

中华人民共和国行业标准

HG

国际通用设计体制和方法

HG/T 20570—95

工艺系统工程设计 技术规定

1996—05—02 发布

1996—09—01 实施

中华人民共和国化学工业部 发布

中华人民共和国行业标准

工艺系统工程设计技术规定

HG/T 20570—95

主编单位：化工部工艺系统设计技术中心站

批准部门：化 学 工 业 部

实施日期：一 九 九 六 年 九 月 一 日

化工部工程建设标准编辑中心

1996 北 京

工艺系统专业噪声控制设计

HG/T 20570.10—95

编制单位：上海化工设计院

批准部门：化学工业部

实施日期：一九九六年九月一日

编制人：

上海化工设计院 夏良祖

审核人：

上海化工设计院 江 霞 陈德林

化工部工艺系统设计技术中心站 龚人伟

1 噪声标准

1.0.1 噪声控制标准

- GB 3096—82 《城市区域环境噪声标准》
 GB 3222—82 《城市环境噪声测量方法》
 GBJ 87—85 《工业企业噪声控制设计规范》
 HGJ 6—86 《化工建设项目环境保护设计规定》
 GBJ 122—88 《工业企业噪声测量规范》
 GB 10070—88 《城市区域环境振动标准》
 GB 10071—88 《城市区域环境振动测量方法》
 GB 12348—90 《工业企业厂界噪声标准》
 GB 12349—90 《工业企业厂界噪声测量方法》
 HG 20503—92 《化工建设项目噪声控制设计规定》

1.0.2 噪声限制值

工作区域的噪声限制值见表 1.0.2。

工作区域的噪声限制值

表 1.0.2

| 序号 | 地 点 类 别 | dB(A) |
|----|---|---------------|
| 1 | 生产车间及作业场所(工人每天连续接触噪声 8 小时) | 90 |
| 2 | 高噪声车间设置的值班室、观察室、休息室 (室内背景噪声级) | 无电话通讯要求 75 |
| | | 有电话通讯要求 70 |
| 3 | 精密装配线、精密加工车间的工作地点计算机房(正常工作) | 70 |
| 4 | 车间所属办公室、实验室、设计室(室内背景噪声级) | 70 |
| 5 | 主控室、集中控制室、通讯室、电话总机室、消防值班室(室内背景噪声级) | 60 |
| 6 | 厂部所属办公室、会议室、设计室、中心实验室(包括试验、化验、计量室)(室内背景噪声级) | 60 |
| 7 | 医务室、教室、哺乳室、托儿所、工人值班室(室内背景噪声级) | 55 |

上表列出的噪声限制值摘自国家标准 GBJ 87—85。

2 工艺系统专业噪声控制设计原则和内容

2.0.1 噪声控制设计原则

2.0.1.1 凡新建、扩建、改建的工程项目,应根据设计合同中对噪声控制的要求,对各生产装置和作业场所的允许噪声按国家、行业或地区有关标准予以规定和控制。

2.0.1.2 对生产装置中所产生的噪声,应首先从声源上进行控制,即采用低噪声装置和设备,以低噪声工艺代替高噪声工艺。采用上述措施后如仍达不到规定的要求和标准时,则在工程设计中采用消声、吸声、隔声、隔振以及综合治理措施。

2.0.1.3 生产车间及岗位当采用噪声控制措施后,其噪声水平仍超过国家、行业、地方的有关标准,或某些高噪声设备不需要操作人员经常停留在设备附近,对于在这些场合下工作的操作人员,可以配带护耳器,进行个人防护。

2.0.1.4 工艺系统专业的噪声控制设计,是配合设计经理和环境保护专业,从整体上了解噪声分布,并完成本专业规定的噪声控制设计和向有关专业提供噪声控制设计条件和数据。工艺系统专业的工作并不代替环保专业及其它相关专业的噪声控制设计任务和职责。

2.0.2 噪声控制设计内容

化工厂噪声控制设计应在环境保护篇和劳动安全、工业卫生篇中分别予以说明并独立成章。由环保专业作为主导专业和归口专业来完成噪声控制设计。工艺系统专业参加化工厂噪声控制设计,重点在于工程设计阶段对生产装置中管系的噪声控制和消声设计,其主要内容为:

2.0.2.1 与相关专业(工艺、设备、机泵、环保、管道、建筑、结构、自控、暖风、给排水、热工、工业炉等)协商,选择达到规定要求的低噪声流程,例如化工装置中公用物料发生流程和设备。

2.0.2.2 确定合适的流速来进行管系的噪声控制设计。对管系的阀门(包括控制阀)、特殊管件(如喷射器等)和由于管道中物料流向的突变的管系以及火炬管系、安全阀放空管系等工作时的高流速湍流引起的高噪声进行控制。

2.0.2.3 本专业所管辖范围的设备、管件、机械当无法避免高噪声时,应提出隔声、隔振和消声对策,如设置隔声罩、隔声室、隔声包扎、减振器、弹性连接、消声器等。

2.0.2.4 将上述有关内容以条件表和数据表形式向各有关专业和设计经理提出。

2.0.2.5 工作的依据由设计经理和环保专业提出。在基础工程设计开始时,工艺系统专业人员提出上述内容的“噪声控制设计规定”编制要求,在完成PI图A版后,

如需要,由工艺系统专业提出本专业的“噪声控制设计规定”,在工程设计深化中供本专业和有关专业使用。

2.0.3 噪声控制设计程序

噪声控制设计程序图规定了工艺系统专业噪声控制设计的一般程序,见图2.0.3所示。

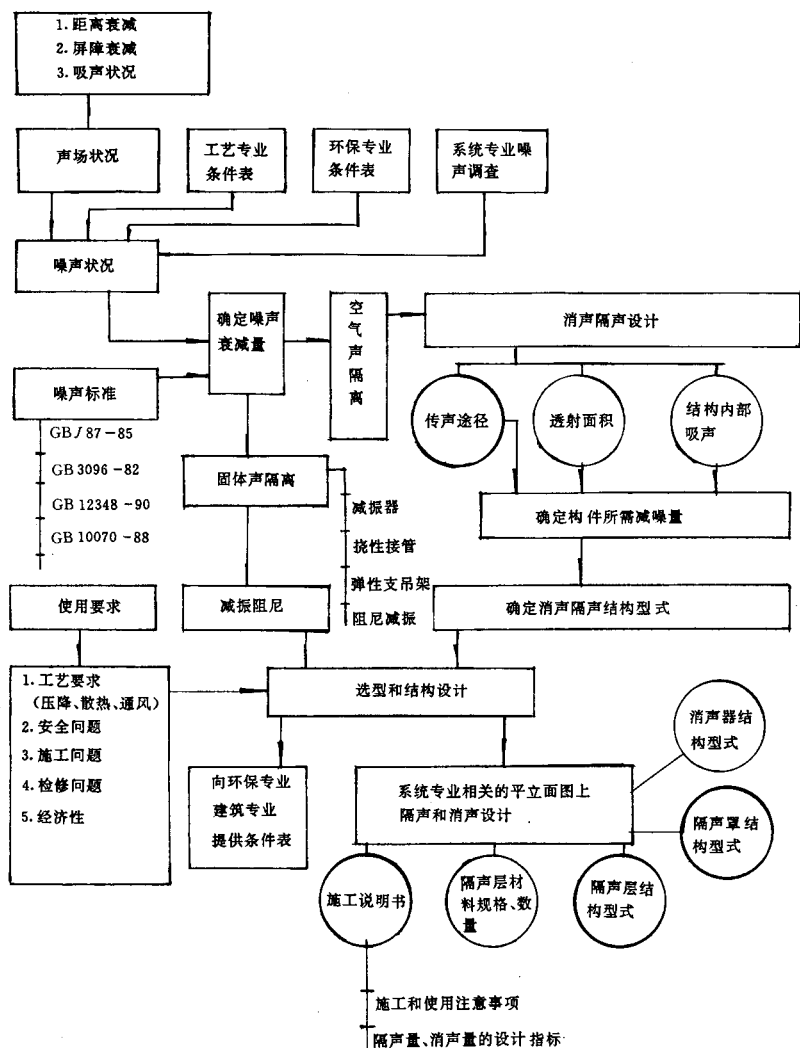


图 2.0.3 系统专业噪声控制设计程序图

3 管道系统

3.0.1 管系中主要噪声源及其频谱特性

3.0.1.1 管系中主要噪声源

(1) 阀门节流噪声

当阀门节流时,在其下游产生噪声,具有中高频特性。气流流速等于声速时会产生强烈的激波噪声。所以节流时务必控制其压降比(节流点前后的压力比),使其小于临界压力比 1.89。当压降比超过临界压力比时,激波噪声迅速提高,直到压降比等于 3 时为止,此时增加渐趋缓慢。

(2) 气穴噪声

气穴噪声又称空穴噪声或气蚀噪声。当管道内局部有障碍物时,由于局部的高速及低压而产生气穴噪声。在特定速度下,液体的压力低于其蒸汽压力,从而产生气泡,这些气泡突然破裂产生噪声。

(3) 水锤声

由于阀门或水泵的突然开闭,使管道内液体压力突然改变,压力波(冲量)沿管道向前后反射,产生如撞击的噪声,高达 110~115dB,并且造成管系剧烈振动。

(4) 机械振动噪声

由于压力变化和流体的脉冲,使阀门零部件及管系、吊架产生振动,其噪声频率在 1000Hz 以下。机械振动噪声的第二声源是阀门部件在其固有频率处的共振,是一种单调噪声,其频率通常在 2000~7000Hz 之间。

(5) 固体传声

与管系连接的各种动力设备产生的机械噪声、气流噪声及振动通过管系向空气辐射噪声。

(6) 管道内液体的湍流、气体的涡流、流体流速及流向突然改变,均会产生强烈噪声。

3.0.1.2 管系噪声的频谱特性

管系噪声的频谱特性,主要由结构尺寸、管件布置及自然衰减决定。典型的频谱曲线见图 3.0.1-1~3.0.1-3 所示。综合分析可知其峰值频率在 1000Hz~2000Hz 之间,主要声级在 500Hz 以上。

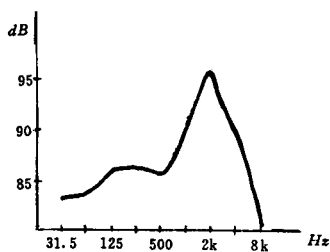


图 3.0.1-1 DH-80 空压机出口管噪声频谱

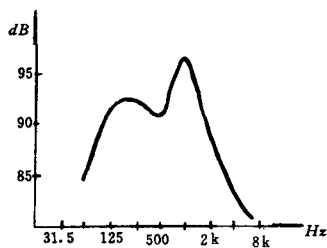
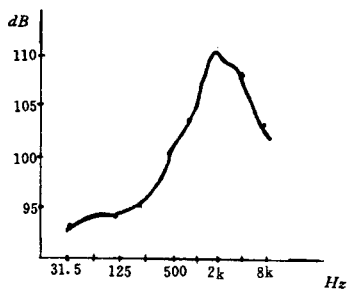


图 3.0.1-2 某号鼓风机送风系统管道噪声频谱



3.0.1-3 某放风阀辐射噪声频谱

3.0.2 管道隔声量估算

3.0.2.1 管道最低共振频率计算

管道本身是一种单层的隔声壁,从其形状可视为无限长的圆柱体,所以其隔声量的计算应考虑到管道截面上最低共振频率,又称管道自鸣频率,其计算见式(3.0.2-1)。

$$f_B = \frac{C_L}{\pi d} \quad (3.0.2-1)$$

式中

f_B ——管道最低共振频率,Hz;

C_L ——管道内纵波传播速度,m/s,钢管为 5100m/s;

d ——管道直径,m。

3.0.2.2 管道隔声量的估算

已知管道的管径和壁厚,可从图 3.0.2 中查取管道隔声量的极限值。

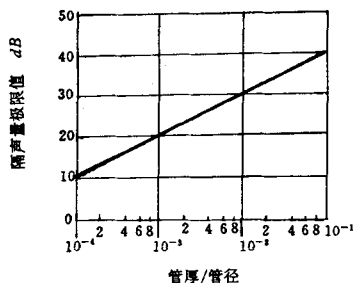


图 3.0.2 管道隔声量估算图

3.0.2.3 在最低共振频率以下,圆形管道的隔声量仍可按图 3.0.2 估算,但还需用表 3.0.2 修正。

圆管在自鸣频率以下隔声量的修正值

表 3.0.2

| f/f_R | 0.025 | 0.05 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 |
|---------|-------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 修正值 dB | -6 | -5 | -4 | -3 | -2 | -2 | -2 | -2 | -2 | -3 |

3.0.2.4 在最低共振频率以上,管道的隔声量几乎与单层平板一样,可应用单层平板平均隔声量的计算式估算其隔声量,见式(3.0.2-2)。

当 $m \leq 200 \text{ kg/m}^2$

$$\bar{R} = 13.5lgm + 14$$

(3.0.2-2)

式中

\bar{R} ——平均隔声量, dB;

m ——单层平板的面密度, kg/m^2 。

3.0.3 管系噪声控制对策

3.0.3.1 选用低噪声阀门

常用的低噪声阀门有以下几种:

(1) 多级降压型

阀芯与阀座为多级配合,即在阀座内设置直立串联的节流层,使每级的压降比减小,从而降低冲击噪声与气穴噪声。这种型式的阀门适用于大压降的场合,其噪声可比一般控制阀降低 20~25dB(A)。但由于阀门的导流能力小,仅为一般球形控制阀的 1/3~1/4,若在低压降和大流量下,降噪效果不明显。

(2) 分散流道型

它是用许多小孔或细长间隙所构成的通道来代替一般阀门的大通道,从而降低阀门噪声。

3.0.3.2 设置辅助控制阀

当主控制阀某一开度会引起管路共振时,可适当开启旁路辅助控制阀,调节其开度来避免管道发生共振。图 3.0.3-1 列举了辅助控制阀的设置。

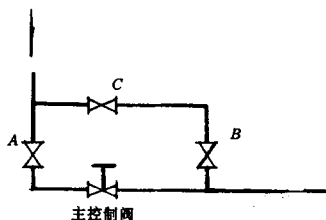


图 3.0.3-1 辅助控制阀安装方式

当主控制阀由于压力降大而产生强烈噪声时,可使用 A、B 两阀的节流来分担主控制阀的压力降。若主控制阀某一开度激发管路共振时,可适当开启旁路阀 C 来改变主控制阀的开度,从而避免管道发生共振。

3.0.3.3 设置限流孔板

管路中增设限流孔板,可使阀门的节流压降减小,另外孔板本身亦有抗性消声作用。实践证明,限流孔板选用恰当,一般可降噪声 10~15dB(A)。

限流孔板开孔固定而不能调节,在负荷变动时效果也跟着变化,所以限流孔板应根据常用的负荷参数进行设计。

3.0.3.4 选用合适的消声器

在气体动力设备的进、出口和在气流管道的阀门上、下游安装合适的消声器是控制设备噪声和阀门噪声沿管道传播和辐射的有效措施。

消声器分为阻性消声器、抗性消声器、阻抗复合消声器等,消声效果一般在 20~25dB(A)。

液体输送管道中,当液体压力大于 1MPa 时,可采用液体消声器,一般降噪量为 20dB/0.5m。

也可以在管道中设置 1/4 波长的旁路管,改变管道脉动的相位,起到干涉消声的作用。

3.0.3.5 控制流速

流体在阀门或管道内的流速高,噪声亦高,降低流速可减小噪声。在无气穴的情况下,流速加倍,噪声增加 18dB。对噪声限制较严的管道,需对流速加以限制,一般采用扩大管径的方法来降低流速。对于截面与流向急剧变化的管段,其流速还应进一步降低。在实际使用中,不同的环境对管道噪声有不同的要求,但气流输送管系不受此限制,因为气流中固体颗粒与管壁的摩擦将大大增加管道噪声。管道流速限制值见表 3.0.3-1。

控制噪声的管内流速限制值

表 3.0.3-1

| 管道周围的声压级,dB | 防止噪声的流速限制值 |
|-------------|------------|
| | m/s |
| 70 | 33 |
| 80 | 45 |
| 90 | 57 |

3.0.3.6 合理的管道连接

管道的支管尽可能避免 T 形连接,最好改用分流的接管分式、对于管径大于 200mm 的管道更是如此。

管道的转弯半径一般应大于 5 倍直径。对于泵的接管,其转向应与泵的叶片旋转方向相同。见图 3.0.3-2 所示。

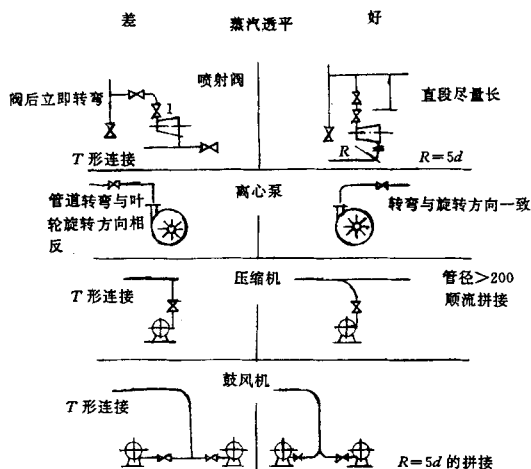


图 3.0.3-2 合理的管道连接

3.0.3.7 采用挠性连接

挠性接管,可以隔绝噪声在管道中传递,可防止动力设备振动传递给管道,又可对管道中心线的偏移给以补偿。

挠性接管有定型产品,一般可降噪 $10\sim 15\text{dB}(A)$ 。

3.0.3.8 管道隔声支吊架

采用弹性支吊架可防止管道噪声从吊架、支座传递到墙壁、天花板、基础上,这类弹性支吊架已有定型产品。

3.0.3.9 管道内加吸声内衬

在管道和弯头内,衬以一定厚度的吸声材料,即组合成一个简单的阻性消声元件,称消声直管或消声弯头。吸声层厚度在 $50\text{mm}\sim 80\text{mm}$ 之间,并用透气性织物—玻璃布或金属穿孔板护面,护面结构根据管道内气流速度选定。护面结构会使吸声材料的吸声系数、特性曲线向低频方向移动,对控制低频噪声有利,但对控制高频噪声会使吸声效果下降,应用时要加以注意。不同护面结构适合于不同的气流速度,详见图 3.0.3-3 所示。








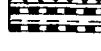
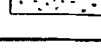






| 结 构 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 允许速度 (m/s) | <10 | 10~22 | 22~30 | 30~60 | 60~90 | 90~300 | | | |
| 备 注 | 表中所列数值为表面平行流动的气速, 若与表面垂直流动时则为表中数值的 70% | | | | | | | | |
| 图 例 |  |  |  |  |  |  | | | |
| | 吸声材料 | 透气织物 | 金属网 | 穿孔板 | 金属切屑 | 多孔砖 | | | |

图 3.0.3-3 各种气流速度下的护面结构

3.0.3.10 隔声包扎

强噪声的管道宜布置在地下或采用隔声包扎的方法来降噪。

(1) 常见的隔声包扎结构及其隔声性能

管道隔声包扎结构见图 3.0.3-4 所示,图中 $\delta 1$ 表示厚度 1mm,以此类推。其中 (b)、(c) 结构的管道隔声包扎的隔声性能见图 3.0.3-5 所示。

(2) 隔声包扎实例

a. DN300mm 的钢管外包扎不同厚度的隔声层,其隔声量的插入损失见表 3.0.3-2。

b. 方形钢管,边长为 450mm×450mm,包扎不同厚度的隔声层,其隔声量的插入损失见表 3.0.3-3。

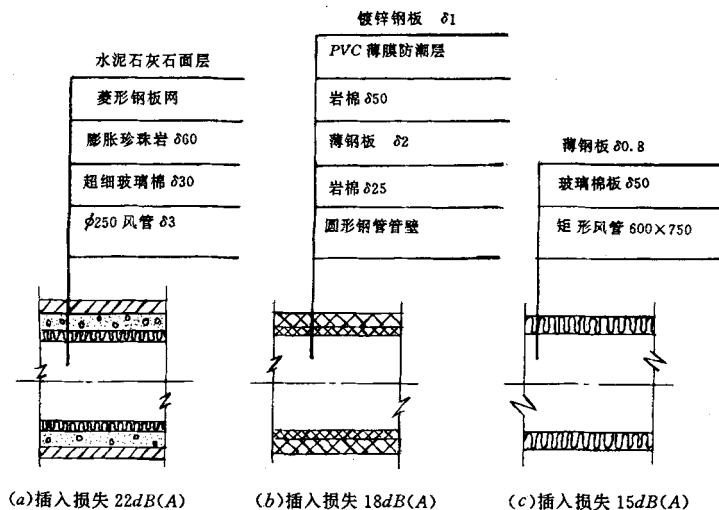
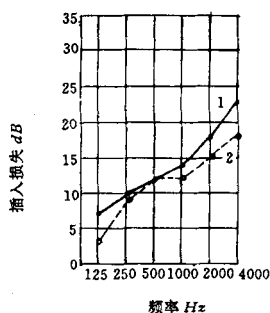


图 3.0.3-4 管道隔声包扎结构



1——(b)结构隔声频率曲线;2——(c)结构隔声频率曲线。

图 3.0.3-5 管道隔声包扎隔声性能

DN300 钢管隔声包扎后隔声量插入损失 表 3.0.3-2

| 隔声层材料 | 倍 频 程 隔 声 量 | | | | |
|---------------------------------------|-------------|-----|------|------|------|
| | dB | | | | |
| | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 |
| 外层护面用铝板(1kg/m ²),内层用玻璃棉 | | | | | |
| δ25mm | 1 | 6 | 14 | 19 | 26 |
| δ50mm | 1 | 6 | 15 | 21 | 28 |
| δ75mm | 2 | 8 | 18 | 23 | 30 |
| 外层护面用铝板(5.5kg/m ²),内层用玻璃棉 | | | | | |
| δ25mm | 2 | 9 | 18 | 22 | 20 |
| δ50mm | 4 | 11 | 18 | 23 | 29 |
| δ70mm | 4 | 13 | 18 | 24 | 30 |

边长 450mm 方管隔声包扎后隔声量插入损失 表 3.0.3-3

| 序号 | 管 外 包 扎 隔 声 层 厚 度 mm | 倍 频 程 隔 声 量 dB | | | |
|----|--|-------------------|-----|-----|------|
| | | 63 | 125 | 250 | 500 |
| 1 | δ25 玻璃棉+δ0.3 镀锌钢板 | 6 | 3 | 4 | 13.5 |
| 2 | δ25 玻璃棉+δ0.5 镀锌钢板 | 7 | 5 | 9 | 17 |
| 3 | δ25 玻璃棉+δ1.0 镀锌钢板 | 10 | 7 | 14 | 22 |
| 4 | δ0.5 镀锌钢板 | 7 | 8 | 8 | 6 |
| 5 | δ50 玻璃棉+δ0.5 镀锌钢板 | 6 | 2 | 15 | 22 |
| 6 | δ0.5 δ25 δ0.5 镀锌钢板+玻璃棉+镀锌钢板 | 10 | 7 | 14 | 24 |
| 7 | δ50 玻璃棉+2×δ12 石膏板 | 6 | 4 | 17 | 26 |

4 排气放空

4.0.1 排气放空噪声的特性

蒸汽、工艺气体放空、空气动力设备的排气都会产生噪声,最高可达 140dB(A),影响半径达 500m。排气放空噪声也称为喷注噪声,按喷口气流速度大小可分为亚声速喷注和阻塞喷注两种。

4.0.1.1 亚声速喷注噪声

亚声速喷注噪声,喷口处的驻点压力(或容器内压力)(P_s)小于临界压力,见式 4.0.1-1 所示。

$$P_s < P_0 [(k+1)/2]^{k/(k-1)} \quad (4.0.1-1)$$

式中

P_s ——驻点压力,Pa;

P_0 ——环境压力,Pa;

k ——绝热指数,过热蒸汽和燃料气取 $k=1.33$,常见气体的绝热指数,见行业标准《安全阀的设置和选用》(HG/T 20570.2-95)表 16.0.2。

亚声速喷注噪声具有明显的指向性,在与喷射方向成 30° 方位处噪声最强烈。呈现连续宽带状态,带宽约为 6 个倍频程。亚声速喷注噪声频谱是斯特劳哈尔数的函数。对于已经确定的管径(D)和排气速度(V),噪声的峰值频率(f)可用式(4.0.1-2)计算:

$$f = St(V/D) \quad (4.0.1-2)$$

式中

f ——峰值频率,Hz;

St ——斯特劳哈尔数, $St=0.15\sim 0.2$;

V ——排气速度,m/s;

D ——管径,mm。

分析式(4.0.1-2)可知,排气速度越高,管径越小,则噪声的峰值频率就越高。

亚声速喷注噪声的声功率可用赖塞耳八次方定律估算,见式(4.0.1-3)。

$$W = K_0 \frac{\rho^2 V^8 D^2}{\rho_0 C_0^5} \quad (4.0.1-3)$$

式中

W ——喷注时辐射的总声功率,W;

ρ ——喷注介质密度, kg/m^3 ;

ρ_0 ——大气密度, kg/m^3 ;

C_0 ——环境声速, m/s ;

D ——喷口直径, mm ;

K_0 ——常数, 采用 SI 单位制时 $K_0 = (0.3 \sim 1.8) \times 10^{-4}$ 。

从式(4.0.1-3)可知, 亚声速喷注速度减小一半, 噪声可降低 24dB, 声功率下降为原有的 4%。

4.0.1.2 阻塞喷注噪声

喷口处气流速度等于声速时为阻塞喷注, 产生的噪声除一般的湍流噪声外, 还有因喷口阻塞而在喷口外形成的冲击波, 沿轴向形成一系列的冲击室, 对声波起放大和反馈作用, 所以阻塞喷注噪声分为两部分, 即连续谱噪声和离散谱噪声。连续谱噪声与亚声速喷注相似, 但峰值频率较高, 离散谱噪声主要产生于气室压力等于 0.2 ~ 0.4MPa。

4.0.1.3 排气放空噪声计算公式

(a) 亚声速喷注时, 离喷口 1m 远处, 侧向喷注湍流噪声的声压级由式(4.0.1-4)计算:

$$L_{90^\circ} = 80 + 20 \lg \frac{(R-1)^2}{(R-0.5)} + 20 \lg D \quad (4.0.1-4)$$

式中

L_{90° ——喷口 1m 远处侧向喷注湍流噪声的声压级, dB;

R ——驻点压力比, $R = \frac{P_s}{P_0}$;

P_s ——喷口内的驻点压力或气室绝对压力, Pa;

P_0 ——环境大气压: $P_0 = 9.8 \times 10^4 \text{Pa}$;

D ——喷口直径, mm。

(b) 阻塞喷注时, 已知排气量和排气管径, 求 A 声级:

距喷口 1m 远, 与喷射方向成 45°时, A 声级计算经验式如式(4.0.1-5)所示。

$$L_A = 110 + 20 \lg Q - 20 \lg D \quad (4.0.1-5)$$

式中

L_A ——与喷射方向成 45°时 A 声级, dB(A);

Q ——排气流量, kg/h ;

D ——排气管内径, mm。

4.0.2 排气放空噪声控制对策

4.0.2.1 在排气口安装消声器是降低排气放空噪声的有效方法,常用的型号有扩散缓冲型消声器和小孔型消声器。这些消声器已有系列产品生产,可按产品资料选用。降噪水平在 30~35dB(A)。

4.0.2.2 化工厂的消声器选用和安装应注意以下几点:

(1) 消声器的排气能力要与排气放空相匹配,若消声器选用的规格太小,会降低消声效果。

(2) 系统中放空点很多,不必每个放空点设消声器。可以在每个放空点上设置限流孔板,而在管网中共用一个消声器。

(3) 排放易燃易爆气体时,消声器设计要采取相应措施。

(4) 消声器的选用和设计要考虑到其刚性和防腐性。

(5) 支架的荷载要包括排气放空时的反冲力和管道热位移。

(6) 大型的蒸汽放空消声器要配置疏水装置。

5 火 炬

5.0.1 火炬系统噪声主要由于燃烧、熄灭烟气的蒸汽喷射、密封筒的水溅、湿气的冷凝冲击及低流量的不稳定引起。根据全厂噪声水平的总体要求,火炬噪声的干扰应控制在小于 80dB(A),事故状态下其噪声级不宜大于 100dB(A)。

5.0.2 火炬噪声的频谱特性

火炬燃烧所发生的噪声呈低频特性,其中熄灭烟气的蒸汽喷射呈高频特性。

例:气体流量为 3~5t/h 的高空火炬及地面火炬的声功率级特性曲线见图

5.0.2 所示。

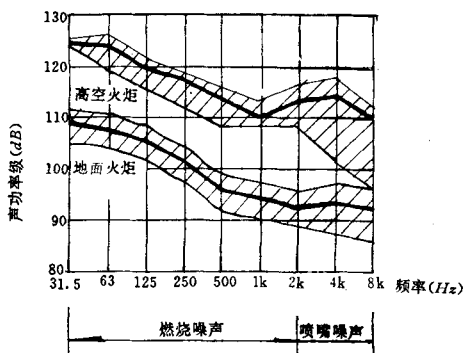


图 5.0.2 火炬声功率级特性曲线

5.0.3 火炬噪声的控制对策

5.0.3.1 控制火炬水封筒的水封高度,用以抑制水封液面波动噪声。

5.0.3.2 采用多孔圆筒挡圈,设置在浸入管的外围,用以抑制液面波动而产生的噪声。

5.0.3.3 火炬头的蒸汽喷射器采用多孔喷嘴,用以降低喷射噪声。

5.0.3.4 在喷嘴处设置消声罩。

6 消声器

6.0.1 消声器的常用结构及其特性曲线

6.0.1.1 阻性消声器

阻性消声器利用声波在多孔性吸声材料中传播时,因摩擦作用将声能转化为热能而达到消声的目的,对中高频消声效果好。根据其几何形状可分为管式、蜂窝式、列管式、片式、折板式、迷宫式和声流式,消声量在 $20\sim 30\text{dB}(A)$ 。

6.0.1.2 抗性消声器

抗性消声器以控制声抗大小来消声,即利用声波的反射、干涉及共振的原理,吸收或阻碍声能向外传播,适用于消除中低频噪声或窄带噪声。根据作用原理的不同可分为扩张式、共振式和干涉式等多种,消声量在 $15\sim 25\text{dB}(A)$ 左右。

6.0.1.3 阻抗复合消声器

把阻性消声器和抗性消声器结合在一起构成阻抗复合消声器。该消声器既具有阻性特点——消除中高频噪声,又具有抗性特点——消除中低频及特殊频率的噪声。结构中既具有阻性材料又具有共振器、扩张室等声学滤波器。通常将抗性段放在气流入口端。消声量:低频段为 $10\sim 15\text{dB}$,中高频段为 $20\sim 35\text{dB}$,经 A 计权后平均消声量在 $25\sim 30\text{dB}(A)$ 。

6.0.1.4 微穿孔板消声器

微穿孔板消声器是一种新型的阻抗复合式消声器。利用微孔结构的阻性和抗性双重作用来降低噪声,消声量在 $20\sim 25\text{dB}(A)$ 。

6.0.1.5 小孔消声器

小孔消声器又称孔群消声器,是利用气体从小孔中高速喷射达到升频效应来消声。气体喷射时的压力比一般大于临界压力比 1.89,消声量高达 $35\sim 40\text{dB}(A)$ 。

6.0.1.6 各类消声器的频率特性曲线

各类消声结构示意图及频率特性曲线见图 6.0.1 所示。

6.0.2 消声器的选用原则和性能数据

6.0.2.1 消声器的选用原则

(1) 消声器适用于降低空气动力机械,如风机、压缩机、内燃机的进、排气口,管道排气、放空所辐射的空气动力性噪声。

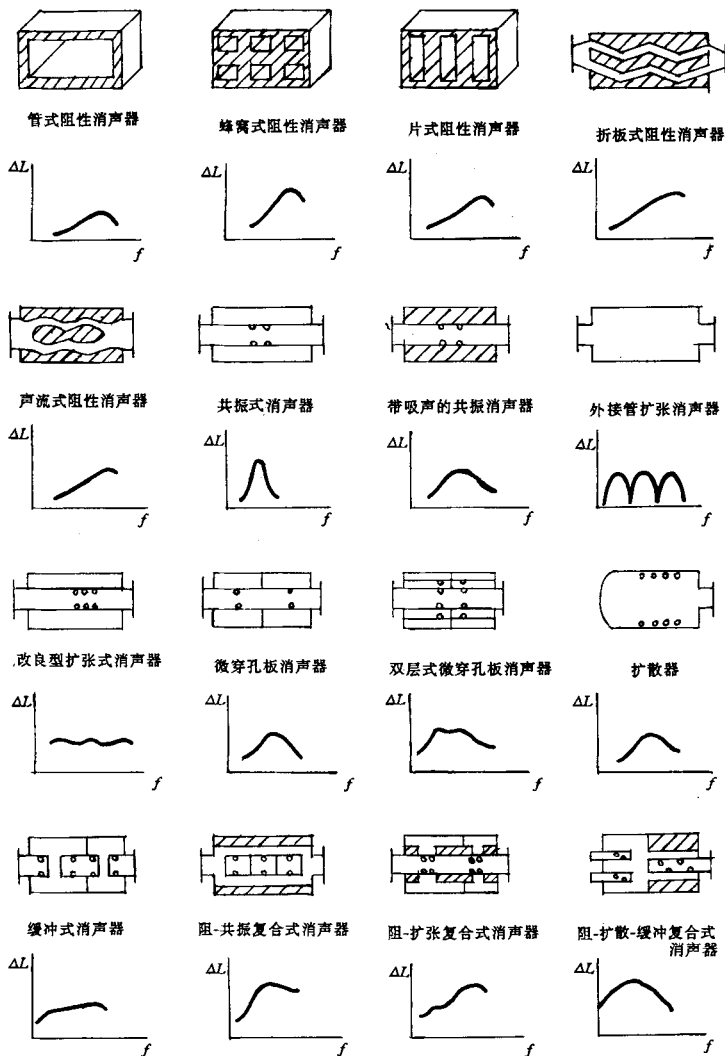


图 6.0.1 各类消声器频率特性曲线

(2) 空气动力机械和排气放空管道除产生气流噪声外,同时产生固体传声,所以采用消声器外,同时还应配合相应的隔声、隔振、阻尼减振等措施。

(3) 进、排气口敞开的动力机械,均需在敞口处加装消声器。

(4) 在设计或选用消声器时,应从经济和效果两方面平衡考虑,其消声量一般不超过 50dB(A)。

(5) 设计和选用消声器时应控制气流速度,使再生噪声小于环境噪声。

消声器(或管道)中气流速度推荐值:

a. 鼓风机、压缩机、燃气轮机的进入排气消声器处流速应 $\leq 30\text{m/s}$ 。

b. 内燃机的进入排气消声器处流速应 $\leq 50\text{m/s}$ 。

c. 高压大流量排气放空消声器流速应控制在 $\leq 60\text{m/s}$ (管道中)。

(6) 选用消声器时应核对其压力降,使消声器的阻力损失控制在工艺操作的许可范围内。

(7) 消声器除满足降噪要求外,还需满足工程上对防潮、防火、耐油、耐腐蚀、耐高温高压的工艺要求。

(8) 对尚无系列产品供应,并有一定要求的消声器,可作为特殊管件进行设计制造。在选用和设计消声器时推荐考虑以下几点:

a. 选用阻性消声器时,应防止高频失效的影响。当管径 $>400\text{mm}$ 时,不可选用直管式消声器;

b. 当噪声频谱特性呈现明显的低中频脉动时,选用扩张式消声器;

c. 当噪声频谱呈现中低频特性但无脉动时,选用共振消声器;

d. 高温高压排气放空噪声,选用小孔消声器;

e. 大流量放空噪声,选用扩散缓冲型消声器;

f. 具有火焰喷射和阻力降要求很小的放空噪声,采用微穿孔金属板消声器。

6.0.2.2 排气消声器的性能数据表

(1) KX-P 型消声器系列

本系列消声器分中压、高压、超高压、亚临界四大类。见表 6.0.2-1。

(2) GUP 型排气放空消声器系列

本系列分 6 种规格,外形呈圆筒状,见表 6.0.2-2。

(3) ZK-V 型排气放空消声器系列

本系列消声器分 11 种规格,外形呈圆筒状,见表 6.0.2-3。

(4) B 型排气消声器系列

本系列消声器共分 3 种规格,见表 6.0.2-4。

(5) *PX* 型排气放空消声器系列

本系列消声器共分 14 种规格,见表 6.0.2—5。

(6) *CQ* 扩散缓冲型放空消声器系列

CQ 扩散缓冲型放空消声器系列,见表 6.0.2—6。

(7) *CS* 小孔型放空消声器系列

CS 小孔型放空消声器,见表 6.0.2—7。

KK-P型消声器系列性能数据表

表 6.0.2-1

| 消声器 类 别 | 消声器型号 | 适用 锅 炉 参 数 | | | 消 声 器 特 性 | | | | 重 量 kg |
|------------|-------------------------|-----------------|-------------------|--------------------|-------------------|----------------|--------------------|-------------------------------------|-----------|
| | | 容 量 τ/h | 压 力 kgf/cm^2 | 温 度 $^{\circ}C$ | 设计排放量 τ/h | 消声量 $dB(A)$ | 总高度 (L) mm | 最大直径接管直径 \times 厚度 (D) mm | |
| 中 压 | $\phi 2KXP(ZH)-10$ | 35 | | | 10 | 36.4 | 1175 | $\phi 108$ | 29 |
| | $\phi 2KXP(ZH)-10A$ | 35 | | | 10 | 36.4 | 1079 | $\phi 57 \times 3.5$ | 37 |
| | $\phi 2KXP(ZH)-25$ | 65 75 | | | 25 | 40.4 | 1604 | $\phi 57 \times 3$ | 64 |
| | $\phi 2KXP(ZH)-25A$ | 65 75 | 39 | 450 | 25 | 40.4 | 1578 | $\phi 260$ | 49 |
| | $\phi 2KXP(ZH)-40$ | 130 | | | 40 | 36.7 | 1976 | $\phi 108 \times 4.5$ | 126 |
| | $\phi 2KXP(ZH)-40A$ | 130 | | | 40 | 36.7 | 2040 | $\phi 108 \times 4.5$ | 86 |
| 高 压 | $\phi 2KXP(ZH)-60$ | 220 | | | 60 | 36.5 | 2394 | $\phi 108 \times 4.5$ | 142 |
| | $\phi 2KXP(G)-60A-I$ | 220 | | | 60 | 36.3 | 2284 | $\phi 133 \times 10$ | 194 |
| | $\phi 2KXP(G)-85A-I$ | 410 | 100 | 540 | 85 | 39 | 2644 | $\phi 133 \times 10$ | 217 |
| | $\phi 2KXP(G)-100A-I$ | 410 | | | 100 | 39.7 | 2848 | $\phi 133 \times 10$ | 232 |
| 超高压 | $\phi 2KXP(CH)-100A-II$ | 410 | | | 100 | 40.7 | 2831 | $\phi 133 \times 16$ | 242 |
| | $\phi 2KXP(CH)-200A-II$ | 670 | 140 | 540 | 2×100 | — | — | — | — |
| 亚临界 | $\phi 2KXP(Y)-150A-I$ | 1000 | 170 | 555 | 150 | 42.4 | 3492 | $\phi 133 \times 16$ | 288 |

GUP 型排气放空消声器性能数据

表 6.0.2-2

| 型 号 | 配用排气管直径 mm | 外形尺寸 mm | | | 连接法兰尺寸 mm | | | | 重量 kg |
|-------|---------------|------------|------|-----|--------------|------|-----|----------|----------|
| | | 总长度 | 有效长度 | 外径 | 外径 | 螺孔中径 | 内径 | 螺孔数—螺孔直径 | |
| GUP-1 | 38(1½") | 350 | 300 | 188 | 145 | 110 | 41 | 4—φ18 | 22 |
| GUP-2 | 50(2") | 450 | 375 | 200 | 160 | 125 | 53 | 4—φ18 | 30 |
| GUP-3 | 63(2½") | 550 | 450 | 215 | 180 | 145 | 67 | 4—φ18 | 37 |
| GUP-4 | 76(3") | 600 | 500 | 228 | 195 | 160 | 80 | 4—φ18 | 45 |
| GUP-5 | 100(4") | 650 | 550 | 254 | 215 | 180 | 100 | 8—φ18 | 55 |
| GUP-6 | 127(5") | 750 | 600 | 280 | 245 | 210 | 131 | 8—φ18 | 76 |

ZK-V 型排气放空消声器系列性能数据表

表 6.0.2-3

| 型 号 | 适用压力 kgf/cm ² | 适用流量 t/h | 外形尺寸 mm | | 消声量 dB(A) | 重 量 kg |
|-----|-----------------------------|-------------|------------|---------|--------------|-----------|
| | | | 外径(D) | 有效长度(L) | | |
| 1" | 1~8 | 0.5~10 | 300 | 600 | 30~40 | — |
| 2" | 1~8 | 11~100 | 900 | 2200 | 30~40 | — |
| 3" | 9~25 | 1~20 | 500 | 1000 | 30~40 | — |
| 4" | 9~25 | 21~100 | 1000 | 2200 | 30~40 | — |
| 5" | 26~41 | 5~30 | 600 | 1200 | 30~40 | — |
| 6" | 26~41 | 31~100 | 1000 | 2300 | 30~40 | — |
| 7" | 42~99 | 5~70 | 700 | 1500 | 30~40 | — |
| 8" | 100~130 | 10~50 | 700 | 1700 | 30~40 | — |
| 9" | 100~130 | 51~150 | 1000 | 2500 | 30~40 | — |
| 10" | 131~141 | 50~200 | 1200 | 3000 | 30~40 | — |
| 11" | 142~180 | 80~250 | 1300 | 3500 | 30~40 | — |

表 6.0.2-4

B 型排气消声器性能数据表

| 型 号 | 外形尺寸 mm | | 接管尺寸 mm | 消声频段 Hz | 最大静态 消 声 量 dB(A) | 允许介质 最高流速 m/s | 允许介质 最大压差 kgf/cm ² | 允许介质 最高温度 ℃ | 压力损失 mmH ₂ O | 重 量 kg |
|------|------------|------|------------|------------|------------------------|---------------------|-------------------------------------|-------------------|----------------------------|-----------|
| | 直 径 | 有效长度 | 安装长度 | | | | | | | |
| B802 | φ102 | 260 | 404 | 125~16000 | 42 | 70 | 8 | 150~200 | 120 | — |
| B811 | φ300 | 916 | 1196 | 125~16000 | 40 | 70 | 2 | 150~200 | 88 | — |
| B812 | φ258 | 692 | 958 | 63~16000 | 43 | 70 | 1.5 | 150 | 42 | — |

| 型 号 | 入口管径 mm | 设计排量 t/h | 外形尺寸 mm | | 重 量 kg | 配 用 设 备 及 用 途 |
|-------|------------|-------------|------------|------|-----------|---|
| | | | 直 径 | 长 度 | | |
| PX-1 | 57 | 6 | 500 | 800 | 145 | 适用于 6t/h 以下的低压工业锅炉排气及安全阀排气 |
| PX-2 | 108 | 10 | 600 | 1200 | 230 | 适用于 6~12t/h 的低压工业锅炉排气及安全阀排气 |
| PX-3 | 108 | 20 | 600 | 1500 | 280 | 适用于 35t/h 中压锅炉点火排气及低压锅炉的安全阀排气 |
| PX-4 | 133 | 30 | 700 | 1500 | 360 | 适用于 35~65t/h 中压锅炉点火排气及低压锅炉的安全阀排气 |
| PX-5 | 133 | 45 | 800 | 1500 | 460 | 适用于 130t/h 中压锅炉或 220t/h 高压锅炉点火排气及中压锅炉的安全阀排气 |
| PX-6 | 108 | 60 | 800 | 1800 | 580 | 130~220t/h 高压锅炉点火排气, 65t/h 中压锅炉安全阀排气 |
| PX-7 | 133 | 75 | 900 | 1800 | 650 | 230t/h 高压锅炉点火排气, 130t/h 中压锅炉安全阀排气 |
| PX-8 | 133 | 100 | 900 | 2100 | 700 | 400t/h 超高压锅炉点火排气, 220t/h 高压锅炉安全阀排气 |
| PX-9 | 133 | 130 | 1000 | 2100 | 820 | 400t/h 高压及超高压锅炉点火排气, 220t/h 高压锅炉安全阀排气 |
| PX-10 | 159 | 130 | 1100 | 2200 | 1050 | 670t/h 超高压锅炉点火排气, 400t/h 高压锅炉安全阀排气 |
| PX-11 | 219 | 230 | 1200 | 2200 | 1300 | 670t/h 超高压锅炉点火排气, 400t/h 高压、超高压锅炉安全阀排气 |
| PX-12 | 219 | 300 | 1300 | 2600 | 1700 | 400t/h, 670t/h, 1000t/h 高压、超高压锅炉点火排气, 安全阀排气 |
| PX-13 | 273 | 400 | 1400 | 2800 | 2200 | 1000t/h 超高压锅炉点火及安全阀排气, 400t/h, 670t/h 高压或超高压锅炉安全阀排气 |
| PX-14 | 325 | 550 | 1500 | 2900 | 2800 | 1000t/h 超高压锅炉安全阀排气 |

CQ 扩散缓冲型放空消声器系列性能数据表 表 6.0.2-6

| 型 号 | 放 空 量 m ³ /h | 备 注 |
|------------------|----------------------------|--------------|
| CQ _{1A} | 11000 | 消声量为 30dB(A) |
| CQ _{2A} | 22000 | |
| CQ _{3B} | 32000 | |
| CQ _{4B} | 54000 | |
| CQ _{5C} | 108000 | |
| CQ _{6D} | 160000 | |
| CQ _{7D} | 220000 | |
| CQ _{8D} | 320000 | |

CS 型放空消声器系列性能数据表 表 6.0.2-7

| 型 号 | 放 空 量 t/h | 备 注 |
|-------|--------------|-----------------|
| CS1-A | 1 | 消声量为 35~40dB(A) |
| CS2-A | 2.5 | |
| CS3-A | 5 | |
| CS4-A | 10 | |
| CS5-A | 15 | |
| CS6-A | 25 | |
| CS7-A | 50 | |

6.0.3 消声器选用实例

某化工厂生产工段的放空管共有 8 个点,规格为 $\phi 159 \times 4.5$,放空介质为热空气,温度 260℃,放空流量 $\leq 12000 \text{ m}^3/\text{h}$,放空压力为 0.47MPa(表),放空点离厂界围墙的水平距离 80m,围墙外有商店、居民住宅和交通干线。所在地区属于 III 类,即工业区。需设计消声器降低放空噪声。

设计步骤:

1. 用公式(4.0.1-5)估算距放空管 1m 远 45°方向处的噪声级

已知: $Q = 12000 \text{ m}^3/\text{h}$

$$D=150\text{mm}$$

$$\rho=1.293\text{kg/m}^3$$

$$\begin{aligned}\therefore L_{A(1)} &= 110 + 20\lg(12000 \times 1.293) - 20\lg 150 \\ &= 110 + 83.8 - 43.5 \\ &= 149.8\text{dB(A)}\end{aligned}$$

2. 选定噪声限制值

据国标 GB 12348-90 规定,工业区厂界噪声限制值:昼间 65dB(A),夜间 55dB(A)。

又据该标准中第 1.3 条规定,白天排气噪声峰值允许超标 10dB(A),夜间允许超标 15dB(A),所以选定噪声限制值为:白天 75dB(A),夜间 70dB(A)。

3. 设计目标值确定

(1) 噪声的距离衰减计算(ΔL):

已知放空管口与厂界水平距离为 80m,又由于放空管口安装在厂房顶,标高为 50m,经计算得放空管口与厂界的实际距离约 $94\text{m}(\sqrt{80^2+50^2}=94)$ 。

距离衰减值为:

$$\Delta L = 20\lg \frac{r_2}{r_1} = 20\lg \frac{94}{1} = 39.5\text{dB(A)}$$

(2) 估算厂界外噪声级($L_{A界}$)

$$L_{A界} = 149.8 - 39.5 = 110.3\text{dB(A)}$$

(3) 消声量的设计目标值确定($\Delta L_{消}$)

$$\Delta L_{消} = 110.3 - 75 = 35.3\text{dB(A)}$$

4. 消声器选型

据第 4 章规定可知,该排气噪声属于阻塞喷注,放空口处驻点压力 $P_s > P_0[(k+1)/2]^{(k/k-1)}$ 。空气的 $k=1.4$,所以 $P_s > 1.89$,其峰值频率极高。为此选用 CS 放空消声器,该消声器的消声量在 35~40dB(A),符合设计目标值 35.3dB(A)。

根据表 6.0.2-7 选定型号为 CS7-A(特)。

5. 型号中加(特)的有关说明

(1) 表 6.0.2-7 中 CS 型放空消声器适用于排气压力为 1MPa,而本例的排气压力为 0.47MPa,订货时应作特别说明。

(2) 本例的排气压力为 0.47MPa,推力较小,为了减少排气阻力,确保正常排气,订货时要加以说明。

由于上述两项原因,故在原型号后加(特)字,以示区别。

7 隔 声 罩

7.0.1 隔声罩的常用结构及降噪量

对于独立的强噪声设备或装置(包括装置上的阀门),可按操作、维修及通风冷却要求采用不同型式的隔声罩。

7.0.1.1 固定密封型结构的隔声罩,降噪量在 $30\sim 40\text{dB}(A)$ 。

7.0.1.2 活动密封型结构的隔声罩,降噪量在 $15\sim 30\text{dB}(A)$ 。

7.0.1.3 局部开敞型结构的隔声罩,降噪量在 $10\sim 20\text{dB}(A)$ 。

7.0.1.4 带有通风散热消声结构的隔声罩,降噪量在 $15\sim 25\text{dB}(A)$ 。

7.0.2 隔声罩的设计要点

7.0.2.1 隔声罩的设计必须以不影响生产和不妨碍操作为原则。

7.0.2.2 隔声罩内的吸声层表面用穿孔率 $\geq 18\%$ 的穿孔钢板护面或钢丝网护面,吸声材料用中粗无碱玻璃布袋装,其平均吸声系数 ≥ 0.5 。

7.0.2.3 隔声罩内部若安装发热设备,则必须进行通风换气,通风口必需配以消声器,其消声量以不降低隔声要求为准。

7.0.2.4 隔声罩外形避免方形平行罩壁,以防止罩内因空气声驻波效应而使隔声量出现低谷。

7.0.2.5 钢结构隔声罩为防止共振和吻合效应产生,应在罩壁钢板内侧涂刷阻尼材料,抑制钢面板振动。阻尼层厚度不小于钢板厚度的 $2\sim 4$ 倍,并且做到粘结紧密、牢固,结构上应尽量去掉不必要的金属面。

7.0.2.6 隔声罩与噪声源设备不可有刚性接触,防止声桥形成而降低隔声效果。

7.0.2.7 罩板各连接点要做好密封处理,工艺管线、电缆穿过罩壁时,必需加套管并做好密封处理。

7.0.2.8 隔声罩安装时,罩内声源设备与隔声罩的罩壁落地部分应采取隔振措施,以提高隔声效果。