



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116221172 A

(43) 申请公布日 2023.06.06

(21) 申请号 202310240597.6

(22) 申请日 2023.03.13

(71) 申请人 珠海格力电器股份有限公司  
地址 519030 广东省珠海市珠海横琴新区  
汇通三路108号办公608

(72) 发明人 张驰 柳洲 梁浩 李文龙  
单敬伟

(74) 专利代理机构 北京三聚阳光知识产权代理  
有限公司 11250  
专利代理师 郭冬雪

(51) Int. Cl.

F04D 29/26 (2006.01)

F24F 1/0025 (2019.01)

F24F 13/24 (2006.01)

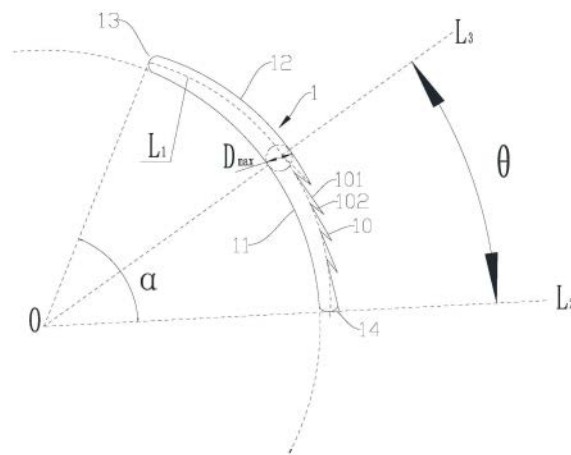
权利要求书2页 说明书6页 附图8页

### (54) 发明名称

一种贯流风叶叶片及贯流风叶

### (57) 摘要

本发明涉及贯流风机技术领域,具体涉及一种贯流风叶叶片及贯流风叶,所述贯流风叶叶片包括前缘部和尾缘部,所述尾缘部的吸力面设置有多个不等距分布的锯齿。本发明提供的贯流风叶叶片,通过在吸力面设置的锯齿结构,可有效的降低叶片吸力面表层压力脉动,减弱尾缘部压力面气流分离情况,从而改善叶片BPF噪声。此外,锯齿采用不等齿距的方式分布,各个锯齿切割气流的周期性时间间隔均不相等,所产生的小涡噪声的成分和频率均也不完全相同,因此,可有效的避免相同成分和频率的噪声叠加而带来的谐振峰值的问题,从而进一步降低叶片频率噪声。



1. 一种贯流风叶叶片,其特征在于,叶片(1)包括前缘部(13)和尾缘部(14),所述尾缘部(14)的吸力面(12)设置有多个不等距分布的锯齿(10)。

2. 根据权利要求1所述的贯流风叶叶片,其特征在于,多个所述锯齿(10)的齿距采用正弦频率调节的方式设置。

3. 根据权利要求1或2所述的贯流风叶叶片,其特征在于,所述叶片(1)的吸力面(12)靠近尾缘部(14)的区域开设有多个斜齿槽以形成所述锯齿(10),所述锯齿(10)为齿尖向尾缘部(14)倾斜的斜齿。

4. 根据权利要求3所述的贯流风叶叶片,其特征在于,所述叶片(1)具有相对设置的压力面(11)和吸力面(12),设定所述压力面(11)和吸力面(12)之间最大内切圆的直径设置为 $D_{\max}$ ,所述斜齿槽的齿深为H,则H需满足以下条件:

$$1/10D_{\max} \leq H \leq 1/2D_{\max}。$$

5. 根据权利要求4所述的贯流风叶叶片,其特征在于,以吸力面(12)所在的圆弧面向压力面(11)作等距偏移形成偏距圆弧线L1,其中,偏距圆弧线L1的偏移距离为H;

以压力面(11)基圆圆心O作为基点,设定叶片(1)总跨度角为 $\alpha$ ,偏距圆弧线与尾缘部(14)为F,过O点作F点连线L2并将该连线L2作为锯齿区域下边界线;

以O作为基点,L2作为基线,向前缘部(13)的方向作夹角线L3,并将该夹角线L3作为锯齿区域上边界线;

L2与L3所成夹角为锯齿区域的跨度角 $\theta$ , $\theta$ 需满足以下条件: $1/4\alpha \leq \theta \leq 1/2\alpha$ 。

6. 根据权利要求5所述的贯流风叶叶片,其特征在于,以O作为基点,锯齿区域上边界线作为起始边,自前缘部(13)向尾缘部(14)的方向,按照预设的正弦频率调节公式依序设置n个锯齿(10),该正弦频率调节公式如下:

$$\theta_i = \theta_0 \times i + a \times \sin(S \times \theta_0 \times i \times \pi / \theta);$$

其中: $i$ 为锯齿(10)序号, $i \in [1, n]$ ;  $\theta_0$ 为在锯齿区域等间距布置n个锯齿(10)时相邻两个锯齿(10)的间隔角; $a$ 为正弦调节振幅; $S$ 为正弦调节次数; $\theta_i$ 为第*i*个锯齿(10)自起始边至其齿尖的分布角。

7. 根据权利要求6所述的贯流风叶叶片,其特征在于,设置相邻两个锯齿(10)的间隔角为 $\Delta \theta_i$ ,则 $\Delta \theta_i$ 满足: $\Delta \theta_1 = \theta_1$ ,  $\Delta \theta_i = \theta_i - \theta_{i-1}$  ( $2 \leq i \leq n$ );

设定在每个 $\Delta \theta_i$ 范围内,靠近尾缘部(14)的边界线与吸力面(12)弧线的交点A为每个锯齿(10)的齿尖;

第*i*个锯齿(10)的齿尖 $A_i$ 与第*i+1*个齿尖 $A_{i+1}$ 的间距即为锯齿(10)齿距 $\lambda_i$ ,所述 $\lambda_i$ 的大小与 $\Delta \theta_i$ 呈正相关。

8. 根据权利要求7所述的贯流风叶叶片,其特征在于,每个 $\Delta \theta_i$ 范围内,每个锯齿(10)的齿根点 $m_i$ 均落在偏距圆弧线L1上,设定点 $m_i$ 、O、 $A_i$ 形成的夹角 $\beta_i = \angle m_i O A_i$ , $\beta_i$ 满足 $0 \leq \beta_i \leq \Delta \theta_i$ 。

9. 根据权利要求8所述的贯流风叶叶片,其特征在于,第*i*个锯齿(10)的齿尖 $A_i$ 与齿根点 $m_i$ 连线所形成边即为斜齿短边(102),且*i*满足 $i \in [1, n-1]$ ;

第*i*个锯齿(10)的齿尖 $A_i$ 与第*i-1*个锯齿(10)的齿根 $m_{i-1}$ 连线所形成边即为斜齿长边(101),且*i*满足 $i \in [2, n]$ 。

10. 一种贯流风叶,其特征在于,包括中风轮,所述中风轮包括环状轮盘(2)以及均匀间

隔地设置于所述环状轮盘(2)周向上的多个叶片(1),所述叶片(1)为上述权利要求1-9任一项所述的贯流风叶叶片(1)。

## 一种贯流风叶叶片及贯流风叶

### 技术领域

[0001] 本发明涉及贯流风机技术领域,具体涉及一种贯流风叶叶片及贯流风叶。

### 背景技术

[0002] 贯流风叶普遍应用于空调壁挂式分体内机上,常用的贯流风叶的叶表形式多为光滑抛物线或圆滑过度曲线设计,当气流流经叶片时,在叶表会形成附面层,在高速运转过程中,尤其是在尾缘部吸力面会出现严重的气流分离现象,导致吸力面尾缘部附面层加厚,并形成大面积涡团。而且在叶片尾缘处,吸力面与压力面流体附面层汇合会形成尾迹区,在此区域内气流的压力及速度梯度都会大幅度低于叶表主流区域。因此,当风轮工作运转时,叶片尾缘位置风轮内流道入口处气流具有很大的不稳定性,这种不均匀性的气流及涡团脱落与其周围空气介质发生周期性的干涉,产生压力脉动形成离散频率噪声。

[0003] 公开号为CN208203655的中国专利公开了一种贯流风叶,其在叶片的压力面上设有锯齿,锯齿的齿宽是叶片中线弧长的5%~10%,锯齿位置处于叶片中线弧长的50%~90%之间。上述专利公开的贯流风叶通过在压力面设置的锯齿虽然在一定程度上能降低噪音,但是其叶片的吸力面表层压力脉动较高,且锯齿的齿距采用等距分布,等距的锯齿作用于分离涡时,相同成分和频率的噪声会叠加产生谐振的问题,使得风叶的噪声仍较为严重。

### 发明内容

[0004] 因此,本发明要解决的技术问题在于克服现有技术中的贯流风叶叶片的吸力面表层压力脉动较高,以及等距的锯齿作用于分离涡时,相同成分和频率的噪声会叠加产生谐振的问题,从而提供一种能够有效的降低叶片吸力面表层压力脉动,避免等距的锯齿作用于分离涡带来的相同成分和频率的噪声会叠加产生谐振的问题,从而改善叶片BPF噪声的贯流风叶叶片及贯流风叶。

[0005] 为了解决上述问题,在第一方面,本发明提供了一种贯流风叶叶片,所述叶片包括前缘部和尾缘部,所述尾缘部的吸力面设置有多个不等距分布的锯齿。

[0006] 可选地,多个所述锯齿的齿距采用正弦频率调节的方式设置。

[0007] 可选地,所述叶片的吸力面靠近尾缘部的区域开设有多个斜齿槽以形成所述锯齿,所述锯齿为齿尖向尾缘部倾斜的斜齿。

[0008] 可选地,所述叶片具有相对设置的压力面和吸力面,设定所述压力面和吸力面之间最大内切圆的直径设置为 $D_{\max}$ ,所述斜齿槽的齿深为H,则H需满足以下条件:

[0009]  $1/10D_{\max} \leq H \leq 1/2D_{\max}$ 。

[0010] 可选地,以吸力面所在的圆弧面向压力面作等距偏移形成偏距圆弧线L1,其中,偏距圆弧线L1的偏移距离为H;以压力面基圆圆心O作为基点,设定叶片总跨度角为 $\alpha$ ,偏距圆弧线与尾缘部为F,过O点作F点连线L2并将该连线L2作为锯齿区域下边界线;以O作为基点,L2作为基线,向前缘部的方向作夹角线L3,并将该夹角线L3作为锯齿区域上边界线;

[0011] L2与L3所成夹角为锯齿区域的跨度角 $\theta$ , $\theta$ 需满足以下条件: $1/4\alpha \leq \theta \leq 1/2\alpha$ 。

[0012] 可选地,以0作为基点,锯齿区域上边界线L3作为起始边,自前缘部向尾缘部的方向,按照预设的正弦频率调节公式依序设置n个锯齿,该正弦频率调节公式如下: $\theta_i = \theta_0 \times i + a \times \sin(S \times \theta_0 \times i \times \pi / \theta)$ ;其中: $i$ 为锯齿序号, $i \in [1, n]$ ;  $\theta_0$ 为在锯齿区域等间距布置n个锯齿时相邻两个锯齿的间隔角; $a$ 为正弦调节振幅; $S$ 为正弦调节次数; $\theta_i$ 为第*i*个锯齿自起始边至其齿尖的分布角。

[0013] 可选地,设置相邻两个锯齿的间隔角为 $\Delta \theta_i$ ,则 $\Delta \theta_i$ 满足: $\Delta \theta_1 = \theta_1$ ,  $\Delta \theta_i = \theta_i - \theta_{i-1}$  ( $2 \leq i \leq n$ ); 设定在每个 $\Delta \theta_i$ 范围内,靠近尾缘部的边界线与吸力面弧线的交点A为每个锯齿的齿尖;第*i*个锯齿的齿尖 $A_i$ 与第*i+1*个齿尖 $A_{i+1}$ 的间距即为锯齿齿距 $\lambda_i$ ,所述 $\lambda_i$ 的大小与 $\Delta \theta_i$ 呈正相关。

[0014] 可选地,每个 $\Delta \theta_i$ 范围内,每个锯齿的齿根点 $m_i$ 均落在偏距圆弧线L1上,设定点 $m_i$ 、O、 $A_i$ 形成的夹角 $\beta_i = \angle m_i O A_i$ ,  $\beta_i$ 满足 $0 \leq \beta_i \leq \Delta \theta_i$ 。

[0015] 可选地,第*i*个锯齿的齿尖 $A_i$ 与齿根点 $m_i$ 连线所形成边即为斜齿短边,且*i*满足 $i \in [1, n-1]$ ;第*i*个锯齿的齿尖 $A_i$ 与第*i-1*个锯齿的齿根 $m_{i-1}$ 连线所形成边即为斜齿长边,且*i*满足 $i \in [2, n]$ 。

[0016] 在第二方面,本发明提供了一种贯流风叶,包括中风轮,所述中风轮包括环状轮盘以及均匀间隔地设置于所述环状轮盘周向上的多个叶片,所述叶片为上述任一实施方式所述的贯流风叶叶片。

[0017] 本发明具有以下优点:

[0018] 本发明通过在叶片的尾缘部的吸力面设置的锯齿结构,一方面可以利用锯齿与叶面的高度差所形成压力差,可有效的抑制靠近尾缘部的吸力面叶表气流分离,增强叶片尾迹气流稳定性;另一方面可以利用锯齿形结构,切割因气流分离所形成大尺度涡脱落造成的涡团,使涡团分解成为小尺度涡,从而降低叶片离散噪声,可有效改善传统贯流风叶工作时吸力面叶表气流分离现象,减弱吸力面压力脉动,从而改善叶片BPF噪声。此外,锯齿采用不等齿距的方式分布,各个锯齿切割气流的周期性时间间隔均不相等,所产生的小涡噪声的成分和频率均也不完全相同,因此,可有效的避免相同成分和频率的噪声叠加而带来的谐振峰值的问题,进一步提升叶片降噪效果。

## 附图说明

[0019] 为了更清楚地说明本发明具体实施方式或现有技术中的技术方案,下面将对具体实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施方式,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0020] 图1示出了原叶形(无锯齿)的叶片结构示意图;

[0021] 图2示出了实施例中改进后设有不等距锯齿的叶片的结构示意图;

[0022] 图3示出了实施例中锯齿叶形参数示意图;

[0023] 图4示出了实施例中锯齿叶形部分结构参数的局部放大图;

[0024] 图5示出了实施例中贯流风叶的中风轮和叶片的截面示意图;

[0025] 图6示出了实施例中贯流风叶的中风轮和叶片的结构示意图;

[0026] 图7示出了原叶形叶表气流分布图;

- [0027] 图8示出了实施例中改进后的不等距锯齿的叶形叶表气流分布图；
- [0028] 图9示出了原叶形的贯流风叶的噪声云图；
- [0029] 图10示出了实施例中改进后的不等距锯齿的叶形叶表气流分布图的噪声云图；
- [0030] 附图标记说明：
- [0031] 1、叶片；11、压力面；12、吸力面；13、前缘部；14、尾缘部；10、锯齿；101、斜齿长边；102、斜齿短边；2、环状轮盘。

### 具体实施方式

[0032] 下面将结合附图对本发明的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0033] 在本发明的描述中，需要说明的是，术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明的限制。此外，术语“第一”、“第二”、“第三”仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0034] 在本发明的描述中，需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0035] 此外，下面所描述的本发明不同实施方式中所涉及的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互结合。

#### [0036] 实施例一

[0037] 如图1至图10所示，本实施例提供了一种贯流风叶叶片1，所述叶片1包括前缘部13和尾缘部14，所述尾缘部14的吸力面12设置有多多个不等距分布的锯齿10。所述叶片1具有分布在前缘部13和尾缘部14两侧的压力面11和吸力面12，其中压力面11表面设置为平滑的圆弧面，吸力面12靠近尾缘部14的位置设置有多多个不等距分布的锯齿10。

[0038] 通过在叶片1的尾缘部14的吸力面12设置的锯齿结构，一方面可以利用锯齿10与叶面的高度差所形成压力差，可有效的抑制靠近尾缘部14的吸力面12叶表气流分离，增强叶片1尾迹气流稳定性；另一方面可以利用锯齿10形结构，切割因气流分离所形成大尺度涡脱落造成的涡团，使涡团分解成为小尺度涡，从而降低叶片1离散噪声，可有效改善传统贯流风叶工作时吸力面12叶表气流分离现象，减弱吸力面12压力脉动，从而改善叶片BPF噪声。此外，锯齿10采用不等齿距的方式分布，各个锯齿10切割气流的周期性时间间隔均不相等，所产生的小涡噪声的成分和频率均也不完全相同，因此，可有效的避免相同成分和频率的噪声叠加而带来的谐振峰值的问题，进一步提升叶片1降噪效果。

[0039] 在本实施例的一些较为优选的实施方式中，多个所述锯齿10的齿距采用正弦频率调节的方式设置，通过采用正弦频率调节的方式来设置锯齿10的齿距，可以将不等距分布形成一个可具体调节的分布方式，方便后续研发测试中对不等距的具体参数进行优化排

布,从而得到取优的解。

[0040] 在本实施例一些较为优选的实施方式中,所述叶片1的吸力面12靠近尾缘部14的区域开设有多个斜齿槽以形成所述锯齿10,所述锯齿10为齿尖向尾缘部14倾斜的斜齿。

[0041] 上述实施方式中,在叶片1的吸力面12靠近尾缘部14位置设置有斜齿形凹槽以形成倾斜的锯齿10,所述锯齿10的齿尖均向尾缘部14呈倾斜趋势。由于风叶气流分离现象主要产生在叶形下半段靠近尾缘部14位置,且越靠近尾缘部14,气流分离现象越严重,因此将锯齿区域设置在靠近叶根的位置,并利用齿槽内部与叶表形成一定压差,可有效缓解气流分离的现象,且采用齿尖后倾斜的斜齿作为锯齿10,因流体在叶表流动趋势与斜齿后倾方向一致,进一步增大尾缘部14流体附着,减弱气流分离现象,从而降低流量损失。

[0042] 结合图7和图8所示,图中纵坐标深色为低速低能流体区域,主要为尾流涡脱落造成,会降低叶片1气动效率,增大BPF噪声,本实施例提供的正弦频率调节齿距的斜齿形叶片1低能区域明显延后,且区域面积相比原有叶形的叶片1显著减弱,能够达到提效降噪的目的。

[0043] 表1各叶形风量对比

叶形方案	风量(m <sup>3</sup> /h)
原叶形	397.6
直齿	375.8
后倾斜齿	394.3

[0045] 由于气流在吸力面12表面为从叶顶向叶根趋势分离,因此,本实施例采用的向叶根倾斜的后倾斜齿会更契合气流方向,从而可有效的减弱气流分离,后倾斜的锯齿叶形可打散涡流团,增大小气流串附着,从而延缓气流分离。并且结合图1、图2、图7、图8以及上表1也可以看出,本实施例采用上述后倾斜齿相比于原叶形,风量几乎无影响,相比于直齿形叶片1,风量高达20m<sup>3</sup>/h,可有效的改善气流分离现象。

[0046] 在本实施例一些较为优选的实施方式中,如图2和图3所示,设定所述压力面11和吸力面12之间最大内切圆的直径设置为 $D_{max}$ ,所述斜齿槽的齿深为H,则H需满足以下条件:  
 $1/10D_{max} \leq H \leq 1/2D_{max}$ 。

[0047] 在上述实施方式中,通过斜齿叶形方案的设计主要控制尾缘部14叶表压差程度,来抑制叶表气流分离情况,从而降低叶片BPF噪声,斜齿槽的齿深过小叶表压差幅值较低,气流改善效果不明显,齿深过大,会造成较大的流量损失,降低叶形原有气动性能,因此,本实施例对齿深的数值范围进行了优化实验测试,经实验获得齿深在 $1/10D_{max} \sim 1/2D_{max}$ 范围内时最佳,既可以有效缓解气流分离的现象,又不会造成较大的流量损失,降低原有气动性能。

[0048] 在本实施例一些较为优选的实施方式中,如图2所示,以吸力面12所在的圆弧面向压力面11作等距偏移形成偏距圆弧线L1,其中,偏距圆弧线L1的偏移距离为H。以压力面11基圆圆心O作为基点,设定叶片1总跨度角为 $\alpha$ ,偏距圆弧线L1与尾缘部14为F,过O点作F点连线L2并将该连线L2作为锯齿区域下边界线;以O作为基点,L2作为基线,向前缘部13的方向作夹角线L3,并将该夹角线L3作为锯齿区域上边界线;L2与L3所成夹角为锯齿区域的跨度角 $\theta$ , $\theta$ 需满足以下条件: $1/4\alpha \leq \theta \leq 1/2\alpha$ 。

[0049] 由于风叶气流分离现象主要产生在叶形下半段靠近尾缘部14的位置,且越靠近尾

缘部14气流分离现象越严重,在超过叶中越靠近前缘部13的位置气流与叶表附着程度越高,为叶片1主要气动做功区域。若锯齿区域范围过小,对吸力面12气流附着情况改善效果不明显,起不到降噪效果;范围过大则会破坏原叶片1吸力面12高功效区域,影响叶片1气动性能,造成风量损失,因此,本实施例对锯齿10作用区域范围进行了优化实验测试,经实验获得对锯齿区域在整个叶片1跨度角的 $1/4\sim 1/2$ 的范围内时最佳,既不会破坏叶片1气动性能,造成风量损失,又能够有效改善吸力面12气流附着情况,起到良好的降噪效果。

[0050] 在本实施例一些较为优选的实施方式中,如图2、图3、图5和图6所示,以0作为基点,锯齿区域上边界线L3作为起始边,自前缘部13向尾缘部14的方向,按照预设的正弦频率调节公式依序设置n个锯齿10,该正弦频率调节公式如下: $\theta_i = \theta_0 \times i + a \times \sin(S \times \theta_0 \times i \times \pi / \theta)$ ;其中: $i$ 为锯齿10序号, $i \in [1, n]$ ; $\theta_0$ 为在锯齿区域等间距布置n个锯齿10时相邻两个锯齿10的间隔角; $a$ 为正弦调节振幅; $S$ 为正弦调节次数; $\theta_i$ 为第*i*个锯齿10自起始边至其齿尖的分布角。

[0051] 在上述实施方式中,通过正弦调节的不等距方式来布置锯齿10,对振幅和正弦调节次数S的取值范围不作限定,振幅和正弦调节次数S可以是任意值。例如,其中的正弦调节次数S可以理解为在不等距调节中会产生几次波峰与波谷,针对不同叶形和不同规格的风轮不等距取优参数可能也会改变,振幅和正弦调节次数S的取值大小需要根据实际工况来调节。

[0052] 进一步地,在一些较为优选的实施方式中,如图3所示,锯齿区域上边界线L3过压力面11和吸力面12之间最大内切圆的圆心,且设定锯齿区域上边界线L3与吸力面12所在圆弧的交点为E,点E作为首个锯齿10的斜齿长边101的起始点。

[0053] 进一步地,如图5所示,设置相邻两个锯齿10的间隔角为 $\Delta \theta_i$ ,则 $\Delta \theta_i$ 满足: $\Delta \theta_1 = \theta_1$ , $\Delta \theta_i = \theta_i - \theta_{i-1}$  ( $2 \leq i \leq n$ );设定在每个 $\Delta \theta_i$ 范围内,靠近尾缘部14的边界线与吸力面12弧线的交点A为每个锯齿10的齿尖;第*i*个锯齿10的齿尖 $A_i$ 与第*i+1*个齿尖 $A_{i+1}$ 的间距即为锯齿10齿距 $\lambda_i$ ,所述 $\lambda_i$ 的大小与 $\Delta \theta_i$ 呈正相关,即 $\Delta \theta_i$ 越大相邻的两个锯齿10之间的齿距 $\lambda_i$ 就越大, $\Delta \theta_i$ 越小相邻的两个锯齿10之间的齿距则越小。本实施例中 $\theta_i$ 为*i*个锯齿自起始边至其齿尖的分布角,且 $\theta_i$ 通过正弦频率调节公式 $\theta_i = \theta_0 \times i + a \times \sin(S \times \theta_0 \times i \times \pi / \theta)$ 计算获得,因此,可以推理所处锯齿10的齿距 $\lambda_i$ 和间隔角 $\Delta \theta_i$ 也均是通过正弦频率调节的方式确定的。

[0054] 以上对本实施例中锯齿区域中各单齿分布及相邻齿距 $\lambda$ 分布的具体方式作出了阐述及限定。本实施例采用斜齿不等距分布方法降噪基理,一方面为利用斜齿槽叶面高度差所形成压力差,抑制靠近尾缘部14吸力面12叶表气流分离,增强叶片1尾迹气流稳定性;另一方面利用锯齿形结构,切割因气流分离所形成大尺度涡脱落造成的涡团,使涡团分解成为小尺度涡,从而降低叶片1离散噪声。且采用不等距正弦调节锯齿10分布,其锯齿10切割气流的周期性时间间隔均不相等,所产生的小涡噪声的成分和频率均也不完全相同,因此可避免相同成分和频率的噪声叠加而带来的谐振峰值,从而进一步降低叶片1频率噪声,提高叶片1降噪效果。

[0055] 在本实施例中,如图4所示,每个 $\Delta \theta_i$ 范围内,每个锯齿10的齿根点 $m_i$ 均落在偏距圆弧线L1上,设定点 $m_i$ 、O、 $A_i$ 形成的夹角 $\beta_i = \angle m_i O A_i$ , $\beta_i$ 满足 $0 \leq \beta_i \leq \Delta \theta_i$ 。

[0056] 进一步地,第*i*个锯齿10的齿尖 $A_i$ 与齿根点 $m_i$ 连线所形成边即为斜齿短边102,且*i*满足 $i \in [1, n-1]$ ;第*i*个锯齿10的齿尖 $A_i$ 与第*i-1*个锯齿10的齿根 $m_{i-1}$ 连线所形成边即为斜



齿长边101,且 $i$ 满足 $i \in [2, n]$ 。

[0057] 上述方案可用于调节斜齿长边101及斜齿短边102的长度及倾斜角度,对斜齿长边101和斜齿短边102的调节方法作出限定,但对于斜齿长边101及斜齿短边102的长度的具体取值范围并没有限定,在调节范围内所有斜齿长边101、斜齿短边102的取值均可达到预设的降噪效果,本实施例对此不作限定。

[0058] 示例性地,本实施例方案风轮示意图,斜齿段数 $n=5$ ,锯齿区域的跨度角 $\theta=32.5^\circ$ ,正弦调节次数 $S=2$ ,调节振幅 $a=1$ ,则根据正弦频率调节公式: $\theta_i = \theta_0 \times i + a \times \sin(S \times \theta_0 \times i \times \pi / \theta)$ ,计算获得的锯齿不等距分布参数如下:

[0059] 表2不等距锯齿分布参数

[0060]

斜齿编号 $i$	1	2	3	4	5
$\theta_i$	7.45	13.59	18.91	25.05	32.5
$\Delta \theta_i$	7.45	6.14	5.32	6.13	7.45

[0061] 结合图9和图10的噪声对比云图的纵坐标色差分布情况,白度越高部位,噪音值越大,白度越低部位,噪音值越效。相比于原叶形,本实施例提供的贯流风叶在贯流风道中,采用斜齿叶形贯流风轮在靠近蜗舌及前出风格栅位置处,白度明显降低,宽频噪声总值也明显降低,叶片1间噪声梯度分布显著下降。

[0062] 本实施例提供了原叶形、 $\theta_0=6.5^\circ$ 均布锯齿叶形、不等距分布锯齿叶形性能对比测试数据,具体如下:

[0063] 表3各叶形方案性能对比

[0064]

叶形方案	风量( $m^3/h$ )	噪音总值(dB)	频谱峰值(dB)
原叶形	397.6	59.1	33.2
$\theta_0=6.5^\circ$ 均布锯齿叶形	393.7	57.3	29.6
不等距分布锯齿叶形	394.3	56.1	26.5

[0065] 由上表3可以看出,本实施例提供的不等距分布锯齿叶形与原叶形风量基本处于同一量级,从噪音总值及频谱峰值来看,正弦不等距分布锯齿叶形为噪音、音质最优方案。

[0066] 本实施例提供明了一种贯流风叶叶片1的尾缘部14吸力面12具备锯齿结构,锯齿结构由采用后倾斜的斜齿构成,且各个锯齿10采用正弦频率调节斜齿齿距 $\lambda$ 的贯流叶形,有效的解决等距锯齿叶形叶片作用于分离涡时,相同成分和频率的噪声叠加带来的谐振问题,克服了传统风叶离散频率噪声较重的缺陷。

[0067] 实施例二

[0068] 如图5和图6所示,本实施例提供了一种贯流风叶,包括中风轮,所述中风轮包括环状轮盘2以及均匀间隔地设置于所述环状轮盘2周向上的多个叶片1,所述叶片1为上述实施例一中任一实施方式所述的贯流风叶叶片1。

[0069] 显然,上述实施例仅仅是为清楚地说明所作的举例,而并非对实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说,在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。而由此所引伸出的显而易见的变化或变动仍处于本发明的保护范围之内。

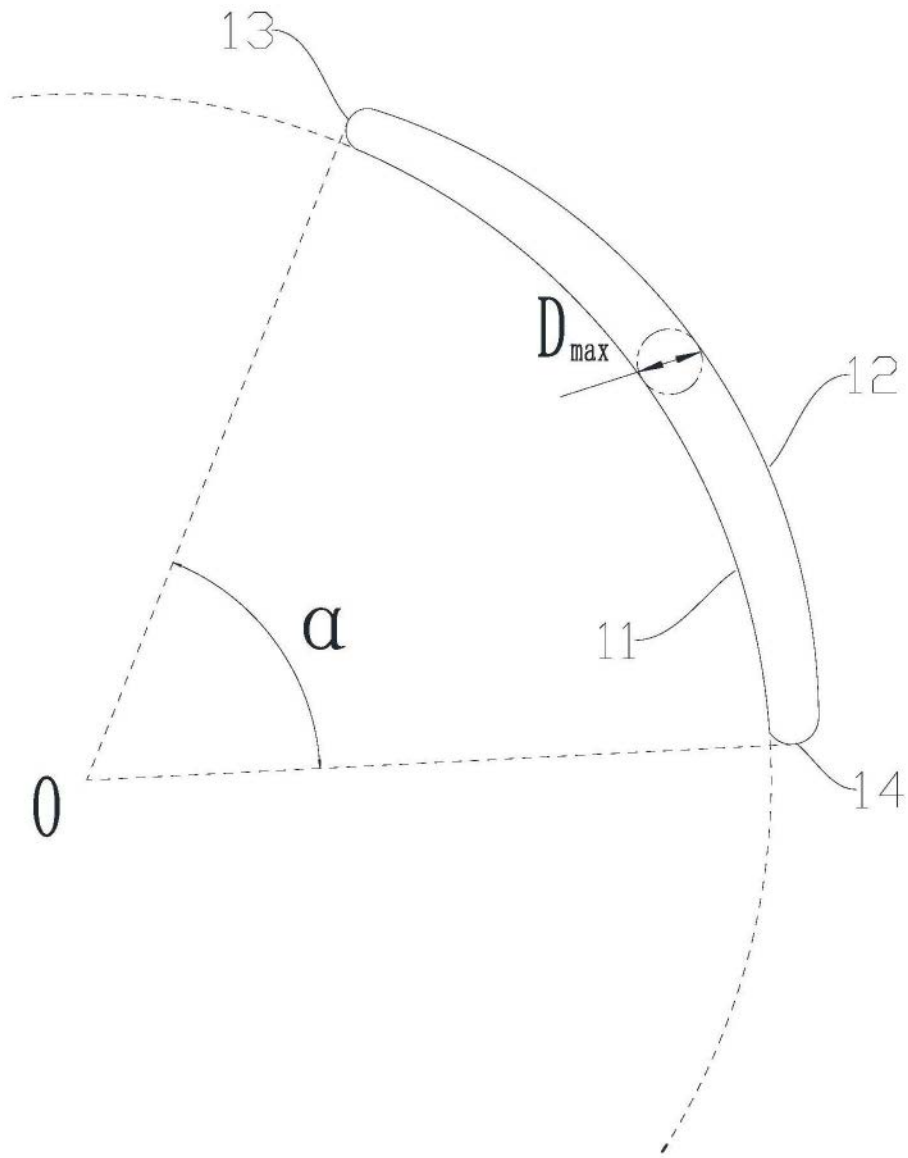


图1

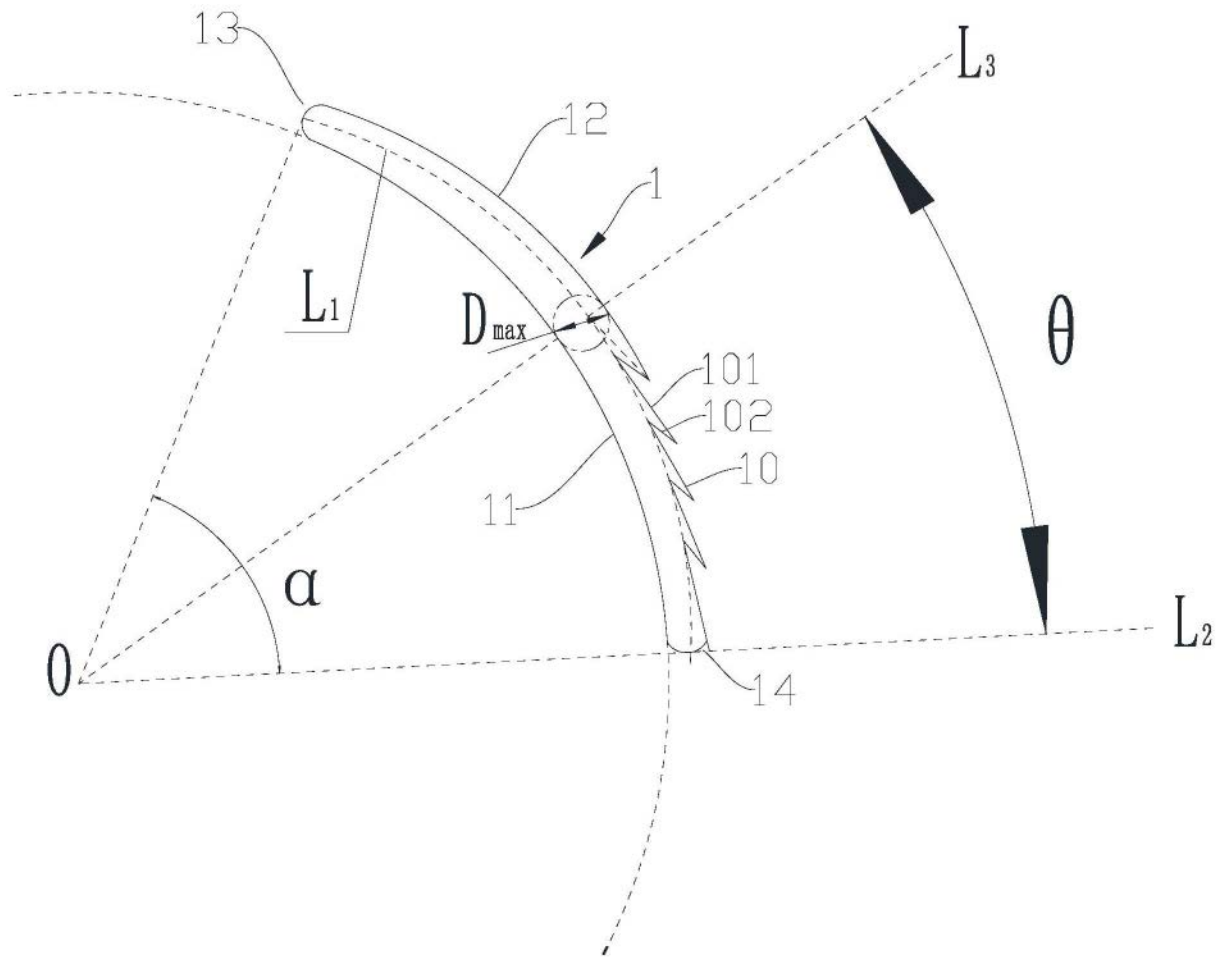


图2

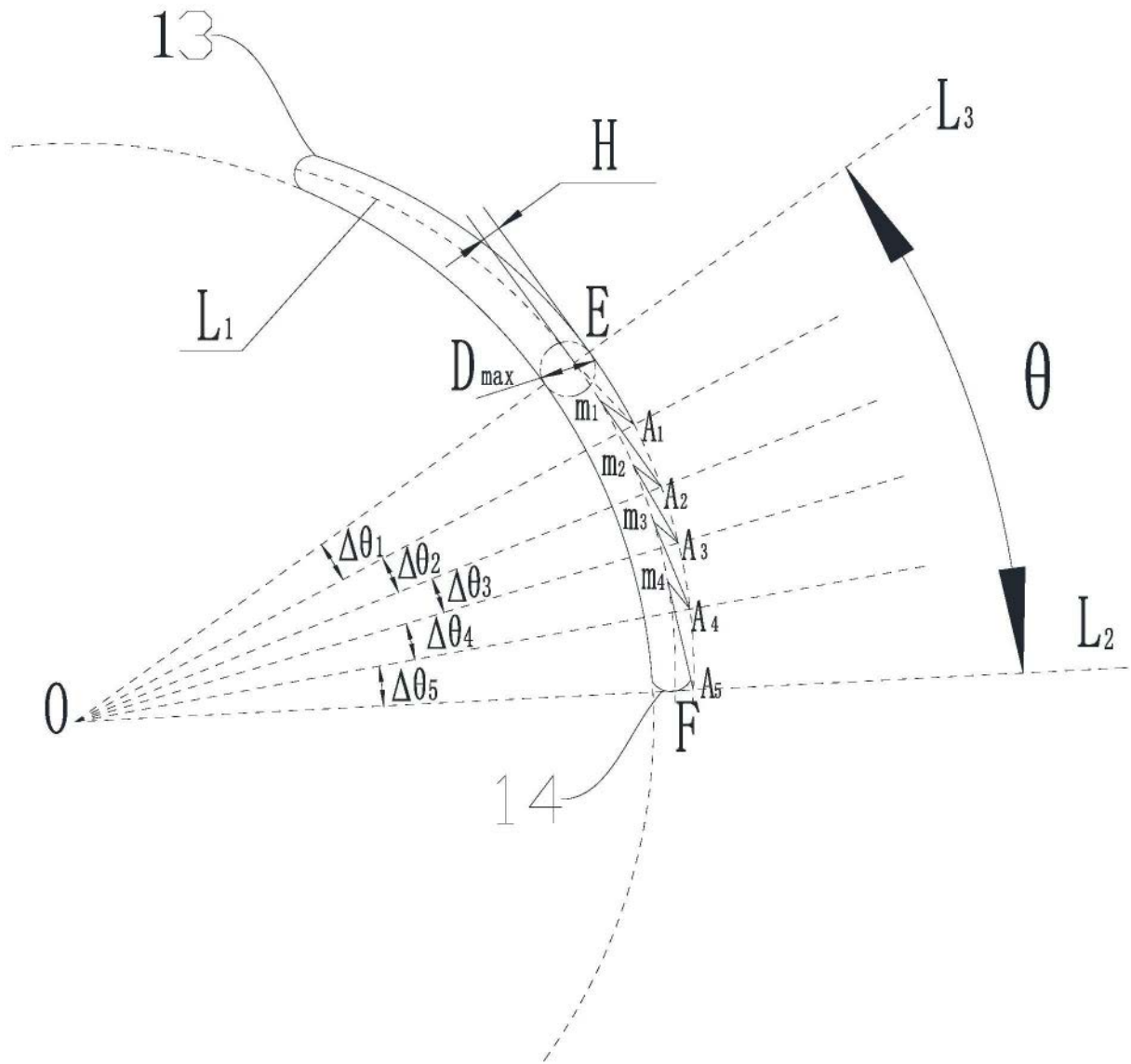


图3

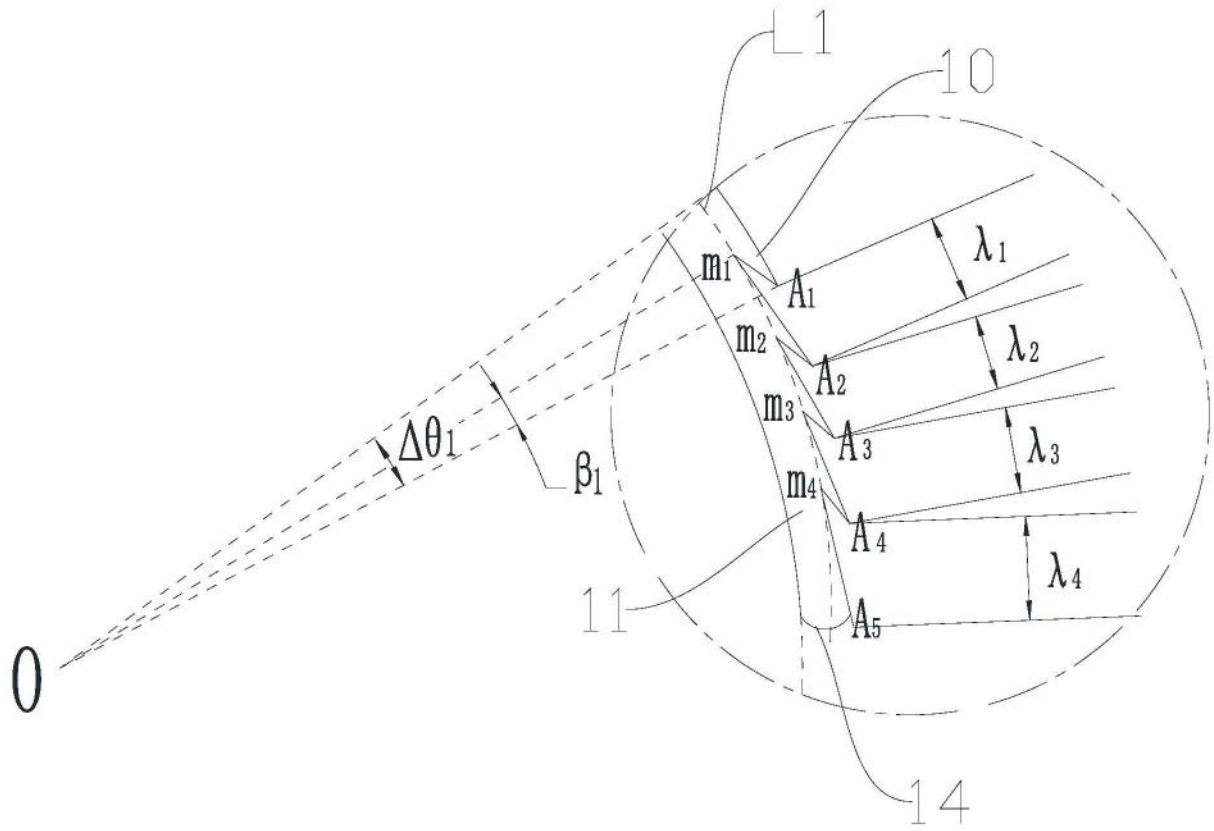


图4

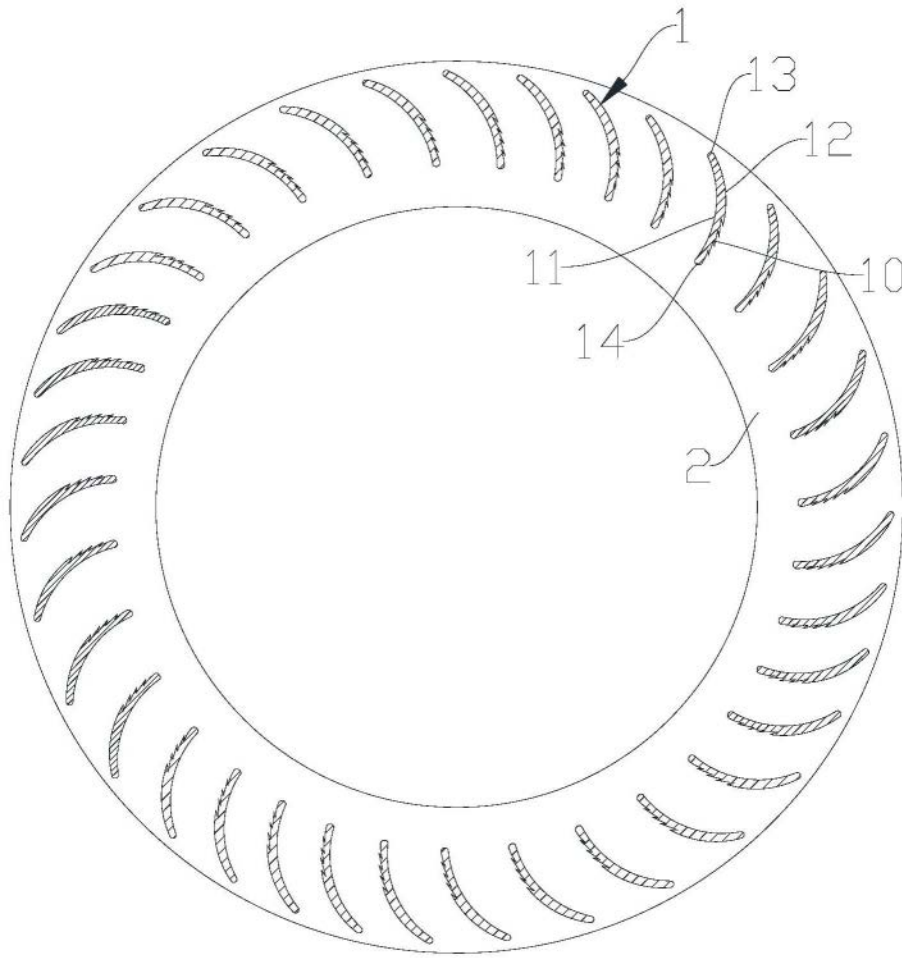


图5

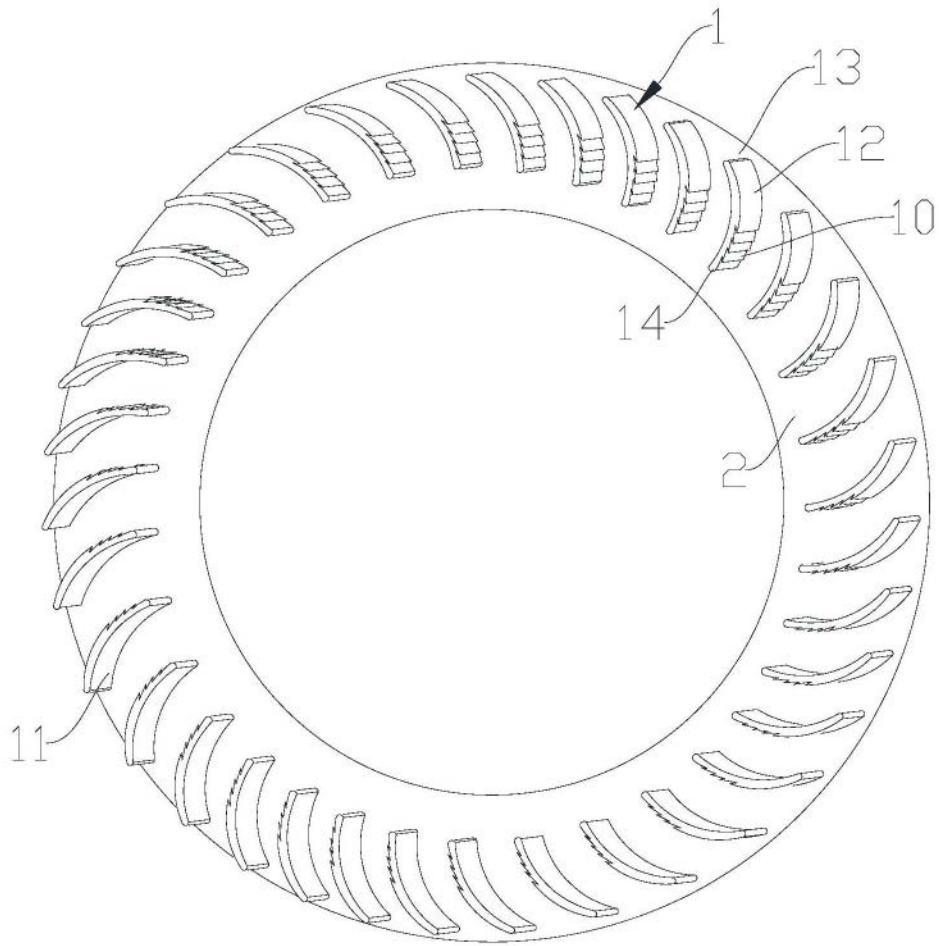


图6



图7



图8

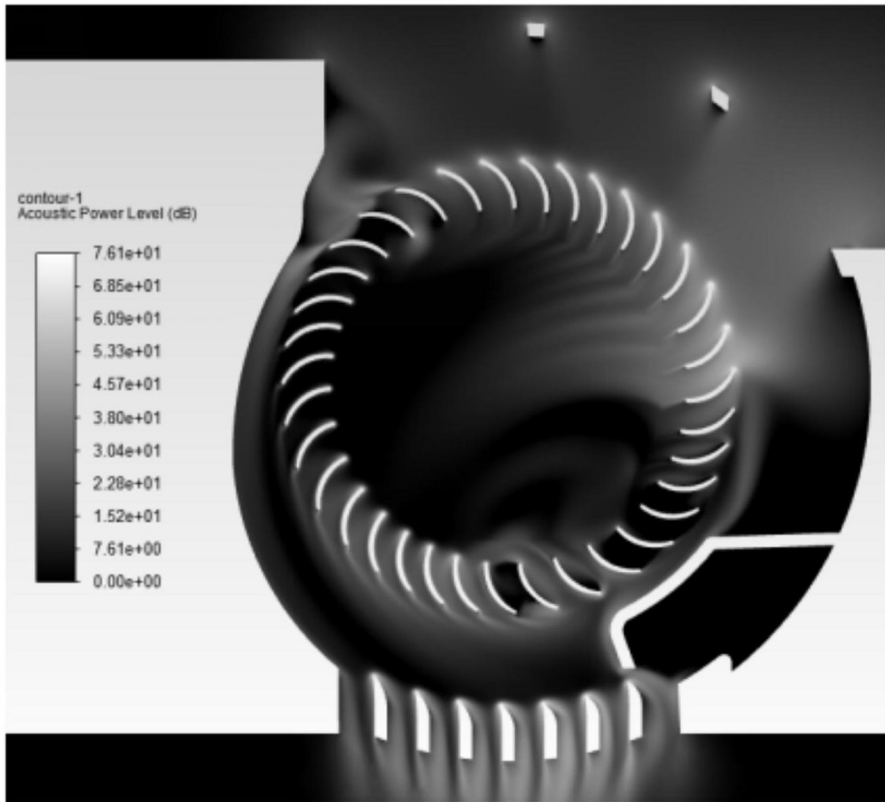


图9



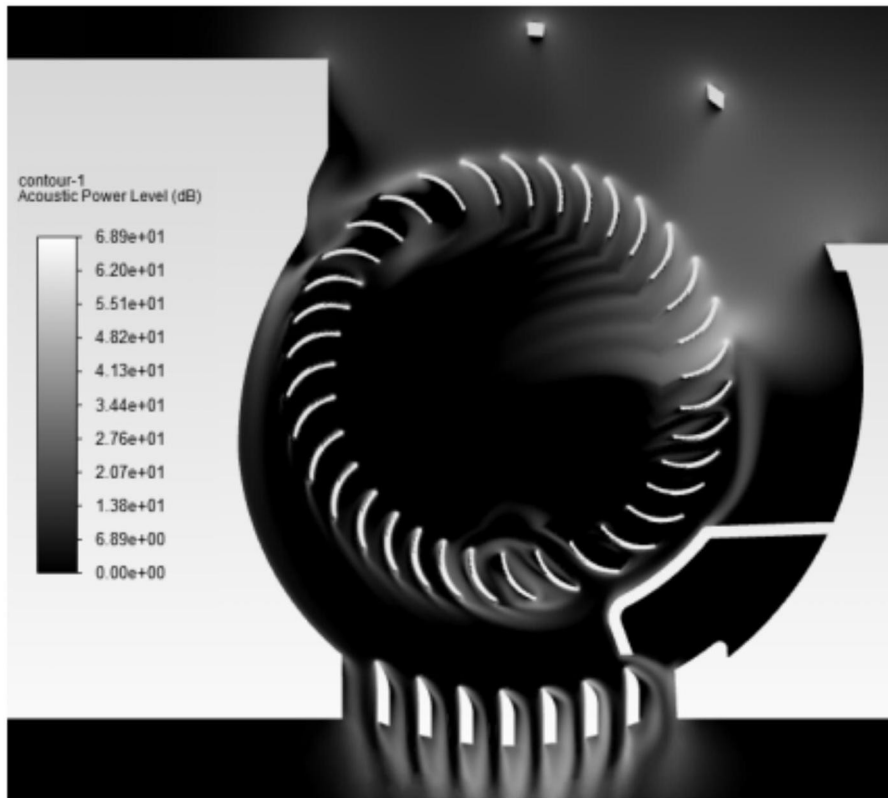


图10