



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116006510 A

(43) 申请公布日 2023.04.25

(21) 申请号 202310034341.X

(22) 申请日 2023.01.10

(71) 申请人 西安泛仕达流体机械有限公司

地址 710000 陕西省西安市西咸新区沣西
新城总部经济园5号楼305室

(72) 发明人 樊张增 陈宗华 李帅领

(74) 专利代理机构 安徽爱信德专利代理事务所
(普通合伙) 34185

专利代理师 谌丹

(51) Int. Cl.

F04D 29/38 (2006.01)

F04D 29/32 (2006.01)

F04D 29/66 (2006.01)

权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种轴流风机叶片

(57) 摘要

本发明公开了一种轴流风机叶片,包括轮毂以及焊接在轮毂外部的叶片,其中叶片与轮毂连接的一端为叶根,而另一端为叶顶,而叶片的两侧分别形成有尾缘和前缘,所述叶片呈波浪状结构,该波浪状结构从叶根向叶顶方向沿径向延伸,延伸长度为L,叶片前缘面是第一冲击面,受气流的冲击比较严重,加之轴流风机前弯型叶片的转动惯性促使其形变严重,易于失效破坏;通过在叶根截面设置为波状结构,主要包含四个主设计的波峰,从叶根向叶顶方向沿径向延伸,使叶片整体性能得到提升;叶根波状结构增加了叶根截面积,与轮毂的结合面增加,从而提高了叶片受径向的拉伸能力。

1. 一种轴流风机叶片,包括轮毂(1)以及焊接在轮毂(1)外部的叶片(2),其中叶片(2)与轮毂(1)连接的一端为叶根(21),而另一端为叶顶(23),而叶片(2)的两侧分别形成有尾缘(22)和前缘(24),其特征在于:所述叶片(2)呈波浪状结构,该波浪状结构从叶根(21)向叶顶(23)方向沿径向延伸,延伸长度为L;所述前缘(24)到尾缘(22)之间的波浪状结构形成有第1波峰、第2波峰、第3波峰、第4波峰,第1波峰、第2波峰、第3波峰、第4波峰的波峰凸边与中弧线形成夹角。

2. 根据权利要求1所述的一种轴流风机叶片,其特征在于:所述叶片(2)的形状包括翼型和几何状。

3. 根据权利要求1所述的一种轴流风机叶片,其特征在于:所述第1波峰靠近前缘(24),第4波峰位于尾缘(22)位置处,第2波峰和第3波峰紧密相连,且位于第1波峰和第4波峰之间。

4. 根据权利要求1所述的一种轴流风机叶片,其特征在于:所述第2波峰和第3波峰的峰值小于第1和第4波峰峰值,第1波峰和第2波峰间距与第3波峰和第4波峰间距相等,波峰从叶根向叶顶方向沿径向延伸,延伸长度为L。

5. 根据权利要求1所述的一种轴流风机叶片,其特征在于:所述叶根(21)的弦长为 L_2 ,所述第1波峰、第4波峰的峰值分别为 H_1 和 H_2 , $0 \leq H_1$ 或 $H_2 \leq \frac{1}{2}L$,第2波峰、第3波峰的峰值分别为 h_1 和 h_2 , $0 \leq h_1$ 或 $h_2 \leq H_1$ (H_2)。

6. 根据权利要求1所述的一种轴流风机叶片,其特征在于:所述第1波峰、第2波峰、第3波峰、第4波峰的波峰凸边与弦长成一定夹角 α , $0^\circ \leq \alpha \leq 80^\circ$ 。

7. 根据权利要求5所述的一种轴流风机叶片,其特征在于:所述第1波峰距前缘(24)距离为 L_3 , $0 \leq L_3 \leq \frac{1}{3}L_2$ 。

8. 根据权利要求1所述的一种轴流风机叶片,其特征在于:所述第1波峰和第2波峰间距为 d_1 ,第3和第4波峰间距为 d_3 , $\frac{1}{4}L \leq d_1$ 或 $d_3 \leq \frac{1}{2}L$ 。

9. 根据权利要求5所述的一种轴流风机叶片,其特征在于:所述第2波峰和第3波峰间距为 d_2 , $0 \leq d_2 \leq \frac{1}{3}L_2$ 。

一种轴流风机叶片

技术领域

[0001] 本发明属于轴流风机技术领域,具体涉及一种轴流风机叶片。

背景技术

[0002] 目前,轴流风机叶轮主要由叶片和轮毂组成,轮毂是安装叶片的部位,用于支撑叶片,缓冲外界冲击的作用,叶片是风轮中唯一对流体做功的部件,它设计的好坏基本决定了风机的性能水平。

[0003] 一般叶片设计可以满足风机的使用性能,但对于叶片较长、较宽,轮毂比较小的叶轮,传统设计方法会严重影响风轮的机械强度和风机效率,同时会因风压而产生振颤引起异响,现有解决的办法包括以下两种:

[0004] 1. 增加叶片厚度,但该种方式必然造成材料的浪费和电机能耗的增加;

[0005] 2. 在叶片上添加筋条或在叶根与轮毂连接处螺栓加强连接,但该种方式会增加制造工序提高成本,并且在不适当的地方设计了筋条,会增加风阻而形成涡流,也会造成开裂等失效情况,影响风机整机性能。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种轴流风机叶片,以解决上述背景技术中提出的面对轴流风机叶片较长、叶片较宽、厚度较薄或轮毂比较低的情况,传统方法设计的叶片,其安全可靠性能较差,在风机旋转过程中,叶片变形现象比较普遍,应力较大导致的叶片断裂失效时有发生,从而影响了风机的性能和噪声的问题。

[0007] 为实现上述目的,本发明提供如下技术方案:一种轴流风机叶片,包括轮毂以及焊接在轮毂外部的叶片,其中叶片与轮毂连接的一端为叶根,而另一端为叶顶,而叶片的两侧分别形成有尾缘和前缘,所述叶片呈波浪状结构,该波浪状结构从叶根向叶顶方向沿径向延伸,延伸长度为L,叶片前缘面是第一冲击面,受气流的冲击比较严重,加之轴流风机前弯型叶片的转动惯性促使其形变严重,易于失效破坏;对于叶片尾缘处,吸力面和压力面压差较大,对叶片带来了较大形变,所以在叶片前缘和尾缘设置了较大的峰值,以提高其抗变形性,提高叶片整体强度;所述前缘到尾缘之间的波浪状结构形成有第1波峰、第2波峰、第3波峰、第4波峰,第1波峰、第2波峰、第3波峰、第4波峰的波峰凸边与中弧线形成夹角,由于前缘和尾缘峰值过大,会引起应力向中心集中,故在前缘和尾缘峰值之间设置至少两个以上的波峰来分散应力,同时其峰值不易大于前缘和尾缘的峰值,这样既可以减少流动损失,改变振动方向提高叶片的固有频率,减小叶片振颤产生的噪声,也能够有效降低形变量、提高叶片的强度和安全系数,还可以使传统叶片的厚度减薄 $1/2$ 以上,实现轻量化设计的同时降低成本。

[0008] 优选地,所述叶片的形状包括翼型和几何状。

[0009] 优选地,所述第1波峰靠近前缘,第4波峰位于尾缘位置处,第2波峰和第3波峰紧密相连,且位于第1波峰和第4波峰之间,波浪状结构所涉及波峰的数量不限制为4个,可根据

叶片宽度、转速等情况进行合理调整波峰数量。

[0010] 优选地,所述第2波峰和第3波峰的峰值小于第1和第4波峰峰值,第1波峰和第2波峰间距与第3波峰和第4波峰间距相等,第2波峰和第3波峰间距较小。

[0011] 优选地,所述叶根的弦长为 L_2 ,所述第1波峰、第4波峰的峰值分别为 H_1 和 H_2 , $0 \leq H_1$ 或 $H_2 \leq \frac{1}{2}L_2$,第2波峰、第3波峰的峰值分别为 h_1 和 h_2 , $0 \leq h_1$ 或 $h_2 \leq H_1$ (H_2)。

[0012] 优选地,所述第1波峰、第2波峰、第3波峰、第4波峰的波峰凸边与弦长成一定夹角 α , $0^\circ \leq \alpha \leq 80^\circ$,其他处夹角均可以参照 α 。

[0013] 优选地,所述第1波峰距前缘距离为 L_3 , $0 \leq L_3 \leq \frac{1}{3}L_2$ 。

[0014] 优选地,所述第1波峰和第2波峰间距为 d_1 ,第3和第4波峰间距为 d_3 , $\frac{1}{4}L_2 \leq d_1$ 或 $d_3 \leq \frac{1}{2}L_2$ 。

[0015] 优选地,所述第2波峰和第3波峰间距为 d_2 , $0 \leq d_2 \leq \frac{1}{3}L_2$ 。

[0016] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0017] 通过在叶根截面设置为波状结构,主要包含四个主设计的波峰,从叶根向叶顶方向沿径向延伸,使叶片整体性能得到提升;叶根波状结构增加了叶根截面积,与轮毂的结合面增加,从而提高了叶片受径向的拉伸能力;波状结构设计提高了叶片的固有频率降低共振的风险,大大分散了叶片的应力集中,提高了叶片整体强度和刚度,在不添加其他加强措施的情况下,可实现叶片与轮毂的直接连接,还可以减薄叶片厚度实现轻量化设计。

附图说明

[0018] 图1为本发明的结构示意图;

[0019] 图2为本发明波峰延伸示意图;

[0020] 图3为本发明叶根波状型线结构示意图;

[0021] 图4为本发明叶片的示意图;

[0022] 图中:1.轮毂,2.叶片,21.叶根,22.尾缘,23.叶顶,24.前缘。

具体实施方式

[0023] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整的描述,显然,所描述的实施例仅仅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。

[0024] 请参阅图1至图4,本发明提供一种技术方案:一种轴流风机叶片,包括轮毂1以及焊接在轮毂1外部的叶片2,其中叶片2与轮毂1连接的一端为叶根21,而另一端为叶顶23,而叶片2的两侧分别形成有尾缘22和前缘24,叶片2呈波浪状结构,波状结构的叶片2,不仅减轻了叶片2的厚度,降低了成本,还大大增加了叶片2的强度和疲劳性能,特别是进一步降低风机能耗和噪声,大大提高了风机的可靠性,延长风机的使用寿命,该波浪状结构从叶根21

向叶顶23方向沿径向延伸,延伸长度为L,波浪状叶片2可直接与轮毂1焊接连接,或一体注塑成型,不限制安装方式,不采取任何加强措施即可满足强度要求;前缘24到尾缘22之间的波浪状结构形成有第1波峰、第2波峰、第3波峰、第4波峰;在叶片2距前缘24一定距离处设计第1波峰,减少气流阻力实现气流的平稳过渡,也可以缓解气流的冲击,也提高了前缘24附近的抗变形性和抵抗破坏的能力,在尾缘22处设计跟第1波峰相当的第4波峰,有效缓解压力面与吸力面形成的压力差导致的叶片2变形,同时提高了尾缘22的强度,还可以抑制压力面下的气流回流;第1波峰、第2波峰、第3波峰、第4波峰的波峰凸边与中弧线形成夹角,叶片2的形状包括翼型和几何状,第1波峰靠近前缘24,第4波峰位于尾缘22位置处,第2波峰和第3波峰紧密相连,且位于第1波峰和第4波峰之间,第2波峰和第3波峰的峰值小于第1和第4波峰峰值,第1波峰和第2波峰间距与第3波峰和第4波峰间距相等,在第1波峰和第4波峰之间设计两个相连的较小峰值的第2波峰、第3波峰,可以有效分散叶片2中部应力,降低最大等效应力值,减小流动损失,提高了整个叶片2的强度和刚度。

[0025] 本实施例中,优选地,叶根21的弦长为 L_2 ,第1波峰、第4波峰的峰值分别为 H_1 和 H_2 , $0 \leq H_1$ 或 $H_2 \leq \frac{1}{2}L$,第2波峰、第3波峰的峰值分别为 h_1 和 h_2 , $0 \leq h_1$ 或 $h_2 \leq H_1$ (H_2)。

[0026] 本实施例中,优选地,第1波峰、第2波峰、第3波峰、第4波峰的波峰凸边与弦长成一定夹角 α , $0^\circ \leq \alpha \leq 80^\circ$,第1波峰距前缘24距离为 L_3 , $0 \leq L_3 \leq \frac{1}{3}L_2$,第1波峰和第2波峰间距为 d_1 ,第3和第4波峰间距为 d_3 , $\frac{1}{4}L \leq d_1$ 或 $d_3 \leq \frac{1}{2}L$,第2波峰和第3波峰间距为 d_2 , $0 \leq d_2 \leq \frac{1}{3}L_2$ 。

[0027] 值得注意的是,第1波峰距前缘距离设置为 L_3 ,目的是为了使气流不受阻碍,贴合叶片顺畅流过,减小气流冲击对叶片的影响;第4波峰设置在尾缘,提高尾缘强度的同时,极大缓解吸力面,压力面间的压力差造成叶片塑性变形;第2波峰和第3波峰设置在第1波峰和第4波峰之间,波峰较小,不会造成流量损失,两个较小波峰相连起到很强缓解应力集中的作用,非常有效地减小了叶根处的最大等效应力值,使整个叶片的强度得到提升,延长了使用寿命。

[0028] 本发明结构叶片参数如下: $L_3=10\text{mm}$,叶根弦长 $L_2=211.5\text{mm}$,第1和第4峰值 H_1 、 $H_2=20\text{mm}$,第2和第3峰值 h_1 、 $h_2=5\text{mm}$,第1和第2波峰间距 d_1 、第3和第4波峰间距 d_3 , d_1 、 $d_3=62\text{mm}$,第2和第3波峰间距 $d_2=26.5\text{mm}$,波峰凸边与弦长夹角为 45° 。除以上参数外,传统叶片尺寸与叶片2尺寸完全一致。

[0029] 1) 强度计算

[0030] 传统叶片最大等效应力为 366.2MPa ,形变量 13.73mm ,本发明的最大等效应力为 66.78MPa ,形变量为 1.66mm ,强度和刚度有明显提升。

[0031] 2) 模态计算

[0032] 传统叶片第1至第5阶固有频率为 39.2Hz ,本发明第1至第5阶固有频率为 69.7Hz ,本发明的固有频率较传统叶片提高了 30Hz ,增大了与叶片转动频率的偏差,降低了发生共振的几率。

[0033] 3) 振动扫频测试试验

[0034] 传统叶片在振动测试过程中,进行约 2h 发生失效断裂;本发明合格完成 8h 的振动

扫频试验,疲劳寿命有显著提升,扫频振动、风轮超速测试OK。

[0035] 4)流体方案计算

[0036] 本发明的最大流量比传统叶片提高 $140\text{m}^3/\text{h}$,工作点 $18530\text{m}^3/\text{h}$ 压力与传统叶片持平,效率提高 0.5% ,P-Q性能满足要求。

[0037] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例,对于本领域的普通技术人员而言,可以理解在不脱离本发明的原理和精神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,本发明的范围由所附权利要求及其等同物限定。

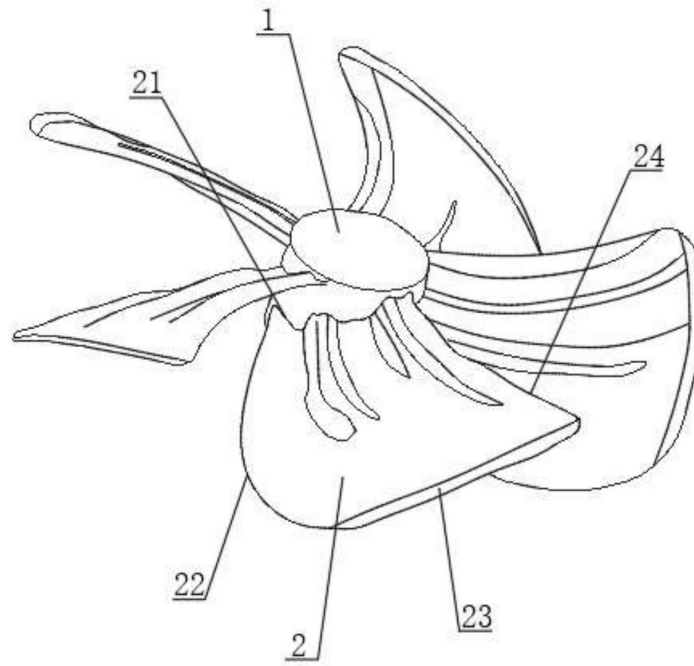


图1

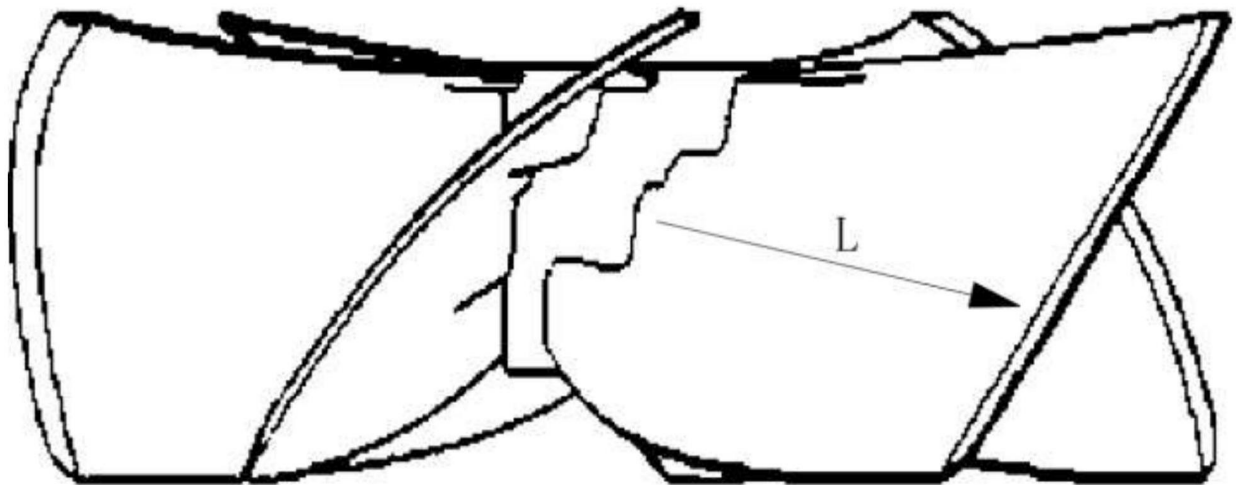


图2

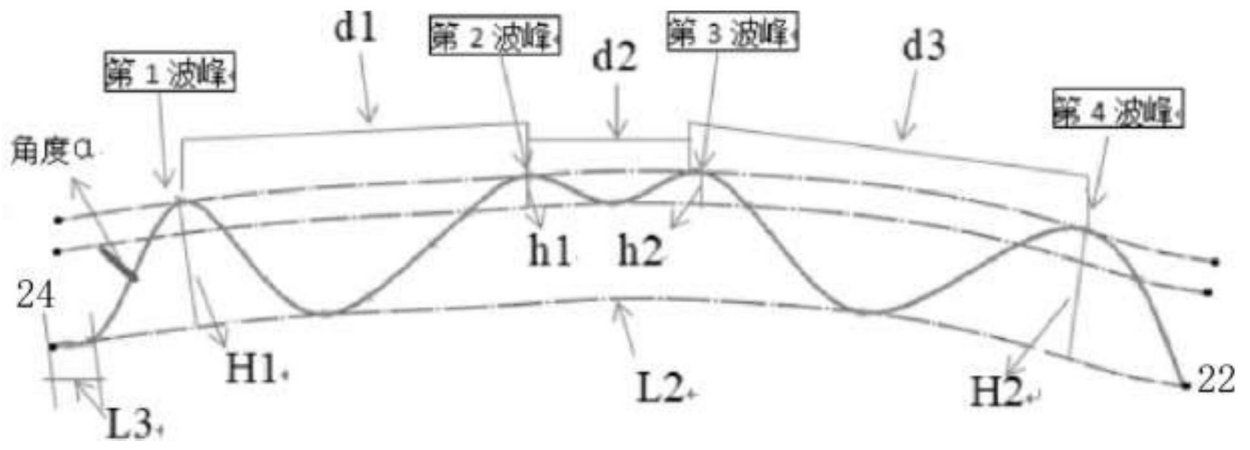


图3

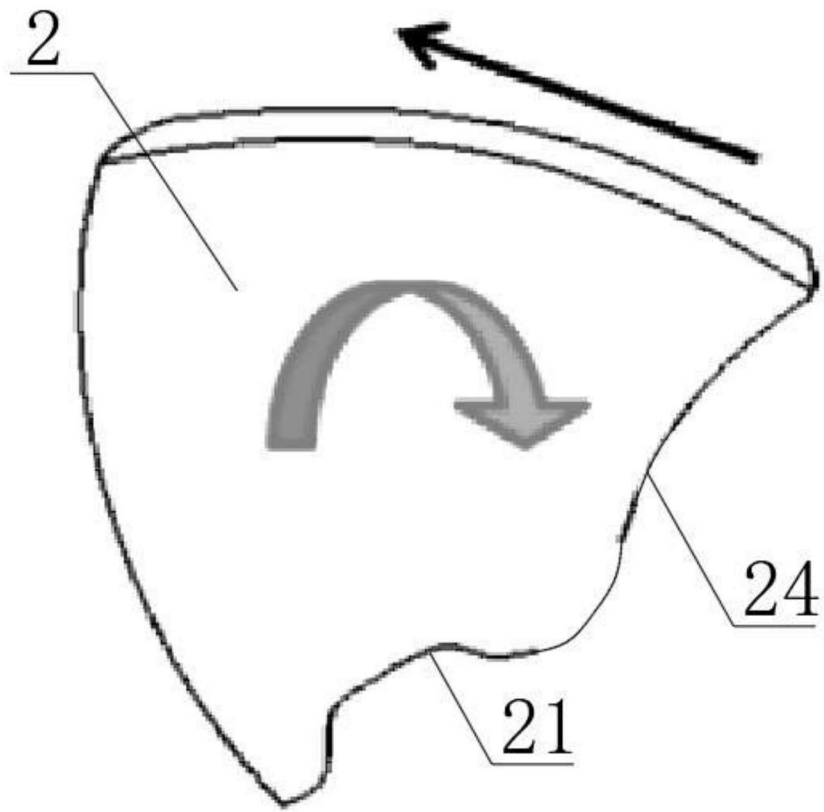


图4