

煤矿技术革新丛书

矿井轴流式局部扇风机 消声器

劳动部劳动保护科学研究所
焦作矿务局焦西矿 合編

中国工业出版社

U182.5
L475

煤矿技术革新丛书

矿井轴流式局部扇风机 消 声 器

劳动部劳动保护科学研究所 合編
焦作矿务局焦西矿

中国工业出版社

272352

本书专门介绍降低矿井轴流式局部扇风机噪声的消声器。书中着重介绍消声器的原理、结构和制造。此外，对局部扇风机噪声特性也做了简要叙述。

本书供矿山通风技术人员、机电人员参考。

煤矿技术革新丛书
矿井轴流式局部扇风机消声器
劳动部劳动保护科学研究所 合编
焦作矿务局 焦西矿

煤炭工业部主编 煤炭工业出版社 (北京东长安街煤炭工业部大厦)

中国工业出版社出版 (北京东黄城根内大街15号)

北京市书刊出版业营业登记证出字第0000000号

中国工业出版社第一印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

开本787×1092¹/₁₆ 印张76·字数14,000

1965年11月北京第一版·1965年11月北京第一次印刷

印数0001—2,910·定价(科二)0.09元

统一书号: 15165·4180(煤炭-319)

出版者的話

目前國內煤礦及金屬礦的井下局部通風，普遍採用軸流式扇風機（簡稱局扇）。這種局扇運轉時發出的噪聲很大，在它旁邊工作的工人聽不清行車音響信號以及其它危險信號，很容易發生事故。另外，工人長時間受這種噪聲的刺激，也容易引起聽力減退，產生疲勞，使勞動生產率降低。

為了改善局扇旁工人的勞動條件，勞動部勞動保護科學研究所近年來對局扇的噪聲特性、各種吸聲材料和不同型式的消聲器進行了研究探討，取得一定成績。這本小冊子介紹他們設計、製造的圓筒式阻性消聲器和他們與焦作礦務局焦西礦共同設計製造的中心帶圓錐—圓柱體的圓筒式阻性消聲器。這兩種消聲器，有些單位已使用，有較顯著的消聲效果。讀者可根據本單位的具體情況按小冊子提供的結構型式和原理仿制。

這本小冊子由勞動部勞動保護科學研究所吳衛彬、方丹群和焦作礦務局焦西礦席清池執筆編寫。

目 录

出版者的話

- 一 軸流式局扇噪声的特性1
- 二 吸声材料与阻性消声器5
- 三 局扇消声器的结构、制作、安装和使用9
- 四 局扇消声器的性能和效果19
- 附录 名詞解釋21

一 軸流式局扇噪声的特性

局扇噪声由空气动力性噪声、机械性噪声和电磁性噪声組成，其中以空气动力性噪声为主，声級大大超过机械性噪声和电磁性噪声的总和。

空气动力性噪声的声功率 w 正比于 $D^2 \cdot V^6$ (D —叶輪直径； V —叶輪旋轉的圓周速度)，此外与局扇型号和其他空气动力参数也有关系。

局扇叶輪在旋轉过程中，叶片周期性地分裂气流，所产生的有調性高频噪声是很明显的（參看图 2），这种噪声的基頻可由下式确定：

$$f_0 = \frac{nZ}{60} \text{ 赫茲}, \quad (1)$$

式中 n ——局扇叶輪的轉数，轉/分；

Z ——叶輪的叶片数。

1. 局扇噪声的声压級和頻譜特性

我們利用图 1 的裝置，对几种局扇的噪声級和頻譜特性进行測定。其結果示于表 1 和图 2。

由表 1 和图 2 可知，这些局扇的噪声都高达 95 分貝以上，而且噪声能量大部分分布在頻率 500 赫茲以上，呈現明显的有調高频性，因此，危害較大。

2. 局扇噪声声功率

局扇噪声声功率的測量是在室外露天場地上进行的，局

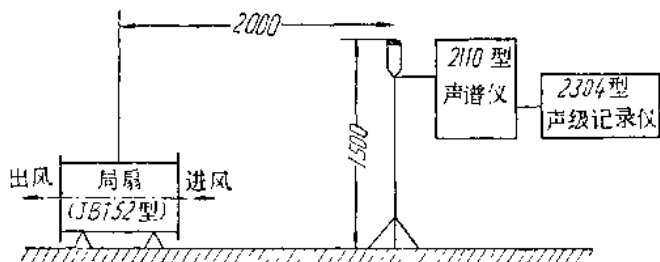


图 1 局扇噪声测定装置

几种型号局扇的噪声级和频谱特性

表 1

局扇型号	声级 (分贝)	频谱特性
JBT51	95	高频
JBT52	101	高频
JBT61	110	高频
JBT62	114	高频

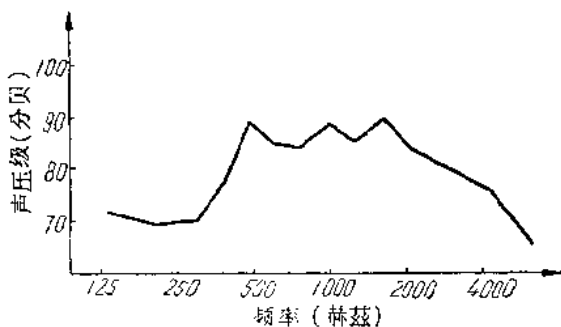


图 2 JBT52型轴流式局扇噪声频谱 (纵坐标所示的声压级是 $\frac{1}{3}$ 倍频声压级)

扇置于較堅實的地上，12個測量點均分布在包圍着扇的半球面上，該半球的球心取在扇的幾何中心點上，半徑為2米。

測出這12個點的聲壓級後，求平均聲壓級，並按下式確定聲功率級和聲功率：

$$L_w = \bar{L}_p + 20 \lg r + 18 \quad (2)$$

$$L_w = 10 \lg \frac{w}{w_0} \quad (3)$$

式中 L_w ——聲功率級，分貝；
 \bar{L}_p ——平均聲壓級，分貝；
 r ——球面半徑，米；
 w ——聲功率，瓦；
 w_0 ——參考聲功率，取為 10^{-18} 瓦。

按上述方法測量和計算得JBT52型扇噪聲的總聲功率級為124分貝，聲功率為0.175瓦。

3. 扇噪聲聲功率和聲壓級計算舉例

如果現場沒有聲學儀器，可利用扇的銘牌功率與工作風量對扇噪聲的聲功率和聲壓級進行估算。

扇噪聲總聲功率級（分貝）

$$L_w = 125 + 20 \lg N - 10 \lg Q \quad (4)$$

式中 N ——扇銘牌功率，千瓦；
 Q ——扇的工作風量，米³/分。

求出總聲功率級後，即可由下式確定離扇 r 米處的平均聲壓級（分貝）

$$\bar{L}_p = L_w - 20 \lg r - 18 \quad (5)$$

式中 r ——測點與扇的距離，米。

例：已知 JBT52 型局扇功率 $N=11$ 千瓦， $Q=225$ 米³/分，则由式 4 算得总声功率级

$$L_w = 125 + 20 \lg 11 - 10 \lg 225 = 122.5 \text{ 分贝。}$$

再把 $L_w = 122.5$ 分贝代入式 5，算出离局扇 2 米处的平均声压级

$$\bar{L}_p = 122.5 - 20 \lg 1.5 - 18 = 99 \text{ 分贝。}$$

二 吸声材料与阻性消声器

阻性消声器主要是借助于吸声材料与声波的摩擦，使声能转变为热能，以减弱噪声。

较简单而易于加工制造的阻性消声器的结构型式如图3所示。

沿着消声器（图3）通道传播的噪声，为吸声层所吸收，从而减弱噪声。

吸声材料的声学特性，主要由吸声系数和法向声阻抗来表示，这些声学参量很大程度上决定了阻性消声器的效能。

用驻波管法测定的国产吸声材料的吸声系数和声阻抗值示于表2、表3。

由表2、3看出玻璃丝的吸声性能是比较好的，尤其在中高频部分（周扇噪声在这频率上声级较大）吸声系数很高。由图4看出，水分对玻璃丝吸声系数的影响也较小。象这样的材料宜于选做周扇消声器的吸声衬垫。

消声器的消声值除了同吸声材料的性能有关外，还与消声器长度、横截面积、几何形状等都有关系。一般的说，增

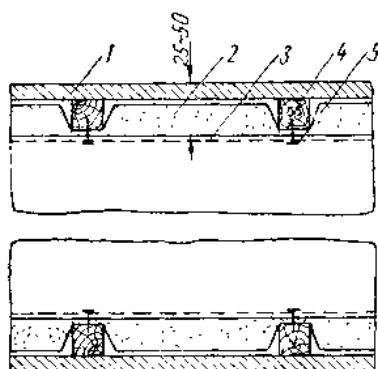


图3 阻性消声器的基本结构

1—外壳；2—吸声层；3—铁丝网；4—固定子（小铁块或木块）；5—钉子

一些国产吸声材料的吸声系数

表 2

规格和吸声系数 材料名称	厚度, 厘米	密度, 克/ 厘米 ³	频率, 赫兹					产地
			125	250	500	1000	2000	
玻璃丝	4	0.12	0.09	0.23	0.65	0.97	0.83	天津玻璃厂
熟玻璃丝	2	0.20	0.14	0.14	0.18	0.48	0.98	北京玻璃厂
熟玻璃丝	4	0.20	0.13	0.20	0.53	0.98	0.84	北京玻璃厂
熟玻璃丝	5	0.20	0.09	0.22	0.70	0.99	0.88	北京玻璃厂
熟玻璃丝	6	0.20	0.26	0.33	0.82	0.92	0.89	北京玻璃厂
熟玻璃丝	8	0.20	0.29	0.52	0.97	0.89	0.86	北京玻璃厂
玻璃毡	4		0.20	0.21	0.28	0.52	0.85	大连玻璃厂
玻璃毡	4		0.11	0.23	0.55	0.93	0.93	苏州
矿渣棉	6	0.24	0.25	0.55	0.785	0.75	0.875	北京石钢
矿渣棉	8	0.24	0.39	0.65	0.65	0.76	0.88	北京石钢
矿渣棉	8	0.15	0.3	0.64	0.94	0.79	0.93	北京石钢
泡沫塑料	4	0.28	0.15	0.14	0.22	0.35	0.20	-
甘蔗板	5	0.25	0.27	0.35	0.30	0.38	0.42	北京木材厂
木丝板	5	0.28	0.15	0.14	0.43	0.63	0.52	北京木材厂
工业毛毡	2	0.372	0.07	0.26	0.42	0.40	0.55	北京毛毡厂
工业毛毡	6	0.372	0.13	0.31	0.43	0.52	0.55	北京毛毡厂

加消声器的长度和吸声层的厚度, 可以提高消声器的消声值。

声波在阻性消声器中的衰减值大体上由下式确定:

$$\Delta L = f(\alpha) \frac{P}{S} l \quad (6)$$

式中 ΔL ——衰减值, 分贝;

$f(\alpha)$ ——吸声系数 α 的函数, 随 α 值的增大而增大,

表 3
 熱玻璃絲(厚度 5 厘米, 密度 0.2 克/厘米³)的吸声系数和声阻抗

频率, 赫兹 参 数	100	125	160	200	250	320	400	500	640	800	1000	1250	1600	2000
α_0	0.08	0.09	0.097	0.115	0.22	0.31	0.43	0.695	0.9	0.99	0.994	0.935	0.87	0.88
$\frac{R}{\rho C}$	1.3	0.766	0.467	0.53	0.728	0.63	0.584	0.706	—	—	1.15	1.16	1.98	1.56
$\frac{Z}{\rho C}$	-7.65	-5.66	-4.13	-4.02	-3.29	-2.4	-1.71	-1.08	—	—	-0.05	-0.174	-0.463	-0.735
$\left \frac{Z}{\rho C} \right $	7.83	5.7	4.2	4.06	3.36	2.83	1.8	1.3	—	—	1.15	1.18	2.06	1.724

注: α_0 ——垂直入射吸声系数; $\frac{R}{\rho C}$ ——比声阻抗的实数部分; $\frac{Z}{\rho C}$ ——比声阻抗的虚数部分;

$\left| \frac{Z}{\rho C} \right|$ ——比声阻抗的绝对值。

其关系如下表所示:

α	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
$f(\alpha)$	0.1	0.2	0.35	0.5	0.65	0.9	1.2	1.6	2.0	4

P ——消声器通道横截面周长, 米;

S ——消声器通道横截面面积, 米²;

l ——消声器的长度, 米。

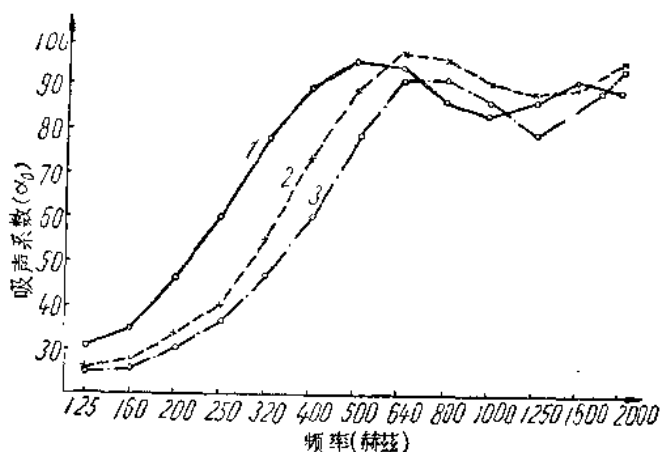


图 4 潮湿度对玻璃丝吸声系数的影响(玻璃丝密度 0.20 克/厘米³, 厚度 8 厘米)

1—含水重 0%; 2—含水重 5%; 3—含水重 10%

三 局扇消聲器的結構、制作、 安裝和使用

根據上面所敘述的局扇噪聲特性和阻性消聲器的原理，經過多次試驗，最後選玻璃絲做吸聲襯墊，設計了兩種不同型式的阻性消聲器：（1）圓筒式阻性消聲器；（2）中心帶圓錐—圓柱體的圓筒式阻性消聲器。現將其結構、制作、安裝和使用分述如下：

1. 結 構

圓筒式阻性消聲器 這種消聲器全長700毫米（為裝拆方便可分成兩段），主要由外殼、吸聲襯墊和加固裝置三部分組成。其外形如圖5，詳細結構示於圖6。

外殼1是用2~2.5毫米厚的鋼板制成圓筒形，直徑520毫米，採用這麼厚的鋼板材料，為的是使消聲器具有足夠的消聲能力和機械強度。

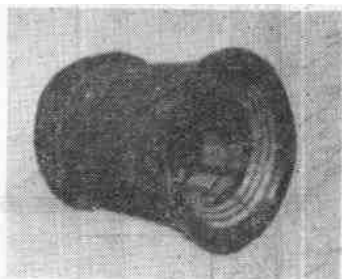


圖5 圓筒式阻性消聲器外形

吸聲襯墊10是由密度 $0.2\sim 0.25$ 克/厘米³、厚度5厘米的熟玻璃絲作成。一般的說，吸聲襯墊越厚吸聲效果越好，但過厚消聲器通道面積變小，會影響風機的空氣動力性能，因此，選取5厘米的厚度較為適宜。熟玻璃絲是一種和棉線相像的鬆軟的不扎人的玻璃纖維。這種玻璃絲便於填裝。廢玻

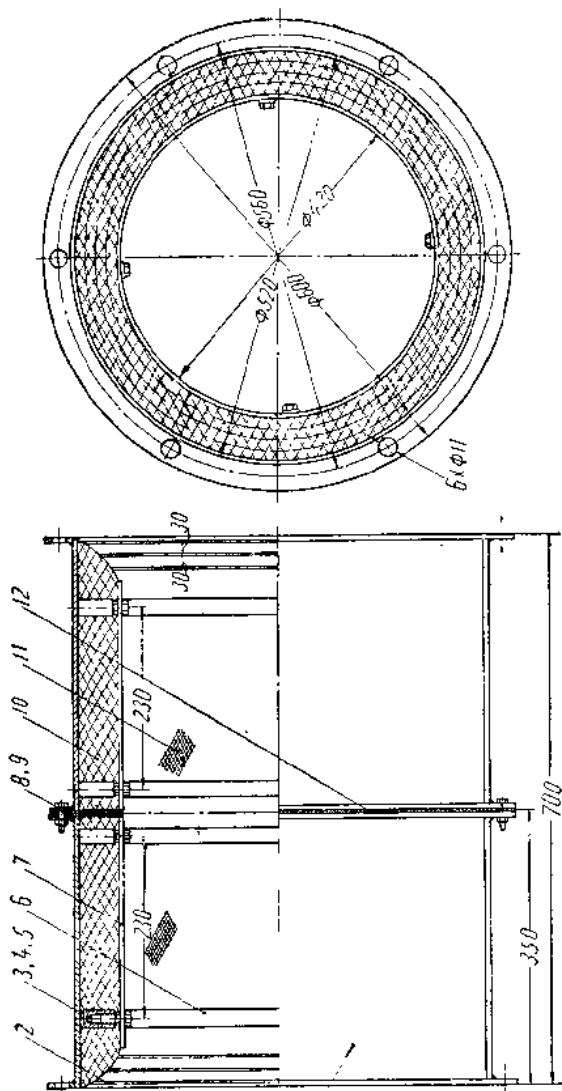


图 6 圆筒式阻性消声器结构

1—外壳(2.5毫米钢板); 2—铁丝圈($\phi 4$); 3、4、5—螺钉(M8 $\times 36$)、螺母(M8)、支撑柱; 6—支撑圆环; 7—
支撑筋条; 8、9—螺母、螺钉; 10—玻璃丝; 11—铁丝; 12—丝网

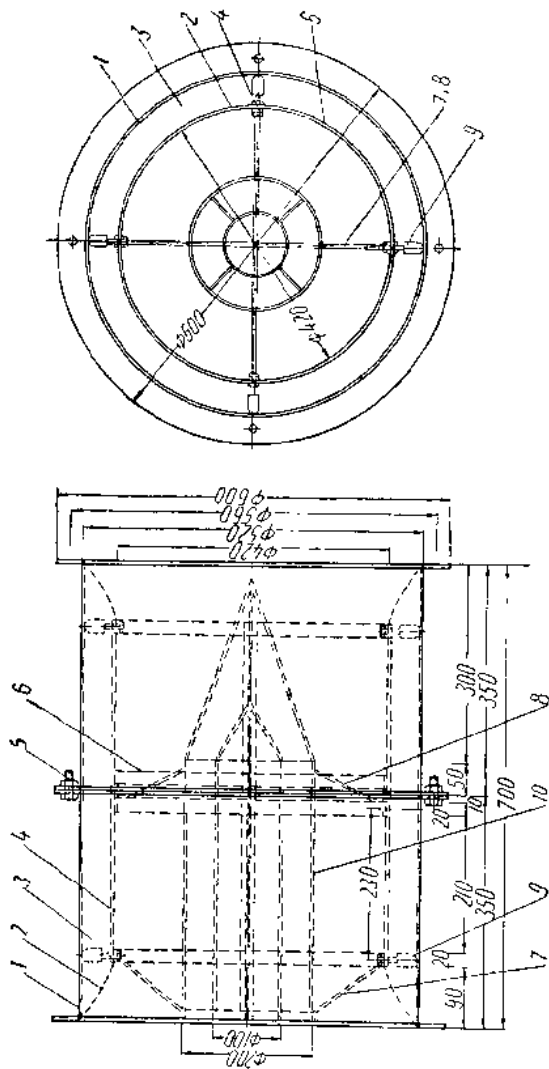


图7 中心带圆锥—圆柱体的圆筒式阻性消声器

1—外壳；2—铁丝网；3—玻璃环；4—支撑筋条；5—螺钉；6—支撑圆环；7—圆柱支柱；8—圆锥支柱；9—支撑柱；10—圆锥圆柱状声体

玻璃絲对消声器消声性质沒有多大影响，为了节约也可以用废玻璃絲做为吸声材料。

吸声衬垫是由加固装置固定在外壳上的。加固装置是由10目/吋的铁絲护网11、支撑筋条7、支撑圆环6、铁絲圆圈2等部件組成。

加固装置也可用穿孔薄銅板做成的穿孔圆壁制成，穿孔率不能高于20%，选取孔的直径为5~10毫米，孔間距离为10~20毫米。

按图6制成的消声器約重43公斤。

消声器入口处和出口处作成流线型，是为了减少对气流的阻力，以保证局扇的空气动力性能良好。

中心带圆锥—圆柱体的圆筒式阻性消声器 这种消声器是在圆筒式消声器的基础上，加上一个圆锥—圆柱状吸声体制成的。圆锥—圆柱吸声体安装在圆筒式消声器中心，整个消声器的结构如图7所示。

圆锥—圆柱吸声体示于图8。

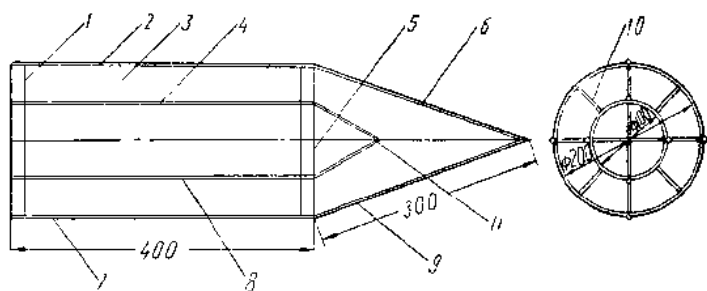


图8 圆锥—圆柱消声体

1—外圆环； 2—圆柱筋条； 3—玻璃絲； 4—内圆柱筋条； 5—内圆环； 6—圆锥筋条； 7—外圆铁絲网； 8—内圆铁絲网； 9—圆锥铁球网； 10—连接柱； 11—圆锥筋条