



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109340179 A

(43)申请公布日 2019.02.15

(21)申请号 201811421350.X

(22)申请日 2018.11.27

(71)申请人 苏州工业园区星德胜电机有限公司

地址 215000 江苏省苏州市工业园区唯亭
街道临埠街15号

(72)发明人 朱云舫

(74)专利代理机构 苏州华博知识产权代理有限公司 32232

代理人 黄丽莉

(51)Int.Cl.

F04D 29/28(2006.01)

F04D 29/30(2006.01)

F04D 29/66(2006.01)

A47L 9/28(2006.01)

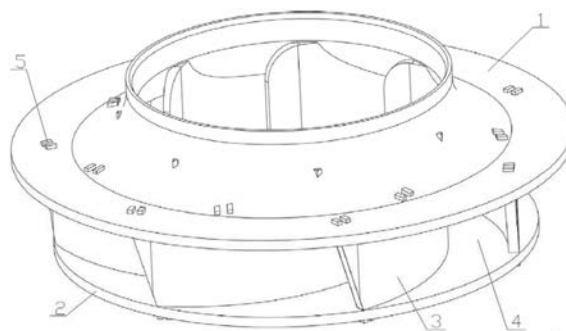
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

一种适用于吸尘器的高强度离心叶轮及电机

(57)摘要

本发明涉及了一种高强度离心叶轮,其由叶轮上盖、叶轮下盖以及离心叶片等几部分构成,其中,叶轮下盖与叶轮上盖同心布置,具有同一中心轴。离心叶片沿着中心轴周向均匀间隔布置。在离心叶片的上边缘面、下边缘面均设置有至少两个连接点,以分别地实现与叶轮上盖、叶轮下盖的固定连接,其中,针对单个上边缘面或下边缘面而言,各连接点距离其各自外端部的距离不超过0.2mm。这样一来,无需增加连接点的分布密度,仅需对连接点的相对位置进行了限定,即可降低离心叶片其上边缘面和下边缘面端部的振动幅度,进而提高了连接强度及耐疲劳性。



1. 一种适用于吸尘器的高强度离心叶轮,包括:叶轮上盖;
叶轮下盖,其与所述叶轮上盖同心布置,具有同一中心轴;
离心叶片,其沿着所述中心轴周向均匀间隔布置;
相邻两块所述离心叶片之间形成导流通道;

其特征在于,在所述离心叶片的上边缘面、下边缘面均设置有至少两个连接点,以分别地实现与所述叶轮上盖、所述叶轮下盖的固定连接,其中,针对所述上边缘面而言,其上各连接点距离其外端部的距离不超过0.2mm;针对所述下边缘面而言,其上各连接点距离其外端部的距离不超过0.2mm。

2. 根据权利要求1所述的适用于吸尘器的高强度离心叶轮,其特征在于,所述离心叶片的成型面由螺旋曲面以及设置于所述螺旋曲面的两侧、顺滑过渡的外缘斜面、内缘斜面构成。

3. 根据权利要求2所述的适用于吸尘器的高强度离心叶轮,其特征在于,所述螺旋曲面的方程为 $r=r_1 e^{\theta \left[\frac{\tan \beta_2 - \tan \beta_1}{k+1} \left(\frac{\theta}{\varphi} \right)^k + \tan \beta_1 \right]}$,其中,

$$k = \frac{(\tan \beta_2 - \tan \beta_1) \varphi}{\ln(r_2 / r_1) - \varphi \tan \beta_1} - 1, \quad \varphi = \frac{\ln(r_2 / r_1)}{(\tan \beta_2 - \tan \beta_1) / (k+1) + \tan \beta_1}, \quad \text{且当 } k > 0 \text{ 时, } \frac{\ln(r_2 / r_1)}{\tan \beta_1} \leq \varphi$$

$$\leq \frac{\ln(r_2 / r_1)}{\tan \beta_2}; r \text{ 表示为螺旋半径, } r_1、r_2 \text{ 分别表示为所述离心叶片进口半径和所述离心叶片出口半径, } \beta_1、\beta_2 \text{ 分别表示为所述离心叶片进口安放角和所述离心叶片出口安放角, } \varphi \text{ 表示为所述离心叶片的包角, } \theta \text{ 表示为所述离心叶片的极角。}$$

4. 根据权利要求3所述的适用于吸尘器的高强度离心叶轮,其特征在于,所述离心叶片的进口安放角取值 $15^\circ \sim 20^\circ$;所述离心叶片的出口安放角取值 $25^\circ \sim 30^\circ$ 。

5. 根据权利要求4所述的适用于吸尘器的高强度离心叶轮,其特征在于,所述叶轮下盖的直径设置为 D_1 ,所述叶轮上盖的直径设置为 D_2 ,则 $D_2/D_1 = 1.1 \sim 1.3$ 。

6. 根据权利要求2所述的适用于吸尘器的高强度离心叶轮,其特征在于,在所述离心叶片上设置有消音结构,即在所述内缘斜面上设置有削边,且斜度不大于1:5;在所述离心叶片外侧边缘开设有弧形开口,且沿所述外侧边缘上下方向均布。

7. 根据权利要求1所述的适用于吸尘器的高强度离心叶轮,其特征在于,在所述导流通道内设置有分流叶片;所述分流叶片与所述离心叶片的走向一致,沿着所述叶轮下盖的外边缘向内延伸而成,且其厚度沿着离心叶轮的径向方向、由外向内逐渐减小;所述分流叶片的高度不超过处于同一径向截面上所述离心叶片高度的1/3。

8. 根据权利要求1所述的适用于吸尘器的高强度离心叶轮,其特征在于,设置于所述上边缘面、所述下边缘面的连接点为铆接点或焊接点。

9. 根据权利要求1所述的适用于吸尘器的高强度离心叶轮,其特征在于,所述上边缘面的外端部与所述叶轮上盖外缘的距离不小于1.2mm;所述下边缘面与所述叶轮下盖外缘的距离不小于1.2mm。

10. 一种电机,包括离心叶轮,其特征在于,所述离心叶轮为权利要求1-9中任一项所述的适用于吸尘器的高强度离心叶轮。

一种适用于吸尘器的高强度离心叶轮及电机

技术领域

[0001] 本发明涉及吸尘器技术领域,尤其是一种适用于吸尘器的高强度离心叶轮及包含有上述离心叶轮的电机。

背景技术

[0002] 离心叶轮是电机的核心部件之一,其由叶轮上盖、叶轮下盖和固定于两者之间的离心叶片构成,通过离心叶轮的高速旋转以吸入空气,以达到吸尘清洁的作用。离心叶轮所吸入的空气流经导流通道,与此同时,空气亦对形成该导流通道两侧的离心叶片造成侧向挤压力。当侧向力超过离心叶片的承载极限,尤其是离心叶轮进行超高速($1.1 \times 10^5 \text{r/min}$)旋转时,其与叶轮上盖以及叶轮下盖的连接点会发生脱落,从而造成叶轮破裂,电机失效等问题,严重影响吸尘器的工作。

[0003] 为了提高离心叶片与叶轮上盖以及叶轮下盖的连接牢固性,常用的做法通常有两种:1)增加连接点的分布密度;2)增厚离心叶轮,增大连接点的横截面积。然而上述两种做法存在着以下问题:当采用第一种做法时,会不可避免地增加连接点的个数,从而增加突出叶轮上盖和叶轮下盖的连接凸起个数,降低了叶轮工作效率;当采用第二种做法时,需要将离心叶轮的厚度至少增加至1mm,能很好地解决连接强度问题,且当叶轮的流线型设计合理的情况下其自身的工作噪音亦未明显增大,但是随之增加了离心叶轮的自重,增加了生产制造成本,且叶轮流体效率降低,增大了电机的能耗。因而,亟待技术人员需求新的技术方案以解决上述问题。

发明内容

[0004] 本发明要解决的第一个技术问题是提供一种结构设计简单,工作噪音小,能耗少,结构强度高的高强度离心叶轮。

[0005] 另外,本发明要解决的第二个技术问题是提供一种采用上述高强度离心叶轮的电机。

[0006] 为了解决上述技术问题,本发明涉及了一种高强度离心叶轮,包括:叶轮上盖;

[0007] 叶轮下盖,其与叶轮上盖同心布置,具有同一中心轴;

[0008] 离心叶片,其沿着中心轴周向均匀间隔布置;

[0009] 相邻两块离心叶片之间形成导流通道;

[0010] 在离心叶片的上边缘面、下边缘面均设置有至少两个连接点,以分别地实现与叶轮上盖、叶轮下盖的固定连接,其中,针对上述上边缘面而言,其上各连接点距离其外端部的距离不超过0.2mm;针对上述下边缘面而言,其上各连接点距离其外端部的距离不超过0.2mm。

[0011] 采用上述技术方案的离心叶轮,无需增加连接点的分布密度,仅需对连接点与离心叶片端部的相对位置进行了限定,从而降低了离心叶片其上边缘面和下边缘面端部的振动幅度,进而提高了连接强度及耐疲劳性,防止开裂现象的发生。

[0012] 作为上述发明的进一步改进,离心叶片的成型面由螺旋曲面以及设置于该螺旋曲面的两侧、顺滑过渡的外缘斜面、内缘斜面构成。

[0013] 相较于传统单圆弧或单螺旋线离心叶片,在上述技术方案中采用了三段式设计方案,且最外端采取斜面形式,从而便于在实际装配过程中对离心叶片定位,提高其连接点位置精度;另外,可使得离心叶片具有更好的气动性能,降低气流对叶片的冲击,有效地降低离心叶轮的工作噪音。

[0014] 作为上述发明的进一步改进,螺旋曲面的方程为 $r=r_1 e^{\theta \left[\frac{\tan \beta_2 - \tan \beta_1}{k+1} \left(\frac{\theta}{\varphi} \right)^k + \tan \beta_1 \right]}$,

其中, $k = \frac{(\tan \beta_2 - \tan \beta_1) \varphi}{\ln(r_2 / r_1) - \varphi \tan \beta_1} - 1$, $\varphi = \frac{\ln(r_2 / r_1)}{(\tan \beta_2 - \tan \beta_1) / (k+1) + \tan \beta_1}$, 且当 $k > 0$ 时,

$\frac{\ln(r_2 / r_1)}{\tan \beta_1} \leq \varphi \leq \frac{\ln(r_2 / r_1)}{\tan \beta_2}$; r 表示为螺旋半径, r_1 、 r_2 分别表示为离心叶片进口半径和离心叶

片出口半径, β_1 、 β_2 分别表示为离心叶片进口安放角和离心叶片出口安放角, φ 表示为离心叶片的包角, θ 表示为离心叶片的极角。

[0015] 通过采用上述技术方案进行设置,此时形成的导流通道沿着叶轮下盖的外边缘向内方向逐渐变窄,当气体从导流通道中吸入时,气流的速度会随着导流通道的变窄而增大,提高离心叶轮的增压效果。

[0016] 作为上述发明的进一步改进,离心叶片进口安放角取值 $15 \sim 20^\circ$;离心叶片出口安放角取值 $25 \sim 30^\circ$ 。

[0017] 作为上述发明的进一步改进,叶轮下盖的直径设置为 D_1 ,叶轮上盖的直径设置为 D_2 ,则 $D_2/D_1 = 1.1 \sim 1.3$ 。

[0018] 经过实际实验论证,当通过采用上述技术方案进行设置时导流通道内的气体流动性较好,使得离心叶片具有较好的受力状态,降低连接点发生裂纹的几率。

[0019] 作为上述发明的进一步改进,在离心叶片上设置有消音结构,即在内缘斜面上设置有削边,且斜度不大于 $1:5$;在离心叶片外侧边缘开设有弧形开口,且沿外侧边缘上下方向均布。

[0020] 通过采用上述技术方案进行设置,使得离心叶片在吸尘器的实际运行过程中其外侧边缘及内侧边缘的各区域受力大小及方向趋于一致,从而使得气流流经离心叶片的外侧边缘和内侧边缘后均形成叶尖脱落涡,进而降低了离心叶轮的工作噪音。

[0021] 作为上述发明的进一步改进,在导流通道内设置有分流叶片。分流叶片与离心叶片的走向一致,沿着叶轮下盖的外边缘向内延伸而成,且其厚度沿着离心叶轮的径向方向、由外向内逐渐减小。分流叶片的高度不超过处于同一径向截面上离心叶片高度的 $1/3$ 。

[0022] 通过采用上述技术方案进行设置,减小了导流通道内体积的变化率,从而使得气流在导流通道内的流动速度趋于均匀,减少紊流现象的发生,从而减低离心叶轮的工作噪音。

[0023] 作为上述发明的进一步改进,设置于上边缘面、下边缘面的连接点为铆接点或焊接点。

[0024] 选用铆接或焊接作为离心叶片与叶轮上盖、叶轮下盖的连接方式,使得装配过程更加快捷,且装配完成后具有较好的连接强度,且在工装的辅助下,便于实现装配过程的自

动化。

[0025] 作为上述发明的进一步改进,上边缘面的外端部与叶轮上盖外缘的距离不小于1.2mm;下边缘面与叶轮下盖外缘的距离不小于1.2mm。

[0026] 作为上述发明的进一步改进,在离心叶片上设置有涂层。该涂层为复合涂层,包括SiC耐磨层和相容于其外侧的MCrAlX涂层,其中,M指的是Ni、Co或Fe中任一种,X指的是Zr或Hf中任一种。

[0027] 当离心叶轮进行超高速运转(大于 $1.1 \times 10^5 \text{r/min}$)时,在导流通道内流通的气流会对离心叶片表面造成磨损,甚至会形成冲击凹坑,从而增大了离心叶轮的工作噪音。通过采用上述技术方案,SiC耐磨层具有较好的耐高温性,且与离心叶片基体具有较好的结合性,更为重要的是,当MCrAlX涂层具有良好的自修复性,如此一来,不但使得离心叶片具有优良的耐磨性。

[0028] 另外,还公开了一种电机,其采用了上述的高强度离心叶轮装配而成。

附图说明

[0029] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例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,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,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。

[0030] 图1是本发明高强度离心叶轮的立体图。

[0031] 图2是本发明高强度离心叶轮中离心叶片的排列分布图。

[0032] 图3是本发明高强度离心叶轮中离心叶片相对于叶轮上、下盖的位置关系图。

[0033] 图4是本发明高强度离心叶轮中离心叶片的结构示意图。

[0034] 图5是本发明生产螺旋曲面方程的各参数的定义以及相互关系图。

[0035] 1-叶轮上盖;2-叶轮下盖;3-离心叶片;31-上边缘面;311-上边缘面外端部;32-下边缘面;321-下边缘面外端部;33-螺旋曲面;34-外缘斜面;35-内缘斜面;4-导流通道;5-连接点。

具体实施方式

[0036] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“内”、“外”、“上”、“下”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。

[0037] 在离心叶轮的常规生产工艺中,离心叶片通过铆接或焊接等连接方式实现与叶轮上盖、叶轮下盖的固定,出于装配工艺限制以及确保离心叶轮的整体强度考虑,铆接点或焊接点距离离心叶片上、下边缘面外端部的距离一般不小于1mm,叶轮上盖和叶轮下盖仅超出离心叶片的距离约0.5到1mm之间,这样使得上、下边缘面外端部在高速运转下有开裂风险,降低连接点的连接强度。为了解决上述问题,在本发明中提出了以下解决方案,具体如下:为了便于理解,下面结合附图对本发明作出详细的说明,图1是本发明高强度离心叶轮的立体图。该离心叶轮为闭式叶轮,其由叶轮上盖1、叶轮下盖2以及离心叶片3等几部分构成,其

中,上述叶轮上盖1与叶轮下盖2同心布置,具有同一中心轴。离心叶片3设置为7片。离心叶片3沿着中心轴周向均匀布置(如图2中所示),且在离心叶片3的上边缘面31、下边缘面32均设置有至少两个连接点5,以分别地实现与叶轮上盖1、叶轮下盖2的固定连接。考虑到离心叶片的外端部为受到的离心力最大处,因此,可以设置于离心叶片3上的连接点5作如下设置:针对单个上边缘面31而言,其上设置的各连接点5距离其外端部311的距离D均不超过0.2mm,下边缘面32在的连接点5分布方式类同于上边缘面31,即针对单个下边缘面32而言,其上设置的各连接点5距离其外端部321的距离亦均不超过0.2mm(如图4中所示)。这样一来,无需增加连接点5的分布密度,仅需对连接点5的相对位置进行了限定,即可降低上边缘面31和下边缘面32的外端部在离心叶轮实际运行过程中的振动幅度值,进而提高了连接强度及耐疲劳性。另外,通过采用上述技术方案,可以实际实验验证:可以在保证离心叶片3寿命的前提下,将其厚度控制在0.6mm,从而相较于传统的该离心叶片厚度(至少0.8mm)降低了25%,大大降低了生产成本。

[0038] 再者,还可以作如下设置:上边缘面31的外端部与叶轮上盖1外缘的距离M不小于1.2mm,优选1.2~3mm;相类似地,下边缘面32与叶轮下盖2外缘的距离N亦不小于1.2mm,优选1.2~3mm(如图3中所示),这样一来,便于确保离心叶轮在进行动平衡试验时候其叶轮上盖1和叶轮下盖2自身具有足够的切削余量,提高切削的精度和效率,进而有利于实现离心叶轮的动平衡。

[0039] 离心叶片3的个数不但可以设置为上述的7个,还可以根据实际需要设置为其他数目。在此需要说明是,上述离心叶片3的个数,须与其配相匹配的静叶轮叶片数奇偶互质,从而防止其在进行高速旋转时离心叶轮发生共振现象,保持其运转的平稳性,且优化了离心叶片3的受力,从而提高了其抗疲劳性。

[0040] 已知,当离心叶轮绕其自身旋转中心(即上述的中心轴)进行高速旋转时,离心叶片3的各区域随着远离中心轴的距离的增大,其所受到的离心力越大,因此,离心叶片3外边缘所受到的离心力最大,为了确保其连接可靠性,可以对其采用多连接点固定方式,即是在靠近离心叶片3外边缘的很短一段距离内(不超过5mm)设置有至少两个连接点5。

[0041] 相较于传统单圆弧或单螺旋线离心叶片,在上述技术方案中采用了三段式设计方式,即离心叶片3的成型面可以由螺旋曲面33以及设置于该螺旋曲面33的两侧、顺滑过渡的外缘斜面34、内缘斜面35构成。这样一来,一方面,便于在实际装配过程中对离心叶片3进行定位,提高其连接点5的位置精度;另一方面,使得离心叶片3具有更好的气动性能,防止紊流现象发生,降低气流对叶片的冲击,有效地降低了离心叶轮的工作噪音。作为上述技术方案的进一步优化,可以对内缘斜面35的自由端进行导圆角处理。

[0042] 为了提高离心叶轮的增压效果,作为进一步的优化,对上述螺旋曲面33的形状可

进行具体限定:螺旋曲面33的方程为 $r=r_1 e^{\theta \left[\frac{\tan \beta_2 - \tan \beta_1}{k+1} \left(\frac{\theta}{\varphi} \right)^k + \tan \beta_1 \right]}$,其中,

$$k = \frac{(\tan \beta_2 - \tan \beta_1) \varphi}{\ln(r_2 / r_1) - \varphi \tan \beta_1} - 1, \quad \varphi = \frac{\ln(r_2 / r_1)}{(\tan \beta_2 - \tan \beta_1) / (k+1) + \tan \beta_1}, \text{ 且当 } k > 0 \text{ 时,}$$

$$\frac{\ln(r_2 / r_1)}{\tan \beta_1} \leq \varphi \leq \frac{\ln(r_2 / r_1)}{\tan \beta_2};$$

图5示出了本发明生产螺旋曲面方程的各参数的定义以及相互关系图r表示为螺旋半径, r_1 、 r_2 分别表示为离心叶片3的进口半径和叶片出口半径, β_1 、 β_2 分别

表示为离心叶片3的进口安放角和出口安放角,中表示为离心叶片3的包角, θ 表示为离心叶片3的极角。通过采用上述技术方案进行设置,使得导流通道4沿着叶轮下盖2的外边缘向内方向逐渐变窄,当气体从导流通道4中吸入时,气流的速度会随着导流通道4的变窄而增大。离心叶片3的进口安放角优选的取值范围为 $15^{\circ}\sim 20^{\circ}$;离心叶片3的出口安放角优选的取值范围为 $25^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 。

[0043] 再者,为了使得空气流经导流通道4时具有较好的流动状态,尽可能地优化各离心叶片3的受力状态,在此实施例中对叶轮上盖1和叶轮下盖2的直径比进行了范围限定。通过软件模拟分析以及实验论证,发现当叶轮上盖1的直径为叶轮下盖直径2的1.1~1.3倍,实际效果最佳。另外,还可以对叶轮上盖1和叶轮下盖2的厚度进行限定,从结构的整体强度考虑,两者的厚度均不得小于1mm,一般取值为离心叶片3厚度值的2~2.5倍为宜。

[0044] 再者,还可以在离心叶片3上设置有消音结构(图中未示出),具体方式推件如下:即在内缘斜面35的内侧壁上设置有削边,斜度不大于1:5,且削边的边缘厚度不得小于心0.4mm;另外,还需要在离心叶片3的外侧边缘开设弧形开口,且沿外侧边缘上下方向均布,从而使得离心叶片3在吸尘器的实际运行过程中其外侧边缘及内侧边缘的各区域受力大小及方向趋于一致,从而使得气流流经离心叶片3的外侧边缘和内侧边缘后均形成叶尖脱落涡,进而降低了离心叶轮3的工作噪音。将各离心叶轮转速始终维持在 $1.1\times 10^5\text{r/min}$,经过大量分组实验,结果表明:本实施例中的离心叶轮相较于现有技术中的离心叶轮,其噪音总值至少降低0.4dB(A),并将其处于旋转峰值时的噪音值降低了10~20dB。

[0045] 另外,作为上述弧形开口消音方式的替代,可以沿着离心叶片3的外侧边缘、向内3~5mm开设一系列通孔(图中未示出),其直径不得小于1.2倍离心叶片3的板厚。因为在离心叶片3的出口处经常会出现涡流分离现象,而采用上述穿孔法可以使得部分气流自离心叶片3的高压区流向其相反面的低压区,从而降低了离心叶轮的工作噪音。

[0046] 由图2可知,沿着离心叶轮的径向方向,由外向内,其导流通,4的收缩较为严重,从而导致导流通道4出、入口处的气流速度变化较大,很难形成均匀过渡,从而极容易引起紊流现象发生。正因为此,可以在导流通道4内设置有分流叶片(图中未示出),以降低导流通道4的出、入口处气流速度变化幅度。优选设置方式如下:分流叶片与离心叶片3的走向一致,沿着叶轮下盖2的外边缘向内延伸而成,且其厚度沿着离心叶轮的径向方向、由外向内逐渐减小。分流叶片的高度不超过处于同一径向截面上离心叶片3高度的1/3,延伸深度不小于离心叶片3长度的1/2。

[0047] 已知,当离心叶轮进行超高速运转(特别大于 $1.1\times 10^5\text{r/min}$)时,在导流通道4内流通的气流会对离心叶片3表面造成磨损,甚至会形成冲击凹坑,从而增大了离心叶轮的工作噪音。为了解决上述技术问题,可以在离心叶片3上设置有耐磨涂层(图中未示出)。该涂层优选为复合涂层,包括SiC耐磨层和相容于其外侧的具有自修复能力的MCrAlX涂层,其中,M指的是Ni、Co或Fe中任一种,X指的是Zr或Hf中任一种。

[0048] 上述连接点5优选由铆接或焊接的方式生产,一方面,便于实现自动化装配;另外一方面,由于铆接和焊接的自身特性,离心叶轮在装配完成后具有较好的耐疲劳性。在此需要说明的是,在离心叶轮进行超高速旋转时,叶轮上盖1以及叶轮下盖2外边缘受到较大的离心力作用,因此,当铆接点或焊接点过于靠近两者的外边缘时,上述铆接点或焊接点很容易成为裂纹源。为了杜绝这一现象的发生,在实际装配过程中必须确保铆接点或焊接点距

离叶轮上盖1以及叶轮下盖2的外边缘至少0.5mm。

[0049] 最后,本发明还公开了一种电机,其采用了上述的任一种高强度离心叶轮装配而成。

[0050] 对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

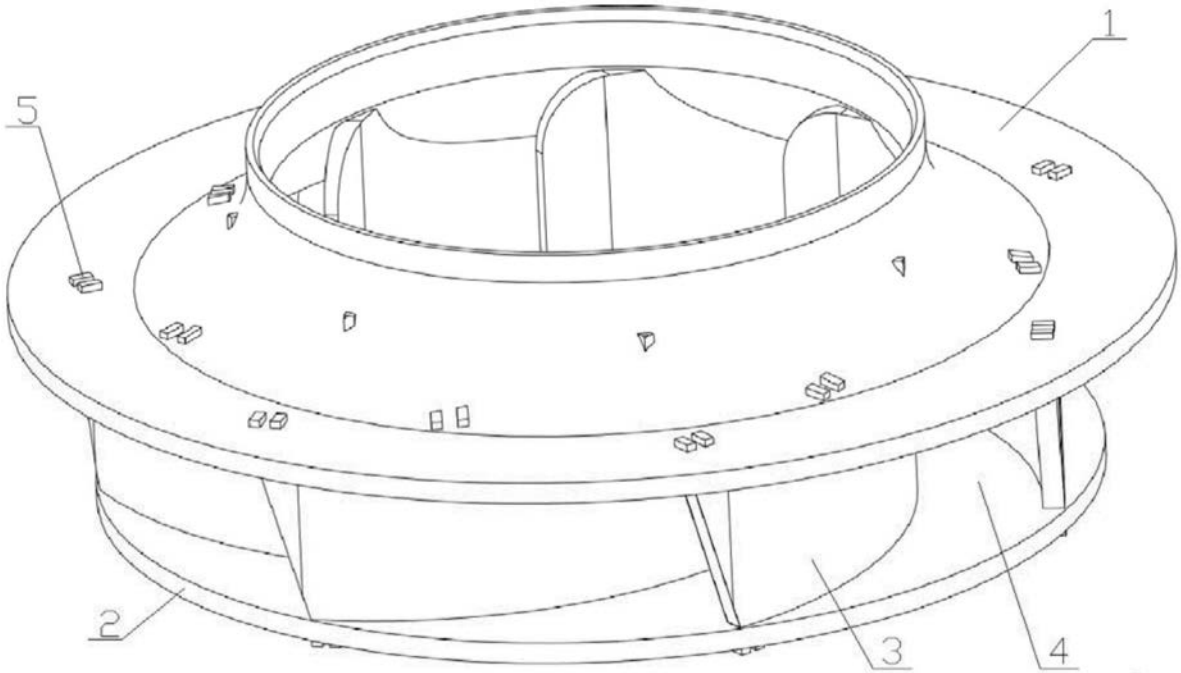


图1

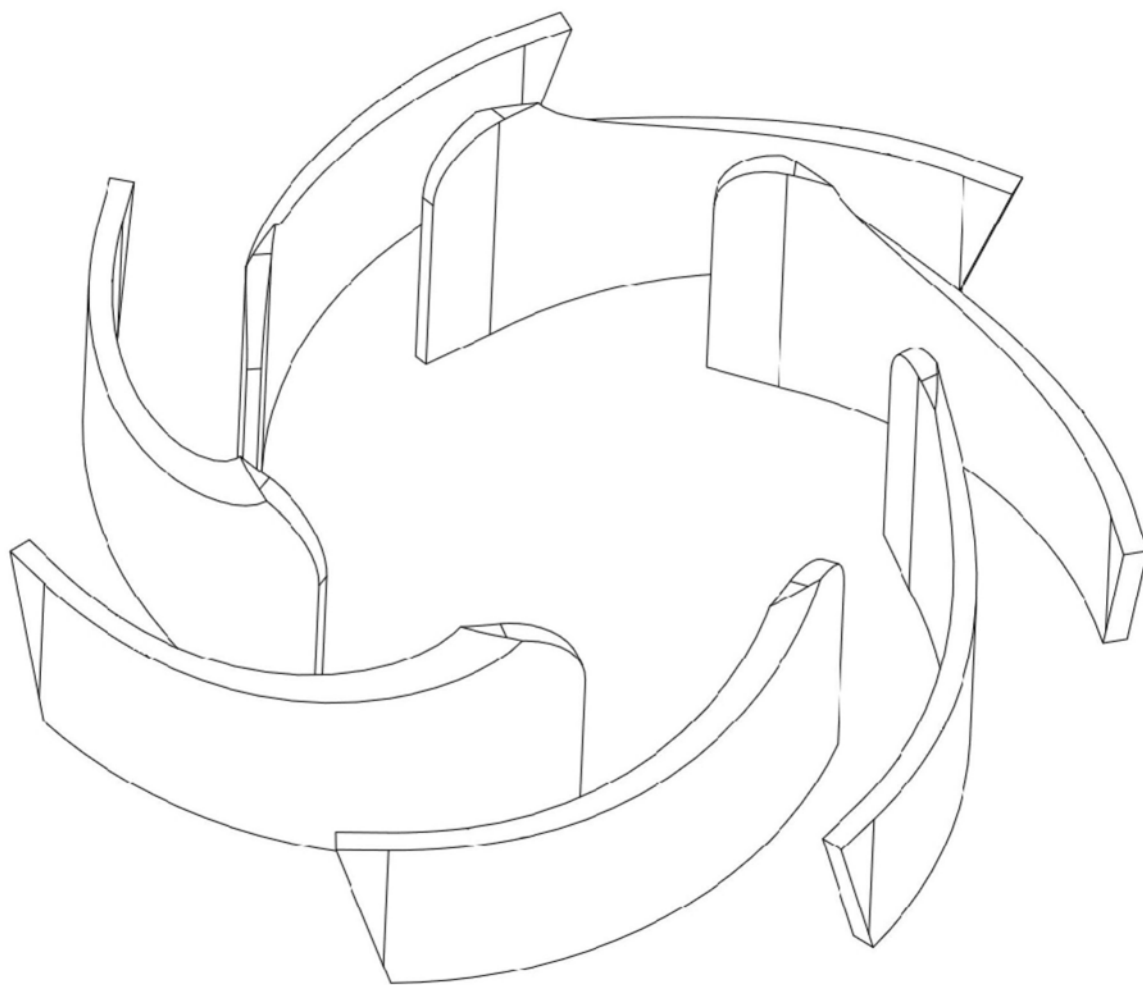


图2

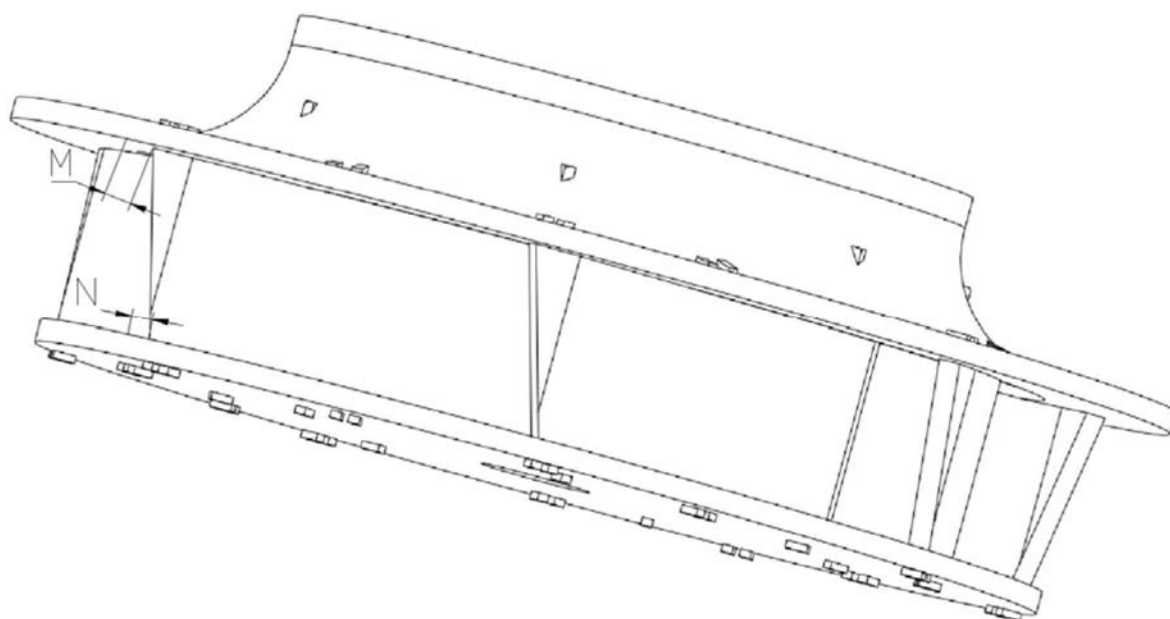


图3

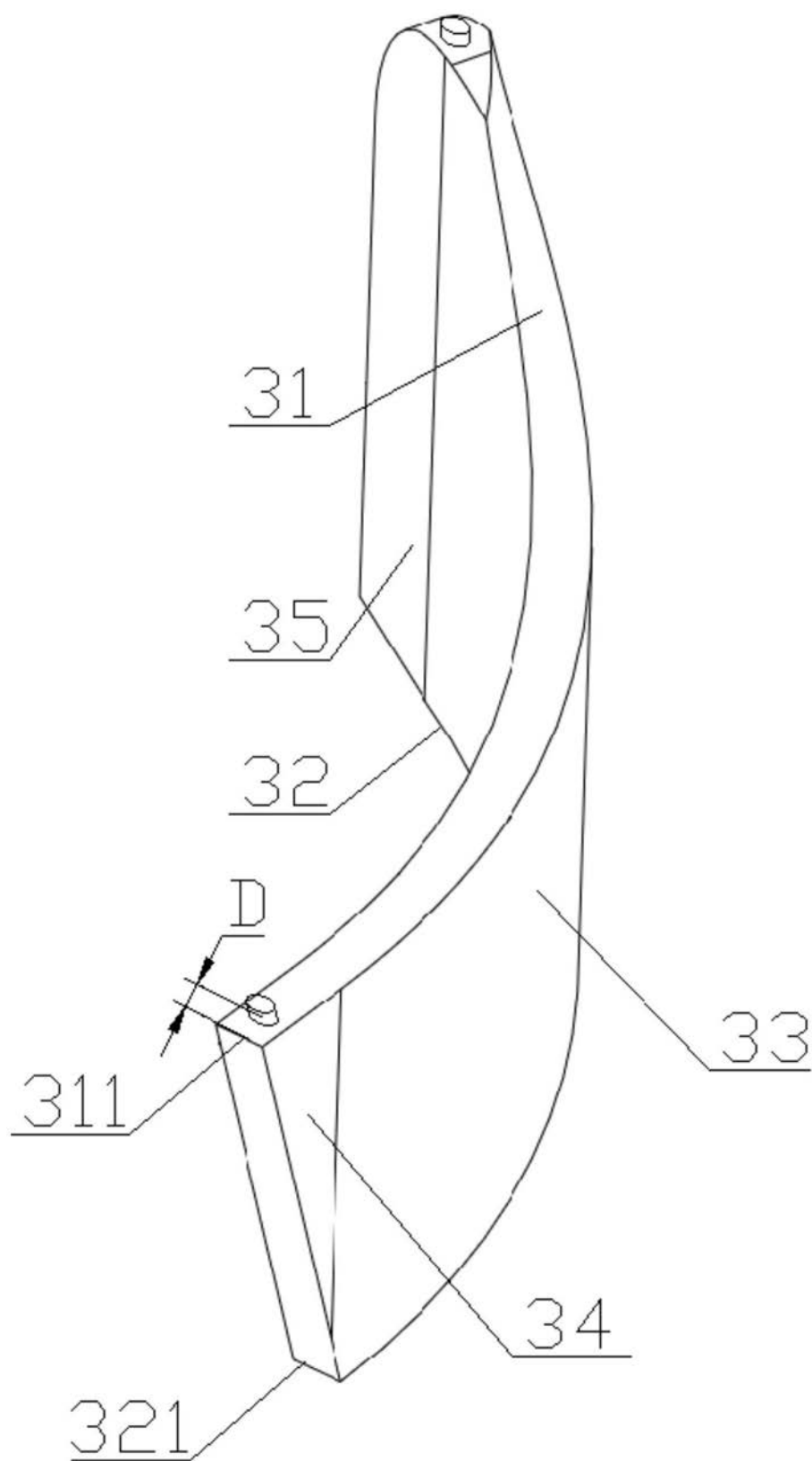


图4

