

吕玉恒 丁福楣 王庭佛 编

# 噪声与振动控制设备 选用手册

机械工业出版社

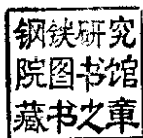
TB 53-62

L 93 0.1

# 噪声与振动控制设备 选用手册

吕玉恒 丁福楣 王庭佛 编

G704/116



机械工业出版社

211642

本手册主要介绍我国目前所生产的噪声与振动控制设备、装置、仪器等的名称、型号、技术规格、选用原则、安装要求、生产单位、参考价格等，较系统地反映了我国噪声与振动控制技术装备的基本情况（这些设备装置广泛应用于机械、化工、轻工、食品、医药、冶金等工矿企业，国家机关、高级宾馆、体育中心、民用建筑等部门）。本手册简要阐述了各类噪声源和振动源的特点，提出了选用不同控制设备的要求与方法，给出了估算公式和实验数据，为一本综合性工具书。内容包括消声、吸声、隔声、隔振与阻尼、个人防护、声振测量仪器、低噪声产品等七章，能满足设计选型、施工安装、设备配套等需要。

本手册可供噪声与振动控制科研设计人员，环境保护、劳动保护、安全技术、基本建设等部门的工程技术人员以及有关专业师生使用、参考。

## 噪声与振动控制设备选用手册

吕玉恒 丁福楙 王庭佛 编

\*

责任编辑：方婉莹

封面设计：方芬

\*

机械工业出版社出版（北京阜成门内大街25号）

（北京市书刊出版业营业登记证出字第117号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

\*

开本  $850 \times 1168^{1/32}$  · 印张  $19^{3/4}$  · 字数 518 千字  
1983年7月北京第一版·1983年7月北京第一次印刷

印数 0,001—9,200 · 定价：6.00元

\*

ISBN 7-111-00545-7/TH·90

## 前 言

随着工业的发展和环境保护、劳动保护科学技术的进步，噪声与振动的危害不仅被人们所认识，而且已在设法进行控制。积极的控制办法是在噪声源和振动源上采取措施，生产低噪声产品。但由于受技术、经济、使用等条件的限制，制造新的低噪声设备可能在一段时间内尚有困难，因此，当前多数情况是对噪声与振动污染的场所或对现有较高噪声的设备，在其传播途径上和接受者身上采取消极的办法，加以综合治理。无论是积极控制，还是消极控制，最终都要以选用或加工制造合适的设备来实现。目前，国内生产噪声与振动控制设备的单位有二百余家，产品上千种。根据控制对象的不同，正确选用这些设备，才能达到效率高、效果好、经济合理的目的。

本手册主要取材于国内噪声与振动控制设备生产单位较成熟的设备、装置、仪器等的产品样本资料以及有关书刊，是一本综合性工具书。主要内容包括消声器、吸声降噪、隔声构件、隔振与阻尼减振、个人防护、声振测量仪器、低噪声产品等；为查阅方便，附录一中列出了国内噪声与振动控制设备生产单位名称、地址、主要产品；附录二列出了国内有关声学标准名称。

本手册由吕玉恒（第一、二、五、六、七章及附录）、丁福楣（第三章）、王庭佛（第四章）编写，吕玉恒主编。

在本手册编写过程中，得到了中国科学院声学研究所马大猷教授、太原工业大学陈绎勤教授的指导；并请华东建筑设计院章奎生高级工程师（第一章）、同济大学王季卿教授（第二、五、六章）、上海交通大学张重超教授（第三、七章）和严济宽教授（第四章）审阅，各有关厂提供了资料、照片，中国船舶工业总公司第九设计研究院的领导和有关同志给予支持，在此一并致

谢。

由于编者水平有限，错误之处在所难免，希望读者批评指正，以便今后修订提高。

编者

1987年12月

# 目 录

第一章 消声器	1
一、消声器的分类及选用原则	1
1. 概述	1
2. 对消声器的要求	1
3. 对消声器的评价方法	2
4. 消声器的分类	4
5. 消声器的选用与安装	8
二、风机消声器	12
1. 风机及其噪声简介	12
2. 通风空调消声器	15
3. 高压离心通风机消声器	42
4. 罗茨鼓风机消声器	59
5. 锅炉鼓风机消声器	75
6. 轴流风机消声器	79
7. 盘式消声器	86
8. 微穿孔板消声器	93
三、空压机消声器	103
1. 空压机及其噪声简介	103
2. K型空压机消声器系列	105
3. KYJ型空压机进气消声器系列	108
4. KYX型空压机进排气消声器系列	108
5. RCM型空压机消声器	110
6. XL型空压机消声器	111
7. NR-82型空压机消声器系列	114
8. ZKSG型组合式空气消声过滤器	114
9. XW-05型空压机微穿孔板消声器系列	119
四、排气喷流消声器	123
1. 消声机理与结构简介	123

## VI

2. KX-P型消声器系列 .....	124
3. ZK-V型排气放空消声器系列 .....	125
4. GUP型排气放空消声器 .....	126
5. B型排气消声器 .....	126
6. PX型排气放空消声器系列 .....	130
7. CS-B型多孔陶瓷消声器 .....	130
五、柴油机排气消声器 .....	133
1. 消声机理与结构简介 .....	133
2. C型柴油机排气消声器系列 .....	134
3. CPX型柴油机排气消声器 .....	135
4. 195柴油机排气消声器 .....	135
5. 汽车和拖拉机消声器 .....	136
六、电机消声器 .....	140
1. 电机配套消声系列 .....	140
2. DG型电机隔声罩 .....	144
3. T型电机消声器 .....	146
4. 电机散热消声筒 .....	146
七、消声弯头 .....	147
1. CB型矩形消声弯头系列 .....	148
2. V型弯头消声器 .....	149
3. XW型消声弯头系列 .....	150
4. W型弯头消声器系列 .....	150
八、其它消声器 .....	152
1. 蒸汽加热消声器 .....	152
2. 风磨轮消声装置 .....	154
3. 其它消声装置 .....	154
4. 消声道、消声坑、消声窗、消声塔等 .....	155
第二章 吸声降噪 .....	156
一、吸声降噪机理及吸声结构选用原则 .....	156
1. 吸声降噪效果 .....	156
2. 吸声性能评价 .....	156
3. 吸声材料和吸声结构的分类及吸声机理 .....	158

4. 吸声降噪选用原则	159
二、多孔性吸声材料	161
1. 影响多孔性吸声材料吸声性能的几个因素	161
2. 玻璃棉	163
3. 岩棉	164
4. 矿渣棉	169
5. 泡沫塑料	171
6. 纺织废纤维	174
7. 模压纤维板	174
三、薄板振动吸声结构	184
四、穿孔板吸声结构	187
1. 普通穿孔板吸声结构	187
2. 微穿孔板吸声结构	189
3. 微孔玻璃布吸声结构	192
4. 微孔波形纸板吸声结构	193
五、特殊吸声结构	196
1. ZK-1型系列吸声体	198
2. KX-B型板状空间吸声体	199
3. 浮云式空间吸声体	199
4. 吸声体悬挂要求	202
5. 吸声尖劈	202
6. 薄型塑料盒式吸声体	204
7. 纸蜂窝吸声体	212
8. 陶土吸声砖	213
9. 高温和常温颗粒吸声砖	215
六、饰面板	216
1. 金属穿孔饰面板	217
2. 硬质木纤维穿孔饰面板	217
3. 钙塑泡沫装饰板	219
4. 石膏纤维装饰吸声板	222
七、装饰吸声板顶棚龙骨	234
八、常用建筑材料吸声性能	235



第三章 隔声构件 .....	242
一、隔声构件的分类及评价方法 .....	242
1. 透射系数 .....	242
2. 隔声量 .....	243
3. 平均隔声量 .....	243
4. 隔声指数 .....	243
5. 插入损失 .....	244
二、影响隔声性能的几个因素 .....	245
1. 入射声波的频率特性 .....	245
2. 隔声构件的质量 .....	247
3. 阻尼涂层和吸声材料 .....	251
4. 孔、洞、漏缝与声桥 .....	251
5. 隔声构件上的门与窗 .....	252
6. 声屏障 .....	254
三、隔声构件选用原则及“需要隔声量”的确定 .....	255
1. 隔声型式的选择 .....	255
2. 隔声构件的选用原则 .....	256
3. 隔声结构“需要隔声量”的确定 .....	258
四、常用隔声材料和隔声结构实测隔声性能 .....	265
1. 噪声控制工程中常用隔声材料和隔声结构的隔声量 .....	265
2. 噪声控制工程中典型的隔声材料和隔声结构的 隔声特性曲线 .....	270
五、隔声构件产品选用 .....	300
1. 隔声板 .....	300
2. 隔声室 .....	305
3. 隔声罩 .....	314
4. 隔声屏 .....	323
5. 隔声门 .....	325
6. 隔声窗 .....	328
7. 其它隔声结构 .....	333
第四章 隔振与阻尼减振 .....	335
一、简单的隔振原理、阻尼减振原理及机械设备的隔振方法 .....	335

1. 积极隔振与消极隔振	335
2. 振动传递率与隔振效率	335
3. 隔振系统中控制振动的三个基本因素	340
4. 冲击隔离	340
5. 阻尼减振	343
6. 机械设备振动隔离设计要点	346
7. 常用机械设备的隔振示例	354
二、隔振器、隔振元件与隔振材料的分类及主要性能	358
1. 隔振器	358
2. 隔振垫	363
3. 管道柔性接管	366
4. 其它隔振元件	368
5. 隔振元件的选择	368
三、隔振器、隔振元件与隔振材料的选用	370
1. 金属螺旋弹簧隔振器	370
2. 橡胶隔振器	395
3. 金属丝网隔振器	417
4. 专用设备隔振器	417
5. 弹性吊钩	421
6. 油阻尼器	426
7. 橡胶隔振垫	428
8. 软木、毛毡、玻璃纤维及矿棉等隔振材料	435
9. 柔性接管	437
四、阻尼减振	450
1. 阻尼板材	452
2. 阻尼涂料	469
第五章 个人防护	478
一、耳塞	478
1. 82型耳塞	480
2. TFZF-2型耳塞	481
3. 耳研-5型耳塞	481
4. 其它型耳塞	481

二、耳罩 .....	483
三、头盔 .....	483
第六章 声学 and 振动测量仪器 .....	487
一、声级计 .....	487
二、滤波器 .....	508
1. 噪声频谱分析用滤波器 .....	508
2. 振动、冲击频谱分析用滤波器 .....	518
三、放大器 .....	518
1. FDC-2A型传声放大器 .....	518
2. NF5型测量放大器 .....	519
3. FDS-4型功率放大器 .....	520
4. FDS-5型功率放大器 .....	521
5. QW型低噪声测量放大器 .....	521
6. GCF-6B型六线工程测振放大器 .....	522
7. GF-10型功率放大器 .....	522
8. GF-100型晶体管功率放大器 .....	523
9. GP-300型功率放大器 .....	523
10. ED3860型功率放大器 .....	524
11. 低频功率放大器 .....	524
12. YJF-1型应力加速度测量放大器 .....	524
13. DHF型电荷放大器 .....	526
14. FDH型电荷放大器 .....	526
15. DDF型电荷放大器 .....	526
16. JF-1型积分放大器 .....	530
四、拾振器与激振器 .....	531
1. CD系列磁电式传感器 .....	531
2. YD系列压电式加速度计 .....	532
3. 压电传感器 .....	532
4. 激振器 .....	532
5. JX-1型加速度校准仪 .....	538
五、频率分析仪 .....	538
1. BP-28型低频频谱分析仪 .....	539

2. ED4010型低频频谱分析仪 .....	540
3. ED4011型低频频谱分析仪 .....	541
4. ED4070型双通道数字式低频频谱分析仪(FFT) .....	541
5. SFY-1型数字信号分析仪 .....	541
6. JSPF-2型数字式频率分析仪 .....	542
7. CF-1型传递函数分析仪 .....	543
8. CHFZ-1型传递函数分析装置 .....	543
9. MT-401型四通道通用 FFT 信号分析仪 .....	544
10. BX31型数字式相位计 .....	545
11. ZDTX-1型数字终端显示器 .....	546
12. NT1C 型选频器 .....	546
13. BD-1型动平衡测试分析仪 .....	547
14. BP6A 型声频频谱记录仪 .....	547
15. PF-1型频率分析仪 .....	549
六、信号发生器 .....	549
1. XFS-9B 型声频信号发生器 .....	549
2. NX5型信号发生器 .....	550
3. UZ3型白噪声信号发生器 .....	551
4. XFD-7A 型低频信号发生器 .....	552
5. ED1021型低频讯号发生器 .....	552
6. SF-2 型扫描信号发生器 .....	552
七、测振仪 .....	553
1. GZ 型测振仪 .....	554
2. NC1型振动测量仪 .....	556
3. YE5935型多点测振仪 .....	556
4. ZHI 型 (原YE5930型) 公害振级计 .....	557
5. DZ-80型振动测量仪 .....	558
6. CZC-2型 (原YE5940型) 振动冲击测试仪 .....	559
7. STY-1型速度、加速度测试仪 .....	560
8. DD3型抖动测量仪 .....	560
9. DD4型抖动测量仪 .....	561
10. CJ1型冲击测量仪 .....	561

11. MVC-2型机械振动烈度监控仪	561
12. YE5940 T1型冲击振动试验台监测仪	562
13. NX4型振动自动控制仪	563
八、记录仪	564
九、标准噪声源	569
1. ARSS-2型标准噪声源	569
2. DYSR-2型电动扬声器式标准噪声源	570
3. 标准精密打击器	571
第七章 低噪声产品	573
一、低噪声风机	573
1. DZ系列低噪声轴流风机	573
2. SF系列节能低噪声轴流风机	578
3. JD系列节能低噪声通风机	580
4. JDM-5.6型节能低噪声高温岗位通风机	581
5. DF3.5系列低噪声离心通风机	584
6. DBF3.5型低噪声变风量离心通风机	585
7. T6型低噪声离心通风机	587
8. DFZ系列低噪声纺织空调轴流风机	587
二、低噪声冷却塔	588
1. BLS系列低噪声冷却塔	588
2. ZLS型低噪声直角正交水冷却器	590
三、低噪声柜式空调机	591
四、低噪声空压机	596
五、低噪声吸尘机	597
六、低噪声木工机床	597
1. MJ104-1型低噪声木工圆锯机	598
2. MB106-1型低噪声木工压刨床	598
3. MB504B型低噪声木工平刨	599
七、低噪声鞋钉机	600
附录	601
附录一 国内噪声与振动控制设备(材料)生产单位一览表	601
附录二 已颁布的有关声学方面的国家标准名称	615
参考文献	616

# 第一章 消 声 器

## 一、消声器的分类及选用原则

### 1. 概述

空气动力性噪声是一种最常见的噪声污染源，从喷气式飞机、火箭、宇宙飞船，直到气动工具、通风空调、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的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。不是所有的噪声源装上消声器就可以降低其噪声。

几十年来，国内外对消声器做了大量的理论与实践的研究工作，特别是近十年来，随着环境保护科学和噪声控制技术的发展，不少国家已研制和应用了各种类型的系列化消声器，并建立了专门的生产消声器的工厂或车间。我国研究、设计、制造各类消声器的单位也日益增多，采用消声器控制空气动力设备的噪声污染，得到了广泛的应用。据统计，目前全国有 200 多个噪声与振动控制设备生产单位，其中 60~70% 都生产消声器，其型号达几百种。由于消声器定型化、系列化、标准化工作进展赶不上生产发展的需要，在消声器研制过程中各自的出发点也不同，以致使国产消声器系列繁多，型号各异，不利于用户选配和使用。因此，较详细地介绍各类消声器的用途、性能、特点、选用原则、注意事项等，对于正确选用消声器是十分必要的。

### 2. 对消声器的要求

一个好的消声器应满足下列四项基本要求：

(1) 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、压力等工作环境下，在所要求的频带范围内，有足够大的消声量；

(2) 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，即安装消声器后所增加的压力损失或功率损耗要控制在实际允许的范围内。气流通过消声器时所产生的气流噪声要低；

(3) 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、安装和维修；

(4) 经济要求 消声器要价格便宜，使用寿命长。

这四项要求缺一不可，既互相联系，又相互制约。当然，根据实际情况可以有所侧重，但不可偏废。

### 3. 对消声器的评价方法

这里应首先说明的是，消声器的消声量是评价其声学性能好坏的重要指标。但是，测量方法不同，所得消声量也不同。当消声器内没有气流通过而仅有声音通过时，测得的消声量称为静态消声量；当有声音和气流同时通过消声器时，测得的消声量称为动态消声量。消声器测量方法国家标准正在编制，目前一般用四种方法来表征消声器的消声性能。

(1) 传递损失( $L_{TL}$ ) 入射于消声器前声功率 $W_1$ 与透过消声器后声功率 $W_2$ 之比的常用对数乘以10，其关系式如下：

$$L_{TL} = 10 \lg \frac{W_1}{W_2} = L_{W_1} - L_{W_2} \quad (\text{dB}) \quad (1-1)$$

式中  $L_{W_1}$ ——消声器入口处声功率级(dB)；

$L_{W_2}$ ——消声器出口处声功率级(dB)。

由于声功率级不能直接测得，一般是通过测量声压级值来计算声功率级和传递损失。

(2) 插入损失( $L_{IL}$ ) 在系统中插入消声器前后，在系统外某定点测得的平均声压级差，其关系式为：

$$L_{IL} = L_{P_1} - L_{P_2} \quad (\text{dB}) \quad (1-2)$$

式中  $L_{P_1}$ ——系统未插入消声器前某定点测量的声压级(dB);  
 $L_{P_2}$ ——系统插入消声器后某定点测量的声压级(dB)。

插入损失是工矿企业现场测量消声器消声量最常用的方法,为保持消声器安装前后出口噪声辐射条件基本相同,以及保持测点与噪声辐射的距离基本相同,可在系统中加装与消声器等长度空管,又称替代管。有时因受现场条件限制,亦可不加等长空管,而只是在相对定点进行测量。这种现场插入损失的测量,不仅受环境噪声影响,而且也有距离衰减的影响,测量结果应进行修正。

(3) 减噪量( $L_{NR}$ ) 在消声器进口端面测得的平均声压级与出口端面测得的平均声压级之差,其关系式如下:

$$L_{NR} = \bar{L}_{P_1} - \bar{L}_{P_2} \quad (\text{dB}) \quad (1-3)$$

式中  $\bar{L}_{P_1}$ ——消声器进口端平均声压级(dB);

$\bar{L}_{P_2}$ ——消声器出口端平均声压级(dB)。

这种测量方法易受环境噪声影响,测量误差较大。现场测量用的较少,有时用于消声器台架测量分析。

(4) 衰减量( $L_A$ ) 消声器内部两点间的声压级的差值称为衰减量,主要用来描述消声器内声传播的特性,通常以消声器单位长度的声衰减量(dB/m)来表征。

有时为了定量地分析比较某些消声器的性能,给出一些其它的评价指标。例如,消声指数,它是单位当量长度、单位当量横断面积的消声量,即参考体积的消声量。

上述几种评价方法中,传递损失、衰减量是属于消声器本身的特性,它受声源与环境影响较小(不包括气流速度的影响)。而插入损失、减噪量不单是消声器本身的特性,它还受声源端点反射以及测量环境的影响。因此,在给出消声器消声效果(即消声量)的时候,一定要注明是采用何种测量方法、在何种环境下测得的。

目前,一般采用静态消声量来表示消声器的消声效果。因为静态消声量是一个定值,而动态消声量则受气流速度的影响,是



个不定值，故评价指标以用静态消声量为宜。当声源经静态消声后的剩余声级（简称静态出口声级）大于消声器气流噪声级时，消声器的动态、静态消声量基本一致，不受气流的影响；当消声器静态出口声级低于消声器气流噪声级时，则消声器的动态消声量低于静态消声量，其差值随流速的增加而增大；当气流噪声级大于消声器入口声级时，此时消声器不仅不能消声，反而变成了一个噪声放大器。为解决静态和动态消声量可能不一致的问题，有些消声器产品已采用静态消声量和气流噪声级两个指标来表示产品的声学性能。

本手册中，凡未特别说明者，消声器的消声量均指插入损失（ $L_{il}$ ）

#### 4. 消声器的分类

消声器的型式很多，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。各类消声器结构示意图，见图 1-1 a、b、c、d、e。

（1）阻性消声器 顾名思义，阻性消声器是利用声阻消声的，声抗的影响可忽略不计。阻性消声器是一种吸收型消声器，利用声波在多孔性吸声材料中传播时，因摩擦将声能转化为热能而散发掉，达到消声的目的。一般来说，阻性消声器具有良好的中高频消声性能，对低频消声性能较差。阻性消声器按气流通道几何形状不同，可分为片式、折板式、圆筒式、迷宫式、蜂窝式、声流式、障板式、弯头式等等，详见图 1-1 a。

（2）抗性消声器 它是利用控制声抗的大小来进行消声的，即利用声波的反射、干涉及共振等原理，吸收或阻碍声能向外传播。它相当于一个声学滤波器。抗性消声器不使用材料，对声阻的影响可以忽略不计。它适用于消除中低频噪声或窄带噪声。按其作用原理不同，可分为扩张式、共振腔式和干涉式等三种，详见图 1-1 b。