(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 209180089 U
(45)授权公告日 2019.07.30

(21)申请号 201821672645.X

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

(22)申请日 2018.10.15

(73)专利权人 广东美的白色家电技术创新中心有限公司
地址 528311 广东省佛山市顺德区北滘镇工业大道美的全球创新中心4栋
专利权人 美的集团股份有限公司

(72)发明人 胡斯特 胡小文 张辉 易榕

(74)专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事务所(普通合伙) 11201
代理人 黄德海

(51)Int.Cl.
F04D 25/16(2006.01)
F04D 29/32(2006.01)
F04D 29/38(2006.01)

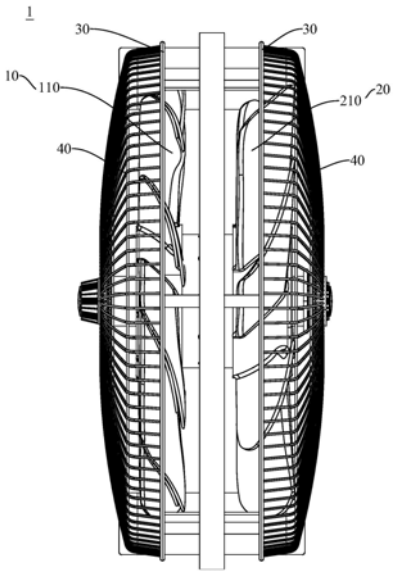
权利要求书2页 说明书7页 附图6页

(54)实用新型名称

对旋风扇

(57)摘要

本实用新型公开了一种对旋风扇，所述对旋风扇包括旋转方向相反的第一级叶轮和第二级叶轮，所述第一级叶轮位于所述对旋风扇的进风侧，所述第二级叶轮位于所述对旋风扇的出风侧，所述第一级叶轮包含多个沿其周向分布的第一叶片，所述第二级叶轮包含多个沿其周向分布的第二叶片，所述第一叶片的轴向宽度大于所述第二叶片的轴向宽度。根据本实用新型实施例的对旋风扇，由于第一叶片的轴向宽度大于第二叶片的轴向宽度，既能保证对旋风扇的出风方向保持轴向，又能增加对旋风扇输出的风压与风量。



CN 209180089 U

1.一种对旋风扇,其特征在于,包括旋转方向相反的第一级叶轮和第二级叶轮,所述第一级叶轮位于所述对旋风扇的进风侧,所述第二级叶轮位于所述对旋风扇的出风侧,所述第一级叶轮包含多个沿其周向分布的第一叶片,所述第二级叶轮包含多个沿其周向分布的第二叶片,所述第一叶片的轴向宽度大于所述第二叶片的轴向宽度。

2.根据权利要求1所述的对旋风扇,其特征在于,所述第一叶片的轴向宽度为A1,所述第二叶片的轴向宽度为A2,A1和A2满足关系式:1＜A1/A2≤2。

3.根据权利要求2所述的对旋风扇,其特征在于,A1和A2满足关系式:25mm≤A1≤55mm,25mm≤A2≤55mm。

4.根据权利要求1所述的对旋风扇,其特征在于,每个所述第一叶片在周向上两侧边缘分别为第一前缘和第一后缘,所述第一前缘和所述第一后缘均在径向由内到外的方向上朝向旋转方向弯曲,所述第一前缘的弯曲凸出处朝向对应所述第一叶片上的所述第一后缘;每个所述第二叶片在周向上两侧边缘分别为第二前缘和第二后缘,所述第二前缘和所述第二后缘均在径向由内到外的方向上朝向旋转方向弯曲,所述第二前缘的弯曲凸出处朝向对应所述第二叶片上的所述第二后缘。

5.根据权利要求4所述的对旋风扇,其特征在于,所述第一叶片和所述第二叶片的前缘弯角Γ_{le}均满足条件:15°＜Γ_{le}＜75°;其中,

所述第一前缘在径向截面上的投影为第一前缘线,所述第一前缘线上任一点处切线与径向线之间的夹角为所述第一叶片的前缘弯角;

所述第二前缘在径向截面上的投影为第二前缘线,所述第二前缘线上任一点处切线与径向线之间的夹角为所述第二叶片的前缘弯角;

所述径向截面为垂直于所述对旋风扇的旋转轴线的平面,所述径向线为在所述径向截面内过所述旋转轴线的直线。

6.根据权利要求4所述的对旋风扇,其特征在于,所述第一叶片和所述第二叶片的后缘弯角Γ_{te}均满足条件:0°＜Γ_{te}＜60°;其中,

所述第一后缘在径向截面上的投影为第一后缘线,所述第一后缘线上任一点处切线与径向线之间的夹角为所述第一叶片的后缘弯角;

所述第二后缘在径向截面上的投影为第二后缘线,所述第二后缘线上任一点处切线与径向线之间的夹角为所述第二叶片的后缘弯角;

所述径向截面为垂直于所述对旋风扇的旋转轴线的平面,所述径向线为所述径向截面内过所述旋转轴线的直线。

7.根据权利要求1所述的对旋风扇,其特征在于,所述第一叶片的数量与所述第二叶片的数量不相等。

8.根据权利要求1所述的对旋风扇,其特征在于,还包括:围罩和两个网罩,所述网罩围在所述第一级叶轮和所述第二级叶轮的外周侧,两个所述网罩连接在所述围罩的相对两侧。

9.根据权利要求8所述的对旋风扇,其特征在于,所述围罩包括:环筋和多个横筋,所述环筋形成为环形,多个所述横筋分别与所述环筋相连,每个所述横筋的两端分别与两个所述网罩相连。

10.根据权利要求8所述的对旋风扇,其特征在于,还包括:立柱,所述立柱连接在所述

围罩的下方。

对旋风扇

技术领域

[0001] 本实用新型涉及风扇设备领域，尤其涉及一种对旋风扇。

背景技术

[0002] 对旋电风扇是一种新型电风扇，具有噪音低、送风距离远、风型可控的特点。现有的对旋电风扇，一般两级扇叶轴向宽度相等，朝相反方向旋转。第一级扇叶出口的带旋气流可以被第二级扇叶消旋，从而实现出平直风，远距离送风，加速空气循环等功能。

[0003] 当两级转速不同时，两级风扇可以做到不消旋甚至打散气流，从而实现广散风，使得近处人体感受非常柔和。但是家电中风扇的尺寸经常受到结构限制，对于轴向宽度而言，有限的轴向宽度如何分配给两级扇叶，是一个值得研究的问题。现有的对旋电风扇，两级扇叶轴向宽度相等。对于对旋的第二级扇叶而言，第一级扇叶出口气流相当于提供了反向预旋。在需要高风压的设计中，由于需要提供较高的风压，两级扇叶载荷都很高，导致第二级叶型的折转角很大，无法做到轴向出风，使得出口气流还带有第二级扇叶旋向的速度分量，使得送风距离较近。

实用新型内容

[0004] 本实用新型旨在至少解决现有技术中存在的技术问题之一。为此，本实用新型提出一种对旋风扇，所述对旋风扇的送风距离较远。

[0005] 根据本实用新型实施例的对旋风扇，包括旋转方向相反的第一级叶轮和第二级叶轮，所述第一级叶轮位于所述对旋风扇的进风侧，所述第二级叶轮位于所述对旋风扇的出风侧，所述第一级叶轮包含多个沿其周向分布的第一叶片，所述第二级叶轮包含多个沿其周向分布的第二叶片，所述第一叶片的轴向宽度大于所述第二叶片的轴向宽度。

[0006] 根据本实用新型实施例的对旋风扇，由于第一叶片的轴向宽度大于第二叶片的轴向宽度，既能保证对旋风扇的出风方向保持轴向，又能增加对旋风扇输出的风压与风量。

[0007] 在一些实施例中，所述第一叶片的轴向宽度为A1，所述第二叶片的轴向宽度为A2，A1和A2满足关系式：$1<A1/A2\leq 2$。

[0008] 在一些可选的实施例中，A1和A2满足关系式：$25mm\leq A1\leq 55mm$，$25mm\leq A2\leq 55mm$。

[0009] 在一些实施例中，每个所述第一叶片在周向上两侧边缘分别为第一前缘和第一后缘，所述第一前缘和所述第一后缘均在径向由内到外的方向上朝向旋转方向弯曲，所述第一前缘的弯曲凸出处朝向对应所述第一叶片上的所述第一后缘；每个所述第二叶片在周向上两侧边缘分别为第二前缘和第二后缘，所述第二前缘和所述第二后缘均在径向由内到外的方向上朝向旋转方向弯曲，所述第二前缘的弯曲凸出处朝向对应所述第二叶片上的所述第二后缘。

[0010] 在一些实施例中，所述第一叶片和所述第二叶片的前缘弯角Γ_{le}均满足条件：$15°<\Gamma_{le}<75°$；其中，所述第一前缘在径向截面上的投影为第一前缘线，所述第一前缘线上任一点处切线与径向线之间的夹角为所述第一叶片的前缘弯角；所述第二前缘在径向截面上的

投影为第二前缘线，所述第二前缘线上任一点处切线与径向线之间的夹角为所述第二叶片的前缘弯角，所述径向截面为垂直于所述对旋风扇的旋转轴线的平面，所述径向线为在所述径向截面内过所述旋转轴线的直线。

[0011] 在一些实施例中，所述第一叶片和所述第二叶片的后缘弯角Γ_{te}均满足条件：$0°<\Gamma_{te}<60°$；其中，所述第一后缘在径向截面上的投影为第一后缘线，所述第一后缘线上任一点处切线与径向线之间的夹角为所述第一叶片的后缘弯角；所述第二后缘在径向截面上的投影为第二后缘线，所述第二后缘线上任一点处切线与径向线之间的夹角为所述第二叶片的后缘弯角；所述径向截面为垂直于所述对旋风扇的旋转轴线的平面，所述径向线为所述径向截面内过所述旋转轴线的直线。

[0012] 在一些实施例中，所述第一叶片的数量与所述第二叶片的数量不相等。

[0013] 在一些实施例中，所述的对旋风扇，还包括：围罩和两个网罩，所述网罩围在所述第一级叶轮和所述第二级叶轮的外周侧，两个所述网罩连接在所述围罩的相对两侧。

[0014] 在一些具体的实施例中，所述围罩包括：环筋和多个横筋，所述环筋形成为环形，多个所述横筋分别与所述环筋相连，每个所述横筋的两端分别与两个所述网罩相连。

[0015] 在一些实施例中，所述的对旋风扇，还包括：立柱，所述立柱连接在所述围罩的下方。

[0016] 本实用新型的附加方面和优点将在下面的描述中部分给出，部分将从下面的描述中变得明显，或通过本实用新型的实践了解到。

附图说明

[0017] 本实用新型的上述和/或附加的方面和优点从结合下面附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解，其中：

[0018] 图1是本实用新型实施例的对旋风扇的整体结构图。

[0019] 图2是本实用新型实施例的第一级叶轮的结构示意图。

[0020] 图3是本实用新型实施例的第二级叶轮的结构示意图。

[0021] 图4是本实用新型实施例的第一级叶轮进风侧的气流矢量图。

[0022] 图5是本实用新型实施例的第一级叶轮出风侧及第二级叶轮进风侧的气流矢量图。

[0023] 图6是本实用新型实施例的第二级叶轮出风侧的气流矢量图。

[0024] 图7是本实用新型实施例的第一叶片的轴向宽度A1和第二叶片的轴向宽度A2的比值与对旋风扇输出的风扇关系图。

[0025] 图8是本实用新型实施例的第一级叶轮和第二级轮的结构示意图。

[0026] 附图标记：

[0027] 对旋风扇1、

[0028] 第一级叶轮10、第一叶片110、

[0029] 第二级叶轮20、第二叶片210、

[0030] 围罩30、

[0031] 网罩40、

[0032] 第一前缘Le1、第一后缘Te1、径向线Ld、

[0033] 第二前缘Le2、第二后缘Te2。

具体实施方式

[0034] 下面详细描述本实用新型的实施例，所述实施例的示例在附图中示出，其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的，仅用于解释本实用新型，而不能理解为对本实用新型的限制。

[0035] 在本实用新型的描述中，需要理解的是，术语“轴向”、“径向”、“周向”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实用新型和简化描述，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实用新型的限制。此外，限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本实用新型的描述中，除非另有说明，“多个”的含义是两个或两个以上。

[0036] 在本实用新型的描述中，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，可以具体情况理解上述术语在本实用新型中的具体含义。

[0037] 下面参考图1-图7描述根据本实用新型实施例的对旋风扇1。

[0038] 如图1-图3所示，根据本实用新型实施例的对旋风扇1包括旋转方向相反的第一级叶轮10和第二级叶轮20，第一级叶轮10位于对旋风扇1的进风侧，第二级叶轮20位于对旋风扇1的出风侧，第一级叶轮10包含多个沿其周向分布的第一叶片110，第二级叶轮20包含多个沿其周向分布的第二叶片210，第一叶片110的轴向宽度大于第二叶片210的轴向宽度。

[0039] 本实用新型实施例的对旋风扇1可应用于电风扇、循环扇、换气扇、空调风扇等需要送出空气的设备中，本实用新型实施例的对旋风扇1主要用于促进气流流动而非换热。

[0040] 首先需要说明的是，第一叶片110的旋转速度和第二叶片210的旋转速度均可影响整个对旋风扇1的送风距离，但是本申请讨论的主要是第一叶片110与第二叶片210的轴向宽度与对旋风扇1的送风距离之间的关系。因此，以下的分析过程均建立在第一叶片110和第二叶片210的转速不变前提下。此外，第一叶片110的轴向宽度是指图8中A1所示的宽度，第二叶片210的轴向宽度是指图8中A2所示的宽度。

[0041] 需要补充说明的是，如图4-图6所示，U1为第一级叶轮10的旋转线速度，W1是旋转坐标系下第一级叶轮10的进风气流速度，U1与W1的矢量合成结果为V1，V1表示了人体感受到的第一级叶轮10的进风气流速度。W2是旋转坐标系下第一级叶轮10的出风气流速度，U1与W2的矢量合成结果为V2，V2表示了人体感受到的第一级叶轮10的出风气流速度。W3是旋转坐标系下第二级叶轮20的进风气流速度，U2为第二级叶轮20的旋转线速度。由于第一级叶轮10位于第二级叶轮20的进风侧且第一级叶轮10和第二级叶轮20的旋转方向相反，因此，V2＝-V3，V3为表示了人体感受到的第二级叶轮20的进风气流速度。W4是旋转坐标系下第二级叶轮20的出风气流速度，U2与W4的矢量合成结果为V4，V4表示了人体感受到的第二级叶轮20的出风气流速度，而当V4与轴向矢量Vax的夹角越小则V4越靠近轴向方向，即第二

级叶轮20的出风方向越靠近轴向，由此实现对旋风扇1的出风距离较远的目的。

[0042] 可以理解的是，由于V4的是由W4和U2合成，而U2是第二级叶轮20的旋转线速度且根据前文的叙述U2为定值。因此，为了保证V4轴向(即V4尽可能地与Vax重合)，此时我们可以认为W4的方向被限定了。

[0043] 但是，在某些场合，对旋风扇1需要输出较大风压，这样就必须提高第二叶片210的气流折转角(即W3和W4的角度差)，而提高第二叶片210的气流转折角有两种方法：

[0044] (1)增大第二叶片210的厚度，这样虽然增大了第二叶片210的气流转折角，但是会使得W3和W4的方向发生变化，尤其是W4就会更偏向U2的反方向，那么第二级叶轮20的气流速度V4就会有切向分量，这样会导致第二级叶轮20的出口气流带旋，即第二级叶轮20的出风方向偏移轴向方向，从而使得对旋风扇1的送风距离不远。因此，增大第二叶片210的厚度在只能保证出口气流轴向和输出风压中的一个，也就是说增大第二叶片210可以保证对旋风扇1的输出风压，但是会导致对旋风扇1出风方向偏离轴向，从而降低对旋风扇1的送风距离；减小第二叶片210固然可以保证对旋风扇1的出风方向尽可能接近轴向，但是会导致输出风压较低。

[0045] (2)增大第一叶片110轴向宽度，气流在第一叶片110的通道内流通的距离更长，使得气流在第一叶片110的通道内可实现更大的折转，第一叶片110所受到的载荷也可增加，从而了使得V2更加偏向U1的反方向。由于V2和V3方向相反，U2为定值，V2更加偏向U1的反方向就意味着W3也更加偏向U1的反方向。由此，既能保证轴向出风W4不变，又增加的W4与W3的差值(即第二叶片210的气流折转角)，使得第二级叶轮20的载荷也得到提高。因此这样的设计可以提高风压和风量。

[0046] 综上所述，在现在技术的基础上，增大第一叶片110轴向宽度既能保证对旋风扇1的出风方向保持轴向，又能增加对旋风扇1输出的风压与风量。

[0047] 根据本实用新型实施例的对旋风扇1，由于第一叶片110的轴向宽度大于第二叶片210的轴向宽度，既能保证对旋风扇1的出风方向保持轴向，又能增加对旋风扇1输出的风压与风量。

[0048] 在一些实施例中，第一叶片110的轴向宽度为A1，第二叶片210的轴向宽度为A2，A1和A2满足关系式：1＜A1/A2≤2。可以理解的是，A1/A2过大会导致第二叶片210的延长过短，会使得第二叶片210的气流通道也较短，这会导致第二叶片210无法承受太大的气流折转，从而使得对旋风扇1输出的风压较低。如图7所示，因此将A1/A2的大小控制在小于2的范围内既能保证对旋风扇1的出风方向保持轴向，又保证了对旋风扇1输出的风压与风量。

[0049] 优选地，1.2≤A1/A2≤1.8。当然在本实用新型的其他实施例中，A1/A2可以根据实际情况进行调整并不限于上述范围。

[0050] 在一些可选的实施例中，A1和A2满足关系式：25mm≤A1≤55mm，25mm≤A2≤55mm。根据试验证明，A1和A2的取值在上述范围内较好制造，降低了对旋风扇1的生产成本。当然，在本实用新型的其他实施例中，A1和A2的取值可以根据实际需要进行选择，并不限于上述范围。

[0051] 在一些实施例中，如图2-图3所示，每个第一叶片110在周向上两侧边缘分别为第一前缘Le1和第一后缘Te1，第一前缘Le1和第一后缘Te1均在径向由内到外的方向上朝向旋转方向弯曲，第一前缘Le1的弯曲凸出处朝向对应第一叶片110上的第一后缘Te1。每个第二

叶片210在周向上两侧边缘分别为第二前缘Le2和第二后缘Te2，第二前缘Le2和第二后缘Te2均在径向由内到外的方向上朝向旋转方向弯曲，第二前缘Le2的弯曲凸出处朝向对应第二叶片210上的第二后缘Te2。

[0052] 可以理解的是，由于第一叶片110的第一前缘Le1与第一后缘Te1均在径向由内到外的方向上朝向旋转方向弯曲，且第二叶片210的第二前缘Le2与第二后缘Te2均在径向由内到外的方向上朝向旋转方向弯曲，这样可以有效地削弱了第一叶片110及第二叶片210的叶片表面流体在径向上的分量，从而使能量尽可能地向轴向聚集，降低了第一叶片110和第二叶片210径向损失，提高了对旋风扇1的工作效率，一定程度上增加了对旋风扇1的输出风压与风量。

[0053] 此外，由此第一级叶轮10和第二叶片210的旋转方向相反，而第一叶片110的弯曲方向与第一级叶轮10旋转方向相同，第二叶片210的弯曲方向与第二级叶轮20旋转方向相同，也就是说第一叶片110的弯曲方向和第二叶片210的弯曲方向相反。这种结构能够使得降低对旋风扇1旋转过程中第一叶片110和第二级叶轮20出现周期性重叠的现象发生，使得从第一叶片110的亏损流场始终进入远离第二叶片210表面的中间流道内，而经过第二叶片210表面的则是更加均匀的气流。由此，不但保证了第二叶片210的气动性能，还在一定程度上降低了第二叶片210的旋转噪音。

[0054] 在一些实施例中，第一叶片110和第二叶片210的前缘弯角Γ_{le}均满足条件：$15°<\Gamma_{le}<75°$。第一前缘Le1在径向截面上的投影为第一前缘Le1线，第一前缘Le1线上任一点处切线与径向线Ld之间的夹角为第一叶片110的前缘弯角；第二前缘Le2在径向截面上的投影为第二前缘Le2线，第二前缘Le2线上任一点处切线与径向线Ld之间的夹角为第二叶片210的前缘弯角，径向截面为垂直于对旋风扇1的旋转轴线的平面，径向线Ld为在径向截面内过旋转轴线的直线。

[0055] 可以理解的是，第一叶片110和第二叶片210分别在周向方向朝向其旋转方向弯曲，这样的叶型可以削弱第一叶片110及第二叶片210转动时气流在径向上的运动分量，从而提高气流在轴向上的运动分量，也就是说这样的叶型能够提高第一叶片110和第二叶片210的效率。优选地，Γ_{le}满足条件：$35°<\Gamma_{le}<55°$。当然，在这里需要额外说明的是，在本实用新型的实施例中，Γ_{le}的大小并不限于上述范围，Γ_{le}的大小可根据实际情况做出具体调整。此外，在本实用新型的实施例中，第一叶片110的前缘弯角与第二叶片210的前缘弯角可以相同也可以不相同。

[0056] 在一些实施例中，如图2-图3所示，第一叶片110和第二叶片210的后缘弯角Γ_{te}均满足条件：$0°<\Gamma_{te}<60°$。第一后缘Te1在径向截面上的投影为第一后缘Te1线，第一后缘Te1线上任一点处切线与径向线Ld之间的夹角为第一叶片110的后缘弯角；第二后缘Te2在径向截面上的投影为第二后缘Te2线，第二后缘Te2线上任一点处切线与径向线Ld之间的夹角为第二叶片210的后缘弯角；径向截面为垂直于对旋风扇1的旋转轴线的平面，径向线Ld为径向截面内过旋转轴线的直线。

[0057] 可以理解的是，第一叶片110和第二叶片210分别在周向方向朝向其旋转方向弯曲，这样的叶型可以削弱第一叶片110及第二叶片210转动时气流在径向上的运动分量，从而提高气流在轴向上的运动分量。也就是说这样的叶型能够提高第一叶片110和第二叶片210的效率。优选地，Γ_{te}满足条件：$20°<\Gamma_{te}<40°$。当然，在这里需要额外说明的是，在本实

用新型的实施例中，Γ_{te}的大小并不限于上述范围，Γ_{te}的大小可根据实际情况做出具体调整。此外，在本实用新型的实施例中，第一叶片110的后缘弯角与第二叶片210的后缘弯角可以相同也可以不相同。

[0058] 需要补充说明的是，第一叶片110的前缘夹角、后缘夹角与第二叶片210的前缘夹角和后缘夹角不相等时，能够更好地避免第一叶片110和第二叶片210旋转时出现周期性重叠的现象发生，并且通过优化上述夹角分布能够优化流场结构，降低流场损失。

[0059] 在一些实施例中，如图2-图3所示，第一叶片110和第二叶片210的数量不相等。可以理解的是，第一叶片110的数量与第二叶片210的数量不相等，能够避免了第一叶片110的尾迹频率和第二叶片210的叶片倍频重叠，从而避免了噪声频谱叠加且能够避免第一叶片110和第二叶片210的共振发生。当然，在本实用新型的其他实施例中，第一叶片110和第二叶片210的数量也可以相同。

[0060] 在一些实施例中，第一级叶轮10和第二级叶轮20通过两个电机分别驱动转动。可以理解的是，第一级叶轮10和第二级叶轮20通过两个电机分别驱动转动，能够使得第一级叶轮10和第二级叶轮20以任意转速比旋转，极大程度上避免了第一级叶轮10和第二级叶轮20发生共振现象，从而极大程度地降低了对旋风扇1的工作噪音。当然，在本实用新型的其他实施例中，第一级叶轮10和第二级叶轮20通过同一电机驱动转动。

[0061] 在一些实施例中，如图1所示，对旋风扇1还包括围罩30和两个网罩40，网罩40围在第一级叶轮10和第二级叶轮20的外周侧，两个网罩40连接在围罩30的相对两侧。由此可以提升对旋风扇1工作时的安全性，避免旋转的叶片伤人的现象发生。

[0062] 在一些具体的实施例中，围罩30包括环筋和多个横筋，环筋形成为环形，多个横筋分别与环筋相连，每个横筋的两端分别与两个网罩40相连。这样的围罩30结构较为稳定，进一步保证了对旋风扇1的安全性。

[0063] 在一些实施例中，对旋风扇1还包括立柱，立柱连接在围罩30的下方。由此使得第一叶轮和第二叶轮距离地面一定距离，从而实现不同高度的出风。

[0064] 下面参考图1-图3描述本实用新型一个具体实施例的对旋风扇1。

[0065] 本实施例的对旋风扇1包括旋转方向相反的第一级叶轮10和第二级叶轮20、围罩30和两个网罩40，第一级叶轮10位于对旋风扇1的进风侧，第二级叶轮20位于对旋风扇1的出风侧，第一级叶轮10包含多个沿其周向分布的第一叶片110，第二级叶轮20包含多个沿其周向分布的第二叶片210，第一叶片110的轴向宽度大于第二叶片210的轴向宽度。第一叶片110的轴向宽度为A1，第二叶片210的轴向宽度为A2，A1和A2满足关系式：$1<A1/A2\leqslant 2$。每个第一叶片110在周向上两侧边缘分别为第一前缘Le1和第一后缘Te1，每个第二叶片210在周向上两侧边缘分别为第二前缘Le2和第二后缘Te2，第一叶片110和第二叶片210的前缘弯角Γ_{le}均满足条件：$15°<\Gamma_{le}<75°$，第一叶片110和第二叶片210的后缘弯角Γ_{te}均满足条件：$0°<\Gamma_{te}<60°$。第一级叶轮10和第二级叶轮20通过两个电机分别驱动转动。网罩40围在第一级叶轮10和第二级叶轮20的外周侧，两个网罩40连接在围罩30的相对两侧。

[0066] 在本说明书的描述中，参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示意性实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本实用新型的至少一个实施例或示例中。在本说明书中，对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且，描述的具体特征、结构、材料或

者特点可以在任何的一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

[0067] 尽管已经示出和描述了本实用新型的实施例，本领域的普通技术人员可以理解：在不脱离本实用新型的原理和宗旨的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型，本实用新型的范围由权利要求及其等同物限定。

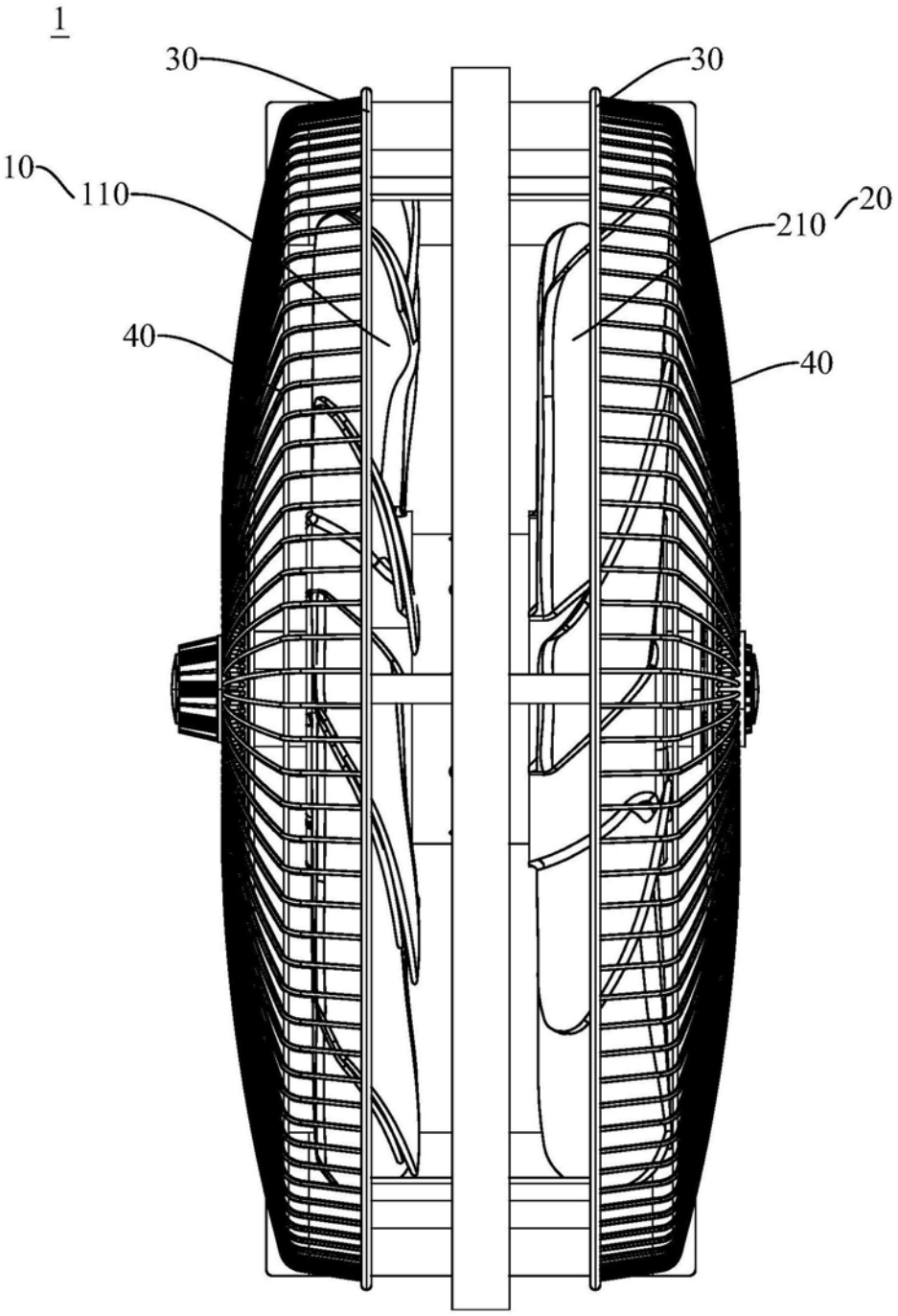


图1

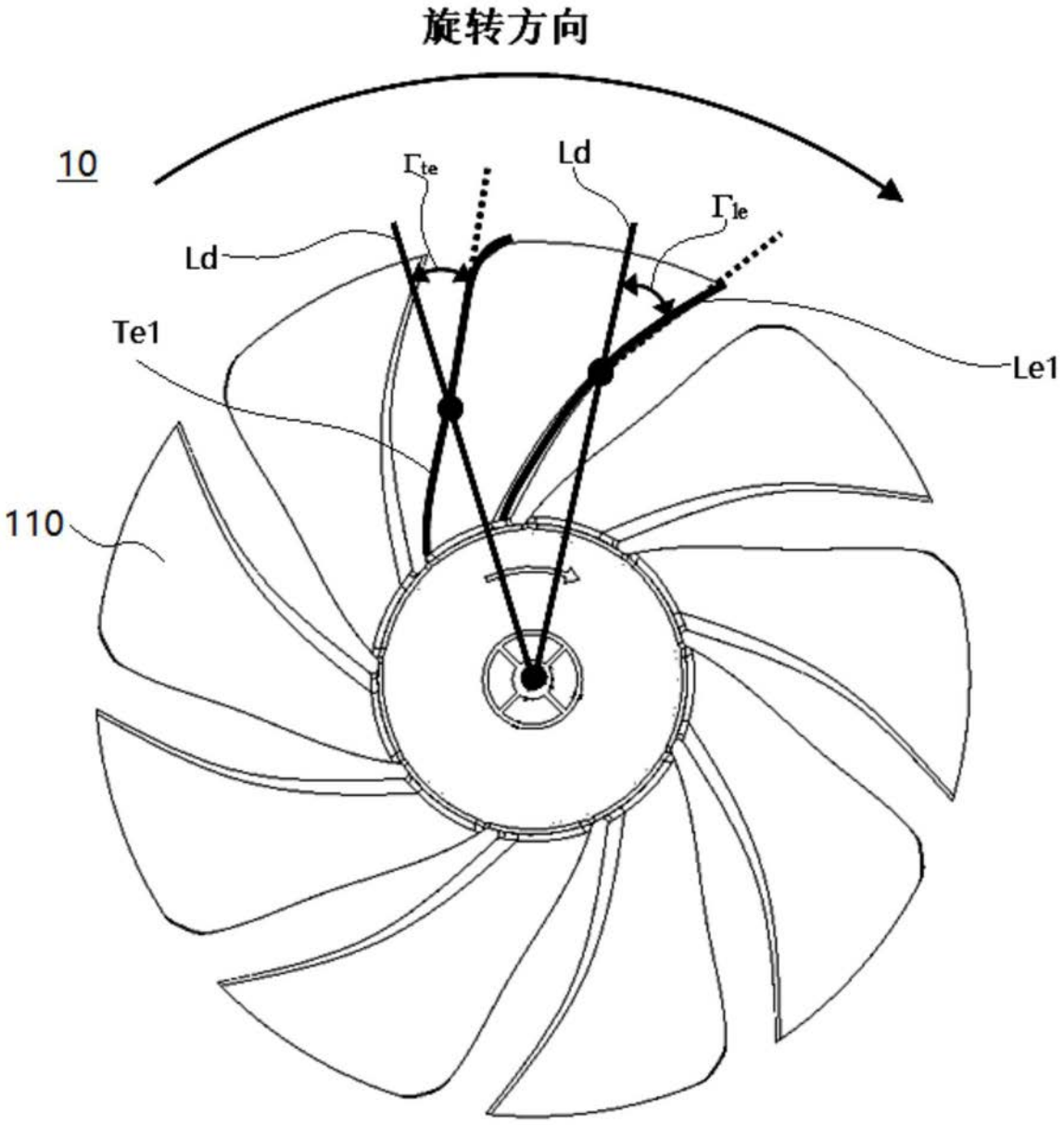


图2

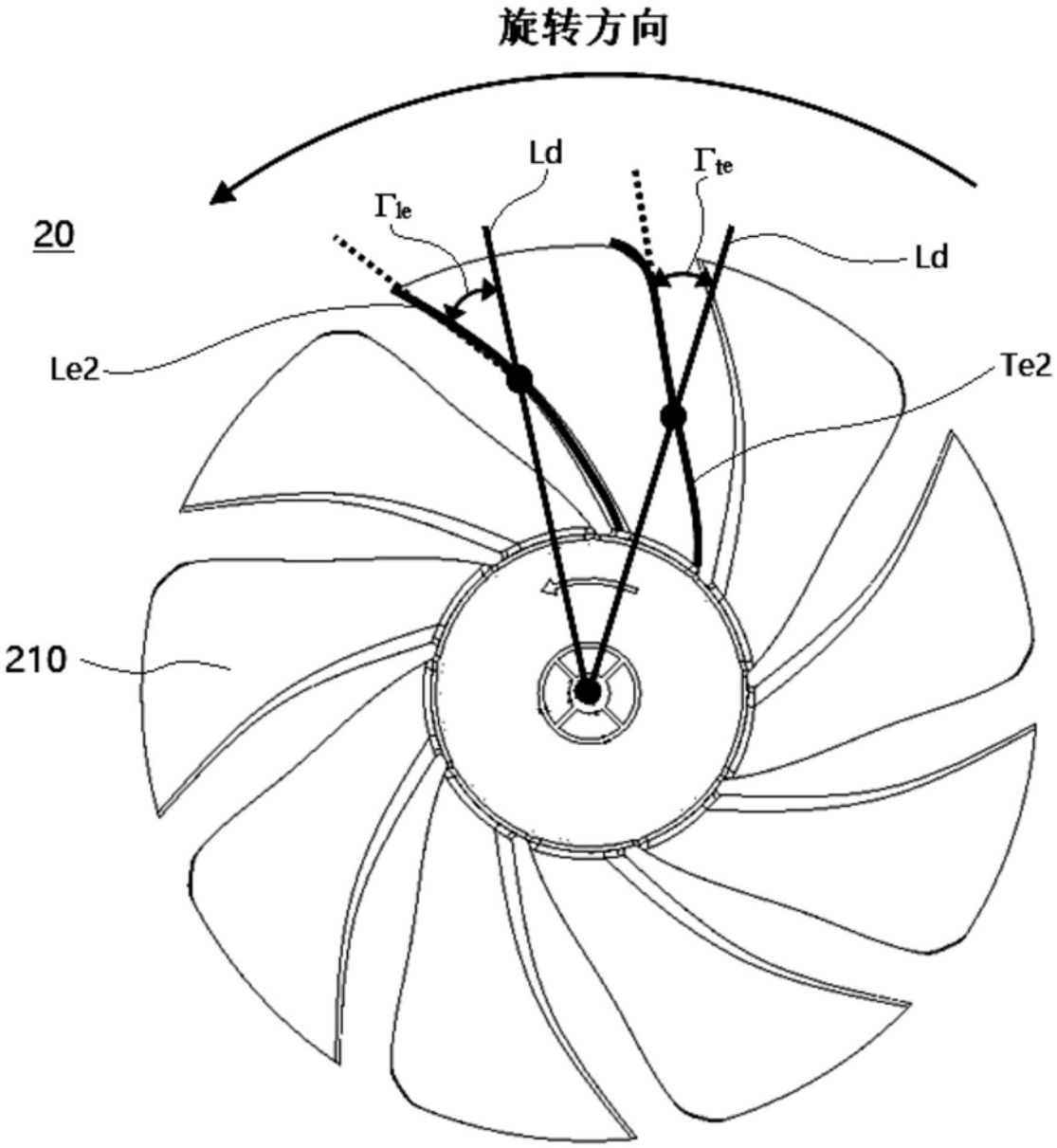


图3

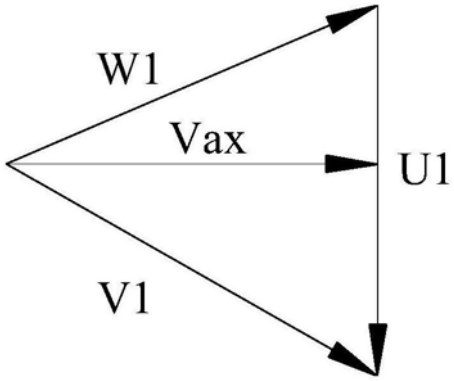


图4

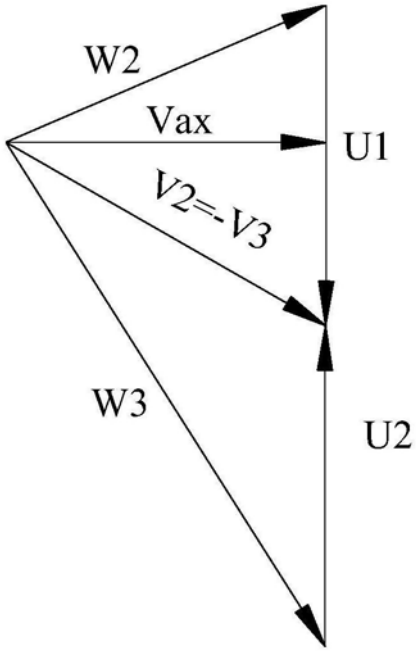


图5

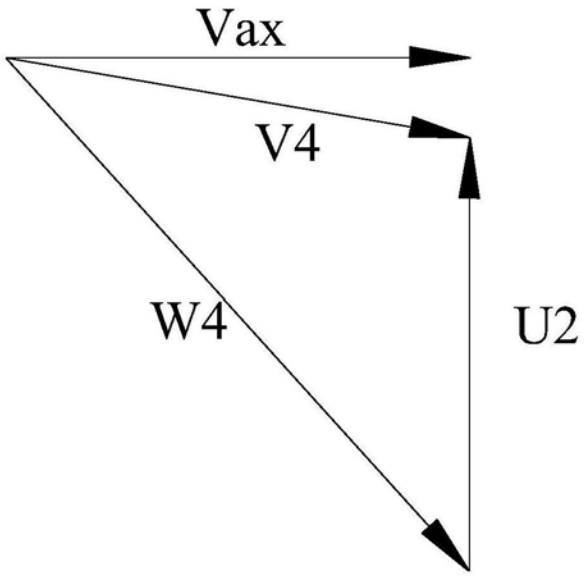


图6

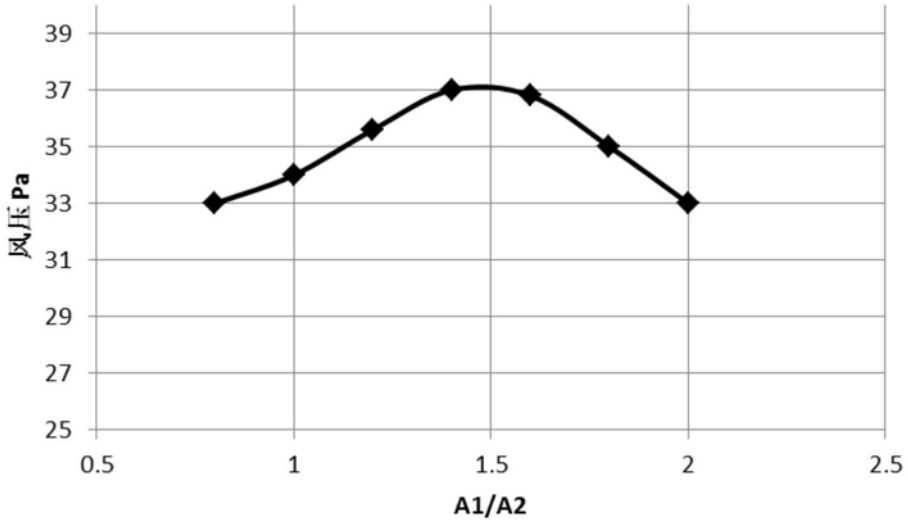


图7

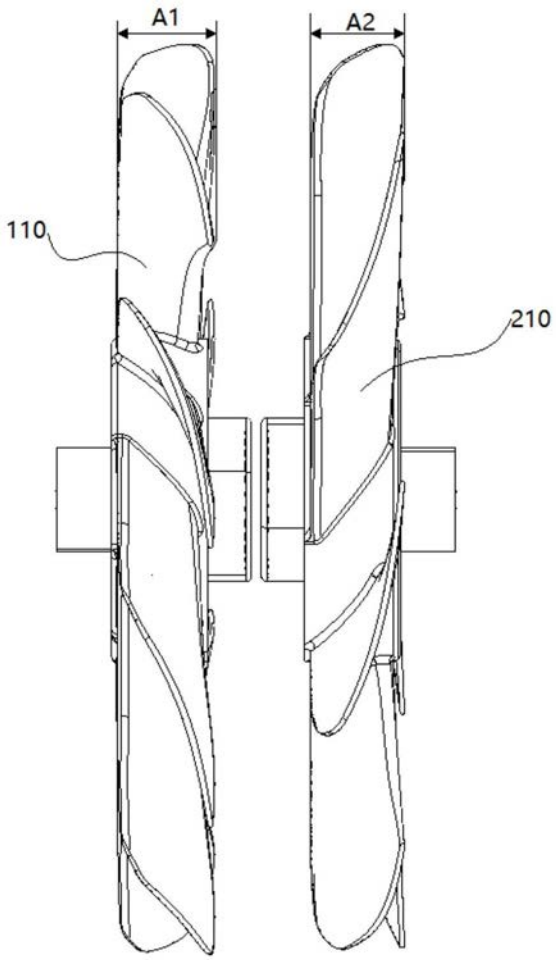


图8