

预测全部噪声源造成最大超标值为 11dB(A)。

原设计方案是将燃机放到厂房内,建燃机厂房需投资 832.56 万元,工期需延长;第二个方案认为应在前大河南岸建隔声屏障,隔声屏障的插入损失一般可达到 10dB(A)左右,而且投资比建厂房少,工期短,估算可节约投资 500 万元。

为此,在 1995 年 11 月 21 日,由浙江省电力局主持召开了《镇海 300MW 燃机工程噪声防治措施设计方案优化评审会》。参加会议的有浙江省经计委、浙江省环保局、宁波市环保局、镇海环保局、杭州大学、北京市劳动保护科学研究所等 14 个单位的 36 名代表。参加会议的专家代表一致认为,不设厂房,采用在厂界设置隔声屏障可使环境噪声达标,节约投资,缩短建设工期。

隔声屏障建在前大河南岸边,为确保北厂界噪声达标,同时考虑屏障在建筑上的整体美观,屏障东起三期工程与本工程的结合处,西接厂西界围墙。屏障包括伸缩缝,总长 282m。

根据有关公式计算,声源顶高按 6m,距屏障 55m(按距屏障最远声源中心考虑),接收者在前大河北岸边,距屏障 10m,接收高度为 1.5m。虹桥村二层楼上接收者距隔声屏障 17m,高度 4.5m。

经计算,并考虑距离衰减、视觉美感及施工的可行性,屏障高度为 6m,可满足要求。

隔声屏障板块采用吸声型和反射型组合的复合型。吸声型隔声板用厚 1mm 的冷轧钢板、吸声材料、玻璃布、防雨穿孔板制作。吸声材料厚 50mm,防雨穿孔板的表层喷塑处理。吸声型单元板块的隔声指数为 25dB。反射型隔声板块厚度为 8mm 的 PC 透明板、金属板框架制作。单元板块隔声指数为 25dB。

隔声屏障高 6m,在 0~3m 和 4.5~6m 为吸声型板块组成,隔声屏障的 3~4.5m 为反射型板块组成。隔声屏障共用吸声型板块(单元尺寸高 1500mm,宽 1180mm,厚 52mm) 1194 块,共计 2149.2m²;反射型透明板块(单元尺寸高 1485mm,宽 1705mm)

67 块, 358m²。

隔声屏障采用钢结构,结构计算按基本风压 $W_0=600\text{Pa}$,钢架双面外贴复合型隔声板。隔声屏障高 6m,厚 330mm,总长 282m,其中伸缩缝间距 0.6m。

墙架柱为两根 32 号槽钢组合柱,柱距为 3.6m。伸缩缝处设置双柱。墙架纵梁为 18 号槽钢,梁间距 3m。槽钢两边外挂隔声板用螺栓固定。

隔声屏障的基础采用独立式钢筋混凝土重力基础,天然地基。基础外形尺寸为宽×长×高=2m×2.6m×0.5m。埋置深度为-2.2m。基础有一部分在原河坝挡墙回填土上,因此需将回填土挖除,用 M5 浆砌块石砌至基础底面。

1997 年 7 月,宁波沿海地区刮 12 级台风,大风过后,不少树木被刮倒折断,而长 282m、高 6.5m(基础高出地面 0.5m 加吸声隔声板 6m)、厚 0.33m 的隔声屏障安然无恙。

1997 年 8 月 6 日,1 号燃机满负荷(10 万 kW)运行,镇海发电厂环境监测站应燃机部门要求,对该机组及其厂界噪声测试。

测试仪器采用 ND₂ 型声级计,测试前经校正无误。测点分布见图 12.9-4。测试结果见表 12.9-6、表 12.9-7。隔声屏障的插入损失见表 12.9-8。

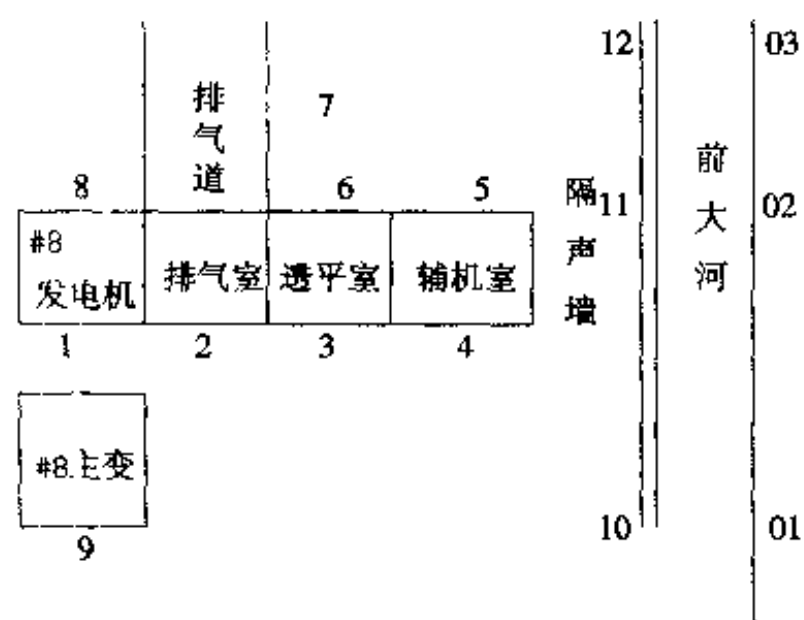


图 12.9-4 燃机噪声测点分布示意

从测试结果可知,燃机周围 1m 处的噪声均在 91dBA,其中机组东面各测点的噪声值比相应的西边各测点声级高,比较隔声屏的内

外两侧六个测点的数据，可以看出隔声效果很好。可使该地区厂界噪声达到 60dB 以下。

表 12.9-6 机组及厂界墙内噪声

测点	噪声级/dB (A)	测点位置
1	85.5	8 号发电机东侧
2	91	排气室东侧
3	91	透平室东侧
4	86	辅机室东侧
5	84	辅机室西侧
6	88	透平室西侧
7	84	排气道东侧
8	77	8 号发动机西侧
9	72	正对主变电站的围栏处
10	71	隔声墙东端处
11	69.5	隔声墙中间处
12	58.8	隔声墙西端处

表 12.9-7 隔声墙外厂界噪声

测点	噪声级/dB (A)	测点位置
01	56.5	隔声墙外东端处
02	50	隔声墙外中间处
03	46	隔声墙外西端处

表 12.9-8 隔声屏障插入损失

[单位: dB (A)]

项目	测点号	声级	测点号	声级	测点号	声级
厂界内	10	71	11	69.5	12	58.5
厂界外	01	56.5	02	50	03	46
插入损失		14.5		19.5		12.5

第 10 章 印刷行业噪声墨雾控制

自 1975 年以来，北京市劳动保护科学研究所等单位对印刷行业噪声进行调研，对噪声较高的轮转印刷机、纸型打版机、铸字机房、磨版机房噪声控制取得明显效果。在控制轮转印刷机噪声过程中，同时对车间内的墨雾、高温综合治理。

10.1 印刷行业噪声概况

根据《工业企业噪声测量方法》，对车间工人操作位置进行了 A 声级或等效连续 A 声级的测量。

对印刷行业各生产工序噪声进行调查测试，其结果如表 12.10-1 所示。

表 12.10-1 印刷行业各工种、工序噪声概况

声级范围 /dB (A)	工种、工序名称
80 以下	照相、拷贝机、制版、修版、凉纸、电子分色机、电子刻版、包本机、装订配页机（四川产）、平装联动机（新华印刷厂制）、粘页机、精装联动机、烫金压印机
81~85	烫金装订、烫金上皮机、活版装版、排字等
86~90	凹印、折页机、装订机、平印工序工段、平印印刷、胶印、油压裁纸机、平装包本机、锁线机、双面印刷机、单面自动印刷机、铅印自动印刷机、装订折页机、四开鲁林印刷机、立式平台印刷机、糊封面机、平订机、配页机、包本机、图版对开印刷机、图版四开印刷机、米立印刷机、三面刀印刷机、骑马钉装订机等
94~105	铸条机、铸字机、高速折页机、对开刀折页机、平装订本机、烘版机、画报轮转印刷机等纸型打版机、凸版轮转印刷机、磨版房

从表 12.10-1 可以看出，印刷行业噪声大部分在 85~90dB (A) 以下，只有凸版轮转印刷机、纸型打版机和磨版房噪声较大幅度地超过工业企业噪声卫生标准的要求。

10.1.1 打版机噪声

活版打版机是生产纸型的机器，偏心连杆将机器的旋转运动变为上下运动，特制的大毛刷固定在连杆上。操作时，将一种专用纸铺在铅字上，用大毛刷不断地锤打，使铅字的笔划深深地留在纸上，成为纸型。由于大毛刷不断地锤打铅字，再加上机器传动部件旋转时产生的噪声，使打版机噪声高达 96dB (A)，最高的机台达 102dB (A)。噪声频谱呈宽带特性，从 500~4000Hz 都在 90dB 左右。工人在这样的环境里工作，经常头晕脑胀，脾气暴躁。青年工人要求调离工作岗位，出勤率下降。

10.1.2 轮转印刷机噪声

轮转印刷机在印刷行业得到广泛应用，特别是报社的印刷厂，其主要的印刷设备就是轮转印刷机。根据《工业企业噪声测量方法》，对轮转印刷机工人操作位置的环境噪声进行测量，测量结果见表 12.10-2。

从表 12.10-2 可以看出，轮转印刷机噪声大多在 95~105dB (A) 之间，LB403 高速轮转印刷机噪声高达 110dB (A)。图 12.10-1、图 12.10-2 给出几种轮转印刷机的噪声频谱图。从频谱图可以看出，轮转印刷机噪声不但声级高，而且频谱从 125~4000Hz 声压级都在 85dB 以上，属宽带噪声特性。

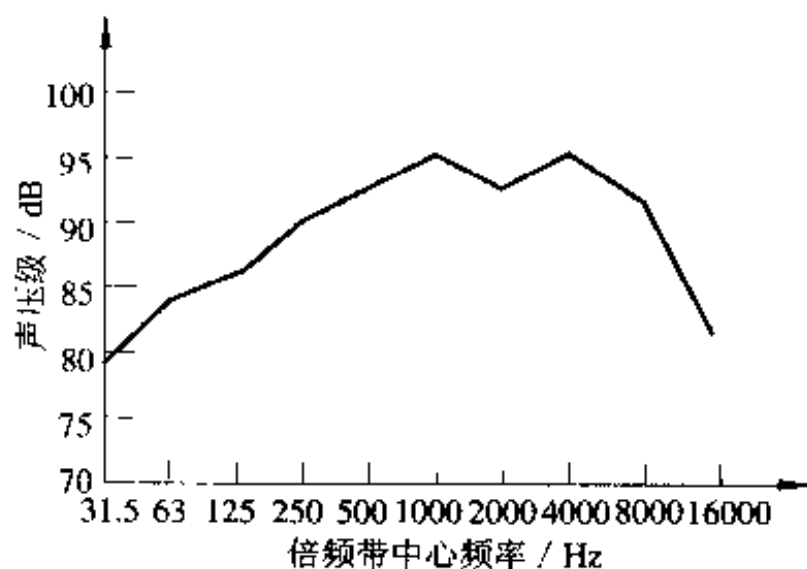
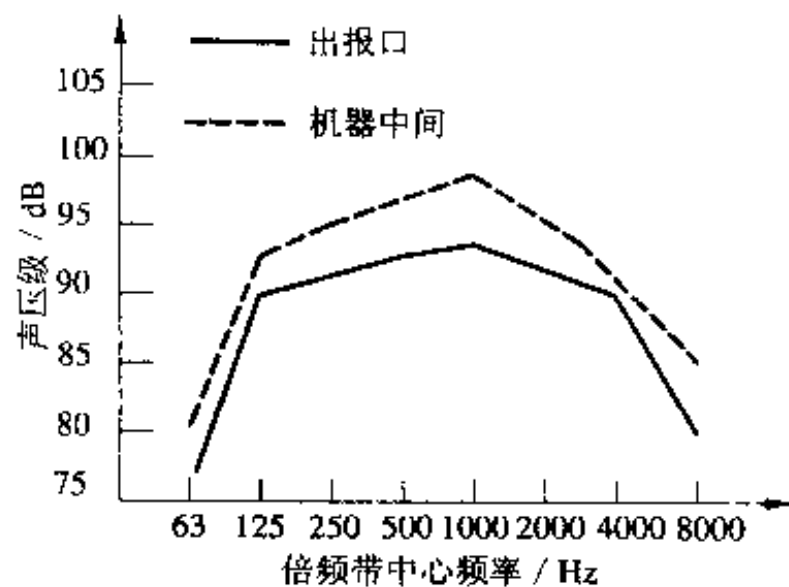


图 12.10-1 上海产 LS201 型轮转印刷机噪声频谱图 图 12.10-2 上海产 LB203 型小高速轮转印刷机噪声频谱图

表 12.10-2 轮转印刷机噪声测量结果

机器型号	测点位置	声级 / dB		倍频程声压级 / dB								
		A	C	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
LB203 小高速（上海人民机器厂生产）	操作人耳	99	99	79	83	86	91	93	95	94	95	91
	离机 1m	101	101	76	81	86	92	94	97	95	91	86
人轮转	操作人耳	100	101	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	离机 1m	101	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—
前苏联产轮转印刷机	操作人耳	95	97	—	77	85	90	92	90	89	84	76
	机器中间	100	101	—	80	89	94	96	95	94	88	83
LS201 型（上海人民机器厂生产）	操作人耳	98	100	—	77	90	92	94	94	92	88	81
	机器中间	102	103	—	81	92	96	97	98	95	90	85
LB403 高速（上海人民机器厂生产）	距机 1m	110	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
德国产 pLam 型	工人操作处	97	103	89	94	98	95	94	94	93	91	88

10.2 噪声控制实例

10.2.1 实例 1 轮转印刷机车间噪声控制方法

对于轮转印刷机噪声采用了三种形式进行控制，使工人操作位置达到了工业企业噪声卫生标准。

1. 全封闭的隔声罩

从表 12.10-2 测试结果可知，凸版轮转印刷机噪声呈宽带特性，该机产生噪声部位较多，如机器的动力部分——电动机、齿轮箱、高速旋转的印刷滚筒、裁纸刀、折页机、轴承等。

将轮转印刷机用隔声罩封闭起来，工人操作在隔声罩外，使机器噪声不能向外辐射，达到降低噪声的目的。

隔声罩用隔声元件组合而成。隔声元件用胶合板、超细玻璃棉、玻璃布、角铁框架、穿孔板制成。

隔声罩设有多个观察窗，操作工人可在罩外观察机器的运行情况。

隔声罩设有多个隔声门，在机器运行异常时，可及时进到罩内排除故障。在机器尾部，需要经常上卷筒纸，设有重锤吊门，操作方便。另外，罩内设通风空调设施，使罩内保持一定的温度，而且空气流通，减少飞墨，保证印刷质量。隔声罩用角钢和槽钢做骨架，用螺栓和弹簧拉钩将隔声元件联接起来。在机器维修时，可将隔声元件一块块掀起来或取下来，维修、装配都很方便。隔声罩外形见图 12.10-3。

轮转印刷机加隔声罩后,使工人操作地点出页口噪声达到 85dB (A)。加罩前后出报口噪声对比见图 12.10-4。

另外,环境噪声也有大幅度降低。在车间对面 20m,三层楼道内,治理前噪声高达 75dB (A),治理后噪声降到 61dB (A)。轮转印刷机治理前后环境噪声频谱变化见图 12.10-5。

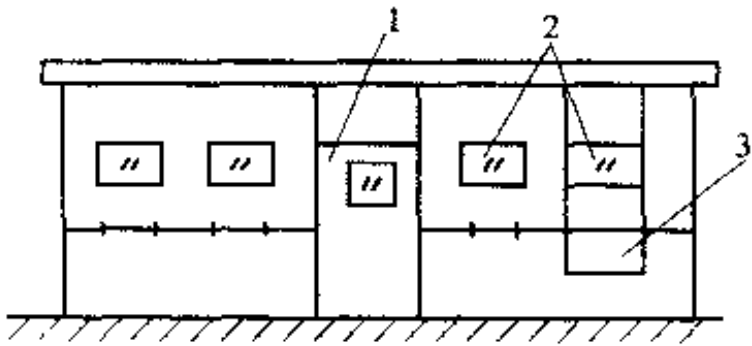


图 12.10-3 隔声罩外形示意图

1-隔声门 2-隔声玻璃观察窗 3-出页口

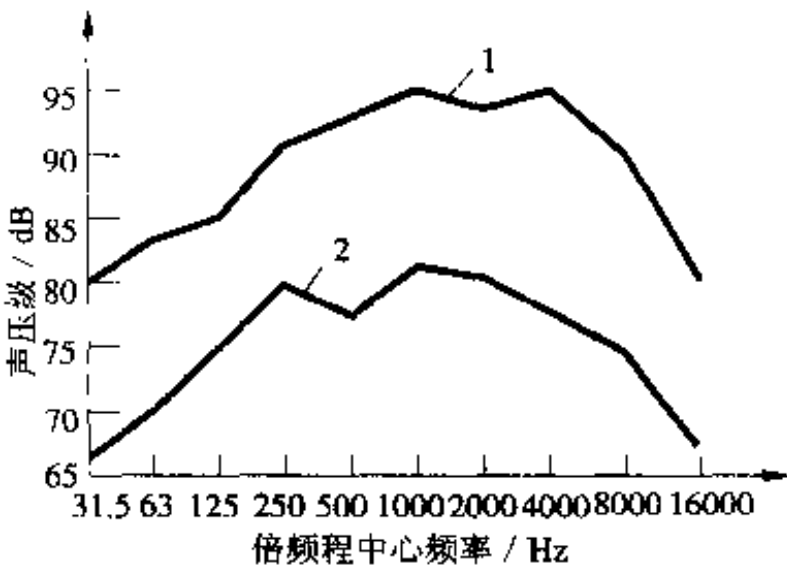


图 12.10-4 轮转印刷机加罩前后噪声对比

1-加罩前 2-加罩后

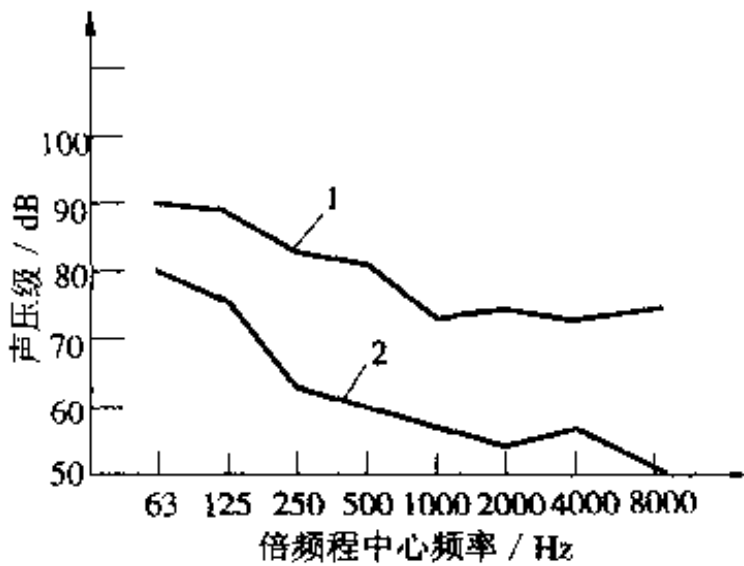


图 12.10-5 轮转印刷机治理前后环境噪声对比

1-治理前 2-治理后

2. 局部隔声罩

凸版轮转书报印刷机虽然发声部位很多,但其发声最强的部位在出页口、折页机及印刷滚筒部分。而机器尾部放卷筒纸部位噪声就比机器前、中部位小,大部分在 90~92dB (A)。将轮转印刷机发声的主要部位用组合式声学元件封闭起来,也可使工人操作地点的噪声达到工业企业噪声卫生标准的要求。

组合式声学元件用胶合板、化纤飞花、泡沫塑料、铝型材框架制成。根据机器发声部位外形尺寸做成若干块板式隔声元件。隔声元件结构见图 12.10-6。

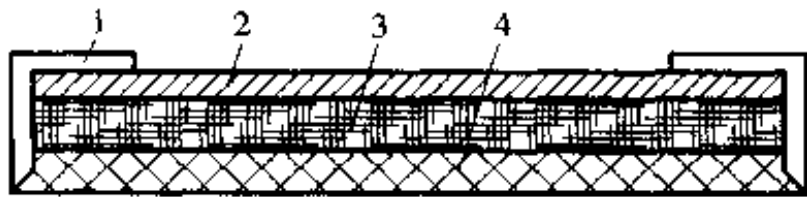


图 12.10-6 局部隔声罩隔声元件结构示意图

1-铝型材 2-胶合板 3-化纤飞花 4-泡沫塑料

轮转印刷机加局部隔声罩的位置在机器的前部和中间部分。前部从裁纸刀分界,将电动机、折页机、出页传送带用隔声元件封闭;中间部分将印刷滚筒用隔声元件封闭。轮转印刷机加局部隔声罩的位置如图 12.10-7 所示。

凸版书报轮转印刷机加局部隔声罩后,可使出页口工人操作处噪声降到 80dB (A)。印刷机加局部隔声罩前后噪声对比见图 12.10-8。

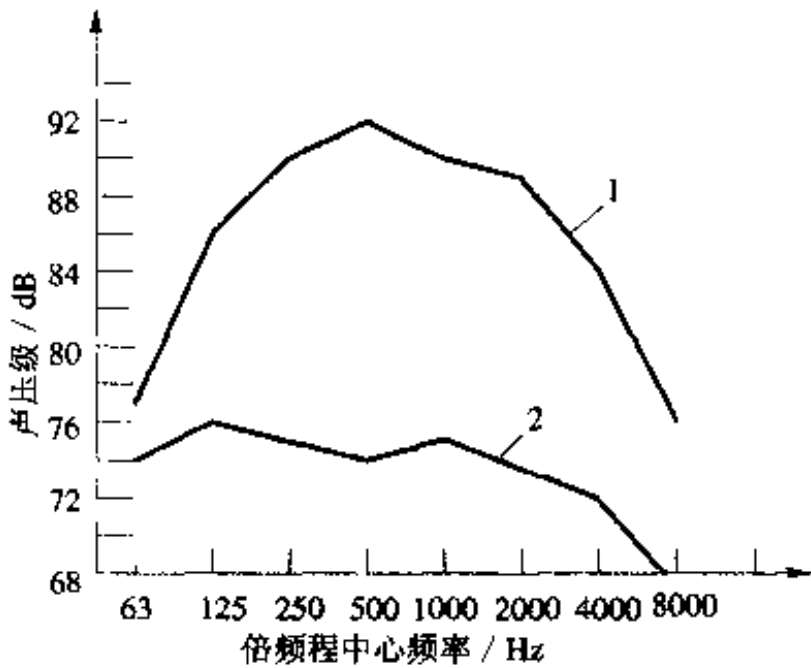


图 12.10-8 轮转印刷机加局部隔声罩前后噪声对比

1-加罩前 2-加罩后

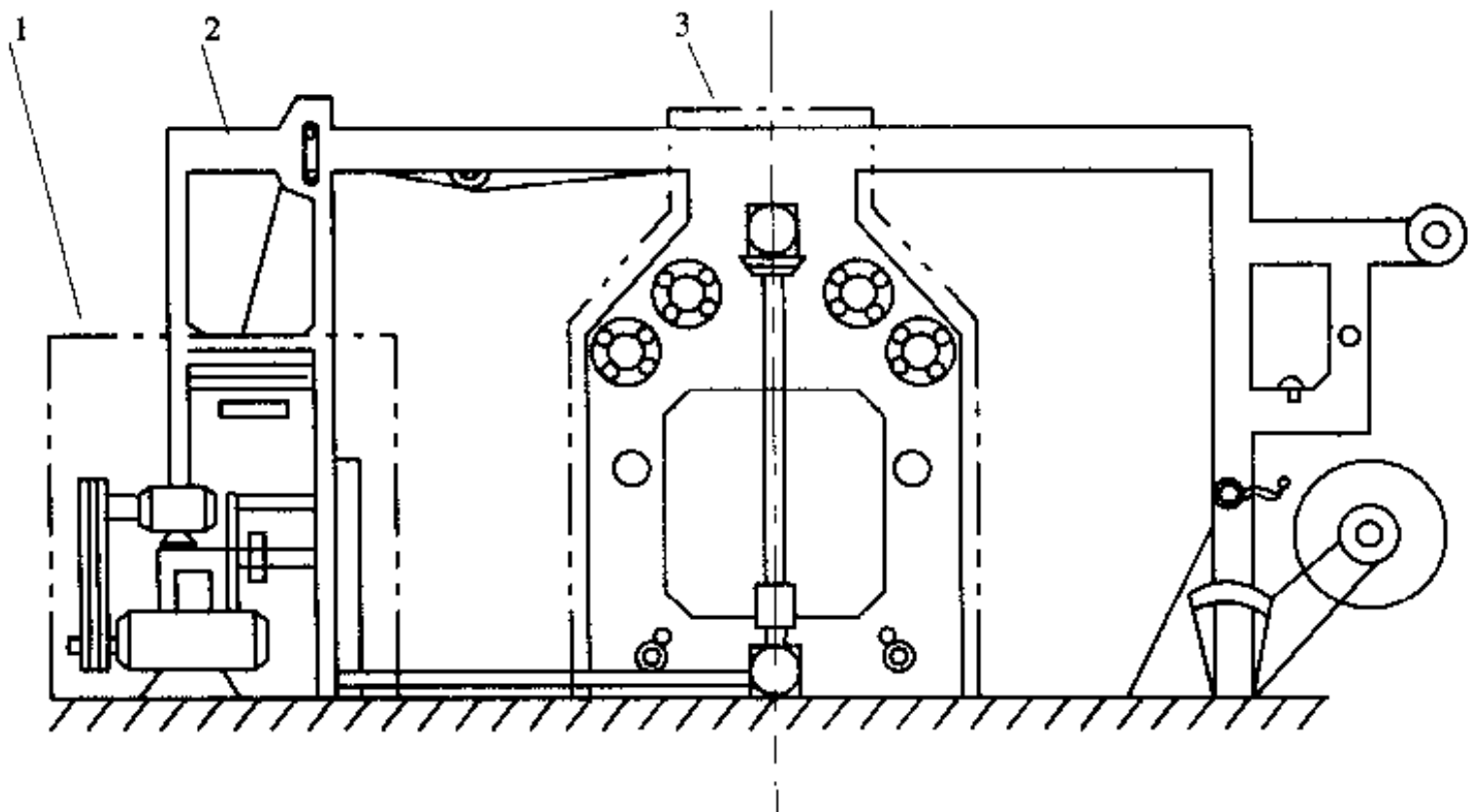


图 12.10-7 轮转印刷机局部隔声罩

1—折页出页部分隔声罩 2—机架 3—印刷部分隔声罩

3. 隔声室

凸版轮转印刷机操作工人在做好开机前的准备工作后，大部分工作时间在出页口附近工作，如闯页、码台、检查印刷质量等。而且国内外生产的凸版轮转书报印刷机外形尺寸大致相同。针对这种情况，在距机器 80cm 的地带砌一道隔声墙，将机器设备与操作人员用隔声墙隔开，将车间分成机器间和操作室两部分，将一台或若干台机器放在一边，操作人员在隔声墙的另一边，分别在两个隔声室内。隔声墙在车间的位置见图 12.10-9。

隔声墙用隔声元件组合成。隔声元件用 1.5cm 厚钢板、沥青、超细玻璃棉、玻璃布、穿孔板及框架组成，其结构见图 12.10-10。

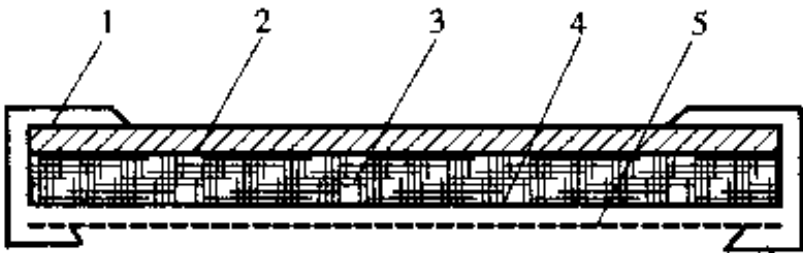


图 12.10-10 隔声元件结构示意图

1—薄板框架 2—1.5cm 厚钢板 3—超细玻璃棉
4—玻璃纤维布 5—穿孔板

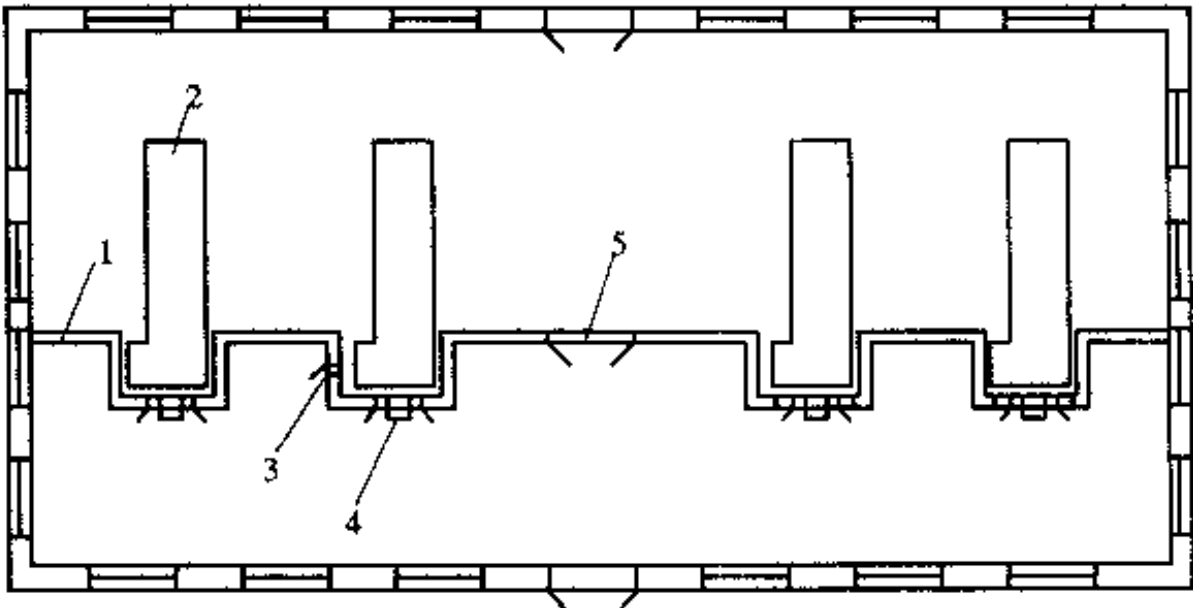


图 12.10-9 隔声墙在车间的位置平面示意图

1—隔声墙 2—卧式轮转印刷机 3—隔声小门 4—出页口 5—隔声大门

在每台机器附近的隔声墙上设 1~2 个隔声门，便于操作者出入。将每台机器的出页传送带延长，通过隔声墙到操作室，在机器出页口设消声通道，防止噪声从出页口逸出。操作工人在低噪声的出页口附近操作。在隔声墙出页口上部，设隔声观察窗，便于操作者及时观察机器运行情况。隔声墙外形结构见图 12.10-9 和图 12.10-11。

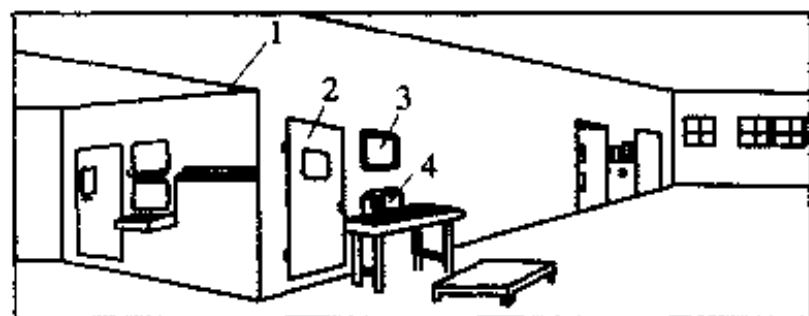


图 12.10-11 轮转印刷机操作室一角

1—隔声墙 2—隔声小门 3—隔声观察窗
4—设消声通道的出页口

为了进一步降低机房内的混响声，可在机器间悬挂空间吸声体。

新华印刷厂四台轮转印刷机经噪声治理后，出页口工人操作处噪声降为 78~81dB (A)，操作间内噪声达到 72~74dB (A)，已低于工业企业噪声卫生标准。治理前后出页口噪声频谱见图 12.10-12，图中曲线 1 为治理前，曲线 2 为治理后。

该车间噪声治理前，轮转印刷机工段噪声影响其他工段，现在反过来了，是其他工段噪声影响轮转印刷机工段。该厂领导和工人对噪声治理结果都很满意。

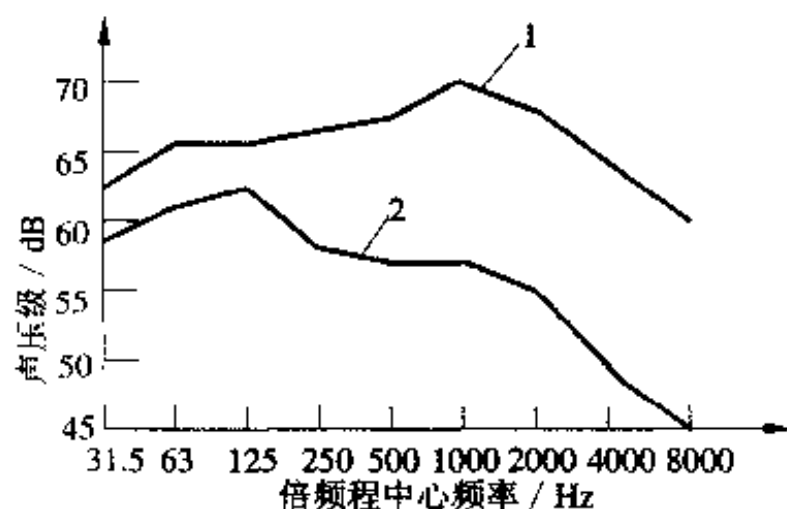


图 12.10-12 凸版轮转印刷机车间建隔声室

前后噪声对比

1—治理前 2—治理后

10.2.2 实例 2 轮转印刷机噪声、飞墨、高温综合治理

轮转印刷车间进行隔声处理后，随之产生了两个问题，其一是轮转印刷机在工作过程中不但产生很高的噪声，而且产生浓度较高的飞墨在车间中弥漫，造成天花板、墙壁、地板到处是又黑又粘的油墨，操作工人的鼻孔和身上也是油墨，不但影响车间卫生和工人的身体健康，而且影响印刷质量；其二是夏季车间温度过高，需要通风降温。

针对这两个问题，对经济日报轮转印刷机车间进行降噪声、除飞墨及通风降温的综合治理。

1. 降噪措施

首先，在印刷车间设隔声墙，将印刷机与操作室隔开，隔声墙上设玻璃观察窗和隔声门。工人在机器正常运行后，可在低噪声的操作室内通过观察窗监视机器运行。

为了保证工人经常在操作室内工作，在隔声墙内外各安装一套印刷操作开关按钮，以便在机器发生紧急情况时，无论工人在隔声墙内外，都可以及时停机或操作处理。

为了降低车间的混响声，在车间天花板悬挂了占顶面积 40% 的空间吸声体。

轮转印刷机用传送带将印好的报纸运送到发行车间。为了防止传送带口漏声，设计了高效能的尖劈式消声器。该消声器不但可允许报纸通过，而且可以有效地阻止机房内的高噪声传出。

为了降低车间外的环境噪声，在车间原有单层玻璃窗的基础上，增设了一层玻璃窗，以便提高窗的隔声效果。该窗在机器运行时关闭，在停机检修时，可开启，以便自然通风和方便擦洗。

2. 飞墨过滤系统

为了消除轮转印刷机运行时产生的飞墨，在每台印刷机顶部设立了负压式飞墨过滤器。该过滤器长 2m，宽 2m，采用抽屉形，插片式，滤片可清洗。轮转印刷机安装过滤器后，

使机房内工人操作处飞墨浓度由平均 $2.8\text{mg}/\text{m}^3$ 降到 $0.6\text{mg}/\text{m}^3$ 。治理后,空气中飞墨浓度减少 79%,过滤器的净化效率达 70%。

机房内安装负压式过滤器后,使机房内形成一定负压,有助于更新车间内的空气。

3. 通风降温系统

车间密闭隔声处理后,夏天车间的通风降温是个大问题,如不解决,直接影响机器的正常运行和工人的操作。为此,设计了通风降温系统,使车间内的空气每 7~8min 更换一次。通风机设在楼下供纸车间内,风机出气口接大气,进气端与防空洞接通。防空洞内的空气冬暖夏凉,而且有一定的湿度,适宜印刷的需要。

通风系统安装后,工人操作处风速可达 3~5ms,夏天室内温度可降低 3~5℃。

通风降温如按常规处理,应设制冷机房、回风管路系统等设施,采用防空洞的冷风为车间降温,可为国家节约资金及能源。

经济日报轮转印刷车间噪声经综合治理后,可使机房内离机 1m 噪声由 97dB(A) 降到 93dB(A),隔声间外噪声由 93dB(A) 降到 68dB(A),工人休息室由 73dB(A) 降到 43dB(A),明显改善了工人的工作和休息条

件。

机房内由于进行了吸声处理,并且将单层窗改为双层隔声窗,使机房外环境噪声明显降低。机房外 3m 噪声由 81dB(A) 降到 52dB(A) 以下,环境噪声明显降低。

10.2.3 实例3 打版机噪声控制

针对打版机结构比较简单、体积小的特点,采用安装隔声罩的方法。

隔声罩采用多层复合结构,利用材料的声阻抗不同,使声波在辐射过程中被反射或吸收,在所要求的频率范围内有较好的隔声效果。隔声罩用角铁做骨架,用 1.5cm 厚碎木压榨板做隔声罩的隔声板材,用聚氨酯泡沫塑料加三合板做成。为了便于观察和操作,隔声罩设有固定玻璃观察窗和可开启的玻璃观察窗。隔声罩四面设有可开启的活动门,以便于机器维修和保养。隔声罩外形结构见图 12.10-13。

打版机加隔声罩后,工人操作位置噪声由 94~102dB(A) 降到 72~74dB(A),噪声降低 20~30dB(A),噪声明显下降,打版工人不再受高噪声危害,出勤率上升,生产效率提高。治理前后噪声变化见图 12.10-14。

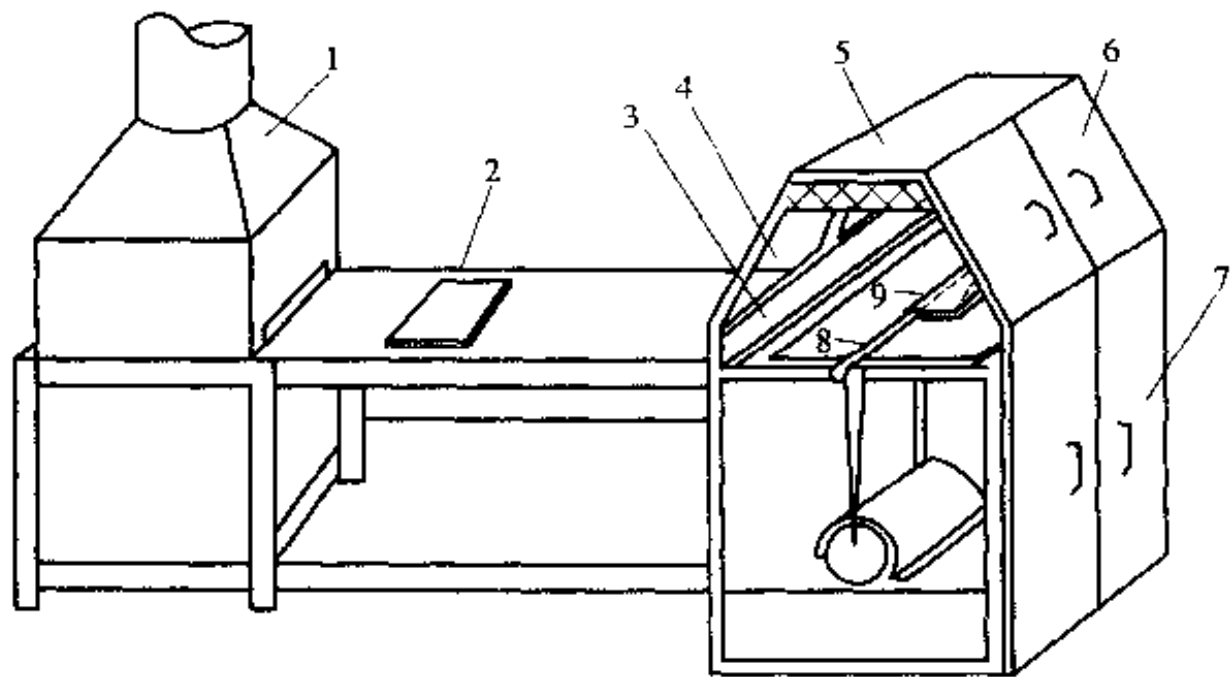


图 12.10-13 打版机隔声罩外形结构示意图

1—加热炉 2—操作平台 3—可提起的玻璃窗 4—观察窗
5—隔声罩顶部 6—隔声罩上门 7—下门 8—打版机 9—毛刷

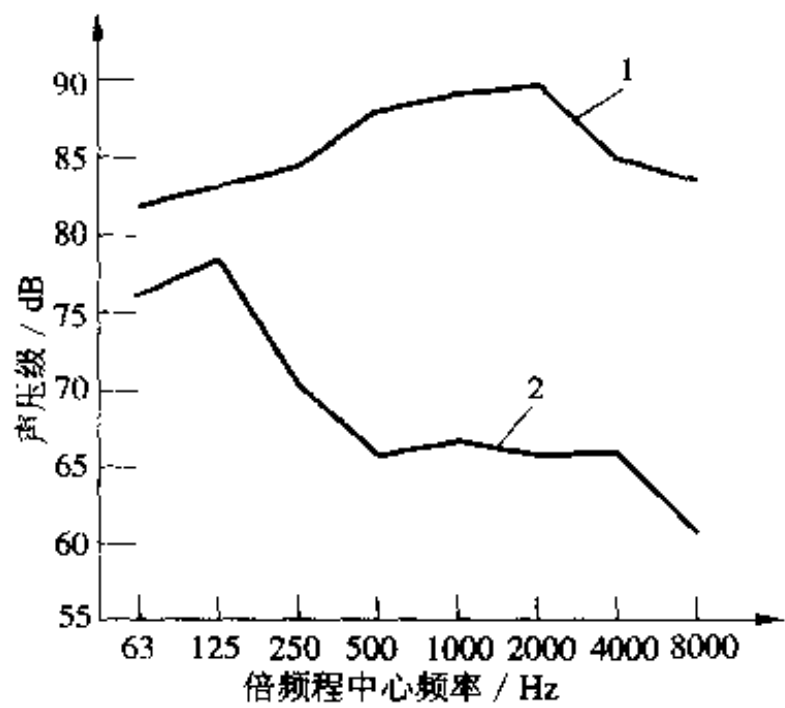


图 12.10-14 纸型打版机噪声治理前后对比
1—治理前 2—治理后

10.2.4 实例 4 磨板房噪声控制

为除去印刷后铅板上的文字和图案，将铅板放在磨板机的盘形铁槽内，用玻璃球或瓷

球、金刚砂和水置于铅板上。磨版机振动时，靠玻璃球金刚砂在铅板上的滑动和摩擦除掉铅板上的文字图案，使铅板再利用。在磨板机工作时，机房内噪声高达 103~105dB (A)，不但影响操作人员的身体健康，而且污染了周围的环境。

为降低磨板房噪声，将机房改造成隔声机房，室内做吸声处理，吸声吊顶，墙壁用吸声体饰面，设有双层玻璃观察窗和隔声门及设置带有消声装置的进排气口。电源开关及操作台设在机房隔壁的工人操作室内，操作工人通过观察窗观察机器的运行情况。当需要进机房更换铅板操作时，可先关机，人离开机房后，磨板机启动运行。

通过降噪治理后，机房中的噪声由 103~105dB (A) 降到 90~95dB (A)，工人操作处噪声降到 65~75dB (A)，室外环境噪声明显降低。

第 11 章 混凝土振动台噪声治理实例

我国混凝土制品车间未经治理的振动台噪声污染非常严重,例如北京某厂混凝土电杆车间,离振动台 1m 远处,噪声 A 声级达 105dB(A),C 声级 111dB(C),噪声频谱呈宽带特性,从 63~4000Hz 都在 90dB 以上;距振动台 5m 处,A 声级达 102dB(A),C 声级 105dB(C)。即使离振动台 10m 远,A 声级还有 99dB(A),C 声级 104dB(C)。

治理混凝土振动台噪声,一般可从以下三个方面着手:

(1) 在噪声传播途径控制噪声

可采用隔声室、隔声罩等措施,将振动台或振动台发声强烈的部位用适当的隔声材料封闭,并在隔声室或隔声罩内用吸声材料做吸声处理,控制噪声向外传播。

(2) 改革工艺,改造设备,从声源上控制噪声

尽量采用噪声小的工艺过程,如水平振动、上振动等。

改造高噪声设备,用低噪声材料(如低噪声合金、橡胶等)代替或局部代替高噪声材料,减少或缩小发声部位,使振动台噪声降低。

(3) 噪声综合治理

振动台的基础与坑壁用减振材料隔开,并在坑内做吸声处理。

11.1 实例 1 铁道兵某厂混凝土轨枕制造车间噪声治理

铁道兵某厂在北京市劳动保护科学研究所等单位的指导及本厂的努力下,采用了建隔声室及悬挂吸声体等措施,使这个车间的噪声问题在正式投产前得到初步解决。

轨枕制造车间面积约为 3000m²,有近百名工人。为了不使振动台噪声危害工人的身体

健康,我们为振动台设计了隔声室,并将振动台的控制设备放在隔声室外。隔声室在车间内的位置见图 12.11-1。

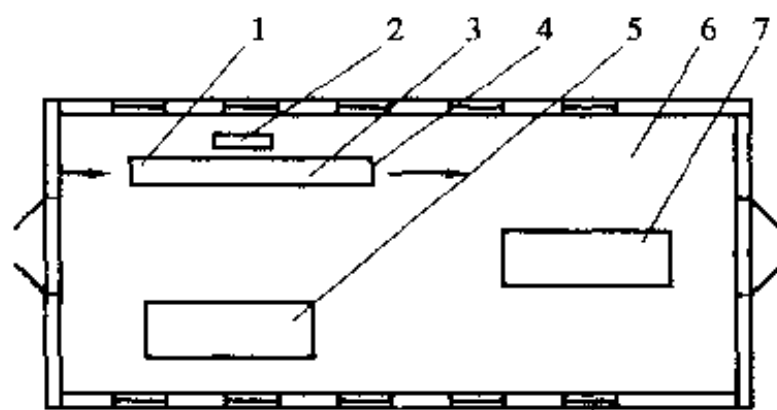


图 12.11-1 隔声室在轨枕车间的位置

1—进料口 2—振动控制台 3—隔声室
4—轨枕出口 5—维修工作区
6—轨枕车间 7—蒸汽养护池

隔声室长 36m,宽 3.52m,高 3.55m,用 24cm 砖砌墙,室顶用预制混凝土楼板。为了便于采光和操作人员观察,在隔声室一侧设计了七个隔声观察窗,窗子用双层不等厚度的玻璃及木框架制作。靠近声源的玻璃为固定式,外侧的玻璃可开启。窗框与墙密封,玻璃与窗框密封,这样既能确保隔声效果,又能清洁卫生。

隔声室设带有声锁的隔声木门。隔声木门用两层 1cm 厚木板,中间夹厚 3cm 超细玻璃棉制成。隔声室是一个密闭的房间,振动台工作时,隔声室内呈负压状态,这时要打开隔声室的门就很费劲。为了解决这个问题,并提高门的隔声效果,我们在隔声室的两端设计了声锁。在两个隔声门之间设一个门斗,长 1.26m,宽 3.52m,在门斗内布置 6m² 空间吸声体,这样门的开启就轻便了,而且不使隔声室内的噪声从门缝传到隔声室外。隔声室结构及声锁门斗位置见图 12.11-2。

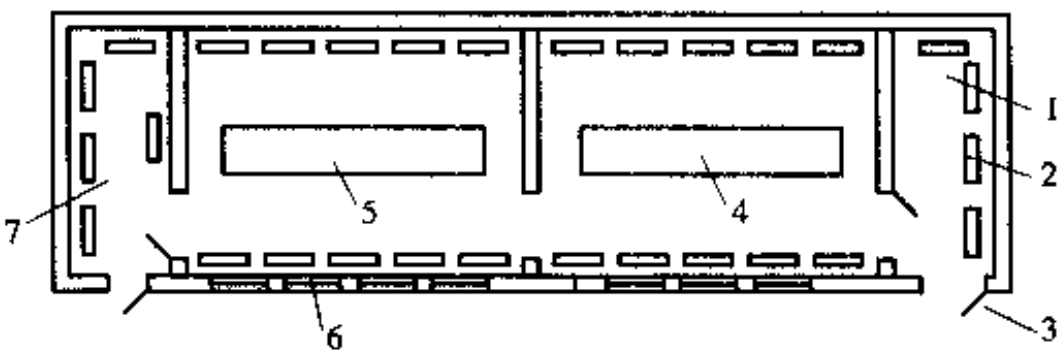


图 12.11-2 隔声室结构示意图

1—门斗 2—空间吸声体 3—隔声门 4—普通振动台
5—加压振动台 6—双层玻璃隔声窗 7—门斗

在隔声室内由于墙壁、玻璃等的反射声，使隔声室内声级增高。为了解决这个问题，设计了空间吸声体。吸声体主要用框架和超细玻璃棉制成，尺寸长×宽×厚为 2000mm×1000mm×50mm 及 2000mm×500mm×50mm 两种。由于机器离墙较近，吸声体悬挂在隔声室的顶部及墙壁表面。为了充分发挥吸声体的减噪作用，吸声体距顶 30cm（由于条件限制，距离不能再增大）。为了增加吸声体对低频的吸收，吸声体距墙 7cm。振动台初振隔声间顶面积为 63.47m²，悬挂吸声体 28m²，与顶面积

之比为 44%。初振间东墙面积为 64m²，悬挂吸声体 24m²，吸声体与墙面积之比为 37.5%，西墙悬挂吸声体面积比为 50.8%。吸声体布置形式见图 12.11-3。

由于这个隔声室在设计时就考虑到室内吸声处理问题，所以在隔声室的顶部和墙壁都设置了预埋金属钩及带孔的金属板，以便悬挂空间吸声体。

隔声室内布置吸声体后，在近似原来的位置再次测量声级，噪声降低了 5~6dB（A），达到了预期的效果。

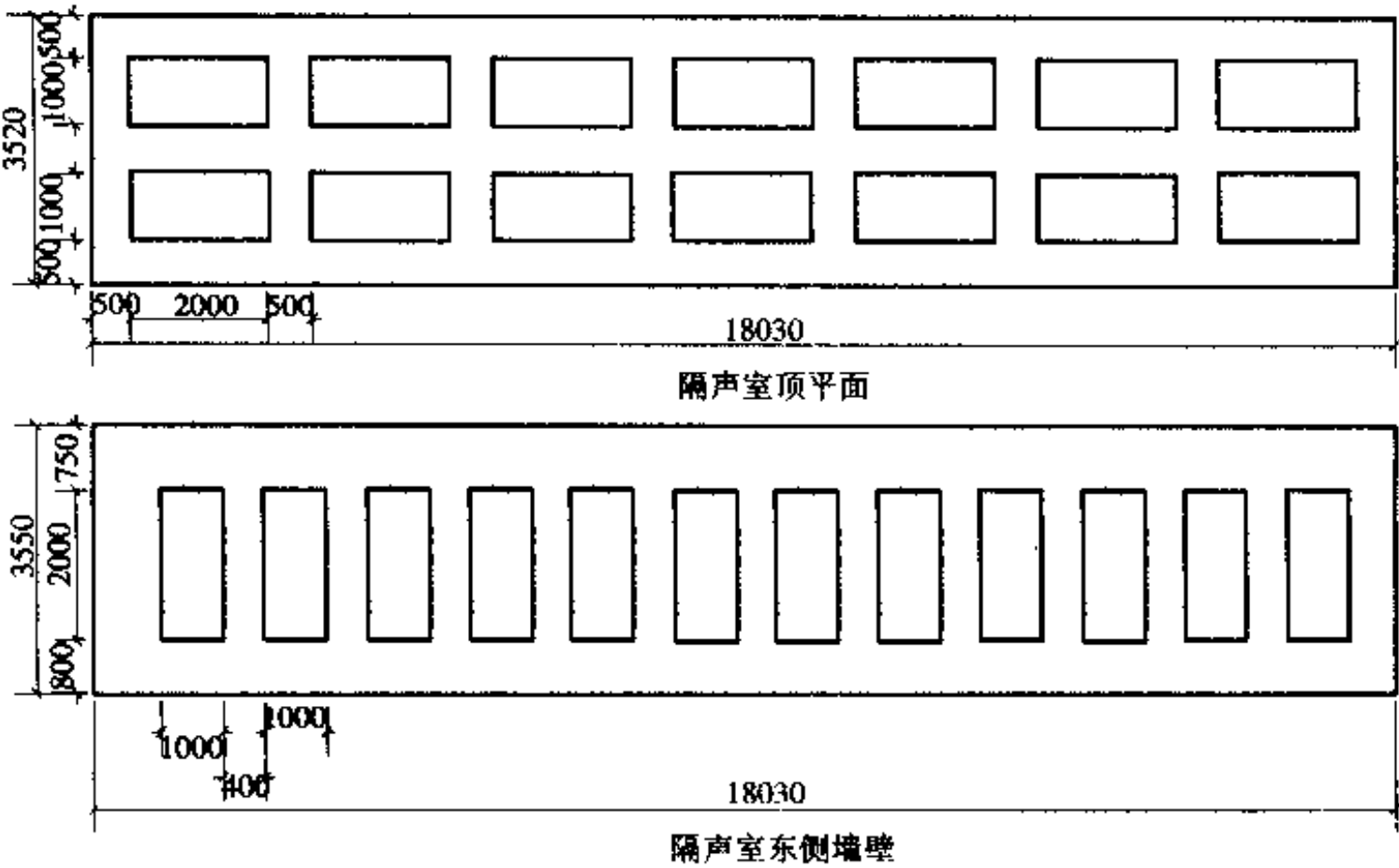


图 12.11-3 吸声体布置示意

隔声室建好后,轨枕制造车间噪声明显下降,在车间中心距振动台10m处测量,车间噪声由99dB(A)下降到80dB(A)。

采用建立隔声室的方法降低混凝土振动台车间噪声,还应同时设置简易通风降温设施。

11.2 实例2 北京第一构件厂混凝土短向圆孔板振动成形噪声控制

北京第一构件厂在中国科学院声学研究所、北京市劳动保护科学研究所、清华大学的帮助下,采用隔声罩封闭设备的方法对混凝土短向圆孔板振动台噪声治理。

隔声罩设有双层玻璃观察窗,隔声罩长13m,重2t。振动台加罩后,噪声由112dB(A)降低到80dB(A)。原来讲话在耳朵边大声喊听不清,加罩后可以对面交谈。

由于生产工艺的要求,初振时不宜对钢模加罩全封闭。后来,北京第一构件厂在有关单位协助下,采取隔声、减振、吸声综合措施控制噪声,使初振起振瞬间达到90dB(A),正常振动85dB(A)。在加压振动成形阶段,用隔声罩和隔声箱封闭起来,使噪声降到78dB(A)。

加压振动采用的隔声罩,用角钢和钢筋做骨架结构,用5cm厚的水泥制成。罩子略大于振动台口尺寸,台口长4m,宽1.6m,罩子长×宽×高为4.9m×1.9m×0.26m。将加压板与隔声罩组合在一起,安装在原加压车上。罩与加压板之间留50mm的空间,设四个垫橡胶垫的活动支点。隔声罩的下缘周边固定两条硬度不同的橡胶带,当罩子下落于坑壁时,可依靠此胶带实现软搭接,并起到密封作用,提高罩子的隔声效果。

对往复运动的抽芯设备,采取隔声措施。在芯管根部设置一个小型隔声箱。在穿芯动作完毕时,实现对振动坑壁管子预留孔的封闭。

隔声箱采用钢结构,隔声箱与坑壁之间用橡胶带密封。

在台坑内设置接灰槽,在接灰槽与钢模接触的周边设置弹性密封圈。同时,将钢模底骨架两端相应位置槽钢封闭,使钢模就位后,密封良好,从而降低部分初振噪声6~8dB(A)。接灰槽弹性密封采用乳胶海绵外包耐油、耐碱、耐磨的橡胶制成。

为了减少振动梁本身的噪声,缩短了振动梁的长度和宽度,减少了噪声辐射面积。

另外,控制振动梁与钢模底梁的撞击。在原有四个振动梁的基础上,增加了两台“加垫”振动梁。“垫”用加压板报废的橡胶板裁成长×宽为100mm×60mm的橡胶片,用U形钢板夹紧,垂直码放在振动梁表面,并将U形钢板与振动梁固定。振动梁加“垫”之后,可降低噪声13dB(A)。加垫振动梁可供初振或穿芯瞬间空振使用,这样既能基本满足初振的工艺要求,又能降低振动台噪声。在生产中适当缩短初振时间,延长加压振动时间,有利于噪声治理,也有助于混凝土振捣密实,提高制品强度。

振动台基础是普通混凝土基础。基础标高为-1.6m,基础与坑壁在结构上分开,基础自身重量为加压后总载荷的两倍。

在设计振动台基础和台坑时,适当地扩大了坑底尺寸,使坑内有较充裕的空间进行吸声处理。在坑壁两侧距壁面200mm处设置了厚100mm的聚氨酯泡沫塑料,在振动台下设置了超细玻璃棉外包防水玻璃布的尖劈形吸声体,吸声体用穿孔金属板护面,使坑内形成一个具有较高吸收的小空间。

该厂采取的混凝土振动台下振动成形工艺的噪声控制措施可使车间噪声达到85~90dB(A)。通过小批量中间试验证明,对原工艺不作大的变动,产量不低于原生产水平。

第 12 章 飞机发动机试车台噪声控制实例^①

某试车台是目前亚洲地区技术最先进的试车台。试车台设计要求：有能力处理未来 15 年内可能出现的、最高推力达 660kN 的涡轮风扇发动机。

噪声控制标准：厂界噪声标准值 $\leq 70\text{dB}$ (A)。

飞机发动机试车台为高噪声源，噪声声功率巨大，进气、排气量大，排气温度高。事实上该试车台大部分土建工程量是用于配合消声构件控制发动机噪声。为了有效控制噪声，同时保证试车台正常运行，本工程采取的主要技术措施如下：

1) 所有消声构件均采用耐高温矿棉或玻

璃棉、玻璃纤维布、不锈钢穿孔板制作而成，以满足试车台的高温工作环境。

2) 设置大的进气口、排气口，以满足大风量要求。

3) 试车台进、排气方向与发动机进、排气方向相互垂直，增加噪声衰减，高频衰减尤为显著。同时，进、排气口设置较高且开口向上，使外排噪声的强分布区域远离地面建筑、构筑物。

4) 试车台围护结构为不小于 0.6m 厚的钢筋混凝土墙体，以满足隔声要求。

5) 进气方向设导流片，降低高速气流引起的再生噪声。

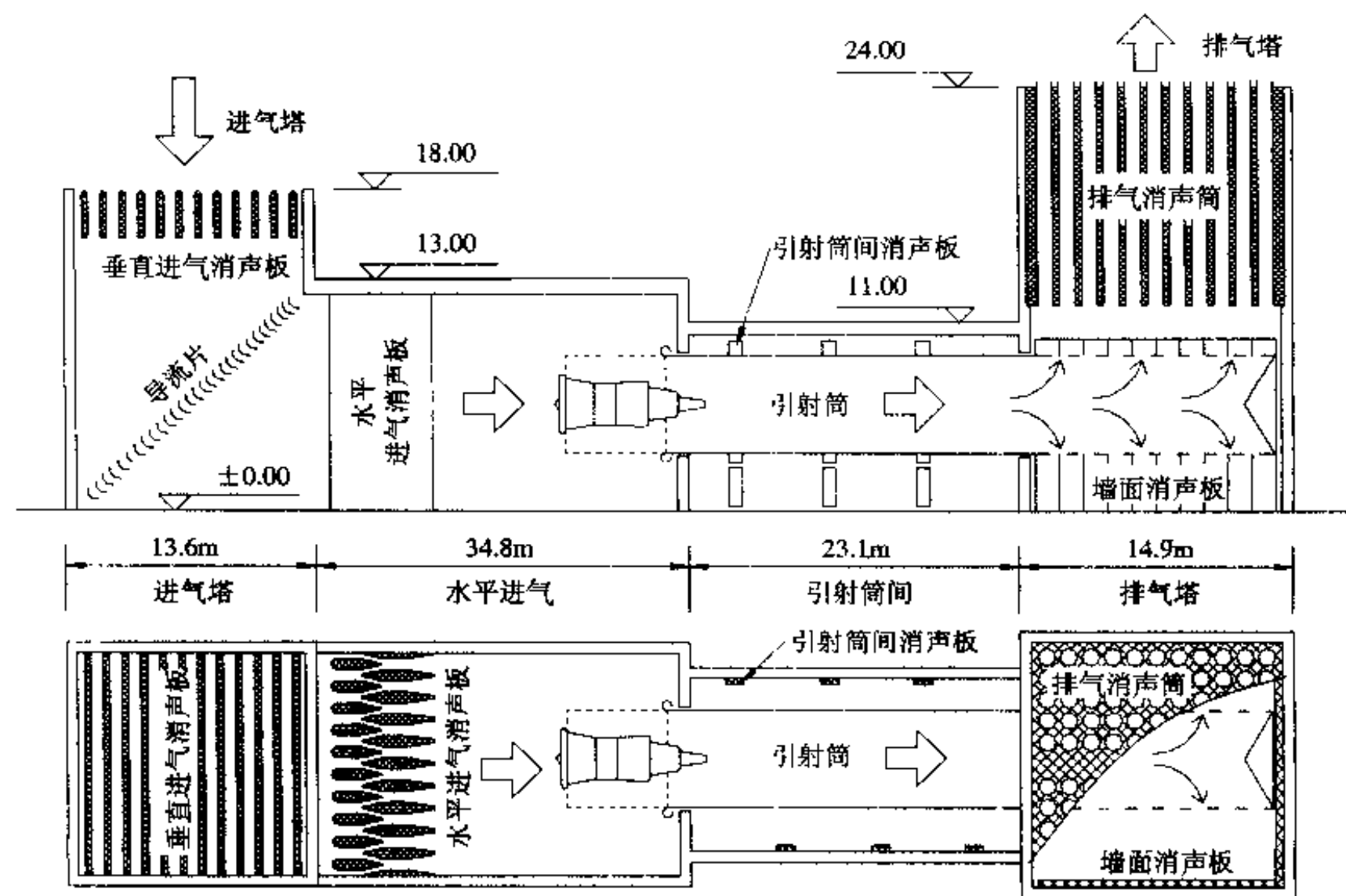


图 12.12-1 试车台平面、剖面示意图

^① 本章实例由方庆川提供。

6) 进气方向, 两组水平进气消声板错位形成迂回通道, 增大消声量。排气方向, 气流通过引射筒上沿圆周分布的 50mm 直径的散流孔进入排气塔, 起到散流和消声的作用。

7) 排气塔气流方向与传声方向相同, 设计排气塔比进气塔高 6m, 增加消声量。

试车台可以分为进气塔、水平进气及试车操作间、引射筒间、排气塔四部分。各部分消声构件的组成及设置方式见图 12.12-1, 图 12.12-2 如下所述。



图 12.12-2 试车台外景

12.1 垂直进气消声板

垂直进气消声板安装于进气塔顶, 共 12 件。单件消声板尺寸长 $\times$ 高 $\times$ 厚为 12 200mm $\times$ 2 660mm $\times$ 350mm; 消声板间通道宽 644mm; 垂直进气通道面积 102m²。构件由内部框架、吸声填料和护面穿孔板组成。内部框架和护面穿孔板均为 3mm 厚 304 不锈钢板。框架和穿孔板焊接组合成网格式受力构件, 承受只有两端支撑的大跨度下构件本身的自重载荷。内填玻璃纤维密度 48kg/m³, 由玻璃布包裹填于框架空腔内。穿孔板孔径 6mm, 孔距 12mm, 穿孔率 22.6%。

12.2 导流片

导流片倾斜安装在进气塔底部, 用于进气转向导流, 圆弧状导流板为 5mm 厚 304 不锈钢板。

12.3 水平进气消声板

水平进气分前部消声板、后部消声板。前部、后部消声板的菱状头锥组成迂回进气通道, 隔断直达声外溢。水平进气迂回通道的设置并没有额外减少进气面积, 水平进气通道面积为 77m²。后部水平进气消声板 10 件, 单件尺寸高 $\times$ 长 $\times$ 厚为 12 000mm $\times$ 2 725mm $\times$ 606mm; 前部水平进气消声板 11 件 (两件半块), 单件尺寸高 $\times$ 长 $\times$ 厚为 12 000mm $\times$ 3910mm $\times$ 606mm。水平进气消声板由内部框架、吸声填料和护面穿孔板组成。内部框架和护面穿孔板均为 3mm 厚 304 不锈钢板。内填玻璃纤维密度 48kg/m³, 由玻璃布包裹填于框架空腔内。穿孔板孔径 5mm, 孔距 10mm, 穿孔率 22.6%。

12.4 引射筒间消声板

引射筒间消声板安装于引射筒间侧墙上, 共 32 件, 单件尺寸高 $\times$ 宽 $\times$ 厚为 2 100mm $\times$ 750mm $\times$ 150mm。外包玻璃布的耐高温矿棉贴墙放置, 1.5mm 厚镀锌钢板穿孔板护面及定位。矿棉密度 96kg/m³, 穿孔板孔径 5mm, 孔距 10mm, 穿孔率 22.6%。

12.5 排气塔墙面消声板

排气塔墙面消声板沿排气塔底贴墙安装, 底部与地面齐平, 共 30 件, 单件尺寸高 $\times$ 宽 $\times$ 厚为 9 720mm $\times$ 1 290mm $\times$ 159mm。墙面消声板由贴墙后盖板 (不穿孔)、穿孔护面板、耐高温矿棉组成。矿棉密度 96kg/m³, 外包玻璃布。后盖板及穿孔板均为 3mm 厚 304 不锈钢板。

12.6 排气塔消声筒

排气塔上部设置消声筒, 共 110 件。试车台通过消声筒排气, 消声筒尺寸 ϕ 824mm $\times$ 12 500mm (高), 排气面积 58m²。消声筒底部设下支架用于支撑消声筒, 上部设上支架, 上、

下支架除设与圆筒等径的圆孔与消声筒匹配,其余均为不锈钢板密封。消声筒外壁之间用密度 110kg/m^3 的玻璃棉充填,筒壁与玻璃棉之间依次为不锈钢丝网和玻璃布。消声筒用 3mm 厚 304 不锈钢板穿孔而成,孔径 6mm,孔距

12mm,穿孔率 22.6%。

所有消声构件的安装,采用螺栓与混凝土墙体连接。

本工程竣工后,业主多次应用台架进行实验,消声装置达到了设计要求。

第 13 篇

噪声与振动控制设备

作 者 吕玉恒 方庆川

第 1 章 概 述

噪声与振动的危害不仅已被人们所认识,而且正设法进行治理,其中包括积极治理和消极治理。所谓积极治理就是在声源上和振源上采取措施,把噪声和振动降至最低值,生产和提供低噪声、小振动的设备;所谓消极治理就是在噪声和振动的传播途径上采取隔声、吸声、消声、隔振、阻尼减振等措施,降低噪声和振动的影响范围。由于受技术、经济和使用条件等限制,在声源上、振源上主动控制,制造新的低噪声设备,可能在一段时间内尚有困难,因此目前多数是对噪声污染的场所或对较高噪声的设备采取综合治理措施,或在接收者身上采取防护措施。无论是积极治理还是消极

治理,最终都要用噪声与振动控制设备来保证治理措施的实现,最终都要落实在噪声与振动控制设备、材料、装置的应用上。

据统计,目前国内生产噪声与振动控制设备、材料、装置、仪器的厂家有 300 多个,产品数千种。本篇按消声(消声器)、吸声(吸声材料、吸声结构)、隔声(隔声材料、隔声结构)、隔振(隔振元件、隔振器)、阻尼减振等不同的作用原理和功能,分类进行叙述。所推荐的设备、装置、材料、构件等是国内成熟的、常用的、先进的、经过鉴定认定或取得了专利的,尤其是对高等院校、科研设计单位研究设计并批量生产的产品作为重点进行介绍,以便选用。

第2章 消声器

2.1 消声器概述

空气动力性噪声是一种常见的噪声污染源,从喷气式飞机、火箭、宇宙飞船,直到各种通风空调设备、气动工具、内燃发动机、压力容器、管道阀门等的进排气,都会产生声级很高的空气动力性噪声。控制这种噪声最有效的方法之一就是在各种空气动力设备的气流通道上或进排气口上加装消声器,消声器是一种既能允许气流顺利通过又能有效地阻止或减弱声能向外传播的装置。值得指出的是,消声器只能用来降低空气动力设备进排气口噪声或沿管道传播的噪声,而不能降低空气动力设备的机壳、管壁、电机等辐射的噪声。

一个好的消声器应满足下列四项基本要求:

第一,消声性能要求:应具有较好的消声特性,即消声器在一定的流速、温度、湿度、压力等工作条件下,在所要求的频率范围内,有足够大的消声量;

第二,空气动力性能要求:消声器对气流的阻力要小,阻力系数要低,即安装消声器所增加的压力损失或功率损耗要控制在实际允许的范围之内,气流通过消声器时所产生的气流再生噪声要低;

第三,结构性能要求:消声器的体积要小,重量轻,结构简单,便于加工、安装及维修;

第四,消声器应价格便宜,经久耐用。

消声器以上四项要求缺一不可,既互相联系,又互相制约。当然,根据实际情况,可以有所侧重,但不可偏废。

消声器的形式很多,按其消声原理及结构的不同,大体分为五大类:一是阻性消声器;二是抗性消声器;三是微穿孔板消声器;四是各种复合式消声器;五是扩容减压小孔喷注、

排气放空消声器。按消声器所配备的设备不同以及使用场所的不同,大体分为各种风机消声器、空压机消声器、排气喷流消声器、柴油机排气消声器、电机消声器、消声弯头、特殊用途消声器等。

需要特别说明的是,微穿孔板消声器是近十年来研制成功的一种新型消声器,是建立在微穿孔板吸声结构基础上的既有阻又有抗的共振式消声器。微穿孔板消声器压力损失小,再生噪声低,消声频带宽,可承受较高气流速度的冲击,耐高温,不怕水和水蒸气,能耐一定粉尘和油雾,因此,特别适用于医疗、卫生、饮料、食品等行业的消声,对于高速、高温排气放空和内燃机排气消声等也较适用。

2.2 中低压离心通风机消声器

据统计,目前国内生产和使用的风机系列多达三十余个,型号近四百余种,各有不同的结构特点和适用范围,在冶金、矿山、石油、化工、纺织、机械、轻工、建筑、造船等工业部门以及某些民用部门广泛使用着各种风机。风机按其作用原理不同,分为叶片式和容积式两种,叶片式风机用量较大,它主要是通过叶轮的旋转对气体做功,机械能转变为气体能,使气体产生压力和流动。叶片式风机又分为离心式和轴流式两种。容积式风机是利用机壳内转子旋转时,转子与机壳之间的工作容积发生变化,把吸进的气体压送到排气管道,达到产生风量和风压的目的,例如罗茨鼓风机就是属于容积式风机。

在通风工程中,最常用的是离心式通风机和轴流式通风机,按其风压高低不同可分为高压离心式通风机(风压为 $3\,000\sim 15\,000\text{Pa}$),中压离心式通风机(风压为 $1\,000\sim 3\,000\text{Pa}$),低压离心式通风机(风压为 $1\,000\text{Pa}$ 以下),

高压轴流式通风机（风压为 500~5 000Pa），低压轴流式通风机（风压为 500Pa 以下），混流式通风机（风压为 500~1000Pa）。离心式通风机适用于所需风量较小，系统阻力较大的场合，而轴流式通风机则常用于所需风量较大，系统阻力较小的场合。

2.2.1 ZP₁₀₀型消声器系列

ZP₁₀₀ 型消声器系列是在国家通用图集 T701—6 消声器的基础上，吸收了国内外最新技术，由华东建筑设计研究院设计的新产品，1994 年由上海市建委组织通过技术鉴定，1995 年通过了产品鉴定，同时通过了国家环保局产品认定，1997 年被批准为国家建筑标准设计图集，标准号为 97T710。

ZP₁₀₀ 型消声器系列主要应用于各类通风空调系统中的噪声治理，可有效地降低空气动力性噪声，具有适用风量范围大、系列规格全、与标准风管配套性好、消声量高、气流阻力小、防火、防潮、防霉、防蛀等特点，特别适用于各类大型公共建筑，例如广播电视大楼、影剧院、会议厅、宾馆、酒楼、商场、写字楼、高级住宅等通风空调系统的消声，也适用于工厂企业的通风空调系统消声。

ZP₁₀₀ 型消声器系列现有 49 种规格，适用风量为 720~90000m³/h，消声量为 15dB(A)/m，压力损失 14~55Pa（风速 5~10m/s）。ZP100 型消声器消声片厚 100mm，单节有效长度为 1000mm，根据消声量需要及现场安装位置不同，可几节消声器串联组合使用。

图 13.2-1 为 ZP₁₀₀ 型消声器外形尺寸示意图，ZP₁₀₀ 型消声器系列性能规格详见第 7 篇 5.2.4 节。

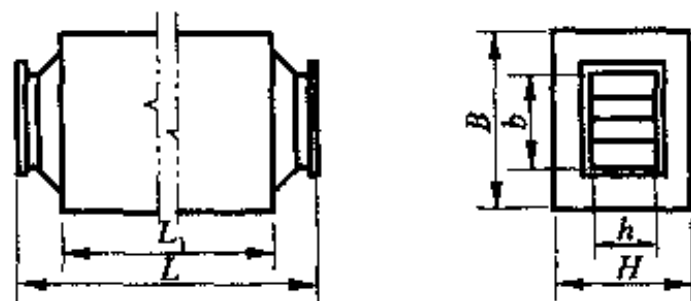


图 13.2-1 ZP₁₀₀ 型消声器外形尺寸示意图

2.2.2 ZP₂₀₀型消声器系列

该消声器系列与 ZP₁₀₀ 型消声器系列一样，也是由华东建筑设计研究院设计，1994 年由上海市建委组织通过技术鉴定，1996 年通过国家环保局产品认定，同时被评为国家级新产品。其特点和适用范围与 ZP₁₀₀ 型消声器系列基本相同。在各类大型公共建筑、广播电视大楼、影剧院、会议厅、宾馆、商场、办公楼、工矿企业等通风空调工程中得到了广泛的应用，其实际降噪效果均优于设计期望值。ZP₂₀₀ 型消声器共有 22 种规格，适用风量为 1800~36000m³/h，消声量为 15dB(A)/m，压力损失 40~159Pa（风速 5~10m/s），消声片厚 200mm，单节有效长度 1000mm，按需要可多节组合，其外形尺寸与 ZP₁₀₀ 型消声器相同，可参照图 13.2-1 进行选用。表 13.2-1 为 ZP₂₀₀ 型消声器系列性能规格表。

2.2.3 ZP₃₀₀型片式消声器

ZP₃₀₀ 型片式消声器是由广播电影电视部设计院设计，中外合资浙江湖州兴华噪声控制设备有限公司生产的阻性消声器，片间距等于片厚。消声片片厚分为 100mm（标准型）、200mm（加厚型）和 300mm（特厚型）三种，随着片厚的增加，消声量向低频转移。表 13.2-2 为片厚 300mm 的 ZP₃₀₀ 型消声器性能规格表。该型消声器适合于安装在风量大、消声频带宽、低频声又较丰富的空调通风系统的主风管上。ZP₃₀₀ 型消声器结构简单，安装方便，但体积重量较大，消声片一般为固定式，风管中风速控制在 12m/s 以下，消声量为 10~15dB(A)，压力损失 50~100Pa。

2.2.4 T701—6 型通风空调风机配套消声器系列

该系列消声器是华东建筑设计研究院于 20 多年前为适应中低压离心式通风机进气排气消声配套需要而设计的，经国家建委批准，已选编为空调通风系统的标准设计，有标准图集，系国标消声器系列之一，至今仍被设计人员广泛使用，同时国内不少消声器厂仍生产该系列产品，供应市场。

T701—6 型消声器系列是阻抗复合式消声器，阻性消声由超细玻璃棉为吸声材料的消声片来实现；抗性消声由内管截面的突变（不连

续）和内外管之间的膨胀室的作用来实现。消声器外壳呈矩形。

图 13.2-2 为 T701—6 型消声器结构示意图。

表 13.2-1 ZP₂₀₀ 型消声器系列性能规格表

序号	法兰尺寸/mm 宽×高=b×h	外形尺寸/mm			有效长度 L ₁ /mm	风速 5~10m/s		生产厂
		宽 B	高 H	长 L		风量/(m ³ /h)	压力损失/Pa	
1	320×320	640	420	1500	1000	1843~3686	40~159	上海申华声学装备有限公司 浙江湖州马腰弹力减振器厂 上海青浦大观园通风设备有限公司 浙江省黄岩东门环保设备厂 上海百富勤空调附件厂 上海华光通风设备厂 福州市齐安消声器厂 北京世纪静业噪声振动控制技术有限公司 重庆华光噪声振动控制设备厂 广州市兴华环保设备联合有限公司 太仓市华太冷却塔通风消声设备厂 宜兴市南方吸音器材厂 无锡市堰桥噪声控制设备厂 上海华庆净化设备有限公司 浙江湖州申佳环保设备有限公司
2	400×320	640	500	1500	1000	2304~4608	40~159	
3	400×400	640	660	1500	1000	2880~5760	40~159	
4	500×320	960	450	1500	1000	2880~5760	40~159	
5	500×400	960	550	1500	1000	3600~7200	40~159	
6	500×500	960	700	1500	1000	4500~9000	40~159	
7	630×320	960	550	1500	1000	3628~7256	40~159	
8	630×400	960	630	1500	1000	4536~9072	40~159	
9	630×500	960	800	1500	1000	5670~11340	40~159	
10	630×630	960	1000	1500	1000	7144~14288	40~159	
11	800×320	1280	550	1500	1000	4608~9216	40~159	
12	800×400	1280	650	1500	1000	5760~11520	40~159	
13	800×500	1280	800	1500	1000	7200~14400	40~159	
14	800×630	1280	1000	1500	1000	9072~18144	40~159	
15	1000×320	1600	550	1500	1000	5760~11520	40~159	
16	1000×400	1600	650	1500	1000	7200~14400	40~159	
17	1000×500	1600	800	1500	1000	9000~18000	40~159	
18	1000×630	1600	1000	1500	1000	11340~22680	40~159	
19	1250×400	1920	630	1500	1000	9000~18000	40~159	
20	1250×500	1920	800	1500	1000	11250~22500	40~159	
21	1250×630	1920	1000	1500	1000	14175~28350	40~159	
22	1250×800	1920	1200	1500	1000	18000~36000	40~159	

表 13.2-2 ZP₃₀₀ 型片式消声器性能规格表

序 号	外形尺寸/mm 宽×高	有效长度 /mm	消声片 片数×厚度/mm	外截面 面积/m ²	净截面 面积/m ²	适用风量/(m ³ /h)					生产厂	
						风 速/(m/s)						
						5	6	7	8	9		10
1	1250×630	1000	1×300	0.79	0.28	5040	6048	7056	8064	9072	10080	中 外 合 资 浙 江 湖 州 兴 华 噪 声 控 制 设 备 有 限 公 司、 上 海 华 庆 净 化 设 备 有 限 公 司
2	1250×800	1000		1.0	0.39	7020	8424	9828	11232	12636	14040	
3	1250×1000	1000		1.25	0.52	9360	11232	13104	14976	16848	18720	
4	1250×1250	1000		1.56	0.68	12240	14688	17136	19584	22032	24480	
5	1800×630	1000	2×300	1.13	0.39	6966	8359	9752	11146	12539	13932	
6	1800×800	1000		1.44	0.54	9720	11664	13608	15552	17496	19440	
7	1800×1000	1000		1.8	0.72	12960	15552	18144	20736	23328	25920	
8	1800×1250	1000		2.25	0.95	17010	20412	23814	27216	30618	34020	
9	1800×1600	1000	3×300	2.88	1.26	22680	27216	31752	36288	40824	45360	
10	2400×800	1000		1.92	0.72	12960	15552	18144	20736	23328	25920	
11	2400×1000	1000		2.4	0.96	17280	20736	24192	27648	31104	34560	
12	2400×1250	1000		3.0	1.26	22680	27216	31752	36288	40824	45360	
13	2400×1600	1000	4×300	3.84	1.68	30240	36288	42336	48348	54432	60480	
14	2400×2000	1000		4.8	2.16	38880	46656	54432	62208	69984	77760	
15	3000×1000	1000		3.0	1.2	21600	25920	30240	34560	38880	43200	
16	3000×1250	1000		3.75	1.58	28350	34020	39690	45360	51030	56700	
17	3000×1600	1000		4.8	2.1	37800	45360	52920	60480	68040	75600	
18	3000×2000	1000		6.0	2.7	48600	58320	68040	77760	87480	97200	
19	3000×2400	1000		7.2	3.3	59400	71280	83160	95040	106920	118800	
20	3600×2400	1000		8.64	3.96	71280	85536	99792	114048	128304	142560	

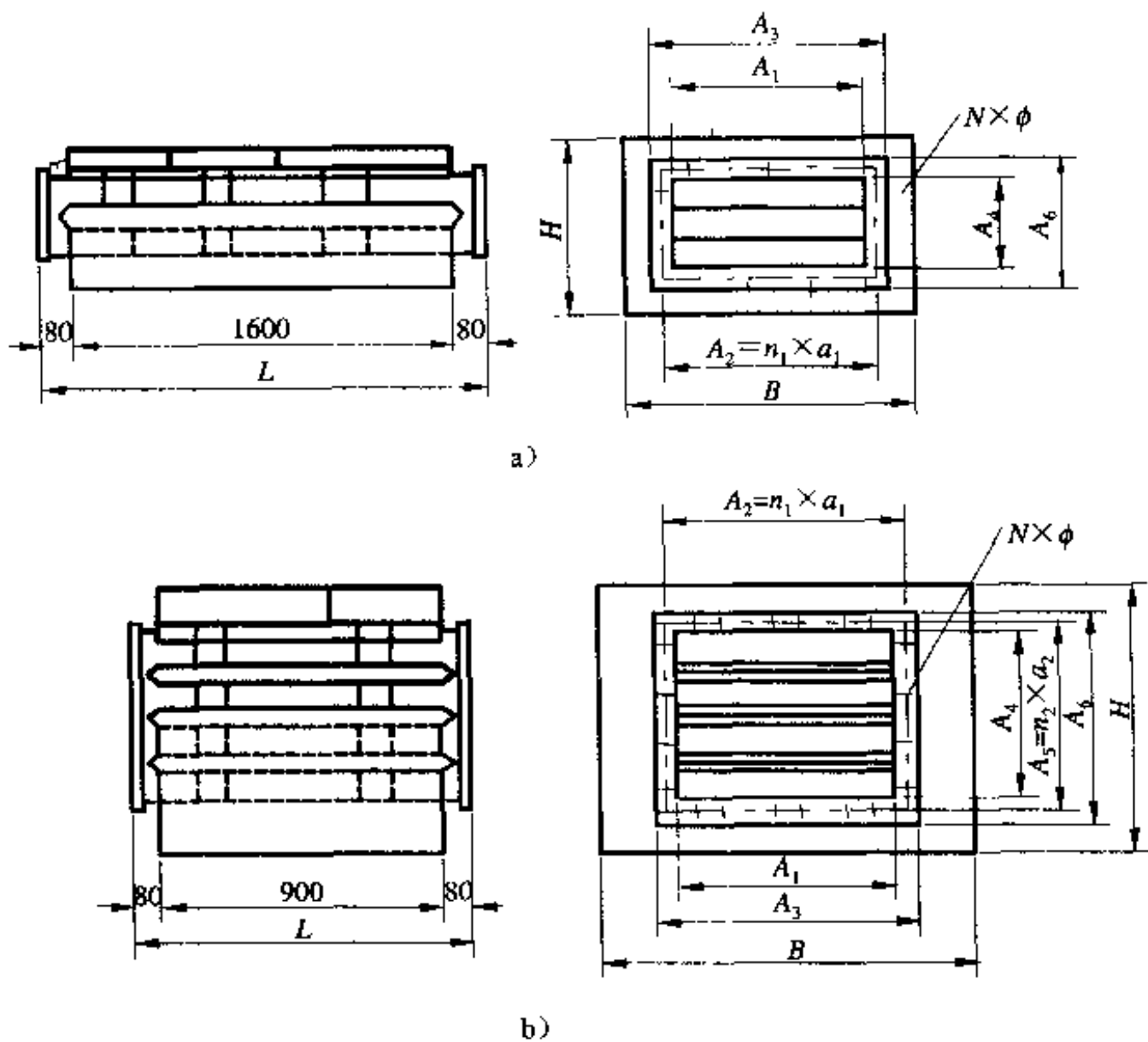


图 13.2-2 T701—6 型消声器结构示意图

a) T701—6 型 1~4 号消声器结构示意图 b) T701—6 型 5~10 号消声器结构示意图

该系列消声器共有十种规格，其中 1~4 号每节长度为 1600mm，膨胀室为三室串联；5~10 号每节长度为 900mm，膨胀室为二室串联。适用风量为 2000~60000m³/h（风速 6~12m/s），低频消声量为 10~15dB/m，中频消声量为 15~25dB/m，高频消声量为 25~30dB/m，阻力系数为 0.4，压力损失可由图 13.2-3 查得。

根据通风空调房间的降噪要求与通风系统风机噪声特性、系统风量、风管内设计风速、系统自然衰减等，选定消声器的型号、节数，将其安装于所需消声的通风空调系统中。T701—6 消声器系列中 1~4 号消声器可单节安装使用，5~10 号消声器应多节串联使用，多节使用时，消声量和压力损失为各节相加。鉴于 T701—6 消声器系列通常是安装于允许噪声为 50dB（A）以下的房间，为减小气流再生噪声

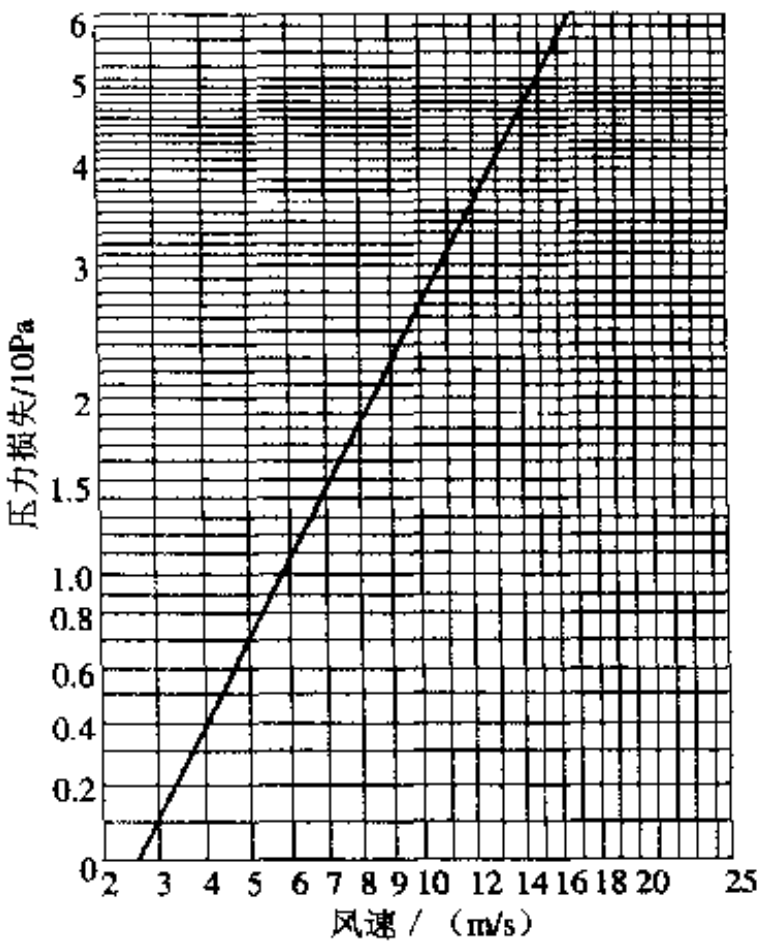


图 13.2-3 消声器压力损失与风速的关系曲线

的影响,该系列消声器设计风速为 6m/s、8m/s、10m/s、12m/s 等四种,一般取 6~8m/s 为宜。若风速过低,则风管和消声器粗大,所占空间多,造价高;若风速过高,则气流再生噪声将会显著影响消声器中频消声效果。在通风空调系统中,消声器应尽量安装于靠近需要通风空调的房间,如必须安装在通风机房内时,则应对消声器的外壳及有关风管采取隔声措施。

T701—6 型消声器系列性能规格详见第 7 篇 1.2.3 节和第 7 篇 5.2.1 节。

2.2.5 ZDL 型中低压离心通风机消声器系列

该消声器系列是武汉通风机消声器研究所、机械工业部设计研究总院、中国建筑科学研究院建筑物理研究所和武汉鼓风机厂共同研制成功的一种新型片式消声器,是专门为降低中低压离心通风机进排气噪声而设计的,它具有齐全的声学 and 气动性能参数以及灵活的适应性,可根据不同使用要求得到经济合理的选择,已通过部级鉴定,属国内先进水平,主要指标和国外同类产品相当。

适用范围 ZDL 型消声器系列包括 ZDL1~18 共 18 个机号可组合成 90 种型式。ZD 表示中低压, L 表示离心通风机, 1~18 表示消声器机号。该系列消声器可与工业和民用建筑中所有一般用途的中低压离心通风机配套。当流量在 1 000~700 000m³/h, 片间流速在 3~30m/s, 风压在 8 000Pa 以下, 均可配用该系列消声器。该系列消声器的消声片是活动结构, 更换消声片可以组合成五种长度尺寸、130 多种不同规格的消声器, 能满足用户的不同要求。可参见第 7 篇 5.2.2 节。

结构 ZDL 型消声器系列采用 A、B、C 三种片型, A 型消声片厚 100mm, B 型消声片厚 120mm, C 型消声片厚 150mm。消声片内装填超细玻璃棉毡, 用玻璃丝布袋装裹, 以穿孔钢板护面。消声器单节长度分为 1.0m 和 1.5m 两种, 可以自由组合成 1.0m、1.5m、2.0m、2.5m、3.0m 等五种长度。

图 13.2-4 为 ZDL 型消声器外形尺寸示意图。

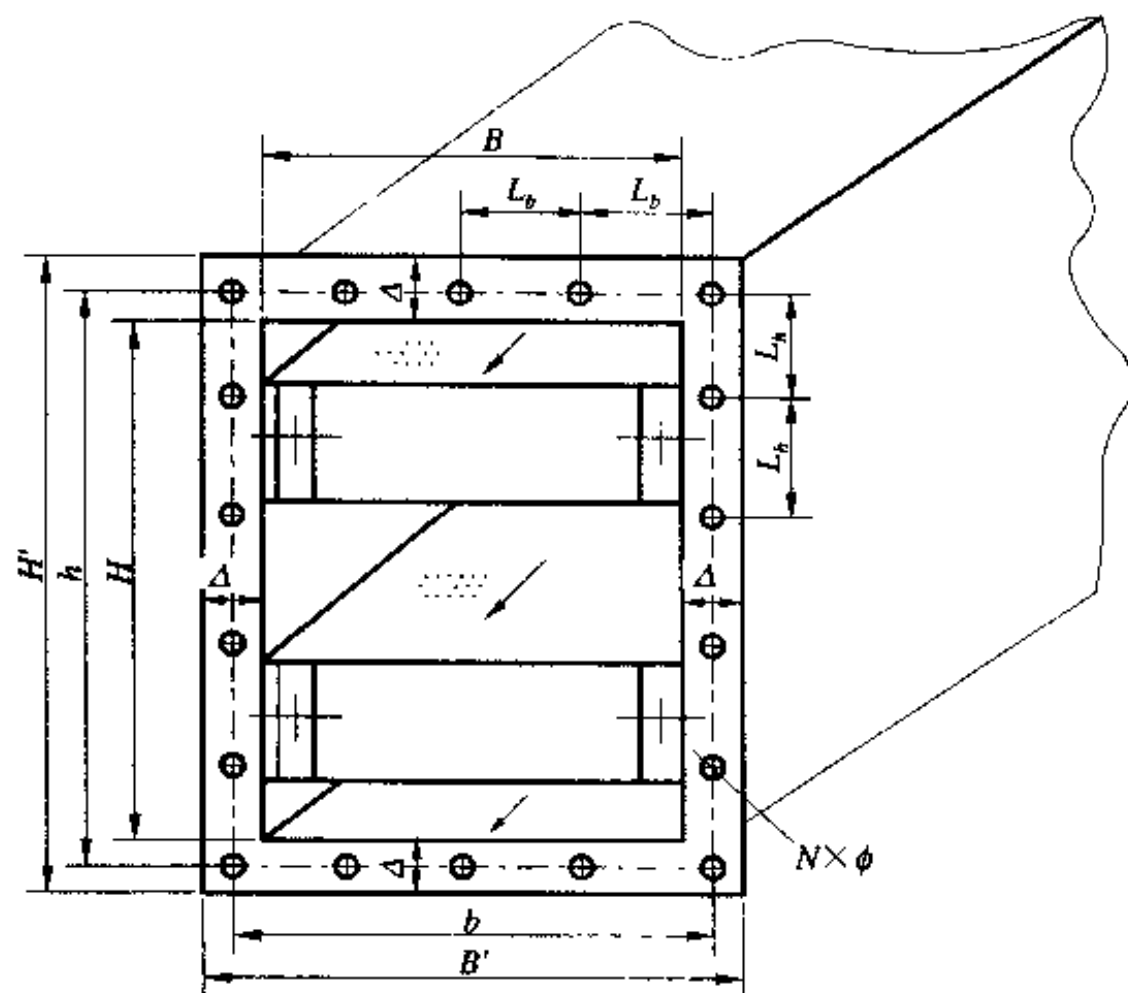


图 13.2-4 ZDL 型消声器外形尺寸示意图

特点 ZDL 型消声器有以下四个特点：

第一，消声效果好，消声频带宽。每米消声量可达 15~20dB (A)，图 13.2-5 绘出了 A、B、C 三种片型每米长度倍频程消声量。

当消声片片间流速在 15m/s 以下时，可选用图 13.2-5 中阴影线区中的较大值；当片间流速在 15m/s 以上时，可选用图 13.2-5 中阴影区中的较小值。倍频程消声量与消声器长度成正比，当消声器长度大于 1.0m 时，所增加的消声量按每米的增值叠加，为安全起见，每米消声量按图 13.2-5 中阴影区中的较小值计算。

第二，阻力损失小。1.0m 长的消声器其阻力系数 ζ 为 0.65，1.5m 长的消声器 ζ 为 0.775。当消声器的长度大于 1.5m 时，其阻力系数 $\zeta=0.40+0.25L$ ， L 为消声器的长度 (m)。单节消声器 (长 1.0m，包括两端变径管) 当流速在 20m/s 以下时，压力损失小于 200Pa。

第三，气流再生噪声低。当流速在 20m/s 以下时，气流再生噪声声功率级小于 80dB (A)。

第四，选用灵活，维修更换方便。图 13.2-6 给出了 ZDL 型消声器系列性能选用曲线，表 13.2-3 为 ZDL 型消声器系列性能规格表。

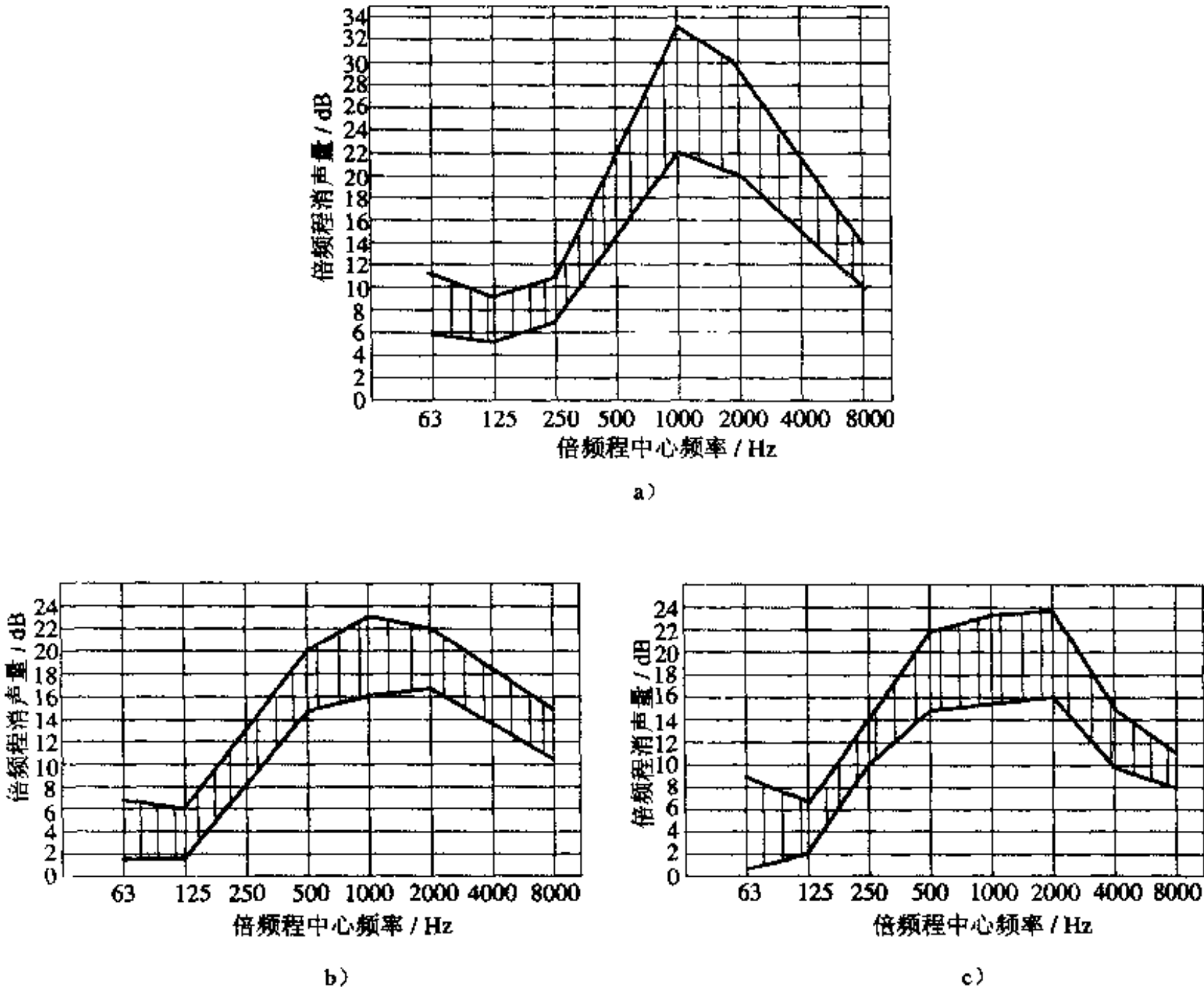


图 13.2-5 ZDL 型消声器 (1.0m 长) 倍频程消声量

a) A 型消声片 (片厚 100mm) b) B 型消声片 (片厚 120mm) c) C 型消声片 (片厚 150mm)

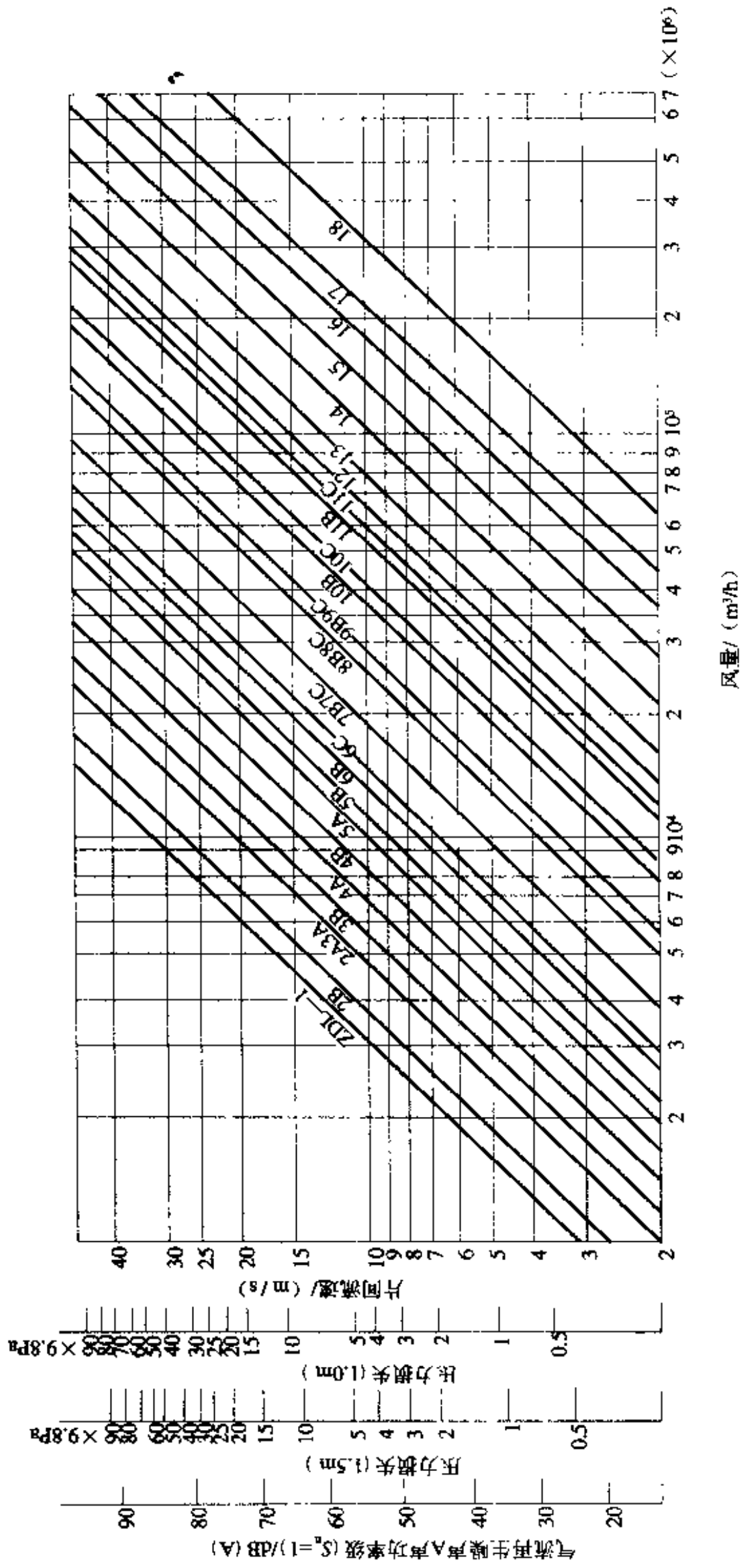


图 13.2-6 ZDL 型消声器系列性能选用曲线图

表 13.2-3 ZDL 型消声器系列性能规格表

型号	截面尺寸 / mm		片数	片型	流通面积 / S_0 (m ²)	10lg S_0 / dB	通过流量 / (m ³ /h)			法兰尺寸 / mm			重量 / kg		生产厂
	高 H	宽 B					流速 / (m/s)			法兰外形		法兰孔中心距		消声器长 / m	
							3	10	25	高 H'	宽 B'	高 h	宽 b		
1	450	400	2	A	0.09	-10.5	972	3240	8100	558	516	466	115	160	武汉鼓风机厂
2	A	450	600	3	A	-8.7	1458	4860	12150	558	516	665	160	230	宁波鼓风机厂
	B	450	600	3	B	-9.7	1166	3888	9720				165	240	
3	A	450	720	4	A	-8.4	1550	5184	12960	558	516	786	195	275	天津鼓风机厂
	B	450	720	3	B	-7.9	1749	5832	14580				180	255	
4	A	600	720	4	A	-7.2	2073	6912	17320	828	665	666	225	325	无锡鼓风机厂
	B	600	720	3	B	-6.7	2333	7776	19440				210	300	
5	A	900	720	4	A	-5.4	3110	10368	25920	1008	966	786	280	400	无锡堰桥噪声控制设备厂
	B	900	720	3	B	-4.9	3499	11664	29160				257	367	
6	B	900	900	4	B	-4.2	4082	13608	34020	1070	996	996	410	570	上海设备厂
	C	900	900	3	C	-3.9	4374	14580	36450				480	532	
7	B	900	1200	5	B	-2.6	5832	19440	48600	1070	996	1296	490	685	华庆净化设备有限公司
	C	900	1200	4	C	-2.6	5832	19440	48600				468	655	
8	B	1200	1200	5	B	-1.4	7776	25920	64800	1370	1296	1296	580	830	宜兴市强站市防噪声工程有限公司
	C	1200	1200	4	C	-1.4	7776	25920	64800				555	790	
9	B	1350	1350	6	B	-0.7	9180	30000	76500	1520	1448	1448	692	985	北京声工程有限公司
	C	1350	1350	5	C	-0.9	8748	29160	72900				670	950	
10	B	1350	1800	8	B	+0.5	12247	40824	102060	1520	1448	1900	860	1200	北京复材料厂(原汇源环保设备厂)
	C	1350	1800	6	C	+0.8	13122	43740	109350				800	1105	
11	B	1800	1800	8	B	+1.8	16329	54432	136080	1970	1900	1900	1060	1500	北京复材料厂(原汇源环保设备厂)
	C	1800	1800	6	C	+2.1	17496	58320	145800				965	1370	
12	1800	2250	8	C	1.89	+2.7	20412	68040	170100	2012	2462	2370	1395	1960	北京复材料厂(原汇源环保设备厂)
13	2250	2250	8	C	2.362	+3.7	25515	85080	212625	2462	2462	2370	1655	2315	
14	2250	2700	9	C	3.037	+4.8	32800	109332	273330	2462	2912	2821	1830	2570	北京复材料厂(原汇源环保设备厂)
15	2700	3000	10	C	4.05	+6.0	43740	145800	364500	2912	3212	3120	2210	3110	
16	2700	3600	12	C	4.86	+6.9	52488	174960	437400	2912	3812	3723	2530	3580	北京复材料厂(原汇源环保设备厂)
17	3000	4200	14	C	6.3	+8.0	68040	226800	567000	—	—	—	—	—	
18	4000	4600	16	C	8.8	+9.4	95040	316800	792000	—	—	—	—	—	

2.2.6 Z02 型中低压离心风机消声器系列

该系列消声器是由北京市劳动保护科学研究所研制的适用于降低中低压离心风机进排气噪声的系列产品，国内不少噪声控制设备厂均生产该系列消声器，但各厂所标型号不一，有的表示为 ZK3—Z02 型，有的表示为 XZ—02 型，有的表示为 Z 2 型，有的表示为 FZ—A 型等。

结构 该系列消声器采用圆形和方形两种截面，内插阻性消声片，消声部分长度为 1.0m、1.5m、2.0m 三种规格，其外形如图 13.2-7

所示。

适用范围 风量在 1 330~116 900m³/h 范围内的中低压离心风机均可适用，大量与 4—72 型 16 号以下风机配套，消声更为适宜。表 13.2-4 为 Z02 型消声器系列性能规格表。

消声量 以 4—72 型风机为例，在不同风速、不同长度下，Z02 型消声器 A 声级消声量和倍频程消声量列于表 13.2-5。

压力损失 方形片式消声器阻力系数 $\zeta=1.03$ ，圆形管式消声器阻力系数 $\zeta=1.23$ 。该消声器系列压力损失不大于 250Pa。

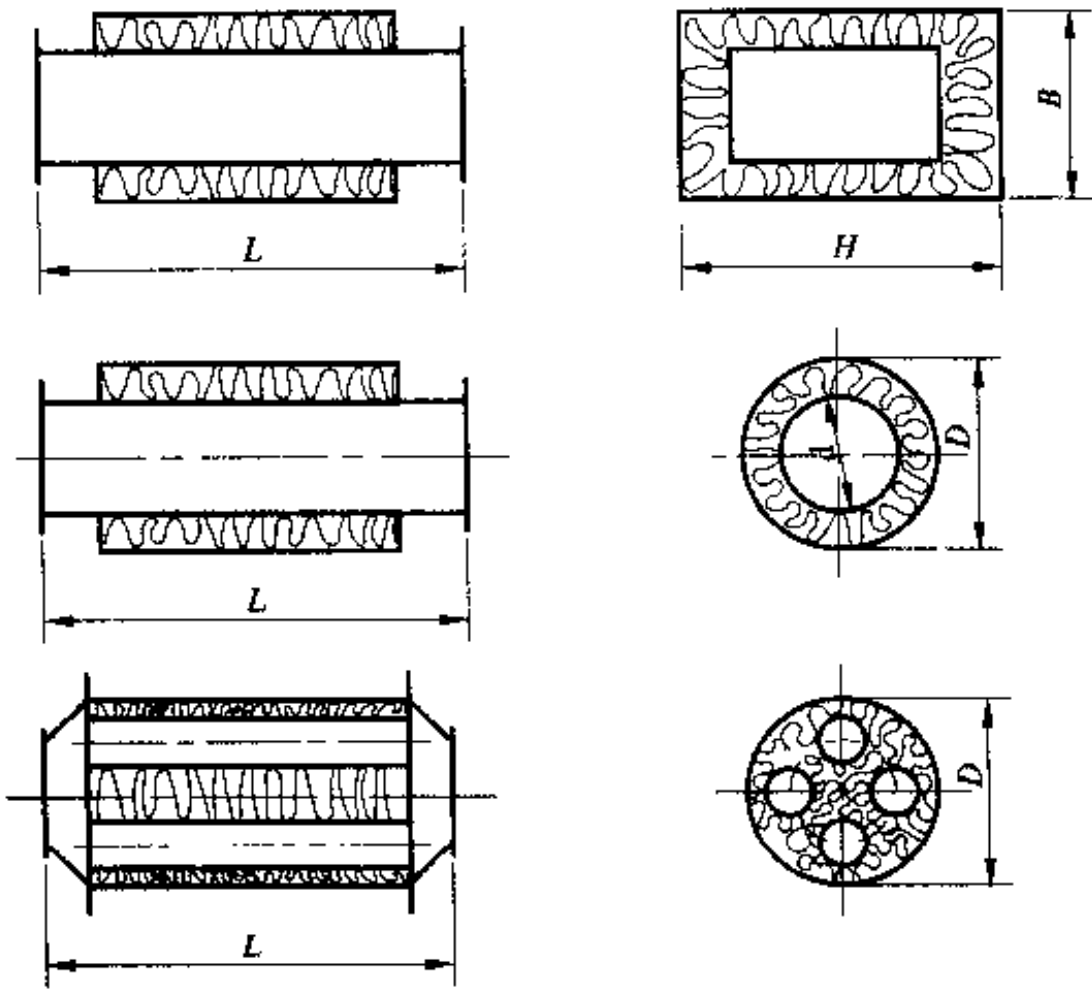


图 13.2-7 Z02 型中低压离心风机消声器外形示意图

表 13.2-5 Z02 型消声器消声量表

配用风机 型号	消声器 长度/m	风速 / (m/s)	声级 / dB		倍频程中心频率 / Hz							
					63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
			A	C	消 声 量 / dB							
4—72 系列	1.0	20	21	13	3	6	14	23	23	23	18	16
	1.5		24	16	4	7	16	33	32	29	19	16
	2.0		28	18	4	11	19	36	37	34	24	17

表 13.2-4 Z02 型消声器性能规格表

消声器 型 号	适用 风量 /(m ³ /h)	风速 /(m/s)	进出口 通道截 面积/m ²	进口消声器安装尺寸 / mm			出口消声器安装尺寸 / mm				重量 /kg	适用风 机型号	生 产 厂			
				消声器外形尺寸			法兰盘尺寸			消声器外形尺寸				法兰盘尺寸		
				直径或 长×宽	长度	外径或 高×宽	中径或 高×宽	内径或 高×宽	高×宽	长度	长× 中径	宽× 中径		长内× 宽内		
Z02—2.8*	1330 ~2450	20	0.03	390	1400	462	430	390	350 ×400	1400	420 ×390	472 ×440	350 ×400	4—72 —3.6A	北京北安河噪声控 制设备厂 (称 ZK3— Z02 型) 北京市海淀区华兴 复合材料厂 (原汇源 环保设备厂) 西安环境污染控制 设备厂 (称 XZ—02 型) 大连市沙河口区环 保设备厂 (称 Z—2 型) 广州环保设备厂 (称 XZ—02 型) 福建福安闽东噪声 控制设备厂 (称 FZ— A 型) 江苏无锡堰桥噪声 控制设备厂 (称 WZ— X02 型) 天津塘沽区消声设 备厂 (称 SXZ—472 型)	
Z02—3.2*	1975 ~3640	20	0.05	450	1400	522	490	450	400 ×450	1400	472 ×440	522 ×490	400 ×450	4—72 —3.2A —4A		
Z02—3.6*	2930 ~5408	20	0.08	550	1400	622	590	550	450 ×520	1400	522 ×490	592 ×560	450 ×520	4—72 —3.6A —4.5A		
Z02—4*	4020 ~7620	20	0.105 ×0.049	580	1400	660	628	580	600 ×330	1400	680 ×648	416 ×384	600 ×336	4—72 —4A —5A		
Z02—4.5*	5730 ~10580	20	0.16 ×0.08	660	1400	740	708	660	600 ×500	1400	680 ×648	586 ×554	600 ×506	4—72 —4.5A		
Z02—5*	7950 ~14720	20	0.02 ×0.10	730	1400	730	778	730	700 ×540	1400	780 ×748	586 ×554	700 ×506	4—72 —5A		
Z02—6*	6840 ~12720	20	0.18 ×0.10	700	1700	700	748	700	700 ×480	1700	780 ×748	566 ×534	700 ×486	4—72 —6A —6D		
Z02—8*	16200 ~27990	20	0.13	1000 ×650	1700	1100 ×1060	756 ×716	1000 ×656	1000 ×650	1700	1100 ×1060	756 ×716	1000 ×656	4—72 —8D		
Z02—10*	40400 ~58200	20	0.20	1500 ×800	2250	1600 ×1560	906 ×866	1500 ×806	1500 ×800	2250	1600 ×1560	906 ×866	1500 ×806	4—72 —10D		
Z02—12*	46100 ~66500	20	0.23	1500 ×920	2250	1600 ×1560	1026 ×986	1500 ×926	1500 ×920	2250	1600 ×1560	1026 ×986	1500 ×926	4—72 —12D		
Z02—16*	81100 ~116900	20	0.33	1850 ×1300	1700	1960 ×1918	1406 ×1374	1850 ×1306	1850 ×1300	2250	1960 ×1918	1406 ×1374	1850 ×1306	4—72 —16B		

2.2.7 KZY 型双层阻性消声器

KZY 型双层阻性消声器是由北京海淀声学工程设备制造厂研制成功的新型消声器，每节长 950mm，消声器消声量为 19~23dB(A)。当风速为 4~8m/s 时，压力损失为 4~19Pa，

气流再生噪声为 24.6~34.3dB(A)，局部阻力系数为 0.36。该消声器主要用来降低通风空调净化系统中风机的噪声，图 13.2-8 为 KZY 型双层阻性消声器结构示意图，表 13.2-6 为 KZY 型双层阻性消声器性能规格表。

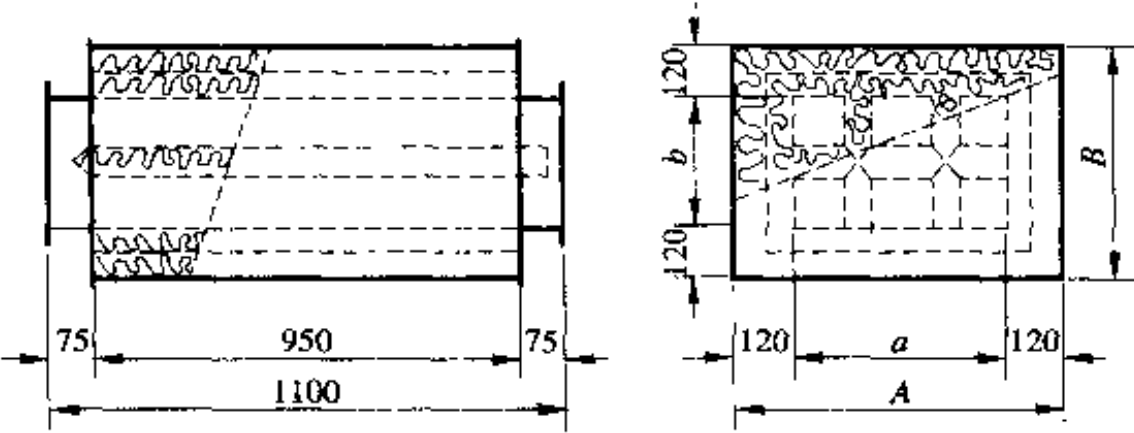


图 13.2-8 KZY 型双层阻性消声器结构示意图

表 13.2-6 KZY 型双层阻性消声器性能规格表

型 号	外形尺寸/mm	法兰尺寸/mm	适用风量/(m ³ /h)			通流面积 /m ²	生 产 厂
	A×B	a×b	风速/(m/s)				
			4	6	8		
KZY—1	640×490	400×250	1200	1800	2500	0.085	北京海 淀声学工 程设备制 造厂
KZY—2	640×560	400×320	1600	2400	3100	0.108	
			1800	2800	3700	0.128	
KZY—3	640×640	400×400	1700	2500	3300	0.116	江苏宜 兴南方吸 音器材厂
KZY—4	740×490	500×250	1600	2400	3200	0.110	
KZY—5	740×560	500×320	2000	3100	4100	0.141	
KZY—6	740×640	500×400	2200	3200	4300	0.150	北京世 纪静业噪 声振动控 制技术有 限公司
			2500	3800	5100	0.176	
KZY—7	740×740	500×500	2800	4200	5600	0.194	
KZY—8	990×560	750×320	3200	4800	6400	0.221	
KZY—9	990×640	750×400	3400	5100	6800	0.235	
			4000	6000	8000	0.276	
KZY—10	990×740	750×500	4400	6600	8700	0.304	
KZY—11	990×990	750×750	6800	10300	13700	0.476	
KZY—12	1240×560	1000×320	4100	6100	8100	0.282	
KZY—13	1240×640	1000×400	4300	6500	8600	0.299	
			5100	7600	10100	0.352	
KZY—14	1240×740	1000×500	5600	8400	11200	0.387	
KZY—15	1240×890	1000×650	7500	11200	15000	0.519	
KZY—16	1240×1040	1000×800	9400	14100	18800	0.651	

(续)

型 号	外形尺寸/mm	法兰尺寸/mm	适用风量/(m³/h)			通流面积 /m²	生 产 厂
	A×B	a×b	风速/(m/s)				
			4	6	8		
KZY--17	1240×1240	1000×1000	11200	16800	22300	0.774	北京海 淀声学工 程设备制 造厂 江苏宜 兴南方吸 音器材厂 北京世 纪静业噪 声振动控 制技术有 限公司
KZY -18	1490×560	1250×320	4900	7400	9900	0.342	
			5200	7800	10400	0.362	
KZY--19	1490×640	1250×400	6200	9200	12300	0.428	
			6600	9800	13000	0.452	
KZY--20	1490×740	1250×500	6800	10200	13400	0.471	
			7200	10700	14300	0.497	
KZY--21	1490×890	1250×650	9100	13700	18200	0.631	
			9600	14400	19200	0.667	
KZY—22	1490×1040	1250×800	11400	17100	22800	0.792	
			12000	18100	24100	0.836	
KZY -23	1490×1240	1250×1000	14500	21700	29000	1.006	
KZY—24	1490×1490	1250×1250	18400	27600	36800	0.277	
KZY -25	1740×560	1500×320	6100	9100	12200	0.422	
KZY--26	1740×640	1500×400	7600	11400	15200	0.528	
KZY--27	1740×890	1500×650	11200	16800	22400	0.779	
KZY—28	1740×1040	1500×800	14100	21100	28100	0.977	
KZY—29	1740×1240	1500×1000	17900	26800	25700	1.241	
KZY ~30	1740×1490	1500×1250	22500	33700	44900	1.559	
KZY—31	1740×1740	1500×1500	26200	39300	52500	1.822	
KZY -32	1990×890	1750×650	13400	20000	26700	0.926	
KZY—33	1990×1040	1750×800	16700	25100	33500	1.162	
KZY—34	1990×1240	1750×1000	21300	31900	42500	1.476	
KZY -35	1990×1490	1750×1250	25500	38300	51100	1.774	
KZY—36	1990×1740	1750×1500	31200	46800	62400	2.167	
KZY -37	1990×1990	1750×1750	35500	53200	71000	2.465	
KZY—38	2240×1240	2000×1000	24600	36900	49300	1.711	
KZY—39	2240×1490	2000×1250	29600	44400	59200	2.057	
KZY—40	2240×1740	2000×1500	36200	54300	72300	2.512	
KZY—41	2240×1990	2000×1750	41200	61700	82300	2.857	
KZY—42	2240×2240	2000×2000	47700	71500	95400	3.312	

2.3 高压离心通风机消声器

高压离心通风机（主要包括 9—19、9—27 型等）是我国目前工业生产中应用十分广泛的机械设备之一，其工作压力一般为 3 000～20 000Pa，风量为 2 000～50 000m³/h，声级为 100～120dB（A），噪声污染十分严重。

实测结果表明，高压离心通风机正常运行时，其空气动力性噪声一般要比机械噪声高 10～20dB（A），因此，安装消声器以降低其空气动力性噪声是十分必要的。

2.3.1 F 型高压离心通风机消声器系列

该系列消声器由华东建筑设计研究院和上海鼓风机厂共同研究设计，已通过技术鉴定。

主要用于降低 9—27、9—19 等各种高压离心通风机进排气口、管道以及机房进气口等辐射的噪声，也可供锅炉鼓风机降噪选用。国内很多消声器厂均生产该系列消声器。

结构 该系列消声器是一种阻抗复合式消声器，它是由两节抗性串联内加十字形阻性吸声片的阻抗复合段和一节列管式阻性消声段结合而成。按设计要求，抗性部分用以降低 500Hz 以下的低频噪声及部分中频噪声，而阻性部分用于降低 500Hz 以上的中高频噪声。消声器是圆筒形，图 13.2-9 为 F 型消声器结构示意图。F 型系列消声器分为 A、B 两种基本形式，其消声效果相同，各有 11 种规格，其中 A 型两端均为法兰，可直接串联于通风管道中，B 型下端为法兰，上端为防雨吸声风帽，可供室外进风口或排风口安装使用。

适用风量范围及流速 风量 2 000~50 000 m³/h，流速 12~18m/s，小号消声器流速较低，随着适用风量的增大，流速可适当提高，但最大不得超过 18m/s。

消声量 低频为 10~15dB，中高频为 20~35dB。

压力损失 阻力系数 $\xi=1.5$ ，在额定风速下（18m/s），总压力损失一般小于 300Pa。

气流再生噪声 在额定风速下（18m/s），气流再生噪声为 67dB（A）。对于噪声高达 100dB（A）以上的高压离心通风机来说，其气流再生噪声的影响可忽略不计。

F 型高压离心通风机消声器系列性能规格详见第 7 篇 5.2.10 节和第 7 篇 1.2.3 节。

2.3.2 Z03 型中高压离心风机消声器系列

该系列消声器是由北京市劳动保护科学研究所研制成功的一种适用于降低中高压离心风机进出口噪声的产品，与 9—19、9—27 等风机配套。

适用范围 风量在 619~48 800m³/h 范围内的中高压离心风机均可采用该系列消声器，对 9—19 型 16 号以下以及 9—27 型 12 号以下风机均适用。

消声量 配用 9—19 型风机系列，其消声量为 20~25dB（A），倍频程消声量列于表 13.2-7。

Z03 型中高压离心风机消声器系列性能规格，列于表 13.2-8。

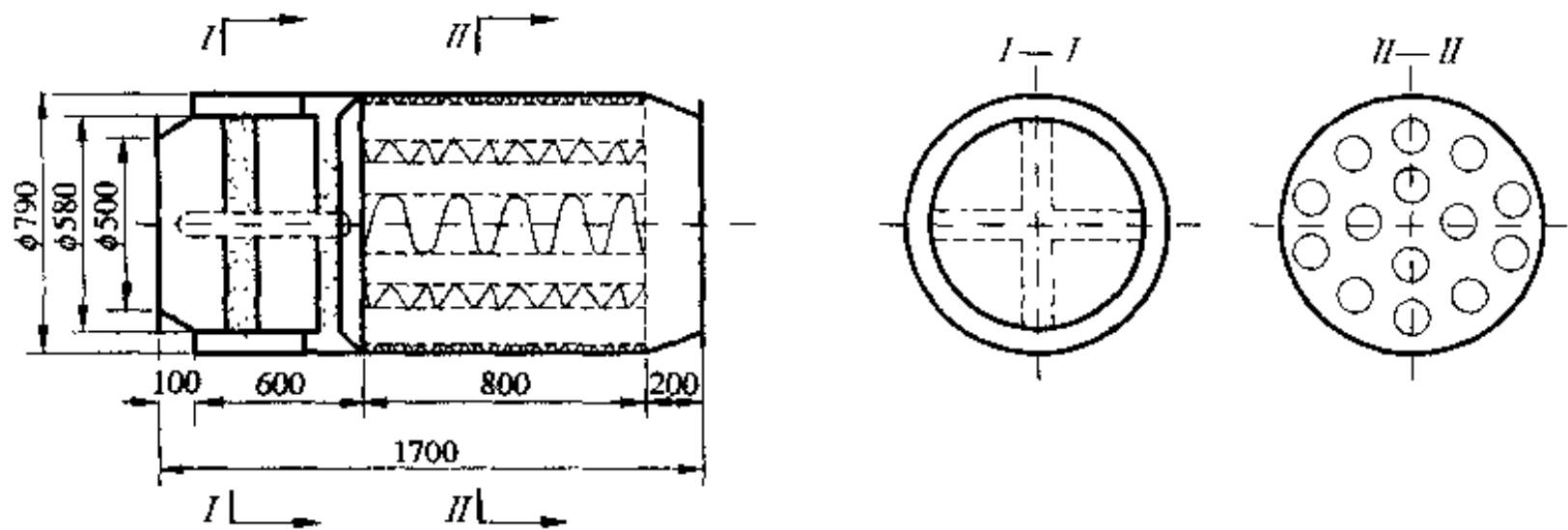


图 13.2-9 F 型高压离心通风机消声器结构示意图

表 13.2-7 Z03 型消声器系列消声量表

配用风机 型 号	消声器长度 / m	风 速 / (m/s)	声级 / dB		倍 频 程 中 心 频 率 / Hz							
					63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
			A	C	消 声 量 / dB							
9—19 系列	1.0	20~25	20	16	5	6	11	24	29	23	17	15
	1.5		23	18	9	10	11	23	30	32	25	21
	2.0		25	19	9	11	12	25	33	36	28	21

表 13.2-8 Z03 型中高压离心风机消声器系列性能规格表

型号	适用 风量 / (m ³ /h)	气流 速度 / (m/s)	通流 面积 /m ²	进口消声器安装尺寸 / mm				出口消声器安装尺寸 / mm				重量 / kg	配用风 机型号	生 产 厂		
				外形尺寸		法兰尺寸		长度	法兰尺寸							
				直径或 长×宽	长度	外径	中径		内径	高×宽	长× 中径				宽× 中径	长内× 宽内
					长×宽	长度	高×宽		长× 中径							
Z03—4*	619 ~1535	20 ~25	0.02	330	1700	410	370	330	260 ×360	1700	340 ×300	440 ×400	260 ×360	9—19 —4A	北京四季青噪 声控制设备厂	
Z03—5*	1210 ~3000	20 ~25	0.04	390	1700	470	430	390	360 ×360	1700	440 ×400	440 ×400	360 ×360	9—19 —5A	广州市环境保 护设备厂	
Z03—6*	2090 ~5180	20 ~25	0.07	480	1700	560	520	480	410 ×440	1700	520 ×480	490 ×450	410 ×440	9—19 —6A	大连沙河口区 环境保护设备厂	
Z03—7*	3320 ~8200	20 ~25	0.12 ×0.05	560	1700	640	600	560	540 ×370	1700	620 ×580	456 ×416	540 ×376	9—19—7D 9—27—5A	江苏无锡堰桥 噪声控制设备厂	
Z03—8*	4950 ~12250	20 ~25	0.18 ×0.08	660	1700	740	700	660	640 ×420	1700	720 ×680	506 ×466	640 ×426	9—19—8D 9—19—10D	天津塘沽区消 声设备厂	
Z03—10*	4840 ~11980	20 ~25	0.18 ×0.08	640	1700	740	700	660	640 ×420	1700	720 ×680	506 ×466	640 ×426	9—27 —8D	西安环境污染 控制设备总厂	
Z03—12*	8350 ~20600	20 ~25	0.14	740 ×580	1700	820 ×780	666 ×626	740 ×586	740 ×580	1700	820 ×780	666 ×626	740 ×586	9—19—12F 9—27—7D	北京世纪静业 噪声振动控制技 术有限公司	
Z03—14*	13250 ~32750	20 ~25	0.13 ×0.20	920 ×630	1750	1000 ×960	716 ×678	920 ×636	920 ×630	1750	1000 ×960	716 ×676	920 ×636	9—19—14F 9—27—10D		
Z03—16*	19700 ~48800	20 ~25	0.20	1070 ×720	1750	1000 ×960	986 ×946	920 ×906	920 ×900	1750	1000 ×960	986 ×946	920 ×906	9—19—16 9—27—12D		

2.4 罗茨鼓风机消声器

罗茨鼓风机又称为容积式鼓风机，它是由一对互相垂直啮合的腰形叶轮旋转而压缩和输送气体的。按其冷却方式不同，可分为D型系列（空冷式）和SD系列（水冷式）两大类。罗茨鼓风机输送的气体流量不变，而其压力则可以调节，即风量不随压力的变化而变化。因此，有些压力需要变化，但风量不应减少的设备上使用这种鼓风机就十分方便。罗茨鼓风机在各工业部门得到了广泛的应用，但其噪声高达110~130dB(A)，危害十分严重，采用加装消声器等措施，可以使其噪声得到有效的控制。

2.4.1 D型罗茨鼓风机配套消声器系列

该系列消声器是华东建筑设计研究院与上海鼓风机厂、长沙鼓风机厂等单位共同研制成功的专门为罗茨鼓风机配套的产品，已通过技术鉴定，国内很多消声器制造厂均生产该系列消声器。

结构 D型消声器是阻性折板式消声器，采用折线形声通道，利用声波在通道内的多次

反射吸收以及吸声层厚度连续变化，可以在较宽的频带范围内具有较高的消声效果。该系列消声器共有八种规格， $D_1 \sim D_2$ 为单通道式， $D_3 \sim D_5$ 为双通道式， $D_6 \sim D_8$ 为三通道式。每种规格均由两段组成，呈四折式，弯折角度均控制在 20° 左右。在消声器内设置三道横向隔板，消声器外形呈圆筒状，两端均为方接圆变径管。图13.2-10为D型罗茨鼓风机消声器系列结构示意图。

适用范围 D型消声器系列主要用于降低罗茨鼓风机进气口辐射的噪声，必要时也可用于降低排气口（或排气管）噪声或其他高压风机的噪声。

消声量 在额定风速下，实际消声量 $\geq 30\text{dB(A)}$ 。

压力损失 鉴于罗茨鼓风机本身噪声较高，对消声器气流再生噪声要求不苛刻，故通过消声器的气流速度大小对消声性能的影响也可不考虑。一般将D型罗茨鼓风机消声器流速控制在 20m/s 以下，当消声器的流速 $\leq 18\text{m/s}$ 时，压力损失 $\leq 500\text{Pa}$ 。该系列消声器规格及消声量详见第7篇5.2.11节和第7篇1.2.1节。

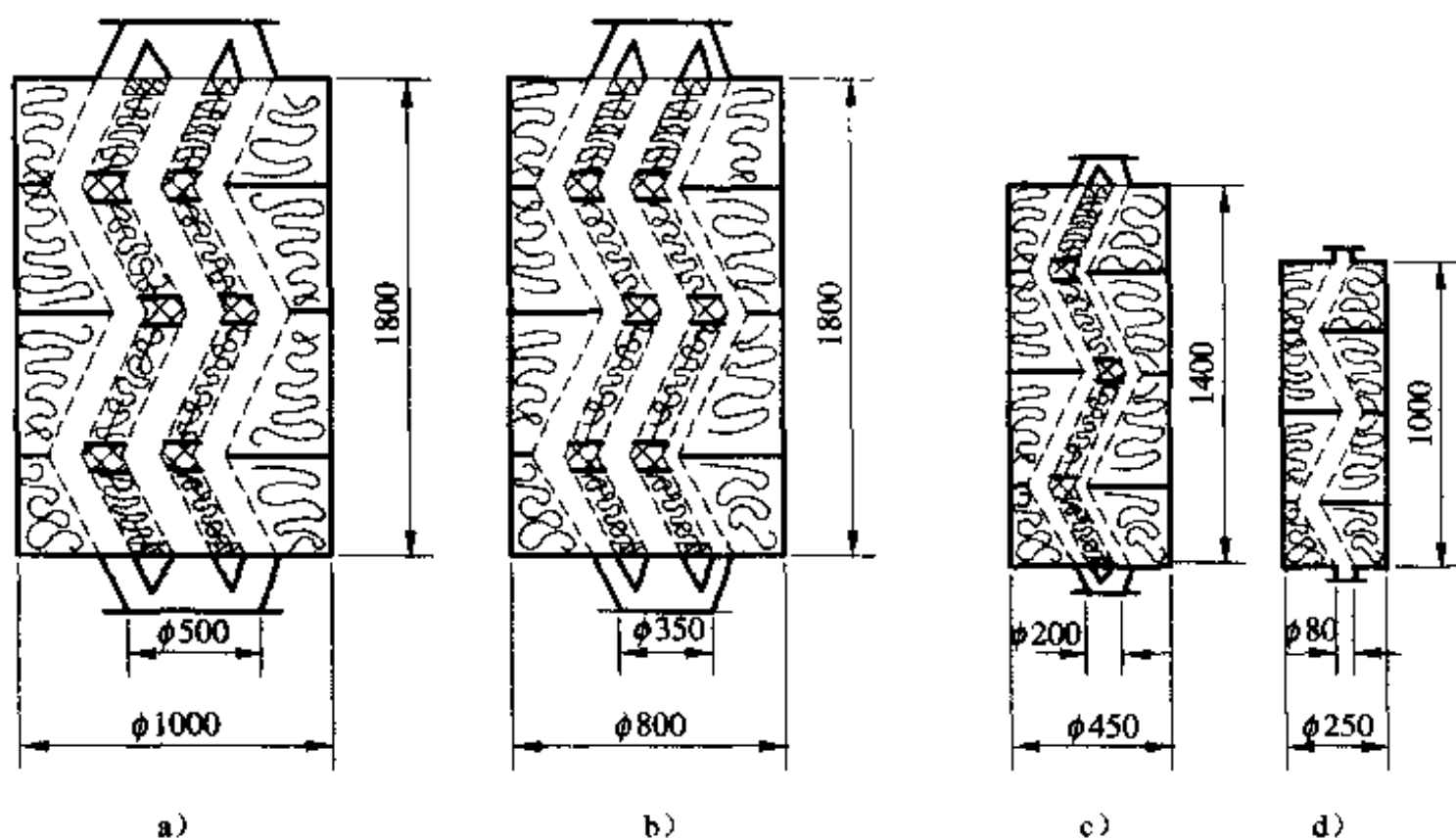


图 13.2-10 D型罗茨鼓风机消声器系列结构示意图

a) D_8 型 b) D_6 型 c) D_4 型 d) D_2 型

2.4.2 YHZ 型罗茨鼓风机消声器

该型消声器是由中国建筑科学研究院建筑物理研究所和天津鼓风机消声设备厂共同研制成功的一种阻性圆环式消声器，它既吸取了片式消声器阻力低、加工简单的优点，又保留了折板式消声器消声量高的特点。利用声波通过不同直径的环形吸声层和两种断面的变化来提高消声性能。消声器主体由不同直径的圆环组成，环内填装吸声材料，护面为穿孔钢板，穿孔率 40%。该型消声器适用流量范围为 5~250m³/min，共 14 种规格。流量在 60m³/min 以下的消声器采用同一个断面；流量在 80~250m³/min 采用两种断面，使气流通道错开，避免高频声速直接通过，故提高了中高频消声效果。该型消声器消声量大于 35dB（A）。流量小于 60m³/min 时，气流再生

噪声 A 声功率级小于 55dB（A），阻力系数 $\zeta \leq 0.43$ ；在最大流量（250m³/min）时，气流再生噪声 A 声功率级小于 79dB（A），阻力系数 $\zeta \leq 1.5$ 。

表 13.2-9 为 YHZ 型罗茨鼓风机消声器性能规格表。

2.5 轴流风机消声器

很多工厂企业、矿山、井下等都采用轴流式通风机（简称风扇或轴流风机）来通风散热，但其噪声较高，多数是中频特性，声能分布在 250~500Hz。在轴流风机出风口处加装消声器就可有效地降低其噪声。一般轴流风机消声器均采用阻性吸声结构，在湿度较高的环境中使用，可采用防潮离心玻璃棉吸声材料或采用微穿孔板吸声结构。

表 13.2-9 YHZ 型罗茨鼓风机消声器性能规格表

型号	适用流量/ (m³/min)	气流速度 (m/s)	通道截面积 / m²	外形尺寸 / mm			法兰尺寸 / mm				气流再生 噪声 A 声 功率级/dB	阻力 系数 ξ	消声量 /dB(A)	生产厂
				直径	总长度	有效长度	外径	中径	内径	螺孔数 —螺孔 直 径				
YHZ-1	5	7.38	0.0113	325	1130	1100	180	148	80	8—φ16	<55	<0.43	37	天 津 鼓 风 机 设 备 厂 上 海 金 山 星 消 声 器 厂
YHZ-2	7	10.32					205	172	100					
	10	14.75												
YHZ-3	15	9.8	0.0225	500	1434	1300	250	210	125	16—φ16			35	
YHZ-4	20	13.07					285	240	150					
	30	19.61												
YHZ-5	40	12.56	0.0531	580	1930	1800	330	290	200	24—φ16			35	
YHZ-6	60	18.83					380	340	250	24—φ18				
YHZ-7	80	12.58	0.1060	700	2100	1800	560	500	400	24—φ22	<60	37		
YHZ-8	100	15.7					485	445	350					
YHZ-9	120	15.20	0.1316	800	2300	2000	560	500	400	32—φ22	<62	<1.5	38	
YHZ-10	160	20.26					595	550	450					
YHZ-11	200	16.64					595	550	450					<78
YHZ-12	250	20.80	0.2003	950	2300	2000	640	595	500	<79				

Z 型轴流风机消声器系列是由华东建筑设计研究院设计的、与轴流风机配套的系列消声器，国内不少消声器厂均生产该系列消声器。它具有压力损失小、消声量不太高但较适中的特点。

Z 型消声器系列为阻性消声器，呈圆筒状，圆筒内壁为吸声层（厚约 50mm），圆筒中心再加十字形阻性吸声片（片厚为 50~70mm）。由于轴流风机噪声呈中频特性，压头又较低，故安装时一般不再接风管。为其配套的消声器长度都比较短，压力损失小，结构简单。

Z 型轴流风机消声器系列共八种规格，适用风量为 3 900~47 000m³/h，可与直径为 $\phi 300\sim\phi 1\,000\text{mm}$ 的轴流风机配接使用，消声量 10~12dB（A），阻力系数 $\xi\leq 0.5$ 。图 13.2-11 为 Z 型轴流风机消声器结构示意图。表 13.2-10 为 Z 型轴流风机消声器性能规格

表。

2.6 纳普（NAP）通风用 D、H 系列消声器

NAP Silentflo 公司是澳洲最大的噪声治理公司，NAP 香港声学工程（远东）有限公司提供的 D 型和 H 型系列消声器采用超厚消声片，具有优良的低频消声性能和最小的空气动力压降，在通风空调系统中得到了广泛的应用。图 13.2-12 为 NAP 公司 D、H 型消声器外形示意图。

NAP 公司 D、H 系列消声器有 11 种形式，每种形式中消声器长度从 600mm 到 3000mm 共七种规格，总计有 77 种编号可供选择。它们具有不同的吸声片厚度和风道间距，进风面积百分比为 25%~50%，消声器单元宽度的模数共 11 个，从 275mm 至 600mm。

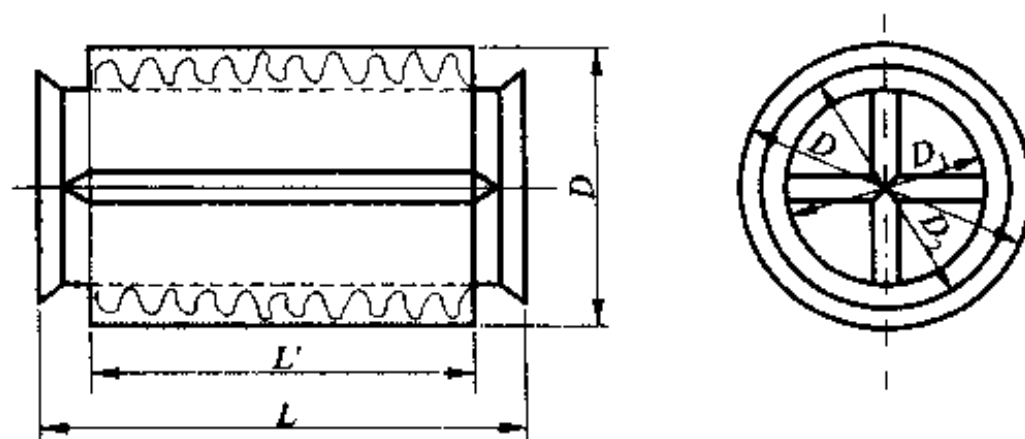


图 13.2-11 Z 型轴流风机消声器结构示意图

表 13.2-10 Z 型轴流风机消声器系列性能规格表

型号	适用风量 / (m³/h)	外形尺寸/mm			法兰直径/mm		重量 /kg	生 产 厂
		外径 D	有效 长度 L'	安装 长度 L	内径 D ₁	外径 D ₂		
Z3	3900	405	400	500	303	357	15	上海申华声学装备有限公司、浙江湖州马腰环保设备厂、上海金山海星消声器厂、上海柘林环保设备厂、上海奉贤江海日用五金制品厂、江苏宜兴南方吸音器材厂、江苏太仓仪桥消声器厂、浙江黄岩治理噪声设备厂、河南新安县铁门消声器厂、福建福州齐安消声器厂、大连沙河口区环保设备厂、昆明环保器材厂、山西太原市除尘设备厂
Z4	7700	500	400	500	404	458	20	
Z5	8500	605	530	630	505	569	36	
Z6	15000	706	700	800	606	680	64	
Z7	24000	807	820	920	707	792	95	
Z8	36000	908	950	1050	808	893	137	
Z9	34000	1009	1100	1200	909	994	196	
Z10	47000	1110	1200	1300	1010	1096	240	

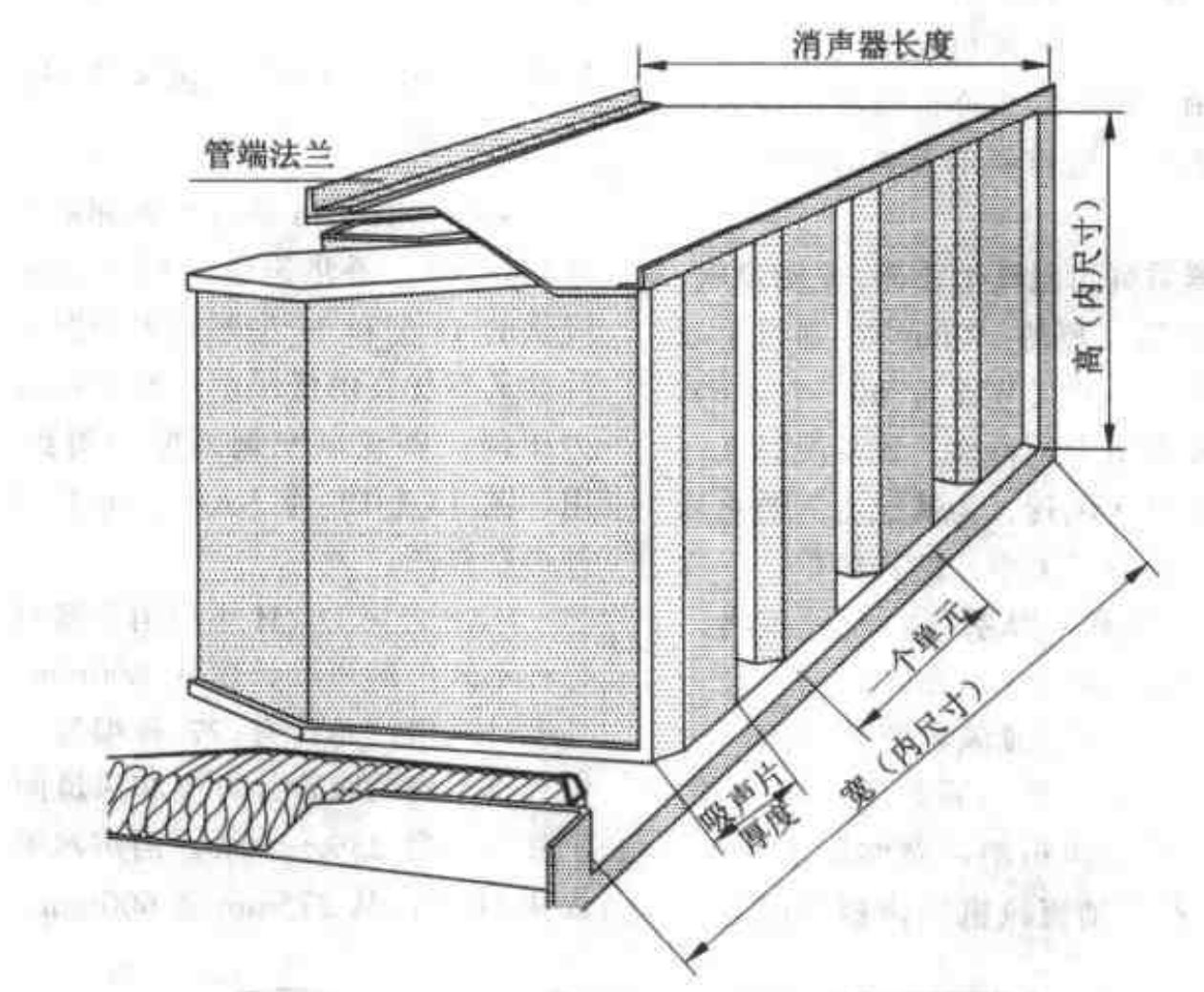


图 13.2-12 NAP 公司 D、H 型消声器外形示意图

表 13.2-11 和表 13.2-12 为 NAP 公司 D 系列和 H 系列消声器型号规格表。例如，型号 D27/60，分子 D27 表示消声器通道通风面积为 27%，单元宽度 275mm，风道宽 75mm（即 $275\text{mm} \times 27\% = 75\text{mm}$ ）；型号中分母 60 表示消声器长度为分母 60 的 10 倍，即 600mm。型号 H50/300，分子 H50 表示消声器通风面积为

50%，宽度应为 600mm 的倍数；分母 300 表示消声器长度为分母 300 的 10 倍，即 3000mm。

表 13.2-13 和表 13.2-14 为 NAP 公司 D 系列和 H 系列消声器消声性能表。表 13.2-15 为 NAP 公司 D 系列和 H 系列消声器阻力系数表。在标准状态下，压力损失等于气流损耗系数（阻力系数）乘以面速度的二次方。

表 13.2-11 NAP 公司 D 系列消声器型号规格表

单元宽度模数	D27	D33	D38	D43	D47	D50
	275mm	300mm	325mm	350mm	375mm	400mm
风道	75mm	100mm	125mm	150mm	175mm	200mm
长度						
600mm	D27/60	D33/60	D38/60	D43/60	D47/60	D50/60
900mm	D27/90	D33/90	D38/90	D43/90	D47/90	D50/90
1200mm	D27/120	D33/120	D38/120	D43/120	D47/120	D50/120
1500mm	D27/150	D33/150	D38/150	D43/150	D47/150	D50/150
1800mm	D27/180	D33/180	D38/180	D43/180	D47/180	D50/180
2400mm	D27/240	D33/240	D38/240	D43/240	D47/240	D50/240
3000mm	D27/300	D33/300	D38/300	D43/300	D47/300	D50/300

表 13.2-12 NAP 公司 H 系列消声器型号规格表

单元宽度模数	H25	H33	H40	H45	H50
	400mm	450mm	500mm	550mm	600mm
风道 长度	100mm	150mm	200mm	250mm	300mm
600mm	H25/60	H33/60	H40/60	H45/60	H50/60
900mm	H25/90	H33/90	H40/90	H45/90	H50/90
1200mm	H25/120	H33/120	H40/120	H45/120	H50/120
1500mm	H25/150	H33/150	H40/150	H45/150	H50/150
1800mm	H25/180	H33/180	H40/180	H45/180	H50/180
2400mm	H25/240	H33/240	H40/240	H45/240	H50/240
3000mm	H25/300	H33/300	H40/300	H45/300	H50/300

表 13.2-13 NAP 公司 D 系列消声器消声性能表

型号	倍频程中心频率 / Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	消声量 (插入损失) / dB							
D27/60	6	10	19	32	35	30	27	24
D27/90	7	12	23	37	39	34	32	28
D27/120	8	14	27	42	43	38	37	32
D27/150	9	16	31	41	37	40	42	35
D27/180	10	18	35	50	51	47	46	38
D27/240	12	21	43	59	60	59	56	42
D27/300	14	25	51	60	60	60	60	47
D33/60	5	8	16	31	31	23	20	19
D33/90	6	10	20	35	35	28	25	22
D33/120	7	12	23	39	39	33	30	25
D33/150	8	14	27	43	44	38	35	28
D33/180	9	16	31	47	48	45	39	31
D33/240	10	19	38	56	58	57	48	36
D33/300	12	23	46	60	60	60	56	41
D38/60	4	6	12	28	25	18	14	13
D38/90	5	8	16	32	30	24	18	16
D38/120	5	10	19	36	35	29	23	19
D38/150	7	12	23	40	40	35	27	22
D38/180	8	14	27	45	45	42	31	24
D38/240	9	17	33	54	56	54	39	29
D38/300	11	21	40	60	60	60	47	34
D43/60	4	5	11	23	24	17	12	11
D43/90	5	7	15	28	29	22	16	13
D43/120	6	9	17	33	33	27	20	16

(续)

型号	倍频程中心频率 / Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	消声量 (插入损失) / dB							
D43/150	7	11	21	38	38	32	24	18
D43/180	8	12	25	43	43	37	28	21
D43/240	9	16	31	52	52	47	33	25
D43/300	10	19	36	60	60	57	38	29
D47/60	4	5	10	20	23	16	11	9
D47/90	5	7	13	25	27	20	14	11
D47/120	7	8	16	30	31	25	17	13
D47/150	7	10	19	35	35	29	20	15
D47/180	8	11	23	41	40	33	22	17
D47/240	8	14	29	51	48	40	27	20
D47/300	9	17	35	60	56	48	32	24
D50/60	3	5	8	17	21	14	10	6
D50/90	4	6	11	22	25	17	12	8
D50/120	5	7	14	27	29	22	15	10
D50/150	5	9	17	32	33	26	18	11
D50/180	7	10	21	37	37	29	19	13
D50/240	7	13	27	48	45	35	23	17
D50/300	8	16	33	59	53	42	27	21

表 13.2-14 NAP 公司 H 系列消声器消声性能表

型号	倍频程中心频率 / Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	消声量 (插入损失) / dB							
H25/60	8	12	16	22	32	22	21	13
H25/90	9	13	20	30	40	20	25	17
H25/120	10	16	27	38	45	35	30	22
H25/150	10	19	33	45	49	40	37	25
H25/180	12	22	39	51	53	46	43	29
H25/240	16	28	49	60	60	59	55	33
H25/300	21	34	59	60	60	60	60	38
H33/60	7	11	12	17	22	16	13	11
H33/90	8	13	17	22	27	21	16	14
H33/120	9	15	22	27	32	26	20	16
H33/150	10	17	27	32	37	31	24	19
H33/180	12	20	32	38	43	36	28	21
H33/240	14	24	42	48	53	46	36	26
H33/300	18	29	52	59	60	56	44	31
H40/60	5	9	10	16	19	14	12	10
H40/90	7	11	14	25	28	17	15	14

(续)

型号	倍频程中心频率 / Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	消声量 (插入损失) / dB							
H40/120	8	13	19	30	32	21	17	15
H40/150	9	15	23	35	36	25	19	16
H40/180	10	17	28	39	40	29	21	17
H40/240	12	21	37	48	48	37	26	20
H40/300	14	25	47	55	56	45	30	22
H45/60	3	7	9	15	16	12	10	9
H45/90	3	9	13	20	20	14	14	9
H45/120	4	11	17	25	24	17	15	10
H45/150	6	13	21	30	29	20	16	12
H45/180	8	15	25	35	34	23	17	14
H45/240	11	19	33	45	43	29	20	17
H45/300	14	23	41	50	52	35	22	20
H50/60	2	5	8	13	13	10	9	8
H50/90	3	7	12	17	14	12	11	10
H50/120	4	11	16	22	18	14	12	11
H50/150	5	12	19	26	24	16	14	12
H50/180	6	13	22	30	30	19	15	13
H50/240	9	16	29	39	41	25	17	14
H50/300	12	19	36	43	47	28	18	16

表 13.2-15 NAP 公司 D 系列和 H 系列消声器阻力系数表

型 号	消 声 器 长 度/mm						
	600	900	1200	1500	1800	2400	3000
D27	2.85	3.29	3.73	4.17	4.61	5.48	6.36
D33	1.60	1.85	2.10	2.35	2.60	3.09	3.59
D38	1.04	1.20	1.36	1.52	1.68	2.00	2.32
D43	0.68	0.79	0.90	1.00	1.11	1.32	1.53
D47	0.49	0.57	0.65	0.72	0.80	0.95	1.11
D50	0.39	0.45	0.51	0.57	0.63	0.75	0.87
H33	2.89	2.91	2.94	2.97	3.00	3.04	3.11
H40	1.69	1.71	1.73	1.74	1.76	1.79	1.81
H45	1.16	1.17	1.18	1.19	1.20	1.20	1.23
H50	0.82	0.83	0.84	0.84	0.85	0.86	0.87

2.7 中雅 IAC 系列消声器

深圳中雅机电实业有限公司应用美国 IAC 公司技术生产的各种规格 IAC 系列消声器，

在国内外许多工程中得到了广泛应用。

主要用途 通风空调系统管道消声，隧道和地铁通风消声，燃气轮机、航空发动机消声，发电站、发电机、柴油机、压缩机通风消声，

排气消声等。可参见第 7 篇 5.2.7 节和第 7 篇 1.2.1 节。

系列规格 IAC 系列消声器其规格尺寸具有任意组合的灵活性，几乎任意宽、高、长的消声器均能提供。如果宽度为各型号消声器的模数的整数倍，其各项性能指标将可以得到精确的保证。

适用风量 IAC 系列消声器详细提供了各型号消声器在不同风速下的压力损失和再生噪声数据，风量范围大，可满足各种设计要求。

消声性能 IAC 系列消声器对每一个型号的消声器均提供了其在四种长度下（0.9m、1.5m、2.1m、3.0m）的动态插入损失，其他长度的性能均可以用插入法非常准确地获得。

气动性能 IAC 系列消声器对每一个型号的消声器均提供了其在四种长度下，不同断面

风速时的压力损失值。

再生噪声 IAC 系列消声器对每一个型号的消声器均提供了其在四种不同风速下的再生噪声数据。

中雅 IAC 系列消声器综合性能列于表 13.2-16。

2.8 盘式消声器

盘式消声器是一种阻性障板式消声器，可以安装在风道的出口处和入口处，对于高频噪声，消声效果十分显著。盘式消声器障板直径一般为风道直径的两倍，障板直径或大障板距离风道末端越近，消声效果越好，但距离太近，气流阻力增加，影响风机的气动性能。为解决消声和气动性能之间的矛盾，往往通过试验来寻求最佳方案。

表 13.2-16 中雅 IAC 系列消声器综合性能表

消声器型号		断面 风速 /(m/s)	再生噪声 (250Hz 频 带)声功率 级/A 声级	动态插入损失 250Hz/A 声级 dB				压力损失/mmH ₂ O		用 途
				消声器长度 / mm				消声器长度/mm		
				900	1500	2100	3000	900	3000	
矩形常规 消声器	LFS	2.5	45/53	23/20	32/25	41/30	48/34	3.50	4.50	低中速系统，极好的低频插入损失
	MS	7.5	45/45	12/14	18/18	24/22	34/27	5.50	10.50	低中速系统，在较宽的频带范围内均有较大的插入损失
	ML	10.0	46/51	10/12	15/15	20/19	27/24	5.00	9.00	高速系统，压力损失小，低频效果好
矩形净流 消声器	HS	2.5	35/38	14/16	19/20	23/22	28/26	2.25	3.00	低速和高速系统，适合洁净度要求严格的场所
圆形消声器	—	—	—	直径 / mm				—		高速圆形管道，极好的低频插入损失和较好的中高频插入损失，压力损失适中
	—	—	—	600	900	1200	1500	—	—	
	FCS	12.5	54/55	25/21	29/23	33/24	37/23	9.25	6.25#	
散流消声器		风机排 气速度	—	入口直径 / mm				—		在轴流风机或类似系统中，把消声器和静压恢复散流器结合，使压力损失达到最小的程度
				700		1800				
				16/14		18/11				
矩形无衬 里消声器	—	—	—	消声器长度 / mm				消声器长度/mm		用于不允许使用任何填充材料的超净或有腐蚀性或易燃的环境，如医院、净化房、燃料厂、医药厂、厨房等，低中频衰减效果好
	—	—	—	900	1800	2700	900	2700		
	XL	—	49/63	16/12	23/17	29/21	3.0	4.25		
消声弯头	QTS	5.0	50/58	34/26				21.6		
圆形无衬 里消声器	—	—	—	直径/mm				长度为 900		用于要求无任何填充材料的小直径圆形管道系统中，如通风柜、燃料研究设施、食品厂和牛奶厂，有优良的宽频带噪声衰减效果
	—	—	—	200		300				
	8TXS	8.75	43/54	26/14		—		5.0		

注：带#号的数据为带锥形尾部的数据。

目前国内生产和使用的消声器种类甚多,外形多数呈圆筒状或长方体状,虽然消声量较高,一般均大于 20dB(A),但体积也大,价格较贵。有时消声器直接安装于风机的进气口上或排气口上,消声器紧靠机组,由于电动机、传动机构、机壳、管道等辐射的机械噪声十分强烈,即使消声器本身消声量很高,但往往因上述机械噪声的影响,消声器实际消声效果受到限制。理论和实践都证明,当风机空气动力性噪声比其机械噪声高 10~15dB 时,消声器具有 10~15dB 的消声量也就可以了。也就是说,在很多情况下,消声器的消声量要适中,不必追求很高的消声量。而盘式消声器可以满足这一要求,值得推广应用。

P 型盘式消声器是华东建筑设计研究院研制成功的一种新型系列化消声器,已通过技术鉴定。它具有外形新颖、用途广泛、体积小、重量轻、消声量适中、阻力小、规格全、安装简便、造价低等优点,属国内首创,主要指标达到日前国际同类产品水平。

结构 P 型盘式消声器分为进风型(PJ 型)和出风型(PC 型)两大类,各有十种规格。进风型盘式消声器带有吸声导流锥体,出风型是平直的。为改善气动性能和降低气流再生噪声,进气消声器截面渐缩,流速渐增;出气消声器截面渐扩,流速渐减。

图 13.2-13 为 P 型盘式消声器结构示意图。

适用范围 P 型盘式消声器最适用于锅炉鼓风机的进风口消声,也可用于各类离心风机的进出风口或管道开口端消声,还可以安装于隔声间或隔声罩的消声通道口上。对于安装空间受到限制的场合,可以考虑安装盘式消声器。当法兰口常用风速为 12m/s 时,适用风量为 800~12000m³/h;当法兰口风速范围取 8~24m/s 时,适用风量为 500~24500m³/h。P 型盘式消声器系列规格及消声性能详见第 7 篇 5.2.9 节和第 7 篇 1.2.1 节。

2.9 消声弯头

利用风管弯头消声是一种简单而有效的消声措施,风管弯头既可以改变风的传播方向,又可以使风机和风管的布置更加灵活、合理。消声弯头可以做成直角,也可以组成不同的角度,可以水平安装,也可以垂直安装。弯头内可衬贴吸声材料或加装导流板等。鉴于声波在折角管道中传播是一种复杂的现象,故通常是在保证风道空气动力性能的前提下,将管道做成外直角内圆弧的消声弯头。

2.9.1 ZWB50/100 和 ZWA50/100 型弯头消声器系列

该系列弯头消声器是由华东建筑设计研究院设计的新产品,1995 年由上海市建委组织通过技术鉴定,国内不少噪声控制设备厂均生产该系列产品。国家建筑标准设计图集编号为 97T710。

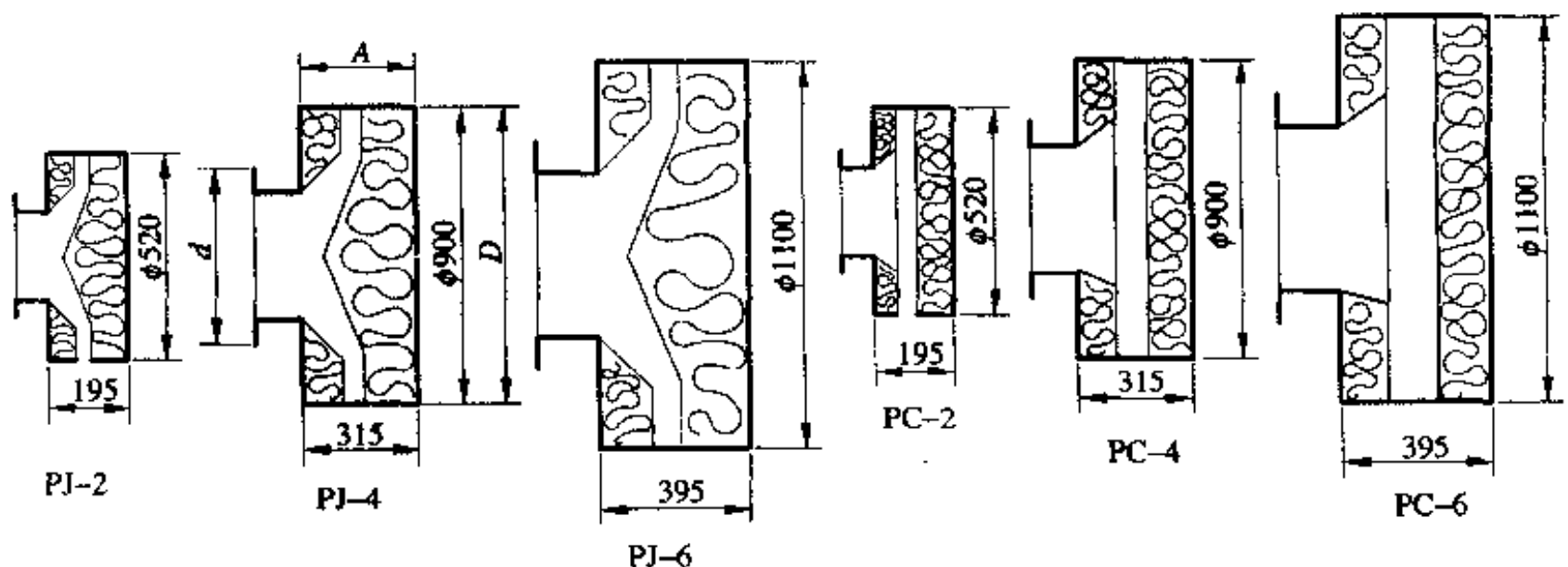


图 13.2-13 P 型盘式消声器结构示意图

ZWB50/100 和 ZWA50/100 型弯头消声器系列主要适用于各类通风空调系统中的噪声治理, 它适用风量范围大, 系列规格全, 可以同标准风管配套连接, 具有消声性能优、气流阻力小、配套性好、安装方便等特点。使用该系列弯头消声器在管道转弯处消声, 既利用了空间, 又提高了消声效果, 特别适用于管道长度有限、安装直管消声器受限制的空调通风系统。50 和 100 分别表示吸声层厚度为 50mm 和 100mm, 适用风量范围为 720~40500m³/h, 消声量 10dB(A), 压力损失 ≤ 30Pa。ZWB50/100 和 ZWA50/100 型弯头消声器系列规格详见第 7 篇 5.2.5 节和第 7 篇 1.2.1 节。

2.9.2 VKT22 型消声弯头

该型消声弯头由电子工业部第十设计研究院设计, 采用外角内圆的结构型式, 具有重量轻、体积小、消声效果好、阻力损失小、外形美观、价格低等特点, 广泛应用于通风、空调、净化系统的消声。该型消声弯头按国家标准风管尺寸配制, 现有 39 个品种, 根据风管截面的大小共分为 I、II、III 三种规格。当风管宽度 $B \leq 500\text{mm}$ 时为 I 型, $630\text{mm} \leq B \leq 1000\text{mm}$ 时为 II 型, $B \geq 1000\text{mm}$ 时为 III 型。I 型消声弯头内无导流片, II、III 型消声弯头内有导流片。

图 13.2-14 为 VKT22 型消声弯头外形尺寸示意图。

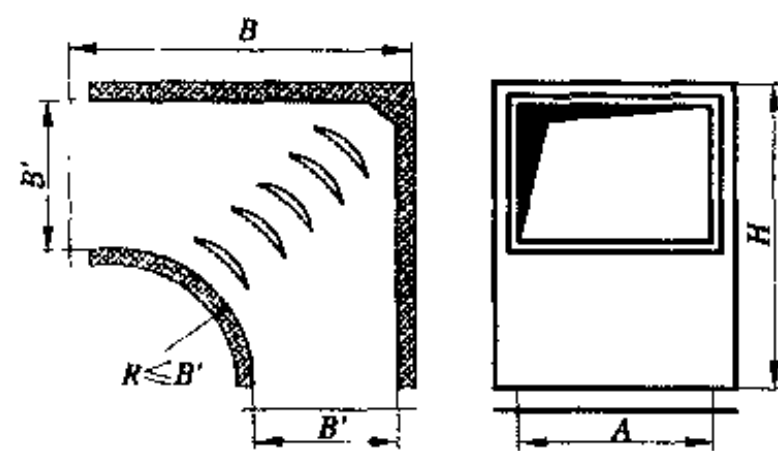


图 13.2-14 VKT22 型消声弯头外形尺寸示意图

表 13.2-17 为 VKT22 型消声弯头性能规格表。表 13.2-18 为 VKT22 型消声弯头消声

性能表。

表 13.2-17 VKT22 型消声弯头性能规格表

型号	序号	规格 / mm 宽 × 高 = B × H	生产厂
I 型消声弯头	1	320 × 200	江苏靖江县通风专用设备厂 江苏宜兴市兴华环保有限公司 江苏宜兴市南方吸音器材厂 无锡堰桥噪声控制设备厂 宜兴市强洁防噪声工程有限公司
	2	320 × 250	
	3	320 × 320	
	4	400 × 200	
	5	400 × 250	
	6	400 × 320	
	7	400 × 400	
	8	500 × 200	
	9	500 × 250	
	10	500 × 320	
	11	500 × 400	
II 型消声弯头	12	630 × 250	江苏靖江县通风专用设备厂 江苏宜兴市兴华环保有限公司 江苏宜兴市南方吸音器材厂 无锡堰桥噪声控制设备厂 宜兴市强洁防噪声工程有限公司
	13	630 × 320	
	14	630 × 400	
	15	630 × 500	
	16	630 × 630	
	17	800 × 320	
	18	800 × 400	
	19	800 × 500	
	20	800 × 630	
	21	800 × 800	
	22	1000 × 400	
	23	1000 × 500	
	24	1000 × 630	
	25	1000 × 800	
	26	1000 × 1000	
III 型消声弯头	27	1250 × 400	
	28	1250 × 500	
	29	1250 × 630	
	30	1250 × 800	
	31	1250 × 1000	
	32	1600 × 500	
	33	1600 × 630	
	34	1600 × 800	
	35	1600 × 1000	
	36	1600 × 1250	
	37	2000 × 800	
	38	2000 × 1000	
	39	2000 × 1250	

表 13.2-18 VKT22 型消声弯头消声性能表

消声弯头宽度 /mm	倍 频 程 中 心 频 率 / Hz								A 声级 / dB (A)
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
	消 声 量 / dB								
250	4.0	6.0	7.0	12.5	15.0	10.0	11.0	14.0	20
320	4.5	6.0	7.0	12.5	14.5	13.0	12.0	13.0	20
400	5.0	6.5	7.0	12.5	14.5	15.5	13.0	12.0	20
500	5.0	6.5	7.0	12.5	14.5	15.5	13.0	12.0	20
630	5.0	8.0	9.0	12.5	13.0	14.0	13.0	13.0	20
800	5.5	10.0	12.5	13.0	12.0	13.0	14.0	14.0	20
1000	6.0	7.0	12.0	14.0	16.0	18.0	18.0	18.0	20
>1000	7.0	7.0	12.0	14.0	16.0	18.0	18.0	18.0	20

风管内风速不宜过高，一般取 8m/s 左右为宜，最大不得超过 12m/s。消声弯头若使用于净化系统，在吸声层玻璃丝布外部再加一层尼龙布。

2.10 微穿孔板消声器

2.10.1 微穿孔板消声器简介

微穿孔板消声器是用微穿孔板制作的阻抗复合式消声器。根据微穿孔板吸声结构的理论和设计，近年来不少高等院校、科研设计单位和工厂企业设计制造了多种类型的微穿孔板消声器，在通风空调系统和噪声控制工程中得到了广泛的应用。

微穿孔板消声器系全部采用微穿孔薄板制成，不用任何吸声材料，其吸声系数高，吸声频带宽，且易于控制，微穿孔板材料一般用厚度为 0.20~1.0mm 的钢板、铝板、不锈钢板、白铁皮、塑料板、胶合板、纸板等制作。孔径在 0.10~1.0mm 范围内冲制，为加宽吸收频带，孔径应尽可能地小，但因受冲孔制造工艺的限制以及微孔易堵塞，故常用孔径为 0.50~1.0mm，穿孔率一般为 1%~3%。为获得宽频

带高吸声效果，通常用双层微穿孔板结构。微穿孔板与刚性壁之间以及微穿孔板与微穿孔板之间的空腔，按所需吸收的频带不同而异，一般吸收低频，空腔大些（150~200mm），中频小些（80~120mm），高频更小些（30~50mm），前后空腔的比不大于 1:3。前部接近气流的一层微穿孔板穿孔率可略高于后层，为减小轴向声传播影响，可每隔 500mm 加一块横向挡板。

微穿孔板消声器消声量可以通过公式估算出来，高频消声性能实测值比理论估算值要好。试验证明，消声量与流速有关，与消声器温度升高无关。流速增高，消声性能变坏，气流再生噪声提高。金属微穿孔板消声器可承受较高气流速度的冲击，当流速达 70m/s 时，仍有 10dB (A) 消声量。试验还证明，微穿孔板消声器压力损失较小，例如间距为 100~200mm，风速为 5m/s 的微穿孔板片式消声器，其压力损失约为 1Pa，微穿孔板声流式消声器压力损失为 3Pa 左右；当风速达 15m/s 时，微穿孔板片式消声器压力损失为 10Pa，微穿孔板声流式消声器压力损失约为 50Pa。

由于微穿孔板消声器消声量高，消声频带宽，压力损失小，气流再生噪声低，不用多孔性吸声材料，无粉尘或其他纤维泄出，很清洁，因此，特别适用于要求较高的通风空调系统，例如净化车间、无菌室、高级宾馆等。微穿孔板消声器不怕潮湿，不怕水和水蒸气，能承受较高气流速度的冲击，耐高温，不发霉，因此适应性较强，可以制成满足不同要求的消声器。

2.10.2 WG 型微穿孔板管式消声器系列

该系列消声器是上海申华声学装备有限公司研制成功的一种全金属结构的消声器，具有适用流量大、气流阻力小、消声性能稳定、耐温、防潮等特点，适用于超净、防尘、高温、高湿等场合的消声，在医药、化工、食品、仪表、电子工业系统中尤其适用。WG 型微穿孔板管式消声器系列共有 14 种规格，适用风量为 1 400~36 000m³/h（风速 5~20m/s），消声

量为 15~20dB（A），压力损失≤7Pa。

图 13.2-15 为 WG 型微穿孔板管式消声器外形尺寸示意图。表 13.2-19 为 WG 型微穿孔板管式消声器性能规格表。

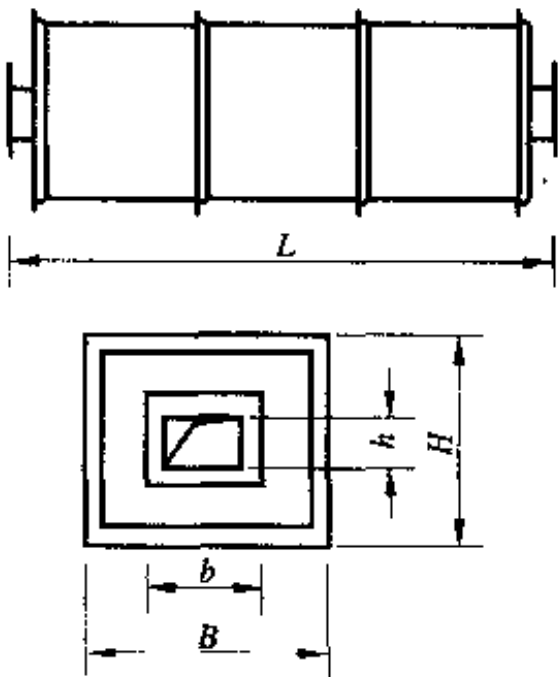


图 13.2-15 WG 型微穿孔板管式消声器外形尺寸示意图

表 13.2-19 WG 型微穿孔板管式消声器性能规格表

序 号	法兰尺寸/mm 宽×高=b×h	适用风量/(m ³ /h) 风速 5~10/(m/s)	外形尺寸/mm 宽×高×长=B×H×L	重量/kg	生产厂
1	320×250	1440~5760	780×710×2000	140	上海申华声学装备有限公司 北京世纪静业噪声振动控制技术有限公司
2	400×200	1440~5760	860×660×2000	150	
3	500×320	2880~11520	960×780×2000	180	
4	630×250	2835~11340	1090×710×2000	210	
5	500×400	3600~14400	1080×860×2000	250	
6	630×320	3628~14512	1210×780×2000	250	
7	630×400	4536~18144	1210×860×2000	270	
8	800×300	4608~18432	1380×780×2000	300	
9	800×400	5760~23040	1380×860×2000	300	
10	1000×320	5760~23040	1580×780×2000	310	
11	800×500	7200~28800	1380×960×2000	340	
12	1000×400	7200~28800	1580×860×2000	350	
13	1000×500	9000~36000	1580×960×2000	390	
14	1250×400	9000~36000	1830×860×2000	430	

2.10.3 WX型微孔板消声器

该型消声器由中国航空工业设计院设计，为双腔式结构，它的吸收带宽可达到10个1/3倍频程以上，对各频带消声量都较平直，消声量大，特别是对低频部分的消声效果明显，优于采用纤维性吸声材料结构的阻抗复合式消声器。

该型消声器接管法兰口径均按全国通用通风管道规格（方形、矩形、圆形）构成相应的配套系列。基本型由三段组成，长为2000mm。

根据消声量的要求，可在中间串联若干段，消声器流速一般控制在15m/s以内为宜。消声器可采用镀锌钢板、铝板和不锈钢板等三种材料制作，其中不锈钢微孔板消声器适用于净化空调系统，且耐高温。

图13.2-16为WX型微孔板消声器外形示意图，表13.2-20为WX型微孔板消声器性能规格表，表13.2-21为WX型微孔板消声器消声特性表。

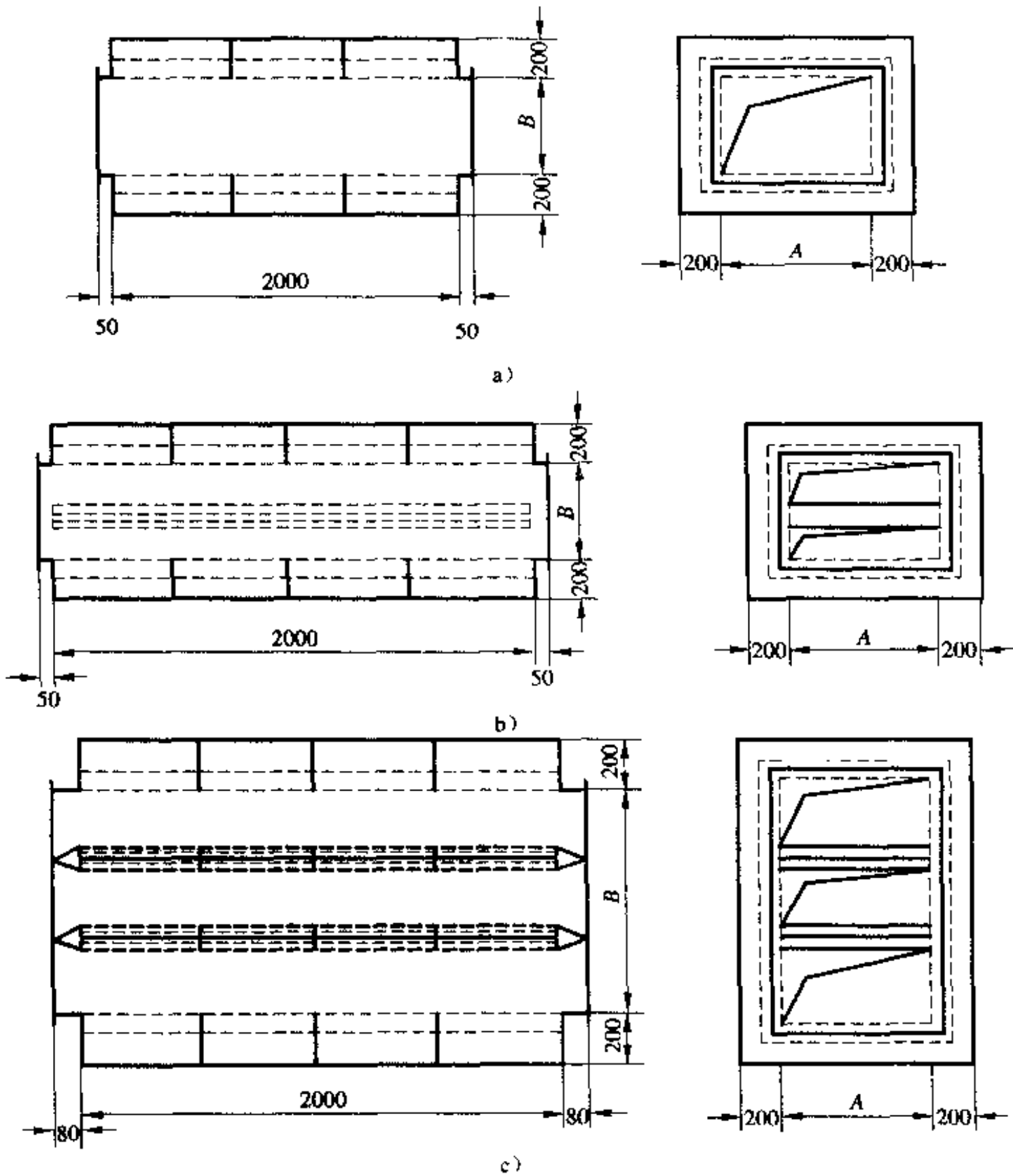


图13.2-16 WX型微孔板消声器外形示意图（一）

a) WX—I型 b) WX—II型 c) WX—III型

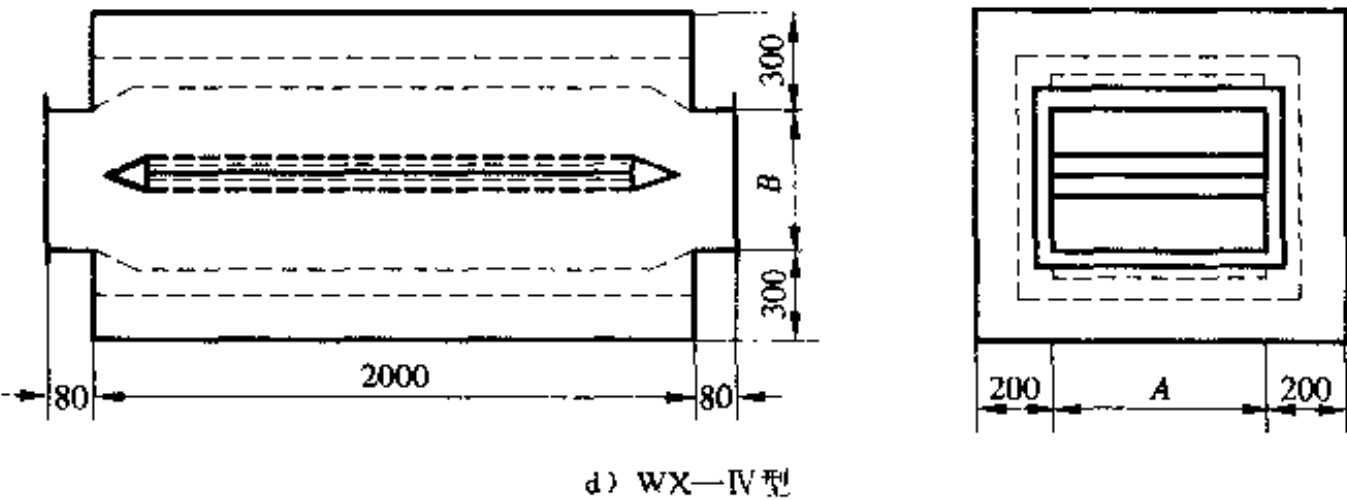


图 13.2-16 WX 型微孔板消声器外形示意图 (二)

表 13.2-20 WX 型微孔板消声器性能规格表

型 号	规格 编号	法兰接口 尺寸/mm A×B	外形断 面尺寸 /mm	最大 风量 /(m³/h)	型 号	规格 编号	法兰接口 尺寸/mm A×B	外形断 面尺寸 /mm	最大 风量 /(m³/h)	生产厂
I 型流速 13m/s 长度均为 2000mm	1	320×250	720×650	<3700	II 型流速 13m/s 长度均为 2000mm	20	1000×500	1400×900	<15000	北京海 淀声学工程 设备制造厂 江苏宜兴 南方吸音器 材厂 江苏靖江 通风专用设 备厂 江苏宜兴 兴华环保有 限公司 北京世纪 静业噪声振 动控制技术 有限公司
	2	400×250	800×650	<4500		21	1250×500	1650×900	<18000	
	3	500×250	900×650	<5800		22	1600×500	2000×900	<23000	
	4	630×250	1030×650	<7300	III 型流速 13m/s 长度均为 2000mm	23	630×630	1230×1030	<12000	
	5	320×320	720×720	<4500		24	800×630	1400×1030	<15000	
	6	400×320	800×720	<4000		25	1000×630	1600×1030	<18000	
	7	500×320	900×720	<5500		26	1250×630	1850×1030	<22500	
	8	630×320	1030×720	<6500		27	1600×630	2200×1030	<29000	
	9	800×320	1200×720	<11000		28	800×800	1400×1200	<20000	
	10	1000×320	1400×720	<10000		29	1000×800	1600×1200	<25000	
II 型流速 13m/s 长度均为 2000mm	11	400×400	800×800	<5000		30	1250×800	1850×1200	<30000	
	12	500×400	900×800	<6000		31	1600×800	2200×1200	<35000	
	13	630×400	1030×800	<8000	IV 型流速 13m/s 长度均为 2000mm	32	1000×1000	1600×1400	<30000	
	14	800×400	1200×800	<10000		33	1250×1000	1850×1400	<34000	
	15	1000×400	1400×800	<12000		34	1600×1000	2200×1900	<45000	
	16	1250×400	1650×800	<15000		35	1600×1250	2200×1650	<60000	
	17	500×500	900×900	<7500		36	2000×800	2400×1200	<46000	
	18	630×500	1030×900	<10000		37	2000×1000	2400×1400	<60000	
	19	800×500	1200×900	<12000		38	2000×1250	2400×1650	<72000	

表 13.2-21 WX 型微孔板消声器消声特性表

消声通 道尺寸 /mm	风速 /(m/s)	倍 频 程 中 心 频 率 / Hz								压力损失 / Pa
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
		消 声 量 / dB								
150	7	12	16	25	24	22	25	23	25	15
	10	12	16	25	23	22	23	23	25	
	16	11	14	22	20	23	26	23	24	
250	7	12	18	26	25	20	22	25	25	10
	11	12	17	23	23	20	20	26	24	
	17	11	15	23	22	20	22	23	23	

2.10.4 微穿孔板消声弯头

利用微穿孔板吸声元件可制成多种类型消声器，也可制成消声弯头。国内不少噪声控制设备厂除提供微穿孔板消声器外，也提供与之配套的微穿孔板消声弯头。

VW 型微穿孔板消声弯头是江苏宜兴南方吸音器材厂与中国航空工业设计院共同研制成功的一种消声构件，它是将微穿孔板固定于板后的轻钢龙骨上，与外壁形成空腔。VW 型分为 I 型和 II 型，VW—I 型为单层微穿孔板，VW—II 型为双层微穿孔板。图 13.2-17 为 VW 型微穿孔板消声弯头外形尺寸示意图。表

13.2-22 为 VW 型微穿孔板消声弯头性能规格表。

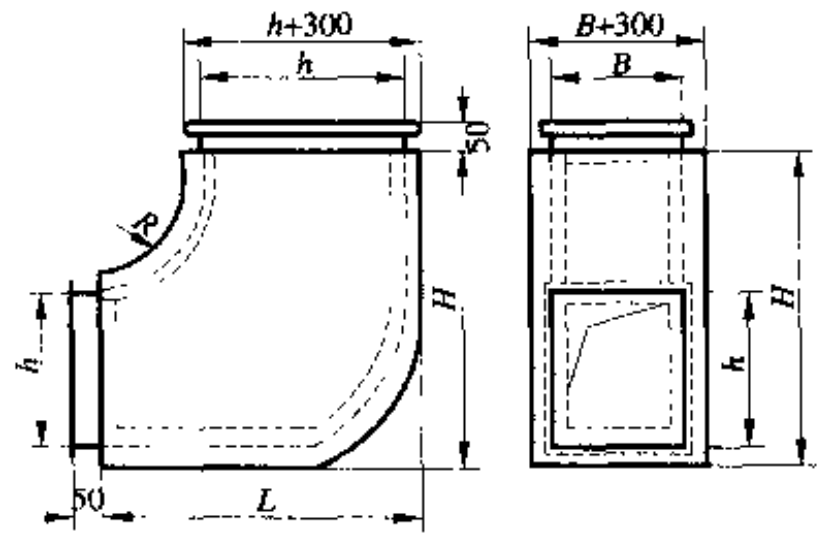


图 13.2-17 VW 型微穿孔板消声弯头外形尺寸示意图

表 13.2-22 VW 型微穿孔板消声弯头性能规格表

VW—I 型			VW—II 型			生产厂
序号	外形尺寸/mm 宽×高×长=B×H×L	弯度 R/mm	序号	外形尺寸/mm 宽×高×长=B×H×L	弯度 R/mm	
1	320×200×740	220	1	320×200×790	170	北京海淀声学 工程设备制造厂 江苏宜兴市南 方吸音器材厂 江苏靖江县通 风专用设备厂 北京世纪静业 噪声振动控制技 术有限公司
2	320×250×740	220	2	320×250×790	170	
3	320×320×740	220	3	320×320×790	170	
4	400×200×900	300	4	400×200×950	250	
5	400×250×900	300	5	400×250×950	250	
6	400×320×900	300	6	400×320×950	250	
7	400×400×900	300	7	400×400×950	250	
8	500×250×1100	400	8	500×250×1150	350	
9	500×320×1100	400	9	500×320×1150	350	
10	500×400×1100	400	10	500×400×1150	350	
11	500×500×1100	400	11	500×500×1410	350	
12	630×250×1360	530	12	630×250×1410	480	
13	630×320×1360	530	13	630×320×1410	480	
14	630×400×1360	530	14	630×400×1410	480	
15	630×500×1300	530	15	630×500×1410	480	
16	630×630×1300	530	16	630×630×1410	480	
17	800×320×1700	700	17	800×320×1750	650	
18	800×400×1700	700	18	800×400×1750	650	
19	800×500×1700	700	19	800×500×1750	650	
20	800×630×1700	700	20	800×630×1750	650	
21	800×800×1700	700	21	800×800×1750	650	
22	1000×800×1800	700	22	1000×800×2300	700	
23	1250×800×2050	700	23	1250×800×2550	700	
24	1250×1000×2050	700	24	1250×1000×2550	700	
25	1250×1200×2050	700	25	1250×1200×2550	700	
26	1600×630×2400	700	26	1600×630×2900	700	
27	1600×800×2400	700	27	1600×800×2900	700	

2.11 空压机消声器

2.11.1 空压机及其噪声简介

空气压缩机（简称空压机）作为工厂、矿山、基建施工等气动工具的动力源，被广泛使用。许多工厂都设有空压站房，空压站房的噪声一般都在 90~100dB(A)，而且以低频脉动噪声为主，波长长，传得远，影响较大。

目前国内使用较为广泛的是中低压往复式空压机，有立式、卧式，分为 L 型、V 型、W 型等。空压机噪声大体来自四个方面：

第一，空压机进气口噪声。随着空压机气缸进气阀门的间断开启，气流也间断地被吸入气缸，在进气口附近产生压力波动，以声波的形式从进气口辐射出来，这样便产生了进气口噪声。空压机进气口噪声的基频频率为 f ，而 $f=2n/60$ （ n 为空压机每分钟转数）。除了基频之外，还有高频谐波，但高频谐波的声压级比基频声压级要低。由于空压机的转数一般都比较低（400~800r/min），因此，空压机的进气口噪声呈明显的低频特性。空压机进气口噪声的强度，随着空压机负荷的增加而增大。另外，进气口噪声还与进气阀的大小、调速、阀门通路等结构有关。实测表明，进气口噪声比其他部件的噪声要高 7~10dB(A)，进气口噪声是空压机的主要噪声源。若在进气口安装消声器，即可有效地降低空压机进气口噪声。

第二，空压机排气口噪声。随着气体从气缸阀门间断地排出，气流产生扰动，形成排气口噪声。同时，气体进入储气罐时，激发储气罐内气体共振，通过储气罐壳体向外辐射噪声。在空压机排气口上安装消声器就可以降低排气口噪声；在储气罐内适当位置悬挂吸声体，也可降低储气罐噪声。

第三，机械噪声。空压机在运转过程中，很多部件快速旋转和往复运动，产生摩擦、冲击，引起机件振动，从而产生机械噪声。

第四，电磁噪声。空压机一般由电动机和励磁机驱动，定子和转子之间磁场脉动引起电磁噪声，电机冷却风扇还引起气流噪声。

空压机机械噪声和电磁噪声可以采用提高零部件加工安装精度，或对空压机房采取综合治理措施等方法进行治理。

为降低空压机气流噪声而设计的空压机消声器种类较多，系列各异。按其消声原理不同，可分为抗性和阻抗复合型；按其适用气量不同，可分为大、中、小型；按其承受压力不同，可分为高压和常压；按其所用材料不同，可分为微穿孔板型和普通穿孔板型，也有将消声和滤清结合为一体构成一器多用的消声过滤器。

2.11.2 K 型空压机消声器系列

该系列消声器是华东建筑设计研究院设计的主要用来降低 L 型、V 型、W 型空压机进气口噪声的消声器，目前国内不少噪声控制设备厂均生产该系列消声器。

结构 K 型空压机消声器是一种以抗性为主，辅以阻性吸声的阻抗复合式消声器，其抗性部分是由两节迷宫式内接管串联的膨胀室构成，阻性部分则由阻性圆管内加吸声锥体构成，消声器外形呈圆筒状，图 13.2-18 为 K 型空压机消声器结构示意图。该系列消声器以消除低频声为主，在抗性段采用较大的扩张比（扩张比 $M=5\sim7$ ），阻性段和抗性段的长度比控制在 1.4~1.8。消声器内流速控制在 12m/s 以下，并使流速沿进气方向有一个逐步递增的过程，阻性段流速低，抗性段流速高。

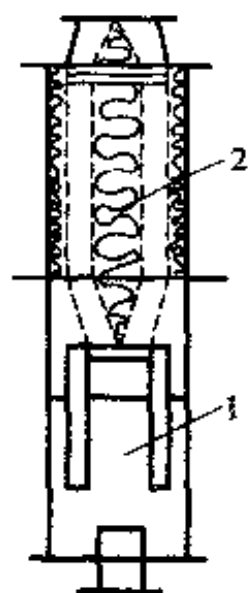


图 13.2-18 K 型空压机消声器结构示意图

1—迷路式抗性膨胀室 2—阻性吸声锥

该系列消声器共有六种规格，适用气量为 3~100m³/min，压力 0.8MPa，表 13.2-23 为 K 型空压机消声器系列性能规格表。

消声量 在额定气量时，该系列消声器消声量为 20~35dB（A），20m³/min 空压机在其进气口安装 K4 型消声器，实测倍频程消声量列于表 13.2-24。

压力损失 进气压力损失小于 1000Pa。

2 11.3 XL 型空压机消声器

XL 型空压机消声器是上海机电设计研究院研制成功的一种新型抗性低频消声器，适用于 L 型空压机的进气消声，并兼有空气过滤器的功能。可以将该型消声器直接安装于空压机的进气口上。

结构 L 型空压机噪声高达 90~98dB（A），且以低频声为主（峰值频率为 125Hz），故需要较大的扩张比。该型消声器呈圆筒状，未采用玻璃纤维等吸声材料，扩张腔设计为两个，空气由过滤器进入消声器第一腔，经收缩管扩张后再进入消声器第二腔，然后通过直管进入

空压机。空气过滤器与消声器筒体通过箱扣联接。过滤器可拆下清洗。图 13.2-19 为 XL 型空压机消声器结构示意图。空气过滤器采用孔径为 0.5mm 钢丝网，气流迎面速度不高于 2m/s，以保证低阻力高效率的过滤效果。

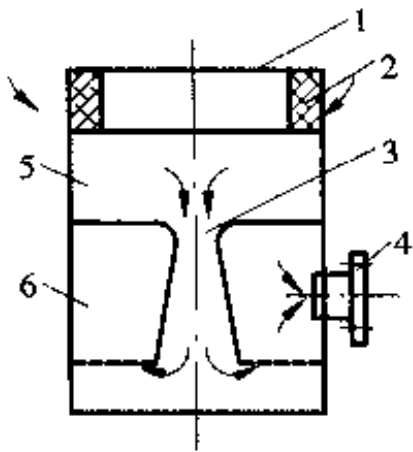


图 13.2-19 XL 型空压机消声器结构示意图

- 1—顶盖 2—空气过滤器 3—收缩管
4—联接空压机法兰 5—消声器第一腔
6—消声器第二腔

表 13.2-25 为 XL 型空压机消声器性能规格表。

表 13.2-23 K 型空压机消声器系列性能规格表

型号	适用气量 /(m ³ /min)	外形尺寸 / mm		法兰尺寸 / mm		重量 / kg	生 产 厂
		外径 D	安装长度 L	内径 D ₁	外径 D ₂		
K1	3	250	800	100	200	32	上海金山海星消声器厂、浙江宁波风机厂、浙江湖州马腰环保设备厂、浙江嘉兴炼油设备附件厂、江苏太仓仪桥消声器厂、湖南长沙消声器厂、福建福安闽东噪声控制设备厂、沈阳沈河噪声控制设备厂、广东广宁环保设备厂、福建福州市齐安消声器厂
K2	6	300	1030	120	220	47	
K3	10	400	1250	150	250	88	
K4	20	500	1540	200	320	135	
K5	40	700	1800	300	460	364	
K6	100	1000	2200	420	600	546	

表 13.2-24 K4 型空压机消声器倍频程消声量

测点及条件	倍 频 程 中 心 频 率 / Hz								A 声级 / dB (A)	C 声级 / dB (C)
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
	声 压 级 / dB									
安装消声器前空压机进气口	116	121	110	100	89	84	85	85	107	123
安装消声器后空压机进气口	106	95	75	71	69	63	57	61	83	108
消声量 L_{IL} (插入损失)	10	26	35	29	20	21	28	24	24	15

表 13.2-25 XL 型空压机消声器性能规格表

型号	适用气量 /(m ³ /min)	外形尺寸/mm 长×宽×高	消声器体积 /m ³	消声器扩张比 M	消声量 /dB(A)	压力损失 /Pa	适用空压 机型号	重量 /kg	生产厂
XL—10	10	485×410×780	0.0926	13.12	18	1250	3L—10/8 L2—10/8	28	浙江 余姚通 用机械 厂
XL—20	20	485×410×1070	0.1282	9.18	20	1120	4L—20/8 L3.5—20/8	36	
XL—40	40	930×770×1260	—	14.32	20	—	5L—40/8 L5.5—40/8	140	
XL—60	60	930×770×1370	—	11.11	20	—	6L—60/8 L8—60/8	150	

消声量 该型消声器消声量为 16dB(A)。实测 XL—10 型空压机消声器安装于 3L—10/8 型空压机上,吸气端噪声由 97dB(A)降低为 78dB(A),消声量 19dB(A)。XL—20 型空压机消声器消声量实测值列于表 13.2-26。

气动性能 实测 XL—10 型空压机消声器安装于 3L—10/8 型空压机上之后,空压机的比功率上升 0.58%~0.77%,排气量基本无变化。XL—20 型空压机消声器安装于 4L—20/8 型空压机上之后,空压机的比功率上升 0.187%,排气量不变。该型消声器压力损失虽然超过 1000Pa,但对其排气量影响较小,这是因惯性增压所致。

2.11.4 ZKSG 型组合式空气消声过滤器

该型消声过滤器是(上海)中国船舶工业总公司第九设计研究院研制成功的兼有消声和过滤两种功能的新型消声器,安装于空压机进气端。

结构 ZKSG 型组合式空气消声过滤器外

形呈圆筒状,筒体分为三部分,即外筒、内筒和出气管。内筒上部为旋流板(又称导流叶片)和滤网,下部和外筒相通,筒底盛以压缩机油。空气从切线方向进入外筒高速旋转,气流中的尘粒受离心力作用被分离出来,气流掠过油面,尘粒被油膜所捕捉。同时,油膜沿面壁下流,形成油幕,空气穿过时受到油浴,气流最后通过滤网,达到滤清目的。气流在流通过程中,受到油膜及油浴的阻尼分隔,多级膨胀,起到了消声作用,使空压机进气端噪声明显降低。

图 13.2-20 为 ZKSG 型组合式空气消声过滤器结构示意图,该消声过滤器分为上接管和下接管两种方式,共四种型号八种规格。适用气量 10~100m³/min,滤尘效率≥95%,吸气口消声量 10~20dB(A),压力损失 500Pa。表 13.2-27 为 ZKSG 型组合式空气消声过滤器性能规格表。一般运行 3000h 后应换油和清洗。

表 13.2-26 XL—20 型空压机消声器消声量实测值

测试工况	倍 频 程 中 心 频 率 / Hz									A 声级 /dB (A)	C 声级 /dB (C)
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
	声 压 级 / dB										
未装消声器	123	107	108	105	104	97	81	74	63	105	121
安装消声器后	107	85	81	81	79	74	67	66	65	78	104
消声量 L_{RL}	16	22	27	24	25	23	14	8	-2	27	17

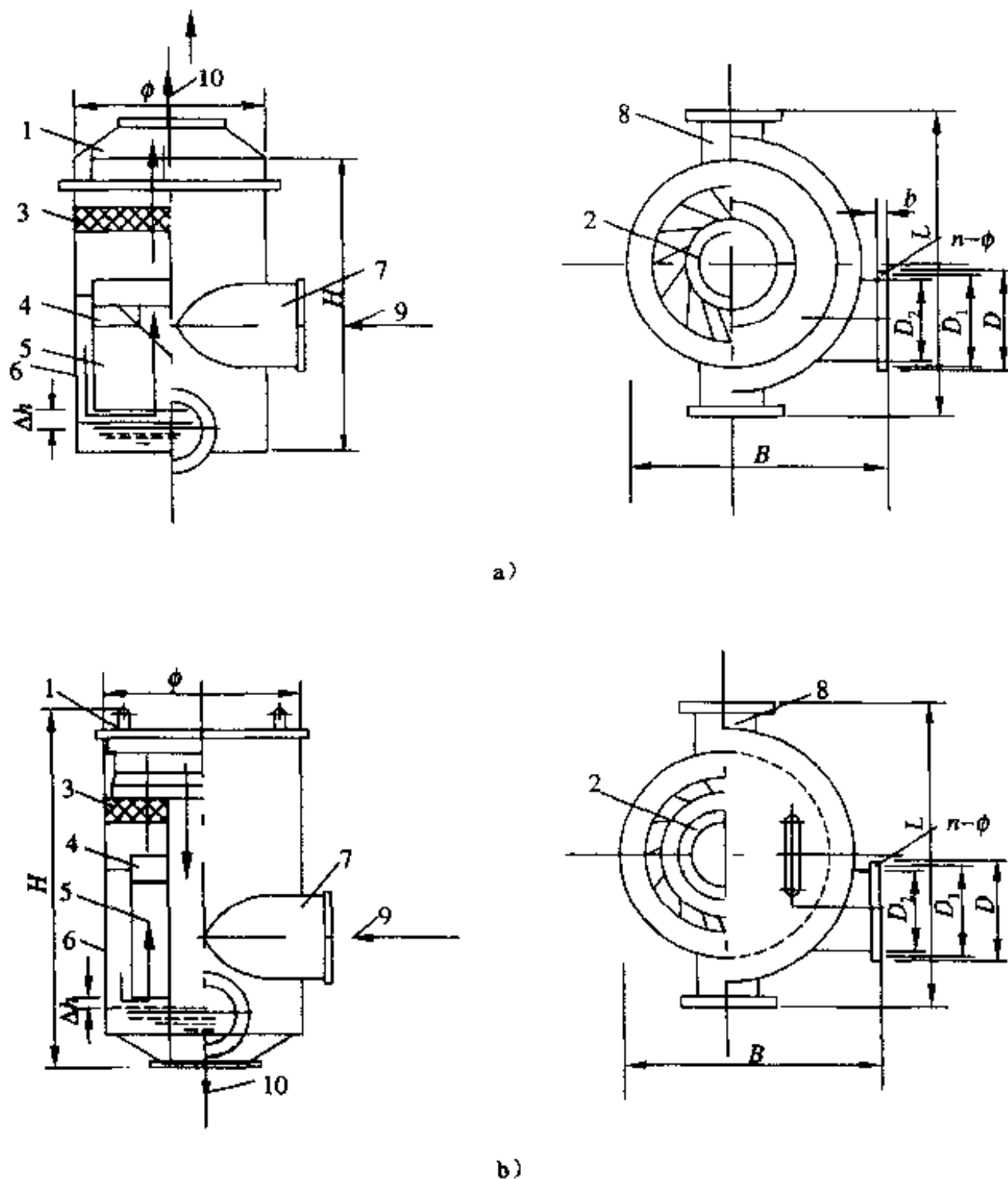


图 13.2-20 ZKSG 型组合式空气消声过滤器结构示意图

a) 上接管式 b) 下接管式

1—顶盖 2—出气管 3—过滤网 4—旋流板 5—内筒 6—外筒

7—进气管 8—观察窗 9—进气方向 10—出气方向

2.11.5 XW—05 型空压机微穿孔板消声器系列

该系列消声器是北京市劳动保护科学研究所研制成功的一种新型微穿孔板消声器，适用于降低空压机进气口噪声，已通过劳动人事部技术鉴定。消声器设计合理，工艺先进，结构紧凑，体积小，性能稳定，不用吸声材料，不损坏气缸，经久耐用，具有国内领先水平。

国内不少噪声控制设备厂均生产该系列消声器。

该系列消声器共有八种规格，适用空压机流量范围 $4.5 \sim 100 \text{ m}^3/\text{min}$ ，与 L 型活塞式空压机进气消声配套最为适宜。表 13.2-28 为 XW—05 型空压机微穿孔板消声器性能规格表。

该系列消声器压力损失 $\leq 400 \text{ Pa}$ 。

表 13.2-27 ZKSG 型组合式空气消声过滤器性能规格表

型 号	接管形式	适用气量 (m^3/min)	筒体直径 (mm)	进气管		出气管 外径 (mm)	外形尺寸 / mm 长 $\times$ 宽 $\times$ 高 = $L \times B \times H$	进气法兰 / mm			出气法兰 / mm			重量 (kg)	生产厂
				外径 (mm)	内径 (mm)			外径 D	螺栓 直径 D_1	内径 D_2	外径 D	螺栓 直径 D_1	内径 D_2		
ZKSG-10-S	上接管	10	450	176		159	648 $\times$ 559 $\times$ 801	265	230	178	260	225	161	78	上海 长宁区 民生五 金厂
ZKSG-10-X	下接管	10	450	176		159	650 $\times$ 650 $\times$ 818	265	230	178	260	225	161	95	广东 肇庆环 境保护 设备厂
ZKSG-20-S	上接管	20	550	226		206	756 $\times$ 665 $\times$ 1089	298	263	228	278	243	208	120	广东 肇庆环 境保护 设备厂
ZKSG-20-X	下接管	20	600	226		206	810 $\times$ 703 $\times$ 1017	298	263	228	278	243	208	128	广东 肇庆环 境保护 设备厂
ZKSG-40-S	上接管	40	800	325		325	1000 $\times$ 955 $\times$ 1345	430	390	328	430	390	328	245	广东 肇庆环 境保护 设备厂
ZKSG-40-X	下接管	40	800	325		325	1000 $\times$ 955 $\times$ 1280	430	390	328	430	390	328	290	广东 肇庆环 境保护 设备厂
ZKSG-60-X	下接管	60	1000	426		377	1208 $\times$ 1136 $\times$ 1506	535	495	428	485	445	379	457	广东 肇庆环 境保护 设备厂
ZKSG-100-X	下接管	100	1200	500		450	1590 $\times$ 1356 $\times$ 1742	600	510	502	550	510	432	660	广东 肇庆环 境保护 设备厂

表 13.2-28 XW-05 型空压机微穿孔板消声器系列性能规格表

型 号	通用气量 (m^3/min)	外形尺寸 / mm			法兰尺寸 / mm			声 级		信 频 程 中 心 频 率 / Hz								生产厂
		长度	直径	内径	中径	外径	A	C	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
消 声 量/dB																		
XW-05-4 XW-05-5	4 5	1000	300	65	115	155	15	14	17	22	28	21	17	11	5	3	杭州发电设备厂	
XW-05-6 XW-05-8	6 8	1100	350	85	155	200	20	18	17	21	31	25	20	15	10	4	北京市海淀区 华兴复合材料厂 (原汇源环保设 备厂)	
XW-05-10	10	1300	400	155	225	260	20	20	16	24	28	21	20	10	10	5	大连沙河口区 环保设备厂	
XW-05-20	20	1660	500	205	280	315	30	27	29	47	44	39	20	18	11	6	天津市除尘消 声设备厂	
XW-05-40 XW-05-33	40 33	1900	550	325	390	430	20	17	30	36	33	30	24	9	6	4	南京噪声控制 设备厂	
XW-05-60	60	1910	700	355	405	455	20	26	37	42	39	25	19	13	11	10	江苏无锡堰桥 噪声控制设备厂	
XW-05-80	80	2400	800	405	470	535	20	25	25	36	35	29	20	11	7	4	天津塘沽区消 声设备厂	
XW-05-100	100	2500	804	405	470	535	20	22	30	33	31	21	18	14	8	5		

2.12 排气喷流消声器

2.12.1 排气喷流噪声简介

高速气流从容器中喷出,冲击和剪切周围静止的空气引起喷口附近剧烈的气体扰动,从而产生声级很高的空气动力性噪声,形成排气喷流噪声,例如喷气式飞机、火箭发射等产生140~160dB(A)的喷气噪声,还有火力发电厂的锅炉排气,冶金行业高炉放空,化工厂的各种气体排放,空压机的排气放空等,都会产生强烈的排气喷流噪声。

为了降低排气喷流噪声,可以采用扩容降压、扩容降速型消声器,或采用节流降压型消声器,或采用小孔喷注型消声器。在压力较高时,可以先用节流降压,再用小孔喷流。小孔喷流型消声器是利用小孔变频扩散的原理,使排口管径变小,把噪声能量由低频移向高频或超高频,移到人耳不敏感的频率范围。在保证排气量相同的条件下,用许多小孔代替一个大的喷口,即可达到降低排气喷流噪声的目的。

2.12.2 Kx—P型排气消声器系列和Kx—A型安全阀消声器系列

Kx—P系列和Kx—A系列消声器是能源部华东列车电站基地(镇江华星电力设备厂)生产的用于锅炉蒸汽排放和安全阀排气的小孔消声器,荣获省级优质产品称号和部级优质产品称号。

Kx—P型和Kx—A型消声器系列广泛应用于石油、化工、冶金、纺织等工业部门的锅炉蒸汽排放以及其他气体排放消声。Kx—P型消声量达35~40dB(A),Kx—A型消声量达25dB(A)。

图13.2-21为Kx—P型和Kx—A型消声器系列外形尺寸示意图。表13.2-29为Kx—P型排气消声器系列性能规格表,表13.2-30为Kx—A型安全阀消声器系列性能规格表。

2.12.3 MM型小孔排气消声器系列

MM型小孔排气消声器是能源部华东电力设计院研究设计的升级换代产品,MM型小孔

排气消声器系列包括MMP型锅炉对空排气消声器、MMR锅炉再热器排气消声器、MMS型锅炉安全阀排气消声器、MMF型管道冲管消声器等。表13.2-31为MMP型和MMR型消声器性能规格表。

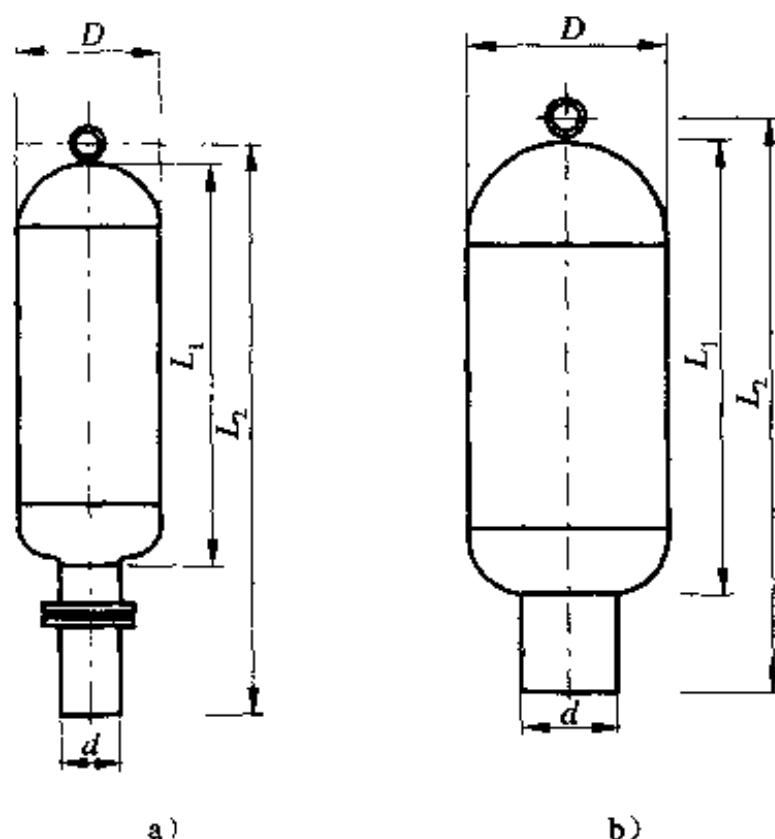


图13.2-21 Kx—P型和Kx—A型消声器系列外形尺寸示意图

a) Kx—P型消声器 b) Kx—A型消声器

2.13 柴油机排气消声器

2.13.1 柴油机排气噪声简介

柴油发动机噪声包括机械噪声、燃烧噪声、风扇噪声、进气噪声、排气噪声等,排气噪声往往比其他噪声高10dB(A)以上,因此,控制排气噪声是降低柴油机噪声的主要任务。

柴油机排气噪声是一种高温、高速的脉动气流噪声,当发动机工作时,气缸内的废气随排气口间断开闭而周期性地喷射到排气管内,产生排气噪声。排气噪声呈低频特性。影响排气噪声的主要因素是:气缸压力、排气口直径、发动机排量以及排气口开启特性等。对于同一类柴油发动机来说,影响排气噪声最大的因素是发动机转速和负荷。

表 13.2-29 Kx—P 型排气消声器系列性能规格表

消声器类别与名称	消声器型号	适用锅炉参数			消声器参数与性能					接管规格材料		重量/kg	生产厂
		蒸发量/(t/h)	压力/MPa	温度/℃	设计排量/(t/h)	消声量/dB(A)	外径D/mm	本体长L ₁ /mm	总长L ₂ /mm	接管直径d/mm	材料		
中压锅炉向空排气消声器	φ2KxP(Zh)—10AⅢ	3.5	3.82	450	10	36	φ325	640	992	57	20	52	能源部华东列电基地(镇江华星电力设备厂)
	φ2KxP(Zh)—15AⅢ				15	38		751	1102	57		57	
	φ2KxP(Zh)—25AⅢ	65			25	38		1099	1451	76		79	
	φ2KxP(Zh)—30AⅢ	75			30	38		1235	1594	89		92	
	φ2KxP(Zh)—40AⅢ	130			40	36		1419	1786	108		109	
次高压锅炉向空排气消声器	φ2KxP(S)—10AⅢ	35	5.30	485	10	36	φ325	640	992	57	12 Cr1MoV	51	
	φ2KxP(S)—25AⅢ	65			25	38		1099	1451	76		80	
	φ2KxP(S)—30AⅢ	75			30	38		1235	1594	89		92	
	φ2KxP(S)—40AⅢ	130			40	36		1419	1786	108		100	
	高压锅炉向空排气消声器	φ2KxP(G)—60AⅡ			220	9.81		540	60	37		φ520	1520
φ2KxP(G)—85AⅡ①		85	39	1818			2372		248				
φ2KxP(G)—85AⅡ②			39						248				
φ2KxP(G)—85AⅡ③			39						251				
φ2KxP(G)—100AⅡ①		410	100	39	2039		2593		272				
φ2KxP(G)—100AⅡ②				39					275				
φ2KxP(G)—100AⅡ③				39					301				
超高压锅炉向空排气消声器				φ2KxP(Ch)—100AⅡ①					670	13.73	540		40
	φ2KxP(Ch)—100AⅡ②	40	284										
	φ2KxP(Ch)—100AⅡ③	40	284										
	φ2KxP(Ch)—200AⅡ	200	41	3128	378								
亚临界放空消声器	φ2KxP(Y)—200AⅡ	1000	16.67	555	200	40	φ520	2574	3128	133 12 Cr1MoV	385		
再热器向空排气消声器	φ2KxP(ZhR)—40AⅡ	670	13.73	540	40	35	φ520	1240	1794	133	12	206	
	φ2KxP(ZhR)—100AⅡ	1000	16.67	555	100	37		1171	2525	168 Cr1MoV	283		

注：型号中①、②、③表示为：①上锅 SG 阀门，②武锅 WG 阀门，③哈锅 HG 阀门。

表 13.2-30 Kx-A 型安全阀消声器系列性能规格表

消声器类别与名称	消声器型号	适用锅炉参数			安全阀型 号或规格	排气 口个 数	消声器参数性能				接管规格材料		重量 /kg	生产厂
		蒸发量 /(t/h)	压力 /MPa	温度 /℃			设计排量 /(t/h)	消声量 /dB(A)	外径 D/mm	本体长 L ₁ /mm	总长 L ₂ /mm	接管直径 d/mm	材料	
低压锅炉主汽安 全阀门消声器	φ3KxA -350/1.45-10A	20	1.27	350	A43H-16C Pg16Dg2x65/100	1	10	≥25	325	920	1300	108	20	96
	φ3KxA 202/1.64-10A	20	1.6	饱和	A43H-16C Pg16Dg2x65/100	1	10		325	1070	1450	89	20	102
中、高压锅炉主汽 安全阀门消声器	φ3KxA 540/10.7-75	220	9.81	540	A69Y-P54100V	2	75		516	1220	1600	194 (219)	20	120
	φ3KxA 540/10.7-125A		9.81	540	A49H-P54100V Dg100	1	125		516	2230	2670	273	20	207
	φ3KxA 540/10.7-70A	410	9.81	540	A42H-P54100V Dg125	2	70		516	2160	2540	273 (325)	20	188
	φ3KxA 540/14.9-106A	670	13.73	540	A49H-P54140V Dg100	2	106		520	1720	2100	159	20	196
主蒸汽	φ3KxA 540/14.9-210A		13.73	540	Dg100Pg140	1	210		520	1942	2322	219	20	224
再热器出 口端	φ3KxA 540/2.6-100A		2.6	540	A49H-P5435V Pg25Dg200	1	100		616	2900	3320	325	20	314
再热器入 口端	φ3KxA 337/3.1-198A		3.1	337	Dg200	1	198		666	3620	4000	426	20	395
亚临界 锅炉安 全阀消 声器	φ3KxA 555/19.3-280A	1000	1.7	555	P55.5170 Dg125	1	280	≥20	520	2870	3250	273	20	384
	φ3KxA 555/3.7-155A		3.7	555	A49Y-100V P55140Dg200	1	155		620	2220	2600	325	20	304
	φ3KxA 336/3.9-195A		3.9	336	Dg200	1	195		616	2420	2800	325	20	238
	φ3KxA 560/19-120A	2008	18.9	560	—	1	120		666	3020	3400	377	20	336
背压机安全阀 排气消声器	φ3KxA 270/0.8-35A	—	0.785	270	A48Y-16C	1	35		516	1380	1764	193	20	132
	φ3KxA 300/1.3-160A		1.27	300	Dg250/400	1	160		800	2120	2500	426	20	412
减温减压安 全阀排气消声器	φ3KxA 350/1.5-40A	—	1.51	350	Dg200	1	40	≥25	616	2500	2880	325	20	332
	φ3KxA 440/4-96A		4.037	440	Pg100Dg150	1	90		516	2650	3030	273	20	222
分气缸安全 阀消声器	φ3KxA 190/1.1-7A	—	1.18	190	A47H-16C Dg80	1	7	≥25	260	1200	1500	89	20	95

表 13.2-31 MMP 型、MMR 型消声器性能规格表

系列	类别	产品 型号	消声器特性					适用锅炉参数			外形尺寸/mm		重量 / kg	生产厂	
			排量 /(t/h)	消声量 / dB (A)	排气管 外径 / mm	水平 位移 / mm	向上 位移 / mm	容量 /(t/h)	蒸汽 压力 / MPa	蒸汽 温度 /℃	安装 总高 度	本体 直径			
MMP 系列	中压	12.5/32—2	12.5	39	57	±6	60	35	3.92	450	1995	159	78	能源部 华东 电力 设计 院 无锡 水利 电力 机械 厂	
		16/32—2	16		76						65	2089	219		103
		20/32—2	20									2349	219		112
		25/32—2	25		89						75	2635	219		121
		31.5/32—2	31.5									2566	426		334
		40/32—2	40		108						130	2739	426		346
		50/32—2	50									3027	426		365
	次高压	12.5/36—2	12.5	39	57	±6	60	35	5.39	485	1995	159	77		
		16/36—2	16		76						65	2089	219		104
		20/36—2	20									2349	219		111
		25/36—2	25		89						75	2635	219		121
		31.5/36—2	31.5									2566	426		333
		40/36—2	40		108						130	2739	426		344
		50/36—2	50									3027	426		364
	高压	63/48—2	63	39	133	±8	80	220	9.90	540	2547	426	426		
		80/48—2	80								2787	426	453		
		100/48—2	100								410	3099	426		484
		125/48—2	125									3531	426		530
		160/48—2	160									3580	528		835
	超高压	80/52—2	80	39	133	±8	80	420	13.83	540	2547	426	426		
		100/52—2	100								2787	426	453		
		125/52—2	125								3099	426	484		
		160/52—2	160								3531	426	530		
		200/52—2	200								3580	528	835		
		250/52—2	250								3849	636	1407		
	亚临界 临界	160/56—2	160	39	133	±8	80	1025	16.67	540	3099	426	484		
		200/56—2	200		3531						426	530			
		250/56—2	250		3580						528	835			
		315/56—2	315		2050			18.23	3849		636	1407			
		400/56—2	400						4377		636	1571			

(续)

系列	类别	产品 型号	消声器特性					适用锅炉参数			外形尺寸/mm		重量 / kg	生产厂
			排量 /(t/h)	消声量 /dB (A)	排气管 外径 / mm	水平 位移 / mm	向上 位移 / mm	容量 /(t/h)	蒸汽 压力 MPa	蒸汽 温度 /℃	安装 总高 度	本体 直径		
M M R 系列		40/24—2	40	39	133	±8	80	—	2.26	540	3531	426	422	能 源 部 华 东 电 力 设 计 院 无 锡 市 水 利 电 力 机 械 厂
		50/24—2	50		168						3557	512	528	
		63/24—2	63								4013	512	564	
		80/24—2	80		194						4352	616	953	
		100/24—2	100		219						5026	616	1043	
		125/24—2	125								5866	616	1150	
		50/32—2	50	39	133	±8	80	—	4.12	540	3099	426	392	
		63/32—2	63		168						3531	426	422	
		80/32—2	80								3557	512	528	
		100/32—2	100		194						4013	512	564	
		125/32—2	125								4352	616	955	
		160/32—2	160		219						5026	616	1043	
		200/32—2	200								5866	616	1150	
		250/32—2	250		245						6092	816	1688	

2.13.2 195 柴油机排气消声器

195 柴油机是我国目前拥有量最大，使用面最广的小型农用动力，它不仅直接用于农业，而且也用于交通运输，以 195 柴油机为动力的手扶拖拉机和挂桨船使用更为普遍，195 柴油机噪声高达 105dB (A)。排气噪声是柴油机的主要噪声。以往装于 195 柴油机上的排气消声器消声性能均不太理想。上海内燃机研究所新研制成功的一种 195 柴油机消声器，其消声量达 14.5dB (A)，已通过技术鉴定，属国内领先水平，外形尺寸为 $\phi 140\text{mm} \times 250\text{mm}$ 。图 13.2-22 为新型 195 柴油机排气消声器结构示意图。表 13.2-32 为各型 195 柴油机排气消声器性能规格表。

2.13.3 汽车、拖拉机、摩托车消声器

汽车、拖拉机、摩托车上一般均装有消声器，天津市拖拉机配件厂、天津市汽车空气滤清器厂、上海贤华消声器厂、贵州红湖机械

厂、山西侯马内燃机配件厂等单位专门生产各种类型机动车辆低噪声抗性消声器。表 13.2-33 为汽车、拖拉机、摩托车消声器性能规格表。

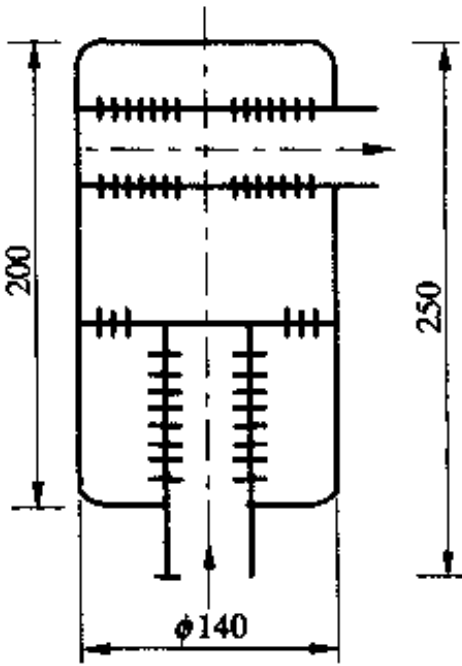


图 13.2-22 新型 195 柴油机
排气消声器结构示意图

表 13.2-32 195 柴油机排气消声器性能规格表

消声器型号	消声器结构		消声量 /dB (A)	整机噪声 平均值 /dB (A)	耗油率 (g/hp·h)		倍 频 程 中 心 频 率 /Hz								重量 /kg	生 产 厂				
							63	125	250	500	1000	2000	4000	8000						
	消声量/dB																			
新型 195 柴油机消声器	φ140×200		3.77	17.5	93.1	182.5	3.0	2	9	20	14	11	14.5	19	14	1.8	上海内燃机研究所 上海向明机械厂			
工农牌 195 柴油机消声器	φ110×260		3.03	13	95.1	182	2.5	1	9	14	4	6	11	13	7	—	—			
江苏产 195 柴油机消声器	φ95×250		2.17	10	97.4	182.1	2.6	-5	-1	10	5	1.5	6.5	10	3	—	江苏常州柴油机厂			
福建产 195 柴油机消声器	120×90×220		2.9	13	96.8	184.7	5.2	1	9	18	5	6	10	14	5	—	福建陇西柴油机厂			

表 13.2-33 汽车、拖拉机、摩托车消声器性能规格表

消声器型号	适 用 车 型	消声器外 形尺寸 / mm	消声器 连接尺寸 / mm	柴油机整 机噪声级 /dB (A)	功率损 失比 (%)	耗油率 (g/hp·h)	最大 消声量 /dB (A)	实测整车噪声 /dB (A)		重量 / kg	生 产 厂
ST 型	解放、东风、ST 载货汽车	φ180×800	内径φ64	80~82	—	206	—	装新消 声器	装老消 声器	8	天津市拖拉机配 件厂
NJ-130 型	跃进、NJ-130 载货汽车	φ150×700	内径φ47	79~82	—	—	—	80~82	86~88	6	
SH-760 型	上海牌中级轿车	φ150×700	内径φ46	71~73	—	—	—	79~82	83~85	6	
TTX-1 型	铁牛-55 型拖拉机 4115T 柴油发动机	195×110×1160 (包括排气加长管)	内径φ57	87~87.5	—	189~190	—	71~73	72~74	5.5	天津市汽车空气 滤清器厂
X195 型	X195 柴油机	φ100×300	38	112.3	—	—	—	87~87.5	92.5~93	2	
TJ210 型	TJ210 越野吉普车 (天津)	110×180×550	内径φ52	—	—	—	—	99	106	5	
CA-10 型	CA-10 型解放牌汽车及改装车	—	—	—	2.5	264	25	78~80	82~84	—	太原工业大学 山西侯马内燃机 配件厂
BJ-130 型	BJ-130 轻型载货汽车	—	—	—	3.88	245	25	83~84	86~89	—	
651 型	651 型机动三轮车	—	—	—	2.03	391	20	83~84	87~88	—	
BJ021 型	BJ021 型东风摩托车	—	—	—	—	—	25	83~84	88~90	—	北京工业大学、 哈尔滨市东风农场 上海贤华消声器 厂、贵州红湖机械厂
JN-15 型	JN-15 轻骑摩托车	—	—	—	—	—	25	83~84	84~86	—	
铁牛-55 型	铁牛-55 拖拉机	—	—	—	1.7	—	22	81~82	87.5	7	
东方红-30 型	东方红-30 拖拉机	—	—	—	1.2	—	16	83.5	87	4.2	—
五台山-30 型	五台山-30 拖拉机	—	—	—	1.2	—	16	82.5	87	4.2	
QFJ-1 型	解放牌汽车排气净化消声	—	—	—	5	—	—	82.5	87	—	
上海大众型	上海桑塔纳轿车排气消声器	—	—	—	—	—	—	82	86	—	—

2.13.4 JX 型节油型汽车排气净化消声器

该型消声器是北京市劳动保护科学研究所设计的具有消声、净化、节油等多种功能的新型消声器，具有国内先进水平，已通过技术鉴定。JX 型系列消声器与 BJ—492、CA—108、CA—10C、EQ—140 等发动机配套，用于有铅、无铅汽油的小轿车、客车、货车、轻型车、重型车、客货两用车、公共汽车和小型旅游车上。将原车消声器拆下，在同一位置，以同一安装方式安装上 JX 型消声器，可达到国家标准 GB1495—1979 的规定。消声量（插入损失）为 23~31dB（A），净化效率 CO≥80%，HC≥60%，对于轻型车可提高功率 2.7%~3.5%，节油 3.4%~5.3%；对于重型车不增加功耗，节油 2%。

JX 型节油型汽车排气净化消声器由西安汽车部件厂生产。

2.14 电动机消声器

电动机既是机器设备的动力源，又是机器设备的噪声源之一。虽然电机行业正在研究设计低噪声电机，但因受技术、经济等各方面的限制，目前各类大中型电动机的噪声还比较高，从声源本身降噪有许多难点，因此，往往采用多种途径设法降低电动机噪声。电机噪声是个复合噪声，主要由电磁噪声、机械噪声、风扇噪声、槽噪声等组成，其中

风扇噪声比较突出。在不改变电动机本身结构的情况下，按电动机大小分别采取消声、隔声、吸声等技术措施，控制其噪声。

北京市劳动保护科学研究所与沈阳市沈河噪声控制设备厂协作，研究设计了电动机配套消声器系列，已通过技术鉴定。小型电动机（100kW 以下）采用 DX 型消声器系列，消声量 15dB（A）；中型电动机（100~1000kW）采用 DG 型减噪装置系列，减噪量约 20dB（A）；大型电机（1000kW 以上）采用 DDG 型隔声装置系列，降噪量约 20dB（A）。电动机加装上述消声隔声装置后，不影响电动机正常运行，不增加电机温升。电机配套消声系列通用性强，适用面广，可为国产 17 个系列、近 500 种型号规格的电动机配套使用。

图 13.2-23 为 DX 型小型电动机配套消声器外形示意图。

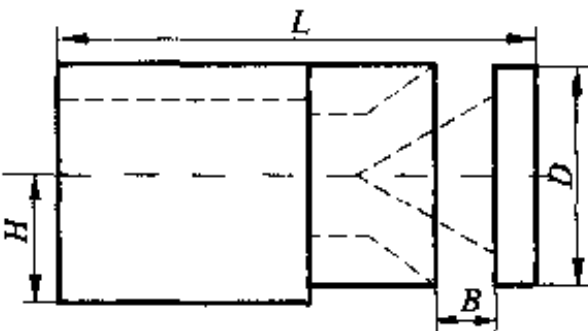


图 13.2-23 DX 型小型电动机配套消声器外形示意图

表 13.2-34 为 DX 型小型电动机配套消声器系列性能规格表。

表 13.2-34 DX 型小型电动机配套消声器系列性能规格表

型 号	外 形 尺 寸 / mm				消 声 量 / dB (A)	生 产 厂
	总长 <i>L</i>	中心高 <i>H</i>	外径 <i>D</i>	进风口宽度 <i>B</i>		
DX1—1	520	90	320	45	15	沈阳市沈河噪声控制设备厂 广东广宁县环保设备厂 河南鹤壁市环保设备总厂
DX1—2	545					
DX2—1	592.5	95	350	52.5	15	
DX2—2	622.5					
DX3—1	685	112	380	60	15	
DX3—2	705					
DX4—1	800	132	420	70	15	
DX4—2	835					
DX5—1	937.5	160	470	82.5	15	
DX5—2	967.5					

(续)

型 号	外 形 尺 寸 / mm				消 声 量 / dB (A)	生 产 厂
	总长 <i>L</i>	中心高 <i>H</i>	外径 <i>D</i>	进风口宽度 <i>B</i>		
DX6—1	1050	180	500	90	15	沈阳市沈河噪声控制设备厂 广东广宁县环保设备厂 河南鹤壁市环保设备总厂
DX6—2	1090					
DX7—1	1237.5	225	550	102.5	15	
DX7—2	1262.5					
DX8—1	1417.5	250	610	117.5	15	
DX8—2	1457.5					
DX9—1	1615	280	680	135	15	
DX9—2	1665					
DX10—1	1810	330	740	150	15	
DX10—2	1870					

2.15 其他消声器

2.15.1 蒸汽加热消声器

国内不少单位的食堂、浴室、开水房等采用蒸汽直接充入水中制取热水或开水，这种方法简便、适用，但伴之而来的是充气噪声高达 100dB (A)，振动也很强烈。上海奉贤钱桥工业公司设计制造的 SC 型蒸汽加热消声器，可将这种噪声降低 15dB (A)。

SC 型蒸汽加热消声器是扩容降压型消声器，按蒸汽量大小及管径不同，现有四种规格。

为防止锈蚀，消声器用不锈钢制做。图 13.2-24 为 SC 型蒸汽加热消声器外形示意图，表 13.2-35 为 SC 型蒸汽加热消声器性能规格表。

SC 型蒸汽加热消声器安装，用管接头将消声器直接联接于蒸汽管道上，消声器可垂直安装或倾斜安装，但不宜水平安装。安装位置基本上在水箱中心线偏下，消声器与水箱底部相距 100mm 以上，不得与水箱底部接触，以减少振动影响。按流量不同，消声器可单独使用，也可以两只以上并联使用，并联后流量加大，降噪效果提高。

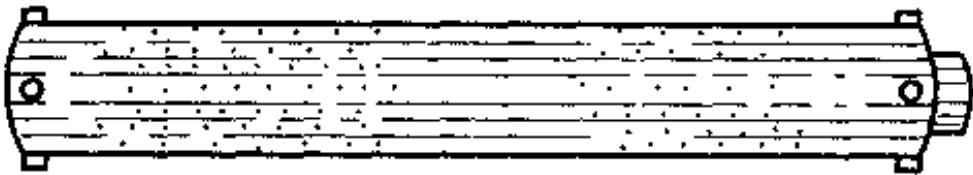


图 13.2-24 SC 型蒸汽加热消声器外形示意图

表 13.2-35 SC 型蒸汽加热消声器性能规格表

型 号	管径 /mm	使用压力 /kPa	蒸汽量 / (t/h)	外形尺寸 / mm	消声量 /dB (A)	生 产 厂
SC—II—1	19 (0.75")	≤500	0.23	φ60×420	15	上海奉贤钱桥工业公司 江苏南通东海近海五金厂 上海工...空调设备三厂
SC—II—2	25.4 (1")	≤500	0.36	φ72×460	13	
SC—II—3	38 (1.5")	≤500	0.86	φ110×660	13	
SC—II—4	50 (2")	≤500	1.4	φ140×740	13	

2.15.2 QX型气动元件聚乙烯微孔排气消声器

在锻压、铸造等机械行业中，气动元件愈来愈得到广泛的应用。气动元件中的控制阀或某些执行机构在动作时，压缩空气瞬时向外排放所产生的排气噪声有时高达 120dB（A），虽然排气时间很短，但排气频繁，噪声污染也较严重。

上海机电设计研究院和上海标准件七厂共同研制成功的 QX 型排气消声器是将超高分子聚乙烯烧结材料应用于微孔排气消声，其消声原理是压缩空气通过消声器微孔排放后分散其压差与移频，从而达到消声目的。QX 型消声器结构紧凑，降噪显著，外形尺寸小，重量轻，

价格便宜，现有十种规格，工作介质为干燥空气，介质温度 0~55℃，环境工作温度-10~55℃，排气时间≤2s，耐压<1MPa。图 13.2-25 为 QX 型气动元件排气消声器外形示意图，表 13.2-36 为 QX 型气动元件排气消声器性能规格表，该型消声器已通过技术鉴定。

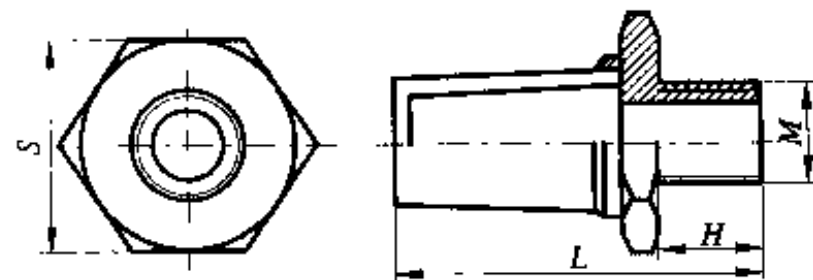


图 13.2-25 QX 型气动元件排气消声器外形尺寸示意图

表 13.2-36 QX 型气动元件排气消声器性能规格表

型号	外形尺寸/mm					额定流量 / (m³/h)	额定流量下的压降 / MPa	消声量 / dB (A)	生产厂
	公称通径 Dg	联接螺纹 M	联接螺纹长 H	长度 L	螺栓外形 S				
QX---L ₃	3	M6×1	8	41	22	0.7	≤0.022	≥20	浙江乐清茗屿环保器材厂
QX-L ₆	6	M10×1	8	41	22	2.5	≤0.02	≥20	
QX---L ₈	8	M12×1.5	12	62	36	5	≤0.012	≥20	
QX-L ₁₀	10	M16×1.5	12	62	36	7	≤0.01	≥20	
QX-L ₁₅	15	M20×1.5	14	74	41	10	≤0.01	≥20	
QX---L ₂₀	20	M27×2	14	76	41	20	≤0.009	≥20	
QX-L ₂₅	25	M33×2	18	90	50	30	≤0.009	≥20	
QX-L ₃₂	32	M42×2	26	117	46	50	≤0.009	≥25	
QX-L ₄₀	40	M48×2	33	176	80	70	≤0.008	≥25	
QX-L ₅₀	50	M60×2	33	176	80	100	≤0.007	≥25	

第3章 吸声材料与吸声结构的应用

3.1 吸声降噪简介

利用吸声处理的办法在噪声传播途径上进行控制,是一种传统的、常用的、有效的方法,在工业生产与民用建筑中广泛使用。

实际上,消声、隔声等噪声控制措施必须与吸声措施相结合才能取得最佳效果。理论与实践证明,吸声处理只能降低反射声的影响,对直达声是无能为力的,吸声降噪的效果是有限的,其降噪量一般不会超过10dB。

声波在传播过程中遇到各种材料时都会产生一部分声能被反射,一部分声能向材料内部传播并被吸收,一部分声能透过材料再向外传播。吸声材料或吸声结构的吸声性能好坏,主要用其吸声系数的高低来表示。吸声系数就是被吸收的声能与入射总声能之比,通常用符号 α 来表示。 α 值越大,吸声性能越好。材料的吸声系数计算很复杂,一般都是通过实测获得的。声波入射条件不同,吸声系数也不同。用驻波管法测得的垂直入射吸声系数 α_0 ,多数用于吸声材料和吸声结构的理论研究。用混响室法测得的无规入射吸声系数 α_T ,与实际应用情况相近,实用价值比较大,在无特殊说明时,某种材料的吸声系数均指 α_T 。

同一种材料,对不同频率的声波,吸声系数往往也不同,因此,在实际应用中必须测得或给出几个主要频率下的吸声系数,通常取125Hz、250Hz、500Hz、1000Hz、2000Hz、4000Hz等六个倍频程中心频率下的吸声系数。有时为了用一个数值来表示某种材料的吸声性能,往往将上述六个频率下的吸声系数相加取其算术平均值,以 $\bar{\alpha}$ 表示。当材料的 $\bar{\alpha} > 0.20$ 时,才称得上为吸声材料。

室内吸声降噪效果的好坏不仅取决于所用材料吸声系数 α 的大小,而且也取决于这些材

料的总表面面积 S 的多少。 α 与 S 的乘积称为吸声量,用 A 来表示。

如上所述,吸声只能降低反射声的影响,采用这种消极的控制技术有一定的局限性。影响吸声降噪效果的因素颇多,它与所用吸声材料或吸声结构的吸声性能、室内表面情况、室内容积、室内声场分布、噪声频谱、吸声结构安装位置等有关。

3.2 吸声材料和吸声结构种类

我国目前生产的吸声材料大体分为以下四类:

- 1) 无机纤维材料类:如离心玻璃棉、岩棉、超细玻璃棉、矿棉及其制品等;
- 2) 泡沫塑料类:如聚氨酯泡沫塑料、脲醛泡沫塑料和氨基甲酸酯泡沫塑料等;
- 3) 有机纤维材料类:如棉、麻、木屑、植物纤维、海草、棕丝及其制品等;
- 4) 吸声建筑材料类:如泡沫玻璃、膨胀珍珠岩、陶土吸声砖、加气混凝土等。

吸声结构的种类也很多,也大体分为如下四类:

- 1) 薄板共振吸声结构;
- 2) 穿孔板吸声结构;
- 3) 微穿孔板吸声结构;
- 4) 各类空间吸声体。

3.3 常用的多孔性吸声材料性能

多孔性吸声材料的吸声性能主要受材料的厚度、密度、流阻、孔隙率、结构因子、材料背后的空气层、材料表面的装饰处理以及使用外部条件等影响,这些因素相互间又有一定的关系。详见第6篇2.2节。

这里需要特别说明的是,许多多孔性吸声材料由于强度和外观较差,不便于清洁保养和

安装维修，需要对其表面进行装饰处理。处理结果既要有利于加工安装，又要有利于提高其吸声性能。一般有以下四类处理方法。

第一，利用织物包覆多孔性材料表面。例如，用玻璃丝布、阻燃织物、纱布、麻布、窗纱、金属丝网等来包覆装裹吸声材料，这些材料本身就是多孔性的，对大部分频率的声波起全透声作用，对被包覆的多孔材料吸声性能没有多大影响。有时用薄而柔软的塑料薄膜包覆，只要薄膜厚度小于 0.04mm，面密度小于 2kg/m²，而且不与多孔材料整个表面贴紧，则对多孔材料吸声性能无影响。有时对高频可能稍有影响，但对低频吸声有利。

第二，穿孔护面板。可用金属板（镀锌钢板、不锈钢板、普通钢板、铝合金板）、胶合板、硬质纤维板、FC 水泥压力板、TK 石棉水泥板、WJ 防火板、PVC 塑料板、聚碳酸酯板等制成，只要穿孔率大于 20%，护面板对多孔材料吸声性能影响不大，即装与不装护面板，多孔材料的吸声系数变化不大。若穿孔率小于 20%，护面板对高频吸声性能有一定影响，但对某些低频吸声性能反而有利。

第三，多孔性材料制成的半硬板，板面上钻些深洞或开些狭槽，既起装饰作用，又可增加吸声面积，提高吸声性能。一般洞深为半硬板材料厚度的 2/3~3/4，洞径为 $\phi 6\sim\phi 8\text{mm}$ ，系盲孔，不钻通，钻洞面积小于 10%，表面可油漆或刷涂料。

第四，护面板表面油漆或粉刷，多孔性材料主要依靠其细而密的通孔来吸声，如果在其

表面直接油漆或刷涂料等装饰材料，将孔洞堵死的话，则会降低其吸声性能，一般不直接处理多孔吸声材料，而是对其护面板表面进行装饰，例如喷塑、烤漆、油漆、刷涂料等。对不穿孔纤维板、木丝板等，一般不采用油漆饰面，必要时可喷一层很薄的色粉。

另外，吸声材料使用的外部条件，例如温度、湿度、气压、流速等，对多孔性吸声材料的吸声性能都有一定影响。

3.3.1 防潮离心玻璃棉

上海平板玻璃厂和北京市玻璃钢制品厂先后从国外引进离心法制造玻璃棉制品的生产线，生产防潮离心玻璃棉毡、玻璃棉板和玻璃棉保温管道等；近年来美国欧文斯-科宁公司在中国建立了数家生产离心玻璃棉的基地，已具有相当大的规模，防潮离心玻璃棉已能基本满足国内需要。

防潮离心玻璃棉是将石英粉等原料熔融，用离心喷吹法制成纤维，再经过集棉、固化、切割等工艺，制成各种规格的玻璃棉制品。离心玻璃棉制品是一种高效保温、隔热、吸声材料，也是一种很好的节能产品，具有热导率低、密度小、化学稳定性高、无渣球、吸湿率低、通气性好、有排潮机能、不老化、不刺手、不燃烧、不霉、不蛀、弹性恢复力好、线膨胀系数小、可压缩包装运输、施工性能好、可切割加工、无现场损耗、不产生有害气体、长期使用性能不变等优点，曾获得部优产品称号。防潮离心玻璃棉的技术性能列于表 13.3-1。

表 13.3-1 防潮离心玻璃棉技术性能表

序 号	项 目	指 标	实 测 值	备 注
1	密度/(kg/m ³)	10~96	10~96	GB/T 5480.3—1985
2	纤维平均直径/ μm	≤ 8	6.7~7.9	GB/T 5480.4—1985
3	憎水率(%)	> 98	> 98.5	JISA9512—1979
4	热导率/[W/(mK)]	0.058~0.042	0.038~0.030	JIS240—1977
5	不燃性	不燃	不燃	GB/T 5464—1999
6	吸声系数	> 0.80	0.87~1.10	混响室法 1000Hz

常用的防潮离心玻璃棉卷毡有光身无面层的原毡和一面粘贴加固网纹铝箔的卷毡等两种规格，广泛应用于建筑物、交通工具、各种机器设备的保温、保冷、吸声、消声等。常用的防潮离心玻璃棉板也分为光身无面层的原板和粘附各种饰面的玻璃棉板（如粘贴纸面、PVC面、铝箔面等），花纹自选，可一面贴，也可两面贴。离心玻璃棉板广泛应用于建筑物的顶棚和内墙的保温、保冷和吸声，空调设备的隔热、保温、消声，其他设备的防冲、降噪等。

常用的离心玻璃棉卷毡和离心玻璃棉板规格列于表 13.3-2。

上海平板玻璃厂提供的光身无面层防潮离心玻璃棉毡，密度 10~20kg/m³，毡厚 50mm、

100mm，毡长×宽为（10 000~22 000mm）×（1 000~1 200mm）（卷）；一面加网纹铝箔的离心玻璃棉毡，密度 10~30kg/m³，毡厚 25mm、50mm、75mm、100mm，毡长×宽为（5 500~22 000mm）×1 000mm（卷）；光身无面层离心玻璃棉板，密度 24~96 kg/m³，板厚 25mm、50mm，每块板长×宽为 910mm×605mm、2 200mm×1 200mm。具体规格及平均吸声系数列于表 13.3-3。

表 13.3-4 为常用的离心玻璃棉板吸声性能表，典型的离心玻璃棉毡吸声特性曲线（厚 50mm，密度 24kg/m³，贴实）见图 13.3-1，系列化离心玻璃棉板吸声性能详见第 6 篇附录吸声材料（结构）吸声系数表。

表 13.3-2 离心玻璃棉卷毡和离心玻璃棉板规格表

名 称	密度/(kg/m ³)	厚度/mm	宽度/mm	长度/mm	生 产 厂
离心玻璃棉卷毡	10	50	1 200	11 000	北京市玻璃钢制品厂 欧文斯-科宁公司 上海平板玻璃厂
		100	1 200	11 000	
		150	1 200	22 000	
	12	50	1 200	11 000	
		100	1 200	22 000	
	16	50	1 200	11 000	
		100	1 200	22 000	
	20	50	1 200	11 000	
		100	1 200	22 000	
离心玻璃棉板	24	25	600	1 200	
		50	600	1 200	
	32	25	600	1 200	
		40	600	1 200	
		50	600	1 200	
	40	25	600	1 200	
		50	600	1 200	
	48	25	600	1 200	
		50	600	1 200	
	64	25	600	1 200	
	80	20	600	1 200	
	96	15	600	1 200	

表 13.3-3 离心玻璃棉毡和离心玻璃棉板规格与吸声系数表

名 称	离心玻璃棉卷毡										离心玻璃棉条毡										离心玻璃棉板						生 产 厂		
	密 度/(kg/m ³)																												
	10	12	16	20	20	10	12	16	20	24	32	40	48	64	80	96													
(厚度/mm ^①) / $\bar{\alpha}_T$ ^②	50/0.6	50/0.6	40/—	25/0.4	50/—	50/—	40/—	25/—	25/0.6	20/0.6	15/0.6	15/0.6	15/0.4	15/0.4	15/0.4	15/0.4	15/0.4												
	75/0.8	75/0.8	50/0.6	40/0.6	75/—	75/—	50/—	40/—	40/0.6	25/0.6	20/0.6	20/0.6	20/0.6	20/0.6	20/0.6	20/0.6	20/0.6												
	100/0.8	100/0.8	75/0.8	50/0.6	100/—	100/—	75/—	50/—	50/0.8	40/0.6	25/0.6	25/0.6	25/0.6	25/0.6	25/0.6	25/0.6	25/0.6												
	—	—	100/0.8	75/0.8	150/—	150/—	100/—	75/—	50/0.8	50/0.8	40/0.6	20/0.8	20/0.8	—	—	—	—												
—	—	—	100/0.8	—	—	—	—	100/—	100/0.8	75/0.8	50/0.8	50/0.8	50/0.8	—	—	—	—												
长 度/mm	11000				1200				1200				1200																
	5500																												
宽 度/mm	1200				600				600				600																

① 厚度在 50mm 以上的板，可以将两块以上的板叠合在一起。
② $\bar{\alpha}_T$ 为平均吸声系数，在 250Hz、500Hz、1000Hz、2000Hz 中心频率下吸声系数的算术平均值，在混响室内测得。

表 13.3-4 常用的离心玻璃棉板吸声性能表

名 称	空腔/cm	倍频程中心频率/Hz						备 注
		125	250	500	1000	2000	4000	
		吸 声 系 数 α_T						
离心玻璃棉板厚 50mm, 密度 32kg/m ³ [每块规格 690mm×915mm]	0	0.24	0.63	0.91	0.97	0.98	0.99	上海平板玻璃厂提供
	4	0.27	0.79	0.90	0.98	0.95	0.99	
	16	0.55	0.99	1.00	0.99	0.99	0.98	
	31	0.74	0.96	0.97	0.98	0.97	1.00	
离心玻璃棉板厚 25mm, 密度 64kg/m ³ [每块规格 909mm×1818mm]	0	0.07	0.25	0.76	0.93	0.77	0.76	北京市玻璃钢制品厂提供
	4	0.24	0.82	0.96	0.80	0.84	0.81	
	16	0.54	0.96	0.95	0.90	0.77	0.73	
	31	0.76	0.80	0.86	0.87	0.75	0.86	
离心玻璃棉毡厚 50mm, 密度 24kg/m ³	0	0.30	0.68	1.00	1.05	0.99	1.02	

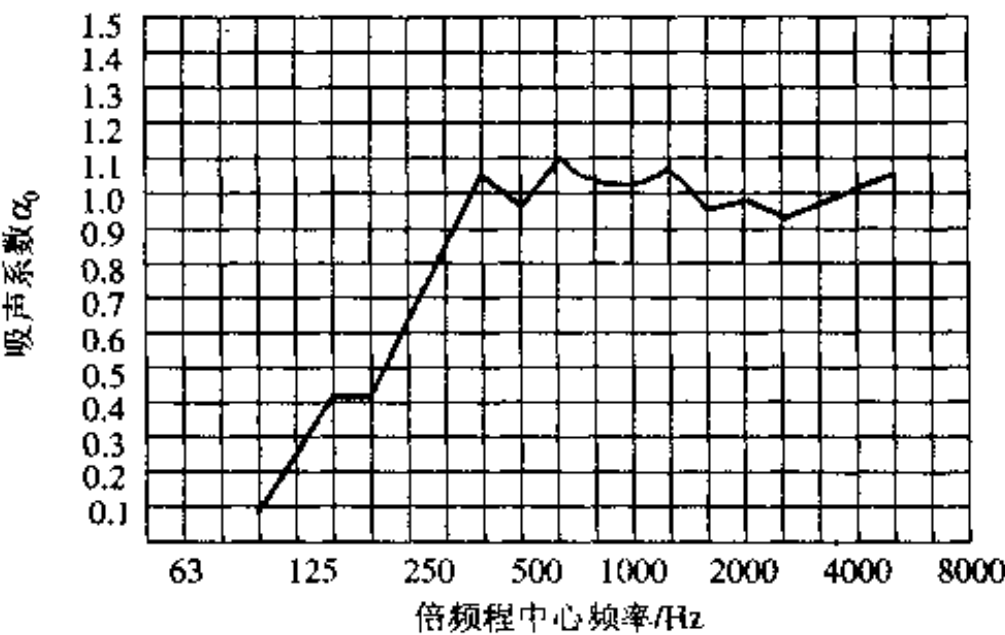


图 13.3-1 离心玻璃棉毡吸声特性曲线

3.3.2 岩棉

北京、南京等地从国外引进岩棉生产工艺和先进的设备生产各种岩棉制品，市场占有率较大。岩棉是以精选的优质玄武岩为主要原料，经冲天炉熔化后，采用国际先进的四辊离心制棉工艺，将玄武岩高温熔体甩拉成 4~7 μm 的非连续性纤维，再在岩棉纤维中加入一定量的粘结剂、防尘油、憎水剂等，经过沉降、固化、切割等工序，根据不同用途制成棉毡、半硬板、保温带、管壳等多种制品。

在众多的保温材料中，岩棉制品具有密度小、热导率低、吸声好、不燃、不蛀、不霉、适用温度范围广、使用时间长等突出特点，因而在建筑、石油化工、船舶制造、冶金、电力、城市热网保护以及农业（培养基）等部门被广泛应用于保温、隔热、节能、隔声等领域，鉴

于其纤维细、密度小、好加工，也是一种比较理想的吸声材料。

北京新型建筑材料总厂生产的龙牌岩棉制品荣获国家银质奖；南京新型建筑材料总厂生产的虎牌岩棉制品被评为江苏省优质产品，获英国“劳氏船级社”认可证书；安徽省铜陵岩棉制品厂生产的凤牌岩棉制品是应用国产设备和工艺生产的，达到国内先进水平。另外还有银川岩棉厂等也生产岩棉制品。

龙牌岩棉制品分四大类：LYB 型岩棉板，LYF 型岩棉缝板，LYD 型岩棉保温带，LYG 型岩棉管壳。以上四类岩棉制品的表面还可以粘贴上或缝上以下各种贴面材料：B 形玻璃纤维薄毡、C 形玻璃纤维网格布、D 形玻璃丝布、N 形牛皮纸、S 形涂塑牛皮纸、L 形铝箔、T 形铁丝网等。

岩棉的主要技术性能列于表 13.3-5。

表 13.3-5 岩棉主要技术性能表

序号	技术性能	技术指标	备注
1	热导率/[W/(m·K)]	0.0224~0.030	常温
2	不燃性	A ₁	符合 DIN4102A 级
3	纤维直径/ μm	4~7	—
4	工作温度/℃（岩棉纤维）	-298~700	—
5	岩棉纤维软化温度/℃	900~1000	—
6	酸度系数	≥ 1.5	SiO ₂ +Al ₂ O ₃ CaO+MgO

(续)

序号	技术性能	技术指标	备注
7	吸湿率	<5% (一般均<1%)	符合美国标准 ANTS/AS TN553—1970 (1977) 规定
8	憎水率	>98%	符合 JISA9512 (1977) 规定
9	密度/(kg/m ³)	±10%	DIN18165 规定密度误差不得 超过±15%
10	树脂含量	岩棉毡最大 1%, 岩棉板最大 3%	—

龙牌岩棉制品技术规格列于表 13.3-6。

岩棉制品具有良好的吸声性能，既可做吸声的复合材料，又可做隔声的复合材料，表 13.3-7 为常用的龙牌（北京新型建筑材料总厂产品）岩棉板吸声系数表。图 13.3-2 为龙牌岩棉板吸声特性曲线。系列化岩棉板吸声特性详见第 6 篇 2.3.1 节和附录吸声材料（结构）吸声系数表。

另外，安徽省铜陵岩棉制品厂生产的风牌

岩棉吸声板，板厚 12~16mm，板宽 530mm，板长 530mm 和 1200mm，密度均为 300kg/m³，表面有凸纹、浮雕、针孔、毛毛虫、素色花纹等。风牌岩棉吸声板为室内天棚装饰材料，主要用于高层建筑的内装修，如宾馆、饭店、剧场、会堂、地铁、计算机房和高级住宅等，可以控制和调整室内混响时间，改善室内音质，降低噪声，具有良好的装饰效果，且可燃、隔热性好，能满足建筑防火要求。

表 13.3-6 龙牌岩棉制品技术规格

名称	密度 (kg/m ³)	长度 /mm	宽度 /mm	厚度 /mm	定 型 产 品		
					密度 (kg/m ³)	规格/mm 长×宽×厚	应用范围
LYB 型 岩棉板	80	1000	630	30	100	1000×630×50	广泛用于平面、曲率半径较大的罐体、锅炉、热交换器等设备的保温、隔热和吸声，一般使用温度为 350℃。为控制初次运行的升温时间，使其每小时升温不超过 50℃，则使用温度达 500℃
	100			50			
	150			80			
	200						
LYF—D 型岩棉 玻璃丝布缝毡	80	3000	910	50	100	3000×910×50	广泛用于形状复杂、工作温度较高的设备的保温、隔热和吸声，一般使用温度为 400℃，如加大施工密度达 100kg/m ³ 以上，增加保温钉密度并采用金属外护，则使用温度达 600℃
	100			60			
LYF—T 型岩棉 铁丝网缝毡	80	3000	910	50	100	3000×910×50	用于罐体、管道、锅炉等高温设备的保温，使用温度为 600℃，如加大施工密度达 100kg/m ³ 以上，增加保温钉密度并采用金属外护，其效果更佳
	100			60			
LYD 型岩棉 保温带	100	2400	910	50 60	100	2400×910×50	广泛应用于管道（大口径管道）、储罐等设备的保温、隔热和吸声，使用温度达 250℃

表 13.3-7 龙牌岩棉板吸声系数表

序 号	密度 / (kg/m³)	厚度 /mm	倍频程中心频率/Hz							备 注
			100	125	250	500	1000	2000	4000	
			吸 声 系 数 α_0							
1	80	25	0.03	0.04	0.09	0.24	0.57	0.93	0.97	北京新型建筑材 料总厂提供（吸声 系数 α_0 为管测法）
2	150	25	0.03	0.04	0.10	0.32	0.65	0.95	0.95	
3	80	50	0.08	0.08	0.22	0.60	0.93	0.98	0.90	
4	100	50	0.09	0.13	0.33	0.64	0.83	0.89	0.95	
5	120	50	0.08	0.11	0.30	0.75	0.81	0.89	0.97	
6	150	50	0.08	0.11	0.33	0.73	0.90	0.89	0.96	
7	80	75	0.21	0.31	0.59	0.87	0.83	0.91	0.97	
8	150	75	0.23	0.31	0.58	0.82	0.81	0.91	0.96	
9	80	100	0.27	0.35	0.64	0.89	0.90	0.96	0.98	
10	80（毡）	100	0.19	0.30	0.70	0.90	0.92	0.97	0.99	
11	100	100	0.33	0.38	0.53	0.77	0.78	0.87	0.95	
12	120	100	0.30	0.38	0.62	0.83	0.81	0.91	0.96	
13	150	100	0.34	0.43	0.62	0.73	0.82	0.90	0.95	

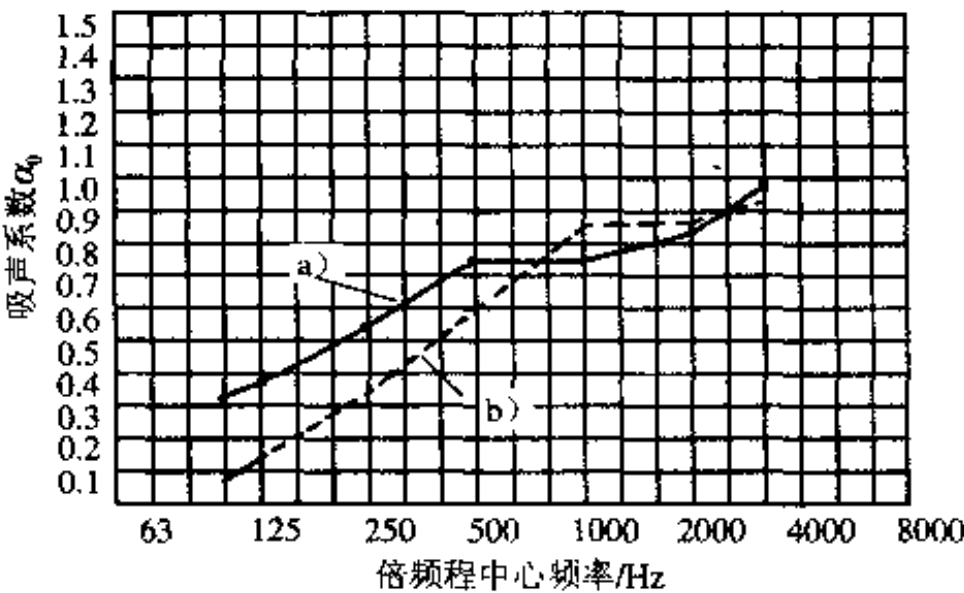


图 13.3-2 龙牌岩棉板吸声特性曲线

a) 密度 100kg/m³, 厚度 100mm b) 密度 100kg/m³, 厚度 50mm

3.3.3 玻璃棉

玻璃棉是应用较为普遍的多孔纤维状吸声材料，分为短棉，纤维直径为 10~13 μ m；超细棉，纤维直径约为 4 μ m，纤维长度约为 60~80mm，密度为 15~25kg/m³；中级纤维棉，纤维直径为 15~25 μ m。散装玻璃棉施工不方便，也难以控制其厚度和密度，因此，往往是将散装玻璃棉适当添加粘结剂做成毡状或板状玻璃棉，施工时可用刀切割成所需的形状尺寸。

超细玻璃棉在噪声控制工程中和保温工程中应用比较广泛，它具有直径细、纤维长、密度低、不燃、不蛀、无毒、耐热、抗冻、柔软等特点，国内很多玻璃厂均能生产超细玻璃

棉。一般超细玻璃棉吸湿、吸水性大，受潮后吸声性能下降。为克服此缺点，可对超细玻璃棉进行憎水处理，制成防水超细玻璃棉，但其成本较高。

中级玻璃棉用酚醛树脂、淀粉、沥青等粘结剂联结成半硬板，俗称冷藏板或保温板，其纤维较粗，刺手，但吸声性能优良，生产工艺简单，很多厂均可生产。

表 13.3-8 为玻璃棉制品规格表。常用的超细玻璃棉吸声系数列于表 13.3-9。常用的中级纤维玻璃棉吸声系数列于表 13.3-10。系列化玻璃棉吸声性能详见第 6 篇 2.3.1 节和附录吸声材料（结构）吸声系数表。

表 13. 3-8 玻璃棉制品规格表

序 号	名 称	规 格/mm 长×宽×厚	生产厂
1	沥青玻璃棉毡	(5 000~20 000) ×900× (30, 40, 50)	
	沥青玻璃棉缝毡	(5 000~20 000) ×900× (30, 40, 50)	
2	沥青玻璃棉毡	3 000×800× (25, 30, 40, 50)	
	酚醛玻璃棉板	1 000× (1 000, 500) × (30, 40, 50, 60, 70, 80, 100)	
3	酚醛有碱超细玻璃棉毡	2 670×600× (30~100)	
		(2 550, 850) ×600×30	
		2 500×650× (30~50)	
		3 000×800× (50~70)	
4	有碱超细棉贴面缝合毡	3 280×950× (10~50)	
		(1 000~1 500) × (400~750) × (20~100)	
		1 000×700, 厚度≤100 (1 000, 800) ×600× (40~140)	
		1 000×700, 厚度≤100 (1 000, 800) ×600× (40~140)	
5	酚醛超细棉板	1 000×700, 厚度≤100 (1 000, 800) ×600× (40~140)	
6	无碱超细棉毡	3 280×950× (10~50) (850, 2 550) ×600×30	
7	无碱超细玻璃棉贴面缝合毡	(1 000~15 000) × (400~750) × (20~100)	
8	防潮超细棉毡	(850, 2 550) ×600×30	
9	高硅氧棉毡	(1 000, 2 000) ×400× (20, 40)	
10	中级玻璃纤维毡	1 200×600×50	
11	玻璃纤维薄毡	(0.3~0.5) ×1 000 以上 (有淀粉粘结和树脂粘结两种)	
12	玻璃棉半硬板	各种规格	
13	玻璃棉毡 (又名保温板)	1 000×650× (50~100) 分为无贴面和玻璃纤维布贴面两种	
14	沥青玻璃棉半硬板	1 100×900× (30, 40, 50)	
15	防潮超细玻璃棉软板	—	
16	普通玻璃棉毡	各种规格	
17	中级玻璃纤维毡	1 300×800× (<60)	
		5 000×750× (12~18) (18~25)	
		1 000×500×60	
18	中级玻璃纤维板	1 800×1 200×60	
		600×450× (25, 30, 40, 50)	
		600×500× (25, 30, 35, 50)	
		(分为全酚醛和半酚醛两种)	
19	中级玻璃纤维缝毡	1 800×1 200×60	
20	原 棉	纤维直径<4μm, 密度≤20kg/m ³	
	普通超细玻璃棉	纤维直径 4~6μm, 密度≤20kg/m ³	

(续)

序 号	名 称	规 格/mm 长×宽×厚	生产厂
20	原 棉 普通超细玻璃棉	纤维直径<4μm, 密度≤20kg/m ³ (不含树脂)	—
		纤维直径<5μm, 密度≤20kg/m ³	
21	原 棉 无碱超细玻璃棉	纤维直径<4μm, 密度 15kg/m ³	
		纤维直径<5μm, 密度 20kg/m ³	
		纤维直径<4μm, 密度 20kg/m ³	
22	原 棉 中级玻璃纤维棉	纤维直径 18~25μm	
		12~20μm	
		10~17μm	

表 13.3-9 常用的超细玻璃棉吸声系数

名 称	厚度 /mm	密度/ (kg/m ³)	倍频程中心频率/Hz						备 注
			125	250	500	1 000	2 000	4 000	
			吸 声 系 数						
超细玻璃棉毡贴实 α_T	40	40	0.09	0.56	1.15	1.16	1.11	1.11	上海平板玻璃 厂提供
超细玻璃棉毡空腔 5cm α_T	40	40	0.13	0.83	1.33	1.06	1.01	1.23	
超细玻璃棉贴实 α_T	50	40	0.41	0.76	1.13	1.09	0.99	0.97	湖南平江玻璃 纤维厂提供
	50	80	0.59	1.29	1.35	1.16	0.98	0.88	
	100	40	0.75	0.96	1.06	1.07	1.13	1.02	
	100	80	0.67	1.14	1.22	1.00	1.01	1.11	
超细玻璃棉贴实 α_0	20	20	0.04	0.08	0.29	0.66	0.66	0.66	—
	20	30	0.03	0.04	0.29	0.80	0.79	0.79	
	25	30	0.10	0.14	0.30	0.50	0.90	0.70	
	40	20	0.05	0.12	0.48	0.88	0.72	0.66	
	50	12	0.06	0.16	0.68	0.98	0.93	0.90	
	50	15	0.05	0.24	0.72	0.92	0.90	0.98	
	50	17	0.06	0.19	0.71	0.98	0.91	0.90	
	50	20	0.10	0.35	0.85	0.85	0.86	0.86	
	50	24	0.10	0.30	0.85	0.85	0.85	0.85	
	60	23	0.08	0.87	0.80	0.87	0.82	0.86	
	75	10	0.10	0.71	0.95	0.85	0.85	0.88	
	80	20	0.12	0.94	0.67	0.79	0.88	0.95	
	100	15	0.11	0.85	0.88	0.83	0.93	0.97	
	100	20	0.25	0.60	0.85	0.81	0.87	0.85	
	150	20	0.50	0.80	0.85	0.85	0.86	0.80	
超细玻璃棉贴实 α_0 (玻璃丝布护面)	100	20	0.29	0.88	0.87	0.87	0.98	—	
	150	20	0.48	0.87	0.85	0.96	0.99	—	
防水超细玻璃棉贴实 α_0	50	20	0.14	0.25	0.85	0.94	0.91	0.95	
	100	20	0.25	0.94	0.93	0.90	0.96	—	

表 13.3-10 常用的中级玻璃纤维棉吸声系数

名 称	厚度 /mm	密度 / (kg/m³)	倍频程中心频率/Hz						备 注
			125	250	500	1000	2000	4000	
酚醛玻璃纤维棉贴实	50	77	—	0.24	0.59	0.90	0.99	—	江苏宜兴南新 第二吸音材料厂 提供
	70	77	—	0.46	0.84	0.98	0.97	—	
	100	77	—	0.52	0.88	0.97	0.96	—	
	140	77	—	0.70	0.95	0.96	0.99	—	
酚醛玻璃棉保温板贴实	25	100	0.03	0.08	0.22	0.46	0.67	—	苏州长青玻璃 纤维厂提供
	50	100	0.08	0.25	0.58	0.92	0.99	—	
酚醛玻璃棉保温板，留空腔 5cm	25	100	0.10	0.37	0.74	0.98	0.83	—	
酚醛玻璃纤维板，贴实，去掉 表面硬层	20	100	0.05	0.08	0.22	0.42	0.78	0.90	
	25	120	0.05	0.12	0.38	0.80	0.99	0.93	
	40	100	0.08	0.21	0.55	0.93	0.99	0.95	
	50	120	0.15	0.35	0.44	0.99	0.96	0.98	
	60	100	0.15	0.37	0.75	0.95	0.99	0.95	
	80	100	0.25	0.55	0.80	0.92	0.98	0.95	
酚醛玻璃棉毡，贴实	30	80	—	0.12	0.26	0.57	0.85	0.94	—
沥青玻璃棉毡，贴实	30	80	—	0.10	0.27	0.61	0.94	0.99	大连玻璃厂提供
	50	100	0.09	0.24	0.55	0.93	0.98	0.98	
树脂玻璃棉毡，贴实	50	100	0.09	0.26	0.60	0.94	0.98	0.99	大连玻璃厂提供

3.3.4 矿棉

普通矿棉是以高炉矿渣为主要原料经熔化喷吹等工艺而制成的一种粗纤维材料，又称矿渣棉，其纤维直径为 10μm 左右，纤维长约 10mm，密度 120~240kg/m³，较脆，刺手，渣球多。近年来采用四辊高速离心制棉工艺，将矿渣熔融物拉制成非连续纤维，即长纤维棉，再经施胶、烘干、压型、缝制等工艺制成矿棉毡、矿棉板、矿棉管、矿棉吸声板和各种贴面的矿棉制品。它具有纤维细长、柔软、均匀、密度小、渣球含量少、不燃、不腐、不蛀等优点，广泛应用于石油、化工、电力、交通、船舶、冶金、轻纺、建筑等行业的保温、隔热、绝冷、节能、装饰、吸声等工程中。

用四辊高速离心法生产的矿棉与前面介绍的岩棉制品性能差不多，矿棉是以工业废料钢厂高炉矿渣为主要原料，而岩棉是以高炉矿渣渗入一定比例（约 20%~40%）的玄武岩或辉

绿岩或其他硅酸盐岩石为主要原料，两者的化学成分基本相同，均为二氧化硅、氧化钙、三氧化二铝和氧化镁。矿棉的二氧化硅成分稍多些，而岩棉的氧化钙成分稍多些。国内生产矿棉及矿棉制品的生产厂家颇多，矿棉吸声板等矿棉制品在建筑声学 and 噪声控制工程中应用也十分广泛。表 13.3-11 为矿棉制品性能规格表，表 13.3-12 为常用的矿棉制品吸声系数表。

3.3.5 阻燃聚氨酯声学泡沫塑料

聚氨酯泡沫是一种软质泡沫塑料，按其孔泡形式的不同，可分为闭孔型和开孔型两种。市场上供应的泡沫塑料多数是闭孔型的。所谓闭孔型就是泡孔之间相互封闭，不连通，其吸声性能较差，主要用于隔热保温；开孔型泡沫塑料泡孔之间是相互连通的，吸声性能比较好。一般开孔型泡沫塑料虽然质轻、柔软，可是不防火，易老化，易吸水，吸声系数不稳定，在使用上受到一定限制。

表 13.3-11 矿棉制品性能规格表

制品名称	尺寸/mm			密度 (kg/m ³)	质量标准	纤维直径 /μm	渣球含量 (%)	粘结剂含量 (%)	热导率 (70±5)℃ /[1.163W/(m·K)]	最高使用温度 /℃	用途	生产厂家
	长度	宽度	厚度									
矿棉板	500~1800	400~1800	25~150	40~200	符合 JIS A9504—1984 GB/T 11835—1998	4~5	<8	1~2.5	0.03~0.036	600~650	工业、民用建筑保温、隔热、吸声；船舶隔热防火；汽车保温、隔热、隔音；各种工业设备保温隔热；各种矩形管道保温、隔声包扎等	上海新型建筑材料厂 上海新型矿物棉制品厂 山西太原矿棉制品厂
	910	450	30	80~150								
	1210	605	40	80~150								
	1820	910	50	80~150								
矿棉带	1820 (3640)	605	25 50 75	60~120					0.042	600	用于储罐容器及管道的保温、隔声包扎等	河北下花园新型建材制品厂 江苏常州武进县矿棉吸声装饰板厂
	2000~5000	605	20~100	80~130								
粒状棉	粒径 12~25μm, 5mm 以下不大于 10%						<3	防尘油含量<0.3	0.038	650	用于曲率半径较大的物体保温、隔声包扎等	江苏南通如皋矿棉厂 上海第一钢铁厂华联合属建材厂

表 13.3-12 常用的矿棉、矿棉半硬板吸声系数

名 称	1/3 倍频程中心频率/Hz														备 注
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	
	吸 声 系 数														
60mm 厚矿棉贴实（外包玻璃丝布）密度 111kg/m ³ α_0	0.14	0.18	0.24	0.38	0.45	0.58	0.67	0.75	0.84	0.87	0.87	0.88	0.91	0.93	山西太原矿棉制品厂提供
60mm 厚矿棉半硬板贴实，密度 70kg/m ³ α_0	0.11	0.13	0.22	0.25	0.36	0.46	0.65	0.74	0.85	0.89	0.91	0.92	0.92	0.93	
60mm 厚矿棉半硬板空腔 5cm，密度 70kg/m ³ α_0	0.25	0.33	0.48	0.61	0.65	0.80	0.79	0.80	0.86	0.81	0.85	0.97	0.92	0.97	
60mm 厚矿棉半硬板空腔 10cm，密度 70kg/m ³ α_0	0.39	0.45	0.56	0.73	0.76	0.83	0.80	0.79	0.82	0.79	0.79	0.87	0.95	0.93	
矿棉吸声板 α_s	—	0.12	—	—	0.37	—	—	0.61	—	—	0.70	—	—	0.65	

近年来，山东蓬莱聚氨酯制品厂和浙江宁波镇海吸音材料厂开发的阻燃聚氨酯声学泡沫是一种新型吸声材料，具有重量轻、耐潮、阻燃、可切割成型、施工安装比较方便等特点。按需要可在泡沫塑料正面粘贴一层不影响吸声性能的阻燃薄膜，一方面防止灰尘和油水浸入堵塞泡沫小孔，另一方面有一定的装饰作用。在泡沫塑料的背面涂上不干胶，可将泡沫塑料直接贴在需要吸声的地方，施工十分便捷。

阻燃聚氨酯声学泡沫被广泛应用于建筑声学 and 噪声控制工程中，例如，机电产品隔声罩内衬，隔声屏吸声层，空调消声器，车间站房吸声降噪以及影剧院、礼堂、会堂、广播电视录音播音室等工程中控制混响时间，改善室内音质。

表 13.3-13 列出了阻燃聚氨酯声学泡沫塑

料主要物理力学性能的实测值。表 13.3-14 为常用的普通聚氨酯泡沫塑料吸声系数表。表 13.3-15 为阻燃聚氨酯泡沫塑料板吸声系数表，系列化泡沫塑料吸声特性详见第 6 篇 2.3.3 节和附录吸声材料（结构）吸声系数表。

表 13 3-13 阻燃聚氨酯声学泡沫塑料主要性能

名 称	实 测 值	备 注
表观密度/(kg/m³)	26	浙江宁波 镇海吸音材 料厂提供
抗拉强度/kPa	117	
伸长率(%)	150	
撕裂强度/(N/cm)	5.88	
可燃性/s	1	
不粘纸和聚氨酯泡沫胶 粘剂剥离力/(N/25mm)	0.49	
持粘/min	7	

表 13.3-14 常用的普通聚氨酯泡沫塑料吸声系数

名 称	厚度 /mm	密度 /(kg/m ³)	倍频程中心频率/Hz						备注
			125	250	500	1000	2000	4000	
			吸声系数 α_0						
聚氨酯泡沫塑料	30	45	0.09	0.14	0.47	0.88	0.70	0.77	上海产
	40	40	0.10	0.19	0.36	0.70	0.75	0.80	
	50	45	0.15	0.35	0.84	0.68	0.82	0.82	
	60	45	0.11	0.25	0.52	0.87	0.79	0.81	
	80	45	0.20	0.40	0.95	0.90	0.98	0.85	
聚氨酯泡沫塑料	25	40	0.04	0.07	0.11	0.16	0.31	0.83	细孔
	30	40	0.06	0.12	0.23	0.46	0.86	0.82	小孔 北京产
	50	40	0.06	0.13	0.31	0.65	0.70	0.82	大孔
聚氨酯泡沫塑料	30	53	0.05	0.10	0.19	0.38	0.76	0.82	天津产
	30	56	0.07	0.16	0.41	0.87	0.75	0.72	
	30	71	0.11	0.21	0.71	0.65	0.64	0.65	
	40	56	0.09	0.25	0.65	0.95	0.73	0.79	
	50	56	0.11	0.31	0.91	0.75	0.86	0.81	
	50	71	0.20	0.32	0.70	0.62	0.68	0.65	
聚氨酯声学泡沫 塑料（无阻燃）	10	21	0.09	0.15	0.28	0.32	0.28	0.57	山东蓬莱聚氨酯 制品厂
	15		0.11	0.17	0.30	0.38	0.44	0.74	
	20		0.11	0.20	0.33	0.40	0.65	0.83	
	25		0.12	0.28	0.46	0.51	0.73	0.87	
	40		0.12	0.31	0.51	0.80	0.91	0.93	
聚氨酯声学泡沫 塑料（阻燃）	20	30	0.10	0.18	0.31	0.38	0.65	0.88	
	30		0.12	0.40	0.70	0.85	0.92	0.86	
	40		0.15	0.40	0.50	0.86	0.97	0.92	

表 13.3-15 阻燃聚氨酯泡沫塑料板吸声系数

1/3 倍频程中心频率/Hz																					备 注	
材料厚度/mm	空腔 /cm	密度 / (kg/m ³)	吸 声 系 数 α_r																			
			100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000		6300
10	0	26	0.02	0.04	0.02	0.05	0.08	0.09	0.11	0.13	0.18	0.24	0.31	0.41	0.54	0.62	0.79	0.91	0.94	1.02	0.99	0.87
	5		0.06	0.05	0.03	0.09	0.11	0.18	0.27	0.44	0.59	0.78	0.84	0.84	0.83	0.83	0.72	0.68	0.81	0.86	0.77	1.28
	10		0.02	0.11	0.17	0.22	0.29	0.40	0.58	0.72	0.87	0.73	0.74	0.58	0.62	0.73	0.80	0.86	0.82	0.98	0.88	1.09
	15		0.07	0.08	0.23	0.29	0.44	0.61	0.64	0.76	0.78	0.67	0.53	0.57	0.75	0.76	0.79	0.86	0.88	0.86	0.95	1.09
	20		0.08	0.17	0.34	0.52	0.51	0.64	0.77	0.79	0.64	0.50	0.58	0.81	0.67	0.81	0.80	0.77	0.88	0.88	0.84	1.15
25	0	26	0.06	0.05	0.08	0.18	0.17	0.25	0.33	0.49	0.61	0.78	0.94	1.01	1.20	1.13	1.16	1.09	1.05	1.22	1.21	1.06
	5		0.08	0.11	0.17	0.22	0.35	0.45	0.73	0.85	1.11	1.01	0.90	0.97	0.91	1.02	1.04	1.07	1.16	1.39	1.19	1.35
	10		0.02	0.17	0.31	0.54	0.56	0.70	0.97	1.13	1.06	0.92	0.80	0.81	0.89	1.17	1.19	1.20	1.27	1.24	1.28	1.28
	15		0.14	0.20	0.43	0.60	0.73	0.90	0.81	0.95	0.93	0.80	0.74	0.94	1.09	1.14	1.19	1.16	1.11	0.93	1.24	1.42
	20		0.22	0.48	0.65	0.79	0.94	0.94	0.86	0.96	0.75	0.66	0.88	0.93	0.99	1.14	1.13	1.16	1.16	1.13	0.88	1.49
50	0	26	0.11	0.19	0.35	0.57	0.72	1.01	1.05	1.12	1.09	1.02	0.96	0.97	1.02	1.07	1.11	1.05	0.98	1.15	1.24	1.15
	5		0.16	0.26	0.40	0.82	1.11	1.18	1.04	1.02	0.96	0.89	0.88	0.95	1.01	1.07	1.14	0.99	1.01	1.08	0.95	1.35
	10		0.08	0.47	0.78	1.27	0.87	0.90	0.99	0.94	0.88	0.87	0.90	0.96	1.06	1.12	1.12	1.10	1.21	1.13	0.99	1.42
	15		0.10	0.55	0.77	1.15	1.04	0.73	0.85	0.91	0.85	0.85	1.02	0.96	1.13	1.26	1.09	1.00	1.09	1.00	0.95	1.22
	20		0.34	0.62	0.88	1.02	0.82	0.79	0.83	0.88	0.79	0.90	0.85	0.90	1.09	1.20	1.08	1.00	1.14	1.13	1.03	1.28
75	0	26	0.24	0.38	0.60	0.93	1.22	1.13	1.09	1.12	1.03	0.99	1.00	1.03	1.14	1.19	1.14	1.15	1.02	1.23	1.22	1.20
	5		0.31	0.53	0.86	1.32	1.13	1.09	1.01	0.98	1.02	0.96	1.00	1.04	1.14	1.24	1.10	1.02	1.27	1.30	1.24	1.42
	10		0.42	0.60	0.89	1.14	0.97	1.01	1.07	1.16	1.09	1.17	1.26	1.20	1.18	1.29	1.31	1.35	1.29	1.19	1.19	1.42
	15		0.22	0.80	1.14	1.45	1.18	1.13	0.98	1.13	1.05	1.24	1.25	1.23	1.29	1.31	1.33	1.24	1.27	1.48	1.15	1.63
	20		0.41	0.72	1.04	1.25	0.95	0.93	1.06	1.09	1.15	1.26	1.21	1.17	1.30	1.27	1.34	1.16	1.20	1.30	1.03	1.49

浙江宁波镇海吸音材料厂提供

浙江宁
波镇海吸
音材料厂
提供

3.3.6 纺织废纤维

在纺织行业的纺纱和织布过程中都会产生大量的废纤维，例如车间飞花、梳毛机下脚废毛等，用其作为吸声材料可一举两得，一是废物利用，二是就地取材，节省投资。纺织纤维的种类很多，大体分为兽毛类（如羊毛、兔毛等）、植物纤维类（如棉、麻、棕丝等）、化学纤维类（如粘胶）等三大类，其纤维长度、直径、质地、弹性等各不相同，但均属多孔性吸声材料，吸声机理与玻璃纤维类吸声材料相同。一般羊毛纤维直径为20~30 μm ，长度为30~60mm；棉纺飞花直径约为4 μm 左右，长度为10mm左右；化学纤维直径为4 μm 左右，长度为50~100mm。它们的弹性都比较好，不刺手，价格便宜。但纺织废纤维不防火，易虫蛀，易霉变。

试验证明，这三类纤维材料在中高频具有良好的吸声性能，加大其厚度或加大材料密度，可以提高低频吸声效果。当用纤维布或其他材料作为护面层时，只要护面材料透气性较好，则不会因护面材料而影响废纤维的吸声性能。

国内一些纺织厂，例如上海国棉十七厂，已利用本厂废纤维作为消声室吸声尖劈内填的

吸声材料和织布车间吸声吊顶的吸声材料。另外，他们利用纺织废纤维和一定的穿孔饰面板相配套，制成空间吸声体，除本厂使用外，还供应市场。

表13.3-16列出了几种常见的纺织废纤维在不同密度下的吸声系数。其他有机类纤维材料吸声特性见第6篇2.3节及附录吸声材料(结构)吸声系数表。

3.3.7 吸声泡沫玻璃

吸声泡沫玻璃是一种以玻璃为主要原料，经过粉碎、掺加发泡剂、高温着色剂等辅助原料后，再通过高温焙烧发泡而制成的通孔型无机吸声材料。它是由上海建筑科学研究院和浙江省嘉兴市永固泡沫玻璃厂于20世纪90年代初研究开发的新产品，可应用于地下铁道、隧道、地下军事设施、工厂车间、体育馆、游泳馆、会堂、仪器室等建筑的吸声和隔声。吸声泡沫玻璃的气隙有50%以上是互相贯通的，形成了许多直径为0.3~3mm的弯曲空气隧道，声波进入这些空气隧道后，声能就被迅速衰减。由于吸声泡沫玻璃气隙贯通率高，表面气孔分布率也高，同时孔径适中，因此吸声效果良好。

表 13.3-16 纺织废纤维吸声系数

名 称	厚度 /mm	密度 /(kg/m ³)	倍频程中心频率/Hz						备 注
			125	250	500	1000	2000	4000	
			吸声系数 α_0						
棉纺飞花	50	20	0.08	0.10	0.27	0.82	0.97	0.94	北京七一织布厂提供
	50	30	0.11	0.15	0.41	0.84	0.98	0.96	
	50	40	0.14	0.23	0.59	0.95	0.97	0.99	
	50	50	0.14	0.29	0.70	0.94	0.93	0.98	
	50	60	0.15	0.29	0.73	0.87	0.85	0.94	
人造纤维	50	20	0.14	0.17	0.30	0.57	0.80	0.85	北京第二毛纺织厂提供
	50	30	0.15	0.23	0.41	0.73	0.97	0.95	
	50	40	0.17	0.24	0.50	0.84	0.99	0.97	
	50	50	0.17	0.24	0.60	0.90	0.99	0.98	
	50	60	0.19	0.30	0.68	0.87	0.96	0.99	
杂羊毛	50	20	0.09	0.15	0.28	0.52	0.50	0.92	北京绒毯厂提供
	50	30	0.08	0.16	0.38	0.70	0.70	0.90	
	50	40	0.08	0.18	0.38	0.75	0.80	0.87	
	50	50	0.08	0.19	0.48	0.84	0.85	0.86	
	50	60	0.18	0.25	0.49	0.90	0.94	0.87	
	50	70	0.11	0.25	0.61	0.82	0.99	0.98	

吸声泡沫玻璃具有如下优点：

- 1) 吸声系数高（平均吸声系数>0.4），密度小(180kg/m³)，尺寸大(长或宽可达400mm以下)；
- 2) 外形美观，白色制品，洁白无瑕，也可制成各种颜色制品，而且永不褪色，有良好的装饰作用；
- 3) 符合国家一级防火要求，属不燃材料；
- 4) 不变形，不老化，不霉变，防蛀，防腐，防水，防潮，特别适用于地下永久性建筑工程的吸声；
- 5) 机械强度高，加工性能好，可用木工工具进行锯削、磨等加工成所需形状尺寸；
- 6) 可用粘结剂直接粘贴在水泥墙或砖墙面上或天花板顶棚上，也可用钉子钉装，施工安装比较方便。

吸声泡沫玻璃主要物理性能列于表 13.3-17。

表 13.3-17 吸声泡沫玻璃主要物理性能

名 称	实测值	生产厂
密度/(kg/m³)	170~190	杭州万强新型建筑材料有限公司 浙江嘉兴永固泡沫玻璃厂
气孔率(%)	92	
开孔率(%)	50	
抗压强度/MPa	0.65	
抗折强度/MPa	0.72	
吸湿率(%)	0.06	
热导率/[W/(m·K)]	0.08	
燃烧性	不燃	
平均吸声系数α ₀	30mm 厚 ≥0.40 50mm 厚 ≥0.45	

不同厚度吸声泡沫玻璃吸声系数列于表 13.3-18。

3.4 常用的模压吸声板性能

将纤维性材料经处理压制成各种定型的模压吸声板，质量稳定，便于安装，既起装饰作用，又有吸声效果。常用的模压纤维板分为三大类：矿物纤维板（如矿棉吸声板、岩棉吸声板、珍珠岩装饰吸声板等）、植物纤维板和木丝板等。

3.4.1 矿棉吸声板

利用矿棉为主要原料，加入一定份量的粘结剂、防潮剂和添加剂，经配料、拌和、加压成型、烘干和表面处理而制成的矿棉吸声板，既是一种新型的吸声材料，又是一种内装饰材料。它具有质轻、保温、隔热、吸声、装饰性强、施工装配化等特点，国内很多厂家均有生产。矿棉吸声板既可用于工厂企业的噪声控制工程，也可用于礼堂、影剧院、旅馆、医院、会议室、商店、播音室、录音室、展览馆、车站和住宅等建筑的吸声与装饰。直接将矿棉吸声板钉装于室内顶棚和四壁即可。

矿棉吸声板的特点是：

- 1) 防火性能好，达到难燃一级标准，为不燃材料；
- 2) 保温性好，节约能源，适用于高级建筑使用；
- 3) 吸声性能好，平均吸声系数高，可为高级建筑和公共场所提供一个良好的听闻环境；

表 13.3-18 吸声泡沫玻璃吸声系数

厚度 /mm	密度 /(kg/m ³)	1/3 倍频程中心频率/Hz													备 注
		100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	
		吸声系数 α_0													
30	180	0.07	0.09	0.13	0.16	0.22	0.35	0.50	0.58	0.61	0.59	0.66	0.57	0.55	浙江 嘉 兴 永 固 泡 沫 玻 璃 厂 提供
60	180	0.16	0.28	0.43	0.58	0.58	0.55	0.50	0.46	0.44	0.48	0.50	0.52	0.60	
80	180	0.24	0.40	0.49	0.57	0.52	0.55	0.50	0.51	0.52	0.42	0.51	0.60	0.56	
120	180	0.40	0.48	0.51	0.54	0.46	0.47	0.48	0.50	0.50	0.52	0.60	0.62	0.57	
150	180	0.40	0.43	0.54	0.45	0.42	0.48	0.47	0.48	0.46	0.47	0.57	0.56	0.55	

4) 规格品种多, 有滚花、方格、长条、平面、浮雕等, 表面花色有毛毛虫、X形、蚁纹、核桃、阔条、压花、网格、六格、放射形、十字形、枫叶形、波浪形等, 矿棉吸声板外形图案如图 13.3-3 所示;

5) 颜色多样化, 有纯白、奶白、果绿、天蓝、奶黄等色彩;

6) 装饰效果好, 具有很强的装饰性, 豪

华, 美观, 大方, 有线条感和立体感;

7) 施工进度快, 装配式施工, 干法作业, 装修方便灵活, 可锯可刨。

矿棉板的主要性能列于表 13.3-19; 矿棉吸声板的主要规格品种列于表 13.3-20; 典型的矿棉吸声板吸声系数列于表 13.3-21。系列化矿棉板吸声特性详见第 6 篇 2.3.1 节和附录吸声材料(结构)吸声系数表。

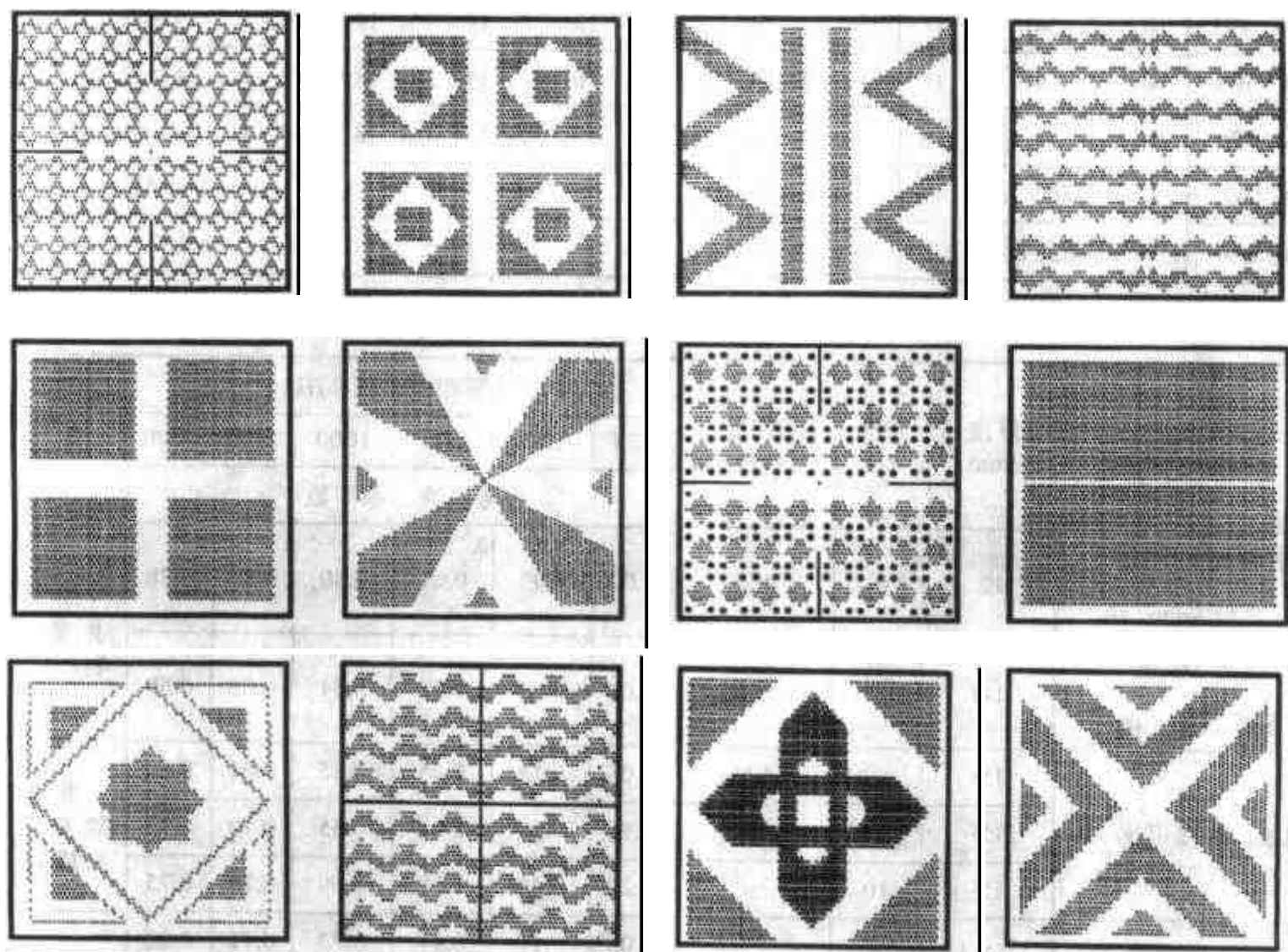


图 13.3-3 矿棉吸声板外形图案示意图

表 13.3-19 矿棉板主要技术性能

名 称	企业标准	实 测 值	生 产 厂
密度 / (kg/m^3)	500 以下	411	上海新型矿物棉制品厂
抗折强度 / MPa	1.4 以上	2.4	上海新型建筑材料总厂
热导率 / [$1.163\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$]	0.06	0.048	河北省下花园新型建材制品总厂
含水率 (%)	3	0.5	常州市武进县矿棉吸声装饰板厂
防火性能等级	难燃材料	难燃材料	上海第一钢铁厂华联金属建材厂
静曲强度 / MPa	> 1.0	> 1.2	江苏大丰县裕华新型装饰材料厂
吸声系数, 贴实	100~2500Hz $\bar{\alpha}_0 = 0.42$	100~2500Hz $\bar{\alpha}_0 = 0.55$	北京建筑材料制品总厂
			浙江鄞县建筑材料厂、上海南汇瓦屑化工厂

表 13.3-20 矿棉吸声板规格表

规格/mm 宽×长	品 种				备注
	蚁 纹	立体条形	立体方块	各种贴面	
	厚度 / mm				
300×600	9, 11, 13, 15	9, 11, 13, 15, 19	9, 11, 13, 15	12, 13, 15	
500×500	9, 11, 13, 15	9, 11, 13, 15, 19	9, 11, 13, 15	12, 13, 15	
600×600	9, 11, 13, 15	9, 11, 13, 15, 19	9, 11, 13, 15	12, 13, 15	
596×1192	10, 12, 14, 15, 18	10, 12, 14, 15, 18	10, 12, 14, 15, 18	10, 12, 14, 15, 18	
596×596	10, 12, 14, 15, 18	10, 12, 14, 15, 18	10, 12, 14, 15, 18	10, 12, 14, 15, 18	
496×496	10, 12, 14, 15, 18	10, 12, 14, 15, 18	10, 12, 14, 15, 18	10, 12, 14, 15, 18	
吊装方法	复合平贴	复合平贴	复合平贴	复合平贴	
吊装龙骨	明龙骨	明龙骨	明龙骨	明龙骨	

表 13.3-21 典型的矿棉吸声板吸声系数

名 称	厚度 /mm	空腔 /cm	密度 / (kg/m ³)	倍频程中心频率/Hz						备 注
				125	250	500	1000	2000	4000	
				吸 声 系 数						
矿棉板上压孔 孔径 8mm 孔距 18mm 孔深 7mm α_0	12	0	350	0.02	0.03	0.21	0.40	0.87	0.78	浙 江 鄞 县 建 筑 材 料 厂 提 供
	14	0	350	0.02	0.03	0.22	0.51	0.88	0.89	
矿棉板, 表面压纹 α_0	15	—	400	0.05	0.15	0.45	0.85	0.80	0.80	北 京 建 筑 材 料 总 厂 提 供
	15	5	—	0.15	0.50	0.50	0.65	0.70	0.75	
	15	10	—	0.20	0.45	0.50	0.60	0.75	0.75	
矿棉吸声板 α_r	17~18	0	—	0.08	0.17	0.47	0.73	0.71	0.82	—
	17~18	5	—	0.25	0.69	0.42	0.57	0.67	0.79	
	17~18	10	—	0.30	0.50	0.48	0.60	0.69	0.72	

3 4.2 膨胀珍珠岩装饰吸声板

珍珠岩是天然酸性含水火山玻璃质熔岩, 珍珠岩矿石经过破碎、筛粉、预热、急剧膨胀而得到的多孔白色颗粒, 称为膨胀珍珠岩。膨胀珍珠岩装饰吸声板是用胶结材料与膨胀珍珠岩按一定比例经拌和、成型、干燥而制成的一种轻质多孔装饰吸声板材, 它具有质轻、不燃、不霉烂、无毒、无味、保温、隔热、吸声、表面光滑平整、价廉、施工方便等特点。无论是地面建筑还是地下建筑, 凡需要降低噪声的车间、机房、控制室、候机室、候车厅或有音质要求的礼堂、影剧院、播音室、会议室等, 均可使用膨胀珍珠岩装饰吸声板做吸声吊顶和吸声墙面, 应用范围十分广泛。其性能规格见第 6 篇 2.3.2 节。

常用的膨胀珍珠岩装饰吸声板吸声系数列于表 13.3-22。

表 13.3-22 常用的膨胀珍珠岩装饰吸声板吸声系数

名 称 规 格	1/3 倍频程中心频率/Hz																	备 注
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	
	吸 声 系 数 α_T																	
35mm 厚装饰吸声板, 贴实	0.19	0.23	0.28	0.37	0.42	0.51	0.88	0.83	0.83	0.93	0.93	0.79	0.74	0.74	0.83	0.74	0.83	江苏宜兴吸音材料厂提供
50mm 厚装饰吸声板, 贴实	0.23	0.29	0.40	0.40	0.46	0.58	0.75	0.92	0.98	1.00	0.98	0.87	0.92	0.87	0.87	0.75	0.63	
100mm 厚装饰吸声板, 贴实	0.34	0.47	0.58	0.61	0.59	0.61	0.59	0.59	0.60	0.62	0.66	0.65	0.66	—	—	—	—	
10mm 厚装饰吸声板, 贴实	—	0.08	—	—	0.16	—	—	0.26	—	—	0.32	—	—	0.44	—	—	0.40	
18mm 厚装饰吸声板, 贴实	—	0.16	—	—	0.20	—	—	0.22	—	—	0.23	—	—	0.45	—	—	0.90	

3.4.3 珍珠岩穿孔复合吸声板

用膨胀珍珠岩和水泥胶结而成的带有不同穿孔率（1%~17%）的通孔饰面板，它的密度大，抗压强度高，但吸声性能差。将密度小，抗压强度较低，但吸声系数高的珍珠岩吸声板和珍珠岩通孔饰面板叠合在一起，一次机械加工成型而制成珍珠岩穿孔复合吸声板。这种吸声板既有较好的吸声性能，又有一定强度，便

于施工。珍珠岩穿孔复合吸声板广泛应用于有一定湿度的织布车间、空压机房、冷冻机房、冲压车间等噪声较高的场所吸声降噪。根据噪声特性及防治要求，可将穿孔复合吸声板制成各种不同穿孔率和不同厚度的板材。珍珠岩穿孔复合吸声板主要性能规格列于表 13.3-23，珍珠岩穿孔复合吸声板吸声系数列于表 13.3-24。

表 13.3-23 珍珠岩穿孔复合吸声板主要性能规格表

外形尺寸/mm			抗压强度/MPa		密度 / (kg/m ³)	热导率 kcal/m.h.℃	吸湿率 (%)	生 产 厂
长	宽	厚						
500	250	35~50	吸声板	0.3~0.35	280~310	0.05~0.06	0.8	江苏宜兴吸音材料厂 上海轻质材料厂
500	500	20	穿孔板	8	650		2.2	
		30		1.0	690			
		40		1.2	850			

表 13.3-24 珍珠岩穿孔复合吸声板吸声系数

名称规格	1/3 倍频程中心频率/Hz																	备注
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	
	吸 声 系 数 α_T																	
40mm 厚, 贴实	0.13	0.16	0.19	0.19	0.28	1.58	0.72	0.81	0.71	0.79	0.76	0.67	0.65	0.73	0.72	0.63	0.60	江 苏 兴 吸 音 材 料 厂 提 供
30mm 厚, 贴实	0.10	0.05	0.03	0.11	0.19	0.22	0.34	0.48	0.68	0.77	0.82	0.69	0.69	0.62	0.61	0.66	0.74	
20mm 厚, 贴实	0.07	0.02	0.03	0.05	0.11	0.12	0.33	0.26	0.34	0.52	0.65	0.75	0.88	0.74	0.56	0.52	0.72	
40mm 厚, 空腔 15cm	0.54	0.75	0.63	0.62	0.60	0.60	0.57	0.66	0.59	0.68	0.68	0.77	0.73	0.73	0.74	0.75	0.63	
30mm 厚, 空腔 15cm	0.40	0.65	0.78	0.57	0.55	0.50	0.41	0.52	0.45	0.53	0.61	0.58	0.68	0.68	0.70	0.65	0.73	
20mm 厚, 空腔 15cm	0.55	0.61	0.87	1.00	1.00	0.71	0.62	0.79	0.53	0.53	0.50	0.60	0.62	0.63	0.63	0.70	0.73	

珍珠岩吸声板属脆性材料，在施工和搬运过程中应轻装轻放，以免损坏。安装方法有两种：粘贴法和龙骨法。粘贴法就是用专用粘贴剂将珍珠岩板贴于顶棚和四壁。施工面应平整，其平面度误差要求小于 5%，凡施工面已刷过石灰或其他内墙涂料的，必须处理后才能粘贴。龙骨法又分为木龙骨和轻钢龙骨两种，按吸声板规格首先要平整地钉好木龙骨，然后用圆钉将吸声板轻轻钉牢、固定，对于轻钢龙骨按吸声板尺寸安装就绪后，然后把吸声板上即可。

3.4.4 软质纤维板

采用边角木料、稻草、甘蔗板、麻丝、纸浆等植物纤维，经过切碎、软化处理、打浆加压等工艺，制成各种规格的软质纤维板。板厚一般为 13mm、16mm、19mm、25mm，密度 220~260kg/m³。软质纤维板经过钻孔、针孔、表面贴钛白纸或植绒可以制成各种图案的装饰吸声板，安装于室内顶棚和四壁，以降低噪声或改善室内音质。

软质纤维板主要技术性能列于表 13.3-25，表面图案如图 13.3-4 所示。软质纤维板吸声系数列于表 13.3-26。

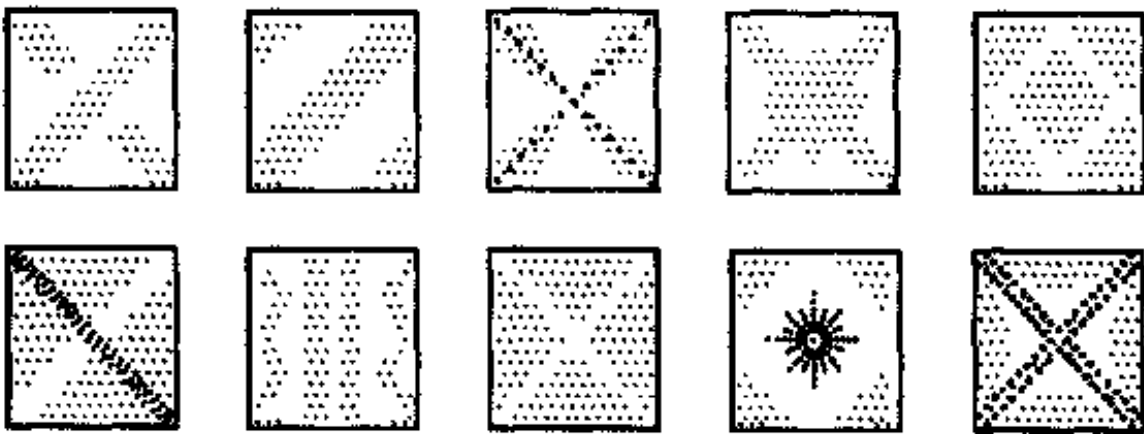


图 13.3-4 软质纤维板外形图案示意图

表 13.3-25 软质纤维板主要技术性能

外形尺寸/mm			密度 /(kg/m ³)	抗弯强度/MPa		热导率 kcal/m·h·℃	吸水率 (%)	生 产 厂
长	宽	厚						
500	500	13, 19	<300	纤维板	≤2.0	≥30	0.035~0.045	上海建设人造板厂
450	450	13, 19		装饰吸声板	≤1.8	≥50		
300	300	13, 19						

表 13.3-26 软质纤维板吸声系数

名 称	厚度 /mm	空腔 /cm	密度 /(kg/m ³)	倍频程中心频率/Hz						备 注
				125	250	500	1000	2000	4000	
				吸 声 系 数 α_0						
软质纤维板, 未钻孔	13	0	320	0.06	0.07	0.09	0.14	0.16	0.20	上海建设人 造板厂提供
装饰吸声板, 钻孔	13	0	320	0.08	0.09	0.13	0.30	0.35	0.40	
软质木纤维板, 表面贴钛白纸 $\phi 6\text{mm}$ 洞, 中距 20mm, 洞深 9mm	13	5	320	0.25	0.35	0.30	0.40	0.45	0.60	—
软质木纤维板, 表面贴钛白纸 $\phi 5\text{mm}$ 洞, 中距 11mm, 洞深 9.5mm	13	0	320	0.10	0.20	0.40	0.50	0.45	0.50	
软质木纤维板, 表面贴钛白纸 $\phi 5\text{mm}$ 洞, 中距 11mm, 洞深 16mm	21	0	320	0.10	0.35	0.70	0.75	0.65	0.50	
半穿孔吸声装饰纤维板	13	0	—	0.08	0.17	0.26	0.38	0.59	0.60	—

3 4.5 木丝板及其他材料压合板

木丝板是用木丝、水泥、水玻璃胶压而成的，又称万利板。它具有吸声、防潮、价廉等特点，在建筑声学 and 噪声控制工程中广泛使用。

利用甘蔗渣、麻丝、稻草、向日葵杆芯、软木屑、草纸等有机纤维材料，就地取材，均可压制成一定规格的吸声板。另外，工业毛毡也可作为吸声材料应用。

木丝板及其他材料压合板的吸声系数详见第 6 篇附录吸声材料（结构）吸声系数表。

3.5 常用的薄板振动吸声结构性能

在建筑噪声控制中，经常用胶合板、薄木板、硬质纤维板、石膏板、石棉水泥板、金属板等，将其周边固定在墙或顶棚的龙骨上，背后留有一定的空气层（即空腔），这样就构成了薄板振动吸声结构。它的最大吸声频带较窄，并以吸收低频声为主。另外，大块玻璃窗、

木地板、抹灰吊顶、木墙裙等，也属于薄板吸声结构。

当薄板在声波作用下发生振动时，由于板内部及板与龙骨间发生摩擦损耗，使声能变为机械振动，最后转化为热能而消耗掉，从而达到吸声目的。当薄板振动结构的固有频率与入射声波频率一致时，将发生共振，吸声最强。

常用木质薄板吸声结构的板厚为 3~6mm，空气层厚度为 30~100mm，共振频率约为 100~300Hz，其吸声系数一般为 0.2~0.5。若在薄板结构的边缘放一些柔软材料，如橡皮条、海绵条、毛毡等，或在空气层沿龙骨四周适当填放一些多孔吸声材料，则可以明显提高其吸声性能。

几种常用的薄板振动吸声结构的吸声系数列于表 13.3-27。系列化薄板共振吸声结构吸声性能详见第 6 篇附录吸声材料（结构）吸声系数表。

表 13.3-27 常用薄板振动吸声结构吸声系数

名 称	厚度 /mm	空腔 /cm	倍频程中心频率 / Hz						备 注
			125	250	500	1000	2000	4000	
			吸 声 系 数 α_0						
木板	13	2.5	0.30	0.30	0.15	0.10	0.10	0.10	
硬质纤维板	4	10	0.25	0.20	0.14	0.08	0.06	0.04	
胶合板	3	5	0.20	0.70	0.15	0.09	0.04	0.04	
	3	10	0.29	0.43	0.17	0.10	0.05	0.05	
	5	5	0.11	0.26	0.15	0.04	0.04	0.04	
	5	10	0.36	0.24	0.10	0.05	0.04	0.04	
	6.3	5	0.10	0.40	0.10	0.10	0.05	0.05	
	8.5	5	0.30	0.15	0.05	0.05	0.05	0.05	
刨花压轧板	15	5	0.35	0.27	0.20	0.15	0.25	0.39	
	15	10	0.28	0.28	0.17	0.10	0.23	0.34	
	15	15	0.36	0.26	0.16	0.16	0.23	0.38	
三夹板，龙骨间距 500mm×450mm 三夹板，龙骨间填矿棉（8kg/m ² ） 三夹板，龙骨四周用矿棉条填满 三夹板，龙骨四周用矿棉条填满	3	5	0.21	0.73	0.21	0.10	0.08	0.12	
	3	5	0.37	0.57	0.28	0.12	0.09	0.12	
	3	10	0.59	0.38	0.18	0.05	0.04	0.08	
	3	10	0.75	0.34	0.25	0.14	0.08	0.09	

(续)

名 称	厚度 /mm	空腔 /cm	倍频程中心频率 /Hz						备 注
			125	250	500	1000	2000	4000	
			吸 声 系 数 α_0						
五夹板, 龙骨间距 500 mm×450mm	5	5	0.11	0.26	0.15	0.06	0.06	0.10	
五夹板 (上三道油漆)	5	10	0.36	0.24	0.10	0.05	0.06	0.16	
五夹板 (上三道油漆)	5	20	0.60	0.13	0.10	0.04	0.06	0.17	
塑料五夹板, 龙骨间距 500mm×500mm, 内填矿棉 (8kg/m ²)	5	5	0.47	0.39	0.20	0.09	0.09	0.12	
塑料五夹板, 龙骨四周填矿棉条	5	10	0.45	0.25	0.19	0.10	0.07	0.13	
塑料五夹板, 龙骨四周填矿棉条	5	21	0.50	0.22	0.17	0.08	0.09	0.12	
七夹板	7	25	0.37	0.13	0.10	0.05	0.05	0.10	
石棉水泥板	4	10	0.20	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	
	6	10	0.10	0.02	0.03	0.05	0.03	0.03	
板条抹灰 (或钢丝网板条抹灰)	—	—	0.15	0.10	0.05	0.05	0.05	0.05	

3.6 常用的穿孔板吸声结构性能

3.6.1 普通穿孔板吸声结构

穿孔板吸声结构是从单个空腔共振吸声结构(亥姆霍兹共振腔)演变而来的。带有小管径的封闭空腔,当孔颈中的气体分子受声波激发产生振动时,由于摩擦和阻尼作用,一部分声能被消耗掉,从而达到吸声的目的,将很多单独的孔颈和空腔并联,即变为多孔穿孔板吸声结构。有时不钻孔而是开缝,其作用原理和效果同穿孔板。

穿孔板穿孔率越高,每个共振腔所占的空腔越小,共振频率就越高。当穿孔率大于20%时,穿孔板仅起护面作用,其共振吸声性能变差。穿孔板吸声结构共振频率还随着穿孔板离墙的距离、板厚、孔径、孔距等变化。一般要求共振频率在100~4000Hz,故板的厚度一般为2~13mm,孔径为 $\phi 2\sim\phi 8\text{mm}$,孔距10~100mm,板后空腔深为6~100mm,共振吸声系数为0.30~0.50。为加宽吸声频带宽度,可在穿孔板背后贴一层纱布或玻璃丝布,或在空腔内填装多孔性吸声材料。穿孔板吸声结构吸声机理和影响因素详见第6篇3.2节。

常用的穿孔板吸声结构,可采用木板、硬

质纤维板、胶合板、聚碳酸酯板、PC 水泥加压板、埃特板、TK 板、WJ 防火板、三夹板、五夹板等,如果做成双层或多层穿孔板吸声结构,可提高其吸声系数,加宽其吸声频带,但加工安装较为复杂。穿孔板用得较多的是铝合金穿孔板、镀锌钢板穿孔板等。

常用的穿孔板吸声结构吸声系数列于表13.3-28。系列化穿孔板共振吸声结构吸声性能详见第6篇附录吸声材料(结构)吸声系数表。

3.6.2 微穿孔板吸声结构

在板厚小于1.0mm的薄金属板上钻孔径小于1.0mm的微孔,穿孔率在1%~5%之间,后部留有一定厚度的空气层,这样就构成了微穿孔板吸声结构。微穿孔板吸声结构比普通穿孔板吸声结构的吸声系数高,吸声频带宽,同时可用于高温、高速气流、有水、有汽以及要求特别洁净的场所,可以是单层微穿孔板吸声结构,也可以组合成双层或多层微穿孔板吸声结构。微穿孔板吸声结构由薄金属板构成,在这些薄金属板间无需衬垫多孔性纤维吸声材料,因此,不怕水和蒸汽,能承受较高风速的冲击,用途越来越广泛。

微穿孔板吸声结构吸声机理及吸声性能详见第6篇3.3节和附录吸声系数表。

表 13.3-28 常用的普通穿孔板吸声结构吸声系数

序号	名 称	空腔 /cm	倍频程中心频率/Hz						备注
			125	250	500	1000	2000	4000	
			吸声系数						
1	4mm 厚 FC 穿孔板, 孔径 $\phi 5\text{mm}$, 穿孔率 8% α_T	5	—	0.05	0.16	0.29	0.24	0.10	江苏爱富希新型建筑材料厂提供
2	4mm 厚 FC 穿孔板, 孔径 $\phi 5\text{mm}$, 穿孔率 8%, 板后贴 6mm 针刺型土工布 α_T	5	0.12	0.28	0.56	0.67	0.54	0.41	
3	4mm 厚 FC 穿孔板, 孔径 $\phi 5\text{mm}$, 穿孔率 8%, 板后衬布 α_T	10	0.21	0.41	0.68	0.60	0.41	0.34	
4	4mm 厚 FC 穿孔板, 孔径 $\phi 5\text{mm}$, 穿孔率 8%, 板后衬布, 10cm 空腔内填 5cm 厚玻璃棉 α_T	10	0.53	0.77	0.90	0.73	0.70	0.66	
5	4mm 厚 FC 穿孔板, 孔径 $\phi 8\text{mm}$, 穿孔率 4.5% α_T	5	—	0.60	0.25	0.19	0.12	0.10	
6	4mm 厚 FC 穿孔板, 孔径 $\phi 8\text{mm}$, 穿孔率 4.5%, 板后衬 6mm 厚针刺型土工布 α_T	5	0.14	0.36	0.75	0.62	0.35	0.26	
7	4mm 厚 FC 穿孔板, 孔径 $\phi 8\text{mm}$, 穿孔率 4.5%, 板后衬布 α_T	10	0.42	0.33	0.30	0.21	0.11	0.06	
8	4mm 厚 FC 穿孔板, 孔径 $\phi 8\text{mm}$, 穿孔率 4.5%, 10cm 空腔内填 5cm 厚玻璃棉 α_T	10	0.50	0.37	0.34	0.25	0.14	0.07	
9	4mm 厚 FC 板, 开缝板, 缝长 $\times$ 宽=45mm $\times$ 4mm, 穿孔率 10.2% α_T	5	—	0.02	0.10	0.21	0.14	0.12	
10	4mm 厚 FC 板, 开缝板, 缝长 $\times$ 宽=45mm $\times$ 4mm, 穿孔率 10.2%, 板后衬 6mm 针刺型土工布 α_T	5	0.11	0.24	0.54	0.67	0.58	0.53	
11	穿孔五夹板, 孔径 $\phi 5\text{mm}$, 孔距 25mm, 龙骨间距 450mm $\times$ 450mm, 空腔内填矿棉 5cm α_0	5	0.23	0.69	0.86	0.47	0.26	0.27	—
12	穿孔五夹板, 孔径 $\phi 5\text{mm}$, 孔距 25mm, 龙骨间距 450mm $\times$ 450mm, 10cm 空腔内填 5cm 厚矿棉 α_0	10	0.21	0.79	0.61	0.31	0.23	0.59	
13	穿孔三夹板, 孔径 $\phi 5\text{mm}$, 孔距 40mm 空腔①为不填材料, 空腔②板后贴布, 空腔③为填 10cm 厚矿棉 α_0	①10	0.04	0.54	0.29	0.09	0.11	0.19	
		②10	0.18	0.69	0.51	0.21	0.16	0.23	
		③10	0.69	0.73	0.51	0.28	0.19	0.17	
14	狭缝三夹板, 缝间距, 水平 10mm, 垂直 20mm, 空腔①后贴布, 空腔②填 5cm 矿棉 α_0	①5	0.18	0.33	0.36	0.36	0.35	0.33	
		②5	0.21	0.35	0.40	0.43	0.42	0.39	
15	复合穿孔结构, 前五夹板, 孔径 $\phi 5\text{mm}$, 孔距 25mm, 空腔 5cm, 后三夹板, 孔径 $\phi 5\text{mm}$, 孔距 40mm, 空腔 10cm α_0	—	0.83	0.50	0.68	0.41	0.22	0.25	
16	复合穿孔结构, 前三夹板, 孔径 $\phi 5\text{mm}$, 孔距 13mm, 空腔 3cm, 填矿棉, 后三夹板, 孔径 $\phi 5\text{mm}$, 孔距 40mm, 空腔 20cm α_0	—	0.86	0.40	0.63	0.93	0.83	0.57	
17	复合穿孔结构, 前三夹板, 孔径 $\phi 5\text{mm}$, 孔距 13mm, 空腔 5cm, 填矿棉, 后五夹板, 孔径 $\phi 5\text{mm}$, 孔距 35mm, 空腔 20cm, 贴布 α_0	—	0.95	0.54	0.92	1.00	0.93	0.72	
18	复合穿孔结构, 前三夹板, 孔径 $\phi 5\text{mm}$, 孔距 13mm, 空腔 5cm, 贴布, 后板不穿孔, 空腔 10cm, 龙骨间距 500mm $\times$ 450mm α_0	—	0.44	0.75	0.62	0.74	0.88	0.72	

3.7 产品化吸声结构

3.7.1 产品化吸声结构简介

为了提高吸声效果, 节省吸声材料和便于

装拆, 工程上常将吸声结构做成定型产品, 由专门厂家生产, 用户只要按需要购买成品悬挂或吊挂起来即可。产品化吸声结构有各型空间吸声体、吸声尖劈、吸声帷幕、吸声隔声屏障、

薄塑吸声体、纸蜂窝吸声体、吸声板、吸声砖等。产品化吸声结构安装方便灵活,吸声系数高,种类规格多。

产品化吸声结构按其形状不同可分为板状(长方体形)、折板状、球状、筒状、锥状、多边形、尖劈形、帷幕状、薄膜状、屏风状等,详见图13.3-5。产品化吸声结构的饰面材料有玻璃丝布、塑料窗纱、金属丝网、塑料挤出网、棉维布、麻布、阻燃织物、穿孔铝板、穿孔塑料板、穿孔镀锌钢板、穿孔不锈钢板、玻璃钢穿孔板等。产品化吸声结构内部可装填超细玻璃棉、离心玻璃棉、岩棉、矿棉、玻璃纤维板、阻燃声学泡沫、棉维下脚料等。结构骨架可用木筋、角钢、铝合金薄壁骨架、玻璃钢、工程塑料等制成。

在选用各型吸声体时,不仅要了解单个吸声体的性能,而且要掌握悬挂要领,只有正确的悬挂,才能得到高吸收、低成本、经济实用的效果。研究表明,面积比和悬挂高度是影响吸声体吸声效率的两个主要因素,具体来说:

1) 吸声体面积与室内需要降噪的面积之

比一般取40%左右,或取整个室内总表面面积的15%左右,这时,实际降噪效果基本与满铺吸声材料或吸声体差不多,即使再增大面积比,降噪量提高不多,大体在1dB之内。

2) 吸声体悬挂位置应尽量靠近声源,可以水平悬挂,也可以垂直悬挂,两种悬挂方式具有基本相同的吸声特性。当房间高度 $<6\text{m}$ 时,在顶棚下面水平悬挂吸声体,吸声体离顶棚高度可取房间净高的 $1/5\sim 1/7$ 为宜,也可取离顶棚高度750mm左右,吸声体以条形排列为佳。当房间高度 $>6\text{m}$ 时,则可将吸声体垂直悬挂在靠近发声设备一侧的墙面上。

3) 板状吸声体的单元尺寸愈大,面积比应取大值;单元尺寸愈小,面积比应取小值。

4) 吸声体应分散布置,如在两相对墙面上吊挂吸声体,吊挂面积应尽量接近。垂直悬挂时,各排间距控制在600~1800mm左右。当悬挂吸声帷幕时,帷幕离开墙面距离应为入射声波波长的 $1/4$ 。

5) 吸声体悬挂后,应不妨碍采光、照明、起重运输、设备检修、清洁等,并应做到美观、大方、色彩协调等。

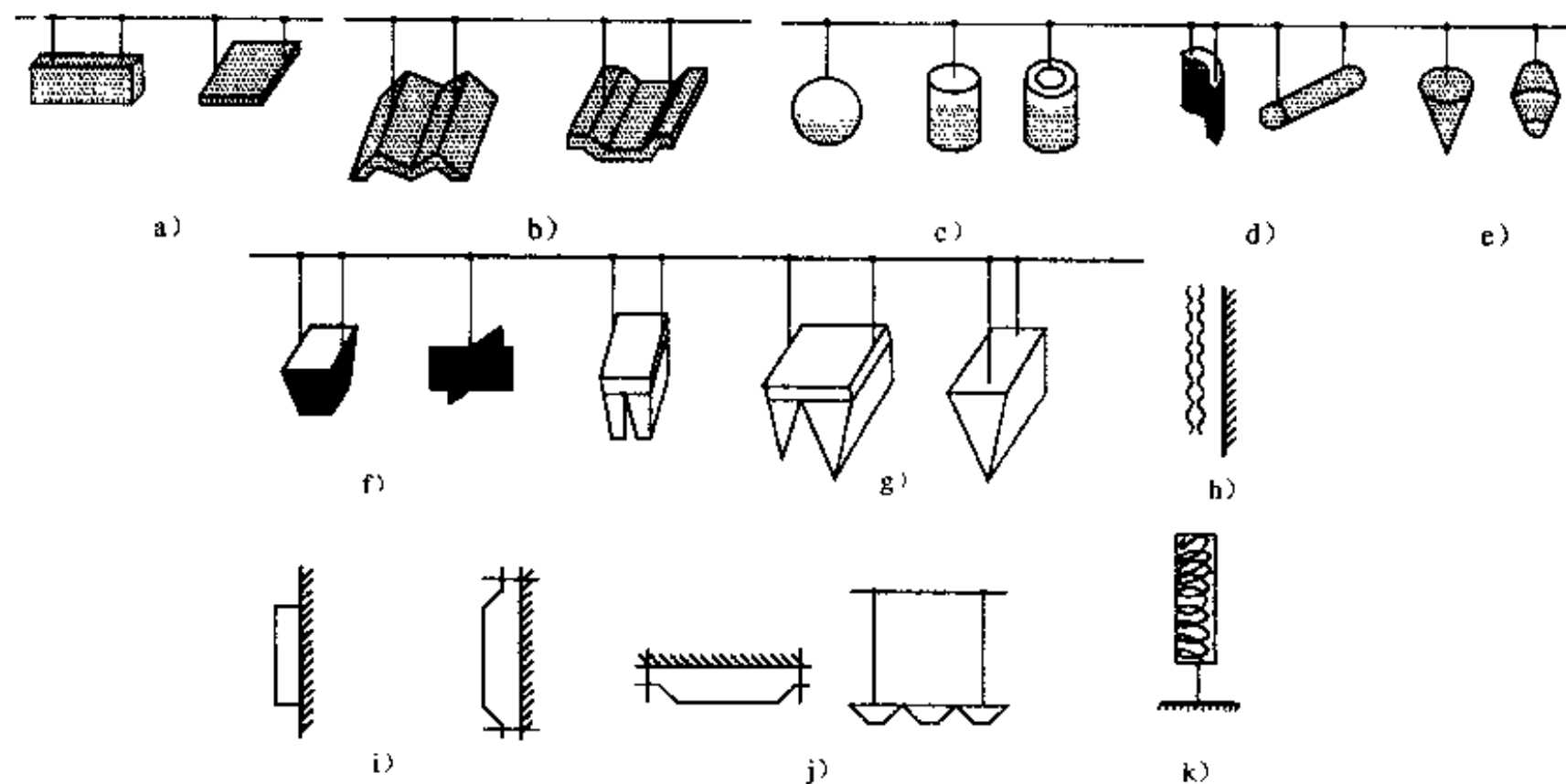


图13.3-5 产品化吸声结构示意图

a) 板状 b) 折板状 c) 球状 d) 筒状 e) 锥状

f) 多边形 g) 尖劈状 h) 帷幕状 i) 薄膜状 j) 薄盒状 k) 屏风状

3.7.2 龙牌岩棉空间吸声体

清华大学和北京新型建筑材料总厂共同开发的龙牌岩棉空间吸声体，采用轻质岩棉做吸声材料，轻钢龙骨为骨架，配以各种饰面材料，组成平板型、竖板型、筒型、船型、复合型、立体型等各种吸声体。它具有吸声效率高、重量轻、便于现场快速安装等优点。对一些存在声学缺陷的剧场、电影院、体育馆、礼堂、会议室等的音质改善，对车间噪声治理工程的改造，更是快捷灵活，一般不搭脚手架就可施工安装，这样就大大地缩短了工期，节省了费用。

吸声体的面层材料可采用玻璃纤维薄毡、塑料薄膜、铝板网、钢板网、铝合金穿孔板、钢板穿孔板等。单元吸声体可大可小，面层色彩可多种多样，吸声体的造型可由设计人员选定或按需要自行设计，北京新型建筑材料总厂负责加工、安装。

空间吸声体最常用的是平板式，也可按不同厅堂和厂房建筑条件的要求，设计成正方形、矩形、三角形、多边形等多种形式。图 13.3-6 为龙牌岩棉空间吸声体外形示意图。表 13.3-29 为各型龙牌岩棉空间吸声体吸声量 A (m^2) 汇总表。

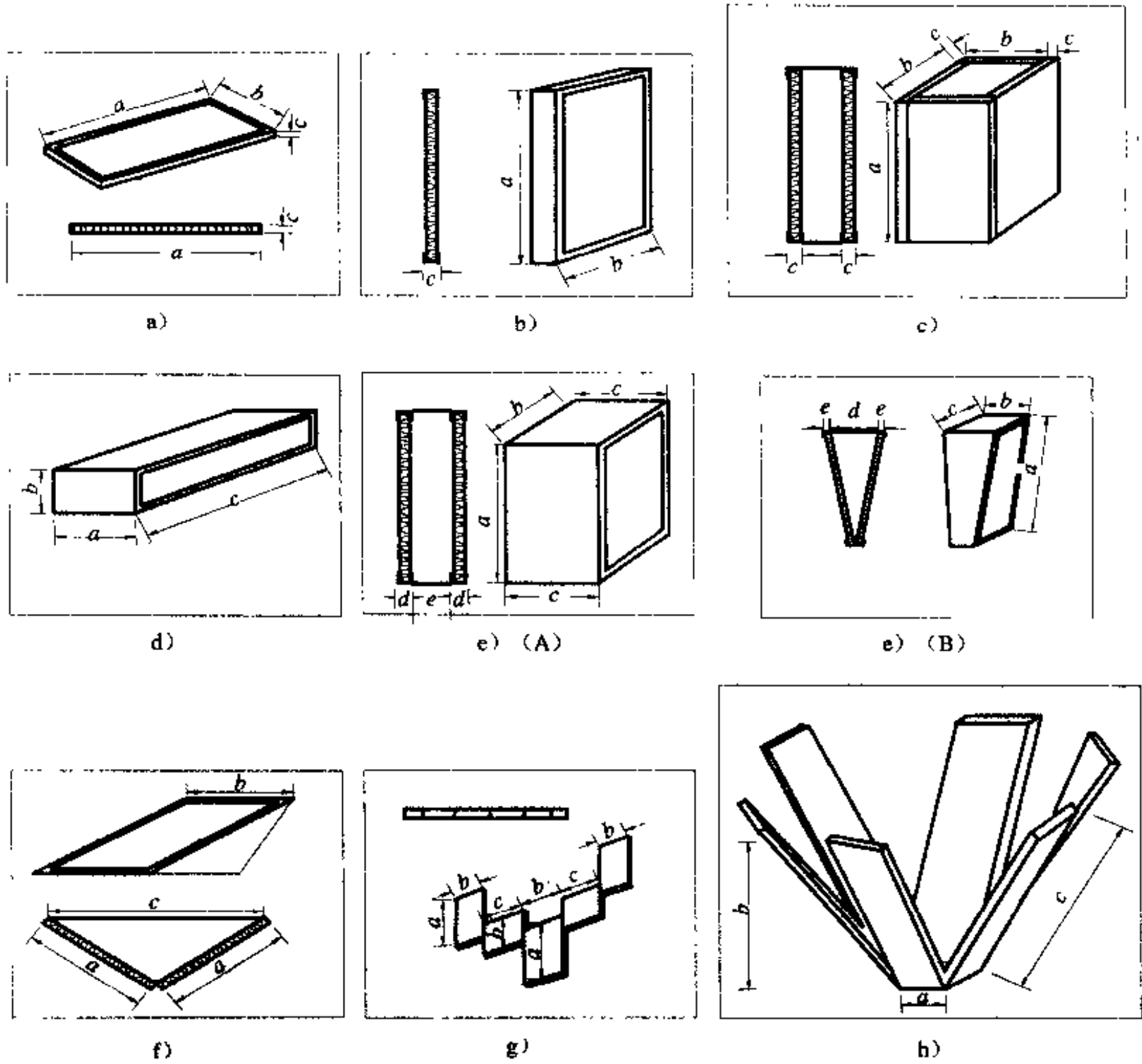


图 13.3-6 龙牌岩棉空间吸声体外形示意图

a) 平板型 b) 竖板型 c) 筒型 d) 复合型 e) 复合型 (A)、(B)
f) 船型 g) 立体合成型 (A) h) 立体合成型 (B)

表 13.3-29 各型龙牌岩棉空间吸声体吸声量汇总表

名 称	1/3 倍频程中心频率/Hz																备注
	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	
	吸 声 量 A/m^2																
平板型 空间吸声体	3.67	6.0	8.23	11.0	10.7	13.0	18.0	20.0	20.0	21.0	20.3	20.0	19.7	19.0	19.3	18.7	北京新型建筑材料总厂提供
竖板型 空间吸声体	1.67	3.0	4.67	6.67	10.0	14.7	19.3	22.0	23.7	23.3	21.0	19.3	18.7	18.3	16.7	18.3	
筒型空 间吸声体	2.25	4.42	7.83	10.6	11.8	12.7	15.0	16.2	14.8	15.5	13.9	13.7	12.5	12.7	12.6	13.1	
复合型 吸声体 A	3.17	8.17	11.0	12.8	13.3	14.2	15.7	15.2	14.7	15.0	13.3	12.3	10.5	10.5	9.0	8.5	
复合型 吸声体 B	5.33	12.5	13.0	20.5	17.0	17.2	15.2	14.8	13.7	13.2	10.8	10.3	9.0	9.0	8.2	7.2	
船型吸 声体	5.82	6.37	12.7	14.1	15.7	19.4	20.7	20.5	20.9	21.4	19.5	19.6	20.8	20.9	20.9	19.0	
立体合 成型 A	1.67	3.12	4.48	6.08	9.9	12.6	16.0	18.7	21.3	19.0	17.3	15.8	17.2	15.6	15.1	16.2	
立体合 成型 B	2.39	5.78	6.5	6.89	11.6	13.6	17.8	19.5	20.0	18.0	17.1	15.2	14.8	13.7	14.2	16.6	

注：以上各种类型吸声体均为 10m² 岩棉吸声体吸声量。吸声量 $A=\alpha_0 S$ ， α_0 为吸声系数， S 为吸声体投影面积。

平板型空间吸声体构造最简单，应用最广泛，吸声系数高，吸声频带宽；竖板型空间吸声体构造也比较简单，加工和悬挂方便，必要时吸声体总面积可以通过板的间距变化，灵活调整；筒型吸声体单元吸声量高，吸声体所占天花面积小，布置灵活，同时可根据不同造型艺术要求，制成圆筒形、方形、三角形、多边形等；复合型空间吸声体具有低频吸声效果好、单元吸声体吸声量高、悬挂所占天花板面积小等优点；船型空间吸声体造型新颖别致；立体合成型是由平板型和竖板型吸声体演变而成，再配以不同色彩的灯光，可以得到优美的声光效果，特别适合大型厅堂建筑的吸声。

3.7.3 KX—B 型板状空间吸声体

KX—B 型板状空间吸声体是根据华东建筑设计研究院空间吸声板吸声降噪新技术的研究成果设计而成，用轻薄型钢为骨架，PVC 彩色穿孔塑料板为护面板，超细玻璃棉或涤纶棉做吸声材料，具有重量轻、外形美观、价格低廉等优点。吸声体面积通常只需要采用车间

面积的 40%~50%，即可达到满铺吸声平顶的降噪效果，一般降噪量为 4~8dB (A)。

KX—B 型板状空间吸声体主要用于空压站、制氧站、泵房、冲压车间、铆焊车间等大面积吸声降噪，水平或竖直吊挂均可，也可拼装成吸声屏障、隔声罩等。

KX—B 型板状空间吸声体性能规格列于表 13.3-30，其吸声系数列于表 13.3-31。

3.7.4 吸声尖劈

吸声尖劈是安装于消声室或强吸声场所的特殊吸声结构。随着噪声控制研究和声学测量技术的发展，近年来建造了近百个各种类型消声室，中国船舶工业总公司第九设计研究院就承担了 20 余个消声室的设计，对各类吸声尖劈进行了测试研究。

吸声尖劈的吸声原理是利用特性阻抗的逐渐变化，由尖劈端面特性阻抗接近于空气的特性阻抗，逐渐过渡到吸声材料的特性阻抗，从而达到最高的声吸收。精密级消声室要求在低频截止频率以上，吸声尖劈的吸声系数 α_0 (驻波管法测试) 应大于 0.99。

表 13.3-30 KX—B 型板状空间吸声体性能规格表

型 号	外形尺寸 /mm 长×宽×厚	单块面积/m ²	重量 / (kg/块)	生 产 厂
KX—B ₁	50	0.36	1.8	上海金山海星消声器厂 江苏太仓仪桥消声器厂
	600×600×80		2.5	
	100		3.2	
KX—B ₂	50	0.54	2.7	
	600×900×80		3.8	
	100		4.9	
KX—B ₃	50	0.72	3.6	
	600×1200×80		5.0	
	100		6.4	
KX—B ₄	50	0.81	4.0	
	900×900×80		5.7	
	100		7.5	
KX—B ₅	50	1.08	5.4	
	900×1200×80		7.6	
	100		9.7	
KX—B ₆	50	1.35	6.8	
	900×1500×80		9.5	
	100		12.2	
KX—B ₇	50	1.62	8.1	
	900×1800×80		11.4	
	100		14.6	

表 13.3-31 KX—B 型板状空间吸声体吸声系数

名 称	倍频程中心频率/Hz						平均吸声系数	备 注
	125	250	500	1000	2000	4000		
	吸声系数 α_T							
KX—B 型板状 空间吸声体	0.38	1.26	2.14	1.90	1.77	1.40	1.47	上海金山海星 消声器厂提供

吸声尖劈的形状有等腰劈状、直角劈状、阶梯状、无规状等，尖劈顶部顶端可以是尖头状，也可削去一些形成平头状。试验表明，平头状与尖头状吸声尖劈的吸声系数差不多，削去尖头对吸声性能影响不大，但可以扩大消声室的有效容积。吸声尖劈内部装填的吸声材料基本上是多孔性纤维状材料，例如，离心玻璃棉毡，超细玻璃棉毡，岩棉板，中级玻璃纤维板，沥青玻璃纤维，棉维下脚料，矿棉，阻燃泡沫塑料等，也可以是几种材料的复合。复合型吸声尖劈顶部装填密度小的材料，基部装填密度大的材料。吸声尖劈外部一般罩以塑料窗纱、玻璃丝布、麻布、纱布等。吸声尖劈骨架由 $\phi 4\sim\phi 6\text{mm}$ 铅丝焊接而成。图 13.3-7 为吸

声尖劈外形尺寸示意图。不同形状尺寸，不同吸声材料，不同装填密度，不同饰面材料的吸声尖劈吸声特性列于表 13.3-32。

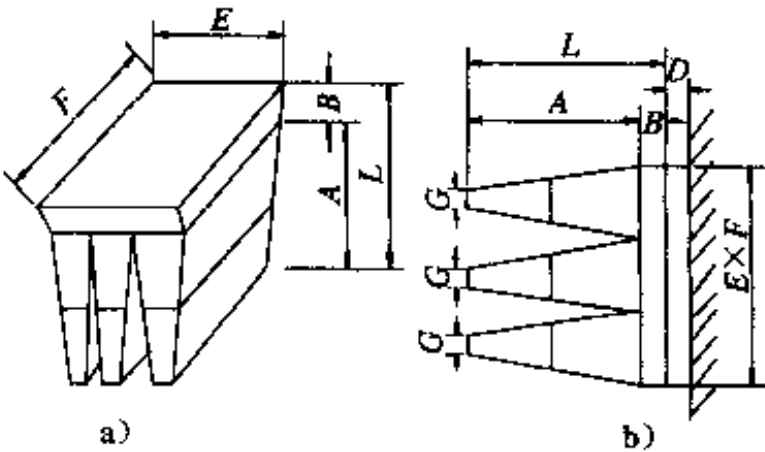


图 13.3-7 吸声尖劈外形尺寸示意图

a) 吸声尖劈透视图 b) 吸声尖劈尺寸示意图

表 13.3-32 吸声尖劈规格性能表

外形尺寸/mm							吸声材料	装填密度 /(kg/m ³)	饰面材料	频 率 / Hz												生产 厂	
尖劈 长 L	空腔 D	劈部 长 A	基部 长 B	底部长× 宽 E×F	劈端宽 G	劈数 /个				吸 声 系 数 α_0 (%)													
										50	60	70	80	90	100	110	125	160	200	250	315		400
800	100	650	150	400×400	直角 33	3	劈部超细玻璃棉 基部沥青玻璃棉	40 110	玻璃丝布	—	—	99.4	99.8	—	99.2	—	99.4	99.6	99.5	99.8	99.3	99.7	浙 江 慈 溪 永 达 消 声 设 备 厂
800	120	680	120	400×400	平头 33	3	劈部沥青玻璃棉 基部超细玻璃棉	110 40	玻璃丝布	—	98.7	99.2	99.2	—	99.5	—	99.5	99.1	99.8	99.5	99.3	99.4	
800	100	700	100	400×400	直角 33	3	超细玻璃棉	35	玻璃丝布	—	—	97.6	99.1	—	99.3	—	99.5	99.4	99.8	99.3	99.2	99.4	
700	100	580	120	400×400	直角 33	3	劈部超细玻璃棉 基部沥青玻璃棉	35 105	玻璃丝布	—	—	99.8	99.6	—	99.2	—	99.3	99.4	99.7	99.3	99.8	99.6	
	80				平头 33																		
700	100	600	100	400×400	平头 33	3	劈部超细玻璃棉 基部岩棉板	35 100	玻璃丝布	—	—	—	99.4	—	99.5	—	99.4	99.4	99.5	99.7	99.2	99.3	
700	0	600	100	400×400	平头 33	3	超细玻璃棉	35	玻璃丝布	77.0	88.0	91.0	94.0	96.0	98.0	99.0	99.0	99.2	99.0	99.0	99.0	99.2	
670	75	550	120	400×400	平头 33	3	劈部沥青玻璃棉 基部超细玻璃棉	110 35	玻璃丝布	—	—	—	96.8	99.0	99.8	99.7	99.3	99.0	99.6	98.0	99.2	99.2	
670	100	550	120	400×400	直角 33	3	劈部超细玻璃棉 基部沥青玻璃棉	35 105	玻璃丝布	—	—	—	99.3	—	99.5	—	99.4	99.7	99.7	99.6	99.3	99.5	
640	60	540	100	400×400	平头 33	3	劈部超细玻璃棉 基部超细玻璃棉	35 110	玻璃丝布	—	—	91.5	98.6	99.8	99.7	99.5	99.2	99.6	99.3	99.6	99.6	99.7	
640	60	520	120	400×400	平头 33	3	劈部沥青玻璃棉 基部超细玻璃棉	110 35	玻璃丝布	—	—	—	99.1	—	99.7	—	99.2	99.6	99.3	99.6	99.6	99.7	
640	60	520	120	400×400	平头 33	3	劈部超细玻璃棉 基部超细玻璃棉	35 105	玻璃丝布	—	—	—	99.5	—	99.2	—	99.0	99.8	99.6	99.8	99.3	99.1	
600	100	500	100	400×400	平头 33	3	劈部超细玻璃棉 基部超细玻璃棉	35 105	玻璃丝布	—	—	—	99.6	—	99.5	—	99.2	99.4	99.7	99.5	99.1	99.4	
580	120	520	60	400×400	平头 33	3	劈部超细玻璃棉 基部超细玻璃棉	110 35	玻璃丝布	—	—	—	97.3	—	99.8	—	99.6	99.8	99.6	99.3	99.2	99.5	

浙江慈
江永达
消声设
备厂

(续)

外形尺寸/mm										吸声材料	装填密度 /(kg/m ³)	饰面 材料	频 率 / Hz												生产厂
尖劈 长 L	空腔 D	劈部 长 A	基部 长 B	底部长× 宽 E×F	劈端宽 G	劈数 /个	吸 声 系 数 α ₀ (%)																		
							50	60	70				80	90	100	110	125	160	200	250	315	400			
500	50	450	50	400×400	平头 33	3	劈部超细玻璃棉 基部岩棉板	40 80	玻璃 丝布	—	—	—	—	99.6	99.2	—	99.7	98.0	99.5	99.5	99.4	99.0	浙江 慈溪永 达消声 设备厂		
800	100	720	80	600×600	平头 33	3	超细玻璃棉	35 45	玻璃 丝布	—	—	98.0	96.0	98.0	—	99.5	98.0	99.5	98.5	98.5	98.5	98.5	—		
780	50	700	80	600×600	平头 33	3	超细玻璃棉	35 45	玻璃 丝布	—	90.0	98.5	99.0	98.0	—	99.7	98.5	99.7	99.0	98.5	99.0	99.0	—		
760	70	680	80	600×600	平头 33	3	劈部超细玻璃棉 基部岩棉板	35 100	玻璃 丝布	—	92.0	98.0	99.2	99.0	98.5	—	99.0	99.7	99.2	99.0	99.0	99.0	—		
730	50	650	80	600×600	平头 33	3	劈部超细玻璃棉 基部岩棉板	35 100	玻璃 丝布	—	75.0	92.0	99.0	99.8	—	99.8	99.0	99.2	99.5	99.0	99.0	99.5	—		
1000	150	850	150	400×400	平头 50	3	酚醛玻璃纤维板	85	塑料 窗纱	—	99.2	99.5	99.4	99.3	99.3	99.2	99.2	99.1	99.0	99.1	99.2	99.2	江苏 兴南一 新吸音 器材厂		
1000	150	850	150	400×400	平头 50	2	酚醛玻璃纤维板	85	塑料 窗纱	—	99.7	99.8	99.7	99.3	99.4	99.5	99.4	99.2	99.3	99.3	99.1	99.2	—		
1000	—	—	—	400×400	平头	2	酚醛玻璃纤维板	—	—	—	92.1	98.9	99.6	99.2	99.3	99.6	99.6	99.1	99.4	99.4	99.2	—	浙江 黄岩治 理噪声 设备厂		
870	130	700	170	600×600	平头	2	沥青玻璃纤维板	110 106	玻璃 丝布	85.0 83.0	96.3 95.5	99.0 99.0	99.1 99.4	99.1 99.3	99.2 99.4	—	99.9	99.6	99.5	99.7	99.7	99.5	上海 内燃机 研究所		
600	150	450	150	400×400	平头 30	2	酚醛玻璃纤维板	85	塑料 窗纱	—	—	—	97.3	98.0	98.5	99.0	99.2	99.1	99.5	99.7	99.4	99.7	江苏 兴南一 新吸音 器材厂		
600	0 100 120 150	450	150	400×400	平头 30	2	离心玻璃棉毡	32	玻璃 丝布	84.0 81.0 83.0 84.0	90.0 90.0 92.0 91.0	95.0 96.0 95.0 97.0	98.0 98.0 98.8 98.0	99.2 99.4 99.4 99.1	99.5 99.6 99.5 99.6	99.4 99.5 99.8 99.6	99.4 99.5 99.6 99.7	99.7 99.8 99.7 99.7	99.8 99.5 99.6 99.5	99.8 99.8 99.8 99.5	99.7 99.8 99.8 99.7	北京 市玻璃 制品厂			

3.7.5 离心玻璃棉板空间吸声体

北京市玻璃钢制品厂利用本厂生产的离心玻璃棉板制成各种规格的空间吸声体，由于空间吸声体的界面全部暴露在声场中，增加了声波投射的机率，从而提高了声的吸收。同时，离心玻璃棉板具有良好的吸声、防火、耐潮等性能，利用它制成的各种空间吸声体，特别适用于噪声控制工程中的吸声降噪和建筑声学工程中的音质调整。

图 13.3-8 为离心玻璃棉板空间吸声体外形示意图。

表 13.3-33 为不同密度、不同厚度的空间吸声体吸声系数。

3.7.6 HA 吸声板

HA 吸声板是由中国航空工业规划设计研究院与江苏宜兴南方吸音器材厂共同研制成功的一种新型耐高温吸声板材，它是用颗粒陶土、高铝质材料等经过高温烧制而成。

HA 吸声板耐温 1300℃，密度 1800kg/m³，抗压强度>7MPa，抗折负荷>500N（支座间距 200mm），空隙率为 35%~42%，吸水量<0.24g/cm³。在风雨日光、湿气、雾气等自然条件下使用，永不变色，性能稳定。在 80m/s、400℃的高温高速气流冲刷条件下，表面砂粒无脱落及断裂现象。HA 吸声板无毒、无味、无刺激性化学成分，对人体无害，无二次污染，

外观质量色泽美观一致，具有较好的装饰效果。常用规格长×宽×厚为 300mm×300mm×20mm、333mm×333 mm×20mm、395mm×395mm×25mm、400mm×400mm×20mm。HA 吸声板广泛应用于高速公路或铁路的道路吸声屏障，高温高速排气道，地下隧道，工矿企业的发电机房、变电房、泵房、发动机试验车间等，也可用于游泳馆、体育馆等吸声降噪。表 13.3-34 为 HA 吸声板吸声系数。

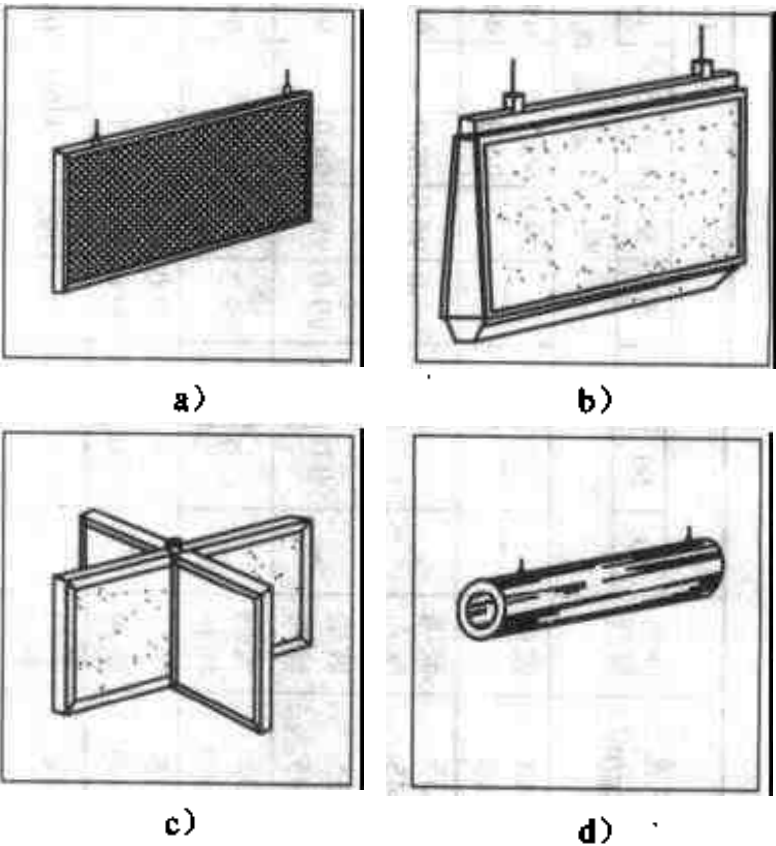


图 13.3-8 离心玻璃棉板空间吸声体外形示意图
a) 平板吸声体系列 b) 平板扩展形吸声体系列
c) 十字形吸声体系列 d) 圆筒形吸声体系列

表 13.3-33 离心玻璃棉板空间吸声体吸声系数

离心玻璃棉板规格		倍频程中心频率/Hz						备 注
密度/(kg/m ³)	厚度/mm	125	250	500	1000	2000	4000	
		吸 声 系 数/ α_T						
96	15	0.05	0.06	0.15	0.39	0.80	0.94	北京市玻 璃钢制品厂 提供
80	15	0.05	0.08	0.14	0.43	0.75	0.96	
80	20	0.09	0.11	0.22	0.55	0.82	0.94	
64	15	0.04	0.11	0.18	0.30	0.65	0.95	
64	25	0.05	0.12	0.20	0.52	0.86	0.96	
48	25	0.04	0.08	0.23	0.52	0.86	0.99	
40	15	0.03	0.04	0.10	0.26	0.55	0.88	
32	50	0.03	0.20	0.58	0.84	0.96	0.95	
24	50	0.01	0.16	0.45	0.66	0.80	1.00	

表 13.3-34 HA 吸声板吸声系数

名 称		空腔 /cm	1/3 倍频程中心频率/Hz																		备 注	
			吸 声 系 数 α_r																			
20mm 厚 HA 吸声板，密度 1800kg/m ³	0	0.02	0.04	0.07	0.04	0.11	0.14	0.22	0.36	0.50	0.72	0.94	0.97	0.86	0.76	0.72	0.76	0.86	0.79	0.76	0.72	江 苏 兴 南 方 吸 音 器 材 厂 提 供
20mm 厚 HA 吸声板，密度 1800kg/m ³	10	0.19	0.43	0.58	0.82	0.89	0.95	0.92	0.89	0.72	0.65	0.61	0.51	0.58	0.73	0.77	0.81	0.88	0.67	0.70	0.68	
20mm 厚 HA 吸声板，密度 1800kg/m ³	15	0.31	0.49	0.73	0.96	0.95	0.95	0.82	0.81	0.69	0.56	0.50	0.59	0.65	0.68	0.80	0.90	0.92	0.79	0.70	0.69	
20mm 厚 HA 吸声板，密度 1800kg/m ³	20	0.35	0.51	0.77	0.93	0.85	0.83	0.75	0.70	0.59	0.43	0.57	0.58	0.63	0.68	0.80	0.87	0.90	0.81	0.77	0.66	
23mm 厚 HA 吸声板，密度 1800kg/m ³	4.5	0.05	0.07	0.14	0.13	0.39	0.55	0.82	0.96	0.95	0.75	0.58	0.40	0.38	0.38	—	—	—	—	—	—	
23mm 厚 HA 吸声板，密度 1800kg/m ³	9	0.08	0.13	0.39	0.62	0.76	0.97	0.96	0.87	0.75	0.53	0.45	0.30	0.28	0.58	—	—	—	—	—	—	

江
苏
兴
南
方
音
器
材
厂
提
供

3.7.7 金属穿孔饰面板

金属穿孔饰面板多数是由厚度为 0.60~1.20mm 防锈铝、0.50~1.00mm 镀锌钢板或 0.50~1.00mm 普通钢板冲制而成，铝板面经过阳极氧化处理或喷漆处理，钢板经过喷塑或烤漆或喷漆处理，既起护面作用，又起装饰作用。

常用的金属穿孔饰面板（又称金属吸声板）性能规格列于表 13.3-35。

3.7.8 GHP 系列金属活动顶棚与隔墙

由中国科学院建筑设计院和浙江省永嘉建筑装璜厂共同研制开发的 GHP 系列金属活动顶棚与隔墙，是一种集多功能、装饰性于一体的新型顶棚系列，亦可作墙体装饰材料与隔墙。活动顶棚的特点是自重轻、结构简单、组装灵活、施工快捷、检修方便、防火、耐腐蚀、便于清洁、造型美观、装饰性强等。当设置隔热、吸声垫层后，可达到隔热和吸声的效果。金属活动顶棚广泛应用于现代计算机房、实验室、控制室、邮电通信大楼、体育馆、影剧院、车站、商场、医院与其他公共建筑。

GHP 系列金属活动顶棚分为两大类：金

属嵌板和金属条板。金属嵌板包括标准型、加长型和立体型。表 13.3-36 为金属嵌板规格表，其吸声性能列于表 13.3-37。

表 13.3-36 GHP 系列金属嵌板规格表

型号	代 号	外形尺寸/mm 宽×长	备 注
标准型	GHP1—3030 GHP1—3030K	300×300	生产厂：浙江省永嘉建筑装璜厂 表中代号末位“K”表示穿孔板 GHP1 型、GHP2 型嵌板厚度为 0.6mm，GHP3 型嵌板厚度为 0.8mm
	GHP1—5050 GHP1—5050K	500×500	
	GHP1—6060 GHP1—6060K	600×600	
加长型	GHP2—28194 GHP2—28194K	280×1940	
立体型	GHP3—6767 GHP3—6767K	670×670	
	GHP3—8989K	890×890	
	GHP3—5050 GHP3—5050K	500×500	
	GHP3—6060 GHP3—6060K	600×600	

表 13.3-35 金属穿孔饰面板性能规格表

名 称	外形尺寸/mm 长×宽×厚（折边）	材 质	穿孔率 （%）	孔径/mm	面密度 /（kg/m ² ）	生产厂
框架吸声板	2000×1020×60 2000×980×60	铝合金板 （电化）	20~25	φ6、φ8 组合	3	江苏锡山市堰桥声学装饰机筛厂
平板吸声板	1000×1000 500×500	铝合金板 （电化）	20~28	φ6 并列三角排列	1.7~1.8 0.42~0.45	
压花吸声板	500×500	铝合金板 （电化）	20~28	φ6 并列三角排列	0.42~0.45	上海中华声学装备有限公司
框架微孔吸声板	2000×980×60	铝合金板 （电化）	1~5	φ0.8~φ1.0	3	江苏无锡铝制品厂
平板微孔吸声板	1000×1000 500×500	铝合金板 （电化）	1~5	φ0.8~φ1.0	1.7~1.8 0.42~0.45	
防锈铝合金吸声面板	495×495	铝合金板	25	φ6	—	江苏无锡堰桥噪声控制设备厂
防锈铝合金吸声多面块体	50 1000×500×70 100	铝合金板	25	φ6	—	

表 13.3-37 GHP 系列金属嵌板吸声系数

名 称	空腔 /cm	1/3 倍频程中心频率/Hz																	平均 吸声 系数 α_T	备注
		100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000		
		吸 声 系 数 α_T																		
穿孔镀锌喷塑 中碳板面层， 50mm 厚超细玻 璃棉毡（密度 32kg/m ³ ）紧贴墙	0	0.18	0.34	0.63	0.88	0.94	0.99	0.98	0.95	0.92	0.95	0.95	0.94	0.95	0.98	0.99	0.98	—	0.84	浙江省 永嘉建筑 装潢和清 华大学提 供
穿孔镀锌喷塑 中碳板面层， 50mm 厚超细玻 璃棉毡（密度 32kg/m ³ ）	10	—	0.27	0.46	0.58	0.76	0.82	0.92	0.86	0.89	0.90	0.93	0.90	0.86	0.92	0.97	0.94	0.98	0.81	

3.7.9 中雅系列吸声板

深圳中雅机电实业有限公司生产的中雅系列吸声板由穿孔板、玻璃棉、镀锌板三层组成，它的模块式设计方便现场的安装、拆卸，板间采用了 IAC 特有的 H 形连接，这种连接方式增强了板的强度而且气密，确保不会出现任何缺口而导致吸声性能下降，也使板的设计有了

更大的灵活性。如果需要，还可以在镀锌钢板内侧装石膏板来提高板的隔声性能。中雅系列吸声板重量轻、强度高，用于各种噪声控制工程，还可以组合起来成为屏障、隔声罩、隔声房等产品。中雅系列吸声板构造与规格列于表 13.3-38。中雅系列吸声板吸声系数列于表 13.3-39。

表 13.3-38 中雅系列吸声板构造与规格表

构 造				
结构和声学性能	一面吸声板， 一面镀锌板， STC40-57（注）	两面吸声板， 中间加隔板， STC37	无背板吸声 板， NRC0.95（注）	无背板吸声板 NRC0.95
标准模块板	常规声盾板 I、II、III型声锁板 超级声锁板 活动隔声墙板	有隔板声盾板	薄片式吸声板	调音板
典型厚度/mm	102		51，102	
最大板宽/mm	1219			457
最大板高/mm	4267			3658

注：表中 STC 为隔声等级 NRC 为降噪系数。

表 13.3-39 中雅系列吸声板吸声系数表

倍频程中心频率/Hz	125	250	500	1000	2000	4000	8000	降噪系数
常规声盾板	0.89	1.20	1.16	1.09	1.01	1.03	0.93	0.95
I、II型声锁板，超级声锁板 薄片式吸声板和调音板（102mm 厚，齐平安装）	0.94	1.19	1.11	1.06	1.03	1.03	1.04	0.95
III型声锁板	0.49	0.37	0.83	0.96	0.99	1.00	—	0.80
有隔板声盾板	0.50	0.68	1.03	1.05	1.00	0.99	—	0.95
活动隔声墙板（建筑用，一面穿孔板）	0.45	0.95	0.85	0.85	0.85	0.85	0.80	0.90
薄片式吸声板，调音板（51mm 厚，齐平安装）	0.35	0.65	1.20	1.21	1.07	0.92	—	0.95

3.7.10 永久型阻燃吸声装饰织物

浙江绍兴沙发布厂研制成功并已通过鉴定的永久型阻燃吸声装饰织物面料，其氧指数≥38，具有良好的阻燃性能，遇火时收缩为球状，不会蔓延；离火自熄。它是离心玻璃棉、超细玻璃棉、岩棉、矿棉等多孔性吸声材料良好的护面用料，集防火、吸声、装饰于一体，广泛应用于噪声控制和建筑声学工程中，在飞机、船舶、列车、汽车等交通工具以及影剧院、电台、电视台、演播厅、录音室、会议中心、体育馆、高级宾馆等室内装修工程中，是一种比

较理想的吸声面料。

永久型阻燃吸声装饰织物吸声性能列于表 13.3-40。

3.7.11 石膏纤维装饰吸声板

石膏纤维装饰吸声板系以石膏为主要原料掺入适量添加剂与纤维加工而成，具有防火、吸声、抗振、可切锯等特点。分为纸面和无纸面两种，有各种花色图案，适用于各种建筑物的大棚及室内墙面等处的装饰与吸声。表 13.3-41 为各类石膏纤维装饰吸声板性能规格表。

表 13.3-40 永久型阻燃吸声装饰织物吸声系数

名称和测试条件	倍频程中心频率/Hz							备 注
	100	125	250	500	1000	2000	4000	
	吸 声 系 数 α_0							
L31A 型单层织物，贴实	0.03	0.06	0.04	0.03	0.05	0.06	—	浙江绍兴沙 发布厂提供
只装 50mm 厚离心玻璃棉毡（密 度 24kg/m ³ ），贴实	0.25	0.20	0.25	0.55	0.77	0.92	0.95	
50mm 厚离心玻璃棉毡（密度 24kg/m ³ ），加织物护面，贴实	—	0.20	0.30	0.70	0.93	0.92	0.92	
织物护面对吸声改善值 $\Delta\alpha_0$	—	0	+0.05	+0.15	+0.16	0	-0.03	
L88 型单层织物，贴实	0.04	0.08	0.05	0.05	0.05	0.10	—	
只装 50mm 厚离心玻璃棉毡（密 度 24kg/m ³ ），贴实	0.25	0.20	0.25	0.55	0.77	0.92	0.95	
50mm 厚离心玻璃棉毡（密度 24kg/m ³ ），加织物护面，贴实	—	0.20	0.35	0.75	0.97	0.90	0.90	
织物护面对吸声改善值 $\Delta\alpha_0$	—	0	+0.10	+0.20	+0.20	-0.02	-0.05	

表 13.3-41 石膏纤维装饰吸声板性能规格表

名 称	规 格/mm	技 术 参 数	生 产 厂
增强石膏装饰吸声板	300×300×10 平板, 钻孔板, 花纹板 600×600×10 平板, 钻孔板, 浮雕板	抗压强度: 8.5~10.8MPa, 抗拉强度: 2.5~3.0MPa, 抗弯强度: 4.0~5.0MPa, 密度: 880kg/m ³	株洲灰渣砖厂
平面石膏装饰吸声板	300×300, 400×400, 纯白色, 500×500, 纯白彩色, 600×600, 纯白彩色	抗压强度: 9.0MPa, 抗弯强度: 2.8MPa 抗拉强度: 1.65MPa, 密度: 800kg/m ³ 吸水率不大于2.5% 防水: 软化系数不小于0.8, 24h 防潮石膏板适用于一般建筑物及潮湿房间的室内平顶及墙壁装饰、吸声之用 防水石膏板应用于地下建筑工程装饰、吸声之用	湖南平江县城关石膏板厂
压花石膏装饰吸声板	300×300, 400×400, 纯白色, 500×500, 纯白彩色, 600×600, 纯白彩色		
平面钻孔石膏装饰吸声板	300×300, 400×400, 纯白色, 500×500, 纯白彩色, 600×600, 纯白彩色		
压花钻孔石膏装饰吸声板	300×300, 400×400, 纯白 400×400, 彩色		
油漆钻孔石膏装饰吸声板	300×300, 400×400, 500×500, 600×600, 纯白彩色 500×500, 纯白, 彩色		
喷饰石膏装饰吸声板	300×300, 400×400, 500×500, 600×600, 纯白	抗压强度: 1.5MPa, 抗拉强度: 1.6MPa 吸声系数: 2000Hz, 0.2~0.3, 面密度 8kg/m ²	青岛市四方区石膏制品厂
平面浮雕装饰吸声板	250×250×10 500×500×15		
平面石膏装饰吸声板	400×400×8, 500×500×10 600×600×12, 600×1200×12	密度: 900~1100kg/m ³ , 面密度: 9~11kg/m ² 抗压强度: 5.0~8.0MPa 吸声系数: 10mm 厚板背面贴报纸, 穿孔率 6.1%, 2000Hz, $\alpha_T=0.25$ 10mm 厚板背面贴报纸, +10cm 空腔, 穿孔率 6.1%, 2000Hz, $\alpha_T=0.17$ 10mm+30mm 厚矿棉, 穿孔率 6.1%, 2000Hz, $\alpha_T=0.24$	成都市青白江曙光石膏板厂
半穿孔石膏装饰吸声板	400×400×(8~10), 500×500×10 600×600×12		
全穿孔石膏装饰吸声板	400×400×(8~10) 500×500×10		
凸形图案石膏装饰吸声板	600×600×25		
聚合石膏防潮吸声板	500×500×10		
折波型声学装饰板	800×1200×(25~35)	抗压强度: 纵向 5.0MPa, 横向 2.5MPa 挠度/mm: 垂直 0.8, 水平 1.0 吸声系数: 0.26~0.28 钻孔板穿孔率: 5%~10% 密度: 700~900 kg/m ³	沈阳市石膏板厂
普通纸面石膏装饰吸声板	500×500×10 400×600×10		
普通钻孔石膏装饰吸声板	600×800×10 900×900×10		
塑料壁纸面钻孔石膏吸声板	600×1500×10		
涂料饰面钻孔石膏吸声板	900×1500×10 900×1800×10		

(续)

名 称	规 格/mm	技 术 参 数			生 产 厂
圆孔型石膏纤维装饰吸声板(龙牌)(有纸)	(9, 12) × 600 × 600 孔径: 6, 孔距: 18, 开孔率: 8.7% 表面可喷涂或油漆各种花色	板厚/mm	面密度/(kg/m ²)	挠度/mm, 支座间距=400mm, 板厚 12mm	北京新型建筑材料
		9	≤9	—	
		12	≤12	垂直纤维≤0.8 平行纤维≤1.0	
		25	≤25	—	
长孔型石膏纤维装饰吸声板(龙牌)(有纸)	(9, 12) × 600 × 600 孔长: 70, 孔宽: 2 孔距: 13 开孔率: 5.5%	9	垂直纤维断裂强度/N ≥400	平行纤维断裂强度/N ≥150	
		12	≥600	≥180	
		25	≥500	≥180	
天花板(龙牌)(一般纸面)	(9, 12) × (450, 600) × (900, 1200)	9	纸面石膏板耐火极限/min	防火纸面耐火极限/min	
		12	5~10	>20	
天花板(龙牌)(防火纸面)	(9, 12) × (450, 600) × (900, 1200)	9	隔声指数/dB 20	钉入强度/(kgf/cm ²) 10	
		12	28	20	
石膏装饰吸声板	500 × 500 × 10 600 × 600 × 10	燃烧性能: A2级不燃(德国标准) 含水率: ≤2%, 热导率: 0.167~0.18kcal/mh℃			郑州水磨石厂
石膏纤维穿孔吸声板	500 × 500 × 8 穿孔 600 × 600 × 8 穿孔	抗弯强度: 纵向 6.35MPa, 横向 3.78MPa 隔声指数: 35.7dB, 密度 720~810 kg/m ³			天津市石膏板厂
石膏装饰吸声板	600 × 600 × 9	抗折强度 > 10.0 MPa, 冲击强度: 0.3MPa 密度: 1000~1100 kg/m ³			重庆市五砖厂
石膏装饰吸声板	300 × 300 × 10 600 × 600 × 10	—			甘肃武威地区华藏寺石膏矿厂
石膏纤维装饰吸声板	300 × 300 × 9 400 × 400 × 9 500 × 500 × 9	抗压强度: 10.0MPa, 抗拉强度: 1.7MPa 抗弯强度: 6.0MPa, 密度: 850kg/m ³ , 有平板钻孔两种, 分纯白、彩色、印花等			江西波阳县防水器材厂
	300 × 300 光面板, 吸声板 400 × 400 光面板, 吸声板 500 × 500 600 × 600 压花板, 吸声板 300 × 300 400 × 400 贴砂板 500 × 500 600 × 600 贴砂板 500 × 500 600 × 600 印花板	抗压强度: 9.0MPa, 抗拉强度: 1.65MPa 抗弯强度: 纵向 5.0~6.0MPa 纵向 2.3~4.0MPa 软化系数: 0.90 吸水率 > 2.7% 密度: 750 kg/m ³			湖南平江建材矿产公司石膏装饰板厂

第4章 隔声材料与隔声构件的应用

4.1 隔声降噪简介

隔声是噪声控制工程中常用的、有效的方法之一。利用隔声材料和隔声构件隔离或阻挡声能的传播,把噪声源引起的吵闹环境限制在局部范围内,或在吵闹的环境中隔离出一个安静的场所,这种方法称为隔声。

众所周知,噪声污染传播通常有两个途径,一是噪声源直接通过空气传播,称为空气声;二是噪声源激发固体结构,引起其振动而产生的噪声,称为固体声。这两种噪声传播的途径不同,所采取的控制方法也不同,本节主要介绍隔离空气声的材料和结构。

按施工方法不同,隔声可分为建筑围护结构的隔声和轻型隔声构件的隔声两大类。建筑围护结构一般属于重型结构,如砖墙、钢筋混凝土墙板和楼板等;在工业噪声控制中,常用的是轻型隔声结构,例如钢结构隔声室、隔声罩、隔声屏、隔声门、隔声窗等。建筑围护结构或轻型隔声构件可以是单层的,也可以是双层的或多层复合的。隔声构件可以选用现成产品,也可以按需要进行专门的设计制造。

4.2 隔声构件选用

影响隔声构件隔声性能的因素颇多,例如入射声波的方向、频率,隔声构件的面密度、劲度、阻尼,有无吸声材料,有无孔洞缝隙,有无声桥,有无隔振,有无门窗等。在选用隔声材料和隔声结构时,应综合考虑,并进行必要的计算和估算。隔声构件的选用原则如下:

1) 按要求确定隔声构件的形式。当噪声源在外部时,可采用隔声室、集控室等形式,操作人员(接受者)位于隔声室内,安静程度

要求较高;当噪声源在内部时,可采用隔声罩、隔声箱等型式,噪声源在隔声罩内,操作人员在外。相对来说,安静程度要求较低,隔声罩体积小,费用较省,但应考虑隔声罩的通风散热及设备的检修保养。当噪声源和接受者都在外部时,可采用敞开结构,例如隔声屏障,噪声源和接受者在屏障两侧,隔声量有限,但便于操作和维修噪声设备。

在噪声控制工程中,究竟选用何种隔声结构,应根据噪声源的声级高低、频谱特性、噪声源形状尺寸、噪声控制标准、周围环境状况、施工场地大小、设备操作要求、投资费用多少等综合考虑。

对于相对独立的强噪声源,噪声控制标准又要求有较高的隔声量,施工场地又比较宽敞,此时可采用土建材料为主的重型隔声结构,例如航空发动机试车台、柴油机试车台、空压机、冷冻机等控制室;对于空间尺寸较小,安装位置有限的噪声源,则可配置与噪声源外形相似的全封闭型隔声罩;若噪声源不需要检修,隔声罩可做成固定式,若噪声源需要经常检修或移位,则应采用可拆卸式;对于工艺上有特殊要求,不允许全封闭,噪声源声级又不太高,此时可采用局部隔声罩或半封闭隔声罩;对于噪声源形状尺寸较大,声级较高,频谱特性呈中高频,通风散热要求严格,操作者又必须在强噪声源附近工作的,此时,可在操作者和噪声源之间设置隔声屏障,使操作者处于声屏障所形成的声影区内;有些强噪声源体积大,数量多,造成工作地点噪声超标较多,此时可设置供休息的专用隔声间、监控室等,这些间室可以是土建结构,也可以是轻型装配式结构。

一般来说,隔声室的隔声量为 $20\sim 40\text{dB}$ (A),特别设计的土建隔声室,隔声量可达

50dB(A)以上;固定式密闭型隔声罩隔声量为20~30dB(A);局部隔声罩或半封闭隔声罩,隔声量为10~20dB(A);隔声屏障对高频噪声有10~15dB(A)隔声量,对低频噪声,隔声量较低。

2) 隔声构件的隔声量要大于计算所得的“需要隔声量”。隔声构件本身的隔声量可由实验室测得,由隔声构件组成的隔声室、隔声罩、隔声屏等实际隔声量,不仅与隔声构件本身的隔声量有关,而且与声传播界面的性质有关。“需要隔声量”是按声源状况、标准要求、声学环境等通过计算求得的隔声量,它是选用隔声构件的依据。一般构件隔声量应大于“需要隔声量”5dB(A)以上。这是由于隔声构件在加工安装过程中可能会造成缝隙漏声或固体传声或隔绝不良等影响,因此,在设计选用隔声构件时,其隔声量应适当留有余地。

3) 应按“等传声”原则选择墙、门、窗及顶板等隔声构件。实践证明,一般墙板、顶板的隔声量较高,门窗的隔声量较低。带有门窗的隔声结构的综合隔声能力,受到门窗隔声能力的限制,要提高总的隔声能力,首先要提高门和窗的隔声能力,使门窗隔声量和墙板的隔声量基本相当。按“等传声”原则,一般将墙板和顶板构件的隔声能力高于门窗隔声能力10~15dB是较为合理的,再高,没有必要,对整个隔声结构的隔声性能不会有多大改善。

4) 核算隔声构件的共振频率和临界频率,防止构件发生共振和避免产生吻合效应。无论是单层隔声结构还是双层隔声结构都存在一个共振频率和临界频率的问题,在共振频率处隔声量下降,在临界频率处发生吻合效应。特别是轻而薄的板材,共振频率和临界频率均在声频范围,若不加阻尼,隔声性能将下降10~20dB(A)。

5) 应按噪声源不同的频谱特性,有针对性地选择隔声构件。隔声构件应在较宽的频率范围内,有较高的隔声量。除土建结构隔

声之外,多数隔声构件都希望是质轻、隔声量高的构件。若用钢结构隔声板,高频声容易隔掉,而中低频声难隔,往往需要与吸声和阻尼措施相结合,提高其隔声能力。钢结构隔声板,钢板厚度一般为1~3mm,内侧应敷设阻尼层和吸声层,可采用厚度为50mm以上的多孔性纤维吸声材料,其平均吸声系数应大于0.50。另外,还应注意到隔声构件的防火、防潮、防腐蚀等特殊要求。单层薄金属板作隔声构件时,内侧一定要涂阻尼材料,厚度为金属板厚度的2~3倍,各构件连接处应密闭不漏声,拼缝处应有密封条。对于有散热要求的大型机组,隔声构件上应开设通风洞(或通风孔),并进行消声处理,例如安装消声器等,消声器的消声量应与整个隔声结构的隔声量相当。在隔声构件与支承平面之间,应加装防振垫层,以减小振动对隔声构件的影响。

6) 合理估算隔声构件通风散热量和换气次数。产生噪声的设备在隔声室或隔声罩内运行时,会因设备发热而使隔声室内温度升高;在高噪声场所为操作者设置的隔声控制室或观察室等,对室温也有一定要求。为此必须对隔声室、隔声罩、控制室等进行通风换气,隔声室内的通风散热和换气量应按有关公式进行估算。

7) 隔声构件应坚固耐用,外观漂亮,质优,价格合理,对可拆式隔声构件,应拆装简便,搬运轻快,多次拆装不易损坏等。

4.3 隔声板材

在噪声控制工程中常用的隔声板材,归纳起来有下列几种:

单层板材——金属板、塑料板、石膏板、五合板、石棉水泥板、草纸板等;

双层板材——双层金属板、双层铅丝网抹灰板、双层复合板等;

单层墙体——炭化石灰板墙、加气混凝土墙、矿渣珍珠岩砖墙、硅酸盐砌块、硅酸盐条板、矿渣三孔空心砖、石膏蜂窝板墙等;

双层墙体——塑料贴面压榨板双层墙、纸面石膏板双层墙、炭化石灰板双层墙、炭化石灰板和纸面石膏板复合墙、加气混凝土双层墙、瓦合板蜂窝板双层墙、厚砖墙两面抹灰、空心砖墙两面抹灰、双层厚砖墙等。

上述各类板材隔声量和隔声指数在中国建筑科学研究院建筑物理研究所编写的《建筑围护结构隔声》一书中有详细介绍。

除上述介绍的几种板材外,近年来又开发出了一系列轻质板材,既可用于建筑分户墙,又可用于噪声控制工程中的隔声,室内室外均可使用,在许多噪声控制工程和建筑声学工程中实际应用,均取得了满意的隔声降噪效果。

4.3.1 FC板

FC 纤维水泥加压板简称 FC 板,它是由江苏爱富希新型建筑材料厂从德国引进万吨压机及配套设备生产的大规格新型建筑板材,年产量可达 400 万 m^2 ,已通过了部级鉴定。该厂除大量生产 FC 板之外,还生产了一系列其他板材。FC 板中包括 FC 通风道板、FC 穿孔板、FC 鱼鳞板、FC 轻质复合墙板等。

以 FC 板为主体,新开发出来的其他系列板材有:

NAFC 板——无石棉大幅面纤维水泥加压板,荣获部级科技进步二等奖,被评为国家级新产品,该板材不含石棉;

NAL 板——无石棉轻质纤维水泥平板,1992 年通过省级鉴定,该平板也不含石棉;

LCFC 板——低收缩性纤维水泥加压板,1995 年通过省级鉴定,解决了 FC 板拼缝处有时出现收缩缝的问题;

NALC 板——无石棉粉煤灰硅酸钙建筑平板,1997 年通过部级鉴定,该板不含石棉且利用粉煤灰制造,有利于环境保护;

FPG 板——可挠性纤维石膏板,1997 年通过部级鉴定,以石膏为基材,可弯曲加工。

以上板材适合于不同场所使用,但都有较好的隔声性能。FC 板、NAFC 板、LCFC 板

的特点是,大幅面,高强度,防火、防水、隔声,可用于内墙板、外墙板、吊顶板、屋面板、通风道板、地下工程用板等。

FC 板和 NAFC 板主要规格,长 $\times$ 宽 $\times$ 厚为 3000mm $\times$ 1200mm $\times$ (4~40)mm; 2440mm $\times$ 1220mm $\times$ (4~40)mm; 2400mm $\times$ 1200mm $\times$ (4~40)mm,其他规格可按用户要求切割供货。

FC 板主要技术参数: 横向抗折强度 28MPa; 纵向抗折强度 20MPa; 冲击韧度 2450J/ m^2 ; 吸水率 $<17\%$; 密度 $>1.8\text{g}/\text{cm}^3$; 耐火极限 77min (6mm 厚复合墙体); 隔声指数 50dB (6mm 厚复合墙体)。FC 板表面可喷、可涂、可贴各种装饰材料,施工便捷,可锯、可钻、可切、可钉钉子。

表 13.4-1 列出了二层、三层、四层 FC 板隔声性能。

4.3.2 PC板

PC 板又称为聚碳酸酯耐击板,它是由上海胜德塑料厂引进德国机组而生产的挤出板材,同时还生产 ABS、PP、PS 等板材。PC 板具有耐冲击、打不破、阻燃、重量轻、绝缘、可冷弯曲加工、可切、可锯、可钻孔、透光、耐候强、耐低温、适合室外使用等特点,可采用嵌入法、螺丝固定法和粘结等方法安装固定。作为装饰材料主要用于建筑物彩光天窗、隔声墙、广告牌、候车亭等;作为防爆安全器材,主要用于出租车防暴挡板、银行防击玻璃、珠宝店展示橱窗、幼儿园安全玻璃、摩托车头盔等;作为隔声降噪材料,主要用于高速公路、高架道路、轻轨道路等的隔声屏障;也可用于室外公共电话亭、封闭隔声罩、工程机械防噪声屏障等。上海内环线高架道路、南北高架道路和东西向高架道路上设置的声屏障,多数都是采用的 PC 板。

PC 板现有规格: 厚度 1.0mm、1.5mm、2.0mm、3.0mm、3.5mm、4.0mm、5.0mm、6.0mm、7.0mm、8.0mm; 宽度 1100mm; 长度不限。

表 13.4-1 FC 纤维水泥加压板隔声性能表

工 况	1/3 倍 频 程 中 心 频 率 / Hz														隔 声 指 数 I_p /dB	备 注			
	隔 声 量 / dB																		
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000		
二层板，内外 6mmFC 板，中间填 50mm 厚岩棉板，轻钢龙骨支撑，FC 板与轻钢龙骨间不加橡胶条	14	26	33	39	42	49	50	52	55	59	60	62	63	62	63	57	46	50	江苏爱 富希新型 建筑材料 厂和同济 大学提供
一层板，结构同上，FC 板与轻钢龙骨间加装橡胶条	14	26	34	40	44	48	49	52	55	59	60	62	63	63	65	59	48	50	
三层板，外二层 6mm 厚 FC 板，内一层 6mm 厚 FC 板，中间填 50mm 厚岩棉板，轻钢龙骨支撑，FC 板与轻钢龙骨间加橡胶条	20	33	39	44	46	49	50	52	54	57	60	62	65	65	68	64	55	54	
四层板，外二层 6mm 厚 FC 板，内二层 6mm 厚 FC 板，其他工况同上	25	38	43	47	48	51	51	53	53	57	59	62	64	66	69	68	61	56	

PC板的主要技术性能: 密度 1.2g/cm^3 ; 拉伸屈服强度 64.5MPa ; 拉伸断裂强度 58.5MPa ; 相对伸长率 94% ; 缺口冲击韧度 86kJ/m^2 ; 热变形温度 135°C ; 收缩率 1.3% ; 透光率 88% ; 落球冲击 $500\text{g}\cdot\text{m}$, 130°C , 48h 不碎; 落球冲击 $500\text{g}\cdot\text{m}$, -30°C , 2h 不碎; 氧指数 26% ; 平均隔声量($100\sim 3150\text{Hz}$) 21.5dB ; 隔声指数 24dB 。颜色现有蓝色、绿色、茶色、大红色、磁白色等。

4.3.3 WJ板

WJ板是浙江嵊州市防火材料厂生产的一种防火装饰板, 属不燃性玻璃钢板, 主要用于工业建筑、民用建筑的内外墙板、分割墙板、吊顶板等。在噪声控制工程中可作为防火隔声板、通风道板、穿孔板等。WJ板已通过省级鉴定并获得国家专利。

WJ板现有规格: 长 $\times$ 宽 $\times$ 厚为 $2000\text{mm}\times 1000\text{mm}\times (3、4、5)\text{mm}$; $2320\text{mm}\times 1160\text{mm}\times (3、4、5)\text{mm}$ 。也可生产厚度为 8mm 的板。

WJ板主要技术规格: 密度 1430kg/m^3 ; 冲击韧度 9kJ/m^2 ; 抗折强度 49MPa ; 浸水 24h 抗折强度 39MPa ; 吸水率 $\leq 18\%$; 不燃性测试: 供火时间 34min 以上, 样品不燃烧, 不爆裂, 不变形。WJ板的隔声性能列于表 13.4-2。

4.3.4 彩钢夹芯板

彩钢夹芯板是两面采用厚度为 $0.5\sim 0.6\text{mm}$ 的彩涂钢板, 中间填入阻燃型聚苯乙烯保温板, 通过自动生产线的涂胶加温、加压、变形、定尺切割等工序, 制成厚度不等, 具有抗压承重、保温、隔声、隔热及装饰于一体的一种新型建筑装饰材料和隔声板材, 广泛应用于各种大中型工业厂房、仓库、冷库、办公楼、净化厂房、保温库、隔声室等的墙板、顶板制作, 板材之间制成企口型的联接, 拼装十分方便。

上海都菱轻质建材厂从澳大利亚引进的夹芯板生产线目前生产的彩钢夹芯板主要规

格为: 板厚分为 50mm 、 75mm 、 100mm 、 150mm 、 200mm 、 250mm 等六种; 板宽为 1200mm 、 1250mm ; 板长一般为 2500mm 、 3500mm 、 4000mm 、 5000mm 、 5500mm 、 6000mm 、 7500mm , 长度可按需要切割, 最长可达 10000mm 。 50mm 厚的板, 隔声量为 30dB (A) 。

4.4 金属复合隔声板

金属复合隔声墙板和隔声顶板是组成隔声结构的基本隔声构件, 隔声板块的长度和宽度有多种尺寸, 但其厚度一般按噪声源性质的不同分为 50mm 、 80mm 、 100mm 、 120mm 等几种规格。以高频声为主的小型设备选用 50mm 厚; 以高频声为主的大型设备选用 80mm 厚; 以低中频声为主的小型设备选用 100mm 厚; 以低中频声为主的大型设备选用 120mm 厚, 中间再加阻尼层和吸声材料。

4.4.1 CH型活动隔声板

CH型活动隔声板是上海化工设计院设计的一种新型钢质隔声板, 采用薄钢板做隔声面板, 轻型槽钢做骨架, 内填多孔性吸声材料, 并用穿孔钢板做护面层, CH型活动隔声板分为普通型(代号为P), 观察型(代号为G, 在普通型上增加了双层玻璃观察窗), 通风观察型(代号为T, 在观察型隔声板下部增加了进风消声装置), 洁净观察型(代号为J, 内侧不用多孔性吸声材料, 而是采用微穿孔板吸声结构, 并带有双层玻璃观察窗)。这四种形式的隔声板各有 12 种规格, 每种规格均有 50mm 、 80mm 、 100mm 三种厚度。通风观察型和洁净观察型隔声板示意图如图 13.4-1 所示。

表 13.4-3 列出了 CH型隔声板性能规格, 可根据不同需要选用隔声板, 选用时应注明型号、规格、用途。例如, 选用通风观察型活动隔声板, 规格为 $600\text{mm}\times 2200\text{mm}$, 厚度为 80mm , 则应写为 CH—T₂ 活动隔声板 $600\text{mm}\times 2200\text{mm}\times 80\text{mm}$ 。特殊规格可代为加工, 但应在代号下方注一个“特”字。

表 13.4-2 WJ 板隔声性能表

工 况	1/3 倍 频 程 中 心 频 率/Hz																隔声指数 I_p /dB	备 注	
	100	125	160	200	250	315	400	500	600	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150			4000
	隔 声 量/dB																		
8mm 厚单层 WJ 板	17.3	21	21.1	22.8	24.2	25.1	25.6	26.5	28.1	29.5	31.5	33.5	33.6	35.3	35.7	34.3	29.7	31	浙江嵊 州市防火 材料厂和 同济大学 提供
5mm 厚单层 WJ 板	14.9	16.8	18.2	21.8	22	24	24.9	25.9	26.6	27.2	30.7	31.8	34.3	34.7	35.6	36.1	32.2	31	
8mm WJ 板+5mm WJ 板 +中间为 5cm 空腔	14.1	21.6	23.1	26.7	31.6	33.5	39.6	44.6	45.7	48.3	52.4	53.2	56.8	57.5	58	52.8	49.5	42	
8mm WJ 板+5mm WJ 板 +中间为 5cm 厚岩棉板	19.1	26.1	28.7	34.8	44	47.2	50.6	51.8	54.4	56	61.7	64	66.8	67.1	68.1	64.3	59.4	46	

表 13.4-3 CH 型活动隔声板性能规格表

型 号	外形尺寸/mm			选用规格举例	重量/kg	生 产 厂
	宽 A	高 L	观察窗上部 B			
CH—P ₁ (G ₁ , T ₁ , J ₁)	600	2000	200	CH—P1 活动隔声板 600×2000× δ ^①	35	上海奉贤拓林环保设备厂 浙江黄岩环境保护噪声控制设备厂 浙江黄岩治理噪声设备厂 浙江椒江市江海噪声控制设备厂
CH—P ₂ (G ₂ , T ₂ , J ₂)	600	2200	400	CH—P2 活动隔声板 600×2200× δ	38.5	
CH—P ₃ (G ₃ , T ₃ , J ₃)	600	2400	600	CH—P3 活动隔声板 600×2400× δ	42	
CH—P ₄ (G ₄ , T ₄ , J ₄)	700	2000	200	CH—P4 活动隔声板 700×2000× δ	38	
CH—P ₅ (G ₅ , T ₅ , J ₅)	700	2200	400	CH—P5 活动隔声板 700×2200× δ	42	
CH—P ₆ (G ₆ , T ₆ , J ₆)	700	2400	600	CH—P6 活动隔声板 700×2400× δ	46	
CH—P ₇ (G ₇ , T ₇ , J ₇)	800	2000	200	CH—P7 活动隔声板 800×2000× δ	44	
CH—P ₈ (G ₈ , T ₈ , J ₈)	800	2200	400	CH—P8 活动隔声板 800×2200× δ	48.5	
CH—P ₉ (G ₉ , T ₉ , J ₉)	800	2400	600	CH—P9 活动隔声板 800×2400× δ	53	
CH—P ₁₀ (G ₁₀ , T ₁₀ , J ₁₀)	1000	2000	200	CH—P10 活动隔声板 1000×2000× δ	54	
CH—P ₁₁ (G ₁₁ , T ₁₁ , J ₁₁)	1000	2200	400	CH—P11 活动隔声板 1000×2200× δ	59.5	
CH—P ₁₂ (G ₁₂ , T ₁₂ , J ₁₂)	1000	2400	600	CH—P12 活动隔声板 1000×2400× δ	65	

① δ 为隔声板厚度，其厚度分别为 50mm、80mm、100mm 三种。

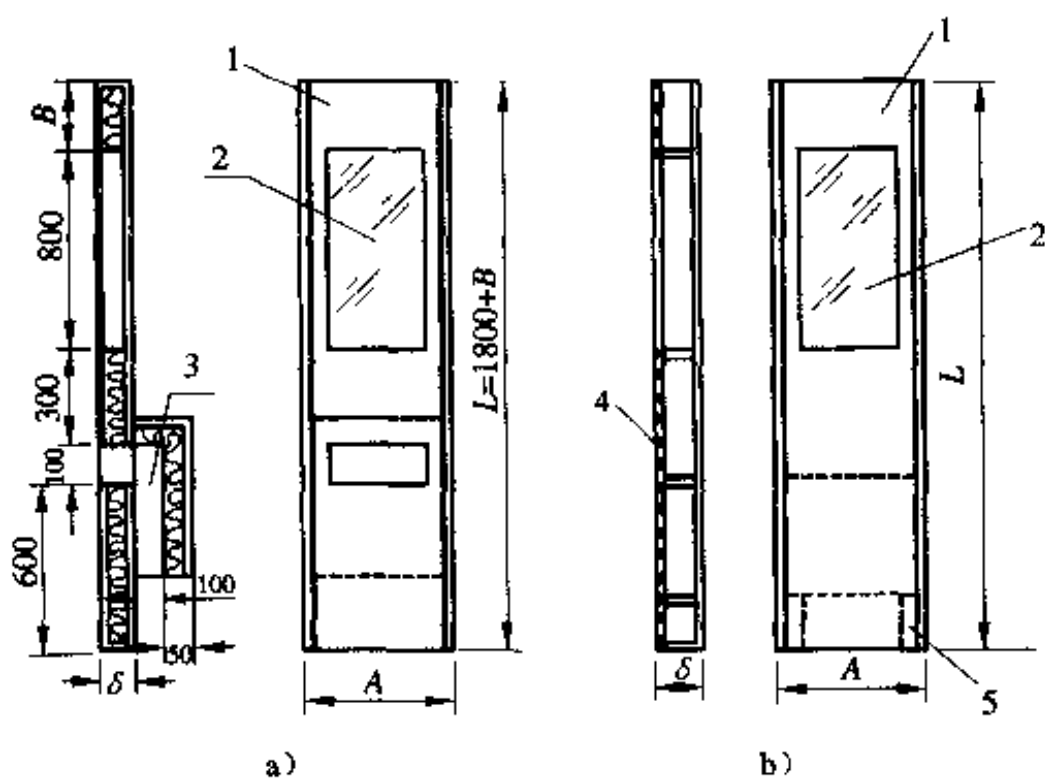


图 13.4-1 CH 型活动隔声板构件示意图

a) 通风观察型活动隔声板 b) 洁净观察型活动隔声板

1—隔声板 2—双层玻璃观察窗 3—进风通道 4—微穿孔板 5—滴水管

4.4.2 82—1 型隔声板

82—1 型隔声板是浙江嘉兴炼油设备附件厂在中国科学院声学研究所指导下设计生产的一种组装式隔声构件。隔声板分为带门隔声板、带窗隔声板、顶盖板、气楼式隔

声板等几种型式。隔声板外侧护面板为钢板，内护面层为穿孔钢板，骨架由凹凸型钢板制成（又称中间隔声层），沿口设有补角板。表 13.4-4 为 82—1 型隔声板性能规格表。

表 13.4-4 82—1 型隔声板性能规格表

型 号	外形尺寸/mm		重量/kg	生 产 厂
	宽	高		
1*隔声板	1000	2000	89.9	浙江嘉兴炼油设备附件厂
2*隔声板	500	2000	64.7	
3*隔声板（带窗）	1000	2000	101.9	
4*隔声板（带门）	1000	2000	121	
5*隔声板（带窗，带通风口）	1000	2000	119.7	
6*隔声板（顶盖带连焊）	1000	1000	46.7	
7*隔声板（顶盖）	500	1000	28	
气楼式通风口	500	1000	39.5	
沿口板	1000	—	10	
转角立柱	—	2000	22.3	

4.5 隔声罩

鉴于机器设备种类繁多,场地大小不一,采用标准隔声罩适应性较差,通常都是按现场实际情况设计、制造非标准隔声罩,例如,各类风机、空压机、柴油发电机组、电动机、水泵、磨煤机(球磨机)、超声波清洗机、破碎机、磨料机等隔声罩。

4.5.1 组装式轻型钢质隔声罩

组装式轻型钢质隔声罩是上海交通大学和江苏南通市消声设备厂共同研制的新产品,荣获上海市重大科技成果三等奖。它利用A、B、C三种定型的隔声板拼装成大小不一、形状不同的隔声罩。A型隔声板为单面吸声结构,B型隔声板为双面吸声结构,C型为无吸声结构的隔声板。

利用A型隔声板组装成的隔声罩,平均隔声量为25dB(A)左右;利用B型隔声板制成的双层隔声罩,外侧为A型隔声板,内侧为B型隔声板,双层隔声罩的隔声量可达50dB(A)以上;C型隔声板的两面均为钢板,若中间填充某些密度较高的材料(例如黄砂),可提高其低频隔声性能;若填充某些纤维性材料,也可提高其隔声量。若在C型隔声板的内侧再利用龙骨或支架等固定吸声材料,此时C型隔声板的平均隔声量可达40~50dB(A)。

隔声罩通风系统采用矩形截面的片式阻性消声器,消声器的消声量与隔声罩的隔声量相当。组装式隔声罩的结构示意图如图13.4-2所示。

组装式隔声罩主要由底板型钢、樑骨、隔声板、带隔声门的隔声板、带隔声采光窗的隔声板等隔声构件组成。组装式轻型钢质隔声罩的隔声量为20~40dB(A)。

4.5.2 BHB型风机隔声罩

BHB型风机隔声罩是由北京市环保局设计的主要用于降低送风机的空气动力性噪声和机壳本身所辐射的机械性噪声,适配于4—72风机系列2.8*、3.2*、3.6*、4*、4.5*、5*风机。

隔声罩由外隔内吸式隔声板拼装而成,在进出风口处安装有阻性片式消声器。设计中考虑了通风散热与隔振问题,风机底座上安装有隔振器。

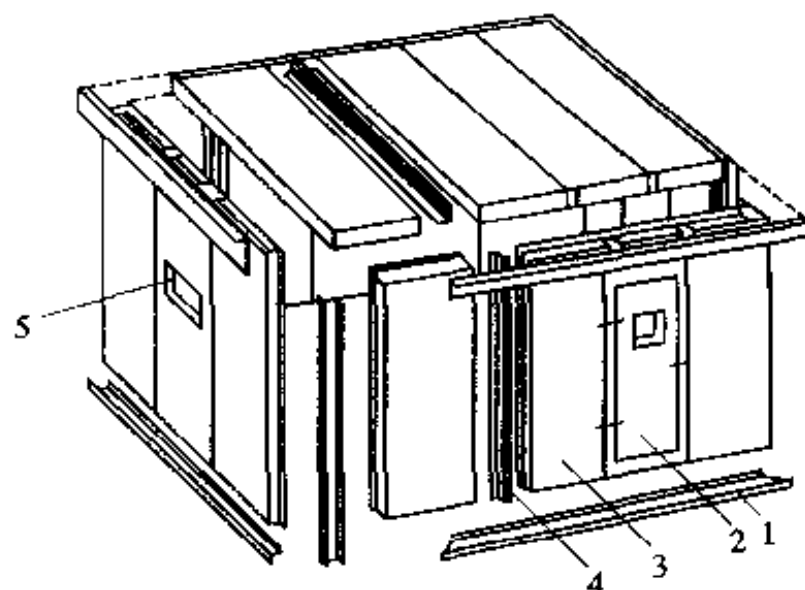


图 13.4-2 组装式轻型钢质隔声罩结构示意图

1—底板型钢 2—隔声门 3—隔声板
4—樑骨 5—观察窗

BHB型风机隔声罩隔声量一般为20~30dB(A),进出风口处消声器消声量为20dB(A)。BHB型隔声罩外形示意图和隔声特性曲线如图13.4-3所示。BHB型隔声罩性能规格列于表13.4-5。

4.5.3 SZE85—2型大电动机系列隔声罩

SZE85—2型大电动机系列隔声罩是为50 000~300 000kW汽轮发电机组配套的大型隔声罩,由上海电机厂和上海柘林环保设备厂共同研究设计,已通过技术鉴定。

大型汽轮发电机组在运行中,转子本体、风扇、轴承等产生的噪声高达100dB(A)左右,为降低其噪声对操作者及周围环境的影响,在汽轮发电机组外侧加装钢结构隔声罩。隔声罩采用型钢骨架,外表面为钢板,内表面为穿孔板,两板之间为20mm空腔和80mm吸声材料,隔声吸声板总厚为100mm,隔声罩上安装双层玻璃观察窗,炭刷架下部加装进出风消声装置。隔声罩内安装照明灯具和自动防火警报器。检修人员可在隔声罩内进行操作。

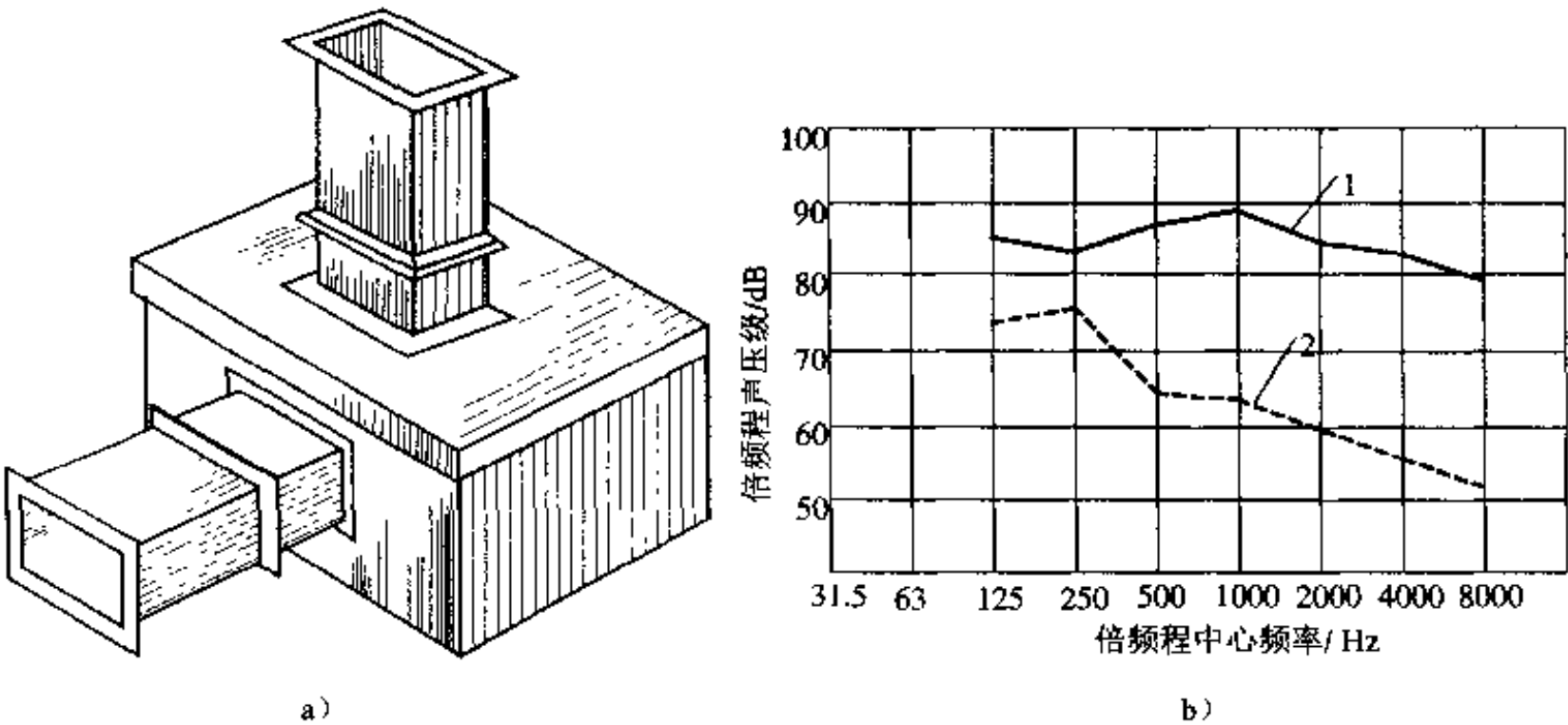


图 13.4-3 BHB 型风机隔声罩结构示意图和隔声特性曲线图

a) BHB 型隔声罩外形示意图 b) BHB 型隔声罩隔声特性曲线
1—无隔声罩 2—加装隔声罩

表 13.4-5 BHB 型隔声罩性能规格表

序号	适配风机型号 4—72 系列	隔声罩外形尺寸/mm			风机进出口消声器尺寸/mm			风机底座尺寸/mm		减振器		重量/kg	生产厂
		长	宽	高	内径	外径	长	长	宽	型号	数量		
1	2.8 [#]	870	760	760	220×300	380×460	1000	580	680	JG ₁ —2	4	80	北京海淀区北安河机械厂
2	3.2 [#]	900	820	840	250×330	410×490	1200	580	680	JG ₁ —3	4	94	
3	3.6 [#]	930	880	917	290×360	450×520	1400	580	680	JG ₁ —3	4	120	
4	4 [#]	960	945	990	320×400	380×360	1100	580	680	JG ₁ —4	4	120	
5	4.5 [#]	990	1025	1084	365×440	485×560	1300	580	680	JG ₁ —4	4	140	
6	5 [#]	1080	1105	1180	410×480	530×600	1500	580	680	JG ₁ —5	4	172	

SZE85—2 型大电动机系列隔声罩隔声量为 10~15dB (A)。300 000kW 汽轮发电机组加装隔声罩后,隔声罩外噪声降为 89dB (A) 以下。图 13.4-4 为 SZE85—2 型 300 000kW 汽轮发电机组隔声罩外形示意图。

4.5.4 FZ 系列多层复合结构隔声罩

采用阻燃玻璃钢多层复合结构制成的

隔声罩,降噪效果显著,性能稳定,可用于各类鼓风机、引风机、水泵、透平机、冲床等的隔声。FZ—B—1~FZ—B—6 型隔声罩适用于水泵隔声,FZ—1~8 型隔声罩适用于罗茨风机隔声。该系列隔声罩由无锡市环湖环保设备厂生产,性能规格列于表 13.4-6。

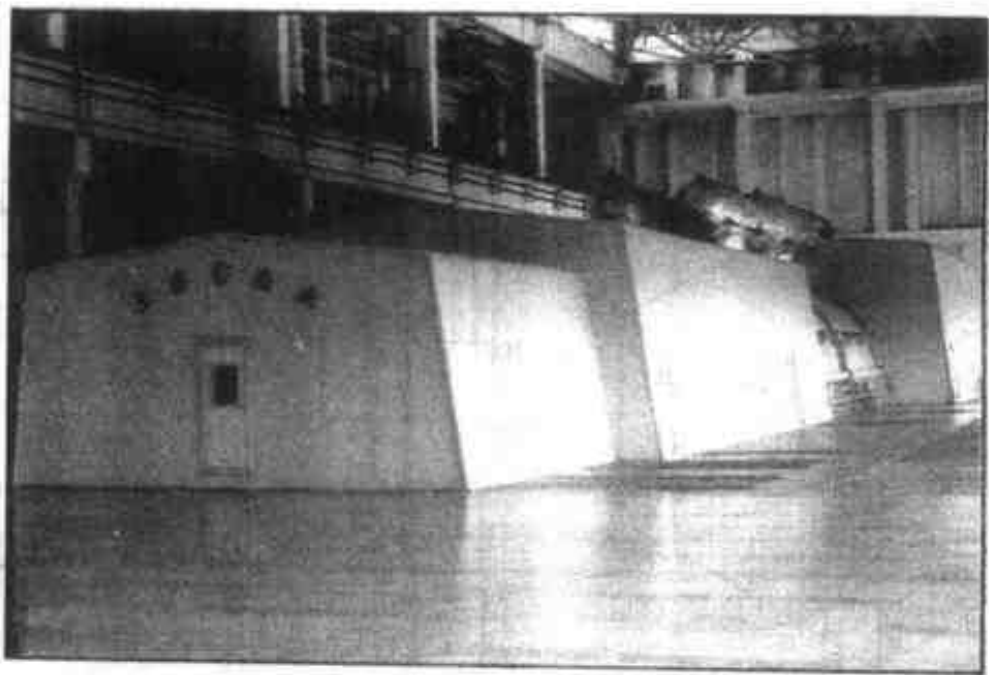


图 13.4-4 SZE85—2 型 300 000kW 汽轮发电机组隔声罩示意图

表 13. 4-6 FZ 系列多层复合结构隔声罩规格表

型 号	配用水泵和罗茨风机型号	隔声罩外形尺寸/mm 长×宽×高	生 产 厂
FZ—B—1	水泵 3BA—9, 4BA—12, 6BA—12, 8BA—18	1300×550×510	江苏无锡市环湖环 保设备厂
FZ—B—2	2 1/2PW	2500×650×600	
FZ—B—3	4PW	2950×700×1000	
FZ—B—4	6PW	3500×1000×1000	
FZ—B—5	4PND	2500×1150×1250	
FZ—B—6	4PNA	4800×1500×1450	
FZ—1	D14×20—1.25/2000~2.5/5000	1350×750×700	
FZ—2	D22×21—5/2000~D22×32—15/5000	1850×850×850	
FZ—3	D36×28—20/2000~D36×35—40/5000	2400×1150×1350	
FZ—4	D36×46—60/2000~D36×60—80/5000	2700×1150×1350	
FZ—5	SD36×35—40/1100~D36×46—60/11000	2850×1200×1450	
FZ—6	D60×48—120/2000~D60×63~160/5000	3600×1650×800	
FZ—7	D60×78—200/2000~D60×90—250/5000	3850×1650×800	
FZ—8	SD60×63—160/9000~SD60×78—200/9000	4000×1650×850	

4.5.5 ZK₄型消声隔声箱

ZK₄型消声隔声箱是北京市劳动保护科学研究所设计的一种既消声又隔声的新型噪声控制设备,适用于降低 4—72 系列和 8—18 系列风机噪声。对于安装于地下建筑、露天及车间内的通风机,最适合使用 ZK₄型消声隔声箱。ZK₄型消声隔声箱分为 A、B 两大系列,A 型系列配用 4—72 系列离心风机,B 型系列配用 8—18 系列离心风机。A、B 型外形示意图见图 13.4-5。

ZK₄型消声隔声箱具有综合治理通风机机体辐射的噪声、空气动力性噪声和机械振动引起的噪声的功能;箱体内装有通风冷却管道,

自行消除电动机散发的热量,不设置附加动力设备(如通风机等),本身即可调节冷却通风量;消声隔声箱已配有专用的风机减振台座和风机进出口橡胶软接头;消声隔声箱使用安装方便灵活,不需要再设置土建消声吸声措施,节省场地和投资。

ZK₄型消声隔声箱箱体本身的静态隔声量为 38~39dB(A),动态隔声量为 24dB(A)。A 型系列消声隔声箱上配装 4—72 系列风机消声器每米消声量为 21dB(A);B 型系列消声隔声箱上配装 8—18 系列风机消声器,每米消声量为 20dB(A)。消声器消声量列于表 13.4-7。ZK₄型消声隔声箱性能规格列于表 13.4-8。

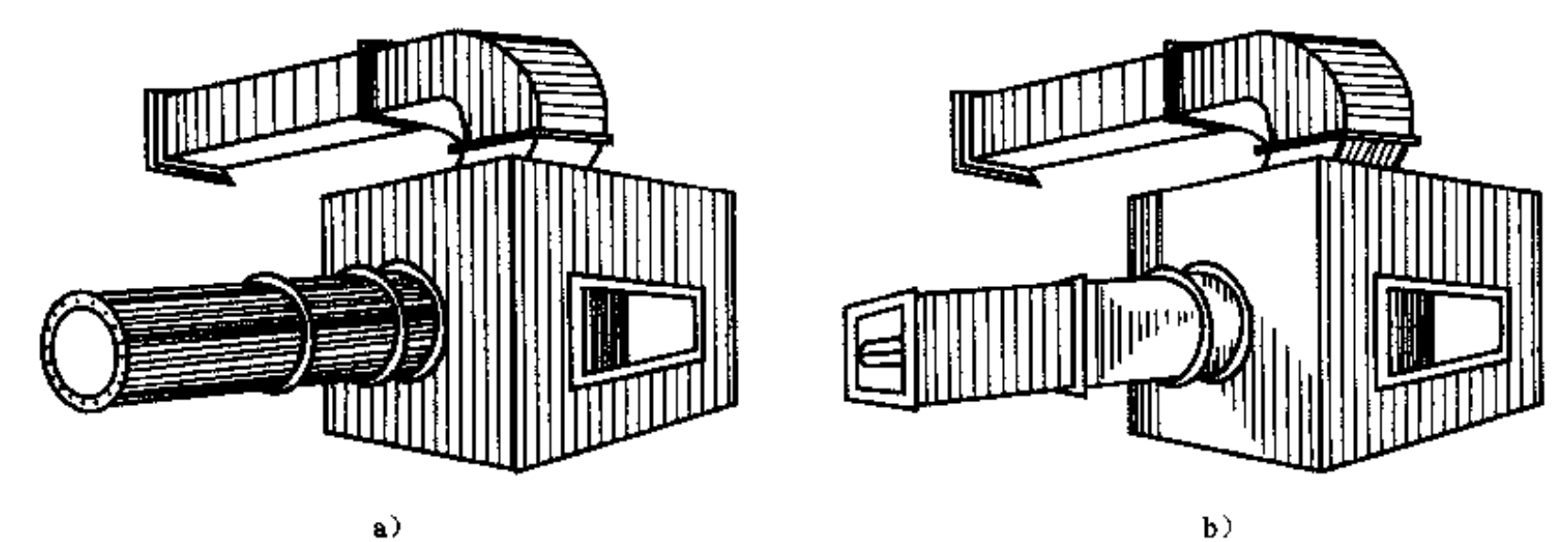


图 13.4-5 ZK₄型消声隔声箱外形示意图

a) ZK₄—A 型系列消声隔声箱外形示意图 b) ZK₄—B 型系列消声隔声箱外形示意图

表 13.4-7 ZK₄型消声隔声箱上配装的消声器消声量

配用 风机	消声器 长度/m	风速 (m/s)	阻力 系数	倍频程中心频率/Hz								A 声级 /dB	C 声级 /dB	备注
				63	125	250	500	1000	2000	4000	8000			
				消声量/dB										
4—72 系列	1.0	20	1.232	3	6	14	23	23	23	18	16	21	13	
	1.5			4	7	16	33	32	29	19	16	24	16	
	2.0			4	11	19	36	37	34	21	17	28	18	
8—18 系列	1.0	20~25	1.03	5	6	11	24	29	23	17	15	20	16	
	1.5			9	10	11	23	30	32	25	21	23	18	
	2.0			9	11	12	25	33	36	28	21	25	19	

表 13.4-8 ZK₄ 型消声隔声箱性能规格表

型 号	消声隔声箱 配用风机系列	消声隔声箱 外形尺寸/mm			适用风机流量 / (m ³ /h)	进口消声器 法兰尺寸/mm			出口消声器 法兰尺寸/mm			生产厂
		长	宽	高		外径	中径	内径	长	长中心	宽	宽中心
ZK ₄ -A ₁	4—72 系列	1800	800	1000	1330~2450	462	430	390	464	438	414	388
ZK ₄ -A ₂		1840	800	1090	1975~3640	522	490	450	514	488	464	438
ZK ₄ -A ₃		1900	900	1150	2930~5408	622	590	550	564	538	514	488
ZK ₄ -A ₄		2000	1000	1250	4020~7420	660	628	580	680	648	516	384
ZK ₄ -A ₅		2050	1100	1300	5730~10580	740	708	660	680	648	586	554
ZK ₄ -A ₆		2150	1150	1300	7950~14720	810	778	730	780	748	586	554
ZK ₄ -A ₇		3060	1400	1500	6840~12720	780	748	700	780	748	566	534
ZK ₄ -A ₈		3460	1880	1820	16200~27990	—	—	—	1100	1060	756	716
ZK ₄ -A ₉		3790	2160	2140	40400~58200	—	—	—	1600	1560	906	866
ZK ₄ -A ₁₀		4170	2540	2400	46100~66500	—	—	—	1600	1560	1026	986
ZK ₄ -B ₁	8—18 系列	1790	752	1065	619~1535	—	—	—	—	—	—	—
ZK ₄ -B ₂		2008	882	1227	1210~3000	—	—	—	—	—	—	—
ZK ₄ -B ₃		2126	1012	1362	2090~5180	—	—	—	—	—	—	—
ZK ₄ -B ₄		2675	1320	1730	4950~12250	—	—	—	—	—	—	—
ZK ₄ -B ₅		2962	1590	1744	4840~11980	—	—	—	—	—	—	—
ZK ₄ -B ₆		3817	1821	2073	8350~20600	—	—	—	—	—	—	—
ZK ₄ -B ₇		4427	2081	2313	13250~32750	—	—	—	—	—	—	—

北京市
海淀区华
兴复合材
料厂(原
汇源环保
设备厂)
西安消
声除尘设
备厂
沈阳噪
声控制设
备厂
广东广
宁环保设
备厂

图 13.4-6 为 ZK₄ 型消声隔声箱安装示意图。将消声隔声箱置于 3mm 厚的软橡胶板上, 橡胶板应铺在抹平压光的水泥地坪上; 风机和减振台座应按有关技术规定安装; 风机进出口冷却通风短管与塑料冷却风管用软橡皮管联接, 并用金属箍卡紧。

消声隔声箱冷却风管段装有调节阀, 阀门出风方向应对准风机电动机; 消声隔声箱内冷却风量可以通过调节阀门进行调节, 冷却风量不宜过大, 以免影响风机性能; 当风机进风温度高于 35℃ 或含有粉尘及有害气体浓度较大时, 需关闭冷却出风阀门, 开启箱外进风阀; 风机运行期间, 不允许中断冷却通风。箱内冷却空气温度范围为 5~35℃。当选用该消声隔声箱作为 4—72、8—18 风机系列噪声控制装置时, 风机风量和压头应适当留有余地, 在选择通风系列风量时, 应扣除冷却部分所需要的风量。

4.5.6 SHZ—GZ 型隔声罩系列

SHZ—GZ 型隔声罩是上海申华声学装备有限公司生产的系列化隔声装置之一, 它是将噪声源置于隔声罩内, 隔断其噪声向外传播。为便于声源设备的安装和维修, 隔声罩为可拆卸结构, 由隔声构件拼装而成。隔声罩隔声量分为 15~20dB(A) 和 25~30dB(A) 两个等级。

SHZ—GZ 型隔声罩子系列 GZC 型柴油发电机组隔声罩, 是由中国船舶工业总公司

第九设计研究院与上海申华声学装备有限公司共同研制成功的专为上海柴油机厂 75~200kW 柴油发电机组配套的新产品, 以 100kW 柴油发电机组为例, 隔声罩外形尺寸长×宽×高约为 4000mm×2000mm×2100mm, 进出风均有消声装置, 隔声罩内柴油发电机组噪声为 102dB(A), GZC 型柴油发电机组隔声罩具有结构新颖、可拆卸、隔声性能优良、通风散热效率高、气流压力损失小等特点, 一般情况下, 平均隔声量为 25~28dB(A), 属国内领先水平。

GZ 型隔声罩其他子系列产品还包括各类风机、电动机、压缩机、透平机、高速冲床、热泵机组、球磨机、注塑机、激光机组等非标准隔声罩。

4.5.7 中雅系列工业用隔声罩

深圳中雅机电实业有限公司设计、制造的隔声罩采用模块式结构, 每个部件仅需很少的人力就可搬运, 运输、安装很方便。它的性能稳定, 板与板之间、门与板之间、窗与板之间、板与地面之间的连接紧密可靠, 而且即使拆开重装, 也不会影响声学性能。可以按用户要求加装双层玻璃隔声窗、隔振系统、通风系统、隔声检修门等。

图 13.4-7 为中雅系列工业用隔声罩照片图。

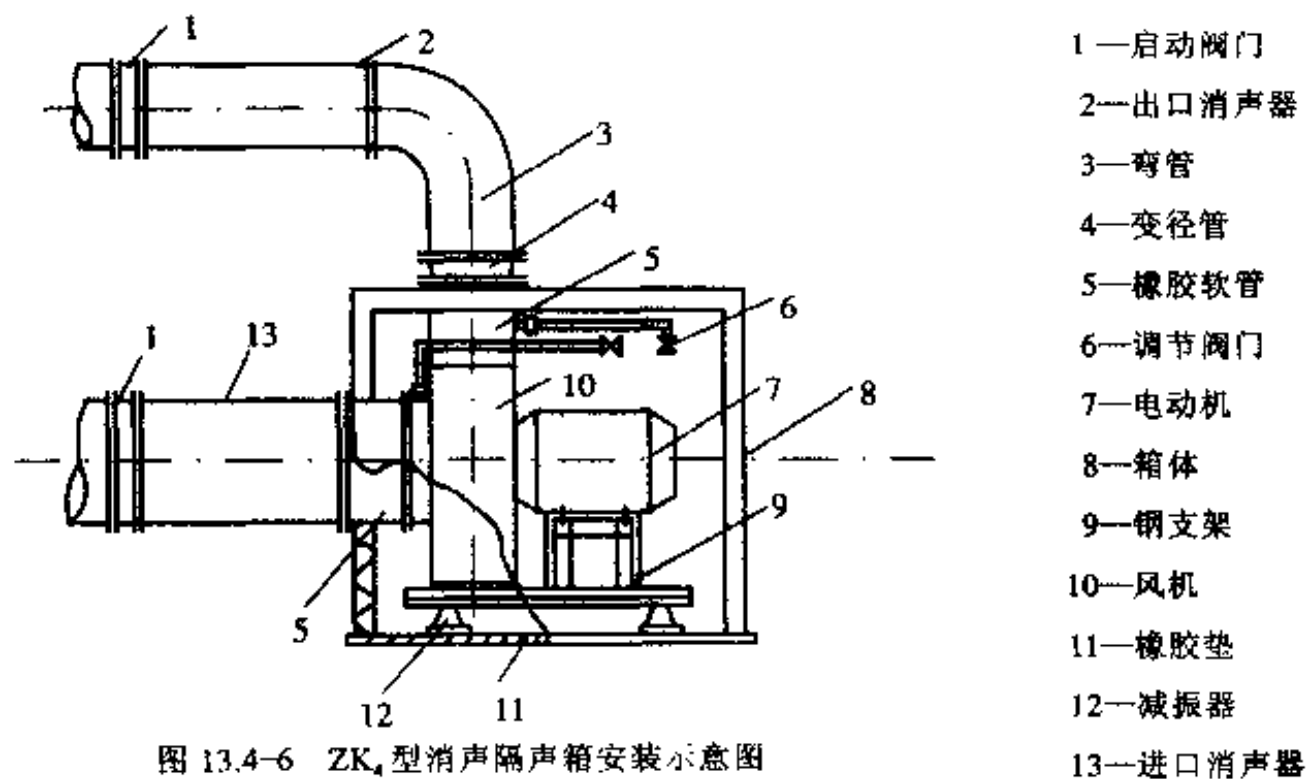


图 13.4-6 ZK₄ 型消声隔声箱安装示意图

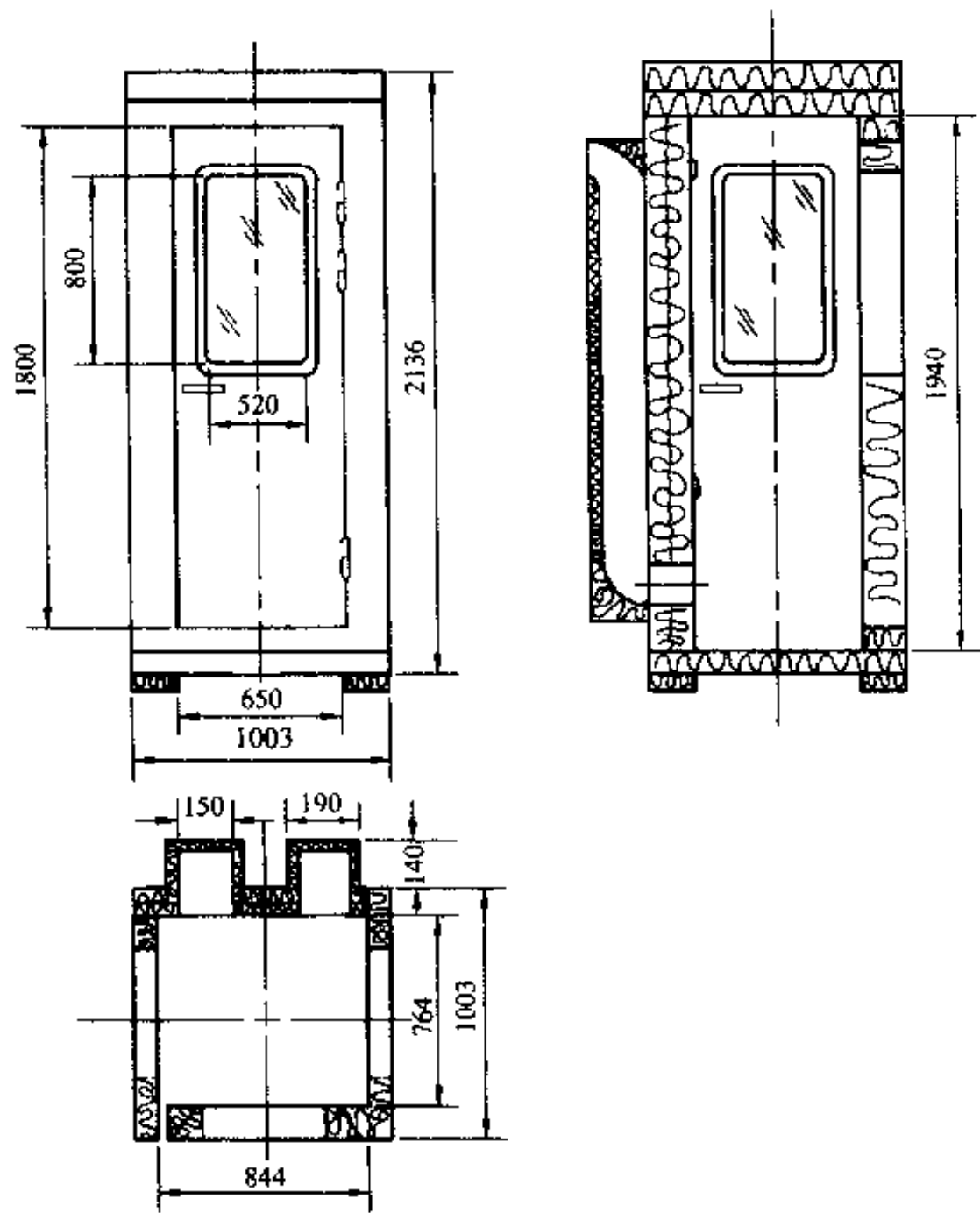


图 13.4-8 GST 型组装式隔声室结构示意图

GST—1 型（面积 1m²）和 GST—2 型（面积 2m²）隔声室在同济大学混响室（体积 267m³）内实测其隔声降噪量列于表 13.4-10。

4.6.2 CH 型组装式轻型隔声室

CH 型组装式轻型隔声室由上海化工设计院设计，是用 CH 型活动隔声板拼装而成的隔声结构。按使用场所的不同，可组装成大小不一、用途各异的隔声室，既可以作为

隔离强噪声设备的装置，也可以作为高噪声厂房内的控制室和操作人员的休息室，还可以作为旅馆、车站、码头和街道等地的长途电话亭和公用电话亭。该型隔声室隔声量为 20~30dB（A）。

图 13.4-9 为 CH 型组装式轻型隔声室外形示意图。表 13.4-11 为 CH 型组装式轻型隔声室性能规格表。

表 13.4-10 GST—1 型和 GST—2 型隔声室隔声降噪量

型号及测试工况	倍频程中心频率/Hz								平均隔声 降噪量/dB (125~4000Hz)	A 声级 /dB	备注
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000			
GST—1 型一般工况	9	14	25	30	34	35	39	41	30	—	同济大 学提供
GST—1 型进出风口封闭	15	19	27	31	34	34	39	43	31	—	
GST—2 型一般工况	15	24	33	40	43	42	44	40	38	43	
GST—2 型进出风口封闭	17	26	35	40	43	43	45	40	39	43	

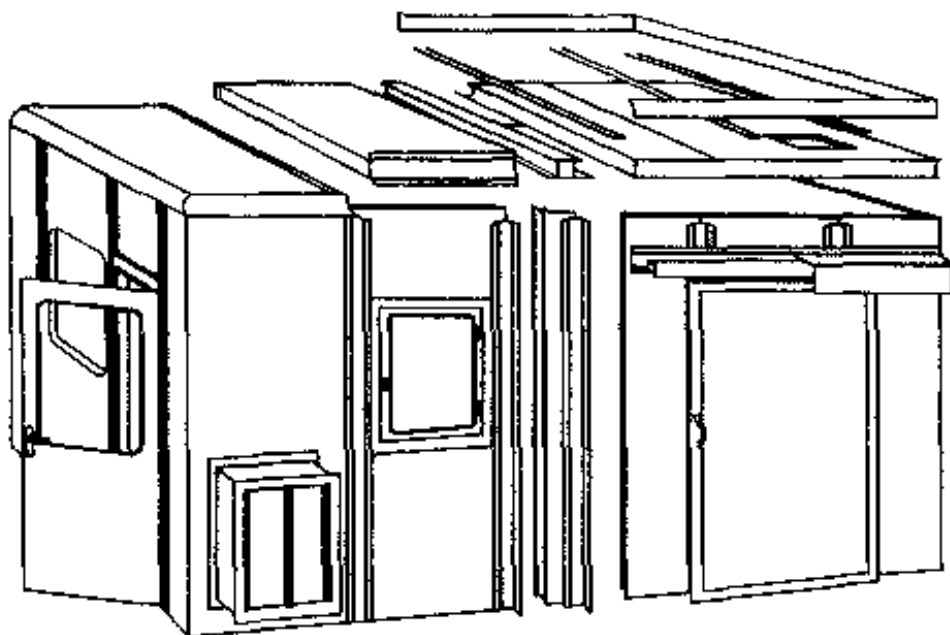


图 13.4-9 CH 型组装式轻型隔声室外形示意图

表 13.4-11 CH 型组装式轻型隔声室性能规格表

型 号	外形尺寸/mm			生 产 厂
	长	宽	高	
CH—1	2000	1500 (2000)	2000	上海奉贤拓林环保设备厂
CH—2	2500	2000 (2500)	2000	浙江黄岩环境保护噪声控制设备厂
CH—3	3000	2000 (2500)	2500	浙江黄岩治理噪声设备厂
CH—4	3500	2500 (3000)	3000	浙江椒江市东海噪声控制设备厂
CH—5	4000	3000 (3500)	3500	江苏无锡堰桥噪声控制设备厂
CH—6	5000	3500 (4000)	3500	广东广宁县环保设备厂 宜兴市强洁防噪声工程有限公司

4.6.3 高速冲床隔声室

家用空调器、电冰箱、洗衣机、吸尘器、洗碗机、热水器等所用的薄壁零件，多数是用自动高速冲床冲制出来的，自动高速冲床通常是安装于零部件车间的大厂房内，其噪声高达 105dB（A）左右，给操作者和周围环境带来严重的噪声污染。为了降低自动高速冲床噪声的影响，一般都是在自动高速冲床的外侧加装大型隔声室。隔声室顶棚和四壁用钢结构复合隔声板拼装而成；上料部分开设自动上料口并做隔声处理；出料端加装气动自动开关装置或电动自动开关装置，无气或断电时可手动开关；出料装置与自动高速冲床互锁；隔声室顶部安装排风机，在排风机出口和隔声室进风口处安装消声器；隔声室四壁墙上安装双层玻璃隔声采光窗和钢结构密封隔声门；隔声室内可安装分体式空调器、电源开关箱、照明灯具等。

中国船舶工业总公司第九设计研究院为国

内多家空调器厂设计安装了高速冲床隔声室，例如，广东美的集团股份有限公司美的冷气机制造有限公司、上海日立家用电器有限公司、四川长虹电子集团公司、上海大金协昌空调有限公司、上海家用空调器总厂、上海水仙能率有限公司、安徽达西普有限公司、上海冰箱压缩机厂、上海吸尘器厂等。高速冲床隔声室一般外形尺寸长×宽×高约为 5500mm×4500mm×4000mm，隔声室的具体形式和尺寸应按高速冲床的尺寸和操作工艺要求来设计。高速冲床隔声室隔声量（内外声级差）为 20~25dB（A）。图 13.4-10 为 OAK 高速冲床隔声室外形示意图。图 13.4-11 为高速冲床隔声室隔声特性曲线。

高速冲床隔声室由江苏南通开发区永达环保科技有限公司南通市消声设备厂、江苏宜兴市强洁防噪声工程有限公司、江苏宜兴南方吸音器材厂、江苏宜兴南方环保设备厂、上海申华声学装备有限公司制造安装。

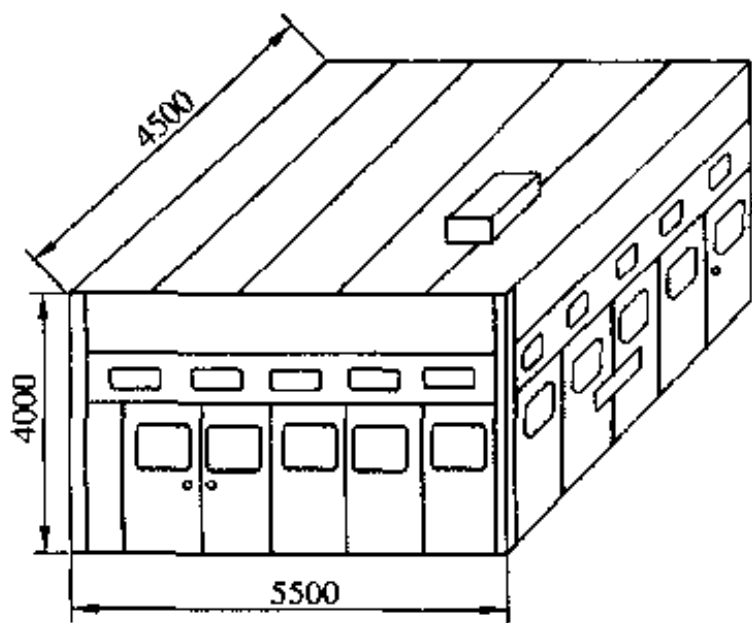


图 13.4-10 OAK 高速冲床隔声室外形示意图

4.6.4 装配式球磨机隔声室

DTM 型钢球磨煤机（俗称球磨机）广泛应用于电力系统锅炉车间的供煤粉系统。煤块

通过球磨机中钢球与煤块、煤块与筒体、煤块与煤块之间的相互撞击和研磨得到粉碎。球磨机在正常运行中其噪声高达 115~120dB (A)，严重危害操作者的身心健康。在球磨机筒体外侧加装隔声室是控制球磨机噪声的主要技术措施之一。

四川成都市噪声控制设备厂生产的装配式球磨机隔声室是用隔声—吸声元件构成板块，采用企口联接方式装配而成，装拆方便。隔声板块分为两层，外层为隔声元件，内侧为吸声元件，中间用钢板分割，结构紧凑，刚性好，联接企口之间均设有密封层。隔声室预留进料口，开设 2~3 个观察维修隔声门，便于日常检查和检修。图 13.4-12 为装配式球磨机隔声室外形示意图。表 13.4-12 为 DTM 型钢球磨机隔声室性能规格表。

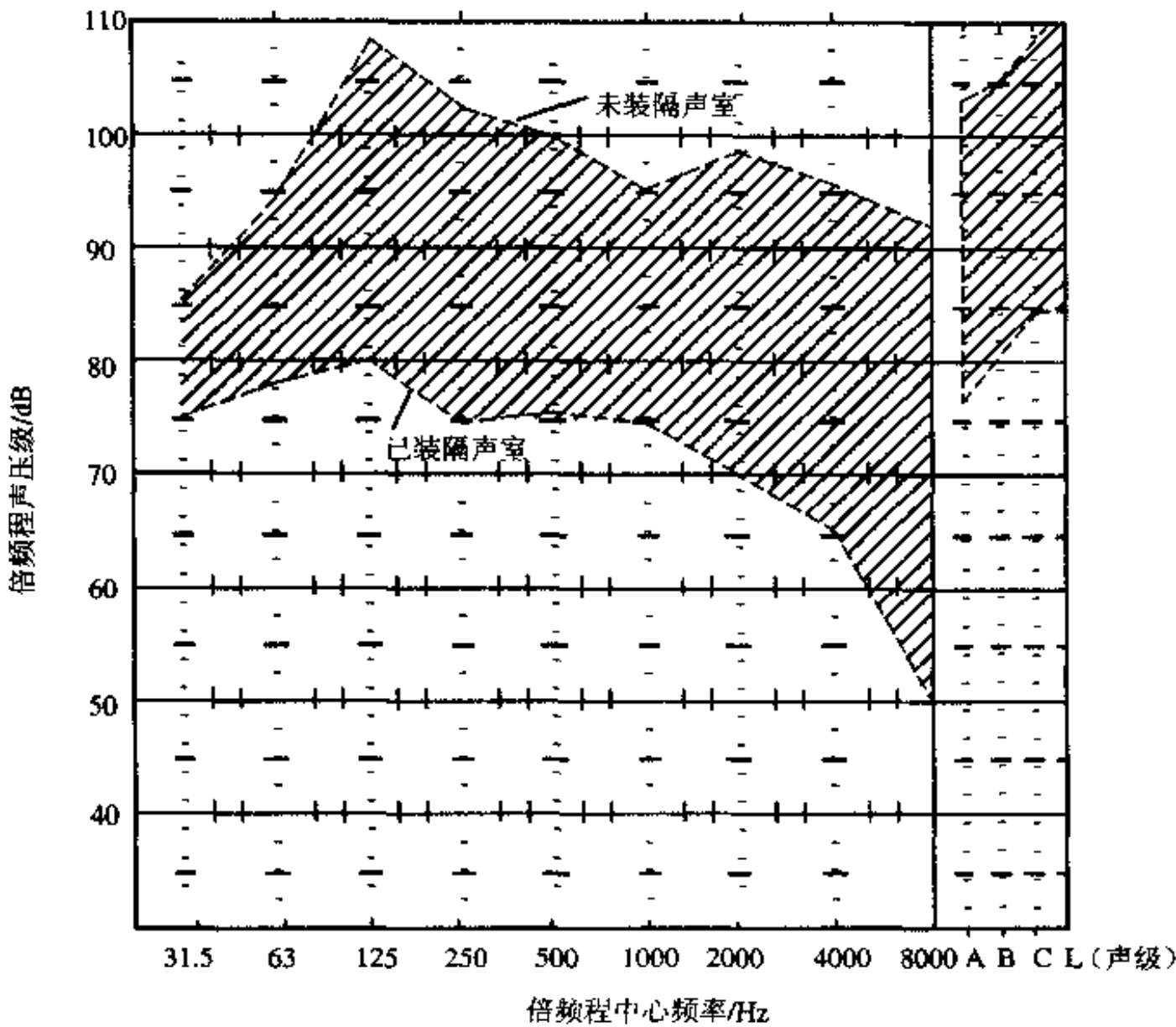


图 13.4-11 高速冲床隔声室隔声特性曲线

除 DTM 型球磨机装配式隔声室外，对于其他球磨机，例如湿法生料磨、湿法棒球磨、水泥磨、干法生料磨、减速机中心传动式球磨机、减速机边缘传动式球磨机等，均可按要求配置相应尺寸的钢结构隔声室。

4.6.5 HBE—G 型系列隔声室

HBE—G 型舒畅牌隔声室是河南鹤壁市环保设备总厂生产的系列化隔声室，已通过产品鉴定，荣获省优秀新产品奖和市科技成果二等奖。该系列隔声室广泛用于各发电厂、

制药厂、水泥厂等噪声源多、危害大、且不宜将声源逐一进行治理的高温、高粉尘、高噪声的场所。

HBE—G 型系列隔声室分为固定式、移动式两种，移动式带走轮，固定式底部加减振器，不可移动。隔声室外表面选材可以是冷轧钢板，也可以是铝合金扣板。隔声室配消声器、排风扇、吸顶灯、电气开关、电源插座等，隔声量为 30dB(A)左右。表 13.4-13 列出了 HBE—G 型系列隔声室性能规格。

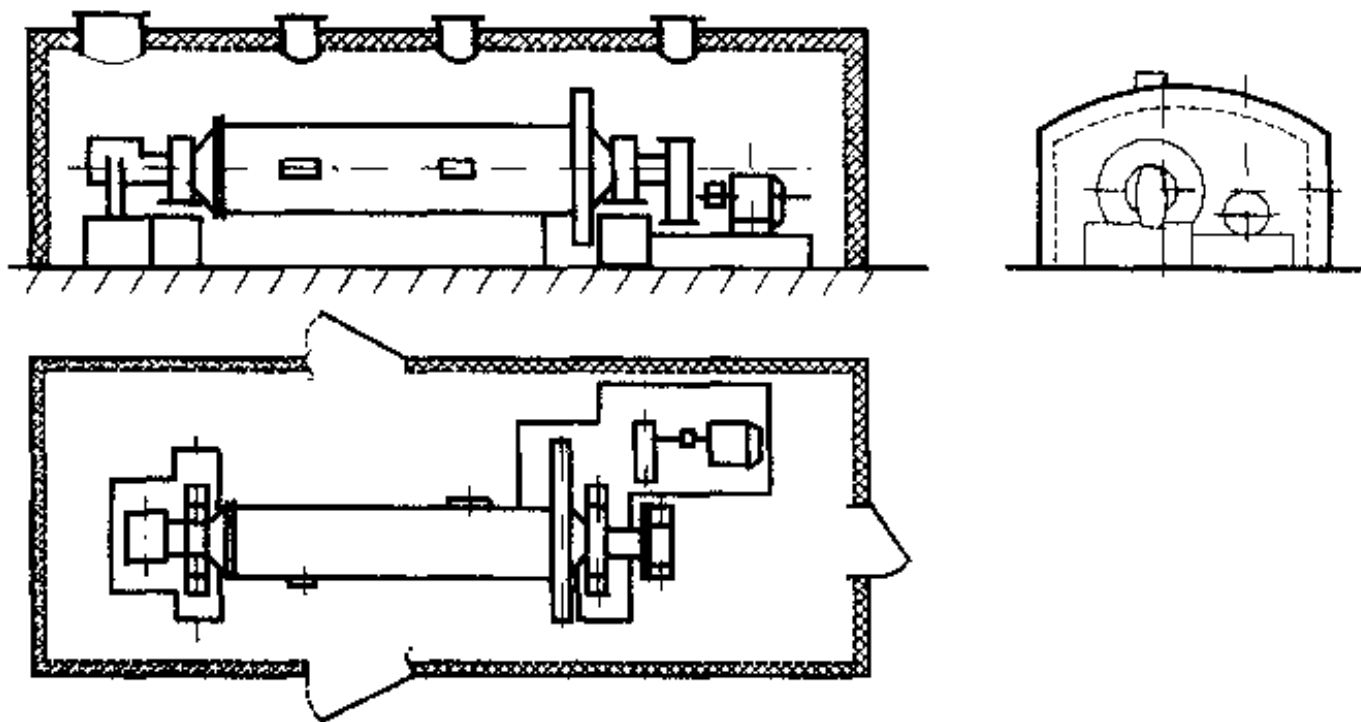


图 13.4-12 装配式球磨机隔声室外形示意图

表 13.4-12 DTM 型钢球磨煤机（球磨机）隔声室性能规格表

球磨机规格/mm 直径×长度	隔声室外形尺寸/mm 长×宽×高	隔声室隔 声量/dB(A)	重量 /kg	生 产 厂
2200×2600	7500×4000×4200	35	6200	四川成都市噪 声控制设备厂
2200×3300	8200×4000×4200	35	6400	
2500×3600	8000×4200×4300	35	6371	
2500×3900	8200×4200×4300	35	6486	
2870×4100	9200×4400×4500	35	7465	
2870×4700	9500×4400×4500	35	7677	
1700×2500	6020×3200×3580	35	3930	
2200×3000	9400×5000×4000	35	7314	
2200×4000	11500×5000×4000	35	8717	
2200×4000	10500×4800×4000	35	8316	
2400×4750	12000×6000×4300	35	10432	

表 13.4-13 HBE—G 型隔声室性能规格表

型 号	隔声室外形尺寸 / mm 长×宽×高	型 号	隔声室外形尺寸 / mm 长×宽×高	生 产 厂
HBE—G1	2000×2000×2800	HBE—G9	3000×4500×2800	河南鹤壁市环保设备总厂
HBE—G2	2000×2500×2800	HBE—G10	3000×5000×2800	
HBE—G3	2000×3000×2800	HBE—G11	4000×4000×2800	
HBE—G4	2500×2500×2800	HBE—G12	4000×4500×2800	
HBE—G5	2500×3000×2800	HBE—G13	4500×4500×2800	
HBE—G6	3000×3000×2800	HBE—G14	5000×5000×2800	
HBE—G7	3000×3500×2800	HBE—G15	5000×6000×2800	
HBE—G8	3000×4000×2800			

4.6.6 中雅系列广播电视、医学、艺术用隔声室

深圳中雅机电实业有限公司生产的中雅系列隔声室为最大限度地衰减噪声而设计，隔声等级（STC）：单墙房 50dB，双墙房 70dB。隔声室由模块板组装而成，安装方便，当将房间拆开改型后，其隔声性能不受影响。室内装有静流通风系统与天花一体，有多种照明、电力系统可供选择，可以根据需要添加其他辅助系统。可用在工业产品测试、工厂的控制室、操作间及练声间、琴房、测听室、广播室等。图 13.4-13 为中雅系列隔声室典型结构示意图。

图 13.4-13a 所示为 400-A 系列 [单墙(独立房间)结构。由 100mm 厚的模块板组成，房内有地板，置于隔振器上。]

图 13.4-13b 所示为 1200-A 系列 [双墙（房内有房）结构。两层外壳由 100mm 厚的模块板制成，外壳间有 100mm 的空气间隙，内房地板置于隔振元件上，外房置于地面或隔振地台上。]

图 13.4-13c 所示为 400-A-CT 系列 [单

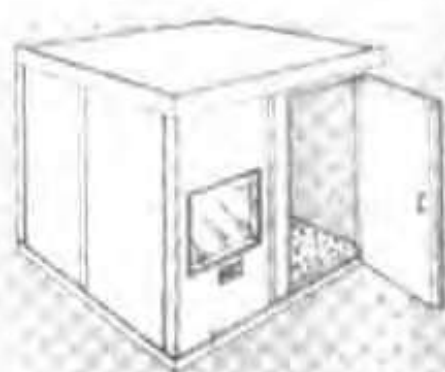
墙隔声房。两个独立的 400-A 房，以 100mm 有隔振填充料的空气间隙段连接。此类房间可用作控制室、设备房、观察房、检查室和治疗房。]

图 13.4-13d 所示为 1400-A-CT 系列 [复合结构隔声房。独立的无隔振地板的用于控制室 400-A（单墙）房与检查室治疗用的 1200-A（双墙）房直接连接。]

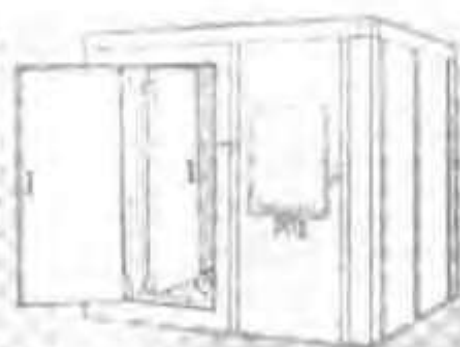
图 13.4-13e 所示为 1200-A-CT 系列 [双墙结构隔声房。由两个 400-A-CT 房组成，两房外壳是 102mm 厚模块板。]

图 13.4-13f 所示为 1600-A-CT 系列 [复合结构隔声房，与 1400-A-CT 相似，但两房不直接连接，中间隔以 102mm 厚的有隔振填充料空气间隙段。]

中雅隔声室备有 27 种标准尺寸和几百种可互换结构供选择，表 13.4-14 为中雅系列 A 型单房隔声室规格表，表 13.4-15 为中雅系列 A-CT 型双房隔声室规格表，表 13.4-16 为中雅系列隔声室隔声性能表，表 13.4-17 为中雅系列隔声室典型混响时间表。



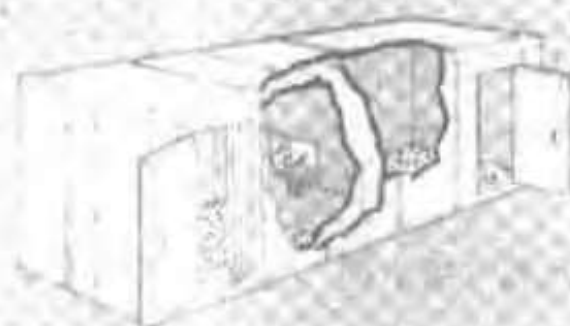
a)



b)



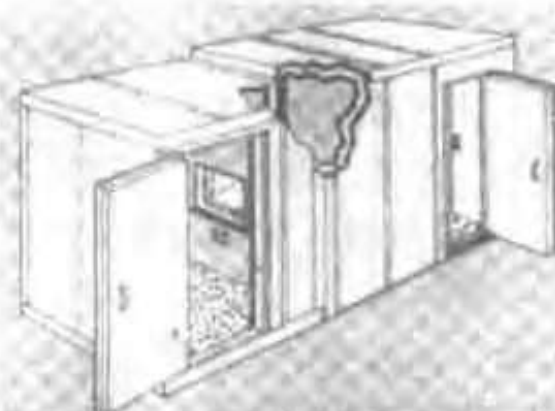
c)



d)



e)



f)

图 13.4-13 中雅系列隔声室典型结构示意图

表 13.4-14 中雅系列 A 型单房隔声室规格表

型号 A	尺寸/mm						设计 重量 /kg	通风量 / (m³/min)	备 注
	内			外					
	宽	长	高	宽	长	高			
400	1015	915	1980	1220	1120	2286	699	2.85	设计 重量中 已包括 大约 20%的 地板载 荷安全 系数
401	1220	1015	1980	1425	1220	2286	825	2.85	
402	1930	1830	1980	2135	2035	2286	1580	5.66	
403	2235	2135	1980	2440	2340	2286	1890	5.66	
404	2745	2540	1980	2945	2745	2286	2380	5.66	
405	3050	2845	1980	3250	3050	2286	2800	8.50	
1201	1220	1015	1980	1830	1625	2464	1840	2.85	
1202	1930	1830	1980	2540	2440	2464	3410	5.66	
1203	2235	2135	1980	2845	2745	2464	3990	5.66	
1204	2745	2540	1980	3355	3150	2464	4940	5.66	
1205	3050	2845	1980	3660	3455	2464	5625	8.50	

表 13.4-15 中雅系列 A-CT 型双房隔声室规格表

型号 A-CT	尺寸/mm									设计 重量 /kg	通风量 /(m ³ /min)		备注
	内						外						
	控制室			检查室			全尺寸						
	宽	长	高	宽	长	高	宽	长	高	—	控制室	检查室	
402	1220	1930	1980	1830	1930	1980	3555	2185	2286	2770	5.66	5.66	设计 重量中 已包括 大约 20%的 地板载 荷安全 系数
403	1625	2135	1980	2235	2135	1980	4370	2340	2286	3380	5.66	5.66	
404	2135	2540	1980	2745	2540	1980	5385	2745	2286	4400	8.50	5.66	
405	2440	2845	1980	3050	2845	1980	5995	3050	2286	5040	8.50	8.50	
1202	1220	1930	1980	1830	1930	1980	3965	2540	2464	5400	5.66	5.66	
1203	1625	2135	1980	2235	2135	1980	4775	2745	2464	6420	5.66	5.66	
1204	2135	2540	1980	2745	2540	1980	5790	3150	2464	8160	8.50	5.66	
1205	2440	2845	1980	3050	2845	1980	6400	3455	2464	9430	8.50	8.50	
1402	1830	2235	2360	1930	1830	1980	4470	2440	2464	4630	5.66	5.66	
1403	2135	2540	2360	2235	2135	1980	5080	2745	2464	5440	8.50	5.66	
1404	2340	2945	2360	2745	2540	1980	5790	3150	2464	6620	8.50	5.66	
1405	2640	3250	2360	3050	2845	1980	6400	3455	2464	7575	8.50	8.50	
1602	1830	2235	1980	1930	1830	1980	4675	2440	2464	5080	5.66	5.66	
1603	2135	2540	1980	2235	2135	1980	5285	2745	2464	5940	8.50	5.66	
1604	2340	2945	1980	2745	2540	1980	5995	3150	2464	7210	8.50	5.66	
1605	2640	3250	1980	3050	2845	1980	6605	3455	2464	8300	8.50	8.50	

表 13.4-16 中雅系列隔声室隔声性能表

噪声衰减/dB	倍频程中心频率/Hz							
	125	250	500	1000	2000	4000	8000	STC
全部单墙结构*	28	36	48	57	61	61	57	50
全部双墙结构	47	62	83	91	99	97	>91	70

注：*包括 1400-A-CT 型控制室。

表 13.4-17 中雅系列隔声室典型混响时间表

混响时间	倍频程中心频率/Hz							
	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
秒	0.24	0.19	0.11	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	

4.7 隔声屏障（简称声屏障）

隔声屏障主要用于阻挡噪声源直达声的传播，在噪声源和接受者之间设置隔声屏障或隔声吸声屏障，可以有效地控制噪声源的中高频噪声的传播，在吵闹的环境中隔离出一个局部安静的环境。

在室内使用隔声屏障，应根据噪声源的种类、声源特性、安装位置等来选择隔声屏障的形状和尺寸。隔声屏障分为固定式和移动式两种。按声学特性不同，可分为反射型、吸声型以及反射吸声结合型等三种。由于声屏障是敞开结构，有利于机械设备的通风散热及操作维修。隔声屏障的降噪效果一般为 8~12dB(A)。如果室内适当进行吸声处理，声屏障两面为吸声结构，中间为隔声结构，隔声屏障的降噪效果还会提高，有时可达 15dB(A) 左右。

露天使用的隔声屏障，主要用于交通噪声的治理，例如高速路、高架路、立交桥、铁路、轻轨等所用的声屏障。户外声屏障除具备一般声屏障的要求外，还必须具备防雨、防潮、防晒、防冻、防尘、防腐蚀、防台风等功能，而且经久耐用，即使需要修理更换，施工也应十分方便。近年来，道路声屏障发展较快，有土建式永久声屏障；有土建式和钢结构结合式声屏障；有轻型钢结构声屏障；也有其他轻型结构的声屏障。道路声屏障隔声降噪效果一般为 5~8dB(A)。

4.7.1 GP 系列隔声屏障

GP 系列隔声屏障由湖南长沙市消声器厂设计制造，主要用来降低工业噪声中的空压机、风机、发电机、冲床、热泵、冷冻机、冷却塔、水泵等机械设备的噪声。表 13.4-18 列出了 GP 系列隔声屏障主要性能规格。

表 13.4-18 GP 系列隔声屏障性能规格表

型 号	外形尺寸/mm 宽×高×厚	型 号	外形尺寸/mm 宽×高×厚	生产厂
GP—1	1000×1600×70	GP—6	2000×1600×70	湖南长沙市消声器厂
GP—2	1000×2000×70	GP—7	1200×2400×70	
GP—3	1200×2000×70	GP—8	1600×2400×70	
GP—4	1600×2000×70	GP—9	1800×2400×70	
GP—5	1800×2000×70	GP—10	2000×2400×70	

4.7.2 FZP 型防噪声屏系列

FZP 型防噪声屏系列是上海环保机械工程有限公司、江苏宜兴市强洁防噪声工程有限公和上海市环境保护科技咨询服务中心共同研究设计、生产的一种适用于降低高速公路、高架道路噪声的新产品，已通过市级鉴定。

FZP 型防噪声屏由钢结构立柱和屏板两部分组成，屏板材料可分为金属板（铝合金板或彩色钢板）、钢筋混凝土板、碳素聚酯板、玻璃类非金属板等。FZP 型系列防噪声屏现分为 A、B、C、D 四大类：FZP—A 型为吸声直立式，FZP—B 型为隔声透光式，FZP—C 型为吸隔混合式，FZP—D 型为拱形吸声式。图 13.4-14 为 FZP 型防噪声屏系列外形示意图。

FZP 型防噪声屏系列已应用于上海内环线高架道路和南北高架道路的两侧，以控制交通噪声的影响。FZP 型防噪声屏立柱采用 H 型钢，用于插入和支撑屏板，以弹簧卡子相互固定。H 型钢置于高架道路的防撞墙上缘或后侧，与预埋螺栓相联接。屏板之间穿以钢丝绳，以防屏板在突发事件时从立柱间脱落。屏板为彩色钢板饰面结构，吸声面板为百叶窗孔式结构，空腔内填装纤维性吸声材料（如防潮离心玻璃棉等）。标准屏板单体外形尺寸长×高×厚为 1960mm×520mm×95mm。在 1500Pa 均布载荷下，最大挠度≤ L （跨度）/600，使用环境温度-20~+60℃。

FZP 型防噪声屏金属屏板的平均隔声量和吸声部分的吸声系数实测值列于表 13.4-19。

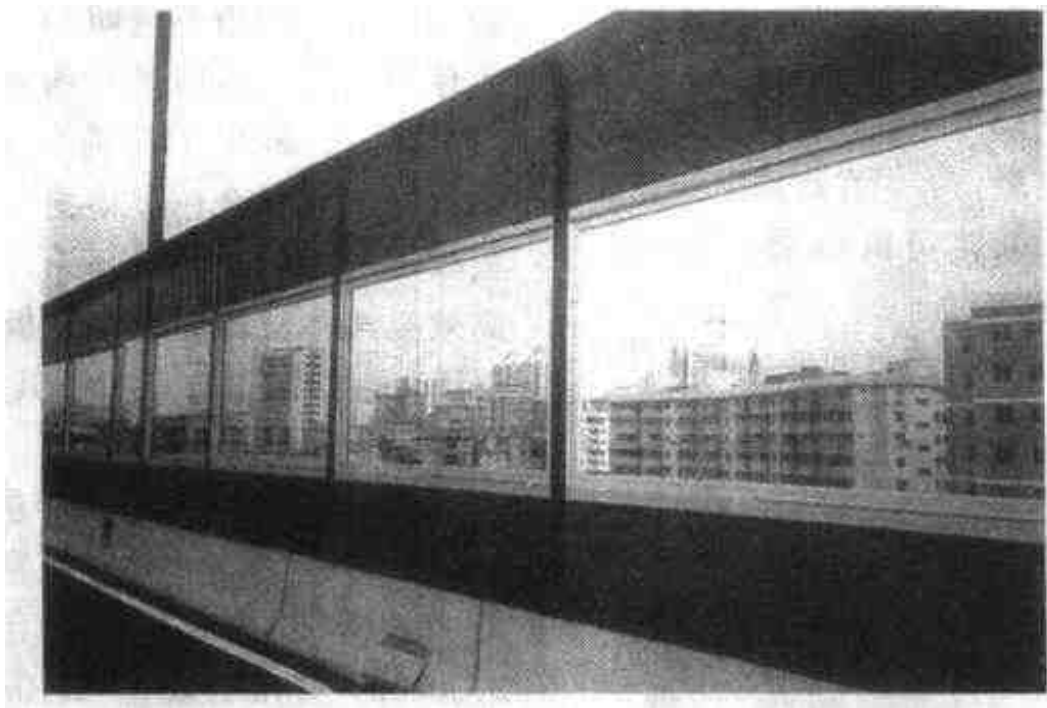


图 13.4-14 FZP 型防噪声屏系列外形图

表 13.4-19 FZP 型防噪声屏隔声吸声性能表

序 号	名 称	倍频程中心频率/Hz						生 产 厂
		125	250	500	1000	2000	4000	
		隔声量/dB 吸声系数 α_T						
1	金属屏板隔声量/dB	23.2	26.7	30.3	34.9	36.4	41.5	上海环保机械工 程有限公司
2	金属屏板吸声系数 α_T	0.72	0.83	0.99	0.61	0.44	0.11	上海市环境保护 科技咨询服务中心 宜兴市强洁防噪 声工程有限公司

4.7.3 GYB型声屏障

北京市政工程机械厂研究开发的 GYB 型声屏障适用于高速路、铁道旁、机场、建筑工地、工厂以及高架桥上的隔声降噪。GYB 型声屏障分为 I 型和 II 型，已通过市级鉴定，性能达到国际同类产品水平。

GYB—I 型声屏障为金属百叶窗式隔声吸声屏板结构，屏板由前板、后板、侧板构成一个封闭式箱形结构，形成一个模块化单元，其体积小，重量轻，耐腐蚀，寿命长。立柱为 H 钢，将模块化单元插入 H 钢之间并用固定件加以固定，组装简单，维修方便，抗风载，防日晒。隔声吸声屏板内填充优质吸声材料，吸声材料外部用聚氟乙烯薄膜保护，抗腐蚀，防灰尘，不易燃，耐风雨。

GYB—II 型声屏障为透明壁板与金属板复合结构，金属板部分由铝合金板加工而成；透明部分采用特殊工艺制成的美国镀膜玻璃，即使受到冲击也不会飞溅伤人。在道路两旁安装 GYB—II 型声屏障可使司机和乘员视野开阔，不致产生隧道感。

图 13.4-15 为 GYB 型声屏障外形示意图。

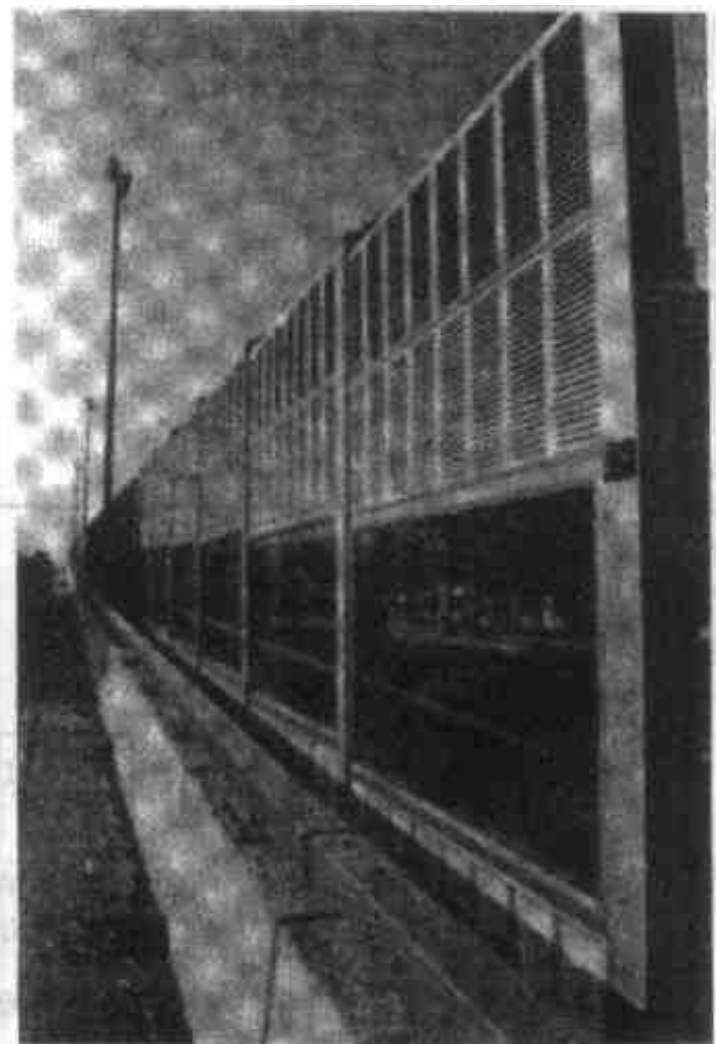


图 13.4-15 GYB 型声屏障外形示意图

该型声屏障已安装于北京市花园桥立交桥和第二外国语学院外部道路边上。

GYB 型声屏障隔声吸声屏板模块化单元尺寸有两组：A 组长×宽×厚为 1960mm×500mm×95mm，重量 24kg，H 钢间距为 2000mm；B 组长×宽×厚为 3960mm×500mm×95mm，重量 37kg，H 钢间距为 4000mm。声屏障高度有四种：2000mm、3000mm、4000mm、5000mm。透明隔声板规格长×宽×厚为 1960mm×1000mm×95mm，重量 50kg。

实测 GYB 型声屏障吸声系数和隔声量列于表 13.4-20。

4.7.4 SHP—W 型微穿孔吸声屏障

如上所述，吸声型声屏障比反射型声屏障虽然有更好的降噪效果，但因屏障内填装的吸声材料均为不透明的，景观效果较差。为使声屏障与周围景观相协调，同时适当降低声屏障的高度，上海申华声学装备有限公司与同济大学合作，根据马大猷教授微穿孔板吸声理论和声绕射理论，研制成功了扇形高效吸声体与透明微穿孔板相结合的新型声屏障，型号为 SHP—W 型。其外形如图 13.4-16 所示。

SHP—W 型微穿孔吸声屏障结构如下：

1) 声屏障由立柱、微穿孔板吸声屏、扇形吸声体和罩板四部分组成。屏障高为 2700mm，标准板块宽 2110mm，屏障上部扇形体宽为 500mm，高为 640mm。

2) 立柱截面为 H 形，采用 5mm 厚 Q235 钢板焊接而成，立柱长 2100mm，腹板高 140mm，翼板宽 120mm，垂直安装于高架道路的防撞墙上，承受声屏障各部件的重量和风荷载。

3) 声屏障吸声平板为微穿孔板，采用两层透明的聚碳酸酯板（又称 PC 板，防撞板）作为面板，临声源一侧面板为 3mm 厚微穿孔板，板上冲以 $\phi 0.8\text{mm}$ 微孔，穿孔率 0.64%；另一侧为不穿孔 PC 板，两板之间间距（空腔）为 120mm。声屏障平板四周用 1.0mm 厚彩色钢板弯折成的框架支撑。

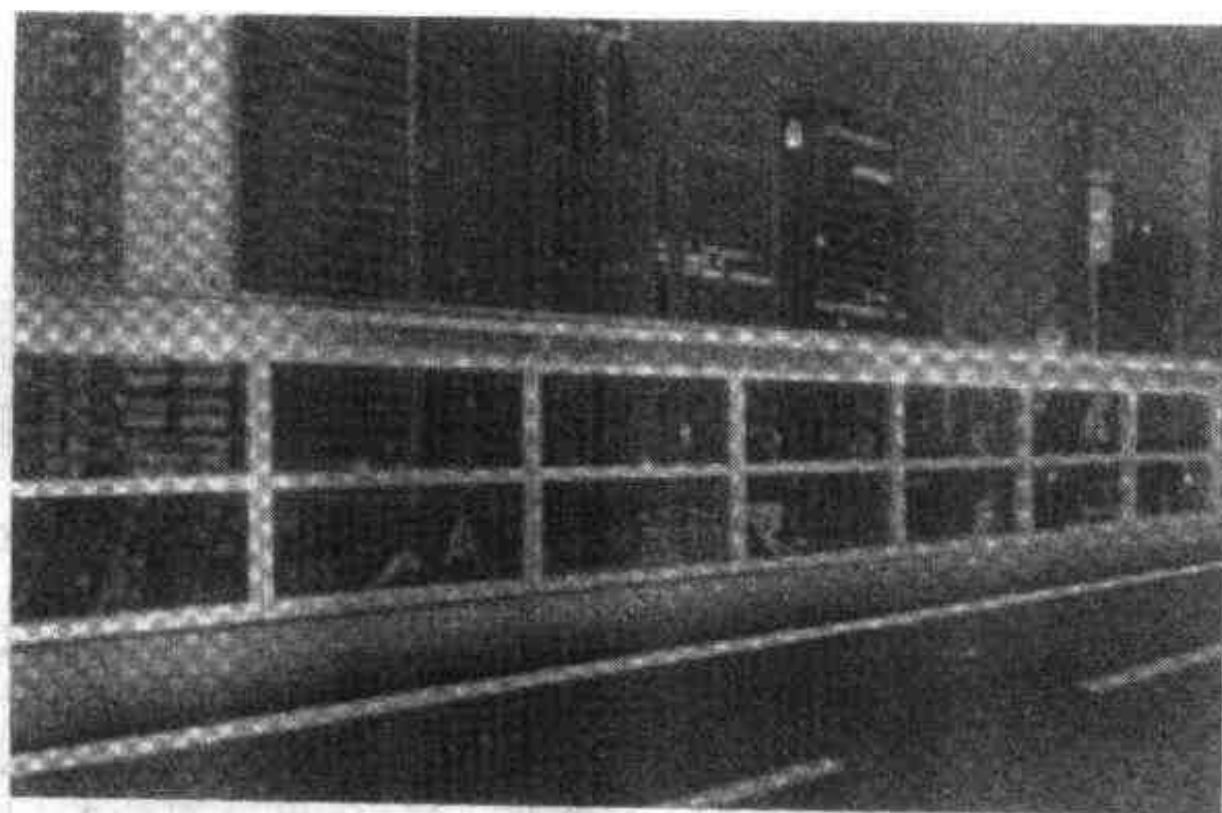


图 13.4-16 SHP—W 型微穿孔吸声屏障

4) 屏障上扇形高效吸声体外壳板为 1.0mm 厚穿孔彩色钢板, 孔径 $\phi 3\text{mm}$, 穿孔率 22.6%; 内壳板为 1.0mm 厚穿孔镀锌板, 孔径 $\phi 4\text{mm}$, 穿孔率 4%, 两板之间填装厚度为 100mm 的防潮离心玻璃棉毡, 密度 32kg/m^3 , 扇形吸声体中间为 1.0mm 厚镀锌板隔板, 将扇形吸声体分为两半。

5) 罩板安装于屏障与防撞墙之间, 既避免了漏声, 又增加了声屏障的整体美感。为防止声屏障部件在交通事故中被撞击下落, 在屏板与立柱腹板之间穿以钢丝绳, 并用弹簧卡卡紧。

6) SHP—W 型微穿孔吸声屏障在试验室内实测其隔声指数 $I_t=26.5\text{dB}$, 平均隔声量 $\bar{R}=23.5\text{dB}$, 平均吸声系数 $\alpha > 0.60$ 。微穿孔吸声屏障声学性能列于表 13.4-21。

为解决微穿孔可能被积尘堵塞的问题, 专门进行了防尘试验。实测结果表明, 微穿孔板积尘基本不影响其吸声性能, 由于声波作用, 微孔不会被积尘堵塞。

采用透明微穿孔吸声结构, 解决了声屏障既吸声又透明的难题, 该型屏障具有防雨水、防积尘、防反光、吸声效率高、性能稳定、景观效果好、加工安装简便、价格适中等特点。经专家鉴定和科技成果水平检索证明, 该成果

达到国际先进水平。

SHP—W 型微穿孔吸声屏障已安装于上海市延安路高架西段与内环线高架连接段的高架防撞墙上部, 长约 230m。按 ISO/TC43/SC1《声学——各类户外声屏障的现场测量方法》规定, 现场实测该型声屏障插入损失为 7~9dB(A), 性能优于现有同类声屏障。

4.7.5 纳普隔声屏障 (SOUND SNAP)

澳大利亚纳普 (NAP) 公司香港分公司采用独特的 SOUND SNAP 板材体系制作的道路声屏障, 可以有效地控制高速公路和铁路等交通噪声。

其结构如下:

1) 屏障标准板的宽度为 750mm 或 900mm, 柱间距一般为 3000mm, 最大长度为 3600mm, 厚度为 50mm。镀锌槽钢立柱插于钢筋混凝土的基础内, 顶部和底部也用槽钢相联。

2) 屏障板材外层采用 1.6mm 厚镀锌钢板覆面, 内层为 1.0mm 厚先穿孔后镀锌的穿孔板, 孔径 $\phi 2.4\text{mm}$, 中心距 6.35mm, 两板之间填装不燃、防霉吸声材料, 吸声材料密度为 60kg/m^3 , 填料压缩量为 5%, 以减少纤维沉落, 吸声材料不能有空隙, 吸声材料用 $23\mu\text{m}$ 厚纤维薄膜覆盖, 使其具有耐气候性。

表 13.4-20 GVB 型声屏障吸声系数和隔声量表

名 称	1/3 倍频程中心频率/Hz																生产厂	
	吸声系数 α_T 隔声量/dB																	
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150		4000
吸声系数 α_T	0.25	0.36	0.54	0.87	0.90	0.95	0.98	0.99	0.92	0.86	0.82	0.76	0.71	0.68	0.60	0.63	0.54	北京市 政工程机 械厂
隔声量/dB	17.2	19.5	20.2	20.2	21.4	24.8	26.8	29.1	30.6	34.3	36.3	38.3	39.5	41.0	41.8	42.2	44.4	

表 13.4-21 SHP—W 型微穿孔孔吸声屏障声学性能表

1/3 倍频程中心频率/Hz																		生产厂
名 称	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	
	吸声系数 α_T 隔声量/dB																	
吸声系数 α_T	0.43	0.70	0.77	0.94	0.99	0.99	0.93	0.86	0.77	0.66	0.60	0.49	0.49	0.49	0.43	0.39	0.63	上海 申华声 学装备 有限公司
隔声量/dB	14	16	12	14	14	17	20	22	23	27	30	34	34	34	34	35	35	

3) 屏障板所有内部加强件均采用大于 0.8mm 厚的镀锌钢板, 垂直加强件间距 450mm。盖帽槽钢、联接件、泻水条等均采用 1.6mm 厚镀锌钢制成, 以防漏声。

4) 长度为 3600mm 的 SOUND SNAP 板作为结构件安装时, 在均布载荷为 0.8kN/m 时, 其挠度小于 8mm。

5) SOUND SNAP 板材隔声量列于表 13.4-22。

6) SOUND SNAP 板材体系隔声屏障具有如下特点: 牢固和稳定的构件; 轻巧美观的铝合金和镀锌钢板饰面, 景观效果好; 防火、防腐和高度的耐候性; 高质量的吸声材料, 对于低频可有较大的吸声效果; 若遇事故受损, 调换也很方便; 设计寿命 20 年; 安装快捷; 价格合理。

4.7.6 中雅系列声屏障

声屏障用于控制交通噪声, 严格地讲, 它是一项工程而不单单是一项产品, 道路声

屏障的最终效果不仅仅是由它所用的材料和结构决定, 还与它的空间位置, 几何形状、尺寸有关。因此, 用户不能仅仅把注意力放在屏障的材料和结构上, 还应关注屏障的整体设计方案。

深圳中雅机电实业有限公司设计生产的系列声屏障, 根据情况的不同, 采用金属材料、混凝土、木材、吸声砖、玻璃或聚碳酸酯等材料来制造, 各项性能经过大量实际项目的检验, 即使长期处于恶劣的环境下, 依然可以保持原有的声学性能。降噪要求高的地方, 声盾板是最佳选择, 尤其对以汽车的低频噪声为主的区域更是如此。吸声型的混凝土、吸声砖和木制屏障对中频的吸收效果较好。为了满足可视性, 还可以选用透明或部分透明的声屏障。中雅系列声屏障分为吸声型和反射型两大类, 其规格与性能列于表 13.4-23。图 13.4-17 为中雅系列屏障应用于市区铁路和市区道路的实例。

表 13.4-22 SOUND SNAP 板材隔声量

名 称	倍频程中心频率 / Hz						STC/dB	备 注
	125	250	500	1000	2000	4000		
	隔声量 / dB							
SOUND SNAP 板材	18	23	34	42	48	52	32	香港纳普公司提供

表 13.4-23 中雅系列声屏障性能规格表

性能、规格	吸声型				反射型			
	FS 型声盾板	混凝土	木制	吸声砖	全镀锌声盾板	混凝土	木制	玻璃
NRC ^①	1.0 (0.95)	0.80	0.80	0.79	—	—	—	—
125Hz 的吸声 ^②	1.1 (0.95)	0.3	0.3	0.39	—	—	—	—
STC	38	51	38	22	27	51	38	39
125Hz 的传声损失 ^③	20~23	36	16	15	13	36	16	30
标准板高/mm	610	1219	1219	—	406	1219	1219	—
标准柱间距/m	5	10	5	—	3	10	5	—
面密度 / (kg/m ²)	31.73	263.63	70.8	36	12.2	224.6	26.85	39

① NRC——降噪系数指 250Hz、500Hz、1000Hz 和 2000Hz 吸声系数的平均值 (通常如果吸声系数大于 0.95 时, 取 0.95)。

② 吸收 125Hz 声音可降低直接反射到对面屏障的噪声。

③ 125Hz 的传声损失——125Hz 的传声损失表明了墙体抗汽车的低频声穿透的能力。

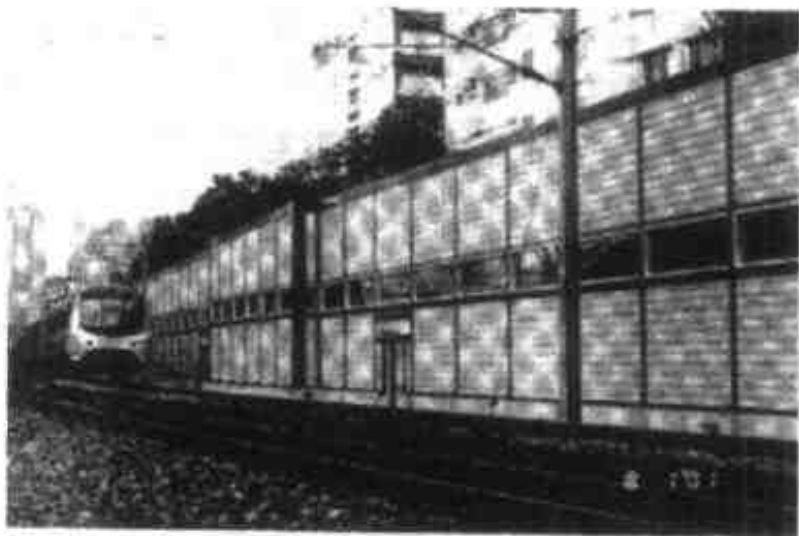


图 13.4-17 中雅系列声屏障应用实例图

a) 声盾牌声屏障应用于市区铁路降噪 b) 声盾牌声屏障应用于市区道路降噪

声盾板声屏障的安装方法和特点：

- 1) 安装时每根支柱立在其下的混凝土基座上，声盾板连续放入工字钢间，板制成一块与另一块之间可以相互嵌入的形式，以保证其声学性能。
- 2) 屏障结构设计的一个独特之处是板可以单独被移走及替换掉，在板和板之间及板和支柱之间未采用焊接之类的永久性紧固方式。因此，如果结构破坏需要维护替换的话，最多只用三名工人使用普通的手工工具就可以完成。
- 3) 因为声盾板的重量很轻，因此它是现有桥梁、立交及其他高架交通建筑选用屏障时的首选。
- 4) 支柱经超声波探伤，强度高，经测试，可以承受 177 km/h 的风速。
- 5) 声盾板填充的惰性、防虫、防霉和具有疏水性的吸声材料长期使用后其声学性能不会降低。
- 6) 面层选择多样且牢固、持久、美观，耐风雨侵蚀，表面经过处理，容易清洁。

4.8 隔声门

4.8.1 SHM—GM 型轻质高效装饰隔声门系列

SHM—GM 型轻质高效装饰隔声门是由上海申华声学装备有限公司在声学专家的指导下所研制成功的一种高隔声量新产品，适用于广播电台、电视台的录音室、演播厅、播音室、

试听室，高级办公室，会议室，噪声控制中的隔声室、集控室、观察室等。已通过产品鉴定，荣获上海市优秀新产品三等奖和 1996 年度国家级新产品称号，被国家环保局认定为最佳实用技术 A 类产品。

SHM—GM 型轻质高效装饰隔声门系列共有六种规格，隔声等级分为 I ~ IV 四个等级。表 13.4-24 为 SHM—GM 型隔声门系列隔声性能分级表。表 13.4-25 为 SHM—GM 型隔声门系列规格表。表 13.4-26 为 SHM—GM 型隔声门系列隔声性能表。

表 13.4-24 SHM—GM 型隔声门系列隔声性能分级表

隔 声 等 级	隔声量 R_w /dB
I	$45 \geq R_w \geq 40$
II	$40 \geq R_w \geq 35$
III	$35 \geq R_w \geq 30$
IV	$30 \geq R_w \geq 25$

表 13.4-25 SHM—GM 型隔声门系列规格表

规格代号	隔声门洞口尺寸/mm		生 产 厂
	高 H	宽 B	
GM—A	2100	1000	上海申 华声学装 备有限公 司
GM—B	2100	1100	
GM—C	2100	1500	
GM—D	2100	1800	
GM—E	2100	2100	
GM—F	2100	2400	

表 13.4-26 SHM—GM 型隔声门系列隔声性能表

I 况	1/3 倍频程中心频率/Hz																	隔声 指数 L_p /dB	备注
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000		
	隔声量/dB																		
SHM— GM—A 型 隔声门 (正常 关闭)	26.0	31.0	34.5	38.6	38.3	37.8	37.7	39.0	38.5	39.9	42.3	42.8	42.4	43.6	45.1	46.6	48.3	42	上 海 申 华 声 学 装 备 有 限 公 司 提 供
SHM— GM—A 型 隔声门 (门缝 嵌油灰)	26.9	30.3	32.6	36.7	36.8	38.7	39.6	39.6	39.9	44.2	45.8	48.1	48.9	48.6	49.5	49.8	51.7	45	

图 13.4-18 为 SHM—GM 型隔声门外形尺寸示意图。

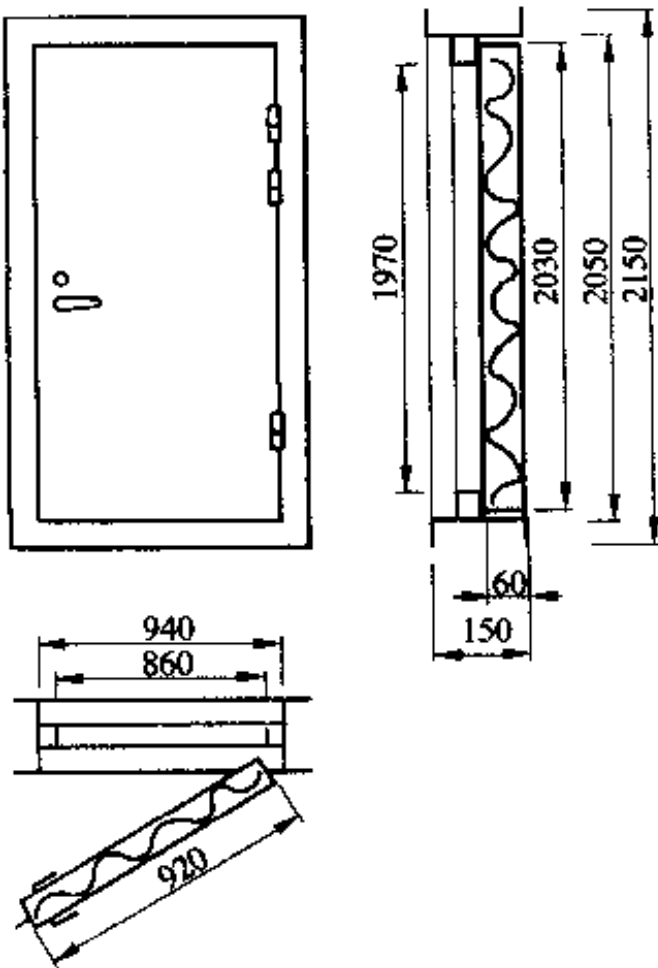


图 13.4-18 SHM—GM 型隔声门
外形尺寸示意图

4.8.2 ATD—30 型钢质隔声平开门

ATD—30 型钢质隔声平开门是由北京市

第一公共汽车公司汽车修理厂根据广播电影电视部设计院声学所的设计而生产的一种新型双层胶合密闭隔声门，广泛应用于广播电台、电视台的录音室、播音室、演播厅，饭店、写字楼中的经理办公室、谈判室、会议室、舞厅、卡拉 OK 厅，以及医院手术室、检查室等，还可用于空调机房、泵房、动力房和其他隔声要求较高的房间隔声，隔声量为 38dB (A)，现有六种规格。表 13.4-27 为 ATD—30 型隔声门性能规格表，表 13.4-28 为 ATD—30 型隔声门隔声性能表。

4.8.3 SHM—J649 型全国通用隔声门系列

J649 型隔声门是由原中国城乡建设环境保护部批准、中国建筑技术发展中心审定的用于工业厂房隔声的全国通用隔声门，共有六种规格，隔声量 R_w 为 30~45dB。SHM—J649 型隔声门由上海申华声学装备有限公司生产制造。

SHM—J649 型全国通用隔声门的编号说明：

例如 GM1—1521，其中 GM (隔声门代号) 1 (隔声门分档代号) 15 [门的洞口宽度 (dm)] 21 [门的洞口高度 (dm)]。

表 13.4-29 为 SHM—J649 型全国通用隔声门设计洞口尺寸及隔声量分档表。

表 13. 4-27 ATD—30 型隔声门性能规格表

序号	规 格	外形尺寸 / mm 宽×高	序号	规 格	外形尺寸/mm 宽×高	生 产 厂
1	I 型单开门	1000×2000	4	双开门	2000×3000	北京市第一公共汽车公司汽车修理厂
2	II 型单开门	1200×2000	5	双开门	3000×3000	
3	双开门	1500×2000	6	双开门	3600×3600	

表 13. 4-28 ATD—30 型隔声门隔声性能表

名 称	倍频程中心频率/Hz						备 注
	125	250	500	1000	2000	4000	
	隔声量/dB						
ATD—30—I 型隔声门	28	31	38	35	37	45	隔声量按国家标准 BJ75—84 规定测得
ATD—30—II 型隔声门	22	32	36	32	31	43	

表 13. 4-29 SHM—J649 型全国通用隔声门洞口尺寸及隔声量分档表

洞口规格 分档 分级 R_w dB	30		35		40		45		生产厂
	1		2		3		4		
0918 1021	门框与门扇间密封嵌条, 铰链式门轴, 单扇门		门框与门扇间密封嵌条, 冰箱铰链门轴, 单扇门		门扇为复合结构, 门缝密封嵌条, 冰箱铰链门轴, 单扇门		门扇为复合结构, 门缝密封嵌条, 上下门锁卡紧, 冰箱铰链门轴, 单扇门		上海申华声学装备有限公司 上海森林特种钢门厂
1521 2424	门框与门扇间密封嵌条, 冰箱铰链门轴, 双扇门		门框与门扇间密封嵌条, 冰箱铰链门轴, 双扇门		(注)				
3033 3336	门框与门扇间密封嵌条, 冰箱铰链门轴, 双扇门上下门锁卡紧		门框与门扇间密封嵌条, 冰箱铰链门轴, 双扇门, 上下门锁卡紧						

注：图示洞口 0918、1021 为左向开启门扇，如采用右向开启应在编号后加 a，例如 GM2—1021a 表示隔声量为 35dB，右开门，门洞宽 1000mm，门洞高 2100mm，J649 系列隔声门必须安装在≥240mm 厚实体墙上。

4. 8. 4 SK 系列隔声门

SK 系列隔声门由北京海淀声学工程设备制造厂生产，分为木制隔声门系列（代号为 SK—M）和钢制隔声门系列（代号为 SK

—GM）两大类，外形尺寸基本相同，均为外隔内吸式。表 13.4-30 为 SK 系列隔声门规格表，表 13.4-31 为 SK 系列隔声门隔声性能表。

表 13. 4-30 SK 系列隔声门规格表

序号	隔声门外形尺寸 /mm 宽×高	序号	隔声门外形尺寸 /mm 宽×高	序号	隔声门外形尺寸 /mm 宽×高	序号	隔声门外形尺寸 /mm 宽×高	生产厂
1	730×1950	11	880×1950	21	1480×2090	31	2380×2990	北京海 淀声学工 程设备制 造厂
2	730×2030	12	880×2090	22	1480×2390	32	2680×2690	
3	730×2390	13	880×2390	23	1480×2690	33	2680×2990	
4	730×2690	14	880×2690	24	1480×2990	34	2964×2990	
5	980×1950	15	880×2520	25	1780×2090	35	2964×3290	
6	980×2090	16	1180×1950	26	1780×2390	36	2974×2690	
7	980×2390	17	1180×2090	27	1780×2690	37	980×2990	
8	980×2690	18	1180×2390	28	1780×2990	38	730×2520	
9	980×2990	19	1180×2690	29	2380×2390	—	—	
10	980×2520	20	1480×1950	30	2380×2690	—	—	

表 13. 4-31 SK 系列隔声门隔声性能表

型 号	倍频程中心频率/Hz						备 注
	125	250	500	1000	2000	4000	
	隔声量/dB						
SK—M 型木制隔声门	18	39	40	53	59	59	北京海淀声学 工程设备制造厂 提供
SK—GM 型钢制隔声门	36	43	48	55	61	62	

4. 8. 5 纳普 (NAP) 公司 DYNA 隔声门

澳大利亚香港纳普 (NAP) 公司提供的 DYNA 型防火隔声门, 主要用于电影院、音乐厅、歌剧院以及广播和电视演播室的隔声, 也可用于电动机房、空调机房、空压机房、锅炉房、泵房、变电房等的隔声, 还可以用于测听室、消声室、混响室、实验室等特殊技术用房的隔声。

DYNA 隔声门钢架门扇用冷轧钢制成, 面层为薄钢板而且用密度大的吸声材料填充,

以得到声耦合小的高阻尼特性; 门樘、门楣和门槛也用冷轧钢制造, 以保证足够的强度和支撑刚度; 门轴采用可调整的精密滚珠轴承铰链, 开关润滑十分方便; 门槛用 2.5mm 厚不锈钢制造; 门扇四周为吸声密封条, 可保证隔声性能。

DYNA 隔声门的规格列于表 13.4-32, 隔声性能列于表 13.4-33。DYNA 隔声门门洞最大尺寸可做到 9000mm×6000mm。

表 13. 4-32 DYNA 隔声门规格表

序 号	型号	外形尺寸/mm 宽×高	序 号	型号	外形尺寸/mm 宽×高	生产厂
1	单扇门 100mm 厚	900×2040	8	双扇门	2400×2400	澳大利亚香港 纳普 (NAP) 公 司
2		1000×2040	9	100mm 厚	2400×3000	
3		1100×2100	10	双扇门 150mm 厚	3000×3000	
4		1100×2400	11		3000×3600	
5	双扇门 100mm 厚	1800×2040	12		3600×4200	
6		2000×2040	13		4000×4200	
7		2200×2100				

表 13.4-33 DYNA 隔声门隔声性能表

型 号	倍频程中心频率/Hz						备 注
	125	250	500	1000	2000	4000	
	隔声量/dB						
100mm 厚 DYNA 隔声门	24	29	34	43	46	46	澳大利亚香港纳 普（NAP）公司提 供
150mm 厚 DYNA 隔声门	36	39	47	55	54	50	

4.8.6 GM 型耐高温隔声门

GM 型耐高温隔声门是航空工业部第四规划设计院设计的一种用于高温、高压、高噪声试验间和排气道等场所的隔声构件，一般厂房也可以使用。GM 型耐高温隔声门耐温 300~350℃，能承受气动负荷 20MPa，隔声量为 30~40dB (A)，表 13.4-34 为 GM 型耐高温隔声门规格表。

除表 13.4-34 所列的规格外，还可按用户要求设计制造各种非标准隔声门，也可生产 J646 型全国通用标准保温隔声门。

4.8.7 中雅系列隔声门

深圳中雅机电实业有限公司生产的中雅系列隔声门是由美国 IAC 公司开发的隔声等级高、隔声性能持久、操作灵活、规格尺寸齐全的系列隔声门，隔声等级 (STC) 为 26~70dB，有多种门框组件选择，可以在不破坏原有建筑结构的基础上，迅速安装起来。它经过全功能测试，确保其在现场使用时能长期保持声学性能。图 13.4-19 为中雅系列隔声门外形图。中雅系列隔声门主要通过以下三个途径来实现高的隔声量：

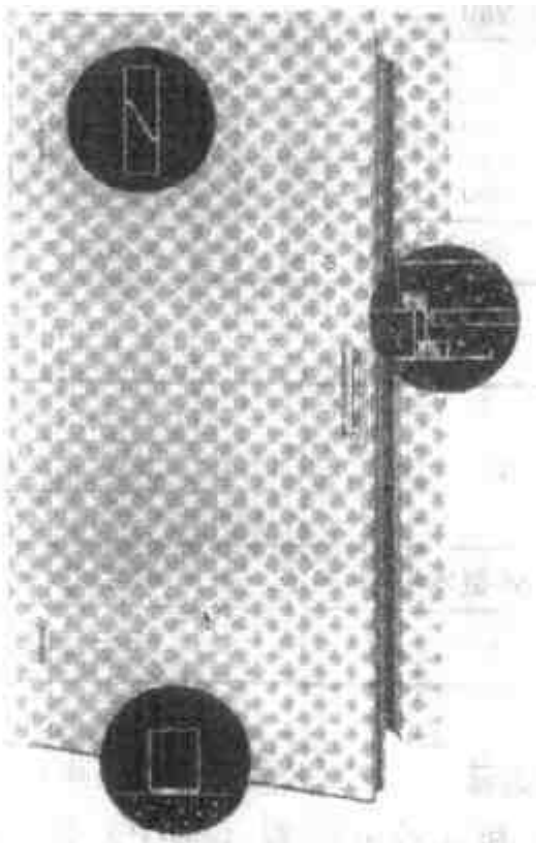


图 13.4-19 中雅系列隔声门外形图

1) 提升式铰链：此种类似凸轮的铰链使门在打开时升高，避免了门板底部的密封件与地面产生摩擦，位于升起位置的门又会在重力的作用下自动降低直至关闭位置，门框与门板之间因为重力的作用接合得十分紧密，门板底部也会紧压地面。这种铰链使门的开关极其灵活，而且使用寿命长。

表 13.4-34 GM 型耐高温隔声门规格表

序号	型号	外形尺寸/mm 宽×高	序号	型号	外形尺寸/mm 宽×高	生产厂
1	GM—1	700×1000	4	GM—4	1500×2100	江苏宜兴南方吸音器材厂
2	GM—2	700×2000	5	GM—5	2500×2500	
3	GM—3	800×1800	6	GM—6	3000×3000	

2) 磁性密封: 门顶和门侧有双层磁性密封条使门不需使用插销和锁也可紧闭, 从而保证了隔声性能, 而且一旦有意外情况发生, 能够迅速打开。

3) 压力密封: 门板底部的压力密封确保门在关闭状态时与地面紧密接合, 无需采用任何形式的门槛来保证门与地面之间的密封。由于不用门槛, 通道更加灵活、实用。

中雅公司所生产的系列隔声门产品, 有多种结构、开关方式选择, 定型产品的最大标准尺寸为 4.2m×3.6m。中雅公司也可以根据用户的具体要求来专门设计功能、形式特殊的隔声门。表 13.4-35 为中雅系列隔声门规格表, 表 13.4-36 为中雅系列隔声门声学性能表。

表 13.4-35 中雅系列隔声门规格表

类 型	开 关 方 式	玻 璃 选 择	应 用
单门 双门 门嵌门 叠层门	左开 左反开 右开 右反开 滑动	按需要加装玻璃	电台、电视台、广播站 办公室、会议中心、礼堂 试音区、音乐厅 机房、控制室、操作间 测试间 发动机试车台 混响室、消声室

表 13.4-36 中雅系列隔声门声学性能表

隔 声 门 类 型	门 板 厚 度 /mm	倍 频 程 中 心 频 率 /Hz						隔 声 等 级 STC
		125	250	500	1000	2000	4000	
		隔 声 量 /dB						
磁性隔声门 实验测试 现场性能测试	63.5	26	42	43	47	52	56	47
		26	40	38	39	48	54	43
叠层门板密封隔声门 实验测试	63.5	47	52	58	66	70	67	63
吸声型磁性隔声门（可选） 1 面穿孔，穿孔率 23%	63.5	吸 声 系 数 α_T						降 噪 系 数 NRC
		0.50	0.68	1.03	1.05	1.00	0.99	0.95
活 动 隔 声 门 类 型	门 板 厚 度 /mm	倍 频 程 中 心 频 率 /Hz						隔 声 等 级 STC
		125	250	500	1000	2000	4000	
		隔 声 量 /dB						
标准设计 I 所有面镀锌板，1.9mm	102	36	41	47	53	51	58	51
标准设计 II 双墙标准设计 空气间隙 102mm，所有面镀锌板	305	53	61	65	74	78	88	70
吸声型设计 一面镀锌板，1.9mm 一面穿孔板，1.2mm	102	25	36	45	53	50	56	46
吸声型有隔板设计 一面镀锌板，1.9mm 一面穿孔板，1.2mm	102	26	43	49	54	52	58	50
吸声型有隔板设计* 1 面穿孔，穿孔率 23%	102	吸 声 系 数 α_T						降 噪 系 数 NRC
		0.45	0.95	0.85	0.85	0.85	0.85	0.90

注: *无隔板设计可以达到更高的吸声性能。

4.9 隔声窗

常用的隔声室、隔声间或隔声罩一般都要安装隔声窗，噪声通过隔声窗玻璃、窗洞周边缝隙以及固体接触的“声桥”传出。隔声窗按使用场所不同和隔声量高低有多种型式。

4.9.1 SK 系列隔声窗

SK 系列隔声窗分为木制和钢制两大类，它是北京海淀声学工程设备制造厂设计生产的系列产品。木制隔声窗代号为 SK—C 型，钢制隔声窗代号为 SK—GC 型。窗洞尺寸与建筑标准图集相同。SK 系列隔声窗系普通型隔声采光窗，可以是固定式，也可以是活动式，其上安装的玻璃可以是两层，也可以是三层，玻璃厚度一般为 5mm 或 6mm，每层玻璃的厚度最好不相等。隔声采光窗厚度一般为 60mm、80mm、100mm、120mm。表 13.4-37 为 SK 系列隔声窗规格表，表 13.4-38 为 SK 系列隔声窗隔声性能表。图 13.4-20 为普通隔声采光窗外形示意图。

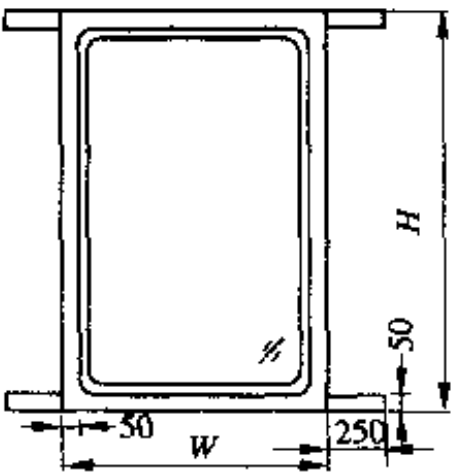


图 13.4-20 普通隔声采光窗外形示意图

4.9.2 通风隔声窗

通风隔声窗是上海化工设计院设计的一种防止室内噪声向室外传播的隔声装置，正面用大块玻璃采光，下面和两侧面是进风或出风通道，在通道上进行了吸声处理，相当于安装了阻性消声器。根据需要，可以在隔声窗内侧安装轴流风机，进行机械通风。图 13.4-21 为通风隔声窗安装于二楼窗户上的外形图。

国内不少噪声控制设备厂均可生产通风隔声窗，例如上海金山海星消声器厂、南通消声设备厂、上海柘林环保设备厂、浙江黄岩环境保护噪声控制设备厂等。

表 13.4-37 SK 系列隔声窗规格表

洞口尺寸		洞 口 宽/mm					生 产 厂
		600	900	1200	1500	1800	
		隔声窗规格（宽×高）/mm					
洞 口 高 /mm	600	573×573	873×573	1173×573	1464×573	1752×573	北京海淀 声学工程设 备制造厂 重庆华光 噪声振动控 制设备厂
	900	573×873	873×873	1173×873	1464×873	1752×873	
	1200	573×1173	873×1173	1173×1173	1464×1173	1752×1173	
	1500	573×1464	873×1464	1173×1464	1464×1464	1752×1464	
	1800	573×1752	873×1752	1173×1752	1464×1752	1752×1752	

表 13.4-38 SK 型隔声窗隔声性能表

型 号	倍频程中心频率/Hz						备 注
	125	250	500	1000	2000	4000	
	隔声量/dB						
木结构隔声窗 (SK—C)	28	31	41	49	53	58	双层玻璃
钢结构隔声窗 (SK—GC)	22	23	25	29	32	37	

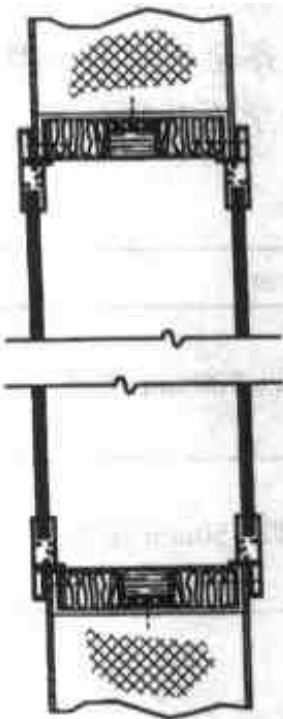


图 13.4-21 通风隔声窗外形示意图

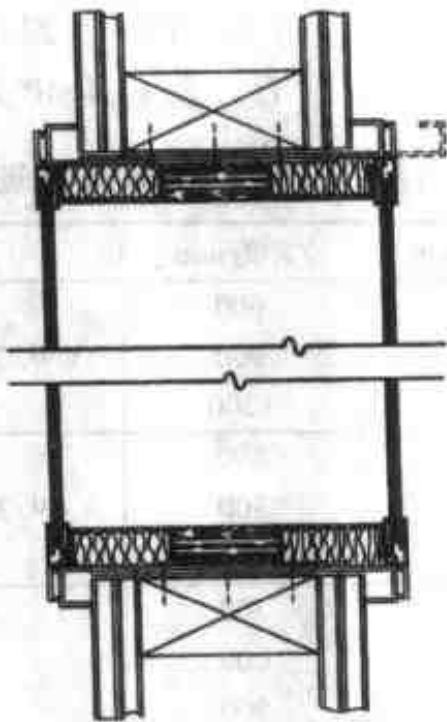
4.9.3 中雅系列隔声窗

深圳中雅机电实业有限公司生产的中雅系列隔声窗广泛应用于录音棚、控制室、观察室、视听室、音乐厅和隔声罩等场所，可以用在任

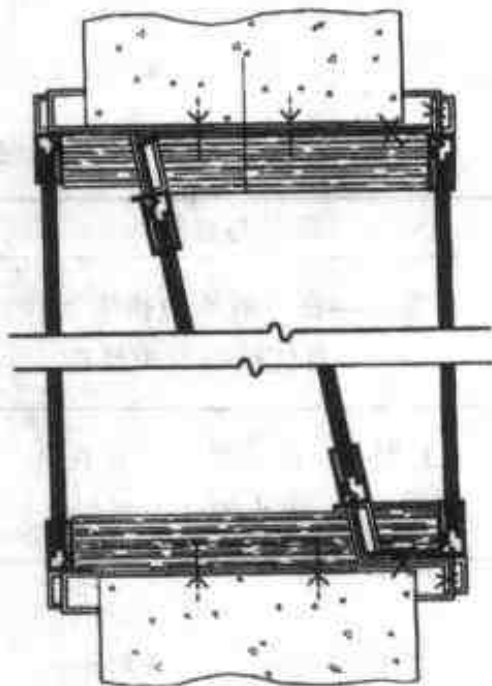
何建筑材料上，不但有单层、双层设计，还可按具体要求提供三层设计的隔声窗。图 13.4-22 为中雅系列隔声窗结构示意图。表 13.4-39 为中雅系列隔声窗性能规格表。



标准型
双层玻璃隔声窗
25mm 厚模块板



标准型
双层玻璃隔声窗利用开口框架
与新的或已存在的开口相匹配



按客户要求设计
三层玻璃隔声窗
有开口或固定的框架形式

图 13.4-22 中雅系列隔声窗结构示意图

表 13.4-39 中雅系列隔声窗性能规格表

隔声等级 STC	窗户类型	框架深 /mm	玻璃选择		面密度 /(kg/m ²)	倍频程中心频率/Hz								生产厂
			厚/mm	类型		63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000	
						隔声量/dB								
35	单层玻璃	102	6	叠层安全玻璃	24	18	24	28	31	35	37	40	41	深圳 中雅 机电 实业 有限 公司
39	单层玻璃	102	13	叠层安全玻璃	39	27	30	33	36	39	42	48	53	
53	双层玻璃	203	6 6	叠层安全玻璃 叠层安全玻璃	59	17	31	40	53	59	62	60	58	
57	双层玻璃	254	13 6	叠层安全玻璃 叠层安全玻璃	88	25	39	47	52	60	68	77	70	
58	双层玻璃	457	46 6	防弹玻璃 叠层安全玻璃	132	29	42	47	55	64	63	63	67	
59	双层玻璃	254	13 9.5	叠层安全玻璃 叠层安全玻璃	98	29	42	50	55	59	70	78	72	

4 9.4 消声通风百叶窗——IAC 系列声学百叶

百叶窗种类繁多，在噪声控制工程中使用的百叶窗，一方面要通风散热，另一方面要消声、隔声，降低或隔离噪声向外传播。深圳中雅机电实业有限公司生产的美国 IAC 系列声学百叶品种规格多，声学参数齐全，为用户提供了方便。

IAC 系列声学百叶采用镀锌钢板、不锈钢、铝材或其他材料制造，有多种精良耐久的面层选择，其翼形分隔叶片以最小的压差最大

程度地衰减噪声，带孔的下侧分隔叶片吸收噪声，声学百叶背面装有 13mm 见方的易拆装的镀锌钢丝防护网。

主要用途：IAC 系列声学百叶是一种多用途的百叶，用于通风空调系统中新鲜空气的入口、走廊回风口、冷却塔通风消声、噪声屏障通风口、空气调节和冷却装置的通风口等多种场合。

系列规格：IAC 系列声学百叶有 R、LP、100、150 等四种型号，规格齐全，可任意组合。表 13.4-40 为 IAC 系列声学百叶规格表。

表 13.4-40 IAC 系列声学百叶规格表

型号与性能	厚度/mm	宽度/mm	高度/mm
R 型——在一般压力损失下具有优越的消声性能	300	600	从 300~3600mm，以 300mm 递增
		900	
		1200	
LP 型——消声性能一般具有很小的压力损失	300	600	从 350~3500mm，以 350mm 递增
		900	
		1200	
100 型——厚度为 100mm	100	300	400
		600	600
		900	800
		1200	1200
150 型——厚度为 150mm	150	300	300
		600	600
		900	900
		1200	1200

适用风量及气动性能：IAC 系列声学百叶提供了各型号消声百叶在不同风速下的压力损失和再生噪声数据。详见表 13.4-41 和表 13.4-42。

消声性能：IAC 系列声学百叶对每一个型号均提供了噪声衰减性能（即降噪量），详见表 13.4-43。

表 13. 4-41 IAC 系列声学百叶压力损失表

静压损失 /Pa	12.4	24.9	37.4	49.8	62.3	74.7	99.6	124.5	149.5	186.8	249.1	311.4
型号	风速/（m/s）											
R 型	1.09	1.55	1.91	2.18	2.44	2.67	3.10	3.43	3.78	4.22	4.88	5.44
LP 型	1.37	1.93	2.36	2.74	3.05	3.35	3.86	4.32	4.70	5.28	6.10	6.81
100 型	1.03	1.45	1.78	2.05	2.3	2.51	2.9	3.25	3.56	3.99	4.59	—
150 型	0.59	0.81	1.00	1.16	1.30	1.43	1.64	1.84	2.01	2.24	2.60	—

表 13. 4-42 IAC 系列声学百叶再生噪声声功率级

倍频程中心 频率/Hz	R 型								LP 型							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
入口截面 平均风速/（m/s）	再生噪声声功率级/dB															
2.5	56	54	52	48	43	40	32	22	58	61	58	55	48	46	38	30
-2.5（逆向）	53	53	50	47	45	41	33	24	57	67	54	49	43	40	31	24
5	74	81	80	75	67	62	61	54	77	81	79	77	70	64	60	55
-5（逆向）	72	78	74	68	66	64	62	53	72	75	71	67	61	60	55	49

注：以上再生噪声声功率级为在消声百叶面积为 0.37m² 时测得；其他面积的要加减以下系数。

百叶截面积调整系数

截面积/m²	0.09	0.18	0.37	0.74	1.48	2.96
调整系数/dB	-6	-3	0	+3	+6	+9

表 13. 4-43 IAC 系列声学百叶降噪量
（声源在室内，百叶为隔墙，室内外声压级差） （单位：dB）

型 号	厚 度/mm	倍频程中心频率/Hz							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
		降噪量/dB							
R	300	11	13	17	18	19	20	18	15
LP	300	10	11	14	15	18	15	13	12
100	100	11	10	11	12	15	19	20	19
150	150	12	12	14	17	20	24	25	23

图 13.4-23 为 IAC 系列声学百叶外形图；
图 13.4-24 为 IAC 系列声学百叶应用实例图；
图 13.4-25 为 IAC 系列声学百叶现场组合与安
装示意图。

特点：

坚固的镀锌全钢结构，也可用不锈钢、铝
材或其他材料；

稳定、防火、任何天气均适用的不可燃的
声学填料；

翼形分隔叶片以最小的压差最大程度地衰
减噪声；

带孔的下侧分隔叶片吸收噪声；

天气挡板阻隔雨水或雪水侵入；

只有 300mm 厚；

有各种各样耐久的精良的保护层；

各种型号规格适合安装于任何规格的线性
通风“墙”中；

分隔叶片取向分隔了平直的视线，因而增
强了美学和声学性能；

易拆装的 13mm 见方的镀锌钢丝防护网
罩，安装在消声百叶的背面。

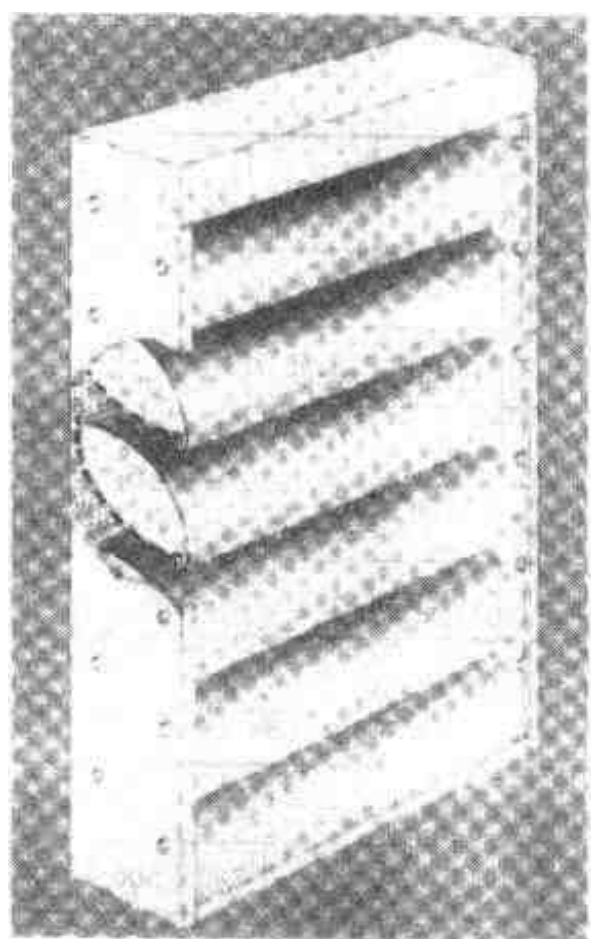


图 13.4-23 IAC 系列声学百叶外形图

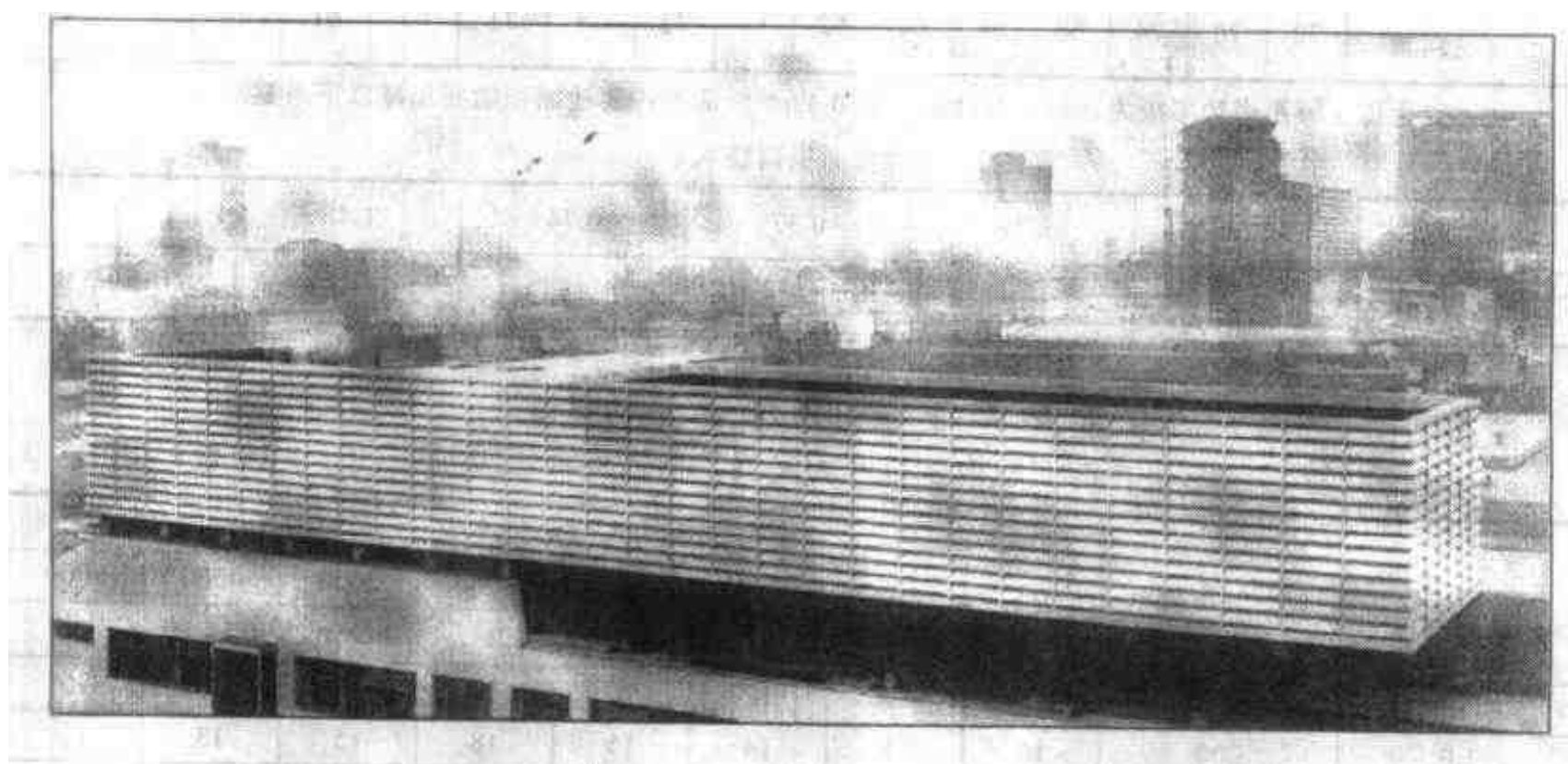


图 13.4-24 IAC 系列声学百叶应用实例图

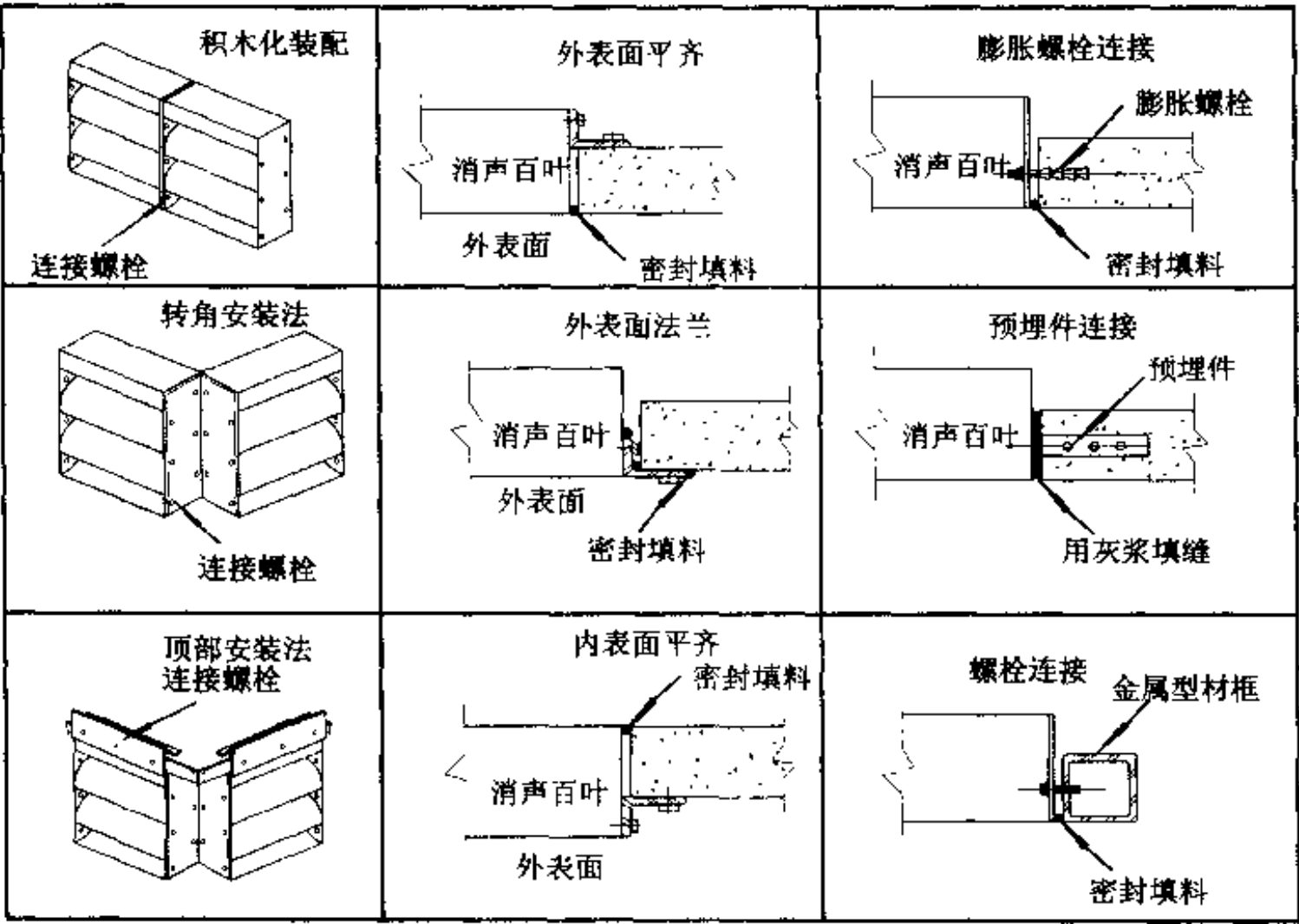


图 13.4-25 IAC 系列声学百叶现场组合与安装示意图

4.10 其他隔声结构

4.10.1 测听室和电话亭

测听室是为各类医院、防疫站、部队、科研等部门做听力检查用的，电话亭系一间隔声小室，面积一般均在 4m² 以下。根据不同使用要求，可另配通风空调、电气控制等必要设备，可做成固定式，也可做成活动式，表 13.4-44 为常用的测听室和电话亭性能规格表，电话亭要求低一些。

4.10.2 装配式消声室

中国船舶工业总公司第九设计研究院和机械工业部第八设计研究院设计的装配式消声室有多种规格，消声室外壳隔声部分采用钢结构隔声板拼装而成，消声室内侧安装吸声尖劈，

整个消声室置于金属弹簧隔振器上。装配式消声室分为全消声室和半消声室两种型式，可用于小型电动机、家用电器——电冰箱、洗衣机、空调器、吸尘器、微波炉、电吹风、电风扇、电热水器等以及电声产品噪声测试分析，也可将消声室与电磁屏蔽室合二为一，即在消声室外部再加屏蔽措施，对进出管线以及通风孔洞等进行隔声、吸声和电磁滤波处理。

江苏南通市消声设备厂按设计院的设计，已为国内十余家研究或生产单位安装了装配式消声室，例如：上海日立家用电器有限公司、上海电动工具研究所、上海森林公司、上海无线电四厂、上海滚动轴承厂、长沙汽车电器研究所、上海微型电机厂等。消声室内吸声尖劈由浙江慈溪永达消声设备厂配套供应。

表 13.4-44 测听室和电话亭性能规格表

型号	内部尺寸/mm			隔声量 / dB (A)	使用温度/℃	生 产 厂
	长	宽	高			
1	900	900	1700	35~50	-20~60	南京噪声控制设备厂 浙江黄岩治理噪声设备厂
2	1200	1000	1800	35~50		
3	1800	1300	1800	35~50		

装配式消声室安装吸声尖劈后的净空面积可由 7m^2 增至 80m^2 , 消声室内自由声场半径可由 1.0m 增至 2.5m , 测试下限频率可达 80Hz , 背景噪声可做到 $15\text{dB}(\text{A})$, 自由声场偏差符合 ISO3745《声学——消声室和半消声室的精密测试法》附录 A 的规定。装配式消声室的具体形式、尺寸、偏差等按被测对象要求进行设计。

4.10.3 船用机舱恒温隔声操纵室

船舶机舱噪声一般在 $95\sim 100\text{dB}(\text{A})$, 温度在 $40\sim 50^\circ\text{C}$, 严重影响船员身心健康。上海宝山劳动保护设备厂在上海交通大学等单位的指导下设计制造的船用机舱恒温隔声室具有 $25\text{dB}(\text{A})$ 左右的隔声量, 利用船舶大修机会, 将此恒温隔声操纵室安装于船舶机舱内, 可使机舱操纵部位噪声降至 $75\text{dB}(\text{A})$ 以下, 温度控制在 30°C 以下。

恒温隔声操纵室的尺寸大小、型式根据机舱的大小和主机或辅机的布置要求而定, 例如, 7500 吨级的近海客货轮隔声操纵室的尺寸长 $\times$ 宽 $\times$ 高约为 $4870\text{mm}\times 3665\text{mm}\times 2800\text{mm}$ (主机舱) 和 $2000\text{mm}\times 1000\text{mm}\times 2130\text{mm}$ (辅机舱)。恒温隔声操纵室由钢结构隔声板、隔声门、大块玻璃隔声采光窗等组成, 可拼装成各种规格的隔声操纵室。

国产长绣轮、长河轮、长更轮、风丽轮、胜利 2 号轮等均已安装了这种隔声操纵室, 取得了满意的隔声降温效果, 为轮机人员创造了良好的工作环境, 深受欢迎。

4.10.4 钢球磨煤机 (球磨机) 隔声套

钢球磨煤机 (俗称球磨机) 是火力发电厂磨煤粉的大型设备, 也是某些化工厂、制药厂、水泥厂等磨粉设备。据统计国内有 3000 余台球磨机, 上海电力系统就有 100 余台, 球磨机噪声高达 $115\sim 120\text{dB}(\text{A})$, 严重危害操作者健康, 并给周围环境带来污染。

中国船舶工业总公司第九设计研究院与上海柘林环保设备厂共同研究开发的球磨机隔声套降噪技术, 应用于 DTM350/600、320/600、300/580 型钢球磨煤机上, 取得了降噪 $15\sim$

$23\text{dB}(\text{A})$ 的效果, 例如 DTM350/600 型球磨机, 其有效直径为 3500mm , 有效长度为 6000mm , 电动机功率为 400kW , 转速 $19\text{r}/\text{min}$, 装球量为 70t , 安装隔声套后, 噪声由 $117\text{dB}(\text{A})$ 降为 $94\text{dB}(\text{A})$ 。

球磨机隔声套简便实用, 结构紧凑, 便于检修, 运行安全可靠, 不影响球磨机原有各项性能指标, 已安装于上海南市发电厂、上海闵行发电厂、上海石化第二热电厂、南京扬子石化热电厂、北京滦河电厂、安徽铜陵电厂、江西景德镇电厂、上海杨树浦发电厂、上海石洞口发电厂、上海高桥热电厂等十余家电厂几十台球磨机上, 可将 $115\sim 120\text{dB}(\text{A})$ 的球磨机噪声降为 $95\text{dB}(\text{A})$ 以下, 深受用户欢迎。

球磨机隔声套降噪法就是利用多层耐热高阻尼复合材料将球磨机筒体紧紧地卡箍起来, 与筒体一道旋转。球磨机筒体运转时产生的冲击性噪声, 经阻尼材料的内耗衰减和吸声材料、隔声材料的吸隔作用, 从而达到降噪的目的。球磨机隔声套结构示意图如图 13.4-26 所示。

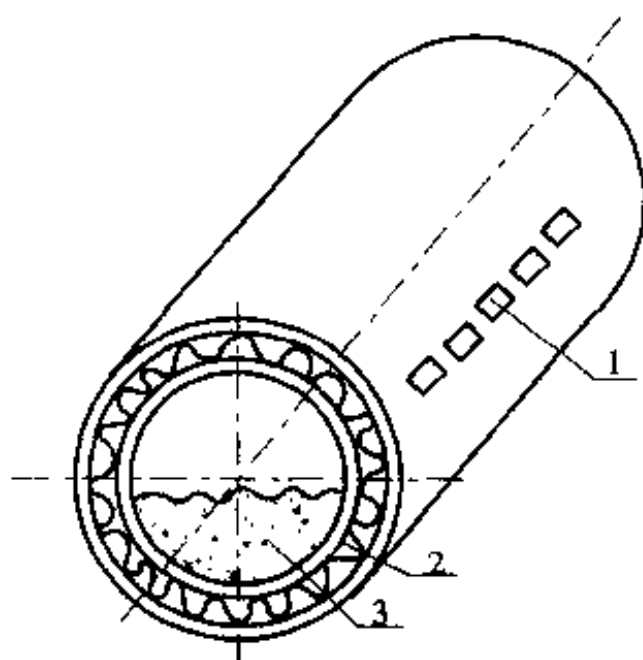


图 13.4-26 球磨机隔声套结构示意图

1—大螺栓隔声盒 2—复合材料隔声套
3—钢球、煤块等

现场实测表明, 球磨机筒体噪声较其他部位噪声高 $15\sim 20\text{dB}(\text{A})$, 故首先解决球磨机筒体噪声。采用厚度为 $100\sim 120\text{mm}$ 的隔声

套,将球磨机筒体包扎起来,并一起旋转,隔声套由内向外共有十层材料复合而成:

1) 在原有球磨机锰钢衬瓦和钢板外壳的表面刷高温阻尼材料,增加阻尼,减小原筒体表面辐射噪声;

2) 在筒体阻尼材料上面贴两层玻璃丝布,起隔热作用;

3) 耐热橡胶板一层,橡胶板上开斜槽,起隔振和阻尼作用;

4) 穿孔钢板(穿孔率 20%),起护面和透声作用;

5) 玻璃丝布和塑料薄膜,防水和防止纤维性材料散落;

6) 玻璃纤维状吸声材料;

7) 玻璃丝布和塑料薄膜,将玻璃纤维状吸声材料包覆起来;

8) 钢板外壳内侧涂阻尼漆,提高钢板外

壳的隔声性能;

9) 钢板外壳,起隔声和支撑结构作用;

10) 钢板外壳表面油漆,起防锈和装饰作用。

由于球磨机筒体尺寸较大,隔声套不可能做成一个整体,故将其分割成鱼鳞片状板块,在筒体圆周方向分割为八段,在轴向分割为七段,共由 56 块隔声、吸声、隔振、阻尼板块组成,每块重约 70kg,一般隔声套总重约 3~4t,板块之间用翻边铁件及螺栓联接。在筒体明露的大螺栓部分,加装隔声小盒。在大牙轮传动部分加装隔声吸声挡板。若要求较高,还可以在电动机和减速箱部分加装隔声罩;在电动机出风口处加装消声器;在球磨机房侧墙和顶棚安装吸声体,以减小混响声。采用多种综合治理措施,可使球磨机整机噪声降为 95dB(A)左右,有利于环境保护和劳动保护。

第5章 隔振与阻尼减振

5.1 概述

振动产生噪声。振动控制与噪声控制一样,也是从三个方面着手,首先是振动源控制,清除或减小振动源产生的振动;其次是切断和抑制从振动源向外界的振动传递;再次是防止振动物体或结构的共振。

隔振分为积极隔振和消极隔振两大类,积极隔振又称为主动隔振,它是将机器设备的振动隔离掉,以减少振动对建筑物和对周围环境的影响;消极隔振又称为被动隔振,它是将来自外界的振动或来自基础的振动隔离掉,以减少振动对机器设备或对精密仪器的影响。无论是积极隔振,还是消极隔振,最终都是通过采用隔振元件、隔振器件以及隔振材料来达到隔振的目的。因此,正确地设计隔振系统,合理选用隔振器件,显得尤为重要。

5.2 隔振器分类

从理论上来说,凡是具有弹性的材料,均能作为隔振元件。但在实际工程应用上,还受到许多其他条件的限制,例如,性能是否稳定,能否大量供应,是否具有防水、防油、耐腐蚀性能,还有使用寿命的长短,加工安装是否方便等。目前,国内大量使用的隔振元器件、隔振材料,大体分为下列四类:

第一,隔振器。隔振器是一种弹性支撑元件,是通过专门设计而制造出来的一种独立的、自成体系的器件。最常用的隔振器分为金属螺旋弹簧隔振器、橡胶隔振器、金属丝网隔振器、金属与橡胶复合隔振器、空气弹簧隔振器等。

第二,隔振垫层。利用弹性材料本身的自然特性,置于需要隔振的基座下面,一般没有确定的形状尺寸(橡胶隔振垫除外),可按具

体需要进行裁剪、拼排,满足使用要求。常见的隔振垫层有软木、毛毡、橡皮、海绵、玻璃纤维、泡沫塑料等。目前,在工业生产和民用建筑中应用最广泛的是专用橡胶隔振垫。

第三,管道挠性接管。在振动设备的进出管道上,安装挠性接管,是防止振动从管道传出的必要措施。对于管道内压力较低的管道挠性联接,可用帆布、人造革、石棉布等柔性材料,将管道断开来。对于有较高压力的管道挠性联接,则必须采用符合有关标准或规范规定的定型产品,例如橡胶挠性接管、不锈钢波纹管等。

第四,其他隔振元件。例如弹性吊钩、弹性托架、弹性隔振带、弹性联轴器、油阻尼器、动力吸振器等。

5.3 隔振器的选用

随着振动控制技术的发展,隔振支撑的应用越来越引起人们的重视,应用也更为普遍。对于某一个具体的隔振系统来说,尤其是对那些外形轮廓不规则、重心位置不易计算的机器设备,如何正确地设计弹性支撑系统、正确地选择隔振元器件和正确地布置这些元器件,是设计人员十分关心的问题。在实际工作中,常常发生由于隔振系统计算不准,隔振元器件选择不当,安装位置不妥,致使隔振装置达不到预期效果,有的甚至比不装隔振器还要坏。

对于一个高质量的可靠的隔振系统来说,不但有理论问题,更重要的是实践经验,隔振器的选用应注意以下几点:

1) 按隔振系统的性能指标来选择隔振器。表 13.5-1 列出了各种隔振元器件的性能、特点及适用范围,可供比较选用。

2) 频率范围:为获得良好的隔振效果,隔振系统的固有频率与相应的扰动频率之比应

小于 0.7，一般推荐值为 1:2.5~1:4.5。

当固有频率 $f_0=0.5\sim 2\text{Hz}$ 时，可选用金属弹簧隔振器或空气弹簧隔振器；

当固有频率 $f_0=2\sim 10\text{Hz}$ 时，可选用金属弹簧隔振器、橡胶隔振器、复合隔振器、海绵橡胶及泡沫塑料等；

当固有频率 $f_0\geq 20\sim 30\text{Hz}$ 时，可选用毛毡、软木、橡胶隔振垫以及某些较硬的橡胶隔振器、金属丝网隔振器等。

表 13.5-1 中列出的适用频率范围是一个参考值，不是一个绝对值，因为频率范围还受到其他因素的影响。

3) 静载荷和动载荷：隔振器的选用，必须考虑每一个隔振器或隔振垫的载荷，一般应使隔振元件所受到的静载荷为允许载荷的 90% 左右，动载荷与静载荷之和不超过其最大允许载荷。对于隔振垫，允许载荷或推荐载荷是指

单位面积的载荷。

各个隔振器所受到的载荷力求均匀，以便采用同一种规格的隔振器。对于隔振垫则要求各个部分的单位面积的载荷基本一致，在任何情况下，实际载荷不能超过最大允许载荷。

当各支撑点上的载荷相差甚大，必须采用不同型号的隔振器时，应力求它们的载荷在各自允许范围之内，而且力求它们的静变形基本一致，这不仅关系到机组隔振后振动的状况，而且关系到隔振装置的固有频率及隔振效果。在同一台设备上所选用的隔振器型号一般不超过两种。

4) 使用环境条件：应考虑隔振元器件安装场所的温度、湿度、腐蚀等条件，它们直接影响到隔振元器件的使用寿命。另外，对隔振元器件的重量、尺寸、结构以及价格等因素，应做全面的综合性考虑。

表 13.5-1 各类隔振元件的性能比较

性能项目	金属螺旋弹簧	橡胶隔振器隔振垫	空气弹簧	金属丝网隔振器	海绵橡胶	毛毡	软木	玻璃纤维及矿棉
适用频率范围 / Hz	2~10	5~100	0~5	20~25	2~5	25	25~30	>10
多方向性	○	▲	○	○	○	○	○	○
简便性	○	▲	△	○	○	○	○	○
阻尼性能	×	○	▲	○	△	△	○	○
高频隔振及隔声	×	○	▲	△	○	○	○	○
载荷特性的直线性	▲	○	○	×	×	×	×	×
耐高温、耐低温	▲	△	△	▲	△	○	○	○
耐油性	▲	△	△	▲	×	○	○	○
耐老化	▲	△	△	▲	×	○	○	○
产品质量均匀性	▲	△	○	○	×	△	△	△
耐松弛	▲	○	○	△	△	△	○	○
耐热膨胀	▲	△	○	○	○	○	○	○
价格	中	中	高	中	便宜	便宜	中	中
重量	重	中	重	中	轻	轻	轻	轻
与计算特性值的一致性	▲	○	○	△	○	○	△	○
设计上的难易程度	△	△	×	○	▲	▲	▲	○
安装上的难易程度	△	△	×	○	▲	▲	▲	○
寿命	▲	△	○	○	×	△	○	△

注：▲——优；○——良；△——中；×——差。

5.4 金属弹簧隔振器

各类金属弹簧隔振器如图 13.5-1 所示, 在金属弹簧隔振器中有钢丝绳弹簧、蝶形弹簧、螺旋柱弹簧、板簧、螺旋拉簧、螺旋锥簧、不锈钢钢丝绳弹簧等。金属弹簧隔振器的优点是:

- 1) 低频隔振性能好, 适用频率范围为 1.5~5Hz;
- 2) 性能稳定, 弹簧的动刚度、静刚度的计算值与实测值基本一致, 而且受到长期大载荷作用也不产生松弛现象;
- 3) 适用范围广, 耐高温, 耐低温, 耐油, 耐腐蚀, 不老化, 寿命长;
- 4) 适应性能强, 能适用于不同要求的弹

性支撑系统, 既可制成压缩型, 又可制成悬吊型。

其缺点是: 阻尼性能较差, 为改善阻尼性能, 有些金属弹簧隔振器专门做了阻尼处理; 高频隔振效果差, 但它与橡胶隔振垫串联使用时, 高频隔振性能会有较大改善。

金属弹簧的种类繁多, 用于机器设备隔振的多数是用弹簧圆钢制成的螺旋弹簧。金属螺旋钢弹簧的竖向刚度 K_z 值可从图 13.5-2 中查得。

金属螺旋弹簧在使用中往往要求计算横向刚度 K_r , 但 K_r 计算较复杂。 K_r 值可从图 13.5-2 中查得。一般可使用的 K_r / K_z 值大约为 1, 在较宽的范围内变化不大。钢弹簧的动刚度与静刚度之比约为 1.0。

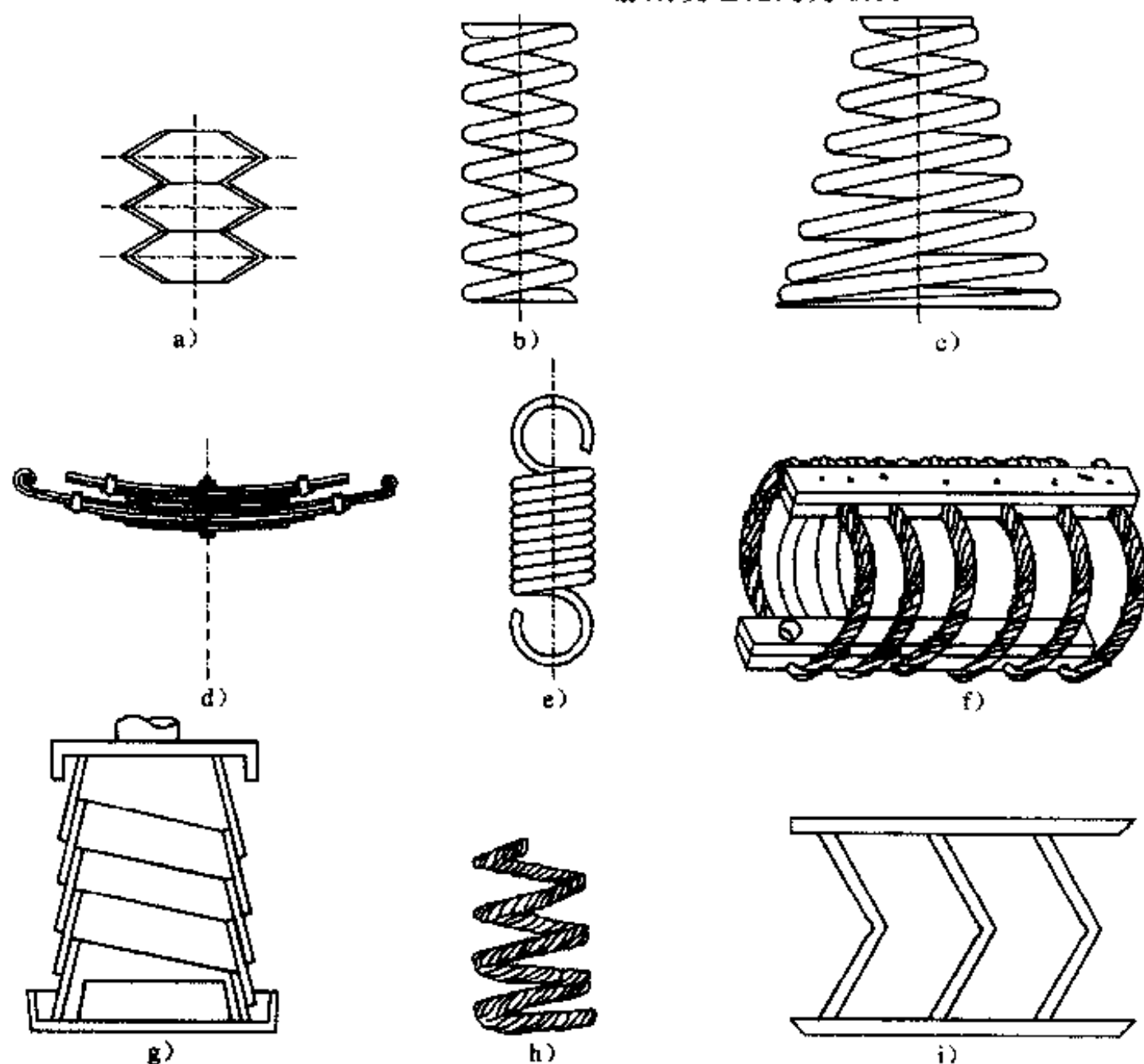


图 13.5-1 各类金属弹簧隔振器示意图

a) 蝶形弹簧 b) 螺旋弹簧 c) 螺旋锥簧 d) 板簧
e) 螺旋拉簧 f) 不锈钢钢丝绳弹簧 g) 螺旋板簧 h) 钢丝网螺旋弹簧 i) 折板簧

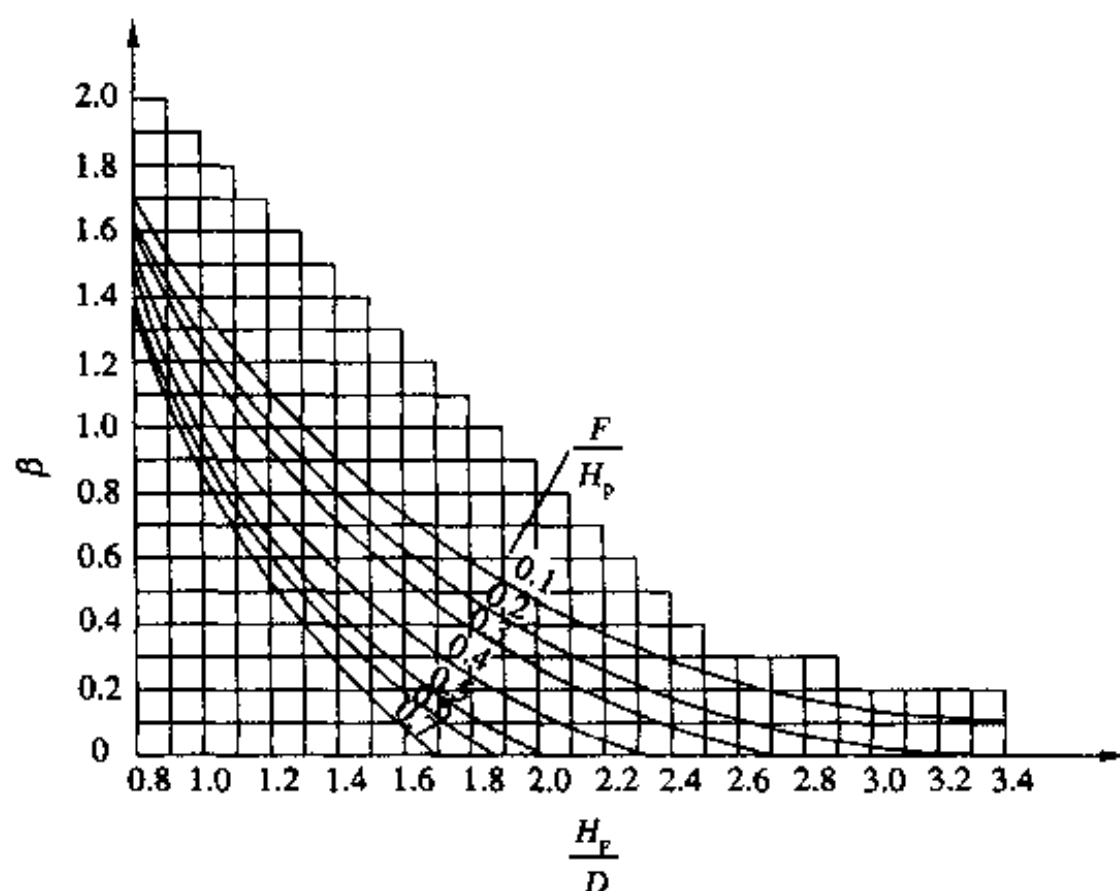


图 13.5-2 螺旋钢弹簧横向刚度 K_t 计算用图

D —弹簧中径 (cm) H_p —弹簧在载荷作用下的高度 (cm) F —弹簧在载荷作用下的变形 (cm) K_z —弹簧竖向刚度 (N/mm) K_t —弹簧横向 (水平) 刚度 (N/mm) $\beta = K_t/K_z$ $K_t = \beta K_z$ $H_p = H_0 + F$

5.4.1 ST 型阻尼弹簧隔振器

ST 型阻尼弹簧隔振器具有钢弹簧隔振器的低频率和橡胶隔振器的大阻尼双重优点, 因此能消除钢弹簧隔振器所存在的共振时振幅激增现象和解决橡胶隔振器固有频率较高、应用范围较窄的问题。ST 型阻尼弹簧隔振器阻尼性能稳定, 结构简单, 安装方便, 使用寿命长, 尤其对低转速机械设备的基础隔振具有明显的效果, 是一种多功能通用性较强的隔振器, 能有效地防止机械振动的传递, 是精密仪器仪表、空调恒温设备、风机、冷冻机组、热泵机组、压缩机、水泵等机械设备的积极隔振和消极隔振的理想隔振元件。

ST 型阻尼弹簧隔振器阻尼比为 0.07, 工作温度为 $-30 \sim +100^\circ\text{C}$, 固有频率范围 $f_0 = 2.0 \sim 5.0\text{Hz}$, 载荷范围为 $110 \sim 35\,000\text{N}$ 。

型号编排: S (双重特点) T (弹簧隔振器) —XX (最佳额定载荷 10N)。

例如: ST—220 表示具有阻尼和隔振双重特点的弹簧隔振器, 最佳额定载荷 10N 为 220。

使用载荷: 总质量 $W = Q$ (静) $+ 1.5R$ (动)

Q (静载荷) $= Q_1$ (设备质量) $+ Q_2$ (基座质量)

在一般振动要求不严、又难以取得设备扰力时, 可以近似地采用设备质量 Q_1 乘以动荷系数 β 来替代设备质量和扰力。 $G = Q_1 + 1.5R = Q_1\beta$, 因此, 总质量 $W = G + Q_2 = Q_1\beta + Q_2$ 。动荷系数 β 可以根据设备质量 Q_1 大小及扰动频率 f 大小来确定。 Q_1 大, f 小时, β 值可取小些; Q_1 小, f 大时, β 值可取大些。一般情况下, 可取 $\beta \approx 1.1 \sim 1.4$ 。图 13.5-3 为 ST 型隔振器外形尺寸图, 表 13.5-2 为 ST 型阻尼弹簧隔振器性能规格表, 图 13.5-4 a~e 为 ST 型阻尼弹簧隔振器特性曲线图。

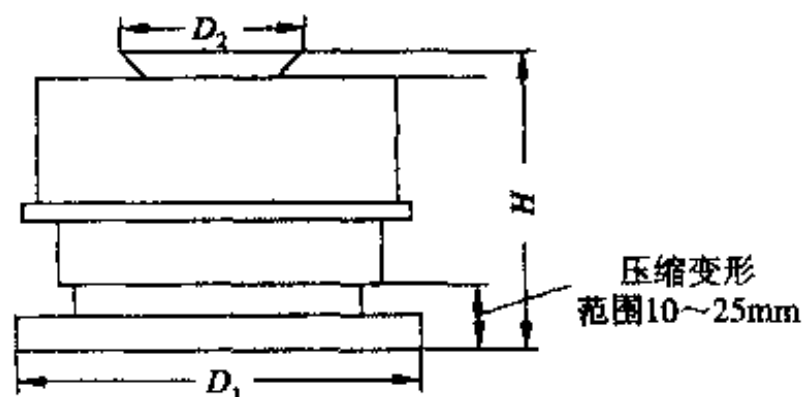
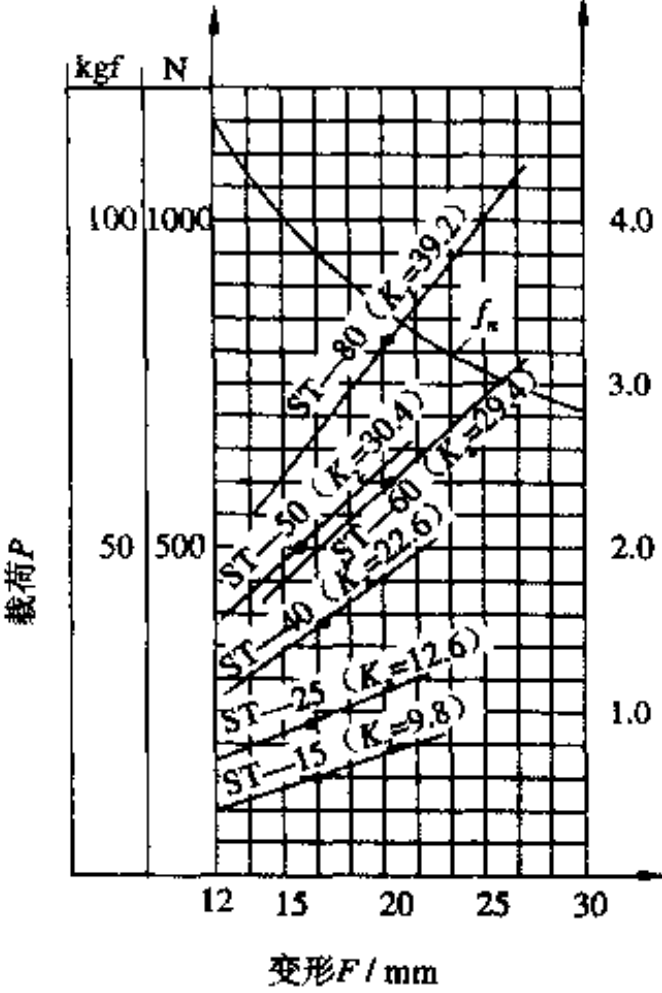


图 13.5-3 ST 型阻尼弹簧隔振器外形尺寸示意图

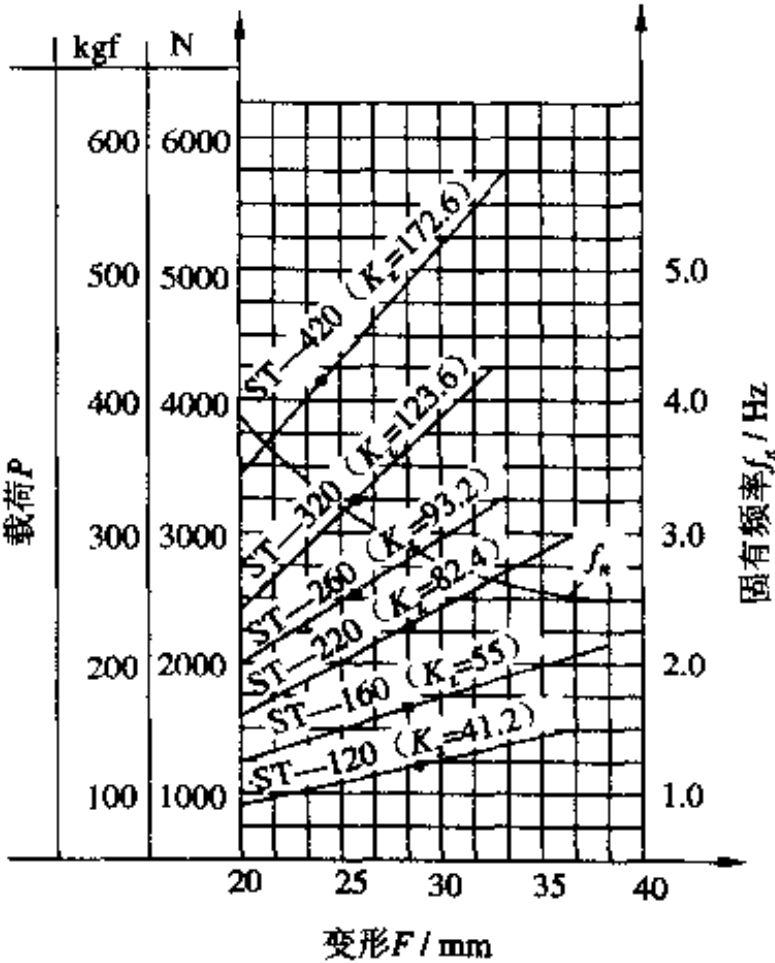
表 13.5-2 ST 型阻尼弹簧隔振器性能规格表

型 号	外形尺寸/mm			额定载荷/10N		刚 度 N/mm		最佳载荷区域		生产厂
	H	D ₁	D ₂	预 压	最 大	竖向 K _v	轴向 K _a	载荷 / 10N	固有频率 / Hz	
ST—15	65	125	40	11	21.5	9.8	4.7	12~18	4.4~3.5	上海市松江橡胶制品厂
ST—25	65	125	40	15	29.5	12.6	6.1	17~28	4.4~3.5	
ST—40	70	140	40	25.5	51	22.6	16.2	28~45	4.4~3.5	
ST—50	70	140	40	33	66.5	30.4	22	40~55	4.4~3.7	
ST—60	85	160	60	40	80	29.4	20.6	50~70	3.8~3.2	
ST—80	85	160	60	54	108	39.2	26.7	70~95	3.8~3.2	
ST—120	120	210	60	77.5	155	41.2	29	95~135	3.4~2.7	
ST—160	120	210	60	104	208	55	37.3	135~180	3.4~2.7	
ST—220	120	210	60	153	306	82.4	36.3	180~250	3.3~2.8	
ST—260	140	230	80	156	312	93.2	55	230~280	3.3~2.9	
ST—320	140	230	80	208	416	123.6	73	280~380	3.4~2.9	
ST—420	140	230	80	285	569	172.6	76.5	350~450	3.4~3.0	
ST—480	150	280	80	306	612	137.4	96.6	420~550	2.9~2.4	
ST—640	150	280	80	408	816	178.5	125	550~700	2.9~2.4	
ST—800	150	280	80	515	1030	227.6	146.6	700~950	2.8~2.4	
ST—1050	175	320	80	692	1385	263	158.4	900~1150	2.8~2.3	
ST—1250	175	320	80	809	1618	298.2	171	1100~1350	2.7~2.3	
ST—1400	270	340	140	950	1900	300	108	1200~1600	2.4~2.1	
ST—1900	270	340	140	1216	2433	400	144	1600~2300	2.4~2.1	
ST—2800	270	340	140	1756	3512	566	162	2300~3200	2.4~2.1	

注：K_v、K_a为最佳载荷点时的数值。



a)



b)

图 13.5-4 ST 型阻尼弹簧隔振器特性曲线

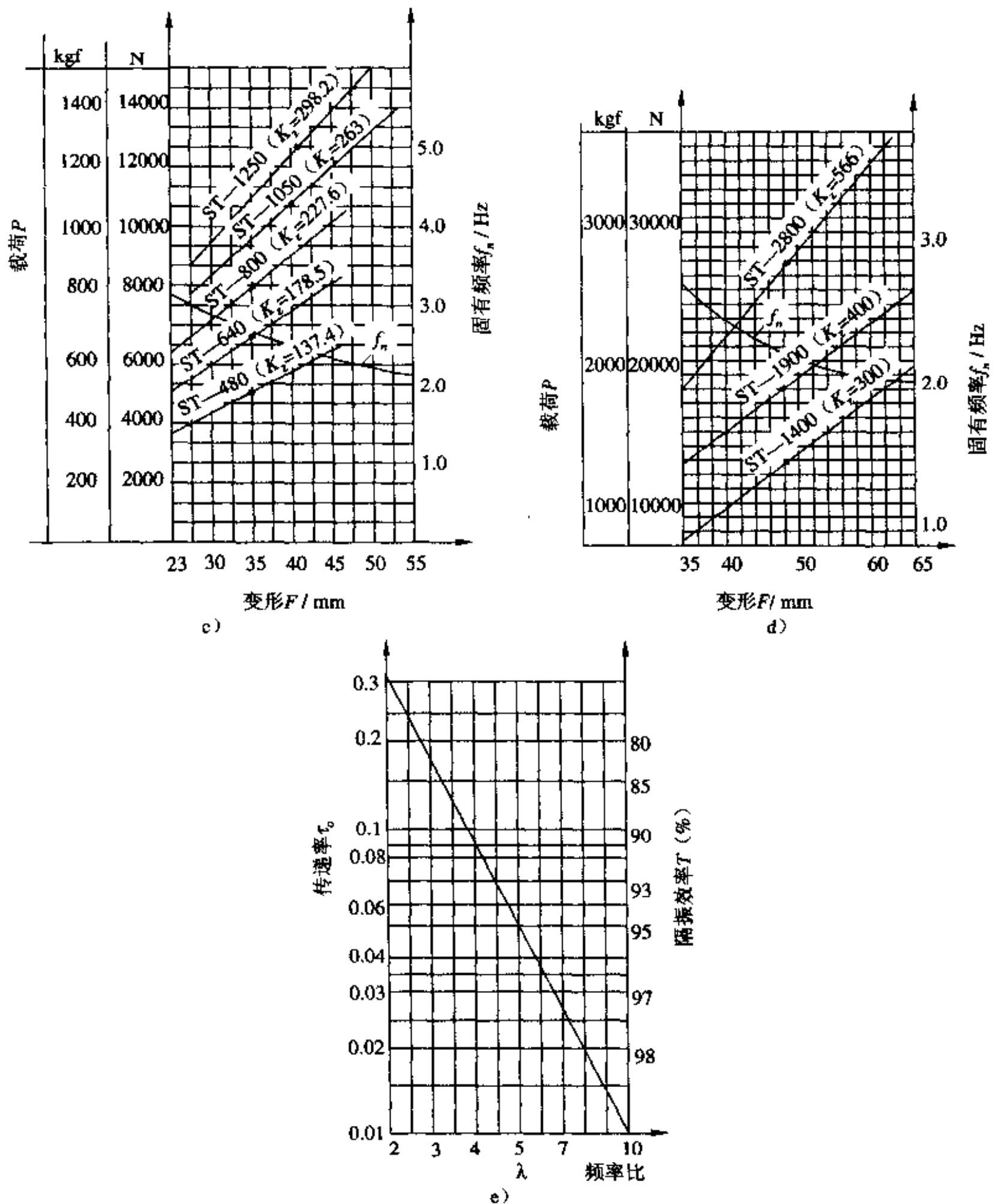


图 13.5-4 ST 型阻尼弹簧隔振器特性曲线 (续)

a) ST-15~ST-80 特性曲线 b) ST-120~ST-420 特性曲线 c) ST-480~ST-1250 特性曲线
d) ST-1400~ST-2800 特性曲线 e) 频率比 λ 与传递率 τ_0 、隔振效率 T 关系图

5.4.2 ZT 系列阻尼弹簧隔振器

ZT 系列阻尼弹簧隔振器由华东建筑设计研究院设计、上海青浦淀山湖减振器厂等生

产, 已通过技术鉴定。

ZT 系列阻尼弹簧隔振器现有 39 种规格, 单只隔振器的竖向载荷为 37~16560N, 各种

载荷下对应的轴向固有频率为 2.1~4.8Hz, 在预压载荷到最大工作载荷范围内阻尼比为 0.03。

型号编排: Z (阻尼代号) T (弹簧代号) X (主弹簧只数) X (副弹簧只数) —XX (主弹簧钢丝直径) X (副弹簧钢丝直径)

例如, ZT1—5 表示阻尼弹簧主弹簧 1 个 (无副弹簧), 主弹簧钢丝直径为 5mm (无副弹簧); 又如, ZT44—106 表示阻尼弹簧, 主弹簧 4 只, 副弹簧 4 只, 主弹簧直径为 10mm,

副弹簧直径为 6mm。

ZT 系列阻尼弹簧隔振器外形尺寸示意图如图 13.5-5 所示, ZT 系列阻尼弹簧隔振器性能规格列于表 13.5-3。

图 13.5-6a~h 为 ZT 系列阻尼弹簧隔振器性能特性曲线图。在计算静压缩量时, 注意减去预压的压缩量。

ZT 系列阻尼弹簧隔振器结构紧凑, 阻尼性能有较大改善, 可广泛应用于大型风机、冷冻机、空压机、水泵、锻压设备等的积极隔振。

表 13.5-3 ZT 系列阻尼弹簧隔振器性能规格表

型 号	外 形 尺 寸 / mm				载 荷 / N		竖 向 总 刚 度 K_z /10N/cm	弹 簧					生产厂
	H	D_1	D_2	D_3	预压 P_1	最大 P_2		自由 高度 H_f /mm	主 弹 簧		副 弹 簧		
									D_2 /mm	K_z /10N/cm	D_2' /mm	K_z' 10N/cm	
ZT1—2	64	74	32	10	37	74	3.3	46	20	3.3	—	—	上 海青浦 淀山湖 减振器 厂
ZT1—3	69	82	32	10	86	170	7.7	51	26	7.7	—	—	
ZT1—4	85	91	42	10	140	280	10	70	35	10	—	—	
ZT1—5	101	102	42	10	200	400	11.4	89	45	11.4	25	4.5	
ZT1—6	118	112	52	16	260	530	14	108	54	14	32	6.8	
ZT1—8	140	120	52	18	530	1060	31.6	128	60	31.6	35	12	
ZT1—10	151	148	82	20	1040	2080	45.6	145	76	45.6	48	12	上 海青浦 环新减 振器厂
ZT1—12	174	165	82	20	1500	3000	55	172	91	55	59	21	
ZT11—53	101	102	42	10	280	550	16	89	45	11.4	25	4.5	
ZT11—64	118	112	52	16	390	780	21	108	54	14	32	6.8	
ZT11—85	140	120	52	18	730	1450	44	128	60	31.6	35	12	
ZT11—106	151	148	82	20	1320	2640	58	145	76	45.6	48	12	
ZT11—128	174	165	82	20	2070	4140	76	172	91	55	59	21	上 海静 音减 振器有 限公司
ZT3—2	64	126	42	10	110	220	10	46	20	3.3	—	—	
ZT3—3	69	142	42	10	260	520	23	51	26	7.7	—	—	
ZT3—4	85	161	52	10	410	830	30	70	35	10	—	—	
ZT3—5	101	182	52	10	590	1190	34	89	45	11.4	25	4.5	
ZT3—6	118	208	62	16	790	1580	42	108	54	14	32	6.8	
ZT3—8	140	228	82	18	1590	3180	95	128	60	31.6	35	12	
ZT3—10	151	280	82	20	3120	6240	137	145	76	45.6	48	12	
ZT3—12	174	321	82	20	4500	9000	165	172	91	55	59	21	
ZT33—53	101	182	52	10	830	1650	48	89	45	11.4	25	4.5	
ZT33—64	118	208	62	16	1170	2350	63	108	54	14	32	6.8	
ZT33—85	140	228	82	18	2180	4350	132	128	60	31.6	35	12	
ZT33—106	151	280	82	20	3960	7920	174	145	76	45.6	48	12	
ZT33—128	174	321	82	20	6210	12420	228	172	91	55	59	21	

(续)

型 号	外 形 尺 寸 / mm				载 荷 / N		竖 向 总 刚 度 K_t /10N/cm	弹 簧					生产)
	H	D_1	D_2	D_3	预 压 P_1	最 大 P_2		自 由 高 度 H_p /mm	主 弹 簧		副 弹 簧		
									D_2 /mm	K_t /10N/c m	D_2' mm	K_t' /10N/c m	
ZT4--2	64	126	42	10	150	300	13	46	20	3.3	—	—	上海 青浦淀 山湖减 振器厂
ZT4—3	69	142	42	10	340	690	31	51	26	7.7	—	—	
ZT4--4	85	161	52	10	550	1100	40	70	35	10	—	—	
ZT4--5	101	182	52	10	790	1580	44	89	45	11.4	25	4.5	
ZT4—6	118	208	62	16	1060	2110	56	108	54	14	32	6.8	
ZT4--8	140	228	82	18	2120	4240	126	128	60	31.6	35	12	
ZT4--10	151	280	82	20	4160	8320	182	145	76	45.6	48	12	上海 青浦环 新减振 器厂
ZT4--12	174	321	82	20	6000	12000	220	172	91	55	59	21	
ZT44—53	101	182	52	10	1100	2200	62	89	45	11.4	25	4.5	上海 静 音 减 振 器 有 限 公 司
ZT44—64	118	208	62	16	1560	3130	84	108	54	14	32	6.8	
ZT44--85	140	228	82	18	2900	5800	176	128	60	31.6	35	12	
ZT44—106	151	280	82	20	5280	10560	232	145	76	45.6	48	12	
ZT44—128	174	321	82	20	8280	16560	304	172	91	55	59	21	

注：表中 D_2 为主弹簧中径， K_t 为单只主弹簧刚度， D_2' 为副弹簧中径， K_t' 为副弹簧刚度。

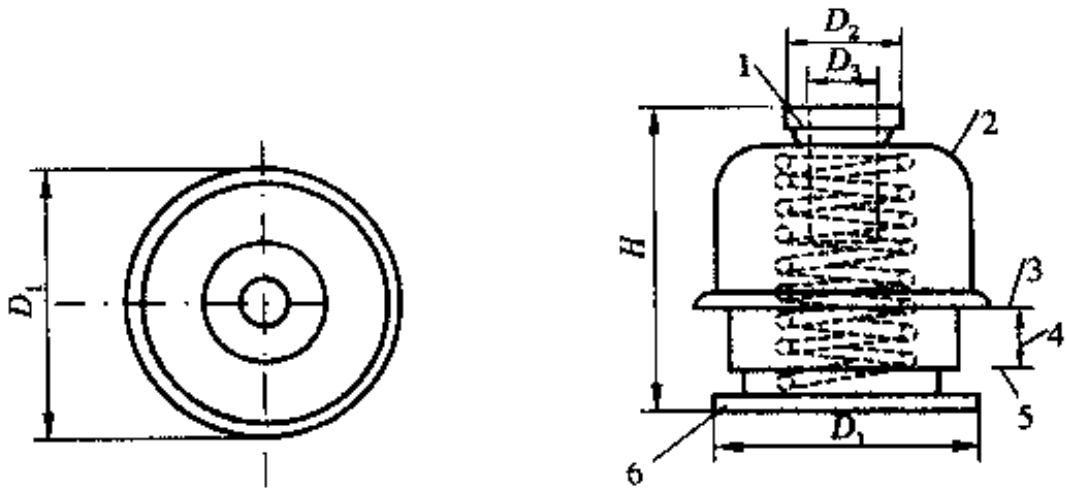


图 13.5-5 ZT 系列阻尼弹簧隔振器外形尺寸示意图

1—安装孔 2—上罩 3—上罩下边缘线
4—压缩变形范围 5—最大变形线 6—底座

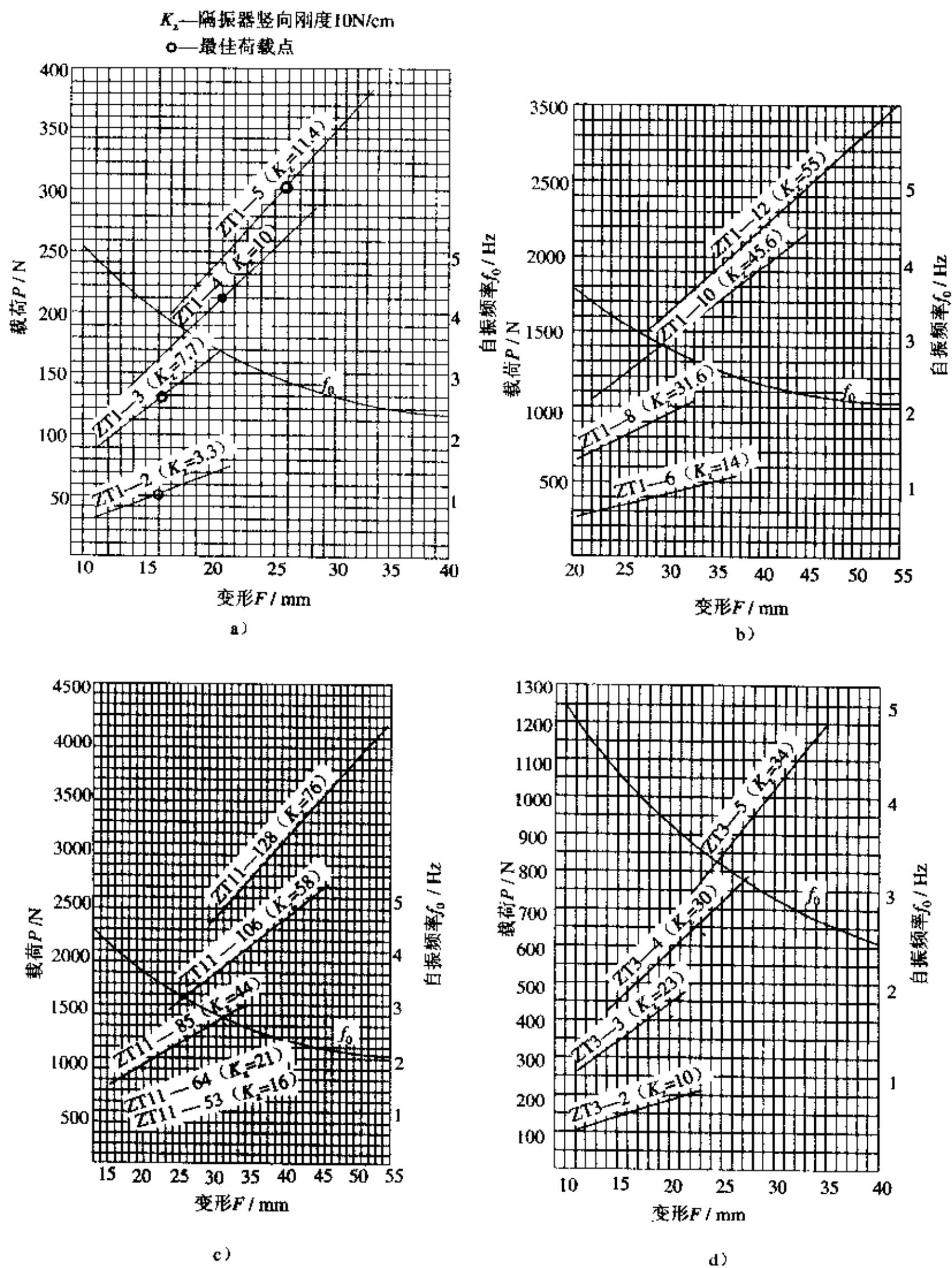
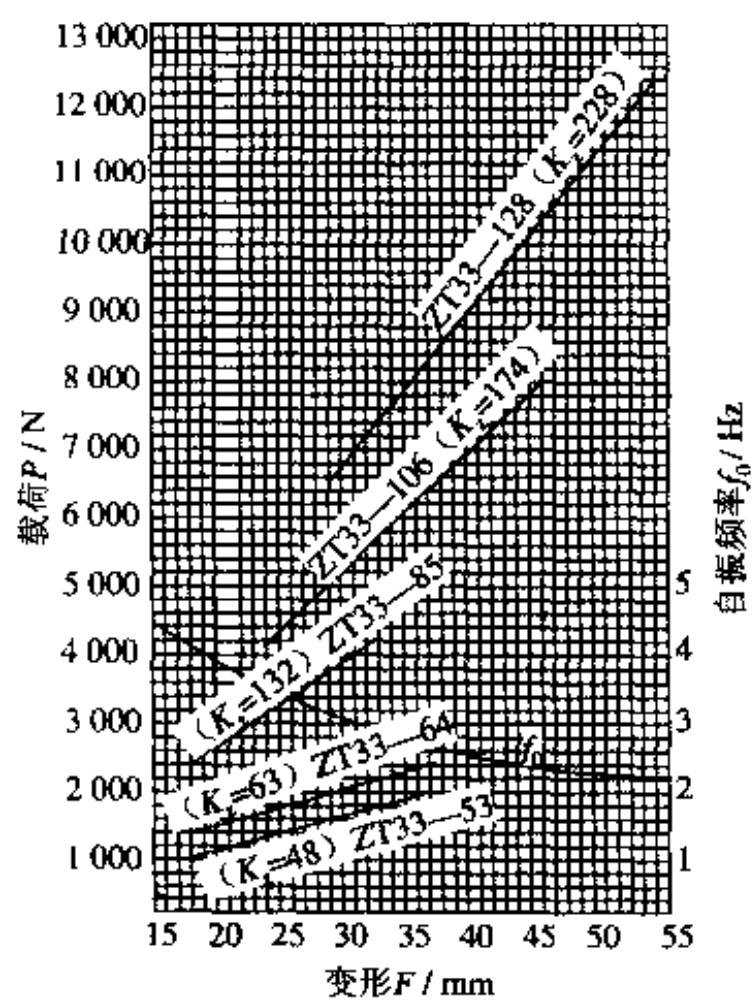
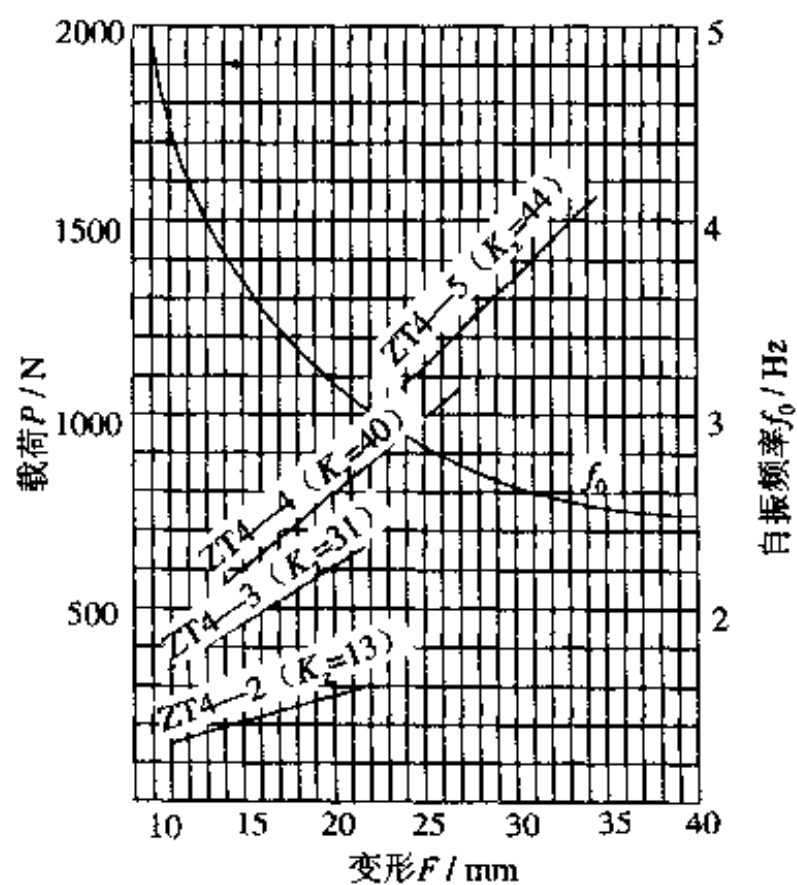


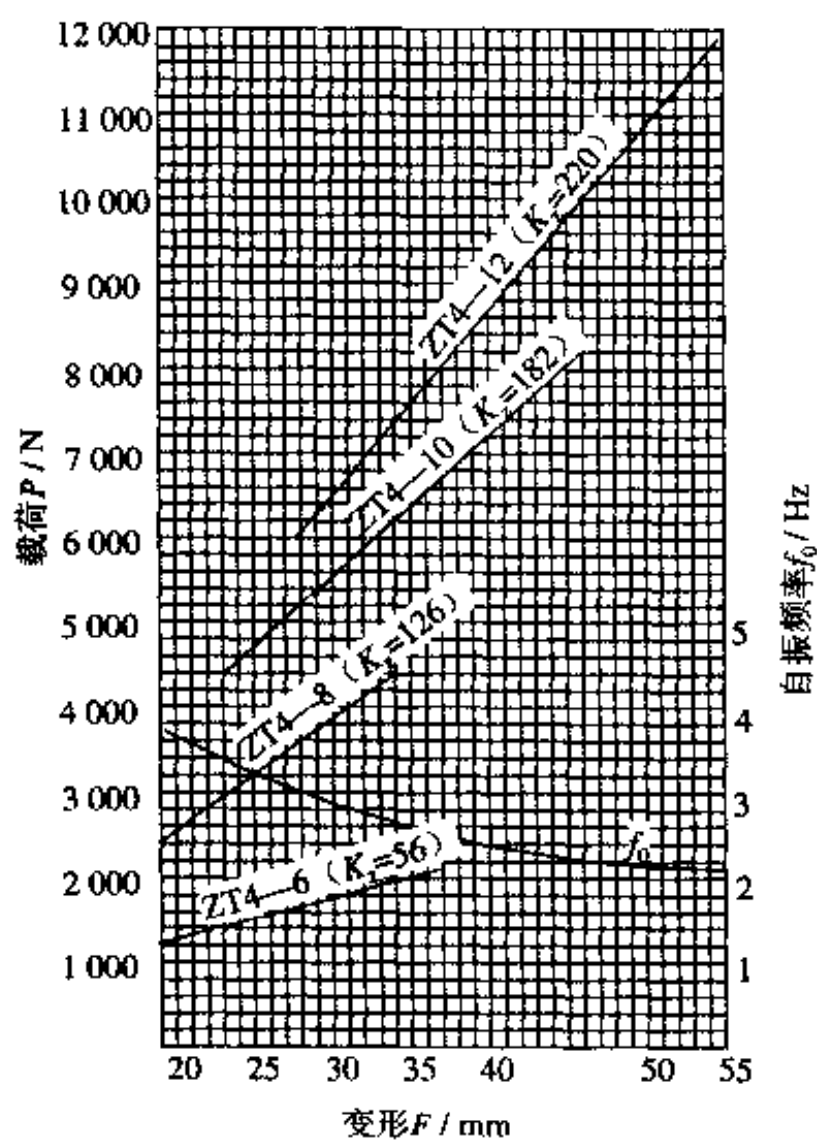
图 13.5-6 ZT 系列阻尼弹簧隔振器性能特性曲线图



e)



f)



g)

图 13.5-6 ZT 系列阻尼弹簧隔振器性能特性曲线图 (续)

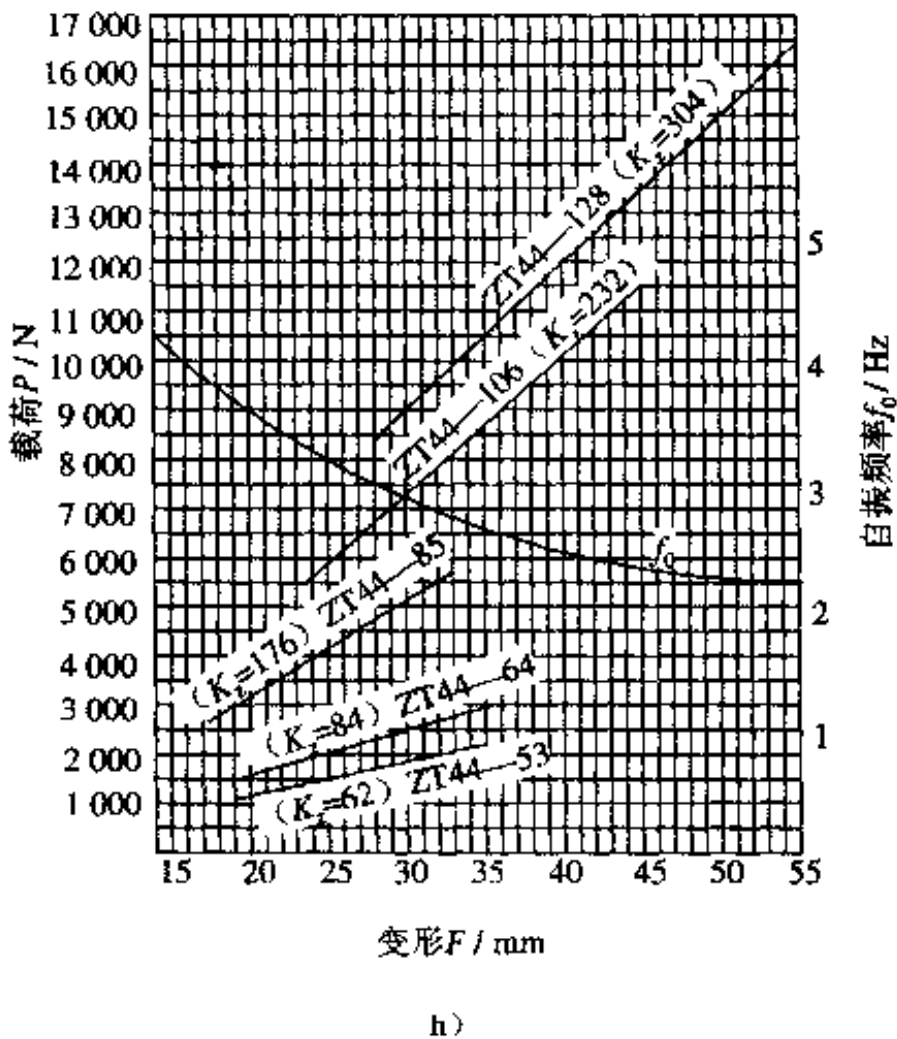


图 13.5-6 ZT 系列阻尼弹簧隔振器性能特性曲线图 (续)

5.4.3 ZTG 型系列阻尼弹簧隔振器

ZTG 型系列阻尼弹簧隔振器有多种系列, 该产品系北京世纪静业噪声振动控制技术有限公司最新科研成果, 是在吸收国外同类隔振器优点的基础上设计开发的新产品。该系列隔振器荣获 2000 年度国家经贸委科技进步二等奖。

1. 产品主要特点

1) ZTG I 型系列阻尼弹簧隔振器呈圆筒形状, ZTG II 型系列阻尼弹簧隔振器呈方筒形状, 并采用侧预压方式和侧向限位装置。此二系列隔振器除以上标准形式外, 还可应客户需求将上盖及底座加工成任意形状及多种形式的地脚安装孔。

2) 金属螺旋弹簧选用优质弹簧钢并采用先进工艺制作而成。

3) 隔振器阻尼处理采用该公司最新研制的粘滞性阻尼剂, 该阻尼剂从根本上克服了过去使用玻璃布、玻璃丝、橡胶等材料增加金属弹簧阻尼方法的缺点。该阻尼剂性能稳定、寿

命长, 在使用过程中无需调节, 并可在外形不变的情况下, 只需要更改配方和阻尼的结构形式, 即可制成具有不同阻尼比的弹簧隔振器。阻尼比可做成 0.03~0.25。

2. 应用范围

1) 阻尼比 0.03~0.15 范围的 ZTG 系列阻尼弹簧隔振器可广泛应用于风机、泵、柴油发电机、空压机等设备隔振工程。

2) 阻尼比 0.15~0.25 范围的 ZTG 系列阻尼弹簧隔振器可广泛应用于小型锻锤、压力机等冲击设备的隔振。

3) ZTG 系列阻尼弹簧隔振器也常用于精密仪器、设备等的消极隔振。

3. 安装尺寸及技术性能

图 13.5-7 为 ZTG I 型系列阻尼弹簧隔振器外形尺寸示意图, 表 13.5-4 为 ZTG I 型系列阻尼弹簧隔振器性能规格表; 图 13.5-8 为 ZTG II—2~13 阻尼弹簧隔振器外形尺寸示意图, 图 13.5-9 为 ZTG II—28~39 阻尼弹簧隔振器外形尺寸示意图, 表 13.5-5 为 ZTG II 型

系列阻尼弹簧隔振器性能规格表。

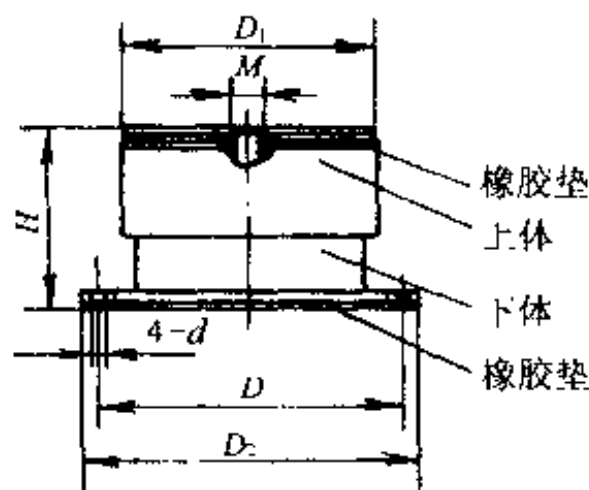


图 13.5-7 ZTG I 型系列阻尼弹簧隔振器
外形尺寸示意图

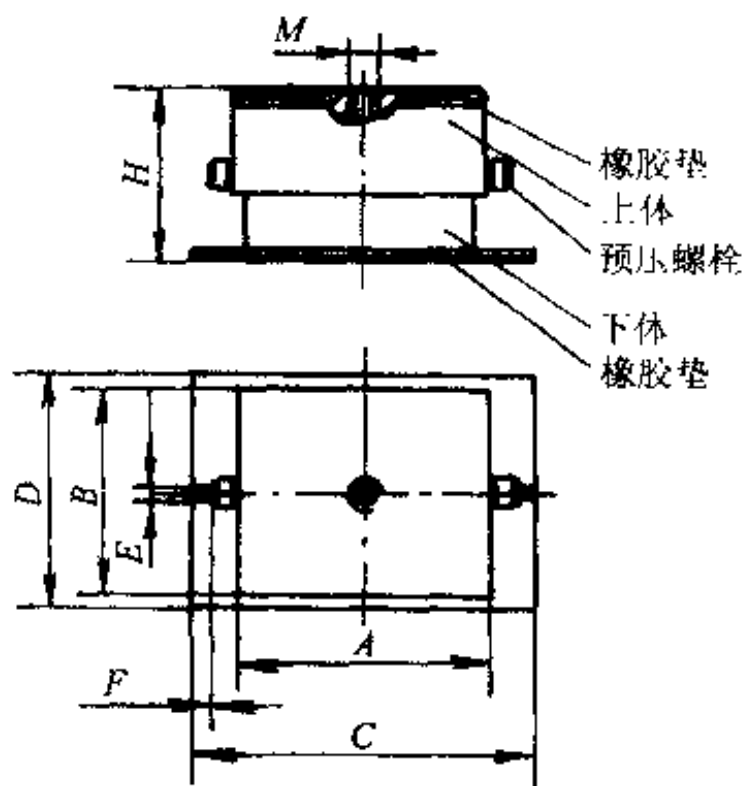


图 13.5-8 ZTG II—2~13 阻尼弹簧隔
振器外形尺寸示意图

图 13.5-10 为 ZTGIII 型系列阻尼弹簧隔振器外形尺寸示意图。表 13.5-6 为 ZTGIII 型系列阻尼弹簧隔振器性能规格表。

ZTGIII 型系列阻尼弹簧隔振器是高新技术产品，它由组合弹簧、上下钢板、阻尼器及防滑垫板组成。弹簧由优质弹簧钢并采用先进加工工艺制成。阻尼器由运动部分和固定部分(阻尼筒)组成。在阻尼筒内装有高效粘滞性阻尼剂，当运动部分在阻尼剂中运动时，产生一个和速度方向相反并和速度大小成正比的阻尼力，通过改变阻尼器的几何结构和阻尼剂配

方，可使阻尼比在 0.05~0.15 范围内调节，从而可以有效限制设备起动或停机时设备本身位移振幅的增大，同时粘滞性阻尼器还可提高设备运行稳定性和隔离固体声的传递。

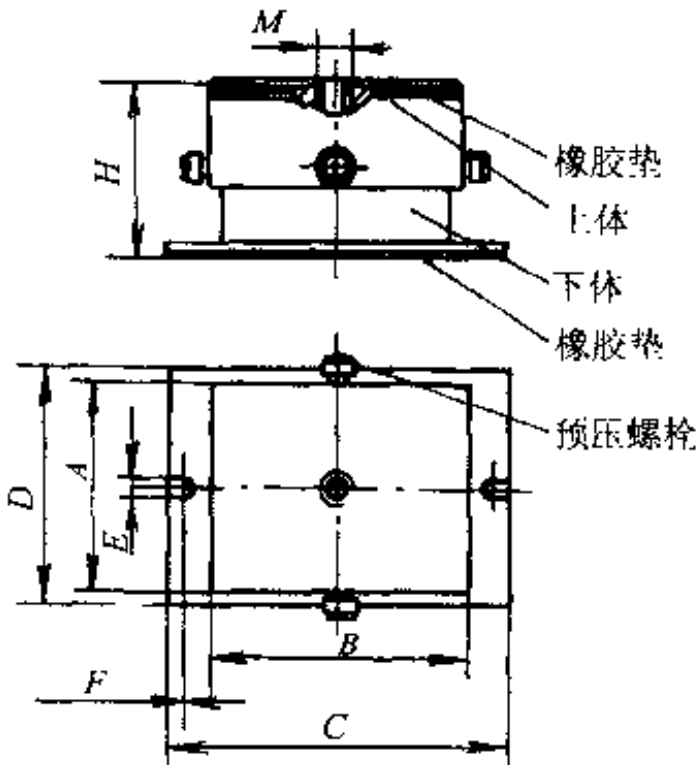


图 13.5-9 ZTG II—28~39 阻尼弹簧隔振器
外形尺寸示意图

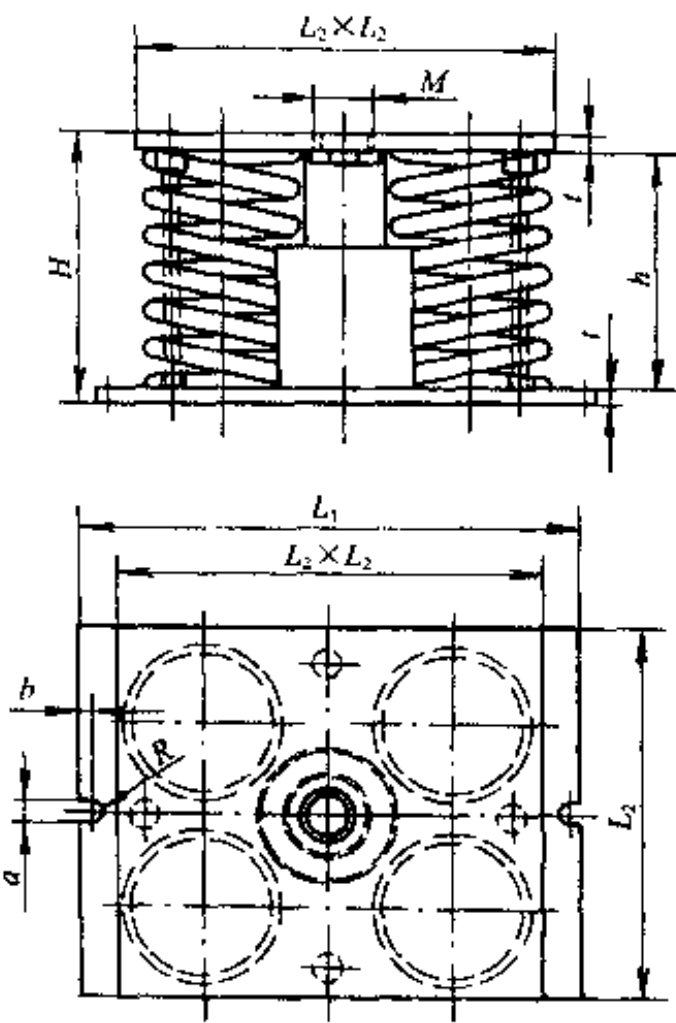


图 13.5-10 ZTGIII 型系列阻尼弹簧隔振器
外形尺寸示意图

表 13.5-4 ZTG I 型系列阻尼弹簧隔振器性能规格表

型 号	外形 安 装 尺 寸 / mm						技 术 性 能 指 标			
	D_1/D_2	D	$4-d$	M	H		载 荷 /N		固有频率 /Hz	竖向刚度 /N/cm
					预 压	最 大	预 压	最 大		
ZTG I —1	$\phi 45/60$	$\phi 48$	$\phi 8$	M6	45.3	33.5	38	76	4.7~3.3	32.3
ZTG I —2	$\phi 50/67$	$\phi 55$	$\phi 8$	M6	63.9	54.6	75	150	5.2~3.7	82.4
ZTG I —3	$\phi 60/78$	$\phi 66$	$\phi 8$	M6	76.3	62.6	150	300	4.3~3.0	110.0
ZTG I —4	$\phi 70/88$	$\phi 76$	$\phi 8$	M8	90.0	74.0	235	470	4.0~2.8	147.0
ZTG I —5	$\phi 79/97$	$\phi 85$	$\phi 8$	M8	99.7	81.4	350	700	3.7~2.6	191.0
ZTG I —6	$\phi 90/117$	$\phi 101$	$\phi 8$	M8	113.9	96.8	650	1300	3.8~2.7	380.0
ZTG I —7	$\phi 104/140$	$\phi 120$	$\phi 10$	M10	142.0	120.0	1050	2100	3.4~2.4	477.0
ZTG I —8	$\phi 120/156$	$\phi 136$	$\phi 10$	M10	163.8	137.5	1500	3000	3.1~2.2	572.0
ZTG I —9	$\phi 70/88$	$\phi 76$	$\phi 8$	M8	90.0	74.0	360	720	4.0~2.8	225.0
ZTG I —10	$\phi 79/97$	$\phi 85$	$\phi 8$	M8	99.7	81.4	550	1100	3.7~2.6	301.0
ZTG I —11	$\phi 90/117$	$\phi 101$	$\phi 8$	M8	113.9	96.8	880	1760	3.8~2.7	515.0
ZTG I —12	$\phi 104/140$	$\phi 120$	$\phi 10$	M10	142.0	120.0	1425	2850	3.4~2.4	648.0
ZTG I —13	$\phi 120/156$	$\phi 136$	$\phi 10$	M10	163.8	137.5	2235	4470	3.1~2.2	890.0
ZTG I —14	$\phi 95/114$	$\phi 100$	$\phi 8$	M8	47.3	35.5	115	230	4.7~3.3	96.6
ZTG I —15	$\phi 107/134$	$\phi 114$	$\phi 8$	M8	65.9	56.8	225	450	5.2~3.7	247.0
ZTG I —16	$\phi 132/159$	$\phi 139$	$\phi 10$	M10	78.3	64.6	450	900	4.3~3.0	330.0
ZTG I —17	$\phi 154/180$	$\phi 160$	$\phi 10$	M10	92.0	76.0	705	1410	4.0~2.8	441.0
ZTG I —18	$\phi 176/210$	$\phi 186$	$\phi 12$	M12	105.7	87.4	1050	2100	3.7~2.6	573.0
ZTG I —19	$\phi 196/230$	$\phi 210$	$\phi 10$	M12	119.9	102.8	1950	3900	3.8~2.7	1140.0
ZTG I —20	$\phi 232/266$	$\phi 242$	$\phi 12$	M16	146.0	124.0	3150	6300	3.4~2.4	1431.0
ZTG I —21	$\phi 268/300$	$\phi 276$	$\phi 12$	M16	167.8	141.5	4500	9000	3.1~2.2	1716.0
ZTG I —22	$\phi 154/180$	$\phi 160$	$\phi 10$	M10	92.0	76.0	1080	2160	4.0~2.8	676.0
ZTG I —23	$\phi 178/210$	$\phi 186$	$\phi 12$	M12	105.7	87.4	1650	3300	3.7~2.6	903.0
ZTG I —24	$\phi 196/230$	$\phi 210$	$\phi 10$	M12	119.9	102.8	2640	5280	3.8~2.7	1545.0
ZTG I —25	$\phi 232/266$	$\phi 242$	$\phi 12$	M16	146.0	124.0	4275	8550	3.4~2.4	1944.0
ZTG I —26	$\phi 268/300$	$\phi 276$	$\phi 12$	M16	167.8	141.5	7005	14010	3.1~2.2	2670.0
ZTG I —27	$\phi 95/114$	$\phi 100$	$\phi 8$	M8	47.6	35.5	150	300	4.7~3.3	129.0
ZTG I —28	$\phi 107/134$	$\phi 114$	$\phi 8$	M8	65.9	56.8	300	600	5.2~3.7	330.0
ZTG I —29	$\phi 132/159$	$\phi 139$	$\phi 10$	M10	78.3	64.6	600	1200	4.3~3.0	440.0
ZTG I —30	$\phi 154/180$	$\phi 160$	$\phi 10$	M10	92.0	76.0	940	1880	4.0~2.8	588.0
ZTG I —31	$\phi 176/210$	$\phi 186$	$\phi 12$	M12	105.7	87.4	1400	2800	3.7~2.6	764.0
ZTG I —32	$\phi 196/230$	$\phi 210$	$\phi 10$	M12	119.9	102.8	2600	5200	3.8~2.7	1520.0
ZTG I —33	$\phi 232/266$	$\phi 242$	$\phi 12$	M16	146.0	124.0	4200	8400	3.4~2.4	1908.0
ZTG I —34	$\phi 268/300$	$\phi 276$	$\phi 12$	M16	167.8	141.5	6000	12000	3.1~2.2	2288.0
ZTG I —35	$\phi 154/180$	$\phi 160$	$\phi 10$	M10	92.0	76.0	1440	2880	4.0~2.8	900.0
ZTG I —36	$\phi 176/210$	$\phi 186$	$\phi 12$	M12	105.7	87.4	2200	4400	3.7~2.6	1204.0
ZTG I —37	$\phi 196/230$	$\phi 210$	$\phi 10$	M12	120.9	102.8	3520	7040	3.8~2.7	2060.0
ZTG I —38	$\phi 232/266$	$\phi 242$	$\phi 12$	M16	164.0	124.0	5700	11400	3.4~2.4	2592.0
ZTG I —39	$\phi 268/300$	$\phi 276$	$\phi 12$	M16	167.8	141.5	9340	18680	3.1~2.2	3560.0

注：螺纹孔 M 、有效深度 L 为，M5、M6 时 $L \geq 10\text{mm}$ ；M8、M12 时 $L \leq 16\text{mm}$ ；M16 时， $L \geq 24\text{mm}$ 。

表 13.5-5 ZTG II 型系列阻尼弹簧隔振器性能规格表

型 号	外形安装尺寸/mm							技术性能指标			
	A×B	C×D	E	F	M	H		载 荷/N		固有频率/Hz	竖向刚度 N/cm
						预压	最大	预压	最大		
ZTG II—2	68×40	106×44	10	10	M10	63.9	54.6	75	150	5.2~3.7	82.4
ZTG II—3	86×53	130×58	10	10	M10	76.3	62.6	150	300	4.3~3.0	110.0
ZTG II—4	102×63	144×68	10	10	M10	90.0	74.0	235	470	4.0~2.8	147.0
ZTG II—5	122×74	170×80	12	12	M12	99.7	81.4	350	700	3.7~2.6	191.0
ZTG II—6	132×86	180×94	12	12	M12	113.9	96.8	650	1300	3.8~2.7	380.0
ZTG II—7	168×108	224×118	14	16	M16	142.0	120.0	1050	2100	3.4~2.4	477.0
ZTG II—8	188×124	248×134	14	16	M16	163.8	137.5	1500	3000	3.1~2.2	572.0
ZTG II—9	102×63	144×68	10	10	M10	90.0	74.0	360	720	4.0~2.8	225.0
ZTG II—10	122×74	170×80	12	12	M12	99.7	81.4	550	1100	3.7~2.6	301.0
ZTG II—11	132×86	180×94	12	12	M12	113.9	96.8	880	1760	3.8~2.7	515.0
ZTG II—12	168×108	224×118	14	16	M16	142.0	120.0	1425	2850	3.4~2.4	648.0
ZTG II—13	188×124	248×134	14	16	M16	163.8	137.5	2235	4470	3.1~2.2	890.0
ZTG II—28	90×90	130×96	10	10	M10	65.9	56.8	300	600	5.2~3.7	330.0
ZTG II—29	114×114	156×116	12	12	M12	78.3	64.6	600	1200	4.3~3.0	440.0
ZTG II—30	130×130	180×134	12	12	M12	92.0	76.0	940	1880	4.0~2.8	588.0
ZTG II—31	154×154	206×158	14	12	M16	105.7	87.4	1400	2800	3.7~2.6	764.0
ZTG II—32	177×177	234×180	14	12	M16	119.9	102.8	2600	5200	3.8~2.7	1520.0
ZTG II—33	216×216	286×220	18	18	M16	146.0	124.0	4200	8400	3.4~2.4	1908.0
ZTG II—34	256×256	330×260	18	18	M16	167.8	141.5	6000	12000	3.1~2.2	2288.0
ZTG II—35	130×130	180×134	12	12	M12	92.0	76.0	1440	2880	4.0~2.8	900.0
ZTG II—36	154×154	206×158	14	12	M16	105.7	87.2	2200	4400	3.7~2.6	1204.0
ZTG II—37	177×177	234×180	14	12	M16	120.9	102.8	3520	7040	3.8~2.7	2060.0
ZTG II—38	216×216	286×220	18	18	M16	146.0	124.0	5700	11400	3.4~2.4	2592.0
ZTG II—39	256×256	330×260	18	18	M16	167.8	141.5	9340	18680	3.1~2.2	3560.0

表 13.5-6 ZTGIII型系列阻尼弹簧隔振器性能规格表

型 号	外形安装尺寸 / mm					高度 H/ mm		载荷范围 / N		固有频率 /Hz	竖向刚度 /N/cm
	L_1	L_2	a	b	M	预 压	最 大	预 压	最 大		
ZTGIII -1	160	105	10	12	8	62	51	120	280	5.5~3.6	14.3
ZTGIII--2	180	120	10	12	8	62	49	160	380	5.2~3.4	17.5
ZTGIII - 3	185	125	10	12	8	62	49	250	600	5.4~3.5	29.4
ZTGIII - 4	190	125	10	12	8	77	64	360	880	5.2~3.4	39.4
ZTGIII--5	190	130	10	12	10	86	74	500	1200	5.3~3.4	57.2
ZTGIII--6	195	135	10	12	10	100	86	670	1600	4.9~3.2	65.6
ZTGIII -7	200	140	10	12	10	107	92	800	1900	4.9~3.2	76.0
ZTGIII - 8	220	160	10	12	10	115	98	1000	2500	4.6~2.9	86.0
ZTGIII--9	270	210	12	14	12	115	98	1600	3800	4.5~2.9	130.0
ZTGIII--10	270	210	12	14	12	120	104	2200	5400	4.7~3.0	197.6
ZTGIII--11	330	270	12	14	12	128	112	2800	6700	3.7~2.4	152.4
ZTGIII - 12	330	270	16	18	16	139	124	3800	7200	3.9~2.8	226.4
ZTGIII--13	360	280	16	18	16	143	120	4500	10800	3.9~2.5	271.2
ZTGIII--14	360	280	16	18	16	143	123	6000	13000	3.8~2.6	353.6
ZTGIII 15	360	280	16	18	16	171	145	7000	16800	3.7~2.4	376.8
ZTGIII--16	360	280	16	18	16	173	155	11000	23000	3.9~2.7	656.4

5.4.4 DZTG 系列大载荷阻尼弹簧隔振器

DZTG 系列大载荷阻尼弹簧隔振器是北京世纪静业噪声振动控制技术有限公司在吸取国外先进技术的基础上，研制成功的新一代高新技术产品。产品在中型压力机、锻锤、空压机、大型风机、泵类和柴油发动机等隔振工程中取得了非常好的效果，深受用户欢迎。该产品荣获 2000 年度国家经贸委科技进步二等奖。

1. 产品结构特点

大载荷阻尼弹簧隔振器由箱体、金属螺旋弹簧和粘滞性阻尼器三部分组成。

箱体由钢板焊接及金属加工而成，具有足够的强度和刚度。

金属螺旋弹簧选择优质弹簧钢并采用先进工艺加工而成。

粘滞性阻尼器由运动部分和筒体组成。

筒体内装有粘滞性阻尼剂，运动部分在阻尼剂中运动时，产生和速度大小成正比、和速度方向相反的粘滞性阻尼力。通过改变阻尼器结构形式及阻尼剂配方，可制成不同阻尼比的隔振器。粘滞性阻尼剂的特点是在体积不大的情况下，可以将阻尼比（ ζ ）做到很高（可达 0.3，甚至更高），并在运行中不需调节和维修，从而彻底解决了金属弹簧隔振器阻尼比小的问题，使该隔振器达到当代国际先进水平。

在上下箱体各有一层防滑垫板，可使隔振器与设备的安装十分简便。

2. 应用范围

可广泛用于设备（或加上隔振台座）自身较重的旋转设备和旋转往复设备的隔振，如风机、泵、空缩机、柴油发动机等。此时阻尼比（ ζ ）可在 0.06~0.10 范围内选取。

可广泛应用于中小型锻锤、冲床等的隔振，此时阻尼比 (ξ) 应在 0.15~0.30 范围内选取。

也可广泛用于构造物、精密仪器和设备的消极隔振。

图 13.5-11 为 DZTG I 系列大载荷阻尼弹簧隔振器外形尺寸示意图。表 13.5-7 为 DZTG I 系列大载荷阻尼弹簧隔振器性能规格表。

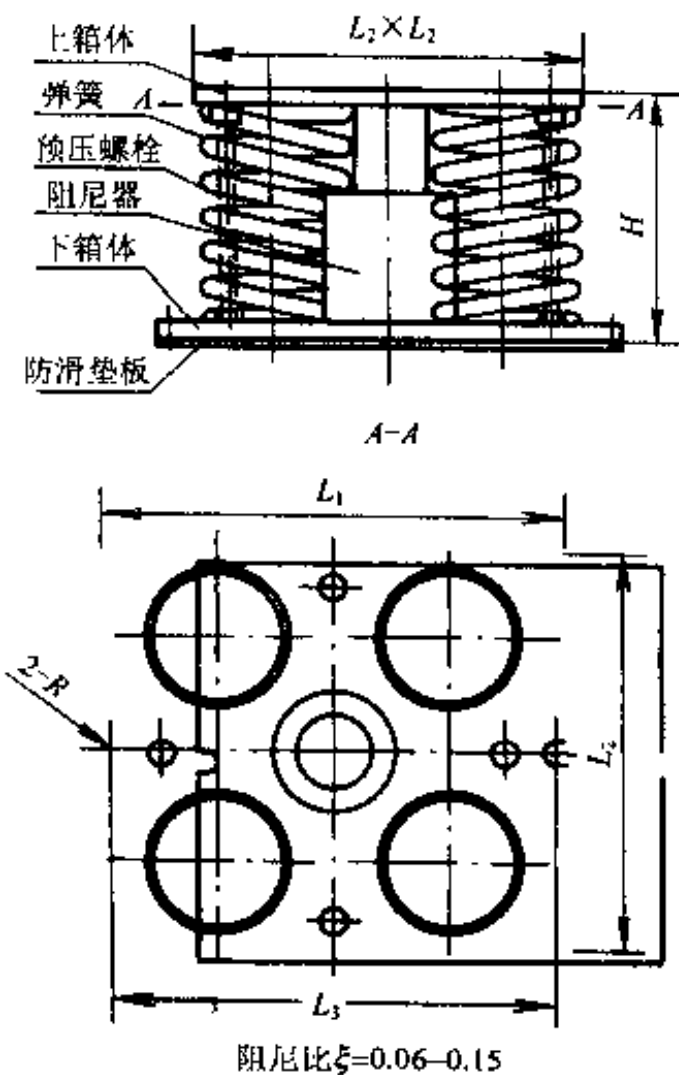


图 13.5-11 DZTG I 系列大载荷阻尼弹簧隔振器外形尺寸示意图

图 13.5-12 为 DZTG II 系列大载荷阻尼弹簧隔振器外形尺寸示意图。表 13.5-8 为 DZTG II 系列大载荷阻尼弹簧隔振器性能规格表。

图 13.5-13 为 DZTG III 系列大载荷阻尼弹簧隔振器外形尺寸示意图。

DZTG III 系列大载荷阻尼弹簧隔振器主要是针对大、中型压力机冲击与振动的隔离而设计的。

该系列阻尼弹簧隔振器的中间部分是阻尼器，内有高效阻尼剂，根据需要阻尼比 (ξ)

可做到 0.15~0.30，阻尼器两侧为优质弹簧。该系列隔振器性能稳定，寿命长。

隔振器的上下两面装有摩擦系数较大的防滑板，从而使得安装十分方便。

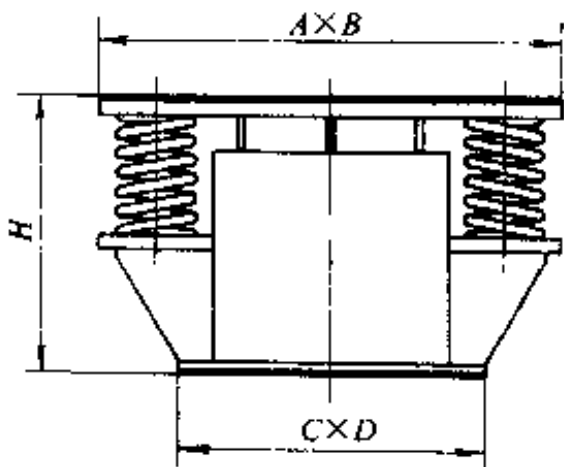


图 13.5-12 DZTG II 系列大载荷阻尼弹簧隔振器外形尺寸示意图

该系列隔振器隔振效率可达 90% 以上，大幅度减少了冲击和振动对周围操作人员和居民以及对精密仪器及建筑物的影响，同时还可减少固体传声 3~5dB (A)。

冲击过后，工作台面振动位移振幅迅速衰减，一般情况下工作台面 0.3~0.4s 之间即可恢复到平衡位置，从而不影响工作效率，便于采用机器人等进行自动化操作。

大量研究和实践表明，压力机采用隔振后，可大幅度减少基础对压力机的反作用力，从而大幅度地延长了模具和压力机精密部件的寿命，提高了冲压件的质量。

表 13.5-9 为 DZTG III 系列大载荷阻尼弹簧隔振器性能规格表。

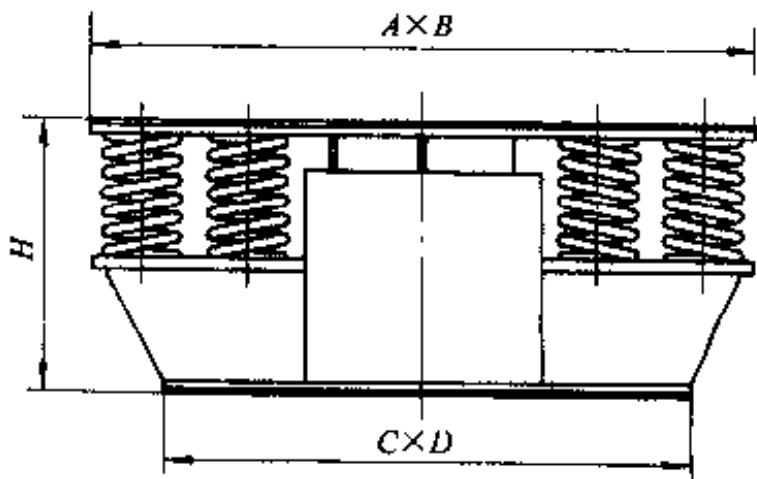


图 13.5-13 DZTG III 系列大载荷阻尼弹簧隔振器外形尺寸示意图

表 13.5-7 DZTG I 系列大载荷阻尼弹簧隔振器性能规格表

型 号	外形 与 安 装 尺 寸 / mm										载 荷 范 围 / kN		固有频率 / Hz	竖 向 刚 度 / N/cm
	$\zeta=0.06\sim0.15$				$\zeta=0.15\sim0.30$				H					
	L_1	L_2	L_3	R	L_1	L_2	L_3	R	预压	最大	预压	最大		
DZTG I —1	300	250	270	7	300	300	270	7	151	136	10	20	4.1~2.9	656
DZTG I —2	320	270	290	7	320	320	290	7	169	153	13	26	3.9~2.8	784
DZTG I —3	350	290	320	8	350	350	320	8	188	171	17.5	35	3.9~2.8	1068
DZTG I —4	360	300	330	8	360	360	330	8	202	186	22.5	45	3.9~2.8	1396
DZTG I —5	440	370	410	9	440	440	410	9	201	184	34	68	3.8~2.7	1992
DZTG I —6	500	420	470	10	500	500	470	10	226	210	53	106	4.0~2.8	3008

请特别注意：当阻尼比值位于不同区间时（ $0.06<\zeta\leq0.15$ 和 $0.15<\zeta\leq0.30$ ），隔振器结构形式和外形尺寸有所不同。

表 13.5-8 DZTG II 系列大载荷阻尼弹簧隔振器性能规格表

型 号	外形 与 安 装 尺 寸 / mm						载 荷 范 围 / kN		固有频率 范围 / Hz	竖向刚度 /N/cm
	A	B	C	D	H					
					自由	最大	预压	最大		
DZTG II—1	310	210	240	210	390	375	15.7	39.3	5~3.2	1572
DZTG II—2	370	270	280	270	390	375	27.8	69.6	5~3.2	2784
DZTG II—3	420	320	330	320	390	375	40.8	102.0	5~3.2	4080
DZTG II—4	470	370	380	370	390	375	53.8	134.4	5~3.2	5376
DZTG II—5	540	430	430	430	390	375	73.6	184.0	5~3.2	7360
DZTG II—6	590	480	480	480	390	375	91.8	229.6	5~3.2	9184
DZTG II—7	660	530	530	530	390	375	122.8	307.0	5~3.2	12280
DZTG II—8	660	530	530	530	390	375	150.6	376.6	5~3.2	15064

表 13.5-9 DZTGIII系列大载荷阻尼弹簧隔振器性能规格表

型 号	外形与安装尺寸/mm						最大载荷 /kN	最大载荷对应的固有频率 /Hz	竖向刚度 /N/cm
	A	B	C	D	H				
					自 由	最 大			
DZTGIII—1	640	340	540	340	450	438	250	4.6	19.8
DZTGIII—2	640	510	540	510	450	438	350	4.6	29.6
DZTGIII—3	640	680	540	680	450	438	450	4.6	39.5
DZTGIII—4	640	850	540	850	500	488	600	4.6	49.4
DZTGIII—5	980	510	880	510	500	488	700	4.6	59.2
DZTGIII—6	980	680	880	680	500	488	950	4.6	79.0

5.5 橡胶隔振器

目前在实际工程中应用最多的是橡胶隔振器，它具有持久的高弹性和优良的隔冲、隔振性能，利用橡胶与金属表面粘结强度比较大的优点（粘结强度大于 3.0MPa），已设计制造了一些金属与橡胶复合的隔振器。橡胶隔振器阻尼大，吸收机械能量强，尤其是吸收高频能量更为突出。橡胶隔振器的缺点是，橡胶容易老化，寿命一般为 3~5 年，因此需要定期检查和更换。

按受力情况和变形情况不同，橡胶隔振器可分为压缩型、剪切型及复合型三大类，其竖向刚度与横向刚度之比分别为 4.5、0.2 及任意设计。目前国内生产的橡胶隔振器一般用丁腈、氯丁或丁基合成橡胶制造，动态系数为 1.4~2.8，阻尼比一般为 0.20~0.075。

5.5.1 JG 型橡胶隔振器

JG 型橡胶隔振器由无锡减振器厂和南京减振器厂生产，为剪切型隔振器。共有 28 种规格。图 13.5-14 为 JG 型橡胶隔振器外形尺寸示意图，图 13.5-15 为 JG 型橡胶隔振器性能曲线图。表 13.5-10 为 JG 型橡胶隔振器性能规格表。

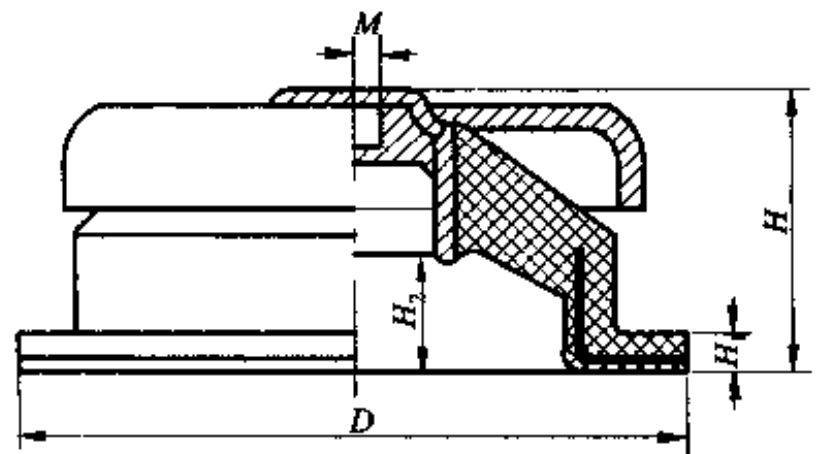


图 13.5-14 JG 型橡胶隔振器外形尺寸示意图

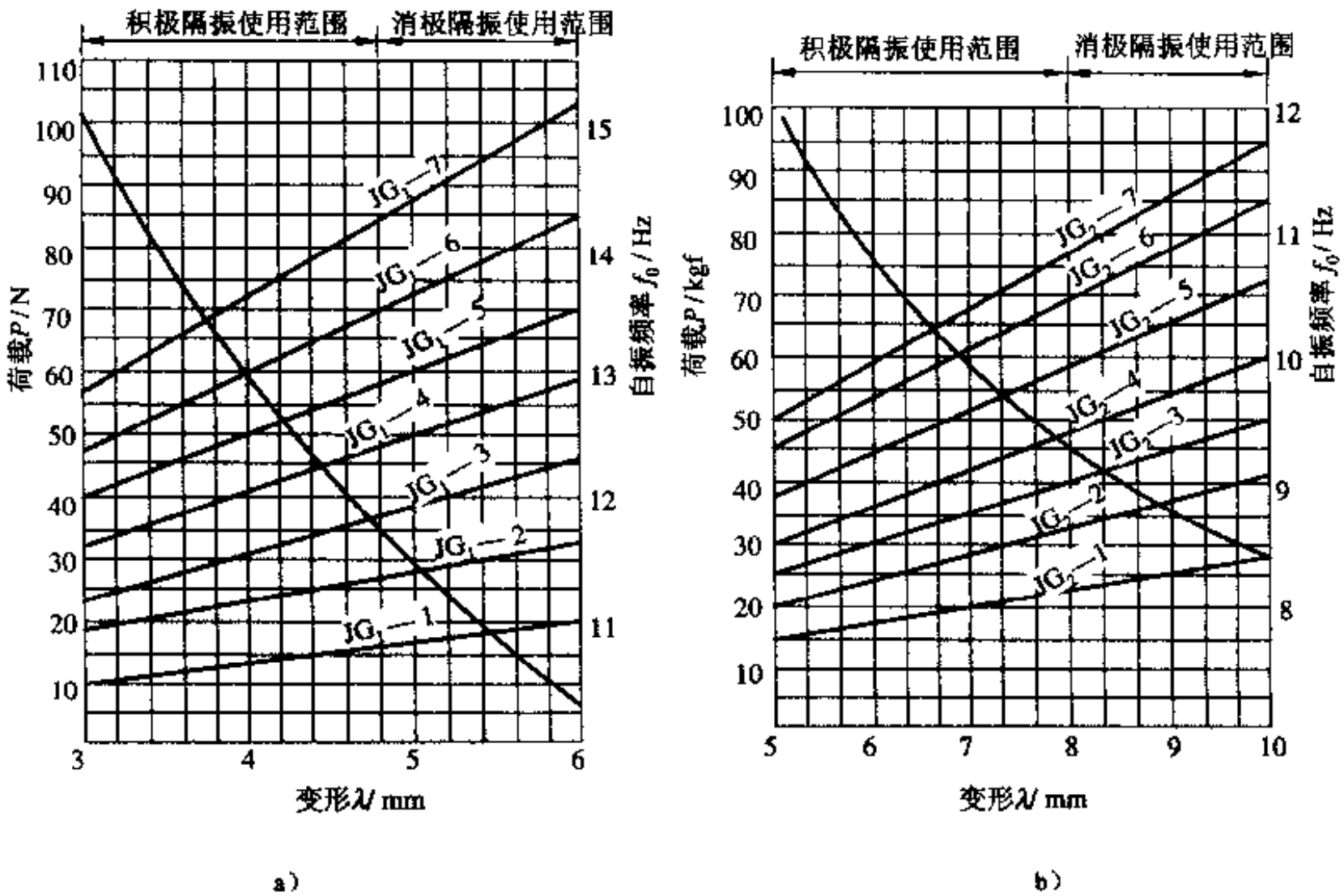
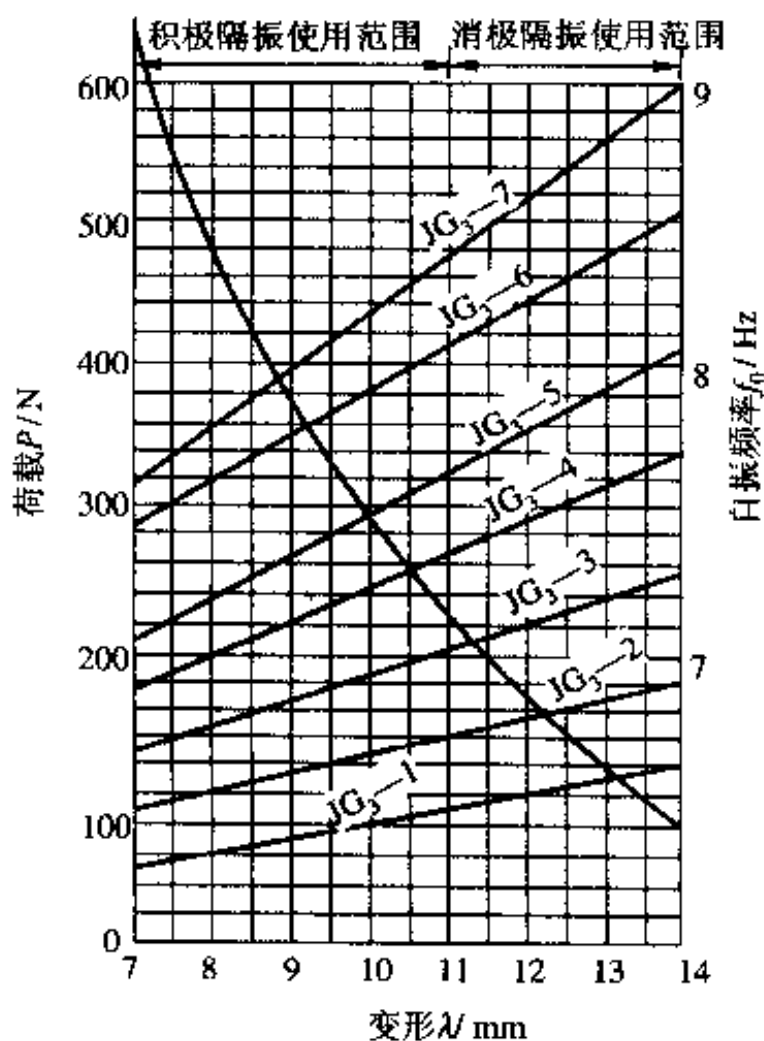
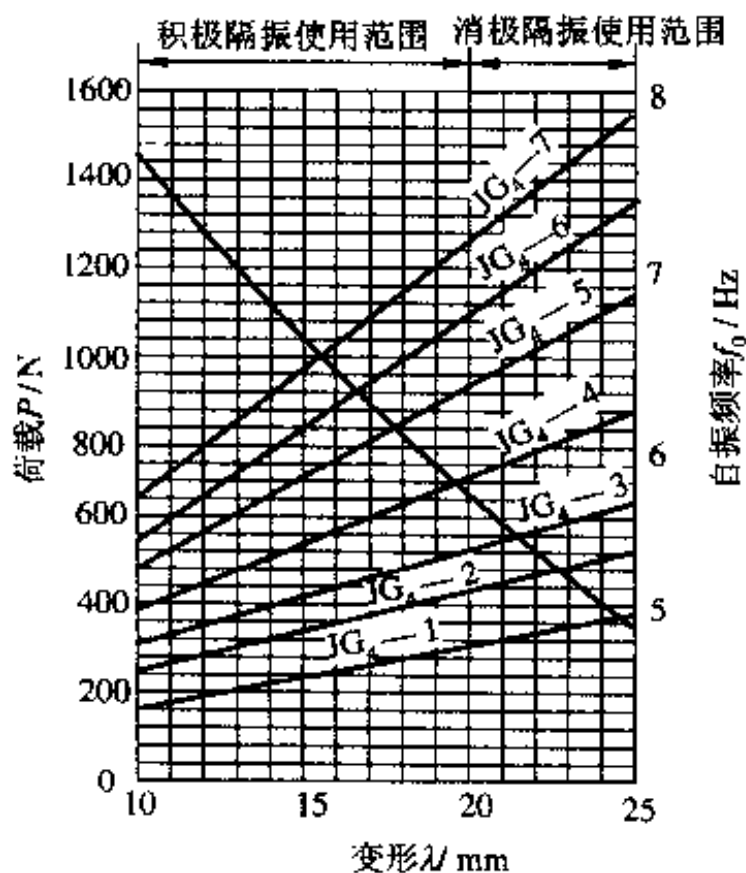


图 13.5-15 JG 型橡胶隔振器性能曲线图

a) JG1 型 b) JG2 型



c)



d)

图 13.5-15 JG 型橡胶隔振器性能曲线图 (续)

c) JG3 型 d) JG4 型

5.5.2 BE 型橡胶隔振器

BE 型橡胶隔振器是上海松江橡胶制品厂生产的替代原为 E 型和 EA 型橡胶隔振器的产品, 由金属和橡胶复合而成, 金属表面全部包覆橡胶, 能防止金属锈蚀。产品可耐油、耐海水、耐盐雾和日照等, 可满足陆地、船用等各种环境条件使用。

BE 型橡胶隔振器的固有频率低, 阻尼比适宜, 横向刚度高于竖向刚度, 适用于平置、倒置及侧挂等多种安装形式。平置使用时, 横向稳定性好。当承受较大冲击时, 可自动限位保护, 同时对共振峰的抑制能力很强, 对瞬态冲击响应、瞬时过度工况等引起的自振能迅速消失, 设备不致出现任何晃动。该产品在较宽的干扰频率范围内有相当明显的隔振效果, 能

适用于陆地、船用等各类机械设备的隔振, 例如柴油机、风机、水泵、压缩机、空调器、精密仪器仪表等中小型设备的隔振。对有水平扰力的机械设备, 使用 BE 型橡胶隔振器能取得良好的隔振效果。

型号中 BE 表示原 E 型橡胶隔振器的改进型, 型号后面的数值表示最大正向额定载荷, 例如, BE—40 表示额定载荷 W_x (正向) 为 400N。

BE 型橡胶隔振器技术参数:

额定载荷下的固有频率 f_0 为 $10 \pm 2\text{Hz}$;

阻尼比为 0.08 ± 0.01 。

图 13.5-16 为 BE 型橡胶隔振器外形尺寸示意图。

表 13.5-11 为 BE 型橡胶隔振器性能规格表。

表 13.5-10 JG 型橡胶隔振器性能规格表

型 号	最大设计载荷 /10N		相应静载 压缩量 / mm	对应竖向 最低频率/Hz	极限压缩量 / mm	重 量 / kg	生产 厂	
	积极隔振	消极隔振						
JG1—1	190	240	4.8~6.0	11.7~10.3	12.0	0.35	无 锡 减 振 器 厂	
JG1—2	270	320						
JG1—3	370	460						
JG1—4	480	590						
JG1—5	580	700						
JG1—6	700	860						
JG1—7	840	1030						
JG2—1	230	280	8.0~10.0	9.3~8.4	20.0	0.4		南 京 减 振 器 厂
JG2—2	320	400						
JG2—3	400	490						
JG2—4	480	600						
JG2—5	580	720						
JG2—6	680	830						
JG2—7	770	950						
JG3—1	1 000	1 200	11.2~14.0	7.2~6.4	28.0	2.2	南 京 减 振 器 厂	
JG3—2	1 400	1 750						
JG3—3	2 000	2 500						
JG3—4	2 700	3 350						
JG3—5	3 300	4 100						
JG3—6	4 050	5 000						
JG3—7	4 830	6 000						
JG4—1	3 000	3 700	20.0~25.0	5.4~4.9	50.0	6.0		南 京 减 振 器 厂
JG4—2	4 200	5 100						
JG4—3	5 800	7 100						
JG4—4	7 200	9 000						
JG4—5	9 200	11 300						
JG4—6	10 800	13 200						
JG4—7	12 600	15 400						

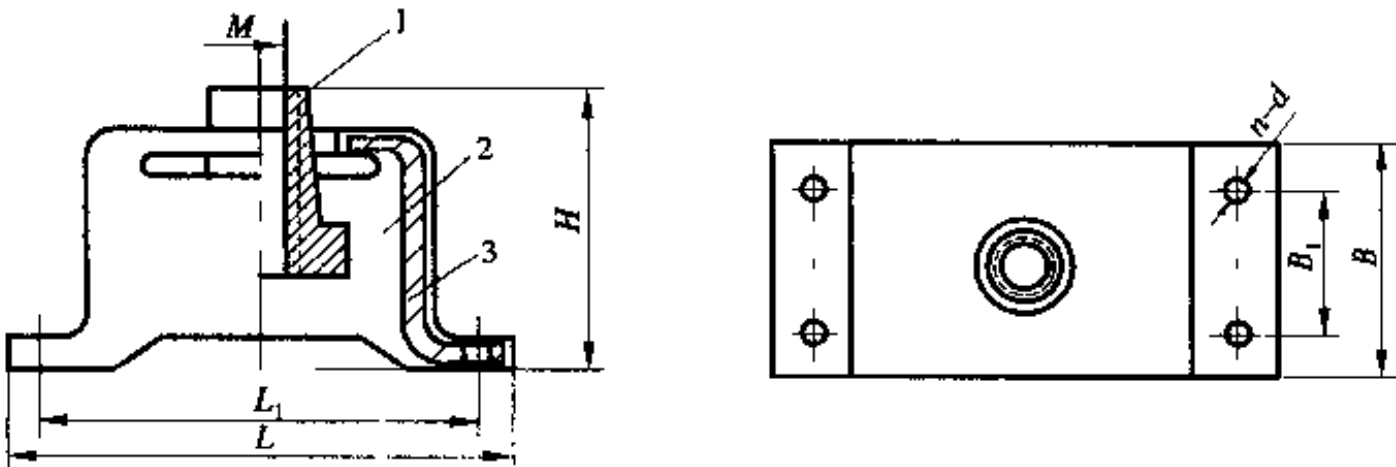


图 13.5-16 BE 型橡胶隔振器外形尺寸示意图

表 13.5-11 BE 型橡胶隔振器性能规格表

型 号	外 形 尺 寸 / mm								额 定 载 荷 W/N				生产厂
	M	H	L	L ₁	B	B ₁	d	n ^①	W _x (正向)	W _x (反向)	W _y	W _z	
BE--10	8	40	70	54	36	—	7	2	100	70	120	60	上海松江橡胶制品厂
BE—15	8	40	70	54	36	—	7	2	150	100	180	90	
BE--25	8	40	70	54	40	—	7	2	250	170	300	150	
BE--40	10	46	85	68	55	—	9	2	400	280	450	200	
BE—60	12	50	100	80	65	—	9	2	600	400	700	300	
BE--85	14	60	120	100	70	—	11	2	850	600	1000	400	
BE--120	16	60	140	112	85	—	13	2	1200	800	1350	600	
BE—160	18	62	145	115	90	—	13	2	1600	1100	1800	800	
BE--230	22	70	150	120	105	—	15	2	2200	1500	2400	1100	
BE--300	24	75	155	125	110	60	15	4	3000	2000	3300	1500	
BE—400	27	80	175	140	120	65	17	4	4000	2800	4300	1800	

① 表中 n 表示底板安装孔数。

5.5.3 DJ 系列隔振器

DJ 系列隔振器是由北京世纪静业噪声振动控制技术有限公司设计制造的新型剪切形橡胶隔振器。该系列隔振器是在国内广泛应用的剪切系列隔振器的基础上，进行了优化设计，降低了隔振器的高度，减少了其体积，但又完全保持性能不变，从而提高了性能价格比，增加了被隔振设备在运行过程中的稳定性。

该系列隔振器对风机、水泵、空压机、柴油发动机等转速较低的机械设备有很好的隔振性能。

该系列隔振器为北京市高新技术产品，曾获北京市科技进步奖。

图 13.5-17 为 DJ 系列隔振器外形尺寸示意图，表 13.5-12 为 DJ 系列隔振器外形尺寸表，表 13.5-13 为 DJ 系列隔振器性能规格表，图 13.5-18 为 DJ 系列隔振器特性曲线图。

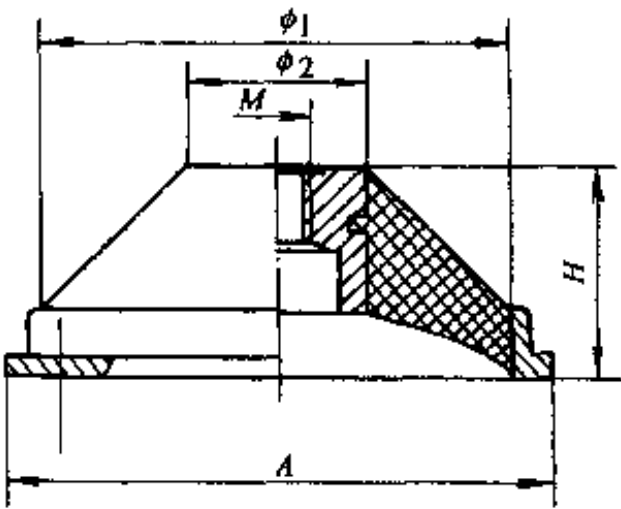


图 13.5-17 DJ 系列隔振器外形尺寸示意图

表 13.5-12 DJ 系列隔振器外形尺寸表

参 数 型 号	主 要 尺 寸 / mm					重 量 / kg
	φ1	φ2	A	H	M	
DJ ₁	70	30	86	35	M12	0.28
DJ ₂	100	38	116	46.5	M13	0.58
DJ ₃	142	56	164	65	M16	1.51
DJ ₄	180	80	210	80	M20	3.26

表 13.5-13 DJ 系列隔振器性能规格表

参 数 型 号	载荷范围 / N	压缩量 / mm	竖向固有频率 / Hz
DJ ₁ —40	100~300	1.0~6.0	12.5~7.0
DJ ₁ —50	150~500	1.0~8.0	14~9.0
DJ ₁ —60	400~900	1.5~7.0	14~9.0
DJ ₁ —70	700~1200	2.0~7.0	13.5~10.0
DJ ₂ —40	200~500	2.5~8.0	14.5~7.5
DJ ₂ —50	300~700	2.5~8.5	11.5~6.5
DJ ₂ —60	600~1400	2.5~8.5	12.5~8.0
DJ ₂ —70	800~2000	3.0~9.5	14~8.0
DJ ₃ —50	500~1500	4.0~16.0	14~5.0
DJ ₃ —60	1000~2500	4.0~13.0	11.5~6.5
DJ ₃ —70	2000~4500	5.0~17.0	13~6.5
DJ ₄ —40	1000~2500	5.0~20.0	8.5~4.5
DJ ₄ —50	2000~4500	8.0~19.0	8~5.0
DJ ₄ —60	3000~6500	6.0~21.0	8~5.0
DJ ₄ —70	5000~9500	9.0~21.0	7.5~5.5

注：阻尼比为 0.07~0.12，工作温度-5~+50℃。

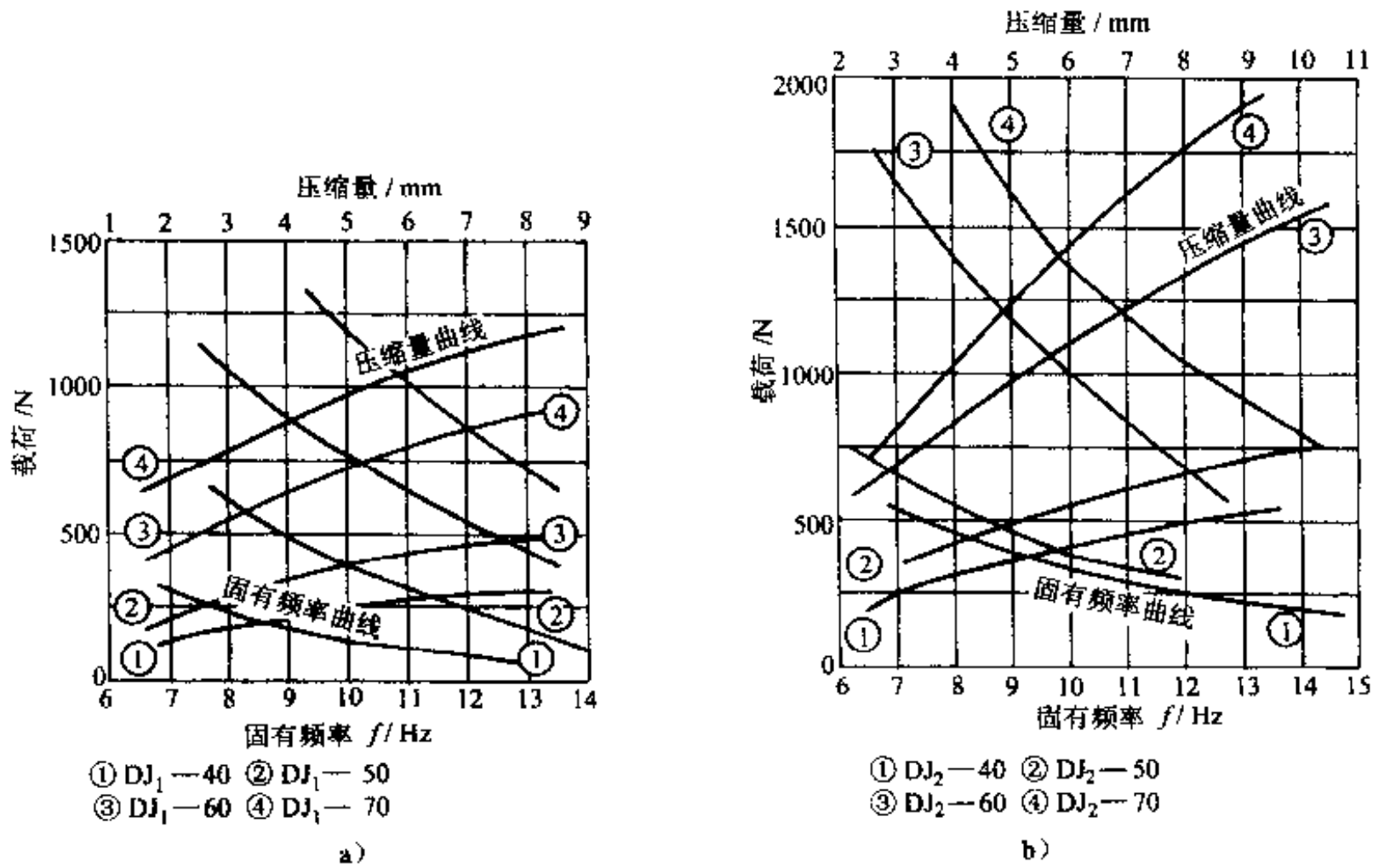


图 13.5-18 DJ 系列隔振器特性曲线图

a) DJ₁ 特性曲线 b) DJ₂ 特性曲线

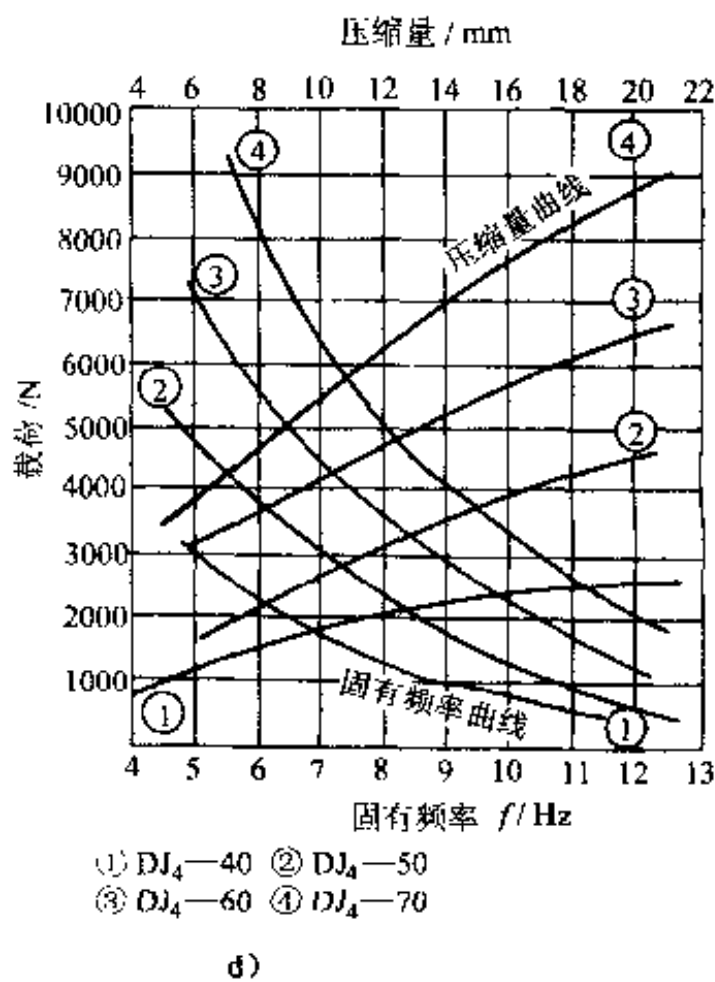
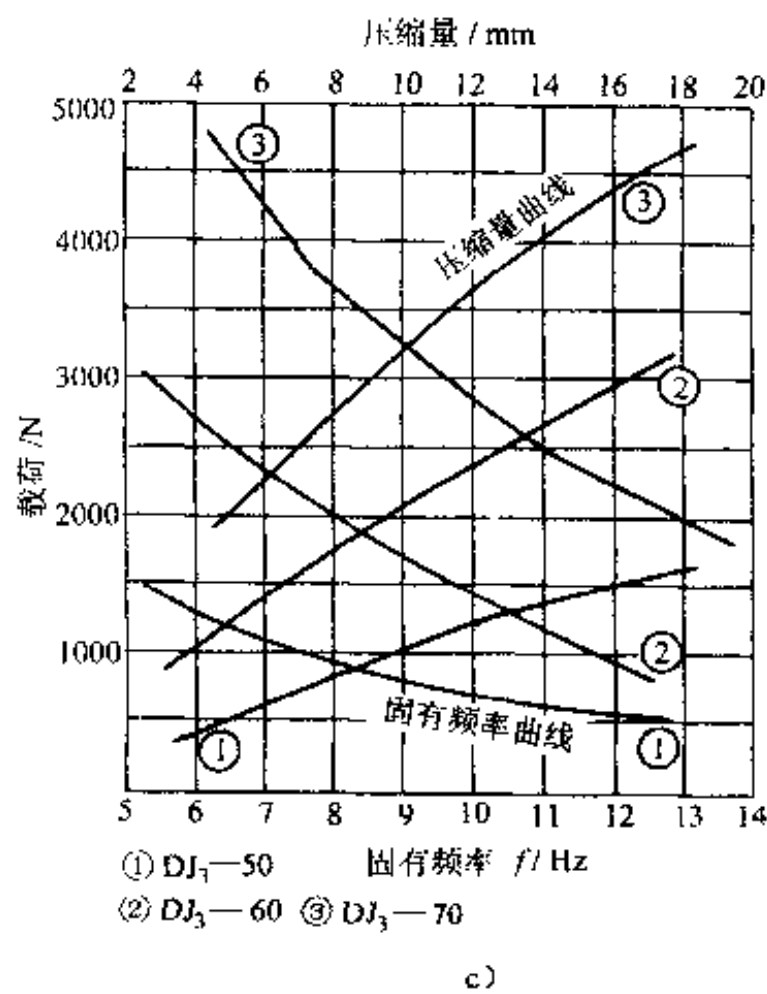


图 13.5-18 DJ 系列隔振器特性曲线图 (续)

c) DJ₃ 特性曲线 d) DJ₄ 特性曲线

5.5.4 ZA 系列隔振器

ZA 系列隔振器是由北京世纪静业噪声振动控制技术有限公司制造的新型隔振器，它吸收了国外先进技术，从力学特性、胶料配方、制造工艺等诸方面进行了优化设计，主要指标达到国际先进水平。

该系列隔振器为北京市高新技术产品，被国家环保局评为最佳实用技术，曾获北京市科技进步奖，并被编入国标冲床隔振器图集作为首选隔振器。

ZA 系列隔振器广泛适用于柴油发电机(及发电机组)、空压机、风机、冷冻机、泵等机械设备的隔振，对锻压、冲压机械的隔振也有明显效果。

ZA 系列隔振器和同类隔振器相比，具有隔振效果好、体积小、重量轻、高度低、性能稳定、价格便宜等优点。其安装方便，在大部分场合应用时可直接置于被隔离的机组与地面之间（或机组下面加一台座），一般不用地脚螺栓，也不用传统的混凝土基础，因而施工周

期短，投资低，是目前国内动力机械实施隔振的理想产品。

图 13.5-19 为 ZA 系列隔振器外形尺寸示意图，表 13.5-14 为 ZA 系列隔振器外形尺寸表，表 13.5-15 为 ZA 系列隔振器性能规格表，图 13.5-20 为 ZA 系列隔振器特性曲线图。

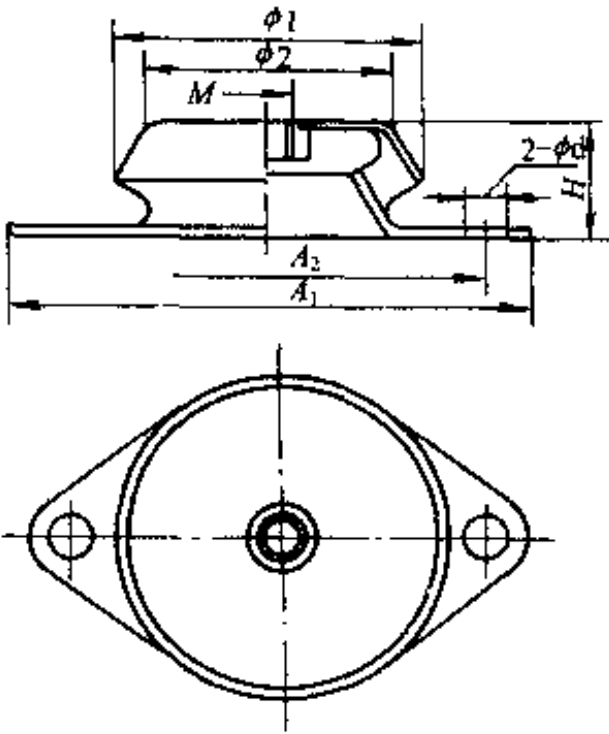


图 13.5-19 ZA 系列隔振器外形尺寸示意图

表 13.5-14 ZA 系列隔振器外形尺寸表

参 数 产品型号	主 要 尺 寸 / mm							重 量 / kg
	$\phi 1$	$\phi 2$	ϕd	A_1	A_2	H	M	
ZA—39	104	82	13.5	172	144	39	—	0.6
ZA—49	154	115	14.5	212	182	49	—	1.15

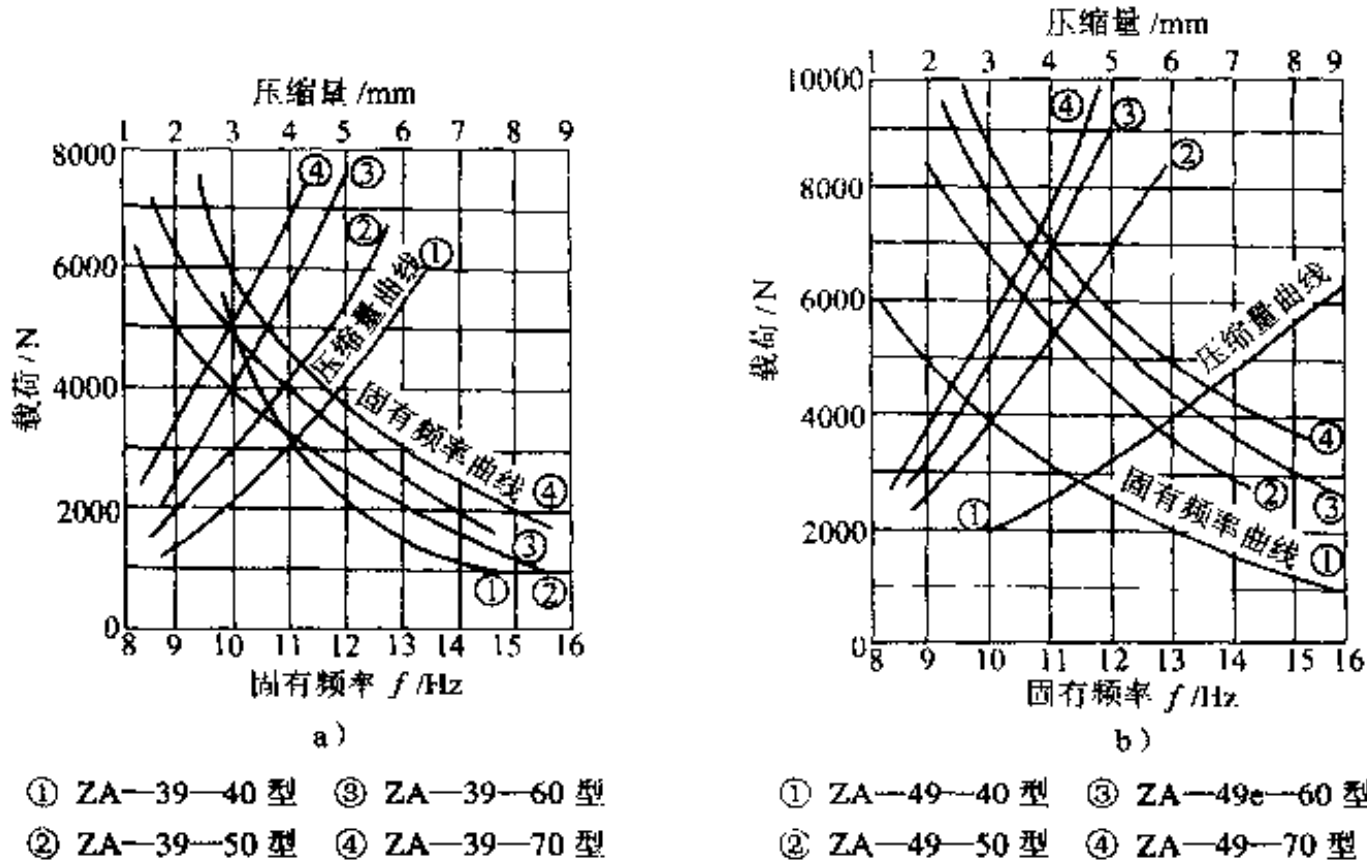


图 13.5-20 ZA 系列隔振器特性曲线图
a) ZA—39 系列 b) ZA—49 系列

表 13.5-15 ZA 系列隔振器性能规格表

参 数 型 号	载 荷 范 围 / N	压 缩 量 / mm	竖 向 固 有 频 率 / Hz
ZA—39—40	1000~4000	1.5~4.5	15~10.5
ZA—39—50	1500~4500	1.5~4.5	14~9.0
ZA—39—60	2000~5500	1.5~4.5	13.5~9.5
ZA—39—70	2500~6500	1.5~4.5	14~10.0
ZA—49—40	2500~5500	3.5~6.0	14~8.5
ZA—49—50	3000~7500	2.0~5.5	13.5~9.5
ZA—49—60	4000~10000	2.5~5.5	13.5~9.5
ZA—49—70	5000~12000	2.0~5.5	12.5~9.0
ZA—49—80	6000~15000	2.0~5.0	12.5~9.5

5.6 金属丝网隔振器

金属丝网隔振器亦称不锈钢丝网隔振器或不锈钢丝网隔振垫，它可用于金属切削机床、锻床、冲床等设备的隔振和隔冲，一般在安装受力后过一段时间需进一步调整隔振器的安装

高度。

V 形全金属不锈钢丝网隔振器，按载荷大小不同，分为四种规格，图 13.5-21 为 V 形不锈钢丝网隔振器结构示意图，表 13.5-16 为 V 形不锈钢丝网隔振器性能规格表。

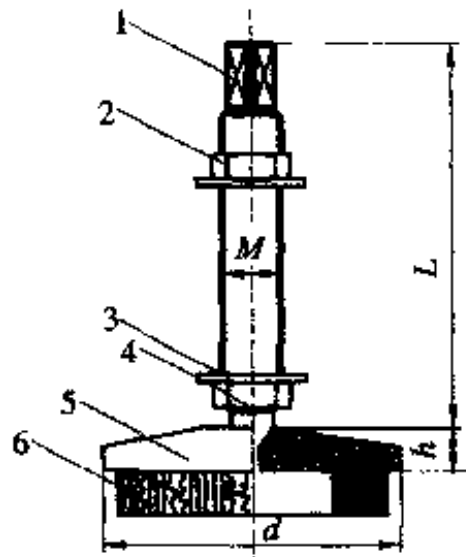


图 13.5-21 V 形不锈钢丝网隔振器结构示意图
1—螺杆 2—螺母 3—垫圈 4—螺母
5—底座 6—金属丝网

表 13.5-16 V 形不锈钢丝网隔振器性能规格表

型 号	外形尺寸/mm				额定载荷 /N	额定载荷下 变形量/mm	固有频率 /Hz	阻尼比	生产厂
	<i>d</i>	<i>h</i>	<i>M</i>	<i>L</i>					
V200	φ 82	~30	M16	134	2000±1500	3.5±1	~25	0.1~0.2	江苏省靖 江县减振器 厂
V500	φ 82	~28	M16	134	5000±3000				
V1200	φ 134	~36	M20	160	12000±5000				
V2500	φ 172	~40	M24	164	25000±8000				

5.7 专用设备隔振器

专用设备隔振器目前从数量上和种类上来说，虽然还不很多，但已引起广泛重视。专用设备隔振器的设计有针对性，在结构上考虑了专用设备的特殊工艺要求，可与设备配套供应，简化了设备的安装设计，使用和更换隔振器也较方便。

5.7.1 JZQ 型系列机床隔振器

JZQ 型系列机床隔振器用于金属切削机床的隔振，不但效果好，不影响机床的加工精度，而且可调节机床的水平度，替代了机床地脚的作用。采用 JZQ 型系列隔振器解决了机床上楼的问题，机床上楼后隔振降噪作用显著，已广泛使用。

JZQ 型系列机床隔振器现有四种规格。图 13.5-22 为 JZQ 型机床隔振器外形尺寸示意图。表 13.5-17 为 JZQ 型机床隔振器性能规格表。

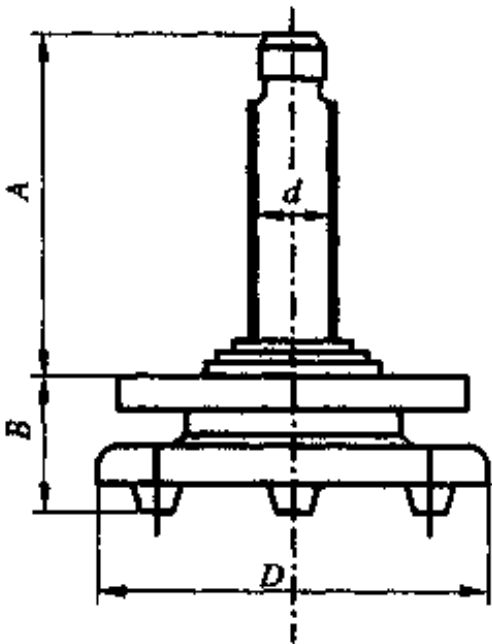


图 13.5-22 JZQ 型机床隔振器外形尺寸示意图

应按机床或设备的原有支承数来确定隔振器的数量，在隔振器安装受力 15 天后再调整一次机床水平，以防止橡胶蠕变现象影响机床安装水平。

表 13.5-17 JZQ 型机床隔振器性能规格表

型 号	最大 载荷 /N	外形尺寸/mm				生 产 厂
		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>D</i>	<i>d</i>	
JZQ—I	3000	65	57	φ 142	M12	上海航 空发动 机制造 厂
JZQ—II	6000	73	61	φ 174	M16	
JZQ—III	12000	110	84	φ 210	M20	
JZQ—IV	16000	—	—	—	—	

JZQ 型机床隔振器底部安装钢球，该钢球是为搬迁机床而设置的，当需要搬动机床时，钢球应降到最低位置，使 12 只橡胶底柱脱离地面。正常使用时，钢球应脱离地面，高出 12 只橡胶胶底柱面，这样才能起到弹性支承作用。

5.7.2 I 型冲床隔振器

I 型冲床隔振器由中国船舶工业总公司第九设计研究院设计，上海长宁橡胶制品厂生产，已通过技术鉴定。

I 型冲床隔振器适用于冲床及其他产生垂直冲击扰力设备的隔振，使用该型隔振器后，可不必做基础，直接安装在楼层或地坪上，有利于工艺流程的调整和冲床水平度的调节。图 13.5-23 为 I 型冲床隔振器外形尺寸示意图和特性曲线图，表 13.5-18 为 I 型冲床隔振器性能规格表。

表 13.5-18 I 型冲床隔振器性能规格表

型 号	适用冲床公称压力/ F	刚度 /10N/cm		变形/mm	重量/kg	生产厂
		静 态	动 态			
I—F—1	≤ 8	102	255	2	1.5	上海长 宁橡胶制 品厂
I—F—2	10	133	331	2	1.5	
I—F—3	16	178	446	2	1.5	
I—S—1	25	306	765	2	4	
I—S—2	40	663	1656	2	4	
I—S—3	63	866	2166	2	4	

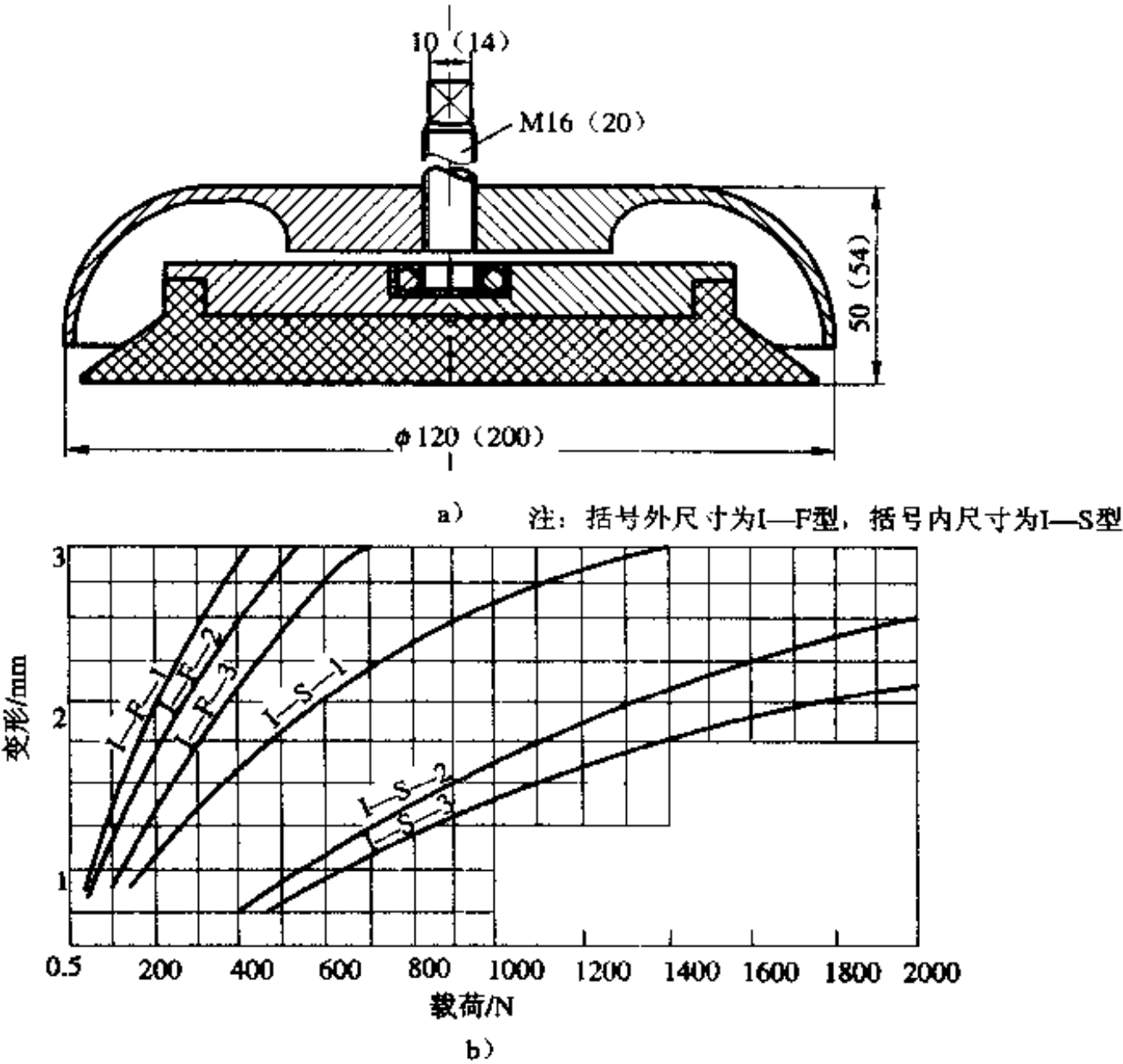


图 13.5-23 I 型冲床隔振器外形尺寸示意图和特性曲线图
a) 外形尺寸示意图 b) 特性曲线图

5.8 弹性吊钩

弹性吊钩实际上也是一种隔振器，只不过

它的支撑方式是悬挂方式的。弹性吊钩主要用于吊挂风管、水管等各种管道及精密设备，将这些设备吊挂于天花板下面，以隔离管道振动

对建筑物的影响，减少固体传声。弹性吊钩的选用与隔振器一样，应考虑以下因素：悬吊物体的总重量应不大于弹性吊钩的允许载荷；振动频率应为支撑结构固有频率的 2~5 倍；弹性吊钩一般应均匀分布，安装于无腐蚀的场所。

5.8.1 VH 型隔振弹性吊钩

VH 型隔振弹性吊钩的弹性元件是金属螺旋弹簧，固有频率很低，隔振性能良好，但阻尼小，变形大，应用时应予注意。图 13.5-24 为 VH 型隔振弹性吊钩外形尺寸示意图。表 13.5-19 为 VH 型隔振弹性吊钩性能规格表。

5.8.2 TD 系列弹性吊架

TD 系列弹性吊架由北京世纪静业噪声振动控制技术有限公司设计制造，分为三种类型，其中 TD I 型吊式橡胶隔振器（弹性吊架）由压缩型橡胶隔振器与边框等组成；TD II 型吊式橡胶隔振器（弹性吊架）由剪切型橡胶隔

振器与边框组成；TDIII 型吊式弹簧隔振器（弹性吊架）采用优质弹簧、橡胶弹性元件和框架等组成。

图 13.5-25 为 TD I 型吊式橡胶隔振器外形尺寸示意图，表 13.5-20 为 TD I 型吊式橡胶隔振器性能规格表。图 13.5-26 为 TD II 型吊式橡胶隔振器（弹性吊架）外形尺寸示意图，表 13.5-21 为 TD II 型吊式橡胶隔振器（弹性吊架）性能规格表。图 13.5-27 为 TDIII 型吊式弹簧隔振器（弹性吊架）外形尺寸示意图。

TDIII 型吊式弹簧隔振器载荷范围宽，固有频率低，对振动和固体声有明显的隔离作用。

TDIII 型吊式弹簧隔振器的基本安装方式为吊杆——吊杆式，根据用户需要，亦可将吊杆制成吊环或吊钩，三者技术性能相同，只是吊装方式不同。表 13.5-22 为 TDIII 型吊式弹簧隔振器性能规格表。

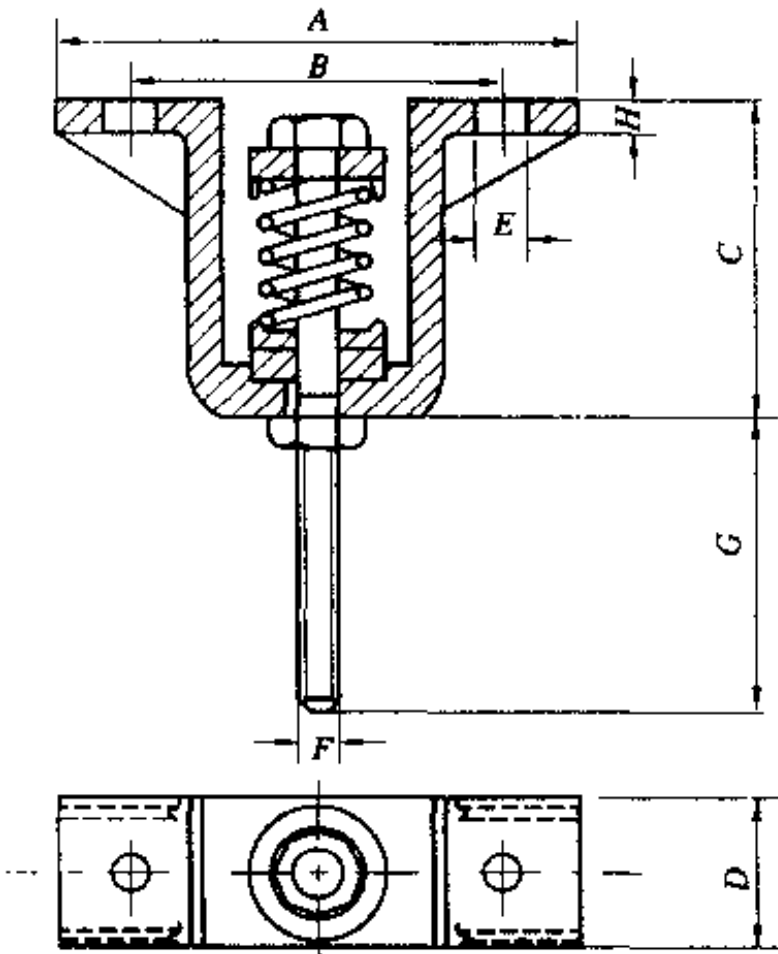


图 13.5-24 VH 型隔振弹性吊钩外形尺寸示意图

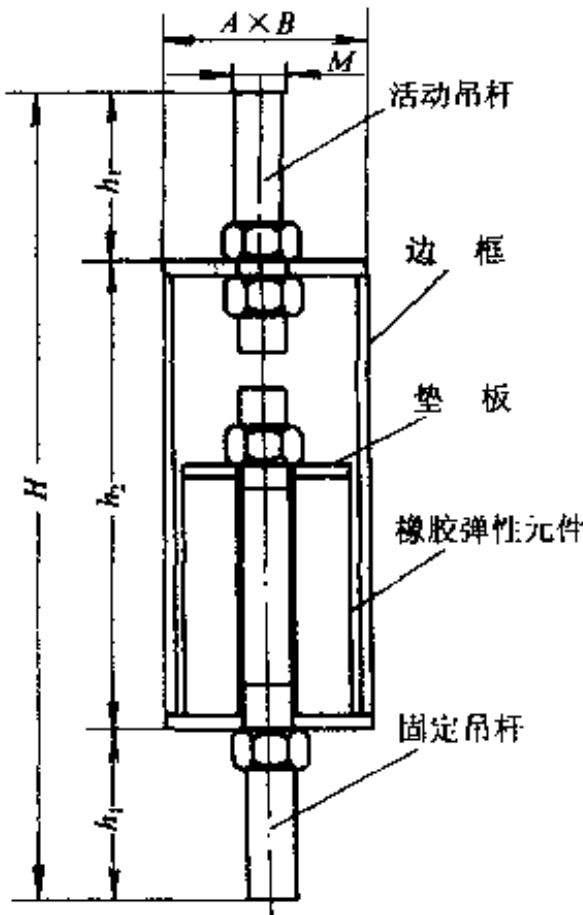


图 13.5-25 TD I 型吊式橡胶隔振器外形尺寸示意图

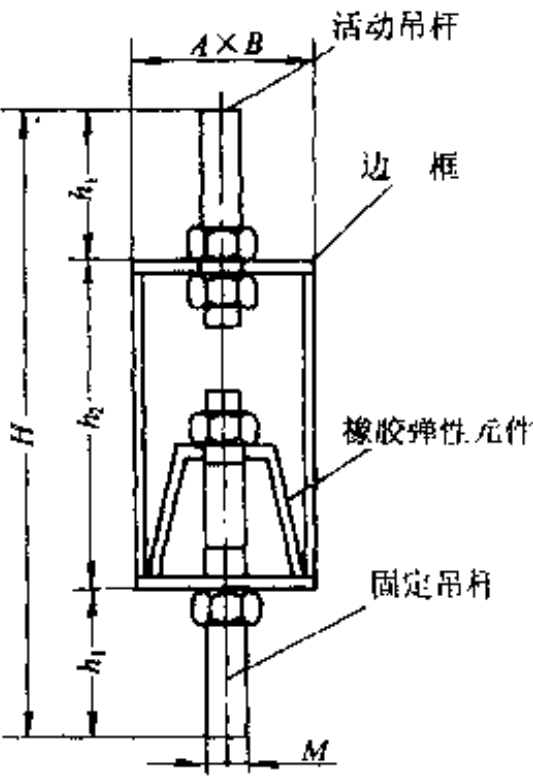


图 13.5-26 TD II 型吊式橡胶隔振器外形尺寸示意图

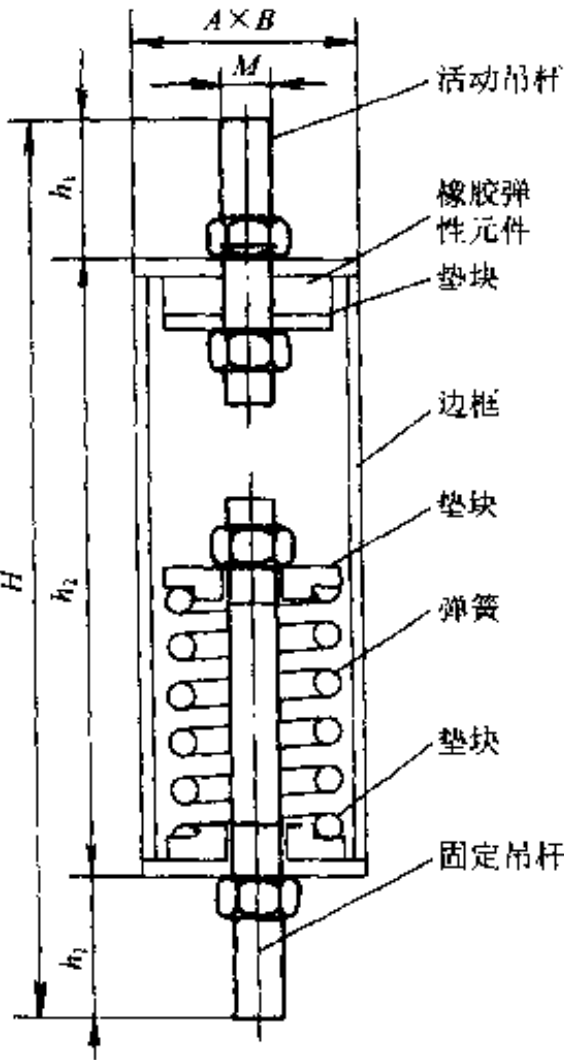


图 13.5-27 TD III 型吊式弹簧隔振器外形尺寸示意图

表 13.5-19 VH 型隔振弹性吊钩性能规格表

型 号	外 形 尺 寸 / mm								弹 簧 中 径 / mm	弹 簧 数 量 / 只	垂 直 总 刚 度 / 10N/cm	载 荷 / N			变 形 量 / mm			允 许 载 荷 时 隔 振 吊 钩 垂 向 固 有 频 率 / Hz	生 产 厂
	A	B	C	D	E	F	H	G				预 压 P_0	允 许 P_2	极 限 P_3	预 压	允 许	极 限		
VH-A	146	130	134	84	$\phi 10$	M16	10	126	54	1	16.4	120	612	1020	7.3	37.3	62	2.58	江 苏 省 靖 江 县 减 振 器 厂
VH-B	146	130	134	84	$\phi 10$	M16	10	126	54/36	各 1	23.2	174	884	1470	7.5	38	63	2.55	
VH-C	146	130	134	84	$\phi 10$	M16	10	125	56	1	46.6	267	1335	2225	5.7	28.6	47.6	2.84	
VH-D	146	130	134	84	$\phi 10$	M16	10	125	56/28	各 1	58.2	334	1669	2780	6	28.6	47.7	2.94	
VH-E	146	130	134	84	$\phi 10$	M16	10	127	56/35	各 1	63.6	527	1853	3095	8.3	29.1	48.6	2.9	
VH-G	220	171	150	124	$\phi 14$	M16	10	107	84/56	各 1	126	867	4350	7220	7	34.6	57	2.67	

表 13.5-20 TD I 型吊式橡胶隔振器性能规格表

型 号	安 装 尺 寸 / mm						载 荷 范 围 / N	拉 杆 伸 长 量 / mm	垂 向 固 有 频 率 范 围 / Hz
	A	B	h_1	h_2	H	M			
TD I—1	66	60	50	92	192	10	300~1600	1.0~5.0	15.5~8.2
TD I—2							500~1800	1.4~5.0	16.4~8.7
TD I—3							1000~1900	1.8~3.4	14.4~10.5
TD I—4							1500~2000	1.9~2.4	16.2~14.4
TD I—5	97	90	60	135	255	14	800~3500	2.0~6.5	15.0~8.9
TD I—6							1000~4000	2.2~6.0	15.4~9.2
TD I—7							1500~4500	1.6~4.5	15.8~9.6
TD I—8							2000~5000	1.8~4.0	17.0~12.8
TD I—9	128	118	70	180	320	16	1000~4000	2.0~6.6	10.8~7.0
TD I—10							3000~7500	2.9~7.2	11.4~7.5
TD I—11							3000~8000	1.8~4.9	14.4~8.7
TD I—12							4000~10000	1.7~3.5	17.1~12

表 13.5-21 TD II 型吊式橡胶隔振器性能规格表

型 号	安 装 尺 寸 / mm						载 荷 范 围 / N	拉 杆 伸 长 量 / mm	垂 向 固 有 频 率 范 围 / Hz
	A	B	h_1	h_2	H	M			
TD II—1	95	86	60	100	220	12	100~300	1.0~6.0	12.5~7.0
TD II—2							150~500	1.0~8.0	14.0~9.0
TD II—3							400~900	1.5~7.0	14.0~9.0
TD II—4							700~1200	2.0~7.0	13.5~7.5
TD II—5	125	116	60	130	250	12	200~500	2.5~8.0	14.7~7.5
TD II—6							300~700	2.5~8.5	11.5~6.5
TD II—7							600~1400	2.5~8.5	12.5~8.0
TD II—8							800~2000	3.0~9.5	14.0~8.0
TD II—9	175	164	80	130	290	14	500~1500	4.0~16.0	14.0~5.0
TD II—10							1000~2500	4.0~13.0	11.5~6.5
TD II—11							2000~4500	5.0~17.0	13.0~6.5
TD II—12	225	210	80	145	305	16	1000~2500	5.0~20.0	8.5~4.5
TD II—13							2000~4500	8.0~19.0	8.0~5.0
TD II—14							3000~6500	6.0~21.0	8.0~5.0
TD II—15							5000~9500	9.0~21.0	7.5~5.5

表 13.5-22 TDIII型吊式弹簧隔振器性能规格表

型 号	安 装 尺 寸 / mm					载 荷 范 围 / N		垂向固有频率 / Hz	垂向刚度 /(N/mm)
	A	B	h_1	h_2	M	预 压	最 大		
TDIII-1	50	45	50	155	8	50	150	4.7~2.7	4.4
TDIII-2	55	50	50	155	8	100	300	5.0~2.8	9.0
TDIII-3	65	60	60	165	10	200	500	4.3~2.7	14.7
TDIII-4	75	70	60	175	10	300	700	3.9~2.6	18.5
TDIII-5	75	70	80	175	12	350	850	4.0~2.6	22.9
TDIII-6	100	95	80	175	12	400	1000	4.3~2.6	29.3
TDIII-7	100	95	80	175	12	600	1500	4.3~2.7	44.0
TDIII-8	110	105	80	175	12	800	2000	4.6~2.9	66.4
TDIII-9	110	105	80	175	16	1300	3000	*4.0~2.7	84.9
TDIII-10	115	110	80	175	16	1700	4000	4.0~2.6	107.0
TDIII-11	120	115	80	230	16	2500	6000	4.0~2.6	164.0
TDIII-12	135	130	100	260	18	3300	8000	3.9~2.5	196.0
TDIII-13	145	140	100	270	20	4300	10000	3.9~2.6	267.0
TDIII-14	155	150	100	300	24	5600	13000	3.8~2.5	349.0
TDIII-15	185	180	120	320	30	8500	20000	4.0~2.6	498.0
TDIII-16	210	205	120	330	35	13000	30000	4.0~2.6	827.0

注：表中 h_1 为吊杆预压长度，实际工作中，固定吊杆 h_1 的长度为 h'_1 ， $h'_1 = h_1 + (\text{工作载荷} - \text{预压载荷}) / \text{垂向刚度}$ 。

例：实际工作载荷为 600N，采用 TDIII-4 型弹性吊架，则实际吊杆长 h'_1 为：

$$h'_1 = 60\text{mm} + (600 - 300) \text{ N} / 18.5 \text{ N/mm} = 60\text{mm} + 16.2\text{mm} = 76.2\text{mm}。$$

5.9 橡胶隔振垫

橡胶隔振垫在工业与民用各个领域得到了广泛的应用，它具有安装方便、通用性强、价格低等特点。表 13.5-23 列出了国内目前生产的几种常用的橡胶隔振垫型号规格，橡胶隔振垫的隔振效果与橡胶隔振器基本相同，在选用时注意以下几个因素：

固有频率：由于橡胶材料的成分及硬度不一致，形状也各不相同，所以每一种型号的隔振器使用的固有频率也不一致，固有频率主要由其硬度和层数决定。

固有频率与层数的关系：设一层橡胶隔振垫固有频率为 f_0 ，那么在相同载荷条件下，两

层橡胶隔振垫的固有频率为 $\frac{f_0}{\sqrt{2}}$ ，三层为

$\frac{f_0}{\sqrt{3}}$ ， n 层橡胶隔振垫的固有频率为 $\frac{f_0}{\sqrt{n}}$ 。实

际使用的最大允许压力应低于隔振垫产品压应力的推荐值，同时应使每块隔振垫的压缩变形基本一致。

橡胶隔振垫的使用寿命：一般为 3~5 年，在隔绝空气接触的情况下，寿命可达 10 年。

橡胶隔振垫的安装：一般安装在基座下面，不需要固定，因为橡胶隔振垫与其接触的表面有相当大的摩擦力，对于大型机械系统采用橡胶隔振垫，应考虑橡胶隔振垫的更换问题。

表 13.5-23 国内几种常用的橡胶隔振垫一览表

型 号	截 面 形 状	载 荷 范 围/MPa	频 率 范 围 / Hz	生 产 厂
JD1--1	双面凹球坑	0.14~0.35	15.5~22	上海青浦淀山湖减振器厂
JD1--2	加小凸球台	0.28~0.63	15.5~22	上海青浦环新减振器厂
WJ XD1	双面凸圆柱台	0.3~0.9	13.8~17.5	无锡减振器厂
STB-1 标准型 STB-1 机械型及管道型	双面凸圆柱台 单面凸圆柱台	0.15~0.5 0.05	8~13 11	江苏沙洲机械防振器材厂
SD	双面长凹圆柱沟	0.05~0.8	10.6~16.1	上海长宁橡胶制品厂 上海松江橡胶制品厂

5.9.1 JD 型橡胶隔振垫

JD 型橡胶隔振垫由华东建筑设计研究院设计,标准规格长×宽×厚为 120mm×120mm×21mm,呈板块状,用两种不同硬度的耐油橡胶经硫化而成型,工作温度范围-5~50℃,其外形及特性曲线如图 13.5-28 所示,性能规格列于表 13.5-24。

5.9.2 STB-1 型橡胶隔振垫

STB-1 型橡胶隔振垫由机械工业部机床

研究所设计,分为标准型、管道型及机械型三类,使用温度为-15~70℃,分耐油及不耐油两种。

表 13.5-25 为 STB-1 型橡胶隔振垫性能规格表。

标准型用于冲压机床、剪床、印刷机、纺织机械、金属切削机床、柴油机、粉碎机、搅拌机、发电机、空调机、升降机等隔振;机械型用于光学仪器、医疗仪器等的隔振。

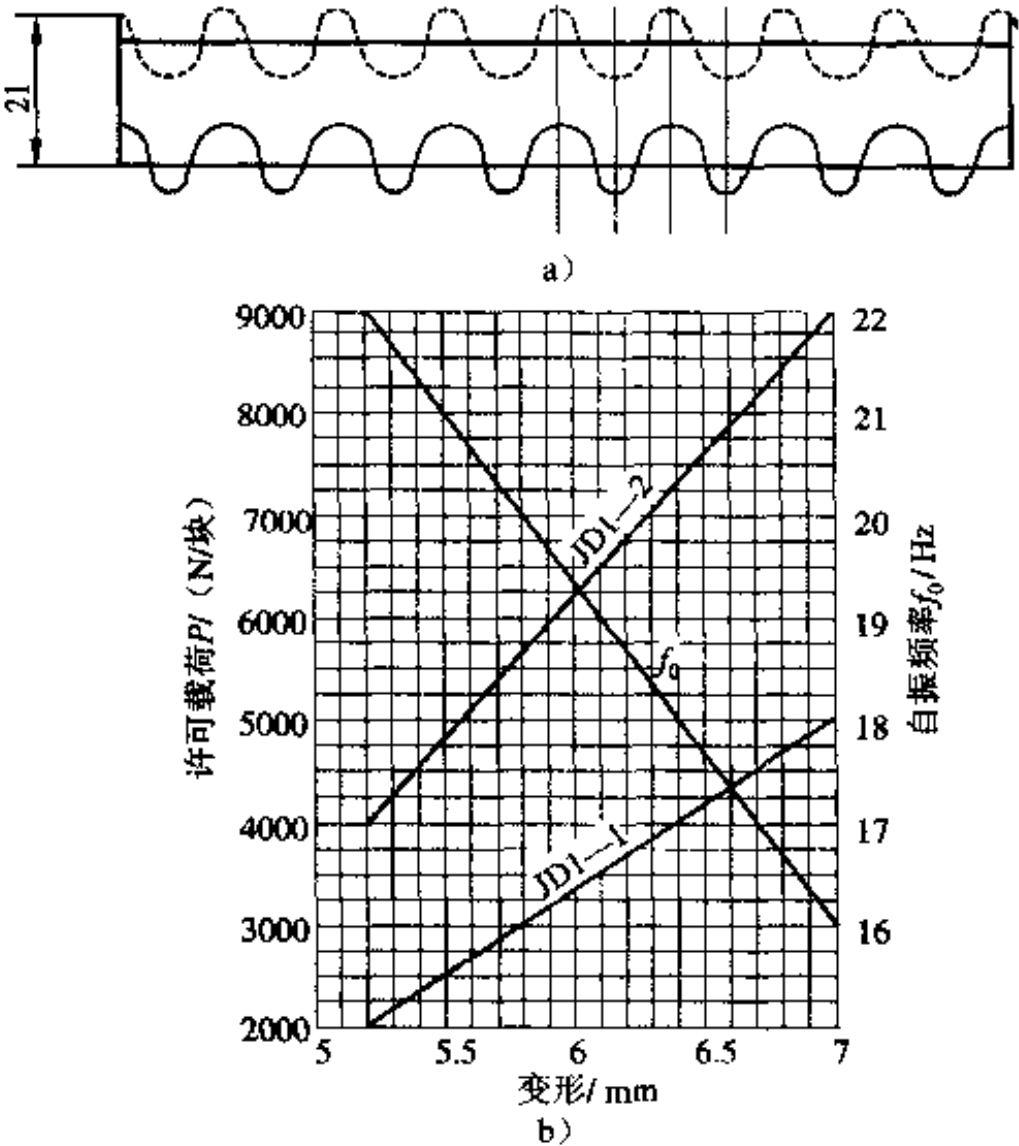


图 13.5-28 JD 型橡胶隔振垫外形示意图及特性曲线

a) 外形示意图 b) 特性曲线

表 13.5-24 JD 型橡胶隔振垫性能规格表

型 号	许可载荷 <i>P</i> /(N/块)	相应的压缩变形 /mm	相应的固有频率 /Hz	生 产 厂
JD1—1	2000~5000	5.2~7	15.5~22	上海青浦淀山湖减振器厂
JD1—2	4000~9000	5.2~7	15.5~22	上海青浦环新减振器厂

表 13.5-25 STB-1 型橡胶隔振垫性能规格表

类 型	肖氏 硬度 HS	形 状	外形尺寸 /mm	单位载 荷范围 /MPa	推荐单位 载荷值 /MPa	整块最大 载荷值 /N	整块允 许载荷 /N	推荐载荷 下固有频 率 <i>f</i> ₀ /Hz	生 产 厂
标准型	90	双面突起	460×240×18	0.2~0.8	0.5	88000	55000	13	江 苏 沙 洲 机 械 防 振 器 材 厂
	85			0.2~0.6	0.4	66000	44000	13	
	80			0.2~0.5	0.35	55000	38000	12	
	70			0.2~0.4	0.3	44000	33000	11	
	60			0.15~0.4	0.25	44000	27500	10	
	50			0.1~0.3	0.2	33000	22000	9	
	40			0.1~0.3	0.15	33000	17500	8	
机械型	40	单面突起	460×240×7	0.02~0.1	0.05	11000	5500	11	江 苏 沙 洲 机 械 防 振 器 材 厂
管道型	40	双面突起	460×240×7	0.02~0.1	0.05	11000	5500	11	

5.9.3 GD 系列橡胶隔振垫

GD 系列橡胶隔振垫由北京世纪静业噪声振动控制技术有限公司设计制造。该型隔振垫通用性强，使用极为广泛方便，亦称万能隔振垫。它具有四种不同直径、不同高度的圆凸台，两面交叉布置，连接四个凸台的中心面积为

1cm²，形成了隔振垫具有多段非线性特点，其静刚度特性曲线如图 13.5-29 所示。通过多次试验和使用证明，这种非线性隔振垫更具有较宽范围的等频性，吸收冲击能力大，使用场合更为广泛，可以承受任意方向载荷，隔振性能达到国际同类产品水平。

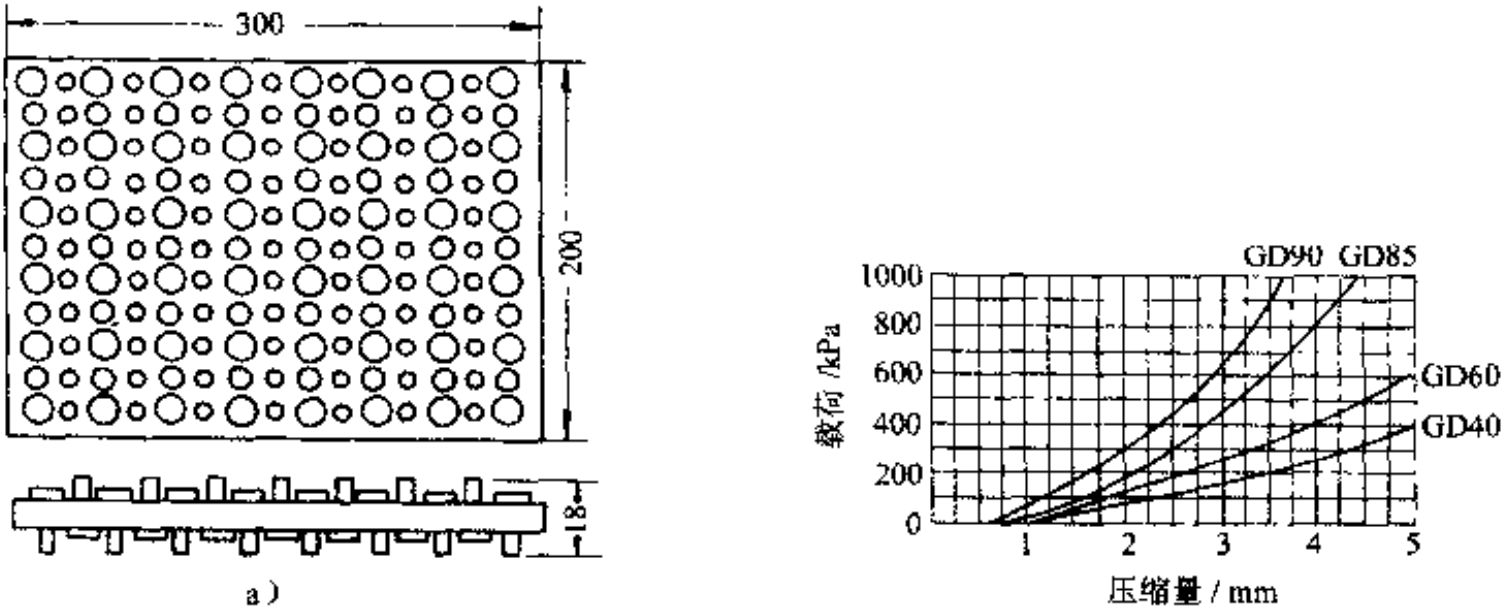


图 13.5-29 GD 系列橡胶隔振垫外形尺寸及特性曲线图
a) 隔振垫外形尺寸 b) 静刚度特性曲线

GD 系列隔振垫采用专门配制的合成橡胶制造，耐酸碱、抗腐蚀性能良好、内阻大、蠕变小，可以两层、三层串联使用，但串联使用时在两垫之间必须有 3~5mm 厚的钢板隔开，以充分发挥每块隔振垫的隔振作用。串联使用时的允许载荷仍为单层时的载荷。

GD 系列有三种外形，八种规格，其承载能力按使用面积计算，垂向固有频率 $f_0=12.5\sim 16.5\text{Hz}$ ；阻尼比 $\zeta=0.08\sim 0.10$ ；适用温度 $-5\sim +50^\circ\text{C}$ 。

图 13.5-29 为 GD 系列橡胶隔振垫外形尺寸及特性曲线图，表 13.5-26 为 GD 系列橡胶隔振垫性能规格表。

表 13.5-26 GD 系列橡胶隔振垫性能规格表

型号规格	垂向承载力/kPa	垂向固有频率/Hz
GD-40	200~400	12.5±1
	极限载荷 2000	
GD-60	400~600	12.5±1
	极限载荷 4000	
GD-85	600~800	16.5±1
	极限载荷 6000	

5.10 软木、毛毡、玻璃纤维及矿棉等隔振材料

5.10.1 软木

目前国内尚无现成的软木隔振器产品，市场上供应的是保温用软木，其规格为 915mm×305mm×50mm。表 13.5-27 列出了厚度分别为 50mm、100mm、150mm 的保温软木力学性能。一般保温软木在受到 0.4~0.5MPa 压应力后就遭破坏，若取安全系数为 3.0，设计载荷不宜超过 0.15MPa。在实际工程应用中载荷可取 0.05~0.15MPa，阻尼比可取 0.06。在室温条件下，软木寿命为十年以上，乃至几十年，水和油类对软木的工作特性影响较小。有些软木为条状，长×宽×厚约为 300mm×50mm×50mm，使用时可将软木条拼成组，

四周用钢箍箍牢或用聚苯乙烯包起来，将其安装于需要隔振的位置上。

表 13.5-27 保温软木的力学性能

软木厚度/cm	竖向允许压力/kPa	竖向静刚度/(N/cm)	竖向动刚度/(N/cm)	动态系数	固有频率/Hz
5	17	0.48	0.76	1.6	33.3
	33	0.55	1.03	1.9	27.8
	50	0.63	1.14	1.8	23.8
	67	0.56	1.17	2.1	20.8
	100	0.56	1.29	2.3	17.9
	150	0.5	1.31	2.6	14.7
10	50	0.29	0.66	2.2	18.1
	100	0.29	0.73	2.5	13.5
	150	0.28	0.87	3.1	12.0
15	50	0.23	0.5	2.2	15.8
	100	0.24	0.57	2.4	11.9
	150	0.23	0.79	3.4	11.4

5.10.2 毛毡

市场上供应的工业毛毡是用粗羊毛制成，特别适用于减小声频范围内的振动传递，其下限频率为 30Hz。用 13~25mm 厚软毛毡切成小块毡垫，隔绝高频振动效果良好。毛毡的阻尼比较高，对减小共振时的振幅很有效。使用毛毡垫隔振，应注意防火、防霉，可用油纸或塑料薄膜将毛毡垫包覆，包覆的缝隙处应采用热沥青涂抹，以便密封。

5.10.3 玻璃纤维毡与矿棉毡

玻璃纤维毡与矿棉毡的性能相类似，其适用频率分别为 10~20Hz 和 18Hz 左右。采用酚醛树脂胶结的玻璃纤维板作为隔振垫时，在载荷为 10~20kPa 时，其最佳厚度为 10~15cm。最好将玻璃纤维毡均匀地垫于预制钢筋混凝土基座下面，钢筋混凝土基座可现场浇制。玻璃纤维板应采取防潮措施，以免其吸水后丧失弹性。

试验表明，密度为 110kg/m³ 的矿棉毡，当厚度为 2~5cm，载荷为 1.5~2.5kPa 时，隔振效果较佳。表 13.5-28 列出了密度为 110kg/m³ 的矿棉隔振特性。

表 13.5-28 矿棉毡隔振特性 (密度 110kg/m³)

矿棉毡厚度/cm	载荷 (压应力)/kPa	静态压缩量 (%)	动态弹性模量/kPa	固有频率/Hz	备 注
10	5	40	450	15	—
10	2.5	41	256	16	隔振效果较好
5	2.5	45	151	17.4	隔振效果较好
5	1.5	42	86	16.9	—
2	2.5	52.5	79	19.9	—
2	1.5	47.5	44	19.2	隔振效果最好

5.11 柔性接管

柔性接管又称为补偿接管或软接头或避振喉。柔性接管分为橡胶型、金属型、丝网型等。柔性接管广泛应用于给排水、暖通空调、消防、压缩机等管道系统的隔振。在选用时应注意工作压力不得超过柔性接管的允许压力；工作温度应低于柔性接管所允许的温度范围；轴向和径向位移应控制在规定值之内；使用场所有无腐蚀应分别对待。通常，柔性接管的公称通径应等于管道的直径，在接管的长度可以任意时，长度的低限应满足轴向、径向的总位移要求。

5.11.1 可曲挠橡胶接头

上海松江橡胶制品厂生产的可曲挠橡胶接头有多种规格，其中有 KXT 型可曲挠合成橡胶接头，KST—F 型可曲挠双球体橡胶接头，KST—L 型可曲挠双球体橡胶接头，KWJ 型可曲挠橡胶弯头，KYT 型可曲挠同心异径橡胶接头，KYP 型可曲挠偏心异径橡胶接头，FPT 型风机盘管橡胶接头，FPT—Y 型异径风机盘管橡胶接头等。

最常用的 KXT 型可曲挠合成橡胶接头，按工作压力不同分为 I、II、III 三种类型，图 13.5-30 为 KXT 型可曲挠合成橡胶接头外形尺寸示意图。表 13.5-29 为 KXT 型橡胶接头分类表，表 13.5-30 为 KXT 型可曲挠橡胶接头性能规格表。

常用的 KST—F 型可曲挠双球体橡胶接头，按工作压力不同也分为 I、II、III 三种类型。图 13.5-31 为 KST—F 型双球体橡胶接头外形尺寸示意图，表 13.5-31 为 KST—F 型双

球体橡胶接头分类表，表 13.5-32 为 KST—F 型双球体橡胶接头性能规格表。

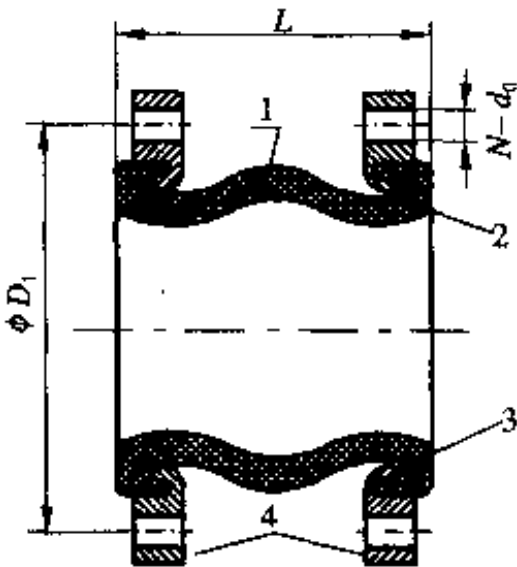


图 13.5-30 KXT 型可曲挠合成橡胶接头外形尺寸示意图

1—主体 (极性橡胶) 2—内衬 (尼龙帘布)
3—骨架 (硬钢丝) 4—法兰 (软钢)

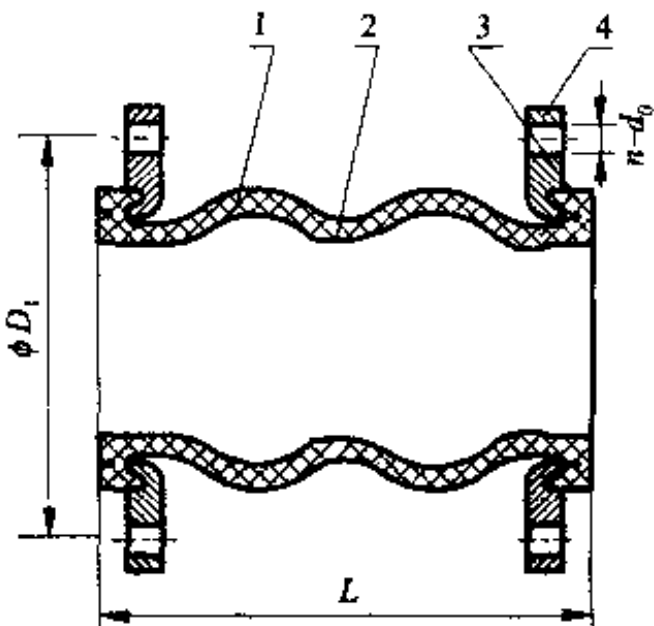


图 13.5-31 KST-F 型双球体橡胶接头外形尺寸示意图

1—主体 (极性橡胶) 2—内衬 (尼龙帘布)
3—骨架 (硬钢丝) 4—法兰 (软钢)

表 13.5-29 KXT 型橡胶接头分类表

型 号	工作压力/MPa (kgf/cm ²)	爆破压力/MPa (kgf/cm ²)	真空度/kPa (mmHg)	适用温度 /℃	适用介质	弹性位移
KXT—I	2.0 (20)	6.0 (60)	100 (750)	-20~+115	空气、压缩 空气、水、海 水、热水、弱 酸等	接头两端可任意 偏转, 便于自由调 节轴向和横向位移
KXT—II	1.2 (12)	3.5 (35)	86.7 (650)			
KXT—III	0.8 (8)	2.4 (24)	53.3 (400)			

表 13.5-30 KXT 型可曲挠橡胶接头性能规格表

公称通径 DN		长度 L /mm	螺栓数 n	螺栓孔直径 d ₀ /mm	螺栓孔中心 圆直径 D ₁ /mm	轴向位移/mm		横向 位移 /mm	偏转角度 / (°)	生 产 厂
mm	in					伸长	压缩			
32	(1 $\frac{1}{4}$)	95	4	17.5	100	6	9	9	15	上 海 松 江 橡 胶 制 品 厂
40	(1 $\frac{1}{2}$)	95	4	17.5	110	6	10	9	15	
50	(2)	105	4	17.5	125	7	10	10	15	
65	(2 $\frac{1}{2}$)	115	4	17.5	145	7	13	11	15	
80	(3)	135	8	17.5	160	8	15	12	15	
100	(4)	150	8	17.5	180	10	19	13	15	
125	(5)	165	8	17.5	210	12	19	13	15	
150	(6)	180	8	22	240	12	20	14	15	
200	(8)	190	8	22	295	16	25	22	15	
250	(10)	230	12	22	350	16	25	22	15	
300	(12)	245	12	22	400	16	25	22	15	
350	(14)	255	16	22	460	16	25	22	15	
400	(16)	255	16	26	515	16	25	22	15	
450	(18)	255	20	26	565	16	25	22	15	
500	(20)	255	20	26	620	16	25	22	15	
600	(24)	260	20	30	725	16	25	22	15	
700	(28)	260	24	26	810	16	25	22	10	
800	(32)	260	24	30	920	16	25	22	10	
900	(36)	260	24	30	1020	16	25	22	10	
1000	(40)	260	28	30	1120	16	25	22	10	
1200	(48)	260	32	33	1340	16	25	22	10	
1400	(56)	300	36	36	1560	16	25	22	5	
1600	(64)	300	40	36	1760	16	25	22	5	
1800	(72)	300	44	39	1970	16	25	22	5	

表 13.5-31 KST-F 型双球体橡胶接头分类表

型 号	工作压力/MPa (kgf/cm ²)	爆破压力/MPa (kgf/cm ²)	真空度/kPa (mmHg)	适用温度 /℃	适用介质	备 注
KST—F I	2.0 (20)	6.0 (60)	86.7 (650)	20~ +115	空气、压缩 空气、水、海 水、热水、弱 酸等	
KST—F II	1.2 (12)	3.5 (35)	53.3 (400)			
KST—F III	0.8 (8)	2.4 (24)	40 (300)			

表 13.5-32 KST-F (KST—L) 型可曲挠双球体橡胶接头性能规格表

型号	公称通径 DN		长度 L/mm	螺栓数 <i>n</i>	螺栓孔直径 <i>d</i> ₀ /mm	螺栓孔中 心圆直径 <i>D</i> ₁ /mm	轴向位移/mm		横向 位移 /mm	偏转 角度 /(°)	生 产 厂
	mm	in					伸 长	压 缩			
KST -F	50	(2)	175	4	17.5	125	30	50	45	40	上 海 松 江 橡 胶 制 品 厂
	65	(2 $\frac{1}{2}$)	175	4	17.5	145	30	50	45	40	
	80	(3)	175	8	17.5	160	30	50	45	40	
	100	(4)	225	8	17.5	180	35	50	40	35	
	125	(5)	225	8	17.5	210	35	50	40	35	
	150	(6)	225	8	22	240	35	50	40	35	
	200	(8)	325	8	22	295	35	60	35	30	
	250	(10)	325	12	22	350	35	60	35	30	
	300	(12)	325	12	22	400	35	60	35	30	
KST -L	20	(3/4)	180	—	—	—	5~6	22	22	—	
	25	(1)	180	—	—	—	5~6	22	22	—	
	32	(1 $\frac{1}{4}$)	200	—	—	—	5~6	22	22	—	
	40	(1 $\frac{1}{2}$)	210	—	—	—	5~6	22	22	—	
	50	(2)	220	—	—	—	5~6	22	22	—	
	65	(2 $\frac{1}{2}$)	245	—	—	—	5~6	22	22	—	

KST-L 型可曲挠双球体橡胶接头公称通径较小 (DN20mm~DN65mm), 长度 *L* 较长 (*L* 为 180~245mm), 其性能规格也列于表 13.5-32。

5.11.2 橡胶挠性波形偏心 (同心) 异径管道接头 (异径软接头)

上海青浦淀山湖减振器厂、上海青浦环新减振器厂、上海青浦静音减振器有限公司等厂生产多种规格的橡胶挠性接管, 例如 GD₁ 型

单球体橡胶挠性接管 (公称通径 DN 由 ϕ 32~ ϕ 1800mm)、GD₂ 型双球体橡胶挠性接管 (公称通径 DN 由 ϕ 15~ ϕ 300mm)、ZFP 型、FGD 型风机盘管橡胶挠性接管 (公称通径 DN 为 ϕ 15mm、 ϕ 20mm、 ϕ 25mm)、WGD 型橡胶挠性接管 (公称通径 DN 为 ϕ 50~ ϕ 300mm, 接管 90° 转向, 长度 *L* 为 140~300mm)。同时新开发生产的 PGD 型橡胶挠性波形偏心异径管道接头、TGD 型橡胶挠性波形同心异径管

道接头和 FTY 型风机盘管橡胶挠性异径接头等三种产品，是泵和管道隔振降噪与位移补偿的新产品，可以代替可曲挠橡胶接头和金属偏心异径、同心异径锥管。

以 PGD 橡胶挠性波形偏心异径管道接头为例，每种规格中以工作压力不同分为四种，即 0.6MPa、1.0MPa、1.6MPa、2.5MPa，

适应温度-20~+115℃，真空度为 100kPa，许可偏转角 15°，适用介质除水以外，对于海水、油、碱、弱酸、热水等均为特种产品。图 13.5-32 为 PGD 型橡胶挠性波形偏心异径管道接头外形尺寸示意图，表 13.5-33 为 PGD（TGD）型橡胶挠性波形偏心（同心）异径接管性能规格表。

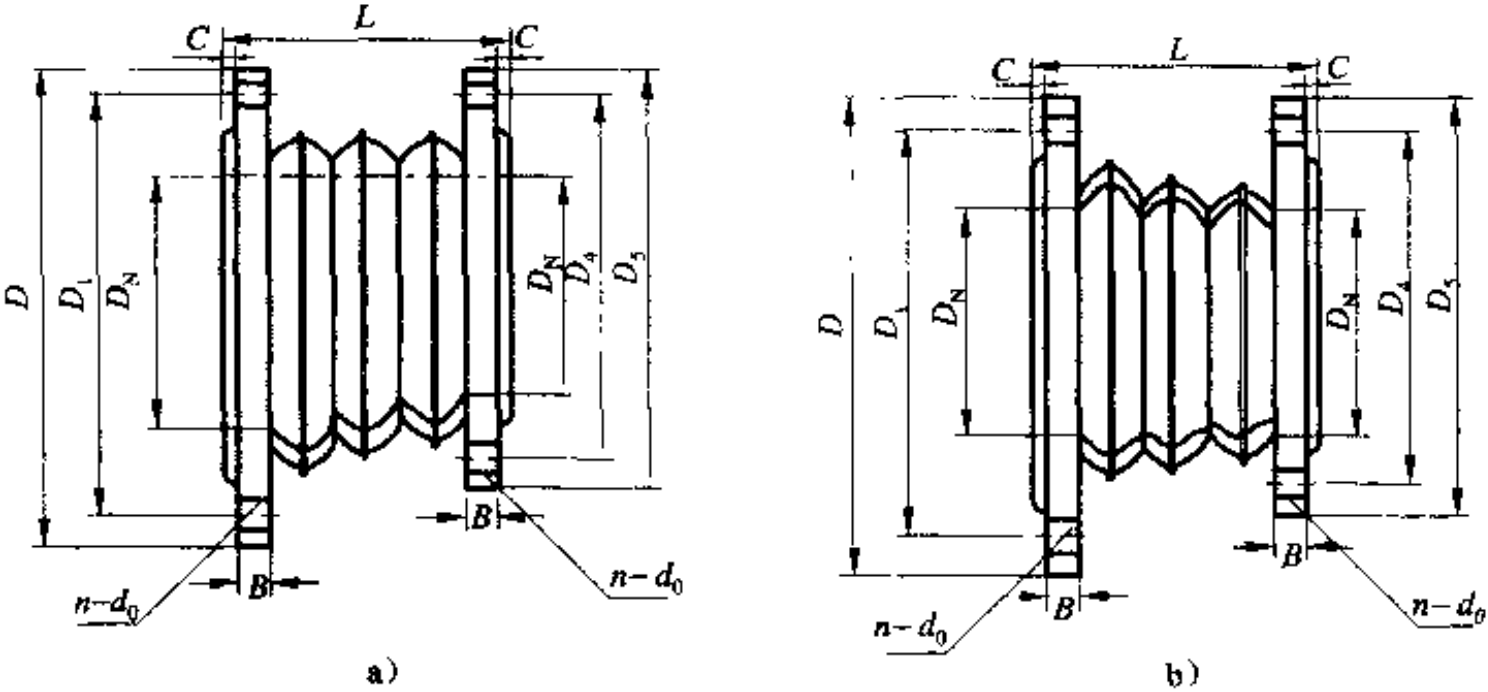


图 13.5-32 PGD（TGD）型橡胶挠性波形偏心（同心）异径管道接头示意图
a) PGD 型偏心异径管道接头示意图 b) TGD 型同心异径管道接头示意图

表 13.5-33 PGD（TGD）型橡胶挠性波形偏心（同心）异径接管性能规格表

型 号	公 称 通 径 DN		长 度		许 可 位 移 / mm			生产厂
	mm	in	C / mm	L / mm	轴 向		横 向	
					压 缩	拉 伸		
PGD50—80	50~80	2~3	9.5	124	11	8	10	上海青浦环新减振器厂 上海青浦淀山湖减振器厂 上海青浦静音减振器有限公司
PGD65—100	65~100	2 $\frac{1}{2}$ ~4	11.5	137	12	9	11	
PGD80—100	80~100	3~4	11.5	139	12	9	11	
PGD100—150	100~150	4~6	11.5	179	17	12	14	
PGD125—200	125~200	5~8	11.5	218	20	15	17	
PGD150—200	150~200	6~8	11.5	218	20	15	17	
PGD200—250	200~250	8~10	14	243	23	17	19	
PGD250—300	250~300	10~12	14	246	23	17	19	
PGD300—350	300~350	12~14	16	289	27	20	23	
TGD32—50	32~50	1 $\frac{1}{4}$ ~2	7.5	105	9	7	8	
TGD40—65	40~65	1 $\frac{1}{2}$ ~2 $\frac{1}{2}$	9.5	112	10	8	9	
TGD50—80	50~80	2~3	9.5	116	10	8	9	

(续)

型 号	公 称 通 径 / DN		长 度		许 可 位 移 / mm			生产厂
	mm	in	C/ mm	L / mm	轴 向		横 向	
					压 缩	拉 伸		
TGD65—100	65~100	2 $\frac{1}{2}$ ~4	11.5	137	12	9	10	上海青浦环新减振器厂 上海青浦淀山湖减振器厂 上海青浦静音减振器有限公司
TGD80—100	80~100	3~4	11.5	139	12	9	10	
TGD100—150	100~150	4~6	11.5	179	16	12	14	
TGD125—200	125~200	5~8	11.5	182	17	13	15	
TGD150—200	150~200	6~8	11.5	182	17	13	15	
TGD200—250	200~250	8~10	14	203	19	14	16	
TGD250—300	250~300	10~12	14	206	19	14	16	
TGD300—350	300~350	12~14	16	241	23	16	19	

5.11.3 Su6 型橡胶补偿接管

Su6 型橡胶补偿接管用于工作压力小于 0.6MPa、工作温度为-30~+60℃ 的场合，适用介质为淡水、海水、空气及燃滑油等。图

13.5-33 为 Su6 型补偿接管外形尺寸示意图，表 13.5-34 为 Su6—10~32 型补偿接管性能规格表，表 13.5-35 为 Su6—40~250 型补偿接管性能规格表。

表 13.5-34 Su6—10~32 型补偿接管性能规格表

型 号	公称通径 DN/mm	外 形 尺 寸 / mm									最大补偿值 / mm		生产厂
		H	H ₁	H ₂	L	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	d ₅	压 缩	伸 长	
Su6—10	10	40	20	10	250	10	15	25	35	45	3	1.5	无锡减振器厂
Su6—15	15	40	20	10	250	15	20	30	40	50	3	1.5	
Su6—20	20	40	20	10	300	20	25	35	40	50	5	2.	
Su6—25	25	40	20	10	300	25	32	40	50	60	5	2	
Su6—32	32	50	30	10	300	32	40	50	60	70	5	1	

表 13.5-35 Su6—40~250 型补偿接管性能规格表

型 号	公称通径 DN/mm	外 形 尺 寸 / mm								最大补偿值 / mm		生产厂
		D	D ₁	D ₂	H	H ₁	n	d		压 缩	伸 长	
Su6—40	40	40	93	125	100	10	6	15		6	2	无锡减振器厂
Su6—50	50	50	103	135	110	10	6	15		8	4	
Su6—65	65	65	123	155	130	12	6	15		10	4	
Su6—80	80	80	138	170	160	12	8	15		12	5	
Su6—100	100	100	158	190	180	15	8	15		14	6	
Su6—125	125	125	183	215	200	15	10	15		16	8	
Su6—150	150	150	208	240	200	15	12	15		16	8	
Su6—200	200	200	264	295	260	20	12	15		20	10	
Su6—250	250	250	327	355	320	20	14	17		20	10	

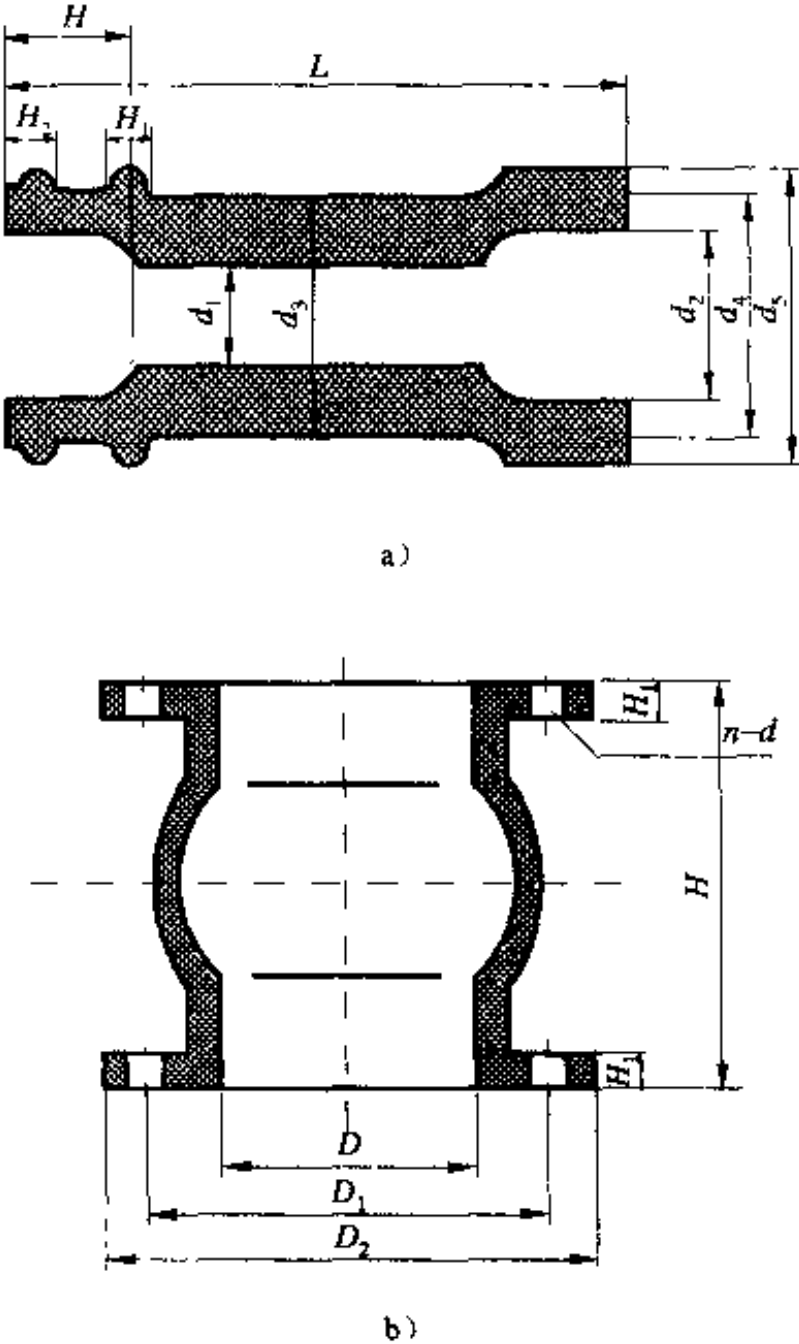


图 13.5-33 Su6 型补偿接管外形尺寸示意图

a) Su6—10~Su6—32 型 b) Su6—40~Su6—250 型

5. 11. 4 不锈钢波纹膨胀节

不锈钢波纹膨胀节主要用于船舶的管路系统中，工作压力小于 50kPa，工作温度小于 500℃，两端法兰尺寸由用户订货时注明。表 13.5-36 为不锈钢波纹膨胀节性能规格表。

5. 11. 5 SR 型金属软管（不锈钢波纹管）

SR 型金属软管（不锈钢波纹管）有两种类型，一类是软管外包一层金属丝网套，其允许压力较高；另一类是软管外不包网套。金属软管的长度由用户自定。图 13.5-34 为 SR 型金属软管及法兰尺寸示意图，表 13.5-37 为 SR 型金属软管及其配用法兰性能规格表。

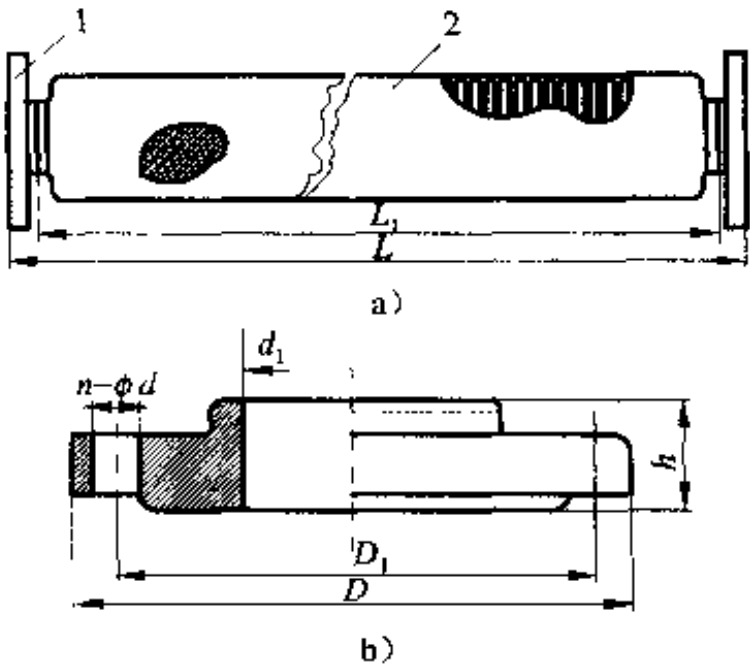


图 13.5-34 SR 型金属软管及法兰尺寸示意图

a) 金属软管 b) 法兰
1—法兰 2—金属软管

表 13. 5-36 不锈钢波纹膨胀节性能规格表

型号	公称通径 / mm	压缩量 / mm	刚度 10N/cm	生产厂
Dg65	65	20	33.8	无锡减振器厂
Dg80	80		34.8	
Dg100	100		18.6	
Dg150	150		16.2	
Dg200	200		29.6	
Dg250	250	24 或 40	34.4	
Dg300	300		35.1	
Dg350	350		37.1	
Dg400	400		47.2	
Dg500	500		48.1	
Dg600	600		46.8	
Dg700	700		52.6	
Dg800	800		55.2	
Dg900	900		53.8	
Dg1000	1000	30	61.6	

表 13.5-37 SR 型金属软管及其配用法兰性能规格表

型 号	公称通径 DN/mm	最大工作压力 /MPa		理论重量 /kg/m	法兰外形尺寸/mm					法兰理 论重量 / kg	法兰螺栓 n×M	生产 厂
		带网套	不带网套		d ₁	D	h	D ₁	d			
SR032D	32	2.5	1.8	1.54	30	135	28	100	18	1.62	4×M16	北 京 首 都 机 械 厂
SR038D	38	2.0	1.6	1.83	42	145	30	110	18	1.85	4×M16	
SR048D	48	1.6	1.3	2.10	52	160	32	125	18	2.35	4×M16	
SR060D	60	1.3	1.5	3.32	64	180	32	145	18	3.17	4×M16	
SR076D	76	1.3	0.8	6.61	80.5	195	30	160	18	3.75	4×M16	
SR090D	90	1.3	1.3	8.34	94.8	215	32	180	18	4.54	8×M16	
SR102D	102	1.2	1.0	7.34	106.5	215	34	180	18	4.27	8×M16	
SR158D	158	0.8	0.5	11.34	162.5	280	36	240	23	8.28	8×M16	
SR200D	200	0.8	0.5	21.70	206.5	335	38	295	23	11.32	12×M16	
SR250D	250	0.8	0.5	32.68	256.5	405	40	355	25	15.37	12×M16	
SR306D	306	0.6	0.4	34.38	312.5	460	40	410	25	18.95	12×M16	
SR385D	385	0.6	0.1	43.05	391.5	580	46	525	30	28.51	16×M27	

5.12 阻尼减振

如前所述，控制振动及其传递的三个基本因素是弹簧或隔振器的刚度、被隔离物体的质量以及系统支承的阻尼。阻尼性能参数较难测试，减噪效果不易预估。因此，在一般情况下首先是采用增加质量、改变刚度、加装隔振器或动力吸振器等方法来控制振动。在某些特殊的场合，例如对一些薄板结构的振动控制，就需要采取阻尼减振的方法。阻尼减振可以抑制共振频率下的振动峰值，减少振动沿结构的传递，降低结构噪声。

阻尼减振技术近年来得到了迅速的发展，利用阻尼材料的特性以及阻尼结构的合理设计，达到减振降噪的目的。阻尼材料是一种高分子材料，在转换模态时具有高阻尼特性，可对振动结构在较宽频率范围内起抑制峰值的作用。

阻尼材料分为阻尼板材和阻尼涂料两大类。由于阻尼材料是一种新型的正在不断发展的新材料，其制造工艺、配方、测试手段、评

价方法等还不够完善，性能有时也不太稳定，同时在防火、防水、防潮、防油、防腐等方面的性能有待改进。

5.12.1 30 系列和 90 系列阻尼板材

无锡减振器厂生产的 30 系列和 90 系列阻尼板材应用较为广泛，已通过技术鉴定并可批量生产。30 系列适用于自由阻尼层处理，有四种规格；90 系列适用于约束层阻尼处理，有两种规格。

30 系列阻尼板材的物理性能如下：

外形尺寸：长×宽×厚为 500mm×500mm×（1~5）mm；自熄性：氧指数>28；密度：1.5~1.6g/cm³；硬度：80~100HS；耐油：±5%；耐盐水：±1.5%；外观：绿色。

90 系列阻尼板材的物理性能如下：

扯断力≥1.0~1.5MPa；伸长率≥400%~500%；永久变形≤25%~40%；硬度：32~48HS；密度：1.20~1.30g/cm³；耐盐水±1.5%；外观：红棕色或褐色。

表 13.5-38 为 30 系列和 90 系列阻尼板材性能规格表。

表 13.5-38 30 系列和 90 系列
阻尼板材性能规格表

型号	最大损耗因子 β_{max}	200Hz 时 β_{max} 对应的切变弹性模量 E/MPa	最佳使用温度 /℃	最佳使用 频率/Hz	生产厂
3101	0.45	140	20	100~5000	无锡减振器厂
3102	0.65	200	42	100~5000	
3103	0.92	650	65	100~5000	
3104	1.20	550	—	100~5000	
9030	1.4	5.5	80	100~5000	
9050	1.5	6.5	10	100~5000	

30 系列和 90 系列阻尼板材与铝、铜及钢铁等金属均有良好的粘结性，粘结工艺也比较简单，使用方便。

5.12.2 NYJ 系列阻尼板材

NYJ 系列阻尼板材是上海交通大学与南洋阻尼材料厂共同研制成功的一种新型阻尼板材，具有一定的耐酸、耐海水、耐油、阻燃等性能，分为平板型和槽板型两种形式，平板型厚度为 0.2~10mm，最大宽度 1000mm，长度任选。槽板型有直槽和异型槽两种，厚度为 6~12mm，宽度 400mm，长度 300mm。表 13.5-39 为 NYJ 系列阻尼板材性能参数表。

NYJ 系列阻尼板材可采用上海南洋阻尼材料厂生产的 JN-1 型专用胶结剂进行粘贴，其特点是室温自然固化，施工工艺简便，具有良好的耐水、耐油性能，对金属材料、非金属材料（如橡胶、木材、玻璃钢、聚乙烯塑料等）与阻尼材料的粘结有良好的粘结性能。例如将 NYJ 阻尼板材粘贴于铝合金板上，室温剥离强度大于 70N/2.5cm²，抗拉强度大于 1.1MPa。

表 13.5-39 NYJ 系列阻尼板材性能参数表

系列号	最大损耗因子 β_{max}	最大损耗因子时的模量 E/MPa	$\beta \geq 0.7$ 时温宽 $\Delta t/℃$	密度 /(g/cm ³)	用途	生产厂
NYJ1	1.2~1.5	0.1~100	>50	1.0~1.2	约束层	上海南洋阻尼材料厂
NYJ2	0.5~1.20	10~1000	>50	1.5~1.7	自由层	上海交通大学

5.12.3 其他阻尼材料

航天部北京材料工艺研究所多年来从事宇航工业领域中密封和阻尼减振材料的研制、设计，并小批量生产，可供应 ZN 系列丁基胶系列阻尼材料、YZN 系列压敏阻尼胶材料、ZN-10 型自熄性阻尼材料、ZN-11 型塑料阻尼板、YZN-7 型、YZN-8 型合成型阻尼胶和阻尼涂料等多种阻尼材料，性能稳定，阻尼特性优良，寿命长，但价格较贵。

表 13.5-40 为航天部北京材料工艺研究所生产的阻尼材料一览表。

5.12.4 阻尼涂料

阻尼涂料是一种特殊的涂料，可以将其涂于各种材料表面，它具有减振、降噪、隔振和密封的作用，广泛应用于航天器、飞机、船舶、车辆和各种机械设备的减振、降噪。各种隔声板材内表面涂以阻尼材料可提高其隔声性能，涂料可以用刷或喷的方法直接涂覆于结构表面，施工简便，施工前应仔细除油和除锈。

上海开林造漆厂生产的 54-11、54-12、80-1、42-9、55-1、55-2 等型阻尼涂料已广泛应用于各个领域。

表 13.5-41 列出了 54-11、54-12 等阻尼涂料的组成、使用频率及温度范围等特性。

阻尼涂料的施工方法比较简单，涂覆前应将涂表面除油，除锈。阻尼涂料一般直接涂覆在金属板表面上，它具有优良的附着力和抗冲击性能，也可与环氧等类底漆配合使用。施工时应多次涂刷，每次不宜过厚，等干透后再涂第二层，固化时间应待涂层硬干为止，以保证一定的弹性模量。使用前应将涂料充分搅均匀，42-9 涂料用 200#溶剂汽油稀释，其余用二甲苯稀释。施工环境应保持良好通风，严禁明火。

表 13.5-40 ZN、YZN 系列阻尼材料性能规格表

[illegible]

表 13.5-4¹ 阻尼涂料性能规格表

项 目		检验方法	54-11	54-12	80-1	42-9	52-2	55-1	6731
干性/h	表干	GB/T1728—1979	2	2	1	2	2	2	≤1
	实干		2/130℃	2/130℃	2/130℃	2/60℃	2/160℃	2/120℃	≤6
主要成分			丙烯酸树脂, 环氧树脂, 发泡剂, 防火剂	丙烯酸树脂, 环氧树脂, 发泡剂, 防火剂	苯丙共聚物, 环氧树脂, 发泡剂, 防火剂, 填料	沥青, 橡胶, 填料	有机硅树脂, 填料, 发泡剂	丙烯酸树脂, 填料, 防火剂	丙烯酸树脂, 填料, 防火剂
固体含量(%)			55	60	55	45	55	50	60±5
附着力(级) (200gf, 29℃)			1~2	1	1	1	—	1	—
抗冲强度/kgf/cm			50	50	40	—	40	50	—
耐水性/h (30℃)			100	>100	—	>190	—	>100	—
耐汽油/h (30℃)			>35	>35	—	—	—	—	—
耐盐水性(5%)h			1400(50%锈)	1400(10%锈)	1400(40%锈)	1400(40%锈)	—	1400(60%锈)	—
耐盐雾性/h			>170	>160	>130	>170	—	>170	—
损耗因子β			0.2374~0.9771	0.20~0.30	0.76~0.59	1.62~0.75	0.52~0.32	0.39~1.69	—
弹性模量 E _t /MPa			26~46℃ 2971.2~1292	36~45℃ 3830~2350	85~95℃ 1599~619	22~46℃ 3798~1413	8~15℃ 5240~2520	21~35℃ 2390~900	—
最大损耗因子 温度范围/℃			26~46	36~45	85~95	22~46	8~15	21~35	—
最佳使用温度/℃			26 36 46	36 45 45	45 85 95	22 22 46	8 16 16	21 35 35	—1 5 12
最佳使用频率/Hz			15 100 285 ~20~130~370	14 107 300 ~20~140~405	14 96~ 184~230~23	15 95~ 150~417	14 99~ ~25 160	13 94~ ~20 135	14 102 280 ~18~120~350
储存期/年			1	1	2	1	1	—	—
外观			黑	黑	黑	黑	黑	黑	黑
生产厂			上海开林造漆厂						

参 考 文 献

- 1 马大猷, 沈喆. 声学手册. 北京: 科学出版社, 1983
- 2 赵松龄. 噪声的降低与隔离(上、下册). 上海: 同济大学出版社, 1985
- 3 吕玉恒, 王庭佛. 噪声与振动控制设备及材料选用手册. 北京: 机械工业出版社, 1999
- 4 中国建筑科学研究院建筑物理研究所. 建筑声学设计手册. 北京: 中国建筑工业出版社, 1987

索引

1/1 倍频程	176
1/3 倍频程	154、158

A

安装谐振频率	201、202
--------------	---------

B

半自由声场	526
背景噪声	155
鼻锥	158
比声功率级	525
波长	154、164、182
波数	508
不平衡质量	594

C

侧向流阻	406
测听室	368、371
插入损失	255、265
车辆噪声	106、107
乘法器	179、183
齿轮噪声	80
冲击	3
冲击波	100
冲击振动	153、578、586
穿孔率	491、511、521
传导率	511
传递函数	177、179、180
传感器	156、160
传声器	154、155
传声损失	502
磁路	194、196
磁通密度	196
次级反馈	815、816
次级通路建模	817、824

D

带宽	154、174
带通滤波器	174
单个共振器	396、426
单极声源	73
单值评价	277、279
弹性吊架	616、629、653
弹性模量	199
当量偏心距	594
当量直径	489
等效连续声级 L_{eq}	153
等效声级	728
低通滤波器	174、179
点声源	745
电磁噪声	81
电动式传声器	161
电动型	193、210
电感型	193、194
电荷放大器	200、204
电容传声器	157
电涡流型	193
动刚度	640、669、681
动力设备的扰力	594
动力系数	625、626
动压	503

F

发动机噪声	104
阀门激波噪声	101、102
阀门噪声	84
反馈	190、204
反射	3、154
防振距离	590
房间常数	507、526、531
飞机噪声	124、125
非接触式	193、195
非稳态	153、221
非周期振动	661
分辨率	153、160、177

分布声源	788、783、798
风罩	157
峰—峰值	207、220
峰值	155
峰值频率	509、511
浮筑楼板	385、386
傅里叶变换	179

G

感觉噪声级	715、718、719
刚度系数	199
高通滤波器	174、183
隔声窗	278、334
隔声低谷	256、261、271
隔声间	368
隔声量	255
隔声门	378、380、381
隔声屏	265、372
隔声罩	363
隔振测量	704
隔振垫	646、672
隔振方式	615
隔振基础	642、643、644
隔振器	615
隔振器动态特性	705
隔振设计	587、590
隔振台座	615、623
隔振体系	615、616
隔振效率	617、629、630
工业燃烧系统的噪声	98、99
公寓楼内生活噪声	129
共振频率	487、490、511
固有频率	578
管道	9
管道隔振	579、646、652
管路噪声	84

H

亥姆霍兹谐振腔	190
恒百分比带宽	175

恒带宽	174、175
横向灵敏度	194
轰声	3
互感	194
互功率谱密度函数	184
环境噪声	728、729
换能器	161、198、210
回声	3
混响场	191
混响声场	486、526
混响室	154、182
混响室	9、44、62
活塞发声器	156

J

机车噪声	106、107
机械噪声	76
积分声级计	166、169
积极隔振	578、615
基层板	263、387
基准加速度	585
激波轰声	100
激波噪声	90、100、101
激励器	157、218
激振器	210
极化电压	161、162
几何体质量惯性矩	621
计权等效连续感觉噪声级	731、732
计权隔声量	279、280
计权加速度	154、215
计权加速度级	154、215
计权声级	160、167、240
计权网络	156
加速度	154
加速度计	157、166、198
家用电器及用具噪声	128
剪切	198、199
检波器	160、166、167
简单声源	73
建筑施工机械噪声	86

降噪系数 (NRC)	397
交通运输工具噪声	103
交通噪声指数	729
接触式	193、195
接收结构	810
节流减压	470、471、498
节流孔板	498、499、513
结构因子	407
结构噪声	76
近场	154
近场区	74
精密声级计	161、166
静刚度	669、681
局部有源静区	788
局部阻力	515
局部阻力系数	515、516
绝对式传感器	193

K

抗混叠滤波器	179
空间吸声体	396、399
空气弹簧	663、671
空气动力性噪声	90、524、572
空气声	255、277
孔隙率	403、404
宽带	153、202
矿棉吸声板	411、414、419
扩散场	162、165
扩张比	508、509

L

喇叭噪声	103、105
累积分布声级	729
累计百分声级 L_N	153
帘幕、植绒	424
临界频率	256
临界压比	513、523
流阻	398、403、404
楼板面层	384、387
滤波器	158、166、167

掠射	156
轮胎噪声	104

M

脉冲测量	62、65、66
脉冲声级计	155、166、168
脉动球	73
面声源	759
模拟	166、169、172
模型试验	63、64
膜状材料	440
摩擦噪声	77
摩擦阻力	515
摩擦阻力系数	515
末端反射损失	530
末端声压级差	502

O

偶极声源	74
耦合腔	164、186
耦合系数	194、195

P

排气噪声	75、90
喷射噪声	73、75、76
喷注噪声	498、513
膨胀比	489、490
膨胀室	508
匹配	161、183
频率比	512
频率分析仪	174、176
频谱	153
平均隔声量	259
平面声波	3、20、21

Q

气流再生噪声	485、486
汽车噪声	103
汽车总体噪声	105
桥梁结构噪声	106、107、109

球面声波	21、22
全身振动	580、581

R

燃烧吼声	74、97
燃烧噪声	73、90、97
扰力计算公式	594、597
柔性接管	672
软帘	265

S

散射	3
社会活动噪声源	128
社会噪声	130
声[波]	3、18
声暴露	169
声波传播	3、6、19
声波方程	26
声场模拟	7、65、67
声功率级	485、486、502
声级计	155
声屏障	31、742
声谱	20
声强	6、8、12
声桥	268
声衰减量	502
声学测量	9、40
声学单位	12
声压	3
声源	153
声闸	318
声阻	490、491、531
失效频率	507、510
时间计权	155
实时分析	154、160、177
实时分析仪	177
数据采集器	172、219
数字信号处理	177、181
瞬时值	172、173、198
四极声源	75

速度	153、154
随机振动	661
损耗因数 η	261

T

铁路噪声	106、107
听觉器官	5
听阈偏移	59、60
通过频率	509
通流面积	513、514、520
统计声级计	166、172
透射声有源控制	804
透射系数	255、358
突发噪声	172

W

弯曲波有源控制	808
微穿孔板	434、470、471
位移	153、193
吻合效应	255、256
稳态	153、169、177
涡流噪声	73、84、85
无规变化	153
无规入射	478
无规入射校正器	158
误差传感策略	780、794

X

吸声尖劈	396、443
吸声量	399
吸声泡沫玻璃	459
吸声系数	395、396
线路噪声	106、107
线声源	746
线性声压级	153
限幅器	197
相对式传感器	193
相干函数	177、180
相关函数	174、184
响度	5、715

响度级	13、16、715
消极隔振	578、615
消声器	469
消声室	9、44、56
消声系数	506
小孔喷注	470、471、498
校准器	156、157
心理声学	5
信号处理机	160
虚拟误差传感	796
旋转噪声	73、90、94

Y

压电传声器	160、161
压电模量	199
压电效应	161、198
压电型	193
压力损失	476、477
压缩	178
衍射	3
掩蔽效应	6、55
液压泵噪声	83
音质模拟	65、67
有效感觉噪声级	729s
有效值	154、157、167
有源反馈控制	777、809、821
有源隔离	810、811
有源隔振	779、810
有源静区	788、831
有源前馈控制	809、814
有源声屏障	789
有源振动控制	579
有源最小化	804、807
语言干扰级	726
语言清晰度	6、51
远场	154
远场区	74
允许噪声级	375、376
允许振动限值	628、629

Z

噪声暴露	732、733
噪声暴露计	166
噪声暴露预报	733
噪声测量	9
噪声环境影响评价	751
噪声剂量计	171
噪声评价标准	726
噪声评价数	715、727
噪声衰减	255、363
噪声污染级	729
噪声与次数指数	732
噪声预测	68
噪声源	153
噪声源	73
噪声源识别	68、69
窄带	153、154
折射	3
振荡器	189、206
振荡燃烧噪声	98
振动	4、577
振动标准	586、587
振动传递率	617、633、639
振动环境	580、581
振动级	585
振动计	207
振动加速度	582、583、585
振动监测	210
振动控制	575、577
振动烈度	153、208、210
振动衰减	578、590
振动危害	577、580、711
振动源	577、668
振级	585、587
振级计	214、216
振源	153
正入射	478、506
指向性因数	526、531
质量定律	256、258、265

- 周期性进排气噪声 90、96
- 周期振动 661
- 轴承噪声 81
- 昼夜等效声级 728
- 驻波 155
- 驻波管 397、398
- 驻点 512、513
- 驻极体电容传声器 166
- 柱面声波 3、28
- 撞击声 376、383
- 撞击声改善量 385、386
- 撞击噪声 75、76、77
- 自感 194
- 自然衰减 524、527
- 自适应有源控制器 822
- 自由场 154、156
- 自由声场 526
- 阻抗变换器 161、166
- 阻力特性曲线 494
- 阻力系数 485、486、495
- 阻尼 256、578、579
- 阻尼比 615、617
- 阻尼材料 261、315、363
- 阻尼器 642
- 阻塞喷注 513



大型航空发动机试车台排气口蜂窝式消声器



大型航空发动机试车台进气口片式消声器



城市轻轨隔声吸声屏障



风冷机组通风隔声罩



隔声门



隔声门



家电设备在线噪声测试段 1



家电设备在线噪声测试段 2



巨型片式消声器



瓦楞形强吸声式声屏障 1



消声百叶



某乐团排练厅噪声治理和建声改造



圆形消声器



空调风冷机组消声隔声装置



折弯式全透明全反射声屏障

[G e n e r a l I n f o r m a t i o n]

书名= 噪声与振动控制工程手册

作者=

页数= 1 1 6 2

S S 号= 1 0 8 7 8 8 0 0

出版日期=

封面页
书名页
版权页
前言页
目录页
第 1 篇

基础知识

第 1 章 术语

- 1. 1 声波及其传播
- 1. 2 振动与冲击
- 1. 3 生理和心理声学
- 1. 4 建筑声学
- 1. 5 噪声及其控制
- 1. 6 噪声测量

第 2 章 单位、级

- 2. 1 国际单位制（S I）
- 2. 2 声学单位
- 2. 3 级和分贝

第 3 章 常用符号和常数

3. 1 常用符号

- 3. 1. 1 拉丁字母（按汉语拼音方案发音）
- 3. 1. 2 希腊字母（括号内为汉语拼音）
- 3. 2 工程计算用声学常数

第 4 章 声波的物理性质

- 4. 1 振动与声波
- 4. 2 声波的特性
- 4. 3 声波的传播
- 4. 4 声波的反射、折射、散射和衍射
- 4. 5 复杂声波的干涉和共振
- 4. 6 声波方程
- 4. 7 平面声波
- 4. 8 球面声波
- 4. 9 柱面声波

第 5 章 声波在大气中的传播

- 5. 1 声波的发散衰减
- 5. 2 空气的物理物性
- 5. 3 声屏障的衰减
- 5. 4 地面的吸收影响
- 5. 5 气象条件对声波传播的影响

第 6 章 管道中的声波

- 6. 1 刚性管中的驻波和共振
- 6. 2 均匀有限长管道中的声场
- 6. 3 非均匀有限长管道中的声场
- 6. 4 管道的输入阻抗
- 6. 5 管道中高次波的传播
- 6. 6 非刚性管道中的声场
- 6. 7 管道中声学测量技术的进展

第 7 章 房间内的声波

- 7. 1 室内声场的分析方法
- 7. 2 大房间内的声场
- 7. 3 小房间内的声场
- 7. 4 狭长房间内的平面波声场
- 7. 5 耦合房间内的声场
- 7. 6 室内几何声学

第 8 章 听觉心理和语言清晰度

- 8. 1 听觉器官
- 8. 2 听觉的基本特性
- 8. 3 响度与响度级

- 8. 4 掩蔽效应
- 8. 5 听觉反射
- 8. 6 房间内声音的主观感觉
- 8. 7 噪声引起的听力损失
- 8. 8 强噪声引起的损伤
- 8. 9 语音清晰度
- 第9章 声学试验室及设备
- 9. 1 自由声场和消声室
- 9. 2 混响声场和混响室
- 9. 3 高噪声室
- 9. 4 声学模型试验
- 第10章 噪声控制中的数字技术
- 10. 1 数字信号
- 10. 2 噪声信号的实时频率分析
- 10. 3 声强的测量
- 10. 4 脉冲测量
- 10. 5 厅堂内声场模拟
- 10. 6 扩声系统的音质模拟
- 10. 7 自适应有源噪声控制
- 10. 8 大型厂房内外噪声的预测
- 10. 9 噪声源的识别

参考文献

第2篇 噪声源

- 第1章 概述及简单声源
- 1. 1 单极声源的辐射
- 1. 2 偶极声源的辐射
- 1. 3 四极声源的辐射

第2章 机械噪声源

- 2. 1 机械噪声
- 2. 1. 1 撞击噪声
- 2. 1. 2 周期作用力激发的噪声
- 2. 1. 3 摩擦噪声
- 2. 1. 4 结构振动辐射的结构噪声
- 2. 1. 5 转动系统的振动
- 2. 2 齿轮噪声
- 2. 3 轴承噪声
- 2. 4 电磁噪声
- 2. 4. 1 直流电机的电磁噪声
- 2. 4. 2 交流电机的电磁噪声
- 2. 4. 3 变压器的电磁噪声
- 2. 5 液压泵与管路系统的噪声
- 2. 5. 1 液压泵噪声
- 2. 5. 2 阀门噪声
- 2. 5. 3 管路噪声
- 2. 6 建筑施工机械噪声
- 2. 6. 1 建筑施工机械噪声分类
- 2. 6. 2 建筑施工机械噪声频谱

第3章 空气动力性噪声

- 3. 1 波动方程
- 3. 2 喷射噪声
- 3. 3 涡流噪声
- 3. 4 旋转噪声
- 3. 5 周期性进排气噪声
- 3. 6 燃烧噪声
- 3. 6. 1 燃烧吼声
- 3. 6. 2 振荡燃烧噪声
- 3. 6. 3 工业燃烧系统的噪声

	3. 7	激波噪声
3. 7. 1		冲击波
3. 7. 2		激波轰声
3. 7. 3		阀门激波噪声
	第4章	交通运输工具噪声
	4. 1	汽车噪声
4. 1. 1		汽车噪声的构成
4. 1. 2		汽车总体噪声
	4. 2	铁路噪声
4. 2. 1		线路噪声
4. 2. 2		站场噪声
4. 2. 3		工厂噪声
	4. 3	地铁噪声
4. 3. 1		车辆噪声
4. 3. 2		高架结构噪声
4. 3. 3		车辆内部噪声
4. 3. 4		车站噪声
4. 3. 5		地基噪声和振动
4. 3. 6		车辆段和修理厂噪声
4. 3. 7		其他噪声
	4. 4	飞机噪声
	第5章	社会活动噪声源
	5. 1	家用电器及用具噪声
	5. 2	公寓楼内生活噪声
	5. 3	社会噪声（集会、舞会、O K 音乐等）
	参考文献	
第3篇	标准规范篇	
	第1章	标准目录
	第2章	标准限值及适用范围
	2. 1	环境噪声限值标准
	2. 2	交通运输噪声限值标准
	2. 3	通用机械设备噪声限值标准
	2. 4	家用电器噪声限值标准
	2. 5	噪声控制限值标准
	2. 6	环境振动限值标准
	2. 7	人体振动限值标准
	2. 8	交通运输振动限值标准
	2. 9	家用电器振动限值标准
第4篇	测量	
	第1章	噪声和振动测量概述
	1. 1	噪声和振动测量目的
	1. 2	测量注意事项
	1. 3	附件的选用
	第2章	噪声测量仪器
	2. 1	噪声测量基本系统
	2. 2	传声器
	2. 3	声级计
	2. 4	积分声级计和个人声暴露计
	2. 5	噪声统计分析仪
	2. 6	滤波器和频率分析仪
	2. 7	实时分析和数字信号处理
	2. 8	声强测量
	2. 9	声校准器
	第3章	振动测量仪器
	3. 1	振动传感器
3. 1. 1		位移传感器
3. 1. 2		速度传感器

- 3. 1. 3 加速度传感器
- 3. 1. 4 振动传感器的选择与安装
 - 3. 2 振动前置放大器
- 3. 2. 1 电荷放大器
- 3. 2. 2 电压前置放大器
- 3. 2. 3 N E X U S 系列适调放大器
 - 3. 3 通用振动计
 - 3. 4 振动测量用滤波器
 - 3. 5 振动分析仪
 - 3. 6 机器的振动监测
 - 3. 7 激振器与激振技术
 - 3. 8 人体响应振动计和环境振级计
 - 3. 9 振动测量的校准
- 3. 9. 1 激光干涉技术
- 3. 9. 2 其他的绝对方法
- 3. 9. 3 背靠背比较校准方法
- 3. 9. 4 应用校准激励器进行校准
 - 3. 1 0 频率响应的测量

第4章 噪声测量方法

- 4. 1 噪声测量的准备工作和注意事项
 - 4. 1. 1 名词术语
 - 4. 1. 2 测量条件
 - 4. 1. 3 背景值修正
 - 4. 1. 4 测量过程
- 4. 2 边界排放噪声测量
 - 4. 2. 1 工业企业厂界噪声测量方法
 - 4. 2. 2 建筑施工场界噪声测量方法
 - 4. 2. 3 铁路边界噪声测量方法
 - 4. 2. 4 道路交通噪声测量方法
- 4. 3 区域环境噪声测量
 - 4. 3. 1 城市区域环境噪声普查方法
 - 4. 3. 2 城市区域环境噪声（五类功能区）测量方法
 - 4. 3. 3 城市港口及江河两岸区域环境噪声测量方法
 - 4. 3. 4 机场周围飞机噪声测量方法

附录A

附录B

附录C

附录D

附录E

附录F

附录G

- 4. 4 工业产品噪声测量
 - 4. 4. 1 风机和罗茨鼓风机
 - 4. 4. 2 容积式压缩机噪声测量
 - 4. 4. 3 冷却塔噪声测量
- 4. 5 工业企业噪声测量
 - 4. 5. 1 机器设备噪声测量
 - 4. 5. 2 生产环境（车间）噪声测量
- 4. 6 交通工具噪声测量
 - 4. 6. 1 机动车辆噪声测量
 - 4. 6. 2 铁路车辆噪声测量
 - 4. 6. 3 城市轨道交通车辆噪声测量
 - 4. 6. 4 船舶噪声测量
 - 4. 6. 5 飞机噪声测量

参考文献

第5篇 隔声

第1章 空气声隔声

	1. 1	隔声的定义
	1. 2	单层匀质薄板的隔声性能
	1. 3	单层复合结构的隔声
	1. 4	双层板结构的隔声
	1. 5	各类轻型构造的隔声特性
	1. 6	高隔声量结构
	1. 7	孔洞缝隙对构件隔声性能的影响
	1. 8	构件的空气声隔声性能实验室测定和单值评价
	1. 9	部分板、墙隔声性能实测结果
	1. 10	门窗隔声
1. 10.	1	门的隔声
1. 10.	2	窗的隔声
	1. 11	不同构件的组合隔声量
	1. 12	管道隔声和管道包扎
	1. 13	隔声罩
	1. 14	隔声间与测听室
	1. 15	隔声屏
	1. 16	隔声设计
	第2章	撞击声隔声
	2. 1	楼板撞击声的特性
	2. 2	楼板撞击声隔声
	参考文献	
第6篇	吸声	
	第1章	吸声材料（结构）及其基本类型
	1. 1	吸声和吸声材料
	1. 2	吸声机理
	1. 3	吸声材料（结构）的基本类型
	1. 4	吸声材料的作用
	1. 5	综合性能要求
	1. 6	表示材料吸声性能的量
1. 6.	1	吸声系数
1. 6.	2	声阻抗
	1. 7	吸声系数和声阻抗率的测量
1. 7.	1	混响室法吸声系数和单个物体吸声量的测量（详见G B J 47—1983《混响室法吸声系数测量规范》）
1. 7.	2	驻波管法吸声系数和声阻抗的测量（详见G B J 88—1985《驻波管法吸声系数与声阻抗率测量规范》）
	第2章	多孔吸声材料
	2. 1	构造特征和吸声特性
2. 1.	1	构造特征
2. 1.	2	吸声特性
	2. 2	多孔吸声材料吸声性能的影响因素
2. 2.	1	流阻
2. 2.	2	孔隙率
2. 2.	3	结构因子
2. 2.	4	厚度
2. 2.	5	体积密度
2. 2.	6	背后空气层的影响
2. 2.	7	面层的影响
2. 2.	8	温度和吸水、吸湿的影响
	2. 3	多孔吸声材料的基本类型
2. 3.	1	纤维材料
2. 3.	2	颗粒材料
2. 3.	3	泡沫材料
2. 3.	4	帘幕、植绒
	第3章	共振吸声结构
	3. 1	单个共振器

3.	1.	1	结构形式
3.	1.	2	吸声原理
3.	1.	3	共振频率
3.	1.	4	设计要点
	3.	2	穿孔板共振吸声结构
3.	2.	1	结构形式
3.	2.	2	吸声原理
3.	2.	3	吸声性能的影响因素
3.	2.	4	共振频率计算
3.	2.	5	穿孔板穿孔率
3.	2.	6	共振时的吸声系数
3.	2.	7	共振吸声频带宽度
3.	2.	8	板后空腔设计
3.	2.	9	双层穿孔板结构
3.	2.	10	施工注意事项
	3.	3	微穿孔板共振吸声结构
	3.	4	狭缝共振吸声结构
3.	4.	1	结构形式
3.	4.	2	吸声原理
3.	4.	3	共振频率计算
	3.	5	薄板共振吸声结构
3.	5.	1	结构形式
3.	5.	2	吸声原理
3.	5.	3	共振频率计算
	3.	6	膜状材料
	3.	7	特殊吸声结构
3.	7.	1	空间吸声体
3.	7.	2	吸声尖劈
	第4章		吸声降噪
	4.	1	吸声降噪适用条件的分析
	4.	2	室内任意点的吸声降噪量
4.	2.	1	计算公式
4.	2.	2	设计程序
	4.	3	室内平均降噪量
	4.	4	A声级吸声降噪量
	4.	5	扁平房间的吸声降噪
	附录		吸声材料（结构）吸声系数表
	参考文献		
第7篇	消声篇		
	第1章		消声器的分类、原理与特性
	1.	1	消声器的分类及形式
1.	1.	1	消声器的定义与用途
1.	1.	2	消声器的分类及形式
	1.	2	消声器的原理与特性
1.	2.	1	阻性消声器
1.	2.	2	抗性消声器
1.	2.	3	复合式消声器
1.	2.	4	排气放空消声器
	第2章		消声器性能的评价与测量
	2.	1	消声器性能的评价指标
2.	1.	1	声学性能的评价
2.	1.	2	空气动力性能的评价
2.	1.	3	气流再生噪声特性的评价
	2.	2	消声器性能的测量
	第3章		消声器的设计与计算
	3.	1	消声性能的设计计算方法
3.	1.	1	阻性消声器的计算方法

- 3. 1. 2 抗性消声器的计算方法
- 3. 1. 3 共振性消声器的计算方法
- 3. 1. 4 排气放空消声器的计算方法
- 3. 2 消声器压力损失的计算方法
- 3. 2. 1 摩擦压力损失的计算
- 3. 2. 2 局部压力损失的计算
- 3. 3 气流对消声器性能的影响
- 3. 3. 1 气流对消声器内声衰减规律的影响
- 3. 3. 2 气流再生噪声对消声性能的影响
- 3. 3. 3 气流对消声器空气动力性能的影响
- 3. 4 消声器的设计技术要点
- 3. 4. 1 影响消声器性能的主要因素
- 3. 4. 2 各类消声器的设计技术要点

第4 章 通风空调系统的消声设计

- 4. 1 风机噪声的计算
- 4. 1. 1 风机声功率级的估算
- 4. 1. 2 风机频带声功率级的计算
- 4. 1. 3 轴流风机声功率级估算
- 4. 2 管道系统的噪声自然衰减
- 4. 2. 1 直管道自然衰减
- 4. 2. 2 弯头自然衰减
- 4. 2. 3 三通自然衰减
- 4. 2. 4 变径管自然衰减
- 4. 2. 5 风口末端的反射损失
- 4. 2. 6 房间声衰减
- 4. 3 风管系统的气流再生噪声
- 4. 3. 1 直管道的气流再生噪声
- 4. 3. 2 弯头气流再生噪声
- 4. 3. 3 三通气流再生噪声
- 4. 3. 4 变径管气流再生噪声
- 4. 3. 5 阀门的气流再生噪声
- 4. 3. 6 风口的气流再生噪声
- 4. 4 空调系统的消声设计
- 4. 4. 1 空调用房室内噪声允许标准
- 4. 4. 2 空调系统设备的选择
- 4. 4. 3 合理控制空调系统的气流速度
- 4. 4. 4 消声器的选择与布置
- 4. 5 空调系统消声设计计算实例
- 4. 5. 1 空调系统消声设计计算内容
- 4. 5. 2 空调系统消声设计计算实例

第5章 系列化消声器的设计

- 5. 1 系列化消声器的设计原则
- 5. 2 系列化消声器的设计实例
- 5. 2. 1 T 7 0 1—6 型通风空调系统消声器系列
- 5. 2. 2 Z D L 型通风系统消声器系列
- 5. 2. 3 D Z 型中低压离心风机消声器系列
- 5. 2. 4 Z P 1 0 0 型通风空调系统消声器系列
- 5. 2. 5 Z W B 5 0 / 1 0 0 Z W A 5 0 / 1 0 0 型弯头消声器系列
- 5. 2. 6 Z K S 型通风空调系统消声器系列
- 5. 2. 7 L F S 型消声器系列（I A C 公司）
- 5. 2. 8 I A C 系列消声器
- 5. 2. 9 P 型圆盘式消声器系列
- 5. 2. 1 0 F 型高压离心风机消声器系列
- 5. 2. 1 1 D 型罗茨鼓风机配套消声器系列

参考文献

第8篇 振动控制

第1章 振动控制基本原则

	1. 1	振动的环境影响
	1. 2	振动控制的基本方法
1. 2.	1	振源控制
1. 2.	2	振动传递过程中的控制
1. 2.	3	隔振措施
1. 2.	4	对防振对象采取的振动控制措施
1. 2.	5	其他振动控制方法
	第 2 章	振动危害和容许标准
	2. 1	振动对人的危害或影响
	2. 2	振动对建筑物的危害
	2. 3	振动对精密仪器、设备的影响
	2. 4	振动产生噪声
	2. 5	振动的容许标准
2. 5.	1	对人体振动允许值
2. 5.	2	对建筑物内人体的振动标准
2. 5.	3	我国城市区域环境振动标准
2. 5.	4	精密仪器、设备的允许振动标准
2. 5.	5	对建筑物的允许振动标准
	第 3 章	地面振动衰减
	3. 1	影响地面振动衰减的因素
	3. 2	防振距离
	第 4 章	动力设备的扰力
	4. 1	旋转运动设备
4. 1.	1	风机、水泵和电机的扰力计算
4. 1.	2	金属切削机床的扰力
	4. 2	旋转往复运动设备
4. 2.	1	扰力产生的机理
4. 2.	2	扰力值资料
	4. 3	锻锤
	4. 4	压力机
	第 5 章	隔振设计与实施基本方法
	5. 1	隔振设计资料
	5. 2	隔振方式与设计原则
5. 2.	1	隔振台座的设置
5. 2.	2	隔振方式的选择
5. 2.	3	在考虑隔振方式时, 同时应考虑下列要求
	5. 3	隔振参数选用的步骤
	5. 4	隔振体系的固有频率
5. 4.	1	耦合情况
5. 4.	2	隔振体系的固有频率
	第 6 章	积极隔振
	6. 1	旋转运动和往复运动对设备的积极隔振
6. 1.	1	简谐干扰力作用下隔振台座振幅
6. 1.	2	旋转运动和往复运动设备隔振设计步骤
6. 1.	3	积极隔振工程的简易计算
6. 1.	4	隔振设计举例
	6. 2	建筑设备隔振
6. 2.	1	空调设备的隔振设计
6. 2.	2	管道隔振
	6. 3	锻锤的隔振设计
6. 3.	1	锻锤的隔振计算
6. 3.	2	锻锤隔振基础的设计步骤
6. 3.	3	设计举例 5 t 模锻锤隔振基础设计
6. 3.	4	有关锻锤隔振新理论、新观念介绍
	第 7 章	消极隔振
	7. 1	振源——地面振动特性
	7. 2	消极隔振设计方案

7.	2.	1	支承式
7.	2.	2	悬挂式
		7.	3 支承式消极隔振体系的基本方程
		7.	4 隔振体系计算公式
7.	4.	1	单自由度体系隔振计算
7.	4.	2	体系在正弦波作用下的水平振动计算
		7.	5 消极隔振设计步骤
		7.	6 消极隔振设计举例
		第8章	隔振器材和隔振器
		8.	1 要求与分类
8.	1.	1	一般要求
8.	1.	2	分类
8.	1.	3	设计与选型
		8.	2 钢圆柱螺旋弹簧隔振器
8.	2.	1	弹簧钢材的力学性能
8.	2.	2	钢圆柱螺旋压缩弹簧的计算
		8.	3 橡胶隔振器和橡胶隔振垫
8.	3.	1	橡胶隔振器（垫）设计与选用原则
8.	3.	2	压缩型橡胶隔振器的设计
8.	3.	3	剪切型橡胶隔振器
8.	3.	4	压剪型橡胶隔振器
8.	3.	5	橡胶隔振垫
		8.	4 机床隔振器
		8.	5 全金属钢丝绳隔振器
8.	5.	1	全金属钢丝绳隔振器的特点
8.	5.	2	定型产品的结构与特性
8.	5.	3	钢丝绳隔振器安装方式与特点
		8.	6 空气弹簧
8.	6.	1	空气弹簧的特点
8.	6.	2	空气弹簧的结构与分类
8.	6.	3	空气弹簧的应用
8.	6.	4	部分国产空气弹簧性能简介
		8.	7 海绵隔振垫
8.	7.	1	普通乳胶海绵
8.	7.	2	聚氯乙烯海绵
		8.	8 软木板
8.	8.	1	软木板的力学性能及设计要点
8.	8.	2	设计举例
		8.	9 玻璃纤维
8.	9.	1	玻璃纤维的性能
8.	9.	2	玻璃纤维在隔振工程中应用
		8.	10 弹性吊架
		8.	11 管道补偿软连接装置
8.	11.	1	橡胶软连接管
8.	11.	2	全金属补偿软连接管
8.	11.	3	帆布、塑料类软接管
		第9章	隔振测量与评价
		9.	1 隔振测量的目的和意义
		9.	2 隔振器特性的测量
9.	2.	1	隔振器的静刚度测量
9.	2.	2	隔振器动态特性的测量方法
		9.	3 隔振效果的测量与评价
9.	3.	1	传递率、插入损失和振级落差定义
9.	3.	2	插入损失和振级落差的测量
		参考文献	
第9篇		环境噪声	
		第1章	噪声的评价方法

	1. 1	响度级和响度
	1. 2	噪度和感觉噪声级
	1. 3	A 声级
	1. 4	语言干扰级
	1. 5	噪声评价标准
	1. 6	噪声评价数
	1. 7	D 声级
	1. 8	等效声级
	1. 9	昼夜等效声级
	1. 10	累积分布声级 (统计声级)
	1. 11	交通噪声指数
	1. 12	噪声污染级
	1. 13	有效感觉噪声级
	1. 14	计权等效连续感觉噪声级
	1. 15	噪声与次数指数
	1. 16	复合噪声评价
	1. 17	噪声暴露预报
	第 2 章	环境噪声限值规定
	2. 1	指导性限值
	2. 2	工业噪声
	2. 3	道路交通噪声
	2. 4	铁路噪声
	2. 5	飞机和机场噪声
2. 5. 1		飞机噪声
2. 5. 2		机场噪声
	2. 6	机动车辆噪声限值
	2. 7	工作场所噪声暴露限值
	第 3 章	声屏障的声衰减计算
	3. 1	一般计算方法
3. 1. 1		声屏障声衰减的计算
3. 1. 2		地面衰减的计算
	3. 2	常用的计算方法
3. 2. 1		绕射声衰减 ΔL_d 的计算
3. 2. 2		透射降低量 ΔL_t 的计算
3. 2. 3		反射降低量 ΔL_r 的计算
3. 2. 4		障碍物的声衰减
3. 2. 5		地面声吸收衰减
	第 4 章	噪声环境影响评价
	4. 1	评价目的、意义
	4. 2	噪声环境影响评价工作的程序及评价等级划分
	4. 3	评价方法及步骤
	参考文献	
第 10 篇		噪声与振动有源控制
	第 1 章	概述
	1. 1	有源噪声与振动控制技术的发展历程
1. 1. 1		有源噪声控制的提出与早期发展
1. 1. 2		管道噪声有源控制
1. 1. 3		自适应有源噪声控制
1. 1. 4		有源声控制
1. 1. 5		有源力控制
1. 1. 6		有源振动控制
1. 1. 7		有源声学结构
	1. 2	有源控制系统概述
1. 2. 1		有源控制系统
1. 2. 2		决定控制效果的各种因素
	第 2 章	自由声场有源噪声控制
	2. 1	有源噪声控制的理论基础

2.	1.	1	惠更斯原理及其应用
2.	1.	2	振动结构声辐射的集中参数模型
	2.	2	基于单极子源的自由声场有源控制
2.	2.	1	两单极子的最小声功率
2.	2.	2	基于单极子源阵的自由声场有源控制
2.	2.	3	单极子源阵控制平板声辐射
	2.	3	基于多极子源的自由声场有源控制
2.	3.	1	用多极子源表示单极子源
2.	3.	2	基于声功率最小化的有源控制
	2.	4	自由声场中局部有源静区
2.	4.	1	局部有源静区
2.	4.	2	有源声屏障
			第3章 有界空间声场的有源控制
	3.	1	管道声场的有源控制
3.	1.	1	平面波的有源控制
3.	1.	2	有限长管道中的有源噪声控制
3.	1.	3	管道噪声有源控制物理机制
	3.	2	三维封闭空间中简谐平稳声场的有源控制
3.	2.	1	声势能的最小化
3.	2.	2	低模态密度声场中的次级声源和误差传感器布放规律
	3.	3	误差传感器布放
3.	3.	1	误差传感策略
3.	3.	2	全空间和局部空间有源控制中的虚拟误差传感
			第4章 结构声辐射有源控制
	4.	1	结构声辐射功率的计算
4.	1.	1	基于远场径向声强积分计算声功率
4.	1.	2	基于结构振速空间傅里叶变换计算声功率
4.	1.	3	基于结构振动模态响应计算声功率
4.	1.	4	基于结构表面振速计算声功率
	4.	2	利用声源进行声辐射有源控制
4.	2.	1	利用点声源进行声辐射有源控制
4.	2.	2	利用分布声源进行声辐射有源控制
	4.	3	利用振动输入进行声辐射有源控制
4.	3.	1	一般步骤
4.	3.	2	算例
4.	3.	3	物理机制
	4.	4	误差传感策略及系统优化
4.	4.	1	误差传感策略
4.	4.	2	次级源及误差传感器布放优化
	4.	5	进入封闭空间的透射声有源控制
4.	5.	1	结构 - 声耦合封闭空间中声势能的最小化
4.	5.	2	控制机理与结论
4.	5.	3	封闭空间中双层平板声透射的有源控制
			第5章 有源振动控制
	5.	1	结构模态有源控制
5.	1.	1	有限结构振动动能的有源最小化
5.	1.	2	算例
	5.	2	弯曲波有源控制
5.	2.	1	弯曲波的有源前馈控制
5.	2.	2	弯曲波的有源反馈控制
	5.	3	有源隔振
5.	3.	1	单自由度系统周期振动的有源隔离
5.	3.	2	接收结构振动的有源隔离
5.	3.	3	随机外力激励振动的有源隔离
			第6章 自适应有源控制结构与算法
	6.	1	自适应有源前馈控制
6.	1.	1	滤波 - X LMS 算法及性能

- 6. 1. 2 次级反馈的影响及滤波 - U 算法
 - 6. 1. 3 次级通路建模
 - 6. 2 多通道自适应有源前馈控制
 - 6. 2. 1 多通道滤波 - X L M S 算法及性能分析
 - 6. 2. 2 多通道滤波 - U 算法
 - 6. 3 有源反馈控制系统
 - 6. 3. 1 模拟反馈控制
 - 6. 3. 2 基于内模型控制的自适应反馈有源控制
 - 6. 4 自适应有源控制器的实现
 - 6. 4. 1 外围电路
 - 6. 4. 2 数字信号处理器
- 第 7 章 工程应用实例
- 7. 1 有源控制技术的主要应用方向
 - 7. 1. 1 管道噪声有源控制及有源消声器
 - 7. 1. 2 有源抗噪声耳罩和受话器
 - 7. 1. 3 变压器、电站噪声有源控制
 - 7. 1. 4 车厢内部噪声有源控制
 - 7. 1. 5 飞机、直升机舱室噪声有源控制
 - 7. 1. 6 舰船辐射噪声的有源控制
 - 7. 1. 7 家电辐射噪声的有源控制
 - 7. 1. 8 有源吸声器
 - 7. 1. 9 有源声屏障
 - 7. 1. 1 0 有源减振基座
 - 7. 1. 1 1 声场主动控制
 - 7. 2 管道噪声有源控制
 - 7. 2. 1 离心机风扇噪声的有源控制
 - 7. 2. 2 有源消声器应用于车辆排气噪声的有源控制
 - 7. 3 有源耳机和有源头靠
 - 7. 3. 1 三种有源耳机的性能比较
 - 7. 3. 2 基于虚拟误差传感的有源头靠
 - 7. 4 舱室噪声有源控制
 - 7. 4. 1 螺旋桨飞机舱室有源噪声控制
 - 7. 4. 2 车厢噪声有源控制
 - 7. 5 讨论
 - 7. 5. 1 适合应用有源控制技术的环境
 - 7. 5. 2 进一步的研究

参考文献

第 1 1 篇 声源降噪技术

第 1 章 概述

第 2 章 冷却塔降噪

- 2. 1 B L S 系列冷却塔
- 2. 2 B L S S 系列冷却塔
- 2. 3 B L S S S 系列静音型冷却塔
- 2. 4 F B L S S S 系列方形逆流式静音型冷却塔
- 2. 5 D B N L 3 系列逆流式冷却塔
- 2. 6 C D B N L 3 系列逆流式冷却塔
- 2. 7 D B H Z 系列横流式冷却塔
- 2. 8 C D B H Z 系列组装横流式玻璃钢冷却塔

第 3 章 轴流风机降噪

- 3. 1 D Z 系列轴流风机
- 3. 2 B Y G 型高效率低噪声可调式轴流通风机
- 3. 3 d Z B Y 系列隔爆低噪声轴流通风机
- 3. 4 D Q 3 5 — 1 1 系列轴流通风机
- 3. 5 S F 系列节能低噪声轴流风机
- 3. 6 J T — L Z 系列冷却塔专用风机

第 4 章 离心风机降噪

- 4. 1 1 1 - 6 2 - 0 2 系列离心风机

- 4. 2 ZDT9型单进风轴向可变低噪声离心通风机
- 4. 3 DT9型多翼式离心通风机
- 第5章 DF3-90-1A系列玻璃钢屋顶通风机降噪
- 第6章 锅炉鼓风机引风机降噪
 - 6. 1 G6-41系列锅炉鼓风机和Y6-41系列锅炉引风机
 - 6. 2 G4-59和G6-54型锅炉鼓风机
- 第7章 混流式通风机降噪
 - 7. 1 SWF系列高效低噪声混流式通风机
 - 7. 2 HL3-3A系列节能型混流式通风机
- 第8章 罗茨鼓风机降噪
 - 8. 1 3LWD型高效节能低噪声三叶罗茨鼓风机
 - 8. 2 SSR型低噪声三叶罗茨鼓风机
- 第9章 空压机降噪
- 第10章 木工机械降噪
 - 10. 1 MB504B型木工平刨
 - 10. 2 MJ104-B型木工圆锯机
- 第11章 MT05-450型切面机降噪
- 第12章 DZG系列滚筒机（球磨机）降噪
- 第13章 小型电动机降噪
 - 1. 3. 1 YDFW系列三相异步风机电动机
 - 1. 3. 2 YYWD型外转子单相三速异步电动机

参考文献

第12篇 噪声控制工程实例

- 第1章 通风系统的噪声控制实例
 - 1. 1 实例1 微穿孔板消声器在通风空调系统中的应用
 - 1. 2 实例2 通风系统有调噪声消除
 - 1. 3 实例3 计算机世界新址空调系统噪声控制
 - 1. 4 实例4 上海第九丝织厂空调风机噪声治理
- 第2章 热泵机组噪声治理实例
 - 2. 1 热泵机组噪声源特性
 - 2. 2 热泵机组噪声控制要点
 - 2. 2. 1 风机消声
 - 2. 2. 2 压缩机隔声处理
 - 2. 2. 3 隔声吸声消声装置
 - 2. 2. 4 隔振
 - 2. 3 热泵机组噪声控制实例
 - 2. 3. 1 实例1 保龄球馆热泵机组噪声治理
 - 2. 3. 2 实例2 购物中心热泵机组噪声治理
 - 2. 3. 3 实例3 热泵机组隔声间和隔声棚
 - 2. 3. 4 实例4 上海假日别墅冷热源机组噪声治理
 - 2. 3. 5 实例5 风冷机组噪声控制工程
- 第3章 冷却塔噪声控制实例
 - 3. 1 冷却塔噪声控制措施
 - 3. 2 冷却塔噪声控制实例
 - 3. 2. 1 实例1 上海金山石化有线电视台冷却塔噪声治理
 - 3. 2. 2 实例2 新菱SC-175冷却塔噪声治理
 - 3. 2. 3 实例3 龙都宾馆150t（吨）冷却塔噪声控制
- 第4章 发电机房噪声控制实例
 - 4. 1 发电机组主要噪声源
 - 4. 1. 1 排气噪声
 - 4. 1. 2 进气噪声
 - 4. 1. 3 风扇噪声
 - 4. 1. 4 燃烧噪声
 - 4. 1. 5 机械噪声
 - 4. 1. 6 电磁噪声
 - 4. 2 发电机组噪声治理要点
 - 4. 2. 1 降低内燃机进排气噪声

4. 2. 2	降低冷却风扇噪声
4. 2. 3	降低发电机组机械噪声、燃烧噪声和电磁噪声
4. 3	发电机组噪声控制实例
4. 3. 1	实例 1 大功率柴油发电机组进气噪声控制
4. 3. 2	实例 2 1 2 5 0 k W柴油发电机组噪声治理
4. 3. 3	实例 3 1 2 0 k W柴油发电机房噪声控制
第 5 章 锅炉房噪声控制与节能实例	
5. 1	锅炉房噪声源
5. 2	锅炉房特点
5. 3	治理措施
5. 4	噪声控制实例
5. 4. 1	实例 1 锅炉房噪声综合治理
5. 4. 2	实例 2 鼓引风机隔声罩独立通风降噪
5. 4. 3	实例 3 鼓引风机隔声罩连通散热节能降噪
5. 4. 4	实例 4 负压式冷却通风节能降噪
5. 4. 5	实例 5 引射式通风降温降噪
5. 4. 6	实例 6 移动式消声器降低燃油锅炉噪声
5. 4. 7	实例 7 圆筒式消声器降低燃油锅炉噪声
5. 4. 8	实例 8 可移动消声隔声箱治理燃油锅炉噪声
第 6 章 风机噪声控制实例	
6. 1	实例 1 回转鼓风机噪声控制
6. 2	实例 2 冻铁厂球团车间鼓风机噪声控制
6. 3	实例 3 排风机振动与噪声综合治理
第 7 章 空气压缩机房噪声控制实例	
7. 1	噪声源
7. 1. 1	进气噪声
7. 1. 2	排气、管道和储气罐噪声
7. 1. 3	排气放空和阀门噪声
7. 1. 4	机体噪声
7. 1. 5	驱动机构噪声
7. 2	空气压缩机噪声控制途径
7. 3	噪声控制实例
7. 3. 1	实例 1 制药厂空压机站噪声治理
7. 3. 2	实例 2 用通风散热隔声结构降低空压机房噪声
7. 3. 3	实例 3 新建 (1 6 0 m ³ / m i n) 空压站噪声控制
第 8 章 热力站水泵房振动噪声控制实例	
8. 1	实例 1 热力站振动与噪声治理
8. 2	实例 2 水泵噪声与振动治理
第 9 章 几种隔声屏障的应用	
9. 1	隔声屏障的作用及特点
9. 2	隔声屏障分类
9. 2. 1	按应用场所不同分类
9. 2. 2	按结构形式不同分类
9. 2. 3	按材质不同分类
9. 2. 4	按声学原理分类
9. 3	隔声屏障的材质结构和声学性能
9. 4	隔声屏障的应用实例
9. 4. 1	实例 1 苏州桥隔声屏障的设计与实施
9. 4. 2	实例 2 室内声屏障的应用
9. 4. 3	实例 3 发电厂噪声控制
第 1 0 章 印刷行业噪声墨雾控制	
1 0. 1	印刷行业噪声概况
1 0. 1. 1	打版机噪声
1 0. 1. 2	轮转印刷机噪声
1 0. 2	噪声控制实例
1 0. 2. 1	实例 1 轮转印刷机车间噪声控制方法
1 0. 2. 2	实例 2 轮转印刷机噪声、飞墨、高温综合治理

- 1 0. 2. 3 实例3 打版机噪声控制
- 1 0. 2. 4 实例4 磨板房噪声控制
 - 第1 1 章 混凝土振动台噪声治理实例
 - 1 1. 1 实例1 铁道兵某厂混凝土轨枕制造车间噪声治理
 - 1 1. 2 实例2 北京第一构件厂混凝土短向圆孔板振动成形噪声控制
 - 第1 2 章 飞机发动机试车台噪声控制实例
 - 1 2. 1 垂直进气消声板
 - 1 2. 2 导流片
 - 1 2. 3 水平进气消声板
 - 1 2. 4 引射筒间消声板
 - 1 2. 5 排气塔墙面消声板
 - 1 2. 6 排气塔消声筒
- 第1 3 篇 噪声与振动控制设备
 - 第1 章 概述
 - 第2 章 消声器
 - 2. 1 消声器概述
 - 2. 2 中低压离心通风机消声器
 - 2. 2. 1 Z P 1 0 0 型消声器系列
 - 2. 2. 2 Z P 2 0 0 型消声器系列
 - 2. 2. 3 Z P 3 0 0 型片式消声器
 - 2. 2. 4 T 7 0 1—6 型通风空调风机配套消声器系列
 - 2. 2. 5 Z D L 型中低压离心通风机消声器系列
 - 2. 2. 6 Z 0 2 型中低压离心风机消声器系列
 - 2. 2. 7 K Z Y 型双层阻性消声器
 - 2. 3 高压离心通风机消声器
 - 2. 3. 1 F 型高压离心通风机消声器系列
 - 2. 3. 2 Z 0 3 型中高压离心风机消声器系列
 - 2. 4 罗茨鼓风机消声器
 - 2. 4. 1 D 型罗茨鼓风机配套消声器系列
 - 2. 4. 2 Y H Z 型罗茨鼓风机消声器
 - 2. 5 轴流风机消声器
 - 2. 6 纳普 (N A P) 通风用 D、H 系列消声器
 - 2. 7 中雅 I A C 系列消声器
 - 2. 8 盘式消声器
 - 2. 9 消声弯头
 - 2. 9. 1 Z W B 5 0 / 1 0 0 和 Z W A 5 0 / 1 0 0 型弯头消声器系列
 - 2. 9. 2 V K T 2 2 型消声弯头
 - 2. 1 0 微穿孔板消声器
 - 2. 1 0. 1 微穿孔板消声器简介
 - 2. 1 0. 2 W G 型微穿孔板管式消声器系列
 - 2. 1 0. 3 W X 型微孔板消声器
 - 2. 1 0. 4 微穿孔板消声弯头
 - 2. 1 1 空压机消声器
 - 2. 1 1. 1 空压机及其噪声简介
 - 2. 1 1. 2 K 型空压机消声器系列
 - 2. 1 1. 3 X L 型空压机消声器
 - 2. 1 1. 4 Z K S G 型组合式空气消声过滤器
 - 2. 1 1. 5 X W—0 5 型空压机微穿孔板消声器系列
 - 2. 1 2 排气喷流消声器
 - 2. 1 2. 1 排气喷流噪声简介
 - 2. 1 2. 2 K X—P 型排气消声器系列和 K X—A 型安全阀消声器系列
 - 2. 1 2. 3 M M 型小孔排气消声器系列
 - 2. 1 3 柴油机排气消声器
 - 2. 1 3. 1 柴油机排气噪声简介
 - 2. 1 3. 2 1 9 5 柴油机排气消声器
 - 2. 1 3. 3 汽车、拖拉机、摩托车消声器
 - 2. 1 3. 4 J X 型节油型汽车排气净化消声器

2. 1 4	电动机消声器
2. 1 5	其他消声器
2. 1 5. 1	蒸汽加热消声器
2. 1 5. 2	Q X型气动元件聚乙烯微孔排气消声器
第3章	吸声材料与吸声结构的应用
3. 1	吸声降噪简介
3. 2	吸声材料和吸声结构种类
3. 3	常用的多孔性吸声材料性能
3. 3. 1	防潮离心玻璃棉
3. 3. 2	岩棉
3. 3. 3	玻璃棉
3. 3. 4	矿棉
3. 3. 5	阻燃聚氨酯声学泡沫塑料
3. 3. 6	纺织废纤维
3. 3. 7	吸声泡沫玻璃
3. 4	常用的模压吸声板性能
3. 4. 1	矿棉吸声板
3. 4. 2	膨胀珍珠岩装饰吸声板
3. 4. 3	珍珠岩穿孔复合吸声板
3. 4. 4	软质纤维板
3. 4. 5	木丝板及其他材料压合板
3. 5	常用的薄板振动吸声结构性能
3. 6	常用的穿孔板吸声结构性能
3. 6. 1	普通穿孔板吸声结构
3. 6. 2	微穿孔板吸声结构
3. 7	产品化吸声结构
3. 7. 1	产品化吸声结构简介
3. 7. 2	龙牌岩棉空间吸声体
3. 7. 3	K X—B型板状空间吸声体
3. 7. 4	吸声尖劈
3. 7. 5	离心玻璃棉板空间吸声体
3. 7. 6	H A吸声板
3. 7. 7	金属穿孔饰面板
3. 7. 8	G H P系列金属活动顶棚与隔墙
3. 7. 9	中雅系列吸声板
3. 7. 1 0	永久型阻燃吸声装饰织物
3. 7. 1 1	石膏纤维装饰吸声板
第4章	隔声材料与隔声构件的应用
4. 1	隔声降噪简介
4. 2	隔声构件选用
4. 3	隔声板材
4. 3. 1	F C板
4. 3. 2	P C板
4. 3. 3	W J板
4. 3. 4	彩钢夹芯板
4. 4	金属复合隔声板
4. 4. 1	C H型活动隔声板
4. 4. 2	8 2—1型隔声板
4. 5	隔声罩
4. 5. 1	组装式轻型钢质隔声罩
4. 5. 2	B H B型风机隔声罩
4. 5. 3	S Z E 8 5—2型大电动机系列隔声罩
4. 5. 4	F Z系列多层复合结构隔声罩
4. 5. 5	Z K 4型消声隔音箱
4. 5. 6	S H Z—G Z型隔声罩系列
4. 5. 7	中雅系列工业用隔声罩
4. 6	隔声室

- 4. 6. 1 S H S—G S型组装式隔声室系列
- 4. 6. 2 C H型组装式轻型隔声室
- 4. 6. 3 高速冲床隔声室
- 4. 6. 4 装配式球磨机隔声室
- 4. 6. 5 H B E—G型系列隔声室
- 4. 6. 6 中雅系列广播电视、医学、艺术用隔声室
- 4. 7 隔声屏障（简称声屏障）
- 4. 7. 1 G P系列隔声屏障
- 4. 7. 2 F Z P型防噪声屏系列
- 4. 7. 3 G Y B型声屏障
- 4. 7. 4 S H P—W型微穿孔吸声屏障
- 4. 7. 5 纳普隔声屏障（S O U N D S N A P）
- 4. 7. 6 中雅系列声屏障
- 4. 8 隔声门
- 4. 8. 1 S H M—G M型轻质高效装饰隔声门系列
- 4. 8. 2 A T D—3 0型钢质隔声平开门
- 4. 8. 3 S H M—J 6 4 9型全国通用隔声门系列
- 4. 8. 4 S K系列隔声门
- 4. 8. 5 纳普（N A P）公司D Y N A隔声门
- 4. 8. 6 G M型耐高温隔声门
- 4. 8. 7 中雅系列隔声门
- 4. 9 隔声窗
- 4. 9. 1 S K系列隔声窗
- 4. 9. 2 通风隔声窗
- 4. 9. 3 中雅系列隔声窗
- 4. 9. 4 消声通风百叶窗——I A C系列声学百叶
- 4. 1 0 其他隔声结构
- 4. 1 0. 1 测听室和电话亭
- 4. 1 0. 2 装配式消声室
- 4. 1 0. 3 船用机舱恒温隔声操纵室
- 4. 1 0. 4 钢球磨煤机（球磨机）隔声套

第5章 隔振与阻尼减振

- 5. 1 概述
- 5. 2 隔振器分类
- 5. 3 隔振器的选用
- 5. 4 金属弹簧隔振器
- 5. 4. 1 S T型阻尼弹簧隔振器
- 5. 4. 2 Z T系列阻尼弹簧隔振器
- 5. 4. 3 Z T G型系列阻尼弹簧隔振器
- 5. 4. 4 D Z T G系列大载荷阻尼弹簧隔振器
- 5. 5 橡胶隔振器
- 5. 5. 1 J G型橡胶隔振器
- 5. 5. 2 B E型橡胶隔振器
- 5. 5. 3 D J系列隔振器
- 5. 5. 4 Z A系列隔振器
- 5. 6 金属丝网隔振器
- 5. 7 专用设备隔振器
- 5. 7. 1 J Z Q型系列机床隔振器
- 5. 7. 2 I 型冲床隔振器
- 5. 8 弹性吊钩
- 5. 8. 1 V H型隔振弹性吊钩
- 5. 8. 2 T D系列弹性吊架
- 5. 9 橡胶隔振垫
- 5. 9. 1 J D型橡胶隔振垫
- 5. 9. 2 S T B - 1型橡胶隔振垫
- 5. 9. 3 G D系列橡胶隔振垫
- 5. 1 0 软木、毛毡、玻璃纤维及矿棉等隔振材料

- 5. 1 0. 1 软木
- 5. 1 0. 2 毛毡
- 5. 1 0. 3 玻璃纤维毡与矿棉毡
- 5. 1 1 柔性接管
- 5. 1 1. 1 可曲挠橡胶接头
- 5. 1 1. 2 橡胶挠性波形偏心（同心）异径管道接头（异径软接头）
- 5. 1 1. 3 S u 6 型橡胶补偿接管
- 5. 1 1. 4 不锈钢波纹膨胀节
- 5. 1 1. 5 S R 型金属软管（不锈钢波纹管）
- 5. 1 2 阻尼减振
- 5. 1 2. 1 3 0 系列和 9 0 系列阻尼板材
- 5. 1 2. 2 N Y J 系列阻尼板材
- 5. 1 2. 3 其他阻尼材料
- 5. 1 2. 4 阻尼涂料

参考文献

索引

附录页