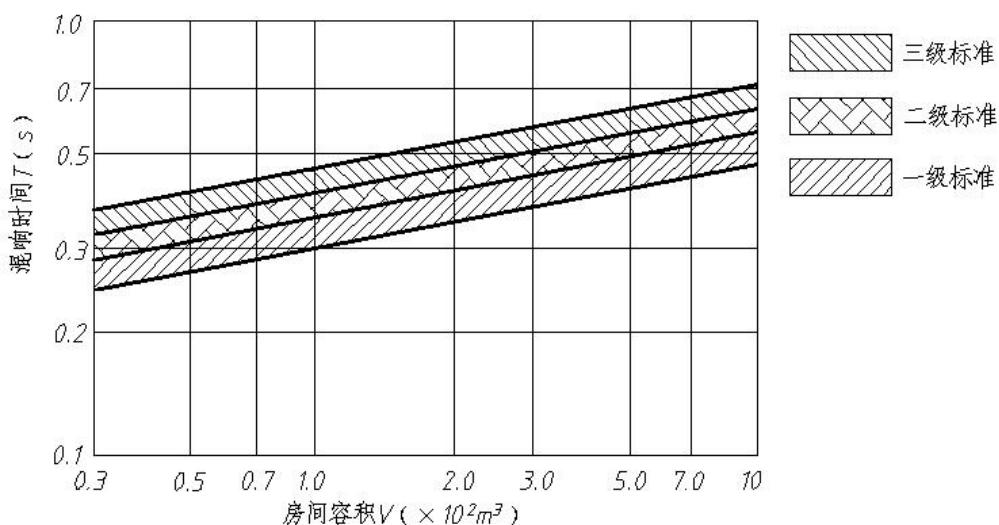


图2 心理咨询室、视听阅览室不同容积的空场混响时间

注：起点处（房间容积为30 m<sup>3</sup>）一级标准的混响时间上限值为0.25 s，下限值为0.29 s；二级标准的混响时间上

限值为 0.29 s，下限值为 0.33 s；三级标准的混响时间上限值为 0.33 s，下限值为 0.37 s。

5.4.2.2 心理咨询室、视听阅览室混响时间的频率特性，相对于 500 Hz~1000 Hz 的比值应符合表 10 的规定。

表 10 心理咨询室、视听阅览室各频率混响时间相对于 500~1000 Hz 的比值

频率 (Hz)	125	250	2000	4000
比值	0.85~1.1	0.85~1.05	0.95~1.0	0.9~1.0

#### 5.4.3 II类用房的录播教室、语言教室、校园电视台

5.4.3.1 录播教室、语言教室、校园电视台在频率为 500 Hz~1000 Hz 时，对不同容积的空场混响时间应采用图 3 所示范围。

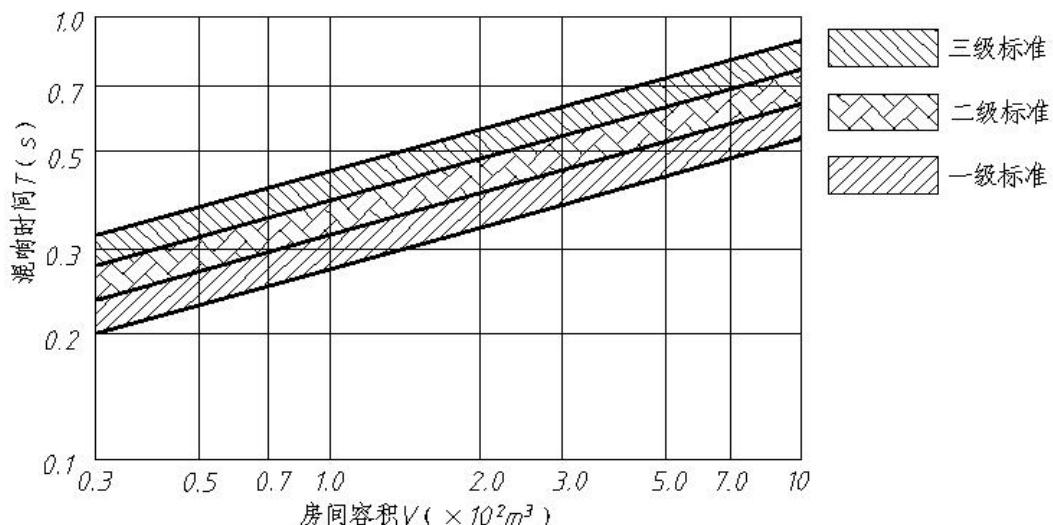


图 3 录播教室、语言教室、校园电视台不同容积的空场混响时间

注：起点处（房间容积为  $30 m^3$ ）一级标准的混响时间上限值为 0.20 s，下限值为 0.24 s；二级标准的混响时间上限值为 0.24 s，下限值为 0.28 s；三级标准的混响时间上限值为 0.28 s，下限值为 0.32 s。

5.4.3.2 录播型教室、语言教室、校园电视台混响时间的频率特性，相对于 500 Hz~1000 Hz 的比值应符合表 11 的规定。

表 11 录播教室、语言教室、校园电视台各频率混响时间相对于 500~1000 Hz 的比值

频率 (Hz)	125	250	2000	4000
比值	1.0~1.2	1.0~1.1	0.9~1.0	0.8~1.0

#### 5.4.4 III类用房

5.4.4.1 III类用房在频率为 500 Hz~1000 Hz 时，对不同容积的空场混响时间应采用图 4 所示范围。

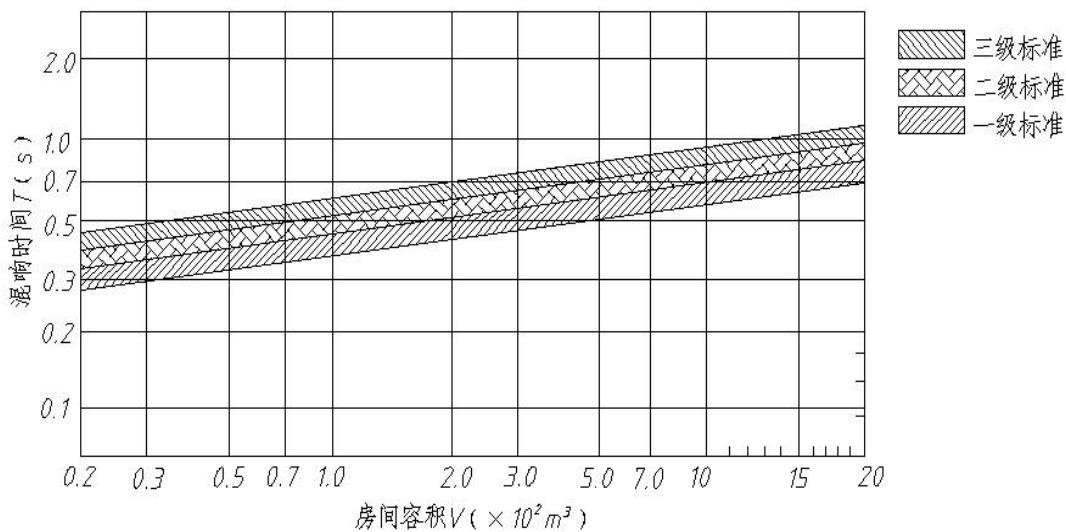


图 4 III类用房不同容积的空场混响时间

注：起点处（房间容积为  $20 \text{ m}^3$ ）一级标准的混响时间上限值为  $0.28 \text{ s}$ ，下限值为  $0.34 \text{ s}$ ；二级标准的混响时间上限值为  $0.34 \text{ s}$ ，下限值为  $0.40 \text{ s}$ ；三级标准的混响时间上限值为  $0.40 \text{ s}$ ，下限值为  $0.46 \text{ s}$ 。

5.4.4.2 III类用房混响时间的频率特性，相对于  $500 \text{ Hz} \sim 1000 \text{ Hz}$  的比值应符合表12的规定。

表 12 III类用房各频率混响时间相对于  $500 \sim 1000 \text{ Hz}$  的比值

频率 (Hz)	125	250	2000	4000
比值	$1.0 \sim 1.3$	$1.0 \sim 1.15$	$0.9 \sim 1.0$	$0.8 \sim 1.0$

#### 5.4.5 录播舱

录播舱内各频率混响时间应符合表13的规定。

表 13 录播舱各频率混响时间要求

频率 (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
混响时间 (s)	$\leq 0.4$	$\leq 0.4$	$\leq 0.3$	$\leq 0.3$	$\leq 0.3$	$\leq 0.3$

### 5.5 声学材料要求

#### 5.5.1 吸声材料

##### 5.5.1.1 吸声材料吸声系数要求：

- $125 \text{ Hz}$  与  $500 \text{ Hz}$  的吸声系数比值应不小于  $0.5$ ；
- $125 \text{ Hz}$ 、 $250 \text{ Hz}$ 、 $500 \text{ Hz}$ 、 $1000 \text{ Hz}$ 、 $2000 \text{ Hz}$ 、 $4000 \text{ Hz}$  的平均吸声系数应不小于  $0.7$ 。

##### 5.5.1.2 吸声材料防火要求：

- 顶面应符合 GB 50222—2017 中 5.1.1 (A 级) 的规定；

——墙面应符合 GB 50222—2017 中 5.1.1 (A/B1 级) 的规定。

#### 5.5.1.3 吸声材料环保要求:

——甲醛释放量应按照 GB 18580—2017 中第 4 章规定的 E<sub>1</sub> 级相关要求执行;

——放射性核素应按照 GB 6566—2010 中 3.2.1 规定的 A 类材料相关要求执行;

——工程验收应按照 GB 50325—2020 中 6.0.4 规定的相关要求执行。

#### 5.5.1.4 吸声材料应具备防潮、防霉、抗腐蚀、抗撞击性能较好以及易清洁等物理性能。

### 5.5.2 隔声材料

#### 5.5.2.1 隔声材料隔声性能应符合本文件的隔声指标要求。

#### 5.5.2.2 隔墙的耐火极限应不小于 30 min。

#### 5.5.2.3 隔声材料环保要求:

——甲醛释放量应按照 GB 18580—2017 中第 4 章规定的 E<sub>1</sub> 级相关要求执行;

——放射性核素应按照 GB 6566—2010 中 3.2.1 规定的 A 类材料相关要求执行;

——工程验收应按照 GB 50325—2020 中 6.0.4 规定的相关要求执行。

#### 5.5.2.4 隔声门耐火极限应不小于 30 分钟, 应无门槛, 应无落地门封, 门扇应配观察窗。

#### 5.5.2.5 隔声窗宜采用平开窗或漂移窗, 1/3 倍频程 100 Hz 的隔声量应不小于 25 dB。

### 5.5.3 减振材料

#### 5.5.3.1 减振材料的撞击声改善量指标应符合本文件的要求。

#### 5.5.3.2 减振材料环保要求:

——甲醛释放量应按照 GB 18580—2017 中第 4 章规定的 E<sub>1</sub> 级相关要求执行;

——放射性核素应按照 GB 6566—2010 中 3.2.1 规定的 A 类材料相关要求执行。

## 6 扩声系统技术要求

### 6.1 扩声系统分类

本文件的扩声系统包括室内扩声系统、室外扩声系统以及公共广播系统。

#### 6.1.1 室内扩声系统

室内的扩声系统依据麦克风的拾音距离和信号传输方式可分为:

##### a) 近距离扩声系统

——有线近距离扩声系统: 使用有线麦克风, 如桌面麦克风或手持麦克风;

——无线近距离扩声系统: 使用无线麦克风, 如领夹式麦克风或手持麦克风。

##### b) 远距离扩声系统

本文件用无感扩声系统表述远距离扩声系统。

### 6.1.2 室外扩声系统

室外扩声系统可分为定向声扩声系统和非定向声扩声系统,本文件规定的非定向声扩声系统应符合GB/T 28049—2011的规定。

### 6.1.3 公共广播系统

本文件规定的公共广播系统应符合GB 50526—2021的规定。

## 6.2 室内扩声系统要求

### 6.2.1 一般要求

室内各类声学环境的扩声系统应不低于二级声学指标要求,其中录播教室、音乐教室、舞蹈教室、校园电视台及语言教室宜按照一级声学指标执行。

### 6.2.2 声学指标要求

室内扩声系统声学指标应符合表14的规定。

表 14 室内扩声系统声学指标要求

技术规格	一级	二级
传输频率特性	见图 5	见图 6
学生听课区声压级平均值与声源 1m 处声压级之差	120 Hz~6000 Hz 的平均值 $\geq 0$ dB	125 Hz~4000 Hz 的平均值 $\geq -3$ dB
稳态声场不均匀度	300 Hz: $\leq 10$ dB; 1000 Hz: $\leq 6$ dB; 4000 Hz: $\leq 6$ dB 6000 Hz: $\leq 6$ dB	1000 Hz: $\leq 8$ dB; 4000 Hz: $\leq 8$ dB
扩声系统语言传输指数	$\geq 0.65$	$\geq 0.6$
声学回声消除指标 (无感扩声系统)	回声损耗增益 (ERLE) : $\geq 55$ dB 收敛速度: $\geq 26$ dB/s	回声损耗增益 (ERLE) : $\geq 46$ dB 收敛速度: $\geq 20$ dB/s
麦克风输入到功放输出之间的延迟(无感扩声系统)	12 ms	16 ms
麦克风输入到功放输出之间的延迟(近距离扩声系统)	22 ms	26 ms
系统总噪声级	NR-20	NR-25

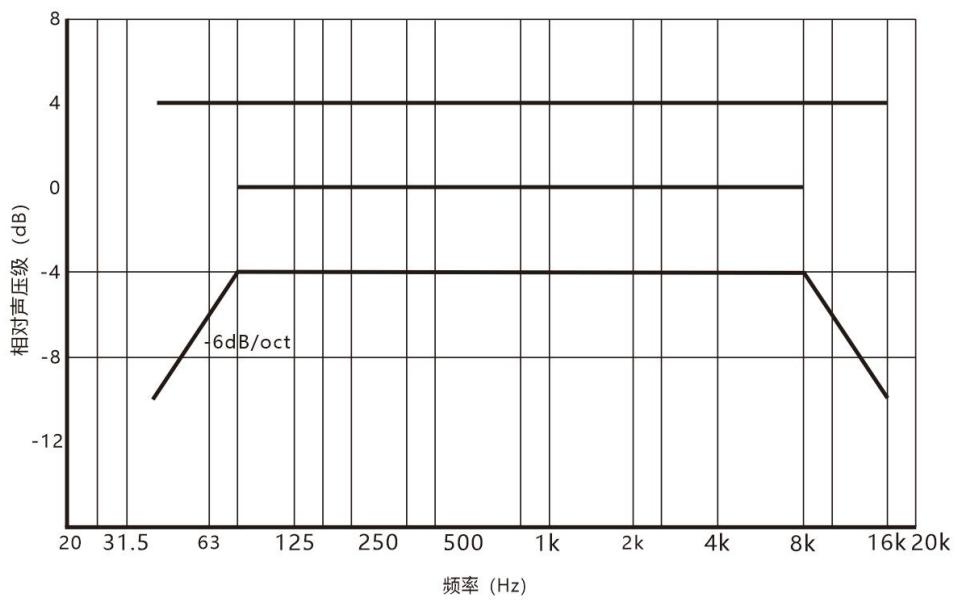


图 5 室内扩声系统一级传输频率特性

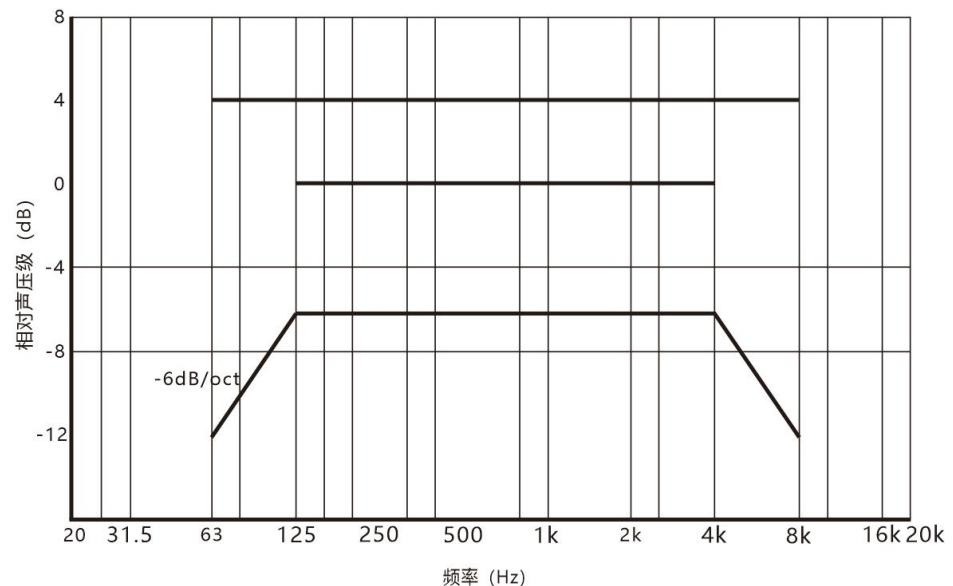


图 6 室内扩声系统二级传输频率特性

### 6.3 室外扩声系统要求

室外扩声系统可分为定向声扩声系统和非定向声扩声系统。本文件规定的非定向声扩声系统应符合 GB/T 28049—2011 的规定。

#### 6.3.1 定向声扩声系统声学指标要求

##### 6.3.1.1 系统声压级差

在 300 Hz~8000 Hz 频率范围内，音箱法线 3 m 处的声压级与音箱法线夹角 180° 延伸线 3 m 处的声压级差，宜不小于 25 dB；音箱法线夹角 90° 延伸线 3 m 处的声压级差，宜不小于 15 dB；音箱法线垂直夹角 30° 延伸线 3 m 处的声压级差宜不小于 15 dB。

### 6.3.1.2 声辐射指向性

在播放 2 kHz 正弦波音频信号时，声辐射角水平方向宜控制在±15°，垂直方向宜控制在±30°。

### 6.3.1.3 定向扩声系统的声学指标

定向声扩声系统的声学指标应符合表 15 中的规定。

表 15 定向扩声系统的声学指标

场景	应备等效声压级 dB(A)	声场不均匀度 dB(A)	语音传输指数 STIPA	噪声敏感建筑物噪声限值 dB(A)
平常	≤75	≤6	≥0.60	55
				60
运动会	≤80	≤8	≥0.55	——

### 6.3.1.4 其他声学指标

定向扩声系统其他声学指标应符合 GB/T 50526—2021 的相关规定。

## 7 试验方法

### 7.1 室内声环境的测量

#### 7.1.1 测量条件

7.1.1.1 声场环境应符合隔声、混响时间、背景噪声等本文件规定的声学指标要求；显示设备、讲台、课桌、窗帘、灯具、空调等安装完毕，已经具备使用条件。

7.1.1.2 扩声设备应按设计要求在教学空间内安装并调试完毕，使之处于正常工作状态，扩声系统在产生声反馈自激临界啸叫点以下 6 dB 运行。测试过程中，不得做任何改变。

7.1.1.3 采用吊装麦克风形式的无感扩声系统中，吊装麦克风的安装高度应不小于 2.6 m。

7.1.1.4 声学回声消除音频处理设备应具有测量接口，测量接口应包括线性输入接口、线性输出接口和回声消除功能开关。

7.1.1.5 测量信号电平为距离测试声源 1.0 处最大声压级 70 dB，即与正常说话声压级相当。

7.1.1.6 测量时，教学空间内各测量点的声压级至少应高于教学空间总噪声级 15 dB。

7.1.1.7 各项测量可在空场条件下进行，如需进一步收集数据，可在满场条件下再次测试。

### 7.1.2 测量声源和测量点的选择

#### 7.1.2.1 测量声源信号应符合以下规定:

- 节目源应采用 GSBM 6001-89 配套出版的《电声产品声音质量主观评价用节目源》国家标样中涵盖语声、声乐以及器乐节目素材;
- 噪声源应采用 GSBM 6001-89 配套出版的《电声产品声音质量主观评价用节目源》国家标样中的噪声源;
- 猝发音信号应符合 GB/T 3785.1—2023/IEC 61672—1:2013 中 5.9 规定的“猝发音响应”技术要求。

7.1.2.2 测量声源位置应根据测试需求进行选择，并可根据教师的授课习惯增加在学生听课区的位置，测试声源中心点距离地面高度 1.5 m。

7.1.2.3 扩声系统传声器距离测量声源的位置以扩声系统正常使用状态为准。

7.1.2.4 学生听课区测量点的选择应视教室大小情况而定：

- 小型教室（长、宽尺寸均不大于 10 m）宜取 4 分格的 4 个中心点，如图 7 所示；

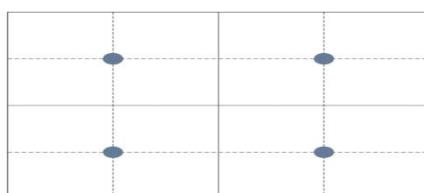


图 7 小型教室测量点的选择框图

- 中型教室（长或宽尺寸大于 10 m，但均不大于 15 m）宜取 9 分格的 9 个中心点，如图 8 所示；

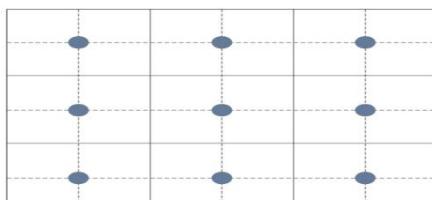


图 8 中型教室测量点的选择框图

- 大型教室（长或宽尺寸大于 15 m）宜取 16 分格的 16 个中心点，如图 9 所示。

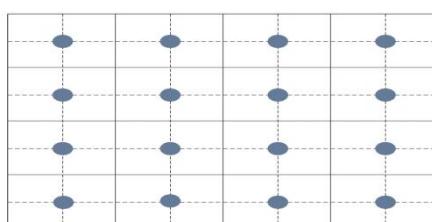


图 9 大型教室测量点的选择框图

7.1.2.5 测量点的布置应符合以下规定：

- 测量点的分布应合理并具有代表性；
- 测量点距地面的高度应为 1.2 m；

- 测量点距房间内各反射面的距离应 $\geq 1.2\text{ m}$ ;
- 各测量点之间的距离应 $\geq 2\text{ m}$ 。

### 7.1.3 声场环境的测量

#### 7.1.3.1 混响时间的测量

多功能厅、礼堂和会议室、体育馆和有顶盖有围护墙的风雨操场以及报告厅混响时间按照 GB/T 4959—2011 中 6.3 的规定执行，其他声场环境宜按如下测量方法测量。

##### a) 采用扫频信号测量混响时间

——按照图 10 连接系统。

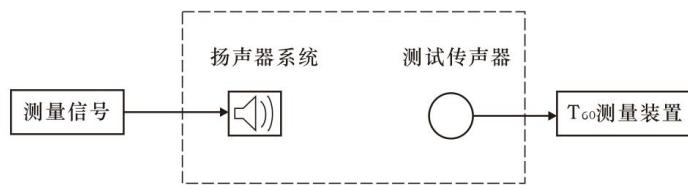


图 10 室内混响时间扫频法测量原理框图

——测量设备：十二面体扬声器声源； $T_{60}$ 测量装置（声级计）。

——测量方法：

- 1) 十二面体扬声器声源放置在讲台位置，中心高度距离地面 1.5 m 处，测量扫频信号通过十二面体扬声器播放；
- 2)  $T_{60}$  测量装置按要求放置于测点位置，同 8.1.2.4 和 8.1.2.5；
- 3) 保持环境安静， $T_{60}$  测量装置采集到扫频信号后自动计算出混响时间；
- 4) 如测量过程中有噪声或者其他干扰，则需重新测量；
- 5) 依次在每个测点位置进行测量，测量完成后对所有测量结果进行平均计算，测量原始记录应精确到小数点后两位数字。作为测量结果的平均值应四舍五入，小于等于 1 s 时，应取小数点后 2 位数字；大于 1 s 时，应取小数点后 1 位数字。

注：引用 GB/T 36075.2—2018，有修改。

##### b) 采用脉冲信号测量混响时间

——测量设备：气球或发令枪等能产生脉冲信号的声源， $T_{60}$  测量装置（声级计）。

——测量方法：

- 1) 准备气球或者发令枪作为声源，声源放置在讲台位置，中心高度距离地面 1.5 m 处。 $T_{60}$  测量装置按要求放置于测点位置，同 8.1.2.4 和 8.1.2.5；
- 2) 保持环境安静，使用气球或者发令枪产生脉冲声源， $T_{60}$  测量装置采集到脉冲信号后自动计算出混响时间；
- 3) 如测量过程中有噪声或者其他干扰，则应重新测量；

- 4) 依次在每个测点位置进行测量，测量完成后对所有测量结果进行平均计算，测量原始记录应精确到小数点后两位数字。作为测量结果的平均值应四舍五入，小于等于1s时，应取小数点后2位数字；大于1s时，应取小数点后1位数字。

#### 7.1.3.2 外墙各构件隔声量的测量

按照GB/T 19889.5—2005规定的相关要求执行。

#### 7.1.3.3 室内噪声的测量

按照GB/T 3222.2—2022中规定的相关要求执行。

#### 7.1.3.4 空气声隔声量的测量

按照GB/T 19889.4—2005中规定的相关要求执行。

#### 7.1.3.5 标准化撞击声压级的测量

按照GB/T 19889.7—2022中规定的相关要求执行。

### 7.1.4 室内扩声系统声学指标的测量

#### 7.1.4.1 系统总噪声级的测量

按照GB/T 4959—2011中第4章、第5章以及6.1.5规定的相关要求执行。

#### 7.1.4.2 学生听课区声压级平均值与声源1.0m处声压级之差的测量

- 按照GB/T 4959—2011中第4章、第5章以及6.1.2的规定执行；
- 各测量点和各频带声压算术平均的计算方法按照GB/T 4959—2011中附录A规定的计算方法进行；
- 如果扩声系统具备噪声抑制功能，应按照GB/T 3785.1—2023/IEC 61672—1:2013中5.9的规定执行。

#### 7.1.4.3 麦克风输入到功放输出之间延迟的测量

##### a) 测量设备

- 信号源（具有多路输出接口，可产生1kHz时长为10ms的猝发声信号或者长度10s的语音信号）；
- 测试功率放大器；
- 测试声源；
- 测试传声器（声输入测试时使用）；
- 音频分析设备（具有多路输入接口的声卡和安装有录音软件的电脑等设备）。

b) 测量方法

- 1) 按照图 11 连接测量设备，确保测试传声器 1 与测试声源的相对位置和系统传声器与测试声源的相对位置相同。

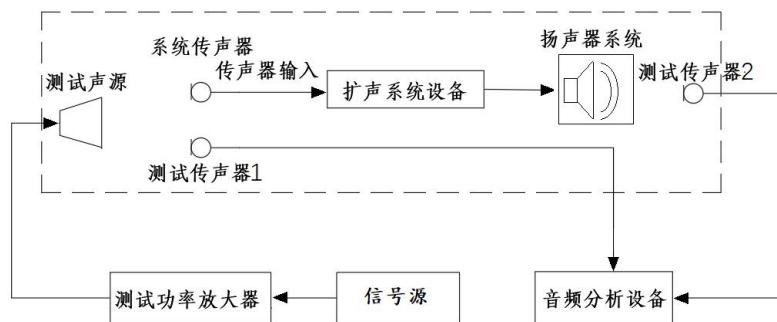


图 11 声输入法测量麦克风输入到功放输出延迟原理框图

- 2) 由测试声源播放测试音频（猝发声信号或者长度 10 s 的语音信号），同时音频分析设备对测试传声器 1 和测试传声器 2 的输入信号进行记录。
- 3) 通过音频分析设备分析出测试传声器 1 和测试传声器 2 所记录的测试音频信号延时  $T_1(\text{ms})$ 。
- 4) 测量扬声器系统与测试传声器 2 之间的距离  $d (\text{m})$ 。
- 5) 根据如下公式(1)计算扬声器系统到测试传声器 2 之间声音的空气传播时间  $T_2 (\text{ms})$ 。

$$T_2 (\text{ms}) = 1000 \times (d/340) \quad (1)$$

- 6) 根据公式(2)计算扩声系统传声器输入到功放输出之间的延时  $T (\text{ms})$ 。

$$T(\text{ms}) = T_1 - T_2 \quad (2)$$

注：在 20℃ 及标准大气压下，声音在空气中的传播速度约为 340 m/s。

#### 7.1.4.4 传输频率特性的测量

7.1.4.4.1 按照 GB/T 4959—2011 中第 4 章、第 5 章以及 6.1.1 的规定执行；

7.1.4.4.2 如果扩声系统具备噪声抑制功能，应按照 GB/T 3785.1—2023/IEC 61672—1:2013 中 5.9 的规定执行。

#### 7.1.4.5 稳态声场不均匀度的测量

7.1.4.5.1 按照 GB/T 4959—2011 中第 4 章、第 5 章以及 6.1.3 的规定执行；

7.1.4.5.2 如果扩声系统具有噪声抑制功能，应按照 GB/T 3785.1—2023/IEC 61672—1:2013 中 5.9 的规定执行。

#### 7.1.4.6 扩声系统语言传输指数测量

按照 GB/T 4959—2011 中第 4 章、第 5 章以及 6.3 与语言可懂度有关的测量项目的规定执行。

## 7.1.4.7 回声消除指标的测量

## a) 按照图 12 连接测试设备

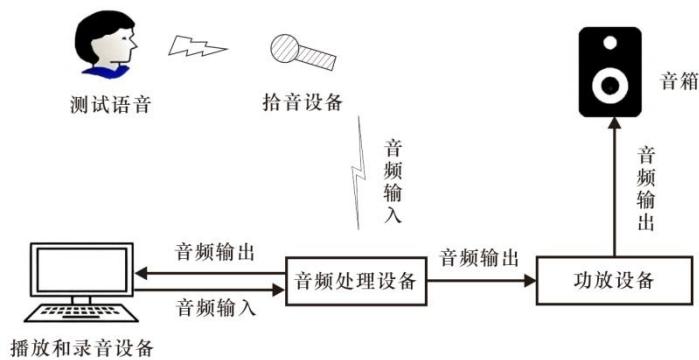


图 12 回声消除指标测量系统图

- 1) 播放设备的输出接口连接音频处理设备的线路输入接口。
- 2) 录音设备的输入接口连接音频处理设备的线路输出接口。
- 3) 音频处理设备线路输出接口接功放线路输入接口。
- 4) 拾音设备的输出接口连接音频处理设备的输入接口。
- 5) 功放输出接口连接音箱。

注：播放和录音设备推荐使用普通电脑；播放、录音和分析推荐使用音频软件。

## b) 测量条件

- 1) 近端测试语音的扩声效果需符合本文件规定的指标要求。
- 2) 通过播放设备播出测试音乐信号，模拟远程互动中远端的信号源，需保证教室各测试点的音乐声音强度范围为 60 dB~70 dB。

## c) 测量方法

- 1) 关闭音频处理设备的远程互动声学回声消除功能，播放设备播出测试音乐信号模拟互动过程中远端的信号源，通过录音设备记录由拾音设备拾取的测试音乐产生的回声。
- 2) 打开音频处理设备的远程互动声学回声消除功能，播放设备播出测试音乐信号模拟互动过程中远端的信号源，同时通过录音设备记录回声消除处理后的声音。
- 3) 回声损耗增益：用音频分析软件分析本测试 2) 回声消除收敛后声音的能量与本测试 1) 中相对应的回声能量差 ERLE (dB)，如图 13 白底部分为需要分析的声音段，左声道为回声信号，右声道为回声消除收敛后的信号，图 14 为音频分析软件分析的回声消除收敛后的信号能量和相应段回声信号能量的分析数据，根据公式(3)可以得出：

$$\text{ERLE (dB)} = 68.08 - 13.29 = 54.99(\text{dB}) \quad (3)$$

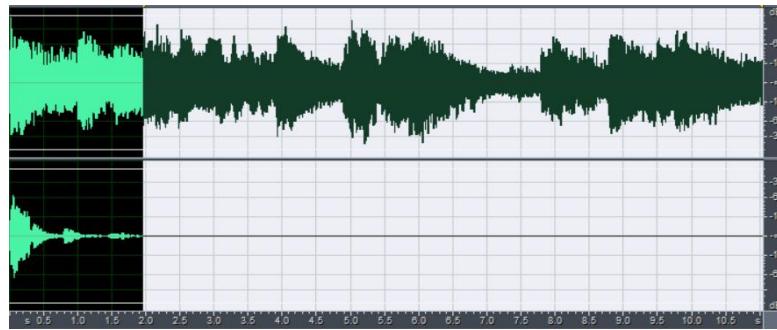


图 13 回声损耗增益分析图



图 14 回声损耗增益分析结果

- 4) 回声消除收敛速度: 用音频分析软件分析出回声消除收敛时间  $TC(s)$ , 根据公式(4)计算回声消除收敛速度  $CR(dB/s)$ :

$$CR(dB/s) = ERLE(dB)/TC(s) \quad (4)$$

如图 15 白底部分为需要分析的回声消除的收敛过程, 用音频分析软件根据公式分析出回声消除收敛时间  $TC(s)=1.96s$ , 根据公式(5)计算回声消除收敛速度  $CR(dB/s)$ :

$$CR(dB/S) = 54.99/1.96 = 28.06(dB/S) \quad (5)$$

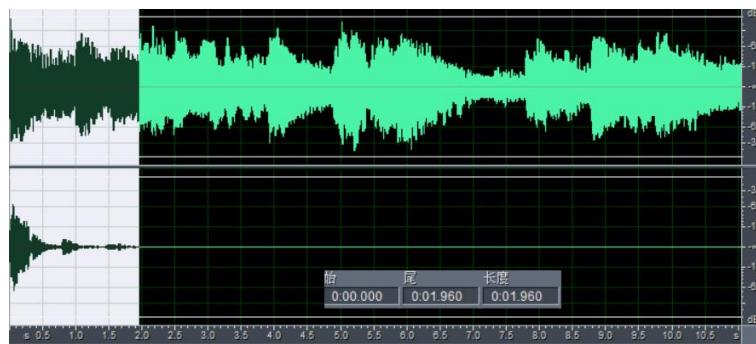


图 15 回声消除收敛速度分析图

注: 引用 T/CAET 001—2022 中附录 B. 3. 4, 有修改。

## 7.2 室外扩声系统的测量

### 7.2.1 非定向声扩声系统声学指标的测量

非定向声系统应按照 JGJ/T 131—2012 的规定执行。

## 7.2.2 定向声扩声系统系统声学指标的测量

### 7.2.2.1 系统连接

定向声扩声系统的连接应符合JGJ/T 131—2012中第6章的规定。

### 7.2.2.2 测量设备

——测量仪器精度应采用0型或1型的积分平均声级计，其性能应符合GB/T 3785.1—2023和GB/T 17181—1997规定的相关要求，室外测量时声级计的传声器应加防风罩；  
——噪声信号发生器，其性能应符合JGJ/T 131—2012规定的相关要求；  
——测试声源信号宜选用GSBM 6001—89配套出版的《电声产品声音质量主观评价用节目源》国家标样中涵盖语声、声乐以及器乐节目素材；  
——其他测量设备应符合JGJ/T 131—2012的规定。

### 7.2.2.3 测量内容

——应备等效声级；  
——声场不均匀度；  
——噪声敏感建筑物噪声限值；  
——扩声系统语言传输指数；  
——扩声系统声压级差。

### 7.2.2.4 测量条件

- a) 测量点的选择应符合下列规定：
  - 距离毗邻操场的围墙处至少3.5 m外测量，距地面高度1.2 m~1.5 m；
  - 在噪声敏感建筑物外，距墙壁或窗户1m处，距地面高度1.2 m~1.5 m；
  - 在噪声敏感建筑物室内，距离墙面和其他反射面至少1m，距离窗户约1.5 m处，距离地面高度1.2 m~1.5 m；
  - 操场内测量点距地面高度1.2 m~1.5 m，均匀选取12个覆盖学生站队区域的测试点位。
- b) 气象条件：测量应在无雨雪、无雷电天气，风速3 m/s以下时进行。
- c) 其他条件：
  - 系统应处于正常运行状态；
  - 测量点现场的信噪比应≥20 dB。

### 7.2.2.5 测量方法

- a) 测量平常模式和运动会模式的应备等效声压级、声场不均匀度方法如下：  
扩声系统分别以平常模式和运动会模式工作状态下进行。
  - 1) 测量仪器使用积分平均声级计；

- 2) 每个测量点连续测量 1 min, 选取每个测试点位的等效连续声压级数据记录;
  - 3) 声源: 循环播放 GSBM 6001—89 配套出版的《电声产品声音质量主观评价用节目源》国家标样中的 20PPM 的粉红噪声音频文件;
  - 4) 操场内测量点按照 7.2.2.4 的要求选择;
  - 5) 将测试点位的测量结果平均后得到系统应备等效声压级结果, 选取测试点位中最大声压级数据减去测试点位中最小声压级数据得到系统声场不均匀度。
- b) 测量噪声敏感建筑物噪声限值应按照 GB 3096—2008 中附录 C 相关要求执行。
- c) 测量平常模式和运动会模式扩声系统语言传输指数方法如下:  
扩声系统分别以平常模式和运动会模式工作状态下进行。
  - 1) 测量仪器使用积分平均声级计;
  - 2) 每个测量点连续测量 1 min, 选取每个测试点位的等效连续声压级数据记录;
  - 3) 声源: 循环播放 GSBM 6001—89 配套出版的《电声产品声音质量主观评价用节目源》国家标样中的男女声朗诵语声文件;
  - 4) 噪声敏感建筑物户外至少选择 3 个点, 测试点按照 7.2.2.4 要求选择;
  - 5) 将测试点位的测量结果平均后得到系统语言传输指数结果。
- d) 测量平常模式和运动会模式扩声系统声压级差方法如下:  
扩声系统分别以平常模式和运动会模式工作状态下进行。
  - 1) 测量仪器使用积分平均声级计;
  - 2) 每个测量点连续测量 1 min, 选取每个测试点位的等效连续声压级数据记录;
  - 3) 声源: 循环播放 GSBM 6001—89 中的 20PPM 的粉红噪声音频文件;
  - 4) 测试点选择: 在音箱前法线 3 m 处(测试点 1)与音箱后法线夹角 180° 延伸线 3 m 处(测试点 2)分别选择一个测试点测试背向声压级差; 在音箱前法线 3m 处与音箱法线夹角 90° 延伸线 3 m 处(测试点 3) 分别选择一个测试点测试横向声压级差; 在音箱前法线 3m 处(测试点 1)与音箱法线垂直夹角 30° 延伸线 3 m 处(测试点 4) 分别选择一个测试点测试垂直声压级差。如图 16 扩声系统声压级差水平方向测试点位图和图 17 扩声系统声压级差垂直方向测试点位图所示设置测试点位;
  - 5) 将测试点位 1 的测量结果减去测试点位 2 的测量结果得到系统前后声压级差; 测试点位 1 的测量结果减去测试点位 3 的测量结果得到系统左右声压级差; 测试点 1 的测量结果减去测试点 4 的测量结果得到系统垂直声压级差的结果。

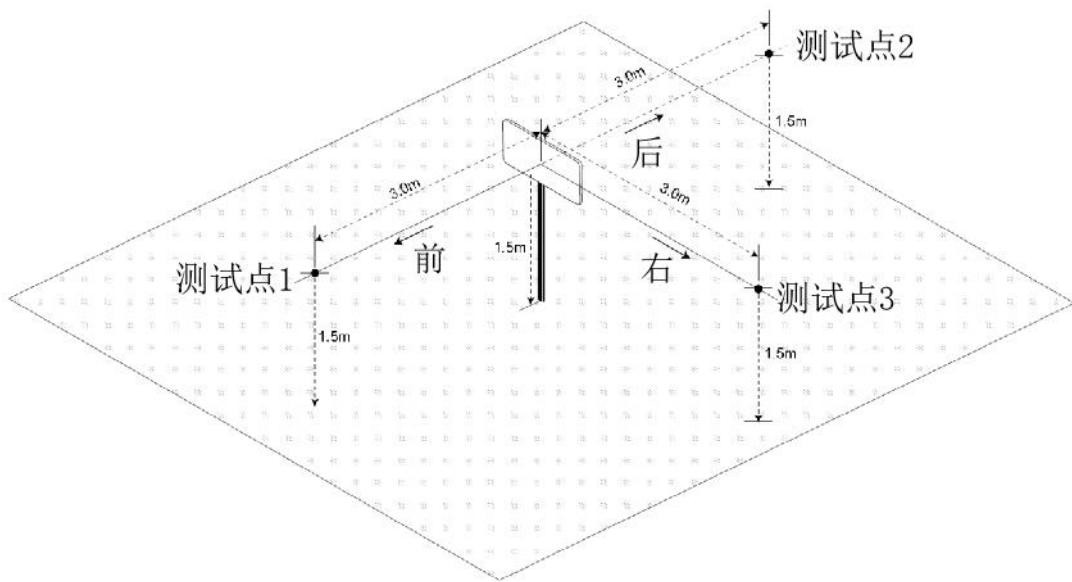


图 16 扩声系统声压级差水平方向测试点位图

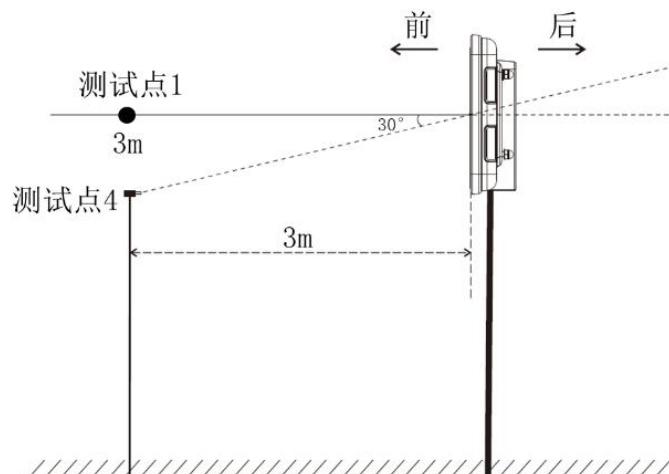


图 17 扩声系统声压级差垂直方向测试点位图

- e) 测量记录应包括以下内容:
- 时间、地点及测定人员;
  - 使用仪器型号、编号及其校准记录;
  - 测定时间内的气象条件;
  - 测量项目及测定结果;
  - 测量依据的标准;
  - 测量点示意图;
  - 声源及运行工况说明;
  - 其他应记录的事项。

### 7.3 扩声系统的主观评价

#### 7.3.1 评价要求

评价的空间应符合下列要求：

- 室外听音评价工作宜在空场条件下进行，也可在满场条件下进行；
- 教室听音评价工作宜在满场条件下进行，也可在空场条件下进行；
- 扩声系统应安装调试完毕，系统处于正常工作状态；
- 声场环境应符合本文件规定的指标要求。

#### 7.3.2 评价节目源

测试声源信号宜选用GSBM 6001—89配套出版的《电声产品声音质量主观评价用节目源》国家标准中涵盖语声、声乐以及器乐节目素材，具体内容详见表16评价节目段内容。

表 16 评价节目段内容

序号	评价节目段内容
1	男女声朗诵
2	女声独唱
3	童声齐唱
4	男女声二重唱
5	京剧花脸唱腔
6	小提琴独奏
7	琵琶独奏
8	弦乐四重奏
9	大提琴独奏
10	钢琴独奏

#### 7.3.3 听音点的选择

- 教室扩声系统测试点应按照 7.1.2.4 的规定选择；
- 室外扩声系统测试点应按照 7.2.2.1 的规定选择。

#### 7.3.4 听音评价人员的组成

可由经过一定培训的师生组成，人数为5人或7人。

### 7.3.5 扩声系统的听音评价

评价应以表 17 的内容要求进行。

表 17 声音质量评价内容

评价内容	分值	评价用语	得分
响度	2	满意——不满意	0~2
语言清晰度	2	清晰——模糊	0~2
真实感	2	觉察不出失真——觉察得出失真	0~2
声像定位一致性	1	一致——不一致	0~1
声反馈临界	1	觉察不出——觉察得出	0~1
系统噪声	1	觉察不出——觉察得出	0~1
(再生)混响时间	1	合适——不合适	0~1

主观评价方法可采用表 18 规定的 10 级评分制。

表 18 声音质量主观评价 10 级评分制

评分等级	声音质量主观评价
[8~10] 分 (优)	声音质量极佳, 十分满意
[6~8) 分 (良)	声音质量好, 比较满意
[4~6) 分 (中)	声音质量一般, 尚可接受
[2~4) 分 (差)	声音质量差, 勉强能听
[0~2) 分 (劣)	声音质量低劣, 无法忍受

### 7.3.6 声像一致性的测量

在教学空间内, 采用标准声源模拟教师发声位置及讲话语音信号, 或直接以人讲话作为发声源。测量时, 将发声源在教师常规活动区域内移动测试, 听音者应就座于距离音箱最近的座位。若听音者感知声音方向与发声源实际位置一致, 而不是来自音箱, 则判定该听音区域的声像定位与声源实际位置相符, 即符合声像一致性要求。

### 7.3.7 声学回声消除的测量

#### 7.3.7.1 声学回声消除的测量方法 1

本方法是一种快速评估无感扩声系统性能的测量方法, 可在 10 min 内完成声学回声消除效果的测量, 应按如下方法进行测量:

- 按照图 12 连接测试设备。
- 调试本地扩声, 其性能需符合本文件中扩声系统指标要求。
- 将近端测试声源与拾音设备之间的距离设置为不小于 3.5 m, 近端测试声源播放测试语音。

- d) 通过待测扩声系统的播放设备播出测试音乐信号，模拟产生声学回声的信号源，需保证各测试点的音乐声音强度范围为 60 dB~70 dB。
- e) 近端测试语音和音乐信号同时持续播放，音箱播放出测试语音和测试音乐的混合声音。
- f) 通过录音设备记录经过声学回声消除处理后的声音。

#### 7.3.7.2 声学回声消除测量方法 1 合格的要求

- a) 调节扩声系统音量时，若出现短暂啸叫或金属尾音，系统应能通过采集本地人说话自动适应并收敛，收敛时间应不大于 5s。收敛后，本地扩声的声音应清晰、响亮且高保真，不应出现啸叫、金属尾音或回音等现象。
- b) 播放设备播放出的音乐不影响近端测试语音的扩声效果。
- c) 音箱放出测试语音和测试音乐的混合声音，测试音乐应没有失真、重音或音量衰减等现象，测试语音应清晰、响亮和高保真。
- d) 录音设备记录下来的经过声学回声消除处理后的音频信号应只包含测试语音而无音乐，语音重放应不出现失真、卡音、丢字、音量衰减、重音、回音、金属音或啸叫等现象，并按照本文件的主观听音评价标准评价。

#### 7.3.7.3 声学回声消除的测量方法 2

本测量方法应在安装了无感扩声系统的两间教室之间实施，主要用于测试远程互动场景下，尤其是双端同时讲话时扩声系统的回声消除能力。该测量方法既可用于检查远程互动教学环境的回声消除效果，也可用于直观评估本地扩声的回声消除效果，具体测量方法如下：

- a) 按照图 12 示意图接好相关信号线缆，推荐采用普通电脑的音频接口连接音频处理器的线性输入和输出接口，电脑上安装视讯会议软件，关闭视讯会议软件的音频处理功能。
- b) 调试本地扩声，其性能需符合本文件中扩声系统声学特性指标要求。
- c) 互动的两间教室分别在老师通常活动的区域讲话，一端讲话的声音通过视讯会议软件传到另一端教室，确保各测试点的声音强度处于 60 dB~70 dB 范围内，测试单端讲话回声消除。
- d) 互动的两间教室在老师通常活动的区域同时讲话，测试双端同时讲话时回声消除的性能。

#### 7.3.7.4 声学回声消除测量方法 2 合格的要求

- a) 调节扩声系统音量时，若出现短暂啸叫或金属尾音，系统应能通过采集本地人说话自动适应并收敛，收敛时间应不大于 5 s。收敛后，本地扩声的声音应清晰、响亮且高保真，不应出现啸叫、金属尾音或回音等现象。
- b) 互动的两间教室分别讲话，应听不到从另一端教室反馈回来的回音。
- c) 在两间教室同时讲话的互动情况下，音箱应输出两端教室讲话内容的混合声音，且本地扩声与远程互动声音互不影响效果。该混合声音不应出现失真、卡音、丢字、音量衰减、重音、回音、金属音或啸叫等现象。并按照本文件的主观听音评价标准评价。