

浅谈建筑门窗幕墙空气声隔声性能分析与设计

贺玉妹

【摘要】本文介绍了隔声量的定义，以及建筑门窗幕墙空气声隔声评价，并基于前两点内容论述了建筑门窗幕墙的隔声降噪设计要点。

【关键词】隔声量；评价标准；隔声设计

在门窗幕墙的设计工作中，我们会综合考虑建筑的抗风压、气密、水密、隔声和保温性能，隔声降噪以往是很容易被忽略的一个性能，特定情况下它却最能体现建筑的舒适度。

根据声波在建筑物和建筑构件中的传递方式可分为空气声传声和固体传声，相应的隔声就分为空气声隔声和撞击声隔声。空气声隔声是利用墙体、门窗或其他屏障来隔离噪声在空气中的传播，而撞击声隔声是利用弹性阻尼材料进行减低或隔离由撞击或振动而产生的噪音在结构中的传播。作为建筑围护结构使用的门窗幕墙及其玻璃来说，空气声隔声是评价其隔声性能的主要方面。

1. 隔声量的定义

建筑中的空气声传声过程中，入射声波疏密交替地投射到围护结构上，一部分发生反射现象，一部分被围护结构吸收，剩余声波使得围护结构产生一定的受迫振动，一旦受迫弯曲波顺着围护结构传播时，将引起另一侧空气做出同样振动，此时声音即传透过去，由此引出了声投射系数的概念 τ ：

$$\tau = \frac{W_t}{W_i} \quad \text{公式 (1)}$$

W_t ：透过试件的投射声功率，单位为 (W)；

W_i ：入射到试件上的入射声功率，单位为 (W)。

由于隔声材料及构件声透射系数的

变化范围很大，用声透射系数来表示隔声材料及构件的隔声性能很不方便。因此需要采用一种比较简单实用方便的隔声量 R (dB) 来表示材料及构件的隔声性能：

$$R = 10 \log_{10} \frac{1}{\tau} = 10 \log_{10} \frac{W_i}{W_t} \quad \text{公式 (2)}$$

一般均质建筑材料的隔声量 R 的计算方法可以根据入射声波频率 f (Hz) 和材料单位面积质量 M_s 计算。研究表明，均质建筑材料隔声过程中会有一部分的隔声损失量，单向入射声波的隔声损失量可取经验值 42.3dB，实际情况中声波的入射是无规则的，其隔声损失量可取经验值 48dB。

$$M_s = \rho t \quad \text{公式 (3)}$$

M_s ：材料单位面积质量 (kg/m^2)；

ρ ：材料的密度 (kg/m^3)；

t ：材料厚度 (m)。

假设声波垂直投射到隔声材料上，隔声量 R ：

$$R = 20 \log (f M_s) - 42.3 \quad \text{公式 (4)}$$

假设声波与试件成角度 α 投射到隔声材料上，隔声量 R ：

$$R = 20 \log (f M_s \cos \alpha) - 42.3 \quad \text{公式 (5)}$$

假设声波来自不同方向投射到隔声材料上，隔声量 R ：

$$R = 20 \log (f M_s) - 48 \quad \text{公式 (6)}$$

如果一个围护结构由不同类型的均质材料叠加使用，那隔声量的计算就应是一个叠加的数值。

假设声波垂直投射到隔声材料上，隔声量 R ：

$$R = 20 \log (f \sum M_s) - 42.3 \quad \text{公式 (7)}$$

假设声波与试件成角度 α 投射到隔声材料上，隔声量 R ：

$$R = 20 \log (f \sum M_s \cos \alpha) - 42.3 \quad \text{公式 (8)}$$

假设声波来自不同方向投射到隔声材料上，隔声量 R ：

$$R = 20 \log (f \sum M_s) - 48 \quad \text{公式 (9)}$$

由此可得出：厚且重的围护结构相比于薄且轻的围护结构隔声性能更好，于声波作用下更难产生振动且振幅比较小。高频声比低频声更难引起结构振动，因为围护结构高频隔声性能较之低频更好。一旦围护结构固有的自由弯曲波的速度与受迫振动而产生的弯曲波速和相互吻合时，即声传透为最大，说明此时隔声性能最差，通常称此种现象为吻合谷效应，而满足此效应的频率则被称之为临界频率。

由于门窗设计的复杂性和声音传播的复杂性，目前隔声量不能通过计算得出，只能通过隔声实验室检测得来。不考虑其他因素的理想状态下，隔声量 R 可以近似为：

$$R = L_1 - L_2 \quad \text{公式 (10)}$$

L_1 ：声源处声压级 (dB)；

L_2 ：接收处声压级 (dB)。

2. 建筑门窗幕墙空气声隔声性能分析

对建筑门窗幕墙各种性能的专业分析，都应有相应的标准来判定，隔声性能亦如此。

2.1 建筑门窗空气声隔声评价标准

在 GB/T 8485-2008《建筑门窗空气声隔声性能分级及检测方法》中利用隔声实验室来测得门窗的隔声性能,在实验中考虑了背景噪声的修正,按 GB/T 50121 规定的方法确定了试件的平均计权隔声量 R_w 、粉红噪声频谱修正量 C 和交通噪声谱修正量 C_{tr} 。外门、外窗以“计权隔声量和交通噪声频谱修正量之和 (R_w+C_{tr})”作为分级指标;内门、内窗以“计权隔声量和粉红噪声频谱修正量之和 (R_w+C_i)”作为分级指标。

2.2 建筑幕墙空气声隔声评价标准

假设用常规隔声实验室测得幕墙的平均计权隔声量 R_w ,但幕墙实际使用必须考虑楼层间和两相邻房间的侧向传声量 a ,则实际使用隔声量 R' :

$$R'=R_w-a \quad \text{公式 (11)}$$

所以常规隔声检测实验室对建筑幕墙不适用。建筑幕墙与传统外围护结构安装技术和安装方法不同,建筑幕墙与建筑门窗相比,需要检测的声学性能更多,评价指标、检测参数与评价方法等均完全不同。

目前国外无建筑幕墙空气声隔声的专门标准,但是性能标准涵盖了建筑幕墙空气声隔声检测的全部内容。国内隔声性能标准中缺少侧向传声检测标准,产品国家标准《建筑幕墙空气声隔声性能分级及检测方法》编制工作已启动,这将完善建筑幕墙产品性能评价体系。

3. 建筑门窗幕墙的隔声性能设计

科学的门窗幕墙隔声性能设计应首先对室内外的噪声进行频谱检测,确定主要噪声源的频谱特性,再调整门窗幕墙的结构和配置,使围护结构固有的自由弯曲波的频率不与临界频率一致,避免出现吻合谷效应,以满足在整个频谱范围内都有较好的隔声性能。在长久的设计与检测经验中,已经积累了很多可以利用的经验来进行门窗幕墙的隔声性能设计。

3.1 建筑门窗的隔声性能设计

在对门窗进行隔声设计时,玻璃作为占据 70% 甚至更大面积的部分应首先被考虑。中空玻璃和夹胶玻璃都有优异的隔声性能,夹胶玻璃中夹胶膜的柔性减震作用使之隔声性能好于中空玻璃,但由于中空玻璃保温性能更好,可以做镀膜玻璃,防结露性能更好,所以在门窗设计中被更多青睐。中空玻璃由两片或两片以上玻璃板压合而成,中空层具有弹簧作用,但小的中空层使得两玻璃间的空气层呈现较强的“刚性”,没有起到空气弹簧作用,丧失了一般双层结构的优点。同时,由于双层结构存在共振,小的中空距离使共振现象产生在中、低频,致使隔声量有所下降。中空层如果太大,在特定周期数范围内有可能引发共振等现象,反而不利于隔声,所以中空玻璃中空层厚度最好控制在 $9mm-12mm$ 之间,并可在中空层填充传声能力弱的惰性气体。如果内外片玻璃厚度不同,可以有效减弱共振现象,所以在玻璃选择上,不论中空还是夹胶玻璃,都应该选择不同厚度的单玻来组合使用。当然也可以选择效果更好的真空玻璃,但需要综合考虑价格、视觉效果等问题。

其他有效措施有:选择合适的窗墙比,通常墙的隔声性能要好于窗;减少声桥设计,比如增加框的腔体数量;采用三道甚至多道密封、适当提高密封胶条压缩量、增加锁点来提高框扇间的密封性;填充高阻流的隔声材料,提高窗墙间缝隙隔声性能。

建筑门窗的隔声性能不只跟设计本身有关,现有建筑施工条件下,窗与墙体之间缝隙过大,是声音传播到室内的有利通道,可以利用附框设计来精确控制门窗与墙体之间的缝隙,减少声波的透量。

3.2 建筑幕墙的隔声性能设计

玻璃幕墙中玻璃占据了幕墙外立面的绝大部分面积,所以在幕墙设计中玻璃的选择更为重要,但幕墙还要考虑层间不透明面板的大小、组成和厚度,玻

璃安装在框上的方式,玻璃与框之间声桥的设计等。在玻璃选择上,门窗的设计思路也同样适用于幕墙设计。对于其他类型的幕墙,同样要注意幕墙面板材料和结构的选择。

另外,越是提高气密性隔声效果就越好,因此幕墙开启扇与结构之间、单元式幕墙板块连接处应取多道密封,幕墙开启扇采用多锁点为佳。

双层幕墙的隔声量会增加,研究表明,如果两层幕墙弹性连接,中间空腔 $100mm$ 厚度时,其隔声量可提高 $5dB$ 。

建筑幕墙与传统外围护结构安装方式不同,建筑幕墙安装于梁、柱、楼板之外,容易引起楼上楼下,两相邻房间之间串声,与传统围护结构比隔声差,因此需要关注幕墙的侧向传声处隔声设计。

4. 总结

随着现代社会突飞猛进的发展,噪音问题越来越严重,严重影响人们的身心健康与生活起居,甚至影响邻里关系和睦。隔声设计已成为门窗幕墙设计中不可忽视的部分,更成为门窗幕墙产品的卖点。只有兼顾到抗风压、气密、水密、保温和隔声性能的产品才能称为高性能的产品,才能满足广大消费者的需求。

参考文献

- [1] GB/T 8485-2008《建筑门窗空气声隔声性能分级及检测方法》
- [2] 刘正权、彭超、刘海波、董人文主编.《门窗幕墙及其玻璃空气声隔声性能评价指标》.门窗,2009
- [3] 杨道训主编.《玻璃幕墙隔声防噪设计分析》.城市建筑,2015

(作者单位:泰诺风保泰隔热材料有限公司)

【中图分类号】TU112.59

【文献标识码】A

【文章编号】1671-3362(2018)10-0048-02