

ICS 13.020

CCS Z 05

# 团 体 标 准

T/JSCTS XX—2026

## 交通用微穿孔共振吸声结构声屏障屏体 技术要求

Technical specification for micro-perforated structure traffic sound barrier  
panels

(征求意见稿)

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。

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

江苏省综合交通运输学会 发布

## 目 次

目 次.....	II
前 言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 基本规定.....	3
5 材料.....	3
6 结构与声学设计.....	3
6.1 屏体构造.....	3
6.2 声学设计.....	4
7 技术要求.....	4
7.1 外观.....	4
7.2 尺寸允许偏差.....	4
7.3 声学性能.....	5
7.4 力学性能.....	5
7.5 防腐性能.....	6
7.6 防火性能.....	6
7.7 抗疲劳性能.....	6
8 检测方法.....	6
附 录 A（规范性）微穿孔共振吸声结构声屏障屏体声学设计.....	8
附 录 B（规范性）微穿孔共振吸声结构声屏障屏体载荷说明.....	11

## 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。本文件发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由苏州声学产业技术研究院有限公司提出。

本文件由江苏省综合交通运输学会归口。

本文件起草单位：苏州声学产业技术研究院有限公司，南京华秦光声科技有限责任公司，苏州华声环保科技有限公司，江苏省建筑工程质量检测中心有限公司，宝都科技（北京）有限公司。

本文件主要起草人：卢明辉，谢海圣，孟祥森，翟春丰，朱腊梅，刘秋艳，范二岗，刘畅，时常杰，欧阳启东，姜一帆，葛浩，李宗根，张和伟，黄丛林，禹道锋。



# 交通用微穿孔共振吸声结构声屏障屏体技术要求

## 1 范围

本文件规定了交通用微穿孔共振吸声结构声屏障屏体的基本规定、材料、结构与声学设计、技术要求、检验方法。

本文件适用于城市道路、公路、城市轨道交通等交通用微穿孔共振吸声结构声屏障屏体的设计、制造以及检测，铁路用微穿孔共振吸声结构声屏障屏体可参照使用。

## 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 2518 连续热镀锌和锌合金镀层钢板及钢带

GB/T 3880.1 一般工业用铝及铝合金板、带材 第1部分：一般要求

GB/T 3880.2 一般工业用铝及铝合金板、带材 第2部分：力学性能

GB/T 3880.3 一般工业用铝及铝合金板、带材 第3部分：尺寸偏差

GB/T 3947-1996 声学名词术语

GB/T 51335 声屏障结构技术标准

GB/T 5464-2010 建筑材料不燃性试验方法

GB 8624-2012 建筑材料及制品燃烧性能分级

GB/T 8626 建筑材料可燃性试验方法

GB/T 14153-1993 硬质塑料落锤冲击试验方法 通则

GB/T 15227 建筑幕墙气密、水密、抗风压性能检测方法

GB/T 19889.3 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 20247 声学 混响室吸声测量

GB/T 20284-2006 建筑材料或制品的单体燃烧试验

GB/T 50121 建筑隔声评价标准

JT/T 646.2 公路声屏障 第2部分：材料技术要求及检测方法

TB/T 3122 铁路声屏障声学构件

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**微穿孔共振吸声结构** Micro-perforated panel

一种通过微穿孔结构形成的共振效应来吸收特定频率声波的材料或装置。

[来源: GB/T 3947, 12.52, 有修改]

### 3.2

**板体支撑结构** plate support structure

一种用于固定、支撑及保护微穿孔共振吸声结构的承力体系,用于固定和保护微穿孔共振吸声结构。通常由穿孔板、框架及背板组成。

### 3.3

**辅件系统** accessory system

用于确保屏体之间的紧密连接,减少噪声泄露。是以扣件或密封条,或扣件和密封条混合组成的辅件体系。

### 3.4

**微穿孔共振吸声结构声屏障屏体** Micro-perforated sound barrier panel

是以微穿孔共振吸声结构组成的一种声学产品。通常由微穿孔共振吸声结构、板体支撑结构及辅件系统组成。

### 3.5

**低频率段** low frequency range

在建筑声学中,通常将 20Hz 到 200Hz 的频率范围视为低频段。在这一范围内,声音的波长较长,振幅较小。

### 3.6

**中频率段** mid frequency range

在建筑声学中,通常将 200Hz 到 2000Hz 的频率范围视为中频段。在这一范围内,声音的波长较短,振幅较高。

### 3.7

**高频率段** high frequency range

在建筑声学中,通常将 2000Hz 到 20000Hz 的频率范围视为高频段。在这一范围内,声音的波长非常短,振幅非常高。

### 3.8

**声阻抗率** specific acoustic impedance,  $Z_1$

介质中某一点的声压与质点速度的复数比值,单位为帕秒每米,  $\text{Pa} \cdot \text{s/m}$ 。

[来源: GB/T 3947, 5.22, 有修改]

### 3.9

**参考介质声阻抗率** reference medium acoustic impedance,  $Z_{\text{ref}}$

声学中一个标准化的基准值,当以空气作为介质时,以空气的声阻抗率作为基准值,标准工况下,空气声阻抗率值  $\approx 400 \text{Rayl}$ ; 是相对声阻抗归一化的基准值。

### 3.10

**相对声阻抗** Relative acoustic impedance,  $z$

是指某种介质的声阻抗率与参考介质声阻抗率的比值,即  $z = \frac{Z_1}{Z_{\text{ref}}}$ 。

### 3.11

**吸声系数** sound absorption coefficient,  $\alpha$

在给定频率(一般指 100Hz~5000Hz 之间的 1/3 倍频程)和条件下,被分界面(表面)或媒质吸收的声功率,加上经过分界面(墙或间壁等)透射的声功率所得的和数,与入射声功率之比。一般其测量条件和频率应加以说明,吸声系数等于损耗系数与透射系数之和。

[来源: GB/T 3947, 12.38, 有修改]

## 3.12

**降噪系数** noise reduction coefficient,NRC

在 250Hz、500Hz、1000Hz、2000 Hz 测得的吸声系数的平均值，算到小数点后两位，末位取 0 或 5。

[来源：GB/T 3947，12.43，有修改]

## 3.13

**隔声量** transmission loss,R

在给定频率（一般指 100Hz~5000Hz 之间的 1/3 倍频程）和条件下，微穿孔共振吸声结构声屏障屏体或其他隔声构件的入射声功率级与另一面的透射声功率级之差。隔声量等于透射系数的倒数取以 10 为底的对数，通常用 dB 为单位。

[来源：GB/T 3947，12.26，有修改]

## 3.14

**计权隔声量** weighted sound reduction index,R<sub>w</sub>

由 1/3 倍频程中心频率为 125Hz~4000Hz 的传声损失按标准方法计算得出的隔声单值评价量。

[来源：JT/T 646.2，3.4]

## 4 基本规定

4.1 微穿孔共振吸声结构声屏障屏体的表面防腐处理应满足防雨、防潮、防霉的要求。

4.2 微穿孔共振吸声结构声屏障屏体的设计使用年限不应小于 25 年。

## 5 材料

微穿孔共振吸声结构声屏障屏体所采用的材料应符合下列规定：

a) 微穿孔共振吸声结构声屏障屏体采用的冷轧镀锌钢板的力学性能和镀层厚度及采用的铝合金板材的力学性能应符合现行国家标准 GB/T 2518 和 GB/T 3880.1、GB/T 3880.2、GB/T 3880.3 的有关规定；

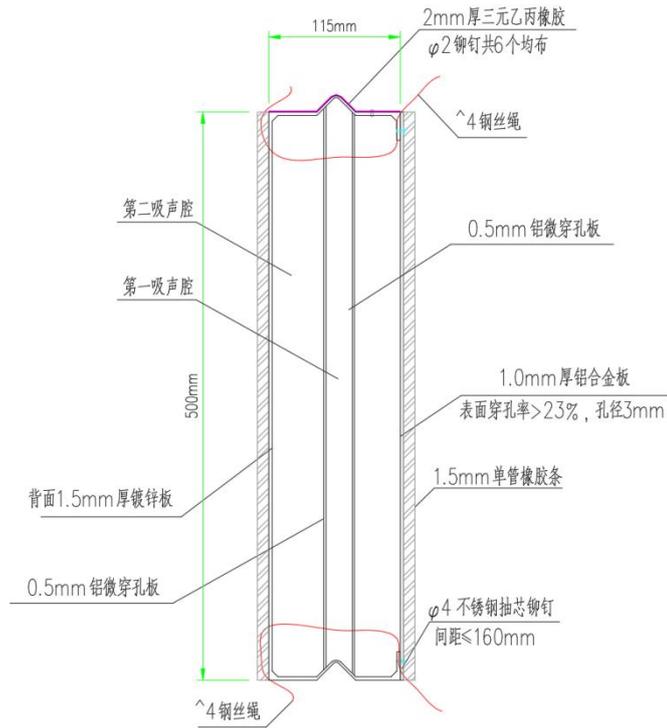
b) 微穿孔共振吸声结构声屏障使用的辅件系统应有防腐措施，防腐寿命不应小于 25 年。各类微穿孔共振吸声结构声屏障结构中使用的橡胶宜选用三元乙丙橡胶或氯丁橡胶。

## 6 结构与声学设计

微穿孔共振吸声结构声屏障屏体应根据实际需求进行单层或多层微穿孔共振吸声结构设计，在确保声学性能的同时应设置板体支撑结构，应将辅件系统嵌入板体支撑结构边框连接处，实现屏体间密封性能。

## 6.1 屏体构造

微穿孔共振吸声结构声屏障屏体构造如图 1 所示：



注：该微穿孔共振吸声结构声屏障屏体为双层微穿孔共振吸声结构，含第一吸声腔和第二吸声腔。

图 1 微穿孔共振吸声结构声屏障屏体构造

## 6.2 声学设计

声学设计方法参照本标准附录 A。

## 7 技术要求

### 7.1 外观

屏体涂层应细致均匀、表面平滑、目测无皱皮、漏镀、气泡，且不应有毛刺等缺陷。

### 7.2 尺寸允许偏差

单块微穿孔共振吸声结构声屏障屏体检测项目及允许偏差应符合表 1 的规定。

表 1 微穿孔共振吸声结构声屏障屏体检测项目及允许偏差

序号	检查项目		允许偏差/mm	
			铝合金	塑钢
1	宽度及高度	≤1500	±1.50	±2.00
2		>1500	±2.00	±3.00
3	屏体对角线	≤2000	±3.00	±3.00
		>2000	±4.00	±5.00

4	杆件焊接处平面度		≤0.60		
5	框、扇杆件装配间隙		≤0.30		
6	五金配件		运转灵活、无卡阻		
7	涂(镀)层厚度		符合设计要求		
8	孔径	≤0.3	±0.03	±0.05	
		>0.3	±0.04	±0.05	
9	孔间距	≤4	±0.3	±0.4	
		>4	±0.5	±0.6	
10	腔体深度		≤2.0		

### 7.3 声学性能

#### 7.3.1 隔声量及计权隔声量

计权隔声量( $R_w$ )应≥30dB。其中中频隔声量( $TL$ )满足表2要求。

表2 各中频段隔声量表

1/3 倍频程中心频率/Hz	200	250	315	400	500	630
隔声量( $TL$ )	≥25	≥26	≥30	≥30	≥34	≥36
1/3 倍频程中心频率/Hz	800	1000	1250	1600	2000	/
隔声量( $TL$ )	≥37	≥40	≥40	≥40	≥40	/

#### 7.3.2 吸声系数及降噪系数

降噪系数( $NRC$ )应≥0.8。其中中频吸声系数( $\alpha$ )满足表3要求:

表3 各中频段吸声系数表

1/3 倍频程中心频率/Hz	200	250	315	400	500	630
吸声系数( $\alpha$ )	≥0.6	≥0.85	≥0.8	≥0.8	≥0.95	≥0.85
1/3 倍频程中心频率/Hz	800	1000	1250	1600	2000	/
吸声系数( $\alpha$ )	≥0.8	≥0.8	≥0.7	≥0.7	≥0.7	/

### 7.4 力学性能

#### 7.4.1 抗冲击性能

微穿孔共振吸声结构声屏障屏体承受 $30J \pm 1J$ 能量冲击后损坏只局限在结构的表面部分,内部构件不造成损坏或平移断层;冲击钢球不能穿透空腔构件的外壁,但可出现呈裂缝状且长度小于50mm的局部损坏。

#### 7.4.2 抗风压性能

微穿孔共振吸声结构声屏障屏体不应产生功能障碍、残余变形或损坏,其最大弹性挠度≤ $LA/100$ ( $LA$ 为声学材料最大自由长度,下同),残余变形不应超过 $LA/500$ 进行评价。

## 7.5 防腐性能

微穿孔共振吸声结构声屏障屏体材料的防腐性能应符合 GB/T 18226 中第 5、6 章的规定。

## 7.6 防火性能

微穿孔共振吸声结构声屏障屏体声学材料的燃烧性能等级应满足 GB 8624 中 B1 级及以上要求。

## 7.7 抗疲劳性能

按不同材质、运营流量和运行速度计算疲劳载荷，采用疲劳试验机在正弦循环载荷下、振动频率 4Hz、进行 400 万次疲劳循环试验。

## 8 检测方法

### 8.1 外观与尺寸允许偏差检测

在光照明亮的条件下或等效人工照明条件下通过目测检查，尺寸允许偏差检测方法见表 4。

表 4 尺寸允许偏差检测方法

序号	检查项目	检查方法
1	宽度及高度	用钢尺检查
2	屏体对角线	用钢尺检查
3	杆件焊接处平面度	用水平尺、塞尺检查
4	框、扇杆件装配间隙	用钢尺、塞尺检查
5	五金配件	用手动、目测
6	涂(镀)层厚度	用测厚仪检查
7	孔径	用电子塞规测量
8	孔间距	用游标卡尺检查
9	腔体深度	用游标卡尺检查

### 8.2 声学性能

(1) 微穿孔共振吸声结构声屏障屏体隔声量( $TL$ )及计权隔声量( $R_w$ )的检测按照 GB/T 19889.3 的规定进行。

(2) 微穿孔共振吸声结构声屏障屏体的吸声系数( $\alpha$ )及降噪系数( $NRC$ )的检测按照 GB/T 20247 的规定进行。

### 8.3 力学性能

#### (1) 抗风压性能

微穿孔共振吸声结构声屏障屏体抗风压性能的检测按照 GB/T 15227 中的有关规定进行，试件的安装和受力情况应和实际相符。

#### (2) 抗冲击性能

微穿孔共振吸声结构声屏障屏体抗冲击性能的检测按照 GB/T 14153 中的 A 法进行。抗冲击性能的测试装置、测试方法和试样制品均应符合 GB/T 14153 中板材或硬质塑料类部件试验方法的规定。

8.4 防腐性能

按照 GB/T 18226 中第 7 章的规定进行检测。

8.5 防火性能

按照 GB/T 8626 、GB/T 20284、GB/T 20285、GB/T 5464 中相应的试验方法进行检测。

8.6 抗疲劳性能

按照 TB/T 3122 中 5.7 中相应的试验方法进行检测。

## 附录 A

(规范性)

## 微穿孔共振吸声结构声屏障屏体声学设计

## A.1 声学设计

## A.1.1 声学原理

用板厚、孔径均在  $1\text{ mm}$  以下、穿孔率为  $1\%\sim 5\%$  的薄金属板与背后空气层组成微穿孔共振吸声结构，由于穿孔细而密，因而比常规穿孔板的声阻大得多，而声质量要小得多，声阻与声质量之比大为提高，不用另加多孔材料就可以称为良好的吸声结构，这种结构称为微穿孔共振吸声结构。

## A.1.2 声学特性

(1) 声阻抗率

其声阻抗率如下表示：

$$Z_1 = \frac{32\eta t}{d^2} \sqrt{1+x^2/32} + j\omega\rho t(1+1/\sqrt{3^2+x^2/2}) \quad \text{式(1)}$$

式中： $Z_1$  -声阻抗率， $\text{Pa}\cdot\text{s}/\text{m}$ ； $\eta$  -空气粘滞系数； $t$  -微穿孔板板厚， $\text{mm}$ ； $d$  -微孔直径， $\text{mm}$ ； $x$  -微穿孔结构相对声抗率，为无量纲的量， $x = 1/2d\sqrt{\omega\rho/\eta}$ ； $\omega$  -角频率， $\omega = 2\pi f$  ( $f$  为频率)； $\rho$  -空气密度， $\text{kg}/\text{m}^3$ 。

其中  $\frac{32\eta t}{d^2} \sqrt{1+x^2/32}$  表征实部（声能耗散，粘滞和热损失效应）； $\omega\rho t(1+1/\sqrt{3^2+x^2/2})$  表征虚部（声能存储，惯性或弹性效应）

(2) 相对声阻抗

微穿孔共振吸声结构声屏障屏体主要用于声在空气介质中传播的吸声及隔声，因此相对于空气特性阻抗  $\rho c$ ，其相对声阻抗如下表示：

$$z = Z_1 / \rho c = r + j\omega m \quad \text{式(2)}$$

式中： $z$  -相对声阻抗； $c$  -声速， $\text{m}/\text{s}$ ； $r$  -相对声阻率； $p$  -穿孔率，与孔间距  $b$  相关；

$j\omega m$  -声抗，代表系统的储能部分，其中  $j$  是虚数单位， $\omega$  是角频率， $m$  可理解为声质量（单位： $\text{kg}/\text{m}^4$ ）

其中

$$r = \frac{0.147}{d^2} \frac{t}{p} k_r, \quad k_r = \sqrt{1 + x^2/3^2} + 1.768xd/t \quad \text{式(3)}$$

### A.1.3 吸声设计

把微穿孔板固定在声屏障屏体内即形成吸声结构，微穿孔后空腔的深度  $D$ ，其声抗率为  $\rho c \cdot \cot \omega D / c$ ，与微穿孔板的阻抗成为简单共振系统，声波正入射时，对其吸声系数、共振频率、半吸声频率及相对半宽度进行计算。结算如下所示：

(1) 吸声系数

$$\alpha_n = 4r / ((1+r)^2 + (\omega m - \cot \omega D / c)^2) \quad \text{式(4)}$$

式中： $D$ -后空腔深度， $mm$ ；

$m$ -相对声质量；

$r$ -相对声阻率；

$c$ -声速， $m/s$ 。

(2) 共振频率

$$f_0 = (1/2\pi) / \sqrt{(m + D/3c)(D/c)} \quad \text{式(5)}$$

(3) 半吸声频率

$$f_1, f_2 = \frac{1}{2\pi} \left[ \mp \frac{1+r}{2(m + D/3c)} + \sqrt{\left( \frac{1+r}{2(m + D/3c)} \right)^2 + \frac{1}{(m + D/3c)D/c}} \right] \quad \text{式(6)}$$

(4) 相对半宽度

$$\begin{aligned} B = \Delta f / f_0 &= (1+r) \left( (D/c) / (m + D/3c) \right)^{\frac{1}{2}} \\ &= (1+r) / (\omega_0 m + \omega_0 D/3c) = (1+r) \omega_0 D / c \end{aligned} \quad \text{式(7)}$$

或

$$B = \Delta f / f_0 = (1+r) \tan^{-1} q / r \quad \text{式(8)}$$

### A.1.4 声学设计过程

(1) 根据所要求的吸声频率范围，求出中心频率  $f_0$  和相对频带宽度  $B$ 。共振时的  $r$  值最好是 1，但是有相当出入仍不甚影响最大吸声系数，因此可根据其它条件作适当选择。

(2) 选择  $r$  值在图 A.1 上进行。在所要求的相对带宽  $B$  曲线上，可选择一对  $r, x_0$  值。因  $x_0 = 10d\sqrt{f_0}$  值要决定穿孔直径  $d$ ，最好的选择是使  $d$  值适于制备。结果可在图 A.2 上核对。

(3) 把  $r, B$  值代入式 (7) 求得  $\omega_0 D / c$ ，因而求得  $D$  值。此时可再对  $r$  值作必要调整。

(4) 选择  $t$  值(或  $d/t$ )，与以上求得的  $d$  和  $x_0$  一起代入式 (3)，求得  $p$  并算出  $b$ 。

(5) 此时全部结构参数  $d$  (微孔直径)、 $t$  (微穿孔板厚)、 $b$  (孔间距)、 $D$  (后空腔深度) 均已求得，要稍作调节，使成为整齐数字，以便制备。把最后结果带入式 (6) 近似式，对其核算。

(6) 试验验证，在计算过程中涉及的声阻抗率、吸声系数等相关参数，可通过试验进行进一步

验证及修正，试验方法参考 GB/T 18696.1 或 GB/T 18696.2。

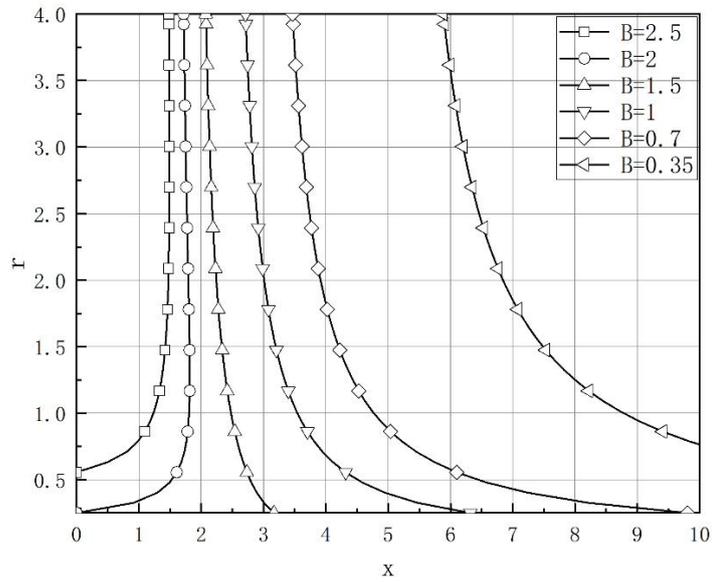


图 A.1 微穿孔板结构的相对带宽

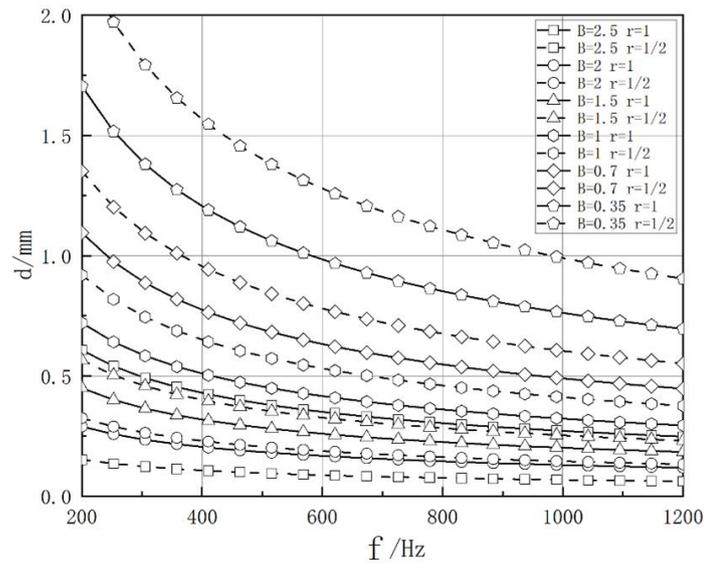


图 A.2 穿孔直径对吸声带宽的影响

## 附录 B

(规范性)

## 微穿孔共振吸声结构声屏障屏体载荷说明

## B.1 一般规定

B.1.1 微穿孔共振吸声结构声屏障板结构应具有抗冲击、防腐、防振和抵抗风、雨、雪、雹等各种自然灾害的能力。

B.1.2 微穿孔共振吸声结构声屏障板结构表面不应存在影响行车安全的眩光。

B.1.3 微穿孔共振吸声结构声屏障板应对设有路基声屏障的基础进行专项验算；安装在桥梁上的声屏障，应对桥梁结构进行专项验算。

B.1.4 微穿孔共振吸声结构声屏障板的结构应按承载能力极限状态和正常使用极限状态进行设计。

## B.2 荷载要求

B.2.1 微穿孔共振吸声结构声屏障板结构设计荷载应包括声屏障结构自重、风荷载、雪荷载、车致脉动荷载及其他荷载；微穿孔共振吸声结构声屏障板的设计荷载应根据使用过程中可能同时作用的荷载进行组合，并按最不利条件进行设计。

B.2.2 对于承载能力极限状态，应按荷载效应基本组合或偶然组合进行荷载效应取值。

B.2.3 荷载效应基本组合荷载效应设计值 $S_d$ 应取可变荷载控制组合和永久荷载控制组合中的最不利效应值，并应符合下列规定：

(1) 由可变荷载效应控制的组合荷载效应设计值应按下式计算：

$$S_d = \sum_{j=1}^m \gamma_{Gj} S_{Gjk} + \gamma_{Q1} S_{Q1k} + \sum_{i=2}^n \gamma_{Qi} \varphi_{ci} S_{Qik} \quad \text{式 (8)}$$

(2) 由永久荷载控制的组合荷载效应设计值，应按下式计算：

$$S_d = \sum_{j=1}^m \gamma_{Gj} S_{Gjk} + \sum_{i=1}^n \gamma_{Qi} \varphi_{ci} S_{Qik} \quad \text{式 (9)}$$

式中： $S_d$ -荷载效应组合的设计值；

$S_{Gjk}$ -第 j 个永久荷载的分项系数。当永久荷载效应对结构不利时，对由可变荷载效应控制的组合效应取 1.2，对由永久荷载效应控制的组合效应取 1.35；当永久荷载效应对结构有利时，不应大于 1.0；

$\gamma_{Qi}$ -第 i 个可变荷载的分项系数，其中 $\gamma_{Qi}$ 为可变荷载 $Q_i$ 的分项系数。可变荷载的分项系数取为 1.4；

$S_{Qik}$ -按可变荷载标准值 $Q_{ik}$ 计算的荷载效应值，其中 $S_{Qik}$ 为各可变荷载效应中起控制作用者；

$\varphi_{ci}$ -可变荷载 $Q_i$ 的组合值系数，按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009 的规定采用；

m-参与组合的永久荷载数；

n-参与组合的可变荷载数。

B.2.4 荷载效应偶然组合的效应设计值 $S_d$ 可按下列规定采用：

(1) 用于承载能力极限状态计算的效应设计值应按下式计算：

$$S_d = \sum_{j=1}^m S_{Gjk} + S_{Ad} + \varphi_{f1} S_{Q1k} + \sum_{i=2}^n \varphi_{qi} S_{Qik} \quad \text{式 (10)}$$

(2) 用于偶然事件发生后受损结构整体稳定性验算的效应设计值, 应按下式计算:

$$S_d = \sum_{j=1}^m S_{Gjk} + \varphi_{f1} S_{Q1k} + \sum_{i=2}^n \varphi_{qi} S_{Qik} \quad \text{式 (11)}$$

式中:  $S_{Ad}$ -按偶然荷载标准值 $A_d$ 计算的荷载效应值;

$\varphi_{f1}$ -第一个可变荷载的频遇值系数;

$\varphi_{qi}$ -第  $i$  个可变荷载的准永久值系数。

**B. 2. 5** 对于正常使用极限状态, 应根据不同的设计要求, 采用荷载的标准组合、频遇组合或准永久组合, 并应符合下列规定:

(1) 对于标准组合, 荷载效应组合的设计值 $S_d$ 应按下式计算:

$$S_d = \sum_{j=1}^m S_{Gjk} + S_{Q1k} + \sum_{i=2}^n \varphi_{ci} S_{Qik} \quad \text{式 (12)}$$

(2) 对于频遇组合, 荷载效应组合的设计值 $S_d$ 应按下式计算:

$$S_d = \sum_{j=1}^m S_{Gjk} + \varphi_{f1} S_{Q1k} + \sum_{i=2}^n \varphi_{qi} S_{Qik} \quad \text{式 (13)}$$

(3) 对于准永久组合, 荷载效应组合的设计值 $S_d$ 可按下式计算:

$$S_d = \sum_{j=1}^m S_{Gjk} + \sum_{i=2}^n \varphi_{qi} S_{Qik} \quad \text{式 (14)}$$

**B. 2. 6** 结构自重(包括结构附加重力)可按结构构件的设计尺寸与材料的重力密度计算确定。微穿孔共振吸声结构声屏障板结构常用材料的重力密度可按表 B. 1 取值。

**表 B.1 微穿孔共振吸声结构声屏障板常用材料的重力密度**

材料种类	重力密度 (kN/m <sup>3</sup> )
钢、铸钢	78.5
铸铁	72.5
铝合金	26.7~27.7
木材	0.2~0.8
聚碳酸酯树脂 PC 耐力板	12.0
聚甲基丙烯酸甲酯 PMMA 聚甲基丙烯酸甲酯板	12.0

**B. 2. 7** 风荷载应符合下列规定:

(1) 作用在声屏障上的水平侧向风荷载宜按下式计算:

$$\omega_k = \beta_{gz} \mu_{sl} \mu_z \omega_0 \quad \text{式 (15)}$$

式中:  $\omega_k$ -作用在微穿孔共振吸声结构声屏障板结构上的风压(kN/m<sup>2</sup>);

$\beta_{gz}$ -高度  $z$  处的阵风系数, 按表 B.2 取值;

$\mu_{sl}$ -风荷载局部体型系数, 根据现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009 取值; 桥梁用微穿孔共振吸声结构声屏障板取 1.65, 路基微穿孔共振吸声结构声屏障板的风荷载体型系数取 2.0;

$\mu_z$ -风压高度变化系数, 按表 B.3 取值;

$\omega_0$ -基本风压(kN/m<sup>2</sup>), 按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009 取值。

**表 B.2 阵风系数 $\beta_{gz}$**

离地面高度 (m)	地面粗糙度类别			
	A	B	C	D
5	1.65	1.70	2.05	2.40
10	1.60	1.70	2.05	2.40
15	1.57	1.66	2.05	2.40
20	1.55	1.63	1.99	2.40
30	1.53	1.59	1.90	2.40
40	1.51	1.57	1.85	2.29
50	1.49	1.55	1.81	2.20
60	1.48	1.54	1.78	2.14
70	1.48	1.52	1.75	2.09
80	1.47	1.51	1.73	2.04
90	1.46	1.50	1.71	2.01

注：地面粗糙度可分为 A、B、C 及 D 四类：A 类指近海面和海岛、海岸、湖岸及沙漠地区，B 类指田野、乡村、丛林、丘陵以及房屋比较稀疏的乡镇，C 类指有密集建筑群的城市市区，D 类指有密集建筑群且房屋较高的城市。

表 B.3 风压高度变化系数 $\mu_z$

离地面高度 (m)	地面粗糙度类别			
	A	B	C	D
5	1.09	1.00	0.65	0.51
10	1.28	1.00	0.65	0.51
15	1.42	1.13	0.65	0.51
20	1.52	1.23	0.74	0.51
30	1.67	1.39	0.88	0.51
40	1.79	1.52	1.00	0.60
50	1.89	1.62	1.10	0.69
60	1.97	1.71	1.20	0.77
70	2.05	1.79	1.28	0.84
80	2.12	1.87	1.36	0.91
90	2.18	1.93	1.43	0.98

(2) 风荷载的组合值系数、频遇值系数和准永久值系数可分别取为 0.6、0.4 和 0。

B. 2. 8 当微穿孔共振吸声结构声屏障板结构有积雪存在时, 应按下列规定计人雪荷载的效应:

(1) 微穿孔共振吸声结构声屏障板水平投影面上雪荷载标准值应按下式计算:

$$S_k = \mu_r S_0 \quad \text{式 (16)}$$

式中:  $S_k$ -雪荷载标准值(kN/m<sup>2</sup>);

$\mu_r$ -微穿孔共振吸声结构声屏障板顶面积雪分布系数;

$S_0$ -基本雪压(kN/m<sup>2</sup>);

(2) 基本雪压重现期应为 50 年, 基本雪压值应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009 中的屋面面积雪分布系数执行,

(3) 山区的雪荷载应通过实际调查确定。当无实测资料时, 可按当地邻近空旷平坦地面的雪荷载值乘以系数 1.2 采用。

(4) 雪荷载的组合值系数可取 0.7; 频遇值系数可取 0.6; 准永久值系数应按雪荷载分区 I、II 和 III 的不同, 分别取 0.5、0.2 和 0; 雪荷载分区应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009 执行。

(5) 微穿孔共振吸声结构声屏障板顶面积雪分布系数应根据不同类别的形式, 按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009 执行。

1) 微穿孔共振吸声结构声屏障板顶面板和支撑构架等积雪部分可按积雪不均匀分布的最不利情况采用;

2) 微穿孔共振吸声结构声屏障板顶板承重结构应分别按全跨积雪的均匀分布、不均匀分布和半跨积雪的均匀分布取最不利情况采用;

B. 2. 9 当风荷载参与车致风压荷载效应组合时, 桥面高度处风速不应大于 25m/s。

B. 2. 10 作用在微穿孔共振吸声结构声屏障板上的车致风压荷载效应宜通过现场实测或计算流体动力学方法确定可按下列公式计算:

$$P_{1k} = \frac{1}{2} \rho V_t^2 k_1 C_{pl} \quad \text{式 (17)}$$

$$C_{pl} = \frac{2.5}{(Y+0.25)^2} + 0.02 \quad \text{式 (18)}$$

式中:  $P_{1k}$ -车致风压荷载效应标准值(kN/m<sup>2</sup>);

$k_1$ -车辆形状系数, 货车为  $k_1=1.00$ , 客车  $k_1=0.85$ , 流线型车头 ICE 系列等  $k_1=0.60$ ;

$\rho$ -空气密度, 取 1.25kN/m<sup>3</sup>;

$V_t$ -车辆速度(m/s);

$C_{pl}$ -车致风压系数;

Y-车辆中心线至声屏障距离(m)。

参考文献

- [1] 微穿孔板结构的设计（马大猷，声学学报，1988年）
-