



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102996302 B

(45) 授权公告日 2016. 01. 27

(21) 申请号 201210285563. 0

(22) 申请日 2012. 08. 11

(73) 专利权人 郭荣

地址 200092 上海市杨浦区四平路 1239 号

(72) 发明人 郭荣

(74) 专利代理机构 广州天河互易知识产权代理
事务所(普通合伙) 44294

代理人 张果达

(51) Int. Cl.

F02M 35/12(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 202756138 U, 2013. 02. 27, 权利要求
1-7.

CN 201786502 U, 2011. 04. 06, 说明书 1-32
段、附图 1-3.

US 3317001 A, 1967. 05. 02, 全文.

US 5979598 A, 1999. 11. 09, 全文.

CN 102089634 A, 2011. 06. 08, 全文.

审查员 周兵

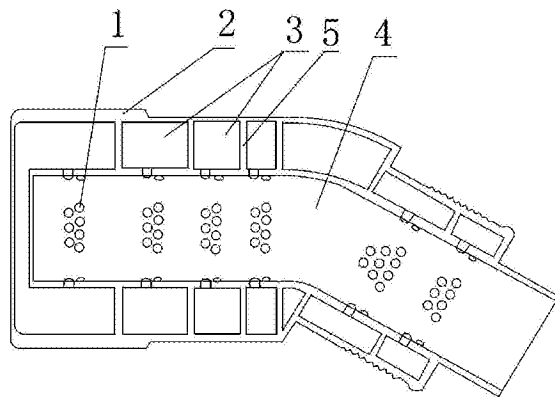
权利要求书2页 说明书8页 附图5页

(54) 发明名称

一种可同时消除宽频带和窄频带噪声的消声器

(57) 摘要

本发明涉及消声器领域,具体提供一种可同时消除宽频带和窄频带噪声的消声器,其包括一环形气管,所述环形气管的内管为气流主管,所述环形气管的外管内设置至少二个共振腔,所述气流主管的管壁设置穿孔,每个共振腔通过至少一组所述穿孔与所述气流主管连通;所述环形气管的外管壁由同一直径或由两种及以上不同直径管路串联而成,所述共振腔之间用隔板分隔。本发明通过调整环形共振腔的宽度、外管直径和数目以及穿孔的孔径和数目,结合非线性最小二乘法优化出共振腔宽度、直径、数目以及穿孔的孔径和数目的较优组合,可实现消除宽频带和窄频带噪声的效果。且结构紧凑,占用空间少,在满足消声性能的前提下节省了空间。



1. 一种可同时消除宽频带和窄频带噪声的消声器,其特征在於:

包括一环形气管,所述环形气管的内管为气流主管,所述环形气管的外管内设置至少二个共振腔,所述气流主管的管壁设置穿孔,每个共振腔通过至少一组所述穿孔与所述气流主管连通;

所述环形气管的外管壁由同一直径或由两种及以上不同直径管路串联而成,用以增加消声频带的宽度,实现宽频带和窄频带混合消声;通过调整共振腔的宽度、直径和数目以及穿孔的孔径和数目可实现消除宽频带和窄频带噪声;

所述共振腔之间用隔板分隔,穿孔同组内的孔径相同,可通过调整气流主管的壁厚来改变穿孔深度;

所述消声器由对苯二甲酰己二胺制成;

所述消声器的气流主管内径 41.6mm,气流主管壁厚 2.8mm,共振腔为五个,共振腔宽度分别为:10.4mm、13.8 mm、18.6 mm、15.2 mm、15.2 mm,共振腔外径分别为:69 mm、69 mm、69 mm、75 mm、75 mm,五个共振腔对应五组周向布置的穿孔,每个共振腔对应的穿孔孔数分别为:28个、28个、28个、20个、20个,孔径分别为:3 mm、3 mm、3 mm、2.5 mm、2.5 mm。

2. 一种可同时消除宽频带和窄频带噪声的消声器,其特征在於:

包括一环形气管,所述环形气管的内管为气流主管,所述环形气管的外管内设置至少二个共振腔,所述气流主管的管壁设置穿孔,每个共振腔通过至少一组所述穿孔与所述气流主管连通;

所述环形气管的外管壁由同一直径或由两种及以上不同直径管路串联而成,用以增加消声频带的宽度,实现宽频带和窄频带混合消声;通过调整共振腔的宽度、直径和数目以及穿孔的孔径和数目可实现消除宽频带和窄频带噪声;

所述共振腔之间用隔板分隔,穿孔同组内的孔径相同,可通过调整气流主管的壁厚来改变穿孔深度;

所述消声器由对苯二甲酰己二胺制成;

所述消声器的气流主管内径 41.6mm,气流主管壁厚 2.8mm,共振腔为五个,共振腔宽度分别为:10.5 mm、13.9 mm、17.2 mm、9.6 mm、9.6 mm,共振腔外径分别为:69 mm、69 mm、69 mm、75 mm、75 mm,五个共振腔对应五组周向布置的穿孔,每个共振腔对应的穿孔孔数分别为:28个、28个、28个、20个、20个,孔径分别为:3 mm、3 mm、2.9 mm、2 mm、2 mm。

3. 一种可同时消除宽频带和窄频带噪声的消声器,其特征在於:

包括一环形气管,所述环形气管的内管为气流主管,所述环形气管的外管内设置至少二个共振腔,所述气流主管的管壁设置穿孔,每个共振腔通过至少一组所述穿孔与所述气流主管连通;

所述环形气管的外管壁由同一直径或由两种及以上不同直径管路串联而成,用以增加消声频带的宽度,实现宽频带和窄频带混合消声;通过调整共振腔的宽度、直径和数目以及穿孔的孔径和数目可实现消除宽频带和窄频带噪声;

所述共振腔之间用隔板分隔,穿孔同组内的孔径相同,可通过调整气流主管的壁厚来改变穿孔深度;

所述消声器由对苯二甲酰己二胺制成;

所述消声器的气流主管内径 41.6mm,气流主管壁厚 2.8mm,共振腔为五个,共振腔宽度

分别为 :11.6 mm、13.6 mm、17.1 mm、9.6 mm、9.6 mm,共振腔外径分别为 :69 mm、69 mm、69 mm、75 mm、75 mm,五个共振腔对应五组周向布置的穿孔,每个共振腔对应的穿孔孔数分别为 :30 个、28 个、36 个、20 个、20 个,孔径分别为 :3 mm、2.6 mm、2.8 mm、2 mm、2 mm。

一种可同时消除宽频带和窄频带噪声的消声器

技术领域

[0001] 本发明涉及消声器领域,尤其涉及一种可同时消除宽频带和窄频带噪声的消声器。

背景技术

[0002] 汽车作为工业产品领域重要的产品,占有很大的份额。然而,汽车进排气系统噪声严重影响人们的身心健康,因此,必须控制进排气系统产生的噪声。而安装结构合理的消声器是控制进、排气系统噪声最有效的措施之一,目前大中型柴油机基本实现了增压,而且越来越多的汽油机实现了增压。增压发动机给汽车的噪声与振动以及道路交通噪声带来了新问题。涡轮增压器工作时会产生明显的啸叫声,频率范围大约为 1.5 ~ 4KHz,而且频段较宽,需要有效抑制该噪声。目前,汽车上解决发动机进气系统噪声的措施主要包括布置扩张消声器、赫姆霍兹消声器和若干 1/4 波长管,但由于它们各自只能消除单一频带的噪声,无法消除宽频带噪声,而且受安装位置的限制,不可能在满足声学性能的情况下,做到结构紧凑。考虑空间和环境等多项要求后,有必要用一个紧凑的消声装置来实现宽频带和窄频带消声。

[0003] 目前消声器的设计主要还是基于经验,缺乏完整的设计理论,设计周期长。现行的数值计算方法求解消声器内部的声场往往不能及时高效的反应出结构参数变化对传递损失的影响,而且从前期建模准备到后期结果的处理,往往历时较长。在理论算法方面,还没有提出用于工程的操作简单,执行高效的算法。因此,有必要提出一种适合工程的,用于计算多腔穿孔类消声器的传递损失的算法。本专利提出一种基于平面波理论和传递矩阵法的改进算法,它可以较精确的计算多个腔的传递损失,同时再结合运用非线性最小二乘法来寻找最优解。灵活,方便,高效,可大大提高此类消声器的设计效率。

发明内容

[0004] 为解决现有技术存在的问题,本发明提供一种结构紧凑,可同时消除宽频带和窄频带噪声,结构简单的消声器。

[0005] 本发明所述可同时消除宽频带和窄频带噪声的消声器,其包括一环形气管,所述环形气管的内管为气流主管,所述环形气管的外管内设置至少二个共振腔,所述气流主管的管壁设置穿孔,每个共振腔通过至少一组所述穿孔与所述气流主管连通;所述环形气管的外管壁由同一直径或由两种及以上不同直径管路串联而成,用以增加消声频带的宽度,实现宽频带和窄频带混合消声;所述共振腔之间用隔板分隔。

[0006] 所述穿孔同组内的孔径相同。

[0007] 所述消声器由对苯二甲酰己二胺(PA6T/66)制成。

[0008] 所述消声器通过调整共振腔的宽度、直径和数目以及穿孔的孔径和数目可实现消除宽频带和窄频带噪声。

[0009] 运用基于平面波理论和传递矩阵法的改进算法,计算共振腔的传递损失,并结合

非线性最小二乘法寻找共振腔宽度、直径、数目以及穿孔的孔径和数目的较优组合。

[0010] 所述共振腔的宽度从环形气管一端到另一端由大到小或者由小到大顺序布置。

[0011] 穿孔深度由所述环形气管的壁厚决定,因此可通过调整壁厚来改变穿孔深度。

[0012] 优选,所述消声器的气流主管直径 41.6mm,气流主管壁厚 2.8mm,共振腔为五个,共振腔宽度分别为:10.4mm、13.8mm、18.6mm、15.2mm、15.2mm,共振腔直径分别为:69mm、69mm、69mm、75mm、75mm,五个共振腔对应五组周向布置的孔径、孔数相同的穿孔,每个共振腔对应的穿孔孔数分别为:28个、28个、28个、20个、20个,孔径分别为:3mm、3mm、3mm、2.5mm、2.5mm。

[0013] 优选,所述消声器的气流主管直径 41.6mm,气流主管壁厚 2.8mm,共振腔为五个,共振腔宽度分别为:10.5mm、13.9mm、17.2mm、9.6mm、9.6mm,共振腔直径分别为:69mm、69mm、69mm、75mm、75mm,五个共振腔对应五组周向布置的孔径、孔数相同的穿孔,每个共振腔对应的穿孔孔数分别为:28个、28个、28个、20个、20个,孔径分别为:3mm、3mm、2.9mm、2mm、2mm。

[0014] 优选,所述消声器的气流主管直径 41.6mm,气流主管壁厚 2.8mm,共振腔为五个,共振腔宽度分别为:11.6mm、13.6mm、17.1mm、9.6mm、9.6mm,共振腔直径分别为:69mm、69mm、69mm、75mm、75mm,五个共振腔对应五组周向布置的孔径、孔数相同的穿孔,每个共振腔对应的穿孔孔数分别为:30个、28个、36个、20个、20个,孔径分别为:3mm、2.6mm、2.8mm、2mm、2mm。

[0015] 本发明所述可同时消除宽频带和窄频带噪声的消声器,其有益效果是:

[0016] (一)消声器的主要结构为一个环形的气管,内管为气流主管,外观上设置共振腔,通过调整环形共振腔的宽度、外管直径和数目以及穿孔的孔径和数目,基于平面波理论和传递矩阵法的改进算法,计算共振腔的传递损失,并结合非线性最小二乘法优化出共振腔宽度、直径、数目以及穿孔的孔径和数目的较优组合,可实现消除宽频带和窄频带噪声的效果。环形气管的外管壁由同一直径或两种及以上不同直径管路串联而成,用以增加消声频带的宽度,实现宽频带和窄频带混合消声。

[0017] (二)、多个赫姆霍兹消声器外形串联并集成,结构紧凑,占用空间少,在满足消声性能的前提下节省了空间。

附图说明

[0018] 此附图说明所提供的图片用来辅助对发明的进一步理解,构成本申请的一部分,并不构成对本发明的不当限定,在附图中:

[0019] 附图 1 为本发明可同时消除宽频带和窄频带噪声的消声器的内部结构示意图。

[0020] 附图 2 为本发明可同时消除宽频带和窄频带噪声的消声器的外部结构示意图。

[0021] 附图 3 为本发明未经参数优化的传递损失曲线。

[0022] 附图 4 为本发明进气系统降噪目标曲线。

[0023] 附图 5 为本发明可同时消除宽频带和窄频带噪声的消声器的实施例 1 参数优化后的传递损失曲线以及目标曲线。

[0024] 附图 6 为本发明可同时消除宽频带和窄频带噪声的消声器的实施例 2 参数优化后的传递损失曲线以及目标曲线。

[0025] 附图 7 为本发明可同时消除宽频带和窄频带噪声的消声器的实施例 3 参数优化后的传递损失曲线以及目标曲线。

[0026] 附图 8 为本发明可同时消除宽频带和窄频带噪声的消声器的算法流程图。

具体实施方式

[0027] 下面将以具体实施例来详细说明本发明,在此本发明的示意性实施例以及说明用来解释本发明,但并不作为对本发明的限定。

[0028] 如附图 1、2 所示,本发明所述可同时消除宽频带和窄频带噪声的消声器,包括一环形气管,所述环形气管的内管 4 为气流主管,所述环形气管的外管 2 内设置至少二个环形共振腔 3,所述气流主管 4 的管壁上具有穿孔 1,每个环形共振腔通过至少一组所述穿孔与所述气流主管 4 连通,若每个共振腔对应多组穿孔,则穿孔周向均匀布置在管壁四周。环形共振腔 3 之间用环形隔板 5 分隔开。

[0029] 所述环形气管的外管壁由同一直径或两种及以上不同直径管路串联而成,用以增加消声频带的宽度,实现宽频带和窄频带混合消声。所述消声器由对苯二甲酰己二胺 (PA6T/66) 制成。

[0030] 为了便于制造,共振腔的宽度从环形气管一端到另一端由大到小或者由小到大顺序布置。穿孔深度由所述环形气管的壁厚决定,因此可通过调整壁厚来改变穿孔深度已达到不同的消声效果。

[0031] 所述消声器通过调整环形共振腔的宽度、直径和数目以及穿孔的孔径和数目可实现消除宽频带和窄频带噪声。

[0032] 本发明基于平面波理论和传递矩阵法的改进算法可以较精确的计算多个腔的传递损失,运用非线性最小二乘法精确地寻找不同结构参数组合的最优解,本计算方法可以验证已有结构的传递损失,通过实时改变参数,可进行结构不同设计参数对传递损失影响的灵敏度分析,方便设计调整,针对不同频率段的窄带,宽带或者是窄带和宽带组合的消声特性,本计算方法能快速、精确地寻找不同结构参数组合的最优解。

[0033] 基于平面波理论和传递矩阵法的改进算法,计算共振腔的传递损失如下:

[0034] 在穿孔管部分,穿孔管内的声压和质点振速分别为 p_1 和 u_1 ,共振腔内的声压和质点振速分别为 p_2 和 u_2 ,在简谐波假设下,穿孔管内和共振腔内的声波方程分别为:

[0035]

$$\frac{\partial^2 p_1}{\partial x^2} + \frac{M_1}{M_1 - 1} \left(j2k_0 + \frac{4}{d\xi} \right) \frac{\partial p_1}{\partial x} + \frac{1}{M_1^2 - 1} \left(\frac{j4k_0}{d\xi} - k_0^2 \right) p_1 - \frac{M_1}{M_1^2 - 1} \frac{4}{d\xi} \frac{\partial p_2}{\partial x} - \frac{1}{M_1^2 - 1} \frac{j4k_0}{d\xi} p_2 = 0 \quad (1)$$

[0036]

$$\frac{\partial^2 p_2}{\partial x^2} + \frac{M_2}{M_2 - 1} \left(j2k_0 + \frac{4d}{(D-d)\xi} \right) \frac{\partial p_2}{\partial x} + \frac{1}{M_2^2 - 1} \left(\frac{j4dk_0}{(D-d)\xi} - k_0^2 \right) p_2 - \frac{M_2}{M_2^2 - 1} \frac{4d}{(D-d)\xi} \frac{\partial p_1}{\partial x} - \frac{1}{M_2^2 - 1} \frac{j4dk_0}{(D-d)\xi} p_1 = 0 \quad (2)$$

[0037] 式中: $\rho_0 c_0 \xi$ 为穿孔管的穿孔声阻抗,利用穿孔声阻抗建立穿孔管内和共振腔内的声压关系 $\rho_0 c_0 \xi = (p_1 - p_2) / u$, u 为穿孔管内的质点振速, k_0 为波数, M_1, M_2 为穿孔管内与共振腔内的马赫数。

[0038] 对公式 (1) 和 (2) 通过运算和化简得到穿孔管两端的传递矩阵:

[0039]
$$\begin{Bmatrix} p_1(0) \\ \rho_0 c_0 u_2(0) \end{Bmatrix} = [T] \begin{Bmatrix} p_1(l_p) \\ \rho_0 c_0 u_2(l_p) \end{Bmatrix} \quad (3)$$

[0040] 由公式(3)进而求得单个共振腔的传递损失

[0041]
$$TL = 20 \log_{10} \left(\frac{1}{2} |T_{11} + T_{12} + T_{21} + T_{22}| \right) \quad (4)$$

[0042] 假如该消声器是多共振腔结构的,则总的传递矩阵为:

[0043]
$$[T] = [T_N] \cdots [T_i] \cdots [T_1] = \begin{bmatrix} T_{N,11} & T_{N,12} \\ T_{N,21} & T_{N,22} \end{bmatrix} \cdots \begin{bmatrix} T_{i,11} & T_{i,12} \\ T_{i,21} & T_{i,22} \end{bmatrix} \cdots \begin{bmatrix} T_{1,11} & T_{1,12} \\ T_{1,21} & T_{1,22} \end{bmatrix} \quad (5)$$

[0044] 由公式(4)和(5)进而多共振腔结构的传递损失为:

[0045]
$$TL = 20 \log_{10} \left(\frac{1}{2} |T_{N,11} + T_{N,12} + T_{N,21} + T_{N,22}| \right) + \dots + 20 \log_{10} \left(\frac{1}{2} |T_{1,11} + T_{1,12} + T_{1,21} + T_{1,22}| \right)$$

[0046]

(6)

[0047]
$$+ \dots + 20 \log_{10} \left(\frac{1}{2} |T_{1,11} + T_{1,12} + T_{1,21} + T_{1,22}| \right)$$

[0048] 利用非线性最小二乘法来寻找最优解的基本思路如下:

[0049]
$$\min_x \sum \{ func(f, X)^2 \} \quad (7)$$

[0050] $func(f, X) = objection(f) - Transimission_Loss(f, X)$;

[0051] 式中, $objection(f)$ 为目标曲线,其中 f 为频率; $Transimission_Loss(f, X)$ 为将要优化的曲线, f 为频率, X 为优化向量.

[0052] 基于该算法的流程图如图 8 所示。

[0053] 以下提供优化方案及结果,设置:

[0054] a、初始的宽频带噪声消声器的结构参数:共振腔直径 $d_{out}=69\text{mm}$,气流主管直径 $d_{in}=41.6\text{mm}$,气流主管壁厚 $t_w=2.8\text{mm}$,共振腔数 $num=5$,其余变量数据如表 1:

[0055] 表 1 宽频带初始变量参数值表

[0056]

	共振腔宽 Lc_0 (mm)	穿孔孔径 dh_0 (mm)	穿孔孔数 nh_0 (个)
--	------------------	------------------	-----------------

[0057]

腔 1	14	3	28
腔 2	17	3	28
腔 3	24	3	28

[0058] b、初始的窄频带噪声消声器结构参数(不变量):共振腔直径 $d_{out}=75\text{mm}$,气流主管直径 $d_{in}=41.6\text{mm}$,气流主管壁厚 $t_w=2.8\text{mm}$,共振腔数 $num=2$,其余变量如表 2:

[0059] 表 2 窄频带初始变量参数值表

	共振腔宽腔 Lc_0 (mm)	穿孔孔径 dh_0 (mm)	穿孔孔数 nh_0 (个)
[0060] 腔 1	15	2.5	20
腔 2	20	2.5	20

[0061] 运用上述改进算法计算传递损失：

[0062] 经计算后的传递损失曲线为如附图 3, 载入进气系统降噪目标曲线如附图 4, 从图 4 可以看出, 未进行优化的传递损失曲线不能满足该消声器要求消声器能消除窄频带和宽频带噪声的声学要求。

[0063] 为了实现同时消除宽频带和窄频带噪声, 对各参数进行优化, 设置优化变量, 确定变量的优化范围：

[0064] 首先, 选择优化变量的个数, 为了兼顾工程需求, 设置三种方案：

[0065] (1) 共振腔宽可变, 穿孔孔径及孔数不可变。

[0066] (2) 共振腔宽, 穿孔孔径可变, 孔数不可变。

[0067] (3) 共振腔宽, 穿孔孔径、孔数都可变。

[0068] 实施例 1

[0069] 选取第(1)种方案进行优化, 即共振腔宽可变, 穿孔孔径及孔数不可变。

[0070] 表 3 为设定的宽频带尺寸约束值表：

[0071] 表 3 宽频带尺寸约束值表

[0072]

	共振腔宽 Lc (mm)	穿孔孔径 dh (mm)	穿孔孔数 nh (mm)
下限	6	3	28
上限	45	3	28

[0073] 表 4 为窄频带尺寸约束表：

[0074] 表 4 窄频带尺寸约束值表

[0075]

	共振腔宽 Lc (mm)	穿孔孔径 dh (mm)	穿孔孔数 nh (mm)
下限	8	2.5	20
上限	45	2.5	20

[0076] 经过优化后, 得到参数的优化结果如表 5：

[0077] 表 5 优化结果

[0078]

	共振腔宽 Lc (mm)	穿孔孔径 dh (mm)	穿孔孔数 nh (个)	共振腔直径 dout (mm)
腔 1	10.4	3	28	69
腔 2	13.8	3	28	69
腔 3	18.6	3	28	69
腔 4	15.2	2.5	20	75
腔 5	15.2	2.5	20	75

[0079] 优化后的传递损失曲线以及目标曲线如附图 5, 从图中可以看出, 与目标曲线对比, 优化曲线基本满足目标曲线, 因此优化后的消声器可满足同时消除宽频带和窄频带噪声。

[0080] 故, 本实施例经优化后的可消除窄频带和宽频带噪声的消声器结构参数为:

[0081] 气流主管直径 41.6mm、气流主管壁厚 2.8mm、共振腔数 5 个, 其直径分别为: 69mm、69mm、69mm、75mm、75mm, 对应的共振腔宽度分别为: 10.4mm、13.8mm、18.6mm、15.2mm、15.2mm, 每个共振腔对应五组周向布置的孔径、孔数相同的穿孔, 五个共振腔对应的穿孔孔数分别为: 28 个、28 个、28 个、20 个、20 个, 对应的穿孔孔径分别为: 3mm、3mm、3mm、2.5mm、2.5mm。

[0082] 实施例 2

[0083] 选取第 (2) 种方案进行优化, 共振腔宽, 穿孔孔径可变, 孔数不可变。

[0084] 表 6 为设定的宽频带尺寸约束值表:

[0085] 表 6 宽频带尺寸约束值表

[0086]

	共振腔宽 Lc (mm)	穿孔孔径 dh (mm)	穿孔孔数 nh (mm)
下限	6	2	28
上限	45	3	28

[0087] 表 7 为窄频带尺寸约束表:

[0088] 表 7 窄频带尺寸约束值表

[0089]

	共振腔宽 Lc (mm)	穿孔孔径 dh (mm)	穿孔孔数 nh (mm)
下限	8	2	20
上限	45	2.5	20

[0090] 经过优化后, 得到参数的优化结果如表 8:

[0091] 表 8 优化结果

[0092]

	共振腔宽 Lc (mm)	穿孔孔径 dh (mm)	穿孔孔数 nh (个)	共振腔直径 dout (mm)
腔 1	10.5	3	28	69
腔 2	13.9	3	28	69
腔 3	17.2	2.9	28	69
腔 4	9.6	2.0	20	75
腔 5	9.6	2.0	20	75

[0093] 优化后的传递损失曲线以及目标曲线如附图 6, 从图中可以看出, 与目标曲线对比, 优化曲线基本满足目标曲线, 因此优化后的消声器可满足同时消除宽频带和窄频带噪声。

[0094] 故, 本实施例经优化后的可消除窄频带和宽频带噪声的消声器结构参数为:

[0095] 气流主管直径 41.6mm、气流主管壁厚 2.8mm、共振腔数 5 个, 其直径分别为: 69mm、69mm、69mm、75mm、75mm, 对应的共振腔宽度分别为: 10.5mm、13.9mm、17.2mm、9.6mm、9.6mm, 每个共振腔对应五组周向布置的孔径、孔数相同的穿孔, 五个共振腔对应的穿孔孔数分别为: 28 个、28 个、28 个、20 个、20 个, 孔径分别为: 3mm、3mm、2.9mm、2mm、2mm。

[0096] 实施例 3

[0097] 选取第(3)种方案进行优化, 共振腔宽, 穿孔孔径可变, 孔数不可变。

[0098] 表 9 为设定的宽频带尺寸约束值表:

[0099] 表 9 宽频带尺寸约束值表

[0100]

	共振腔宽 Lc (mm)	穿孔孔径 dh (mm)	穿孔孔数 nh (mm)
下限	6	2	28
上限	45	3	36

[0101] 表 10 为窄频带尺寸约束表:

[0102] 表 10 窄频带尺寸约束值表

[0103]

	共振腔宽 Lc (mm)	穿孔孔径 dh (mm)	穿孔孔数 nh (mm)
下限	8	2	20
上限	45	2.5	28

[0104] 经过优化后, 得到参数的优化结果如表 11:

[0105] 表 11 优化结果

[0106]

	共振腔宽 Lc (mm)	穿孔孔径 dh (mm)	穿孔孔数 nh (个)	共振腔直径 dout (mm)
腔 1	11.6	3	30	69
腔 2	13.6	2.6	28	69
腔 3	17.1	2.8	36	69
腔 4	9.6	2.0	20	75
腔 5	9.6	2.0	20	75

[0107] 优化后的传递损失曲线以及目标曲线如附图 7, 从图中可以看出, 与目标曲线对比, 优化曲线基本满足目标曲线, 因此优化后的消声器可满足同时消除宽频带和窄频带噪声。

[0108] 故, 本实施例经优化后的可消除窄频带和宽频带噪声的消声器结构参数为:

[0109] 气流主管直径 41.6mm、气流主管壁厚 2.8mm、共振腔数 5 个, 其直径分别为: 69mm、69mm、69mm、75mm、75mm, 对应的共振腔宽度分别为: 11.6mm、13.6mm、17.1mm、9.6mm、9.6mm, 每个共振腔对应五组孔径、孔数相同的穿孔, 五个共振腔对应的周向布置的穿孔孔数分别为: 30 个、28 个、36 个、20 个、20 个, 孔径分别为: 3mm、2.6mm、2.8mm、2mm、2mm。

[0110] 实施例 4:

[0111] 以上优化变量的设置不仅限于上述数值, 可根据实际情况设置参数数值, 还可选择其他的方案, 运用此法进行优化。

[0112] 以上对本发明实施例所提供的技术方案进行了详细介绍, 本文中应用了具体个例对本发明实施例的原理以及实施方式进行了阐述, 以上实施例的说明只适用于帮助理解本发明实施例的原理; 同时, 对于本领域的一般技术人员, 依据本发明实施例, 在具体实施方式以及应用范围上均会有改变之处, 综上所述, 本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

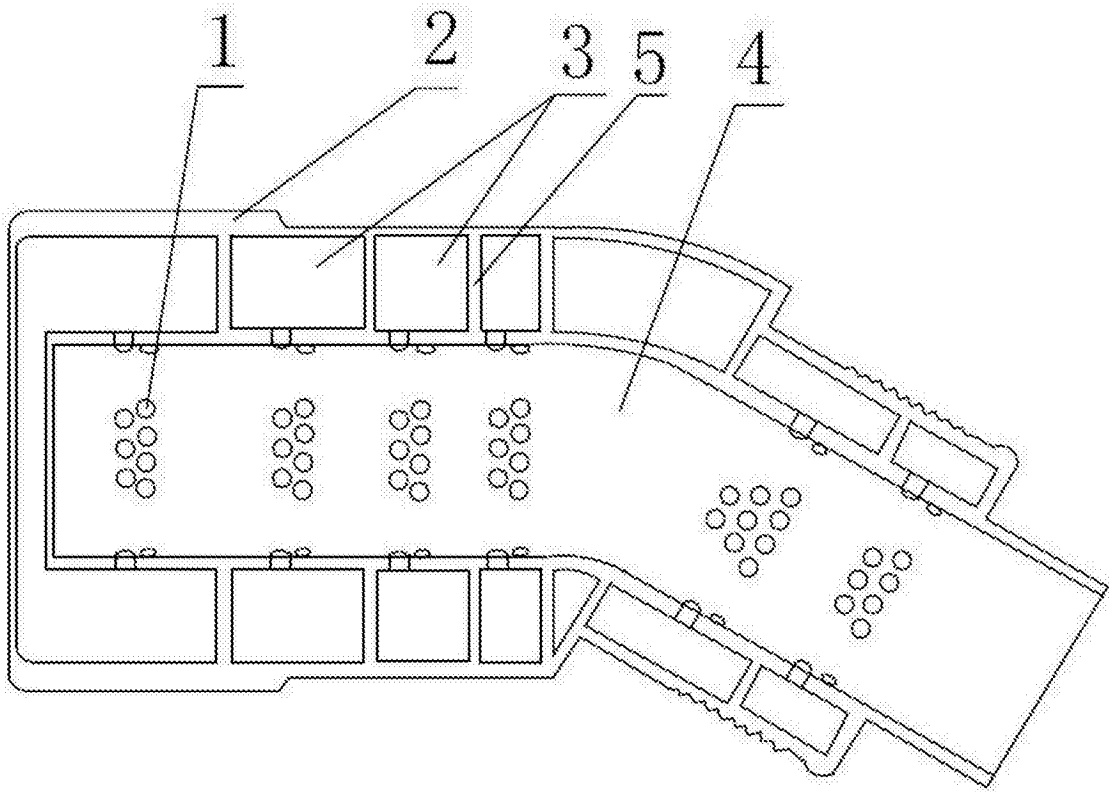


图 1

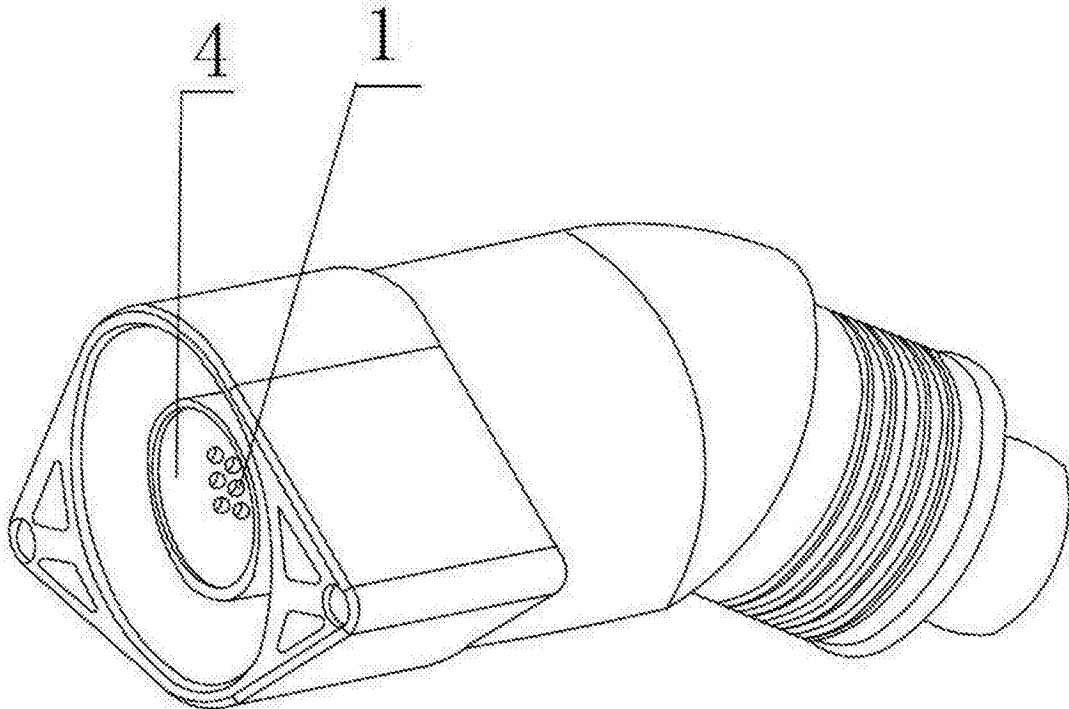


图 2

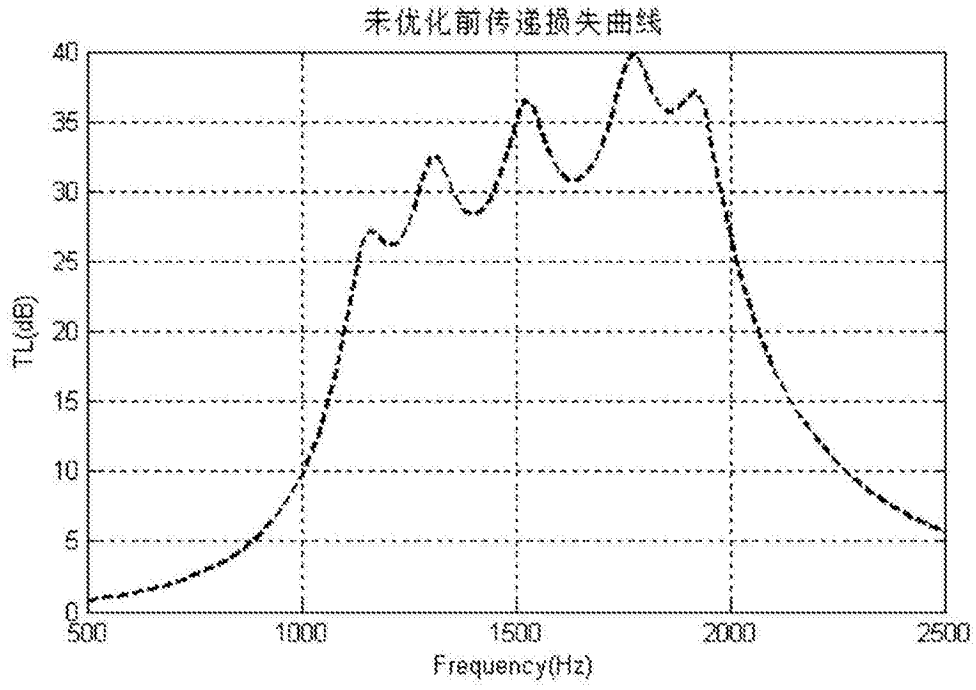


图 3

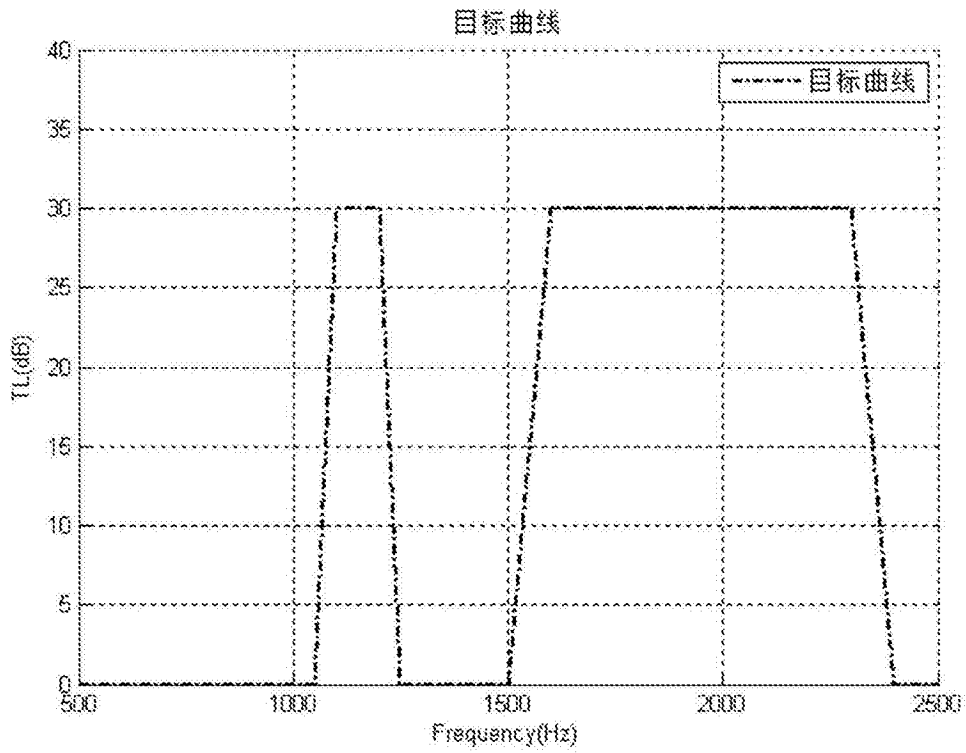


图 4

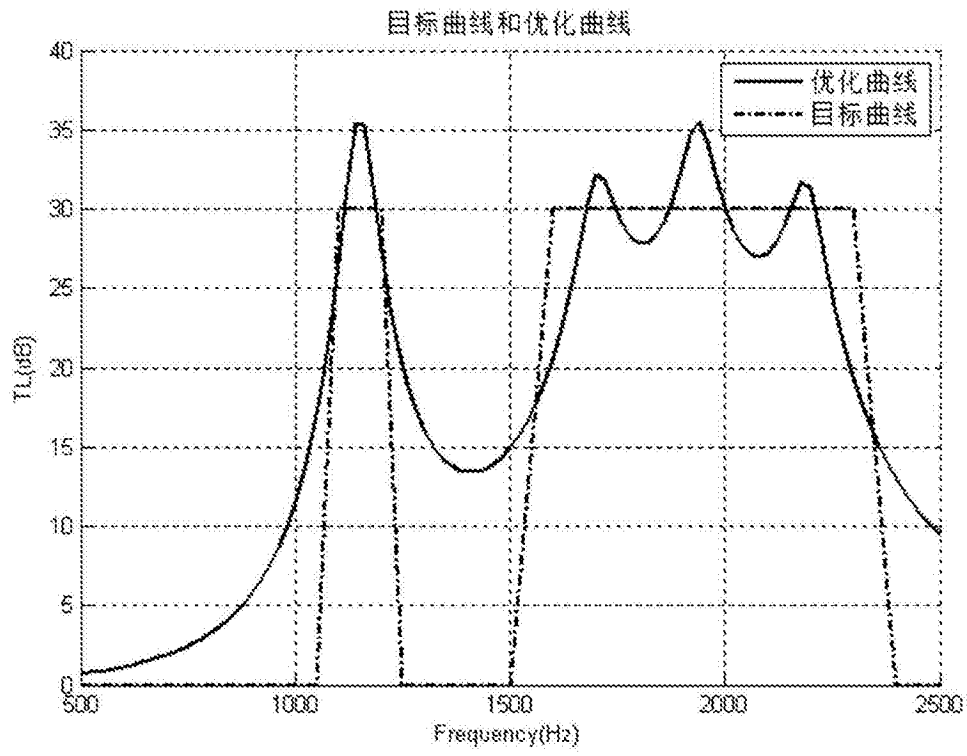


图 5

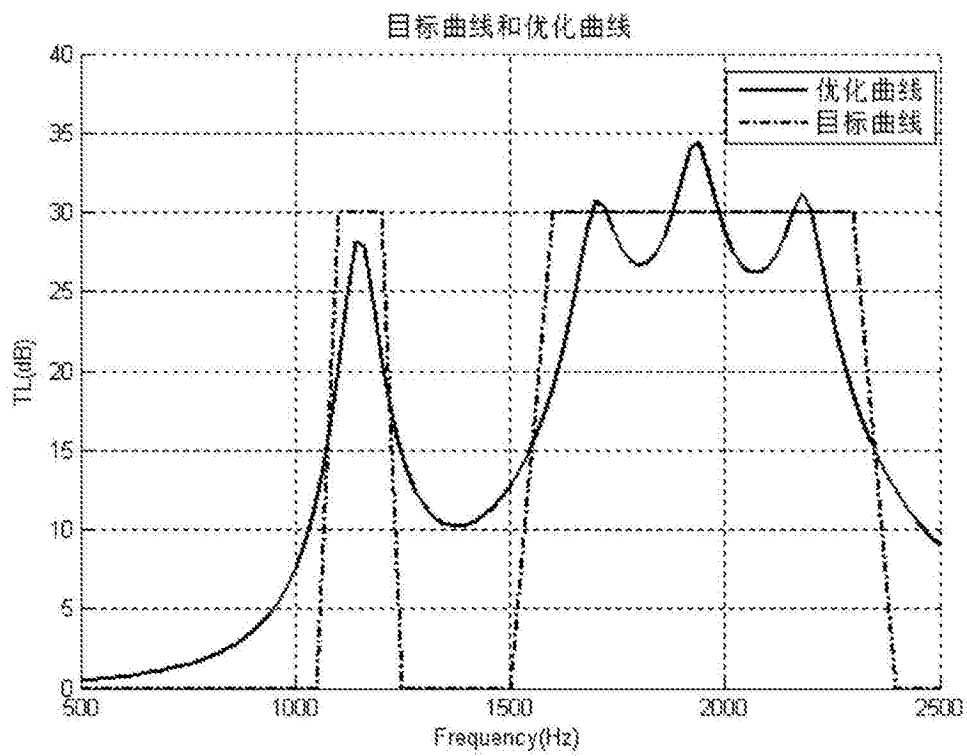


图 6

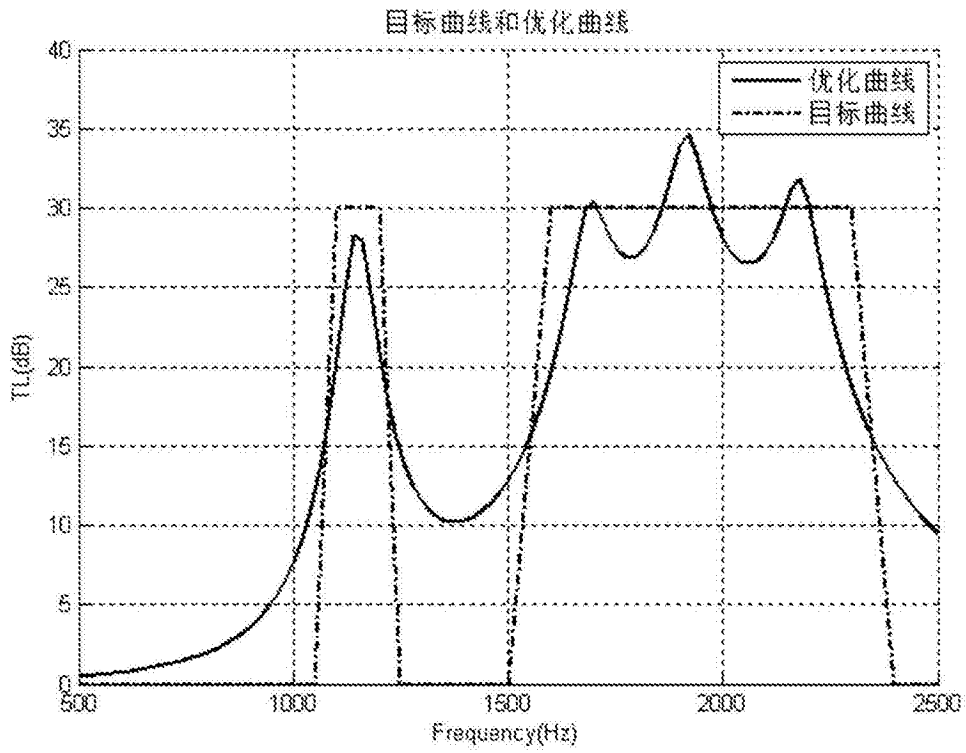


图 7

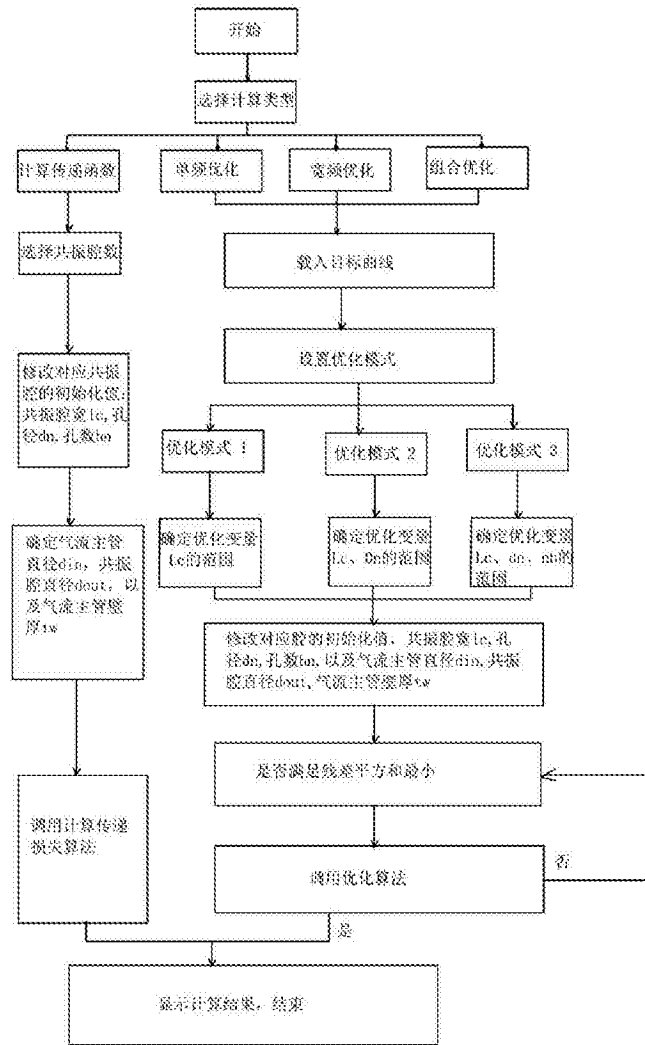


图 8