

# 充液圆截面弯头波导系统中噪声传播特性的实验研究

孙光甦

(武汉, 中国船舶工业总公司701研究所)

本文对充液圆弧圆截面弯头波导系统中填装片状、管状及细管组合状消声结构的噪声传播进行了实验研究。对于本文所选用的实验装置, 实验表明: 圆心角分别为 $30^\circ$ 、 $60^\circ$ 、 $90^\circ$ 的夹心圆截面弯管式消声结构的传递损失在 $6.3\text{kHz}$ 至 $40\text{kHz}$ 频率范围内平均分别为 $11\text{dB}$ 、 $13\text{dB}$ 、 $15\text{dB}$ 。细管组合式消声结构的传递损失约为 $13\text{dB}$ , 圆心角为 $30^\circ$ 、 $60^\circ$ 的夹心片状式消声结构在上述频率范围内的传递损失分别为 $16\text{dB}$ 、 $20\text{dB}$ 。值得注意的是实验中出现了圆心角为 $90^\circ$ 的片状结构的传递损失反而比圆心角为 $30^\circ$ 、 $60^\circ$ 的同类结构的传递损失小, 在上述频率范围内仅约 $10\text{dB}$ 。

## 1 引言

水洞是研究流体动力噪声的重要实验设备之一, 它由一系列的管路所组成, 其中包括弯头、收缩段、扩张段、测量段等, 现有的水洞在其建造过程中很少考虑其声学特性。这些水洞的本底噪声较高, 因而研究水洞中各种特殊管路的噪声传播特性对于降低水洞本底噪声具有重要意义。

Cummings<sup>[1]</sup>和D. Firth<sup>[2]</sup>等人曾对充气硬壁圆截面弯头波导系统中的声传播特性进行过研究, 对于充液圆截面弯头波导系统以及此类弯头中填装消声结构的噪声传播特性的研究则少有报道。故本文重点对充液弯头波导系统及弯头管中填装几种消声结构后的噪声传播特性进行实验研究。

## 2 消声结构的制作

根据实验所选用的波导系统, 制作了三类不同尺寸的七种消声结构, 其中夹心片状组合式消声结构三个、夹心管状式结构三个、细管组合式消声结构一个。上述消声结构置

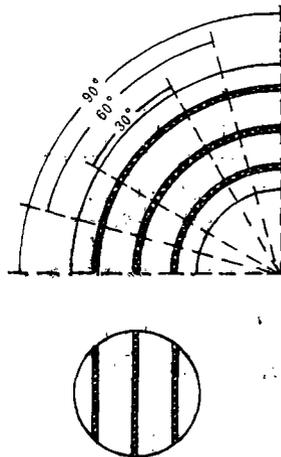


图1 片状结构置入弯头处剖面图

入波导系统中的位置和剖面图见图1、图2、图3所示。片状结构的基本构成是: 两层吸声材料夹上骨架构成, 管状结构即在管壁内外粘贴吸声材料, 细管组合状结构在细管内充满吸声材料。

## 3 测量框图及测量方法

测量框图见图4所示。

波导系统一直管端口装发射器, 另一端装吸声尖劈, 弯头前后各有一个测量孔, 作

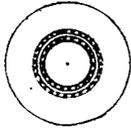
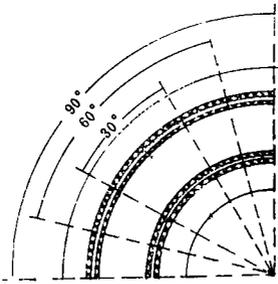


图 2 圆弯管式结构置入弯头处剖面图

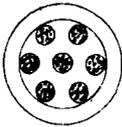
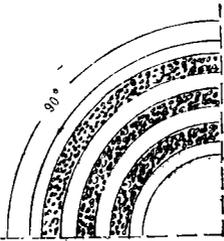


图 3 细管组合式结构置入弯头处剖面图

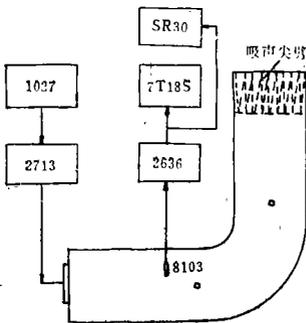


图 4 实验框图

为接收水听器探进管内之用。在垂直于地面的方向上选取 9 个测点，用每一个测点的值近似代表以该测点为内半径的小圆环上的值。若定义  $L_{TL}$  为弯头前后截面 A 与截面 B

之间的传递损失(以 dB 为单位)则:

$$L_{TL} = L_{WA} - L_{WB}$$

$L_{WA}$ : 截面 A 上的声功率级。

$L_{WB}$ : 截面 B 上的声功率级。

$$W_A = \iint_{S_A} I_A ds$$

$$L_{WA} = 10 \lg \left[ \frac{\sum_{i=1}^5 I_{A_i} \Delta S_i}{W_0} \right]$$

$$\Delta S_i = \pi \{ [a - (i-1) \times 0.025]^2 - [a - 0.025i]^2 \}$$

$$S_0 = \sum_{i=1}^5 \Delta S_i$$

$S_0$  为声管之截面积， $a$  为截面半径则：

$$L_{WA} = 10 \lg \left[ \sum_{i=1}^5 10^{\frac{L_{PA_i}}{10}} \Delta S_i / W_0 \right]$$

$$L_{WB} = 10 \lg \left[ \sum_{i=1}^5 10^{\frac{L_{PB_i}}{10}} \Delta S_i / W_0 \right]$$

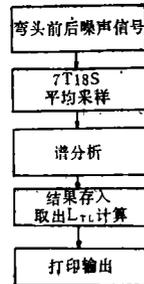


图 5 数据处理流程图

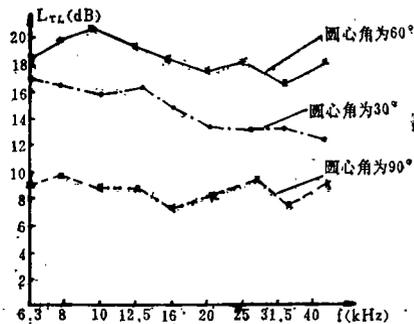


图 6(a) 片状结构传递损失曲线

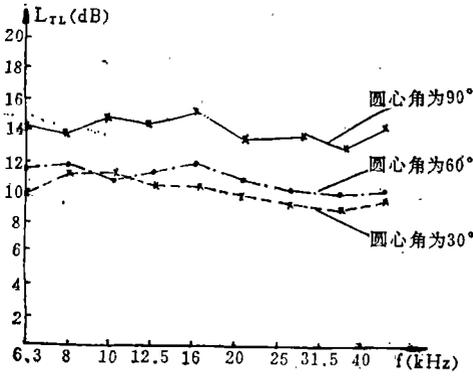


图 6(b) 管状结构传递损失曲线

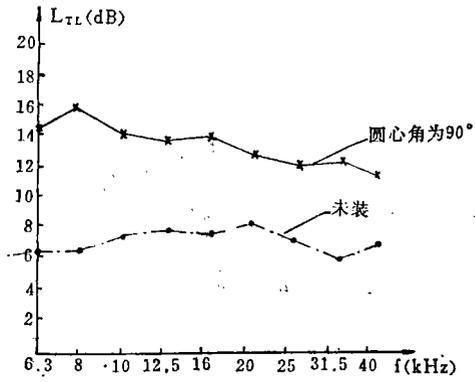


图6(c) 不装结构和装细管组合状结构传递损失曲线

$$\text{则 } L_{TL} = 10 \lg \left[ \left( \sum_{i=1}^5 10^{\frac{L_{PAi}}{10}} \Delta S_i + \sum_{j=1}^5 10^{\frac{L_{PAj}}{10}} \Delta S_j \right) / \left( \sum_{i=1}^5 10^{\frac{L_{PBi}}{10}} \Delta S_i + \sum_{j=1}^5 10^{\frac{L_{PBj}}{10}} \Delta S_j \right) \right]$$

其实验数据处理过程见图 5 所示。每一种情况在不同时间内同样条件下测量三次，其传递损失曲线基本一致，然后取其平均值，从而得到波导系统不装结构和装七种消声结构的传递损失曲线，见图 6 所示。

#### 4 测量结果及讨论

由图 6 我们可知，圆截面弯头管中不装任何消声结构时，在所测量的情况下，其传递损失平均大约为 8 dB。这表明圆截面弯头本身具有一定的降噪作用。

对于管中填充细管组合式消声结构的传递损失在所测量的频率范围内平均为 13dB。

对于弯头中填充圆心角为 30°、60°、90° 的圆弯管式结构后的传递损失分别为 11dB、13dB、15dB。由此可知，管式结构置入弯头后的传递损失与弯头结构的长度有关，弯头所对应的长度越长传递损失越大。这与直通管路中填充消声结构时其传递损失与消声结构长度的关系是相似的。由此可以推断：在圆截面直角弯头管中填充多层同心圆弯管消

声结构将会有较好的消声效果。但要保证其流阻满足一定要求。

对于填充在弯头中的片状夹心结构，其圆心角为 30° 和 60° 对应的传递损失分别为 16 dB、20dB。值得注意的是弯头中填充圆心角为 90° 的片状组合式夹心结构的传递损失仅约 10dB，这小于圆心角为 30°、60° 的片状组合结构，根据 90° 片状组合式结构的结构形式我们可知：该结构置入弯头后，将圆截面管近似地分割为两个方截面管，且此时消声结构的长度又正好为实验用直角弯头之长度，因而该结构置入波导系统弯头后使其变成了一个比较完整的矩形截面波导。Cummings 对矩形截面弯头波导系统作过系统研究：认为在一定频率范围内方截面弯头波导具有良好的传声性能。对于这一问题的深入研究有待于进一步的工作。

#### 5 结论

(1) 圆截面弯头波导系统中不装消声结构的传递损失在所测量的频率范围内平均为

# 30W晶体管超声波电烙铁

严碧歌 李援国

(西安,陕西师范大学应用声学研究所)

本文论述了30W晶体管超声波电烙铁的意义、结构、原理、实施方法及实验结果。该机经使用,效果良好,符合原设计要求。

## 1 引言

随着科学技术的不断发展,铝、铝合金广泛应用于各个不同部件。但因铝材料焊接较难,使它的应用受到一定限制。问题的关键在于铝材料易氧化,氧化膜阻碍了铝表面和焊料的接触。解决铝材料焊接的关键是清除这层氧化膜。因此,如何清除铝材料表面氧化膜、改进和探讨铝材料焊接的新方法,便成为大家关注的研究课题。超声波焊接是利用超声波的振动系统,将铝质金属对接在一起,使两块铝金属的接触面发生摩擦,产生热量,利用超声波的空化效应、热效应、有效地清除铝质金属表面的氧化膜而达到焊接的目的。超声焊接是铝质材料焊接中的一

8 dB。

(2) 置入波导系统中的细管组合式消声结构的传递损失平均为13dB。

(3) 置入波导系统中的管状消声结构的传递损失随所对应的圆心角不同而变化。当该结构圆心角分别为 $30^\circ$ 、 $60^\circ$ 、 $90^\circ$ 时,其传递损失为11dB、13dB、15dB。

(4) 置入波导系统中圆心角为 $30^\circ$ 、 $60^\circ$ 、 $90^\circ$ 的片状组合式消声结构的传递损失分别为16dB、20dB、10dB。这一现象的出现有待于进一步的研究。

(5) 上述实验结果为水洞降低背景噪声

项新技术,有着极其广泛的用途。超声波电烙铁是将电子技术与超声原理结合起来,在普通烙铁的基础上加入超声波,提高一些特殊材料焊接质量的一种焊接工具。30W晶体管超声波电烙铁,从结构上可分为两部分,即超声换能器部分和超声发生器部分。现分述如下:

## 2 主要技术参数与方框图

工作频率: 15~25kHz连续可调; 输出功率: 30W; 输出阻抗:  $12.5\Omega$ ; 电源: 交流220V、50Hz; 直流 $E_{cc1} = 24V$ ,  $E_{cc2} = 12V$ ; 负载: 磁致伸缩换能器。为了满足上述指标要求,笔者采用文氏电桥振荡器、射极跟随器、激励放大器、功率放大器及稳

提供了实验依据。

对汤渭霖教授、杨士莪教授在工作中给予的指教表示感谢!

### 参考文献

1. A. Cummings. Sound transmission in curved duct bends, Journal of sound and vibration, 1974, 35(4), 451—477
2. D. Firth. Some acoustic measurement in radiused pipe bends, Journal of sound and vibration, 1976, 45(1)
3. A. Cabelli. The acoustical characteristics of ducts bends, Journal of sound and vibration, 1980, 68(3), 369—388.