

# 风管系统气动噪声

气流相关噪声的成因一般是由于气体在流动中与固体壁面之间力的作用以及湍流的存在。管路噪声方面，通常由两部分构成：管内部气体流动产生的气动噪声和壁面振动所产生的辐射噪声。

气动噪声主要包括直管段、管件处气动噪声与噪声衰减。

## 一. 风管系统气动噪声的计算方法

### 1. 直管段气动噪声

对于直管段中由于气流流动产生的气动噪声，按式（1）计算

$$L_w = L_{wc} + 50\lg v + 10\lg A \text{ (dB)} \quad (1)$$

其中， $L_{wc}$ —直管比声功率级，一般为 10dB，根据表 1 进行修正；

$V$ —直管内气流流速，m/s；

$A$ —直管段截面积， $m^2$ 。

表 1 直管段气动噪声倍频带修正值

| 中心频率 (Hz) | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 |
|-----------|----|-----|-----|-----|------|------|
| 修正值 (dB)  | -5 | -6  | -7  | -8  | -9   | -10  |

### 2. 弯头段气动噪声

对于弯头部位由于气流流动产生的气动噪声，按式(2)计算：

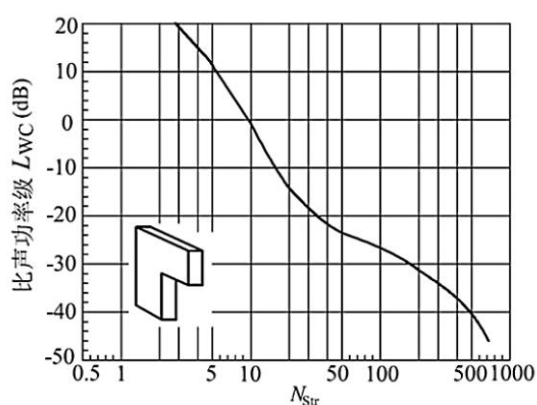
$$L_w = L_{wc} + 10\lg f_D + 30\lg d + 50\lg v \text{ (dB)} \quad (2)$$

其中， $L_{wc}$ —据斯特劳哈尔数  $N_{Str} = f_z \cdot d / v$  由图 1 查取；

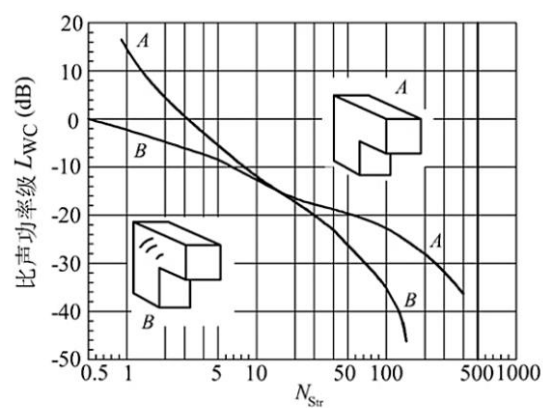
$f_D$ —倍频带低限频率，Hz， $f_D = f_z / \sqrt{2}$ ； $f_z$ ，倍频带中心频率，Hz；

$d$ —风管直径或当量直径，m；

$v$ —管内流速，m/s。



(a) 矩形弯头



(b) 方形弯头

图1 弯头的  $L_{wc}$  值

### 3. 三通段气动噪声

三通处由气流流动产生的气动噪声，采用与弯头处噪声相同的算式：

$$L_w = L_{wc} + 10\lg f_D + 30\lg d + 50\lg v \text{ (dB)}$$

其中， $L_{wc}$ —根据  $v_i/v_a$  及  $N_{str}$  由图 2 查取，当  $r/d_c \neq 0.15$  时按图 3 进行修正。图中  $v_i$  为进入三通的流速，m/s， $v_a$  为离开三通的流速，m/s；

$d$ —分叉管的直径，m；

$v$ —分叉管内流速，m/s。

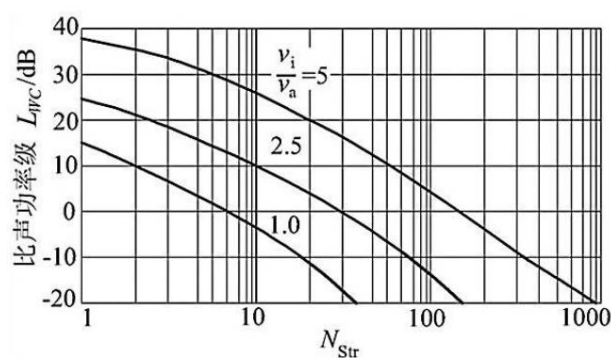


图2 三通的  $L_{wc}$  值

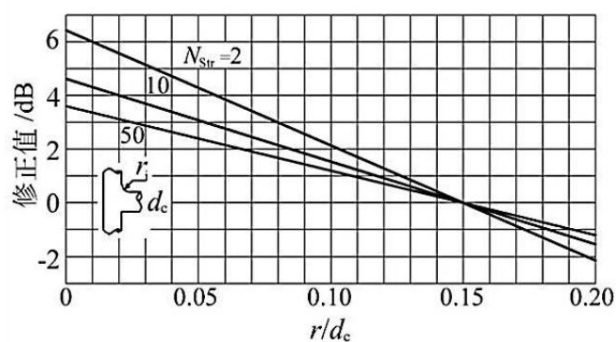


图3 三通  $L_{wc}$  修正值

### 4. 变径管

变径管气动噪声按式(3)计算：

$$L_w = A + B\lg v - 3K \quad (3)$$

其中，A、B—根据表 2 确定；

v—变径管入口空气流速, m/s;

K—与变径管角度有关的修正值。由图 4 确定。

表 2 系数 A、B

| 系数 | 中心频率 (Hz) |      |      |      |      |      |
|----|-----------|------|------|------|------|------|
|    | 63        | 125  | 250  | 500  | 1000 | 2000 |
| A  | 47.2      | 48.6 | 52.8 | 52.8 | 54.2 | 57.2 |
| B  | 27.3      | 22.9 | 15.2 | 13.0 | 9.8  | 5.3  |

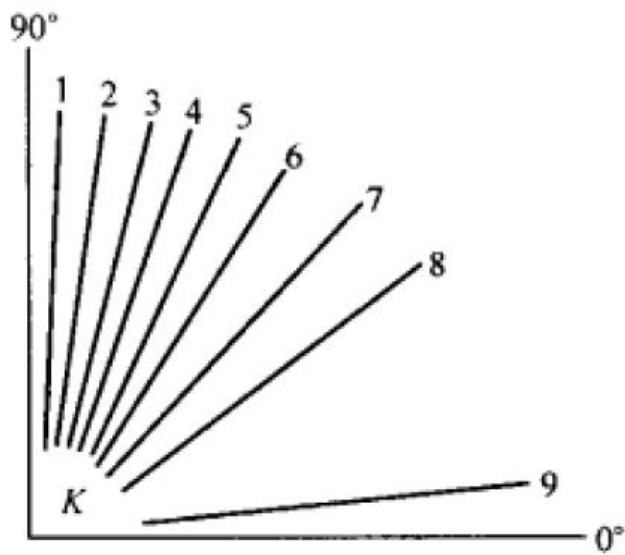


图 4 与变径角度为函数的修正值 K

5. 出风口气动噪声

对于定风速扩散型风口按式(4)计算：

$$L_w = L_{wc} + 10\lg f_D + 30\lg(d \cdot v) \text{ (dB)} \quad (4)$$

其中， $L_{wc}$ —根据  $N_{str}$  由图 5 确定;

d—为散流器颈部当量直径, m;

v—散流器颈部空气流速, m/s。

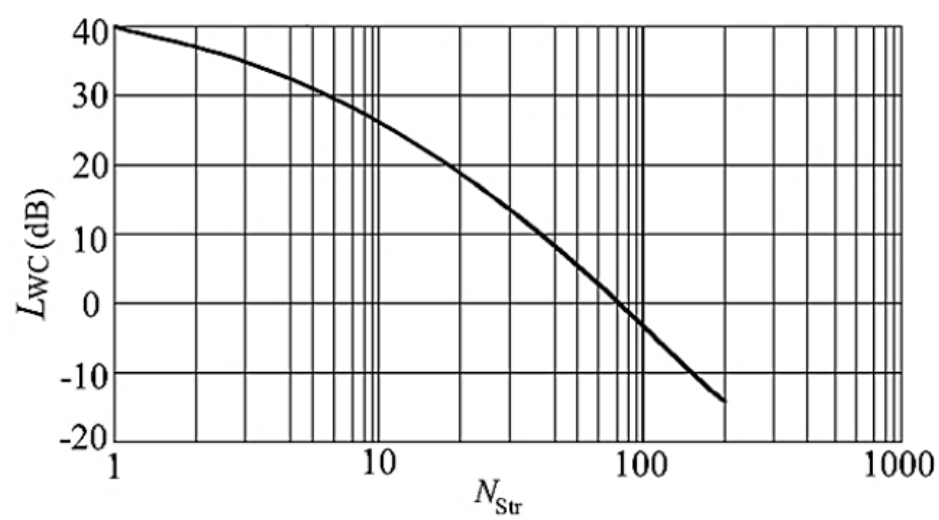


图 5 定风速扩散风口的  $L_{WC}$  值

## 二. 风管系统气动噪声衰减量的计算方法

### 1. 直管段气动噪声衰减

对于圆形直管段气动噪声衰减量, 按表 3 查取:

表 3 直管噪声自然衰减量

| 风管形状及尺寸  |           | 倍频带衰减量 (dB/m) |      |      |      |             |
|----------|-----------|---------------|------|------|------|-------------|
|          | (m)       | 63            | 125  | 250  | 500  | $\geq 1000$ |
| 圆形<br>风管 | 0.075-0.2 | 0.10          | 0.10 | 0.15 | 0.15 | 0.30        |
|          | 0.2-0.4   | 0.06          | 0.10 | 0.10 | 0.15 | 0.20        |
|          | 0.4-0.8   | 0.03          | 0.06 | 0.06 | 0.10 | 0.15        |
|          | 0.8-1.6   | 0.03          | 0.03 | 0.03 | 0.06 | 0.06        |

\*本表适用于管路较长、管内流速较低(  $\leq 8$  m/s )条件, 否则噪声衰减忽略不计。

### 2. 弯头段气动噪声衰减

对于圆形直角弯头噪声衰减, 按表 4 计算:

表 4 弯头噪声自然衰减量

| 弯头形状及尺寸 |            | 倍频带衰减量 (dB/m) |     |     |      |      |
|---------|------------|---------------|-----|-----|------|------|
|         |            | 125           | 250 | 500 | 1000 | 2000 |
|         | (m)        |               |     |     |      |      |
|         | 0.125-0.25 | —             | —   | —   | 1    | 2    |
| 圆形      | 0.28-0.50  | —             | —   | 1   | 2    | 3    |
| 弯头      | 0.53-1.00  | —             | 1   | 2   | 3    | 3    |
|         | 1.05-2.00  | 1             | 2   | 3   | 3    | 3    |

3. 三通段气动噪声衰减

三通管件噪声衰减按照管段面积比计算，见式(5)：

$$\Delta Lw = 10 \lg \frac{A_i}{\Sigma A_i} \text{ (dB)} \quad (5)$$

其中， $A_i$ —分叉管截面积， $m^2$ ；

$\Sigma A_i$ —所有支管截面积和， $m^2$ 。

4. 变径管气动噪声衰减

变径管气动噪声衰减由图 6 查的：

$$\Delta L = 10 \lg [(1 + m)^2 / 4m]$$

其中， $m=F_2/F_1$ ， $F_1$ 、 $F_2$  分别为变径前后的管道截面积

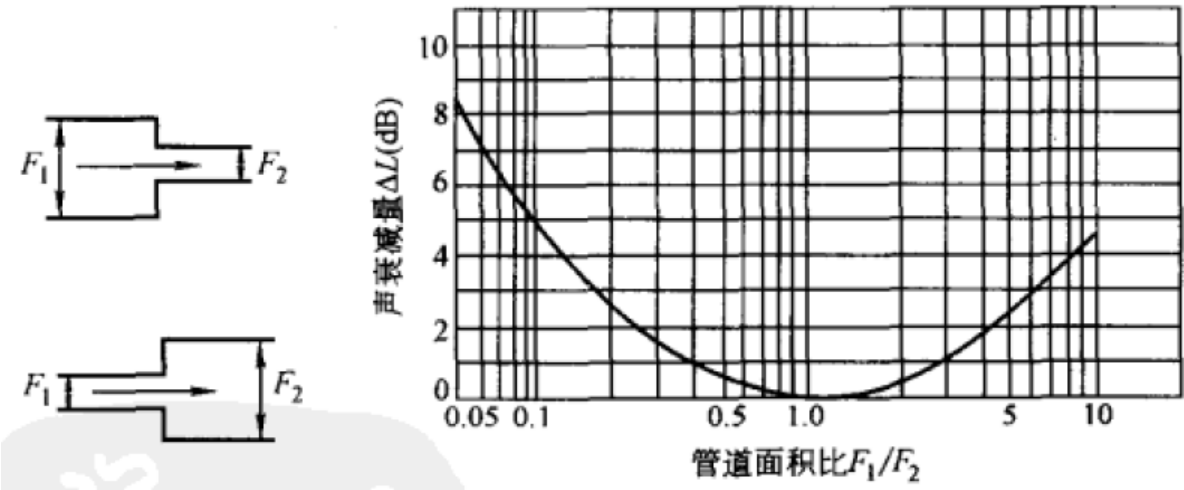


图 6 变径管的自然衰减量

## 5. 末端反射衰减

当风管内的噪声由风口进入房间内时会因反射而产生衰减量，称为风口末端损失。

不同位置处的风口末端衰减由图 7 查得，图中风口位置分四种。

I 代表风口位于房间中间；曲线Ⅱ代表风口处于墙或顶棚中部；曲线Ⅲ代表风口位于侧墙与顶棚的交线上；曲线Ⅳ代表风口位于三面交角处。

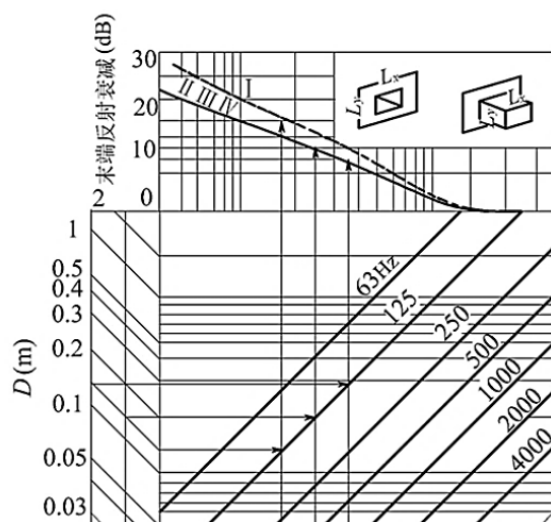


图 6 末端反射损失计算图

## 6. 房间修正

室内气动噪声的计算还需考虑房间对声级的修正，按式(6)计算：

$$Lp = Lw + 10 \lg \left( \frac{Q}{4\pi r^2} + \frac{4}{R} \right) \quad (\text{dB}) \quad (6)$$

其中，LP — 计算点的声压级，dB；

Lw — 声功率级，dB；

Q — 是声源指向性系数，与风口位置及其与接受点的辐射角度有关，可由图 8 查得；

r — 计算点到声源的距离，m；

R — 房间常数， $\text{m}^2$ 。

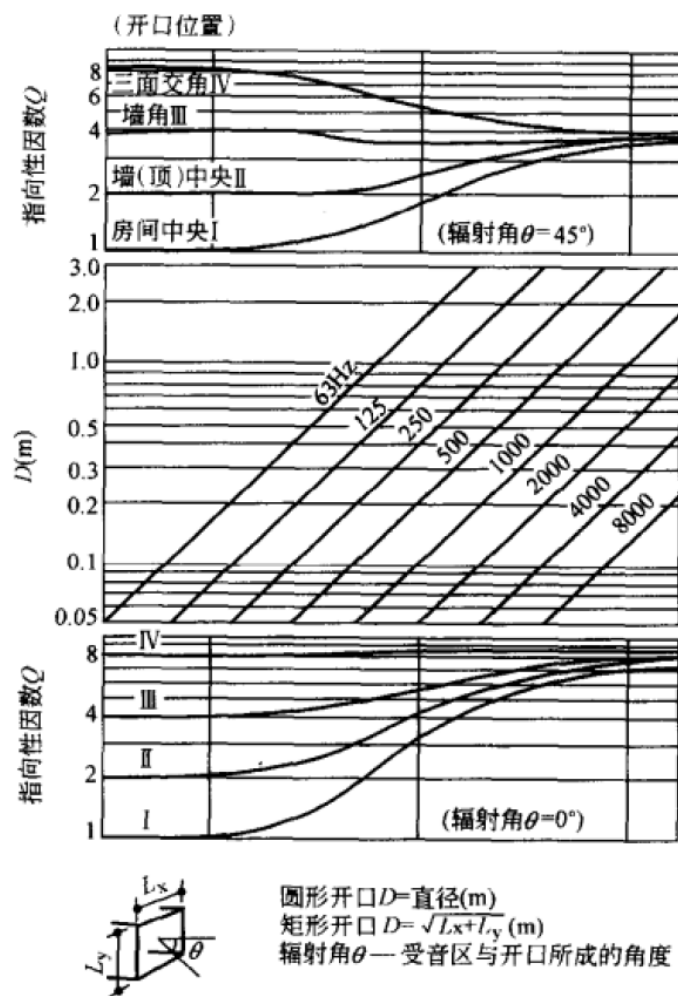


图 8 风口指向性系数

### 三. 噪声值的叠加

管路系统中不同管件所产生的噪声会形成叠加效应，当  $L_{W1}$  和  $L_{W2}$  两个声级相叠加时，按式 (7)：

$$L_w = 10 \lg(10^{L_{W1}/10} + 10^{L_{W2}/10}) \quad (\text{dB}) \quad (7)$$

其中， $L_{wi}$ ——被叠加的声级，dB。