



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 211525182 U

(45)授权公告日 2020.09.18

(21)申请号 201921969408.4

(22)申请日 2019.11.14

(73)专利权人 浙江盾安轨道交通设备有限公司

地址 311816 浙江省绍兴市诸暨市陶朱街
道千禧路22号

(72)发明人 江杨 赵秋霞

(74)专利代理机构 杭州华进联浙知识产权代理
有限公司 33250

代理人 戴贤群

(51)Int.Cl.

F04D 29/38(2006.01)

F04D 29/66(2006.01)

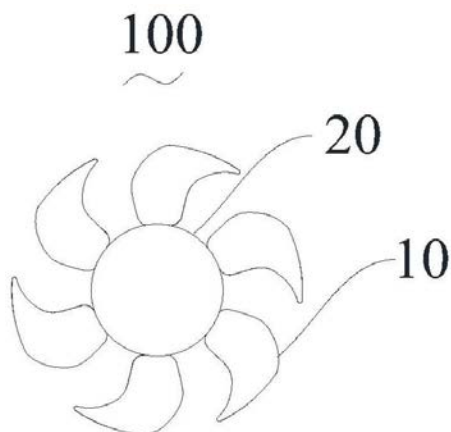
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54)实用新型名称

弯掠叶片及轴流风机

(57)摘要

本实用新型涉及一种弯掠叶片及轴流风机，该弯掠叶片包括压力面及与压力面相背的吸力面，所述压力面朝向吸力面前弯和弯掠，且前弯和前掠的起始点相同，所述弯掠叶片的前弯的角度为 $7^{\circ} \sim 11^{\circ}$ ，所述弯掠叶片具有 $-0.1 \sim -1$ 的变环量指数。本实用新型所提供的弯掠叶片压力沿着叶片高度增加，形成从叶根指向叶尖的压力梯度，具有叶尖宽叶根窄的形状，在抗畸变、防喘振等方面具有优势，不仅改善了叶片的扭曲、减轻叶片重量，还有利于叶片的制造。弯掠叶片的叶尖具有较高的线速度，利用叶尖降低风量风压的损失，提高气动效率，从而增强轴流风机的工作效率。弯掠叶片的前弯，使得叶片的弯曲处的力得到充分分解，进而噪音的速度变化快，降噪效果明显。



1. 一种弯掠叶片,所述弯掠叶片包括压力面及与压力面相背的吸力面,所述压力面朝向吸力面前弯和弯掠,且前弯和前掠的起始点相同,其特征在于,所述弯掠叶片的前弯的角度为 $7^{\circ}\sim 11^{\circ}$,所述弯掠叶片具有 $-0.1\sim -1$ 的变环量指数。

2. 根据权利要求1所述的弯掠叶片,其特征在于,所述弯掠叶片前掠的角度为 $18^{\circ}\sim 22^{\circ}$ 。

3. 根据权利要求1所述的弯掠叶片,其特征在于,所述弯掠叶片具有叶尖和叶根,所述叶根的中点与所述叶尖的中点的连接线包括直线段及圆弧段,其中,所述直线段的长度为所述弯掠叶片的高度的 $0.4\sim 0.5$ 倍。

4. 根据权利要求1所述的弯掠叶片,其特征在于,所述弯掠叶片具有叶尖和叶根,所述叶尖具有前缘圆角,所述叶根具有后缘圆角。

5. 根据权利要求1~4任意一项所述的弯掠叶片,其特征在于,所述弯掠叶片的翼型为单圆弧板式翼型。

6. 根据权利要求1~4任意一项所述的弯掠叶片,其特征在于,所述弯掠叶片为钢材弯掠叶片或铝合金弯掠叶片。

7. 一种轴流风机,包括叶轮及电机,所述叶轮与所述电机连接,所述叶轮包括轮毂及弯掠叶片,所述弯掠叶片沿所述轮毂周向设置,其特征在于,所述弯掠叶片为权利要求1~6任一项所述的弯掠叶片。

8. 根据权利要求7所述的轴流风机,其特征在于,所述弯掠叶片为至少两个,至少两个弯掠叶片沿所述轮毂周向均匀分布。

9. 根据权利要求7所述的轴流风机,其特征在于,至少两个所述弯掠叶片的厚度相同。

弯掠叶片及轴流风机

技术领域

[0001] 本实用新型涉及冷凝风机用叶片技术领域,特别是涉及弯掠叶片及轴流风机。

背景技术

[0002] 在我国发展的进程中,城市轨道交通车辆涌现,对城市的交通具有较大的影响,能够提高城市的基础建设水平。其中,轨道交通车辆由于其特殊的运行环境和公共交通的特效,因此,轨道交通车辆的空调性能的优化很有必要。

[0003] 轨道交通车辆的空调的关键核心部件——冷凝轴流风机,主要负责冷凝器的散热,一旦风机失效,冷凝器的温度将立即升高,导致压缩机高压保护停机,使得空调失去冷源仅具有通风的作用。同时,冷凝轴流风机也是空调的最大噪声源与振动源。因此,提升冷凝轴流风机的设计水平,使其满足高可靠性、轻量化、低噪声、低振动等实际运行要求成为轨道空调技术进步的重点。

[0004] 然而,目前冷凝轴流风机多采用圆弧单板型及机翼型的单板叶片,使得工作噪声大、风机效率较低,从而轨道交通车辆的空调的性能以及工作效率仍有不足。

实用新型内容

[0005] 基于此,有必要提供一种弯掠叶片及轴流风机,该弯掠叶片能够提高轴流风机的工作效率,从而优化轴流风机的性能。

[0006] 一种弯掠叶片,所述弯掠叶片包括压力面及与压力面相背的吸力面,所述压力面朝向吸力面前弯和弯掠,且前弯和前掠的起始点相同,所述弯掠叶片的前弯的角度为 $7^{\circ}\sim 11^{\circ}$,所述弯掠叶片具有 $-0.1\sim -1$ 的变环量指数。

[0007] 如此设置,弯掠叶片具有叶尖宽叶根窄的形状,压力沿着叶片高度增加,形成从叶根指向叶尖的压力梯度,在抗畸变、防喘振等方面具有优势,不仅改善了叶片的扭曲、减轻叶片重量,还有利于叶片的制造,避免了传统叶片扭曲角过大、叶根易失速脱离、叶片制造困难的问题。而且,弯掠叶片使得全压沿着半径增大,从而叶尖具有较高的线速度,利用叶尖降低风量风压的损失,提高气动效率,从而增强轴流风机的工作效率。弯掠叶片的前弯,使得叶片前缘及后缘相对传统直叶片在径向方向有了较大的偏移量,从而错开了噪声源的相位角,而且叶片的弯曲处的力得到充分分解,进而噪音的速度变化快,降噪效果明显。

[0008] 进一步地,所述弯掠叶片前掠的角度为 $18^{\circ}\sim 22^{\circ}$ 。

[0009] 如此设置,弯掠叶片的前掠使得气流能够贴叶片流动,减少了气流与叶片冲击造成的进口能量损失,显著加大了轴流风机的稳定工作区间,能够优化轴流风机的总体性能,进一步使得叶片的前缘及后缘具有较大的偏移量,错开了噪声源的相位角,使叶片在径向方向上的噪声叠加值变小,进而轴流风机达到了降噪的目的。

[0010] 进一步地,所述叶根的中点与所述叶尖的中点的连接线包括直线段及圆弧段,其中,所述直线段的长度为所述弯掠叶片的高度的 $0.4\sim 0.5$ 倍。

[0011] 如此设置,通过控制直线段与圆弧段的比例,能够优化弯掠叶片的前弯与前掠的

角度,改善弯掠叶片的性能,从而提高弯掠叶片的气体流量、风压及工作效率。

[0012] 进一步地,所述叶尖具有前缘圆角,所述叶根具有后缘圆角。

[0013] 如此设置,弯掠叶片在叶根具有较小的安装角,能够降低叶根产生的涡流,降低轴流风机的工作噪音。弯掠叶片的叶片弯曲且平滑,能够提高气体的流动效率,降低轴流风机的能量损失,提高轴流风机的工作效率。同时,叶片的前缘圆角能够提高弯掠叶片的强度及刚度,避免叶尖过于尖锐导致的弯掠叶片的抗疲劳度降低,从而延长弯掠叶片的使用寿命。

[0014] 进一步地,所述弯掠叶片的翼型为单圆弧板式翼型。

[0015] 如此设置,弯掠叶片能够提高叶片的稳定性,使轴流风机保持较好的气动性能。

[0016] 进一步地,所述弯掠叶片为为钢材弯掠叶片或铝合金弯掠叶片。

[0017] 如此设置,弯掠叶片具有较高的比模量、强度高、耐腐蚀性能好、加工性能好、成本低廉等优点,提高弯掠叶片的抗疲劳程度,延长弯掠叶片的使用寿命。

[0018] 一种轴流风机,包括叶轮及电机,所述叶轮与所述电机连接,所述叶轮包括轮毂及弯掠叶片,所述弯掠叶片沿所述轮毂周向设置,所述弯掠叶片为上述的弯掠叶片。

[0019] 如此设置,弯掠叶片能够显著降低叶根的涡流,使得涡流噪声下降,从而避免能量损失。而且,弯掠叶片使得轴流风机具有较佳的气动性能,提高轴流风机的工作效率。

[0020] 进一步地,所述弯掠叶片为至少两个,至少两个弯掠叶片沿所述轮毂周向均匀分布。

[0021] 如此设置,弯掠叶片的结构紧密,具有较大的推力,降低轴流风机的能力损失,优化轴流风机的性能。

[0022] 进一步地,至少两个所述弯掠叶片的厚度相同。

[0023] 如此设置,弯掠叶片的厚度相同,使得弯掠叶片的承受的压力分布均匀,减少叶片之间的干涉,使得轴流风机具有稳定的工作状态。

附图说明

[0024] 图1为本实用新型一实施方式中的弯掠叶片的压力梯度分布示意图;

[0025] 图2为本实用新型一实施方式中的弯掠叶片的进出口气流速度示意图;

[0026] 图3为本实用新型一实施方式中的弯掠叶片的前弯的角度示意图;

[0027] 图4为图3中的弯掠叶片的前掠的角度示意图;

[0028] 图5为图3中的弯掠叶片的结构示意图;

[0029] 图6为图3中的弯掠叶片的结构示意图;

[0030] 图7为图3中的弯掠叶片的结构示意图;

[0031] 图8为本实用新型一实施方式中的叶轮的结构示意图。

[0032] 主要元件符号说明:10、弯掠叶片;11、叶尖;12、叶根;13、直线段;14、圆弧段;15、前缘圆角;16、后缘圆角;17、压力面;18、吸力面;20、轮毂;100、叶轮,如下具体实施方式将结合上述附图进一步说明本实用新型。

具体实施方式

[0033] 下面将结合本实用新型实施例中的附图,对本实用新型实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本实用新型一部分实施例,而不是全部的

实施例。基于本实用新型中的实施例，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，都属于本实用新型保护的范围。

[0034] 需要说明的是，当组件被称为“装设于”另一个组件，它可以直接装设在另一个组件上或者也可以存在居中的组件。当一个组件被认为是“设置于”另一个组件，它可以是直接设置在另一个组件上或者可能同时存在居中组件。当一个组件被认为是“固定于”另一个组件，它可以是直接固定在另一个组件上或者可能同时存在居中组件。

[0035] 除非另有定义，本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本实用新型的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。本文中在本实用新型的说明书中所使用的术语只是为了描述具体的实施例的目的，不是旨在于限制本实用新型。本文所使用的术语“或/及”包括一个或多个相关的所列项目的任意的和所有的组合。

[0036] 请参阅图1至图6，图1为本实用新型一实施方式中的弯掠叶片10的压力梯度分布示意图，图2为本实用新型一实施方式中的弯掠叶片10的进出口气流速度示意图，图3为本实用新型一实施方式中的弯掠叶片10的前弯的角度示意图，图4为图3中的弯掠叶片10的前掠的角度示意图，图5为图3中的弯掠叶片10的结构示意图，图6为图3中的弯掠叶片10的结构示意图，图7为图3中的弯掠叶片10的结构示意图，图8为本实用新型一实施方式中的叶轮100的结构示意图。

[0037] 本实用新型所提供的弯掠叶片10，能够优化叶片的性能，降低轴流风机的噪声，提高轴流风机的工作效率，因此，该弯掠叶片10能够应用于风扇、压气机、风机等领域。

[0038] 该弯掠叶片10包括压力面17及与压力面17相背的吸力面18，压力面17朝向吸力面18前弯和弯掠，且前弯和前掠的起始点相同，弯掠叶片10的前弯的角度为 $7^{\circ} \sim 11^{\circ}$ ，弯掠叶片10具有 $-0.1 \sim -1$ 的变环量指数。

[0039] 本实施方式，弯掠叶片10采用孤立翼型法，主要利用单独翼型的空气动力试验所得的数据来进行设计，使其适用于风压小、叶片稠度较小的轴流风机，获得较好的使用效果。

[0040] 具体的，弯掠叶片10的气流方向为 v ，考虑到弯掠叶片的径向加功，本实施方式利用 $\Delta C_{ur} = \Delta C_{um} (D_m/2)^{\alpha} = \text{常数} K$ 的变环量流型设计叶片的压力分布，以控制弯掠叶片的扭曲程度，使叶片的不同高度所承受的压力以一定的梯度分布，叶尖11到叶根12压力逐渐降低，以提高弯掠叶片的稳定性。其中， ΔC_{um} 为叶轮出口处气体速度周向分量， D_m 为叶型截面的半径， ΔC_{ur} 代表环量变化程度值，该环量变化程度值为常数 K ， α 为变环量指数， α 的选择直接影响叶轮出口流速的分布，进而影响轴流风机的气动性能。

[0041] 具体的，变环量指数的取值范围为 $-0.1 \sim -1$ ，使得压力沿着叶片高度增加，形成从叶根12指向叶尖11的压力梯度，并形成叶尖11宽叶根12窄的形状，能够提高弯掠叶片10的根部稳定性，避免叶根12扭曲过大，导致的叶片断裂。同时，全压沿着叶高增加，轴流风机能够充分利用叶尖11处较高的线速度，降低风量风压的损失，提高气动效率，扩大工作区域，从而提高轴流风机的工作效率。而且，负的变环量指数还能够降低叶根处的涡流，避免能量损失，还能够降低涡流引起的工作噪音。

[0042] 考虑到弯掠叶片10的整体呈叶根12窄叶尖11宽的形状，因此，该弯掠叶片10的重量减轻，使得弯掠叶片10易于制造，避免了单板形叶片压力系数低、扭曲角大的问题，能够减少叶根12的涡流，降低涡流噪声，防止涡流导致的能力损失。

[0043] 而且,弯掠叶片10使得轴流风机的全压沿着半径增大,从而叶尖11具有较高的线速度,利用叶尖11降低风量风压的损失,提高气动效率,从而增强轴流风机的工作效率。

[0044] 在本实施方式中,弯掠叶片10通过重心积叠线设置叶片的前弯的角度和前掠的角度,使叶片既有向旋转方向的前弯、又有向着气流方向的前掠。因此,考虑到叶片的前掠设计,即叶片的前弯的角度和前掠的角度,叶片前缘及后缘相对传统直叶片在径向方向有了较大的偏移量,从而错开了噪声源的相位角,使叶片在径向方向上的噪声叠加值变小,进而轴流风机达到了降噪的目的。

[0045] 具体的,弯掠叶片10的压力面17朝向吸力面18前弯,叶片重心积叠线ADB朝向叶轮旋转方向u倾斜,即周向方向倾斜,叶根12的中点A与叶尖11的中点B的连接线AB与径向垂直线OC的夹角 θ_{sk} 为前弯的角度。弯掠叶片10前弯的角度为 $7^{\circ} \sim 11^{\circ}$,使得叶片的弯曲处的力得到充分分解,进而噪音的速度变化快,降噪效果明显。其中,连接线AB包括直线段AD及圆弧段DB,AD的长度 L_1 为弯掠叶片10的高度 H_1 的0.4~0.5倍。

[0046] 同时,弯掠叶片10的压力面17朝向吸力面18前掠,叶片重心积叠线EFH朝向气流方向v倾斜,即弦长方向倾斜,叶根12的中点E与叶尖11的中点H的连接线EH与径向垂直线SH的夹角 θ_{sw} 为前掠的角度。弯掠叶片10前掠的角度为 $18^{\circ} \sim 22^{\circ}$,使得气流能够贴叶片流动,减少了气流与叶片冲击造成的进口能量损失,显著加大了轴流风机的稳定工作区间,能够优化轴流风机的总体性能。其中,连接线EH包括直线段EF及圆弧段FH,EH的长度 L_2 为弯掠叶片10的高度 H_2 的0.4~0.5倍。

[0047] 因此,叶根12的中点与叶尖11的中点的连接线包括直线段13及圆弧段14,直线段13的长度为弯掠叶片10的高度的0.4~0.5倍,通过控制直线段13与圆弧段14的比例,能够优化弯掠叶片10的前弯与前掠的角度,改善弯掠叶片10的性能,从而提高弯掠叶片10的气体流量、风压及工作效率。

[0048] 考虑到弯掠叶片10的强度,弯掠叶片10的叶尖11、叶根12以及叶片的叶身进行倒圆降噪处理,使得叶尖11具有前缘圆角15,叶根12具有后缘圆角16。叶根12的后缘圆角16较圆滑,能够降低叶根12产生的涡流,从而减少风机的工作噪音。而叶尖11的前缘圆角能够提高弯掠叶片10的强度及刚度,提高弯掠叶片10的抗疲劳程度,延长使用寿命,防止在使用过程中因叶尖过于尖锐而导致的叶片强度不足。同时,弯掠叶片10的叶身弯曲且平滑,能够提高气体的流动效率,增强轴流风机效率。

[0049] 在本实施方式中,弯掠叶片10的翼型优选为单圆弧板式翼型,根据工艺需求,合理优化弯掠叶片10的攻角、宽径比等,获得性能优异的弯掠叶片10,使得弯掠叶片10具有较佳的稳定性,从而使轴流风机具有较好的气动性能。

[0050] 可以理解,本实施方式并不限制弯掠叶片10的翼型,弯掠叶片10的翼型还包括平凹翼型、平板翼型或圆弧板翼型中的一种。

[0051] 在本实施方式中,考虑到弯掠叶片10的强度、稳定性、使用效果及成本,弯掠叶片10优选为钢材弯掠叶片或铝合金弯掠叶片。弯掠叶片10具有较高的比模量、强度高、耐腐蚀性能好、加工性能好、成本低廉等优点,提高弯掠叶片10的抗疲劳程度,延长弯掠叶片10的使用寿命。

[0052] 可以理解,本实施方式并不限制弯掠叶片10的种类,弯掠叶片10还包括钛合金弯掠叶片、树脂基复合弯掠叶片、金属基复合弯掠叶片、陶瓷基复合弯掠叶片或碳纤维复合弯

掠叶片中的一种,能够扩大风机的使用范围,满足特殊领域的需求,如航空发动机冷端部件等。

[0053] 本实用新型还提供轴流风机(图未示),该轴流风机包括叶轮100及电机(图未示),所述叶轮100与所述电机连接,所述叶轮100包括轮毂20及弯掠叶片10,所述弯掠叶片10沿所述轮毂20周向设置,所述弯掠叶片10为所述的弯掠叶片10。

[0054] 将上述弯掠叶片10应用到轴流风机,能够降低轴流风机的能量损失,提高轴流风机的工作效率,从而优化轴流风机的性能,扩大轴流风机的应用范围。

[0055] 具体的,弯掠叶片10为至少两个,至少两个弯掠叶片10沿轮毂20周向均匀分布,使得弯掠叶片10具有较大的推力,有利于提高风机的效率。而且,弯掠叶片10的结构紧密,具有良好的气动性能。

[0056] 进一步地,至少两个弯掠叶片10的厚度相同,使得弯掠叶片10的承受的压力分布均匀,减少叶片之间的干涉,保持稳定的工作状态。可以理解,弯掠叶片10整体为等厚的板式翼型,因此,弯掠叶片10能够通过模压成型的方法来加工,具有操作简单、成本较低的优势,从而进一步降低风机的制造成本。

[0057] 可以理解,本实施方式并不限制弯掠叶片10的加工方法,弯掠叶片10还能够采用铸造或加工中心加工成型的方法。

[0058] 本实用新型所提供的轴流风机的弯掠叶片10,能够显著提升轴流风机的风压与工作效率,有效解决等环量叶片的扭角过大、叶根12易失速脱离、制造困难及性能较差等问题,还具有良好的降噪效果。

[0059] 以上所述实施例的各技术特征可以进行任意的组合,为使描述简洁,未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述,然而,只要这些技术特征的组合不存在矛盾,都应当认为是本说明书记载的范围。

[0060] 以上所述实施例仅表达了本实用新型的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但并不能因此而理解为对实用新型专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本实用新型构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本实用新型的保护范围。因此,本实用新型专利的保护范围应以所附权利要求为准。

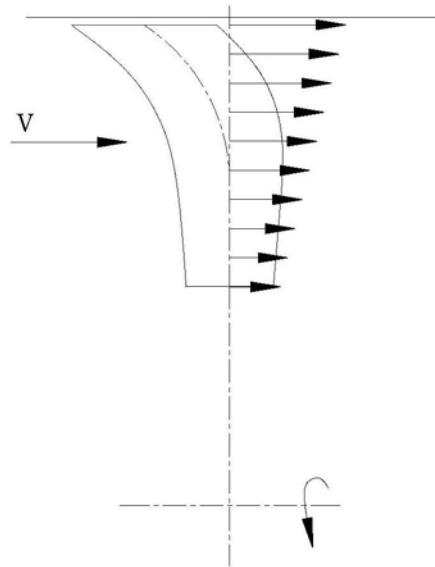


图1

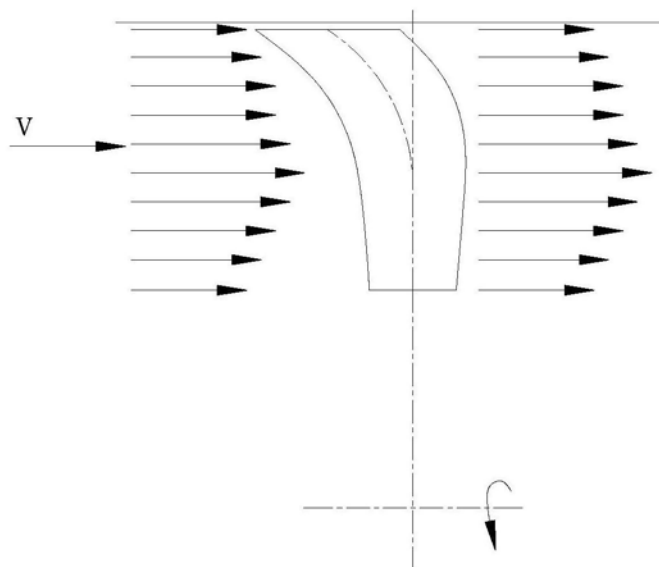


图2

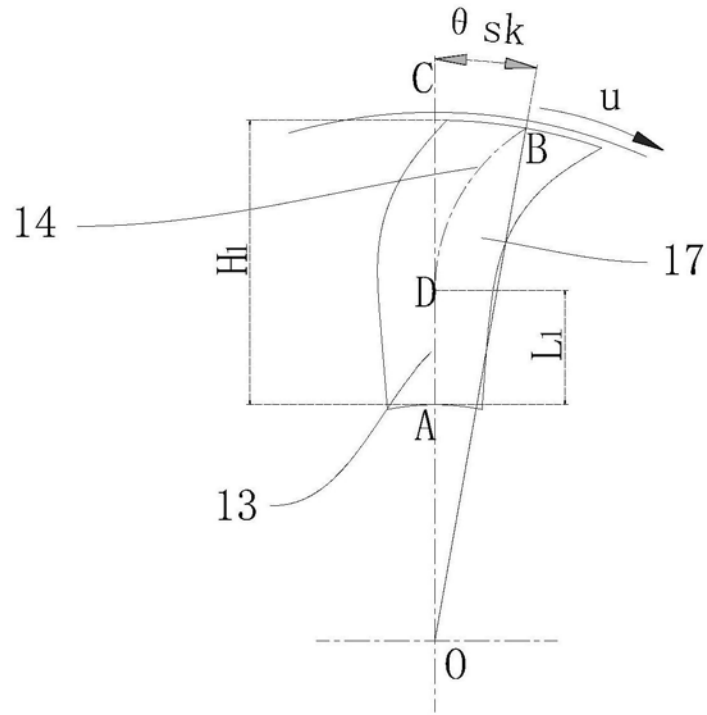


图3

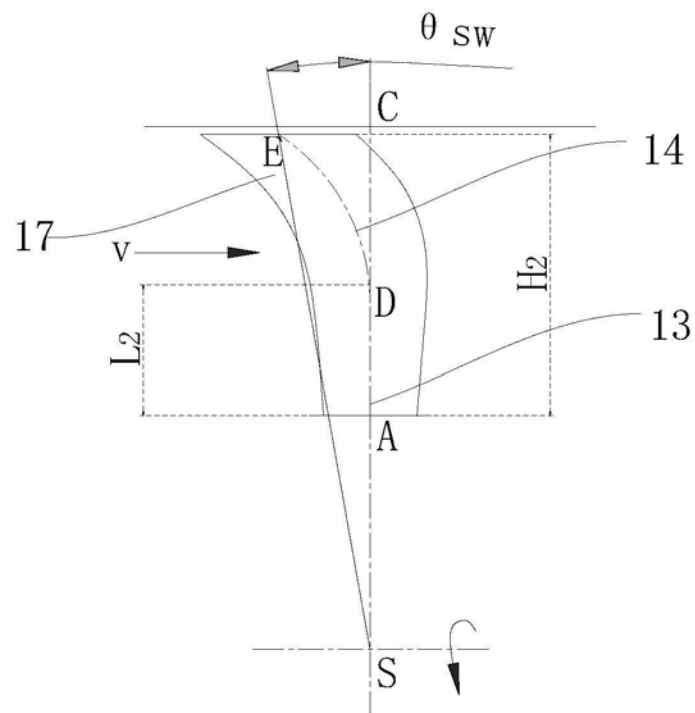


图4

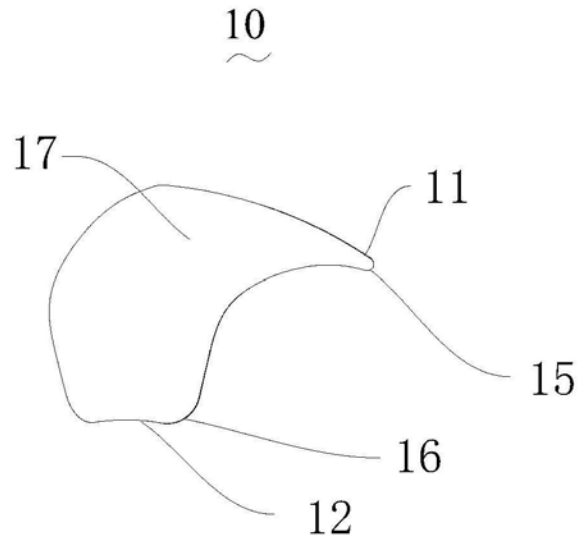


图5

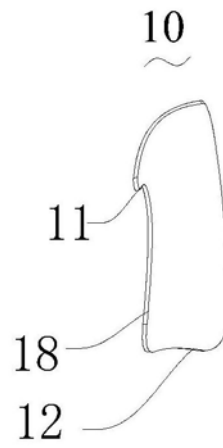


图6

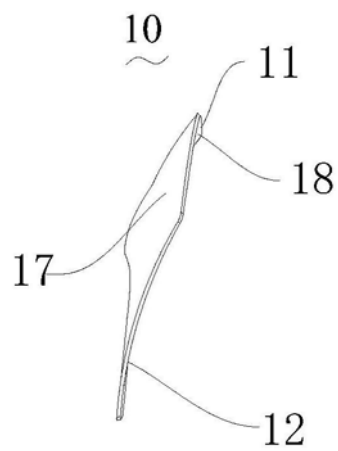


图7

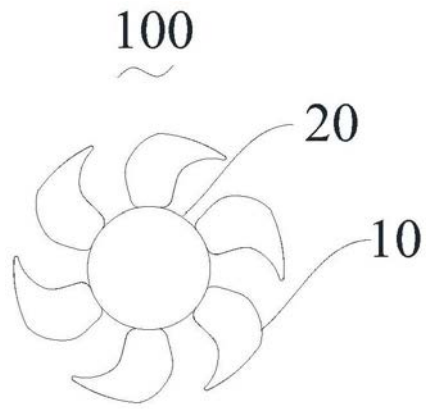


图8