

1.7.1 吸声材料

在室内声环境设计中，吸声材料和吸声结构的主要用途有：用于控制房间的混响时间，使房间具有良好的音质；消除回声、颤动回声、声聚焦等声学缺陷；室内吸声降噪；管道消声。吸声材料和吸声结构的共同特点，就是将一部分声能转变成热能，从而使声波衰减。

1 概述

吸声材料是对入射声能有较强吸收作用的材料，其吸声效果用吸声系数来衡量（一般的吸声系数大于0.2的材料被称为吸声材料）。建筑工程中采用吸声材料主要用于控制和调整室内的混响时间，消除回声，以改善室内的听闻条件，如厅堂、会议室，报告厅等房间；用于降低喧闹场所的噪声，以改善生活环境和劳动条件；还广泛用于降低通风空调管道的噪声（机房）。按吸声机理来分吸声材料主要有多孔性吸声材料和共振吸声结构两大类。

2 吸声材料（结构）的分类

吸声材料和吸声结构的种类很多，根据其材料的不同，可以分为以下几类：

1) 多孔吸声材料

这类材料的品种规格最多，应用也最广泛，包括纤维材料、颗粒材料及泡沫材料。常见如：玻璃棉、岩棉、矿渣棉等。外交部工程可能会在有吸声要求的吊顶选择此类产品。

2) 共振吸声结构

常见的有穿孔板吸声结构、微穿孔板吸声结构、薄板吸声结构和薄膜吸声结构等。工程中最多见的是木制穿孔吸声板用于墙面工程。

3) 特殊吸声结构

包括空间吸声体、吸声尖劈等。多用于对声学有较高要求的专业场所。

3 常用吸声材料（结构）的吸声特性

3.1 常用吸声材料（结构）的吸声特性见表3-1

表3-1常用吸声材料（结构）的吸声特性

类型	例子	吸声特性
多孔材料	矿棉、玻璃棉、毛毡等	本身具有良好的中高频吸收，在背后留有空气层实还能吸收低频。
板状材料	胶合板、石膏板等	吸收低频比较有效（吸声系数0.2~0.5）
穿孔板	穿孔水泥板、穿孔石膏板等	一般吸收中频、与多孔吸声材料结合还能吸收高频，背后留有空气层实还能吸收低频。
成型天花吸声板	矿棉吸声板、玻璃棉吸声板	视板材的质地而别，密实不透气的板吸声特性同硬质板材，透气的同多孔材料
膜状材料	塑料薄膜、帆布、人造革	视空气层的厚薄吸收低中频

3.2 多孔吸声材料

1) 多孔性吸声材料的构造特征是：材料从表到里具有大量的、互相贯通的微孔，并有适当的透气性。

2) 吸声特性

吸声系数随频率的提高而增大，由低频向高频逐步升高，在高频段出现不同程度的起伏，并逐步趋向一个缓慢变化的数值。

3) 影响吸声性能的因素 见表3-2

表3-2影响多孔吸声材料吸声性能的因素

序号	影响因素	引起性能的变化及选用原则
1	厚度	增加材料厚度，低频吸收很快增加。对于高频影响很小，一般选用50~100mm厚的玻璃棉
2	体积密度	改变体积密度，首先使高、中频吸声系数改变，过高体积密度将使吸声系数全面下降。常选用32kg/m ³ 左右（24~48kg/m ³ ）
3	背后条件	增大材料背后空气层，可以增大低频吸声系数，与增加厚度的作用相似
4	面层或涂刷层	使材料从高频段扩展到中频段的吸声系数大大下降，一般低频吸收略有提高，但意义不大，不宜用
5	吸水吸湿	一般首先是使高频吸声系数降低，随吸水量的增加，其影响范围进一步增大，尤其是高频段

3.3 共振吸声结构

空腔共振吸声结构是另一种常用的吸声结构。根据吸声原理，各种穿孔板、狭缝板背后设置空气层形成的吸声结构，均属于空腔共振吸声结构。最简单的空腔共振吸声结构是亥姆霍兹共振器。它是一个封闭空腔通过一个开口与外部空间相联系的结构。当外界入射波的频率 f 等于系统的固有频率时，孔颈中的空气柱就由于共振而产生剧烈振动。在振动过程中，由于克服摩擦阻力而消耗声能。

1) 对于穿孔板吸声结构，可设该板后空气层划分成许多小空腔，每一个开孔与背后一个小空腔对应。因此，穿孔板结构即为许多并联的亥姆霍兹共振器。

2) 最大的吸声系数在共振频率附近，离共振频率越远，吸声系数越小。实验还发现，孔颈处空气运动阻力越小，其吸声频率范围就越狭窄，共振频率的吸声系数也越大。

3) 在高频范围，结构的吸声系数主要取决于穿孔率的大小，穿孔率越大，则吸声系数越大。

3.4 薄膜吸声结构

薄膜材料与其背后封闭的空气层形成共振系统，用以吸收共振频率附近的入射声能。通常薄膜吸声结构的共振频率在200~1000Hz范围内，最大吸声系数为0.3~0.4，一般可把它作为中频范围的吸声材料。

3.5 薄板共振吸声结构

1) 把胶合板、硬质纤维板、石膏板、石棉水泥板或金属板等板材的周边固定在框架上，连同板后的封闭空气层，可共同构成。

2) 吸声原理：薄板吸声结构在声波作用下发生振动时，由于板内部和木龙骨间出现摩擦耗损，使声能转变为机械振动，最后转变成热能而起到吸声作用。它具有低频吸声特性。

3.6 其他吸声结构

3.6.1 空间吸声体

1) 空间吸声体与一般吸声结构的区别，在于它不是与顶棚、墙面等刚性壁组合成结构，而是自成系统的。它的形状可根据建筑形式的需要确定。

2) 空间吸声体一般中高频吸声较大，低频吸声较小，用于控制室内中高频混响时间十分有效。

3) 除了吸声尖劈之外，在强吸声结构中，还有在界面平铺多孔材料。只要多孔材料厚度较大，也可做到对宽频带声音的强吸收。这时，若把外表面到材料内部的表现密度从小逐渐增大，则可以获得与吸声尖劈大致相同的吸声性能。

3.6.2 帘幕

帘幕一般有良好的透气性，其吸声量与厚度或面密度有关，较厚的帘幕对高频声有较大的吸收。帘幕打褶有利于吸声性能的改善，打褶越多吸声越好。

3.6.3 洞口

各种洞口都是相当于是一个吸声体。

3.6.4 人和家具

人和家具都会吸收声能。

4. 吸声材料选用指南

1) 首先吸声性能应符合使用要求，如果要降低中高频噪声或降低中高频混响时间，则应选用中高频吸声系数较高的材料。如果要降低低频噪声和降低低频混响时间，则应选用低频吸声系数较高的材料。

2) 吸声系数不受环境和时间的影响，材料吸声性能应保持长期稳定可靠。

3) 防水、防潮、防蛀、防腐、防霉、防菌、这对在潮湿环境条件下使用是非常重要的。

4) 防火性能好，应具有阻燃、难燃或不燃性能。

5) 吸声材料要有一定的力学强度，以便在搬运、安装和使用过程中，不易损坏。经久耐用，不易老化。

6) 材料可加工性能好，质量轻，便于加工安装以及维修调换。

7) 吸声材料及其制品在施工安装和使用过程中不会散落粉尘、挥发有害气体、辐射有害物质、损害人体健康。

8) 吸声材料一般安装在室内表面，它是室内设计的重要组成部分。

附：常用吸声材料或产品的吸声系数表

1. 矿棉装饰吸声板吸声系数表

材料(结构)名称	厚度(mm)	后空(mm)	频率					
			125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz
矿棉装饰吸声板	12	0	0.09	0.14	0.58	0.76	0.76	0.79
	12	50	0.47	0.69	0.59	0.59	0.71	0.79
	12	100	0.80	0.51	0.56	0.55	0.75	0.86
	12	150	0.98	0.52	0.45	0.54	0.71	0.80
	12	200	1.16	0.51	0.52	0.61	0.72	0.84
矿棉装饰吸声板	13	0	0.06	0.19	0.44	0.84	0.95	0.90
	13	50	0.32	0.72	0.88	0.79	0.91	0.91
	13	100	0.51	0.78	0.81	0.79	0.90	0.91
	13	150	0.74	0.73	0.74	0.68	0.90	0.90
	13	200	0.91	0.72	0.74	0.72	0.88	0.98
矿棉装饰吸声板毛毛虫图案	12	0	0.09	0.25	0.59	0.53	0.50	0.64
	12	50	0.38	0.56	0.43	0.43	0.50	0.55
	12	100	0.54	0.51	0.38	0.41	0.51	0.60
矿棉装饰吸声板满天星图案	12	0	0.05	0.30	0.53	0.47	0.42	0.41
	12	50	0.38	0.58	0.44	0.38	0.43	0.54
	12	100	0.56	0.48	0.32	0.35	0.44	0.44
矿棉装饰吸声板排孔图案	12	0	0.07	0.26	0.47	0.42	0.36	0.28
	12	50	0.44	0.57	0.44	0.35	0.36	0.39
	12	100	0.55	0.53	0.38	0.33	0.40	0.37
矿棉装饰吸声板枫叶图案	12	0	0.15	0.30	0.41	0.32	0.31	0.29
	12	50	0.47	0.52	0.34	0.29	0.29	0.39
	12	100	0.53	0.46	0.27	0.29	0.38	0.43

附表2 木纤维制品吸声系数表

材料(结构)名称	厚度(mm)	后空(mm)	频率						备注
			125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	
木纤维吸声板(细径类)表面喷色具有吸声、隔声、保温、防潮等多种特性,并且具有木纤维机理和喷色的装饰作用	25	0	0.08	0.12	0.28	0.44	0.84	0.68	
	25	50	0.12	0.24	0.56	0.72	0.52	0.84	
	25	50	0.24	0.76	1.20	0.96	0.76	1.08	填50mm厚玻璃棉(32kg/m ³)
	25	100	0.20	0.52	0.80	0.52	0.68	0.92	
	25	100	0.24	0.96	1.16	0.84	0.96	1.08	填50mm厚玻璃棉(32kg/m ³)
	25	100	0.24	0.68	0.96	0.68	0.86	1.00	板后贴无纺布
	25	200	0.36	0.68	0.52	0.52	0.72	1.00	
	25	200	0.56	1.12	0.96	0.96	0.88	1.04	填50mm厚玻璃棉(32kg/m ³)
木纤维吸声板(粗径类)表面未喷色	25	50	0.08	0.12	0.32	0.84	0.76	0.84	
	25	50	0.16	0.44	1.04	0.64	0.60	0.84	板后贴无纺布
	25	50	0.24	1.00	1.12	0.68	0.76	0.92	内填50mm厚玻璃棉(32kg/m ³)
	25	100	0.36	0.96	0.84	0.48	0.76	0.88	
	25	100	0.36	0.92	0.84	0.60	0.80	0.92	板后贴无纺布
	25	100	0.40	1.20	0.92	0.64	0.80	0.88	内填50mm厚玻璃棉(32kg/m ³)
	25	200	0.48	0.84	0.52	0.56	0.76	0.96	
	25	200	0.76	1.12	0.92	0.76	0.80	0.96	内填50mm厚玻璃棉(32kg/m ³)