

建筑科学研究报告

REPORT OF BUILDING RESEARCH

1981

No. 18

消声弯头声学特性的试验研究

Experiment and Study of Acoustic Characteristics of
Silent Bilent in Ventilation Ducts

中国建筑科学研究院

CHINESE ACADEMY OF BUILDING RESEARCH

提 要

本文介绍了利用通风管道的弯头作消声装置的试验结果,其中包括不同吸声处理的单个弯头以及两个连续弯头的声学特性试验。试验结果表明:弯头消声效果良好,它的构造简单,阻力损失比较小;使用两个连续弯头时,加大弯头的间距有助于提高消声的能力;如果距离很近,则两个弯头比一个弯头的消声量将增加有限。上述试验结果,对进一步研究弯头的声学性能有一定意义,可供工程技术人员设计时参考。

Experiment and Study of Acoustic Characteristics of Silent Bends in Ventilation Ducts

Han Lin

Pan Wei

He Qi-hua

Ma Chan-gchun

Abstract

This paper gives an account of a series of experiments and studies for silent bends in ventilating ducts, in which several specimen of single 90° bends with different acoustic absorbent treatment, and two cascaded 90° bends were employed respectively.

The experiment shows that these silent bends have a good sound attenuation performance, simple in structure and rather small in pressure drop. When two cascaded silent bends are used, increment of the distance between two silent bends will raise the sound attenuation property considerably. If the distance is too small, the increment of sound attenuation obtained is much less. The above test result will be of significance for further study of acoustical characteristics of silent bends, and it may be referred to by engineers and technicians in their design work.

一、前 言	(1)
二、测试方法及装置	(1)
三、测量结果	(4)
四、结语	(8)

四、结语

消声弯头声学特性的试验研究

建筑物理研究所 韩 璘 潘 伟

建筑设计研究所 贺绮华 马长春

一、前 言

近年来,一些国家利用消声弯头来代替尺寸较大的消声器已取得了一些积极的成果。日本 NHK 在广播电视建筑空调系统中广泛引用了消声弯头,达到了预期的目的⁽¹⁾;板本守正⁽¹⁾介绍了几种单个消声弯头、连续弯头的声衰减性能;J. D. Webb⁽²⁾、G. J. Cole⁽³⁾、A. F. Fry⁽⁴⁾等也对弯头的声衰减特性及弯头所引起的再生风噪声进行了研究,提供了资料与数据。

为了研究消声弯头的声学特性,1978年我们对四种不同吸声处理的单个消声弯头 and 不同间距的两个连续弯头,分别在不同风速下以及以白噪声为声源时,测量了声衰减量和插入损失,并对实验结果进行了分析研究。这些资料与数据对进一步研究弯头的声学特性有一定意义,可供工程设计人员设计时参考。

二、测试方法及装置

这次实验是在两个相邻的试验室进行的。风机与喇叭在声源室,试验管道安装在隔壁的接收室内,两个试验室之间的间隔墙为240砖墙,管子穿过墙面的局部墙为120砖墙,均

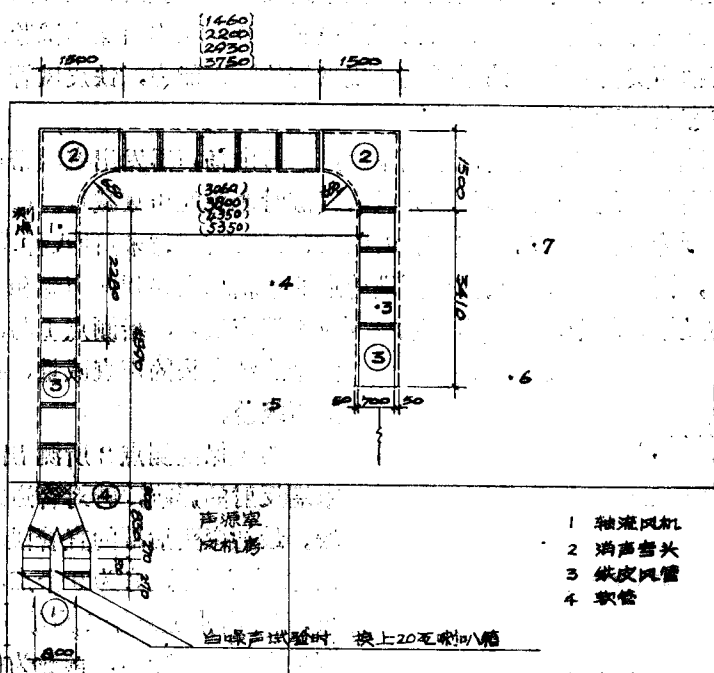


图1 单个弯头试验装置平面示意图

为两面抹灰。风机为四台 03-11-5# 轴流风机，风速从 1~7.4 米/秒之间共八档。白噪声作试验时，取下末端后面的两台风机，换上两个 20 瓦喇叭，内喇叭箱与管道相接。试验装置见图 1 和图 2。

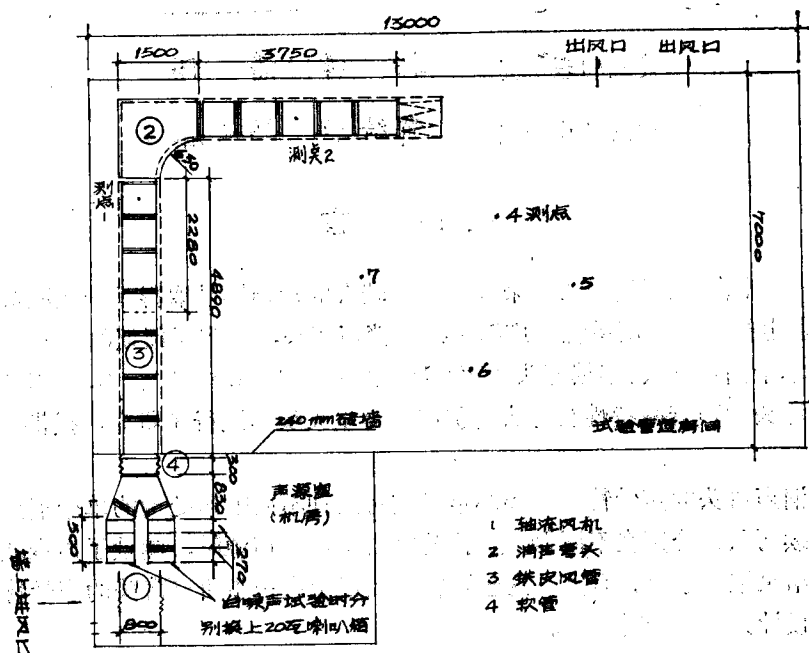


图 2 两个连续弯头试验装置平面示意图

试验管道为 700×700 毫米²/方型铁皮风管，试验管道入口管段长 $7D$ ，(D =管道宽度)，中间为弯头试验段，包括单个弯头实验段或两个连续弯头试验段。图 1 为单个弯头试验装置情况，图 2 表示连续弯头试验情况。出口管道段长 $5D$ 。在作白噪声试验时，管道末端装有 1 米长并安装有消声尖劈管段。为了提高铁皮风管的隔声能力，铁皮风管外缠草绳，外抹 30~40 毫米厚白灰黄泥砂浆。

弯头的声衰减量是在两种情况下测量的：(一)由扬声器发出宽频带白噪声，在弯头前后两测点分别测出其声级，算出声级差为没有气流时弯头的声衰减量。(二)以风机噪声为声源，气流速度分别为 1、2、3.3、4.7、6.0、6.6、7.1、7.6 米/秒八种，测出有气流时的声衰减量。试验时，话筒安装在弯头前后两端管道的中轴线上并朝向声源和气流入射方向，测风噪声时带有防风罩。单个弯头的声衰减量(或称消声量)，指测点 1 与测点 2 的声级差，

两个连续弯头的声衰减量，指测点 1 与测点 3 的声级差。

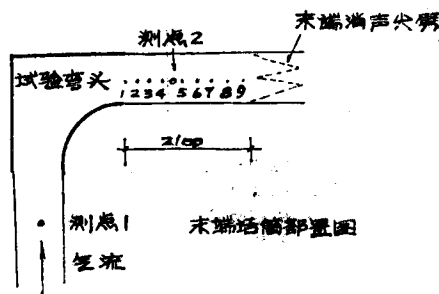


图 3a 末端话筒位置图

为了保证测点 2 所测出的声级不受管道末端反射的影响，特对管道末端长度进行了比较。最初弯头后端的直管段长 2100mm，我们沿着末端等距分为 9 个点，第一点定为 0 分贝，其它各点相对于 1 点的声级差如图 3 所示，测量声源为白噪声，读数为倍频程中心频率的声级。

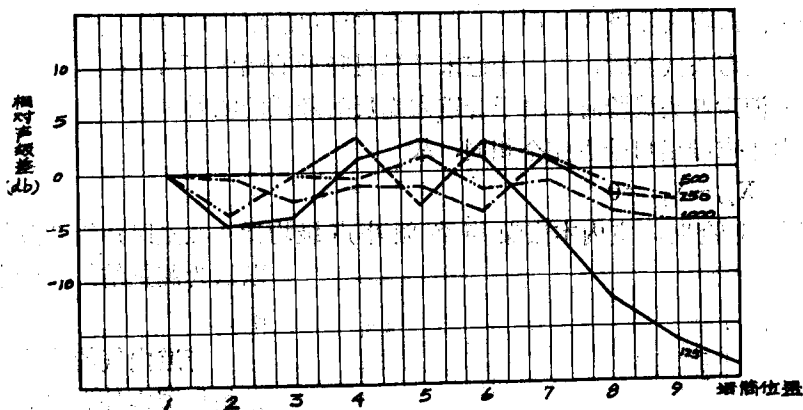


图3b 末端反射对测点的影响 (末端长2100mm)

英国标准 BS47186认为：管道内测量点，其截面前后两侧各点650mm的距离内，沿管道轴线的声级差；125赫以上不超过3分贝，而图3b结果表明测量点2即话筒位置附近的声级差已大于3db，为了消除末端反射的影响。我们将末端管道沿长至3750mm，如图4所示。

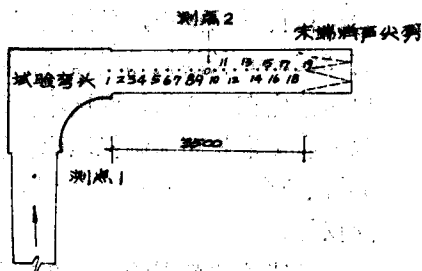


图4a 话筒位置示意图

从图4b看出测点2前后各650mm之间声级差不超过3分贝，可以认为已消除了末端声反射对测点的影响。

第二项试验是测量消声弯头的插入损失。插

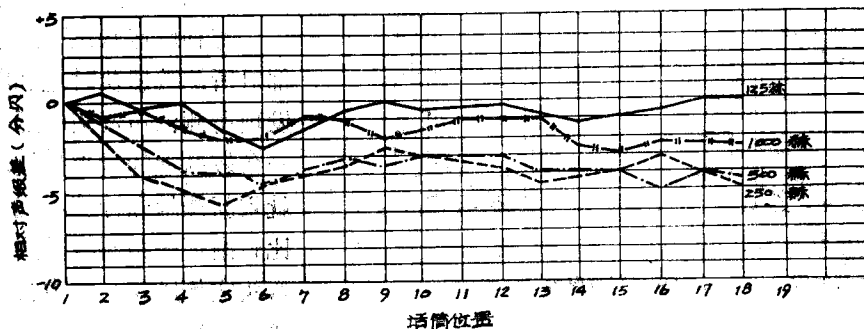


图4b 末端反射对测点的影响 (末端长3500mm)

入损失是指光铁皮弯头未作吸声处理时在试验房间内测得的声级，与弯头作了吸声处理后在试验房间内测得的声级的差。我们参照 BS4718的要求，管道的辐射末端与试验室墙面的距离大于1 M，而且不垂直于试验室相对墙面，房间内测量点的数目根据房间声场分布而定，测量点离开管口的距离大于1 M，离开房间和管道任一表面的最小距离不小于1 M，测点位置之间距离也不小于1 M。。由于接收室的房间体积大，首先选择了13个测点测其声级，各点声级差均小于2db，根据要求确定4个点为测量点，如图1、2所示。

插入损失 n 可按下式计算：

$$n = \overline{LP}_0 - \overline{LP}_1 + X_{01} - X_{02} \text{ db}$$

式中 $\overline{LP}_0$ —光弯头试验时, 各点倍频程的平均声压级;

$\overline{LP}_1$ —消声弯头作吸声处理后, 各测点倍频程的平均声压级;

X_{y0} —光弯头试验时, 由于管道末端反射降低的幅射声功率;

X_{y1} —消声弯头试验时, 由于管道末端反射降低的幅射声功率
试验时, 由于末端出口管道完全相同, 故

$$X_{y0} - X_{y1} = 0$$

做插入损失试验时, 室内本底噪声各频率声级均低于测量时声级6分贝, 因此, 可以认为测量结果没受本底噪声的影响。

管道内气流速度、压力测定都是根据国内外有关规定进行的。测量点是根据常规尺寸布置在管道的稳定纹上, 采用四台03—115*轴流风机, 两台并联后串联安装。为减少机械传动的噪声, 总送风管上装有300mm长的帆布管。测量时电压稳定在280伏。测试中使用的仪表有1米长英国制标准比托管, 30°倾斜角的U型压差计, 热风电风速仪等。

风速测试范围为1~8米/秒, 其中1~2米/秒在雷诺数范围334688以下, 处于紊流过渡区。

每种风速状态下进行测定时, 都对所测数据及时地加以计算, 若发现所测消声弯头的压力系数不在一条较渐近的对数坐标的斜线上, 就重新测量和计算, 直至六组号都比较渐近一条斜线时为止。当消声弯头实测风速与压力损失的关系斜线在对数坐标上确定之后, 任取其中一个风速值, 就可以查出相对的压力损失(即阻力)毫米水柱。

三、测量结果

下面介绍各种不同吸声处理后的单个弯头及连续弯头的测验结果。

单个弯头的试验结果包括光弯头、棉布饰面内填50mm厚超细棉、

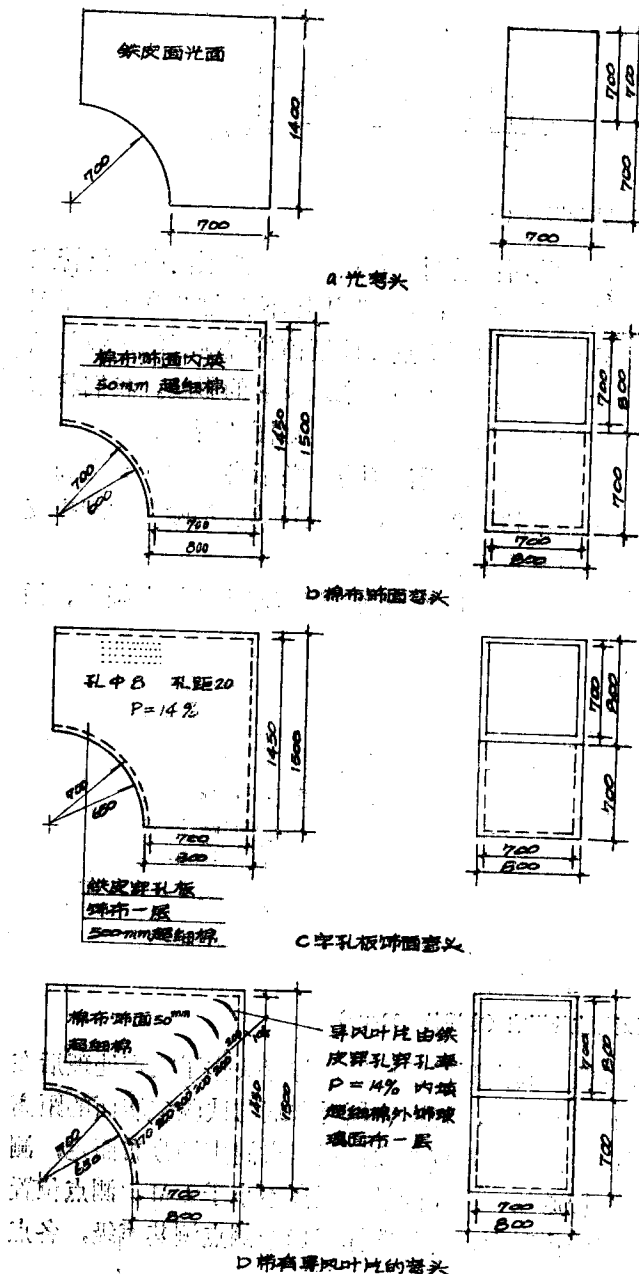


图5 四种单个弯头吸声处理示意图

的消声弯头、单个棉布饰面内填50mm厚超细棉, 并另装有短弦导风叶片弯头及铁皮穿孔板

光弯头的声衰减量(分贝)

(平均阻力系数 $\varphi=0.509$)

表 1

测定风速 (米/秒)	压力损失 H毫米水柱	倍频程中心频率(赫兹)									计权声级 分贝	
		315	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A	Lin
1.0		9	8	10	15	7	6	7	7	8	7	9
2.0		9	7	10	15	6	6	5	6	7	6	8
3.3	0.26	7	8	8	15	6	7	8	8	9	7	7
4.7	0.57	5	7	8	12	7	6	6	7	8	7	8
6.0	0.98	1	2	6	12	7	5	7	8	7	8	2
6.6	1.21	2	2	5	14	7	7	6	7	7	7	0
7.1	1.28	1	2	4	13	7	5	7	7	7	5	0
7.6	1.655	1	4	8	12	5	6	6	6	5	6	—
白噪声无末端尖劈		7	8	4	9	6	6	6	5	9	4	5
白噪声有末端尖劈		7	7	7	10	6	7	7	7	8	5	5

单个棉布饰面内装短弦导风叶片的声衰减量(分贝)

(平均阻力系数 $\varphi=0.562$)

表 2

测定风速 米/秒	压力损失 毫米水柱	倍频程中心频率(赫兹)									计权声级	
		315	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A	Lin
1.0		9	8	10	18	18	22	24	19	20	18	12
2.0		7	8	9	18	18	20	23	17	19	17	10
3.3	0.39	8	8	10	17	18	20	22	17	18	16	10
4.7	0.71	9	8	10	18	16	20	22	17	17	17	10
6.0	1.00	8	10	11	19	19	21	24	18	19	17	13
6.6	1.33	9	8	10	17	18	22	23	18	19	16	11
7.1	1.53	10	9	11	16	17	21	23	18	18	18	12
7.6	1.88	10	10	10	17	17	20	22	18	17	17	8
白噪声无尖劈		9	7	10	19	19	20	20	19	19	18	18
白噪声有尖劈		7	8	10	19	21	22	21	19	19	19	18

棉布饰面内填 50mm 厚超细棉的单个弯头声衰减量(分贝)

(平均阻力系数 $\varphi=0.68$)

表 3

测定风速 米/秒	压力损失 毫米水柱	倍频程中心频率(赫兹)										计权声级 (db)	
		315	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A	Lin	
1.0		10	10	9	17	19	21	25	21	22	18	9	
2.0		10	9	11	16	19	23	22	22	22	17	9	
3.3	0.37	7	8	8	16	19	24	25	23	20	17	10	
4.7	0.84	5	8	9	14	17	23	25	22	20	17	10	
6.0	1.14	4	7	11	14	15	23	26	24	21	15	9	
6.6	1.41	6	4	8	12	14	20	23	21	16	16	9	
7.1	1.58	3	4	7	9	10	17	22	22	21	14	6	
7.6	1.85	2	4	8	8	10	16	21	23	17	12	6	
白噪声无尖劈		10	8	9	17	28	23	23	24	22	20	14	
白噪声有尖劈		11	9	11	18	22	23	23	23	22	20	15	

穿孔板饰面内填 50mm 超细棉并附布一层单个弯头声衰减量 (分贝)

 $\varphi = 0.601$

表 4

测定风速 米/秒	压力损失 毫米水柱	倍频程中心频率(赫兹)										计权声级	
		315	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A	Lin	
1.0		8	8	10	18	19	20	18	18	18	16	11	
2.0		9	10	11	21	20	21	20	20	19	17	13	
3.3	0.36	8	9	10	19	18	20	18	20	16	15	10	
4.7	0.79	7	9	10	18	18	20	17	19	18	16	10	
6.0	1.13	4	7	8	14	17	17	17	19	18	15	7	
6.6	1.52	4	5	9	14	17	19	19	20	17	15	6	
7.1	1.80	4	5	8	12	14	18	18	19	15	14	6	
7.6	1.91	3	4	6	10	10	17	17	19	17	12	1	
白噪声无尖劈		10	7	10	19	20	18	15	21	19	15	16	
白噪声有尖劈		9	6	10	19	20	17	17	22	19	9	9	

两个连续弯头间距 3060 时的声衰减量 (分贝)

(平均阻力系数 $\varphi = 0.523$)

表 5

测定风速 米/秒	压力损失 毫米水柱	倍频程中心频率(赫兹)									计权声级	
		31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A	Lin
1.0		18	14	11	19	27	32	40	35	26	26	11
2.0		17	14	13	25	32	31	39	34	25	24	14
3.3	0.30	14	15	14	26	32	32	37	35	25	25	15
4.7	0.63	8	13	13	22	32	34	39	33	24	25	14
6.0	0.93	—	9	13	12	19	28	36	32	25	18	11
6.6	1.18	5	6	10	12	15	25	34	31	23	16	8
7.1	1.23	3	8	7	11	14	24	31	33	25	17	8
7.6	1.54	3	4	6	13	8	19	29	27	20	12	6
白噪声无尖劈		13	12	15	28	38	38	42	37	34	33	23
白噪声有尖劈		10	12	18	30	37	37	41	37	38	32	21

两个连续弯头间距 3800 时的声衰减量 (分贝)

(平均阻力系数 $\varphi = 0.46$)

表 6

测定风速 米/秒	压力损失 毫米水柱	倍频程中心频率(赫兹)										计权声级	
		31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A	Lin	
1.0		13	10	10	14	31	29	37	28	30	22	15	
2.0		15	15	18	25	34	34	37	31	30	23	15	
3.3	0.30	13	13	10	25	32	32	35	30	29	22	14	
4.7	0.54	6	13	12	24	30	33	35	30	27	23	14	
6.0	0.86	7	7	9	15	20	31	35	31	23	19	11	
6.6	1.05		8	14	14	19	27	37	33	26	19	10	
7.1	1.27	5	6	8	10	15	22	31	30	24	16	8	
7.6	1.36	2	3	8	10	11	22	30	27	15	14	2	
白噪声无尖劈		10	13	20	32	38	38	38	32	30	37	35	
白噪声有尖劈		15	16	20	33	38	40	39	32	31	27	34	

两个连续弯头间距4530时的声衰量 (分贝)

(平均阻力系数 $\varphi = 0.46$)

表 7

测 定 风 速 米/秒	压 力 损 失 毫 米 水 柱	倍 频 程 中 心 频 率 (赫兹)									计 权 声 级	
		31.5	63	12.5	250	500	1000	2000	4000	8000	A	Lin
1.0	0.32 0.60 0.96 1.16 1.28 1.44	16	13	12	28	34	38	40	35	36	25	14
2.0		17	14	12	28	33	37	39	36	36	25	14
3.3		12	13	10	25	32	37	40	35	35	23	14
4.7		7	11	14	25	29	33	36	35	34	24	13
6.0		6	9	11	19	24	31	37	36	35	20	10
6.6		4	4	9	13	17	26	37	38	37	18	11
7.1		4	4	8	9	15	23	34	41	36	20	7
7.6		4	4	8	10	12	22	31	34	38	18	6
白噪声无尖劈		18	14	16	30	35	38	40	36	36	32	22
白噪声有尖劈		20	13	19	32	38	41	42	36	36	35	25

两个连续弯头间距5350时声衰减量 (分贝)

(平均阻力系数 $\varphi = 0.48$)

表 8

测 定 风 速 米/秒	压 力 损 失 毫 米 水 柱	倍 频 程 中 心 频 率 (赫兹)									计 权 声 级	
		31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A	Lin
1.0		18	16	12	28	33	35	42	36	33	25	17
2.0		14	13	11	26	31	32	38	32	29	22	14
3.3	0.30	12	13	13	27	34	35	41	39	36	22	13
4.7	0.58	5	10	13	19	23	32	38	31	29	21	10
6.0	0.82	4	8	11	17	21	31	34	30	29	21	9
6.6	1.10	5	5	9	13	15	26	33	31	31	18	7
7.1	1.11	5	10	8	11	14	25	33	32	31	18	9
7.6	1.32	5	8	9	10	14	21	32	30	27	18	4
白噪声无尖劈		14	12	17	30	37	37	48	47	41	36	31
白噪声有尖劈		14	12	20	34	39	40	48	49	44	38	33

棉布饰面弯头相对于光弯头的插入损失 (分贝)

表 9

测定风速 米/秒	倍 频 程 中 心 频 率 (分 贝)									计 权 声 级	
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A	Lin
1.0	—	—	1	1	9	13	12	12	12	9	5
2.0	—	—	—	—	6	11	11	9	10	8	1
3.3	—	—	—	1	8	12	12	12	13	7	1
4.7	—	—	—	3	10	14	15	13	18	9	—
6.0	—	—	—	1	6	13	13	12	17	7	—
6.6	—	—	—	1	8	12	13	10	12	10	1
7.1	—	1	2	3	8	14	17	12	13	10	5
7.6	—	—	3	2	5	10	12	12	12	8	2
白噪声无尖劈	—	—	—	—	9	9	10	10	10	8	6

棉布饰面装有导风叶片弯头相对于光弯头插入损失 (分贝)

表10

测定风速 米/秒	倍 频 程 中 心 频 率 (H_z)									计 权 声 级	
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A	Lin
1.0	—	—	2	1	9	13	11	9	7	10	1
2.0	—	—	1	2	8	12	12	9	5	9	1
3.3	—	1	—	5	9	13	14	10		10	3
4.7	2	3	4	6	11	15	16	12	16	12	5
6.0	—	—	—	3	8	14	13	11	15	9	1
6.6	2	—	2	1	10	12	13	8	4	9	2
7.1	—	—	2	2	10	12	14	9	6	10	5
7.6	—	—	4	3	9	12	13	12	10	9	5
白噪声无尖劈	—	—	—	3	13	18	13	12	11	12	10

穿孔板饰面弯头相对于光弯头插入损失 (分贝)

表11

测量风速 米/秒	倍 频 程 中 心 频 率 (H_z)									计 权 声 级	
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A	Lin
1.0	—	—	1	4	9	14	11	6	10	11	2
2.0	—	—	1	3	9	12	11	10	7	8	1
3.3	—	—	1	4	11	13	14	10	8	10	2
4.7	1	1	1	3	10	14	14	10	14	10	4
6.0	—	—	—	4	9	13	12	12	12	8	—
6.6	—	1	—	2	9	9	8	8	11	10	2
7.1	—	—	2	2	10	13	12	9	8	10	5
7.6	—	—	—	4	8	9	10	9	9	8	1
白噪声无尖劈	—	—	—	2	13	11	11	10	9	10	8

饰面内贴有50mm 超细棉弯头四种。以上四种弯头的内部吸声处理见图5所示。

几点说明: (1) 超细棉容重为 25kg/m^3 , 均匀铺平约 500mm; (2) 棉布为一般粗白布; (3) 铁皮穿孔板孔径 0.8mm, 孔距 20mm, 穿孔率 $P=14\%$; (4) 导风叶片为穿孔铁皮制成, 孔径 0.8mm, 孔距 20mm、穿孔率 $P=14\%$; 板后玻璃布一层, 内填超细棉, 容重 25kg/m^3 。

表1、2、3、4分别列出了四种弯头在白噪声以及不同风速时的声衰减量。

关于两个连续弯头的声衰减量, 我们取第一个弯头前测点声级减去第二个弯头后端测点声级, 两点声级差为连续弯头的声衰减量(分贝)。这次试验是采用的两个棉布饰面的弯头, 内填50mm 厚超细棉, 二个弯头之间的距离分别为3060, 3800, 4530, 5350mm。不同间距时二个弯头的声衰减量见表5、6、7、8。

表9、10、11列出了单个弯头不同吸声处理相对于光弯头的插入损失。

四、结 语

1、我们从四种不同吸声处理的单个弯头的消声量看出, 风机噪声通过弯头其衰减量是不低的, 气流的阻力损失也比较小, 如果以一个尺寸相等的消声器, 要达到象弯头那样的衰减特别在低频就困难得多了。图6是本次试验的棉布饰面弯头与日本板本守正所推荐的弯头

声衰减的比较,实线是日本资料上的数据,虚线为我们的试验结果,均为无气流时的衰减。因此,在某些空调系统中,采用几个弯头来代替目前尺寸大、构造复杂的消声器完全是可能的。

2、不同吸声处理对弯头消声的影响。吸声材料布置的位置以及构造都直接与消声特性有关。G. J. Cole 曾进行过这方面工作,如图7所示。试验结果表明在弯头前后两端都加衬

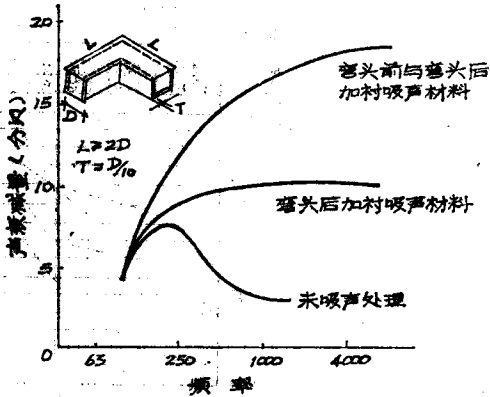
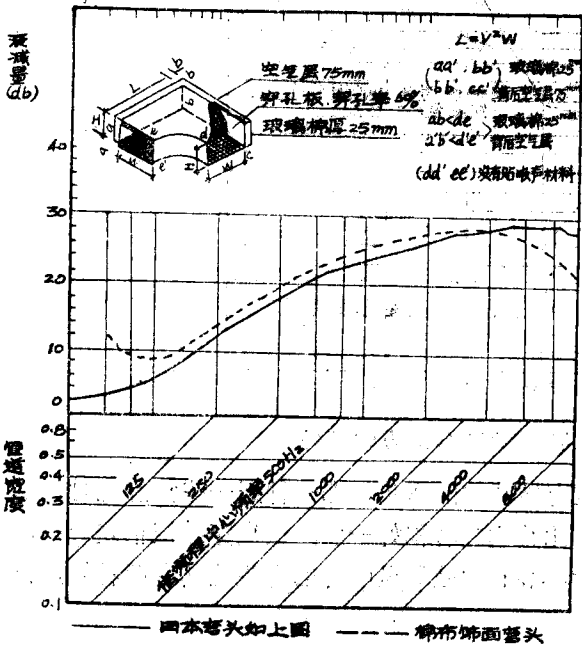


图7 直角弯头在不同位置上加衬吸声材料对声衰减的影响

图8 消声弯头的声衰减特性的比较

吸声材料,这对加大弯头的衰减是有很有效的。因此,我们这次试验在弯头前后均设置了吸声材料,而且还探索了不同吸声构造对声衰减的影响。从试验结果可以看到:静态时各种吸声处理的弯头低频衰减量相差不大;中频、高频相差15~16分贝,如图8所示。在动态情况下,未经处理的光弯头不仅在中频,高频比其它经吸声处理的弯头的衰减低得多,低频部分

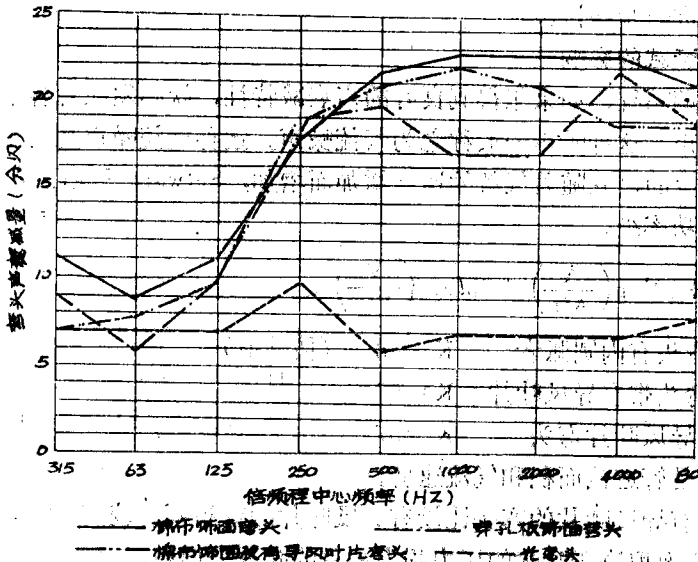


图8 不同吸声处理的单个弯头消声量比较

也低约3~7分贝。如图9所示。

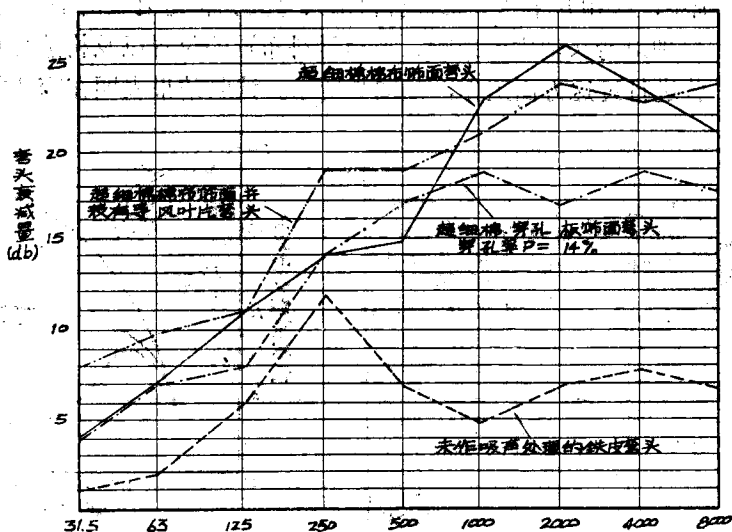


图9 不同吸声处理的两个弯头消声量比较 (风速为6米/秒)

至于棉布饰面弯头、穿孔饰面弯头、及装有导叶片的弯头，那一种好一些？静态时（以白噪声为声源）棉布弯头无论在低频或高频都比其它二者稍好一些，铁皮穿孔板稍差一些，但总的来说相差甚微。当风速超过6米/秒以后，装有短弦导风叶片的弯头比其它两种好，特别在低频部分。穿孔板饰面弯头则较差。

一般说来，在一定的风道断面积的情况下，内衬吸声材料周边越长，相应的某些频率的吸声量就会增大。

另外，怎样通过内衬吸声材料来提高弯头低频消声的能力，是需要进一步研究的问题。如图6日本板本守正所作的弯头，在吸声层后面，有75mm厚的空气层；并没有取得明显的结果。此外，能否在提高吸声材料容重的情况下来提高低频吸声的能力，从而提高弯头低频的衰减量，也需要进一步探讨。

3. 风速对弯头衰减的影响

当气流进入空调系统，如果想得到良好的声衰减特性，就必须注意各个管道部件由于气流通过而引起的噪声，这种噪声一般称之为气流噪声。这种气流噪声是由于空气压力场引起较大的压力波动产生的，它随着气流的速度增加而增加，Setwart^[4]用下式表示各种弯头产生的气流噪声的声功率级。

$$L_w = K + 10 \log \left(\frac{A}{A_0} \right) + 55 \log \left(\frac{V}{V_0} \right)$$

90°弯头有内圆弧者 $K = 48$ (估计值)

90°弯头带有导风叶片 $K = 56$

没有导风叶片弯头 $K = 57$

A 和 V 是管道截面积和气流速度。

Helemeo 认为有导风叶片的弯头比没有导风叶片的弯头辐射较高的声功率级，特别在250~1000赫。这主要取决于叶片的压力损失和总的叶片表面积。

A. R. Fr^[5] (管道200×200) 曾列出不同尺寸的弯头在有、无导风叶片时再生噪声的声

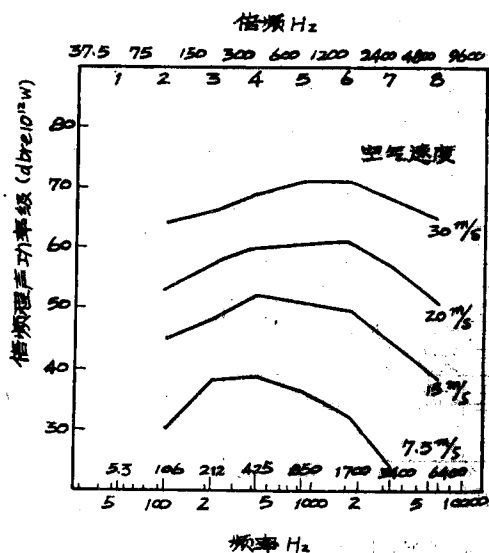


图10 空气通过90度弯头并装有7片等距离的导风叶片产生噪声功率频谱图

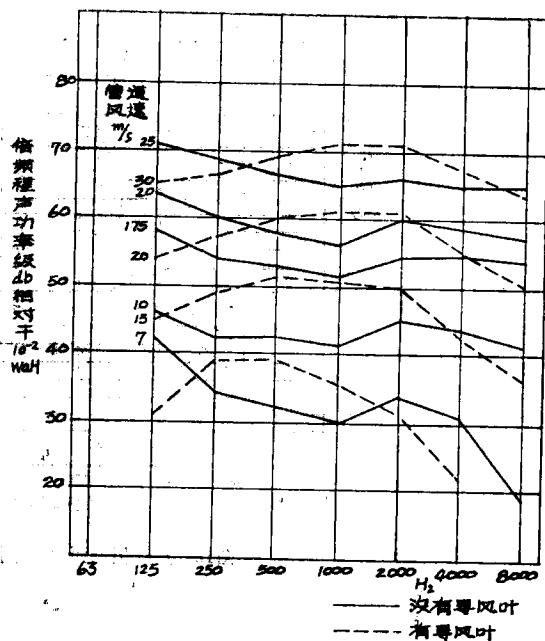


图11 200×200管道系统中90°弯头有、无导风叶片再生噪声功率级

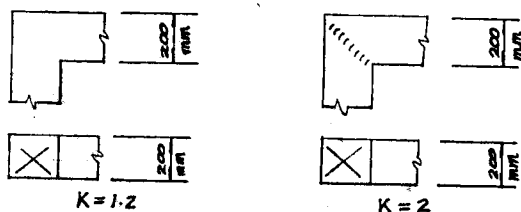


图12 单个棉布饰面弯头不同风速时声衰测量的比较

功率频谱，见图11。

这次试验由于条件的限制，没有进行弯头气流噪声试验。但考虑到在不同风速下，消声器衰减量相差很大，我们共做了八种风速情况下的试验，虽然还不能直接说明风速的影响，

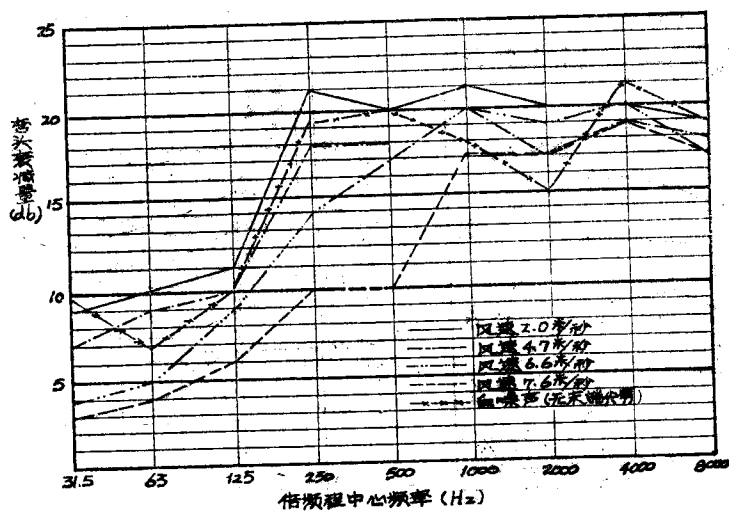


图13 穿孔板饰面弯头不同风速的声衰减特性曲线

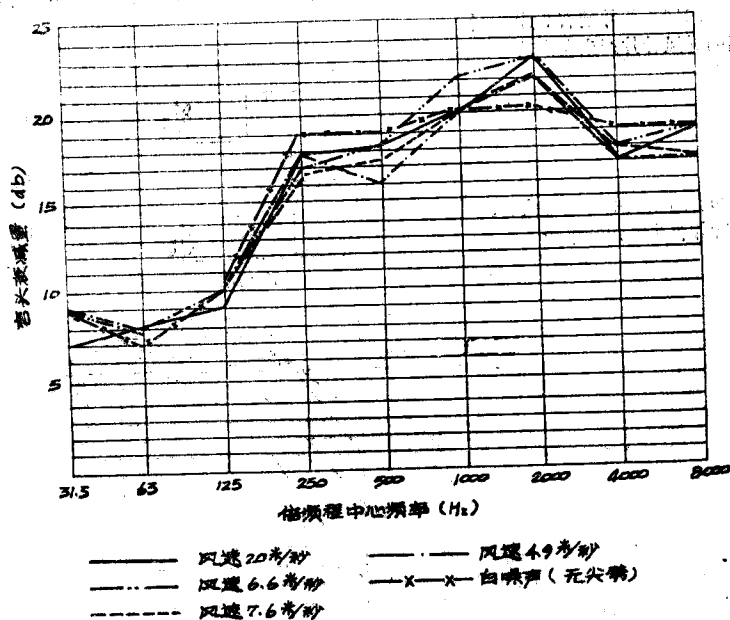


图14 装有导风叶片弯头声衰减量与频率的特性曲线

但能反映一种综合的效果，如图12、13、14所示的棉布饰面等弯头不同风速条件下声衰减特性的变化。从这些图中可以看到，由于风速的增加，弯头的声衰减量在低频中频部分有所降低，高频变化不明显。同时还可以看到，同样棉布饰面的弯头，装有导风叶片或没有装导风叶片受风速影响是不相同的，前者受风速的影响较少。以500赫为例，无导风叶片弯头其变化约12分贝，而有导风叶片弯头约为3—4分贝。这些都说明合理的组织气流，防止或减少各种配件因气流通过而引起的再生噪声，对提高弯头声衰减量是很重要的。

4. 连续弯头的使用问题

几个弯头连续使用时，其声衰减量并不等于各个弯头声衰减量的代数之和。板本守正认为两个连续弯头的声衰减量要随着两个弯头的距离（如图15所示的L值）而变化，当 $L \geq 2 \times$ 风管截面斜边长时，可以认为是两个独立的弯头，即两个连续弯头等于一个弯头的二倍。

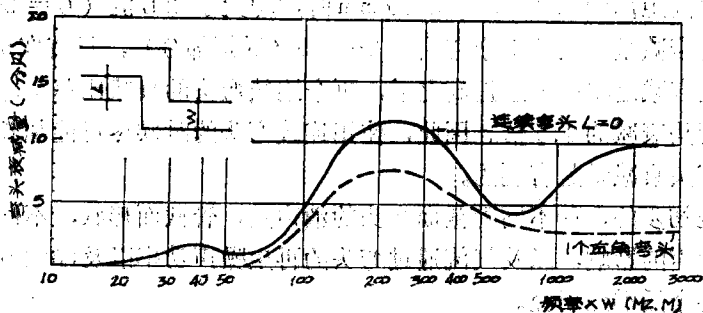


图15 连续弯头的声衰减特性

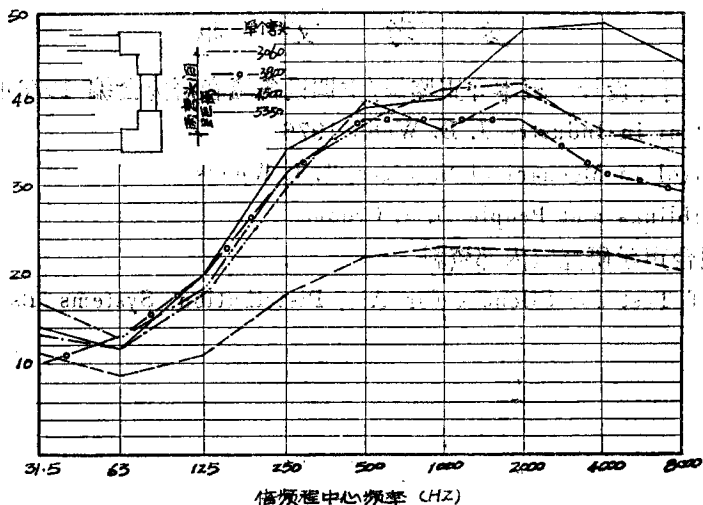


图16 两个连续弯头不同间距时，声衰减特性比较（白噪声）

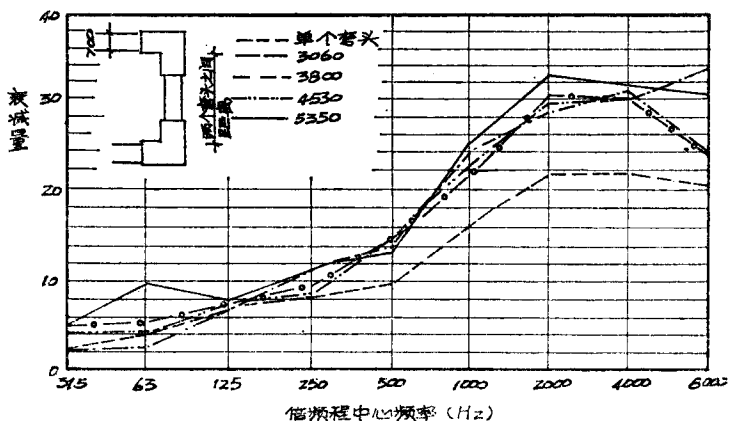


图17 两个连续弯头不同间距时，声衰减特性比较（风速为7.1米/秒）

当 $0 \leq L \leq 2 \times$ 风管截面对角线长时，由于弯头之间的相互作用，其衰减量等于一个弯头的 1.5 倍，要求在两个弯头之间的直管上贴上吸声材料，力求避免 $L \leq 0$ 以及三个弯头连续使用。

图16、17是两个连续的棉布饰面弯头在不同间距时声衰减特性曲线的比较。这次试验