

T/CECS ×××-202X

**中国工程建设标准化协会标准**

博览建筑声环境设计标准

**Design standard for the acoustic environment of museum and exhibition building**

（征求意见稿）

**中国xx出版社**

**中国工程建设标准化协会标准**

博览建筑声环境设计标准

**Design standard for the acoustic environment of museum and exhibition building**

**T/CECS ×××-202X**

主编单位：重庆大学

批准部门：中国工程建设标准化协会

施行日期：20XX年XX月XX日

**中国xx出版社**

202X　北　　京

前　　言

根据中国工程建设标准化协会《2022年第一批协会标准制订、修订计划》（[2022]13号）的要求，标准编制组经过深入调查研究，认真总结工程实践经验，参考了国内外的先进技术，并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准共分为4章，主要技术内容包括：总则、术语、声环境控制指标和声环境设计。

请注意本标准的某些内容可能直接或间接涉及专利，本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国工程建设标准化协会绿色建筑与生态城区分会归口管理，由重庆大学负责具体技术内容的解释。本标准在执行过程中，如有需要修改和补充之处，请将有关资料和建议寄送解释单位（地址：重庆市沙坪坝区沙正街174号，重庆大学建筑城规学院；邮政编码：400030；电子邮箱：xh@cqu.edu.cn），以供修订时参考。

主编单位：重庆大学

参编单位：

主要起草人：

主要审查人：

**目**　　**次**

[1 总 则 6](#_Toc153140185)

[2 术语和符号 7](#_Toc153140186)

[2.1 术语 7](#_Toc153140187)

[2.2 符号 11](#_Toc153140188)

[3 声环境控制指标 12](#_Toc153140189)

[3.1 一般规定 12](#_Toc153140190)

[3.2 室内噪声 12](#_Toc153140191)

[3.3 吸声 13](#_Toc153140192)

[3.4 隔声 14](#_Toc153140193)

[3.5 隔振 16](#_Toc153140194)

[3.6 扩声系统 17](#_Toc153140195)

[4 声环境设计 19](#_Toc153140196)

[4.1 一般规定 19](#_Toc153140197)

[4.2 总体布局与平面设计 19](#_Toc153140198)

[4.3 吸声设计 20](#_Toc153140199)

[4.4 隔声设计 20](#_Toc153140200)

[4.5 隔振与消声设计 21](#_Toc153140201)

[4.6 扩声系统设计 22](#_Toc153140202)

[用词说明 23](#_Toc153140203)

[引用标准名录 24](#_Toc153140204)

[条 文 说 明 25](#_Toc153140205)

**Contents**

1 General provision 6

2 Terms and symbols 7

2.1 Terms 7

2.2 Symbols 11

3 Acoustic environment indices 12

3.1 General requirements 12

3.2 Indoor noise 12

3.3 Sound absorption 13

3.4 Sound insulation 14

3.5 Vibration isolation 16

3.6 Sound reinforcement system 17

4 Acoustic environment design 19

4.1 General requirements 19

4.2 General layout design 19

4.3 Sound absorption design 20

4.4 Sound insulation design 20

4.5 Vibration isolation and noise reduction design 21

4.6 Sound reinforcement system design 22

Explanation of wording 23

List of quoted standards 24

Addition: Explanation of provisions 25

1. 总 则

**1.0.1**为保障博览建筑声环境的健康、舒适，提高声环境设计水平，满足人民群众对博览建筑声环境质量的要求，实现安全适用、技术先进、经济合理，制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用于新建、扩建和改建的博览建筑声环境设计。

**1.0.3** 本标准中的部分指标设置了两个等级，即一级标准和二级标准；其中，一级标准是对声环境舒适度要求较高的博览建筑应达到的标准；二级标准是所有博览建筑应达到的标准。

**1.0.4**博览建筑声环境设计除应执行本标准外，尚应符合国家现行的有关标准的规定。

1. 术语和符号

## 术语

* + 1. 博览建筑 museum and exhibition building

博物馆建筑与展览建筑的总称。

博物馆建筑指为研究、教育和欣赏的目的，收藏、保护、传播并展示人类活动和自然环境的见证物，向公众开放的社会服务机构，范围包括各类博物馆、纪念馆、美术馆、科技馆、陈列馆等。

展览建筑指进行展览活动的建筑物。展览活动指对临时展品或服务的展出进行组织，通过展示促进产品、服务的推广和信息、技术交流的社会活动。

* + 1. 等效声级 equivalent sound level

在规定时间间隔内的A计权声压信号平方的时间平均值与基准声压平方之比的以10为底对数的10倍，也称等效连续A计权声级，单位dB。

* + 1. 倍频带等效声压级 octave band equivalent sound pressure level

在规定时间间隔内，频带宽度为倍频程的声压信号平方的时间平均值与基准声压平方之比的以10为底对数的10倍，单位dB。

* + 1. 低频等效声级 low-frequency equivalent sound level

中心频率为31.5Hz、63Hz、125Hz、250Hz的倍频带等效声压级经A计权后，能量叠加得到的等效声级，单位dB。

* + 1. 室外声源传入噪声 noise intrusion from external sources

建筑物外部噪声源通过建筑外围护结构传播至房间内的噪声。

* + 1. 建筑设备噪声 internal noise from building service equipment

博览建筑日常使用的建筑设备所产生并传播至房间内的噪声。

* + 1. 建筑设备结构噪声 structure-borne noise from building service equipment

博览建筑日常使用的建筑设备所产生的振动经建筑结构传播，在房间内辐射的噪声。

* + 1. 混响时间 reverberation time

声音已达到稳态后停止声源，平均声能密度自原始值衰变至其百万分之一（60dB）所需要的时间，单位s。

* + 1. 空气声隔声 air-borne sound insulation

声源经过空气传播的声音的隔离。

* + 1. 撞击声隔声 impact sound insulation

在建筑结构上撞击引起的声音的隔离。

* + 1. 隔声单值评价量 single-number quantity of sound insulation

根据建筑或建筑构件在100Hz～3150Hz中心频率范围内各1/3倍频带或125Hz～2000Hz中心频率范围内各倍频带隔声性能，按照《建筑隔声评价标准》GB/T 50121-2005规定的方法，确定的单一隔声参数。

* + 1. 计权隔声量 weighted sound reduction index

表征建筑构件阻隔空气声的隔声单值评价量。

* + 1. 计权标准化声压级差 weighted standardized level difference

以接收室混响时间作为修正参数得到的，两个空间之间空气声隔声单值评价量，单位dB。

* + 1. 频谱修正量 spectrum adaptation term

因隔声频谱不同以及声源空间噪声频谱不同，所需加到空气声隔声单值评价量上的修正值，单位dB。

* + 1. 计权规范化撞击声压级 weighted normalized impact sound pressure level

以接收室的吸声量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，单位dB。

* + 1. 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，单位dB。

* + 1. 噪声敏感房间 noise-sensitive room

需要保持安静，以保障人员思考与精神集中、正常讲话不被干扰的房间。

* + 1. Z振级 weighted plumb vibration level

垂直于水平面，并按规定的频率计权曲线对规定频率范围内的振动加速度级计权修正并能量叠加后得到的振级，单位dB。

* + 1. 最大声压级 maximum sound pressure level

扩声系统完成调试后，听众区各测量点产生的稳态最大声压级的平均值。最大声压级可以用规定峰值因数测试信号的有效值声压级，峰值声压级或准峰值声压级表示，单位dB

* + 1. 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。

* + 1. 传声增益 transmission gain

扩声系统在最高可用增益状态时，听众区内各测量点稳态声压级平均值与扩声系统传声器处稳态声压级的差值，单位dB。

* + 1. 声场不均匀度 sound distribution

听众区内各测量点的稳态声压级的差值，单位dB。

* + 1. 系统总噪声级 system total noise level

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

* + 1. 噪声评价曲线 noise rating curve

对噪声的允许值按不同倍频带声压级进行评价的一簇曲线，每一曲线由其在1000Hz的倍频带声压级数作为评价值，又称NR值。进行评价时，取各倍频带中达到最高限值曲线的NR值为准。

* + 1. 总噪声级 total noise level

扩声系统达最高可用增益，无有用声信号输入时，听众区各测量点噪声声压级的平均值，以NR-曲线评价。

* + 1. 早后期声能比 early-to-late arriving sound energy ratio

扬声器系统发出猝发声衰变过程中，厅堂内各测量点在规定时间（如80ms）以内声能与规定时间（如80ms）以后的声能之比；取其比值的以10为底的对数再乘以10，单位dB。

（1）

式中：

*p(t)*——瞬时声压，单位为帕（Pa）;

*τ*——规定时间

* + 1. 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。

* + 1. 扩声系统语言传输指数 speech transmission index for public address system

语言传输指数法（STI法）在某些条件下的一种简化形式，适用于评价包括扩声系统的房间声学的语言传输质量。它受包括扩声系统的房间声学失真的影响。

## 符号

*C* —— 粉红噪声频谱修正量；

*Ctr* —— 交通噪声频谱修正量；

*DnT,w* —— 计权标准化声压级差；

*L*Aeq,*T* —— 等效声级；

*L*Aeq,*T*,*L* —— 低频等效声级；

*L*eq,1/1 —— 倍频带等效声压级；

*L'*nT,w —— 计权标准化撞击声压级；

*L*n,w —— 计权规范化撞击声压级；

*R*w —— 计权隔声量；

*T* —— 混响时间；

*VL*Z —— Z振级；

NR —— 噪声评价曲线；

Ec —— 声能比；

*p(t)* —— 瞬时声压；

*τ* —— 规定时间；

STI —— 语言传输指数；

STIPA ——扩声系统语言传输指数。

1. 声环境控制指标

## 一般规定

* + 1. 室外声源传入噪声应采用等效声级作为评价量，室外声源入侵噪声应为关闭门窗状态下，排除建筑内部噪声源干扰后不得超过的值。
    2. 建筑设备噪声应采用等效声级作为评价量，建筑设备噪声应为关闭门窗状态下，排除其他噪声源干扰后不得超过的值。
    3. 建筑设备结构噪声应采用31.5Hz～250Hz各倍频带等效声压级和低频等效声级作为评价量，建筑设备结构噪声应为关闭门窗状态下，排除其他噪声源干扰后不得超过的值。

## 室内噪声

* + 1. 博览建筑展厅内的室外声源入侵噪声及建筑设备噪声应符合表3.2.1的规定。

**表3.2.1　博览建筑展厅部分的室外声源入侵噪声及建筑设备噪声（dB）**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 展厅类型 | | 室外声源入侵噪声（） | | 建筑设备噪声（） |
| 一级标准 | 二级标准 |
| 博物馆建筑 | 有安静要求的展厅 | ≤40 | ≤45 | ≤45 |
| 无安静要求的展厅 | ≤50 | ≤55 | ≤55 |
| 展览建筑展厅 | | ≤50 | ≤55 | ≤55 |

注：1　有安静要求的展厅指基础陈列类展厅等；无安静要求的展厅指场景还原类、互动参与类、多媒体类展厅等。

2　当邻近有特别容易分散观众听讲解注意力的干扰声时，表中的允许噪声级应降低5dB。

3　室内允许噪声级应为关窗状态下昼间和夜间时段的标准值

* + 1. 博览建筑公共及辅助部分各类房间内的室外声源入侵噪声及建筑设备噪声应符合表3.2.2的规定。

**表3.2.2　博览建筑公共及辅助部分各类房间内的室外声源入侵噪声及建筑设备噪声（dB）**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 功能区域 | | 室外声源入侵噪声（） | | 建筑设备噪声（） |
| 一级标准 | 二级标准 |
| 业务区域 | 藏品库区 | ≤32 | ≤35 | ≤35 |
| 藏品技术区 | ≤40 | ≤45 | ≤45 |
| 公众区域 | 影视厅、报告厅、新闻中心 | ≤32 | ≤35 | ≤35 |
| 门厅、茶座、餐厅、商店、售票室 | ≤40 | ≤45 | ≤45 |
| 教室、活动室 | ≤35 | ≤40 | ≤40 |
| 行政区域 | 办公室、会议室 | ≤35 | ≤40 | ≤40 |
| 附属区域 | 职工更衣室、值班室、公共卫生间 | ≤50 | ≤55 | ≤55 |

## 吸声

* + 1. 博览建筑各类房间空场500Hz～1000Hz的混响时间宜符合表3.3.1的规定。

**表3.3.1　博览建筑各类房间空场500Hz～1000Hz的混响时间**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 功能区域 | | 房间容积（m3） | 混响时间（s） | |
| 一级标准 | 二级标准 |
| 博物馆建筑展厅 | | 200～1000 | ≤0.8 | ≤1.0 |
| 1001～4000 | ≤1.2 | ≤1.4 |
| >4000 | ≤1.6 | ≤1.8 |
| 展览建筑展厅 | | <25000 | ≤2.8 | ≤3.0 |
| 25000～50000 | ≤3.2 | ≤3.4 |
| >50000 | ≤3.6 | ≤3.8 |
| 行政区域 | 办公室、会议室 | ≤200 | ≤0.6 | ≤0.8 |
| >200 | ≤0.8 | ≤1.0 |
| 公众区域 | 影视厅、报告厅、新闻中心 | ≤1500 | ≤1.0 | ≤1.2 |
| >1500 | ≤1.4 | ≤1.6 |
| 教室、活动室 | ≤200 | ≤0.6 | ≤0.8 |
| >200 | ≤0.8 | ≤1.0 |
| 门厅 | ≤1500 | ≤1.5 | |
| >1500 | ≤2.0 | |
| 餐厅 | ≤1000 | ≤0.8 | ≤1.0 |
| >1000 | ≤1.1 | ≤1.3 |

* + 1. 博览建筑内影视厅、报告厅、会议室等语言听闻类房间混响时间频率特性，相对于500Hz～1000Hz的比值宜符合表3.3.2的规定。

**表3.3.2　博览建筑内语言听闻类房间各频率混响时间相对于500Hz～1000Hz的比值**

|  |  |
| --- | --- |
| 频率（Hz） | 混响时间比值 |
| 125 | 1.0～1.3 |
| 250 | 1.0～1.15 |
| 2000 | 0.9～1.0 |
| 4000 | 0.8～1.0 |

## 隔声

* + 1. 博览建筑各类房间之间的隔墙、楼板的空气声隔声性能应符合表3.4.1的规定。

**表3.4.1　博览建筑各类房间之间的隔墙、楼板的空气声隔声性能（dB）**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 使用房间 | | 隔声标准 | 相邻干扰房间 | |
| 与普通房间之间 | 与产生噪声的房间 |
| 计权隔声量+粉红噪声频谱修正量（*R*w+*C*） | 计权隔声量+交通噪声频谱修正量（*R*w+*C*tr） |
| 博物馆建筑展厅 | 有安静要求的展厅 | 一级标准 | >50 | >55 |
| 二级标准 | >45 | >50 |
| 无安静要求的展厅 | 一级标准 | >45 | >50 |
| 二级标准 | >40 | >45 |
| 展览建筑展厅 | | 一级标准 | >45 | >50 |
| 二级标准 | >40 | >45 |
| 办公室、会议室 | | 一级标准 | >50 | >50 |
| 二级标准 | >45 | >45 |
| 影视厅、报告厅、新闻中心 | | 一级标准 | >57 | >60 |
| 二级标准 | >55 | >58 |
| 教室、活动室 | | 一级标准 | >55 | >60 |
| 二级标准 | >50 | >55 |
| 门厅、茶座、餐厅、商店、售票室 | | 一级标准 | >50 | >53 |
| 二级标准 | >45 | >48 |
| 职工更衣室、值班室、公共卫生间 | | 一级标准 | >45 | >50 |
| 二级标准 | >40 | >45 |

* + 1. 博览建筑各类房间之间的空气声隔声性能应符合表3.4.2的规定。

**表3.4.2　博览建筑各类房间之间的空气声隔声性能（dB）**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 使用房间 | | 隔声标准 | 相邻干扰房间 | |
| 与普通房间之间 | 与产生噪声的房间 |
| 计权标准化声压级差+粉红噪声频谱修正量（*DnT,w*+*C*） | 计权标准化声压级差+交通噪声频谱修正量（*DnT,w*+*C*tr） |
| 博物馆建筑展厅 | 有安静要求的展厅 | 一级标准 | ≥50 | ≥55 |
| 二级标准 | ≥45 | ≥50 |
| 无安静要求的展厅 | 一级标准 | ≥45 | ≥50 |
| 二级标准 | ≥40 | ≥45 |
| 展览建筑展厅 | | 一级标准 | ≥45 | ≥50 |
| 二级标准 | ≥40 | ≥45 |
| 办公室、会议室 | | 一级标准 | ≥50 | ≥50 |
| 二级标准 | ≥45 | ≥45 |
| 影视厅、报告厅、新闻中心 | | 一级标准 | ≥57 | ≥60 |
| 二级标准 | ≥55 | ≥58 |
| 教室、活动室 | | 一级标准 | ≥55 | ≥60 |
| 二级标准 | ≥50 | ≥55 |
| 门厅、茶座、餐厅、商店、售票室 | | 一级标准 | ≥50 | ≥53 |
| 二级标准 | ≥45 | ≥48 |
| 职工更衣室、值班室、公共卫生间 | | 一级标准 | ≥45 | ≥50 |
| 二级标准 | ≥40 | ≥45 |

* + 1. 博览建筑内各类空间外窗、门、外墙、含窗外墙及建筑幕墙的空气声隔声性能应符合表3.4.3的规定。

**表3.4.3　博览建筑内各类空间外窗、门、外墙、含窗外墙及建筑幕墙的空气声隔声性能（dB）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 构件名称 | 空气声隔声单值评价量+频谱修正量 | 隔声性能 | |
| 一级标准 | 二级标准 |
| 产生噪声的房间的门 | 计权隔声量+粉红噪声频谱修正量（*R*w+*C*） | ≥35 | ≥30 |
| 其他门 | ≥25 | ≥20 |
| 外墙 | 计权隔声量+交通噪声频谱修正量（*R*w+*C*tr） | ≥45 | ≥40 |
| 外窗 | ≥30 | ≥25 |
| 含窗外墙、建筑幕墙 | ≥35 | ≥30 |

* + 1. 博览建筑内各类空间与上层房间之间楼板的撞击声隔声性能应符合表3.4.4的规定。

**表3.4.4　博览建筑内各类空间与上层空间之间楼板的撞击声隔声性能（dB）**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 构件名称 | 撞击声隔声单值评价量 | 隔声标准 | 上层房间 | |
| 与普通房间之间 | 与产生噪声的房间 |
| 展厅与上层房间之间的楼板 | 计权规范化撞击声压级  *L*n,w  （实验室测量） | 一级标准 | <55 | <65 |
| 二级标准 | <65 |
| 计权标准化撞击声压级  *L'*nT,w  （现场测量） | 一级标准 | ≤55 | ≤65 |
| 二级标准 | ≤65 |
| 门厅、茶座、餐厅、商店、售票室与上层房间之间的楼板 | 计权规范化撞击声压级  *L*n,w  （实验室测量） | 一级标准 | <50 | <60 |
| 二级标准 | <60 |
| 计权标准化撞击声压级  *L'*nT,w  （现场测量） | 一级标准 | ≤50 | ≤60 |
| 二级标准 | ≤60 |
| 办公室、会议室与上层房间之间的楼板 | 计权规范化撞击声压级  *L*n,w  （实验室测量） | 一级标准 | <60 | <70 |
| 二级标准 | <70 |
| 计权标准化撞击声压级  *L'*nT,w  （现场测量） | 一级标准 | ≤60 | ≤70 |
| 二级标准 | ≤70 |
| 教室、活动室与上层房间之间的楼板 | 计权规范化撞击声压级  *L*n,w  （实验室测量） | 一级标准 | <55 | <60 |
| 二级标准 | <60 |
| 计权标准化撞击声压级  *L'*nT,w  （现场测量） | 一级标准 | ≤55 | ≤60 |
| 二级标准 | ≤60 |

注：当确有困难时，可允许办公室、会议室顶部楼板的计权规范化撞击声压级或计权标准化撞击声压级小于或等于85dB，但在楼板结构上应预留改善的可能条件。

## 隔振

* + 1. 博览建筑各类房间的室内Z振级应符合表3.5.1的规定。

**表3.5.1　博览建筑各类房间的室内Z振级（dB）**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 房间类型 | 室内Z振级*VL*Z | |
| 一级标准 | 二级标准 |
| 展厅 | ≤73 | ≤78 |
| 影视厅、报告厅、新闻中心、办公室、会议室 | ≤73 | ≤78 |
| 门厅、商店、茶座、餐厅 | ≤75 | ≤78 |

* + 1. 博览建筑各类房间内的建筑设备结构噪声应符合表3.5.2的规定。

**表3.5.2　博览建筑各类房间内的建筑设备结构噪声（dB）**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 房间名称 | 倍频带等效声压级 | | | | 低频等效声级 |
| 31.5Hz | 63Hz | 125Hz | 250Hz |
| 展厅 | ≤76 | ≤59 | ≤48 | ≤39 | ≤35 |
| 影视厅、报告厅、新闻中心、办公室、会议室 | ≤79 | ≤63 | ≤52 | ≤44 | ≤40 |

## 扩声系统

* + 1. 博览建筑展厅内扩声系统的扩声特性指标可分为二级，扩声系统声学特性指标应符合表3.6.1的规定。

**表3.6.1　博览建筑展厅扩声系统声学特性指标**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 等级 | 最大声压级（峰值） | 传输频率特性 | 传声增益 | 稳态声场不均匀度 | 语言传输指数（STIPA） | 系统总噪声级 | 总噪声级 | 早后期声能比 |
| 一级标准 | 额定通带内：大于或等于103dB | 以100Hz~6300Hz的平均声压级为0dB，在此频带内允许范围：-4dB~+4dB；50Hz~100Hz和6300Hz~12500Hz的允许范围见图1中斜线部分 | 125Hz~6300Hz的平均值大于或等于-8dB | 1000Hz时小于或等于6dB；4000Hz时小于或等于8dB | >0.5 | NR-20 | NR-30 | 500Hz~  2000Hz内1/1倍频带分析的平均值大于或等于3dB |
| 二级标准 | 额定通带内：大于或等于98dB | 以125Hz~4000Hz的平均声压级为0dB，在此频带内允许范围：-6dB~+4dB；63Hz~125Hz和4000Hz~8000Hz的允许范围见图2中斜线部分 | 125Hz~4000Hz的平均值大于或等于-10dB | 1000Hz，4000Hz时小于或等于8dB | ≥0.5 | NR-20 | NR-30 | 500Hz~  2000Hz内1/1倍频带分析的平均值大于或等于3dB |

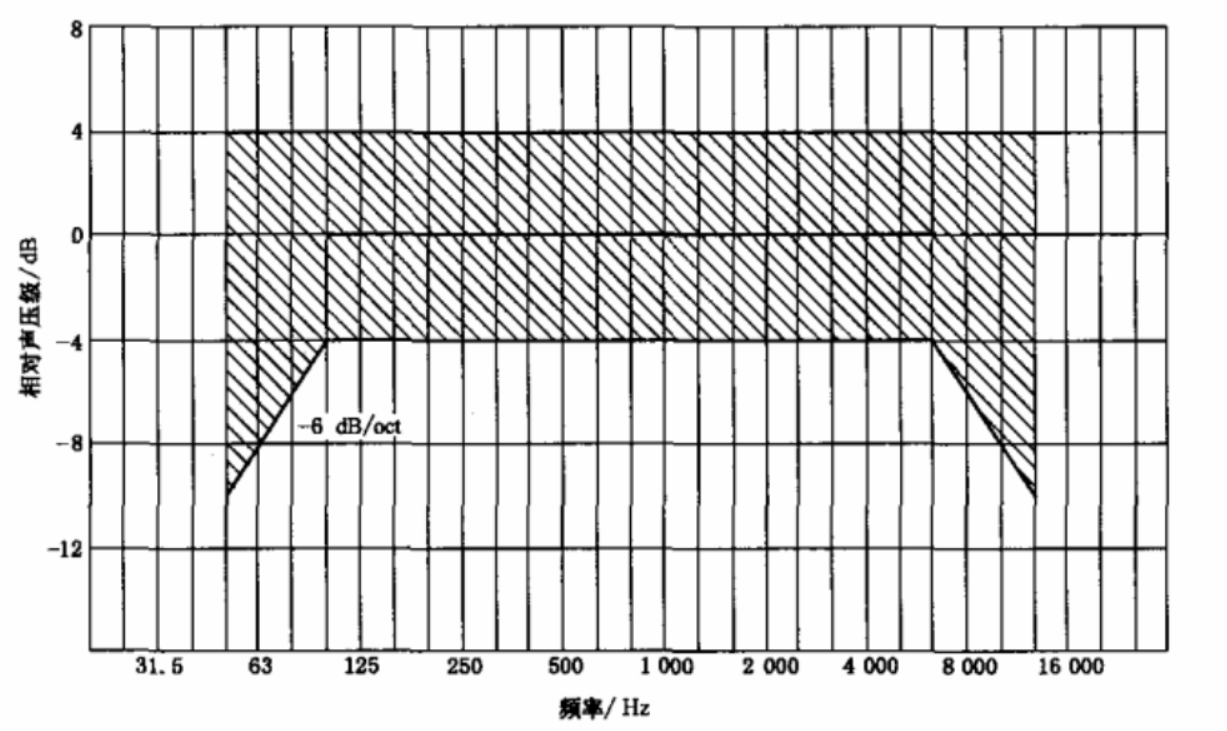


图1博览建筑展厅一级传输频率特性范围

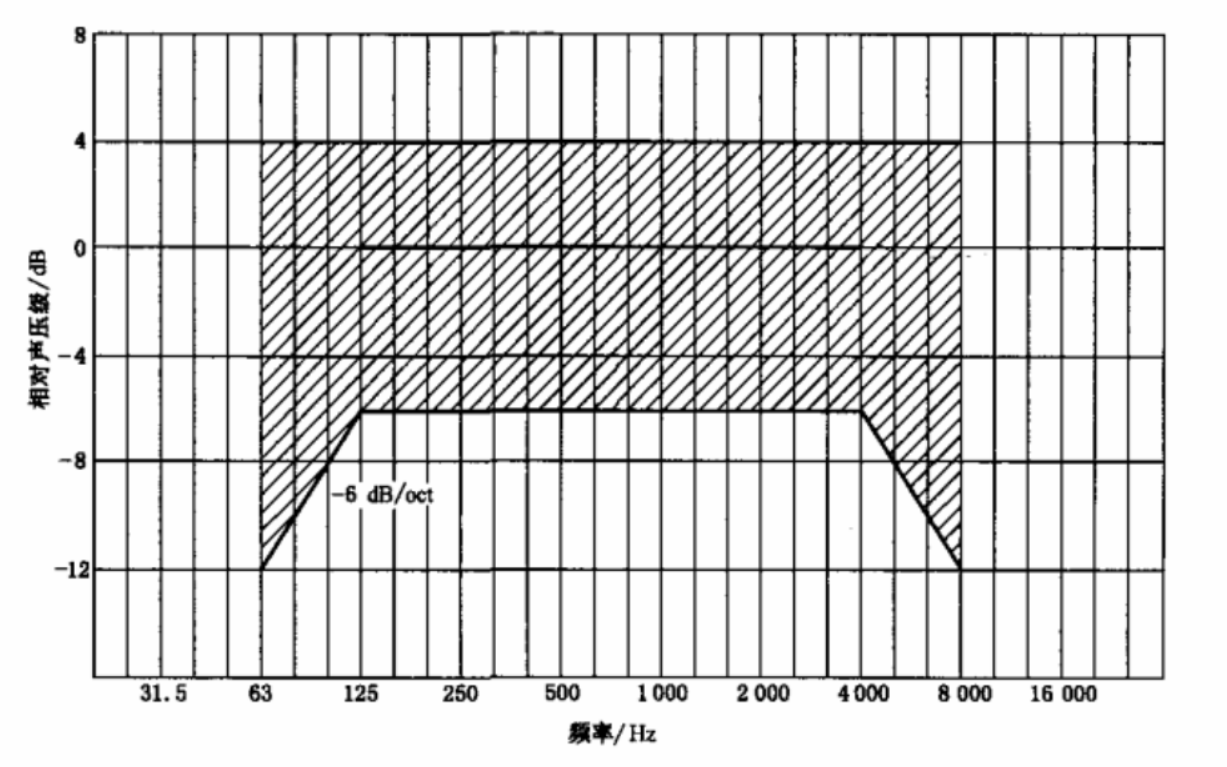


图2博览建筑展厅二级传输频率特性范围

* + 1. 博览建筑影视厅、报告厅、新闻中心扩声系统的扩声特性指标，应符合《厅堂、体育场馆扩声系统设计规范》GB/T 28049-2011中关于会议类扩声系统的相关规定。
    2. 博览建筑的公共广播系统在各广播服务区内的电声性能指标，应符合《公共广播系统工程技术标准》GB/T50526-2021中关于电声性能的相关规定。

1. 声环境设计

## 一般规定

* + 1. 博览建筑声环境设计应包括总体布局与平面设计、吸声设计、隔声设计、隔振与消声设计、扩声系统设计。
    2. 博览建筑声环境设计应结合房间功能及其噪声敏感性、周围环境的噪声情况、使用时室内产生噪声干扰的情况、实际的施工技术水平和博览建筑的类型等因素。
    3. 博览建筑声环境设计应结合通风、采光、照明及装修的要求，选择满足相应设计要求且防火、环保、耐久、易清洁的材料。

## 总体布局与平面设计

* + 1. 博览建筑设计前，应详细调查场地内外的噪声源和振动源。当博览建筑附近有可觉察的固定振动源，或距建筑外轮廓线50m范围内有城市轨道交通地下线时，应对博览建筑的建设场地进行环境振动测量。
    2. 在博览建筑总平面设计中，应合理布置建筑平面，减少交通噪声对室内的影响。当建筑所处场地的环境噪声无法满足《声环境质量标准》GB 3096-2008中一类声环境功能区限值规定时，应采取降噪措施。宜针对平面布局进行噪声影响预测和分析，并据此设计建筑物的防噪间距、朝向选择及平面布局等。
    3. 博览建筑的噪声敏感房间应远离产生噪声及振动的设备与城市主干道，宜单独设置或位于楼层中的安静区域。
    4. 对噪声不敏感的建筑、建筑部位或附属用房等宜布置在靠近噪声源的一侧。
    5. 博览建筑的室外活动场地宜结合噪声敏感需求进行设计，若靠近城市道路、人员密集区域，宜设置声屏障或降噪林带。
    6. 博览建筑毗邻城市交通干道或临近其他噪声源，宜设置噪声隔离带，且应加强外墙、外窗、外门的隔声性能。
    7. 博览建筑的室内外空间宜进行声景设计。
    8. 博览建筑的展厅、会议室、报告厅、新闻中心等建筑空间应避免声聚焦、回声、颤动回声等声学缺陷。
    9. 对室内声环境质量有较高要求的多功能展厅，应进行相应的声学设计
    10. 锅炉房、水泵房、制冷机房、变压器室、风机房、电梯机房、柴油发电机房、换热机房、空调机房、风冷机组及冷却塔等设备区应远离噪声敏感房间，并应进行有效的隔声、隔振处理。

## 吸声设计

* + 1. 吸声设计应根据博览建筑的房间类型与用途，选择声学性能良好的吸声材料、构造。
    2. 博览建筑的展厅室内装修宜采取吸声措施。
    3. 博览建筑各功能房间的墙面和吊顶宜结合装修合理选用吸声材料、声学构造。建筑幕墙、玻璃窗宜设置有吸声效果的窗帘。地面、墙面宜采用易清洁的吸声材料或吸声构造。

## 隔声设计

* + 1. 博览建筑内各类房间的围护结构应做隔声设计。
    2. 隔墙应符合下列规定：

**1**　设备管道在穿越墙体、楼板时，应在管道洞口处进行隔声设计处理，选择满足隔声性能的封堵材料；

**2**　墙上的施工预留洞口或剪力墙抗震设计所开洞口的封堵，应采用满足隔声要求的材料和构造。

* + 1. 当噪声敏感房间所在楼层的相邻楼层设置设备层时，设备层楼板在结构上应预留采取隔声措施的净高和荷载条件，并应采取隔声措施。
    2. 噪声敏感房间的隔墙或楼板与建筑幕墙之间的缝隙应采用与噪声敏感房间的隔墙或楼板隔声性能相当的材料或构造进行封堵。
    3. 隔声门窗的门扇或窗扇与门框或窗框之间应有密封措施。幕墙面材之间、幕墙与固定件之间应采用弹性密封。
    4. 展厅、餐厅、报告厅等房间内分割房间的活动隔断的计权隔声量与粉红噪声频谱修正量之和（*R*w+*C*）不应小于40dB；可利用备餐间作为缓冲与隔声措施。

## 隔振与消声设计

* + 1. 博览建筑的制冷机房和柴油发电机房宜布置在地下室底板上、底层地面上或独立基础的机房内，并应采取隔振、隔声措施。
    2. 电梯井不宜与噪声敏感房间相邻布置。
    3. 空调机组、制冷机组、冷却塔、柴油发电机组、新风机组、水泵、风机、锅炉、空压机等产生噪声、振动的设备，应选用低噪声产品，并应采取隔声、隔振和降噪措施。同类设备宜集中安放，设备安放位置应避免对周边房间产生干扰。空气调节设备宜安装在专门的机房内，并装置防火隔声门。机房内应采取消声、减振措施
    4. 噪声敏感房间应选用低噪声空调设备，并应采取降噪措施。噪声、振动较大的设备不应设置在噪声敏感房间的邻室及上、下层楼板或屋面；当设计上难以避免时，应采取隔振、隔声措施。
    5. 有振动源的机电设备不宜设置在噪声敏感房间及房间外走廊吊顶内；当设计上难以避免时，应采取隔振、隔声措施。
    6. 各类管道与产生噪声及振动的建筑设备相连接时，应采取软管连接、设置弹性支吊架等措施，并应采取控制振动和固体噪声沿管道传播的隔振措施。
    7. 当室内设有暖通空调系统时，暖通空调系统正常运行时，室内噪声应符合本标准第3.2.1条、第3.2.2条的规定，并宜选用下列措施：

**1**　设置适宜的风速；

**2**　设置消声器；

**3**　选用低噪声的设备。

* + 1. 当所有消声器均设于机房内时，从消声器至风道出机房围护结构之间的风道应采取隔声措施，防止机房噪声二次传入风管。
    2. 机电设备隔振方案应根据设备类型、振动大小、振动频率、安装方式、振动和结构噪声的要求等进行设计，应控制振动设备振动幅度，满足设备运行安全需要；隔振系统固有频率与设备振动频率的比值应小于1：2。
    3. 当设备振动很大导致振动无法达到本标准的要求或隔振要求较高时，可采用两级或多级隔振系统。
    4. 隔振产品应包括隔振器、隔振垫和柔性接管等。同一设备的隔振产品型号宜保持一致。
    5. 应根据设备振动特性、隔振降噪需求、设备和基座质量、动态力影响、安装和检修方式等因素，选择合适的隔振产品。
    6. 水泵等振动较大的建筑设备的隔振应配备惰性基座，隔振器和隔振垫宜设置在惰性基座下方。

## 扩声系统设计

* + 1. 传声器的配置应符合下列规定：

**1**应按使用范围配置相应数量的传声器；

**2**应选择有利于抑制声反馈、低阻抗和平衡输出类型的传声器。

* + 1. 扬声器系统应符合下列规定：

**1**应选用灵敏度高、指向性合适、最大声压级高、频带范围宽的扬声器系统；

**2**扬声器系统宜根据不同场馆的具体情况，可采用集中式、分散式或集中分散相结合的方式吊装；

**3**　当采用功率放大器与扬声器为一体的有源扬声器系统时，有源扬声器系统的安装位置应满足安全要求。

* + 1. 扩声扬声器系统的特性及配置应使其直达声均匀覆盖其服务区。扩声扬声器系统的设置，应避免出现回声。
    2. 扬声器系统应符合下列规定：

**1**应有安全可靠的保障措施；

**2**不应引致其他噪声；

**3**　当扬声器系统采用暗装时，安装开口应大至不遮挡扬声器系统向其服务区辐射直达声；

**4**　扬声器系统安装位置后方的反射面应做声学处理。

用词说明

为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用语说明如下：

**1**　表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

**2**　表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

**3**　表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

**4**　表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

引用标准名录

《建筑隔声评价标准》GB/T 50121-2005

《厅堂、体育场馆扩声系统设计规范》GB/T 28049-2011

《声环境质量标准》GB 3096-2008

《公共广播系统工程技术标准》GB/T50526-2021

**中国工程建设标准化协会标准**

**博览建筑声环境设计标准**

**T/CECS ×××-202X**

条 文 说 明

目 次

[1 总　　则 27](#_Toc153141779)

[2 术语和符号 28](#_Toc153141780)

[2.1　术语 28](#_Toc153141781)

[3 声环境控制指标 33](#_Toc153141782)

[3.1　一般规定 33](#_Toc153141783)

[3.2　室内噪声 33](#_Toc153141784)

[3.3　吸声 35](#_Toc153141785)

[3.4　隔声 35](#_Toc153141786)

[3.5　隔振 36](#_Toc153141787)

[3.6　扩声系统 36](#_Toc153141788)

[4 声环境设计 37](#_Toc153141789)

[4.1　一般规定 37](#_Toc153141790)

[4.2　总体布局与平面设计 37](#_Toc153141791)

[4.3　吸声设计 38](#_Toc153141792)

[4.4　隔声设计 39](#_Toc153141793)

[4.5　隔振与消声设计 39](#_Toc153141794)

[4.6　扩声系统设计 41](#_Toc153141795)

1. 总　　则

1.0.1　随着我国经济的快速发展和社会的不断进步，使用者对博览建筑的声环境质量也提出了新的需求。参考国内外博览建筑相关法规与设计案例，总结了博览建筑的建筑设计与声学设计经验，以保证博览建筑符合适用、安全、节能的基本要求。

1.0.2　本标准适用的博览建筑与《博物馆建筑设计规范》JGJ 66-2015与《展览建筑设计规范》JGJ 218-2010相一致。

1. 术语和符号

## 2.1　术语

本标准中的术语，只是为了说明本标准中有关项目的物理意义，而不追求该术语的全部完整定义。其中，部分术语参考《声学名词术语》GB/T 3947-1996、《电工术语 声学和电声学》GB/T 2900.86-2009，部分术语参考有关建筑隔声标准和习惯上常用的词汇编写。

**2.1.1**　博物馆的藏品和基本陈列内容分类，博物馆可划分为历史类博物馆、艺术类博物馆、科学与技术类博物馆、综合类博物馆等四种类型。

2.1.2　在《声环境质量标准》GB 3096-2008、《社会生活环境噪声排放标准》GB 22337-2008、《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348-2008等标准中，均使用等效声级的术语。为了标准之间的统一、避免引起歧义，本标准中使用等效声级，同时为了本标准与《民用建筑隔声设计规范》GB 50118-2010协调，该术语也可称为等效连续A计权声级。

等效声级的公式是：

 （1）

式中：——等效声级（dB）；

——规定的时间间隔（s）；

——t时刻的A声级（dB）。

**2.1.3**由于建筑设备结构噪声一般为低频窄带噪声，经A计权后不能反映建筑设备结构噪声的低频特性及其对人的影响。倍频带等效声压级是未经A计权的线性等效声压级数值，因此，本标准引入倍频带等效声压级作为建筑设备结构噪声评价参数之一。

**2.1.4**建筑设备结构噪声一般为低频窄带噪声，但是也存在噪声频谱分布超过1个倍频带频率范围的情况。仅分频规定限值，可能出现每个倍频带等效声压级满足限值，但是叠加后的等效声级超标的情况，因此应规定总的等效声级。

建筑设备结构噪声的低频窄带噪声经A计权后与线性声级数值上有较大降低。如果测试时存在其他中高频成分为主的噪声，中高频A计权数值上几乎没降低，部分频带数值上还会变大。如果采用全频带等效声级评价，中高频部分的能量经A计权后叠加，使全频带等效声级大于建筑设备结构噪声实际等效声级数值，做出超标的误判，因此本标准引入低频等效声级术语，仅统计建筑设备结构噪声频谱特性中经常出现的中心频率为31.5Hz、63Hz、125Hz、250Hz的4个倍频带等效声压级进行A计权后的能量。这样可以较好地排除其他噪声的干扰。

**2.1.5**常见的室外声源包括道路交通噪声、轨道交通噪声、飞机噪声、建筑施工噪声、工业企业噪声、社会生活噪声（含商业活动和娱乐活动产生的噪声）。室外声源产生的噪声，通过建筑外围护结构传播至房间内，对人产生干扰。

**2.1.6**建筑中常用的、易产生噪声的建筑设备通常包括电梯、变压器、发电机、水泵、空调机组、冷冻机组、冷却塔、锅炉、风机、卫浴设施等。

**2.1.7**建筑设备产生的噪声除了通过空气传播至相邻房间外，其产生的振动还通过建筑主体结构传播，在噪声敏感房间内激发出噪声。建筑设备产生的噪声通过空气途径传播，遇到建筑结构后会有很大的衰减。而建筑设备结构噪声通过固体传播，在建筑结构中衰减较慢，且通常为低频窄带噪声。电梯、水泵等建筑设备产生的振动经建筑结构传播至噪声敏感房间产生的噪声是典型的建筑设备结构噪声。空调机组、风机等传播至噪声敏感房间的噪声，既可能是建筑设备噪声通过与之相连接的管道通过空气传声的途径传播至噪声敏感房间，也可能是建筑设备振动经建筑结构传播至噪声敏感房间后辐射出的噪声。

**2.1.8**混响时间可基于60dB以内较小动态范围的评测结果，并通过线性外推导出声压级衰变60dB的衰变时间得到，但测量结果要予以相应的标注，基于声压级衰变除此达到原始值以下5dB与25dB的两个时间点之间的衰变曲线导出的混响时间，标记为*T*20；基于声压级衰变除此达到原始值以下5dB与35dB的两个时间点之间的衰变曲线导出的混响时间，标记为*T*30。

**2.1.9**由于我们人类生活在空气中，所以一般情况下（头处于水中时除外），我们听到的声音都是空气声。为帮助理解，举几个空气声的例子，如：邻室的电视声、邻室的谈话声、室外的交通噪声等。

空气声隔声是通过在空气声的传播途径——空气中采取措施，增加声衰减。

**2.1.10**撞击声并非是一种与空气声截然不同的声音，只不过是因为在隔声机理上有所不同，而分为两类声音。为帮助理解，举几个撞击声的例子，如：人在房间顶部的楼板上行走或拖拉物体、物体掉落在房间顶部的楼板上，而在楼下房间内产生的噪声。

撞击声隔声是通过改变撞击声的发声方式和在撞击声的固体传播途径——建筑结构中采取措施，增加声衰减。

**2.1.11**在隔声测量时，通常均按照1/3倍频带或倍频带进行测试，得到一组与频率相关的测量。一组与频率相关的测量应用起来会有诸多不便，因此《建筑隔声评价标准》GB/T 50121-2005规定了将一组与频率相关的测量确定得到单一隔声参数的方法。计权隔声量、计权标准化声压级差、计权规范化撞击声压级、计权标准化撞击声压级均是隔声单值评价量的一种。

**2.1.12**按照《建筑隔声评价标准》GB/T 50121-2005规定的方法，根据建筑构件在100Hz～3150Hz中心频率范围内各1/3倍频带（或125Hz～2000Hz中心频率范围内各倍频带）的隔声量得出计权隔声量，计权隔声量宜在实验室测得，一般用于隔声设计。

依据《声学 建筑和建筑构件隔声测量 第3部分：建筑构件空气声隔声的实验室测量》GB/T 19889.3-2005测量得到隔声量。

隔声量（*R*）的公式是：

 （2）

式中：*L*1——声源室内平均声压级（dB）；

*L*2——接收室内平均声压级（dB）；

*S*——试件面积，等于测试洞口面积（m2）；

*A*——接收室内吸声量（m2）。

**2.1.13**按照《建筑隔声评价标准》GB/T 50121-2005规定的方法，根据两个空间之间在100Hz～3150Hz中心频率范围内各1/3倍频带（或125Hz～2000Hz中心频率范围内各倍频带）的标准化声压级差得出计权标准化声压级差，一般用于现场检测。

依据《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 19889.4-2005、《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 19889.5-2006和《声学 建筑和建筑构件隔声测量 第7部分：撞击声隔声的现场测量》GB/T 19889.7-2022测量得到标准化声压级差。

标准化声压级差（*D*nT）的公式是：

 （3）

式中：*L*1 ——声源室内平均声压级（dB）；

*L*2 ——接收室内平均声压级（dB）；

*T* ——接收室内混响时间（s）；

*T*0 ——参考混响时间（s），对于住宅，取值为0.5s。

**2.1.14**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或交通噪声频谱修正量。

**2.1.15**按照《建筑隔声评价标准》GB/T 50121-2005规定的方法，根据楼板或楼板构造在100Hz～3150Hz中心频率范围内各1/3倍频带（或125Hz～2000Hz中心频率范围内各倍频带）的规范化撞击声压级得出计权规范化撞击声压级。

依据《声学 建筑和建筑构件隔声测量 第6部分：楼板撞击声隔声的实验室测量》GB/T 19889.6-2005测量得到规范化撞击声压级。

规范化撞击声压级（*L*n）的公式是：

 （4）

式中：*L*i ——接收室内平均撞击声压级（dB）；

*A* ——接收室内吸声量（m2）；

*A*0 ——参考吸声量（m2），取值为10m2。

**2.1.16**按照《建筑隔声评价标准》GB/T 50121-2005规定的方法，根据楼板或楼板构造在100Hz～3150Hz中心频率范围内各1/3倍频带（或125Hz～2000Hz中心频率范围内各倍频带）的标准化撞击声压级得出计权标准化撞击声压级。

依据《声学 建筑和建筑构件隔声测量 第7部分：撞击声隔声的现场测量》GB/T 19889.7-2022和《声学 建筑和建筑构件隔声测量 第7部分：撞击声隔声的现场测量》GB/T 19889.7-2022测量得到标准化撞击声压级。

标准化撞击声压级（*L*´nT）的公式是：

 （5）

式中：*L*i ——接收室内平均撞击声压级（dB）；

*T* ——接收室内混响时间（s）；

*T*0 ——参考混响时间（s），对于住宅，取值为0.5s。

**2.1.17**博览建筑噪声敏感房间包括有安静要求的展厅、会议室、办公室、报告厅、新闻中心等。

**2.1.18**振动级是根据人对不同频率成分的振动的感知程度，按照《机械振动与冲击 人体暴露于全身振动的评价　第1部分：一般要求》GB/T 13441.1-2007规定的Wk计权曲线计权后，进行能量叠加，得到的单值评价量。为了与《城市区域环境振动标准》GB 10070-88保持一致，本标准规定的铅垂向振动单值评价量名称为Z振级。但本标准规定的Z振级是运用新Wk计权曲线计权后得到的，这里Z仅表示铅垂向，不代表Z计权。虽然名称与《城市区域环境振动标准》GB 10070-88规定的Z振级相同，但在数值上，经对大量振动实测数据对比，两者之间差约3dB。

1. 声环境控制指标

## 3.1　一般规定

3.1.1、3.1.2　本标准规定用等效声级这种单值评价量作为室外声源入侵噪声及建筑设备噪声的室内噪声。等效声级与人们对声音响度的主观感觉有较良好的相关性，使用简便，是被广泛采用的单值评价方法。我国环境噪声的《声环境质量标准》GB 3096-2008中也是采用等效声级作为标准，室外声源入侵噪声及建筑设备噪声用等效声级为室内噪声有利于室内、室外噪声标准的衔接。

本标准中规定了房间关闭门窗状态下室外声源入侵噪声及建筑设备噪声的室内噪声。在目前室外噪声源增多、室外噪声较高（尤其是城市交通干线、高速公路、铁路、机场附近）的情况下，要求在开窗状态室内的噪声也较低是比较困难的。为减小室外噪声对房间内的干扰，增强房间围护结构隔声能力是从建筑本身所能采取的主要、有效措施。虽然关闭门窗可以降低室外噪声对室内的影响，但关闭门窗也隔断了室内外的空气交流，不利于室内空气流动。所以，在规划、设计博览建筑时，仍应尽可能从平面布置方面采取防噪措施，争取实现在开启外门窗状态下，房间内的噪声也尽可能达到本标准中允许噪声限值的要求。

## 3.2　室内噪声

**3.2.1**　博览建筑按展陈空间陈列方式的不同，主要分为基础陈列类、场景还原类、互动参与类与多媒体类展厅。

展墙、展柜是基础陈列类的展厅常用的陈列形式，它们可以固定或者移动，用于摆放实物展品。展墙的主要作用是放置挂式展品，同时也可以对展厅空间进行划分，引导观众的参观路线。展柜是文物藏品的主要陈列载体，也是博览建筑陈列的基本设施之一。展柜具有操作简便、拆装方便、文物保护性能好等特点。这些陈列设备不仅是博览建筑陈列的必备工具，也是展厅的重要视觉元素之一。

场景还原是博览建筑展示陈列中一种常见的方法，它可以通过还原历史环境或人物故事，增强展品的信息传播效果。场景设计有两种主要形式：橱窗封闭式场景和大型开放式场景。橱窗封闭式场景是将展品和背景画放在一个类似橱窗的封闭空间内，适合展示自然科学类或文物类的内容。大型开放式场景是将展品和背景直接布置在展厅空间内，适合展示历史事件类或民俗文化类的内容。场景设计需要综合运用艺术学、建筑学、舞台设计等多学科理论，同时结合声光电等技术手段，创造出富有沉浸感和真实感的展示效果。

为了吸引观众的兴趣和参与感，现代博览建筑陈列设计越来越注重人机互动的方式。这种方式适用于科技博物馆、自然博物馆、儿童博物馆等科普类博物馆，可以让观众通过操作机械或电子设备，直观地感受和学习科学知识。主要的人机互动陈列方法有两种：一是传统的机械互动，如模型、按钮、旋转盘等；二是智能的电子互动，如触摸屏、语音识别、虚拟现实等。

数字化时代为博览建筑展示陈列带来了新的可能性，传统的展品可以通过数字媒体技术呈现出更多的维度和动态效果，增强了沉浸感和交互性，帮助观众更深入地了解展品的内涵。影片是一种常见的数字媒体技术，可以通过播放器或投影设备在博览建筑中展示。影片可以根据不同的主题，如人物事迹、科学原理等，进行知识性的科普和宣导，是一种直观有效的陈列方式。

**3.2.2**　表3.2.2参考了行业标准《博物馆建筑设计规范》JGJ66-2015对于博览建筑公共及辅助部分各类房间进行了划分。

我国《博物馆管理办法》（2006年）规定“博物馆建筑应当划分为陈列展览区、藏品库房区、文物保护技术区、公众服务区、办公区等，相对自成系统。”日本学者将建筑划分为三个空间：利用者空间（展示、教育、公众服务等）、学艺空间（研究、整理、保管等）、监理空间（机关庶务及机械室等）；国外某专著则从管理、安全、建筑标准等角度出发，建议将建筑划分为公众非藏品区、公众藏品区、非公众藏品区、非公众非藏品区、室外区域。

结合国内实践，为建筑空间的布局、人流和物流的组织以及安全防范的需要，本规范规定建筑应划分为公众、业务、行政、附属等四个区域，每个区域由相关的功能区和用房组成。

每个博览建筑的工艺都是独特的，功能区和用房的组成因馆而异。如特大型馆可设有导览音像制作室、出版物编辑室、更多的研究和藏品技术用房；处于城市中心区的博物馆可能在馆区外设部分藏品库房、藏品技术区；有的自然博物馆的标本制作由外单位承包，馆区无相关用房；小型专业博物馆可能将部分用房合并在同一空间，等等。因而功能区和用房的组成应由工艺设计确定。

其中，藏品库区是指为藏品收藏及管理而专设的房间、通道等建筑空间的总称，由库前区和库房区组成。特大型、大型展览建筑宜设置新闻中心。新闻中心应具备新闻发布、媒体登录、记者服务等功能。

## 3.3　吸声

**3.3.1**　本条参考了《建筑设计资料集》（第三版）中对于博览建筑展厅区域、综合大厅公共区域、餐饮会议区域面积指标和净高的相关要求，对房间容积进行了划分。

本条对报告厅的混响时间做出的规定参考了《剧场、电影院和多用途厅堂建筑声学设计规范》GB/T 50356-2005。

综合大厅公共区域、餐饮区域可在吊顶悬吊空间吸声体、墙面间隔布置吸声材料控制混响时间，以提高大厅等空间的语言清晰度，避免出现回声等音质缺陷；报告厅、会议室等会议区域的声环境设计需根据房间的形状确定吸声材料的配置位置，以控制室内的不利反射声对言语清晰度的影响，提高会议、接待等区域内的声环境质量。

## 3.4　隔声

**3.4.1、3.4.2**　表3.4.1及表3.4.2中，分别使用计权隔声量及计权标准化声压级差规定了博览建筑内不同房间之间的构件及不同房间之间的隔声性能。表3.4.1中，计权隔声量表征的是建筑构件阻隔空气声的隔声单值评价量，宜在实验室测得；表3.4.2中，计权标准化声压级差表征的是两个空间之间空气声隔声单值评价量，一般用于现场检测。两表的指标分别为构件的实验室测试及现场测试提供了标准。

表3.4.1与表3.4.2中，由于产生噪声的房间所产生的各类设备、机电、排水等噪声频谱与交通噪声更为接近，因此使用计权隔声量+交通噪声频谱修正量（*R*w+*C*tr）作为隔声性能的指标更为合理且有效。

“使用房间”指需要进行隔声处理并保护其免受噪声干扰的房间，“相邻干扰房间”指的是在使用过程中，容易产生噪声并对相邻房间造成噪声干扰的房间。部分房间在使用时，也会由于人为活动等因素产生噪声干扰，同一种房间类型可能同时作为“使用房间”与“相邻干扰房间”。

在博览建筑中，包含噪声敏感房间，需要保证噪声敏感房间室内安静，比如影视厅、报告厅等。也含有一些对噪声不敏感的房间，比如给水排水，暖通空调，建筑电气，燃气设备用房等。在进行噪声控制规划时，应将上述的噪声敏感房间和噪声不敏感房间区别对待，可利用噪声不敏感房间作为缓冲带，以保证噪声敏感房间的声环境达标。

## 3.5　隔振

**3.5.1**　本条中Z振级参考了《住宅建筑室内振动限值及其测量方法标准》GB/T 50355-2018。

**3.5.2**　在国际上，部分国家采用分频限值来评价低频噪声，例如瑞典标准SOSFS 1996:7/E Indoor Noise and High Sound Levels、波兰标准 No 358/98 Assessment of the low-frequency noise in dwellings、丹麦标准Nr.9 1997 Orientering om lavfrekvent støj, infralyd og vibrationeri eksternt miljø与德国标准DIN 45680 1997 Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft。为了更合理的评价建筑设备结构噪声，参考国际上标准中关于低频噪声的评价方法和频率范围，本标准规定用中心频率为31.5Hz、63Hz、125Hz、250Hz的4个倍频带等效声压级和低频等效声级一并作为建筑设备结构噪声。本条中的倍频带等效声压级与低频等效声级参考了《住宅建筑室内振动限值及其测量方法标准》GB/T 50355-2018、《建筑环境通用规范》GB 55016-2021与《社会生活环境噪声排放标准》GB 22337-2008。

## 3.6　扩声系统

**3.6.1**　系统噪声取决于系统电指际信噪比，在系统正常工作时，电噪声远低于建筑内背景噪声，故不需对系统噪声作定量规定。如因系统工作不正常引起的交流声及咝声，则应排除故障。

1. 声环境设计

## 4.1　一般规定

**4.1.1**　总体布局与平面设计主要包括对噪声源控制及周围环境及场地、建筑空间布局的优化与设计；吸声与隔声设计主要针对博览建筑不同功能空间或位置，对材料、构造等的选择与设计；隔振与消声设计主要针对博览建筑内各类设备、管道等振动与噪声的控制。

## 4.2　总体布局与平面设计

**4.2.2**　对建设场地进行环境振动测量后，根据测量结果，采取优化平面布局等相应措施。

**4.2.3**　减少交通噪声对室内的影响的措施包括：在道路与噪声敏感房间之间布置库房等对噪声不敏感的建筑作为屏障，将噪声敏感房间远离车辆出入口与停车场；采用隔声屏障、隔声窗等。

**4.2.7**　博览建筑室外活动场地包括广场、庭院、露天茶座等。声景研究人、听觉、声环境与社会之间的相互关系，与传统的噪声控制不同。声景重视感知，而非仅物理量；考虑积极和谐的声音，而非仅噪声；在博览建筑室外景观设计中，应充分考虑用地自然环境的保护和再生，积极保护这些大自然中不可多得的各类声音，建议增加让客人感到舒适的声音，使观览者在室外活动时可以惬意听风吹竹林、鸟啼虫鸣等自然声，借此为景观创造生动的生态意境。同时，可在室外庭院等空间积极塑造听觉体验的人工声，包括声景小品、声景艺术装置、音乐座椅等。

博览建筑的室内声景设计应不仅包括对声源装置的有效排布，还有对装饰材料与空间形态在声学性能上的充分利用。室内声景也能影响着访客对展线节奏的感知，声音宜在局部节点上作为艺术装置（此处多指有效聆听范围在三米之内的放置式或互动式声装置，不包括沉浸式声体验）或作为文物讲解声排布在参观路径之中。同时，在博览建筑局部放映厅、声场主导的陈列厅等声以载义的空间中，应尽可能避免声装置的杂糅，以确保听闻体验是该场所传递知识主旨的延伸。

**4.2.8**展厅、会议室、报告厅、新闻中心等建筑空间，在建筑设计与室内设计时，应避免因建筑平面体形、空间高度及内装材料选择及配置等不当，导致室内混响过长、声聚焦、回声及颤动回声等声缺陷。

**4.2.9**　多功能用途展厅有时也兼作其他功能使用，如大型集会、招待酒会、运动会，甚至音乐会等。而展厅容积一般都很大，易产生较长的混响时间，如果混响时间没有控制，展厅的声环境质量就无法保证，因此应对多功能用途的展厅进行相应的声学设计。在设计有较高声环境质量要求的展厅时，设计师应根据不同展厅的空间特点和功能需要，对混响时间等声学指标进行控制，以达到高质量的声学要求。

**4.2.10**　本条规定的目的是避免锅炉、变压器、制冷机、水泵等后勤设施对噪声敏感房间产生干扰。设备用房产生的强烈噪声和振动会对噪声敏感房间的声环境造成较大的影响，所以在噪声敏感房间旁不应设有产生强烈噪声和振动的机械设备。

## 4.3　吸声设计

**4.3.2**　展厅在展览期间有许多不同的用于展览宣传和展会广播的声源，混合大量观众所产生的声源形成室内的主要噪声，使室内声环境质量下降，因此在展厅室内装修时采取一定的吸声措施，可降低室内噪声，改善展览期间展厅室内的声环境质量，提高观众的观展舒适度。展厅也可通过设置能根据背景噪声自动调节广播音量的系统来达到较佳的声学效果。

**4.3.3**　博览建筑门厅等区域需考虑装饰要求，可做吸声的面积有限，为了降低混响时间，应充分利用区域的吊顶来设置吸声材料或吸声构造。区域内若有未做吸声处理的大面积墙面，易产生强反射或回声，所以需要对这些墙面做吸声处理。博览建筑的餐厅、展览建筑展厅墙面多为玻璃幕墙，或者其他易清洁的硬质材料，这类材料吸声系数较低，因此建议设置有吸声效果的窗帘（如厚重织物窗帘）等材料，以增加吸声量、防止出现声缺陷。由于会议室、报告厅通常具有较大的体积，因此易产生室内声学缺陷，需要相应的室内声学措施进行声场的控制。

## 4.4　隔声设计

**4.4.1**　当房间的室内噪声与构件的隔声性能无法满足本标准第3.2节和第3.4节的要求时，需对房间的围护结构做隔声设计。

**4.4.2**　设置本条第2款的目的，是为了防止由于设备管道水平及上下共用导致房间之间的串声现象。

**4.4.3**　设备层楼板通常使用弹性支座等处理方式，以隔绝一定的振动及噪声，而弹性支座通常具有一定的重量，因此在设计阶段就应在结构上考虑到隔声措施带来的额外荷载。

**4.4.4**　许多博览建筑外立面采用了大面积的玻璃幕墙，但由于构造的原因，房间之间的隔墙和楼板是不能直接与玻璃幕墙相连接，留有一定的缝隙，从而形成了传声通道，降低了隔墙或楼板的整体隔声性能。因此，对这些缝隙进行封堵是必要的。封堵构造需要在玻璃幕墙设计时就预留条件，如增加窗框的厚度等。

## 4.5　隔振与消声设计

**4.5.1**　制冷机和柴油发动机振动非常大，隔振要求高，机房建议设置在建筑最底层，由于地下室底板、地面不易被激振，有利于控制设备产生的严重振动。

**4.5.2**　出于对电梯安装的安全考虑，要求井道内导轨应刚性安装在井壁上，导致结构传声。当条件受限，电梯井难于避开展厅时，只有电梯井结构与展厅脱开，才可以有效切断电梯振动能量传递到展厅墙体、楼板，从而控制结构噪声。

**4.5.3**　空调机组、制冷机组、冷却塔、柴油发电机组、新风机组、水泵、风机、锅炉、空压机等机电设备应选用低噪声、低振动产品，对设备的管路系统，宜采用等荷载（应力）与对称方式的支承原则，确定支承点的位置与分布，并对设备的管路系统采取隔振措施（见图1），可以有效防止噪声和振动干扰。机电设备相对集中布置，有利于控制振动干扰。

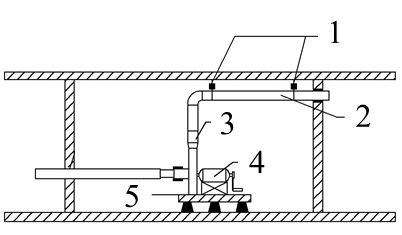


图1　通风系统隔振构造做法示意图

1—隔振吊钩；2—管道；3—软接管；4—风机；5—基座

**4.5.4**　采用低噪声设备是降低敏感房间噪声和振动干扰的最好方式。噪声和振动较大的设备远离噪声敏感房间，也可以有效避免噪声和振动干扰。

**4.5.5**　安装吊顶内的机电设备常受到建筑空间、技术水平与资金等条件限制，较难采取降噪与振动控制措施将机电设备噪声降至最低水平。因此，不适合将这类机电设备放置于要求安静的用房或走廊的吊顶内。

**4.5.6**　机电设备振动可通过管线传播，因此，管线与振动设备之间需要采用柔性隔振连接。与振动设备刚性相连的管线振动较大，吊挂和支撑都需要考虑隔振。管道与产生噪声及振动的建筑设备的隔振构造示意见图2。

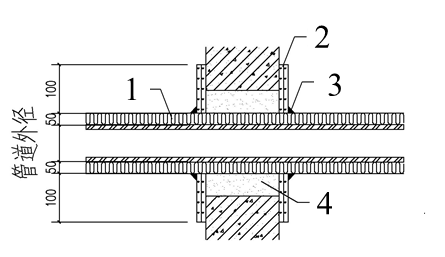


图2　管道隔振构造做法示意图

1—保温层；2—双层12厚石膏板；3—建筑密封膏；4—填充水泥砂浆

**4.5.7**　控制管道内气流速度可降低气流再生噪声；设置消声器是控制气流噪声的主要措施；选用低噪声风口也可降低噪声。

**4.5.9**　机电设备隔振方案应根据设备类型、振动大小、扰动频率、安装方式、振动和结构噪声要求等进行设计。控制振动设备振动幅度，有利于设备安全运营并延长使用年限。降低系统固有频率，防止系统共振，提高隔振效率。

**4.5.10**　设备振动很大或隔振要求很高时，单一的隔振措施通常不能满足要求，两级和多级隔振可提高隔振效率，如设备机房采用浮筑楼面，在浮筑楼面上再对设备做隔振；再如管道与设备间采用软连接，管道支撑采用弹性支撑，这样设备振动经过两个隔振措施传到建筑结构，得到大幅度降低。

**4.5.11**　同一设备的隔振产品选择一致的型号有利于受力均匀、保持设备平衡。

**4.5.12**　机电设备配置惰性基座，一般情况下，惰性基座质量为振动设备质量的1-2倍，系统总质量增加，降低设备振动加速度，有利于隔振，并延长设备使用寿命。

**4.5.13**　机电设备配置惰性基座有利于降低系统共振频率，这是机电设备隔振的基本要求。

## 4.6　扩声系统设计

**4.6.4**　暗装扬声器系统外面的装饰会影响扬声器系统的辐射特性（频响、指向性等），因此推荐明装。但有时不可避免暗装扬声器系统。在设计时，格条尺寸（宽度和厚度）可按小于控制频率范围的上限频率波长的1/2考虑，以尽可能减少对扬声器系统服务角度内直达声辐射的影响。